

TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT
KHOA TRẮC ĐỊA - BẢN ĐỒ VÀ QUẢN LÝ ĐẤT ĐAI

HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC

Công nghệ Địa không gian
trong Khoa học Trái đất và Môi trường

National conference on Geospatial technology
in Earth science and Environment

NCGEE 2021



NXB TÀI NGUYÊN - MÔI TRƯỜNG VÀ BẢN ĐỒ VIỆT NAM

TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT
KHOA TRẮC ĐỊA – BẢN ĐỒ VÀ QUẢN LÝ ĐẤT ĐAI

HỘI NGHỊ KHOA HỌC QUỐC GIA
CÔNG NGHỆ ĐỊA KHÔNG GIAN TRONG
KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ MÔI TRƯỜNG
National Conference on Geospatial Technology in the Earth
science and Environment (NCGEE 2021)

NHÀ XUẤT BẢN TÀI NGUYÊN - MÔI TRƯỜNG VÀ BẢN ĐỒ VIỆT NAM

Copyright ©2021 Khoa Trắc địa – Bản đồ và Quản lý đất, Trường Đại học Mở - Địa chất

Tất cả các quyền được đảm bảo. Trừ khi được chỉ định, không có một phần của ấn phẩm này có thể được sao chép hoặc sử dụng bất kỳ hình thức hoặc bằng bất kỳ phương tiện nào, điện tử hoặc cơ khí, bao gồm cả Photocopy và microfilm, mà không có sự cho phép bằng văn bản từ Khoa Trắc địa – Bản đồ và Quản lý đất, Trường Đại học Mở - Địa chất.

Nhà xuất bản: Tài nguyên – Môi trường và bản đồ Việt Nam

ISBN: 978-604-913-618-4

CÁC ĐƠN VỊ ĐỒNG TỔ CHỨC



Trường Đại học Mỏ-
Địa chất



Hội Trắc địa - Bản đồ và
Viễn thám Việt Nam



Cục Đo đạc, Bản đồ
và Thông tin địa lý
Việt Nam



Cục Bản đồ, Bộ Tổng
tham mưu



Trường Đại học khoa học
Huế



Cục Viễn thám Quốc
gia, Bộ Tài nguyên và
Môi trường



Viện Khoa học Đo
đạc và Bản đồ, Bộ
Tài nguyên và Môi
Trường



Trung tâm Tư vấn Trắc địa
và Xây dựng, Viện Khoa
học Công nghệ Xây dựng,
Bộ Xây dựng

CÁC ĐƠN VỊ TÀI TRỢ KIM CƯƠNG



Tổng công ty than Đông Bắc



Cục Bản đồ, Bộ Tổng tham mưu



Trung tâm Tư vấn Trắc địa và Xây dựng, Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng



Science for life

Công ty cổ phần thiết bị SISC Việt Nam



Tổng công ty dầu Việt Nam PVOIL



Công ty Cổ phần Dịch vụ Thương mại Khảo sát Hà Đông

CÁC ĐƠN VỊ TÀI TRỢ VÀNG



Công ty TNHH công nghệ S.L.S



Công ty máy TĐ Nam Phương



Công ty CP và thương mại QT Miền Bắc



Công ty CP Công nghệ hạ tầng cơ sở Aitogy



Đoàn Khảo sát các công trình điện (PECC1)



Trung tâm NCUD công nghệ mới Trắc địa - Bản đồ, HUMG



Công ty cổ phần công nghệ Nguyễn Kim

BAN TỔ CHỨC

1. GS.TS. Trần Thanh Hải, Trường Đại học Mở - Địa chất - *Trưởng ban*
2. PGS.TS Lê Đức Tình, Trường Đại học Mở - Địa chất - *Phó Trưởng ban*
3. PGS.TS Bùi Ngọc Quý, Trường Đại học Mở - Địa chất - *Phó Trưởng ban*
4. TS Dương Thành Trung, Trường Đại học Mở - Địa chất - *Phó Trưởng ban*
5. PGS.TS Đỗ Quang Thiên, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế - *Phó Trưởng ban*
6. TS. Nguyễn Đại Đồng, Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam - *Ủy viên*
7. TS Hoàng Minh Ngọc, Cục Bản đồ, Bộ Tổng tham mưu - *Ủy viên*
8. TS. Nguyễn Quốc Khánh, Cục Viễn Thám Quốc gia - *Ủy viên*
9. GS.TS. Võ Chí Mỹ, Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam - *Ủy viên*
10. TS. Diêm Công Huy, Viện khoa học Công nghệ xây dựng - *Ủy viên*
11. PGS.TS Trần Xuân Trường, Trường đại học Mở - Địa chất - *Ủy viên*
12. PGS.TS Nguyễn Việt Hà, Trường đại học Mở - Địa chất - *Ủy viên*
13. TS. Trần Thùy Dương, Trường đại học Mở - Địa chất - *Ủy viên*
14. TS. Nguyễn Quốc Long, Trường đại học Mở - Địa chất - *Ủy viên*
15. PGS.TS Nguyễn Văn Sáng, Trường đại học Mở - Địa chất - *Ủy viên*

BAN KHOA HỌC

1. PGS.TS Lê Đức Tình, Trường Đại học Mở - Địa chất - *Trưởng ban*
2. PGS.TS Bùi Ngọc Quý, Trường Đại học Mở - Địa chất - *Phó trưởng ban*
3. TS Dương Thành Trung, Trường Đại học Mở - Địa chất - *Phó trưởng ban*
4. GS.TSKH. Hoàng Ngọc Hà, Trường Đại học Mở - Địa chất - *Ủy viên*
5. TS. Trần Thùy Dương, Trường Đại học Mở - Địa chất - *Ủy viên*
6. PGS.TS Trần Văn Anh, Trường Đại học Mở - Địa chất - *Ủy viên*
7. PGS.TS Nguyễn Quang Minh, Trường Đại học Mở - Địa chất - *Ủy viên*
8. PGS.TS Phạm Công Khải, Trường Đại học Mở - Địa chất - *Ủy viên*
9. PGS.TS Dương Văn Phong, Trường Đại học Mở - Địa chất - *Ủy viên*
10. PGS.TS Trần Khánh, Trường Đại học Mở - Địa chất - *Ủy viên*
11. GS.TS Võ Chí Mỹ, Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam - *Ủy viên*
12. TS. Nguyễn Đại Đồng, Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam - *Ủy viên*
13. TS. Nghiêm Văn Tuấn, Cục viễn thám Quốc gia - *Ủy viên*
14. TS. Nguyễn Thị Thanh Hương, Viện khoa học đo đạc và Bản đồ - *Ủy viên*
15. PGS.TS Nguyễn Quang Tuấn, Đại học khoa học Huế - *Ủy viên*
16. TS. Trần Ngọc Đông, Viện khoa học Công nghệ xây dựng - *Ủy viên*

BAN THƯ KÝ

1. TS. Nguyễn Quốc Long, Trường Đại học Mở - Địa chất - *Trưởng ban*
2. PGS.TS Nguyễn Văn Trung, Trường Đại học Mở - Địa chất - *Ủy viên*
3. TS. Đinh Hải Nam, Trường Đại học Mở - Địa chất - *Phó Trưởng ban*
4. TS Phạm Trung Dũng, Trường Đại học Mở - Địa chất - *Ủy viên*
5. ThS Cao Xuân Cường, Trường Đại học Mở - Địa chất - *Ủy viên*
6. ThS Hoàng Thị Thủy, Trường Đại học Mở - Địa chất - *Ủy viên*

