

ERSD 2018

KỶ YẾU

HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC
KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN
VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Hà Nội, 07 - 12 - 2018

CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ ỨNG DỤNG



Nhà xuất bản giao thông vận tải

**HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC
KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN
VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG (ERSD 2018)**

BAN TỔ CHỨC

Trưởng ban:	PGS.TS Lê Hải An	
Phó trưởng ban:	GS.TS Trần Thanh Hải	
	GS.TS Bùi Xuân Nam	
Ủy viên:	GS.TS Nhữ Văn Bách	PGS.TS Nguyễn Như Trung
	GS.TS Võ Trọng Hùng	TS Đào Duy Anh
	GS.TS Võ Chí Mỹ	TS Nguyễn Xuân Anh
	GS.TS Trần Văn Trị	ThS Phạm Văn Chinh
	PGS.TS Đoàn Văn Cảnh	ThS Phạm Chân Chính
	PGS.TS Đỗ Cảnh Dương	TS Trần Quốc Cường
	PGS.TS Phùng Mạnh Đắc	TS Nguyễn Đại Đồng
	PGS.TS Nguyễn Quang Minh	TS Trịnh Hải Sơn
	PGS.TS Nguyễn Xuân Thảo	TS Lê Ái Thu
	PGS.TS Tạ Đức Thịnh	TS Phạm Quốc Tuấn

BAN BIÊN TẬP

Trưởng ban:	GS.TS Trần Thanh Hải	
Phó trưởng ban:	PGS.TS Nguyễn Quang Minh	
Ủy viên:	PGS.TS Vũ Đình Hiếu	TS Lê Quang Duyên
	PGS.TSKH Hà Minh Hòa	TS Bùi Văn Đức
	PGS.TS Lê Văn Hưng	TS Nguyễn Hoàng
	PGS.TS Nguyễn Quang Luật	TS Phùng Quốc Huy
	PGS.TS Phạm Xuân Núi	TS Nguyễn Thạc Khánh
	PGS.TS Khổng Cao Phong	TS Nguyễn Quốc Phi
	PGS.TS Nguyễn Hoàng Sơn	TS Vũ Minh Ngạn
	PGS.TS Lê Công Thành	TS Phí Trường Thành
	PGS.TS Ngô Xuân Thành	TS Dương Thành Trung
	TS Lê Hồng Anh	

LỜI NÓI ĐẦU

Được phép của Bộ Giáo dục và Đào tạo và sự ủng hộ rộng rãi của các tổ chức khoa học và công nghệ trên toàn quốc, Hội nghị Toàn quốc “Khoa học Trái đất và Tài nguyên với Phát triển bền vững - ERSD 2018” được tổ chức tại Trường Đại học Mở - Địa chất (HUMG) với sự tham gia và phối hợp tổ chức của nhiều đơn vị quản lý, nghiên cứu khoa học, đào tạo và sản xuất có uy tín gồm Trường Đại học Mở - Địa chất, Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam, Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, Tổng hội Địa chất Việt Nam, Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam, Hội Cơ học đá Việt Nam, Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam, Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam, Hội Khoa học Công nghệ Mở Việt Nam, Hội Kỹ thuật Nổ mìn Việt Nam, Hội Công nghệ khoan - Khai thác Việt Nam, Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam, Viện Địa chất thuộc Viện Hàn lâm KHCN Việt Nam, Viện Địa chất và Địa vật lý biển thuộc Viện Hàn lâm KHCN Việt Nam, Viện Khoa học Công nghệ Mở - VINACOMIN, Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, và Viện Vật lý địa cầu thuộc Viện Hàn lâm KHCN Việt Nam. Hội nghị nhằm tạo một diễn đàn để các nhà khoa học, chuyên gia và các nhà quản lý giới thiệu những kết quả nghiên cứu khoa học mới, trao đổi thông tin, thảo luận và đề xuất các ý tưởng, hướng nghiên cứu mới, nhằm nâng cao chất lượng công tác đào tạo và nghiên cứu khoa học, chuyển giao công nghệ và phục vụ phát triển kinh tế - xã hội, hướng tới hội nhập quốc tế và phát triển bền vững đối với Khoa học Trái đất và Tài nguyên thiên nhiên và nhiều lĩnh vực khoa học khác có liên quan như Cơ - Điện, Công nghệ Thông tin, Xây dựng,...

Trong quá trình tổ chức Hội nghị, Ban Tổ chức Hội nghị đã nhận được rất nhiều sự quan tâm của các nhà khoa học, nhà quản lý trong và ngoài nước, trong đó có hơn 300 báo cáo và tóm tắt báo cáo khoa học được gửi tới Ban biên tập. Trên cơ sở đó, Ban Biên tập đã tuyển chọn được 234 báo cáo có chất lượng, phản ánh những kết quả nghiên cứu khoa học công nghệ mới nhất thuộc nhiều lĩnh vực khác nhau liên quan tới các chủ đề của Hội nghị. Các thông tin khoa học mới được trình bày tại Hội nghị được đăng trong Tuyển tập tóm tắt các báo cáo và Tuyển tập các báo cáo toàn văn của Hội nghị, trong đó toàn bộ thông tin khoa học về hội nghị được ghi trong đĩa CD. Riêng tuyển tập báo cáo toàn văn được in thành 16 tập, mỗi tập ứng với một chủ đề khoa học sau:

1. Địa chất và Tài nguyên địa chất
2. Địa chất công trình - Địa chất thủy văn
3. Công nghệ kỹ thuật mới trong xử lý môi trường
4. Quản lý Tài nguyên và Môi trường
5. Sinh thái môi trường và Phát triển bền vững
6. Những tiến bộ trong Khai thác mỏ
7. Những tiến bộ trong Tuyển khoáng
8. Những tiến bộ trong Xây dựng công trình ngầm
9. Những tiến bộ trong Vật liệu và Kết cấu xây dựng
10. Kỹ thuật Dầu khí tích hợp
11. Trắc địa cao cấp và Quan trắc địa động lực
12. Công nghệ viễn thám và dữ liệu không gian
13. Công nghệ thông tin và ứng dụng
14. Kỹ thuật Điện và Điện tử
15. Kỹ thuật điều khiển và Tự động hóa
16. Kỹ thuật Cơ khí và Động lực

Ban tổ chức xin trân trọng cảm ơn Trường Đại học Mở - Địa chất, với tư cách là đơn vị đăng cai và chủ trì Hội nghị, cùng các đơn vị đồng tổ chức đã hợp tác và góp phần quan trọng vào sự thành công của Hội nghị này. Cảm ơn các nhà khoa học đã đóng góp các công trình khoa học cho Hội nghị và đặc biệt là các chuyên gia đã tham gia biên tập để nâng cao chất lượng của báo cáo khoa học.

