



School of Applied Mathematics  
<http://sam.utc.edu.vn/>



HÀ NỘI - 2024

KỶ YẾU HỘI THẢO VỀ GIẢNG DẠY VÀ NGHIÊN CỨU KHOA HỌC CƠ BẢN NĂM 2024

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI

# KỶ YẾU

## HỘI THẢO VỀ GIẢNG DẠY VÀ NGHIÊN CỨU KHOA HỌC CƠ BẢN NĂM 2024



ISBN: 978-604-76-2931-2



9 786047 629312

Lưu hành nội bộ



NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI**



**KỶ YẾU  
HỘI THẢO VỀ GIẢNG DẠY  
VÀ NGHIÊN CỨU KHOA HỌC CƠ BẢN  
NĂM 2024**

**NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI  
HÀ NỘI - 2024**

## **BAN TỔ CHỨC HỘI THẢO**

PGS.TS. Nguyễn Thị Mai	Trưởng BTC
TS. Ngô Đức Chinh	Ủy viên TT
TS. Mai Nam Phong	Ủy viên
PGS.TS. Trần Văn Long	Ủy viên
PGS.TS. Nguyễn Thị Hòa	Ủy viên
TS. Nguyễn Thị Hồng Tuyền	Ủy viên
TS. Nguyễn Thế Vinh	Ủy viên
TS. Nguyễn Trường Giang	Ủy viên
TS. Phạm Minh Phúc	Ủy viên
ThS. Nguyễn Thị Cúc	Ủy viên
ThS. Nguyễn Diệu Thúy	Ủy viên
TS. Lại Thị Hoan	Ủy viên
ThS. Hoàng Thiệu Anh	Ủy viên

## MỤC LỤC

### LỜI NÓI ĐẦU

TT	NỘI DUNG	Trang
1	<b>ĐỊNH LÝ GIỚI HẠN TRUNG TÂM VÀ ỨNG DỤNG</b> Phạm Ngọc Anh, Nguyễn Thị Lan Hương, Nguyễn Thu Hằng, Nguyễn Thùy Linh	11
2	<b>KẾT HỢP PHÂN CỤM K-MEANS VÀ THUẬT TOÁN DI TRUYỀN CHO BÀI TOÁN NGƯỜI BÁN HÀNG</b> Nguyễn Minh Hoàng Sơn	20
3	<b>MỘT SỐ GIỚI THIỆU VỀ THỐNG KÊ BAYES</b> Bùi Việt Hương	27
4	<b>NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG GIẢNG DẠY CỰC TRỊ HÀM HAI BIẾN THÔNG QUA CÁC BÀI TOÁN THỰC TẾ</b> Nguyễn Thùy Linh, Nguyễn Thị Lan Hương, Phạm Ngọc Anh, Nguyễn Thu Hằng	37
5	<b>NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG HOẠT ĐỘNG GIẢNG DẠY MÔN TOÁN CAO CẤP CHO KHỐI NGÀNH KINH TẾ</b> Nguyễn Thị Lan Hương, Phạm Ngọc Anh, Nguyễn Thu Hằng, Nguyễn Thùy Linh	44
6	<b>NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG HỌC MÁY TRONG PHÁT HIỆN URL LỪA ĐẢO</b> Đặng Thị Mai	51
7	<b>PHÂN LOẠI CÁC ĐẠI SỐ CON ĐỐI CHIỀU 2 TRONG PHẦN DƯƠNG CỦA ĐẠI SỐ VIRASORO</b> Nguyễn Huy Hoàng	62
8	<b>TÍNH ĐÓNG NGUYÊN CỦA IDEAL VÀ MỐI QUAN HỆ VỚI IDEAL RÚT GỌN</b> Mai Phước Bình	71
9	<b>THUẬT TOÁN CỰC ĐẠI HOÁ KỶ VỌNG VÀ ỨNG DỤNG VÀO ĐIỀN KHUYẾT DỮ LIỆU TRÊN PHẦN MỀM R</b> Hoàng Thùy Linh	80

10	<b>ỨNG DỤNG HỌC MÁY TRONG DỰ BÁO GIÁ NHÀ Ở TẠI HÀ NỘI</b> Nguyễn Thị Hồng Hoa, Nguyễn Lê Minh	90
11	<b>BÀI TOÁN TÌM ĐƯỜNG ĐI NGẮN NHẤT CÓ RÀNG BUỘC</b> Nguyễn Hà Trang	97
12	<b>MỘT PHƯƠNG PHÁP HIỆU QUẢ TÌM ĐA THỨC ĐIỀU HÒA</b> Đào Việt Cường, Đinh Thị Kim Nhung	104
13	<b>MỘT SỐ KIỂU BẤT ĐẲNG THỨC BẤT ĐỊNH CHO PHÉP BIẾN ĐỔI TÍCH PHẦN HERMITE</b> Phạm Tuấn Anh	111
14	<b>PHƯƠNG PHÁP GRADIENT LIÊN HỢP TÌM CỰC TIỂU HÀM KHẢ VI</b> Nguyễn Thị Huyền, Hoàng Thiệu Anh	117
15	<b>SỬ DỤNG ĐỊNH LÝ WEIERSTRASS ĐỂ GIẢI BÀI TOÁN TÌM GIỚI HẠN DÃY SỐ</b> Nguyễn Anh Ngọc	128
16	<b>ỨNG DỤNG XÍCH MARKOV ĐỂ TỐI ƯU DANH MỤC ĐẦU TƯ CHỨNG KHOÁN</b> Trịnh Thị Trang	135
17	<b>XẤP XỈ PHƯƠNG TRÌNH ĐẠO HÀM RIÊNG PHỤ THUỘC THAM SỐ BẰNG MẠNG NEURON SÂU</b> Nguyễn Văn Kiên, Nguyễn Anh Ngọc, Dư Thị Thu Trang, Phạm Thành Dương	143
18	<b>GIẢI BÀI TOÁN ĐỘNG LỰC HỌC CƠ HỆ VỚI HÀM LAGRANGE</b> Huỳnh Văn Quân, Lê Hữu Đạt	155
19	<b>PHÂN TÍCH DAO ĐỘNG TỰ DO CỦA DÀN CỐ CƠ TÍNH BIẾN THIÊN HAI CHIỀU TRONG MÔI TRƯỜNG NHIỆT ĐỘ</b> Nguyễn Duy Trường, Vũ Thị An Ninh	162
20	<b>XÂY DỰNG PHƯƠNG TRÌNH CHUYỂN ĐỘNG CHO MÔ HÌNH MÓNG CỌC ĐƠN CHỊU TẢI TRỌNG ĐỘNG ĐẤT</b> Huỳnh Văn Quân	172
21	<b>ẢNH HƯỞNG CỦA NHỮNG PHẢN HỒI CỦA GIÁO VIÊN LÊN KỸ NĂNG VIẾT CỦA SINH VIÊN ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI</b> Hoàng Thị Xuân	179

22	<b>ÁP DỤNG MÔ HÌNH “LỚP HỌC ĐẢO NGƯỢC” TRONG GIẢNG DẠY MÔN NGỮ ÂM THỰC HÀNH CHO SINH VIÊN CHUYÊN NGÀNH TIẾNG ANH THƯỜNG MẠI</b> Nguyễn Đỗ Hương Giang, Phùng Vân Thủy	189
23	<b>ĐỐI SÁNH CHƯƠNG TRÌNH ĐÀO TẠO NGÀNH NGÔN NGỮ ANH TRÌNH ĐỘ ĐẠI HỌC CỦA MỘT SỐ TRƯỜNG ĐẠI HỌC VIỆT NAM</b> Nguyễn Thị Hồng Tuyền, Phạm Thị Bích Hạnh	198
24	<b>NGHIÊN CỨU CHIẾN LƯỢC HỌC TẬP NGÔN NGỮ CỦA SINH VIÊN TẠI MỘT TRƯỜNG ĐẠI HỌC THUỘC KHỐI KỸ THUẬT</b> Trương Thị Thanh Thủy, Trần Đình Thước	214
25	<b>TÌM HIỂU VIỆC KIỂM TRA ĐÁNH GIÁ TIẾNG ANH CHUYÊN NGÀNH KINH TẾ TẠI TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI</b> Bạch Thị Thanh	221
26	<b>ƯU - NHƯỢC ĐIỂM CỦA VIỆC HỌC TIẾNG ANH TRỰC TUYẾN - KHẢO SÁT TẠI TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI</b> Nguyễn Thị Quyên	231
27	<b>VIỆC SỬ DỤNG CÁC CHIẾN LƯỢC ĐỌC SIÊU NHẬN THỨC TRONG THỰC HÀNH KỸ NĂNG ĐỌC TIẾNG ANH B1 CỦA SINH VIÊN TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI</b> Vũ Thị Minh Phương	240
28	<b>VIỆC SỬ DỤNG CÔNG CỤ TRÍ TUỆ NHÂN TẠO GRAMMARLY TRONG HỌC VIẾT TIẾNG ANH CỦA SINH VIÊN ĐẠI HỌC</b> Phạm Thị Hương Giang	251
29	<b>CÁC CÁCH ĐẶT CÂU HỎI TRONG TIẾNG PHÁP VÀ SO SÁNH ĐỐI CHIẾU VỚI TIẾNG ANH</b> Nguyễn Phương Lan	261
30	<b>MỘT SỐ KINH NGHIỆM TRONG XÂY DỰNG BÀI GIẢNG VIDEO THEO MÔ HÌNH B-LEARNING TRONG GIẢNG DẠY TIẾNG PHÁP TẠI TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI</b> Lê Nguyễn Thanh Hương	271
31	<b>TIẾNG PHÁP « FOS-TU »: MÔN HỌC CẦN THIẾT CHO SINH VIÊN KHỐI PHÁP NGỮ TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI</b> Nguyễn Diệu Thúy	279

32	<b>ỨNG DỤNG CHATGPT TRONG GIẢNG DẠY NGÔN NGỮ: MỘT SỐ QUAN ĐIỂM LÝ THUYẾT VÀ KINH NGHIỆM THỰC TIỄN</b> Nguyễn Quang Anh	285
33	<b>CHẾ TẠO MÀNG MỎNG LƯỠNG KIM Co/Pt SẮT TỪ TRỰC TIẾP TRÊN ĐỂ DỄ</b> Nguyễn Tuấn Sơn	295
34	<b>CHẾ TẠO VẬT LIỆU <math>(1-x)\text{PbTiO}_3/x\text{CoFe}_2\text{O}_4</math> VÀ NGHIÊN CỨU CẤU TRÚC, TÍNH CHẤT TỪ CỦA VẬT LIỆU</b> Đào Việt Thắng, Nguyễn Mạnh Hùng	303
35	<b>KAO-LANH TRONG VAI TRÒ PHỤ GIA CHỐNG ĐÓNG CẶN CHO ĐÓT NHIÊN LIỆU SINH KHỐI</b> Nguyễn Trường Giang	309
36	<b>NANO COMPOSIT TRÊN NỀN NANO TỪ TÍNH VÀ ỨNG DỤNG</b> Chu Tiến Dũng	314
37	<b>NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO VÀ KHẢO SÁT HOẠT TÍNH QUANG XÚC TÁC CỦA VẬT LIỆU COMPOSITE <math>\text{Ag}_3\text{PO}_4/\text{g-C}_3\text{N}_4</math></b> Đoàn Thị Thúy Phượng	323
38	<b>NGHIÊN CỨU PHƯƠNG TRÌNH TRẠNG THÁI VÀ CÁC TÍNH CHẤT NHIỆT ĐỘNG CỦA BERI Ở NHIỆT ĐỘ VÀ ÁP SUẤT CAO</b> Hứa Xuân Đạt, Nguyễn Thị Hòa	330
39	<b>TÍNH CHẤT VẬT LÝ CỦA SÓNG ÁNH SÁNG ĐỂ TẠO HÌNH ẢNH</b> Nguyễn Phi Hùng	342
40	<b>CÁC HỢP CHẤT FLAVONOID GLYCOSIDE ĐƯỢC PHÂN LẬP TỪ LOÀI CỎ XƯỚC (ARCHYRANTHES ASPERA)</b> Bùi Thị Nha Trang, Nguyễn Thị Mai	348
41	<b>CÁC HỢP CHẤT TRITECPENE GLYCOSIDE ĐƯỢC PHÂN LẬP TỪ LOÀI NGƯU TẮT (ACHYRANTHES BIDENTATA)</b> Hoàng Thị Tuyết Lan, Nguyễn Thị Mai	353
42	<b>ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG XỬ LÝ XANH METYLEN CỦA VẬT LIỆU NANO BẠC BẰNG DỊCH CHIẾT LÁ BẠC HÀ</b> Lại Thị Hoan	359

43	<b>MỘT SỐ HỢP CHẤT ĐƯỢC PHÂN LẬP TỪ THÂN CỦA LOÀI DÂY ĐAU XƯƠNG (TINOSPORA SINENSIS) VÀ HOẠT TÍNH KHÁNG VIÊM</b> Bùi Thị Mai Anh, Nguyễn Thị Mai	367
44	<b>TÌM HIỂU MỘT SỐ VẬT LIỆU XÚC TÁC QUANG TRONG XỬ LÝ CHẤT HỮU CƠ ĐỘC HẠI</b> Lê Thị Thi Hạ	373
45	<b>TỔNG HỢP VẬT LIỆU NANO VONFRAMAT PHA TẠP <math>MWO_4(M=Ca,Zn): Eu^{3+}, Al^{3+}</math> BẰNG PHƯƠNG PHÁP HÓA ƯỚT VÀ KHẢO SÁT HOẠT TÍNH XÚC TÁC QUANG PHÂN HỦY PHẨM NHUỘM MB</b> Vũ Thị Xuân, Nguyễn Văn Hải, Nguyễn Hải Nam, Đỗ Văn Huy	382
46	<b>THÀNH PHẦN HÓA HỌC LÁ CỦA LOÀI DÂY ĐAU XƯƠNG (TINOSPORA SINENSIS)</b> Bùi Thị Mai Anh	393
47	<b>XÁC ĐỊNH CẤU TRÚC HÓA HỌC CỦA MỘT SỐ HỢP CHẤT ĐƯỢC PHÂN LẬP TỪ LOÀI ACHYRANTHES ASPERA</b> Hoàng Thị Tuyết Lan	399
48	<b>XÁC ĐỊNH CẤU TRÚC HÓA HỌC CỦA MỘT SỐ HỢP CHẤT PHÂN LẬP TỪ LOÀI ACHYRANTHES BIDENTADA</b> Hoàng Thị Tuyết Lan	408
49	<b>ẢNH HƯỞNG CỦA ĐẤT SÉT VÀ CỐT SỢI THỰC VẬT ĐẾN CƯỜNG ĐỘ CHỊU NÉN VÀ UỖN CỦA BÊ TÔNG SINH THÁI</b> Ngô Đức Chinh	416
50	<b>NGHIÊN CỨU GIẢNG DẠY VỀ KỸ THUẬT ĐỊNH HƯỚNG TƯ DUY KHÔNG GIAN</b> Nguyễn Tuấn Anh	427
51	<b>NGHIÊN CỨU MỘT SỐ TỒN TẠI KHI SẢN XUẤT VÀ SỬ DỤNG CẤP PHỐI ĐÁ DẪM LÀM MÓNG ĐƯỜNG Ô TÔ Ở THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH</b> Lương Đức Chung, Lê Thị Thu Thủy, Tạ Thị Huệ	438
52	<b>BẢO VỆ DỮ LIỆU CÁ NHÂN TRÊN NỀN TẢNG PHI TẬP TRUNG CỦA ATALA PRISM TRONG THẾ GIỚI SỐ HÓA</b> Nguyễn Thị Hồng Hoa	452



53	<b>DỰ BÁO GIÁ TRỊ CỦA CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN CHẤT LƯỢNG KHÔNG KHÍ TRONG MÔI TRƯỜNG</b> Nguyễn Lê Minh, Lê Nhật Tùng, Trần Thị Dung	461
54	<b>DỰ BÁO TUỔI THỌ PIN LITHIUM-ION BẰNG CÁC PHƯƠNG PHÁP HỌC MÁY</b> Lại Mạnh Dũng	468
55	<b>NÂNG CAO HIỆU SUẤT VÀ BẢO MẬT CỦA HỢP ĐỒNG THÔNG MINH TRONG GIAO DỊCH ĐÁU GIÁ NFT BẰNG AIKEN</b> Cao Thị Luyện, Nguyễn Tiến Tùng, Khuấn Đình Thành, Nguyễn Hồng Sơn, Nguyễn Thành Hưng	474
56	<b>NGHIÊN CỨU VÀ XÂY DỰNG MÔ HÌNH HỌC SÂU PHÁT HIỆN DẤU HIỆU MỆT MỎI TRONG QUÁ TRÌNH HỌC TRỰC TUYẾN</b> Nguyễn Thị Bích Ngọc, Đinh Công Tùng, Lê Đăng Sơn	483
57	<b>SSI- GIẢI PHÁP CHO TƯƠNG LAI AN TOÀN VÀ RIÊNG TƯ TRONG THẾ GIỚI SỐ</b> Cao Thị Luyện, Nguyễn Đức Dur, Nguyễn Huy Công	489
58	<b>ỨNG DỤNG HỌC MÁY ĐỂ HIỂU CÁC THẮC MẮC CỦA SINH VIÊN ĐẠI HỌC TỪ PHƯƠNG TIỆN TRUYỀN THÔNG TRỰC TUYẾN</b> Lương Thái Lê, Nguyễn Quang Duy	497
59	<b>ỨNG XỬ CHỊU XOẢN CỦA THANH HÌNH CÁNH BƯỚM CÓ TIẾT DIỆN HÌNH CHỮ NHẬT THAY ĐỔI</b> Nguyễn Tuyên Hoàng, Nguyễn Như Hiếu, Ngô Văn Lược	505

## LỜI NÓI ĐẦU

Nhận thức rõ tầm quan trọng của công tác nghiên cứu khoa học trong việc nâng cao chất lượng đội ngũ giảng viên, đồng thời nâng cao chất lượng giảng dạy, trong những năm gần đây, việc đẩy mạnh nghiên cứu khoa học đã được Khoa Khoa học Cơ bản xác định là một trong những hoạt động trọng tâm trong các chương trình công tác của Khoa.

Khoa Khoa học Cơ bản hiện có 85 cán bộ, giảng viên và 25 giảng viên thỉnh giảng, hợp đồng thuộc 08 bộ môn: Giải tích, Đại số & Xác suất thống kê, Vật lý, Hóa học, Anh văn, Nga-Pháp, Hình họa-Vẽ kỹ thuật và Cơ lý thuyết; trong đó có: 06 Phó Giáo sư, 25 Tiến sĩ, 50 Thạc sĩ, 04 Cử nhân. Hàng năm, Khoa chủ trì hàng chục đề tài cấp Trường; chủ trì và tham gia các đề tài cấp Bộ và đề tài Quỹ Nafosted. Trong 5 năm gần đây, các giảng viên của Khoa đã công bố 96 công trình trên các tạp chí quốc tế thuộc danh mục ISI và Scopus, góp phần tạo nên thương hiệu của Nhà trường.

Ngoài giảng dạy các môn khoa học cơ bản, từ năm học 2018-2019, Khoa còn được Nhà trường giao nhiệm vụ đào tạo chuyên ngành Toán - Tin ứng dụng thuộc ngành đào tạo Toán ứng dụng. Hiện đã có 2 khóa sinh viên tốt nghiệp ra trường, tỉ lệ sinh viên có việc làm ngay rất cao và với mức thu nhập khá tốt. Cũng trong năm học 2023 – 2024 việc mở chuyên ngành Ngôn ngữ Anh cũng đã đi được nhiều chặng đường quan trọng, hướng tới trực tiếp tuyển sinh cho năm học 2024-2025. Việc tiếp tục mở các ngành đào tạo mới, theo hướng chuyên môn mà Khoa đang quản lý là hướng phát triển tiếp theo của Khoa trong thời gian tới.

Để đạt được những thành quả trong giảng dạy và nghiên cứu, thời gian qua, Khoa đã luôn khuyến khích đội ngũ giảng viên chủ động đổi mới, cải tiến phương pháp giảng dạy, tích cực tham gia các Hội nghị, Hội thảo trong nước và quốc tế về các lĩnh vực chuyên môn, tăng cường các công bố quốc tế để nâng cao chất lượng nghiên cứu khoa học.

Tiếp nối thành công của Hội thảo năm 2018, năm 2020 và năm 2022, Khoa Khoa học Cơ bản tổ chức **"Hội thảo về giảng dạy và nghiên cứu Khoa học Cơ bản năm 2024"**, Hội thảo là diễn đàn để các giảng viên, các nhà khoa học trao đổi, học hỏi, chia sẻ kinh nghiệm nghiên cứu và giảng dạy trong các lĩnh vực: Toán học, Vật lý, Hóa học, Ngoại ngữ, Cơ lý thuyết và Hình họa - Vẽ kỹ thuật và các lĩnh vực khác liên quan. Những công trình nghiên cứu có giá trị của Hội thảo được biên tập và xuất bản trong cuốn **"Kỷ yếu Hội thảo về giảng dạy và nghiên cứu Khoa học Cơ bản năm 2024"**.

Khoa Khoa học cơ bản trân trọng gửi lời cảm ơn tới các tác giả trong và ngoài Trường đã dành sự quan tâm và gửi đến Hội thảo các bài viết có chất lượng. Xin cảm ơn các nhà giáo, các nhà khoa học từ các Trường đại học, các Viện nghiên cứu đã dành

## Hội thảo về Giảng dạy và Nghiên cứu khoa học cơ bản năm 2024

---

*thời gian và công sức đọc phản biện các bài báo, giúp Ban tổ chức lựa chọn các báo cáo tiêu biểu để đăng trong Kỷ yếu của Hội thảo. Những kết quả từ Hội thảo sẽ là cơ sở quan trọng để Khoa tiếp tục đổi mới, cải tiến phương pháp giảng dạy, định hướng nghiên cứu khoa học cũng như triển khai mở mới các ngành đào tạo.*

*Trong quá trình biên tập Kỷ yếu, không tránh khỏi những hạn chế, thiếu sót, Ban tổ chức mong nhận được sự chia sẻ và các ý kiến góp ý của độc giả.*

*Xin trân trọng cảm ơn !*

**BAN TỔ CHỨC HỘI THẢO**

## ĐỊNH LÝ GIỚI HẠN TRUNG TÂM VÀ ỨNG DỤNG

Phạm Ngọc Anh\*, Nguyễn Thị Lan Hương, Nguyễn Thu Hằng, Nguyễn Thùy Linh

Trường Đại học Mở - Địa chất

\* Tác giả liên hệ: Email: phamngocanhbmtoan@humg.edu.vn (mobile:0914989896)

**Tóm tắt:** Trong báo cáo này, chúng tôi trình bày lại về định lý giới hạn trung tâm cùng với chứng minh chi tiết của định lý. Sau đó, chúng tôi tìm hiểu vai trò của định lý giới hạn trung tâm trong lý thuyết xác suất và thống kê toán học cùng với rất nhiều ứng dụng của định lý giới hạn trung tâm trong các bài toán thực tế. Mục đích của chúng tôi là cung cấp cho sinh viên một tài liệu tham khảo hữu ích, giúp sinh viên hiểu rõ hơn ý nghĩa của định lý giới hạn trung tâm.

**Từ khóa:** Hàm đặc trưng, Định lý Lindenberg-Lewi, Định lý giới hạn trung tâm.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong xác suất, định lý giới hạn trung tâm là định lý nổi tiếng và có vai trò quan trọng. Định lý giới hạn trung tâm là một khía cạnh quan trọng trong lý thuyết xác suất và thống kê toán. Định lý này cho thấy xu hướng tập trung của biến mẫu về phân phối chuẩn. Nhờ định lý này, chúng ta có thể tiên đoán và ước lượng xấp xỉ phân phối của biến mẫu dựa trên phân phối chuẩn, giúp chúng ta hiểu rõ hơn về sự biến đổi và tính chất của các biến ngẫu nhiên.

Nói về lịch sử hình thành, cũng như nhiều lý thuyết Toán học khác, Định lý giới hạn trung tâm cũng là tổng hòa của nhiều công trình toán học, với sự đóng góp của nhiều nhà khoa học. Theo Wikipedia, phiên bản đầu tiên của định lý này được đưa ra bởi nhà toán học gốc Pháp - Abraham De Moivre. Trong một bài báo xuất bản năm 1733, ông đã sử dụng phân phối chuẩn để tính gần đúng phân bố của số mặt ngửa do nhiều lần tung đồng xu đồng chất. Phát hiện này đã đi trước thời đại rất xa và gần như bị lãng quên cho đến khi nhà toán học nổi tiếng người Pháp Pierre-Simon Laplace trong một xuất bản năm 1812 đã mở rộng phát hiện của De Moivre bằng cách xấp xỉ nhị thức phân phối với phân phối chuẩn. Nhưng cũng như De Moivre, phát hiện của Laplace ít được chú ý vào thời của ông. Mãi đến cuối thế kỷ 19, tầm quan trọng của định lý giới hạn trung tâm mới được nhận ra, khi vào năm 1901, nhà toán học người Nga - Aleksandr Lyapunov đã phát biểu và chứng minh định lý một cách tổng quát. Thuật ngữ "định lý giới hạn trung tâm" được George Pólya sử dụng lần đầu tiên vào năm 1920 trong tiêu đề của một bài báo của ông và từ đó được sử dụng rộng rãi cho đến ngày nay.

Cho đến hiện tại, Định lý giới hạn trung tâm có ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khác nhau, chẳng hạn như trong xác suất và thống kê: Định lý giới hạn trung tâm có vai trò quan trọng trong việc xác định phân phối xấp xỉ của một biến ngẫu nhiên. Nó cho phép xác định xác suất xảy ra của một sự kiện dựa trên mẫu ngẫu nhiên có kích

thước lớn; trong Y học, định lý giới hạn trung tâm được sử dụng để xác định phân phối xấp xỉ của các biến y tế như chiều cao, cân nặng, huyết áp trong các nghiên cứu lâm sàng, hay trong Khoa học máy tính, định lý giới hạn trung tâm được sử dụng trong phân tích dữ liệu và machine learning để xác định phân phối xấp xỉ của các biến ngẫu nhiên trong quá trình huấn luyện mô hình...

Định lý giới hạn trung tâm có mặt ở hầu hết giáo trình xác suất thống kê trong và ngoài nước với nhiều ứng dụng thú vị xoay quanh. Tuy nhiên, đây là một định lý khó với nhiều sinh viên và thường bị bỏ qua trong quá trình học tập. Trong báo cáo này, chúng tôi muốn trình bày lại chi tiết về phát biểu và chứng minh của định lý giới hạn trung tâm. Sau đó, chúng tôi cố gắng tập hợp lại một số ứng dụng của định lý giới hạn trung tâm về mặt lý thuyết cũng như thực tế. Cuối cùng, chúng tôi sưu tập một vài ví dụ thú vị để thấy được sự gần gũi của định lý trong cuộc sống.

Báo cáo được chia làm 3 phần: Cơ sở lý thuyết, định lý giới hạn trung tâm, một số bài toán thực tế.

## **2. NỘI DUNG**

### **2.1. Cơ sở lý thuyết**

#### **2.1.1. Biến ngẫu nhiên**

Theo [1], biến ngẫu nhiên được định nghĩa:

Biến ngẫu nhiên là một hàm đo được trên không gian mẫu.

Biến ngẫu nhiên  $X$  được gọi là một biến ngẫu nhiên rời rạc nếu ta có thể liệt kê các giá trị nó nhận.

Biến ngẫu nhiên  $X$  là biến ngẫu nhiên liên tục nếu  $X$  có thể nhận bất cứ giá trị nào trên một khoảng của trục số, thậm chí trên toàn bộ trục số.

Những khái niệm sau được tham khảo trong [2]

#### **2.1.2. Quy luật nhị thức – $B(n, p)$**

Biến ngẫu nhiên rời rạc  $X$  nhận một trong các giá trị có thể có  $x = 0, 1, 2, \dots, n$  với các xác suất tương ứng được tính bằng công thức (1) gọi là phân phối theo quy luật nhị thức với các tham số là  $n$  và  $p$ .

$$P(X = x) = C_n^x p^x (1 - p)^{n-x}, \quad x = 0, 1, 2, \dots, n. \quad (1)$$

Quy luật nhị thức được kí hiệu  $B(n, p)$

#### **2.1.3. Quy luật Poisson – $P(\lambda)$**

Biến ngẫu nhiên rời rạc  $X$  nhận một trong các giá trị có thể có  $x = 0, 1, 2, \dots$  với các xác suất tương ứng được tính bằng công thức (2) gọi là phân phối theo quy luật Poisson với các tham số là  $\lambda$ .

$$P(X = x) = \frac{\lambda^x}{x!} e^{-\lambda}, \quad x = 0, 1, 2, \dots \quad (2)$$

Quy luật Poisson được kí hiệu  $P(\lambda)$

#### 2.1.4. Quy luật phân phối đều liên tục – $U(a, b)$

Biến ngẫu nhiên liên tục  $X$  gọi là phân phối theo quy luật đều trong khoảng  $(a, b)$  nếu hàm mật độ xác suất của nó có dạng :

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a} & \text{với } x \in (a, b) \\ 0 & \text{với } x \notin (a, b). \end{cases} \quad (3)$$

Quy luật phân phối đều liên tục được kí hiệu  $U(a, b)$

#### 2.1.5. Quy luật phân phối lũy thừa – $Exp(\lambda)$

Biến ngẫu nhiên liên tục  $X$  gọi là phân phối theo quy luật lũy thừa (quy luật mũ) nếu hàm mật độ xác suất của nó có dạng :

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{với } x < 0 \\ \lambda e^{-\lambda x} & \text{với } x \geq 0. \end{cases} \quad (4)$$

Trong đó  $\lambda$  là một hằng số dương.

Quy luật phân phối lũy thừa được kí hiệu  $Exp(\lambda)$

#### 2.1.6. Quy luật phân phối chuẩn – $N(\mu, \sigma^2)$

Biến ngẫu nhiên liên tục  $X$  nhận các giá trị trong khoảng  $(-\infty, +\infty)$  gọi là phân phối theo quy luật chuẩn với các tham số  $\mu$  và  $\sigma^2$  nếu hàm mật độ xác suất của nó có dạng:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}. \quad (5)$$

Quy luật phân phối chuẩn được kí hiệu  $N(\mu, \sigma^2)$

#### 2.1.7. Quy luật phân phối chuẩn hóa – $N(0, 1)$

Biến ngẫu nhiên liên tục  $U$  nhận các giá trị trong khoảng  $(-\infty, +\infty)$  gọi là phân phối theo quy luật chuẩn hóa nếu hàm mật độ xác suất của nó có dạng :

$$\varphi(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{u^2}{2}}. \quad (6)$$

Quy luật phân phối chuẩn hóa được kí hiệu  $N(0,1)$ .

### 2.2. Định lí giới hạn trung tâm

Những khái niệm, định lí sau được tham khảo trong [2]

#### 2.2.1. Hàm đặc trưng

##### a. Định nghĩa

Hàm đặc trưng của biến ngẫu nhiên  $X$  là kì vọng toán của biến ngẫu nhiên  $e^{itx}$  và được kí hiệu là  $\varphi_X(t)$ , tức là:

$$\varphi_X(t) = E[e^{itx}] = E(\cos tX) + iE(\sin tX).$$

Như vậy nếu  $X$  là biến ngẫu nhiên rời rạc thì:

$$\varphi_X(t) = \sum_j e^{itx_j} P_j.$$

Còn nếu  $X$  là biến ngẫu nhiên liên tục thì:

$$\varphi_X(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{itx} f(x) dx.$$

b. Các tính chất của hàm đặc trưng

Tính chất 1:  $|\varphi_X(t)| \leq 1$ .

Tính chất 2: Nếu  $Y = aX + b$  thì  $\varphi_Y(t) = e^{ibt} \varphi_X(at)$ .

Tính chất 3: Nếu  $X_1, X_2, \dots, X_n$  là các biến ngẫu nhiên độc lập thì:

$$\varphi_{X_1+X_2+\dots+X_n}(t) = \prod_{k=1}^n \varphi_{X_k}(t).$$

Tính chất 4: Nếu tồn tại  $E|X|^k$  thì hàm đặc trưng  $\varphi_X(t)$  cũng tồn tại đạo hàm đến bậc  $k$  tại mọi điểm  $t$

Và có:

$$\varphi_X(t) = \sum_{m=0}^k \frac{(it)^m}{m!} E[X^m] + o(t^k).$$

Tính chất 5: Nếu  $\{F_n(x)\}$  là dãy hàm phân phối xác suất và  $\{\varphi_n(t)\}$  là dãy các hàm đặc trưng tương ứng thì điều kiện cần và đủ để  $\{F_n(x)\}$  hội tụ yếu (tức là hội tụ tại các điểm  $F_n(x)$  liên tục) tới hàm phân bố xác suất  $F(x)$  là  $\{\varphi_n(t)\}$  tại mọi  $t$  đến hàm đặc trưng  $\varphi(t)$  tương ứng với  $F(x)$ .

Những bài toán sau được tham khảo trong [3]

**Bài toán 1:** Cho biến ngẫu nhiên rời rạc  $X \sim B(n, p)$ . Tìm  $\varphi_X(t)$

Lời giải:

Theo định nghĩa của quy luật  $B(n, p)$

$$P_x = C_n^x p^x (1-p)^{n-x}, \quad x = \overline{0, n}.$$

Nên

$$\begin{aligned} \varphi_X(t) &= E[e^{itx}] = \sum_{x=0}^n e^{itx} C_n^x p^x (1-p)^{n-x} = \sum_{x=0}^n C_n^x (pe^{it})^x (1-p)^{n-x} \\ &= [pe^{it} + (1-p)]^n. \end{aligned}$$

**Bài toán 2:** Cho biến ngẫu nhiên rời rạc  $X \sim P(\lambda)$ . Tìm  $\varphi_X(t)$

Lời giải:

Theo định nghĩa của quy luật Poisson:

$$P_x = e^{-\lambda} \frac{\lambda^x}{x!}, \quad x = 0, 1, \dots$$

Nên

$$\varphi_X(t) = E[e^{itx}] = \sum_{x=0}^{\infty} e^{itx} e^{-\lambda} \frac{\lambda^x}{x!} = \sum_{x=0}^{\infty} e^{-\lambda} \frac{(\lambda e^{it})^x}{x!} = e^{-\lambda} e^{\lambda e^{it}} = e^{\lambda(e^{it}-1)}.$$

Lưu ý:

$$e^x = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!}, \quad |x| < \infty.$$

**Bài toán 3:** Cho biến ngẫu nhiên liên tục  $U$  có phân phối chuẩn hóa  $N(0,1)$ . Tìm  $\varphi_U(t)$

Lời giải:

Theo định nghĩa phân phối chuẩn hóa

$$\varphi(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{u^2}{2}}.$$

Nên:

$$\varphi_U(t) = E[e^{itu}] = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{itu} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{u^2}{2}} du = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{itu - \frac{u^2}{2}} du.$$

Lấy đạo hàm theo  $t$

$$\begin{aligned} \varphi'_U(t) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} iue^{itu - \frac{u^2}{2}} du = \frac{-i}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{itu} d(e^{-\frac{u^2}{2}}) \\ &= \frac{-i}{\sqrt{2\pi}} \left[ e^{itu} \cdot e^{-\frac{u^2}{2}} \Big|_{-\infty}^{+\infty} - \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{u^2}{2}} d(e^{itu}) \right] = \frac{i}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} ite^{itu} e^{-\frac{u^2}{2}} du \\ &= -t \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{itu - \frac{u^2}{2}} du = -t\varphi_U(t). \end{aligned}$$

Như vậy:

$$\varphi'_U(t) = -t\varphi_U(t).$$

Từ đó:

$$\varphi_U(t) = Ce^{-\frac{t^2}{2}}.$$

Do

$$\varphi_U(0) = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{i \cdot 0 \cdot u} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{u^2}{2}} du = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{u^2}{2}} du = 1.$$



Nên  $C = 1$ , do đó:

$$\varphi_U(t) = e^{-\frac{t^2}{2}}.$$

**Bài toán 4:** Cho biến ngẫu nhiên liên tục  $X$  có phân phối chuẩn  $N(\mu, \sigma^2)$ . Tìm  $\varphi_X(t)$

Lời giải:

Do  $X$  có phân phối chuẩn  $N(\mu, \sigma^2)$  nên:

$$X = \sigma \frac{X - \mu}{\sigma} + \mu = \sigma U + \mu \quad \text{với } U \sim N(0,1).$$

Vậy:

$$\varphi_X(t) = E e^{itx} = E e^{it\sigma U + it\mu} = e^{it\mu} \varphi_U(\sigma t) = e^{it\mu} \cdot e^{-\frac{\sigma^2 t^2}{2}} = e^{it\mu - \frac{\sigma^2 t^2}{2}}.$$

### 2.2.2. Định lí Lindenberg-Lewi

Nếu  $X_1, X_2, \dots, X_n, \dots$  là một dãy các biến ngẫu nhiên độc lập tuân theo một quy luật phân phối xác suất nào đó với kì vọng toán và phương sai hữu hạn:

$$E(X_k) = a; V(X_k) = \sigma^2, \forall k.$$

Thì quy luật phân phối xác suất của biến ngẫu nhiên

$$U_n^a = \frac{U_n - E(U_n)}{\sqrt{V(U_n)}} \quad \text{với} \quad U_n = \sum_{k=1}^n X_k.$$

sẽ hội tụ khi  $n \rightarrow \infty$  tới quy luật chuẩn hóa  $N(0,1)$ . Tức là:

$$P(U_n^a < x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt.$$

#### Chứng minh

Theo tính chất của hàm đặc trưng, ta chỉ cần chỉ ra rằng hàm đặc trưng  $\varphi_{U_n^a}(t)$  hội tụ đến hàm đặc trưng của phân phối chuẩn hóa là  $\varphi_U(t) = e^{-\frac{t^2}{2}}$  khi  $n \rightarrow \infty$ .

Xét biến ngẫu nhiên:

$$U_n - E(U_n) = [X_1 - E(X_1)] + [X_2 - E(X_2)] + \dots + [X_n - E(X_n)].$$

Đặt  $Y_k = X_k - E(X_k)$ .

Ta có:  $U_n - E(U_n) = Y_1 + Y_2 + \dots + Y_n$ .

$$E(Y_k) = E[X_k - E(X_k)] = 0, \quad \forall k.$$

$$V(Y_k) = E(Y_k^2) - [E(Y_k)]^2 = E(Y_k^2) = \sigma^2 = V(X_k), \quad \forall k.$$

Đặt  $\varphi(t) = \varphi_{Y_k}(t)$

Theo tính chất 4 của hàm đặc trưng có:

$$\varphi(t) = 1 + \frac{it}{1!}E(Y_k) + \frac{(it)^2}{2!}E(Y_k^2) + o(t^2) = 1 - \frac{t^2}{2}\sigma^2 + o(t^2).$$

Do  $U_n - E(U_n) = \sum_{k=1}^n Y_k$ , nên:

$$\varphi_{U_n - E(U_n)}(t) = \varphi_{Y_1 + Y_2 + \dots + Y_n}(t) = \prod_{k=1}^n \varphi_{Y_k}(t) = [\varphi(t)]^n.$$

Ta có:

$$U_n^a = \frac{U_n - E(U_n)}{\sqrt{V(U_n)}}; V(U_n) = V\left(\sum_{k=1}^n X_k\right) = \sum_{k=1}^n V X_k = n\sigma^2.$$

Vậy :

$$U_n^a = \frac{U_n - E(U_n)}{\sigma\sqrt{n}}.$$

Do đó:

$$\begin{aligned} \varphi_{U_n^a}(t) &= \varphi_{U_n - E(U_n)}\left(\frac{1}{\sigma\sqrt{n}}t\right) = \left[\varphi\left(\frac{t}{\sigma\sqrt{n}}\right)\right]^n = \left\{1 - \frac{\sigma^2}{2}\left(\frac{t}{\sigma\sqrt{n}}\right)^2 + o\left(\left(\frac{t}{\sigma\sqrt{n}}\right)^2\right)\right\}^n \\ &= \left\{1 - \frac{t^2}{2n} + o\left(\frac{t^2}{\sigma^2 n}\right)\right\}^n. \end{aligned}$$

Vì vậy:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \varphi_{U_n^a}(t) = \lim_{n \rightarrow \infty} \left\{1 - \frac{t^2}{2n} + o\left(\frac{t^2}{\sigma^2 n}\right)\right\}^n = e^{\lim_{n \rightarrow \infty} n \ln\left\{1 - \frac{t^2}{2n} + o\left(\frac{t^2}{\sigma^2 n}\right)\right\}}$$

$$\text{Do } \ln\left\{1 - \frac{t^2}{2n} + o\left(\frac{t^2}{\sigma^2 n}\right)\right\} \sim \left\{-\frac{t^2}{2n} + o\left(\frac{t^2}{\sigma^2 n}\right)\right\} \text{ khi } n \rightarrow \infty, \text{ nên}$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \varphi_{U_n^a}(t) = e^{\lim_{n \rightarrow \infty} n \left\{-\frac{t^2}{2n} + o\left(\frac{t^2}{\sigma^2 n}\right)\right\}} = e^{\lim_{n \rightarrow \infty} n \left\{-\frac{t^2}{2n} + o\left(\frac{t^2}{\sigma^2 n}\right)\right\}} = e^{-\frac{t^2}{2}}.$$

### 2.3. Một số bài toán thực tế.

**Bài toán 5:** Xét trò chơi trúng thưởng sau: ghi một số với giá trị 1 đồng, nếu cuối ngày thắng thì được 60 đồng. Số trúng thưởng là một số thuộc tập  $\{00, 01, 02, \dots, 99\}$ . Tính tiền lãi kì vọng thu được khi buổi sáng người chơi ghi một số.

*Lời giải:*

Gọi  $X_i$ : “Lợi nhuận khi dùng 1 đồng để ghi số thứ  $i$ ”, đơn vị: đồng;  $i \in \{00, 01, \dots, 99\}$

Ta có:  $X_i \in \{-1; 59\}$

$X_i$	-1	59
$P$	0,99	0,01

$$\text{Vậy: } EX_i = -1.0,99 + 59.0,01 = -0,4$$

$$EX_i^2 = (-1)^2.0,99 + 59^2.0,01 = 35,8$$

$$VX_i = EX_i^2 - (EX_i)^2 = 35,64$$

**Bài toán 6:** Xét trò chơi trúng thưởng trong bài toán 5. Một người dùng 1000 đồng để ghi 100 số  $\{00, 01, 02, \dots, 99\}$  vào buổi sáng với chiến lược bất kì. Tính tiền lãi kì vọng thu được lúc cuối ngày khi thông báo giải thưởng.

*Lời giải:*

Gọi  $a_i$  là số đồng để ghi số thứ  $i$ ,  $i \in \{00, 01, 02, \dots, 99\}$

Ta có:  $a_{00} + a_{01} + \dots + a_{99} = 1000$

Gọi  $Y$  là “lợi nhuận thu được”

Ta có  $Y = a_{00}X_{00} + a_{01}X_{01} + \dots + a_{99}X_{99}$

$X_i$  là biến ngẫu nhiên có phân phối như trong bài toán 5.

Ta kiểm tra giả thiết của định lí giới hạn trung tâm: các  $X_i$  độc lập, cùng phân phối có kì vọng và phương sai hữu hạn.

Áp dụng định lí giới hạn trung tâm có:

$$Y \sim N\left(\mu = E\left(\sum_{i=00}^{99} a_i X_i\right), \sigma^2 = V\left(\sum_{i=00}^{99} a_i X_i\right)\right).$$

Vậy

$$EY = E\left(\sum_{i=00}^{99} a_i X_i\right) = \sum_{i=00}^{99} a_i EX_i = -0,4 \cdot \sum_{i=00}^{99} a_i = -0,4.1000 = -400.$$

**Bài toán 7:** Xét trò chơi trúng thưởng trong bài toán 5. Một người sử dụng chiến lược như trong bài toán 6 để chơi trò chơi trúng thưởng trong một tháng (30 ngày). Tính tiền lãi kì vọng thu được vào cuối tháng.

*Lời giải:*

Gọi  $Y_i$  là lợi nhuận khi sử dụng 1000 đồng để ghi các số sỏ sỏ ở ngày thứ  $i$ ,  $i \in \{1, 2, \dots, 30\}$

$Y_i$  có phân phối giống phân phối của  $Y$  trong bài toán 6.

Gọi  $Z$  là tiền lãi thu được sau 1 tháng.

$$Z = Y_1 + Y_2 + \dots + Y_{30}$$

Kiểm tra lại các giả thiết của định lý giới hạn trung tâm: Các  $Y_i$  độc lập, cùng phân phối có kì vọng và phương sai hữu hạn.

Áp dụng định lý giới hạn trung tâm có:

$$Z \sim N\left(\mu = E\left(\sum_{i=1}^{30} Y_i\right), \sigma^2 = V\left(\sum_{i=1}^{30} Y_i\right)\right).$$

Vậy:

$$EZ = E\left(\sum_{i=1}^{30} Y_i\right) = \sum_{i=1}^{30} EY_i = 30 \cdot (-400) = -1200.$$

Nhận xét: Ta đã chỉ ra một cách có cơ sở khoa học là khi chơi trò chơi trúng thưởng trên thì người chơi luôn thua lỗ nặng.

### **3. KẾT LUẬN**

Bài báo đã trình bày kiến thức cơ bản về định lý giới hạn trung tâm, một trong những định lý quan trọng trong dạy học môn Xác suất thống kê tại các trường đại học. Bên cạnh trình bày nội dung định lý, bài báo đưa ra những ví dụ minh họa gắn nội dung lý thuyết với bài toán thực tiễn, qua đó sẽ giúp các bạn sinh viên thấy hứng khởi, hiểu được sâu sắc lí do tại sao chúng ta học xác suất. Bài báo có thể được vận dụng trong giảng dạy môn học Xác suất thống kê tại trường đại học.

#### **Tài liệu tham khảo**

- [1]. Đặng Hùng Thắng – Trần Mạnh Cường, Thống kê cho Khoa học xã hội và Khoa học sự sống, NXB Đại học Quốc Gia Hà Nội, 2019, 80-95.
- [2]. Nguyễn Cao Văn – Ngô Văn Thứ - Trần Thái Ninh, Giáo trình Lý thuyết Xác Suất và Thống Kê Toán, 3, NXB Đại Học Kinh Tế Quốc Dân, 2015, 279-285.
- [3]. Nguyễn Duy Tiến – Vũ Viết Yên, Lý thuyết xác suất, NXB Giáo Dục, 2001, 187-193.

# KẾT HỢP PHÂN CỤM K-MEANS VÀ THUẬT TOÁN DI TRUYỀN CHO BÀI TOÁN NGƯỜI BÁN HÀNG

**Nguyễn Minh Hoàng Sơn\***

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

\*Tác giả liên hệ: Email: son.nguyen@utc.edu.vn

**Tóm tắt:** Bài báo này trình bày một phương pháp giải quyết bài toán người bán hàng (TSP) bằng cách kết hợp phân cụm K-means và thuật toán di truyền. Với TSP có kích thước lớn, các thành phố gần nhau được nhóm lại thành từng cụm bằng phân cụm K-means. Tiếp theo, thuật toán tiến hóa được áp dụng cho từng cụm và cho việc liên kết giữa các cụm này. Bài báo thử nghiệm phương pháp trên ba bộ dữ liệu. Các kết quả và thời gian tính toán cho thấy, việc áp dụng phân cụm K-means có thể hỗ trợ một cách hiệu quả cho thuật toán di truyền trong việc giải quyết TSP.

**Từ khóa:** Bài toán người bán hàng (TSP), K-means, thuật toán di truyền.

## 1. GIỚI THIỆU

Bài toán người bán hàng (travelling salesman problem - TSP) là một bài toán tối ưu tổ hợp nổi tiếng và quan trọng. TSP có nhiều ứng dụng trong sản xuất, kinh doanh, các bài toán định tuyến phương tiện, ... [1]. TSP được phát biểu như sau: “Có một người cần đi giao hàng tại  $n$  thành phố. Anh ta xuất phát từ một thành phố nào đó, đi qua các thành phố khác để giao hàng và trở về thành phố ban đầu. Mỗi thành phố chỉ đến một lần và anh ta biết khoảng cách giữa các thành phố. Hãy tìm một tuyến đường cho người bán hàng sao cho quãng đường phải đi chuyển là ngắn nhất”.

TSP là một bài toán NP-khó và đã có nhiều thuật toán chính xác cũng như thuật toán heuristic cho bài toán này [2]. Các thuật toán chính xác đảm bảo sẽ tìm ra được giải pháp tối ưu. Nhưng khi số lượng thành phố tăng lên, các thuật toán chính xác trở nên kém hiệu quả vì độ phức tạp và chi phí tính toán lớn. Do đó, các thuật toán heuristic được áp dụng cho TSP kích thước lớn. Trong đó, thuật toán di truyền là một lựa chọn khá phổ biến và hiệu quả [3]. Mặc dù vậy, khi số lượng các thành phố tiếp tục tăng lên thì thuật toán di truyền sẽ dần kém hiệu quả. Bài báo này trình bày một phương pháp giúp thuật toán di truyền có hiệu quả tốt hơn trong việc giải quyết TSP kích thước lớn. Đầu tiên, các thành phố được chia thành các cụm nhỏ bằng phương pháp phân cụm K-means; sau đó, thuật toán di truyền được áp dụng để tìm tuyến đường ngắn nhất trong các cụm thành phố và tìm tuyến đường ngắn nhất nối các cụm đó [4].

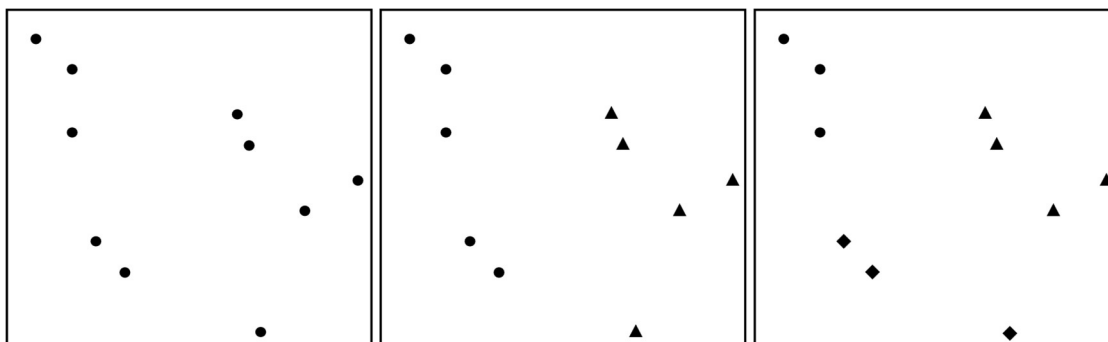
Trong Phần 2, bài báo trình bày về phân cụm K-means, về thuật toán di truyền và cách kết hợp hai phương pháp này cho TSP. Phần 3 đưa ra các kết quả thử nghiệm và so sánh kết quả của phương pháp với kết quả khi chỉ áp dụng thuật toán di truyền.

## 2. PHƯƠNG PHÁP

### 2.1. Phương pháp phân cụm K-means

K-means là một phương pháp học không giám sát để phân cụm các điểm dữ liệu không có nhãn. Thuật toán lặp đi lặp lại việc chia các điểm dữ liệu thành K cụm bằng cách giảm thiểu phương sai trong mỗi cụm.

Đầu tiên, tập dữ liệu được chia thành K cụm. Sau đó, mỗi điểm dữ liệu được gán ngẫu nhiên vào một trong K cụm đó. Kế đến, trọng tâm của mỗi cụm được tính toán và gán lại từng điểm dữ liệu cho cụm có trọng tâm gần nhất. Cuối cùng, lặp lại quá trình này cho đến khi việc gán cụm cho từng điểm dữ liệu không còn thay đổi nữa.



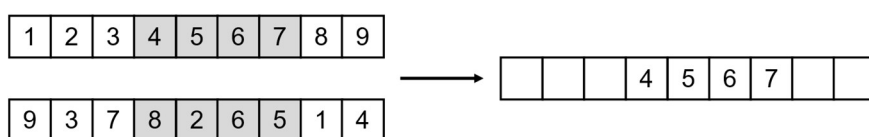
**Hình 1:** Một ví dụ áp dụng phân cụm K-means (các cụm có hình dạng khác nhau). (Trái) Tập dữ liệu ban đầu. (Giữa) Kết quả khi áp dụng phân cụm K-means với  $K = 2$ . (Phải) Kết quả khi áp dụng phân cụm K-means với  $K = 3$ .

### 2.2. Thuật toán di truyền

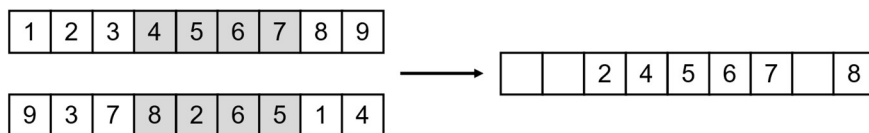
Thuật toán di truyền (genetic algorithm - GA) là một cách tiếp cận hiệu quả cho các bài toán có không gian tìm kiếm lớn như TSP. GA là một thuật toán mô phỏng quá trình tiến hóa tự nhiên, vận dụng các nguyên lý di truyền như chọn lọc, tái tổ hợp và đột biến [5].

Trong bài báo này, toán tử tái tổ hợp được chúng tôi lựa chọn là toán tử lai ghép ánh xạ từng phần (Partially Mapped Crossover – PMX) [6]. Toán tử này hoạt động như sau (Hình 2 – 4).

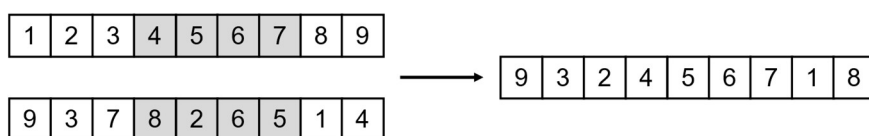
1. Chọn ngẫu nhiên hai điểm giao chéo và sao chép đoạn giữa chúng từ bố/mẹ đầu tiên (P1) vào con đầu tiên.
2. Bắt đầu từ điểm giao chéo thứ nhất, tìm kiếm các phần tử chưa được sao chép trong đoạn giao chéo của bố/mẹ thứ hai (P2). Đối với mỗi phần tử này (gọi là  $i$ ), tìm trong phần con để xem phần tử nào (gọi là  $j$ ) đã được sao chép vào vị trí của nó từ P1. Trong con, đặt  $i$  vào vị trí mà  $j$  đã chiếm trong P2. Nếu vị trí của  $j$  trong P2 đã bị chiếm trong con bởi một phần tử  $k$ , hãy đặt  $i$  vào vị trí bị chiếm bởi  $k$  trong P2.
3. Sau khi xử lý các phần tử ở đoạn giao chéo, các vị trí còn lại trong con này có thể được lấp đầy bởi các phần tử trong P2, và con thứ hai được tạo ra bằng cách tương tự với việc đảo ngược vai trò của cặp bố mẹ.



**Hình 2:** PMX, bước 1: sao chép đoạn giao chéo ngẫu nhiên từ P1 vào con.

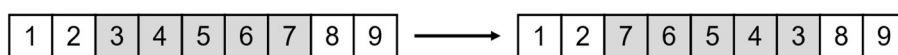


**Hình 3:** PMX, bước 2: xem xét các phần tử chưa được sao chép sang con trong đoạn giao chéo của P2. Vị trí mà 8 chiếm trong P2 đã bị 4 lấy trong con, do đó ta có thể điền 8 vào vị trí mà 4 đã chiếm trong P2. Vị trí của 2 trong P2 đã bị 5 chiếm trong con, vị trí của 5 trong P2 đã bị chiếm bởi 7 trong con, do đó ta điền 2 vào vị trí của 7 trong P2.



**Hình 4:** PMX, bước 3: sao chép các phần tử còn lại trong P2 vào vị trí tương ứng trong con.

Tiếp theo, toán tử đột biến được lựa chọn trong bài báo là đột biến đảo ngược (Inversion Mutation). Toán tử đột biến đảo ngược hoạt động bằng cách chọn ngẫu nhiên hai vị trí trong cá thể và đảo ngược thứ tự xuất hiện các giá trị giữa hai vị trí đó. Nó tách cá thể thành ba phần, trong đó tất cả các liên kết bên trong một phần được giữ nguyên và chỉ có hai liên kết giữa các phần bị phá vỡ. Toán tử này được minh họa trong Hình 5, trong đó chuỗi con giữa vị trí 3 và 7 bị đảo ngược.



**Hình 5:** Đột biến đảo ngược.

Dưới đây là bảng mô tả chi tiết các thành phần của GA được áp dụng trong bài báo này.

**Bảng 1:** Các thành phần của GA được áp dụng trong bài báo

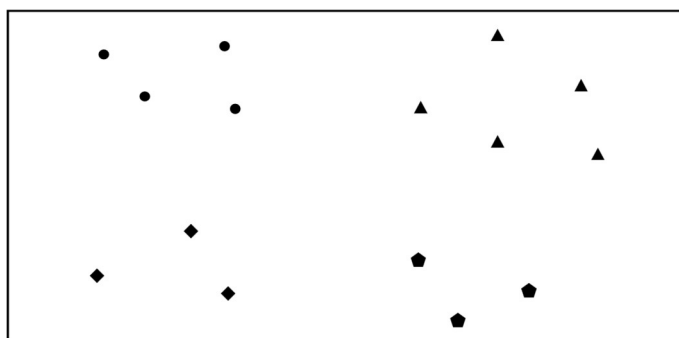
Biểu diễn	Hoán vị
Tái tổ hợp	Lai ghép ánh xạ từng phần (PMX)
Xác suất tái tổ hợp	90%
Đột biến	Đột biến đảo ngược (Inversion Mutation)
Xác suất đột biến	10%
Lựa chọn bố mẹ	Chọn 2 cá thể tốt nhất trong 5 cá thể ngẫu nhiên
Lựa chọn sống sót	Loại bỏ những cá thể cho chất lượng thấp nhất
Số lượng con cái	2
Khởi tạo quần thể	Ngẫu nhiên

### 2.3. Kết hợp

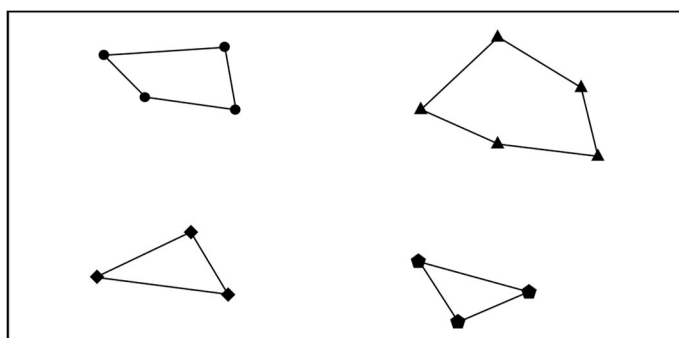
Việc kết hợp phân cụm K-means và GA cho TSP được thể hiện qua các bước như dưới đây.

1. Sử dụng K-means chia  $n$  thành phố ban đầu thành  $K$  cụm, với  $K = \lceil \sqrt{n} \rceil$ .
2. Sử dụng GA tìm tuyến đường ngắn nhất đi qua các thành phố trong từng cụm.
3. Trong mỗi cụm thành phố, xóa cạnh nối thành phố xuất phát và thành phố cuối cùng. Thành phố xuất phát được chọn làm nơi tiếp nối với cụm thành phố trước, còn thành phố cuối cùng được chọn làm nơi tiếp nối với cụm thành phố sau.
4. Sử dụng GA tìm tuyến đường ngắn nhất đi qua  $K$  cụm thành phố. Kết quả cuối cùng chính là một giải pháp cho TSP.

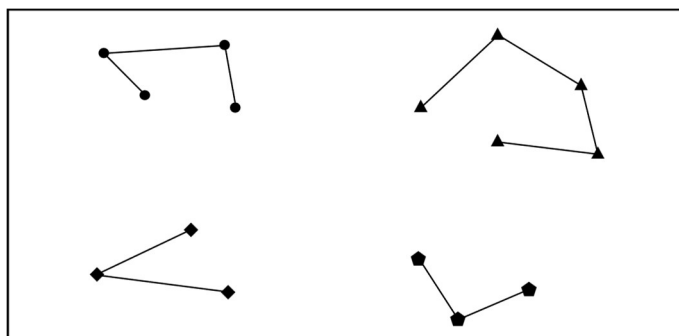
Các bước của phương pháp được minh họa trong Hình 6 – 9.



Hình 6: (Bước 1) Áp dụng phương pháp phân cụm K-means ( $K = 4$ ).

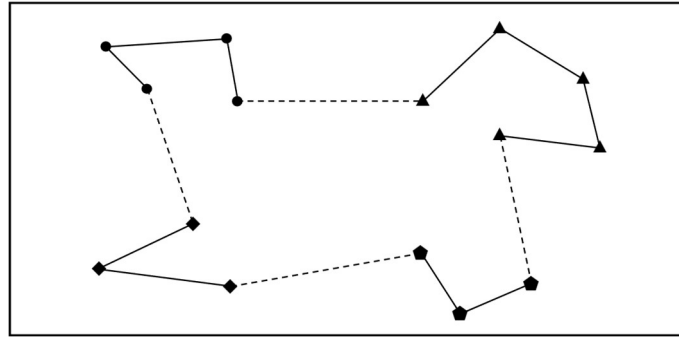


Hình 7: (Bước 2) Áp dụng GA cho từng cụm.



Hình 8: (Bước 3) Xóa cạnh nối thành phố xuất phát và thành phố cuối cùng.





**Hình 9:** (Bước 4) Áp dụng GA tìm tuyến đường ngắn nhất giữa các cụm.

### 3. KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM

Ở đây, bài báo sử dụng 3 tập dữ liệu với số thành phố lần lượt là 50, 100 và 400. Trong các tập dữ liệu, các thành phố có tọa độ  $(x, y)$  được khởi tạo ngẫu nhiên với  $x \in [0, 2]$  và  $y \in [0, 1]$ . Tất nhiên, không có hai thành phố nào có tọa độ giống nhau.

Khoảng cách Euclid được dùng để tính độ dài quãng đường giữa hai thành phố. Khoảng cách giữa thành phố  $A$  với tọa độ  $(x_A, y_A)$  và thành phố  $B$  với tọa độ  $(x_B, y_B)$  được tính bằng công thức

$$d_{AB} = \sqrt{(x_A - x_B)^2 + (y_A - y_B)^2}. \quad (1)$$

Mỗi tập dữ liệu được áp dụng các kích thước quần thể và số vòng lặp khác nhau. Để so sánh, hai phương pháp được áp dụng 20 lần cho mỗi trường hợp thử nghiệm của các bộ dữ liệu. Các kết quả cho 2 tập dữ liệu đầu được trình bày trong Bảng 2. Đối với phương pháp kết hợp, tổng số vòng lặp được hiểu là tổng số vòng lặp của tất cả cụm thành phố và số vòng lặp của việc nối các cụm đó. Như vậy, với trường hợp 50 thành phố (được chia thành 7 cụm) có tổng số vòng lặp là 800, thì mỗi cụm thành phố và việc nối 7 cụm sẽ được áp dụng GA với số vòng lặp là 100.

**Bảng 2:** Kết quả khi áp dụng phương pháp kết hợp và GA cho 2 tập dữ liệu đầu

Số lượng thành phố	Kích thước quần thể	Tổng số vòng lặp	K-means & GA		GA	
			Tốt nhất	Trung bình	Tốt nhất	Trung bình
50 (7 cụm)	50	800	9,5391	10,4628	18,4621	20,7943
		2400	9,1423	10,1750	12,5752	14,4398
	100	3200	9,1401	9,8909	12,7292	13,7006
		5600	8,8936	9,6536	10,0669	11,4666

Số lượng thành phố	Kích thước quần thể	Tổng số vòng lặp	K-means & GA		GA	
			Tốt nhất	Trung bình	Tốt nhất	Trung bình
100 (10 cụm)	100	1100	15,0031	16,1734	43,8086	46,3699
		7700	13,5027	14,2979	21,4749	24,0091
	200	11000	12,7696	13,6240	20,8414	22,8731
		22000	12,0079	13,4437	15,0108	16,9604

Bảng 2 cho thấy phương pháp kết hợp tìm được các hành trình với tổng độ dài di chuyển ngắn hơn trong tất cả các thử nghiệm so với phương pháp chỉ sử dụng GA.

Các kết quả thử nghiệm cho tập dữ liệu thứ 3 được mô tả ở Bảng 3. Bảng này có thêm thời gian chạy chương trình bằng ngôn ngữ lập trình Python. Các kết quả cho thấy, với cùng tổng số vòng lặp, phương pháp kết hợp có thời gian chạy ít hơn. Nguyên nhân là do GA trong các cụm và việc nối các cụm được áp dụng với số lượng thành phố ít hơn so với việc áp dụng GA cho toàn bộ 400 thành phố (trung bình mỗi cụm có 20 thành phố).

**Bảng 3:** Kết quả khi áp dụng phương pháp kết hợp và GA cho tập dữ liệu gồm 400 thành phố và được chia thành 20 cụm.

Kích thước quần thể	Tổng số vòng lặp	K-means & GA			GA		
		Tốt nhất	Trung bình	Thời gian	Tốt nhất	Trung bình	Thời gian
100	21000	37,8816	39,1229	2,2s	105,1582	109,6702	36,0s
	42000	35,5182	37,2953	4,0s	75,6819	82,0374	71,4s
200	63000	32,3947	33,7484	4,7s	69,8590	74,1051	127,6s

#### 4. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày việc áp dụng phương pháp kết hợp phân cụm K-means và thuật toán tiến hóa để giải quyết bài toán người bán hàng. Phân cụm K-means được sử dụng để giảm độ phức tạp cho TSP kích thước lớn, phân ra các cụm với mỗi cụm là các thành phố gần nhau. Sau đó, GA được sử dụng để tìm hành trình ngắn nhất trong các cụm thành phố, rồi tìm hành trình ngắn nhất nối giữa các cụm đó. Các thử nghiệm của trên 3 tập dữ liệu (được khởi tạo ngẫu nhiên) đều có kết quả tốt hơn và chi phí tính toán ít hơn khi sử dụng phương pháp kết hợp so với phương pháp chỉ sử dụng GA. Các kết quả này cho thấy việc kết hợp K-means và GA có tốc độ hội tụ tốt hơn, đặc biệt là với tập dữ liệu có kích thước lớn.

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. R. Matai, S. Singh, M. L. Mittal, Traveling Salesman Problem: an Overview of Applications, Formulations, and Solution Approaches, D. Davendra, Traveling Salesman Problem, Theory and Applications, InTech, 2010, 1–24. 10.5772/547.
- [2]. W. B. Yahia, G. E. Arif, M. W. Al-Neama, A. H. Ali, Traveling Salesman Problem Methods of Solution Survey, International Journal of Psychosocial Rehabilitation. 24(5) (2020) 8565-8581. 10.37200/IJPR/V24I5/PR2023807.
- [3]. H. Xu, Y. Ge, G. Zhang, Genetic algorithm for Traveling Salesman Problem, CIIS 2022: 2022 The 5th International Conference on Computational Intelligence and Intelligent Systems, 2023, 33–40. 10.1145/3581792.3581798.
- [4]. L. Tan, Y. Y. Tan, G. X. Yun, C. Zhang, An improved genetic algorithm based on k-means clustering for solving traveling salesman problem, International Conference on Computer Science, Technology and Application, 2016, 334-343. 10.1142/9789813200449\_0042.
- [5]. A. E. Eiben, J. E. Smith, Introduction to Evolutionary Computing, second ed., Spinger, 2015. 10.1007/978-3-662-44874-8.
- [6]. D. Whitley, Permutations, Bäck et al. [27], chapter 33.3, pages 274–284.

# MỘT SỐ GIỚI THIỆU VỀ THỐNG KÊ BAYES

Bùi Việt Hương\*

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

\*Tác giả liên hệ, Email: huongbv@utc.edu.vn

**Tóm tắt:** Trong những năm qua, lĩnh vực khoa học dữ liệu đã có ý nghĩa to lớn với tốc độ phát triển dữ liệu theo cấp số nhân. Nền tảng vững chắc về các khái niệm và thống kê toán học cơ bản là rất quan trọng để nắm vững khoa học dữ liệu và phân tích. Thống kê Bayes là điều cần biết đối với tất cả các chuyên gia phân tích và khoa học dữ liệu vì khoa học dữ liệu có nguồn gốc sâu xa từ trong cách tiếp cận Bayes. Trong bài báo này, chúng tôi trình bày một số giới thiệu về thống kê Bayes. Các lý thuyết chung nhất về thống kê Bayes được trình bày cùng các ví dụ số minh họa.

**Từ khóa:** Thống kê Bayes, Phương pháp Monte Carlo, phân phối Beta, phân phối Gamma.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện tại có hai trường phái thống kê là thống kê tần suất và thống kê Bayes. Thống kê tần suất được nghiên cứu bởi nhà toán học Ronald Fisher (1890 – 1962). Đây là phương pháp ra đời sau nhưng được sử dụng rộng rãi trong thế kỷ 20. Nó là phương pháp dựa trên kết quả quan sát mẫu của hiện tượng mà không cần để ý đến các dữ liệu, thông tin trước đó. Trong phương pháp này, các tham số dự báo cũng là những hằng số cố định, nhưng không được biết. Tuy nhiên, khi dữ liệu được cập nhật theo thời gian, các tham số dưới dạng hằng số không còn biểu diễn được sự thay đổi này. Vì vậy, cần các biểu diễn tham số dưới dạng mới thông qua dạng biến ngẫu nhiên. Đây là cách tiếp cận của thống kê Bayes (xem [1]).

Thống kê Bayes do nhà toán học Thomas Bayes (1702 – 1761) đưa ra lần đầu tiên vào năm 1763. Mặc dù phương pháp thống kê Bayes ra đời sớm hơn phương pháp thống kê tần suất nhưng phải đến thế kỷ 21 thì phương pháp này mới trở nên phổ biến do khả năng tính toán không hề với chi phí thấp của máy tính. Đây là một cách tiếp cận toán học liên quan đến việc áp dụng xác suất có điều kiện để giải quyết các vấn đề thống kê. Cách tiếp cận này dựa trên xác suất tiên nghiệm ban đầu về một sự kiện được cập

nhật khi bằng chứng mới xuất hiện thông qua việc thu thập dữ liệu. Điều này dẫn đến việc tính toán xác suất hậu nghiệm vốn tạo cơ sở cho các suy luận Bayes. Thông thường, mọi người có xu hướng bỏ qua xác suất tiên nghiệm của một sự kiện trong khi xác suất hậu nghiệm luôn được xem xét. Hơn thế nữa, trong thống kê Bayes, ngoài các thông tin từ dữ liệu thông qua hàm hợp lý, còn bổ sung thông tin tiên nghiệm từ các nghiên cứu trước đó; vì vậy, thống kê Bayes sử dụng được đa dạng nguồn thông tin nên được kỳ vọng sẽ dự báo chính xác hơn so với thống kê tần suất.

Suy luận Bayes được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực như kinh tế, tài chính, y học, tin học, xác suất thống kê,... Hiện nay, chúng ta đã tìm được một số biểu thức giải tích hậu nghiệm cụ thể khi ta giả sử tiên nghiệm là các phân phối Gamma hay Beta, ... Tuy nhiên, thống kê Bayes dù là mảng kiến thức rộng lớn được rất nhiều nhà thống kê trên thế giới quan tâm nhưng ở nước ta, vấn đề này chưa được nghiên cứu nhiều.

Trong bài báo này, chúng tôi bước đầu trình bày một số vấn đề cơ bản nhất của thống kê Bayes. Ngoài một số kiến thức cơ bản về xác suất như xác suất có điều kiện, công thức Bayes, chúng tôi còn trình bày cách suy luận Bayes, ước lượng khoảng tin cậy với giả thiết thông tin tiên nghiệm có phân phối Beta và phân phối Gamma. Các mô phỏng thí nghiệm được thực hiện dựa vào phương pháp Monte Carlo. Trong mỗi phần, chúng tôi đều trình bày ví dụ minh họa. Các kết quả của ví dụ số được thực hiện bằng phần mềm Python.

## **2. THỐNG KÊ BAYES**

### **2.1. Công thức xác suất đầy đủ và công thức Bayes**

Các sự kiện xảy ra xung quanh chúng ta có thể độc lập hoặc cũng có thể phụ thuộc vào các sự kiện khác theo cách mà chúng bị ảnh hưởng bởi các sự kiện xảy ra trước đó. Để mô tả sự phụ thuộc đó, chúng ta sử dụng xác suất có điều kiện. Ta kí hiệu  $P(B|A)$  là xác suất xảy ra sự kiện  $B$  với điều kiện sự kiện  $A$  đã xảy ra.

$$P(B|A) = \frac{P(AB)}{P(A)} \quad (1)$$

với  $AB$  là biến cố tích. Nhân hai vế của phương trình (1) với  $P(A)$  ta được

$$P(B|A).P(A) = P(AB).$$

Tương tự, ta cũng có  $P(A|B).P(B) = P(AB)$ . Do đó, ta có

$$P(B|A).P(A) = P(A|B).P(B) \quad (2)$$

Suy ra

$$P(A|B) = \frac{P(B|A) \cdot P(A)}{P(B)} = \frac{P(B|A) \cdot P(A)}{\sum_{A_i} P(B|A_i) \cdot P(A_i)} \quad (3)$$

trong đó  $\{A_i\}, i = \overline{1, n}$  là hệ biến cố đầy đủ và  $P(B) = \sum_{A_i} P(B|A_i) \cdot P(A_i)$  là công thức xác suất đầy đủ. Công thức (3) được gọi là công thức Bayes. Nếu  $A$  là biến liên tục thì việc tính tổng trong công thức (3) được thay bằng việc tính tích phân. Trong công thức (3).

- $P(A)$ : xác suất tiên nghiệm, là mức độ tin tưởng ban đầu vào  $A$ .
- $P(A|B)$ : xác suất hậu nghiệm, là mức độ tin tưởng  $A$  khi đã tính đến  $B$ .
- $P(B|A)$ : hàm likelihood, là xác suất có thể tạo bởi mô hình với giá trị tham số.
- $P(B)$ : bằng chứng cho mô hình. Đây là xác suất toàn phần của các dữ liệu theo mô hình, được tính bằng cách lấy trung bình tất cả các giá trị có thể có của tham số  $A$  với trọng số là sức mạnh của niềm tin vào các giá trị tham số đó.

Xét một ví dụ về nghiên cứu lâm sàng trong y học như sau: một phụ nữ 47 tuổi, tự phát hiện một u nhỏ bên vú trái và chị quan ngại đó là bướu ung thư nên đến gặp bác sĩ. Sau khi khám tổng quát và xem xét tiền sử gia đình, bác sĩ chỉ định chị chụp nhũ ảnh. Kết quả chụp là dương tính. Chị muốn biết nguy cơ mắc bệnh ung thư vú là bao nhiêu? Bác sĩ nên trả lời như thế nào? Với ví dụ này,  $A$  là bệnh trạng,  $B$  là bằng chứng (kết quả xét nghiệm dương tính),  $P(A)$  là khả năng mắc bệnh trước khi xét nghiệm (là tỉ lệ ung thư vú trong cộng đồng theo độ tuổi của cá nhân). Ở tuổi 47, ta có tỉ lệ bị ung thư vú là 1% - đây là xác suất tiên nghiệm. Xác suất hậu nghiệm  $P(A|B)$  là khả năng bệnh nhân thực sự bị ung thư vú. Như vậy, trong phân tích Bayes, thông tin tiên nghiệm đóng vai trò quan trọng vì kết quả phân tích có thể thay đổi tùy theo cách chúng ta cung cấp thông tin tiên nghiệm.

Hầu hết các phép tính để tính xác suất hậu nghiệm trong suy luận Bayes trở nên khó thực hiện do ta phải trả chi phí tính toán cao để tính bằng chứng  $P(B)$  trong (3). Vì thế, thay vì tính chính xác tổng (trường hợp biến rời rạc) hoặc tích phân (trường hợp biến liên tục) ta thường sử dụng một mẫu quan sát được lấy bằng phương pháp Monte Carlo.

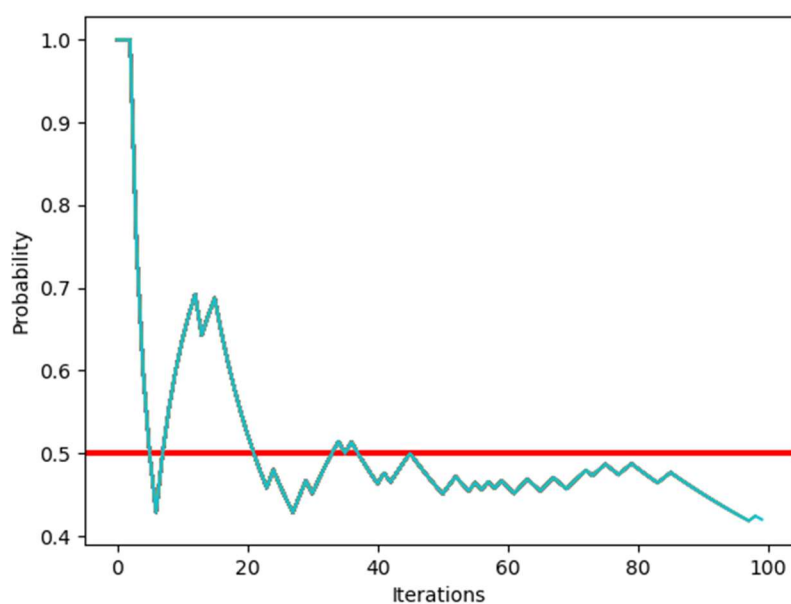
## 2.2. Các bước suy luận trong thống kê Bayes

Để tính toán xác suất hậu nghiệm trong suy luận Bayes từ xác suất tiên nghiệm, bằng chứng và hàm likelihood ta thực hiện các bước như sau:

- Thiết lập niềm tin về thông tin tiên nghiệm khi quan sát dữ liệu. Điều này tương đương với việc giả sử đã biết phân phối xác suất về tiên nghiệm và hàm likelihood.
- Sử dụng dữ liệu để cập nhật bằng chứng về mô hình. Điều này tương đương với việc tính toán xác suất hậu nghiệm từ dữ liệu đã có.
- Nếu dữ liệu cung cấp tuần tự thì việc cập nhật niềm tin dựa trên bằng chứng mới.

**Phương pháp Monte Carlo** là thuật toán (xem [2,3]) dựa trên việc lặp đi lặp lại các mẫu ngẫu nhiên để thu được kết quả xấp xỉ. Ý tưởng cơ bản của phương pháp Monte Carlo là sử dụng tính ngẫu nhiên để giải gần đúng bài toán có nghiệm chính xác khó tìm được. Phương pháp này được sử dụng rộng rãi để tính gần đúng tích phân và đưa ra kết quả ngẫu nhiên từ phân phối xác suất.

Lấy mẫu Monte Carlo là đặc biệt cần thiết để tìm nghiệm xấp xỉ cho giá trị hậu nghiệm khi mà khó có thể tính theo các phương pháp khác. Phương pháp Monte Carlo dựa vào tính ngẫu nhiên và luật số lớn. Giả sử ta thực hiện thí nghiệm tung một đồng xu và cần tìm xác suất  $p$  xuất hiện mặt sấp. Giả sử rằng ban đầu ta không có bất kỳ ý tưởng hay thông tin nào trước đó về  $p$ . Ta bắt đầu tung đồng xu và ghi lại kết quả sau mỗi lần thí nghiệm. Kết quả này cho ta một mẫu quan sát. Suy luận của chúng ta về xác suất  $p$  có thể thay đổi khi ta thí nghiệm được thực hiện nhiều lần.



**Hình 1:** Mô tả xác suất xuất hiện mặt sấp khi tung đồng xu 100 lần bằng hàm Monte Carlo.

Ở đây, chúng tôi sử dụng hàm monte\_carlo(n) trong Python để mô phỏng xác suất xuất hiện mặt sấp trong 100 lần thực hiện thí nghiệm. Hình 1 cho thấy kết quả ban đầu là tung được mặt sấp, khi thực hiện thí nghiệm 100 lần thì xác suất xuất hiện mặt sấp là 0.42 dần tới giá trị 0.5 là giá trị mà chúng ta đã kỳ vọng.

### **2.3. Ước lượng khoảng tin cậy**

Trong thống kê tần suất, chúng ta xác định xác suất bằng cách thực hiện thí nghiệm nhiều lần. Ví dụ như để tìm giá trị trung bình của tập chính ta sử dụng thống kê trung bình mẫu. Vì khó tiến hành thí nghiệm nhiều lần nên ta thường lấy cỡ mẫu lớn và sử dụng định lý giới hạn trung tâm để đưa ra phân phối chuẩn cho trung bình mẫu ngẫu nhiên. Theo cách tiếp cận này ta thường chọn một khoảng chứa tham số tập chính với độ tin cậy cho trước.

Trong thống kê Bayes, phân phối mẫu không được sử dụng. Mức độ tin tưởng về tham số của tập chính được mô hình hóa như là phân phối hậu nghiệm. Như trong ví dụ tung một đồng xu, mức độ tin tưởng hay xác suất xuất hiện mặt sấp hoặc mặt ngửa được cập nhật liên tục khi thí nghiệm được thực hiện càng nhiều lần. Các ví dụ trong phần này, chúng tôi đều chọn phân phối tiên nghiệm là phân phối nhị thức.

Trong phần tiếp theo, chúng tôi sử dụng phân phối Beta và phân phối Gamma cho phân phối tiên nghiệm.

#### **2.3.1. Sử dụng phân phối Beta cho phân phối tiên nghiệm của tham số ước lượng.**

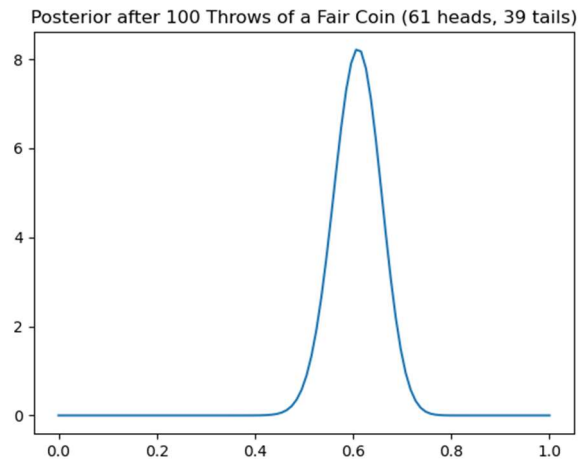
Trong thống kê Bayes, khi khả năng xảy ra của một sự kiện cao hơn các sự kiện khác, ta thường dùng phân phối Beta cho phân phối tiên nghiệm của tham số ước lượng. Xét phân phối Beta với tham số  $\alpha > 0$ ,  $\beta > 0$  có hàm mật độ

$$f(x) = \frac{\Gamma(\alpha + \beta)}{\Gamma(\alpha) \cdot \Gamma(\beta)} x^{\alpha-1} \cdot (1-x)^{\beta-1}, x \in [0; 1] \quad (4)$$

với hàm  $\Gamma(r) = \int_0^{+\infty} x^{r-1} \cdot e^{-x} dx$ ,  $r > 0$ .

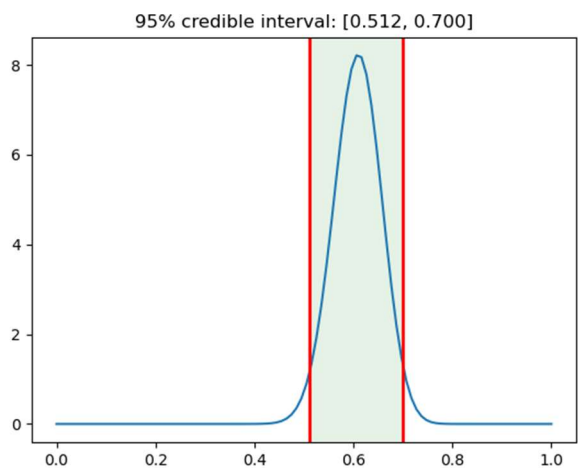
Trở lại với ví dụ tung đồng xu, giả sử rằng bằng chứng ban đầu về khả năng xuất hiện mặt sấp và mặt ngửa là như nhau. Khi đó  $\alpha = \beta = 1$ , phân phối Beta trở thành phân phối đều trong  $[0; 1]$ . Tuy nhiên khi ta tung đồng xu 100 lần thì ta thấy cơ hội xuất hiện mặt ngửa là 0.58 (xem ví dụ mục 2.2.1) cao hơn cơ hội xuất hiện mặt sấp. Giả sử rằng thí nghiệm “thành công” nếu xuất hiện mặt ngửa và “thất bại” nếu xuất hiện mặt sấp. Nếu ta lấy xác suất hiện mặt ngửa  $p = 0.58$  và chạy thí nghiệm  $n = 100$  lần ta có số lần xuất hiện mặt ngửa và mặt sấp lần lượt là 61 và 39.





**Hình 2:** Ước lượng xác suất hậu nghiệm khi thực hiện thí nghiệm tung đồng xu nhiều lần

Như vậy, niềm tin ban đầu về khả năng xuất hiện mặt sấp và ngửa là như nhau đã bị thay đổi. Do đó, phân phối Beta được sử dụng như mô hình phân phối nhị thức cho xác suất tiên nghiệm. Sử dụng gói SciPy.special của Python ta có thể tìm được khoảng tin cậy 95% cho tỷ lệ xuất hiện mặt ngửa là (0.512; 0.7). Kết quả được mô tả trong hình 3.



**Hình 3:** Khoảng tin cậy 95% cho tỷ lệ xuất hiện mặt ngửa.

### 2.3.2. Sử dụng phân phối Gamma cho phân phối tiên nghiệm của tham số ước lượng

Hàm mật độ của phân phối Gamma với tham số  $\alpha > 0$  và  $\beta > 0$  có dạng

$$f(x) = \frac{\beta^\alpha \cdot x^{\alpha-1} \cdot e^{-\beta}}{\Gamma(\alpha)}, \quad x > 0. \quad (5)$$

Trong (5) có sự hiện diện của hàm số mũ nên trong thống kê Bayes, ta thường lấy hàm likelihood là phân phối Poisson với hàm mật độ xác suất là

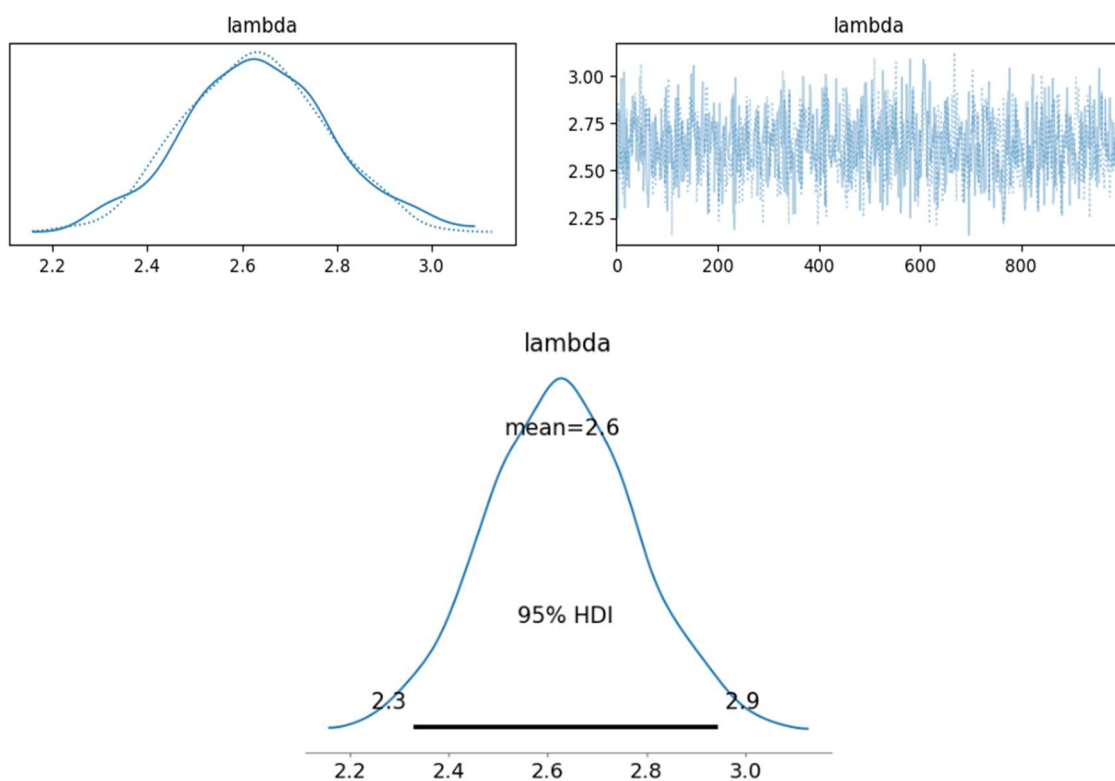
$$f(x) = \frac{e^{-\lambda} \cdot \lambda^x}{x!}, \quad \lambda > 0. \quad (6)$$

Tham số  $\lambda$  trong (6) có phân phối Gamma với tham số  $\alpha, \beta$ . Điều này là sự khác biệt với thống kê tần số khi tham số của mô hình là cố định, không được gán với bất kỳ xác suất nào. Và phân phối Poisson dùng để tạo ra dữ liệu quan sát.

Xét ví dụ: Giả sử người ta tin rằng số bàn thắng trung bình trong một trận bóng đá là 2,5. Vì số bàn thắng trong mỗi trận bóng là độc lập nên ta chọn hàm likelihood cho tham số  $\lambda$  là quá trình Poisson

$$f(X|\lambda) = \prod_{i=1}^n \frac{e^{-\lambda} \cdot \lambda^{x_i}}{x_i!} = \frac{e^{-n\lambda} \cdot \lambda^{\sum_{i=1}^n x_i}}{\prod_{i=1}^n x_i!}. \quad (7)$$

Chúng ta lấy mẫu có kích thước 2000 bởi kỹ thuật Monte Carlo và thông tin tiên nghiệm có phân phối Gamma. Vết và khoảng tin cậy 95% của tham số  $\lambda$  được mô tả bởi hình 4.



**Hình 4:** Giá trị hậu nghiệm và khoảng tin cậy 95% cho tham số  $\lambda$ .

## 2.4. Ví dụ minh họa

Trong phần này, chúng tôi sẽ phân tích lại dữ liệu từ thảm họa Challenger bằng mô phỏng Markov Chain Monte Carlo (MCMC) (xem [4]). Như chúng ta đã biết, ngày 28/1/1986, chuyến bay thứ 25 của chương trình tàu con thoi của Hoa Kỳ đã kết thúc trong thảm họa khi một trong những tên lửa đẩy của tàu con thoi Challenger phát nổ ngay sau khi cất cánh, khiến cho cả 7 người trong phi hành đoàn thiệt mạng. Nguyên nhân của thảm họa trên là vòng chữ O bị hỏng khớp nối ở tên lửa đẩy do quá nhạy cảm với nhiệt độ bên ngoài. Trong 24 chuyến bay trước đó, người ta có sẵn dữ liệu về sự cố vòng chữ O của 23 chuyến bay (có 1 chuyến bay bị mất tích trên biển). Nhưng đáng tiếc chỉ có dữ liệu tương ứng với 7 chuyến bay gặp sự cố chỉ có 1 sự cố hư hỏng được coi là nghiêm trọng và những sự cố này được cho là không có xu hướng rõ ràng. Tuy nhiên, toàn bộ dữ liệu cho thấy xu hướng hỏng vòng chữ O khi ở nhiệt độ thấp. Dữ liệu này được mô tả như hình sau

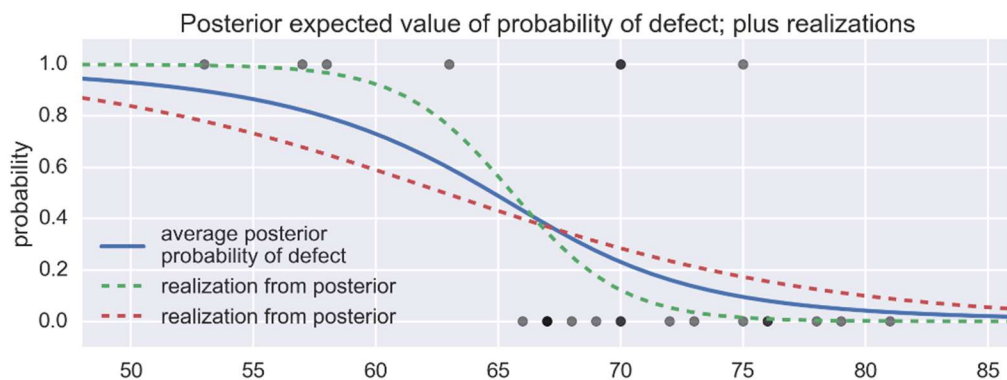


**Hình 5:** Vòng chữ O bị hỏng trong quá trình phóng tàu con thoi như 1 hàm của nhiệt độ

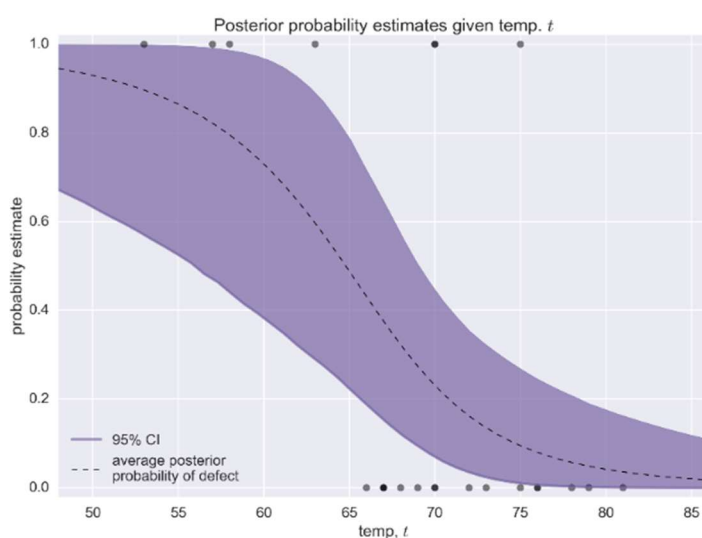
Để thực hiện mô phỏng, chúng tôi sử dụng mô đun PyMC của Python và hàm logistic được xác định bởi công thức

$$p(t) = \frac{1}{1 + e^{\alpha + \beta t}} \quad (8)$$

trong đó,  $\beta$  mô tả tốc độ thay đổi của hàm từ 1 đến 0 và  $\alpha$  chỉ ra vị trí của sự thay đổi. Kết quả của quá trình mô phỏng thu được như sau



**Hình 6:** Xác suất lỗi của vòng chữ O



**Hình 7:** Khoảng tin cậy 95% cho xác suất vòng chữ O bị lỗi

Dựa vào mô phỏng MCMC, ta có được khoảng tin cậy 95% cho xác suất hỏng vòng chữ O. Vào ngày xảy ra thảm họa Challenger, nhiệt độ bên ngoài là  $31^{\circ}F$ . Với nhiệt độ này, gần như đảm bảo là vòng chữ O bị lỗi.

### 3. KẾT LUẬN

Trong bài báo này, chúng tôi bước đầu nghiên cứu về suy luận Bayes. Nội dung cốt lõi của suy luận Bayes dựa trên công thức Bayes. Để mô phỏng thí nghiệm chúng tôi sử dụng hàm Monte Carlo. Các phân phối tiên nghiệm được giả sử là phân phối Beta và phân phối Gamma. Một ví dụ số được đưa ra cho thấy sự khác biệt và tính hữu hiệu của thống kê Bayes so với thống kê tần suất được sử dụng trước đó. Trong thời gian tới, chúng tôi nghiên cứu ứng dụng của thống kê Bayes trong các lĩnh vực khác nhau, đặc biệt là trong kinh tế - tài chính.

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Bolstad, W. M., & Curran, J. M., *Introduction to Bayesian Statistics*. Hoboken, NJ, USA, 2016
- [2]. John K. Kruschke, *Doing Bayesian Data Analysis A Tutorial with R, JAGS, and Stan*, Elsevier, 2015.
- [3]. Richard McElreath, *Statistical Rethinking - A Bayesian Course with Examples in R and Stan*, CRC Press, 2015.
- [4]. Thomas Haslwanter, *An Introduction Statistics with Python*, Springer International Publishing Switzerland 2016
- [5]. *Statistics Crash Course for Beginners, Theory and Applications ò Frequentist and Bayesian Statistics Using Python*, AI Publishing, 2020.

## **NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG GIẢNG DẠY CỰC TRỊ HÀM HAI BIẾN THÔNG QUA CÁC BÀI TOÁN THỰC TẾ**

**Nguyễn Thuỳ Linh\*, Nguyễn Thị Lan Hương, Phạm Ngọc Anh, Nguyễn Thu Hằng**

Trường Đại học Mở - Địa chất

\*Tác giả liên hệ: Email: nguyenthuylinhbmtuan@humg.edu.vn

**Tóm tắt:** Trong báo cáo này, chúng tôi giới thiệu lại phương pháp tìm cực trị của hàm hai biến. Với mỗi nội dung đưa ra, chúng tôi minh họa bằng các ví dụ thuần túy toán học và các ví dụ ứng dụng thực tế.

**Từ khóa:** hàm nhiều biến, cực trị hàm hai biến, cực trị có điều kiện.

### **1. ĐẶT VẤN ĐỀ**

Trong quá trình học phổ thông cũng như khi học giải tích, sinh viên đã làm quen với khái niệm đạo hàm, bước đầu biết vận dụng tìm cực trị hàm một biến trong giải tích và ứng dụng trong vật lý tìm vận tốc, gia tốc của một chuyển động, .... Tuy nhiên, việc tìm cực trị của hàm số một biến mà dùng đạo hàm được ứng dụng mở rộng trong các bài toán tìm cực trị của hàm nhiều biến, các bài toán cực trị có điều kiện của hàm nhiều biến. Cực trị hàm nhiều biến là một trong những phần kiến thức trọng tâm và quan trọng trong môn học Giải tích hàm nhiều biến, ứng dụng nhiều và phổ biến trên các lĩnh vực khác nhau: kinh tế, công nghệ thông tin, giao thông vận tải, .... Khi giải quyết những vấn đề kinh tế, chúng ta thường gặp các bài toán xác định số tối ưu (lớn nhất hoặc nhỏ nhất) của một chỉ tiêu nào đó trong những điều kiện nhất định (năng suất cao nhất, lợi nhuận cao nhất, chi phí ít nhất, ...). Trong toán học, đó chính là bài toán tìm cực tiểu hoặc cực đại của một hàm  $f(x)$  xác định trên một tập hợp nào đó trong không gian. Các nội dung đề cập tới trong báo cáo được trình bày không quá hình thức mà gắn gũi với tư duy kinh tế, với nhiều ví dụ minh họa cụ thể và có giải thích ý nghĩa kinh tế khi có thể, nhưng vẫn giữ tính chính xác, chặt chẽ về mặt toán học.

Bài toán tìm cực trị rất phong phú và đa dạng, được nhiều nhà Toán học quan tâm (trong [2], [3]). Trong báo cáo này, chúng tôi trình bày lại phương pháp tìm cực trị tự do và cực trị có điều kiện của hàm nhiều biến. Sau đó chúng tôi cố gắng sưu tập các ví dụ ứng dụng thực tiễn nhằm mục đích đổi mới bài giảng, giúp sinh viên hiểu sâu hơn về lý thuyết được học. Báo cáo chia làm hai phần: phần 1 trình bày về cực trị tự do của hàm nhiều biến, phần 2 trình bày về cực trị có điều kiện của hàm nhiều biến.

## 2. NỘI DUNG

### 2.1. Cực trị hàm hai biến

**Định nghĩa 2.1.** Cho hàm  $z = f(x, y)$  xác định trong miền  $D \subset \mathbb{R}^2$ . Điểm  $M_0(x_0, y_0) \in D$ . Giả sử  $U$  là một lân cận đủ nhỏ của  $M_0$ .

Ta nói hàm  $f(x, y)$  đạt cực tiểu tại  $M_0$  nếu  $f(M) \geq f(M_0)$  với  $\forall M \in U$ .  $M_0$  gọi là điểm cực tiểu,  $f(M_0)$  được gọi là giá trị cực tiểu.

Ta nói hàm  $f(x, y)$  đạt cực đại tại  $M_0$  nếu  $f(M) \leq f(M_0)$  với  $\forall M \in U$ .  $M_0$  gọi là điểm cực đại,  $f(M_0)$  được gọi là giá trị cực đại.

Điểm cực đại, cực tiểu gọi chung là điểm cực trị; giá trị cực đại, giá trị cực tiểu gọi chung là cực trị.

**Định lý 2.2** (Điều kiện cần của cực trị). Cho hàm  $z = f(x, y)$  có cực trị tại điểm  $M_0$ . Nếu hàm  $f(x, y)$  có các đạo hàm riêng tại điểm  $M_0$  thì  $f'_x(M_0) = 0 = f'_y(M_0)$ .

**Định lý 2.3** (Điều kiện đủ của cực trị). Cho hàm  $z = f(x, y)$  có các đạo hàm riêng đến cấp hai liên tục trong một lân cận nào đó của điểm  $M_0(x_0, y_0)$  và có  $f'_x(M_0) = 0 = f'_y(M_0)$ .

Đặt  $A = f''_{xx}(M_0), B = f''_{xy}(M_0), C = f''_{yy}(M_0)$ . Khi đó:

- Nếu  $B^2 - AC < 0$  thì hàm  $f(x, y)$  đạt cực trị tại điểm  $M_0$ , nó đạt cực đại nếu  $A < 0$ , đạt cực tiểu nếu  $A > 0$ .
- Nếu  $B^2 - AC > 0$  thì hàm  $f(x, y)$  không đạt cực trị tại điểm  $M_0$ .
- Nếu  $B^2 - AC = 0$  thì chưa kết luận được.

Các chứng minh chi tiết của định lý 2.2, định lý 2.3 xem trong [1]. Sau đây là một số ví dụ áp dụng định lý.

**Ví dụ 2.1.** Tìm cực trị hàm số  $z = f(x, y) = x^3 + 3y^3 - 3x - 9y + 4$ .

**Lời giải.**

$$f'_x = 3x^2 - 3, f'_y = 9y^2 - 9.$$

$$\text{Ta có: } \begin{cases} f'_x = 0 \\ f'_y = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 3x^2 - 3 = 0 \\ 9y^2 - 9 = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = 1, y = 1 \\ x = 1, y = -1 \\ x = -1, y = 1 \\ x = -1, y = -1 \end{cases}.$$

Điểm dừng  $M_1(1,1), M_2(1,-1), M_3(-1,1), M_4(-1,-1)$ .

Ta có  $f''_{xx} = 6x, f''_{xy} = 0, f''_{yy} = 18y$ .

$M_i$	$A$	$B$	$C$	$\Delta$	Kết luận
$M_1(1,1)$	6	0	18	-108	$f_{min} = -5$
$M_2(1,-1)$	6	0	-18	108	Không là cực trị
$M_3(-1,1)$	-6	0	18	108	Không là cực trị
$M_4(-1,-1)$	-6	0	-18	-108	$f_{max} = 13$

**Ví dụ 2.2.** Một doanh nghiệp sản xuất và độc quyền tiêu thụ ruột chần bông tại hai thị trường khác nhau với đơn giá mỗi sản phẩm tại từng thị trường lần lượt là  $p_1 = 650$ ,  $p_2 = 550$  (đơn vị tính: nghìn VNĐ). Giả sử tổng chi phí sản xuất của doanh nghiệp đó là  $C = Q_1^2 + Q_1Q_2 + Q_2^2 + 30Q_2 + 250$ ; ( $Q_1 \geq 0, Q_2 \geq 0$ ). Ở đây  $Q_1, Q_2$  lần lượt là lượng sản phẩm tiêu thụ ở từng thị trường. Hỏi doanh nghiệp đó cần tiêu thụ bao nhiêu sản phẩm ở mỗi thị trường để tối ưu hoá lợi nhuận?

**Lời giải.**

Doanh thu của doanh nghiệp:  $R = 650Q_1 + 550Q_2$ ;  $Q_1 \geq 0, Q_2 \geq 0$ .

Tổng chi phí sản xuất là:  $C = Q_1^2 + Q_1Q_2 + Q_2^2 + 30Q_2 + 250$ .

Do đó, lợi nhuận của doanh nghiệp là:

$$\pi = R - C = 650Q_1 + 520Q_2 - Q_1^2 - Q_1Q_2 - Q_2^2 - 250.$$

Việc xác định mức tiêu thụ sản phẩm của doanh nghiệp tại mỗi thị trường để tối ưu hoá lợi nhuận ta đưa về bài toán tìm cực trị như sau: Tìm  $Q_1, Q_2 \geq 0$  sao cho hàm  $\pi$  đạt cực đại.

Ta có  $\pi'_{Q_1} = 650 - 2Q_1 - Q_2$ ;  $\pi'_{Q_2} = 520 - 2Q_2 - Q_1$ .

$$\text{Xét } \begin{cases} \pi'_{Q_1} = 0 \\ \pi'_{Q_2} = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 650 - 2Q_1 - Q_2 = 0 \\ 520 - 2Q_2 - Q_1 = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} Q_1 = 260 \\ Q_2 = 130 \end{cases}$$

Điểm dừng  $M(260, 130)$ .

Ta có  $A = \pi''_{Q_1} = -2$ ;  $B = \pi''_{Q_1Q_2} = -1$ ;  $C = \pi''_{Q_2} = -2$ .

$\Delta = B^2 - AC = -3 < 0$  nên hàm số đạt cực đại tại  $M(260, 130)$  và  $\pi_{max} = 118050$ .

Vậy khi doanh nghiệp tiêu thụ  $Q_1 = 260$  sản phẩm ở thị trường thứ nhất,  $Q_2 = 130$  sản phẩm ở thị trường thứ hai thì sẽ đạt lợi nhuận tối đa là 118050 nghìn VNĐ.

## 2.2. Cực trị có điều kiện

Trong phần trước, chúng ta đã tìm được cực trị của hàm  $z = f(x, y)$  khi hai biến  $x, y$  độc lập. Tuy nhiên, trong thực tế có rất nhiều bài toán dẫn đến tìm cực trị của hàm  $f(x, y)$  với ràng buộc về biến  $x, y$  nhất định (phương trình hay bất phương trình). Sau đây, chúng ta sẽ xét đến bài toán cực có điều kiện.

Để giải bài toán này chúng ta có thể sử dụng bất đẳng thức đánh giá hoặc dùng phương pháp thế (từ điều kiện chúng ta rút  $x$  theo  $y$  hoặc  $y$  theo  $x$  sau đó thế vào hàm  $z = f(x, y)$  để đưa về bài toán cực trị hàm một biến). Tuy nhiên trong báo này chúng tôi sẽ sử dụng phương pháp nhân tử Lagrange để giải quyết vấn đề.

**Định lý 2.4.** Giả sử điểm  $M_0(x_0, y_0)$  là điểm cực trị của hàm  $z = f(x, y)$  với điều kiện  $g(x, y) = 0$ , ngoài ra:

- Hàm  $f(x, y)$  và  $g(x, y)$  có đạo hàm riêng cấp một liên tục.
- Các đạo hàm riêng cấp một của hàm  $g(x, y)$  không đồng thời bằng 0 tại  $M_0$ .



Khi đó:

$$\begin{vmatrix} f'_x(M_0) & f'_y(M_0) \\ g'_x(M_0) & g'_y(M_0) \end{vmatrix} = 0.$$

### Phương pháp nhân tử Lagrange

Phương pháp này chuyển bài toán cực trị của hàm nhiều biến  $z = f(x, y)$  với điều kiện  $g(x, y) = 0$  về bài toán cực trị tự do thông qua hàm Lagrange.

Bước 1. Tìm miền xác định (nếu cần) của hàm  $z = f(x, y)$  và hàm  $g(x, y)$ . Lập hàm Lagrange

$$L = L(x, y) = f(x, y) - \lambda g(x, y)$$

trong đó  $\lambda$  gọi là nhân tử Lagrange.

Bước 2. Tính các đạo hàm riêng  $L'_x, L'_y, L'_\lambda$  và giải hệ phương trình  $\begin{cases} L'_x = 0 \\ L'_y = 0 \\ L'_\lambda = 0 \end{cases}$  tìm

các điểm dừng  $M_i$  và các giá trị  $\lambda$  tương ứng.

Bước 3. Kiểm tra điều kiện có cực trị tại điểm dừng  $M_i$  và nhân tử  $\lambda_i$  tương ứng  
Tính  $\det H$  với

$$H = \begin{pmatrix} 0 & g'_x & g'_y \\ g'_x & L''_{xx} & L''_{xy} \\ g'_y & L''_{yx} & L''_{yy} \end{pmatrix}.$$

Bước 4. Kết luận

- Nếu  $\det H > 0$  thì  $M_i$  là điểm cực đại
- Nếu  $\det H < 0$  thì  $M_i$  là điểm cực tiểu.
- Nếu  $\det H = 0$  thì chưa thể kết luận gì về  $M_i$ .

Các chứng minh chi tiết của định lí 2.2, định lí 2.3, định lí 2.4 xem trong [1]. Ở đây chúng tôi quan tâm đến ứng dụng của định lí trong ví dụ thực tế.

*Chú ý.*

- Nếu hệ phương trình vô nghiệm, tức là không có điểm dừng nào thì ta dừng thuật toán và kết luận hàm số không có cực trị với điều kiện đã cho.
- Nếu điều kiện của bài toán cực trị dạng  $\alpha(x, y) = \beta(x, y)$  thì ta biến đổi  $g(x, y) = \alpha(x, y) - \beta(x, y)$ .
- Trong trường hợp  $\det H = 0$  thì ta có thể dùng định nghĩa để kiểm tra hoặc dùng các thông tin khác.

**Ví dụ 2.3.** Tìm cực trị của hàm số  $f(x, y) = 2x + y$  với điều kiện  $x^2 + y^2 = 5$ .

**Lời giải.**

Ta có:  $f(x, y) = 2x + y; g(x) = x^2 + y^2 - 5$ .

Xét hàm Lagrange:

$$L(x, y, \lambda) = f(x, y) - \lambda g(x, y) = 2x + y - \lambda(x^2 + y^2 - 5).$$

Ta có  $L'_x = 2 - 2\lambda x; L'_y = 1 - 2\lambda y; L'_\lambda = -x^2 - y^2 + 5$ .

$$\text{Xét hệ } \begin{cases} L'_x = 0 \\ L'_y = 0 \\ L'_\lambda = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 2 - 2\lambda x = 0 \\ 1 - 2\lambda y = 0 \\ -x^2 - y^2 + 5 = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \lambda_1 = \frac{1}{2}, x_1 = 2, y_1 = 1 \\ \lambda_2 = -\frac{1}{2}, x_2 = -2, y_2 = -1 \end{cases}$$

Điểm dừng  $M_1(2, 1); M_2(-2, -1)$

Ta có:  $L''_{xx} = -2\lambda; L''_{xy} = 0; L''_{yy} = -2\lambda; g'_x = 2x; g'_y = 2y$ .

Tại  $M_1(2, 1)$  ta có  $g_1 = g'_x(2, 1) = 4; g_2 = g'_y(2, 1) = 2;$

$$L_{11} = L''_{xx}(M_1, \lambda_1) = -1 < 0;$$

$$L_{22} = L''_{yy}(M_1, \lambda_1) = -1 < 0;$$

$$L_{12} = L_{21} = L''_{xy}(M_1, \lambda_1) = 0.$$

$$\text{Xét } |H| = \begin{vmatrix} 0 & 4 & 2 \\ 4 & L_{11} & L_{12} \\ 2 & L_{21} & L_{22} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 & 4 & 2 \\ 4 & -1 & 0 \\ 2 & 0 & -1 \end{vmatrix} = 20 > 0.$$

Do đó,  $M_1(2, 1)$  là cực đại và  $f_{max} = 5$ .

Tại  $M_2(-2, -1)$  ta có  $g_1 = g'_x(M_2) = -4; g_2 = g'_y(M_2) = -2;$

$L_{11} = L''_{xx}(M_2, \lambda_2) = 1 > 0; L_{22} = L''_{yy}(M_2, \lambda_2) = 1 > 0;$

$$L_{12} = L_{21} = L''_{xy}(M_2, \lambda_2) = 0.$$

$$\text{Xét } |H| = \begin{vmatrix} 0 & -4 & -2 \\ -4 & L_{11} & L_{12} \\ -2 & L_{21} & L_{22} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 & -4 & -2 \\ -4 & 1 & 0 \\ -2 & 0 & 1 \end{vmatrix} = -20 < 0.$$

Do đó  $M_2(-2, -1)$  là cực tiểu và  $f_{min} = -5$ .

**Ví dụ 2.4.** Một văn phòng dùng 130USD để mua hai mặt hàng A và B. Biết giá 1 sản phẩm của mặt hàng A, B lần lượt là 2 USD và 3 USD. Khi mua  $x$  sản phẩm mặt hàng A và  $y$  sản phẩm mặt hàng B thì hàm lợi ích tiêu dùng là  $U(x, y) = x^{0.4}y^{0.6}$ . Hãy xác định số lượng sản phẩm mỗi mặt hàng mà văn phòng cần mua để sử dụng cao nhất.

**Lời giải.**

Gọi  $x, y$  lần lượt là số lượng mặt hàng A và B cần mua ( $x \geq 0, y \geq 0$ ).

Ta có bài toán tìm  $x, y$  để hàm số  $U(x, y) = x^{0.4}y^{0.6}$  đạt cực đại với điều kiện  $g(x, y) = 2x + 3y = 130$ .

Ta lập hàm Lagrange

$$L(x, y, \lambda) = U(x, y) - \lambda g(x, y) = x^{0.4}y^{0.6} - \lambda(2x + 3y - 130).$$

Ta có  $L'_x = 0,4x^{-0,6}y^{0,6} - 2\lambda$ ;  $L'_y = 0,6x^{0,4}y^{-0,4} - 3\lambda$ ;  $L'_\lambda = 130 - 2x - 3y$ .

$$\text{Xét hệ } \begin{cases} L'_x = 0 \\ L'_y = 0 \\ L'_\lambda = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 0,4x^{-0,6}y^{0,6} - 2\lambda = 0 \\ 0,6x^{0,4}y^{-0,4} - 3\lambda = 0 \\ 130 - 2x - 3y = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x^{-0,6}y^{0,6} = 5\lambda & (1) \\ x^{0,4}y^{-0,4} = 5\lambda & (2) \\ 130 - 2x - 3y = 0 & (3) \end{cases}$$

Từ (1) và (2) ta có  $x^{-0,6}y^{0,6} = x^{0,4}y^{-0,4} \Leftrightarrow x = y$ .

Thay vào (3) ta được:  $130 - 5x = 0 \Leftrightarrow x = 26 \rightarrow y = 26$ ;  $\lambda = 0,2$ .

Điểm dừng  $M(26,26)$  với  $\lambda = 0,2$ .

Ta có:  $L''_{xx} = -0,24x^{-1,6}y^{0,6}$ ;  $L''_{xy} = 0,24x^{-0,6}y^{-0,4}$ ;  $L''_{yy} = -0,24x^{0,4}y^{-1,4}$

Và  $g_1 = g'_x(M) = 2$ ;  $g_2 = g'_y(M) = 3$ ;

$$L_{11} = L''_{xx}(26; 26; 0,2) = -\frac{3}{325} < 0;$$

$$L_{22} = L''_{yy}(26; 26; 0,2) = -\frac{3}{325} < 0;$$

$$L_{12} = L_{21} = L''_{xy}(26; 26; 0,2) = \frac{3}{325} > 0.$$

$$\text{Xét } |H| = \begin{vmatrix} 0 & 2 & 3 \\ 2 & L_{11} & L_{12} \\ 3 & L_{21} & L_{22} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 & 2 & 3 \\ 2 & -\frac{3}{325} & \frac{3}{325} \\ 3 & \frac{3}{325} & -\frac{3}{325} \end{vmatrix} = \frac{3}{13} > 0.$$

Do đó  $M(26,26)$  là điểm cực đại.

Vậy để sự hữu dụng cao nhất thì vẫn phòng cần mua mỗi loại 26 sản phẩm.

**Ví dụ 2.5.** Số lượng sản phẩm của một máy sản xuất ra là  $Q(x, y) = 20x^{0,5}y^{0,5}$ . Với  $x, y$  lần lượt là chi phí mà xưởng cần chi cho trang thiết bị sản xuất và giá thuê nhân công lao động. Hỏi nếu xưởng có 1 tỷ 250 triệu VNĐ đồng thì nên phân chia chi phí cho trang thiết bị sản xuất và nhân công như thế nào để sản xuất được số lượng sản phẩm nhiều nhất.

**Lời giải.**

Ta thiết lập bài toán: Tìm  $x, y$  để hàm số  $Q(x, y) = 20x^{0,5}y^{0,5}$  đạt cực đại với điều kiện  $x + y = 1250$ ;  $x > 0, y > 0$ .

Lập hàm Lagrange  $L = L(x, y) = 20x^{0,5}y^{0,5} - \lambda(x + y - 1250)$

Ta có,  $L'_x = 10x^{-0,5}y^{0,5} - \lambda$ ;  $L'_y = 10x^{0,5}y^{-0,5} - \lambda$ ;  $L'_\lambda = 1250 - x - y$ .

$$\text{Xét hệ } \begin{cases} L'_x = 0 \\ L'_y = 0 \\ L'_\lambda = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 10x^{-0,5}y^{0,5} - \lambda = 0 \\ 10x^{0,5}y^{-0,5} - \lambda = 0 \\ 1250 - x - y = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = 625 \\ y = 625 \\ \lambda = 10 \end{cases}$$

Điểm dừng  $M(625, 625)$  và  $\lambda = 10$ .

Ta có  $L''_{xx} = -5x^{-1,5}y^{0,5}$ ;  $L''_{xy} = 5x^{-0,5}y^{-0,5}$ ;  $L''_{yy} = -5x^{0,5}y^{-1,5}$ .

Tại điểm dừng thì  $g_1 = g'_x(M) = 1$ ;  $g_2 = g'_y(M) = 1$ ;

$$L_{11} = L''_{xx}(625,625,10) = -0,008 < 0;$$

$$L_{22} = L''_{yy}(625,625,10) = -0,008 < 0;$$

$$L_{12} = L_{21} = L''_{xy}(625,625,10) = 0,008 > 0.$$

$$\text{Xét } |H| = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & L_{11} & L_{12} \\ 1 & L_{21} & L_{22} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & -0,008 & 0,008 \\ 1 & 0,008 & -0,008 \end{vmatrix} = \frac{4}{125} > 0.$$

Do đó,  $M(625,625)$  là điểm cực đại.

Vậy để số lượng sản phẩm sản xuất nhiều nhất thì xưởng chia chi phí cho trang thiết bị sản xuất là 625 triệu và chi phí cho nhân công 625 triệu.

### 3. KẾT LUẬN

Báo cáo đã trình bày một số ví dụ tìm cực trị hàm hai biến trong Toán học nói chung và các ví dụ ứng dụng trong các bài toán kinh tế. Việc tìm hiểu những kiến thức này là hoàn toàn cần thiết và hữu ích, giúp sinh viên hiểu sâu hơn cực trị hàm hai biến, tối ưu hoá và vận dụng tốt hơn trong thực tiễn giảng dạy cho các sinh viên khối ngành kinh tế.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Phạm Tuấn Cường, Hoàng Ngự Huân, Phạm Ngọc Anh, Lê Bích Phượng, Nguyễn Thị Kim Sơn, Giáo trình Giải tích 2, NXB Đại học Quốc gia Hà Nội, 2020.
- [2]. Nguyễn Huy Hoàng, Nguyễn Trung Đông, Giáo trình Toán dành cho kinh tế và quản trị, NXB Đại học Kinh tế quốc dân, 2018.
- [3]. Đỗ Thu Phương, Ngô Thị Hoa, “Một số ứng dụng của cực trị có điều kiện của hàm hai biến trong thực tế”, Tạp chí Dạy và học ngày nay, Số kì 2 (3/2021), 34-35.

## **NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG HOẠT ĐỘNG GIẢNG DẠY MÔN TOÁN CAO CẤP CHO KHỐI NGÀNH KINH TẾ**

**Nguyễn Thị Lan Hương\*, Phạm Ngọc Anh, Nguyễn Thu Hằng, Nguyễn Thùy Linh**

Trường Đại học Mở - Địa chất

\* Tác giả liên hệ: Email: nguyenthilanhuong@humg.edu.vn (Mobile: 0904291279)

**Tóm tắt:** Trong báo cáo này, chúng tôi phân tích thực trạng hoạt động giảng dạy môn Toán cao cấp, đưa ra những kiến nghị và một số mẫu bài tập nhằm nâng cao chất lượng của hoạt động giảng dạy môn Toán cao cấp cho khối ngành kinh tế.

**Từ khóa:** Toán cao cấp, khối ngành kinh tế, nâng cao chất lượng

### **1. ĐẶT VẤN ĐỀ**

Với tốc độ phát triển nhanh chóng của cuộc cách mạng khoa học công nghiệp 4.0, cùng với sự phát triển của kinh tế tri thức; quá trình hội nhập và toàn cầu hóa đang tạo ra những thay đổi hết sức căn bản cho nền giáo dục, đồng thời cũng mở ra những vận hội lớn cho các trường đại học trong việc nắm bắt xu thế thời đại, vận dụng để bứt phá vươn lên thành cơ sở giáo dục đào tạo uy tín.

Với mục tiêu ưu tiên và dành các nguồn lực đầu tư cho sự nghiệp giáo dục đào tạo để nâng cao chất lượng nguồn nhân lực, đáp ứng thị trường lao động hiện nay, đáp ứng sự nghiệp phát triển kinh tế - xã hội và hội nhập quốc tế của đất nước. Bên cạnh những thời cơ thuận lợi là điều kiện để các trường bứt phá trong quá trình đổi mới với cơ chế tự chủ, thì có không ít những khó khăn thách thức đang trở thành những rào cản đối với các trường đại học để tìm ra cách thức phát triển, hòa nhập vươn lên trở thành cơ sở đào tạo uy tín. Nắm bắt cơ hội và vượt qua thách thức - quá trình đó phụ thuộc vào nhiều yếu tố trong đó trực tiếp là quá trình đào tạo nguồn nhân lực.

Vấn đề đặt ra là làm sao để nâng cao hiệu quả đào tạo nguồn nhân lực thực sự chất lượng đáp ứng nhu cầu, trước những thách thức giữa mục tiêu mở rộng quy mô đa dạng các loại hình đào tạo và nâng cao chất lượng, giữa nhu cầu thực tế của thị trường và nguồn nhân lực cho phát triển, giữa nếp làm cũ với tư duy đổi mới đột phá, giữa cơ

chế và mục tiêu phát triển... Để giải quyết những khó khăn thách thức đó, các trường đại học phải nhanh chóng đổi mới chiến lược đào tạo, giáo dục tạo bước đột phá trong đào tạo nguồn nhân lực, khắc phục những khó khăn hạn chế, rào cản trong nâng cao chất lượng giáo dục đại học.

## **2. THỰC TRẠNG, GIẢI PHÁP VÀ KẾT QUẢ SƠ BỘ**

Việc giảng dạy các môn Toán cao cấp tại các cơ sở giáo dục hiện nay vẫn đang thiên về giảng dạy lý thuyết và giải bài tập một cách thuần toán. Thực tế đó dẫn đến việc học môn Toán khá nặng nề và kém hấp dẫn hơn so với các môn học khác. Vì vậy, một số câu hỏi của sinh viên trong các trường đại học không chuyên về Toán thường gặp là: “Học Toán để làm gì”, “Tại sao phải học Toán?”,...

Đa số câu trả lời của các giảng viên sẽ là: “Học Toán để nâng cao tư duy, nâng cao khả năng tính toán,...”. Tuy nhiên, với tốc độ phát triển của máy tính và các phần mềm ứng dụng ngày nay thì câu trả lời như vậy thật sự không thể thuyết phục đối với đại đa số học sinh sinh viên.

Chính vì vậy, để nâng cao chất lượng cho hoạt động giảng dạy các môn Toán cao cấp, đặc biệt là cho sinh viên các khối ngành Kinh tế tại các trường Kỹ thuật, thì ngoài việc giáo viên cần không ngừng học tập nâng cao trình độ, rèn luyện nghiệp vụ sư phạm, thì việc hướng tới sử dụng các ví dụ Toán gắn gũi với ngành nghề của học viên sẽ góp phần tạo ra hứng thú và tăng khả năng hấp thụ môn học của học viên hơn.

Qua một thời gian tìm hiểu, tập hợp các dạng toán, bài toán dành cho khối ngành kinh tế, chúng tôi đã tổng hợp được một số bài toán hay để giảng dạy cho sinh viên.

Sau một thời gian áp dụng, chúng tôi nhận thấy việc tạo ra hứng thú và tập trung cho môn học của sinh viên đã được cải thiện đáng kể. Sinh viên đến lớp đầy đủ hơn, học và làm bài tập chăm chỉ hơn. Qua khảo sát cuối kỳ, ngoài việc điểm số tăng lên, còn thu được những đánh giá tích cực của học viên về việc cần thiết phải học các môn Toán cao cấp so với trước đó.

Trong báo cáo này, chúng tôi xin giới thiệu một số dạng toán, bài toán liên hệ thực tế cho khối ngành kinh tế. Chúng tôi sẽ tiếp tục tìm hiểu và đưa thêm nhiều dạng bài tập hay hơn nữa cho các khối ngành khác để tăng cường hỗ trợ cho việc nâng cao hoạt động giảng dạy Toán cao cấp tại các cơ sở giáo dục.

## **3. MỘT SỐ BÀI TOÁN LIÊN HỆ THỰC TẾ CHO KHỐI NGÀNH KINH TẾ**

### **3.1. Các bài toán kinh tế liên quan tới ma trận**

**Bài 1.** Một chuỗi gồm 3 cửa hàng thể thao A, B, C bán 3 loại sản phẩm: áo thun, giày thể thao và vợt tennis. Lượng bán hàng mỗi tuần và lợi nhuận trên mỗi sản phẩm (tùy theo cửa hàng) được chỉ ra trong bảng dưới đây:

Lượng bán mỗi tuần	Cửa hàng A	Cửa hàng B	Cửa hàng C
Áo thun	20	25	40
Giày thể thao	10	20	15
Vợt tennis	2	3	9

Lợi nhuận/Sản phẩm (\$)	Cửa hàng A	Cửa hàng B	Cửa hàng C
Áo thun	1	1.5	2.5
Giày thể thao	4	7	9
Vợt tennis	10	15	12

Viết ma trận S thể hiện số lượng hàng hoá bán ra và ma trận P thể hiện lợi nhuận trên mỗi sản phẩm dựa vào bảng trên.

a) Tính ma trận  $A = SP^T$ , tìm phần tử  $a_{11}$  của ma trận A và cho biết ý nghĩa của  $a_{11}$ ?

b) Tính ma trận  $B = S^T P$ , tìm phần tử  $b_{33}$  của ma trận B và cho biết ý nghĩa của  $b_{33}$ ?

**Bài 2.** Một công ty sản xuất ba sản phẩm P1, P2 và P3 để bán cho hai đại lý là C1 và C2. Số mặt hàng của mỗi sản phẩm được bán cho những đại lý này theo từng tháng được cho bởi:

Ma trận A	P1	P2	P3
C1	2	4	6
C2	3	5	7

Công ty tính giá ba sản phẩm như sau

Ma trận B <sup>T</sup>	P1	P2	P3
	100	200	300

Để làm ra mỗi mặt hàng loại P1, P2, P3, công ty sử dụng bốn nguyên liệu thô là R1, R2, R3 và R4. Số tấn cần thiết cho mỗi mặt hàng được cho bởi

Ma trận C	R1	R2	R3	R4
P1	1	0	1	0
P2	0	1	2	3
P3	1	2	3	4

Giá mỗi tấn nguyên liệu thô là

Ma trận D <sup>T</sup>	R1	R2	R3	R4
	10	20	10	15

Ngoài ra, cho  $E = [1 \ 1]$

Tìm các ma trận sau và giải thích ý nghĩa:

a) AB b) AC c) CD d) ACD e) EAB f) EACD g) EAB – EACD

### 3.2. Các bài toán kinh tế liên quan tới cực trị có điều kiện của hàm hai biến

**Bài 1.** Cho biết hàm lợi ích  $U = (x_1 + 3)x_2$  trong đó  $x_1, x_2$  lần lượt là lượng hàng hóa A và B. Hãy chọn túi hàng lợi ích tối đa trong điều kiện giá hàng hóa A là 5USD giá hàng hóa B là 20USD ngân sách tiêu dùng là 185USD.

**Bài 2.** Cho biết hàm lợi ích tiêu dùng  $U = x_1x_2 + x_1 + 2x_2$ . Trong điều kiện hàng hóa thứ nhất được bán với giá 2USD hàng hóa thứ 2 được bán với giá 5USD và thu nhập dành cho người tiêu dùng là 51USD. Hãy xác định lượng cầu đối với mỗi mặt hàng nếu người tiêu dùng tối đa hóa lợi ích của mình.

**Bài 3.** Một doanh nghiệp có hàm sản xuất là  $Q = 2 K^{0.3} L^{0.5}$ . Biết rằng giá thuê tư bản là 6USD, giá thuê lao động là 2USD và doanh nghiệp tiến hành sản xuất ngân sách cố định 4800USD. Hãy cho biết doanh nghiệp đó sử dụng bao nhiêu đơn vị tư bản và bao nhiêu đơn vị lao động thì thu được sản lượng tối đa?

**Bài 4.** Một công ty cung ứng ra hai thị trường với khối lượng sản phẩm bán ra trên mỗi thị trường lần lượt là  $Q_1, Q_2$ . Hàm cung sản phẩm của công ty là:  $S = 5(Q_1)^2 + 8(Q_2)^2$ . Giá bán của các loại sản phẩm trên mỗi thị trường lần lượt là  $p_1 = 5; p_2 = 6$ . Hãy xác định mức bán các loại sản phẩm trên hai thị trường sao cho tổng doanh thu cao nhất trong điều kiện tổng lượng sản phẩm bán ra của công ty là 15200 sản phẩm.



**Bài 5.** Một công ty tính các mức giá khác nhau cho khách hàng nội địa và khách hàng công nghiệp. Nếu  $P_1$  và  $Q_1$  biểu thị giá và lượng cầu đối với thị trường trong nước, thì phương trình cầu là:  $P_1 + Q_1 = 500$ .

Nếu  $P_2$  và  $Q_2$  biểu thị giá và lượng cầu đối với thị trường công nghiệp, thì phương trình cầu là:  $2P_2 + 3Q_2 = 720$ . Hàm tổng chi phí là:  $TC = 50000 + 20Q$  Biết  $Q = Q_1 + Q_2$ . Tìm các mức giá  $P_1, P_2$  tại đó đạt được lợi nhuận lớn nhất và tính giá trị lợi nhuận tối đa.

### **3.3. Các bài toán kinh tế liên quan tới sai phân, vi phân**

**Bài 1.** Xét mô hình kinh tế hai thành phần (C và I) chịu tác động và biến động theo thời gian theo những biến đổi khác nhau:

$$Y_t = C_t + I_t$$

$$C_t = 0.8Y_{t-1} + 100$$

$$I_t = 200$$

Tìm biểu thức mô hình hóa  $Y_t$  biết  $Y_0 = 1700$ .

**Bài 2.** Xét mô hình kinh tế hai thành phần (C và I) chịu tác động và biến động theo thời gian theo những biến đổi khác nhau:

$$dY/dt = 0.5(C + I - Y)$$

$$C = 0.8Y + 400$$

$$I = 600$$

Tìm  $Y(t)$  biết  $Y(0) = 7000$ .

### **3.4. Các bài toán kinh tế liên quan tới xác suất**

**Bài 1.** Một công ty có 25 nhân viên. Lương tháng của họ được cho trong bảng sau (đơn vị triệu đồng):

Lương tháng	3	3,5	3,8	4,4	4,5
Số nhân viên	2	6	9	7	1

a) Tìm  $\bar{x}; \hat{s}; s$ ;

b) Với độ tin cậy 98% hãy ước lượng lương trung bình của nhân viên công ty đó;

c) Trước đây lương tháng trung bình của nhân viên trong công ti là 4 triệu đồng. Số liệu trong bảng trên được thu thập trong 3 quý đầu năm 2022. Hãy cho kết luận về nhận định cho rằng trong 3 quý đầu năm 2022, lương tháng trung bình của nhân viên trong công ti giảm với mức ý nghĩa 2% (Giả sử lương tháng có phân phối chuẩn). (Tính với độ chính xác  $10^{-4}$ ).

**Bài 2.** Một doanh nghiệp dự định đưa một sản phẩm mới vào thị trường. Nghiên cứu thị trường đối với 2500 khách hàng tiềm năng thấy có 800 người sẵn sàng mua sản phẩm đó.

a) Với độ tin cậy 98%, hãy ước lượng tỉ lệ khách hàng sẵn sàng mua sản phẩm?

b) Trước đây doanh nghiệp có đưa vào một sản phẩm A ở thị trường đó và tỉ lệ mức người mua sản phẩm A là 0,25. Nhưng nay doanh nghiệp đã cải tiến sản phẩm A thành sản phẩm mới hơn như trên. Hỏi với mức ý nghĩa 2% có thể nhận định rằng tỉ lệ người mua sản phẩm mới cao hơn không?

Khối lượng gạo X(kg) bán được trong một ngày và giá gạo Y (nghìn đồng) tại một cửa hàng được cho trong bảng phân phối đồng thời sau:

Y \ X	125	155	185	215
15	0,02	0,09	0,12	0,02
17	0,03	0,11	0,16	0,07
22	0,05	0,12	0,15	0,06

a. Tính giá gạo trung bình bán được trong một ngày tại cửa hàng đó?

b. Tính hệ số tương quan

**Bài 3.** Phân tích các số liệu thống kê về doanh số bán hàng (X) và chi phí quảng cáo (Y) (đơn vị triệu đồng) của một công ti, người ta thu được bảng phân bố đồng thời sau:

Y \ X	100	200	300	400
2	0,05	0,06	0,08	0,11
3	0,06	0,15	0,04	0,08
4	0,07	0,09	0,1	0,11

- a. Tìm chi phí quảng cáo trung bình và mức độ phân tán của những sản phẩm có doanh số bán hàng là 200 triệu.
- b. Tính hệ số tương quan

**Bài 4.** Theo dõi doanh thu  $X$  và chi phí quảng cáo  $Y$  của một công ti (triệu đồng/ tháng) được cho trong bảng phân phối đồng thời sau:

$Y \backslash X$		26	30	41	50
2,3		0,02	0,05	0,07	0,02
3,2		0,04	0,06	0,08	0,03
3.5		0,08	0,27	0,08	0,2

- a) Tìm chi phí quảng cáo trung bình và mức độ phân tán của những sản phẩm có doanh thu là 41 triệu đồng/ tháng?
- b)  $X$  và  $Y$  có độc lập với nhau không ? vì sao?

#### **4. KẾT LUẬN**

Báo cáo đã trình bày thực trạng và một số mẫu bài toán là giải pháp nhằm nâng cao chất lượng hoạt động giảng dạy môn Toán cao cấp cho khối ngành kinh tế, đã và đang được áp dụng tại trường Đại học Mở-Địa chất có hiệu quả.

#### **LỜI CẢM ƠN**

Nhóm tác giả xin trân trọng cảm ơn Trường Đại học Giao thông vận tải đã tổ chức Hội thảo “Giảng dạy và Nghiên cứu khoa học cơ bản năm 2024”, tạo cơ hội cho chúng tôi được giao lưu và học hỏi kinh nghiệm từ các đồng nghiệp.

#### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Maurice D. Weir, Joel Hass, George B. Thomas., Thomas’ Calculus Early Transcendentals, Twelfth Edition, Pearson Education, Boston, New York, 2009.
- [2]. David Cherney, Tom Denton and Andrew Waldron, Linear Algebra, First Edition. California, 2013.
- [3]. Kỷ yếu Hội nghị “Phát triển và nâng cao chất lượng giáo dục trong bối cảnh mới”, Hiệp hội các trường ĐH&CD Việt Nam, 2022.

## NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG HỌC MÁY TRONG PHÁT HIỆN URL LỪA ĐẢO

**Đặng Thị Mai\***

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội.

\*Tác giả liên hệ: Email: maidt@utc.edu.vn

**Tóm tắt:** Cùng với sự phát triển của Internet thì những mối đe dọa xuất hiện ngày càng nhiều, nổi bật là mối đe dọa về các trang web lừa đảo. Thông qua các website này hacker có thể thực hiện các hành vi tấn công vào người dùng như xâm nhập hệ thống, đánh cắp các thông tin cá nhân quan trọng (tài khoản ngân hàng, mật khẩu...), lan truyền mã độc hay huy động tham gia cuộc tấn công vào mục tiêu khác. Bài toán phát hiện và cảnh báo những website lừa đảo đã được quan tâm và nghiên cứu rộng rãi trong và ngoài nước. Một trong những phương pháp để phát hiện website lừa đảo là phân tích các đường dẫn (URL) để phát hiện những URL bất thường. Trong báo cáo này, chúng tôi phân tích và tổng hợp một số phương pháp học máy để phát hiện ra các URL lừa đảo. Kết quả đánh giá thử nghiệm cho thấy các phương pháp học máy cho kết quả phát hiện cao, có thể áp dụng trong thực tế.

**Từ khóa:** website lừa đảo, đặc trưng url, SVM, decision tree.

### 1. MỞ ĐẦU

Các trang web lừa đảo là nền tảng cho các hoạt động của tội phạm trên Internet. Chúng lưu trữ nhiều nội dung không mong muốn khác nhau, từ các quảng cáo spam cho đến các hình thức khai thác nguy hiểm nhằm đánh cắp thông tin người dùng, gây thiệt hại về tài chính. Những trang web lừa đảo này đang ngày càng phổ biến hơn với những biến thể đa dạng, với những cách thức che dấu ngày càng tinh vi hơn. Các URL lừa đảo có thể được gửi tới người dùng thông qua email, tin nhắn văn bản, các cửa sổ pop-up trên trình duyệt web hoặc đính kèm thông tin quảng cáo điện tử. Khi người dùng vô tình truy vấn theo các URL lừa đảo, thì cũng là lúc tải về hệ thống của mình các phần mềm gây nguy cơ mất an toàn thông tin.

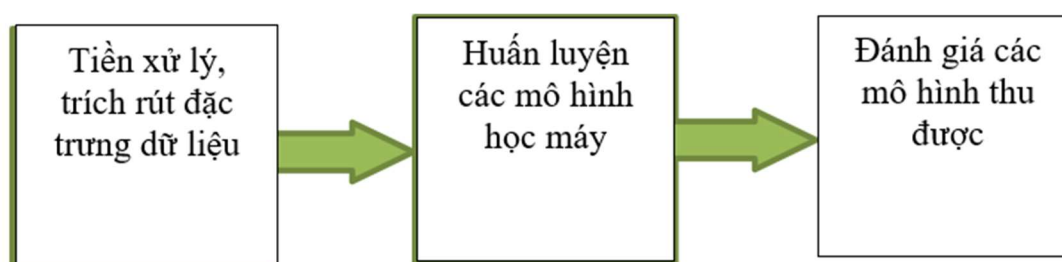
Trên thực tế đã có sự quan tâm rộng rãi trong việc phát triển các hệ thống để ngăn người dùng truy cập các trang web như vậy. Hiện nay, hướng tìm hiểu, nghiên cứu dựa vào các mô hình học máy để phân loại và phân tích các URL lừa đảo là phương pháp có tiềm năng. Phương pháp này cải thiện được những điểm yếu của các phương pháp truyền thống nhờ khả năng tổng quát hóa đối với cả các URL mới mà không cần cập nhật dữ liệu thường xuyên, kịp thời ngăn chặn các mối đe dọa mới cho người dùng.

Một số kết quả nghiên cứu ngoài nước, có thể kể đến như của tác giả Slihovic.I và các cộng sự [1] đã sử dụng mô hình học máy như Logistic Regression, Naive Bayes Classifier, Random Forest, Decision Tree và K- Nearest Neighbor dựa trên các đặc điểm được trích xuất từ cấu trúc từ vựng của tên miền, họ đã tạo ra tập dữ liệu về các tên miền và giải quyết được vấn đề về mất cân bằng dữ liệu, huấn luyện lỗi, phương sai và quá khớp dữ liệu. Mohammad Nazmul Alam và cộng sự đã đề xuất một hệ thống phát hiện các trang web lừa đảo bằng cách sử dụng Random Forest, Decision Tree [2]. Abdulhamit Subasi và cộng sự đã trình bày một hệ thống phát hiện lừa đảo thông minh sử dụng bộ dữ liệu UCI [4].

Bên cạnh đó việc nghiên cứu phát hiện và ngăn chặn các trang web lừa đảo cũng luôn là một chủ đề được các nhà bác học trong nước quan tâm nghiên cứu. Nhóm tác giả Lê Đắc Như và cộng sự [6] đề xuất phương pháp xây dựng cấu trúc DOM của website, sau đó sử dụng phương pháp so sánh sự tương đồng đồ thị giữa cấu trúc DOM-tree của hai website để phát hiện website lừa đảo. Nhóm tác giả Vũ Xuân Hạnh và cộng sự [7] nghiên cứu phương pháp trích chọn đặc trưng tinh từ tên miền và áp dụng các phương pháp học máy cơ bản trong phát hiện các website lừa đảo. Qua thử nghiệm, kết quả phát hiện website lừa đảo của phương pháp do nhóm tác giả đề xuất đạt độ chính xác 94.7% trên bộ dữ liệu kaagle <https://www.kaggle.com/datasets/shashwatwork/web-page-phishing-detection-dataset>

## 2. NỘI DUNG

Các bước chung để ứng dụng mô hình học máy trong phát hiện URL lừa đảo cũng tương tự ứng dụng học máy để giải quyết các bài toán khác, cụ thể được trình bày trong Hình 1.



**Hình 1.** Quy trình ứng dụng mô hình học máy trong phát hiện URL lừa đảo

Trong phần này chúng tôi nghiên cứu các đặc trưng trích xuất từ URL, cụ thể là mô tả cách trích xuất 30 đặc trưng URL của bộ dữ liệu UCI. Đồng thời nghiên cứu và ứng dụng một số mô hình học máy trong phát hiện URL lừa đảo.

### 2.1. Tiền xử lý dữ liệu

Để có thể áp dụng phương pháp học máy ta cần tiền xử lý dữ liệu đầu vào bằng cách biểu diễn các thuộc tính của URL thành các vector đặc trưng, trong đó trích xuất được những đặc điểm nhận biết các URL lừa đảo. Qua nghiên cứu có 4 nhóm trích xuất đặc trưng chính gồm:

- a. Trích rút đặc trưng dựa trên thanh địa chỉ
- b. Trích rút đặc trưng dựa trên tính bất thường
- c. Trích rút đặc trưng dựa trên html & javascript
- d. Các thuộc tính dựa trên thông tin tên miền

### **Các thuộc tính dựa trên thanh địa chỉ**

1. *Sử dụng địa chỉ IP thay cho tên miền*: Nếu địa chỉ IP được sử dụng thay thế cho tên miền trong URL, chẳng hạn như "<http://135.58.3.723/fake.html>" thì người dùng có thể nghi ngờ rằng ai đó đang cố lấy cắp thông tin cá nhân của họ.

2. *URL dài để ẩn phần đáng ngờ*: Những kẻ lừa đảo có thể sử dụng URL dài để ẩn phần đáng ngờ trong thanh địa chỉ. Trung bình độ dài của URL hợp lệ xấp xỉ 45.7 ký tự, do đó nếu độ dài của URL lớn bằng 60 ký tự thì URL đó có khả năng là lừa đảo.

3. *Sử dụng dịch vụ rút ngắn URL "TinyURL"*: Rút ngắn URL là một phương pháp trên "World Wide Web", trong đó URL có thể được tạo độ dài nhỏ hơn đáng kể và vẫn dẫn đến trang web được yêu cầu. Điều này được thực hiện nhờ "HTTP Redirect" trên một tên miền ngắn, liên kết đến trang web có URL dài.

4. *URL có biểu tượng "@"*: Việc sử dụng biểu tượng "@" trong URL khiến trình duyệt bỏ qua mọi thứ đứng trước biểu tượng "@" và địa chỉ thực thường đứng sau biểu tượng "@". Nên URL có sử dụng biểu tượng "@" thì nghi ngờ là URL không hợp pháp.

5. *Chuyển hướng bằng "//"*: Sự tồn tại của "/" trong đường dẫn URL có nghĩa là người dùng sẽ được chuyển hướng đến một trang web khác trong quá trình sử dụng trang web, chẳng hạn: "<http://www.legitimate.com//http://www.phishing.com>".

6. *Thêm tiền tố hoặc hậu tố được phân tách bằng (-) vào tên miền*: Biểu tượng dấu gạch ngang khi được sử dụng trong các URL hợp pháp. Những kẻ lừa đảo có xu hướng thêm tiền tố hoặc hậu tố được phân tách bằng (-) vào tên miền để người dùng cảm thấy rằng họ đang xử lý một trang web hợp pháp, chẳng hạn như: <http://www.facebook.com/>.

7. *Sub Domain và Multi Sub Domains*: Giả sử với liên kết sau: <http://www.utc.edu.vn/students/>. Tên miền có thể bao gồm các miền cấp cao nhất mã quốc gia (country-code top-level domain ccTLD), trong ví dụ là "vn". Phần "edu" là viết tắt của "education", "edu.vn" kết hợp được gọi là miền cấp hai (second level domain) và "utc" là tên thực của miền. Để đưa ra quy tắc trích xuất tính năng này, trước tiên phải loại bỏ (www.) khỏi URL mà trên thực tế, bản thân nó là một miền phụ. Sau đó, chúng ta phải xóa ccTLD nếu nó tồn tại. Cuối cùng, chúng ta đếm số chấm còn lại. Nếu số lượng dấu chấm lớn hơn một, thì URL được phân loại là "Đáng ngờ" vì nó có một tên miền phụ. Tuy nhiên, nếu các dấu chấm lớn hơn hai, nó được phân loại là "Lừa đảo" vì nó sẽ có nhiều miền phụ. Nếu URL không có miền phụ thì sẽ chỉ định "Hợp pháp".

8. *HTTPS*: Sự tồn tại của HTTPS rất quan trọng trong việc tạo tin tưởng về tính hợp pháp của trang web, và là chỉ dấu cho URL lành tính. Tuy nhiên, URL bắt đầu bằng https là chưa đủ, và vẫn có những url chứa https nhưng là website lừa đảo.

9. *Thời lượng đăng ký miền*: Dựa trên thực tế là một trang web lừa đảo tồn tại trong một khoảng thời gian ngắn, các miền đăng tin cậy thường được thanh toán trước vài năm. Trong tập dữ liệu, các miền gian lận lâu nhất chỉ được sử dụng trong một năm.

10. *Favicon*: Favicon là biểu tượng thu nhỏ của một website, nó hiển thị ngay bên cạnh tên của trang web như một logo thu nhỏ, được sử dụng với mục đích giúp người truy cập phân biệt được các website mà mình đang mở trên trình duyệt một cách dễ dàng. Nếu biểu tượng được tải từ một miền khác với miền được hiển thị trên thanh địa chỉ, thì trang web có thể bị coi là lừa đảo.

11. *Sử dụng các cổng đặc biệt*: Đặc trưng này hữu ích trong việc xác thực nếu một dịch vụ cụ thể mở trên một máy chủ cụ thể. Theo mặc định, một số tường lửa, máy chủ proxy và NAT sẽ chặn tất cả hoặc hầu hết các cổng và chỉ mở những cổng được chọn trước. Nếu tất cả các cổng đều mở, những kẻ lừa đảo có thể chạy hầu hết mọi dịch vụ mà chúng muốn và kết quả là thông tin người dùng có thể bị đe dọa.

12. *Sự tồn tại của HTTPS token trong phần domain của URL*: Những kẻ lừa đảo có thể thêm token “HTTPS” vào phần domain của URL để lừa người dùng, ví dụ như: <http://https-www-paypal-it-webapps-mpp-home.soft-hair.com/>.

### **Các thuộc tính dựa trên bất thường**

13. *Request URL*: Request URL kiểm tra xem các đối tượng bên ngoài có trong trang web như hình ảnh, video và âm thanh có được tải lên từ một miền khác hay không. Trong các trang web hợp pháp, địa chỉ trang web và hầu hết các đối tượng được nhúng trong trang web đang chia sẻ cùng một miền.

14. *Anchor URL*: Anchor là một phần tử được xác định bởi thẻ <a>. Thuộc tính này cũng được xem xét tương tự như "request URL".

15. *Các liên kết trong thẻ <Meta>, <Script> và <Link>*: Các trang web hợp pháp thường sử dụng thẻ <Meta> để cung cấp siêu dữ liệu về tài liệu HTML; Các thẻ <Script> để tạo một kịch bản phía máy khách; và các thẻ <Link> để truy xuất các tài nguyên web khác.

16. *Server Form Handle (SFH)*: Các SFH có chứa chuỗi trống hoặc “about: blank” được coi là đáng nghi ngờ vì cần phải thực hiện hành động đối với thông tin đã gửi. Ngoài ra, nếu tên miền trong SFH khác với tên miền của trang web, điều này cho thấy rằng trang web đáng ngờ vì thông tin đã gửi hiếm khi được xử lý bởi các miền bên ngoài.

17. *Gửi thông tin đến email*: Biểu mẫu web cho phép người dùng gửi thông tin cá nhân của mình được chuyển hướng đến máy chủ để xử lý. Kẻ lừa đảo có thể chuyển hướng thông tin của người dùng đến email cá nhân của anh ta. Vì vậy, ngôn ngữ script phía máy chủ có thể được sử dụng, chẳng hạn như hàm “mail ()” trong PHP.

18. *URL bất thường*: Tính năng này có thể được trích xuất từ cơ sở dữ liệu WHOIS. Đối với một trang web hợp pháp, danh tính thường là một phần của URL.

## Các thuộc tính dựa trên HTML và Javascript

19. *Chuyển tiếp trang web*: Điểm mấu chốt để phân biệt các trang web lừa đảo với các trang web hợp pháp là số lần một trang web đã được chuyển hướng. Kết quả thống kê cho thấy, các trang web hợp pháp chuyển hướng tối đa một lần, các trang web lừa đảo chứa tính năng này chuyển hướng ít nhất 4 lần.

20. *Tùy chỉnh thanh trạng thái*: Những kẻ lừa đảo có thể sử dụng JavaScript để hiển thị URL giả trên thanh trạng thái cho người dùng. Để trích xuất tính năng này, chúng ta phải tìm hiểu mã nguồn của trang web, đặc biệt là sự kiện “onMouseOver” và kiểm tra xem nó có thực hiện bất kỳ thay đổi nào trên thanh trạng thái hay không.

21. *Tắt chuột phải*: Những kẻ lừa đảo sử dụng JavaScript để tắt chức năng nhấp chuột phải, để người dùng không thể xem và lưu mã nguồn trang web.

22. *Sử dụng popUpWindow*: Tính năng này đã được sử dụng trong một số trang web hợp pháp và mục tiêu chính của nó là cảnh báo người dùng về các hoạt động gian lận hoặc phát đi thông báo chào mừng.

23. *IFrame Redirection*: IFrame là một thẻ HTML được sử dụng để hiển thị một trang web bổ sung thành một trang web hiện đang được hiển thị. Những kẻ lừa đảo có thể sử dụng thẻ “iframe” và làm cho nó ẩn đi tức là không có viền khung.

## Các thuộc tính dựa thông tin tên miền

24. *Tuổi tên miền*: Thuộc tính này có thể được trích xuất từ cơ sở dữ liệu WHOIS. Hầu hết các trang web lừa đảo đều tồn tại trong một khoảng thời gian ngắn. Trong tập dữ liệu, tuổi tối thiểu của miền hợp pháp là 6 tháng.

25. *DNS record*: Đối với các trang web lừa đảo, danh tính không được cơ sở dữ liệu WHOIS công nhận hoặc không có bản ghi nào được thiết lập cho tên máy chủ. Nếu bản ghi DNS trống hoặc không được tìm thấy thì trang web được phân loại là "Lừa đảo", nếu không nó được phân loại là "Hợp pháp".

26. *Lưu lượng truy cập trang web*: Thuộc tính này đo lường mức độ phổ biến của trang web bằng cách xác định số lượng người truy cập và số lượng trang họ truy cập. Thông thường các trang web hợp pháp được xếp hạng trong số 100.000 trang hàng đầu. Nếu tên miền không có lưu lượng truy cập hoặc không được cơ sở dữ liệu Alexa nhận dạng, nó có khả năng là website lừa đảo.

27. *Xếp hạng trang*: Xếp hạng trang (PageRank) là một giá trị nằm trong khoảng từ “0” đến “1”. PageRank nhằm mục đích đo lường mức độ quan trọng của một trang web trên Internet. Giá trị PageRank càng lớn thì trang web càng quan trọng. Trong bộ dữ liệu khoảng 95% trang web lừa đảo không có xếp hạng trang. Hơn nữa 5% trang web lừa đảo còn lại có thể đạt giá trị xếp hạng trang lên đến “0,2”.

28. *Google Index*: Thuộc tính này kiểm tra xem một trang web có nằm trong chỉ mục của Google hay không. Khi một trang web được Google lập chỉ mục, nó sẽ được hiển thị trên kết quả tìm kiếm. Thông thường, các trang web lừa đảo chỉ có thể truy cập được trong một thời gian ngắn và do đó, nhiều trang lừa đảo có thể không được tìm thấy trong chỉ mục của Google.



29. *Số lượng liên kết trở đến trang*: Số lượng liên kết trở đến trang web cho biết mức độ hợp pháp của nó, ngay cả khi một số liên kết có cùng tên miền. Trong tập dữ liệu, do tuổi thọ ngắn, 98% các website lừa đảo không có liên kết trở đến chúng. Mặt khác, các trang web hợp pháp có ít nhất 2 liên kết bên ngoài trở đến chúng.

30. *Thuộc tính dựa trên báo cáo thống kê*: Một số bên như PhishTank và StopBadware lập nhiều báo cáo thống kê về các trang web lừa đảo tại mọi khoảng thời gian nhất định; một số là hàng tháng và một số khác là hàng quý.

## **2.2. Một số thuật toán học máy**

Trong bài báo này, chúng tôi thử nghiệm và đánh giá kết quả của sáu mô hình học máy, trong đó tập trung phân tích hai thuật toán có khả năng phân loại tốt các dữ liệu rời rạc nhiều chiều là Cây quyết định (Decision tree) và Rừng ngẫu nhiên (Random Forest).

### **a. Thuật toán Cây quyết định (Decision tree)**

Decision tree là một mô hình huấn luyện có nhãn (supervised learning), có thể được áp dụng vào cả hai bài toán phân lớp và hồi quy. Mỗi một nút trong (internal node) tương ứng với một biến; đường nối giữa nó với nút con của nó thể hiện một giá trị cụ thể cho biến đó. Mỗi nút lá đại diện cho giá trị dự đoán của biến mục tiêu, cho trước các giá trị của các biến được biểu diễn bởi đường đi từ nút gốc tới nút lá đó. Kỹ thuật học máy dùng trong cây quyết định được gọi là học bằng cây quyết định, hay chỉ gọi với cái tên ngắn gọn là cây quyết định.

Decision Trees gồm 3 phần chính: 1 nút gốc (root node), những nút lá (leaf nodes) và các nhánh của nó (branches). Nút gốc là điểm bắt đầu của cây quyết định và cả hai nút gốc và nút chứa câu hỏi hoặc tiêu chí để được trả lời. Nhánh biểu diễn các kết quả của kiểm tra trên nút. Hiệu quả phân lớp của cây quyết định phụ thuộc rất lớn vào tập dữ liệu huấn luyện (training data).

Trong huấn luyện Cây quyết định, thuật toán ID3 (Iterative Dichotomiser 3) là một trong những thuật toán phổ biến nhất. Nó được sử dụng để xây dựng một cây ra quyết định dựa trên quy tắc từ một tập dữ liệu xử lý một kết quả duy nhất ở mọi node lá (hoặc giảm thiểu lỗi trong mọi node lá). Để giảm thiểu lỗi trong mỗi node lá, ID3 sử dụng hàm Entropy và Information gain làm thước đo. Thuật toán được mô tả như sau:

Bước 1. Tính toán Entropy cho tập dữ liệu  $H(S)$ .

Bước 2. Đối với mọi thuộc tính  $x$  :

(a) Tính toán entropy cho tất cả các giá trị phân loại  $H(S, x)$ .

(b) Lấy entropy thông tin trung bình cho thuộc tính hiện tại.

(c) Information gain cho thuộc tính hiện tại  $G(S, x) = H(S) - H(S, x)$ .

Bước 3. Chọn thuộc tính có mức tăng thông tin cao nhất.

Bước 4. Lặp lại cho đến khi thu được cây mong đợi.

Giả sử, tại một nút trong cây, các điểm dữ liệu thuộc lớp  $C$  và tạo thành tập  $S$ ,  $p(c)$  là xác suất để các điểm dữ liệu thuộc lớp  $c$  ( $c \in C$ ). Sau đó:

$$H(S) = \sum_{c \in C} -p(c) \log(p(c)) \quad (1)$$

Giả sử, với thuộc tính  $x$ , các điểm dữ liệu được chia thành  $K$  nút con  $\{S_1, S_2, \dots, S_k\}$ ,  $p(c_k)$  là xác suất để các điểm dữ liệu thuộc  $S_k$  nút con ( $k \in K$ ). Sau đó:

$$H(S, x) = \sum_{k=1}^K p(c_k) H(S_k) \quad (2)$$

Các thuộc tính đã chọn dựa trên:

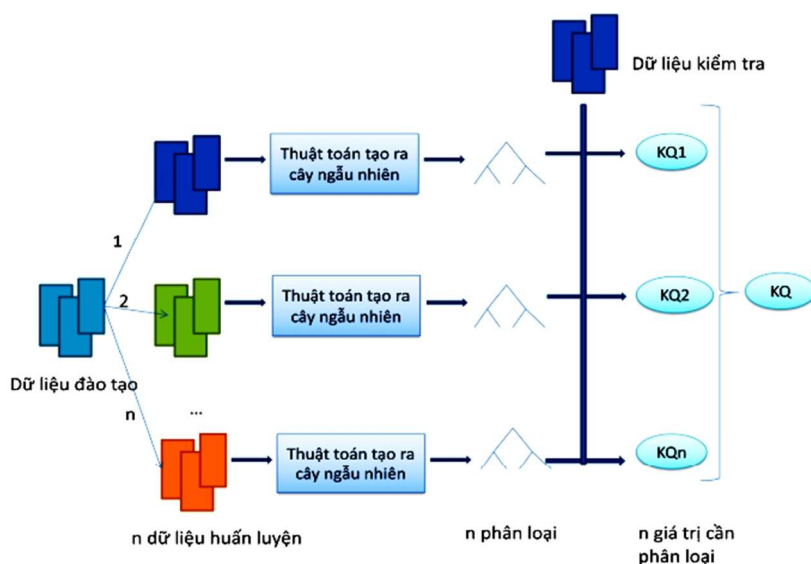
$$x^* = \operatorname{argmax} G(S, x) = \operatorname{argmin} H(S, x) \quad (3)$$

Thuật toán cây quyết định mang lại kết quả dự báo có độ chính xác cao, dễ dàng thực hiện, nhanh chóng trong việc huấn luyện. Bộ dữ liệu không nhất thiết phải quá lớn để tiến hành mô hình phân tích và thuật toán cây quyết định là phương pháp không sử dụng tham số nên không cần phải có giả định ban đầu về các quy luật phân phối như trong thống kê, do đó kết quả phân tích có được là khả quan. Tuy nhiên Thuật toán cây quyết định nếu áp dụng cho bộ dữ liệu phức tạp, nhiều biến và thuộc tính khác nhau có thể dẫn đến mô hình bị quá khớp với dữ liệu huấn luyện dẫn đến vấn đề không đưa ra kết quả phân loại chính xác khi áp dụng cho dữ liệu kiểm tra và dữ liệu mới.

### b. Thuật toán Random Forest

Random Forest là thuật toán học có giám sát, hoạt động bằng cách xây dựng vô số các cây quyết định trong thời gian đào tạo và đầu ra là tập hợp mô hình phân lớp hoặc hồi quy của những cây riêng biệt. Random forests tạo ra cây quyết định trên các mẫu dữ liệu được chọn ngẫu nhiên, được dự đoán từ mỗi cây và chọn giải pháp tốt nhất bằng cách bỏ phiếu.

Mô hình phân lớp với Random Forest:



**Hình 2.** Mô hình phân lớp với Random Forest

Giả sử bộ dữ liệu có  $n$  dữ liệu (sample) và mỗi dữ liệu có  $d$  thuộc tính.

*Quá trình xây dựng Random Forest:*

1. Lấy ngẫu nhiên  $n$  dữ liệu từ bộ dữ liệu với kỹ thuật Bootstrapping, hay còn gọi là **random sampling with replacement**. Tức khi ta lấy mẫu được 1 dữ liệu thì ta không bỏ dữ liệu đấy ra mà vẫn giữ lại trong tập dữ liệu ban đầu, rồi tiếp tục lấy mẫu cho tới khi mẫu đủ  $n$  dữ liệu. Khi dùng kỹ thuật này thì tập  $n$  dữ liệu mới của ta có thể có những dữ liệu bị trùng nhau.

2. Sau khi lấy mẫu được  $n$  dữ liệu từ bước 1, ta chọn ngẫu nhiên ở  $k$  thuộc tính ( $k < n$ ), ta được bộ dữ liệu mới gồm  $n$  dữ liệu và mỗi dữ liệu có  $k$  thuộc tính.

3. Dùng thuật toán ID3 để xây dựng cây quyết định với bộ dữ liệu ở bước 2  
Lặp lại các bước trên để tạo “ $n$ ” cây, chúng ta đã tạo ra được một Random Forest.

Quá trình đưa ra kết quả phân loại của Random Forest:

Để biểu diễn dự đoán sử dụng Random Forest đã huấn luyện, ta sử dụng các bước bên dưới:

1. Lấy các test features và sử dụng các Cây quyết định đã tạo ra để dự đoán kết quả, lưu nó vào một danh sách.

2. Tính toán số lượng vote trên toàn bộ Forest cho từng kết quả.

3. Lấy kết quả có số lượng vote lớn nhất làm kết quả cuối cho mô hình.

Do quá trình xây dựng mỗi cây quyết định đều có yếu tố ngẫu nhiên (random) nên kết quả là các cây quyết định trong thuật toán Random Forest có thể khác nhau.

Khi dùng thuật toán Random Forest, chúng ta hay đề ý các thuộc tính như: số lượng cây quyết định sẽ xây dựng, số lượng thuộc tính dùng để xây dựng cây. Ngoài ra, vẫn có các thuộc tính của thuật toán Decision Tree để xây dựng cây như độ sâu tối đa, số phần tử tối thiểu trong 1 node để có thể tách.

*Random Forest cũng được coi là một thuật toán rất dễ sử dụng và dễ tiếp cận, vì các siêu tham số của nó với các giá trị mặc định thường tạo ra một kết quả dự đoán tốt. Tuy nhiên số lượng lớn cây có thể làm cho thuật toán chậm và kém hiệu quả đối với các dự đoán thời gian thực.*

## **2.3. Đánh giá mô hình ứng dụng học máy trong phát hiện URL lừa đảo**

### ***a. Mô tả dữ liệu thực nghiệm***

Tập cơ sở dữ liệu URL Phishing do Đại học Cenergie (UCI) cung cấp trên trang Machine Learning Repository. Tập dữ liệu được thu thập bằng cách phân tích tập hợp 11054 liên kết, bao gồm 6157 liên kết hợp pháp và 4897 liên kết độc hại. Các URL độc hại được thu thập từ dịch vụ nguồn mở có tên PhishTank. Dịch vụ này cung cấp một tập hợp các URL lừa đảo ở nhiều định dạng như csv, json, xml,... được cập nhật hàng giờ.

Tài dữ liệu từ: [https://www.phishtank.com/developer\\_info.php](https://www.phishtank.com/developer_info.php). Các URL hợp pháp được lấy từ tập dữ liệu mở của Đại học New Brunswick, có đường dẫn tới bộ dữ liệu là: <https://www.unb.ca/cic/datasets/url-2016.html>. Các liên kết được gắn nhãn 1 nếu nó là trang web hợp pháp và bằng -1 nếu nó là trang web được sử dụng để lừa đảo. Bộ dữ liệu được chia thành tập huấn luyện và tập thử nghiệm với tỉ lệ 80/20.

Một mô hình phân loại đưa ra kết quả dự báo trên tập huấn thử nghiệm được thống kê trên bảng ma trận nhầm lẫn như trong bảng 2. Các chỉ số TP, FP, TN, FN lần lượt có ý nghĩa là:

- TP (True Positive): Tổng số trường hợp dự báo khớp Positive.
- TN (True Negative): Tổng số trường hợp dự báo khớp Negative.
- FP (False Positive): Tổng số trường hợp dự báo các quan sát thuộc nhãn Negative thành Positive.
- FN (False Negative): Tổng số trường hợp dự báo các quan sát thuộc nhãn Positive thành Negative.

		Kết quả thực	
		Positive	Negative
Dự đoán	Positive	TP-True Positive	FP-False Positive
	Negative	FN-False Negative	TN-True Negative

**Bảng 1.** Ma trận nhầm lẫn (Confusion matrix)

Để đánh giá kết quả của các mô hình, các độ đo sau sẽ được sử dụng:

Độ đo Accuracy:

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FN + FP} \quad (4)$$

Độ đo Precision:

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (5)$$

Độ đo Recall:

$$Recall = \frac{TP}{Total\ actual\ positive} = \frac{TP}{TP + FN} \quad (6)$$

Độ đo F1-Score:

$$F_1 = 2 \frac{Precision \cdot Recall}{Precision + Recall} \quad (7)$$

Kết quả đánh giá các mô hình học máy được thể hiện trong bảng 2.

Mô hình	accuracy	precision	recall	f1_score
Logistic Regression	0,929	0,935	0,943	0,939
KNN	0,950	0,950	0,946	0,948
SVM	0,925	0,925	0,943	0,934
Naïve Bayes	0,907	0,916	0,919	0,918
Decision Tree (DT)	0,958	0,964	0,961	0,962
Random Forest (RF)	<b>0,968</b>	<b>0,967</b>	<b>0,977</b>	<b>0,972</b>

**Bảng 2.** Kết quả đánh giá các mô hình

Kết quả thực nghiệm trong bảng 2 cho thấy mô hình học máy Random Forest cho kết quả tốt nhất ở các chỉ số đánh giá, với độ chính xác là 96,8%. Các mô hình khác cũng cho kết quả phát hiện URL lừa đảo trên 90%. Kết quả này cũng cho thấy khả năng ứng dụng các mô hình học máy trong phát hiện URL lừa đảo là có tiềm năng.

### 3. KẾT LUẬN

Các phân tích tổng hợp và kết quả thử nghiệm trong bài báo này cho thấy tiềm năng phát hiện các liên kết lừa đảo dựa vào các mô hình học máy. Trong các mô hình học máy được đánh giá, mô hình Random Forest có kết quả thử nghiệm cao nhất, với độ chính xác trong phát hiện URL lừa đảo là 96,8%. Các mô hình học máy còn có thể nâng cao hơn độ chính xác nếu cải tiến được hiệu suất của bước trích xuất đặc trưng hay tối ưu hóa tham số mô hình. Trong hướng nghiên cứu tiếp theo, chúng tôi sẽ nghiên cứu trích xuất thêm các đặc trưng từ URL với những thông tin liên quan đến bản chất của website, cũng như thử nghiệm các mô hình học sâu để nâng cao khả năng phát hiện URL lừa đảo.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Salihovic. I, Serdarevic. H, Kevric. J. The Role of Feature Selection in Machine Learning for Detection of Spam and Phishing Attacks. *Advanced Technologies, Systems, and Applications III*, Volume 60 ISBN : 978-3-030-02576-2 (2019).
- [2]. Mohammad. R, McCluskey.T.L, Thabtah. F. UCI Machine Learning Repository: Phishing Websites Data Set. Available online: <https://archive.ics.uci.edu/ml/index.php> (2023).
- [3]. Rami M. Mohammad, Fadi Thabtah, Lee McCluskey. Phishing Websites Features. School of Computing and Engineering. University of Huddersfield (2015).
- [4]. Rishikesh Mahajan, and Irfan Siddavatam. Phishing website detection using machine learning algorithms, *International Journal of Computer Applications*(0975-8887), vol. 181, no. 23 (2018).

- [5]. Khan. S.A, Khan. W, Hussain. A. Phishing Attacks and Websites Classification Using Machine Learning and Multiple Datasets (A Comparative Analysis). 16th International Conference, ICIC 2020, Bari, Italy, 2–5 October (2020).
- [6]. Le Dang Nguyen, Dac Nhuong Le, Le Trong Vinh. Detecting Phishing Web Pages based on DOM-Tree Structure and Graph Matching Algorithm- The Fifth International Symposium on Information and Communication Technologies, SoICT , December 4-5, 2014, Hanoi, Vietnam (2014).
- [7]. Vũ Xuân Hạnh, Trần Tiến Dũng, Đỗ Thị Uyển, Hoàng Việt Trung, Ngô Minh Phương. Phát hiện email url lừa đảo sử dụng học máy có giám sát (detect email urls phishing using supervised machine learning), Tạp chí ĐH Mở Hà Nội, 2(2023).

## PHÂN LOẠI CÁC ĐẠI SỐ CON ĐỐI CHIỀU 2 TRONG PHẦN DƯƠNG CỦA ĐẠI SỐ VIRASORO

Nguyễn Huy Hoàng\*

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

\*Tác giả liên hệ: Email: huyhoang@utc.edu.vn

**Tóm tắt:** Bài báo giải quyết bài toán phân loại các đại số con có đối chiều 2 trong phần dương của đại số Virasoro. Lớp các đại số con có chứa một phần tử nào đó có dạng  $L_k$  (với  $k \geq 1$  nào đó) được xác định hoàn chỉnh.

**Từ khóa:** Đại số Virasoro, đại số con, số đối chiều.

### 1. GIỚI THIỆU

Đại số Virasoro là một đại số Lie vô hạn chiều với nền là không gian tuyến tính

$$Vir = span\{L_k, C \mid k \in \mathbb{Z}\}. \quad (1.1)$$

Ngoặc Lie của đại số Virasoro được xác định bởi công thức

$$[L_m, L_n] = (n-m)L_{m+n} + \delta_{m+n,0} \frac{m^3 - m}{12} C, \quad [L_n, C] = 0. \quad (1.2)$$

Phần tử  $C$  trong (1.1), (1.2) được gọi là phần tử tâm. Ta gọi  $Vir_{\geq 1} = span\{L_k \mid k \geq 1\}$  là phần dương của đại số Virasoro. Dễ thấy  $Vir_{\geq 1}$  cũng là một đại số con của đại số Virasoro  $Vir$ .

Đại số Virasoro có nhiều ứng dụng trong hai lĩnh vực quan trọng của toán học, vật lý đó là lý thuyết các hệ khả tích và lý thuyết dây [1-4]. Việc nghiên cứu về biểu diễn đại số Virasoro được khởi xướng bởi B. L. Feigin, D. B. Fuchs năm 1982 [5-7] và sau đó thu hút được sự quan tâm phát triển của rất nhiều nhà toán học, vật lý học trong hơn 4 thập kỷ qua. Một yếu tố quan trọng để xây dựng và tìm kiếm các lớp biểu diễn mới của đại số Virasoro là sử dụng các đại số con nhất định của đại số Virasoro (xem [3, 4, 8]). Gần đây, các đại số con của đại số Virasoro có đối chiều 1 trong  $Vir_{\geq 1}$  đã được sử dụng để xây dựng một lớp phong phú các biểu diễn bất khả quy mới của đại số Virasoro [9, 10, 11]. Bài toán phân loại các đại số con của đại số Virasoro có đối chiều 1 trong  $Vir_{\geq 1}$  đã được đề cập từng phần trong các bài báo [9, 10] và sau đó được giải quyết triệt để trong bài báo [12]. Bài báo này hướng vào việc phân loại các đại số con có đối chiều 2 của  $Vir_{\geq 1}$ . Mục tiêu cụ thể của chúng tôi là xây dựng các kết quả phân loại hoàn chỉnh đối với lớp các đại số con  $A$  có đối chiều 2 của  $Vir_{\geq 1}$  mà tồn tại  $L_k \in A$  với  $k \in \mathbb{Z}_+$  nào đó.

## 2. PHÂN LOẠI ĐẠI SỐ CON CÓ ĐỐI CHIỀU 2 CỦA $V_{\text{ir}_{\geq 1}}$

Chúng tôi sẽ thực hiện một phần của bài toán phân loại các đại số con có đối chiều 2 của  $V_{\text{ir}_{\geq 1}}$ . Kết quả của mục này là đưa ra phân loại hoàn chỉnh cho các đại số con đối chiều 2 của  $V_{\text{ir}_{\geq 1}}$  có chứa một phần tử  $L_k$  với  $k \in \mathbb{Z}_+$  nào đấy. Có duy nhất một đại số con chứa phần tử  $L_1$  và có đối chiều 2 trong  $V_{\text{ir}_{\geq 1}}$ , nó đã được chỉ ra trong [12]. Tiếp theo trường hợp này, tất cả các đại số con có chứa phần tử  $L_2$  sẽ được xác định. Trong phần còn lại, chúng tôi đưa ra các kết quả ứng với những đại số con không chứa hai phần tử  $L_1, L_2$ .

### 2.1. Các đại số con chứa phần tử $L_1$

$V_{\text{ir}_{\geq 1}}$  chỉ có duy nhất một đại số con có đối chiều 2 và chứa phần tử  $L_1$ .

**Định lý 2.1**(xem [12]). Cho  $A$  là một đại số con của  $V_{\text{ir}_{\geq 1}}$  và có đối chiều là 2 trong  $V_{\text{ir}_{\geq 1}}$ . Nếu  $L_1 \in A$  thì

$$A = \text{span}\{L_1, L_k \mid k \geq 4\}. \quad (2.1)$$

□

**Mệnh đề 2.2.** Cho  $A$  là đại số con có đối chiều 2 của  $V_{\text{ir}_{\geq 1}}$ . Nếu  $L_p \in A$  với  $p \in \mathbb{N}^+$  nào đấy thì  $L_{kp} \in A$  với mọi  $k \geq 4$ .

*Chứng minh:* Nếu  $L_{4p} \in A$  thì ta suy ra được  $L_{kp} \in A$  với mọi  $k \geq 4$ . Ta cần chỉ ra là không xảy ra trường hợp  $L_{4p} \notin A$ . Thật vậy nếu  $L_{4p} \notin A$  thì ta suy ra được  $L_{2p} \notin A$  và  $L_{3p} \notin A$ . Trong không gian tuyến tính thương  $V_{\text{ir}_{\geq 1}} / A$  các phần tử  $L_{2p} + A, L_{3p} + A, L_{4p} + A$  tạo thành một hệ phụ thuộc tuyến tính. Ta liệt kê tất cả các tình huống được dẫn ra từ điều này:

- i)  $L_{4p} + aL_{3p} + bL_{2p} \in A$  với  $a, b \neq 0$ ;
- ii)  $L_{4p} + aL_{3p} \in A$  với  $a \neq 0$ ;
- iii)  $L_{4p} + bL_{2p} \in A$  với  $b \neq 0$ ;
- iv)  $L_{3p} + bL_{2p} \in A$  với  $b \neq 0$ .

Cả 4 tình huống ở trên đều sẽ dẫn tới  $L_{4p} \in A$  và được chỉ ra với cùng một phương pháp phân tích. Tuy nhiên  $L_{4p} \in A$  lại mâu thuẫn với giả thiết được nêu ra ở trên. Ta sẽ nêu rõ phân tích chi tiết cho tình huống (i) và nó giống với một phần chứng minh của Định lý 1.3 trong bài báo [12] mặc dù phức tạp hơn. Các tình huống còn lại đều có phân tích tương tự.

$$\text{Đặt } Y_0 = L_{4p} + aL_{3p} + bL_{2p}, Y_k = \frac{(k+1)(k+2)}{2} L_{(k+4)p} + (k+1)aL_{(k+3)p} + bL_{(k+2)p}.$$

Do  $Y_k$  tỷ lệ với  $\text{ad}_{L_p}^k(Y_0)$  nên  $Y_k \in A$ . Từ các phần tử này và ngoặc Lie  $[Y_0, Y_1]$  ta chỉ ra được  $Z_1 = 36aL_{8p} + (14a^2 - 15b)L_{7p} \in A$  và  $Z_2 = (2a^2 - 15b)L_{8p} - 2abL_{7p} \in A$ . Đặt  $a^2 = kb$ .



Nếu  $28k^2 - 168k + 255 \neq 0$  thì sử dụng Định lý Cramer ta suy ra  $L_{8p}, L_{7p} \in A$  và nó dẫn tới  $L_{4p} \in A$ . Nếu trái lại thì sử dụng các ngoặc Lie  $[Y_0, Z_1], [Y_0, Z_2]$  và  $Y_7$  ta suy ra hai phân tử

$$(8a^2 - 60b)L_{12p} + (10a^3 + 279ab)L_{11p} + (84a^2b - 90b^2)L_{10p} \\ 48aL_{12p} + (885b - 766a^2)L_{11p} + (252ab - 168a^3)L_{10p}$$

đều là phân tử của  $A$ . Sử dụng hai phân tử này,  $Y_8$  và Định lý Cramer ta suy ra  $L_{12p}, L_{11p}, L_{10p} \in A$  và nó cũng dẫn tới  $L_{4p} \in A$ . Mệnh đề đã được chứng minh.  $\square$

## 2.2. Các đại số con chứa phân tử $L_2$

**Định lý 2.3.** Cho  $A$  là đại số con có đối chiều 2 của  $Vir_{\geq 1}$ . Nếu  $L_2, L_3 \in A$  thì

$$A = \text{span}\{L_2, L_3, L_k \mid k \geq 5\}. \quad (2.2)$$

*Chứng minh:* Vì  $L_2, L_3 \in A$  nên  $L_1 \notin A$  và  $L_{2k+1} \in A$  với mọi  $k \geq 2$ . Sử dụng Mệnh đề 2.2, từ  $L_2 \in A$  ta có  $L_{2k} \in A$  với mọi  $k \geq 4$ . Kế tiếp, ta chỉ ra  $L_6 \in A$ . Thực vậy, nếu trái lại  $L_6 \notin A$  thì điều này dẫn tới  $L_4 \notin A$ . Vì thế  $\{L_1 + A, L_4 + A, L_6 + A\}$  là hệ sinh gồm 3 phân tử khác 0 của  $Vir_{\geq 1}/A$ . Ta suy ra tiếp theo rằng, hoặc  $L_4 + aL_1 \in A$  hoặc  $L_6 + aL_4 + bL_1 \in A$  với  $a, b \in \mathbb{C}$  nào đấy. Tình huống  $L_4 + aL_1 \in A$  sẽ dẫn tới  $[L_3, L_4 + aL_1] \in A$  và hệ quả là  $L_4 \in A$  nhưng đây lại là một mâu thuẫn. Tình huống còn lại  $L_6 + aL_4 + bL_1 \in A$  cũng dẫn tới  $L_4 \in A$  hoặc  $L_6 \in A$  và ta lại gặp mâu thuẫn. Như vậy  $L_6 \in A$  và ta nhận được bao hàm thức

$$\text{span}\{L_2, L_3, L_k \mid k \geq 5\} \subset A. \quad (2.3)$$

Dễ dàng chỉ ra rằng bao hàm thức trong (2.3) phải là dấu bằng.  $\square$

**Định lý 2.4.** Cho  $A$  là đại số con có đối chiều 2 của  $Vir_{\geq 1}$ . Nếu  $L_2 \in A, L_3 \notin A$  thì

$$A = \text{span}\{L_2, L_4 + aL_3, L_k \mid k \geq 5\}. \quad (2.4)$$

*Chứng minh:* Do  $L_2 \in A$  nên  $L_1 \notin A$  và  $L_{2k} \in A$  với mọi  $k \geq 4$ . Nếu  $L_1 + A$  và  $L_3 + A$  là hai phân tử phụ thuộc tuyến tính trong thương  $Vir_{\geq 1}/A$  thì tồn tại  $a \in \mathbb{C}^*$  để  $L_3 + aL_1 \in A$ . Từ ngoặc Lie  $[L_3 + aL_1, ad_{L_2}(L_3 + aL_1)]$  ta nhận được  $2L_6 - aL_4 \in A$ . Sử dụng  $[L_2, 2L_6 - aL_4] \in A$  ta chỉ ra được  $L_4, L_6 \in A$ . Áp dụng Định lý Cramer cho hai phân tử của  $A$  là  $ad_{L_2}^2(L_3 + aL_1), ad_{L_4}(L_3 + aL_1)$ , ta thu được  $L_5, L_7 \in A$ . Tuy nhiên với  $L_3, L_7 \in A$ , hệ  $\{L_1 + A, L_3 + A\}$  là một hệ sinh của không gian thương  $Vir_{\geq 1}/A$  và điều này mâu thuẫn với  $\dim(Vir_{\geq 1}/A) = 2$ .

Trường hợp còn lại,  $L_1 + A$  và  $L_3 + A$  là hai phân tử độc lập tuyến tính trong không gian thương  $Vir_{\geq 1}/A$ . Khi đó, với mỗi  $k \geq 4$ , tồn tại duy nhất cặp số phức  $a_k, b_k \in \mathbb{C}$  sao cho  $L_k + a_k L_3 + b_k L_1 \in A$ . Sử dụng đẳng thức  $[L_2, L_k + a_k L_3 + b_k L_1] = (k-2)L_{k+2} + a_k L_5 - b_k L_3$  ta nhận được

$$\begin{aligned}(k-2)a_{k+2} + a_5a_k + b_k &= 0 \\ (k-2)b_{k+2} + b_5a_k &= 0\end{aligned}\tag{2.5}$$

Từ (2.5) ta thu được

$$a_7 = -\frac{1}{3}(a_5^2 + b_5); \quad b_7 = -\frac{1}{3}a_5b_5; \quad a_9 = \frac{1}{15}(a_5^3 + 2a_5b_5); \quad b_9 = \frac{1}{15}(a_5^2b_5 + b_5^2).\tag{2.6}$$

Tiếp theo, sử dụng các đẳng thức trong (2.6) và ngoặc Lie

$$[L_7 + a_7L_3 + b_7L_1, L_9 + a_9L_3 + b_9L_1] = 2L_{16} + 6a_7L_{12} + (8b_7 - 4a_9)L_{10} - 6b_9L_8 + 2(b_7a_9 - a_7b_9)L_4,$$

ta thu được  $b_5^3L_4 \in A$ . Hệ quả là  $L_4 \in A$  hoặc  $b_5 = 0$ .

Nếu  $L_4 \in A$  thì  $L_{2k} \in A, \forall k \geq 1$ . Kế tiếp, sử dụng  $[L_4, L_5 + a_5L_3 + b_5L_1] = L_9 - a_5L_7 - 3b_5L_5 \in A$  ta thu được  $a_5(6a_5^2 - 38b_5) = b_5(6a_5^2 - 39b_5) = 0$ . Từ đây ta chỉ ra được  $a_5 = b_5 = 0$  và hệ quả là  $L_5 \in A$ . Sử dụng  $L_2, L_5 \in A$  ta thu được  $L_{2k+1} \in A$  với mọi  $k \geq 2$ . Như vậy ta có bao hàm thức

$$\text{span}\{L_2, L_k \mid k \geq 4\} \subset A.\tag{2.7}$$

Để dàng chỉ ra được bao hàm thức trong (2.7) phải là dấu bằng và đây là một trường hợp riêng của (2.4) ứng với  $a = 0$ .

Ta xét tình huống còn lại  $L_4 \notin A$  và  $b_5 = 0$ . Với tình huống này phương trình thứ hai của (2.5) cho thấy rằng  $b_k = 0, \forall k \geq 5$ . Từ (2.5) ta cũng nhận được (với  $b_5 = 0$ ) các đẳng thức  $a_6 = -\frac{1}{2}(a_4a_5 + b_4)$  và  $a_8 = \frac{1}{8}a_5(a_4a_5 + b_4)$ . Do  $a_8 = 0$  nên  $a_5 = 0$  hoặc  $a_4a_5 + b_4 = 0$ .

Nếu  $a_5 = 0$  thì ta có  $L_5 \in A$  và hệ quả là  $L_{2k+1} \in A, \forall k \geq 2$ . Sử dụng  $L_4 \notin A$  và ngoặc Lie

$$[L_4 + a_4L_3 + b_4L_1, L_6 + a_6L_3] = (2L_{10} + 3a_4L_9 + (5b_4 - a_6)L_7) + 2a_6b_4L_4$$

ta suy ra được  $a_6b_4 = 0$ . Từ đây ta thu được  $a_6 = 0$  hoặc  $b_4 = 0$ . Tuy nhiên, cả hai tình huống đều được quy về  $a_6 = b_4 = 0$ . Thật vậy, nếu  $b_4 = 0$  thì  $a_4 \neq 0$  và ngoặc Lie  $[L_2, L_4 + a_4L_3] = 2L_6 + a_4L_5$  cho thấy rằng  $L_6 \in A$  hay là  $a_6 = 0$ . Kế tiếp, nếu  $a_6 = 0$  thì sử dụng  $L_3 \notin A$  và ngoặc Lie  $[L_2, L_4 + a_4L_3 + b_4L_1] = (2L_6 + a_4L_5) - b_4L_3$  ta lại thu được  $b_4 = 0$ .

Sử dụng  $a_6 = b_4 = 0$ , hay là  $L_6 \in A, L_4 + aL_3 \in A, a \neq 0$  (sử dụng  $a$  thay thế cho  $a_4$ ) ta nhận được bao hàm thức

$$\text{span}\{L_2, L_4 + aL_3, L_k \mid k \geq 5\} \subset A.\tag{2.8}$$

Để dàng chỉ ra được bao hàm thức trong (2.8) phải là dấu bằng.

Nếu  $a_4a_5 + b_4 = 0$  thì  $a_6 = 0$  và  $L_6 \in A$ . Sử dụng (2.6) và ngoặc Lie

$$[L_4 + a_4L_3 + b_4L_1, L_5 + a_5L_3] = (L_9 - a_5L_7) + (2a_4L_8 + 4b_4L_6) + 2b_4a_5L_4$$

ta thu được  $\frac{7}{15}a_5^3 + 2b_4a_5a_4 = 2b_4^2a_5 = 0$  và hệ quả là  $a_5 = 0$ . Như vậy kết quả vẫn giống như tình huống đã xét ở trước. Định lý đã được chứng minh.  $\square$

### 2.3. Các đại số con không chứa hai phần tử $L_1, L_2$

Ta bắt đầu tiêu mục này bằng tình huống các phần tử  $L_1 + A, L_2 + A$  độc lập tuyến tính trong không gian thương  $Vir_{\geq 1} / A$ .

**Định lý 2.5.** Cho  $A$  là đại số con có đối chiều 2 của  $Vir_{\geq 1}$ . Nếu các phần tử  $L_1 + A, L_2 + A$  độc lập tuyến tính trong  $Vir_{\geq 1} / A$  và tồn tại  $p \geq 3$  sao cho  $L_p \in A$  thì

$$A = \text{span}\{L_3 + aL_2 + bL_1, L_k \mid k \geq 4\}, \quad a, b \in \mathbb{C}, \quad (2.9)$$

hoặc là

$$A = \text{span}\{L_3 + aL_2, L_4 + bL_2, L_k \mid k \geq 5\}, \quad a, b \in \mathbb{C}. \quad (2.10)$$

*Chứng minh:* Từ  $L_p \in A$  ta suy ra  $L_{kp} \in A$  với mọi  $k \geq 4$ . Thêm nữa, từ giả thiết ta cũng suy ra rằng, với mỗi  $p \geq 3$  tồn tại duy nhất một cặp số phức  $(a_p, b_p)$  sao cho  $L_p + a_pL_2 + b_pL_1 \in A$ . Ta cần chia ra các trường hợp  $L_3 \in A$  và  $L_3 \notin A$ .

*Trường hợp  $L_3 \in A$ .*

Ta cần chia trường hợp này thành các tình huống khác nhau của hai tham số  $a_4, b_4$ .

Trước hết ta xét tình huống  $b_4 \neq 0$ . Do  $L_3 \in A$  thì ta có  $L_{3k} \in A$  với mọi  $k \geq 4$ . Tính toán trực tiếp ta nhận được các đẳng thức

$$(ad_{L_3}^4 + 35ad_{L_2}) (L_4 + a_4L_2 + b_4L_1) = -430a_4L_{14} - 441b_4L_{13},$$

$$(ad_{L_3}^4 - 26180ad_{L_2}) (ad_{L_3}^4 + 35ad_{L_2}) (L_4 + a_4L_2 + b_4L_1) = -5882940b_4L_{25}.$$

Từ đây ta chỉ ra được  $L_{25}, L_{26} \in A$ . Sử dụng  $L_3, L_{24}, L_{25}, L_{26} \in A$  ta chỉ ra được  $L_k \in A$  với mọi  $k \geq 24$ . Đặt  $X = L_4 + a_4L_2 + b_4L_1$ . Dễ dàng thấy rằng với mỗi  $k \geq 1$ , phần tử  $ad_X^k(L_3)$  có dạng  $P_k + (k+1)!b_4^kL_{3+k}$ , trong đó  $P_k$  là một tổ hợp tuyến tính của  $L_{4+k}, L_{5+k}, \dots, L_{3+4k}$ . Do đó, ta chỉ ra được  $L_{23}, L_{22}, \dots, L_4$  là các phần tử của  $A$ . Tuy nhiên  $L_4 \in A$  lại gây ra mâu thuẫn với  $b_4 \neq 0$ .

Tiếp theo ta xét tình huống  $b_4 = 0$  và  $a_4 \neq 0$ . Do  $(ad_{L_3}^4 + 35ad_{L_2}) (L_4 + a_4L_2) = -430a_4L_{14}$  nên  $L_{14} \in A$ . Sử dụng ngoặc Lie  $[L_{12}, L_4 + a_4L_2]$  ta suy ra  $L_{16} \in A$ . Từ  $L_3, L_{14}, L_{15}, L_{16} \in A$  ta dễ dàng chỉ ra được  $L_k \in A$  với mọi  $k \geq 14$ . Tính

toán các phần tử  $ad_X^k(L_3)$  với  $X = L_4 + a_4L_2$  ta chỉ ra được  $L_5, L_7, \dots, L_{13} \in A$ . Sử dụng các ngoặc Lie  $[L_3, L_5]$  và  $ad_{L_3}^2(L_4 + a_4L_2)$  ta thu được  $L_8, L_{10} \in A$ . Xét các ngoặc Lie  $[L_4 + a_2L_2, L_6 + a_6L_2 + b_6L_1]$  và  $[L_5, L_6 + a_6L_2 + b_6L_1]$ , ta chỉ ra được  $L_6 \in A$ . Các phân tích đã thực hiện cho thấy rằng  $A$  là đại số con có mô tả trong (2.10), với  $a = 0, b = a_4$ .

Tình huống còn lại là  $L_4 \in A$ , nghĩa là  $a_4 = b_4 = 0$ . Dễ dàng chỉ ra được  $L_7 \in A$  và  $L_k \in A$  với mọi  $k \geq 10$ . Nếu  $a_5, b_5$  không đồng thời bằng không thì bằng cách tác động liên tiếp toán tử  $ad_{L_5+a_5L_2+b_5L_1}$  vào  $L_3$  ta sẽ nhận được  $L_5 \in A$  và đây là một mâu thuẫn. Do đó  $L_5 \in A$  và ta suy ra  $L_8, L_9 \in A$ . Sử dụng các ngoặc Lie  $[L_4, L_6 + a_6L_2 + b_6L_1]$  và  $[L_5, L_6 + a_6L_2 + b_6L_1]$ , ta chỉ ra được  $L_6 \in A$ . Như vậy  $A = span\{L_k | k \geq 3\}$  và đây là một trường hợp riêng của cả (2.9) và (2.10).

*Trường hợp*  $L_3 \notin A$ .

Ta cần sử dụng bổ đề sau.

**Bổ đề 2.6.** *Với các giả thiết của Định lý 2.5, nếu  $L_3 \notin A$  thì tồn tại  $p_0$  để  $L_k \in A, \forall k \geq p_0$ .*

*Chứng minh của bổ đề:* Đầu tiên, ta xét tình huống  $a_3 \neq 0, b_3 \neq 0$ . Tính toán trực tiếp ta nhận được

$$\left( (4-3p)ad_{L_p}^4 - 3(9-p^2)(2p+3)ad_{L_{4p}} \right) (L_3 + a_3L_2 + b_3L_1) = Q(p)a_3L_{4p+2} + R(p)b_3L_{4p+1},$$

trong đó  $Q(p), R(p)$  là các đa thức bậc 4 của  $k$  không có nghiệm nguyên. Tiếp tục tính toán như vậy ta nhận được

$$\left( 2ad_{L_p}^4 - (3p+2)(4p+2)(5p+2)(6p+2)ad_{L_{4p}} \right) (Q(p)a_3L_{4p+2} + R(p)b_3L_{4p+1}) = T(p)R(p)b_3L_{8p+1},$$

trong đó  $T(p)$  là một đa thức bậc 4 của  $p$ , chỉ có duy nhất 1 nghiệm nguyên là 1. Từ đây ta suy ra được là  $L_{8p+1} \in A$ . Kết hợp  $L_{8p+1} \in A$  và  $ad_{L_{4p}}(Q(p)a_3L_{4p+2} + R(p)b_3L_{4p+1}) \in A$  ta thu được  $L_{8p+2} \in A$ . Sử dụng  $L_{8p}, L_{8p+1}, L_{8p+2} \in A$  và  $L_3 + a_3L_2 + b_3L_1 \in A$  ta chỉ ra được  $L_k \in A, \forall k \geq 8p$ .

Kế tiếp ta xét tình huống  $a_3 = 0, b_3 \neq 0$ . Từ các tính toán đã thực hiện ta có  $L_{4p+1} \in A$ . Do đó  $L_{8p+1} = [L_{4p}, L_{4p+1}]$  và  $(4p-2)L_{4p+4} + 4pb_3L_{4p+2} = [L_3 + b_3L_1, L_{4p+1}]$  là các phần tử của  $A$ . Sử dụng các toán tử  $ad_{L_p}^4, ad_{L_{4p}}$  tác động lên  $(4p-2)L_{4p+4} + 4pb_3L_{4p+2}$ , ta chỉ ra được  $L_{8p+2} \in A$ . Như vậy ở tình huống này ta cũng có  $L_k \in A, \forall k \geq 8p$ .

Tình huống thứ ba là  $a_3 \neq 0, b_3 = 0$  hay là  $L_3 + a_3L_2 \in A$ . Sử dụng các tính toán đã thực hiện ta nhận được  $L_{4p+2} \in A$ . Do  $ad_{L_{4p}}(L_3 + a_3L_2) \in A$  nên  $L_{4p+3} \in A$ . Như vậy, ta suy ra được  $L_{8p+2}, L_{8p+3} \in A$ . Vì  $[L_3 + a_3L_2, L_{4p+2}] = (4p-1)L_{4p+5} + 4pa_3L_{4p+4}$  là một phần tử của  $A$  nên sử dụng các toán tử  $ad_{L_p}^4, ad_{L_{4p}}$  tác động lên phần tử này ta chỉ ra được  $L_{8p+4} \in A$ . Từ đây ta suy ra  $L_k \in A, \forall k \geq 8p+2$ . □

Bây giờ ta trở lại với chứng minh của Định lý 2.5. Sử dụng kết quả Bổ đề 3.6, ta suy ra rằng tập các số tự nhiên  $k, L_k \notin A$  là tập bị chặn trên. Ký hiệu  $m$  là giá trị lớn nhất của tập này. Nếu  $m=3$  thì kết quả chính là (2.9). Công việc còn lại là xét  $m \geq 4$ . Ta cần chia trường hợp đang xét  $L_3 \notin A$  thành hai tình huống khác nhau của hai tham số  $a_3, b_3$ .

Đầu tiên, ta xét tình huống  $b_3 \neq 0$ . Đặt  $X = L_3 + a_3L_2 + b_3L_1$ . Trong tình huống này, nếu tồn tại  $k$  sao cho  $3 < k \leq m$ ,  $L_k \notin A$  và  $b_k = 0$  thì  $a_k \neq 0$  và phần tử  $ad_X(L_k + a_kL_2)$  có thể viết dưới dạng  $Q_1 + b_3a_kL_3$ , trong đó  $Q_1$  là một tổ hợp tuyến tính của các phần tử  $L_4, L_5, \dots, L_{k+3}$ . Từ đây, ta thấy rằng  $ad_X^i(L_k + a_kL_2) = Q_i + i!b_3^i a_k L_{2+i}$  với mỗi  $i \geq 1$ , trong đó  $Q_i$  là một tổ hợp tuyến tính của  $L_{3+i}, L_{4+i}, \dots, L_{k+3+i}$ . Sử dụng  $ad_X^{m-2}(L_k + a_kL_2) \in A$  ta suy ra  $L_m \in A$  và đây là một mâu thuẫn. Điều này cho thấy rằng với  $k > 3$ , nếu  $L_k \notin A$  thì  $b_k \neq 0$ . Với  $b_k \neq 0$ , phần tử  $ad_X(L_k + a_kL_2 + b_kL_1)$  có dạng  $Q - 2b_kL_4 + (a_kb_3 - a_3b_k)L_3$  với  $Q$  là một tổ hợp tuyến tính của các phần tử  $L_5, L_6, \dots, L_{k+3}$ . Phân tích tương tự như trước, ta cũng chỉ ra được cả hai tình huống  $a_kb_3 - a_3b_k \neq 0$  và  $a_kb_3 - a_3b_k = 0$  đều dẫn tới mâu thuẫn.

Ta xét tình huống còn lại  $b_3 = 0$ . Do  $L_3 \notin A$  nên  $a_3 \neq 0$ . Nếu tồn tại  $k$  sao cho  $3 < k \leq m$ ,  $L_k \notin A$  và  $b_k \neq 0$ . thì ta đặt  $Y = L_k + a_kL_2 + b_kL_1$  và tính được  $ad_Y^i(L_3 + a_3L_2) = Q_i + i!b_k^3 a_3 L_{2+i}$ ,  $i \geq 1$ . Tuy nhiên điều này lại dẫn đến  $L_3 \in A$  và đây là một mâu thuẫn. Do đó  $b_k = 0$  với mọi  $k \geq 3$ . Từ  $L_m + a_mL_2 \in A$  và  $L_m \notin A$  ta suy ra  $a_m \neq 0$ . Sử dụng ngoặc Lie  $[L_3 + a_3L_2, L_m + a_mL_2]$  ta thu được  $L_5 \in A$ .

Vì  $L_5 \in A$  ta có  $L_{5k} \in A$  với mọi  $k \geq 4$ . Sử dụng các phần tử  $ad_{L_5}^4(L_3 + a_3L_2)$ ,  $ad_{L_{20}}(L_3 + a_3L_2)$  ta chỉ ra được  $L_{22}, L_{23} \in A$ . Các ngoặc Lie  $[L_3 + a_3L_2, L_k + a_kL_2] = (k-3)L_{k+3} + a_3(k-2)L_{k+2} - a_kL_5$  ứng với  $k = 4, 5, \dots, 19$  được kết hợp cùng  $L_5 \in A$  cho thấy rằng  $L_6, L_7, \dots, L_{19} \in A$ . Từ đó dễ dàng chỉ ra được  $A$  là đại số con có mô tả trong (2.10).  $\square$

Phần còn lại của tiêu mục này là xem xét tình huống các phần tử  $L_1 + A, L_2 + A$  phụ thuộc tuyến tính trong  $Vir_{\geq 1} / A$ . Trong tình huống như vậy ta có  $L_2 + aL_1 \in A$  với  $a \in \mathbb{C}^*$ .

**Định lý 2.7.** Cho  $A$  là một đại số con có đối chiều 2 của  $Vir_{\geq 1}$  sao cho  $L_2 + aL_1 \in A$  với  $a \in \mathbb{C}^*$  nào đấy và  $L_1, L_2 \notin A$ . Khi đó, nếu tồn tại  $p \in \mathbb{N}$  để  $L_p \in A$  thì

$$A = span\{L_2 + aL_1, L_k \mid k \geq 4\}. \quad (2.11)$$

*Chứng minh:* Định lý được chứng minh qua ba bước.

*Bước thứ nhất.* Ta dùng chứng minh phản chứng để chỉ ra  $L_3 \notin A$ . Thật vậy, nếu  $L_3 \in A$  thì  $L_{3k} \in A$  với mọi  $k \geq 4$ . Do đó sử dụng đẳng thức  $(ad_{L_3}^4 - 8ad_{L_{12}})(L_2 + aL_1) = 32aL_{13}$  ta chỉ ra được  $L_{13}, L_{14} \in A$ . Từ  $L_3, L_{12}, L_{13}, L_{14} \in A$  ta thu

được  $L_k \in A$  với mọi  $k \geq 12$ . Mặt khác sử dụng biểu diễn  $ad_{L_2+aL_1}^k(L_3) = Q_k + (k+1)!a^k L_{3+k}$  với mọi  $k = 1, 2, \dots, 8$  ta chỉ ra được  $L_4, L_5, \dots, L_{11} \in A$ . Như vậy  $B = \text{span}\{L_2 + aL_1, L_k \mid k \geq 3\}$  được chứa trong  $A$ . Tuy nhiên đây lại là một mâu thuẫn vì  $B$  có đối chiều 1 trong  $\text{Vir}_{\geq 1}$ .

*Bước thứ hai.* Ta chỉ ra  $L_k \in A, \forall k \geq p$ . Từ  $L_p \in A$  ta suy ra  $L_{kp} \in A$  với mọi  $k \geq 4$ . Sử dụng các toán tử  $ad_{L_p}^4, ad_{L_{4p}}$  tác động lên  $L_2 + aL_1$  ta chỉ ra được  $L_{4p+1}, L_{4p+2} \in A$ . Sử dụng các ngoặc Lie  $[L_2 + aL_1, L_k]$  với  $k = 4p, 4p+1, \dots$  ta thu được  $L_k \in A, \forall k \geq 4p$ . Tiếp theo sử dụng các ngoặc Lie  $[L_2 + aL_1, L_k]$  với  $k = p, p+1, \dots, 4p-2$  ta thu được  $L_k \in A$  với mọi  $k = p+1, p+2, \dots, 4p-1$ . Vậy  $L_k \in A, \forall k \geq p$ .

*Bước cuối cùng.* Ta cần chỉ ra rằng nếu  $k$  là số tự nhiên nhỏ nhất sao cho  $L_k \in A$  thì  $k \leq 4$ . Thật vậy, nếu  $k > 4$  thì  $L_3 \notin A, L_4 \notin A$ . Nếu tồn tại  $b \in \mathbb{C}$  nào đấy sao cho  $L_3 + bL_1 \in A$  thì  $b \neq 0$  và sử dụng các phần tử

$$ad_{L_2+aL_1}^i(L_3 + bL_1) = Q_i - i!a^i bL_{2+i}$$

ta chỉ ra được  $L_3 \in A$  nhưng điều này tạo ra mâu thuẫn. Như vậy  $L_3 + bL_1 \notin A$  với mọi  $b \in \mathbb{C}$ . Sử dụng  $A$  có đối chiều 2 ta suy ra tồn tại  $b, c \in A$  để  $L_4 + bL_3 + cL_1 \in A$ . Nếu  $c \neq 0$  thì ta vẫn chỉ ra được  $L_3 \in A$  bằng cách sử dụng các phần tử

$$ad_{L_2+aL_1}^i(L_4 + bL_3 + cL_1) = Q_i - i!a^i cL_{2+i}$$

và điều đó cũng là một mâu thuẫn. Nếu  $c = 0$  thì ta phải có  $b \neq 0$  và sử dụng các phần tử

$$ad_{L_2+aL_1}^i(L_4 + bL_3) = Q_i - (i+1)!a^i bL_{3+i}$$

ta chỉ ra được  $L_4 \in A$  và điều này vẫn gây ra mâu thuẫn.

Từ các phân tích đã được thực hiện ta thu được đại số con  $A$  theo công thức (2.11) □

### 3. KẾT LUẬN

Trong bài báo này, các định lý 2.1, 2.3 – 2.5, 2.7 đã đưa ra được toàn bộ thông tin về một lớp đại số con có đối chiều 2 trong  $\text{Vir}_{\geq 1}$ . Cụ thể là, lớp các đại số con có chứa một phần tử nào đấy có dạng  $L_k, k \geq 1$ .

Có hai hướng phát triển xuất phát từ kết quả của bài báo. Hướng thứ nhất là tiếp tục hoàn thiện phần còn lại của bài toán phân loại cho các đại số con đối chiều 2 trong phân dương của đại số Virasoro. Hướng thứ hai là sử dụng các đại số con được mô tả trong các định lý của Mục 2, kết hợp với các phương pháp nghiên cứu trong các bài báo [10, 11, 13] để xây dựng những biểu diễn mới của đại số Virasoro.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. R. Blumenhagen, D. Lust, S. Theisen, Basic Concepts of String Theory, Springer, 2013.
- [2]. P. Goddard, D. Olive, (1986), Kac-Moody and Virasoro algebras in relation to quantum physics, Int. Journ. of Mod. Phys. A, 1, 2, (1986) 303-414. <https://doi.org/10.1142/S0217751X86000149>.
- [3]. V.G. Kac, K.A.Raina, Bombay Lectures on Highest Weight Representations of Infinite Dimensional Lie Algebras, World Scientific, Singapore, 1987.
- [4]. V. G Kac, Infinite-Dimensional Lie Algebras, 3rd ed., Cambridge University Press: Cambridge, MA, USA , 1990.
- [5]. B.L. Feigin, D.B. Fuks, Invariant skew-symmetric differential operators on the line and Verma modules over the Virasoro algebra, Funct. Anal. Appl., 16(2), 114–126 (1982).
- [6]. B. Feigin, D.Fuks, Verma modules over a Virasoro algebra, Funktsional. Anal. i Prilozhen, 17, 3, (1983) 91–92.
- [7]. O. Mathieu, Classification of Harish-Chandra modules over the Virasoro Lie algebra, Invent. Math., 107, 2 (1992) 225–234.
- [8]. M. Ondrus, E. Wiesner, Whittaker modules for the Virasoro algebra, J. Algebra Appl., 8 (2009) 363–377. <https://doi.org/10.1142/S0219498809003370>.
- [9]. V. Mazorchuk, K. Zhao, Simple Virasoro modules which are locally finite over a positive part, Selecta Math., 20 (2014) 839–854. <https://doi.org/10.1007/s00029-013-0140-8>.
- [10]. V. Mazorchuk, E. Wiesner, Simple Virasoro modules induced from codimension one subalgebras of the positive part, Proceedings of the American Mathematical Society, 142, 11 (2014) 3695–3703. <https://doi.org/10.1090/s0002-9939-2014-12098-3>.
- [11]. M. Ondrus, E. Wiesner, Modules induced from polynomial subalgebras of the Virasoro algebra, Journal of Algebra, 504 (2018) 54–84. <https://doi.org/10.1016/j.jalgebra.2018.01.042>.
- [12]. Nguyễn H. H., Các đại số con của  $V_{r_{\geq 1}}$ , Kỷ yếu Hội thảo về giảng dạy và nghiên cứu khoa học cơ bản 2022, NXB Giao thông vận tải, (2022) 1-10.
- [13]. Nguyễn H. H., Một lớp môđun Whittaker của đại số Virasoro, Kỷ yếu Hội thảo Thực trạng, giải pháp giảng dạy và nghiên cứu khoa học cơ bản năm 2022, NXB Giao thông vận tải, (2022) 22-32.

## TÍNH ĐÓNG NGUYÊN CỦA IDEAL VÀ MỐI QUAN HỆ VỚI IDEAL RÚT GỌN

Mai Phước Bình\*

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

\*Tác giả liên hệ: Email: binhmp@utc.edu.vn

**Tóm tắt:** Trong bài báo này chúng tôi xét đến các đối tượng là lớp ideal, vành. Mục tiêu chính là xem xét tính đóng nguyên của ideal, thông qua ideal rút gọn.

**Từ khóa:** Phần tử nguyên, bao đóng nguyên, ideal, vành, vành đa thức, ideal đơn thức, ideal rút gọn.

### 1. MỞ ĐẦU

Các khái niệm về phần tử nguyên, tập đóng nguyên, bao đóng nguyên trên một ideal, vành là mở rộng của các khái niệm về phần tử đại số, tập đóng đại số, bao đóng đại số trên một trường. Khi nghiên cứu về bao đóng nguyên của một ideal, vành, các nhà nghiên cứu phát hiện ra chúng có rất nhiều tính chất rất đẹp mà các ideal, vành bình thường không có. Chính vì vậy trong một số nghiên cứu, thay vì tìm hiểu trực tiếp các đối tượng ideal, vành, người ta tìm hiểu gián tiếp qua các bao đóng nguyên của chúng. Các vấn đề về tính đóng nguyên, đặc biệt trên các ideal đơn thức đang thu hút được rất nhiều nhà khoa học để tâm nghiên cứu.

### 2. TÍNH ĐÓNG NGUYÊN CỦA IDEAL VÀ MỐI QUAN HỆ VỚI IDEAL RÚT GỌN

**Định nghĩa 2.1.** Cho  $I$  là một ideal trên vành giao hoán có đơn vị  $R$ . Một phần tử  $r \in R$  được gọi là nguyên trên  $I$  nếu nó thỏa mãn phương trình:

$$r^n + a_1 r^{n-1} + \dots + a_{n-1} r + a_n = 0,$$

ở đó,  $n \in \mathbb{N}^*$ ,  $a_i \in I^i$ , với mỗi  $i = 1, \dots, n$ .

Phương trình trên được gọi là phương trình phụ thuộc nguyên của  $r$  trên  $I$ .

Tập tất cả các phần tử nguyên trên  $I$  được gọi là bao đóng nguyên của  $I$ , kí hiệu là  $\bar{I}$ . Nếu  $I = \bar{I}$  thì  $I$  được gọi là ideal đóng nguyên.

#### Nhận xét 2.1.

1. Nếu  $I \subseteq J$  thì phương trình phụ thuộc nguyên của phần tử  $r$  trên  $I$  cũng chính là phương trình phụ thuộc nguyên của phần tử  $r$  trên  $J$ , vì vậy ta có  $\bar{I} \subseteq \bar{J}$ .
2. Ta luôn có  $I \subseteq \bar{I} \subseteq \sqrt{\bar{I}}$  và  $\sqrt{\bar{0}} \subseteq \bar{I}$ . Thật vậy, với  $r \in I$  thì  $r$  thỏa mãn phương trình phụ thuộc nguyên:  $r - r = 0$ , nên  $I \subseteq \bar{I}$ . Nếu  $r \in \bar{I}$ , thì tồn tại  $n \in \mathbb{N}^*$  để  $r^n \in I$ , vì vậy  $\bar{I} \subseteq \sqrt{\bar{I}}$ . Cuối cùng nếu  $a \in \sqrt{\bar{0}}$ , thì tồn tại  $n \in \mathbb{N}^*$ , để  $a^n = 0$ , nên  $a$  thỏa mãn phương trình phụ thuộc nguyên với  $a_1 = a_2 = \dots = a_n = 0$ , vì vậy  $\sqrt{\bar{0}} \subseteq \bar{I}$ .



3. Giao của các ideal đóng nguyên cũng là một ideal đóng nguyên. Thật vậy, giả sử  $\{I_i\}_{i \in \Lambda}$  là các ideal đóng nguyên, tức là  $I_i = \bar{I}_i, \forall i \in \Lambda$ . Kí hiệu  $J = \bigcap_{i \in \Lambda} I_i$ , ta chỉ ra  $\bar{J} = \bigcap_{i \in \Lambda} \bar{I}_i = \bigcap_{i \in \Lambda} I_i = J$ . Do  $J \subseteq \bar{J}$ , nên ta chỉ cần chỉ ra  $\bar{J} \subseteq \bigcap_{i \in \Lambda} \bar{I}_i$ , lấy  $r \in \bar{J}$ , khi đó  $r$  thỏa mãn phương trình phụ thuộc nguyên với các hệ số  $a_j \in (\bigcap_{i \in \Lambda} I_i)^j \subseteq I_i^j, \forall i \in \Lambda$ , do đó  $r \in \bar{I}_i, \forall i \in \Lambda$ , hay  $r \in \bigcap_{i \in \Lambda} \bar{I}_i$ . Từ đó ta có điều phải chứng minh.

**Ví dụ 2.1.** Xét  $R = k[x, y], I = (x^m, y^m)$ , với  $m \in \mathbb{N}^*, m \geq 2$ . Với mỗi  $1 \leq i \leq m - 1$ , ta có:

$$(x^{m-i}y^i)^m = (x^m)^{m-i}(y^m)^i \in I^m.$$

Do vậy  $x^{m-i}y^i$  thỏa mãn phương trình phụ thuộc nguyên với hệ số trong  $I$ :  $r^m - (x^{m-i}y^i)^m = 0$ , nên  $x^{m-i}y^i \in \bar{I}$ . Thêm vào đó, hiển nhiên ta có  $x^m, y^m \in \bar{I}$ , nên ta có:

$$(x, y)^m \subseteq \bar{I}.$$

Ta đi chứng minh bao hàm thức ngược lại. Giả sử tồn tại  $f \in \bar{I} \setminus (x, y)^m$ , khi đó kí hiệu  $f_s$  là thành phần thuần nhất khác không và có bậc nhỏ nhất trong  $f$ , dễ thấy  $f_s$  có bậc  $s < m$ . Do  $f \in \bar{I}$ , nên  $f$  thỏa mãn phương trình phụ thuộc nguyên dạng:

$$f^n + a_1 f^{n-1} + \dots + a_{n-1} f + a_n = 0,$$

ở đó  $a_i \in (x^m, y^m)^i$ . Mọi thành phần thuần nhất khác không của  $a_i f^{n-i}$  có bậc nhỏ nhất là:

$$m \cdot i + (n - i) \cdot s > n \cdot s, \text{ với } i = 1, \dots, n.$$

Mặt khác thành phần thuần nhất khác không  $f_s^n$  của  $f^n$  có bậc là  $n \cdot s$ , do vậy ta phải có  $f_s^n = 0$ , hay  $f_s = 0$  (mâu thuẫn). Do đó:

$$(x, y)^m = \overline{(x^m, y^m)}.$$

**Định nghĩa 2.2.** Cho  $I$  là một ideal của vành giao hoán có đơn vị  $R$ . Một ideal  $J \subseteq I$  được gọi là rút gọn của  $I$  nếu tồn tại số nguyên dương  $n$  sao cho:

$$I^n = J \cdot I^{n-1}.$$

**Nhận xét 2.2.** Hiển nhiên từ định nghĩa 2.2, ta thấy ngay ideal  $I$  là ideal rút gọn của chính nó.

Mệnh đề dưới đây nói lên mối quan hệ giữa tính đóng nguyên của ideal và ideal rút gọn của nó.

**Mệnh đề 2.1.** Cho  $I$  là một ideal của vành giao hoán có đơn vị  $R$ . Khi đó phần tử  $r \in R$ , nguyên trên  $I$  khi và chỉ khi tồn tại một số nguyên dương  $n$  sao cho:

$$(I + (r))^n = I \cdot (I + (r))^{n-1}.$$

Đặc biệt,  $r \in \bar{I}$  khi và chỉ khi  $I$  là ideal rút gọn của  $I + (r)$ .

*Chứng minh.* Ta có  $(I + (r))^n = (r^n) + I \cdot (I + (r))^{n-1}$  và:

$$I \cdot (I + (r))^{n-1} = Ir^{n-1} + \dots + I^{n-1}r + I^n.$$

Do đó  $(I + (r))^n = I \cdot (I + (r))^{n-1}$  khi và chỉ khi  $r^n \in Ir^{n-1} + \dots + I^{n-1}r + I^n$ , điều này đồng nghĩa với  $r \in \bar{I}$ .  $\square$

Module  $M$  trên vành giao hoán có đơn vị  $R$  được gọi là trung thành nếu:

$$\text{ann}(M) = \{a \in R \mid a \cdot M = 0\} = \{0\}.$$

**Bổ đề 2.1.** Cho  $M$  là một module hữu hạn sinh, trung thành trên vành giao hoán có đơn vị  $R$ . Khi đó:

$$IM: M \subseteq \bar{I}.$$

*Chứng minh.* Giả sử  $M$  có một hệ sinh hữu hạn là  $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ . Lấy  $r \in IM: M$ , khi đó  $rM \subseteq IM$ . Vì vậy, với mỗi  $i = 1, \dots, n$ , ta có  $rx_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j$ , điều này tương đương với hệ phương trình tuyến tính:

$$(r - a_{ii})x_i - \sum_{1 \leq j \leq n, j \neq i} a_{ij}x_j = 0,$$

ở đó  $a_{ij} \in I$ . Kí hiệu ma trận  $(a_{ij})_{n \times n}$  là  $A$ , và  $B = r \cdot I_n - A$ , khi đó hệ phương trình tuyến tính trên được viết đơn giản dưới dạng phương trình ma trận là:

$$BX = 0.$$

Kí hiệu  $\hat{B} = (B_{ij})^t$  là ma trận chuyển vị của ma trận gồm các phần bù đại số của  $B$ . Khi đó theo cách xây dựng công thức tính ma trận nghịch đảo tổng quát, ta có:

$$\hat{B} \cdot B = \det B \cdot I_n.$$

Do  $BX = 0$ , nên ta có  $\det B \cdot M = 0$ , và do  $M$  là trung thành nên  $\det B = 0$ . Khai triển  $\det B$  ta nhận được  $r$  nguyên trên  $I$ . Từ đó ta được điều phải chứng minh.  $\square$

**Mệnh đề 2.2.** Cho  $I$  là một ideal của vành giao hoán có đơn vị  $R$ . Khi đó phần tử  $r \in R$ , nguyên trên  $I$  khi và chỉ khi tồn tại một ideal  $K$  hữu hạn sinh sao cho  $rK \subseteq IK$  và nếu  $aK = 0$  ( $a \in R$ ), thì  $a \cdot r \in \sqrt{0}$ .

*Chứng minh.*

"  $\Rightarrow$  " Giả sử  $r \in \bar{I}$ , khi đó tồn tại  $n$  nguyên dương và  $a_i \in I^i$  sao cho:

$$r^n + a_1 r^{n-1} + \dots + a_{n-1} r + a_n = 0.$$

Giả sử với mỗi  $i = 1, \dots, n$ , ta có  $a_i = b_1 b_2 \dots b_i$ , với  $b_i \in I$ . Gọi  $J$  là ideal sinh bởi tất cả các  $b_i$  như vậy. Khi đó  $J$  là một ideal hữu hạn sinh của  $R$  thỏa mãn  $J \subseteq I$  và  $a_i \in J^i$ , với mỗi  $i = 1, \dots, n$ . Do vậy  $r \in \bar{J}$ , nên theo phần chứng minh trong mệnh đề 2.1, ta có:

$$(J + (r))^n = J \cdot (J + (r))^{n-1}.$$

Kí hiệu  $K = (J + (r))^{n-1}$ , khi đó  $K$  là một ideal hữu hạn sinh và:

$$rK \subseteq (J + (r))^n = JK \subseteq IK.$$

Nếu  $a \in R$  sao cho  $aK = 0$ , thì do  $r^{n-1} \in K$  nên  $a.r^{n-1} = 0$ , hay  $(a.r)^n = 0$ . Từ đó suy ra  $a.r \in \sqrt{0}$ .

"  $\Leftarrow$  " Do  $rK \subseteq IK$  nên  $r \in IK:K$ , vì vậy theo phần chứng minh trong bổ đề 2.1, ta có:

$$\det(r.I_n - A).M = 0,$$

với  $A = (a_{ij})_{n \times n}$  là một ma trận với các phần tử thuộc  $I$ . Kí hiệu  $a = \det(r.I_n - A)$ , khi đó  $a.M = 0$ , vì vậy từ giả thiết, tồn tại số  $m$  nguyên dương thỏa mãn  $(a.r)^m = 0$ , hay  $a^m.r^m = 0$ . Khai triển định thức  $a$  trong phương trình  $a^m.r^m = 0$ , ta thu được phương trình phụ thuộc nguyên của  $r$  trên  $I$ , do vậy  $r \in \bar{I}$ .  $\square$

**Nhận xét 2.3.** Cho  $J \subseteq I$  là các ideal của vành giao hoán  $R$  sao cho  $J$  là rút gọn của  $I$ . Khi đó tồn tại số nguyên dương  $n$  sao cho  $I^n = J.I^{n-1}$ . Khi đó với mọi  $i \geq 1, m \geq n$ , ta có:

$$I^{i+m-1} = J^i.I^{m-1}.$$

Thật vậy, ta thu được ngay kết quả trên trong trường hợp  $i = 1$ , bằng cách nhân cả 2 vế của  $I^n = J.I^{n-1}$  với  $I^{m-n}$ . Trong trường hợp  $i \geq 2$ , sử dụng quy nạp ta có:

$$J^i.I^{m-1} = J.(J^{i-1}.I^{m-1}) = J.I^{i+m-2} = I^{i+m-1}.$$

Vành Noether là một vành giao hoán có đơn vị mà mọi ideal của nó đều có tính chất hữu hạn sinh.

**Mệnh đề 2.3.** Cho  $K \subseteq J \subseteq I$  là các ideal của vành giao hoán có đơn vị  $R$ . Khi đó ta có các khẳng định sau:

- Nếu  $K$  là ideal rút gọn của  $J$ ,  $J$  là ideal rút gọn của  $I$ , thì  $K$  là ideal rút gọn của  $I$ .
- Nếu  $K$  là ideal rút gọn của  $I$ , thì  $J$  là ideal rút gọn của  $I$ .
- Nếu  $R$  là vành Noether và  $K$  là ideal rút gọn của  $I$ , thì  $K$  là ideal rút gọn của  $J$ .