BAN BIÊN TẬP

1. TS Dương Thành Trung, Trường Đại học Mở - Địa chất - *Trưởng ban*
2. TS. Phạm Quốc Khánh, Trường Đại học Mở - Địa chất - *Phó Trưởng ban*
3. TS. Nguyễn Gia Trọng, Trường Đại học Mở - Địa chất - *Ủy viên*
4. TS. Nguyễn Thị Kim Yến, Trường Đại học Mở - Địa chất - *Ủy viên*
5. TS. Trần Trung Anh, Trường Đại học Mở - Địa chất - *Ủy viên*
6. TS. Phạm Văn Chung, Trường Đại học Mở - Địa chất - *Ủy viên*
7. TS. Lưu Anh Tuấn, Trường Đại học Mở - Địa chất - *Ủy viên*
8. TS. Đỗ Thị Phương Thảo, Trường Đại học Mở - Địa chất - *Ủy viên*

LỜI NÓI ĐẦU

Cách mạng công nghiệp 4.0 đang là xu thế tất yếu và đã hiện hữu trong nhiều lĩnh vực của hoạt động sản xuất và đời sống kinh tế - xã hội. Sự phát triển của công nghệ làm tăng năng suất lao động nhưng đồng thời cũng làm giảm nhu cầu về nhân lực trong các ngành công nghiệp, dịch vụ nói chung và lĩnh vực Địa không gian nói riêng. Với mục tiêu nắm bắt và tận dụng được những cơ hội của cách mạng công nghiệp 4.0, Khoa Trắc địa – Bản đồ và Quản lý đất đai (Trường Đại học Mở - Địa chất) và một số đơn vị trong nước tổ chức Hội nghị khoa học toàn quốc về Công nghệ Địa không gian trong Khoa học Trái đất và Môi trường (National Conference on Geospatial Technology in the Earth science and Environment - NCGEE 2021). Hội nghị được tổ chức từ ngày 14 đến 15 tháng 10 năm 2021 tại Trường Đại học Mở-Địa chất, Hà Nội

Hội nghị là diễn đàn để các tổ chức, cá nhân đang hoạt động trong các lĩnh vực liên quan đến Trắc địa và Địa không gian cùng nhau thảo luận, trao đổi học thuật và kinh nghiệm về chiến lược, kỹ thuật và công nghệ, để có những hướng đi phù hợp nhất, hiệu quả nhất, đóng góp cho sự nghiệp phát triển và bảo vệ đất nước.

Hội nghị được tổ chức với sự phối hợp hiệu quả của các đơn vị: Hội Trắc địa - Bản đồ và Viễn thám Việt Nam; Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam; Cục Bản đồ, Bộ Tổng tham mưu; Cục Viễn thám Quốc gia, Bộ Tài nguyên và Môi trường; Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ, Bộ Tài nguyên và Môi trường; Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế; Trung tâm Tư vấn Trắc địa và Xây dựng, Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng, Bộ Xây dựng và một số đơn vị khác.

Hội nghị được tổ chức thành 3 tiểu ban gồm Xử lý dữ liệu số trong quan trắc công trình, Trái đất và môi trường; (2) Công nghệ mới trong Viễn thám và Địa tin học; (3) Quản lý địa không gian thông minh. Hội nghị đã nhận được được 105 bài báo khoa học, trong đó 55 bài được lựa chọn đăng trong tuyển tập này. Ban tổ chức tin rằng Tuyển tập các công trình của Hội nghị khoa học quốc gia về Công nghệ Địa không gian trong Khoa học Trái đất và Môi trường sẽ là một ấn phẩm khoa học có chất lượng, cập nhật tổng thể những tiến bộ gần đây trong lĩnh vực Địa không gian.

Cuối cùng, thay mặt Ban tổ chức, tôi chân thành cảm ơn Hội đồng trường, Ban Giám hiệu Trường Đại học Mở - Địa chất và các đơn vị có liên quan đã tạo mọi điều kiện thuận lợi, góp phần vào thành công của Hội nghị. Đặc biệt, trân trọng cảm ơn các tác giả bài báo, các phản biện, các nhà khoa học và các nhà tài trợ đã có đóng góp quan trọng vì sự thành công chung của Hội nghị.

Thay mặt Ban tổ chức
Trưởng Khoa Trắc địa - Bản đồ và Quản lý đất đai

PGS.TS Lê Đức Tình

MỤC LỤC

TIỂU BAN 1: XỬ LÝ DỮ LIỆU SỐ TRONG QUAN TRẮC CÔNG TRÌNH, TRÁI ĐẤT VÀ MÔI TRƯỜNG	1
BÌNH SAI HỖN HỢP LƯỚI MẶT ĐẤT VÀ GNSS PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN HỆ THỐNG TỌA ĐỘ Ở VIỆT NAM	3
Hoàng Ngọc Hà	
NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP BÌNH SAI HÀM CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐO VÀ ỨNG DỤNG TRONG XỬ LÝ SỐ LIỆU TRẮC ĐỊA CÔNG TRÌNH	17
Trần Khánh, Trần Thùy Linh	
ỨNG DỤNG MẠNG LƯỚI TRẠM ĐỊNH VỊ VỆ TINH QUỐC GIA (VNGEONET) TRONG HOẠT ĐỘNG ĐO ĐẠC BẢN ĐỒ, NGHIÊN CỨU KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ MỘT SỐ LĨNH VỰC KHÁC TRONG THỜI KỲ CHUYỂN ĐỔI SỐ	25
Nguyễn Viết Quân, Vũ Đức Trung, Thân Văn Nam	
NGHIÊN CỨU XỬ LÝ SỐ LIỆU GNSS ỨNG DỤNG TRONG HỆ THỐNG QUAN TRẮC SHM CỦA CẦU DÂY VĂNG	33
Lê Văn Hiến, Lê Đức Tinh	
NGHIÊN CỨU PHÁT TRIỂN MÁY THU GNSS ĐỘ CHÍNH XÁC CAO ỨNG DỤNG QUAN TRẮC CHUYỂN DỊCH CÔNG TRÌNH THEO THỜI GIAN THỰC	41
Phạm Công Khải	
NGHIÊN CỨU SỰ ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC TRỊ ĐO MẶT ĐẤT ĐẾN ĐỘ CHÍNH XÁC BÌNH SAI LƯỚI GNSS	55
Nguyễn Đình Huy, Trần Đình Trọng, Lương Ngọc Dũng, Bùi Duy Quỳnh	
NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO BỘ ĐO BIẾN DẠNG CÔNG TRÌNH CẦU BẰNG THIẾT BỊ CẢM BIẾN VỊ TRÍ	61
Nguyễn Việt Hà, Nguyễn Hồng Ân	
KHẢO SÁT ĐỘ CHÍNH XÁC ĐO GNSS CÓ ĐIỀU KIỆN ĐO BỊ CHE CHẮN BỞI CÁC LOẠI TÁN CÂY KHÁC NHAU	69
Nguyễn Gia Trọng, Nguyễn Viết Nghĩa, Đỗ Đình Thiên, Lý Lâm Hà, Phạm Ngọc Quang	
THE INTEGRATION OF GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM KINEMATIC POSITIONING AND INERTIAL MEASUREMENT UNIT FOR HIGHLY DYNAMIC SURVEYING AND MAPPING APPLICATIONS	79
Duong Thanh Trung, Duong Van Tuan, Hoang Anh Tuan	
ĐỀ XUẤT QUY TRÌNH QUAN TRẮC CHUYỂN DỊCH CÔNG TRÌNH SỬ DỤNG MÁY QUÉT LASER MẶT ĐẤT	87
Phạm Trung Dũng, Nguyễn Thị Kim Thanh, Trần Thùy Linh, Nguyễn Thị Hà, Nguyễn Thái Bình Dương	
GIẢI PHÁP QUAN TRẮC ĐỘ NGHIÊNG CÁC BỒN CHỨA DẦU HÌNH TRỤ ĐÚNG	101
Trần Ngọc Đông	