Mặc dù đã cố gắng biên tập để đảm bảo chất lượng của các báo cáo khoa học nhưng không thể tránh khỏi các lỗi kỹ thuật trong các báo cáo, rất mong nhận được sự cảm thông của tác giả báo cáo và bạn đọc. Ban tổ chức mong muốn tiếp tục nhận được sự hợp tác chặt chẽ và góp ý chân thành của các đơn vị và cá nhân đối với việc tổ chức và biên tập, xuất bản các kết quả khoa học của Hội nghị nhằm nâng cao chất lượng của các hội nghị tiếp theo và góp phần thúc đẩy sự phát triển bền vững của các hoạt động nghiên cứu khoa học, chuyển giao công nghệ thuộc các lĩnh vực Khoa học Trái đất và Tài nguyên và các lĩnh vực khoa học khác có liên quan

THAY MẶT BAN TỔ CHỨC

MỤC LỤC

TIỂU BAN CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ ỨNG DỤNG

Kỹ thuật học sâu và bài toán nhận dạng ký tự <i>Bùi Thị Vân Anh, Đặng Hữu Nghị, Đặng Quốc Trung</i>	1
Tối thiểu hóa tổng thời gian trễ cho bài toán flow shop hai máy bởi thuật toán di truyền <i>Tạ Quang Chiêu, Đào Thị Thu Vân, Vũ Lan Phương, Trần Thị Hải Vân, Hà Thị Thu Hiền, Trần Thị Hiệp</i>	5
Mạng nơron nhân tạo và ứng dụng xử lý phiếu trả lời trắc nghiệm <i>Trần Trung Chuyên, Lê Hồng Anh, Nguyễn Thị Mai Dung, Phạm Quang Hiến</i>	10
Weakly-informed Audio Source Separation based on Nonnegative Matrix Factorization <i>Tran Thanh Huan, Duong Thi Hien Thanh, Nguyen Thu Hang</i>	16
Thuật toán đa thức tuyến tính giải bài toán MaxMin định vị <i>Lê Thanh Huệ, Nguyễn Thế Bình, Phạm Thị Nguyệt</i>	22
Ứng dụng của IoT trong ngành mỏ và khả năng áp dụng tại Việt Nam <i>Nguyễn Duy Huy</i>	26
Nghiên cứu và ứng dụng cây quyết định trong bài toán tuyển dụng nhân sự <i>Đặng Văn Nam, Nguyễn Thị Phương Bắc, Nguyễn Thị Hải Yến</i>	33
Ứng dụng hệ chuyên gia trong GIS <i>Đặng Hữu Nghị, Bùi Thị Vân Anh, Phạm Đức Hậu</i>	39
Đánh giá khả thi về việc triển khai mạng thông tin di động 4g lte tại băng tần 700 mhz <i>Phạm Đình Tân, Trần Thị Thu Thúy, Diêm Công Hoàng</i>	44
Dữ liệu không gian trong SQL Server và ứng dụng để xác định mức phạm vi cung cấp dữ liệu đo đạc bản đồ trên mạng Internet <i>Nguyễn Văn Tuấn, , Nông Thị Oanh, Nguyễn Thị Phương Bắc, Nguyễn Thùy Dương</i>	49

Kỹ thuật học sâu và bài toán nhận dạng ký tự

Bùi Thị Vân Anh^{1,*}, Đặng Hữu Nghị¹, Đặng Quốc Trung¹
Trường Đại học Mỏ - Địa chất

TÓM TẮT

Nhận dạng ký tự là một bài toán rất hữu ích nhằm nhận diện được các ký tự trên tài liệu giấy, hình ảnh... Nhận dạng ký tự góp phần không nhỏ vào trong nhiều lĩnh vực của cuộc sống như: bảo mật và lưu trữ thông tin, ngân hàng... Có nhiều cách tiếp cận để giải bài toán nhận dạng ký tự trong học máy như kỹ thuật mạng Nơ-ron, Support Vector Machine (SVM), Markov... Mỗi cách tiếp cận có ưu điểm và khuyết điểm riêng với tỉ lệ thành công nhất định, trong đó, phương pháp học sâu (Deep learning) ngày càng trở nên nổi trội và có nhiều đóng góp không nhỏ trong lĩnh vực nhận dạng. Trong bài báo này chúng tôi tập trung vào nghiên cứu ứng dụng phương pháp học sâu cho bài toán nhận dạng ký tự.

Từ khóa: Học sâu; nhận dạng, ký tự; học máy, mạng nơ ron

1. Mở đầu

Nhận dạng ký tự có thể được biết đến với hai mục tiêu chính: nhận dạng chữ in và nhận dạng chữ viết tay, trong đó, vấn đề nhận dạng chữ in đã được các chuyên gia giải quyết và đưa ra sản phẩm có thể nhận dạng nhiều loại ký tự của nhiều nước khác nhau. Tại Việt Nam, nhiều nhà nghiên cứu cũng đã đưa ra các chương trình nhận dạng chữ Việt in dưới dạng tệp văn bản chứa hình ảnh với độ chính xác lên đến hơn 98%. Có thể nói chúng ta đã giải quyết gần như trọn vẹn bài toán nhận dạng chữ in. Tuy nhiên, nhận dạng chữ viết tay vẫn là một bài toán tương đối phức tạp đối với chúng ta bởi mỗi người có nét chữ khác nhau và biến đổi đa dạng tùy theo trạng thái của người viết. Đôi khi chính người viết cũng không thể xác định được những chữ họ đã viết ra, vậy thì làm cách nào mà máy tính có thể “đọc” và đưa ra chính xác chữ viết tay của người nào đó để tất cả mọi người đều có thể hiểu được ý nghĩa chúng hiển thị? Việc tìm ra phương án giải quyết vấn đề này là động lực thúc đẩy các nhà nghiên cứu cho ra đời các kỹ thuật nhận dạng chữ viết tay khác nhau.

Nhận dạng ký tự nói chung và nhận dạng ký tự số viết tay nói riêng là cần thiết và được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực. Nhận dạng ký tự nói chung và nhận dạng ký tự số viết tay nói riêng là một thách thức lớn đối với các nhà nghiên cứu. Đây là bài toán khó vì sự phức tạp của việc nhận dạng chữ viết phụ thuộc vào phong cách viết và cách thể hiện ngôn ngữ của người viết. Chúng ta không thể luôn luôn viết một ký tự chính xác theo cùng một cách. Do vậy, xây dựng hệ thống nhận dạng chữ viết có thể nhận dạng bất cứ ký tự nào một cách đáng tin cậy trong tất cả các ứng dụng là điều không dễ dàng.

Trong bài báo này chúng tôi nghiên cứu áp dụng kỹ thuật học sâu (deep learning) cho bài toán nhận dạng ký tự La tinh

2. Kỹ thuật học sâu

Học sâu là một nhánh đặc biệt của ngành Học máy, và bắt đầu trở nên phổ biến trong thập kỷ gần đây do các nhà khoa học đã có thể tận dụng khả năng tính toán mạnh mẽ của các máy tính hiện đại cũng như khối lượng dữ liệu khổng lồ (hình ảnh, âm thanh, văn bản,...) trên Internet (Ian Goodfellow, et al), (Michael A. Nielsen (2013).

Các mạng huấn luyện theo phương pháp Học sâu còn được gọi với cái tên khác là mạng nơ-ron sâu (Deep Neural Network) do cách thức hoạt động của chúng. Về cơ bản, các mạng này bao gồm rất nhiều lớp khác nhau, mỗi lớp sẽ phân tích dữ liệu đầu vào theo các khía cạnh khác nhau và theo mức độ trừu tượng nâng cao dần.

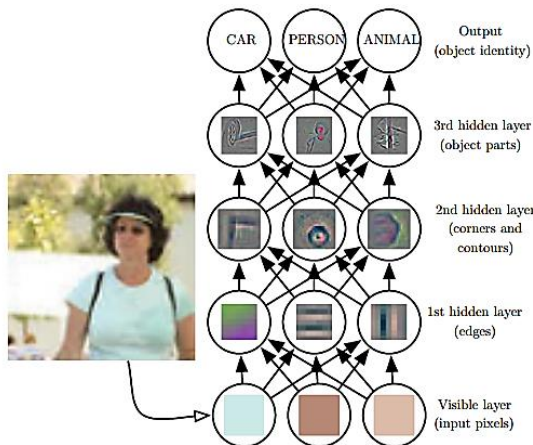
Với cách thức học thông tin từ ảnh lần lượt qua rất nhiều lớp, nhiều tầng khác nhau như vậy, các phương pháp này có thể giúp cho máy tính hiểu được những dữ liệu phức tạp bằng nhiều lớp thông tin đơn giản qua từng bước phân tích. Đó cũng là lý do chúng được gọi là các phương pháp Học sâu.