*Chứng minh.*

a) Giả sử  $m, n$  là các số nguyên dương sao cho  $J^m = K.J^{m-1}$  và  $I^n = J.I^{n-1}$ . Khi đó theo nhận xét 2.3, ta có:

$$I^{m+n} = J^m.I^n = K.J^{m-1}.I^n = K.I^{m+n-1}.$$

Vậy  $K$  là ideal rút gọn của  $I$ .

b) Giả sử  $n$  là số nguyên dương thỏa mãn  $I^n = K.I^{n-1}$ . Khi đó:

$$K.I^{n-1} \subseteq J.I^{n-1} \subseteq I^n.$$

Từ đó ta phải có  $J.I^{n-1} = I^n$ . Hay  $J$  là ideal rút gọn của  $I$ .

c) Do  $R$  là vành Noether nên vành thương  $R/K$  cũng Noether, do đó ideal  $J/K$  là hữu hạn sinh. Giả sử  $J/K = (b_1 + K, b_2 + K, \dots, b_s + K)$ , khi đó dễ thấy  $J = K + (b_1, b_2, \dots, b_s)$ . Ta chứng minh  $K$  là ideal rút gọn của  $J$  bằng quy nạp theo  $s$ . Trường hợp  $s = 0$ , thì  $K = J$  nên hiển nhiên ta thu được  $K$  là ideal rút gọn của  $J$ .

Giả sử rằng  $s \geq 1$ , do  $K$  là ideal rút gọn của  $I$  nên tồn tại số nguyên dương  $n$  thỏa mãn  $I^n = K \cdot I^{n-1}$ . Kí hiệu  $H = K + (b_1, b_2, \dots, b_{s-1})$ . Ta có:

$$b_s I^{n-1} \subseteq I^n = K \cdot I^{n-1} \subseteq H \cdot I^{n-1}.$$

Nếu  $a \in R$  sao cho  $a \cdot I^{n-1} = 0$ . Khi đó do  $b_s \in I$  nên  $a \cdot b_s^{n-1} = 0$ , từ đó suy ra  $(a \cdot b_s)^n = 0$ , hay  $a \cdot b_s \in \sqrt{0}$ . Do  $R$  là vành Noether, nên  $I^{n-1}$  hữu hạn sinh, từ đó theo mệnh đề 2.2, ta có  $b_s \in \bar{H}$ . Bởi mệnh đề 2.1,  $H$  là ideal rút gọn của  $H + (b_s) = J$ . Mặt khác, theo giả thiết quy nạp ta có  $K$  là ideal rút gọn của  $H$ , vì vậy từ  $a$ ) ta suy ra ngay  $K$  là ideal rút gọn của  $J$ .  $\square$

**Hệ quả 2.1.** Cho  $K \subseteq I$  là các ideal của vành Noether  $R$ . Khi đó,  $K$  là ideal rút gọn của  $I$  khi và chỉ khi  $I \subseteq \bar{K}$ .

*Chứng minh.*

"  $\Rightarrow$  " Giả sử  $K$  là ideal rút gọn của  $I$ . Lấy  $r \in I$ , khi đó theo mệnh đề 2.3. c), ta có  $K$  là ideal rút gọn của  $K + (r)$ . Do đó, theo mệnh đề 2.1, ta có ngay  $r \in \bar{K}$ . Hay  $I \subseteq \bar{K}$ .

"  $\Leftarrow$  " Giả sử rằng  $I \subseteq \bar{K}$  và  $I = K + (b_1, b_2, \dots, b_s)$ . Từ:

$$b_i \in \bar{K} \subseteq \overline{K + (b_1, b_2, \dots, b_{i-1})}.$$

Theo mệnh đề 2.1, ta có  $K + (b_1, b_2, \dots, b_{i-1})$  là ideal rút gọn của  $K + (b_1, b_2, \dots, b_i)$ , với mỗi  $1 = 1, 2, \dots, s$ . Do đó áp dụng mệnh đề 2.3 a) nhiều lần ta thu được  $K$  là ideal rút gọn của  $I$ .  $\square$

**Định lý 2.1.** Cho  $R$  là một vành Noether. Khi đó bao đóng nguyên  $\bar{I}$  của ideal  $I \subseteq R$  là một ideal của  $R$ . Thêm nữa,  $\bar{I}$  là một ideal đóng nguyên.

*Chứng minh.*

Để chứng minh  $\bar{I}$  là một ideal của  $R$ . Ta chỉ ra rằng, nếu  $r, s \in \bar{I}, a \in R$  thì  $a \cdot r, r + s \in \bar{I}$ .

Do  $r \in \bar{I}$  nên  $r$  thỏa mãn phương trình phụ thuộc nguyên dạng:

$$r^n + a_1 r^{n-1} + \dots + a_{n-1} r + a_n = 0.$$

Khi đó, ta thu được:

$$(a \cdot r)^n + a_1 \cdot a \cdot (a \cdot r)^{n-1} + \dots + a_{n-1} \cdot a^{n-1} (a \cdot r) + a^n \cdot a_n = 0$$

là phương trình phụ thuộc nguyên của  $a \cdot r$  trên  $I$ , nên  $a \cdot r \in \bar{I}$ .

Mặt khác, từ  $r, s \in \bar{I}$ , nên từ mệnh đề 2.1, ta có ngay  $I$  là ideal rút gọn của  $I + (r)$  và  $I + (r)$  là ideal rút gọn của  $I + (r, s)$ . Theo mệnh đề 2.3 a), ta có  $I$  là ideal rút gọn của  $I + (r, s)$ , từ mệnh đề 2.3 c), ta có  $I$  là ideal rút gọn của  $I + (r + s)$ . Lại từ mệnh đề 2.1, ta có  $r + s \in \bar{I}$ .

Từ hệ quả 2.1, ta có  $I$  là ideal rút gọn của  $\bar{I}$  và  $\bar{I}$  là ideal rút gọn của  $\bar{\bar{I}}$ . Do đó theo mệnh đề 2.3 a), ta có  $I$  là ideal rút gọn của  $\bar{\bar{I}}$ . Lại theo hệ quả 2.1, ta có  $\bar{\bar{I}} \subseteq \bar{I}$ , lại do  $I \subseteq \bar{I}$ , nên ta thu được  $\bar{\bar{I}} = \bar{I}$ . Hay  $\bar{I}$  là một ideal đóng nguyên.  $\square$

**Ví dụ 2.2.** Xét lại ví dụ 2.1, ta có:

$$(x, y)^m = \overline{(x^m, y^m)}.$$

Do  $k[x, y]$  là vành Noether, nên từ định lí 2.1, ta có:

$$\overline{(x, y)^m} = \overline{\overline{(x^m, y^m)}} = \overline{(x^m, y^m)} = (x, y)^m.$$

Do đó  $(x, y)^m$  là một ideal đóng nguyên.

Cho  $M$  là một  $R$ -module, khi đó tập các ideal nguyên tố liên kết với  $M$ , kí hiệu là  $Ass(M)$  được hiểu là tập các ideal nguyên tố của  $R$  sao cho  $P = 0 : (x) = ann(x) = \{a \in R | a \cdot x = 0\}$ , với  $x \in M, x \neq 0$ . Tập  $Ass(M)$  đóng vai trò quan trọng trong việc xác định phân tích nguyên sơ và tính số chiều của một đối tượng module, ideal. Người ta cũng hay dùng kí hiệu  $Ass(I)$  thay cho kí hiệu  $Ass(R/I)$ , trong trường hợp  $I$  là ideal của vành giao hoán có đơn vị  $R$ . Khi đó nếu  $P \in Ass(I)$ , thì tồn tại phần tử  $a \in R \setminus I$  sao cho  $P = I : (a)$ .

**Bổ đề 2.1.** Cho  $R$  là một vành Noether. Khi đó ta có các bao hàm thức:

$$\bar{I} + \bar{J} \subseteq \overline{I + J}, \quad \bar{I} \cdot \bar{J} \subseteq \overline{IJ},$$

với  $I, J$  là các ideal của vành  $R$ . Và  $\bar{I} : \bar{J}$  là ideal đóng nguyên. Nói riêng,  $\overline{I : J} \subseteq \bar{I} : \bar{J}$ . Thêm nữa nếu  $I$  là ideal đóng nguyên và  $P \in Ass(I)$  thì  $P$  là ideal đóng nguyên.

*Chứng minh.*

Do  $\bar{I}, \bar{J} \subseteq \overline{I + J}$  và  $\bar{I}, \bar{J}, \overline{I + J}$  là các ideal của vành Noether  $R$ , nên ta có ngay  $\bar{I} + \bar{J} \subseteq \overline{I + J}$ .

Lấy  $x \in \bar{I}, y \in \bar{J}$ . Khi đó  $x$  thỏa mãn phương trình phụ thuộc nguyên:

$$x^n + a_1 x^{n-1} + \dots + a_{n-1} x + a_n = 0, a_i \in I^i.$$

Từ đó ta thu được:

$$(x \cdot y)^n + a_1 \cdot y \cdot (x \cdot y)^{n-1} + \dots + a_{n-1} \cdot y^{n-1} (x \cdot y) + y^n \cdot a_n = 0,$$

là phương trình phụ thuộc nguyên của  $x \cdot y$  trên  $y \cdot I$ , do vậy ta có  $x \cdot y \in \overline{y \cdot I}$ . Thêm nữa, do  $y \in \bar{J}$  nên  $y$  thỏa mãn phương trình phụ thuộc nguyên:

$$y^n + a_1 y^{n-1} + \dots + a_{n-1} y + a_n = 0, a_i \in I^i.$$

Lấy  $a \in I$  bất kì, từ đó ta thu được:

$$(a \cdot y)^n + a_1 \cdot a \cdot (a \cdot y)^{n-1} + \dots + a_{n-1} \cdot a^{n-1} (a \cdot y) + a^n \cdot a_n = 0,$$

là phương trình phụ thuộc nguyên của  $a \cdot y$  trên  $I \cdot J$ , do vậy ta có  $y \cdot I \in \overline{I \cdot J}$ . Do đó:

$$x \cdot y \in \overline{y \cdot I} \subseteq \overline{I \cdot J} = \bar{I} \cdot \bar{J}.$$

Từ đó ta có  $\bar{I} \cdot \bar{J} \subseteq \overline{IJ}$ .

Giả sử rằng  $r \in \bar{I} : \bar{J}$ . Khi đó  $r$  thỏa mãn một phương trình phụ thuộc nguyên bậc  $n$  trên  $\bar{I} : \bar{J}$

$$r^n + a_1 r^{n-1} + \dots + a_{n-1} r + a_n = 0.$$

Lấy  $a \in J$  bất kì, từ đó ta thu được:

$$(a.r)^n + a_1.a.(a.r)^{n-1} + \dots + a_{n-1}.a^{n-1}(a.r) + a^n.a_n = 0,$$

là phương trình phụ thuộc nguyên của  $a.r$  trên  $a$ .  $(\bar{I}:J) \subseteq \bar{I}$ . Do đó  $a.r \in \bar{I} = \bar{I}$ , với mỗi  $a \in J$  bất kì, từ đó ta có  $r \in \bar{I}:J$ . Hay  $\bar{I}:J$  là ideal đóng nguyên.

Ta luôn có  $I:J \subseteq \bar{I}:J$ . Vì vậy  $\overline{I:J} \subseteq \overline{\bar{I}:J} = \bar{I}:J$ .

Nếu  $P \in \text{Ass}(I)$ , thì tồn tại phần tử  $a \in R \setminus I$  sao cho  $P = I:(a)$ . Do đó:

$$\bar{P} = \overline{I:(a)} \subseteq \bar{I}:(a) = I:(a) = P.$$

Từ đó ta có  $P$  là một ideal đóng nguyên.  $\square$

Xét  $S = k[x_1, x_2, \dots, x_n]$  là vành đa thức  $n$  biến trên trường  $k$ . Khi đó một ideal  $I$  của  $S$  được gọi là ideal đơn thức nếu  $I$  có một hệ sinh gồm hữu hạn các đơn thức có dạng  $x_1^{a_1} \cdot x_2^{a_2} \dots x_n^{a_n}$ ,  $a_i \in \mathbb{N}, i = 1, 2, \dots, n$ .

**Định lí 2.2.** Cho  $I \subseteq S$  là một ideal đơn thức. Khi đó bao đóng nguyên  $\bar{I}$  của  $I$  là một ideal đơn thức sinh bởi tất cả các đơn thức  $u \in S$  sao cho tồn tại một số nguyên dương  $k$  để  $u^k \in I^k$ .

*Chứng minh.* Được trình bày trong [1, Theorem 1.4.2].  $\square$

**Ví dụ 2.2.** Cho  $I = (x^2, z), J = (y^2, z)$  là các ideal của vành  $S = k[x, y, z]$ . Khi đó theo định lí 2.2, ta có ngay  $\bar{I}, \bar{J}$  là các ideal đóng nguyên và:

$$\bar{I} + \bar{J} = I + J = (x^2, y^2, z) \neq (x^2, xy, y^2, z) = \overline{I + J}.$$

Ta có  $(xyz)^2 = (x^2z)(y^2z) \in (I.J)^2$ , do đó  $xyz \in \overline{I.J}$ . Trong khi đó  $I.J = (x^2y^2, x^2z, y^2z, z^2)$ . Do đó  $xyz \in \overline{I.J} \setminus I.J$ , hay

$$\bar{I}.\bar{J} = I.J \neq \overline{I.J}.$$

**Mệnh đề 2.4.** Cho  $R$  là một vành Noether và  $I, J$  là các ideal, ở đó  $J$  là ideal trung thành. Khi đó:

$$\overline{I.J}:J = \overline{I.J}:\bar{J} = \bar{I}.$$

Đặc biệt, nếu  $K$  là ideal trung thành thì với mọi  $n \geq m \geq 1$ , ta có  $\overline{K^n}:K^m = \overline{K^{n-m}}$ .

*Chứng minh.*

Theo bổ đề 2.1, ta có bao hàm thức:

$$\bar{I} \subseteq \overline{I.J}:\bar{J} \subseteq \overline{I.J}:J.$$

Vì vậy ta chỉ cần phải chứng minh  $\overline{I.J}:J \subseteq \bar{I}$ . Lấy  $x \in \overline{I.J}:J$ , khi đó  $xJ \subseteq \overline{I.J}$ . Do đó  $(I + (x))J \subseteq \overline{I.J}$ , theo hệ quả 2.1, ta có  $I.J$  là ideal rút gọn của  $(I + (x))J$ . Vì vậy tồn tại số nguyên dương  $n$  sao cho:

$$(I + x)^n J^n = I.J. [(I + x).J]^{n-1} = I.(I + x)^{n-1}.J^n.$$

Do  $0 \in \overline{I.J}:J$  và  $0 \in \overline{I}$ , nên ta có thể giả thiết rằng  $x \neq 0$ . Kí hiệu  $K = (I + x)^{n-1}.J^n$ , ta có  $(I + (x))K = I.K$ , do đó  $x.K \subseteq I.K$ . Thêm nữa, nếu có  $a \in R$ , sao cho  $a.K = 0$ , khi đó  $a.x^{n-1}.J^n = 0$ . Do  $J$  là ideal trung thành nên  $J^n$  cũng là ideal trung thành, vì vậy ta có  $a.x^{n-1} = 0$ , hay  $(a.x)^n = 0$ , do vậy  $a.x \in \sqrt{0}$ . Từ đó theo mệnh đề 2.2, ta có  $x \in \overline{I}$ .

Áp dụng kết quả trên với  $I = K^{n-m}, J = K^m$ , ta thu được  $\overline{K^n}:K^m = \overline{K^{n-m}}$ . □

**Ví dụ 2.3.** Kết luận trong mệnh đề 2.4, không còn đúng nếu thiếu giả thiết  $J$  là ideal trung thành. Chẳng hạn, ta xét  $R = k[x, y]/(y^2)$ ,  $I = (x), J = (y)$ . Khi đó  $J$  không trung thành vì  $y.J = 0$ , và ta có thể xem xét  $I, I.J$  lần lượt là các ideal  $(x, y^2), (xy, y^2)$  trong vành đa thức  $k[x, y]$ . Thêm nữa  $0 = y^2 \in I^2, (I.J)^2$ , nên theo định lí 2.2, ta có  $y \in \overline{I}, \overline{I.J}$ . Do đó  $\overline{I} = (x, y)$  và  $\overline{I.J} = (y)$ . Vì vậy  $\overline{I.J}:J = R \neq (x, y) = \overline{I}$ .

Theo [2, Theorem 6.3], nếu  $M = M_n \supseteq M_{n-1} \supseteq \dots \supseteq M_1 \supseteq M_0 = 0$ , là các  $R$ -module thì  $Ass(M) \subseteq \bigcup_{i=1}^n Ass(M_i / M_{i-1})$ . Đặc biệt, ta có  $Ass(R^n) \subseteq \bigcup_{i=1}^n Ass(R^i / R^{i-1}) = Ass(R)$ , mặt khác từ định nghĩa của tập  $Ass(M)$ , ta thấy ngay nếu  $N$  là  $R$ -module con của  $M$ , thì  $Ass(N) \subseteq Ass(M)$ . Vì  $R$  có thể xem như là  $R$ -module con của  $R^n$ , nên ta có  $Ass(R^n) = Ass(R)$ , với  $R$  là một vành giao hoán có đơn vị bất kì.

**Hệ quả 2.2.** Cho  $R$  là một vành Noether và  $I$  là một ideal trung thành. Khi đó với mọi số nguyên dương  $n$ , ta có bao hàm thức:

$$Ass(R/\overline{I^n}) \subseteq Ass(R/\overline{I^{n+1}}).$$

*Chứng minh.*

Giả sử  $I = (x_1, x_2, \dots, x_s)$ . Khi đó, ta xét đồng cấu tuyến tính:

$$\Phi: R \rightarrow (R/\overline{I^{n+1}})^s,$$

với quy tắc  $\Phi(a) = (a.x_1 + \overline{I^{n+1}}, a.x_2 + \overline{I^{n+1}}, \dots, a.x_s + \overline{I^{n+1}})$ . Dễ thấy:

$$Ker\Phi = \overline{I^{n+1}}:I,$$

theo mệnh đề 2.4, ta có  $Ker\Phi = \overline{I^n}$ . Do vậy  $\Phi$  cảm sinh một đơn cấu:

$$R/\overline{I^n} \rightarrow (R/\overline{I^{n+1}})^s.$$

Do đó ta có thể xem  $R/\overline{I^n}$  như một vành con của  $(R/\overline{I^{n+1}})^s$ . Vì vậy:

$$Ass(R/\overline{I^n}) \subseteq Ass((R/\overline{I^{n+1}})^s) = Ass(R/\overline{I^{n+1}}).$$

□

### 3. KẾT LUẬN

Tính đóng nguyên của ideal có mối quan hệ chặt chẽ với ideal rút gọn. Thêm nữa bài báo đã chỉ ra rằng mọi ideal nguyên tố liên kết của một ideal đóng nguyên trong vành Noether là các ideal đóng nguyên.

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. J. Herzog and T. Hibi, *Monomial ideals*, Graduate texts in mathematics 260, Springer-Verlag, 2011.
- [2]. H. Matsumura (1986), *Commutative ring theory*, Cambridge University Press, Cambridge.
- [3]. Irena Swanson and Craig Huneke, *Integral Closure of Ideals, Rings, and Modules*, Cambridge University Press, Cambridge.
- [4]. D. Eisenbud (1995), *Commutative Algebra with a View Toward Algebraic Geometry*, Springer-Verlag, Inc.



# THUẬT TOÁN CỰC ĐẠI HOÁ KỶ VỌNG VÀ ỨNG DỤNG VÀO ĐIỀN KHUYẾT DỮ LIỆU TRÊN PHẦN MỀM R

Hoàng Thuỳ Linh\*

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

\* Tác giả liên hệ: Email: linhht@utc.edu.vn

**Tóm tắt.** Thuật toán cực đại hóa kỳ vọng (tiếng Anh hay được gọi là EM viết tắt của Expectation - Maximization) là một kỹ thuật được dùng rộng rãi trong thống kê và học máy để giải bài toán tìm hợp lý cực đại (MLE) của một mô hình xác suất có các biến ẩn. Thuật toán này bao gồm một quá trình lặp, mỗi lần lặp sẽ mang lại ước tính tốt hơn cho các tham số của mô hình cho đến khi đạt được độ hội tụ và tạo ra mô hình tối ưu. Điều này làm cho nó đặc biệt hữu ích khi xử lý các tập dữ liệu lớn hoặc các tập dữ liệu khuyết thiếu mà các mô hình đơn giản hơn có thể không nắm bắt được tất cả thông tin cần thiết. Song hành cùng thuật toán cực đại hoá kỳ vọng, nhiều phần mềm được phát triển để thực hiện thuật toán này. Trong đó, phần mềm R là một trong những phần mềm dễ dàng sử dụng, có tính ứng dụng cao và thân thiện với người dùng. Bài viết dưới đây trình bày về nội dung của thuật toán cực đại hoá kỳ vọng và ứng dụng trong việc điền khuyết dữ liệu, sử dụng ngôn ngữ R để hỗ trợ lập trình code.

**Từ khóa:** Cực đại hoá kỳ vọng, EM, FEM, Hàm hợp lý cực đại, Thuật toán điền khuyết dữ liệu, Dữ liệu khuyết thiếu.

## 1. MỞ ĐẦU

Thuật toán cực đại hóa kỳ vọng EM (viết tắt của cụm từ Expectation-Maximization) được nghiên cứu vào năm 1958 bởi Hartley [1] và công bố lần đầu trong một bài báo vào năm 1977 bởi ba nhà khoa học Arthur Dempster, Nan Laird và Donald Rubin [2].

Thuật toán EM giúp tìm ước lượng tham số của hàm hợp lý cực đại trong một mô hình xác suất. Nó được xem là thuật toán mở rộng của thuật toán K-means. Có thể nói thuật toán EM là một thuật toán tổng quát đánh giá hàm hợp lý cực đại mà bộ dữ liệu là không hoàn chỉnh hoặc hàm hợp lý liên quan đến các biến ẩn. Thuật toán này tinh chỉnh các quá trình lặp bằng cách gán các đối tượng vào các cụm (bước kỳ vọng) và ước lượng thông số (bước cực đại hoá).

Một ưu điểm của thuật toán EM là hiệu quả tính toán của nó, vì nó cho phép ước tính tham số với tốc độ tương đối nhanh khi so sánh với nhiều thuật toán khác. Điều đó làm cho thuật toán này đặc biệt hữu ích khi xử lý các tập dữ liệu lớn hoặc khi có hạn chế về yếu tố thời gian. Ngoài ra, khả năng tối ưu hóa địa phương của thuật toán giúp thời

gian tính toán nhanh hơn do tránh các tìm kiếm không cần thiết trong không gian tổng thể. Một lợi ích đáng kể khác của thuật toán EM là khả năng ước tính mạnh mẽ. Khi được khởi tạo đúng cách, thuật toán có khả năng tìm ra giải pháp ngay cả khi các phép đo không đầy đủ hoặc có lỗi. Điều này có thể đặc biệt hữu ích nếu những điểm không hoàn hảo đó được phát hiện trong quá trình phát triển mô hình, cho phép kết quả đáng tin cậy hơn trong trường hợp tất cả dữ liệu được giả định là hoàn hảo ngay từ đầu [3].

Bên cạnh đó, thuật toán cực đại hoá kỳ vọng vẫn còn nhược điểm mà người dùng cần lưu ý. Độ nhạy đối với việc khởi tạo vẫn là một vấn đề lớn với thuật toán này do tính chất tối ưu hóa địa phương của nó. Thuật toán có thể bị “mắc kẹt” ở một nghiệm địa phương mà không phản ánh đúng mức độ hoặc thậm chí dẫn nó vào một vòng lặp vô hạn [3].

Mục tiêu của bài báo là trình bày nội dung thuật toán EM và ứng dụng nó trong việc xử lý dữ liệu khuyết thiếu bằng cách lập trình trên phần mềm R. Bài viết dưới đây gồm có hai phần chính. Phần đầu tiên trình bày về nội dung của thuật toán cực đại hoá kỳ vọng EM, bao gồm mô tả sơ lược thuật toán EM và thuật toán FEM - một trường hợp đặc biệt của EM. Phần thứ hai trình bày về ứng dụng của thuật toán EM trong việc điền khuyết dữ liệu, lấy ví dụ về một bộ dữ liệu khuyết thiếu cụ thể và thực hành lập trình trên phần mềm R.

## 2. THUẬT TOÁN CỰC ĐẠI HOÁ KỲ VỌNG

### 2.1. Mô tả thuật toán EM

#### 2.1.1. Sơ lược thuật toán EM

Thuật toán cực đại hoá kỳ vọng EM được xây dựng dựa trên ý tưởng của việc đi tìm ước lượng cho tham số  $\theta$  chưa biết nào đó bằng việc cực đại hoá hàm hợp lý dựa trên các dữ liệu quan sát được, việc cực đại hoá hàm hợp lý này sẽ được tiến hành một cách lặp đi lặp lại. Nói cách khác, ta đi tìm  $\hat{\theta} \in \{argmax L(\theta; X_{obs})\}$  với  $X_{obs}$  là phần dữ liệu quan sát được, nếu giá trị lớn nhất đó có tồn tại. Đồng thời, ta có thể chứng minh được rằng qua mỗi vòng lặp, kết quả của vòng lặp mới luôn tốt hơn kết quả của vòng lặp trước đó. Do đó, thuật toán cực đại hoá kỳ vọng luôn cho kết quả hội tụ về giá trị tối ưu (địa phương).

Giả sử có một bộ dữ liệu đầy đủ là  $X = (Y, Z)$ , gồm hai thành phần trong đó  $Y$  là tập các dữ liệu quan sát được và  $Z$  là tập các dữ liệu bị khuyết thiếu hoặc bị ẩn hoặc không quan sát được. Đặt  $x = \{x_i = (y_i, z_i), i = 1, \dots, n\}$  là một bộ dữ liệu gồm  $n$  quan sát, trong đó  $y = (y_1, \dots, y_n)$  là tập dữ liệu quan sát được và  $z = (z_1, \dots, z_n)$  là tập dữ liệu không quan sát được. Gọi hàm  $g(x; \theta)$  là hàm mật độ xác suất của bộ dữ liệu đầy đủ  $X$  này với  $\theta$  là một véc tơ tham số. Logarit hàm hợp lý của bộ dữ liệu đầy đủ xác định bởi:

$$\log \mathcal{L}(\theta; x) = \log g(x; \theta) = \sum_{i=1}^n \log g(y_i, z_i; \theta). \quad (1)$$

Ta thấy hàm số trên có chứa biến  $z$  là các dữ liệu không quan sát được nên ta không thể cực đại hoá hàm đó. Do đó, thay vì cực đại hoá hàm hợp lý đầy đủ, ý tưởng của thuật toán EM là tiến hành cực đại hoá hàm hợp lý cho phần dữ liệu quan sát được:

$$\log \mathcal{L}(\theta; y) = \log g(y; \theta) = \log \int g(y, z; \theta) dz. \quad (2)$$

Để cực đại hoá hàm hợp lý cho phần dữ liệu quan sát được  $\log \mathcal{L}(\theta; y)$ , ta sẽ sử dụng thuật toán EM.

**Các bước thực hiện thuật toán EM:** Thuật toán cực đại hoá kỳ vọng EM tìm cách ước lượng tham số hàm hợp lý cực đại bằng cách thực hiện phép lặp gồm hai bước E và M như sau:

- **Bước E (Expectation step):** Tính kỳ vọng có điều kiện của logarit hàm hợp lý của bộ dữ liệu đầy đủ  $\log \mathcal{L}(\theta; x)$ , cho biết phần dữ liệu quan sát được  $y$ , và tham số cần ước lượng tại vòng lặp thứ  $t$  là  $\theta^t$ .

$$Q(\theta | \theta^{(t)}) = \mathbb{E}[\log \mathcal{L}(\theta; x) | y, \theta^{(t)}] = \int \log \mathcal{L}(\theta; x) g(z | y, \theta^{(t)}) dz, \quad (3)$$

- **Bước M (Maximization step):** Tìm tham số làm cực đại hoá hàm  $Q$ :

$$\theta^{(t+1)} = \operatorname{argmax}_{\theta} Q(\theta | \theta^t). \quad (4)$$

Hai bước E và M được lặp đi lặp lại cho đến khi dãy  $\theta^{(t)}$  hội tụ. Ta chứng minh được rằng dãy  $\theta^{(t)}$  này hội tụ đến giá trị cực trị địa phương [4]. Lưu ý rằng, thuật toán EM hoạt động để cực đại hoá hàm  $Q(\theta | \theta^{(t)}) = \mathbb{E}[\log \mathcal{L}(\theta; x) | y, \theta^{(t)}]$  chứ nó không đi cực đại trực tiếp hàm  $\log \mathcal{L}(\theta; y)$  bởi khi áp dụng *bất đẳng thức Jensen*, ta có thể chứng minh được:

$$\log \mathcal{L}(\theta; y) \geq Q(\theta | \theta^{(t)}) + \log \mathcal{L}(\theta^{(t)}; y) - Q(\theta^{(t)} | \theta^{(t)}). \quad (5)$$

thì  $\mathcal{L}(\theta^{(t+1)}; y) \geq \mathcal{L}(\theta^{(t)}; y)$ .

Khi đó, việc chọn tham số  $\theta$  để cải thiện hàm  $Q(\theta | \theta^{(t)})$  sẽ dẫn theo hàm  $\mathcal{L}(\theta; y)$  cũng được cải thiện sau mỗi bước lặp.

### 2.1.2. Thuật toán EM điền khuyết dữ liệu với hàm hồi quy tuyến tính

#### a) Mô hình hàm hồi quy tuyến tính

Ta xét việc ước lượng cho mô hình hồi quy tuyến tính một chiều. Giả sử bộ dữ liệu có  $n$  quan sát. Gọi  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  là biến độc lập và  $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$  là biến phụ thuộc. Ở quan sát thứ  $i$ , giả sử  $y_i$  và  $x_i$  liên hệ với nhau bởi mô hình hồi quy tuyến tính như phương trình (6) dưới đây:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon, \quad \varepsilon \sim NID(0, \sigma^2) \quad (6)$$

Giả sử  $x_i \sim N(\alpha, \delta^2)$ , i.i.d. Khi đó, phân phối của  $Y$  với điều kiện  $X$  là  $[Y|X] \sim N(\beta_0 + \beta_1 X, \sigma^2)$ . Hàm mật độ xác suất của  $X$  và  $Y$  như sau:

$$f(y_i, x_i) = f(y_i | x_i) f(x_i) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2\sigma^2}(y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)^2} \times \frac{1}{\delta \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2\delta^2}(x_i - \alpha)^2} \quad (7)$$

#### b) Giá trị khuyết thiếu

Trong thực tế, nhiều tình huống dẫn tới bộ dữ liệu có chứa các dữ liệu khuyết thiếu. Ta mở rộng mô hình để có biến phụ thuộc  $Y$  được quan sát đầy đủ, còn với biến

độc lập, chỉ  $m$  trong số chúng được quan sát (tức là  $n - m$  quan sát còn lại bị khuyết thiếu). Sắp xếp tập dữ liệu sao cho  $m$  quan sát đầu tiên là được ghi nhận đầy đủ:

$$X_{comp} = (x_1, \dots, x_m, x_{m+1}, \dots, x_n) = (X_{obs}, X_{miss}) \quad (8)$$

Phương trình (9) dưới đây cho phép phân tách toàn bộ hàm hợp lý của mô hình thành các phần có thể quan sát được và phần khuyết thiếu:

$$\begin{aligned} \mathcal{L}(\theta; X, Y) &= \sum_{i=1}^n \mathcal{L}(\theta; x_i, y_i) \quad (9) \\ &= -2n \log \sqrt{\sigma^2 2\pi} - 2n \log \sqrt{\delta^2 2\pi} - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^m (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)^2 \\ &\quad - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=m+1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)^2 - \frac{1}{2\delta^2} \sum_{i=1}^m (x_i - \alpha)^2 \\ &\quad - \frac{1}{2\delta^2} \sum_{i=m+1}^n (x_i - \alpha)^2 \end{aligned}$$

trong đó,  $\theta = (\beta_0, \beta_1, \sigma^2, \alpha, \delta^2) \in \mathbb{R}^5$ .

### c) Tính toán bằng thuật toán EM

Vấn đề cần giải quyết với phép tính trên là  $X_{miss}$  không quan sát được và cần ước lượng. Một cách tiếp cận hợp lý là ta chỉ cần đơn giản thay thế mỗi giá trị  $x_{m+1}, \dots, x_n$  bằng kỳ vọng có điều kiện của nó với điều kiện là dữ liệu được quan sát được và  $X_{obs}$  và  $Y$ .

#### - Bước E:

$$\begin{aligned} \mathbb{E} \left[ \sum_{i=m+1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)^2 \right] \\ = \sum_{i=m+1}^n \left( (y_i - \beta_0)^2 + \beta_1^2 \mathbb{E}(X_i^2 | y_i, \theta^*) - 2\beta_1 (y_i - \beta_0) \mathbb{E}(X_i | y_i, \theta^*) \right) \end{aligned}$$

$$\mathbb{E}[\sum_{i=m+1}^n (x_i - \alpha)^2] = \sum_{i=m+1}^n (\mathbb{E}(X_i^2 | y_i, \theta^*) - 2\alpha \mathbb{E}(X_i | y_i, \theta^*) + \alpha^2) \quad (10)$$

trong đó,  $\mathbb{E}(x_i | y_i, \theta^*)$  và  $\mathbb{E}(x_i^2 | y_i, \theta^*)$  lần lượt là moment điều kiện bậc một và bậc hai.

Vì  $X$  và  $Y$  là phân phối chuẩn hai chiều, ta có thể đưa ra kỳ vọng của  $X$  với điều kiện  $Y$  và  $\theta^*$  như sau:

$$\mathbb{E}(X_i | y_i, \theta^*) \sim N \left( \alpha + \frac{\beta_1 \delta^2}{\sigma^2 + \beta_1^2 \delta^2} (y_i - \beta_0 - \beta_1 \alpha), \frac{\sigma^2 \delta^2}{\sigma^2 + \beta_1^2 \delta^2} \right) \quad (11)$$

Ta dễ dàng tìm được moment điều kiện bậc một và hai của  $X_{miss}$  với điều kiện  $Y$  và  $\theta^*$ , ký hiệu là  $M^1$  và  $M^2$  [5]:

$$M_i^1 = \alpha + \frac{\beta_1 \delta^2}{\sigma^2 + \beta_1^2 \delta^2} (y_i - \beta_0 - \beta_1 \alpha) \quad (12)$$

$$M_i^2 = \left( \alpha + \frac{\beta_1 \delta^2}{\sigma^2 + \beta_1^2 \delta^2} (y_i - \beta_0 - \beta_1 \alpha) \right)^2 + \frac{\sigma^2 \delta^2}{\sigma^2 + \beta_1^2 \delta^2} \quad (13)$$

Khi đó, bước E được tính bằng công thức (14) dưới đây:

$$\begin{aligned} Q(\theta|\theta^*) &= \mathcal{L}(\theta; X, Y) \quad (14) \\ &= -2n \log \sqrt{2\pi} - n \log \delta - n \log \sigma - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^m ((y_i - \beta_0)^2 + \beta_1^2 M^2 - 2\beta_1 (y_i - \beta_0) M^1) \\ &\quad - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=m+1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)^2 - \frac{1}{2\delta^2} \sum_{i=m+1}^n (x_i - \alpha)^2 \\ &\quad - \frac{1}{2\delta^2} \sum_{i=1}^m (M^2 - 2\alpha M^1 - \alpha^2) \end{aligned}$$

trong đó,  $M^1$  và  $M^2$  được cho bởi công thức (12) và (13).

- **Bước M:** Cực đại hoá hàm  $Q(\theta|\theta^*)$  được cho bởi bước E. Giải phương trình  $\frac{\partial Q(\theta|\theta^*)}{\partial \theta} = 0$  ta có kết quả dưới đây. Tham số mới  $\beta'$  là nghiệm OLS của mô hình, theo đó,  $\beta' = (X^T X)^{-1} (X^T Y)$ .

$$\begin{bmatrix} \beta'_0 \\ \beta'_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} n & \sum_{i=1}^n \widetilde{x}_i^* \\ \sum_{i=1}^n \widetilde{x}_i^* & \sum_{i=1}^n \widetilde{x}_i^{2*} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n y_i \\ \sum_{i=1}^n \widetilde{x}_i^* y_i \end{bmatrix} \quad (15)$$

Với  $\widetilde{X}^* = (X_{obs}, M^{1*}) \in \mathbb{R}^n$  và  $\widetilde{X}^{2*} = (X_{obs}^2, M^{2*}) \in \mathbb{R}^n$  là biến độc lập đầy đủ được ước lượng theo tham số ước lượng hiện tại  $\theta^*$ . Tương tự, các tham số tiếp theo là:

$$\sigma^{2'} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n ((y_i - \beta'_0) - 2\beta'_1 y_i - \beta'_0) \widetilde{x}_i^* + (\beta'_1)^2 \widetilde{x}_i^{2*} \quad (16)$$

$$\alpha' = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \widetilde{x}_i^* \quad (17)$$

$$\delta^{2'} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\widetilde{x}_i^{2*} - 2\alpha' \widetilde{x}_i^* + \alpha'^2) \quad (18)$$

## 2.2. Sơ lược thuật toán Fuzzy EM (FEM)

Thuật toán Fuzzy EM (FEM) là một trường hợp đặc biệt của thuật toán EM với dữ liệu quan sát được ở đây là các số mờ  $\tilde{x}$  và được đặc trưng bởi một hàm thuộc  $\mu_{\tilde{x}}$ .

Một ví dụ về số mờ là số mờ dạng hình thang  $\tilde{x} = (a_1, a_2, a_3, a_4)$ , có đáy lớn (giá) là đoạn  $[a_1, a_4]$  và nhân là đoạn  $[a_2, a_3]$ , hàm thuộc của nó có dạng như sau:

$$\mu_{\tilde{x}}(x) = \begin{cases} \frac{x - a_1}{a_2 - a_1} & , a_1 \leq x \leq a_2 \\ 1 & , a_2 \leq x \leq a_3 \\ \frac{a_4 - x}{a_4 - a_3} & , a_3 \leq x \leq a_4 \\ 0 & , \text{các trường hợp khác} \end{cases}$$

Ví dụ: trong một bộ dữ liệu về giá nhà, các dữ liệu đầu vào là các đặc trưng của một căn nhà (diện tích, vị trí, kích thước, ...). Các dữ liệu đầu vào này là vecto  $x$ , là các số rõ (đã quan sát được). Còn giá trị đầu ra, biến phụ thuộc  $y$  là giá căn nhà ta có thể coi là một số mờ (chưa quan sát được), tức là có thể hiểu giá của căn nhà sẽ không phải một số cụ thể (số rõ) mà sẽ nhận giá trị trong một khoảng. Và nếu  $y$  là số mờ có dạng hình thang như trên thì tức là giá căn nhà không phải một số cụ thể mà sẽ được biểu diễn bởi bốn số  $(a_1, a_2, a_3, a_4)$  và giá nhà chắc chắn sẽ nằm trong khoảng từ  $a_1$  đến  $a_4$ , và khả năng cao là nằm trong khoảng từ  $a_2$  đến  $a_3$ .

Trong thuật toán FEM, bộ dữ liệu đầy đủ ta ký hiệu là  $x = (\tilde{x}, z)$ , với  $\tilde{x}$  là số mờ mà ta quan sát được còn  $z$  là phần dữ liệu không quan sát được. Thuật toán FEM trong trường hợp này cũng gồm 2 bước:

- **Bước E (Expectation step):** Tính giá trị kỳ vọng có điều kiện của logarit hàm hợp lý  $\log \mathcal{L}(\theta; x)$ , với điều kiện là phần dữ liệu quan sát được  $\tilde{x}$ , và tham số cần ước lượng  $\theta^t$ .

$$Q(\theta|\theta^{(t)}) = \mathbb{E}[\log \mathcal{L}(\theta; x) | \tilde{x}, \theta^{(t)}], \quad (19)$$

- **Bước M (Maximization step):** Tìm tham số làm cực đại hoá hàm  $Q$ :

$$\theta^{(t+1)} = \operatorname{argmax}_{\theta} Q(\theta|\theta^t). \quad (20)$$

Trong thuật toán FEM, ở **bước E** ta phải tính được kỳ vọng có điều kiện  $\mathbb{E}[\log \mathcal{L}(\theta; x) | \tilde{x}, \theta^{(t)}]$ . Ta đưa ra công thức hàm mật độ xác suất có điều kiện của  $x$ , cho biết  $\tilde{x}$ :

$$g(x|\tilde{x}, \theta^{(t)}) = \frac{\mu_{\tilde{x}}(x)g(x;\theta^{(t)})}{\int \mu_{\tilde{x}}(u)g(u;\theta^{(t)})du} = \frac{\mu_{\tilde{x}}(x)g(x;\theta^{(t)})}{\mathcal{L}(\theta^{(t)}; \tilde{x})}. \quad (21)$$

Như vậy, bước E sẽ trở thành:

$$Q(\theta|\theta^{(t)}) = \mathbb{E}[\log \mathcal{L}(\theta; x) | \tilde{x}, \theta^{(t)}] = \frac{\int \mu_{\tilde{x}}(x) \log[\mathcal{L}(\theta; x)] g(x; \theta^{(t)}) dx}{\mathcal{L}(\theta^{(t)}; \tilde{x})}. \quad (22)$$

Sau đó ta sẽ đi cực đại hoá hàm  $Q(\theta|\theta^{(t)})$  bên trên.

### 3. THỰC HÀNH ĐIỀN KHUYẾT DỮ LIỆU TRÊN PHẦN MỀM R

**Mô tả bộ dữ liệu:** Ta xét bộ dữ liệu *ozoneNA.csv* là một bộ dữ liệu có sẵn trong R, mô tả sự ô nhiễm trong không khí. Mục đích của bảng dữ liệu này là phân tích mối liên hệ giữa mức ozone tối đa hàng ngày (*maxO3*) và các biến số khí tượng khác. Bộ dữ liệu này không đầy đủ, chứa một vài giá trị khuyết thiếu do trên thực tế, trong một vài ngày nào đó máy móc thường xuyên bị hỏng, dẫn đến một số thông tin không được ghi lại. Bộ dữ liệu gồm 112 quan trắc và 12 biến được ghi lại trong suốt mùa hè năm 2001 tại thành phố Rennes nước Pháp. Trong đó:

#maxO3 (maximum daily ozone): mức ozone tối đa trong ngày (gr.m-3);

#maxO3v (maximum daily ozone the previous day): mức ozone tối đa ở ngày trước đó (gr.m-3);

#T9 #T12 #T15: nhiệt độ được ghi nhận lúc 9 giờ, 12 giờ và 15 giờ cùng ngày (°C);

#Ne9 #Ne12 #Ne15: độ đục được ghi nhận lúc 9 giờ, 12 giờ và 15 giờ cùng ngày;

#Vx9 #Vx12 #Vx15: tốc độ gió được ghi nhận lúc 9 giờ, 12 giờ và 15 giờ cùng ngày;

#WindDirection: hướng gió.

**Khai báo các gói thư viện cần dùng:**

library(VIM)

library(norm)

library(missMDA)

**Tải lên bộ dữ liệu:** Ta tải lên bộ dữ liệu *ozoneNA* có chứa các dữ liệu khuyết thiếu và đặt tên là *ozone*. Ta có thể quan sát 6 dòng đầu tiên của bộ dữ liệu như hình dưới đây:

```
ozone <- read.table("ozoneNA.csv", header=TRUE, sep=";", row.names=1)
head(ozone)
```

	maxO3	T9	T12	T15	Ne9	Ne12	Ne15	Vx9	Vx12	Vx15	maxO3v	WindDirection
20010601	87	15.6	18.5	NA	4	4	8	0.6946	-1.7101	-0.6946	84	North
20010602	82	NA	NA	NA	5	5	7	-4.3301	-4.0000	-3.0000	87	North
20010603	92	15.3	17.6	19.5	2	NA	NA	2.9544	NA	0.5209	82	East
20010604	114	16.2	19.7	NA	1	1	0	NA	0.3473	-0.1736	92	North
20010605	94	NA	20.5	20.4	NA	NA	NA	-0.5000	-2.9544	-4.3301	114	West
20010606	80	17.7	19.8	18.3	6	NA	7	-5.6382	-5.0000	-6.0000	94	West

**TA CHỈ GIỮ LẠI 11 BIẾN LIÊN TỤC ĐẦU TIÊN ĐỂ TIẾN HÀNH ĐIỀN KHUYẾT (TỨC LÀ GIỮ LẠI 11 CỘT ĐẦU TIÊN TRONG TỔNG SỐ 12 CỘT CỦA BỘ DỮ LIỆU GỐC) VÀ ĐẶT TÊN BỘ DỮ LIỆU MỚI NÀY LÀ *MISS\_OZONE*.**

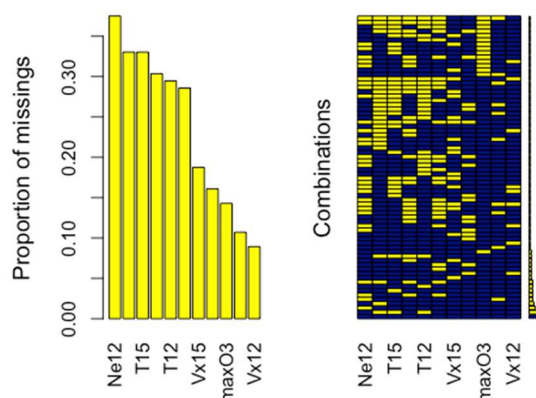
```
miss_ozone <- ozone[,1:11]
```

	maxO3	T9	T12	T15	Ne9	Ne12	Ne15	Vx9	Vx12	Vx15	maxO3v
20010601	87	15.6	18.5	NA	4	4	8	0.6946	-1.7101	-0.6946	84
20010602	82	NA	NA	NA	5	5	7	-4.3301	-4.0000	-3.0000	87
20010603	92	15.3	17.6	19.5	2	NA	NA	2.9544	NA	0.5209	82
20010604	114	16.2	19.7	NA	1	1	0	NA	0.3473	-0.1736	92
20010605	94	NA	20.5	20.4	NA	NA	NA	-0.5000	-2.9544	-4.3301	114
20010606	80	17.7	19.8	18.3	6	NA	7	-5.6382	-5.0000	-6.0000	94

**TRỰC QUAN HOÁ DỮ LIỆU:** ta sử dụng hàm *aggr* để quan sát tỉ lệ dữ liệu khuyết thiếu dưới dạng đồ thị và tỉ lệ phần trăm khuyết thiếu tương ứng của từng biến.

```
aggr(miss_ozone, col=c('navyblue','yellow'), sortVar = TRUE)
```

```
## Variables sorted by number of missings:
## Variable Count
## Ne12 0.37500000
## T9 0.33035714
## T15 0.33035714
## Ne9 0.30357143
## T12 0.29464286
## Ne15 0.28571429
## Vx15 0.18750000
## Vx9 0.16071429
## maxO3 0.14285714
## maxO3v 0.10714286
## Vx12 0.08928571
```



### THỰC HÀNH ĐIỀN KHUYẾT DỮ LIỆU BẰNG THUẬT TOÁN EM:

Giả sử rằng bộ dữ liệu ta đang xét có phân phối chuẩn đa biến với tham số  $\theta = (\mu; \Sigma)$ , trong đó  $\mu$  ( $mu$ ) là vecto giá trị trung bình và  $\Sigma$  ( $sigma$ ) là ma trận hiệp phương sai.

### BƯỚC 1: ƯỚC LƯỢNG CÁC THAM SỐ MU VÀ SIGMA TỪ BỘ DỮ LIỆU KHUYẾT THIỂU BẰNG THUẬT TOÁN CỰC ĐẠI HOÁ EM.

```
pre_param <- prelim.norm(as.matrix(miss_ozone))
thetahat <- em.norm(pre_param) # run EM algorithm, compute MLE
```

```
## Iterations of EM:
```

```
##
```

```
1...2...3...4...5...6...7...8...9...10...11...12...13...14...15...16...17...18...19...20...21...22...23...24...25...26...27...28...29...
```

### SAU ĐÓ, TA CÓ ĐƯỢC KẾT QUẢ ƯỚC LƯỢNG THAM SỐ NHƯ DƯỚI ĐÂY:

```
estimate <- getparam.norm(pre_param, thetahat)
```

```
estimate$mu
```

```
## [1] 90.449970 18.153505 21.231393 22.468786 4.887813 4.902927 4.756645
## [8] -1.209441 -1.610990 -1.658337 89.076575
```

```
estimate$sigma
```

```
## [1,] [2,] [3,] [4,] [5,] [6,] [7,]
## [1,] 798.42882 56.8626446 88.165795 98.855977 -43.361980 -44.112574 -31.343664
## [2,] 56.86264 9.4620486 10.778438 11.528216 -2.392914 -2.410661 -1.832665
## [3,] 88.16579 10.7784377 16.044202 16.847247 -4.517125 -5.313627 -3.327555
## [4,] 98.85598 11.5282160 16.847247 20.409659 -5.571630 -6.268737 -5.386797
## [5,] -43.36198 -2.3929140 -4.517125 -5.571630 6.163044 4.080450 2.953342
## [6,] -44.11257 -2.4106612 -5.313627 -6.268737 4.080450 5.036928 3.620388
```



```
## [7,] -31.34366 -1.8326650 -3.327555 -5.386797 2.953342 3.620388 5.311804
## [8,] 36.93442 1.2394590 4.002302 5.048559 -2.834880 -2.774599 -2.296114
## [9,] 36.01630 0.9686541 2.786801 4.177639 -3.779082 -3.122105 -2.581832
## [10,] 27.73091 0.1581604 1.905013 2.917806 -2.906145 -2.459598 -2.296046
## [11,] 526.88457 54.6242014 66.455595 77.871268 -20.532679 -27.757591 -
24.810815
##           [,8]           [,9]           [,10]           [,11]
## [1,] 36.934424 36.0163033 27.7309074 526.88457
## [2,] 1.239459 0.9686541 0.1581604 54.62420
## [3,] 4.002302 2.7868012 1.9050134 66.45559
## [4,] 5.048559 4.1776389 2.9178059 77.87127
## [5,] -2.834880 -3.7790819 -2.9061451 -20.53268
## [6,] -2.774599 -3.1221049 -2.4595976 -27.75759
## [7,] -2.296114 -2.5818324 -2.2960457 -24.81081
## [8,] 6.618449 5.5077633 4.5303973 23.85331
## [9,] 5.507763 7.9475560 6.3324129 17.55904
## [10,] 4.530397 6.3324129 7.4065652 13.97904
## [11,] 23.853313 17.5590360 13.9790362 740.55441
```

**BƯỚC 2: ĐIỀN KHUYẾT DỮ LIỆU BẰNG PHÂN PHỐI CÓ ĐIỀU KIỆN X\_MISSIX\_OBS VÀ QUAN SÁT 6 DÒNG ĐẦU TIÊN CỦA BỘ DỮ LIỆU ĐÃ ĐƯỢC ĐIỀN KHUYẾT NHƯ DƯỚI ĐÂY.**

```
rngseed(1e5)
ozone_imputed <- imp.norm(pre_param, thetahat, miss_ozone)
head(ozone_imputed)
```

	maxO3	T9	T12	T15	Ne9	Ne12	Ne15	Vx9	Vx12	Vx15	maxO3v
20010601	87.00000	15.60000	18.50000	16.98455	4.0000000	4.000000	8.0000000	0.6946000	-1.7101000	-0.6946000	84.00000
20010602	82.00000	19.47568	22.96825	25.02244	5.0000000	5.000000	7.0000000	-4.3301000	-4.0000000	-3.0000000	87.00000
20010603	92.00000	15.30000	17.60000	19.50000	2.0000000	4.412233	4.7916060	2.9544000	2.1957647	0.5209000	82.00000
20010604	114.00000	16.20000	19.70000	22.16764	1.0000000	1.000000	0.0000000	0.3679288	0.3473000	-0.1736000	92.00000
20010605	94.00000	16.65965	20.50000	20.40000	8.3588693	5.492160	4.4114654	-0.5000000	-2.9544000	-4.3301000	114.00000
20010606	80.00000	17.70000	19.80000	18.30000	6.0000000	6.067350	7.0000000	-5.6382000	-5.0000000	-6.0000000	94.00000

#### 4. KẾT LUẬN

Bài viết bước đầu tìm hiểu về thuật toán cực đại hoá kỳ vọng EM và một ứng dụng phổ biến nhất của nó là điền khuyết dữ liệu. Đây là thuật toán lặp để cực đại hóa ước lượng khả năng đối với dữ liệu khuyết thiếu. Bước kỳ vọng làm đầy dữ liệu khuyết thiếu dựa trên ước lượng của tham số hiện tại. Bước cực đại hóa ước lượng lại tham số với mục tiêu cực đại hóa khả năng. Điểm thuận lợi là các code lập trình đều được khai thác và thực hiện trên nhiều ngôn ngữ như R, Python,... đó là các ngôn ngữ lập trình mở, được phát triển gần đây khi mà xu hướng kỹ thuật số, công nghệ 4.0 ngày càng phát triển. Đây là một hướng nghiên cứu thú vị cho tác giả cũng như cho sinh viên ngành Toán ứng dụng trong thời gian tới.

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. John Thickstun, Gaussian Mixture Models, CSE 599I: Generative Models, Lecture 2, University of Washington.
- [2]. Frank Dellaert, The Expectation Maximization Algorithm, July 2003.
- [3]. DataTrained, EM Algorithm in Machine Learning with its advantages and disadvantage, <https://datatrained.com/>
- [4]. Orlando Romero, Sarthak Chatterjee, Sérgio Pequito, Convergence of the Expectation-Maximization Algorithm Through Discrete-Time Lyapunov Stability Theory, 2018.
- [5]. Yisa Adeniyi Abolade, Yichuan Zhao, A Study of EM Algorithm as an Imputation Method: A Model-Based Simulation Study with Application to a Synthetic Compositional Data, Open Journal of Modelling and Simulation, Vol.12 No.2, April 2024.
- [6]. A.P. Dempster, N.M. Laird, D.B. Rubin, Maximum Likelihood from Incomplete Data via the EM Algorithm, Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological), 1977.
- [7]. S.V. Buuren, Flexible Imputation of Missing Data - 2<sup>nd</sup> edition, Chapman & Hall/CRC, London, 2018.
- [8]. P.G.N. Digby, R.A. Kempton, Multivariate Analysis of Ecological Communities. Chapman & Hall/CRC, London, 1987, pp. 204,
- [89]. J. Josse, F. Husson, Computational Statistics and Data Analysis, Vol.56(6), 2012, pp. 1869-1879.
- [10]. K.V. Mardia, J.T Kent, J.M Bibby, Multivariate Analysis, Academic Press, USA, 1979.

## ỨNG DỤNG HỌC MÁY TRONG DỰ BÁO GIÁ NHÀ Ở TẠI HÀ NỘI

Nguyễn Thị Hồng Hoa\*, Nguyễn Lê Minh

Trường Đại học Giao thông vận tải, số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

\*Tác giả liên hệ: Email: hoanth@utc.edu.vn

**Tóm tắt:** Trong thời đại số hóa như hiện nay, ngày càng có nhiều người dùng đưa ra những ý kiến đóng góp trên các diễn đàn doanh nghiệp và mạng xã hội đặc biệt việc mua bán thương mại diễn ra sôi động. Hiện nay thị trường bất động sản đang được các nhà đầu tư và người dùng quan tâm. Việc tham khảo các thông tin về giá cả tương ứng với diện tích sử dụng,... giúp người mua hoặc các nhà đầu tư có lựa chọn đúng đắn. Sử dụng bộ dữ liệu thu thập giá nhà ở tại Hà Nội được tham khảo các trang mạng xã hội do nhóm nghiên cứu tự thu thập cùng với giải pháp tiền xử lý, chuẩn hóa, gán nhãn. Kết quả thực nghiệm đạt cho thấy phương pháp đề xuất đạt được độ chính xác nhất định. Từ kết quả thực nghiệm này, việc phát triển sâu hơn về nghiên cứu giá cả thị trường bất động sản là hoàn toàn khả thi và có thể áp dụng được trong thực tế.

**Từ khóa:** Machine Learning, Datamining, Random Forest

### 1. GIỚI THIỆU

#### 1.1. Phân tích dữ liệu trong ngôn ngữ tự nhiên

**Data Mining** hay khai thác dữ liệu, là quá trình phát hiện kiến thức hữu ích từ lượng lớn dữ liệu thông qua các kỹ thuật như phân loại, phân cụm, quy tắc liên kết, và phân tích mô hình dự đoán. Data Mining được ví như công việc “Đãi cát tìm vàng” trong một tập hợp lớn các dữ liệu cho trước. **Text mining** có thể được mô tả là quá trình trích xuất dữ liệu thiết yếu từ văn bản ngôn ngữ chuẩn. Tất cả dữ liệu mà con người tạo ra thông qua tin nhắn văn bản, tài liệu, email, tệp được viết bằng văn bản ngôn ngữ chung. Text mining chủ yếu được sử dụng để rút ra thông tin chi tiết hữu ích hoặc các mẫu từ dữ liệu đó.

Phân tích ngôn ngữ tự nhiên là một chủ đề nghiên cứu dựa trên phương pháp học máy nhằm tìm ra ý kiến của con người thông qua những thông tin thu thập được. Do phải hiểu được ngữ nghĩa trong bối cảnh nhất định, cho nên việc phân tích trên những đoạn văn bản ngắn khó khăn hơn nhiều so với những đoạn văn bản dài. Dựa trên mục đích của việc phân lớp, ngôn ngữ tự nhiên để phân loại các thông tin cần quan tâm như giá cả, cảm xúc, thương hiệu... Như vậy, việc thu thập một số lượng lớn dữ liệu không có nhãn từ các hệ thống website tương đối đơn giản nhưng việc gán nhãn đầy đủ loại ngôn ngữ tự nhiên cho các câu bình luận rất tốn chi phí. Kết quả phân lớp dựa rất nhiều vào dữ liệu được gán nhãn, đồng thời yêu cầu số lượng dữ liệu đủ lớn có nhãn cho việc xây dựng mô hình

## **1.2. Các phương pháp giải quyết bài toán phân loại ngôn ngữ tự nhiên**

Việc trích xuất mối quan hệ ngữ nghĩa giữa các thực thể được đề cập trong các tài liệu văn bản là một nhiệm vụ quan trọng trong xử lý ngôn ngữ tự nhiên. Các loại mối quan hệ khác nhau được phát hiện giữa các đề cập đến các thực thể có thể cung cấp thông tin cấu trúc hữu ích cho một hệ thống khai thác văn bản. Như vậy, bước đầu tiên việc chuẩn bị dữ liệu là các văn bản cực kỳ quan trọng để phân tích [1]. Tiếp theo là tiền xử lý, ta tiến hành làm sạch dữ liệu, loại bỏ các kí tự đặc biệt, các dữ liệu rác, các dữ liệu không chuẩn hóa, chuẩn hóa dữ liệu về ngữ pháp ngữ nghĩa [2]. Khảo sát phân tích dữ liệu, xem dữ liệu đã đầy đủ chưa, phân bố độ dài của nội dung. Giai đoạn này nghiên cứu sẽ phát họa khái quát tính chất, nội dung, số lượng của tập dữ liệu mình thu được. Lựa chọn các yếu tố đầu vào để phân tích, và dữ liệu ban đầu sẽ có rất nhiều chiều. Lựa chọn chiều nào thích hợp nhất để phân tích là việc rất quan trọng. Các chiều đầu vào càng chính xác thì kết quả phân tích sẽ có độ chính xác càng cao. Bước cuối cùng là đánh giá kết quả và triển khai dự án [3].

Phân tích ngôn ngữ tự nhiên đã được định nghĩa là tính toán nghiên cứu ý kiến, đánh giá, số liệu thể hiện trong văn bản. Nói cách khác, khai thác số liệu, thông tin là một phương pháp trích xuất ý kiến của người đã tạo ra một tài liệu cụ thể gần đây đã trở thành mối quan tâm nghiên cứu lớn nhất trong xã hội. Đặc biệt, trong thời đại phát triển kỹ thuật số, chúng ta hiện có một khối lượng dữ liệu lớn được ghi lại dưới dạng văn bản để phân tích [4].

Các phương pháp Text mining trong Data Mining [5] có thể kể đến như:

- Phân tích liên kết dựa trên từ khóa: Thu thập các tập hợp từ khóa hoặc thuật ngữ thường xảy ra cùng nhau, và sau đó khám phá mối quan hệ giữa chúng.
- Phân tích phân loại Text:
- Information Extraction: Trích xuất dữ liệu có cấu trúc như các thực thể, mối quan hệ thực thể và các thuộc tính mô tả các thực thể từ một nguồn phi cấu trúc
- Natural Language Processing (NLP): Phần mềm máy tính có thể hiểu ngôn ngữ của con người giống như ngôn ngữ được nói

## **2. CÔNG NGHỆ SỬ DỤNG**

Các phương thức xử lý ngôn ngữ tự nhiên NLP là một công nghệ học máy[6]. Các tổ chức ngày nay có khối lượng lớn dữ liệu thoại và văn bản từ nhiều kênh liên lạc khác nhau như email, tin nhắn văn bản, bản tin trên mạng xã hội, tệp video, tệp âm thanh và nhiều hơn nữa. Xử lý ngôn ngữ tự nhiên (NLP) nắm vai trò rất quan trọng trong việc phân tích đầy đủ dữ liệu văn bản và giọng nói một cách hiệu quả. Công nghệ này có thể xử lý những nét khác biệt trong phương ngữ, tiếng lóng và điểm bất thường về ngữ pháp thường thấy trong các cuộc hội thoại hàng ngày. Xử lý ngôn ngữ tự nhiên (NLP) kết hợp ngôn ngữ học điện toán, máy học và các mô hình học sâu để xử lý ngôn ngữ của con người.

**Ngôn ngữ học điện toán:** là lĩnh vực khoa học nghiên cứu và xây dựng các mô hình ngôn ngữ con người bằng những công cụ máy tính và phần mềm [7]. Các nhà nghiên cứu sử dụng những phương pháp ngôn ngữ học điện toán, chẳng hạn như phân tích cú pháp và ngữ nghĩa, để tạo ra các khung giúp máy móc hiểu được ngôn ngữ hội

thoại của con người. Các công cụ như trình chuyển ngữ, trình tổng hợp văn bản thành giọng nói và phần mềm nhận dạng giọng nói đều dựa trên ngôn ngữ học điện toán.

**Máy học:** là một công nghệ đào tạo máy tính bằng dữ liệu mẫu để nâng cao hiệu quả của nó [8]. Ngôn ngữ con người có một số đặc điểm như âm điệu, ẩn dụ, biến thể trong cấu trúc câu, cộng với các ngoại lệ về ngữ pháp và ngữ cảnh sử dụng mà con người phải mất nhiều năm để học. Các lập trình viên sử dụng những phương pháp máy học để dạy các ứng dụng NLP nhận biết và hiểu chính xác các đặc điểm này ngay từ đầu.

**Học sâu:** là một lĩnh vực cụ thể của máy học, tập trung vào việc dạy máy tính học và suy nghĩ như con người [9]. Lĩnh vực này liên quan đến một mạng nơ-ron bao gồm các nút xử lý dữ liệu được cấu trúc để phỏng theo bộ não người. Với học sâu, các máy tính nhận biết, phân loại và tìm mối tương quan giữa các mẫu phức tạp trong dữ liệu đầu vào.

Trong nghiên cứu này, trước tiên chúng tôi tiến hành thu thập dữ liệu thô từ trang diễn đàn, mạng xã hội. Sau đó dữ liệu thô được tiền xử lý và lấy mẫu, và gán nhãn trước khi tiến hành học máy. Dữ liệu lấy mẫu được chia thành ba nhóm: tập dữ liệu huấn luyện (training data), tập dữ liệu xác nhận (validation data) và tập dữ liệu kiểm tra (test data). Tập dữ liệu huấn luyện được sử dụng để thiết lập các mô hình học máy, bộ dữ liệu xác nhận được sử dụng để lặp lại và tinh chỉnh các mô hình được chọn, chúng tôi dựa trên kết quả phân loại chính xác trên dữ liệu tập kiểm tra để tìm ra mô hình học máy phù hợp nhất. Các bộ dữ liệu kiểm tra chỉ được sử dụng một lần là bước cuối cùng để báo cáo tỷ lệ lỗi ước tính cho dự đoán trong tương lai

### **Random Forest (RF)**

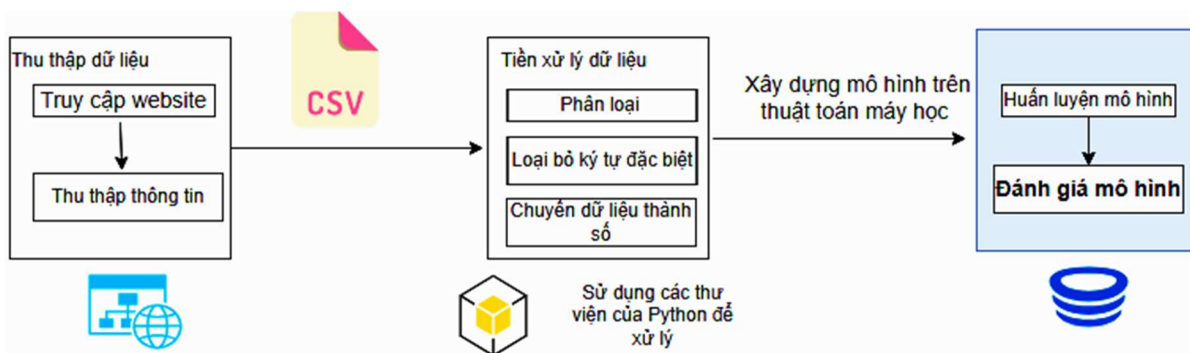
Random Forests được giới thiệu bởi Leo Breiman [10], người được truyền cảm hứng từ công việc trước đó của Amit và Geman [11]. Mặc dù không rõ ràng từ mô tả trong [10], Random Forests là một phần mở rộng của ý tưởng bagging của Breiman [12] và được phát triển như một đối thủ cạnh tranh của boosting. Random Forests có thể được sử dụng cho một biến phản ứng phân loại, được gọi là "classification" trong [10], hoặc một biến phản ứng liên tục, được gọi là "regression". Tương tự, các biến dự đoán có thể là phân loại hoặc liên tục.

Random Forest là một tập hợp lớn các cây, trong đó mỗi cây phụ thuộc vào một bộ sưu tập các biến ngẫu nhiên [13]. Cụ thể hơn, cho một vector ngẫu nhiên  $X$  có  $p$  chiều  $X = (X_1, \dots, X_p)^T$  đại diện cho các biến đầu vào hoặc dự đoán có giá trị thực và một biến ngẫu nhiên  $Y$  đại diện cho phản ứng có giá trị thực, chúng ta giả định một phân phối liên tục  $P_{XY}(X, Y)$  không xác định. Mục tiêu là tìm một hàm dự đoán  $f(X)$  để dự đoán  $Y$ . Hàm dự đoán được xác định bởi một hàm mất mát  $L(Y, f(X))$  và được định nghĩa để làm giảm giá trị kỳ vọng của hàm mất mát.

$$E_{XY}(L(Y, f(X))) \tag{1}$$

Trong đó  $L(Y, f(X))$  là hàm đo về mức độ gần gũi giữa  $f(X)$  và  $Y$ ; giúp loại trừ các giá trị của  $f(X)$  xa  $Y$  một cách đáng kể. Các lựa chọn điển hình của  $L$  là hàm mất mát bình phương  $L(Y, f(X)) = (Y - f(X))^2$  cho bài toán hồi quy và hàm mất mát zero-one loss cho bài toán phân loại

### 3. MÔ HÌNH VÀ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU



**Hình 1:** Mô hình xử lý dữ liệu dự đoán.

Quá trình thu thập thông tin được lưu thành file dạng CSV [15] bao gồm các thông tin về: ngày, địa chỉ, quận, huyện, loại hình, giấy tờ pháp lý, số tầng, số phòng, diện tích, dài, rộng, giá/m<sup>2</sup> với kích thước dữ liệu gồm 82497 dòng dữ liệu và 13 cột, minh họa như hình 2.

Ngày	Địa chỉ	Quận	Huyện	Loại hình	Giấy tờ pháp lý	Số tầng	Số phòng	Diện tích	Dài	Rộng	Giá/m <sup>2</sup>
0	05/08/2020 Đường Hoàng Quốc Việt, Phường Ng Quận Cầu Phương N Nhà ng, I Đã có số						4 5 phòng	46 m <sup>2</sup>	NaN	NaN	86,96 triệu/m <sup>2</sup>
1	05/08/2020 Đường Kim Giang, Phường Kim Giar Quận Tha Phường Kí Nhà mặt t, NaN					NaN	3 phòng	37 m <sup>2</sup>	NaN	NaN	116,22 triệu/m <sup>2</sup>
2	05/08/2020 phố minh khai, Phường Minh Khai, I Quận Hai Phường M Nhà ng, I Đã có số						4 4 phòng	40 m <sup>2</sup>	10 m	4 m	65 triệu/m <sup>2</sup>
3	05/08/2020 Đường Vông Thị, Phường Thụy Khuê Quận Tây Phường Tí Nhà ng, I Đã có số					NaN	6 phòng	51 m <sup>2</sup>	12.75 m	4 m	100 triệu/m <sup>2</sup>
4	05/08/2020 Đường Kim Giang, Phường Kim Giar Quận Tha Phường Kí Nhà ng, I NaN					NaN	4 phòng	36 m <sup>2</sup>	9 m	4 m	86,11 triệu/m <sup>2</sup>
5	05/08/2020 Đường Yên Hòa, Phường Yên Hoà, Q Quận Cầu Phường Yé Nhà ng, I Đã có số					NaN	nhiều hơn	46 m <sup>2</sup>	12.1 m	3.8 m	104,35 triệu/m <sup>2</sup>
6	05/08/2020 Đường Tây Sơn, Phường Trung Liệt, C Quận Đống Phường Tr Nhà ng, I NaN					NaN	3 phòng	52 m <sup>2</sup>	NaN	4.5 m	112,5 triệu/m <sup>2</sup>
7	05/08/2020 Đường Lò Đức, Phường Đồng Mác, C Quận Hai Phường Đì Nhà mặt t, I Đã có số						6 5 phòng	32 m <sup>2</sup>	NaN	6.8 m	184,38 triệu/m <sup>2</sup>
8	05/08/2020 Đường Xuân La, Phường Xuân La, Q Quận Tây Phường Xi Nhà ng, I NaN					NaN	4 phòng	75 m <sup>2</sup>	12 m	6.5 m	120 triệu/m <sup>2</sup>
9	05/08/2020 Đường 19/5, Phường Văn Quán, Quê Quận Hà t Phường Vi Nhà ng, I Đã có số						4 3 phòng	41 m <sup>2</sup>	NaN	3.5 m	64,63 triệu/m <sup>2</sup>
10	05/08/2020 Đường Tự Liệt, Thị trấn Văn Điển, H Huyện Thê Thị trấn Vì Nhà ng, I Đã có số					NaN	3 phòng	35 m <sup>2</sup>	NaN	NaN	45,71 triệu/m <sup>2</sup>
11	05/08/2020 Đường Đinh Công Hạ, Phường Định I Quận Hoà Phường Đì Nhà ng, I Đã có số						5 4 phòng	30 m <sup>2</sup>	NaN	NaN	83,33 triệu/m <sup>2</sup>
12	05/08/2020 Đường Bồ Đề, Phường Bồ Đề, Quận I Quận Lonj Phường Bì Nhà ng, I Đã có số					NaN	4 phòng	52 m <sup>2</sup>	13 m	4 m	93,27 triệu/m <sup>2</sup>
13	05/08/2020 Đường Quang Trung, Phường Quang Quận Hà t Phường Q Nhà ng, I NaN					NaN	5 phòng	50 m <sup>2</sup>	NaN	5 m	86 triệu/m <sup>2</sup>
14	05/08/2020 Đường Đề Trần Khát Chân, Phường I Quận Hai Phường Tí Nhà ng, I NaN					NaN	4 phòng	52.8 m <sup>2</sup>	15.2 m	3.9 m	75 triệu/m <sup>2</sup>
15	05/08/2020 Đường Bồ Đề, Phường Bồ Đề, Quận I Quận Lonj Phường Bì Nhà ng, I Đã có số						5 4 phòng	52 m <sup>2</sup>	12 m	4.2 m	93,27 triệu/m <sup>2</sup>
16	05/08/2020 Đường Khương Trung, Phường Khươ Quận Tha Phường Kí Nhà ng, I Đã có số					NaN	3 phòng	30 m <sup>2</sup>	NaN	NaN	75 triệu/m <sup>2</sup>

**Hình 2:** Dataset giá nhà đất tại Hà Nội Việt Nam năm 2020

Sau khi kiểm tra dữ liệu các cột Ngày, Số tầng, Số phòng ngủ, Diện tích, Phòng ngủ, Dài, Rộng, Giá /m<sup>2</sup> có kiểu dữ liệu “object” chưa đúng với kiểu dữ liệu huấn luyện nên cần đưa về đúng kiểu dữ liệu là float hoặc int như hình 3, sau đó kiểm tra và xóa dữ liệu bị trùng lặp nếu có. Sau khi tiền xử lý dữ liệu thì còn lại 7328 dòng dữ liệu được sử dụng.

	num_floors	num_bed_rooms	squared_meter_area	length_meter	width_meter	price_in_million_per_square_meter
0	4.0	4.0	40.0	10.0	4.0	65.0
1	5.0	4.0	52.0	12.0	4.2	93.27
2	5.0	5.0	90.0	18.0	5.0	108.89
3	4.0	3.0	32.0	6.6	4.5	60.94
4	3.0	2.0	42.0	11.0	4.0	29.76

**Hình 3:** Dữ liệu sau khi được xử lý

Chúng tôi áp dụng Random Forest kiểm tham số mô hình bằng cách chọn ngẫu nhiên các giá trị từ phạm vi tham số đã được xác định trước từ các dòng dữ liệu. Điều này giúp tìm kiếm trên không gian tham số một cách hiệu quả hơn so với việc duyệt qua toàn bộ lưới tham số, đặc biệt là khi không biết trước giá trị tối ưu của các tham số. Trong bài này chúng tôi chọn phạm vi số lượng cây trong rừng từ 100 đến 1000, chia đều mỗi phạm vi 10 giá trị, số lượng mẫu tối thiểu cần để phân chia một nút nếu nó không phải là lá có giá trị là 2,5 hoặc 10, số lượng mẫu tối thiểu để tạo ra một lá là 1,2,4. Sau khi tạo một mô hình rừng ngẫu nhiên chúng tôi tiến hành tìm kiếm trên phạm vi các tham số được thực hiện trong 100 lần thử trên dữ liệu đã xử lý để lấy ra các tham số tốt nhất được tìm thấy ngẫu nhiên. Từ đó chúng tôi tìm được các giá trị tối ưu nhất cho các tham số của mô hình rừng ngẫu nhiên khi tìm kiếm được hoàn thành.

Trong quá trình chạy thử nghiệm trên Randomized Search, chúng tôi đã có kết quả tìm kiếm ngẫu nhiên trên không gian siêu tham số để tìm ra các giá trị tốt nhất cho mô hình với bộ siêu tham số:

*n\_estimators*: tương ứng với số lượng cây là 700;

*min\_samples\_split*: Số lượng mẫu tối thiểu cần phải có trong một nút để nút đó có thể phân chia tiếp tục là 5;

*min\_samples\_leaf*: Số lượng mẫu tối thiểu cần phải có trong một lá để lá đó được coi là lá cuối cùng của một nhánh là 1;

*max\_features*: Số lượng tính năng được lựa chọn mỗi lần tìm kiếm của nút tốt nhất 'log2';

*max\_depth*: độ sâu tối đa của cây là 90;

*bootstrap*: phương pháp bootstrap sẽ được sử dụng tạo dữ liệu cho mỗi cây trong Forest. Chúng tôi sử dụng phương pháp hồi quy Random Forest để huấn luyện dữ liệu và đưa ra kết quả dự đoán của mô hình huấn cột Price là giá thực tế, cột RF\_predictions là giá dự đoán từ mô hình như hình 4.

	Price	ANN_predictions	RF_predictions
0	77.139999	73.109131	73.319012
1	121.949997	109.392906	119.780180
2	66.669998	72.363289	74.236661
3	80.559998	104.598824	90.449221
4	133.330002	103.056427	109.842889

**Hình 4:** Kết quả dự đoán từ mô hình huấn luyện

Để có thể đánh giá và so sánh kết quả của mô hình huấn luyện chúng tôi có chạy thêm thuật toán ANN (Artificial Neural Network) được kết quả so sánh như hình 4

Độ chính xác trung bình của các dự đoán so với giá trị thực tế được tính bằng hàm sau:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{orig_i - pred_i}{orig_i} \right| \times 100(2)$$

Trong đó:  $n$ : là số lượng mẫu trong tập dữ liệu,  $orig_i$  là giá trị thực sự của mẫu thứ  $i$ ,  $pred_i$  là giá trị được dự đoán cho mẫu thứ  $i$

Dựa trên kết quả chạy mô hình dự đoán được trên hình 4 và kết hợp công thứ 2 mô hình dự đoán đạt xấp xỉ 82.89%.

#### 4. KẾT LUẬN

Trong bài báo này chúng tôi đã sử dụng các thuật toán học máy Random Forest để xây dựng mô hình huấn luyện dữ liệu thu thập trên trang alonhadat.com.vn và các hướng dẫn sử dụng model huấn luyện trên trang <https://www.kaggle.com/>. Bộ dataset của chúng tôi tham khảo còn cần có nhiều thời gian hơn để bổ sung cho đầy đủ và có thể mở rộng cho nhiều mô hình dự đoán giá nhà đất khác nhau để đạt được kết quả mong muốn chính xác nhất.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. C. C. Aggarwal, S. C. Gates, P. S. Yu. On Using Partial Supervision for Text Categorization, IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 16(2), 245–255, 2004.
- [2]. C. C. Aggarwal, N. Li. On Node Classification in Dynamic Contentbased Networks, SDM Conference, 2011.
- [3]. C. Apte, F. Damerau, S. Weiss. Automated Learning of Decision Rules for Text ategorization, ACM Transactions on Information Systems, 12(3), pp. 233–251, 1994.
- [4]. M. Aizerman, E. Braverman, L. Rozonoer. Theoretical foundations of the potential function method in pattern recognition learning, Automation and Remote Control, 25: pp. 821–837, 1964.
- [5]. S. Bhagat, G. Cormode, S. Muthukrishnan. Node Classification in Social Networks, Book Chapter in Social Network Data Analytics, Ed. Charu Aggarwal, Springer, 2011.
- [6]. S. Chakrabarti, S. Roy, M. Soundalgekar. Fast and Accurate Text Classification via Multiple Linear Discriminant Projections, VLDB Journal, 12(2), pp. 172–185, 2003.
- [7]. A. Dayanik, D. Lewis, D. Madigan, V. Menkov, A. Genkin. Constructing informative prior distributions from domain knowledge in text classification. ACM SIGIR Conference, 2006.
- [8]. F. Denis, A. Laurent. Text Classification and Co-Training from Positive and Unlabeled Examples, ICML 2003 Workshop: The Continuum from Labeled to Unlabeled Data. <http://www.grappa.univ-lille3.fr/ftp/reports/icmlws03.pdf>.
- [9]. R. Duda, P. Hart, W. Stork. Pattern Classification, Wiley Interscience, 2000.



- [10]. S. Gao, W. Wu, C.-H. Lee, T.-S. Chua. A maximal figure-of-merit learning approach to text categorization. SIGIR Conference, 2003.
- [11]. Breiman, L.: Random Forests. Machine Learning 45 (1) pp. 5–32 (2001).
- [12]. Amit, Y., Geman, D.: Shape quantization and recognition with randomized trees. Neural Computation 9(7) pp. 1545-1588 (1997).
- [13]. Adele Cutler, David Richard Cutler, John R Stevens. Random Forests (2011). <https://www.researchgate.net/publication/236952762>
- [14]. <https://www.kaggle.com/datasets/ladcva/vietnam-housing-dataset-hanoi>

## BÀI TOÁN TÌM ĐƯỜNG ĐI NGẮN NHẤT CÓ RÀNG BUỘC

Nguyễn Hà Trang\*

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

\*Tác giả liên hệ: Email: trangnh@utc.edu.vn

**Tóm tắt:** Bài toán tìm đường đi ngắn nhất có giới hạn thời gian và tiết kiệm chi phí được nghiên cứu rộng rãi trong lý thuyết tối ưu hóa. Nó gắn liền với thực tiễn và là vấn đề được quan tâm trong bối cảnh dịch vụ giao hàng ngày càng phổ biến. Bài viết trình bày mô hình toán học của bài toán tìm đường đi ngắn nhất có giới hạn thời gian và giảm thiểu giá tiền. Bên cạnh đó, bài viết trình bày ứng dụng và thư viện hỗ trợ tính toán nghiệm của bài toán trên ngôn ngữ lập trình Python.

**Từ khóa:** Bài toán tìm đường đi ngắn nhất có giới hạn thời gian, tối ưu hóa, Python, OR-Tools.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vấn đề về việc tìm đường đi ngắn nhất giữa hai điểm đã được quan tâm từ thế kỷ 20. Việc mô hình hóa bằng sơ đồ và sự phát triển của các phần mềm Toán học đã giúp việc tìm nghiệm của bài toán, kể cả những bài toán có mạng lưới phức tạp, trở nên dễ dàng hơn.

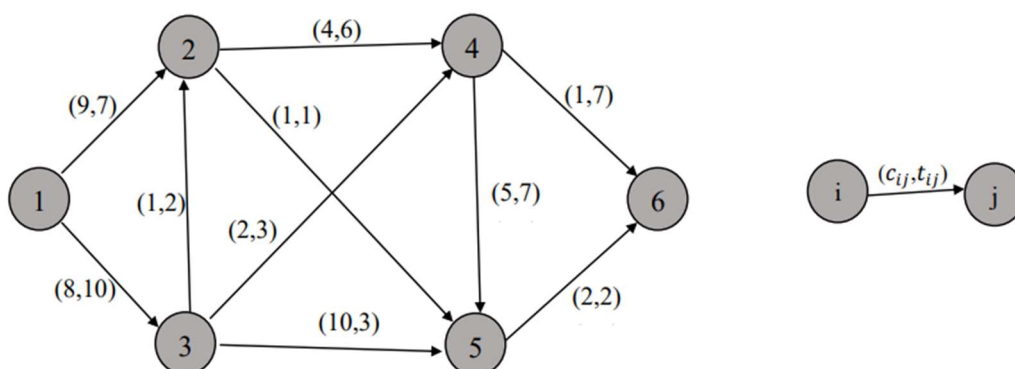
Ngành dịch vụ hiện nay ngày càng trở nên phát triển, đặc biệt là ngành vận chuyển và giao hàng. Bên cạnh sự tiêu tốn về chi phí, vấn đề thời gian di chuyển cũng cần được quan tâm. Việc nghiên cứu các mô hình đề xuất các con đường giúp tiết kiệm thời gian và tiết kiệm chi phí đóng vai trò quan trọng. Vì vậy, việc tìm nghiệm của bài toán này đang được nghiên cứu rộng rãi.

Xu hướng hiện nay, Python là ngôn ngữ mã nguồn mở, có các thư viện đa dạng, có thể giải quyết tốt bài toán tìm đường đi ngắn nhất có kèm giới hạn mà lại dễ cài đặt và sử dụng. Bên cạnh đó, một trong những công cụ đặc lực để giải quyết bài toán định tuyến xe là phần mềm OR-Tools. Đây là một phần mềm nguồn mở nhằm tối ưu hóa tổ hợp, tìm kiếm giải pháp tốt nhất cho một vấn đề trong số rất nhiều các giải pháp có thể có. Bài viết này tập trung nghiên cứu về mô hình hóa bài toán tìm đường đi ngắn nhất có giới hạn về thời gian, tiết kiệm chi phí và ứng dụng tính toán trên ngôn ngữ Python với phần mềm OR-Tools.

### 2. NỘI DUNG

#### 2.1. Mô hình toán học bài toán tìm đường đi ngắn nhất có giới hạn thời gian và tiết kiệm chi phí

Xét bài toán tìm đường đi ngắn nhất có ràng buộc được mô tả bởi đồ thị trong hình dưới đây.



**Hình 1.** Mạng đường đi bị ràng buộc

Gọi đồ thị có hướng trên là  $G = (V, A)$  trong đó  $V$  là tập các đỉnh,  $A$  là tập các cạnh có hướng. Bên cạnh giá phải trả  $c_{ij}$ , khoảng thời gian  $t_{ij}$  là thời gian vận chuyển được quy cho mỗi cung  $(i, j)$  thuộc  $A$ . Mục tiêu là tìm được đường đi ngắn nhất từ đỉnh 1 đến đỉnh 6 sao cho đường đi này có chi phí nhỏ nhất và khoảng thời gian tiêu thụ trên cả quãng đường không vượt quá  $t$  đơn vị thời gian.

Bằng cách xét các biến quyết định trên mỗi cạnh của đồ thị

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{nếu cạnh } (i, j) \text{ được chọn để đi} \\ 0 & \text{nếu ngược lại} \end{cases}$$

Bài toán có thể mô hình hóa thành dạng bài toán như sau:

$$z^* := \min \sum_{(i,j) \in A} c_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

trong đó

$$\sum_{j:(1,j) \in A} x_{1j} = 1 \quad (2)$$

$$\sum_{j:(i,j) \in A} x_{ij} - \sum_{j:(j,i) \in A} x_{ji} = 0 \quad i = \overline{2,5} \quad (3)$$

$$\sum_{i:(i,6) \in A} x_{i6} = 1 \quad (4)$$

$$\sum_{(i,j) \in A} t_{ij} x_{ij} \leq t \quad (5)$$

$$x_{ij} = 0 \text{ hoặc } 1 \quad (i, j) \in A \quad (6)$$

## 2.2. Ứng dụng Python tìm nghiệm bài toán tìm đường đi ngắn nhất có giới hạn thời gian và chi phí

Trong Python đã có các hàm lệnh để tìm nghiệm cho bài toán tìm đường đi ngắn nhất có ràng buộc, để sử dụng các gói này thì bên cạnh việc cài đặt các thư viện thông thường như *math*, *numpy*, *pyplot*, chúng ta cần cài thêm thư viện đặc thù là OR-Tools. Đây là phần mềm mở nhằm tối ưu hóa tổ hợp, tìm giải pháp tối ưu, để tìm nghiệm của bài toán tìm đường đi ngắn nhất có ràng buộc, chỉ cần cài đặt gói ortools và thực hiện các hàm lệnh như sau.

**2.2.1. Code Python** Để khai báo đường đi, chi phí và thời gian tiêu tốn trên mỗi con đường, chúng ta nhập lệnh như sau:

```
start_nodes = [1, 1, 2, 2, 3, 3, 3, 4, 4, 5]
end_nodes   = [2, 3, 4, 5, 2, 4, 5, 5, 6, 6]
costs       = [9, 8, 4, 1, 1, 2, 10, 5, 1, 2]
time        = [7, 10, 6, 1, 2, 3, 3, 7, 7, 2]
num_arcs    = len(start_nodes)
num_nodes   = max(end_nodes)
time_max    = t
```

Trong đó:

*num\_arcs*: là số con đường

*num\_nodes*: là số đỉnh

*time\_max*: là thời gian giới hạn

Để tìm nghiệm bài toán trong Python, chúng ta dùng lệnh ứng với bài toán nghiệm nguyên trong môi trường ortools:

```
solver = pywraplp.Solver.CreateSolver('SCIP')
```

Để định nghĩa ẩn  $x_{ij}$  theo công thức (6) chúng ta dùng lệnh sau:

```
x = {}
```

```
for i in range(num_arcs):
```

```
    x[start_nodes[i], end_nodes[i]] = solver.IntVar(0, 1, "")
```

Tiếp theo, chúng ta cần khai báo các điều kiện ràng buộc theo công thức (1) – (5) bằng các lệnh sau:

```
for i in range(1, num_nodes+1):
```

```
    row_terms = []
```

```
    if i == 1:
```

```
        for j in range(num_arcs):
```

```
if start_nodes[j] == i:
    row_terms.append(x[i, end_nodes[j]])
solver.Add(solver.Sum(row_terms) == 1)
elif i == num_nodes:
    for j in range(num_arcs):
        if end_nodes[j] == i:
            row_terms.append(x[start_nodes[j], i])
            solver.Add(solver.Sum(row_terms) == 1)
else:
    for j in range(num_arcs):
        if end_nodes[j] == i:
            row_terms.append(-x[start_nodes[j], i])
        if start_nodes[j] == i:
            row_terms.append(x[i, end_nodes[j]])
    solver.Add(solver.Sum(row_terms) == 0)
```

Trong đó, lệnh *if* tương ứng với công thức (2), lệnh *elif* tương ứng với công thức (4) và lệnh *else* tương ứng với công thức (3).

Để khai báo công thức ràng buộc số (5), chúng ta dùng lệnh sau:

```
total_time = []
for i in range(num_arcs):
    total_time.append(time[i] * x[start_nodes[i], end_nodes[i]])
solver.Add(solver.Sum(total_time) <= time_max)
```

Để khai báo hàm mục tiêu (1), chúng ta dùng lệnh sau:

```
objective_terms = []
for i in range(num_arcs):
    objective_terms.append(costs[i] * x[start_nodes[i], end_nodes[i]])
solver.Minimize(solver.Sum(objective_terms))
```

**2.2.2. Một số ví dụ** Nhập dữ kiện đầu vào tương ứng với những lệnh trên trong python, chúng ta xét một số ví dụ dưới đây.

**Ví dụ 1.** Xét mạng lưới ở **Hình 1** với thời gian giới hạn là  $t = 12$ . Nhập code trong Python như sau

```

8 from ortools.linear_solver import pywraplp
9 def main():
10     start_nodes = [1, 1, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 5]
11     end_nodes = [2, 3, 4, 5, 2, 4, 5, 5, 6, 6, 6, 6]
12     costs = [9, 8, 4, 1, 1, 2, 10, 5, 1, 2]
13     time = [7, 10, 6, 1, 2, 3, 3, 7, 7, 2]
14
15     num_arcs = len(start_nodes)
16     num_nodes = max(end_nodes)
17     time_max = 12
18
19     solver = pywraplp.Solver.CreateSolver('SCIP')
20
21     x = {}
22     for i in range(num_arcs):
23         x[start_nodes[i], end_nodes[i]] = solver.IntVar(0, 1, '')
24
25     for i in range(1, num_nodes+1):
26         row_terms = []
27         if i == 1:
28             for j in range(num_arcs):
29                 if start_nodes[j] == i:
30                     row_terms.append(x[start_nodes[j], end_nodes[j]])
31                 solver.Add(solver.Sum(row_terms) == 1)
32
33             elif i == num_nodes:
34                 for j in range(num_arcs):
35                     if end_nodes[j] == i:
36                         row_terms.append(x[start_nodes[j], end_nodes[j]])
37                 solver.Add(solver.Sum(row_terms) == 1)
38
39             else:
40                 for j in range(num_arcs):
41                     if end_nodes[j] == i:
42                         row_terms.append(-x[start_nodes[j], end_nodes[j]]) # flow in
43                     if start_nodes[j] == i:
44                         row_terms.append(x[start_nodes[j], end_nodes[j]]) # flow out
45                 solver.Add(solver.Sum(row_terms) == 0)
46
47     total_time = []
48     for i in range(num_arcs):
49         total_time.append(time[i] * x[start_nodes[i], end_nodes[i]])
50     solver.Add(solver.Sum(total_time) <= time_max)
51
52     objective_terms = []
53     for i in range(num_arcs):
54         objective_terms.append(costs[i] * x[start_nodes[i], end_nodes[i]])
55     solver.Minimize(solver.Sum(objective_terms))
56
57     status = solver.Solve()
58
59     if status == pywraplp.Solver.OPTIMAL or status == pywraplp.Solver.FEASIBLE:
60         print('Total cost = ', solver.Objective().Value(), '\n')
61         total_time = 0.0
62         print('Path:')
63         for i in range(num_arcs):
64             if x[start_nodes[i], end_nodes[i]].solution_value() > 0.5:
65                 total_time += time[i]
66                 print(f'{start_nodes[i]} -> {end_nodes[i]}')
67         print('Total time = ', total_time)
68
69 if __name__ == '__main__':
70     main()
    
```

Hình 2. Code ví dụ 1

Chúng ta thu được nghiệm của bài toán như sau:

```

PS C:\Users\HP> & C:/Users/HP/AppData/Local/Programs/Python/python310/python.exe c:/Users/HP/OneDrive/Desktop/Python/ToiUu/ShortestPath.py
Total cost = 12.0

Path:
1 -> 2
2 -> 5
5 -> 6

Total time = 10.0
PS C:\Users\HP>
    
```

Hình 3. Nghiệm ví dụ 1

Tổng chi phí = 12,0

Đường đi: 1 → 2 → 5 → 6

Tổng thời gian = 10,0

**Ví dụ 2.** Xét mạng lưới ở Hình 1, nếu chúng ta bỏ điều kiện giới hạn về thời gian giới hạn  $t$ , tương ứng với công thức (5), nhập code trong python như sau

```

1 from ortools.linear_solver import pywraplp
2 def main():
3     start_nodes = [1, 1, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 5]
4     end_nodes = [2, 3, 4, 5, 2, 4, 5, 5, 6, 6]
5     costs = [9, 8, 4, 1, 1, 2, 10, 5, 1, 2]
6     time = [7, 10, 6, 1, 2, 3, 3, 7, 2]
7
8     num_arcs = len(start_nodes)
9     num_nodes = max(end_nodes)
10
11     solver = pywraplp.Solver.CreateSolver('SCIP')
12
13     x = {}
14     for i in range(num_arcs):
15         x[start_nodes[i], end_nodes[i]] = solver.IntVar(0, 1, '')
16
17     for i in range(1, num_nodes+1):
18         row_terms = []
19         if i == 1:
20             for j in range(num_arcs):
21                 if start_nodes[j] == i:
22                     row_terms.append(x[start_nodes[j], end_nodes[j]])
23                 solver.Add(solver.Sum(row_terms) == 1)
24
25             elif i == num_nodes:
26                 for j in range(num_arcs):
27                     if end_nodes[j] == i:
28                         row_terms.append(x[start_nodes[j], end_nodes[j]])
29                     solver.Add(solver.Sum(row_terms) == 1)
30
31             else:
32                 for j in range(num_arcs):
33                     if end_nodes[j] == i:
34                         row_terms.append(-x[start_nodes[j], end_nodes[j]]) # flow in
35                     if start_nodes[j] == i:
36                         row_terms.append(x[start_nodes[j], end_nodes[j]]) # flow out
37                     solver.Add(solver.Sum(row_terms) == 0)
38
39     objective_terms = []
40     for i in range(num_arcs):
41         objective_terms.append(costs[i] * x[start_nodes[i], end_nodes[i]])
42     solver.Minimize(solver.Sum(objective_terms))
43
44     status = solver.Solve()
45
46     if status == pywraplp.Solver.OPTIMAL or status == pywraplp.Solver.FEASIBLE:
47         print('Total cost = ', solver.Objective().Value(), '\n')
48         total_time = 0.0
49         print('Path:')
50         for i in range(num_arcs):
51             if x[start_nodes[i], end_nodes[i]].solution_value() > 0.5:
52                 total_time += time[i]
53                 print(f'{start_nodes[i]} -> {end_nodes[i]}')
54         print('Total time = ', total_time)
55
56 if __name__ == '__main__':
57     main()

```

Hình 4. Code ví dụ 2

Ta sẽ thu được nghiệm mới của bài toán như sau:

```

1 def main():
2     objective_terms = []
3     for i in range(num_arcs):
4         objective_terms.append(costs[i] * x[start_nodes[i], end_nodes[i]])
5     solver.Minimize(solver.Sum(objective_terms))
6
7     status = solver.Solve()
8
9     if status == pywraplp.Solver.OPTIMAL or status == pywraplp.Solver.FEASIBLE:
10        print('Total cost = ', solver.Objective().Value(), '\n')
11        total_time = 0.0
12        print('Path:')
13        for i in range(num_arcs):
14            if x[start_nodes[i], end_nodes[i]].solution_value() > 0.5:
15                total_time += time[i]
16                print(f'{start_nodes[i]} -> {end_nodes[i]}')
17        print('Total time = ', total_time)
18
19 if __name__ == '__main__':
20     main()

```

**PROBLEMS** **OUTPUT** **DEBUG CONSOLE** **TERMINAL** **PORTS**

```

PS C:\Users\HP> & C:/Users/HP/AppData/Local/Programs/Python/Python310/python.exe c:/Users/HP/OneDrive/Desktop/Python/ToiUu/ShortestPartnoTime
Total cost = 11.0

Path:
1 -> 3
3 -> 4
4 -> 6
Total time = 20.0
PS C:\Users\HP>

```

Hình 5. Nghiệm ví dụ 2

Tổng chi phí = 11,0

Đường đi: 1 -> 3 -> 4 -> 6

Tổng thời gian = 20,0

Đánh giá hai ví dụ trên, chúng ta nhận thấy việc giới hạn thời gian sẽ đem lại nghiệm khác cho bài toán. Nếu không có yêu cầu về thời gian giới hạn, chi phí giảm đi một đơn vị, đổi lại là sự tăng gấp đôi về thời gian di chuyển. Đối với bài toán bị giới hạn về thời gian, tổng chi phí sẽ tăng lên nhằm đảm bảo được yếu tố thời gian giới hạn. Điều này là quan trọng trong bối cảnh hiện nay, khi các dịch vụ giao hàng hẹn giờ ngày càng phổ biến, người giao hàng cần phải đảm bảo giao đồ trong một khoảng thời gian xác định nên chúng ta không thể chỉ theo đuổi tối ưu về chi phí mà bỏ qua yêu cầu về thời gian di chuyển.

### **3. KẾT LUẬN**

Bài viết đã trình bày khái quát về bài toán tìm đường đi ngắn nhất có ràng buộc: giới hạn thời gian và tiêu tốn ít chi phí. Đây là vấn đề thực tiễn khi dịch vụ giao hàng ngày càng phổ biến, giúp những người giao hàng có thể đảm bảo về thời gian giao hàng và thu được lợi ích kinh tế nhiều nhất có thể. Điểm thuận lợi khi tìm nghiệm của bài toán đây là các code lập trình đều được khai thác và thực hiện trên ngôn ngữ Python, một ngôn ngữ lập trình mở, ngày càng phát triển trong thời đại công nghệ 4.0, với thư viện mở OR-Tools. Đây là một hướng nghiên cứu có thú vị, có tính ứng dụng thực tiễn cao, gây hứng thú cho tác giả cũng như các sinh viên ngành Toán ứng dụng.

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. R. Ahuja, T. Magnanti, J. Orlin, *Network Flows: Theory, Algorithms and Applications*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1993.
- [2]. C. Barnhart, E. Johnson, G. Nemhauser, M. Savelsbergh, P. Vance, *Branch-and-price: Column generation for solving huge integer programs*, INFORMS Analytics Collections. Vol. 15, 46(1998):316–329. <https://doi.org/10.1287/opre.46.3.316>.
- [3]. J. Desrosiers, M. Lübbecke, A primer in column generation, in *Column Generation*, G. Desaulniers, J. Desrosiers, and M.M. Solomon (Eds.), Springer, 2005, pp. 1–28.
- [4]. L. Trevisan, *Combinatorial Optimization: Exact and Approximate Algorithms*, Ebook, 2011.
- [5]. P. Wentworth, J. Elkner, A. Downey, C. Meyers, *How to Think Like a Computer Scientist: Learning with Python 3*, third ed., Ebook, 2020.
- [6]. Google OR-Tools.  
<https://developers.google.com/optimization/flow/mincostflow?hl=vi>, truy cập ngày 12 tháng 2 năm 2023.



## MỘT PHƯƠNG PHÁP HIỆU QUẢ TÌM ĐA THỨC ĐIỀU HÒA

Đào Việt Cường<sup>1\*</sup>, Đinh Thị Kim Nhung<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

<sup>2</sup>Trường Đại học Tài chính Quản trị kinh doanh, Trung Trắc, Văn Lâm, Hưng Yên

\*Tác giả liên hệ: Email: cuongdv@utc.edu.vn

**Tóm tắt.** Trong báo cáo này chúng tôi đưa ra được một phương pháp hiệu quả để tìm đa thức điều hòa. Chúng tôi chứng minh được rằng mọi đa thức điều hòa đều có thể được biểu diễn bởi các đa thức điều hòa thuần nhất. Từ đó chúng tôi xây dựng được mô hình lý thuyết để tìm đa thức điều hòa thuần nhất. Các kết quả và ví dụ cụ thể cho một vài trường hợp đặc biệt cũng được chỉ ra trong báo cáo.

**Từ khóa:** Hàm điều hòa, đa thức điều hòa, hàm giải tích, phương trình Laplace.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong giải tích phức cổ điển, hàm điều hòa - nghiệm của phương trình Laplace - đóng vai trò quan trọng trong nhiều lĩnh vực: toán học, vật lý và kỹ thuật. Nhưng việc tìm hiểu về chúng không phải lúc nào cũng dễ dàng, ta chỉ có thể có một ý kiến về vẻ đẹp và tính hữu dụng của phân tích này của Laplace, nhưng cách thức trình bày nó cho đến nay dường như gây khó khăn đối với những nhà toán học và rất khó đối với những sinh viên toán học bình thường [1,4,5]. Việc tìm các hàm điều hòa là rất khó, nên để cho thuận tiện trong các bài toán ứng dụng ta thường tập trung vào việc tìm các đa thức điều hòa, từ đa thức điều hòa ta có thể tìm ra các hàm điều hòa khác. Đã có nhiều các nghiên cứu khác nhau về việc ứng dụng của đa thức điều hòa trong việc xây dựng hay xấp xỉ cho hàm giải tích khác [2,3]. Trong báo cáo này chúng tôi đưa ra một phương pháp hiệu quả để tìm ra một đa thức điều hòa với số bậc và số biến tùy ý, mục đích chính của chúng tôi là làm cho việc học và nghiên cứu về các hàm điều hòa trở nên dễ dàng hơn.

Báo cáo được bắt đầu bằng việc chứng minh rằng tất cả các đa thức điều hòa đều có thể biểu diễn được thông qua các đa thức điều hòa thuần nhất, từ đó chúng ta chỉ cần tập trung vào việc xây dựng đa thức điều hòa thuần nhất là đủ. Việc xây dựng công thức tổng quát của đa thức điều hòa thuần nhất  $m + 1$  biến bậc  $n$  được trình bày trong phần thứ ba của báo cáo. Phần thứ tư của báo cáo trình bày một số cách xây dựng trong một vài trường hợp đặc biệt và đưa ra các ví dụ cụ thể. Phần cuối cùng đưa ra tính liên kết giữa đa thức điều hòa và hàm điều hòa siêu việt trong hàm giải tích phức cổ điển.

### 2. ĐƯA ĐA THỨC ĐIỀU HÒA VỀ ĐA THỨC ĐIỀU HÒA THUẦN NHẤT

**Định lý.** Cho  $x_i \in \mathbb{R}$ ,  $\forall i = 0, 1, \dots, m$ . Khi đó đa thức với các hệ số thực  $P_n(x_0, x_1, \dots, x_m)$  là đa thức của  $m + 1$  biến bậc  $n$  khi và chỉ khi

$$P_n = \sum_{k=0}^n U_k \quad (1)$$

trong đó  $U_k$  là đa thức với các hệ số thực điều hòa thuận nhất  $m + 1$  biến bậc  $k$ .

Chứng minh.

a) Giả sử  $U_k$  là đa thức điều hòa thuận nhất  $m + 1$  biến, bậc  $k$ . Khi đó:

$$\Delta P_n = \sum_{k=0}^n \Delta U_k = 0, \quad (2)$$

ở đây  $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial^2 x_0^2} + \frac{\partial^2}{\partial^2 x_1^2} + \dots + \frac{\partial^2}{\partial^2 x_m^2}$  là toán tử Laplace trong không gian  $\mathbb{R}^{m+1}$ .

b) Ngược lại: Giả sử  $P_n$  là đa thức điều hòa không thuận nhất. Ta nhóm các số hạng của  $P_n$  thành các nhóm thuận nhất bậc lần lượt từ 0 đến  $n$ :

$$P_n = U_0 + U_1 + \dots + U_n.$$

Khi đó ta có

$$\Delta P_n = \Delta(U_0 + U_1) + \Delta U_2 + \dots + \Delta U_n,$$

hay

$$0 = 0 + V_0 + V_1 + \dots + V_{n-2},$$

với  $V_k = \Delta U_{k+2}; k = 0, 1, \dots, n - 2$  là đa thức thuận nhất bậc  $k$ , còn  $U_0, U_1$  có bậc nhỏ hơn 2 nên  $\Delta(U_0 + U_1) = 0$ . Vì bậc của các đa thức  $V_k$  khác nhau nên từ đó ta có  $V_k = 0, \forall k = 0, \dots, n - 2$ . Vậy mọi đa thức  $U_k$  là điều hòa. Điều phải chứng minh.

Từ Định lý trên ta thấy rằng để tìm các đa thức điều hòa ta chỉ cần tìm các đa thức điều hòa thuận nhất là đủ.

### 3. TÌM ĐA THỨC ĐIỀU HÒA THUẬN NHẤT $m + 1$ BIẾN BẬC $n$

Xét

$$U_n(x_0, x_1, \dots, x_m) = \sum_{k=0}^n a_{k_1 k_2 \dots k_m} x_0^{n-k} x_1^{k_1} \dots x_m^{k_m}, \quad (3)$$

trong đó  $k = k_1 + k_2 + \dots + k_m$ . Khi đó ta có

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 U_n}{\partial x_0^2} &= \sum_{k=0}^{n-2} (n-k)(n-k-1) a_{k_1 k_2 \dots k_m} x_0^{n-k-2} x_1^{k_1} \dots x_m^{k_m}, \\ \frac{\partial^2 U_n}{\partial x_1^2} &= \sum_{\substack{k=0 \\ k_1 \geq 2}}^{n-2} (k_1)(k_1-1) a_{k_1 k_2 \dots k_m} x_0^{n-k} x_1^{k_1-2} \dots x_m^{k_m}. \end{aligned} \quad (4)$$

Trong công thức (4) đặt  $k_1 = \lambda_1 + 2$  ta được (với  $\lambda_1 \geq 0$ )

$$\frac{\partial^2 U_n}{\partial x_1^2} = \sum_{\lambda_1+k_2+\dots+k_m=0}^{n-2} (\lambda_1 + 2)(\lambda_1 + 1)a_{\lambda_1+2,k_2\dots k_m} x_0^{n-(\lambda_1+2+k_2+\dots+k_m)} x_1^{\lambda_1} x_2^{k_2} \dots x_m^{k_m}.$$

Bằng cách đổi lại ký hiệu  $\lambda_1$  thành  $k_1$  trong công thức trên ta được

$$\frac{\partial^2 U_n}{\partial x_1^2} = \sum_{k_1+k_2+\dots+k_m=0}^{n-2} (k_1 + 2)(k_1 + 1)a_{k_1+2,k_2\dots k_m} x_0^{n-(k_1+2+k_2+\dots+k_m)} x_1^{k_1} x_2^{k_2} \dots x_m^{k_m}$$

hay

$$\frac{\partial^2 U_n}{\partial x_1^2} = \sum_{k=0}^{n-2} (k_1 + 2)(k_1 + 1)a_{k_1+2,k_2\dots k_m} x_0^{n-(k+2)} x_1^{k_1} x_2^{k_2} \dots x_m^{k_m}.$$

Một cách tương tự ta có thể tính được

$$\frac{\partial^2 U_n}{\partial x_2^2} = \sum_{k=0}^{n-2} (k_2 + 2)(k_2 + 1)a_{k_1,k_2+2,\dots k_m} x_0^{n-(k+2)} x_1^{k_1} x_2^{k_2} \dots x_m^{k_m},$$

...

$$\frac{\partial^2 U_n}{\partial x_m^2} = \sum_{k=0}^{n-2} (k_m + 2)(k_m + 1)a_{k_1 k_2 \dots k_{m-1}, k_m+2} x_0^{n-(k+2)} x_1^{k_1} x_2^{k_2} \dots x_m^{k_m}.$$

Từ đó ta có  $\Delta U = 0$  khi và chỉ khi

$$\sum_{k=0}^{n-2} \left[ (n-k)(n-k-1)a_{k_1 k_2 \dots k_m} + (k_1 + 2)(k_1 + 1)a_{k_1+2,k_2,\dots k_m} + (k_2 + 2)(k_2 + 1)a_{k_1,k_2+2,\dots k_m} + \dots + (k_m + 2)(k_m + 1)a_{k_1 k_2 \dots k_{m-1}, k_m+2} \right] x_0^{n-(k+2)} x_1^{k_1} x_2^{k_2} \dots x_m^{k_m} = 0.$$

Điều này dẫn đến

$$\begin{cases} (n-k)(n-k-1)a_{k_1 k_2 \dots k_m} + (k_1 + 2)(k_1 + 1)a_{k_1+2,k_2,\dots k_m} + \\ (k_2 + 2)(k_2 + 1)a_{k_1,k_2+2,\dots k_m} + \dots + (k_m + 2)(k_m + 1)a_{k_1 k_2 \dots k_{m-1}, k_m+2} = 0, \\ k = 0, 1, 2, \dots, n. \end{cases} \quad (5)$$

Hệ phương trình (5) là hệ phương trình đại số tuyến tính thuần nhất với các ẩn là  $a_{k_1 k_2 \dots k_m}$  với các hệ số nguyên, ta có thể giải được theo các phương pháp đại số.

## 4. ĐA THỨC ĐIỀU HÒA THUẦN NHẤT TRONG MỘT TRƯỜNG HỢP ĐẶC BIỆT

### 4.1. Đa thức điều hòa thuần nhất hai biến bậc $n$

Xét đa thức có dạng

$$U_n(x, y) = \sum_{k=0}^n a_k x^{n-k} y^k. \quad (6)$$

Khi đó hệ (5) có dạng

$$(n-k)(n-k-1)a_k + (k+2)(k+1)a_{k+2} = 0, \quad (7)$$

ta thấy hệ số (7) chỉ có một phương trình nên ta có

$$a_{k+2} = \frac{(-1)(n-k)(n-k-1)}{(k+2)(k+1)} a_k. \quad (8)$$

Áp dụng công thức truy hồi cho công thức (8) liên tiếp ta thu được

$$a_{2m} = \frac{(-1)^m (n-2m+1)(n-2m+2)(n-2m+3) \dots (n-1)n}{2m(2m-1)(2m-2) \dots 2.1} a_k,$$

tức là

$$a_{2m} = \frac{(-1)^m n! a_0}{(n-2m)!(2m)!}$$

hay

$$a_{2m} = (-1)^m C_n^{2m} a_0, \forall a_0, m = 1, 2, 3, \dots \quad (9)$$

Tương tự ta có:

$$a_{2m+1} = \frac{(-1)^m n! a_1}{(n-2m-1)!(2m+1)! n}$$

hay

$$a_{2m+1} = \frac{(-1)^m C_n^{2m+1}}{n} a_1, \forall a_1, m = 1, 2, 3, \dots \quad (10)$$

Từ công thức (9) và công thức (10) ta có thể xây dựng được các đa thức điều hòa thuần nhất bậc  $n$ , hai biến.

*Ví dụ 1.* Ta có thể kiểm tra được các đa thức sau đều là đa thức điều hòa thuần nhất hai biến

$$a) U_3(x, y) = a_0 x^3 + a_1 x^2 y - 3a_0 x y^2 - \frac{1}{3} a_1 y^3.$$

$$\text{Vì } a_2 = (-1)C_3^2 a_0 = -3a_0; a_3 = \frac{(-1)C_3^3 a_1}{3} = -\frac{1}{3} a_1.$$

$$b) U_5(x, y) = a_0 x^5 + a_1 x^4 y - 10a_0 x^3 y^2 - 2a_1 x^2 y^3 + 5a_0 x y^4 + \frac{1}{5} a_1 y^5.$$

#### 4.2. Đa thức điều hòa thuần nhất ba biến bậc $n$

Xét đa thức có dạng

$$U_n(x, y, z) = \sum_{k=0}^n a_{ks} x^{n-(k+s)} y^k z^s. \quad (11)$$

Khi đó hệ (5) có dạng

$$(n - k - s)(n - k - s - 1)a_{ks} + (k + 2)(k + 1)a_{k+2,s} + (s + 2)(s + 1)a_{k,s+2} = 0. \quad (12)$$

Ví dụ 2. Xét trường hợp với  $n = 3$  ta có

$$U_3(x, y, z) = a_{00}x^3 + a_{01}x^2z + a_{10}x^2y + a_{02}xz^2 + a_{20}xy^2 + a_{11}xyz + a_{03}z^3 + a_{30}y^3 + a_{12}yz^2 + a_{21}y^2z.$$

Khi đó

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 U_3}{\partial x^2} &= 6a_{00}x + 2a_{01}z + 2a_{10}y, \\ \frac{\partial^2 U_3}{\partial y^2} &= 6a_{30}y + 2a_{21}z + 2a_{20}x, \\ \frac{\partial^2 U_3}{\partial z^2} &= 6a_{03}z + 2a_{12}y + 2a_{02}x. \end{aligned}$$

Từ đó  $\Delta U_3 = 0$  khi và chỉ khi

$$\begin{cases} 3a_{00} + a_{20} + a_{02} = 0 \\ 3a_{30} + a_{10} + a_{12} = 0 \\ 3a_{03} + a_{21} + a_{01} = 0, \end{cases}$$

tức là

$$\begin{cases} a_{02} = -(3a_{00} + a_{20}) \\ a_{10} = -(3a_{30} + a_{12}) \\ a_{01} = -(3a_{03} + a_{21}). \end{cases}$$

Cuối cùng ta thu được

$$U_3(x, y, z) = a_{00}x^3 - (3a_{03} + a_{21})x^2z - (3a_{30} + a_{12})x^2y - (3a_{00} + a_{20})xz^2 + a_{20}xy^2 + a_{11}xyz + a_{03}z^3 + a_{30}y^3 + a_{12}yz^2 + a_{21}y^2z$$

trong đó  $a_{00}, a_{20}, a_{30}, a_{03}, a_{11}, a_{12}, a_{21}$  là các số bất kỳ.

### 4.3. Đa thức điều hòa thuần nhất bốn biến bậc $n$

Xét đa thức có dạng

$$U_n(x, y, z, t) = \sum_{k=0}^n a_{ksh} x^{n-(k+s+h)} y^k z^s t^h. \quad (13)$$

Khi đó hệ (5) có dạng

$$(n - k - s - h)(n - k - s - h - 1)a_{ksh} + (k + 2)(k + 1)a_{k+2,sh} + (s + 2)(s + 1)a_{k,s+2,h} + (h + 2)(h + 1)a_{ks,h+2} = 0. \quad (14)$$

Ví dụ 3. Xét trường hợp với  $n = 3$  ta có

$$U_3(x, y, z, t) = a_{000}x^3 + a_{300}y^3 + a_{030}z^3 + a_{100}x^2y + a_{010}x^2z + a_{001}x^2t + a_{120}yz^2 + a_{102}yt^2 + a_{012}zt^2 + a_{210}y^2z + a_{201}y^2t + a_{200}y^2x + a_{002}xt^2 + a_{020}z^2x + a_{021}z^2t + a_{110}xyz + a_{101}xyt + a_{011}xzt + a_{111}yzt.$$

Khi đó

$$\Delta U_3 = 0 \Leftrightarrow \begin{cases} a_{200} = -(a_{020} + a_{002} + 3a_{000}) \\ a_{120} = -(a_{100} + a_{102} + 3a_{300}) \\ a_{210} = -(a_{010} + a_{012} + 3a_{030}) \\ a_{201} = -(a_{001} + a_{021} + 3a_{003}). \end{cases}$$

Cuối cùng ta thu được

$$U_3(x, y, z, t) = a_{000}x^3 + a_{300}y^3 + a_{030}z^3 + a_{100}x^2y + a_{010}x^2z + a_{001}x^2t - (a_{100} + a_{102} + 3a_{300})yz^2 + a_{102}yt^2 + a_{012}zt^2 - (a_{010} + a_{012} + 3a_{030})y^2z - (a_{001} + a_{021} + 3a_{003})y^2t - (a_{020} + a_{002} + 3a_{000})y^2x + a_{002}xt^2 + a_{020}z^2x + a_{021}z^2t + a_{110}xyz + a_{101}xyt + a_{011}xzt + a_{111}yzt.$$

#### 4. LIÊN HỆ GIỮA ĐA THỨC ĐIỀU HÒA VÀ HÀM ĐIỀU HÒA LIÊN HỢP SIÊU VIỆT

Trong giải tích phức cổ điển, xuất phát từ hệ Cauchy-Riemann, khi đã biết một hàm điều hòa  $u(x, y)$  thì có thể tìm được hàm điều hòa liên hợp với nó là  $v(x, y)$  và khi đó ta có hàm chỉnh hình

$$f(z) = e^{u+iv} = e^u(\cos v + i \sin v),$$

và từ đó ta thu được hai hàm điều hòa liên hợp có dạng hàm mũ và hàm lượng giác:  $e^u \cos v$  và  $e^u \sin v$ , và ta gọi chúng là các hàm điều hòa liên hợp “siêu việt”.

Ví dụ 4. Cho đa thức điều hòa  $u = x^2 - y^2$  thì ta có thể tìm được  $v = 2xy$ . Do đó hàm chỉnh hình

$$f(z) = e^{x^2-y^2} [\cos(2xy) + i \sin(2xy)]$$

sẽ có các phần thực và phần ảo điều hòa siêu việt liên hợp với nhau là:

$$\hat{u} = e^{x^2-y^2} \cos(2xy) \quad ; \quad \hat{v} = e^{x^2-y^2} \sin(2xy).$$

Ví dụ 5. Cho đa thức điều hòa

$$u = x^2 - y^2 + x^3 - 3xy^2.$$

Giải ra sẽ có đa thức điều hòa liên hợp là

$$v = 2xy + 3x^2y - y^3 + C,$$

chọn  $C = 0$  ta được

$$v = 2xy + 3x^2y - y^3.$$

Lúc đó sẽ được hai hàm “siêu việt điều hòa” liên hợp:

$$\hat{u} = e^{x^2-y^2+x^3-3xy^2} \cos(3x^2y + 2xy - y^3),$$

$$\hat{v} = e^{x^2-y^2+x^3-3xy^2} \sin(3x^2y + 2xy - y^3).$$

## 6. KẾT LUẬN

Trong báo cáo này chúng tôi đưa ra được công thức tổng quát để mô tả cho đa thức điều hòa thuần nhất, Từ đó ta có thể tạo ra được rất nhiều các đa thức điều hòa thuần nhất với số biến và số chiều tùy ý. Kết quả của báo cáo nhằm mục đích làm tài liệu tham khảo cho các sinh viên ngành Toán ứng dụng và là tài liệu giảng dạy cho các đồng nghiệp.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. D. Gilbarg, N. Trudinger, *Elliptic Partial Differential Equations of Second Order*, ISBN 3-540-41160-7, (2001).
- [2]. J. L. Walsh, *On the Expansion of Harmonic Functions in Terms of Harmonic Polynomials*, Proc Natl Acad Sci U S A. 1927 Apr; 13(4): 175–180. Doi: 10.1073/pnas.13.4.175.
- [3]. S. Helgason, “Chapter III. Invariants and Harmonic Polynomials”, *Groups and Geometric Analysis: Integral Geometry, Invariant Differential Operators, and Spherical Functions*, Mathematical Surveys and Monographs, vol. 83. American Mathematical Society. pp. 345–384. ISBN 9780821826737, (2003).
- [4]. S. L. Sobolev, *Partial Differential Equations of Mathematical Physics*, International Series of Monographs in Pure and Applied Mathematics. Elsevier. pp. 401–408. ISBN 9781483181363, (2016).
- [5]. W. E. Byerly, “Chapter VI. Spherical Harmonics”. *An Elementary Treatise on Fourier's Series, and Spherical, Cylindrical, and Ellipsoidal Harmonics, with Applications to Problems in Mathematical Physics*, Dover. pp. 195–218, (1893).

## MỘT SỐ KIỂU BẤT ĐẲNG THỨC BẤT ĐỊNH CHO PHÉP BIẾN ĐỔI TÍCH PHÂN HERMITE

Phạm Tuấn Anh\*

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội.

\*Tác giả liên hệ: Email: anhpt1@utc.edu.vn

**Tóm tắt:** Phép biến đổi tích phân có nhiều ứng dụng trong khoa học kỹ thuật. Trong bài báo này, chúng tôi chứng minh một số phiên bản bất đẳng thức bất định hay được gọi là bất đẳng thức Heisenberg cho phép biến đổi tích phân Hermite với nhân của phép biến đổi là các đa thức Hermite  $H_n(x)$ . Sử dụng bất đẳng thức Cauchy – Schwarz, chúng tôi thu được hai kiểu bất đẳng thức bất định dạng tích và dạng tổng.

**Từ khóa:** Bất đẳng thức bất định, đa thức Hermite, phép biến đổi tích phân Hermite.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Các nguyên lý bất định Heisenberg có nhiều hệ quả trong các lĩnh vực khác nhau của Vật lý và Toán học. Cụ thể hơn, trong cơ học lượng tử, nguyên lý bất định về cơ bản là sự dịch chuyển một tính năng đặc trưng của các hệ cơ học lượng tử. Dạng nổi tiếng nhất của nguyên lý bất định này cho rằng bất kể một hạt lượng tử được chuẩn bị như thế nào hoặc các thí nghiệm được sắp xếp cẩn thận như thế nào, thì không thể đồng thời dự đoán chính xác được kết quả phép đo vị trí của hạt và kết quả phép đo động lượng của nó. Theo quan điểm toán học, điều này có thể được thực hiện bằng một bất đẳng thức cụ thể, bất đẳng thức này thường được gọi là bất đẳng thức Heisenberg.

Về mặt lịch sử, ý tưởng Vật lý đầu tiên được đề xuất bởi Heisenberg vào năm 1927 (xem [8]), ý tưởng thứ hai được Gabor phát triển vào năm 1946 (xem [6]), và chúng đã được phổ biến rộng rãi và mở rộng sau đó, chẳng hạn như Shimeno đã nghiên cứu sự tương tự của bất đẳng thức Heisenberg và định lý Hardy cho phép biến đổi Dunkl, và Rassias đã thiết lập bất đẳng thức Heisenberg–Pauli–Weyl (xem [9, 10, 13]). Cho đến nay, có rất nhiều khái quát hóa, sửa đổi và biến thể của các nguyên lý bất định cho các toán tử tuyến tính trong không gian Hilbert. Trong [5], Folland và Sitaram đã đưa ra khảo sát toàn diện và có hệ thống về các nguyên lý bất định cho các đối tượng toán học khác và các biến thể khác, và các tác giả trong [1, 9, 16] đưa ra những kết quả mới nhất liên quan đến các nguyên lý bất định.

Đối với biến đổi Fourier, về cơ bản phát biểu rằng một hàm khác không và biến đổi Fourier của nó không thể định vị được một cách rõ ràng (xem [5]). Cho hàm  $f \in L_2(\mathbb{R})$ , biến đổi Fourier của hàm  $f$  được định nghĩa

$$F[f](\xi) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)e^{-2\pi i \xi x} dx.$$



Đối với bất đẳng thức bất định cho phép biến đổi Fourier của hàm  $f$  trên  $\mathbb{R}$  được xác định bởi định lý sau đây:

**Định lý 1.** (xem [5]) Với bất kỳ hàm  $f \in L_2(\mathbb{R})$ , chúng ta có

$$\frac{(\|f\|_{L_2})^2}{4\pi} \leq \left( \int_{-\infty}^{\infty} x^2 |f(x)|^2 dx \right)^{1/2} \cdot \left( \int_{-\infty}^{\infty} \xi^2 |\mathbf{F}[f](\xi)|^2 dx \right)^{1/2},$$

ở đây,  $\|\cdot\|_{L_2}$  ký hiệu chuẩn trong  $L_2(\mathbb{R})$ .

Các nguyên lý bất định Heisenberg cho các toán tử tích phân rất là quan trọng. Năm 1960, Debnath giới thiệu phép biến đổi Hermite được xác định bởi tích phân (xem [2, 3])

$$\mathbf{H}\{f(x)\} = \tilde{f}(n) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} H_n(x) f(x) dx, \quad (1)$$

ở đây,  $H_n(x)$  là các đa thức Hermite có bậc  $n$ , hàm  $f(x)$  được xác định trên  $\mathbb{R}$ , tích phân tồn tại theo nghĩa của tích phân Lebesgue. Các đa thức Hermite bậc  $n$  lập thành một hệ trực giao đầy đủ trong không gian Hilbert  $L_2(\mathbb{R})$  với độ đo Gauss và được xác định bởi

$$H_n(x) = (-1)^n e^{x^2} \frac{d^n}{dx^n} (e^{-x^2}), \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

Nghịch đảo của phép biến đổi tích phân Hermite được cho bởi

$$f(x) = \mathbf{H}^{-1}\{\tilde{f}(n)\} = \sum_{n=0}^{\infty} (\delta_n)^{-1} \tilde{f}(n) H_n(x), \quad (2)$$

ở đây  $\delta_n = \sqrt{\pi} n! 2^n$ . Theo đẳng thức Parseval, ta có

$$\|f\|_{L_{2,\alpha}} = \left( \sum_{n=0}^{\infty} (\delta_n)^{-1} |\tilde{f}(n)|^2 \right)^{1/2},$$

ở đây,  $\|f\|_{L_{2,\alpha}}$  là chuẩn trong không gian Hilbert  $L_2(\mathbb{R})$  với độ đo Gauss.

Dựa vào các kết quả trong các tài liệu được xuất bản [7, 11, 12, 14, 15], mục tiêu của bài báo này là chứng minh bất đẳng thức bất định cho phép biến đổi tích phân Hermite được trình bày trong Mục 2.

## 2. NỘI DUNG

Trong phần này, chúng tôi chứng minh hai dạng bất đẳng thức bất định cho phép biến đổi tích phân Hermite. Xét phương trình vi phân

$$\frac{d}{dx} (e^{-x^2} f'(x)) + 2ne^{-x^2} f(x) = 0, \quad (*)$$

với  $n$  là các số nguyên dương, các đa thức Hermite thỏa mãn phương trình vi phân trên.

Về tác động của phép biến đổi tích phân Hermite, chúng tôi xem xét toán tử vi phân  $R$  được cho bởi:

$$R[f](x) := e^{x^2} \frac{d}{dx} \left( e^{-x^2} f'(x) \right) = f''(x) - 2xf'(x).$$

Đặt  $P[f](x)$  là họ các nguyên hàm của  $R[f](x)$ , rõ hơn

$$(P[f](x))' = R[f](x).$$

**Định lý 2.** Nếu  $f'(x)$  liên tục,  $f''(x)$  bị chặn và khả tích địa phương với mọi  $-\infty < x < +\infty$ , khi đó  $\mathbf{H}\{R[f](x)\} = -2n\tilde{f}(n)$ .

*Chứng minh.* Theo định nghĩa và sử dụng phép tính tích phân từng phần, ta có

$$\begin{aligned} \mathbf{H}\{R[f](x)\} &= \int_{-\infty}^{\infty} \frac{d}{dx} \left( e^{-x^2} f'(x) \right) H_n(x) dx \\ &= e^{-x^2} H_n(x) f'(x) \Big|_{-\infty}^{\infty} - \int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} f'(x) \cdot \frac{d}{dx} (H_n(x)) dx \\ &= - \int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} f'(x) \cdot \frac{d}{dx} (H_n(x)) dx \\ &= - e^{-x^2} \frac{d}{dx} (H_n(x)) \cdot f(x) \Big|_{-\infty}^{\infty} + \int_{-\infty}^{\infty} \frac{d}{dx} \left( e^{-x^2} \cdot \frac{dH_n(x)}{dx} \right) \cdot f(x) dx \\ &= -2n \int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} H_n(x) f(x) dx \quad (\text{theo công thức ở } (*) \text{ và (1)}) \\ &= -2n\tilde{f}(n). \end{aligned} \quad \square$$

Nếu  $f(x)$  và  $R[f](x)$  là các hàm khả vi vô hạn, khi đó

$$\mathbf{H}\{R^2[f](x)\} = \mathbf{H}\{R(R[f])(x)\} = (-1)^2 (2n)^2 \tilde{f}(n).$$

$$\mathbf{H}\{R^3[f](x)\} = (-1)^3 (2n)^3 \tilde{f}(n).$$

Tổng quát

$$\mathbf{H}\{R^m[f](x)\} = (-1)^m (2n)^m \tilde{f}(n).$$

Tiếp theo, ta đặt  $\xi \mathbf{H}\{[f](x)\} := \{2n\tilde{f}(n)\}_{n=0}^{\infty}$  được xác định bởi một dãy số thực.

**Định lý 3.** Nếu  $P[f] \in L_2(\mathbb{R})$  và  $\|P[f]\|_{L_2} = 1$  thì

$$\|xP[f](x)\|_{L_2} \|\xi \mathbf{H}\{[f](x)\}\|_{l_2} \geq \frac{1}{2}.$$

Nói cách khác, bất kỳ  $P[f] \in L_2(\mathbb{R})$  thì

$$\left( \int_{-\infty}^{\infty} |xP[f](x)|^2 dx \right)^{1/2} \cdot \left( \sum_{n=0}^{\infty} (\delta_n)^{-1} |2n\tilde{f}(n)|^2 \right)^{1/2} \geq \frac{1}{2} \int_{-\infty}^{\infty} |P[f](x)|^2 dx. \quad (3)$$

*Chứng minh.* Nếu ít nhất một trong hai thừa số ở vế trái của (3) là vô hạn thì bất đẳng thức (3) hiển nhiên. Bây giờ chúng ta có thể cho rằng

$$\left( \int_{-\infty}^{\infty} |xP[f](x)|^2 dx \right)^{1/2} < \infty, \quad \left( \sum_{n=0}^{\infty} (\delta_n)^{-1} |2n\tilde{f}(n)|^2 \right)^{1/2} < \infty.$$

Ta có  $R[f] \in L_2(\mathbb{R})$ , và theo Định lý 2 ta thu được  $\mathbf{H}\{R[f](x)\} = -2n\tilde{f}(n)$ , ta có

$$\begin{aligned} 2 \int_{-\infty}^{\infty} xP[f](x) \cdot R[f](x) dx &= 2 \int_{-\infty}^{\infty} xP[f](x) \cdot (P[f](x))' dx \\ &= x(P[f](x))^2 \Big|_{-\infty}^{\infty} - \int_{-\infty}^{\infty} (P[f](x))^2 dx \quad (4) \\ &= - \int_{-\infty}^{\infty} (P[f](x))^2 dx. \end{aligned}$$

Do  $xP[f](x) \in L_2(\mathbb{R})$  và  $(P[f](x))' \in L_2(\mathbb{R})$  nên ta có  $xP[f](x)R[f](x) \in L_1(\mathbb{R})$ , kết hợp với đẳng thức trong (4) và  $P[f] \in L_2(\mathbb{R})$  nên các giới hạn sau cần tồn tại hữu hạn

$$a := \lim_{A \rightarrow \infty} A(P[f](A))^2, \quad b := \lim_{B \rightarrow \infty} (P[f](B))^2$$

mà  $P[f] \in L_2(\mathbb{R})$  nên  $a=b=0$ .

Khi đó, sử dụng bất đẳng thức Cauchy – Schwarz cho (4), ta có

$$\int_{-\infty}^{\infty} |P[f](x)|^2 dx \leq 2 \left( \int_{-\infty}^{\infty} |xP[f](x)|^2 dx \right)^{1/2} \left( \int_{-\infty}^{\infty} |R[f](x)|^2 dx \right)^{1/2}.$$

Từ  $\mathbf{H}\{R[f](x)\} = -2n\tilde{f}(n)$ , chúng ta thu được

$$\frac{1}{2} \int_{-\infty}^{\infty} |P[f](x)|^2 dx \leq \left( \int_{-\infty}^{\infty} |xP[f](x)|^2 dx \right)^{1/2} \left( \sum_{n=0}^{\infty} (\delta_n)^{-1} |2n\tilde{f}(n)|^2 \right)^{1/2}.$$

Định lý đã được chứng minh. □

Tiếp theo chúng tôi đưa ra một phiên bản bất đẳng thức bất định cho phép biến đổi Hermite.

**Định lý 4.** Cho  $P[f] \in L_2(\mathbb{R})$ , khi đó

$$\left( \int_{-\infty}^{\infty} |xP[f](x)|^2 dx \right)^{1/2} + \left( \sum_{n=0}^{\infty} (\delta_n)^{-1} |2n\tilde{f}(n)|^2 \right)^{1/2} \geq \int_{-\infty}^{\infty} |P[f](x)|^2 dx. \quad (5)$$

*Chứng minh.* Áp dụng bất đẳng thức Cauchy – Schwarz, ta có

$$\begin{aligned} \|xP[f](x)\|_{L_2} + \|\xi H\{f\}(x)\|_{L_2} &\geq 2. (\|xP[f](x)\|_{L_2} \cdot \|\xi H\{f\}(x)\|_{L_2})^{1/2} \\ &\geq \int_{-\infty}^{\infty} |P[f](x)|^2 dx \text{ (theo Định lý 3).} \end{aligned}$$

Ta có điều phải chứng minh.

### 3. KẾT LUẬN

Chúng tôi đã chứng minh tường minh hai phiên bản của bất đẳng thức bất định cho phép biến đổi tích phân Hermite. Chúng tôi sẽ nghiên cứu và mở rộng các kết quả này cho phép biến đổi tích phân Hermite phân số.

### LỜI CẢM ƠN

Chúng tôi trân trọng cảm ơn các phản biện ẩn danh đã đọc rất kỹ ấn phẩm này.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. S. Aristarhow, *Heisenberg's uncertainty principle and particle trajectories*, Foundations of Physics **53** (2023), no. 7, pp. 1-12.
- [2]. L. Debnath, *On Hermite transform*, Matematički Vesnik, **1** (1946), no.30, pp.285–292.
- [3]. L. Debnath, *Some operational properties of Hermite transform*, Matematički Vesnik, **5** (1968), no.43, pp. 29–36.
- [4]. C. L. Fefferman, *The uncertainty principle*, Bulletin of the American Mathematical Society, **9** (1983), no.2, pp. 129–206.
- [5]. G. B. Folland, A. Sitaram, *The uncertainty principle: A mathematical survey*, Journal of Fourier Analysis and Applications, **3** (1997), pp. 207–238.
- [6]. D. Gabor, *Theory of communication*, Journal of the Institution of Electrical Engineers, **93** (1946), no.26, pp. 429–457.
- [7]. H.-J. Glaeske, *On A Hermite Transform in Spaces of Generalized Functions On  $\mathbb{R}_n$* , Integral Transforms and Special Functions, **13** (2002), no.3, pp. 309-319.
- [8]. W. Heisenberg, “über den anschaulichen inhalt der quantentheoretischen kinematic und mechanik”, *zeitschrift für physik*, **43** (1927), pp. 172–198.
- [9]. P. Maass, c. Sagiv, n. Sochen, h. G. Stark, *do uncertainty minimizers attain minimal uncertainty?*, journal of fourier analysis and applications, **16** (2010), pp. 448–469.
- [10]. J. M. Rassias, *on the heisenberg–pauli–wely inequality*, journal of inequalities in pure and applied mathematics, **5** (2004), no.1 , pp. 1–70.

- [11]. W. Rudin, *functional analysis*, mcgraw-hill, new york, 1991.
- [12]. S. G. Samko, a. A. Kilbas, o. I. Marichev, *fractional integrals and derivatives: theory and applications*, gordon and breach, new york, 1993.
- [13]. N. Shimeno, *a note on the uncertainty principle for the dunkl transform*, journal of mathematical sciences – the university of tokyo, **8** (2001), pp. 33–42.
- [14]. J. C. Tranter , *integral transform in mathematical physics*, champman and hall, london, 1971.
- [15]. E. C. Titchmarsh, *Eigenfunction Expansions Associated with Second-Order Differential Equations*, Part 1, Oxford University Press, London, 1962.
- [16]. N. M. Tuan, P. D. Tuan, *Operator properties and Heisenberg uncertainty principles for a un-unitary integral operator*, Integral Transforms and Special Functions, **23** (2012), no.1, pp. 1–12.

## PHƯƠNG PHÁP GRADIENT LIÊN HỢP TÌM CỰC TIỂU HÀM KHẢ VI

Nguyễn Thị Huyền\*, Hoàng Thiệu Anh

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

\*Tác giả liên hệ: Email: huyennt@utc.edu.vn

**Tóm tắt:** Bài viết trình bày phương pháp gradient liên hợp giải bài toán tối ưu phi tuyến, đây là phương pháp được sử dụng quen thuộc trong tối ưu và đặc biệt là phương pháp gradient Fletcher – Reeves tìm cực tiểu hàm lồi toàn phương. Từ đó, bài viết trình bày phương pháp gradient tái khởi tìm cực tiểu hàm khả vi liên tục bất kỳ. Bài viết cũng nêu một số ví dụ minh họa cho phương pháp gradient Fletcher – Reeves và phương pháp gradient tái khởi, xét tốc độ hội tụ của phương pháp gradient liên hợp.

**Từ khóa:** Phương pháp hướng giảm nhanh nhất, thuật toán gradient liên hợp; phương pháp gradient Fletcher – Reeves, phương pháp gradient tái khởi.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Xét bài toán tối ưu không ràng buộc

$$\min\{f(x)|x \in \mathbb{R}^n\},$$

với  $f: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$  là hàm phi tuyến, khả vi trên  $\mathbb{R}^n$ .

Ý tưởng cơ bản của phương pháp hướng giảm là xuất phát từ một điểm bất kỳ  $x^0 \in \mathbb{R}^n$ , ta xây dựng một dãy các điểm  $x^1, x^2, x^2, \dots, x^k, \dots$  sao cho

$$f(x^0) \geq f(x^1) \geq f(x^2) \geq \dots \geq f(x^k) \geq \dots$$

và dãy  $\{x^k\}$  hội tụ đến điểm dừng  $x^*$  của hàm  $f$ , tức là  $\nabla f(x^*) = 0$ .

**Định nghĩa 1.1** (Hướng giảm). Cho  $x^0 \in \mathbb{R}^n$ . Ta gọi  $d \in \mathbb{R}^n$  là một hướng giảm của hàm  $f$  tại  $x^0$  nếu tồn tại  $\varepsilon > 0$  sao cho với mọi  $t$  thỏa mãn  $0 < t < \varepsilon$  thì  $f(x^0 + td) < f(x^0)$ .

**Mệnh đề 1.1.** Cho hàm  $f$  khả vi trên  $\mathbb{R}^n$ , điểm  $x^0 \in \mathbb{R}^n$  và hướng  $d \in \mathbb{R}^n$ . Khi đó, nếu  $\langle \nabla f(x^0), d \rangle < 0$  thì  $d$  là hướng giảm của  $f$  tại  $x^0$ .

**Mệnh đề 1.2.** Cho hàm lồi  $f$  khả vi trên  $\mathbb{R}^n$ , điểm  $x^0 \in \mathbb{R}^n$  và hướng  $d \in \mathbb{R}^n$ . Khi đó,  $d$  là hướng giảm của  $f$  tại  $x^0$  khi và chỉ khi  $\langle \nabla f(x^0), d \rangle < 0$ .

**Hệ quả 1.1.** Cho hàm  $f$  khả vi trên  $\mathbb{R}^n$ , điểm  $x^0 \in \mathbb{R}^n$ . Nếu  $\nabla f(x^0) \neq 0$  thì  $d = -\nabla f(x^0)$  là một hướng giảm của  $f$  tại  $x^0$ .

**Độ dài bước:** Giả sử đã biết hướng giảm  $d^k$  của hàm  $f$  tại  $x^k$ , theo lược đồ chung của phương pháp hướng giảm, điểm lặp tiếp theo được xác định bởi:

$$x^{k+1} := x^k + t_k d^k,$$

với  $t_k \geq 0$  gọi là độ dài bước (cỡ bước).

Như vậy  $x^{k+1}$  là một điểm nằm trên tia  $\{x^k + t d^k, t \geq 0\}$ . Thông thường, ta dùng thủ tục tìm chính xác theo tia để lựa chọn cỡ bước  $t_k$ . Đặt

$$\varphi_k(t) := f(x^k + t d^k); t \geq 0.$$

Khi đó,  $t_k$  là nghiệm cực tiểu của hàm một biến  $\varphi_k(t)$  với  $t \geq 0$ , tức là

$$t_k := \operatorname{argmin}\{\varphi_k(t) | t \geq 0\}.$$

**Mệnh đề 1.3.** Cho hàm toàn phương lồi chặt

$$f(x) = \frac{1}{2} x^T A x - b^T x + c,$$

trong đó  $A$  là ma trận cấp  $n \times n$ , đối xứng, xác định dương, véc tơ  $b \in \mathbb{R}^n$  và  $c \in \mathbb{R}$ . Cho  $x^k \in \mathbb{R}^n$  và hướng giảm  $d^k$  của hàm  $f$  tại  $x^k$ . Khi đó, độ dài bước  $t_k$  được chọn theo thủ tục chính xác theo tia là

$$t_k = -\frac{\langle A x^k - b, d^k \rangle}{\langle d^k, A d^k \rangle} > 0.$$

Phương pháp gradient là một trường hợp cụ thể của phương pháp hướng giảm mà tại mỗi bước  $k$ , ta chọn hướng giảm  $d^k$  của hàm  $f$  tại  $x^k$  là  $d^k = -\nabla f(x^k)$ . Đây chính là hướng mà theo đó, hàm mục tiêu  $f$  giảm nhanh nhất tại  $x^k$ . Vì vậy, người ta còn gọi phương pháp gradient là phương pháp hướng dốc nhất.

**Thuật toán 1.1** (Thuật toán gradient với thủ tục tìm chính xác theo tia).

Bước 1: Lấy một điểm  $x^0 \in \mathbb{R}^n$ ,  $\varepsilon > 0$ ,  $k := 0$ . Tính  $\nabla f(x^0)$ .

Bước 2: Nếu  $\|\nabla f(x^0)\| < \varepsilon$  thì dừng. Trái lại, chuyển sang Bước 3.

Bước 3: Xác định  $x^{k+1} := x^k - t_k \nabla f(x^k)$ , trong đó  $t_k := \operatorname{argmin}\{\varphi_k(t) | t \geq 0\}$ .

Bước 4: Tính  $\nabla f(x^{k+1})$ .

Bước 5: Đặt  $k := k + 1$  và quay lại Bước 2.

**Định lý 1.1.** (Tính hội tụ, Xem [1]). Cho  $x^0 \in \mathbb{R}^n$  và hàm  $f$  khả vi liên tục trên  $\mathbb{R}^n$  và có tập mức dưới  $\{x \in \mathbb{R}^n | f(x) \leq f(x^0)\}$  bị chặn. Khi đó, mỗi điểm tụ  $x^*$  của dãy  $\{x^k\}$  được sinh ra bởi Thuật toán 1.1 đều thỏa mãn  $\nabla f(x^*) = 0$ .

## 2. PHƯƠNG PHÁP GRADIENT LIÊN HỢP FLETCHER – REEVES TÌM CỰC TIỂU HÀM TOÀN PHƯƠNG

Phương pháp gradient liên hợp được Hestenes và Stiefel nêu ra đầu tiên vào những năm 1950 để giải hệ tuyến tính. Vì việc giải một hệ tuyến tính tương đương với tìm cực tiểu của một hàm toàn phương xác định dương, nên vào năm 1960, Fletcher – Reeves đã cải biên và phát triển nó thành phương pháp gradient liên hợp cho cực tiểu

không ràng buộc. Nhờ đó phương pháp này hoàn thiện phương pháp giảm nhanh nhất nhằm làm tăng hiệu quả và độ tin cậy của thuật toán.

**Định nghĩa 2.1.** Cho  $G$  là một ma trận cấp  $n \times n$ , đối xứng và xác định dương;  $d^1, d^2, \dots, d^m \in \mathbb{R}^n$  là các véc tơ khác véc tơ 0,  $m \leq n$ . Nếu  $\langle d^i, Gd^j \rangle = (d^i)^T Gd^j = 0, \forall i \neq j, j = 1; m$  thì các véc tơ  $d^1, d^2, \dots, d^m$  được gọi là  $G$ -liên hợp, hay liên hợp đối với ma trận  $G$ .

**Tính chất 2.1.** Nếu  $d^1, d^2, \dots, d^m$  là các hướng liên hợp (trong  $\mathbb{R}^n$ ) đối với ma trận  $G$  thì các véc tơ này độc lập tuyến tính.

**Tính chất 2.2.** Nếu  $G = I$  thì tính liên hợp tương đương với tính trực giao.

**Tính chất 2.3.** Cho  $G$  là một ma trận cấp  $n \times n$ , đối xứng và xác định dương;  $p^1, p^2, \dots, p^n \in \mathbb{R}^n$  là các véc tơ độc lập tuyến tính. Các hướng  $d^k \in \mathbb{R}^n$  được xác định sau đây là  $G$ -liên hợp.

$$\begin{cases} d^1 = p^1 \\ d^{k+1} = p^{k+1} - \sum_{i=1}^k \frac{\langle p^{k+1}, Gd^i \rangle}{\langle d^i, Gd^i \rangle} d^i, k = 1, 2, \dots, n-1. \end{cases}$$

Xét hàm toàn phương

$$f(x) = \frac{1}{2} x^T Gx + b^T x + c,$$

với  $G$  là một ma trận cấp  $n \times n$ , đối xứng và xác định dương,  $b \in \mathbb{R}^n$  và  $c$  là một số thực. Khi đó, véc tơ gradient của  $f(x)$  là

$$g(x) = Gx + b.$$

Đặt  $d^0 = -g^0 = -g(x^0)$  và  $x^1 = x^0 + \alpha_0 d^0$ , với  $\alpha_0$  được xác định bằng thủ tục tìm chính xác theo tia. Khi đó, ta có  $\langle g^1, d^0 \rangle = 0$ , với  $g^1 = g(x^1)$ .

Đặt  $d^1 = -g^1 + \beta_0 d^0$  với  $\beta_0$  được chọn sao cho  $\langle d^1, Gd^0 \rangle = 0$ , từ đó suy ra

$$\beta_0 = \frac{\langle g^1, Gd^0 \rangle}{\langle d^0, Gd^0 \rangle} = \frac{\langle g^1, g^1 - g^0 \rangle}{\langle d^0, g^1 - g^0 \rangle} = \frac{\langle g^1, g^1 \rangle}{\langle g^0, g^0 \rangle}.$$

Tổng quát, tại bước lặp  $k$ , đặt

$$d^k = -g^k + \sum_{i=0}^{k-1} \beta_i d^i.$$

Chọn  $\beta_i$  sao cho  $\langle d^k, Gd^i \rangle = 0$ , với  $i = 0, 1, \dots, k-1$ ,  $g^k = g(x^k)$ .

Vì  $\langle g^k, d^i \rangle = 0, \langle g^k, g^i \rangle = 0, i = 0, 1, \dots, k-1$  nên

$$\beta_j = \frac{\langle g^k, Gd^j \rangle}{\langle d^j, Gd^j \rangle} = \frac{\langle g^k, g^{j+1} - g^j \rangle}{\langle d^j, g^{j+1} - g^j \rangle}.$$



Khi đó,  $\beta_j = 0, j = 0, 1, \dots, k-2$  và  $\beta_{k-1} = \frac{\langle g^k, g^k - g^{k-1} \rangle}{\langle d^{k-1}, g^k - g^{k-1} \rangle} = \frac{\langle g^k, g^k \rangle}{\langle g^{k-1}, g^{k-1} \rangle}$ .

Từ đây, suy ra sơ đồ lặp của phương pháp gradient liên hợp Fletcher -Reeves

$$x^{k+1} = x^k + \alpha_k d^k, \quad (2.1)$$

$$d^k = -g^k + \beta_{k-1} d^{k-1}, \quad (2.2)$$

$$\beta_{k-1} = \frac{\langle g^k, g^k \rangle}{\langle g^{k-1}, g^{k-1} \rangle}. \quad (2.3)$$

với  $\alpha_k$  là một độ dài bước chính xác, trong trường hợp đặc biệt,  $f(x)$  là hàm toàn phương thì

$$\alpha_k = -\frac{\langle g^k, d^k \rangle}{\langle d^k, G d^k \rangle}. \quad (2.4)$$

**Thuật toán 2.1** (Phương pháp gradient Fletcher – Reeves tìm cực tiểu hàm lồi toàn phương).

Bước 1. Cho một điểm ban đầu  $x^0, \epsilon > 0, k := 0$ . Tính  $g^0 = g(x^0)$  và lấy  $d = -g^0$ . Nếu  $\|g^0\| \leq \epsilon$  thì dừng. Trái lại, chuyển sang Bước 2.

Bước 2. Tìm  $\alpha_k = -\frac{\langle g^k, d^k \rangle}{\langle d^k, G d^k \rangle}$  đạt cực tiểu của hàm  $f(x^k + \alpha d^k)$ .

Bước 3. Đặt  $x^{k+1} = x^k + \alpha_k d^k$ . Nếu  $\|g^{k+1}\| \leq \epsilon$  thì dừng. Trái lại, chuyển sang Bước 4.

Bước 4. Tính  $\beta_k = \frac{\langle g^{k+1}, g^{k+1} \rangle}{\langle g^k, g^k \rangle}$ , tính  $d^{k+1} = -g^{k+1} + \beta_k d^k$ .

Bước 5. Đặt  $k := k + 1$ , quay trở lại Bước 2.

Từ sơ đồ lặp, ta có thể thấy phương pháp gradient liên hợp chỉ phức tạp hơn đôi chút so với phương pháp giảm nhanh nhất nhưng nó có tốc độ hội tụ bậc hai, mà không đòi hỏi tính ma trận Hessian hay các ma trận xấp xỉ. Định lý sau đây nêu lên những tính chất cơ bản của phương pháp gradient liên hợp.

**Định lý 2.1.** Với hàm toàn phương xác định dương, phương pháp gradient liên hợp với thủ tục tìm chính xác theo tia kết thúc sau  $m \leq n$  bước và các tính chất sau đây đúng với mọi  $i, (1 \leq i \leq m)$ .

$$\langle d^i, G d^j \rangle = 0, \quad j = 0, 1, \dots, i-1, \quad (2.5)$$

$$\langle g^i, g^j \rangle = 0, \quad j = 0, 1, \dots, i-1 \quad (2.6)$$

$$\langle g^i, d^i \rangle = -\langle g^i, g^i \rangle, \quad (2.7)$$

$$[g^0, g^1, \dots, g^i] = [g^0, G g^0, \dots, G^i g^0], \quad (2.8)$$

$$[d^0, d^1, \dots, d^i] = [g^0, G g^0, \dots, G^i g^0], \quad (2.9)$$

Ở đây,  $m$  là số giá trị riêng khác nhau của  $G$ .

**Chứng minh.** Ta chứng minh các đẳng thức trên bằng quy nạp.

Với  $i = 1$ , nó là tầm thường. Giả sử (2.5)–(2.7) đúng với mọi  $i < m$ , ta sẽ chỉ ra nó đúng với  $i + 1$ .

Với hàm toàn phương, ta có

$$g^{i+1} = g^i + G(x^{i+1} - x^i) = g^i + \alpha_i Gd^i. \quad (2.10)$$

Từ (2.4),  $\alpha_i$  có thể viết lại như sau  $\alpha_i = \frac{\langle g^i, g^i \rangle}{\langle d^i, Gd^i \rangle} \neq 0$ .

Sử dụng (2.10) và (2.2) cho

$$\langle g^{i+1}, g^j \rangle = \langle g^i, g^j \rangle + \alpha_i \langle Gd^i, g^j \rangle = \langle g^i, g^j \rangle - \alpha_i \langle Gd^i, d^j - \beta_{j-1} d^{j-1} \rangle.$$

Khi  $j = i$  ta có

$$\langle g^{i+1}, g^i \rangle = \langle g^i, g^i \rangle - \frac{\langle g^i, g^i \rangle}{\langle d^i, Gd^i \rangle} \langle d^i, Gd^i \rangle = 0.$$

Khi  $j < i$ , theo giả thiết quy nạp  $\langle g^{i+1}, g^j \rangle = 0$ . Vậy (2.6) đúng.

Bây giờ, từ (2.2) và (2.10) suy ra

$$\langle d^{i+1}, Gd^j \rangle = -\langle g^{i+1}, Gd^j \rangle + \beta_i \langle d^i, Gd^j \rangle = \frac{\langle g^{i+1}, g^j - g^{j+1} \rangle}{\alpha_j} + \beta_i \langle d^i, Gd^j \rangle.$$

Khi  $i = j$ , ta có

$$\langle d^{i+1}, Gd^i \rangle = -\frac{\langle g^{i+1}, g^{i+1} \rangle}{\langle g^i, g^i \rangle} \langle d^i, Gd^i \rangle + \frac{\langle g^{i+1}, g^{i+1} \rangle}{\langle g^i, g^i \rangle} \langle d^i, Gd^i \rangle = 0.$$

Khi  $j < i$ , theo giả thiết quy nạp  $\langle d^{i+1}, Gd^j \rangle = 0$ . Từ đó (2.5) được chứng minh.

Từ (2.2) và thủ tục tìm chính xác theo tia, ta có

$$\langle d^{i+1}, g^{i+1} \rangle = -\langle g^{i+1}, g^{i+1} \rangle + \beta_i \langle d^i, g^{i+1} \rangle = -\langle g^{i+1}, g^{i+1} \rangle.$$

Vậy (2.7) đúng với  $i + 1$ .

Sau đây, ta sẽ chỉ ra (2.8) và (2.9) bằng phương pháp quy nạp. Thật vậy, các hệ thức này đúng với  $i = 0$ . Bây giờ giả sử các hệ thức đó đúng đến  $i$ , ta sẽ chứng minh chúng đúng với  $i + 1$ . Từ giả thiết quy nạp, cả  $g^i$  và  $Gd^i$  đều thuộc  $[g^0, Gg^0, \dots, G^i g^0, G^{i+1} g^0]$ . Khi đó suy ra từ (2.10) rằng  $g^{i+1} \in [g^0, Gg^0, \dots, G^i g^0, G^{i+1} g^0]$ . Hơn nữa, ta cần chỉ ra rằng

$$g^{i+1} \notin [g^0, Gg^0, \dots, G^i g^0] = [d^0, d^1, \dots, d^i].$$

Vì các véc tơ  $d^0, d^1, \dots, d^i$  là liên hợp, từ Định lý 2.1, suy ra  $g^{i+1} \perp [d^0, d^1, \dots, d^i]$ . Nếu  $g^{i+1} \in [g^0, Gg^0, \dots, G^i g^0] = [d^0, d^1, \dots, d^i]$  thì  $g^{i+1} = 0$ . Điều này là mâu thuẫn. Do đó suy ra (2.8).

Tương tự, từ (2.2) với giả thiết quy nạp, ta chứng minh được (2.9). ■

Trong Định lý 2.2 này, (2.5)-(2.7) lần lượt biểu thị tính liên hợp của các hướng, tính trực giao của các vectơ gradient và điều kiện hướng giảm. Các hệ thức (2.8) và (2.9) nêu mối quan hệ giữa các vectơ hướng và vectơ gradient. Thông thường, không gian con  $[g^0, Gg^0, \dots, G^l g^0]$  gọi là không gian Krylov.

**Định lý 2.2** (Xem [5], Tính hội tụ toàn cục của phương pháp gradient liên hợp). *Giả sử  $f: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$  là hàm khả vi liên tục trên tập mức dưới  $L = \{x \in \mathbb{R}^n | f(x) \leq f(x^0)\}$  bị chặn và phương pháp gradient liên hợp F-R được thực hiện với thủ tục tìm chính xác theo tia. Khi đó, dãy  $\{x_k\}$  sinh ra sẽ có ít nhất một điểm tụ và điểm tụ đó là một điểm dừng.*

**Chứng minh.**

(i) Khi dãy  $\{x_k\}$  là hữu hạn, từ điều kiện dừng của thuật toán, suy ra điểm cuối cùng  $x^*$  thỏa mãn  $\nabla f(x^*) = 0$  do đó,  $x^*$  là điểm dừng của hàm  $f$ .

(ii) Khi dãy  $\{x_k\}$  là dãy vô hạn, ta có  $\nabla f(x^k) \neq 0, \forall k$ . Mặt khác,  $d^k = -g^k + \beta_{k-1}d_{k-1}$  và  $\langle g^k, d^{k-1} \rangle = 0$  với thủ tục tìm chính xác theo tia, ta có

$$\langle g^k, d^k \rangle = -\|g^k\|^2 + \beta_{k-1} \langle g^k, d^{k-1} \rangle = -\|g^k\|^2 < 0.$$

Tức là  $d^k$  là một hướng giảm, dãy  $\{f(x^k)\}$  là một dãy đơn điệu giảm và vì vậy  $\{x^k\} \subset L$ . Do đó, dãy  $\{x^k\}$  là một dãy bị chặn và có điểm giới hạn.

Giải sử  $x^*$  là một điểm giới hạn của dãy  $\{x^k\}$ . Khi đó, tồn tại một dãy con dãy  $\{x^{kl}\}$  của dãy  $\{x^k\}$  hội tụ đến  $x^*$ . Vì  $\{x^{kl}\} \subset \{x^k\}$  và  $\{f(x^{kl})\} \subset \{f(x^k)\}$ . Từ tính hội tụ của hàm  $f$  suy ra

$$f(x^*) = f\left(\lim_{kl \rightarrow \infty} x^{kl}\right) = \lim_{kl \rightarrow \infty} f(x^{kl}) = f^*.$$

Tương tự, dãy  $\{x^{k+1}\}$  cũng bị chặn. Do đó, tồn tại một dãy con dãy  $\{x^{ks}\}$  của dãy  $\{x^{k+1}\}$  hội tụ đến  $x^{**}$  và ta cũng có

$$f(x^{**}) = f\left(\lim_{ks \rightarrow \infty} x^{ks}\right) = \lim_{ks \rightarrow \infty} f(x^{ks}) = f^*.$$

Vậy

$$f(x^{**}) = f(x^*) = f^*. \tag{2.11}$$

Bây giờ, ta chứng minh rằng,  $\nabla f(x^*) = 0$ . Bằng phản chứng, ta giả sử rằng  $\nabla f(x^*) \neq 0$ , khi đó với  $\alpha$  đủ nhỏ, ta có

$$f(x^* + \alpha d^*) < f(x^*). \tag{2.12}$$

Do

$$f(x^{ks}) = f(x^{k+1}) = f(x^k + \alpha_k d^k) \leq f(x^k + \alpha d^k).$$

Cho  $k \rightarrow \infty$  và sử dụng (2.11), ta nhận được  $f(x^{**}) \leq f(x^* + \alpha d^*) < f(x^*)$ .

Điều này mâu thuẫn với điều kiện (2.12). Vì vậy  $\nabla f(x^*) = 0$ , tức là  $x^*$  là một điểm dừng của hàm  $f$ . ■

**Ví dụ 2.1.** Tìm cực tiểu của hàm toàn phương

$$f(x) = \frac{1}{2}x^T A x - b^T x,$$

$$\text{với } A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 5 & 0 \\ 0 & 0 & 25 \end{pmatrix} \text{ và } b = \begin{pmatrix} -1 \\ -1 \\ -1 \end{pmatrix}, \text{ xuất phát từ } x^0 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ và } \epsilon = 10^{-8}.$$

**Giải.**

$$g(x) = \nabla f(x) = Ax - b = \begin{pmatrix} x_1 + 1 \\ 5x_2 + 1 \\ 25x_3 + 1 \end{pmatrix}.$$

Vòng lặp 1.

$$\text{Bước 1. } g^0 = g(x^0) = (1, 1, 1)^T, d^0 = -g^0 = (-1, -1, -1)^T, \|g^0\| = \sqrt{3}.$$

$$\text{Bước 2. } \alpha_0 = -\frac{\langle g^0, d^0 \rangle}{\langle d^0, A d^0 \rangle} = \frac{3}{31}.$$

$$\text{Bước 3. } x^1 = x^0 + \alpha_0 d^0 = \left(-\frac{3}{31}, -\frac{3}{31}, -\frac{3}{31}\right)^T$$

$$g^1 = g(x^1) = \left(\frac{28}{31}, \frac{16}{31}, -\frac{44}{31}\right)^T \text{ và } \|g^1\| = 1.759765.$$

$$\text{Bước 4. } \beta_0 = \frac{\langle g^1, g^1 \rangle}{\langle g^0, g^0 \rangle} = \frac{32}{31}, d^1 = -g^1 + \beta_0 d^0 = \left(-\frac{60}{31}, -\frac{48}{31}, \frac{12}{31}\right)^T.$$

Vòng lặp 2.

$$\text{Bước 2. } \alpha_1 = -\frac{\langle g^1, d^1 \rangle}{\langle d^1, A d^1 \rangle} = \frac{31}{195}.$$

$$\text{Bước 3. } x^2 = x^1 + \alpha_1 d^1 = \left(-\frac{163}{403}, -\frac{691}{2015}, -\frac{71}{2015}\right)^T$$

$$g^2 = g(x^2) = \left(\frac{240}{403}, -\frac{288}{403}, \frac{48}{403}\right)^T \text{ và } \|g^2\| = 0.93.$$

$$\text{Bước 4. } \beta_1 = \frac{\langle g^2, g^2 \rangle}{\langle g^1, g^1 \rangle} = \frac{48}{169}, d^2 = -g^2 + \beta_2 d^1 = \left(-\frac{6000}{5239}, \frac{1440}{5239}, -\frac{48}{5239}\right)^T.$$

Vòng lặp 3.

$$\text{Bước 2. } \alpha_2 = -\frac{\langle g^2, d^2 \rangle}{\langle d^2, G d^2 \rangle} = \frac{13}{25}.$$

$$\text{Bước 3. } x^3 = x^2 + \alpha_2 d^2 = \left(-1, -\frac{1}{5}, -\frac{1}{25}\right)^T$$

$$g^3 = g(x^3) = (0, 0, 0)^T \text{ và } \|g^3\| = 0 \leq \epsilon. \text{ Dừng.}$$

Vậy  $x^* = x^3 = \left(-1, -\frac{1}{5}, -\frac{1}{25}\right)^T$  là nghiệm cực tiểu của hàm  $f$ .

**Nhận xét.** Cũng với bài toán trên, nếu ta sử dụng phương pháp gradient (phương pháp hướng giảm nhanh nhất) thì sau 217 bước lặp sẽ thu được nghiệm theo yêu cầu của

bài toán [xem [1] tr 234]. Như vậy, phương pháp gradient liên hợp khắc phục được tính hội tụ chậm của phương pháp gradient.

### 3. PHƯƠNG PHÁP GRADIENT FLETCHER – REVEES TÌM CỰC TIỂU HÀM KHẢ VI LIÊN TỤC BẤT KỲ

Phương pháp F-R cho phép dùng thủ tục không chính xác theo tia, tuy nhiên cần phải đảm bảo để dãy lặp là giảm. Phương pháp này còn được gọi là phương pháp tái khởi tạo. Ta có

$$\langle g^k, d^k \rangle = -\langle g^k, g^k \rangle + \beta_{k-1} \langle g^k, d^{k-1} \rangle.$$

Nếu trong lần lặp trước sử dụng thủ tục tìm chính xác theo tia, thì  $\langle g^k, d^{k-1} \rangle = 0$ , vì vậy  $\langle g^k, d^k \rangle = -\langle g^k, g^k \rangle < 0$  và vẫn đảm bảo  $d^k$  là một hướng giảm. Tuy nhiên, nếu trong lần lặp trước sử dụng thủ tục tìm không chính xác theo tia, đại lượng  $\beta_{k-1} \langle g^k, d^{k-1} \rangle$  có thể dương và lớn hơn  $|\langle g^k, g^k \rangle|$ , do đó  $-\langle g^k, g^k \rangle + \beta_{k-1} \langle g^k, d^{k-1} \rangle$  có thể lớn hơn không. Trong trường hợp này,  $d^k$  không là hướng giảm. Cách khắc phục tình huống này là bắt đầu lại với bảo  $d^k = -g^k$  là hướng giảm nhanh nhất. Tuy nhiên, nếu thường xuyên đặt  $d^k$  là hướng giảm nhanh nhất sẽ giảm bớt hiệu quả của thuật toán.

Ký hiệu  $\overline{g^{k+1}}$ ,  $\overline{d^{k+1}}$ ,  $\overline{\beta_k}$  tương ứng là các giá trị  $g^{k+1}$ ,  $d^{k+1}$ ,  $\beta_k$  tính tại thời điểm Bước lặp thứ  $k$

$$x^{k+1} = x^k + \alpha_j d^k,$$

trong đó,  $\{\alpha_j\}$  là độ dài bước sinh ra từ thuật toán xác định độ dài bước. Nếu

$$-\langle \overline{g^{k+1}}, \overline{d^{k+1}} \rangle \geq \sigma \|\overline{g^{k+1}}\| \cdot \|\overline{d^{k+1}}\|, \quad (3.1)$$

với  $\sigma$  là một số dương nhỏ thì  $\alpha_j$  được chấp nhận làm  $\alpha_k$ . Còn nếu (3.1) không thỏa mãn tại bất kỳ điểm thử nào thì ta sẽ sử dụng thủ tục tìm chính xác theo tia để xác định  $\alpha_k$ .

Dưới đây, ta sẽ trình bày phương pháp gradient liên hợp tái khởi cho hàm bất kỳ, sử dụng thủ tục tìm chính xác theo tia.

#### Thuật toán 3.1 (Phương pháp gradient liên hợp tái khởi)

Bước 0. Cho trước  $x^0, \epsilon > 0$ .

Bước 1. Đặt  $k = 0$ . Tính  $g^0 = g(x^0)$ .

Bước 2. Nếu  $\|g^0\| \leq \epsilon$ , dừng; trái lại, đặt  $d^0 = -g^0$ .

Bước 3. Tính độ dài bước  $\alpha_k$  sao cho

$$f(x^k + \alpha_k d^k) = \min\{f(x^k + \alpha d^k) | \alpha \geq 0\}.$$

Bước 4. Đặt  $x^{k+1} = x^k + \alpha_k d^k$ ;  $k := k + 1$ .

Bước 5. Tính  $g^k = g(x^k)$ . Nếu  $\|g^k\| \leq \epsilon$ , dừng; trái lại, chuyển sang Bước 6.

Bước 6. Nếu  $k = n$ , đặt  $x^0 = x^k$  và quay lại Bước 1; trái lại chuyển sang Bước 7.

Bước 7. Tính  $\beta_{k-1} = \frac{\langle g^k, g^k \rangle}{\langle g^{k-1}, g^{k-1} \rangle}$  và  $d^k = -g^k + \beta_{k-1}d^{k-1}$ .

Bước 8. Nếu  $\langle g^k, d^k \rangle > 0$ , đặt  $x^0 = x^k$  và quay lại Bước 1; trái lại quay lại Bước 3.

Định lý sau đây, phát biểu tính hội tụ toàn cục của phương pháp gradient liên hợp tái khởi với cách tìm chính xác theo tia.

**Định lý 3.1.** (Xem [5], Tính hội tụ toàn cục của phương pháp gradient liên hợp tái khởi) Giả sử rằng tập mức dưới  $L = \{x \in \mathbb{R}^n | f(x) \leq f(x^0)\}$  bị chặn và  $\nabla f(x)$  là liên tục Lipschitz. Giả sử rằng phương pháp gradient liên hợp sử dụng cách tìm chính xác theo tia và thủ thuật tái khởi. Khi đó dãy  $\{x^k\}$  sinh ra bởi thuật toán có ít nhất một điểm tụ là điểm dừng.

**Ví dụ 3.1.** Tìm cực tiểu của hàm

$$f(x_1, x_2) = 2x_1^3 + 2x_1^2 + x_2^2 - 2x_1x_2.$$

Giải. Xuất phát từ điểm  $x^0 = (0, 1)^T$ ,  $g(x) = (6x_1^2 + 4x_1 - 2x_2; 2x_2 - 2x_1)^T$ .

Vòng lặp 1.

Bước 1.  $g^0 = (-2, 2)^T$ .

Bước 2.  $\|g^0\| = \sqrt{8}$ ,  $d^0 = -g^0 = (2, -2)^T$ .

Bước 3.  $f(x^0 + \alpha d^0) = 16\alpha^3 + 20\alpha^2 - 8\alpha + 1$ .

$$\alpha_0 = \operatorname{argmin} \{f(x^0 + \alpha d^0) | \alpha \geq 0\} = \frac{1}{6}.$$

Bước 4.  $x^1 = x^0 + \alpha_0 d^0 = \left(\frac{1}{3}, \frac{2}{3}\right)^T$ .

Bước 5.  $g^1 = g(x^1) = \left(\frac{2}{3}, \frac{2}{3}\right)^T$ .

Bước 7.  $\beta_0 = \frac{\langle g^1, g^1 \rangle}{\langle g^0, g^0 \rangle} = \frac{1}{9}$  và  $d^1 = -g^1 + \beta_0 d^0 = \left(-\frac{4}{9}, -\frac{8}{9}\right)^T$ .

Bước 8.  $\langle g^1, d^1 \rangle < 0$ .

Vòng lặp 2.

Bước 3.  $f(x^1 + \alpha d^1) = f\left(\frac{1}{3} - \frac{4}{9}\alpha, \frac{2}{3} - \frac{8}{9}\alpha\right)$ .

$$\alpha_1 = \operatorname{argmin} \{f(x^1 + \alpha d^1) | \alpha \geq 0\} = \frac{3}{4}.$$

Bước 4.  $x^2 = x^1 + \alpha_1 d^1 = (0, 0)^T$ .

Bước 5.  $g^2 = g(x^2) = (0, 0)^T$ ,  $\|g^2\| \leq \epsilon$ . Dừng.

Vậy  $x^* = x^2 = (0, 0)^T$  là nghiệm cực tiểu của hàm số.

Sau đây, sẽ chứng minh rằng đối với hàm toàn phương, phương pháp gradient liên hợp có tốc độ hội tụ nhanh hơn phương pháp hướng giảm nhanh nhất và chỉ ra nó có tốc độ hội tụ không chậm hơn tuyến tính.

Để thuận tiện, ta giả sử

$$f(x) = \frac{1}{2}x^T G x, \quad (3.2)$$

ở đây,  $G$  là một ma trận xác định dương cấp  $n \times n$ . Rõ ràng, biểu diễn chính xác của độ dài bước là

$$\alpha_k = -\frac{\langle d^k, Gx^k \rangle}{\langle d^k, Gd^k \rangle} = -\frac{\langle d^k, g^k \rangle}{\langle d^k, Gd^k \rangle}. \quad (3.3)$$

Vậy, ta được

$$\begin{aligned} f(x^{k+1}) &= \frac{1}{2}\langle x^{k+1}, Gx^{k+1} \rangle = \frac{1}{2}\langle x^k + \alpha_k d^k, G(x^k + \alpha_k d^k) \rangle \\ &= \frac{1}{2}\langle x^k, Gx^k \rangle - \frac{1}{2} \frac{\langle d^k, g^k \rangle^2}{\langle d^k, Gd^k \rangle}. \end{aligned} \quad (3.4)$$

Trong trường hợp của phương pháp giảm nhanh nhất (SD) ta có  $d^k = -g^k$  và vì vậy

$$f(x_{SD}^{k+1}) = \frac{1}{2}\langle x^k, Gx^k \rangle - \frac{1}{2} \frac{\langle g^k, g^k \rangle^2}{\langle g^k, Gg^k \rangle}. \quad (3.5)$$

Xét trong trường hợp phương pháp gradient liên hợp, ta có  $d^k = -g^k + \beta_{k-1}d^{k-1}$  và vì vậy

$$f(x_{CG}^{k+1}) = \frac{1}{2}\langle x^k, Gx^k \rangle - \frac{1}{2} \frac{\langle g^k, g^k \rangle^2}{\langle d^k, Gd^k \rangle} = f(x^k) - \frac{1}{2} \frac{\langle g^k, g^k \rangle^2}{\langle d^k, Gd^k \rangle}. \quad (3.6)$$

Do

$$\begin{aligned} \langle d^k, Gd^k \rangle &= \langle -g^k + \beta_{k-1}d^{k-1}, G(-g^k + \beta_{k-1}d^{k-1}) \rangle \\ &= \langle g^k, Gg^k \rangle + \beta_{k-1}^2 \langle d^{k-1}, Gd^{k-1} \rangle \\ &\leq \langle g^k, Gg^k \rangle \end{aligned} \quad (3.7)$$

nên ta có

$$f(x_{CG}^{k+1}) \leq f(x_{SD}^{k+1}). \quad (3.8)$$

Với các lập luận trên ta thấy rằng phương pháp gradient liên hợp làm giảm giá trị của hàm  $f$  ít nhất cũng không kém so với phương pháp hướng giảm nhanh nhất. Vì phương pháp giảm nhanh nhất có tốc độ hội tụ tuyến tính nên phương pháp gradient liên hợp sẽ có tốc độ hội tụ không chậm hơn tuyến tính.

#### 4. KẾT LUẬN

Để tìm cực tiểu không ràng buộc thì phương pháp hướng giảm được sử dụng thuận tiện, đặc biệt là phương pháp gradient (hướng giảm nhanh nhất), tuy nhiên nhược điểm của phương pháp này là tốc độ hội tụ chưa nhanh. Để khắc phục nhược điểm này, bài viết đã trình phương pháp gradient liên hợp Fletcher – Reeves tìm cực tiểu hàm lồi toàn phương, còn đối với hàm khả vi liên tục bất kỳ, ta có thể dùng phương pháp tái khởi.

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Nguyễn Thị Bạch Kim, Giáo trình Các phương pháp Tối ưu Lý thuyết và Thuật toán, NXB Đại học Bách Khoa Hà Nội, 2008.
- [2]. Trần Vũ Thiệu, Nguyễn Thị Thu Thủy, Nhập môn tối ưu phi tuyến, NXB Đại học Thái Nguyên, 2010.
- [3]. DU Shouqiang, CHEN Yuanyuan, WANG Changyu, “Global convergence properties of three conjugate gradient method with new-type line search”, Journal of Systems Science and Complexity, 17(3), pp. 412-420, 2004.
- [4]. J.J. Strodriot, Numerical Methods in Ontimization, Namur Belgium, 2002.
- [5]. W.Sun and Ye-X.Yuan, Optimization Theory and Methods Nonlinear Programming, Springer, 2006.



## SỬ DỤNG ĐỊNH LÝ WEIERSTRASS ĐỂ GIẢI BÀI TOÁN TÌM GIỚI HẠN DÃY SỐ

Nguyễn Anh Ngọc\*

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

\*Tác giả liên hệ: Email: anhngoc0607@utc.edu.vn

**Tóm tắt:** Bài viết trình bày phương pháp chứng minh một dãy số hội tụ bằng cách sử dụng định lý Weierstrass, từ đó có cơ sở để tìm ra giới hạn của dãy số.

**Từ khóa:** Định lý Weierstrass, giới hạn dãy số.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Giới hạn dãy số là một nội dung có trong chương trình toán giải tích dành cho sinh viên năm nhất. Bài toán tìm giới hạn dãy số cũng thường xuất hiện trong kỳ thi Olympic toán sinh viên được tổ chức đều đặn vào khoảng tháng 4 hàng năm. Bằng cách tiếp cận đơn giản, chỉ cần sử dụng một số kiến thức cơ bản, bài viết này giúp sinh viên dễ dàng nắm bắt kiến thức và thực hành giải bài tập hiệu quả; từ đó góp phần nâng cao kết quả học tập cũng như khơi dậy sự hứng thú trong việc học toán của sinh viên.

### 2. NỘI DUNG

#### 2.1. Lý thuyết

Một số khái niệm về dãy số.

Định nghĩa 1: Dãy số  $(u_n)$  là một hàm số từ tập hợp số tự nhiên vào tập hợp số thực

$$u : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{R}, n \mapsto u(n) = u_n$$

Định nghĩa 2: Cho dãy số  $(u_n)$ , ta nói:

Dãy số đơn điệu tăng nếu  $u_{n+1} \geq u_n, \forall n = 1, 2, \dots$

Dãy số đơn điệu giảm nếu  $u_{n+1} \leq u_n, \forall n = 1, 2, \dots$

Dãy số đơn điệu tăng chặt nếu  $u_{n+1} > u_n, \forall n = 1, 2, \dots$

Dãy số đơn điệu giảm chặt nếu  $u_{n+1} < u_n, \forall n = 1, 2, \dots$

Dãy số đơn điệu nếu nó đơn điệu tăng hoặc đơn điệu giảm.

Định nghĩa 3: Cho dãy số  $(u_n)$ , ta nói:

Dãy số bị chặn trên nếu tồn tại số thực  $M$  sao cho  $u_n < M, \forall n = 1, 2, \dots$

Dãy số bị chặn dưới nếu tồn tại số thực  $N$  sao cho  $u_n > N, \forall n = 1, 2, \dots$

Dãy số bị chặn nếu nó vừa bị chặn trên vừa bị chặn dưới.

Định nghĩa giới hạn dãy số.

Định nghĩa 4: Dãy số  $(u_n)$  có giới hạn là số thực  $L$  nếu với số dương bất kỳ  $\varepsilon$  tồn tại số tự nhiên  $N_0$  sao cho:  $|u_n - L| < \varepsilon, \forall n \geq N_0$ . Ký hiệu  $\lim_{n \rightarrow \infty} u_n = L$ . Khi đó ta nói dãy số hội tụ.

Định nghĩa 5: Dãy số  $(u_n)$  có giới hạn dương vô cùng nếu với mọi số dương  $M$  luôn tồn tại số tự nhiên  $N_0$  sao cho:  $u_n > M, \forall n > N_0$ . Ký hiệu  $\lim_{x \rightarrow \infty} u_n = +\infty$ .

Định nghĩa 6: Dãy số  $(u_n)$  có giới hạn âm vô cùng nếu với mọi số dương  $M$  luôn tồn tại số tự nhiên  $N_0$  sao cho:  $u_n < -M, \forall n > N_0$ . Ký hiệu  $\lim_{x \rightarrow \infty} u_n = -\infty$ .

Định lý 7: (Weierstrass) Nếu dãy số  $(u_n)$  tăng và bị chặn trên (hoặc giảm và bị chặn dưới) thì dãy số hội tụ.

## 2.2. BÀI TẬP ÁP DỤNG

Phương pháp:

Bước 1: Kiểm tra tính đơn điệu của dãy số.

Bước 2: Ước lượng chặn trên nếu dãy số tăng, chặn dưới nếu dãy số giảm

Bước 3: Dựa vào tính chất chuyển giới hạn qua phép toán để tìm giới hạn của dãy.

Chú ý: bước 2 có thể thực hiện trước bước 1 tùy vào từng trường hợp cụ thể.

Bài 1: Tìm giới hạn của dãy số  $(u_n)$  được xác định bởi:

$$u_1 = \sqrt{2}, u_{n+1} = \sqrt{2 + u_n}.$$

**Lời giải:**

Bước 1: Chứng minh dãy số bị chặn bởi 2 bằng quy nạp.

Với  $n = 1$ . Ta có  $u_1 = \sqrt{2} < 2$  đúng. Giả sử  $u_n < 2$  ta cần chỉ ra  $u_{n+1} < 2$ . Thật vậy

$$u_{n+1} = \sqrt{2 + u_n} < \sqrt{2 + 2} = 2$$

Bước 2: chứng minh dãy số tăng.

$$u_{n+1} > u_n \Leftrightarrow \sqrt{2 + u_n} > u_n \Leftrightarrow u_n^2 - u_n - 2 < 0 \Leftrightarrow -1 < u_n < 2 \quad (\text{đúng vì } 0 < u_n < 2)$$

Vậy theo định lý Weierstrass, dãy số  $(u_n)$  có giới hạn. Giả sử giới hạn đó bằng  $a$ .

$$\text{Ta có } \lim_{n \rightarrow \infty} u_n = \lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt{2 + u_n} \Rightarrow a = \sqrt{2 + a} \Rightarrow a = -1 \text{ hoặc } a = 2$$

Vì  $0 < u_n < 2$  nên  $a = 2$ . Vậy  $\lim_{n \rightarrow \infty} u_n = 2$ .

Bài 2: Tìm giới hạn của dãy số  $(u_n)$  được xác định bởi

$$u_1 = 2, u_{n+1} = 2 - \frac{1}{u_n} \quad (n \geq 2)$$

### Lời giải

Ta chứng minh dãy số giảm và bị chặn dưới bởi 1 bằng quy nạp.

Ta có:  $u_2 = 2 - \frac{1}{u_1} = 2 - \frac{1}{2} = \frac{3}{2} > 1$  và  $u_2 < u_1$ . Giả sử  $u_n < u_{n-1}$  và  $u_n > 1$ , ta cần chứng minh  $u_{n+1} < u_n$  và  $u_{n+1} > 1$ .

Thật vậy  $u_{n+1} = 2 - \frac{1}{u_n} < 2 - \frac{1}{u_{n-1}} = u_n$ ,  $u_{n+1} = 2 - \frac{1}{u_n} > 2 - \frac{1}{1} = 1$ .

Vậy theo định lý Weierstrass, dãy số  $(u_n)$  có giới hạn. Giả sử giới hạn đó bằng  $a$ .

Ta có:  $\lim_{n \rightarrow \infty} u_{n+1} = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(2 - \frac{1}{u_n}\right) \Rightarrow a = 2 - \frac{1}{a} \Rightarrow a = 1$ . Vậy  $\lim_{n \rightarrow \infty} u_n = 1$ .

Bài 3: Tìm giới hạn của dãy số  $(u_n)$  được xác định bởi:

$$u_1 = 3, u_n = \frac{n+2}{3n}(u_{n-1} + 2), (\forall n > 2).$$

### Lời giải

Chứng minh  $u_n \geq \frac{n+2}{n-1}, n = 3, 4 \dots$  bằng quy nạp.

Ta có  $u_2 = \frac{2+2}{3 \cdot 2}(u_1 + 2) = \frac{10}{3}, u_3 = \frac{3+2}{3 \cdot 3}(u_2 + 2) = \frac{80}{27} > \frac{5}{2} = \frac{3+2}{3-1}$ . Giả sử  $u_n \geq \frac{n+2}{n-1}$  ta cần chứng minh khẳng định đúng với  $n+1$  tức là  $u_{n+1} \geq \frac{n+3}{n}$ .

Thật vậy  $u_{n+1} = \frac{n+2}{3n}(u_{n-1} + 2) \geq \frac{n+2}{3n} \left(\frac{n+2}{n-1} + 2\right) = \frac{n+2}{n-1} > \frac{n+3}{n}$ .

Vậy  $u_n \geq \frac{n+2}{n-1}, n = 3, 4 \dots$  suy ra dãy  $(u_n)$  bị chặn dưới bởi 0.

Mặt khác:  $u_n - u_{n-1} = \frac{n+2}{3n}(u_{n-1} + 2) - u_{n-1} = \frac{2[n+2-(n-1)u_{n-1}]}{3n} \leq 0, \forall n \geq 3$ .

Vậy dãy số  $(u_n)_{n \geq 3}$  là dãy giảm và bị chặn dưới. Theo định lý Weierstrass, dãy số  $(u_n)$  có giới hạn. Giả sử giới hạn đó bằng  $a$ . Ta có

$$\lim_{n \rightarrow \infty} u_n = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n+2}{3n}(u_{n-1} + 2) \Rightarrow a = \frac{a+2}{3} \Rightarrow a = 1.$$

Vậy  $\lim_{n \rightarrow \infty} u_n = 1$ .

Bài 4: Cho dãy số  $(u_n)$  được xác định bởi:

$$u_1 = 0, u_2 = \frac{1}{2}, u_{n+1} = \frac{1}{3}(1 + u_n + u_{n-1}^3), n = 2, 3 \dots$$

Tính giới hạn của dãy số  $(u_n)$ ?

### Lời giải

Bước 1: Chứng minh dãy số bị chặn bằng quy nạp,  $0 \leq u_n \leq \frac{\sqrt{5}-1}{2}, n=1, 2, \dots$  (1)

Ta có:  $0 \leq u_1, u_2 \leq \frac{\sqrt{5}-1}{2}$ . Giả sử khẳng định (1) đúng đến  $n$ . Khi đó

$$0 \leq u_{n+1} = \frac{1}{3}(1 + u_n + u_{n-1}^3) \leq \frac{1}{3}\left(1 + \frac{\sqrt{5}-1}{2} + \left(\frac{\sqrt{5}-1}{2}\right)^3\right) = \frac{\sqrt{5}-1}{2}$$

Tức là khẳng định (1) đúng với  $n + 1$ . Theo nguyên lý quy nạp, khẳng định (1) đúng với mọi giá trị  $n = 1, 2, \dots$

Bước 2: Chứng minh dãy số  $(u_n)$  tăng.

Ta có:  $u_1 = 0, u_2 = \frac{1}{2}, u_3 = \frac{1}{3}\left(1 + \frac{1}{2} + 0\right) = \frac{1}{2} \Rightarrow u_1 \leq u_2 \leq u_3$ . Giả sử  $u_{n-2} \leq u_{n-1} \leq u_n$ . Ta cần chứng minh  $u_n \leq u_{n+1}$ . Thật vậy

$$\begin{aligned} u_{n+1} - u_n &= \frac{1}{3}[(1 + u_n + u_{n-1}^3) - (1 + u_{n-1} + u_{n-2}^3)] \\ &= \frac{1}{3}[(u_n - u_{n-1}) + (u_{n-1}^3 - u_{n-2}^3)] \geq 0. \end{aligned}$$

Vậy dãy  $(u_n)$  tăng và bị chặn. Theo định lý Weierstrass, dãy số  $(u_n)$  có giới hạn. Giả sử giới hạn đó bằng  $a$ . Ta có

$$\lim_{n \rightarrow \infty} u_n = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{3}(1 + u_n + u_{n-1}^3) \Rightarrow a = \frac{1}{3}(1 + a + a^3) \Rightarrow a = 1 \text{ hoặc } a = \frac{\pm\sqrt{5}-1}{2}.$$

Vì  $0 \leq u_n \leq \frac{\sqrt{5}-1}{2}$  nên  $\lim_{n \rightarrow \infty} u_n = \frac{\sqrt{5}-1}{2}$ .

**Bài 5** (Bài đề nghị Olympic toán sinh viên 2023). Cho dãy số  $(a_n)$  xác định bởi:

$a_1 > 0, a_{n+1} = \frac{a_n^2}{a_n^2 - a_n + 1}, \forall n \geq 1$ . Chứng minh dãy số  $(a_n)$  giảm và tìm giới hạn  $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n$ ?

**Lời giải**

Bước 1: chứng minh dãy đơn điệu giảm.

Ta có:  $\frac{a_{n+1}}{a_n} = \frac{a_n}{a_n^2 - a_n + 1} \leq 1$  (vì  $a_n \leq a_n^2 - a_n + 1$ )

Bước 2: chứng minh dãy bị chặn dưới.

Theo giả thiết:  $a_{n+1} = \frac{a_n^2}{a_n^2 - a_n + 1} > 0$ .

Theo định lý Weierstrass, dãy số  $(u_n)$  có giới hạn. Giả sử giới hạn đó bằng  $a$ .

Nếu  $a_1 \geq 1$  thì theo quy nạp ta có  $a_n \geq 1$  nên  $a \geq 1$ . Ta có

$$a = \frac{a^2}{a^2 - a + 1} \Leftrightarrow a^3 - a^2 + a = a^2 \Leftrightarrow a = 0 \text{ hoặc } a = 1$$

Suy ra  $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = 1$ .

Tương tự, nếu  $0 < a_1 < 1$  theo quy nạp ta có  $a_n < 1$ , dãy  $(a_n)$  giảm nên  $a < 1$ .

Suy ra  $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = 0$ .

Bài 6 (Bài đề nghị Olympic toán sinh viên 2023). Cho dãy số  $(x_n)$  xác định bởi

$$x_n = \left(1 + \frac{1}{2}\right) \left(1 + \frac{1}{2^2}\right) \dots \left(1 + \frac{1}{2^n}\right), \forall n = 1, 2, \dots$$

Chứng minh dãy số  $(x_n)$  hội tụ?

**Lời giải**

Bước 1: chứng minh dãy số đơn điệu tăng.

Theo giả thiết:  $x_{n+1} = x_n \left(1 + \frac{1}{2^n}\right) > x_n$  (vì  $x_n > 0, \left(1 + \frac{1}{2^n}\right) > 1$ ) nên dãy số  $(x_n)$  đơn điệu tăng.

Bước 2: chứng minh dãy số bị chặn trên bởi 3.

Thật vậy

$$x_n < 3 \Leftrightarrow \left(1 + \frac{1}{2}\right) \left(1 + \frac{1}{2^2}\right) \dots \left(1 + \frac{1}{2^n}\right) < 3 \Leftrightarrow \left(1 + \frac{1}{2^2}\right) \dots \left(1 + \frac{1}{2^n}\right) < 2$$

Với  $0 < x < 1$  ta có  $0 < 1 - x^2 < 1$  suy ra  $1 + x < \frac{1}{1-x}, \forall x \in (0, 1)$ . Áp dụng bất đẳng thức này ta có

$$\left(1 + \frac{1}{2^2}\right) \dots \left(1 + \frac{1}{2^n}\right) < \frac{1}{\left(1 - \frac{1}{2^2}\right) \left(1 - \frac{1}{2^3}\right) \dots \left(1 - \frac{1}{2^n}\right)}$$

Áp dụng bất đẳng thức  $(1-x)(1-y) > 1-x-y, \forall x, y \in (0, 1)$  ta có

$$\begin{aligned} \left(1 - \frac{1}{2^2}\right) \left(1 - \frac{1}{2^3}\right) \dots \left(1 - \frac{1}{2^n}\right) &> 1 - \frac{1}{2^2} - \frac{1}{2^3} \dots - \frac{1}{2^n} = 1 - \frac{\frac{1}{2^2} \left(1 - \frac{1}{2^{n-1}}\right)}{1 - \frac{1}{2}} \\ &= 1 - \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{2^n}\right) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2^n} > \frac{1}{2} \end{aligned}$$

Kết hợp các bất đẳng thức trên, ta được điều cần chứng minh.

Bài 7 (Bài đề nghị Olympic toán sinh viên 2017). Cho  $a_1 > 0$  và dãy số  $(a_n)$  được xác định bởi

$$a_{n+1} = \frac{6a_n + 4}{a_n + 3}$$

Tìm giới hạn của dãy số  $(a_n)$ ?

**Lời giải**

Ta có  $a_n > 0, \forall n \geq 1$ . Xét hàm số

$$\begin{aligned} f(x) = \frac{6x+4}{x+3} \Rightarrow f'(x) = \frac{14}{(x+3)^2} > 0, \forall x \Rightarrow f(x) \text{ đồng biến trên } (0, +\infty) \Rightarrow f(x) \leq \\ \lim_{x \rightarrow +\infty} f(x) = 6 \Rightarrow a_n \leq 6, \forall n \geq 1. \end{aligned}$$

$$a_{n+1} - a_n = -\frac{-a_n^2 + 3a_n + 4}{a_n + 3} = -\frac{(a_n - 4)(1 + a_n)}{a_n + 3}.$$

Trường hợp 1:  $a_1 > 4$ . Ta có

$$a_2 < a_1 \Rightarrow a_3 = f(a_2) < f(a_1) = a_2 \dots \Rightarrow a_{n+1} < a_n, \forall n \geq 1.$$

Vậy dãy số  $(a_n)$  giảm và bị chặn dưới bởi 0 nên hội tụ.

Trường hợp 2:  $a_1 < 4$ . Ta có

$$a_2 > a_1 \Rightarrow a_3 = f(a_2) > f(a_1) = a_2, \dots \Rightarrow a_{n+1} > a_n, \forall n \geq 1.$$

Vậy dãy số  $(a_n)$  tăng và bị chặn trên bởi 6 nên hội tụ.

Trường hợp 3:  $a_1 = 4 \Rightarrow a_2 = a_3 = \dots = a_n = 4$ . Dãy số  $(a_n)$  là dãy dừng, có giới hạn bằng 4.

**Bài 8** (Bài đề nghị Olympic toán sinh viên 2017). Cho dãy số  $(u_n)$  xác định bởi

$$u_0 = 1, u_n = -\frac{1}{3 + u_{n-1}}, \forall n = 1, 2, \dots$$

Chứng minh dãy số hội tụ và tìm giới hạn  $\lim_{n \rightarrow \infty} u_n$ ?

**Lời giải**

Ta có:

$$u_n - u_{n+1} = \frac{u_n^2 + 3u_n + 1}{3 + u_n} = \frac{\left(u_n + \frac{3 + \sqrt{5}}{2}\right)\left(u_n + \frac{3 - \sqrt{5}}{2}\right)}{3 + u_n} \quad (1)$$

Bước 1: chứng minh dãy số bị chặn dưới bởi  $\frac{-3 + \sqrt{5}}{2}$ .

Ta có  $u_0 = 1, u_1 = -\frac{1}{4} \Rightarrow u_0, u_1 > \frac{-3 + \sqrt{5}}{2}$ . Giả sử  $u_n > \frac{-3 + \sqrt{5}}{2}$ , ta cần chứng minh  $u_{n+1} > \frac{-3 + \sqrt{5}}{2}$ . Thật vậy

$$u_{n+1} = -\frac{1}{3 + u_n} > -\frac{1}{3 + \frac{-3 + \sqrt{5}}{2}} = \frac{-3 + \sqrt{5}}{2}.$$

Theo nguyên lý quy nạp ta có  $u_n > \frac{-3 + \sqrt{5}}{2}, \forall n = 1, 2, \dots$  (2)

Bước 2: chứng minh dãy đơn điệu giảm.

Từ (1) và (2) suy ra  $u_n - u_{n+1} > 0 \Leftrightarrow u_n > u_{n+1}, \forall n = 1, 2, \dots$

Vậy dãy số  $(u_n)$  đơn điệu giảm và bị chặn dưới. Theo định lý Weierstrass, dãy số  $(u_n)$  có giới hạn. Giả sử giới hạn đó bằng  $a \geq \frac{-3 + \sqrt{5}}{2}$ . Chuyển qua giới hạn biểu thức  $u_n = -\frac{1}{3 + u_{n-1}}$  ta có:  $a = -\frac{1}{3 + a} \Rightarrow a^2 + 3a + 1 = 0$  kết hợp với điều kiện  $a \geq \frac{-3 + \sqrt{5}}{2}$  suy ra  $a = \frac{-3 + \sqrt{5}}{2}$ .

Bài 9 (Bài đề nghị Olympic toán sinh viên 2015). Cho dãy số thực không âm  $(x_n)$  thỏa mãn

$$\begin{cases} x_n - 2x_{n+1} + x_{n+2} \geq 0 \\ x_1 + x_2 + \dots + x_n \leq 1 \end{cases}$$

với mọi  $n \geq 0$ . Chứng minh dãy số  $(u_n)$  hội tụ.

### Lời giải

Theo giả thiết ta có

$$x_n - x_{n+1} \geq x_{n+1} - x_{n+2} \text{ và } 0 \leq x_n \leq 1, \forall n = 1, 2, \dots$$

Giả sử  $k$  là số nguyên dương bất kỳ, khi đó với  $n > k$  ta có

$$x_k - x_{k+1} \geq x_{k+1} - x_{k+2} \geq \dots \geq x_{n-1} - x_n$$

Suy ra

$$x_k - x_n = (x_k - x_{k+1}) + (x_{k+1} - x_{k+2}) + \dots + (x_{n-1} - x_n) \leq (n - k)(x_k - x_{k+1})$$

Hay

$$x_k - x_{k+1} \geq \frac{x_k - x_n}{n - k}$$

Mặt khác  $0 \leq x_n \leq 1, \forall n = 1, 2, \dots$  nên  $x_k - x_n \geq -1$ . Kết hợp với đánh giá ở trên ta có

$$x_k - x_{k+1} \geq \frac{x_k - x_n}{n - k} \geq -\frac{1}{n - k}.$$

Cho  $n \rightarrow \infty$  ta có

$$x_k - x_{k+1} \geq 0$$

Vậy dãy số  $(x_n)$  là dãy giảm và bị chặn dưới. Theo định lý Weierstrass, dãy số  $(u_n)$  có giới hạn.

### 3. KẾT LUẬN

Bài viết trình bày một số khái niệm, kiến thức cơ bản liên quan đến dãy số và giới hạn dãy số, đặc biệt là định lý Weierstrass; chỉ rõ các bước tìm giới hạn dãy số bằng cách sử dụng định lý Weierstrass. Tác giả hy vọng đây sẽ là tài liệu hữu ích hỗ trợ cho sinh viên trong quá trình học môn toán giải tích tại trường đại học.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Kỷ yếu kỳ thi Olympic Toán học sinh viên – học sinh lần thứ 23 năm 2015.
- [2]. Kỷ yếu kỳ thi Olympic Toán học sinh viên – học sinh lần thứ 24 năm 2017.
- [3]. Kỷ yếu kỳ thi Olympic Toán học sinh viên – học sinh lần thứ 25 năm 2023.

## ỨNG DỤNG XÍCH MARKOV ĐỂ TỐI ƯU DANH MỤC ĐẦU TƯ CHỨNG KHOÁN

Trịnh Thị Trang\*

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

\*Tác giả liên hệ: Email: trangtt@utc.edu.vn

**Tóm tắt:** xích Markov được ứng dụng rộng rãi làm mô hình thống kê trong nhiều lĩnh vực. Trong bài báo này, tác giả giới thiệu một ứng dụng của xích Markov trong tối ưu danh mục đầu tư chứng khoán. Sử dụng xích Markov để dự báo tỷ suất sinh lợi của chứng khoán trong tương lai. Từ đó nhà đầu tư sẽ đưa ra quyết định đầu tư vào chứng khoán nào nhằm tối ưu lợi nhuận. Các phân tích thực nghiệm được thực hiện trên mười mã cổ phiếu đang niêm yết tại Sở Giao dịch Chứng khoán Thành phố Hồ Chí Minh.

**Từ khóa:** xích Markov, danh mục đầu tư, tỷ suất sinh lợi.

### 1. MỞ ĐẦU

Mục tiêu chính của các nhà đầu tư là kiếm được nhiều lợi nhuận nhất có thể thông qua việc mua bán hoặc sở hữu một số danh mục đầu tư nhất định. Bất kỳ quyết định thiếu cân nhắc nào cũng có thể dẫn đến thua lỗ. Việc nắm bắt được tỷ suất sinh lợi kỳ vọng sẽ giúp các nhà đầu tư xây dựng được chiến lược đầu tư thích hợp để tối đa hóa lợi nhuận và giảm thiểu được rủi ro. Các nhà đầu tư thường giảm thiểu rủi ro bằng cách thực hiện đầu tư một khoản tiền vào một số công ty khác nhau, giao dịch với các cổ phiếu khác nhau và được trả cổ tức khác nhau.

Harry Markowitz, một nhà kinh tế học người Mỹ đã đặt nền móng cho lý thuyết danh mục đầu tư hiện đại và xử lý vấn đề tạo ra lợi nhuận kỳ vọng lớn nhất và chỉ cho các nhà đầu tư cách giảm thiểu rủi ro. Phương pháp của ông cũng được sử dụng thường xuyên trong phân tích danh mục đầu tư ở nước ta và trên thế giới. Gần đây, phương pháp xích Markov đã trở nên hấp dẫn đối với các nhà đầu tư. Phương pháp phi tham số này ít phức tạp hơn và kết quả thu được tương tự như kết quả của mô hình Markowitz nhưng nhanh hơn và dễ dàng hơn.

Trong lĩnh vực tài chính, phương pháp xích Markov lần đầu tiên được McQueen và Thorley sử dụng trong bài tiểu luận của họ [5], sau đó được Doubleday và Esunge sử dụng trên thị trường chứng khoán Mỹ [4]. Ngoài ra còn có các bài báo liên quan thị trường chứng khoán Nigeria [3], Sở giao dịch chứng khoán Belgrade [6], Sở giao dịch chứng khoán Prague [7]... Các tác giả này đã phân tích trên thị trường chứng khoán khác nhau ở các thời kỳ khác nhau, xem xét số lượng các cổ phiếu công ty khác nhau. Tuy nhiên, họ có một điểm chung phân tích là các tỷ suất sinh lợi theo giá cổ phiếu có thể được phân loại thành nhiều lớp có chung đặc điểm, chủ yếu là phân thành ba lớp: tỷ suất sinh lợi tăng, giảm hoặc duy trì ổn định.



Thị trường chứng khoán Việt Nam ra đời và phát triển cho đến nay đã được hơn 20 năm. Mặc dù đã có những bước phát triển vượt bậc về quy mô vốn hóa và số lượng tài sản niêm yết nhưng thị trường chứng khoán Việt Nam vẫn được đánh giá là một thị trường nhỏ, mới nổi, rất hấp dẫn nhưng cũng tiềm ẩn nhiều rủi ro. Do vậy, việc tối ưu danh mục đầu tư để tối đa hóa lợi nhuận và giảm thiểu rủi ro là rất quan trọng. Trong bài báo này, tác giả ứng dụng mô hình xích Markov để phân tích sự thay đổi tỷ suất sinh lợi hàng ngày theo giá cổ phiếu ở thời điểm hiện tại nhằm dự đoán tỷ suất sinh lợi trong tương lai. Từ đó, có thể giúp các nhà đầu tư đưa ra quyết định nên đầu tư vào cổ phiếu công ty nào. Phân tích thực nghiệm được thực hiện trên mười mã cổ phiếu đang niêm yết tại Sở Giao dịch Chứng khoán Thành phố Hồ Chí Minh.

## 2. NỘI DUNG

### 2.1. Xích Markov

Xét một hệ nào đó được quan sát tại các thời điểm rời rạc  $0, 1, 2, \dots$ . Giả sử các quan sát đó là  $X_0, X_1, \dots, X_n, \dots$ . Khi đó ta có một dãy các đại lượng ngẫu nhiên  $(X_n)$  trong đó  $X_n$  là trạng thái của hệ tại thời điểm  $n$ . Giả thiết rằng mỗi  $X_n$  ( $n = 0, 1, 2, \dots$ ) là một đại lượng ngẫu nhiên rời rạc. Ký hiệu  $E$  là tập giá trị của các  $(X_n)$ . Khi đó,  $E$  là một tập hữu hạn hay đếm được, các phần tử của nó được ký hiệu là  $i, j, k, \dots$ . Ta gọi  $E$  là không gian trạng thái của hệ.

Ta nói rằng dãy các đại lượng ngẫu nhiên  $(X_n)$  là một xích Markov nếu với mọi  $n_1 < \dots < n_k < n_{k+1}$  và với mọi  $i_1, i_2, \dots, i_k, i_{k+1} \in E$  ta có

$$P\{X_{n_{k+1}} = i_{k+1} | X_{n_1} = i_1, X_{n_2} = i_2, \dots, X_{n_k} = i_k\} = P\{X_{n_{k+1}} = i_{k+1} | X_{n_k} = i_k\}.$$

Như vậy, nếu biết trạng thái hiện tại của hệ thì quá khứ và tương lai độc lập với nhau.

Xác suất chuyển sau một bước  $p_{ij}$  là xác suất có điều kiện để hệ tại thời điểm  $n$  ở trạng thái  $i$  chuyển sang trạng thái  $j$  tại thời điểm  $n + 1$ :

$$p_{ij} = P\{X_{n+1} = j | X_n = i\}.$$

Ma trận  $\mathbb{P} = (p_{ij})$  với  $0 \leq p_{ij} \leq 1, \forall i, j \in E, \sum_{j \in E} p_{ij} = 1$ , được gọi là ma trận xác suất chuyển sau một bước hay ma trận xác suất chuyển.

Xác suất chuyển sau  $n$  bước là xác suất để hệ chuyển từ trạng thái  $i$  sang trạng thái  $j$  sau  $n$  bước, tức là:

$$p_{ij}(n) = P\{X_{m+n} = j | X_m = i\}.$$

Ma trận  $\mathbb{P}(n) = (p_{ij}(n))$  là ma trận xác suất chuyển sau  $n$  bước. Các phần tử của ma trận này có tính chất

$$0 \leq p_{ij}(n) \leq 1, \forall i, j \in E; \sum_{j \in E} p_{ij}(n) = 1.$$

Giả sử không gian trạng thái  $E$  có  $d$  phần tử,  $E = \{1, 2, \dots, d\}$ . Khi đó,  $\mathbb{P}$  và  $\mathbb{P}(n)$  là các ma trận vuông cấp  $d$ . Với mọi  $n, m = 0, 1, 2, \dots$  ta có

$$\mathbb{P}(n + m) = \mathbb{P}(n) \cdot \mathbb{P}(m).$$

Gọi  $u_i(n) = P(X_n = i)$  là xác suất để hệ tại thời điểm  $n$  ở trạng thái  $i$ . Ký hiệu vectơ

$$U(n) = (u_1(n), u_2(n), \dots, u_d(n))$$

mô tả phân phối của hệ tại thời điểm  $n$ . Ta gọi  $U = U(0) = (u_1, u_2, \dots, u_d)$  với  $u_i = u_i(0) = P(X_0 = i)$ , là phân phối ban đầu của hệ.

Dễ dàng thấy rằng

$$U(m + n) = U(m) \cdot \mathbb{P}^n, \quad (1)$$

$$U(n) = U \cdot \mathbb{P}^n. \quad (2)$$

Phân phối ban đầu  $U$  được gọi là phân phối dừng nếu  $U(n)$  không phụ thuộc vào  $n$ , tức là  $U(n) = U, \forall n$  hay  $U = U \cdot \mathbb{P}$ .

Ta nói rằng xích Markov có phân phối giới hạn nếu với mọi  $i, j \in E = \{1, 2, \dots, d\}$  tồn tại các giới hạn  $\lim_{n \rightarrow \infty} p_{ij}(n) = \pi_j$  không phụ thuộc vào  $i$  và thỏa mãn các điều kiện:  $\pi_j \geq 0, \sum_{j \in E} \pi_j = 1$ . Trong trường hợp đó, ta gọi  $\pi = (\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_d)$  là phân phối giới hạn.

Một trong những bài toán quan trọng trong nghiên cứu xích Markov là tìm những điều kiện để đảm bảo sự tồn tại của phân phối giới hạn và sự tồn tại của phân phối dừng. Dưới đây là hai kết quả quan trọng về xích Markov:

**Định lý 2.1.** ([2], trang 32) Nếu tồn tại phân phối giới hạn thì đó là phân phối dừng duy nhất.

**Định lý 2.2.** ([1], trang 18) Xích Markov có phân phối giới hạn  $\pi = (\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_d)$  với  $\pi_j > 0, \forall j \in E$  khi và chỉ khi xích là chính quy theo nghĩa: Tồn tại  $n_0$  sao cho  $p_{ij}(n_0) > 0, \forall i, j \in E$ .

Như vậy, nếu xích Markov là chính quy thì phân phối giới hạn tồn tại và phân phối này chính là phân phối dừng duy nhất, được tìm bằng cách giải hệ phương trình:

$$\pi = \pi \cdot \mathbb{P} \Leftrightarrow \pi \cdot (I - \mathbb{P}) = 0. \quad (3)$$

Sử dụng xích Markov có thể giúp chúng ta ước tính xác suất các sự kiện xảy ra trong tương lai bằng việc phân tích xác suất đã biết ở hiện tại. Bởi kỹ thuật này tương đối đơn giản nên nó đã được ứng dụng rất nhiều trong các lĩnh vực khác nhau như kinh tế, y học, tâm lý học,...

Phần còn lại của bài báo, tác giả trình bày ứng dụng của xích Markov trong tối ưu danh mục đầu tư chứng khoán.

## 2.2. Ứng dụng xích Markov để tối ưu danh mục đầu tư

### 2.2.1. Xây dựng mô hình

Quá trình phân tích và tối ưu danh mục đầu tư dựa vào xích Markov được thực hiện theo các bước sau:

- Thu thập dữ liệu về giá chứng khoán của các công ty.
- Xây dựng không gian trạng thái.
- Tìm ma trận xác suất chuyển trạng thái.
- Tính toán để thu được phân phối ban đầu.
- Tính toán để thu được phân phối giới hạn.
- Phân tích và đưa ra quyết định.

Để xây dựng không gian trạng thái và ma trận xác suất chuyển, từ dữ liệu về giá đóng cửa của các chứng khoán chúng ta tính dãy tỷ suất sinh lợi hàng ngày  $\{r_n\}$  đối với mỗi chứng khoán công ty theo công thức

$$r_n = \ln \frac{S_n}{S_{n-1}}$$

trong đó  $S_n$  là giá đóng cửa vào ngày thứ  $n$  của chứng khoán công ty đang xét.

Giá đóng cửa cổ phiếu của hai ngày liên tiếp thay đổi không nhiều nên tỷ suất sinh lợi hàng ngày cũng sai khác ít. Với các giá trị thu được của  $\{r_n\}$ , chia các giá trị thành ba lớp tương ứng với các trạng thái sau:

Trạng thái	$S_1$ (tỷ suất sinh lợi thấp)	$S_2$ (tỷ suất sinh lợi vừa)	$S_3$ (tỷ suất sinh lợi cao)
Giá trị của $r_n$	$< 0,5\%$	$[-0,5\%; 0,5\%]$	$> 0,5\%$

Ta coi dãy tỷ suất sinh lợi là một xích Markov với không gian trạng thái  $E = \{S_1, S_2, S_3\}$ . Đối với mỗi loại chứng khoán, từ việc tính số giá trị tỷ suất sinh lợi nằm ở trạng thái  $S_i, i = 1, 2, 3$ , ta tìm được phân phối ban đầu

$$U = U(0) = (u_1, u_2, u_3)$$

trong đó  $u_i = \frac{f_i}{\sum_{i=1}^3 f_i}$ ,  $f_i$  là số lần giá trị tỷ suất sinh lợi nằm ở trạng thái  $S_i, i = 1, 2, 3$  và  $\sum_{i=1}^3 f_i$  bằng số phần tử của dãy  $\{r_n\}$ .

Dựa vào việc tính số lần chuyển trạng thái  $f_{ij}$  từ trạng thái  $i$  sang trạng thái  $j$  sau một bước, ta lập được ma trận tần số chuyển trạng thái  $F = (f_{ij}), i, j \in E$ . Từ đó, chúng ta có thể tìm được ma trận xác suất chuyển như sau:

$$\mathbb{P} = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} \\ p_{21} & p_{22} & p_{23} \\ p_{31} & p_{32} & p_{33} \end{pmatrix}$$

trong đó  $p_{ij} = \frac{f_{ij}}{\sum_{j=1}^3 f_{ij}}$ .

Áp dụng công thức (3) tìm được phân phối giới hạn  $\pi = (\pi_1, \pi_2, \pi_3)$ . Từ phân phối giới hạn, chúng ta phân tích và chọn ra các chứng khoán đưa vào danh mục đầu tư là các chứng khoán có xác suất để tỷ suất sinh lợi ở trạng thái  $S_3$  cao hơn xác suất để tỷ suất sinh lợi ở trạng thái  $S_1$ .

### 2.2.2. Ứng dụng mô hình với số liệu thực tế

Dữ liệu xử lý trong bài báo này là giá đóng cửa của 10 cổ phiếu đang được niêm yết tại Sở Giao dịch Chứng khoán Thành phố Hồ Chí Minh (HOSE). Dữ liệu giá đóng cửa được thu thập từ ngày 05/04/2023 đến 05/04/2024, bao gồm 252 giá trị cho mỗi cổ phiếu (nguồn: <https://s.cafef.vn>). Quá trình xử lý dữ liệu được thực hiện bằng phần mềm R, Excel.

Danh sách các cổ phiếu công ty được xét trong bài báo này được cho bởi Bảng 1.

STT	Mã cổ phiếu	Tên công ty
1	FPT	Công ty Cổ phần FPT
2	GVR	Tập đoàn Công nghiệp Cao su Việt Nam
3	HPG	Công ty cổ phần Tập đoàn Hòa Phát
4	PLX	Tập đoàn Xăng dầu Việt Nam
5	SAB	Tổng CTCP Bia - Rượu - Nước giải khát Sài Gòn
6	SSI	Công ty cổ phần Chứng khoán SSI
7	VIC	Tập đoàn Vingroup - Công ty Cổ phần
8	VJC	Công ty cổ phần Hàng không Vietjet
9	VNM	Công ty Cổ phần Sữa Việt Nam
10	VPB	Ngân hàng Thương mại Cổ phần Việt Nam Thịnh Vượng

**Bảng 1.** Các cổ phiếu và công ty được đề cập.

Với các số liệu thu thập được, tổng số 2520 giá trị giá đóng cửa của 10 cổ phiếu, tính toán dãy tỷ suất sinh lợi hàng ngày đối với mỗi cổ phiếu. Sau đó phân loại các giá trị tỷ suất sinh lợi thành ba trạng thái  $S_1, S_2, S_3$  như đã trình bày trong mục 2.2.1. Số lần giá trị tỷ suất sinh lợi thuộc các trạng thái  $S_1, S_2, S_3$  và phân phối ban đầu  $U(0)$  được thể hiện trong Bảng 2.

	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$U(0)$
FPT	63	102	86	(0,2510 0,4064 0,3426)
GVR	84	49	118	(0,3347 0,1952 0,4701)
HPG	81	74	96	(0,3227 0,2948 0,3825)
PLX	77	99	75	(0,3068 0,3944 0,2988)
SAB	96	89	66	(0,3825 0,3546 0,2629)
SSI	76	70	105	(0,3028 0,2789 0,4183)
VIC	83	107	61	(0,3307 0,4263 0,2430)
VJC	80	106	65	(0,3187 0,4223 0,2590)
VNM	86	91	74	(0,3426 0,3626 0,2948)
VPB	85	81	85	(0,33865 0,3227 0,33865)

**Bảng 2.** Số lần giá trị tỷ suất sinh lợi nằm trong các trạng thái và phân phối ban đầu.

Ma trận tần số chuyển trạng thái của tỷ suất sinh lợi hàng ngày và ma trận xác suất chuyển được cho bởi Bảng 3.

Cổ phiếu	Ma trận tần số chuyển trạng thái	Ma trận xác suất chuyển
FPT	$F_{FPT} = \begin{pmatrix} 16 & 27 & 20 \\ 27 & 38 & 36 \\ 20 & 36 & 30 \end{pmatrix}$	$\mathbb{P}_{FPT} = \begin{pmatrix} 0,2539 & 0,4286 & 0,3175 \\ 0,2673 & 0,3762 & 0,3565 \\ 0,2326 & 0,4186 & 0,3488 \end{pmatrix}$
GVR	$F_{GVR} = \begin{pmatrix} 29 & 10 & 44 \\ 15 & 14 & 20 \\ 39 & 25 & 54 \end{pmatrix}$	$\mathbb{P}_{GVR} = \begin{pmatrix} 0,3494 & 0,1205 & 0,5301 \\ 0,3061 & 0,2857 & 0,4082 \\ 0,3305 & 0,2119 & 0,4576 \end{pmatrix}$
HPG	$F_{HPG} = \begin{pmatrix} 22 & 26 & 32 \\ 24 & 24 & 26 \\ 35 & 23 & 38 \end{pmatrix}$	$\mathbb{P}_{HPG} = \begin{pmatrix} 0,275 & 0,325 & 0,4 \\ 0,3243 & 0,3243 & 0,3514 \\ 0,3646 & 0,2396 & 0,3958 \end{pmatrix}$
LPX	$F_{LPX} = \begin{pmatrix} 22 & 35 & 20 \\ 24 & 39 & 35 \\ 30 & 25 & 20 \end{pmatrix}$	$\mathbb{P}_{LPX} = \begin{pmatrix} 0,2857 & 0,4546 & 0,2597 \\ 0,2449 & 0,3980 & 0,3571 \\ 0,4 & 0,3333 & 0,2667 \end{pmatrix}$
SAB	$F_{SAB} = \begin{pmatrix} 43 & 32 & 20 \\ 28 & 39 & 22 \\ 25 & 17 & 24 \end{pmatrix}$	$\mathbb{P}_{SAB} = \begin{pmatrix} 0,4526 & 0,3369 & 0,2105 \\ 0,3146 & 0,4382 & 0,2472 \\ 0,3788 & 0,2576 & 0,3636 \end{pmatrix}$
SSI	$F_{SSI} = \begin{pmatrix} 21 & 12 & 42 \\ 20 & 24 & 26 \\ 34 & 34 & 37 \end{pmatrix}$	$\mathbb{P}_{SSI} = \begin{pmatrix} 0,28 & 0,16 & 0,56 \\ 0,2857 & 0,3429 & 0,3714 \\ 0,3238 & 0,3238 & 0,3524 \end{pmatrix}$
VIC	$F_{VIC} = \begin{pmatrix} 32 & 32 & 19 \\ 25 & 56 & 25 \\ 25 & 19 & 17 \end{pmatrix}$	$\mathbb{P}_{VIC} = \begin{pmatrix} 0,38554 & 0,38554 & 0,22892 \\ 0,23585 & 0,5283 & 0,23585 \\ 0,4098 & 0,3115 & 0,2787 \end{pmatrix}$
VJC	$F_{VJC} = \begin{pmatrix} 16 & 37 & 27 \\ 33 & 47 & 25 \\ 30 & 22 & 13 \end{pmatrix}$	$\mathbb{P}_{VJC} = \begin{pmatrix} 0,2 & 0,4625 & 0,3375 \\ 0,3143 & 0,4476 & 0,2381 \\ 0,4615 & 0,3385 & 0,2 \end{pmatrix}$
VNM	$F_{VNM} = \begin{pmatrix} 25 & 34 & 27 \\ 33 & 30 & 27 \\ 28 & 26 & 20 \end{pmatrix}$	$\mathbb{P}_{VNM} = \begin{pmatrix} 0,2907 & 0,3953 & 0,314 \\ 0,3667 & 0,3333 & 0,3 \\ 0,3784 & 0,3513 & 0,2703 \end{pmatrix}$
VPB	$F_{VPB} = \begin{pmatrix} 32 & 26 & 27 \\ 24 & 28 & 29 \\ 28 & 27 & 29 \end{pmatrix}$	$\mathbb{P}_{VPB} = \begin{pmatrix} 0,3765 & 0,3059 & 0,3176 \\ 0,2963 & 0,3457 & 0,3580 \\ 0,33333 & 0,32143 & 0,34524 \end{pmatrix}$

**Bảng 3.** Ma trận tần số chuyển trạng thái và ma trận xác suất chuyển.

Từ phân phối ban đầu  $U = U(0)$  và ma trận xác suất chuyển, ta dễ dàng tìm được phân phối trong các thời kỳ tiếp theo dựa vào công thức (1), (2). Xích Markov này là chính quy nên tồn tại phân phối giới hạn. Phân phối này chính là phân phối dừng và

được tìm từ công thức (3). Chẳng hạn, để tìm được phân phối giới hạn của tỷ suất sinh lợi của cổ phiếu FPT thì chúng ta giải hệ phương trình

$$(\pi_1, \pi_2, \pi_3) \mathbb{P}_{FPT} = (\pi_1, \pi_2, \pi_3).$$

Giải hệ này tìm được:  $\pi_1 \approx 0,252$ ,  $\pi_2 \approx 0,404$ ,  $\pi_3 \approx 0,344$ .

Như vậy, phân phối giới hạn của tỷ suất sinh lợi của cổ phiếu FPT là  $(0,252; 0,404; 0,344)$ . Điều này có nghĩa là, trong tương lai, tỷ suất sinh lợi của cổ phiếu công ty FPT sẽ nhỏ hơn 0,5% với xác suất 0,252, tỷ suất sinh lợi nằm trong đoạn  $[-0,5\%; 0,5\%]$  với xác suất 0,404 và tỷ suất sinh lợi cao hơn 0,5% với xác suất 0,344.

Tương tự, phân phối giới hạn của tỷ suất sinh lợi của các cổ phiếu còn lại được cho bởi Bảng 4.

**Bảng 4.** Phân phối giới hạn của tỷ suất sinh lợi.

Cổ phiếu	Phân phối giới hạn
FPT	(0,252; 0,404; 0,344)
GVR	(0,332; 0,196; 0,472)
HPG	(0,3238; 0,292; 0,3842)
LPX	(0,3039; 0,3958; 0,3003)
SAB	(0,3846; 0,3516; 0,2638)
SSI	(0,3; 0,28; 0,42)
VIC	(0,3273; 0,4287; 0,244)
VJC	(0,3164; 0,424; 0,2596)
VNM	(0,344; 0,36; 0,296)
VPB	(0,3358; 0,3241; 0,3401)

Với kết quả tìm được ở bảng trên, chúng ta có thể chọn danh mục đầu tư tối ưu gồm 5 cổ phiếu có xác suất để tỷ suất sinh lợi ở trạng thái  $S_3$  cao hơn xác suất để tỷ suất sinh lợi ở trạng thái  $S_1$ . Đó là các cổ phiếu sau: FPT, GVR, HPG, SSI, VPB.

### 3. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày một phương pháp để tối ưu danh mục đầu tư chứng khoán bằng cách sử dụng xích Markov, phân tích tỷ suất sinh lợi hàng ngày của cổ phiếu, coi dãy tỷ suất sinh lợi là một xích Markov có ba trạng thái. Các phân tích thực nghiệm thực hiện trên mười cổ phiếu đang niêm yết tại Sở Giao dịch Chứng khoán Thành phố Hồ Chí Minh. Bên cạnh phân tích thực nghiệm, bài báo cũng trình bày các vấn đề lý thuyết để áp dụng phương pháp này. Với những vấn đề đã trình bày, có thể thấy rằng phương pháp này có ưu điểm là khá đơn giản. Phương pháp này cung cấp kết quả sơ bộ về tỷ suất sinh lợi, từ đó có thể giúp các nhà đầu tư đưa ra lựa chọn tối ưu, nên đầu tư vào chứng khoán nào để thu được lợi nhuận cao. Kết quả thu được từ phương pháp dùng để

dự báo, không chắc chắn đúng với thực tế sẽ xảy ra. Khi sử dụng phương pháp này, ma trận xác suất chuyển được giả định là không đổi theo thời gian, điều này khó đảm bảo trong thực tế. Mặt khác, phương pháp này cũng không đề cập đến yếu tố rủi ro, một yếu tố luôn luôn tồn tại khi đầu tư. Tuy nhiên, nhiều phương pháp kinh tế lượng xem xét cả lợi nhuận và rủi ro sẽ phức tạp, tốn nhiều thời gian phân tích và đánh giá, kết quả thu được khác nhau cũng không đáng kể. Chính vì vậy, phương pháp xích Markov vẫn có thể được các nhà đầu tư xem xét áp dụng để phân tích, đánh giá và đưa ra quyết định đầu tư chứng khoán phù hợp.