XÁC ĐỊNH HÀM HIỆP PHƯƠNG SAI TRONG TÍNH TOÁN DỊ THƯỜNG ĐỘ CAO TỪ SỐ LIỆU DỊ THƯỜNG TRỌNG LỰC	111
Nguyễn Thành Lê, Nguyễn Văn Sáng, Lê Thị Thanh Tâm	
ĐỀ XUẤT MỘT PHƯƠNG PHÁP TÌM ĐIỂM LƯỚI CƠ SỞ KHÔNG ỔN ĐỊNH TRONG QUAN TRẮC CHUYỂN DỊCH CÔNG TRÌNH	119
Phạm Quốc Khánh, Trần Trung Anh, Nguyễn Thị Kim Thanh	
GIẢI PHÁP XỬ LÝ SỐ LIỆU ĐO BẰNG MỘT SỐ THIẾT BỊ CẢM BIẾN TRONG QUAN TRẮC CHUYỂN DỊCH NGANG CÔNG TRÌNH	127
Lương Ngọc Dũng, Trần Đình Trọng, Nguyễn Đình Huy, Dương Công Hiếu, Bùi Duy Quỳnh, Vũ Đình Chiêu, Hà Thị Hằng	
BƯỚC ĐẦU XÁC ĐỊNH CHUYỂN DỊCH CHO MỘT SỐ TRẠM CORS KHU VỰC MIỀN BẮC VIỆT NAM SỬ DỤNG PHẦN MỀM GAMIT/GLOBK	137
Nguyễn Gia Trọng, Lương Thanh Thạch, Nguyễn Hà Thành, Nguyễn Văn Cương, Phạm Ngọc Quang	
GIẢI PHÁP KẾT HỢP TRỊ ĐO GNSS/CORS VÀ TOÀN ĐẠC ĐIỆN TỬ TRONG THÀNH LẬP BẢN ĐỒ TỶ LỆ LỚN	147
Hoàng Thị Thủy	
XÁC ĐỊNH ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỘ CAO MỰC NƯỚC HỒ CHỨA TỚI ĐỘ LÚN TUYẾN ĐẬP CÔNG TRÌNH THỦY ĐIỆN	151
Nguyễn Thị Kim Thanh, Trần Thùy Linh	
MỘT SỐ ĐIỂM MỚI TRONG DỰ THẢO TCVN 9400:2021	159
Trần Ngọc Đông	
QUAN TRẮC ĐỘ LÚN TRÊN CÁC TUYẾN ĐƯỜNG GIAO THÔNG	167
Ngô Văn Hoi	
TIỂU BAN 2: CÔNG NGHỆ MỚI TRONG VIỄN THÁM VÀ ĐỊA TIN HỌC	177
CÔNG NGHỆ ĐỊA KHÔNG GIAN TRONG THAM MUU VÀ BẢO ĐẢM ĐỊA HÌNH CHO CÁC HOẠT ĐỘNG CỦA QUÂN ĐỘI	179
Hoàng Minh Ngọc	
ỨNG DỤNG GIS VÀ VIỄN THÁM THEO DÕI THỜI VỤ TRỒNG LÚA TẠI HUYỆN PHÚ VANG, TỈNH THỪA THIÊN HUẾ	183
Trương Đỗ Minh Phương, Trịnh Ngân Hà, Nguyễn Văn Tiệp	
XỬ LÝ TRANH CHẤP ĐẤT ĐAI DƯỚI SỰ TRỢ GIÚP CỦA ẢNH CHỤP TỪ MÁY BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI	189
Trần Trung Anh, Nguyễn Trường Khoa, Trần Trường Sinh	
VAI TRÒ CỦA VỆ TINH TRỌNG LỰC GRACE TRONG THEO DÕI BIẾN ĐỘNG TÀI NGUYÊN NƯỚC TẠI KHU VỰC CÓ ĐỊA HÌNH ĐẶC TRƯNG Ở VIỆT NAM	197
Lê Tiến Duy, Lê Đức Tình, Nguyễn Dũng Dương, Lê Thị Liên	
TÁI TẠO MÔ HÌNH VÀ KIỂM SOÁT CHẤT LƯỢNG ĐƯỜNG HÀM BẰNG CÔNG	205

NGHỆ QUÉT LASER MẶT ĐẤT

Hoàng Thị Vân, Phạm Như Hách, Nguyễn Minh Hoàng, Lê Đình Hiền

GIẢI PHÁP PPK SỬ DỤNG TRẠM THAM CHIỀU ẢO CHO UAV 215

Lại Đức Trường, Dương Thành Trung, Hoàng Anh Tuấn

NGHIÊN CỨU TÍCH HỢP THIẾT BỊ PPK TEODRONE VỚI MÁY BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI TRONG CÔNG TÁC THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH TỶ LỆ LỚN 223

Nguyễn Việt Hà, Dương Anh Toàn, Nguyễn Hà

MỐI QUAN HỆ GIỮA HIỆN TƯỢNG ĐẢO NHIỆT ĐÔ THỊ VÀ MẬT ĐỘ DÂN SỐ CÁC QUẬN VÀ HUYỆN Ở THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH LẤY TỪ DỮ LIỆU ẢNH VỆ TINH HỒNG NGOẠI NHIỆT 231

Nguyễn Văn Trung, Phạm Văn Tùng, Nguyễn Thanh Bình, Phạm Ngọc Quân, Phan Văn Khoái, Đỗ Thanh Phong, Nguyễn Thanh Tuấn, Huỳnh Tấn Phước, Nguyễn Thị Thùy Linh

ỨNG DỤNG LANDSAT 8 VÀ GIS TRONG PHÂN TÍCH HIỆN TƯỢNG ĐẢO NHIỆT ĐÔ THỊ 241

Hà Thị Hằng, Khúc Thành Đông, Nguyễn Thu Huyền

XÂY DỰNG HỆ THỐNG THÔNG MINH QUẢN LÝ CHỦ ĐỘNG NỒNG ĐỘ KHÍ PHÁT THẢI TRONG KHÔNG KHÍ TẠI CÁC VÙNG CÔNG NGHIỆP 249

Lều Huy Nam, Lều Huy Đức

XÁC ĐỊNH DIỆN TÍCH NGẬP LỤT MIỀN TRUNG NĂM 2020 VÀ ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG ĐẾN LỚP PHỦ/SỬ DỤNG ĐẤT DỰA TRÊN NỀN TẢNG GOOGLE EARTH ENGINE 259

Trần Văn Anh, Trần Hồng Hạnh, Lê Thanh Nghị

XÁC ĐỊNH DẤU HIỆU KHAI THÁC KHOÁNG SẢN TẠI TỈNH YÊN BÁI TỪ ẢNH VỆ TINH SENTINEL-2 271

Lê Minh Huệ, Vũ Thị Thanh Hiền, Nguyễn Thị Phương Bắc, Trần Trường Giang, Đỗ Thị Phương Thảo, Trịnh Thị Thư