Tuy có nhiều điểm ưu việt trong khả năng huấn luyện máy tính cho các bài toán phức tạp, Học sâu vẫn còn rất nhiều giới hạn khiến nó chưa thể được áp dụng vào giải quyết mọi vấn đề. Điểm hạn chế lớn nhất của phương pháp này là yêu cầu về kích thước dữ liệu huấn luyện, mô hình huấn luyện Học sâu đòi hỏi

* Tác giả liên hệ

Email: buithivananh@humg.edu.vn

phải có một lượng khổng lồ dữ liệu đầu vào để có thể thực hiện việc học qua nhiều lớp với một số lượng lớn nơ-ron và tham số. Đồng thời, việc tính toán trên quy mô dữ liệu và tham số lớn như vậy cũng yêu cầu đến sức mạnh xử lý của các máy tính server cỡ lớn. Quy trình chọn lọc dữ liệu cũng như huấn luyện mô hình đều tốn nhiều thời gian và công sức, dẫn đến việc thử nghiệm các tham số mới cho mô hình là công việc xa xỉ, khó thực hiện. Tuy nhiên, nhờ các phương pháp Học tập chuyên giao, hiện nay điểm hạn chế lớn nhất này đã không còn là vấn đề quá nghiêm trọng như trước. (Adit Deshpande, 2016)

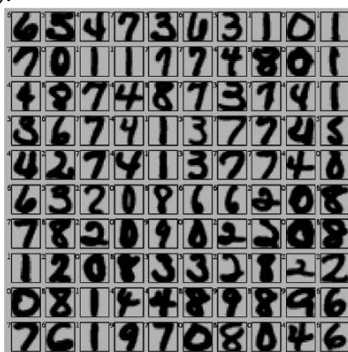


Hình 1. Mức độ trừu tượng tăng dần qua các tầng học của Học sâu

3. Áp dụng kỹ thuật học sâu cho bài toán nhận dạng ký tự số

Trong phần thực nghiệm, chúng tôi sử dụng tập dữ liệu MNIST (LeCun & Cortes, 1989) cung cấp, thường dùng để đánh giá hiệu quả của giải thuật nhận dạng ký tự số viết tay. Tập dữ liệu MNIST có nguồn gốc từ tập NIST do tổ chức National Institute of Standards and Technology (NIST) cung cấp, sau đó được LeCun cập nhật và chia thành 2 tập riêng biệt:

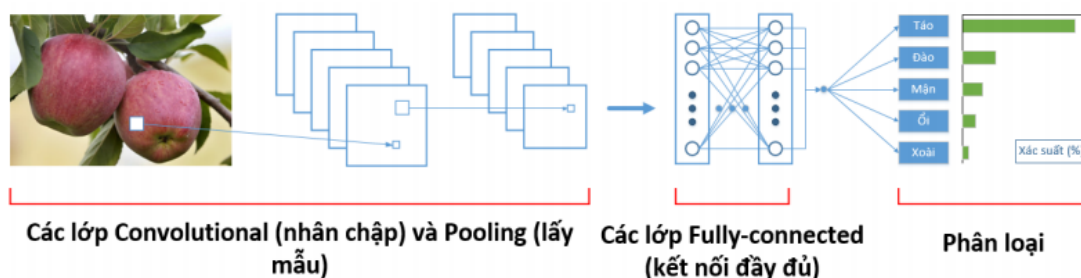
- Tập học (huấn luyện) gồm có 60.000 ảnh kích thước 28 x 28, của chữ số viết tay được dùng việc huấn luyện mô hình máy học tự động. Tất cả các ảnh trong tập học đều được canh chỉnh và biến đổi thành dữ liệu dạng điểm gồm 60.000 phần tử (ký tự số) có 784 chiều là giá trị mức xám của các điểm, 10 lớp (từ 0 đến 9).
- Tập kiểm tra gồm có 10.000 ảnh của ký tự số viết tay được dùng cho việc kiểm thử, tương tự các ảnh trong tập thử cũng được biến đổi và canh chỉnh thành dữ liệu điểm gồm 10000 phần tử trong 784 chiều, 10 lớp (từ 0 đến 9).



Hình 2. Mẫu ký tự số của MNIST

Trong bài báo này chúng tôi sử dụng mạng nơ-ron tích chập (CNN - Convolutional Neural Network) để nhận dạng. Mạng nơ-ron tích chập (CNN - Convolutional Neural Network) là một trong những mô hình mạng Học sâu phổ biến nhất hiện nay, có khả năng nhận dạng và phân loại hình ảnh với độ chính xác rất cao, thậm chí còn tốt hơn con người trong nhiều trường hợp. Mô hình này đã và đang được phát triển, ứng dụng vào các hệ thống xử lý ảnh lớn của Facebook, Google hay Amazon... cho các mục đích khác nhau như các thuật toán tagging tự động, tìm kiếm ảnh hoặc gợi ý sản phẩm cho người tiêu dùng.

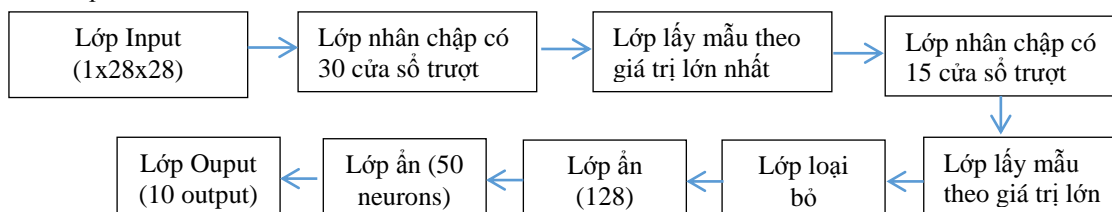
Các lớp cơ bản trong một mạng CNN bao gồm: Lớp tích chập (Convolutional), Lớp kích hoạt phi tuyến ReLU (Rectified Linear Unit), Lớp lấy mẫu (Pooling) và Lớp kết nối đầy đủ (Fully-connected), được thay đổi về số lượng và cách sắp xếp để tạo ra các mô hình huấn luyện phù hợp cho từng bài toán khác nhau. (Andrej Karpathy. CS231)



Hình 3. Kiến trúc cơ bản của một mạng tích chập

Ngôn ngữ mà chúng tôi sử dụng ở đây là ngôn ngữ Python. Ngôn ngữ lập trình Python là một trong những ngôn ngữ lập trình được sử dụng nhiều nhất trong việc phát triển trí tuệ nhân tạo. Cấu trúc liên kết mạng có thể được tóm tắt như sau:

1. Lớp nhân chập có 30 cửa sổ trượt với kích thước 5x5
2. Lớp lấy mẫu theo giá trị lớn nhất trong cửa sổ 2 x 2
3. Lớp nhân chập có 15 cửa sổ trượt với kích thước 5x5
4. Lớp lấy mẫu lấy tối đa trong cửa sổ 2 x 2
5. Lớp loại bỏ với xác suất 20%
6. Lớp làm phẳng
7. Lớp kết nối đầy đủ có 128 nơron và hàm kích hoạt rectifier
8. Lớp kết nối đầy đủ có 50 nơron và hàm kích hoạt rectifier
9. Lớp đầu ra



Chúng tôi thực hiện so sánh hiệu quả của phương pháp học sâu với các giải thuật khác như mạng nơron, SVM. Kết quả đạt được như sau:

Bảng 1. Kết quả nhận dạng tập ký tự viết tay MNIST

TT	Phương pháp	Độ chính xác
1	Mạng Nơron	97.8%
2	SVM	98.30%
3	Mạng nơ-ron tích chập	98.90%
4	Rừng ngẫu nhiên	98.50%

Kết quả thực nghiệm cho thấy rằng sử dụng phương pháp học sâu cho kết quả nhận dạng chính xác hơn khi so sánh với các phương pháp khác là mạng Nơron và SVM.