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Đặng Hùng Thắng, Quá trình ngẫu nhiên và tính toán ngẫu nhiên, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội, 2006.
- [2]. Nguyễn Duy Tiến, Các mô hình xác suất và ứng dụng. Phần I: Xích Markov và ứng dụng, Nhà xuất bản Đại học Quốc Gia Hà Nội, 2000.
- [3]. S.O.N. Agwuegbo, A.P. Adewole, A.N. Maduegbuna, A Random Walk Model for Stock Market Prices, *Journal of Mathematics and Statistics*, 6 (2010) 342-346.
- [4]. K.J. Doubleday, J.N. Esunge, Application of Markov Chains to Stock Trends, *Journal of mathematics and Statistics*, 7 (2011) 103-106.
- [5]. G. McQueen, S.Thorley, Are Stock Returns Predictable? A Test Using Markov Chains, *The Journal of Finance*, 46 (1991) 239-263.
- [6]. N. Petković, M. Božinović, S. Stojanović, Portfolio optimization by applying Markov chains, *Anali Ekonomskog fakulteta u Subotici*, 40 (2018) 21-32. <https://doi.org/10.5937/AnEkSub1840021P>.
- [7]. M. Svoboda, L. Lukáš, Application of Markov Chain analysis to trend prediction of stock indices, *Proceedings of 30<sup>th</sup> International Conference Mathematical Methods in Economics*, 2012, Karvina: Slezska Univerzita, 848-853.

## XẤP XỈ PHƯƠNG TRÌNH ĐẠO HÀM RIÊNG PHỤ THUỘC THAM SỐ BẰNG MẠNG NEURON SÂU

Nguyễn Văn Kiên<sup>1\*</sup>, Nguyễn Anh Ngọc<sup>1</sup>,  
Đur Thị Thu Trang<sup>1</sup>, Phạm Thành Dương<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

<sup>2</sup> Trường Đại học Việt Đức, Phường Thới Hòa, Bến Cát, Bình Dương

\* Tác giả liên hệ: Email: kiennv@utc.edu.vn

**Tóm tắt.** Mạng neuron sâu đã được nghiên cứu và ứng dụng trong rất nhiều lĩnh vực khác nhau của khoa học kỹ thuật. Việc giải số nghiệm của phương trình đạo hàm riêng ngẫu nhiên hoặc phụ thuộc tham số bằng mạng neuron sâu đang ngày càng được quan tâm. Trong bài báo này, chúng tôi tổng kết lại một số kết quả về xấp xỉ nghiệm của phương trình đạo hàm riêng phụ thuộc tham số bằng mạng neuron sâu đã đạt được trong mấy năm gần đây.

**Từ khóa:** Mạng neuron sâu, phương trình đạo hàm riêng phụ thuộc tham số, khai triển đa thức hỗn loạn tổng quát

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm trở lại đây, mạng neuron sâu đã được ứng dụng thành công trong rất nhiều bài toán của Học máy bao gồm thị giác máy tính, xử lý ngôn ngữ tự nhiên, nhận dạng giọng nói hay phân loại ảnh. Đã có rất nhiều công trình nghiên cứu vai trò của độ sâu, kích cỡ và cấu trúc của mạng neuron sâu trong việc xấp xỉ các lớp hàm khác nhau như hàm giải tích, hàm khả vi, các hàm trong không gian Sobolev [17,19,20,23,26,29,30]. Bài toán xấp xỉ bằng mạng neuron sâu các hàm trong không gian có số chiều rất lớn bước đầu cũng đã được nghiên cứu trong [13,14,24].

Việc giải số nghiệm của phương trình đạo hàm riêng phụ thuộc tham số bằng mạng neuron sâu đang ngày càng được quan tâm như [9,18,22,25,28]. Nội dung cốt lõi trong các bài báo này là xây dựng mạng neuron sâu để xấp xỉ nghiệm của phương trình đạo hàm riêng phụ thuộc tham số với hệ số khuếch tán cho dưới dạng affine và ước lượng độ sâu cũng như kích cỡ của mạng neuron với độ chính xác cho trước. Trong các bài báo [25,28], dựa vào tính giải tích của ánh xạ nghiệm đối với tham số, các tác giả đã chỉ ra rằng đối với phương trình đạo hàm riêng phụ thuộc tham số, xấp xỉ bằng mạng neuron sâu cho tốc độ hội tụ tương tự như xấp xỉ tốt nhất bằng  $n$ -số hạng trong khai triển hỗn loạn tổng quát bằng đa thức Taylor hoặc đa thức Legendre. Ý tưởng để xây dựng mạng neuron sâu trong [25,28] là trước hết xấp xỉ nghiệm của phương trình đạo hàm riêng phụ thuộc tham số bằng tổng riêng của khai triển hỗn loạn tổng quát bằng đa thức



Legendre hoặc Taylor sau đó xấp xỉ các đa thức trong tổng này bằng mạng neuron sâu. Bài báo [22] xây dựng các mạng neuron sâu để xấp xỉ ma trận hệ số trong phương pháp giảm cơ sở (Reduced basis method) để từ đó xấp xỉ nghiệm của phương trình đạo hàm riêng phụ thuộc tham số. Một trong những hạn chế của các nghiên cứu trên là các hàm cơ sở vẫn chưa được xấp xỉ bằng mạng neuron. Điều đó có nghĩa là nghiệm của phương trình đạo hàm riêng phụ thuộc tham số chỉ được xấp xỉ rời rạc một phần bằng mạng neuron sâu. Ở đây chúng tôi cần nhấn mạnh rằng, bài toán xấp xỉ rời rạc hoàn toàn nghiệm của phương trình đạo hàm riêng phụ thuộc tham số là một bài toán phức tạp bởi vì số tham số trong bài toán thường rất lớn hoặc có khi là vô hạn. Hơn nữa ngoài việc phải xây dựng phương pháp xấp xỉ theo tham số, ta còn phải xây dựng phương pháp xấp xỉ theo biến số.

Ở một khía cạnh khác, bài toán xấp xỉ phương trình đạo hàm riêng phụ thuộc tham số dạng loga chuẩn bằng mạng neuron cũng chưa được quan tâm. Bài toán này phức tạp hơn bài toán xấp xỉ phương trình đạo hàm riêng với tham số dạng affine bởi vì tham số ở đây cho trên miền  $\mathbb{R}^\infty$  khác với miền compact  $\mathbb{I}^\infty = [-\mathbf{1}, \mathbf{1}]^\infty$  trong dạng affine. Hơn nữa hệ số khuếch tán của phương trình đạo hàm riêng trong trường hợp này không bị chặn dưới đều (tính ellipticity không đều theo tham số) cũng là một nguyên nhân dẫn đến độ phức tạp của bài toán.

Qua phân tích ở trên chúng tôi nhận thấy rằng việc áp dụng mạng neuron sâu vào giải các phương trình đạo hàm riêng phụ thuộc tham số còn gặp phải các thử thách nhất định liên quan tới cấu trúc bài toán, độ phức tạp của tính toán, hoặc thiếu hụt về các chứng minh lý thuyết. Trong mấy năm gần đây, chúng tôi đã tiếp cận nghiên cứu bài toán này và đã đạt được một số kết quả lý thuyết đáng khích lệ trong việc dùng mạng neuron sâu vào giải phương trình đạo hàm riêng phụ thuộc tham số. Bên cạnh việc nghiên cứu xấp xỉ nghiệm phương trình đạo hàm riêng phụ thuộc tham số với hệ số khuếch tán cho dưới dạng affine chúng tôi cũng quan tâm xem xét dạng loga chuẩn. Phương pháp nghiên cứu của chúng tôi dựa trên phương pháp tuyến tính tập thể được nghiên cứu ở trong [10] và phương pháp không thích nghi rời rạc hoàn toàn trong [11]. Bài báo này nhằm tổng kết các kết quả trong các bài báo [12,15].

## 2. NỘI DUNG

### 2.1. Mạng neuron ReLU sâu

Trong phần này chúng tôi trình bày định nghĩa và các khái niệm cần thiết về mạng neuron sâu. Có rất nhiều định nghĩa về mạng neuron sâu với các cấu trúc khác nhau và chúng có chức năng và ứng dụng khác nhau tùy vào từng lĩnh vực. Trong phần này chúng tôi trình bày về mạng neuron ReLU tiến cho phép các neuron trong một lớp có thể kết nối với các neuron trong các lớp sau nó, khác với mạng neuron tiến chỉ cho phép các neuron có kết nối với các neuron trong các lớp liền kề. Điều này làm giảm kích cỡ của mạng neuron khi ghép nối các mạng neuron với nhau.

Xét hàm tác động trong mạng neuron là hàm ReLU được định nghĩa bởi  $\sigma(\mathbf{t}) := \max\{\mathbf{t}, \mathbf{0}\}$ ,  $\mathbf{t} \in \mathbb{R}$ . Với  $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_d) \in \mathbb{R}^d$  ta ký hiệu  $\sigma(\mathbf{x}) := (\sigma(x_1), \dots, \sigma(x_d))$ . Ta có định nghĩa như sau.

**Định nghĩa 1.** Cho  $d, L \in \mathbb{N}, L \geq 2, N_0 = d$  và  $N_1, \dots, N_L \in \mathbb{N}$ . Cho  $\ell = 1, \dots, L$ . Ký hiệu

$$W^\ell = (w_{i,j}^\ell) \in \mathbb{R}^{N_\ell \times \sum_{k=0}^{\ell-1} N_k}$$

là ma trận cấp  $N_\ell \times \sum_{k=0}^{\ell-1} N_k$  và  $\mathbf{b}^\ell = (b_j^\ell) \in \mathbb{R}^{N_\ell}$  là vector  $N_\ell$  chiều. Một mạng neuron ReLU sâu  $\Phi$  với đầu vào  $\mathbf{d}$  chiều,  $L$  lớp và đầu ra  $N_L$  chiều là một dãy các ma trận và vector

$$\Phi = ((W^1, \mathbf{b}^1), \dots, (W^L, \mathbf{b}^L))$$

mà trong đó các phép toán sau được thực hiện

- $\mathbf{z}^0 := \mathbf{x} \in \mathbb{R}^d$
- $\mathbf{z}^\ell := \sigma(W^\ell(\mathbf{z}^0, \dots, \mathbf{z}^{\ell-1})^T + \mathbf{b}^\ell), \ell = 1, \dots, L-1;$
- $\mathbf{z}^L := W^L(\mathbf{z}^0, \dots, \mathbf{z}^{L-1})^T + \mathbf{b}^L.$

Ta gọi  $\mathbf{z}^0$  là đầu vào của mạng neuron và  $\mathbf{z}^L$  là đầu ra của mạng neuron. Số các lớp  $L$  được gọi là độ sâu của mạng  $\Phi$  và được ký hiệu là  $L(\Phi)$ . Số các trọng  $w_{i,j}^\ell$  và  $b_j^\ell$  khác không được gọi là kích cỡ của mạng neuron và ký hiệu là  $W(\Phi)$ . Từ định nghĩa, nhận thấy rằng ta có thể đồng nhất mạng neuron ReLU sâu với một hàm số  $\Phi(\mathbf{x})$  xác định trên  $\mathbb{R}^d$  và nhận giá trị trên  $\mathbb{R}^{N_L}$ . Hàm  $\Phi$  là một hàm liên tục, tuyến tính từng khúc và được dùng là công cụ để xấp xỉ trong các không gian hàm khác nhau.

## 2.2. Xấp xỉ phương trình đạo hàm riêng phụ thuộc tham số bằng mạng neuron sâu

Trong phần này, trước tiên chúng tôi trình bày về phương trình đạo hàm riêng elliptic phụ thuộc tham số. Chúng tôi quan tâm đến hai dạng tham số là dạng affine và dạng loga chuẩn. Với  $\mathbf{u} = \mathbf{u}(\mathbf{x})$  và  $\vec{\mathbf{F}} = (F_1(\mathbf{x}), \dots, F_d(\mathbf{x}))$  là các hàm của biến  $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_d)$ , ký hiệu  $\nabla \mathbf{u} = \left( \frac{\partial u}{\partial x_1}, \dots, \frac{\partial u}{\partial x_d} \right)$  và  $\text{div}(\vec{\mathbf{F}}) = \frac{\partial F_1}{\partial x_1} + \dots + \frac{\partial F_d}{\partial x_d}$ . Cho  $D$  là một miền Lipschitz bị chặn trong không gian  $\mathbb{R}^d$  với biên  $\partial D$ . Xét phương trình đạo hàm riêng elliptic dưới dạng

$$-\text{div}(\mathbf{a}\nabla \mathbf{u}) = \mathbf{f} \quad (1)$$

với điều kiện biên  $\mathbf{u}|_{\partial D} = \mathbf{0}$ . Ở đây  $\mathbf{a}$  và  $\mathbf{f}$  là các hàm cho trước. Ký hiệu  $V = H_0^1(D)$  là không gian các hàm trong Sobolev  $H^1(D)$  với biên bằng  $\mathbf{0}$  theo nghĩa suy rộng và  $H^{-1}(D)$  là không gian đối ngẫu của  $V$ . Giả sử rằng  $\mathbf{f} \in H^{-1}(D)$ . Nếu  $\mathbf{a} \in L_\infty(D)$  thỏa mãn điều kiện ellipticity

$$0 < a_{\min} < a(\mathbf{x}) < a_{\max} < \infty, \quad \mathbf{x} \in D$$

khi đó từ bổ đề Lax-Milgram, phương trình (1) có nghiệm yếu  $\mathbf{u} \in V$  thỏa mãn phương trình

$$\int_D \mathbf{a}\nabla \mathbf{u} \cdot \nabla v \, dx = \langle \mathbf{f}, v \rangle \quad \forall v \in V.$$

Xét phương trình đạo hàm riêng (1) với hệ số khuếch tán  $\mathbf{a}$  phụ thuộc vào tham số  $\mathbf{y}$ , tức là

$$-\operatorname{div}(\mathbf{a}(\mathbf{y})\nabla u) = f. \quad (2)$$

Chúng tôi quan tâm đến hai trường hợp của tham số là dạng affine

$$\mathbf{a}(\mathbf{y})(x) = \bar{\mathbf{a}}(x) + \sum_{j \in \mathbb{N}} \mathbf{y}_j \psi_j(x), \quad \mathbf{y} = (\mathbf{y}_j)_{j \in \mathbb{N}} \in \mathbb{I}^\infty \quad (3)$$

thỏa mãn điều kiện

$$0 < \mathbf{a}_{\min} < \mathbf{a}(\mathbf{y})(x) < \mathbf{a}_{\max} < \infty, \quad \mathbf{y} \in \mathbb{I}^\infty, x \in D$$

và dạng loga chuẩn

$$\mathbf{a}(\mathbf{y})(x) = \exp\left(\sum_{j \in \mathbb{N}} \mathbf{y}_j \psi_j(x)\right), \quad \mathbf{y} \in \mathbb{R}^\infty. \quad (4)$$

Ở đây các hàm  $\bar{\mathbf{a}}$  và  $\psi_j$ ,  $j \in \mathbb{N}$ , nằm trong không gian  $L_\infty(D)$ . Dưới ràng buộc nhất định cho  $\bar{\mathbf{a}}$  và  $\psi_j$ , với mỗi  $\mathbf{y} \in \mathbb{I}^\infty$  hoặc  $\mathbf{y} \in \mathbb{R}^\infty$ , phương trình (2) có nghiệm yếu phụ thuộc tham số  $\mathbf{u}(\mathbf{y}) \in V$ . Nhận thấy nghiệm  $\mathbf{u}(\mathbf{y})$  này có thể coi là một ánh xạ  $\mathbf{y} \mapsto \mathbf{u}(\mathbf{y})$  từ  $\mathbb{I}^\infty$  hoặc từ  $\mathbb{R}^\infty$  sang  $V$ . Việc nghiên cứu xấp xỉ nghiệm của phương trình đạo hàm riêng phụ thuộc tham số (2) rời rạc một phần hoặc hoàn toàn bằng các công cụ khác nhau đã được quan tâm rộng rãi trong hơn hai mươi năm qua. Độc giả có thể xem trong các tài liệu [1,2,3,4,5,6,7,8,10,11,16,21,27,28,31] và các tài liệu tham khảo trong đó.

Nội dung còn lại của phần này và các phần tiếp theo là xây dựng mạng neuron ReLU sâu để xấp xỉ ánh xạ nghiệm  $\mathbf{u}(\mathbf{y})$  của phương trình (2) và đánh giá tốc độ hội tụ dựa vào kích cỡ của mạng neuron ReLU sâu. Ý tưởng của việc xấp xỉ này là dựa vào khai triển đa thức hỗn loạn tổng quát của ánh xạ nghiệm  $\mathbf{u}(\mathbf{y})$  dưới dạng

$$\mathbf{u}(\mathbf{y}) = \sum_{s \in \mathbb{F}} \mathbf{u}_s \mathbf{h}_s(\mathbf{y}), \quad (5)$$

trong đó  $\mathbb{F}$  là tập hợp các dãy số  $\mathbf{s} = (\mathbf{s}_j)_{j \in \mathbb{N}}$  với phần tử nằm trong  $\mathbb{N}_0$  và có hữu hạn các phần tử khác 0. Ở đây, hệ số  $\mathbf{u}_s$  là các hàm thuộc không gian  $V$  và  $\mathbf{h}_s(\mathbf{y})$  là các đa thức của biến  $\mathbf{y}$ . Tùy vào các điều kiện các nhau của bài toán và dạng của hệ số khuếch tán  $\mathbf{a}(\mathbf{y})$  là affine hay loga chuẩn mà ta có  $\mathbf{h}_s(\mathbf{y})$  là các đa thức Taylor, đa thức Legendre hay đa thức Hermite. Bước tiếp theo ta xấp xỉ  $\mathbf{u}(\mathbf{y})$  bằng tổng hữu hạn

$$\mathcal{S}_\Lambda \mathbf{u}(\mathbf{y}) = \sum_{s \in \Lambda} \mathbf{u}_s \mathbf{h}_s(\mathbf{y}),$$

trong đó  $\Lambda \subset \mathbb{F}$  là tập hữu hạn. Sau đó ta đi xây dựng các mạng neuron ReLU sâu  $\Phi_\Lambda = (\phi_s)_{s \in \Lambda}$  với  $\phi_s$  là các mạng neuron ReLU xấp xỉ các đa thức  $\mathbf{h}_s$ ,  $s \in \Lambda$ , sao cho kích cỡ của  $\Phi_\Lambda$  không lớn hơn một số  $n$  cho trước. Cuối cùng ta xấp xỉ  $\mathbf{u}(\mathbf{y})$  bằng tổng

$$\Phi_{\Lambda} \mathbf{u}(\mathbf{y}) = \sum_{s \in \Lambda} \mathbf{u}_s \phi_s(\mathbf{y})$$

và đánh giá sai số của xấp xỉ cũng như kích cỡ của mạng neuron thông qua  $n$ .

### 2.3. Xấp xỉ phương trình đạo hàm riêng phụ thuộc tham số dạng affine

Trong phần này ta xét phương trình đạo hàm riêng (2) với hệ số khuếch tán  $\mathbf{a}(\mathbf{y})$  cho dưới dạng affine (3). Trước hết chúng tôi quan tâm đến bài toán xây dựng mạng neuron ReLU sâu để xấp xỉ nghiệm của phương trình (2) với sai số đo trên chuẩn của không gian  $L_{\infty}(\mathbb{I}^{\infty}, V)$ . Chuẩn của  $\mathbf{v} \in L_{\infty}(\mathbb{I}^{\infty}, V)$  được cho bởi

$$\|\mathbf{v}\|_{L_{\infty}(\mathbb{I}^{\infty}, V)} = \sup_{\mathbf{y} \in \mathbb{I}^{\infty}} \|\mathbf{v}(\mathbf{y})\|_V.$$

Dưới các điều kiện nhất định, xem Định lý 2 dưới đây, nghiệm của phương trình đạo hàm riêng (2) với  $\mathbf{a}(\mathbf{y})$  cho dưới dạng (3) có thể được khai triển thành chuỗi Taylor có dạng

$$\mathbf{u}(\mathbf{y}) = \sum_{s \in \mathbb{F}} \mathbf{t}_s \mathbf{y}^s,$$

trong đó  $\mathbf{t}_s = \frac{1}{s!} \partial^s \mathbf{u}(\mathbf{0})$ . Như vậy các hàm  $\mathbf{h}_s(\mathbf{y})$  trong (5) là  $\mathbf{y}^s$ . Ta xây dựng tập  $\Lambda \subset \mathbb{F}$  và mạng neuron ReLU sâu  $\Phi_{\Lambda} = (\phi_s)_{s \in \Lambda}$  và xấp xỉ  $\mathbf{u}(\mathbf{y})$  bởi tổng  $\Phi_{\Lambda} \mathbf{u}(\mathbf{y}) := \sum_{s \in \Lambda} \mathbf{t}_s \phi_s(\mathbf{y})$ . Ta có kết quả như sau.

**Định lý 2.** Cho  $\bar{\mathbf{a}} \in L_{\infty}(D)$  và  $\inf \bar{\mathbf{a}} > \mathbf{0}$ . Giả sử rằng tồn tại một dãy số dương  $(\rho_j)_{j \in \mathbb{N}}$  lớn hơn hẳn một, đơn điệu tăng sao cho  $(\rho_j^{-1})_{j \in \mathbb{N}} \in \ell_q(\mathbb{N})$  với  $\mathbf{0} < q < 2$  và thỏa mãn

$$\left\| \frac{\sum_{j=1}^{\infty} \rho_j \psi_j}{\bar{\mathbf{a}}} \right\|_{L_{\infty}(D)} < 1. \quad (6)$$

Khi đó với mọi  $n > 3$  ta có thể xây dựng được tập  $\Lambda$  và mạng neuron ReLU sâu  $\Phi_{\Lambda} = (\phi_s)_{s \in \Lambda}$  thỏa mãn

$$W(\Phi_{\Lambda}) \leq n; \quad L(\Phi_{\Lambda}) \leq C \log n \log(\log n).$$

Hơn nữa sai số xấp xỉ  $\mathbf{u}$  bởi  $\Phi_{\Lambda} \mathbf{u} = \sum_{s \in \Lambda} \mathbf{t}_s \phi_s$  được đánh giá bởi

$$\|\mathbf{u} - \Phi_{\Lambda} \mathbf{u}\|_{L_{\infty}(\mathbb{I}^{\infty}, V)} \leq C \left( \frac{n}{\log n} \right)^{-\left(\frac{1}{q} - \frac{1}{2}\right)},$$

trong đó  $C$  là hằng số không phụ thuộc vào  $\mathbf{u}$  và  $n$ .

Định lý trên đã được chứng minh trong bài báo [15]. Kết quả trên đã cải thiện tốc độ hội tụ cho trong bài báo [28]. Tiếp đến ta đi xây dựng mạng neuron ReLU sâu để xấp xỉ nghiệm của phương trình đạo hàm riêng (2) với sai số đo bằng chuẩn của không gian  $L_2(\mathbb{I}^{\infty}, V, \mu)$ . Cho  $\mathbf{a}, \mathbf{b} > -1$ . Xét độ đo Jacobi trên  $\mathbb{I}^{\infty}$  cho bởi

$$d\mu(\mathbf{y}) = d\mu_{\mathbf{a}, \mathbf{b}}(\mathbf{y}) = \prod_{j \in \mathbb{N}} \delta_{\mathbf{a}, \mathbf{b}}(\mathbf{y}_j) d\mathbf{y}_j,$$

trong đó

$$\delta_{a,b}(\mathbf{y}) = c_{a,b}(\mathbf{1} - \mathbf{y})^a(\mathbf{1} + \mathbf{y})^b, \quad c_{a,b} = \frac{\Gamma(a + b + 2)}{2^{a+b+1}\Gamma(a + 1)\Gamma(b + 1)}.$$

Ở đây  $\Gamma$  là hàm gamma được cho bởi  $\Gamma(\xi) = \int_0^{+\infty} t^{\xi-1} e^{-t} dt$ . Ta định nghĩa không gian  $L_2(\mathbb{I}^\infty, \mathbf{V}, \mu)$  với chuẩn được cho bởi

$$\|v\|_{L_2(\mathbb{I}^\infty, \mathbf{V}, \mu)} = \left( \int_{\mathbb{I}^\infty} \|v(\mathbf{y})\|_{\mathbf{V}}^2 d\mu(\mathbf{y}) \right)^{1/2}.$$

Gọi  $J_s$ ,  $s \in \mathbb{F}$ , là đa thức Jacobi được định nghĩa như sau

$$J_s(\mathbf{y}) = \prod_{j \in \mathbb{N}} J_{s_j}(\mathbf{y}_j),$$

trong đó  $(J_k)_{k \in \mathbb{N}_0}$  là đa thức Jacobi được cho bởi công thức Rodrigue như sau

$$J_k(t) = \frac{c_k^{a,b}}{k! 2^k} (1-t)^{-a} (1+t)^{-b} \frac{d^k}{dt^k} ((t^2 - 1)^k (1-t)^a (1+t)^b),$$

và  $c_0^{a,b} = 1$ ,

$$c_k^{a,b} = \sqrt{\frac{(2k + a + b + 1)k! \Gamma(k + a + b + 2) \Gamma(a + 1) \Gamma(b + 1)}{\Gamma(k + a + 1) \Gamma(k + b + 1) \Gamma(a + b + 2)}}, \quad k \in \mathbb{N}. \quad (7)$$

Với  $v \in L_2(\mathbb{I}^\infty, \mathbf{V}, \mu)$  ta có phân tích như sau

$$v = \sum_{s \in \mathbb{F}} v_s J_s, \quad v_s = \int_{\mathbb{I}^\infty} v(\mathbf{y}) J_s(\mathbf{y}) d\mu(\mathbf{y})$$

và đẳng thức Parseval

$$\|v\|_{L_2(\mathbb{I}^\infty, \mathbf{V}, \mu)}^2 = \sum_{s \in \mathbb{F}} \|v_s\|_{\mathbf{V}}^2.$$

Với giả thiết của Định lý 3 dưới đây ta có nghiệm của phương trình (2) với hệ số dạng affine  $\mathbf{u} \in L_2(\mathbb{I}^\infty, \mathbf{V}, \mu)$  và ta có khai triển  $\mathbf{u} = \sum_{s \in \mathbb{F}} \mathbf{u}_s J_s$ . Như vậy trong trường hợp này các hàm  $\mathbf{h}_s(\mathbf{y})$  trong (5) là các đa thức Jacobi  $J_s(\mathbf{y})$ . Hơn nữa ta có kết quả xấp xỉ bằng mạng neuron sâu. Kết quả này được chứng minh trong [15].

**Định lý 3.** Xét phương trình đạo hàm riêng (2) với hệ số cho dưới dạng affine (3) thoả mãn  $\bar{\mathbf{a}} \in L_\infty(\mathcal{D})$  và  $\inf \bar{\mathbf{a}} > \mathbf{0}$ . Cho  $\mathbf{0} < \mathbf{q} < \infty$  và  $c_k^{a,b}$  được định nghĩa trong (7). Giả sử  $(\delta_j)_{j \in \mathbb{N}}$  là một dãy số lớn hơn hẳn  $\mathbf{1}$  sao cho dãy  $(\delta_j^{-1})_{j \in \mathbb{N}} \in \ell_q(\mathbb{N})$ . Giả sử thêm rằng tồn tại một dãy số dương  $(\rho_j)_{j \in \mathbb{N}}$  sao cho  $c_k^{a,b} \rho_j^{-k} < \delta_j^{-k}$  với mọi  $j, k \in \mathbb{N}$  và thoả mãn điều kiện (6).

Khi đó với mọi  $n > 4$  ta có thể xây dựng được tập  $\Lambda$  và mạng neuron ReLU sâu  $\Phi_\Lambda = (\phi_s)_{s \in \Lambda}$  không phụ thuộc vào  $\mathbf{u}$  thỏa mãn

$$W(\Phi_\Lambda) \leq n; \quad L(\Phi_\Lambda) \leq C(\log n) \log(\log n).$$

Sai số của xấp xỉ  $\mathbf{u}$  bởi  $\Phi_\Lambda \mathbf{u} = \sum_{s \in \Lambda} \mathbf{u}_s \phi_s$  được đánh giá

$$\|\mathbf{u} - \Phi_\Lambda \mathbf{u}\|_{L_2(\mathbb{I}^\infty, \mathcal{V}, \mu)} \leq C \left( \frac{n}{\log n} \right)^{-\frac{1}{q}},$$

trong đó  $C$  là hằng số không phụ thuộc vào  $\mathbf{u}$  và  $n$ .

#### 2.4. Xấp xỉ phương trình đạo hàm riêng phụ thuộc tham số dạng loga chuẩn

Gọi  $\gamma(\mathbf{t})$  là độ đo Gauss chuẩn tắc trên  $\mathbb{R}$  với hàm mật độ

$$g(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp(-t^2/2).$$

Khi đó độ đo Gauss trên  $\mathbb{R}^\infty$  là tích tensor của các độ đo Gauss chuẩn tắc trên  $\mathbb{R}$  được định nghĩa bởi

$$d\gamma(\mathbf{y}) = \prod_{j \in \mathbb{N}} g(y_j) dy_j.$$

Xét không gian  $L_2(\mathbb{R}^\infty, \mathcal{V}, \gamma)$  với chuẩn của  $\mathbf{v} \in L_2(\mathbb{R}^\infty, \mathcal{V}, \gamma)$  được định nghĩa bởi

$$\|\mathbf{v}\|_{L_2(\mathbb{R}^\infty, \mathcal{V}, \gamma)} = \left( \int_{\mathbb{R}^\infty} \|\mathbf{v}(\cdot, \mathbf{y})\|_{\mathcal{V}}^2 d\gamma(\mathbf{y}) \right)^{1/2}.$$

Không gian  $L_2(\mathbb{R}^\infty, \mathcal{V}, \gamma)$  là không gian Hilbert. Với  $\mathbf{s} \in \mathbb{F}$ , ký hiệu  $\mathbf{H}_s(\mathbf{y}) = \prod_{j \in \mathbb{N}} \mathbf{H}_{s_j}(y_j)$  với

$$\mathbf{H}_k(t) = \frac{(-1)^k}{\sqrt{k!}} \exp(t^2/2) \frac{d^k}{dt^k} \exp(-t^2/2)$$

là đa thức Hermite bậc  $k$  và hệ  $(\mathbf{H}_k)_{k \in \mathbb{N}_0}$  là cơ sở trực chuẩn của  $L_2(\mathbb{R}, \gamma)$ . Ta có phân tích

$$\mathbf{v} = \sum_{\mathbf{s} \in \mathbb{F}} \mathbf{v}_s \mathbf{H}_s, \quad \mathbf{v}_s = \int_{\mathbb{R}^\infty} \mathbf{v}(\mathbf{y}) \mathbf{H}_s(\mathbf{y}) d\gamma(\mathbf{y})$$

và đẳng thức Parseval

$$\|\mathbf{v}\|_{L_2(\mathbb{R}^\infty, \mathcal{V}, \gamma)}^2 = \sum_{\mathbf{s} \in \mathbb{F}} \|\mathbf{v}_s\|_{\mathcal{V}}^2.$$

Với giả thiết của Định lý 4 dưới đây ta có nghiệm của phương trình (2) với hệ số dạng loga chuẩn  $\mathbf{u} \in L_2(\mathbb{R}^\infty, \mathcal{V}, \gamma)$  và ta có khai triển  $\mathbf{u} = \sum_{\mathbf{s} \in \mathbb{F}} \mathbf{u}_s \mathbf{H}_s$ . Như vậy trong trường hợp này các hàm  $\mathbf{h}_s(\mathbf{y})$  trong (5) là các đa thức Hermite  $\mathbf{H}_s(\mathbf{y})$ . Định lý dưới đây được chứng minh trong [15] và là một trong các kết quả đầu tiên nghiên cứu bài toán xấp xỉ nghiệm của phương trình đạo hàm riêng phụ thuộc tham số với hệ số khuếch tán cho dưới dạng loga chuẩn bằng mạng neuron sâu.

**Định lý 4.** Xét phương trình đạo hàm riêng (2) với hệ số khuếch tán cho dưới dạng loga chuẩn (4). Giả sử rằng với  $0 < q < \infty$  tồn tại một dãy số dương  $(\rho_j)_{j \in \mathbb{N}}$  đơn điệu tăng sao cho  $(\rho_j^{-1})_{j \in \mathbb{N}} \in \ell_q(\mathbb{N})$  và

$$\left\| \sum_{j \in \mathbb{N}} \rho_j |\psi_j| \right\|_{L_\infty(D)} < \infty. \quad (8)$$

Khi đó với mọi  $n > 2$ , ta có thể xây dựng được có thể xây dựng được tập  $\Lambda$  và một mạng neuron ReLU sâu  $\Phi_\Lambda = (\phi_s)_{s \in \Lambda}$  không phụ thuộc vào  $\mathbf{u}$  thỏa mãn

$$W(\Phi_\Lambda) \leq n, \quad L(\Phi_\Lambda) \leq C_\delta n^\delta.$$

Hơn nữa  $\Phi_\Lambda \mathbf{u} = \sum_{s \in \Lambda} \mathbf{u}_s \phi_s$  xấp xỉ  $\mathbf{u}$  có sai số

$$\|\mathbf{u} - \Phi_\Lambda \mathbf{u}\|_{L_2(\mathbb{R}^\infty, \mathcal{V}, \gamma)} \leq C \left( \frac{n}{\log n} \right)^{-\frac{1}{q}}.$$

Ở đây  $C$  và  $C_\delta$  là các hằng số không phụ thuộc vào  $\mathbf{u}$  và  $n$ .

Các kết quả xấp xỉ ở Định lý 2, Định lý 3, và Định lý 4 đều chưa phải là xấp xỉ rời rạc hoàn toàn nghiêm của phương trình đạo hàm riêng (2) bằng mạng neuron ReLU sâu bởi vì các hệ số  $\mathbf{u}_s$  vẫn chưa được xấp xỉ và do đó chưa thể ứng dụng vào chạy số. Tiếp theo chúng tôi trình bày một kết quả gần đây trong bài báo [12]. Cần lưu ý rằng, kết quả trong bài báo [12] vẫn chưa phải là xấp xỉ rời rạc hoàn toàn, nhưng đây là một bước đệm quan trọng để xấp xỉ rời rạc hoàn toàn nghiêm của phương trình đạo hàm riêng phụ thuộc tham số bằng mạng neuron sâu.

Cho  $m \in \mathbb{N}$ , ký hiệu  $Y_0 = (\mathbf{t}_{0,0}) = \{0\}$  và  $Y_m = (\mathbf{t}_{m,k})_{k \in \pi_m}$  là dãy  $m + 1$  các nghiệm của đa thức Hermite  $H_{m+1}$  được sắp xếp theo thứ tự tăng dần trong đó

$$\pi_m = \begin{cases} \{-j, -j + 1, \dots, -1, 0, 1, \dots, j - 1, j\}, & m = 2j \\ \{-j, -j + 1, \dots, -1, 1, \dots, j - 1, j\}, & m = 2j - 1. \end{cases}$$

Cho hàm số  $v$  xác định trên  $\mathbb{R}$  lấy giá trị trên không gian  $V$ . Với  $m \in \mathbb{N}$  ta định nghĩa toán tử Lagrange  $I_m$  bởi

$$I_m(v) = \sum_{k \in \pi_m} v(\mathbf{t}_{m,k}) L_{m,k},$$

trong đó  $L_{m,k}$  là các đa thức nội suy Lagrange cho bởi

$$L_{m,k}(\mathbf{t}) := \prod_{j \in \pi_m, j \neq k} \frac{\mathbf{t} - \mathbf{t}_{m,j}}{\mathbf{t}_{m,k} - \mathbf{t}_{m,j}}.$$

Chú ý rằng  $I_m v$  xác định trên  $\mathbb{R}$  và nhận giá trị trong  $V$ . Dễ dàng nhận thấy  $I_m v$  nội suy  $v$  tại các điểm  $\mathbf{t}_{m,k}$ , tức là  $I_m(v)(\mathbf{t}_{m,k}) = v(\mathbf{t}_{m,k})$ . Với  $s, k \in \mathbb{F}$  ta định nghĩa

$$L_{s,k}(\mathbf{y}) = \prod_{j \in \mathbb{N}} L_{s_j, k_j}(\mathbf{y}_j), \quad \pi_s = \prod_{j \in \mathbb{N}} \pi_{s_j}.$$

Với  $\mathbf{v}: \mathbb{R}^\infty \rightarrow \mathbf{V}$  ta định nghĩa toán tử

$$I_s(\mathbf{v}) = \prod_{j \in \mathbb{N}} I_{s_j}(\mathbf{v}), \quad \Delta_s(\mathbf{v}) = \prod_{j \in \mathbb{N}} \Delta_{s_j}(\mathbf{v}), \quad \Delta_{s_j} = I_{s_j} - I_{s_j-1}.$$

Để dàng thấy rằng

$$\Delta_s(\mathbf{v}) = \sum_{\mathbf{e} \in E_s} (-1)^{|\mathbf{e}|_1} I_{s-\mathbf{e}}(\mathbf{v}) = \sum_{\mathbf{e} \in E_s} (-1)^{|\mathbf{e}|_1} \sum_{\mathbf{k} \in \pi_{s-\mathbf{e}}} \mathbf{v}(\mathbf{y}_{s-\mathbf{e},\mathbf{k}}) L_{s-\mathbf{e},\mathbf{k}},$$

trong đó  $E_s \subseteq \mathbb{F}$  là tập các phần tử  $\mathbf{e} = (\mathbf{e}_j)_{j \in \mathbb{N}}$  sao cho  $\mathbf{e}_j$  là  $\mathbf{1}$  hoặc  $\mathbf{0}$  nếu  $s_j > \mathbf{0}$  và  $\mathbf{e}_j = \mathbf{0}$  nếu  $s_j = \mathbf{0}$ , và  $|\mathbf{e}|_1 = \sum_{j \in \mathbb{N}} |\mathbf{e}_j|$ . Với tập hữu hạn  $\Lambda \subseteq \mathbb{F}$ , ta định nghĩa toán tử nội suy  $I_\Lambda$  bởi

$$I_\Lambda = \sum_{s \in \Lambda} \Delta_s.$$

Khi đó ta có

$$I_\Lambda(\mathbf{v})(\mathbf{y}) = \sum_{s \in \Lambda} \sum_{\mathbf{e} \in E_s} (-1)^{|\mathbf{e}|_1} \sum_{\mathbf{k} \in \pi_{s-\mathbf{e}}} \mathbf{v}(\mathbf{y}_{s-\mathbf{e},\mathbf{k}}) L_{s-\mathbf{e},\mathbf{k}}(\mathbf{y}).$$

Như vậy trong trường hợp này các hàm  $\mathbf{h}_s(\mathbf{y})$  trong (5) là các đa thức Lagrange  $L_{s-\mathbf{e},\mathbf{k}}(\mathbf{y})$ . Ta đi xây dựng tập  $\Lambda$  có  $n$  phần tử và mạng neuron ReLU sâu để xấp xỉ  $\mathbf{v}(\mathbf{y})$  dưới dạng

$$\Phi_\Lambda(\mathbf{v})(\mathbf{y}) = \sum_{s \in \Lambda} \sum_{\mathbf{e} \in E_s} (-1)^{|\mathbf{e}|_1} \sum_{\mathbf{k} \in \pi_{s-\mathbf{e}}} \mathbf{v}(\mathbf{y}_{s-\mathbf{e},\mathbf{k}}) \phi_{s-\mathbf{e},\mathbf{k}}(\mathbf{y}). \quad (9)$$

Ta có định lý như sau.

**Định lý 5.** Xét phương trình đạo hàm riêng (2) hệ số cho dưới dạng loga chuẩn. Giả sử rằng với  $\mathbf{0} < q < 2$  tồn tại một dãy số dương  $(\rho_j)_{j \in \mathbb{N}}$  với các phần tử lớn hơn  $\mathbf{1}$ , đơn điệu tăng sao cho  $(\rho_j^{-1})_{j \in \mathbb{N}} \in \ell_q(\mathbb{N})$  và điều kiện (8) thỏa mãn.

Với  $\mathbf{0} < \delta < \min(\mathbf{1}, \frac{1}{q} - \frac{1}{2})$  tùy ý và  $n > \mathbf{2}$ , ta có thể xây dựng được có thể xây dựng được tập  $\Lambda_n$  có  $n$  phần tử và mạng neuron ReLU sâu  $\Phi_\Lambda = (\phi_{s-\mathbf{e},\mathbf{k}})_{(s,\mathbf{e},\mathbf{k}) \in G(\Lambda)}$  với

$$G(\Lambda) = \{(s, \mathbf{e}, \mathbf{k}): s \in \Lambda, \mathbf{e} \in E_s, \mathbf{k} \in \pi_{s-\mathbf{e}}\}$$

không phụ thuộc vào  $\mathbf{u}$  thỏa mãn

$$W(\Phi_\Lambda) \leq n, \quad L(\Phi_\Lambda) \leq C_\delta n^\delta.$$

Hơn nữa ta có thể xây dựng được dãy các điểm  $(\mathbf{y}_{s-\mathbf{e},\mathbf{k}})_{(s,\mathbf{e},\mathbf{k}) \in G(\Lambda)}$  sao cho  $\Phi_\Lambda(\mathbf{u})$  (cho bởi công thức (9) với  $\mathbf{v}$  thay bởi  $\mathbf{u}$ ) xấp xỉ  $\mathbf{u}$  có sai số

$$\|\mathbf{u} - \Phi_\Lambda \mathbf{u}\|_{L_2(\mathbb{R}^\infty, \mathbf{V}, \gamma)} \leq C_\delta n^{-(1-\delta)(\frac{1}{q}-\frac{1}{2})}.$$

Ở đây các hằng số  $C_\delta$  là hằng số không phụ thuộc vào  $\mathbf{u}$  và  $n$ .



### 3. KẾT LUẬN

Trong bài báo này chúng tôi đã tổng kết lại một vài kết quả đã đạt được trong những năm gần đây trong việc nghiên cứu xấp xỉ nghiệm của phương trình đạo hàm riêng ngẫu nhiên hoặc phụ thuộc tham số trong hai bài báo [15,12]. Các kết quả này là bước đệm cho các nghiên cứu tiếp theo của chúng tôi trong việc xây dựng mạng neuron ReLU sâu để xấp xỉ hoàn toàn nghiệm của phương trình đạo hàm riêng phụ thuộc tham số từ đó có thể đưa vào chạy số và ứng dụng trong các bài toán thực tiễn.

**LỜI CẢM ƠN.** Nghiên cứu này được tài trợ bởi Bộ Giáo dục và Đào tạo trong Đề tài mã số B2023-CTT-08.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. M. Bachmayr, A. Cohen, and G. Migliorati, Sparse polynomial approximation of parametric elliptic PDEs. Part I: affine coefficients, *ESAIM Math. Model. Numer. Anal.* **51** (2017) 321-339.
- [2]. M. Bachmayr, A. Cohen, R. DeVore, and G. Migliorati, Sparse polynomial approximation of parametric elliptic PDEs. Part II: lognormal coefficients, *ESAIM Math. Model. Numer. Anal.* **51** (2017) 341-363.
- [3]. M. Bachmayr, A. Cohen, D. Dũng, and Ch. Schwab, Fully discrete approximation of parametric and stochastic elliptic PDEs, *SIAM J. Numer. Anal.* **55** (2017) 2151-2186.
- [4]. M. Bachmayr, A. Cohen, and G. Migliorati, Representations of Gaussian random fields and approximation of elliptic PDEs with lognormal coefficients, *J. Fourier Anal. Appl.* **24** (2018) 621-649.
- [5]. A. Chkifa, C. Cohen, and Ch. Schwab. Breaking the curse of dimensionality in sparse polynomial approximation of parametric PDEs. *J. Math. Pures Appl.* **103** (2015), 400–428.
- [6]. A. Cohen, R. DeVore, and Ch. Schwab, Convergence rates of best  $N$ -term Galerkin approximations for a class of elliptic sPDEs, *Found. Comput. Math.* **10** (2010) 615-646.
- [7]. A. Cohen, R. DeVore, and Ch. Schwab, Analytic regularity and polynomial approximation of parametric and stochastic PDEs, *Anal. Appl.(Singap.)* **9** (2011), 11-47.
- [8]. A. Cohen and R. DeVore, Approximation of high-dimensional parametric PDEs, *Acta Numer.* **24** (2015) 1-159.
- [9]. N. Dal Santo, S. Deparis, and L. Pegolotti, Data driven approximation of parametrized PDEs by reduced basis and neuron networks. *J. Comput. Phys.*, **416** (2020) 109550.
- [10]. D. Dũng. Linear collective collocation approximation for parametric and stochastic elliptic PDEs. *Sb. Math.* **210** (2019), 103–127.

- [11]. D. Dũng. Sparse-grid polynomial interpolation approximation and integration for parametric and stochastic elliptic PDEs with lognormal inputs. *ESAIM Math. Model. Numer. Anal.* **55** (2021), 1163–1198.
- [12]. D. Dũng. Collocation approximation by deep neural ReLU networks for parametric and stochastic PDEs with lognormal inputs. *Sb. Math.* **214** (2023), 479–515.
- [13]. D. Dũng and V.K. Nguyen. Deep ReLU neural networks in high-dimensional approximation. *Neural Netw.* **142** (2021), 619–635.
- [14]. D. Dũng, V. K. Nguyen, M. X. Thao, Computation complexity of deep ReLU neural networks in high-dimensional approximation, *Journal of Computer Science and Cybernetics* 37 (2021), 291-320
- [15]. D. Dũng, V.K. Nguyen, and D.T. Pham. Deep ReLU neural network approximation in Bochner spaces and applications to parametric PDEs. *J. Complexity* **79** (2023), 101779.
- [16]. D. Dũng, V.K. Nguyen, Ch. Schwab, and J. Zech. *Analyticity and sparsity in uncertainty quantification for PDEs with Gaussian random field inputs*. Springer Lecture Notes in Mathematics **2334**, 2023.
- [17]. W. E, Q. Wang. Exponential convergence of the deep neural network approximation for analytic functions, *Sci. China Math.* **61** (2018) 1733-1740.
- [18]. M. Geist, P. C. Petersen, M. Raslan, R. Schneider, and G. Kutyniok, Numerical solution of the parametric diffusion equation by deep neuron networks. *J. Sci. Comput.*, **88** (2021) 22.
- [19]. P. Grohs, D. Perekrestenko, D. Elbrachter, and H. Bolcskei, Deep neural network approximation theory, *IEEE Trans. Inf. Theory*, 67 (2021) 2581-2623.
- [20]. I. Guhring, G. Kutyniok, and P. Petersen, Error bounds for approximations with deep ReLU neural networks in  $W^{s,p}$  norms, *Anal. Appl. (Singap.)* **18** (2020) 803-859.
- [21]. V.H. Hoang and Ch. Schwab,  $N$ -term Wiener chaos approximation rate for elliptic PDEs with lognormal Gaussian random inputs, *Math. Models Methods Appl. Sci.* **24** (2014) 796-826.
- [22]. G. Kutyniok, P. Petersen, M. Raslan, and R. Schneider, A theoretical analysis of deep neuron networks and parametric PDEs, *Constr. Approx.*, **55** (2022) 73-125.
- [23]. H. N. Mhaskar, Neural networks for optimal approximation of smooth and analytic functions, *Neural Comput.* **8** (1996) 164-177.
- [24]. H. Montanelli and Q. Du, New error bounds for deep ReLU networks using sparse grids, *SIAM J. Math. Data Sci.* **1** (2019) 78-92.
- [25]. J. A. A. Opschoor, C. Schwab, and J. Zech. Exponential ReLU DNN expression of holomorphic maps in high dimension. *Constr. Approx.*, **55** (2022) 537-582.

- [26]. P. Petersen and F. Voigtlaender, Optimal approximation of piecewise smooth functions using deep ReLU neural networks, *Neural Netw.* **108** (2018) 296-330.
- [27]. Ch. Schwab and C. Gittelsohn. Sparse tensor discretizations high-dimensional parametric and stochastic PDEs. *Acta Numer.* **20** (2011), 291–467.
- [28]. Ch. Schwab and J. Zech, Deep learning in high dimension: Neuron network expression rates for generalized polynomial chaos expansions in UQ, *Anal. Appl. (Singap.)* **17** (2019) 19-55.
- [29]. D. Yarotsky, Error bounds for approximations with deep ReLU networks, *Neural Netw.* **94** (2017) 103-114.
- [30]. D. Yarotsky, Optimal approximation of continuous functions by very deep ReLU networks, *Proc. Mach. Learn. Res.*, **75** (2018) 1-11.
- [31]. J. Zech, D. Dũng, and Ch. Schwab, Multilevel approximation of parametric and stochastic PDEs, *Math. Models Methods Appl. Sci.* **29** (2019) 1753–1817.

## GIẢI BÀI TOÁN ĐỘNG LỰC HỌC CƠ HỆ VỚI HÀM LAGRANGE

Huỳnh Văn Quân, Lê Hữu Đạt\*

Phân hiệu tại Thành phố Hồ Chí Minh, Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 450-451 Lê Văn Việt, P. Tăng Nhơn Phú A, TP. Thủ Đức, TP. Hồ Chí Minh

\*Tác giả liên hệ: Email: datlh\_ph@utc.edu.vn; Tel: 0938256256

**Tóm tắt.** Khi giải bài toán bằng phương trình Lagrange loại hai, hàm Lagrange ( $L$ ) có thể được sử dụng để thay thế cho hàm động năng. Hàm  $L$  giúp giải bài toán được thuận lợi hơn, tuy nhiên, phương pháp này chỉ áp dụng khi tất cả các lực hoạt động đều là lực có thể. Trong bài báo này, phương trình Lagrange loại hai tính theo hàm  $L$  sẽ được phát triển để có thể giải các bài toán mà lực hoạt động bao gồm lực có thể và không có thể. Thông qua ví dụ minh họa, kết quả có được bằng cách áp dụng phương trình do bài báo phát triển sẽ được kiểm chứng với lời giải truyền thống.

**Từ khóa:** hàm Lagrange, Lagrange loại hai, động lực học, lực có thể, lực chủ động.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Theo [1,2],  $L$  được định nghĩa như sau:

$$L = T(q_1, q_2, \dots, \dot{q}_1, \dot{q}_2, \dots, t) - \Pi(q_1, q_2, \dots) \quad (1)$$

Trong đó,  $q_i$  và  $\dot{q}_i$  tương ứng là tọa độ và vận tốc suy rộng thứ  $i$ ,  $t$  là thời gian;  $T(q_1, q_2, \dots, \dot{q}_1, \dot{q}_2, \dots, t)$  là động năng của hệ;  $\Pi(q_1, q_2, \dots)$  là thế năng của các lực hoạt động có thể, khi các lực hoạt động tác dụng lên hệ là lực không có thể thì  $\Pi(q_1, q_2, \dots) = 0$ .

Theo [1,2], khi các lực hoạt động là lực có thể, phương trình Lagrange loại hai đối với bậc tự do thứ  $i$  viết theo hàm  $L$  có dạng:

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial L}{\partial q_i} = 0 \quad (2)$$

Tuy nhiên, với bài toán tổng quát, các lực hoạt động tác dụng lên hệ bao gồm lực có thể và lực không có thể thì phương trình (2) không thể áp dụng. Sau đây, bài báo sẽ xây dựng lại phương trình Lagrange loại hai viết theo hàm  $L$  đối với trường hợp tổng quát này.

### 2. PHƯƠNG TRÌNH LAGRANGE LOẠI HAI VỚI HỆ LỰC BẤT KỲ

Phương trình Lagrange loại hai đối với bậc tự do thứ  $i$  có dạng:

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = Q_i \quad (3)$$

Trong phương trình (3),  $Q_i$  là lực suy rộng của các lực hoạt động có thể và không có thể. Theo [2],

$$Q_i = - \frac{\partial(\Pi)}{\partial q_i} + Q_i^* \quad (4)$$

Với  $Q_i^*$  là lực suy rộng của các lực hoạt động không có thế, xác định theo công thức:

$$Q_i^* = \frac{\sum \delta A_k^q(q_i)}{\delta q_i} \quad (5)$$

Để thuận lợi cho quá trình xây dựng các công thức, Phương trình (1) được viết dưới dạng thu gọn là  $L = T - \Pi$ , hay

$$T = L + \Pi \quad (6)$$

Thay (6) vào (3) ta được:

$$\frac{d}{dt} \left[ \frac{\partial(L+\Pi)}{\partial \dot{q}_i} \right] - \frac{\partial(L+\Pi)}{\partial q_i} = \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} \right) + \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial \Pi}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial(L)}{\partial q_i} - \frac{\partial(\Pi)}{\partial q_i} = - \frac{\partial(\Pi)}{\partial q_i} + Q_i^* \quad (7)$$

Theo [3], với các cơ hệ động lực học thông thường thì  $\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial \Pi}{\partial \dot{q}_i} \right) = 0$ , rút gọn biểu thức và phương trình (7) trở thành:

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial L}{\partial q_i} = Q_i^* \quad (8)$$

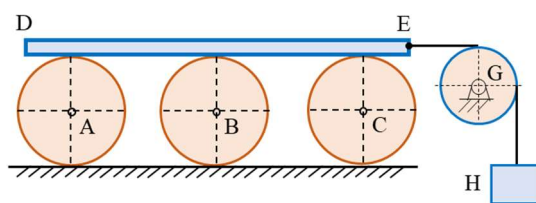
Phương trình (8) là phương trình Lagrange loại hai viết theo hàm  $L$  ứng với bậc tự do thứ  $i$ . Phương trình này đã mở rộng phạm vi áp dụng của phương trình Lagrange loại hai viết theo hàm động năng. Theo đó, cơ hệ chịu lực tác dụng của các lực hoạt động có thế và không có thế đều có thể áp dụng Phương trình (8).

### 3. CÁC VÍ DỤ

#### 3.1. Hệ một bậc tự do

Xem Hình 1, thanh DE có trọng lượng  $Q$  nằm trên ba con lăn A, B và C. Các con lăn là trụ tròn đồng chất, có cùng bán kính  $R$  và trọng lượng  $P$  [4-5]. Thông qua dây mềm nhẹ không giãn theo phương ngang, trọng lượng vật H là  $F$  tác dụng vào thanh DE để làm cho thanh và các con lăn chuyển động hướng về bên phải.

Giả thiết rằng không có sự trượt giữa thanh và các con lăn, cũng như giữa con lăn và mặt phẳng nằm ngang; khối lượng vật G không đáng kể nên được bỏ qua; hệ số ma sát cản lăn giữa các con lăn với mặt phẳng nằm ngang là  $k$ . Xác định gia tốc của vật nặng H khi cơ hệ đang chuyển động?



Hình 1.

Cơ hệ có 1 bậc tự do, tọa độ suy rộng đủ  $q = x$ , với  $x$  xác định vị trí của H so với điểm cố định được chọn là đất. Hình 2, biểu diễn tọa độ suy rộng, các yếu tố động-lực của hệ. Áp dụng phương trình (8), phương trình Lagrange loại hai ứng với tọa độ suy rộng  $x$  có dạng:

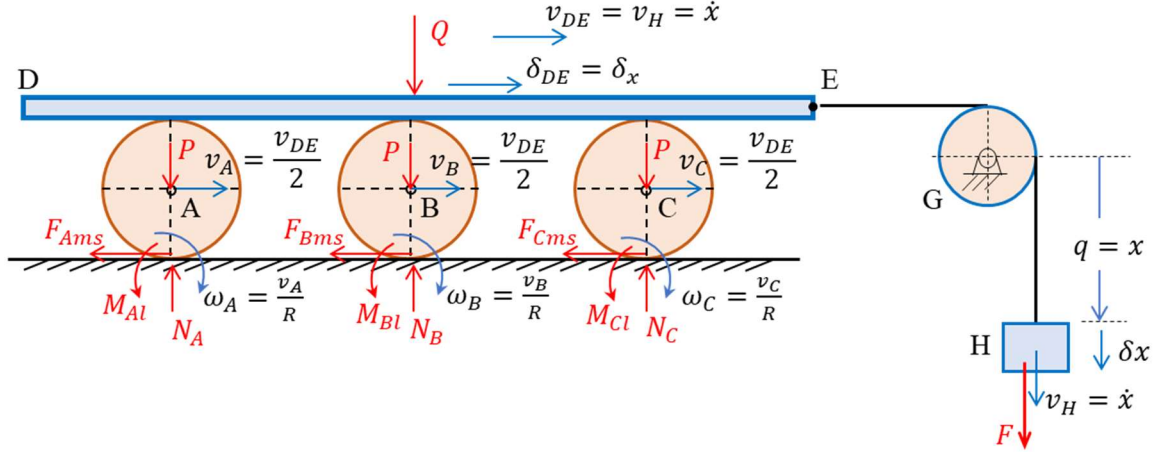
$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial L}{\partial \dot{x}} \right) - \frac{\partial L}{\partial x} = Q_x^* \quad (9)$$

Vận tốc suy rộng: của H là  $v_H = \dot{x}$ ; dây không giãn và DE chuyển động tịnh tiến nên  $v_{DE} = v_H = \dot{x}$ ; vì không có sự trượt giữ DE và các con lăn nên vận tốc tại điểm tiếp

xúc của con lăn và DE chính bằng  $v_{DE} = \dot{x}$ ; ba con lăn có chuyển động giống nhau, xét con lăn B có  $v_B = v_{DE}/2 = \dot{x}/2$  và vận tốc góc  $\omega_B = v_B/R = \dot{x}/(2R)$ .

Động năng của hệ, gồm động năng của vật H, thanh DE và của ba con lăn:

$$T = \frac{Q+F}{2g} \dot{x}^2 + 3 \left[ \frac{P}{2g} \left( \frac{\dot{x}}{2} \right)^2 + \frac{PR^2}{4g} \left( \frac{\dot{x}}{2R} \right)^2 \right] = \frac{8Q+8F+9P}{16} \dot{x}^2 \quad (10)$$



Hình 2.

Thế năng của hệ, chỉ có thế năng của vật H:

$$\Pi = -Fx \quad (11)$$

Thay (10) và (11) vào (1), hàm Lagrange sẽ là:

$$L = T - \Pi = \frac{8Q+8F+9P}{16g} \dot{x}^2 + Fx \quad (12)$$

Tính toán các đạo hàm riêng:

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial \dot{x}} = \frac{8Q+9P}{8g} \dot{x} \\ \frac{\partial L}{\partial x} = F \end{cases} \quad (13)$$

Áp dụng công thức (5), lực suy rộng không có thể chỉ do mô-men cản lăn của ba con lăn sinh ra:

$$Q_x^* = \frac{\sum \delta A_k^a}{\delta x} = \frac{-k(N_A+N_B+N_C)}{2R} = \frac{-k(3P+Q)}{2R} \quad (14)$$

Thay (13) và (14) vào (9) ta được:

$$\frac{8Q+9P}{8g} \ddot{x} - F = \frac{-k(3P+Q)}{2R} \quad (15)$$

Tiến hành thu gọn biểu thức (15), suy ra gia tốc của vật nặng H cần tìm là:

$$w = \ddot{x} = \frac{8g(2FR - k(3P + Q))}{(8Q + 9P)2R} \quad (16)$$

Để kiểm tra kết quả ở (16), sau đây bài báo giải bài toán bằng cách áp dụng Định lý biến thiên động năng dạng vi phân của cơ hệ:

$$dT = \sum dA_k \quad (17)$$

Trong đó, động năng của hệ đã được xác định ở công thức (10), suy ra:

$$dT = \frac{8Q + 8F + 9P}{8g} \dot{x} d\dot{x} \quad (18)$$

Tổng công phân tố:

$$\sum dA_k = Fdx - k(N_A + N_B + N_C)d\varphi \quad (19)$$

Với  $\varphi$  là góc lặn của con lăn, giá trị  $d\varphi = dx/(2R)$ .

Thay (18) và (19) vào (17):  $\frac{8Q + 8F + 9P}{8g} \dot{x} d\dot{x} = Fdx - k(3P + Q) \frac{dx}{2R}$ . Rút gọn ta được:

$$\dot{x} d\dot{x} = \frac{8g[2RF - k(3P + Q)]}{2R(8Q + 8F + 9P)} dx \quad (20)$$

Chia 2 vế phương trình (20) cho vi phân thời gian ( $dt$ ), suy ra gia tốc của vật nặng H cần tìm là:

$$w = \ddot{x} = \frac{8g[2RF - k(3P + Q)]}{(8Q + 8F + 9P)2R} \quad (21)$$

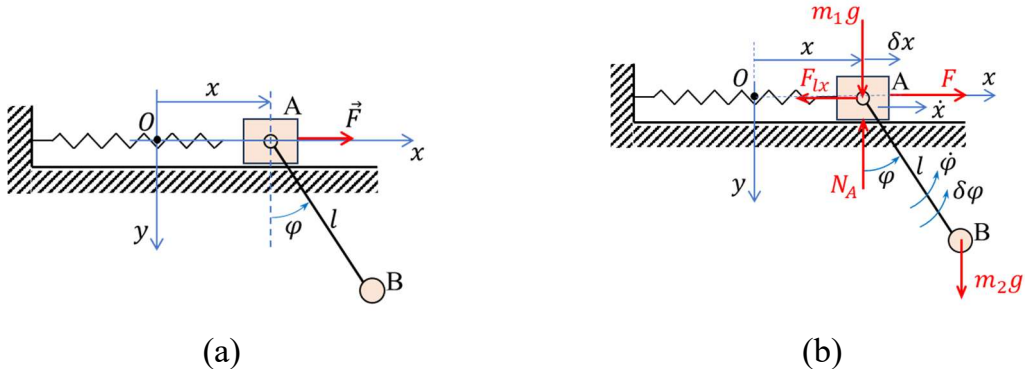
Kết quả ở (21) trùng với kết quả đã xác định được bằng phương trình Lagrange loại hai do bài báo phát triển ở Phương trình (16).

Qua ví dụ trên, các tác giả nhận xét rằng, việc giải bài toán hệ một bậc tự do có thể thực hiện bằng phương pháp truyền thống là Định lý biến thiên động năng, có ưu điểm là nhanh và gọn hơn; tuy nhiên, việc sử dụng phương trình Lagrange loại hai với hàm  $L$  do bài báo đề xuất đã bổ sung thêm một phương pháp mới cho ngành Cơ học, có thể vận dụng vào những bài toán đặc thù và khi đó có thể thu được nhiều ưu điểm hơn so với phương pháp truyền thống.

### 3.2. Hệ nhiều bậc tự do

Xem Hình 3 (a) [2], một con lắc toán học B có khối lượng  $m_2$  và chiều dài  $l$ , được nối vào con trượt A có khối lượng  $m_1$ . Con trượt được nối vào tường bằng lò xo với hệ số cứng  $k$ , chịu kích thích của lực  $F(t)$  nằm ngang thay đổi theo thời gian  $t$ . Cho biết con trượt A có thể trượt không ma sát trên nền nhẵn. Hãy thiết lập phương trình vi phân chuyển động của hệ.

Cơ hệ có 2 bậc tự do, chọn tọa độ suy rộng đủ là:  $q_1 = x$ , xác định vị trí của A so với vị trí lò xo chưa biến dạng;  $q_2 = \varphi$ , xác định góc quay của con lắc so với phương thẳng đứng. Hình 3 (b), biểu diễn tọa độ suy rộng, các yếu tố động-lực của hệ.



Hình 3.

Với cơ hệ đã cho, phương trình Lagrange loại hai viết dưới dạng hàm  $L$  có dạng:

$$\begin{cases} \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial L}{\partial \dot{x}} \right) - \frac{\partial L}{\partial x} = Q_x^* \\ \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}} \right) - \frac{\partial L}{\partial \varphi} = Q_\varphi^* \end{cases} \quad (22)$$

Trong quá trình dao động, con trượt A chuyển động tịnh tiến với vận tốc  $v_1$  và B được coi là chất điểm chuyển động với vận tốc tuyệt đối  $v_2$ . Khi đó, động năng của hệ sẽ là:

$$T = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} \quad (23)$$

Với  $v_1 = \dot{x}$ ; áp dụng phương pháp tọa độ Descartes, vận tốc  $v_2$  được xác định như sau:

$$v_2^2 = \dot{x}_B^2 + \dot{y}_B^2 \quad (24)$$

Trong đó:

$$\begin{cases} x_B = x + l \sin \varphi; \dot{x}_B = \dot{x} + l \dot{\varphi} \cos \varphi \\ y_B = l \cos \varphi; \dot{y}_B = -l \dot{\varphi} \sin \varphi \end{cases} \quad (25)$$

Thay (25) vào (24), suy ra:

$$v_2^2 = \dot{x}^2 + (l \dot{\varphi})^2 + 2l \dot{x} \dot{\varphi} \cos \varphi \quad (26)$$

Thay (26) vào (21), biểu thức động năng của hệ là:  $T = \frac{m_1}{2} \dot{x}^2 + \frac{m_2}{2} [\dot{x}^2 + (l \dot{\varphi})^2 + 2l \dot{x} \dot{\varphi} \cos \varphi]$ , rút gọn ta được

$$T = \frac{m_1 + m_2}{2} \dot{x}^2 + \frac{m_2}{2} (l \dot{\varphi})^2 + m_2 l \dot{x} \dot{\varphi} \cos \varphi \quad (27)$$

Thế năng của hệ bao gồm thế năng của lực đàn hồi lò xo  $F_{lx} = kx$ , và trọng lượng của chất điểm B là  $m_2 g$ :

$$\Pi = \frac{kx^2}{2} - m_2 gl \cos \varphi \quad (28)$$

Suy ra hàm Lagrange  $L$ :

$$L = T - \Pi = \frac{m_1 + m_2}{2} \dot{x}^2 + \frac{m_2}{2} (l \dot{\varphi})^2 + m_2 l \dot{x} \dot{\varphi} \cos \varphi - \frac{kx^2}{2} + m_2 gl \cos \varphi \quad (29)$$



Các đạo hàm riêng của  $L$ :

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial \dot{x}} = (m_1 + m_2)\dot{x} + m_2 l \dot{\varphi} \cos \varphi; \frac{\partial L}{\partial x} = -kx \\ \frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}} = m_2 l^2 \dot{\varphi} + m_2 l \dot{x} \cos \varphi; \frac{\partial L}{\partial \varphi} = -m_2 l \dot{x} \dot{\varphi} \sin \varphi - m_2 g l \sin \varphi \end{cases} \quad (30)$$

Các đạo hàm tuyệt đối của  $L$ :

$$\begin{cases} \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial L}{\partial \dot{x}} \right) = (m_1 + m_2)\ddot{x} + m_2 l (\ddot{\varphi} \cos \varphi - \dot{\varphi}^2 \sin \varphi) \\ \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}} \right) = m_2 l^2 \ddot{\varphi} + m_2 l (\ddot{x} \cos \varphi - \dot{x} \dot{\varphi} \sin \varphi) \end{cases} \quad (31)$$

Lực suy rộng của các lực hoạt động không có thế:

$$Q_x^* = F(t), Q_\varphi^* = 0 \quad (32)$$

Thế các Phương trình (30)-(32) vào Phương trình (22), ta được:

$$\begin{cases} (m_1 + m_2)\ddot{x} + m_2 l (\ddot{\varphi} \cos \varphi - \dot{\varphi}^2 \sin \varphi) + kx = F(t) \\ m_2 l^2 \ddot{\varphi} + m_2 l (\ddot{x} \cos \varphi - \dot{x} \dot{\varphi} \sin \varphi) + m_2 l \dot{x} \dot{\varphi} \sin \varphi + m_2 g l \sin \varphi = 0 \end{cases}$$

Rút gọn hệ phương trình trên, hệ phương trình vi phân chuyển động cần tìm là:

$$\begin{cases} (m_1 + m_2)\ddot{x} + m_2 l (\ddot{\varphi} \cos \varphi - \dot{\varphi}^2 \sin \varphi) + kx = F(t) \\ \ddot{x} \cos \varphi + l \ddot{\varphi} + g \sin \varphi = 0 \end{cases} \quad (33)$$

Để kiểm tra kết quả ở (33), sau đây bài báo giải bài toán bằng cách áp dụng phương trình Lagrange loại hai viết dưới dạng hàm động năng như sau:

$$\begin{cases} \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{x}} \right) - \frac{\partial T}{\partial x} = Q_x \\ \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}} \right) - \frac{\partial T}{\partial \varphi} = Q_\varphi \end{cases} \quad (34)$$

Trong đó, động năng của hệ đã được xác định như trên, xem Phương trình (27):

$$T = \frac{m_1 + m_2}{2} \dot{x}^2 + \frac{m_2}{2} (l \dot{\varphi})^2 + m_2 l \dot{x} \dot{\varphi} \cos \varphi \quad (35)$$

Các đạo hàm riêng và đạo hàm tuyệt đối lần lượt được xác định như sau:

$$\begin{cases} \frac{\partial T}{\partial \dot{x}} = (m_1 + m_2)\dot{x} + m_2 l \dot{\varphi} \cos \varphi; \frac{\partial T}{\partial x} = 0 \\ \frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}} = m_2 l^2 \dot{\varphi} + m_2 l \dot{x} \cos \varphi; \frac{\partial T}{\partial \varphi} = -m_2 l \dot{x} \dot{\varphi} \sin \varphi \end{cases} \quad (36)$$

$$\begin{cases} \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{x}} \right) = (m_1 + m_2)\ddot{x} + m_2 l (\ddot{\varphi} \cos \varphi - \dot{\varphi}^2 \sin \varphi) \\ \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}} \right) = m_2 l^2 \ddot{\varphi} + m_2 l (\ddot{x} \cos \varphi - \dot{x} \dot{\varphi} \sin \varphi) \end{cases} \quad (37)$$

Tìm  $Q_x$ : cho hệ thực hiện di chuyển có thể sao cho  $\delta x > 0, \delta \varphi = 0$

$$Q_x = \frac{\sum \delta A_k^a}{\delta x} = \frac{F(t)\delta x - cx\delta x}{\delta x} = F(t) - cx \quad (38)$$

Tìm  $Q_\varphi$ : cho hệ thực hiện di chuyển có thể sao cho  $\delta \varphi > 0, \delta x = 0$

$$Q_\varphi = \frac{\sum \delta A_k^a}{\delta \varphi} = \frac{-m_2 g l \sin \varphi \delta \varphi}{\delta \varphi} = -m_2 g l \sin \varphi \quad (39)$$

Thay các Phương trình (36)-(39) vào Phương trình (34), ta được:

$$\begin{cases} (m_1 + m_2)\ddot{x} + m_2 l(\ddot{\varphi} \cos \varphi - \dot{\varphi}^2 \sin \varphi) = F(t) - cx \\ m_2 l^2 \ddot{\varphi} + m_2 l(\ddot{x} \cos \varphi - \dot{x} \dot{\varphi} \sin \varphi) + m_2 l \dot{x} \dot{\varphi} \sin \varphi = -m_2 g l \sin \varphi \end{cases} \quad (40)$$

Tiến hành rút gọn, suy ra hệ phương trình vi phân chuyển động cần tìm là:

$$\begin{cases} (m_1 + m_2)\ddot{x} + m_2 l(\ddot{\varphi} \cos \varphi - \dot{\varphi}^2 \sin \varphi) + cx = F(t) \\ \ddot{x} \cos \varphi + l \ddot{\varphi} + g \sin \varphi = 0 \end{cases} \quad (41)$$

Kết quả ở (41) trùng với kết quả đã xác định được bằng hàm Lagrange ở Phương trình (33).

Trương tự như đã nhận xét ở ví dụ thứ nhất, việc giải bài toán hệ nhiều bậc tự do (ví dụ này là hai bậc tự do) có thể thực hiện bằng phương pháp truyền thống là phương trình Lagrange loại hai. Tuy nhiên, hàm  $L$  do bài báo đề xuất là phương pháp tiềm năng cho các bài toán khác mà độc giả có thể khai thác.

### 3. KẾT LUẬN

Trong bài báo này, chúng tôi đã thảo luận về việc phát triển phương trình Lagrange loại hai để giải các bài toán có cả lực hoạt động có thể và không có thể. Hàm Lagrange đã được sử dụng để thay thế cho hàm động năng trong quá trình giải toán. Các ví dụ đã được trình bày để minh họa tính ứng dụng của phương pháp mới và kết quả đã được kiểm chứng bằng cách so sánh với lời giải truyền thống. Kết quả cho thấy, phương pháp mới mang lại kết quả chính xác và hiệu quả, mở ra những cơ hội mới cho việc sử dụng phương trình Lagrange loại hai. Các nghiên cứu tiếp theo có thể mở rộng phương pháp này cho các bài toán phức tạp hơn.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. X. Targ, Giáo trình giản yếu cơ học lý thuyết, NXB Đại học và Trung học chuyên nghiệp, Hà Nội, 1976.
- [2]. N. V. Khang, Cơ học kỹ thuật, NXB Giáo dục Việt Nam, Hà Nội, 2016.
- [3]. J. K. Vandiver, An introduction to Lagrange equations, 2.003SC/1.053J Engineering Dynamics, 2011.
- [4]. N. P. Điền (chủ biên), Bài tập Cơ học kỹ thuật, NXB Giáo dục Việt Nam, Hà Nội, 2016.
- [5]. I. V. Meserxki và H. Noibe, Bài tập Cơ học lý thuyết - Tập 2 Động lực học, NXB Đại học và Trung học chuyên nghiệp, Hà Nội, 1976.

## **PHÂN TÍCH DAO ĐỘNG TỰ DO CỦA DẦM CÓ CƠ TÍNH BIẾN THIÊN HAI CHIỀU TRONG MÔI TRƯỜNG NHIỆT ĐỘ**

**Nguyễn Duy Trường<sup>1</sup>, Vũ Thị An Ninh<sup>2\*</sup>**

<sup>1</sup>Trường Đại học Trần Quốc Tuấn, xã Cổ Đông, thị xã Sơn Tây, TP Hà Nội

<sup>2</sup>Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

\*Tác giả liên hệ: Email: vuthianninh@utc.edu.vn

**Tóm tắt:** Dao động tự do của dầm có cơ tính biến thiên hai chiều trong môi trường nhiệt độ được nghiên cứu trong bài báo này. Dầm được làm từ hai vật liệu có cơ tính biến thiên hai chiều. Các tính chất vật liệu phụ thuộc vào nhiệt độ và được xác định bằng mô hình Voigt. Dựa trên lý thuyết dầm biến dạng trượt hàm mũ và phương pháp phần tử hữu hạn, các biểu thức năng lượng của dầm trong môi trường nhiệt độ đã được thiết lập và được rời rạc. Độ chính xác của công thức đưa ra đã được khẳng định qua kết quả so sánh với tài liệu trước đó. Các kết quả số khảo sát chi tiết ảnh hưởng của các tham số vật liệu và nhiệt độ lên tham số tần số của dầm.

**Từ khoá:** Dao động tự do; Phương pháp phần tử hữu hạn; mô hình Voigt.

### **1. GIỚI THIỆU**

Vật liệu có cơ tính biến thiên (Functionally Graded Material-FGM) là một loại vật liệu mới có tính chất thay đổi liên tục theo một hoặc nhiều hướng. FGM được kết hợp từ hai hay nhiều vật liệu, phổ biến là hai loại: gốm (ceramic) và kim loại (metal), trong đó gốm có khả năng chịu được nhiệt độ cao do độ dẫn nhiệt của nó thấp, kim loại dễ uốn nên ngăn ngừa được sự đứt gãy do ứng suất nhiệt. So với vật liệu composite lớp truyền thống, FGM đã khắc phục được vấn đề tập trung ứng suất nhiệt tại bề mặt tiếp xúc. FGM cũng có thể được sử dụng làm các tấm barrier nhiệt, lớp phủ chống mài mòn, lớp chống ăn mòn, ... Ngày nay, vật liệu FGM được sử dụng rộng rãi trong môi trường nhiệt độ cao. Do đó việc nghiên cứu ứng xử của kết cấu dạng dầm FGM là cần thiết.

Pradhan và Murmu [1] đã phân tích dao động cơ-nhiệt của dầm FGM và dầm sandwich FGM đặt trên nền đàn hồi. Trong bài báo này, ảnh hưởng của sự phân bố nhiệt, chỉ số phân bố vật liệu, mô-đun nền lên đáp ứng dao động của dầm được thực hiện bằng phương pháp cầu phương vi phân. Trong tài liệu [2], Mahi và cộng sự nghiên cứu dao động tự do của dầm có cơ tính biến thiên theo chiều dày dầm trong môi trường nhiệt độ. Các tính chất vật liệu trong nghiên cứu này được xem như phụ thuộc vào nhiệt độ, chúng được xem xét phân bố theo quy luật hàm lũy thừa, hàm mũ và hàm sigma. Phương pháp nghiệm giải tích đã được các tác giả trong tài liệu [2] sử dụng. Wattanasakulpong cùng cộng sự [3] đã nghiên cứu mất ổn định nhiệt và dao động của dầm FGM bằng lý thuyết biến dạng cắt bậc ba cải tiến. Các tính chất vật liệu thay đổi theo một hướng bằng quy luật phân bố lũy thừa. Phương pháp Ritz được các tác giả sử dụng để nghiên cứu các

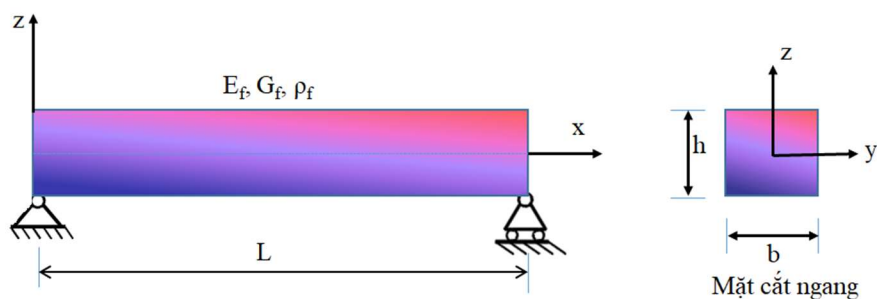
vấn đề liên quan đến mất ổn định nhiệt và dao động của dầm với các loại điều kiện biên khác nhau. Ảnh hưởng của nhiệt độ và lỗ rỗng vi mô lên dao động của dầm FGM được Ebrahimi và cộng sự [4-6]. Phương pháp nghiệm Navier được các tác giả sử dụng để nghiên cứu trên đối tượng dầm FGM có cơ tính biến đổi theo chiều dày của dầm. Nghiên cứu chỉ ra rằng nhiệt độ cao và lỗ rỗng vi mô có ảnh hưởng đáng kể lên các đặc trưng dao động của dầm. Ổn tĩnh trong môi trường nhiệt độ cao và mất ổn định của dầm sandwich FGM được nghiên cứu bởi Tran và cộng sự [7]. Các tác giả xem xét dầm được đặt trong môi trường nhiệt độ cao một thời gian dài, do đó các tính chất của vật liệu cấu thành được xem như phụ thuộc vào nhiệt độ. Các nghiên cứu của họ chỉ ra rằng không phải tất cả các kết cấu FGM có ứng xử cơ học giống nhau và có khả năng chịu được nhiệt độ cao. Ảnh hưởng của nhiệt độ lên dao động cưỡng bức của dầm có kích thước nano chịu tác dụng của lực di động được nghiên cứu bởi Hosseini và cộng sự [8]. Dựa trên phương pháp biến đổi Laplace, các tác giả đã chỉ ra rằng nhiệt độ tăng dẫn đến độ võng động của dầm nano FGM tăng.

Trong bài báo này, phân tích dao động tự do của dầm có cơ tính biến thiên hai chiều (Bidirectional Functionally Graded - BFG) trong môi trường nhiệt độ được thực hiện. Dầm được làm từ hai vật liệu có cơ tính biến thiên theo chiều dài và chiều dày của dầm bằng quy luật hàm lũy thừa. Các tính chất vật liệu cấu thành được xem như phụ thuộc vào nhiệt độ. Dựa trên lý thuyết dầm biến dạng trượt hàm mũ, các biểu thức năng lượng cho dầm trong môi trường nhiệt độ đã được xây dựng. Công thức phần tử hữu hạn với phần tử dầm hai nút chứa tám bậc tự do được áp dụng để tính toán tần số riêng của dầm với biên tựa hai đầu. Độ chính xác của công thức đưa ra được khẳng định dựa trên việc so sánh các kết quả tính được với kết quả trong tài liệu đã được công bố. Kết quả số được thực hiện trên dầm BFG để chỉ ra ảnh hưởng của các chỉ số phân bố vật liệu và nhiệt độ lên dao động tự do của dầm.

## 2. CÔNG THỨC CƠ BẢN

### 2.1. Dầm BFG

Hình 1 biểu diễn dầm BFG có biên tựa hai đầu với chiều dài  $L$ , mặt cắt ngang hình chữ nhật, kích thước  $(bxh)$ .  $E_f$ ,  $G_f$  và  $\rho_f$  là mô đun đàn hồi, mô đun trượt và hệ số Poisson hiệu dụng của dầm. Hệ trục tọa độ Đề-các  $(x,y,z)$  được chọn sao cho mặt phẳng  $(x,y)$  trùng với mặt giữa dầm, trục  $z$  vuông góc với mặt phẳng giữa và có chiều hướng lên.



Hình 1. Dạng hình học của dầm BFG tựa hai đầu.

Dầm BFG được làm từ hỗn hợp gốm và kim loại, với tỷ lệ thể tích của chúng biến đổi theo cả chiều dài và chiều dày bằng quy luật hàm lũy thừa như sau [9]

$$V_c(x, z) = \left(\frac{x}{L}\right)^{n_x} \left(\frac{z}{h} + \frac{1}{2}\right)^{n_z}, \quad V_m(x, z) = 1 - V_c(x, z) \quad (1)$$

trong đó, chỉ số dưới  $c$  và  $m$  ký hiệu cho gốm và kim loại;  $L$  là chiều dài của dầm;  $n_x$  và  $n_z$  lần lượt là chỉ số phân bố vật liệu theo chiều dài và chiều dày dầm.

Để dự đoán chính xác dao động của dầm BFG trong môi trường nhiệt độ cao thì việc xét đến các tính chất của vật liệu cấu thành phụ thuộc vào nhiệt độ là cần thiết. Theo Ebrahimi và cộng sự [4-6], tính chất vật liệu đặc trưng  $P_i$  ( $i=c, m$ ) được xem như là hàm của nhiệt độ

$$P_i(T) = P_0(P_{-1}T^{-1} + 1 + P_1T^1 + P_2T^2 + P_3T^3) \quad (2)$$

trong đó  $P_{-1}, P_0, P_1, P_2, P_3$  hệ số nhiệt và chúng là duy nhất đối với mỗi vật liệu;  $T = T_0 + \Delta T$  với  $T_0 = 300$  K là nhiệt độ tiêu chuẩn và  $\Delta T$  là sự thay đổi nhiệt độ. Khi đó, các tính chất hiệu dụng  $P_f$  như mô-đun đàn hồi  $E_f$ , mật độ khối  $\rho_f$ , hệ số Poisson  $\nu_f$  và hệ số nở nhiệt  $\alpha_f$  được xác định bằng mô hình Voigt như sau

$$P_f(x, z, T) = P_c(T)V_c(x, z) + P_m(T)V_m(x, z) \quad (3)$$

Thế phương trình (1) vào phương trình (3), nhận được

$$P_f(x, z, T) = P_m + (P_c - P_m) \left(\frac{x}{L}\right)^{n_x} \left(\frac{z}{h} + \frac{1}{2}\right)^{n_z} \quad (4)$$

## 2.2. Các phương trình cơ bản

Theo lý thuyết dầm biến dạng trượt hàm mũ [10], các thành phần chuyển vị của dầm được cho dưới dạng

$$\begin{aligned} u_x(x, z, t) &= u(x, t) - zw_{,x}(x, t) + f(z)\phi(x, t), \\ u_z(x, z, t) &= w(x, t) \end{aligned} \quad (5)$$

trong đó  $u(x, t)$ ,  $w(x, t)$  là chuyển vị theo phương trục  $x$  và  $z$  của một điểm trên mặt phẳng giữa của dầm;  $\phi(x, t)$  là chuyển vị xoay của mặt cắt ngang của dầm;  $t$  là biến thời gian; chỉ số dưới “,” ký hiệu cho đạo hàm tương ứng theo biến sau nó; hàm dạng  $f(z)$  có dạng hàm mũ,  $f(z) = ze^{-2(z/h)^2}$

Các biến dạng của dầm được tính từ phương trình (5)

$$\varepsilon_{xx} = u_{,x} - zw_{,xx} + f(z)\phi_{,x}, \quad \gamma_{xz} = f_{,z}\phi \quad (6)$$

Mối quan hệ giữa ứng suất và biến dạng được xác định bởi

$$\sigma_{xx} = E_f \varepsilon_{xx}, \quad \tau_{xz} = G_f \gamma_{xz} \quad (7)$$

trong đó  $\sigma_{xx}$  là ứng suất pháp,  $\tau_{xz}$  là ứng suất trượt,  $G_f$  là mô-đun trượt hiệu dụng.

Năng lượng biến dạng của dầm BFG trong môi trường nhiệt độ được xác định dưới dạng

$$U_B = \frac{1}{2} \int_0^L \int_A (\sigma_{xx} \varepsilon_{xx} + \tau_{xz} \gamma_{xz}) dA dx \quad (8)$$

trong đó  $A$  là diện tích mặt cắt ngang của dầm.

Từ các phương trình (6) và (7), biểu thức năng lượng trong phương trình (8) được viết lại như sau

$$U_B = \frac{1}{2} \int_0^L \left( A_{11} u_{,x}^2 - 2A_{12} u_{,x} w_{,xx} + A_{22} w_{,xx}^2 + 2A_{13} u_{,x} \phi_{,x} - 2A_{23} w_{,xx} \phi_{,x} + A_{33} \phi_{,x}^2 + B_{11} \phi^2 \right) dx \quad (9)$$

trong đó các độ cứng  $A_{11}, A_{12}, A_{22}, A_{13}, A_{23}, A_{33}$  và  $B_{11}$  của dầm BFG được xác định

$$\begin{aligned} (A_{11}, A_{12}, A_{22}, A_{13}, A_{23}, A_{33}) &= \int_A E_f [1, z, z^2, f(z), zf(z), f^2(z)] dA \\ B_{11} &= \int_A G_f f_{,z}^2(z) dA \end{aligned} \quad (10)$$

Năng lượng biến dạng do tải nhiệt được xác định

$$U_T = \frac{1}{2} \int_0^L N_T w_{,x}^2 dx \quad (11)$$

trong đó  $N_T$  được xác định bởi

$$N_T(x, z, T) = - \int_A E_f(x, z, T) \alpha_f(x, z, T) \Delta T dA \quad (12)$$

Động năng  $T$  của dầm được xác định như sau

$$T = \frac{1}{2} \int_0^L \int_A \rho_f (\dot{u}_x^2 + \dot{u}_z^2) dA dx \quad (13)$$

trong đó dấu “.” ở phía trên trong phương trình (13) ký hiệu cho đạo hàm theo biến thời gian. Thế phương trình (5) vào (13), ta được

$$T = \frac{1}{2} \int_0^L \left[ I_{11} (\dot{u}^2 + \dot{w}^2) - 2I_{12} \dot{u} \dot{w}_{,x} + I_{22} \dot{w}_{,x}^2 + 2I_{13} \dot{u} \dot{\phi} - 2I_{23} \dot{w}_{,x} \dot{\phi} + I_{33} \dot{\phi}^2 \right] dx \quad (14)$$

trong đó  $I_{11}, I_{12}, I_{22}, I_{13}, I_{23}$  và  $I_{33}$  là các mô-men khối lượng của dầm, chúng được tính như sau

$$(I_{11}, I_{12}, I_{22}, I_{13}, I_{23}, I_{33}) = b \int_{-h/2}^{h/2} \rho_f(x, z) [1, z, z^2, f(z), zf(z), f^2(z)] dz \quad (15)$$

### 3. CÔNG THỨC PHẦN TỬ HỮU HẠN

Trong phần này, phương pháp phần tử hữu hạn được sử dụng để phân tích dao động tự do của dầm BFG. Dầm được chia thành nhiều phần tử hai-nút với độ dài  $l$ . Véc-tơ chuyển vị nút  $\mathbf{d}$  của phần tử với 8 bậc tự do có dạng

$$\mathbf{d} = \left\{ \mathbf{d}_u^T \quad \mathbf{d}_w^T \quad \mathbf{d}_\phi^T \right\}^T \quad (16)$$

với  $d_u$ ,  $d_w$  và  $d_\phi$  lần lượt là các véc-tơ chuyển vị nút đối với  $u$ ,  $w$  và  $\phi$ , và chúng được biểu diễn như sau

$$\mathbf{d}_u = \{u_1 \quad u_2\}^T, \quad \mathbf{d}_w = \{w_1 \quad w_{1,x} \quad w_2 \quad w_{2,x}\}^T, \quad \mathbf{d}_\phi = \{\phi_1 \quad \phi_2\}^T \quad (17)$$

trong đó  $u_i$ ,  $w_i$ ,  $w_{i,x}$  và  $\phi_i$  ( $i = 1, 2$ ) là các giá trị của  $u$ ,  $w$ ,  $w_x$  và  $\phi$  tại nút  $i$ . Các chuyển vị của dầm được nội suy qua các chuyển vị nút như sau

$$u = \mathbf{N}\mathbf{d}_u, \quad w = \mathbf{H}\mathbf{d}_w, \quad \phi = \mathbf{N}\mathbf{d}_\phi \quad (18)$$

trong đó  $\mathbf{N}=[N_1 \quad N_2]$ ,  $\mathbf{H}=[H_1 \quad H_2 \quad H_3 \quad H_4]$  với  $N_1$  và  $N_2$  là các đa thức Lagrange,  $H_1$ ,  $H_2$ ,  $H_3$ ,  $H_4$  là các đa thức Hermite.

Áp dụng các phép nội suy ở trên, biểu thức năng lượng trong phương trình (9) và (11) được viết gộp lại như sau

$$U_B = \frac{1}{2} \sum_{ne} \mathbf{d}^T (\mathbf{k}_B + \mathbf{k}_T) \mathbf{d} \quad (19)$$

với  $ne$  là số phần tử được sử dụng để rời rạc dầm;  $\mathbf{k}_B$  là ma trận độ cứng phần tử của dầm;  $\mathbf{k}_T$  là ma trận độ cứng do tải nhiệt gây nên, và chúng được viết dưới dạng các ma trận con như sau

$$\mathbf{k}_B = \begin{bmatrix} \mathbf{k}_{uu} & \mathbf{k}_{uw} & \mathbf{k}_{u\phi} \\ (\mathbf{k}_{uw})^T & \mathbf{k}_{ww} & \mathbf{k}_{w\phi} \\ (\mathbf{k}_{u\phi})^T & (\mathbf{k}_{w\phi})^T & \mathbf{k}_{\phi\phi} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{k}_T = \begin{bmatrix} \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{k}_{TT} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} \end{bmatrix} \quad (20)$$

các ma trận con trong phương trình (20) được xác định như sau

$$\begin{aligned} \mathbf{k}_{uu} &= \int_0^l \mathbf{N}_{,x}^T A_{11} \mathbf{N}_{,x} dx, & \mathbf{k}_{\phi\phi} &= \int_0^l (\mathbf{N}_{,x}^T A_{33} \mathbf{N}_{,x} + \mathbf{N}^T B_{11} \mathbf{N}) dx \\ \mathbf{k}_{ww} &= \int_0^l \mathbf{H}_{,xx}^T A_{22} \mathbf{H}_{,xx} dx, & \mathbf{k}_{uw} &= -\int_0^l \mathbf{N}_{,x}^T A_{12} \mathbf{H}_{,xx} dx, \\ \mathbf{k}_{u\phi} &= \int_0^l \mathbf{N}_{,x}^T A_{13} \mathbf{N}_{,x} dx, & \mathbf{k}_{w\phi} &= -\int_0^l \mathbf{H}_{,xx}^T A_{23} \mathbf{N}_{,x} dx \end{aligned} \quad (21)$$

và

$$\mathbf{k}_{TT} = \int_0^l \mathbf{H}_{,x}^T N_T \mathbf{H}_{,x} dx \quad (22)$$

Do đó, ma trận độ cứng phần tử của dầm trong môi trường nhiệt được tính bởi

$$\mathbf{k}_e = \mathbf{k}_B + \mathbf{k}_T \quad (23)$$

Tương tự, động năng của dầm BFG trong phương trình (14) được viết lại

$$T = \frac{1}{2} \sum^{ne} \mathbf{d}^T \mathbf{m}_e \mathbf{d} \quad (24)$$

trong đó ma trận khối lượng phần tử  $\mathbf{m}_e$  được viết dưới dạng các ma trận con

$$\mathbf{m}_e = \begin{bmatrix} \mathbf{m}_{uu} & \mathbf{m}_{uw} & \mathbf{m}_{u\phi} \\ (\mathbf{m}_{uw})^T & \mathbf{m}_{ww} & \mathbf{m}_{w\phi} \\ (\mathbf{m}_{u\phi})^T & (\mathbf{m}_{w\phi})^T & \mathbf{m}_{\phi\phi} \end{bmatrix} \quad (25)$$

trong đó

$$\begin{aligned} \mathbf{m}_{uu} &= \int_0^l \mathbf{N}^T I_{11} \mathbf{N} dx, & \mathbf{m}_{ww} &= \int_0^l \left( \mathbf{H}^T I_{11} \mathbf{H} + \mathbf{H}_{,x}^T I_{22} \mathbf{H}_{,x} \right) dx, & \mathbf{m}_{\phi\phi} &= \int_0^l \mathbf{N}^T I_{33} \mathbf{N} dx, \\ \mathbf{m}_{uw} &= -\int_0^l \mathbf{N}^T I_{12} \mathbf{H}_{,x} dx, & \mathbf{m}_{u\phi} &= \int_0^l \mathbf{N}^T I_{13} \mathbf{N} dx, & \mathbf{m}_{w\phi} &= -\int_0^l \mathbf{H}_{,x}^T I_{23} \mathbf{N} dx \end{aligned} \quad (26)$$

Phương trình chuyển động rời rạc để phân tích dao động của dầm BFG có dạng

$$\mathbf{M}\ddot{\mathbf{D}} + \mathbf{K}\mathbf{D} = \mathbf{0} \quad (27)$$

trong đó  $\mathbf{D}$ ,  $\dot{\mathbf{D}}$  là các véc-tơ chuyển vị và gia tốc nút;  $\mathbf{M}$ ,  $\mathbf{K}$  là các ma trận tổng thể nhận được bằng cách ghép các ma trận  $\mathbf{m}_e$ ,  $\mathbf{k}_e$ , trên toàn bộ phần tử. Giả sử rằng véc-tơ chuyển vị nút có dạng điều hoà, khi đó phương trình (27) trở về bài toán giá trị riêng dùng để xác định tần số  $\omega$  như sau

$$(\mathbf{K} - \omega^2 \mathbf{M}) \bar{\mathbf{D}} = \mathbf{0} \quad (28)$$

với  $\bar{\mathbf{D}}$  là biên độ dao động.

#### 4. KẾT QUẢ SỐ

Trong phần này, nghiên cứu số sẽ được thực hiện để phân tích dao động tự do của dầm BFG có biên tựa hai đầu trong môi trường nhiệt độ. Dầm với kích thước  $h=1$  m và  $b=0.5$  m được xét đến ở đây. Dầm được làm từ nhôm oxit ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) và thép không gỉ (SUS304) với các tính vật liệu của chúng được biểu diễn trong bảng 1 [4]

Để thuận tiện, tham số tần số không thứ nguyên của tần số được xác định như sau

$$\mu_i = \frac{\omega_i L^2}{h} \sqrt{\frac{\rho_{\text{SUS304}}}{E_{\text{SUS304}}}} \quad (29)$$

với  $\omega_i$  là tần số riêng thứ  $i$  của dầm;  $\rho_{\text{SUS304}}$  và  $E_{\text{SUS304}}$  trong công thức (29) được tính tại nhiệt độ phòng.



**Bảng 1.** Các tính chất vật liệu của dầm BFG phụ thuộc vào nhiệt độ.

Vật liệu	Tính chất	P <sub>0</sub>	P <sub>-1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<i>E</i> (Pa)	$349.55 \times 10^9$	0	$-3.853 \times 10^{-4}$	$4.027 \times 10^{-7}$	$1.673 \times 10^{-10}$
	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	3800	0	0	0	0
	$\nu$	0.26	0	0	0	0
	$\alpha$ (K <sup>-1</sup> )	$6.8269 \times 10^{-6}$	0	$1.838 \times 10^{-4}$	0	0
SUS304	<i>E</i> (Pa)	$201.04 \times 10^9$	0	$3.079 \times 10^{-4}$	$-6.534 \times 10^{-7}$	0
	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	8166	0	0	0	0
	$\nu$	0.3262	0	$-2.002 \times 10^{-4}$	$3.797 \times 10^{-7}$	0
	$\alpha$ (K <sup>-1</sup> )	$12.330 \times 10^{-6}$	0	$8.086 \times 10^{-4}$	0	0

Trước khi tính toán dao động tự do của dầm BFG, độ chính xác của công thức đưa ra trong bài báo cần được khẳng định. Bảng 2 là tham số tần số cơ bản của dầm FG nhận được từ công thức đưa ra trong bài báo được so sánh với kết quả được tính bởi Ebrahimi và cộng sự [4]. Tham số tần số cơ bản của dầm FG được tính với  $L/h=20$  và các giá trị khác nhau của sự gia nhiệt. Quan sát từ bảng này cho thấy các kết quả tính được từ bài báo rất gần với kết quả trong tài liệu [4]. Những kết quả tính trong bảng 2 cho thấy độ chính xác của các công thức đưa ra trong bài báo.

**Bảng 2.** So sánh tham số tần số cơ bản của dầm FG với  $n_x=0$ ;  $L/h=20$ .

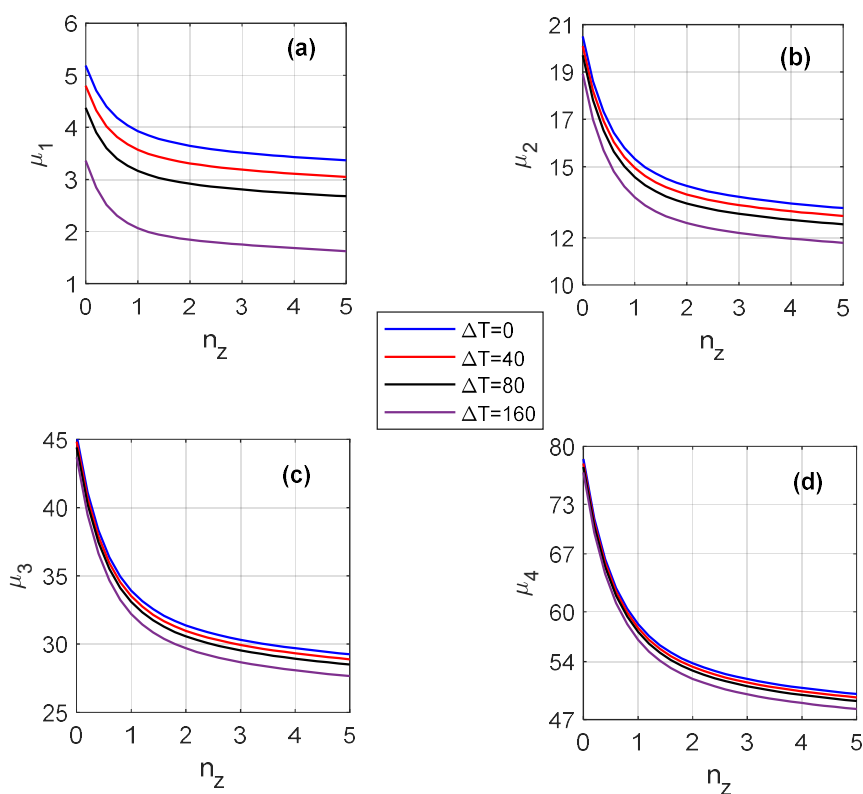
$\Delta T$ (K)	Nguồn	$n_z=0.1$	$n_z=0.2$	$n_z=0.5$	$n_z=1$
20	Tài liệu [4]	4.6535	4.3866	3.8973	3.5192
	Bài báo	4.6462	4.3853	3.9020	3.5292
40	Tài liệu [4]	4.4516	4.1782	3.6778	3.2923
	Bài báo	4.4388	4.1719	3.6786	3.2996
80	Tài liệu [4]	4.0148	3.7212	3.1833	2.7692
	Bài báo	3.9894	3.7037	3.1763	2.7722

Ảnh hưởng của nhiệt độ và các chỉ số phân bố vật liệu lên tham số tần số cơ bản của dầm BFG được đưa ra trong bảng 3. Các kết quả trong bảng này được tính với  $L/h=10$ ,  $\Delta T=\{20, 40, 80, 160\}$  K, các giá trị khác nhau của chỉ số phân bố vật liệu theo chiều dày và chiều dài dầm. Từ bảng 3 cho thấy, khi nhiệt độ càng tăng, tham số tần số càng giảm, điều này đúng với mọi giá trị của các chỉ số phân bố vật liệu. Bên cạnh đó, với mỗi giá trị của  $\Delta T$ , tham số tần số cơ bản tăng khi tăng giá trị của chỉ số phân bố vật liệu theo chiều dài và giảm giá trị của chỉ số phân bố vật liệu theo chiều dày.

**Bảng 3.** Tham số tần số cơ bản của dầm BFG ( $L/h=10$ ).

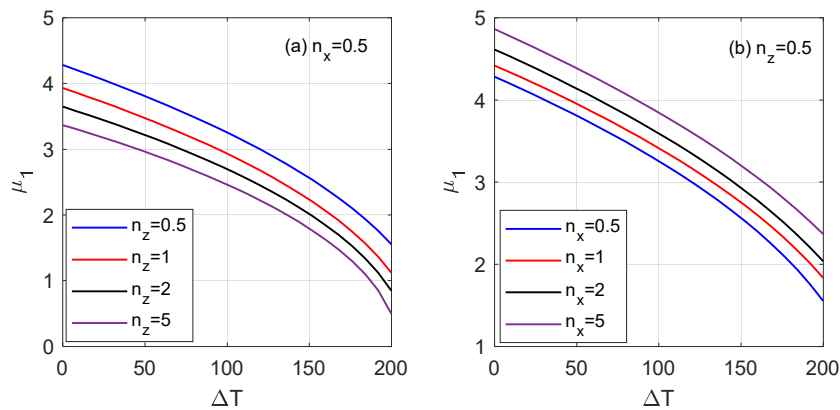
$\Delta T$ (K)	$n_x=0.3$				$n_x=3$			
	$n_z=0.5$	$n_z=1$	$n_z=2$	$n_z=5$	$n_z=0.5$	$n_z=1$	$n_z=2$	$n_z=5$
20	4.1198	3.7643	3.4821	3.2115	4.6340	4.4273	4.2305	3.7527
40	4.0701	3.7161	3.4359	3.1673	4.5848	4.3779	4.1806	3.6992
80	3.9687	3.6165	3.3396	3.0741	4.4866	4.2786	4.0792	3.5882
160	3.7567	3.4035	3.1302	2.8685	4.2898	4.0764	3.8686	3.3489

Sự biến đổi của bốn tham số tần số cơ bản theo chỉ số phân bố vật liệu  $n_z$  được biểu diễn trong hình 2. Bốn đường cong trong mỗi trường hợp được tính tương ứng với bốn giá trị của sự gia nhiệt,  $\Delta T = \{0, 40, 80, 160\}$  K và  $n_x=0.5, L/h=20$ . Quan sát từ hình 2 cho thấy, ảnh hưởng của nhiệt độ và chỉ số phân bố vật liệu  $n_z$  lên các tham số tần số cao là tương tự với tham số tần số cơ bản, tăng nhiệt độ và chỉ số phân bố  $n_z$  dẫn đến tham số tần số giảm. Mặt khác, các tham số tần số càng cao thì biên biên độ của nó càng lớn, đúng với mọi giá trị của  $\Delta T$  và  $n_z$ .



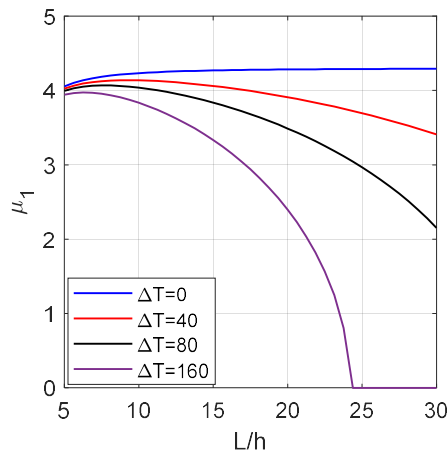
**Hình 2.** Sự biến đổi của bốn tham số tần số đầu theo chỉ số phân bố vật liệu  $n_z$  với sự tăng nhiệt khác nhau ( $n_x=0.5, L/h=20$ ).

Ảnh hưởng của chỉ số phân bố vật liệu lên đường cong  $\mu_1 - \Delta T$  được thể hiện trong hình 3. Hình 3a là trường hợp  $n_x=0,5$  và  $n_z$  thay đổi, trong khi đó hình 3b xét đến  $n_z=0,5$  và  $n_x$  thay đổi. Quan sát từ hình 3 cho thấy, khi  $n_z$  tăng (nhìn từ hình 3a) hoặc  $n_x$  giảm (nhìn từ hình 3b) dẫn đến biên độ của đường cong  $\mu_1 - \Delta T$  giảm.



**Hình 3.** Sự biến đổi của tham số tần số cơ bản theo sự gia nhiệt ( $L/h=20$ ).

Hình 4 thể hiện mối quan hệ giữa  $\mu_1$  và  $L/h$  với các giá trị khác nhau của sự gia nhiệt. Kết quả trong hình vẽ được tính với  $n_x = n_z = 0,5$  và  $\Delta T = \{0, 40, 80, 160\}$ . Sự khác biệt rõ rệt của tham số tần số cơ bản trong môi trường nhiệt độ phòng và nhiệt độ cao được thể hiện rõ nét trong hình này. Khi dầm ở nhiệt độ thường ( $\Delta T=0$ ), tần số tăng khi  $L/h$  tăng, trong khi đó, dầm trong nhiệt độ cao, tần số giảm khi  $L/h$  tăng. Quan sát từ hình 4 cho thấy, ảnh hưởng của nhiệt độ lên đường cong  $\mu_1 - L/h$  càng rõ nét khi nhiệt độ càng tăng cao.



**Hình 4.** Sự biến đổi của tham số tần số cơ bản theo  $L/h$  ( $n_x=0.5, n_z=0.5$ ).

## 5. KẾT LUẬN

Dao động tự do của dầm BFG trong môi trường nhiệt độ dựa trên lý thuyết dầm biến dạng trượt hàm mũ và phương pháp phần tử hữu hạn được thực hiện trong bài báo này. Dầm được cấu tạo bởi hai pha với tính chất vật liệu biến đổi theo cả chiều dài và chiều dày của dầm theo quy luật hàm lũy thừa. Các tính chất vật liệu phụ thuộc vào nhiệt độ và chúng được xác định bởi mô hình Voigt. Các biểu thức năng lượng của dầm trong môi trường nhiệt độ đã được thiết lập và được rời rạc hóa dựa trên phần tử dầm 2 nút. Kết quả số được áp dụng cho dầm BFG và chỉ ra rằng các chỉ số phân bố vật liệu và nhiệt độ có ảnh hưởng đáng kể đến dao động tự do của dầm.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. S. C. Pradhan, T. Murmu, Thermo-mechanical vibration of FGM sandwich beam under variable elastic foundations using differential quadrature method, *Journal of Sound and Vibration*, 321 (2009) 342-362. <https://doi.org/10.1016/j.jsv.2008.09.018>.
- [2]. A. Mahi, E. A. Bedia, A. Tounsi, I. Mechab, An analytical method for temperature-dependent free vibration analysis of functionally graded beams with general boundary conditions, *Composite structures*, 92 (2010) 1877-1887. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2010.01.010>.
- [3]. N. Wattanasakulpong, B. G. Prusty, D. W. Kelly, Thermal buckling and elastic vibration of third-order shear deformable functionally graded beams, *International Journal of Mechanical Sciences*, 53 (2011) 734-743. <https://doi.org/10.1016/j.ijmecsci.2011.06.005>.
- [4]. F. Ebrahimi, F. Ghasemi, E. Salari, Investigating thermal effects on vibration behavior of temperature-dependent compositionally graded Euler beams with porosities, *Meccanica*, 51 (2016) 223-249. <https://doi.org/10.1007/s11012-015-0208-y>.
- [5]. F. Ebrahimi, A. Jafari, A higher-order thermomechanical vibration analysis of temperature-dependent FGM beams with porosities, *Journal of Engineering*, (2016). <https://doi.org/10.1155/2016/9561504>.
- [6]. F. Ebrahimi, A. Jafari, A four-variable refined shear-deformation beam theory for thermo-mechanical vibration analysis of temperature-dependent FGM beams with porosities, *Mechanics of Advanced Materials and Structures*, 25 (2018) 212-224. <https://doi.org/10.1080/15376494.2016.1255820>.
- [7]. T. T. Tran, N. H. Nguyen, T. V. Do, P. V. Minh, N. D. Duc, Bending and thermal buckling of unsymmetric functionally graded sandwich beams in high-temperature environment based on a new third-order shear deformation theory, *Journal of Sandwich Structures & Materials*, 23 (2021) 906-930. <https://doi.org/10.1177/1099636219849268>.
- [8]. S. A. Hosseini, O. Rahmani, S. Bayat, Thermal effect on forced vibration analysis of FG nanobeam subjected to moving load by Laplace transform method, *Mechanics Based Design of Structures and Machines*, 51 (2023) 3803-3822. <https://doi.org/10.1080/15397734.2021.1943671>.
- [9]. Q. Zhang, H. Liu, On the dynamic response of porous functionally graded microbeam under moving load, *International Journal of Engineering Science*, 153 (2020) 103317.
- [10]. M. Karama, K. S. Afaq, S. Mistou, A new theory for laminated composite plates, *Proc ImechE Part L: J Mater: Des Appl*, 223 (2009) 53-62.

## XÂY DỰNG PHƯƠNG TRÌNH CHUYỂN ĐỘNG CHO MÔ HÌNH MÓNG CỌC ĐƠN CHỊU TẢI TRỌNG ĐỘNG ĐẤT

**Huỳnh Văn Quân\***

Phân hiệu tại Thành phố Hồ Chí Minh, Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 450-451 Lê Văn Việt, P. Tăng Nhơn Phú A, TP. Thủ Đức, TP. Hồ Chí Minh

\*Tác giả liên hệ: Email: [quanhv\\_ph@utc.edu.vn](mailto:quanhv_ph@utc.edu.vn); Tel: 0986503205

**Tóm tắt.** Bài báo xây dựng hệ phương trình vi phân chuyển động của mô hình móng cọc đơn dưới dạng thông số tập trung chịu tải trọng động đất. Mô hình có liên kết với đất nền là hệ lò xo thẳng và xoắn tại chân móng, và thiết bị cản xoay tại đỉnh móng. Hệ chuyển động song phẳng với hai bậc tự do được khảo sát là chuyển vị theo phương ngang và chuyển vị góc quay. Trong ví dụ tính toán số, bài báo khảo sát móng cọc đơn đặt trong đất nền là sét cứng, chịu kích thích của gia tốc động đất El Centro (1940). Mô phỏng được thực hiện thông qua công cụ MATLAB-Simulink, kết quả là chuyển vị ngang của khối tâm và góc xoay của mô hình cọc được biểu diễn theo thời gian.

**Từ khóa:** Móng cọc đơn, mô hình cọc, chuyển động song phẳng, phương pháp thông số tập trung.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong kỹ thuật, mặc dù có những tiến bộ trong mô phỏng tương tác hệ móng cọc đơn và đất nền dưới tác động của động đất, nhưng vẫn còn nhiều thách thức cần được giải quyết. Tương tác này khá phức tạp, nên kỹ sư thường tính trên sơ đồ ngầm kết cấu vào nền đất và sử dụng hệ số an toàn. Với các công trình lớn, đòi hỏi phải tính toán đồng thời cả hệ đất nền và kết cấu. Quá trình tính toán này thường được thực hiện thông qua các phần mềm thương mại được xây dựng trên cơ sở phương pháp phần tử hữu hạn như ABAQUS, ANSYS, PLAXIS, .... Tuy nhiên, tính toán bằng các công cụ này đòi hỏi khối lượng rất lớn nhưng tính chính xác lại phụ thuộc vào khả năng mô phỏng của kỹ sư. Với bài toán tải trọng lặp theo các bước thời gian, như tải trọng động đất, khối lượng này càng tăng. Chính vì vậy, việc tìm các giải pháp để mô phỏng bài toán tương tác móng-đất nền, giúp xác định nhanh kết quả nhưng vẫn đảm bảo tính chính xác là hết sức cần thiết.

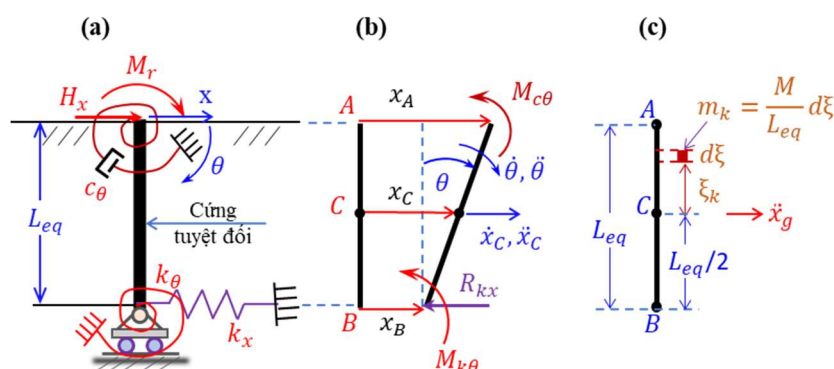
Trong bài báo này, hệ phương trình vi phân mô tả chuyển động của móng cọc đơn dưới tác động của tải trọng động đất sẽ được tác giả xây dựng. Quá trình xây dựng này được thực hiện bằng các kiến thức cơ bản của học phần Cơ học kỹ thuật. Móng được mô hình dưới dạng thông số tập trung, liên kết giữa móng và đất nền gồm: hệ lò xo thẳng và xoắn đặt tại chân móng, và một thiết bị cản xoay đặt tại đỉnh móng. Hệ chuyển động song phẳng với hai bậc tự do được khảo sát là chuyển vị tịnh tiến theo phương ngang của khối tâm và chuyển vị góc xoay.

Bài báo tính toán số cho một ví dụ cụ thể với các đặc điểm: móng cọc đơn có mặt cắt ngang hình ống trụ, đặt trong đất nền đồng nhất là sét cứng, gia tốc kích thích nền là trận động đất El Centro (1940). Mô phỏng được thực hiện bằng công cụ MATLAB-Simulink, cho phép biểu diễn chuyển vị ngang và góc xoay theo thời gian.

Kết quả do bài báo xây dựng có thể kết hợp với kết cấu phần trên của công trình cầu, trụ điện gió, ... cho phép phân tích tương tác toàn bộ hệ đất nền-móng cọc đơn-kết cấu phần trên chịu tải trọng động đất.

## 2. XÂY DỰNG PHƯƠNG TRÌNH

Theo Quân (2022) [1], dưới tác dụng của tải trọng, mô hình móng sẽ chuyển vị trong mặt phẳng khảo sát (chuyển vị đứng và ngang) và chuyển vị góc xoay. Đặc điểm chuyển động này của móng phù hợp mô hình vật chuyển động song phẳng [2]. Tuy nhiên, trong tính toán công trình chịu động đất, ứng xử của hệ theo phương ngang thường được coi trọng. Do đó, trong tính toán, mô hình móng chỉ khảo sát chuyển vị ngang (bỏ sung gôi đi động tại chân mô hình cọc) và chuyển vị góc xoay, xem Hình 1 (a). Hệ lực tác dụng lên hệ gồm: các lực thu gọn do kết cấu phần trên truyền xuống ( $H_x, M_r$ ), và lực quán tính do gia tốc động đất ( $\ddot{x}_g$ ) gây ra. Mô hình chỉ xét đến chuyển vị ngang của móng nên các phản lực liên kết gồm lò xo xoắn ( $M_{k\theta}$ ), thiết bị cản xoay ( $M_{c\theta}$ ) và lò xo thẳng ( $R_{kx}$ ) như Hình 1 (b).



Hình 1. Mô hình móng cọc đơn.

Hai bậc tự trong mô hình móng là tịnh tiến theo phương ngang cùng với khối tâm C ( $x_c$ ) và quay quanh khối tâm C ( $\theta$ ). Nếu gọi  $L_{eq}$  là chiều dài của mô hình cọc, quan hệ chuyển vị và góc xoay tại các điểm được xác định như sau:

$$\begin{cases} x_A = x_c + \frac{L_{eq}}{2} \theta \\ x_B = x_c - \frac{L_{eq}}{2} \theta \end{cases} \quad (1)$$

Chiều dài của mô hình cọc chính là chiều dài có hiệu của cọc  $L_{eq}$  (phần cọc bên dưới  $L_{eq}$  coi như gắn chặt vào đất và không chuyển động) [3], xác định theo công thức (2) [4]. Trong đó,  $d$  là đường kính cọc,  $E_p$  và  $E_s$  tương ứng là mô-đun đàn hồi của cọc và đất nền.

$$L_{eq} = 2d \left( \frac{E_p}{E_s} \right)^{0,25} \quad (2)$$

Gọi  $M$  là khối lượng của mô hình cọc, coi cọc là thanh đồng chất, chia thành  $n$  phần tử. Xét phần tử thứ  $k$  tương ứng với vi phân chiều dài  $d\xi$ , có khoảng cách đến khối tâm C là  $\xi_k$ , khối lượng phần tử là  $m_k = \frac{M}{L_{eq}}$ , xem Hình 1 (c). Gọi  $R_C^S$  và  $M_C^S$  là lực quán tính chính và mô-men quán tính chính khi thu gọn hệ lực quán tính do gia tốc động đất gây ra, khi đó:

$$R_C^S = \sum(m_k \ddot{x}_g) = \ddot{x}_g \sum m_k = M \ddot{x}_g \quad (3)$$

$$M_C^S = \sum(m_k \ddot{x}_g \xi_k) = \ddot{x}_g \sum(m_k \xi_k) \quad (4)$$

trong công thức (4),  $\sum(m_k \xi_k) = \sum \left[ \left( \frac{M}{L_{eq}} d\xi \right) \xi_k \right] = \frac{M}{L_{eq}} \sum(\xi_k d\xi)$  (5)

xét riêng  $\sum(\xi_k d\xi) = 2 \times \int_0^{L_{eq}/2} \xi d\xi = 2 \times \frac{\xi^2}{2} \Big|_0^{L_{eq}/2} = \frac{L_{eq}^2}{4}$  (6)

thay (6) vào (5):  $\sum(m_k \xi_k) = \frac{M}{L_{eq}} \times \frac{L_{eq}^2}{4} = \frac{ML_{eq}}{4}$  (7)

thay (7) vào (4):  $M_C^S = \frac{ML_{eq}}{4} \ddot{x}_g$  (8)

Giá trị của các phản lực liên kết tại đầu mút A và B xác định như sau:

$$\begin{cases} R_{kx} = k_x x_B \\ M_{k\theta} = k_\theta \theta \\ M_{c\theta} = c_\theta \dot{\theta} \end{cases} \quad (9)$$

Độ cứng và hệ số cản tương đương của hệ cọc-đất xác định trong công thức (9) xác định theo [4,5] các công thức:

$$k_x = dE_s \left( \frac{E_p}{E_s} \right)^{0,21} \quad (10)$$

$$k_\theta = 0,15d^3 E_s \left( \frac{E_p}{E_s} \right)^{0,75} \quad (11)$$

$$c_\theta = 1,4d\pi\rho_s V_s \quad (12)$$

trong đó  $\rho_s$  và  $V_s$  tương ứng là khối lượng riêng và vận tốc truyền sóng của đất.

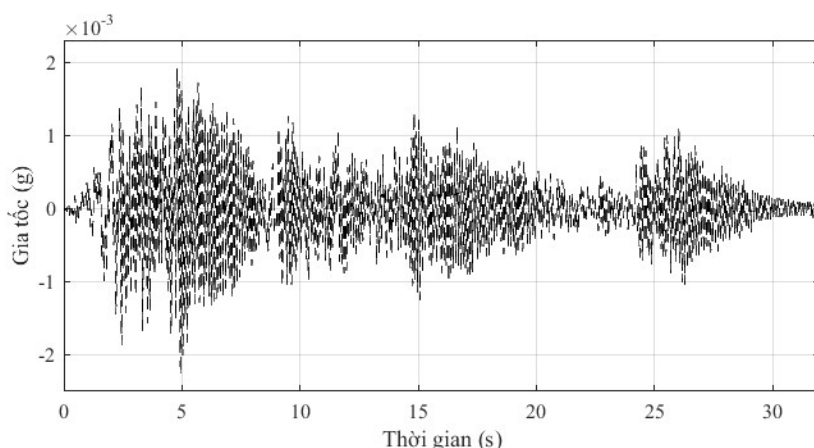
Áp dụng định lý chuyển động khối tâm, ta được hệ phương trình vi phân chuyển động của mô hình móng cọc đơn dưới tác dụng của ngoại lực và gia tốc động đất:

$$\begin{cases} M\ddot{x}_C = -R_{kx} - R_x^S + H_x \\ J_C \ddot{\theta} = R_{kx} \frac{L_{eq}}{2} - M_{k\theta} - M_{c\theta} - M_C^S + H_x \frac{L_C}{2} + M_r \end{cases} \quad (13)$$

trong đó,  $J_C = M \frac{L_{eq}^2}{12}$  là mô-men quán tính khối lượng của mô hình móng lấy đối với khối tâm C.

### 3. VÍ DỤ TÍNH TOÁN

Khảo sát móng cọc đơn làm bằng thép, có tiết diện hình trụ rỗng, đường kính ngoài là  $d = 1,0$  m, bề dày thành cọc là  $0.1$  m, chiều dài cọc là  $25$  m, mô-đun đàn hồi của cọc là  $E_p = 2,5 \times 10^8$  kPa. Cọc ngàm vào môi trường đất là sét cứng, chân cọc là nền đá, đất nền có mô-đun đàn hồi không đổi dọc theo chiều sâu phân bố của đất là  $E_s = 172$  MPa, hệ số Poát-xông là  $\nu = 0,4$ , khối lượng riêng là  $\rho_s = 1,9$  T/m<sup>3</sup> [3]. Gia tốc kích thích nền là gia tốc của trận động đất El Centro (1940), biểu đồ gia tốc theo thời gian như Hình 2 [6]. Gia tốc cực đại của trận động đất là  $0,318g$ , tại thời điểm  $2,02$  s; với  $g = 9,81$  m/s<sup>2</sup>, là gia tốc trọng trường.



**Hình 2.** Gia tốc động đất El Centro (1940) [6].

Suy ra, mô-đun chịu cắt của nền đất là  $G_s = \frac{E_s}{2(1+\nu)} = \frac{172}{2(1+0,4)} = 61,5$  MPa, vận tốc truyền sóng là  $V_s = \sqrt{\frac{G_s}{\rho_s}} = \sqrt{\frac{61,5 \times 10^6}{1,9 \times 10^3}} = 180$  m/s. Áp dụng công thức (2), chiều dài cọc có hiệu:  $L_{eq} = 2d \left(\frac{E_p}{E_s}\right)^{0,25} = 2 \times 1,0 \times \left(\frac{2,5 \times 10^5}{172}\right)^{0,25} = 12,35$  m. Khối lượng của mô hình cọc:  $M = L_{eq} \frac{\pi}{4} (d^2 - d_{trống}^2) \gamma = 12,35 \times \frac{\pi}{4} \times (1^2 - 0,8^2) \times 7850 = 27,40 \times 10^3$  kg. Mô-men quán tính của mô hình cọc đối với trục trục giao với Hình 1 (c) đi qua khối tâm C:  $J_C = M \frac{L_{eq}^2}{12} = 27,40 \times 10^3 \times \frac{12,35^2}{12} = 348,23 \times 10^3$  kgm<sup>2</sup>. Áp dụng công thức (10), độ cứng đàn hồi của lò xo thẳng tương đương:  $k_x = dE_s \left(\frac{E_p}{E_s}\right)^{0,21} = 1 \times 172 \times \left(\frac{2,5 \times 10^5}{172}\right)^{0,21} = 0,79 \times 10^9$  N/m. Áp dụng công thức (11), độ cứng đàn hồi của lò xo xoắn tương đương:  $k_\theta = 0,15d^3 E_s \left(\frac{E_p}{E_s}\right)^{0,75} = 0,15 \times 1^3 \times 172 \times \left(\frac{2,5 \times 10^5}{172}\right)^{0,75} = 6,07 \times 10^9$  Nm/rad. Áp dụng công thức (12), hệ số cản tương đương:  $c_\theta = 1,4d\pi\rho_s V_s = 1,4 \times 1 \times 3,14 \times 1,9 \times 10^3 \times 180 = 1,5 \times 10^6$  Nm/s.

Bài toán xét mô hình cọc chỉ chịu tác dụng của tải trọng là gia tốc động đất, ngoại lực chưa được xét đến nên  $H_x = 0$  và  $M_r = 0$ , phương trình (13) trở thành:



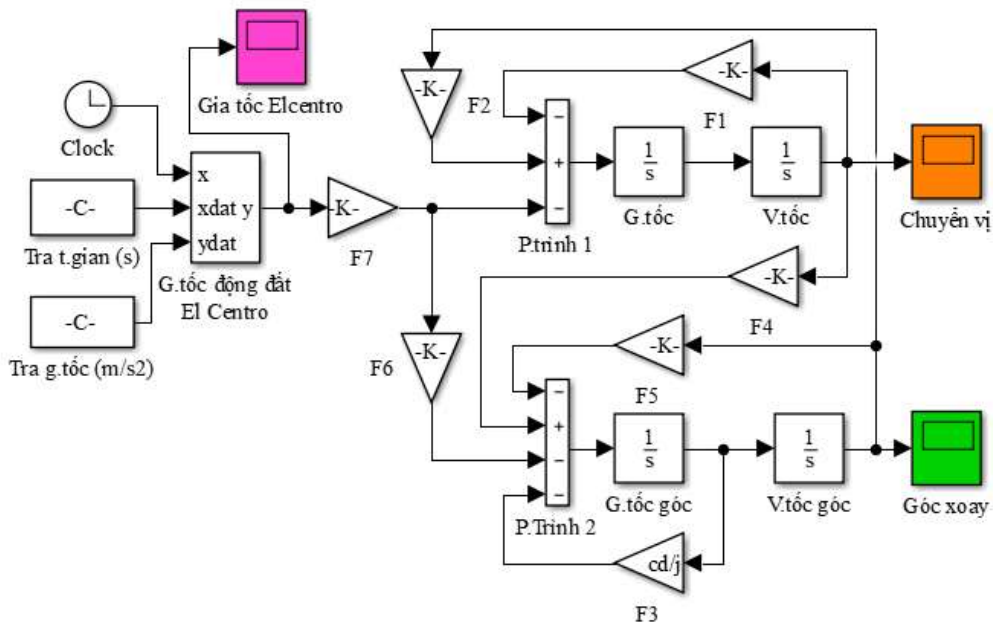
$$\begin{cases} M\ddot{x}_C = -k_x \left( x_C - \frac{L_{eq}}{2} \theta \right) - M\ddot{x}_g \\ J_C\ddot{\theta} = k_x \left( x_C - \frac{L_{eq}}{2} \theta \right) \frac{L_{eq}}{2} - k_\theta \theta - c_\theta \dot{\theta} - \frac{ML_{eq}}{4} \ddot{x}_g \end{cases} \quad (14)$$

Phương trình (14) được viết dưới dạng phân ly biến số như phương trình (15) và dạng véc-tơ như phương trình (16).

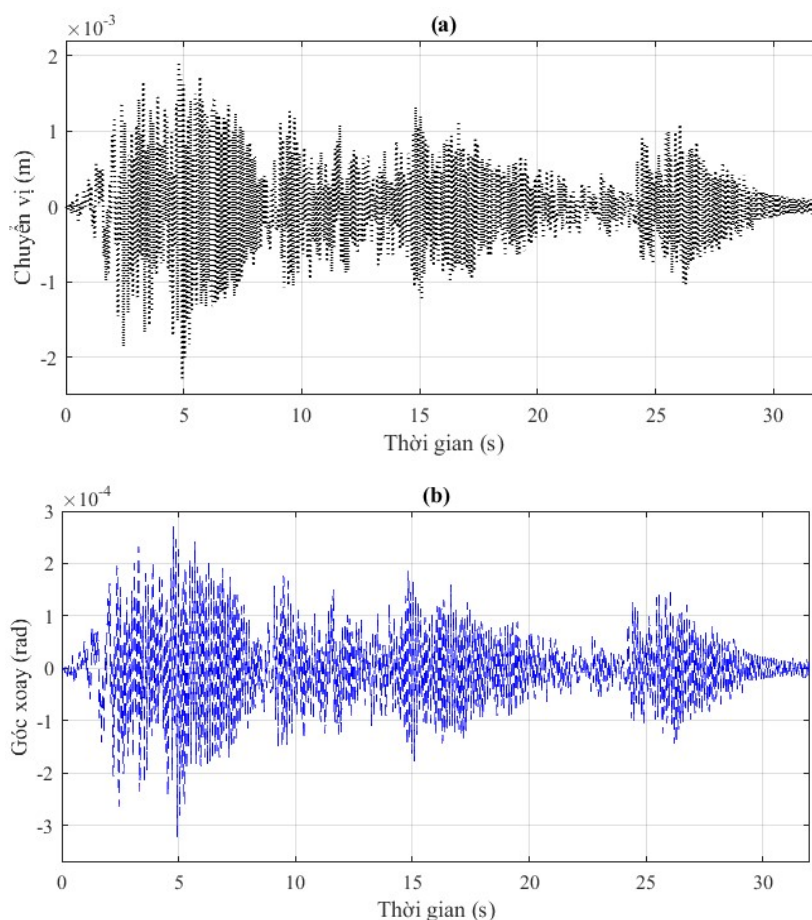
$$\begin{cases} \ddot{x}_C = -\frac{k_x}{M} x_C + \frac{k_x L_{eq}}{2M} \theta - \ddot{x}_g \\ \ddot{\theta} = -\frac{c_\theta}{J_C} \dot{\theta} + \frac{k_x L_{eq}}{2J_C} x_C - \frac{k_x (L_{eq})^2 + 4k_\theta}{4J_C} \theta - \frac{ML_{eq}}{4J_C} \ddot{x}_g \end{cases} \quad (15)$$

$$\begin{Bmatrix} \ddot{x}_C \\ \ddot{\theta} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & -\frac{c_\theta}{J_C} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \dot{x}_C \\ \dot{\theta} \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} -\frac{k_x}{M} & \frac{k_x L_{eq}}{2M} \\ \frac{k_x L_{eq}}{2J_C} & -\frac{k_x (L_{eq})^2 + 4k_\theta}{4J_C} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} x_C \\ \theta \end{Bmatrix} - \begin{Bmatrix} 1 \\ \frac{ML_{eq}}{4J_C} \end{Bmatrix} \ddot{x}_g \quad (16)$$

Phương trình (16) được mô phỏng bằng công cụ MATLAB-Simulink với sơ đồ có dạng như Hình 3. Theo [7], với tải trọng lặp theo bước thời gian như tải trọng động đất, bước thời gian tích phân  $\Delta t$  phải nhỏ hơn  $\Delta t_{gh} = 0,2$  s. Trong bài báo này, tích phân số được thực hiện thông qua phương pháp Runge-Kutta với bước thời gian  $\Delta t = 0,1\Delta t_{gh} = 0,1 \times 0,2 = 0,02$  s. Ngoài ra, bài báo chỉ khảo sát với tải trọng động đất, hệ chuyển động từ trạng thái tĩnh, nên các tích phân đầu đều được thiết lập với giá trị bằng 0; cuối bước tính toán  $n$  sẽ là điều kiện đầu cho bước tính toán tiếp theo thứ  $n + 1$ . Kết quả phân tích tương tác hệ móng cọc đơn và đất nền là chuyển vị ngang của khối tâm C, xem Hình 4 (a); và chuyển vị góc quay như Hình 4 (b). Giá trị cực đại thu được của chuyển vị ngang khối tâm C là  $2,28 \times 10^{-3}$  m và góc xoay là  $3,20 \times 10^{-4}$  rad tại thời điểm 4,94 s.



Hình 3. Sơ đồ mô phỏng phương trình (16) với MATLAB-Simulink.



Hình 4. Phản ứng của cọc theo thời gian: (a) chuyển vị  $x_C$ , (b) góc xoay  $\theta$ .

#### 4. KẾT LUẬN

Với đặc điểm chuyển động của mô hình móng là dịch chuyển theo phương ngang cùng với khối tâm và xoay quay khối tâm trong mặt phẳng khảo sát, đây là đặc trưng của chuyển động song phẳng của vật rắn. Từ nhận định đó, bài báo đã xây dựng hệ phương trình vi phân chuyển động của mô hình móng cọc đơn.

Thông qua ví dụ cụ thể cho trường hợp móng cọc đơn có đường kính 1,0 m, chôn sâu vào nền sét cứng 25 m, và chịu kích thích nền là tải trọng động đất El Centro (1940). Bài báo đã thực hiện mô phỏng bằng công cụ MATLAB-Simulink từ đó xác định được chuyển vị của khối tâm và góc xoay của mô hình móng. Giá trị cực đại thu được của chuyển vị ngang khối tâm C là  $2,28 \times 10^{-3}$  m và góc xoay là  $3,20 \times 10^{-4}$  rad tại thời điểm 4,94 s.

Kết quả của bài báo là cơ sở để thực hiện các nghiên cứu tiếp theo khi xét đồng thời hệ đất nền-móng cọc đơn-kết cấu phân trên chịu tải trọng động đất.

#### LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Giao thông vận tải trong đề tài mã số T2024-PHII\_CT-006.

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Huỳnh Văn Quân và Trần Huy Thiệp, Đề xuất giải pháp phân tích ứng xử động của móng cọc đơn trụ điện gió xa bờ, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Thái Nguyên, 11 (2022) 222-229. <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.6280>.
- [2]. X. Targ, Giáo trình giản yếu cơ học lý thuyết, NXB Đại học và Trung học chuyên nghiệp, Hà Nội, 1976.
- [3]. G. Gazetas and R. Dobry, Horizontal response of piles in layered soils, Journal of Geotechnical engineering, 110 (1984) 20-40. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9410\(1984\)110:1\(20\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9410(1984)110:1(20)).
- [4]. G. Gazetas, Foundation vibrations, in: H. Y. Fang (Eds.), Foundation Engineering Handbook, Springer, Boston, MA, 1991, pp. 553-593. [https://doi.org/10.1007/978-1-4757-5271-7\\_15](https://doi.org/10.1007/978-1-4757-5271-7_15).
- [5]. X. Karatzia and G. Mylonakis, Horizontal stiffness and damping of piles in inhomogeneous soil, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 143 (2017) 04016113. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)GT.1943-5606.0001621](https://doi.org/10.1061/(ASCE)GT.1943-5606.0001621).
- [6]. Vibrationdata.com website, El Centro earthquake page. <http://www.vibrationdata.com/elcentro.htm>, truy cập ngày 2 tháng 4 năm 2024.
- [7]. A. K. Chopra, Dynamics of Structures, 1st ed., Prentice Hall, New Jersey, 1995.

## **ẢNH HƯỞNG CỦA NHỮNG PHẢN HỒI CỦA GIÁO VIÊN LÊN KỸ NĂNG VIẾT CỦA SINH VIÊN ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI**

**Hoàng Thị Xuân\***

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

\*Tác giả liên hệ: Email: htxuan@utc.edu.vn

**Tóm tắt:** Phản hồi là thông tin quan trọng mà giáo viên gửi tới sinh viên liên quan tới các lỗi mà sinh viên mắc phải trong quá trình học. Mục đích của phản hồi của giáo viên là cải thiện được năng lực học tập của sinh viên. Trong kỹ năng viết tiếng Anh, phản hồi của giáo viên là rất quan trọng để cải thiện được kỹ năng viết của sinh viên. Viết là một quá trình phức tạp, và để viết được một câu hoàn chỉnh thì các từ cần được sử dụng chính xác để người đọc có thể hiểu được mục đích của tác giả trong các bài viết của mình. Do đó, nghiên cứu này nhằm mục đích tìm ra được các loại phản hồi mà giáo viên sử dụng để nhận xét cho bài viết của sinh viên, và liệu rằng những phản hồi này có cải thiện được kỹ năng viết của sinh viên hay không. Để thu thập dữ liệu, tác giả nghiên cứu đã phỏng vấn năm giáo viên dạy tiếng Anh và mười sinh viên tại Trường Đại học Giao thông vận tải. Ngoài phỏng vấn ra, tác giả đã phân tích 50 bài viết luận tiếng Anh trình độ B2 đã được giáo viên chấm và ghi nhận xét cụ thể. Tác giả nghiên cứu đã tìm thấy rằng giáo viên đã sử dụng hai loại phản hồi: phản hồi bằng lời nói và phản hồi bằng chữ viết khi chấm bài cho của sinh viên. Ngoài ra, tác giả cũng thấy rằng hầu hết sinh viên đều có sự tiến bộ sau khi họ nhận được phản hồi từ giáo viên. Hầu hết sinh viên đều nhận thức được rằng các phản hồi của giáo viên đều rất hiệu quả và có thể cải thiện được chất lượng bài viết của họ.

**Từ khóa:** sự phản hồi, sự phản hồi của giáo viên, kỹ năng viết, viết, phản hồi bằng lời nói, phản hồi bằng chữ viết

### **1. ĐẶT VẤN ĐỀ**

Viết là một trong những kỹ năng quan trọng nhất trong quá trình học tiếng Anh. Kỹ năng Viết bao gồm sự phát triển về ý tưởng, sự biểu đạt về ngôn ngữ và trải nghiệm đối với các chủ đề viết khác nhau. Mỗi đối tượng người học lại có những ý tưởng, trình độ ngôn ngữ và hiểu biết về các chủ đề khác nhau. Do đó, việc dạy kỹ năng Viết là một thách thức lớn đối với người dạy ngoại ngữ nói chung và tiếng Anh nói riêng. Để giúp sinh viên đạt kết quả tốt nhất trong việc học kỹ năng viết, giáo viên không chỉ áp dụng các đường hướng dạy viết phù hợp và còn phải áp dụng các phương pháp phản hồi sao cho hiệu quả.

Trong giảng dạy kỹ năng viết tiếng Anh, việc đưa ra phản hồi đối với các bài viết của sinh viên là một điều cần thiết bởi vì việc này có thể phân tích được các lỗi sai mà sinh viên mắc phải. Mặc dù các phản hồi, nhận xét của giáo viên đối với bài viết của sinh viên là rất quan trọng, nhưng theo quan sát thì nhiều sinh viên chưa biết cách xem lại các

lỗi sai trong bài viết và chưa biết cách sửa lại bài viết của mình cho tốt hơn. Dựa trên thực trạng đó, hai câu hỏi nghiên cứu đã được đưa ra trong nghiên cứu này.

- (1) Giáo viên đã đưa ra các loại phản hồi gì đối với bài viết của sinh viên?
- (2) Loại phản hồi nào có thể giúp sinh viên cải thiện được kỹ năng viết của mình?

## **2. CƠ SỞ LÝ LUẬN**

Theo Chukharev-Hudilainen & Saricaoglu (2016), việc đưa ra thông tin phản hồi nhằm cải thiện những chiến lược và kỹ năng học của sinh viên cần dựa trên các loại phản hồi mà giáo viên đưa ra. Việc đưa ra phản hồi là quan trọng vì sinh viên sẽ biết được những lỗi nào mà mình đã mắc phải (Elola & Oskoz, 2016). Trong việc đánh giá sinh viên thì phản hồi là yếu tố quan trọng vì nó cũng cấp những thông tin về việc sinh viên đang làm gì liên quan tới mục tiêu học tập trên lớp (Brookhart, 2008). Để giám sát việc học của sinh viên, giáo viên đưa ra những phản hồi để cải thiện chiến lược học của họ. Ngoài ra, Paul (2011) cũng nhấn mạnh rằng phản hồi là để quyết định xem sinh viên đã đạt được những thành công gì và mắc những lỗi gì trong bài viết của họ. Từ phản hồi của giáo viên, sinh viên có thể dễ dàng nhận được các lỗi mà họ mắc phải. Từ đó, phản hồi của giáo viên có ảnh hưởng to lớn tới việc học và thành tựu mà sinh viên đạt được.

Khi giáo viên đưa ra những phản hồi tích cực tới sinh viên, sinh viên sẽ cảm thấy thích thú hơn và tự bản thân họ sẽ dễ dàng hiểu bài học hơn (Hamre and Pianta 2001). Trong khi đó, những phản hồi tiêu cực có thể làm cho sinh viên mất động lực trong việc học vì sinh viên sẽ cảm thấy sợ giáo viên (Brookhart (2017)). Hattie and Timperley (2007) cũng miêu tả phản hồi được định nghĩa như những thông tin được đưa ra nhằm tới một chủ thể nào đó (giáo viên, bạn bè, sách báo, bố mẹ, ông chủ, v.v) trong mối quan hệ có liên quan tới việc thực hiện hoặc hiểu một vấn đề gì đó.

Trong nghiên cứu này, phản hồi được định nghĩa là sự khích lệ, sự hướng dẫn từ giáo viên đối với sinh viên nhằm làm tăng động lực học tập nhằm mục đích giúp sinh viên có thể đạt kết quả học tập tốt hơn. Để đạt được mục tiêu học tập, vai trò của giáo viên trong việc đưa ra phản hồi là cần thiết (Ellis, 2010; Elola & Oskoz, 2016). Phản hồi của giáo viên là điều rất quan trọng đối với sinh viên trong quá trình dạy và học. Một phản hồi tốt có thể quyết định chất lượng lớp học và nó giúp sinh viên hiểu được họ đang học gì, hiểu gì và muốn làm gì. Từ đó giúp sinh viên nhận thức được rằng họ đã biết kiểm soát việc học của chính mình (Evan et al., 2010). Ngoài ra, trong quá trình dạy kỹ năng viết, phản hồi của giáo viên là vô cùng cần thiết vì nó có thể làm giảm bớt các lỗi mà sinh viên mắc phải trong bài viết của mình, và từ đó giúp sinh viên có thể viết được các câu văn tốt hơn, các bài luận hoàn chỉnh hơn.

Phản hồi của giáo viên trong kỹ năng viết là rất thiết yếu đối với sinh viên vì nó có thể dễ dàng phân tích các lỗi sai của sinh viên (Fan & Xu, 2020). Trong các lớp học tiếng Anh thì kỹ năng viết được coi là kỹ năng khó học nhất và để thành thạo được kỹ năng viết tiếng Anh đòi hỏi người học cần có được một số kỹ năng nhất định như cách tìm ý và diễn đạt các ý thành các câu, đoạn hoàn chỉnh (Ferris, 2010). Ngoài ra, Recharads and Renandya (2002) cũng chỉ ra rằng “Kỹ năng viết là kỹ năng khó học nhất

đối với người học ngoại ngữ. Cái khó không chỉ nằm ở việc viết ý và sắp xếp ý, nó còn ở chỗ sắp xếp các ý thành bài viết có ý nghĩa.” Brown Douglas (2004) cũng chỉ ra rằng “chúng ta hoàn toàn hiểu về sự khó khăn trong việc học viết tốt ở bất kỳ ngôn ngữ nào, thậm chí là ngôn ngữ mẹ đẻ.

Ở trường đại học, giáo viên đưa ra những phản hồi cho sinh viên khi họ hoàn thành hoạt động viết của mình ở trên lớp. Sinh viên được yêu cầu viết các đoạn văn hoặc bài luận hoàn chỉnh. Sau khi sinh viên hoàn thành xong bài viết của mình, giáo viên thường thu bài viết và chấm bài. Giáo viên chấm bài bằng cách đánh dấu các lỗi sai, chỉ rõ các lỗi sai (ngữ pháp, từ vựng, liên kết, v.v), thêm hoặc loại bỏ các thông tin sai. Sau đó, giáo viên trả bài cho sinh viên để họ biết được các lỗi trong bài viết của mình. Trong thực tế, sinh viên cảm thấy không dễ dàng để có thể hoàn thành được bài viết của mình vì nhiều sinh viên thiếu kỹ năng viết như lập dàn ý, viết nháp, kiểm tra bài viết trước khi nộp bài. Do đó, nghiên cứu này nhằm mục đích tìm ra được các loại phản hồi mà giáo viên đưa ra cho sinh viên và loại phản hồi nào có thể giúp sinh viên cải thiện tốt nhất kỹ năng viết của mình.

### **3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

#### **3.1. Câu hỏi nghiên cứu**

- (1) Giáo viên đã đưa ra các loại phản hồi gì đối với bài viết của sinh viên?
- (2) Loại phản hồi nào có thể giúp sinh viên cải thiện được kỹ năng viết của mình?

#### **3.2. Mục tiêu của nghiên cứu**

Nghiên cứu nhằm mục đích tìm ra những loại phản hồi và giáo viên đưa ra đối với bài viết của sinh viên. Đồng thời, nghiên cứu cũng có mục đích xác định loại phản hồi nào có thể giúp sinh viên cải thiện được kỹ năng viết của mình. Chủ thể của nghiên cứu là giáo viên và sinh viên tại Trường Đại học Giao thông vận tải. Dựa vào những kết quả tìm được, nghiên cứu sẽ chỉ ra những cách phản hồi mà giáo viên nên sử dụng để nâng cao được kỹ năng viết cho sinh viên.

#### **3.3. Tầm quan trọng của nghiên cứu**

Nghiên cứu này rất quan trọng đối với giáo viên và sinh viên vì nó giúp xác định được các loại phản hồi mà giáo viên đưa ra đối với bài viết của sinh viên. Qua việc xác định các loại phản hồi có thể giúp sinh viên cải thiện được kỹ năng viết, nghiên cứu có thể giúp giáo viên và sinh viên có cái nhìn khách quan hơn về việc dạy và học kỹ năng viết. Ngoài ra, nó cũng giúp sinh viên nhận biết được tầm quan trọng của các phản hồi mà giáo viên đưa ra; từ đó sinh viên có thể cải thiện được kỹ năng viết của mình.

#### **3.4. Công cụ nghiên cứu và phân tích dữ liệu**

Tác giả nghiên cứu sử dụng phương pháp nghiên cứu định tính và định lượng. Trong nghiên cứu này, tác giả đã chọn trường đại học giao thông vận tải là địa điểm nghiên cứu. Tác giả sử dụng các phương thức như quan sát, phỏng vấn và phân tích bài viết luận thu thập được từ môn học. Ngoài ra, chủ thể của nghiên cứu là giáo viên dạy tiếng anh và sinh viên đang học các lớp tiếng anh trình độ b2. Để thu thập được tài liệu, giáo viên đã quan sát cách giáo viên đưa ra phản hồi tới sinh viên trong các tiết

học viết. Bên cạnh đó, tác giả nghiên cứu cũng phỏng vấn giáo viên và sinh viên để có được nhiều dữ liệu đáng tin cậy hơn.

### **3.5. Phương pháp lấy mẫu**

Đối tượng của nghiên cứu này là giáo viên và sinh viên đang dạy và học chương trình tiếng Anh B2 tại Trường Đại học Giao thông vận tải. Ngoài ra, 50 bài viết của sinh viên cũng được thu thập để phân tích các phản hồi của giáo viên. Để có được các thông tin liên quan đến việc giảng dạy kỹ năng viết, tác giả đã phỏng vấn 5 giảng viên tiếng Anh và 10 sinh viên có thêm các dữ liệu đáng tin cậy hơn.

### **3.6. Đối tượng nghiên cứu**

Đối tượng nghiên cứu là giáo viên và sinh viên các lớp tiếng Anh trình độ B2 tại Trường Đại học Giao thông vận tải.

## **4. KẾT QUẢ**

Thông qua việc nghiên cứu đã phân tích các phản hồi nhận xét của giáo viên đối với 50 bài viết của sinh viên và việc phỏng vấn giáo viên, sinh viên, cũng như quan sát các lớp học, tác giả đã thấy rằng giáo viên sử dụng chủ yếu hai loại phản hồi: phản hồi bằng chữ viết (nhận xét trực tiếp vào bài viết của sinh viên) và phản hồi bằng lời nói trực tiếp.

Những bảng dưới đây chỉ ra dữ liệu của nghiên cứu. Dữ liệu được chia ra làm hai loại: loại thứ nhất là các cách mà giáo viên đưa ra phản hồi đối với bài viết sinh viên, còn loại thứ hai là các nội dung được nhận xét.

Stt	Các loại phản hồi	Tần suất	Phần trăm
1	Phản hồi trực tiếp bằng lời nói	40	80%
2	Phản hồi trực tiếp bằng chữ viết	50	100%

**Bảng 1:** các loại phản hồi

100% các bài viết được nghiên cứu đều nhận được phản hồi trực tiếp bằng chữ viết của giáo viên. Kiểu phản hồi này được chia làm hai loại: loại phản hồi được mã hóa và loại phản hồi không được mã hóa. Đối với loại phản hồi được mã hóa, giáo viên đều để lại các kí hiệu trên bài viết khi chấm bài. Giáo viên thường sử dụng các kí hiệu như gạch chân, khoanh tròn, gạch chéo, ghi điểm, hoặc dấu hỏi chấm. Giáo viên đưa ra những phản hồi có các kí hiệu này đối với các bài viết của sinh viên có mắc các lỗi và cần được sửa. Ngoài ra, giáo viên cũng sử dụng các phản hồi không có mã hóa. Thay vì viết các kí hiệu trên thì giáo viên lại sửa trực tiếp lỗi từ, lỗi câu cho sinh viên. Giáo viên đưa ra đáp án đúng, hoặc các gợi ý thay thế trực tiếp vào bài để sinh viên có thể nhận ra ngay các lỗi và hướng sửa chữa.

Ngoài việc viết nhận xét trực tiếp vào bài viết của sinh viên, giáo viên cũng thường xuyên đưa ra những nhận xét bằng lời nói trực tiếp. 100% giáo viên được phỏng vấn đều khẳng định rằng giáo viên nhận xét bằng lời nói về các điểm mạnh, điểm yếu, các lỗi mà sinh viên mắc phải cho khoảng 80% các bài viết. Tác giả nghiên cứu cũng tìm thấy rằng phản hồi trực tiếp bằng lời nói được chia ra làm hai điểm: tính thực tiễn và mục tiêu của phản hồi. Xét về tính thực tiễn, giáo viên sử dụng phản hồi trực tiếp bằng lời nói để giải

thích rõ ràng những phản hồi trực viết bằng chữ viết mà giáo viên đã ghi chú trong bài viết của sinh viên. Giáo viên chọn khoảng 3 đến 5 bài viết để sửa trực tiếp trước mặt cả lớp và ghi ra các đáp án đúng trên bảng. Giáo viên gọi khoảng 3 hoặc 4 sinh viên viết bài của mình trên bảng và đưa ra những nhận xét bằng lời nói. Sau khi sinh viên hoàn thành bài viết của mình, giáo viên sẽ đưa ra những nhận xét ngay trên lớp. Xét về mục tiêu của phản hồi, giáo viên giải thích các lỗi mà sinh viên mắc phải. Giáo viên đưa ra phản hồi ngay trước cả lớp nhằm mục đích giúp sinh viên có thể hiểu rõ hơn về các nhận xét được giáo viên ghi trên bài viết của sinh viên.

Stt	Nội dung nhận được nhận xét	Số lượng bài viết được nhận xét	Phần trăm
1	Bố cục bài viết	6	12%
2	Sự phát triển ý (nội dung)	15	30%
3	Ngữ pháp	36	72%
4	Từ vựng và chính tả	28	54%
5	Sự liên kết và tính mạch lạc	18	36%

**Bảng 2:** Các nội dung được nhận xét

Với hình thức phản hồi trực tiếp bằng chữ viết, giáo viên đưa ra những nhận xét trực tiếp vào bài viết của sinh viên. Giáo viên thường sử dụng các kí hiệu như gạch chân, khoanh tròn, gạch chéo, ghi điểm, hoặc dấu hỏi chấm. Những kí hiệu này thường được đánh dấu lên các bài viết mắc lỗi và giáo viên thường chỉnh sửa lại các lỗi sai cho sinh viên. Những lỗi sai mà giáo viên ghi chú trong bài viết của sinh viên thường thuộc các nhóm sau: cấu trúc tổ chức đoạn văn hoặc bài văn, sự phát triển lô gic các ý trong bài, sự đa dạng và chính xác về mặt ngữ pháp, chính tả, dấu câu, cách sử dụng từ vựng, sự liên kết và tính mạch lạc.

Dựa trên dữ liệu của bảng 2 thì giáo viên thường đưa ra nhận xét nhiều nhất về ngữ pháp (72%)..qua việc xem xét các nhận xét mà giáo viên đã ghi chú trên bài viết của sinh viên cho thấy sinh viên vẫn mắc rất nhiều các lỗi ngữ pháp khác nhau. Tuy nhiên, lỗi phổ biến trong 50 bài viết được nghiên cứu thuộc về các lỗi danh từ số ít, danh từ số nhiều, chia động từ, và từ loại. Một nhận xét khác mà giáo viên thường xuyên đưa ra đó là nhận xét về từ vựng và chính tả. Qua nghiên cứu các bài viết của sinh viên, tác giả nhận thấy rất nhiều bài viết của sinh viên sử dụng sai từ vựng và viết sai chính tả nhiều từ vựng trong tiếng anh. Để viết được một đoạn văn hoặc một bài viết hoàn chỉnh thì việc phát triển ý và sự liên kết các ý trong đoạn văn đóng một vai trò rất quan trọng. Trong số các bài viết được nghiên cứu thì có khoảng 15% đến 18% bài viết chưa đáp ứng được yêu cầu phát triển ý và tạo sự liên kết giữa các ý trong câu. Xét về bố cục bài viết thì hầu như các bài viết đã đạt yêu cầu. Chỉ có 6% số bài viết là được giáo viên đưa ra nhận xét cần chỉnh lại bố cục bài viết.

Stt	Loại phản hồi	Số sinh viên	Phần trăm
1	Phản hồi trực tiếp bằng lời nói	7	70%
2	Phản hồi trực tiếp bằng chữ viết	10	100%

**Bảng 3:** loại phản hồi giúp cải thiện kỹ năng viết của sinh viên



Trong số 10 sinh viên tham gia phỏng vấn thì có 7 sinh viên trả lời rằng những nhận xét trực tiếp bằng lời nói của giáo viên đã giúp cho các em cải thiện được kỹ năng viết của mình. Tuy nhiên, có 3 sinh viên nhấn mạnh rằng các em thường không nhớ được hết các phản hồi của giáo viên, thậm chí có sinh viên không chú ý tới những nhận xét này. Do đó, các em chưa thể cải thiện bài viết của mình cho tốt hơn. Trái ngược với tình trạng trên, 100% sinh viên tham gia phỏng vấn đều khẳng định rằng phản hồi trực tiếp bằng chữ viết giúp các em cải thiện được kỹ năng viết của mình. Thông qua việc giáo viên nhận xét các lỗi mà sinh viên mắc phải, các em có thể viết lại bài viết đó theo sự hướng dẫn của giáo viên. Sinh viên cũng nhận ra các lỗi và rút kinh nghiệm trong các bài viết tiếp theo. Qua đó, sinh viên dần dần đã cải thiện được kỹ năng viết của mình.

Tác giả nghiên cứu đã nhận được quan điểm của giáo viên và sinh viên về các loại phản hồi có thể giúp sinh viên cải thiện được kỹ năng viết của mình. Ở trường đại học giao thông vận tải, các giáo viên được phỏng vấn cho rằng ngoài những sinh viên rất chú tâm tới những nhận xét mà giáo viên ghi trên bài viết thì vẫn còn nhiều sinh viên không chú tâm tới các phản hồi của giáo viên và chưa có ý thức cải thiện kỹ năng viết của mình. Đối với những sinh viên có ý thức học tập thì kỹ năng viết đã được cải thiện rõ rệt sau khi nhận được phản hồi của giáo viên. Giáo viên biết rằng sinh viên chỉ có thể cải thiện được kỹ năng viết bằng cách chú ý tới mỗi bài viết, những nhận xét mà giáo viên đưa ra và có tinh thần luyện tập viết. Do đó, dù là phản hồi trực tiếp bằng lời nói hay phản hồi trực tiếp bằng chữ viết thì cũng đều có thể giúp sinh viên cải thiện được kỹ năng viết của mình.

## **5. THẢO LUẬN**

Trong phần này, tác giả nghiên cứu sẽ thảo luận những kết quả tìm được liên quan tới giả thiết một cách thận trọng. Nghiên cứu nhằm mục đích tìm ra các loại phản hồi được giáo viên sử dụng và loại phản hồi nào có thể cải thiện được kỹ năng viết của sinh viên. Dựa trên kết quả tìm được, nghiên cứu đã chỉ ra hai loại phản hồi: phản hồi trực tiếp bằng lời nói và phản hồi trực tiếp bằng chữ viết. Phản hồi bằng lời nói giúp sinh viên sửa lỗi một cách trực tiếp và sinh viên không mất nhiều thời gian để suy nghĩ về cách sửa chữa các lỗi sai. Đối với loại phản hồi trực tiếp bằng chữ viết thì giáo viên dạy tiếng Anh lại đưa ra những phản hồi bằng hình thức viết nhận xét trực tiếp vào bài làm của sinh viên.

Xét về loại phản hồi bằng lời nói, giáo viên tập trung vào các đặc điểm ngôn ngữ mà sinh viên sử dụng trong bài viết của mình. Giáo viên trực tiếp nhận xét về các lỗi và sinh viên mắc phải. Ví dụ như sinh viên mắc các lỗi về trật tự từ, cách sử dụng từ vựng, cấu trúc ngữ pháp, lỗi phát triển ý hoặc bố cục của bài viết. Việc chỉ ra các lỗi này sẽ giúp sinh viên hiểu bài viết của mình hơn và có thể sửa đổi để có được bài viết hoàn chỉnh hơn. Trong lớp học, việc giáo viên phát hiện ra các lỗi sai trong bài viết của sinh và gửi lại phản hồi cho sinh viên sẽ giúp sinh viên sửa lại các bài viết của mình. Bằng cách này, giáo viên đã tạo cơ hội cho sinh viên cải thiện được kỹ năng viết và giúp có sinh viên có thêm sự tự tin khi viết bài.

Loại phản hồi bằng lời nói của giáo viên có thể giúp sinh viên sửa được các bài viết của mình một cách trực tiếp (Lyster & Saito, 2010). Bằng cách này, giáo viên thực hiện việc đưa ra nhận xét ngay trước lớp để sinh viên có thể hiểu được các nhận xét đó

một cách rõ ràng. Bên cạnh đó, những sinh viên được giáo viên yêu cầu viết ngay trên lớp cũng cảm thấy có thêm sự tự tin mặc dù các bài viết của họ có thể cũng mắc nhiều lỗi. Sinh viên sẽ không cảm thấy ngại ngùng khi viết vì giáo viên đã khích lệ sự tự tin của sinh viên. Sự phản hồi của giáo viên đối với bài viết của sinh viên đã trực tiếp khích lệ sinh viên luyện viết nhiều hơn. Mục đích của phản hồi của giáo viên là giúp sinh viên có sự hiểu sâu sắc hơn về các bài viết của mình.

Khi đưa ra nhận xét bằng lời nói, giáo viên có thể đưa ra các nhận xét theo nhóm hoặc theo từng cá nhân. Khi giáo viên đưa ra nhận xét theo nhóm thì có thể giúp các nhóm sinh viên thảo luận các lỗi sai mà giáo viên đã đánh dấu trong bài viết của mình. Mô hình thảo luận này giúp cho sinh viên hiểu được toàn bộ các phản hồi mà giáo viên đã đưa ra. Sinh viên có thể trao đổi với nhau về các lỗi sai mà các thành viên trong nhóm mắc phải. Ngoài ra, giáo viên cũng có thể đưa ra phản hồi với từng cá nhân sinh viên. Giáo viên đưa ra lời khuyên và sự khích lệ để sinh viên cảm thấy rằng mình muốn viết tốt hơn. Trong một buổi học, việc phản hồi tới từng cá nhân sinh viên đóng một vai trò quan trọng vì nó giúp tăng sự yêu thích và kiến thức tới từng sinh viên. Sự phản hồi tới từng cá nhân người học có thể giúp người học đưa ra các câu hỏi, thắc mắc mà người học chưa thực sự hiểu.

Nghiên cứu đã tìm thấy hai loại phản hồi trực tiếp bằng chữ viết: phản hồi sử dụng mã hóa và phản hồi không sử dụng mã hóa. Trong nghiên cứu này, tác giả đã tìm thấy rằng giáo viên đưa ra các phản hồi sử dụng kí hiệu mã hóa thường khoanh tròn, gạch chân, đánh dấu ở các vị trí có chứa lỗi sai. Thêm vào đó, mỗi giáo viên sử dụng một cách sử dụng các kí hiệu riêng. Ngoài việc sử dụng các kí hiệu trên bài viết, một số giáo viên khác có thể sử dụng các loại bút đánh dấu để biểu thị rằng phần đó của bài viết bị mắc lỗi và cần được sửa chữa. Ngoài việc sử dụng các kí hiệu mã hóa khi viết phản hồi lên bài viết của sinh viên thì giáo viên cũng sửa luôn các lỗi sai cho bài viết đó. Đây là hình thức phản hồi không dùng kí hiệu mã hóa. Giáo viên đưa ra các đáp án đúng phía trên hoặc phía dưới của các vị trí chứa lỗi sai. Mục đích của các phản hồi này là giúp sinh viên nhận ra các lỗi sai và nhìn thấy các cách sửa sai ngay lập tức. Điều này cũng sẽ giúp sinh viên dễ dàng cải thiện các bài viết của mình hơn.

## **6. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT**

### **6.1. Kết luận**

Nghiên cứu này đã nhấn mạnh vào các loại phản hồi mà giáo viên đưa ra đối với các bài viết của sinh tại Trường Đại học Giao thông vận tải. Thêm vào đó, nghiên cứu cũng nhấn mạnh vào nhận thức của giáo viên và sinh viên về tầm quan trọng của các phản hồi. Nghiên cứu đã đi đến kết luận dựa trên kết quả tìm được của nghiên cứu và phần thảo luận phía trên. Giáo viên tại Đại học Giao thông Vận tải đã có những cách riêng để đưa ra phản hồi của mình đối với các bài viết của sinh viên. Phản hồi của giáo viên đưa chia làm hai loại: phản hồi bằng lời nói và phản hồi bằng chữ viết. Phản hồi bằng lời nói được đưa ra tại lớp học tới từng cá nhân sinh viên hoặc từng nhóm cá nhân. Phản hồi bằng chữ viết thì được chia làm hai kiểu: kiểu dùng kí hiệu mã hóa và kiểu không dùng kí hiệu mã hóa. Mục đích của các phản hồi của giáo viên là khích lệ sinh viên, giúp sinh viên hiểu được các lỗi sai mà mình mắc phải và cố gắng cải thiện kỹ năng viết của mình.

Trong hai loại phản hồi (phản hồi bằng lời nói và phản hồi vắn chữ viết) thì loại phản hồi bản chữ viết được giáo viên sử dụng thường xuyên hơn. Cách phản hồi này cũng được sinh viên đánh giá là hiệu quả hơn trong việc cải thiện kỹ năng viết của mình. Điều này là bởi vì sinh viên có thể nhìn thấy các lỗi sai mà giáo viên đã chỉ ra trong bài viết, dựa trên những gợi ý sửa chữa của giáo viên mà sinh viên có thể viết lại bài khác đạt chất lượng tốt hơn. Cũng dựa trên những lỗi sai đã được giáo viên chỉ ra, sinh viên cũng sẽ rút kinh nghiệm đối với các bài viết tiếp theo.

## **6.2. Đề xuất**

### **Đối với giáo viên**

Mục đích quan trọng nhất của giáo viên dạy là mang lại những bài học hiệu quả tới người học nhằm mục giúp người học nâng cao được kiến thức cũng như những kỹ năng cần thiết. Để giúp sinh viên cải thiện được kỹ năng viết luận tiếng Anh, giáo viên cần phải áp dụng các phương pháp dạy phù hợp và cần có những chiến lược đưa ra những phản hồi hiệu quả để khuyến khích sự đam mê học tập của sinh viên. Do tính hiệu quả của cả hai cách phản hồi đã được nêu ở trên thì giáo viên nên linh hoạt sử dụng cả hai cách phản hồi này. Sau mỗi bài viết của sinh viên, giáo viên nên chấm bài một cách cẩn thận. Trong quá trình chấm bài, giáo viên đánh dấu, ghi rõ các lỗi mà sinh viên mắc phải. Giáo viên cũng nên ghi rõ các lỗi đó là những lỗi gì. Ví dụ như đó là lỗi ngữ pháp, từ vựng, dấu câu, liên kết câu hay lỗi diễn đạt. Trong một số trường hợp, giáo viên có thể đưa ra gợi ý sửa chữa lỗi cho sinh viên ngay trên bài viết đó. Sau khi trả bài cho sinh viên, giáo viên có thể sử dụng cách phản hồi bằng lời nói. Sinh viên có thể kết hợp vừa nhìn phản hồi bằng chữ viết vừa nghe phản hồi bằng lời nói của giáo viên. Bằng cách này, sinh viên có thể hiểu rõ hơn về bài viết của mình và biết được cách cải thiện bài viết cho tốt hơn

Như đã thảo luận ở trên, phản hồi của giáo viên có ảnh hưởng rất lớn tới việc học của sinh viên. Khi giáo viên đưa ra những phản hồi mang tích cực như lời khen, lời góp ý, lời gợi ý thì sinh viên cũng sẽ có thêm sự khích lệ, động viên và động lực để học tập. Ngược lại, nếu giáo viên chê bai, phản bác hoặc có những phản hồi mang tính tiêu cực thì cũng sẽ khiến sinh viên thấy chán nản và từ đó mất đi động lực học tập. Do đó, giáo viên nên tích cực sử dụng các phản hồi mang tính tích cực để sinh viên có thể có thêm động lực trong các hoạt động học nói chung và việc học viết tiếng Anh nói riêng.

### **Đối với sinh viên**

Sinh viên nên có thái độ nghiêm túc trong việc học nói chung và việc học viết tiếng Anh nói riêng. Kỹ năng viết là một kỹ năng không dễ dàng tiến bộ trong một thời gian ngắn, ngược lại người học chỉ có thể cải thiện được kỹ năng viết của mình sau một quá trình kiên trì học tập. Vì lý do này, người học cần kiên trì luyện tập viết trong suốt khóa học và cả sau khi hoàn thành khóa học.

Trong quá trình học viết, giáo viên đã đưa ra rất nhiều phản hồi, nhận xét với bài viết của sinh viên. Bản thân sinh viên nên dành thời gian nghiên cứu, xem xét các lỗi mà mình mắc phải. Sau đó, sinh viên nên viết lại bài viết dựa trên những gợi ý sửa

chữa lỗi và giáo viên đã chỉ ra. Bằng cách này, sinh viên có thể viết được các bài viết đạt chất lượng tốt hơn và cũng tránh được việc mắc các lỗi sai tương tự trong các bài viết tiếp theo.

Sinh viên cũng cần có cái nhìn đúng đắn về những phản hồi của giáo viên đối với bài viết của mình. Mỗi một phản hồi giáo viên đưa ra đều muốn gửi tới sinh viên một thông điệp nhất định. Ví dụ, khi giáo viên chỉ ra lỗi chia sai động từ trong bài viết của sinh viên thì sinh viên cần hiểu rằng mình cần phải ôn tập lại các kiến thức ngữ pháp về chia động từ để lần sau có thể sử dụng chính xác hơn. Nếu sinh viên làm được điều này sẽ gặt hái được nhiều sự tiến bộ hơn trong học tập.

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES**

- [1]. Brookhart. M. Susan. (2008). *How to Give Effective Feedback to Your Students. 1st Edition*. Alexandria, Virginia USA: Association for Curriculum Development.
- [2]. Brookhart. M. Susan. (2017). *How to Give Effective Feedback to Your Students. 2nd Edition*. Alexandria, Virginia USA: Association for Curriculum Development.
- [3]. Brown Douglas, Abeywicrama Priyanvada. *Language Assessment: Principles and Classroom Practices. Second Edition*. New York: Pearson Longman.
- [4]. Chukharev-Hudilainen, E., & Saricaoglu, A. (2016). *Causal discourse analyzer: Improving automated feedback on academic ESL writing*. *Computer Assisted Language Learning*, 29, 494 -518. <https://doi.org/10.1080/09588221.2014.991795>
- [5]. Elola, I., & Oskoz, A. (2016). *Supporting Second Language Writing Using Multimodal Feedback*. *Foreign Language Annals*, 49, 58 – 74. <https://doi.org/10.1111/flan.12183>
- [6]. Ellis, R. (2010). *Epilogue: A Framework for Investigating Oral and Written Corrective Feedback*. *Studies in Second Language Acquisition*, 32(2), 335–349. <https://doi.org/10.1017/S0272263109990544>
- [7]. Evans, N. W., Hartshorn, K. J., & Tuioti, E. A. (2010). *Written Corrective Feedback: Practitioners' Perspectives*. 31.
- [8]. Fan, Y., & Xu, J. (2020). *Exploring student engagement with peer feedback on L2 writing*. *Journal of Second Language Writing*, 50, 100775. <https://doi.org/10.1016/j.jslw.2020.100775>
- [9]. Ferris, D. R. (2010). *Second language writing research and written corrective feedback in SLA: Intersections and practical applications*. *Studies in Second Language Acquisition*, 32(2), 181–201. <https://doi.org/10.1017/S0272263109990490>
- [10]. Harmer, Jeremy. (2007). *How To Teach Writing*. New York: Longman.

- [11]. Hattie, J., & Timperley, H. (2007). *The power of feedback*. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112.
- [12]. Lyster, R., & Saito, K. (2010). *Oral feedback in classroom SLA: A meta-analysis*. *Studies in Second Language Acquisition*, 32(2), 265–302. <https://doi.org/10.1017/S0272263109990520>
- [13]. Richards, J. C., & Renandya, W. A. (2002). *Methodology in Language Teaching: An Anthology of Current Practice*. Cambridge: Cambridge University Press.

## **ÁP DỤNG MÔ HÌNH “LỚP HỌC ĐẢO NGƯỢC” TRONG GIẢNG DẠY MÔN NGỮ ÂM THỰC HÀNH CHO SINH VIÊN CHUYÊN NGÀNH TIẾNG ANH THƯƠNG MẠI**

**Nguyễn Đỗ Hương Giang\*, Phùng Vân Thủy**

Trường Đại học Kinh tế Quốc dân, 207 Giải Phóng, Đồng Tâm, Hai Bà Trưng, Hà Nội

\*Tác giả liên hệ: Email: [giang.neu.1980@gmail.com](mailto:giang.neu.1980@gmail.com)

**Abstract:** Flipped Classroom is an extremely interesting teaching model in recent years because of its outstanding advantages. On the one hand, this classroom model meets the need to accelerate the application of technology in teaching and learning innovation on strengthening teaching, training and application information technology in the education sector. On the other hand, it also promotes the positive self-learning, self-inquiry of students. With lots of experience in teaching English, the researchers of this article have found out that Flipped Classroom is really useful in teaching Pronunciation. Therefore, in this article, the researchers will focus on using this classroom model in teaching Pronunciation for 60 first-year English-majored students, English Faculty, National Economics University. After 15 weeks with the use of Flipped Classroom model, the students have shown the obvious improvement in pronunciation.

**Key words:** Flipped Classroom, technology, students, Pronunciation

**Tóm tắt:** Trong những năm gần đây với sự bùng nổ của công nghệ thông tin và Internet, việc chia sẻ học liệu cho sinh viên được thực hiện dễ dàng hơn bao giờ hết. Cùng với đó, mô hình lớp học đảo ngược (Flipped Classroom) được áp dụng nhiều trong việc giảng dạy của nhiều môn học. Với môn Ngữ âm thực hành, mô hình lớp học đảo ngược cho thấy rất nhiều ưu điểm. Do đặc trưng của môn học là "thực hành" nên thời gian dành cho việc luyện phát âm có ảnh hưởng mang tính quyết định tới kết quả học tập của môn học này. Trong nghiên cứu này, các tác giả áp dụng mô hình lớp học đảo ngược vào việc giảng dạy môn Ngữ âm thực hành cho 60 sinh viên năm thứ nhất chuyên ngành Tiếng Anh thương mại, khoa Ngoại ngữ kinh tế trường Đại học Kinh tế Quốc dân Hà Nội. Sau 15 tuần học, kết quả điều tra cho thấy đa số sinh viên tham gia mô hình lớp học đảo ngược đều có nhiều tiến bộ trong cách phát âm, và khá thích thú với mô hình lớp học kiểu mới này.

**Từ khóa:** Lớp học đảo ngược, công nghệ thông tin, sinh viên năm thứ nhất, tiến bộ trong phát âm

## **1. ĐẶT VẤN ĐỀ**

### **1.1. Lý do lựa chọn đề tài nghiên cứu**

Lớp học đảo ngược là mô hình dạy học ngược với mô hình truyền thống trong đó các nội dung cần truyền đạt sẽ được gửi cho sinh viên học trước ở nhà. Những hoạt động mà trước đây thường được giao về nhà thì sẽ được thực hiện trong giờ lên lớp. Giáo sư Eric Mazur đóng một vai trò vô cùng quan trọng trong việc phát triển mô hình lớp học đảo ngược. Ông thấy việc truyền đạt thông tin kiến thức được giao về nhà cho sinh viên nghiên cứu trước đã cho ông có nhiều thời gian hướng dẫn sinh viên học tập tốt hơn thay vì dành chủ yếu thời gian trên lớp để giảng bài (Crouch & Mazur, 2001). Việc tương tác của giảng viên và sinh viên trong mô hình lớp học này sẽ được cá nhân hoá và bớt tính giáo huấn, nên sinh viên cảm thấy thoải mái và chủ động hơn trong việc học trên lớp.

Đối với việc dạy và học ngoại ngữ, mô hình lớp học đảo ngược có nhiều ưu điểm, đặc biệt là môn Ngữ âm thực hành. Môn học này được giảng dạy cho sinh viên năm thứ nhất chuyên ngành Tiếng Anh Thương mại của Khoa Ngoại ngữ Kinh tế, Đại học Kinh tế quốc dân. Cách phát âm là thứ dễ nhận thấy nhất khi chúng ta giao tiếp bằng tiếng Anh, với vốn từ không cần cao siêu và chút ngữ pháp cơ bản, chúng ta đã có thể diễn đạt để người nghe hiểu được một ý mình cần truyền đạt. Nhưng chỉ cần chúng ta phát âm không chuẩn, chúng ta có thể gây sự khó hiểu hoặc thậm chí là hiểu nhầm ý cho người nghe. Phát âm không tốt có thể khiến người nói giảm đi sự tự tin, việc giao tiếp với người khác bị hạn chế và có thể làm giảm sự tin tưởng của người khác đối với mình (Gilakjani, 2012). Nếu không được hướng dẫn cách phát âm chuẩn, sinh viên có thể sẽ phát âm sai. Khi không chú ý tới độ chính xác trong cách phát âm thì khi nói sẽ càng mắc nhiều lỗi phát âm. Nếu ngay từ đầu sinh viên không được hướng dẫn cách phát âm chuẩn, thì phát âm sai sẽ thành thói quen và việc sửa các lỗi phát âm càng khó và mất nhiều thời gian hơn.

Tuy nhiên ngữ âm thực hành là một môn cần nhiều thời gian để thực hành, sinh viên mắc lỗi và học thông qua việc sửa lỗi. Với mô hình lớp học truyền thống, giảng viên sẽ dành thời gian trên lớp để giải thích cho sinh viên cách đặt để lưỡi, cách mở miệng, cách bật hơi v.v, hướng dẫn sinh viên cách phát âm các âm sao cho chuẩn và việc này đã chiếm phần lớn thời lượng trên lớp. Cùng học trong một lớp nhưng mỗi sinh viên lại thấy khó khăn khi phát âm một hoặc một số âm khác nhau. Với mô hình lớp học truyền thống, sinh viên có ít cơ hội được giảng viên sửa lỗi cho từng cá nhân. Lớp học đảo ngược là mô hình dạy học đảo ngược so với mô hình truyền thống, trong đó giảng viên thực hiện các bài giảng, những đoạn video về phần lý thuyết cần truyền đạt tới sinh viên, sau đó giảng viên chia sẻ những bài giảng đó qua Internet để sinh viên chủ động xem trước. Thời gian học trên lớp chỉ dành cho việc giải đáp các thắc mắc của sinh viên, giải thích thêm các phần mà sinh viên chưa hiểu, đặc biệt dành nhiều thời gian cho việc sửa lỗi phát âm cho sinh viên, luyện thêm các bài tập khó. Sau buổi học trên lớp, sinh viên về nhà tiếp tục luyện tập và ghi âm trả bài cho giảng viên.

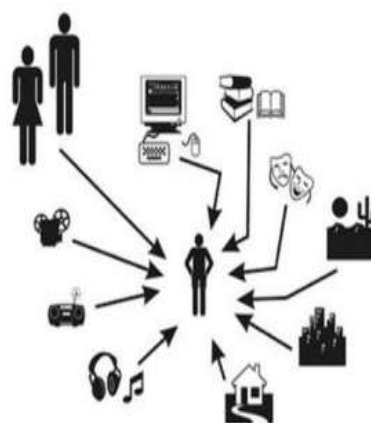
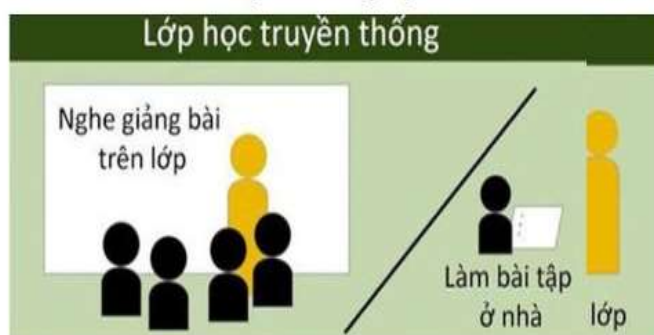
## 1.2. Cơ sở khoa học cho việc áp dụng mô hình lớp học đảo ngược

**1.2.1.** Phương tiện dạy học có sử dụng công nghệ thông tin là một bước thay đổi về chất, làm thay đổi cách thức dạy học theo hướng nhảy vọt. Cùng với sự phát triển của kỹ thuật công nghệ, việc dạy và học ngoại ngữ thực sự dễ dàng hơn nhiều nhờ nguồn tài nguyên học tập rất phong phú và đa dạng trên Internet, các ứng dụng và từ điển trực tuyến. Tất cả đã mang lại sự tiện lợi, đơn giản cho việc học tiếng Anh nói chung và cho môn Ngữ âm thực hành nói riêng. Những trải nghiệm thị giác qua các video clip đầy màu sắc và sinh động đã làm cho việc phát âm của sinh viên dễ dàng hơn. Có thể nói, với mô hình giảng dạy “lớp học đảo ngược” chắc chắn sẽ hấp dẫn hơn đối với sinh viên.

Khi công nghệ thông tin phát triển thì kéo theo đó phương tiện dạy học được phân loại thành hai tầng cơ bản: tầng 1 là các đa phương tiện (multimedia) mang thông tin về nội dung học tập. Tầng 2 là các dịch vụ Internet để truyền tải thông tin tới người học như điện tử, trang web, diễn đàn, tin nhắn, xem phim trực tuyến, hội nghị trực tiếp.... Điều này sẽ giúp cải thiện phát âm của sinh viên một cách đáng kể.

Nếu như trong dạy học truyền thống, người dạy sẽ truyền tải nội dung học tập trực tiếp thì theo phương pháp dạy học mới, phương tiện dạy học sẽ vừa chứa đựng nội dung học tập, vừa thay thế chức năng truyền tải nội dung của giáo viên tới người học như trên hình 2. Trong hình 2 có thể thấy người học ở vị trí trung tâm, là chỗ giao nhau của mọi con đường kiến thức. Các kiến thức đến người học không chỉ trực tiếp từ người dạy mà có thể từ hệ thống mạng máy tính, qua e-learning, qua sách điện tử,... Đặc biệt bài giảng của giáo viên có thể được quay video và thông qua hệ thống máy tính kết nối Internet để đến người học.

**Hình 1. Lớp học truyền thống và lớp học đảo ngược**



**Hình 2. Người học là trung tâm**



### 1.2.2. Phương pháp “Lớp học đảo ngược” phù hợp với thang đo tư duy Bloom

Hình 3. Thang đo tư duy Bloom



Thang đo Bloom cho thấy “biết”, “hiểu” kiến thức là những hoạt động đòi hỏi mức tư duy thấp nhất; áp dụng, phân tích và sáng tạo dựa trên kiến thức tiếp nhận được chính là hoạt động đòi hỏi mức độ tư duy đào sâu hơn. Với những hoạt động đòi hỏi mức tư duy đào sâu, sinh viên sẽ có nhiều thắc mắc và cần sự trợ giúp từ giảng viên và bạn học. Các mô hình lớp học truyền thống mới chỉ có 10% thời gian trên lớp là các hoạt động đòi hỏi mức tư duy đào sâu, 90% thời gian dành cho việc giảng viên giảng bài để sinh viên hiểu và nhớ. Lớp học đảo ngược cung cấp 100% là thời gian tư duy đào sâu. Điều này có thể hiểu như sau: với dạy học truyền thống, một buổi lên lớp sẽ bắt đầu với việc giáo viên chuẩn bị bài giảng lên lớp và người học chuẩn bị làm bài tập về nhà buổi trước. Bài mới sẽ được giảng trong giờ lên lớp và thừa một chút thời gian sẽ làm bài tập luyện tập tại lớp. Do đó hầu hết việc giảng và nghe giảng đã chiếm hết phần lớn thời gian trên lớp, thời gian còn lại cho việc luyện tập trên lớp của cả giáo viên và sinh viên là rất ít. Khi nghe giảng, người học được xem như rơi vào tình trạng “low level thinking” (tư duy ở mức độ thấp). Khi ứng dụng lý thuyết làm bài tập hoặc các hoạt động học, người học sẽ ở mức độ “high level thinking” (tư duy ở mức độ cao). Nghĩa là khi người học đang bị động tiếp thu kiến thức thì phần lớn sẽ khó suy nghĩ, tưởng tượng, đào sâu vào kiến thức ngay trong lúc nghe giảng. Ý tưởng chủ chốt của lớp học đảo ngược là tăng thời gian cho việc đào sâu suy nghĩ (high level thinking) và giảm thời gian tiếp thu bị động (low level thinking). Như vậy lớp học đảo ngược làm thay đổi vai trò của người dạy và người học. Người dạy không phải lên lớp để dạy những nội dung, kiến thức trong bài giảng mà chỉ thảo luận, trao đổi những vấn đề phát sinh mà người học không thể giải quyết được. Tương tự, việc tiếp thu kiến thức của người học sẽ được chuyển đổi qua các hình thức học trực tuyến hoặc các hoạt động được chuẩn bị trước ở nhà qua Internet. Như vậy, thay vì giảng bài như thường lệ, giảng viên là người hướng

dẫn, sinh viên thay vì tiếp thu kiến thức một cách thụ động từ giảng viên thì phải tự tiếp cận kiến thức ở nhà, tự mình trải nghiệm, khám phá, tìm tòi các thông tin liên quan về bài học. Mô hình này giúp sinh viên phát huy và rèn luyện tính tự học, tính tự chủ động làm chủ quá trình học tập của chính bản thân mà không còn bị động, phụ thuộc trong quá trình khám phá tri thức.

## **2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

### **2.1. Khách thể nghiên cứu**

Khách thể trong nghiên cứu này là 60 sinh viên năm thứ nhất chuyên ngành Tiếng Anh Thương mại. Các sinh viên này đều đã học tiếng Anh nhiều năm ở cấp phổ thông, nhưng rất ít bạn được học ngữ âm như là một môn học riêng biệt. Nhiều sinh viên đến từ các tỉnh thành ngoài Hà Nội, nơi mà việc học tiếng Anh chủ yếu chú trọng vào việc học ngữ pháp, nên ngữ âm thực hành là một môn học khá xa lạ với họ. Giảng viên áp dụng mô hình lớp học đảo ngược và theo dõi đánh giá hiệu quả của mô hình này với việc học môn Ngữ âm thực hành.

### **2.2. Mục đích nghiên cứu**

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm mục đích:

**2.2.1.** Chỉ ra những khó khăn mà sinh viên thường gặp phải khi học môn Ngữ âm thực hành

**2.2.2.** Xem xét tính hiệu quả của việc dùng mô hình lớp học đảo ngược trong việc dạy môn học này

**2.2.3.** Tìm những ưu điểm và hạn chế của mô hình lớp học đảo ngược trong việc dạy môn Ngữ âm thực hành

**2.2.4.** Tìm hiểu mức độ yêu thích của sinh viên với mô hình lớp học này và hiệu quả của mô hình này.

### **2.3. Câu hỏi nghiên cứu**

Nghiên cứu được thực hiện để tìm ra câu trả lời cho những câu hỏi sau:

**2.3.1.** Điều gì khiến sinh viên cảm thấy khó khi học môn Ngữ âm thực hành?

**2.3.2.** Ưu điểm và hạn chế của việc áp dụng mô hình Lớp học đảo ngược trong giảng dạy môn Ngữ âm thực hành là gì?

**2.3.3.** Mô hình lớp học đảo ngược giúp cải thiện khả năng phát âm của sinh viên như thế nào?

### **2.4. Phương pháp nghiên cứu**

Mô hình lớp học đảo ngược được áp dụng cho sinh viên năm thứ nhất, nên có thể sinh viên chưa làm quen với cách học tập này. Do vậy trong buổi đầu tiên lên lớp, giảng viên cần làm rõ cho sinh viên biết mô hình mà mình sẽ áp dụng để dạy môn học này. Sinh viên sẽ được thông tin về việc họ bắt buộc phải dành thời gian xem các video và các file âm thanh được gửi trước từng tuần trước khi sinh viên đến lớp. Sau 15 tuần áp dụng mô hình học tập này, giảng viên sẽ phát cho mỗi sinh viên một bảng hỏi để khảo sát. Sinh viên có 10 phút ngồi tại lớp hoàn thành bảng hỏi, sau đó giảng viên sẽ mời một

số sinh viên trong lớp để phỏng vấn tại chỗ nhằm có thêm các thông tin bổ sung cho bảng câu hỏi. Sau đó giảng viên thu lại phần trả lời trong bảng câu hỏi và ghi chú lại các câu trả lời phỏng vấn của sinh viên để phân tích và xử lý số liệu.

### **3. THU THẬP DỮ LIỆU VÀ PHÂN TÍCH**

#### **3.1. Quy trình thực hiện Mô hình lớp học đảo ngược**

##### ***3.1.1. Trước buổi học trên lớp***

Giảng viên chuẩn bị các video hướng dẫn sinh viên cách phát âm từng nguyên âm đơn, nguyên âm đôi, và phụ âm trong bảng phiên âm tiếng Anh quốc tế (IPA), trọng âm, ngữ điệu, cách nối âm, nhấn âm. Giảng viên cũng có thể sử dụng bộ video luyện phát âm của chương trình Học tiếng anh trên đài BBC (BBC Learning English) (tiếng Anh Anh) hoặc/và Rachel's English (tiếng Anh Mỹ). Trước buổi học một tuần, giảng viên gửi video nội dung bài học cùng với các file âm thanh tương ứng của buổi học đó theo giáo trình Ship or Sheep cho sinh viên qua các nền tảng mạng xã hội như zalo, facebook, hoặc gửi liên kết qua email, hoặc đưa lên lớp học LMS. Cùng với video nội dung bài học đó và các file âm thanh, giảng viên đưa ra yêu cầu chi tiết với sinh viên, yêu cầu sinh viên xem video hướng dẫn đó và luyện phát âm theo tại nhà. Sau đó sinh viên mở sách, bật các file âm thanh để luyện âm, đọc theo các từ, các câu, các đoạn hội thoại trong sách.

##### ***3.1.2. Trong buổi học***

Giảng viên hướng dẫn nhanh lại cách phát âm, sau đó mời từng sinh viên phát âm lại hoặc/và đọc các từ có chứa âm đó. Giảng viên lưu ý những sinh viên còn chưa phát âm tốt để sau đó luyện riêng cho những sinh viên đó, hoặc tạo cặp/nhóm để các sinh viên đã phát âm tốt rồi kèm cho bạn mình phát âm được chuẩn.

Do phần bài giảng đã được gửi trước cho sinh viên nên ở trên lớp giảng viên gần như có thể dùng toàn bộ thời gian học để luyện cho từng sinh viên, và kết quả là khi kết thúc buổi học gần như 100% sinh viên đều được giảng viên trực tiếp kiểm tra, hướng dẫn, sửa lỗi nên sinh viên đa phần phát âm được đúng và chuẩn các nội dung đã học.

##### ***3.1.3. Sau buổi học***

Việc phát âm đúng từng âm riêng lẻ đã được luyện tập trên lớp, tuy nhiên để phát âm âm đó một cách tự nhiên và nhuần nhuyễn thì cần có sự luyện tập thêm nữa ở nhà. Do đó sau buổi học, giảng viên sẽ giao thêm các bài luyện tập cả cơ bản và nâng cao, yêu cầu sinh viên về nhà tiếp tục dành thời gian luyện tập, sau đó ghi âm lại và nộp bài ghi âm cho giảng viên.

#### **3.2. Phân tích dữ liệu và kết quả nghiên cứu**

##### ***3.2.1. Trước khoá học này, bạn đã từng học môn Ngữ âm thực hành bao giờ chưa?***

Không có gì ngạc nhiên khi có tới 91% sinh viên được hỏi trả lời là họ chưa bao giờ học môn Ngữ âm thực hành trước đó. Số sinh viên còn lại được học môn này khi họ theo học ở trung tâm ngoại ngữ có giáo viên nước ngoài, tuy nhiên không phải sinh viên nào trong số này cũng được học kỹ và chỉnh sửa tỉ mỉ, do thời gian dành cho việc này không nhiều nên việc chỉnh sửa lỗi phát âm còn hạn chế.

**3.2.2. Bạn có thấy môn ngữ âm thực hành là một môn học khó không?**

Nhiều sinh viên ngay trong buổi kiểm tra đầu khoá về việc nhận diện các âm, vị trí trọng âm và ngữ điệu và tự phát âm một số âm, đọc một số từ và thể hiện một số loại ngữ điệu đã nhận thấy để phát âm đúng không phải là một việc dễ dàng. 70% sinh viên cho rằng đây là một môn học khó.

**3.2.3. Bạn thấy nội dung nào trong môn Ngữ âm thực hành là khó nhất?**

Nhiều âm nguyên âm và phụ âm trong tiếng Anh khá tương đồng với tiếng Việt, nhưng có một số âm không có âm tương đồng nên sinh viên nêu ra là có gặp khó khăn khi phát âm các âm đó. Cụ thể là một số âm như /θ/, /ð/, /dʒ/, /tʃ/. Đặc biệt phần nối âm là phần mà nhiều sinh viên thấy khó, họ cho rằng nó khó cho cả việc nghe và việc nói.

**3.2.4. Bạn có thích mô hình lớp học đảo ngược không?**

Hầu hết các bạn sinh viên đều tỏ ra thích thú với mô hình lớp học đảo ngược. Có lẽ do kiến thức cần học đã được gửi cho các bạn xem trước ở nhà nên các bạn đến lớp học với tâm lí khá thoải mái vì đã có sự chuẩn bị từ trước.

**3.2.5. Bạn hãy nêu những ưu điểm của mô hình lớp học đảo ngược áp dụng với môn học này so với mô hình lớp học truyền thống?**

Ưu điểm nổi bật mà nhiều bạn nêu ra là được giảng viên dành nhiều thời gian để chỉnh âm và sửa lỗi trực tiếp. Do thời gian chủ yếu ở lớp là thời gian dành cho thực hành thông qua hoạt động kiểm tra sửa lỗi trực tiếp từ giảng viên, cũng như từ những bạn có khả năng phát âm tốt hơn nên dẫn đến một ưu điểm thứ hai được nhắc đến đó là thời gian học ở trên lớp thực sự là thời gian học tập hiệu quả, giúp các bạn rất nhiều trong việc cải thiện khả năng phát âm của mình. Với một số sinh viên, mô hình này giúp các bạn tăng cường khả năng tự học. Các bạn phải tự sắp xếp công việc và hoàn toàn học theo tốc độ riêng của mình. Nếu chưa hiểu bài sinh viên có thể xem đi xem lại với số lần tùy thích cho đến khi hiểu và làm được. Hơn nữa nếu không xem bài trước thì khi đến lớp các bạn sẽ làm mất thời gian của giảng viên và các bạn khác nên các bạn thấy cần tự giác học bài hơn.

Với mô hình này, nhiều bạn thấy tương tác giữa sinh viên với giảng viên, giữa các sinh viên với nhau trở nên gần gũi và tích cực hơn.

**3.3.6. Hãy nêu những khó khăn bạn gặp phải khi học theo mô hình lớp học đảo ngược?**

Khó khăn lớn nhất mà sinh viên đề cập là việc tự giác học bài. Để việc học theo mô hình này có hiệu quả cao thì đòi hỏi sinh viên phải có tính kỷ luật và tính tự giác cao, mà không phải bạn nào cũng làm tốt được.

**3.3.7. Với mô hình này bạn có nhiều thời gian được giáo viên trực tiếp sửa lỗi phát âm của mình trên lớp không? Tần suất như thế nào?**

100% sinh viên cho biết trong mỗi buổi lên lớp họ đều được giảng viên hoặc các bạn học tốt trong lớp tiếp cận trực tiếp để chỉnh sửa các lỗi phát âm. Và từ đây dẫn đến câu trả lời khẳng định cho câu hỏi tiếp theo: Bạn có thấy mô hình học tập này giúp bạn cải thiện nhiều khả năng phát âm của mình không?

#### **4. KẾT LUẬN**

Sau 15 tuần áp dụng mô hình “lớp học đảo ngược” trong việc giảng dạy môn Ngữ âm thực hành, nhóm tác giả đã nhận thấy sự hào hứng của sinh viên với phương pháp học tập mới này. Thêm vào đó, phát âm của sinh viên cũng có sự tiến bộ đáng kể. Tuy nhiên, để duy trì và triển khai rộng rãi mô hình dạy học này và để nó thực sự phát huy được hết ưu điểm thì rất cần những giải pháp đồng bộ của cả giảng viên và sinh viên. Về phía sinh viên, bên cạnh tình chủ động, tích cực trong việc học thì một yếu tố không kém phần quan trọng mà sinh viên phải đáp ứng được là cơ sở vật chất, sinh viên phải có máy tính hoặc điện thoại thông minh nối mạng. Về phía giảng viên khi áp dụng mô hình này, khối lượng công việc sẽ tăng lên rất nhiều, giảng viên sẽ phải dành nhiều thời gian cho việc soạn tài liệu và tìm kiếm các nguồn video, đồng thời phải dành thời gian giải đáp thắc mắc của sinh viên sau khi buổi học kết thúc. Bên cạnh đó, giảng viên cũng cần phải tự nâng cao năng lực chuyên môn và năng lực kỹ thuật công nghệ hiện đại để thích ứng với mô hình giảng dạy này.

Bên cạnh một số hạn chế như việc thành công của buổi học phụ thuộc rất nhiều vào việc chủ động tự học của sinh viên trước khi đến lớp, thì mô hình lớp học đảo ngược cho thấy hiệu quả tốt khi áp dụng với một môn cần nhiều thời gian luyện tập và thực hành như là môn ngữ âm thực hành. Nhờ áp dụng mô hình này mà khả năng phát âm tiếng Anh của sinh viên được cải thiện rõ rệt, không khí lớp học thoải mái, sinh viên và giảng viên có sự tương tác rất tốt và sinh viên cũng ý thức về việc chủ động và tự giác trong học tập tốt hơn.

Có thể khẳng định rằng mô hình “lớp học đảo ngược” đã phá vỡ mô hình giảng dạy truyền thống, chuyển từ việc “lấy người dạy làm trung tâm” sang “lấy người học làm trung tâm”. Việc áp dụng mô hình này chắc chắn sẽ khơi gợi được sự hứng khởi cho người học, và nó thể hiện rõ tính hiệu quả trong việc dạy ngoại ngữ nói chung và môn Ngữ âm thực hành nói riêng.

#### **APPENDIX**

##### **Bảng câu hỏi dành cho sinh viên**

1. Trước khoá học này, bạn đã từng học môn Ngữ âm thực hành bao giờ chưa?

A. Rồi

B. Chưa

Nếu chọn phương án A, xin bạn hãy nêu rõ bạn đã học ở đâu, khi nào? .....

2. Bạn có thấy môn ngữ âm thực hành là một môn học khó không?

A. Có

B. Không

3. Bạn thấy nội dung nào trong môn ngữ âm là khó nhất?

A. Các âm nguyên âm

D. Ngữ điệu

B. Các âm phụ âm

E. Nhịp điệu và nối âm

C. Trọng âm

F. Tất cả các nội dung trên

3. Bạn có thích mô hình lớp học đảo ngược không?

A. Có

B. Không

4. Bạn hãy nêu những ưu điểm của mô hình lớp học đảo ngược mà bạn được học so với mô hình lớp học truyền thống?

5. Hãy nêu những khó khăn bạn gặp phải khi học theo mô hình lớp học đảo ngược?

6. Với mô hình này bạn có nhiều thời gian được giáo viên trực tiếp sửa lỗi phát âm của mình trên lớp không? Tần suất như thế nào?

7. Bạn có thấy mô hình học tập này giúp bạn cải thiện nhiều khả năng phát âm của mình không?

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Bergmann, J. & Sams, A, Flip your classroom: Reach every student in every class everyday, Eugene, OR: International Society for Technology in Education, 2012
- [2]. Crouch, C. & Mazur, E., Peer Instruction: Ten Years of Experience and Results, American Journal of Physics, 2001, 69, 970-977
- [3]. Gilakjani, A. P., A study of Factors Affecting EFL Learners' English Pronunciation Learning and the Strategies for Instruction, Journal of Language Teaching and Research, 2011
- [4]. Nguyễn Chính, Dạy học theo mô hình Flipped Classroom, Báo Tia sáng - Bộ Khoa học Công nghệ, ngày 4/4/2016
- [5]. Ren, J., A Study on the Application of the Flipped Classroom Mode to the English Pronunciation Course. Journal of Suzhou Education Institute, 2015, 18, 169-171.
- [6]. Wei, J. (2013). Major Problems of Pronunciation Teaching for English Majors of Normal Universities and Countermeasures. Journal of Qilu Normal University, 28, 127-130.

## **ĐỐI SÁNH CHƯƠNG TRÌNH ĐÀO TẠO NGÀNH NGÔN NGỮ ANH TRÌNH ĐỘ ĐẠI HỌC CỦA MỘT SỐ TRƯỜNG ĐẠI HỌC VIỆT NAM**

**Nguyễn Thị Hồng Tuyền, Phạm Thị Bích Hạnh\***

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

\*Tác giả liên hệ: Email: ptbhanh@utc.edu.vn

**Tóm tắt:** Đối sánh là một hoạt động quan trọng làm căn cứ để xây dựng, đánh giá, thẩm định một chương trình đào tạo. Vì vậy, để xây dựng chương trình đào tạo ngành Ngôn ngữ Anh trình độ đại học thì các trường đại học đã đối sánh chương trình đào tạo của trường mình với các trường bạn theo nhiều tiêu chuẩn, tiêu chí khác nhau. Trong bài báo này, nhóm tác giả sử dụng phương pháp nghiên cứu định tính và định lượng, phân tích và tổng hợp để đối sánh chương trình đào tạo ngành ngôn ngữ Anh trình độ đại học của Trường Đại học Giao thông vận tải với các chương trình đào tạo cùng ngành của ba trường đại học khác tại Việt Nam. Các tiêu chí đối sánh bao gồm mục tiêu đào tạo, khối kiến thức chương trình đào tạo và các học phần cụ thể trong chương trình đào tạo nhằm tìm ra những điểm tương đồng và khác biệt giữa các chương trình. Kết quả đối sánh sẽ là cơ sở để thiết kế, đánh giá, hiệu chỉnh, cập nhật chương trình đào tạo ngành Ngôn ngữ Anh của Trường Đại học Giao thông vận tải, tiến tới thực hiện các giải pháp cải tiến chất lượng đào tạo trong giai đoạn tiếp theo.

**Từ khóa:** chương trình đào tạo, ngành Ngôn ngữ Anh, mục tiêu đào tạo, khối kiến thức, các học phần

**Abstract:** Comparing and contrasting training programs is an important activity, which helps to form the basis for curriculum designing, evaluating and approving. Therefore, in order to develop a training program in English Linguistics for bachelors, universities have compared their own training programs with those of other universities based on official standards and criteria. In this paper, the authors used qualitative and quantitative research methods, as well as analysis and synthesis to compare and contrast the English language training programs for bachelors of the University of Transport and Communications with those of three other universities in Vietnam basing on the training goals, volumes of knowledge blocks, and the specific subjects to be taught. The objectives are to identify the similarities and differences between the training programs of the four universities. The research results are the basis for designing, evaluating, adjusting and updating the bachelors' training program of English Linguistics at the University of Transport and Communications as well as recommending methods for improving the training qualities in the near future.

**Key words:** training program, English Linguistics, training goals, knowledge block, subjects

## **1. ĐẶT VẤN ĐỀ**

Ngành đào tạo Ngôn ngữ Anh trình độ đại học nằm trong “Danh mục thống kê ngành đào tạo các trình độ đại học, thạc sỹ, tiến sỹ” với mã ngành 7220201 ban hành kèm theo Thông tư số 09/2022/TT-BGDĐT ngày 06 tháng 06 năm 2022 của Bộ trưởng Bộ Giáo dục và Đào tạo. Ngành Ngôn ngữ Anh là một ngành học trong lĩnh vực ngôn ngữ học, nghiên cứu về ngôn ngữ, các phương pháp học tập và vận dụng thành thạo các kỹ năng tiếng Anh (nghe, nói, đọc, viết) vào các lĩnh vực trong đời sống như: văn hóa, kinh tế, thương mại, kỹ thuật, ngoại giao, du lịch v.v... Chương trình đào tạo Ngành Ngôn ngữ Anh nhằm cung cấp cho sinh viên kiến thức và kỹ năng sử dụng tiếng Anh một cách chính xác và hiệu quả. Bên cạnh đó, chương trình còn cung cấp cho sinh viên những kỹ năng cơ bản, cần thiết khác để giải quyết các vấn đề ngôn ngữ và công việc. Sinh viên cũng được trang bị vốn kiến thức sâu rộng về khoa học xã hội và khoa học tự nhiên cũng như kiến thức văn hóa của các quốc gia, dân tộc sử dụng tiếng Anh.

Đào tạo ngoại ngữ nói chung, tiếng Anh và tiếng Anh chuyên ngành kỹ thuật nói riêng là một trong những bước đi cấp thiết để thực hiện mục tiêu chiến lược của Trường Đại học Giao thông vận tải (ĐH GTVT) là phát triển các hoạt động đào tạo, nghiên cứu khoa học, chuyển giao công nghệ chất lượng cao theo xu thế hội nhập quốc tế, từ đó xây dựng trường trở thành một trường đại học có tầm cỡ trong khu vực. Điều này rất phù hợp với triết lý giáo dục nền tảng của Nhà trường là đào tạo người học trở thành những công dân toàn cầu.

Hiện nay, mặc dù số lượng các trường đại học đào tạo ngành Ngôn ngữ Anh khá lớn nhưng số lượng cũng như chất lượng nguồn nhân lực được đào tạo vẫn chưa đáp ứng được nhu cầu thực tiễn của xã hội. Đặc biệt, nguồn nhân lực vừa có chuyên môn tốt vừa giỏi ngoại ngữ vẫn còn thiếu hụt. Trong khối các trường đại học kỹ thuật ở Việt Nam, hiện đã có Đại học Bách khoa, Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh, trường Đại học Thủy lợi, trường Đại học Nông nghiệp đang đào tạo ngành Ngôn ngữ Anh định hướng theo chuyên ngành đào tạo của các trường. Trường ĐH GTVT chưa đào tạo cử nhân chuyên ngành này nên vẫn còn thiếu hụt nhân lực có trình độ tiếng Anh cao trong một số lĩnh vực đào tạo đặc thù. Để thực hiện đầy đủ chức năng đào tạo của Nhà trường, phát huy tối đa những tiềm lực sẵn có, đáp ứng nhu cầu xã hội, việc mở chuyên ngành đào tạo tiếng Anh kỹ thuật tại trường ĐH GTVT là cần thiết và khả thi. Ngày 19 tháng 06 năm 2023, Hội đồng Trường trường ĐH GTVT đã ban hành Nghị quyết số 71/NQ-HĐT về chủ trương mở ngành đào tạo Ngôn ngữ Anh trình độ đại học.

Trong xây dựng chương trình đào tạo, đối sánh là một nhiệm vụ quan trọng làm cơ sở để xây dựng đề án mở ngành, đánh giá và thẩm định chương trình đào tạo, đồng thời giúp tìm ra các giải pháp cải tiến nhằm nâng cao chất lượng đào tạo, nghiên cứu khoa học và phục vụ cộng đồng. Chính vì vậy tiểu ban biên soạn Đề án xây dựng chương trình đào tạo ngành Ngôn ngữ Anh trình độ đại học của trường ĐH GTVT đã tiến hành công tác đối sánh nhằm rút ra những điểm tương đồng và khác biệt trong mục tiêu của chương trình đào tạo, khối lượng của các khối kiến thức giáo dục đại cương, cơ sở ngành và giáo dục chuyên nghiệp cũng như các môn học cụ thể của chương trình đào tạo để chứng minh cho sự phù hợp và cần thiết của ngành đào tạo, nêu bật được những khác biệt, ưu việt của chương trình đào tạo của trường ĐH GTVT so với chương trình cùng ngành của một số trường đại học tại Việt Nam.



## **2. NỘI DUNG**

### **2.1. Đối sánh chương trình đào tạo là gì?**

#### **2.1.1. Định nghĩa đối sánh**

Theo Thông tư số 04/2016/TT-BGDĐT ngày 14 tháng 3 năm 2016 của Bộ trưởng Bộ Giáo dục và Đào tạo ban hành Quy định về tiêu chuẩn đánh giá chất lượng chương trình đào tạo các trình độ của giáo dục đại học: “Đối sánh là hoạt động đối chiếu và so sánh một cơ sở giáo dục đại học hoặc một chương trình đào tạo với bộ tiêu chuẩn đánh giá chất lượng giáo dục hoặc với cơ sở giáo dục đại học/chương trình đào tạo khác được lựa chọn.”

Jackson and Lund (2000) định nghĩa: “Đối sánh, trước hết và trên hết, là một quá trình học hỏi được kiến tạo để tạo điều kiện cho những người tham gia quá trình này có thể so sánh những hoạt động, hay dịch vụ, sản phẩm của họ với người khác hay tổ chức khác, nhằm tìm hiểu chỗ mạnh chỗ yếu trong tương quan so sánh với nhau, để tự cải thiện hoặc điều chỉnh hoạt động của mình.”

#### **2.1.2. Mục tiêu của đối sánh**

Garlick and Pryor (2004) miêu tả hai mục tiêu của việc đối sánh như sau:

- Trước hết, đó là phương tiện đánh giá chất lượng và hoạt động của quá trình vận hành một tổ chức, hay trong sự so sánh với khuôn mẫu được xem là tốt nhất. Điều này thường được dùng như là một phần trong trách nhiệm giải trình của nhà trường đối với các tổ chức kiểm định, hay với các cơ quan có thẩm quyền quản lý và tài trợ.

- Hai là, đối sánh có thể được dùng như một công cụ quản lý thường xuyên nhằm xem xét việc dạy và học, việc hợp tác và lãnh đạo nhằm liên tục cải thiện hoạt động của trường.

#### **2.1.3. Lợi ích của đối sánh**

Theo Charles and Benneworth (2002) đối sánh có nhiều yếu tố rất có giá trị có thể nêu ra như:

- Phạm vi đối sánh bao gồm nhiều mảng hoạt động khác nhau. Bất cứ trường nào cũng có thể tìm ra ít nhất một vài lãnh vực mà mình có thể mạnh và có thể thành công, thay vì bị đánh giá dựa trên một nhóm các tiêu chí chọn lọc từ bên ngoài.

- Việc đối sánh có thể hỗ trợ cho quá trình ra quyết định chẳng hạn liệu nhà trường có nên dành nhiều nỗ lực hơn cho một khu vực. Những nỗ lực đó có thể được kết nối với những hoạt động song song khác nhằm xác định đâu là những lĩnh vực ưu tiên.

- Cách tiếp cận của việc đối sánh được xây dựng dựa trên các chỉ báo định lượng và định tính, các thước đo quá trình, các chỉ báo cho thấy vị trí dẫn đầu hay tụt hậu. Những thứ đó có thể giúp chúng ta biết rằng liệu những kinh nghiệm hay có đang được áp dụng hay không mà không cần phải chờ đo lường thành quả mới biết.

#### **2.1.4. Các hình thức đối sánh**

Có hai hình thức đối sánh là đối sánh nội bộ và đối sánh ngoài.

- Đối sánh nội bộ: là hình thức đối sánh số liệu giữa các đơn vị thuộc, trực thuộc trường theo định kỳ, giữa các ngành thuộc lĩnh vực hoạt động của trường.

- Đối sánh ngoài: là hình thức lựa chọn một số tiêu chí của trường đối sánh với cơ sở giáo dục đại học tương đương.

#### **2.1.5. Căn cứ lựa chọn nội dung đối sánh**

- Thông tư số 24/2015/TT-BGDĐT ngày 23 tháng 9 năm 2015 của Bộ trưởng Bộ Giáo dục và Đào tạo Quy định chuẩn quốc gia đối với cơ sở giáo dục đại học.

- Thông tư số 04/2016/TT-BGDĐT ngày 14 tháng 3 năm 2016 ban hành Quy định về tiêu chuẩn đánh giá chất lượng chương trình đào tạo các trình độ của giáo dục đại học.

- Thông tư số 12/2017/TT-BGDĐT ngày 19 tháng 5 năm 2017 của Bộ trưởng Bộ Giáo dục và Đào tạo ban hành Quy định kiểm định chất lượng cơ sở giáo dục đại học.

### **2.2. Đối sánh chương trình đào tạo ngành ngôn ngữ Anh trình độ đại học của Trường Đại học Giao thông vận tải với một số trường đại học tại Việt Nam**

#### **2.2.1. Các chương trình đào tạo sử dụng để đối sánh**

Chương trình đào tạo ngành Ngôn ngữ Anh - Trường ĐH GTVT được đối sánh với các chương trình đào tạo ngành Ngôn ngữ Anh của ba trường đại học khác tại Việt Nam là:

- Trường Đại học Hà Nội (ĐH Hà Nội)
- Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh (ĐH GTVT TP. HCM)
- Trường Đại học Cần Thơ (ĐH Cần Thơ)

#### **2.2.2. Tiêu chí lựa chọn để đối sánh**

- Các chương trình được đối sánh cùng ngành đào tạo cử nhân Ngôn ngữ Anh trình độ đại học, thời gian đào tạo 4 năm.

- Đối tác lựa chọn để đối sánh đại diện cho các cơ sở giáo dục đại học trong hệ thống giáo dục quốc dân, thuộc loại hình trường đại học công lập.

- Đối tác lựa chọn để đối sánh có sứ mạng, tầm nhìn, mục tiêu giáo dục, quy mô giảng viên, quy mô người học tương đồng và có chỉ số đối sánh bằng hoặc cao hơn nhằm tạo động lực phấn đấu nâng cao chất lượng đào tạo.

#### **2.2.3. Nội dung đối sánh**

Có rất nhiều nội dung đối sánh khác nhau như đối sánh về đội ngũ, về cơ sở vật chất, về tầm nhìn, sứ mạng, mục tiêu, chuẩn đầu ra, kết quả đào tạo, hợp tác và nghiên cứu khoa học v.v... Trong khuôn khổ bài báo, chúng tôi tiến hành đối sánh mục tiêu đào tạo, khối kiến thức chương trình đào tạo và các học phần trong chương trình đào tạo.