CÔNG TÁC TÍNH CHUYỂN TỌA ĐỘ TRONG CÔNG NGHỆ MÁY BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI CÓ ĐỊNH VỊ TÂM CHỤP CHÍNH XÁC 281

Trần Trung Anh, Quách Mạnh Tuấn, Nguyễn Trung Hiếu, Đặng Thanh Tài

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG GIS VÀ NGÔN NGỮ LẬP TRÌNH PYTHON TRONG XÂY DỰNG BẢN ĐỒ DU LỊCH TRỰC TUYẾN QUẬN HOÀN KIẾM – HÀ NỘI 291

Hà Trung Khiên, Hà Thị Hằng, Vũ Thái Hà

TIỀM NĂNG ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ ĐIỆN TOÁN ĐÁM MÂY GOOGLE EARTH ENGINE ĐỂ ĐÁNH GIÁ TÌNH TRẠNG HẠN HÁN TỪ DỮ LIỆU ẢNH VIỄN THÁM, THỬ NGHIỆM TẠI TỈNH BÌNH ĐỊNH 299

Phạm Thị Thanh Hòa, Nguyễn Minh Hải

KẾT HỢP ƯU ĐIỂM CỦA ẢNH VIỄN THÁM SIÊU CAO TẦN VÀ ẢNH QUANG HỌC TRONG THÀNH LẬP BẢN ĐỒ THỰC PHỦ/SỬ DỤNG ĐẤT 311

Trần Hồng Hạnh, Trần Văn Anh, Lê Thanh Nghị, Nguyễn Hữu Trung, Võ Thanh Bình, Nguyễn Minh Thuận

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ ĐỊA TIN HỌC NGHIÊN CỨU TÁC ĐỘNG CỦA HOẠT ĐỘNG KHAI THÁC THAN ĐẾN LỚP PHỦ BỀ MẶT KHU VỰC THÀNH PHỐ CẨM PHẢ, TỈNH QUẢNG NINH	319
Lê Thị Thu Hà, Nguyễn Văn Trung, Phan Văn Khoái, Nguyễn Giang Thọ, Nguyễn Ngọc Khoa, Nguyễn Đăng Phương, Võ Thị Tuyết, Nguyễn Hữu Trung	
NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG THÀNH LẬP BẢN ĐỒ TỶ LỆ LỚN TỪ ẢNH CHỤP BẰNG THIẾT BỊ BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI (UAV) CÓ XÁC ĐỊNH TỌA ĐỘ TÂM ẢNH	333
Phạm Xuân Hoàn, Lê Thị Kim Dung	
TIỂU BAN 3: QUẢN LÝ ĐỊA KHÔNG GIAN THÔNG MINH	343
CÔNG TÁC ĐÀO TẠO NGUỒN NHÂN LỰC VỚI SỰ PHÁT TRIỂN NGÀNH ĐO ĐẠC VÀ BẢN ĐỒ VIỆT NAM	345
Hoàng Ngọc Lâm	
ỨNG DỤNG GIS THÀNH LẬP BẢN ĐỒ NGẬP LỤT THỰC TẾ CHO THÀNH PHỐ ĐỒNG HỚI, HUYỆN QUẢNG NINH VÀ LỆ THỦY TỈNH QUẢNG BÌNH TRONG ĐỢT LŨ LỊCH SỬ THÁNG 10/2020	349
Lại Tuấn Anh, Trần Thanh Tùng, Lê Hải Trung, Nguyễn Quang Lương	
CÔNG TÁC QUẢN LÝ ĐẤT ĐAI NHỮNG YÊU CẦU TRONG THỜI KỲ CÔNG NGHIỆP HÓA, HIỆN ĐẠI HÓA ĐẤT NƯỚC	359
Nguyễn Thị Dung, Trần Xuân Miến, Phạm Thị Kim Thoa	
NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG XÂY DỰNG HỆ THỐNG THÔNG TIN GIS TRONG QUẢN LÝ NGẬP LỤT, TRƯỜNG HỢP NGHIÊN CỨU CHO KHU VỰC LỖI THÀNH PHỐ CẦN THƠ	371
Trương Xuân Quang, Dương Anh Quân, Trương Văn Anh, Nguyễn Ngọc Hoan, Đỗ Đức Vinh, Phạm Thị Thanh Thủy, Đỗ Thị Thu Nga, Đặng Thị Khánh Linh, Trần Thị Hương	
XÂY DỰNG CƠ SỞ DỮ LIỆU MÔI TRƯỜNG TRÊN NỀN WEBGIS: ỨNG DỤNG TẠI TỈNH BÀ RỊA – VŨNG TÀU	379
Trần Thanh Hà, Trần Thị Ngọc, Đoàn Thị Nam Phương, Đặng Xuân Trường, Hoàng Văn Thái, Trần Thị Chiến, Đinh Duy Kháng, Huỳnh Quốc Hùng	
ỨNG DỤNG GIS ĐỂ XÂY DỰNG CƠ SỞ DỮ LIỆU DU LỊCH VÀ QUẢNG BÁ DU LỊCH ĐÔ THỊ DI SẢN THÀNH PHỐ HUẾ	387
Nguyễn Bích Ngọc, Trần Thị Phượng, Nguyễn Hoàng Khánh Linh	
XÁC ĐỊNH NHIỆT ĐỘ BỀ MẶT ĐẤT ĐÔ THỊ VÀ MỐI TƯƠNG QUAN CỦA NÓ VỚI CÁC CHỈ SỐ BỀ MẶT XÂY DỰNG (NDBI) VÀ CHỈ SỐ THỰC VẬT (NDVI) TRÊN CƠ SỞ SỬ DỤNG VỆ TINH LANDSAT 8 TẠI TỈNH HÀ NAM GIAI ĐOẠN 2017-2020	393
Lê Văn Ninh, Nguyễn Văn Thái, Nguyễn Thành Đô, Nguyễn Văn Dũng, Phạm Văn Giang, Nguyễn Thanh Hùng, Lại Tuấn Hiệp, Nguyễn Quốc Khuê, Hà Văn Thạch, Đỗ Đình Thắng, Nguyễn Văn Thanh, Bùi Thị Huyền Trang, Nguyễn Anh Tuấn, Phạm Văn Sơn, Trần Thanh Hà	