4. Kết luận

Trong bài báo này chúng tôi vừa trình bày việc ứng dụng phương pháp học sâu để nhận dạng chính xác ký tự số viết tay. Kết quả thử nghiệm trên tập dữ liệu thực MNIST cho thấy rằng phương pháp học sâu nhận dạng rất chính xác khi so sánh với các phương pháp nhận dạng hiện nay. Phương pháp đề xuất đạt hiệu quả nhận dạng chính xác cao nhưng không cần bất cứ xử lý đặc biệt nào.

Trong thời gian tới, chúng tôi sẽ áp dụng phương pháp này để nhận dạng nhận dạng ký tự viết tay tiếng Việt.

Tài liệu tham khảo

Adit Deshpande (July 20, 2016). A Beginner's Guide To Understanding Convolutional Neural Networks. <https://adeshpande3.github.io/A-Beginner'sGuide-To-Understanding-Convolutional-Neural-Networks/>

Andrej Karpathy. CS231n Convolutional Neural Networks for Visual Recognition - Image Classification. <http://cs231n.github.io/classification/>

Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville, Deep Learning, An MIT Press book.
<http://www.deeplearningbook.org/>

Michael A. Nielsen (2013), Neural Networks And Deep Learning, Determination Press.

Y. LeCun, B. Boser, J. S. Denker, D. Henderson, R. E. Howard, W. Hubbard, and L. D. Jackel. Backpropagation applied to handwritten zip code recognition. Neural Computation, 1(4):541-551, Winter 1989. yann.lecun.com/exdb/mnist/

Y. LeCun, L. D. Jackel, B. Boser, J. S. Denker, H. P. Graf, I. Guyon, D. Henderson, R. E. Howard, and W. Hubbard. Handwritten digit recognition: Applications of neural net chips and automatic learning. IEEE Communication, pages 41-46, November 1989. invited paper.

Y. LeCun. Generalization and network design strategies. Technical Report CRG-TR-89-4, Department of Computer Science, University of Toronto, 1989.

ABSTRACT

Deep learning and characters recognition problems

Bui Thi Van Anh¹, Dang Huu Nghi¹, Dang Quoc Trung¹

¹ *Hanoi University of Mining and Geology*

Character identification is a very useful mathematical problem for identifying characters in paper documents, images, and so on. Character recognition contributes significantly to many areas of life such as security and storage. There are many approaches to solve the problem of character recognition in machine learning such as Neural Network, Support Vector Machine (SVM), Markov... Each approach has advantages and disadvantages. The success rate is certain, in which deep learning is becoming more prominent and contributing significantly to the field of identification. In this paper we focus on the application of deep learning method for character recognition.

Key word: Deep learning; recognition; characters, machine learning, Neural Network

Tối thiểu hóa tổng thời gian trễ cho bài toán flow shop hai máy bởi thuật toán di truyền

Tạ Quang Chiểu^{1,*}, Đào Thị Thu Vân¹, Vũ Lan Phương¹,

 Trần Thị Hải Vân¹, Hà Thị Thu Hiền², Trần Thị Hiệp²

¹ Khoa Công nghệ Thông tin, Trường Đại học Mỏ - Địa Chất, Hà Nội

² Khoa Công nghệ Thông tin, Trường Đại học Công nghiệp Việt Trì

TÓM TẮT

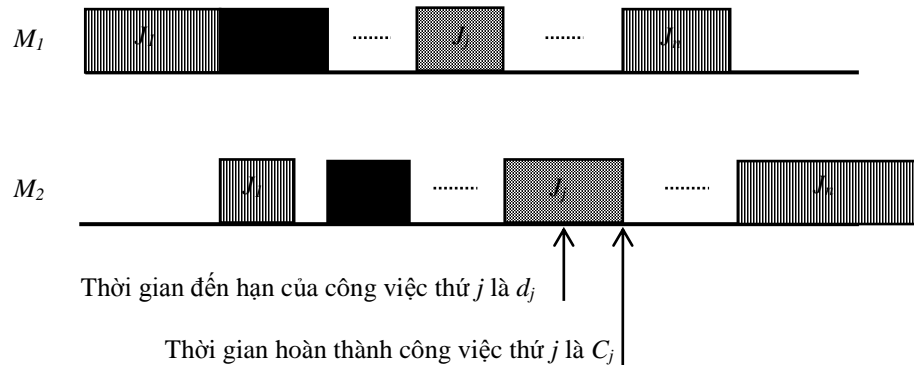
Trong báo cáo này chúng tôi trình bày bài toán lập lịch flow shop 2 máy để tối thiểu hóa tổng thời gian trễ. Chúng tôi đề xuất thuật toán di truyền để áp dụng giải bài toán này. Các kết quả tính toán chỉ ra rằng thuật toán này thực hiện tốt so với các thuật toán nhánh cận. Trong tương lai, chúng tôi đề xuất một số hướng nghiên cứu khác để đánh giá và giải quyết bài toán này.

Từ khóa: Flow shop; Tardiness; Scheduling problem; Genetic

1. Giới thiệu

Trong bài báo này chúng tôi trình bày bài toán lập lịch flow shop 2 máy (*machine*) để tối thiểu hóa tổng thời gian trễ. Bài toán lập lịch flow shop 2 gồm 1 tập $J = \{1, 2, \dots, n\}$ của n công việc (*job*) được xử lý trên 2 máy và có đặc trưng như sau:

- Mỗi công việc j được xử lý trên máy thứ nhất, sau đó xử lý trên máy thứ 2. Mỗi công việc chỉ được bắt đầu trên máy thứ 2 nếu nó được hoàn thành trên máy thứ nhất M_1 và máy thứ 2 M_2 rồi.
- Trình tự xử lý các công việc trên 2 máy M_1, M_2 là như nhau. Nghĩa là, nếu công việc thứ i xử lý thứ i trên máy M_1 thì nó cũng có thứ tự xử lý thứ i trên máy M_2 .
- Thời gian xử lý công việc thứ j trên máy M_1 và M_2 lần lượt là $p_{1,j}$ và $p_{2,j}$.
- Thời gian đến hạn của công việc thứ j là d_j
- Thời gian hoàn thành công việc thứ j là C_j
- Thời gian trễ của công việc j là $T_j = \max(0, C_j - d_j)$



Hình 1. Sơ đồ Gantt của bài toán Flow shop

Mục tiêu của chúng tôi là tối thiểu hóa tổng thời gian trễ của bài toán lập lịch flow shop 2 máy. Bài toán này được ký hiệu là $F2||\sum T_j$ trong đó $\sum T_j = \sum_{j=1}^n T_j$, và thuộc lớp *NP-hard* và là trong những bài toán tối ưu tổ hợp rất khó (Lenstra, Rinnooy Kan, & Brucker, 1977).

Nhóm nghiên cứu đề xuất thuật toán di truyền để tối ưu hóa tổng thời gian trễ của bài toán này. Phương pháp được so sánh với phương pháp *Recovering Beam Search - RBS* với bộ dữ liệu sinh ngẫu nhiên. Các kết quả chỉ ra rằng, thuật toán di truyền (*Genetic algorithm - GA*) thực hiện cho kết quả tốt hơn thuật toán RBS. Các mô tả chi tiết được trình bày trong các phần dưới đây.