➤ **ĐỐI SÁNH VỀ MỤC TIÊU ĐÀO TẠO**

ĐH GTVT	ĐH Hà Nội	ĐH GTVT TP. HCM	ĐH Cần Thơ
<b>A. Mục tiêu chung</b>			
<p>Chương trình đại học ngành Ngôn ngữ Anh của Trường ĐH GTVT tải nhằm đào tạo cử nhân có kiến thức về ngành Ngôn ngữ Anh và khoa học xã hội, kiến thức tiếng Anh chuyên ngành Kỹ thuật, kỹ năng ngoại ngữ và kỹ năng nghề nghiệp, có phẩm chất chính trị vững vàng và ý thức tổ chức kỷ luật, có đạo đức, sức khỏe tốt, khả năng tự học, tự nghiên cứu, đáp ứng các yêu cầu về nhân sự trong các lĩnh vực chuyên môn thường xuyên sử dụng tiếng Anh làm công cụ giao tiếp chính trong môi trường làm việc.</p>	<p>Đào tạo người học có kiến thức chuyên sâu về ngôn ngữ học tiếng Anh (ngữ âm, ngữ pháp, từ vựng, ngữ dụng, đối chiếu ngôn ngữ), văn học, đất nước học tiếng Anh (tự nhiên, lịch sử, chính trị, xã hội, kinh tế, giáo dục, môi trường). Cử nhân ngành Ngôn ngữ Anh sử dụng thành thạo tiếng Anh trong dịch thuật, giảng dạy tiếng Anh và lĩnh vực chuyên môn khác có sử dụng tiếng Anh; có phẩm chất chính trị vững vàng, có năng lực tự chủ và thích ứng với môi trường làm việc đa ngôn ngữ, đa văn hóa, đáp ứng nhu cầu của thị trường lao động và những thay đổi nhanh chóng của thời đại khoa học công nghệ và toàn cầu hóa.</p>	<p>Đào tạo cử nhân ngành Ngôn ngữ Anh có phẩm chất chính trị vững vàng, có ý thức tổ chức kỷ luật, đạo đức nghề nghiệp; nắm vững kiến thức cơ bản và chuyên sâu về chuyên ngành Ngôn ngữ Anh, đáp ứng các yêu cầu về nghiên cứu, phát triển và ứng dụng ngôn ngữ Anh của xã hội. Sinh viên được cung cấp kiến thức cơ bản về lĩnh vực Ngôn ngữ Anh, kiến thức, kỹ năng chuyên sâu ngành Phương pháp giảng dạy tiếng Anh và Tiếng Anh Thương mại-Vận tải quốc tế; từ đó giúp sinh viên áp dụng các kiến thức, kỹ năng đã được tích lũy vào các hoạt động nghề nghiệp.</p>	<p>Mục tiêu chung của chương trình đào tạo là đào tạo người học có trình độ đại học (Bậc 6 trong Khung trình độ quốc gia Việt Nam) trong lĩnh vực Ngôn ngữ Anh có kiến thức chuyên môn vững, có kỹ năng thích ứng cao trong những môi trường làm việc, học tập khác nhau, có phẩm chất của công dân toàn cầu nhằm phục vụ phát triển kinh tế - xã hội của vùng và của quốc gia.</p>

ĐH GTVT	ĐH Hà Nội	ĐH GTVT TP. HCM	ĐH Cần Thơ
<b>B. Mục tiêu cụ thể</b>			
<p><b>1. Về kiến thức</b>  <b>MT1:</b> Có kiến thức cơ bản về khoa học chính trị và pháp luật, an ninh – quốc phòng; khoa học công nghệ, khoa học xã hội – nhân văn, v.v... để áp dụng trong cuộc sống, học tập và công việc liên quan đến ngành Ngôn ngữ Anh.  <b>MT 2:</b> Có kiến thức chuyên sâu về cơ sở ngành, chuyên ngành ngôn ngữ Anh, tiếng Anh chuyên ngành Kỹ thuật để vận dụng vào quá trình học tập, nghiên cứu và công việc thực tiễn.  <b>2. Về kỹ năng</b>  <b>MT 3:</b> Có kỹ năng tiếng Anh thành thạo để phục vụ giao tiếp xã hội hiệu quả trong công việc.  <b>MT 4:</b> Có khả năng sử dụng ngoại ngữ 2 và</p>	<p><b>MT1:</b> Có kiến thức cơ bản về tư tưởng, chính trị, pháp luật để thực hiện tốt trách nhiệm công dân đối với đất nước và xã hội.  <b>MT2:</b> Có kiến thức cơ bản về ngôn ngữ học, Việt ngữ học và văn hóa Việt Nam phục vụ việc học tập, nghiên cứu tiếng Anh và các hoạt động chuyên môn khác.  <b>MT3:</b> Sử dụng tiếng Anh đạt bậc 5 và một ngoại ngữ 2 đạt bậc 3 theo Khung năng lực ngoại ngữ 6 bậc dùng cho Việt Nam.  <b>MT4:</b> Có kiến thức chuyên sâu về ngôn ngữ và văn hóa Anh; kiến thức nghề nghiệp cơ bản trong lĩnh vực dịch thuật và giảng dạy tiếng Anh.  <b>MT5:</b> Vận dụng kiến thức lý luận và thực tiễn về</p>	<p><b>1. Kiến thức</b>  - Trang bị kiến thức cơ sở ngành Ngôn ngữ Anh; kiến thức về ngôn ngữ, văn hóa, xã hội, và công nghệ liên quan đến phương pháp giảng dạy tiếng Anh và tiếng Anh thương mại vận tải quốc tế.  - Trang bị kiến thức chuyên sâu về phương pháp giảng dạy tiếng Anh, kiến thức về thương mại vận tải quốc tế để sinh viên có thể ứng dụng vào công việc.  <b>2. Kỹ năng</b>  - Kỹ năng nghề nghiệp: có kỹ năng tiếng Anh thành thạo cũng như các kỹ năng liên quan đến lĩnh vực thương mại vận tải quốc tế, kỹ năng và phương pháp giảng dạy tiếng Anh.  - Kỹ năng mềm: Sử dụng tốt kỹ</p>	<p><b>a.</b> Trang bị cho sinh viên kiến thức chuyên môn, kỹ năng và mức độ tự chủ và trách nhiệm trong lĩnh vực Ngôn ngữ Anh tương đương bậc 6 trong Khung trình độ quốc gia Việt Nam; năng lực tiếng Anh tương đương bậc 5 trong Khung năng lực ngoại ngữ 6 bậc dành cho Việt Nam.  <b>b.</b> Trang bị cho sinh viên trình độ lý luận chính trị, kiến thức quốc phòng - an ninh, năng lực ngoại ngữ thứ hai và năng lực công nghệ thông tin cơ bản theo quy định hiện hành;  <b>c.</b> Rèn luyện sinh viên có sức khỏe, đạo đức, ý thức công dân, trách nhiệm nghề nghiệp và trách nhiệm xã hội; có khả năng thích ứng và làm việc trong môi trường đa văn hóa và bối cảnh toàn</p>

ĐH GTVT	ĐH Hà Nội	ĐH GTVT TP. HCM	ĐH Cần Thơ
<p>công nghệ thông tin cơ bản theo quy định hiện hành.</p> <p><b>MT 5:</b> Có phương pháp nghiên cứu khoa học, kỹ năng khởi nghiệp, có một số kỹ năng mềm để đáp ứng sự thay đổi của yêu cầu công việc và bối cảnh nghề nghiệp.</p> <p><b>3. Về mức tự chủ và trách nhiệm</b></p> <p><b>MT 6:</b> Có năng lực tự chủ, tự chịu trách nhiệm, và có sức khỏe trong thực hiện nhiệm vụ chuyên môn thuộc lĩnh vực Ngôn ngữ Anh.</p>	<p>ngôn ngữ học, đất nước học và văn học Anh trong giao tiếp, dịch thuật, giảng dạy tiếng Anh và các hoạt động chuyên môn khác.</p> <p><b>MT6:</b> Phát triển năng lực tự học, tự nghiên cứu, kỹ năng ứng dụng khoa học công nghệ, giao tiếp liên văn hóa, quản lý, lãnh đạo và ảnh hưởng xã hội.</p> <p><b>MT7:</b> Phát triển phẩm chất chính trị và đạo đức nghề nghiệp, ý thức phục vụ cộng đồng.</p>	<p>năng công nghệ thông tin cơ bản, kỹ năng thuyết trình, phản biện, kỹ năng giao tiếp, giải quyết vấn đề, có thể thích ứng với sự thay đổi và phát triển của môi trường toàn cầu hóa.</p> <p><b>3. Về mức tự chủ và trách nhiệm</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tự tin, nhiệt tình, đam mê; sẵn sàng làm việc độc lập hoặc làm việc nhóm.</li> <li>- Trung thực và có đạo đức nghề nghiệp; nhận thức được vị trí, vai trò của các nguyên tắc đạo đức trong công việc.</li> <li>- Chủ động lên kế hoạch phát triển nghề nghiệp cho bản thân; xây dựng hình ảnh chuyên nghiệp khi làm việc.</li> <li>- Linh hoạt trong công việc, thường xuyên cập nhật thông tin trong lĩnh vực chuyên ngành.</li> </ul>	<p>cầu hóa; có năng lực học tập sau đại học ngành Ngôn ngữ Anh và các ngành có liên quan.</p>

➤ **Đổi sánh về khối lượng kiến thức chương trình đào tạo**

TT	Nội dung	ĐH GTVT	ĐH Hà Nội	ĐH GTVT TP. HCM	ĐH Cần Thơ
1	<b>Thời gian đào tạo</b>	4 năm	4 năm	4 năm	4 năm
2	<b>Tổng số tín chỉ</b>	140	154	132	141
2.1	Số tín chỉ bắt buộc	129	141	126	101
2.2	Số tín chỉ tự chọn	11	13	6	40
3	<b>Cấu trúc chương trình</b>				
3.1	Kiến thức giáo dục đại cương	40	45	49	39
3.2	Kiến thức cơ sở ngành	44	76	59	48
3.3	Kiến thức chuyên môn ngành	56	33	24	54

➤ **Đổi sánh về các học phần trong chương trình đào tạo**

ĐH GTVT	ĐH Hà Nội	ĐH GTVT TP.HCM	ĐH Cần Thơ
<b>1. Khối kiến thức giáo dục đại cương</b>			
<b>1.1. Lý luận chính trị</b>			
Triết học Mác-Lê Nin	Triết học Mác-Lê Nin	Triết học Mác-Lê Nin	Triết học Mác-Lê Nin
Kinh tế chính trị Mác-Lê Nin	Kinh tế chính trị Mác-Lê Nin	Kinh tế chính trị Mác-Lê Nin	Kinh tế chính trị Mác-Lê Nin
Lịch sử Đảng CSVN	Lịch sử Đảng CSVN	Lịch sử Đảng CSVN	Lịch sử Đảng CSVN
Chủ nghĩa xã hội khoa học	Chủ nghĩa xã hội khoa học	Chủ nghĩa xã hội khoa học	Chủ nghĩa xã hội khoa học
Tư tưởng HCM	Tư tưởng HCM	Tư tưởng HCM	Tư tưởng HCM
	Pháp luật đại cương	Pháp luật đại cương	Pháp luật đại cương
<b>1.2. Kỹ năng cơ bản</b>			
Nhập môn ngành	Phương pháp học tập tiếng Anh		
Tin học đại cương		Tin học cơ bản	Tin học căn bản
Phương pháp nghiên cứu khoa học	Phương pháp nghiên cứu khoa học	Phương pháp nghiên cứu khoa học	Phương pháp nghiên cứu khoa học
Kỹ năng tư duy phản biện		Kỹ năng mềm 1, 2	Kỹ năng mềm (Tự chọn)
	Ứng dụng CNTT	Ứng dụng CNTT trong học ngôn ngữ (Tự chọn)	Đổi mới sáng tạo và khởi nghiệp (Tự chọn)

ĐH GTVT	ĐH Hà Nội	ĐH GTVT TP.HCM	ĐH Cần Thơ
<b>1.3. Ngoại ngữ 2</b>			
Tiếng Pháp 1, 2 (Tự chọn)	Ngoại ngữ 2 (Tự chọn)	Tiếng Hoa 1, 2, 3, 4 (Tự chọn)	Pháp văn căn bản 1, 2, 3 (Tự chọn) Pháp văn tăng cường 1, 2, 3 (Tự chọn)
Tiếng Hàn 1, 2 (Tự chọn)		Tiếng Nhật 1, 2, 3, 4 (Tự chọn)	
Tiếng Trung 1, 2 (Tự chọn)			
<b>1.4. Giáo dục thể chất</b>			
Giáo dục thể chất 1, 2, 3, 4	Giáo dục thể chất	Giáo dục thể chất	Giáo dục thể chất 1, 2, 3
<b>1.5. Giáo dục quốc phòng</b>			
Giáo dục quốc phòng 1, 2, 3, 4	Giáo dục quốc phòng	Giáo dục quốc phòng	Giáo dục quốc phòng và an ninh 1, 2, 3, 4
<b>2. Khối kiến thức cơ sở ngành</b>			
<b>2.1. Kiến thức cơ sở khối ngành ngoại ngữ</b>			
Dẫn luận ngôn ngữ	Dẫn luận ngôn ngữ	Dẫn luận ngôn ngữ	Dẫn luận ngôn ngữ
			Dẫn luận văn chương
Cơ sở văn hoá Việt Nam	Cơ sở văn hoá Việt Nam	Cơ sở văn hoá Việt Nam (Tự chọn)	Cơ sở văn hoá Việt Nam (Tự chọn)
Tiếng Việt đại cương	Tiếng Việt trong hành chức (Tự chọn)	Tiếng Việt thực hành	Tiếng Việt thực hành (Tự chọn)
Lịch sử văn minh thế giới	Lịch sử văn minh thế giới (Tự chọn)		
	Văn bản tiếng Việt (Tự chọn)		Văn bản và lưu trữ học đại cương (Tự chọn)
	Dụng học Việt ngữ (Tự chọn)		Logic học đại cương (Tự chọn)
	Hà Nội học (Tự chọn)		Xã hội học đại cương (Tự chọn)
	Nhập môn ngôn ngữ học (Tự chọn)		
	Ngôn ngữ học xã hội (Tự chọn)		

ĐH GTVT	ĐH Hà Nội	ĐH GTVT TP.HCM	ĐH Cần Thơ
<b>2.2. Kiến thức về kỹ năng ngôn ngữ Anh</b>			
Ngữ âm thực hành			
Kỹ năng Nghe-Nói 1	Thực hành tiếng từ trình độ A2 đến C1	Nghe-Nói 1	Nghe-Nói B1
Kỹ năng Nghe-Nói 2		Nghe-Nói 2	Nghe-Nói B2.1
Kỹ năng Nghe-Nói 3		Nghe-Nói 3	Nghe-Nói B2.2
Kỹ năng Nghe-Nói 4		Nghe-Nói 4	Nghe-Nói C1.1
Kỹ năng Nghe-Nói 5			Nghe-Nói C1.2
			Nghe-Nói C1.3
Kỹ năng Đọc – Viết 1		Đọc 1, Viết 1	Đọc-Viết B1
Kỹ năng Đọc – Viết 2		Đọc 2, Viết 2	Đọc-Viết B2.1
Kỹ năng Đọc – Viết 3		Đọc 3, Viết 3	Đọc-Viết B2.2
Kỹ năng Đọc – Viết 4		Đọc 4, Viết 4	Đọc-Viết C1.1
Kỹ năng Đọc – Viết 5		Đọc C1.2, Viết C1.2	
<b>2.3. Kiến thức về kỹ năng ngôn ngữ nói chung</b>			
Kỹ năng thuyết trình		Kỹ năng thuyết trình	Kỹ năng thuyết trình
			Nói trước công chúng
Kỹ năng ghi chép			Viết báo cáo khoa học
Giao tiếp liên văn hoá	Chuyên đề giao tiếp liên văn hoá (Tự chọn)	Giao tiếp liên văn hoá	Giao tiếp liên văn hoá
<b>3. Khối kiến thức chuyên môn ngành</b>			
<b>3.1. Kiến thức lý thuyết ngôn ngữ Anh</b>			
Ngữ pháp tiếng Anh	Ngữ pháp học tiếng Anh	Ngữ pháp	Ngữ pháp cơ bản Ngữ pháp trung cấp Ngữ pháp nâng cao
Ngữ âm và Âm vị học tiếng Anh	Ngữ âm – Âm vị học tiếng Anh	Luyện phát âm	Ngữ âm thực hành cơ bản Ngữ âm thực hành nâng cao Âm vị học
Ngữ nghĩa học tiếng Anh		Ngữ nghĩa học	
Từ vựng học tiếng Anh	Từ vựng học tiếng Anh		
Ngôn ngữ học đối chiếu (Tự chọn)	Ngôn ngữ học đối chiếu	Ngôn ngữ học đối chiếu (Tự chọn)	Ngôn ngữ học đối chiếu



<b>ĐH GTVT</b>	<b>ĐH Hà Nội</b>	<b>ĐH GTVT TP.HCM</b>	<b>ĐH Cần Thơ</b>
Ngữ dụng học tiếng Anh (Tự chọn)			Ngữ nghĩa học và ngữ dụng học
Hình thái học và cú pháp (Tự chọn)		Hình thái học và cú pháp học	Từ pháp học và cú pháp (Tự chọn)
Phân tích điển ngôn (Tự chọn)	Phân tích điển ngôn (Tự chọn)	Phân tích điển ngôn	Phân tích điển ngôn (Tự chọn)
	Ngôn ngữ học xã hội (Tự chọn)		Quá trình tiếp thu ngôn ngữ thứ hai (Tự chọn)
<b>3.2. Kiến thức văn hóa, văn học Anh-Mỹ</b>			
Đất nước học Anh-Mỹ	Văn hóa các nước nói tiếng Anh	Văn hóa xã hội Anh Văn hóa xã hội Mỹ	Văn hóa các nước nói tiếng Anh (Tự chọn)
Văn học Anh-Mỹ	Văn học các nước nói tiếng Anh Chuyên đề văn học Mỹ (tự chọn)	Văn học Anh (Tự chọn) Văn học Mỹ (Tự chọn)	Văn học Anh-Mỹ (Tự chọn)
Giao thoa văn hoá			Phê bình văn học đại cương
<b>3.3. Kiến thức Biên – Phiên dịch</b>			
	Nhập môn Biên – Phiên dịch	Kỹ năng dịch thuật	
Biên dịch cơ bản	Biên dịch cơ bản		Biên dịch căn bản
Phiên dịch cơ bản	Phiên dịch cơ bản		Phiên dịch nối tiếp căn bản
	Biên dịch trung cấp		Biên dịch báo chí
	Phiên dịch trung cấp		
Biên dịch nâng cao	Biên dịch nâng cao		
Phiên dịch nâng cao	Phiên dịch nâng cao		
Lý thuyết dịch			Lý thuyết dịch
	- Chuyên đề biên – phiên dịch (Tự chọn) - Biên tập và hiệu đính bản dịch (Tự chọn)		

ĐH GTVT	ĐH Hà Nội	ĐH GTVT TP.HCM	ĐH Cần Thơ
<b>3.4. Tiếng Anh định hướng nghề nghiệp</b>			
<b>Tiếng Anh Kỹ thuật</b>		<b>Tiếng Anh Vận tải - Thương mại quốc tế</b>	
Tiếng Anh Kỹ thuật 1, 2	Không có	Anh ngữ du lịch và dịch thuật (Tự chọn)	Tiếng Anh kinh doanh (Tự chọn)
Tiếng Anh Quản lý dự án		Anh ngữ văn phòng (Tự chọn)	Tiếng Anh du lịch (Tự chọn)
Tiếng Anh thư tín thương mại		Thư tín thương mại	Tiếng Anh thư tín thương mại và văn phòng (Tự chọn)
Tiếng Anh Kỹ thuật công trình (Tự chọn)		Thanh toán quốc tế	Tiếng Anh Marketing (Tự chọn)
Tiếng Anh Kỹ thuật cơ khí (Tự chọn)		Tiếng Anh Vận tải - Thương mại 1, 2	Tiếng Anh nhà hàng khách sạn (Tự chọn)
Tiếng Anh Kỹ thuật Điện tử (Tự chọn)		Nghiệp vụ ngoại thương và đàm phán trong thương mại	
Tiếng Anh Công nghệ thông tin (Tự chọn)		Tiếng Anh Logistics (Tự chọn)	
		Tiếng Anh tiếp thị (Tự chọn)	
		Tiếng Anh xuất nhập khẩu (Tự chọn)	
	<b>Phương pháp giảng dạy tiếng Anh</b>	<b>Giảng dạy tiếng Anh</b>	
Không có	Lý thuyết học ngoại ngữ	Sử dụng tài nguyên trong giảng dạy ngoại ngữ	Tổng quan về giảng dạy tiếng Anh
	Phương pháp giảng dạy tiếng Anh 1, 2	Phương pháp giảng dạy 1, 2	
	Tâm lý học trong giảng dạy ngôn ngữ	Tâm lý học sư phạm	
	Thiết kế và xây dựng chương trình giảng dạy	Kỹ năng soạn giáo án	
	Kiểm tra và đánh giá ngôn ngữ	Kiểm tra và đánh giá	
	Công nghệ trong giảng dạy	Kỹ năng quản lý lớp học	

ĐH GTVT	ĐH Hà Nội	ĐH GTVT TP.HCM	ĐH Cần Thơ
	Phương pháp nghiên cứu trong giảng dạy (Tự chọn)	Thực hành giảng dạy tiếng Anh	
	Viết học thuật (Tự chọn)	Dạy tiếng Anh cho người lớn	
<b>3.5. Thực tập và khóa luận tốt nghiệp</b>			
Thực tập tốt nghiệp	Chuyên đề hướng nghiệp	Thực tập tốt nghiệp	Thực tế ngoài trường Thực tập ngoài trường
Khóa luận tốt nghiệp	Khóa luận tốt nghiệp hoặc chọn 3 trong số 5 học phần: - Kỹ năng biên-phiên dịch chuyên nghiệp - Ngữ dụng học - Đổi mới trong giảng dạy - Văn học Mỹ thế kỷ 20 - Thể chế các nước nói tiếng Anh	Khóa luận tốt nghiệp hoặc 2 học phần thay thế khóa luận tốt nghiệp. - Tiếng Anh Vận tải – Thương mại 3/ Giao tiếp tiếng Anh trong kinh doanh - Ứng dụng công nghệ trong giảng dạy/ Giảng dạy tiếng Anh cho trẻ em	Luận văn tốt nghiệp Tiểu luận tốt nghiệp

#### 2.2.4. Kết quả đối sánh

##### ➤ Những điểm tương đồng:

Chương trình đào tạo ngành Ngôn ngữ Anh của Trường Đại học Giao thông vận tải phần lớn có sự tương đồng với chương trình đào tạo ngành Ngôn ngữ Anh của các trường: Đại học Hà Nội, Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh và Đại học Cần Thơ. Cụ thể như sau:

- Mục tiêu đào tạo của các trường đều phân ra mục tiêu chung và mục tiêu cụ thể. Trong đó, mục tiêu chung là đào tạo cử nhân nắm vững kiến thức cơ bản và chuyên sâu về ngôn ngữ học tiếng Anh, có phẩm chất chính trị vững vàng, có ý thức tổ chức kỷ luật, đạo đức nghề nghiệp, có khả năng thích ứng cao với môi trường làm việc. Mục tiêu đào tạo của các trường phù hợp và gắn kết với sứ mạng, tầm nhìn, triết lý giáo dục của mình, đồng thời phù hợp với mục tiêu của giáo dục đại học và khung trình độ quốc gia. Các mục tiêu cụ thể về kiến thức, kỹ năng, mức độ tự chủ và trách nhiệm thể hiện rõ triển vọng nghề nghiệp của người tốt nghiệp chương trình đào tạo và đáp ứng nhu cầu của các nhà tuyển dụng.

- Về thời gian đào tạo, cả 04 chương trình đều giống nhau. Các chương trình đào tạo khá thống nhất về cấu trúc các khối kiến thức gồm: khối kiến thức giáo dục đại

cương (bao gồm kiến thức về lý luận chính trị, kỹ năng cơ bản, ngoại ngữ 2, giáo dục thể chất, giáo dục quốc phòng); khối kiến thức cơ sở ngành (bao gồm kiến thức cơ sở khối ngành ngoại ngữ, kiến thức về kỹ năng ngôn ngữ tiếng Anh, kiến thức về kỹ năng ngôn ngữ nói chung); khối kiến thức chuyên môn ngành (bao gồm kiến thức lý thuyết ngôn ngữ Anh, kiến thức văn hóa, văn học Anh-Mỹ); từ đó phân bổ thành các học phần cụ thể và tương ứng với các khối kiến thức.

- Các học phần lý luận chính trị trong khối kiến thức giáo dục đại cương của 4 trường gần như giống nhau tuyệt đối. Về kỹ năng cơ bản, các trường đều đào tạo các học phần về công nghệ thông tin và phương pháp nghiên cứu khoa học. Đối với khối kiến thức cơ sở ngành, 4 trường đều có các môn học chung là: Dẫn luận ngôn ngữ, Cơ sở văn hóa Việt Nam và Giao tiếp liên văn hóa. Trong khối kiến thức chuyên môn ngành, các môn học giống nhau gồm: Ngữ pháp, Ngữ âm. Ngôn ngữ học đối chiếu, Phân tích diễn ngôn, và Văn học Anh-Mỹ.

- Nội dung các khối kiến thức và các học phần của 4 trường đại học đều thể hiện được tính liên kết logic và bổ trợ lẫn nhau, đảm bảo đáp ứng được mục tiêu, yêu cầu tổng thể của chương trình đào tạo. Hầu như không có sự trùng lặp nội dung giữa các học phần trong chương trình đào tạo.

➤ **Những điểm khác biệt:**

- Có sự khác biệt về tổng số tín chỉ giữa các khối kiến thức. Trường Đại học Hà Nội có tổng số tín chỉ (154), số tín chỉ bắt buộc (141), số tín chỉ thuộc khối kiến thức cơ sở ngành (76) đều cao nhất trong số bốn trường đại học được đối sánh. Tổng số lượng các khối kiến thức của các trường còn lại khá tương đồng.

- Một điểm khác biệt chủ yếu nữa nằm ở khối kiến thức định hướng nghề nghiệp do đặc thù đào tạo của từng trường. Trong đó:

+ Trường Đại học Giao thông vận tải không đào tạo Phương pháp giảng dạy tiếng Anh mà tập trung đào tạo Biên-phiên dịch và Tiếng Anh Kỹ thuật với các chuyên ngành về Quản lý dự án, Kỹ thuật công trình, Kỹ thuật cơ khí, Kỹ thuật điện tử, Công nghệ thông tin là những thế mạnh đào tạo lâu đời của nhà trường.

+ Trường Đại học Hà Nội đào tạo Biên-phiên dịch và Phương pháp giảng dạy tiếng Anh. Số lượng học phần thuộc khối kiến thức Biên-phiên dịch của trường Đại học Hà Nội (9 học phần) nhiều hơn hẳn so với ba trường còn lại là Đại học Giao thông vận tải (5 học phần), Đại học Cần Thơ (4 học phần) và Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh (1 học phần).

+ Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh không chú trọng đào tạo Biên-phiên dịch. Ở nội dung này chỉ có duy nhất một học phần là Kỹ năng dịch thuật. Nhà trường tập trung đào tạo về Giảng dạy tiếng Anh và Tiếng Anh định hướng nghề nghiệp Vận tải-Thương mại quốc tế với các chuyên ngành: Thanh toán quốc tế, Nghiệp vụ ngoại thương, Đàm phán trong thương mại, Logistics, Tiếp thị, Xuất nhập khẩu ...

+ Trường Đại học Cần Thơ đào tạo Biên-phiên dịch và Tiếng Anh kinh doanh, du lịch, nhà hàng, khách sạn. Về lĩnh vực giảng dạy, trường Đại học Cần Thơ chỉ có một học phần là Tổng quan về giảng dạy tiếng Anh.

- Về nội dung thực tập và khóa luận tốt nghiệp, trường Đại học Hà Nội và Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh có thêm các học phần thay thế cho khóa luận tốt nghiệp của sinh viên.

### **3. KẾT LUẬN**

Từ kết quả đối sánh mục tiêu đào tạo, khối lượng kiến thức chương trình đào tạo, và các học phần trong chương trình đào tạo ngành Ngôn ngữ Anh trình độ đại học của Trường Đại học Giao thông vận tải với chương trình đào tạo cùng ngành của một số trường đại học tại Việt Nam chúng tôi nhận thấy chương trình đào tạo ngành Ngôn ngữ Anh của Trường Đại học Giao thông vận tải khá gọn nhẹ với 128 tín chỉ tích lũy trên tổng số 140 tín chỉ. Khối lượng kiến thức phù hợp thời gian đào tạo, phù hợp trình độ đào tạo, tỉ lệ giữa khối kiến thức bắt buộc và tự chọn khá cân đối. Các học phần Biên-phiên dịch và Định hướng nghề nghiệp (Tiếng Anh Kỹ thuật) giúp sinh viên bồi dưỡng kiến thức về nghề phù hợp với mục tiêu đào tạo, sứ mạng, tầm nhìn của nhà trường, đáp ứng nhu cầu về vị trí việc làm cho xã hội. Cử nhân Tiếng Anh Kỹ thuật sẽ là nguồn nhân lực cần thiết cho sự phát triển và hội nhập quốc tế của các công ty liên doanh nước ngoài, các trường đại học và cơ sở nghiên cứu. Hi vọng rằng những nội dung trong đối sánh không chỉ cho thấy những điểm mạnh mà còn chỉ ra những hạn chế và tồn tại của chương trình đào tạo ngành Ngôn ngữ Anh của Trường Đại học Giao thông vận tải, từ đó giúp tiểu ban xây dựng đề án của nhà trường tiếp tục tiến hành rà soát, hiệu chỉnh, cập nhật một cách khoa học, hợp lý, đưa ra những giải pháp thực hiện để từng bước hoàn thiện đề án, tiến tới kiểm định chương trình đào tạo trong tương lai.

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Chương trình đào tạo trình độ đại học ngành Ngôn ngữ Anh Trường Đại học Giao thông vận tải.
- [2]. Chương trình đào tạo trình độ đại học ngành Ngôn ngữ Anh trường Đại học Hà Nội.
- [3]. Chương trình đào tạo trình độ đại học ngành Ngôn ngữ Anh Trường Đại học Giao thông vận tải thành phố Hồ Chí Minh.
- [4]. Chương trình đào tạo trình độ đại học ngành Ngôn ngữ Anh trường Đại học Cần Thơ.
- [5]. Nghị quyết số 71/NQ-HĐT ngày 19/06/2023, Trường Đại học Giao thông vận tải, về chủ trương mở ngành đào tạo Ngôn ngữ Anh trình độ đại học.
- [6]. Thông tư số 24/2015/TT-BGDĐT ngày 23 tháng 9 năm 2015 của Bộ trưởng Bộ Giáo dục và Đào tạo Quy định chuẩn quốc gia đối với cơ sở giáo dục đại học.

- [7]. Thông tư số 04/2016/TT-BGDĐT ngày 14 tháng 3 năm 2016 ban hành Quy định về tiêu chuẩn đánh giá chất lượng chương trình đào tạo các trình độ của giáo dục đại học.
- [8]. Thông tư số 12/2017/TT-BGDĐT ngày 19 tháng 5 năm 2017 của Bộ trưởng Bộ Giáo dục và Đào tạo ban hành Quy định kiểm định chất lượng cơ sở giáo dục đại học.
- [9]. Charles, D., & Benneworth, P. 2002, 'Evaluating the regional contribution of an HEI: A benchmarking approach', Publications 2002.
- [10]. Garlick, S., & Pryor, G. 2004, Benchmarking the University: Learning about improvement. Canberra: Department of Education Science and Training
- [11]. Jackson, N., & Lund, H. (Eds.) (2000). Benchmarking for Higher Education. Buckingham: Society for Research into Higher Education & Open University Press.

## NGHIÊN CỨU CHIẾN LƯỢC HỌC TẬP NGÔN NGỮ CỦA SINH VIÊN TẠI MỘT TRƯỜNG ĐẠI HỌC THUỘC KHỐI KỸ THUẬT

**Trương Thị Thanh Thủy\*, Trần Đình Thước**

Trường Đại học Mỏ - Địa chất, số 8 Phố Viên, Bắc Từ Liêm, Hà Nội

\*Tác giả liên hệ: Email: [truongthithanhthuy@humg.edu.vn](mailto:truongthithanhthuy@humg.edu.vn)

**Tóm tắt:** Nghiên cứu được thực hiện với mục đích tìm hiểu mức độ sử dụng chiến lược học tập ngôn ngữ (CLHTNN) của sinh viên không chuyên tiếng Anh trường đại học Mỏ - Địa chất và qua đó đánh giá về mối liên hệ giữa mức độ sử dụng CLHTNN với kết quả học tập của sinh viên. Nhóm tác giả đã tiến hành khảo sát bằng bảng hỏi với 69 sinh viên và thực hiện phỏng vấn sâu 3 sinh viên. Kết quả khảo sát chỉ ra có 23,5% số sinh viên được hỏi thường xuyên sử dụng các CLHTNN. Nhóm chiến lược siêu nhận thức được sinh viên sử dụng nhiều nhất, chiếm 38% số sinh viên được hỏi và chỉ có 19% số sinh viên được hỏi sử dụng nhóm chiến lược nhận thức. Qua thực hiện phỏng vấn sâu cho thấy các sinh viên có kết quả học tập tốt có xu hướng thường xuyên sử dụng các CLHTNN.

**Từ khoá:** chiến lược học tập, khảo sát, phỏng vấn sâu, mức độ

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trên thế giới, các nhà nghiên cứu bắt đầu quan tâm đến chiến lược học tập ngôn ngữ (CLHTNN) từ những năm 80 của thế kỷ XX khi vai trò của người học được đề cao và khi khoa học tri nhận có những bước phát triển đáng ghi nhận. Các nhà nghiên cứu đã đạt được một số kết quả nhất định như xây dựng thành công khung lý thuyết bao gồm định nghĩa, phân loại, công cụ đo chiến lược học tập ngôn ngữ cũng như nhận diện được một số yếu tố có khả năng ảnh hưởng đến việc sử dụng các CLHTNN. Tại Việt Nam, các công trình nghiên cứu trong lĩnh vực còn hạn chế. Nguyên nhân có thể do chúng ta chưa ý thức được tầm quan trọng của CLHTNN. Để người học thực sự là trung tâm trong công cuộc đổi mới phương pháp dạy và học thì việc nắm được các CLHTNN là điều kiện hết sức cần bản để người học chủ động tham gia vào quá trình đào tạo và tự đào tạo cũng như duy trì động lực học tập suốt đời. Với mong muốn tìm hiểu về mức độ sử dụng CLHTNN của sinh viên không chuyên tiếng Anh tại trường ĐH Mỏ - Địa chất, tác giả đã tiến hành khảo sát bằng bảng hỏi và thực hiện phỏng vấn sâu, qua đó thấy được mối liên hệ giữa mức độ sử dụng CLHTNN với kết quả học tiếng Anh của sinh viên. Trên cơ sở đó, nhóm tác giả đưa ra những đề xuất cho việc học tiếng Anh của sinh viên không chuyên ngoại ngữ.

## 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

### 2.1. Định nghĩa chiến lược học tập ngôn ngữ

Rubin (1975) cho rằng chiến lược học tập là các kỹ thuật hoặc phương sách mà người học sử dụng để tiếp thu kiến thức. Từ một góc nhìn thiên về ngôn ngữ học Tarone (1983) coi CLHTNN là các ý định nhằm phát triển các kỹ năng ngôn ngữ và ngôn ngữ-xã hội trong ngôn ngữ đích. Cho đến thời điểm hiện tại, nhiều nhà nghiên cứu trên thế giới đánh giá cao định nghĩa của Oxford (1990): “*CLHTNN là các hoạt động được người học sử dụng để tạo điều kiện thuận lợi cho việc tri nhận, lưu trữ, tái tạo và sử dụng thông tin, các hành động đặc biệt do người học thực hiện nhằm làm cho công việc học tập trở nên dễ dàng hơn, nhanh chóng hơn, thoải mái hơn, tự chủ hơn, hiệu quả hơn, và dễ hoán chuyển vào tình huống mới hơn.*” Định nghĩa của Oxford về CLHTNN thực sự cụ thể, tường minh và nêu bật được tác dụng của việc sử dụng CLHTNN đối với người học.

### 2.2. Phân loại chiến lược học tập ngôn ngữ

Theo Liu (2010), Oxford (1990) đã phát triển thành công một hệ thống các CLHTNN dễ hiểu và chi tiết hơn những tác giả trước đó. Do vậy, bài viết này sẽ dựa trên cách phân loại các CLHTNN của Oxford (1990). Theo Oxford (1990), CLHTNN được chia thành 2 nhóm chính là nhóm chiến lược trực tiếp và nhóm chiến lược gián tiếp tùy thuộc vào vai trò của các nhóm trong tiến trình học tập ngôn ngữ.

#### 2.2.1. Nhóm chiến lược trực tiếp

Nhóm chiến lược trực tiếp bao gồm các chiến lược người học trực tiếp sử dụng trong quá trình học ngôn ngữ đích. Nhóm chiến lược này tiếp tục được chia thành nhóm chiến lược ghi nhớ, chiến lược nhận thức và chiến lược bù đắp. Chiến lược ghi nhớ là những kỹ thuật dùng để ghi nhớ kiến thức một cách hiệu quả, truy xuất và chuyển đổi thông tin cần thiết để có thể sau này sử dụng được ngôn ngữ đích. Quá trình ghi nhớ giúp sinh viên lưu trữ những thông tin quan trọng thu lượm được từ quá trình học tập. Về sau, khi cần sử dụng thông tin đã lưu trữ, các chiến lược này sẽ giúp người học khơi gợi lại kiến thức cũ. Ví dụ như sơ đồ ngữ nghĩa của một nhóm danh từ hay động từ chỉ ra mối quan hệ giữa các từ với nhau. Chiến lược nhận thức: là nhóm chiến lược giúp người học vận dụng ngôn ngữ đích hoặc thực hiện các tác vụ một cách chính xác thông qua các quá trình như: biện luận, phân tích và kết luận. Ví dụ như luyện tập thực hành ngôn ngữ và sử dụng từ điển để tra cứu các từ khó. Chiến lược bù đắp: được sử dụng trong trường hợp người học còn thiếu hụt một lượng từ vựng trong ngôn ngữ đích. Chiến lược này giúp người học tuy chỉ có một lượng từ vựng hạn chế nhưng vẫn có thể giao tiếp nói hoặc viết. Ví dụ như việc sử dụng các ngữ cảnh ngôn ngữ để đoán nghĩa từ có thể bù đắp cho việc thiếu hụt từ vựng.

#### 2.2.2. Nhóm chiến lược gián tiếp

Nhóm chiến lược gián tiếp gồm những thủ thuật trợ giúp nhóm chiến lược trực tiếp. Mặc dù không có sự ràng buộc trực tiếp đến việc tiếp thu một ngôn ngữ mới, nhưng nhóm chiến lược gián tiếp hỗ trợ tích cực cho nhóm chiến lược trực tiếp nhằm điều chỉnh tiến trình học tập. Nhóm chiến lược này bao gồm 3 nhóm nhỏ: nhóm chiến lược siêu nhận thức, nhóm chiến lược kiểm soát cảm xúc, nhóm chiến lược giao tiếp xã hội. Chiến lược siêu nhận thức là nhóm chiến lược giúp người học điều phối quá trình học tập thông qua việc



xác định trọng tâm, lên kế hoạch, tự quản lý và tự đánh giá quá trình học tập. Người học cũng có khả năng lựa chọn chiến lược học tập cho mình và tự thay đổi nếu thấy chưa phù hợp. Ví dụ như người học có thể tổng quan lại tất cả các tài liệu về ngôn ngữ đích đã được tiếp cận và lập trước kế hoạch xem cần tập trung vào phần nào. Chiến lược cảm xúc: giúp người học kiểm soát cảm xúc, thái độ, động lực và các giá trị có ảnh hưởng tới quá trình học tập. Nhóm chiến lược này có tác động mạnh mẽ tới quá trình học tập. Ví dụ như người học có thể cười để thư giãn và tự thưởng cho mình vì những kết quả đạt được. Chiến lược giao tiếp xã hội: là các hoạt động người học tham dự nhằm tìm kiếm cơ hội tiếp xúc trong môi trường thực hành ngôn ngữ đích. Nhóm chiến lược này đóng vai trò quan trọng bởi việc học ngôn ngữ cần có sự tiếp xúc với những người khác vì đây cũng chính là một hành vi mang tính xã hội. Ví dụ như việc đặt câu hỏi hay thực hành ngôn ngữ theo cặp hoặc giao tiếp với người bản ngữ giúp cải thiện kỹ năng ngôn ngữ.

### **3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU**

#### **3.1. Phương pháp nghiên cứu**

Bài báo viết theo hướng nghiên cứu mô tả, sử dụng bảng khảo sát có tên gọi “Bảng đánh giá các chiến lược học tập ngôn ngữ” (Strategy Inventory for Language Learning – SILL) gồm 50 câu hỏi được dịch từ tiếng Anh sang tiếng Việt nhằm đo mức độ sử dụng các chiến lược của sinh viên. Đây là công cụ hiệu quả nhất, sử dụng nhiều và rộng rãi nhất trên thế giới, trong đó có các nước ở châu Á (Qinquang, 2008). Tổng số có 69 sinh viên chính quy theo học lớp Tiếng Anh 2 học kỳ 1, năm học 2023-2024 đã tham gia trả lời bảng khảo sát từ ngày 20/11/2023 đến ngày 5/12/2023. Để có thông tin khách quan, sinh viên không cần điền các thông tin như họ, tên hay địa chỉ email trên bảng khảo sát. Hơn nữa họ cũng được cho biết rằng không có câu trả lời đúng hay sai để họ tự tin trả lời bảng khảo sát. Sau khi sinh viên hoàn thành trả lời câu hỏi trên bản khảo sát, giáo viên tiếp tục thực hiện phỏng vấn sâu 3 sinh viên có kết quả thi học phần Anh 1 trên 8,5 về các chiến lược học tiếng Anh mà họ đã sử dụng trong quá trình học.

#### **3.2. Câu hỏi nghiên cứu**

Để thực hiện nghiên cứu này, nhóm tác giả đưa ra 3 câu hỏi:

- Sinh viên không chuyên tiếng Anh trường đại học Mở - Địa chất sử dụng các CLHTNN ở mức độ nào?
- Trong mỗi nhóm chiến lược, chiến lược nào được sinh viên sử dụng nhiều nhất và ít nhất?
- Có mối liên hệ gì giữa sinh viên đạt kết quả cao với mức độ sử dụng các CLHTNN?

#### **3.3. Kết quả và thảo luận**

Bảng câu hỏi được chia thành 6 phần, với chiến lược ghi nhớ (từ câu 1-9), chiến lược nhận thức (từ câu 10-23), chiến lược bù đắp (từ câu 24-29), chiến lược siêu nhận thức (từ câu 30-38), chiến lược cảm xúc (từ câu 39-44) và chiến lược xã hội (từ câu 45-50) cho kết quả như sau:

### 3.3.1. Mức độ chung của sinh viên sử dụng CLHTNN

Qua thông kê cho thấy trung bình có 23,5% số sinh viên được hỏi thường xuyên sử dụng các CLHTNN. Như vậy mức độ sinh viên thường xuyên sử dụng các CLHTNN khá thấp.

### 3.3.2. Nhóm chiến lược được sử dụng nhiều nhất và ít nhất

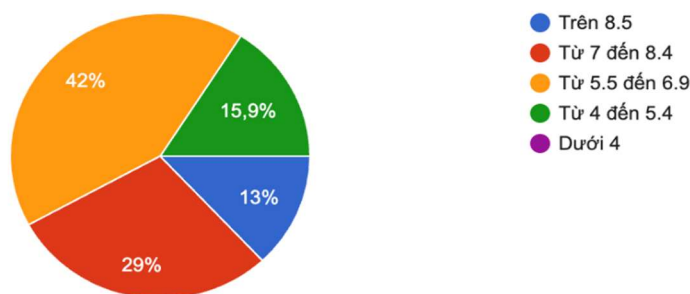
Từ kết quả khảo sát, tác giả đưa ra kết luận sinh viên sử dụng nhóm chiến lược siêu nhận thức nhiều nhất trong quá trình học ngoại ngữ, trung bình có 33,8% sinh viên thường xuyên sử dụng nhóm chiến lược này, trong đó 48% số sinh viên được hỏi thường xuyên sử dụng chiến lược “Tôi cố gắng tìm ra cách học tiếng Anh tốt hơn” (câu 33) và “Tôi suy nghĩ về sự tiến bộ của mình trong việc học tiếng Anh” (câu 38). Ngược lại số sinh viên thường xuyên sử dụng chiến lược nhận thức là ít nhất, chỉ chiếm 19% số sinh viên được hỏi, trong đó có 47% sinh viên không bao giờ sử dụng chiến lược “Tôi viết thông báo, tin nhắn, thư và báo cáo bằng tiếng Anh” (câu 17). 58% sinh viên được hỏi không bao giờ sử dụng chiến lược “Tôi ghi lại cảm xúc của mình trong cuốn nhật ký học tiếng Anh” (câu 43) và 54 % không bao giờ sử dụng chiến lược “Tôi nhờ người bản ngữ tiếng Anh giúp đỡ” (câu 48).

### 3.3.3. Mối liên hệ giữa mức độ sử dụng CLHTNN và kết quả học tập của sinh viên

Để đánh giá mối liên hệ giữa mức độ sử dụng CLHTNN và kết quả học tập của sinh viên, trong phần câu hỏi về thông tin cá nhân có câu hỏi về điểm thi học phần Anh 1 cho kết quả như sau:

Điểm bài thi Anh 1 của bạn

69 câu trả lời



Kết quả khảo sát cho thấy 9 sinh viên có điểm thi học phần Anh 1 từ 8,5 trở lên (chiếm 13% tổng số sinh viên trả lời khảo sát) thường xuyên có sử dụng các CLHTNN thuộc 6 nhóm chiến lược trong bảng đánh giá các chiến lược học tập ngôn ngữ. 11 sinh viên có điểm thi học phần Anh 1 từ 4 đến 5,4 (chiếm 15,9% tổng số sinh viên trả lời khảo sát) có câu trả lời là không bao giờ hoặc ít khi sử dụng các CLHTNN.

Ngoài ra, giáo viên còn thực hiện phỏng vấn sâu 3 sinh viên có điểm thi học phần tiếng Anh 1 từ 8,5 với các câu hỏi về kế hoạch, mục tiêu học tiếng Anh và các chiến lược sử dụng trong việc học ngữ pháp, từ vựng, phát âm và các kỹ năng nghe, nói, đọc, viết. Kết quả cho thấy như sau:

Sinh viên thứ nhất đã lập kế hoạch chi tiết cho việc học tiếng Anh cũng như đặt ra các mục tiêu cụ thể mà mình cần đạt được. Để học ngữ pháp, sinh viên này thường xuyên ôn lại kiến thức và làm bài tập ngữ pháp, chú ý đến các lỗi sai mình đã mắc phải để sửa lỗi. Để học từ mới, bạn đã sử dụng các ứng dụng trên mạng, ghi chú từ mới vào ứng dụng từ điển trên điện thoại, và nhớ từ qua việc liên tưởng đến các tình huống xuất hiện của từ đó. Về phát âm, bạn tra từ điển, ghi nhớ cách phát âm chuẩn, thực hành nhiều lần để tránh mắc lỗi đồng thời chú ý về sự khác biệt giữa âm tiếng Anh và tiếng Việt. Đối với kỹ năng đọc hiểu, bạn chú trọng tới việc tìm ra ý chính của bài đọc, đồng thời tập trung vào các câu hỏi để tìm được nội dung cần trả lời ngoài ra còn vận dụng luôn các kiến thức thu được trong bài đọc hiểu nhằm tái sử dụng trong phần nói hoặc viết. Đối với kỹ năng nghe hiểu bạn luyện nghe hàng ngày với mức độ tăng dần về thời lượng và độ khó. Khi thực hành kỹ năng nói, bạn luôn tự tin, không sợ nói sai, luyện tập nói tiếng Anh thường xuyên với 1 người bạn, ngoài ra chịu khó giao tiếp bằng tiếng Anh với bạn bè, giáo viên và người nước ngoài. Còn với kỹ năng viết, bạn luyện tập thường xuyên bằng cách sử dụng đa dạng vốn từ vựng, ngữ pháp phù hợp với chủ đề theo bố cục của từng dạng bài viết đồng thời lồng ghép các kiến thức về tự nhiên văn hoá xã hội nhằm chuyển tải đến người đọc nội dung một cách đầy đủ và tường minh.

Bạn sinh viên thứ 2 đã lập kế hoạch chi tiết và đưa ra mục tiêu cụ thể cho việc học tiếng Anh của mình. Đối với việc học ngữ pháp bạn luyện tập thường xuyên theo một cuốn sách ngữ pháp đã được hệ thống hoá. Về từ vựng bạn học theo thẻ từ và tổng hợp từ vựng theo từ đồng nghĩa và trái nghĩa. Khi luyện tập về phát âm, bạn ghi nhớ bảng phát âm chuẩn, thực hành kỹ các phụ âm, nguyên âm, từ, nghe và thực hành đọc to lại nhiều lần để sửa lỗi. Đối với kỹ năng đọc hiểu bạn luyện tập thường xuyên bằng cách đánh dấu vào các từ khoá, và các câu trúc trong bài đọc hiểu. Khi rèn luyện kỹ năng nghe hiểu, bạn đọc kỹ câu hỏi, nghe từ khoá và xác định câu trả lời. Ngoài ra trong thời gian rảnh bạn thường xem phim hoặc nghe nhạc tiếng Anh. Để luyện kỹ năng nói, bạn thường ghi âm lại các bài nói của mình, nói một mình hoặc dạy em của bạn nói tiếng Anh, đồng thời có sử dụng ứng dụng yeetalk để luyện nói. Về kỹ năng viết, bạn thường xuyên viết theo chủ đề, chú ý sử dụng đúng các cụm từ và các cấu trúc câu thay vì ghép các từ đơn lẻ.

Bạn sinh viên thứ 3 cũng đã lập kế hoạch rất chi tiết cho việc học tiếng Anh của mình và đặt ra các mục tiêu từ thấp đến cao theo từng giai đoạn. Để học ngữ pháp, bạn cố gắng ghi nhớ các đặc điểm nhận dạng của các cấu trúc, làm đi làm lại các bài tập tương tự nhau. Về từ vựng, bạn phân loại từ để ghi nhớ, học từ mới bằng cách viết đi viết lại nhiều lần, dán lên tường để dễ nhìn thấy từ, học từ qua các bài hát đơn giản và dùng các ứng dụng học từ vựng. Đối với việc luyện phát âm, bạn học cách phát âm qua ứng dụng dạy phát âm và xem các youtube dạy phát âm của người nước ngoài để luyện tập theo nhằm sửa các lỗi sai về phát âm. Để luyện kỹ năng đọc hiểu, bạn chú trọng vào việc đọc tìm từ khoá và suy đoán loại trừ nhằm tìm ra câu trả lời đúng nhất. Khi luyện kỹ năng nghe, bạn cũng tập trung chú ý vào các từ khoá hoặc các hình ảnh (nếu có) nhằm hiểu được một phần nội dung bài nghe đang đề cập đến. Đối với kỹ năng nói, bạn luyện tập bằng cách lắng nghe, quan sát và thực hành. Bạn luyện nói theo phim, theo các bài hát tiếng Anh, học cách sử dụng từ ở đó để áp dụng vào các tình huống tương tự. Để rèn luyện kỹ năng viết, theo bạn điều quan trọng nhất là thực hành viết thường xuyên, trước tiên cần viết nháp các ý chính, sử dụng các

cấu trúc phù hợp để phát triển ý thành câu và đoạn văn. Qua thời gian thực hành liên tục sẽ tạo nên kỹ năng viết của mỗi người.

### **3.3.4. Thảo luận**

Kết quả của câu hỏi nghiên cứu thứ nhất cho thấy sinh viên không chuyên tiếng Anh trường đại học Mở - Địa chất sử dụng các CLHTNN ở mức độ dưới trung bình. Kết quả này trùng khớp với kết quả nghiên cứu của Erhman và Oxford (1989) cho rằng sinh viên đại học, người học ngôn ngữ thứ hai, học sinh phổ thông trung học sử dụng các loại chiến lược ở mức độ hạn chế, nói cách khác các đối tượng chưa chủ động sử dụng các chiến lược tốt nhất và toàn diện nhất.

Kết quả câu hỏi nghiên cứu thứ hai chỉ ra rằng chiến lược siêu nhận thức được sinh viên không chuyên sử dụng nhiều nhất. Như vậy, chúng tôi thấy rằng sinh viên không chuyên tiếng Anh đại học Mở - Địa chất có đủ nhận thức trong việc sắp xếp và đánh giá quá trình học tập của bản thân. Nguyên nhân có thể là do các đối tượng nhận thấy được tầm quan trọng của tiếng Anh đối với những định hướng tương lai nên đang ra sức để trau dồi ngôn ngữ thứ hai này. Thật vậy, việc nhận thức này sẽ giúp người học suy nghĩ tích cực về tiến trình học ngôn ngữ của bản thân, thiết lập mục tiêu cho những phát triển cá nhân, lên kế hoạch học tập và tìm cách thực hành tiếng Anh đồng thời tự đánh giá bản thân.

Bên cạnh đó, vì những chiến lược nhận thức đòi hỏi người học ngôn ngữ phân tích, lý giải, truyền và nhận thông điệp, sử dụng nguồn tài liệu học có sẵn và thực hành các kỹ năng ngôn ngữ nên khiến cho những người học ở mức độ sơ cấp không tự tin sử dụng chiến lược, dẫn đến việc sử dụng chiến lược nhận thức ở mức thấp nhất. Điều này có thể lý giải là do sinh viên còn thiếu năng lực ngoại ngữ, và không được hướng dẫn sử dụng chiến lược đúng đắn nên họ thiếu tự tin trong việc sử dụng ngôn ngữ và áp dụng các chiến lược vào quá trình học của bản thân.

Kết quả câu hỏi nghiên cứu thứ ba cho thấy các sinh viên có kết quả học tập tốt có xu hướng thường xuyên sử dụng các CLHTNN. Các sinh viên được phỏng vấn sâu sử dụng các CLHTNN một cách đa dạng bao gồm chiến lược siêu nhận thức (sinh viên 1,2,3), chiến lược ghi nhớ (sinh viên 1,2,3), chiến lược nhận thức (sinh viên 1,2,3), chiến lược bù đắp (sinh viên 1,2,3), chiến lược xã hội (sinh viên 1,2), chiến lược cảm xúc (sinh viên 1). Đây là những sinh viên đã có sự tìm hiểu về các CLHTNN và áp dụng được những chiến lược phù hợp và có hiệu quả với việc học tiếng Anh của bản thân. Kết quả này cũng phù hợp với nghiên cứu của Qingquan (2011) khi nhận định rằng nhóm sinh viên có kết quả học tập tốt đa phần là những sinh viên có ý thức rõ ràng về việc sử dụng các CLHTNN một cách khá thường xuyên và việc sử dụng chiến lược siêu nhận thức ở mức độ cao trong nhóm sinh viên này góp phần mang lại hiệu quả cao trong việc học tiếng Anh. Phần lớn các sinh viên học ngôn ngữ thành công đều có mục tiêu rõ ràng, có năng lực tự học, tự quản lý và đánh giá quá trình học tiếng Anh của mình.

## **4. KẾT LUẬN**

Dựa trên kết quả nghiên cứu, nhóm tác giả nhận thấy mặc dù sinh viên không chuyên tiếng Anh trường Đại học Mở - Địa chất sử dụng chiến lược ở mức độ dưới trung bình, nhưng các em có khuynh hướng sử dụng chiến lược siêu nhận thức trong quá trình

học ngoại ngữ của bản thân nên giáo viên Anh văn có thể sử dụng điểm thuận lợi này để phát triển năng lực ngôn ngữ của các em, tạo hứng thú cho các em trong việc học ngoại ngữ và giúp các em tự lên kế hoạch cũng như điều chỉnh và đánh giá quá trình học của mình.

Từ kết quả khảo sát việc sử dụng chiến lược nhận thức và chiến lược xã hội của sinh viên thấp, nguyên nhân là sinh viên xem việc học ngôn ngữ như là một môn học thay vì một công cụ để giao tiếp hiệu quả, cho nên giáo viên Anh văn cần khuyến khích và tạo nhiều cơ hội thực tế cho người học sử dụng ngôn ngữ để các em thấy yêu thích việc học ngoại ngữ, từ đó khả năng sử dụng ngoại ngữ của sinh viên được nâng lên.

Qua khảo sát kết hợp phỏng vấn sâu nhóm tác giả nhận thấy các sinh viên có kết quả học tập tốt có xu hướng sử dụng các CLHTNN một cách đa dạng và thường xuyên. Do vậy, các giáo viên tiếng Anh có thể lưu ý tới việc giới thiệu tới sinh viên các CLHTNN hiệu quả hoặc cho sinh viên làm khảo sát dựa trên bảng câu hỏi của Oxford để các em có thể tiếp cận với các CLHTNN và dần dần biết cách sử dụng các chiến lược một cách hiệu quả trong quá trình học tiếng Anh trong và ngoài lớp học.

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Cotterall, S. & Reinders, H. (2004). Learner Strategies: A guide for teachers. *RELC Portfolio Series 12*.
- [2]. Ehrman, M., & Oxford, R. (1989). Effects of sex differences, career choice, and psychological type on adult language learning strategies. *The Modern Language Journal*, 73(1), 1-13.
- [3]. Liu, J. (2010). Language learning strategies and its training model. *International Education Studies*, 3(3), p.100.
- [4]. Oxford, Rebecca (1990). *Language Learning Strategies: What every Teacher Should know*. Boston, Mass. Heinle & Heinle Publishers.
- [5]. Qingquan, N., Chatupote, M., & Teo, A. (2008). A deep look into the learning strategy used by successful and unsuccessful students in the Chinese EFL learning context. *RELC Journal*, 39(3), 338-358.
- [6]. Rubin, Joan (1975). What the “good language learner” can teach us. *TESOL Quarterly* 9: 41-51.
- [7]. Tarone, E. (1983). Some thoughts on the notion of communication strategy. *TESOL Quarterly* 15, No. 3: 285-295.

## TÌM HIỂU VIỆC KIỂM TRA ĐÁNH GIÁ TIẾNG ANH CHUYÊN NGÀNH KINH TẾ TẠI TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI

Bạch Thị Thanh\*

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

\*Tác giả liên hệ: Email: bachthanh@utc.edu.vn

**Tóm tắt:** Tiếng Anh chuyên ngành kinh tế đã được giảng dạy tại Trường Đại học Giao thông vận tải (ĐHGTVT) nhiều năm nay. Đi đôi với quá trình giảng dạy và học tập này, khâu kiểm tra đánh giá đóng vai trò vô cùng quan trọng và luôn là mối quan tâm của giảng viên và sinh viên vì nó giúp họ đánh giá được công việc, sự nỗ lực của mình và từ đó có những thay đổi phù hợp trong giảng dạy và học tập. Bài báo sẽ đề cập đến các yếu tố liên quan đến kiểm tra đánh giá tiếng Anh chuyên ngành (TACN) đồng thời tìm hiểu việc kiểm tra đánh giá TACN kinh tế tại Trường ĐHGTVT để thấy những gì được và chưa được trong quá trình này, từ đó điều chỉnh cho phù hợp hơn.

**Từ khóa:** Kiểm tra đánh giá, tiếng Anh chuyên ngành.

### I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Chúng ta ai cũng biết đi đôi với quá trình giảng dạy và học tập thì khâu kiểm tra đánh giá (KTĐG) là vô cùng quan trọng. Đề cập đến vấn đề này Arthur Hughes trong cuốn *Testing for Language Teachers* đã khẳng định “kiểm tra đánh giá là rất cần thiết nhằm cung cấp thông tin về những gì mà người học đạt được, nếu thiếu khâu này sẽ khó có thể đưa ra các quyết định giảng dạy phù hợp” [2,4]. Theo Handan Celik, “kiểm tra đánh giá là khâu then chốt trong bất kỳ khóa học nào trong đó có các khóa học tiếng Anh chuyên ngành” [8, 359] còn Alderson & Waters [10, 77] khẳng định rằng KTĐG luôn có tác động đến quá trình giảng dạy, KTĐG tốt sẽ tác động tốt còn KTĐG kém sẽ tác động xấu đến việc dạy, vậy nên cách đơn giản nhất để đổi mới dạy học chính là phải cải tiến việc KTĐG”. Vì vậy xem xét tìm hiểu việc kiểm tra đánh giá nhằm nâng cao chất lượng của quá trình này trong các khóa học trong đó có khóa học tiếng Anh chuyên ngành là rất cần thiết. Tại Trường ĐHGTVT, các khóa TACN kinh tế đã được đưa vào giảng dạy từ lâu kèm theo đó là quá trình kiểm tra đánh giá. Bài báo sẽ đề cập đến khái niệm, tầm quan trọng và các tiêu chí liên quan đến kiểm tra đánh giá TACN từ nhận định của các chuyên gia ngôn ngữ đồng thời tìm hiểu việc thực hiện quá trình này tại khoa kinh tế, một khoa có số lượng sinh viên lớn của Trường ĐHGTVT thông qua việc dùng phiếu khảo sát lấy ý kiến các em đã trực tiếp trải qua việc học tập và kiểm tra đánh giá môn học này để thấy những gì được và chưa được, từ đó đề xuất những điều chỉnh và thay đổi để quá trình này được thực hiện hiệu quả hơn.

## II. NỘI DUNG

### 1. Khái niệm về kiểm tra đánh giá tiếng Anh chuyên ngành, một số điểm giống và khác biệt của nó so với kiểm tra đánh giá tiếng Anh cơ bản (TACB).

*Nhiều chuyên gia trong lĩnh vực nghiên cứu ngôn ngữ và giảng dạy đã đưa ra khái niệm khá giống nhau về kiểm tra đánh giá TACN.*

- Theo Douglas (2013), một trong những nhà nghiên cứu hàng đầu về TACN: “Kiểm tra đánh giá Tiếng Anh chuyên ngành là một nhánh (sub-field) trong đánh giá ngôn ngữ nhưng tập trung vào đánh giá khả năng sử dụng ngôn ngữ chính xác trong các ngữ cảnh liên quan đến chuyên ngành”. [Dẫn theo 8,361]

- Dudley-Evans và St.John (1998) cũng đưa ra khái niệm tương tự: “Kiểm tra đánh giá Tiếng Anh chuyên ngành không khác nhiều so với kiểm tra đánh giá tiếng Anh cơ bản ngoại trừ việc tập trung vào ngôn ngữ, các kỹ năng và khả năng diễn ngôn của một chuyên ngành nhất định” [3,3]

- Còn trong nghiên cứu gần đây của mình, Knoch và Macqueen (2019) định nghĩa kiểm tra đánh giá TACN là “quá trình được dùng để đánh giá khả năng hiểu và sử dụng ngôn ngữ của một người trong lĩnh vực liên quan đến ngành nghề nhất định”. [Dẫn theo 8,359]

*Các nhà nghiên cứu cũng nêu lên những điểm giống và khác nhau giữa quá trình kiểm tra đánh giá tiếng Anh chuyên ngành và kiểm tra đánh giá tiếng anh cơ bản.*

-Douglas khẳng định rằng “KTĐG tiếng Anh chuyên ngành không khác KTĐG tiếng Anh cơ bản về các khía cạnh cần đảm bảo như đáp ứng mục đích đánh giá (validity), độ tin cậy (reliability), phù hợp với đối tượng đánh giá về trình độ hay độ tuổi và tác động của quá trình này (impact). Vì vậy các nguyên tắc KTĐG trong TACB cũng sẽ áp dụng được trong KTĐG tiếng Anh chuyên ngành”. Tuy nhiên ông nhấn mạnh 3 yếu tố cơ bản khiến KTĐG tiếng Anh chuyên ngành có sự khác biệt gồm ngữ cảnh sử dụng ngôn ngữ (context) tức là lĩnh vực chuyên ngành trong đó ngôn ngữ được sử dụng chẳng hạn như du lịch, y tế hay tài chính, độ chính xác (precision) của của ngôn ngữ sử dụng trong chuyên ngành đó và sự kết hợp (interaction) giữa ngôn ngữ chuyên ngành và kiến thức chuyên ngành. [Dẫn theo 8,361]

-Theo Chapelle & Brindley (2002), mức độ chính xác (degree of specificity) của ngôn ngữ trong các ngành cụ thể đã tạo ra sự khác biệt lớn giữa KTĐG trong TACN và TACB. Các ông còn nêu rõ “trong khi KTĐG tiếng Anh cơ bản không liên quan đến lĩnh vực ngành nghề nào thì KTĐG tiếng Anh chuyên ngành lại tập trung đánh giá khả năng sử dụng ngôn ngữ chính xác và phù hợp trong một lĩnh vực chuyên ngành nhất định. [Dẫn theo 8,363]

-Vấn đề then chốt phân biệt một khóa học TACN với khóa học TACB là nhu cầu và thể loại ngôn ngữ người học cần. Đó là lý do tại sao phân tích nhu cầu (need analysis) trong khóa học TACN rất quan trọng và theo đó việc KTĐG cũng đòi hỏi có sự hiểu biết sâu hơn và cân nhắc cẩn thận hơn để đáp ứng được nhu cầu người học. Và theo Sanchez-Reyes Penamaria &Torregrosa Benavent (2012) thì KTĐG tiếng Anh chuyên ngành thực sự là một thách thức với giáo viên dạy TACN. [Dẫn theo 8,357-358]

## **2. Tầm quan trọng và vai trò của việc kiểm tra đánh giá trong khóa học tiếng Anh chuyên ngành**

Nhiều nhà nghiên cứu đã đề cập đến vấn đề này trong các bài viết của mình.

-Theo Dudley-Evans và St.John (1998), kiểm tra đánh giá luôn chiếm một vị trí quan trọng trong một khóa học TACN, cung cấp cho giáo viên một lượng thông tin lớn về tính hiệu quả, chất lượng dạy và học, có tác dụng hỗ trợ quá trình học tập.” [1,359]. Hai ông cũng nêu rõ vai trò của quá trình này là để “biết được người học sẽ thành công đến mức nào khi sử dụng tiếng Anh trong môi trường chuyên ngành của họ.” [6,27]

-KTĐG trong một khóa học TACN có rất nhiều vai trò: đánh giá sự tiến bộ của người học, đánh giá đầu ra về kiến thức và kỹ năng, giúp sinh viên có được những phản hồi về việc học tập của mình, giúp sinh viên cải thiện quá trình học tập, giúp giáo viên đánh giá được hiệu quả của quá trình giảng dạy của mình. [9,3]

-Còn theo Douglas (2013), KTĐG tiếng Anh chuyên ngành tạo cơ hội cho người học thể hiện họ đã làm được gì từ những kiến thức được học, họ đang tiến bộ đến đâu và còn cần bổ sung gì nữa. [Dẫn theo 8,361]

### **3. Các tiêu chí cần đạt được để có một quá trình kiểm tra đánh giá TACN hiệu quả:**

*Như các nhà nghiên cứu đã nêu ở trên, KTĐG tiếng Anh chuyên ngành có nhiều điểm chung với KTĐG tiếng Anh cơ bản, vì vậy để đạt được hiệu quả thì KTĐG tiếng Anh chuyên ngành cũng cần đạt được các tiêu chí chung của quá trình KTĐG tiếng Anh cơ bản cũng như các tiêu chí đặc thù trong KTĐG tiếng Anh chuyên ngành.*

#### **3.1. Các tiêu chí trong phương thức đánh giá:**

-Theo hệ thống tích lũy và chuyển đổi tín chỉ, một sinh viên bắt buộc phải trải qua các loại hình đánh giá sau đây: đánh giá liên tục trong suốt quá trình học (continuous assessment), đánh giá quá trình với mục đích cung cấp phản hồi cho sinh viên từ đó giúp họ cải thiện quá trình học tập (formative assessment) và đánh giá tổng kết thường được thực hiện thông qua bài thi cuối kỳ (summative assessment). [9,1]

-Đánh giá phải xác thực, phù hợp với mục đích và phản ánh được chương trình và mục tiêu học tập và được tích hợp theo trình tự học tập. Đánh giá nên bao gồm đánh giá quá trình và đánh giá tổng kết. Giáo viên giải thích rõ ràng mục tiêu học tập, hoạt động học tập và nhiệm vụ đánh giá để học sinh có thể sử dụng mục tiêu học tập để theo dõi và phấn đấu trong quá trình học tập. (Effective assessment, 2022) [14]

-Dudley Evans và St.John cũng đưa ra nhận định tương tự: có 2 cách thức đánh giá trong một khóa học TACN là đánh giá liên tục (continuous assessment) và các bài kiểm tra (tests) trong đó có kiểm tra đầu kỳ, giữa kỳ và cuối kỳ, tuy nhiên không thể chỉ sử dụng một trong hai cách mà phải kết hợp cả 2 vì chúng có ưu và nhược điểm riêng. Chỉ có kết hợp cả 2 phương thức mới cung cấp một sự đánh giá khách quan và hợp lý. Hai ông còn đưa ra các tiêu chí nên áp dụng trong đánh giá quá trình và phần trăm tính điểm bao gồm sự có mặt và ý thức tham gia xây dựng bài (attendance and participation) chiếm 10%, viết báo cáo (report writing) chiếm 15%, thuyết trình (presentation) chiếm 15%, kiểm tra viết cuối kỳ (written final exam) chiếm 30% .... [6,28]



### **3.2. Các tiêu chí trong khâu đánh giá quá trình**

Vấn đề đánh giá quá trình đã được phân tích kỹ với nhiều trích dẫn ý kiến của các nhà nghiên cứu trong bài viết “Effective Formative Assessment for Educators”

Nhiều nhà nghiên cứu đã khẳng định tầm quan trọng của khâu đánh giá quá trình. “Đánh giá quá trình mang lại kết quả đặc biệt rõ ràng với những học sinh gặp khó khăn. Bởi vì phản hồi tập trung vào các vấn đề cụ thể và giúp sinh viên biết được giải pháp để cải thiện việc học của mình nên đây là một khâu thiết yếu trong việc thu hẹp khoảng cách thành tích giữa học sinh có thành tích cao và học sinh có thành tích thấp.” (Black & Wiliam 1998)

Tuy nhiên việc đánh giá này cần phải được thực hiện tốt và đúng quy cách.

- “Đánh giá quá trình không thể tiến hành một cách biệt lập, nó phải được tích hợp và điều chỉnh phù hợp với toàn bộ chương trình giảng dạy để hỗ trợ học tập tối đa.” (Pellegrino, Chudowski & Glaser, 2001). Một số nhà nghiên cứu khác cũng đưa ra ý kiến như vậy. Đánh giá quá trình được xem là “đánh giá phục vụ cho việc học” (assessment for learning) trái ngược với “đánh giá việc học” (assessment of learning). (Stiggins, 2006), vì vậy “phương thức đánh giá này cần được thực hiện trong suốt quá trình học để tạo cơ hội cho sinh viên cải thiện việc học tập của mình” (Watanabe-Crockett, 2017).

- Việc đánh giá phải được thực hiện chính xác và công bằng. “Đánh giá quá trình nên tạo ra phản ứng tích cực từ cả giáo viên và học sinh. Nếu việc đánh giá được thực hiện sai, kết quả sẽ khiến giáo viên không biết phải làm gì tiếp theo. Thay vào đó, giáo viên nên cảm thấy rằng việc đánh giá đã giúp chỉ ra bước tiếp theo để thúc đẩy quá trình học tập. Đối với học sinh, những đánh giá không tốt sẽ tạo ra những tác động phản tác dụng, bực mình và từ bỏ trong vô vọng. Trong khi những đánh giá tốt mang lại sự tự tin và sẵn sàng tiếp tục cố gắng. (Stiggins, 2006)

- Theo Pelligreno và những người khác: “Học sinh cần nhận được phản hồi để nhận thức được sự tiến bộ của mình .... Một trong những vai trò quan trọng nhất của đánh giá là cung cấp thông tin phản hồi kịp thời và đầy đủ cho học sinh trong quá trình dạy và học...” đồng thời “mô tả kỹ càng về tình trạng hiện tại của học sinh và chi tiết về cách họ có thể làm tốt hơn vào lần sau.” (Stiggins, 2006)

[Dẫn theo 15]

### **3.3. Các tiêu chí trong khâu thiết kế bài kiểm tra và đề thi**

- Khi thiết kế câu hỏi trong KTĐG tiếng Anh chuyên ngành, tiêu chí đầu tiên mà giảng viên cần xem xét là liệu câu hỏi đó có bám sát ngôn ngữ chuyên ngành được sử dụng trong thực tế hay không (authentic), tiếp theo là câu hỏi đó phải có sự kết hợp giữa kiến thức ngôn ngữ (language knowledge) và kiến thức chuyên ngành (specific purpose background knowledge). Tuy nhiên việc KTĐG tiếng Anh chuyên ngành vẫn ưu tiên kiểm tra kiến thức ngôn ngữ. [8, 367]. Nhiều nhà ngôn ngữ khác cũng có cùng quan

điểm. Jacoby và McNamara (1999): “việc kiểm tra đánh giá TACN ưu tiên đánh giá khả năng sử dụng ngôn ngữ.” [Dẫn theo 6,30]; Douglas (200-2001): “các câu hỏi kiểm tra cần sát với các tình huống mà người học sẽ gặp trong nghề nghiệp của mình.” [Dẫn theo 8,363]; “các bài kiểm tra TACN được thiết kế nhằm đánh giá về kiến thức và khả năng ngôn ngữ hơn là kiến thức chuyên ngành” [8,365]

- “Các loại câu hỏi trong đề thi được thiết kế dựa trên những gì đã được giảng dạy trong chương trình học và có thể được thay đổi cho phù hợp, tuy nhiên không phải nội dung gì trong chương trình học cũng có thể cho vào đề thi” [12,225]

- “Bài thi cuối kỳ (achievement test) đánh giá trình độ sinh viên dựa trên mục tiêu đề ra trong giáo trình mà người học đã được học suốt khóa học” [7,3]

- Theo Cyril Weir (1993), thi thang điểm và thời gian làm bài của từng phần (nếu bài thi gồm nhiều phần có độ dài khác nhau) cũng nên cho thí sinh biết để họ có thể có chiến lược làm bài đạt hiệu quả cao nhất. [5,25].

Ngoài ra các nhà nghiên cứu còn đưa ra một số lưu ý khác khi thiết kế bài thi TACN:

- “Nhìn chung TACN được thiết kế cho sinh viên có trình độ tiếng Anh ở cấp độ B1(intermediate) hoặc C1 (advanced) [11,5]

- “Khi soạn bài thi chúng ta không phải làm mới hoàn toàn mà nên tận dụng những gì có sẵn và sửa đổi cho phù hợp” [12,221]

-Weir (1993) đã khẳng định “đề thi không thể làm một mình, cần nhiều người soạn đề rồi đưa nhiều người đọc sẽ cho kết quả tốt hơn” [12,223]

-Theo Dudley Evans và St.John (1998), “...trong bất kỳ giai đoạn nào của khóa học TACN nên có sự hợp tác với các chuyên gia của chuyên ngành đó từ khâu thiết kế khóa học cho đến khâu kiểm tra đánh giá” [8,359]. Celick cũng nhấn mạnh sự hỗ trợ của các chuyên gia trong KTĐG tiếng Anh chuyên ngành: “Sự phối hợp này không chỉ phục vụ cho việc phát triển khóa học mà còn hỗ trợ trong việc xây dựng các tiêu chí đánh giá” [8,380]. Pauline Robinson cũng khẳng định: “thiết kế bài thi TACN cần có sự hỗ trợ của các chuyên gia trong lĩnh vực học tập hoặc công việc mà sinh viên đang theo học hoặc sẽ làm việc sau này”.

### **3.4. Các tiêu chí trong khâu tổ chức thi:**

Một đề thi tốt nhưng không được tổ chức thi nghiêm túc sẽ không đạt được độ tin cậy (unreliable) và không có độ giá trị (invalid). [2,152] Nhiều nhà nghiên cứu đã đưa ra tiêu chí về khâu tổ chức thi.

- Đề thi và phiếu trả lời phải được in ấn và soát lỗi kỹ càng trước kỳ thi. Nếu sử dụng lại đề của các kỳ thi trước thì phải kiểm tra cẩn thận đảm bảo đề không có dấu hiệu gì của thí sinh trước viết vào. [2,152]

- Kiểm tra các trang thiết bị như đài, hệ thống loa trước khi thi đảm bảo mọi thứ hoạt động tốt. [2,152]

- Phòng thi phải yên tĩnh, đủ rộng để tránh hiện tượng quay cóp. Để phục vụ kỹ năng nghe, phòng phải có hệ thống cách âm. [2,153]

- Giám thị phải nắm chắc hiệu lệnh, quy trình và quy chế thi cũng như biết sử dụng trang thiết bị (ví dụ như đài). [2,153]

- Sinh viên phải được làm quen với dạng đề và quy trình thi trước kỳ thi. [4,16]

- Việc tiến hành thi phải được tổ chức đồng nhất trong điều kiện yên tĩnh. Đảm bảo rằng các điều kiện và quy trình thi được tiến hành như nhau đối với các nhóm sinh viên khác nhau. [4,26]

### **3.5. Các tiêu chí trong khâu chấm điểm:**

Việc chấm điểm bài thi công bằng khách quan là vô cùng quan trọng, Vấn đề này cũng đã được nhiều nhà nghiên cứu đề cập đến khi bàn về kiểm tra đánh giá.

- Tony Dudley-Evans (1996): “Nhiều quyết định và tác động quan trọng như trượt hay đỗ, thành công hay không thành công trong quá trình xin việc, tinh thần và sự tự tin của sinh viên được củng cố hay bị làm thui chột được dựa trên kết quả bài thi vì vậy khi chúng ta tổ chức thi và đánh giá bài thi phải hết sức có trách nhiệm, công bằng và nhất quán.” [12,221]

- “Bước đầu tiên trong khâu chấm điểm là kiểm tra đáp án, chốt thang điểm bài thi đọc và nghe, đưa ra tiêu chí chuẩn cho việc chấm viết và nói. Việc này được thực hiện với sự có mặt của tất cả các giám thị. Sau đó bài thi viết phải được chấm chéo bởi 2 giám thị (double-marked). Quy trình chấm nói phải có bảng mô tả dải điểm (band descriptor)” [12,224]

- Arthur Hughes (1997): Khâu chấm nói thường bị ảnh hưởng bởi yếu tố chủ quan nhiều, vì vậy để việc đánh giá đạt được độ tin cậy cao, cần có 2 giáo viên hỏi thi và có những đánh giá độc lập rồi sau đó 2 giáo viên thống nhất điểm [2,114]

## **4. Mô tả đề kiểm tra giữa kỳ và bộ đề thi cuối kỳ môn Tiếng Anh chuyên ngành kinh tế.**

Nhóm giảng dạy TACN kinh tế đã soạn 2 đề thi giữa kỳ và một bộ đề thi cuối kỳ gồm 10 đề với cấu trúc đề như sau:

**Time allowed: 60 minutes + 15 minutes for Listening Test**

.....\*\*\*.....

### **PART A. GRAMMAR & VOCABULARY (20 points)**

*I. Choose the best letter by choosing A, B, C or D (10 pts): gồm 10 câu trắc nghiệm chủ yếu kiểm tra kiến thức ngữ pháp trong giáo trình.*

*II. Match the economic terms to their definitions (10 pts): gồm 10 câu nối thuật ngữ với định nghĩa nhằm kiểm tra các thuật ngữ trong giáo trình*

**PART B. READING (20 points)**

*I. Read the following passage and decide whether the statements are TRUE (T) or FALSE (F). (10 pts): gồm 5 câu hỏi ĐÚNG/SAI về bài đọc có chủ đề liên quan đến chuyên ngành kinh tế.*

*II. Fill each gap with one of the words given. (10 pts): Điền từ vào chỗ trống trong một bài đọc có chủ đề liên quan đến kinh tế.*

**PART C. WRITING (20 points)**

*I. Rewrite these sentences using given words. (10pts): Gồm 5 câu kiểm tra khả năng viết lại câu dựa trên những cấu trúc đã được học trong giáo trình.*

*II. Describe the graph using the guided information (10pts): Kiểm tra khả năng viết các câu mô tả biểu đồ dựa vào các từ gợi ý với các cấu trúc đã được học.*

**PART D. LISTENING (20 points)**

*Part 1: Listen and decide whether the statements are True (T) or False (F). (10 pts)*

*Part 2: Listen and fill in the blanks with the missing words. (10 pts)*

**PART E. SPEAKING (20 points)**

*Part 1: Questions and answers between teachers and students (Giáo viên hỏi 5 câu liên quan đến kiến thức chuyên ngành trong giáo trình học và sinh viên trả lời)*

*Part 2: Questions and answers between two students basing on prompts on cards. (Hai sinh viên hỏi đáp dựa trên gợi ý trong tờ phiếu)*

**5. Mô tả phiếu khảo sát, phân tích đánh giá kết quả và kiến nghị**

**5.1. Thông tin chung về khảo sát:**

*Phiếu khảo sát:* Phiếu khảo sát được thiết kế trên Google Form dựa vào các tiêu chí cần đạt được để có một quá trình kiểm tra đánh giá TACN hiệu quả như đã đề cập ở trên nhằm lấy ý kiến của người học về quá trình KTĐG tiếng Anh chuyên ngành kinh tế. Phiếu khảo sát gồm 17 câu phân bổ như sau: 1 câu về tầm quan trọng của việc KTĐG, 8 câu về phương thức và cách thực hiện đánh giá quá trình, 6 câu về đánh giá cuối kỳ, 1 câu về nhận xét chung việc KTĐG của toàn khóa học, 2 câu về mong muốn nguyện vọng của sinh viên về quá trình KTĐG.

*Đối tượng khảo sát:* Khảo sát lấy ý kiến của 81 sinh viên khoa kinh tế khóa 61 và 62 thuộc nhiều lớp bao gồm nhiều chuyên ngành: Kế toán tổng hợp, Quản trị kinh doanh GTVT, Quản trị logistics, Quản trị doanh nghiệp xây dựng, Kinh tế BCVT, Kinh tế vận tải ô tô, Kinh tế vận tải du lịch, Khai thác vận tải, Vận tải thương mại quốc tế, trong đó 6 em (7,4 %) học tiếng Anh chuyên ngành song song với B1, 22 em (27,2%) học tiếng Anh chuyên ngành trước khi học B1 và 53 em (64,5%) học tiếng Anh chuyên ngành sau khi học B1.

**5.2. Phân tích kết quả khảo sát và kiến nghị:**

Dựa trên khảo sát ý kiến sinh viên, phân tích việc kiểm tra đánh giá TACN kinh tế của Bộ môn trong thời gian qua đồng thời đối chiếu với các tiêu chí cần đạt được để

có một quá trình kiểm tra đánh giá TACN hiệu quả như đề cập ở phần trên, một số nhận xét và kiến nghị đã được rút ra như sau:

-100% sinh viên đều thấy được tầm quan trọng của việc KTĐG tiếng Anh chuyên ngành.

- Về phương thức đánh giá, 100% sinh viên các lớp tham gia khảo sát đều trải qua các loại hình đánh giá theo hệ thống tích lũy và chuyển đổi tín chỉ gồm đánh giá liên tục trong suốt quá trình học, đánh giá quá trình và đánh giá cuối kỳ.

- Hầu hết sinh viên (93,3%) đều được giảng viên phổ biến cho cách tính điểm thành phần và kết thúc học phần ngay từ đầu kỳ, tuy nhiên vẫn còn một phần nhỏ (6,7%) sinh viên được biết cách tính điểm vào giữa hoặc cuối kỳ. Việc này cần phải được khắc phục vì việc biết cách tính ngay từ đầu kỳ sẽ giúp các em có hướng phấn đấu tốt hơn.

- Việc tính điểm học phần được thực hiện theo quy định của Bộ môn là điểm thành phần chiếm 50% (trong đó gồm 20% điểm chuyên cần, 40% điểm bài tập, 40% điểm bài thi giữa kỳ) và điểm thi kết thúc học phần chiếm 50%. Quy định này phù hợp với quan điểm của các nhà nghiên cứu như đã trình bày trong phần 3.1. và được thực hiện nghiêm túc. 100% sinh viên được khảo sát đều trả lời rằng giáo viên có phổ biến và thực hiện cách tính điểm theo tỷ lệ phần trăm mà Bộ môn quy định.

- Phân tích về cách thực hiện đánh giá quá trình:

+ 93,8% sinh viên được khảo sát cho biết giáo viên có thông báo công khai các đầu điểm trong quá trình học, điểm kiểm tra giữa kỳ, điểm chuyên cần, công bố điểm thành phần trước khi kết thúc môn học.

+ 45,7% các em làm kiểm tra giữa kỳ khi học gần hết chương trình, 22,2% làm bài giữa kỳ khi đã học xong chương trình, chỉ có 32,1% các em làm bài giữa kỳ khi học xong nửa chương trình.

+ 100% sinh viên được phổ biến về dạng bài, thang điểm, thời gian làm bài từ đó có chiến lược làm bài đạt hiệu quả cao nhất phù hợp với tiêu chí phân tích ở phần 3.3. Tuy nhiên chỉ có 74,1% các em làm bài giữa kỳ giống thi cuối kỳ gồm đọc viết, nghe và nói, 23,5% làm bài giữa kỳ gồm kỹ năng đọc viết và nghe, còn 0,4% làm bài giữa kỳ chỉ có đọc và viết.

+ 60,5% sinh viên được giảng viên kiểm tra liên tục trong các buổi học, 30,9% thỉnh thoảng được kiểm tra, 8,6% chỉ kiểm tra một bài giữa kỳ.

+ 95,1% sinh viên được thực hiện đánh giá trong quá trình học theo các hình thức khá phong phú như kiểm tra miệng hàng ngày, chấm bài tập về nhà, làm việc nhóm và chấm điểm theo nhóm, cho làm bài kiểm tra viết 15-20 phút.

Như vậy việc đánh giá quá trình nhìn chung là ổn nhưng cần điều chỉnh một chút về thời điểm cho sinh viên làm bài giữa kỳ là khi học xong nửa chương trình, nên tiến hành kiểm tra cả 4 kỹ năng để sinh viên làm quen với dạng thi cuối kỳ, tần suất kiểm tra trong các buổi học nên được thực hiện thường xuyên hơn để việc đánh

giá quá trình nhằm đúng với mục đích của nó là cung cấp thông tin phản hồi kịp thời và đầy đủ cho người học nhằm phục vụ cho việc học như đã nêu ở phần 3.2.

- Phân tích về nội dung và cách thực hiện đánh giá cuối kỳ:
  - + 95% sinh viên được hỏi cho biết nội dung bài thi cuối kỳ (xét cả 4 kỹ năng nghe, nói, đọc và viết) có bám sát những gì sinh viên được học trong chương trình, 5% cho rằng không sát lắm.
  - + 79% cho rằng nội dung bài thi trong đề thi kết thúc học phần có sát với tình huống em sẽ gặp trong công việc thực tế của em sau này, 21% cho rằng không sát lắm.
  - + 69,2% cho rằng chất lượng băng nghe tốt, 24,7% cho rằng không tốt lắm và 6,1% cho rằng không tốt.
  - + 86,4% cho rằng điều kiện phòng thi (độ yên tĩnh, khoảng cách ngồi giữa các sinh viên...) tốt, 13,6% cho rằng chưa tốt lắm.
  - + 100% sinh viên cho rằng việc coi thi của giám thị nghiêm và công bằng.
  - + Khâu chấm điểm nói mới chỉ có một giảng viên hỏi và không có bảng mô tả dài điểm.

Như vậy xét về khâu kiểm tra đánh giá cuối kỳ cần rà soát thay đổi một chút các câu hỏi trong đề thi để phù hợp hơn với chuyên ngành của sinh viên. Việc này giảng viên Anh văn cần phối hợp với giảng viên chuyên ngành trong thời gian tới để được tư vấn như đã phân tích trong phần 3.3. Bộ môn Anh văn vẫn chưa làm được việc này từ trước đến giờ đối với chuyên ngành kinh tế. Chất lượng nghe như các em nhận xét phụ thuộc nhiều yếu tố như vị trí ngồi trong phòng thi được gần đài hay xa đài cũng như khả năng nghe của từng em. Tuy nhiên Bộ môn có thể kiến nghị nhà trường lắp hệ thống âm thanh gắn tường hiện đại hơn để tạo sự công bằng về âm thanh cho thí sinh. Bên cạnh đó Bộ môn cũng cần lưu ý trong khâu chấm điểm, đặc biệt là chấm điểm nói. Lý tưởng là 2 giảng viên cùng đánh giá 1 thí sinh như đề cập trong phần 3.5. Nhưng vì sinh viên đông nên việc đánh giá kỹ năng nói thường do 1 giảng viên đảm nhận vì vậy cần có sự thống nhất cách chấm trong Bộ môn và cần bổ sung bảng mô tả dài điểm để việc đánh giá được công bằng hơn.

Trên đây là một số thực trạng và kiến nghị về việc kiểm tra đánh giá TACN kinh tế dựa trên ý kiến của các chuyên gia và kết quả khảo sát.

### **III. KẾT LUẬN**

Kiểm tra đánh giá nói chung và kiểm tra đánh giá tiếng Anh chuyên ngành nói riêng đóng vai trò vô cùng quan trọng và luôn là động lực thúc đẩy quá trình học tiếng Anh của sinh viên trong đó có sinh viên khoa kinh tế. Bài báo đã đề cập đến một số tiêu chí và quy trình chuẩn trong kiểm tra đánh giá tiếng Anh chuyên ngành cũng như khảo sát lấy ý kiến sinh viên khoa kinh tế, những người đã trực tiếp trải qua quá trình này, để biết được những gì được và chưa được, từ đó đề xuất một số thay đổi bổ sung để việc đánh giá đạt chất lượng hơn. Hy vọng bài báo sẽ là một tài liệu tham khảo hữu ích cho những ai quan tâm đến vấn đề kiểm tra đánh giá tiếng Anh chuyên ngành, đồng thời

những nhận xét, đề xuất của tác giả đề cập trong bài báo cũng sẽ được Bộ môn Anh văn đề tâm và có những thay đổi cho phù hợp hơn trong thời gian tới giúp việc kiểm tra đánh giá môn tiếng Anh nói chung và việc kiểm tra đánh giá tiếng Anh chuyên ngành nói riêng đạt được hiệu quả như mong muốn.

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Alenka Tratnik, 2008. Key Issues in Testing English for Specific Purposes.
  - [2]. Arthur Hughes, 1997. Testing for Language Teachers. Cambridge University Press.
  - [3]. Asma Abbassi-ZakiaDjebbari, 2021. Investigating the Quality of Assessment Methods in ESP classroom: Practices and Challenges. (Journal-Volume10-N03)
  - [4]. Christine Coombe, Keith Folse, Nancy Hubley, 2007. A practical guide to Assessing English Language Learners. The University of Michigan Press
  - [5]. Cyril Weir, 1993. Understanding & Developing Language Tests.
  - [6]. Elena Spirovska Tevdovska, 2017. Analysis of ESP assessment modes and selection of grading components and criteria.
  - [7]. Jordi Pique-Angordans, Nicolas Estevez-Fuertes, 1991. Testing English for the Health Science Student.
  - [8]. Servet Celik-Handan Celik-Christine Coombe, 2021. Testing and assessment in English for Specific Purposes.
  - [9]. Svitlana Kostrytska, Olena Shvets, 2012. Assessment strategies in ESP course as a way for motivating students learning.
  - [10]. Pauline C. Robinson, 1991. ESP Today: Practitioner's Guide, New York, Prentice Hall, International (UK) Ltd.
  - [11]. Tom Hutchinson & Alan Waters, 1986. English for Specific Purposes, A learning-centred approach, Cambridge University Press.
  - [12]. Tony Dudley-Evans & Maggie Jo St John, 1996. Developments in English for Specific Purposes: multi-disciplinary approach, Cambridge Language Teaching Library.
  - [13]. Tony Dudley-Evans & Maggie Jo St John. English for Specific Purposes An International Journal. Developments in English for Specific Purposes: A multi-disciplinary approach, Cambridge University Press.
- Trang web:
- [14]. <https://www.teachwithmrst.com/post/effective-assessment>
  - [15]. <https://get.goreact.com/resources/effective-formative-assessment-educators/>

## **ƯU - NHƯỢC ĐIỂM CỦA VIỆC HỌC TIẾNG ANH TRỰC TUYẾN - KHẢO SÁT TẠI TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI**

**Nguyễn Thị Quyên\***

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

\*Tác giả liên hệ: Email: ntquyen@utc.edu.vn

**Tóm tắt:** Trải qua hai năm đối diện với đại dịch Covid-19, học trực tuyến không còn xa lạ với tất cả các cấp học, từ tiểu học đến đại học. Đi cùng với thay đổi mang tính toàn cầu này, việc đào tạo trực tuyến đã và đang được áp dụng tại Trường Đại học Giao thông vận tải cho nhiều môn học, trong đó có môn tiếng Anh. Qua thực tế giảng dạy trực tuyến môn tiếng Anh cho nhiều khóa học tại trường, chúng tôi nhận thấy hình thức đào tạo này mặc dù là phương pháp dạy học phù hợp trong tình hình dịch bệnh nhưng vẫn tồn tại một số bất cập nhất định. Bài viết này đề cập đến một số ưu điểm và nhược điểm của việc học tiếng Anh trực tuyến qua khảo sát tại Trường Đại học Giao thông vận tải.

**Từ khóa:** trực tuyến, công nghệ, bài giảng, phần mềm

### **I. ĐẶT VẤN ĐỀ**

Học trực tuyến được hiểu đơn giản là phương thức sử dụng các thiết bị điện tử, công nghệ thông tin và truyền thông nhằm truyền tải nội dung giữa người dạy và người học. Trong đó, các thiết bị được kết nối với một máy chủ có lưu trữ các bài giảng điện tử và bằng một phần mềm hoặc nền tảng nhất định. Các bài giảng có thể được biên soạn dưới các hình thức video, đồ họa, hình ảnh, âm thanh.

Đây là một loại hình đào tạo từ xa, trong đó công nghệ hiện đại được sử dụng để cung cấp môi trường học tập tương tác trực tuyến, nơi người học có thể hưởng lợi từ việc tiếp thu kiến thức, kỹ năng. Nó bao gồm một loạt các hoạt động giáo dục, chẳng hạn như bài giảng trực tiếp, video giáo dục, thảo luận nhóm trực tuyến, bài tập và bài kiểm tra cũng như giao tiếp trực tuyến với giáo viên và người học.

Tại Trường Đại học Giao thông vận tải, sinh viên được học hai học phần ngoại ngữ: tiếng Anh trình độ B1 và tiếng Anh chuyên ngành. Ngoài ra nhà trường còn có các lớp tăng cường cho hai trình độ A1 và A2 để hỗ trợ những bạn chưa đủ năng lực ngoại ngữ trước khi học trình độ B1 và tiếng Anh chuyên ngành. Sinh viên học ba trình độ A1, A2 và B1 với 75 tiết/ học phần và tiếng Anh chuyên ngành với thời gian 60 tiết. Tất cả các học phần đó có 30% số tiết học trực tuyến. Học trực tuyến trong vài năm gần đây không còn xa lạ với sinh viên Giao thông. Thực tế việc học trực tuyến môn tiếng Anh cho thấy một số ưu – nhược điểm nhất định.



## **II. NỘI DUNG**

### **2.1. Phương pháp và đối tượng nghiên cứu**

#### **2.1.1. Đối tượng nghiên cứu**

Nghiên cứu này được thực hiện dựa trên việc khảo sát 156 sinh viên. Các sinh viên này đã từng học môn tiếng Anh bằng hình thức trực tuyến tại trường, đều sử dụng cùng giáo trình tiếng Anh và phần mềm Teams của trường để học trực tuyến môn tiếng Anh.

#### **2.1.2. Phương pháp nghiên cứu**

Khảo sát được thực hiện qua việc thu thập số liệu. Chúng tôi biên soạn các câu hỏi khảo sát bằng hình thức trực tuyến thông qua phần mềm Google Form, sau đó gửi đường link cho sinh viên để trả lời các câu hỏi đó. Phiếu khảo sát gồm 2 nhóm câu hỏi: 1 nhóm tập trung vào các ưu điểm và 1 nhóm tập trung vào các nhược điểm của việc học trực tuyến. Số liệu nhận về được tổng kết và đưa vào phân tích.

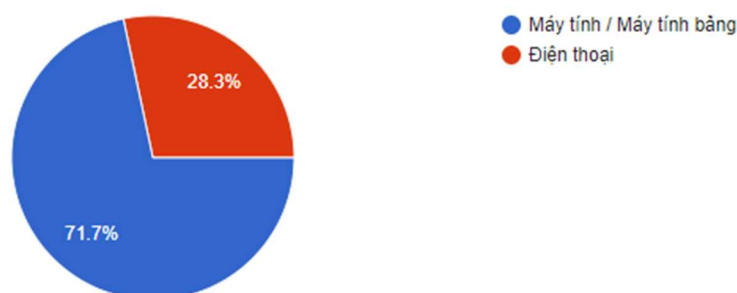
### **2.2. Ưu điểm của việc học tiếng Anh trực tuyến**

#### **2.2.1. Nguồn tài liệu giảng dạy phong phú**

Theo Bùi Huy Nhượng & Hà Diệu Linh (2022) “Một trong những điểm cộng lớn nhất của việc học trực tuyến nói chung và học tiếng Anh trực tuyến nói riêng là chúng cung cấp cho giáo viên những phương pháp hiệu quả trong việc cung cấp tài liệu giảng dạy.”. Vì các lớp học trực tuyến sử dụng phần mềm video để kết nối người dạy và người học nên giáo viên có thể sử dụng vô số tài liệu giảng dạy trực quan hiện đại để giảng dạy. Chúng bao gồm từ các bài thuyết trình, tài liệu PowerPoint, Words cho đến các loại tài liệu học tập khác như video, PDF và thậm chí cả các loại tài liệu học tập phi truyền thống như podcast.

Nguyễn Thị Phương Hoa (2010) nhận định “Việc sử dụng các loại tài liệu giảng dạy đa dạng nhấn mạnh vào việc học trực quan sẽ trang bị cho giáo viên nhiều cách hơn để nâng cao hiệu quả nội dung bài học.”. Với đặc thù của môn học, nội dung các bài học môn tiếng Anh cơ bản sử dụng khá nhiều hình ảnh. Do đó, việc sử dụng các hình ảnh trực quan có màu sắc trong dạy học sẽ giúp người học dễ hiểu và ghi nhớ nội dung hơn dùng bảng phấn và việc học với hình ảnh, video cũng dễ tạo hưng phấn hơn cho người học. Thậm chí, giáo viên có thể thực hiện một bài kiểm tra trực tuyến cho một số lượng lớn sinh viên với việc đánh giá kết quả hoàn toàn có sẵn trên phần mềm. Cách kiểm tra này giúp giáo viên không mất thời gian chấm bài mà lại cho kết quả chính xác và nhanh chóng.

**Biểu đồ 1.** Em dùng phương tiện nào nhiều hơn để học trực tuyến môn tiếng Anh:



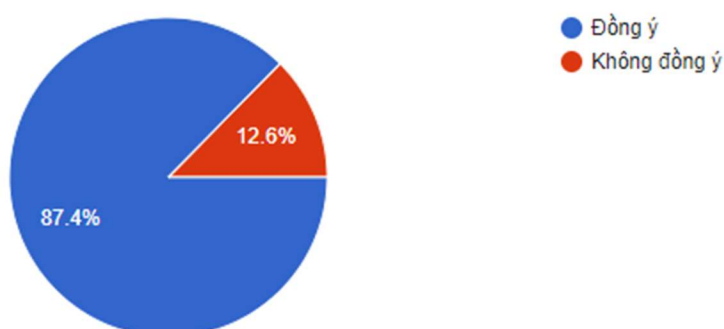
Theo kết quả khảo sát, có 71,7% số sinh viên tham gia khảo sát sử dụng máy tính/ máy tính bảng nhiều hơn để học trực tuyến, trong khi chỉ có 28,3% dùng điện thoại nhiều hơn. Đối với hình thức học này, sử dụng máy tính/ máy tính bảng sẽ giúp người học dễ thao tác các tính năng trên lớp học trực tuyến hơn. (Biểu đồ 1)

### 2.2.2. Sự thuận tiện

Ưu điểm rất dễ nhận ra của các lớp học trực tuyến là yếu tố thuận tiện. Với phương pháp học tập ảo, sinh viên tùy chọn tham gia các lớp học trong sự riêng tư tại nhà riêng hoặc một địa điểm mà họ tùy chọn. Thậm chí có thể tìm kiếm bất kỳ video nào sinh viên đó có thể đã bỏ lỡ để theo kịp buổi học sau. Tất cả những gì người học cần là kết nối internet với một chiếc máy tính hoặc điện thoại thông minh.

Theo Đỗ Anh Đức (2020) “học trực tuyến được coi là một cách linh hoạt để tiếp thu kiến thức và kỹ năng.”. Người học có thể học ở bất cứ đâu và bất cứ lúc nào phù hợp với họ, đồng thời cho phép người học tiếp thu kiến thức mà không cần phải đến một địa điểm cụ thể hoặc phải chịu thêm học phí, chi phí. Nhờ đó, học trực tuyến cũng cho phép người học được hưởng lợi từ công nghệ hiện đại và tương tác với giáo viên và người học thông qua nhiều công cụ giáo dục.

**Biểu đồ 2.** Học trực tuyến cho phép em học mọi lúc mọi nơi.



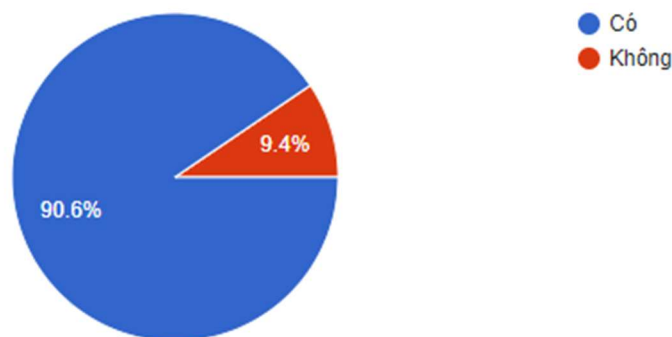
Kết quả khảo sát cho thấy 87,4% số sinh viên được hỏi đồng ý với nhận định ưu điểm của việc học trực tuyến là học mọi lúc mọi nơi. Đây là một tỉ lệ khá cao, gấp hơn 6 lần so với số sinh viên không đồng ý (12,6%). Như vậy sự thuận tiện quả thực là một ưu thế không thể phủ nhận của phương pháp học này. (Biểu đồ 2)

### 2.2.3. Chia sẻ và lưu trữ nguồn tài liệu nhanh và dễ dàng

Bùi Huy Nhung & Hà Diệu Linh (2022) nêu rõ “ưu điểm của học trực tuyến là khả năng lưu trữ tài liệu và bài giảng với khối lượng lớn.” Không cần mang quá nhiều sách vở, người học có thể truy cập và tìm kiếm tài liệu dễ dàng hơn nhờ mạng internet. Một trong những lợi thế của việc học trực tuyến là dễ dàng chia sẻ thông tin thông qua các nền tảng trực tuyến. Các giáo trình được sử dụng cho cả 4 học phần A1, A2, B1 và tiếng Anh chuyên ngành đều khá phong phú về cả nội dung và thể loại từ dạng văn bản, file PDF đến hình ảnh, các file nghe thực hành, video... Với mỗi nội dung giảng dạy, giáo viên có thể dễ dàng chia sẻ cho sinh viên để thực hành trên lớp và lưu lại tại lớp học cho những bạn muốn xem lại. Bằng cách này, sinh viên có thể chia sẻ nội dung với bất kỳ ai cần thông qua email hoặc bất kỳ nền tảng mạng nào khác.

Ngoài ra, các buổi học trực tuyến thường được ghi lại và lưu trữ để sinh viên có thể xem lại sau này. Điều này rất hữu ích cho những sinh viên không ghi chép kịp, hoặc vì bận rộn hay ốm đau mà không thể tham gia buổi học. Còn với phương thức học tại lớp truyền thống thì khi bạn có việc bận phải nghỉ học thì bạn sẽ bị mất bài, và khó tìm cách để nghe lại nội dung bài giảng một cách trọn vẹn thì với phương thức học trực tuyến thì bạn dễ dàng nghe lại bài giảng một cách đầy đủ thông qua các video được giáo viên đã lưu. Đảm bảo nội dung bài học luôn được cập nhật một cách đủ đầy nhất cho người học.

**Biểu đồ 3.** Em dễ dàng sử dụng nguồn tài liệu môn tiếng Anh mà giáo viên chia sẻ trực tuyến.



Có tới 90,6% số sinh viên tham gia khảo sát đồng ý với nhận định dễ dàng sử dụng nguồn tài liệu mà giáo viên chia sẻ và 94,9% số sinh viên đồng ý rằng họ dễ dàng chia sẻ nguồn tài liệu môn tiếng Anh cho các bạn. Đây rõ ràng là một ưu điểm thiết thực cho việc học mà sử dụng nhiều tài liệu, một lợi thế mà phương pháp học truyền thống không có. (Biểu đồ 3)

### 2.2.4. Tiết kiệm chi phí và thời gian

Một ưu điểm không thể bỏ qua của lớp học trực tuyến xoay quanh khoản tiết kiệm khá lớn cho nhà trường, giúp nhà trường không còn phải phụ thuộc vào việc đặt địa điểm thực tế, sắp xếp thời khóa biểu để giảng dạy các lớp này. Điều này cuối cùng chuyển thành các lớp học tiết kiệm chi phí hơn cho sinh viên. Việc phải có mặt tại địa điểm lớp học thực tế sẽ làm tăng chi phí của người học. Ngoài việc tiết kiệm những thứ cơ bản như sách và đồ dùng khi tham gia lớp học trực tuyến, người học còn tiết kiệm

được chi phí đi lại. Sinh viên không cần phải di chuyển đến trường, do đó không tốn chi phí đi lại, ăn uống và lưu trú. Bên cạnh đó, sinh viên cũng còn tiết kiệm được thời gian để dành cho việc học hơn và chủ động trong việc chọn môi trường học tập thoải mái nhất cho bản thân.

Theo kết quả khảo sát 95,6% sinh viên đồng ý rằng việc học trực tuyến giúp họ tiết kiệm thời gian đi lại và 94,7% đồng ý rằng việc học trực tuyến giúp họ tiết kiệm chi phí đi lại. Có thể thấy tỉ lệ sinh viên đồng ý với ưu điểm này rất cao.

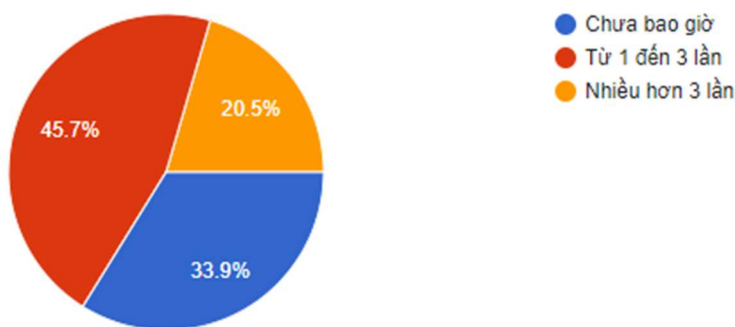
### 2.3. Nhược điểm của việc học tiếng Anh trực tuyến

#### 2.3.1. Phụ thuộc vào công nghệ

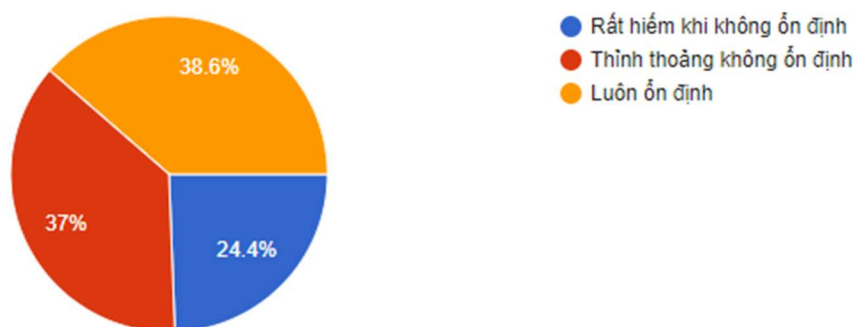
Một nhược điểm kinh điển của việc học tập trực tuyến xoay quanh các vấn đề kỹ thuật. Không có gì làm gián đoạn bài học trực tuyến hơn các vấn đề về âm thanh, video hoặc kết nối. Học trực tuyến đòi hỏi phải sử dụng nhiều công nghệ nên bị ảnh hưởng rất nhiều bởi các trục trặc kỹ thuật, vấn đề kết nối internet và lỗi phần mềm. Điều này có thể dẫn đến sự chậm trễ trong việc tương tác, truyền tải nội dung bài học và làm gián đoạn quá trình học tập.

Ngoài ra, việc học trực tuyến yêu cầu người học phải có một số kiến thức về công nghệ cơ bản để có thể truy cập và sử dụng các nền tảng học tập trực tuyến. Tuy là vấn đề không quá to tát nhưng nó sẽ khiến người học cảm thấy khó khăn trong thời gian thích nghi ban đầu.

**Biểu đồ 4.** Em đã từng gặp trục trặc về kết nối, đường truyền không ổn định trong thời gian học trực tuyến môn tiếng Anh như thế nào (trong một học phần tiếng Anh)?



**Biểu đồ 5.** Em thấy chất lượng đường truyền từ phía giáo viên như thế nào?



Thực tế khảo sát cho thấy gần một nửa số sinh viên (45,7%) gặp trục trặc về kết nối, đường truyền không ổn định từ 1 đến 3 lần trong 1 học phần tiếng Anh. 20,5% gặp phải vấn đề này nhiều hơn 3 lần. Và 33,9% chưa bao giờ gặp sự cố về vấn đề này. Đồng thời 38,6% sinh viên cho rằng đường truyền từ phía giáo viên luôn ổn định, 37% đánh giá thỉnh thoảng không ổn định và 24.4% nhận định rất hiếm khi không ổn định. (Biểu đồ 4 & 5)

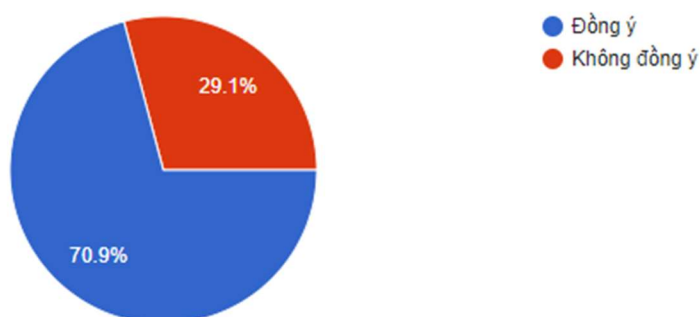
### **2.3.2. Hạn chế tương tác**

Stevens (1977) cho rằng “Một trong các yếu tố quan trọng giúp người học thành công là hứng thú học tập.”. Đồng quan điểm này Cunningham, G. K. (1986) cho rằng “Hứng thú sẽ giúp gia tăng hiệu quả của việc học ngoại ngữ.” Một trong những nhược điểm của phương thức học trực tuyến là thiếu tương tác giữa sinh viên và giáo viên hoặc giữa các sinh viên với nhau. Sinh viên thường phải tự học và giải quyết vấn đề một cách độc lập mà không có sự hỗ trợ đầy đủ từ giáo viên hoặc sự cộng tác của các bạn sinh viên khác. Điều này có thể khiến cho sinh viên cảm thấy thiếu sự ủng hộ và khích lệ từ bạn bè cùng lớp. Một điểm khác cần lưu ý là việc học trực tuyến cũng đòi hỏi sự tự giác và tự chủ cao hơn. Vì không có giáo viên hay các bạn cùng lớp đang đối diện trực tiếp, nhiều sinh viên có thể lơ là việc học tập, hoặc chủ quan hơn trong việc tổ chức thời gian và hoàn thành bài tập. Việc này có thể dẫn đến việc thiếu tập trung và giảm động lực trong học tập.

Trong các lớp học truyền thống, giáo viên có thể trực tiếp đưa ra phản hồi trực tiếp cho sinh viên. Những sinh viên đang gặp khó khăn với chương trình giảng dạy có thể giải quyết vấn đề một cách nhanh chóng và trực tiếp trong giờ giảng hoặc giờ làm việc được chỉ định. Phản hồi cá nhân có tác động tích cực đến sinh viên vì nó làm cho việc học dễ dàng hơn, phong phú hơn và quan trọng hơn. Tuy nhiên, khi học trực tuyến, việc liên lạc với giáo viên chỉ giới hạn ở việc nhận xét qua phòng trò chuyện.

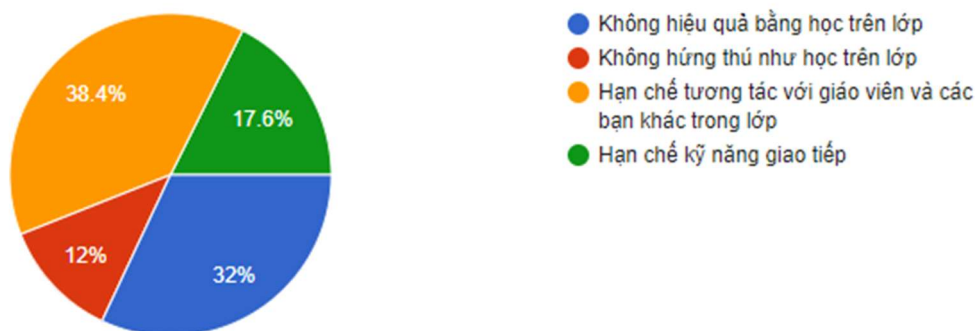
Với đặc thù môn học, sinh viên đôi khi cần có các hoạt động thực hành ngôn ngữ theo cặp, nhóm và việc thực hành các hoạt động này bằng hình thức trực tuyến sẽ không hứng thú và hiệu quả bằng phương pháp học trực tiếp.

**Biểu đồ 6.** Em cảm thấy học trực tuyến hạn chế tương tác với giáo viên và các bạn.



Phản hồi về nhược điểm này, có tới hơn hai phần ba số sinh viên (70,9%) cảm thấy học trực tuyến hạn chế tương tác với giáo viên và các bạn, chỉ có 29,1% không đồng ý với nhận định này. Có thể thấy đa phần sinh viên đồng ý với nhược điểm này của việc học trực tuyến. (Biểu đồ 6)

**Biểu đồ 7. Nhược điểm lớn nhất của học trực tuyến tiếng Anh với em là:**



Kết quả khảo sát câu hỏi “Nhược điểm lớn nhất của việc học trực tuyến với em là gì?” cũng cùng chung quan điểm này. Cụ thể là số sinh viên chọn nhược điểm lớn nhất của việc học trực tuyến là hạn chế tương tác chiếm tỉ lệ cao nhất, số này chiếm 38,4%, nghĩa là hơn một phần ba tổng số sinh viên. Tiếp theo là nhược điểm không hiệu quả bằng học trên lớp – chiếm 32%. Chỉ 17,6% lựa chọn nhược điểm hạn chế kỹ năng giao tiếp và tỉ lệ thấp nhất 12% nằm ở nhược điểm không hứng thú bằng học trên lớp. (Biểu đồ 7)

### 2.3.3. Dễ bị phân tán

Theo Lado, R. (1964) “Độ tập trung có ảnh hưởng không nhỏ tới hiệu quả học ngoại ngữ.”. Đề cập đến yếu tố tâm lý trong học tập Scharle, A. and Szalo, A. (2000) cho rằng “Việc học ngoại ngữ sẽ càng thuận lợi nếu như tính tự học càng cao.”. Việc học ở nhà dễ gây cảm giác ỷ lại và dễ bị xao nhãng bởi nhiều hoạt động của các thành viên khác trong gia đình, thậm chí bao gồm chính sở thích cá nhân của người học. Một trò chơi, một bộ phim hay chỉ là một video hay trên mạng xã hội cũng có thể thu hút sự chú ý của người học. Vì vậy, phương pháp học này chỉ phù hợp với những người có tính kỷ luật và quyết tâm cao.

Ngoài ra các yếu tố bất khả kháng như tiếng ồn của hàng xóm, ngoài đường, và từ chính gia đình của người học... cũng là một nhân tố nhỏ ảnh hưởng đến chất lượng của buổi học trực tuyến. Nhược điểm này sẽ ảnh hưởng khá lớn đến chất lượng buổi học của sinh viên, bởi vì tâm lý được xem là yếu tố cốt lõi và đóng vai trò rất quan trọng quyết định đến hiệu quả học tập.

Kết quả khảo sát cho thấy sinh viên bị phân tán khi ngồi một mình trước màn hình máy tính trong thời gian học trực tuyến vì khá nhiều lí do. Lí do chiếm tỉ lệ cao nhất (34,2%) là làm việc cá nhân. Tiếp đến là lí do xem các chương trình khác trên internet (25,4%). Một tỉ lệ tương đối nhỏ rơi vào lí do làm việc nhà, chiếm 12,3%. Và số còn lại (28,1%) đến từ tiếng ồn bên ngoài như hàng xóm, đường xá, xe cộ.

#### **2.3.4. Quá nhiều thời gian trước màn hình**

Điều đó gần như không thể tránh khỏi nhưng chúng ta phải dành một khoảng thời gian khá lâu trước màn hình, khoảng hai tiếng 25 phút cho mỗi ca học. Ngồi quá lâu trước máy tính có thể là một vấn đề cá nhân đối với những học sinh gặp khó khăn trong việc học tập hoặc tập trung vào màn hình. Điều này đòi hỏi sự tự giác cao của người học. Ngoài ra, thời gian sử dụng thiết bị quá nhiều có thể dẫn đến một số vấn đề về thể chất như tư thế sai hoặc đau đầu.

Có tới 59,3% số sinh viên cảm thấy gò bó khi ngồi lâu trước màn hình máy tính và 40,7% không đồng ý với ý kiến này. Như vậy đa phần sinh viên cảm thấy gò bó khi phải ngồi lâu trong buổi học trực tuyến.

#### **2.4. Giải pháp**

Để giải quyết các nhược điểm của việc học trực tuyến, chúng tôi xin đề xuất một số giải pháp như sau:

##### **2.4.1. Về phía giáo viên:**

- Giáo viên cần tăng cường tương tác và trao đổi với sinh viên để tạo tâm lý thoải mái và cảm giác thích thú cho người học.
- Đồng thời, giáo viên cần đa dạng hóa các hình thức giảng dạy và lồng ghép nhiều hoạt động trong chương trình giảng dạy để vừa tạo hứng thú học tập của sinh viên, vừa tạo môi trường cho sinh viên trình bày và chia sẻ quan điểm của bản thân.

##### **2.4.2. Về phía sinh viên:**

- Lựa chọn không gian yên tĩnh, thuận lợi cho việc học: sắp xếp một phòng riêng yên tĩnh để có được sự tập trung tốt nhất và tránh những nhược điểm của việc học trực tuyến gây ra bởi yếu tố khách quan.
- Rèn luyện các kỹ năng cho việc học trực tuyến: đảm bảo các thiết bị được kết nối tốt, học cách xử lý những trục trặc có thể xảy ra.

##### **2.4.3. Về phía nhà trường:**

- Từ những nhược điểm của việc học trực tiếp nảy sinh trong quá trình tương tác giữa giảng viên và sinh viên, nhà trường cần quan tâm và tổ chức các đợt tập huấn đổi mới phương thức giảng dạy nhằm nâng cao chất lượng dạy học.
- Nhà trường có thể có những chính sách và kế hoạch đầu tư lâu dài cho lĩnh vực xây dựng tài nguyên học tập trực tuyến có chất lượng, phong phú, không chỉ cho thời gian trước mắt mà về lâu dài, vì tài nguyên vẫn luôn còn đó trên không gian mạng, có các chuyên gia uy tín kiểm định và đánh giá.
- Ngoài ra, việc trang bị cho sinh viên kỹ năng sử dụng công nghệ thông tin, kỹ năng an toàn thông tin, kỹ năng khai thác và sử dụng hiệu quả các ứng dụng phục vụ hoạt động học tập cũng là yếu tố cần thiết để thúc đẩy việc học trực tuyến hiệu quả hơn.

### **III. KẾT LUẬN**

Đặc thù của môn ngoại ngữ là người học cần thực hành các kỹ năng nhiều thì sẽ dễ nhớ từ vựng, cấu trúc hay nâng cao khả năng nghe nói... Mỗi phương pháp học đều có những ưu – nhược điểm riêng. Việc học tiếng Anh bằng hình thức trực tuyến cũng không nằm ngoài qui luật này. Cho nên, việc hiểu rõ ưu nhược điểm của phương pháp học tập này cũng như tìm ra các giải pháp phù hợp để khắc phục chúng sẽ góp phần không nhỏ trong việc nâng cao chất lượng học tập.

Trong khuôn khổ một bài báo nhỏ, chúng tôi mạnh dạn đưa ra một số ưu nhược điểm dựa trên thực tế giảng dạy một số năm nay và ý kiến phản hồi của các sinh viên đã từng học môn tiếng Anh tại trường theo phương pháp này. Đồng thời cũng gợi ý một số giải pháp cho các nhược điểm đưa ra. Rất mong có sự đóng góp của các đồng nghiệp và các bạn sinh viên để việc học môn tiếng Anh bằng hình thức trực tuyến tại Trường Đại học Giao thông vận tải ngày càng hiệu quả hơn.

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Bùi Huy Nhung & Hà Diệu Linh (2022). *Phương thức đào tạo trực tuyến tại các trường đại học đáp ứng yêu cầu của công nghiệp 4.0*. Tạp chí Công thương, số 16, trang 45-48.
- [2]. Cunningham, G. K. (1986). *Educational and psychological measurement*. New York: MacMillan Publishing.
- [3]. Đỗ Anh Đức (2020). *Đổi mới sáng tạo tại Việt Nam trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0*. Tạp chí Kinh tế và Quản lý, số 33, trang 57-60.
- [4]. Lado, R. (1964). *Language teaching: A scientific approach*. New York: McGraw-Hill.
- [5]. Nguyễn Thị Phương Hoa (2010). *Một số phương pháp dạy học tích cực hóa người học*. Tp Hồ Chí Minh: Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp Hồ Chí Minh.
- [6]. Scharle, A. and Szalo, A. (2000). *Learner Autonomy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [7]. Strevens, P. (1977) *New orientations in the teaching of English*. London: Oxford University Press.
- [8]. <https://hbr.org/2019/10/where-online-learning-goes-next>



## VIỆC SỬ DỤNG CÁC CHIẾN LƯỢC ĐỌC SIÊU NHẬN THỨC TRONG THỰC HÀNH KỸ NĂNG ĐỌC TIẾNG ANH B1 CỦA SINH VIÊN TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI

**Vũ Thị Minh Phương\***

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

\*Tác giả liên hệ: Email: mphuongvu@utc.edu.vn

**Tóm tắt:** Kỹ năng đọc là kỹ năng cần thiết trong việc học ngoại ngữ nói chung và tiếng Anh nói riêng. Nghiên cứu này đã sử dụng bảng câu hỏi khảo sát như một công cụ nghiên cứu định lượng để tìm hiểu thực trạng áp dụng các chiến lược đọc siêu nhận thức của sinh viên Trường Đại học Giao thông vận tải khi thực hành kỹ năng đọc Tiếng Anh B1. Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng sinh viên đã và đang áp dụng các chiến lược đọc siêu nhận thức. Họ có ý thức về quá trình liên kết ý nghĩa văn bản, cũng như có khả năng sử dụng các chiến lược để đọc hiểu văn bản. Những phát hiện này góp phần khẳng định thêm tính đúng đắn của các nghiên cứu đi trước, khi khẳng định rằng những người học tiếng Anh như một ngoại ngữ nhận thức được các chiến lược đọc hiệu quả và việc áp dụng các chiến lược này về lâu dài sẽ giúp họ phát triển kỹ năng đọc của mình.

**Từ khóa:** kỹ năng đọc, chiến lược đọc siêu nhận thức

### I. MỞ ĐẦU

Kỹ năng Đọc được coi là một trong những kỹ năng cần thiết cho người học vì đây là cửa ngõ quan trọng để tiếp thu và học hỏi thêm kiến thức. Bernhardt (2000) tuyên bố rằng một trong những mục đích được trích dẫn thường xuyên nhất để học ngôn ngữ thứ hai là để đọc. Đọc liên quan đến nhiều hoạt động như hiểu và ghi nhớ, xác định và chọn lọc thông tin quan trọng, tổng hợp thông tin cũng như đánh giá phê bình một văn bản trong bối cảnh học thuật.

Kỹ năng đọc ở trình độ tiếng Anh B1 liên quan đến một số hoạt động phức tạp như hiểu và ghi nhớ các yêu cầu của đề bài, xác định và chọn lọc thông tin quan trọng, tổng hợp thông tin của văn bản. Sinh viên cần biết chính xác ý nghĩa của văn bản, và có khả năng diễn giải chúng bằng quan điểm của riêng mình.

Các nghiên cứu trước đây chỉ ra rằng nhiều người học tiếng Anh như một ngoại ngữ không được trang bị đầy đủ để đáp ứng nhu cầu đọc học thuật. Một trong những vấn đề phổ biến được trích dẫn là sự thiếu hiểu biết về quá trình nhận thức của chính người học, còn được gọi là siêu nhận thức, để điều chỉnh khả năng đọc của họ. Siêu nhận thức đề cập đến kiến thức, nhận thức và kiểm soát việc học của một người. Theo Niemi (2002) và Shimamura (2000), siêu nhận thức được coi là kiến thức về các quá trình nhận thức của một người, sử dụng hiệu quả sự tự nhận thức để tự điều chỉnh các quá trình

nhận thức. Siêu nhận thức đã trở thành một thuật ngữ phổ biến trong nghiên cứu về kỹ năng đọc vì nó nhấn mạnh cách người đọc lên kế hoạch, theo dõi và tự đưa ra phương án cải thiện khả năng đọc hiểu của chính họ (Jacob & Paris, 1987). Các chiến lược siêu nhận thức yêu cầu người học suy nghĩ về suy nghĩ của chính họ khi họ tham gia vào các nhiệm vụ học tập (Cubukcu, 2008) cũng như kiểm soát quá trình xử lý chiến lược nhận thức của họ để thực hiện thành công việc đọc hiểu. Chính sự kết hợp giữa nhận thức có ý thức về các quy trình đọc và việc áp dụng thực tế các chiến lược này đã giúp phân biệt người đọc có kỹ năng với người đọc không có kỹ năng (Sheorey & Mokhtari, 2001), (Phakiti, 2003). Trong nghiên cứu này, thuật ngữ đọc siêu nhận thức được hiểu như một quá trình có nhận thức, có chủ đích của người học để cải thiện kỹ năng đọc của mình.

Theo Abdel (2004), đọc siêu nhận thức đã nhận được sự quan tâm đáng kể của các nhà nghiên cứu và giảng dạy ngôn ngữ nhờ ba lý do chính. Thứ nhất, kiến thức siêu nhận thức đã giúp phát triển tư duy người học, giúp họ có thể thích nghi với những tình huống mới trong bối cảnh học thuật thay đổi không ngừng (Eggen & Kaubak, 1995). Lý do thứ hai là việc tích hợp kiến thức siêu nhận thức vào việc giảng dạy ngôn ngữ đã giúp người học hình thành tư duy chịu trách nhiệm về việc học của mình (Garb, 2000). Cuối cùng, cơ sở tri thức về siêu nhận thức là điều cần thiết để học ngôn ngữ hiệu quả.

Như vậy, đọc siêu nhận thức được coi là một chiến lược thiết yếu giúp phát triển kỹ năng đọc một cách hiệu quả cho người học. Vì lý do này, nghiên cứu được thực hiện nhằm tìm hiểu và trả lời cho các câu hỏi sau:

- Sinh viên có áp dụng chiến lược siêu nhận thức khi làm bài đọc tiếng Anh B1 hay không?
- Các chiến lược đọc siêu nhận thức được sinh viên áp dụng ở mức độ nào?

## **II. NỘI DUNG**

### **1. Tổng quan vấn đề nghiên cứu**

Vào những năm 1970, Flavell lần đầu đưa ra khái niệm siêu nhận thức và nó đã thu hút sự chú ý rộng rãi trong lĩnh vực giáo dục (Baker, 1984; Samuels et al., 2005). Thuật ngữ này làm nổi bật cách người đọc lập kế hoạch, theo dõi và điều chỉnh sự hiểu biết của chính họ (Jacob & Paris, 1987). Siêu nhận thức thường được thừa nhận là một hoạt động trí tuệ bậc cao liên quan đến khả năng đánh giá và điều chỉnh quá trình học tập của một cá nhân. Kể từ đó, thuật ngữ này đã trở thành một khái niệm quan trọng trong các lý thuyết về phát triển nhận thức và tâm lý giáo dục (Jacobs & Paris, 1987). Trong những năm qua, siêu nhận thức đã tạo ra một số khung lý thuyết trong mảng đề tài nghiên cứu về kỹ năng đọc hiểu. Về mặt khái niệm, siêu nhận thức được gọi là sự hiểu biết về nhận thức, đánh giá và điều chỉnh tri thức (Flavell, 1979; Baker & Brown, 1984).

Theo Alexander và Jetton (2000), đọc siêu nhận thức được thể hiện thông qua các chiến lược mang tính chất quy trình, có mục đích, có nỗ lực, chủ ý trong quá trình đọc.. Thông qua các chiến lược siêu nhận thức, người đọc phân bổ sự chú ý đáng kể vào việc kiểm soát, theo dõi và đánh giá quá trình đọc (Pressley, 2000).

Các nghiên cứu về ngôn ngữ thứ nhất và ngôn ngữ thứ hai cho thấy rằng việc sử dụng chiến lược đọc thành công phụ thuộc vào việc chiến lược đó có được sử dụng một

cách siêu nhận thức hay không (Jimenez và cộng sự, 1996). Trong một nghiên cứu liên quan, Garcia và cộng sự (1998) phát hiện ra rằng những người học không thành công thiếu đi sự nhận thức chiến lược này và thiếu sự tự giám sát quá trình lĩnh hội của bản thân. Những người học kém thành công thường không nhận thức được quá trình nhận thức của chính họ, và phải nhờ đến sự giúp đỡ để sử dụng các chiến lược đọc đã được chứng minh là thành công (Mokhtari & Reichard, 2001). Một số công trình nghiên cứu về đọc ngôn ngữ thứ hai đã xem xét mối quan hệ giữa nhận thức siêu nhận thức và kỹ năng đọc (Sheorey & Mokhtari, 2001; Zhang, 2001).

Các nghiên cứu trước đây về khía cạnh siêu nhận thức của người học trong việc sử dụng chiến lược Đọc đã chỉ ra rằng những người học kỹ năng Đọc thành công thường thể hiện mức độ nhận thức siêu nhận thức cao hơn, điều này cho phép họ sử dụng các chiến lược Đọc một cách hiệu quả hơn so với những người học không thành công (Carrell, 1991; Hudson, 1998; Sheorey & Mokhtari, 2001; Zhang, 2001). Ngoài ra, Carrell (1988) lập luận rằng việc sử dụng chiến lược Đọc thành công phụ thuộc vào việc chiến lược đó có được sử dụng một cách siêu nhận thức hay không. Điều này một phần giải thích cho thực tế là những người học kém kỹ năng Đọc thường không thiếu các chiến lược nhưng không thể tiếp cận chúng một cách siêu nhận thức. Devine (1993) tuyên bố rằng một người học ngôn ngữ thành công là “người có kiến thức siêu nhận thức phong phú về bản thân với tư cách là người học, về bản chất của nhận thức và về các chiến lược phù hợp để đạt được các mục tiêu nhận thức”.

Một nghiên cứu được thực hiện bởi Barnett (1988) cho thấy rằng có mối liên hệ tích cực trong việc đọc hiểu ngoại ngữ và việc sử dụng chiến lược nhận thức. Người học càng nhận thức được các chiến lược Đọc hiệu quả, họ càng sử dụng được các chiến lược này tốt hơn, dẫn đến kỹ năng đọc hiểu tốt hơn. Trong một nghiên cứu định tính, Auerbach và Paxton (1997) phát hiện ra rằng những người đọc ngoại ngữ nhận thức rõ hơn về việc sử dụng các chiến lược siêu nhận thức sẽ hiểu văn bản tốt hơn, so với những người chỉ tập trung vào cấp độ câu của văn bản. Nghiên cứu này tiết lộ rằng có một mối quan hệ chặt chẽ giữa nhận thức siêu nhận thức, triển khai chiến lược và đọc ngoại ngữ.

Trong nghiên cứu của mình, Jimenez và cộng sự (1996) đã điều tra những điểm tương đồng và khác biệt giữa những người học kỹ năng Đọc thành công và kém thành công. Các phát hiện cho thấy những người đọc thành công có xu hướng sử dụng các chiến lược đọc tổng quát hơn và nhận thức rõ hơn về sự khác biệt và tương đồng giữa ngôn ngữ mẹ đẻ và ngôn ngữ thứ hai. Họ lập luận rằng những người đọc ngôn ngữ thứ hai thành công có thể triển khai các chiến lược phù hợp hơn và đọc hiểu tốt hơn nhờ siêu nhận thức này. Nghiên cứu kết luận rằng trong việc phân biệt những người đọc thành công với những người đọc kém thành công, siêu nhận thức đóng vai trò quan trọng. Kết luận này được củng cố bởi các minh chứng từ dữ liệu nghiên cứu định lượng.

Dreyer và Nel (2003) đã tiến hành nghiên cứu trên 131 sinh viên tại một trường Đại học ở Nam Phi về các chiến lược thực hành kỹ năng Đọc. Nghiên cứu nhằm mục đích tìm hiểu liệu rằng các sinh viên trong nhóm thử nghiệm theo hướng dẫn đọc chiến lược có đạt được điểm cao hơn trong bài kiểm tra tiếng Anh cuối kỳ, bài kiểm tra đọc hiểu hay không và liệu họ có sử dụng chiến lược đọc khác nhau hay không. Kết quả cho

thấy rằng những sinh viên được hướng dẫn chiến lược thực hành kỹ năng Đọc đã đạt được điểm số cao hơn đáng kể trong các bài kiểm tra đọc hiểu so với những sinh viên trong nhóm đối chứng.

Những nghiên cứu này củng cố tầm quan trọng của siêu nhận thức trong việc phát triển kỹ năng Đọc hiệu quả cho sinh viên. Có thể nói rằng nhận thức siêu nhận thức của người học có liên quan và có thể ảnh hưởng đến việc triển khai chiến lược học kỹ năng Đọc và hiệu suất đọc của họ. Hơn nữa, người học Đọc không chỉ cần các chiến lược mà còn phải có nhận thức siêu nhận thức trong quá trình đọc. Nói cách khác, họ phải nhận thức được mục tiêu của mình, theo dõi quá trình học kỹ năng Đọc, kiểm tra khả năng đọc hiểu của mình, lên chiến lược cụ thể, đánh giá việc triển khai chiến lược và sau khi đánh giá, họ sẽ điều chỉnh chiến lược nếu cần thiết.

## **2. Đối tượng nghiên cứu**

Nghiên cứu được tiến hành trên 41 sinh viên trong độ tuổi từ 19 đến 21 tuổi, được chọn ngẫu nhiên thuộc khoá K61, lớp Kinh Tế Vận Tải, Trường Đại học Giao thông vận tải. Các em đều đang theo học học phần tiếng Anh B1 tại trường. Đặc điểm về giới tính của mẫu nghiên cứu được thể hiện trong bảng sau:

<b>Giới tính</b>	<b>Số lượng</b>	<b>Tỷ lệ %</b>
Nam	30	73.2
Nữ	11	26.8
<b>Tổng</b>	<b>41</b>	<b>100</b>

**Bảng 1:** Giới tính của mẫu nghiên cứu

## **3. Phương pháp nghiên cứu**

Nghiên cứu này áp dụng phương pháp nghiên cứu định lượng sử dụng bảng câu hỏi khảo sát. Nhận thức về chiến lược đọc siêu nhận thức của sinh viên được đánh giá bằng Bảng câu hỏi Metacognitive Awareness of Reading Strategies Inventory (MARSİ) được thiết kế bởi Mokhtari và Reichard (2000). Bảng câu hỏi này được thiết kế để đo lường nhận thức và việc sử dụng các chiến lược đọc của người học vị thành niên và người trưởng thành trong khi đọc các tài liệu học thuật. Bảng câu hỏi gốc bao gồm 30 câu hỏi, tuy nhiên chúng tôi đã cắt lược đi 4 câu hỏi không thực sự liên quan đến đối tượng nghiên cứu của đề tài này là sinh viên đang theo học học phần tiếng Anh B1. Do đó, bảng khảo sát mà chúng tôi áp dụng đối với 41 sinh viên tham gia nghiên cứu chỉ bao gồm 26 câu hỏi.

26 câu hỏi khảo sát được phân loại thành ba mục chính, đó là: Chiến lược chung, chiến lược giải quyết vấn đề và chiến lược hỗ trợ. Mục chiến lược chung có 10 câu hỏi, đại diện cho một tập hợp các chiến lược đọc hướng tới phân tích tổng thể văn bản, chẳng hạn như đặt mục đích đọc, xem trước nội dung văn bản và dự đoán nội dung của văn bản. Các chiến lược giải quyết vấn đề gồm 8 câu hỏi xoay quanh các chiến lược giải quyết vấn đề với các văn bản khó đọc. Ví dụ đối với các câu hỏi kiểm tra sự hiểu biết của người đọc khi gặp thông tin gây nhiễu cần và đọc lại để hiểu rõ hơn. 8

câu hỏi trong chiến lược đọc hỗ trợ chủ yếu liên quan đến việc sử dụng tài liệu tham khảo bên ngoài, ghi chú và các chiến lược thực tế khác như sử dụng từ điển. Ba nội dung chiến lược này tương tác và hỗ trợ lẫn nhau khi được sử dụng trong quá trình kiến tạo nghĩa của văn bản.

Cuộc khảo sát diễn ra trong bối cảnh một lớp học thông thường. Trước khi thực hiện bảng câu hỏi khảo sát, 41 sinh viên được yêu cầu làm một bài kiểm tra kỹ năng Đọc ở trình độ Tiếng Anh B1 như một bước tạo tình huống cho bài nghiên cứu. Bài kiểm tra này gồm 5 bài tập được trích từ cuốn Preliminary English Test 4. Định dạng bài cụ thể như sau:

- Bài 1: Đọc các thông báo, tin nhắn và các văn bản ngắn trong tình huống thực tế để hiểu thông điệp chính.
- Bài 2: Đọc một văn bản ngắn và chọn các mục từ vựng chính xác để điền vào các chỗ trống.
- Bài 3: Đọc một văn bản dài để hiểu chi tiết văn bản.
- Bài 4: Đọc một văn bản dài để hiểu chi tiết, ý chính, suy luận và ý nghĩa chung, cũng như thái độ và quan điểm của người viết.

Bảng câu hỏi khảo sát sử dụng thang đo Likert 5 điểm, trong đó 1 là “tôi không bao giờ hoặc gần như không bao giờ sử dụng chiến lược này” và 5 là “tôi luôn luôn hoặc gần như luôn luôn sử dụng chiến lược này”. Dữ liệu thu thập được phân tích định lượng bằng thống kê mô tả bằng trị số trung bình và độ lệch chuẩn. Điểm trung bình nằm trong khoảng từ 1 đến 5 và nghiên cứu này sử dụng ba mức độ điểm theo đề xuất của Oxford và Burry-Stock (1995). Việc sử dụng chiến lược được coi là cao khi điểm trung bình đạt được từ 3,5 trở lên. Nếu điểm trung bình nằm trong khoảng từ 2,5 đến 3,4 thì việc sử dụng chiến lược được coi là ở mức độ vừa phải. Cuối cùng, việc sử dụng chiến lược được coi là thấp khi điểm trung bình là từ 2,4 trở xuống.

#### **4. Kết quả nghiên cứu**

Các số liệu thống kê mô tả về nhận thức của sinh viên đối với việc sử dụng các chiến lược đọc siêu nhận thức được thể hiện như sau.

Các loại chiến lược	Trị số trung bình	Độ lệch chuẩn
1. Các chiến lược chung	3.73	0.53
2. Các chiến lược giải quyết vấn đề	3.38	0.62
3. Các chiến lược hỗ trợ	4.10	0.49

**Bảng 2:** Mức độ sử dụng các loại chiến lược

Dữ liệu trên cho thấy, mức độ sử dụng chiến lược siêu nhận thức của sinh viên đang ở mức từ trung bình đến cao ( $M=3,38-4,10$ ). Trong đó, các chiến lược hỗ trợ có tần suất được sử dụng cao nhất ( $M=4.10$ ), tiếp sau là các chiến lược chung ( $M=3.73$ ) và cuối cùng là các chiến lược giải quyết vấn đề ( $M=3.38$ ). Các chiến lược cụ thể trong từng nội dung mà sinh viên áp dụng sẽ được chúng tôi trình bày sau đây.

#### 4.1. Các chiến lược chung

Kết quả nghiên cứu cho thấy phần lớn sinh viên sử dụng thường xuyên 11 trong số 13 chiến lược chung, theo đó điểm trung bình là 3,5 trở lên.

Các chiến lược chung	Trị số trung bình	Độ lệch chuẩn
1. Tôi có mục đích trong đầu khi tôi làm bài Đọc	3.95	0.80
2. Tôi nghĩ đến những kiến thức đã biết để giúp tôi hiểu văn bản tôi đang đọc	4.07	0.87
3. Tôi đọc lướt văn bản để biết sơ bộ nội dung văn bản	4.17	0.81
4. Tôi đọc lướt văn bản, lưu ý về độ dài và cách tổ chức văn bản	3.62	0.89
5. Tôi xác định những gì cần đọc kỹ và những gì cần bỏ qua.	3.80	1.00
6. Tôi sử dụng manh mối ngữ cảnh để giúp tôi hiểu rõ hơn những gì tôi đang đọc.	3.70	0.90
7. Tôi chú ý đến các ký tự đặc biệt như in đậm và in nghiêng để xác định thông tin chính.	3.34	1.03
8. Tôi kiểm tra sự hiểu của mình khi bắt gặp thông tin gây nhiễu.	3.82	0.80
9. Tôi cố gắng đoán xem văn bản nói về cái gì khi tôi đọc.	3.95	0.86
10. Tôi kiểm tra xem những suy đoán của tôi về văn bản là đúng hay sai.	3.73	0.80

**Bảng 3:** Các chiến lược chung

Trên thực tế, chiến lược “đọc lướt văn bản để biết sơ bộ nội dung văn bản” được những sinh viên này sử dụng nhiều nhất ( $M=4,17$ ). Câu hỏi “Tôi có mục đích trong đầu khi tôi làm bài Đọc” có trị số trung bình là 3.95 cho thấy chiến lược đọc trước câu hỏi đề bài trước khi tiến hành đọc văn bản thường xuyên được các sinh viên áp dụng. Các chiến lược đoán nghĩa văn bản ( $M=3.95$ ) và xác định các thông tin chính trong văn bản, bỏ qua các thông tin không cần thiết ( $M=3.80$ ) cũng là những chiến lược cốt lõi trong thực hành kỹ năng đọc của sinh viên. Chiến lược chung liên quan đến việc sử dụng “các ký tự đặc biệt như in đậm và in nghiêng để xác định thông tin chính” ( $M=3,34$ ) được các sinh viên sử dụng ở mức độ vừa phải. Những phát hiện này phù hợp với những phát hiện của Wen và Johnson (1997), người đã tuyên bố rằng người học ngoại ngữ nói chung đều sử dụng phương pháp đoán nghĩa như một chiến lược khi họ thực hành đọc theo ngữ cảnh.

#### **4.2. Các chiến lược giải quyết vấn đề**

Kết quả nghiên cứu cho thấy tất cả 8 chiến lược giải quyết vấn đề đều được sinh viên thường xuyên sử dụng.

Các chiến lược giải quyết vấn đề	Trị số trung bình	Độ lệch chuẩn
1. Tôi đọc chậm và cẩn thận để chắc chắn rằng tôi hiểu những gì mình đang đọc.	3.87	0.81
2. Tôi cố gắng quay lại đúng hướng khi tôi bị mất tập trung.	4.36	0.58
3. Tôi điều chỉnh tốc độ đọc của mình tùy theo văn bản tôi đang đọc.	4.04	0.94
4. Khi đọc văn bản khó, tôi tập trung hơn vào những gì tôi đang đọc.	4.43	0.67
5. thỉnh thoảng tôi dừng lại và suy nghĩ về những gì tôi đang đọc.	3.63	0.88
6. Tôi cố gắng hình dung hoặc hình ảnh hoá thông tin để giúp ghi nhớ những gì tôi đã đọc.	3.92	0.78
7. Với những đoạn văn bản khó, tôi đọc lại để hiểu rõ hơn.	4.41	0.89
8. Tôi cố gắng đoán nghĩa của từ hoặc cụm từ mà tôi không biết.	4.12	0.74

**Bảng 4:** Các chiến lược giải quyết vấn đề

Dữ liệu trên cho thấy người học nhìn chung có ý thức về quá trình đọc hiểu của mình và có biện pháp can thiệp khi quá trình này bị gián đoạn. Ví dụ, khi đọc một đoạn văn bản khó, họ thường tập trung hơn mức bình thường và nếu cần thiết họ sẵn sàng đọc lại để hiểu rõ hơn về văn bản (M=4.43 và M=4.41). Khi gặp những từ hoặc cụm từ chưa biết, họ thường áp dụng chiến lược đoán nghĩa dựa trên ngữ cảnh (M=4.12). Dựa trên các chiến lược có tần suất sử dụng cao (M=3.63-4.43), có thể nói rằng những sinh viên này đã sử dụng các chiến lược giải quyết vấn đề khi đối mặt với các văn bản khó.

#### **4.2. Các chiến lược hỗ trợ**

Các chiến lược hỗ trợ được sử dụng giúp cải thiện mức độ đọc hiểu và ghi nhớ thông tin của sinh viên.

Các chiến lược hỗ trợ	Trị số trung bình	Độ lệch chuẩn
1. Tôi ghi chú trong khi đọc để giúp tôi hiểu những gì đang đọc.	3.07	1.19
2. Với những đoạn văn bản khó, tôi đọc to để hiểu những gì đang đọc.	3.56	1.32
3. Tôi tóm tắt thông tin đã đọc để ghi nhớ thông tin quan trọng trong văn bản.	2.97	0.98
4. Tôi thảo luận những gì đã đọc với những người khác để kiểm tra sự hiểu của bản thân.	3.19	1.07
5. Tôi gạch chân hoặc khoanh tròn thông tin quan trọng trong văn bản.	3.60	1.35
6. Tôi sử dụng các nguồn tham khảo như từ điển để giúp tôi hiểu những gì đang đọc.	3.82	0.91
7. Tôi diễn giải (trình bày lại ý tưởng theo cách của tôi) để hiểu rõ hơn những gì đang đọc.	3.19	1.05
8. Tôi lật đi lật lại văn bản để tìm mối quan hệ giữa các ý trong đó.	3.60	0.97

**Bảng 5:** Các chiến lược hỗ trợ

Kết quả cho thấy người học sử dụng các chiến lược hỗ trợ ở mức từ trung bình đến cao, chẳng hạn như việc thường xuyên sử dụng “nguồn tham khảo như từ điển” ( $M=3.82$ ) và “tìm kiếm các mối liên hệ trong văn bản” ( $M= 3.60$ ). Sử dụng chiến lược từ điển là một trong những chiến lược cao nhất trong nhóm chiến lược hỗ trợ. Trong bối cảnh ESL, việc sử dụng các chiến lược hỗ trợ đương nhiên cao hơn vì những chiến lược này nhằm nâng cao hiểu biết. Trong một nghiên cứu của mình, Michael (1998) tuyên bố rằng những người học có thành tích thấp sử dụng từ điển như một phương tiện để hiểu bài đọc. Tương tự, Nunan (1991) cũng tuyên bố rằng những người học ngoại ngữ kém dựa vào từ điển nhiều hơn những người học ngoại ngữ giỏi. Các chiến lược hỗ trợ khác như đọc to, diễn giải và thảo luận với người khác cũng được sinh viên sử dụng vừa phải để giúp họ đọc hiệu quả.

## 5. Thảo luận và kết luận

Nhìn chung, những sinh viên tham gia khảo sát đã sử dụng các chiến lược đọc siêu nhận thức để lập kế hoạch, sắp xếp và đánh giá sự thành công của quá trình học tập của họ. Họ có ý thức về quá trình nhận thức của mình trong quá trình đọc và có thể sử dụng một loạt các chiến lược đọc siêu nhận thức để hiểu được văn bản. Những phát hiện này đã hỗ trợ cho nhiều nghiên cứu khác (Block 1992; Sheorey & Mokhtari, 2001; Zhang, 2001; Zhang & Annul 2008) khi chỉ ra rằng những người học kỹ năng đọc tiếng Anh hiệu quả nhận thức và sử dụng được vô số các chiến lược đọc. Nghiên cứu hiện tại



đã xem xét việc các sinh viên trình độ B1 của Trường Đại học Giao thông vận tải đã sử dụng các chiến lược đọc chung, hỗ trợ và giải quyết vấn đề để hiểu văn bản đọc của họ như thế nào. Nhiều nghiên cứu trước đây đã cho thấy mối quan hệ giữa việc sử dụng chiến lược chung và trình độ thông thạo ngôn ngữ (Block, 1992). Phát hiện của Carrell (1991) cũng cho thấy rằng việc sử dụng các chiến lược chung có thể giúp cải thiện kỹ năng đọc hiểu cho những sinh viên học kém, tiềm năng cải thiện trình độ tiếng Anh tổng thể của họ.

Đề tài được khảo sát bằng phương pháp định lượng với số lượng mẫu nhỏ sẽ dẫn đến một số hạn chế, cụ thể, kết quả nghiên cứu chưa thể được khái quát cho tất cả sinh viên đang học tiếng Anh B1 tại Trường Đại học Giao thông vận tải. Những nghiên cứu đi sau có thể kết hợp thêm phương pháp thu thập dữ liệu định lượng, mở rộng số lượng mẫu điều tra để giúp tăng độ tin cậy và tính suy rộng cho kết quả nghiên cứu.

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Alexander, P. A. & Jetton, T. L. (2000). Learning from text: A multidimensional and developmental perspective. In M. L. Kamil, P. B. Mosenthal, P. D. Pearson, & R. Barr (Eds.), *Handbook of reading research. Volume 3.* (pp.285– 310). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- [2]. Auerbach, E., & Paxton, D. (1997). It's not the English thing. Bringing reading research into the ESL classroom. *TESOL Quarterly*, 31, 237–261.
- [3]. Baker, L. & Brown, A. L. (1984). Metacognitive skills and reading. In P. D. Pearson, R. Barr, M. L. Kamil & P. Mosenthal (Eds.), *Handbook of reading research* (pp. 353-394). New York: Longman.
- [4]. Barnett, M. A. 1988. Reading through context: How real and perceived strategy use affects L2 comprehension. *Modern Language Journal*, 72: 150-162.
- [5]. Bernhardt, E., 2000. Second-language reading as a case study of reading scholarship in the 20th century. In M. Kamil, P. Mosenthal, P. Pearson & R. Barr. (Eds.), *Handbook of reading research, Volume 3.* (pp. 791–811) Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- [6]. Block, E. L. (1992). See how they read: Comprehension monitoring of L1 and L2 readers. *TESOL Quarterly*, 26, 319–342.
- [7]. Carrell, P. (1988). Interactive text processing: Implications for ESL/second language reading classrooms. In P. L. Carrell, J. Devine, D. E. Eskey (Eds.), *Interactive Approaches to Second Language Reading.* (pp. 239-259) New York: Cambridge University Press.
- [8]. Carrell, P. L. (1991). Second language reading: Reading ability or language proficiency? *Applied Linguistics*, 12, 159–179.
- [9]. Çubukçu F. (2008). Enhancing vocabulary development and reading comprehension through metacognitive strategies. *Issues in Educational Research*, 18(1), 1-11.

- [10]. Devine, J. (1993). The role of metacognition in second language reading and writing. In J. Carson & I. Leki (Eds.), *Reading in the Composition Classroom: Second Language Perspectives* (pp. 105-127). Boston: Heinle and Heinle.
- Dhiebhena, N. (2003). Evaluating the effectiveness of metacognitive strategy training for reading research articles in an ESP context. *English for Specific Purposes* 22, 387-417.
- [11]. Dreyer, C. & C. Nel (2003). Teaching reading strategies and reading comprehension within a technology-enhanced learning environment. *System* 31, 349-365.
- [12]. Eggen, P. & Kauchak, D. (1995). *Strategies for Teachers: Teaching content and thinking skills*. Boston: Allyn and Bacon.
- [13]. Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive developmental inquiry. *American Psychologist*, 34, 906-911.
- [14]. García G.E., R.T. Jiménez & P.D. Pearson (1998). Metacognition, childhood bilingualism, and reading. In D. Hacker, J. Dunlosky & A. Graesser (Eds.), *Metacognition in Educational Theory and Practice*. (pp. 200-248. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- [15]. Hudson, T. (1998). Theoretical perspectives on reading. *Annual Review of Applied Linguistics*. 18, 43–60.
- [16]. Jacobs, J. E. & Paris, S.G. (1987). Children's metacognition about reading: Issues in definition, measurement and instruction. *Educational Psychologist*, 22, 255-278.
- [17]. Jimenez, R., Garcia, G. & Pearson, P. (1996). The reading strategies of bilingual Latina/o students who are successful English readers: opportunities and obstacles. *Reading Research Quarterly*, 31, 90–112.
- [18]. Micheal, P. C. (1998) *Reading to learn: Pedagogical implications of vocabulary research*.  
[http://www.mars.sphere.ne.jp/mike/Personal\\_Homepages/Professional\\_pages/Publications/TLT\\_Online\\_22-Vocab\\_learn.html](http://www.mars.sphere.ne.jp/mike/Personal_Homepages/Professional_pages/Publications/TLT_Online_22-Vocab_learn.html). [Retrieved August 9, 2008]
- [19]. Mokhtari, K. & Reichard, C. (2002). Assessing students' metacognitive awareness of reading skills. *Journal of Educational Psychology*, 94(2), 249-259.
- Mokhtari, K. & Reichard, C. (2000). Development of the metacognitive-awareness-of-reading-strategies inventory (MARSI). Unpublished manuscript, Oklahoma State University, Stillwater, Oklahoma, USA.
- [20]. Niemi, H. (2002) Active learning. A cultural change needed in teacher education and schools. *Teaching and Teacher Education*. 18, 763-780.
- [21]. Nunan, D. (1991). *Language Teaching Methodology: a Textbook for Teachers*. New York: Prentice-Hall

- [22]. Oxford, R., & Burry-Stock, J.(1995). Assessing the use of language learning strategies worldwide with the ESL/EFL version of the strategy inventory for language learning SILL. *System*, 23,1–23.
- [23]. Phakiti, A. (2003). A closer look at the relationship of cognitive and metacognitive strategy use to EFL reading achievement test performance. *Language Testing*, Vol. 20 (1) 26-56.
- [24]. Pressley, M. (2000). What should comprehension instruction be the instruction of? In M.L. Kamil, P.B. Mosenthal, P.D. Pearson, & R. Barr (Eds.), *Handbook of Reading Research Volume 3* (pp. 545-561). Mahwah NJ: Lawrence Erlbaum..
- [25]. Samuels, S. J., Ediger, K. A. M., Willcutt, J. R., & Palumbo, T. (2005). Role of automaticity in metacognition and literacy instruction. In S. E. Israel, K. L. Bauserman, C. C. Block & K. Kinnucan-Welsch (Eds.), *Metacognition in Literacy Learning: Theory, Assessment, Instruction and Professional Development* (pp. 42-59). Abingdon: Lawrence Erlbaum Associates.
- [26]. Sheorey, R. & K. Mokhtari (2001). Coping with academic materials: differences in the reading strategies of native and non-native readers. *System* 29, 431-449.
- [27]. Shimamura, A. P. (2000). Toward a cognitive neuroscience of metacognition. *Consciousness and Cognition*. 9, 313- 323.
- [28]. Zhang, L. J. (2001). Awareness in reading: EFL students' metacognitive knowledge of reading strategies in an acquisition-poor environment. *Language Awareness*, 10, 268–288.
- [29]. Zhang, L. J. & Annul, S. (2008). The role of vocabulary in reading comprehension: The case of secondary school students learning English in Singapore. *RELC Journal: A Journal of Language Teaching and Research*. 39, 51–76.

## **VIỆC SỬ DỤNG CÔNG CỤ TRÍ TUỆ NHÂN TẠO GRAMMARLY TRONG HỌC VIẾT TIẾNG ANH CỦA SINH VIÊN ĐẠI HỌC**

**Phạm Thị Hương Giang\***

Khoa Ngoại ngữ Kinh tế, Đại học Kinh tế quốc dân

\*Tác giả liên hệ: Email: [giangpham97@gmail.com](mailto:giangpham97@gmail.com)

**Tóm tắt:** Nghiên cứu này tìm hiểu về việc sử dụng ứng dụng trí tuệ nhân tạo Grammarly trong việc học viết tiếng Anh. 60 sinh viên chuyên ngành Ngôn ngữ Anh, Đại học Kinh tế quốc dân tham gia nghiên cứu trả lời một bảng hỏi và 5 sinh viên trong số đó được phỏng vấn sâu. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng Grammarly được người học tiếng Anh biết đến và sử dụng khá rộng rãi. Grammarly được công nhận có các chức năng chỉ ra lỗi và sửa lỗi trên sáu khía cạnh của bài viết bao gồm chính tả, ngữ pháp, dấu câu, cấu trúc câu, từ vựng và văn phong. Ứng dụng này có một số ưu điểm như có thể đưa ra phản hồi nhanh chóng, có giao diện dễ sử dụng, là ứng dụng miễn phí, tiện lợi, có thể chỉ ra khá chi tiết các lỗi sai. Tuy nhiên, Grammarly cũng có những nhược điểm nhất định như chưa chỉ đủ được lỗi sai và chưa giải thích đủ kỹ, dễ hiểu, chưa gợi ý sử dụng được các từ và cụm từ tốt. Dù vậy, Grammarly vẫn là ứng dụng có tính ưu việt trong việc hỗ trợ người sử dụng nhận biết điểm yếu và từng bước cải thiện kỹ năng viết của mình.

**Từ khoá:** Grammarly, trí tuệ nhân tạo, kỹ năng viết, công cụ đánh giá kỹ năng viết tự động

### **1. ĐẶT VẤN ĐỀ**

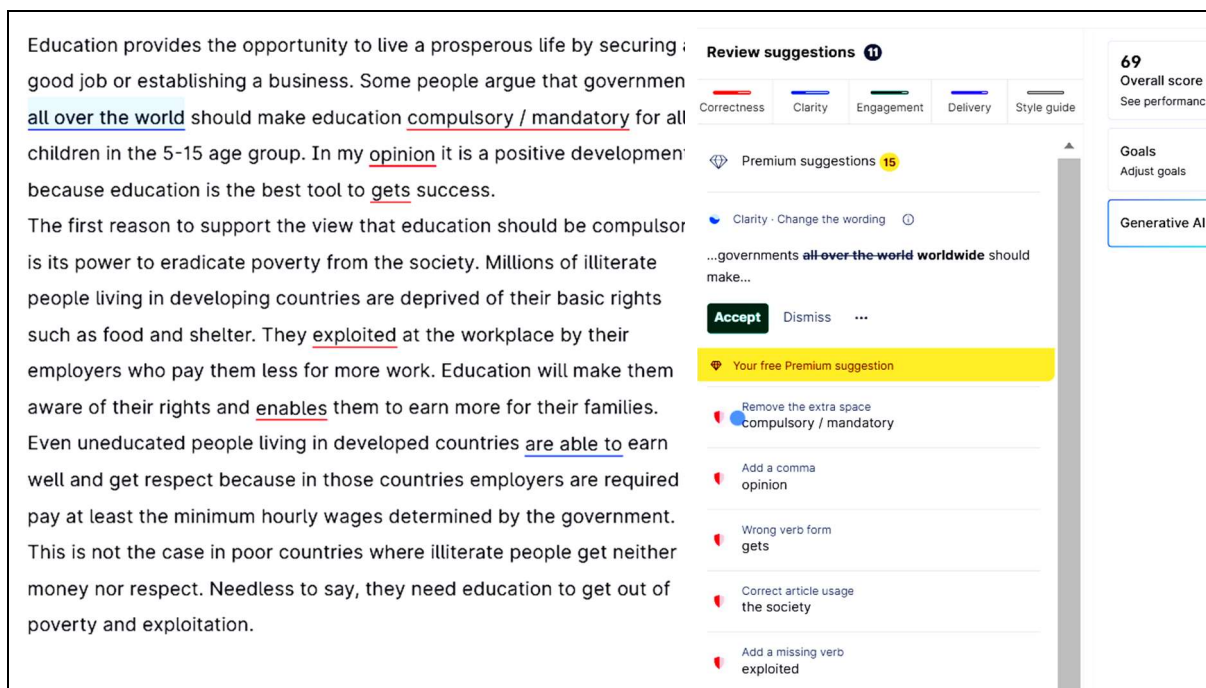
Ngày nay, người học tiếng Anh như ngôn ngữ thứ hai có thể sử dụng nhiều công cụ trí tuệ nhân tạo nhằm hỗ trợ họ học ngôn ngữ này một cách chủ động, hiệu quả. Đối với kỹ năng viết của người học tiếng Anh, việc có nguồn nhận xét chi tiết về bài viết của mình là một yêu cầu quan trọng nhằm giúp họ nhận ra điểm mạnh, điểm yếu, chỉ ra lỗi sai về ngữ pháp, từ vựng trong diễn đạt của họ. Theo Stevenson (2016), các công cụ đánh giá kỹ năng viết tự động (Automated Writing Evaluation) là những công cụ hỗ trợ rất tốt trong lớp học viết. O'Neil và Russell [2019a] cũng cho rằng các công cụ này mang lại nhiều lợi ích cho người viết ở mức thành thạo thấp bằng cách cung cấp phản hồi chi tiết cho bài viết của họ. Lim và Phua (2019) nhấn mạnh rằng các công cụ đánh giá kỹ năng viết tự động giúp tăng cường kỹ năng viết của sinh viên thông qua việc luyện tập và nhận phản hồi về bài viết của mình. Trong số các công cụ đánh giá kỹ năng viết tự động, Grammarly nổi lên là một công cụ hữu ích, được cộng đồng người học tiếng Anh biết đến và sử dụng một cách rộng rãi. Grammarly được tạo ra vào năm 2009 với mục tiêu ban đầu là công cụ kiểm tra lỗi chính tả và ngữ pháp cho các bài viết. Hiện nay, ứng dụng này đã được 30 triệu người dùng trên toàn thế giới tin dùng. Không chỉ giới hạn trong việc kiểm tra lỗi ngữ pháp và chính tả đơn thuần, Grammarly ngày nay có các tính

năng chủ yếu sau: 1) kiểm tra tính chính xác (ngữ pháp, dấu câu, tính nhất quán trong chính tả và dấu câu), 2) sự rõ ràng (sự ngắn gọn, các câu được diễn đạt rõ ràng), 3) sự thu hút (mức độ sử dụng từ vựng và câu đa dạng sinh động), 4) giọng điệu (cách viết tự tin, lịch sự, mức độ trang trọng), 5) đạo văn (công cụ đảm bảo rằng bài viết có được tự viết hay không) (theo Javier, 2022).

Sinh viên Ngôn ngữ Anh tại Đại học Kinh tế quốc dân thực hiện các khoá học tiếng Anh cho kỹ năng viết vào năm thứ nhất và thứ hai của chương trình học. Các sinh viên cần cải thiện kỹ năng viết nói riêng cũng như các kỹ năng tiếng Anh khác nhằm đáp ứng chuẩn đầu ra đạt mức IELTS 6.5, bên cạnh việc viết bài tiểu luận cho các môn học khác; vì vậy việc nhận ra lỗi sai trong bài viết là một yêu cầu cấp thiết đối với họ. Nếu không có các công cụ đánh giá kỹ năng viết tự động, miễn phí, sinh viên khó tìm được nguồn hỗ trợ nào khác nhằm nhận xét, đánh giá kỹ năng viết của họ, từ đó thúc đẩy họ điều chỉnh, thay đổi cách viết và tiến bộ trong kỹ năng viết. Nhận thức được tầm quan trọng của việc sử dụng công cụ đánh giá kỹ năng viết tự động đối với kỹ năng viết của sinh viên, chúng tôi tiến hành nghiên cứu này nhằm tìm hiểu mức độ sử dụng và độ hài lòng của sinh viên Ngôn ngữ Anh đối với ứng dụng Grammarly.

## 2. ỨNG DỤNG GRAMMARLY ĐỐI VỚI VIỆC HỌC VIẾT TIẾNG ANH

Ứng dụng Grammarly được Alex Shevchenko, Dima Lider, and Max Lytvyn tạo ra vào năm 2009. Theo O'Neill & Russell (2019b), Grammarly có thể đưa phản hồi về một bài viết theo sáu nhóm vấn đề bao gồm chính tả, ngữ pháp, dấu câu, cấu trúc câu, từ vựng và văn phong. Hơn thế nữa, Grammarly không những có thể chỉ ra lỗi sai trong bài viết mà còn đưa ra gợi ý sửa lỗi nhằm tạo văn bản hoàn thiện hơn.



**Hình 1:** Giao diện ứng dụng Grammarly

Hình 1 trình bày giao diện của ứng dụng Grammarly. Màn hình của ứng dụng Grammarly được chia làm hai phần, phần bên trái là văn bản, phần bên phải hiển thị lỗi sai cần sửa và gợi ý sửa lỗi cùng đánh giá tổng quát về các tiêu chí của bài viết. Trên ứng dụng Grammarly, người dùng không cần thao tác phức tạp vẫn có thể dễ dàng theo dõi được các chức năng của Grammarly.

Một số nghiên cứu đã so sánh phản hồi từ ứng dụng Grammarly và từ giáo viên đối với bài viết tiếng Anh. Trong nghiên cứu của Dembsey (2017), ba bài viết của sinh viên năm thứ nhất được phân tích và nhận xét. Kết quả cho thấy, Grammarly đưa ra số nhận xét nhiều hơn gấp hai lần so với giáo viên, trong đó có nhiều nhận xét lặp lại đối với các lỗi mắc nhiều lần, trong khi các giáo viên chỉ ra nhiều vấn đề hơn. Nghiên cứu kết luận rằng phản hồi của giáo viên có chất lượng tốt hơn vì chúng có tính tương tác cao hơn, linh hoạt hơn những phản hồi của Grammarly. Ghufron và Rosyida (2018), Zhang và cộng sự (2020) cũng thực hiện việc so sánh phản hồi của Grammarly và giáo viên đối với bài viết của sinh viên và có cùng nhận định rằng sử dụng Grammarly có nhiều lợi ích như các nhận xét dễ sử dụng, có các gợi ý hữu ích, phản hồi ngay lập tức, và có thể giúp sinh viên giảm lỗi sai và cải thiện khả năng viết.

Khá nhiều nghiên cứu đã chỉ ra các ưu điểm và nhược điểm của ứng dụng Grammarly. Theo Ghufron và Rosyida (2018), Grammarly là một trong những công cụ kiểm tra ngữ pháp tốt nhất trên thị trường. Đây là công cụ rất hữu ích với người học ngoại ngữ muốn cải thiện khả năng viết câu và từ vựng của mình, giúp họ sửa các lỗi sai trong bài, đồng thời đóng vai trò như công cụ kiểm tra đạo văn. Tuy vậy, theo Riana và cộng sự (2022), Grammarly có một nhược điểm lớn là chạy khá chậm, tốn thời gian sử dụng, và đòi hỏi mạng Internet phải chạy ổn định mới có hoạt động tốt được. Trong nghiên cứu của Fahmi và Cahyono (2021) các sinh viên tham gia cho rằng Grammarly cung cấp nhận xét chi tiết, toàn diện về bài viết của họ, giúp họ nhận diện được các vấn đề gặp phải trong việc sử dụng từ vựng, ngữ pháp, cấu trúc câu trong thời gian nhanh chóng. Tuy nhiên, ứng dụng này không chỉ ra được một số lỗi sai nhỏ. Nghiên cứu của Miranty và Widiati (2021) đối với sinh viên học Ngôn ngữ Anh tại Indonesia chỉ ra rằng việc sử dụng công cụ đánh giá kỹ năng viết tự động Grammarly là hữu ích, có thể chỉ cho họ các lỗi sai trong bài viết. Tuy vậy, người tham gia cho rằng ngôn ngữ sử dụng trong phản hồi còn khá khó hiểu, chưa thực sự đầy đủ và chưa thực sự đáp ứng mong muốn của họ. Fitriana and Nurazni (2022) cũng tiến hành nghiên cứu thái độ của sinh viên ngoại ngữ đối với việc sử dụng Grammarly. Kết quả cho thấy Grammarly có nhiều lợi ích đối với sinh viên, ví dụ như ứng dụng này có thể nhanh chóng chỉ ra các lỗi sai về ngữ pháp, chính tả, diễn đạt; thêm vào đó, Grammarly dễ sử dụng và không tốn nhiều dung lượng Internet. Tuy vậy, người dùng cũng cho rằng gợi ý sửa lỗi của Grammarly không phải luôn đúng, đôi lúc đề xuất sửa lỗi của Grammarly có thể thay đổi nghĩa của câu văn gốc. Ngoài ra, người tham gia cũng cho rằng các tính năng của bản miễn phí bị hạn chế trong khi ứng dụng bản trả phí có các chức năng đầy đủ, hoàn thiện hơn.

Tóm lại, kết quả các nghiên cứu cho thấy ứng dụng Grammarly có những ưu điểm to lớn trong việc cung cấp nhận xét và gợi ý sửa lỗi cho người sử dụng, và nhờ đó khuyến khích họ tự viết tiếng Anh, tự chỉnh sửa và tiến bộ. Tuy có những hạn chế nhất định, ứng dụng này vẫn đang được người học tiếng Anh sử dụng một cách rộng rãi.

### **3. MIÊU TẢ VỀ NGHIÊN CỨU**

Tham gia nghiên cứu là các sinh viên từ năm thứ nhất đến năm thứ ba khoa Ngôn ngữ Anh của Đại học Kinh tế quốc dân. Đây là các sinh viên có chuyên ngành chính là Ngôn ngữ Anh, được học chuyên sâu về tiếng Anh với mục tiêu và định hướng làm việc trong các ngành có sử dụng ngoại ngữ. Với mục tiêu đạt chứng chỉ IELTS mức điểm ít nhất 6.5 để miễn học một số học phần trong chương trình cũng như đạt chuẩn đầu ra để đủ điều kiện ra trường, bên cạnh việc trau dồi kỹ năng viết khi thực hiện các bài tiểu luận, các sinh viên có động lực to lớn trong việc cải thiện kỹ năng viết tiếng Anh. Các sinh viên đều trải qua một đến ba khoá học viết tại trường hoặc đã học các khoá học viết định hướng IELTS.

60 sinh viên Ngôn ngữ Anh tham gia trả lời một bảng câu hỏi khảo sát. Phỏng vấn sâu cũng được thực hiện đối với 5 sinh viên đã tham gia khảo sát về việc sử dụng Grammarly.

Nghiên cứu nhằm trả lời các câu hỏi sau:

1. *Bạn sử dụng Grammarly ở mức độ nào?*
2. *Bạn nhận định thế nào về chức năng của Grammarly?*
3. *Đâu là ưu điểm và nhược điểm của Grammarly?*

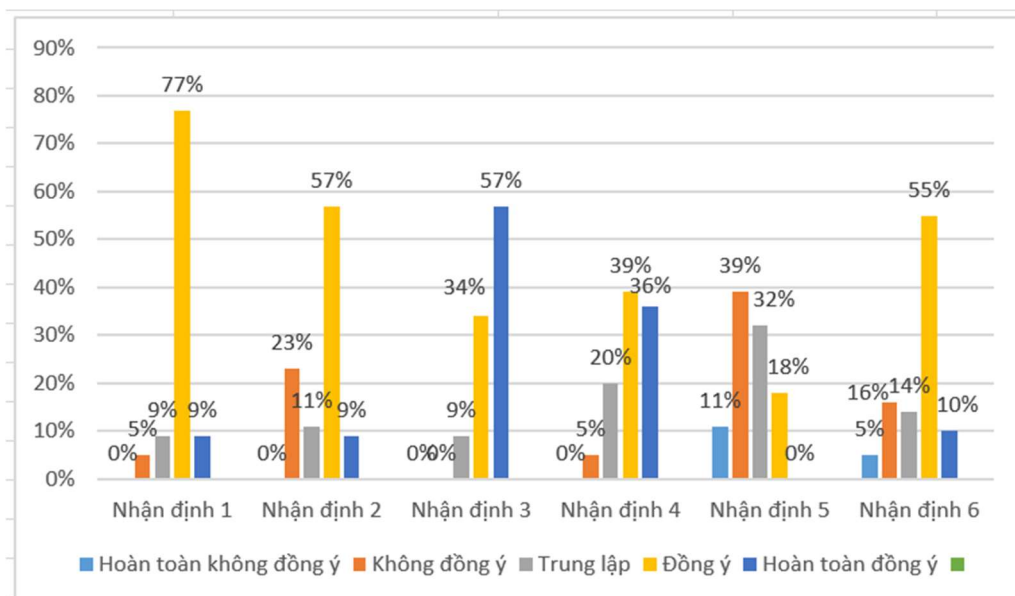
### **4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN**

Trong tổng số 60 sinh viên được tiến hành khảo sát, có 85% sinh viên (51/60) đã biết đến ứng dụng Grammarly, thông qua nhiều kênh khác nhau như quảng cáo trên Youtube, quảng cáo trên Facebook, thông qua giới thiệu của bạn bè, giáo viên hoặc trên các hội nhóm, cộng đồng học IELTS. Trong số đó, 73,33% (44/ 60) đã từng sử dụng Grammarly để hỗ trợ nhận xét bài viết. Mức độ sử dụng *thỉnh thoảng* chiếm tỉ lệ cao nhất với 48% số sinh viên tham gia khảo sát, tiếp theo là mức *hiếm khi*, chiếm 27% và mức *thường xuyên* chiếm 20%; chỉ 2 sinh viên (5%) liên tục sử dụng Grammarly.

<b>Hiếm khi</b>	<b>Thỉnh thoảng</b>	<b>Thường xuyên</b>	<b>Liên tục</b>	<b>Tổng số</b>
12	21	9	2	44
27%	48%	20%	5%	100%

**Bảng 1:** Mức độ thường xuyên sử dụng Grammarly

## Ý kiến sinh viên về phản hồi của Grammarly



**Hình 2:** Ý kiến sinh viên về phản hồi của Grammarly

*Nhận định 1: Grammarly chỉ ra và sửa lỗi sai ngữ pháp trong bài viết của bạn.*

*Nhận định 2: Grammarly chỉ ra và sửa lỗi sai từ vựng trong bài viết của bạn.*

*Nhận định 3: Grammarly chỉ ra và sửa lỗi sai chính tả trong bài viết của bạn.*

*Nhận định 4: Grammarly chỉ ra và sửa lỗi sai dấu câu trong bài viết của bạn.*

*Nhận định 5: Grammarly chỉ ra và sửa lỗi sai văn phong trong bài viết của bạn.*

*Nhận định 6: Grammarly chỉ ra và sửa lỗi sai cấu trúc câu trong bài viết của bạn.*

Kết quả thể hiện trên hình 2 cho thấy người sử dụng Grammarly đánh giá cao nhất ứng dụng này ở việc chỉ ra lỗi sai về chính tả với mức độ đồng ý và hoàn toàn đồng ý lên tới 91% (34% và 57%), tiếp theo là ngữ pháp với mức độ đồng ý và hoàn toàn đồng ý ở mức 86% (77% và 9%). Kết quả này tương đồng với nhận định từ nghiên cứu của Armanda (2022) rằng Grammarly tiện lợi và dễ để sửa lỗi ngữ pháp. Điều này rất dễ hiểu vì chức năng đầu tiên của ứng dụng này khi mới được tạo ra là nhằm sửa lỗi sai về ngữ pháp và chính tả. Grammarly sẽ gạch chân ngay lập tức những lỗi sai về chính tả và ngữ pháp, đồng thời nhanh chóng gợi ý cách sửa chữa đối với các lỗi sai ở hai khía cạnh này. Sinh viên số 1 tham gia phỏng vấn sâu nhận xét:

*“Tôi rất thích Grammarly. Grammarly đã giúp tôi thực sự cải thiện kỹ năng viết. Tôi đã nhận ra nhiều lỗi sai trong bài viết của mình. Giờ đây tôi có thể nhận ra các lỗi sai và viết được các cấu trúc câu không bị sai ngay cả khi không có sự trợ giúp của Grammarly.”*

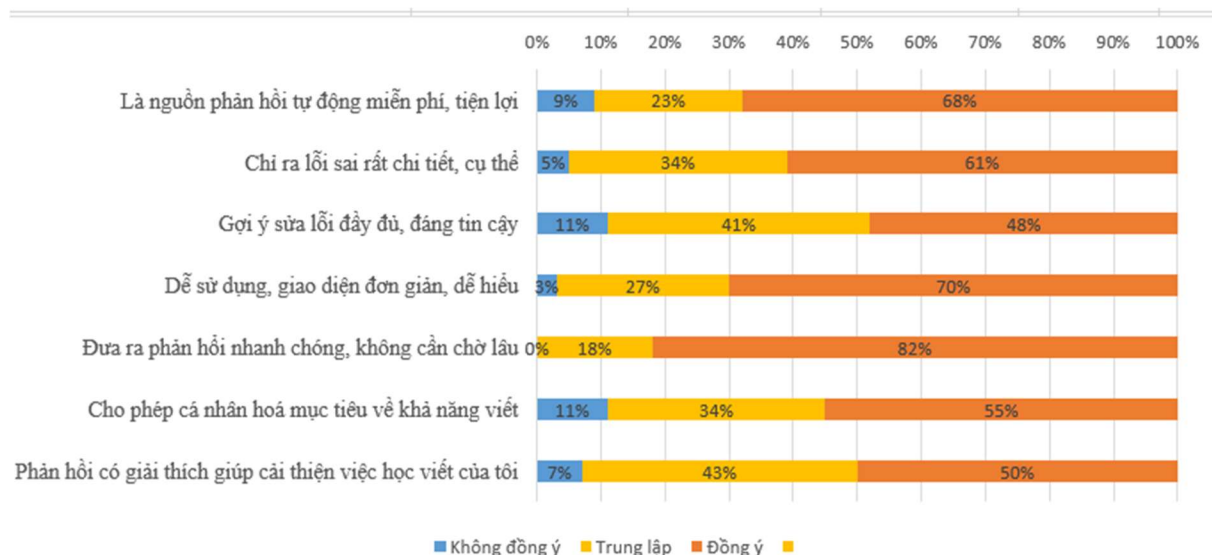
Nhận được mức đánh giá khá cao từ người sử dụng là chức năng tìm lỗi về dấu câu với sự đồng tình của 75% người tham gia (39% đồng ý và 36% hoàn toàn đồng ý), lỗi về từ vựng với 66% (57% và 9%) và lỗi về cấu trúc câu với 65% (55% và 10%). Lỗi



sai về dấu câu thường được coi là lỗi sai ít nghiêm trọng hơn và có thể dễ dàng bị bỏ qua khi một văn bản được chấm. Tuy vậy, với việc sử dụng Grammarly, sinh viên có thể nhận ra việc sử dụng dấu câu chính chu là một thói quen tốt, giúp nâng cao tính hoàn chỉnh của một văn bản. Ngoài ra, chức năng tìm lỗi sai và gợi ý về từ vựng là một chức năng thiết yếu của một công cụ đánh giá kỹ năng viết tự động. Người viết, nhất là người viết ở trình độ thấp thường bị mắc lỗi ở việc sử dụng từ, ví dụ dùng từ bị lặp, từ chưa theo cụm từ (collocation) hay từ chưa phù hợp. Grammarly có thể phát hiện được từ chưa phù hợp, từ chưa đúng theo cụm từ, nhưng chưa chỉ ra được lỗi về dùng từ bị lặp. Lỗi sai về cấu trúc câu thường được coi là lỗi sai nghiêm trọng khi viết văn bản tiếng Anh. Một người dùng tiếng Anh ở mức độ trung và cao cấp cần đáp ứng yêu cầu có thể sử dụng các cấu trúc câu phức thay vì các cấu trúc câu đơn giản. Người học tiếng Anh ở mức độ thấp thường mắc khá nhiều lỗi sai về việc sử dụng cấu trúc câu phức khi viết văn bản. Grammarly có thể phát hiện khá nhanh các lỗi sai về cấu trúc câu, đồng thời gợi ý cấu trúc thay thế để người viết hoàn thiện văn bản của mình.

Chức năng sửa về văn phong của Grammarly nhìn chung chưa được người sử dụng đánh giá cao. 39% số người được hỏi không đồng ý và 36% thể hiện thái độ trung lập đối với chức năng này. Grammarly thường không chỉ ra được cụ thể từ vựng nào ở mức kém trang trọng và gợi ý thay thế bằng từ có tính học thuật cao hơn. Đây cũng là điểm còn hạn chế của Grammarly.

### Ý kiến sinh viên về ưu điểm của Grammarly



Hình 3: Ý kiến sinh viên về ưu điểm của Grammarly

Hình 3 cho thấy rõ phần lớn các sinh viên tham gia khảo sát đều đồng tình với các ưu điểm của Grammarly. “Đưa ra phân hồi nhanh chóng, không cần chờ lâu” là điểm được đánh giá cao nhất với 82% số người tham gia đồng tình. Nếu đường truyền Internet nhanh, thông suốt, người dùng có thể nhận được kết quả ngay lập tức. Ưu điểm tiếp theo

của Grammarly là “dễ sử dụng, giao diện đơn giản, dễ hiểu” với 70% người đồng ý. Việc giao diện của Grammarly được chia làm hai phần, phần bên trái là bài viết, phần bên phải hiển thị lỗi sai cần sửa và gợi ý sửa lỗi cùng đánh giá tổng quát về các tiêu chí của bài viết làm người sử dụng dễ theo dõi được các chức năng của Grammarly. Ưu điểm “Là nguồn phản hồi tự động, miễn phí, tiện lợi” cũng nhận được ý kiến khá tích cực của người tham gia khảo sát (68% số người đồng tình). Việc là một ứng dụng miễn phí có thể nói là ưu điểm khá nổi trội của Grammarly khi ngày nay có rất nhiều phần mềm được tạo ra để bán cho người sử dụng, ví dụ phần mềm Elsa Speak, Razkid, Reading Eggs... Không phủ nhận rằng bản miễn phí của Grammarly có các chức năng không đầy đủ, hoàn thiện như bản có trả phí, tuy nhiên, các chức năng được cung cấp tại bản miễn phí cũng đáp ứng được các yêu cầu của người sử dụng ở mức nhất định. Yếu tố “Chỉ ra lỗi sai chi tiết, cụ thể” cũng nhận được sự đồng tình của 61% người tham gia khảo sát. Đây có thể nói là đánh giá khá tích cực đối với một ứng dụng miễn phí khi có khá nhiều ý kiến cho rằng họ nhận được phản hồi chi tiết về lỗi sai trong bài viết của họ. Sinh viên số 5 (tự nhận trình độ viết còn hạn chế) nhận xét:

*“Tôi chấp nhận những thay đổi mà Grammarly phản hồi cho bài viết của tôi. Tôi chưa tự nhận biết được các lỗi sai trong bài viết của mình, và do đó tôi chấp nhận những góp ý mà một công cụ tiên tiến như Grammarly gợi ý cho tôi.”*

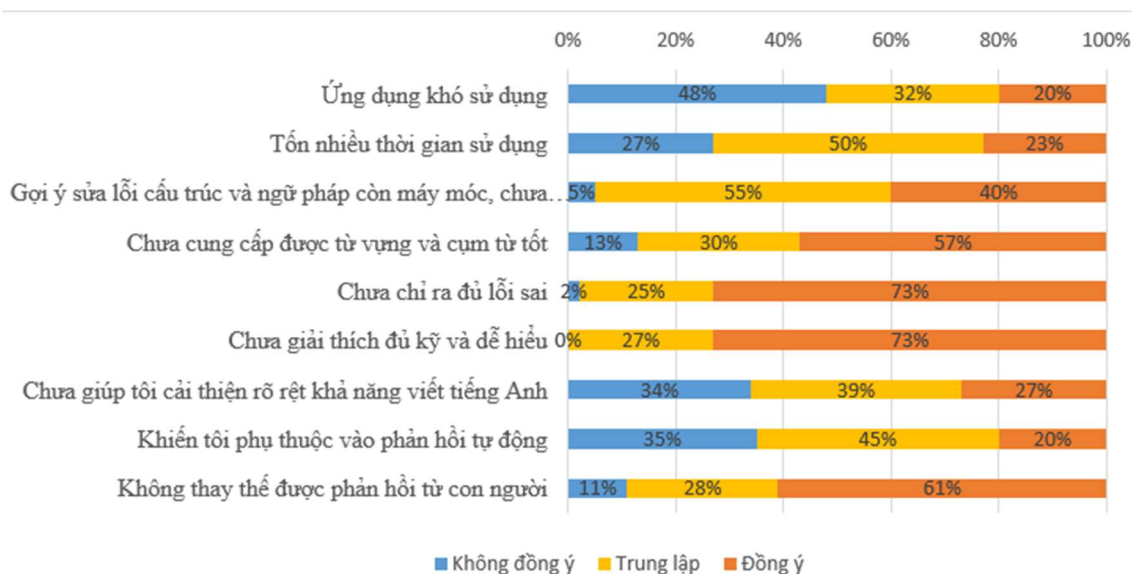
Grammarly làm được một điều rất ý nghĩa là giúp sinh viên giải toả được áp lực khi viết một bài viết và cần có một nguồn phản hồi, sửa chữa cho mình. Khi sinh viên cho rằng khả năng viết của họ còn hạn chế, việc viết tiếng Anh có thể là một gánh nặng cho họ, làm cho họ lo lắng. Tuy vậy, với Grammarly, các sinh viên có thể nhanh chóng có được phản hồi về các khía cạnh trong bài viết của họ, giúp họ nhìn thấy lỗi sai và học để tránh các lỗi sai đó trong tương lai. Theo Yong-Jik Lee và cộng sự (2024), “việc giúp sinh viên bớt lo lắng là khía cạnh quan trọng nhất của việc sử dụng các công cụ trí tuệ nhân tạo hỗ trợ dạy viết”. Sinh viên số 2 cho rằng:

*“Tôi luôn cảm thấy áp lực khi viết bằng tiếng Anh vì trình độ tiếng Anh của tôi không đủ để viết các bài luận dài. Tuy nhiên, với sự trợ giúp của Grammarly, nỗi lo lắng về khả năng viết tiếng Anh của tôi đã được giảm bớt.”*

Ngoài bốn điểm tích cực được trình bày phía trên, ba điểm còn lại nhận được trên dưới 50% ý kiến trung lập hoặc tiêu cực. 11% người tham gia không đồng ý và 34% giữ thái độ trung lập về ý kiến Grammarly có thể cá nhân hoá mục tiêu về khả năng viết. Ngoài ra, các sinh viên không thực sự đánh giá cao việc Grammarly có gợi ý sửa lỗi đầy đủ, đáng tin cậy (11% không đồng tình, 41% trung lập). Sinh viên số 3 cho rằng: “Grammarly chủ yếu kiểm tra chính tả và tìm kiếm các từ thay thế. Ứng dụng này phát hiện được những lỗi sai về câu cơ bản. Grammarly khó giúp người viết khắc phục được lỗi sai ngữ pháp phức tạp.” Sinh viên số 4 cho rằng “Grammarly không nhận diện được một số lỗi; đôi khi gợi ý của ứng dụng có thể làm thay đổi nghĩa của câu người viết muốn viết.”

## Ý kiến sinh viên về nhược điểm của Grammarly

Hình 4: Ý kiến sinh viên về nhược điểm của Grammarly



Hình 4: Ý kiến sinh viên về nhược điểm của Grammarly

Ngoài các ưu điểm nêu trên, Grammarly vẫn còn tồn tại một số nhược điểm, trong đó nổi bật nhất là ứng dụng này “chưa chỉ đủ lỗi sai” và “chưa giải thích đủ kỹ và dễ hiểu” (đều nhận được mức 73% số người đồng tình). Đây là điều dễ hiểu đối với phiên bản miễn phí. Các sinh viên tham gia phỏng vấn đều cho rằng Grammarly có thể chỉ ra các lỗi sai cơ bản về ngữ pháp như lỗi về mạo từ, giới từ, danh từ số nhiều, lỗi về sự phù hợp giữa chủ ngữ và động từ, lỗi về loại từ, tuy nhiên, các lỗi phức tạp hơn như lỗi về cấu trúc câu phức, lỗi về văn phong chưa phù hợp có thể bị Grammarly bỏ qua.

61% số người được hỏi cho rằng Grammarly khó thay thế được phản hồi từ con người. Sinh viên 4, người ở trình độ B2 cho rằng: “*Tiếng Anh của tôi chưa đạt trình độ thật cao, do đó Grammarly giúp ích nhiều cho tôi khi tôi viết bài luận hoặc bài tiểu luận. Tôi thường để Grammarly kiểm tra các bài viết của tôi. Tuy vậy, đối với những văn bản quan trọng, tôi thường nhờ người giỏi đọc giúp cho tôi*”. 57% số sinh viên đồng tình rằng Grammarly chưa gợi ý sử dụng được các từ và cụm từ tốt trong khi 40% cho rằng gợi ý sửa chữa lỗi ngữ pháp của Grammarly còn máy móc, chưa tự nhiên.

Những điểm còn lại nhận được ý kiến trung lập và không đồng tình của đa số người tham gia khảo sát, điều đó có nghĩa chúng không được coi là điểm yếu của Grammarly. Chỉ 20% và 23% số người được hỏi cho rằng Grammarly khó sử dụng; điều này củng cố nhận định rằng Grammarly là một ứng dụng dễ sử dụng, dễ tiếp cận, không cần điều kiện cao về kỹ thuật, có thể sử dụng trên nhiều nền tảng khác nhau từ website đến điện thoại, trên cả bốn hệ điều hành Windows, MacOS, Android và IOS. Tương tự như vậy, chỉ 27% và 20% số người tham gia đồng ý là Grammarly khiến họ phụ thuộc vào phản hồi tự động và chưa giúp họ cải thiện được rõ rệt khả năng tiếng Anh. Điều này có thể được hiểu là các sinh viên thừa nhận Grammarly có thể giúp họ nhận thức được các lỗi sai và từ đó nâng cao được khả năng viết tiếng Anh của mình.

## 5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này tìm hiểu việc sử dụng ứng dụng trí tuệ nhân tạo Grammarly trong việc học viết tiếng Anh của sinh viên Ngôn ngữ Anh, đại học Kinh tế quốc dân. Nghiên cứu được tiến hành trên 60 sinh viên từ năm thứ nhất đến năm thứ ba, kết quả thu được là phản hồi từ 44 sinh viên đã từng sử dụng ứng dụng Grammarly (73,33%). Kết quả nghiên cứu cho thấy ba điểm chính. *Thứ nhất*, phần lớn người tham gia đều đồng tình rằng Grammarly có thể chỉ ra lỗi sai về ngữ pháp, chính tả, dấu câu, từ vựng và cấu trúc câu; tuy vậy, các sinh viên tham gia không đánh giá cao Grammarly ở chức năng tìm lỗi sai về văn phong. *Thứ hai*, những *ưu điểm* nổi bật của Grammarly có thể kể đến việc Grammarly có thể đưa ra phản hồi nhanh chóng, có giao diện dễ sử dụng, là ứng dụng miễn phí, tiện lợi, có thể chỉ ra khá chi tiết các lỗi sai. *Thứ ba*, Grammarly cũng có những *nhược điểm* nhất định, trong đó nổi bật nhất là nhận định Grammarly chưa chỉ đủ được lỗi sai và chưa giải thích đủ kỹ, dễ hiểu, chưa gợi ý sử dụng được các từ và cụm từ tốt, và gợi ý sửa chữa lỗi ngữ pháp của Grammarly còn máy móc, chưa tự nhiên. Có thể kết luận rằng Grammarly là ứng dụng đánh giá kỹ năng viết tự động tiếp cận được nhiều sinh viên học tiếng Anh ở Việt Nam, có thể giúp người học nhận diện được lỗi sai trên sáu bình diện chính tả, ngữ pháp, dấu câu, cấu trúc câu, từ vựng và văn phong ở mức độ khá, và người sử dụng khá hài lòng với sự hỗ trợ của Grammarly trong việc nâng cao kỹ năng viết của họ. Từ kết quả nghiên cứu, chúng tôi đề xuất người học viết tiếng Anh nên sử dụng Grammarly như một phương tiện hỗ trợ việc hoàn thiện văn bản, là công cụ giúp họ nhận ra những hạn chế, từ đó từng bước cải thiện kỹ năng viết tiếng Anh của mình.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Armanda, M. L. et al (2022). Grammarly as English Writing Assistant from EFL Students' Perspective. *English Education, Journal of English Teaching and Research*. Volume 7, 128-137. <https://doi.org/10.29407/jetar.v7i2.17988>
- [2]. Dembsey, J. M. (2017). Closing the Grammarly® gaps: A study of claims and feedback from an online grammar program." *Writing Center Journal*, 36(1), 63-96, 98-100. <https://doi.org/10.7771/2832-9414.1815>
- [3]. Lim, F and Phua, J. (2019). Teaching Writing with Language Feedback Technology," in *Computers and Composition*, volume 54, 2019, pp. 1-13. [Online].
- [4]. Fahmi, M. A., & Cahyono, B. Y. (2021). EFL students' perception of the use of Grammarly and teacher feedback. *JEES (Journal of English Educators Society)*, 6(1), 18-25. <https://doi.org/10.21070/jees.v6i1.849>
- [5]. Fitriana, K., & Nurazni, L. (2021) Exploring English department students' perceptions on using Grammarly to check the grammar in their writing. *Journal of English Teaching*, 8(1), 15-25. <https://doi.org/10.33541/jet.v8i1.3044>
- [6]. Ghufron, M. A., & Rosyida, F. (2018). The role of Grammarly in assessing English as a foreign language (EFL) writing. *Applied Research on English Education (AREE)*, 2(2), 395–403. <https://doi.org/10.21512/lc.v12i4.4582>

- [7]. Javier, D. R. (2022). App Review Using Tech Tools for Academic Writing: Grammarly as a Pedagogical Tool. *MEXTESOL Journal*, 46(2), n2.
- [8]. Lee, Y.-J., Davis, R. O., & Lee, S. O. (2024). University students' perceptions of artificial intelligence-based tools for English writing courses. *Online Journal of Communication and Media Technologies*, 14(1), e202412.  
<https://doi.org/10.30935/ojcmmt/14195>.
- [9]. Stevenson, M. (2016). A critical interpretative synthesis: The integration of automated writing evaluation into classroom writing instruction, in *Computers and Composition*, volume 42, 2016, pp. 1-16. [Online]  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.compcom.2016.05.001>
- [10]. Miranty, D., & Widiati, U. (2021). An automated writing evaluation (AWE) in Higher Education: Indonesian EFL Students' Perceptions about Grammarly Use across Student Cohorts. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 11(4), 126–137.  
<https://doi.org/10.47750/pegegog.11.04.12>
- [11]. R. O'Neill and A.M.T. Russell (2019a). Grammarly: Help or Hindrance? Academic Learning Advisors' Perceptions of An Online Grammar Checker. *Journal of Academic Language & Learning*, volume 13 issue 1, 88-107.  
<https://journal.aall.org.au/index.php/jall/article/view/591>
- [12]. O'Neill, R., & Russell, A. (2019b). Stop! Grammar time: University students' perceptions of the automated feedback program Grammarly. *Australasian Journal of Educational Technology*, 35(1).
- [13]. Riana, A., Tambunan, S., Andayani, W., & Sari, W. S. (2022). Investigating EFL students' linguistic problems using Grammarly as automated writing evaluation feedback. *Indonesian Journal of Applied Linguistics*, 12(1), 16–27.  
<https://doi.org/10.17509/ijal.v12i1.46428>
- [14]. Zhang, J., Ozer, H. Z., & Bayazeed, R. (2020). Grammarly vs. face-to-face tutoring at the writing center: ESL student writers' perceptions. *Praxis*, 17(2), 33-47.

## CÁC CÁCH ĐẶT CÂU HỎI TRONG TIẾNG PHÁP VÀ SO SÁNH ĐỐI CHIẾU VỚI TIẾNG ANH

Nguyễn Phương Lan\*

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

\*Tác giả liên hệ: Email: [lannp@utc.edu.vn](mailto:lannp@utc.edu.vn)

**Tóm tắt:** Giao tiếp là một trong những kỹ năng rất quan trọng khi học một ngoại ngữ. Để giao tiếp tiếng Pháp được tốt, một trong những yếu tố cần nắm vững chính là các dạng câu hỏi tiếng Pháp. Người học tiếng Pháp nói chung cũng như sinh viên trường ĐHGTVT nói riêng đôi khi lúng túng, hiểu sai vấn đề trong quá trình giao tiếp do họ không hiểu câu hỏi bằng tiếng Pháp vì các cách đặt câu hỏi trong tiếng Pháp tương đối đa dạng và phức tạp. Để giúp cho người học có thể sử dụng, hiểu và ghi nhớ được các kiểu câu hỏi tiếng Pháp khi giao tiếp, bài báo sẽ phân tích và trình bày các cách đặt câu hỏi bằng tiếng Pháp ở những ngữ cảnh giao tiếp khác nhau, đưa ra các ví dụ minh họa, đồng thời so sánh với tiếng Anh.

**Từ khóa:** Câu hỏi đóng, câu hỏi mở, cách đặt câu hỏi tiếng Pháp, cách đặt câu hỏi trong tiếng Anh.

### 1. MỞ ĐẦU

Ngôn ngữ là phương tiện giao tiếp không thể thiếu trong cuộc sống hàng ngày. Nó cũng là công cụ cần thiết để trao đổi và hợp tác trên các lĩnh vực như ngoại giao, kinh tế, văn hóa, xã hội giữa các quốc gia. Học một ngoại ngữ là tìm hiểu về nền văn hóa, văn minh của nước đó, học cách giao tiếp để có thể rút ngắn được khoảng cách cũng như phá bỏ mọi rào cản về sự khác biệt giữa các dân tộc. Trong giao tiếp, câu hỏi là một công cụ quan trọng giúp chúng ta trao đổi và hiểu được những thông tin được truyền đạt giữa các bên.

Từ thực trạng của Trường Đại học Giao thông vận tải là trường kỹ thuật, các sinh viên thường hạn chế trong giao tiếp hơn những sinh viên của khối trường xã hội, bài báo "**Các cách đặt câu hỏi trong tiếng Pháp và so sánh đối chiếu với tiếng Anh**" muốn nghiên cứu về các cách đặt câu hỏi trong tiếng Pháp nhằm giúp sinh viên tìm hiểu, hiểu rõ hơn những cách đặt câu hỏi khác nhau trong tiếng Pháp, từ đó có thể sử dụng cũng như trả lời các câu hỏi được lưu loát, giúp họ tự tin hơn trong giao tiếp. Trong xu thế ngày nay khi mà tiếng Anh chiếm ưu thế, hầu hết các bạn trẻ, học sinh, sinh viên đã được học ngoại ngữ này 12 năm ở bậc phổ thông, ngôn ngữ tiếng Pháp hầu như khá mới mẻ với họ. Nghiên cứu tìm hiểu về một vấn đề trong tiếng Pháp, bài báo cũng hướng tới việc nghiên cứu so sánh với tiếng Anh để sinh viên hiểu rõ hơn bản chất của một hiện tượng ngữ pháp đồng thời nhớ kiến thức được kỹ và lâu hơn.

Để giúp sinh viên vận dụng được dễ dàng hơn kiến thức, bài báo đi sâu vào nghiên cứu:

- Thế nào là câu hỏi đóng, câu hỏi mở
- Các cách đặt câu hỏi đóng, câu hỏi mở trong tiếng Pháp
- So sánh với các cách đặt câu hỏi trong tiếng Anh

Đặt câu hỏi luôn là yêu cầu cần có trong quá trình giao tiếp. Qua cách đặt câu hỏi và cách trả lời, chúng ta biết được những thông tin cần thiết cũng như đánh giá được năng lực, khả năng của từng người trong việc sử dụng ngôn ngữ. Câu hỏi mở, câu hỏi đóng là hai dạng câu hỏi thường gặp trong giao tiếp.

## **2. NỘI DUNG**

### **2.1. Câu hỏi đóng (Questions fermées)**

#### **2.1.1. Định nghĩa**

Câu hỏi đóng là loại câu hỏi chỉ đòi hỏi câu trả lời ngắn gọn và cụ thể, thường là câu trả lời “có” hoặc “không”.

Ví dụ: - Est-ce que tu vas à l'école aujourd'hui? (Bạn có đi học hôm nay không?)

- Oui, je vais à l'école aujourd'hui.

hoặc - Veux-tu manger du gâteau? (Bạn có thích ăn bánh ga tô không?).

- Non, je ne veux pas en manger.

Câu hỏi đóng thường được sử dụng để thu thập thông tin cơ bản hoặc xác nhận thông tin.

Ví dụ: - As-tu fait des vaisselles? (Bạn đã rửa bát chưa?). Khi trả lời câu hỏi này, người được hỏi sẽ trả lời một cách ngắn gọn là “oui” (rồi) hoặc “non” (chưa) chứ không giải thích thêm những thứ liên quan như lý do tại sao, ..... .

- As-tu pris le dîner? (Bạn ăn tối chưa?). Câu trả lời ngắn gọn cho câu hỏi này là “oui” (rồi) hoặc “non” (chưa) là đã đủ cung cấp thông tin cho người hỏi.

Câu hỏi đóng có những đặc điểm sau: Đòi hỏi câu trả lời ngắn gọn và cụ thể, thường có câu trả lời “có” hoặc “không”, dễ dàng và nhanh chóng để trả lời, thường được sử dụng để thu thập thông tin cơ bản hoặc xác nhận thông tin, không yêu cầu người trả lời suy nghĩ sâu sắc hoặc cung cấp quá nhiều chi tiết, thường được sử dụng trong giao tiếp hàng ngày, trong các cuộc trò chuyện chưa quá trọng tâm hoặc để mở đầu một cuộc trò chuyện.

Câu hỏi đóng là câu hỏi dạng trả lời "Có", hoặc "Không" hay nói cách khác là câu hỏi "Oui/ Non" trong tiếng Pháp.

#### **2.1.2. Cách đặt câu hỏi "Oui/ Non"**

Ta có 3 cách đặt câu hỏi "Oui/ Non"

- Cách 1:

Trong tiếng Pháp, khi viết các câu hỏi này, ta đặt dấu chấm hỏi cuối câu trần thuật. Khi nói, ta lên giọng ở cuối câu trần thuật. Ta có công thức sau:

<b>Sujet</b>	+	<b>Verbe</b>	+	<b>(O)</b>	?
<b>Chủ ngữ</b>	+	<b>Động từ</b>	+	<b>(Tân ngữ)</b>	?

Đối với cấu trúc này, chúng ta thường dùng trong văn nói cho các trường hợp thân mật như gia đình, bạn bè. Các kiểu câu này khi dùng phải kèm ngữ điệu, lên giọng vào cuối câu hỏi sẽ thành câu hỏi có hay không. Tiếng Pháp khác tiếng Anh là không nhấn trọng âm mà điều chỉnh về ngữ điệu câu khi nói, nên việc lên giọng hay xuống giọng ở một câu khá quan trọng.

Ví dụ khi hỏi thăm sức khỏe, ta nói "Ça va?" (cậu khỏe không?), ta lên giọng ở chữ "va" phía cuối sẽ thành câu hỏi. Nhưng nếu ta giữ nguyên giọng, không lên giọng ở cuối câu thì "Ça va" (tôi khỏe) sẽ thành câu trả lời.

- |                                       |                                    |
|---------------------------------------|------------------------------------|
| - Vous êtes français?                 | - Oui, je suis français.           |
| - Ils aiment la glace, n'est-ce pas?  | - Non, ils n'aiment pas la glace.  |
| - Il ne va pas à l'école aujourd'hui? | - Si, il va à l'école aujourd'hui. |
| - Tu manges du riz?                   | - Oui, j'en mange.                 |

Với các câu hỏi này ta cũng lên giọng cuối câu.

Trong tiếng Anh, ở văn nói thân mật ta dùng câu hỏi đuôi, dạng công thức gần giống công thức trên trong tiếng Pháp, chỉ là thêm phần đuôi ở cuối câu.

<b>Subject</b>	+	<b>Verb</b>	+	<b>(O)</b>	?		
<b>Chủ ngữ</b>	+	<b>Động từ</b>	+	<b>(Tân ngữ)</b>	+	<b>phần đuôi</b>	?

Phần đuôi là cụm động từ to be/trợ động từ/động từ khuyết thiếu + đại từ nhân xưng xuống cuối câu trần thuật. Lưu ý là câu hỏi đuôi cần phải có tính khẳng định/phủ định ngược với câu trần thuật.

Ví dụ:

- |   |                                 |
|---|---------------------------------|
| - You are French, aren't you?             | - Yes, I am.                    |
| - They like ice-cream, don't they?        | - No, they don't.               |
| - He doesn't go to school today, does he? | - Yes, he goes to school today. |

- Cách 2:

Trong tiếng Pháp, để hỏi ta thêm "Est-ce que" ở đầu câu trần thuật. Với cấu trúc này ta có thể dùng trong văn nói hoặc văn viết nhưng đa phần dùng trong ngữ cảnh trang trọng hơn. Kiểu đặt câu hỏi này khiến câu dài hơn nhưng cũng mang tính chất câu hỏi đóng nhất bởi vì khi câu bạn nói có "est-ce que" ở đầu câu, dù không lên giọng thì người nghe vẫn hiểu đây là 1 câu hỏi có/ không.



<b>Est-ce que</b>	+	<b>Sujet</b>	+	<b>Verbe</b>	+	<b>(O)</b>	<b>?</b>
<b>Est-ce que</b>	+	<b>Chủ ngữ</b>	+	<b>Động từ</b>	+	<b>(Tân ngữ)</b>	<b>?</b>

Ví dụ: - Est-ce qu'elle joue du piano? (Cô ấy có chơi piano không?)

- Est-ce qu'il aime le français?" (Anh ấy có thích tiếng Pháp không?)

- Est-ce que tu manges du riz?" (Bạn ăn cơm chưa?)

Lưu ý: Est-ce que có 3 từ nhưng chỉ phát ra 2 âm là Es que \es.kə\, đọc cả 3 cũng được \ɛs.kə\.

Trong tiếng Anh, với hầu hết các động từ, trừ các động từ khuyết thiếu to be, can, may .... các câu hỏi nghi vấn có cấu trúc sau:

<b>Do (does, or did)</b>	+	<b>Subject</b>	+	<b>Verb (infinitive)</b>	+	<b>(O)</b>	<b>?</b>
<b>Do (does, hoặc did)</b>	+	<b>Chủ ngữ</b>	+	<b>Động từ (nguyên mẫu)</b>	+	<b>(Tân ngữ)</b>	<b>?</b>

Ví dụ: - Does she play the piano? (Cô ấy có chơi piano không?)

- Did she play the piano?

- Do they play the piano?

- Cách 3:

Là cách dùng đảo ngữ. Với cách này ta đưa chủ ngữ ra sau động từ và thêm gạch ngang giữ đại từ làm chủ ngữ và động từ.

<b>Verbe</b>	+	-	+	<b>Sujet</b>	+	<b>(O)</b>	<b>?</b>
<b>Động từ</b>	+	-	+	<b>Chủ ngữ</b>	+	<b>(Tân ngữ)</b>	<b>?</b>

Ví dụ: - Sont-ils docteur? (Họ có phải là bác sĩ không?)

- Êtes-vous français? (Anh có phải là người Pháp không?)

- Manges-tu du riz?" (Cậu ăn cơm chưa?) - Oui, j'en mange (Tớ ăn rồi)

Đây là cách nói rất trang trọng, thường dùng trong văn viết.

Lưu ý: Chúng ta phải thêm "t" sau một động từ tận cùng bởi một nguyên âm và trước các đại từ chủ ngữ "il/ elle/ on".

Ví dụ: - Va-t-il à l'école? (Anh ấy có đi học không?)

- Aime-t-il le français? (Anh ấy có thích tiếng Pháp không?)

- Aime-t-on les fleurs? (Họ có thích hoa không?)

Ngoại trừ: Nếu động từ tận cùng là "te" thì ta không cần thêm "t" ở giữa động từ và chủ ngữ.

Ví dụ: - OÙ habite-il?

Khi chủ ngữ là một danh từ riêng thì không được đảo ngữ mà phải thay bằng đại từ chủ ngữ rồi mới đảo ngữ

Ví dụ: - Marie aime les bonbons?

- Marie, aime-t-elle les bonbons?

- ~~Aime Marie les bonbons?~~ (Không được đảo ngữ với danh từ riêng)

Trong tiếng Anh, với câu hỏi có động từ khuyết thiếu như to be, can, may, should, ..... ta cũng đảo chủ ngữ ra sau các động từ này nhưng không có dấu gạch ngang như trong tiếng Pháp

<b>Verb</b>	+	<b>Subject</b>	+	<b>(O)</b>	<b>?</b>
<b>Động từ</b>	+	<b>Chủ ngữ</b>	+	<b>(Tân ngữ)</b>	<b>?</b>

Ví dụ: - Are they doctors?

- Are you French?

- Should we do the homework?

- May I sit here?

## 2.2. Câu hỏi mở (Questions ouvertes)

### 2.2.1. Định nghĩa

Câu hỏi mở là dạng câu hỏi mà có câu trả lời dài hơn, là câu hỏi có thể đưa ra nhiều cách trả lời và đòi hỏi người trả lời phải trả lời thật chi tiết vào vấn đề được hỏi. Dạng câu hỏi này thường yêu cầu người được hỏi đưa ra quan điểm, ý kiến và quan niệm riêng của mình, câu hỏi thường mang tính khách quan, hỏi về thông tin cụ thể của người được đối thoại.

Câu hỏi mở là dạng câu hỏi không có câu trả lời cố định, đòi hỏi người trả lời phải suy nghĩ và đưa ra câu trả lời của riêng mình. Câu hỏi mở thường bắt đầu bằng các từ để hỏi như "ai", "cái gì", "ở đâu", "khi nào", "tại sao", "như thế nào", ..... .

Đặc điểm câu hỏi mở trong tiếng Pháp (tiếng Anh) thường bắt đầu bằng từ để hỏi, ví dụ các từ để hỏi trong tiếng Pháp (tiếng Anh) như: Que (What), Quand (When), Pourquoi (Why), Où (Where), Quel (Which), Comment (How).

Ví dụ:

- Les Dupond, où habitent-ils? (Gia đình nhà Dupond sống ở đâu?). Với câu hỏi này người được hỏi sẽ trả lời địa chỉ nơi gia đình nhà Dupond sống.

- Comment trouves-tu ce tableau? (Bạn thấy bức tranh này thế nào?). Với câu hỏi này, người được hỏi sẽ không thể trả lời là "oui" (có) hoặc "non" (không) mà cần nêu rõ đặc điểm là "beau" (đẹp) hay "pas beau" (không đẹp) hoặc giải thích lý do tại sao, quan điểm, cách nhìn, ..... .

Câu hỏi mở là dạng câu hỏi ta không thể dùng câu trả lời "Có" hoặc "Không". Và vì vậy, chúng ta sẽ phải dùng từ để hỏi hay gọi nó là câu hỏi có từ để hỏi.

### 2.2.2. Cách đặt câu hỏi có từ để hỏi

Các từ để hỏi trong tiếng Pháp (tiếng Anh) bao gồm:

<b>Quand?</b> - Quand vas-tu en France?	<b>When?</b> - When do you go to France?	Khi nào?
<b>Où?</b> - Où est-ce qu'il habite ?	<b>Where?</b> - Where does he live?	Ở đâu?
<b>Que?</b> - Que se passe-t-il? (Que làm chủ ngữ) - Qu'est-ce que tu fais? (Que làm tân ngữ)	<b>What?</b> - What is going on? - What are you doing?	Cái gì?
<b>Pourquoi?</b> - Pourquoi apprends-tu le français?	<b>Why?</b> - Why do you learn French?	Tại sao?
<b>Qui?</b> - Qui aime Pierre? (Qui làm chủ ngữ) - Qui Marie aime-t-elle? (Qui làm tân ngữ)	<b>Who?</b> - Who loves Pierre? - Who does Marie love?	Ai?
<b>Comment?</b> - Comment vas-tu à l'école?	<b>How?</b> - How do you go to school?	Thế nào?
<b>Combien + de (d') + danh từ không đếm được (số ít)</b> - Combien de sucre mettez-vous dans la soupe? <b>Combien + de (d') + danh từ đếm được (số nhiều)</b> - Combien d'enfants a-t-il?	<b>How much + danh từ không đếm được (số ít)</b> - How much sugar do you put in soup? <b>How many + danh từ đếm được (số nhiều)</b> - How many children does he have?	Bao nhiêu?
<b>Quel + N.m.s, Quelle + N.f.s</b> <b>Quels + N.m.p, Quelles + N.f.p</b> - Quel livre aime-tu? - Quelle chemise chois-tu?	Which + N - Which book do you like? - Which shirt do you choose?	Nào
<b>Quel est + N.m.s, Quelle est + N.f.s</b> <b>Quels sont + N.m.p, quelles sont + N.f.p</b> - Quel est votre nom? - Quelle est votre adresse? - Quels sont vos goûts?	- What's your name? - What is your address? - What are your tastes?	

Ta có 3 cách đặt câu hỏi với từ để hỏi (ngoài tính từ để hỏi *Quel*) trong tiếng Pháp

- Cách 1: (Thường dùng trong văn nói).

Khi câu hỏi đặt cuối câu, ta không phải đảo chủ ngữ. ta thêm câu hỏi ở cuối câu trần thuật. Ta có công thức sau:

<b>Sujet</b>	+	<b>Verbe</b>	+	<b>(O)</b>	+	<b>Mot interrogatif ?</b>
<b>Chủ ngữ</b>	+	<b>Động từ</b>	+	<b>(Tân ngữ)</b>	+	<b>Từ để hỏi ?</b>

Ví dụ: - Tu habites où? (Bạn sống ở đâu?)  
 - Il finit le travail quand? (Anh ấy kết thúc công việc khi nào?)  
 - Elles ont voyagé à Paris comment? (Các cô ấy đã đi du lịch tới Paris bằng phương tiện gì)

Lưu ý: Với câu hỏi "Que", khi Que để cuối câu thì chúng ta phải chuyển "Que" thành "Quoi"

- Qu'est-ce que tu fais? = - Tu fais quoi? (Bạn đang làm gì thế)

Trong tiếng Anh, từ để hỏi không bao giờ đặt cuối câu, ta không thể nói: "~~You live where?~~"

- Cách 2: (Dùng trong văn nói lẫn văn viết).

Trong tiếng Pháp, khi câu hỏi đặt đầu, thêm "est-ce que" thì ta cũng không phải đảo chủ ngữ. Ta có công thức sau:

<b>Mot interrogatif</b>	+	<b>Est-ce que</b>	+	<b>Sujet</b>	+	<b>Verbe</b>	+	<b>(O)</b>	?
<b>Từ để hỏi</b>	+	<b>Est-ce que</b>	+	<b>Chủ ngữ</b>	+	<b>Động từ</b>	+	<b>(Tân ngữ)?</b>	

Ví dụ: - Où est-ce que tu habites?  
 - Quand est-ce qu'il finit le travail?  
 - Comment est-ce qu'elles ont voyagé à Paris?  
 - Comment est-ce que tu t'appelles?  
 - Qui est-ce que tu aimes?  
 - Combien d'enfants est-ce que vous avez?

Trong tiếng Anh, câu hỏi với động từ thường ta có cấu trúc:

<b>Wh-Q.</b>	+	<b>Aux.V</b>	+	<b>Subject</b>	+	<b>Verb</b>	+	<b>(O)</b>	?
<b>Từ để hỏi</b>	+	<b>Do (Does or Did)</b>	+	<b>Chủ ngữ</b>	+	<b>Động từ (nguyên mẫu)</b>	+	<b>(Tân ngữ)?</b>	

Ví dụ: - Where do you live?  
 - When does he finish the work?

- How did they travel to Paris
- How do you call yourself? (What's your name?)
- Who do you love?
- How many children do you have?

- Cách 3: (Thường dùng trong văn viết).

Khi câu hỏi đặt đầu, nếu không có “est-ce que” thì ta phải đảo chủ ngữ ra sau động từ và thêm dấu “-“ giữa động từ và chủ ngữ

<b>Mot interrogatif</b>	+	<b>Verbe</b>	+	-	+	<b>Sujet</b>	+	<b>(O)</b>	<b>?</b>
<b>Từ để hỏi</b>	+	<b>Động từ</b>	+	-	+	<b>Chủ ngữ</b>	+	<b>(Tân ngữ)?</b>	

- Ví dụ - Où est-il maintenant? (Anh ấy đang ở đâu?)
- Pourquoi es-tu triste? (Tại sao cậu buồn?)
  - Où habite-il? (Anh ấy sống ở đâu?)
  - Quand finis-tu le travail? (Bao giờ bạn kết thúc công việc?)
  - Comment t'appelles- tu?
  - Qui aime-t-elle, Marie?
  - Que veux- tu?

Trong tiếng Anh, để đặt câu hỏi với động từ to be, ta cũng đảo chủ ngữ ra sau động từ:

<b>Wh-Q</b>	+	<b>To be</b>	+	<b>Subject</b>	+	<b>(O)</b>	<b>?</b>
<b>Từ để hỏi</b>	+	<b>Động từ “to be”</b>	+	<b>Chủ ngữ</b>	+	<b>(Tân ngữ)?</b>	

- Ví dụ: - Where is he now?
- Why are you sad?
  - How are you? (- I'm fine, thank you)

### 2.2.2.3. Tính từ để hỏi "quel" bổ ngữ cho danh từ.

Ngoài các cách hỏi trên, người Pháp cũng thường dùng tính từ để hỏi: Quel /Quelle/ Quels/ Quelles.

Ta có cấu trúc:

<b>Quel (quelle, quels, quelles)</b>	+	<b>Nom m.s</b>	<b>(f.s, m.p, f.p)</b>
<b>Quel (quelle, quels, quelles)</b>	+	<b>Danh từ giống đực số ít (g.cái s.ít, g.đực s.nhiều, g.cái s. nhiều)</b>	

- Ví dụ: - Quel chapeau chois-tu? (Bạn chọn chiếc mũ nào?)  
- Quelle chemise aimes-tu? (Bạn thích chiếc áo nào?)

Cấu trúc này giống cấu trúc sau trong tiếng Anh. Nhưng vì trong tiếng Anh không phải phân biệt danh từ giống đực, danh từ giống cái nên chỉ có 1 dạng:

<b>Which</b>	+	<b>Noun</b>
--------------	---	-------------

- Ví dụ: - Which hat do you choose?  
- Which shirt do you like?

Trong tiếng Pháp, tính từ Quel còn có cấu trúc sau để hỏi:

Khi câu hỏi đặt đầu, nếu không có “est-ce que” thì ta phải đảo chủ ngữ ra sau động từ.

<b>Quel (quelle) est</b>	+	<b>Nom m.s</b>	<b>(f.s, m.p, f.p)</b>
<b>Quels (quelles) sont</b>	+	<b>Danh từ giống đực số nhiều (g.cái s. nhiều)</b>	

- Ví dụ: - Quel est ton nom? (Tên bạn là gì?)  
- Quelle est ton adresse? (Bạn ở đâu?)  
- Quelle est ta profession? (Bạn làm nghề gì?)  
- Quels sont tes goûts? (Sở thích của bạn là gì?)

Cấu trúc này tương đương với cấu trúc sau trong tiếng Anh:

<b>What is (are)</b>	+	<b>S.N (P.N)</b>
<b>What is (are)</b>	+	<b>Danh từ số ít (danh từ số nhiều)</b>

- Ví dụ: - What is your name?  
- What is your address?  
- What is your profession?  
- What are your tastes?

### 3. KẾT LUẬN

Muốn giao tiếp tiếng Pháp được tốt, chúng ta cần nắm vững các dạng câu hỏi trong tiếng Pháp, tìm hiểu các cách sử dụng cũng như dùng chúng sao cho phù hợp ở những tình huống khác nhau. Đối tượng học tiếng Pháp ở Trường Đại học Giao thông vận tải phần đông là các bạn sinh viên đã được học tiếng Anh ở bậc phổ thông. Thông qua việc so sánh những điểm giống và khác nhau của các cách đặt câu hỏi trong tiếng Pháp với tiếng Anh, bài báo giúp người học hiểu được kỹ và dễ ghi nhớ hơn vấn đề, từ đó có thể vận dụng và thực hành tốt trong mọi hoàn cảnh.

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

### ***Sách:***

- [1]. CHARAUDEAU, P., "Grammaire du sens et de l'expression", Paris, Hachette, 1992  
COLETTE, S.G, "Le képi", Editions littéraires, Hanoi, 1990
- [2]. MAUGER, G., "Grammaire pratique du français d'aujourd'hui", Paris, Hachette, 1973
- [3]. NGUYEN NGOC CANH, "Ngữ pháp tiếng Pháp", NXB Đại học và trung học chuyên nghiệp, 1991, xuất bản lần thứ 4.
- [4]. POTTIER, B., "Linguistique générale", Ed. Klincksieck, 1974
- [5]. WEINRICH, H., "Grammaire textuelle du français", Paris, Didier-Hatier, 1989

### ***Các trang web:***

- [https://hoctiengphap.com/?gad\\_source=1&gclid=CjwKCAjwtOwBhBnEiwAgwzrUiudcJqnlG64oehmtJgjMNzjjFSKfC7DMJL9GI5ziXCuw7-AXDISRoCXucQAvD\\_BwE](https://hoctiengphap.com/?gad_source=1&gclid=CjwKCAjwtOwBhBnEiwAgwzrUiudcJqnlG64oehmtJgjMNzjjFSKfC7DMJL9GI5ziXCuw7-AXDISRoCXucQAvD_BwE)
- <https://www.pace.edu.vn/>
- <http://saigonvina.edu.vn>
- <https://vieclam123.vn/>
- <https://stepup.edu.vn/>

## **MỘT SỐ KINH NGHIỆM TRONG XÂY DỰNG BÀI GIẢNG VIDEO THEO MÔ HÌNH B-LEARNING TRONG GIẢNG DẠY TIẾNG PHÁP TẠI TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI**

**Lê Nguyễn Thanh Hương\***

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

\*Tác giả liên hệ: Email: lnthuong@utc.edu.vn

**Tóm tắt:** Đổi mới phương pháp dạy học nhằm phát huy tính tích cực, tự chủ của người học ở bậc đại học đang là vấn đề bức thiết hiện nay. Đào tạo theo hệ thống tín chỉ đòi hỏi người học phải dành nhiều thời gian tự học. Tuy nhiên, việc hướng dẫn tự học, tự nghiên cứu cho sinh viên mới chỉ dừng lại ở việc giới thiệu các sách tham khảo hay các nguồn tư liệu trên internet, mà chưa có được sự hỗ trợ, trao đổi, hướng dẫn từ phía người dạy. Do vậy, toàn bộ quá trình tự học của sinh viên hầu như còn mang tính tự phát, thiếu tính tương tác, theo dõi, hỗ trợ. Từ thực tế nêu trên, chúng tôi nhận thấy cần thiết phải nghiên cứu một giải pháp đồng bộ và hiệu quả nhằm phát huy tính tự chủ trong học tập, giúp sinh viên có thể tự học, tự nghiên cứu. Chúng tôi đề xuất xây dựng một công cụ dạy và học dựa trên sự hỗ trợ của công nghệ thông tin và theo hướng dạy học tích hợp. Trong bài báo này, chúng tôi sẽ minh họa cụ thể bằng việc xây dựng và tích hợp nội dung môn học tiếng Pháp theo định hướng chuyên ngành cho sinh viên khối Pháp ngữ tại trường ĐH GTVT. Những dẫn chứng mà chúng tôi đề xuất trong khuôn khổ bài báo này chỉ áp dụng riêng cho môn học này.

**Từ khoá:** Tự học, dạy học tích hợp, mô hình “blended learning”, kiến thức chuyên ngành, cơ sở dữ liệu, bài giảng video

### **1. ĐẶT VẤN ĐỀ**

Đào tạo đại học những năm gần đây đòi hỏi đổi mới mạnh mẽ về phương pháp giảng dạy, nhằm phát huy tính tích cực, chủ động của sinh viên, nâng cao khả năng tự học, tự nghiên cứu, góp phần nâng cao chất lượng đào tạo và hình thành thói quen tự đào tạo của sinh viên.

Trường ĐH GTVT áp dụng mô hình đào tạo theo tín chỉ, đòi hỏi sinh viên phải có rất nhiều giờ tự học. Tuy nhiên phần lớn sinh viên đều chỉ theo giờ giảng của các thầy cô trên lớp, khả năng tự học của sinh viên rất kém, và hầu như sinh viên đều không có ý thức tự học. Quá trình hướng dẫn tự học, tự nghiên cứu cho sinh viên mới chỉ dừng lại ở việc giới thiệu các sách tham khảo hay các nguồn tư liệu trên internet, mà chưa có được sự hỗ trợ, trao đổi, hướng dẫn từ phía người dạy. Do vậy, toàn bộ quá trình tự học của sinh viên đều bỏ ngỏ, thiếu tính tương tác, hỗ trợ.

Với sinh viên khối Pháp ngữ của trường ĐH GTVT, tất cả sinh viên đầu vào là học tiếng Anh. Và với chuẩn đầu ra là trình độ B2 theo khung tham chiếu 6 bậc, nếu



không có phương pháp tự học, sinh viên không thể đáp ứng chuẩn đầu ra. Sau 2 năm học thực hành ngôn ngữ, sinh viên phải chuyển sang học các môn chuyên ngành được giảng dạy hoàn toàn bằng tiếng Pháp. Và với thời lượng hữu hạn trên giảng đường, sinh viên phải tìm tòi, tự đọc và nghiên cứu tìm hiểu rất nhiều mới có thể theo được môn học.

Từ thực tế nêu trên, chúng tôi nhận thấy cần thiết phải nghiên cứu tìm kiếm một giải pháp đồng bộ và hiệu quả nhằm phát huy tính tự chủ trong học tập, giúp sinh viên có thể tự học, tự nghiên cứu một cách hiệu quả. Giải pháp đó chính là xây dựng được một công cụ giảng dạy và học tập dựa trên sự hỗ trợ của công nghệ và tích hợp được đầy đủ các yếu tố: vừa là giáo trình, vừa là tài liệu tự học, vừa dùng để học tập chính khóa vừa là để tự học ngoài giờ, có tính tương tác cao.

## **2. NỘI DUNG**

### **2.1. Dạy học tích hợp (Blended learning) và bối cảnh dạy học ngày nay trong lĩnh vực giảng dạy tiếng Pháp :**

“Blended learning” không phải là một thuật ngữ mới, nhưng được nhắc đến nhiều từ khi bùng nổ các ứng dụng CNTT trong dạy và học. Theo International Association for K-12 Online Learning (iNACOL), "phương pháp tiếp cận tích hợp này kết hợp những yếu tố tốt nhất của học online và học trên lớp”.

“Blended learning” đang nổi lên như một phương pháp chiếm ưu thế trong tương lai - và trở nên phổ biến hơn những phương pháp truyền thống. Đây là phương pháp sự phạm kết hợp các phương tiện truyền thông và các công cụ công nghệ được ứng dụng trong một môi trường e-learning.

Với những thay đổi của xã hội và sự phát triển của các ngành khoa học, công nghệ, theo chúng tôi một mô hình “blended learning” phải là một mô hình cho phép kết hợp một cách hiệu quả nhiều phương thức đào tạo (modalities), nhiều phương pháp sư phạm (pedagogics), khai thác và sử dụng nhiều phương tiện kỹ thuật và công nghệ thông tin (tools) phù hợp với từng nội dung và tình huống sư phạm để cho phép sinh viên có thể học tập dưới nhiều dạng thức (học tập dưới sự hướng dẫn của giáo viên và tự học, cùng nhau tương tác và học tập online), ở mọi lúc, mọi nơi và phát triển năng lực phù hợp với đặc điểm cá nhân của mỗi sinh viên. Bối cảnh tổ chức dạy và học ngày nay đã có những thay đổi sâu sắc, cụ thể như sau:

- Người học tiếp nhận và phát triển tri thức, kỹ năng trong nhiều bối cảnh (học ở trường, học ở ngoài xã hội, học ở nhà), bằng nhiều cách khác nhau (theo một khóa học, tự học, học tập ở trên mạng...) nhờ có sự hỗ trợ của nhiều người và các công cụ kỹ thuật khác nhau. Ngày nay, với sự phát triển của khoa học kỹ thuật và sự thay đổi nhanh chóng của các hoạt động kinh tế xã hội, việc học tập không chỉ và không thể dừng lại ở các khóa học chính khóa, mà nó vượt ra khỏi khuôn khổ của quá trình tổ chức dạy học truyền thống. Để đáp ứng các yêu cầu của xã hội và sự phát triển của bản thân, mỗi cá nhân phải nỗ lực tự học không ngừng. Nên phương pháp sư phạm và cách thức tổ chức dạy học truyền thống không đáp ứng được điều này. Hệ thống giáo dục đại học cần phải có một cách tiếp cận đầy đủ hơn, toàn diện hơn trong cách thức tổ chức quá trình giáo dục

và đào tạo của mình. Mô hình “blended learning” sẽ cho phép và hỗ trợ mạnh mẽ quá trình tự học, tự nghiên cứu, dần dần hình thành ở người học khả năng và thói quen học tập suốt đời.

- Trong quá trình giảng dạy, giáo viên không bao giờ chỉ sử dụng một phương pháp duy nhất để truyền đạt những nội dung của môn học, họ thường lựa chọn, kết hợp rất linh hoạt các phương pháp sư phạm, tùy theo đối tượng, bối cảnh dạy học và các điều kiện kỹ thuật khác để tạo điều kiện thuận lợi nhất cho quá trình hình thành và phát triển tri thức, năng lực của học sinh. Mô hình “blended learning” cho phép và khuyến khích kết hợp đa dạng các phương pháp sư phạm, các cách tiếp cận để đạt được hiệu quả cao nhất trong quá trình dạy học.

- Các nguồn thông tin có thể sử dụng cho học tập và phát triển năng lực thì rất dồi dào, đa dạng và dễ dàng tiếp cận.

## **2.2. Một số nguyên tắc và cách thức xây dựng bài giảng theo mô hình giảng dạy kết hợp trong giảng dạy tiếng Pháp**

### **2.2.1. Mô hình kết hợp “Blended learning”**

“Blended learning” là một phần triển khai trong quá trình dạy học trực tiếp và chỉ diễn ra trong khuôn khổ của lớp học, giáo viên có thể sử dụng một phương pháp sư phạm truyền thống hay một công cụ công nghệ thông tin để truyền tải nội dung giảng dạy (ứng dụng bài giảng powerpoint, tổ chức hoạt động nhóm, thuyết trình, giảng bài). Bên cạnh những giờ giảng trên lớp, sinh viên sẽ có những hoạt động học tập diễn ra trước và sau giờ học, ngoài khuôn khổ của lớp học.

Ví dụ giáo viên có thể yêu cầu sinh viên tự tìm hiểu nội dung học trước giờ lên lớp và viết một bài luận sau giờ học. Ở giai đoạn trước và sau giờ học, nội dung, phương pháp và thời gian thực hiện các hoạt động học tập là hoàn toàn do sinh viên quyết định, dưới sự hướng dẫn của giáo viên.

Trong quá trình xây dựng hệ thống “blended learning” của chúng tôi, phương thức đào tạo chủ yếu vẫn là dạy học chính khóa, giáp mặt (70%). Và 30% nội dung giảng dạy được triển khai, xây dựng theo các bài giảng hướng dẫn hỗ trợ sinh viên tự học, tự nghiên cứu thông qua các nhiệm vụ học tập mà sinh viên phải thực hiện ngoài giờ học, có sự hỗ trợ, tổ chức của hệ thống e-learning.

### **2.2.2. Kịch bản tổ chức dạy học theo mô hình kết hợp “Blended learning”**

**Thường thì sinh viên sẽ trải qua 3 giai đoạn chính:**

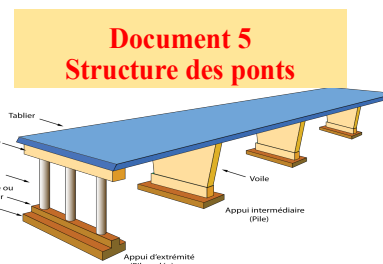
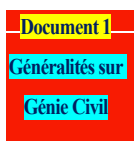
- Giai đoạn 1 (học trực tiếp) : giáo viên và sinh viên sẽ xác định nội dung môn học cần nắm vững, kĩ năng, thái độ cần đạt được, sau đó giáo viên gợi mở, định hướng, hướng dẫn và tổ chức các hoạt động học tập để sinh viên có thể triển khai.
- Giai đoạn 2 (học tập bên ngoài lớp học), sinh viên sẽ triển khai các nhiệm vụ được giao, tìm kiếm và xử lý thông tin, giao tiếp và làm việc nhóm thông qua hệ thống e-learning đã tích hợp các công cụ cần thiết để tạo ra một môi trường học tập và làm việc đồng nhất, hiệu quả.