<p>ỨNG DỤNG MÔ HÌNH ĐỊA CƠ NGHIÊN CỨU QUY LUẬT DỊCH CHUYỂN BIỂN DẠNG ĐỊA TẦNG ĐẤT ĐÁ VÀ BỀ MẶT ĐẤT DO ẢNH HƯỞNG KHAI THÁC LÒ CHỢ VĨA V7 MỎ THAN NAM MẦU QUẢNG NINH</p> <p>Phạm Văn Chung, Vương Trọng Kha, Nguyễn Việt Hùng, Nguyễn Tiến Dũng, Huỳnh Trung Hiếu, Ngô Thành Trung, Đặng Anh Tuấn</p>	399
<p>LANDSLIDE SUSCEPTIBILITY ASSESSMENT USING FREQUENCY RATIO: A CASE STUDY IN SON LA PROVINCE</p> <p>Lai Tuan Anh, Quang Thanh Bui</p>	409
<p>NATURAL DISASTER RISK EXPOSURE MAPPING BY USING GIS – A CASE STUDY IN THE CORE CITY OF CAN THO</p> <p>Tran Thi Mai Anh, Duong Anh Quan, Le Thi Nga, Nguyen Thanh Binh, Truong Xuan Quang, Truong Van Anh, Pham Van Hiep, Vu Thuy Duong, Hoang Van Huong</p>	423
<p>ỨNG DỤNG VIỄN THÁM PHÁT HIỆN VÀ PHÂN TÍCH THAY ĐỔI DIỆN TÍCH SỬ DỤNG ĐẤT/LỚP PHỦ ĐẤT TỈNH HÀ NAM GIAI ĐOẠN 2000-2020</p> <p>Nguyễn Văn Thái, Lê Văn Ninh, Nguyễn Thành Đô, Nguyễn Văn Dũng, Phạm Văn Giang, Nguyễn Thanh Hùng, Lại Tuấn Hiệp, Nguyễn Quốc Khuê, Hà Văn Thạch, Đỗ Đình Thắng, Nguyễn Văn Thanh, Bùi Thị Huyền Trang, Nguyễn Anh Tuấn, Phạm Văn Sơn, Trần Thanh Hà</p>	431
<p>XU THẾ PHÂN BỐ NHIỆT ĐỘ NƯỚC BIỂN TẦNG MẶT VÙNG BIỂN ĐÔNG TỪ DỮ LIỆU VIỄN THÁM</p> <p>Nguyễn Ngọc Tuấn, Đỗ Phương Thảo, Ninh Thị Kim Anh, Trần Thị Hương</p>	437
<p>NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG TỔNG HỢP CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐỊA KỸ THUẬT TRONG ĐÁNH GIÁ NGUY CƠ SẠT LỞ KHU VỰC NÚI VƯỜN GIÃ, XÃ TRƯỜNG YÊN, HUYỆN HOA LƯ, TỈNH NINH BÌNH</p> <p>Lê Văn Cảnh, Cao Xuân Cường, Kiều Duy Thông, Phan Văn Bình, Nguyễn Quốc Long</p>	447
<p>TIỀM NĂNG VÀ ĐỊNH HƯỚNG PHÁT TRIỂN DU LỊCH SINH THÁI TÂM LINH GIAI ĐOẠN 2020-2030 TẠI HUYỆN GIA BÌNH, TỈNH BẮC NINH</p> <p>Trần Xuân Miến, Nguyễn Thị Huyền Trang, Đặng Thị Hoàng Nga</p>	457
<p>ỨNG DỤNG VIỄN THÁM VÀ GIS TRONG XÂY DỰNG CÁC BẢN ĐỒ THÀNH PHẦN HỖ TRỢ XÁC ĐỊNH NGUY CƠ BỆNH SỐT RẾT</p> <p>Nguyễn Danh Đức, Lương Trung Hậu, Phạm Văn Hiệp</p>	467
<p>XÂY DỰNG CƠ SỞ DỮ LIỆU ĐỊA CHÍNH PHỤC VỤ CÔNG TÁC QUẢN LÝ ĐẤT ĐAI TRÊN ĐỊA BÀN XÃ NGA MỸ HUYỆN PHÚ BÌNH (THÁI NGUYÊN)</p> <p>Đỗ Thị Phương Thảo, Hoàng Xuân Nghiêm, Lương Trung Hậu, Nguyễn Trung Thành</p>	477
<p>XÂY DỰNG QUY TRÌNH TỰ ĐỘNG THÀNH LẬP MÔ HÌNH 3D TỪ DỮ LIỆU CỦA HỆ THỐNG CHỤP ẢNH & QUÉT LIDAR HÀNG KHÔNG</p> <p>Lê Đình Hiên, Bùi Ngọc Quý, Hoàng Thị Vân, Nguyễn Minh Hoàng, Phạm Như Hách</p>	487
<p>THE GROUND BEHAVIOR MAP FOR CONSTRUCTION: A CASE STUDY IN THUA THIEN HUE PROVINCE, VIETNAM</p> <p>Do Quang Thien, Nguyen Quang Tuan, Do Thi Viet Huong, Tran Thanh Nhan, Nhan Nguyen Thi Thanh, Hoang Ngo Tu Do, Bui Thi Thu</p>	497

TIỂU BAN 1
XỬ LÝ DỮ LIỆU SỐ TRONG QUAN TRẮC CÔNG TRÌNH,
TRÁI ĐẤT VÀ MÔI TRƯỜNG

NGHIÊN CỨU XỬ LÝ SỐ LIỆU GNSS ỨNG DỤNG TRONG HỆ THỐNG QUAN TRẮC SHM CỦA CẦU DÂY VĂNG

Lê Văn Hiến¹, Lê Đức Tình²

¹ Trường Đại học Giao thông Vận tải;

² Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Tác giả liên hệ: hienlv@utc.edu.vn

Tóm tắt: Hệ thống quan trắc sức khỏe kết cấu (Structural Health Monitoring – SHM) có vai trò rất quan trọng trong quan trắc cầu dây văng nhịp lớn. Trong hệ thống SHM, công nghệ định vị GNSS là phương pháp hiệu quả giúp quan trắc được chuyển vị của các điểm đặc trưng trên cầu, từ đó đánh giá được chuyển vị tổng thể của cầu, phân tích tình trạng kết cấu cầu trong quá trình vận hành. Bài báo này nghiên cứu đề xuất giải pháp xử lý số liệu quan trắc GNSS trong hệ thống SHM của cầu dây văng ở Việt Nam. Phương pháp xử lý số liệu được thực hiện qua hai nội dung là tiền xử lý số liệu quan trắc từ đó phân tích chuyển vị tổng thể và trích xuất các tham số đặc trưng dùng để đánh giá tình trạng sức khỏe của kết cấu cầu trong quá trình vận hành. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng, tiền xử lý số liệu GNSS là rất quan trọng để tăng độ chính xác phân tích kết quả quan trắc chuyển vị, và mô hình toán học thống kê theo chuỗi thời gian là phù hợp để ứng dụng trích xuất các tham số đặc trưng dùng trong lưu trữ và phân tích sức khỏe của kết cấu cầu dây văng.

Từ khóa: Quan trắc sức khỏe kết cấu, cầu dây văng, phân tích chuỗi thời gian.

1. Đặt vấn đề

Hệ thống quan trắc sức khỏe kết cấu – SHM (Structural Health Monitoring) đã và đang được ứng dụng phổ biến để quan trắc các công trình cầu nhịp lớn trên thế giới. Một hệ thống quan trắc SHM bao gồm nhiều loại cảm biến (sensor) lắp đặt tại các vị trí đặc trưng của kết cấu, có mục tiêu quan trắc các đại lượng khác nhau như chuyển vị, môi trường (gió, nhiệt độ, độ ẩm, lượng mưa...), gia tốc, tải trọng... Tất cả các cảm biến được kết nối chung vào một hệ thống thông qua hệ thống cáp quang, truyền dẫn dữ liệu quan trắc thời gian thực (real-time) của các đối tượng quan trắc, từ dữ liệu quan trắc có thể phân tích, đánh giá tình trạng sức khỏe của kết cấu theo thời gian.

Một công trình nói chung hay công trình cầu nói riêng thường có hai loại biến dạng: biến dạng trong một thời gian dài (tổng thể) và biến dạng trong thời gian ngắn (cục bộ). Biến dạng trong thời gian dài thường không thể phục hồi hoặc có tính chu kỳ, chúng bị gây nên bởi các nguyên nhân như nền móng, hệ thống neo giữ, và các yếu tố môi trường như nhiệt độ. Biến dạng cục bộ thường bị gây nên bởi các yếu tố động như gió, dòng chảy thủy triều hay động đất, tải trọng phương tiện giao thông. Mục tiêu của quan trắc là xác định các biến dạng từ đó nhận diện được sự thay đổi của kết cấu.