*Tác giả liên hệ

Email: taquangchieu@humg.edu.vn

2. Nghiên cứu tổng quan

Trong mục này chúng tôi giới thiệu các phương pháp đã đề xuất để giải quyết cho bài toán flow shop với các tiêu chuẩn khác nhau như: C_{max} (makespan), $\sum C_j$, $\sum T_j, \dots$. Một vài phương pháp chính xác (exact method) được đề xuất như thuật toán nhánh cận (Sen, Dileepan, & Gupta, 1989; Kim, 1993; J. C. H. Pan, Chen, & Chao, 2002). Trong (J. C.-H. Pan & Fan, 1997), các dữ liệu chỉ thực hiện tối đa 24 công việc (job) và cho kết quả tối ưu. Một vài thuật toán gần đúng (heuristic algorithm) được đề xuất như: thuật toán tham lam (greedy heuristic), thuật toán NEH (Sen et al., 1989) hay thuật toán dịch chuyển điểm nghẽn (Koulamas, 1998) (shifting bottleneck procedure). Một vài phương pháp metaheuristic cũng được đề xuất ở trong mục nghiên cứu tổng quan này như: thuật toán mô phỏng luyện kim (simulated annealing) (Osman & Potts, 1989), thuật toán tìm kiếm (tabu search algorithms) (Kim, 1993; Nowicki & Smutnicki, 1996; Grabowski & Wodecki, 2001), thuật toán di truyền (genetic algorithms), thuật toán tối ưu bầy đàn (particle swarm optimization) (Tasgetiren, Liang, Sevklı, & Gencyilmaz, 2007; Liao, Chao-Tang Tseng, & Luarn, 2007), v.v.

Trong (Onwubolu & Mutingi, 1999), các tác giả đề xuất thuật toán di truyền cho bài toán lập lịch flow shop trường hợp m máy để tính tổng thời gian trễ cho số lượng các công việc trễ. Ở tài liệu (Vallada, Ruiz, & Minella, 2008), đưa ra nghiên cứu tổng quan của một số thuật toán cũng đã được cài đặt và so sánh để thực hiện bài toán flow shop với các tiêu chuẩn khác nhau.

3. Thuật toán di truyền (Genetic algorithm - GA)

Trong mục này chúng tôi trình bày và đưa ra các ký hiệu cơ bản của thuật toán GA, sau đó miêu tả các phép toán lựa chọn (selection), đột biến (mutation) và lai ghép (crossover).

3.1. Giới thiệu thuật toán di truyền - GA

Thuật toán di truyền được đề xuất bởi Holland (Holland, 1975), là giải thuật tối ưu và tìm kiếm dựa trên các nguyên tắc của di truyền học và lựa chọn tự nhiên. Giải thuật di truyền cho phép một tập hợp (population) gồm nhiều cá thể (individual) tiến hóa theo các quy tắc lựa chọn đặc trưng của tổng thể đó để tiến tới một trạng thái tối đa hóa sự thích nghi (fitness). Các cá thể khỏe, có khả năng thích nghi với môi trường tốt sẽ được tồn tại và phát triển ở các thế hệ sau. Mỗi cá thể được mã hóa bởi một cấu trúc dữ liệu mô tả cấu trúc gen của cá thể đó, ta gọi nó là nhiễm sắc thể. Mỗi nhiễm sắc thể được tạo thành từ các đơn vị được gọi là gen. GA sẽ làm việc trên các quần thể gồm nhiều cá thể. Một quần thể ứng với một giai đoạn phát triển gọi là một thế hệ. Từ một thế hệ được tạo ra, giải thuật di truyền bắt chước sự chọn lọc tự nhiên và di truyền để biến đổi các thế hệ.

Bắt đầu từ tập khởi tạo, một tập mới được sinh ra từ một vài cha mẹ (parents) một cách ngẫu nhiên và bằng cách ứng dụng các phép toán chọn lọc, đột biến và lai ghép dựa vào các trạng thái thích nghi. Tập hợp mới này sinh ra có số lượng các cá thể thỏa mãn. Quá trình này được lặp lại cho tới khi đạt được một hay một vài tiêu chuẩn nào đó như: Đạt tới một khoảng thời gian,...

Các bước chính của thuật toán GA gồm:

- Sinh ra một tập ban đầu (initial population) P_0 ,
- Đánh giá độ thích nghi của mỗi cá thể
- Lựa chọn một cặp cá thể trong tập P_{k-1} ,
- Thực hiện phép toán lai ghép với một xác suất P_c , 2 cá thể trong tập P_{k-1} được thay thế bởi 2 cá thể mới trong tập P_k
- Thực hiện phép toán lai ghép với một xác suất P_m , 2 cá thể trong tập P_{k-1} được thay thế bởi 2 cá thể mới trong tập P_k
- Thay thế tập P_{k-1} bởi P_k
- Quá trình trên được lặp lại cho tới khi điều kiện dừng thỏa mãn.

3.2. Các phép toán của phương pháp di truyền

3.2.1. Tập các cá thể khởi tạo ban đầu

Bước quan trọng trong thiết kế thuật toán GA đối với bài toán lập lịch là việc biểu diễn (represente) một cá thể và tìm ra một hoán vị (thứ tự) của cá thể để có được kết quả tốt nhất.

Tập cá thể khởi tạo P_0 chứa PopSize cá thể. Trong tập khởi tạo này, một cá thể trong tập P_0 được tạo ra bằng cách sắp xếp các công việc theo qui tắc EDD (Earliest Due Date), các cá thể còn lại được sinh ra một cách ngẫu nhiên. Đối với bài toán này, độ thích nghi của mỗi cá thể là hàm đánh giá $\sum T_j$.

3.2.2. Phép toán lai ghép (crossover operator)

Chúng tôi sử dụng 2 phép toán lai ghép: phép toán lai ghép một điểm (one-point crossover - X1) và lai ghép thứ tự tuyến tính (linear order crossover - LOX).

- *Phép toán X1*: Chọn một điểm ngẫu nhiên trên cùng cá thể cha mẹ, ký hiệu $A=A1//A2$ và $B=B1//B2$ trong đó A, B là cha mẹ. Con thứ nhất $O1$ được sinh ra gồm các công việc của $A1$ theo thứ tự trong A và các công việc B mà không có trong A và theo thứ tự trong B . Con thứ 2, $O2$ được sinh ra gồm các công việc của $B1$ theo thứ tự trong B và các công việc của A mà không có trong B và theo thứ tự trong A .

X1

A		1 2 3		4 5 6 7 8 9 10
B		7 3 5		2 10 9 1 6 8 4
O1		1 2 3		7 5 10 9 6 8 4
O2		7 3 5		1 2 4 6 8 9 10

Hình 2. Phép toán lai ghép 1 điểm - X1

- *Phép toán lai ghép thứ tự tuyến tính - LOX*: Chọn 2 điểm bất kỳ tại cá thể cha mẹ $A=A1//A2//A3$ và $B=B1//B2//B3$. Con thứ nhất $O1$ được sinh ra gồm các công việc $A2$ theo thứ tự có trong A , các công việc của $A1$ và $A2$ theo thứ tự có trong B được làm đầy vào phần thứ nhất và phần cuối cùng của A . Tương tự vậy, con $O2$ được sinh ra bằng cách gồm các công việc của $B2$ theo thứ tự trong B , các công việc của $B1$ và $B2$ theo thứ tự có trong A và được làm đầy vào phần đầu và cuối cùng của B .

Trong thuật toán này, các phép toán lai ghép có xác suất như nhau.

LOX

A		1 2 3		4 5 6 7 8		9 10
B		7 3 5		2 10 9 1 6		8 4
O1		3 2 10		4 5 6 7 8		9 1
O2		3 4 5		2 10 9 1 6		7 8

Hình 3. Phép toán lai ghép thứ tự tuyến tính - LOX

3.2.3. Các phép toán đột biến

Chúng tôi sử dụng 2 phép toán đột biến: Chèn trước - BI (*Backward Insertion*) và chèn sau - FI (*Forward Insertion*). Hai vị trí i và j ($j > i$) được chọn ngẫu nhiên trong chuỗi:

$$S = S_1 \cup S_{[i]} \cup S_2 \cup S_{[j]} \cup S_3,$$

trong đó S_1, S_2 , và S_3 là 3 chuỗi con, $S_{[i]}$ và $S_{[j]}$ là các công việc tại vị trí thứ i và j của S .