- Giai đoạn 3 (học trực tiếp) là giai đoạn chia sẻ, trao đổi, trình bày, đánh giá kết quả thực hiện các nhiệm vụ học tập của các nhóm và cá nhân. Ở giai đoạn này, sinh viên được rèn luyện và phát triển khả năng thuyết trình, tư duy phản biện, thuyết phục, giáo viên đóng vai trò như là người trọng tài, điều hành và kết luận những vấn đề sinh viên trình bày, thảo luận. Việc kết hợp các phương pháp sư phạm khác nhau trong một mô hình dạy học cũng làm thay đổi vai trò của người dạy và người học. Ở mô hình truyền thống, việc tổ chức dạy và học đều diễn ra trên lớp và sử dụng những quyển sách giáo khoa đơn thuần, với vốn kiến thức bó gọn trong giáo trình và không có sự đổi mới. Trong khi đó, kiến thức của nhân loại không ngừng thay đổi và phát triển hiện đại, nên các mô hình truyền thống dần trở nên không phù hợp. Mô hình “blended learning” cho phép tích hợp những tài liệu in và tài liệu số, cung cấp cho sinh viên một nguồn học liệu dồi dào, đa dạng về hình thức, thể loại và có tính thực tế. Với sự phát triển của Internet, những dữ liệu này có thể dễ dàng tiếp cận, chia sẻ, lưu trữ và cập nhật. Trong giảng dạy ngoại ngữ, giáo viên cần lựa chọn nguồn tư liệu đa dạng, có tính tương tác, đa kênh (văn bản, âm thanh, hình ảnh, video...) để đáp ứng yêu cầu phát triển những năng lực cụ thể của người học. Trong lĩnh vực giảng dạy ngoại ngữ, các công cụ đó có thể là điện thoại thông minh, máy tính bảng, máy ảnh, máy ghi âm, các phần mềm máy tính và các ứng dụng web (wiki, forum, quiz, database, videoconferencing, audio recorder).

### **3. GIỚI THIỆU VỀ CÁCH XÂY DỰNG BÀI GIẢNG TÍCH HỢP THEO MÔ HÌNH “BLENDED LEARNING” CHO MÔN HỌC « FRANÇAIS SUR OBJECTIFS SCIENTIFIQUES » (« TIẾNG PHÁP THEO ĐỊNH HƯỚNG CHUYÊN NGÀNH ») DÀNH CHO SINH VIÊN KHỐI CẦU ĐƯỜNG PHÁP TRƯỜNG ĐH GTVT**

#### **3.1. Nội dung môn học**

Giáo trình « Tiếng Pháp theo định hướng chuyên ngành » được biên soạn cho sinh viên cuối năm thứ 2 khối Pháp ngữ của trường ĐH GTVT, tương đương với trình độ B2. Mục đích chính của khoá học là cung cấp cho sinh viên vốn kiến thức ngôn ngữ về chuyên ngành xây dựng công trình để chuẩn bị bước vào những giờ học chuyên môn bằng tiếng Pháp. Chính vì vậy, khoá học được xây dựng theo các chủ điểm lớn : « Khái quát về ngành xây dựng công trình », « giới thiệu về nghề kỹ sư xây dựng công trình », « các giai đoạn tiến hành dự án », « Vật liệu xây dựng », « Xây dựng cầu », « Xây dựng đường »,... Ở mỗi một chủ đề, chúng tôi đã cố gắng cung cấp cho sinh viên vốn kiến thức ngôn ngữ cơ bản liên quan đến chương trình giảng dạy chuyên ngành của mình trong những học phần tiếp theo. Tuy nhiên bên cạnh việc cung cấp vốn từ vựng phong phú, chúng tôi vẫn chú trọng vào phát triển 4 kỹ năng : Nghe, Nói, Đọc, Viết cho sinh viên. Trong giáo trình, chúng tôi đã chọn lọc rất nhiều các nguồn tài liệu khác nhau, đảm bảo tính đại diện, khái quát, chuẩn xác, đa dạng và phong phú về loại hình (bài báo, bài đọc, các đoạn phỏng vấn, video, phim, tranh ảnh...). Đây là một hệ cơ sở dữ liệu mở, có thể được cập nhật thường xuyên nên số lượng các tài liệu có thể được bổ sung không ngừng tạo ra một nguồn dữ liệu phong phú.



**Một số hình ảnh minh họa giáo trình khoá học : « Tiếng Pháp theo định hướng chuyên ngành »**

Bài học chính khóa: là bài học chính trong giáo trình, được biên soạn với các bước theo một tiến trình bài giảng nhất quán phát triển 4 kỹ năng : Nghe – đọc – nói – viết

- Các tài liệu bổ sung liên quan đến chủ đề (với nhiều loại hình đa dạng: hình ảnh, văn bản, tài liệu nghe, phim...) được thiết kế đa dạng dưới dạng thức hoạt động khác nhau: document (tài liệu), quiz (trắc nghiệm), database (cơ sở dữ liệu), v.v

- Các nguồn dữ liệu khác để tham khảo thêm, gồm: book, file, folder, IMS content package, label, page, URL

### 3.2. Cách thức sử dụng

Tài liệu xây dựng theo mô hình “blended learning” có thể được sử dụng linh động, đa dạng và hiệu quả. Người dạy và người học có thể lựa chọn, quyết định và sử dụng sao cho phù hợp với từng trường hợp cụ thể.

Kết hợp các phương thức đào tạo: dạy học trực tiếp (trên lớp), dạy học từ xa. Với những giờ giảng trực tiếp, giáo viên có thể triển khai hoạt động trên lớp, lựa chọn một tài liệu nào đó trong chủ đề làm tài liệu dạy - học và triển khai trên lớp, cho học sinh đọc, trả lời câu hỏi và thảo luận. Với những giờ dạy học từ xa, chúng tôi xây dựng các bài giảng video, giáo viên có thể giảng bài gián tiếp, ra bài tập, yêu cầu sinh viên chủ động về mặt thời gian, không gian để truy nhập vào hệ dữ liệu nghiên cứu một tài liệu nào đó, tìm hiểu và hoàn thành bài tập theo thời hạn được quy định, rồi gửi lại cho giáo viên thông qua hệ thống quản lý bài tập (Assignment).

Kết hợp các công cụ kỹ thuật đa dạng (Tools) gồm: assignment (quản trị bài tập), chat (trao đổi trực tuyến), forum (diễn đàn), choice (biểu quyết một vấn đề), external tool (cho phép người học tương tác với dữ liệu và hoạt động có trên một trang web khác), survey (cho phép giáo viên nắm bắt phản hồi từ sinh viên), workshop (sinh viên/giáo viên đưa ra một vấn đề và người khác xem, bình luận, cho ý kiến chỉnh sửa).

Kết hợp các phương pháp học tập: có thể sử dụng kết hợp hiệu quả các phương pháp truyền thống, phương pháp sư phạm kiến tạo và phương pháp sư phạm tích cực. Có những tài liệu dùng cho bài giảng chính thức và giáo viên dùng trên lớp để truyền đạt kiến thức cơ bản cho sinh viên. Bên cạnh đó, giáo viên có thể yêu cầu ra bài tập và sinh viên dựa vào sự hỗ trợ của hệ cơ sở dữ liệu tiến hành tự nghiên cứu, tìm hiểu, từ đó tự đúc rút ra kết luận. Thông qua quá trình hoàn thành bài tập được giao với sự hỗ trợ

của các công cụ đa dạng, sinh viên đã thực hiện phương pháp kiến tạo một cách hiệu quả. Ngoài ra, có những chủ đề và dự án mà giáo viên đưa ra để sinh viên tự chủ động nghiên cứu, tìm hiểu, tổng hợp và trình bày sản phẩm. Như vậy, sinh viên trở nên tích cực và tự chủ hơn trong việc lĩnh hội tri thức và kỹ năng. Một điểm đặc biệt trong hệ thống này là có thiết kế các công cụ cho phép sinh viên học tập có sự hướng dẫn của giáo viên và học tập tự chủ hoàn toàn của sinh viên. Trong bài giảng đã được thiết kế và tích hợp các công cụ giúp người dạy có thể tương tác trực tiếp với người học (chat, forum), hướng dẫn học tập.

Học tập mọi lúc mọi nơi: Mỗi sinh viên có phương pháp và cách thức học tập khác nhau, có sở thích, nhu cầu và quỹ thời gian khác nhau, tốc độ tiếp thu cũng khác nhau. Với phương pháp này, sinh viên có sự chủ động trong việc truy cập để sử dụng, lựa chọn hình thức và thời gian học thích hợp.

#### **4. GIỚI THIỆU VỀ CÁCH XÂY DỰNG BÀI GIẢNG VIDEO CHO CÁC GIỜ GIẢNG TRỰC TUYẾN**

##### ***Phương pháp tạo bài giảng video***

- Giảng viên ghi hình tại phòng quay nhỏ, với các trang thiết bị đáp ứng được nhu cầu xây dựng bài giảng.
- Giảng viên sẽ tự đăng ký lịch trống của phòng quay và chủ động sử dụng độc lập.
- Có nhân viên kỹ thuật hướng dẫn sử dụng và hỗ trợ khi có nhu cầu.
- Giảng viên có thể ngồi giảng bài hoặc viết bảng tùy ý.
- Quá trình ghi hình bài giảng có thể livestream nhưng hạn chế tương tác với người học.

##### ***Yêu cầu về hệ thống***

Đối với hệ thống chung cần có tối thiểu các trang thiết bị:

- Máy tính có cấu hình tối thiểu: CPU: Core i5 thế hệ 4, DRAM: 8GB, HDD: Free 100GB, Card capture HDMI, VGA, bản quyền phần mềm có liên quan:
- Micro định hướng, có chế độ lọc tạp âm,
- Bộ bàn phím số không dây.
- Bộ bảng vẽ Quacom
- 2 Camera (webcam) có độ phân giải Full HD,
- 2 đèn LED chiếu sáng chuyên dụng.
- 1 màn hình LDC rời.
- 1 Laptop có chức năng cảm ứng
- Bộ bảng viết Lightboard
- Tường cách âm và các vật tư phụ khác có liên quan.

- Thiết kế các file trình chiếu theo chuẩn 16:9 full HD,
- Laptop giáo viên cần có cổng out HDMI (nếu sử dụng laptop GV).
- Cấu hình máy laptop đủ chạy slide và các ứng dụng phục vụ bài giảng nếu có.

### ***Yêu cầu về nhân sự***

Bộ phận kỹ thuật có người hướng dẫn sử dụng và hỗ trợ khi có nhu cầu. Giảng viên cần nắm các thao tác kỹ thuật cơ bản (có hướng dẫn) trước khi tự sử dụng. Quá trình chuyển cảnh, chọn kịch bản, ghi hình,...hoàn toàn do Giảng viên tự thao tác.

### ***Đánh giá hiệu quả***

- Chất lượng sản phẩm đồng đều, độ phân giải đạt chuẩn giảm thiểu công sức của Giảng viên.
- Giảng viên có nhiều thời gian tập trung vào chất lượng nội dung bài giảng.
- Giảng viên chủ động một phần về thời gian ghi hình (chỉ cần phòng trống).
- Giảng viên cần nắm các bước thao tác cơ bản để chủ động tự vận hành hệ thống và chủ động kiểm tra, ghi hình lại các bài giảng chưa đạt yêu cầu.
- Giảng viên chịu trách nhiệm hoàn toàn về nội dung và hình thức của sản phẩm bài giảng.

### ***Công đoạn xử lý hậu kỳ:***

Toàn bộ công tác xử lý hậu kỳ được bộ phận kỹ thuật xử lý bằng các phần mềm chuyên dụng. Việc xử lý bao gồm cắt, ghép những đoạn bị lỗi, bổ xung thêm các hình ảnh, hiệu ứng tùy thuộc vào kịch bản Giảng viên muốn lựa chọn.

Tuy nhiên có thể có một số tính năng không thể thực hiện được do quá trình ghi hình bị lỗi hoặc không tương thích. Ngoài ra chất lượng của thành phẩm sẽ không thể được đảm bảo tuyệt đối. Giảng viên tự xử lý, biên tập sản phẩm video của mình bằng cách sử dụng các công cụ được cung cấp.

### ***Xây dựng bộ câu hỏi, ngân hàng đề thi trong Video bài giảng***

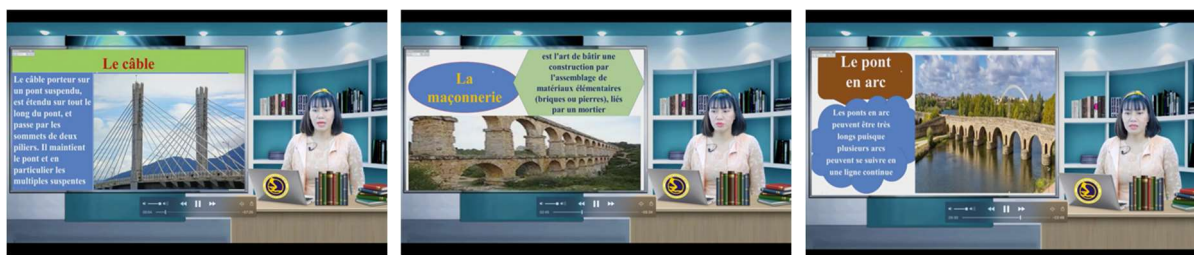
Đối với Video bài giảng thì bộ câu hỏi có thể được thể hiện dưới dạng câu hỏi trắc nghiệm hoặc câu hỏi tự luận. Hình thức hiển thị câu hỏi lên Video có 2 dạng:

- Hiện thị trực tiếp trong lúc giảng dạy, hình thức như một slide bài giảng, lồng ghép trực tiếp vào kịch bản bài giảng.
- Lồng ghép bộ câu hỏi vào Video sau đó thông qua công đoạn xử lý hậu kỳ. Ngoài ra, trong quá trình đóng gói và phát hành video bài giảng còn có thể sử dụng các công cụ khác để đưa các câu hỏi trắc nghiệm vào.

### ***Lợi ích của việc sử dụng video bài giảng cho các giờ dạy trực tuyến***

- Video là một phương tiện truyền thông phong phú và mạnh mẽ được sử dụng trong E.learning và B.learning. Nó có thể trình bày thông tin một cách hấp dẫn và nhất quán.
- Video mang lại hứng thú cho SV vì trình chiếu những tình huống có thực trong cuộc sống và sử dụng ngôn ngữ thực (authentic language);

- Với khoá học này, chúng tôi đặt trọng tâm vào việc phát triển cả kỹ năng ngôn ngữ và nội dung, video có vai trò rất lớn trong việc giúp người học hiểu nội dung được truyền tải. So với các tài liệu khác, video có các yếu tố giúp người học dễ hiểu nội dung hơn, gồm bối cảnh, hình ảnh minh họa, ngôn ngữ hình thể và thái độ của người nói. Khi học tiếng Pháp theo định hướng chuyên ngành, tầm quan trọng của video càng được thể hiện rõ nét vì video có thể làm cho thông tin rõ ràng hơn bằng cách minh họa các nội dung mà từ ngữ không làm được.



*Một số các hình ảnh trong bài giảng Video của khoá học*

## 5. KẾT LUẬN

Việc đổi mới phương pháp giảng dạy ở bậc đại học là điều cấp thiết hiện nay, nhằm thực hiện được một trong những mục tiêu của đào tạo ở bậc Đại học, đó là: phát triển khả năng tự học tự nghiên cứu cho sinh viên. Mô hình dạy/học xây dựng trên cơ sở dạy/học tích hợp “Blended learning” cho thấy đây là một trong những phương pháp hiệu quả đáp ứng được yêu cầu của đào tạo theo tín chỉ, cho thấy tính tương tác cao và phát huy tối đa vai trò của tự học. Trong tương lai, mô hình này cần được nhân rộng và sử dụng rộng rãi trong giảng dạy các môn học khác nhau tại các khoa trong nhà trường.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Garrison, D, Vaughan, N, 2008. Blended learning in higher education: Framework, principles, and guidelines. San Francisco, CA: John Wiley & Sons.
- [2]. Oliver, M. et Trigwell, K., 2005. Can “Blended Learning” be redeemed ?. E-learning, Vol.2, No.1, pp. 17-26.
- [3]. McShane, K., 2005. Issues in blended teaching and learning [online]. University of Edinburgh.
- [4]. Nguyễn Văn Toàn, 2015. Développer une autonomisation guidée de l'apprenant en français sur objectifs spécifiques. Vers un apprentissage sur le web. Thèse de doctorat. Université Bordeaux Montaigne.
- [5]. Kerres, M., 2000. Computerunterstütztes Lernen als Element hybrider Lernarrangements. In: Kammerl, R. (Ed.): Computerunterstütztes Lernen. Munich, pp. 23-39. 156 Blended learning trong giảng dạy ngoại ngữ và ứng dụng trong xây dựng hệ cơ sở dữ liệu...
- [6]. Brame, C. J, 2016. Effective Educational Videos: Principles and Guidelines for Maximizing Student Learning from Video Content. CBE Life Sci Educ, 15(4).

## **TIẾNG PHÁP « FOS-TU »: MÔN HỌC CẦN THIẾT CHO SINH VIÊN KHỐI PHÁP NGỮ TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI**

**Nguyễn Diệu Thúy\***

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

\*Tác giả liên hệ: Email: ndthuy@utc.edu.vn

**Tóm tắt:** Tại Trường Đại học Giao thông vận tải (ĐHGTVT), môn học tiếng Pháp đã được đưa vào giảng dạy cho sinh viên các chuyên ngành Cầu-Đường Pháp, Vật liệu và Công nghệ Việt-Pháp, Cơ khí ô tô Pháp từ năm 1996 với sự hỗ trợ của Cơ quan hợp tác đại học Pháp ngữ AUF về nhiều mặt như: chương trình, kinh phí giảng dạy, đào tạo đội ngũ giảng viên, học bổng cho sinh viên đi học tại Pháp, v.v. Từ năm 2016 đến nay những tài trợ này đã không còn được duy trì nhưng Nhà trường vẫn tuyển sinh được nhiều sinh viên cho chương trình Chất lượng cao thuộc Khoa Đào tạo Quốc tế, cụ thể là cho hai chuyên ngành Cầu-Đường Pháp, Vật liệu và Công nghệ Việt-Pháp. Các sinh viên này được học tiếng Pháp cơ bản và chuyên ngành với thời lượng lớn và tương đối chuyên sâu. Để có thể giúp họ bảo vệ thành công đề án tốt nghiệp trước Hội đồng quốc tế, họ cần phải được trang bị những kiến thức tiếng Pháp và những kỹ năng văn bản cần thiết. Môn học tiếng Pháp « FOS-TU » (Français sur objectifs spécifiques - Techniques universitaires: Tiếng Pháp cho những mục tiêu đặc biệt - Những kỹ năng sử dụng ở bậc đại học) được đưa vào giảng dạy từ học kỳ 4 (năm thứ 2) cho sinh viên các lớp này không nằm ngoài mục đích đó. Trong bài báo này, tác giả sẽ trình bày những nội dung cơ bản và vai trò quan trọng của môn học nói trên đối với quá trình hoàn thiện kỹ năng của sinh viên khối Pháp ngữ.

**Từ khóa:** sinh viên Pháp ngữ, tiếng Pháp « FOS-TU », kỹ năng, bảng biểu, thuyết trình, tóm tắt, tổng hợp văn bản, bảo vệ đề án,

### **1. MỞ ĐẦU**

Với sự hợp tác của Cơ quan hợp tác đại học Pháp ngữ AUF, Tổ chức phi chính phủ tài trợ chính cho việc giảng dạy tiếng Pháp cho các chuyên ngành Pháp ngữ ở Việt Nam, từ năm 1996 đến nay, Trường Đại học Giao thông vận tải đã tuyển sinh được hơn 20 khoá sinh viên học tiếng Pháp và chuyên ngành bằng tiếng Pháp (Từ K36 đến K62). Chương trình đã đào tạo được rất nhiều kỹ sư Cầu-Đường, Vật liệu, Cơ khí có khả năng sử dụng thành thạo tiếng Pháp, được gửi đi đào tạo Thạc sỹ và Tiến sỹ tại Pháp và các nước thành viên của Tổ chức Pháp ngữ OIF. Để có được những thành công như vậy phải kể đến sự tâm huyết của đội ngũ giảng viên chuyên ngành và đội ngũ giảng viên tiếng Pháp cơ bản của Trường. Điều đặc biệt là Tổ chức AUF luôn chú trọng đổi mới chương trình giảng dạy tiếng Pháp cơ bản, cụ thể là giáo trình sử dụng luôn được thay đổi để cập nhật những nội dung mới, các môn học mới liên tục được đưa vào để trang bị cho sinh viên những kỹ năng cần thiết cho việc viết và bảo vệ đề án tốt nghiệp trước



một Hội đồng quốc tế gồm những giáo sư đầu ngành của Pháp và Việt Nam. Có thể kể ra một số môn học tiêu biểu như Tiếng Pháp « FOS - Pôle Génie civil » : tiếng Pháp theo định hướng chuyên ngành dành cho sinh viên chuyên ngành xây dựng dân dụng và công trình, tiếng Pháp MIP: tiếng Pháp cho quá trình hội nhập nghề nghiệp) nhằm cung cấp những kỹ năng cần thiết cho quá trình tìm việc làm và chuẩn bị hồ sơ xin việc; đặc biệt là môn Tiếng Pháp « FOS-TU »: Tiếng Pháp cho những mục tiêu đặc biệt - Những kỹ năng sử dụng ở bậc đại học. Chúng tôi sẽ đi sâu trình bày những nội dung cơ bản và vai trò quan trọng của môn học này đối với quá trình hoàn thiện kỹ năng của sinh viên khối Pháp ngữ của Trường.

## 2. NỘI DUNG

Đúng như tên gọi của mình, môn học Tiếng Pháp « FOS-TU » nhằm mục đích cung cấp những kỹ năng chuyên biệt mà một người học ngoại ngữ (cụ thể là tiếng Pháp) chỉ có thể lĩnh hội được khi đã có được một quá trình học thường xuyên, lâu dài và một trình độ tiếng Pháp tương đối cao. Chính vì vậy mà môn học này được xây dựng để đưa vào giảng dạy cho sinh viên bắt đầu từ học kỳ 4 - năm thứ 2 với một tiến trình từ kỹ năng dễ đến kỹ năng khó. Những nội dung cơ bản và thời điểm đưa vào giảng dạy của môn học được trình bày tóm tắt trong bảng sau:

Tên các phần của Môn học	Thời điểm giảng dạy	Thời lượng
<ul style="list-style-type: none"><li>• Exposé A2+ du CECRL (<i>Thuyết trình cấp độ A2+ khung châu Âu</i>)</li><li>• Présentation des documents non textuels (<i>Giới thiệu các tài liệu dạng bảng biểu</i>)</li></ul>	Năm thứ 2 Kỳ 4	30 h
<ul style="list-style-type: none"><li>• Expliquer et commenter des documents non textuels (<i>Giải thích và bình luận các tài liệu dạng bảng biểu</i>)</li></ul>	Năm thứ 3 Kỳ 5	30 h
<ul style="list-style-type: none"><li>• Exposé B1 du CECRL (<i>Thuyết trình cấp độ B1</i>)</li><li>• Prise de notes à l'écrit (<i>Ghi chép khi đọc tài liệu</i>)</li><li>• Compte-rendu de textes (<i>Tóm tắt văn bản</i>)</li></ul>	Năm thứ 3 Kỳ 6	30 h
<ul style="list-style-type: none"><li>• Prise de notes à l'oral (<i>Ghi chép khi nghe</i>)</li></ul>	Năm thứ 4 Kỳ 7	20 h
<ul style="list-style-type: none"><li>• Synthèse de textes (<i>Tổng hợp văn bản</i>)</li></ul>	Năm thứ 4 Kỳ 8	20 h

Sau đây chúng tôi xin trình bày chi tiết và những lưu ý khi học một số phần quan trọng của môn học để người đọc có thể hiểu rõ hơn nội dung và vai trò của chúng đối với quá trình hoàn thiện kỹ năng của sinh viên khối Pháp ngữ.

## **2.1. Kỹ năng thuyết trình (*Exposé*)**

Thuyết trình là một kỹ năng đặc biệt cần thiết cho mỗi sinh viên nói chung và sinh viên khối Pháp ngữ nói riêng. Kỹ năng này giúp sinh viên nâng cao khả năng trình bày trước đám đông, để có thể thuyết phục Hội đồng chấm đồ án tốt nghiệp cuối khoá học.

Việc giảng dạy kỹ năng này nhằm những mục đích cụ thể sau :

- Giúp sinh viên tập làm quen với việc tìm kiếm tài liệu bằng tiếng Pháp và lựa chọn được những thông tin phù hợp nhất với chủ đề.
- Giúp sinh viên thực hành các dạng văn bản nói (dạng mô tả, giải thích, lập luận).
- Giúp sinh viên xây dựng được một dàn ý chặt chẽ gồm 2 hoặc 3 phần mà trong đó các thông tin được sắp xếp một cách hợp lý.
- Cung cấp cho sinh viên một vốn từ vựng chuyên ngành nhất định.
- Giúp sinh viên tự tin diễn thuyết trước đám đông.

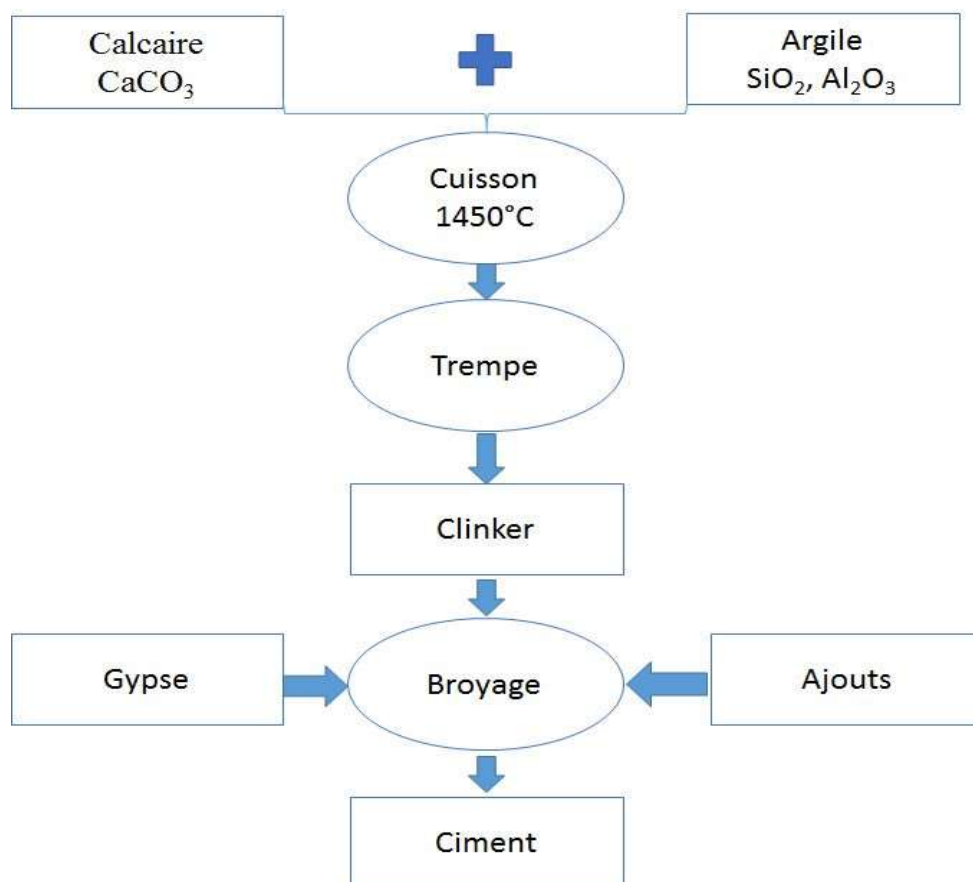
Sau đây là một số chủ đề thuyết trình cụ thể (cấp độ B1 khung Châu Âu) được biên soạn cho chuyên ngành Xây dựng dân dụng và công trình :

- Grandes tours : avantages et inconvénients. (*Các toà nhà chọc trời : ưu điểm và nhược điểm*)
- La sécurité des bâtiments de grande hauteur. (*Sự an toàn của các toà nhà cao tầng.*)
- Le développement des infrastructures dans votre ville. (*Sự phát triển của hệ thống cơ sở hạ tầng trong thành phố của bạn.*)
- Chantiers de construction et pollution. (*Công trường xây dựng và sự ô nhiễm.*)
- Réseau de communication et développement économique. (*Hệ thống giao thông vận tải và sự phát triển kinh tế.*)
- Les grandes constructions récentes dans votre pays : localisation, rapport qualité/prix, impacts économiques et sociaux. (*Những công trình xây dựng gần đây ở đất nước bạn : vị trí, mối quan hệ chất lượng/giá cả, những tác động về kinh tế và xã hội.*)

## **2.2. Kỹ năng giải thích và bình luận các tài liệu dạng bảng biểu (*Expliquer et commenter des documents non textuels*)**

Các tài liệu loại này thường rất phong phú về chủng loại. Đó có thể là dạng bảng (tableau), sơ đồ (schéma), biểu đồ (graphique),.... Để giải thích và bình luận được các loại văn bản này, người học phải được trang bị những cấu trúc, những mẫu câu phù hợp. Đây là một kỹ năng rất cần thiết đối với sinh viên các trường thuộc khối kỹ thuật bởi vì tài liệu văn bản kỹ thuật thường được viết với một văn phong ngắn gọn, dễ hiểu và đặc biệt thường kèm theo rất nhiều bảng biểu, sơ đồ,... Hơn nữa, như chúng tôi đã nói ở trên, cuối khoá học của mình, sinh viên khối Pháp ngữ phải bảo vệ Đồ án tốt nghiệp trước một Hội đồng quốc tế. Trong quá trình trình bày đồ án, họ phải đọc rất nhiều bản vẽ, vì vậy có thể nói kỹ năng này giúp sinh viên có thể trình bày mạch lạc và dễ hiểu đồ án của mình để có thể thuyết phục được Hội đồng. Sau đây là một ví dụ minh họa :

Hãy quan sát và giải thích sơ đồ sau :



Đây là một sơ đồ tóm tắt quá trình sản xuất xi-măng được thể hiện bằng những mũi tên và những từ khoá quan trọng. Nhìn vào đây, sinh viên phải có khả năng trình bày bằng tiếng Pháp chi tiết về quá trình này. Sinh viên sẽ phải huy động hết vốn từ vựng chuyên ngành của mình để diễn đạt cho người nghe hiểu được các giai đoạn trong quá trình sản xuất ra một loại nguyên liệu phổ biến trong xây dựng, biến một tài liệu phi ngôn bản trở thành một văn bản nói và viết ngắn gọn và dễ hiểu. Thông qua bài tập này, người học được luyện các kỹ năng quan sát, đọc hiểu nội dung của tài liệu, thực hành nói tiếng Pháp trong lĩnh vực của mình.

### 2.3. Kỹ năng tóm tắt văn bản (*Compte-rendu de textes*)

Theo Claire Charnet, nhà ngôn ngữ học người Pháp, kỹ năng tóm tắt văn bản chính là « *việc rút ngắn một văn bản sao cho chỉ còn 1/3 độ dài của nó. Bài tóm tắt phải làm nổi bật ý chính và những ý phụ xung quanh ý chính của văn bản. Bài tóm tắt phải thật khách quan và thể hiện được cấu trúc lô-gic mà không cần phải đi theo đúng trật tự của văn bản* ».

Ở Việt Nam, kỹ năng tóm tắt văn bản không được chú ý rèn luyện nhiều như ở các nước châu Âu, vì vậy kỹ năng này tương đối xa lạ đối với người học không chuyên ngữ như sinh viên trường ĐH GTVT. Tuy nhiên, đây lại là một kỹ năng không thể thiếu đối với sinh viên khối Pháp ngữ bởi lẽ để có thể viết thành công đề án tốt nghiệp, họ cần phải đọc nhiều tài liệu khoa học, phải biết ghi chép và tóm tắt các tài liệu này một

cách khoa học. Vì vậy việc giảng dạy kỹ năng tóm tắt sẽ giúp sinh viên hoàn thiện được kỹ năng đọc hiểu văn bản, có thể tìm ra những ý chính và cấu trúc của tài liệu để từ đó có thể viết lại tài liệu một cách khách quan theo văn phong của mình.

Khi luyện tập kỹ năng này, người học cần lưu ý những điểm sau :

- Tiêu đề của bài tóm tắt :

Bài tóm tắt có thể có tiêu đề hoặc không cần tiêu đề. Nếu muốn chọn một tiêu đề, các bạn có thể lấy lại tiêu đề của văn bản hoặc tìm một tiêu đề khác phù hợp.

- Số lượng từ :

Số lượng từ trong bài tóm tắt thường bằng 1/3 (+ hoặc - 10%) của văn bản cho sẵn.

- Dàn ý của bài tóm tắt :

Bài tóm tắt thường gồm 3 phần : mở đầu, phát triển ý và kết luận. Ngay phần mở đầu cần thông báo chủ đề, phần phát triển ý được phân thành nhiều đoạn (mỗi đoạn diễn đạt một ý), phần kết luận phải nhắc lại ý chính của bài.

- Lưu ý cuối cùng rất quan trọng đó là người viết tóm tắt không được thể hiện quan điểm cá nhân của mình đối với chủ đề của văn bản.

#### **2.4. Kỹ năng tổng hợp văn bản (*Synthèse de textes*)**

Cũng như kỹ năng tóm tắt, kỹ năng tổng hợp văn bản là kỹ năng hoàn toàn mới mẻ đối với các sinh viên không chuyên ngữ. Hơn nữa đó còn là một kỹ năng rất khó, đòi hỏi sinh viên phải có một trình độ tiếng Pháp khá cao. Vì vậy phần này được đưa vào giảng dạy ở kỳ gần cuối của khoá học. Kỹ năng tổng hợp văn bản đòi hỏi sinh viên phải có khả năng tổng hợp được những ý chính từ nhiều tài liệu về cùng một chủ đề (trong đó có một tài liệu dạng bảng biểu, sơ đồ hoặc hình ảnh,...). Để thực hành tốt kỹ năng này, người học cần phải biết cách so sánh các tài liệu để tìm ra những ý chung hoặc những điểm khác biệt nhưng có vai trò làm sáng tỏ chủ đề.

Theo Frédéric Bourdereau, nhà ngôn ngữ học người Pháp, khi thực hành kỹ năng tổng hợp văn bản cần chú ý 3 nguyên tắc sau :

- *Nguyên tắc tiết kiệm* : Bài tổng hợp phải ngắn gọn để không vượt quá lượng từ cho phép, vì vậy lưu ý chỉ giữ những ý chính.
- *Nguyên tắc diễn đạt lại* : Bài tổng hợp không được sử dụng lại các câu trong văn bản, những ý chính của văn bản phải được diễn đạt lại bằng cách sử dụng các từ khác và cấu trúc khác.
- *Nguyên tắc khách quan* : Cần phải tôn trọng những quan điểm được diễn đạt trong văn bản gốc mà không được thêm thắt bất kỳ ý kiến cá nhân nào khác. Cũng cần chú ý tới thể loại, văn phong và giọng điệu của mỗi văn bản bởi vì các yếu tố này đều gắn với nghĩa của văn bản.

Ngoài ra Frédéric Bourdereau còn đưa ra những lưu ý sau :

- Bài tổng hợp được bắt đầu bằng phần mở đầu nêu rõ chủ đề, giới thiệu các văn bản gốc và đưa ra dàn ý của bài.

- Phần thân bài được phát triển bằng cách kết hợp và so sánh các ý chính chứ không phải chỉ là đặt 2 hoặc 3 bài tóm tắt cạnh nhau. Tuyệt đối không nên nghiên cứu riêng rẽ từng văn bản.
- Phần kết luận có thể gồm 2 điểm :
  - + Đưa ra một tổng kết.
  - + Có thể kèm theo suy nghĩ cá nhân của người làm tổng hợp về chủ đề đã được phát triển trong bài.

### **3. KẾT LUẬN**

Như đã trình bày ở trên, có thể thấy Tiếng Pháp « FOS-TU » là môn học được xây dựng một cách công phu và khoa học. Việc đưa môn học này vào chương trình giảng dạy cho sinh viên khối Pháp ngữ bắt đầu từ năm thứ 2 và kéo dài tới cuối năm thứ 4 là hoàn toàn hợp lý bởi vì ở giai đoạn này sinh viên đã có được một vốn tiếng Pháp căn bản và một trình độ đủ để lĩnh hội và đạt tới những mục đích mà môn học đề ra. Là những giảng viên đã giảng dạy cho chương trình Pháp ngữ từ hàng chục năm nay, chúng tôi thấy rằng môn học này đóng một vai trò rất quan trọng đối với quá trình hoàn thiện kỹ năng đặc biệt là những kỹ năng về văn bản của sinh viên khối Pháp ngữ, những kỹ năng hầu như không có hoặc không được chú trọng ở ngôn ngữ mẹ đẻ. Việc học tốt môn học này sẽ giúp ích rất nhiều cho sinh viên được thực hành các kỹ năng đọc, viết và nói tiếng Pháp chuyên ngành để tiến tới bảo vệ thành công đồ án và chuẩn bị cho quá trình đi học thạc sỹ, tiến sỹ ở Pháp. Tuy nhiên cũng cần phải nói thêm rằng đây là một môn học rất khó, đòi hỏi sự tâm huyết, tinh thần đổi mới, sáng tạo của người dạy và sự say mê, ham hiểu biết của người học. Qua đây, chúng tôi hy vọng các đồng nghiệp ở các trường có giảng dạy tiếng Pháp cho những đối tượng người học không chuyên có thể tham khảo môn học này để đổi mới chương trình đào tạo, nâng cao chất lượng dạy và học, góp phần vào sự phát triển của lĩnh vực giảng dạy tiếng Pháp tại các trường đại học ở Việt Nam.

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Claire Charnet, *Rédiger une résumé, un compte-rendu, une synthèse*, Édition Hachette, 2007
- [2]. Frédéric Bourdereau et al, *Précis de français*, Nathan, 2013
- [3]. Tài liệu « FOS - Techniques universitaires » do các Cố vấn sư phạm của AUF biên soạn năm 2009
- [4]. Các trang web: <http://www.cnrs.fr> và <http://www.aix1.uottawa.ca>

## **ỨNG DỤNG CHATGPT TRONG GIẢNG DẠY NGÔN NGỮ: MỘT SỐ QUAN ĐIỂM LÝ THUYẾT VÀ KINH NGHIỆM THỰC TIỄN**

**Nguyễn Quang Anh\***

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

\*Tác giả liên hệ: Email: [anhng@utc.edu.vn](mailto:anhng@utc.edu.vn)

**Tóm tắt:** Trong những năm gần đây, việc ứng dụng công nghệ trí tuệ nhân tạo (AI) vào lĩnh vực giáo dục đang phát triển nhanh chóng trên phạm vi toàn cầu. Một minh họa tiêu biểu cho xu hướng này là việc đưa ChatGPT, một chatbot thông minh với khả năng vượt trội trong xử lý và tương tác với con người bằng ngôn ngữ tự nhiên, vào trong các hoạt động dạy và học. Mặc dù việc sử dụng công cụ thông minh này trong giáo dục vẫn còn gây ra nhiều tranh cãi nhưng không thể phủ nhận những tiềm năng to lớn mà ChatGPT đem lại. Đó không chỉ là cung cấp các cơ hội và môi trường trải nghiệm học tập mới mẻ, thú vị được cá nhân hoá mà còn tăng cường đáng kể hiệu quả của các phương pháp sư phạm truyền thống. Trong khuôn khổ bài báo này, tác giả tập sẽ trung đề cập đến việc ứng dụng ChatGPT trong giảng dạy ngôn ngữ thông qua làm rõ một số quan điểm lý thuyết, chiến lược tích hợp cũng như các kinh nghiệm thu được từ thực tiễn.

**Từ khoá:** ChatGPT, trí tuệ nhân tạo AI, giảng dạy ngôn ngữ, ứng dụng, kinh nghiệm

### **1. ĐẶT VẤN ĐỀ**

Trong bối cảnh toàn cầu hoá sâu rộng ngày nay, khả năng sử dụng đa ngôn ngữ càng trở nên quan trọng, có tác động đáng kể đến thành công của mỗi cá nhân cả trong sự nghiệp và đời sống. Học ngôn ngữ không chỉ giúp chúng ta phát triển kỹ năng giao tiếp, hợp tác đa văn hóa mà còn mở mang tầm nhìn và tiếp cận những tri thức mới. Đứng trước nhu cầu của thời đại, hầu hết các cơ sở đại học hiện nay đều cung cấp đa dạng các chương trình đào tạo nhằm giúp sinh viên thành thạo một hoặc nhiều loại ngôn ngữ. Đồng thời, những phương pháp và công nghệ giảng dạy tiên tiến như: dạy ngôn ngữ giao tiếp, học ngôn ngữ dựa trên nhiệm vụ, học ngôn ngữ với sự hỗ trợ của máy tính, ... cũng không ngừng được nghiên cứu và ứng dụng.

Một xu hướng đặc biệt đáng chú ý là tích hợp công nghệ vào quá trình học ngôn ngữ với kỳ vọng sẽ mang lại nhiều lợi ích quan trọng như: cung cấp sự hướng dẫn mang tính cá nhân hóa, môi trường thực hành ngôn ngữ giao tiếp, cũng như nguồn tài liệu ngôn ngữ thực tế vô cùng phong phú [1]. Thật vậy, yếu tố công nghệ đã trở nên ngày càng quan trọng trong lĩnh vực này khi mở ra những cơ hội đặc biệt cho người học để tương tác với ngôn ngữ mục tiêu. Sinh viên được hưởng lợi từ các nguồn tài nguyên học

tập đa dạng, giàu tính tương tác và có mức độ cập nhật cao do công nghệ mang lại: video, bài báo trực tuyến, podcast ... phản ánh chân thực việc sử dụng ngôn ngữ trong cuộc sống thực [2]. Việc tiếp xúc với các nguồn học liệu chân thực này đóng vai trò đáng kể trong việc phát triển kỹ năng ngôn ngữ, giúp sinh viên đạt được trình độ thành thạo một cách toàn diện và thực tế hơn. Ngoài ra, yếu tố công nghệ còn góp phần củng cố động lực học tập của sinh viên, giúp họ chủ động và tự chủ hơn trong toàn bộ quá trình học tập của bản thân [3].

Trong số những thành tựu công nghệ gần đây, chúng ta không thể bỏ qua sự xuất hiện của ChatGPT, ngôi sao mới trong số những công cụ ứng dụng trí thông minh nhân tạo. Tuy mới chỉ ra mắt từ cuối năm 2022, nhưng AI chatbot này đã ngay lập tức trở thành tâm điểm khi thể hiện khả năng phản hồi vượt trội so với các đối thủ cùng thế hệ, mở ra tiềm năng ứng dụng to lớn trong nghiên cứu và đào tạo ngôn ngữ. Chính vì vậy, việc tìm hiểu các phương pháp tích hợp ChatGPT vào trong thực tiễn dạy học ngôn ngữ là rất cấp thiết, không chỉ để nâng cao hiệu quả và chất lượng trải nghiệm học tập của sinh viên mà còn góp phần tối ưu hoá những phương pháp sư phạm hiện có.

## **2. CHATGPT VÀ VIỆC HỌC NGÔN NGỮ**

Việc sử dụng AI và chatbot trong giáo dục thực tế đã trải qua một lịch sử phong phú, từ các hệ thống ban đầu như ELIZA và SHRDLU được phát triển từ thập niên 50-60 của thế kỷ trước cho tới đến những mô hình hiện đại ngày nay như BERT, RoBERTa, XLNet và ChatGPT. Về bản chất, chatbot là một ứng dụng máy tính mô phỏng cuộc trò chuyện của con người, có khả năng tương tác thông qua ngôn ngữ tự nhiên và cung cấp hỗ trợ hoặc hướng dẫn được đồng bộ hoá [4]. Trong quá trình phát triển, chatbot ngày càng trở nên thông minh hơn. Những thế hệ mới nhất là các chatbot ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI chatbot) đã có khả năng hiểu và phản ứng với ngữ cảnh cũng như ý định của người dùng, từ đó mang lại trải nghiệm trò chuyện tự nhiên và chính xác [5]. Chính vì vậy, chatbot thông minh được đánh giá là rất tiềm năng để ứng dụng trong việc dạy và học ngôn ngữ.

Cho đến thời điểm bài báo này được viết, ChatGPT là đại diện nổi bật nhất trong số các AI chatbot. Được vận hành dựa trên mô hình học sâu cho *Xử lý Ngôn ngữ Tự nhiên* (Natural language processing - NLP) gọi là *Generative Pre-trained Transformer* (GPT), ChatGPT có khả năng tạo ra văn bản phản hồi ở mức độ gần như không khác biệt với ngôn ngữ tự nhiên của con người. Công cụ AI này có thể tạo ra nội dung mới, dưới nhiều hình thức khác nhau (tiểu luận, truyện cười, thơ, ...) từ một cơ sở dữ liệu ngôn ngữ lớn. Việc tiếp nhận thông tin đầu vào liên tục từ người dùng cho phép ChatGPT cải thiện hiệu suất của nó trong các nhiệm vụ tương tự (ví dụ: trả lời các câu hỏi tương tự). Bên cạnh các tác vụ điển hình như tạo văn bản, dịch thuật hoặc sửa lỗi ngữ pháp, phiên bản mới nhất của ChatGPT còn cho thấy khả năng ẩn tượng khi tạo ra

các bài báo học thuật chất lượng cao trong các lĩnh vực cụ thể. Tuy nhiên, cũng cần lưu ý rằng các phản hồi của ChatGPT được xây dựng trên các nguồn tài nguyên dữ liệu hiện có, vì vậy người dùng cần điều chỉnh lời nhắc (prompt) của mình để đạt được kết quả phản hồi tốt nhất.

Trong lĩnh vực giáo dục nói chung và dạy học ngôn ngữ nói riêng, ChatGPT xuất hiện như một yếu tố đột phá đầy triển vọng, nhưng đồng thời cũng là một “kẻ gây rối” lớn khi đặt ra những thách thức lớn cho các mô hình đào tạo hiện tại. Trước tiên, ChatGPT đem lại nhiều lợi ích to lớn đối với người dùng: đóng vai trò như gia sư cá nhân 24/7; hỗ trợ các phương pháp sư phạm hiện có để cải thiện trải nghiệm và cách thức học tập của sinh viên; thúc đẩy việc học chủ động và cá nhân hoá học tập của người dùng thông qua thử nghiệm và trải nghiệm; giúp sinh viên trong việc học kỹ năng viết ngoại ngữ, từ vựng cũng như trong đánh giá tiến bộ học tập. Ngoài ra, tiềm năng của ChatGPT còn được nhìn nhận dưới góc độ là trợ lý hiệu quả cho giáo viên trong nhiều nhiệm vụ: giúp tiết kiệm thời gian khi viết giáo án, tạo tài liệu giảng dạy, bảng tính và đánh giá, ... [6] [7]. Song bên cạnh những mặt tích cực, cũng có nhiều ý kiến thể hiện sự lo lắng về việc sử dụng ChatGPT trong giáo dục. Nhiều học giả nhìn nhận ChatGPT như là một công cụ “đạo văn công nghệ cao”, thậm chí là một yếu tố có thể dẫn đến sự tàn lụi của nghề giáo. Sự lạm dụng của sinh viên trong việc sử dụng ChatGPT sẽ làm trầm trọng thêm tình trạng gian lận, cũng như gây quan ngại về sự thiếu tư duy phản biện ở sinh viên trong trường hợp quá bị phụ thuộc hoặc ỷ lại vào những phản hồi từ công cụ AI này. Ngoài ra, thông tin phản hồi thiếu chính xác, vấn đề sở hữu trí tuệ và xác nhận nguồn gốc tài liệu vẫn là những câu hỏi thường trực khi thảo luận về các tài liệu được tạo ra bởi ChatGPT [8].

Cũng giống như mọi sự vật hiện tượng đều mang trong mình những ưu điểm và hạn chế, ChatGPT rõ ràng không phải là một công cụ toàn năng. Dù mới xuất hiện một thời gian chưa lâu và còn rất nhiều vấn đề cần được giải quyết, nhưng khó có thể phủ nhận những tiềm năng mang tính cách mạng mà chatbot này mang lại. Do đó, một hướng tiếp cận cân bằng, hài hoà cả thách thức và lợi ích, hướng tới việc tìm ra những giải pháp sử dụng hiệu quả ChatGPT trong giáo dục nói chung và đào tạo ngôn ngữ nói riêng là vô cùng cần thiết.

### **3. MỘT SỐ THỰC TIỄN TRIỂN KHAI CHATGPT TRONG GIẢNG DẠY NGÔN NGỮ**

Trong phần này, tác giả sẽ đề cập tới một số phương pháp và chiến lược giảng dạy ngôn ngữ, mà dưới góc độ sư phạm, cho thấy sự phù hợp và có tiềm năng phát huy tốt những ưu điểm của ChatGPT.

#### **3.1. Giảng dạy ngôn ngữ dựa trên nhiệm vụ (Task-based Language Teaching -TBLT)**



Giảng dạy dựa trên nhiệm vụ (TBLT) nhấn mạnh việc học ngôn ngữ thông qua các tương tác diễn ra trong quá trình thực hiện nhiệm vụ. TBLT được thiết kế để tập trung vào ý nghĩa thực tiễn thay vì các kiến thức về cấu trúc của ngôn ngữ, vì vậy các nhiệm vụ được đặt ra thường gắn liền với các hoạt động thực tiễn của đời sống xã hội. Nhiệm vụ được sử dụng trong TBLT bao gồm *nhiệm vụ mục tiêu* (target task) là yếu tố sinh viên cần đạt được để hoàn thành bài học, và *nhiệm vụ sư phạm* (pedagogical task) là các kiến thức, kỹ năng cần thiết để thực hiện nhiệm vụ mục tiêu.

TBLT được coi là một phương pháp quan trọng trong việc học ngôn ngữ vì nó cho phép sinh viên học tập qua bối cảnh cụ thể, sát thực tế, và thúc đẩy sự phát triển kỹ năng giao tiếp, mục tiêu cuối cùng của việc học ngôn ngữ.

TBLT là một phương pháp có thể được cải thiện thông qua ChatGPT bởi công cụ AI này sở hữu những tính năng vượt trội trong việc đưa ra các hỗ trợ và phản hồi nhanh chóng. Điều này khiến nó như một trợ lý ảo 24/7 của sinh viên trong quá trình giải quyết các câu hỏi mà các nhiệm vụ đặt ra.

### 3.2. Lớp học đảo ngược (Flipped Classroom)

*Lớp học đảo ngược* là một phương pháp giảng dạy được tăng cường bởi công nghệ rất phổ biến. Nó thiên về việc hỗ trợ sinh viên phát triển tư duy ở mức độ cao, cung cấp nhiều cơ hội, thời gian hơn cho việc học và cho phép cá nhân hoá việc tự học. Trong *lớp học đảo ngược*, giáo viên đóng vai trò như người hỗ trợ, giúp đỡ sinh viên bằng cách

**Prompt for ChatGPT:** *I'm the first-year student at the University of Transport and Communication. Please teach me business French writing using the TBLT method, including the "objective", "target task", and "pedagogical task" elements. Give some examples and samples for each one.*

**ChatGPT's response:**

Task-Based Language Teaching (TBLT) is a method of teaching language that centers around the completion of meaningful tasks. Here's a breakdown of how you can apply TBLT to teach business French writing to first-year students at the University of Transport and Communication.

**1. Objective:**

- The objective is to improve students' ability to write business correspondence in French, focusing on clarity, professionalism, and accuracy.

**2. Target Task:**

- Target Task: Write a formal email in French to inquire about internship opportunities at a transportation company.

Sample:

Subject: Demande de renseignements sur les stages d'été

Bonjour,

Je m'appelle [Your Name] et je suis étudiant(e) en première année à l'Université des Transports et des Communications. Je vous écris pour vous demander des renseignements sur les possibilités de stage d'été au sein de votre entreprise.

J'ai un intérêt particulier pour le domaine du transport et de la logistique, et je suis convaincu(e) que travailler au sein de votre entreprise me permettrait d'acquérir une expérience précieuse et de développer mes compétences dans ce domaine.

Pourriez-vous me fournir des informations sur les différents postes de stage disponibles, ainsi que sur les démarches à suivre pour postuler? De plus, j'aimerais savoir si vous offrez des stages rémunérés et quelles sont les dates de début et de fin des stages d'été.

Je vous remercie par avance pour votre attention à ma demande. Dans l'attente de votre réponse, je vous prie d'agréer, Madame/Monsieur, l'expression de mes salutations distinguées.

Cordialement,

[Your Name]

**3. Pedagogical Tasks:**

- Pedagogical Task 1: Vocabulary and Phrases
  - Provide students with a list of vocabulary related to transportation and business correspondence. Have them create flashcards and practice using these words and phrases in sentences.
  - Example: "Transportation Vocabulary Flashcards: camion (truck), livraison (delivery), entreprise (company), candidature (application), etc."
- Pedagogical Task 2: Email Structure and Formality
  - Break down the structure of a formal email in French, including greetings, introduction, body paragraphs, and closing remarks. Discuss appropriate formal language and tone.
  - Example: Present a template of a formal email and highlight each section, explaining its purpose and providing examples of appropriate language for each part.
- Pedagogical Task 3: Peer Review and Revision
  - Have students exchange their draft emails with a partner for feedback. Encourage them to identify areas for improvement in terms of clarity, grammar, and professionalism.
  - Example: Pair students up and have them review each other's emails using a checklist of criteria such as clarity of expression, correct grammar, and appropriate tone.

By incorporating these elements into your teaching using the TBLT method, you can help your students develop their business French writing skills effectively and meaningfully.

### Hình 1: ChatGPT hỗ trợ giảng dạy kỹ năng viết

Tiếng Pháp Thương mại bằng phương pháp TBLT.

cung cấp hướng dẫn thay vì chỉ đơn thuần là truyền đạt nội dung bài học. Trong khi đó, sinh viên trở thành người chịu trách nhiệm chính cho hiệu quả các hoạt động học tập của bản thân.

*Lớp học đảo ngược* mang lại nhiều lợi ích trong việc thúc đẩy hiệu suất học tập cũng như cải thiện nhận thức của học viên, đặc biệt là tư duy sáng tạo [9]. Tuy nhiên, trong phương pháp *lớp học đảo ngược* theo kiểu truyền thống, việc cung cấp hướng dẫn học tập được cá nhân hóa và phản hồi tức thì cho người học luôn là một thách thức, bởi muốn đạt được các yếu tố này giáo viên sẽ cần phải tương tác với nhiều sinh viên cùng một lúc. Thực tế lớp học cho thấy điều này rất khó thực hiện được. Xuất phát từ vấn đề trên, ý tưởng áp dụng công nghệ hỗ trợ các hoạt động học tập trong *lớp học đảo ngược* đã được triển khai. Song do những hạn chế về khả năng của các AI chatbot thế hệ trước nên mãi đến khi ChatGPT với hiệu suất cao ra đời thì những cơ hội đột phá mới thực sự được mở ra. Trong một *lớp học đảo ngược* truyền thống, sinh viên tiếp cận các tài liệu hướng dẫn và thực hành ngôn ngữ bên ngoài lớp học, còn thời gian trên lớp dành cho các hoạt động thảo luận và hợp tác nhóm. Khi tích hợp ChatGPT vào mô hình này sẽ có thể tạo ra một môi trường học tập đồng bộ hoá luôn sẵn sàng cho phép sinh viên tương tác cả trong và ngoài lớp học. Công cụ này cũng có thể cung cấp các giải pháp phù hợp cho những vấn đề khác nhau mà mỗi sinh viên gặp phải, từ đó có thể xử lý được nhu cầu về cá nhân hoá việc học và hướng dẫn cho sinh viên, đặc biệt với các lớp học có sĩ số đông. Ngoài ra, các khả năng phản hồi tức thì và mô phỏng con người còn được chứng minh là có tác dụng góp phần hạn chế sự giảm hứng thú và mất động lực của người học khi phải chờ đợi lâu để nhận được phản hồi của giáo viên [10].

### 3.3. Giáo dục Ngôn ngữ giao tiếp (Communicative language teaching - CLT)

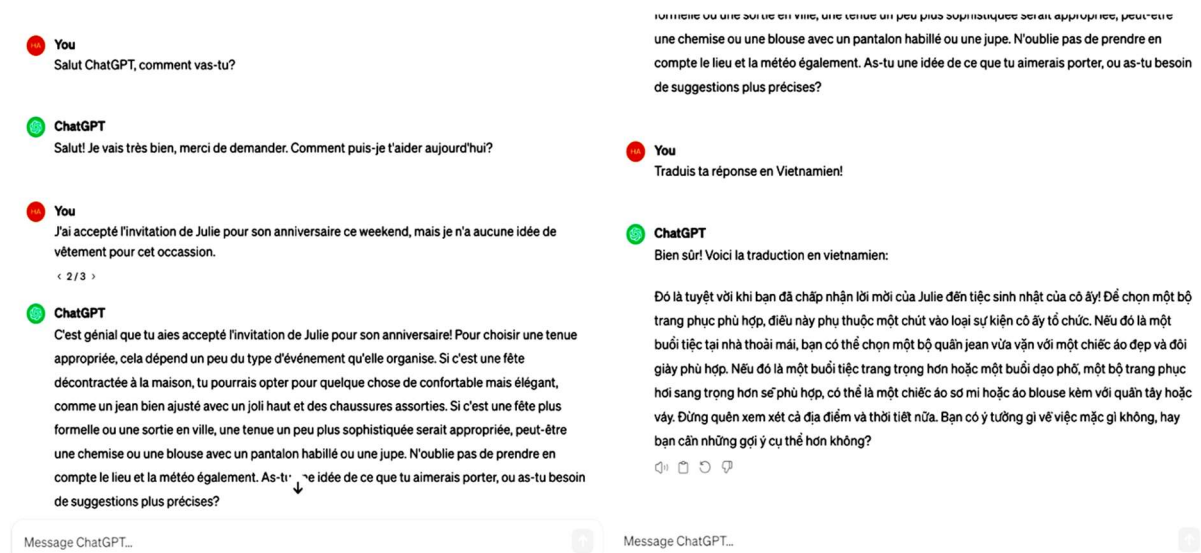
*Giáo dục Ngôn ngữ giao tiếp* (CLT), một phương pháp giáo dục rất quan trọng trong dạy học ngôn ngữ, nhấn mạnh ý nghĩa của giao tiếp và sử dụng ngôn ngữ tương tác. Với những tính năng mạnh mẽ, việc tích hợp ChatGPT vào các hoạt động giảng dạy dựa trên phương pháp CLT đem lại sự phù hợp và tiềm năng to lớn [11]:

Trước tiên, ChatGPT có thể hoạt động như một “người” đối thoại đa ngôn ngữ, có thể đề xuất và thảo luận về nhiều chủ đề khác nhau, qua đó khuyến khích sinh viên tham gia vào giao tiếp, tạo ra các câu chuyện, hội thoại cùng ChatGPT. Điều này phản ánh nguyên tắc truyền đạt ý nghĩa qua ngôn ngữ trong CLT.



**Hình 2:** Sự thay đổi của các hoạt động trong và ngoài lớp học

Thứ hai, ChatGPT có thể đóng vai và mô phỏng các tình huống giao tiếp cụ thể, tạo ra một môi trường ngôn ngữ thực tế cho sinh viên tương tác. Điều này cho thấy sự phù hợp với nguyên tắc sử dụng ngôn ngữ chân thực trong CLT, giúp sinh viên phát triển kỹ năng giao tiếp trong các hoàn cảnh và tình huống sát với đời thực.



**Hình 3:** Sử dụng ChatGPT để hỗ trợ hoạt động học Ngôn ngữ giao tiếp (CLT).

Thứ ba, ChatGPT có thể tương tác cá nhân hóa với từng sinh viên, đặt họ vào trung tâm của quá trình học. Điều này thể hiện quan điểm nhấn mạnh sự tập trung vào sinh viên của CLT, khuyến khích sự tham gia tích cực và tạo ra trải nghiệm học tập cá nhân hóa.

Thứ tư, việc khuyến khích sinh viên sử dụng ChatGPT để giải quyết các nhiệm vụ ngôn ngữ sẽ tạo ra một môi trường học tập có mục tiêu và mang tính thực tiễn, phản ánh nguyên tắc sử dụng ngôn ngữ cho mục đích thực tiễn trong CLT. Sinh viên có thể áp dụng ngôn ngữ một cách trực tiếp vào các nhiệm vụ giao tiếp cụ thể và thực tế.

Cuối cùng, bản chất việc sinh viên sử dụng ChatGPT chính là quá trình tương tác và cộng tác giữa con người và công nghệ. Trong nhiều trường hợp, quá trình này còn diễn ra thuận tiện hơn so với giữa con người với con người bởi không bị phụ thuộc vào điều kiện thời gian hoặc địa lý. Điều này rất tương thích với quan điểm cải thiện năng lực ngôn ngữ thông qua tương tác và cộng tác được nhấn mạnh trong CLT.

Tóm lại, việc tích hợp ChatGPT vào các hoạt động giảng dạy dựa trên CLT tạo ra một môi trường học tập phù hợp và thú vị, khuyến khích sự tương tác và giao tiếp tích cực giữa sinh viên và ngôn ngữ.

### 3.4. Lý thuyết học tập kiến tạo

*Lý thuyết học tập kiến tạo* nhấn mạnh việc xây dựng kiến thức của người học thay vì chỉ thụ động tiếp nhận thông tin. Về cơ bản, người học sử dụng kiến thức trước đây của mình làm nền tảng và hình thành trên đó với những điều mới mà họ học được. Kinh nghiệm cá nhân làm cho việc học của mỗi người trở nên độc đáo. Việc sử dụng ChatGPT trong dạy học ngôn ngữ hoàn toàn phù hợp với quan điểm học tập theo lý thuyết kiến tạo:

ChatGPT có thể được ứng dụng theo chiến lược hình thành các *hội thoại Socratic ảo* (virtual Socratic dialogue) hoặc các tình huống “*tranh luận và lập luận*” (debate and argumentation) [8]: sinh viên được khuyến khích tham gia vào các cuộc đối thoại/thảo luận nhằm kích thích tư duy phê phán và đưa ra các quan điểm khác biệt. Quá trình này bản chất là một quá trình học tập hợp tác, ở đó ChatGPT có thể đóng vai trò làm công cụ hỗ trợ về thông tin hoặc tham gia như một thành phần tranh luận trực tiếp. Việc áp dụng theo hướng này hoàn toàn phù hợp với lý thuyết học tập kiến tạo về vai trò của yếu tố tương tác xã hội trong quá trình học tập: người học xây dựng được tri thức thông qua tích cực tham gia tương tác với người khác cũng như với môi trường xung quanh (trong trường hợp này ChatGPT còn có thể đại diện cho yếu tố mới là công nghệ).

Tiếp theo, ChatGPT có thể được sử dụng theo “*chiến lược sư phạm nghiên cứu tự định hướng*” (self-directed research pedagogical strategy) phù hợp với những quan điểm kiến tạo về quyền tự chủ của người học và hướng dẫn mang tính cá nhân hóa: thông qua việc cho phép sinh viên tự chọn các chủ đề quan tâm, sau đó hướng dẫn họ tự thực hiện nghiên cứu với sự hỗ trợ của ChatGPT. Chiến lược này trao quyền cho người học, khiến họ trở thành tác nhân tích cực trong quá trình xây dựng kiến thức của bản thân [8]. Tương tự, “*lập bản đồ khái niệm ảo*” (virtual concept mapping) cũng là một chiến lược hiệu quả khi sử dụng với ChatGPT. Bằng cách nhập các sự kiện đầu vào theo trình tự lịch sử vào ChatGPT, người học phát triển các khái niệm liên kết với nhau và mối quan hệ nhân quả, tạo điều kiện kết nối có ý nghĩa giữa tri thức mới và kiến thức hiện có. Điều này có thể coi là một minh họa thuyết phục cho khái niệm *học tập có ý nghĩa* (meaningful learning) của trường phái học tập kiến tạo.

Nhìn chung, việc sử dụng ChatGPT trong dạy học ngôn ngữ có thể mang lại rất nhiều lợi ích cho người học. Tuy nhiên, để đảm bảo trải nghiệm học tập ý nghĩa và hiệu quả, việc sử dụng ChatGPT cần được kết hợp với các phương pháp giáo dục khác một cách thống nhất cũng như gắn liền với hướng dẫn phù hợp của giáo viên.

#### **4. MỘT SỐ BÀI HỌC KINH NGHIỆM**

Ứng dụng ChatGPT trong dạy học ngôn ngữ mặc dù rất tiềm năng nhưng cũng xuất hiện nhiều thách thức mà giáo viên gặp phải khi sử dụng và tích hợp công cụ thông minh này vào các hoạt động sư phạm thực tế:

- Giáo viên có thể gặp khó khăn trong việc đạt được các ***yêu cầu về năng lực công nghệ*** cần thiết để sử dụng ChatGPT một cách hiệu quả trong bài giảng của mình (đặc biệt đối với những giáo viên lớn tuổi).
- Ở thời điểm hiện tại, trong nhiều trường hợp, ***tính chính xác và độ tin cậy*** của các phản hồi từ ChatGPT bị đặt hoài nghi, nhất là trong các tác vụ ngôn ngữ phức tạp hoặc các bối cảnh ngôn ngữ đa dạng.
- Giáo viên gặp ***khó khăn trong việc tùy chỉnh*** các phản hồi của ChatGPT để phù hợp với mục tiêu sư phạm cụ thể hoặc nhu cầu của từng người học.
- Người ta lo ngại rằng việc ***phụ thuộc quá nhiều vào ChatGPT*** có thể làm giảm vai trò của yếu tố tương tác người - người khi thực hiện hướng dẫn cá nhân hóa trong dạy học ngôn ngữ.

- Trong nhiều trường hợp, ChatGPT vẫn còn **hạn chế trong việc hiểu các sắc thái ngữ cảnh và các tham chiếu văn hóa**, đặt ra thách thức cho người dạy và người học.
- **Việc tích hợp ChatGPT với chương trình giảng dạy** hiện có cần nhiều thời gian, công sức và giáo viên rất cần được hỗ trợ trong quá trình này.
- Giáo viên cần có cơ hội được **đào tạo và phát triển chuyên môn** để sử dụng hiệu quả ChatGPT như một nguồn tài nguyên giảng dạy ngôn ngữ.

Để tích hợp ChatGPT hiệu quả vào thực tiễn giảng dạy, phù hợp với nhu cầu của người học, thúc đẩy quyền tự chủ và cân bằng lợi ích công nghệ với phương pháp giảng dạy truyền thống, giáo viên cần có những cân nhắc thận trọng, đặc biệt về mặt sư phạm. Một số đề xuất rút ra từ thực tiễn có thể tham khảo như sau:

- **Phù hợp với Mục tiêu Học tập:** Giáo viên phải đảm bảo rằng ChatGPT phù hợp với mục tiêu dạy và học ngôn ngữ, hỗ trợ việc tiếp thu từ vựng, hiểu ngữ pháp và giao tiếp trôi chảy trong chương trình giảng dạy.
- **Bổ sung các chiến lược giảng dạy:** ChatGPT nên bổ sung và nâng cao các phương pháp giảng dạy hiện có, cung cấp phản hồi theo thời gian thực, các ví dụ ngôn ngữ bổ sung và thúc đẩy việc học tự chủ, mà không thay thế phương pháp truyền thống.
- **Sự tham gia và động lực của người học:** Giáo viên hướng đến việc thu hút sự quan tâm của người học bằng cách thiết kế các hoạt động tương tác nhằm tận dụng khả năng đàm thoại của ChatGPT, thúc đẩy sự tham gia và tạo động lực tích cực.
- **Khả năng thích ứng với nhu cầu của người học:** Hướng dẫn việc tùy chỉnh các chức năng ChatGPT để đáp ứng sự khác biệt của từng người học, đảm bảo công cụ này giải quyết được những vấn đề cụ thể, cung cấp hỗ trợ phù hợp và tương thích với mức độ thành thạo cũng như phong cách học tập của người học.
- **Kỹ năng đánh giá và tư duy phản biện:** Việc khuyến khích người học đánh giá và phản biện các phản hồi từ ChatGPT sẽ nâng cao khả năng phán đoán và củng cố sự tham gia của họ vào việc học ngôn ngữ.
- **Học tập hợp tác và tương tác:** Giáo viên thiết kế các hoạt động khuyến khích người học tương tác, cộng tác với ChatGPT, thúc đẩy thực hành ngôn ngữ, kết hợp thảo luận ý nghĩa và tương tác xã hội giữa các học viên cùng lớp.
- **Sử dụng công nghệ có đạo đức:** Giáo dục người học về những hạn chế và thành kiến đối với ChatGPT, từ đó thúc đẩy việc sử dụng một cách có trách nhiệm và đạo đức công cụ AI này. Nhấn mạnh vai trò của ChatGPT như một công cụ hỗ trợ học tập hơn là thay thế cho sự sáng tạo và tương tác giữa con người [12].

## 5. KẾT LUẬN

ChatGPT là một công cụ mạnh mẽ, linh hoạt và có tiềm năng to lớn để thúc đẩy việc dạy học ngôn ngữ theo một cách hấp dẫn và giàu tính thích ứng. Điều này được minh chứng không chỉ dựa trên lý thuyết mà còn từ những mô hình/ chiến lược ứng dụng thực tiễn vào hoạt động giảng dạy. Điều quan trọng là phải cân nhắc kỹ lưỡng những lợi ích và thách thức mà ChatGPT đem lại để có thể tận dụng tối đa tính năng của công cụ thông minh này. Trường ĐH Giao thông vận tải từ lâu đã khẳng định vị thế đầu ngành trong lĩnh vực Giao thông vận tải. Nhưng để thực hiện thành công mục tiêu chiến lược trở thành cơ sở đại học định hướng nghiên cứu, tầm cỡ Châu Á, việc đào tạo ngôn ngữ/ngoại ngữ giữ vai trò rất quan trọng, hỗ trợ mạnh mẽ cho công tác giao lưu, học hỏi và hợp tác quốc tế trong giảng dạy và nghiên cứu của nhà trường. Chính vì vậy, việc cập nhật, nghiên cứu và đổi mới các phương pháp, công cụ giảng dạy ngôn ngữ/ngoại ngữ, trong đó có ChatGPT, là một nhiệm vụ vô cùng cấp thiết.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Baskara, R., Mukarto, M., Exploring the Implications of ChatGPT for Language Learning in Higher Education. *Indonesian Journal of English Language Teaching and Applied Linguistics*, 7(2), (2023), pp. 343- 358.
- [2]. Loncar, Michael, Wayne Schams, and Jong-Shing Liang, Multiple technologies, multiple sources: Trends and analyses of the literature on technology-mediated feedback for L2 English writing published from 2015–2019. *Computer Assisted Language Learning* 36: 722–84, (2021).
- [3]. Xiao, Yangyu, and Yuying Zhi, An Exploratory Study of EFL Learners' Use of ChatGPT for Language Learning Tasks: Experience and Perceptions. *Languages* 8: 212 (2023). <https://doi.org/10.3390/languages8030212>
- [4]. Ashfaque MW, Tharewal S, Iqbal S, et al., A review on techniques, characteristics and approaches to an intelligent tutoring chatbot system. In 2020 International Conference on Smart Innovations in Design, Environment, Management, Planning and Computing (ICSIDEMPC) (2020, October), pp. 258–262.
- [5]. Guo, Kai, Jian Wang, and Samuel Kai Wah Chu, Using chatbots to scaffold EFL students' argumentative writing. *Assessing Writing* 54: 100666, (2022).
- [6]. UNESCO, ChatGPT and artificial intelligence in higher education: Quick start guide, 2023
- [7]. Kohnke, L., Moorhouse, B.L., Zou, D.: ChatGPT for language learning and teaching. *RELC Journal*, (2023) 1-14. <https://doi.org/10.1177/003368822311628>
- [8]. Bin-Hady, Wagdi & Al Kadi, Abdu & Hazaea, Abduljalil & Ali, Jamal, Exploring the Dimensions of ChatGPT in English Language Learning: A Global Perspective. *Library Hi Tech*. 10.1108/LHT-05-2023-0200, (2023).
- [9]. Zaina, L. A. M., & Martinelli, S. R., Virtual flipped classroom in HCI courses: Case studies on the experience of brazilian students. *Interacting with Computers*, 35(2), (2023), pp. 191–208. <https://doi.org/10.1093/iwc/iwad015>

- [10]. Li, H., Effects of a ChatGPT-based flipped learning guiding approach on learners' courseware project performances and perceptions. *Australasian Journal of Educational Technology*, 39(5), (2023), 40–58. <https://doi.org/10.14742/ajet.8923>
- [11]. Endro Dwi Hatmanto and Mariska Intan Sari, Aligning Theory and Practice/ Leveraging Chat GPT for Effective English Language Teaching and Learning, *E3S Web Conf.*, 440 (2023) 05001. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202344005001>
- [12]. Vineki Riyadini, M., & Triastuti, A., Teachers' Perspectives on ChatGPT as A Language Teaching Resource: Benefits, Challenges, and Pedagogical Considerations. *Conference on English Language Teaching*, (2023), 1105–1115.

## CHẾ TẠO MÀNG MỎNG LƯỠNG KIM CO/PT SẮT TỪ TRỰC TIẾP TRÊN ĐỂ DÈO

Nguyễn Tuấn Sơn\*

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội.

\*Tác giả liên hệ: Email: ntson@utc.edu.vn

**Tóm tắt:** Chế tạo các màng mỏng kim loại từ tính trên bề mặt đế dẻo với một quy trình chế tạo có chi phí thấp vẫn là một vấn đề nghiên cứu mở và thách thức. Từ trước cho đến nay, quy trình chế tạo các màng mỏng kim loại sắt từ trên đế dẻo thường được thực hiện bằng kỹ thuật chuyển giao (gián tiếp). Bằng việc kết hợp phương pháp tổng hợp hóa học các tiền chất với kỹ thuật khắc laser trực tiếp, tôi đưa ra một quy trình chế tạo trực tiếp mẫu vật liệu màng mỏng hợp kim Co/Pt có từ tính trên nền đế dẻo (flexible substrate – màng mỏng Kapton). Bề mặt mẫu được đánh giá bằng kính hiển vi quang học và kính hiển vi điện tử quét (SEM). Phép đo từ kế mẫu rung (VSM) cho thấy các mẫu vật liệu thể hiện đặc tính sắt từ lên tới 390 K, với hướng từ hóa dễ nằm trong mặt phẳng vuông góc của mẫu.

**Từ khóa:** màng mỏng sắt từ, phương pháp quay phủ (spin coating), kỹ thuật khắc laser trực tiếp, đường cong từ trễ.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cho đến nay, các thiết bị từ tính hoặc điện tử spin được chế tạo chủ yếu bằng các kỹ thuật vi điện tử cổ điển nhằm lắng đọng các lớp mỏng kim loại có từ tính trên bề mặt đế. Đây chủ yếu là các phương pháp vật lý như phún xạ cathode, khắc bằng laser, v.v... Kết hợp với các kỹ thuật chế tạo vi mô như in thạch bản, mặt nạ và quang khắc, các bề mặt có thể được tạo hình và tạo ra các thiết bị điện tử spin [1]. Quy trình chế tạo các lớp kim loại sắt từ mỏng trên đế dẻo thường được thực hiện bằng kỹ thuật chuyển giao (gián tiếp): các thiết bị trước tiên được sản xuất trên đế cứng theo các phương pháp đã nói ở trên, sau đó được chuyển sang đế dẻo [2]. Cách tiếp cận theo kỹ thuật này thường được áp dụng bởi đáp ứng được yêu cầu chế tạo ra các lớp mỏng có chất lượng tinh thể cao, có giao diện hoàn hảo với sự kiểm soát tốt. Điều đó có nghĩa là các lớp có độ nhám thấp (bề mặt mịn) với chất lượng cao sẽ giúp chúng ta kiểm soát tốt tính dị hướng từ (hướng từ hóa dễ dàng, cường độ từ trường cưỡng bức...) Chúng cũng cho phép thực hiện và tối ưu hóa hiệu ứng từ trở và nhiều hiệu ứng phụ thuộc vào spin [3]. Đây là lý do tại sao kỹ thuật chuyển giao các cấu trúc được tạo ra trên đế cứng sang đế dẻo lại là phương án thường được lựa chọn.

Ngày nay, không ít các cách tiếp cận khác đã được tiến hành nhằm thay thế kỹ thuật trên. Phương pháp hóa học dựa trên việc sử dụng các hạt nano là một phương pháp thách thức nhưng đầy hứa hẹn. Các kỹ thuật hóa học giúp chúng ta có thể tạo ra dung dịch các hạt nano dưới dạng keo [4]. Sau đó, chúng có thể được lắng đọng để tạo ra các



lớp mỏng bằng cách sử dụng kỹ thuật dip-coating (nhúng phủ) [5], spray (phun phủ) [6], [7], [8], hay spin-coating (quay phủ) [9], [10]. Tuy nhiên, vấn đề khó khăn trong các kỹ thuật trên là khó thu được các lớp mỏng đồng nhất và đều đặn trên bề mặt đế, cũng như kiểm soát độ dày các lớp và tính dị hướng từ, v.v... Do đó, hướng tiếp cận trong công trình này là chế tạo các thiết bị điện tử spin bằng cách kết nối một hay nhiều lớp (màng) từ hạt nano hoặc phát triển từng hạt nano riêng lẻ, tạo tiền đề cho khả năng tạo ra các thiết bị từ trở hoạt động ở nhiệt độ phòng dựa trên các hạt nano kim loại sắt từ [11] hoặc các thanh nano kim loại Co [12]. Điều này đòi hỏi phải thực hiện một quy trình công nghệ kiểm soát tốt nhằm bảo vệ các hạt nano khỏi quá trình oxy hóa cũng như đảm bảo tiếp xúc điện tốt. Một khó khăn khác là việc sử dụng các kỹ thuật tẩy rửa dung dịch bằng cách phân hủy các tiền chất hóa học [13]. Chính vì vậy, kỹ thuật này đòi hỏi một bước quan trọng là tạo ra đế mà trên đó một lớp tiền chất mỏng được lắng đọng giúp tạo và hình thành các hạt mầm tinh thể để chúng sẽ phát triển trực tiếp trên bề mặt đế này và tạo ra lớp màng vật liệu. Cho đến nay, chúng tôi mới chỉ kiểm soát sự phát triển của các thanh nano Co định hướng vuông góc với bề mặt đế [14].

Trước mắt, là chế tạo một lớp sắt từ mỏng bằng kỹ thuật khắc laser trực tiếp và tiếp tục nghiên cứu kỹ thuật chế tạo này để đưa ra một quy trình phù hợp, xác định giới hạn của kỹ thuật cũng như thử nghiệm kỹ thuật này trên các vật liệu có khả năng từ tính (dựa trên nền kim loại Co). Chúng tôi đã chọn vật liệu kim loại từ tính là hợp kim Co/Pt. Đây là hợp kim có khả năng chống oxy hóa tốt ở dạng khối và có các đặc tính từ tính thú vị (sắt từ có độ từ hóa mạnh và có nhiệt độ Curie cao hơn ở nhiệt độ phòng). Ý tưởng ở đây là dựa vào quá trình chế tạo để phân hủy đồng thời Pt và vật liệu từ tính Co nhằm thu được mẫu vật liệu từ tính mong muốn.

Công trình này đã xác định được các thông số cơ bản của các dung dịch tiền chất kim loại sử dụng và thông số kỹ thuật của máy khắc laser trực tiếp. Kỹ thuật này đã chế tạo được các lớp sắt từ mỏng có tính dị hướng vuông góc. Nghiên cứu này là thể hiện kết quả bước đầu về sự kết hợp Co với Pt trong hợp kim trên đế dẻo, và cho thấy vai trò quan trọng của tiền chất Pt.

## **2. THÍ NGHIỆM**

### **2.1. Hóa chất sử dụng**

Băng polyimide kapton (PI) được sử dụng để làm đế của mẫu màng hợp kim. Nó có giới hạn đàn hồi là 2,5 GPa cũng như phạm vi nhiệt độ hoạt động rộng từ  $-269$  °C đến 400 °C. Ngoài ra, đế PI có ưu điểm là kết hợp giữa vùng nhiệt độ hoạt động rộng ổn định và khả năng cách điện cao.

Để thu được sự lắng đọng đồng nhất của Pt và Co, cần phải sử dụng tiền chất Pt và Co mà những tiền chất này có thể được phân tán và lắng đọng dưới dạng màng đồng nhất và bám dính tốt trên nền polyimide. Tiền chất hóa học được chọn có nguồn gốc thương mại là  $H_2PtCl_6.6H_2O$  và  $CoCl_2.6H_2O$  của hãng Sigma Aldrich. Những tiền chất này giúp thu được các dung dịch đồng nhất trong cùng điều kiện cũng như được sử dụng trộn với hỗn hợp dung môi tetrahydrofuran (THF) và cellulose acetate.

## 2.2. Quy trình chế tạo

Phương pháp chế tạo mẫu là lắng đọng trực tiếp Pt và Co trên chất nền polyimide kapton. Quy trình chế tạo mẫu màng mỏng sắt từ Co/Pt trên đế dẻo trong điều kiện nhiệt độ phòng gồm các bước như sau, theo sơ đồ 1:

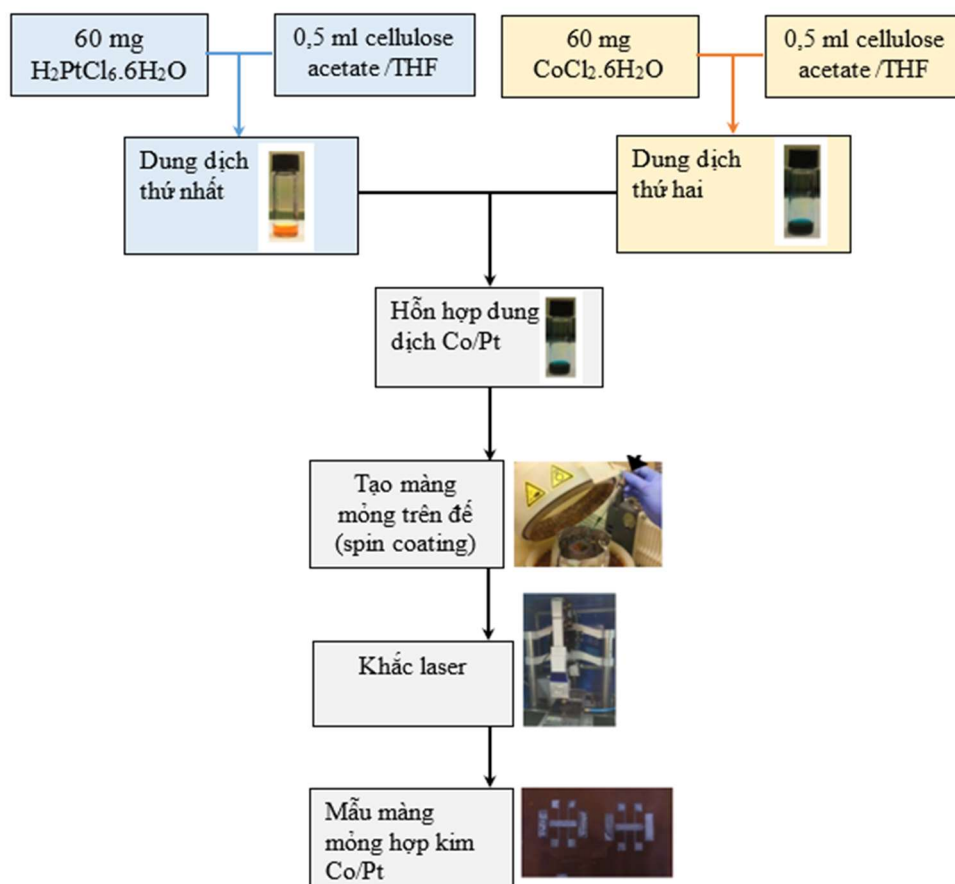
- Đầu tiên, cần chuẩn bị đế dẻo: Kapton với diện tích ( $2 \times 2 \text{ cm}^2$ ) được làm sạch bằng acetone và ethanol để loại bỏ tạp chất, sau đó cố định màng Kapton trên bề mặt đế cứng Silic (Si) bằng băng keo.

- Tiếp theo pha loãng dung dịch cellulose acetate trong THF (tetrahydrofuran) ở nồng độ  $30 \text{ mg.ml}^{-1}$ .

- Chuẩn bị dung dịch hóa học thứ nhất: lấy 60 mg tiền chất Pt ( $\text{H}_2\text{PtCl}_6.6\text{H}_2\text{O}$ ) trộn với 0,5 ml dung dịch cellulose acetate /THF, tạo thành dung dịch màu hồng.

- Chuẩn bị dung dịch hóa học thứ hai: lấy 60 mg tiền chất Co ( $\text{CoCl}_2.6\text{H}_2\text{O}$ ) trộn với 0,5 ml dung dịch cellulose acetate /THF, tạo thành dung dịch màu xanh tím than.

- Sau đó, trộn hai dung dịch tiền chất trên bằng cách sử dụng pipet: lấy 0,3 ml dung dịch chứa tiền chất Co trộn vào 0,5 ml dung dịch chứa tiền chất Pt, để thu được một hỗn hợp chứa hai dung dịch tiền chất của Co và Pt, hỗn hợp dung dịch có màu xanh đậm. Quá trình trộn được thực hiện một cách tự nhiên và nhẹ nhàng, không sử dụng bể rung siêu âm hoặc máy khuấy.



Sơ đồ 1: Quy trình chế tạo mẫu màng mỏng lưỡng kim Co/Pt trên nền đế dẻo

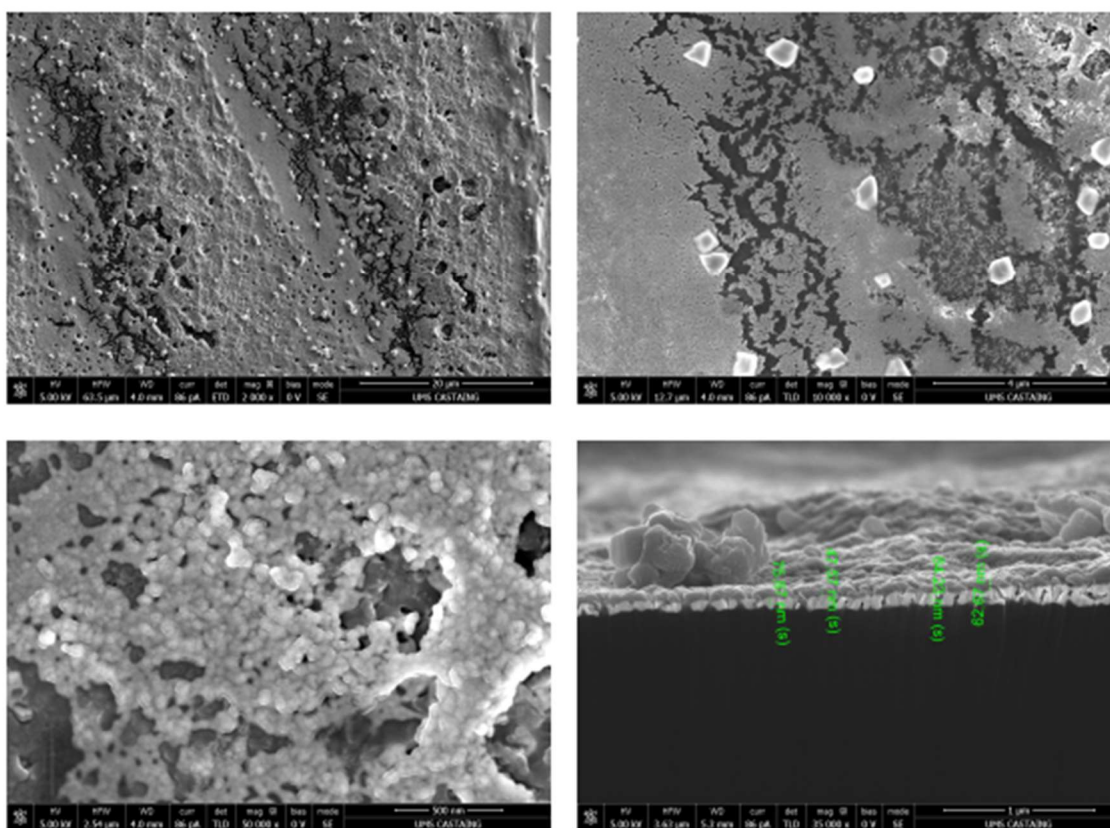
- Bước tiếp theo là lắng đọng hỗn hợp dung dịch trên lên bề mặt của đế Kapton bằng cách sử dụng kỹ thuật spin-coating (quay phủ). Các thông số áp dụng là thời gian 10 giây, tốc độ 500 vòng/phút và gia tốc 500 vòng/phút.  $s^{-1}$ . Kết quả là thu được một lớp màng mỏng đồng nhất, phủ đều trên bề mặt đế Kapton. Mẫu tổng hợp xong được sấy khô tự nhiên trong điều kiện nhiệt độ phòng. Độ dày điển hình của các lớp này cỡ 20  $\mu m$ .

- Tiếp tục, mẫu sẽ được đưa vào máy khắc laser. Chúng tôi đã thử nghiệm với nhiều thông số khắc bằng laser khác nhau của máy. Kết quả, thông số tốt nhất là: sử dụng công suất laser từ 30% đến 40% công suất tối đa và tốc độ di chuyển của đế đặt mẫu là 2  $mm.s^{-1}$ . Quang thấu kính có độ phóng đại  $\times 10$ , cho phép quang khắc kích thước điểm là 5  $\mu m$ . Khoảng cách giữa hai đoạn liền kề của chùm tia laser là 2,5  $\mu m$ .

- Cuối cùng, mẫu màng hợp kim được “lộ ra” với cấu trúc mong muốn và được làm sạch bằng acetone và ethanol để loại bỏ các cặn bám còn lại ở các khu vực trên bề mặt mẫu mà tiếp xúc trực tiếp với laser và các tiền chất chưa phân hủy trên các khu vực không được chiếu laser trực tiếp.

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Phân tích cấu trúc của màng mỏng Co/Pt



Hình 1. Ảnh SEM của một lớp màng mỏng Co/Pt trên đế Kapton

Các lớp mỏng trên mẫu chế tạo có bề ngoài trực quan tương phản ánh sáng bóng hoặc mờ, tùy thuộc vào các thông số khắc được sử dụng trong quá trình khắc bằng laser. Độ bền cơ học các lớp mỏng này được kiểm tra bằng cách thử nghiệm khả năng chống bám dính bằng băng keo với kết quả thu được là tốt. Quan sát bề mặt mẫu bằng kính hiển vi quang học và kính hiển vi điện tử quét (SEM) ở độ phóng đại thấp cho thấy bề mặt không đều và có dạng hạt. Hình ảnh có độ phóng đại cao cũng cho thấy bề mặt có độ xốp cao. Các tinh thể lớn dường như đã được lắng đọng trên bề mặt mẫu.

Đặc tính cấu trúc của màng mỏng được nghiên cứu bằng kính hiển vi điện tử quét (SEM). Việc thực hiện phép đo giúp xác định độ dày và bề mặt của lớp lắng đọng, chứng minh cho sự hiện diện của Co và Pt bằng việc quan sát trên các ảnh ở hình 1. Đồng thời, ta thấy được cấu trúc vi mô của lớp và phát hiện “sự tăng trưởng” dưới dạng cột từ bề mặt đế dero Kapton.

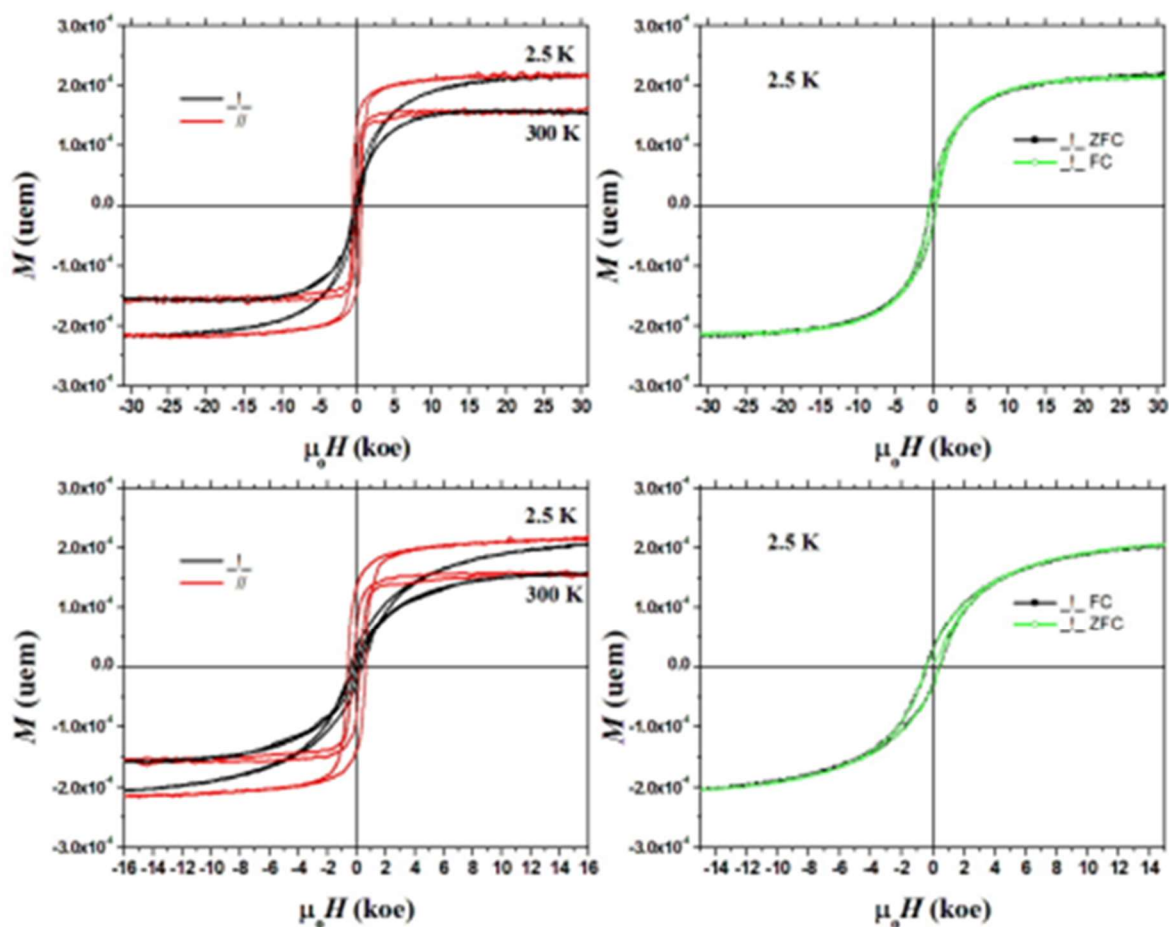
Qua ảnh, chúng ta quan sát thấy sự xuất hiện của các hạt nano tinh thể phân bố rải rác trên bề mặt, tăng độ phóng đại lên thấy được sự tồn tại dưới dạng hình khối. Bằng cách quan sát mặt cắt ngang của mẫu (Hình 1 phía dưới bên phải), chúng ta thấy độ dày của màng mỏng cỡ từ 75 đến 85 nm và có cấu trúc dạng cột với độ xốp cao. Đường kính của cột là 30 đến 50nm. Bề mặt là đồng nhất và ta có thể quan sát thấy các tinh thể lắng đọng trên bề mặt.

### **3.2. Tính chất từ của màng mỏng Co/Pt.**

Đặc tính từ của màng mỏng Co/Pt được xác định bằng phép đo từ kế mẫu rung (VSM) trong dải nhiệt độ (2K - 390K), dưới từ trường lên đến 7 T và theo các hướng khác nhau của từ trường đặt vào. Hình 2 trình bày kết quả phép đo đối với mẫu Co/Pt trên đế dero Kapton có diện tích bề mặt là (2×2 mm<sup>2</sup>). Các đường cong đã được hiệu chỉnh đối với tín hiệu nghịch từ, sao cho độ từ hóa ở 300 K đạt bão hòa.

Đường cong từ trễ được đo bằng cách đặt từ trường định hướng song song và vuông góc với mặt phẳng của màng mỏng, đã xác định được đặc trưng sắt từ của màng hợp kim. Cụ thể, theo định hướng song song, đường cong từ trễ có dạng gần giống như một hình chữ nhật với từ trường cường bức lần lượt ở 2,5 K và 300 K. Bên cạnh đó, trong định hướng vuông góc, đường cong khá là sắc nét với từ trường đặt vào là 2 T ở 2,5 K và 1 T ở điều kiện nhiệt độ phòng.

Các đường cong từ trễ đo được của mẫu ở nhiệt độ thấp (ZFC) và của mẫu sau khi được làm lạnh dưới từ trường ở 5 T (FC) là giống hệt nhau. Hình 2 cho thấy hai đường cong từ trễ này khi được đo theo định hướng từ vuông góc. Điều này chứng tỏ sự không tồn tại của hiệu ứng trao đổi thường được quan sát thấy nếu có pha oxit phản sắt từ của CoO hoặc Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, ngay cả khi chúng xuất hiện với một lượng nhỏ



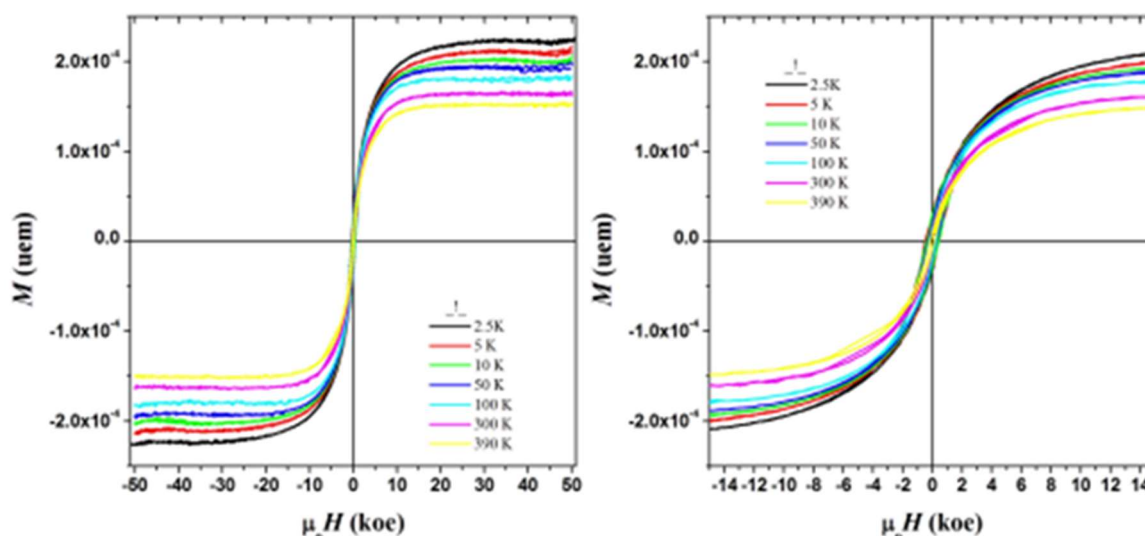
**Hình 2.** Đường cong từ trễ của màng Co/Pt được đo ở 2,5K và 300 K.

Bên trái: các phép đo đối với từ trường đặt vuông góc ( $\perp$ ) và song song ( $\parallel$ ) với bề mặt mẫu. Phép đo được thực hiện ở 2,5K sau khi mẫu được làm lạnh từ nhiệt độ 300 K trong từ trường là 5 T. Bên phải: so sánh các đường cong ở 2,5 K với từ trường đặt vuông góc và khi không sử dụng từ trường ban đầu.

- Đi sâu vào phân tích chi tiết hơn với từ trường cao và nhiệt độ thấp đã phần nào giải đáp cho câu hỏi về sự hiện diện của tiền chất Co. Khi tăng từ trường trong vùng nhiệt độ thấp dưới 50 K, quan sát thấy dấu hiệu thuận từ của mẫu đo, điều này chứng tỏ có sự hiện diện của tạp chất  $\text{Co}^{2+}$  với một lượng nhỏ (Hình 3). Ngoài ra, độ từ hóa là phi tuyến tính ở từ trường cao, điều này có thể đặt ra câu hỏi về sự tồn tại của một quá trình chuyển đổi từ yếu ở nhiệt độ thấp của dư lượng nhỏ tiền chất  $\text{CoCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ . Tuy nhiên, các đường cong chỉ duy trì đặc tính sắt từ tới 390 K, cho thấy nhiệt độ Curie của mẫu vật liệu cao hơn nhiều, ở  $120^\circ\text{C}$  (Hình 3). Cuối cùng, độ từ hóa của các mẫu hợp kim sau vài tháng vẫn duy trì được trạng thái ổn định, điều này chứng tỏ không có quá trình oxy hóa nào diễn ra với các mẫu màng mỏng lưỡng kim trong điều kiện nhiệt độ phòng.

Các kết quả thu được của phép đo này giúp xác nhận và hoàn thiện thêm các thông tin đã thu được từ phép đo cấu trúc của mẫu. Các màng mỏng lưỡng kim thể hiện đặc tính của một vật liệu có từ tính, với sự tồn tại của pha sắt từ của kim loại Co. Việc

không có ảnh hưởng đáng kể của hiệu ứng trao đổi bề mặt đặc trưng giữa kim loại Co và pha phản sắt từ của Co, hoặc của pha phản sắt từ chúng tỏ không có quá trình oxy hóa đáng kể ở mẫu.



**Hình 3.** Đường cong từ trễ của mẫu Co/Pt được đo với từ trường đặt vuông góc trong khoảng nhiệt độ từ 2,5 K đến 390 K.

Cần lưu ý rằng một phần tiền chất Co vẫn không bị phân hủy trong quá trình chế tạo. Điều này có thể phát hiện được là không làm thay đổi tính chất từ tính bên trong của lớp sắt từ ở nhiệt độ phòng. Như vậy, kết quả cho thấy có sự hiện diện của màng lưỡng kim Co/Pt. Nhiệt độ Curie lớn hơn 120 °C cho thấy hàm lượng Co cục bộ ít nhất lớn hơn 30%.

#### 4. KẾT LUẬN

Trong bài báo này, tôi đã chứng minh tính khả thi của một kỹ thuật mới để sản xuất các lớp kim loại sắt từ mỏng trên nền đế dẻo, chuẩn bị cho các nghiên cứu sâu hơn với các màng mỏng hợp kim từ tính. Các bước của quy trình đồng phân hủy Pt và Co trực tiếp trên nền polyimide kapton cho phép tôi thực hiện việc chế tạo mẫu màng mỏng lưỡng kim nhanh chóng, chứng minh khả năng chế tạo các lớp Co/Pt sắt từ trực tiếp trên bề mặt đế dẻo Kapton mà không cần lắng đọng lớp bám dính nào khác. Ngoài ra, toàn bộ quy trình được thực hiện trong điều kiện nhiệt độ phòng, có tính thương mại hứa hẹn. Các phép đo từ tính thể hiện đặc tính sắt từ lên tới 390K, với định hướng từ hóa vuông góc.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Mónica Isela Acuatla Meneses, "Développement de capteurs d'ozone et d'ammoniac sur support souple", thèse 2014.
- [2]. Thomas Mattle, "Laser-induced forward transfer of SnO<sub>2</sub> for sensing applications", 2013.
- [3]. X. Vilanova, E. Llobet, J. Brezmen, J. Calderer, X. Correig, "Numerical simulation of the electrodes geometry and position effects on semiconductors gas sensor response", Sensors and Actuators B 48 (1998) 425 – 431.

- [4]. D.E. Williams, K.F.E. Pratt, “Theory of self-diagnostic sensor array devices using gas sensitive resistors”, *J. Chem. Soc. FaradayTrans.* 91 (13) (1995) 1961 – 1966.
- [5]. J.W. Gardner, “Intelligent gas sensing using an integrated sensor pair”, *Sensors and Actuators B* 26–27 (1995) 261 – 266.
- [6]. J. Narro Rios, M. Ramachandran, D. Martínez Escobar, “Ultrasonic spray pyrolysis deposition of SnSe and SnSe<sub>2</sub> using a single spray solution”, *Journal of Semiconductors* 34 (2013) Pages 1 - 4.
- [7]. K. Xerxes, M. Reese, B. Rupert, N. Kopidakis, D. Oslo, D. Ginley, R. Collins, “Advancing spray deposition for low cost solar cell production”, *SPIE* (2009) Pages 1 - 3.
- [8]. S. Kozhukharov, S. Tchaoushev, “Spray pyrolysis equipment for various applications”, *Journal of Chemical Technology and Metallurgy* 48 (2013), Pages 111 – 118.
- [9]. B. Bräuer, D. Zahn, T. Rüfer, G. Salvan, “Deposition of thin films of a transition metal complex by spin coating”, *Chemical Physics Letters* 432 (2006), Pages 226 – 229.
- [10]. N. Saju, B. Parija, S. Panigrahi, “Fundamental understanding and modeling of spin coating process: A review”, *Indian J. Phys.* 83 (2009), Pages 493 - 502.
- [11]. H. Song, A. Kumar, Y. Zhang, “A novel approach for the removal of Pb<sup>2+</sup> and Cd<sup>2+</sup> from wastewater by sulfur ferromagnetic nanoparticles (SFMNs), *Chemosphere, Elsevier, Vol. 287, Part 2* (2022). <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132156>.
- [12]. A. L. Kwiatkowski et al., “Cobalt ferrite nanorods synthesized with a facile “green” method in a magnetic field, *Nanomaterials* (2024). <https://doi.org/10.3390/nano14060541>.
- [13]. V. Demarne and A. Grisel, “A new SnO<sub>2</sub> low temperature deposition technique for integrated gas sensors”, *Sensors and Actuators B: Chemical*, vol. 15, no. 1-3, pp. 63–67, (1993).
- [14]. Z. Xu et al., “Orientation adjustable metal organic framework nanorods for efficient oxygen evolution reaction, *ACS.Appl. Mater.Interfaces*, (2021). <https://doi.org/10.1021/acsami.1c05944>

## CHẾ TẠO VẬT LIỆU $(1-x)\text{PbTiO}_3/x\text{CoFe}_2\text{O}_4$ VÀ NGHIÊN CỨU CẤU TRÚC, TÍNH CHẤT TỪ CỦA VẬT LIỆU

Đào Việt Thắng\*, Nguyễn Mạnh Hùng

Bộ môn Vật lý, Trường Đại học Mở - Địa chất, 18 Phố Viên, Bắc Từ Liêm, Hà Nội

\*Tác giả liên hệ: Email: daovietthang@humg.edu.vn

**Tóm tắt:** Vật liệu  $(1-x)\text{PbTiO}_3/x\text{CoFe}_2\text{O}_4$  ( $x = 0,0 \div 0,5$ ) được tổng hợp bằng phương pháp sol-gel. Các đặc trưng cấu trúc, tính chất từ của hệ vật liệu được nghiên cứu bằng các kỹ thuật khác nhau như: giản đồ nhiễu xạ tia X (XRD), phổ tán xạ Raman, ảnh hiển vi điện tử quét (SEM), ảnh hiển vi điện tử truyền qua (TEM), chu trình từ trễ (M-H). Kết quả phân tích XRD cho thấy các mẫu chế tạo kết tinh tốt với hai pha thành phần  $\text{PbTiO}_3$  (PTO) và  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  (CFO). Khi tỉ phần CFO tăng từ  $x = 0,0$  đến  $x = 0,5$  hằng số mạng  $a$  và  $c$  của pha PTO có sự thay đổi đáng kể. Phổ tán xạ Raman của hệ vật liệu cho thấy có sự dịch đỉnh  $A_1(1\text{TO})$ ,  $E(2\text{TO})$  về phía số sóng thấp. Các kết quả XRD, phổ tán xạ Raman, ảnh SEM và TEM đã chứng tỏ giữa hai pha PTO và CFO có sự liên kết chặt chẽ với nhau. Do đó, tính chất sắt từ của vật liệu PTO/CFO được cải thiện rõ rệt, từ độ bão hòa tăng từ  $M_s = 0,03$  emu/g đến  $25,22$  emu/g khi tỉ phần  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  tăng từ  $x = 0,0$  đến  $x = 0,5$ .

**Từ khóa:** XRD, Raman, sắt từ, PTO/CFO, sol-gel.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vật liệu đa pha điện từ tồn tại đồng thời tính chất sắt từ (hoặc phản sắt từ) và sắt điện gọi chung là tính chất “ferroic”. Vật liệu này tồn tại hiệu ứng từ - điện ( $M-E$ ) [1, 2]. Do vậy, vật liệu đa pha điện từ có thể dùng để chế tạo các thiết bị điện tử như: cảm biến sinh học không cần cấp nguồn, đầu đọc thông tin, các bộ nhớ điện-từ không tự xóa, cho phép ghi thông tin bằng điện trường hoặc từ trường như. Tuy nhiên, do tính cạnh tranh giữa hai trật tự sắt điện và sắt từ nên loại vật liệu này rất ít tồn tại trong tự nhiên. Nghiên cứu tổng hợp vật liệu đa pha điện từ chứa đồng thời cả tính chất sắt điện sắt từ được các nhà khoa học rất quan tâm. Các nghiên cứu trước đây đã chỉ ra hai phương pháp phổ biến để chế tạo ra vật liệu đa pha điện từ đó là: (i) thay thế bằng các ion đất hiếm hoặc kim loại chuyển tiếp vào vật liệu perovskite  $\text{ABO}_3$  [3, 4]; (ii) tạo composite giữa vật liệu có tính sắt điện và vật liệu có tính sắt từ [2, 5, 6].

$\text{PbTiO}_3$  (PTO) là một trong những vật liệu thể hiện tính chất sắt điện. Vật liệu này có cấu trúc perovskite thường tồn tại trong hai pha cấu trúc lập phương và tứ giác [7]. Ở nhiệt độ phòng, PTO thường có cấu trúc tứ giác với tỉ số méo mạng  $c/a = 1,06$ , thể hiện tính chất sắt điện mạnh ( $P_s = 80 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ ) và hằng số điện môi lớn [8]. Tuy nhiên, PTO thường biểu hiện tính chất nghịch từ. Một số nghiên cứu đã cho thấy khi tạo composite giữa  $\text{PbTiO}_3$  với vật liệu sắt từ làm xuất hiện từ giao tạo ra vật liệu tổ hợp tồn tại đồng thời cả hai trật tự sắt điện và sắt từ [5, 9]. Bên cạnh đó,  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  (CFO) là vật liệu



có cấu trúc spinel đảo. Đây là vật liệu có tính chất sắt từ mạnh, lực kháng từ cao  $H_C \sim 5,4$  kOe, từ độ bão hòa của vật liệu  $M_s \sim 80$  emu/g [10-12]. Vật liệu CFO có tính dị hướng, có độ cứng và độ ổn định hóa học khá cao. Do đó, CFO sẽ là pha từ thích hợp trong việc chế tạo vật liệu composite với PTO từ đó tạo ra vật liệu đa pha điện từ.

Trong báo cáo này, chúng tôi trình bày phương pháp chế tạo vật liệu composite  $(1-x)\text{PbTiO}_3/x\text{CoFe}_2\text{O}_4$ , các kết quả nghiên cứu về cấu trúc và tính chất từ của vật liệu này. Từ đó xác định tỉ phần thích hợp của pha spinel  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  nhằm tạo ra vật liệu đa pha điện từ có chất lượng tốt.

## 2. THỰC NGHIỆM

Vật liệu composite  $(1-x)\text{PbTiO}_3/x\text{CoFe}_2\text{O}_4$  ( $x = 0,0 \div 0,5$ ) đã được tổng hợp thành công bằng phương pháp sol-gel. Các tiền chất được sử dụng để chế tạo mẫu bao gồm: TTIP 98%,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  99%,  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  99%,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  98,5%, dung môi ethylene glycol và axit citric 99,5%.

Đầu tiên, tinh thể  $\text{PbTiO}_3$  được chế tạo bằng cách hòa tan muối  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  trong nước cất, sau đó đem trộn lẫn với TTIP đã được hòa tan trong axit citric đồng thời khuấy đều ở nhiệt độ  $90^\circ\text{C}$  đến khi thu được gel đồng nhất. Gel được làm khô ở nhiệt độ  $195^\circ\text{C}$  trong 4 giờ. Gel khô được đốt ở nhiệt độ  $500^\circ\text{C}$  trong 3 giờ thu được tinh thể  $\text{PbTiO}_3$ . Tiếp theo,  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  được chế tạo bằng cách hòa tan các muối  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  và  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  trong nước cất, sau đó đem trộn và khuấy đều trong dung dịch axit citric ở nhiệt độ  $90^\circ\text{C}$  đến khi thu được sol đồng nhất. Cuối cùng, tinh thể  $\text{PbTiO}_3$  được đưa vào sol  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  và khuấy đều ở nhiệt độ  $90^\circ\text{C}$  đến khi thu được gel đồng nhất. Gel được làm khô ở nhiệt độ  $195^\circ\text{C}$  trong 4 giờ, sau đó đem đốt ở nhiệt độ  $800^\circ\text{C}$  trong 3 giờ thu được các mẫu vật liệu composite  $(1-x)\text{PTO}/x\text{CFO}$ .

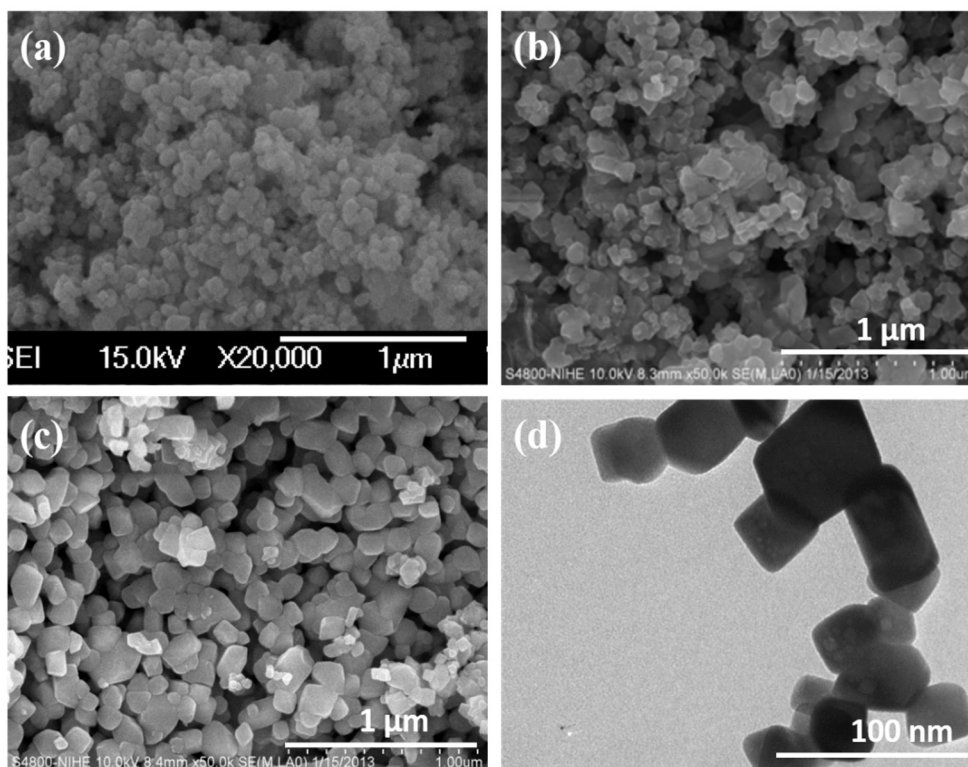
Cấu trúc tinh thể của hệ vật liệu được khảo sát bằng phép đo giản đồ nhiễu xạ tia X (trên hệ đo D8 – Advanced, dùng bức xạ  $\text{CuK}_\alpha$ ) và phổ tán xạ Raman (trên hệ LABRAM – 1B, bước sóng kích thích 514 nm). Hình thái bề mặt và kích thước hạt được xác định thông qua ảnh hiển vi điện tử quét SEM và ảnh hiển vi điện tử truyền qua TEM. Tính chất từ được khảo sát bằng phép đo chu trình từ trễ trên hệ từ kế mẫu rung VSM với từ trường cực đại là 13 kOe.

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Để xác định liên kết giữa hai pha thành phần  $\text{PbTiO}_3$  (PTO) và  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  (CFO), chúng tôi đã tiến hành chụp ảnh hiển vi điện tử quét (SEM) của 3 mẫu  $(1-x)\text{PTO}/x\text{CFO}$  với tỉ phần CFO tương ứng là  $x = 0; 0,3$  và  $0,5$ , kết quả chỉ ra trong Hình 1. Như quan sát thấy trong Hình 1a-c, cả 3 mẫu các hạt có hình dạng giả cầu, kích thước hạt khá đồng đều, kích thước hạt tăng khi tỉ phần CFO tăng. Phân bố kích thước hạt được xác định bằng phần mềm ImageJ. Kết quả cho thấy các mẫu với  $x = 0; 0,3$  và  $0,5$  có kích thước hạt phân bố tương ứng 44, 76, 138 nm. Điều này được giải thích là do vật liệu composite  $(1-x)\text{PTO}/x\text{CFO}$  hình thành cấu trúc lõi/vỏ. Khi tỉ phần CFO tăng lên, lớp vỏ CFO bọc bên ngoài tinh thể PTO trở nên dày hơn dẫn tới kích thước hạt tăng. Để có thêm cơ sở cho nhận định này, chúng tôi đã tiến hành chụp ảnh hiển vi điện tử truyền qua (TEM) của mẫu  $(1-x)\text{PTO}/x\text{CFO}$  ( $x = 0,5$ ) (Hình 1d). Sự tương phản màu sắc của hình ảnh ở

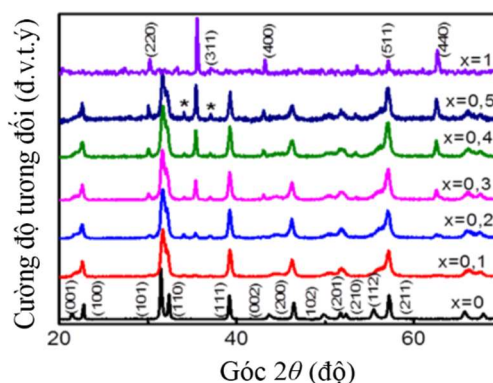
trong Hình 1d cho thấy rõ ràng cấu trúc lõi/vỏ của vật liệu PTO/CFO. Ta có thể thấy những vị trí màu sẫm bên trong tương ứng với hạt PTO, bên ngoài là các hạt CFO kích thước rất nhỏ bám trên bề mặt của hạt PTO.

Hình 2 là giản đồ nhiễu xạ tia X của hệ vật liệu composite  $(1-x)\text{PTO}/x\text{CFO}$ . Như quan sát thấy trong Hình 2, mẫu PTO ( $x = 0$ ) kết tinh tốt, các đỉnh nhiễu xạ có cường độ lớn, phù hợp với thẻ chuẩn JCPDS số 22-1086. Theo thẻ chuẩn này PTO có cấu trúc tứ giác, các hằng số mạng tinh thể  $a = 3,90 \text{ \AA}$  và  $c = 4,14 \text{ \AA}$ , tỉ số méo mạng  $c/a = 1,06$  và



**Hình 1.** Ảnh SEM của hệ vật liệu  $(1-x)\text{PbTiO}_3/x\text{CoFe}_2\text{O}_4$  tương ứng với  $x = 0$  (a);  $x = 0,3$  (b);  $x = 0,5$  (c); và ảnh TEM của mẫu  $(1-x)\text{PbTiO}_3/x\text{CoFe}_2\text{O}_4$  tương ứng  $x = 0,5$  (d).

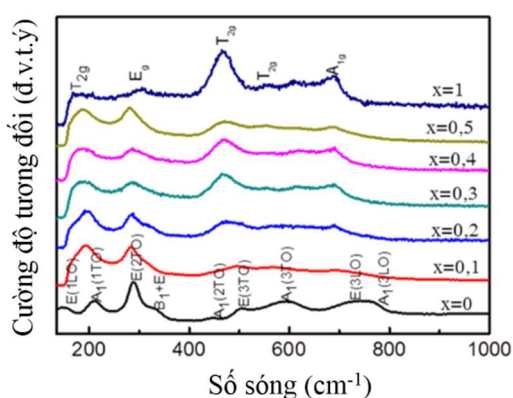
không xuất hiện các pha tạp chất. Đối với mẫu CFO ( $x = 1$ ), các đỉnh nhiễu xạ phù hợp với thẻ chuẩn JCPDS số 60-452. Kết quả cho thấy CFO có cấu trúc spinel đảo với hằng số mạng tinh thể  $a = 8,37 \text{ \AA}$ . Khi tăng tỉ phần CFO từ  $x = 0,0$  tới  $x = 0,5$  cường độ các đỉnh nhiễu xạ đặc trưng của CFO tăng lên, cường độ các đỉnh đặc trưng của PTO giảm đi. Mẫu PTO có cấu trúc tứ giác với các cặp đỉnh đặc trưng như (001)-(100) hay (101)-(110). Tuy nhiên, khi tỉ phần CFO tăng lên, các cặp đỉnh này có xu hướng tiến lại gần nhau. Điều này cho thấy khi thay đổi tỉ phần CFO đã có sự ảnh hưởng lên pha cấu trúc tinh thể PTO. Hằng số mạng tinh



**Hình 2.** Giản đồ nhiễu xạ tia X của hệ vật liệu  $(1-x)\text{PbTiO}_3/x\text{CoFe}_2\text{O}_4$ .

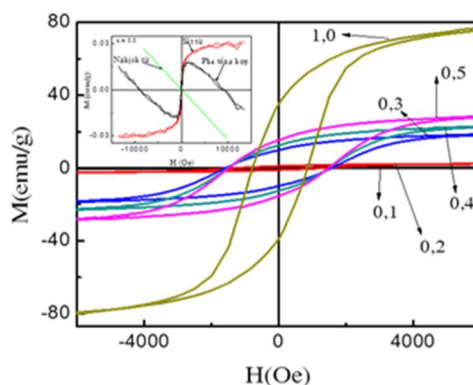
thể của các mẫu được xác định bằng phần mềm UnitCell. Kết quả cho thấy khi tỉ phần CFO tăng, hằng số mạng  $a$  của tinh thể PTO tăng từ 3,90 Å đến 3,91 Å, còn hằng số mạng  $c$  giảm từ 4,14 Å xuống 4,11 Å. Điều này, chứng tỏ đã có sự ảnh hưởng của lớp vỏ CFO lên cấu trúc tinh thể của lõi PTO. Kết quả này cũng phù hợp với nghiên cứu của C. E. Ciomaga và các cộng sự đã chỉ ra ảnh hưởng của pha CFO lên cấu trúc tinh thể PTO khi tăng tỉ phần CFO [9].

Hình 3 là phổ tán xạ Raman của hệ mẫu  $(1-x)\text{PTO}/x\text{CFO}$ . Như quan sát thấy trong Hình 3, trong dải số sóng từ 200 – 900  $\text{cm}^{-1}$  phổ tán xạ Raman của mẫu PTO xuất hiện 9 đỉnh ở các vị trí số sóng 151, 213, 290, 327, 447, 505, 595, 7218 và 765  $\text{cm}^{-1}$ . Phổ tán xạ Raman của mẫu CFO ( $x = 1$ ) xuất hiện 5 đỉnh ở các vị trí 172, 467, 560, 609 và 692  $\text{cm}^{-1}$ . Đối với các mẫu composite PTO/CFO, ta có thể quan sát thấy các đỉnh tán xạ Raman tương ứng của cả hai pha thành phần PTO và CFO. Khi tỉ phần CFO tăng lên, đỉnh  $A_1(1\text{TO})$ ,  $E(2\text{TO})$  của pha PTO dịch về phía số sóng thấp, chứng tỏ tính chất dao động của lớp vỏ CFO có ảnh hưởng lên tính chất dao động của lõi PTO. Như vậy, từ kết quả phân tích XRD và phổ tán xạ Raman có thể khẳng định giữa hai pha PTO và CFO của vật liệu composite  $(1-x)\text{PTO}/x\text{CFO}$  có sự liên kết chặt chẽ với nhau. Do đó, vật liệu composite  $(1-x)\text{PTO}/x\text{CFO}$  có thể tồn tại hiệu ứng từ điện thông qua tương tác đàn hồi hai pha từ giao (CFO) và điện giao (PTO). Điều này cũng phù hợp với các nghiên cứu trước đây [9, 13]. Để có thêm cơ sở khoa học cho nhận định trên, chúng tôi đã khảo sát tính chất từ của hệ vật liệu PTO và vật liệu composite PTO/CFO bằng phép đo chu trình từ trễ.



**Hình 3.** Phổ tán xạ Raman của hệ vật liệu  $(1-x)\text{PbTiO}_3/x\text{CoFe}_2\text{O}_4$ .

Chu trình từ trễ hệ vật liệu composite  $(1-x)\text{PTO}/x\text{CFO}$  khảo sát ở nhiệt độ phòng và được chỉ ra trong Hình 4. Hình nhỏ chèn trong Hình 4 là chu trình từ trễ của mẫu PTO. Như quan sát thấy trong Hình 4, PTO thể hiện tính chất nghịch từ trong khi các mẫu composite  $(1-x)\text{PTO}/x\text{CFO}$  đều thể hiện tính chất sắt từ. Khi tỉ phần CFO tăng, từ độ bão hòa  $M_s$  tăng và đạt giá trị lớn nhất ở mẫu  $(1-x)\text{PTO}/x\text{CFO}$  với  $x = 0,5$  ( $M_s = 25,22 \text{ emu/g}$ ). Đồng thời, lực kháng từ  $H_c$  cũng tăng, đạt giá trị cực đại ở mẫu  $x = 0,3$  ( $H_c = 1595 \text{ Oe}$ ), giá trị này lớn hơn của CFO ( $H_c = 850 \text{ Oe}$ ). Điều này cho thấy vật liệu composite PTO/CFO thể hiện trật tự sắt từ mạnh ở nhiệt độ phòng. Đây là minh chứng cho thấy việc tạo composite giữa PTO và CFO có thể tạo ra vật liệu đa pha điện từ.



**Hình 4.** Chu trình từ trễ hệ vật liệu composite  $(1-x)\text{PbTiO}_3/x\text{CoFe}_2\text{O}_4$ .

#### 4. KẾT LUẬN

Trong báo cáo này, vật liệu composite  $(1-x)\text{PbTiO}_3/x\text{CoFe}_2\text{O}_4$  ( $x = 0,0 \div 0,5$ ) đã được chế tạo thành công bằng phương pháp sol-gel. Kết quả phân tích XRD, phổ tán xạ Raman và TEM cho thấy có sự liên kết chặt chẽ giữa hai pha PTO và CFO dẫn tới cấu trúc tinh thể, tính chất dao động của hai pha này có sự ảnh hưởng qua lại lẫn nhau. Tính chất từ của vật liệu PTO/CFO tăng lên đáng kể khi tăng tỉ phần CFO. Mẫu  $(1-x)\text{PbTiO}_3/x\text{CoFe}_2\text{O}_4$  với  $x = 0,5$  có từ độ bão hòa lớn nhất ( $M_S = 25,22$  emu/g). Tính chất từ của vật liệu nền PTO được tăng cường khi tạo composite với CFO là dấu hiệu cho thấy có thể tạo ra vật liệu đa pha điện từ bằng cách tạo composite giữa PTO và CFO là hoàn toàn khả thi.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. n. Ortega, a. Kumar, j. F. Scott and r. S. Katiyar, multifunctional magnetoelectric materials for device applications, *j. Phys.: condens. Matter.* 27, 50 (2015) 504002. 10.1088/0953-8984/27/50/504002.
- [2]. r. P. Singh and s. Saha, additives effect on the multiferroic behaviour of bifeo3–pbtio3, *ceram. Int.* 47, 21 (2021) 29815-29823. 10.1016/j.ceramint.2021.07.153.
- [3]. m. Habib, m. H. Lee, d. J. Kim, h. I. Choi, m.-h. Kim, w.-j. Kim, t. K. Song and k. S. Choi, enhanced piezoelectric performance of donor  $\text{La}^{3+}$ -doped bifeo3–batio3 lead-free piezoceramics, *ceram. Int.* 46, 6 (2020) 7074-7080. 10.1016/j.ceramint.2019.11.199.
- [4]. m. M. Hue, n. Q. Dung, l. T. K. Phuong, n. N. Trung, n. V. Duc, l. H. Bac and d. D. Dung, magnetic properties of  $(1-x)\text{Bi}_0.5\text{Na}_0.5\text{TiO}_3 + x\text{MnTiO}_3$  materials, *j. Magn. Magn. Mater.* 471, (2019) 164-168. 10.1016/j.jmmm.2018.09.087.
- [5]. s. Kumar, j. Pal, s. Kaur, v. Sharma, s. Dahiya, p. D. Babu, m. Singh, a. Ray, t. Maitra and a. Singh, correlation between multiferroic properties and processing parameters in  $\text{NdFeO}_3\text{-PbTiO}_3$  solid solutions, *j. Alloy. Compd.* 764, (2018) 824-833. 10.1016/j.jallcom.2018.06.058.
- [6]. n. Sheoran, v. Kumar and a. Kumar, comparative study of structural, magnetic and dielectric properties of  $\text{CoFe}_2\text{O}_4 @ \text{BiFeO}_3$  and  $\text{BiFeO}_3 @ \text{CoFe}_2\text{O}_4$  core-shell nanocomposites, *j. Magn. Magn. Mater.* 475, (2019) 30-37. 10.1016/j.jmmm.2018.11.120.
- [7]. m. Yaseen, h. Ambreen, r. Mehmood, m. Iqbal, j. Iqbal, t. Alshahrani, s. Noreen and a. Laref, investigation of optical and thermoelectric properties of  $\text{PbTiO}_3$  under pressure, *physica b: physics of condensed matter.* 615, (2021) 412857. 10.1016/j.physb.2021.412857.
- [8]. v. A. Chaudhari and g. K. Bichile, synthesis, structural, and electrical properties of pure  $\text{PbTiO}_3$  ferroelectric ceramics, *smart materials research.* 2013, (2013) 1-9. 10.1155/2013/147524.
- [9]. c. E. Ciomaga, m. Airimioaei, i. Turcan, a. V. Lukacs, s. Tascu, m. Grigoras, n. Lupu, j. Banys and l. Mitoseriu, functional properties of percolative  $\text{CoFe}_2\text{O}_4\text{-PbTiO}_3$  composite ceramics, *j. Alloy. Compd.* 775, (2019) 90-99. 10.1016/j.jallcom.2018.10.088.

- [10]. g. Qi, h. Ren, h. Fan and y. Liu, preparation of  $\text{cofe}_2\text{o}_4$  nanoparticles based on high-gravity technology and application for the removal of lead, *chemical engineering research and design*. 147, (2019) 520-528. 10.1016/j.cherd.2019.05.047.
- [11]. l. S. Ferreira, t. R. Silva, j. R. D. Santos, v. D. Silva, r. A. Raimundo, m. A. Morales and d. A. Macedo, structure, magnetic behavior and oer activity of  $\text{cofe}_2\text{o}_4$  powders obtained using agar-agar from red seaweed (rhodophyta), *mater. Chem. Phys.* 237, (2019) 121847. 10.1016/j.matchemphys.2019.121847.
- [12]. m. Kamranifar, a. Allahresani and a. Naghizadeh, synthesis and characterizations of a novel  $\text{cofe}_2\text{o}_4@ \text{cus}$  magnetic nanocomposite and investigation of its efficiency for photocatalytic degradation of penicillin g antibiotic in simulated wastewater, *j hazard mater.* 366, (2019) 545-555. 10.1016/j.jhazmat.2018.12.046.
- [13]. g. Channagoudra, a. K. Saw, k. Dey, d. Xavier, r. Venkatesh, v. Subramanian, d. K. Shukla and v. Dayal, substantial magnetoelectric response in  $2/3[\text{pb}(\text{mg}_{1/3}\text{nb}_{2/3})\text{o}_3]-1/3[\text{pbtio}_3]-\text{cofe}_2\text{o}_4$  composites, *j. Alloy. Compd.* 863, (2021) 158504. 10.1016/j.jallcom.2020.158504.

## **KAOLANH TRONG VAI TRÒ PHỤ GIA CHỐNG ĐÓNG CẶN CHO ĐỐT NHIÊN LIỆU SINH KHỐI**

**Nguyễn Trường Giang\***

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội.

\*Tác giả liên hệ: Email: [ntgiang@utc.edu.vn](mailto:ntgiang@utc.edu.vn)

**Tóm tắt.** Hiện tại, nhiên liệu sinh khối đang nhận được quan tâm lớn trên thế giới do có thể thay thế cho nhiên liệu hóa thạch như xăng, dầu, than đá đang dần cạn kiệt. Nhiên liệu sinh khối (như bã mía, trấu, gỗ,...) được coi là nguồn năng lượng tái tạo và tuần hoàn. Tuy vậy, nhiên liệu sinh khối khi đốt sinh ra một vấn đề lớn đó là đóng cặn hệ thống lò đốt, nguyên nhân chính là do bản thân nhiên liệu này có chứa các kim loại kiềm, kiềm thổ như K, Na. Từ đó, trong quá trình đốt, các nguyên tố này giải phóng và dễ hình thành lên những hợp chất vô cơ có nhiệt độ nóng chảy thấp, tạo ra hiệu ứng đóng cặn rất khó giải quyết cho hệ thống lò đốt. Một giải pháp hiện rất được quan tâm đó là sử dụng phụ gia từ Kaolanh (một loại khoáng đất sét được cấu thành chính bởi Kaolinit). Khoáng Kaolinit là dạng oxit của nhôm và silic có công thức hóa học điển hình là  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ . Oxit đa kim này trong Kaolanh có khả năng kết hợp Na, K (giải phóng từ đốt nhiên liệu sinh khối) để tạo thành hợp chất có nhiệt độ nóng chảy cao trên  $1200\text{ }^\circ\text{C}$ , từ đó ngăn hiệu ứng đóng cặn xỉ một cách hiệu quả. Bài báo này trình bày một tổng quan căn bản về vai trò của Kaolanh trong làm phụ gia chống đóng cặn hệ thống lò đốt cho nhiên liệu sinh khối biomass.

**Từ khóa:** Kaolanh, nhiên liệu sinh khối (biomass), năng lượng sinh khối, tro xỉ đóng cặn .

### **1. MỞ ĐẦU**

#### **1.1. Kaolanh**

Việt Nam là một trong các quốc gia có những nguồn Kaolanh với trữ lượng lớn, phân bố khá rộng, phổ biến ở nhiều nơi và các loại hình nguồn gốc hình thành khác nhau. Các nguồn Kaolanh này được hình thành chủ yếu theo 3 kiểu nguồn gốc là phong hoá, trầm tích và nhiệt dịch. Các nguồn mỏ Kaolanh điển hình tại Việt Nam chủ yếu ở các tỉnh Phú Thọ, Yên Bái, Lào Cai. Trong tự nhiên, khoáng Kaolinit thường bị nhiễm bẩn hoặc lẫn tạp bởi oxit sắt, oxit titan, hỗn hợp kiềm, đất hiếm, và các khoáng đất sét khác như halloysit, hydromica, illit, montmorilonit.

Kaolanh là nguyên liệu thiên tạo có giá trị kinh tế cao, được dùng trong nhiều lĩnh vực sản xuất của nền kinh tế quốc dân như sản xuất giấy, gốm sứ, gạch samôt chịu lửa, gạch chịu axit, cao su, công nghiệp da, vải nhân tạo và dây cáp, công nghiệp hoá học, sơn và cả mỹ phẩm. Chất lượng và khả năng sử dụng trong các ngành công nghiệp phụ thuộc vào thành phần hoá học, đặc điểm cơ lý, thành phần khoáng vật của Kaolanh.

Kaolanh được sử dụng trực tiếp khi lấy về từ tự nhiên, hoặc đã qua các công nghệ làm sạch, làm giàu hoặc biến tính. Các chỉ số yêu cầu công nghiệp đối với Kaolanh chủ yếu dựa vào chỉ tiêu về thành phần hoá học của các oxit  $Al_2O_3$ ,  $TiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $CaO$ ,  $SO_3$ ,... và các tính chất lý hoá, cơ lý như độ phân tán, độ bền cơ học ở trạng thái khô, độ chịu lửa, độ trắng.

## 1.2. Nhiên liệu sinh khối

Nhiên liệu sinh khối hay còn thường được biết đến với cái tên là biomass, đây là những loại vật liệu sinh học có nguồn gốc từ sinh vật, thực vật như phế phẩm từ nông nghiệp, lâm nghiệp (như rơm, rạ, vỏ trấu, bã mía, lá khô, vụn gỗ, giấy vụn, chất thải động vật,...). Nhiên liệu sinh khối biomass được sử dụng từ cách đây đã rất lâu, nó có thể ở dạng khí, lỏng và rắn, và được sử dụng để phục vụ trong đời sống và nhiều ngành sản xuất. Cách sử dụng nhiên liệu biomass phổ biến đó là đốt để tạo ra nhiệt năng. Biomass ngày nay rất được quan tâm do đây là nguồn năng lượng sạch, tái tạo và tuần hoàn. Các nguồn biomass phổ biến:

- **Gỗ và phụ phẩm từ nông nghiệp:** Biomass được tạo ra bằng việc khai thác các nguồn nguyên liệu như bã mía, cỏ khô, ngô, cỏ tự nhiên, cây gai dầu, dầu cọ, rơm, bã cây, lá khô, vụn gỗ, giấy,...
- **Chất thải rắn:** Biomass từ rác thải rắn đô thị, bùn thải, rác thải công nghiệp, góp phần rất lớn trong việc xử lý rác thải.
- **Khí sinh học:** Việc xử lý chất thải công nghiệp, chất thải động vật, và nước thải để tạo ra khí đốt bio-gas và syngas.

Nhiên liệu Biomass được sử dụng làm nhiên liệu đốt cho các lò hơi giúp hàng trăm doanh nghiệp tiết kiệm chi phí đáng kể cũng như giúp góp phần không hề nhỏ trong việc bảo vệ môi trường khỏi lượng khí thải không tốt từ các nguyên liệu khác gây ra. Sự tích tụ  $CO_2$  (sinh ra từ đốt nhiên liệu) trong bầu khí quyển là một trong những nguyên nhân hàng đầu gây nên sự ấm lên toàn cầu. Khi mà nhiên liệu sinh khối được sử dụng bền vững để thay thế nhiên liệu hóa thạch, thực tế sẽ giảm thiểu sự gia tăng  $CO_2$  này. Việc đốt Biomass đốt lượng Các-bon đã có trong chu trình tự nhiên nghĩa là không có thêm lượng  $CO_2$  vào bầu khí quyển. Hầu hết nhiên liệu sinh khối trong vòng đời trung bình của con người và do đó được coi là một chu trình Các-bon tuần hoàn. Tuy nhiên, nhiên liệu sinh khối vẫn tồn tại một số nhược điểm như sau:

- Nhiên liệu sinh khối được sản xuất từ vật liệu sinh học, đây là nhiên liệu có ảnh hưởng lớn đến dưỡng chất cần thiết cho đất đai, dẫn đến làm giảm thiểu lượng đất dùng cho ngành nông nghiệp.
- Nhiên liệu sinh khối so với nhiên liệu hóa thạch thì có phần cung cấp hàm lượng năng lượng thấp hơn.
- Phụ thuộc vào từng vùng địa lý cụ thể mà khả năng cung cấp nhiên liệu sinh khối là khác nhau vì vậy chi phí nhiên liệu sẽ tương đối cao so với mặt bằng chung sử dụng nhiên liệu hóa thạch là Than Đá.
- Nhiên liệu sinh khối cháy tương đối chậm và cần nhiều không gian đốt cháy nên cần thiết kế hệ thống lò hơi sử dụng công nghệ phù hợp.

## **2. KAO -LANH LÀM PHỤ GIA CHP CHỐNG ĐÓNG CẶN ĐỐT NHIÊN LIỆU SINH KHỐI**

Kaolin hiện rất được quan tâm nghiên cứu làm phụ gia cho đốt nhiên liệu sinh khối với vai trò chính là giảm, ngăn ngừa đóng cặn hệ thống buồng đốt. Các nhiên liệu sinh khối và cả nhiên liệu từ rác thải rắn đô thị khi đốt tạo ra vấn đề rất lớn đó là đóng cặn hệ thống buồng đốt (do các kim loại kiềm, kiềm thổ K, Na,... tạo ra hợp chất có nhiệt độ nóng chảy thấp ở vùng 700 - 900 °C). Ví dụ điển hình, trong đốt nhiên liệu cho nhiệt điện, các cặn và xỉ được tạo ra là một thách thức rất lớn do chúng rất khó làm sạch và chi phí tốn kém. Hiện tượng tạo xỉ trên bề mặt buồng đốt, đường ống khí thải, hệ thống trao đổi nhiệt làm giảm hiệu quả truyền nhiệt, gây tắc nghẽn hệ thống, ăn mòn vật liệu cấu thành. Khả năng tạo cặn, xỉ của nhiên liệu sinh khối cao hơn so với than do sinh khối chứa 70 - 80% hợp chất dễ bay hơi của kim loại kiềm và kiềm thổ tạo thành các hợp chất có ở nhiệt độ nóng chảy thấp, trong khi nhiên liệu than chỉ là 10 - 50%. Khi đốt nhiên liệu nhiệt độ tăng lên, các kim loại kiềm (K, Na) trong nhiên liệu tạo giải phóng thành hạt bụi hoặc phản ứng với các thành phần khác trong tro bay dẫn đến sự hình thành nhanh chóng các cặn cứng và khó xử lý trên bề mặt lò đốt. Các kim loại cùng với các thành phần khoáng khác trong tro tạo thành các hợp chất phức tạp với nhiệt độ nóng chảy thấp (chủ yếu là do K, một phần cũng là do Na). Kim loại kiềm, kiềm thổ sẽ bay hơi và tạo thành các cặn trên bề mặt lò ở vùng nhiệt độ thấp. Càng chứa nhiều kim loại kiềm thì nhiệt độ nóng chảy của tro càng thấp và xu hướng tạo xỉ càng cao. Nhiệt độ đốt cháy thường cao hơn nhiệt độ nóng chảy của cả 2 silicat (kali silicat, natri silicat). Kali thường được giải phóng dưới dạng K, KCl, KOH, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (dưới 750 °C), K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (770 °C), Kali silicat (600 °C). Một hệ gồm KCl và K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> có thể nóng chảy ở nhiệt độ rất thấp từ 550 °C trở xuống gây ra hiện tượng đóng cặn. Hỗn hợp K<sub>2</sub>O.4SiO<sub>2</sub> có điểm nóng chảy thấp dưới 750 °C (nếu muốn tăng điểm nóng chảy lên khoảng 1300 °C cần có thêm thêm 88 g SiO<sub>2</sub> hoặc 33 g CaO cho mỗi 100 g hỗn hợp K<sub>2</sub>O.4SiO<sub>2</sub>). NaO cũng có hành vi tương tự, nó tạo thành Na<sub>2</sub>O(SiO<sub>2</sub>)<sub>2</sub> (có nhiệt độ nóng chảy là 875 °C). Hỗn hợp chứa 26% natri oxit, 62% SiO<sub>2</sub> và 12 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> có nhiệt độ nóng chảy thấp 732 °C.

Một số phương pháp đã được sử dụng để giảm thiểu các vấn đề liên quan đến tro trong quá trình đốt như là phương pháp sử dụng phụ gia, trộn nhiên liệu, tiền xử lý để lọc bỏ các nguyên tố có nguy cơ ảnh hưởng đến quá trình đốt cháy. Việc sử dụng các chất phụ gia đã được chứng minh là có tác dụng ức chế sự bay hơi của các chất chứa kiềm và kiềm thổ trong quá trình đốt cháy và do đó làm giảm các vấn đề về xỉ và cặn bản liên quan đến quá trình đốt cháy sinh khối. Nguyên lý của hợp chất có nhiệt độ nóng chảy cao hơn nhiệt độ cháy trong lò để giảm hiện tượng đóng cặn hệ thống lò đốt. Có thể chia phụ gia thành bốn nhóm chính là phụ gia gốc nhôm silicat, phụ gia gốc lưu huỳnh, phụ gia gốc canxi và phụ gia giàu photpho. Nhóm phụ gia gốc nhôm silicat như trong đất sét, Kaolan sẽ tạo ra silicat kali nhôm khi tham gia đốt nhiên liệu. Kaolinit trong Kao-lanh phân hủy và giải phóng độ ẩm vào ở nhiệt độ từ 450°C đến 600°C (phản ứng hấp thu nhiệt) để tạo ra hỗn hợp vô định hình của nhôm oxit và silic oxit gọi là meta-kaolinit. Chính meta-kaolinit này sau đó ngăn chặn việc giải phóng kali bay hơi từ sinh khối bằng cách phản ứng với các hợp chất kali (dạng khí) để tạo thành silicat kali nhôm. Sản phẩm chính từ phản ứng của Kaolinit với KCl là kalsilit (KAlSiO<sub>4</sub>) và leucit (KAlSi<sub>2</sub>O<sub>6</sub>) và được tìm thấy có nhiệt độ nóng chảy trên 1500°C. Việc thêm silicat nhôm



vào nhiên liệu sinh khối trong quá trình đốt đã được tìm thấy là một cách hiệu quả để giảm thiểu hiện tượng bám cặn do KCl bằng cách gắn kali vào khoáng vật tro. Các tài liệu cho thấy là nó thay đổi tùy thuộc vào loại sinh khối. Ngoài việc phân tích sự giải phóng dạng khí/hơi từ các mẫu, tro-xi đáy cũng được kiểm tra để tìm ra cân bằng khối lượng nguyên tố ở các nhiệt độ khác nhau và áp dụng các mức phụ gia khác nhau.

### **3. KẾT LUẬN**

Kao-lanh là vật liệu thiên tạo với khoáng vật Kaolinit ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ) chiếm tỉ phần chính. Vật liệu Kao-lanh khá phổ biến tại Việt nam khi có nhiều mỏ tại các tỉnh Phú Thọ, Yên Bái và Lào Cai. Kao-lanh có thể được áp dụng trong nhiều ngành công nghiệp khác nhau. Trong đó, gần đây, Kao-lanh được quan tâm cho áp dụng làm chất phụ gia chống đóng cặn hệ thống lò đốt cho nhiên liệu sinh khối. Điều này là do  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$  có khả năng kết hợp với K, Na (giải phóng từ quá trình đốt nhiên liệu sinh khối) thành hợp chất có nhiệt độ nóng chảy cao, từ đó ngăn ngừa hiệu quả hiện tượng đóng cặn. Bài báo đưa ra khuyến nghị nên dùng các nguồn Kao-lanh chất lượng thấp (lẫn oxit tạp) để phát triển thành phụ gia cho đốt nhiên liệu sinh khối khi có thể tối ưu về giá thành và tận dụng được các nguồn nguyên liệu.

### **4. LỜI CẢM ƠN**

Công trình này được tài trợ bởi Trường Đại học Giao thông vận tải (ĐH GTVT) trong đề tài mã số **T2024-CB-004**.

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. C. Ram, A. Kumar, P. Rani, Municipal solid waste management: A review of waste to energy (WtE) approaches, *Bioresources*, 16, 4275-4320 (2021).
- [2]. Waste-to-Energy from Municipal Solid Wastes, <https://www.energy.gov/>.
- [3]. Hiện trạng công nghệ xử lý khí tại các nhà máy đốt rác sinh hoạt ở Việt Nam, <http://tapchimoitruongvn>.
- [4]. Cập nhật tình hình hoạt động sản xuất tại nhà máy điện rác lớn nhất Việt Nam, <https://nangluongvietnamvn/>.
- [5]. Australia's 'trojan horse' plastics waste policy fuels toxic trade across Asia, <https://ipen.org/>
- [6]. R. Chavda, P. Mahanwar, Effect of inorganic and organic additives on coal combustion: a review, *International Journal of Coal Preparation and Utilization*, 41, 749-766 (2018).
- [7]. Vỏ trấu và công dụng của vỏ trấu, <https://vaas.vn>.
- [8]. D. Wu, Y. Wang, Y. Wang, S. Li và X. Wei, "Release of alkali metals during co-firing biomass and coal," *Renew. Energy*, (2016).
- [9]. A. Muthadhi, R. Anitha và S. Kothandaraman, "Rice husk ash- Properties and its uses: A review" *J. Inst. Eng. India*, (2007).

- [10]. S. V. Vassilev, D. Baxter, L. K. Andersen và C. G. Vassileva, “An overview of the chemical composition of biomass,” *Fuel*, 913 (2010).
- [11]. David Charles Nichols và MChem, “Impact of Aluminosilicate Additives on Potassium Retention during Biomass Combustion”, the University of Nottingham, (2018).
- [12]. Izabella Maj, Krzysztof Matus, Aluminosilicate Clay Minerals: Kaolin, Bentonite, and Halloysite as Fuel Additives for Thermal Conversion of Biomass and Waste, *Energies*, 16(11), 4359 (2023).
- [13]. Abioye Kunmi J, Harun Noorfidza Y, Saeed Anwar A. H, A Brief Review of Solving Biomass Ash Deposition with Aluminum-Silicate Based Additives and Future Perspective of Kaolin, *Chemical Engineering Transactions*, 98, 27-32 (2023).
- [14]. Eric Danso-Boateng, Osei-Wusu, Bioenergy and biofuel production from biomass using thermochemical conversions technologies—a review, *AIMS Energy*, 10, 585-647 (2022).
- [15]. Lee James Roberts, Additives to Mitigate Against Slagging and Fouling in Biomass Combustion, PhD and Master thesis, University of Leeds, (2018).

## NANO COMPOSIT TRÊN NỀN NANO TỪ TÍNH VÀ ỨNG DỤNG

Chu Tiến Dũng\*

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

\* Tác giả liên hệ: Email: Chutdung-vly@utc.edu.vn

**Tóm tắt.** Vật liệu nano composit trên nền nano từ tính  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  được chế tạo bằng các phương pháp đồng kết tủa, thủy phân - ngưng tụ, hóa khử với sự hỗ trợ của sóng siêu âm. Nano composit từ tính - kim loại  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Ag}$  vừa thể hiện tính chất siêu thuận từ với từ độ bão hòa cao ( $40,8 \text{ emu.g}^{-1}$  tại từ trường ngoài  $10,2 \text{ kOe}$ ), lực kháng từ nhỏ; vừa thể hiện tính chất xúc tác quang mạnh, tán xạ Raman tăng cường bề mặt. Nano composit từ tính - bán dẫn  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-ZnS:Mn@SiO}_2$  thể hiện đồng thời hai tính chất siêu thuận từ của nano từ tính  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  và tính chất quang của nano bán dẫn  $\text{ZnS:Mn}$  hứa hẹn trở thành các vật liệu tiên tiến nhằm ứng dụng trong xử lý ô nhiễm và phân tách, chọn lọc các thực thể y sinh học trong tương lai gần.

**Từ khóa:** Nano composit,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , Ag, ZnS:Mn.

### 1. MỞ ĐẦU

Vật liệu nano là vật chất có kích thước giới hạn (theo 1 chiều nào đó) xung quanh giá trị 100 nm, bằng mắt thường, chúng ta gần như không thể nhìn thấy hay cảm thấy sự tồn tại của các vật liệu ở kích thước này [1-5]. Vật liệu nano giúp thay đổi hoàn toàn bộ mặt của khoa học công nghệ hiện nay, chúng có ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau như: mỹ phẩm, thực phẩm, dược phẩm, vật liệu xây dựng, hàng tiêu dùng, điện tử hiện đại và đặc biệt trong lĩnh vực xử lý môi trường nước, y sinh học [6-13]. Công nghệ nano và vật liệu nano đem đến nhiều cơ hội và thách thức lớn trong lĩnh vực xử lý ô nhiễm nước, các công nghệ phân tách, chọn lọc làm giàu thực thể y sinh học. Việc sử dụng vật liệu nano trong xử lý ô nhiễm môi trường hay phân tách, chọn lọc thực thể y sinh học là một giải pháp tốt mang lại hiệu quả cao đã và đang được nghiên cứu phát triển mạnh mẽ trong thời gian gần đây [2-8]. Các hạt nano ôxit sắt từ tính  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  có tính chất siêu thuận từ với từ độ bão hòa kỹ thuật ( $M_s$ ) cao ở nhiệt độ phòng giúp có thể điều khiển, định hướng, phân tán và thu hồi các hạt nano này dễ dàng bằng từ trường bên ngoài. Hơn nữa, các hạt chế tạo được có kích thước cỡ nano mét nên tỉ lệ diện tích bề mặt trên cùng một đơn vị khối lượng của vật liệu rất lớn so với các vật liệu khối thông thường, tính chất này mang lại khả năng hấp thụ chất ô nhiễm của vật liệu nano tăng lên đáng kể [3-10]. Ngoài ra, để tăng khả năng hấp thụ chất ô nhiễm thì các hạt nano  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  được chức năng hóa bề mặt bằng các lớp vỏ bọc khác nhau: silica ( $\text{SiO}_2$ ), chitosan, các nhóm chức hữu cơ, một số chất vô cơ khác ... [5 - 15]. Trong đó, silica được biết đến là vật liệu tương thích môi trường cao, có tính chất bề mặt xốp dạng vô định hình nên tăng khả năng hấp thụ chất ô nhiễm. Bên cạnh đó, để xử lý các chất ô nhiễm hữu cơ, vi khuẩn, ... trong dung dịch một cách triệt để thì các hạt nano bán dẫn ZnO,  $\text{TiO}_2$ , ZnS:Mn, ... với

khả năng quang xúc tác mạnh trong vùng ánh sáng tử ngoại [5 - 12], hay nano kim loại quý Ag với khả năng kháng khuẩn mạnh hứa hẹn sẽ xử lý chất ô nhiễm hiệu quả cao [11, 12]. Nghiên cứu này trình bày về một số kết quả thực nghiệm chế tạo một số vật liệu nano composit trên nền vật liệu nano từ tính Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>.

## 2. THỰC NGHIỆM

### 2.1. Chế tạo nano composit kim loại trên nền nano từ tính

Hạt nano Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> được chế tạo bằng phương pháp đồng kết tủa và được chức năng hoá với APTES bằng phương pháp thủy phân - ngưng tụ như báo cáo nhóm tác giả Chu [17] (với lượng tiền chất APTES là 3 ml) và thu được các mẫu nano Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> chức năng hóa với nhóm amin (-NH<sub>2</sub>) ký hiệu là Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-N.

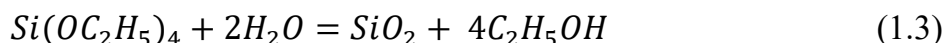
Lấy 10 ml hạt nano Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-N phân tán trong 40 ml cồn và thêm vào dung dịch NH<sub>4</sub>OH 28% phù hợp để pH của dung dịch 11. Sau đó, thêm vào 2 ml dung dịch AgNO<sub>3</sub> và rung siêu âm trong 1 giờ trước khi để hấp thụ qua đêm. Sau khi hấp thụ, các cốc chứa hỗn hợp dung dịch trên được phân tán đều bằng rung siêu âm trong 15 phút trước khi nhỏ chậm 2 ml dung dịch NaBH<sub>4</sub>. Hỗn hợp dung dịch tiếp tục rung siêu âm trong 2 giờ, sau đó lấy ra lọc rửa sạch với nước cất bằng phân tách từ để thu được các hạt nano composit ký hiệu là Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/Ag. Lớp vỏ silica SiO<sub>2</sub> được hình thành nhờ phương pháp thủy phân – ngưng tụ tetraethyl orthosilicate (TEOS) trong môi trường kiềm.

### 2.2. Chế tạo nano composit bán dẫn trên nền nano từ tính

Chế tạo các hạt nano bán dẫn ZnS pha tạp Mn (ký hiệu là ZnS:Mn) được thực hiện bằng phương pháp đồng kết tủa có sự hỗ trợ của sóng siêu âm [16, 17]. Do bán kính ion của Zn<sup>2+</sup> và Mn<sup>2+</sup> tương đương nhau, nên trong quá trình đồng kết tủa Zn<sup>2+</sup> bằng dung dịch Na<sub>2</sub>S, thì một số ion nguyên tử Mn<sup>2+</sup> đã thay thế vị trí của Zn<sup>2+</sup> trong mạng tinh thể ZnS hình thành theo phương trình phản ứng (1.1) và (1.2) dưới đây.



Các hạt nano composit bán dẫn trên nền nano từ tính (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-ZnS:Mn) trong matrix silica SiO<sub>2</sub> được chế tạo bằng phương pháp vi nhũ tương đảo nhờ phản ứng thủy phân và ngưng tụ tetraethyl orthosilicate (TEOS) theo phương trình phản ứng (1.3) như sau:

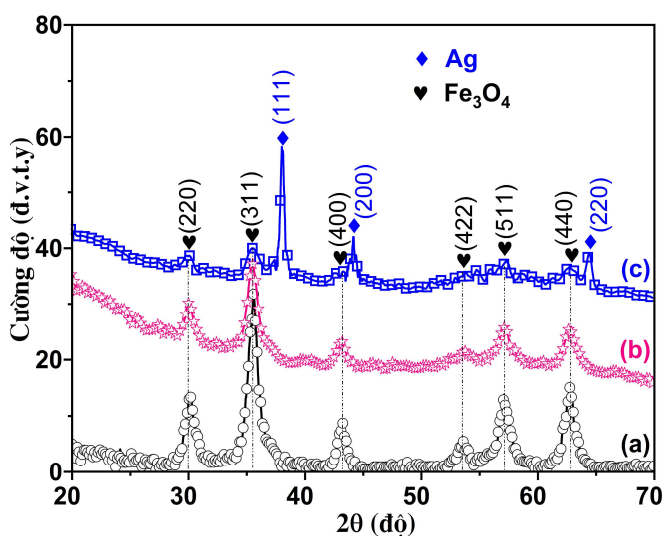


Ban đầu hỗn hợp 4 ml hạt nano Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> và 4 ml hạt nano bán dẫn ZnS:Mn được phân tán đều trong 22 ml dung dịch CTAB (cetyltrimethylammonium bromide) bằng rung siêu âm mạnh trong bể siêu âm được dung dịch A. Thêm vào dung dịch A 60 ml toluen và tiếp tục rung siêu âm trong 30 phút trước khi thêm vào hỗn hợp dung dịch này 4 ml TEOS và 6 ml NH<sub>4</sub>OH 28%. Để xảy ra phản ứng thủy phân TEOS theo phương trình (1.3) thì hỗn hợp dung dịch được rung siêu âm trong 1 giờ trước khi lấy ra lọc rửa sạch bằng nước cất khử ion nhiều lần nhờ tách lọc bằng từ trường của nam châm đất hiếm. Các mẫu hạt nano composit chế tạo được ký hiệu là Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-ZnS:Mn/SiO<sub>2</sub>.

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Thành phần, cấu trúc, tính chất và định hướng ứng dụng của vật liệu nano composit kim loại trên nền nano từ Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>

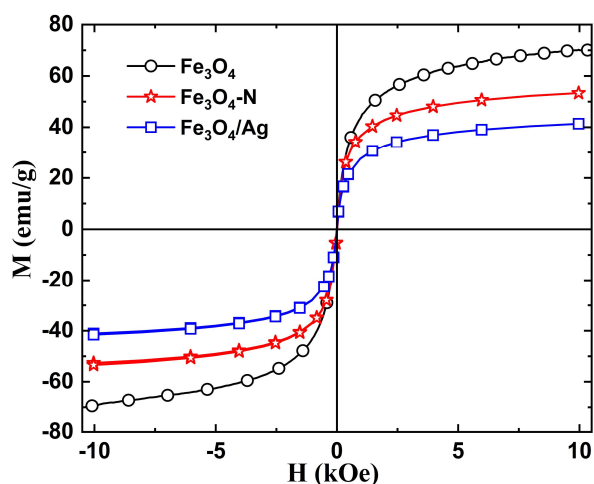
Cấu trúc và thành phần pha của vật liệu nano Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-N và Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/Ag được mô tả trên giản đồ nhiễu xạ tia X (Hình 1). Các hạt nano ôxit sắt từ Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> có cấu trúc lập phương, dạng spinel ngược thuộc nhóm cấu trúc không gian Fd-3m được thể hiện rõ thông qua giản đồ nhiễu xạ tia X (XRD) của nano Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> xuất hiện rõ các đỉnh nhiễu xạ tại các vị trí tương ứng các mặt phẳng nhiễu xạ (220), (311), (400), (422), (511) và (440) phù hợp với phổ chuẩn của ôxit sắt từ Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (JCPDS Cards 19-0629) [9 - 12]. Hằng số mạng của tinh thể nano Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> tính toán được từ phổ XRD là  $a = 8,385 \pm 0,011$  (Å) phù hợp với các kết quả đã được công bố [7 - 11]. Do đó, đường kính của hạt nano Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> tính toán từ công thức Scherrer có giá trị là  $D = 10,3 \pm 2,9$  (nm), ở kích thước này các hạt nano Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> đạt điều kiện kích thước tới hạn của vật liệu siêu thuận từ [7, 13]. Các hạt nano Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> có thể được chức năng hoá với các phân tử APTES bằng phản ứng thủy phân – ngưng tụ tạo thành các nhóm chức amin (-NH<sub>2</sub>) gắn kết trên bề mặt hạt nano Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> mà không làm thay đổi tính chất của vật liệu này. Giản đồ XRD của mẫu vật liệu nano composit Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/Ag ngoài sự xuất hiện của các đỉnh nhiễu xạ đặc trưng của tinh thể nano Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> với cường độ đỉnh giảm tương đối so với cường độ đỉnh trong mẫu nano Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> đơn lẻ, còn xuất hiện các đỉnh nhiễu xạ tương ứng với vị trí các mặt phẳng nhiễu xạ (111), (200) và (220) của tinh thể nano Ag, phù hợp với phổ chuẩn của kim loại Ag (JCPDS Cards 4-0783) [3, 12]. Các đỉnh nhiễu xạ trên giản đồ XRD là minh chứng cho thấy tinh thể nano Ag hình thành có cấu trúc lập phương tâm mặt phù hợp với các công bố của Mayer và cộng sự [1]. Hơn nữa, trong giản đồ XRD của mẫu composit Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/Ag không còn xuất hiện đỉnh nhiễu xạ tại các vị trí của mặt phẳng tinh thể (400) và (422) của tinh thể nano Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. Nguyên nhân của sự mất đỉnh và suy giảm cường độ nhiễu xạ tại các vị trí của tinh thể Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> có thể được giải thích một phần là do sự hình thành các nano tinh thể Ag bao bọc xung quanh tinh thể Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> làm suy giảm cường độ, giảm độ xuyên sâu của tia X chiếu tới vật liệu từ tính bên trong. Kết quả XRD là minh chứng rõ ràng cho thấy sự tồn tại đồng thời 2 thành phần pha vật liệu kim loại Ag và từ tính Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> trong composit.



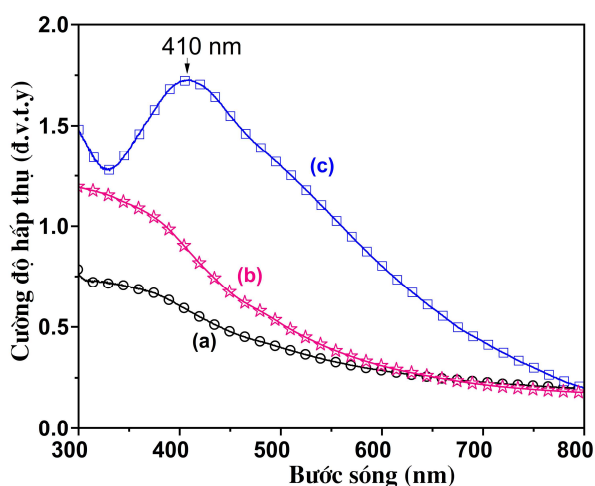
**Hình 1.** Giản đồ nhiễu xạ tia X của các mẫu vật liệu nano Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, nano Ag và composit Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/Ag.

Tính chất từ của vật liệu thu được thông qua khảo sát đường cong từ độ ( $M$ ) của mẫu vật liệu phụ thuộc vào cường độ từ trường bên ngoài ( $H$ ) trên hệ đo DMS 880 cho kết quả được mô tả như Hình 2. Các đường cong  $M(H)$  của các mẫu khảo sát đều đi qua gốc 0, không có hiện tượng từ trễ - tức là khi từ trường ngoài  $H$  tiến tới 0 (Oe) thì từ độ  $M$  của vật liệu đạt tới giá trị rất nhỏ. Kết quả này cho biết các mẫu vật liệu nano đã chế tạo có tính chất siêu thuận từ (với từ dư và lực kháng từ nhỏ). Tính chất này của vật liệu là điều kiện tốt cho các hạt nano siêu thuận từ có thể phân tán dễ dàng trong dung môi khi không có từ trường ngoài bằng chuyển động khuếch tán nhiệt của phân tử vào dung dịch giúp cho các vật liệu siêu thuận từ có thể bắt cặp với các thực thể môi trường, sinh học mục tiêu [4 - 7]. Điều đặc biệt, tính chất siêu thuận từ của vật liệu (khi từ trường ngoài tăng lên đạt một giá trị nhất định thì giá trị từ độ của vật liệu tăng nhanh và đạt giá trị bão hoà ở nhiệt độ khảo sát - nhiệt độ phòng). Giá trị từ độ bão hoà tỉ lệ thuận với độ cảm từ của vật liệu giúp có thể dễ dàng định hướng, khu trú, thu hồi các vật liệu siêu thuận từ trong dung dịch bằng từ trường bên ngoài [5 - 11]. Ở nhiệt độ phòng, từ độ bão hoà của mẫu nano  $Fe_3O_4$ ,  $Fe_3O_4-N$ ,  $Fe_3O_4/Ag$  thu được có giá trị cao tương ứng là  $69,3 \text{ emu.g}^{-1}$ ,  $51,9 \text{ emu.g}^{-1}$  và  $40,8 \text{ emu.g}^{-1}$  tại từ trường ngoài  $10,2 \text{ kOe}$ . Sự suy giảm của từ độ bão hoà trong các mẫu vật liệu nano được giải thích là do sự hình thành các lớp chức năng hoá  $(-(O-)_3Si-C_3H_6-NH_2)$  không có từ tính hoặc hình thành các vật liệu nghịch từ (nano Ag) không có mômen từ tính nên dẫn đến từ độ trên một đơn vị khối lượng giảm [12]. Kết quả đo tính chất từ cũng là một cơ sở giúp khẳng định sự hình thành các nhóm  $-NH_2$  và nano Ag gắn kết với nano  $Fe_3O_4$  tạo thành composit  $Fe_3O_4/Ag$ .

Tính chất siêu thuận từ của vật liệu nano composit với từ độ bão hoà ở nhiệt độ phòng cao giúp cho các hạt nano siêu thuận từ không bị kết tụ, có thể phân tán dễ dàng trong dung dịch nhằm xử lý tối đa các chất ô nhiễm và xa hơn có thể thu hồi lại các hạt nano này bằng gradien từ trường bên ngoài.



**Hình 2.** Đường cong siêu thuận từ của các mẫu vật liệu nano  $Fe_3O_4$ ,  $Fe_3O_4-N$  và composit  $Fe_3O_4/Ag$ .

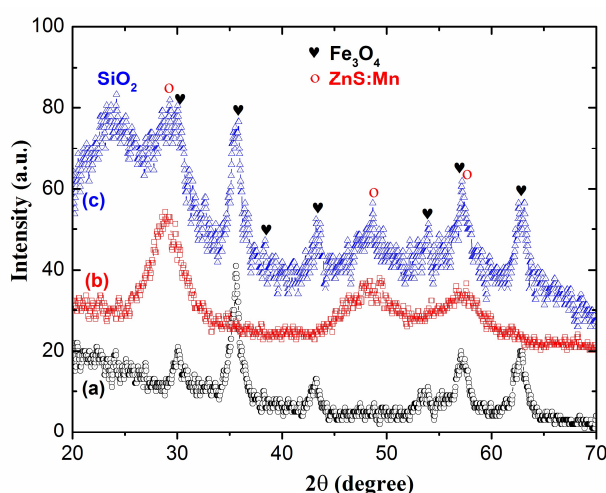


**Hình 3.** Phổ hấp thụ UV-Vis của các mẫu vật liệu nano  $Fe_3O_4$ ,  $Fe_3O_4-N$  và composit  $Fe_3O_4/Ag$ .

Bên cạnh đó, dựa vào đặc trưng đỉnh hấp thụ UV-Vis của các hạt nano kim loại quý cũng có thể đánh giá tương đối về kích thước của các hạt nano này. Các mẫu hạt nano từ tính Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> và Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-N không tồn tại đỉnh hấp thụ (Hình 3), trong khi mẫu composite Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/Ag có đỉnh hấp thụ đặc trưng tại bước sóng 410 nm. Hơn thế nữa, trong mẫu composite xuất hiện bờ hấp thụ rộng xung quanh bước sóng 540 nm là do hiện tượng Ostwald ripening làm các hạt nano Ag hình thành tụ lại với nhau để bao bọc xung quanh các hạt nano Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-N.

### 3.2. Thành phần, cấu trúc, tính chất và định hướng ứng dụng của vật liệu nano composit bán dẫn trên nền nano từ Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>

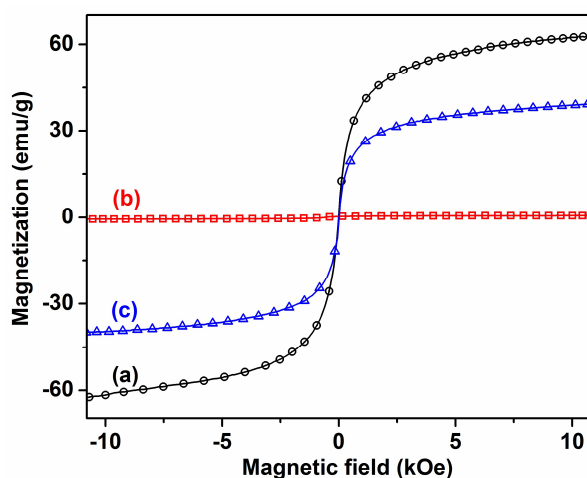
Các thành phần pha tinh thể và cấu trúc của các hạt nano Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, ZnS:Mn và hạt nano đa chức năng chế tạo bằng phương pháp Stöber Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-ZnS:Mn/SiO<sub>2</sub> được xác định trên giản đồ XRD Hình 4. Giản đồ XRD của ZnS:Mn xuất hiện các đỉnh nhiễu xạ rộng tại các góc 29,0°; 48,5°; 56,8° tương ứng với các mặt phẳng nhiễu xạ (111), (220) và (311) phù hợp với thẻ phổ chuẩn của ZnS:Mn (JCPDS 05-0566) cho thấy hạt nano ZnS:Mn tạo thành có cấu trúc dạng lập phương tâm mặt xếp chặt thuộc nhóm không gian zinc blende. Hằng số mạng, đường kính tinh thể của hạt nano ZnS:Mn tính toán được từ giản đồ XRD tương ứng là  $a = 5,343 \pm 0,035 \text{ \AA}$ ,  $D = 3.3 \pm 0.7 \text{ nm}$  ở kích thước này các nano bán dẫn đạt đến trạng thái kích thước tới hạn để xảy ra hiệu ứng giam giữ lượng tử. Giản đồ XRD của hạt nano composit Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-ZnS:Mn/SiO<sub>2</sub> có sự xuất hiện đồng thời đỉnh nhiễu xạ của tinh thể Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> và tinh thể ZnS:Mn tại các mặt phẳng phản xạ tương ứng (200), (311), (400), (422), (511), (440) và (111), (220), (311). Hơn nữa, sự xuất hiện gờ phổ rộng tại góc nhiễu xạ 22° - 26° được cho là ứng với pha vô định hình của silica - SiO<sub>2</sub> hình thành bao bọc xung quanh các hạt nano Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> và ZnS:Mn. Kết quả nhiễu xạ tia X là minh chứng cho thấy matrix silica hình thành đã gói đồng thời các hạt nano Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> và ZnS:Mn với nhau tạo thành hệ hạt nano composit.



**Hình 4.** Giản đồ nhiễu xạ tia X của các mẫu nano Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (a), ZnS:Mn10 (b), Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-ZnS:Mn/SiO<sub>2</sub> (c).

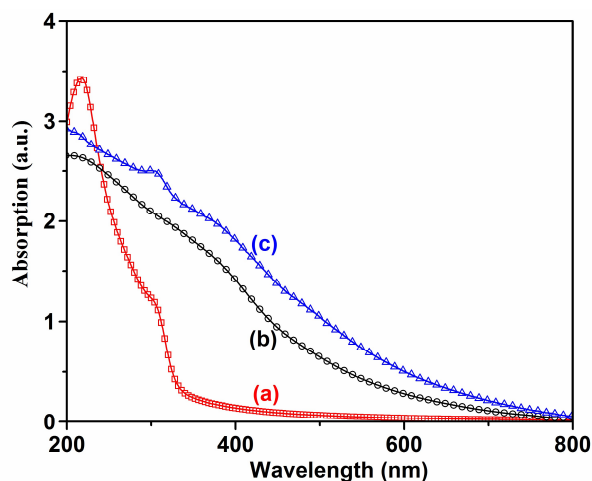
Các hạt nano composit sau khi cho bất cặp thực thể môi trường, có thể được chọn lọc làm giàu, phân tách và cô lập nhằm phát hiện, đánh dấu, chẩn đoán, xử lý các thực

thể này dễ dàng hơn, tối ưu hơn. Để thực hiện được công việc này một cách đơn giản thì tính chất từ của hạt nano composit đóng vai trò quan trọng. Vì vậy, tính chất từ của các hạt nano composit đã được khảo sát trên Hình 5.



**Hình 5.** Đường cong siêu thuận từ của các mẫu nano Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (a), ZnS:Mn10 (b), Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-ZnS:Mn/SiO<sub>2</sub> (c).

Kết quả cho thấy các hạt nano composit có tính chất siêu thuận từ với từ độ bão hòa kỹ thuật ở nhiệt độ phòng -  $M_S$  lớn lên đến 39,5 emu/g, trong khi lực kháng từ và từ dư của vật liệu gần như bằng 0 mang lại khả năng ứng dụng lớn cho vật liệu nano này trong phân tách và chọn lọc. Tính chất từ của hạt nano đa chức năng hoàn toàn là do đóng góp của hạt nano Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> với giá trị  $M_S$  lớn (61,7 emu/g) thể hiện tính chất siêu thuận từ với lực kháng từ và từ dư xấp xỉ bằng 0 ở nhiệt độ phòng.

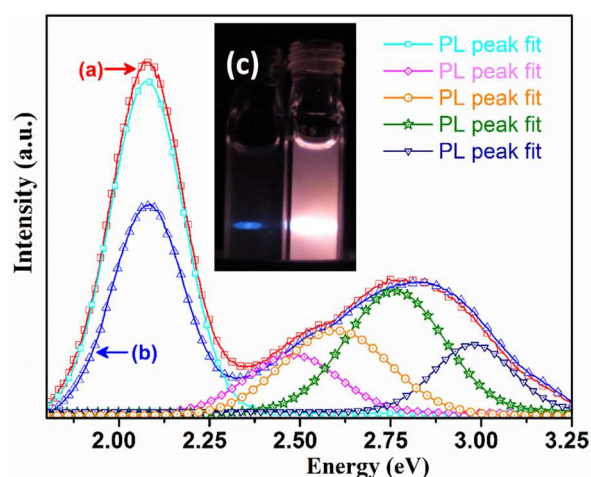


**Hình 6.** Phổ hấp thụ UV-Vis của các mẫu nano Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (a), ZnS:Mn10 (b), Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-ZnS:Mn/SiO<sub>2</sub> (c).

Tính chất quang của các mẫu hạt nano được khảo sát bằng quang phổ hấp thụ UV-Vis Hình 6 và phổ phát huỳnh quang đo ở nhiệt độ phòng Hình 7. Phổ hấp thụ của các mẫu hạt nano chỉ xuất hiện gờ hấp thụ của các mẫu ZnS:Mn và Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-ZnS:Mn/SiO<sub>2</sub> ở xung quanh bước sóng 325 nm được cho là sự hấp thụ của bán dẫn nền ZnS trong tinh thể hạt nano ZnS:Mn có cấu trúc zinc blende, là loại bán dẫn chuyển tiếp thẳng.



Quang phổ huỳnh quang thu được trên máy quang phổ huỳnh quang Oriol-Spec MS-257 nhờ chùm bức xạ laser kích thích He-Cd có bước sóng 325 nm. Kết quả phổ huỳnh quang của mẫu hạt nano ZnS:Mn10 (a), nano đa chức năng Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-ZnS:Mn/SiO<sub>2</sub> (b) và ảnh chụp phát huỳnh quang của hạt nano đa chức năng (c). Phổ huỳnh quang cho thấy sự xuất hiện của hai dải phát huỳnh quang chính. Một dải phát huỳnh quang xanh với phổ mở rộng có đỉnh ở 2,76 eV (ứng với bước sóng 449 nm) được gán cho là sự chuyển dời điện tử trong cấu trúc lập phương zinc blende của bán dẫn nền ZnS. Sử dụng hàm Gauss để fit các đỉnh phát quang khả dĩ trong dải màu xanh cho thấy sự tồn tại của 4 đỉnh phát quang khả dĩ ở các vị trí 2,97 eV (417 nm); 2,46 eV (504 nm) tương ứng được gán cho là sự chuyển dời điện tử giữa vùng dẫn đến các sai hỏng điện kễ lưu huỳnh (I<sub>S</sub>), sai hỏng nút khuyết kẽm (V<sub>Zn</sub>) và tại các vị trí 2,76 eV (449 nm); 2,59 eV (479 nm) được gán cho là sự chuyển dời điện tử giữa các sai hỏng điện kễ kẽm (I<sub>Zn</sub>), nút khuyết lưu huỳnh (V<sub>S</sub>) về vùng hóa trị [17]. Dải phát huỳnh quang chính màu vàng cam với cường độ lớn có trung tâm của đỉnh phát quang tại 2,07 eV (598 nm) được gán cho là sự chuyển dời điện tử từ trạng thái kích thích <sup>4</sup>T<sub>1</sub> sang trạng thái cơ bản <sup>6</sup>A<sub>1</sub> trong lớp vỏ 3d<sup>5</sup> của ion Mn<sup>2+</sup> pha tạp vào mạng tinh thể nền của ZnS [16, 17]. Kết quả này hứa hẹn khả năng dễ dàng phát hiện, đánh dấu các thực thể khi được gắn kết với loại hạt nano composit nhờ kỹ thuật chụp ảnh huỳnh quang sinh học sau khi tách chiết, cô lập bằng từ trường ngoài dựa trên từ tính của hạt nano Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>.



**Hình 7.** Phổ huỳnh quang của nano ZnS:Mn10 (a), Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-ZnS:Mn/SiO<sub>2</sub> (b).

Như vậy, với sự kết hợp của tính chất siêu thuận từ của Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> và tính chất phát huỳnh quang mạnh của hạt nano bán dẫn ZnS:Mn tạo thành các hạt nano composit có đầy đủ các tính chất của các hạt nano đơn lẻ cấu thành. Các hạt nano composit này hứa hẹn mang lại khả năng ứng dụng trong y - sinh học, xử lý môi trường.

#### 4. KẾT LUẬN

Nội dung báo cáo trình bày hệ vật liệu nano composit kim loại - từ tính (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-Ag) và nano composit từ tính - bán dẫn (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-ZnS:Mn) được chế tạo bằng các phương pháp hóa lý kết hợp với chi phí thấp. Các hạt nano composit thể hiện các đặc tính siêu thuận từ với từ độ bão hòa cao, lực kháng từ rất nhỏ xấp xỉ 0. Đồng thời các nano composit

còn thể hiện tính chất hấp thụ quang, quang xúc tác mạnh (nano Ag), hay khả năng phát quang, giải phóng các cation giúp xử lý ô nhiễm môi trường và đánh dấu y sinh học trong tương lai.

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Bogush G.H., Tracy M.A., Zukoski C.F. (1988), "Preparation of monodisperse silica particles: control of size and mass fraction", *Journal of Non-Crystalline Solids* 104(1), 95-106; Hench L.L., West J. K. (1990), "The Sol-Gel process", *Chemical Reviews* 90(1), 33-72
- [2]. Aly S., Achraf A. and Mohamed Z. (2018), "Beneficial Use of Nano-Silica in Concrete: A Review", *Trends in Civil Engineering and Material Science* 2(1), 43-45.
- [3]. Autumn K., Sitti M., Liang Y.A., Peattie A.M., Hansen W.R., Sponberg S., Kenny T.W., Fearing R., Israelachvili J.N. and Full R.J. (2002), "Evidence for Van der Waals adhesion in gecko setae", *PNAS* 99, 12252-12256.
- [4]. Bang J.H., and Suslick K.S. (2010), "Applications of ultrasound to the synthesis of nanostructured materials", *Advanced Materials* 22(10), 1039-1059.
- [5]. Meng J., Yun Q., Huan L. and Yinguang C., "The Role of Nanomaterials and Nanotechnologies in Wastewater Treatment: a Bibliometric Analysis", *Nanoscale Research Letters* 13, 233, (2018).
- [6]. David J., Tzahi Y.C. and Herve B., "The role of nanotechnology in industrial water treatment", *Nature Nanotechnology* 13, 670-672 (2018).
- [7]. Hossain M. T., Hossain M. M., Begum M. H. A. , Shahjahan M., Islam M. M. and Saha B., "Magnetite (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) nanoparticles for chromium removal", *Bangladesh J. Sci. Ind. Res.* 53(3), 219-224, (2018).
- [8]. Mariana N., Claudia N., Vasile-Dan H., Rudolf J.S., Liliana V. and Ulrich P, "Functionalized magnetic nanoparticles: Synthesis, characterization, catalytic application and assessment of toxicity", *Scientific Reports* 8, 6278 (2018).
- [9]. Zhu N., Ji H., Yu P., Niu J., Farooq M. U., Akram W., Udego I. O., Li H. and Niu X., "Surface Modification of Magnetic Iron Oxide Nanoparticles", *Nanomaterials* 8, 810, (2018).
- [10]. Somu P. and Paul S. "Casein based biogenic-synthesized zinc oxide nanoparticles simultaneously decontaminates heavy metals, dyes, and pathogenic microbes: A rational strategy for wastewater treatment", *Journal of Chemical Technology & Biotechnology* 93(10), 2962-2976, (2018).
- [11]. Capjak I., Avdičević M.Z., Sikirić M.D., Jurašin D.D., Hozić A., Pajić D., Dobrović S., Goessler W. and Vrček I., "Behavior of silver nanoparticles in wastewater: systematic investigation on the combined effects of surfactants and electrolytes in model systems", *Environ. Sci.: Water Res. Technol.* 4, 2146-2159, (2018).

- [12]. Punnoose M.S., Mathew B. “Treatment of Water Effluents Using Silver Nanoparticles”, *Material Sci & Eng.*, 2(5), 159-166, (2018).
- [13]. Chu Tiên Dũng, Đinh Thị Phương Nga, “Nghiên cứu chế tạo hạt nano ôxit sắt từ bọc silica định hướng ứng dụng trong xử lý nước nhiễm kim loại nặng”, *Tạp chí Khoa học Công nghệ Giao thông Vận tải* 48, 23-29, (2015).
- [14]. Chu Tien Dung, et al., “Synthesis of bifunctional  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2\text{-Ag}$  magnetic-plasmonic nanoparticles by an ultrasound assisted chemical method”, *Journal of electronic materials*, 46(6), 3646-3653, (2017).
- [15]. Chu Tiên Dũng, “Sự ảnh hưởng của chất hoạt hóa bề mặt CTAB đến sự hình thành nano bạc định hướng xử lý nước thải”, *Tạp chí Khoa học Công nghệ Giao thông Vận tải* 55, 30-35, (2016).
- [16]. Chu Tien Dung, Luu Manh Quynh, Tran Thi Hong, and Nguyen Hoang Nam, “Synthesis, magnetic properties and enhanced photo-luminescence of  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-ZnO}$  heterostructure multifunctional nanoparticles”, *VNU Journal of Science: Mathematics-Physics* 33, 16-33, (2017).
- [17]. Chu Tien Dung, Luu Manh Quynh, Nguyen Phuong Linh, Nguyen Hoang Nam, Nguyen Hoang Luong (2016), “Synthesis of  $\text{ZnS:Mn-Fe}_3\text{O}_4$  bifunctional nanoparticles by inverse microemulsion method”, *Journal of Science: Advanced Materials and Devices* 1, pp. 200-203.

## NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO VÀ KHẢO SÁT HOẠT TÍNH QUANG XÚC TÁC CỦA VẬT LIỆU COMPOSITE $Ag_3PO_4/g-C_3N_4$

Đoàn Thị Thúy Phượng\*

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

\*Tác giả liên hệ: Email: [phuongthuydoan@utc.edu.vn](mailto:phuongthuydoan@utc.edu.vn)

**Tóm tắt:** Bằng phương pháp hóa học đơn giản, chúng tôi đã chế tạo thành công vật liệu composite  $Ag_3PO_4/g-C_3N_4$  với các tỉ lệ khác nhau là 9/1; 8/2; 7/3; 6/4. Cấu trúc của hệ vật liệu được khảo sát bằng ảnh SEM, giản đồ nhiễu xạ tia X (XRD), phổ tán xạ Raman. Tính chất quang của hệ vật liệu được khảo sát bằng phổ hấp thụ tử ngoại khả kiến (UV-Vis). Khả năng quang xúc tác của các mẫu  $Ag_3PO_4$ ,  $g-C_3N_4$  tinh khiết và hệ mẫu composite được đánh giá thông qua sự phân hủy dung dịch Rhodamine B (RhB) dưới chiếu xạ ánh sáng mặt trời hệ giả lập và ánh sáng đèn huỳnh quang compact. Kết quả nghiên cứu cho thấy, hiệu suất quang xúc tác tốt nhất khi tỉ lệ APO/gCN là 8:2. Cơ chế tăng cường khả năng quang xúc tác của hệ vật liệu composite được cho là khi hàm lượng  $Ag_3PO_4$  cao hơn nhiều so với hàm lượng  $g-C_3N_4$  trong hỗn hợp có thể tạo ra tỷ lệ không phù hợp giữa  $Ag_3PO_4$  và  $g-C_3N_4$ . Khi đó hiệu suất truyền điện tử của các điện tử quang cảm ứng trên các hạt nano  $g-C_3N_4$  sang bề mặt  $Ag_3PO_4$  sẽ tăng.

**Từ khóa:** composite, rhodamine B, UV-vis, C/Co.

### 1. MỞ ĐẦU

Hơn một thập kỉ vừa qua, vật liệu nano  $Ag_3PO_4$  được coi là một bước đột phá đáng kể trong lĩnh vực chất quang xúc tác dưới ánh sáng khả kiến, nó có khả năng oxy hóa tuyệt vời với hiệu suất lượng tử lên đến 90% cho quá trình tách nước cũng như phân hủy thuốc nhuộm hữu cơ. Tuy nhiên, vật liệu  $Ag_3PO_4$  vẫn có những hạn chế trong ứng dụng quang xúc tác, do thời gian xúc tác ngắn và khả năng tự phân hủy thấp [1].

Bên cạnh đó, vật liệu graphitic carbon nitride ( $g-C_3N_4$ ) cũng đang được các nhà khoa học quan tâm nghiên cứu do vật liệu này có tính ổn định nhiệt và hóa học cao cũng như các đặc tính về điện tử và quang học tốt. Vật liệu  $g-C_3N_4$  có độ rộng vùng cấm hẹp (cỡ 2,7 eV) [2] phù hợp với việc hấp thụ vùng ánh sáng nhìn thấy có bước sóng thấp hơn 450 nm, hình thái học dạng phiến mỏng có diện tích bề mặt lớn và hiệu suất lượng tử cao. Với mong muốn kết hợp các đặc tính tốt giữa hai vật liệu  $g-C_3N_4$  và  $Ag_3PO_4$ , đồng thời tạo nên tiếp xúc dị chất bán dẫn/bán dẫn giúp tăng cường quá trình chuyển điện tử giữa hai vật liệu, kéo dài thời gian sống của cặp điện tử - lỗ trống, chúng tôi lựa chọn nghiên cứu chế tạo nhằm tìm ra tỉ phần  $Ag_3PO_4/g-C_3N_4$  phù hợp giúp làm tăng hiệu suất quang xúc tác của vật liệu composite tốt nhất và khả năng tái sử dụng cao sau nhiều chu kì lặp.

## 2. THỰC NGHIỆM

### 2.1. Quy trình chế tạo hệ mẫu $\text{Ag}_3\text{PO}_4/\text{g-C}_3\text{N}_4$

Mẫu  $\text{g-C}_3\text{N}_4$  được tổng hợp bằng phương pháp nhiệt phân Ure trong không khí nung ở  $550^\circ\text{C}$  trong 2 giờ. Mẫu  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$  được tổng hợp bằng phương pháp đồng kết tủa hai tiền chất là  $\text{AgNO}_3$  và  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  với tỉ lệ  $\text{Ag}^+/\text{PO}_4^{3-}$  là 3/1,5. Hệ mẫu composite  $\text{Ag}_3\text{PO}_4/\text{g-C}_3\text{N}_4$  với tỉ lệ khối lượng khác nhau được chế tạo như sau:

Lấy một lượng  $x$  (g) vật liệu  $\text{g-C}_3\text{N}_4$  đã chế tạo theo thành phần danh định vào cốc thí nghiệm đựng 250ml dung dịch nước cất được bọc kín. Khuấy từ trong 30 phút và rung siêu âm trong 1 giờ ở nhiệt độ phòng thu được dung dịch chứa  $\text{g-C}_3\text{N}_4$  phân tán tốt (dung dịch A). Cân một lượng 1,53g  $\text{AgNO}_3$  và cho vào cốc chứa 200ml dung dịch nước cất được bọc bằng màng bọc để tránh bụi. Khuấy từ trong 30 phút ở nhiệt độ phòng thu được dung dịch  $\text{AgNO}_3$  (dung dịch B). Nhỏ giọt từ từ dung dịch B vào dung dịch A đang khuấy được dung dịch  $\text{AgNO}_3$  0,02M chứa  $\text{g-C}_3\text{N}_4$ . Tiếp tục khuấy từ trong 30 phút để hỗn hợp đồng đều (dung dịch C). Cân một lượng 1,026g muối  $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  và cho vào cốc thí nghiệm chứa 224,757 ml dung dịch nước cất được bọc màng bọc để tránh bụi bắn. Khuấy từ trong 30 phút ở nhiệt độ phòng thu được dung dịch  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  0,02M (dung dịch D). Nhỏ giọt từ từ dung dịch D vào dung dịch C đang khuấy tạo kết tủa có màu vàng nhạt. Khuấy từ trong 3 giờ ở nhiệt độ phòng với tốc độ khuấy 400 vòng/phút. Sau đó lọc rửa li tâm hỗn hợp dung dịch 3 lần với nước cất và sấy khô ở nhiệt độ  $100^\circ\text{C}$  trong 12 giờ được vật liệu tổ hợp  $\text{g-C}_3\text{N}_4$  phủ muối bạc  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$  với các tỉ lệ khối lượng khác nhau. Các mẫu composite thu được kí hiệu lần lượt là: APOgCN9-1; APOgCN8-2; APOgCN7-3; APOgCN6-4.

### 2.2. Khảo sát hoạt tính quang xúc tác

Cân 0,06 (g) mẫu  $\text{g-C}_3\text{N}_4/\text{Ag}_3\text{PO}_4$  cho vào 30 ml nước cất rồi cho khuấy từ 30 phút, rung siêu âm 1 giờ. Cho 30 ml dung dịch RhB (20 ppm) vào dung dịch trên. Khuấy từ trong tối 30 phút hỗn hợp trên, 10 phút đầu lấy 1 mẫu và 20 phút sau lấy tiếp 1 mẫu sau đó ly tâm lọc lấy và phần dung dịch RhB. Chuyển mẫu sang khuấy sáng dưới ánh sáng của hệ giả lập Mặt Trời, với cường độ sáng là 1 sun. Căn cứ thời gian để lấy mẫu theo các tỉ lệ mẫu khác nhau. Ly tâm lọc dung dịch RhB và đem đi đo đạc.

### 2.3. Một số phương pháp phân tích

Phép đo nhiễu xạ tia X (XRD) được thực hiện trên hệ đo D8 Advance *diffractometer* (Bruker) sử dụng bức xạ  $\text{Cu-K}_\alpha$  với bước sóng  $\lambda = 1,54064 \text{ \AA}$ . Phép đo SEM được thực hiện trên máy SEM Jeol 6490 JED 2300. Cả hai phép đo này đều được thực hiện tại Viện Khoa học Vật liệu – Viện Hàn Lâm Khoa học và Công nghệ Việt nam. Phép đo phổ hấp thụ được thực hiện trên hệ đo Jasco. Phép đo phổ Raman được đo ở bước sóng laser 785nm, công suất laser khoảng 50mW. Cả hai phép đo này đều được thực hiện tại Bộ môn Vật Lí Chất rắn, Khoa Vật Lí, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội.

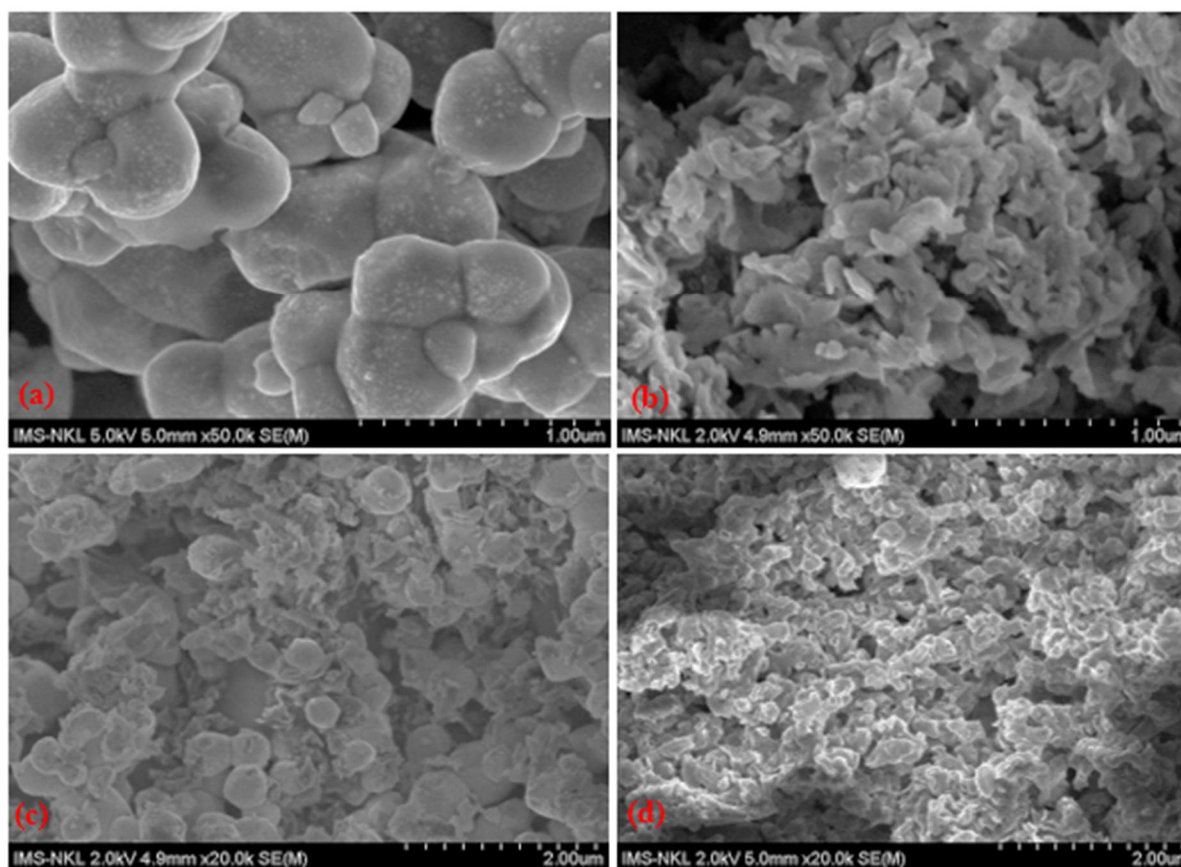
### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Kết quả phân tích cấu trúc

##### 3.1.1. Phân tích hình thái bề mặt vật liệu

Để quan sát được hình thái bề mặt, kích thước và cấu trúc vi mô của vật liệu chúng tôi tiến hành chụp ảnh hiển vi điện tử quét (SEM) của mẫu  $g\text{-C}_3\text{N}_4$ , mẫu  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$  và hệ mẫu composite  $\text{Ag}_3\text{PO}_4/g\text{-C}_3\text{N}_4$  với tỉ lệ khối lượng khác nhau.

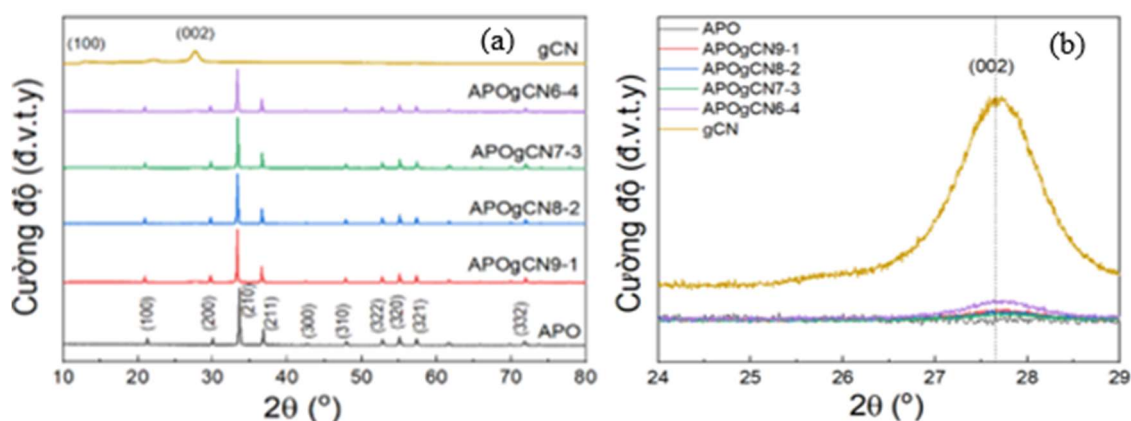
Hình 1(a, b) cho thấy các hạt  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$  có dạng giả cầu, đường kính khoảng 300 - 800 nm, vật liệu  $g\text{-C}_3\text{N}_4$  có hình dạng các phiến mỏng có kích thước đường kính trong khoảng một vài trăm nm. Các hạt có xu thế kết dính với nhau thành các cụm gồm khoảng 3-5 hạt. Mẫu  $g\text{-C}_3\text{N}_4$  có độ xốp cao với các lớp xếp chồng lên nhau xen kẽ giữa các phiến to, nhỏ không đồng đều. Đây là đặc điểm hình thái của vật liệu  $g\text{-C}_3\text{N}_4$  khi được chế tạo bằng phương pháp nhiệt phân Urê có độ xốp cao, diện tích tiếp xúc bề mặt lớn, thuận lợi cho quá trình quang xúc tác, phù hợp với các kết quả đã được công bố [3]. Hình 1 (c, d) cho thấy, mẫu có tỉ lệ  $\text{Ag}_3\text{PO}_4/g\text{-C}_3\text{N}_4$  là 8:2 có sự tồn tại của cả hai loại hình thái hạt của cả hai pha thành phần [4]. Do sự có mặt của  $g\text{-C}_3\text{N}_4$  khi chế tạo  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$ , các hạt  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$  có xu hướng tách rời không kết đám, nằm phân tán nhau. Giữa hai pha  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$  và  $g\text{-C}_3\text{N}_4$  có sự tiếp xúc và liên kết với nhau. Trong mẫu  $\text{Ag}_3\text{PO}_4/g\text{-C}_3\text{N}_4$  6-4 hầu như ít quan sát thấy hạt  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$  là do vật liệu  $g\text{-C}_3\text{N}_4$  xốp, nhẹ nên tỉ lệ hạt là rất lớn so với  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$ .



**Hình 1.** Ảnh SEM của các vật liệu a)  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$ ; b)  $g\text{-C}_3\text{N}_4$ ;  $\text{Ag}_3\text{PO}_4/g\text{-C}_3\text{N}_4$ ; c)  $\text{Ag}_3\text{PO}_4/g\text{-C}_3\text{N}_4$  8-2 và d)  $\text{Ag}_3\text{PO}_4/g\text{-C}_3\text{N}_4$  6-4

### 3.1.2. Phân tích cấu trúc tinh thể của vật liệu

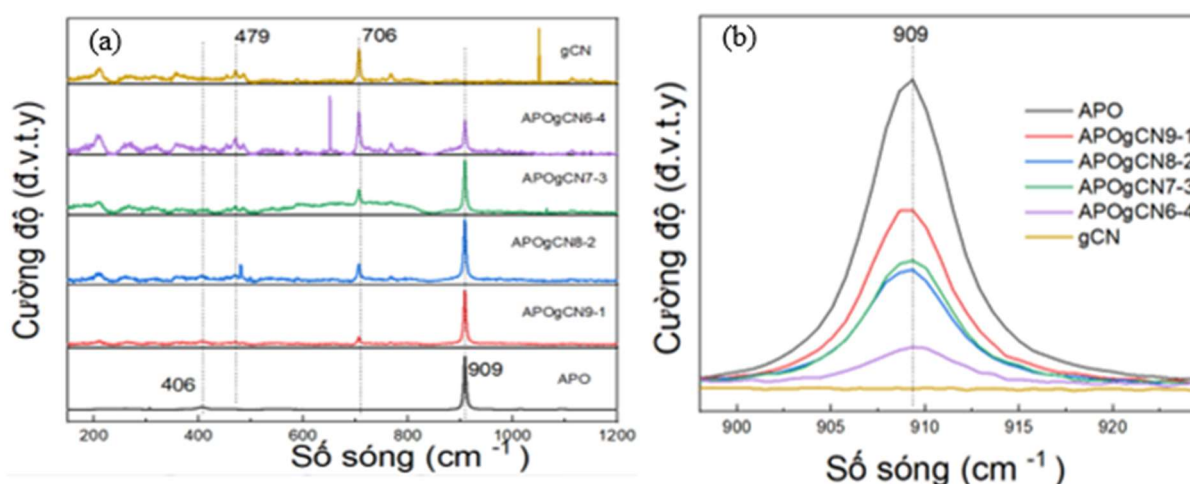
Cấu trúc tinh thể của vật liệu được phân tích thông qua phép đo nhiễu xạ tia X (XRD). Kết quả giản đồ nhiễu xạ tia X của vật liệu g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, Ag<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> và vật liệu composite Ag<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>/g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> được trình bày trên hình 2. Các đỉnh nhiễu xạ của vật liệu g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> và Ag<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> đều phù hợp với thẻ chuẩn đã được công bố [5,6]. Tất cả các mẫu composite Ag<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>/g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> đều biểu hiện các đỉnh nhiễu xạ bao gồm các đỉnh tương ứng của hai pha thành phần. Khi giảm lượng Ag<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> trong vật liệu tổ hợp, các đỉnh nhiễu xạ tương ứng với pha Ag<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> có cường độ giảm dần và ngược lại đỉnh nhiễu xạ ứng với pha g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> có cường độ tăng dần. Bên cạnh đó, đỉnh nhiễu xạ có xu hướng dịch về phía góc 2 theta nhỏ hơn so với mẫu tinh khiết Ag<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Khi xét đỉnh nhiễu xạ tại vị trí 2θ là 27,7° của pha g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> (hình 2b) thì các mẫu composite lại có sự dịch vị trí đỉnh nhiễu xạ. Điều này có vẻ rằng chỉ có g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> bị biến dạng còn Ag<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> gần như không. Sự dịch vị trí đỉnh nhiễu xạ có thể được giải thích là trong quá trình đồng kết tủa vật liệu Ag<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> trong dung dịch chứa g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, các tinh thể Ag<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> được hình thành ngay trên bề mặt của g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> bằng cách tạo các liên kết với nguyên tử các bon và nitơ, dẫn đến tác động lên vùng không gian giữa các đơn vị heptazine và giữa các mặt graphite và gây biến dạng tinh thể g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>.



Hình 2. Giản đồ XRD của hệ mẫu composite Ag<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>/g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> và sự phóng đại của Ag<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>/g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> tại vị trí góc 27,7°

### 3.1.3. Phân tích tính chất dao động

Tính chất dao động đặc trưng của hệ mẫu được xác định thông qua phổ tán xạ Raman. Hình 3 trình bày phổ tán xạ Raman của hệ mẫu APO/gCN với tỉ lệ gCN khác nhau. Quan sát trên phổ tán xạ có thể nhận thấy, các mẫu APO/gCN đều biểu hiện các đỉnh tán xạ của cả hai pha thành phần, với các đỉnh đặc trưng ở 479 cm<sup>-1</sup> và 706 cm<sup>-1</sup> của pha g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> và ở 909 cm<sup>-1</sup> tương ứng với mẫu Ag<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Kết quả phóng đại đỉnh ở vị trí 909 cm<sup>-1</sup> được trình bày trên hình 3 (b) cho thấy có sự dịch chuyển nhẹ về phía số sóng nhỏ hơn so với mẫu tinh khiết, trong đó mẫu APO/gCN9-1 có sự dịch vị trí lớn nhất. Kết quả trên được cho là do sự có mặt của các hạt Ag<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> làm ảnh hưởng đến liên kết giữa các đơn vị heptazine trong mạng tinh thể g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> gây ảnh hưởng đến tần số dao động của các đơn vị này. Với tỉ lệ khối lượng APO/gCN khác nhau thì sự ảnh hưởng đó cũng khác nhau. Điều này phù hợp với kết quả phân tích giản đồ nhiễu xạ tia X.

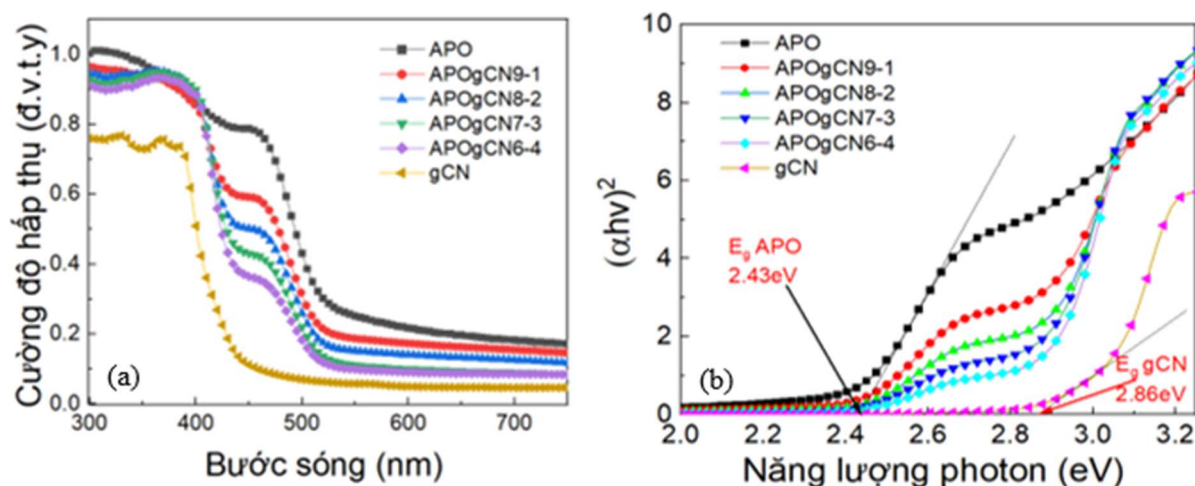


**Hình 3.** Phổ tán xạ Raman của hệ mẫu composite APO/gCN với tỉ lệ gCN khác nhau (a) và phổ phóng đại tại số sóng  $909\text{ cm}^{-1}$

### 3.2. Tính chất quang

#### 3.2.1. Phổ hấp thụ UV – vis

Kết quả trên hình 4 cho thấy vật liệu g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> tinh khiết có bờ hấp thụ ở khoảng 420 nm và Ag<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> có bờ hấp thụ khoảng 520 nm. Khi tạo hợp chất composite, hình thái bờ hấp thụ có sự thay đổi một cách tuyến tính, phù hợp với hàm lượng các pha cấu thành. Khi tăng hàm lượng APO, dải hấp thụ 420-520 nm có độ hấp thụ tăng dần.



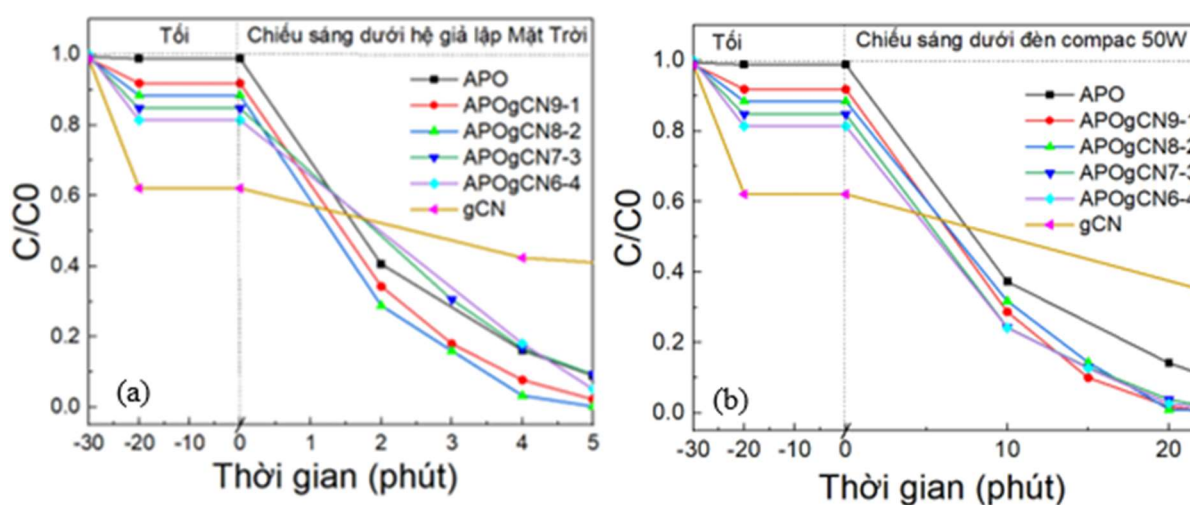
**Hình 4.** Phổ hấp thụ UV – Vis của các hệ mẫu APO/gCN (a) và hình minh họa cách xác định độ rộng vùng cấm của vật liệu bằng phương pháp Tauc (b)

Độ rộng vùng cấm của vật liệu được xác định theo phương pháp Wood-Tauc. Từ hình 4b, ước lượng độ rộng vùng cấm của mẫu g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> là 2,86 eV, còn mẫu Ag<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> là 2,43 eV. Kết quả này phù hợp với các công bố [7,8].



### 3.2.2. Kết quả xử lý quang xúc tác

Trong nghiên cứu này, khả năng quang xúc tác của các mẫu được đánh giá thông qua sự phân hủy hợp chất mạch vòng Rhodamine B (RhB) dưới sự chiếu sáng trực tiếp của hệ giả lập Mặt Trời Solar Simulation công suất  $100\text{W}/\text{cm}^2$  và ánh sáng đèn compact huỳnh quang. Hình 5a cho thấy mẫu  $\text{g-C}_3\text{N}_4$  có khả năng hấp phụ RhB mạnh nhất (40%) trong khi mẫu  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$  tinh khiết hấp phụ thấp nhất (<5%). Điều này là hoàn toàn có thể giải thích phù hợp do vật liệu  $\text{g-C}_3\text{N}_4$  có hình thái các phiến mỏng, xếp chồng lên nhau tạo độ xốp cao, có diện tích tiếp xúc lớn trong khi vật liệu  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$  có hình thái hạt lớn. Vật liệu  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$  tinh khiết phân hủy hoàn toàn dung dịch RhB 10ppm chỉ sau 9 phút chiếu sáng trong khi vật liệu  $\text{g-C}_3\text{N}_4$  phân hủy hoàn toàn dung dịch RhB 10ppm trong vòng 30 phút chiếu sáng. Trong khi đó, các mẫu tổ hợp hai vật liệu biểu hiện hoạt tính quang xúc tác trong khoảng từ 5-8 phút. Mẫu biểu hiện hoạt tính quang xúc tác tốt nhất trong cả hệ mẫu là APO/gCN8-2 với thời gian phân hủy hoàn toàn dung dịch RhB 10ppm là 5 phút. Thứ tự các mẫu có hoạt tính quang xúc tác từ mạnh tới yếu là: APO/gCN8-2 > APO/gCN9-1 > APO/gCN6-4 > APO/gCN7-3 > APO > gCN.



**Hình 5.** Kết quả xử lý quang xúc tác của hệ mẫu dưới ánh sáng hệ giả lập Mặt Trời (a) và của hệ mẫu dưới ánh sáng đèn compact (b).

Kết quả cho thấy cường độ sáng lớn của ánh sáng mặt trời giả lập dẫn tới tốc độ quang xúc tác nhanh, việc so sánh khả năng quang xúc tác giữa các mẫu là khó khăn. Do đó, chúng tôi đã tiến hành sử dụng đèn compact huỳnh quang với công suất 50W làm ánh sáng kích thích để khảo sát sự phân hủy dung dịch RhB. Kết quả hình 5b cho thấy, các mẫu composite đều có khả năng phân hủy Rhb sau khoảng hơn 20 phút chiếu sáng, đặc biệt mẫu APO/gCN8-2 phân hủy hoàn toàn dung dịch RhB 10ppm trong thời gian là 25 phút.

#### 4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã thành công trong việc chế tạo vật liệu composite APO/gCN bằng phương pháp hóa đơn giản. Từ ảnh SEM, giản đồ nhiễu xạ tia X và phổ tán xạ Raman của các mẫu chế tạo được, ta thấy tỉ lệ APO/gCN có ảnh hưởng nhỏ tới cấu trúc tinh thể của hai hệ vật liệu nền là  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$  và g- $\text{C}_3\text{N}_4$ . Hai pha thành phần có sự tiếp xúc chặt chẽ với nhau, biểu hiện thông qua ảnh hưởng của pha  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$  lên tính chất cấu trúc và tính chất quang của g- $\text{C}_3\text{N}_4$ . Mẫu composite APO/gCN8-2 biểu hiện hoạt tính quang xúc tác mạnh so với hai pha thành phần, mẫu phân hủy hoàn toàn RhB 10ppm trong 6 phút dưới ánh sáng của hệ giả lập Mặt Trời và 25 phút dưới ánh sáng đèn compact huỳnh quang 50W.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Z. Yi, J. Ye, N. Kikugawa, T. Kako, S. Ouyang, H. Stuart-Williams, H. Yang, J. Cao, W. Luo, Z. Li, Y. Liu, and R. L. Withers (2010), "An orthophosphate semiconductor with photooxidation properties under visible-light irradiation", *Nat Mater*, 9(7), pp. 559-564.
- [2]. S. Melissen, T. L. Bahers, S. N. Steinmann, and P. Sautet (2015), "Relationship between Carbon Nitride Structure and Exciton Binding Energies: A DFT Perspective". *The Journal of Physical Chemistry C* 119 (45): pp. 25188-25196.
- [3]. G. He, W. Yang, W. Zheng, L. Gong, X. Wang, Y. An, and M. Tian (2019), "Facile controlled synthesis of  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$  with various morphologies for enhanced photocatalytic oxygen evolution from water splitting", *RSC Advances*, 9(32), pp. 18222-18231.
- [4]. S. Kumar, T. Surendar, A. Baruah and V. Shanker (2013). "Synthesis of a novel and stable g- $\text{C}_3\text{N}_4$ - $\text{Ag}_3\text{PO}_4$  hybrid nanocomposite photocatalyst and study of the photocatalytic activity under visible light irradiation" . *J. Mater. Chem. A*, 2013, 1, 5333–5340.
- [5]. J. J. Liu, X. L. Fu, S. F. Chen, and Y. F. Zhu (2011). "Electronic structure and optical properties of  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$  photocatalyst calculated by hybrid density functional method". 2011 American Institute of Physics. 0003-6951/2011/99(19)/191903
- [6]. Z. Mo, X. She, Y. Li, L. Liu, L. Huang, Z. Chen, Q. Zhang, H. Xu, H. Li (2015). "Synthesis of g- $\text{C}_3\text{N}_4$  at different temperatures for superior visible/UV photocatalytic performance and photoelectrochemical sensing of MB solution." *RSC Advances* 5(123): pp. 101552-101562.
- [7]. S. Melissen, T. Le Bahers, S.N. Steinmann, and P. Sautet (2015), "Relationship between Carbon Nitride Structure and Exciton Binding Energies: A DFT Perspective". *The Journal of Physical Chemistry C* 119(45): pp. 25188-25196.
- [8]. J. M. Kahk, D. L. Sheridan, A. B. Kehoe, D. O. Scanlon, B. J. Morgan, G. W. Watson, and D. J. Payne (2014), "The electronic structure of silver orthophosphate: experiment and theory", *J. Mater. Chem. A*, 2(17), pp. 6092-6099.

## NGHIÊN CỨU PHƯƠNG TRÌNH TRẠNG THÁI VÀ CÁC TÍNH CHẤT NHIỆT ĐỘNG CỦA BERI Ở NHIỆT ĐỘ VÀ ÁP SUẤT CAO

Hứa Xuân Đạt<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Hòa<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Trường THPT Khoa học Giáo dục, Đại học Giáo dục, nhà HT2, Khu đô thị Đại học Quốc gia, Hoà Lạc, Thạch Thất, Hà Nội

<sup>2</sup>Khoa Khoa học cơ bản, Trường Đại học Giao thông vận tải, số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

\*Tác giả liên hệ: Email: nthoaly@utc.edu.vn

**Tóm tắt:** Beri (Be) là kim loại kiềm thổ có vai trò quan trọng trong công nghiệp vũ trụ và hạt nhân. Ngày nay, với công nghệ tiên tiến và hiện đại, các nhà khoa học chỉ thấy được Be tồn tại ở hai pha là pha lập phương tâm khối (BCC - Be) và pha lục giác xếp chặt (HCP - Be). Pha lập phương tâm khối của Be là pha bền vững trong điều kiện khắc nghiệt lên đến 1000GPa. Áp suất chuyển pha của Be từ cấu trúc lục giác xếp chặt (HCP) sang cấu trúc lập phương tâm khối (BCC) xảy ra trong khoảng  $(388 \pm 20)$  GPa. Ở đây chúng tôi sử dụng phương pháp momen thống kê để xây dựng phương trình trạng thái, các tính chất nhiệt động đa pha của Be ở áp suất cao. Đồng thời xác định được áp suất chuyển pha của Be ở nhiệt độ phòng thông qua thế nhiệt động Gibbs, các đại lượng cấu trúc và nhiệt động như khối lượng riêng, thể tích, hệ số dẫn nở nhiệt thể tích, nhiệt dung đẳng áp và nhiệt độ Debye của Be. Kết quả tính toán của chúng tôi cho phép xác định các ranh giới pha, các đường cong Hugoniot, các đường đẳng nhiệt, các thuộc tính cơ bản và mô phỏng sự nóng chảy của Be ở áp suất lên đến 1000GPa.

**Từ khoá:** Áp suất chuyển pha, BCC – Be, HCP – Be, phương trình trạng thái, tính chất nhiệt động, phương pháp thống kê mômen.

### 1. MỞ ĐẦU

Beri là một kim loại kiềm thổ hóa trị hai được sử dụng rộng rãi trong những lĩnh vực đòi hỏi sự ổn định ở nhiệt độ và áp suất cao như hàng không, vũ trụ, công nghiệp quốc phòng và ngành công nghiệp điện hạt nhân. Nó có các tính chất vật lý đặc trưng như có nhiệt độ Debye cao, khối lượng riêng thấp ( $\sim 1,85 \text{ g.cm}^{-3}$ ) ở nhiệt độ phòng và có tỷ số Poisson rất thấp cỡ  $\sim 0,05$ . Không giống như các kim loại khác, modun trượt của Be cao hơn nhiều so với modun nén khối của nó [1 - 3]. Beri đã thu hút được sự chú ý đáng kể vì nó là ứng cử viên tiềm năng cho phản ứng tổng hợp giam giữ quán tính (ICF) [4] thay vì sử dụng nhựa như ngày nay.

Sự chuyển pha của Be là chủ đề cho nhiều nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm. Tinh thể Be có cấu trúc lục giác xếp chặt (HCP) với nhóm không gian P63 (mmc) ở điều kiện nhiệt độ phòng [5]. Khi nhiệt độ tăng lên tới 1523K [6], Be chuyển đổi từ cấu

trúc lục giác xếp chặt (HCP) sang cấu trúc lập phương tâm khối (BCC). Thông qua kỹ thuật đo lường thực nghiệm, bất kì loại chuyển pha nào lên tới 180 GPa đều không thể đo được [7]. Trong những năm gần đây, các nhà nghiên cứu không ngừng cải thiện lý thuyết phiếm hàm mật độ (DFT) [8 – 14] nhằm cải thiện trong quá trình tính toán của họ. Phương pháp này giúp đánh giá sự đóng góp của các ion và các electron với sự chuyển pha mà không cần bất kì một tham số thực nghiệm nào. Do đó, các mô phỏng DFT này đã phát hiện ra rằng, sự chuyển pha cấu trúc từ HCP – BCC ở khoảng 400 GPa với độ dốc Clapeyron âm trong vùng Mbar [13,14]. Tuy nhiên, một nhược điểm lớn của DFT đó là chi phí tính toán rất lớn, tốn nhiều thời gian tính toán, cần tiêu tốn một nguồn tài nguyên dữ liệu khổng lồ và chưa xem xét đến các dao động mạng phi điều hòa một cách rõ nét. Lazicki và cộng sự đã tiến hành các phép đo ô mạng để kim cương (DAC) trên Be lên tới 205 GPa và nhiệt độ lên đến 4000K, nhưng họ cũng chưa quan sát thấy bất kì dấu hiệu nào thể hiện rõ Be tồn tại ở pha BCC [15].

Để có thể khắc phục các nhược điểm trên, phương pháp thống kê momen (SMM) là giải pháp mà chúng tôi lựa chọn để giải quyết các vấn đề này. SMM cho phép chúng tôi mô tả một cách định lượng sự tái sắp xếp của các nguyên tử trong nhiều môi trường khác nhau [16]. Từ đó chúng tôi có thể xác định được thế nhiệt động Gibbs, các tính chất nhiệt động và xây dựng phương trình trạng thái cho Be lên đến 1000GPa và nhiệt độ lên đến 2500K để tìm kiếm sự tồn tại của BCC – Be ở áp suất và nhiệt độ cao.