Công nghệ định vị vệ tinh GNSS đã và đang được ứng dụng để quan trắc chuyển vị cầu

nhịp lớn trên thế giới, điển hình như cầu dây văng Ting-Kau ở Hồng Kông, có 7 cảm biến GPS lắp đặt chuyển vị từ năm 1998. Tuy nhiên, các nghiên cứu trên thế giới về chuyển vị của cầu nhịp lớn dựa trên dữ liệu quan trắc GPS còn rất hạn chế. Một số nghiên cứu chỉ ra rằng, công nghệ GPS có khả năng ứng dụng hiệu quả trong đo chuyển vị của cầu hệ dây nhịp lớn (Celebi M, 2000; Fujino và nnk, 2000; Cheng P và nnk, 2002). Tiêu biểu có Kaloop và cộng sự (2009) đi sâu phân tích chuyển vị, biến dạng của cầu dây văng dựa trên dữ liệu quan trắc cục bộ thời gian ngắn, hay sử dụng dữ liệu quan trắc GPS để phân tích độ nhạy, phát hiện hỏng hóc trong quan trắc cầu dây văng (Kaloop và nnk, 2011).

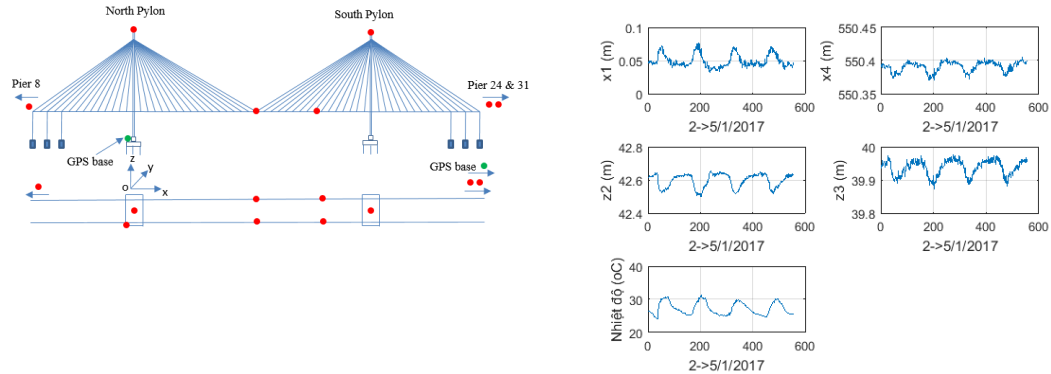
Ở Việt Nam, hệ thống quan trắc SHM đầy đủ bắt đầu được sử dụng cho quan trắc cầu Cần Thơ – cầu dây văng có nhịp chính dài nhất Đông Nam Á (tính đến năm 2015). Hệ thống SHM cầu Cần Thơ có lắp đặt 9 cảm biến GPS để quan trắc chuyển vị tại các vị trí đặc trưng. Tiếp sau đó, cầu dây văng Nhật Tân có một hệ thống SHM đầy đủ các loại cảm biến khác nhau, trong đó có các cảm biến GPS lắp đặt tại các đỉnh tháp và giữa các nhịp vượt sông của cầu. Tuy nhiên, việc nghiên cứu phân tích dữ liệu quan trắc cầu dây ở Việt Nam chưa được quan tâm đúng mực. Hien Van Le & Mayuko Nishio (2015, 2019) đã nghiên cứu xử lý số liệu quan trắc GPS của cầu Cần Thơ, trích xuất các tham số đặc trưng để phân tích các điều kiện của kết cấu cầu trong quá trình vận hành sử dụng. Một số nghiên cứu khác (Lan Huong Ho và nnk, 2016, 2017) nghiên cứu phân tích độ chính xác dữ liệu GPS của cầu Cần Thơ và xây dựng mô hình hồi quy dự báo chuyển vị theo phương đứng của điểm giữa nhịp chính của cầu. Bài báo này phân tích tổng hợp các nghiên cứu của tác giả từ đó đưa ra trình tự xử lý số liệu quan trắc chuyển vị GPS (GNSS) của cầu dây văng ở Việt Nam phục vụ cho quá trình lưu trữ và đánh giá sức khỏe của kết cấu cầu trong quá trình sử dụng. Dữ liệu quan trắc sử dụng trong nghiên cứu này là dữ liệu quan trắc SHM của cầu dây văng Cần Thơ.

2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Dữ liệu nghiên cứu

Cầu dây văng dùng nghiên cứu trong bài báo này là cầu Cần Thơ, đây là cầu dây văng hai mặt phẳng dây tiêu biểu của Việt Nam với chiều dài nhịp chính lớn nhất Đông Nam Á (550m). Cầu có kết cấu chính là bê tông cốt thép với chiều cao tháp tính từ bệ trụ là 171.3m; nhịp chính dài 550m, trong đó 210m chính giữa nhịp có kết cấu dạng thép; bề rộng mặt cầu là 26m. Cầu Cần Thơ được lắp đặt hệ thống quan trắc liên tục với nhiều loại cảm biến (sensor) phục vụ cho các mục đích quan trắc khác nhau và đưa vào vận hành năm 2010. Trong hệ thống quan trắc cầu Cần Thơ, công nghệ GPS được ứng dụng với 09 cảm biến được phân bố lắp đặt tại các điểm đặc trưng trên cầu như đỉnh tháp, giữa dầm nhịp chính, 1/4 nhịp chính và tại một số trụ. Hệ tọa độ cục bộ cài đặt cho hệ thống quan trắc GPS của cầu gồm các trục như sau: phương x là phương dọc cầu; phương y là phương ngang cầu; phương z là phương thẳng đứng (hướng thiên đỉnh). Sơ đồ hình 1a thể hiện vị trí các cảm biến GPS đặt trên cầu Cần Thơ. Trong phạm vi nghiên cứu này, các điểm đặc trưng cho chuyển vị tổng thể của cầu dây văng được lựa chọn

để nghiên cứu như: điểm đỉnh hai tháp, hai điểm trên dầm chính (chính giữa và điểm 1/4). Biểu đồ hình 1b thể hiện trích xuất một đoạn dữ liệu quan trắc GPS thời gian dài của các điểm đặc trưng như đỉnh hai tháp, điểm chính giữa nhịp chính và điểm 1/4 nhịp chính.



a) Sơ đồ bố trí cảm biến GPS trên cầu
Cần Thơ [5]

b) Dữ liệu chuyển vị và nhiệt độ trích
xuất trong 4 ngày

Hình 1. Công nghệ GPS ứng dụng trong quan trắc cầu Cần Thơ

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Quy trình xử lý số liệu quan trắc nói chung hay dữ liệu GPS/GNSS nói riêng bao gồm hai bước chính: (1) tiền xử lý số liệu (pre-processing) để nội suy các dữ liệu bị mất (missing data), loại bỏ dữ liệu nhiễu để làm sạch dữ liệu; (2) phân tích chuỗi dữ liệu quan trắc để trích xuất các tham số đặc trưng sử dụng đánh giá các điều kiện kết cấu trong quá trình vận hành, hoặc sử dụng trong lưu trữ.