Phép toán chèn trước - BI: công việc tại vị trí thứ j chèn vào trước vị trí thứ i , chuỗi kết quả:

$$S' = S_1 \cup S_{[j]} \cup S_{[i]} \cup S_2 \cup S_3.$$

S		1 2 3		4		5 6		7		8 9 10
		S ₁		S _[i]		S ₂		S _[j]		S ₃
S'		1 2 3		7		4		5 6		8 9 10
		S ₁		S _[j]		S _[i]		S ₂		S ₃

Hình 4. Phép toán chèn trước - BI

Phép toán chèn sau - FI: công việc tại vị trí thứ i chèn vào sau vị trí thứ j , chuỗi kết quả:

$$S' = S_1 \cup S_2 \cup S_{[j]} \cup S_{[i]} \cup S_3.$$

S		1 2 3		4		5 6		7		8 9 10
		S ₁		S _[i]		S ₂		S _[j]		S ₃
S'		1 2 3		5 6		7		4		8 9 10
		S ₁		S ₂		S _[j]		S _[i]		S ₃

Hình 5. Phép toán chèn sau - FI

Ở lần lặp thứ k , 2 cha mẹ trong tập P_k được chọn ngẫu nhiên. Hai phép toán lai ghép được ứng dụng trên cả 2 cha mẹ và sinh ra 4 con. Quá trình xử lý được lặp lại cho tới khi số con sinh ra bằng cỡ $CrossSize$. Tập con sinh ra được kí hiệu là C_k .

Phép toán đột biến được ứng dụng trên cá thể được chọn ngẫu nhiên trong tập P_k . Tập cá thể M_k chứa các cá thể đột biến được sinh ra và có cỡ là $MutSize$.

$PopSize$ các cá thể tốt nhất gồm $P_k \cup C_k \cup M_k$ tạo lên tập P_{k+1} . Quá trình này được lặp lại cho tới khi đạt tới thời gian giới hạn $TimeLimGA$.

4. Kết quả tính toán

Chúng tôi đã tiến hành tính toán thuật toán trên máy tính PC Intel core™ i5 CPU 2.4GHz. Tập dữ liệu để kiểm tra thực nghiệm được sinh ra ngẫu nhiên. Thời gian thực hiện p_{1j} và p_{2j} được sinh ra có giá trị trong đoạn $[1, 100]$, các ngày đến hạn d_j nằm trong đoạn $[50, 50n]$, số lượng công việc n là các giá trị $\{100, 150, 200, 250, 300\}$ và 30 dữ liệu được tạo ra cho một giá trị n .

Trong thuật toán GA, chúng tôi đã tính toán với các tham số $PopSize$, $CrossSize$ và $MutSize$, với các giá trị khác nhau; sau đó các giá $PopSize = 40$ cá thể, $CrossSize = 20$ cá thể và $MutSize = 10$ cá thể, $TimeLimGA = 10s$ được chọn và cho kết quả tốt nhất. Với các giá trị được chọn ở trên, chúng tôi đã thực hiện tính toán vài lần và cho kết quả gần giống nhau với sự sai khác giữa các lần không quá 3%.

Trong bảng 1, cột “#time” trong RBS để chỉ số lần RBS thực hiện tốt hơn GA, cột “Cpu(s)” thời gian tính toán trung bình đối với mỗi giá trị của n gồm 30 dữ liệu. Tương tự vậy, cột “#time” trong GA để chỉ số lần GA thực hiện tốt hơn RBS. Cột “Deviation” chỉ độ lệch trung bình giữa RBS và GA.

$$\Delta_1 = \frac{RBS - GA}{GA}$$

Bảng 1. So sánh giữa thuật toán RBS và GA

n	RBS		GA		Deviation
	#time	Cpu(s)	#time	Cpu(s)	Δ_1
100	15	3,59	15	10,00	-1,2%
150	8	16,29	22	10,00	1,3%
200	0	123,90	30	10,00	35,2%
250	0	163,71	30	10,00	35,9%
300	0	342,25	30	10,00	37,5%

5. Kết luận

Chúng tôi đã xây dựng cải tiến thuật toán cho bài toán flow shop 2 máy với mục đích là tối thiểu hóa tổng thời gian trễ bằng thuật toán di truyền GA. Các kết quả tính toán chỉ ra rằng thuật toán GA thực hiện tốt hơn thuật toán *Recovering Beam Search* (RBS) trên cùng bộ dữ liệu.

Một vài hướng nghiên cứu cho tương lai được đề xuất: *Đầu tiên*, chúng tôi sẽ đánh giá phương pháp này với một số thuật toán khác như: tìm kiếm Tabu (*Tabu search*), thuật toán mô phỏng luyện kim (*Simulated annealing*),... *Thứ hai*, thuật toán này sẽ được áp dụng cho trường hợp m máy. *Cuối cùng*, phương pháp này có thể kết hợp với qui hoạch toán học để thực hiện việc tìm kiếm cục bộ (*local search*). Phương pháp *Matheuristic* là sự kết hợp giữa các phương pháp *Meta-heuristic* và *qui hoạch toán học*, các phương pháp này sẽ được áp dụng cho bài toán $F2||\sum T_j$ và mở rộng cho trường hợp m máy. Việc đánh giá các phương pháp này cũng sẽ được xem xét trong tương lai.

Tài liệu tham khảo

Grabowski, J., & Wodecki, M. (2001). New block properties for the permutation flow-shop problem with application in TS. *Journal of the Operational Research Society*, 52, 210–220.

Holland, J. A. (1975). *Adaptation in natural and artificial systems*. University of Michigan Press, Ann Arbor.

Kim, Y. D. (1993). Heuristics for flowshop scheduling problems minimizing mean tardiness. *Journal of Operational Research Society*, 44, 19–28.

Koulamas, C. (1998). A guaranteed accuracy shifting bottleneck algorithm for the two-machine flowshop total tardiness problem. *Computers and Operations Research*, 25, 83–89.

Lenstra, J. K., Rinnooy Kan, A. H. G., & Brucker, P. (1977). Complexity of machine scheduling problems. *Annals of Discrete Mathematics*, 1, 343–362.

Liao, C.-J., Chao-Tang Tseng, & Luarn, P. (2007). A discrete version of particle swarm optimization for flowshop scheduling problems. *Computers & Operations Research*, 34(10), 3099–3111.

<https://doi.org/10.1016/j.cor.2005.11.017>

Nowicki, E., & Smutnicki, C. (1996). A fast tabu search algorithm for the permutation flowshop problem. *European Journal of Operational Research*, 91, 160–175.

Onwubolu, G. C., & Mutingi, M. (1999). Genetic algorithm for minimizing tardiness in flow-shop scheduling. *Production Planning and Control*, 10, 462–471.

Osman, I., & Potts, C. (1989). Simulated annealing for permutation flow-shop scheduling. *Omega*. [https://doi.org/10.1016/0305-0483\(89\)90059-5](https://doi.org/10.1016/0305-0483(89)90059-5)

Pan, J. C.-H., & Fan, E.-T. (1997). Two-machine flowshop scheduling to minimize total tardiness. *International Journal of Systems Science*, 28(4), 405–414. <https://doi.org/10.1080/00207729708929401>

Pan, J. C. H., Chen, J. S., & Chao, C. M. (2002). Minimizing tardiness in a two-machine flow-shop. *Computers and Operations Research*, 29, 869–885.