## 2. ÁP SUẤT CHUYỂN PHA Ở NHIỆT ĐỘ PHÒNG

Theo mô hình của Morse [17], năng lượng liên kết  $E_n$  giữa các nguyên tử được mô tả bởi

$$E_n = \sum_{n \neq m} D \{ \exp[-2\alpha(r_{nm} - r_0)] - 2\exp[-\alpha(r_{nm} - r_0)] \}$$

trong đó  $r_{nm}$  là khoảng cách giữa hai nguyên tử thứ  $n$  và  $m$ ,  $r_0$  là giá trị cân bằng của  $r_{nm}$ ,  $D$  là độ sâu của giếng thế và  $\alpha^{-1}$  là bề rộng của giếng thế. Ở đây, chúng tôi sử dụng dữ liệu mô phỏng ab initio với đường cong năng lượng – thế tích của [18] để khớp với các thông số thế Morse được biểu thị ở Bảng 1.

**Bảng 1.** Tham số thế Morse của Be.

Cấu trúc	D (eV)	$\alpha$ ( $10^{10} \text{ m}^{-1}$ )	$r_0$ ( $10^{-10} \text{ m}$ )
HCP	0.42830	1.22778	2.38497
BCC	0.22996	1.18918	2.47861

Dựa vào lý thuyết Leibfried-Ludwig [19], tinh thể Be được mô tả là một tập hợp các dao động phi điều hòa được đặc trưng bởi hằng số Huck  $k_n$  và các tham số phi điều hòa  $\beta_n$ ,  $\gamma_{1n}$ ,  $\gamma_{2n}$  có biểu thức tường minh:

$$k_n = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial^2 E_n}{\partial u_{n\delta}^2} \right)_{eq}, \quad \beta_n = \left( \frac{\partial^3 E_n}{\partial u_{n\delta}^1 \partial u_{n\mu}^2} \right)_{eq}, \quad \gamma_{1n} = \frac{1}{24} \left( \frac{\partial^4 E_n}{\partial u_{n\delta}^4} \right)_{eq}, \quad \gamma_{2n} = \left( \frac{\partial^4 E_n}{\partial u_{n\delta}^2 \partial u_{n\mu}^2} \right)_{eq}, \quad (1)$$

Ở đây,  $u_{n\delta}$  và  $u_{n\mu}$  biểu thị sự dịch chuyển của nguyên tử  $n$  dọc theo các trục tọa độ Descartes ( $\delta \neq \mu = x, y, z$ ). Để đơn giản hóa quá trình tính toán, giá trị trung bình của chúng thỏa mãn gần đúng tính chất đối xứng sau

$$\langle u_{n\delta} \rangle = \langle u_{n\mu} \rangle = \langle u_n \rangle. \quad (2)$$

Trong trạng thái cân bằng nhiệt động lực học, nếu nguyên tử  $n$  bị tác động bởi một lực phụ  $f_n$ , thì dao động của nguyên tử xung quanh vị trí cân bằng được mô tả bởi phương trình [20]

$$k_n \langle u_n \rangle + \beta_n \langle u_n^2 \rangle + \left( \frac{1}{6} \gamma_{1n} + \gamma_{2n} \right) \langle u_n^3 \rangle - f_n = 0 \quad (3)$$

Phương pháp SMM cho ta mối liên hệ giữa mômen cấp hai và mômen cấp ba với mômen cấp một  $\langle u_n \rangle$  bởi công thức [21 – 22]

$$\begin{aligned} \langle u_n^2 \rangle &= \langle u_n \rangle^2 + \theta \frac{\partial \langle u_n \rangle}{\partial f_n} + \frac{\theta}{k_n} (x_n \coth x_n - 1), \\ \langle u_n^3 \rangle &= \langle u_n \rangle^3 + 3\theta \langle u_n \rangle \frac{\partial \langle u_n \rangle}{\partial f_n} + \theta^2 \frac{\partial^2 \langle u_n \rangle}{\partial f_n^2} + \frac{\theta}{k_n} (x_n \coth x_n - 1) \langle u_n \rangle, \end{aligned} \quad (4)$$

với  $\theta = k_B T$  là tích giữa hằng số Boltzmann  $k_B$  và nhiệt độ tuyệt đối  $T$ ,  $x_n = \hbar \omega_n / 2\theta$  là năng lượng phonon chuẩn hóa,  $\hbar$  là hằng số Planck rút gọn, còn  $\omega_n$  là tần số Einstein. Thế (4) vào phương trình (3), chúng tôi thu được phương trình:

$$\gamma_n \theta^2 \frac{d^2 y_n}{df_n^{*2}} + 3\gamma_n \theta y_n \frac{dy_n}{df_n^*} + \gamma_n y_n^3 + K_n y_n + \frac{\gamma_n \theta}{k_n} (x_n \coth x_n - 1) y_n - f_n^* = 0 \quad (5)$$

Ở đây:

$$\begin{aligned} \gamma_n &= \frac{1}{6} \gamma_{1n} + \gamma_{2n}, \quad K_n = k_n - \frac{\beta_n^2}{3\gamma_n}, \quad y_n = \langle u_n \rangle + \frac{\beta_n}{3\gamma_n}, \\ f_n^* &= f_n - \frac{\beta_n k_n}{3\gamma_n} \left[ \frac{2\beta_n^2}{9\gamma_n k_n} + \frac{2\gamma_n \theta}{k_n^2} (x_n \coth x_n - 1) - 1 \right]. \end{aligned} \quad (6)$$

Vì  $f_n$  bé tùy ý nên chúng tôi có thể khai triển  $\langle u_n \rangle$  thành một đa thức bậc hai:

$$\langle u_n \rangle = y_{n0} + B_{1n} f_n + B_{2n} f_n^2 \quad (7)$$

trong đó  $y_n$  là giá trị của  $\langle u_n \rangle$  khi không có ngoại lực tác dụng, còn  $B_{1n}$  và  $B_{2n}$  là các hệ số Taylor-Maclaurin. Áp dụng kỹ thuật lặp của Tang và Hung [23] đối với hai phương trình (5) và (7) cho kết quả

$$y_{n0} = \sqrt{\frac{2\gamma_n \theta^2}{3K_n^3} B_n}$$

$$B_{1n} = \frac{1}{K_n} \left[ 1 + \frac{2\gamma_n^2 \theta^2}{K_n^4} \left( 1 + \frac{x_n \coth x_n}{2} \right) (1 + x_n \coth x_n) \right] \quad (8)$$

$$B_{2n} = \frac{1}{2K_n y_{n0}} \left[ \frac{1}{3K_n} (1 + x_n \coth x_n) - \frac{1}{K_n} - \frac{y_{n0}^2}{\theta} \right]$$

Khi cho  $f_i$  tiến dần về 0, chúng tôi thu được:

$$y_n = \langle u_n \rangle \approx \sqrt{\frac{2\gamma_n \theta^2}{3K_n^3} B_n - \frac{\beta_n}{3\gamma_n} + B_{1n} \frac{\beta_n k_n}{3\gamma_n} \left[ 1 - \frac{2\beta_n^2}{9\gamma_n k_n} - \frac{2\gamma_n \theta}{k_n^2} (x_n \coth x_n - 1) \right]} \quad (9)$$

Khoảng lân cận gần nhất trung bình khi đó là:

$$a(P, T) = a(P, 0) + y(P, T) \quad (10)$$

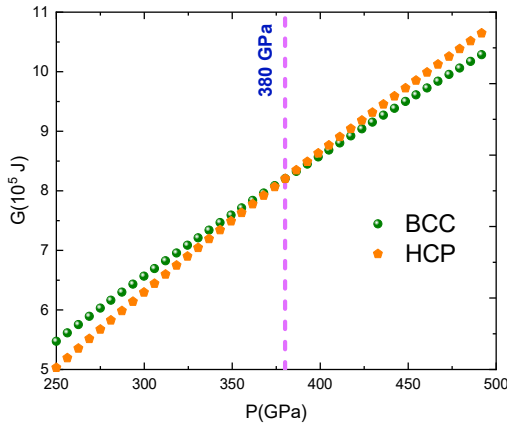
Từ đó, chúng tôi thu được biểu thức tường minh của năng lượng tự do Helmholtz của tinh thể Be

$$\begin{aligned} \psi &= \frac{1}{2} E_0 + \psi_0 + \frac{3\theta^2}{K_n^2} \left[ \gamma_{2n} (x_n \coth x_n)^2 - \frac{2\gamma_{1n}}{3} \left( 1 + \frac{x_n}{2} \coth x_n \right) \right] \\ &+ \frac{6\theta^3}{K_n^4} \left[ \frac{4}{3} \gamma_{2n}^2 \left( 1 + \frac{x_n}{2} \coth x_n \right) x_n \coth x_n - 2(\gamma_{1n}^2 + 2\gamma_{1n}\gamma_{2n}) \frac{x_n}{2} \coth x_n (1 + x_n \coth x_n) \right] \quad (11) \\ &+ 3\theta^2 \frac{\beta_n}{K_n} \left[ \frac{2\gamma_n}{3K_n^3} \left( 1 + \frac{x_n}{2} \coth x_n \right) \right]^{0,5} + 3\theta^3 \left\{ \left[ \frac{2\gamma_n}{3K_n^3} \left( 1 + \frac{x_n}{2} \coth x_n \right) \right]^{1,5} \beta_n + \frac{2k_n \gamma_n}{K_n^6} \beta_n^2 \right\} \\ \psi_0 &= 3\theta \left[ \frac{\hbar \omega_n}{2\theta} + \ln(1 - \exp\left(-\frac{\hbar \omega_n}{\theta}\right)) \right]. \end{aligned}$$

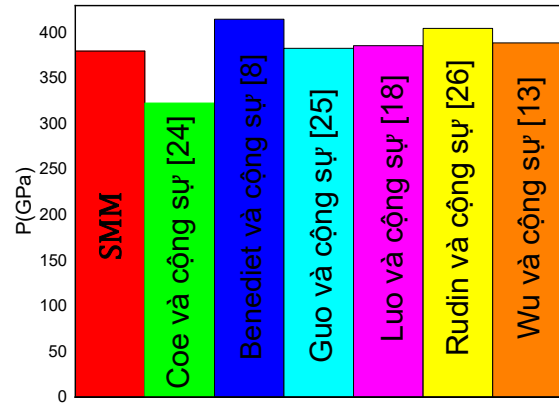
Để xác định áp suất chuyển pha cấu trúc ở nhiệt độ phòng, chúng tôi sử dụng thế nhiệt động Gibbs:

$$\Delta G = \psi_{HCP} - \psi_{BCC} + P(V_{HCP} - V_{BCC}) \quad (12)$$

Để có thể biết chính xác độ ổn định pha của Be ở nhiệt độ phòng, chúng tôi đã tiến hành tính thế nhiệt động Gibbs cho HCP và BCC Be bằng biểu thức (12). Sự chuyển pha cấu trúc của Be sẽ diễn ra khi thế nhiệt động Gibbs của hai pha bằng nhau hay  $\Delta G = 0$ . Tại một áp suất bất kỳ, nếu thế Gibbs của pha nào nhỏ hơn thì sẽ bền vững và ổn định hơn, và chất sẽ tồn tại ở pha đó. Hình 1 biểu thị áp suất chuyển pha của Be ở nhiệt độ phòng được so sánh với các tính toán lý thuyết được biểu thị ở hình 2.



**Hình 1.** Áp suất chuyển pha HCP – BCC của Be ở nhiệt độ phòng.



**Hình 2.** Tính toán SMM và DFT [8,13,18,24,25,26].

Ở đây theo kết quả tính toán bởi SMM, sự chuyển pha HCP sang BCC chúng tôi tính toán được là 380 GPa. Khi áp suất bé hơn 380 GPa, ta thấy rằng Be tồn tại ở pha HCP do có năng lượng Gibbs nhỏ hơn và khi áp suất lớn hơn 380 GPa thì Be tồn tại ở pha BCC. Trong đó, ảnh hưởng của các dao động mạng phi điều hòa được thể hiện rõ nét khi chúng tôi so sánh với kết quả tính toán DFT – QHA của nhóm tác giả Coe và cộng sự [24] lên đến ~ 15%. Trong những năm gần đây, các phép đo nhiễu xạ tia X [27 – 29] chưa phát hiện được áp suất chuyển pha HCP – BCC lên đến 300 GPa. Tuy nhiên, kết quả tính toán áp suất chuyển pha HCP – BCC của chúng tôi hoàn toàn phù hợp bởi kết quả tính toán *ab initio* gần đây nhất là 386 GPa của Wu và cộng sự [13] ở nhiệt độ phòng và các tính toán lí thuyết khác [8,18,25,26,30]. Để có thể hiểu sâu sắc hơn về các đặc tính của Be khi chịu nén áp suất cao, trong phần 3 chúng tôi xem xét phương trình trạng thái và tính chất nhiệt động của HCP-Be và BCC- Be.

### 3. PHƯƠNG TRÌNH TRẠNG THÁI VÀ TÍNH CHẤT NHIỆT ĐỘNG CỦA Be

Trong mô hình nghiên cứu của chúng tôi, khi tính gần đúng đến dao động phi điều hòa bậc 2 (đạo hàm bậc 4 của thế năng theo độ dời), chúng tôi có thể thu được thể tích, hệ số giãn nở nhiệt, hệ số nén đẳng nhiệt, phương trình trạng thái Vinet, nhiệt dung đẳng tích và nhiệt dung đẳng áp được cho bởi biểu thức từ (13 – 17).

$$\rho_{HCP} = \frac{m\sqrt{2}}{a^3(P,T)}; \rho_{BCC} = \frac{3\sqrt{3}}{4a^3(P,T)} \quad (13)$$

$$\alpha_V = \frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P, B_T = - \frac{V}{\left( \frac{\partial V}{\partial P} \right)_T} \quad (14)$$

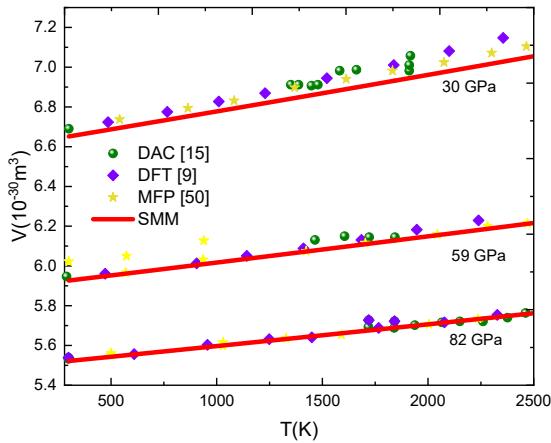
$$P = 3K_o \eta^2 (1 - \eta) \exp \left[ 1,5(K_o' - 1)(1 - \eta) \right] \quad (15)$$

$$C_V = 3Nk_B \left\{ \frac{x_n^2}{\sinh^2 x_n} + \frac{2\theta}{K_n^2} \left[ \left( 2\gamma_{2n} + \frac{\gamma_{1n}}{3} \right) \frac{x_n^3 \coth x_n}{\sinh^2 x_n} + \frac{2\gamma_{1n}}{3} - \gamma_{2n} \left( \frac{x_n^4}{\sinh^4 x_n} + \frac{2x_n^4 \coth^2 x_n}{\sinh^2 x_n} \right) \right] \right. \\ \left. - 2 \left( \frac{2\gamma_n}{3K_n^3} \left( 1 + \frac{x_n \coth x_n}{2} \right) \right)^{0.5} \frac{\beta_n \theta - 6\theta^2}{K_n} \left[ \left( \frac{2\gamma_n}{3K_n^3} \left( 1 + \frac{x_n \coth x_n}{2} \right) \right)^{1.5} \beta_n + \frac{2k_n \gamma_n^2}{K_n^6} \beta_n^2 \right] \right\} \quad (16)$$

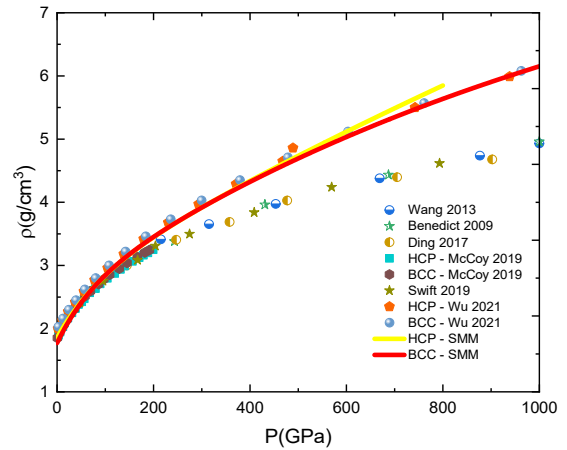
$$C_P = C_V + \frac{TV\alpha^2}{\chi_T} \quad (17)$$

trong đó  $\eta = \left( \frac{\rho(P, 300)}{\rho(0, 300)} \right)^{1/3}$ ,  $K_0$  là modun nén khối đẳng nhiệt tại áp suất không và  $K_0'$  là đạo hàm của modun nén khối đẳng nhiệt theo áp suất tại áp suất không.

Kết quả tính số dựa trên phương trình (13), được chúng tôi trình bày thông qua hình 3, hình 4 và chúng tôi tiến hành khớp dữ liệu tính toán được ở hình 4 với phương trình trạng thái Vinet (15) và được so sánh với các công trình khác được trình bày bởi bảng 2. Trong quá trình đẳng áp, thể tích của Be có xu hướng tăng. Cụ thể, tại  $P = 82\text{GPa}$ , thể tích của Be tăng từ  $5.57 \text{ \AA}^3 - 5.82 \text{ \AA}^3$  khi nhiệt độ tăng từ  $300\text{K}$  đến  $2500\text{K}$ .



**Hình 3.** Sự phụ thuộc của thể tích vào nhiệt độ đối với HCP – Be ở áp suất khác nhau.



**Hình 4.** Ảnh hưởng của áp suất lên khối lượng riêng đối với Be tại  $T = 300\text{K}$ .

Khi áp suất tăng, tinh thể Be ngày càng trở nên đậm đặc hơn trong quá trình nén đẳng nhiệt. Tại nhiệt độ  $T = 300\text{K}$ , khối lượng riêng của pha HCP tăng từ  $1,851 \text{ g/cm}^3$  ở  $P = 0$  đến  $5,854 \text{ g.cm}^{-3}$  ở  $P = 800 \text{ GPa}$  và tăng từ  $1,768 \text{ g.cm}^{-3}$  ở  $P = 0$  đến  $6,16 \text{ g.cm}^{-3}$  ở  $P = 1000 \text{ GPa}$  đối với pha BCC. Kết quả tính toán của chúng tôi cho pha HCP của Be ở vùng áp suất dưới  $380 \text{ GPa}$  phù hợp rất tốt với thí nghiệm DAC [15,39] và các tính toán lí thuyết khác [8,9,31,32, 40,45] với sai số nhỏ hơn 3%. Ở vùng áp suất từ  $380 \text{ GPa}$  đến  $1000 \text{ GPa}$ , kết quả của chúng tôi cho pha BCC được ủng hộ mạnh mẽ bởi dữ liệu tính toán *ab initio* [13]. Vì vậy, phương trình trạng thái của SMM sẽ có ý nghĩa đặc biệt đối với việc xác định các đường Hugoniot thứ cấp và chuyển pha cấu trúc của ở nhiệt độ cao của Be [37].



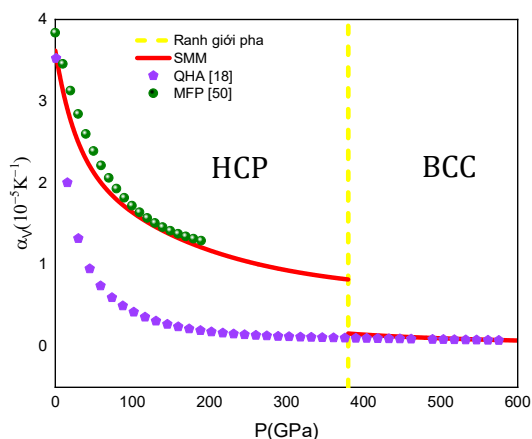
Các đặc tính nhiệt động phụ thuộc vào nhiệt độ và áp suất có thể cung cấp cho chúng ta những thông tin giá trị để hiểu sâu sắc về giản đồ pha và tính chất động học của chúng. Hệ số dẫn nở nhiệt và modun nén khối đẳng nhiệt đóng vai trò quan trọng đối với cấu trúc và tính chất cơ của vật liệu. Từ dữ liệu thể tích ở trên, chúng tôi sử dụng biểu thức (14) để xác định hệ số dẫn nở nhiệt và modun nén đẳng nhiệt và kết quả được trình bày bởi hình 5 và hình 6.

**Bảng 2.** Thể tích  $V_0$ , modun nén khối đẳng nhiệt và đạo hàm modun nén khối đẳng nhiệt ở áp suất không, nhiệt độ 300K.

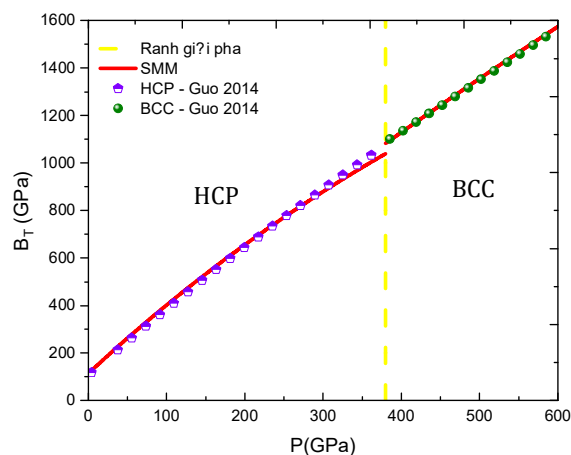
Cấu trúc		$V_0$ ( $10^{-30}$ m <sup>3</sup> )	$K_0$ (GPa)	$K'_0$
<b>HCP</b>	SMM	8,083	112,2	3,7
	DFT [25]	7,904	121	3,37
	TN [33]	8,105	118	3,52
	TN [34]	8,11	119	3,48
	DAC [15]	8.133	110	3.62
	MFP [45]	8.105	114	3.59
<b>BCC</b>	SMM	8,462	81,78	4,2
	DFT [25]	7,812	123	3,31

Về cơ bản, có 2 bức tranh về hệ số dẫn nở nhiệt của Be. Theo bức tranh của Guo [25], họ sử dụng lý thuyết phiếm hàm mật độ trong gần đúng bậc điều hòa (DFT – QHA) thu được hệ số nén đẳng nhiệt giảm mạnh từ  $3,516 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$  xuống còn  $0,15 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$  trong quá trình nén đẳng nhiệt và kết quả họ thu được là hệ số dẫn nở nhiệt là một đường liên tục kể cả khi Be chuyển cấu trúc. Tuy nhiên, bức tranh này bị đánh giá thấp bởi thực nghiệm [15] nguyên nhân có thể là do mô tả của họ về nhiệt động lực học của Be bằng mô hình QHA chỉ dựa trên đường cong năng lượng – thể tích tương ứng với một phonon với tần số bằng không. Trong thực tế, Be có mật độ trạng thái và đường cong phân tán phonon phức tạp đã được chứng minh ở sự phụ thuộc nhiệt độ của nhiệt độ Debye trong khoảng từ 0K – 100K [8,9,46]. Theo bức tranh của Song [45], nhóm tác giả sử dụng phương pháp thể trường trung bình (MFP) chỉ ra được rõ nét ảnh hưởng của sự bất đẳng hướng của tinh thể HCP – Be lên hệ số dẫn nở nhiệt theo từng hướng và thu được hệ số dẫn nở thể tích giảm chậm hơn so với bức tranh của Guo. Kết quả tính toán SMM chúng tôi được ủng hộ mạnh mẽ bức tranh của Song và thực nghiệm [15] khi áp suất nhỏ hơn 380 GPa, kết quả tính toán cho HCP – Be giảm chậm từ  $3,616 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$  xuống còn  $0,816 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$  hoàn toàn phù hợp với tính toán MFP. Hơn nữa, kết quả của chúng tôi và MFP hoàn toàn đồng nhất với nhau khi có chung một nhận định đó là tại áp suất chuyển pha có sự gián đoạn khác hoàn toàn với bức tranh của Guo rằng nó là đường liên tục. Cụ thể, tại áp suất 380 GPa hệ số dẫn nở nhiệt theo chúng tôi tính toán giảm đột ngột từ

$0,816 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$  xuống còn  $0,15 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ . Modun nén khối đẳng nhiệt có sự gián đoạn, tăng nhẹ 1030 GPa lên 1060 GPa. Điều này ngụ ý rằng, tại áp suất này có sự phá vỡ tính chất bất đẳng hướng, sự nén thể tích của HCP, để trở thành tinh thể Be có tính chất siêu đối xứng BCC. Như vậy có thể thấy, áp suất chuyển pha HCP – BCC của Be ở phần 2 mà chúng tôi đã tính toán hoàn toàn có cơ sở và đáng tin cậy.



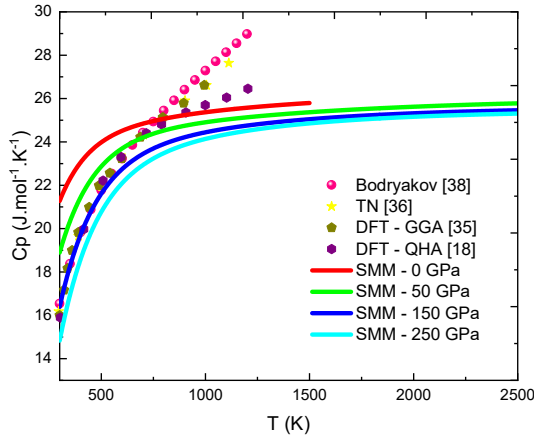
**Hình 5.** Sự phụ thuộc của hệ số giãn nở nhiệt vào áp suất đối với Be tại  $T = 300\text{K}$



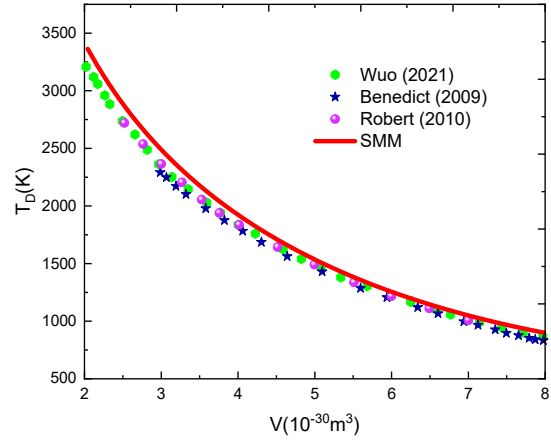
**Hình 6.** Sự phụ thuộc của modun nén khối vào áp suất đối với Be tại  $T = 300\text{K}$

Tiếp theo, chúng tôi xác định nhiệt dung đẳng áp của pha HCP của Be phụ thuộc áp suất và nhiệt độ được kết quả thu được chỉ ra trên hình 7. Khi nhiệt độ tăng, nhiệt dung đẳng áp của Be tăng nhanh ở nhiệt độ thấp dưới 750K, và hội tụ dần về giá trị xấp xỉ  $26 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ . Cụ thể, tại  $P = 0$  nhiệt dung đẳng áp của Be tăng từ  $21 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  ở 300K đến  $26.07 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  ở 1500K. Tại  $T = 300\text{K}$ , khi áp suất tăng nhiệt dung đẳng áp của Be giảm từ  $21 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  ở 300K đến  $14.3 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ . Kết quả tính toán của chúng tôi gần với các kết quả tính toán lý thuyết và thực nghiệm [18,35,36,38] ở vùng nhiệt độ dưới 1000K với sai số khoảng 5 - 10%. Kết quả của chúng tôi chỉ ra rằng nhiệt dung đẳng áp sẽ trở nên “bằng phẳng” ở nhiệt độ lớn hơn 1000K, nghĩa là khi nhiệt độ lớn hơn 700 K, nhiệt lượng cần thiết để tăng 1 K là không đổi. Như vậy, kết quả tính toán của chúng tôi sẽ có ý nghĩa đặc biệt trong việc mô hình hóa các hiện tượng tương tác bề mặt plasma ở cường độ cao và có vai trò quan trọng trong các ứng dụng nhiệt hạch [44].

Cuối cùng, chúng tôi thực hiện tính toán nhiệt độ Debye phụ thuộc vào thể tích. Theo mô hình của Debye [41] thì nhiệt độ Debye có mối liên hệ chặt chẽ với tần số Einstein được cho bởi biểu thức:  $T_D = \frac{10\hbar\omega_E}{7k_B}$  và kết quả tính toán được thể hiện trên hình 8.



**Hình 7.** Sự phụ thuộc của nhiệt dung đẳng áp vào nhiệt độ và áp suất của HCP - Be



**Hình 8.** Sự phụ thuộc của nhiệt độ Debye vào thể tích của Be ở nhiệt độ  $T = 300K$

Cuối cùng, chúng tôi thực hiện tính toán nhiệt độ Debye phụ thuộc vào thể tích. Theo mô hình của Debye [41] thì nhiệt độ Debye có mối liên hệ chặt chẽ với tần số Einstein được cho bởi biểu thức:  $T_D = \frac{10\hbar\omega_E}{7k_B}$  và kết quả tính toán được thể hiện trên

hình 8. Từ đồ thị ta có thể thấy rằng, khi thể tích tăng, nhiệt độ Debye giảm mạnh. Cụ thể khi thể tích tăng từ  $2.05 \text{ \AA}^3 - 8.03 \text{ \AA}^3$  thì nhiệt độ Debye  $T_D$  giảm mạnh từ 3250K xuống còn 811K. Để thuận tiện cho các đọc giả dễ lấy số liệu và phục vụ cho các nghiên cứu tiếp theo, chúng tôi tiến hành khớp kết quả trên với biểu thức (18) được xây dựng từ biểu thức (17) và giả sử hệ số Gruneisen phụ thuộc tuyến tính vào hàm của thể tích là  $\gamma = aV + b$  (trong đó a và b là hằng số).

$$\gamma \equiv -\frac{d(\ln T_D)}{d(\ln V)} \quad (17)$$

$$T_D(V) = T_D^* \left( \frac{V}{V^*} \right)^{-b} \exp[-a(V - V^*)] \quad (18)$$

Chúng tôi thu được  $a = 0.1018 \text{ \AA}^{-3}$  và  $b = 0.53722$ ,  $T_D^* = 969 \text{ K}$ ,  $V^* = 7.458131 \text{ \AA}^3$  hoàn toàn phù hợp tốt với các tính toán lí thuyết của Wuo và các cộng sự [13], Benedict và các cộng sự [8], Robert và các cộng sự [9], thực nghiệm DAC [15] với sai số không quá 3%. Con số này chứng minh rằng kết quả tính toán bởi SMM là đáng tin cậy có ý nghĩa đặc biệt việc thiết lập đường cong nóng chảy rắn – lỏng của Be ở áp suất lên tới 1500 GPa bằng mối liên hệ gần đúng của nhiệt độ nóng chảy theo tiêu chuẩn Lindemann và mối liên hệ giữa nhiệt độ nóng chảy với tham số Gruneisen của pha rắn [42,43]. Và từ kết quả này, chúng tôi có thể xác định được khoảng cách nhiệt độ được sinh ra khi một đường đẳng entropie giao với đường cong nóng chảy [13].

### 3. KẾT LUẬN

Chúng tôi đã áp dụng các kết quả lý thuyết, thế cặp Morse và phương pháp thống kê momen để xác định áp suất chuyển pha của Be ở nhiệt độ phòng là 380 GPa và mô tả một cách định lượng quá trình biến đổi cấu trúc này. Chúng tôi cũng đã xây dựng phương trình trạng thái cho hai pha HCP và BCC của Be lên đến 1000GPa. Các tính chất nhiệt động cũng được chúng tôi tính toán như khối lượng riêng, hệ số giãn nở nhiệt, modun nén khối đẳng nhiệt, nhiệt dung đẳng áp và nhiệt độ Debye. Tất cả những đóng góp của dao động mạng điều hòa và phi điều hòa cho năng lượng tự do Helmholtz đã được chúng tôi xem xét một cách rõ nét mà không cần quá trình tính toán phức tạp. Các số liệu so sánh thực nghiệm và lý thuyết được liệt kê trong báo cáo hoàn toàn phù hợp với kết quả tính toán của chúng tôi. Do đó, các kết quả tính toán của chúng tôi sẽ có ý nghĩa đặc biệt cho việc nghiên cứu các chương trình nghiên cứu ứng dụng nhiệt hạch của Be và sản xuất thiết bị Tokamak. Hướng nghiên cứu tiếp theo của chúng tôi có thể tiếp cận từ kết quả của này đó là trả lời câu hỏi “Tại sao Be lại có hệ số Poisson thấp  $\sim 0,05$  và xây dựng giản đồ pha của Be lên đến 1500 GPa.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. J. Donohue (1974), *Structure of elements*, Wiley, New York.
- [2]. A.Migliori, H. Ledbetter, D.J.Thoma and T.W.Darling (2004), *J. Appl. Phys.*, 95, 2436–2440.
- [3]. M.H.Nadal and L.Bourgeois (2010), *J. Appl. Phys.*, 108,033512.
- [4]. S. W. Haan, J. D. Lindt, D. A. Callahan et al. (2011), *Phys. Plasmas* 18, 051001.
- [5]. D.A. Young (1991), *Phase Diagrams of the Elements*, University of California Press, Berkeley.
- [6]. J. Elmsley (1998), *The Elements*, Oxford University Press, London.
- [7]. W.J. Evans, M.J. Lipp, H. Cynn, C.S. Yoo, M. Somayazulu, D. Häusermann, G. Shen and V. Prakapenka (2005), *Phys. Rev. B*, 72, 094113.
- [8]. L. X. Benedict, T. Ogitsu, A. Trave, C. J. Wu, P. A. Sterne and E. Schwegler (2009), *Phys. Rev. B*, 79, 064106.
- [9]. G. Robert, P. Legrand and S. Bernard (2010), *Phys. Rev. B*, 82, 104118.
- [10]. Christine J. Wu, Philip C. Myint, John E. Pask, Carrie J. Prisbrey, Alfredo A. Correa, Phanish Suryanarayana, and Joel B. Varley (2021), *J. Phys. Chem. A*, 2021, 125, 7, 1610–1636
- [11]. V. V. Dremov, A. A. Rykounov, F. A. Sapozhnikov, A. V. Karavaev, S. V. Yakovlev, G. V. Ionov, and M. V. Ryzhkov (2015), *J. Appl. Phys.*, 118, 035901.
- [12]. J. W. Xian, J. Yan, H. F. Liu, T. Sun, G. M. Zhang, X. Y. Gao, and H. F. Song (2019), *Phys. Rev. B*, 99, 064102.
- [13]. J. Wu, F. Gonzalez-Cataldo, and B. Militzer (2021), *Phys. Rev. B*, 104, 014103.

- [14]. J. Wu, F. Gonzalez-Cataldo, F. Soubiran, and B. Militzer (2022), *J. Phys. Condens. Matter*, 34, 144003.
- [15]. A. Lazicki, A. Dewaele, P. Loubeyre, and M. Mezouar (2012), *Phys. Rev. B*, 86, 174118.
- [16]. T. D. Cuong và A. D. Phan (2021), *Vacuum*, 189, 110231.
- [17]. T. D. Cuong, N. Q. Hoc, N. D. Trung, N. T. Thao and D. P. Anh (2022), *Phys. Rev. B*, 106, 094103.
- [18]. F. Luo, L.-C. Cai, X.-R.Chen, F.-Q. Jing, and D.Alfè (2012), *J. Appl. Phys.*, 111, 053503.
- [19]. G. Leibfried and W. Ludwig (1961), *Sol.Stat.Phys.*12, 275.
- [20]. V. V. Hung, K. Masuda-Jindo, and P. T. M. Hanh (2006), *J. Phys.: Condens. Matter* 18, 283.
- [21]. K. Masuda-Jindo, V. V. Hung, and P. D. Tam (2003), *Phys. Rev. B*, 67, 094301 (2003).
- [22]. K. Masuda-Jindo, S. R. Nishitani, and V. V. Hung (2004), *Phys. Rev. B*, 70, 184122
- [23]. N. Tang and V. V. Hung (1988), *Phys. Stat. Sol. B*, 149, 511.
- [24]. J. D. Coe, S. P. Rudin and B. Maiorov (2020), *AIP Conf. Proc.*, 2272, 070009
- [25]. Z.-C. Guo, F. Luo and Y. Cheng (2014), *Comp. Mater. Sci.*, 84, 139–144
- [26]. S.P. Rudin, M. D. Jones and J. D. Johnson (2005), *Joint 20th AIRAPT – 43th EHPRG*, June 27 – July 1, Karlsruhe / Germany
- [27]. K. Nakano, Y. Akahama, H. Kawamura (2002), *J. Phys.: Condens. Matter*, 14, 10569.
- [28]. N. Velisavljevic, G.N. Chesnut, Y.K. Vohra, S.T. Weir, V. Malba and J. Akella (2002), *Phys. Rev. B*, 65, 172107.
- [29]. W.J. Evans, M.J. Lipp, H. Cynn, C.S. Yoo, M. Somayazulu, D. Häusermann, G.Shen and V. Prakapenka (2005), *Phys. Rev. B*, 72, 094113
- [30]. G. Robert and A. Sollier (2006), *J. Phys. IV*, 134, 257.
- [31]. C.Wang, Y.Long, M.-F. Tian, X.-T. He, and P.Zhang (2013), *Phys. Rev. E*, 87, 043105.
- [32]. Y. H. Ding, and S. X. Hu (2017), *Phys. Plasm.* 24, 062702.
- [33]. V.M. Amonenko, V.Y. Ivanov, G.F. Tikhinskij and V.A. Finkel (1962), *Phys. Met. Metallogr.*,14, 47.
- [34]. K.J.H. Mackay and N.A. Hill (1963), *J. Nucl. Mater.*, 8, 263.
- [35]. Y.Cheng, H.-H. Chen, F.-X.Xue, G.-F.Ji and M.Gong (2013), *Mod. Phys. B*, 27, 24, 1350130.

- [36]. J. Zhang, J.Zhu, N.Velisavljevic, L. Wang, and Y.Zhao (2013), *J.Appl.Phys.* 114, 173509
- [37]. T.D.Cuong and A. D. Phan (2023), *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 25, 9073 – 9082
- [38]. V. Yu. Bodryakov (2018), *High Temp.*, 56, 02, 177 – 183.
- [39]. C. A. McCoy , M. D. Knudson, and M. P. Desjarlai (2019), *Phys.Rev.B*, 100, 054107
- [40]. D.C. Swift, T.Lockard, R.G. Kraus, L.X. Benedict, P. A. Sterne, M. Bethkenhagen, S. Hamel, and B. I. Bennett (2019), *Phys.Rev.E*, 99, 063210
- [41]. E. Sevillano, H. Meuth, J.J. Rehr, *Phys. Rev. B*, 20, 4908(1979)
- [42]. J. J. Gilvarry (1956), *Phys. Rev.* 102, 308.
- [43]. O. L. Anderson and D. G. Isaak (2000), *Am. Mineral.* 85, 376.
- [44]. P. Tolias (2022), *Nuclear Materials and Energy* ,31, 101195.
- [45]. Hai-Feng Song and Hai-Feng Liu (2007), *Phys. Rev. B*, 75, 245126.
- [46]. C. A. Swenson (1991), *J. Appl. Phys.* 70, 3046.

## TÍNH CHẤT VẬT LÝ CỦA SÓNG ÁNH SÁNG ĐỂ TẠO HÌNH ẢNH

Nguyễn Phi Hùng\*

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

\*Tác giả liên hệ: Email: [nphung@utc.edu.vn](mailto:nphung@utc.edu.vn)

**Tóm tắt:** Sóng ánh sáng và ứng dụng là một trong những chủ đề quan trọng và thú vị của bộ môn **Vật lý**. Một số tính chất về màu sắc ánh sáng đã được phát hiện và sử dụng trong nghệ thuật tạo hình cũng như kỹ thuật truyền hình. Dưới đây là một số tổng hợp lý thuyết và chi tiết về sóng ánh sáng:

**Từ khóa:** Ánh sáng, màu sắc, truyền hình màu.

**1. ÁNH SÁNG** là dạng năng lượng điện từ lan truyền qua không gian hoặc các môi trường khác nhau dưới dạng sóng hoặc hạt.

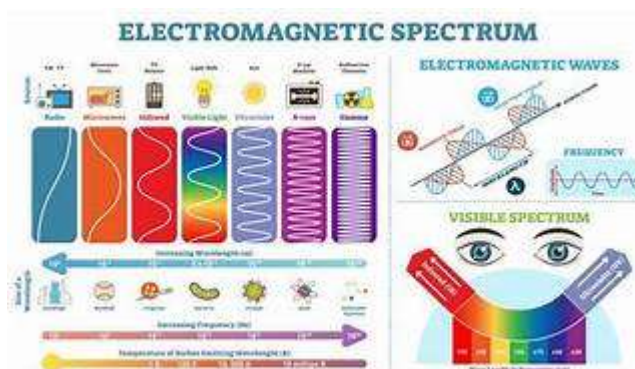
**1.1. Sóng Ánh Sáng:** Ánh sáng có thể được mô tả dưới dạng sóng điện từ. Sóng ánh sáng có bước sóng và tần số. Ánh sáng trắng là tập hợp của nhiều ánh sáng đơn sắc khác nhau. Khi ánh sáng trắng chiếu qua lăng kính, nó bị tán sắc thành các màu cầu vồng. Phổ quang là dải màu từ đỏ đến tím mà chúng ta thấy trong cầu vồng hoặc khi ánh sáng trắng đi qua một lăng kính [5].

**Tán Sắc Ánh Sáng:** Tán sắc là hiện tượng ánh sáng bị phân tách thành các màu khác nhau khi đi qua một chất khác nhau. Ví dụ: Khi ánh sáng mặt trời chiếu qua giọt nước trong không khí, chúng bị tán sắc và tạo ra cầu vồng.

**1.2. Ứng Dụng Của Ánh Sáng:**

**Quang phổ học:** Nghiên cứu về phổ quang giúp chúng ta hiểu về cấu tạo của vật chất và nguyên tử.

**Ứng dụng trong công nghệ:** Ánh sáng được sử dụng trong viễn thông, máy quét, máy ảnh, và nhiều thiết bị khác[4].



Hình1. Dải sóng điện từ

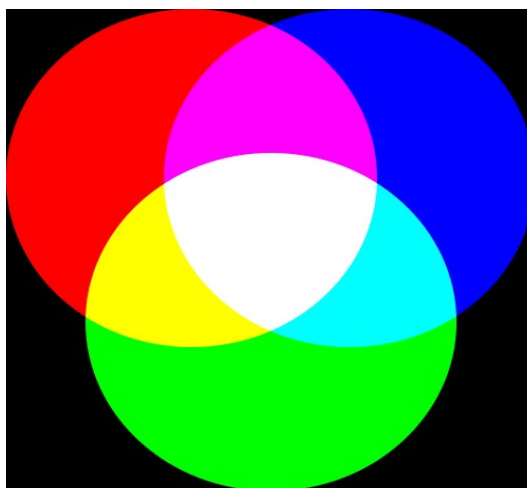
**1.3. Tính chất lưu ảnh của mắt** là một đặc điểm sinh học quan trọng của mắt, cho phép chúng ta nhìn thấy những vật đã xuất hiện trước đó trong một khoảng thời gian rất ngắn. Dưới đây là mô tả chi tiết về tính chất này:

Sau khi ánh sáng kích thích trên màng lưới mắt, ảnh hưởng của nó vẫn kéo dài trong khoảng thời gian khoảng 0,1 giây, và trong khoảng thời gian này, ta vẫn có cảm giác nhìn thấy vật đã xuất hiện trước đó.

Tính chất này giúp con người có khả năng nhìn thấy các hình ảnh chuyển động và tạo ra một ấn tượng liên tục khi trình chiếu các ảnh rời rạc [6].

**Sự lưu ảnh ở mắt** có ứng dụng quan trọng trong lĩnh vực điện ảnh. Khi chiếu phim, cứ sau 0,033 hoặc 0,04 giây, người ta lại chiếu một frame phim. Nhờ hiện tượng lưu ảnh ở mắt, người xem có cảm giác rằng quá trình trong phim đang diễn ra liên tục.

Màu sắc mà mắt cảm nhận được phụ thuộc vào bước sóng của ánh sáng chiếu tới mắt. Bước sóng của ánh sáng chiếu tới mắt lại phụ thuộc vào bản chất nguồn sáng. Phốt pho phát xạ được sử dụng trong các thiết bị phát ra ánh sáng như các loại đèn, các loại màn hình. Các ánh sáng có màu khác nhau, khi chiếu chồng lên nhau sẽ tạo ra ánh sáng có màu sắc khác. Ba màu cơ bản của cơ chế phối màu phát xạ trong các màn hình là màu đỏ, xanh lục và xanh lam (RGB).



**Hình2.** Minh họa nguyên tắc phối màu phát xạ

Dựa trên ba màu này, màn hình có thể tái tạo lại gần như toàn bộ dải màu sắc mà mắt người cảm nhận được. Đó là về màu sắc, còn yếu tố thứ hai của hình ảnh là độ sáng, sẽ được điều chỉnh bởi một đèn nền.

Mắt người cảm nhận hình ảnh dựa vào hai yếu tố, màu sắc và độ sáng (chói) của hình ảnh. Màn hình muốn hiển thị được hình ảnh thì cũng phải tái tạo lại được hai yếu tố thị giác này của hình ảnh. Về màu sắc, mắt người có khả năng cảm nhận hơn 4 tỉ sắc độ màu khác nhau, trong đó có một phổ màu khoảng hơn 30 triệu màu được cảm nhận rõ rệt nhất. Muốn tái tạo lại hình ảnh chân thực, màn hình hiển thị cần phải có khả năng hiển thị ít nhất là khoảng 16 triệu màu. Bình thường, khi muốn tạo ra một màu sắc, người ta sử dụng kỹ thuật lọc màu từ ánh sáng trắng, mỗi bộ lọc màu sẽ cho ra một màu. Tuy nhiên, với kích thước vô cùng bé của điểm ảnh, việc đặt 16 triệu bộ lọc màu



trước một điểm ảnh là gần như vô vọng. Chính vì thế, để hiển thị màu sắc một cách đơn giản nhưng vẫn cung cấp khá đầy đủ dải màu, người ta sử dụng phương pháp phối hợp màu từ các màu cơ bản.

Một trong những phát minh khoa học kỹ thuật có ý nghĩa hết sức to lớn đó là truyền hình màu. Sự ứng dụng của truyền hình màu vào trong cuộc sống đã khẳng định nền văn hóa của nhân loại.

Truyền hình màu là một lĩnh vực rất rộng, đó là sự kết hợp một cách thành công của các lý thuyết và kỹ thuật vô tuyến điện phức tạp: tạo tín hiệu, kỹ thuật gia công tín hiệu, kỹ thuật anten, kỹ thuật truyền sóng vv... Nguyên lý cơ bản của truyền hình màu đó là dựa vào các kết quả nghiên cứu về đặc điểm thị giác của mắt và lý thuyết ba màu cơ bản [3].

Truyền hình màu đã phát triển hết sức nhanh chóng và trải qua các thời kỳ cải tiến khác nhau, có ba hệ cơ bản đã được sử dụng:

Hệ NTSC (National television System Committee) do một nhóm kỹ sư ở Trường Đại học Hafeltine phát minh năm 1951.

Hệ SECAM (Sequentiel Couleurs à Mémoire) do ông Henri de France phát minh năm 1956.

Hệ PAL (Phase Alternation Line) do ông Walter Bruch phát minh năm 1963.

## **2. CƠ SỞ VẬT LÝ CỦA TRUYỀN HÌNH MÀU**

### **2.1. Màu sắc của vật thể và sự cảm nhận của mắt:**

Ánh sáng có bản chất là sóng điện từ với bước sóng từ  $3,8.10^{14}Hz$ - $7,9.10^{14}Hz$  ứng với các màu đỏ, da cam, vàng, lục, lam, chàm, tím. Ánh sáng phản xạ từ vật thể nào đó qua thị giác sẽ cho ta cảm nhận về vật đó. Sự cảm nhận thấy màu sắc của vật thể phụ thuộc vào đặc trưng phổ của nguồn sáng và khả năng phản xạ một số bước sóng nào đó của vật. Vật thể có màu là vật thể có khả năng phản xạ một số bước sóng nào đó và hấp thụ các bước sóng còn lại.

### **2.2. Các đại lượng đặc trưng cho ánh sáng:**

Màu sắc được đặc trưng bởi các đại lượng vật lý: độ chói, bước sóng chính và độ sạch màu. Nếu xét theo sự cảm nhận chủ quan của thị giác thì nó tương ứng với độ sáng, sắc màu và độ bão hòa màu.

Độ chói là đại lượng chỉ cường độ nguồn sáng, đơn vị của nó là Candela, khi thay đổi cường độ sáng sẽ cho ta cảm giác về độ sáng thay đổi.

Sắc màu là đại lượng chủ quan chỉ tính chất của màu. Sắc màu của nguồn sáng phụ thuộc vào bước sóng chính trong phổ năng lượng của nguồn sáng. Độ dài của bước sóng chính thay đổi liên tục sẽ cho ta thấy sắc màu thay đổi liên tục.

Độ bão hòa màu cũng là đại lượng chủ quan chỉ mức độ đậm nhạt của màu. Về mặt vật lý nó được biểu diễn bởi độ sạch màu. Độ sạch màu biểu diễn tỷ số giữa năng lượng của bước sóng chính và năng lượng của nguồn sáng. Nếu ta thêm ánh sáng trắng vào một nguồn sáng màu nào đó thì độ bão hòa màu của nó sẽ giảm.

### 2.3. Lý thuyết ba màu cơ bản:

Nếu như để truyền hình màu mà phải truyền đi vô số các bước sóng đơn sắc ứng với các phần tử ảnh thì thiết bị thực hiện điều đó rất phức tạp, khó có thể thực hiện được.

Dựa vào đặc điểm lưu ảnh của mắt, truyền hình ảnh đen trắng chỉ cần truyền đi các tín hiệu tỷ lệ với độ chói của các phần tử ảnh, còn truyền hình màu thì vấn đề sẽ phức tạp hơn nhiều.

Các công trình thực nghiệm đã xác định được rằng chỉ cần ba màu cơ bản: đỏ(R), lục(G), lam(B) là có thể tổng hợp được hầu hết các màu có trong tự nhiên. Sự thu nhận riêng biệt ba màu cơ bản này được cộng lại ở não sẽ cho ta cảm giác về màu. Khi đó một màu bất kỳ được biểu diễn bởi phương trình:

$$C(C) = R(R) + G(G) + B(B)$$

(C), (R), (G), (B) biểu diễn các sắc màu

C, R, G, B Giá trị các màu, nó có thể được biểu diễn bởi đơn vị

tương đối hoặc các đơn vị đo màu.

Kết quả này có ý nghĩa rất quan trọng nó là cơ sở của nguyên lý tạo và truyền các thông tin về màu.

### 3. NGUYÊN LÝ TẠO VÀ TRUYỀN THÔNG TIN MÀU

Dựa vào lý thuyết ba màu cơ bản và khả năng lưu ảnh của mắt thì có thể thực hiện việc truyền hình ảnh màu bằng cách truyền đi đồng thời hoặc lần lượt ba tín hiệu màu cơ bản. Hình ảnh được biến đổi thành các tín hiệu tương ứng nhờ ba ống phát và hệ thống quang học, và ở phía máy thu sẽ xảy ra quá trình tổng hợp các màu cơ bản đó. Hệ thống truyền hình như vậy đòi hỏi phải truyền ba tín hiệu màu cơ bản theo một tỷ lệ xác định. Hơn nữa truyền hình màu là sự nối tiếp của truyền hình đen trắng, cho nên để máy thu hình có thể thu được chương trình truyền hình màu thì hệ truyền hình màu phải thỏa mãn những điều kiện kết hợp sau đây:

+ Các thông số cơ bản của hệ truyền hình màu phải bằng các thông số của hệ truyền hình đen trắng.

+ Truyền đi các tín hiệu chói  $U'_Y$

+ Sắp xếp các thông tin màu vào phổ tín hiệu chói sao cho chúng không gây ảnh hưởng lẫn nhau.

Do đó trong thực tế người ta truyền tín hiệu chói  $U'_Y$  được tạo nên từ ba tín hiệu màu cơ bản theo phương trình:

$$U'_Y = 0,3U'_R + 0,5U'_G + 0,11U'_B$$

Khi đó chỉ cần truyền đi hai trong số ba tín hiệu màu cơ bản là đủ vì tín hiệu thứ ba có thể tạo nên bằng cách tổ hợp của  $U'_Y$  với hai tín hiệu này. Nhưng để đảm bảo tín hiệu màu không ảnh hưởng đến tín hiệu chói tức là thỏa mãn nguyên lý độ chói cố định thì người ta truyền đi các tín hiệu hiệu màu:

$$U'_{R-Y} \equiv (U'_R - U'_Y) = 0,70U'_R - 0,59U'_G - 0,11U'_B$$

$$U'_{B-Y} \equiv (U'_B - U'_Y) = 0,89U'_B - 0,30U'_R - 0,59U'_G$$

Và tín hiệu hiệu màu thứ ba được tạo nên từ hai tín hiệu hiệu màu này:

$$U'_{G-Y} \equiv (U'_G - U'_Y) = 0,51U'_{R-Y} - 0,19U'_{B-Y}$$

Các hệ truyền hình màu khác nhau chủ yếu ở phương pháp mã hóa và giải mã tín hiệu màu mà cụ thể đó là sự khác nhau về phương pháp truyền tín hiệu hiệu màu, phương pháp điều chế tín hiệu hiệu màu lên sóng mang màu, tần số sóng mang màu, dạng xung đồng bộ màu vv...[1,2]

Hai hệ truyền hình màu NTSC, PAL có những nguyên tắc tổng quát giống nhau. Các hệ này phát đồng thời có nghĩa là hai tín hiệu hiệu màu được truyền đi tại cùng một thời điểm và được điều chế bởi một sóng duy nhất.

Hệ NTSC đã chọn phương pháp điều chế cân bằng và các tín hiệu này có pha vuông góc với nhau. Bằng phương pháp này hệ NTSC đã thực hiện tốt điều kiện kết hợp nhưng lại dễ nhạy cảm với méo pha. Với phương pháp điều chế này để có thể tách sóng bình thường thì ở phía thu phải phục hồi lại thành phần sóng mang.

Hệ PAL cũng dùng phương pháp điều chế này nhưng để khắc phục nhược điểm của hệ NTSC thì Walter Bruch đã đề ra một phương án mới đó là đảo cực tính của tín hiệu  $U'_{R-Y}$  lần lượt qua mỗi dòng.

Đây là những đặc điểm tạo nên sự khác nhau cơ bản giữa hệ NTSC, PAL với SECAM. Ngoài ra trong phương pháp chọn sóng mang màu, dải tần tín hiệu màu, chọn trục điều chế giữa NTSC và PAL cũng có sự khác nhau đôi chút và khác biệt so với hệ SECAM.

Hệ SECAM do kỹ sư người Pháp Henry de France nghiên cứu và phát minh vào cuối năm 1953.

Trong hệ SECAM, hai tín hiệu hiệu màu được truyền đi lần lượt qua mỗi dòng, và hai tín hiệu hiệu màu điều tần hai sóng mang màu có tần số khác nhau. Do phương pháp điều tần mà hệ SECAM giải quyết được vấn đề méo pha và méo biên độ. Tuy nhiên do việc truyền lần lượt mà độ phân biệt theo mặt giảm nhưng điều này có thể chấp nhận được do độ phân biệt của mắt người đối với màu sắc kém hơn so với độ chói.

### **KẾT LUẬN:**

Truyền hình là loại hình phương tiện thông tin đại chúng mới xuất hiện từ khoảng giữa thế kỷ XX, nhưng đã phát triển rất nhanh chóng, mạnh mẽ và được phổ biến hết sức rộng rãi trong vòng vài ba thập niên trở lại đây, đặc trưng của truyền hình là cung cấp thông tin dưới dạng hình ảnh (kết hợp âm thanh và ở mức độ nhất định cả với chữ viết) mang tính hấp dẫn sinh động, trực tiếp và tổng hợp.

Ngày nay, ngành truyền hình thế giới đang từng bước chuyển dần từ công nghệ tương tự (analog) sang truyền hình kỹ thuật số (digital). Từ thập kỷ 80, hệ truyền hình độ nét cao (high-definition television – HDTV) sử dụng kỹ thuật số bắt đầu được nghiên cứu.

Một số kết quả về ánh sáng và màu sắc đã sử dụng vẫn đang tiếp tục được nghiên cứu, sẽ đưa tới những ứng dụng mới làm thay đổi một cách căn bản trong nhiều lĩnh vực khác nhau như truyền hình, thông tin v.v...

Khoa học đã tạo ra máy tính, internet, điện thoại di động và các thiết bị thông tin khác. Chúng đã thay đổi cách chúng ta giao tiếp, làm việc và tiếp cận thông tin. Khoa học đã cải tiến quy trình sản xuất, tạo ra các sản phẩm tiện ích và nâng cao năng suất lao động.

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Н. Фомин. Справочник по эксплуатации цветных телевизоров.
- [2]. М.С. Берсенев. Знай телевизор. 1985.
- [3]. Nguyễn Kim Sách. Kỹ thuật truyền hình màu. NXB KHKT. 1985.
- [4]. Phở điện từ – Wikipedia tiếng Việt.
- [5]. Cầu vồng – Wikipedia tiếng Việt.
- [6]. Lý thuyết màu cơ bản – VnSkills.

## CÁC HỢP CHẤT FLAVONOID GLYCOSIDE ĐƯỢC PHÂN LẬP TỪ LOÀI CỎ XƯỚC (*ARCHYRANTHES ASPERA*)

Bùi Thị Nha Trang<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Mai<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội, số 41A đường Phú Diễn, Bắc Từ Liêm, Hà Nội.

<sup>2</sup>Trường Đại học Giao thông vận tải, số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

\*Tác giả liên hệ: Email: maint@utc.edu.vn

**Tóm tắt:** Ba hợp chất flavonoid glycoside trong đó có hai hợp chất mới (1) và (2) đã được phân lập từ cặn chiết metanol của phần trên mặt đất loài cỏ xước (*Archyranthes aspera*). Các hợp chất này có cấu trúc được làm sáng tỏ là 2'''-(E)-coumaroyl-2''-O-rhamnosylvitexin (1), 2'''-(Z)-coumaroyl-2''-O-rhamnosylvitexin (2), 2''-O-rhamnosylvitexin (3), bằng cách phân tích phổ HR-ESI-MS, NMR của chúng và so sánh với những dữ liệu được báo cáo trong tài liệu.

**Từ khóa:** *Archyranthes*, *Archyranthes aspera*, achyasperoside A, achyasperoside B.

### 1. MỞ ĐẦU

Chi ngưu tất (*Archyranthes*) có khoảng 21 loài, Đặc biệt, hai loài *A. bidentata* và *A. aspera* thường được sử dụng làm cây thuốc ở Ấn Độ và Trung Quốc. Hai loài này thường được sử dụng bằng đường uống, chống chỉ định sử dụng trong thai kỳ do khả năng gây sảy thai. Loài *A. aspera* có một vị trí quan trọng trong y học dân gian Ấn Độ, nó đã được sử dụng nhiều trong hệ thống y học cổ truyền Ấn Độ [1]. Trung Quốc. *A. aspera* có khả năng loại bỏ urolith ở dê, loại bỏ nhau thai sau khi sinh và có thể sử dụng như một loại thuốc chống giun sán ở gia súc [2].

Ngày nay, nhiều bài thuốc cổ điển có chứa *A. aspera* đã được phát triển thành các thuốc hiện đại. Ngoài ra, loài *A. aspera* cũng được kết hợp làm hoạt chất vào các sản phẩm khác nhau như: các sản phẩm chăm sóc sức khỏe, rượu vang, kem và kem đánh răng trên toàn thế giới.

### 2. NỘI DUNG

#### 2.1. Mẫu thực vật

Mẫu Cỏ xước có tên khoa học *Achyranthes aspera* được thu hái tại Mê Linh, Vĩnh Phúc vào tháng 2 năm 2021 và được định danh bởi TS. Nguyễn Thế Cường, Viện Sinh thái và Tài nguyên sinh vật, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Mẫu tiêu bản được lưu tại Viện Hóa sinh biển (kí hiệu NCCT-P119).

## 2.2. Hóa chất thiết bị

**Sắc ký lớp mỏng (TLC):** thực hiện trên bản mỏng trắng sẵn DC-Alufoalien 60 F254 (Merck 1,05715), RP18 F254S (Merck); phát hiện vết chất bằng đèn tử ngoại ở hai bước sóng 254 nm và 365 nm hoặc dùng thuốc thử là dung dịch Dragendorff hay H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10 % được phun đều lên bản mỏng, sấy khô rồi hơi nóng từ từ đến khi hiện màu.

**Sắc ký cột (CC):** Được tiến hành với chất hấp phụ là silica gel pha thường và pha đảo. Silica gel pha thường có cỡ hạt là 0,040-0,063 mm (240-430 mesh) và silica gel pha đảo RP- C18 (150  $\mu$ m, Fuji Silysia Chemical Ltd.).

**Phổ cộng hưởng từ hạt nhân (NMR):** Đo trên máy Bruker AM500 của Viện Hóa học.

**Phổ khối lượng (LC-MS):** Đo trên máy AGILENT 1100 series và AGILENT 6530 Accurate Mass của Viện Hóa sinh biển.

## 2.3. Phân lập các chất

Mẫu *Achyranthes aspera* (5 kg) sau khi nghiền nhỏ được ngâm chiết 3 lần với methanol ở nhiệt độ phòng trong bể siêu âm. Mỗi lần sử dụng 20 L methanol và chiết siêu âm trong 2 giờ. Sau khi lọc, các dịch chiết methanol được gom lại và cất loại dung môi dưới áp suất giảm thu được 210 g cặn chiết methanol. Toàn bộ lượng cặn chiết methanol được hòa tan trong 3 L nước và chiết lần lượt với dichloromethane và ethyl acetate theo tỉ lệ 1/1 (v./v.). Mỗi loại dung môi được chiết 3 lần, thu được các phân đoạn dichloromethane (AC.D, 124 g), ethyl acetate (AC.E, 47 g) và phần nước còn lại (AC.W). Lọc nước AC.W được hấp phụ trên cột Diaion HP-20 sau đó rửa bằng 4 L nước cất để loại bỏ muối và tạp chất vô cơ. Sau đó để ráo cột rồi tiếp tục rửa giải bằng hệ dung môi methanol/nước với tỉ lệ lần lượt là 1/3, 1/1, 3/4, 0/4, v/v thu được 4 phân đoạn ACW1 – ACW4. Phân đoạn ACW3 (21g) được phân tách trên cột sắc kí silica gel với hệ dung môi rửa giải dichloromethane/methanol/water (5/1/0.1, v/v/v) thu được 6 phân đoạn được kí hiệu lần lượt là ACW3A - ACW3F. Phân đoạn ACW3C được tinh chế trên máy HPLC sử dụng cột J'sphere H80 với hệ dung môi rửa giải 20 % ACN thu được hợp chất **3** (10.8 mg,  $t_R$  22.4 min). Hợp chất **2** (9.1 mg,  $t_R$  64.3 min) thu được từ phân đoạn ACW3D khi tinh chế trên máy HPLC sử dụng cột J'sphere H80 với hệ dung môi rửa giải 20% acetonitrile trong nước. Phân đoạn ACW3E được phân tách trên máy HPLC sử dụng cột J'sphere H80 với hệ dung môi rửa giải 25% acetonitrile thu được hợp chất **1** (18.3 mg,  $t_R$  53.4 min).

**Hợp chất 1:** Hợp chất mới được đặt tên achyasperoside A. **1** là chất bột vô định hình màu vàng; HR- ESI-MS  $m/z$  725.2077 [M+H]<sup>+</sup> (tính toán lí thuyết cho công thức [C<sub>36</sub>H<sub>37</sub>O<sub>16</sub>]<sup>+</sup>, 725.2076) cho phép xác định công thức phân tử của hợp chất **1** là C<sub>36</sub>H<sub>36</sub>O<sub>16</sub>; <sup>1</sup>H- và <sup>13</sup>C-NMR (CD<sub>3</sub>OD), xem bảng 1.

**Hợp chất 2:** Hợp chất mới được đặt tên achyasperoside B

**Hợp chất 3:** được xác định là lactifoloside H.

## 2.4. Kết quả và thảo luận

Hợp chất **1** thu được dưới dạng chất bột vô định hình màu vàng. Phổ IR của hợp chất **1** xuất hiện vùng tín hiệu gợi ý cho các nhóm chức C=O (1688 cm<sup>-1</sup>), Arene và C=C (1654, 1606, và 1512 cm<sup>-1</sup>), C-O-C (1049 cm<sup>-1</sup>) và OH (3406 cm<sup>-1</sup>). Pic ion giả phân tử

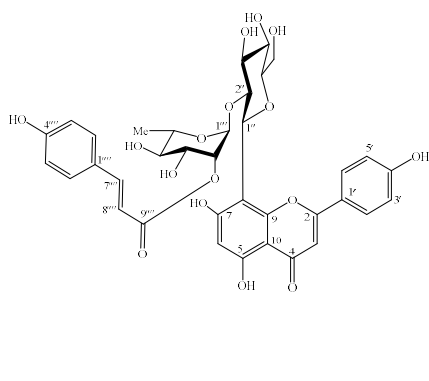
tại  $m/z$  725.2077  $[M+H]^+$  (tính toán lí thuyết cho công thức  $[C_{36}H_{37}O_{16}]^+$ , 725.2076) cho phép xác định công thức phân tử của hợp chất **1** là  $C_{36}H_{36}O_{16}$ . Trên phổ proton của hợp chất **1** xuất hiện tín hiệu của hai vòng thơm thế *para* ( $\delta_H$  8.00, 7.42, 6.95, và 6.78, mỗi proton 2H, d,  $J = 8.4$  Hz), hai proton singlet của vòng thơm ( $\delta_H$  6.62 và 6.31), một nối đôi *trans* ( $\delta_H$  7.57 và 6.29, mỗi proton 1H, d,  $J = 15.6$  Hz), một phân tử đường rhamnose ( $\delta_H$  5.21, 5.19, 3.64, 3.10, 2.54-2.55, và 0.72 (3H, d, 6.0 Hz) và một phân tử đường C-glucose được xác định thông qua tín hiệu proton anome tại  $\delta_H$  5.10 với hằng số tương tác  $J$  lớn (10.2 Hz) [3-5]. Phân tích phổ  $^{13}C$ -NMR xuất hiện tín hiệu của 36 carbon, trong đó xuất hiện tín hiệu của một vòng benzen thế *para* ( $\delta_C$  161.3,  $131.2 \times 2$  C, 127.2, và  $116.8 \times 2$  C), một nhóm vinyl ( $\delta_C$  146.9 và 115.19), một carbon carbonyl ( $\delta_C$  168.5) gợi ý cho sự xuất hiện của một nhóm coumaroyl. Ngoài ra, còn có sự xuất hiện tín hiệu của 15 carbon của một đơn vị flavone ( $\delta_C$  105.8 –184.1), 12 carbon (1 carbon methyl ( $\delta_C$  18.1) và 11 carbon oximethine và oxymethylene ( $\delta_C$  63.1–99.7) đặc trưng cho một đơn vị đường rhamnose và một đơn vị đường glucose. Trên phổ COSY của hợp chất **1** xuất hiện các tương tác giữa H-1''/H-2'' và H-1'''/H-2''' được quan sát thấy rất rõ ràng. Kết hợp với tín hiệu ở vùng trường thấp của H-2'' ( $\delta_H$  4.31) và H-2''' ( $\delta_H$  5.19) gợi ý các vị trí đính tại C-2'' và C-2'''. Các tương tác HMBC giữa H-1'' ( $\delta_H$  5.10) với ba carbon C-7 ( $\delta_C$  165.0), C-8 ( $\delta_C$  105.8), và C-9 ( $\delta_C$  158.0) cho phép xác định phân tử đường C-glucose đính tại vị trí C-8. Vị trí đính của đường rhamnose được xác định là tại C-glu C-2'' được xác nhận thông qua các tương tác từ rha H-1''' ( $\delta_H$  5.21) to C-2'' ( $\delta_C$  77.8) [3-5]. Và nhóm coumaroyl đính tại rha C-2''' thông qua một liên kết ester dựa vào tương tác HMBC giữa rha H-2''' ( $\delta_H$  5.19) với C=O carbon ( $\delta_C$  168.5). Thủy phân acid hợp chất **1** thu được phân tử đường *L*-rhamnose, dựa vào việc so sánh độ quay cực và chấm so sánh với đường chuẩn trên TLC. Như vậy, cấu trúc của hợp chất **1** đã được xác định là 2'''-(*E*)-coumaroyl-2''-*O*-rhamnosylvitexin và được đặt tên là achyasperoside A.

**Bảng 1.** Số liệu phổ NMR của **1** và hợp chất tham khảo

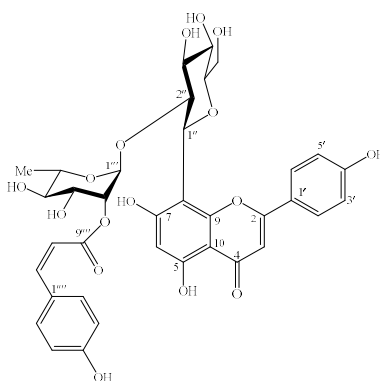
C	$\delta_C$	$\delta_H$ (mult., $J$ in Hz)
<b>2</b>	166.7	-
<b>3</b>	103.7	6.62 (s)
<b>4</b>	184.1	-
<b>5</b>	162.8	-
<b>6</b>	100.2	6.31 (s)
<b>7</b>	165.0	-
<b>8</b>	105.8	-
<b>9</b>	158.0	-
<b>10</b>	105.8	-
<b>1'</b>	123.6	-
<b>2', 6'</b>	130.1	8.00 (d, 8.4)
<b>3', 5'</b>	117.1	6.95 (d, 8.4)
<b>4'</b>	162.8	-

C	$\delta_C$	$\delta_H$ (mult., J in Hz)
<b>Glc</b>		
1''	73.7	5.10 (d, 10.2)
2''	77.8	4.31 (dd, 9.0, 10.2)
3''	81.5	3.73 (t, 9.0)
4''	72.5	3.65 (t, 9.0)
5''	82.9	3.49-3.50 (m)
6''	63.1	3.82 (dd, 12.6, 6.0) 3.99 (dd, 12.6, 2.4)
<b>Rha</b>		
1'''	99.7	5.21 (d, 1.8)
2'''	73.9	5.19 (dd, 3.0, 1.8)
3'''	70.4	3.64 (dd, 9.6, 3.0)
4'''	73.6	3.10 (t, 9.6)
5'''	70.1	2.54-2.55 (m)
6'''	18.1	0.72 (d, 6.0)
<b>Cou</b>		
1''''	127.2	-
2''', 6''''	131.2	7.42 (d, 9.0)
3''', 5''''	116.8	6.78 (d, 9.0)
4''''	161.3	-
7''''	146.9	7.57 (d, 15.6)
8''''	115.1	6.29 (d, 15.6)
9''''	168.5	-

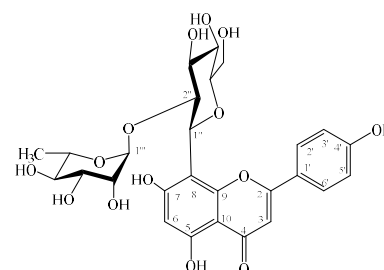
a)  $CD_3OD$ , b) 600MHz, c) 150MHz



Hợp chất 1:  
Achyasperoside A



Hợp chất 2:  
Achyasperoside B



Hợp chất 3:  
2''-O-rhamnosylvitexin



Hợp chất **2** có công thức phân tử là  $C_{36}H_{36}O_{16}$ , giống với hợp chất **1**, được xác định thông qua pic ion giả phân tử trên phổ HR-ESI-MS tại  $m/z$  725.2069  $[M+H]^+$  (tính toán lý thuyết công thức  $[C_{36}H_{37}O_{16}]^+$ , 725.2076). Phân tích phổ NMR của hợp chất **2** nhận thấy rất các tín hiệu rất giống với tín hiệu phổ NMR của hợp chất **1** ngoại trừ giá trị của nôi đôi tại  $\delta_H$  6.83 và 5.74 với hằng số tương tác nhỏ hơn  $J = 12.6$  Hz gợi ý cấu hình *cis*. Giống với hợp chất **1** vị trí đỉnh của các nhóm chức được xác định thông qua các tương tác trên phổ HSQC, HMBC và COSY. Các tương tác HMBC từ H-3''' tới carbon C=O, từ H-1''' tới C-2'', và từ H-1'' tới C-7/C-8/C-9 cho phép xác định nhóm coumaroyl đính với phân tử đường rhamnose tại C-2'', phân tử đường rhamnose đính với phân tử đường C-glucose tại C-2'', và chuỗi đường này đính trực tiếp vào C-8 không qua liên kết ester. Đường *L*-rhamnose cũng được xác định tương tự như ở hợp chất **1** thông qua thủy phân acid thu được đường sao đó chấm so sánh với đường chuẩn trên TLC. Như vậy cấu trúc của hợp chất **2** cũng đã được xác định là 2'''-(*Z*)-coumaroyl-2''-O-rhamnosylvitexin, và được đặt tên là achyasperoside B.

Hợp chất **3**: So sánh với tài liệu tham khảo là hợp chất 2''-O-rhamnosylvitexin [6].

### 3. KẾT LUẬN

Từ lá loài cỏ xước (*Achyranthes aspera*) sử dụng kết hợp các phương pháp sắc ký, các phương pháp phổ hiện đại, đã phân lập và xác định cấu trúc của ba hợp chất flavonoid glycoside **1-3**, trong đó hợp chất **1** và hợp chất **2** là các hợp chất mới.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. R. Perumal Samy, S. Ignacimuthu, A. Sen. Screening of 34 Indian medicinal plants for antibacterial properties, *Journal of Ethnopharmacology*, **1998**, 62(2), 173-181.
- [2]. F. M. Khan. Ethno-veterinary medicinal usage of flora of greater cholistan desert (Pakistan), *Pakistan Veterinary Journal*, **2009**, 29(2), 75-80.
- [3]. T. He, Q. Y. Wang, J. Z. Shi, T. Y. Fan, C. Yan, L. J. Huang, S. Liu, X. J. Hao, S. Z. Mu. Synthesis and the hepatoprotective activity of dibenzocyclooctadiene lignan derivatives, *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, **2014**, 24(7), 1808-1811.
- [4]. X. Y. Xu, D. Y. Wang, Y. P. Li, S. T. Deyrup, H. J. Zhang. Plant-derived lignans as potential antiviral agents: a systematic review, *Phytochem. Rev.*, **2022**, 21(1), 239-289.
- [5]. G. Y. Yang, R. R. Wang, Z. H. Gao, Y. K. Li, L. M. Yang, X. N. Li, S. Z. Shang, Y. T. Zheng, W. L. Xiao, H. D. Sun. Bioactive lignans from the leaves and stems of *Schisandra wilsoniana*, *Nat. Prod. Commun.*, **2013**, 8(4), 1934578X1300800415.
- [6]. H. Xu, T. Zhou, J. Wen, G. Fan, Y. Wu. Isolation and Purification of Three Flavonoids from the Hawthorn Leaves by High Speed Countercurrent Chromatography, Combined with Isocratic Preparative Reversed-Phase High Performance Liquid Chromatography. **2009**.

## CÁC HỢP CHẤT TRITECPENE GLYCOSIDE ĐƯỢC PHÂN LẬP TỪ LOÀI NGƯU TẮT (*ACHYRANTHES BIDENTATA*)

Hoàng Thị Tuyết Lan, Nguyễn Thị Mai\*

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

\* Tác giả liên hệ: Email: maint@utc.edu.vn

**Tóm tắt:** Bốn hợp chất tritecpene glycoside trong đó có một hợp chất mới được phân lập từ cặn chiết metanol của phần trên mặt đất loài ngưu tất (*Archyranthes bidentata*). Các hợp chất này có cấu trúc được làm sáng tỏ là oleanolic acid 28-O- $\beta$ -D-glucopyranoside-3-O-[ $\beta$ -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 3)]- $\beta$ -D-galactopyranoside (**1**), oleanolic acid 28-O- $\beta$ -D-glucopyranoside-3-O- $\beta$ -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)-[ $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 3)]- $\beta$ -D-glucuronopyranoside (**2**), oleanolic acid 3-O- $\beta$ -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)-[ $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 3)]- $\beta$ -D-glucuronopyranoside (**3**) và oleanolic acid 3-O- $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 3)- $\beta$ -D-glucuronopyranoside (**4**), bằng cách phân tích phổ HR-ESI-MS, NMR của chúng và so sánh với những dữ liệu được báo cáo trong tài liệu.

**Từ khóa:** *Archyranthes*, *Archyranthes bidentata*, *achyranbiden* A.

### 1. MỞ ĐẦU

Loài ngưu tất (*Archyranthes bidentata*) thuộc chi ngưu tất (*Archyranthes*), thường được sử dụng làm cây thuốc ở Ấn Độ và Trung Quốc. Loài này thường được sử dụng bằng đường uống, chống chỉ định sử dụng trong thai kỳ do khả năng gây sảy thai. Trong y học cổ truyền, *A. bidentata* tác dụng với gan và thận, có vị đắng và chua, có tính bình. *A. bidentata* thường được dùng cùng với rượu gạo hoặc nước muối để tăng cường tác dụng làm giàu thận, nuôi dưỡng gan và tăng cường sức mạnh của xương [1]. Bên cạnh ứng dụng trong sức khỏe con người, *A. bidentata* còn được sử dụng để kéo dài tuổi thọ tầm ở khu vực ven biển phía đông nam Trung Quốc [2].

### 2. NỘI DUNG

#### 2.1. Mẫu thực vật

Mẫu ngưu tất *Achyranthes bidentata* được thu hái tại Mê Linh, tỉnh Vĩnh Phúc vào tháng 6 năm 2020 và được định danh bởi TS. Nguyễn Thế Cường, Viện Sinh thái và Tài nguyên sinh vật, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Mẫu tiêu bản được lưu tại Viện Hóa sinh biển (kí hiệu NCCT-P161).

#### 2.2. Hóa chất thiết bị

**Sắc ký lớp mỏng (TLC):** thực hiện trên bản mỏng trắng sẵn DC-Alufoalien 60 F254 (Merck 1,05715), RP18 F254S (Merck); phát hiện vết chất bằng đèn tử ngoại ở hai bước

sóng 254 nm và 365 nm hoặc dùng thuốc thử là dung dịch Dragendorff hay H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10 % được phun đều lên bản mỏng, sấy khô rồi hơi nóng từ từ đến khi hiện màu.

**Sắc ký cột (CC):** Được tiến hành với chất hấp phụ là silica gel pha thường và pha đảo. Silica gel pha thường có cỡ hạt là 0,040-0,063 mm (240-430 mesh) và silica gel pha đảo RP- C18 (150 μm, Fuji Silysia Chemical Ltd.).

**Phổ cộng hưởng từ hạt nhân (NMR):** Đo trên máy Bruker AM500 của Viện Hóa học.

**Phổ khối lượng (LC-MS):** Đo trên máy AGILENT 1100 series và AGILENT 6530 Accurate Mass của Viện Hóa sinh biển.

### 2.3. Phân lập các chất

Mẫu *A. bidentata* (4,5 kg) sau khi nghiền nhỏ được ngâm chiết 3 lần với methanol ở nhiệt độ phòng trong bể siêu âm. Mỗi lần sử dụng 20 L methanol và chiết siêu âm trong 60 phút. Sau khi lọc, các dịch chiết methanol được gom lại và cất loại dung môi dưới áp suất giảm thu được 300 g cặn chiết methanol. Toàn bộ lượng cặn chiết methanol được hòa tan trong 3 L nước và chiết lần lượt với dichloromethane và ethyl acetate. Mỗi loại dung môi được chiết 3 lần, mỗi lần 3L thu được các phân đoạn dichloromethane (AB.D, 198g), ethyl acetate (AB.E, 324 g) và phần nước còn lại. Phân đoạn AB.D được phân tách trên cột sắc kí silica gel với hệ dung môi rửa giải gradient CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>/MeOH (1/0, 20/1, 5/1, 2.5/1, 1/1, 0/1) thu được 5 phân đoạn được kí hiệu lần lượt là ABD1-ABD5. Phân đoạn ABD5 được phân tách trên cột sắc kí pha đảo RP-18 sử dụng hệ dung môi rửa giải methanol/nước (1.8/1, v./v.) thu được bốn phân đoạn ABD5A-ABD5D. Phân đoạn ABD5B tiếp tục được phân tách trên cột sắc kí pha thường sử dụng hệ dung môi rửa giải CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>/MeOH/nước (4/1/0.1, v./v./v.) thu được ba phân đoạn ABD5B1-ABD5B3, các phân đoạn này tiếp tục được tinh chế trên máy HPLC sử dụng hệ dung môi rửa giải lần lượt là 35% ACN, 57% ACN và 35% ACN thu được lần lượt hợp chất **2** (17,5 mg, t<sub>R</sub> 52,37), hợp chất **4** (15,3 mg, t<sub>R</sub> 61,00) và **3** (12,6 mg, t<sub>R</sub> 54,15). Các hợp chất **1** (14,6 mg, t<sub>R</sub> 43,47) thu được khi tinh chế phân đoạn ABD5C trên máy HPLC sử dụng hệ dung môi rửa giải 38% ACN.

Hợp chất **1** thu được dưới dạng chất bột vô định hình không màu. Công thức phân tử của hợp chất **1**, C<sub>48</sub>H<sub>78</sub>O<sub>18</sub>, được xác định dựa vào pic ion giả phân tử *m/z* 977,4854 [M+<sup>35</sup>Cl], calcd. [C<sub>48</sub>H<sub>78</sub>O<sub>18</sub><sup>35</sup>Cl]: 977,4882 và *m/z* 979,4794 [M + <sup>37</sup>Cl], calcd. [C<sub>48</sub>H<sub>78</sub>O<sub>18</sub><sup>37</sup>Cl]: 979,4852), dữ liệu phổ <sup>1</sup>H- và <sup>13</sup>C-NMR (CD<sub>3</sub>OD), xem bảng 1.

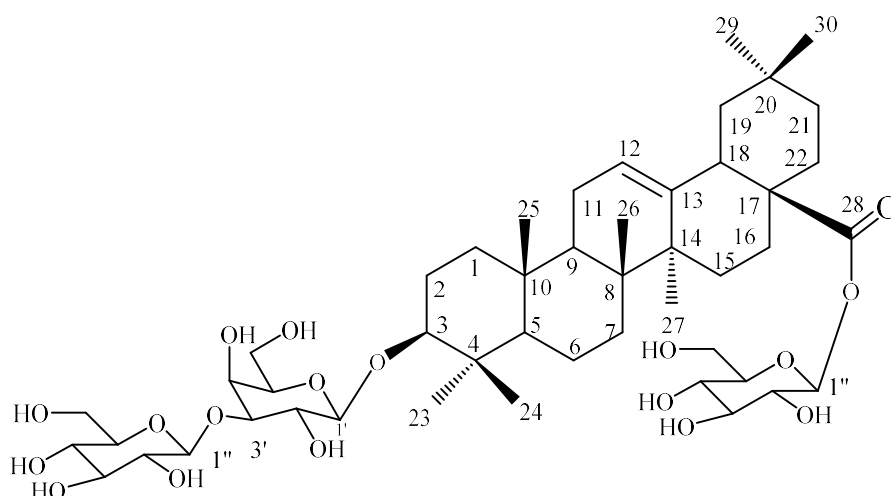
Hợp chất **2**: *oleanolic acid 28-O-β-D-glucopyranoside-3-O-β-D-glucopyranosyl-(1→2)-[α-L-rhamnopyranosyl-(1→3)]-β-D-glucuronopyranoside*

Hợp chất **3**: *oleanolic acid 3-O-β-glucopyranosyl - (1→2) - [α - L - rhamnopyranosyl - (1→3)] - β - D - glucuronopyranoside*

Hợp chất **4**: *oleanolic acid 3-O-α-L-rhamnopyranosyl-(1→3)-β-D-glucuronopyranoside.*

## 2.4. Kết quả và thảo luận

Hợp chất 1: achyranbiden A (hợp chất mới)



**Hình 1.** Cấu trúc hóa học của hợp chất 1

Hợp chất **1** thu được dưới dạng chất bột vô định hình không màu. Phổ IR của hợp chất **1** gợi ý có sự xuất hiện của các nhóm thế OH ( $3378\text{ cm}^{-1}$ ) và C-O-C ( $1068, 1031\text{ cm}^{-1}$ ). Công thức phân tử của hợp chất **1**,  $\text{C}_{48}\text{H}_{78}\text{O}_{18}$ , được xác định dựa vào pic ion giả phân tử  $m/z\ 977,4854\ [\text{M} + ^{35}\text{Cl}]^-$ , calcd.  $[\text{C}_{48}\text{H}_{78}\text{O}_{18}^{35}\text{Cl}]^-$ : 977,4882 và  $m/z\ 979,4794\ [\text{M} + ^{37}\text{Cl}]^-$ , calcd.  $[\text{C}_{48}\text{H}_{78}\text{O}_{18}^{37}\text{Cl}]^-$ : 979,4852), chỉ số không bão hòa là 10. Phân tích phổ  $^1\text{H}$  NMR xuất hiện các tín hiệu của bảy nhóm methyl singlet ( $\delta_{\text{H}}\ 0,82, 0,86, 0,93, 0,95, 0,98, 1,08$ , và  $1,18$  có 3H), một proton olefinic ( $\delta_{\text{H}}\ 5,27$ , t,  $J = 3,6\text{ Hz}$ ) và ba proton anome tại  $\delta_{\text{H}}\ 4,36$  (d,  $J = 7,8\text{ Hz}$ ),  $4,57$  (d,  $J = 7,8\text{ Hz}$ ) và  $\delta_{\text{H}}\ 5,40$  (d,  $J = 7,8\text{ Hz}$ ) gợi ý hợp chất **1** là một oleanane triterpene glycoside với ba phân tử đường [3]. Phân tích phổ  $^{13}\text{C}$  NMR của hợp chất **1** xuất hiện tín hiệu của 48 carbon bao gồm 30 carbon của khung oleanane triterpene và 18 carbon của ba phân tử đường hexose. Một carbonyl ( $\delta_{\text{C}}\ 178,1$ , C-28), một nối đôi [ $\delta_{\text{C}}\ 123,8$  (C-12) và  $144,9$  (C-13)], ba carbon anome tại [ $\delta_{\text{C}}\ 106,8$  (C-1'),  $105,6$  (C-1'') và  $95,7$  (C-1''')], và carbon methine carbinol ( $\delta_{\text{C}}\ 90,7$  C-3). Tín hiệu dịch chuyển xuống vùng trường thấp của H-1''' ( $\delta_{\text{H}}\ 5,40$ ) kết hợp tín hiệu dịch chuyển lên vùng trường cao của carbon anome C-1''' ( $\delta_{\text{C}}\ 95,7$ ) đã chỉ ra rằng phân tử đường đính tại vị trí C-28 thông qua một liên kết ester [3]. Điều này cũng được xác nhận thông qua tương tác HMBC giữa H-1''' ( $\delta_{\text{H}}\ 5,40$ ) và C-28 ( $\delta_{\text{C}}\ 178,1$ ). Proton H-4' xuất hiện tại  $\delta\ 4,10$  dạng broad doublet với hằng số tương tác nhỏ ( $J = 3,0\text{ Hz}$ ) gợi ý proton này có cấu hình *equatorial*, đặc trưng cho sự có mặt của phân tử đường galactose. Đường này được đính tại vị trí C-3 thông qua tương tác HMBC giữa H-1' ( $\delta_{\text{H}}\ 4,36$ ) tới C-3 ( $\delta_{\text{C}}\ 90,7$ ). Thêm vào đó, tương tác HMBC giữa H-1'' ( $\delta\ 4,57$ ) với C-3' ( $\delta\ 84,7$ ) cho phép xác định phân tử đường cuối cùng đính tại vị trí C-3' của phân tử đường galactose. Tất cả các phân tử đường trên đều có cấu hình  $\beta$ , được xác định thông qua hằng số tương tác  $J$  lớn ( $J = 7,8\text{ Hz}$ ) của proton anome. Proton H-3 được xác định cấu hình  $\alpha$ /axial dựa vào hằng số tương tác  $J$  của  $\text{H}_{\text{ax}}\text{-2}$  và  $\text{H}_{\text{ax}}\text{-3}$  ( $J = 12,0\text{ Hz}$ ) cùng với tương tác NOESY giữa  $\text{H}_{\text{ax}}\text{-5}$  ( $\delta_{\text{H}}\ 0,78$ ) với  $\text{H}_{\text{ax}}\text{-3}$  ( $\delta_{\text{H}}\ 3,21$ ), và giữa  $\text{H}_{\text{ax}}\text{-3}$  với  $\text{H}_3\text{-23}$  ( $\delta_{\text{H}}\ 1,08$ ). Thủy phân acid hợp chất **1** thu được D-glucose và D-galactose, dựa vào việc chấm so sánh với đường

chuẩn trên TLC và giá trị độ quay cực. Như vậy, hợp chất **1** đã được xác định là oleanolic acid 28-*O* -  $\beta$  - D - glucopyranoside - 3 - *O* - [ $\beta$  - D - glucopyranosyl - (1 $\rightarrow$ 3) -  $\beta$  - D - galactopyranoside), được đặt tên là achyranbiden A.

**Bảng 1.** Số liệu phổ NMR của **1** và hợp chất tham khảo

TT	$\delta_C$	$\delta_H$ (mult., <i>J</i> , Hz)	TT	$\delta_C$	$\delta_H$ (mult., <i>J</i> , Hz)
<b>1</b>	39,8	0,10 (m)/1,63 (m)	<b>27</b>	26,3	1,18 (s)
<b>2</b>	27,0	1,70 (m)/1,95 (m)	<b>28</b>	178,1	-
<b>3</b>	90,7	3,21 (dd, 12,0, 4,2)	<b>29</b>	33,5	0,93 (s)
<b>4</b>	40,2	-	<b>30</b>	24,0	0,95 (s)
<b>5</b>	57,1	0,78 (d, 11,0)	<b>3-O-gal</b>		
<b>(6)</b>	19,4	1,41 (m)/1,56 (m)	<b>1'</b>	106,8	4,36 (d, 7,8)
<b>7</b>	34,0	1,33 (m)/1,50 (m)	<b>2'</b>	72,2	3,71 (dd, 9,0, 7,8)
<b>8</b>	40,7	-	<b>3'</b>	84,7	3,62 (dd, 9,0, 3,0)
<b>9</b>	49,0	1,59 (m)	<b>4'</b>	69,6	4,10 (br d, 3,0)
<b>10</b>	37,9	-	<b>5'</b>	75,9	3,53 (m)
<b>11</b>	24,6	1,90 (m)	<b>6'</b>	62,4	3,72*/3,85*
<b>12</b>	123,8	5,27 (t, 3,6)	<b>3'- O-glc</b>		
<b>13</b>	144,9	-	<b>1''</b>	105,6	4,57 (d, 7,8)
<b>14</b>	42,9	-	<b>2''</b>	75,4	3,31 (dd, 9,0, 7,8)
<b>15</b>	28,9	1,10 (m)/1,82 (m)	<b>3''</b>	77,7	3,32 (dd, 9,0, 9,0)
<b>16</b>	24,0	1,72 (m)/2,06 (td, 13,5, 3,5)	<b>4''</b>	71,3	3,35 (dd, 9,0, 9,0)
<b>17</b>	48,0	-	<b>5''</b>	77,9	3,37 (m)
<b>18</b>	42,6	2,87 (dd, 13,5, 3,5)	<b>6''</b>	62,3	3,72*/3,85*
<b>19</b>	47,2	1,17 (m)/1,73 (t, 13,5)	<b>28-O-glc</b>		
<b>20</b>	31,5	-	<b>1'''</b>	95,7	5,40 (d, 7,8)
<b>21</b>	34,9	1,23 (m)/1,41 (m)	<b>2'''</b>	73,9	3,33 (dd, 9,0, 7,8)
<b>22</b>	33,2	1,63 (m)/1,75 (m)	<b>3'''</b>	78,3	3,42 (dd, 9,0, 9,0)
<b>23</b>	28,4	1,08 (s)	<b>4'''</b>	71,2	3,70 (dd, 9,0, 9,0)
<b>24</b>	16,6	0,86 (s)	<b>5'''</b>	78,7	3,37 (m)
<b>25</b>	16,0	0,98 (s)	<b>6'''</b>	62,4	3,72*/3,85*
<b>26</b>	17,8	0,82 (s)			

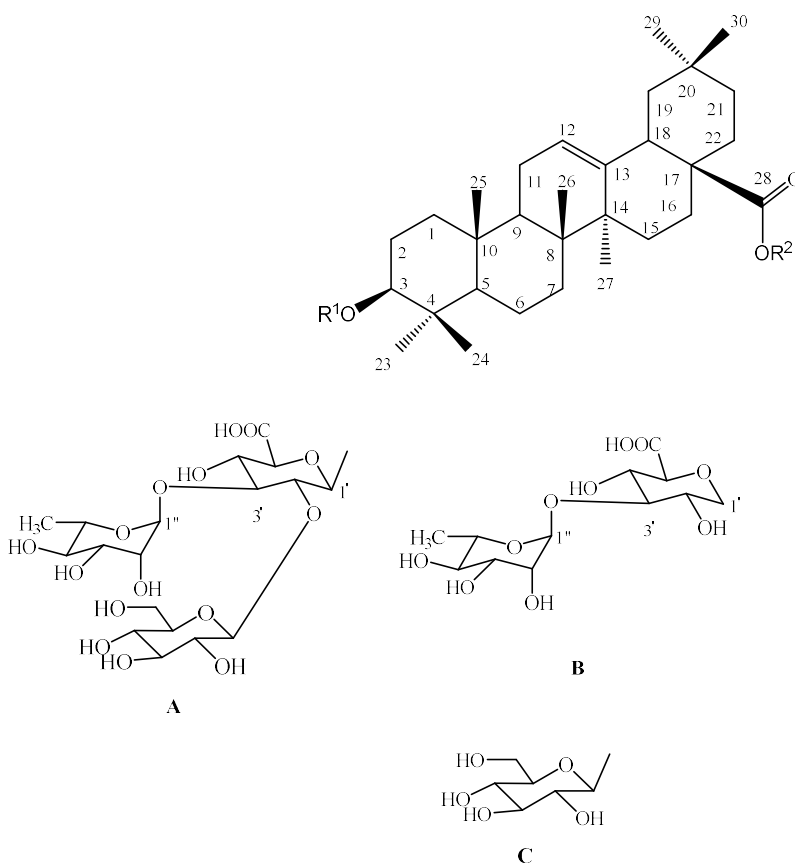
<sup>a)</sup>CD<sub>3</sub>OD, <sup>b)</sup>600MHz, <sup>c)</sup>150MHz

Bằng cách so sánh dữ liệu phổ của các chất phân lập được với tài liệu tham khảo, đã xác định :

Hợp chất 2 là oleanolic acid 28-O- $\beta$ -D-glucopyranoside-3-O- $\beta$ -D-glucopyranosyl - (1 $\rightarrow$ 2)-[ $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 3)]- $\beta$ -D-glucuronopyranoside [4].

Hợp chất 3: oleanolic acid 3-O- $\beta$ -D-glucopyranosyl - (1 $\rightarrow$ 2) - [ $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl - (1 $\rightarrow$ 3)] -  $\beta$  - D - glucuronopyranoside [5].

Hợp chất 4: oleanolic acid 3-O- $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl - (1 $\rightarrow$ 3) -  $\beta$  - D - glucuronopyranoside [5].



Hợp chất 2: R<sup>1</sup>=A, R<sup>2</sup>=C

Hợp chất 3: R<sup>1</sup>=A, R<sup>2</sup>=H

Hợp chất 4: R<sup>1</sup>=B, R<sup>2</sup>=H

**Hình 2.** Cấu trúc hóa học của hợp chất 2, 3 và 4

### 3. KẾT LUẬN

Từ loài ngư tử (*Achyranthes bidentata*) sử dụng kết hợp các phương pháp sắc ký, các phương pháp phổ hiện đại, đã phân lập và xác định cấu trúc của bốn hợp chất triterpene glycoside 1-4, trong đó hợp chất 1 là hợp chất mới.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. R. Perumal Samy, S. Ignacimuthu, A. Sen. Screening of 34 Indian medicinal plants for antibacterial properties, *Journal of Ethnopharmacology*, **1998**, 62(2), 173-181.
- [2]. F. M. Khan. Ethno-veterinary medicinal usage of flora of greater cholistan desert (Pakistan), *Pakistan Veterinary Journal*, **2009**, 29(2), 75-80.
- [3]. L. Jones, B. Bartholomew, Z. Latif, S. D. Sarker, R. J. Nash. Constituents of Cassia laevigata, *Fitoterapia*, **2000**, 71(5), 580-583.
- [4]. R. Sehrawat, R. Dayal, A. Nagatsu. Three Oleanolic Acid Glycosides from the Seeds of *Achyranthes aspera*, *Natural Product Communications*, **2007**, 2(727-730).
- [5]. H. X. Kuang, B. Y. Yang, Y. G. Xia, W. S. Feng. Chemical constituents from the flower of *Datura metel* L, *Arch Pharm Res*, **2008**, 31(9), 1094-1097.

## **ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG XỬ LÝ XANH METYLEN CỦA VẬT LIỆU NANO BẠC BẰNG DỊCH CHIẾT LÁ BẠC HÀ**

**Lại Thị Hoan\***

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

\*Tác giả liên hệ: Email: laithihoan@utc.edu.vn

**Tóm tắt:** Trong bài báo này, tác giả tổng hợp xanh nano bạc sử dụng dung dịch chiết xuất từ lá bạc hà. Quá trình tổng hợp cũng như sản phẩm thu được đều thân thiện với môi trường, phương pháp thực hiện đơn giản và trong khoảng thời gian ngắn đã tạo ra các hạt bạc cấu trúc hình cầu, có kích thước từ 20 nm đến 40 nm, được phân bố đồng đều và độ đồng nhất cao. Khả năng xử lý phẩm màu với thuốc nhuộm Methylene Blue (MB) cho thấy, hạt bạc nano tổng hợp được có khả năng quang xúc tác rất tốt với thuốc nhuộm MB cho hiệu quả xúc tác quang đạt hơn 91%.

**Từ khóa:** xúc tác, thuốc nhuộm MB, nano bạc, lá bạc hà.

### **1. ĐẶT VẤN ĐỀ**

Sự phát triển của nền kinh tế đất nước có sự đóng góp không hề nhỏ từ sự phát triển mạnh mẽ của các ngành công nghiệp, trong đó có ngành dệt nhuộm. Tính chất đặc thù của ngành dệt nhuộm khiến cho nước thải của ngành này chứa nhiều các loại chất chỉ thị màu, thuốc nhuộm, hóa chất và nhiều loại hữu cơ khác. Việc xử lý nước thải dệt nhuộm thường gặp rất nhiều khó khăn và chi phí xử lý thường rất cao do thuốc nhuộm có tính chất rất bền và có cấu tạo cực kỳ phức tạp. Vì vậy, nghiên cứu để xử lý dư lượng thuốc nhuộm có trong nước thải bằng các vật liệu có nguồn gốc từ tự nhiên có giá thành thấp, thân thiện đang nhận được mối quan tâm lớn của các nhà nghiên cứu.

Thuốc nhuộm màu cho dệt nhuộm rất đa dạng. Trong đó, Methylene Blue (MB), là loại thuốc nhuộm có màu xanh mạnh, dễ nhuộm và rẻ tiền, thường được sử dụng trực tiếp để nhuộm màu vải, sợi bông hay dùng để nhuộm giấy, nhuộm hoặc nhiều sản phẩm khác từ tre, nứa, trúc, da, ... MB có thể gây ra các bệnh về mắt, da, đường hô hấp, tiêu hóa, gây ung thư. Giống như các phẩm màu khác, nồng độ của MB trong nước quá cao sẽ ảnh hưởng môi trường thủy sinh và sự sống ở đó.

Trên cơ sở này, tác giả đã tiến hành nghiên cứu khảo sát khả năng xử lý Methylene Blue bằng vật liệu nano bạc được tổng hợp bằng phương pháp tổng hợp xanh từ dịch chiết lá bạc hà, với mong muốn tìm kiếm giải pháp mới nhằm xử lý thuốc nhuộm MB với chi phí thấp, mang tính khả thi và thân thiện với môi trường.

Công nghệ nano đã, đang và sẽ ảnh hưởng tích cực đến đời sống con người do vật liệu này giúp cho bề mặt vật liệu tiếp xúc nhiều hơn với môi trường bên ngoài làm tính chất của vật liệu khác nhiều so với tính chất của vật liệu thông thường [1]. Sử dụng



vật liệu bạc nano đang là một hướng nghiên cứu cho thấy hiệu quả xử lý các chất ô nhiễm nguồn nước rất tốt và được tổng hợp bằng các phương pháp vật lý và hóa học như các phương pháp lắng đọng pha hơi, phân hủy nhiệt, sol-gel hay khử hóa học, những phương pháp đã nêu lại tiêu tốn nhiều năng lượng, chi phí cao, độc hại và không thân thiện với môi trường. [2, 3].

Hạt nano bạc kim loại (AgNPs) có: hoạt tính xúc tác, khả năng kháng khuẩn, hoạt tính quang điện, tổng hợp không quá phức tạp, giá thành không cao, được sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực như y học, nông nghiệp, dược phẩm, mỹ phẩm, đồ chứa thức ăn, dụng cụ y khoa, xử lý nước...[4].

Việc sử dụng các phương pháp tổng hợp xanh, phương pháp tổng hợp sinh học sử dụng nguyên liệu có sẵn trong tự nhiên, thân thiện với con người và môi trường để thay thế các phương pháp truyền thống là cần thiết. Chất khử được dùng trong tổng hợp xanh là dịch chiết từ lá bạc hà, có vai trò khử ion kim loại thành các hạt nano kim loại. Các polyphenol, flavonoid... có trong dịch chiết vừa là tác nhân khử vừa giúp ổn định ion bạc về dạng bạc nano [5-11]. Để tiến hành nghiên cứu, lá bạc hà được thu hoạch ở Hoài Đức, Hà Nội vào đầu năm 2023. Lá được chọn có màu xanh, tươi, không bị sâu bệnh, được rửa sạch bằng nước cất và sấy khô ở 60°C trong 12 giờ. Lá khô được nghiền mịn và bảo quản trong lọ thủy tinh kín trước khi chiết.

## **2. THỰC NGHIỆM**

### **2.1. Hóa chất (đều có độ tinh khiết 99,0%)**

Hóa chất	Công thức phân tử	Xuất xứ
Silver nitrate 0,1M	AgNO <sub>3</sub>	Germany
Ethanol	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	Trung Quốc
Methylene Blue (MB)	C <sub>16</sub> H <sub>18</sub> N <sub>3</sub> SCl	Germany

### **2.2. Phương pháp nghiên cứu**

Phổ hấp thụ phân tử UV-Vis của dung dịch bạc nano được xác định bằng máy quang phổ Biochrom S60 (Anh). Bạc nano được phân tích hình thái bề mặt bằng phương pháp kính hiển vi điện tử quét (SEM) và phân tích cấu trúc bằng phương pháp nhiễu xạ tia X (XRD), phương pháp phổ hồng ngoại FT-IR. Ngoài ra còn các phương pháp thực nghiệm khác như phương pháp chiết, phương pháp tách...

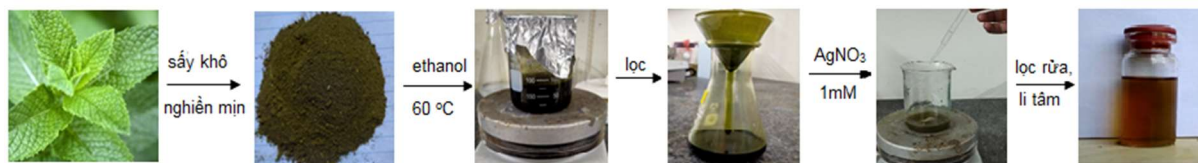
### **2.3. Dịch chiết từ lá bạc hà**

Dịch chiết lá bạc hà được chuẩn bị theo quy trình như mô tả trong [12], bảo quản trong tủ lạnh ở 10°C, dung dịch lá bạc hà loãng được chuẩn bị từ dịch chiết lá bạc hà đặc, bằng cách pha loãng 20 lần với nước cất.

### **2.4. Tổng hợp bạc nano bằng dung dịch chiết xuất từ lá bạc hà**

Dung dịch AgNO<sub>3</sub> 1 mM được thêm vào cốc dung tích 100 mL đã chứa sẵn dịch chiết lá bạc hà loãng rồi tiến hành phản ứng ở nhiệt độ phòng và trong bóng tối. Sau 30

phút phản ứng, mẫu được lọc rửa ly tâm (6.000 vòng/phút, trong 30 phút) để loại bỏ các chất phản ứng còn dư, được dung dịch bạc nano (AgNPs).



Hình 1. Sơ đồ quy trình tạo nano bạc với dịch chiết lá bạc hà [12]

## 2.5. Khảo sát hoạt tính xúc tác quang của bạc nano với thuốc thử MB

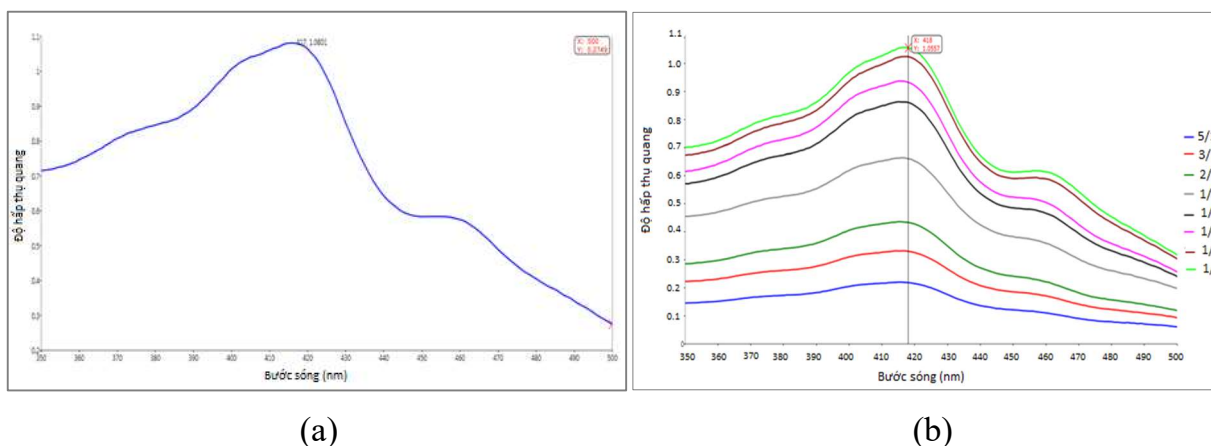
Cho 0,050 g chất màu MB, định mức trong bình dung tích 1000 mL, thu được dung dịch MB với nồng độ 50 mg/L. Từ dung dịch MB 50 mg/L, pha loãng thành dung dịch MB có nồng độ 10 mg/L.

Sản phẩm bạc nano được tạo ra từ quy trình tổng hợp với tỉ lệ tối ưu giữa dung dịch  $\text{AgNO}_3$  và dịch lá bạc hà sẽ được sử dụng để khảo sát khả năng xử lý thuốc nhuộm MB. Dung dịch thu được đem li tâm với tốc độ 6000 vòng/phút trong 30 phút rồi đo độ hấp thụ quang tại bước sóng  $\lambda$  ( $\lambda = 663 \text{ nm}$  với MB).

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Phổ UV-Vis của dung dịch nano bạc

Dịch chiết lá bạc hà làm thay đổi màu của dung dịch  $\text{AgNO}_3$  1 mM từ trong suốt sang màu nâu đen chứng tỏ nano bạc đã được hình thành. Từ phổ UV-Vis của dung dịch nano bạc cho thấy đã có sự xuất hiện pic ứng với bước sóng cực đại tại 417 nm đặc trưng của Ag (hình 2).



Hình 2. Phổ hấp thụ phân tử UV-Vis của dung dịch bạc nano (a) và (b) với các tỉ lệ phản ứng giữa dịch chiết/dung dịch bạc khác nhau

Tỉ lệ thể tích giữa dịch chiết lá bạc hà và dung dịch  $\text{AgNO}_3$  1 mM thay đổi từ 5/1; 3/1; 2/1; 1/1; 1/2; 1/3; 1/4; 1/5 [13]. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của tỉ lệ thể tích giữa dịch chiết lá bạc hà và dung dịch  $\text{AgNO}_3$  đến phổ hấp thụ UV-Vis của AgNPs tạo thành (hình 2b) cho thấy, khi thay đổi tỉ lệ thể tích dịch chiết và dung dịch bạc nitrate từ tỉ lệ 5/1 đến 1/4 thì cực đại hấp thụ không thay đổi nhưng độ hấp thụ quang tăng nhanh và

tăng chậm dần tại tỉ lệ thể tích là 1/5. Vì vậy, tỉ lệ thể tích dịch chiết lá bạc hà và dung dịch  $\text{AgNO}_3$  là 1/5 được lựa chọn cho các nghiên cứu tiếp theo.

### 3.2. Ảnh hưởng của pH dung dịch đến sự hình thành nano bạc AgNPs

Ảnh hưởng của pH của dung dịch đến sự hình thành nano bạc được khảo sát với các giá trị pH lần lượt là 3,0; 3,5; 4,2; 4,8; 5,5; 6,2; 6,7; 7,3; 8,5.

Kết quả cho thấy khi tăng giá trị pH của dung dịch, cực đại hấp cường độ hấp thụ tại bước sóng 417 nm tăng và đạt cực đại trong khoảng pH từ 4,3 đến 6,2. Tiếp tục tăng giá trị pH thì cường độ hấp thụ lại có xu hướng giảm dần. Do vậy, pH dung dịch trong khoảng từ 4,3 đến 6,2 được lựa chọn cho các nghiên cứu tiếp theo.

### 3.3. Ảnh hưởng của thời gian đến sự hình thành nano bạc AgNPs

Ảnh hưởng của thời gian của dung dịch đến sự hình thành nano bạc được khảo sát lần lượt là 10; 30; 60; 120; 210; 240; 270 phút. Từ bảng 1 cho thấy thời gian của phản ứng tạo thành nano bạc diễn ra rất nhanh.

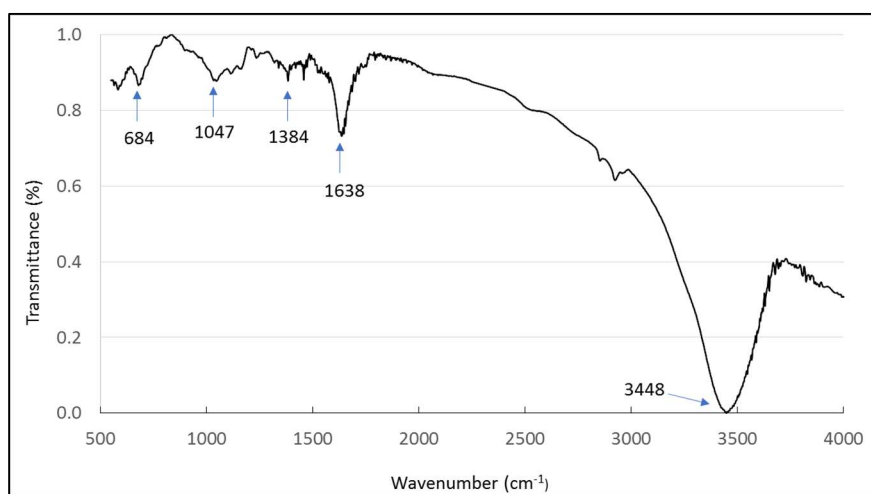
**Bảng 1.** Ảnh hưởng thời gian phản ứng đến sự hình thành nano bạc AgNPs

Thời gian phản ứng (phút)	10	30	60	120	210	240	270
Độ hấp thụ tại 417 nm	1,0386	1,0461	1,0433	1,0499	1,0304	1,0237	1,0138

Sau thời gian phản ứng 10 phút, độ hấp thụ quang của dung dịch nano bạc tại bước sóng 417 nm là 1,0386; sau 30 phút là 1,0461 và giá trị này không thay đổi nhiều sau 270 phút phản ứng là 1,0138. Do vậy, 30 phút là thời gian được lựa chọn để thực hiện phản ứng tổng hợp nano bạc.

### 3.4. Phổ FT-IR

Phổ hồng ngoại biến đổi Fourier được sử dụng để xác định các nhóm chức hóa học có mặt trong vật liệu nano bạc với tỉ lệ  $V_{\text{dịch chiết lá bạc hà}} : V_{\text{AgNO}_3} = 1 : 5$ .

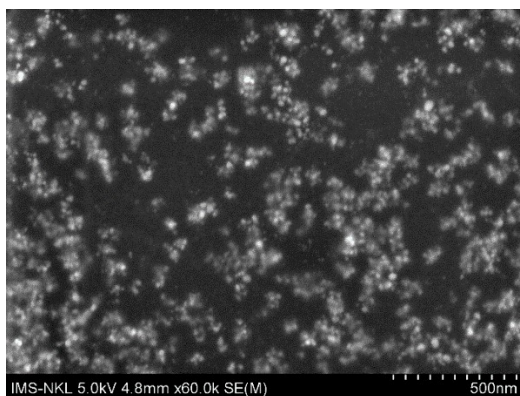


**Hình 3.** Phổ FT-IR của vật liệu nano tổng hợp với tỉ lệ thể tích dịch lá bạc hà/ $\text{AgNO}_3 = 1/5$

Kết quả ở hình 3 cho thấy dải hấp thụ mạnh ở  $3448\text{ cm}^{-1}$  là dao động hóa trị của liên kết O–H, đỉnh hấp thụ ở  $1638\text{ cm}^{-1}$  là đặc trưng của liên kết C=O. Các dải hấp thụ lần lượt ở  $1384\text{ cm}^{-1}$ ,  $1047\text{ cm}^{-1}$  cho thấy sự xuất hiện của các liên kết C–H, C–N có trong phenol và amin béo. Kết quả đã cho thấy sự có mặt các hợp chất polyphenol, axit hữu cơ và các amin béo trong dịch chiết lá bạc hà là các chất ổn định trong quá trình tổng hợp. Dải hấp thụ ở  $684\text{ cm}^{-1}$  liên quan đến dao động của liên kết giữa Ag với các nhóm chức trong các hợp chất hữu cơ và có thể khẳng định các thành phần hoá học của lá bạc hà trong đó các chất phytochemical (polyphenol, flavonoid) [14] trong dịch chiết là đóng vai trò là tác nhân khử, ổn định ion bạc thành các hạt nano.

### 3.5. Hình ảnh SEM của vật liệu bạc nano

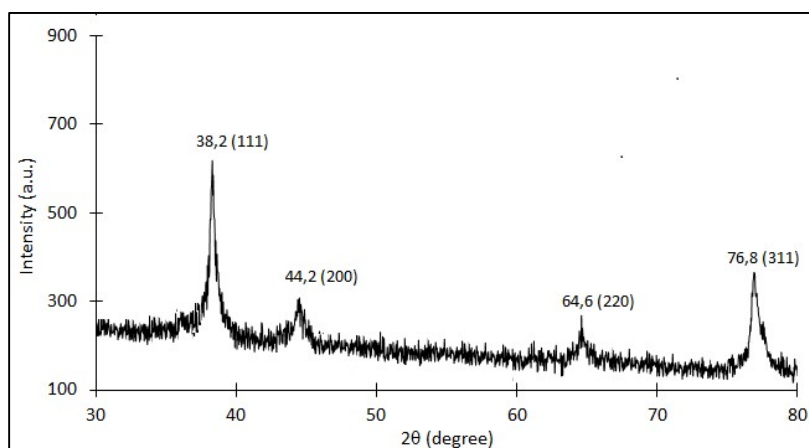
Hình thái vật liệu bạc nano tạo thành được nghiên cứu phương pháp hiển vi điện tử quét (SEM), hình 4 chỉ ra các hạt bạc có cấu trúc nano, dạng hình cầu, có kích thước trung bình từ 20–40 nm, phân bố đều, có độ đồng nhất cao.



Hình 4. Ảnh SEM của vật liệu bạc nano tổng hợp ở tỉ lệ thể tích dịch lá bạc hà/ $\text{AgNO}_3 = 1/5$

### 3.4. Kết quả giải đồ nhiễu xạ tia X

Cấu trúc của vật liệu bạc nano được nghiên cứu bằng giải đồ nhiễu xạ tia X (XRD) và thể hiện trên hình 5.



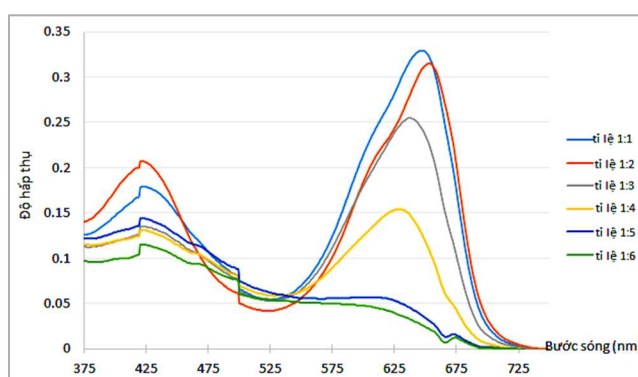
Hình 5. Giải đồ XRD của vật liệu bạc nano tổng hợp ở tỉ lệ thể tích dịch lá bạc hà/ $\text{AgNO}_3 = 1/5$

Nhiều xạ tia X xác định cấu trúc tinh thể của mẫu AgNPs có 4 pic với các giá trị  $2\theta$  lần lượt là  $38,2^\circ$ ;  $44,2^\circ$ ;  $64,6^\circ$  và  $76,8^\circ$  [15], tương ứng với các hằng số mạng lần lượt là (110); (200); (220); (311) và là hằng số mạng của tinh thể Ag. Điều đó chứng tỏ trong mẫu tổng hợp từ dung dịch  $\text{AgNO}_3$  và dịch chiết lá bạc hà đã hình thành tinh thể Ag với mạng tinh thể lập phương tâm mặt (FCC).

### 3.5. Khả năng xử lý thuốc nhuộm MB

Dung dịch MB được pha chế cho thực nghiệm như sau: cân 0,050 g MB, định mức trong bình dung tích 1000 mL được dung dịch MB nồng độ 50 mg/L. Từ dung dịch MB 50 mg/L tiếp tục pha loãng thành dung dịch MB có nồng độ 10 mg/L.

Đo phổ UV-Vis của dung dịch MB sau khi xử lý bằng nano bạc với các tỉ lệ thể tích dịch chiết/ $\text{AgNO}_3$  khác nhau, từ phổ hình 6 cho thấy với tỉ lệ 1:5 cho kết quả tốt nhất.



**Hình 6.** Kết quả đo phổ UV-Vis của dung dịch MB sau khi xử lý bằng bạc nano với tỉ lệ thể tích dịch chiết/ $\text{AgNO}_3$  1mM khác nhau

Tiến hành trộn 5 ml dung dịch bạc nano AgNPs với 10 mL dung dịch thuốc nhuộm MB nồng độ 10 mg/L. Thực hiện phản ứng dưới điều kiện chiếu ánh sáng mặt trời, các dung dịch MB sau 120; 150; 180; 240 phút rồi đo độ hấp thụ quang tại bước sóng đặc trưng của thuốc nhuộm kết quả thu được ở bảng 2.

**Bảng 2.** Sự phụ thuộc của nồng độ MB còn lại và hiệu suất xử lý MB bằng bạc nano theo thời gian

t (phút)	Abs tại 663 nm	$C_{\text{MB}}$ (mg/L)	H (%)
0	1,419	6,81	-
120	0,221	1,06	84,4
150	0,191	0,92	86,5
180	0,129	0,62	90,9
240	0,122	0,59	91,3

Khi tăng dần thời gian xử lý thì độ hấp thụ quang mb tại bước sóng 663 nm giảm dần. Sau 120 phút độ hấp thụ giảm từ 1,419 xuống còn 0,221. Khi tiếp tục tăng thời gian thời gian xử lý đến 4 giờ thì độ hấp thụ tiếp tục giảm mạnh còn 0,122 - tương ứng với hiệu suất xử lý là 91,3%.

#### 4. KẾT LUẬN

Đã tổng hợp thành công vật liệu bạc nano bằng phương pháp tổng hợp xanh với dịch chiết lá bạc hà. Bạc nano hình thành có dạng hình cầu, kích thước khoảng 20-40 nm. Giá trị pH dung dịch có ảnh hưởng nhiều đến sự hình thành bạc nano từ dịch chiết lá bạc hà và khoảng pH tối ưu cho quá trình tổng hợp từ 4,3 đến 6,2.

Các hạt bạc nano tạo thành từ quá trình tổng hợp xanh với dịch chiết lá bạc hà có khả năng xử lý khá tốt các phẩm màu MB trong nước. Sau 4 giờ xử lý dưới điều kiện ánh sáng mặt trời, hiệu quả loại bỏ MB đạt 91,3%.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. P.N., Sudha et al., (2018), *Nanomaterials history, classification, unique properties, production and market*, 10.1016/B978-0-323-51254-1.00012-9.
- [2]. Huber D. L., *Synthesis, properties, applications of iron nanoparticles*, *Small*, 482-501, 2005.
- [3]. Hufschmid, R., *Synthesis of phase-pure and monodisperse iron oxide nanoparticles by thermal decomposition*, *Nanoscale*, 11142-11154, 2015.
- [4]. Võ Thị Quý Vĩnh et al., (2009), *Nghiên cứu tổng quan về nano bạc: Từ tổng hợp đến ứng dụng*, Tạp chí KH&CN - Đại học Duy Tân, 01 (32), p. 30-39.
- [5]. Parashar M., Shukla V. K, Singh R.M, (2020), *Metal oxides nanoparticles via sol-gel method: a review on synthesis, characterization and applications*, *Journal of Material Science: materials in Electronics*, 3729-3749.
- [6]. Thi N. H. P., et al., (2022), *Green synthesis of an Ag nanoparticle-decorated graphene nanoplatelet nanocomposite by using Cleistocalyx operculatus leaf extract for antibacterial applications*, *Nano-structures & Nano-Objects*, 100810.
- [7]. Hoàng Đức Thuận, Ngô Văn Cường, Lê Thị Thu Hồng, Cao Văn Dư, (2021), *Tổng hợp xanh nano bạc từ dịch chiết dược liệu (trầu không, trứng cá)*, Tạp chí khoa học Lạc Hồng, 12, 079-084.
- [8]. Khiếu Thi Tâm, Nguyễn Thị Kim Ngân, (2022), *Tổng hợp xanh nano bạc sử dụng dịch chiết vỏ bưởi để phân hủy quang xúc tác xanh methylene và Rhodamine B dưới ánh sáng mặt trời*, Tạp chí KH và CN ĐH Thái Nguyên, 227, 08, 410-416.
- [9]. Đặng Tấn Hiệp et al., (2020), *Tổng hợp nano Bạc từ chiết xuất vỏ chanh dây tím và ứng dụng xác định ion  $Pb^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  trong môi trường nước*, Tạp chí Khoa học Công nghệ và thực phẩm, 20 (1), p. 96-106.
- [10]. Ping Y, Jun Z., Tieling X., Guoqiang C., Ran T., Kwang-Ho C., (2018), *Green synthesis of silver nanoparticles using grape seed extract and their application for reductive catalysis of Direct Orange 26*, *5 Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 58, 74-79.

- [11]. Rautela A., Rani J., Debnath M., (2019), *Green synthesis of silver nanoparticles from Tectona grandis seeds extract: characterization and mechanism of antimicrobial action on different micro-organisms*, Journal of Analytical Science and Technology, 10, 5.
- [12]. Trần Thúy Nga, (2023), *Tổng hợp xanh bạc nano từ dịch chiết lá bạc hà và bước đầu khảo sát khả năng xúc tác quang*, Tạp chí Giao thông Vận tải, p. 108-111.
- [13]. Fahmy H. M., et al., (2019), *Coated silver nanoparticles: Synthesis, cytotoxicity, and optical properties*, RSC advances, vol. 9, no. 35, pp. 20118-20136.
- [14]. Schmidt, E., et al., (2009), *Chemical composition, olfactory evaluation and antioxidant effects of essential oil from Mentha x piperita*. Natural Product Communications. 4 (8): 1107–1112.
- [15]. Abou El-Nour K. M., et al., (2010), *Synthesis and applications of silver nanoparticles*, Arabian journal of chemistry, vol. 3, no. 3, pp. 135-140.
- [16]. Badri Bhattarai, et al., (2018), *Chemistry and Structure of Silver Molecular Nanoparticles*, American Chemical Society, 51(12), 3104-3113.

# MỘT SỐ HỢP CHẤT ĐƯỢC PHÂN LẬP TỪ THÂN CỦA LOÀI DÂY ĐAU XƯƠNG (*TINOSPORA SINENSIS*) VÀ HOẠT TÍNH KHÁNG VIÊM

Bùi Thị Mai Anh, Nguyễn Thị Mai\*

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

\*Tác giả liên hệ: Email: maint@utc.edu.vn

**Tóm tắt:** Từ thân loài dây đau xương (*Tinospora sinensis*), năm hợp chất được phân lập từ cặn chiết metanol, trong đó có một hợp chất mới. Các hợp chất này có cấu trúc được làm sáng tỏ là tinosinen A (1), tinosinen (2), citrusin B (3), picraquassioside C (4) và erythro-guaiacylglycerol- $\beta$ -O-4'-coniferyl alcohol (5), bằng cách phân tích phổ HR-ESI-MS, NMR của chúng và so sánh với những dữ liệu được báo cáo trong tài liệu.

**Từ khóa:** *Tinospora*, *tinosporea sinensis*, tinosinen A, tinosinen, citrusin B, picraquassioside C, erythro-guaiacylglycerol- $\beta$ -O-4'-coniferyl alcohol.

## 1. MỞ ĐẦU

Loài dây đau xương (*Tinospora sinensis*) được nghiên cứu nhiều ở các nước mà nó phân bố như Trung Quốc, Ấn Độ, Việt Nam, ... Các bài báo đã công bố chủ yếu tập trung vào nghiên cứu vào thành phần hóa học và hoạt tính sinh học, tác dụng dược lý của các loài khác nhau tùy theo khu vực.

Ở Việt Nam, theo kinh nghiệm dân gian, dây đau xương là vị thuốc thường được dùng dưới hình thức thuốc uống hay thuốc xoa bóp để chữa các bệnh về xương khớp như đau vai gáy, tê bại hay xương khớp đau nhức... Ngoài ra lá cây thường được giã nhỏ vắt lấy nước cốt uống, lấy bã đắp trị rắn cắn, hoặc trộn với rượu để đắp lên chỗ sưng đau.

## 2. NỘI DUNG

### 2.1. Mẫu thực vật

Thân loài dây đau xương, tên khoa học *Tinospora sinensis* L. Merr. Được thu hái tại Trung tâm nghiên cứu đa dạng sinh học, Phúc Yên, Vĩnh Phúc, tháng 10 năm 2020, được giám định tên bởi TS. Nguyễn Thế Cường, Viện sinh thái và tài nguyên sinh vật, Viện Hàn Lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, mẫu tiêu bản: NCCT-TSL94 được lưu tại Viện sinh thái và Tài nguyên sinh vật, Viện Hàn Lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

### Hóa chất thiết bị

**Sắc ký lớp mỏng (TLC):** thực hiện trên bản mỏng tráng sẵn DC-Alufoalien 60 F254 (Merck 1,05715), RP18 F254S (Merck); phát hiện vết chất bằng đèn tử ngoại ở hai bước sóng 254 nm và 365 nm hoặc dùng thuốc thử là dung dịch Dragendorff hay H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10 % được phun đều lên bản mỏng, sấy khô rồi hơi nóng từ từ đến khi hiện màu.



**Sắc ký cột (CC):** Được tiến hành với chất hấp phụ là silica gel pha thường và pha đảo. Silica gel pha thường có cỡ hạt là 0,040-0,063 mm (240-430 mesh) và silica gel pha đảo RP- C18 (150  $\mu$ m, Fuji Silysia Chemical Ltd.).

**Phổ cộng hưởng từ hạt nhân (NMR):** Đo trên máy Bruker AM500 của Viện Hóa học.

**Phổ khối lượng (LC-MS):** Đo trên máy AGILENT 1100 series và AGILENT 6530 Accurate Mass của Viện Hóa sinh biển.

## **2.2. Phân lập các chất**

Mẫu thân *T. sinensis* (7.0 kg bột khô) được ngâm chiết siêu âm với methanol (MeOH) nóng (12 L  $\times$  3 lần, mỗi lần 3h) sau khi thu được dịch chiết cất loại bỏ dung môi ở áp suất thấp thu được 320g cặn MeOH. Sau đó, cặn này được bổ sung nước và chiết phân lớp lần lượt với dung môi *n*-hexane, dichloromethane và ethyl acetate thu được các cặn chiết *n*-hexane (TS1, 123.5 g), dichloromethane (TS2, 17.0 g), ethyl acetate extracts (TS3, 28.3 g) và lớp nước (TS4). Cặn chiết *n*-hexane (TS1) được phân tách trên cột silica gel, rửa giải gradient bằng hệ dung môi độ phân cực tăng dần *n*-hexane/acetone (50:1, 25:1, 10:1, 5:1, 2.5:1, v/v) thu được 5 phân đoạn nhỏ hơn, TS1A–TS1E. Phân đoạn TS1E được phân tách bằng cột pha đảo RP-18 với hệ dung môi acetone/water (1/1, v/v) thu được 4 phân đoạn, TS1E1–TS1E4. Phân đoạn TS1E3 được đưa lên cột sắc kí silica gel pha thường điều kiện CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>/MeOH (40/1, v/v) thu được 2 phân đoạn nhỏ hơn, TS1E3A và TS1E3B. TS1E3A được tinh chế trên cột HPLC điều chế (J'sphere ODS H-80, 250mm  $\times$  20mm) với hệ dung môi 60 % MeOH trong nước thu được hợp chất **1** (9.3 mg). Cặn chiết dichloromethane (TS2) được chia nhỏ thành các phân đoạn TS2A–TS2E bằng việc phân tách trên cột silica gel, rửa giải gradient bằng hệ dung môi độ phân cực tăng dần *n*-hexane/acetone (50:1, 25:1, 10:1, 5:1, 2.5:1, v/v). Phân đoạn TS2D được phân tách bằng cột pha đảo RP-18 với hệ dung môi acetone/water (1/2, v/v) thu được 4 phân đoạn, TS2D1–TS2D4. Phân đoạn TS2D1 tiếp tục được đưa lên cột silica gel pha thường với dung môi rửa giải CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>/MeOH (35/1, v/v) thu được 3 phân đoạn, TS2D1A–TS2D1C. Phân đoạn TS2D1B điều chế trên cột HPLC trong điều kiện 60 % MeOH trong nước thu được hợp chất **2** (15.0 mg) và **3** (5.7 mg). Các hợp chất **5** (6.3 mg), **4** (22.0 mg) phân lập được từ phân đoạn TS2D1C tinh chế trên cột HPLC với 25 % ACN.

Hợp chất **1** phân lập được ở dạng bột vô định hình màu trắng. Công thức phân tử của hợp chất **1** được xác định là C<sub>22</sub>H<sub>30</sub>O<sub>13</sub> bởi sự xuất hiện của pick ion giả phân tử tại *m/z* 501.1609 [M–H]<sup>–</sup> trên phổ HR-ESI-MS. Dữ liệu phổ <sup>1</sup>H- và <sup>13</sup>C-NMR (CD<sub>3</sub>OD), xem bảng 1. Đây là hợp chất mới được đặt tên tinosinen A.

Hợp chất **2**: tinosinen

Hợp chất **3**: citrusin B

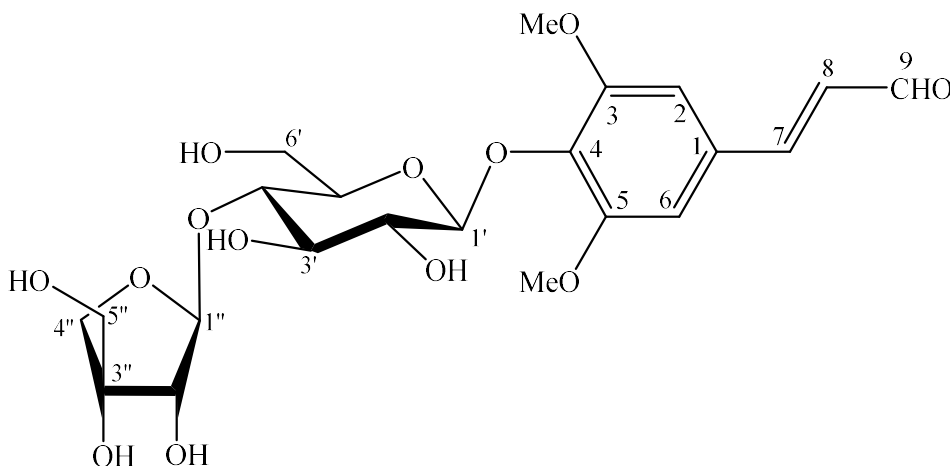
Hợp chất **4**: picraquassioside C

Hợp chất **5**: erythro-guaiacylglycerol- $\beta$ -O-4'-coniferyl alcohol.

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Xác định cấu trúc các hợp chất sạch phân lập được từ thân loài dây đau xương

##### Hợp chất 1: tinosinen A (hợp chất mới)



**Hình 1.** Cấu trúc hóa học của hợp chất 1

Hợp chất 1 phân lập được ở dạng bột vô định hình màu trắng. Công thức phân tử của hợp chất 1 được xác định là  $C_{22}H_{30}O_{13}$  bởi sự xuất hiện của peak ion giả phân tử tại  $m/z$  501.1609  $[M-H]^-$  trên phổ HR-ESI-MS. Trên phổ  $^1H$ -NMR của hợp chất 1 cho thấy các tín hiệu: 1 proton aldehyde tại  $\delta_H$  9.65 (1H, d,  $J = 8.0$  Hz), 2 proton thơm tại  $\delta_H$  7.05 (2H, s), 2 proton olefinine của nối đôi *trans* tại  $\delta_H$  7.63 (1H, d,  $J = 16.0$  Hz) và 6.77 (1H, dd,  $J = 8.0, 16.0$  Hz), tín hiệu của 2 nhóm methoxy tại  $\delta_H$  3.91 (6H, s), 2 proton anome tại  $\delta_H$  5.33 (1H, d,  $J = 2.5$  Hz) và 5.09 (1H, d,  $J = 8.0$  Hz). Phổ  $^{13}C$  NMR và HSQC của hợp chất 1 xuất hiện tín hiệu cộng hưởng của 22 carbon, trong đó, 9 carbon đặc trưng cho phân tử phenylpropanoid, 2 carbon của 2 nhóm methoxy, 11 carbon của 2 phân tử đường. Dữ liệu phổ  $^1H$ - và  $^{13}C$ -NMR của hợp chất khá tương đồng với hợp chất tinosinen [1] ngoại trừ sự xuất hiện của nhóm aldehyde. Nhóm aldehyde này được xác định nằm tại C-8 và nối đôi tại C-7/C-8 của phenylpropanoid bởi tương tác HMBC giữa H-9 ( $\delta_H$  9.65) và C-7 ( $\delta_C$  155.0)/C-8 ( $\delta_C$  129.2); giữa H-7 ( $\delta_H$  7.63) và C-1 ( $\delta_C$  132.0)/C-2/ C-6 ( $\delta_C$  107.8)/C-9 ( $\delta_C$  196.0). Tương tác HMBC giữa H-2/6 ( $\delta_H$  7.05) và C-1 ( $\delta_C$  132.0)/C-4 ( $\delta_C$  138.7)/C-7 ( $\delta_C$  155.0), giữa proton methoxy ( $\delta_H$  3.91) và C-3/C-5 ( $\delta_C$  154.7) cho thấy vị trí của nhóm methoxy tại C-3/C-5. Hơn nữa, tương tác HMBC từ H-1'' ( $\delta_H$  5.33) đến C-3' ( $\delta_C$  85.3) và từ H-1' ( $\delta_H$  5.09) đến C-4 ( $\delta_C$  138.7) cũng như là tương tác COSY của H-1' ( $\delta_H$  5.09)/H-2' ( $\delta_H$  3.64)/H-3' ( $\delta_H$  3.54) và H-1'' ( $\delta_H$  5.33)/H-2'' ( $\delta_H$  4.03) xác định chuỗi đường là  $\beta$ -D-apiofuranosyl-(1 $\rightarrow$ 3)- $\beta$ -D-glucopyranoside và chúng được gắn tại C-4 của phân tử phenylpropanoid. Chuỗi đường  $\beta$ -D-apiofuranosyl-(1 $\rightarrow$ 3)- $\beta$ -D-glucopyranoside cũng đã được công bố từ loài *T. sinensis* [1]. Như vậy, hợp chất 1 được xác định là (*E*)-1-(3-oxopropen-1-yl)-3,5-dimethoxyphenyl 4-*O*- $\beta$ -D-apiofuranosyl-(1 $\rightarrow$ 3)- $\beta$ -D-glucopyranoside, đây là một hợp chất mới và được đặt tên là tinosinen A.

**Bảng 1.** Dữ liệu phổ  $^1\text{H-NMR}$  và  $^{13}\text{C-NMR}$  của hợp chất 1

C	$^{a,b}\delta_{\text{C}}$	$^{a,c}\delta_{\text{H}}$ (độ bội, $J = \text{Hz}$ )
1	73,2	4,96 (dd, 11,4; 3,6)
2	68,5	5,32 (br dd, 3,6; 3,0)
3	31,5	1,84 (dt, 16,2; 3,0, $\beta$ )/2,26 (dt, 16,2; 3,6, $\alpha$ )
4	70,3	4,90 (q, 3,0)
5	38,5	1,77 (m)
6	25,1	1,50 (m)
7	21,4	1,73 (m, $\alpha$ )/2,40 (m, $\beta$ )
8	51,2	2,34 (dd, 4,2; 2,4)
9	35,4	-
10	35,3	2,57 (dd, 11,4; 11,4)
11	43,7	1,78 (m, $\beta$ )/2,45 (dd, 14,4; 3,6, $\alpha$ )
12	71,0	5,65 (dd, 12,0; 3,0)
13	125,5	-
14	108,2	6,41 (dd, 1,2; 0,6)
15	143,9	7,43 (d, 1,2)
16	139,2	7,46 (d, 0,6)
17	171,6	-
20	21,8	1,14 (s)
1-OAc		
	169,5	-
	21,2	1,96 (s)
2-OAc		
	170,6	-
	21,4	2,07 (s)
4-OAc		
	170,2	-
	21,3	2,08 (s)

$^a) \text{CD}_3\text{OD}$ ,  $^b) 600\text{MHz}$ ,  $^c) 150\text{MHz}$

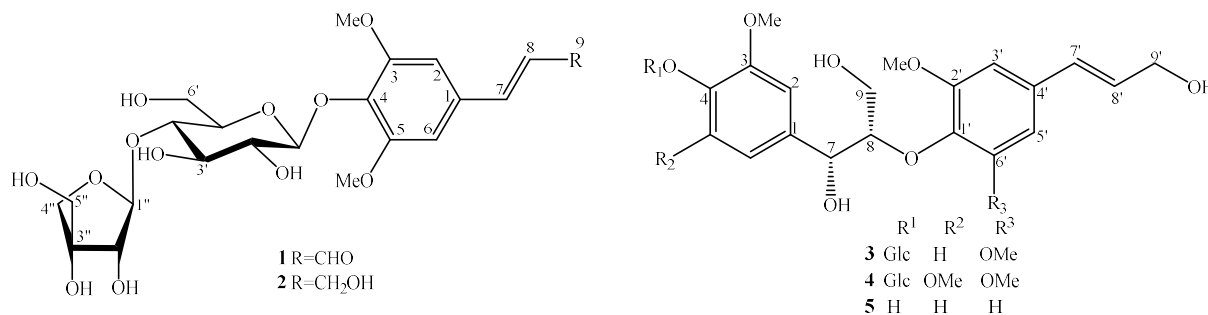
Bằng cách so sánh dữ liệu phổ của các chất phân lập được với tài liệu tham khảo, đã xác định :

Hợp chất 2: tinosinen [1].

Hợp chất 3: citrusin B [2].

Hợp chất 4: picraquassioside C [3].

Hợp chất 5: erythro-guaiacylglycerol- $\beta$ -O-4'-coniferyl alcohol [4].



**Hình 2.** Cấu trúc hóa học của hợp chất được phân lập từ thân loài dây đau xương

### 3.2. Kết quả thử hoạt tính kháng viêm *in vitro* của các hợp chất phân lập từ thân của loài *T. sinensis*

**Bảng 2.** Tác dụng ức chế sự sản sinh NO của các chất được phân lập từ thân của loài *T. sinensis*

Hợp chất	IC <sub>50</sub> (μM)
1	39.78± 1.75
2	48.11± 1.98
3	69.78± 1.75
4	98.11± 1.98
5	58.12± 5.69
L-NMMA	18.83±0.75

Các hợp chất phân lập được từ thân *T. sinensis* (1-5) được đánh giá khả năng ức chế sản sinh NO ở các nồng độ 0 - 100 μM. L-NMMA được sử dụng làm đối chứng dương với giá trị IC<sub>50</sub> là 18.83±0,75 μM. Hợp chất 1, 2 cho thấy khả năng ức chế sự sản sinh NO ức chế đáng kể với giá trị IC<sub>50</sub> là 39.78± 1.75 μM và 48.11± 1.98 μM. Các hợp chất 3-5 ức chế sản xuất NO với các giá trị IC<sub>50</sub> nằm trong khoảng từ 58.12 đến 98.11 μM. Do đó, những phát hiện này cho thấy các hợp chất phân lập từ thân *T. sinensis* cũng có thể là các hoạt chất tiềm năng trong việc kháng viêm.

#### 4. KẾT LUẬN

Từ thân loài dây đau xương (*Tinospora sinensis*) sử dụng kết hợp các phương pháp sắc ký, các phương pháp phổ hiện đại, đã phân lập và xác định cấu trúc của năm hợp chất **1-5**, trong đó hợp chất **1** là hợp chất mới. Các hợp chất này đều thể hiện hoạt tính kháng viêm thông qua việc ức chế sản sinh NO.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. M. Yonemitsu, N. Fukuda, T. Kimura, *Studies on the Constituents of Tinospora sinensis; I. Separation and Structure of the New Phenolic Glycoside Tinosinen*. *Planta Medica*, **59**, 552-553 (1993).
- [2]. H. Zhu P. Tu, *A New Triterpenoid Saponin and Two Neolignans from Ligularia veitchiana*. *Zeitschrift für Naturforschung B*, **59**, 1063-1066 (2004).
- [3]. X. Shi, Z. Li, W. Cai, Y. Liu, S. Li, M. Ai, J. Sun, B. Hou, L. Ni, L. Qiu, *Chemical Constituents from Albiziae Cortex and Their Ability to Ameliorate Steatosis and Promote Proliferation and Anti-Oxidation In Vitro*. *Molecules*, **24**, 4041 (2019).
- [4]. L. Li N.P. Seeram, *Maple Syrup Phytochemicals Include Lignans, Coumarins, a Stilbene, and Other Previously Unreported Antioxidant Phenolic Compounds*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **58**, 11673-11679 (2010).

## TÌM HIỂU MỘT SỐ VẬT LIỆU XÚC TÁC QUANG TRONG XỬ LÝ CHẤT HỮU CƠ ĐỘC HẠI

Lê Thị Thi Hạ\*

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

\*Tác giả liên hệ: Email: haltt\_ph@utc.edu.vn

**Tóm tắt:** Ngày nay, việc thải ra không kiểm soát một số chất ô nhiễm nguồn nước đã tác động tiêu cực đến môi trường và cân bằng của hệ sinh thái. Có nhiều phương pháp xử lý nước bị ô nhiễm như hấp phụ và giải hấp, phương pháp thiêu hủy và phân hủy sinh học đã được đề xuất. Tuy nhiên, các phương pháp đề xuất chưa mang lại hiệu quả thực tế, chi phí cao, điều kiện vận hành khó khăn và chuyển chất ô nhiễm từ dạng này thành dạng khác. Trong số các phương pháp này, xúc tác quang mang lại lợi thế so với các phương pháp khác vì nó phân hủy hiệu quả hợp chất hữu cơ thành các sản phẩm vô hại như  $H_2O$  và  $CO_2$ . Xu hướng mới trên thế giới là nâng cao khả năng ứng dụng vật liệu của xúc tác quang, có thể dùng ánh sáng nhìn thấy hoặc ánh sáng mặt trời thay tia UV nhân tạo. Ánh sáng mặt trời là một nguồn năng lượng sạch, vĩnh viễn và miễn phí. Xúc tác quang được xem là phương pháp hóa học xanh cho quá trình khoáng hóa hợp chất hữu cơ ô nhiễm tạo thành sản phẩm vô hại đối với con người và môi trường. Trong bài báo này sẽ tìm hiểu những tiến bộ và sự phát triển của các hệ xúc tác quang, ứng dụng trong xử lý nước bị ô nhiễm.

**Từ khóa:** xúc tác quang, vật liệu xúc tác bán dẫn, vật liệu xúc tác dị thể

**Abstract:** Nowadays, uncontrolled discharge of certain water pollutants has negatively impacted the environment and the balance of the ecosystem. There are various methods for treating contaminated water such as adsorption and adsorption, methods of degradation and bio degradation have been proposed. However, the proposed methods have not yielded practical efficiencies, high costs, difficult operating conditions, and the transfer of pollutants from one form to another. Among these methods, photo-catalysis has advantages over others because it efficiently decomposes organic compounds into harmless products such as  $H_2O$  and  $CO_2$ . The new trend world-wide is to enhance the material applicability of photo-catalysis, which can use visible light or sunlight instead of artificial UV rays. Sunlight is a clean, perpetual and free energy source. Photo-catalysis is considered a green chemical method for the mineralization of organic pollutant compound, forming harmless products for both humans and the environment. In this article will explore the advancements and development of photo-catalytic systems applied in the treatment of polluted water.

**Keywords:** photo-catalysis, semiconductor catalytic materials, hetero-catalytic materials

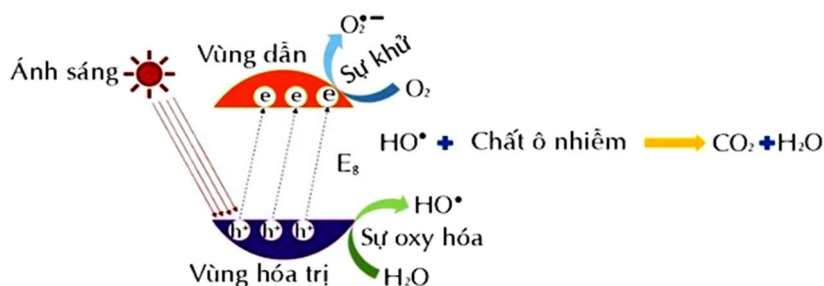
## 1. MỞ ĐẦU

Hàng năm, có khoảng 1,7 triệu người đã tử vong do tiêu thụ nước ô nhiễm và khoảng 4 tỷ người có các vấn đề sức khỏe khác nhau liên quan đến các bệnh truyền nhiễm từ nguồn nước ô nhiễm [1]. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng môi trường đã bị tổn hại và bị hủy hoại do việc xả thải không kiểm soát nhiều chất ô nhiễm nguy hiểm cả hữu cơ và tổng hợp. Mỗi năm, khoảng 100.000 loại thuốc nhuộm khác nhau được sản xuất và sử dụng trong các ngành công nghiệp khác nhau. Hiện nay, các phương pháp xử lý được sử dụng rộng rãi đối với nước thải chứa thuốc nhuộm bao gồm keo tụ- tạo bông, hấp phụ, quang xúc tác, ozon hóa, xử lý thông qua phản ứng Fenton, màng lọc và sinh học. Một số phương pháp truyền thống đã được đề xuất cho việc xử lý nước thải ô nhiễm các chất hữu cơ như: phương pháp sinh học, phương pháp kết tủa hóa học và phương pháp màng lọc. Tuy nhiên, các phương pháp đề xuất không phải lúc nào cũng mang lại hiệu quả và khả thi.

Xúc tác quang cho thấy là ứng cử viên tiềm năng để xử lý các chất ô nhiễm hữu cơ thay thế cho các phương pháp xử lý truyền thống. Hơn nữa, phương pháp này thân thiện với môi trường, chi phí thấp, hiệu quả cao, có thể tái chế...không gây ô nhiễm thứ cấp [2]. Về cơ bản, phản ứng xúc tác quang dựa trên các phản ứng oxy hóa khử diễn ra trên bề mặt vật liệu bán dẫn. Xúc tác quang được xem là phương pháp hóa học xanh cho quá trình khoáng hóa hợp chất hữu cơ ô nhiễm tạo thành sản phẩm vô hại đối với con người và môi trường. Phản ứng xúc tác quang sử dụng  $O_2$  từ không khí, diễn ra ở nhiệt độ và áp suất thường. Xúc tác quang được ứng dụng rộng rãi để xử lý nước thải có chứa các chất hữu cơ ô nhiễm. Hoạt tính của xúc tác quang phụ thuộc vào khả năng hình thành các cặp electron-lỗ trống để tham gia vào phản ứng oxy hóa-khử tạo thành các gốc tự do.

Chất xúc tác sử dụng cho phản ứng quang hóa cần đáp ứng được các yêu cầu sau: (i) có năng lượng vùng cấm nhỏ ( $2,0 < E_g < 3,0$  eV) để thuận lợi cho việc hấp thụ năng lượng ánh sáng, (ii) có vùng hóa trị tương đối đủ dương để tạo ra nhiều gốc tự do (hydroxyl  $HO^\bullet$  và superoxide  $O_2^{\bullet-}$ ) và lỗ trống  $h^+$ , (iii) có hệ thống đặc biệt cho việc phân tách và vận chuyển điện tích hiệu quả, (iv) có hoạt tính ổn định tốt [3].

## 2. CƠ CHẾ PHẢN ỨNG CỦA XÁC TÁC QUANG

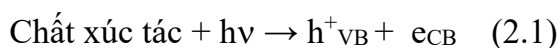


**Hình 2.1.** Cơ chế phân hủy chất ô nhiễm của xúc tác quang.

Về cơ bản, phản ứng quang xúc tác trên chất bán dẫn bao gồm ít nhất 5 giai đoạn chính: (i) chất bán dẫn hấp thụ ánh sáng, (ii) hình thành các cặp electron-lỗ trống, (iii)

di chuyển và tái kết hợp của các cặp electron-lỗ trống, (iv) sự hấp phụ của chất phản ứng và sự giải hấp của các sản phẩm, (v) diễn ra phản ứng oxy hóa khử trên bề mặt bán dẫn [4]. Sự tiếp xúc của bề mặt xúc tác quang với năng lượng photon  $h\nu$  lớn hơn hoặc bằng năng lượng vùng cấm  $E_g$  dẫn đến sự di chuyển của các electron từ vùng hóa trị đến vùng dẫn, tạo thành cặp electron-lỗ trống tương ứng ở cả vùng hóa trị và vùng dẫn. Lỗ trống sinh ra ở vùng hóa trị, oxy hóa chất ô nhiễm hoặc kết hợp với các phân tử nước tạo ra gốc tự do hydroxyl  $HO\cdot$ . Trong vùng dẫn, các electron kích thích có khả năng khử mạnh  $O_2$  hòa tan trong nước hoặc  $O_2$  hấp phụ trên bề mặt của vật liệu xúc tác quang tạo thành gốc tự do superoxide  $O_2^{\bullet-}$ . Nguyên tắc hoạt động của xúc tác quang được minh họa ở Hình 2.1.

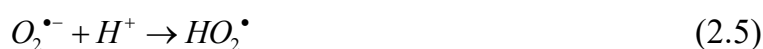
Trong trường hợp chất hữu cơ ô nhiễm, gốc tự do hydroxyl  $HO\cdot$  phản ứng trên nhóm chức hữu cơ của chất ô nhiễm và chuyển hóa chất ô nhiễm độc hại thành các chất không độc hại. Trong quá trình phân hủy, năng lượng photon  $h\nu$  là tác nhân kích thích,  $h^+_{VB}$  là tác nhân khử và  $e_{CB}$  là năng lượng photon cần thiết để kích thích các electron. Sự oxy hóa chất hữu cơ ô nhiễm bởi gốc tự do hydroxyl  $HO\cdot$  diễn ra trong xúc tác quang theo các phản ứng sau [5].



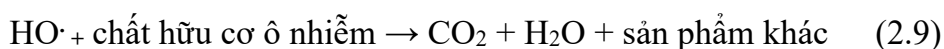
Sự tạo thành gốc tự do hydroxyl  $HO\cdot$



Sự tạo thành gốc tự do superoxide  $O_2^{\bullet-}$  và gốc tự do hydroperoxide  $HO_2\cdot$  bởi phản ứng với  $O_2$



Sự phân hủy các chất hữu cơ ô nhiễm bởi gốc tự do hydroxyl  $HO\cdot$



Quá trình phân hủy tiếp theo được khơi mào bởi gốc tự do hydroxyl  $HO\cdot$ , gốc tự do hydroperoxide  $HO_2\cdot$  và gốc tự do superoxide  $O_2^{\bullet-}$ .



### **3. CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN XÚC TÁC QUANG**

#### **3.1. Hàm lượng xúc tác**

Thông thường, sự phân hủy tăng lên khi tăng hàm lượng chất xúc tác. Sự gia tăng hàm lượng chất xúc tác làm tăng số lượng các tâm hoạt động trên bề mặt xúc tác, thuận lợi cho sự hình thành nhiều gốc tự do hydroxyl HO• tham gia vào phản ứng oxy hóa các chất ô nhiễm. Khi vượt quá hàm lượng tốt nhất cho sự phân hủy, dung dịch phản ứng trở nên đục và có sự kết tụ xúc tác diễn ra, gây cản trở cho sự chiếu xạ của ánh sáng.

Cụ thể, ảnh hưởng của nồng độ ban đầu của chất xúc tác quang đến tốc độ phân hủy RY-145 của vật liệu Ag<sub>50</sub>-Zn<sub>50</sub>-BTC/GO cũng đã được nghiên cứu. Kết quả được chứng minh cho thấy khi hàm lượng mẫu Ag<sub>50</sub>-Zn<sub>50</sub>-BTC/GO tăng từ 0,3 lên 0,4g/L thì tốc độ phân hủy RY-145 tăng đáng kể từ 84,1% lên 98,9% sau 30 phút chiếu xạ [6]. Sự gia tăng này có thể là do sự phân tán đều của chất xúc tác trong dung dịch nước, có thể làm tăng đáng kể sự tiếp xúc giữa các phân tử thuốc nhuộm RY-145 và các vị trí hoạt động của vật liệu. Tuy nhiên, khi tăng lượng vật liệu từ 0,4 đến 0,5g/L và 0,6 mg/L, hiệu quả loại bỏ RY-145 giảm nhẹ. Sự gia tăng quá mức lượng chất xúc tác có thể làm thay đổi sự tương tác giữa các lớp bên trong chất xúc tác và sự tạo ra các photon bên dưới, dẫn đến số lượng cặp e<sup>-</sup>/h<sup>+</sup> giảm [7]. Do đó, việc giảm hiệu quả quang xúc tác là điều dễ hiểu.

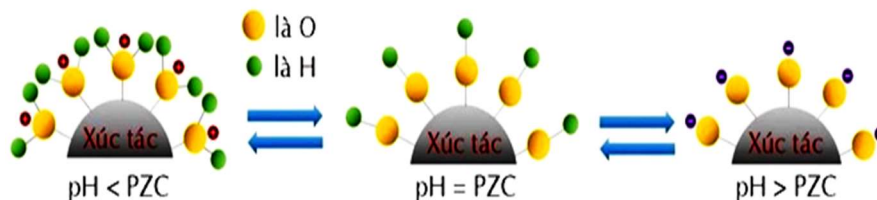
#### **3.2. Nồng độ O<sub>2</sub> hòa tan**

Sự hiện diện của O<sub>2</sub> là điều cần thiết để nâng cao hiệu quả cho phản ứng quang phân hủy các chất ô nhiễm. O<sub>2</sub> hòa tan trong nước đóng vai trò như tác nhân bắt electron trong quá trình quang xúc tác và thúc đẩy quá trình tạo ra các gốc tự do hydroxyl HO•, hydroperoxide HO<sub>2</sub>• và superoxide O<sub>2</sub>•<sup>-</sup> giúp oxy hóa hiệu quả chất ô nhiễm. Ngoài ra, sự tái tổ hợp của các cặp electron-lỗ trống được ngăn cản vì các electron ở vùng dẫn có thể bị giữ bởi các phân tử O<sub>2</sub> hòa tan. Do đó, việc tăng nồng độ O<sub>2</sub> giúp ổn định và tăng cường hoạt tính quang của xúc tác [8].

#### **3.3. pH dung dịch**

pH của dung dịch chất ô nhiễm cần xử lý ảnh hưởng đáng kể đến hoạt tính quang của xúc tác tổng hợp. Giá trị pH của dung dịch ảnh hưởng đến sự hấp phụ và phân ly của chất ô nhiễm, điện tích bề mặt của xúc tác quang và thế oxy hóa ở vùng hóa trị của xúc tác. Bề mặt chất xúc tác quang chủ yếu mang điện tích âm khi giá trị pH vượt quá điểm đẳng điện PZC của xúc tác quang. Ở giá trị pH nhỏ hơn giá trị PZC của xúc tác, các nhóm chức được proton hóa, do đó làm tăng điện tích dương trên bề mặt xúc tác. Sự ảnh hưởng của pH dung dịch đến điện tích bề mặt của xúc tác được minh họa ở hình 3.1. Khi bề mặt của xúc tác mang điện tích âm dễ dàng hấp phụ dạng cation của chất ô nhiễm và ngược lại. Ngoài ra, khi tăng giá trị pH làm tăng tốc độ tạo thành các gốc tự do hydroxyl HO•. Tuy nhiên, sự phân hủy của các chất ô nhiễm bị kìm hãm khi pH của dung dịch tăng quá cao do có sự cạnh tranh hấp phụ trên bề mặt xúc tác giữa các ion hydroxyl OH<sup>-</sup> với các phân tử chất ô nhiễm [9]. Cụ thể, pH trong khoảng 3–6,5 gây ra tương tác tĩnh điện giữa bề mặt chất xúc tác tích điện dương và RY-145 tích điện âm, do đó đây nhanh phản ứng [10]. Tuy nhiên, khi giá trị pH đạt 9, bề mặt Ag<sub>50</sub>-Zn<sub>50</sub>-BT/GO chuyển sang điện tích

âm, cản trở sự tương tác [11]. Ngược lại, sự hấp phụ của dạng cation của chất ô nhiễm trên bề mặt chất quang xúc tác giảm ở giá trị pH thấp là vì bề mặt của xúc tác mang điện tích dương không thuận lợi cho việc hấp phụ dạng cation của các chất ô nhiễm. Do đó, hoạt tính quang của xúc tác giảm trong dung dịch có pH thấp.



Hình 3.1. Ảnh hưởng của pH dung dịch đến điện tích bề mặt xúc tác.

### 3.4. Cường độ ánh sáng

Xúc tác quang hấp thụ ánh sáng có năng lượng bằng hoặc cao hơn năng lượng vùng cấm để kích thích electron chuyển động từ vùng hóa trị lên vùng dẫn tạo thành các electron ở vùng dẫn và lỗ trống ở vùng hóa trị. Đồng thời, sự tái kết hợp của cặp electron-lỗ trống cũng diễn ra làm mất hoạt tính của xúc tác quang. Do vậy, tốc độ phản ứng quang tăng khi tăng cường độ chiếu sáng. Ở cường độ ánh sáng thấp, tốc độ phản ứng quang tăng tuyến tính với việc tăng cường độ ánh sáng do sự phân tách electron-lỗ trống có sự cạnh tranh với sự tái tổ hợp, cản trở việc tạo ra các gốc tự do có hoạt tính oxy hóa mạnh. Ở cường độ ánh sáng cao, tốc độ phản ứng quang trở nên độc lập với cường độ ánh sáng. Khi cường độ ánh sáng tăng, sự tạo thành electron-lỗ trống chiếm ưu thế, dẫn đến hoạt tính quang tăng. Tuy nhiên, tổng số các tâm phản ứng không đổi khi tiếp tục tăng cường độ chiếu sáng [12].

## 4. CÁC HỆ XÚC TÁC QUANG

### 4.1. Xúc tác oxide kim loại

Titanium  $\text{TiO}_2$  là một trong những hợp chất phong phú có trong vỏ Trái đất và không độc hại, được xem là một vật liệu có nhiều ứng dụng khác nhau như: xúc tác, mỹ phẩm, y tế và pin mặt trời.  $\text{TiO}_2$  với cấu trúc nano là vật liệu bán dẫn có năng lượng vùng cấm thay đổi từ 2,8 đến 3,3 eV với các đặc tính có thể điều chỉnh được. Trong các chất xúc tác quang tiềm năng,  $\text{TiO}_2$  được xem là vật liệu điển hình cho nhiều ứng dụng trong xúc tác quang nhờ vào tính ổn định cao, không độc hại, chi phí hợp lý và thân thiện với môi trường.

So với xúc tác  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZnO}$  là oxide kim loại được nghiên cứu nhiều thứ hai nhờ vào đặc tính quang xúc tác, giá thành rẻ và không độc hại. Vật liệu  $\text{ZnO}$  có năng lượng vùng cấm khoảng 2,8–3,4 eV tùy thuộc vào phương pháp tổng. Hiệu quả xúc tác của  $\text{ZnO}$  tốt hơn so với  $\text{TiO}_2$  dưới ánh sáng mặt trời. Tuy nhiên, nhược điểm của  $\text{ZnO}$  là bị ăn mòn và dễ dàng hòa tan trong môi trường acid.

$\text{Fe}_2\text{O}_3$  có hoạt tính quang xúc tác tốt dưới sự chiếu xạ của ánh sáng nhìn thấy cũng ánh sáng vùng tử ngoại. Đây được xem là ưu điểm nổi bật của  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  so với các vật liệu  $\text{TiO}_2$  và  $\text{ZnO}$ . Vật liệu  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  được sử dụng xử lý nước thải nhờ vào các đặc tính ưu việt như: có năng lượng vùng cấm thấp (2,2 eV), ổn định hóa học, rẻ tiền và không

độc hại. Tuy nhiên,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  cũng có những hạn chế nhất định như khả năng tái tổ hợp của electron-lỗ trống cao và tính dẫn điện kém [13].

#### **4.2. Xúc tác $\text{TiO}_2$ biến tính**

Xúc tác  $\text{TiO}_2$  chỉ có hoạt tính quang tốt trong vùng ánh sáng tử ngoại. Phương pháp hiệu quả điều chỉnh tính chất của  $\text{TiO}_2$  là biến tính. Việc biến tính xúc tác  $\text{TiO}_2$  có thể đạt được bằng cách thay thế cation  $\text{Ti}^{4+}$  hoặc anion  $\text{O}^{2-}$  trong thành phần của  $\text{TiO}_2$ . Pha tạp cation thường sử dụng là các kim loại, trong khi đó pha tạp anion là các phi kim loại. Việc biến tính ảnh hưởng đến cấu trúc và năng lượng vùng dẫn. Bán kính nguyên tử pha tạp không được khác nhiều so với cation  $\text{Ti}^{4+}$  hoặc anion  $\text{O}^{2-}$  để ngăn chặn sự thay đổi mạng tinh thể, tạo ra các khuyết tật mới có thể giảm hiệu quả xúc tác. Các nguyên tố phi kim có năng lượng ion hóa cao và độ âm điện lớn như nitơ N, carbon C, lưu huỳnh S, halogen (flo F, clo Cl và iot I) được xem là pha tạp anion hiệu quả thu hẹp năng lượng vùng cấm của xúc tác. Trong số các nguyên tố phi kim nghiên cứu biến tính cho xúc tác  $\text{TiO}_2$ , nguyên tố N là một trong những chất pha tạp hiệu quả nhất cho chất xúc tác quang  $\text{TiO}_2$  trong vùng ánh sáng nhìn thấy. Nhiều nhóm tác giả đã nghiên cứu thành công việc biến tính  $\text{TiO}_2$  bằng nguyên tố N để tăng cường hoạt tính quang trong vùng ánh sáng nhìn thấy. Theo kết quả thực nghiệm cho thấy, sự hiện diện của N khoảng 1% trên xúc tác  $\text{TiO}_2$  sẽ cho hoạt tính quang tốt. Ngoài nguyên tố N, pha tạp carbon C cũng được xem là ứng viên tiềm năng cho việc biến tính  $\text{TiO}_2$ . Có ba loại carbon có thể ảnh hưởng đến hoạt động quang xúc tác: nguyên tố C, liên kết C-O của gốc carbonate và C thay thế cho O trong liên kết Ti-O. Pha tạp lưu huỳnh S trong cấu trúc  $\text{TiO}_2$  cũng cho thấy hiệu quả trong việc thu hẹp năng lượng vùng cấm của xúc tác. Tuy nhiên, bán kính ion lớn làm cho việc biến tính S vào tinh thể  $\text{TiO}_2$  trở nên khó khăn. Do đó, các vấn đề quan trọng là phải tìm ra một quy trình dễ dàng, chi phí thấp và ổn định để tổng hợp  $\text{TiO}_2$  pha tạp S. Pha tạp S tăng cường diện tích bề mặt, làm giảm kích thước hạt tinh thể, tăng cường độ bền nhiệt và cải thiện hiệu suất quang xúc tác [14].

#### **4.3. Xúc tác perovskite**

So với xúc tác  $\text{TiO}_2$ , xúc tác perovskite  $\text{ABX}_3$  có những ưu điểm nổi bật: (i) các tâm cation của A và B có thể thay đổi trong mạng tinh thể để thu được các đặc tính quang hóa mong muốn, (ii) hấp thụ tốt ánh sáng trong vùng ánh sáng khả kiến. Theo định nghĩa, perovskite  $\text{ABX}_3$  là vật liệu có cùng cấu trúc tinh thể tương tự như  $\text{CaTiO}_3$ ,  $\text{BaTiO}_3$ ,  $\text{CaSiO}_3$  hoặc  $\text{SrTiO}_3$ . Về cơ bản, perovskite là hỗn hợp của hai oxide kim loại có công thức chung  $\text{ABX}_3$ , trong đó cation A là cation của kim loại đất hiếm, kiềm, hoặc kiềm thổ; cation B là cation của kim loại chuyển tiếp; anion X là ion của oxide hoặc halide.

Vật liệu họ perovskite được xem là vật liệu mới quan trọng nhờ vào các đặc tính lý hóa cũng như tính ổn định nhiệt, tính linh động electron và đặc tính oxy hóa khử và các ứng dụng rộng rãi trong xúc tác, tách nước, pin mặt trời, thiết bị quang học và chất siêu dẫn. Việc nghiên cứu sử dụng perovskite và họ perovskite như chất bán dẫn cho xúc tác quang còn hạn chế. Các vật liệu perovskite được xem là thế hệ xúc tác quang thứ ba với cấu trúc ổn định và năng lượng vùng cấm thích hợp cho phản ứng quang [15].

#### **4.4. Xúc tác pseudobrookite**

Một loại titanate liên quan đến họ perovskite có tên là pseudobrookite  $A_2BO_5$ .  $Al_2TiO_5$  và  $Fe_2TiO_5$  được xem là hai chất bán dẫn điển hình cho pseudobrookite sử dụng cho phản ứng quang. Dựa trên các đặc tính hóa lý của  $Al_2TiO_5$  (ATO) như hệ số giãn nở nhiệt thấp, điểm nóng chảy cao, chịu ăn mòn và chống sốc nhiệt, vật liệu ATO có thể xem là một ứng cử viên tiềm năng sử dụng làm chất hỗ trợ cho việc lọc khí thải ở nhiệt độ cao và chất nền xúc tác cho chuyển hóa trong động cơ xe. Ngoài ra, ATO được ứng dụng làm các bộ lọc dạng hạt cho động cơ diesel thể hệ thứ ba. Cho đến nay, chưa có nhiều nghiên cứu về sử dụng vật liệu ATO như chất bán dẫn cho phản ứng quang.

Vật liệu pseudobrookite  $Fe_2TiO_5$  (FTO) là một trong những chất bán dẫn mới trong lĩnh vực xúc tác quang. Xúc tác FTO được tổng hợp bằng phương pháp sol-gel dùng cho phản ứng phân hủy methylene blue. Sự hiện diện chủ yếu của gốc tự do hydroxyl  $HO\cdot$  và superoxide  $O_2^{\bullet-}$  được tìm thấy trong phản ứng phân hủy metronidazole trên xúc tác FTO. Xúc tác FTO tổng hợp có năng lượng vùng cấm là 2,10 eV; loại bỏ hoàn toàn metronidazole sau 120 min phản ứng; có hoạt tính ổn định sau 4 vòng tái sử dụng [16].

#### **4.5. Vật liệu hữu cơ khung kim loại (MOFs)**

Vật liệu khung hữu cơ kim loại (Metal-Organic Frameworks, thường được gọi tắt là MOFs) là loại vật liệu lai có cấu trúc tinh thể và đa số có độ xốp lớn; vật liệu này được cấu tạo bằng sự kết hợp giữa các cầu nối hữu cơ với các cluster kim loại. Vật liệu khung hữu cơ kim loại (MOFs) có nhiều ứng dụng trong phát quang và cảm biến tách khí, chất mang thuốc, xúc tác và chất hấp phụ. Gần đây, các đặc tính điện tử, phát quang và đặc tính xúc tác của MOFs đã được cải thiện với sự hiện diện của các ion kim loại thứ cấp vào các nút vô cơ của khung. MOFs lưỡng kim cho thấy các đặc tính vượt trội như xúc tác, hấp phụ khí, chuyển đổi, cảm biến phát quang và lưu trữ, so với MOFs kim loại đơn [17]. Thật vậy, Kaur và cộng sự đã tổng hợp vật liệu  $Co_xZn_{100-x}$ -ZIF-8 với hàm lượng Co khác nhau (x dao động từ 0 đến 100). So với MOFs đơn kim  $Zn$ -ZIF-8, thể tích lỗ rỗng và diện tích bề mặt của vật liệu  $Co_xZn_{100-x}$ -ZIF-8 thu được tăng lần lượt 33% và 40%. Ở 1 bar và 77 K, sự hấp thụ  $H_2$  của  $Co_xZn_{100-x}$ -ZIF-8 được tăng cường cao hơn 23% so với  $Zn$ -ZIF-8, có thể là do tăng thể tích lỗ rỗng, diện tích bề mặt và độ xốp [18]. Gần đây, các tính chất của MOFs đã được cải thiện bằng cách ghép các nhóm hoạt động, thay đổi phối tử hữu cơ và cải thiện các điều kiện tổng hợp thích hợp. Những biến tính này nhằm cải thiện tính chất hấp phụ của vật liệu thông qua các hiệu ứng tương hỗ. Một trong những vật liệu phù hợp nhất để làm vật liệu nền cho MOFs là graphene oxide (GO) với các nhóm chứa oxy khác nhau. Nhiều nghiên cứu đã được thực hiện trên các vật liệu tổng hợp được hình thành bởi MOFs và graphene oxide.

### **5. KẾT LUẬN**

Trong bài báo này đã tìm hiểu các nghiên cứu về xúc tác quang ứng dụng trong xử lý chất hữu cơ độc hại trong và ngoài nước. Từ đó, thấy được sự tiến bộ của các hệ xúc tác quang, tìm được phương pháp xử lý chất hữu cơ độc hại thân thiện với môi trường, chi phí thấp, hiệu quả cao, có thể tái chế... không gây ô nhiễm thứ cấp. Hoạt tính quang của xúc tác phụ thuộc bởi sự hấp phụ chất ô nhiễm lên bề mặt chất xúc tác, tác

nhân oxy hóa tạo thành trên bề mặt chất xúc tác và độ bền của xúc tác trong quá trình phản ứng. Do đó, bài báo cũng đã phân tích cơ chế hoạt động của xúc tác quang và các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả hoạt động của xúc tác quang như hàm lượng xúc tác, pH dung dịch, cường độ ánh sáng. Vì vậy, các kết quả trên đây của bài báo sẽ góp phần quan trọng cho các nghiên cứu tổng quan về xúc tác quang trong ứng dụng xử lý chất hữu cơ độc hại. Bài báo trên cũng là tiền đề cho những nghiên cứu sâu hơn về khả năng xúc tác quang đối với quá trình xử lý các hợp chất hữu cơ độc hại khác có mặt trong nước, hoàn thiện việc nghiên cứu yếu tố ảnh hưởng đến quá trình xử lý như pH, nhiệt độ, thời gian...

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. M. Briggs, M. J. Cross, D. G. Hoy, L. Sánchez Riera, F. M. Blyth, A. D. Woolf and L. March, Musculoskeletal health conditions represent a global threat to healthy aging: A report for the 2015 world health organization world report on ageing and health, *Gerontologist* 56 (2016), 243-255.
- [2]. Karmakar, A., Prabakaran, V., Zhao, D., Chua, K.J, A review of metal-organic frameworks (MOFs) as energy-efficient desiccants for adsorption driven heat-transformation applications. *Appl Energy* 269 (2020), 115070. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115070>.
- [3]. E. Casbeer, V. K. Sharma and X. Z. Li, Synthesis and photo-catalytic activity of ferrites under visible light: A review, *Separation and Purification Technology*, 87 (2012), 1-14.
- [4]. Y. Qu and X. Duan, Progress, challenge and perspective of heterogeneous photocatalysts, *Chemical Society Reviews*, 42 (2013), 2568-2580.
- [5]. M. Hasanpour and M. Hatami, Photocatalytic performance of aerogels for organic dyes removal from wastewaters: Review study, *Journal of Molecular Liquids*, 309 (2020), 113094.
- [6]. Manh B. Nguyen , Giang H. Le , Trinh Duy Nguyen, Quang K. Nguyen , Trang T. T. Pham , Taeyoon Lee , Tuan A. Vu , Bimetallic Ag-Zn-BTC/GO composite as highly efficient photocatalyst in the photocatalytic degradation of reactive yellow 145 dye in water , *Journal of Hazardous Materials*, 420 (2021), 126560.
- [7]. Pham, X.N., Nguyen, M.B., Ngo, H.S., Doan, H.V. Highly efficient photocatalytic oxidative desulfurization of dibenzothiophene with sunlight irradiation using green catalyst of Ag@AgBr/Al-SBA-15 derived from natural halloysite. *J. Ind. Eng. Chem*, 90 (2020), 358–370. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2020.07.037>.
- [8]. M. Pelaez, A. A. de la Cruz, K. O'Shea, P. Falaras and D. D. Dionysiou, Effects of water parameters on the degradation of microcystin-LR under visible light-activated TiO<sub>2</sub> photocatalyst, *Water Research*, 45 (2011), 3787-96.
- [9]. H. R. Rajabi, O. Khani, M. Shamsipur and V. Vatanpour, High-performance pure and Fe<sup>3+</sup> ion doped ZnS quantum dots as green nanophotocatalysts for the removal of malachite green under UV-light irradiation, *Journal of Hazardous Materials*, 250-251 (2013), 370-378.

- [10]. Liu, X., Zhou, Y., Zhang, J., Tang, L., Luo, L., Zeng, Iron containing metal-organic frameworks: structure, synthesis, and applications in environmental remediation. *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 9 (2017), 20255–20275. <https://doi.org/10.1021/acsami.7b02563>.
- [11]. Vu, H.T., Nguyen, M.B., Vu, T.M., Le, G.H., Pham, T.T.T., Nguyen, T.D., Vu, T.A., Synthesis and application of novel nano Fe-BTC/GO composites as highly efficient photocatalysts in the dye degradation. *Top. Catal*, 63 (2020), 1046–1055. <https://doi.org/10.1007/s11244-020-01289-w>.
- [12]. M. Aslam, I. M. I. Ismail, S. Chandrasekaran and A. Hameed, Morphology controlled bulk synthesis of disc-shaped WO<sub>3</sub> powder and evaluation of its photocatalytic activity for the degradation of phenols, *Journal of Hazardous Materials*, 276 (2014), 120-128.
- [13]. M. Mishra and D. M. Chun,  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> as a photocatalytic material: A review, *Applied Catalysis A: General*, 498 (2015), 126-141.
- [14]. P. Goswami and J. N. Ganguli, A novel synthetic approach for the preparation of 130 sulfated titania with enhanced photocatalytic activity, *RSC Advances*, 3(2013), 8878-8888.
- [15]. J. Kong, T. Yang, Z. Rui and H. Ji, Perovskite-based photocatalysts for organic contaminants removal: Current status and future perspectives, *Catalysis Today*, 327 (2019), 47-63.
- [16]. K. Bahareh and M. H. Habibi, High photocatalytic activity of light-driven Fe<sub>2</sub>TiO<sub>5</sub> nanoheterostructure toward degradation of antibiotic metronidazole, *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 80 (2019), 292-300.
- [17]. Sun, Y., Zheng, L., Yang, Y., Qian, X., Fu, T., Li, X., Yang, Z., Yan, H., Cui, C., Tan, Metal–organic framework nanocarriers for drug delivery in biomedical applications. *Nano-Micro Lett.* 12 (2020), 1–29. <https://doi.org/10.1007/s40820-020-00423-3>.
- [18]. Kaur, G., Rai, R.K., Tyagi, D., Yao, X., Li, P.Z., Yang, X.C., Zhao, Y., Xu, Q., Singh, S.K. Room-temperature synthesis of bimetallic Co-Zn based zeolitic imidazolate frameworks in water for enhanced CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub> uptakes. *J. Mater. Chem. A*. 4 (2016), 14932–14938. <https://doi.org/10.1039/c6ta04342a>.

**TỔNG HỢP VẬT LIỆU NANO VONFRAMAT PHA TẠP  
MWO<sub>4</sub>(M=CA,ZN): EU<sup>3+</sup>, AL<sup>3+</sup> BẰNG PHƯƠNG PHÁP HÓA ƯỚT VÀ  
KHẢO SÁT HOẠT TÍNH XÚC TÁC QUANG PHÂN HỦY  
PHẨM NHUỘM MB**

**Vũ Thị Xuân<sup>1\*</sup>, Nguyễn Văn Hải<sup>2</sup>, Nguyễn Hải Nam<sup>1</sup>, Đỗ Văn Huy<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

<sup>2</sup>Trường Đại học Sư phạm Hà Nội

\*Tác giả liên hệ: Email: xuanvt@utc.edu.vn

**Tóm tắt:** Vật liệu nano vonframata pha tạp MWO<sub>4</sub> (M= Ca, Zn):Eu<sup>3+</sup>, Al<sup>3+</sup> đã được chế tạo thành công bằng phương pháp hóa ướt (thủy nhiệt – nung). Cấu trúc và hình thái bề mặt các vật liệu tổng hợp được xác định bằng các phương pháp XRD, SEM, UV-Vis và EDX. Các vật liệu CaWO<sub>4</sub>:Eu<sup>3+</sup>, Al<sup>3+</sup> tổng hợp được đều có cấu trúc tinh thể tetragonal, vật liệu ZnWO<sub>4</sub>:Eu<sup>3+</sup>, Al<sup>3+</sup> thu được đều có cấu trúc đơn pha monoclinic. Hoạt tính xúc tác quang của các vật liệu đã được khảo sát trong quá trình phân hủy phẩm nhuộm xanh methylene (MB) dưới ánh sáng tử ngoại xa ở nhiệt độ thường. Kết quả cho thấy, vật liệu xúc tác đã chuyển hóa được gần như hoàn toàn phẩm nhuộm xanh methylene trong nước thải dưới nguồn sáng tử ngoại.

**Từ khóa:** canxi vonframata pha tạp, xanh methylene (MB), hoạt tính xúc tác quang.

**Abstract:** Nanocrystalline MWO<sub>4</sub>(M=Ca,Zn):Eu<sup>3+</sup>, Al<sup>3+</sup> were successfully synthesized via wet chemical method. Resulting nanoparticles were characterized by XRD, SEM, UV-Vis and EDX analysis. The nanocrystals CaWO<sub>4</sub>:Eu<sup>3+</sup>, Al<sup>3+</sup> were in tetragonal symmetry. The nanocrystals ZnWO<sub>4</sub>:Eu<sup>3+</sup>, Al<sup>3+</sup> were in monoclinic symmetry. Photocatalytic activities of the characterised catalyst were examined by the decolourisation of methylene blue (MB) under ultraviolet radiation were conducted at room temperature. The results confirmed that nanoparticles were degraded almost completely methylene blue (MB) in industrial wastewater under ultraviolet sources.

**Keywords:** calcium tungstate, zinc tungstate, Methylene blue, photocatalytic activity.

## 1. MỞ ĐẦU

Hiện nay, tình trạng ô nhiễm nguồn nước xảy ra phổ biến ở nhiều làng nghề dệt nhuộm. Sự phát triển của ngành công nghiệp dệt nhuộm dẫn đến việc thải ra môi trường một lượng lớn chất thải hữu cơ như: benzen, toluene, xylene, methylene blue (MB)... Nguồn nước ô nhiễm kéo theo nhiều hệ lụy như ô nhiễm không khí và ô nhiễm đất đai, về lâu dài sẽ ảnh hưởng xấu đến môi trường và sức khỏe của chính người dân làng nghề. Để xử lý chất màu hữu cơ, vật liệu nano xúc tác quang được coi là bước tiến trong công

nghe xử lý nước ô nhiễm. Trong số đó, vật liệu tungstate được khảo sát và cho thấy nhiều tiềm năng ứng dụng làm xúc tác quang phân hủy các hợp chất màu hữu cơ, đặc biệt là phẩm nhuộm [1-8]. Hệ vật liệu nano pha tạp trên nền vonframato  $MWO_4$  ( $M=Ca, Zn$ ):  $Eu^{3+}$ ,  $Al^{3+}$  còn có khả năng xúc tác quang chuyển hóa nhiều chất màu hữu cơ trong nước ô nhiễm dưới ánh sáng tử ngoại [1-2, 5-8].

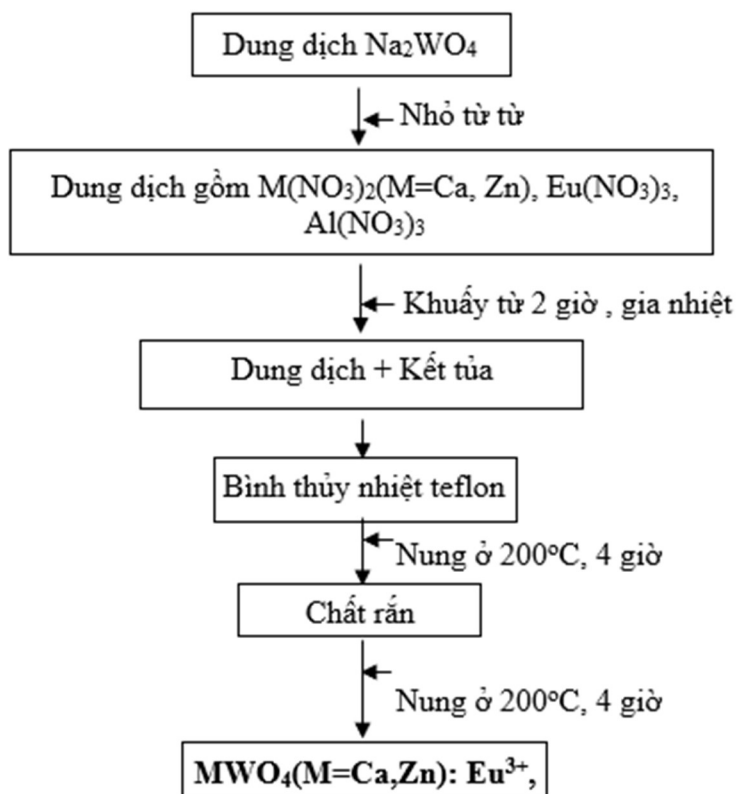
Trong nghiên cứu này, hệ vật liệu nano  $MWO_4$  ( $M=Ca, Zn$ ):  $Eu^{3+}$ ,  $Al^{3+}$  ( $x = 0, 2, 4$ ) được tổng hợp theo phương pháp hóa ướt (thủy nhiệt-nung) và khảo sát hoạt tính xúc tác quang phân hủy phẩm nhuộm methylene blue (MB).

## 2. THỰC NGHIỆM

### 2.1. Tổng hợp vật liệu và xác định cấu trúc

Nhỏ từ từ dung dịch  $Na_2WO_4$  vào dung dịch gồm  $M(NO_3)_2$  ( $M=Ca, Zn$ ),  $Eu(NO_3)_3$  và  $Al(NO_3)_3$ , khuấy từ ở  $50^\circ C$  trong 2 giờ để thực hiện phản ứng. Toàn bộ phần dung dịch và chất rắn tạo thành được cho vào bình thủy nhiệt teflon và tiến hành nung ở  $200^\circ C$  trong 4 giờ. Để nguội, lọc lấy kết tủa, rửa và sấy khô ở  $200^\circ C$  trong 4 giờ, sau đó nghiền nhỏ thu được vật liệu  $MWO_4(M=Ca,Zn):Eu^{3+}, Al^{3+}$ .

Quá trình tổng hợp vật liệu  $MWO_4(M=Ca,Zn):Eu^{3+}, Al^{3+}$  được biểu diễn trên Hình 1.



Hình 1. Sơ đồ tổng hợp vật liệu  $MWO_4$  ( $M=Ca,Zn$ ): $Eu^{3+}$ ,  $Al^{3+}$

Vật liệu  $MWO_4$  ( $M=Ca,Zn$ ): $4\%Eu^{3+}$ ,  $x\%Al^{3+}$  ( $x = 0, 2, 4$ ) được xác định cấu trúc, hình thái đặc trưng và tính chất quang bằng phương pháp XRD, UV-Vis, SEM và EDX.



Giản đồ XRD được đo trên máy D8-Advance, Bruker ( $K\alpha\text{Cu} = 1,5418 \text{ \AA}$ ) và ảnh SEM của vật liệu được ghi trên máy HITACHI S-4800 tại Viện Khoa học Vật liệu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Phổ phản xạ khuếch tán UV-Vis của vật liệu được đo trên máy JASCO V-770 tại Khoa Vật lý, Trường Đại học Sư phạm I - Hà Nội.

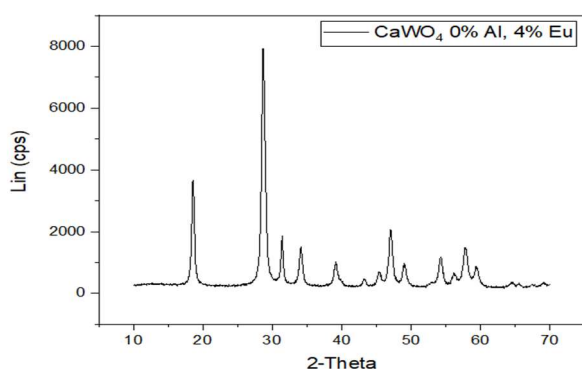
## 2.2. Khảo sát hoạt tính xúc tác

Vật liệu xúc tác  $\text{MWO}_4(\text{M}=\text{Ca},\text{Zn}):\text{Eu}^{3+}, \text{Al}^{3+}$  được khảo sát với hàm lượng 2 g/L, nồng độ MB là 30 ppm. Đầu tiên, hệ xúc tác quang được khuấy 30 phút trong bóng tối để đạt cân bằng hấp phụ của MB trên bề mặt xúc tác. Sau đó, hệ xúc tác được chiếu bức xạ tử ngoại xa bằng đèn UV-C (254 nm). Mẫu dung dịch được lấy định kì theo thời gian, li tâm và đo quang ở bước sóng cực đại 660 nm để xác định nồng độ MB còn lại trong dung dịch. Nồng độ MB được xác định bằng máy đo UV-Vis S60 Biochrom tại Khoa Hóa học, Trường Đại học Sư phạm I - Hà Nội.

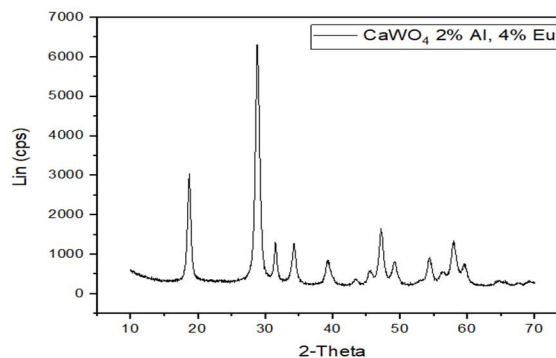
## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Cấu trúc vật liệu

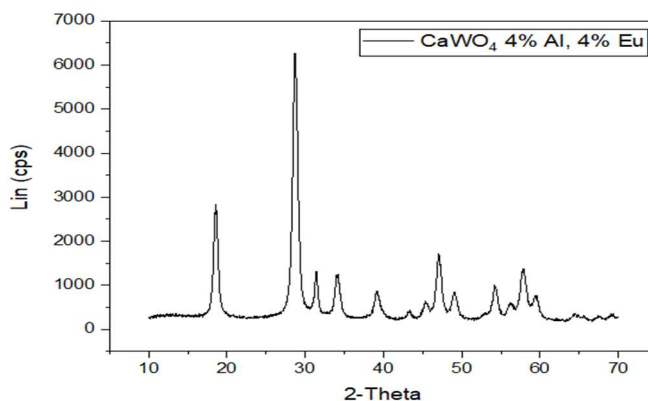
Các hệ vật liệu  $\text{CaWO}_4:4\%\text{Eu}^{3+}, x\%\text{Al}^{3+}$  ( $x = 0, 2, 4$ ) được xác định cấu trúc bằng phương pháp nhiễu xạ tia X (Hình 2a, 2b và 2c).



Hình 2a



Hình 2b

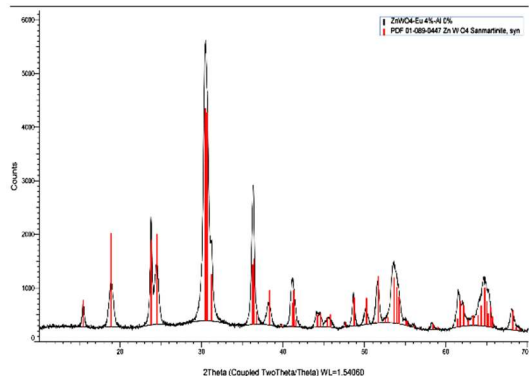


Hình 2c

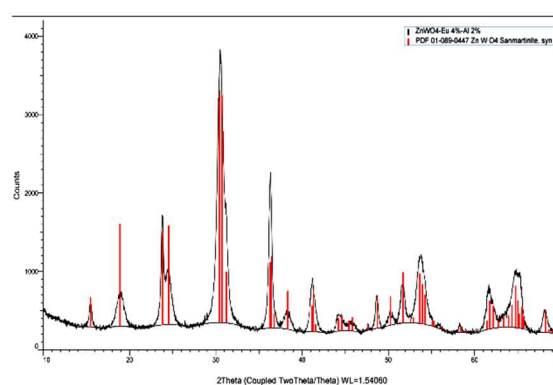
**Hình 2.** Giản đồ nhiễu xạ tia X của vật liệu: (a)  $\text{CaWO}_4:4\%\text{Eu}^{3+},0\%\text{Al}^{3+}$ ; (b)  $\text{CaWO}_4:4\%\text{Eu}^{3+},2\%\text{Al}^{3+}$  và (c)  $\text{CaWO}_4:4\%\text{Eu}^{3+},4\%\text{Al}^{3+}$

Kết quả trên Hình 2 cho thấy các tinh thể  $\text{CaWO}_4:4\%\text{Eu}^{3+}$ ,  $x\%\text{Al}^{3+}$  đều cấu trúc kiểu tetragonal ứng với thẻ chuẩn ICDD 41-1431 nhóm không gian:  $I4_1/a$  [9-11].

Các hệ vật liệu  $\text{ZnWO}_4:4\%\text{Eu}^{3+}$ ,  $x\%\text{Al}^{3+}$  ( $x = 0, 2, 4$ ) được xác định cấu trúc bằng phương pháp nhiễu xạ tia X (Hình 3a, Hình 3b và Hình 3c).

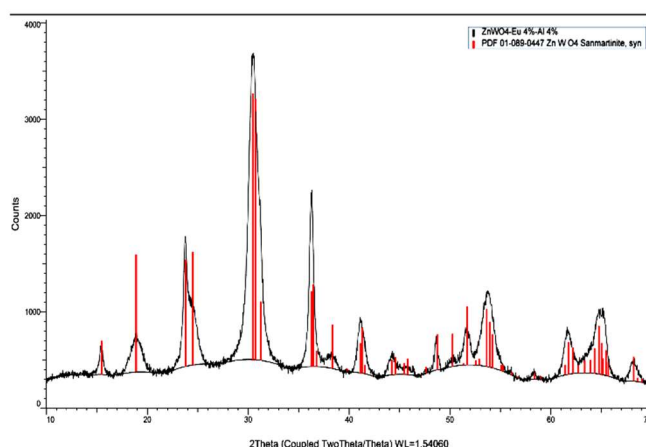


Hình 3a



Hình 3b

Hình 3c



**Hình 3.** Giản đồ nhiễu xạ tia X của vật liệu: (a)  $\text{ZnWO}_4: 4\%\text{Eu}^{3+}, 0\%\text{Al}^{3+}$ ; (b)  $\text{ZnWO}_4: 4\%\text{Eu}^{3+}, 2\%\text{Al}^{3+}$  và (c)  $\text{ZnWO}_4:4\%\text{Eu}^{3+}, 4\%\text{Al}^{3+}$

Kết quả trên Hình 3 cho thấy các tinh thể  $\text{ZnWO}_4:4\%\text{Eu}^{3+}$ ,  $x\%\text{Al}^{3+}$  đều cấu trúc kiểu monoclinic ứng với thẻ chuẩn JCPDS số 15-0774, nhóm không gian:  $P2/c$  [12].

**Bảng 1.** Giá trị kích thước tinh thể trung bình (D) của vật liệu  $\text{CaWO}_4:4\%\text{Eu}^{3+}$ ,  $x\%\text{Al}^{3+}$

Vật liệu	$\beta$ (rad)	$\cos\theta$	Kích thước tinh thể trung bình (nm)
$\text{CaWO}_4:4\%\text{Eu}^{3+}, 0\%\text{Al}^{3+}$	0,0036294	0,9687	38,9
$\text{CaWO}_4:4\%\text{Eu}^{3+}, 2\%\text{Al}^{3+}$	0,0043722	0,9684	32,4
$\text{CaWO}_4:4\%\text{Eu}^{3+}, 4\%\text{Al}^{3+}$	0,0044733	0,9687	31,6

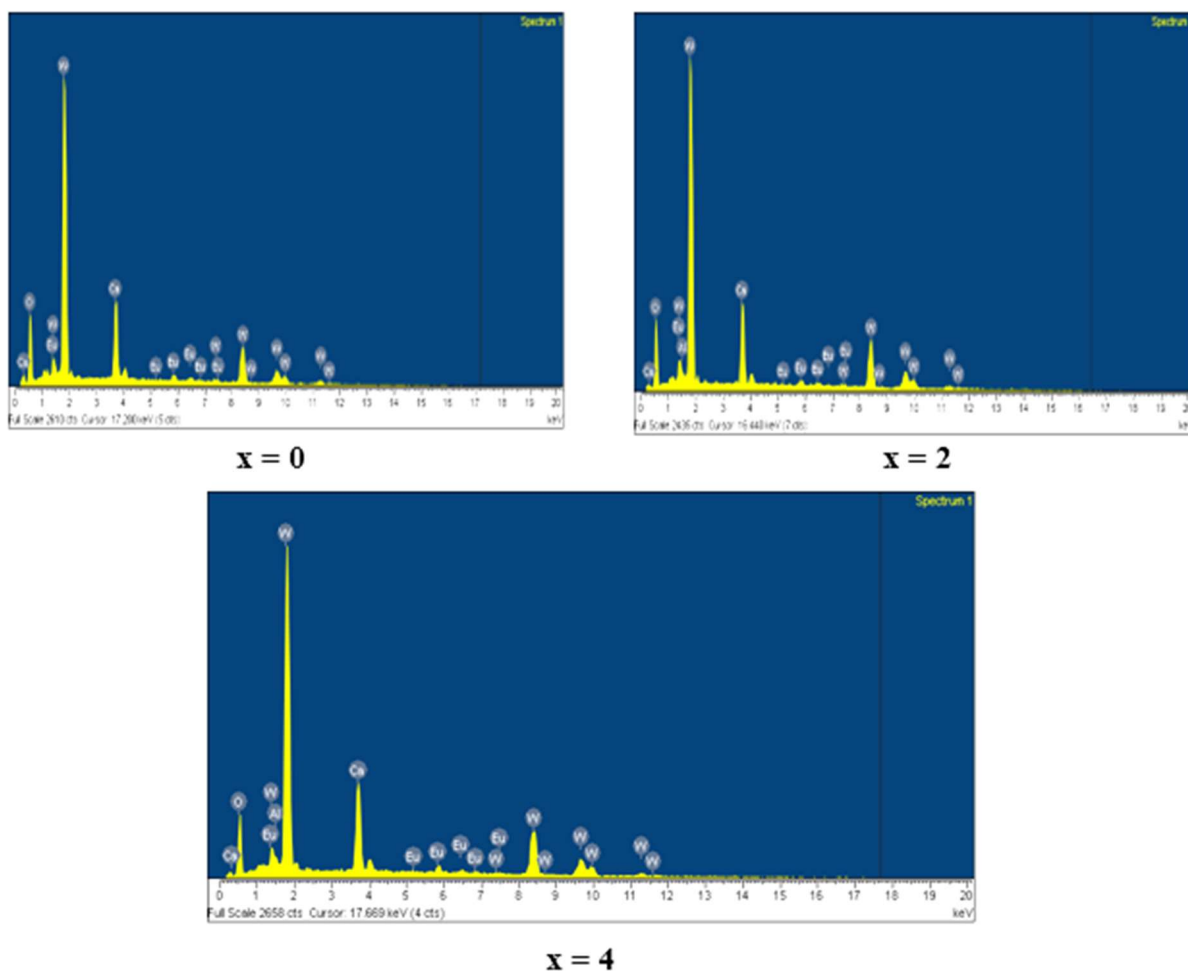
Kết quả Bảng 1 cho thấy, giá trị kích thước tinh thể trung bình của vật liệu  $\text{CaWO}_4:\text{Eu}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  giảm khi tỉ lệ pha tạp  $\text{Al}^{3+}$  tăng do bán kính ion  $\text{Al}^{3+}$  nhỏ hơn bán kính ion  $\text{Ca}^{2+}$ . Kích thước trung bình của tinh thể vào khoảng 31,6-38,9 nm.

**Bảng 2.** Giá trị kích thước tinh thể trung bình (D) của vật liệu  $\text{ZnWO}_4:4\%\text{Eu}^{3+}, x\%\text{Al}^{3+}$

Vật liệu	$\beta$ (rad)	$2\theta$ (độ)	Kích thước tinh thể trung bình (nm)
$\text{ZnWO}_4:4\%\text{Eu}^{3+},0\%\text{Al}^{3+}$	0,7728	30,4606	33,1
$\text{ZnWO}_4:4\%\text{Eu}^{3+},2\%\text{Al}^{3+}$	0,9822	30,5824	26,1
$\text{ZnWO}_4:4\%\text{Eu}^{3+},4\%\text{Al}^{3+}$	1,2330	30,5460	20,7

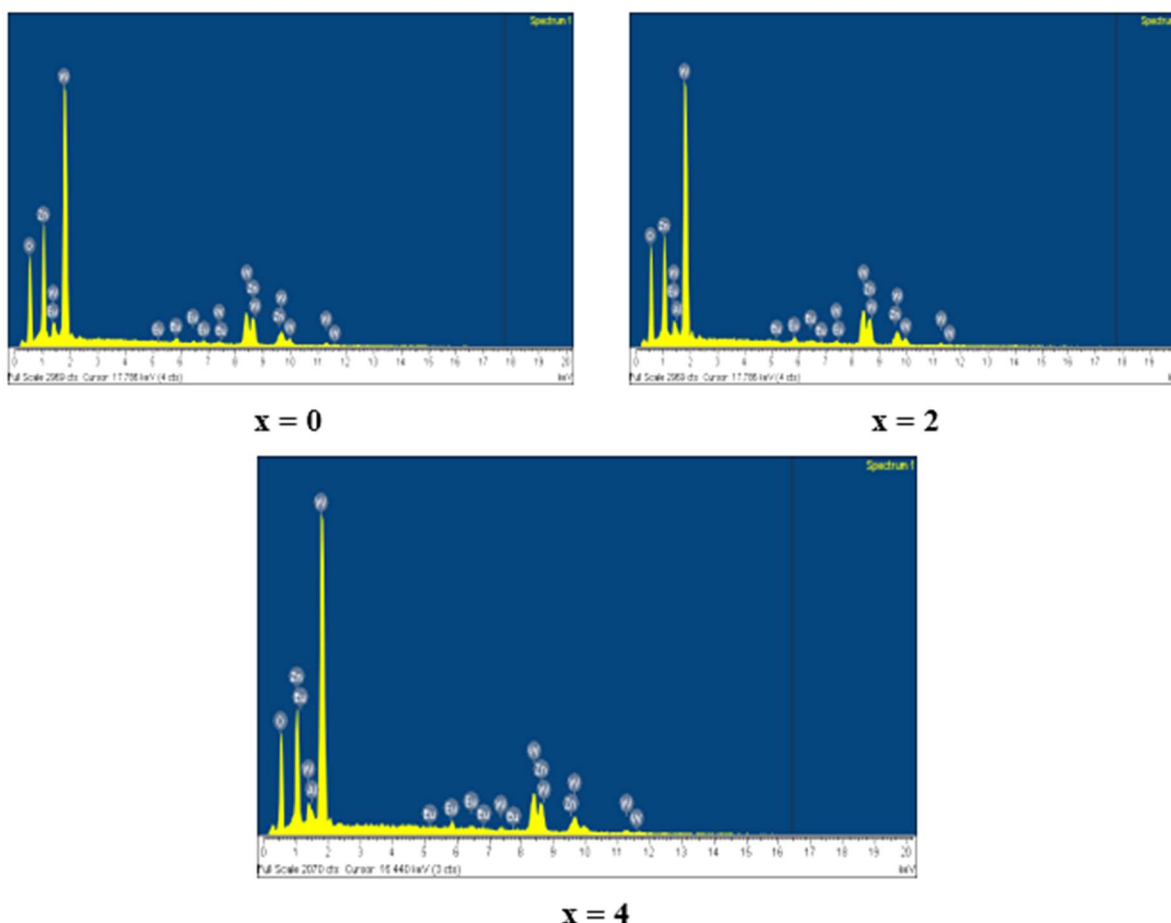
Như vậy, kết quả Bảng 2 cho thấy kích thước trung bình của tinh thể vật liệu  $\text{ZnWO}_4:4\%\text{Eu}^{3+}, x\%\text{Al}^{3+}$  vào khoảng 20,7 – 33,1 nm, giảm khi tỉ lệ pha tạp  $\text{Al}^{3+}$  tăng do bán kính ion  $\text{Al}^{3+}$  nhỏ hơn bán kính ion  $\text{Zn}^{2+}$ .

Tiếp theo, các nguyên tố trong thành phần vật liệu được xác định bằng phép đo EDX (Hình 4 và Hình 5).



**Hình 4.** Giảm đồ tán xạ năng lượng tia X của vật liệu  $\text{CaWO}_4:4\%\text{Eu}^{3+}, x\%\text{Al}^{3+}$  ( $x=0, 2, 4$ )

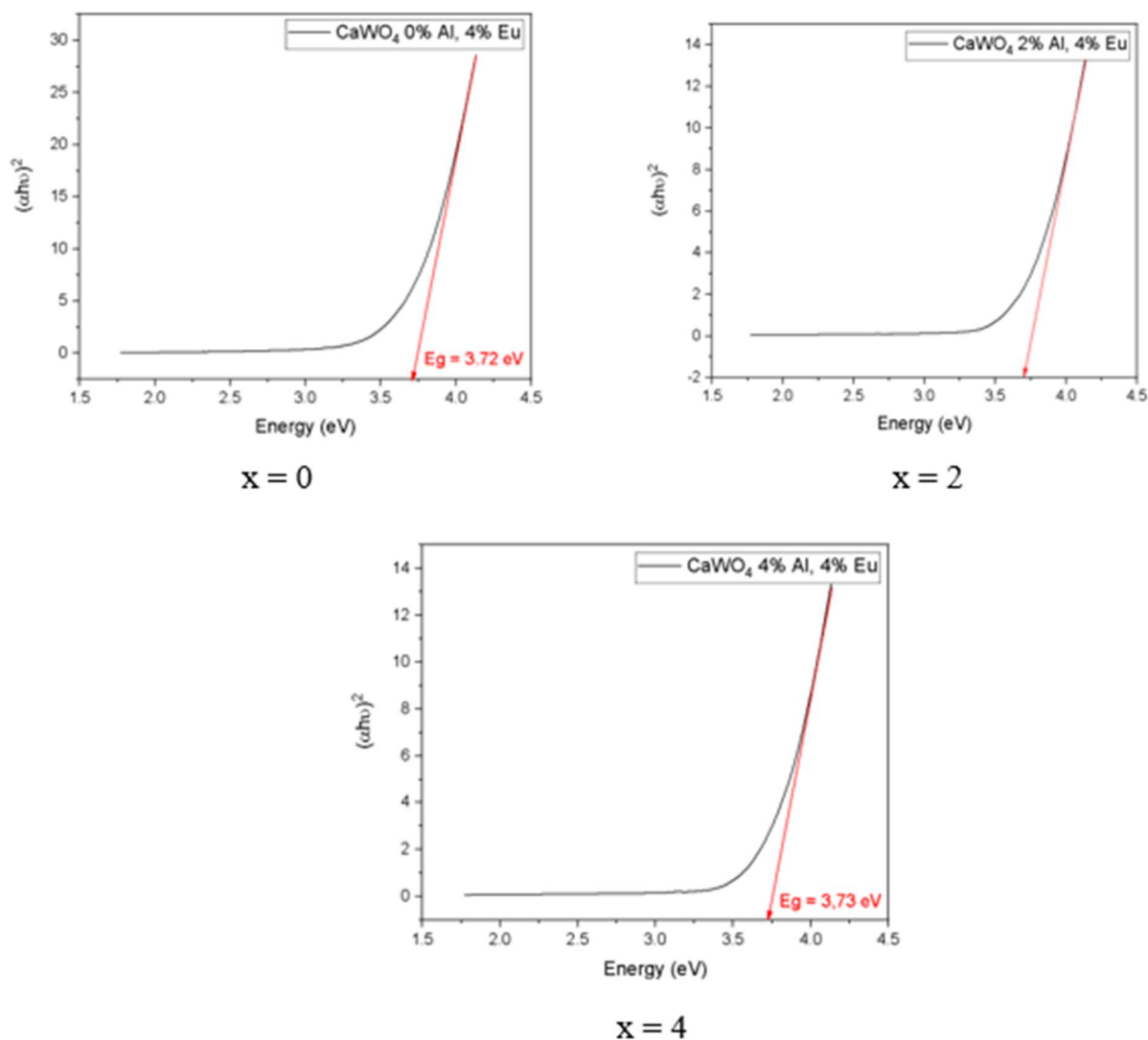
Trên giản đồ EDX của vật liệu  $\text{CaWO}_4:4\%\text{Eu}^{3+},x\%\text{Al}^{3+}$  ( $x=0, 2, 4$ ) (Hình 4) xuất hiện đầy đủ các nguyên tố trong mẫu vật liệu  $\text{CaWO}_4:\text{Eu}^{3+}, \text{Al}^{3+}$ . Tỷ lệ phần trăm nguyên tử nặng Ca : W : Eu phù hợp tốt với thành phần dự kiến, còn hàm lượng các nguyên tử nhẹ là O và Al có sai số đáng kể.



**Hình 5.** Giản đồ tán xạ năng lượng tia X của vật liệu  $\text{ZnWO}_4:4\%\text{Eu}^{3+}, x\%\text{Al}^{3+}$  ( $x=0, 2, 4$ )

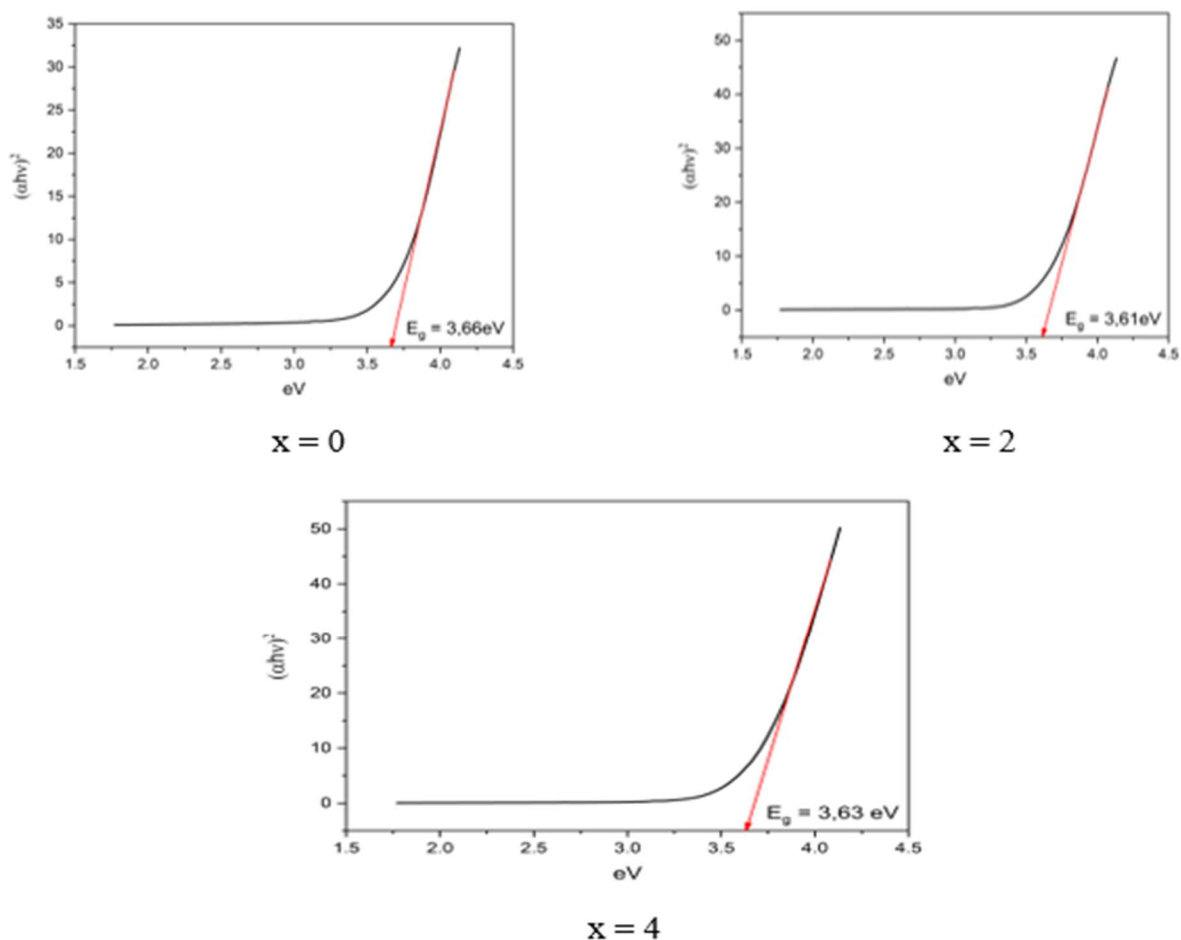
Trên giản đồ EDX của vật liệu  $\text{ZnWO}_4:4\%\text{Eu}^{3+},x\%\text{Al}^{3+}$  ( $x=0, 2, 4$ ) (Hình 5) xuất hiện đầy đủ các nguyên tố trong mẫu vật liệu  $\text{ZnWO}_4:\text{Eu}^{3+}, \text{Al}^{3+}$ . Tỷ lệ phần trăm nguyên tử kim loại nặng Zn : W : Eu phù hợp tốt với thành phần dự kiến.

Một thông số quan trọng ảnh hưởng đến khả năng xúc tác của chất xúc tác bán dẫn là độ rộng vùng cấm, do vậy phổ hấp thụ UV-Vis của các vật liệu đã được ghi lại (Hình 6 và Hình 7).



**Hình 6.** Phổ hấp thụ UV-Vis của vật liệu  $\text{CaWO}_4:4\%\text{Eu}^{3+}$ ,  $x\%\text{Al}^{3+}$  ( $x=0, 2, 4$ )

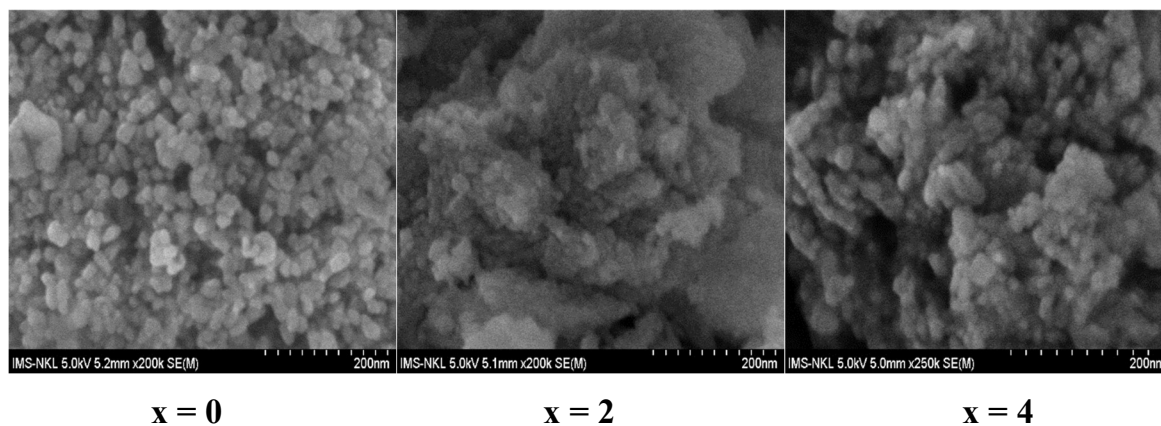
Kết quả phổ hấp thụ UV-Vis của vật liệu  $\text{CaWO}_4:4\%\text{Eu}^{3+}$ ,  $x\%\text{Al}^{3+}$  trên (Hình 6) cho thấy, khi tăng hàm lượng  $\text{Al}^{3+}$  pha tạp độ rộng vùng cấm có xu hướng tăng từ 3,72 eV đến 3,73 eV. Các giá trị này phù hợp với năng lượng vùng cấm của  $\text{CaWO}_4$  trong khoảng 3,70 eV [1].



**Hình 7.** Phổ hấp thụ UV-Vis của vật liệu  $\text{ZnWO}_4:4\%\text{Eu}^{3+}$ ,  $x\%\text{Al}^{3+}$  ( $x=0, 2, 4$ )

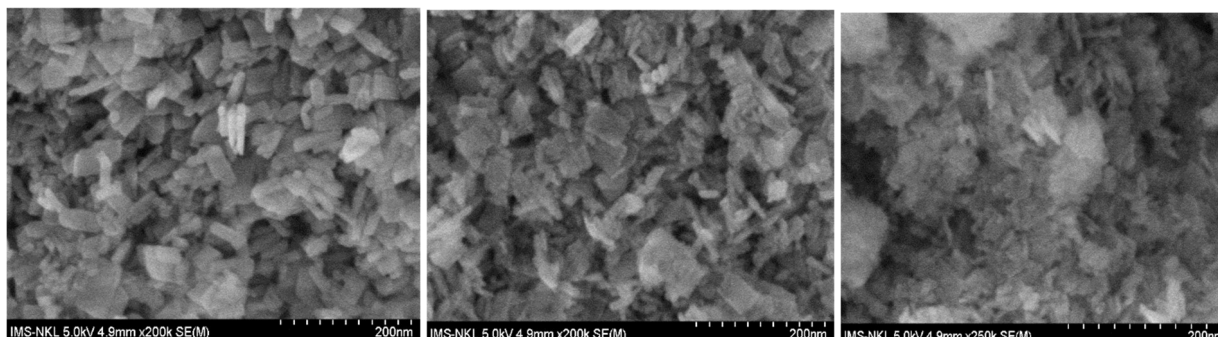
Kết quả phổ hấp thụ UV-Vis của vật liệu  $\text{ZnWO}_4:4\%\text{Eu}^{3+}$ ,  $x\%\text{Al}^{3+}$  trên (Hình 7) cho thấy, khi tăng hàm lượng  $\text{Al}^{3+}$  pha tạp độ rộng vùng cấm có xu hướng tăng từ 3,61 eV đến 3,63 eV. Các giá trị này phù hợp với năng lượng vùng cấm của  $\text{ZnWO}_4$ .

Hình thái bề mặt và kích thước hạt của vật liệu đã được xác định trên ảnh SEM (Hình 8 và Hình 9).



**Hình 8.** Ảnh SEM của hệ vật liệu nano  $\text{CaWO}_4:4\%\text{Eu}^{3+}$ ,  $x\%\text{Al}^{3+}$  ( $x=0, 2, 4$ )

Kết quả ảnh SEM vật liệu  $\text{CaWO}_4:4\%\text{Eu}^{3+}, x\%\text{Al}^{3+}$  trên (Hình 8) cho thấy các hạt vật liệu có khuynh hướng phân bố kết đám, dạng hình cầu, kích thước hạt đồng đều với chiều dài trung bình khoảng 30-40 nm.



$x = 0$

$x = 2$

$x = 4$

**Hình 9.** Ảnh SEM của hệ vật liệu nano  $\text{ZnWO}_4:4\%\text{Eu}^{3+}, x\%\text{Al}^{3+}$  ( $x = 0, 2, 4$ )

Kết quả ảnh SEM vật liệu  $\text{ZnWO}_4:4\%\text{Eu}^{3+}, x\%\text{Al}^{3+}$  trên (Hình 9) cho thấy các hạt vật liệu có khuynh hướng phân bố kết đám, dạng hình que, kích thước hạt đồng đều với chiều dài trung bình khoảng 40-50 nm.

### 3.2. Khảo sát hoạt tính xúc tác quang phân hủy phẩm nhuộm

Hoạt tính xúc tác quang của hệ vật liệu nano  $\text{MWO}_4$  ( $M = \text{Ca}, \text{Zn}$ ): $\text{Eu}^{3+}, \text{Al}^{3+}$  trong nghiên cứu chuyển hóa MB được thực hiện dưới nguồn chiếu sáng tử ngoại với sự có mặt của  $\text{H}_2\text{O}_2$  nồng độ 30 ppm. Kết quả cho thấy, tất cả các vật liệu  $\text{MWO}_4$  ( $M = \text{Ca}, \text{Zn}$ ): $\text{Eu}^{3+}, \text{Al}^{3+}$  đều có hoạt tính quang xúc tác tốt, phân hủy gần như hoàn toàn MB chỉ sau 60 phút chiếu sáng (Bảng 3 và Bảng 4).

**Bảng 3:** Kết quả phân hủy MB sử dụng vật liệu  $\text{CaWO}_4:4\%\text{Eu}^{3+}, x\%\text{Al}^{3+}$  có mặt  $\text{H}_2\text{O}_2$

Thời gian (phút)		0	30	60
$\text{CaWO}_4: 4\% \text{Eu}^{3+}, 0\% \text{Al}^{3+}$	A	5,2641	0,323	0
	$\alpha$ (%)	0	93,86	100
$\text{CaWO}_4: 4\% \text{Eu}^{3+}, 2\% \text{Al}^{3+}$	A	5,2641	0,536	0
	$\alpha$ (%)	0	89,82	100
$\text{CaWO}_4: 4\% \text{Eu}^{3+}, 4\% \text{Al}^{3+}$	A	5,2641	0,323	0
	$\alpha$ (%)	0	93,86	100

Kết quả Bảng 3 cho thấy, trong điều kiện thí nghiệm, hệ vật liệu  $\text{CaWO}_4:\text{Eu}^{3+}, \text{Al}^{3+}$  có khả năng chuyển hóa gần như hoàn toàn MB sau 60 phút chiếu sáng.

**Bảng 4:** Kết quả phân hủy MB sử dụng vật liệu  $ZnWO_4:4\%Eu^{3+}, x\%Al^{3+}$  có mặt  $H_2O_2$

Thời gian (phút)		0	30	60
$ZnWO_4: 4\% Eu^{3+}, 0\% Al^{3+}$	A	5,2641	4,6069	1,387
	$\alpha$ (%)	0	12,48	73,65
$ZnWO_4: 4\% Eu^{3+}, 2\% Al^{3+}$	A	5,2641	4,6069	0,301
	$\alpha$ (%)	0	12,48	94,28
$ZnWO_4: 4\% Eu^{3+}, 4\% Al^{3+}$	A	5,2641	3,6084	0,1052
	$\alpha$ (%)	0	31,45	98

Bảng 4 cho thấy, trong điều kiện thí nghiệm, hệ vật liệu  $ZnWO_4:Eu^{3+}, Al^{3+}$  có khả năng chuyển hóa 98% MB sau 60 phút chiếu sáng.

Như vậy khả năng xúc tác tăng dần khi tăng phần trăm pha tạp  $Al^{3+}$  và khả năng phân hủy MB của vật liệu  $CaWO_4:Eu^{3+}, Al^{3+}$  tốt hơn vật liệu  $ZnWO_4:Eu^{3+}, Al^{3+}$ . Vật liệu  $MWO_4$  ( $M=Ca,Zn$ ): $Eu^{3+}, Al^{3+}$  có hoạt tính xúc tác tốt, chuyển hóa gần như hoàn toàn MB khi có mặt  $H_2O_2$  chỉ sau 60 phút chiếu sáng.