2.1.1. Tiền xử lý số liệu quan trắc

Các cảm biến GPS/GNSS ứng dụng trong hệ thống SHM thường được cài đặt thu nhận dữ liệu ở tần số 1-2Hz, do vậy chuỗi dữ liệu quan trắc GPS mang đặc điểm là chuỗi dữ liệu theo thời gian (time-series). Do ảnh hưởng của các yếu tố như các nguồn sai số do phương pháp định vị, sai số gây nhiễu do hệ thống điện phục vụ vận hành, chuỗi dữ liệu thu được có thể chứa các dữ liệu bất thường. Loại dữ liệu bất thường phổ biến nhất là dữ liệu bị mất.

Phân tích một số tệp dữ liệu quan trắc từ thực tế, nhóm tác giả thấy rằng, có hai loại dữ liệu bị mất là các dữ liệu đơn lẻ, rời rạc (1 đến 3 dữ liệu liên tục) và đoạn dữ liệu bị mất liên tục. Với cầu dây văng Cần Thơ, tần suất xuất hiện các dữ liệu đơn lẻ chiếm đến 90% tệp dữ liệu quan trắc. Các dữ liệu bị mất cần được xử lý trước khi tệp dữ liệu quan trắc được dùng để phân tích sâu hơn để không gây ảnh hưởng đến tính chính xác của chuỗi dữ liệu.

Phương pháp xử lý số liệu bị mất là sử dụng các mô hình toán học để nội suy dữ liệu bị mất từ các dữ liệu trước đó mà không làm mất đi các đặc điểm đặc trưng của dữ liệu như tính chu kỳ, xu hướng của dữ liệu. Đối với loại dữ liệu bị mất dạng đơn lẻ, mô hình toán học dạng đa thức thường được sử dụng như sau:

$$y = a_0 + a_1 t_1 + a_2 t_2^2 + \dots + a_n t_n^m \quad (1)$$

Theo nghiên cứu của nhóm tác giả H. V. Le, 2015, hàm đa thức (1) phù hợp để nội suy các dữ liệu đơn lẻ (1 đến 3 dữ liệu liên tục) cho tệp dữ liệu quan trắc GPS của cầu Cần Thơ.

Những năm gần đây, với sự phát triển của công nghệ số, các thuật toán học máy, học sâu hay mạng nơ-ron nhân tạo được nghiên cứu ứng dụng rộng rãi trong thực tiễn. Do đó, các thuật toán của trí tuệ nhân tạo đã và đang được nghiên cứu ứng dụng trong nội suy dữ liệu quan trắc bị mất. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả nghiên cứu ứng dụng mạng nơ-ron nhân tạo (ANN) để nội suy dữ liệu bị mất.

2.1.2. Trích xuất các tham số đặc trưng đánh giá điều kiện kết cấu của cầu

Các tham số đặc trưng trích xuất từ chuỗi dữ liệu sử dụng để phân tích sức khỏe của kết cấu và lưu trữ trong quá trình vận hành. Với đặc điểm dữ liệu cầu Cần Thơ là có tính chu kỳ nên theo lý thuyết phân tích thống kê thì mô hình phù hợp là Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) xác định bởi các hệ số (p, d, q) , và biểu diễn như sau:

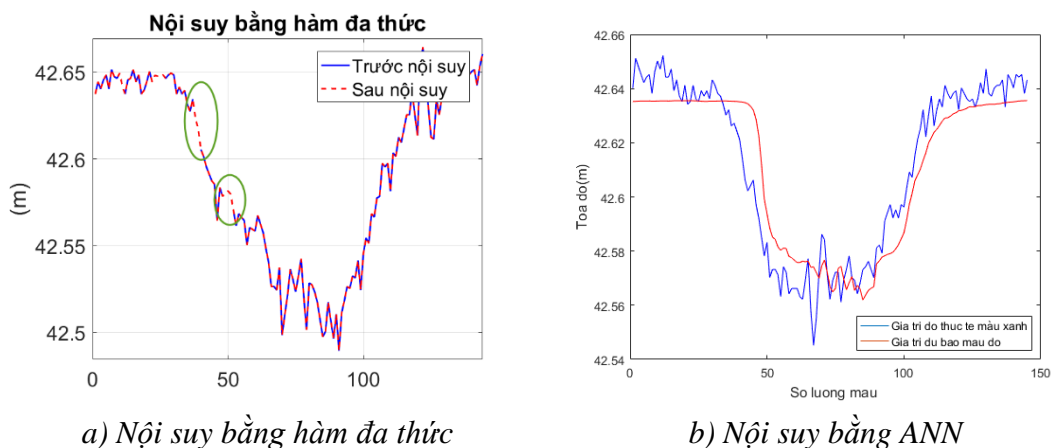
$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p)(1 - B)^d y_t = c + (1 - \psi_1 B - \psi_2 B^2 - \dots - \psi_q B^q) \varepsilon_t \quad (2)$$

Trong đó: ϕ_i và ψ_j gọi là các hệ số AR và MA là các tham số cần trích xuất; các hệ số (p, d, q) được xác định thông qua phân tích các hàm Autocorrelation Function (ACF) và Partial Autocorrelation Function (PACF).

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Kết quả nội suy dữ liệu bị mất

Hình 2 mô tả kết quả nội suy dữ liệu bị mất ứng dụng hai phương pháp là hàm đa thức và mạng nơ-ron nhân tạo (ANN). Theo Hien Van Le (2015), hàm đa thức đã được khảo sát độ chính xác ứng dụng trong nội suy các dữ liệu bị mất đơn lẻ, kết quả cho thấy hàm đa thức bậc 3 theo công thức (1) là phù hợp để tự động hóa để nội suy các trường hợp dữ liệu bị mất đơn lẻ. Trong khi đó, mạng nơ-ron nhân tạo sử dụng để nội suy cho 1 ngày dữ liệu bị mất liên tục.