Sen, T., Dileepan, P., & Gupta, J. N. D. (1989). The two-machine flowshop scheduling problem with total tardiness. *Computers and Operations Research*, 16(4), 333–340.

Tasgetiren, M. F., Liang, Y. C., Sevcli, M., & Gencyilmaz, G. (2007). A particle swarm optimization algorithm for makespan and total flowtime minimization in the permutation flowshop sequencing problem. *European Journal of Operational Research*, 177(3), 1930–1947. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2005.12.024>

Vallada, E., Ruiz, R., & Minella, G. (2008). Minimising total tardiness in the m-machine flowshop problem: A review and evaluation of heuristics and metaheuristics. *Computers & Operations Research*, 35, 1350–1373.

ABSTRACT

Minimizing total tardiness in the two machine flow shop problem by Genetic algorithms

Ta Quang Chieu^{1*}, Đào Thị Thu Van¹, Vu Lan Phuong¹,
Tran Thi Hai Van¹, Ha Thi Thu Hien², Trần Thị Hiệp²

¹Faculty of Information Technology, Hanoi University of Mining and Geology

²Faculty of Information Technology, Vietri University of Industry

We consider in this paper the two-machine flowshop scheduling problem with total tardiness minimization. We propose a genetic algorithm. Some computational experiments are described and the results show that the method outperform other existing methods based on truncated branch-and-bound algorithms. Some future research directions are given.

Keywords: Flow shop; Tardiness; scheduling problem; Genetic

Mạng nơ-ron nhân tạo và ứng dụng xử lý phiếu trả lời trắc nghiệm

Trần Trung Chuyên^{1,*}, Lê Hồng Anh¹, Nguyễn Thị Mai Dung¹, Phạm Quang Hiền¹
¹ Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT

Mạng nơ-ron nhân tạo, một nhánh của trí tuệ nhân tạo, đã được ứng dụng rất thành công trong nhiều lĩnh vực như xử lý ảnh, dự báo, phân tích dữ liệu. Bài báo đề xuất một cách tiếp cận mới để xử lý phiếu trả lời trắc nghiệm bằng ứng dụng của mạng nơ-ron trên nền tảng CoreML và Vision Framework. Một ứng dụng trên iPhone cũng được phát triển để minh họa cho cách tiếp cận này.

Từ khóa: Trắc nghiệm; Học máy; Mạng nơ-ron; iOS; Core ML; Vision Framework.

1. Đặt vấn đề

Hình thức thi trắc nghiệm (TN) là một trong những công cụ đánh giá phổ biến ở Việt Nam hiện nay. Trong Trường Đại học Mở - Địa chất, có rất nhiều học phần sử dụng hình thức thi TN với phiếu trả lời trên giấy để đánh giá kết thúc học phần cũng như đánh giá giữa kỳ. Việc chấm TN hiện nay tại trường chủ yếu vẫn được tiến hành thủ công, tốn nhiều thời gian của giảng viên và có thể dẫn tới sai sót.

Việc chấm TN bằng máy chấm chuyên nghiệp hoặc các phần mềm trên nền tảng di động hay Windows (bao gồm các phiên bản thương mại hoặc miễn phí) sử dụng kỹ thuật nhận dạng đánh dấu (Optical Mark Recognition - OMR) đã được triển khai nghiên cứu và áp dụng trong thực tiễn nhiều năm nay (Deng, 2008), (Nguyen, 2011).

Mạng nơ-ron nhân tạo đã được ứng dụng rất thành công trong nhiều lĩnh vực như xử lý ảnh, dự báo, phân tích dữ liệu. Nhiều nền tảng về học máy, trí tuệ nhân tạo đã được phát triển giúp cho những người lập trình có thể sử dụng thuận tiện và dễ dàng hơn. Gần đây, nó đã được tối ưu hóa để đưa vào nền tảng di động như CoreML - Framework học máy (Machine Learning - ML) đầu tiên của hãng Apple, phát hành năm 2017, tập trung chủ yếu vào phân tích hình ảnh, xử lý ngôn ngữ tự nhiên (Apple, 2018); Vision - Framework áp dụng thuật toán thị giác máy tính để thực hiện nhiều tác vụ khác nhau như phát hiện khuôn mặt, nhận dạng chữ viết, phân loại hoặc nhận dạng đối tượng dựa trên hình ảnh và video (Apple, 2018).

Chính vì vậy, việc nghiên cứu và ứng dụng mạng nơ-ron nhân tạo và các nền tảng của Apple để xây dựng phần mềm chấm trắc nghiệm là một vấn đề mới và có tính cấp thiết trong thực tế vì có thể xử lý nhiều mẫu phiếu trả lời khác nhau bằng giấy thông thường và không cần sử dụng máy quét chuyên dụng. Trong bài báo này, chúng tôi nghiên cứu và trình bày cơ sở lý thuyết của phương pháp và đề xuất một cách tiếp cận mới để xử lý phiếu trả lời trắc nghiệm bằng ứng dụng của mạng nơ-ron trên nền tảng CoreML và Vision Framework. Đây sẽ là những nền tảng ban đầu để có thể xây dựng được phần mềm chấm thi trắc nghiệm chuyên nghiệp và có nhiều ưu điểm vượt trội so với các sản phẩm phần mềm chấm trắc nghiệm dựa trên công nghệ OMR hiện tại.

2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

2.1. CoreML framework và Mạng nơ-ron nhân tạo

Core ML - Framework giúp các nhà phát triển tích hợp các mô hình ML đã được huấn luyện vào ứng dụng của mình (Hình 1). Hầu hết công đoạn phân tích và xử lý hình ảnh trong nghiên cứu này được lập trình với Vision Framework và Core ML.

MLMODEL - Một mô hình ML đã được huấn luyện, là kết quả của việc áp dụng thuật toán ML cho một tập hợp dữ liệu huấn luyện. Mô hình này đưa ra các dự đoán dựa trên dữ liệu đầu vào mới. Ví dụ: (1) một mô hình được huấn luyện về phân loại các mẫu phiếu trả lời TN có thể dự đoán được hình ảnh đưa vào chứa mẫu phiếu trả lời TN là của Trường ĐH Mở - Địa chất hay mẫu phiếu trả lời của Bộ Giáo dục và Đào tạo; (2) một mô hình được huấn luyện về phân loại các phương án trả lời đã được tô đen theo A, B, C, D hay E của bài thi TN có thể dự đoán được phương án trả lời đã chọn của hình ảnh đưa vào là A, B, C, D hay E.

* Tác giả liên hệ

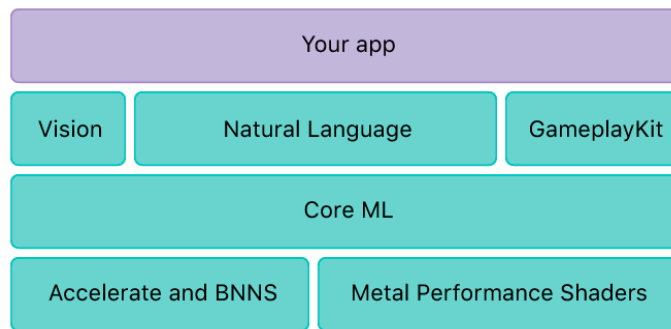
Email: trantrungchuyen@humg.edu.vn



Nguồn: <https://developer.apple.com/documentation/coreml>

Hình 1. Tích hợp mô hình ML vào ứng dụng trên iPhone (Apple, 2018)

Cấu trúc chung của ứng dụng ML được Apple giới thiệu được áp dụng để xây dựng ứng dụng trong nghiên cứu này (Hình 2), trong đó Core ML là nền tảng cho các framework và các hàm chức năng chuyên dụng khác. Core ML hỗ trợ Vision để phân tích hình ảnh; Natural Language để xử lý ngôn ngữ tự nhiên và GameplayKit để đánh giá các cây quyết định đã được huấn luyện. Bản thân Core ML được xây dựng dựa trên các framework nguyên thủy cấp thấp như Accelerate – Framework thực hiện các phép toán học và tính toán hình ảnh quy mô lớn, tối ưu hóa cho hiệu suất cao; BNNS – Framework mạng nơon cơ bản (Basic Neural Network Subroutines - BNNS) và Metal Shaders Metal – Framework tối ưu hóa đồ họa và tính toán hiệu suất với các lõi được tinh chỉnh cho các đặc tính độc đáo của mỗi GPU (Hình 2).