#### 4. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, hệ vật liệu nano  $MWO_4$  ( $M = Ca, Zn$ ): $4\%Eu^{3+}, x\%Al^{3+}$  ( $x=0, 2, 4$ ) đã được tổng hợp thành công bằng phương pháp hóa ướt (thủy nhiệt–nung). Các vật liệu  $CaWO_4:Eu^{3+}, Al^{3+}$  tổng hợp được đều có cấu trúc tinh thể tetragonal, vật liệu  $ZnWO_4:Eu^{3+}, Al^{3+}$  thu được đều có cấu trúc đơn pha monoclinic. Các hạt vật liệu  $CaWO_4:Eu^{3+}, Al^{3+}$  có dạng hình cầu, vật liệu  $ZnWO_4:Eu^{3+}, Al^{3+}$  có dạng hình que phân bố tương đối kết đám. Thăm dò khả năng xúc tác quang của vật liệu  $MWO_4$ ( $M=Ca, Zn$ ):  $Eu^{3+}, Al^{3+}$  trong phản ứng phân hủy phẩm nhuộm methylene blue (MB) ở nồng độ 30ppm có mặt xúc tác  $H_2O_2$ . Kết quả cho thấy khả năng xúc tác tăng dần khi tăng phần trăm pha tạp  $Al^{3+}$  và cũng cho thấy khả năng phân hủy phẩm nhuộm màu MB của vật liệu  $CaWO_4:Eu^{3+}, Al^{3+}$  tốt hơn  $ZnWO_4:Eu^{3+}, Al^{3+}$ . Như vậy các vật liệu  $MWO_4$  ( $M=Ca,Zn$ ): $Eu^{3+}, Al^{3+}$  cũng thể hiện hoạt tính xúc tác tốt, chuyển hóa gần như hoàn toàn MB khi có mặt  $H_2O_2$  chỉ sau 60 phút chiếu sáng.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. LopezXA, etal. “*Synthesis, characterization and photocatalytic evaluation of  $MWO_4$  ( $M=Ni,Co,Cu$  and  $Mn$ ) tungstates*”, International Journal of Hydrogen Energy (2016).
- [2]. Leipeng Li , Feng Qin, Yuan Zhou , Yangdong Zheng, Jipeng Miao, Zhiguo Zhang, “*Photoluminescence and time-resolved-luminescence of  $CaWO_4: Dy3p$  phosphors*”, Journal of Luminescence 224 (2020).



- [3]. Z. Kowalski, S.M. Kaczmareka, W. Drozdowski, M.E. Witkowski (2018). Radioluminescence, low temperature thermoluminescence and scintillation properties of Ca and Eu doped ZnWO<sub>4</sub> single crystals. *Radiation Measurements* 118, 1–7.
- [4]. Ying, Zhang, Ruimei Fan, Qinku Zhang, Ying Chen, Omaid Sharifi, Danuta Leszczynska, Rong Zhang, Qilin Dai (2019), “Synthesis of CaWO<sub>4</sub>-biochar Nanocomposites for Organic Dye Removal”, *Materials Chemistry and Physics*. .
- [5]. N.F.A. Netoa, T.B.O. Nunes, M. Li, E. Longob, M.R.D. Bomioa, F.V. Motta (2019). Influence of microwave-assisted hydrothermal treatment time on the crystallinity, morphology and optical properties of ZnWO<sub>4</sub> nanoparticles: Photocatalytic activity. *Ceramics International*.
- [6]. K. Qureshi, M.Z. Ahmad, I. A. Bhatti (2019). Graphene oxide decorated ZnWO<sub>4</sub> architecture synthesis, characterization and photocatalytic activity evaluation. *Journal of Molecular Liquids* 285, 778–789.
- [7]. D. Sivaganesh, S. Saravanakumar, V. Sivakumar (2019). Surfactants-Assisted Synthesis of ZnWO<sub>4</sub> Nanostructures: A view on Photocatalysis, Photoluminescence and Electron Density Distribution Analysis. *Materials Characterization*.
- [8]. Vũ Thị Xuân, Nguyễn Văn Hải, Nguyễn Thùy Dương (2022). Vật liệu nano MWO<sub>4</sub> (M = Ca, Mn, Co): Tổng hợp và khảo sát hoạt tính xúc tác quang phân hủy phẩm nhuộm đỏ. *Tạp chí Phân tích Hóa, Lý và Sinh học*. Tập 27, số 1, 42-46
- [9]. S. Bai, Y.Liu, G.Tan, W.Liu, D.Liu, R.Wang, Y.Zhu, S.Ye, H.Ren, (2020). Enhanced quantum efficiency and thermal stability in CaWO<sub>4</sub>:Eu<sup>3+</sup> phosphor based on structural modification induced by co-doping Al<sup>3+</sup>. *Journal of Luminescence*, Volume 225, 117351.
- [10]. T. Yaba, R. Wangkhem, N.S. Singh (2020). Enhanced red emission from Bi<sup>3+</sup> sensitized CaWO<sub>4</sub>:Eu<sup>3+</sup> as red component for near UV/blue LED pumped white light emission. *Journal of Alloys and Compounds*.
- [11]. Chinadurai Ayappana, Baskaran Palanivel, Venkatesan Jayaramana, Thandavarayan Maiyalaganb, Alagiri Mani (2019). One-step hydrothermal synthesis of CaWO<sub>4</sub>/α- Ag<sub>2</sub>WO<sub>4</sub> heterojunction: An efficient photocatalyst for removal of organic contaminants. *Materials Science in Semiconductor Processing* 104, 104693
- [12]. M. Zhao, Y. Liu, S. Ma, D. Liu, K. Wang (2018). Investigation of energy transfer mechanism and luminescence properties in Eu<sup>3+</sup> and Sm<sup>3+</sup> co-doped ZnWO<sub>4</sub> phosphors. *Journal of Luminescence* 202, 57–64.

## THÀNH PHẦN HÓA HỌC LÁ CỦA LOÀI DÂY ĐAU XƯƠNG (*TINOSPORA SINENSIS*)

Bùi Thị Mai Anh\*

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

\* Tác giả liên hệ: Email: anhbtm@utc.edu.vn

**Tóm tắt:** Bốn hợp chất gồm các dinorditerpenoid khung clerodane trong đó có một hợp chất mới được phân lập từ cặn chiết metanol của lá loài dây đau xương (*Tinospora sinensis*). Các hợp chất này có cấu trúc được làm sáng tỏ là tinosinodane (**1**), tinosposinenside C (**2**), tinosineside A (**3**) và tinosineside B (**4**), bằng cách phân tích phổ HR-ESI-MS, NMR của chúng và so sánh với những dữ liệu được báo cáo trong tài liệu.

**Từ khóa:** *Tinospora*, *tinosporea sinensis*, tinosinodane, tinosposinenside C, tinosineside A, tinosineside B.

### 1. MỞ ĐẦU

Dây đau xương (hay còn có một số tên gọi khác Tục cốt đằng, Khoan cân đằng, Cây đau xương, Khau năng cấp) được tìm thấy ở nhiều quốc gia thuộc Nam Á và Đông Nam Á như Ấn Độ, Trung Quốc, Nepal, Srilanka, Bangladesh, Thái Lan và Việt Nam. Dây đau xương mọc hoang nhiều tại các địa phương ở nước ta, nhiều nhất ở tỉnh như Lào Cai, Ninh Bình, Hà Nội, Quảng Nam, Đà Nẵng, Phú Thọ.

Trong tài liệu nghiên cứu nước ngoài, dây đau xương có giá trị cao trong điều trị chứng béo phì, chứng khó tiêu, viêm phế quản, bệnh da và viêm gan. Các dịch chiết nước và ethanol của các cây được báo cáo là có tiềm năng dược lý khác nhau, như chống tiểu đường và thích ứng miễn dịch.

Ở Việt Nam, theo kinh nghiệm dân gian, dây đau xương là vị thuốc thường được dùng dưới hình thức thuốc uống hay thuốc xoa bóp để chữa các bệnh về xương khớp như đau vai gáy, tê bại hay xương khớp đau nhức... Ngoài ra lá cây thường được giã nhỏ vắt lấy nước cốt uống, lấy bã đắp trị rắn cắn, hoặc trộn với rượu để đắp lên chỗ sưng đau.

### 2. NỘI DUNG

#### 2.1. Mẫu thực vật

Lá loài dây đau xương, tên khoa học *Tinospora sinensis* L. Merr. Được thu hái tại Trung tâm nghiên cứu đa dạng sinh học, Phúc Yên, Vĩnh Phúc, tháng 5 năm 2020, được giám định tên bởi TS. Nguyễn Thế Cường, Viện sinh thái và tài nguyên sinh vật, Viện Hàn Lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, mẫu tiêu bản: NCCT-TSL93 được lưu tại Viện sinh thái và Tài nguyên sinh vật, Viện Hàn Lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

## Hóa chất thiết bị

**Sắc ký lớp mỏng (TLC):** thực hiện trên bản mỏng trắng sẵn DC-Alufolien 60 F254 (Merck 1,05715), RP18 F254S (Merck); phát hiện vết chất bằng đèn tử ngoại ở hai bước sóng 254 nm và 365 nm hoặc dùng thuốc thử là dung dịch Dragendorff hay H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10 % được phun đều lên bản mỏng, sấy khô rồi hơi nóng từ từ đến khi hiện màu.

**Sắc ký cột (CC):** Được tiến hành với chất hấp phụ là silica gel pha thường và pha đảo. Silica gel pha thường có cỡ hạt là 0,040-0,063 mm (240-430 mesh) và silica gel pha đảo RP- C18 (150 μm, Fuji Silysia Chemical Ltd.).

**Phổ cộng hưởng từ hạt nhân (NMR):** Đo trên máy Bruker AM500 của Viện Hóa học.

**Phổ khối lượng (LC-MS):** Đo trên máy AGILENT 1100 series và AGILENT 6530 Accurate Mass của Viện Hóa sinh biển.

## 2.2. Phân lập các chất

Mẫu lá của loài *T. sinensis* (3 kg) ngâm chiết siêu âm với MeOH (3 lần × 10 lít, mỗi lần 2h), sau khi thu được dịch chiết cất loại bỏ dung môi ở áp suất thấp thu được 150g cặn MeOH. Sau đó, cặn này được bổ sung thêm nước và chiết phân lớp bằng dung môi *n*-hexane, dichloromethane và ethyl acetate thu được cặn hexane (TS1, 100 g), dichloromethane (TS2, 2.7 g), ethyl acetate extract (TS3, 2.6 g) và lớp nước (TS4). Phân đoạn TS1 được phân tách trên cột silica gel, rửa giải gradient bằng hệ dung môi độ phân cực tăng dần hexane/acetone (50:1, 25:1, 10:1, 5:1, 2.5:1, v/v) thu được 5 phân đoạn, TS1A–TS1E. Phân đoạn TS1D được phân tách bằng cột pha đảo RP-18 với hệ dung môi MeOH/water (1.5/1, v/v) thu được 4 phân đoạn nhỏ hơn, TS1D1–TS1D4.

Phân đoạn TS1D2 được tinh chế trên cột HPLC điều chế (J'sphere ODS H-80, 250mm×20mm) với hệ dung môi 50% MeCN trong nước thu được hợp chất **1** (13 mg). Phân đoạn TS1D4 cũng được tinh chế trên cột HPLC điều chế (J'sphere ODS H-80, 250mm×20mm) nhưng với hệ dung môi 60% MeCN thu được hợp chất **3** (5.2 mg). Phân đoạn TS1E được đưa lên cột pha đảo RP-18 với hệ dung môi acetone/H<sub>2</sub>O (1/2, v/v) thu được 3 phân đoạn, TS1E1–TS1E3. Phân đoạn 1E2 tiếp tục được đưa lên cột silica gel pha thường với dung môi rửa giải CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>/acetone/ H<sub>2</sub>O (1/1.15/0.07, v/v/v) thu được 3 phân đoạn, TS1E2A–TS1E2C. Phân đoạn TS1E2B tiếp tục được tinh chế trên cột HPLC 26% MeCN thu được hợp chất **4** (51.6 mg). Hợp chất **2** (15.6 mg) thu được từ phân đoạn TS1E2C điều chế trên máy HPLC với hệ dung môi 55% MeOH.

Hợp chất **1** thu được dưới dạng bột vô định hình màu trắng. Công thức phân tử của nó được xác định là C<sub>24</sub>H<sub>30</sub>O<sub>9</sub> dựa vào tín hiệu pick ion giả phân tử tại *m/z* = 463,1963 [M+H]<sup>+</sup> (tính theo [C<sub>24</sub>H<sub>31</sub>O<sub>9</sub>]<sup>+</sup>, 463.1963) trên phổ khối phân giải cao HR-ESI-MS. Dữ liệu phổ <sup>1</sup>H- và <sup>13</sup>C-NMR (CD<sub>3</sub>OD), xem bảng 1. Đây là hợp chất mới được đặt tên tinosinodane.

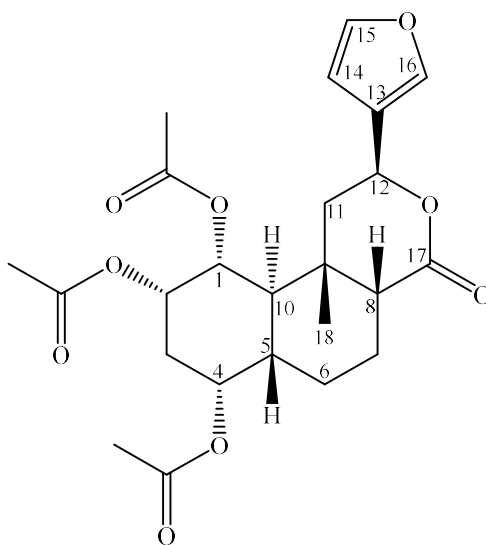
Hợp chất **2**: tinosposinenside C

Hợp chất **3**: tinosineside A

Hợp chất **4**: tinosineside B.

### 2.3. Kết quả và thảo luận

#### Hợp chất 1: Tinosinodane (hợp chất mới)



**Hình 1.** Cấu trúc hóa học của hợp chất 1

Hợp chất 1 thu được dưới dạng bột vô định hình màu trắng. Công thức phân tử của nó được xác định là  $C_{24}H_{30}O_9$  dựa vào tín hiệu pick ion giả phân tử tại  $m/z = 463,1963 [M+H]^+$  (tính theo  $[C_{24}H_{31}O_9]^+$ , 463.1963) trên phổ khối phân giải cao HR-ESI-MS. Trên phổ  $^1H$ -NMR của hợp chất 1 thấy xuất hiện các tín hiệu của ba proton thơm của vòng furan tại  $[\delta_H 7,46 (1H, d, J = 0,6 \text{ Hz}), 7,43 (1H, d, J = 1,2 \text{ Hz}) \text{ và } 6,41 (1H, dd, J = 1,2, 0,6 \text{ Hz})]$ , bốn proton oxygenated methine tại  $[\delta_H 5,65 (1H, dd, J = 12,0, 3,0 \text{ Hz}), 5,32 (1H, q, J = 3,6 \text{ Hz}), 4,96 (1H, dd, J = 11,4, 3,6 \text{ Hz}) \text{ và } 4,90 (1H, q, J = 3,0 \text{ Hz})]$ , ba proton nhóm acetoxy tại  $[\delta_H 2,08, 2,07 \text{ và } 1,96 (\text{mỗi } 3H, s)]$ , và một nhóm methyl tại  $[\delta_H 1,14 (3H, s)]$ . Phổ  $^{13}C$ -NMR và HSQC của hợp chất 1 xuất hiện tín hiệu của 24 nguyên tử carbon, trong đó gồm 4 carbon carboxyl, 2 carbon không liên kết trực tiếp với hydro, 10 nhóm methine, 4 carbon methylene và 4 nhóm methyl. Phân tích các dữ kiện phổ  $^1H$ - và  $^{13}C$ -NMR của hợp chất 1 gợi ý hợp chất này là một hợp chất clerodane dinorditerpenoid, tương tự như hợp chất tinosposinenside B, một hợp chất được phân lập từ loài *T. Sinensis*, trong đó phần đường *O*- $\beta$ -*D*-glucopyranosyl được thay thế bằng một nhóm acetoxy tại C-4 [1]. Các cấu hình ở C-5, C-9 và C-10 của hợp chất 1 có thể giống với cấu hình của các chất clerodane dinorditerpenoid, tinosposinenside C [1], tinosineside A và tinosineside B [2] do con đường sinh tổng hợp trong loài *T. sinensis*. Tương tác HMBC giữa H-3 ( $\delta_H 2,26 \text{ và } 1,84$ ) và C-1 ( $\delta_C 73,2$ )/C-5 ( $\delta_C 38,5$ ), giữa H-2 ( $\delta_H 5,32$ ) và C-1 ( $\delta_C 73,2$ )/C-4 ( $\delta_C 70,3$ ), giữa H-10 ( $\delta_H 2,57$ ) và C-1 ( $\delta_C 73,2$ )/C-5 ( $\delta_C 38,5$ )/C-9 ( $\delta_C 35,4$ )/C-20 ( $\delta_C 21,8$ ) cho thấy sự có mặt của ba nhóm acetoxy ở C-1/C-2/C-4. Điều này được khẳng định thêm bởi các tương tác COSY của H-1 ( $\delta_H 4,96$ )/H-2 ( $\delta_H 5,32$ )/H-3 ( $\delta_H 2,26 \text{ và } 1,84$ )/H-4 ( $\delta_H 4,90$ )/H-5 ( $\delta_H 1,77$ )/H-10 ( $\delta_H 2,57$ ) cũng như tương tác COSY quan sát được giữa H-5 ( $\delta_H 1,77$ )/H-6 ( $\delta_H 1,50$ )/H-7 ( $\delta_H 1,73 \text{ và } 2,40$ )/H-8 ( $\delta_H 2,34$ ). Mặt khác, ba nhóm acetoxy ở C-1, C-2 và C-4 cũng

được xác định bởi tương tác HMBC từ H-1 ( $\delta_H$  4,96)/H-2 ( $\delta_H$  5,32)/H-4 ( $\delta_H$  4,90) đến các carbon carbonyl ( $\delta_C$  169,5, 170,6 và 170,2) tương ứng. Các hằng số tương tác  $J$  của H-1 [ $\delta_H$  4,96 (dd,  $J = 11,4, 3,6$  Hz)], H-2 [ $\delta_H$  5,32 (q,  $J = 3,6$  Hz)] và H-4 [ $\delta_H$  4,90 (q,  $J = 3,0$  Hz)] đã chứng minh sự định hướng *equatorial* của nhóm 1-acetoxy và sự định hướng *axial* của nhóm 2-acetoxy và 4-acetoxy. Tương tác HMBC giữa H-15 ( $\delta_H$  7,43) và C-13 ( $\delta_C$  125,5)/C-16 ( $\delta_C$  139,2), giữa H-16 ( $\delta_H$  7,46) và C-12 ( $\delta_C$  70,0)/C-14 ( $\delta_C$  108,2)/C-15 ( $\delta_C$  143,9), và giữa H-12 ( $\delta_H$  5,65) và C-13 ( $\delta_C$  125,5)/C-14 ( $\delta_C$  108,2)/C-16 ( $\delta_C$  139,2) khẳng định sự có mặt của nhóm furan-3-yl ở C-12 của hợp chất clerodane dinorditerpenoid này. Sự có mặt của vòng  $\delta$ -lacton (12,17-olide) được khẳng định do sự chuyển dịch sang vùng trường thấp của H-12 ( $\delta_H$  5,65) và C-17 ( $\delta_C$  171,6) và do tương tác HMBC giữa H-8 ( $\delta_C$  2,34) và C-17 ( $\delta_C$  171,6). Cấu hình  $\alpha$  của H-12 được xác định bởi tương tác NOE quan sát được giữa H-10 ( $\delta_H$  2,57) và H-12 ( $\delta_H$  5,65). Do đó, cấu trúc của **1** đã được làm sáng tỏ. Hợp chất này là hợp chất mới và được đặt tên là tinosinodane.

**Bảng 1.** Dữ liệu phổ  $^1\text{H-NMR}$  và  $^{13}\text{C-NMR}$  của hợp chất **1**

C	$^{a,b}\delta_C$	$^{a,c}\delta_H$ (độ bội, $J = \text{Hz}$ )
1	73,2	4,96 (dd, 11,4; 3,6)
2	68,5	5,32 (br dd, 3,6; 3,0)
3	31,5	1,84 (dt, 16,2; 3,0, $\beta$ )/2,26 (dt, 16,2; 3,6, $\alpha$ )
4	70,3	4,90 (q, 3,0)
5	38,5	1,77 (m)
6	25,1	1,50 (m)
7	21,4	1,73 (m, $\alpha$ )/2,40 (m, $\beta$ )
8	51,2	2,34 (dd, 4,2; 2,4)
9	35,4	-
10	35,3	2,57 (dd, 11,4; 11,4)
11	43,7	1,78 (m, $\beta$ )/2,45 (dd, 14,4; 3,6, $\alpha$ )
12	71,0	5,65 (dd, 12,0; 3,0)
13	125,5	-
14	108,2	6,41 (dd, 1,2; 0,6)
15	143,9	7,43 (d, 1,2)
16	139,2	7,46 (d, 0,6)

C	<sup>a,b</sup> δ <sub>C</sub>	<sup>a,c</sup> δ <sub>H</sub> (độ bội, J = Hz)
17	171,6	-
20	21,8	1,14 (s)
1-OAc		
	169,5	-
	21,2	1,96 (s)
2-OAc		
	170,6	-
	21,4	2,07 (s)
4-OAc		
	170,2	-
	21,3	2,08 (s)

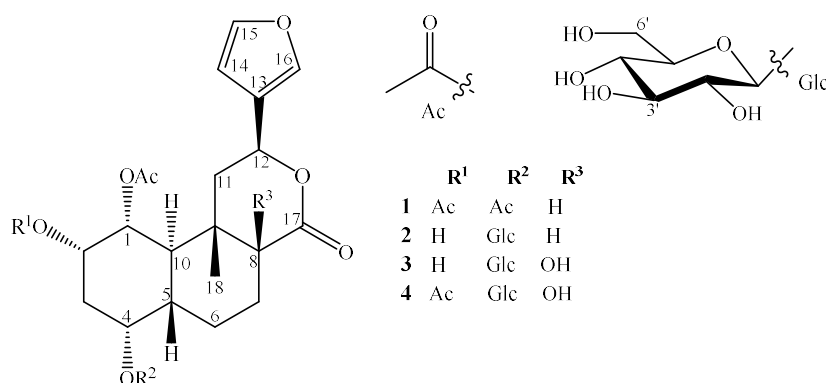
<sup>a)</sup>CD<sub>3</sub>OD, <sup>b)</sup>600MHz, <sup>c)</sup>150MHz

Bằng cách so sánh dữ liệu phổ của các chất phân lập được với tài liệu tham khảo, đã xác định :

Hợp chất **2**: tinosposinenside C [3].

Hợp chất **3**: tinosineside A [4].

Hợp chất **4**: tinosineside B [4].



**Hình 2.** Cấu trúc hóa học của hợp chất **1, 2, 3** và **4**

### 3. KẾT LUẬN

Từ lá loài dây đau xương (*Tinospora sinensis*) sử dụng kết hợp các phương pháp sắc ký, các phương pháp phổ hiện đại, đã phân lập và xác định cấu trúc của bốn hợp chất dinorditerpenoid khung clerodane **1-4**, trong đó hợp chất **1** là hợp chất mới.

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. W. Li, K. Wei, H. Fu, K. Koike, *Structure and Absolute Configuration of Clerodane Diterpene Glycosides and a Rearranged Cadinane Sesquiterpene Glycoside from the Stems of Tinospora sinensis*. Journal of Natural Products, **70**, 1971-1976 (2007).
- [2]. M. Yonemitsu, N. Fukuda, T. Kimura, R. Isobe, T. Komori, *Studies on the constituents of the stems of Tinospora sinensis. II. Isolation and structure elucidation of two new dinorditerpene glucosides, tinosineside A and B*. Liebigs Annalen, 437-439 (1995).
- [3]. W. Li, K. Wei, H. Fu, K. Koike, *Structure and absolute configuration of clerodane diterpene glycosides and a rearranged cadinane sesquiterpene glycoside from the stems of Tinospora sinensis*. J. Nat. Prod., **70**, 1971-1976 (2007).
- [4]. M. Yonemitsu, N. Fukuda, T. Kimura, R. Isobe, T. Komori, *Studies on the constituents of the stems of Tinospora sinensis. II. Isolation and structure elucidation of two new dinorditerpene glucosides, tinosineside A and B*. Liebigs Ann., 437 (1995).

## XÁC ĐỊNH CẤU TRÚC HÓA HỌC CỦA MỘT SỐ HỢP CHẤT ĐƯỢC PHÂN LẬP TỪ LOÀI *ACHYRANTHES ASPERA*

Hoàng Thị Tuyết Lan\*

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

\*Tác giả liên hệ: Email liên hệ: hoanglanhoa@utc.edu.com

**Tóm tắt:** Các hợp chất được phân lập từ loài *Achyasperoside aspera* đã được chiết xuất từ cặn xuất metanol của loài cỏ xước. Trong đó có một hợp chất mới là **AC1**. Các hợp chất này có cấu trúc được làm sáng tỏ là 3'''-(E)-coumaroyl-2''-O-rhamnosylvitexin (**AC1**); 3'''-(Z)-coumaroyl-2''-O-rhamnosylvitexin (**AC2**); Saropeptate(**AC3**); 5,7,3'-trihydroxy-6- methoxycoumaronochromone (**AC4**) và hợp chất Rosmarinic acid (**AC5**) bằng cách sử dụng các phương pháp phổ kết hợp như: phổ cộng hưởng từ hạt nhân (NMR), phổ khối lượng (MS) và so sánh với những dữ liệu được báo cáo trong tài liệu tham khảo.

**Từ khóa:** Achyranthe, *Achyranthes aspera*.

### MỞ ĐẦU

*Achyranthes L.* (Amaranthaceae), là cây thảo dược là cây thảo dược chủ yếu mọc ở bìa rừng, sườn đồi và bờ sông. Chi *Achyranthes* có khoảng 21 loài. Đặc biệt, loài *A. aspera* thường được sử dụng làm cây thuốc ở Ấn Độ và Trung Quốc. *Achyranthes aspera* còn gọi là cây Cỏ Xước cũng gặp khá phổ biến ở nước ta. Cây mọc trên bãi cỏ, nương rẫy cũ, quanh làng bản, ven đường đi, bờ bụi, nơi có ánh sáng và đất tốt, tới độ cao 1500 m. Cây ra hoa vào mùa hè và mùa thu. Loài này thường được sử dụng bằng đường uống, chống chỉ định sử dụng trong thai kỳ do khả năng gây sảy thai. *A. aspera* có một vị trí quan trọng trong y học dân gian Ấn Độ, nó đã được sử dụng nhiều trong hệ thống y học cổ truyền Ấn Độ [1]. Bên cạnh ứng dụng trong sức khỏe con người, *A. aspera* có khả năng loại bỏ urolith ở dê, loại bỏ nhau thai sau khi sinh và có thể sử dụng như một loại thuốc chống giun sán ở gia súc [2]. *A. aspera* cũng được kết hợp làm hoạt chất vào các sản phẩm khác nhau như: các sản phẩm chăm sóc sức khỏe, rượu vang, kem và kem đánh răng trên toàn thế giới. Ngoài ra, cặn chiết methanol của lá *A. aspera* có khả năng gây độc tế bào trên một số tế bào khối u, đặc biệt là các tế bào ung thư tuyến tụy. Cặn chiết methanol (34 µg/mL) có khả năng loại bỏ có chọn lọc phiên mã của MMP-1, MMP-2, TIMP-2, VEGF-A, và VEGF-B [3]. Một nghiên cứu gần đây đã chỉ ra rằng *A. aspera* polyphenol (liều uống 100 mg/kg) có vai trò điều hòa miễn dịch chống ung thư và cytokine, có thể chống lại sự thay đổi cấu trúc DNA ở chuột do ung thư phổi do urethane gây ra [4]. Subbarayan và cộng sự đã chỉ ra rằng từ cặn chiết methanol (50 mg/kg/ngày) của lá *A. aspera* vào màng bụng chuột mang khối u tụy trong 32 ngày liên tiếp sẽ làm giảm khối lượng và trọng lượng khối u, tăng mức độ caspase-3 và giảm sản xuất Akt-1 [5,6].



Để làm rõ hơn về thành phần của các hoạt chất sinh học từ loài này, chúng tôi báo cáo sự phân lập, làm sáng tỏ cấu trúc của năm hợp chất từ chiết xuất metanol của cây Cỏ xước (*Achyranthes aspera*).

## **1. NỘI DUNG**

### **1.1. Mẫu thực vật**

Cây Cỏ xước có tên khoa học là *Achyranthes aspera* được thu hái tại Mê Linh, Vĩnh Phúc và được định danh bởi TS. Nguyễn Thế Cường, Viện Sinh thái và Tài nguyên sinh vật, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Mẫu thực vật được lưu tại Viện Hóa sinh biển (kí hiệu NCCT-P119), Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

### **2.2. Hóa chất thiết bị**

*Sắc ký lớp mỏng* (TLC): thực hiện trên bản mỏng trắng sẵn DC-Alufolien 60 F254 (Merck 1,05715), RP18 F<sub>254S</sub> (Merck); phát hiện vết chất bằng đèn tử ngoại ở hai bước sóng 254 nm và 365 nm hoặc dùng thuốc thử là dung dịch Dragendorff hay H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10 % được phun đều lên bản mỏng, sấy khô rồi hơi nóng từ từ đến khi hiện màu.

*Sắc ký cột* (CC): Được tiến hành với chất hấp phụ là silica gel pha thường và pha đảo. Silica gel pha thường có cỡ hạt là 0,040-0,063 mm (240-430 mesh) và silica gel pha đảo RP-C18 (150 μm, Fuji Silysia Chemical Ltd.).

*Phổ cộng hưởng từ hạt nhân* (NMR): Đo trên máy Bruker AM500 của Viện Hóa học.

*Phổ khối lượng* (LC-MS): Đo trên máy AGILENT 1100 series và AGILENT 6530 Accurate Mass của Viện Hóa sinh biển.

### **1.3. Phân lập các chất**

Mẫu *Achyranthes aspera* (5 kg) sau khi nghiền nhỏ được ngâm chiết 3 lần với methanol ở nhiệt độ phòng trong bể siêu âm. Mỗi lần sử dụng 20 L methanol và chiết siêu âm trong 2 giờ. Sau khi lọc, các dịch chiết methanol được gom lại và cất loại dung môi dưới áp suất giảm thu được 210 g cặn chiết methanol. Toàn bộ lượng cặn chiết methanol được hòa tan trong 3 L nước và chiết lần lượt với dichloromethane và ethyl acetate theo tỉ lệ 1/1 (v./v.). Mỗi loại dung môi được chiết 3 lần, thu được các phân đoạn dichloromethane (AC.D, 124 g), ethyl acetate (AC.E, 47 g) và phần nước còn lại (AC.W). Phân đoạn AC.D được phân tách trên cột sắc kí silica gel sử dụng hệ dung môi rửa giải dichloromethane/methanol (50/1, 25/1, 15/1, 5/1, 1/100, v/v) thu được năm phân đoạn ACD1-ACD5.

Lớp nước AC.W được hấp phụ trên cột Diaion HP-20 sau đó rửa bằng 4l nước cất để loại bỏ muối và tạp chất vô cơ. Sau đó để ráo cột rồi tiếp tục rửa giải bằng hệ dung môi methanol/nước với tỉ lệ lần lượt là 1/3, 1/1, 3/4, 0/4, v/v thu được 4 phân đoạn ACW1 – ACW4. Phân đoạn ACW3 (21g) được phân tách trên cột sắc kí silica gel với hệ dung môi rửa giải dichloromethane/methanol/water (5/1/0.1, v/v/v) thu được 6 phân đoạn được kí hiệu lần lượt là ACW3A - ACW3F.

Hợp chất **AC3** (15.0 mg,  $t_R$  43.5 min) thu được từ phân đoạn ACD3B khi phân tách trên máy HPLC với hệ dung môi rửa giải 60% ACN. Phân đoạn ACD3C được phân tách trên máy HPLC với hệ dung môi rửa giải 50% ACN thu được hợp chất **AC4** (8.1 mg,  $t_R$  50.3 min). Hợp chất **AC2** (7.1 mg,  $t_R$  44.5 min) thu được từ phân đoạn ACW3D khi tinh chế trên máy HPLC sử dụng cột J'sphere H80 với hệ dung môi rửa giải 20% acetonitrile trong nước. Phân đoạn ACW3E được phân tách trên máy HPLC sử dụng cột J'sphere H80 với hệ dung môi rửa giải 25% acetonitrile thu được hợp chất **AC1** (26.2 mg,  $t_R$  59.8 min). Phân đoạn ACW3F được tinh chế trên máy HPLC với hệ dung môi rửa giải là 12% ACN thu được hợp chất **AC5**. Các hợp chất liệt kê dưới đây:

Hợp chất **1** được xác định là: 3'''-(*E*)-coumaroyl-2''-*O*-rhamnosylvitexin (**AC1**).

Hợp chất **2** được xác định là: 3'''-(*Z*)-coumaroyl-2''-*O*-rhamnosylvitexin (**AC2**).

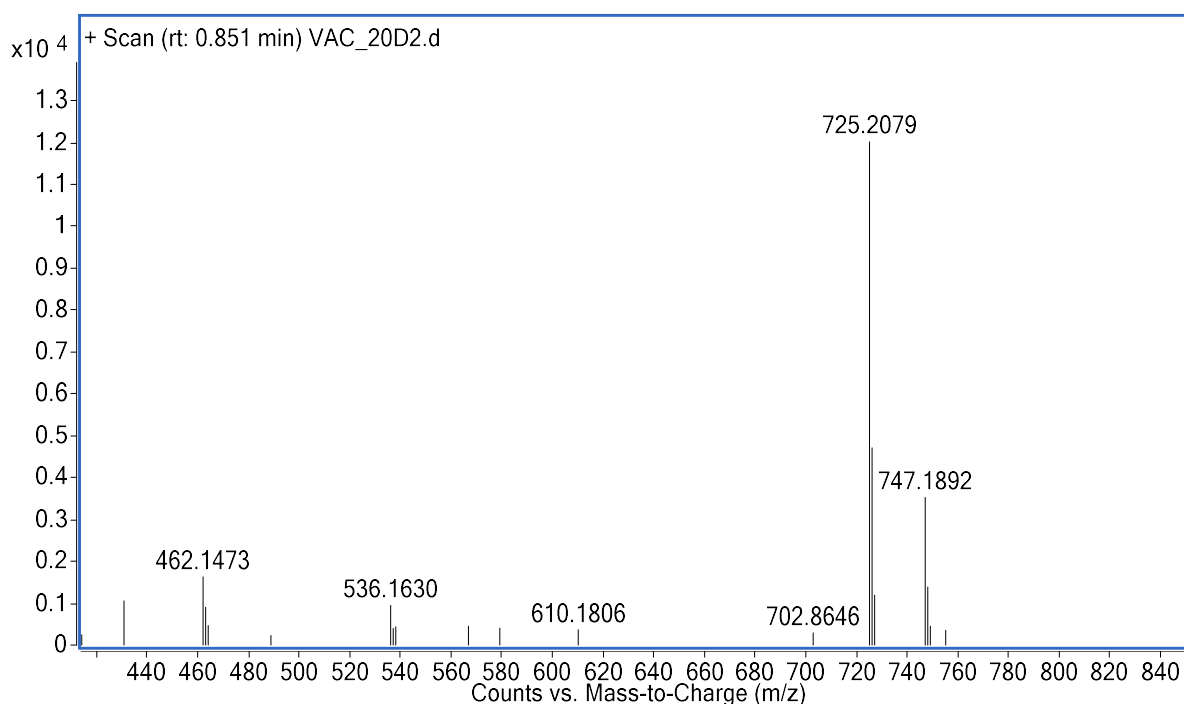
Hợp chất **3** được xác định là: Saropeptate(**AC3**).

Hợp chất **4** được xác định là: 5,7,3'-trihydroxy-6- methoxycoumaronochromone (**AC4**).

Hợp chất **5** được xác định là: Rosmarinic acid (**AC5**).

#### 1.4. Kết quả và thảo luận

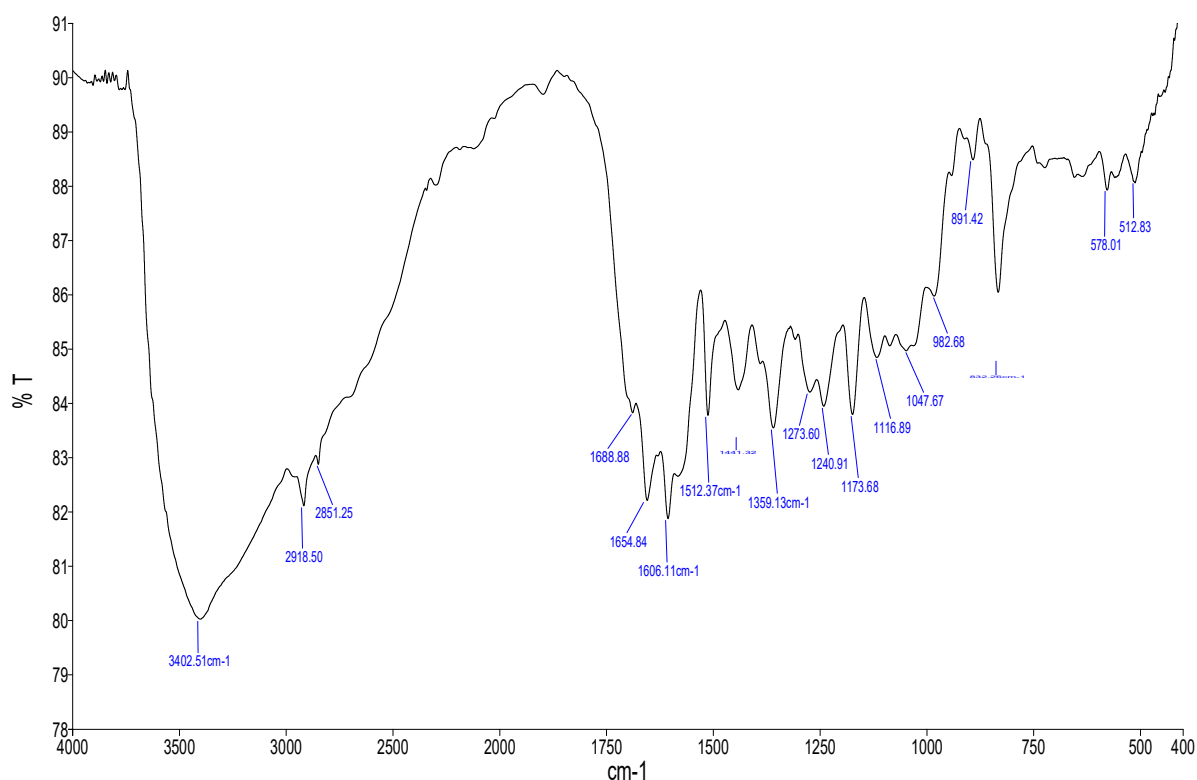
Hợp chất **AC1** thu được dưới dạng chất bột vô định hình màu vàng. Phổ HR-ESI-MS của hợp chất **AC1** được thể hiện ở hình 1.



Hình 1. Phổ HR-ESI-MS của hợp chất AC1

Dựa vào phổ khối phân giải cao HR-ESI-MS cho thấy pic ion giả phân tử tại  $m/z$  725.2079  $[M+H]^+$  (tính toán lí thuyết cho công thức  $[C_{36}H_{37}O_{16}]^+$ , 725.2076) cho phép xác định công thức phân tử của hợp chất **AC1** là  $C_{36}H_{36}O_{16}$ .

Phổ IR của hợp chất **AC1** xuất hiện vùng tín hiệu gợi ý cho các nhóm chức C=O ( $1689\text{ cm}^{-1}$ ), Arene và C=C ( $1655$ ;  $1606$ , và  $1512\text{ cm}^{-1}$ ), C-O-C ( $1047\text{ cm}^{-1}$ ) và OH ( $3402\text{ cm}^{-1}$ ). Phổ hồng ngoại của chất **AC1** được thể hiện ở hình 2.

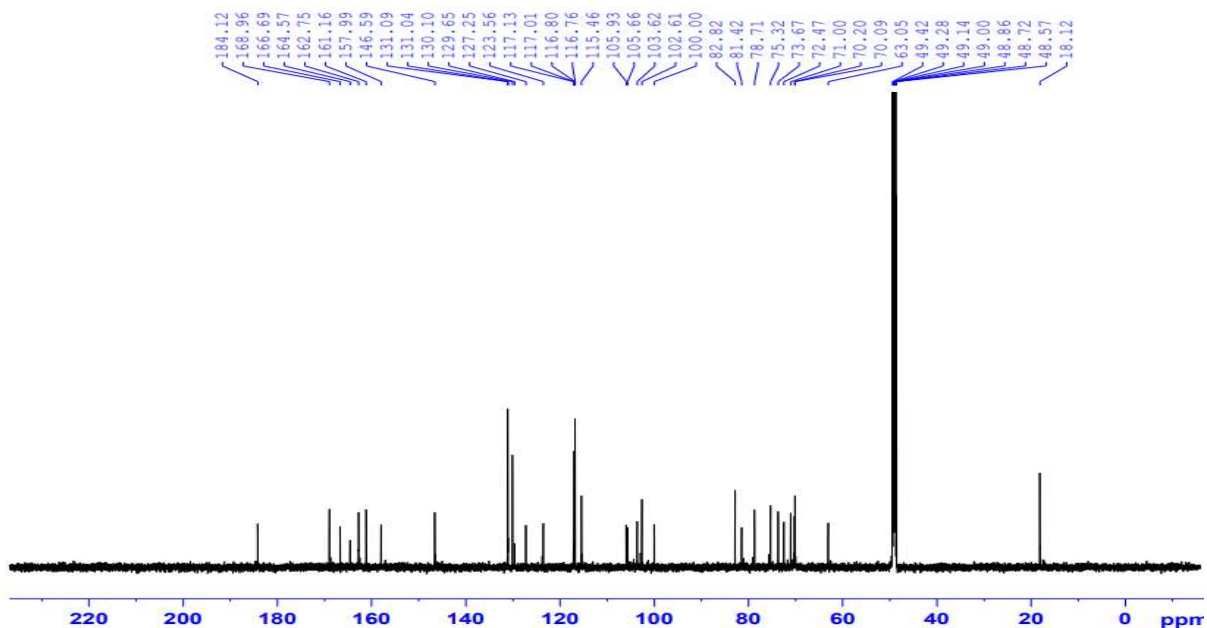


Hình 2. Phổ IR của hợp chất **AC1**

Trên phổ proton của hợp chất **AC1** xuất hiện tín hiệu của hai vòng thơm thể *para* ( $\delta_H$  8.00, 7.42, 6.95, và 6.78, mỗi proton 2H, d,  $J = 8.4\text{ Hz}$ ). Hai proton singlet của vòng thơm ( $\delta_H$  6.62 (s) và 6.30 (s)), một nối đôi *trans* ( $\delta_H$  8.01 9 (d, 8.4) và 6.96 (d, 8.4)). Một phân tử đường glucose ( $\delta_H$  5.13; 4,31 (dd, 9.0; 9.6); 3.71 (t, 9.0); 3,67 (t, 9.0); 3,49-3,5 (m); 3,81 (dd, 12.6; 6.0) và 3.99 (dd, 12.6; 2.4)). Một phân tử đường C- rhamnose được xác định thông qua tín hiệu proton anome tại  $\delta_H$  (5.10 (d, 1.8) với hằng số tương tác  $J$  lớn ( $10.2\text{ Hz}$ )<sup>[7, 8, 9]</sup>.

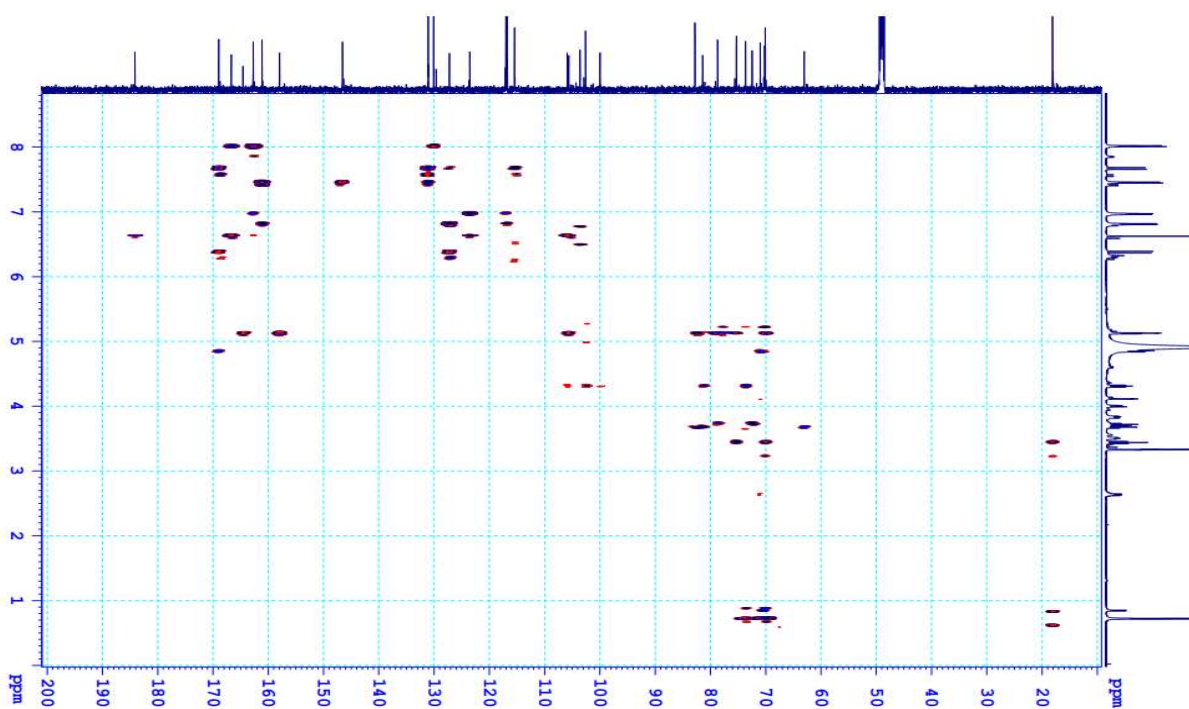
Phổ  $^{13}\text{C}$ -NMR của chất **AC1** đã được nghiên cứu. Phân tích phổ  $^{13}\text{C}$ -NMR của hợp chất **AC1** xuất hiện tín hiệu của 36 carbon được thể hiện ở hình 3.

Phân tích cụ thể các tương tác trên phổ COSY, HSQC, HMBC cho phép xác định nhóm coumaroyl đính tại rha C-3''' ở hợp chất **AC1** và **AC2** thay vì tại rha C-2''' như ở 1 số hợp chất khác. Sự thay đổi này được xác định dựa trên tín hiệu dịch chuyển về phía trường thấp hơn C-3''' và H-3''' , dịch chuyển về phía trường cao hơn của C-2''' và H-2'''.



Hình 3. Phổ  $^{13}\text{C}$ -NMR của hợp chất AC1

Thêm vào đó, hằng số tương tác lớn hơn  $J = 15.6 \text{ Hz}$  ở hợp chất AC3 và hằng số tương tác nhỏ hơn  $J = 12.6 \text{ Hz}$  ở hợp chất AC4 đã chỉ ra rằng nối đôi ở hợp chất AC3 có cấu hình *trans* và ở hợp chất AC4 có cấu hình *cis*.



Hình 4. Phổ HMBC của hợp chất AC1

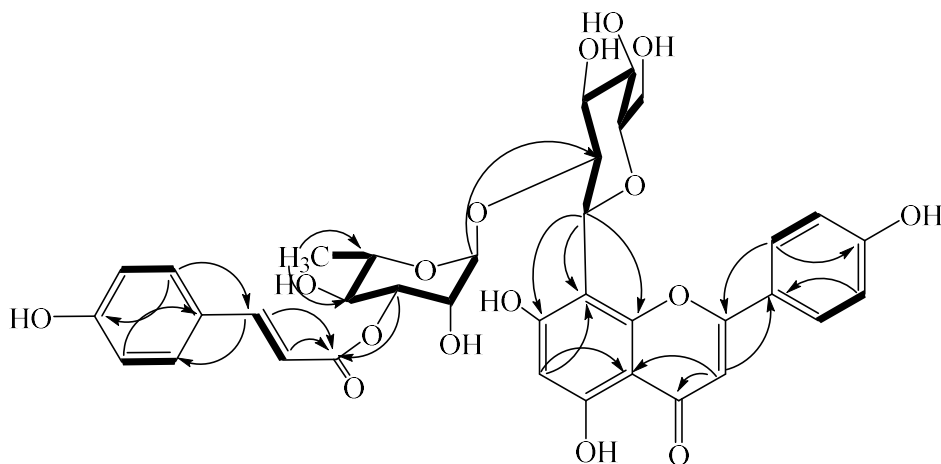
Qua việc phân tích phổ  $^{13}\text{C}$ -NMR kết hợp với phổ cộng hưởng từ 2 chiều đã xác định được tín hiệu của 36 nguyên tử C và được thể hiện ở bảng 1.

**Bảng 1.** Dữ liệu phổ NMR của AC1 và hợp chất tham khảo

<b>C</b>	$\delta_C$	$\delta_H$ (mult., <i>J</i> in Hz)
<b>2</b>	166.7	-
<b>3</b>	103.7	6.62 (s)
<b>4</b>	184.1	-
<b>5</b>	162.8	-
<b>6</b>	100.2	6.31 (s)
<b>7</b>	165.0	-
<b>8</b>	105.8	-
<b>9</b>	158.0	-
<b>10</b>	105.8	-
<b>1'</b>	123.6	-
<b>2', 6'</b>	130.1	8.00 (d, 8.4)
<b>3', 5'</b>	117.1	6.95 (d, 8.4)
<b>4'</b>	162.8	-
<b>Glc</b>		
<b>1''</b>	73.7	5.10 (d, 10.2)
<b>2''</b>	77.8	4.31 (dd, 9.0, 10.2)
<b>3''</b>	81.5	3.73 (t, 9.0)
<b>4''</b>	72.5	3.65 (t, 9.0)
<b>5''</b>	82.9	3.49-3.50 (m)
<b>6''</b>	63.1	3.82 (dd, 12.6, 6.0) 3.99 (dd, 12.6, 2.4)
<b>Rha</b>		
<b>1'''</b>	99.7	5.21 (d, 1.8)
<b>2'''</b>	73.9	5.19 (dd, 3.0, 1.8)
<b>3'''</b>	70.4	3.64 (dd, 9.6, 3.0)
<b>4'''</b>	73.6	3.10 (t, 9.6)
<b>5'''</b>	70.1	2.54-2.55 (m)
<b>6'''</b>	18.1	0.72 (d, 6.0)
<b>Cou</b>		
<b>1''''</b>	127.2	-
<b>2''', 6''''</b>	131.2	7.42 (d, 9.0)
<b>3''', 5''''</b>	116.8	6.78 (d, 9.0)
<b>4''''</b>	161.3	-
<b>7''''</b>	146.9	7.57 (d, 15.6)
<b>8''''</b>	115.1	6.29 (d, 15.6)
<b>9''''</b>	168.5	-

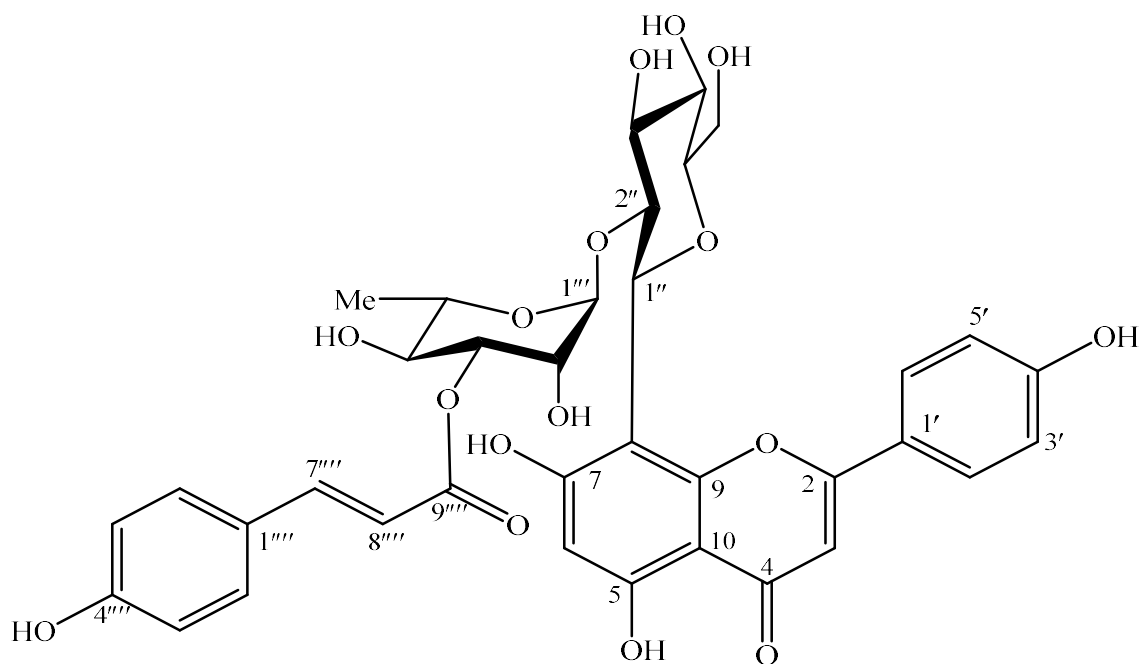
<sup>a)</sup>CD<sub>3</sub>OD, <sup>b)</sup>600MHz, <sup>c)</sup>150MHz

Các tương tác chính phổ HMBC và COSY của hợp chất AC1 được thể hiện ở hình 5:



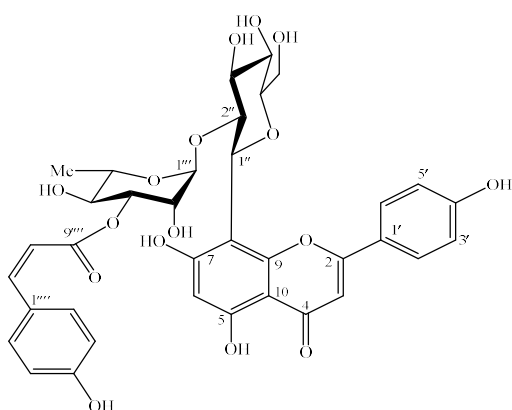
**Hình 5.** Các tương tác HMBC và COSY chính của hợp chất AC1

Thủy phân acid hợp chất AC1 và AC2 thu được phân tử đường *L*-rhamnose, được xác định dựa vào việc chấm so sánh với đường chuẩn trên TLC. Như vậy, cấu trúc hóa học của hợp chất AC1 và AC2 được xác định lần lượt là 3'''-(*E*)-coumaroyl-2''-*O*-rhamnosylvitexin và 3'''-(*Z*)-coumaroyl-2''-*O*-rhamnosylvitexin, được đặt tên là achyasperoside 1 và achyasperoside 2.

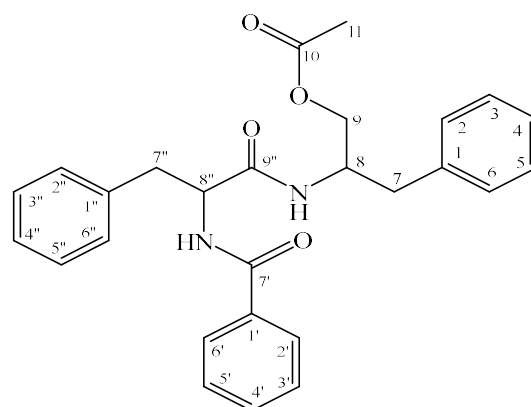


**Hình 6.** Cấu trúc hóa học của các chất AC1

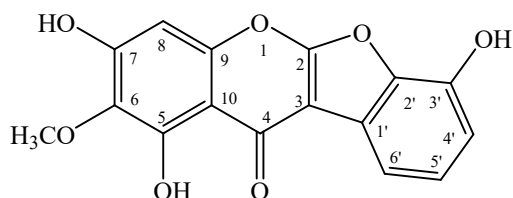
Bằng cách sử dụng các phương pháp phổ kết hợp như: phổ khối MS, phổ cộng hưởng từ 1 chiều 1D NMR, phổ cộng hưởng từ 2D NMR và so sánh với các dữ kiện trong các tài liệu tham khảo. Các hợp chất đã được xác định cụ thể là:



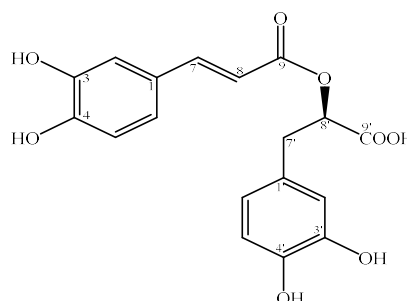
3'''-(Z)-coumaroyl-2''-O-rhamnosylvitexin (AC2)



Saropeptate(AC3)



5,7,3'-trihydroxy-6-methoxycoumaronochromone (AC4)



Rosmarinic acid (AC5)

## 2. KẾT LUẬN

Từ cây Cỏ Xước (*Achyasperoside aspera*) sử dụng kết hợp các phương pháp sắc ký, các phương pháp phổ hiện đại, đã phân lập và xác định cấu trúc của năm hợp chất 1-5, trong đó hợp chất AC1 lần đầu tiên được tìm thấy từ thiên nhiên.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. R. Perumal Samy, S. Ignacimuthu, A. Sen. Screening of 34 Indian medicinal plants for antibacterial properties, *Journal of Ethnopharmacology*, **1998**, 62(2), 173-181.
- [2]. F. M. Khan. Ethno-veterinary medicinal usage of flora of greater cholistan desert (Pakistan), *Pakistan Veterinary Journal*, **2009**, 29(2), 75-80.
- [3]. P. R. Subbarayan, M. Sarkar, S. Impellizzeri, F. Raymo, B. L. Lokeshwar, P. Kumar, R. P. Agarwal, B. Ardalan. Anti-proliferative and anti-cancer properties of *Achyranthes aspera*: specific inhibitory activity against pancreatic cancer cells, *Journal of Ethnopharmacology* **2010**, 131(1), 78-82.
- [4]. C. Narayan, A. Kumar. Antineoplastic and immunomodulatory effect of polyphenolic components of *Achyranthes aspera* (PCA) extract on urethane induced lung cancer in vivo, *Molecular biology reports*, **2014**, 41(1), 179-191.

- [5]. P. R. Subbarayan, M. Sarkar, S. Nagaraja Rao, S. Philip, P. Kumar, N. Altman, I. Reis, M. Ahmed, B. Ardalán, B. L. Lokeshwar. *Achyranthes aspera* (Apamarg) leaf extract inhibits human pancreatic tumor growth in athymic mice by apoptosis, *Journal of Ethnopharmacology*, **2012**, *142*(2), 523-530.
- [6]. N. Khan, M. S. Akhtar, B. A. Khan, V. d. A. Braga, A. Reich. Antiobesity, hypolipidemic, antioxidant and hepatoprotective effects of *Achyranthes aspera* seed saponins in high cholesterol fed albino rats, *Arch Med Sci*, **2015**, *11*(6), 1261-1271.
- [7]. T. He, Q. Y. Wang, J. Z. Shi, T. Y. Fan, C. Yan, L. J. Huang, S. Liu, X. J. Hao, S. Z. Mu. Synthesis and the hepatoprotective activity of dibenzocyclooctadiene lignan derivatives, *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, **2014**, *24*(7), 1808-1811.
- [8]. X. Y. Xu, D. Y. Wang, Y. P. Li, S. T. Deyrup, H. J. Zhang. Plant-derived lignans as potential antiviral agents: a systematic review, *Phytochem. Rev.*, **2022**, *21*(1), 239-289.
- [9]. G. Y. Yang, R. R. Wang, Z. H. Gao, Y. K. Li, L. M. Yang, X. N. Li, S. Z. Shang, Y. T. Zheng, W. L. Xiao, H. D. Sun. Bioactive lignans from the leaves and stems of *Schisandra wilsoniana*, *Nat. Prod. Commun.*, **2013**, *8*(4), 1934578X1300800415.



## XÁC ĐỊNH CẤU TRÚC HÓA HỌC CỦA MỘT SỐ HỢP CHẤT PHÂN LẬP TỪ LOÀI *ACHYRANTHES BIDENTATA*

Hoàng Thị Tuyết Lan\*

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

\*Tác giả liên hệ: Email: hoanglanhoa@utc.edu.com

**Tóm tắt:** Các hợp chất được phân lập từ loài *Achyranthes bidentata* đã được chiết xuất từ cặn xuất metanol của loài ngưu tất. Trong đó có một hợp chất mới là **AB1**. Các hợp chất này có cấu trúc được làm sáng tỏ là (8Z,11Z)-5,6,7-trihydroxytetradeca-8,11-dienoate (**AB1**); methyl (6E,11Z)-5,8,9-trihydroxytetradeca-6,11-dienoate (**AB2**); fulgic acid (**AB3**); (9E,11E)-13-oxooctadeca-9,11-dienoic acid (**AB4**) bằng cách sử dụng các phương pháp phổ kết hợp như: phổ cộng hưởng từ hạt nhân (NMR), phổ khối lượng (MS) và so sánh với những dữ liệu được báo cáo trong tài liệu tham khảo.

**Từ khóa:** *Achyranthes bidentata*; *Achyranthes*.

### MỞ ĐẦU

Cây ngưu tất có tên khoa học là *Achyranthes bidentata* là cây thảo dược thường được sử dụng làm cây thuốc ở Ấn Độ và Trung Quốc. Trong y học cổ truyền, *A. bidentata* tác dụng với gan và thận, có vị đắng và chua, có tính bình. *A. bidentata* thường được dùng cùng với rượu gạo hoặc nước muối để tăng cường tác dụng làm giàu thận, nuôi dưỡng gan và tăng cường sức mạnh của xương. Bên cạnh ứng dụng trong sức khỏe con người, *A. bidentata* còn được sử dụng để kéo dài tuổi thọ tằm ở khu vực ven biển phía đông nam Trung Quốc. Ngày nay, nhiều bài thuốc cổ điển có chứa *A. bidentata* đã được phát triển thành các thuốc hiện đại, *A. bidentata* đóng vai trò là dược phẩm thần dược. Ngoài ra, *A. bidentata* cũng được kết hợp làm hoạt chất vào các sản phẩm khác nhau như: các sản phẩm chăm sóc sức khỏe, rượu vang, kem và kem đánh răng trên toàn thế giới. Từ chi *Achyranthes bidentata* đã phân lập được rutin<sup>[1]</sup>. Từ cặn chiết ethanol của *A. bidentata* đã phân lập được Baicalin and wogonin<sup>[2]</sup>. Từ bột thô của *A. bidentata* đã phân lập được chrysophanol<sup>[3]</sup>. Caffeic acid và nonanedioic acid được phân lập từ *A. bidentata*<sup>[1; 2]</sup>. Nghiên cứu *in vivo* đã chứng minh cặn chiết, polysaccharide và triterpenoid saponins của chi *Achyranthes* có khả năng ức chế sự phát triển của khối u thông qua các cơ chế: (1) gây ra apoptosis; (2) kích hoạt hệ thống miễn dịch<sup>[4; 5]</sup>. Tiêm *A. bidentata* fructan với các liều lượng khác nhau (50–200 mg/kg/ngày) vào màng bụng của chuột C57BL/6 trong 15 ngày liên tiếp cho thấy có tác dụng khác nhau đối với sự phát triển của khối u. Sử dụng *A. bidentata* polysaccharide (ABPS) liều thấp đã ức chế sự phát triển của khối u thông qua việc kìm hãm sự phát triển các tế bào khối u trong giai đoạn G2/M. Trong khi đó, sử dụng ABPS

liều cao sẽ kích thích tăng trưởng khối u thông qua việc làm rối loạn chức năng tế bào NK cùng với sự điều chỉnh tăng IL-6 và TNF- $\alpha$  trong lách [6]. Tác dụng kích thích tăng trưởng của phân đoạn ABPP (0,01, 0,1 và 1,0  $\mu\text{g/mL}$ ) trên các tế bào thần kinh hạch gốc nuôi cấy có khả năng liên quan đến hoạt hóa ERK1/2 [7]. Phân đoạn ABPP đã thúc đẩy tái tạo mô học thường xuyên cũng như phục hồi chức năng của dây thần kinh hông bị tổn thương, yếu tố thần kinh đường mật, tyrosine kinase A và tyrosine kinase B và cơ dạ dày ở chuột [8; 9]. Để làm rõ hơn về thành phần của các hoạt chất sinh học từ loài này, chúng tôi báo cáo sự phân lập, làm sáng tỏ cấu trúc của năm hợp chất từ chiết xuất metanol của ngư tử (*Achyranthes bidentata*).

## 1. NỘI DUNG

### 1.1. Mẫu thực vật

Mẫu Ngư tử *Achyranthes bidentata* được thu hái tại Mê Linh, Vĩnh Phúc và được định danh bởi TS. Nguyễn Thế Cường, Viện Sinh thái và Tài nguyên sinh vật, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Mẫu thực vật được lưu tại Viện Hóa sinh biển (kí hiệu NCCT-P161), Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Nguyên liệu tươi sau khi thu hái được cắt nhỏ thành đoạn 3-5 cm và sấy khô ở nhiệt độ 40 – 45  $^{\circ}\text{C}$ . Mẫu khô sau đó được nghiền nhỏ, và chiết với methanol.

### 1.2. Hóa chất thiết bị

*Sắc ký lớp mỏng* (TLC): thực hiện trên bản mỏng tráng sẵn DC-Alufolien 60 F254 (Merck 1,05715), RP18 F254S (Merck); phát hiện vết chất bằng đèn tử ngoại ở hai bước sóng 254 nm và 365 nm hoặc dùng thuốc thử là dung dịch Dragendorff hay  $\text{H}_2\text{SO}_4$  10 % được phun đều lên bản mỏng, sấy khô rồi hơi nóng từ từ đến khi hiện màu.

*Sắc ký cột* (CC): Được tiến hành với chất hấp phụ là silica gel pha thường và pha đảo. Silica gel pha thường có cỡ hạt là 0,040-0,063 mm (240-430 mesh) và silica gel pha đảo RP-C18 (150  $\mu\text{m}$ , Fuji Silysia Chemical Ltd.).

*Phổ cộng hưởng từ hạt nhân* (NMR): Đo trên máy Bruker AM500 của Viện Hóa học.

*Phổ khối lượng* (LC-MS): Đo trên máy AGILENT 1100 series và AGILENT 6530 Accurate Mass của Viện Hóa sinh biển.

### 1.3. Phân lập các chất

Mẫu *Achyranthes bidentata* (4.5 kg) sau khi nghiền nhỏ được ngâm chiết 3 lần với methanol ở nhiệt độ phòng trong bể siêu âm. Mỗi lần sử dụng 20 L methanol và chiết siêu âm trong 60 phút. Sau khi lọc, các dịch chiết methanol được gom lại và cất loại dung môi dưới áp suất giảm thu được 300 g cặn chiết methanol. Toàn bộ lượng cặn chiết methanol được hòa tan trong 3 L nước và chiết lần lượt với dichloromethane và ethyl acetate. Mỗi loại dung môi được chiết 3 lần, mỗi lần 3L thu được các phân đoạn dichloromethane (AB.D, 198g), ethyl acetate (AB.E, 324 g) và phần nước còn lại. Phân đoạn AB.D được phân tách trên cột sắc kí silica gel với hệ dung môi rửa giải gradient  $\text{CH}_2\text{Cl}_2/\text{MeOH}$  (1/0, 20/1, 5/1, 2.5/1, 1/1, 0/1) thu được 5 phân đoạn được kí hiệu lần

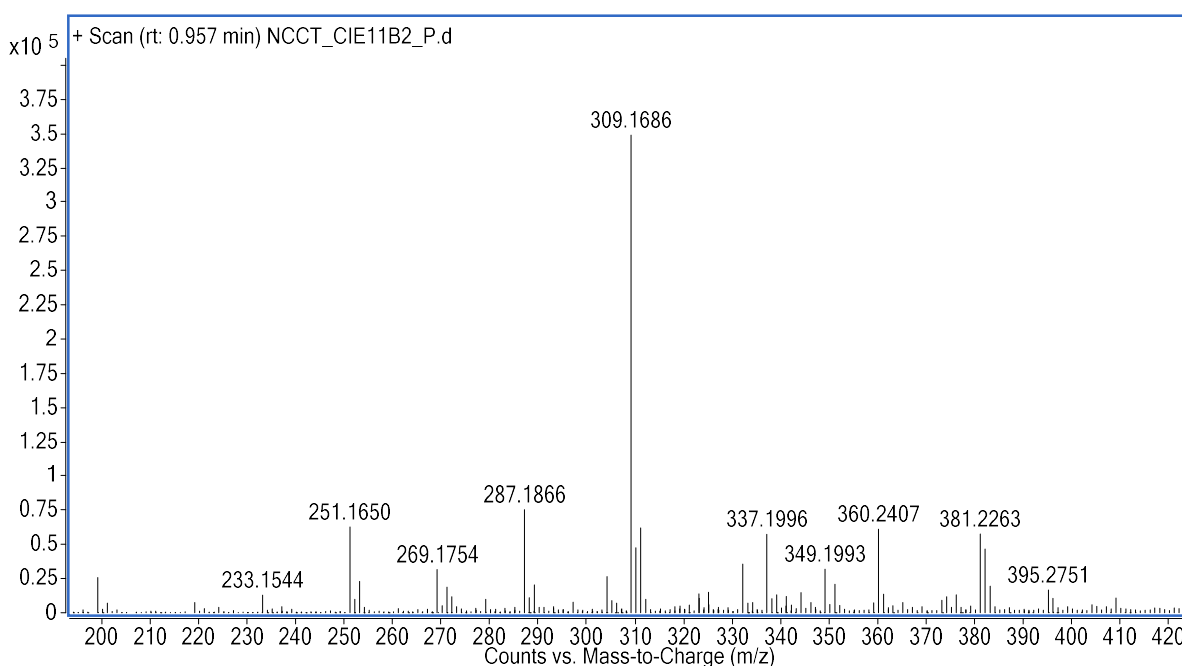
lượt là ABD1-ABD5. Phân đoạn ABD3 được phân tách tiếp trên cột sắc kí pha đảo RP-18 thu được bốn phân đoạn nhỏ hơn kí hiệu ABD3A-ABD3D. Phân đoạn ABD3C được tinh chế trên máy HPLC sử dụng hệ dung môi rửa giải 35%ACN thu được hai hợp chất **AB3** (9.5 mg,  $t_R$  36.7) và **AB2** (11.6 mg,  $t_R$  39.2).

Phân đoạn ABD5B tiếp tục được phân tách trên cột sắc kí pha thường sử dụng hệ dung môi rửa giải  $CH_2Cl_2/MeOH/nước$  (4/1/0.1, v./v./v.) thu được ba phân đoạn ABD5B1-ABD5B3, các phân đoạn này tiếp tục được tinh chế trên máy HPLC sử dụng hệ dung môi rửa giải lần lượt là 35% ACN, 57% ACN và 35% ACN thu được lần lượt hợp chất **AB4** (15.3 mg,  $t_R$  61.00).

Hợp chất **AB1** (14.6 mg,  $t_R$  43.47) thu được khi tinh chế phân đoạn ABD5C trên máy HPLC sử dụng hệ dung môi rửa giải 38% ACN.

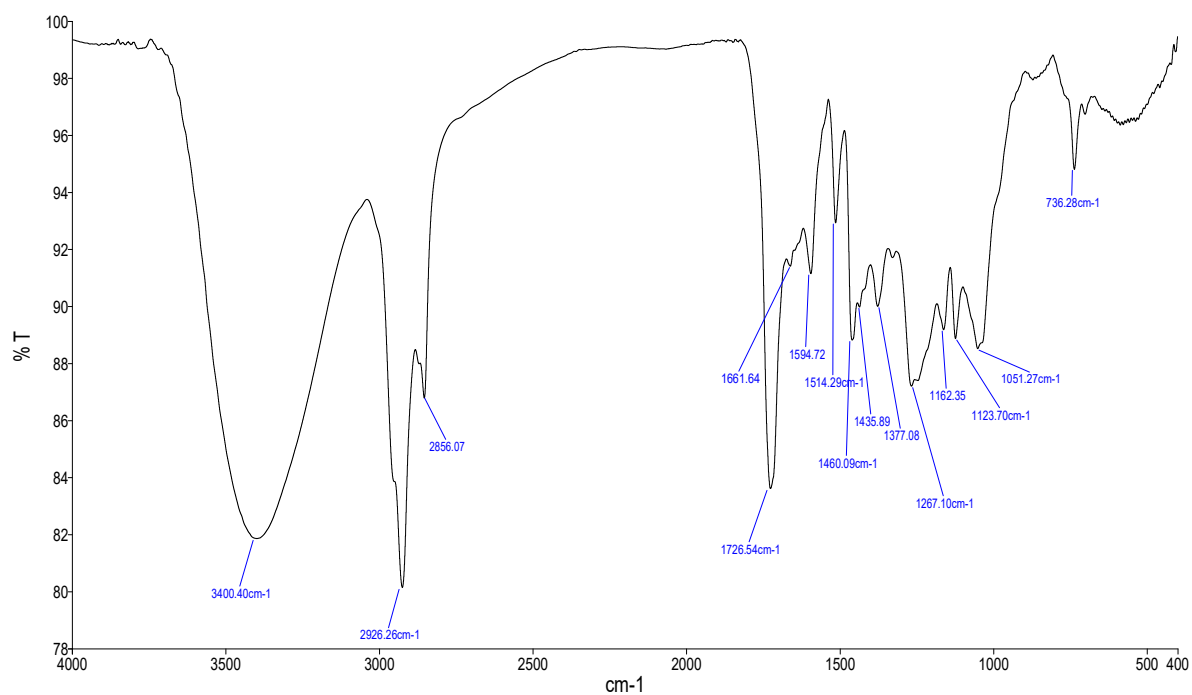
#### 1.4. Kết quả và thảo luận

Hợp chất **AB1** thu được dưới dạng chất bột vô định màu trắng. Công thức phân tử của hợp chất 1 được xác định là  $C_{15}H_{26}O_5$  thông qua phổ HR-ESI-MS tại pic ion giả phân tử  $m/z$  287.1866  $[M + H]^+$  (tính toán lý thuyết cho công thức  $[C_{15}H_{27}O_5]^+$ : 287.1853,  $\Delta = +0.45$  ppm). Pic  $m/z$  309.1686  $[M + Na]^+$  (tính toán lý thuyết cho công thức  $[C_{15}H_{26}O_5Na]^+$ : 309.1672,  $\Delta = +0.45$  ppm). Phổ HR-ESI-MS của hợp chất **AB1** được thể hiện ở hình 1.



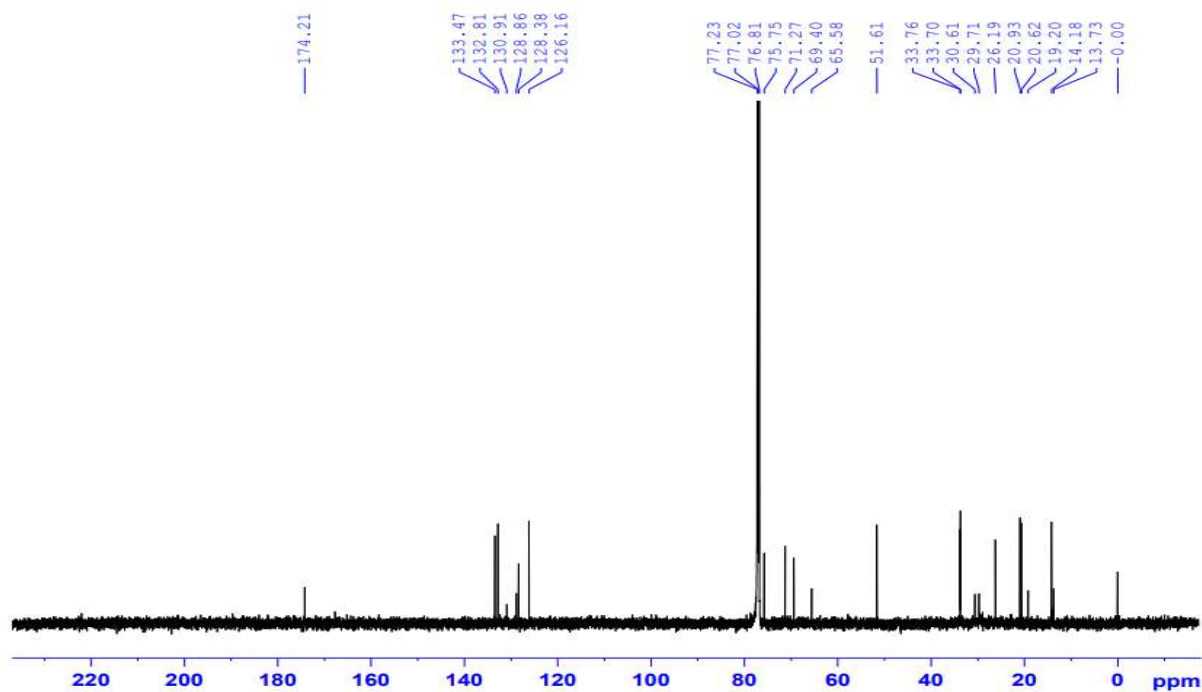
Hình 1. Phổ HR-ESI-MS của hợp chất AB1

Phổ IR của hợp chất **AB1** được thể hiện ở hình 2. Trên phổ hồng ngoại gợi ý có sự xuất hiện của các nhóm thế OH ( $3400\text{ cm}^{-1}$ ). Nhóm C=O ở  $1725\text{ cm}^{-1}$  và liên kết C-O-C ( $1051\text{ cm}^{-1}$ ).



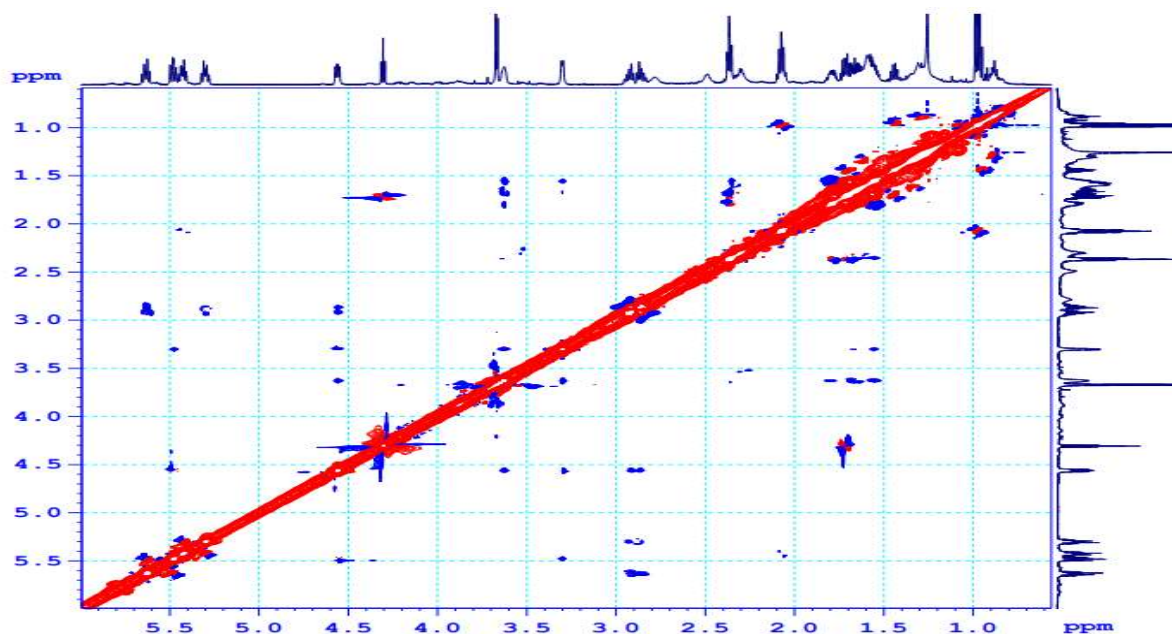
Hình 2. Phổ IR của hợp chất AB1

Phân tích phổ  $^1\text{H}$  NMR,  $^{13}\text{C}$  NMR và HSQC  $^{13}\text{C}$  NMR của hợp chất **AB1** xuất hiện tín hiệu của 14 nguyên tử carbon.



Hình 3. Phổ  $^{13}\text{C}$ -NMR của hợp chất AB1

Ngoài ra còn quan sát được hai liên kết đôi ( $\delta_C/\delta_H$ : 128.4/5.49 và 133.5/5.63, 126.2/5.30 và 132.8/5.41), một nhóm cacbonyl ( $\delta_C$  174.2), một nhóm metoxi ( $\delta_C/\delta_H$ : 51.5/3.67), 3 metin cacbinol ( $\delta_C/\delta_H$ : 71.3/3.62, 75.8/3.30 và 69.4/4.56), cùng với 1 nhóm metyl ( $\delta_C/\delta_H$ : 14.2/0.98 (3H, t,  $J = 7.2$  Hz).



**Hình 4.** Phổ NOESY của hợp chất AB1

Tương tác HMBC giữa proton metoxi ( $\delta_H$  3.67) đến C-1 ( $\delta_C$  174.2), từ H-2 ( $\delta_H$  2.37) đến C-3 ( $\delta_C$  20.9)/C-4 ( $\delta_C$  33.8), H-3 đến C-5, H-4 đến C-6/C-7, H-7 đến C-8/C-9 và từ H<sub>3</sub>-14 ( $\delta_H$  0.98) đến C-13 ( $\delta_C$  20.6)/C-12 ( $\delta_C$  132.8) xác định vị trí của nhóm hidroxi tại C-5, C-6, C-7, hai liên kết đôi tại C-8/C-9 và C-11/C-12 và nhóm metoxi gắn vào cacbonyl thông qua liên kết este.

Trên phổ NOESY của hợp chất AB1, H-7 ( $\delta_H$  4.56) tương tác với H<sub>2</sub>-10 ( $\delta_H$  2.87/2.92) và H-11 ( $\delta_H$  5.30) tương tác với H-12 ( $\delta_H$  5.41) cùng với hằng số tương tác nhỏ giữa H-8/H-9 ( $J = 10.2$  Hz) khẳng định cấu hình Z của hai liên kết đôi. Bảng phân tích phổ proton và <sup>13</sup>C của hợp chất AB1 được thể hiện ở bảng 1.

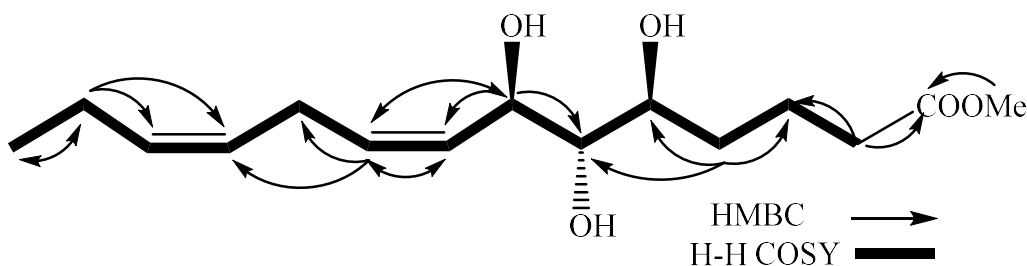
**Bảng 1.** Số liệu phổ NMR của AB1 và hợp chất tham khảo

STT	$\delta_C$	$\delta_H$ (mult., J, Hz)
1	174.2	-
2	33.7	2.37 (dt, 1.8, 6.6)
3	20.9	1.70 (m)/1.78 (m)
4	33.8	1.55 (m)/1.64 (m)
5	71.3	3.62 (m)
6	75.8	3.30 (br d, 5.0)

STT	$\delta_C$	$\delta_H$ (mult., J, Hz)
7	69.4	4.56 (dd, 8.4, 5.0)
8	128.4	5.49 (dd, 10.2, 8.4)
9	133.5	5.63 (dt, 10.2, 7.2)
10	26.2	2.87 (m)/2.92 (m)
11	126.2	5.30 (dt, 10.2, 7.2)
12	132.8	5.41 (dt, 10.2, 7.2)
13	20.6	2.08 (m)
14	14.2	0.98 (t, 7.2)
OCH <sub>3</sub>	51.6	3.67 (s)

*a) CD<sub>3</sub>OD, b) 600MHz, c) 150MHz*

Ngoài ra, hằng số tương tác nhỏ giữa H-5 và H-6 ( $J \sim 0$  Hz), H-6 và H-7 ( $J = 5.0$  Hz) đề xuất H-5 và H-6, H-6 và H-7 có cấu hình *erythro* [10].

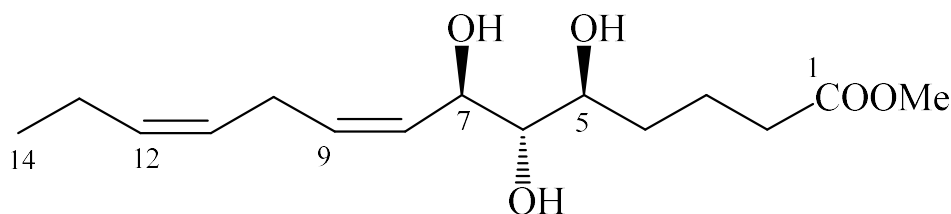


**Hình 5.** Các tương tác HMBC và COSY chính của hợp chất AB1

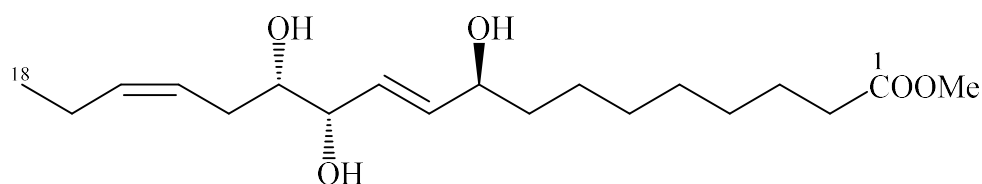
Như vậy, cấu trúc của hợp chất **AB1** đã được xác định là (8Z,11Z)-5,6,7-trihydroxytetradeca-8,11-dienoate dienoate là một hợp chất mới.

Bằng cách sử dụng các phương pháp phổ kết hợp như: phổ khối MS, phổ cộng hưởng từ một chiều 1D NMR, phổ cộng hưởng từ 2D NMR và so sánh với các dữ kiện trong các tài liệu tham khảo. Các hợp chất đã được xác định cụ thể là:

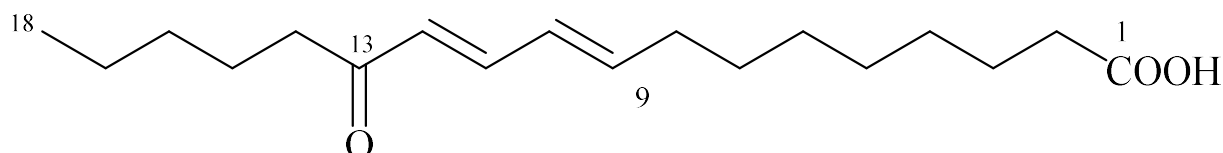
Hợp chất **1** được gọi tên: (8Z,11Z)-5,6,7-trihydroxytetradeca-8,11-dienoate (**AB1**), công thức cấu tạo:



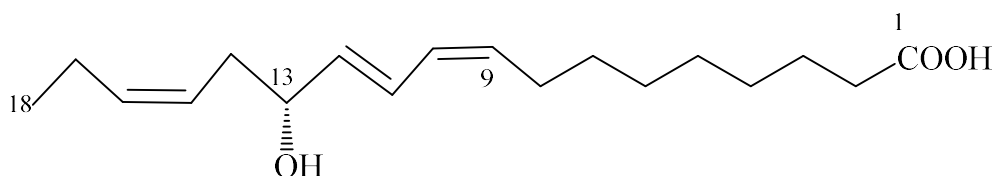
Hợp chất số **2** có tên gọi là: fulgidic acid (**AB2**) được xác định công thức cấu tạo như sau:



Hợp chất số 3 được gọi tên là: (9E,11E)-13-oxooctadeca-9,11-dienoic acid (AB3). Công thức cấu tạo là:



Hợp chất số 4 gọi tên là: (9Z,11E,15Z)-13-hydroxyoctadeca-9,11,15-trienoic acid (AB4), được xác định công thức cấu tạo dưới đây:



## 2. KẾT LUẬN

Từ cây Nguru tât (*Achyasperoside bidentata*) sử dụng kết hợp các phương pháp Sắc ký lớp mỏng (TLC), sắc ký cột đã phân lập được bốn hợp chất. Sử dụng các phương pháp phổ hiện đại để xác định cấu trúc của các hợp chất thu được, trong đó hợp chất **AB1** lần đầu tiên được tìm thấy từ thiên nhiên.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. S. Nicolov, N. Thuan, V. Zheljzakov. Flavonoids from *Achyranthes bidentata* BC.; International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium; **1996**, Abstract 426.
- [2]. D. L. Meng. Studies of the constituents and biological activities of *Achyranthes Bidentata* BL. 23, **2004**.
- [3]. W. Song, L. Hong, Z. Yuying, Z. Ruyi. Separation and identification of the compounds from *Achyranthes bidentata* Bl.[J], *China journal of chinese materia medica*, **1997**, 5(293-295).
- [4]. D. B. Xiang, X. Y. Li. Antitumor activity and immuno-potentiating actions of *Achyranthes bidentata* polysaccharides, *Zhongguo yao li xue bao = Acta pharmacologica Sinica*, **1993**, 14(6), 556-561.
- [5]. M. Fukumura, H. Ando, Y. Hirai, K. Toriizuka, Y. Ida, Y. Kuchino. Achyranthoside H methyl ester, a novel oleanolic acid saponin derivative from *Achyranthes fauriei* roots, induces apoptosis in human breast cancer MCF-7 and MDA-MB-453 cells via a caspase activation pathway, *Journal of natural medicines*, **2009**, 63(2), 181-188.

- [6]. L. Q. Jin, Z. J. Zheng, Y. Peng, W. X. Li, X. M. Chen, J. X. Lu. Opposite effects on tumor growth depending on dose of *Achyranthes bidentata* polysaccharides in C57BL/6 mice, *International Immunopharmacology*, **2007**, 7(5), 568-577.
- [7]. Q. Cheng, Y. Yuan, C. Sun, X. Gu, Z. Cao, F. Ding. Neurotrophic and neuroprotective actions of *Achyranthes bidentata* polypeptides on cultured dorsal root ganglia of rats and on crushed common peroneal nerve of rabbits, *Neurochemical research*, **2014**, 562(7-12).
- [8]. Y. Yuan, H. Shen, J. Yao, N. Hu, F. Ding, X. Gu. The protective effects of *Achyranthes bidentata* polypeptides in an experimental model of mouse sciatic nerve crush injury, *Brain Research Bulletin*, **2010**, 81(1), 25-32.
- [9]. Y. Wang, W. Shen, L. Yang, H. Zhao, W. Gu, Y. Yuan. The protective effects of *Achyranthes bidentata* polypeptides on rat sciatic nerve crush injury causes modulation of neurotrophic factors, *Neurochemical research*, **2013**, 38(3), 538-546.
- [10]. D. Hang, D. Trang, P. Yen, N. Cúc, D. Dung, B. Tai, N. X. Nhiem, P. Kiem. A new meroterpene lactone and a new alkyl amino alcohol from the Vietnamese marine sponge *Hippospongia fistulosa* Lendenfeld, 1889, *Vietnam J. Chem.*, **2021**, 59(522-526).



## **ẢNH HƯỞNG CỦA ĐẤT SÉT VÀ CỐT SỢI THỰC VẬT ĐẾN CƯỜNG ĐỘ CHỊU NÉN VÀ UỐN CỦA BÊ TÔNG SINH THÁI**

**Ngô Đức Chinh\***

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

\*Tác giả liên hệ: Email: chinhnd@utc.edu.vn

**Tóm tắt:** Nghiên cứu này hướng đến tối ưu hóa thành phần của loại bê tông sinh thái mới với thành phần chính là đất tự nhiên. Mười hai hỗn hợp bê tông tạo nên từ đất sét, đất cát, lượng nhỏ xi măng, vôi và sợi gai dầu đã được thử nghiệm. Thí nghiệm nén và co ngót của bê tông được thực hiện tại các thời điểm và trong các điều kiện bảo dưỡng khác nhau. Kết quả cho thấy, cường độ nén của bê tông tại thời điểm 28 ngày khá tốt (trên 1MPa) và không ngừng tăng lên ( $\approx 2,5\text{MPa}$  ở 180 ngày) đủ điều kiện áp dụng làm tường cho kết cấu khung; khả năng tự lấp đầy vào ván khuôn tốt chỉ cần gia công chấn động nhỏ khi thi công; độ co ngót của bê tông phụ thuộc rất lớn vào tỉ lệ đất sét và cốt sợi. Khả năng chịu uốn của bê tông đất được thực nghiệm bằng máy uốn 3 điểm. Kết quả đạt được xác định sự thay đổi khả năng chịu uốn của bê tông đất khi có sự thay đổi hàm lượng của đất sét và sợi gai dầu. Thử nghiệm cho thấy với hỗn hợp bê tông đất có 20% đất sét và 80% đất cát thì khả năng chịu uốn của bê tông đất giảm đi khoảng 75% so với hỗn hợp bê tông đất có 0% đất sét và 100% đất cát. Ngược lại, khi có sự tham gia của sợi gai dầu trong thành phần của bê tông đất sẽ làm cho khả năng chịu uốn và tính dẻo của bê tông tăng lên đáng kể. Với 1,2% sợi gai dầu trong hỗn hợp bê tông, khả năng chịu uốn của bê tông đất tăng lên khoảng 20% so với bê tông có 0% sợi gai dầu.

**Từ khóa:** Bê tông đất, đất sét, đất cát, sợi gai dầu, uốn 3 điểm, kéo uốn, vết nứt

### **1. ĐẶT VẤN ĐỀ**

Thiết kế sinh thái và phát triển bền vững ngày nay có tầm quan trọng trong ngành xây dựng nói riêng và sự phát triển nói chung. Vì vậy, vật liệu xây dựng thay thế như bê tông đất có chứa một tỷ lệ các thành phần sinh thái khác nhau càng ngày càng được sử dụng nhiều trong cuộc sống. Mục đích của sản xuất bê tông sinh thái là giảm tiêu thụ xi măng và do đó giảm lượng khí thải CO<sub>2</sub>, lựa chọn thay thế vì sự cạn kiệt của các nguồn tài nguyên thiên nhiên và giảm tiêu thụ năng lượng trong quá trình sản xuất.

Trong lịch sử hàng nghìn năm trước đây đến ngày nay, đất tự nhiên đã được sử dụng là vật liệu tại chỗ, dễ khai thác, dễ thi công, giá rẻ trong xây dựng. Xây dựng bằng đất tự nhiên là giải pháp đặc biệt phù hợp với những vùng hoặc quốc gia nghèo với điều kiện khí hậu nóng khắc nghiệt. Giải pháp này làm cho việc xây dựng trở nên dễ dàng bằng những kỹ thuật thô sơ và tránh hoặc giảm thiểu phát thải CO<sub>2</sub> vào môi trường. Trong thực tế người ta có rất nhiều phương pháp, kỹ thuật xây dựng bằng đất tự nhiên,

tùy theo loại đất được sử dụng và thành phần của nó. Hình 1 giới thiệu một phương pháp xây dựng bằng đất tự nhiên phổ biến ở Việt Nam cũng như ở một vài quốc gia khác.

Một số phương pháp xây dựng bằng đất tự nhiên truyền thống có thể được kể ra ở đây [1, 2, 3]:

- (i) Tầng lớp đất được trộn nước, lèn chặt;
- (ii) Gạch làm từ chủ yếu đất sét, nước và một ít sợi thực vật, tạo hình bằng các khuôn có sẵn và khô tự nhiên;
- (iii) Xen kẽ lớp đất-sợi thực vật;
- (iv) Đất trộn rom với tỉ lệ phổ biến là 20% đất và 80% rom. Loại này được sử dụng phổ biến làm tường không chịu lực;
- (v) Đất trộn sợi thực vật trát khung gỗ, dùng để trát tấm làm tường không chịu lực của kết cấu khung gỗ;



(i)



(ii)



(iii)



(iv)



(v)

**Hình 1:** Một số ví dụ công trình xây dựng bằng đất tự nhiên ở Việt Nam và một số quốc gia trên thế giới

Đối với vật liệu là đất tự nhiên, sự có mặt của đất sét đóng vai trò giống như vai trò của xi măng trong bê tông truyền thống. Đất tự nhiên có đặc tính nhiệt ẩm, độ khuếch tán nhiệt thấp, cách âm, cách nhiệt tốt [4]. Những tính chất nhiệt này của đất tự nhiên cho phép những công trình xây dựng từ đất tự nhiên có khả năng tốt chống lại sự thay

đổi nhiệt độ, làm chậm sự thay đổi nhiệt độ của công trình, chống nóng vào mùa hè và ấm vào mùa đông. Tuy nhiên đất tự nhiên có những nhược điểm như khả năng chịu lực kém, dễ co ngót và nứt.

Vật liệu là đất tự nhiên cũng rất hao nước do đó nó cũng khó có thể được dùng trực tiếp làm vật liệu xây dựng những công trình chống lại mưa gió. Tuy nhiên người ta có thể cải thiện các tính chất này khi thêm vào trong thành phần của đất tự nhiên một số chất làm ổn định như là vôi, thạch cao hoặc xi măng [5, 6, 7].

Sự ổn định của đất khi trộn xi măng lần đầu tiên được phát hiện ra vào khoảng những năm 1830. Phương pháp gia cố đất bằng cách thêm vôi và xi măng phát triển nhanh vào những năm 1950. Đất tự nhiên gia cố bằng xi măng hoặc vôi hoặc bằng cả vôi và xi măng gọi là bê tông đất. Bê tông đất thường gồm có các thành phần là đất tự nhiên, xi măng, vôi và một ít cốt sợi thực vật. Khi thêm các thành phần này vào đất tự nhiên sẽ làm cho đất tự nhiên cải thiện các tính chất cơ học trong ngắn hạn và lâu dài [7].

Trong số các vật liệu dạng sợi thực vật như dừa, tre, gai dầu, chuối, cỏ,... thì cây gai dầu được sử dụng phổ biến trong bê tông đất. Bởi lẽ cây gai dầu có nhiều tính chất cơ học khá tốt (khả năng chịu kéo có thể đạt đến 900 MPa, Mô đun đàn hồi khoảng 34 GPa [8].

Sử dụng cây gai dầu là một ý tưởng rất hay để tạo ra bê tông cốt sợi thực vật trong xây dựng giảm bớt phác thải nhà kính. Những nghiên cứu gần đây chỉ ra rằng tính chất cơ lý của bê tông đất phụ thuộc khá lớn vào kích thước của sợi thực vật, hàm lượng của nó và cả thời gian ninh kết của bê tông [9,10]. Tuy nhiên khi thêm hàm lượng cốt sợi thực vật sẽ làm giảm bớt một phần nhỏ khả năng chịu nén nhưng lại cải thiện khả năng chịu uốn, kéo cũng như khả năng cách âm, cách nhiệt của bê tông đất [11].

Trong nghiên cứu này, các kết quả được thực hiện trong phòng thí nghiệm trên các mẫu bê tông đất. Các mẫu thí nghiệm được chế tạo từ 4 hỗn hợp bê tông đất với hàm lượng thay đổi của đất sét là 0% và 20% và của sợi gai dầu là 0% và 1,2%. Khả năng chịu nén của bê tông đất được thực hiện trên các mẫu hình lập phương kích thước 100x100x100 mm ở 7 ngày, 28 ngày và 180 ngày.

Thí nghiệm nén 3 điểm được thực hiện trên các mẫu kích thước 150x100x600 mm để xác định đường cong tải trọng và chuyển vị uốn cũng như giữa tải trọng và độ mở rộng vết nứt. Kết quả thực nghiệm cho phép xác định ứng suất chịu uốn và phân tích ảnh hưởng của đất sét và cốt sợi thực vật đến ứng suất uốn của bê tông đất.

## **2. VẬT LIỆU VÀ MẪU THÍ NGHIỆM**

### **2.1. Vật liệu**

Hàm lượng của các thành phần chế tạo bê tông được trình bày trong bảng 1, gồm có đất sét, đất cát, xi măng, vôi và sợi gai dầu.

Hàm lượng đất sét thay đổi hoặc 0% hoặc 20% về tổng khối lượng của đất, được ghi chú lần lượt là 0A và 20A. Hàm lượng sợi gai dầu được lấy là 0% hoặc 1,2% về khối lượng được ghi chú lần lượt là 0F và 1,2F. Trong phòng thí nghiệm, các mẫu thí nghiệm được chế tạo từ 4 hỗn hợp bê tông đất với tên gọi lần lượt là 0A0F, 0A1.2F, 20A0F và

20A1.2F. Thực tế nhào trộn chế tạo các hỗn hợp bê tông này cho thấy, khi hàm lượng đất sét tăng lên, hàm lượng xi măng có thể giảm đi trong khi lượng nước cần phải bổ sung thì mới có thể nhào trộn một cách dễ dàng hỗn hợp bê tông đất để đạt được khả năng dễ thi công.

Đất sét được xác định các chỉ số cơ lý thông qua các giới hạn Atterberg, đó là phương pháp cơ bản để xác định kích thước tự nhiên của các thành phần hạt. Kết quả thu được cho thấy, giới hạn lỏng  $W_L = 51.74\%$ , giới hạn dẻo là  $W_P = 30.08\%$  và chỉ số dẻo là  $I_P = 21.66\%$ . Ngoài ra đất sét còn được kiểm tra các chỉ số khác thông qua thí nghiệm chất mê ty len xanh, chỉ số đo được là  $VBS = 5.72$ . Các kết quả này cho thấy đất sét sử dụng ở thí nghiệm này là đất sét độ dẻo kém và chứa hàm lượng lớn hạt bùn theo tiêu chuẩn phân loại của Mỹ ASTM D2487-17 [12].

Trong khi đó đất cát được xác định các chỉ số thông qua thí nghiệm chất mê ty len xanh để xác định mật độ và mô đun hạt mịn. Kết quả xác định được  $VBS=0.67$  và khối lượng riêng là  $2.33\text{kg/cm}^3$ , mô đun hạt mịn là 2.75, so với bảng tra phân loại các loại đất thì đây thuộc loại đất cát hạt trung kích thước từ 0.3mm đến 0.6mm. Ngoài ra đất cát này còn được phân loại theo tiêu chuẩn USCS [12].

**Bảng 1:** Thành phần hỗn hợp bê tông đất

Tên hỗn hợp bê tông	Đất sét (kg/m <sup>3</sup> )	Đất cát (kg/m <sup>3</sup> )	Xi măng (kg/m <sup>3</sup> )	Vôi (kg/m <sup>3</sup> )	Sợi gai dầu (kg/m <sup>3</sup> )	Nước (kg/m <sup>3</sup> )
0A0F	0.00	1386.8	151.8	45.0	0.0	330.6
0A1.2F	0.00	1238.2	138.0	40.9	22.9	300.6
20A0F	247.8	991.4	135.6	40.2	0.0	398.9
20A1.2F	236.6	946.7	131.9	39.1	21.9	388.0

Xi măng được sử dụng trong các thí nghiệm này là xi măng CEM V/A (S-V) 42.5N theo tiêu chuẩn Châu Âu EN 197-1 [13]. Xi măng này được sản xuất từ 40-60% Portland clinker, 18 – 30% phế liệu lò cao, 18 – 30% tro bay và 0 – 5% phụ gia. Xi măng này góp phần tạo nên sự ổn định của đất, nền móng và làm giảm khối lượng riêng của bê tông.

Ngoài ra, một lượng nhỏ vôi nguyên chất cũng được sử dụng như là loại chất kết dính thứ 2, giúp làm giảm hàm lượng xi măng cần sử dụng. Vôi được sử dụng có tên gọi là 100 NHL5 theo tiêu chuẩn Châu Âu EN 459-1 [14].

Trong nghiên cứu này, sợi gai dầu được sử dụng đóng vai trò là chất tăng cường để cải thiện khả năng chịu kéo, uốn của bê tông. Đường kính của sợi gai dầu nhỏ hơn 2mm và chiều dài của sợi từ 5-25mm. Khối lượng riêng của sợi gai dầu sử dụng trong nghiên cứu này khoảng  $100\text{kg/m}^3$  trong điều kiện phòng. Khả năng dẫn nhiệt là  $\lambda = 0.05\text{W/m.K}$ . Khả năng chịu kéo khá lớn, dao động từ 300-1100 MPa. Cốt sợi này có khả năng hấp thụ nước rất lớn (háo nước), nó có thể tăng khối lượng lên gấp 2,5 lần sau khi ngâm nước.

## 2.2. Mẫu thí nghiệm

Để chế tạo mẫu thí nghiệm, các thành phần của hỗn hợp bê tông như xi măng, vôi, đất cát, đất sét và sợi gai dầu được để khô ở nhiệt độ phòng rồi trộn đều theo tỉ lệ đã chọn ở bảng số 1. Sau đó nước được thêm vào từ từ trong hỗn hợp các thành phần trên, trong lúc đó máy trộn hoạt động liên tục để tạo nên hỗn hợp bê tông đồng nhất. Với mỗi hỗn hợp sẽ có hai loại mẫu được chế tạo, gồm có: mẫu lập phương kích thước 100x100x100 mm cho thí nghiệm nén, mẫu lăng trụ kích thước 100x150x600 mm cho thí nghiệm nén 3 điểm thí nghiệm uốn. Hình 2 mô tả quá trình trộn vật liệu và chế tạo mẫu hình lập phương trong phòng thí nghiệm. Mỗi mẫu sau khi cho vào khuôn được lèn bằng cách để lên bàn rung trong 30 giây. Sau khi đổ khuôn 24 giờ, mẫu được tháo dỡ ra khỏi khuôn và bảo dưỡng trong phòng được kiểm soát đảm bảo nhiệt độ luôn luôn ở 20°C và độ ẩm tương đối là 60%.



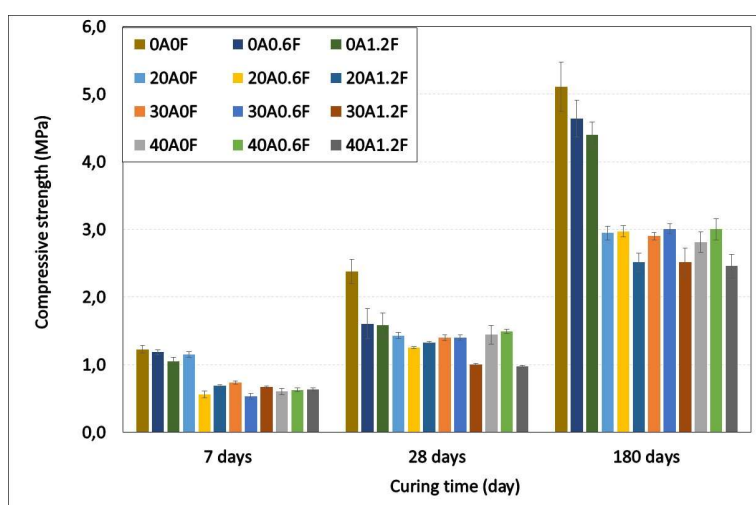
(a) Các thành phần trước khi trộn



(b) Mẫu thí nghiệm lập phương

**Hình 2:** Chế tạo mẫu trong phòng thí nghiệm

Đối với mỗi hỗn hợp bê tông, thí nghiệm nén được thực hiện trên 3 mẫu lập phương. Hình 3 thể hiện khả năng chịu nén của mỗi hỗn hợp bê tông đất tại các độ tuổi khác nhau. Giá trị trên đồ thị là giá trị trung bình của phép đo 3 mẫu và độ lệch trung bình. Ở 7 ngày sau khi chế tạo, giá trị trung bình của cường độ chịu nén thay đổi từ 0.7 đến 1.2 MPa. Ở ngày thứ 28 sau khi chế tạo, cường độ nén của bê tông thay đổi từ 1.3 đến 2.4 MPa, như vậy là cường độ chịu nén đã tăng khoảng 2 lần so với cường độ chịu nén tại thời điểm 7 ngày. Ở ngày thứ 180 sau khi chế tạo, cường độ nén của bê tông thay đổi từ 2.5 đến 5.1 MPa. Các kết quả này chứng tỏ rằng, sự phát



**Hình 3.** Cường độ nén của bê tông ở 7, 28 và 180 ngày

triển cường độ chịu nén của bê tông đất còn phát triển khá nhiều tại thời điểm 180 ngày so với bê tông truyền thống gần ổn định cường độ ở ngày thứ 28 sau chế tạo.

Dựa vào các kết quả thí nghiệm trên đây, ta có thể rút ra một số nhận xét đáng chú ý sau đây:

Cường độ chịu nén của bê tông đất nhìn chung nhỏ hơn 5 MPa sau 28 ngày và giá trị này càng nhỏ khi hàm lượng của xi măng càng giảm đi, độ rỗng tăng lên và lượng nước chứa trong bê tông tăng lên đảm bảo tính dễ thi công

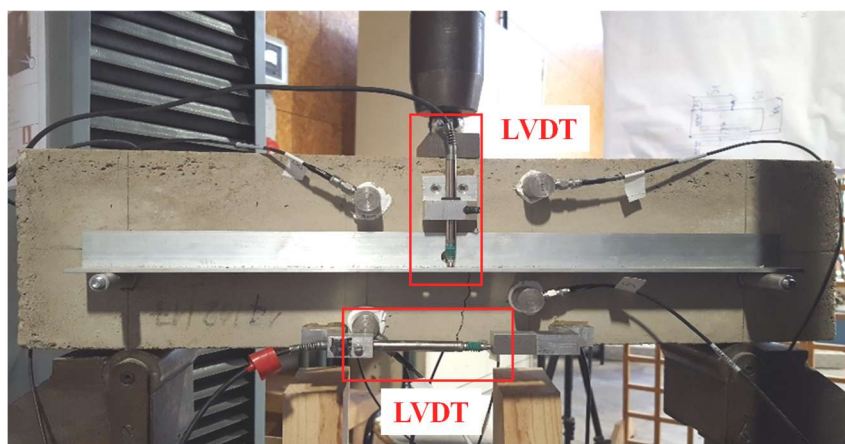
- Cường độ chịu nén của bê tông đất giảm đi khoảng 40% khi hàm lượng đất sét tăng lên 40% thay vì 0%. Sự ảnh hưởng của đất sét là đáng kể và nhiều hơn hẳn so với sự ảnh hưởng của hàm lượng sợi gai dầu.
- Sự ảnh hưởng của sợi gai dầu đến cường độ chịu nén của bê tông được thể hiện rõ nét nhất khi hỗn hợp bê tông đất không có đất sét (100% là đất cát). Hiệu ứng này sẽ giảm dần khi hàm lượng đất sét tăng lên.

### **3. KHẢ NĂNG CHỊU UỐN CỦA BÊ TÔNG ĐẤT**

#### **3.1. Thí nghiệm nén 3 điểm**

Ứng xử uốn của bê tông đất được tiến hành với thí nghiệm uốn 3 điểm, vì thực tế cho thấy thử nghiệm uốn rất khó thực hiện trên các mẫu lập phương kích thước nhỏ. Vì vậy trong thí nghiệm này, nhóm nghiên cứu đã sử dụng mẫu thí nghiệm có kích thước 100x150x600 mm ở 28 ngày sau khi chế tạo. Với mỗi hỗn hợp bê tông đất sẽ có 3 mẫu được sử dụng để đo. Khoảng cách giữa 2 gối là 445 mm.

Hình 4 mô tả thí nghiệm uốn 3 điểm trên mẫu điển hình. Với mỗi mẫu đo sẽ có 1 cảm biến LVDT được gắn ở vị trí thẳng đứng ở giữa mẫu thí nghiệm để đo chuyển vị (uốn), có 2 cảm biến LVDT được đặt theo phương ngang nằm 2 bên hông của mẫu thí nghiệm để đo độ mở rộng vết nứt. Máy nén 3 điểm có khả năng gia lực lớn đến 100 kN và tự động ghi lại số liệu. Lực nén 3 điểm được áp dụng với tốc độ 0.005 mm/ phút từ khi bắt đầu thí nghiệm đến khi gia tải đạt giá trị lớn nhất, sau đó tốc độ gia tải tăng lên 0.4 mm/phút để tăng tốc độ thí nghiệm xác định ứng xử uốn của bê tông đất sau khi xuất hiện vết nứt.



**Hình 4:** Thí nghiệm nén uốn 3 điểm của bê tông đất

Ứng suất kéo của mỗi mẫu được tính toán bởi công thức (1), với  $P_{max}$  là lực nén lớn nhất,  $l$  là khoảng cách giữa 2 gối,  $b$  là bề rộng của mẫu thí nghiệm, và  $h$  là chiều cao của mẫu.

$$\sigma_t = \frac{3P_{max} l}{2bh^2} \quad (1)$$

Từ đường cong tải trọng – chuyển vị, ứng suất kéo khi tải trọng lớn nhất, ký hiệu là  $f_{net}$ , được xác định bằng công thức (2) [15], với  $P_{max}$  tải trọng lớn nhất,  $m$  là khối lượng của mẫu tính từ đầu này của gối đến đầu kia của gối, được tính trên trọng lượng của cả mẫu theo  $l/L$ , và  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$  là gia tốc trọng trường.

$$f_{net} = \frac{6 \left( P_{max} + \frac{mg}{2} \right) l}{4bh^2} \quad (2)$$

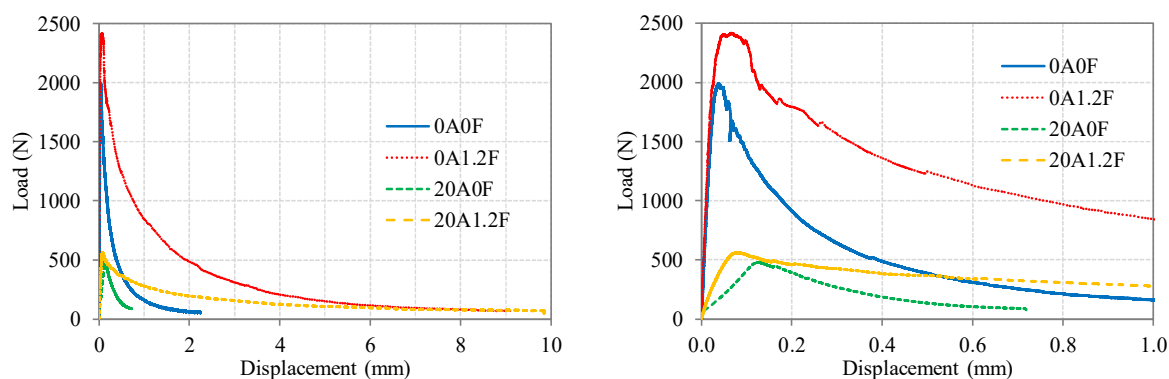
### 3.2. Đường cong tải trọng – chuyển vị

Hình 5 mô tả đường cong tải trọng – chuyển vị của 4 mẫu đặc trưng của bê tông đất ở 28 ngày với 4 hỗn hợp có các thành phần như trong bảng 1. Những đường cong này cho phép xác định giá trị tải trọng lớn nhất và phân tích ứng xử của bê tông đất với những hàm lượng khác nhau của đất sét và sợi gai dầu. Các kết quả như tải trọng lớn nhất  $P_{max}$  (N), ứng suất uốn  $\sigma_t$  (MPa), cường độ nén khi uốn  $f_c$  (MPa) hoặc tỉ số  $\sigma_t/f_c$  được tổng hợp trong bảng 2.

**Bảng 2:** Bảng kết quả ứng suất uốn của bê tông đất

Hỗn hợp	$P_{max}$ (N)	$\sigma_t$ (MPa)	$f_{net}$ (MPa)	$f_c$ (MPa)	$\sigma_t/f_c$
0A0F	1990	0.59	0.61	2.38	0.25
0A1.2F	2418	0.72	0.73	1.58	0.45
20A0F	480	0.14	0.16	1.43	0.10
20A1.2F	562	0.17	0.18	1.32	0.13

Kết quả thực nghiệm cho thấy, ứng suất uốn của bê tông đất khá nhỏ, dao động từ 0.14 đến 0.72 MPa. Sự khác nhau giữa ứng suất uốn lớn nhất và ứng suất uốn trung bình là khá nhỏ do trọng lượng của các mẫu thử nghiệm giữa hai gối là không lớn (9.4 – 11.8 kg). Ứng suất uốn giảm khá lớn và nhanh khi sử dụng 20% đất sét trong hỗn hợp bê tông (20A0F). Trong khi đó, ứng suất uốn lại không tăng lên đáng kể khi thêm cốt sợi. Sự ảnh hưởng của cốt sợi trong thí nghiệm uốn này trở nên rõ rệt hơn đối với hỗn hợp 0% đất sét (0A1.2F). Mặt khác, sự ảnh hưởng này trở nên không đáng kể với hỗn hợp 20% đất sét (20A1.2F). Tỉ số  $\sigma_t/f_c$  giữa ứng suất uốn và cường độ nén của bê tông đất thay đổi từ 0.10 đến 0.45. Tỉ số này phụ thuộc vào hàm lượng đất sét cũng như hàm lượng cốt sợi. Sự tương quan giữa cường độ uốn và cường độ nén rất khác biệt, không tập trung vì những thuộc tính cơ học này chịu ảnh hưởng trái ngược của đất sét và cốt sợi.



(a) Tổng quan

(b) Cận cảnh

**Hình 5:** Đường cong tải trọng – chuyển vị của bê tông đất ở 28 ngày

Thêm nữa, sự chuyển vị khi gia tải mức lớn nhất lại không đáng kể, dao động từ 0.037 đến 0.124 mm cho tất cả các thí nghiệm uốn của bê tông đất. Ngược lại, sự chuyển vị lớn nhất xảy ra tại vết nứt của hỗn hợp có 1.2% sợi gai dầu (0A1.2F and 20A1.2F) thể hiện khá rõ ràng và cao hơn rõ rệt hỗn hợp không có sợi gai dầu (0A0F and 20A0F), 9.156 – 9.846 mm so với 0.719 – 2.244 mm.

Sự chuyển vị lớn nhất phụ thuộc vào liên kết giữa đất - xi măng và sợi gai dầu. Ngoài ra kết quả thực tế cho thấy rằng tính dẻo của bê tông đất có thể được cải thiện rõ rệt khi sử dụng cốt sợi gai dầu.

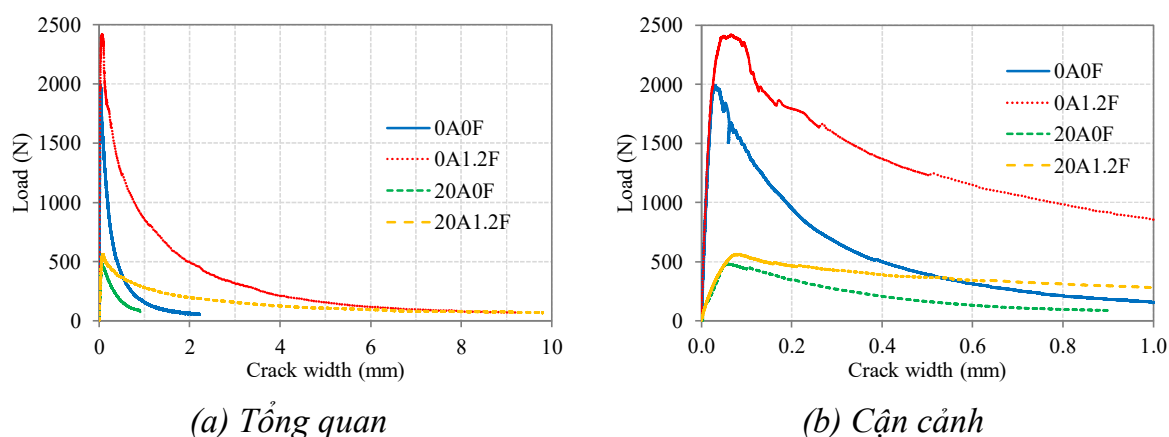
### 3.3. Đường cong tải trọng – Độ mở rộng vết nứt

Trong quá trình thực nghiệm uốn 3 điểm, độ mở rộng vết nứt được đo bởi 2 thiết bị LVDT đặt nằm ngang ở giữa vùng bị kéo của mẫu thí nghiệm. Độ mở rộng vết nứt của mỗi mẫu thí nghiệm được tính bằng giá trị trung bình của 2 thiết bị LVDT ở 2 bên của mẫu thí nghiệm. Hình 6 thể hiện biểu đồ đường cong Tải trọng – Độ mở rộng vết nứt cho 4 mẫu thí nghiệm điển hình của bê tông đất với 0% và 20% đất sét, 0% và 1.2% sợi gai dầu trong hỗn hợp (theo bảng 1).

Sự liên hệ giữa tải trọng và độ mở rộng vết nứt là tuyến tính cho đến khi tải trọng đạt 80% giá trị lớn nhất. Sau đó quan hệ giữa tải trọng và độ mở rộng vết nứt trở nên không tuyến tính.

Giá trị của độ mở rộng vết nứt khi gia tải lớn nhất là không đáng kể, thay đổi từ 0.030 tới 0.085 mm. Độ mở rộng vết nứt có thể xảy ra nhanh hơn đối với mẫu thử có hàm lượng đất sét là 20% so với mẫu thử không có đất sét. Với mẫu thử có cùng hàm lượng đất sét, đường cong tải trọng – độ mở rộng vết nứt thay đổi đáng kể khi thêm cốt sợi gai dầu. Với 1.2% gai dầu, độ mở rộng vết nứt là lớn rõ rệt so với 0% gai dầu. Tốc độ phát triển vết nứt của hỗn hợp có 1.2% gai dầu cũng chậm hơn hẳn so với 0% gai dầu.





**Hình 6:** Đường cong tải trọng – độ mở rộng vết nứt của bê tông đất ở 28 ngày

Sau khi đạt đỉnh về tải trọng gia tải, sợi gai dầu có thể làm tăng đáng kể bề rộng vết nứt của bê tông đất. Tại vị trí nứt của mẫu, sự chuyển vị lớn nhất thay đổi từ 9.295 đến 9.795 mm đối với bê tông có 1.2% sợi gai dầu (0A1.2F và 20A1.2F), cao hơn với hỗn hợp như thế nhưng không có cốt sợi, dao động từ 0.906 đến 2.213 mm. Kết quả này có thể được giải thích là do sự xuất hiện của cốt sợi (gai dầu) tại vị trí nứt. Ngoài ra, ứng suất uốn có thể truyền một phần từ bê tông sang cốt sợi và khả năng chịu uốn của cốt sợi khá tốt đã làm cho khả năng chịu uốn tổng thể của kết cấu tăng lên.

#### 4. KẾT LUẬN

Bê tông đất là một vật liệu thân thiện môi trường do sử dụng đất tại địa phương là thành phần chính và do đó làm giảm chi phí vận chuyển và khai thác.

Kết quả cho thấy cường độ nén của bê tông giảm khi tăng tỷ lệ sợi gai dầu và đất sét, liên quan đến sự gia tăng độ rỗng của bê tông đất. Tác động giảm nhẹ cường độ nén khi thêm cốt sợi là do sự thay đổi cấu trúc bê tông đất, sự thay đổi phân bố lỗ rỗng là do tạo ra các khoảng trống và gián đoạn. Ngoài ra, cường độ nén tiếp tục tăng cao gấp hai lần so với giá trị đo được ở 28 ngày. Cường độ nén đo được thay đổi từ 1 MPa đến 5 MPa với độ sụt > 6,5 cm tùy thuộc vào điều kiện bảo dưỡng, tỷ lệ đất sét và tỷ lệ sợi gai dầu.

Sự co ngót tự sinh tăng cùng với sự gia tăng tỷ lệ đất sét. Độ co ngót khô tăng theo tỷ lệ đất sét và với 40% đất sét giá trị này cao hơn từ 5 đến 6 lần so với 0% đất sét. Việc bổ sung 1,2% cốt sợi ảnh hưởng không đáng kể đến biên độ co ngót khi 0% và 20% đất sét, tuy nhiên nó làm tăng biên độ co ngót khô cho hỗn hợp có 40% đất sét với tỷ lệ lớn. Điều này là do sự thay đổi cấu trúc lỗ rỗng làm thay đổi tốc độ bay hơi và do đó mức độ co ngót được thể hiện rõ rệt.

Bài báo này đã trình bày những kết quả thực nghiệm bằng thí nghiệm uốn 3 điểm và nén được thực hiện trên các mẫu của bê tông đất. Với các thí nghiệm hỗn hợp bê tông đất, ứng suất uốn thể hiện không đáng kể, dao động từ 0.14 đến 0.72 MPa ở tuổi 28 ngày, trong khi cường độ nén đạt 1.32 đến 2.38 MPa.

Tiếp nữa, cường độ nén của bê tông đất tiếp tục tăng lên gấp đôi sau 28 ngày, tăng từ 2.5 đến 5.1 MPa ở 180 ngày. Và bê tông đất này có thể được sử dụng như là vật liệu sinh thái trong xây dựng (ví dụ có thể sử dụng vật liệu này để làm tường cho kết cấu khung, tường không chịu lực).

Kết quả thực nghiệm này có thể sử dụng hữu ích làm tham khảo cho thiết kế bê tông đất từ đất tự nhiên (đất cát, đất sét) và bổ sung cốt sợi tự nhiên (gai dầu).

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. H. Houben, H. Guillaud. *CRATerre – Traité de construction en terre*. Editions Parenthèses, 1989. (in French).
- [2]. A. Hibouche. *Sols traités aux liants: Performances hydro-mécaniques et hygro-thermiques. Applications en BTP*. PhD thesis, University of Le Havre, 2013, 320 p. (in French).
- [3]. D.C. Ngo. *Développement d'un nouveau éco-béton à base de sol et fibres végétales – Etude du comportement mécanique et de durabilité*. PhD thesis, University of Bordeaux, 2017, 203 p. (in French).
- [4]. H. Van Damme, H. Houben. Earth concrete. Stabilization revisited. *Cement and Concrete Research* **114** (2018) 90–102.
- [5]. S.M. Rao, P. Shivananda. Compressibility behavior of lime-stabilized clay. *Geotechnical and Geological Engineering* **23** (2005) 309–319.
- [6]. F. Sariosseiri, B. Muhunthan. Effect of cement treatment on geotechnical properties of some Washington State soils. *Engineering Geology* **104** (2009) 119–125.
- [7]. J. Eid. *Élaboration d'un éco-géo-matériau à base de terre crue*. PhD thesis, Normandy University, 2016, 397 p. (in French).
- [8]. F.P. Torgal, S. Jalali. Natural fiber reinforced concrete. In *Fibrous and Composite Materials for Civil Engineering Applications*, 154-167, Woodhead Publishing Series in Textiles, 2011.
- [9]. P. Zak, T. Ashour, A. Korjenic, S. Korjenic, W. Wu. The influence of natural reinforcement fibers, gypsum and cement on compressive strength of earth bricks materials. *Construction and Building Materials* **106** (2016) 179–188.
- [10]. N. Mostefai, R. Hamzaoui, S. Guessasma, A. Aw, H. Nouri. Microstructure and mechanical performance of modified hemp fibre and shiv mortars: Discovering the optimal formulation. *Materials and design* **84** (2015) 359–371.
- [11]. M. Degrave-Lemeurs, P. Glé, A. Hellouin de Menibus. Acoustical properties of hemp concretes for buildings thermal insulation: Application to clay and lime binders. *Construction and Building Materials* **160** (2018) 462–474.

- [12]. ASTM D2487-17. *Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)*. ASTM International, West Conshohocken, PA, 2017.
- [13]. NF 197-1. *Cement – Part 1: Composition, specifications and conformity criteria for common cements*.
- [14]. EN 459-1. *Building lime. Definitions, specifications and conformity criteria*.
- [15]. G. Giaccio, G.R. de Sensale, R. Zerbino. Failure mechanism of normal and high-strength concrete with rice-husk ash. *Cement & Concrete Composites* **29** (2007) 566–574.

## NGHIÊN CỨU GIẢNG DẠY VỀ KỸ THUẬT ĐỊNH HƯỚNG TƯ DUY KHÔNG GIAN

**Nguyễn Tuấn Anh\***

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội.

\*Tác giả liên hệ: Email: tuananhnguyen@utc.edu.vn

**Tóm tắt:** Vẽ kỹ thuật là kiến thức cơ sở trong mọi hoạt động kỹ thuật. Bản vẽ kỹ thuật lưu trữ và truyền tải các thông tin kỹ thuật cho nhiều môn khoa học. Trong đó, tư duy không gian là tổng hợp nhiều kỹ năng nhận thức và là nền tảng cốt lõi của môn vẽ kỹ thuật. Vì vậy, cần nghiên cứu làm rõ mối liên hệ giữa tư duy không gian đối với môn học vẽ kỹ thuật để có định hướng chính xác đem lại hiệu quả trong công tác giảng dạy. Với chương trình đào tạo kỹ sư cơ khí, môn học Vẽ kỹ thuật (VKT) luôn đóng một vai trò đặc biệt quan trọng. Điều này có nghĩa là việc đổi mới giảng dạy các học phần F2 Cơ khí theo hướng phát triển tư duy không gian sẽ góp phần xây dựng thành công chương trình đào tạo kỹ sư cơ khí tiếp cận theo CDIO tại Trường Đại học Giao thông vận tải và nâng cao chất lượng nguồn nhân lực kỹ sư cơ khí.

**Từ khóa:** tư duy không gian, vẽ kỹ thuật, cơ khí.

**Summary:** Technical drawing is the basis of all engineering activities. In the mechanical engineering training program, the subject Technical Drawing always plays a particularly important role, technical drawings store and convey technical information for many other scientific subjects. Spatial thinking is a synthesis of many cognitive skills and is the core foundation of technical drawing. It is necessary to research and clarify the relationship of spatial thinking to the subject of technical drawing In order to have accurate orientation for effective teaching. The innovation of teaching the F2 Mechanical Engineering modules towards developing spatial thinking contributes to the successful construction of a CDIO-based mechanical engineering training program at the University of Transport and Communications and improves quality human resources for mechanical engineers.

**Keywords:** spatial thinking, technical drawing, mechanics.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sự xuất hiện của các thương hiệu điện tử và công nghệ hàng đầu thế giới như Samsung, Intel, LG, Foxconn, Canon, Panasonic, Nokia, Apple, Xiaomi, Qualcomm và Microsoft tại Việt Nam đã thể hiện tiềm năng phát triển lớn mạnh trong chuỗi cung ứng toàn cầu của thị trường tại Việt nam. Bên cạnh đó, nước ta cũng đang nỗ lực nâng cao chuỗi giá trị ngành sản xuất, thông qua việc đổi mới công nghệ, tăng cường các hoạt động nghiên cứu và phát triển. Vai trò và thách thức của các trường đại học đóng góp cho sự hội nhập kinh tế là làm thế nào để đào tạo được nguồn nhân lực đáp ứng nhu cầu

phát triển của xã hội. Các kỹ sư cơ khí cần thích ứng làm việc trong nhiều lĩnh vực ngành nghề khác nhau: từ hàng không vũ trụ, ô tô, đường sắt, hàng hải, xây dựng, hóa chất, hàng tiêu dùng, quốc phòng, điện tử, kim loại và vật liệu, dược phẩm ...

Hiện nay, Trường Đại học Giao thông vận tải đang triển khai xây dựng chương trình đào tạo theo chuẩn CDIO [1]. Chương trình đào tạo của ngành Cơ khí được xây dựng với mục tiêu đào tạo kỹ sư có kiến thức cơ bản và chuyên sâu trong lĩnh vực cơ khí, đáp ứng nhu cầu nguồn nhân lực có trình độ kỹ thuật cao. Kỹ sư ra trường có kiến thức kỹ năng tính toán thiết kế, sử dụng thành thạo các công cụ mô phỏng.

Bên cạnh đó, mọi ngành nghề thuộc lĩnh vực kỹ thuật, công nghệ đặc biệt là ngành công trình, điện tử hay viễn thông, bản vẽ kỹ thuật là kim chỉ nam không thể thiếu trong quá trình sản xuất, chế tạo và thi công. Lý do là thông qua bản vẽ người ta mới có thể hiện thực hoá các công đoạn tạo ra sản phẩm một cách chính xác và đảm bảo chất lượng. Thêm nữa, người sử dụng cũng có thể dựa vào bản vẽ để lập một qui trình vận hành, bảo trì và thay thế thống nhất.

Các giáo trình Hình học họa hình và Vẽ kỹ thuật đều đề cập tới tư duy không gian tuy nhiên mối liên hệ này chưa được nghiên cứu làm rõ [2]. Qua kinh nghiệm giảng dạy và nghiên cứu sâu về tư duy không gian, tác giả phát hiện có nhiều mối liên hệ giữa tư duy không gian và vẽ kỹ thuật. Mối quan hệ này tương hỗ, không thể tách rời: để học tốt môn học vẽ kỹ thuật sinh viên cần có tư duy không gian ở một mức độ cơ bản và học tập môn học vẽ kỹ thuật giúp sinh viên phát triển tư duy không gian lên một mức độ cao hơn. Qua quá trình học tập VKT sẽ hình thành được khả năng sáng tạo trong thiết kế, vận hành máy móc. Giảng dạy môn học vẽ kỹ thuật F2 cơ khí theo hướng tiếp cận phát triển tư duy không gian thực sự hiệu quả, nó còn đem lại nhiều trải nghiệm tạo hứng thú, tích cực từ phía người học. Các nội dung học được chia nhỏ để sinh viên dễ hiểu và chủ động tiếp nhận kiến thức mới.

## **2. THỰC TRẠNG GIẢNG DẠY VẼ KỸ THUẬT F2 CƠ KHÍ Ở TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI**

VKT là học phần quan trọng và thường được bố trí thời gian học trước các môn cơ sở ngành. Nhiệm vụ chính hiện nay của học phần VKT cơ khí là cung cấp các kiến thức kỹ năng để sinh viên đọc hiểu và thành lập bản vẽ kỹ thuật, sử dụng được phần mềm thiết kế ứng dụng làm bài tập VKT. Cùng với một số môn học khác môn VKT còn góp phần hoàn thiện các kỹ năng quan trọng của một kỹ sư cơ khí hiện nay: kỹ năng thuyết trình, tư duy logic, sáng tạo, kỹ năng quan sát, giải quyết các vấn đề, có tính kiên trì, cẩn trọng, tỉ mỉ và chịu được áp lực công việc cao.

### **2.1. Giới thiệu về học phần Vẽ kỹ thuật F2 Cơ khí**

Vẽ kỹ thuật F2 Cơ khí là học phần tiếp theo của học phần Vẽ kỹ thuật F1(VKT Cơ bản). VKT F2 Cơ khí bao gồm các phần:

- Các mối ghép (Bài tập 1: Mối ghép ren)
- Bản vẽ chi tiết (Bài tập 2: Lập bản vẽ chi tiết và bản vẽ lắp 2D từ cụm máy 3D cho trước)

- Vẽ qui ước bánh răng và lò xo
- Bản vẽ lắp (Bài tập 3+ Bài tập lớn: Đọc bản vẽ lắp 2D và vẽ tách chi tiết)

Học phần VKT F2 với kỹ năng đọc hiểu bản vẽ lắp đòi hỏi khả năng tư duy không gian và giao tiếp bản vẽ ở mức cao trong khi sinh viên chưa được trang bị một số thông tin kỹ thuật thuộc chuyên ngành học.

## **2.2. Thực trạng về giảng dạy Vẽ kỹ thuật F2 Cơ khí**

Giảng dạy môn học VKT vẫn chủ yếu sử dụng phương pháp thuyết giảng truyền thống: giáo viên lên lớp giảng bài, vẽ hình trên bảng, kết hợp với slide thuyết trình nội dung bài học, giải thích các tiêu chuẩn về biểu diễn trong VKT, giáo viên tương tác với sinh viên qua đặt câu hỏi lý thuyết. Qua việc thực hiện các bài tập theo đề cương môn học và qua quá trình chữa bài tập với sự hướng dẫn của giáo viên, sinh viên thu nhận được kiến thức và kỹ năng của mình trong thành lập và đọc bản vẽ kỹ thuật; tuy nhiên sinh viên gặp nhiều khó khăn trong tiếp thu kiến thức và thiếu sự chủ động. Một phần vì tài liệu học tập của môn học quá thách thức, nếu sinh viên chỉ dựa vào nghiên cứu giáo trình rất ít khả năng làm được các bài tập yêu cầu môn học. Vấn đề này càng trở nên khó khăn khi ngày nay lượng kiến thức phổ thông về hình học không gian bị rút ngắn, dẫn đến tình trạng người học không có đủ kiến thức cơ sở, khiến khả năng tư duy không gian yếu.

Bộ môn Hình họa-Vẽ kỹ thuật đã từng có tư liệu giảng dạy trực quan là các loại van nước thật để sinh viên vẽ tách các chi tiết của van, sau đó lập bản vẽ lắp van nước 2D. Đây là bài tập rất trực quan với sinh viên cơ khí giống như được thực tập tại các xưởng cơ khí, vì sinh viên được tháo, lắp, quan sát đặc điểm cấu tạo các chi tiết máy đơn giản, được đo vẽ bằng các dụng cụ đo từ đó lập các bản vẽ chi tiết và lập bản vẽ lắp.

Trước yêu cầu đổi mới chương trình đáp ứng được chuẩn đầu ra sinh viên Cơ khí theo CDIO, học phần VKT F2 cần phải thường xuyên nghiên cứu phương pháp dạy và học tập hiệu quả hơn phù hợp với điều kiện mới.

## **3. NGHIÊN CỨU TƯ DUY KHÔNG GIAN TẠO NÊN THÀNH CÔNG TRONG HỌC TẬP VẼ KỸ THUẬT**

Tư duy không gian rất quan trọng để thành công trong các môn học STEM [3]. Các kỹ năng của tư duy không gian được giảng dạy trong chương trình dạy hiện tại của nhiều trường đại học và cao đẳng trên thế giới. Khả năng hình dung các mối quan hệ không gian, phân tích cấu tạo vật thể, vị trí tương đối và cách chúng có thể liên kết hay vận động theo thời gian, cũng như cách người quan sát có thể hình dung mọi góc cạnh trong một kết cấu không gian. Tư duy không gian gồm nhiều kỹ năng cơ bản cần thiết để hiểu và suy luận về các khái niệm kỹ thuật. Tư duy không gian giúp chúng ta có thể thu thập thông tin không gian cho các vấn đề học tập và nghiên cứu. Tư duy không gian thuộc quá trình nhận thức nên cần phân tách rõ ràng theo nhiều cấp độ cùng các mối liên hệ về lĩnh vực không gian để người học lựa chọn mức độ phù hợp để tiếp cận các kiến thức môn học.

### **3.1. Mối liên hệ tư duy không gian với môn học vẽ kỹ thuật**

Tư duy không gian và môn học VKT đều hướng đến đối tượng vật thể không gian. Tư duy không gian là hoạt động suy nghĩ hướng đến đối tượng không gian. Đối tượng không gian của môn học vẽ kỹ thuật F2 cơ khí là các chi tiết máy. Các hình biểu diễn (các loại hình chiếu, hình cắt...) trong bản vẽ kỹ thuật cũng để biểu diễn rõ ràng hiệu quả đối tượng không gian (chi tiết máy, cụm lắp, máy móc, nhà xưởng...).

Tư duy không gian là tổng hợp nhiều kỹ năng nhận thức và là nền tảng cốt lõi của môn VKT nên cần được làm rõ và quan tâm đặc biệt trong chương trình giảng dạy [4,5]. Tư duy không gian của kỹ sư cơ khí, công trình, địa chất sẽ quan tâm đến lĩnh vực không gian khác nhau... trong kỹ sư cơ khí thì kỹ sư chế tạo máy, kỹ sư công nghệ vật liệu, kỹ sư ô tô lại quan tâm đến các vấn đề chuyên sâu khác.

Tư duy không gian gồm các kỹ năng như định hướng, hình dung, xoay chuyển, biểu diễn phối cảnh, tư duy sâu hơn là các cách thức lập luận để hình dung cấu trúc hợp lý bên ngoài và bên trong của một chi tiết máy cho đến hình dung các bước tháo lắp các chi tiết máy qua đọc hiểu bản vẽ lắp. Đọc hiểu bản vẽ lắp có thể được hiểu là quá trình thu thập các thông tin quan trọng trong một tập dữ liệu phức tạp.

Tư duy không gian có thể diễn tả cách một đối tượng thay đổi theo thời gian (động học) và cho phép chúng ta giải thích lý do cho sự thay đổi lắp ghép hợp lý của các chi tiết máy trong hoạt động ở các cụm chức năng khi nghiên cứu bản vẽ lắp.

### **3.2 Lập luận tư duy không gian nghiên cứu biểu diễn chi tiết máy**

Các chi tiết máy rất đa dạng có những chi tiết đơn giản và không ít chi tiết phức tạp. Các chi tiết dùng chung thường được chế tạo hàng loạt theo tiêu chuẩn (bulong, đai ốc vòng đệm, bánh răng lò xo, then chốt...) có chi tiết lắp riêng cho từng loại máy (khung xe, thân, vỏ máy...) [6].

Căn cứ đặc điểm cấu tạo hình dạng của chi tiết máy phân loại ra 5 dạng chi tiết máy điển hình: Chi tiết dạng hộp, chi tiết dạng trục, chi tiết dạng càng, chi tiết dạng bạc và chi tiết dạng đĩa. Để nắm vững được những đặc điểm cấu tạo sinh viên cần được cung cấp thông tin không gian trực quan của các chi tiết máy, mô hình vẽ 3D hoặc thực tập xưởng.

Đặc điểm chi tiết dạng hộp có nhiều vách, gân tăng cứng với độ dày mỏng khác nhau; nhiều lỗ, mặt phẳng và phân lồi lõm cần gia công cho lắp ghép; là loại chi tiết phức tạp, khó gia công.

Chi tiết dạng trục là chi tiết có nhiệm vụ truyền chuyển động quay, mô men xoắn trong cơ khí chế tạo. Có thể chia ra làm 5 loại trục khác nhau: trục trơn, trục bạc, trục rỗng, trục răng, trục lệch tâm (trục khuỷu).

Chi tiết dạng càng là những chi tiết có một hoặc một số lỗ cơ bản cần gia công đạt độ chính xác cao mà đường tâm của chúng song song hoặc tạo với nhau một góc. Chi tiết này thường có một mặt phẳng đối xứng.

Chi tiết dạng bạc là những chi tiết có dạng trụ rỗng, mỏng có tác dụng làm tăng tuổi thọ các chi tiết chuyển động quay hoặc tịnh tiến.

Chi tiết dạng đĩa cầu tạo tròn xoay có chiều dày nhỏ thường có lỗ ở tâm (bánh răng, bánh đai, đĩa xích...)

Các kỹ năng đơn giản sinh viên được hướng dẫn và luyện tập trước hết là định hướng, quan sát hình dung các vật thể đơn giản hoặc quen thuộc. Kỹ năng này được thực hành trong học phần VKT F1. Tuy nhiên trong học phần này có thể nhắc lại qua các chi tiết dạng trục hoặc các chi tiết có dạng tròn xoay.

Kỹ năng hình dung và xoay tưởng tượng đến các vị trí khác nhau nhận được đúng các thông tin hình ảnh của một vật thể ở các góc độ khác nhau đặc biệt một số chi tiết có phần nằm trên mặt phẳng không song song với mặt phẳng cơ bản. Kỹ năng này sử dụng quan sát biểu diễn một số chi tiết dạng càng, dạng đĩa. Bài tập luyện tập là vẽ các mặt cắt của chi tiết tại các vị trí có tiết diện thay đổi, vẽ hình chiếu phụ, vẽ hình cắt xoay. Hình dung hình dạng của vật thể được tạo thành khi quay hoặc tịnh tiến một tiết diện. Hình dung các vị trí lỗ hoặc một phần thân của chi tiết được xoay đi một góc trong quá trình biểu diễn.

Kỹ năng hình dung và vẽ mặt cắt qua các chi tiết từ đơn giản đến vật thể phức tạp như mặt cắt qua các phần tử ren, lỗ, rãnh trên trục (lỗ chông tâm, rãnh then, lỗ bậc...), rãnh dầu bôi trơn trên chi tiết dạng bạc. Kỹ năng cao hơn là hình dung và vẽ mặt cắt qua phần tử giao các khối cấu tạo nên chi tiết máy, vách, gân tăng cứng với độ dày mỏng khác nhau và phần lồi lõm cần gia công cho bề mặt lắp ghép. Hơn nữa việc vẽ mặt cắt, hình cắt trên bản vẽ có nhiều qui định theo tiêu chuẩn nhằm đơn giản hóa để bản vẽ rõ ràng nên có sự khác nhau tương đối giữa mặt cắt trên bản vẽ và mặt cắt qua vật thể thật (không gạch kí hiệu mặt cắt dọc theo gân, nan hoa) nhưng vẫn gạch mặt cắt khi cắt ngang. Quan sát và so sánh và tìm hiểu sự khác nhau của hình cắt trên bản vẽ và cắt trên các vật thể thật với các chi tiết nghiên cứu áp dụng cho các chi tiết dạng hộp có gân gờ.

Quan sát một phần của chi tiết để hình dung toàn bộ chi tiết ví dụ chi tiết bị cắt  $\frac{1}{2}$  hoặc  $\frac{1}{4}$  trên hình 3D để hiểu rõ cấu tạo mặt ngoài và trong của chi tiết dạng hộp. Việc phân chia các chi tiết dạng hộp phức tạp thành nhiều phần lắp ghép còn liên quan đến vấn đề kỹ thuật để thuận lợi gia công và lắp máy. Để tăng tính trực quan và cũng là xu thế của các kỹ sư cơ khí hiện nay cần kết hợp dựng chi tiết phức tạp trên các phần mềm 3D. Hiểu được cấu tạo đặc biệt các chi tiết có gân gờ, khoảng rỗng, hình dung đúng được mặt cắt ở mọi vị trí có thể nhờ sự hỗ trợ tốt của máy tính. Thực hiện luyện tập vẽ hình cắt ghép các chi tiết máy phức tạp có kết cấu rỗng.

Kỹ năng đọc bản vẽ chi tiết là quá trình tư duy ngược lại của xây dựng bản vẽ kỹ thuật cho các chi tiết máy, kỹ năng này cần nhiều nỗ lực và thời gian để luyện tập. Khi luyện tập vẽ các hình chiếu, mặt cắt, hình cắt của các chi tiết máy đến mức độ nhất định, người học sẽ hình thành tư duy đọc các hình biểu diễn để hình dung vật thể tức là đọc bản vẽ kỹ thuật.

Đọc hiểu bản vẽ chi tiết là quá trình thực hành trải qua nhiều cấp độ. Không có một lý thuyết nào hiện nay có thể diễn giải rõ ràng để sinh viên chỉ cần học qua là làm được bài tập đọc hiểu bản vẽ chi tiết. Theo tư duy mặt ta có thể thấy trên các hình chiếu, mỗi đường khép kín thể hiện một mặt. Hai đường khép kín kề nhau hay bao nhau thể hiện hai mặt của vật thể, người đọc cần căn cứ theo hình chiếu còn lại để xác định vị trí



trung đối giữa hai mặt kề nhau. Sau khi đã nắm được vị trí của các mặt thì các mặt khép kín hình dung tương ứng thành các khối và từ các khối nhận ra được cấu tạo của vật thể. Theo tư duy khối cấu tạo của chi tiết máy được phân chia thành các phần (phần đế, phần thân, phần đỉnh, phần trên hay dưới). Người học phải kiểm tra kỹ các liên hệ chiếu trên các hình chiếu, các đường giống từ trên xuống dưới để phân chia vật thể thành từng khối hình học theo các vị trí. Như vậy, yêu cầu là phải nắm chắc đặc điểm hình chiếu của các khối hình học cơ bản, rồi căn cứ theo các hình chiếu hình dung vật thể theo các khối thành phần. Các khối bộ phận kết hợp với nhau theo ba trạng thái: cộng khối, trừ khối hay lấy phần chung. Cả hai phương pháp nêu trên đều phải kết hợp khi áp dụng vào việc biểu diễn một đối tượng cụ thể, kinh nghiệm và cách tư duy của người học khác nhau, do đó thảo luận để người học lựa chọn phát huy tính tích cực và tăng được hiệu quả trong giảng dạy.

### **3.3. Lập luận tư duy không gian nghiên cứu đọc bản vẽ lắp**

Các kỹ năng phải được rèn luyện từ dễ đến khó các đối tượng không gian nghiên cứu cũng sắp xếp theo mức độ phức tạp tăng dần. Sau khi hoàn thành các bài tập đọc hiểu bản vẽ chi tiết, phân biệt các dạng chi tiết điển hình mang các đặc điểm hình học cũng như cấu tạo của các chi tiết thuộc chuyên ngành học. Lưu ý khi chưa hoàn thành một kỹ năng cơ bản nào đó thì chưa nên vội vàng học các kỹ năng quá cao so với năng lực hiện tại. Sinh viên chưa nắm vững các kiến thức kỹ năng biểu diễn chi tiết máy và đọc hiểu bản vẽ chi tiết thì không nên đọc hiểu bản vẽ lắp.

Tư duy không gian có thể diễn tả cách một đối tượng thay đổi theo thời gian cũng như mối liên hệ không gian. Quá trình làm việc của một cụm máy hay bộ phận máy là quá trình động với các chi tiết phải lắp vào nhau bằng nhiều mối ghép và kiểu lắp khác nhau. Tư duy không gian cho phép chúng ta hình dung, mô tả, giải thích và dự đoán cấu tạo và chức năng của các chi tiết máy trong các mối quan hệ lắp ghép, chức năng công dụng trong quá trình việc một cách hợp lý. Nó cho phép chúng ta tạo ra các giả thuyết, đưa ra dự đoán và kiểm tra thông tin liên quan đến hình dạng, kích thước của chi tiết máy mức độ phù hợp trong lắp ráp và vận hành. Hiểu quá trình lắp ghép cho phép ta giải thích tại sao chi tiết có thể được cấu tạo từ nhiều phần, mỗi phần đảm nhiệm chức năng nhiệm vụ riêng, cũng như một chi tiết quan trọng có thể lắp ghép với rất nhiều chi tiết khác bằng nhiều kiểu lắp.

Việc đọc hiểu bản vẽ lắp là kỹ năng phức tạp nhất cùng với việc hoàn thiện các kỹ năng tư duy không gian ở mức độ cao. Theo tư duy kỹ thuật cũng như kinh nghiệm thực tế nếu nắm được những nguyên lý làm việc, đặc điểm của các chi tiết máy cơ khí hoặc có kinh nghiệm thực tập tại các xưởng cơ khí thì chắc chắn rằng việc đọc hiểu, phân tích hình dạng, chi tiết trong bản vẽ sẽ trực quan hơn đồng thời sinh viên sẽ tự tin giải thích lý do cho sự thay đổi lắp ghép hợp lý của các chi tiết máy khi quay lại đọc bản vẽ lắp sau thực tập.

### **3.4. Thiết kế bài tập vẽ kỹ thuật kết hợp phát triển tư duy không gian**

Trong phạm vi bài báo tác giả đề cập thiết kế một số bài tập luyện tập để phát triển khả năng tư duy cho vẽ kỹ thuật F2 cơ khí.

A. Bài tập quay mặt 2D thành vật thể 3D

Các chi tiết cơ khí đa phần đều có cấu tạo bởi mặt trụ, đặc biệt các chi tiết có dạng tròn xoay sinh viên có thể hình dung xây dựng vật thể qua việc quay các tiết diện quanh trục 360°. Các phần tử như mép vát, góc lượn, lỗ, rãnh có thể thực hiện bằng các thao tác không gian tiếp theo để có được hình dạng hoàn chỉnh của chi tiết, một vài ví dụ được minh họa trong Hình 1.

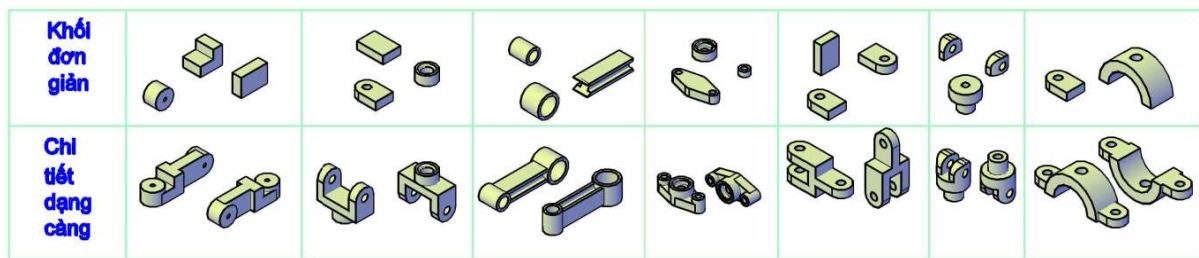
Hình cắt ¼ hoặc hình biểu diễn ở một hướng khác giúp người học hiểu được đầy đủ hơn hình dạng của chi tiết cả trong và ngoài. Yêu cầu sinh viên vẽ hình chiếu thẳng góc, hình cắt, hoặc hình chiếu trục đo, ghi kích thước...

Hình 2 D					
Hình 2 D trong hệ 3D					
Quay 360 độ					
Thêm các phần tử lỗ rãnh					
Cắt một phần 4					
Vị trí khác					

Hình 1. Chi tiết tròn xoay được tạo thành từ mặt 2D.

B. Bài tập tổ hợp khối

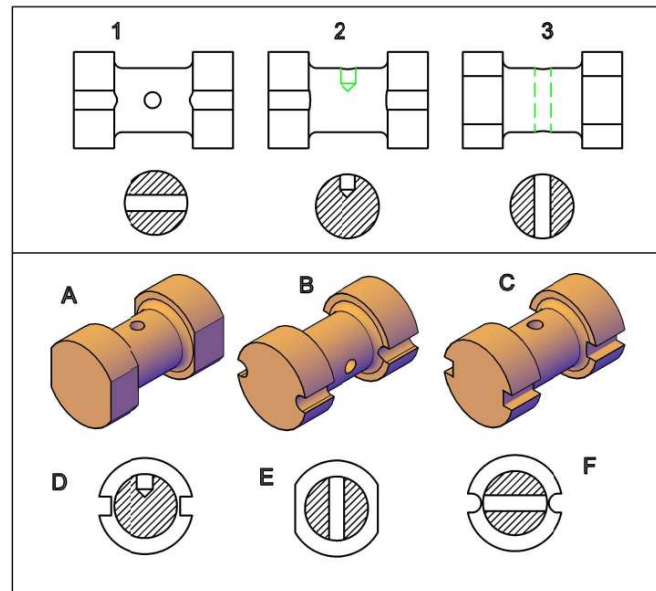
Các chi tiết phức tạp đều có thể phân chia thành nhiều khối nhỏ hơn, đơn giản hơn cấu tạo thành như biểu diễn trong Hình 2. Mỗi người học có cách tư duy khác nhau nên có nhiều cách phân chia theo khả năng hoặc thói quen. Bài tập này giống như trò chơi xếp hình giúp tạo hứng thú cho sinh viên. Yêu cầu sinh viên vẽ phác hình chiếu trục đo các khối và sắp xếp để có được hình chiếu trục đo của chi tiết máy.



**Hình 2.** Chi tiết dạng càng được tạo thành từ các khối 3D.

C. Bài tập cấu tạo trực

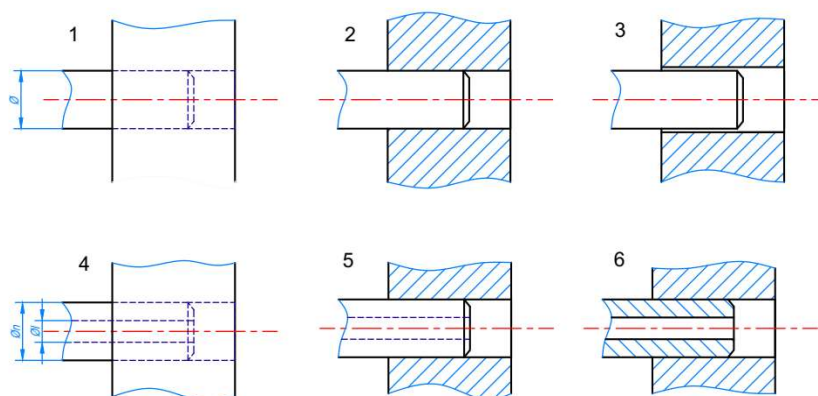
Trục là chi tiết rất quan trọng trong cơ khí, trên trục thường có các phần tử như lỗ, rãnh, bậc. Trục hay được biểu diễn bằng hình chiếu chính kết hợp với mặt cắt. Trong bài tập này, sinh viên xác định và vẽ các mặt cắt qua thân chi tiết tại các vị trí tiết diện khác nhau, một số ví dụ được thể hiện trong Hình 3.



**Hình 3.** Mặt cắt, hình cắt biểu diễn chi tiết dạng trục.

D. Bài tập ăn khớp trong mối ghép ren.

Để tư duy trong lắp ghép các chi tiết và ứng dụng được mối ghép ren, sinh viên gặp rất nhiều khó khăn nhất là khi số lượng chi tiết tăng lên. Trước hết phải tư duy được mối quan hệ lắp ghép và cách biểu diễn lắp ghép của hai chi tiết là trục và lỗ. Khi biểu diễn hai chi tiết lắp với nhau ngoài các đường nét của từng chi tiết còn nắm được tương quan về vị trí bề mặt tiếp xúc, đường bao, khe hở. Sinh viên đã được cung cấp kiến thức cơ bản về sử dụng hình chiếu thẳng góc và hình cắt nhưng chỉ để biểu diễn một chi tiết riêng lẻ, còn trên cùng một hình biểu diễn chi tiết lắp ghép có chi tiết bị cắt có chi tiết thì không và sinh viên cần phải tuân thủ đúng các qui ước (trục đặc 1,2,3 không cắt, trục rỗng 4,5,6 có thể cắt), xem chi tiết trong Hình 4.

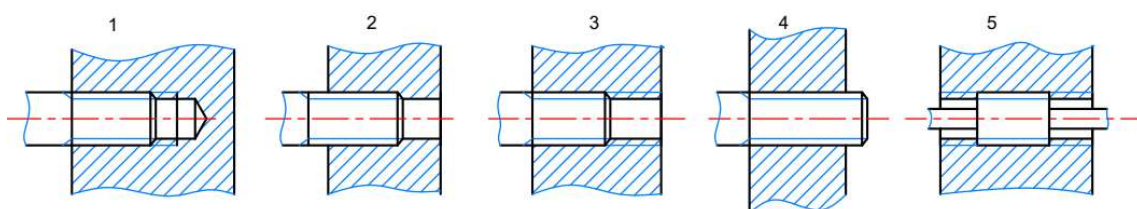


**Hình 4.** Biểu diễn lắp ghép trục lỗ.

Hai chi tiết sau khi lắp ghép có thể có các chuyển động tương đối (tịnh tiến, quay, vừa quay vừa tịnh tiến phụ thuộc vào bậc tự do của chi tiết và dung sai lắp ghép. Việc biểu diễn trục và lỗ ban đầu chưa tính đến dung sai lắp ghép chỉ thể hiện rõ khe hở và không có khe hở. Sinh viên cần xác định rõ phần khe hở, bề mặt tiếp xúc hai chi tiết lắp ghép.

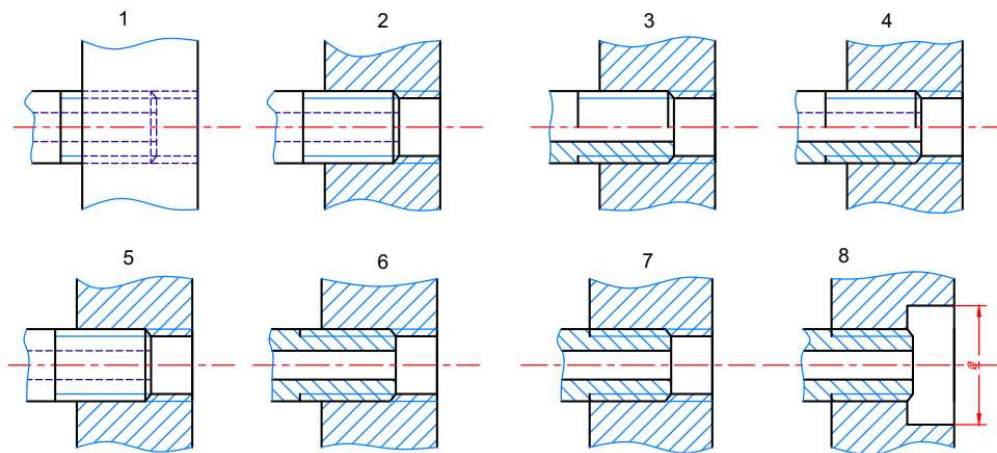
Khi bản vẽ lắp nhiều chi tiết việc biểu diễn sử dụng nét đứt làm cho hình vẽ trở nên phức tạp, nếu biểu diễn bằng hình cắt sẽ giảm đi một số đường nét nên hình vẽ đơn giản và rõ hơn. Với trục rỗng thì có thể được phép cắt hoặc không tùy vào mục đích thể hiện cụ thể. Lưu ý là một số đường nét đứt phía sau sẽ được phép không biểu diễn trên hình cắt với mục đích là để hình vẽ rõ ràng.

Trong biểu diễn mối ghép ren là bao gồm biểu diễn ăn khớp ren. Người học nên được hướng dẫn biểu diễn quá trình ăn khớp theo quá trình, ví dụ vít sáu cạnh đang vặn vào lỗ ren người học sẽ tư duy theo một quá trình động từ đó sẽ hình dung phần ren nào đang ăn khớp, phần ren trục hoặc lỗ chưa ăn khớp, và nếu tiếp tục vặn thì phần ren nào hết và có thể vít không vặn tiếp được nữa. Trong thực tế các bản vẽ lắp ghép nhiều kiểu ăn khớp ren, sinh viên cần mô tả, xác định kiểu lắp ghép. Quan sát các hình biểu diễn ăn khớp ren có thể tĩnh hoặc động người học phải thu thập được các thông tin về chiều dài ăn khớp vị trí ren trục, ren lỗ thuộc chi tiết máy nào, ren nào còn thừa, ren nào ăn khớp hoàn toàn... như minh họa trong Hình 5.



**Hình 5.** Biểu diễn ăn khớp ren trục đặc.

Theo qui ước biểu diễn ren ăn khớp là ưu tiên ren trục tại vị trí ăn khớp, nên cũng dẫn đến người học bị hiểu nhầm. Hình 6 biểu diễn một số ví dụ để sinh viên luyện tập về hình cắt và hình chiếu theo đúng qui ước tại vị trí ăn khớp để tránh nhầm lẫn.

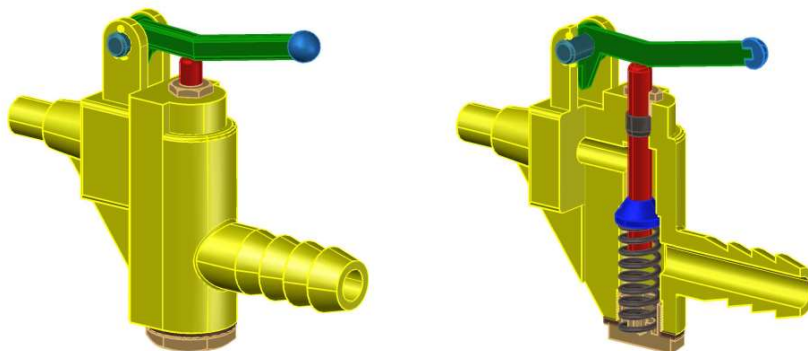


Hình 6. Biểu diễn ăn khớp ren trục rộng.

E. Bài tập thực hành xây dựng hình cắt trên bản vẽ lắp

Từ hình cắt 3D một cụm lắp sinh viên thực hành lần lượt các bước để thành lập bản vẽ lắp như ví dụ trong Hình 7.

- Phân tích hình dạng và kích thước của các chi tiết để nắm được các bước lắp ráp và hình dạng tổng thể của bộ phận máy.
- Chọn hướng chiếu chính.
- Chọn chi tiết chính.
- Vẽ hình chiếu chi tiết chính theo hướng chiếu đã chọn.
- Bổ sung hình chiếu các chi tiết còn lại theo vị trí làm việc.
- Ứng dụng kỹ thuật cắt tại các mối ghép, vị trí giữa các chi tiết liền kề nhau cần làm rõ mối liên hệ giữa các chi tiết.



Hình 7. Biểu diễn ăn cụm lắp 3D.

- Đánh số các chi tiết, ghi kích thước
- Vẽ bảng kê.

#### **4. KẾT LUẬN**

Đổi mới phương pháp trong giảng dạy Vẽ kỹ thuật F2 cơ khí định hướng tư duy không gian để nâng cao chất lượng, đáp ứng chuẩn đầu ra của học phần là cần thiết. Theo phương pháp mới giúp sinh viên có hứng thú với môn học, tiếp thu nhanh và chủ động học tập. Để thiết kế được hệ thống bài tập vẽ kỹ thuật theo tư duy không gian cần nhiều công sức và sự nghiên cứu sâu hơn nữa mối liên hệ tư duy không gian và vẽ kỹ thuật. Học tốt môn Vẽ kỹ thuật, nhất là học phần Vẽ kỹ thuật F2 sẽ giúp sinh viên tiếp thu tốt các môn cơ sở, các môn chuyên ngành Cơ khí cũng như áp dụng vào thực tế làm việc của người kỹ sư cơ khí tương lai.

#### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Trường Đại học Giao thông vận tải (2020), Hướng dẫn xây dựng chương trình đào tạo, phương pháp giảng dạy, kiểm tra đánh giá theo CDIO, Hà Nội.
- [2]. Bùi Vĩnh Phúc, Nguyễn Tuấn Anh, Hoàng Thị Tuyết, Lương Đức Chung, Vẽ kỹ thuật Cơ khí, NXB GTVT, Hà Nội, 2018.
- [3]. Sorby, S. A.: Educational Research in Developing 3-D Spatial Skills for Engineering Students. *International Journal of Science Education*, 31, 459-480 (2009).
- [4]. Nguyễn Tuấn Anh, Hoàng Thị Tuyết, Bùi Thị Hồng. Vẽ kỹ thuật - Rèn luyện tư duy không gian. NXB Thông tin và Truyền thông, 2016.
- [5]. Nguyễn Tuấn Anh, Bùi Thị Hồng, “Nâng cao kỹ năng hình dung không gian sinh viên năm thứ nhất”, *Tạp chí Khoa học giao thông Vận tải*. số 67 (2018) tr 58-65.
- [6]. Trần Hữu Quế, Đặng Văn Cứ, Nguyễn Văn Tuấn, Vẽ kỹ thuật Cơ khí, NXB Giáo dục Việt Nam, Hà Nội, 2012.

## NGHIÊN CỨU MỘT SỐ TỒN TẠI KHI SẢN XUẤT VÀ SỬ DỤNG CẤP PHỐI ĐÁ DĂM LÀM MÓNG ĐƯỜNG Ô TÔ Ở THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Lương Đức Chung<sup>1</sup>, Lê Thị Thu Thủy<sup>2</sup>, Tạ Thị Huệ<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

<sup>2</sup> Phân hiệu tại Thành phố Hồ Chí Minh, Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 450-451 Lê Văn Việt, P. Tăng Nhơn Phú A, TP. Thủ Đức, TP. Hồ Chí Minh

\*Tác giả liên hệ: Email: huett\_ph@utc.edu.vn

**Tóm tắt:** Như chúng ta đã biết đá là vật liệu xây dựng được sử dụng rất nhiều trong các công trình xây dựng dân dụng, công nghiệp và giao thông. Hàng năm ở nước ta sử dụng tới hàng trăm triệu m<sup>3</sup> đá các loại như: đá hộc, đá dăm, đá 1x2, đá 2x4, đá 4x6, đá mi, cấp phối đá dăm ....Tuy nhiên trong quá trình sản xuất và sử dụng còn tồn tại như dây chuyền còn cồng kềnh, năng suất thấp, chưa cho ra được cấp phối đá dăm mong muốn. Vì vậy, để quá trình sản xuất đá đạt hiệu quả cao, có cấp phối sử dụng đá dăm làm móng đường ô tô ở thành phố Hồ Chí Minh tốt thì chúng ta cần tìm ra những tồn tại khi sản xuất và đề ra giải pháp khắc phục.

**Từ khóa:** Công nghệ sản xuất, cấp phối, đá dăm, móng đường.

**Abstract:** As we know, stone is a construction material that is widely used in civil, industrial and transportation construction projects. Every year in our country, hundreds of millions of m<sup>3</sup> of stone of all types are used such as: crushed stone, crushed stone, 1x2 stone, 2x4 stone, 4x6 stone, mi stone, crushed stone.... However, in the process of production and use, Existing applications include a bulky production line, low productivity, and not yet able to produce the desired crushed stone aggregate. Therefore, in order for the stone production process to be highly effective and well graded to use crushed stone for the foundation of motorways in Ho Chi Minh City, we need to find out the problems in production and propose solutions.

**Keywords:** Technology of production, distribution, crushed stone, road foundation.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đá là vật liệu xây dựng được sử dụng rất nhiều trong lĩnh vực xây dựng và công trình giao thông. Riêng đối với sản xuất cấp phối phải thêm công đoạn nữa: sản phẩm nghiền với các kích cỡ hạt khác nhau sẽ được phối trộn với nhau theo tỷ lệ % khối lượng qui định trong trạm trộn.

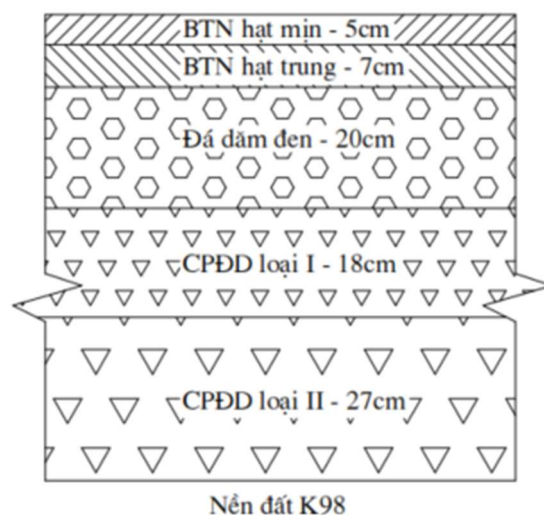
Do đó, các máy và thiết bị gia công đá cũng được chia làm các nhóm chính là:

- Nhóm máy nghiền đá (máy nghiền sơ cấp, máy nghiền thứ cấp);
- Nhóm máy sàng đá;
- Nhóm máy rửa và làm sạch tạp chất;
- Nhóm máy trộn cấp phối.

Để tăng năng suất, đảm bảo chất lượng và tiện lợi trong quá trình sản xuất, có nhiều phương án bố trí các máy và thiết bị để có các dây chuyền sản xuất đá khác nhau.

Trước đây, các lớp móng đường ô tô thường được làm bằng đá dăm Macadam (đá dăm đồng kích cỡ được rải theo nguyên lý đá chèn đá). Tuy nhiên đá dăm đồng kích cỡ chủ yếu được sản xuất bằng thủ công, khối lượng không lớn. Gần đây, đá dăm đã được sản xuất bằng máy nghiền sàng nhưng sản phẩm đá sau nghiền rất khó đáp ứng các yêu cầu làm đá dăm Macadam (hạt đá dăm phải cứng, vuông thành sắc cạnh). Đồng thời lớp móng đường Macadam có độ rỗng lớn, độ chặt lớp đá dăm không đều, khó đảm bảo chất lượng lớp móng dưới tác động trùng phục của tải trọng phương tiện giao thông, đặc biệt là các xe có tải trọng trục lớn (các hạt đá dăm dễ bị tròn cạnh, tạo điều kiện cho tích lũy biến dạng dư và làm mặt đường kém bằng phẳng). Chính vì vậy, trong nhiều thập kỷ gần đây, ở nước ngoài người ta đã dùng cấp phối đá dăm thay đá dăm Macadam.

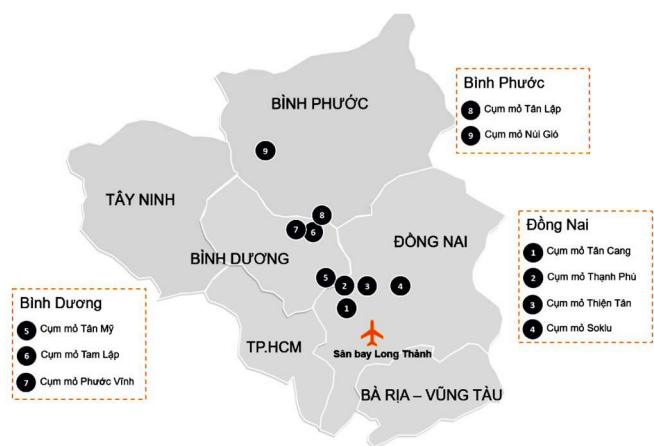
Ở Việt Nam, trong thời gian gần đây, khi cải tạo các quốc lộ cũng như khi xây dựng mới các tuyến đường cấp cao như quốc lộ 5 (đoạn từ Km0 - Km47), quốc lộ 1, quốc lộ 18, quốc lộ 183, đường cao tốc Láng - Hòa Lạc, đường cao tốc Hà Nội - Hải Phòng ..., các tư vấn trong nước và tư vấn nước ngoài thường dùng kết cấu mặt đường theo dạng: 10-13 cm bê tông nhựa làm lớp mặt, 20-30 cm cấp phối đá dăm loại I làm lớp móng trên, 30 cm cấp phối thiên nhiên hoặc cấp phối đá dăm loại II làm lớp móng dưới (hình 1).



Hình 1. Kết cấu áo đường cao tốc Hà Nội - Hải Phòng

Mặt khác, điều kiện phân bố các mỏ khai thác vật liệu cấp phối đá dăm cũng có nhiều thuận lợi, phân bố rải đều và rất phong phú dọc theo lãnh thổ Việt Nam. Cụ thể như mỏ đá: Tân Lập, Thạch phú, Phước Vĩnh, Thiện Tân, Chi Lăng, Cánh Diều, Núi Voi, ...; trữ lượng cũng còn rất nhiều và có khả năng khai thác tốt (hình 2).





**Hình 2:** Hình ảnh vị trí một số mỏ khai thác đá khu vực phía Nam.

Hiện nay, nguồn cung cấp CPĐD cho khu vực Tp. Hồ Chí Minh và các tỉnh lân cận tập trung ở một số mỏ đá ở khu vực của các tỉnh Bình Dương, Đồng Nai, Bà Rịa Vũng Tàu, Bình Phước, Tp. Hồ Chí Minh. Công nghệ khai thác, cấu trúc và thành phần hóa học của đá gốc (đá nguyên khai) ở các mỏ đá, thậm chí trong cùng một khu vực khai thác cũng khác nhau. Chính vì vậy, chất lượng (thành phần hạt, chỉ số hao mòn Los-Angeles, hàm lượng hạt thoi dẹt...) và giá thành của CPĐD do các mỏ sản xuất khác nhau là khác nhau. Ngoài ra, trong quá trình thi công lớp móng CPĐD, do nhà thầu thi công đã sử dụng CPĐD từ các mỏ đá có đặc điểm về cấu tạo và cường độ khác nhau dẫn đến chất lượng lớp móng CPĐD trong kết cấu áo đường ô tô cũng khác nhau, một số công trình đã bị xuống cấp nhanh chóng (lớp mặt bê tông nhựa bị lún, nứt) do sử dụng cốt liệu đá (tạm gọi là đá xấu) khi gặp nước bị vỡ nát và dưới tác động của tải trọng phương tiện giao thông nhanh chóng bị vỡ nát. Hơn nữa, Nhiều dây chuyền công nghệ sản xuất đá còn thủ công nên năng lực sản xuất thấp.

Tóm lại, tìm hiểu công nghệ sản xuất đá dăm có thể mang lại nhiều lợi ích về mặt kiến thức và môi trường. Nó cung cấp hiểu biết về quy trình sản xuất và ứng dụng của đá dăm trong xây dựng, đồng thời giúp tối ưu hóa hoạt động sản xuất vật liệu xây dựng. Khi chúng ta biết cách sử dụng cấp phối đá dăm làm móng đường ở thành phố Hồ Chí Minh mang lại nhiều lợi ích về môi trường, tài nguyên, chi phí và khả năng thích ứng với điều kiện địa phương. Việc áp dụng công nghệ này giúp tạo ra một hệ thống giao thông bền vững và hài hòa với môi trường trong thành phố và đóng góp vào bảo vệ môi trường. Đó chính là lý do tác giả đưa ra giải pháp: **“Nghiên cứu một số tồn tại khi sản xuất và sử dụng cấp phối đá dăm làm móng đường ô tô ở thành phố Hồ Chí Minh”**.

## 2. NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM

### 2.1. Công nghệ khai thác đá và sản xuất cấp phối đá dăm ở các tỉnh miền Đông Nam bộ và Tp. Hồ Chí Minh

Đá ở các tỉnh miền Đông Nam Bộ thường phân bố ở các tỉnh: Đồng Nai, Bình Dương, Bình Phước, Bà Rịa -Vũng Tàu và Tp. Hồ Chí Minh. Trữ lượng của các mỏ đá tương đối lớn và nhu cầu xây dựng dùng đến đá của khu vực này là rất lớn. Đặc điểm

của các mỏ đá ở Đồng Nai, Bình Dương, Bà Rịa - Vũng Tàu và Tp. Hồ Chí Minh là vĩa đá thường ở sâu dưới lòng đất, nên muốn khai thác đá phải đào bóc bỏ lớp đất phủ từ 3-15m. Mặt khác, do ảnh hưởng kiến tạo của các lớp đá xen lẫn đá phong hoá, đất, dẫn đến chất lượng đá nguyên liệu cho quá trình nghiền không đồng nhất, lẫn nhiều tạp chất. Sơ đồ công nghệ khai thác đá ở khu vực này thường theo sơ đồ khai thác mỏ không lộ thiên gồm các bước sau:

1. Đào bóc tầng đất phủ bằng máy đào, sau đó dùng xe ô tô vận chuyển đất ra khỏi mỏ (hình 3).
2. Khoan nổ mìn để phá đá ngầm thành đá hộc.
3. Dùng máy xúc đưa đá hộc lên xe vận chuyển rồi chuyển đến hệ thống máy nghiền sàng.
4. Nghiền, sàng phân loại đá theo các nhóm kích cỡ hạt.

Do đặc điểm của các mỏ đá thường ở ngầm sâu dưới đất, sau khi bóc bỏ tầng phủ tầng đá còn lẫn đất, đá phong hoá ... Qua khảo sát, các mỏ đá đang khai thác ở Tp. Hồ Chí Minh và các tỉnh Bình Dương, Đồng Nai, Bà Rịa-Vũng Tàu, đều không có công đoạn sàng tuyển làm sạch đá (loại bỏ đất, đá phong hoá, cỏ cây đất, cát ...). Chính vì vậy, nguyên liệu của quá trình nghiền không sạch, dẫn đến sản phẩm nghiền thường lẫn tạp chất hữu cơ, nhất là nhóm sản phẩm đá 0x4, 0x5 cm.

Các trạm nghiền sàng đá ở khu vực thường là các trạm nghiền sàng qua 2 hoặc 3 công đoạn cụ thể là:

- Công đoạn 1: nghiền thô (nghiền sơ cấp) dùng máy nghiền má;
- Công đoạn 2: nghiền nhỏ (nghiền thứ cấp) dùng máy nghiền côn;
- Công đoạn 3: nghiền tinh dùng máy nghiền côn.



**Hình 3.** Khai thác đá ở Hóa An – Đồng Nai và mỏ Hàm Luông - Bà Rịa Vũng Tàu

Qua khảo sát tại các mỏ và các trạm nghiền ở khu vực miền Đông Nam bộ, cho thấy sơ đồ công nghệ khai thác đá có một số dạng như sau:

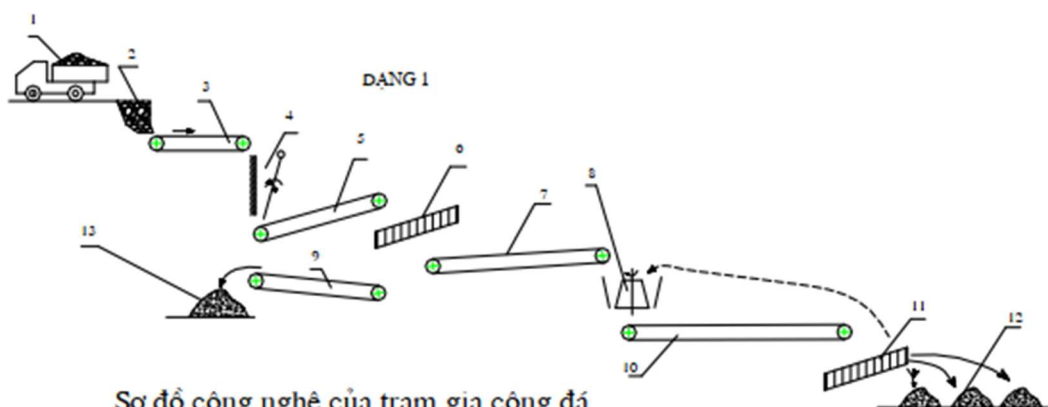
a) Dạng thứ nhất: Một máy nghiền má (sơ cấp) và một máy nghiền côn (thứ cấp) hình 4.

Ưu điểm: Số thiết bị nghiền ít, mặt bằng bố trí máy nhỏ.

Nhược điểm: Năng suất thấp < 100T/h, chất lượng sản phẩm thấp. Hiện nay, sơ đồ này ít được sử dụng.

Sản phẩm của sơ đồ này thường dùng xây dựng móng đường và phần qua máy nghiền côn dùng chế tạo bê tông xi măng, bê tông nhựa.

Sơ đồ này có ở các mỏ: Hoá An, 30 tháng 4, mỏ Hàm Luông (khu vực Bình Dương, Đồng Nai, Bà Rịa – Vũng Tàu).

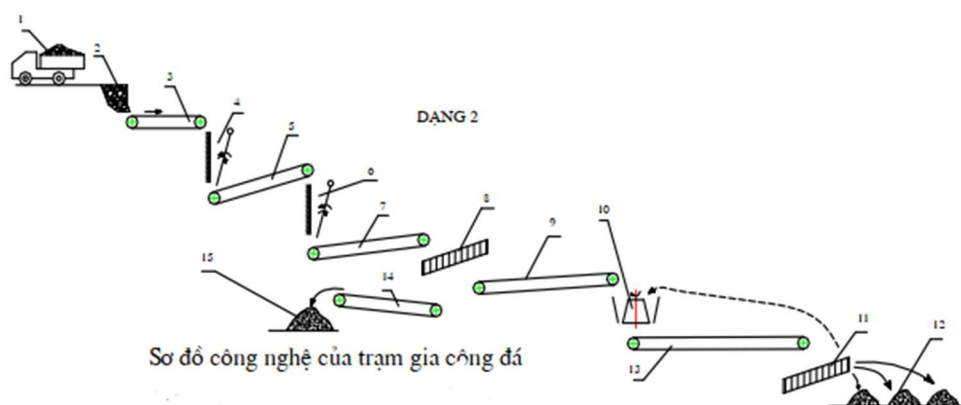


Sơ đồ công nghệ của trạm gia công đá

- |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| 1. Ô tô vận chuyển đá | 8. Máy nghiền côn     |
| 2. Phiếu chứa đá      | 6.11. Sàng rung       |
| 3. Băng tải           | 12. Đá được phân loại |
| 4. Máy nghiền má      | 13. Đá cấp phối 0-4   |
| 5.7.9.10. Băng tải    |                       |

**Hình 4.** Sơ đồ công nghệ trạm nghiền sàng ở Miền Đông Nam bộ dạng

b). Dạng thứ hai: Hai máy nghiền má (sơ cấp) bố trí liền nhau và một máy nghiền côn (thứ cấp) hình 5.



Sơ đồ công nghệ của trạm gia công đá

- |                       |                             |
|-----------------------|-----------------------------|
| 1. Ô tô vận chuyển đá | 10. Máy nghiền côn          |
| 2. Phiếu chứa đá      | 11. Sàng rung 3 tầng 2x7,5m |
| 3. Băng tải           | 12. Đá được phân loại       |
| 4.6. Máy nghiền má    | 15. Đá cấp phối 0-4         |
| 5.7.9.13.14. Băng tải |                             |

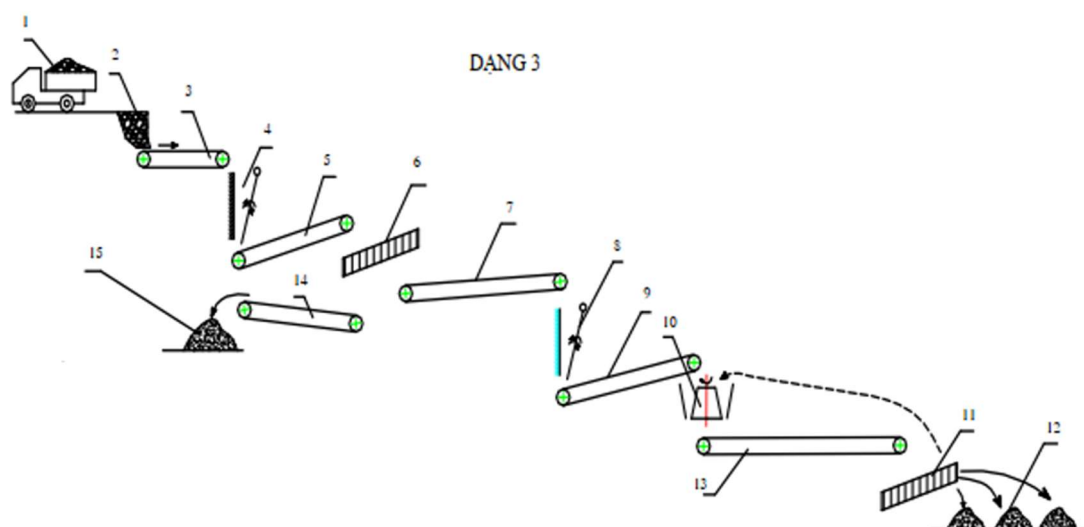
**Hình 5.** Sơ đồ công nghệ trạm nghiền sàng ở Miền Đông Nam bộ dạng 2

Ưu điểm: Năng suất, chất lượng sản phẩm cao hơn sơ đồ dạng thứ nhất.

Nhược điểm: Số thiết bị nghiền nhiều hơn dạng thứ nhất, chi phí đầu tư lớn hơn, dùng cho đá có độ cứng lớn, do đó hiện nay cũng ít được sử dụng.

Sơ đồ này có ở các mỏ: Hoá An, 30 tháng 4 (khu vực Bình Dương, Đồng Nai).

c) Dạng thứ 3: Hai máy nghiền má (sơ cấp) bố trí cách nhau bởi hệ thống sàng và một máy nghiền côn (thứ cấp) hình 6.



1. Ô tô vận chuyển đá

2. Phiễu chứa đá

3. Băng tải

4.8. Máy nghiền má

5.7.9.13.14. Băng tải

10. Máy nghiền côn

6. Sàng rung 2 tầng 1,5x3,5m

11. Sàng rung 3 tầng 2x7,5m

12. Đá được phân loại

15. Đá cấp phối 0-4

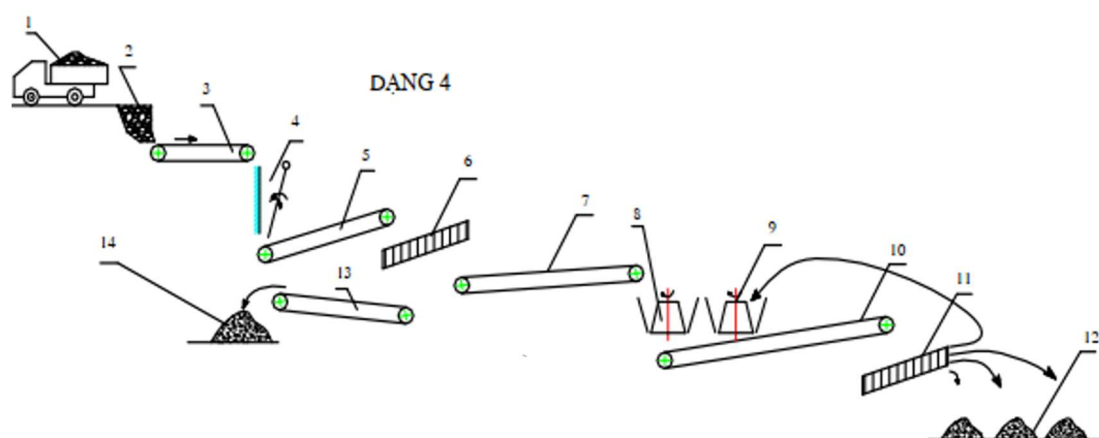
**Hình 6.** Sơ đồ công nghệ trạm nghiền sàng ở Miền Đông Nam bộ dạng 3

Ưu điểm: Năng suất cao > 100T/h, chất lượng sản phẩm cao hơn sơ đồ dạng thứ hai. Hiện nay, sơ đồ này đang được sử dụng phổ biến.

Nhược điểm: Số thiết bị nghiền, sàng nhiều hơn dạng thứ hai, mặt bằng bố trí máy lớn hơn.

Sơ đồ này có ở các mỏ: Hoá An, 30 tháng 4 (khu vực Bình Dương, Đồng Nai).

d. Dạng thứ 4: Một máy nghiền má (sơ cấp) và hai máy nghiền côn (thứ cấp) hình 7.



- |                       |                              |
|-----------------------|------------------------------|
| 1. Ô tô vận chuyển đá | 8,9. Máy nghiền côn          |
| 2. Phiểu chứa đá      | 6. Sàng rung 2 tầng 1,5x3,5m |
| 3. Băng tải           | 11. Sàng rung 3 tầng 2x7,5m  |
| 4. Máy nghiền má      | 12. Đá được phân loại        |
| 5.7.10.13. Băng tải   | 14. Đá cấp phối 0-4          |

**Hình 7.** Sơ đồ công nghệ trạm nghiền sàng ở miền Đông Nam bộ dạng 4

Ưu điểm: Năng suất cao > 150T/h, dễ điều chỉnh tỷ lệ thành phần hạt. Xu hướng sẽ thay thế dần các sơ đồ công nghệ nghiền sàng trên (sơ đồ dạng 1, 2, 3).

Nhược điểm: Số thiết bị nghiền, sàng nhiều hơn dạng thứ ba, chi phí đầu tư nhiều hơn.

Sản phẩm của sơ đồ này chủ yếu dùng cung cấp cốt liệu chế tạo bê tông xi măng, bê tông nhựa. Sơ đồ này có ở các mỏ: Hoá An, 30 tháng 4 (Bình Dương, Đồng Nai).

#### Nhận xét:

- Qua khảo sát dây chuyền công nghệ khai thác và sản xuất đá tại các mỏ nêu trên, cho thấy việc sản xuất đá ở khu vực Tp. Hồ Chí Minh và các tỉnh lân cận hiện nay chủ yếu là cung cấp nguồn vật liệu đá xây dựng (4x6, 2x4, 1x2, 0x1 cm), thường sản phẩm được sản xuất với tỷ lệ như sau:

- + Cấp phối đá 0x4: 21%;
- + Đá dăm (4x6, 2x4, 1x2, 0x1): 56%;
- + Đá mi 0x10: 23%.

- Nhà sản xuất cũng chỉ chú trọng quan tâm đến chất lượng của đá xây dựng vì mang lại hiệu quả kinh doanh cao;

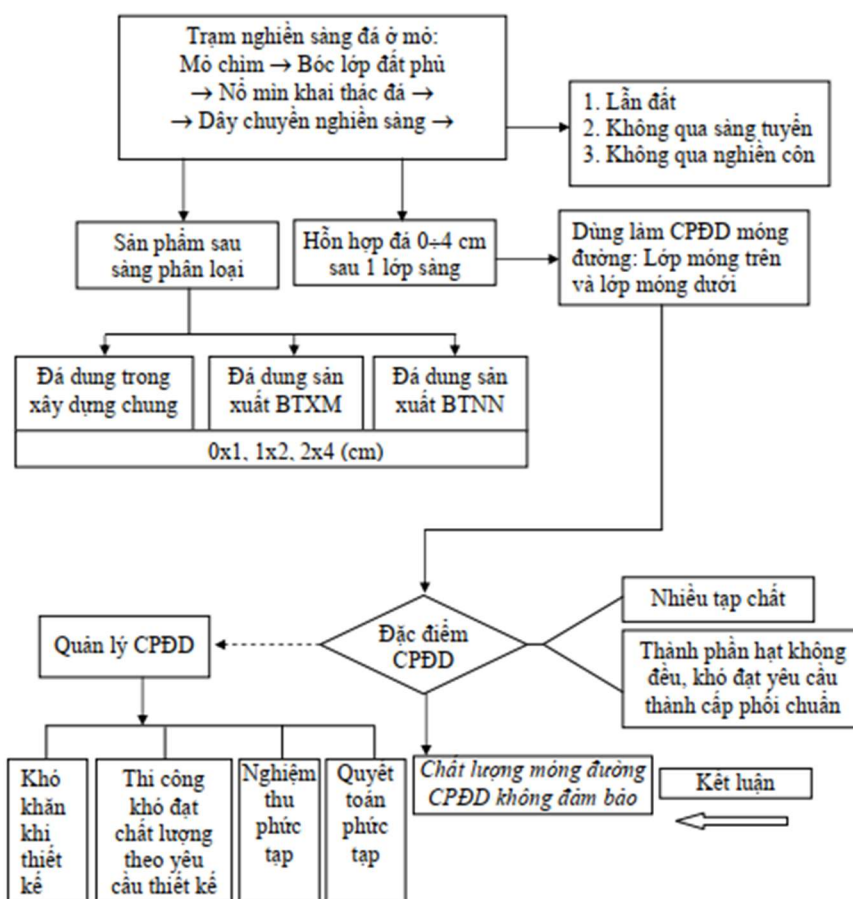
- Sản phẩm cấp phối đá 0x4 thông thường chỉ được gia công qua máy nghiền má và sàng rung 2 tầng với kích cỡ 1,5mx3,5m với mắt sàng được điều chỉnh rộng tối đa 45mm. Khi nhu cầu sử dụng cấp phối đá cần nhiều thì việc sản xuất cấp phối đá 0x4 sẽ được sản xuất bổ sung cùng với đá xây dựng ở các dây chuyền cuối cùng, đá được nghiền tiếp qua máy nghiền thứ cấp và sàng rung 3 tầng với kích thước 2mx7,5m với mắt sàng được điều chỉnh rộng 42mm. Chất lượng của đá được sản xuất ra thường có đặc điểm sau:

+ Đối với cấp phối đá 0x4 nếu chỉ qua nghiền má sẽ có chất lượng không tốt, hàm lượng hạt dẹt nhiều, lẫn nhiều tạp chất.

+ Cấp phối đá 0x4 được sản xuất cùng đá xây dựng, đã qua nghiền thứ cấp (nghiền côn) thì chất lượng đá tốt hơn, ít hạt dẹt, ít tạp chất, nhưng hàm lượng hạt mịn trong cấp phối thấp. Để tăng hàm lượng hạt mịn, khi bán sản phẩm các đơn vị sản xuất sẽ bổ sung bằng cách dùng máy xúc lật để đổ thêm đá mi vào cấp phối đá 0x4 với tỷ lệ 2 gàu đá 0x4 thì thêm 1 gàu đá mi.

## 2.2. Đánh giá về sơ đồ công nghệ sản xuất cấp phối đá dăm tại các mỏ đá ở Tp. Hồ Chí Minh và các tỉnh lân cận

Qua khảo sát tại các mỏ đá ở Tp. Hồ Chí Minh và các tỉnh lân cận (Bình Dương, Đồng Nai, Vũng Tàu) và phân tích sơ đồ dây chuyền công nghệ sản xuất cấp phối đá dăm cho thấy một số tồn tại chính (hình 8):



**Hình 8.** Tổng kết sơ đồ công nghệ sản xuất và sử dụng cấp phối đá dăm ở Tp. HCM

- Các dây chuyền công nghệ nghiền, sàng đá ở Việt Nam và nước ngoài là tương tự nhau, các thiết bị nghiền chính thường là sản phẩm nhập hoặc Liên doanh với nước ngoài sản xuất;

- Trong dây chuyền sản xuất không có công đoạn sàng tuyển nguyên liệu trước khi đưa vào nghiền nhằm loại bỏ đá phong hoá, đất, và các chất hữu cơ;

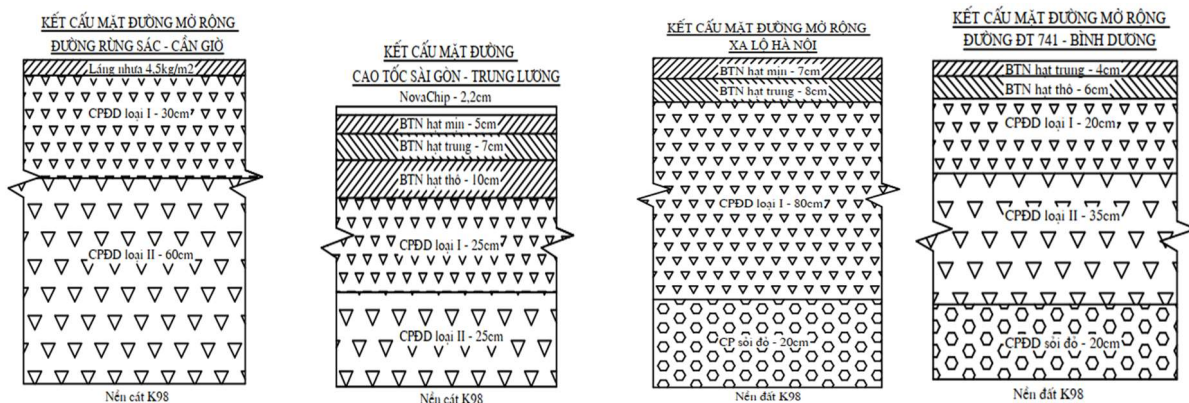
- Dây chuyền công nghệ sản xuất đá cấp phối dùng cho thi công móng đường thường là dây chuyền ngắn chỉ có máy nghiền má, không có máy nghiền côn;

- Sản phẩm “0x4” hoặc “0x5” thực chất là sản phẩm thải của quá trình nghiền, có nhiều tạp chất và thành phần hạt không đồng đều. Ở tất cả các mỏ đá khảo sát, đều không có trạm trộn cấp phối và không có nhà sản xuất đá nào thực hiện công đoạn trộn cấp phối (phối trộn các hạt có kích cỡ khác nhau theo tỷ lệ % khối lượng qui định, tùy thuộc vào cấp phối đá dăm loại I hay loại II). Nếu dùng sản phẩm này làm lớp móng đường thì cường độ của lớp kết cấu sẽ khó đáp ứng yêu cầu thiết kế và chất lượng của móng đường sẽ không ổn định, tuổi thọ của áo đường không cao, hiệu quả đầu tư xây dựng công trình thấp;

- Để đảm bảo chất lượng lớp cấp phối làm móng đường cấp cao đặc biệt khi làm các lớp móng trên, tại các mỏ đá đang được khai thác ở Tp. Hồ Chí Minh và các tỉnh lân cận nên bố trí bổ sung trạm trộn cấp phối. Tại trạm trộn, các sản phẩm đá sau khi nghiền (ví dụ, đá 1-2, đá 0-5, đá 2-4...) sẽ được trộn với nhau theo một tỷ lệ nhất định (tùy thuộc vào mục đích sử dụng) trước khi chở đến công trường. Các trạm trộn cấp phối có thiết bị kết cấu đơn giản, giá thành không cao và Việt Nam đã chế tạo được, nên việc bố trí thêm trạm trộn là hoàn toàn khả thi.

### 2.3. Tình hình sử dụng cấp phối đá dăm làm móng đường ở Tp. Hồ Chí Minh và tại các tỉnh lân cận

Riêng ở khu vực phía Nam, cấp phối đá dăm làm móng đường đã được sử dụng hơn năm thập niên. Các tuyến đường sử dụng cấp phối đá dăm làm móng đường trong quá trình thi công và khai thác đã thể hiện được khá nhiều ưu điểm so với đá dăm Macadam, việc sử dụng cấp phối đá dăm đã trở lên rất phổ biến và rộng rãi. Hầu hết các dự án đã triển khai và các công trình đang thi công đều có sử dụng lớp móng trên hoặc móng dưới là cấp phối đá dăm (hình 9), điển hình như: quốc lộ 51, đường cao tốc Tp. Hồ Chí Minh - Trung Lương, nâng cấp mở rộng Xa lộ Hà Nội, nâng cấp mở rộng tuyến đường Tỉnh lộ 25B, đại lộ Nguyễn Văn Linh (Tp. HCM), dự án ven biển Vũng Tàu - Bình Thuận, nâng cấp mở rộng ĐT 741 (Bình Dương), ...



Hình 9. Một số kết cấu áo đường điển hình

Từ thực tế thiết kế, thi công nghiệm thu và khai thác các công trình có sử dụng lớp móng đường làm bằng cấp phối đá dăm trên địa bàn Tp. Hồ Chí Minh cho thấy: dễ dàng trong tổ chức thi công và có thể cơ giới hóa được hầu hết các khâu công tác. Tuy nhiên, sau hơn năm thập niên sử dụng cấp phối đá dăm làm móng đường ở khu vực Tp. Hồ Chí Minh vẫn còn tồn tại một số vấn đề cần phải xem xét như sau:

**Thứ nhất**, cấp phối đá dăm được sản xuất tại các doanh nghiệp sản xuất đá hiện nay phần lớn bằng máy móc và công nghệ cũ, chưa đúng quy trình sản xuất vật liệu cấp phối, không có trạm trộn cấp phối, cá biệt một số mỏ sản xuất coi cấp phối đá dăm là sản phẩm thải của việc sản xuất các loại đá dùng trong xây dựng, việc phối trộn các kích cỡ hạt khác nhau theo tỷ lệ % khối lượng mà tiêu chuẩn qui định đã không được thực hiện ở tất cả các mỏ đá sản xuất cấp phối đá dăm, ở một số mỏ đá việc bù thêm hàm lượng hạt nhỏ do người lái máy xúc lật quyết định bằng cách xúc 2 gàu cấp phối 0x4 với một gàu đá mi đổ vào thùng xe vận chuyển. Do đó, chất lượng sản phẩm khó đạt yêu cầu, không đồng đều và không ổn định;

**Thứ hai**, tên thương mại của cấp phối đá dăm được sử dụng trên địa bàn Tp. Hồ Chí Minh và trong các bảng báo giá hàng tháng của Liên Sở Tài chính và Sở Xây dựng là “cấp phối đá (0x4)cm”. Để tiện trong tính dự toán công trình theo báo giá địa phương, các đơn vị tư vấn thiết kế thường cũng chỉ sử dụng tên thương mại là cấp phối đá 0x4cm và không xếp vào loại cấp phối nào (loại I hay loại II) theo phân loại của tiêu chuẩn ngành của Bộ GTVT 22 TCN 334-06- “Quy trình kỹ thuật thi công và nghiệm thu lớp móng cấp phối đá dăm trong kết cấu áo đường ô tô”, hoặc trong các hồ sơ thiết kế, tuy các đơn vị tư vấn thiết kế thể hiện các lớp kết cấu cấp phối đá dăm làm móng đường theo phân loại của tiêu chuẩn ngành nhưng do trên thị trường cung cấp chỉ có duy nhất cấp phối 0x4 và các thông số thiết kế, đơn giá của loại cấp phối này cũng không thống nhất khi sử dụng nên dẫn đến nghịch lý cấp phối đá dăm loại I có chất lượng cao hơn hẳn loại II nhưng đều tính với giá thành của cấp phối 0x4 hoặc ngược lại tính trong hồ sơ dự toán đơn giá cấp phối loại I nhưng thực tế chỉ mua cấp phối 0x4 với đơn giá thấp hơn nhiều. Điều này gây khó khăn khi thi công, kiểm tra, nghiệm thu, quyết toán các công trình có sử dụng cấp phối đá dăm làm lớp móng;

**Thứ ba**, do không được đánh giá đúng và xếp phân loại rõ ràng nên trong các hồ sơ thiết kế, vật liệu cấp phối đá 0-4 còn được bố trí cấu tạo làm lớp móng trên của đường cấp cao, trong khi các chỉ tiêu kỹ thuật của cấp phối 0-4 đang được sản xuất thường chỉ đáp ứng yêu cầu làm lớp dưới (thậm chí có khi còn không đạt cả yêu cầu làm lớp móng dưới theo tiêu chuẩn 22 TCN 334-06. Công nghệ thi công cấp phối 0-4 cũng có nhiều công đoạn không đúng so với tiêu chuẩn 22 TCN 334-06, theo quy định việc thi công cấp phối đá dăm loại I phải sử dụng máy rải, cấp phối đá dăm loại II có thể sử dụng máy san, thực tế thi công thì hầu hết công tác san rải vật liệu đối với lớp móng trên và móng dưới nhà thầu thi công chỉ sử dụng duy nhất máy san (trong đơn giá xây dựng của Tp. Hồ Chí Minh và các tỉnh phía Nam chi phí ca máy cho công tác rải vật liệu cấp phối

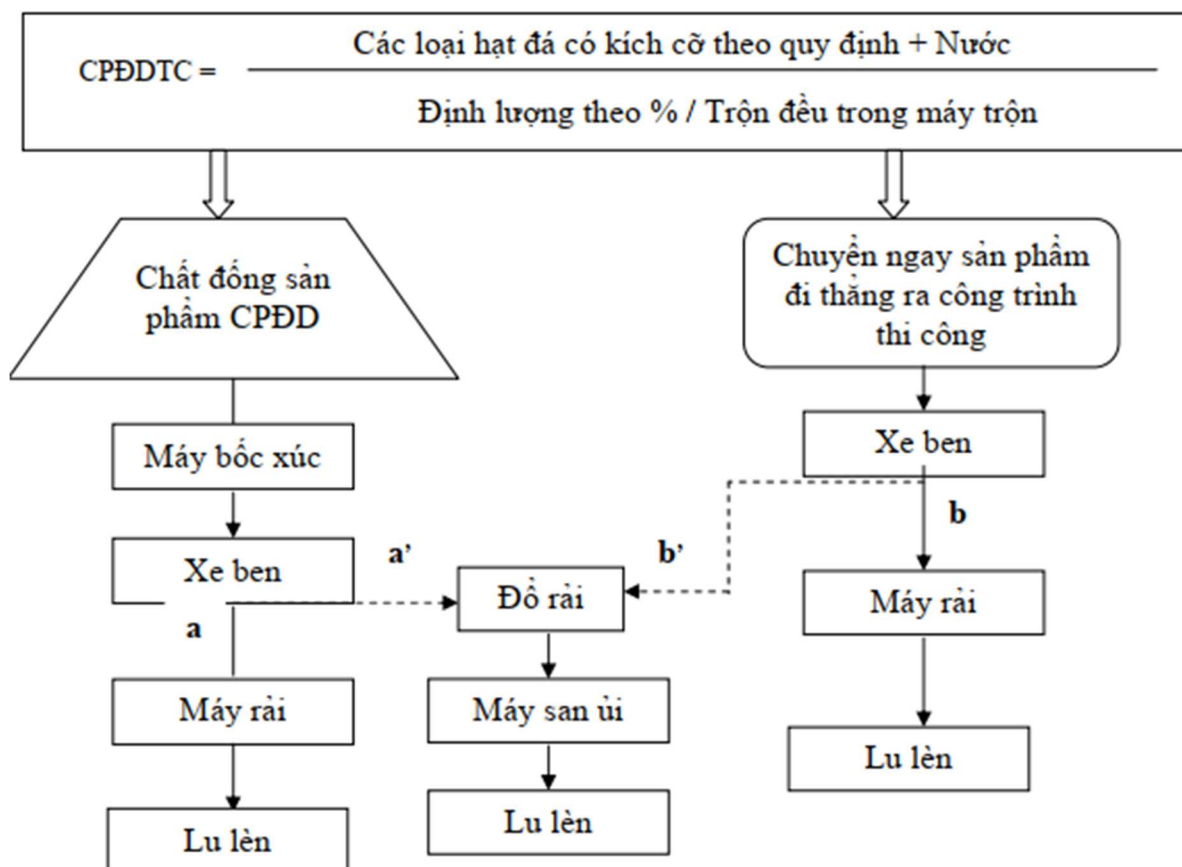


đá dăm loại I được tính đối với máy rải, chính vì vậy gây thiệt hại về kinh tế cho Nhà nước, gần 3000 đồng/m<sup>3</sup> cấp phối đá dăm khi thi công lớp móng trên). Điều này dẫn đến việc sử dụng cấp phối đá dăm không hợp lý, cốt liệu đá dễ bị phân tầng, chất lượng lớp móng không đảm bảo yêu cầu. Do bị phân tầng trong quá trình thi công và do cấp phối thiếu hàm lượng hạt nhỏ (0,075-12,5mm), nên trong thực tế thi công, bề mặt lớp cấp phối không liền lạc, dễ bị bong bật, nhiều nhà thầu đã phải khắc phục bằng cách dùng đá mi (0-5 mm) để bổ sung trên bề mặt lớp móng cấp phối đá dăm đã được lu lèn.

### 3. ĐỀ XUẤT CẢI TIẾN DÂY CHUYỀN CÔNG NGHỆ DẪN XUẤT CẤP PHỐI ĐÁ DẪM TẠI TP.HCM

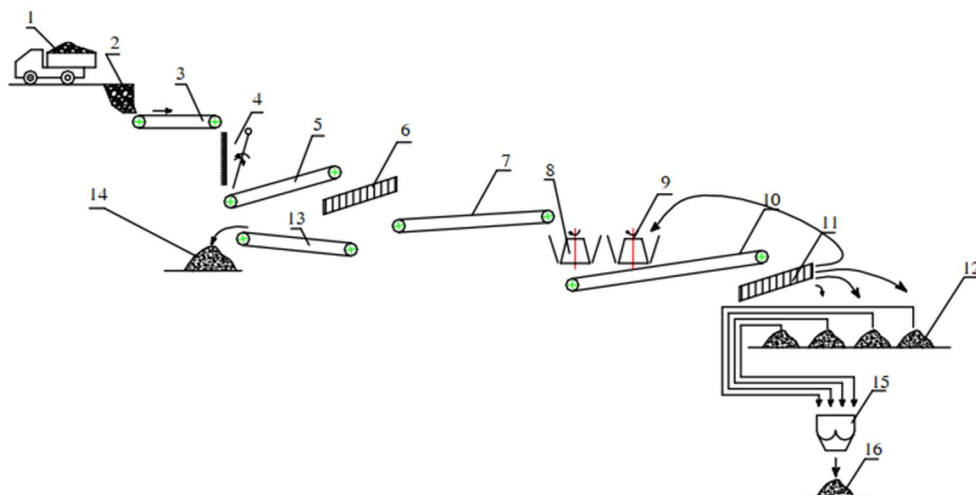
#### 3.1. Đề sơ đồ công nghệ sản xuất cấp phối đá dăm tiêu chuẩn

Dưới đây trình bày sơ đồ công nghệ sản xuất CPĐĐ tiêu chuẩn (CPĐĐTC), khắc phục được các nhược điểm của dây chuyền sản xuất cấp phối 0-4 phổ biến hiện nay (hình 10).



- Nhánh a, b là công nghệ tiêu chuẩn cho lớp móng đòi hỏi chất lượng cao - lớp móng trên (1)

- Nhánh a', b' là công nghệ cho lớp móng không đòi hỏi yêu cầu cao về chất lượng - lớp móng dưới (2)



- |                       |                                   |
|-----------------------|-----------------------------------|
| 1. Ô tô vận chuyển đá | 8,9. Máy nghiền côn               |
| 2. Phiểu chứa đá      | 12. Đá dăm 2x4, 1x2, 0.5x1, 0x0.5 |
| 3. Băng tải           | 14. Đá cấp phối 0-4               |
| 4. Máy nghiền má      | 15. Máy trộn                      |
| 5.7.10.13. Băng tải   | 14. Cấp phối đá dăm chuẩn         |
| 6.11. Sàng rung       |                                   |

**Hình 10.** Sơ đồ công nghệ sản xuất CPĐD tiêu chuẩn

### 3.2. Đề xuất hướng giải quyết về công nghệ sản xuất CPĐD và cơ giới hoá quá trình thi công móng đường CPĐD

Từ kết quả đánh giá công nghệ sản xuất và thi công lớp CPĐD làm móng đường ở Tp. Hồ Chí Minh và các tỉnh lân cận, ta thấy:

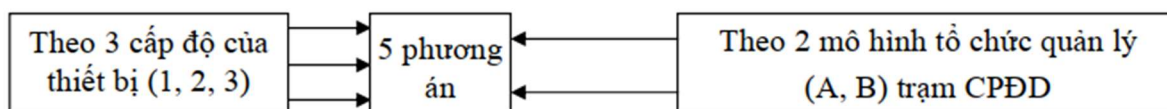
- Chất lượng móng đường CPĐD không đảm bảo;
- Công nghệ sản xuất cấp phối, thi công CPĐD không hợp lý;

Từ đó có thể có 2 hướng giải quyết về công nghệ sản xuất CPĐD như sau:

- Hướng 1: Phải sản xuất CPĐD theo công nghệ tiêu chuẩn.
- Hướng 2: Cơ giới hoá quá trình sản xuất CPĐD theo 3 cấp độ khác nhau (1, 2, 3) để nâng cao chất lượng sản phẩm trên cơ sở lựa chọn phương án tổ chức sản xuất theo mô hình quản lý phù hợp.

Ta có 2 mô hình tổ chức sản xuất là: trạm CPĐD thuộc mỏ đá (A) hoặc thuộc nhà thầu xây dựng (B).

Khi kết hợp 2 mô hình tổ chức A, B với hướng 1 và 2, ta có thể lập được 5 phương án 1, 2, 3, 4, 5 theo sơ đồ sau:



- Phương án 1 (1+A): Trạm CPĐD tiêu chuẩn năng suất lớn do doanh nghiệp sản xuất đá quản lý (DNSX);
- Phương án 2 (2+A): trạm CPĐD cải tiến do DNSX đá quản lý;
- Phương án 3 (1+B): trạm CPĐD tiêu chuẩn do nhà thầu thi công quản lý;
- Phương án 4 (2+B): trạm CPĐD cải tiến do nhà thầu thi công quản lý;
- Phương án 5 (3+B): trạm CPĐD đơn giản do nhà thầu thi công quản lý;

#### **4. KẾT LUẬN**

- Dây chuyền công nghệ sản xuất cấp phối đá dăm dùng cho thi công móng đường tại Tp.HCM và các tỉnh phía Nam thường không đạt chuẩn, sản phẩm “0x4” hoặc “0x5” thực chất chính là sản phẩm thải của quá trình nghiền với dây chuyền ngắn, chỉ có nghiền má, không qua nghiền côn, có nhiều tạp chất và thành phần hạt không đồng đều.

Nếu dùng sản phẩm này làm lớp cấp phối cho móng đường thì chất lượng của móng đường sẽ kém, không ổn định. Do đó, cần hoàn thiện dây chuyền sản xuất cấp phối đá dăm từ khâu sàng tuyển, nghiền vật liệu... và trộn cấp phối trong máy trộn. Nhóm tác giả nghiên cứu cũng đã có bài viết “Phân tích, đánh giá một số tồn tại khi sản xuất, sử dụng cấp phối đá dăm làm móng đường ô tô ở Tp. Hồ Chí Minh”;

- Công tác quản lý chất lượng cấp phối đá dăm của các đơn vị quản lý nhà nước chưa được phân định rõ ràng, chất lượng cấp phối đá dăm tại các mỏ đá chưa được nhà sản xuất quan tâm đúng mức, nhà nước chưa qui định về trình độ nhân lực, trang thiết bị máy móc, thiết bị thí nghiệm...(như là ngành nghề kinh doanh có điều kiện) đối với nhà sản xuất, sản phẩm không được đăng ký chất lượng nên chất lượng cấp phối đá dăm dễ bị thả nổi;

- Chất lượng của vật liệu cấp phối đá dăm ngoài phụ thuộc vào yếu tố công nghệ sản xuất, còn phụ thuộc rất lớn vào thành phần hóa học, cường độ và cấu trúc của vật liệu đá gốc.

- Việc sử dụng, thi công và nghiệm thu, thanh quyết toán lớp đá 0x4 làm móng đường ô tô chưa hợp lý, ảnh hưởng đến chất lượng kết cấu áo đường và hiệu quả đầu tư.

#### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. bmt-material. <http://www.bmt-material.vn/day-chuyen-tron-cap-phoi-da-dam/>
- [2]. VLXD Vạn Thành Công. <https://vlxdvanthanhcong.vn/cap-nhat-gia-da-0x4-thanh-pho-thu-duc-moi-nhat/>
- [3]. Trương Đại Thành. <https://truongdaithanhgroup.com/day-chuyen-may-nghien-da-xay-dung-cong-suat-lon/>.
- [4]. Hoàng Văn An (2013), các biện pháp bảo vệ môi trường trong và sau khai thác tại các mỏ đá vật liệu xây dựng khu vực Thường Tân – Tân Mỹ, huyện Tân Uyên, tỉnh Bình Dương, Luận văn thạc sĩ kỹ thuật, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.

- [5]. TCVN 8859:2011 (2011), lớp móng cấp phối đá dăm trong kết cấu áo đường ô tô – vật liệu, thi công và nghiệm thu
- [6]. TCVN 2737: 1995 (1995), Tiêu chuẩn quốc gia: Tải trọng tác dụng – Tiêu chuẩn thiết kế
- [7]. Emersleben, A. and Meyer, M. (2008), Bearing Capacity Improvement of Asphalt Paved Road Constructions due to the use of Geocells – Falling Weight Deflectometer and Vertical Stress Measurements. Proceeding of the 4<sup>th</sup> Asian Regional Conference on Geosynthetics.
- [8]. Han, J., ang,X., Leshchinsky, D., and Parsons R.L. (2007), Behavior of Geocell – Reinforced Sand under a Vertical Load. Geosynthetics Committee.

## **BẢO VỆ DỮ LIỆU CÁ NHÂN TRÊN NỀN TẢNG PHI TẬP TRUNG CỦA ATALA PRISM TRONG THẾ GIỚI SỐ HÓA**

**Nguyễn Thị Hồng Hoa\***

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

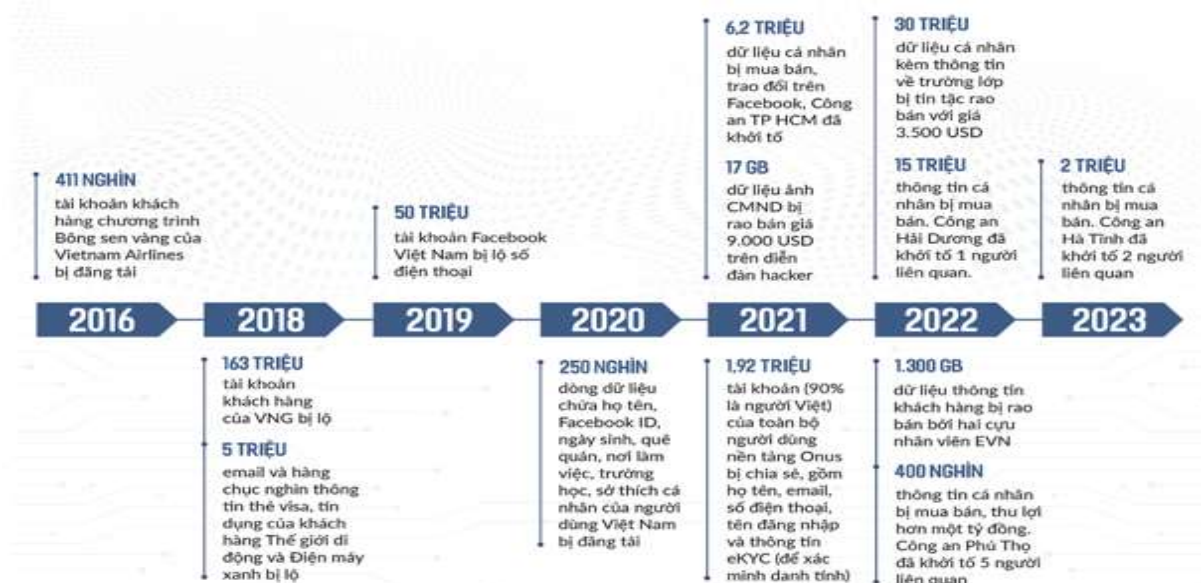
\*Tác giả liên hệ: Email: [hoanth@utc.edu.vn](mailto:hoanth@utc.edu.vn)

**Tóm tắt:** Trong thời đại số hóa ngày nay, việc bảo vệ dữ liệu cá nhân trở nên càng quan trọng hơn bao giờ hết khi việc quản lý thông tin dữ liệu cá nhân đang được lưu trữ trong mô hình tập trung. Với mô hình quản lý tập trung thông tin cá nhân có thể được lấy cắp bởi chính tổ chức quản lý thông tin đó. Định danh Phi Tập Trung (SSI) trên nền tảng Atala Prism đã nổi lên như một giải pháp đáng chú ý, giúp người dùng giữ quyền kiểm soát hoàn toàn về dữ liệu cá nhân của họ. Bài báo này sẽ giới thiệu về SSI và phân tích cách Atala Prism hỗ trợ triển khai và quản lý SSI một cách hiệu quả. Việc triển khai SSI trên nền tảng Atala Prism mang lại lợi ích về bảo mật và quyền riêng tư đối với dữ liệu cá nhân. Điều này mở ra một tương lai an toàn và linh hoạt cho việc quản lý thông tin cá nhân trong thời đại số hóa ngày nay.