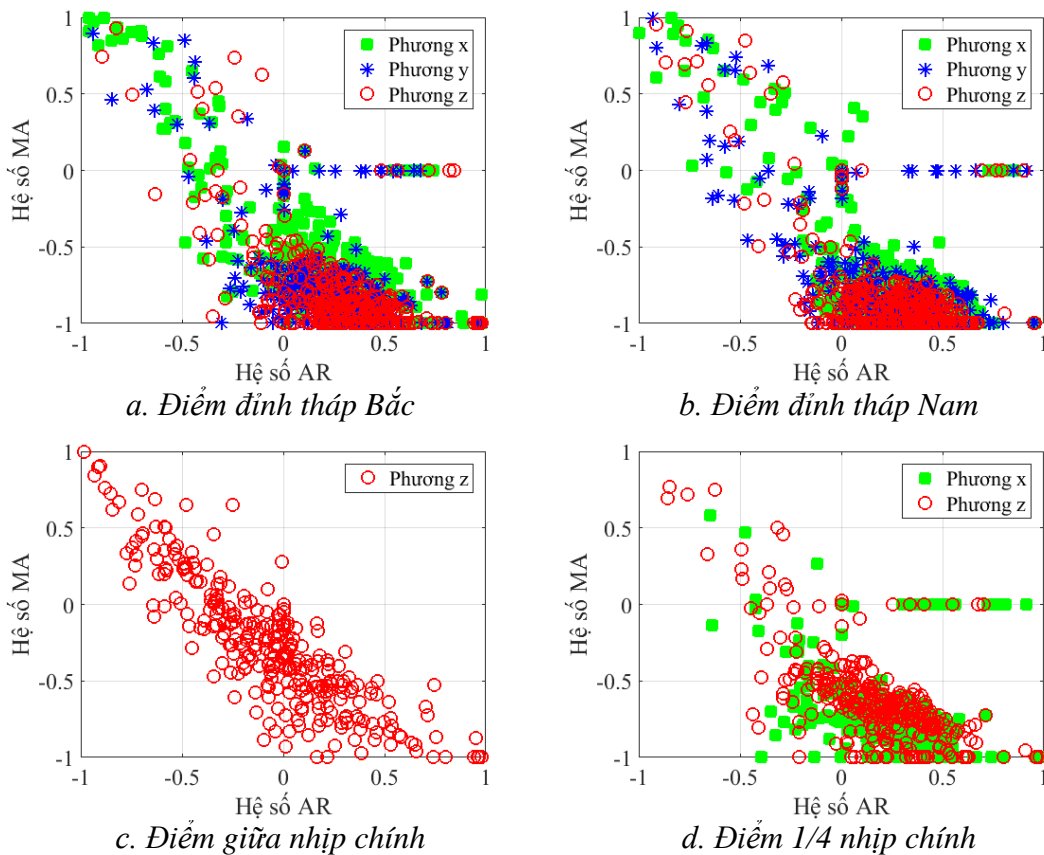
Hình 2. Nội suy dữ liệu bị mất

Hàm đa thức nội suy dữ liệu bị mất cho kết quả với độ sai lệch cỡ milimet, phù hợp để nội suy các dữ liệu bị mất dạng đơn lẻ, rời rạc. Mạng nơ-ron nhân tạo được ứng dụng cho 3 ngày dữ liệu huấn luyện có xét đến ảnh hưởng của yếu tố nhiệt độ, sau đó mô hình nội suy cho

một ngày dữ liệu bị mất liên tục. Kết quả nội suy từ mạng nơ-ron phù hợp tính chu kỳ của dữ liệu, tuy nhiên độ lệch giá trị nội suy còn tương đối lớn, cần được nghiên cứu sâu hơn về khả năng ứng dụng.

3.2. Trích xuất các tham số đặc trưng

Mô hình phân tích chuỗi thời gian ARIMA theo công thức (2) được ứng dụng cho dữ liệu quan trắc thời gian dài (11 tháng) sau khi được tiền xử lý. Các phân tích ACF và PACF cho dữ liệu cầu Cần Thơ xác định được mô hình phù hợp là ARIMA(1, 1, 1). Các tham số trích xuất AR và MA của các điểm đặc trưng được vẽ biểu đồ thể hiện sự phân bố như hình 3.



Hình 3. Phân bố của hệ số AR-MA

Từ biểu đồ hình 3 có thể thấy rằng, các hệ số AR, MA thể hiện xu hướng phân bố như: hai điểm đỉnh tháp có các hệ số phân bố với xu hướng giống nhau; phương z (phương thẳng đứng) của hai điểm trên dầm chủ cũng có xu hướng phân bố của các hệ số giống nhau. Sự thay đổi về phân bố của các tham số theo thời gian phản ánh sự thay đổi về các điều kiện của kết cấu cầu. Các tham số AR và MA có thể sử dụng để lưu trữ và phân tích sâu hơn về sức khỏe của kết cấu cầu theo thời gian.

4. Kết luận

Bài báo nghiên cứu phương pháp xử lý số liệu quan trắc GPS/GNSS trong hệ thống quan trắc SHM của cầu dây văng ở Việt Nam. Trình tự các bước xử lý số liệu gồm hai bước là tiền xử lý số liệu và trích xuất các tham số đặc trưng để đánh giá các điều kiện kết cấu. Kết quả

nghiên cứu chỉ ra rằng:

- Nội suy dữ liệu bị mất là một nhiệm vụ quan trọng của tiền xử lý số liệu quan trắc GNSS. Phương pháp hàm đa thức bậc 3 phù hợp cho nội suy các dữ liệu bị mất đơn lẻ (từ 1 đến 3 dữ liệu liên tục), độ chính xác cao, dễ dàng tự động hóa. Trong khi đó, mạng nơ-ron nhân tạo ANN cho thấy khả năng nội suy nhiều dữ liệu bị mất liên tục, nội suy được tính chu kỳ của dữ liệu, tuy nhiên độ chính xác còn thấp, cần được nghiên cứu thêm.

- Trích xuất các tham số đặc trưng từ dữ liệu quan trắc là cần thiết dùng để phân tích sâu hơn về các điều kiện kết cấu cầu. Mô hình phân tích chuỗi thời gian ARIMA là phù hợp để ứng dụng cho các chuỗi dữ liệu quan trắc GNSS có tính chu kỳ.

Tài liệu tham khảo

1. Celebi M (2000), *GPS in dynamic monitoring of long-period structures*, Soil Dynamic Earthquake Engineering 20(5), pp477-483
2. Cheng P et al (2002), *Large structures health dynamic monitoring using GPS technology*, FIG XXII International Congress, Washington DC
3. Fujino Y et al (2000), *Monitoring system of the Akashi Kaikyo Bridge and displacement measurement using GPS*, SPIE's 5th Annual International Symposium on Nondestructive Evaluation and Health Monitoring of Aging Infrastructure, pp229-236.
3. Hồ Thị Lan Hương, Lê Văn Hiến, (2016), *Nghiên cứu sự tương quan giữa gió, nhiệt độ và chuyển vị của một số vị trí trên cầu Cần Thơ*. Tạp chí khoa học Giao thông vận tải, số 54, pp39-44.
4. Hồ Thị Lan Hương, Lê Văn Hiến, (2017), *Thành lập mô hình dự báo chuyển vị điểm giữa nhịp chính cầu Cần Thơ sử dụng dữ liệu quan trắc và phân tích hồi quy*. Tạp chí khoa học Giao thông vận tải, số 55, pp3-7.
5. Kaloop M. R, Li H (2009), *Monitoring of bridge deformation using GPS technique*, KSCE Journal Civil Engineering 13(6), pp423-431.
6. Kaloop M. R, Li H (2009), *Sensitivity and analysis GPS signals based bridge damage using GPS observations and wavelet transform*, Measurement 44(5), pp927-937.
7. Hien Van Le, Mayuko Nishio (2015), *Time-series analysis of GPS monitoring data from a long-span bridge considering the global deformation due to air temperature changes*, Journal of Civil Structural Health Monitoring 5, pp415-425.
8. Hien Van Le, Mayuko Nishio (2019), *Structural change monitoring of a cable-stayed bridge by time-series modeling of the global thermal deformation acquired by GPS*, Journal of Civil Structural Health Monitoring 9, pp689-701.

ABSTRACT

STUDY GNSS DATA PROCESSING APPLIED IN SHM SYSTEM OF CABLE-STAYED BRIDGE

Van Hien Le¹, Duc Tinh Le²

¹ *University of Transport and Communications;*

² *Hanoi University of Mining and Geology*

Corresponding author: hienlv@utc.edu.vn

Structural Health Monitoring system has a vital role in monitoring long-span bridges such as cable-stayed bridges. In a SHM system, GNSS technology is an effective method to monitor displacements of feature points on bridges, then GNSS data could be used to assess the global deformation of structures as well as analysing structural conditions under operation. This paper studies to propose method of GNSS data processing in a SHM system in Vietnam. Data processing method includes pre-processing and extracting parameters used for structural condition assessment. The results showed that pre-processing is an important step to get high precision of data analysis, and time-series analysis models are appropriate to apply for extracting feature parameters.

Keywords: SHM, cable-stayed bridges, time-series analysis.