**Từ khóa:** Self-Sovereign Identity (SSI); Atala Prism; Identity management; Blockchain technology

### **1. GIỚI THIỆU**

Trong những năm gần đây, có rất nhiều cảnh báo về tình trạng lộ thông tin và dữ liệu cá nhân trên các trang báo uy tín như [vnexpress.net](http://vnexpress.net), tạp chí an toàn thông tin, báo thanh niên. Tuy nhiên cho tới thời điểm hiện nay vẫn chưa có cách giải quyết vấn đề này. Tương tự việc xác nhận thông tin danh tính cá nhân chủ yếu dựa trên giấy tờ vật lý thì việc quản lý danh tính trên internet dựa vào các thông tin danh tính tài khoản của người dùng. Thông tin cá nhân hay còn gọi là “danh tính” của chúng ta bao gồm các thông tin có trong chứng minh thư, điện thoại, email, bằng cấp và các chứng chỉ được phát hành, lưu trữ và xác minh bởi các cơ quan tập trung (server), gọi là "centralized or account-based identity". Mỗi người dùng thường có nhiều tài khoản trong môi trường kỹ thuật số gồm tên người dùng và mật khẩu xác thực người dùng để sử dụng các dịch vụ tương ứng. Với mô hình quản lý dữ liệu tập trung đã xảy ra rất nhiều vụ lộ thông tin được thông kê trong hình 1 đã được chứng minh là không hiệu quả, thiếu kiểm soát về quyền riêng tư và dễ bị tấn công mạng. Do đó, từ quan điểm bảo vệ quyền riêng tư và dữ liệu, việc quản lý danh tính của chúng ta theo cách phi tập trung trở nên ngày càng quan trọng hơn, giúp tái chiếm lại kiểm soát về dữ liệu cá nhân của chúng ta. SSI (Self-Sovereign identity) kết hợp với công nghệ blockchain giúp tạo ra niềm tin trong việc bảo vệ quyền riêng tư và kiểm soát cá nhân [1].



Hình 1: Các vụ lộ thông tin lớn tại Việt Nam đã được phát hiện và xử lý<sup>1</sup>

Ý tưởng định danh phi tập trung để kiểm soát dữ liệu cá nhân, hoặc quyền riêng tư thông tin, đã được giới thiệu bởi Westin, A.F. trong cuốn sách "Privacy and Freedom" (1967) dưới dạng "Fair Information Practice Principles" (FIPPs). Những nguyên tắc này đã dẫn đến việc ban hành các luật quyền riêng tư đầu tiên tại phương Tây và vẫn là một phần quan trọng của các ý tưởng cơ bản trong nghị định bảo vệ dữ liệu tổng quát - GDPR<sup>2</sup>(General Data Protection Regulation) ngày nay.

Bài báo này nhằm giải thích về SSI ở mức độ chức năng và kỹ thuật, dựa trên một cài đặt cụ thể trên Atala Prism. Với Atala Prism, người dùng có thể kiểm soát hoàn toàn dữ liệu cá nhân của mình. Họ có thể quản lý quyền truy cập vào dữ liệu và quyết định liệu họ muốn chia sẻ thông tin với ai và trong bao lâu. Điều này giúp bảo vệ sự riêng tư và ngăn chặn việc lạm dụng thông tin cá nhân. Nội dung bài báo giới thiệu về bảo vệ sự an toàn cho danh tính cá nhân, phần II giới thiệu công nghệ Blockchain, phần III giới thiệu về những tiến bộ trong bảo mật và quản lý dữ liệu trên hệ sinh thái Atala Prism, phần IV là các lĩnh vực được triển khai trên Atala Prism và phần V là kết luận.

## 2. BLOCKCHAIN

Blockchain là một hệ thống lưu trữ dữ liệu phân tán, trong đó thông tin được lưu trữ dưới dạng các "khối" (blocks) và mỗi khối kết nối với nhau thông qua các liên kết mã hóa. Mỗi khối chứa một số thông tin và mã hóa của khối trước đó tạo ra một chuỗi không thể thay đổi. Blockchain, hoặc chuỗi khối, là một hệ thống phân phối lưu trữ dữ liệu mà không có điểm trung tâm kiểm soát.

<sup>1</sup> Nguồn Vnexpress.net ngày 06/07/2023

<sup>2</sup> Một quy định pháp lý của Liên minh Châu Âu (EU) về bảo vệ dữ liệu cá nhân và quyền riêng tư của người dân trong EU và Khu vực Kinh tế Châu Âu (EEA)

Blockchain hoạt động dựa trên nguyên tắc phân quyền, trong đó mọi người trên mạng lưới có thể xác minh và thêm dữ liệu vào hệ thống. Quá trình xác minh giao dịch thường được thực hiện bởi một mạng lưới máy tính phân tán, trong đó các máy tính cạnh tranh với nhau để giải một bài toán phức tạp [2]. Một ưu điểm khác của Blockchain có sẵn hỗ trợ mã hóa dữ liệu và không thể thay đổi (dữ liệu không thể thay đổi bởi người dùng trái phép), từng dữ liệu là khối/giao dịch sẽ sở hữu một mã băm duy nhất, mã băm này dùng liên kết với khối “block” lưu trữ trước đó. Blockchain sẽ xác minh mã băm của các khối trước đó và nếu xác minh khối của tất cả các nút thành công thì dữ liệu được coi là bảo mật [3]. Khi một giao dịch được xác minh, nó sẽ được thêm vào một khối. Đặc Điểm Quan Trọng của Blockchain đến là: **An Toàn:** Dữ liệu trong Blockchain không thể thay đổi một khi đã được thêm vào khối, vì mỗi khối kết nối với khối trước đó thông qua mã hóa; **Phân Tán:** Dữ liệu được lưu trữ trên nhiều máy tính khác nhau trên toàn cầu, không có một điểm trung tâm nào kiểm soát hệ thống.

### **3. QUẢN LÝ DỮ LIỆU TRÊN ATALA PRISM**

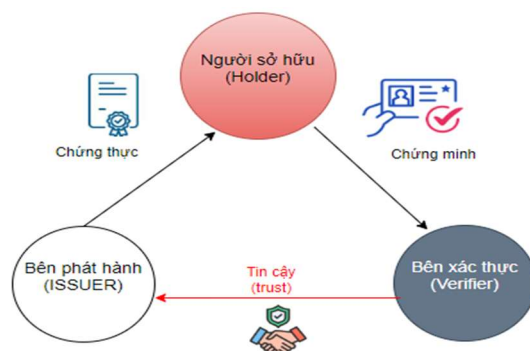
Atala Prism sử dụng công nghệ blockchain được xây dựng bởi IOHK (Input Output Hong Kong), công ty phát triển công nghệ blockchain hàng đầu thế giới, để tạo ra một môi trường an toàn và bảo mật cho việc lưu trữ và quản lý dữ liệu cá nhân. Mỗi dữ liệu được lưu trữ trên blockchain được mã hóa và bảo vệ bằng cơ chế chứng thực công khai, đảm bảo tính toàn vẹn và không thể thay đổi. Nền tảng này cung cấp một môi trường an toàn và bảo mật để triển khai và quản lý SSI (Self-Sovereign Identity). Atala Prism sử dụng công nghệ blockchain để đảm bảo tính bất biến và minh bạch của dữ liệu, giúp người dùng tin cậy vào tính an toàn của thông tin cá nhân của họ [4].

#### **3.1. Nền tảng của quản lý danh tính**

Hiện nay cách quản lý định danh giấy tờ vật lý như căn cước công dân, thẻ bảo hiểm, thẻ ngân hàng hay các bằng cấp chứng chỉ ít hiệu quả và tốn kém hơn để duy trì so với các định danh số (số hóa), đặc biệt là đối với bên cấp phát. Ngoài ra, chúng dễ bị làm giả và không hỗ trợ liên thông giữa các dịch vụ một cách hiệu quả và đồng nhất nếu muốn sử dụng rộng rãi. Định danh số có thể được sử dụng để cải thiện những yếu tố này. Trước khi khám phá Atala Prism như một cài đặt cụ thể, bài báo giải thích một số khái niệm cơ bản, các khối xây dựng chính của SSI và các công nghệ sử dụng.

#### **3.2. Chứng chỉ/ Giấy tờ xác thực (Verifiable credentials - VC)**

Trong mô hình danh tính phi tập trung, người dùng không phụ thuộc vào các tài khoản. Thay vào đó, họ kết nối trực tiếp với các bên khác để chia sẻ thông tin, đảm bảo rằng thông tin cá nhân không được lưu trữ trung gian. Đối tác nhận thông tin cần có khả năng xác minh tính hợp lệ của thông tin đó. Người dùng sử dụng các giấy tờ xác thực như bằng lái xe, hộ chiếu, thẻ sinh viên và thẻ ngân hàng để chứng minh danh tính của họ. Trong mô hình định danh tự chủ SSI người dùng cần có giấy tờ xác thực VC để có thể chia sẻ với các bên khác [5].



Hình 2: Mô hình chung định danh tự chủ SSI

Một trong những ưu điểm lớn nhất của SSI là cho phép các giấy tờ xác thực có thể xác minh, mà không cần đến bất kỳ bên thứ ba nào hoặc tài liệu vật lý. Kết hợp internet với mật mã hóa, tài liệu có thể được xác minh trong vài giây. Các bước xác minh trong SSI gồm: (1) kiểm tra giấy tờ xác thực có chứa dữ liệu chính xác theo đúng định dạng không (đúng và hoàn chỉnh), (2) liệu nó có chứa chữ ký hợp lệ từ người cấp, và do đó xác định tính chính xác của nó, (3) tính hợp lệ của tài liệu, và (4) liệu người giữ giấy tờ xác thực cũng là chủ thể của nó hay không. Các giấy tờ xác thực có thể xác minh chính là những gì chúng ta mang theo trong ví tiền vật lý của mình ngày nay, tức là thẻ ngân hàng, thẻ tín dụng, giấy phép lái xe, thẻ thư viện và các loại tài liệu tương tự.

### 3.3. Xác minh thông tin qua công nghệ Blockchain

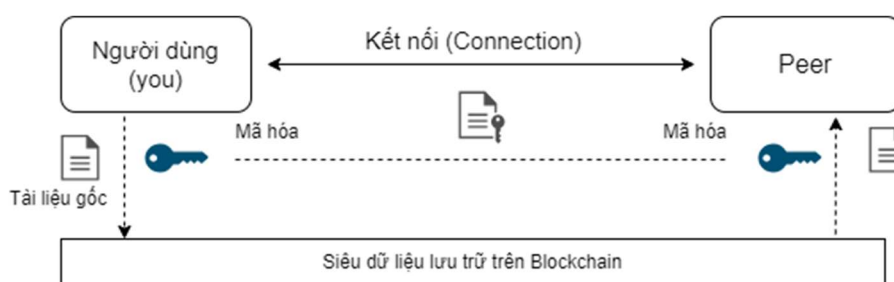
Các kết nối ngang hàng (peer-to-peer connections) là phân tán vì không cần một bên thứ ba. Kết nối ngang hàng, được minh họa trong hình 1 giữa người giữ và người xác minh, về cơ bản cho phép chúng ta sao chép kỹ thuật số gọi là chứng chỉ tương ứng với danh tính của mình trong thế giới thực. Các chứng chỉ này được lưu trữ trên blockchain một cơ sở dữ liệu hoặc sổ cái phân phối. Các giao dịch giữa các bên trong SSI có thể được xác minh thông qua một cơ sở hạ tầng khóa công khai phân tán gọi là DPKI (Decentralized Public Key Infrastructure). Mỗi người tham gia trong mạng lưới (người, tổ chức, vật, vv.) có thể nhận một Định Danh Phân tán (DID – Decentralized IDentifiers), hay định danh ẩn danh tương tự như một địa chỉ IP hoặc URL. Một DID về cơ bản chứa dữ liệu meta về một chứng chỉ có thể xác minh. Xét một định dạng của một DID sẽ cho phép các VCs được liên kết với một người giữ. Mỗi DID chứa các tài liệu DID liên quan. Do đó, DIDs chứa các tài liệu, trong trường hợp này là VCs, mà về cơ bản là một tập hợp thông tin về chứng chỉ liên quan.

### 3.4. Cơ sở hạ tầng khóa công khai (DPKI)

DPKI là một hệ thống cơ sở hạ tầng mà các khóa công khai (public keys) được phân phối và quản lý một cách phân tán, không tập trung vào một bên thứ ba duy nhất. Điều này tạo ra một môi trường có thể tin cậy để xác minh danh tính và tạo chữ ký số mà không cần phải dựa vào một tổ chức hay cá nhân cụ thể nào đó. Trong hệ thống DPKI, mỗi người dùng hoặc thực thể có thể tạo ra và quản lý các cặp khóa công khai và khóa bí mật của riêng mình mà không cần sự can thiệp của bên thứ ba, tạo ra một môi trường phân tán và tự trị.



DPKI sử dụng mã hóa khóa không đối xứng. Các tin nhắn đã được mã hóa bằng cách sử dụng khóa công khai chỉ có thể được mở khóa bằng cách sử dụng khóa bí mật tương ứng. Bởi vì khóa công khai và khóa bí mật của người nhận được liên kết với nhau, người nhận là bên duy nhất có khả năng giải mã tin nhắn thành dạng ban đầu của nó. Bất kỳ khóa bí mật nào khác sẽ không giải mã tin nhắn một cách đúng đắn. Khóa công khai có thể được chia sẻ với người khác và thực tế hoạt động giống như một địa chỉ công khai, vì người gửi sử dụng nó để mã hóa tin nhắn để kết nối nó với khóa bí mật của người nhận. Sử dụng một bộ khóa do đó cho phép các bên chia sẻ dữ liệu một cách an toàn, chỉ có thể được nhìn thấy bởi người nhận của giao dịch như hình 3 dưới đây



Hình 35: Dữ liệu được lưu trữ trên Blockchain

### 3.5. Zero Knowledge Proofs (ZKP)

Các chữ ký số thông qua các khóa công khai và bí mật diễn ra ở mọi nơi trong SSI, vì đây là cơ sở cho việc giao tiếp an toàn. Trong một giao dịch thông thường trên blockchain thông tin được chứng minh bằng cách sử dụng chữ ký số để đảm bảo bên thực hiện giao dịch và được xác thực bởi mạng lưới.

ZKP cho phép người giữ chứng minh các thuộc tính cho người xác minh mà không cần phải tiết lộ thông tin cụ thể về các thuộc tính đó. Kết hợp VCs với ZKP cho phép có các chứng chỉ tăng cường quyền riêng tư, hoặc chính xác là chứng chỉ được kích hoạt bởi ZKP, từ đó có thể tạo ra các đặc điểm cụ thể của người giữ. Hơn nữa, người xác minh có thể xác minh rằng một chứng chỉ không bị thu hồi, mà không cần phải tiết lộ một danh sách các chứng chỉ bị thu hồi có thể gây ra những hậu quả nghiêm trọng về quyền riêng tư [6].

### 3.6. Sự tin cậy trong việc xác minh các chứng chỉ (Trust in verifiable credentials)

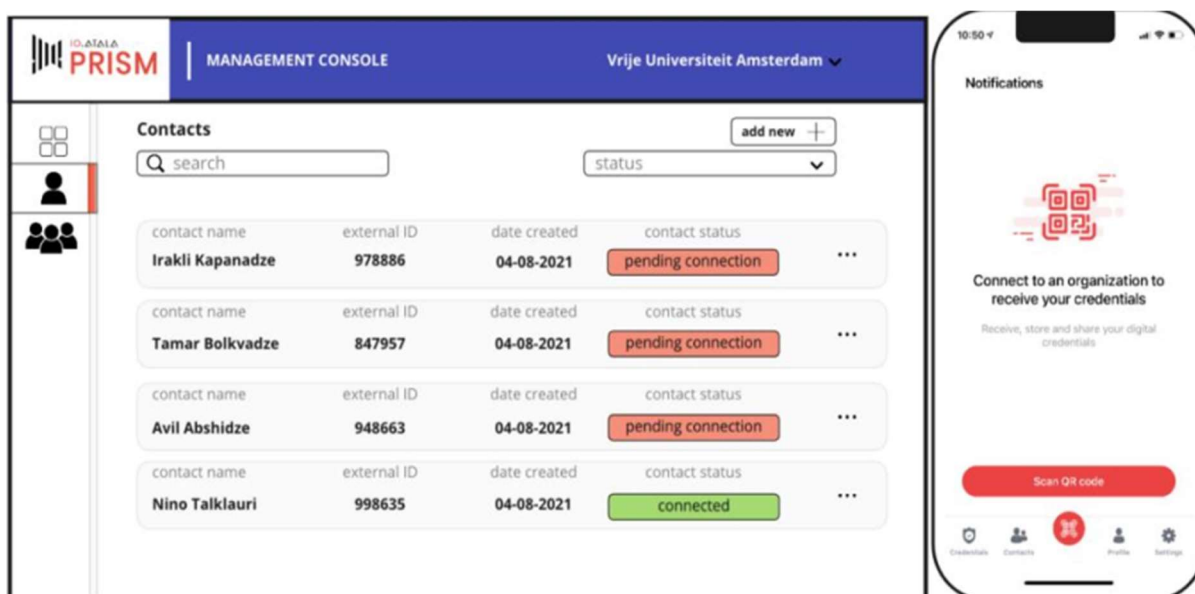
Người phát hành có khả năng gửi các chứng chỉ có thể xác minh (VCs) cho người giữ, người có thể xác minh rằng các thông tin chứng chỉ đã đến từ một bên đáng tin cậy. Điều này là có thể dựa trên siêu dữ liệu giao dịch, được lưu trữ trên blockchain [6]. Là kết quả, niềm tin đã được thiết lập giữa người xác minh và người phát hành, cho phép người giữ sử dụng các dịch vụ. Tùy thuộc vào các yếu tố như mã hóa, các blockchain là một cách phù hợp để lưu trữ siêu dữ liệu. Nếu được mã hóa, chỉ có người xác minh mới có thể truy cập siêu dữ liệu bằng cách sử dụng khóa bí mật của họ. Hơn nữa, các blockchain là không thể sửa đổi, điều này có nghĩa là siêu dữ liệu không thể được thay đổi sau này.

#### 4. ỨNG DỤNG BẢO VỆ VÀ CHIA SẺ DỮ LIỆU AN TOÀN TRÊN ATALA PRISM

Input Output đã hợp tác với Bộ Giáo dục của Ethiopia để triển khai hệ thống ghi nhận danh tính và thành tích học sinh và giáo viên trên cả nước dựa trên blockchain. Giải pháp danh tính của Atala PRISM cho phép các cơ quan có thẩm quyền tạo các giấy chứng nhận giáo dục không thể thay đổi được cho 3.500 trường học, 5 triệu học sinh và 750.000 giáo viên [9].

Như chúng ta đã thấy, SSI có thể được triển khai thông qua một ví dụ dạng ứng dụng. Phần này tập trung vào ứng dụng Atala Prism. Bài báo sẽ mô tả Atala Prism như là một giải pháp chạy trên cơ sở hạ tầng hiện có là blockchain Cardano (Cardano) [10].

Trước hết, các tổ chức muốn xác minh hoặc cấp chứng chỉ phải truy cập vào cổng quản lý Atala Prism. Tổ chức đăng nhập bằng cách kết nối ví của họ. Sau khi đăng nhập vào cổng quản lý, nó có thể được sử dụng để tạo và quản lý các chứng chỉ. Chứng chỉ sau đó có thể được cấp cho các cá nhân sau này. Ví dụ Đại học Vrije Amsterdam (VU) muốn phát hành bằng cấp phải tải lên danh sách thông tin liên hệ của người nhận bằng lên cổng quản lý [6, trang 14 – 15]. VU hoàn toàn tự do trong việc chọn số lượng liên hệ để tải lên. Mỗi sinh viên sẽ được thêm vào cổng quản lý, hiển thị tên của họ kết hợp với một ID bên ngoài, cũng như ngày tạo và trạng thái liên hệ (hình 5). Thông tin có sẵn trong cổng quản lý chỉ được tổ chức sử dụng để xem trạng thái của các kết nối hiện tại, trong trường hợp này liên quan đến sinh viên.

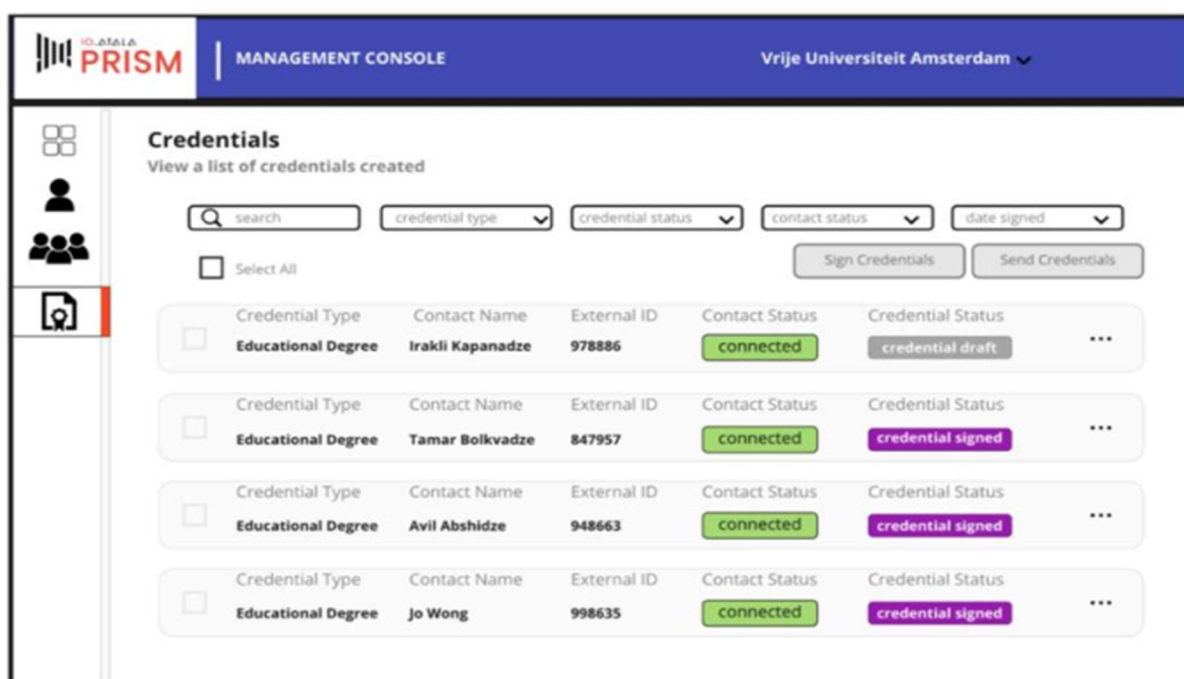


Hình 4: Ứng dụng quản lý sinh viên trên Atala Prism

Để sử dụng giấy chứng nhận, sinh viên tải xuống ứng dụng di động Atala Prism cho Android hoặc IOS (hình 5). Nó cho phép sinh viên tạo ví danh tính của riêng mình và nhận, lưu trữ và chia sẻ các chứng chỉ. Lưu ý rằng trạng thái "đang chờ" cho đến khi sinh viên đã kết nối ứng dụng của mình với tổ chức liên quan. Do đó, bước tiếp theo là sinh viên đến văn phòng đăng ký của trường để chứng minh danh tính của họ. Khi xác

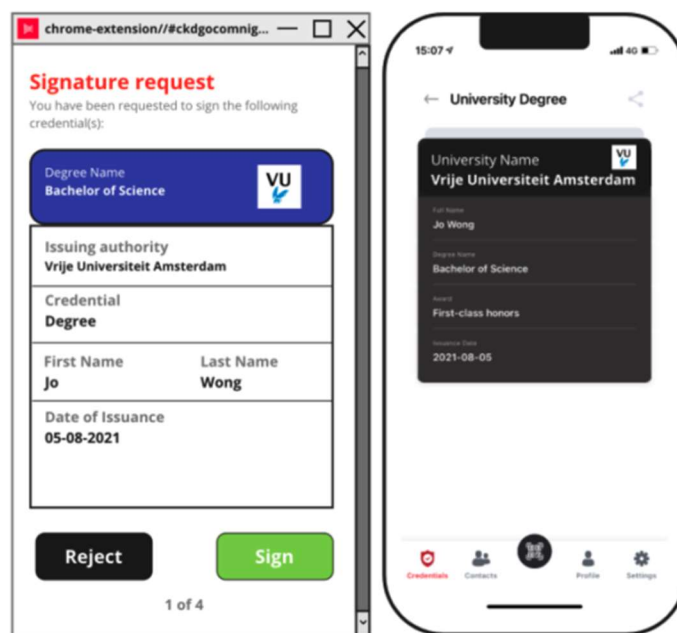
minh danh tính vật lý đã được chấp nhận, một mã QR được tạo ra trong bảng điều khiển quản lý của VU, được quét bởi sinh viên để thiết lập một kết nối an toàn. Như được thể hiện dưới đây trong hình 6, các kết nối đang chờ sẽ thay đổi thành các kết nối hoạt động sau khi hoàn thành. Quá trình xác minh danh tính cho sinh viên có thể được coi là một sự kiện duy nhất, và kết nối sẽ chỉ ngừng tồn tại khi một trong hai bên mong muốn.

Sau khi đã thiết lập một kết nối an toàn, việc phát hành các giấy chứng nhận và cho phép các sinh viên tốt nghiệp lưu trữ chúng trong ví của sinh viên đó. Việc phát hành các giấy chứng nhận có thể dễ dàng được thực hiện thông qua bảng điều khiển quản lý đã được đề cập ở trên. Các giấy chứng nhận chưa được ký hoặc gửi đi, chúng sẽ xuất hiện trước tiên dưới dạng bản nháp giấy chứng nhận (hình 6).



Hình 5: Giao diện quản lý giấy chứng nhận

Tiếp theo, bên phát hành đăng nhập vào ví trình duyệt của họ để từ chối hoặc ký các giấy chứng nhận mới và tạo ra một mã băm của giấy chứng nhận trên blockchain Cardano. Ngoài ra, trạng thái của giấy chứng nhận trong bảng điều khiển quản lý sẽ thay đổi từ bản nháp giấy chứng nhận sang giấy chứng nhận đã được ký, có nghĩa là cơ quan đã chính thức tạo ra giấy chứng nhận. Hình 7 hiển thị một cửa sổ pop-up trong bảng điều khiển quản lý của cơ quan (bên trái) và ứng dụng Atala Prism của sinh viên chứa giấy chứng nhận đã phát hành (bên phải). Bước tiếp theo là để những người xác minh kiểm tra xem giấy chứng nhận có thực sự thuộc về chủ sở hữu không. Người xác minh là bên yêu cầu một giấy chứng nhận trước khi có thể cấp quyền truy cập vào một số dịch vụ cụ thể. Trong ví dụ của chúng tôi, điều này có thể là một nhà tuyển dụng tương lai. Họ sẽ cần bằng tốt nghiệp để xem xét xem ứng viên có đáp ứng các yêu cầu của mô tả công việc không.



Hình 6: Chữ ký của giấy chứng nhận và ứng dụng ví Atala prism chứa giấy chứng nhận

## 5. KẾT LUẬN

Sử dụng Atala Prism mang lại nhiều lợi ích đáng kể cho cả người dùng và tổ chức. Đầu tiên, nó cung cấp một môi trường an toàn để lưu trữ và chia sẻ dữ liệu cá nhân. Thứ hai, nó giúp giảm thiểu rủi ro của việc phát tán thông tin cá nhân và ngăn chặn các cuộc tấn công mạng. Từ đó, nó tạo ra một cộng đồng dữ liệu an toàn và minh bạch, giúp tăng cường sự tin cậy và hiệu quả trong các giao dịch trực tuyến. Atala Prism là một giải pháp bảo mật dữ liệu mạnh mẽ và hiệu quả trong thế giới số hóa ngày nay. Bằng cách kết hợp tính bảo mật của công nghệ blockchain và tính linh hoạt của việc quản lý dữ liệu, nó mang lại một cách tiếp cận an toàn và tiện lợi cho việc bảo vệ thông tin cá nhân.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được hỗ trợ từ dự án “Accelerate Atala Prism learning and adoption in Universities” mã số dự án 1100006 của quỹ Cardano Catalyst.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Jens Strüker , Nils Urbach , Tobias Guggenberger , Jonathan Lautenschlager, A. (2021) .Self-Sovereign Identity - Foundations, Applications, and Potentials of Portable Digital Identities. P. 9.
- [2]. Bennett, C.J. (2018). The European General Data Protection Regulation: An instrument for the globalization of privacy standards? Information Policy. 23. p. 239 – 246.
- [3]. Bernabe, J.B. et al. (2019). Privacy-Preserving Solutions for Blockchain: Review and Challenges. IEEE. 7, p.164908 – 164940.

- [4]. Giannopoulou, A. (2020). Data Protection Compliance Challenges for Self-sovereign Identity. In: Prieto J. et al. Blockchain and Applications. Advances in Intelligent Systems and Computing. Vol. 1238. Springer.
- [5]. Preukschat, A. & Reed, D. (2020). Decentralized Digital Identity and Verifiable Credentials (Version 8). Manning Publications.
- [6]. Using privacy-preserving ZKP credentials on the MATTR Platform. (September 2020). Available at: <https://mattr.global/>.
- [7]. <https://ssrn.com/abstract=4038680>
- [8]. <https://atalaprism.io/#case-studies>
- [9]. Cardano Africa. (2021).

## DỰ BÁO GIÁ TRỊ CỦA CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN CHẤT LƯỢNG KHÔNG KHÍ TRONG MÔI TRƯỜNG

Nguyễn Lê Minh<sup>1</sup>, Lê Nhật Tùng<sup>2</sup>, Trần Thị Dung<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

<sup>2</sup>Khoa Công nghệ thông tin, Trường Đại học Công nghệ Đồng Nai, Biên Hòa, Đồng Nai

<sup>3</sup>Trường Đại học Giao thông vận tải - Phân hiệu tại TP.HCM 450-451 Lê Văn Việt, Tăng Nhơn Phú A, Thủ Đức, Hồ Chí Minh, Việt Nam

\*Tác giả liên hệ: Email: dungtt\_ph@utc.edu.vn

**Tóm tắt.** Trong nghiên cứu này, chúng tôi thực hiện việc dự báo các chỉ số ô nhiễm không khí quan trọng bao gồm NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> và CO. Chúng tôi sử dụng phương pháp Matrix Profile, một công cụ mạnh mẽ trong phân tích chuỗi thời gian, để xây dựng mô hình dự báo dựa trên dữ liệu lịch sử. Qua việc áp dụng mô hình này, chúng tôi có thể cung cấp dự báo chất lượng không khí trong tương lai, từ đó hỗ trợ quản lý môi trường và đưa ra các biện pháp giảm thiểu tác động tiêu cực đối với sức khỏe cộng đồng và môi trường. Kết quả của nghiên cứu này cung cấp thông tin cần thiết để phát triển các chiến lược quản lý môi trường hiệu quả và cải thiện chất lượng không khí.

**Từ khóa:** Dự báo, ô nhiễm môi trường, không khí, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> và CO.

### 1. GIỚI THIỆU

Trong những năm gần đây, vấn đề về chất lượng không khí đã trở thành một trong những ưu tiên hàng đầu của cộng đồng khoa học và chính phủ trên toàn thế giới. Ô nhiễm không khí không chỉ ảnh hưởng đến sức khỏe con người mà còn có tác động đáng kể đối với môi trường sống. Điều này đã thúc đẩy sự quan tâm đến việc nghiên cứu và phát triển các phương pháp dự báo và dự báo chất lượng không khí.

Cho đến nay, việc dự báo chuỗi thời gian đã trở thành một công cụ quan trọng trong nhiều lĩnh vực, bao gồm dự báo giá cổ phiếu [1], hoạt động kinh doanh dầu khí [2], tuyển sinh đại học [3] và sự thay đổi, tăng trưởng dân số [3]. Các nhà nghiên cứu đã đề xuất nhiều phương pháp dự báo chuỗi thời gian trong những năm gần đây. Ví dụ, năm 1979, Bruce Bowerman, Richard O Connell và Anne Koehler [4] đã nhấn mạnh sự quan trọng của việc sử dụng dự báo để hỗ trợ quyết định trong nhiều lĩnh vực như tiếp thị, tài chính và quản lý. Máy vectơ hỗ trợ (SVM) được Kim giới thiệu để dự báo chuỗi thời gian tài chính vào năm 2003 [5]. Năm 2007, Lora đã sử dụng số kỹ thuật lân cận gần nhất để dự báo dữ liệu [6]. Năm 2009, Jiang đề xuất phương pháp dự báo chuỗi thời gian tồn kho dựa trên thông tin mô típ [7]. Năm 2017, Yolcu và cộng sự. [8] đã giới thiệu một cách tiếp cận mạnh mẽ kết hợp cho chuỗi thời gian mờ bằng cách đánh giá hiệu suất dự báo của các phương pháp sẽ bị ảnh hưởng như thế nào từ giá trị ngoại lệ. Vào năm 2020, Silva và cộng sự. giới thiệu phương pháp Chuỗi thời gian mờ không có

định (NSFTS) với các tham số thay đổi theo thời gian được điều chỉnh từ việc phân phối dữ liệu [9].

Phương pháp dự báo theo cấu hình ma trận là một phương pháp mới cho chuỗi thời gian. Cấu hình ma trận là một vectơ khoảng cách của các cặp họa tiết hoặc các cặp liên kề, được đề xuất bởi Dr. Keogh's Lab [10]. Cấu hình ma trận có ý nghĩa đối với việc khám phá mô-đun chuỗi thời gian, phân loại, trực quan hóa, phân cụm, khám phá quy tắc, v.v. [10].

Trong nghiên cứu này, chúng tôi sẽ tiếp tục mở rộng phạm vi của công trình trước đó bằng cách sử dụng phương pháp Matrix Profile, một phương pháp mới mạnh mẽ trong phân tích chuỗi thời gian, để dự báo các chỉ số  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  và CO. Bằng cách này, chúng tôi hy vọng rằng nghiên cứu của chúng tôi sẽ đóng góp vào sự hiểu biết và giải quyết thách thức trong việc quản lý chất lượng không khí và bảo vệ sức khỏe cộng đồng.

Trong nghiên cứu về ô nhiễm môi trường,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$  và CO đã được nhận diện là các chất gây ô nhiễm chính trong không khí.  $\text{SO}_2$  thường được phát ra từ các hoạt động công nghiệp, đặc biệt là quá trình đốt cháy than và dầu mỏ, gây ra hiện tượng mưa axit và ảnh hưởng đến sức khỏe con người cũng như môi trường.  $\text{NO}_2$ , phát ra chủ yếu từ giao thông và các nhà máy điện, cũng gây ra ô nhiễm không khí và có liên quan đến vấn đề về hô hấp và bệnh phổi. CO, một khí độc hại không màu, không mùi, được tạo ra từ quá trình đốt cháy không hoàn toàn của nhiên liệu, gây ra các vấn đề về hô hấp và có thể gây tử vong nếu nồng độ cao. Để giảm thiểu tác động tiêu cực của chúng, cần có sự hợp tác chặt chẽ giữa các nhà nghiên cứu, các cơ quan quản lý môi trường và cộng đồng. Hiểu rõ hơn về cách các chất này ảnh hưởng và các biện pháp kiểm soát hiệu quả sẽ đóng vai trò quan trọng trong việc bảo vệ môi trường và sức khỏe của cộng đồng. Từ các tác hại của  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$  và CO với môi trường không khí, chúng tôi đã quyết định dự báo các yếu tố này để các cơ bản có thẩm quyền có thể đưa ra các biện pháp nâng cao chất lượng không khí trong tương lai.

## **2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT**

### **2.1. Định nghĩa**

Định nghĩa 1: Chuỗi thời gian (Time series) Nếu  $T$  là một chuỗi thời gian thì  $T=(t_1, t_2, \dots, t_n)$  gồm tập hợp  $n$  số có giá trị thực theo thời gian [11].

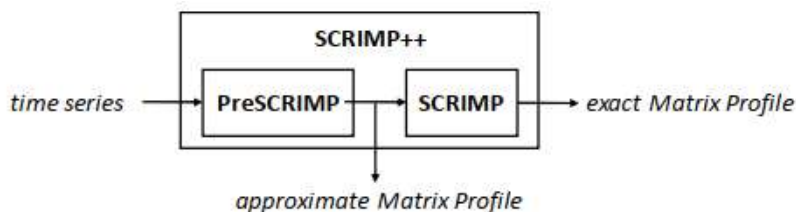
Định nghĩa 2: Cửa sổ trượt: Cho một dữ liệu chuỗi thời gian  $T$  có chiều dài  $n$ , để xác định được chuỗi con có chiều dài  $m$ , ta dùng một cửa sổ trượt có kích thước  $m$  trượt qua từng điểm từ trái sang phải trên chuỗi  $T$  để xác định mỗi chuỗi con  $C$  [11].

Định nghĩa 3: Chuỗi con : Cho một chuỗi thời gian  $T = (t_1, t_2, \dots, t_n)$ , một chuỗi con có chiều dài  $n$  của  $T$  là một chuỗi  $T_{i,n} = (t_i, t_{i+1}, \dots, t_{i+n-1})$  với  $1 \leq i \leq n-n+1$  [11].

### **2.2. Thuật toán dự báo**

Thuật toán SCRIMP++ là thuật toán được kết hợp 2 thuật toán: PreSCRIMP và SCRIMP. Thuật toán PreSCRIMP là thuật toán thuộc phương pháp tìm kiếm motif gần đúng, nó có độ phức tạp là  $O(n^2 \log_{n/s})$ . Thuật toán SCRIMP là thuật toán thuộc phương pháp tìm kiếm chính xác và nó có độ phức tạp  $O(n^2)$ . Thuật toán SCRIMP sử dụng thuật

toán PreSCRIMP làm tiền xử lý chuỗi thời gian, nó có khả năng phát hiện motif trong chuỗi thời gian và nó chỉ tìm ra được Matrix Profile gần đúng. Từ Matrix Profile gần đúng đó sẽ làm input cho thuật toán SCRIMP để tìm ra được Ma-trix Profile chính xác. Đó chính là ý tưởng của thuật toán SCRIMP++ [13].

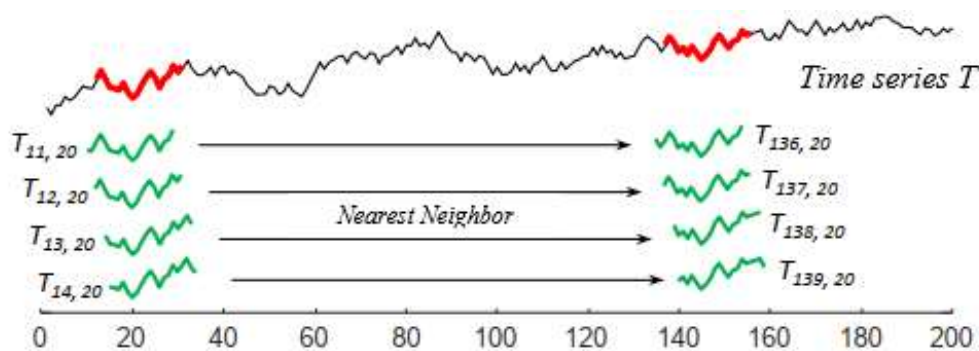


**Hình 1:** Thuật toán SCRIMP++ được xây dựng dựa trên hai thuật toán Pre-SCRIMP và SCRIMP [13]

Thuật toán SCRIMP++ là thuật toán kết hợp 2 thuật toán: Pre-SCRIMP và SCRIMP. Thuật toán SCRIMP sử dụng thuật toán PreSCRIMP làm tiền xử lý chuỗi thời gian, nó có thể phát hiện mô típ trong chuỗi thời gian và nó chỉ tìm thấy Hồ sơ ma trận gần đúng. Cấu hình ma trận gần đúng đó sẽ được nhập vào thuật toán SCRIMP để tìm Cấu hình ma trận chính xác. Đó chính là ý tưởng của thuật toán SCRIMP++ [12]. Thuật toán SCRIMP++ vẫn có thể thực hiện được với dữ liệu xử lý lớn, khi đó chúng ta có thể dừng lại bất cứ lúc nào để tìm mô típ mà không cần phải duyệt qua chuỗi thời gian.

#### Thuật toán preSCRIMP

Chỉ số  $i = [1, 2, 3, \dots, n-m + 1]$  là vị trí của dãy con trong chuỗi thời gian  $T$ .  $I$  là chỉ số biên dạng ma trận. Rõ ràng là chỉ số ma trận có các khoảng giá trị liên tiếp. Các giá trị liên tiếp tương ứng trong chỉ mục là các giá trị liên tiếp trong  $I$  và cũng là các giá trị lân cận gần nhất, đó là Bảo tồn vùng lân cận liên tiếp (CNP). Theo CNP, nếu  $i$  và  $j$  là lân cận của nhau thì khả năng cao là  $i + 1$  cũng là lân cận của  $j + 1$ . Trong Hình 2, các dãy con 11, 12, 13 và 14 tương ứng với các dãy con gần nhất với 136, 137, 138, 139 [12].



**Hình 2:** Thuộc tính CNP [12]

Dựa trên thuộc tính CNP, ý tưởng là đề xuất thuật toán tiền xử lý preSCRIMP để tìm cấu hình ma trận gần đúng thời gian chạy nhanh hơn nhiều so với thuật toán SCRIMP.



Sau khi chạy thuật toán preSCRIMP, cấu hình ma trận sẽ được tinh chỉnh bằng thuật toán SCRIMP, cho đến khi thuật toán hội tụ. Trong quá trình chạy thuật toán SCRIMP++, chúng ta có thể dừng bất cứ lúc nào, không nhất thiết phải đợi thuật toán kết thúc bình thường và kết quả sẽ là Ma trận gần đúng và mô típ của chuỗi thời gian này.

Thuật toán SCRIMP++ được thể hiện ở Bảng 1.

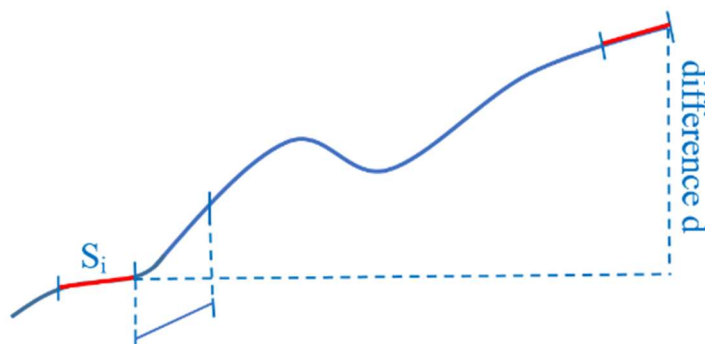
**Bảng 1:** Thuật toán SCRIMP++ [12]

Thuật toán SCRIMP++	
Input: Một chuỗi thời gian T và một độ dài chuỗi con m	
Chuỗi thời gian T đã được tiền xử lý bằng thuật toán Pre-SCRIMP	
Output: Matrix profile P và matrix profile index I của chuỗi thời gian T	
1	$n \leftarrow$ độ dài chuỗi thời gian T
2	Tính $\mu, \sigma$ của chuỗi thời gian T với độ dài chuỗi con là m
3	Khởi tạo giá trị ban đầu: $P \leftarrow$ infs, $I \leftarrow$ ones
4	$Orders \leftarrow$ RandPerm( $m/4+1:n-m+1$ )
5	for k in Orders
6	for $i \leftarrow$ 1 to $n-m+2-k$
7	if $i=1$ do $q \leftarrow$ DotProduct( $T_{1,m}, T_{k,m}$ )
8	else $q \leftarrow q_{t_{i-1}t_{i+k-2}} + t_{i+m-1} t_{i+k+m-2}$
9	end if
10	$d \leftarrow$ CalculateDistance( $q, \mu_i, \sigma_i, \mu_{i+k-1}, \sigma_{i+k-1}$ )
11	if $d < P_i$ do $P_i \leftarrow d, I_i \leftarrow i+k-1$ end if
12	if $d < P_{i+k-1}$ do $P_{i+k-1} \leftarrow d, I_{i+k-1} \leftarrow i$ end if
13	end for
14	end for
15	return P, I

Dựa vào kết quả của thuật toán SCRIMP++, chúng ta có thể sử dụng profile ma trận để thực hiện bài toán dự báo. Khi cấu hình Ma trận đã được tính toán, chúng ta có thể thấy các cặp chuỗi giống nhau nhất. Khi đó, dựa vào thuộc tính CNP trong thuật toán preSCRIMP, chúng ta có thể dự báo được chuỗi xuất hiện sau chuỗi cuối cùng trong chuỗi thời gian, đây cũng chính là chuỗi thời gian cần dự báo.

Tuy nhiên, do các chuỗi con có biên độ khác nhau ở các vị trí khác nhau nên chúng ta cần đặt chuỗi thời gian dự báo có biên độ gần với biên độ của chuỗi thực tế để lập chuỗi thời gian dự báo. Để thực hiện việc chuẩn hóa biên độ, chúng ta thực hiện như sau. Đầu tiên, chúng ta trừ đi điểm cuối cùng của chuỗi thời gian với điểm cuối cùng của

chuỗi thời gian lân cận để có giá trị độ lệch của 2 điểm này. Sau đó, chúng ta tìm chuỗi dự báo và chuẩn hóa biên độ bằng cách tính tổng mọi điểm trong chuỗi tiếp theo của chuỗi lân cận và độ lệch tương ứng, như trong Hình 3.



Hình 3: Ước tính giá trị dự báo bằng cách chuẩn hóa biên độ

### 3. THỰC NGHIỆM

Bộ dữ liệu chúng tôi sử dụng là bộ dữ liệu đo các chỉ số không khí tại Gia Lâm. Bộ dữ liệu được đo liên tục cứ 5 phút một lần trong suốt 2 năm 2015, 2016 ví dụ trong Hình 4. Chúng tôi chọn lọc ra 3 yếu tố ảnh hưởng tới ô nhiễm môi trường là SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> và CO vì 3 yếu tố này ảnh hưởng nhiều tới môi trường không khí nhất.

-- 1st mean values --				
Format: XTAB(V:1;HEAD:2;COL:TCFFFFFFFFFFFFFFFF)				
StartTime: 2015/01/13 00:00:00				
EndTime: 2015/01/14 00:00:00				
Period: 24 h				
Station: Gia Lam				
Time	NO2	SO2	CO	
	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µ
2015-Jan-13 0:05:00	22.0394	9.0662	1623.75	
2015-Jan-13 0:10:00	16.1205	9.1806	1608.96	
2015-Jan-13 0:15:00	1.60897	9.4189	1595	
2015-Jan-13 0:20:00	0.60251	9.929	1579.38	
2015-Jan-13 0:25:00	0	9.8813	1567.71	
2015-Jan-13 0:30:00	0	9.805	1552.92	
2015-Jan-13 0:35:00	0.106123	10.0243	1544.79	
2015-Jan-13 0:40:00	0.150627	9.7383	1525	
2015-Jan-13 0:45:00	3.33775	9.6001	1507.92	
2015-Jan-13 0:50:00	15.9185	9.2855	1500.21	

Hình 4: Bộ dữ liệu

Sau khi tiền xử lý dữ liệu năm 2015, 2016 chúng tôi sẽ đưa ra dự báo giá trị trung bình theo tháng các chỉ số SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> và CO cho năm 2017. Bộ dữ liệu chúng tôi có được, được khảo sát trong 2 năm 2015, 2016 nên việc dự báo cho nhiều năm tiếp theo kết quả có thể không được tốt nhất, chính vì thế chúng tôi chỉ đưa ra dự báo cho năm 2017.

Dưới đây chúng tôi sẽ trình bày kết quả dự báo trung bình theo tháng cho các chỉ số SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> và CO được thể hiện trong Bảng 2.

**Bảng 2:** Kết quả dự báo

Tháng	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	CO
1	61.54943	28.87059	3773.029
2	46.13664	29.65101	3861.562
3	56.10336	27.87391	3629.723
4	58.69139	36.54905	3596.093
5	52.45108	31.71035	3394.174
6	43.81884	31.59528	3486.697
7	36.59014	30.94575	3871.61
8	41.85798	35.09978	3873.816
9	47.92014	35.14666	4387.42
10	49.59182	32.56165	3756.048
11	59.49506	33.49342	3908.42
12	72.18854	32.16683	3277.942

Với kết quả dự báo này, các chỉ số SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> và CO đang theo chiều hướng tăng, điều này chứng tỏ môi trường không khí càng ngày càng ô nhiễm. Thông qua các giá trị dự báo này, các cơ quan chức năng có thể nắm bắt được tình hình ô nhiễm môi trường không khí trong tương lai và đưa ra các biện pháp cấp thiết để khắc phục vấn đề này.

#### **4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ**

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã áp dụng phương pháp Matrix Profile để dự báo các chỉ số chất lượng không khí quan trọng bao gồm SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> và CO. Kết quả đã cho thấy rằng phương pháp này có khả năng dự báo mức độ ô nhiễm không khí với độ chính xác cao.

Thông qua việc sử dụng Matrix Profile, chúng tôi đã cung cấp một công cụ mạnh mẽ để quản lý môi trường và đưa ra các biện pháp cải thiện. Những dự báo chính xác về chất lượng không khí sẽ giúp các nhà quản lý và chính phủ đưa ra các quyết định thông minh hơn trong việc kiểm soát ô nhiễm không khí và bảo vệ sức khỏe của cộng đồng.

Tuy nhiên, cần lưu ý rằng việc nghiên cứu và phát triển các phương pháp dự báo chất lượng không khí vẫn còn nhiều thách thức. Cần có sự hợp tác chặt chẽ giữa các nhà nghiên cứu, các cơ quan quản lý môi trường và các bên liên quan để đảm bảo rằng các biện pháp được triển khai dựa trên cơ sở khoa học và dữ liệu đáng tin cậy.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Mehtab, S., Sen, J.: A Time Series Analysis-Based Stock Price Prediction Using Machine Learning and Deep Learning Models, *International Journal of Business Forecasting and Marketing Intelligence (IJBFMI)*, 6, pp. 272 - 335, (2020).
- [2]. Yáñez, I. L., Sheremetov, L., Ponomarev, A.: Time series forecasting: Applications to the upstream oil and gas supply chain, *7th IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management, and Control*, 46(9), pp. 957-962 (2013).
- [3]. Chen, Y. A., Li, R., Hagedorn, L. S.: Undergraduate International Student Enrollment Forecasting Model: An Application of Time Series Analysis, *Journal of International Students*, 9(1), pp. 242-261, (2019).
- [4]. Bowerman, B.L.O, Connell, R.T.: *Time series and forecasting*. North Scituate, MA: Duxbury Press, (1979).
- [5]. Kim, K.J.: Financial time series forecasting using support vector machines. *Neurocomputing*, 55(1-2), pp. 307-319 (2003)
- [6]. Lora, A. T., Santos, J. M. R., Expósito, A. G., Ramos, J. L. M.: Electricity Market Price Forecasting Based on Weighted Nearest Neighbors Techniques, *IEEE Transactions On Power Systems*, 22(3), pp. 1294 - 1301 (2007).
- [7]. Jiang, Z. Q., Xie, W. J., Xiong, X., Zhang, W., Zhang, Y. J., Zhou, W. X.: Trading networks, abnormal motifs and stock manipulation, *Quantitative Finance Letters*, 1(1), pp. 1-8 (2013).
- [8]. Yolcu, O. C. Lam, H. K.: A combined robust fuzzy time series method for prediction of time series, *NEUCOM 18265, S0925-2312(17)30552-0*, (2017).
- [9]. Silva, P. C. L., Junior, C. A. S., Alves, M. A., Silva, R., Cohen, M. W., Guimarães, F. G.: Forecasting in Non-stationary Environments with Fuzzy Time Series, *Applied Soft Computing*, S1568-4946(20)30763-8, (2020).
- [10]. The UCR Matrix Profile Page, <https://www.cs.ucr.edu/~eamonn/MatrixProfile.html>, last accessed 2024/04/01.
- [11]. E. Keogh and S. Kasetty, "On the need for time series data mining benchmark: A surevey and empirical demonstration," in *In the 8th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, p. 23 – 26, 2002.
- [12]. Zhu, Y., Yeh, C. C. M., Zimmerman, Z., Kamgar, K., Keogh, E.: Matrix Profile XI: SCRIMP++: Time Series Motif Discovery at Interactive, In *IEEE International Conference on Data Mining (ICDM)*, (2018).
- [13]. W. Ball, "Other questions on probability," in *Math Recreations Essays* , 1960, p. 45.

## **DỰ BÁO TUỔI THỌ PIN LITHIUM-ION BẰNG CÁC PHƯƠNG PHÁP HỌC MÁY**

**Lại Mạnh Dũng\***

Bộ môn Mạng và Các HTTT, Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, HN

\*Tác giả liên hệ: Email: dzunglm@utc.edu.vn

**Tóm tắt:** Trong các hệ thống sử dụng nguồn điện năng dự phòng, Lithium-Ion là loại pin được sử dụng rất phổ biến và là thiết bị rất quan trọng, đảm bảo khả năng làm việc tin cậy của hệ thống. Việc dự báo tuổi thọ Pin để lập kế hoạch bảo trì, thay thế là rất cần thiết, làm tăng hiệu quả sử dụng Pin, tối ưu hóa các chương trình tái chế Pin, bảo vệ môi trường. Để giải quyết vấn đề này, bài báo trình bày ứng dụng các mô hình học máy nhằm dự báo vòng đời của pin lithium-ion dựa trên các dữ liệu thử nghiệm thô của 121 cell Pin Lithium-Ion thương mại được thu thập từ thực nghiệm. Dữ liệu được chuẩn hóa, phân tích và thử nghiệm trên các mô hình học máy cho phép dự báo tuổi thọ Pin với độ chính xác lên tới 95.6%. Qua đó, cho thấy việc ứng dụng các mô hình học máy để phân tích dữ liệu thử nghiệm và dự báo tuổi thọ Pin Lithium-Ion là hướng nghiên cứu khả thi và có tính thực tiễn cao.

**Từ khóa:** dự báo tuổi thọ pin, học máy, phân tích dữ liệu

### **1. TỔNG QUAN**

Theo quy định, mỗi Pin sẽ có số lần sạc/xả được khuyến nghị bởi nhà sản xuất. Pin sẽ hết tuổi thọ khi dung lượng lưu trữ điện năng giảm xuống dưới 80% so với dung lượng thiết kế. Các yếu tố ảnh hưởng tới pin [1]: Nhiệt độ làm việc làm tăng tốc độ xuống cấp pin. Tăng tốc độ sạc cũng làm giảm độ bền của pin. Tốc độ sạc cao có ảnh hưởng nghiêm trọng tới khả năng tích điện của pin, làm giảm dung lượng pin. Trong thời gian đầu làm việc, tốc độ giảm dung lượng nạp của pin tuyến tính, đến thời điểm bước ngoặt, nó chuyển thành một đường cong phi tuyến. Người ta đã chứng minh rằng tốc độ sạc cao làm cho sự xuất hiện sớm hơn của bước ngoặt này. Điện trở trong cũng tăng mạnh sau điểm ngoặt và thường được sử dụng làm chỉ báo về tình trạng pin trong các ứng dụng thực tế. Để giải quyết các bài toán dự báo tuổi thọ pin, Bài báo trình bày hướng nghiên cứu các mô hình thống kê, học máy phân tích các dữ liệu chuỗi thời gian. Qua đó, phát triển mô hình dự báo tuổi thọ pin theo dữ liệu quan sát thực tế.

Một trong những mục tiêu được ưu tiên đặt ra trong nghiên cứu này là ứng dụng công nghệ trí tuệ nhân tạo (AI), cụ thể là các mô hình học máy, trong dự báo tuổi thọ pin phục vụ cho công tác vận hành, bảo trì, sửa chữa. Nguyên lý để giải quyết bài toán này là: Từ nguồn dữ liệu thử nghiệm pin lithium-ion [3] sạc/xả liên tục trong rất nhiều điều kiện khác nhau, suốt vòng đời của nhiều cá thể pin, các mô hình học máy được

huấn luyện để học từ dữ liệu quá khứ, tìm được mối liên hệ giữa đầu vào là trạng thái làm việc của pin gồm dòng điện, điện áp, điện trở trong, nhiệt độ, dung lượng sạc/xả với giá trị cần dự báo là số chu kỳ sạc/xả còn lại cho đến hết vòng đời của pin. Sau quá trình huấn luyện, các mô hình học máy được thử nghiệm đánh giá với các chỉ số chỉ số tiêu biểu như: Score, Mean Cross Validation Score, RMSE để lựa chọn mô hình tốt nhất.

Thách thức lớn đối với việc nghiên cứu, ứng dụng học máy để dự báo tuổi thọ của pin là thu thập tập dữ liệu quan sát đủ lớn để huấn luyện mô hình. Chất lượng của mô hình học máy phụ thuộc vào chất lượng của dữ liệu. Các thử nghiệm về dự báo tuổi thọ của pin có thể mất hàng tháng đến hàng năm để hoàn thành.

Một số mô hình học máy đang được nghiên cứu, thử nghiệm, đánh giá để áp dụng trong dự báo tuổi thọ của pin như:

- Các mô hình hồi quy: Mô hình hồi quy đa biến tự thích nghi – Multivariable Adaptive Regression Splines (MARS), mô hình hồi quy vector hỗ trợ - Support Vector Regression (SVR), Gaussian Process Regression (GPR), mô hình tuyến tính tổng quát Generalized Linear Models (GLM) [2] [3]

- Các mô hình dựa trên mạng nơ-ron: Mạng nơ-ron đa lớp – Multi-Layer Perceptron, mạng nơ-ron truyền thẳng – Feedforward Neural Network (FFNN) [2] [3]

- Các mô hình học kết hợp: Default Random Forest (DRF), Mô hình tăng cường độ dốc – Gradient Boosting Models (GDM), Extremely Random Tree (ERX). DRF và GBM kết hợp các mô hình khác và cây quyết định để đạt được kết quả tốt hơn. XRT tương tự như DRF nhưng tập trung cao hơn vào tính ngẫu nhiên. [2] [3]

## **2. THU THẬP DỮ LIỆU CHO CÁC BÀI TOÁN ỨNG DỤNG TRÍ TUỆ NHÂN TẠO AI**

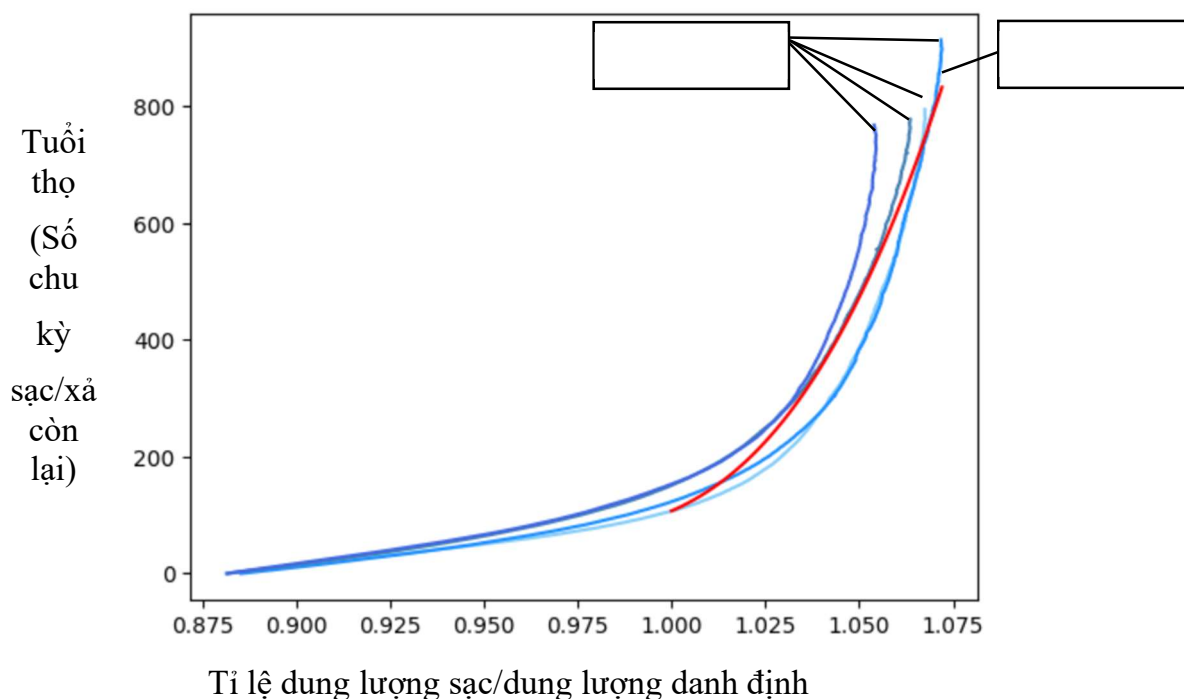
Nguồn dữ liệu thử nghiệm trạng thái hoạt động của pin dùng để nghiên cứu mô hình dự báo dung lượng nạp/xả được tham khảo từ [3]. Nguồn dữ liệu này được thu thập từ 121 cell pin lithium-ion, được thử nghiệm sạc/xả liên tục trong các điều kiện khác nhau từ lúc mới đến hết vòng đời của pin (được quy định là khi dung lượng chỉ còn 80% dung lượng danh định). Đây là nguồn dữ liệu đánh giá pin lithium-ion rất đầy đủ, được nhiều nhà khoa học trên thế giới tham chiếu để nghiên cứu, ứng dụng các mô hình học máy giải quyết các bài toán dự báo về các đặc tính của pin.

Các dữ liệu về trạng thái hoạt động của pin được tiền xử lý theo cấu trúc: {Chu kỳ sạc/xả, Thời gian, Điện áp sạc, Dòng sạc, Dung lượng sạc, Điện áp xả, Dòng xả, Nhiệt độ pin}

## **3. THỬ NGHIỆM MỘT SỐ MÔ HÌNH HỌC MÁY PHÂN TÍCH DỮ LIỆU SẠC/XẢ PIN**

Dung lượng tích điện của pin sẽ suy hao dần theo thời gian. Đã có nhiều nghiên cứu ứng dụng các mô hình học máy trong phân tích dữ liệu trạng thái làm việc của pin như dung lượng sạc/xả theo thời gian để dự báo tuổi thọ. Mục này trình bày quá trình nghiên cứu và thử nghiệm ứng dụng một số mô hình học máy để dự báo tuổi thọ pin (Số chu kỳ sạc/xả còn lại) theo hướng phân tích các dữ liệu về trạng thái làm việc của Pin gồm: số chu kỳ sạc/xả, dung lượng sạc, dung lượng xả.

Để dự báo tuổi thọ Pin dựa trên tập dữ liệu [3], đầu tiên mô hình Hồi quy đa thức được đề xuất thử nghiệm bởi tính đơn giản, dễ tiếp cận. Kết quả thử nghiệm mô hình hồi quy đa thức từ dung lượng sạc/xả theo chu kỳ để dự báo tuổi thọ pin (số chu kỳ sạc/xả) được thể hiện trên Hình 1. Trong đó đường màu đỏ là đường dự báo, các đường màu xanh là đường dữ liệu thực tế.



**Hình 1.** Kết quả thử nghiệm mô hình hồi quy

Phân tích kết quả dự báo bởi mô hình hồi quy đa thức cho thấy sai số dự báo  $RMSE = 93.30$ . Các mô hình học máy truyền thống như mô hình hồi quy đa thức là các mô hình học máy đơn lẻ. Khi đánh giá lựa chọn mô hình phụ thuộc nhiều vào dữ liệu: số lượng dữ liệu, đặc điểm của dữ liệu. Vấn đề chung của các mô hình học máy truyền thống này là tradeoff, trong đó phải giải quyết mối tương quan đánh đổi giữa dữ liệu và mô hình (bias-variance tradeoff)

Giải quyết vấn đề này, các mô hình học máy kết hợp tìm cách kết hợp các mô hình học máy yếu thành mô hình học máy mạnh hơn, cho kết quả tốt hơn. Một số hình thức học máy kết hợp như sau:

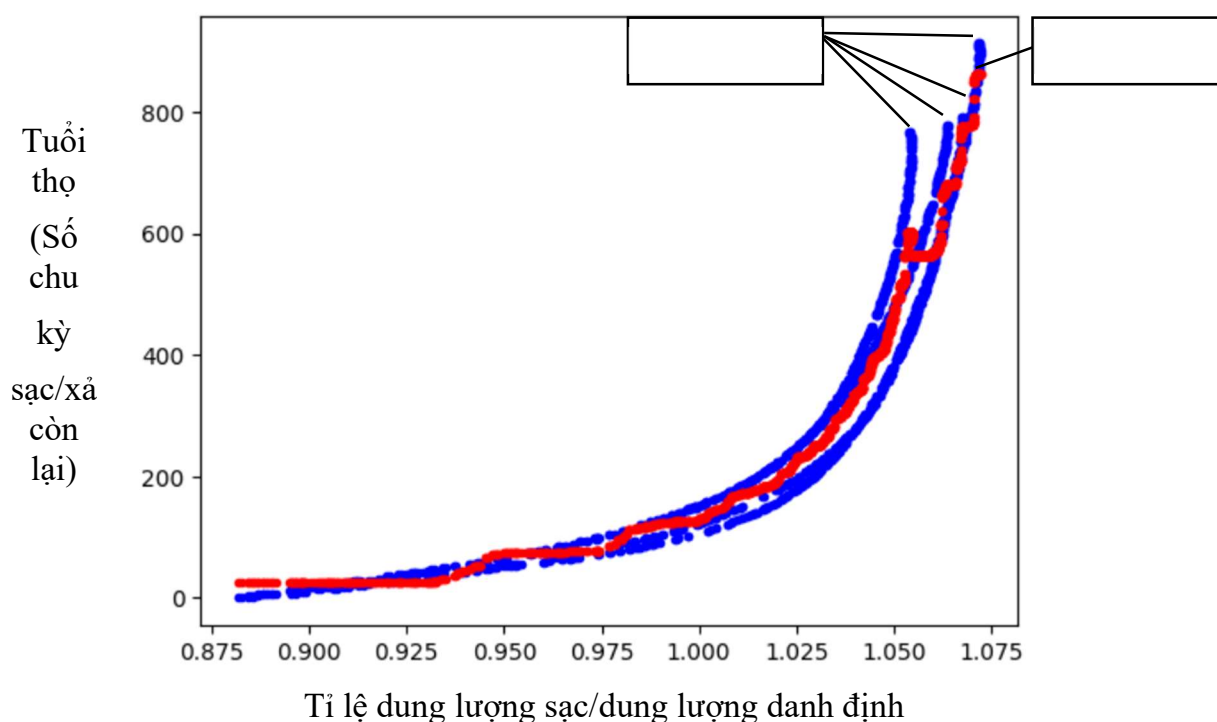
- Bagging: Từ tập dữ liệu huấn luyện tạo ra số lượng lớn các tập dữ liệu huấn luyện con khác nhau bằng cách lấy mẫu ngẫu nhiên hoặc bằng các phương pháp tăng cường dữ liệu. Qua đó, huấn luyện số lượng lớn các mô hình khác nhau trên các tập dữ liệu huấn luyện này. Kết hợp các mô hình này bằng cách lấy trung bình cộng cho ra kết quả cuối cùng.

- Boosting: Xây dựng chuỗi gồm một số lượng lớn các mô hình học máy đơn lẻ theo phương châm mô hình được thêm vào sau sẽ tập trung vào các điểm dữ liệu mà ở đó mô hình trước cho kết quả sai bằng cách tăng trọng số cho các điểm dữ liệu này. Kết quả của mô hình cuối cùng trong chuỗi các mô hình được lấy làm kết quả trả về.

- Stacking: Huấn luyện một tập các mô hình học máy đơn lẻ một cách độc lập và một siêu mô hình - meta model (supervisor model). Sau đó siêu mô hình sẽ học cách kết hợp kết quả dự báo của một số mô hình một cách tốt nhất.

Tiếp theo, chúng ta nghiên cứu một số mô hình học máy kết hợp để cải thiện kết quả dự đoán tuổi thọ của pin theo dung lượng sạc/xả. Để xây dựng các mô hình ta lấy tập dữ liệu dung lượng sạc/xả theo từng chu kỳ của 4 mẫu pin. Tập dữ liệu mẫu này được chia theo tỉ lệ 70% dữ liệu để huấn luyện, 30% dữ liệu để kiểm thử mô hình

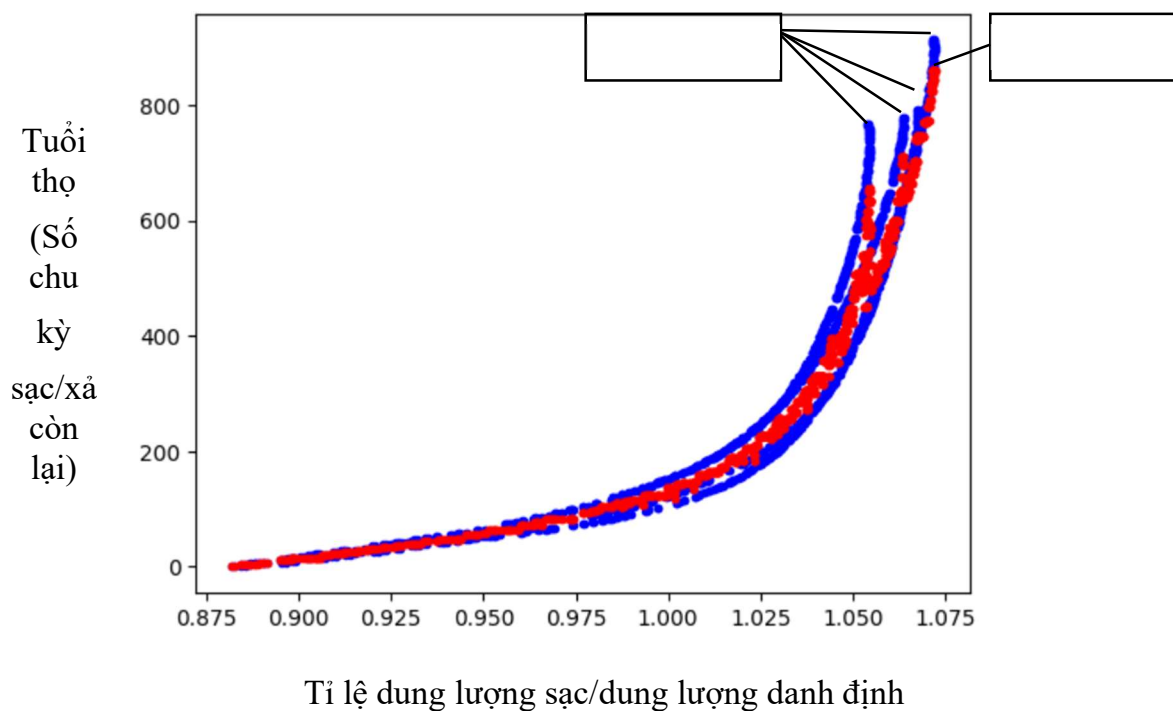
Mô hình Random Forest Regression: là đại diện điển hình cho phương pháp học kết hợp dạng Bagging. Kết quả chạy thử được mô tả ở Hình 2 với chỉ số Score = 0.943321938, Mean Cross Validation Score = 0.94, RMSE = 59.82



**Hình 2.** *Mô hình Random Forest Regression*

Mô hình XGBoosting: là một đại diện điển hình của mô hình học máy kết hợp dạng Gradient Boosting. Kết quả chạy thử mô hình được thể hiện trên Hình 3 với Score = 0.955612588, Mean Cross Validation Score = 0.94, RMSE = 58.01

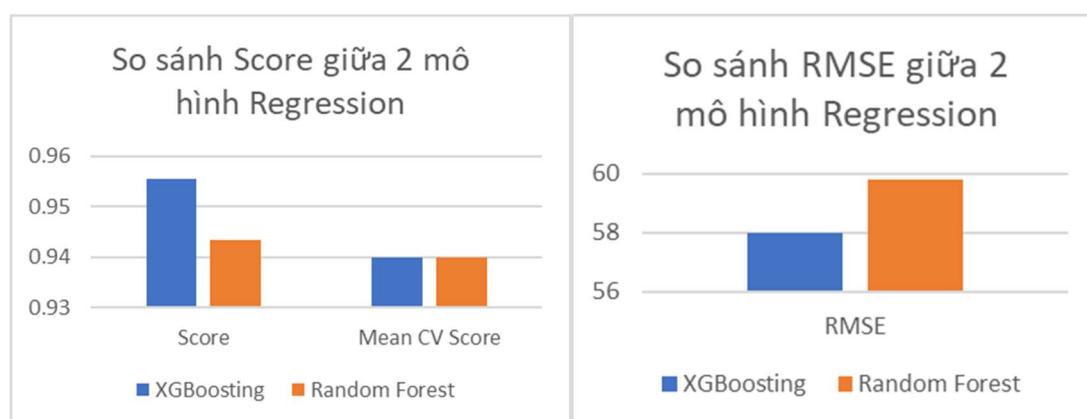




Hình 3. Mô hình XGBoosting

#### 4. ĐÁNH GIÁ

Đánh giá kết quả thử nghiệm các mô hình có thể thấy: Các mô hình học máy kết hợp cho kết quả tốt hơn hẳn so với mô hình hồi quy truyền thống. Hai mô hình học máy kết hợp có kết quả gần tương đương nhau. Trong đó mô hình XGBoosting cho kết quả tốt hơn, được lựa chọn để xây dựng chức năng dự báo tuổi thọ Pin đáp ứng yêu cầu xây dựng kế hoạch bảo trì, thay thế.



Hình 4. So sánh đánh giá giữa các mô hình học máy

#### 5. KẾT LUẬN

Bài báo trình bày một cách tiếp cận dự báo tuổi thọ Pin Lithium-Ion theo hướng phân tích dữ liệu. Một số mô hình học máy gồm hồi quy đa thức, Random Forest, XGBoosting được nghiên cứu và thử nghiệm trên tập dữ liệu mẫu của 121 cell tham

khảo từ [3]. Kết quả thử nghiệm cho thấy mô hình XGBoosting cho kết quả tốt nhất với Score = 0.955612588, Mean Cross Validation Score = 0.94, RMSE = 58.01, có thể được lựa chọn để xây dựng chức năng dự báo tuổi thọ Pin đáp ứng yêu cầu xây dựng kế hoạch bảo trì, thay thế. Trên cơ sở này, tác giả tiếp tục nghiên cứu tập trung vào 2 hướng: Một là khai thác cá đặc trưng của dữ liệu thử nghiệm Pin, đặc biệt là phân tích sự ảnh hưởng của các yếu tố nhiệt độ, dòng điện, điện áp đến tuổi thọ; Hai là mở rộng thử nghiệm các mô hình học sâu để so sánh, đánh giá kết quả.

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Choong-koo Chang, Factors Affecting Capacity Design of Lithium-Ion Stationary Batteries, Batteries 2019
- [2]. Belen Celik, Roland Sandt, Lara Caroline Pereira dos Santos, Robert Spatschek. Prediction of Battery Cycle Life Using Early-Cycle Data, Machine Learning and Data Management, 2021.
- [3]. Severson K., Attia P., Jin N., Perkins N., Jiang B., Yang Z., Chen M., Aykol M., Herring P., Fraggedakis D. et al. Data-driven prediction of battery cycle life before capacity degradation. Nat. Energy 2019, 4, 383–391.

## **NÂNG CAO HIỆU SUẤT VÀ BẢO MẬT CỦA HỢP ĐỒNG THÔNG MINH TRONG GIAO DỊCH ĐẤU GIÁ NFT BẰNG AIKEN**

**Cao Thị Luyện<sup>1\*</sup>, Nguyễn Tiến Tùng<sup>2</sup>,**

**Khuấn Đình Thành<sup>2</sup>, Nguyễn Hồng Sơn<sup>2</sup>, Nguyễn Thành Hưng<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Bộ môn Công nghệ phần mềm, Khoa công nghệ thông tin, Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

<sup>2</sup> Công nghệ thông tin K62, Trường Đại học Giao thông vận tải, Cầu Giấy, Hà Nội

<sup>3</sup> Công nghệ thông tin Việt Anh K62, Trường Đại học Giao thông vận tải, Cầu Giấy, HN

\*Tác giả liên hệ: Email: luyenct@utc.edu.vn

**Tóm tắt:** Trong thời đại kỹ thuật số ngày nay, hợp đồng thông minh đã trở thành một công cụ quan trọng trong việc thực hiện các giao dịch kinh doanh. Tuy nhiên, việc tạo ra và quản lý các hợp đồng thông minh vẫn đối diện với nhiều thách thức về hiệu suất và bảo mật. Aiken - một hệ thống dựa trên công nghệ blockchain và trí tuệ nhân tạo, được thiết kế để tự động hóa quy trình, triển khai và quản lý các hợp đồng thông minh. Với việc kết hợp các thuật toán thông minh và cơ chế bảo mật tiên tiến, Aiken hứa hẹn mang lại một cách tiếp cận mới mẻ và hiệu quả trong việc xử lý các hợp đồng thông minh sẽ là một giải pháp mới được phát triển để giải quyết những thách thức này. Trong bài báo này, chúng tôi giới thiệu tích cơ chế hoạt động của Aiken, cách mà nó có thể cải thiện hiệu suất, bảo mật của các hợp đồng thông minh, đánh giá tiềm năng và những thách thức có thể phát sinh khi triển khai Aiken trong giao dịch đấu giá NFT.

**Từ khóa:** Aiken, hợp đồng thông minh, blockchain, trí tuệ nhân tạo, bảo mật

### **I. GIỚI THIỆU**

Hợp đồng thông minh, một khái niệm ra đời từ công nghệ Blockchain, đã trải qua một hành trình phát triển đầy tiềm năng và thách thức. Ban đầu, chúng được giới thiệu như một cách để tự động hóa các giao dịch mà không cần sự can thiệp của bên thứ ba. Điều này đã mở ra một cánh cửa mới cho nhiều ứng dụng trong nhiều lĩnh vực, từ tài chính đến ngành công nghiệp. Tuy nhiên, trong quá trình phát triển, các hợp đồng thông minh đã phải đối mặt với nhiều thách thức, trong đó có hiệu suất và bảo mật. Mặc dù chúng có khả năng tự động hóa các giao dịch, nhưng hiệu suất của chúng vẫn còn hạn chế do hạn chế về tốc độ và khả năng mở rộng. Đồng thời, vấn đề bảo mật cũng trở thành một nỗi lo lớn khi các hợp đồng có thể bị tấn công và lợi dụng để thực hiện các hành động không mong muốn. Bài báo này sẽ đề xuất sử dụng Aiken nhằm cải thiện cả hai khía cạnh: hiệu suất và bảo mật của hợp đồng thông minh.

Phương pháp Aiken được xây dựng dựa trên sự kết hợp giữa kiến thức từ lĩnh vực máy học, học sâu và công nghệ Blockchain. Điều này cho phép nó không chỉ tập trung vào việc tối ưu hóa hiệu suất mà còn chú trọng đến khía cạnh bảo mật của hợp đồng. Một trong những điểm mạnh của Aiken là khả năng tự động hóa quy trình xác thực hợp đồng thông minh, giảm thiểu sự phụ thuộc vào các bên trung gian và nguy cơ của lỗi do con người. Thông qua việc sử dụng các thuật toán thông minh, Aiken có thể phát hiện và khắc phục các lỗ hổng bảo mật tiềm ẩn, từ đó tăng cường tính toàn vẹn của hệ thống. Ngoài ra, Aiken cũng tập trung vào việc tối ưu hóa hiệu suất của hợp đồng thông minh bằng cách cải thiện cách thức thực thi và xác thực. Bằng cách sử dụng các phương pháp học máy và học sâu, nó có thể phân tích và dự đoán các mẫu hoạt động, từ đó tối ưu hóa tốc độ và hiệu quả của hợp đồng. Với những tiềm năng và ưu điểm mà nó mang lại, Aiken hứa hẹn là một bước tiến quan trọng trong lĩnh vực hợp đồng thông minh, giúp tạo ra những ứng dụng Blockchain an toàn và hiệu quả hơn cho cộng đồng người dùng. Trong bài báo này chúng tôi đã ứng dụng Aiken trong giao dịch đấu giá NFT.

Phần tiếp theo của bài báo sẽ trình bày nền tảng lý thuyết ở Phần II; Kết quả nghiên cứu và ứng dụng được thể hiện ở Phần III. Cuối cùng, là kết luận của bài báo ở Phần 4.

## **II. CƠ SỞ KHOA HỌC**

### **2.1. Hợp Đồng Thông Minh**

Là một khái niệm trong lĩnh vực công nghệ Blockchain, mô tả các hợp đồng kỹ thuật số có khả năng tự động hóa các quy trình giao dịch và quản lý hợp đồng, thực thi và quản lý các giao dịch mà không cần sự can thiệp của bên thứ ba. Trong bài báo, nghiên cứu tập trung vào việc cải thiện hiệu suất và bảo mật của các hợp đồng thông minh thông qua việc áp dụng phương pháp mới, được gọi là Aiken.

Hợp đồng thông minh trong blockchain có một số tính chất quan trọng sau đây:

**Tự thực thi:** Hợp đồng thông minh được lập trình để tự động thực thi các điều khoản mà không cần sự can thiệp của bất kỳ bên thứ ba nào. Khi các điều kiện được đáp ứng, hợp đồng sẽ tự động kích hoạt các hành động quy định.

**Phi tập trung:** Hợp đồng thông minh hoạt động trên các mạng blockchain phi tập trung, nơi dữ liệu và mã lập trình được phân phối trên nhiều nút mạng. Điều này giúp ngăn chặn sự cản trở từ các bên thứ ba và tạo ra một môi trường không thể sửa đổi.

**An toàn và bảo mật:** Mã lập trình của hợp đồng thông minh thường được mã hóa và lưu trữ trên blockchain, đảm bảo tính an toàn và bảo mật của các điều khoản. Điều này ngăn chặn sự can thiệp không mong muốn từ bên ngoài.

**Không thể sửa đổi:** Một khi được triển khai, hợp đồng thông minh không thể sửa đổi hoặc hủy bỏ mà không có sự đồng thuận của tất cả các bên liên quan. Điều này tạo ra tính minh bạch và tin cậy trong quá trình giao dịch.

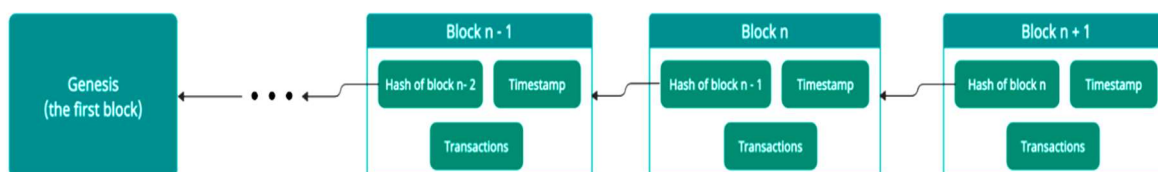
**Tiết kiệm chi phí:** Sử dụng hợp đồng thông minh có thể giảm bớt hoặc loại bỏ các chi phí phát sinh từ việc sử dụng trung gian truyền thống. Hợp đồng thông minh thực hiện các giao dịch mà không cần sự can thiệp của bên thứ ba, giảm thiểu chi phí và thời gian.

Khả năng lập trình linh hoạt: Các hợp đồng thông minh có thể được lập trình để thực hiện một loạt các chức năng khác nhau, từ việc chuyển tiền đến việc xác minh thông tin, hoặc thậm chí tự động quản lý quy trình kinh doanh phức tạp.

Tính chất này cùng nhau tạo nên một công cụ mạnh mẽ cho việc thực hiện các giao dịch và hợp đồng một cách tự động, minh bạch và an toàn trên nền tảng blockchain.

## 2.2. Blockchain

Năm 2008, Nakamoto đưa ra mô tả ban đầu về Blockchain như một 'chuỗi khối', là công nghệ cơ sở của bitcoin [1]. Ông giới thiệu bitcoin như một loại tiền điện tử phi tập trung. Blockchain được xem như một cơ sở dữ liệu kỹ thuật số phi tập trung, ghi lại các giao dịch theo thời gian (được biết đến như một sổ cái phân tán), bằng cách kết hợp các giao dịch thành một chuỗi bằng chứng công việc dựa trên băm [2]. Hình 1 minh họa cấu trúc dữ liệu của Blockchain theo [3]. Trong đó, dữ liệu của các giao dịch được ghi lại thành các 'khối', được kết nối bằng mật mã tạo thành một chuỗi khối. Chuỗi này không ngừng phát triển khi mỗi khối mới được thêm vào, mỗi khối giữ mã băm của khối trước đó. Các khối trong Blockchain liên kết với khối genesis (khối đầu tiên) theo thứ tự thời gian [3].



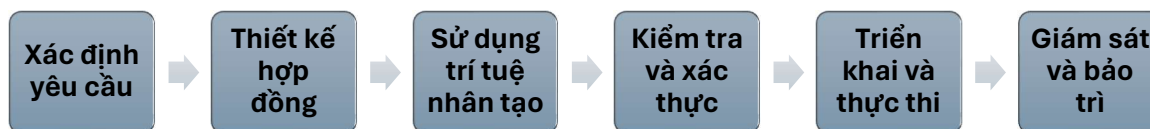
Hình 1. Cấu trúc dữ liệu chuỗi khối

Ứng dụng blockchain có thể kể đến như: trong chuỗi cung ứng và hậu cần, tập trung vào việc phát hiện hàng giả, giảm thủ tục giấy tờ, cũng như hỗ trợ IoT [4]. Các nghiên cứu khác cũng đã đề cập đến sử dụng blockchain trong lĩnh vực năng lượng, sạc xe điện và giao dịch năng lượng [5]. Trong chăm sóc sức khỏe, blockchain thường được dùng cho việc chia sẻ dữ liệu và quản lý hồ sơ sức khỏe [6]. Trong ngữ cảnh của bài báo, Blockchain được sử dụng làm nền tảng để triển khai và thực thi các hợp đồng thông minh. Việc sử dụng Blockchain giúp đảm bảo tính toàn vẹn và minh bạch của các giao dịch trong hợp đồng.

Trí Tuệ Nhân Tạo (AI): Là lĩnh vực của khoa học máy tính tập trung vào việc phát triển các hệ thống có khả năng tự học và tự thích nghi. Trong bài báo, trí tuệ nhân tạo có thể được sử dụng để tối ưu hóa quá trình xác thực và thực thi của các hợp đồng thông minh, từ đó cải thiện hiệu suất và bảo mật của chúng. Aiken có thể sử dụng các thuật toán trí tuệ nhân tạo để phát hiện và khắc phục các lỗ hổng bảo mật tiềm ẩn, cũng như tối ưu hóa cách thức thực thi của các hợp đồng.

### 2.3. Quy trình tạo hợp đồng thông minh bằng Aiken

Quy trình tạo một hợp đồng thông minh bằng phương pháp Aiken có thể được mô tả như hình 2 sau [7-9]:



Hình 2. Quy trình tạo hợp đồng thông minh bằng Aiken

**Xác Định Yêu Cầu:** Đầu tiên, cần phải xác định rõ yêu cầu và mục tiêu của hợp đồng thông minh. Điều này bao gồm việc đặt ra các điều kiện và quy tắc mà hợp đồng cần thực hiện.

**Thiết Kế Hợp Đồng:** Tiếp theo, sử dụng các công cụ và frameworks của Aiken để thiết kế hợp đồng thông minh. Trong quá trình này, người dùng có thể tùy chỉnh các điều khoản, quy tắc và điều kiện của hợp đồng theo yêu cầu cụ thể.

**Sử Dụng Trí Tuệ Nhân Tạo:** Aiken sử dụng các thuật toán trí tuệ nhân tạo để phân tích và dự đoán các mẫu hoạt động trong hợp đồng. Điều này giúp phát hiện và khắc phục các lỗ hổng bảo mật tiềm ẩn và tối ưu hóa hiệu suất của hợp đồng.

**Kiểm Tra và Xác Thực:** Sau khi thiết kế, hợp đồng sẽ được kiểm tra và xác thực để đảm bảo tính chính xác và hoạt động đúng như mong đợi. Các bước này có thể bao gồm kiểm tra cú pháp, kiểm tra logic và mô phỏng để đảm bảo tính toàn vẹn của hợp đồng.

**Triển Khai và Thực Thi:** Khi hợp đồng đã được kiểm tra và xác thực, nó có thể được triển khai lên mạng lưới Blockchain và thực thi bằng cách tạo ra các giao dịch thông minh. Quá trình này đảm bảo rằng hợp đồng được triển khai và hoạt động đúng như mong đợi.

**Giám Sát và Bảo Trì:** Sau khi hợp đồng đã được triển khai, quá trình giám sát và bảo trì sẽ tiếp tục để đảm bảo rằng hợp đồng vẫn hoạt động một cách chính xác và bảo mật sau mỗi giao dịch. Điều này có thể bao gồm việc theo dõi các hoạt động, kiểm tra cập nhật và khắc phục sự cố khi cần thiết.

Tóm lại, quy trình tạo một hợp đồng thông minh bằng phương pháp Aiken bao gồm các bước từ việc xác định yêu cầu đến triển khai và bảo trì, với sự sử dụng của trí tuệ nhân tạo để tối ưu hóa hiệu suất và bảo mật của hợp đồng.

Aiken mang lại nhiều tính năng và lợi ích đáng chú ý đối với hiệu suất và bảo mật của hợp đồng thông minh với một số điểm nổi bật:

**Tính Tự Động Hóa:** Aiken sử dụng trí tuệ nhân tạo để tự động hóa quy trình xác thực và thực thi hợp đồng thông minh. Điều này giảm thiểu sự phụ thuộc vào các bên trung gian và nguy cơ của lỗi do con người, từ đó tăng cường hiệu suất và tính toàn vẹn của hệ thống.

**Tối Ưu Hóa Hiệu Suất:** Phương pháp Aiken tập trung vào việc tối ưu hóa hiệu suất của các hợp đồng thông minh. Bằng cách sử dụng các kỹ thuật máy học và học sâu, nó có thể phân tích và dự đoán các mẫu hoạt động, từ đó tối ưu hóa tốc độ và hiệu quả của hợp đồng.

**Tăng Cường Bảo Mật:** Aiken sử dụng các thuật toán trí tuệ nhân tạo để phát hiện và khắc phục các lỗ hổng bảo mật tiềm ẩn trong hợp đồng thông minh. Điều này giúp ngăn chặn các cuộc tấn công và tăng cường tính bảo mật của hệ thống.

**Minh Bạch và Đáng Tin Cậy:** Bằng cách sử dụng công nghệ Blockchain làm nền tảng, Aiken giúp đảm bảo tính minh bạch và đáng tin cậy của các giao dịch trong hợp đồng. Mọi thay đổi và giao dịch đều được ghi lại trên mạng lưới phân tán một cách an toàn và không thể thay đổi.

**Tích Hợp Dễ Dàng:** Aiken có thể tích hợp dễ dàng vào các hệ thống hiện có và sử dụng trong môi trường Blockchain. Điều này giúp tiết kiệm thời gian và chi phí cho việc triển khai và quản lý hợp đồng thông minh.

**Giảm Chi Phí và Rủi Ro:** Bằng cách tự động hóa quy trình xác thực và thực thi, Aiken giúp giảm chi phí và rủi ro liên quan đến sự can thiệp của con người và các bên trung gian.

Tiếp theo, chúng tôi sẽ sử dụng Aiken để xây dựng hợp đồng thông minh trong bài toán đấu giá NFT nhằm nâng cao hiệu suất và bảo mật của hợp đồng thông minh, từ việc tối ưu hóa hiệu suất đến tăng cường tính bảo mật và minh bạch của hệ thống.

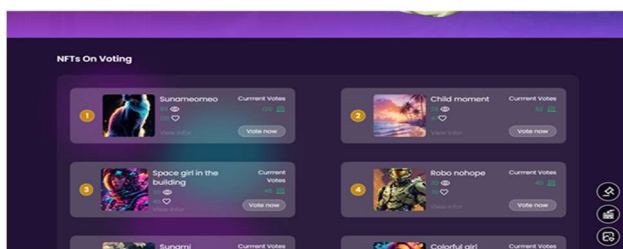
### **III. ỨNG DỤNG AIKEN TRONG VIẾT HỢP ĐỒNG THÔNG MINH ĐẤU GIÁ NFT**

Mỗi một phiên đấu giá bao gồm các quá trình đưa tài sản lên sàn, thực hiện vote để sàng lọc các sản phẩm được đưa ra đấu giá, thực hiện đấu giá.

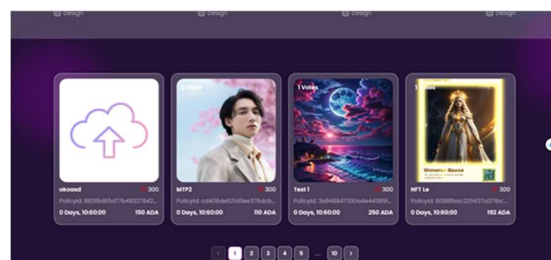
+ Đưa tài sản lên sàn (đăng kí tài sản đấu giá): Những người tham gia có nhu cầu đấu giá tài sản của bản thân sẽ gửi tài sản lên sàn để đăng ký. Sàn sẽ liệt kê các tài sản này lên nhằm mục đích cho người tham gia nền tảng thực hiện vote.

+ Cộng đồng thực hiện vote các sản phẩm. Dựa trên kết quả vote, sản phẩm sẽ được đưa lên sàn để thực hiện đấu giá (nằm trong top 5).

+ Thực hiện đấu giá: Sau khi đã có kết quả vote thì từ thông tin các tài sản được đánh giá cao sau quá trình vote sẽ chọn ra các tài sản và chuyển tiếp đến quá trình đấu giá. Đối với các tài sản không được lựa chọn sẽ được gửi về lại cho chủ sở hữu. Sau khi các tài sản đã được đưa vào đấu giá thì những người tham gia đấu giá sẽ thực hiện đặt giá cho các tài sản mà họ muốn sở hữu khi một người đặt giá cao hơn giá của người thắng trước đó thì người đó sẽ là người chiến thắng tạm thời, và tiền của người chiến thắng sẽ được trả về cho người thắng trước đó. Sau khi kết thúc phiên đấu giá tài sản sẽ thuộc về người đưa ra giá cao nhất. Và tiền đấu giá sẽ được chuyển về cho các đối tượng chủ sở hữu tài sản (Người đưa tài sản đấu giá lên sàn), người tạo ra tài sản, chủ sản theo một tỉ lệ nhất định.



Hình 3. Giao diện trang Voting



Hình 4. Giao diện trang đấu giá

**Thiết Kế Hợp Đồng:** Hợp đồng này sẽ bao gồm các chức năng để quản lý quá trình đấu giá, xác định người thắng cuộc và thực hiện các giao dịch bao gồm các hợp đồng: hợp đồng giữ, khóa tài sản; hợp đồng vote và hợp đồng đấu giá.

+ Hợp đồng khóa, giữ: thực hiện vai trò nắm giữ, khóa các tài sản mà các chủ sở hữu muốn đăng ký các tài sản của họ để đấu giá, đồng thời đợi kết quả của quá trình vote kết thúc. Tránh việc sau khi các tài sản đã được đăng ký tham gia đấu giá mà chủ sở hữu lại rút lại, không muốn đấu giá nữa như vậy sẽ làm quá trình vote trở nên vô nghĩa và gây lãng phí nhiều tài nguyên.

+ Hợp đồng vote: Nơi chứa những NFT hay còn gọi là phiếu bình chọn cho NFT đang được đăng ký cho đấu giá. Xây dựng trên nền tảng Blockchain ưu điểm là tăng tính minh bạch, chúng ta có thể theo dõi thông tin về số lượt bình chọn cho các NFT bất cứ lúc nào. Điều này hoàn toàn kiểm soát hơn so với việc bỏ phiếu trên thực tế. Sau quá trình vote kết thúc thì thông tin về lượng vote của các NFT sẽ được top một số lượng NFT nhất định sẽ được chuyển về hợp đồng đầu tiên và sau khi có kết quả hợp đồng đầu tiên sẽ thực hiện đưa những NFT nằm trong list các danh sách NFT có lượng vote cao nhất vào hợp đồng đấu giá.

+ Hợp đồng đấu giá: Nơi chứa các NFT có kết quả vote cao nhất đang được thực hiện đấu giá bởi người tham gia có mong muốn giành lấy những NFT đặc biệt. Khi một người đưa ra giá cao hơn giá của người hiện tại thì tiền của người đưa ra giá trước đó sẽ được gửi lại và tiền của người đưa ra giá cao hơn sẽ được giữ trên hợp đồng. Và cứ như vậy cho đến khi kết thúc phiên. NFT sẽ được gửi về cho người đưa ra giá cao nhất. Tiền đấu giá của từng NFT sẽ được phân bổ theo một tỉ lệ nhất định dựa trên các ràng buộc được thiết lập.

Trong mỗi một hợp đồng sẽ được khởi tạo các dữ liệu đính kèm gọi là các tham số (Datum), các dữ liệu xác thực còn gọi là đối số (Redeemer) và các mô tả của hợp đồng nơi chứa thông tin về giao dịch bao gồm địa chỉ, output, input của các giao dịch. Trong bài toán đấu giá hiện tại, nghiệp vụ mà bài toán đặt ra redeemer là một trong các đối số chưa cần thiết, hợp đồng thông minh sẽ chứa các UTxO có datum và redeemer riêng biệt.

Đối với hợp đồng đăng ký, giữ tài sản, thì datum sẽ bao gồm các trường dùng để lưu trữ các thông tin liên quan đến địa chỉ của chủ sở hữu, địa chỉ chủ sản, policyId, assetname của tài sản. Những thông số này sẽ phục vụ mục đích xác thực sau này.



Đối với hợp đồng vote thì datum sẽ bao gồm các trường để lưu trữ các thông tin liên quan đến chủ sở hữu tài phiếu vote (NFT vote), địa chỉ sàn, policyId, assetname, và thời gian vote phục vụ cho công việc xác thực.

Đối với hợp đồng đấu giá thì datum sẽ bao gồm các trường thông tin liên quan đến policyId, assetname, địa chỉ người sở hữu NFT, địa chỉ người tạo ra NFT, địa chỉ chủ sàn, địa chỉ người chiến thắng, giá hiện tại, bội số của giá (ràng buộc mỗi lần đặt giá của người đặt giá), thời gian đấu giá của từng NFT các tham số này sẽ phục vụ việc xác thực sau này.

**Xác Thực và Kiểm Tra:** Hợp đồng cần được kiểm tra và xác thực để đảm bảo tính chính xác và hoạt động đúng như mong đợi. Điều này bao gồm kiểm tra cú pháp, logic và mô phỏng các trường hợp sử dụng để đảm bảo tính toàn vẹn của hợp đồng.

Đối với hợp đồng đăng kí, giữ tài sản: Khi chủ sở hữu các NFT có nhu cầu muốn đăng kí đấu giá tài sản, người này sẽ request và đăng kí lên sàn, quá trình này sẽ khởi tạo các thông tin cần thiết cho trường datum của hợp đồng. Đối với hợp đồng này sau khi nhận được kết quả của quá trình vote. Khi quá trình xác thực được thực hiện, hợp đồng sẽ thực hiện kiểm tra xác thực và giải phóng hợp đồng. Quá trình xác thực sẽ phải đáp ứng điều kiện chủ sàn ký giao dịch và giải phóng hợp đồng.

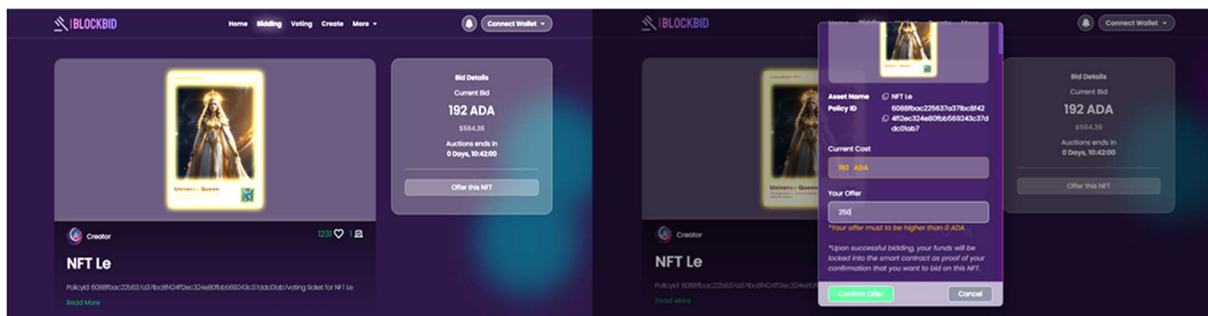
Đối với hợp đồng vote: Khi người dùng thực hiện vote, thông tin của các trường trong datum sẽ được khởi tạo. Khi quá trình xác thực được thực hiện, hợp đồng sẽ thực hiện kiểm tra xác thực ràng buộc về thời gian, ràng buộc về người ký giải phóng hợp đồng.

Đối với hợp đồng đấu giá: Khi đã có kết quả vote những NFT nằm trong top sẽ được gửi lên hợp đồng trong khi quá trình này diễn ra datum sẽ được khởi tạo và gửi lên hợp đồng bid. Sẽ có 2 trường hợp liên quan đến xác thực của hợp đồng. Trường hợp đầu tiên đó là người tham gia đấu giá đặt giá. Trường hợp hợp đồng thực hiện kiểm tra xác thực đầu tiên đó là kiểm tra giá tiền có thỏa mãn không, có đáp ứng được ràng buộc về giá không. Đó là ràng buộc giá đưa ra phải lớn hơn giá trước đó. Giá đưa ra phải thỏa mãn một công thức ràng buộc về giá đặt ra tránh việc người đó ra giá với hiệu số mức giá quá thấp (Ví dụ: Mức giá trước đó 1000 ADA mức giá đưa ra 1001 ADA). Trường hợp hợp đồng thực hiện xác thực thứ hai đó là khi kết thúc phiên đấu giá điều kiện để có thể xác thực đó là kết thúc thời gian đấu giá và được ký bởi người tham gia.

Bằng các ràng buộc của hợp đồng, quy trình đấu giá sẽ diễn ra một cách thuận lợi đem lại an toàn, minh bạch cho quá trình đấu giá NFT của người dùng.

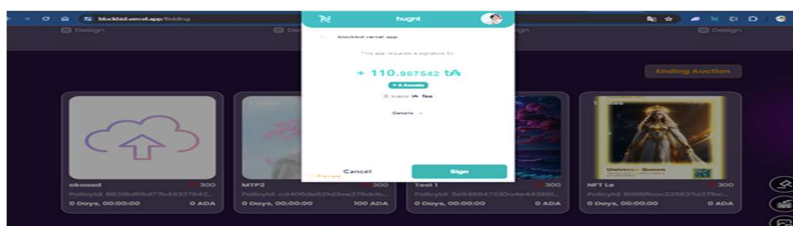
**Triển Khai Hợp Đồng:** Sau khi xác thực trên onchain, đầu ra sẽ được mở khóa và người yêu cầu tiêu thụ tài sản đó sau khi ký giao dịch tiêu thụ, UTxO sẽ được mở khóa từ smartcontract và sẽ được gửi đến ví của người thụ hưởng khi đã xác thực tập lệnh. Quá trình này diễn ra một cách chặt chẽ khi được tính toán và thực hiện trực tiếp trên onchain và sẽ được xác thực bởi các node bởi các pool trên Blockchain, có nghĩa là mọi người đều đã công nhận kết quả giao dịch này, giao dịch sẽ được công khai và không một ai có thể sửa đổi được kết quả đầu ra, điều này mang lại sự minh bạch, an toàn khi được mọi người hoạt động trên chuỗi khối xác thực và công nhận giao dịch, đảm bảo mức độ an toàn lên mức tối đa, bởi vì trên thực tế sẽ có rất ít các cuộc tấn công 49-51 có thể thành công.

**Ghi Lại Giao Dịch:** Sau khi tạo giao dịch thành công, giao dịch sẽ nhanh chóng được chuyển đến các pool để xác minh và công nhận, và đó chính là các dữ liệu được ghi lại trên smartcontract, nó sẽ được đồng bộ với các pool, dữ liệu giao dịch sẽ được lưu trữ trên các khối đã đồng bộ và sẽ được lưu trữ vĩnh viễn trên Blockchain và sẽ sinh ra một mã Hash của giao dịch vừa thực hiện. Khi bất kì một ai muốn kiểm tra các thông tin giao dịch đó, họ chỉ cần có mã hash thì mọi giao dịch đều có thể được truy vấn thông qua các công cụ như CardanoScan hay CardanoExplore, thậm chí có thể dùng API để tự truy vấn ra các giao dịch đó, hoàn toàn minh bạch cho mọi người



Hình 6. Giao diện đấu giá

Hình 7. Giao diện thực hiện trả giá



Hình 8. Giao diện tác giả kí để nhận tiền

Hệ thống đã được kiểm tra và chạy ổn định, tuy nhiên để triển khai hợp đồng thông minh trong hệ thống đấu giá đòi hỏi sự hiểu biết sâu sắc về logic đấu giá, bảo mật và tính toàn vẹn của dữ liệu, cũng như sự linh hoạt và chi phí để thích nghi và duy trì hệ thống trong thời gian dài.

#### IV. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã trình bày một phương pháp tiếp cận đột phá để nâng cao hiệu suất và bảo mật của hợp đồng thông minh sử dụng nền tảng Aiken. Áp dụng Aiken vào việc xây dựng hợp đồng thông minh đấu giá NFT đã cho thấy tiềm năng lớn nhằm tăng cường tính an toàn, minh bạch và hiệu quả của quá trình đấu giá NFT. Với khả năng phân tích dữ liệu và máy học của Aiken đã giúp tạo ra các hợp đồng thông minh thông minh- linh hoạt, đảm bảo tính toàn vẹn và công bằng cho cả người mua và người bán. Bằng cách kết hợp kỹ thuật lập trình song song và tối ưu hóa mã thông minh, chúng tôi đã cải thiện hiệu suất thực thi hợp đồng và giảm thiểu thời gian xử lý. Triển khai các cơ chế bảo mật như phân quyền và mã hóa dữ liệu đã giúp bảo vệ hợp đồng khỏi các cuộc tấn công cũng như lỗ hổng bảo mật. Tuy nhiên, vẫn còn nhiều thách thức cần giải quyết như tăng cường trí tuệ nhân tạo để phát hiện và ngăn chặn lỗ hổng bảo mật, phát triển giao thức mới để tối ưu hóa quy trình thực thi hợp đồng, tích hợp hợp đồng thông minh với các hệ thống khác như trí tuệ nhân tạo và Internet of Things...

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được hỗ trợ từ dự án "Accelerate Atala PRISM learning and adoption in Universities" mã số 1100006 của quỹ Cardano Catalyst.

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Nakamoto, S. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. *Decentralized Business Review*. 2008. 21260. Available online: <https://www.debr.io/article/21260-bitcoin-a-peer-to-peer-electronic-cash-system> (accessed on 12 November 2021).
- [2]. Morkunas, V.J.; Paschen, J.; Boon, E. How blockchain technologies impact your business model. *Bus. Horiz.* 2019, 62, 295–306. [CrossRef]
- [3]. Thwin, T.T.; Vasupongayya, S. Blockchain-based access control model to preserve privacy for personal health record systems. *Secur. Commun. Networks* 2019, 2019, 8315614. [CrossRef]
- [4]. Tijan, E.; Aksentijević, S.; Ivanić, K.; Jardas, M. Blockchain Technology Implementation in Logistics. *Sustainability* 2019, 11, 1185. [CrossRef]
- [5]. Andoni, M.; Robu, V.; Flynn, D.; Abram, S.; Geach, D.; Jenkins, D.; McCallum, P.; Peacock, A. Blockchain technology in the energy sector: A systematic review of challenges and opportunities. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2019, 100, 143–174. [CrossRef]
- [6]. Hölbl, M.; Kompara, M.; Kamišalić, A.; Nemeč Zlatolas, L. A Systematic Review of the Use of Blockchain in Healthcare. *Symmetry* 2018, 10, 470. [CrossRef]
- [7]. <https://aiken-lang.org/>
- [8]. <https://deno.land/x/lucid@0.10.7/mod.ts>
- [9]. <https://blockfrost.dev/>

## NGHIÊN CỨU VÀ XÂY DỰNG MÔ HÌNH HỌC SÂU PHÁT HIỆN DẤU HIỆU MỆT MỎI TRONG QUÁ TRÌNH HỌC TRỰC TUYẾN

Nguyễn Thị Bích Ngọc<sup>1\*</sup>, Đinh Công Tùng<sup>2</sup>, Lê Đăng Sơn<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Trường Đại học Sao Đỏ

<sup>2</sup> Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

\* Tác giả liên hệ: Email: [nguyenbichngoc1990@gmail.com](mailto:nguyenbichngoc1990@gmail.com)

**Tóm tắt.** Học trực tuyến ngày càng trở nên phổ biến và được ưa chuộng, chính vì vậy việc nâng cao hiệu suất và chất lượng của các buổi học trở nên cần thiết. Một trong những yếu tố chính ảnh hưởng đến chất lượng của buổi học là mức độ mệt mỏi dẫn đến sự mất tập trung, khiến buổi học trở nên không hiệu quả. Do vậy, phát hiện dấu hiệu mệt mỏi trong quá trình học trực tuyến là vấn đề cấp thiết, từ đó giáo viên sẽ có biện pháp can thiệp kịp thời để hiệu quả học luôn được đảm bảo. Để thực hiện điều này, đã có nhiều phương pháp được nghiên cứu và đề xuất. Gần đây, phương pháp phát hiện dấu hiệu mệt mỏi sử dụng các mô hình học sâu dựa trên camera giám sát được quan tâm nhiều do chúng đạt hiệu quả cao và có thể giảm thiểu những hạn chế của phương pháp truyền thống. Trong bài báo này, chúng tôi nghiên cứu và ứng dụng mạng học sâu Convolutional Neural Network (CNN) trong việc phát hiện dấu hiệu mệt mỏi dựa trên hình ảnh thu thập từ camera trong khi học trực tuyến. Để đảm bảo độ tin cậy và chính xác cao, mô hình được huấn luyện và thử nghiệm trên tập dữ liệu lớn gồm hàng nghìn ảnh các loại mệt mỏi và tỉnh táo. Kết quả thực nghiệm cho thấy, mô hình CNN có khả năng phát hiện dấu hiệu mệt mỏi khá tốt, với lần thí nghiệm cao nhất có độ chính xác trên 93%.

**Từ khóa:** Học sâu, CNN, phát hiện dấu hiệu mệt mỏi.

### 1. GIỚI THIỆU

Trong thời đại công nghệ phát triển, học trực tuyến đang trở thành một phần không thể thiếu trong lĩnh vực giáo dục và đào tạo. Tuy nhiên, đi kèm với điều này là áp lực, mệt mỏi mà sinh viên phải đối mặt khi ngồi trước màn hình máy tính suốt nhiều giờ. Mệt mỏi không chỉ là một vấn đề về sức khỏe, mà còn ảnh hưởng đến hiệu suất học tập của sinh viên. Khi cảm thấy mệt mỏi, sự tập trung giảm đi đáng kể, dẫn đến khả năng hấp thụ kiến thức giảm sút và làm suy giảm khả năng ghi nhớ. Điều này có thể dẫn đến hiệu suất học tập kém hiệu quả và ảnh hưởng tiêu cực đến kết quả học tập. Bằng cách phát hiện những dấu hiệu mệt mỏi, sinh viên có thể chủ động tìm kiếm cách giải quyết để cải thiện tình trạng của mình, hoặc tìm kiếm sự hỗ trợ từ bạn bè, gia đình, giáo viên

để có được sự khích lệ và hỗ trợ cần thiết. Tóm lại, việc phát hiện dấu hiệu mệt mỏi khi học trực tuyến là vấn đề cấp thiết, đây là một phần quan trọng của quá trình học tập hiện đại, cần được chú trọng và thúc đẩy.

Để thực hiện điều này, đã có nhiều phương pháp được đề xuất. Các tác giả của bài báo [1] giới thiệu mô hình phát hiện trạng thái mệt mỏi của học sinh khi tham dự lớp học trực tuyến sử dụng mô hình cải tiến YOLOv5s cùng thư viện Dlib. Bằng việc nhận diện khuôn mặt và xác định mô hình mặt sử dụng 68 điểm nhận diện khuôn mặt, mô hình có thể tính toán và kết hợp được các chỉ số như tỉ lệ khuôn mặt EAR, tỉ lệ khuôn miệng MAR qua thuật toán PERCLOS, kiểu dáng mặt HPE để đưa ra nhận định về tình trạng mệt mỏi của học sinh, giúp giáo viên nắm bắt tình trạng lớp học. Cùng mục đích phát hiện tình trạng mệt mỏi của học sinh khi học trực tuyến, các tác giả của bài báo [2] đề xuất mô hình nhận diện và thống kê trạng thái mệt mỏi qua hình ảnh từ webcam. Các hành động thể hiện trạng thái mệt mỏi như chớp mắt, ngáp hay gật gù đều được ghi lại và tính tần suất để quyết định đánh giá trạng thái là mệt mỏi hay không. Trong bài báo [3], Younes Ed-Doughmi và Najlae Idrissi đã so sánh và đánh giá các mô hình học sâu LSTMs, LSTM-CNN, MLP trong việc phát hiện những dấu hiệu mệt mỏi, kết quả thực nghiệm cho thấy, sử dụng LSTMs đạt hiệu quả cao nhất với độ chính xác là 92.71%. Eriksson và Papanikolopoulos đã đề xuất phương pháp phát hiện mệt mỏi bằng việc theo dõi trạng thái mắt dựa trên sự tương quan giữa điểm ảnh [4]. Trong phương pháp này, nhóm tác giả đã sử dụng khái niệm trục của khuôn mặt để phân chia và xác định vị trí của mắt. Vị trí pixel và số khung hình liên tiếp được áp dụng để theo dõi trạng thái của mắt. Các tác giả của bài báo [5] nghiên cứu và đề xuất mô hình học sâu nhận biết mệt mỏi sử dụng thuật toán AdaBoost và mô hình MobileNetV2-SSD cùng mô-đun phân tích đặc điểm SE-Net. Mô hình tăng khả năng nhận biết trạng thái mắt nhằm tinh giản các phân tích khác, giúp mô hình giảm yêu cầu xử lý và dễ dàng thực hiện trong thời gian thực. Bài báo [6] trình bày giải pháp phân tách đặc điểm nhận dạng mệt mỏi trên khuôn mặt sử dụng phân tích đa khối hình (SSD) cùng các chỉ số để hình thành thuật toán nhận diện mệt mỏi sử dụng phương pháp đánh giá mờ (fuzzy evaluation). Các tác giả của bài báo [7] đề xuất mô hình đánh giá chất lượng giảng dạy thông qua trạng thái của học sinh. Mô hình này sử dụng mạng nơ-ron tích chập đa nhiệm cải tiến để phát hiện và phân tách khuôn mặt, mô hình phân biệt tinh giản AlexNet mô-đun Ghost để xác định trạng thái mắt, thuật toán PERCLOS để đánh giá trạng thái mệt mỏi và phương pháp đánh giá mờ để đưa ra nhận định chất lượng buổi học. Năm 2021, Burcu Kir Savas và Yasar Becerikili đã nghiên cứu và đánh giá mô hình học sâu CNN trên 3 bộ dữ liệu lớn YawDD, Nthu-DDD và KouBM-DFD, nhằm mục đích phát hiện dấu hiệu mệt mỏi. Kết quả thực nghiệm cho thấy mô hình CNN với bộ dữ liệu YawDD đạt độ chính xác cao nhất là 99.35% [8].

Với mục đích nghiên cứu và ứng dụng kỹ thuật học sâu phát hiện dấu hiệu mệt mỏi trong khi học trực tuyến, trong bài báo này, chúng tôi nghiên cứu về mạng nơ ron

tích chập (CNN), cài đặt và thử nghiệm trên bộ dữ liệu lớn, sau đó tiến hành so sánh kết quả với các phương pháp học máy để chứng minh hiệu quả của mô hình. Kết quả thực nghiệm cho thấy, CNN đạt độ chính xác cao hơn các kỹ thuật học máy với độ chính xác là 93.7%.

Trong phần tiếp theo, chúng tôi trình bày về mô hình học sâu CNN ứng dụng trong việc phát hiện dấu hiệu mệt mỏi khi học trực tuyến. Phần 3 trình bày về quá trình thử nghiệm và các kết quả đạt được. Cuối cùng, phần 4 là kết luận.

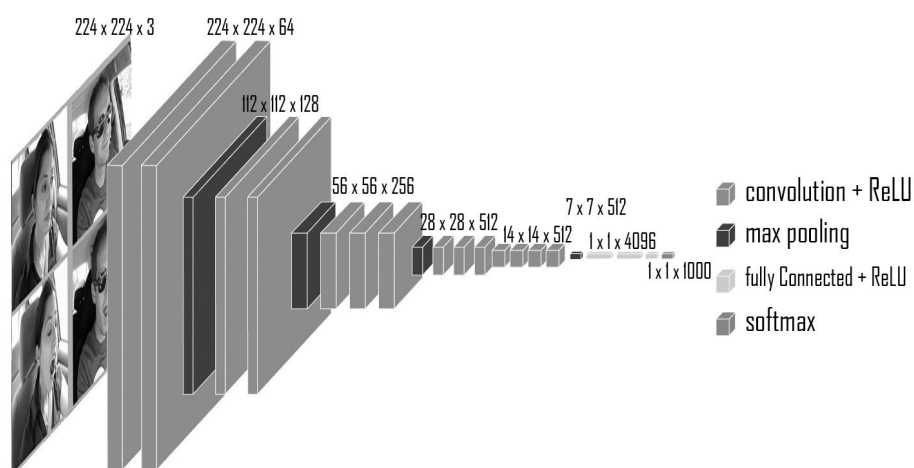
## **2. MÔ HÌNH HỌC SÂU ÁP DỤNG TRONG VIỆC PHÁT HIỆN DẤU HIỆU MỆT MỎI TRONG KHI HỌC TRỰC TUYẾN**

### **2.1. CNN**

CNN là một kiểu mạng neural truyền thẳng, trong đó kiến trúc chính gồm các thành phần được ghép nối với nhau theo cấu trúc nhiều tầng (Convolution, Pooling...), trong đó Convolution thường là tầng quan trọng nhất trong cấu trúc, vì những đặc trưng quan trọng của một bức ảnh sẽ được trích xuất ở lớp này nhờ việc lấy tích chập. Các giá trị quan trọng ở tầng Convolution bao gồm padding (đường viền) và stride (bước nhảy). Tầng Pooling là một trong những thành phần tính toán chính trong cấu trúc CNN. Đây là quá trình tính toán trên ma trận với mục tiêu là làm giảm kích thước ma trận sau khi tính toán, nhưng vẫn giữ lại được các đặc trưng của ma trận đầu vào. Có nhiều dạng phân tử Pooling như max-pooling, sum-pooling... Kết nối đầy đủ (fully connected) là cách kết nối các neural ở hai tầng với nhau trong đó tầng sau kết nối đầy đủ với các neural ở tầng trước đó. Sau khi ảnh được truyền qua nhiều tầng (convolutional layer và pooling layer), mô hình đã học được tương đối các đặc điểm của ảnh. Cuối cùng, CNN sử dụng các tầng kết nối (fully connected layer) để kết hợp các đặc trưng của ảnh và tạo đầu ra của mô hình.

### **2.1. Ứng dụng mô hình CNN phát hiện dấu hiệu mệt mỏi trong khi học trực tuyến**

Mô hình CNN chúng tôi sử dụng trong bài được dựa trên VGG16 [9]. Mô hình bao gồm 13 tầng tích chập 2 chiều, tích chập khối, xếp nhiều tầng CNN và max pooling thay vì xen kẽ chỉ một tầng CNN và max pooling, đồng thời sử dụng các bộ lọc kích thước nhỏ 3x3 giúp giảm số lượng tham số cho mô hình và mang lại hiệu quả tính toán tốt hơn. Sơ đồ các lớp của mô hình CNN áp dụng trong bài báo được mô tả trong Hình 1. Hình ảnh đầu vào có kích thước 224x224 được đưa qua 2 lớp convolutional bao gồm 64 filter với size 3x3 và padding = 1. Tiếp theo, lớp max pooling với size = 2x2 được sử dụng nhằm mục đích giảm kích thước ma trận đầu vào. Các khối tích chập tiếp theo bao gồm: 2 lớp Convolutional với 128 filter size 3x3, max pooling size 2x2, 2 lớp Convolutional với 256 filter size 3x3, max pooling size 2x2, hai khối tích chập tiếp theo mỗi khối gồm 3 lớp Convolutional và 1 lớp max pooling, lớp convolutional bao gồm 512 filter với size 3x3, max pooling size 2x2. Trải qua các khối tích chập, mô hình sẽ thu được ma trận đặc trưng của ảnh, sau đó đưa qua 3 lớp fully connected với hàm kích hoạt Relu để làm phẳng ma trận. Cuối cùng, chúng tôi sử dụng hàm Sigmoid để tiến hành phân lớp nhị phân với hai trường hợp là mệt mỏi và tỉnh táo.



Hình 1. Mô hình CNN trong bài báo

### 3. KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM

#### 3.1. Dữ liệu trong bài báo

Trong bài báo này, chúng tôi sử dụng bộ dữ liệu của of Serena Raju với 1448 bức ảnh bao gồm 725 bức ảnh tĩnh táo và 723 bức ảnh có dấu hiệu mệt mỏi [10]. Dữ liệu được tiền xử lý, chia thành hai phần với 75% số mẫu sử dụng để huấn luyện và 25% còn lại dùng để kiểm thử. Phân bố dữ liệu trong bài báo được trình bày trong Bảng 1. Mô hình CNN ứng dụng trong phát hiện dấu hiệu mệt mỏi được thực hiện theo quy trình như sau. Trước hết, ảnh được tiền xử lý bằng việc chuyển thành ảnh xám (grayscale) để giảm số chiều của ma trận đầu vào, sử dụng các phép xoay ảnh 30 độ, xoay ngang, phóng to 0.3% nhằm mục đích gia tăng dữ liệu. Các kỹ thuật này chỉ làm thay đổi đối tượng trong hình ảnh giúp làm giàu dữ liệu, chứ không thay đổi kích thước ban đầu của hình ảnh. Sau đó, chúng tôi đưa các ảnh đã được tiền xử lý vào mô hình học sâu để trích chọn đặc trưng và huấn luyện. Kết thúc quá trình huấn luyện, chúng tôi có một mô hình nhằm mục đích phát hiện dấu hiệu mệt mỏi. Tương tự, các ảnh khi kiểm tra cũng được tiền xử lý và đưa vào mạng CNN.

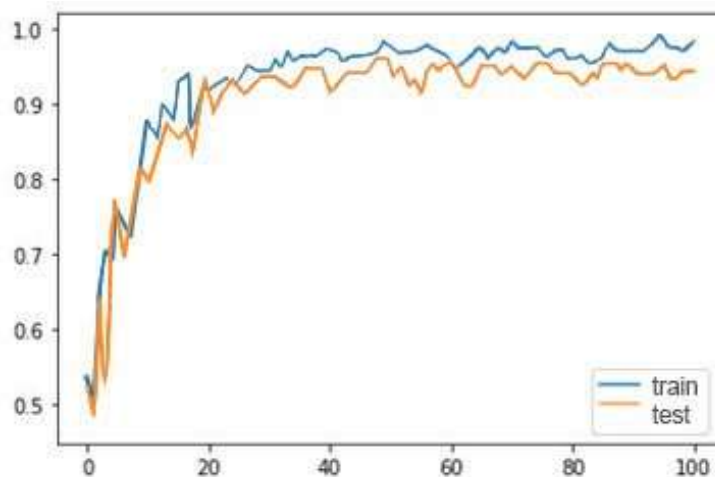
Bảng 1. Phân bố dữ liệu trong bài báo

Dữ liệu	Tĩnh táo	Mệt mỏi	Tổng cộng
Huấn luyện	580	578	1158
Kiểm thử	145	145	290
Tổng cộng	725	723	1448

#### 3.2. Kết quả thực nghiệm

Mô hình CNN của chúng tôi được huấn luyện trên máy tính có cấu hình CORE I7-10700 2,9GHZ, 16GB RAM, Window 10 OS, môi trường phát triển là python 3.6. Các thông số huấn luyện như sau: Learning Rate is 1e-3, batch\_size=32, epochs = 100. Hình 2 mô tả độ chính xác mô hình CNN của chúng tôi với 100 epochs. Trong khoảng

20 epochs đầu tiên, độ chính xác của CNN biến động bất thường và không ổn định. Từ epochs thứ 20 trở đi, các giá trị train và val tăng và tiến dần tới hội tụ, các giá trị train và val chênh lệch ít, chứng tỏ hiệu quả của mô hình đề xuất. Mô hình đạt độ chính xác là 93.7%.



**Hình 2.** Quá trình huấn luyện mô hình CNN

Nhằm mục đích so sánh độ chính xác của CNN với một vài phương pháp khác, chúng tôi tiến hành thử nghiệm trên cùng bộ dữ liệu với các kỹ thuật SVM, NaiveBayes và Boosting. Đối với các phương pháp học máy, việc trích chọn đặc trưng ảnh được thực hiện ở một giai đoạn riêng biệt, sau đó, những đặc trưng này sẽ được đưa vào mô hình học máy để tiến hành phân lớp và dự đoán. Dữ liệu thu thập trong nghiên cứu này là tập hợp hình ảnh chứa các khuôn mặt. Do đó, chúng tôi đã lựa chọn sử dụng phương pháp phân tích thành phần chính (PCA) [11] để thực hiện quá trình trích chọn đặc trưng từ các hình ảnh này. PCA đã được chứng minh là một công cụ mạnh mẽ trong việc giảm chiều dữ liệu và trích chọn thông tin quan trọng từ dữ liệu đa chiều [11]. Bằng cách này, chúng tôi có thể tiếp cận được đặc trưng cơ bản của các khuôn mặt trong tập dữ liệu thu thập được, sau đó đưa vào mô hình học máy để tiến hành phân lớp và dự đoán. Kết quả được trình bày trong Bảng 2.

**Bảng 2.** So sánh độ chính xác của các phương pháp

STT	Phương pháp	Độ chính xác
1	SVM	85.7%
2	NaiveBayes	72.4%
3	Boosting	77.5%
4	CNN	93.7%

#### 4. KẾT LUẬN

Trong thời đại công nghệ số, học trực tuyến là phương pháp học tối ưu và hiệu quả, vì vậy việc phát hiện một mối nhằm giải quyết hạn chế của phương pháp học này là quan trọng. Bài báo đã nghiên cứu và trình bày thuật toán CNN, từ đó ứng dụng để



xây dựng mô hình phát hiện dấu hiệu mệt mỏi trong khi học trực tuyến. Kết quả thử nghiệm cho thấy, mô hình CNN đạt hiệu quả cao, với độ chính xác là 93.7%, cao hơn so với các kỹ thuật học máy (SVM, NaiveBayes và Boosting). Trong tương lai, chúng tôi sẽ tiếp tục nghiên cứu, đề xuất phương pháp mới nhằm nâng cao độ chính xác của dự đoán, đồng thời tiến hành áp dụng vào việc theo dõi, cảnh báo, hỗ trợ việc học trực tuyến được hiệu quả hơn.

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Zijie Wang, Liu Long, Yunwen Lang, Yuanxia Ji, Jie Xie, Shaokun Lu, "A deep learning based online classroom fatigue monitoring system for students", Proc. SPIE 12506, Third International Conference on Computer Science and Communication Technology (ICCSCT 2022), 125066K (28-12-2022).
- [2]. M. Eriksson and N. P. Papanikolopoulos, "Eye-tracking for detection of driver fatigue", in Proceedings of the IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC '97), pp. 314–319, 1997.
- [3]. Younes Ed-Doughmi, Najlae Idrissi, "Driver Fatigue Detection using Recurrent Neural Networks", NISS19, March 27–29, 2019, Rabat, Morocco.
- [4]. Y. Chen, D. Zhao, G. He, "Deep Learning-Based Fatigue Detection for Online Learners", 2022 5th International Conference on Pattern Recognition and Artificial Intelligence (PRAI, 2022, pp. 924-927).
- [5]. J. Lu, C. Qi, "Fatigue Detection Technology for Online Learning", 2021 International Conference on Networking and Network Applications (NaNA), 2021, pp 272-277.
- [6]. Fang Yuan, Yong Nie, "Online Classroom Teaching Quality Evaluation System Based on Facial Feature Recognition", Scientific Programming, 2021, 7374846, 10, 2021.
- [7]. Lingjing Chen, "Evaluation Technology of Classroom Students' Learning State Based on Deep Learning", Computational Intelligence and Neuroscience, 6999347, 8, 2021.
- [8]. Burcu Kir Savas và Yasar Becerikili, "A Deep Learning Approach to Driver Fatigue Detection via Mouth State Analyses and Yawning Detection", IOSR Journal of Computer Engineering (IOSR-JCE) , ISSN: 2278-0661, p-ISSN: 2278-8727, Volume 23, Issue 3, Ser. I(May – June 2021), PP 24-30.
- [9]. Karen Simonyan, Andrew Zisserman, "Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition", Computer Vision and Pattern Recognition, 2014.
- [10]. Serena Raju, "Yawn\_eye\_dataset\_new", For drowsiness detection, 2020.
- [11]. Saman H. Cooray, Noel O'Connor, "Facial Feature Extraction and Principal Component Analysis for Face Detection in Color Images", International Conference on Image Analysis and Recognition, 3212, 2004.

## SSI- GIẢI PHÁP CHO TƯƠNG LAI AN TOÀN VÀ RIÊNG TƯ TRONG THẾ GIỚI SỐ

Cao Thị Luyện<sup>1\*</sup>, Nguyễn Đức Du<sup>1</sup>, Nguyễn Huy Công<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bộ môn Công nghệ phần mềm, Khoa công nghệ thông tin, Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

<sup>2</sup> Công nghệ thông tin Việt Anh K61, Trường Đại học Giao thông vận tải

\*Tác giả liên hệ: Email: luyenct@utc.edu.vn

**Tóm tắt:** self-sovereign identity (ssi) là một mô hình mới trong lĩnh vực xác thực trực tuyến, ở đó người dùng hoàn toàn kiểm soát về thông tin cá nhân của mình trên internet mà không cần phải dựa vào các bên trung gian. Trong bối cảnh ngày càng gia tăng của việc thu thập và sử dụng dữ liệu cá nhân trực tuyến, ssi mang lại sự tự chủ, bảo mật và tiện lợi cho người dùng. Bài báo này tập trung vào việc giới thiệu khái niệm ssi, cùng với các yếu tố cơ bản như cryptography, decentralized identifiers (dids), verifiable credentials và blockchain; ứng dụng tiềm năng của ssi trong các lĩnh vực như tài chính, y tế và giáo dục; thách thức của việc triển khai ssi sao cho an toàn và hiệu quả.

**Từ khóa:** Self-Sovereign Identity (SSI); decentralized identifiers (DIDs), verifiable credentials, blockchains

### I. GIỚI THIỆU

Trong thời đại số hóa ngày nay, việc xác thực danh tính trực tuyến đang trở thành một thách thức lớn đối với cả người dùng và các tổ chức trên internet. Truyền thống, việc xác thực thông tin cá nhân thường phụ thuộc vào các bên trung gian như nhà cung cấp dịch vụ và tổ chức quản lý, tuy nhiên, phương pháp này thường gặp phải những vấn đề về bảo mật, quản lý dữ liệu và sự tin cậy. Để giải quyết những vấn đề này, Self-Sovereign Identity (SSI) đã xuất hiện như một mô hình mới, cho phép người dùng giữ hoàn toàn kiểm soát về thông tin cá nhân của mình trên internet mà không cần phải phụ thuộc vào các bên trung gian. Trong phần giới thiệu này, chúng tôi sẽ trình bày chi tiết về khái niệm SSI, cùng với những ưu điểm và tiềm năng của nó trong việc cải thiện quá trình xác thực trực tuyến và bảo vệ thông tin cá nhân của người dùng.

Self-Sovereign Identity (SSI), hay Danh tính tự chủ, là một mô hình xác thực trực tuyến khá mới mẻ trong lĩnh vực công nghệ thông tin. Trong SSI, thông tin cá nhân được mã hóa và lưu trữ dưới dạng các văn bản số có tính xác thực cao, gọi là verifiable credentials, và được quản lý bởi người dùng một cách an toàn và riêng tư [2]. Mô hình SSI thúc đẩy sự tự chủ và độc lập của người dùng, giúp họ có khả năng chia sẻ thông

tin một cách có chủ đích và theo ý muốn của mình. Đồng thời, nó cũng tạo điều kiện thuận lợi cho việc xác thực trực tuyến mà không cần phải tiết lộ quá nhiều thông tin cá nhân. Tính riêng tư, bảo mật và khả năng tự chủ là những đặc điểm quan trọng của SSI, giúp nó trở thành một phương tiện mạnh mẽ trong việc bảo vệ thông tin cá nhân và thúc đẩy sự phát triển của các ứng dụng trực tuyến trong tương lai.

SSI mang lại nhiều ưu điểm và tiềm năng trong việc cải thiện quá trình xác thực trực tuyến và bảo vệ thông tin cá nhân của người dùng, bao gồm:

**Tự chủ và kiểm soát:** SSI cho phép người dùng hoàn toàn kiểm soát về thông tin cá nhân của họ, từ việc xác định loại thông tin nào sẽ được chia sẻ đến việc quyết định cho ai có quyền truy cập thông tin đó. Điều này tăng cường sự tự chủ và độc lập cho người dùng.

**Bảo mật cao:** Thông tin cá nhân được lưu trữ và truyền tải dưới dạng các văn bản số mã hóa, giúp bảo vệ khỏi việc truy cập trái phép và lưu trữ an toàn hơn so với các phương thức truyền thống.

**Tiện lợi và linh hoạt:** SSI giúp giảm bớt sự phụ thuộc vào các bên trung gian và quá trình xác thực trở nên nhanh chóng và tiện lợi hơn. Người dùng có thể chia sẻ thông tin cá nhân một cách linh hoạt và hiệu quả hơn.

**Giảm rủi ro về lạm dụng thông tin:** Nhờ vào việc người dùng kiểm soát hoàn toàn thông tin cá nhân của mình, nguy cơ về lạm dụng thông tin và vi phạm quyền riêng tư giảm đi đáng kể.

**Khả năng mở rộng và tích hợp:** SSI có thể tích hợp vào nhiều ứng dụng và dịch vụ trực tuyến khác nhau như tài chính, y tế, giáo dục, và thậm chí là lĩnh vực chính trị, mở ra cánh cửa cho nhiều ứng dụng mới và sáng tạo hơn trong tương lai.

SSI không chỉ cải thiện quá trình xác thực trực tuyến mà còn là một công cụ quan trọng trong việc bảo vệ thông tin cá nhân và thúc đẩy sự tự chủ cho người dùng trong môi trường mạng. Phần tiếp theo sẽ giới thiệu lịch sử hình thành Phần II. Phần III trình bày nguyên lý và cơ chế hoạt động của SSI. Ứng dụng của SSI trong một số lĩnh vực được trình bày ở Phần IV. Phần V bàn thách thức trong việc triển khai SSI. Phần VI là quy trình triển khai SSI trong giáo dục. Cuối cùng là kết luận ở Phần VI.

## **II. LỊCH SỬ HÌNH THÀNH**

Quá trình hình thành của SSI là một quá trình phát triển dài bắt đầu từ các nỗ lực trong lĩnh vực quản lý danh tính trực tuyến và tiếp tục với sự kết hợp của công nghệ blockchain và các tiêu chuẩn mới. Đầu tiên, ác hệ thống quản lý danh tính trực tuyến truyền thống phát triển, thường phụ thuộc vào mô hình trung gian để lưu trữ và xác thực thông tin cá nhân ở những năm 2000. Đến năm 2008, công nghệ blockchain được giới thiệu thông qua Bitcoin, mở ra cơ hội cho việc lưu trữ dữ liệu một cách an toàn và phi

trung gian [1]. Năm 2016 [2], một chuyên gia về mật mã và an ninh mạng, đề xuất ý tưởng về Self-Sovereign Identity (SSI) trong một bài viết trên blog cá nhân của mình. Ý tưởng này tập trung vào việc tạo ra một hệ thống quản lý danh tính phi trung gian, trong đó cá nhân kiểm soát hoàn toàn thông tin cá nhân của mình. Tiếp đó, cộng đồng blockchain và các nhà nghiên cứu bắt đầu phát triển và thảo luận về các tiêu chuẩn Decentralized Identifiers (DIDs), nhằm tạo ra một cách thức chuẩn hóa để xác định và quản lý danh tính trên nền tảng blockchain. Cộng đồng công nghệ đã phát triển và công bố nhiều tiêu chuẩn và giao thức như Decentralized Identity Foundation (DIF) và W3C Verifiable Credentials Working Group để hỗ trợ triển khai và phát triển các ứng dụng SSI. Các tổ chức và nhà phát triển bắt đầu tích cực nghiên cứu và triển khai ứng dụng SSI trong nhiều lĩnh vực, từ quản lý danh tính cá nhân đến quản lý công việc và dịch vụ tài chính ở những năm 2018 [3]. Kể đến SSI nhận đc sự quan tâm từ phía chính phủ và ngành công nghiệp đặc biệt từ 2020 với tiềm năng của nó trong việc cung cấp giải pháp cho các thách thức về quản lý danh tính và bảo vệ quyền riêng tư trong thế giới số ngày nay [4]. SSI đã được triển khai ở nhiều lĩnh vực cụ thể[7-10]: quản lý danh tính trực tuyến, quản lý khai báo y tế, và quản lý tài sản kỹ thuật số...

Có thể thấy, lịch sử hình thành của SSI là kết quả của sự phát triển đồng bộ giữa các công nghệ mới và ý tưởng sáng tạo, đóng vai trò quan trọng trong việc xây dựng một hệ thống quản lý danh tính trực tuyến an toàn, tự chủ và riêng tư.

### **III. NGUYÊN LÝ VÀ CƠ CHẾ HOẠT ĐỘNG CỦA SSI**

SSI cho phép mỗi người sở hữu một "danh tính số" mà họ có quyền kiểm soát hoàn toàn, không cần phải dựa vào bất kỳ tổ chức trung gian nào. Công nghệ blockchain và mã hóa đóng vai trò quan trọng trong việc tạo ra, quản lý và chia sẻ thông tin cá nhân một cách an toàn và bảo mật.

Cơ chế hoạt động của Self-Sovereign Identity (SSI) là một quá trình phức tạp nhưng đồng thời cũng rất linh hoạt và tiên tiến. Dưới đây là chi tiết về cách SSI hoạt động [5]:

#### **1. Danh tính số (Decentralized Identifiers - DIDs)**

- Điểm khởi đầu của SSI là việc tạo ra một "danh tính số" cho mỗi cá nhân hoặc thực thể. DIDs là một phần quan trọng của SSI. DIDS là một chuỗi ký tự duy nhất được tạo ra và quản lý một cách tự do và độc lập, không phụ thuộc vào bất kỳ tổ chức nào cụ thể. DIDs thường được xác định bằng cách sử dụng các thuật toán băm an toàn, đảm bảo tính duy nhất và không thể giả mạo.

#### **2. Bảo Mật và Mã Hóa**

- Một trong những điểm mạnh của SSI là sự chú trọng vào bảo mật và mã hóa thông tin cá nhân. Thông tin cá nhân được mã hóa và lưu trữ một cách an toàn trên các nền tảng blockchain hoặc hệ thống phân tán khác, giúp đảm bảo tính toàn vẹn và bảo mật của dữ liệu.

### **3. Sự Tự Kiểm Soát**

- SSI cho phép mỗi người sở hữu danh tính số có quyền kiểm soát hoàn toàn thông tin của mình. Thay vì phải dựa vào bên thứ ba như các tổ chức truyền thống, người dùng có thể quản lý và chia sẻ thông tin cá nhân của họ theo ý muốn, mà không cần phải tiết lộ tới các bên không mong muốn.

### **4. Chứng chỉ có thể xác thực (Verifiable Credentials)**

- SSI sử dụng các "chứng thực phi tập trung" để xác nhận thông tin. Các chứng thực này có thể bao gồm thông tin như tuổi, địa chỉ, bằng cấp, giấy phép lái xe, v.v. Chứng thực phi tập trung có thể được tạo ra bởi bất kỳ tổ chức nào và được ký số bằng cách sử dụng khóa mã hóa riêng của người dùng. Người dùng có thể chia sẻ các chứng thực này một cách an toàn và minh bạch cho bất kỳ bên nào mà họ chọn.

### **5. Quản Lý và Điều Hành**

- SSI không chỉ đòi hỏi sự đầu tư vào công nghệ mà còn yêu cầu một quá trình quản lý và điều hành phù hợp. Điều này bao gồm việc xác định và quản lý quyền truy cập vào thông tin cá nhân, giải quyết tranh chấp và bảo vệ tính toàn vẹn của hệ thống.

### **6. Blockchain và Hệ Thống Phân Tán**

- Cơ chế hoạt động của SSI sử dụng các nền tảng blockchain hoặc hệ thống phân tán khác để lưu trữ và quản lý thông tin cá nhân. Điều này giúp đảm bảo tính phân tán và bảo mật của dữ liệu, đồng thời giảm thiểu nguy cơ mất mát hoặc sửa đổi thông tin không mong muốn.

Cơ chế hoạt động của SSI tập trung vào việc mang lại sự kiểm soát và quyền riêng tư cho người sử dụng thông tin cá nhân, thông qua việc sử dụng các công nghệ tiên tiến như blockchain, mã hóa và các chuẩn giao thức phân tán.

## **IV. ỨNG DỤNG SSI TRONG GIÁO DỤC**

Trong lĩnh vực giáo dục, SSI có thể được sử dụng để xác thực các bằng cấp và chứng chỉ. Thay vì phải yêu cầu các tổ chức giáo dục hoặc trường đại học xác nhận bằng cấp, người dùng có thể tạo ra các chứng thực phi tập trung cho các bằng cấp của mình và chia sẻ chúng một cách an toàn với các nhà tuyển dụng hoặc tổ chức giáo dục. Hệ thống xác thực và quản lý bằng cấp- chứng chỉ trong một tổ chức giáo dục có sử dụng SSI được thực hiện theo cách thức sau:

### **1. Đăng ký và xác thực danh tính của sinh viên**

- Sinh viên đăng ký tài khoản trên hệ thống SSI của trường.
- Hệ thống yêu cầu sinh viên cung cấp các thông tin cần thiết để xác thực danh tính, chẳng hạn như hình ảnh của giấy tờ tùy thân, thông tin cá nhân, và thông tin học tập trước đó.

- Thông tin này được xác thực bởi các cơ quan chứng thực hoặc tổ chức xác thực danh tính.

## 2. Phát hành và quản lý bằng cấp và chứng chỉ

- Sau khi xác thực danh tính, hệ thống SSI của trường sẽ tạo ra các token số học (digital tokens) đại diện cho bằng cấp và chứng chỉ của sinh viên.

- Các token này được lưu trữ trên blockchain hoặc hệ thống phân tán khác để đảm bảo tính toàn vẹn và bảo mật.

- Sinh viên có thể truy cập và quản lý các bằng cấp và chứng chỉ của mình thông qua tài khoản trên hệ thống SSI.

## 3. Xác thực thông tin cho việc tuyển dụng hoặc tiếp tục học

- Khi sinh viên cần xác thực thông tin về bằng cấp và chứng chỉ cho việc tuyển dụng hoặc tiếp tục học, họ có thể chia sẻ các token số học tương ứng từ hệ thống SSI của trường với các bên liên quan.

- Các bên liên quan có thể xác minh tính hợp lệ của các token này bằng cách sử dụng các công cụ xác thực độc lập hoặc thông qua API kết nối với hệ thống SSI của trường.

## 4. Cập nhật và mở rộng thông tin

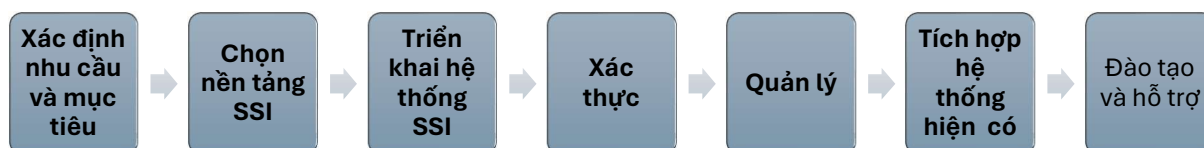
- Sinh viên có thể cập nhật và mở rộng thông tin về học vấn và thành tích của mình theo thời gian.

- Các bằng cấp và chứng chỉ mới có thể được thêm vào hệ thống và phát hành dưới dạng các token mới.

Trên cơ sở này, hệ thống SSI không chỉ cung cấp một cách tiện lợi và an toàn để xác thực và quản lý thông tin sinh viên, mà còn giúp tạo ra một hệ thống mở và có thể mở rộng cho việc chia sẻ thông tin giữa sinh viên và các bên liên quan khác trong cộng đồng giáo dục và doanh nghiệp khác.

### 4.1. Quy trình triển khai SSI trong giáo dục

Để triển khai SSI trong lĩnh vực giáo dục, chúng ta cần thực hiện các bước theo hình 1 sau [7]:



Hình 1. Quy trình triển khai SSI trong giáo dục

*Xác định nhu cầu và mục tiêu:* Trước tiên, tổ chức giáo dục cần xác định rõ nhu cầu và mục tiêu của việc sử dụng SSI trong môi trường giáo dục. Điều này có thể bao gồm việc xác định cách cải thiện quản lý thông tin sinh viên, đơn giản hóa quy trình xác thực danh tính, hoặc tăng cường bảo mật thông tin cá nhân.

*Chọn nền tảng SSI phù hợp:* Sau khi nhu cầu được xác định, tổ chức giáo dục cần chọn nền tảng SSI phù hợp. Có nhiều nền tảng SSI khác nhau có sẵn, bao gồm các dự án mã nguồn mở như Sovrin, Hyperledger Indy, và các giải pháp thương mại khác.

*Triển khai hệ thống SSI:* Sau khi chọn nền tảng, tổ chức giáo dục cần triển khai hệ thống SSI, bao gồm cài đặt các phần mềm và cấu hình môi trường. Quy trình này có thể đòi hỏi sự hỗ trợ từ các chuyên gia công nghệ thông tin hoặc nhà phát triển phần mềm.

*Xác thực danh tính và thông tin sinh viên:* Sử dụng hệ thống SSI, tổ chức giáo dục có thể xác thực danh tính và thông tin của sinh viên một cách an toàn và bảo mật. Điều này có thể giúp giảm thiểu rủi ro về gian lận và bảo mật thông tin cá nhân.

*Quản lý thông tin sinh viên:* SSI cung cấp một phương tiện hiệu quả để quản lý thông tin của sinh viên, bao gồm thông tin về học vấn, kết quả học tập, và các thành tích khác. Thông tin này có thể được lưu trữ trên blockchain hoặc các hệ thống phân tán khác để đảm bảo tính toàn vẹn và bảo mật.

*Tích hợp với hệ thống hiện có:* SSI có thể được tích hợp với các hệ thống thông tin sinh viên hiện có của tổ chức giáo dục để tạo ra một hệ thống hoàn chỉnh và phù hợp với nhu cầu cụ thể của trường.

*Đào tạo và hỗ trợ:* Cuối cùng, tổ chức giáo dục cần cung cấp đào tạo và hỗ trợ cho nhân viên và sinh viên về việc sử dụng hệ thống SSI. Điều này giúp đảm bảo rằng mọi người đều hiểu và sử dụng hệ thống một cách hiệu quả và an toàn.

#### **4.2. Các thách thức trong việc triển khai SSI**

Mặc dù có thể trở thành một phần không thể thiếu trong cơ sở hạ tầng số cho các ứng dụng trực tuyến vì khả năng cải thiện bảo mật, quyền riêng tư và tiện lợi cho người dùng, nhưng việc triển khai nó là một quá trình phức tạp, có thể đối mặt với nhiều thách thức cụ thể [6]:

**Bảo mật và Quyền riêng tư:** SSI yêu cầu một cơ sở hạ tầng mạnh mẽ để đảm bảo bảo mật và quyền riêng tư của dữ liệu. Việc lưu trữ và chia sẻ thông tin cá nhân một cách an toàn, đảm bảo tính xác thực và không thể sửa đổi là một thách thức lớn. Đối với việc triển khai, cần phải xem xét các phương pháp mạnh mẽ để mã hóa dữ liệu và xác thực người dùng.

**Tích hợp Hệ thống:** Triển khai SSI đòi hỏi tích hợp với các hệ thống hiện có, bao gồm cả hệ thống quản lý danh tính và ứng dụng khác. Việc đảm bảo tính tương thích và tích hợp của SSI với các hệ thống này có thể là một thách thức. Đặc biệt là trong môi trường doanh nghiệp, nơi có nhiều hệ thống khác nhau đang hoạt động.

**Quản lý Khóa:** SSI thường sử dụng các cặp khóa công khai và riêng tư để xác thực và ký số thông tin. Quản lý khóa một cách an toàn và đảm bảo tính riêng tư của chúng là một thách thức. Cần có cơ chế để tạo, quản lý và bảo vệ khóa một cách an toàn.

Chứng nhận và Xác thực: Việc xác thực danh tính và chứng nhận của các bên trong hệ thống SSI là một thách thức. Cần có một hệ thống chứng nhận mạnh mẽ để xác định và chứng thực danh tính của người dùng, đồng thời đảm bảo tính toàn vẹn của thông tin.

Pháp lý và Tuân thủ Quy định: SSI thường liên quan đến việc xử lý thông tin cá nhân, do đó cần tuân thủ các quy định về quyền riêng tư và bảo vệ dữ liệu như GDPR. Việc đảm bảo tuân thủ pháp lý và quy định có thể là một thách thức đối với các tổ chức triển khai SSI.

## **V. KẾT LUẬN**

Trong bối cảnh thế giới số đang phát triển mạnh mẽ, việc bảo vệ quyền riêng tư và an toàn thông tin trở thành một thách thức lớn đối với cả cá nhân và tổ chức. Trong bài báo này, chúng ta đã xem xét ứng dụng của Self-Sovereign Identity (SSI) - Định danh Tự Chủ như một giải pháp tiềm năng cho vấn đề này. SSI là một triết lý về quyền sở hữu và kiểm soát thông tin cá nhân chứ không chỉ đơn thuần là 1 công nghệ mới. Bằng cách cho phép cá nhân hoàn toàn kiểm soát dữ liệu của mình mà không cần phụ thuộc vào bất kỳ bên thứ ba nào, SSI mang lại một môi trường trực tuyến an toàn, đáng tin cậy và tôn trọng quyền riêng tư. Tuy nhiên, để thực sự đạt được tiềm năng của SSI, việc áp dụng cần sự hợp tác chặt chẽ từ cộng đồng công nghiệp, chính phủ và người dùng cuối. Sự tiếp tục nghiên cứu nhằm hoàn thiện và ứng dụng triệt để SSI sẽ đóng góp quan trọng vào việc xây dựng một môi trường trực tuyến mà mọi người có thể tin tưởng và tự do tham gia bao gồm tăng cường quyền riêng tư cho người sử dụng, giảm thiểu nguy cơ về việc lạm dụng dữ liệu cá nhân và tăng cường tính nhất quán.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được hỗ trợ từ dự án "Accelerate Atala PRISM learning and adoption in Universities" mã số 1100006 của quỹ Cardano Catalyst.

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Nakamoto, S. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. *Decentralized Business Review*. 2008. 21260. Available online: <https://www.debr.io/article/21260-bitcoin-a-peer-to-peer-electronic-cash-system> (accessed on 12 November 2021).
- [2]. Andrew Tobin and Drummond Reed. The inevitable rise of self-sovereign identity. *The Sovrin Foundation*, 29(2016), 2016.
- [3]. Alexander Mühle, Andreas Grüner, Tatiana Gayvoronskaya and Christoph Meinel, A survey on essential components of a self-sovereign identity, *Computer Science Review*, 30(2018),pp.80-86. <https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2018.10.002>.
- [4]. Kaur, A. Nayyar, and P. Singh. Cryptocurrencies and Blockchain Technology Applications, chapter BLOCKCHAIN: A PATH TO THE FUTURE, pages 25–42. John Wiley & Sons, 2020.



- [5]. D. Yang, S. Yoo, I. Doh, and K. Chae. Selective blockchain system for secure and efficient d2d communication. *Journal of Network and Computer Applications*, 173:102817, 2021.
- [6]. Zheng, Z.; Xie, S.; Dai, H.N.; Chen, X.; Wang, H. Blockchain challenges and opportunities: A survey. *Int. J. Web Grid Serv.* 14(2018), pp352–375. [CrossRef]
- [7]. <https://www.ngdil.com/blog/self-sovereign-identity-in-education?lng=en>
- [8]. <https://www.evernym.com/blog/self-sovereign-identity-higher-education/>
- [9]. Linda Weigl, Tom Barbereau and Gilbert Fridgen, The construction of self-sovereign identity: Extending the interpretive flexibility of technology towards institutions, *Government Information Quarterly*, 40(2023).
- [10]. Quinten Stokkink; Johan Pouwelse, Deployment of a Blockchain-Based Self-Sovereign Identity, 2018 IEEE International Conference on Internet of Things (iThings) and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom) and IEEE Smart Data (SmartData). [https://doi.org/10.1109/Cybermatics\\_2018.2018.00230](https://doi.org/10.1109/Cybermatics_2018.2018.00230), 2018.

## ỨNG DỤNG HỌC MÁY ĐỂ HIỂU CÁC THẮC MẮC CỦA SINH VIÊN ĐẠI HỌC TỪ PHƯƠNG TIỆN TRUYỀN THÔNG TRỰC TUYẾN

Lương Thái Lê\*, Nguyễn Quang Duy

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội

\*Tác giả liên hệ: Email: luongthaile80@utc.edu.vn

**Tóm tắt.** Ngày nay, chúng ta dễ dàng bắt gặp các câu hỏi, các thắc mắc hay ý kiến của sinh viên về các vấn đề liên quan đến ngôi trường mà họ đang quan tâm trong các bài đăng trên các diễn đàn, hay các fanpage của các trường đại học. Nếu qua nguồn dữ liệu này mà nhà trường có công cụ có thể tự động phân tích và hiểu được tâm tư nguyện vọng và các thắc mắc của sinh viên một cách kịp thời thì không những làm hài lòng sinh viên mà còn nâng cao được uy tín của nhà trường. Nhận thấy tầm quan trọng đó, chúng tôi tìm hiểu và thực nghiệm với một số phương pháp học máy để xây dựng một mô hình phù hợp có thể giúp giải quyết bài toán này đối với sinh viên Trường Đại học Giao thông vận tải. Với dữ liệu là các bài đăng thực tế của sinh viên và sinh viên trong trường, mô hình của chúng tôi đạt được độ chính xác trên 80%.

**Từ khóa:** hiểu ý định, học máy, xác định ý định, phân lớp văn bản, xử lý ngôn ngữ tự nhiên

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Theo khảo sát của chúng tôi, số bài đăng mang ý kiến, thắc mắc của sinh viên về các vấn đề liên quan đến trường chiếm tỉ lệ 30% tổng số bài đăng. Tuy tỉ lệ này không cao nhưng nó cũng phản ánh được nhu cầu cần có sự giải đáp và giúp đỡ của nhà trường đối với sinh viên. Trong phạm vi bài báo này, chúng tôi chỉ quan tâm phân tích để hiểu ý định của các bài đăng có mang câu hỏi thắc mắc của sinh viên về các vấn đề liên quan đến Trường Đại học Giao thông vận tải. Dưới đây là một số ví dụ về các bài đăng của sinh viên trên các phương tiện truyền thông trực tuyến, bảng 1.

**Bảng 1.** Ví dụ về bài đăng của sinh viên trên các phương tiện truyền thông trực tuyến.

Bài đăng trực tuyến của sinh viên	Có mang câu hỏi thắc mắc/ ý kiến hay không?
Em cần một bờ vai lúc này...	Không
Anh chị cho em hỏi: Em đã đăng kí thẻ bảo hiểm y tế ở trường, nếu mà bị ốm thì đến luôn bệnh viện đại học giao thông vận tải khám luôn đúng không ạ hay cần thủ tục gì nữa ạ	Có
Mỗi ngày đến trường là một ngày vui	Không

<b>Bài đăng trực tuyến của sinh viên</b>	<b>Có mang câu hỏi thắc mắc/ ý kiến hay không?</b>
Hiện tại mình đang muốn tham gia mấy câu lạc bộ ngoại khóa của trường mà chưa biết nên tham gia vào cái nào cả cả. Cho mình xin ít reviews với ạ	Có
Hôm nay trời mưa to quá nên ngại đi học quá cả nhà ơi!!!	Không

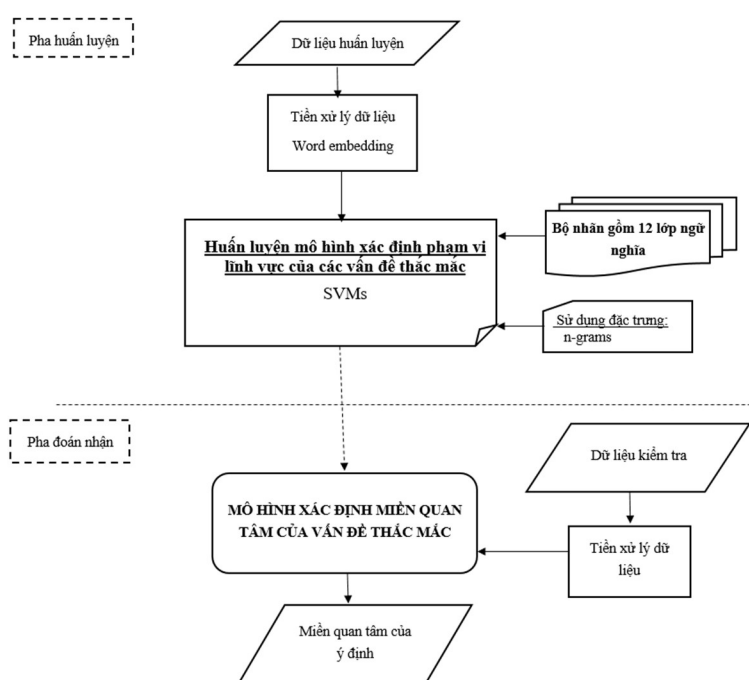
Bài toán xác định thắc mắc của sinh viên qua các bài đăng trực tuyến có thể được xếp vào lớp bài toán hiểu ý định người dùng nói riêng và bài toán xử lý ngôn ngữ tự nhiên nói chung. Theo tìm hiểu của chúng tôi, bài toán hiểu ý định người dùng đã được quan tâm từ đầu những năm 2000, nhưng bước đầu chỉ là hiểu ý định của người dùng từ các truy vấn ngắn trên các công cụ tìm kiếm, Z. Chen và cộng sự [4], A. Broder và cộng sự [3],... Khi có sự xuất hiện của mạng xã hội như facebook (2004), twitter (2006) dữ liệu dưới dạng văn bản như các bài đăng của người dùng (post, comment...) bắt đầu tăng đáng kể, từ đó các nghiên cứu về hiểu ý định người dùng từ các bài đăng trực tuyến cũng phát triển mạnh hơn. Một trong những nghiên cứu điển hình theo hướng này là của Y. Chang và cộng sự [6], A. Ashkan và cộng sự [1], M. Castelanos và cộng sự [5]... Trong đó, phần lớn các nghiên cứu mô hình hoá bài toán hiểu ý định người dùng về bài toán phân lớp nhị phân hoặc phân lớp đa lớp.

Trong nghiên cứu này, với mục đích xác định và hiểu các thắc mắc của sinh viên từ các bài đăng trực tuyến, chúng tôi xây dựng mô hình phân lớp đa lớp để phân loại các câu hỏi, thắc mắc của sinh viên vào 12 lớp ngữ nghĩa, ý nghĩa và mô tả cho 12 lớp này sẽ được trình bày cụ thể hơn ở phần sau. Việc phân lớp này sẽ giúp xác định vấn đề đang quan tâm thắc mắc của sinh viên thuộc vào phạm vi lĩnh vực nào, để từ đó có thể chuyển tiếp vấn đề thắc mắc đến bộ phận có khả năng tư vấn và giải quyết một cách kịp thời và hiệu quả. Chẳng hạn, bài đăng “*Anh chị cho em hỏi: Em đã đăng kí thẻ bảo hiểm y tế ở trường, nếu mà bị ốm thì đến luôn bệnh viện đại học giao thông vận tải khám luôn đúng không ạ hay cần thủ tục gì nữa ạ*”, sẽ được xếp vào lớp *Học phí - Bảo hiểm y tế*; còn bài đăng “*Hiện tại mình đang muốn tham gia mấy câu lạc bộ ngoại khóa của trường mà chưa biết nên tham gia vào cái nào cả cả. Cho mình xin ít reviews với ạ*” sẽ được phân vào lớp *Hoạt động ngoại khóa*. Để xây dựng mô hình được chính xác và phản ánh đúng thực tế, chúng tôi thu thập tự động các bài đăng của sinh viên Trường Đại học Giao thông vận tải trên các diễn đàn, fanpage của trường. Sau khi tiến hành các bước tiền xử lý dữ liệu, chúng tôi cẩn thận tiến hành thực nghiệm với một số mô hình học máy để tìm ra mô hình phù hợp nhất. Mô hình đạt kết quả thực nghiệm tốt nhất cho kết quả F1 đạt khoảng hơn 80%, đây là một kết quả khá khả quan và cho thấy phương pháp chúng tôi lựa chọn phù hợp với bài toán đề ra.

## 2. THIẾT KẾ VÀ ĐỀ XUẤT MÔ HÌNH

### 2.1. Đề xuất mô hình giải quyết bài toán

Để xây dựng mô hình phân lớp đa lớp đối với bài toán có dữ liệu đầu vào là văn bản, đặc biệt là văn bản mang tính tự do của ngôn ngữ tự nhiên, chúng tôi lựa chọn phương pháp học máy thống kê Support Vector Machines (SVMs) để làm thực nghiệm. Chúng tôi lựa chọn phương pháp SVMs vì một số ưu điểm nổi bật của nó: (1) SVMs làm việc hiệu quả với không gian có số chiều cao và dữ liệu thực nghiệm đủ lớn; (2) Bài toán phân lớp văn bản thường là phân lớp phi tuyến mà việc sử dụng các hàm nhân Kernel trong SVMs giúp ta giải quyết hiệu quả vấn đề này. Chúng tôi sẽ giới thiệu về phương pháp này ngay bên dưới. Kiến trúc mô hình học máy giải quyết bài toán hiểu và xác định thắc mắc của sinh viên được thể hiện trong hình 1.



**Hình 1.** Kiến trúc mô hình đề xuất

Đối với bài toán thuộc lĩnh vực xử lý ngôn ngữ tự nhiên thì việc tiền xử lý dữ liệu đặc biệt quan trọng, chúng tôi sẽ trình bày cụ thể về các bước tiền xử lý dữ liệu ở phần giới thiệu về dữ liệu thực nghiệm. Bên cạnh đó, việc lựa chọn phương pháp nhúng từ (word embedding) phù hợp cũng sẽ giúp tăng độ chính xác của mô hình.

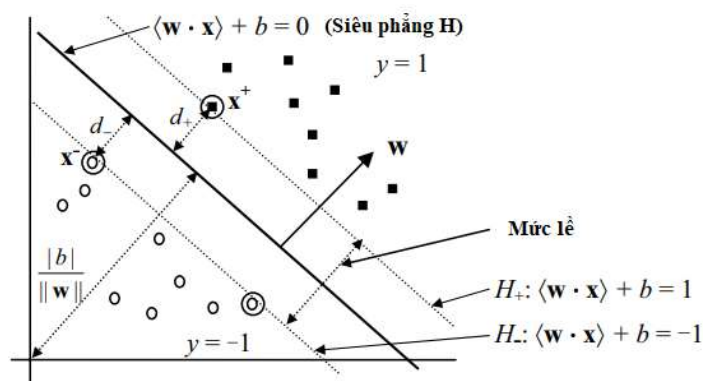
### 2.2. Nhúng từ (Word embeddings)

Để có được đầu vào huấn luyện mô hình, chúng tôi lựa chọn mô hình PhoBERT với mong muốn tạo ra các véc tơ biểu diễn hiệu quả nhất có thể. PhoBERT là một mô hình biểu diễn ngôn ngữ lớn dành cho tiếng Việt, được tác giả Nguyễn Quốc Đạt công bố vào năm 2020 [7]. PhoBERT được huấn luyện dựa vào phương pháp RoBERTa trên bộ dữ liệu tiếng Việt có chất lượng tốt. Bên cạnh đó, việc phân đoạn câu thành các cụm từ được thực hiện bởi thư viện VnCoreNLP, cũng là một sản phẩm được phát triển cho tiếng Việt. Chính vì những lý do trên mà chúng tôi đã lựa chọn PhoBERT

### 2.3. Thuật toán phân lớp SVMs

SVMs là một thuật toán phân lớp có thể xử lý cả dữ liệu tuyến tính và dữ liệu phi tuyến. Trong trường hợp dữ liệu không tuyến tính, nó sẽ sử dụng một hàm nhân (Kernel function) để chuyển đổi tập dữ liệu ban đầu sang một không gian mới có số chiều lớn hơn để xử lý. Trong thực nghiệm của nghiên cứu này, sau khi thử nghiệm một số hàm Kernel, chúng tôi lựa chọn hàm RBF kernel.

Ý tưởng chính của phương pháp SVMs là xây dựng một siêu phẳng H để phân chia dữ liệu thành hai nửa với mục tiêu hướng tới là cực đại hoá mức lề ở hai phía của mặt phẳng hình 2.



**Hình 2.** Ý tưởng của thuật toán SVM

Khi đó bài toán tương đương với bài toán tối ưu sau

$$\text{- Cực tiểu hoá: } \frac{\langle \mathbf{w}, \mathbf{w} \rangle}{2} \quad (1)$$

$$\text{- với ràng buộc: } y_i (\langle \mathbf{w}, \mathbf{x}_i \rangle + b) \geq 1, \forall i = 1, \dots, r \quad (2)$$

Vậy bản chất của phương pháp SVMs là phân dữ liệu thành 2 lớp, tức là phân lớp nhị phân. Để xử lý bài toán phân lớp đa lớp, chúng tôi sử dụng một kỹ thuật là one-vs-one. Ý tưởng chính của phương pháp này là chuyển bài toán phân lớp đa lớp thành nhiều bài toán phân lớp nhị phân như sau:

- Giả sử ta cần phân lớp dữ liệu vào  $m$  lớp  $y_1, y_2, \dots, y_m$
- Xây dựng  $[m \times (m - 1)]/2$  tập  $Z_t$ , mỗi tập chứa 2 lớp con  $Z_t = \{y_i, y_j\}, i \neq j$
- Áp dụng thuật toán SVMs phân lớp nhị phân trên mỗi tập  $Z_t$  để xây dựng siêu phẳng cho tập này, như vậy ta sẽ thu được  $[m \times (m - 1)]/2$  bộ phân lớp nhị phân
- Bộ phân lớp là sự kết hợp của  $[m \times (m - 1)]/2$  bộ phân lớp trên là mô hình phân lớp đa lớp cuối cùng

### 2.4. Xây dựng bộ phân hoạch gồm các lớp ngữ nghĩa

Sau khi khảo sát kỹ dữ liệu thu được, chúng tôi đề xuất một phân hoạch gồm 12 lớp ngữ nghĩa để phân loại các bài đăng. Mười hai lớp đó lần lượt là: *Vấn đề khác*, *Học tập*, *Thi cử*, *Ký túc xá*, *Học phí và bảo hiểm y tế*, *Cơ sở vật chất và hạ tầng*, *Chất lượng đào tạo*, *Hoạt động ngoại khoá*, *Nghiên cứu khoa học và hợp tác ứng dụng*, *Thư viện*, *An*

ninh, Học bổng và chính sách hỗ trợ. Việc lựa chọn một phân hoạch hợp lý không phải đơn giản vì phân hoạch đó vừa phải có số lớp ngữ nghĩa không quá lớn nhưng phải bao phủ được toàn bộ các thắc mắc của sinh viên. Để đảm bảo được tiêu chí đó, chúng tôi phải dùng một lớp *Vấn đề khác* để chứa toàn bộ những thắc mắc mà không thuộc vào 11 lớp ngữ nghĩa còn lại. Bảng 2 trình bày ví dụ về bài đăng thuộc vào 12 lớp tương ứng.

**Bảng 2.** Ví dụ về các bài đăng thuộc vào 12 lớp ngữ nghĩa.

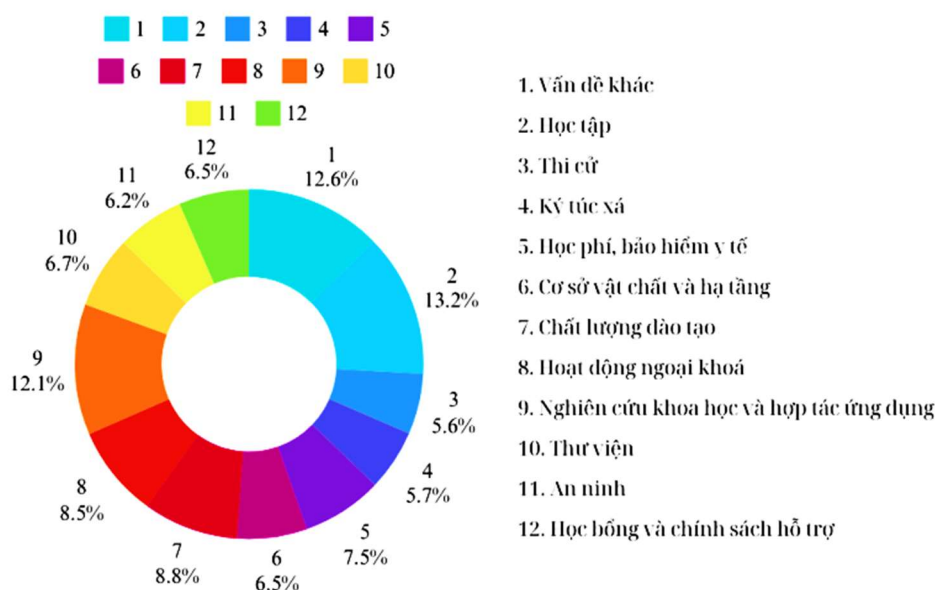
STT	Tên lớp	Ví dụ
1	Vấn đề khác	Em là nữ 2005, em có mong ước từ lâu là được vào UTC rồi ạ có cách nào để để tăng khả năng vào UTC kh ạ =)))
2	Học tập	Mọi người cho hỏi là mình học điểm các môn được D+ trên 5% tổng số tín có bị tính giảm Hạng tốt nghiệp như ở mục 2 ko?
3	Thi cử	Anh chị cho em hỏi là giải tích lần 1 được 2,4, lần 2 được 4,4, điểm thành phần 6,2 thì cuối kì thi bao nhiêu điểm để qua môn ạ
4	Ký túc xá	Các anh chị cho em hỏi về kí túc xá với ạ - Ktx có chỗ để xe, sạc xe điện k ạ - phòng gym của ktx có tốt k và giá cả như nào ạ
5	Học phí và bảo hiểm y tế	Anh chị cho em hỏi: Em đã đăng kí thẻ bảo hiểm y tế ở trường, nếu mà bị ốm thì đến luôn bệnh viện đại học giao thông vận tải khám luôn đúng không ạ hay cần thủ tục gì nữa ạ
6	Cơ sở vật chất và hạ tầng	Trường nhỏ nhưng đầy đủ các khu tập luyện thể thao đến họp bàn. Đầy đủ máy chiếu xịn xò và điều hòa. Học phí rất hợp lý tầm 6tr đến 7tr 1 kỳ
7	Chất lượng đào tạo	Em nghe review về ngành kĩ thuật xây dựng khá hấp dẫn nên tiện đây em xin ít review về ngành này của trường mình như điểm đầu vào, chất lượng dạy, sau ra trường ...
8	Hoạt động ngoại khoá	Hiện tại mình đang muốn tham gia mấy câu lạc bộ ngoại khoá của trường mà chưa biết nên tham gia vào cái nào cả cả. Cho mình xin ít reviews với ạ
9	Nghiên cứu khoa học và hợp tác ứng dụng	Các anh chị oi cho em hỏi chút với ạ, 1 nhóm NCKH sinh viên được tối đa bao nhiêu bạn tham gia ạ? e cảm ơn ạ! ❤️
10	Thư viện	Trong trường hợp chưa có thẻ sinh viên, em có cần chuẩn bị những giấy tờ hay thủ tục nào để có thể sử dụng dịch vụ mượn sách từ thư viện kg ạ?
11	An ninh	Các chế cho em hỏi, ở KTX có hay bị mất đồ vật không ạ? 😊
12	Học bổng và chính sách hỗ trợ	Mức miễn giảm học phí cho sinh viên thuộc diện chính sách tại UTC là bao nhiêu ạ?

### 3. THỬ NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ PHÂN TÍCH

#### 3.3. Dữ liệu thực nghiệm

##### 3.3.1. Mô tả dữ liệu

Với mong muốn huấn luyện được một mô hình sát với thực tế và có độ chính xác tốt nhất có thể, chúng tôi sử dụng dữ liệu huấn luyện thực tế, được thu thập tự động từ các kênh phương tiện truyền thông trực tuyến của Trường Đại học Giao thông vận tải. Một trong số các kênh đó là facebook, chẳng hạn như các trang fanpage và group của trường Utc confession, University of Transportation, Utc exam; và một số trang web như utc.edu.vn, thongtindaotao.utc.edu.vn, sinhvienhientai.utc.edu.vn... Mục tiêu của chúng tôi là thu thập các bài đăng mang ý thắc mắc hoặc ý kiến của sinh viên về các vấn đề của trường. Từ đó, chúng tôi thu được tổng cộng 10, 090 bài đăng của sinh viên có chứa ý định thắc mắc. Hình 3 là biểu đồ thể hiện tỷ lệ phần trăm của số lượng các bài đăng thuộc 12 lớp ngữ nghĩa tương ứng. Có thể thấy, ngoài lớp Vấn đề khác thì các thắc mắc của sinh viên phần lớn là về vấn đề Học tập, Nghiên cứu khoa học và hợp tác ứng dụng, Chất lượng đào tạo. Thống kê này cho thấy mối quan tâm của sinh viên rất phù hợp với hướng quan tâm phát triển của nhà trường.



Hình 3. Tỷ lệ dữ liệu thu được tương ứng với 12 lớp ngữ nghĩa.

##### 3.3.2. Tiền xử lý dữ liệu

Như đã trình bày ở trên, việc tiền xử lý dữ liệu rất quan trọng với bài toán này. Chúng tôi lần lượt tiến hành 5 bước tiền xử lý như sau:

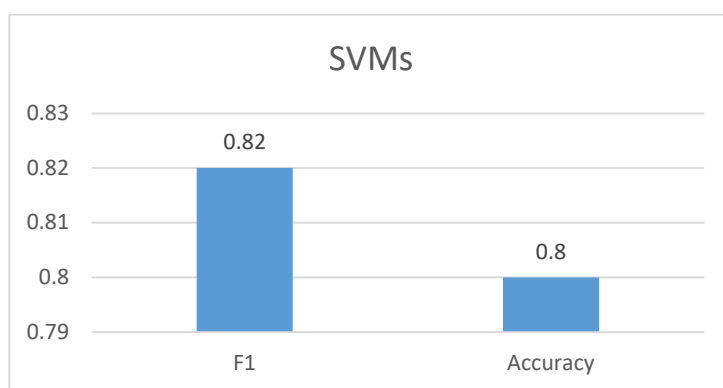
(1) Phân cụm từ: chúng tôi sử dụng thư viện vncorenlp để thực hiện phân cụm từ tiếng Việt, khi đó các từ phức trong tiếng Việt sẽ được phân cụm theo đúng ý nghĩa của nó, chẳng hạn cụm từ “học sinh” sẽ được phân thành 1 cụm “học\_sinh” thay vì bị tách thành 2 từ “học” và “sinh”

- (2) Xoá các khoảng trống, các ký hiệu, các hình ảnh biểu hiện cảm xúc
- (3) Chuyển đổi các từ viết tắt, từ lóng thành dạng chuẩn
- (4) Tách câu thành các đơn vị nhỏ hơn: từ, cụm từ (tokenization)
- (5) Xoá các từ dừng

Sau đó chúng tôi chia dữ liệu thành 3 phần theo tỷ lệ 60%:20%:20% tương ứng với 3 tập huấn luyện/đánh giá/kiểm thử để chuẩn bị cho việc huấn luyện mô hình.

### 3.4. Kết quả thực nghiệm và phân tích

Chúng tôi tiến hành thực nghiệm phương pháp học máy SVMs. Chúng tôi sử dụng đặc trưng n-gram cho thực nghiệm này, chúng tôi dùng 1-gram (bản thân mỗi từ) và 2-gram (2 từ liên tiếp). Khi kết nối hai từ liền kề nhau, chúng tôi bỏ qua những cặp từ mà có dấu câu ở giữa 2 từ. Để đánh giá độ chính xác của mô hình, chúng tôi dùng hai độ đo là F1 và Accuracy. Kết quả thực nghiệm được trình bày trong hình 4.



Hình 4. Biểu đồ thể hiện độ chính xác của mô hình SVMs.

Mô hình phân lớp với SVMs đạt độ chính xác F1 hơn 82% cho thấy việc lựa chọn thuật toán này phù hợp với dữ liệu và bài toán đề xuất. Hơn nữa chúng tôi mới sử dụng một loại đặc trưng là n-gram, để nâng cao hơn độ chính xác của mô hình, chúng tôi dự định sẽ nghiên cứu để đề xuất sử dụng thêm các loại đặc trưng khác. Ngoài ra, có thể nói việc tiền xử lý dữ liệu cẩn thận cũng là một yếu tố quan trọng để nâng cao độ chính xác của mô hình này. Chúng tôi cũng đã thử thực nghiệm đối với dữ liệu khi thiếu một số bước tiền xử lý thì độ chính xác của mô hình đều bị giảm đi khoảng từ 0,5% đến 1%.

## 4. KẾT LUẬN

Trong bài báo này, chúng tôi giới thiệu bài toán hiểu và xác định vấn đề thắc mắc, hay ý kiến của sinh viên về Trường Đại học Giao thông vận tải. Chúng tôi đề xuất mô hình hoá bài toán về bài toán phân lớp đa lớp và lựa chọn thuật toán SVMs để giải quyết bài toán phân lớp này. Sau khi khảo sát dữ liệu cẩn thận, chúng tôi đề xuất mười hai lớp ngữ nghĩa tương ứng với mười hai lĩnh vực mà sinh viên quan tâm thắc mắc. Với việc khảo sát và tiền xử lý dữ liệu cẩn thận, mô hình phân lớp đề xuất đạt được độ chính xác F1 hơn 82%, đây là một kết quả khả quan giúp chúng tôi có động lực tiếp tục phát triển nghiên cứu theo hướng này.



## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. A. Ashkan, C.L. Clarke, E. Agichtein and Q. Guo, *Classifying and characterizing query intent*. In: The 31th ECIR, pp.578–586, 2008.
- [2]. A. Basu, C. Watters and M. Shepherd, *Support vector machines for text categorization*. In International Conference on System Sciences, Washington, DC, USA, IEEE Computer Society, 2003.
- [3]. A. Broder, *A taxonomy of web search*. ACM Sigir forum. Vol. 36. No. 2. ACM, 2002.
- [4]. Z. Chen, F. Lin, H. Liu, Y. Liu, W.Y. Ma, L. Wenyin, *User intention modeling in web applications using data mining*. Journal of WWW, 5(3), pp. 181–191, 2002.
- [5]. M. Castellanos, et al. *Intention insider: discovering people's intentions in the social channel*, Proceedings of the 15th International Conference on Extending Database Technology. ACM, 2012
- [6]. Y.S. Chang, K.Y. He, S. Yu and W.H. Lu, *Identifying user goals from Web search results*. In Web Intelligence, IEEE/WIC/ACM International Conference on, pp.1038–1041. IEEE, 2006.
- [7]. Nguyen, Dat Quoc, and Anh Tuan Nguyen. PhoBERT: Pre-trained language models for Vietnamese. arXiv preprint arXiv:2003.00744 (2020).
- [8]. H. J. Song and S. B. Park, *Identify intention posts in discussion forums using multi-instance learning and multiple sources transfer learning*. Soft Computing, 22(24), pp. 8107–8118, 2018.

## ỨNG XỬ CHỊU XOẢN CỦA THANH HÌNH CÁNH BƯỚM CÓ TIẾT DIỆN HÌNH CHỮ NHẬT THAY ĐỔI

Nguyễn Tuyên Hoàng<sup>1</sup>, Nguyễn Như Hiếu<sup>2,\*</sup>, Ngô Văn Lực<sup>3</sup>

<sup>1</sup>SD Lab, Khoa Cơ khí - Cơ điện tử, Trường Đại học Phenikaa

<sup>2,3</sup>Khoa Cơ khí - Cơ điện tử, Trường Đại học Phenikaa

\*Tác giả liên hệ: Email: hieu.nguyennhu@phenikaa-uni.edu.vn

**Tóm tắt.** Trong nghiên cứu này, các tác giả trình bày ứng xử chịu xoắn của một thanh có tiết diện hình cánh bướm theo chiều dọc trục của thanh, trong khi đó tiết diện mặt cắt ngang hình chữ nhật của thanh thay đổi. Hình cánh bướm đối xứng qua vị trí chính giữa thanh. Thanh hình cánh bướm được biết đến trong một số kết cấu kỹ thuật với mục đích thẩm mỹ nhưng vẫn phải đảm bảo độ bền và đáp ứng các tiêu chí kỹ thuật khác nhau. Trong phạm vi của nghiên cứu, thanh được xét chịu một mô men xoắn không đổi đặt tại một đầu của thanh, trong khi đó đầu kia giả sử là ngàm cứng. Tính chất ứng xử phức tạp của thanh tiết diện hình chữ nhật thay đổi được nghiên cứu thông qua mô phỏng số trên phần mềm Solidworks với 21 kịch bản tính toán khác nhau để khảo sát ảnh hưởng của độ sâu cánh bướm đến ứng suất von Mises lớn nhất xuất hiện trong thanh. Trong trường hợp đơn giản nhất khi độ sâu cánh bướm bằng không, kết quả mô phỏng được so sánh với kết quả giải tích. Kết quả ứng xử của kết cấu có thể là thông tin hữu ích trong tính toán bền cho thanh chịu xoắn.

**Từ khóa:** thanh hình cánh bướm; xoắn thanh; ứng suất von Mises; ứng suất chảy dẻo;

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

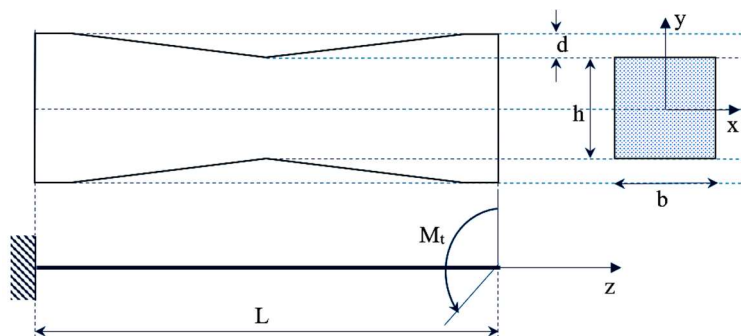
Trong các kết cấu kỹ thuật, hình dạng của các phần tử kết cấu khá đa dạng và có thể có ứng xử cơ học phức tạp [1]. Phần tử kết cấu dạng thanh hình cánh bướm [2] được biết đến trong các kết cấu kỹ thuật với mục đích thẩm mỹ nhưng vẫn phải đảm bảo về tính năng và độ bền cần thiết khi kết cấu chịu lực. Kết cấu hình cánh bướm có thể được tìm thấy trong các công trình xây dựng như phần trụ cầu, mái đỡ của các công trình nhà ở, kết cấu vỏ bảo vệ bên ngoài của chặng hạn xe ô tô, thậm chí các kết cấu trưng bày với mục đích giáo dục giúp kích thích trí tò mò của người xem... Ngoài tính thẩm mỹ, ưu điểm của kết cấu hình cánh bướm là nó có thể có trọng lượng tương đối nhẹ do đặc điểm về mặt hình học liên quan đến tiết kiệm vật liệu; một số thiết kế còn giúp nó có tính năng hấp thụ năng lượng nhằm bảo vệ kết cấu khỏi các chấn động mạnh.

Phần tử thanh có dạng hình cánh bướm được quan tâm trong một số nghiên cứu chuyên sâu [3-5]. Các tác giả Trai và Eatherton [3] đã phát triển một loại kết cấu bảo vệ có phần tử hình cánh bướm làm từ các tấm thép chịu biến dạng trượt để chống lại các sóng động đất. Các phần tử này được tối ưu hóa, có khả năng bảo vệ trước sự phá hủy do biến dạng trượt. Esteghamati và Farzampour [4] nghiên cứu đánh giá rủi ro cho một kết cấu nhà nhiều tầng sử dụng tấm bảo vệ cấu thành từ các phần tử hình cánh bướm. Kết cấu này hứa hẹn là có khả năng chịu biến dạng trượt tốt, có khả năng tiêu tán năng lượng và tạo khả năng chịu tải tốt cho các ứng dụng kháng chấn. Gần đây Farzampour [5] nghiên cứu ứng xử của tấm hình cánh bướm dựa trên phương pháp mô phỏng số và phương pháp thực nghiệm với nhiều cấu hình hình học khác nhau của phần tử cánh bướm. Các đặc trưng về giới hạn bền cắt được khảo sát chi tiết. Các kết cấu dạng thanh còn có thể chịu tác dụng của các mô men xoắn gây ra biến dạng xoắn [6]. Đơn giản nhất là kết cấu thanh có tiết diện tròn. Các nghiên cứu trước đây sử dụng giả thiết cho rằng mặt cắt ngang của thanh vẫn thẳng trước và sau biến dạng đối với tiết diện tròn; tuy nhiên đối với mặt cắt ngang không tròn thì giả thiết này không đúng nữa, mặt cắt ngang khi đó sẽ có độ vênh nhất định [7]. Chính vì thế bài toán xoắn thanh tiết diện không tròn sẽ phức tạp hơn tiết diện tròn. Thanh tiết diện hình chữ nhật không đối và chịu xoắn được nghiên cứu trong một số công trình trước đây, chẳng hạn có thể tham khảo từ Timoshenko [8]. Bài toán thanh chịu xoắn có tiết diện thay đổi được nghiên cứu cả về lý thuyết và mô phỏng, chẳng hạn như trong các công trình [9,10]. Trong nghiên cứu này, các tác giả tập trung vào bài toán mô phỏng, nghiên cứu ảnh hưởng của chiều sâu cánh bướm đến đáp ứng xoắn tĩnh của thanh hình cánh bướm có tiết diện hình chữ nhật thay đổi và chịu tác dụng của mô men xoắn. Chiều dài của thanh được giả sử là không đổi trong quá trình tính toán và mô phỏng; các tác giả chỉ khảo sát bề mặt cắt ngang thay đổi thông qua chiều sâu cánh bướm và bề rộng thanh để thấy được sự thay đổi tương đối so với chiều dài. Tính chất về đáp ứng của thanh chịu xoắn có thể là thông tin hữu ích cho các bài toán thiết kế thanh hình cánh bướm trong thực tế.

## **2. KẾT CẤU THANH HÌNH CÁNH BƯỚM CHỊU XOẮN**

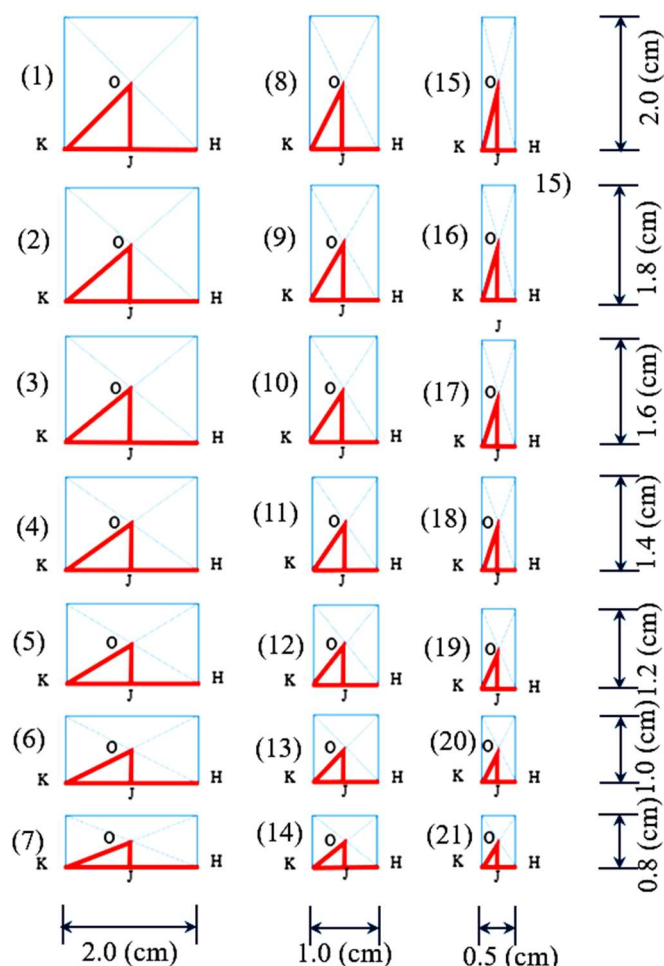
### **2.1. Hình học của thanh**

Xét một kết cấu dạng thanh với tiết diện dọc theo thanh có hình dạng cánh bướm, tiết diện ngang vuông góc với trục là hình chữ nhật như minh họa trên Hình 1. Dọc theo trục  $z$  của thanh, tiết diện ngang  $A(z)$  thay đổi theo vị trí  $z$ , trong đó tại vị trí  $z=L/2$ , tiết diện có giá trị nhỏ nhất với kích thước  $b \times h$ , với  $b$  là bề rộng của thanh,  $h$  là chiều cao thanh. Chú ý rằng hình dạng cánh bướm chỉ được xét theo chiều cao của thanh. Sai lệch  $d$  giữa chiều cao lớn nhất của thanh (mặt trên cùng) và chiều cao thấp nhất của thanh được gọi là chiều sâu cánh bướm. Khi giá trị của  $d$  tiến tới không, thanh sẽ có dạng tiết diện ngang không đổi; trong trường hợp này, ta có một thanh tiết diện hình chữ nhật chịu xoắn.



**Hình 1.** Minh họa mặt cắt của thanh hình cánh bướm có chiều dài  $L$ , mặt cắt ngang  $b \times h$ , chiều sâu cánh bướm  $d$

Có thể thấy rằng bài toán xoắn thanh có tiết diện không tròn có ứng xử phức tạp so với tiết diện tròn; hơn nữa đối với thanh có tiết diện thay đổi, ta sẽ thấy có sự khác biệt về mặt ứng suất của thanh hình cánh bướm và thanh tiết diện hình chữ nhật thông thường. Điều này sẽ được minh họa thông qua kết quả mô phỏng trên phần mềm Solidworks trong nghiên cứu này.



**Hình 2.** Các trường hợp mô phỏng với mặt cắt ngang thay đổi. Vị trí lấy dữ liệu được đánh dấu dọc theo các đường kẻ đậm KH, OK và OJ.

## **2.2. Thiết lập bài toán**

Trong nghiên cứu này, thanh được xét có chiều dài  $L=25$  (cm), kích thước mặt cắt ngang thay đổi. Đầu trái của thanh được ngàm cứng, đầu phải của thanh chịu tác dụng bởi một mô men xoắn có giá trị  $M_t = 10$  (Nm). Chiều của mô men dọc theo trục thanh và hướng ra ngoài mặt phẳng tiết diện tại vị trí cuối của thanh. Dữ liệu mô phỏng thu được từ việc thực hiện tính toán trên 21 trường hợp (được đánh số từ 1 đến 21) như minh họa trên Hình 2. Mỗi trường hợp sẽ được mô phỏng riêng rẽ để khảo sát ứng suất von Mises tại mặt cắt ngang giữa của thanh nơi chiều sâu cánh bướm là lớn nhất. Sở dĩ khảo sát mặt phẳng này vì đây là vị trí chịu lực lớn nhất của thanh chịu xoắn. Thông tin về ứng suất của mặt phẳng này là hữu ích cho bài toán đánh giá bền của thanh trong kỹ thuật. Trên Hình 2 theo cột thứ nhất, mặt cắt ở vị trí chính giữa thanh được xét thay đổi dần theo chiều cao, tức thay đổi theo độ sâu của cánh bướm, trong khi đó với cột thứ hai và cột thứ ba, bề rộng của mặt cắt ngang được lấy giảm dần. Nhìn theo hàng dọc, ta sẽ thấy ảnh hưởng của chiều sâu cánh bướm, còn nhìn theo hàng ngang, ta thấy ảnh hưởng của bề rộng thanh đến trạng thái ứng suất khi chịu xoắn.

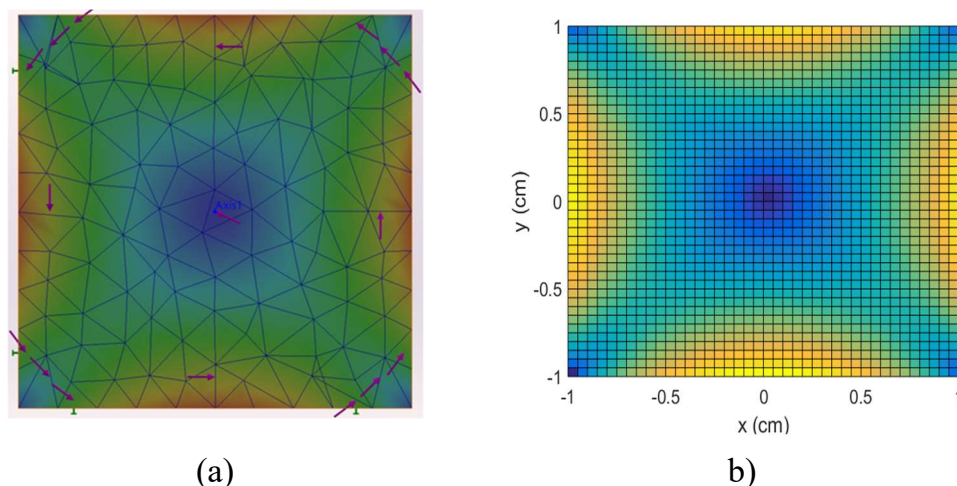
Ngoài ra trên Hình 2 minh họa các đường kẻ đậm được đánh dấu là KH, OK và OJ. Dữ liệu tính toán sẽ được lấy dọc theo các đường này. Đường KH là bụng dưới của mặt cắt ngang thanh, OK là đường chéo tính từ tâm mặt cắt ngang ra mép ngoài cùng K, OJ tính theo sự thay đổi ứng suất từ vị trí tâm mặt cắt ngang đến vị trí ngoài cùng dọc theo phương Oy của mặt phẳng tọa độ Oxy gắn với mặt cắt ngang. Nhìn vào phân bố ứng suất tại ba đường này, ta có thể biết được các thông tin quan trọng về phân bố ứng suất trên bề mặt cắt ngang của thanh. Các bước để thực hiện mô phỏng trên phần mềm Solidworks không được trình bày ở đây. Các tác giả trình bày những kết quả thu được dựa trên phân tích 21 trường hợp đã nêu.

## **3. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG SỐ**

Trong phần này, các tác giả trình bày một số kết quả mô phỏng số của bài toán xoắn thanh hình cánh bướm, trong đó dữ liệu số được rút ra từ các đường KH, OK, OJ trên từng mặt cắt ngang. Vật liệu mô phỏng được lấy là Hợp kim nhôm 1060 (Aluminium Alloy 1060) có mô đun Young  $E = 69$  (GPa), mô đun đàn hồi trượt là  $G = 27$  (GPa).

### **3.1. Phân bố ứng suất với chiều sâu cánh bướm bằng không**

Hình 3 minh họa phân bố ứng suất trên một mặt ngang khi chiều sâu cánh bướm bằng không. Đây là trường hợp đơn giản nhất mà ở đó ta có thể so sánh với kết quả giải tích.



**Hình 3.** Phân bố ứng suất trên bề mặt cắt ngang tại chính giữa thanh khi chiều sâu cánh bướm bằng không. (a): kết quả mô phỏng số, (b): kết quả tính toán giải tích

Trên Hình 3(a), mặt cắt ngang hình vuông có kích thước 2(cm)x2(cm) thể hiện phân bố ứng suất von Mises gần như đối xứng qua tâm và tương đối đồng đều trên bốn cạnh của tiết diện. Về khía cạnh mô phỏng số, cần một lượng chia lưới với kích thước hợp lý (đủ nhỏ) để cho kết quả hội tụ. Ta sẽ so sánh kết quả này với các tính toán giải tích đã biết trước đây. Với thanh có tiết diện hình chữ nhật không đổi, người ta đã tìm được biểu thức giải tích của ứng suất dựa trên cách tiếp cận hàm ứng suất Prandt [8], rất hữu ích cho các bài toán đánh giá số dựa trên phương pháp phần tử hữu hạn. Kết quả hiển thị ứng suất trên các phần mềm thường là ứng suất von Mises, tuy nhiên kết quả giải tích đối với ứng suất von Mises lại không sẵn có. Trong phần này, kết quả giải tích của ứng suất von Mises sẽ được dẫn ra từ các thành phần ứng suất của bài toán xoắn thanh. Ứng suất von Mises  $\sigma_v$  được xác định như sau theo các thành phần của ten-xơ ứng suất trên một phân tử vật liệu:

$$\sigma_v = \sqrt{\frac{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)}{2}} \quad (1)$$

trong đó  $\sigma_{ij}$  ( $i, j = x, y, z$ ) là các thành phần tensor ứng suất. Đối với bài toán xoắn thanh, dựa trên giả thiết Saint-Venant, người ta chỉ ra rằng, chỉ có hai thành phần ứng suất tiếp  $\tau_{yz}$  và  $\tau_{zx}$ , do đó ứng suất von Mises sẽ được viết đơn giản hơn như sau:

$$\sigma_v = \sqrt{3(\tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)} = \sqrt{3}\tau \quad (2)$$

trong đó  $\tau = \sqrt{\tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2}$  là độ lớn của ứng suất tiếp. Ứng suất tiếp  $\tau_{yz}$  cho bởi:

$$\tau_{yz} = \frac{8G\theta b}{\pi^2} \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{1}{n^2} (-1)^{\frac{n-1}{2}} \left[ 1 - \frac{\cosh(n\pi y / b)}{\cosh(n\pi h / 2b)} \right] \sin \frac{n\pi x}{b} \quad (3)$$

trong đó  $\theta$  là góc xoắn trên mỗi đơn vị chiều dài thanh và được giả sử là hằng số do giả thiết Saint-Venant. Ứng suất tiếp  $\tau_{zx}$  cho bởi

$$\tau_{zx} = -\frac{8G\theta b}{\pi^2} \sum_{n=1,3,5,\dots} \frac{1}{n^2} (-1)^{\frac{n-1}{2}} \frac{\sinh(n\pi y / b)}{\cosh(n\pi h / 2b)} \cos \frac{n\pi x}{b} \quad (4)$$

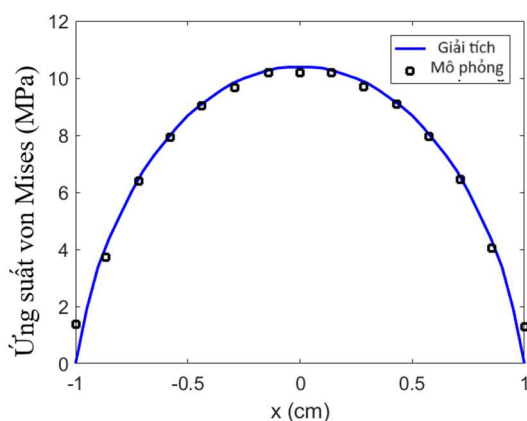
Trong tính toán ứng suất bằng công thức giải tích (2), (3), (4), 10 số hạng được sử dụng cho chỉ số n, tức n=1,3,5,..., 19 để đạt được sự hội tụ và tăng độ chính xác của xấp xỉ. Các chuỗi ở trên được quan sát là hội tụ tương đối nhanh khi số các số hạng tăng lên. Trên Hình 3(b) minh họa kết quả tính toán giải tích cho thanh có chiều sâu cánh bướm bằng không. Có thể thấy rằng tính tương đồng trong phân bố bảng màu đối với ứng suất von Mises trên bề mặt cắt ngang. Để thấy rõ sự phù hợp giữa kết quả mô phỏng và kết quả giải tích, ta xét trên cạnh KH của tiết diện (xem Hình 2). Trên cạnh KH,  $y = h / 2 = 1$  (cm),  $x \in [-b / 2, b / 2] \equiv [-1, 1]$  (cm), ta có  $\tau_{yz} = 0$ ,  $\tau_{zx}$  được xác định bởi:

$$\tau_{zx} = -\frac{16G\theta}{\pi^2} \sum_{n=1,3,5,\dots} \frac{1}{n^2} (-1)^{\frac{n-1}{2}} \tanh\left(\frac{n\pi}{2}\right) \cos \frac{n\pi x}{2} \quad (5)$$

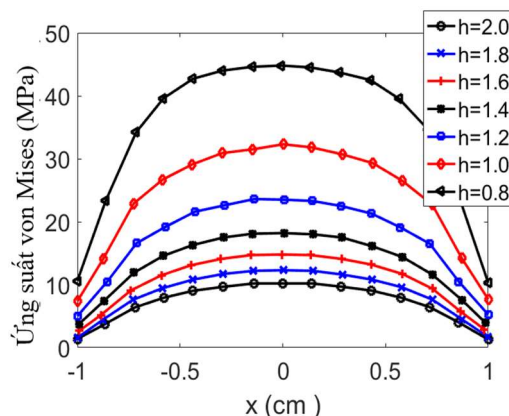
trong đó  $\theta$  được tính cho trường hợp thanh có tiết diện vuông  $b = h = 2$  (cm) từ công thức:

$$\theta = \frac{M_t}{0.1406Gb^4} \quad (5)$$

với  $M_t = 10$  (Nm) là mô men xoắn tác dụng lên thanh. Tính ra ta được  $\theta = 0.0165$  (rad/m). Hình 4 minh họa kết quả so sánh kết quả mô phỏng và kết quả tính toán giải tích trên cạnh KH của tiết diện. Sai số tương đối tính được là dưới 5%. Một số vị trí, chẳng hạn điểm thứ ba và thứ tư (trên Hình 4) từ trái sang, hai kết quả gần như trùng khớp. Ta có thể thấy rằng kết quả mô phỏng thu được là tương đối phù hợp với tính toán lý thuyết dựa trên giả thiết Saint - Venant kết hợp với phương pháp ứng suất hàm Prandt. Đây là cơ sở để ta có thể phát triển mô phỏng bài toán xoắn cho các tiết diện khác nhau. Đối với thanh hình cánh bướm, ảnh hưởng của chiều sâu cánh bướm lên ứng xử của thanh được xem xét.



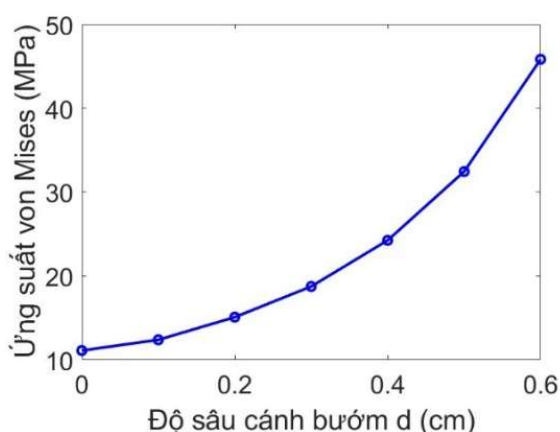
**Hình 4.** So sánh ứng suất trên cạnh KH ( $y=h/2$ ) bằng phương pháp mô phỏng và giải tích



**Hình 5.** Kết quả mô phỏng cho thanh hình cánh bướm với chiều sâu cánh bướm khác nhau

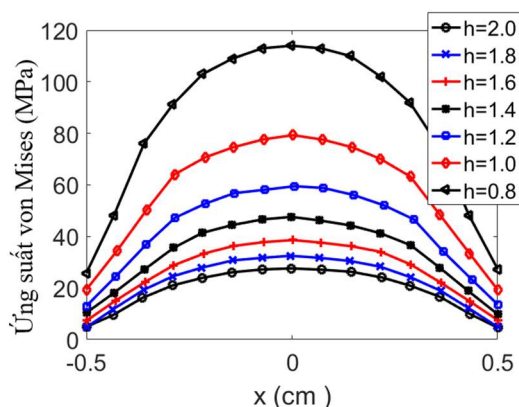
### 3.2. Ứng suất von Mises với chiều sâu cánh bướm khác nhau

Hình 5 minh họa tính toán cho thanh trên cạnh KH của mặt cắt với chiều sâu cánh bướm lần lượt được lấy là 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6. Khi đó tiết diện tại vị trí giữa của thanh sẽ là 2x2, 2x1.8, 2x1.6, 2x1.4, 2x1.2, 2x1.0, 2x0.8 (cmxcm) như minh họa trên cột thứ nhất của Hình 2. Trên Hình 6, có thể thấy rằng ứng suất von Mises tăng dần khi chiều sâu cánh bướm tăng với cùng một mô men  $M_t = 10$  (Nm) tác dụng tại điểm cuối của thanh. Điều này phản ánh một thực tế là tiết diện giảm dẫn đến phần lõm cánh bướm chịu áp lực lớn hơn. Mức độ chịu áp lực sẽ tăng nhanh khi chiều sâu cánh bướm tăng, chẳng hạn khi chiều sâu cánh bướm  $d=0.1$ , ứng suất von Mises lớn nhất tăng từ 10.2 (MPa) lên 12.3 (MPa) so với trường hợp  $d=0$ , tức tăng 20.5882%. Tiếp tục tăng chiều sâu  $d=0.3$ , ứng suất tăng lên đến 14.8 (MPa) với mức 45.0908%. Khi  $d=0.6$ , ứng suất lớn nhất tăng đến 44.8 (MPa) với mức tương đối cao là 339.2157%. Mức tăng trưởng như vậy cho thấy khi thanh chịu xoắn với cấu hình cánh bướm, khả năng về độ cứng chịu xoắn của thanh sẽ bị suy giảm nhanh chóng, dễ dẫn đến mất khả năng chịu tải xoắn. Một đặc điểm về ứng xử của thanh cần quan tâm là khi chiều sâu cánh bướm tăng lên, sự thay đổi về ứng suất của thanh về hai phía mép ngoài là tăng dần, tức độ dốc của các đồ thị trên Hình 5 tăng khi  $d$  tăng. Điều này dẫn đến một hiện tượng căng thớ của thanh ở gần mép ngoài của mặt cắt diễn ra nhanh hơn, làm tăng áp lực lên khả năng chịu xoắn của thanh ở phần rìa của mặt cắt. Giả sử vật liệu đang xét là hợp kim nhôm 1060 mã H12, điểm chảy dẻo có thể lên đến 75 (MPa), do đó từ đồ thị Hình 5, có thể thấy khi độ sâu  $d=0.6$ , ứng suất von Mises bắt đầu tiếp cận và cách điểm chảy dẻo không còn xa, do đó tăng chiều sâu của cánh bướm sẽ dẫn đến thực tế là khả năng chịu lực của thanh dần tiến đến điểm được cho là không còn trong miền đàn hồi nữa.

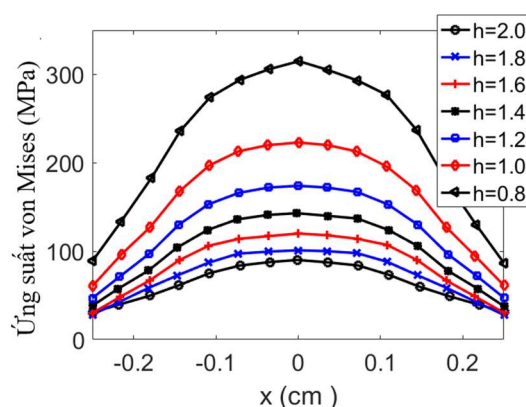


Hình 6. Ứng suất von Mises lớn nhất thay đổi theo chiều sâu cánh bướm





**Hình 7.** Ứng suất von Mises trong trường hợp bề rộng tiết diện mặt cắt ngang  $b=1$  (cm) và chiều sâu cánh bướm khác nhau

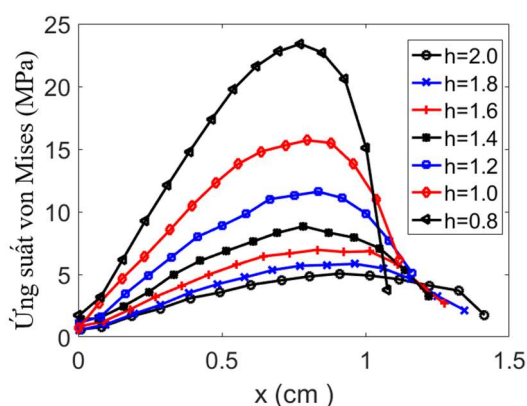


**Hình 8.** Ứng suất von Mises trong trường hợp bề rộng tiết diện mặt cắt ngang  $b=0.5$  (cm) và chiều sâu cánh bướm khác nhau

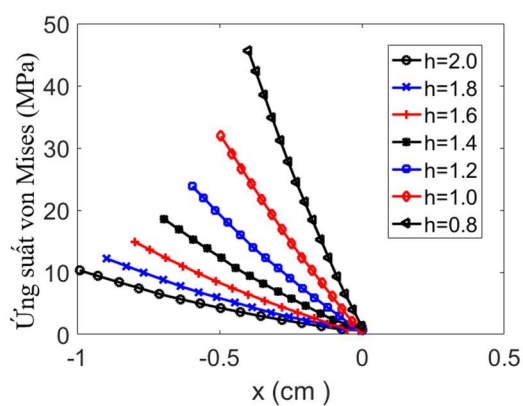
Trên Hình 7 và 8, bề rộng  $b$  của tiết diện thanh được lấy giảm một nửa, tức  $b=1$  (cm) và  $b=0.5$  (cm). Ở mức điểm chảy dẻo  $\sigma_y = 75$  (MPa), ứng suất von Mises thu được trên Hình 7 cho thấy mặt tiết diện tại vị trí sâu nhất của chiều sâu cánh bướm với tiết diện  $1(\text{cm}) \times 1(\text{cm})$ , một số điểm của kết cấu bắt đầu đi vào trạng thái chảy dẻo, và ứng suất von Mises bắt đầu vượt mốc 75 (MPa). Khả năng chịu xoắn trong miền đàn hồi bắt đầu mất đi. Khi bề rộng  $b$  được giảm về mức 0.5 (cm), khả năng chịu xoắn trong miền đàn hồi còn suy giảm hơn nữa, chẳng hạn trên Hình 8, ta khó có thể giảm chiều sâu cánh bướm với các độ sâu như trong trường hợp  $b=2$  (cm) và  $b=1$  (cm) vì ứng suất von Mises nhanh chóng tiến đến điểm chảy dẻo.

### 3.3. Diễn biến ứng suất theo hướng từ tâm ra đến mép ngoài của bề mặt cắt ngang

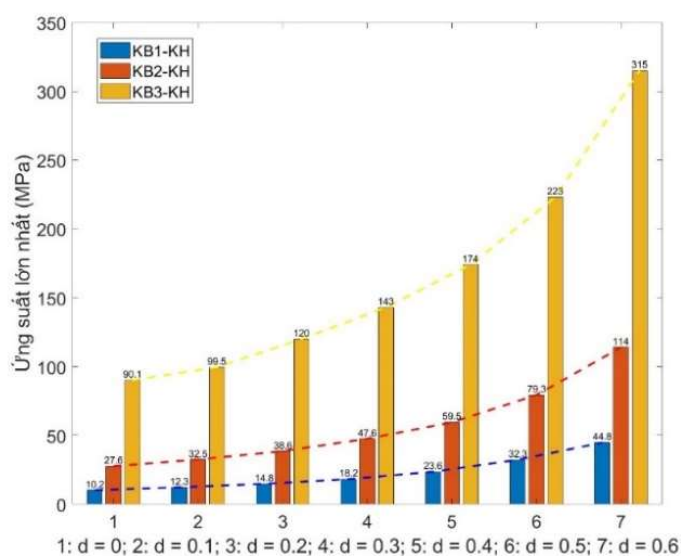
Trong phần này, ta quan sát diễn biến ứng suất thay đổi theo hướng từ tâm ra đến mép ngoài cùng của bề mặt cắt ngang, trong đó chọn theo hướng dọc theo đường OK và OJ như trên Hình 2. Trạng thái ứng suất dọc theo OK có một điểm đặc biệt là nó nhỏ hơn so với trạng thái ứng suất dọc theo các cạnh của tiết diện mặt cắt. Điều đó có nghĩa rằng ứng suất dọc theo OK không được kéo căng đáng kể so với các phương khác, chẳng hạn như trên Hình 9, ứng suất lớn nhất vào khoảng 5 (MPa) đối với tiết diện hình vuông và chiều sâu cánh bướm bằng không, trong đó ứng suất lớn nhất dọc theo cạnh KH là xấp xỉ 10 (MPa), tức là gấp khoảng 2 lần trong trường hợp đang xét. Khi tăng chiều sâu cánh bướm, tọa độ  $x$  dọc theo OK sẽ giảm dần, ứng suất tại vị trí độ sâu cánh bướm lớn nhất tăng dần và lên đến gần 30 (MPa) trong trường hợp chiều sâu cánh bướm là 0.6 (cm). Có thể thấy rằng đồ thị ứng suất von Mises không phải là dạng đối xứng, và nó lệch nhiều hơn về phía đỉnh của mặt cắt (cạnh góc vuông). Điều đó cho thấy càng xa phía trung tâm, ứng suất sẽ lớn dần, và lớn nhất ở vị trí khoảng cách xấp xỉ  $2/3$  OK tính từ tâm O.



**Hình 9.** Trạng thái ứng suất von Mises dọc theo cạnh OK của bề mặt cắt ngang



**Hình 10.** Trạng thái ứng suất von Mises dọc theo cạnh OJ của bề mặt cắt ngang



**Hình 11.** Ứng suất von Mises lớn nhất trong 21 trường hợp mô phỏng trên đoạn KH với các kích bản (KB): KB1 với  $b=2$  (cm); KB2 với  $b=1.0$  (cm); KB3 với  $b=0.5$  (cm).

Dọc theo cạnh OJ, có thể thấy rằng càng ra xa tâm O, ứng suất tăng một cách gần như tuyến tính. Trên Hình 10 được vẽ theo hướng từ J đến O nên hoành độ của hình vẽ được lấy là từ -1 đến 0. Tại điểm chính giữa của cạnh, tức là điểm J, ứng suất là lớn nhất. Khi tăng chiều sâu cánh bướm, giá trị ứng suất trên OJ sẽ tăng dần. Đường cong ứng suất von Mises với chiều sâu cánh bướm lớn sẽ nằm phía trên đường cong ứng với giá trị chiều sâu cánh bướm thấp hơn nhưng khoảng cách OJ sẽ giảm dần. Nếu quan sát trên phân bố ứng suất trên Hình 3, ta có thể thấy ứng suất von Mises đối xứng qua tâm O của mặt cắt ngang. Do đó ta chỉ cần khảo sát trên OJ để đại diện cho sự đối xứng này.

### 3.4. Ứng suất von Mises lớn nhất

Trong phần này, ta khảo sát ứng suất lớn nhất tại vị trí chính giữa trên cạnh KH. Hình 11 chỉ ra rằng ứng suất von Mises tăng theo chiều tăng của chiều sâu cánh bướm. Trường hợp bề rộng  $b$  nhỏ sẽ dẫn tới ứng suất von Mises trở nên lớn hơn, chẳng hạn khi

chiều sâu cánh bướm  $d=0$ , khi giảm bề rộng  $b$  từ 2 (cm) xuống 1 (cm), ứng suất lớn nhất tăng từ 10.2 đến 27.6 (MPa), trong khi đó  $b$  giảm tiếp xuống còn 0.5 (cm) thì ứng suất tăng lên đến 90.1 (MPa), tức tăng khoảng 9 lần so với trường hợp  $b=2$  và khoảng 3 lần so với trường hợp  $b=1$ . Trường hợp  $d=0.6$ , ta cũng có nhận xét tương tự nhưng ứng suất lớn nhất đã tăng rất cao, lên đến 315 MPa. Điều đó có thể dẫn tới hệ quả là ứng suất lớn nhất vượt quá ứng suất chảy dẻo, làm cho miền làm việc tuyến tính của kết cấu có thể không còn nữa. Sự gia tăng về ứng suất lớn nhất trong trường hợp chiều sâu cánh bướm lớn là lớn hơn hẳn so với chiều sâu cánh bướm nhỏ, đường cong ứng suất von Mises phụ thuộc chiều sâu cánh bướm trở nên dốc hơn và có giá trị cao hơn.

## **KẾT LUẬN**

Nghiên cứu bài toán thanh chịu xoắn với tiết diện không tròn là tương đối khó khăn về mặt tính toán giải tích, nhất là thanh có tiết diện thay đổi. Trong nghiên cứu này, các tác giả đã sử dụng phương pháp mô phỏng số trên phần mềm Solidworks để khảo sát ứng xử chịu xoắn của một thanh có hình dạng cánh bướm và tiết diện hình chữ nhật thay đổi trong 21 trường hợp khác nhau theo cả bề rộng và chiều sâu cánh bướm. Một số kết luận sau đây có thể rút ra từ kết quả mô phỏng số:

- Đã chỉ ra ứng suất von Mises trong trường hợp thanh có tiết diện hình chữ nhật không đổi có kết quả mô phỏng số là tương đối phù hợp với các kết quả giải tích đã biết. Sai số tương đối tìm được là dưới 5%. Đây là một tham chiếu quan trọng để khảo sát các trường hợp phức tạp hơn của tiết diện thanh. Việc khảo sát ứng xử của thanh nên được chi tiết hóa ở các thành phần ứng suất khác nhau, trong đó các thành phần ứng suất theo các phương  $xy$ ,  $yz$  được tìm dưới dạng giải tích dựa trên giả thuyết Saint Venant cho bài toán xoắn thanh.
- Ứng suất von Mises là một đại diện tương đối phù hợp để đánh giá về độ bền của kết cấu do nó tính đến các thành phần ứng suất khác nhau xuất hiện trong thanh. Về bản chất ứng suất von Mises liên quan đến năng lượng biến dạng của vật thể dẫn đến sự thay đổi về hình dáng vật thể trong quá trình chịu tác dụng của lực. Sự thay đổi của chiều sâu cánh bướm dẫn đến ảnh hưởng của ứng suất von Mises trên tiết diện bề mặt cắt ngang. Vị trí yếu nhất trên thanh là vị trí chính giữa thanh nơi mà chiều sâu cánh bướm được khảo sát. Dọc theo các cạnh KH, KO và JO, ứng suất von Mises tăng đáng kể theo chiều sâu cánh bướm, điều đó làm kết cấu thanh trở nên yếu hơn về mặt độ bền và đặc biệt khi giảm bề rộng thanh, ứng suất lớn nhất tăng tương đối nhanh. Điều đó dẫn đến ứng suất von Mises nhanh tiến đến điểm chảy dẻo hơn, tức độ bền thanh giảm đi.
- Kết quả mô phỏng chỉ ra ứng suất nhỏ nhất sẽ nằm ở khu vực mép ngoài của thanh, tức nằm ở khu vực đỉnh của tiết diện hình chữ nhật, và khu vực dọc theo trục thanh; trong khi đó khu vực chịu ứng suất lớn nhất là gần điểm giữa cạnh ngoài cùng của tiết diện thanh. Phân bố ứng suất dọc theo cạnh tính từ tâm đến đỉnh của tiết diện và cạnh tính từ tâm đến điểm chính giữa cạnh ngoài cùng cũng được khảo sát chi tiết với ứng suất von Mises thay đổi theo chiều sâu cánh bướm.

## **LỜI CẢM ƠN**

Các tác giả cảm ơn Khoa Cơ khí - Cơ điện tử đã trợ giúp kết quả mô phỏng từ Phòng máy tính có cài đặt phần mềm Solidworks bản quyền.

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. D. Pisla, M. Ceccarelli, M. Husty, B. Corves, *New Trends in Mechanism Science*, Springer, 2010
- [2]. Alireza Farzampour, Iman Mansouri, Hamzeh Dehghani, *Incremental Dynamic Analysis for Estimating Seismic Performance of Multi-Story Buildings with Butterfly-Shaped Structural Dampers*, *Buildings*, 2019, 9(4), pp. 78
- [3]. Trai N. Nguyen, Matthew R. Eatherton, *Computational and experimental study of structural fuses optimized to resist buckling*, *Journal of Constructional Steel Research*, 2023, 201, 107688
- [4]. Mohsen Zaker Esteghamati, Alireza Farzampour, *Probabilistic seismic performance and loss evaluation of a multi-story steel building equipped with butterfly-shaped fuses*, *Journal of Constructional Steel Research*, 2020, 172, 106187
- [5]. Alireza Farzampour, *Structural behavior prediction of the Butterfly-shaped and straight shear fuses*, 2021, 33, 3964-3972.
- [6]. E.J. Sapountzakis, V.J. Tsipiras, *Nonlinear inelastic uniform torsion of composite bars by BEM*, *Computers and Structures*, 2009, 87, 151-166
- [7]. E.J. Sapountzakis, V.J. Tsipiras, *Warping shear stresses in nonlinear nonuniform torsional vibrations of bars by BEM*, *Engineering Structures*, 2010, 32, 741-752
- [8]. S. Timoshenko, *Theory of Elasticity*, New York, 1951.
- [9]. E.J. Sapountzakis, V.G. Mokos, *Nonuniform torsion of bars of variable cross section*, *Computers and Structures*, 2004, 82, 703-715.
- [10]. Guimin Chena, Larry L. Howell, *Two general solutions of torsional compliance for variable rectangular cross-section hinges in compliant mechanisms*, *Precision Engineering*, 2009, 33, 268-274

---

**NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI**

Địa chỉ: Số 8 phố Tăng Bạt Hổ, phường Phạm Đình Hổ, quận Hai Bà Trưng, TP. Hà Nội

ĐT: 024.39423346 - 024.39424620 \* Fax: 024.38224784

Website: www.nxbgtvt.vn \* Email: nxbgtvt@fpt.vn

CHỊU TRÁCH NHIỆM XUẤT BẢN, NỘI DUNG:

*GIÁM ĐỐC - TỔNG BIÊN TẬP:*

**Nguyễn Minh Nhật**

BIÊN TẬP:

**Dương Hồng Hạnh**

THIẾT KẾ:

**Xưởng in Trường Đại học Giao thông vận tải**

ĐỐI TÁC LIÊN KẾT XUẤT BẢN: **Trường Đại học Giao thông Vận tải**

---

In 300 cuốn khổ 20,5 x 29,5cm tại Xưởng in Trường Đại học Giao thông Vận tải.

Địa chỉ: Số 3, phố Cầu Giấy, phường Láng Thượng, quận Đống Đa, TP. Hà Nội.

Số xác nhận đăng ký xuất bản: 1492-2024/CXBIPH/1-37/GTVT.

Mã số sách tiêu chuẩn quốc tế - ISBN: 978-604-76-2931-2.

Quyết định xuất bản số: 23LK/QĐ-XBGT ngày 14 tháng 5 năm 2024.

In xong và nộp lưu chiểu năm 2024.