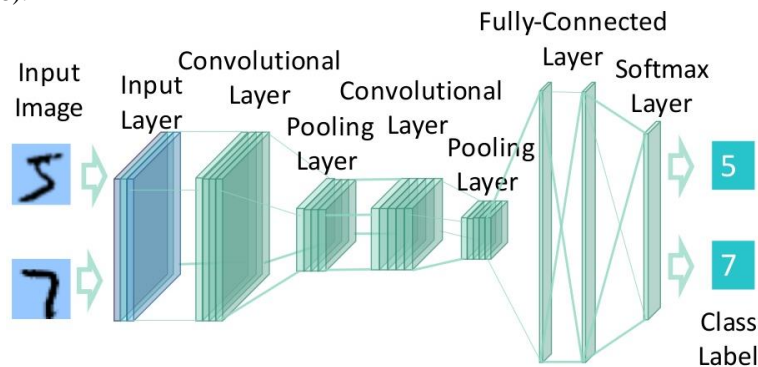
Nguồn: <https://developer.apple.com/documentation/coreml>

Hình 2. Cấu trúc chung của ứng dụng ML (Apple, 2018)

Một mạng nơon là một chuỗi các lớp, mỗi lớp thực hiện một hoạt động lọc dựa trên đầu vào của nó và chuyển kết quả làm đầu vào cho lớp tiếp theo. Đầu ra của lớp cuối cùng là một suy luận được rút ra từ đầu vào ban đầu. Ví dụ, đầu vào ban đầu có thể là một hình ảnh và suy luận có thể là hình ảnh của một đáp án A, hay đầu vào ban đầu có thể là một hình ảnh và suy luận có thể là một ký tự (Hình 3).

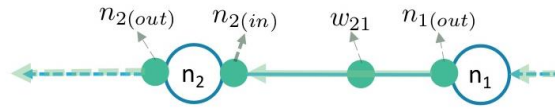
Một lớp bao gồm một bộ lọc cùng với dữ liệu có nguồn gốc từ huấn luyện, và một hàm kích hoạt (Hình 4). Bộ lọc được thiết kế để sử dụng dữ liệu đã được huấn luyện chuyển đến đầu vào.

Trong cấu trúc chung của ứng dụng ML, hãng Apple sử dụng BNNS bao gồm ba lớp: (1) Convolutional Layer - đối với mỗi pixel trong một ảnh đầu vào, lấy pixel đó và các pixel lân cận để kết hợp các giá trị của chúng với trọng số được lấy từ dữ liệu huấn luyện để tính toán pixel tương ứng trong hình ảnh đầu ra; (2) Pooling Layer - lớp tổng hợp tạo ra một hình ảnh đầu ra nhỏ hơn từ hình ảnh đầu vào của nó bằng cách chia hình ảnh đầu vào thành các hình chữ nhật nhỏ hơn; mỗi điểm ảnh trong đầu ra là mức tối đa hoặc trung bình (do người dùng lựa chọn) của các pixel trong ảnh phụ tương ứng, lớp này không sử dụng dữ liệu huấn luyện; (3) Fully-Connected Layer - lấy đầu vào của nó làm véc-tơ, véc-tơ này được nhân với một ma trận có trọng số từ dữ liệu huấn luyện. Véc-tơ kết quả được cập nhật bởi hàm kích hoạt (Apple, 2018).



Nguồn: <https://www.slideshare.net/ckmarkkohchang/applied-deep-learning-1103-convolutional-neural-networks>

Hình 3. Mạng nơon cơ bản (Apple, 2018)



$$n_{2(in)} = w_{21}n_{1(out)}$$

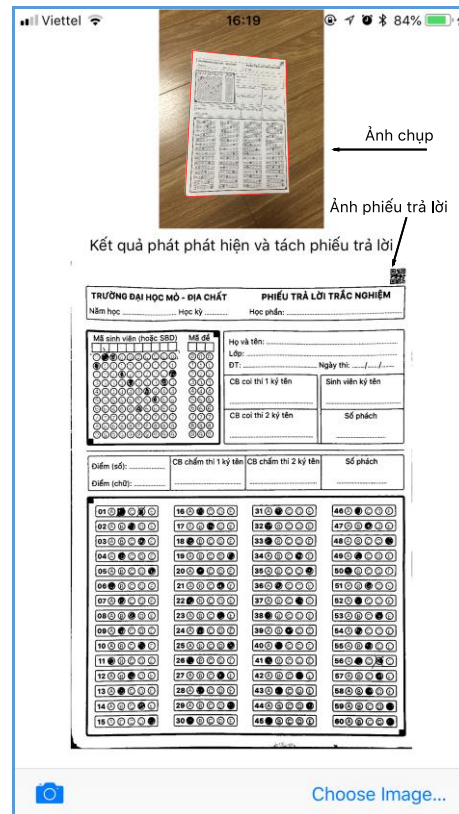
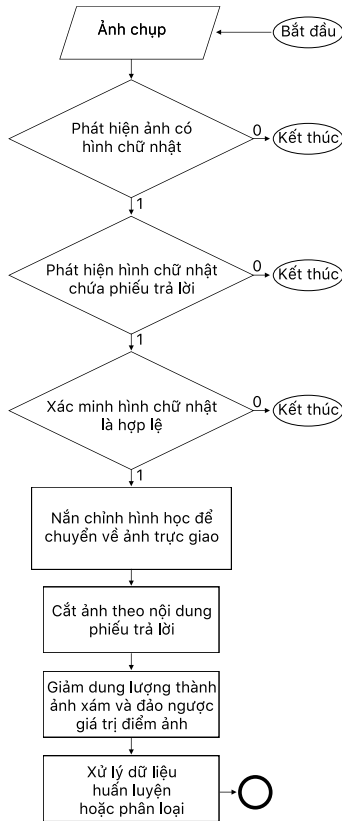
$$n_{2(out)} = g(n_{2(in)}), \quad g \text{ is activation function}$$

Nguồn: <https://www.slideshare.net/ckmarkohchang/applied-deep-learning-1103-convolutional-neural-networks>

Hình 4. Các lớp trong mạng nơron (Apple, 2018)

2.2. Phát hiện và tách phiếu trả lời

Ảnh chụp phiếu trả lời trắc nghiệm bằng smartphone thường chứa những thông tin không mong muốn, ảnh chụp có thể chứa một phần hoặc toàn bộ phiếu trả lời. Cần phải loại bỏ kết quả không mong muốn trước khi xử lý phát hiện đường biên của phiếu trả lời. Kết quả phát hiện đường biên cần phải được xác minh là hợp lệ trước khi tiến hành xử lý hình ảnh. Ảnh chụp cần phải được phát hiện đường biên và nắn chỉnh hình học về ảnh trực giao trước khi xử lý cắt theo nội dung phiếu trả lời. Các bước xử lý làm giảm dung lượng bằng cách chuyển sang ảnh xám hay đảo ngược giá trị điểm ảnh cũng có thể được áp dụng để tối ưu hóa tốc độ xử lý (Hình 5).



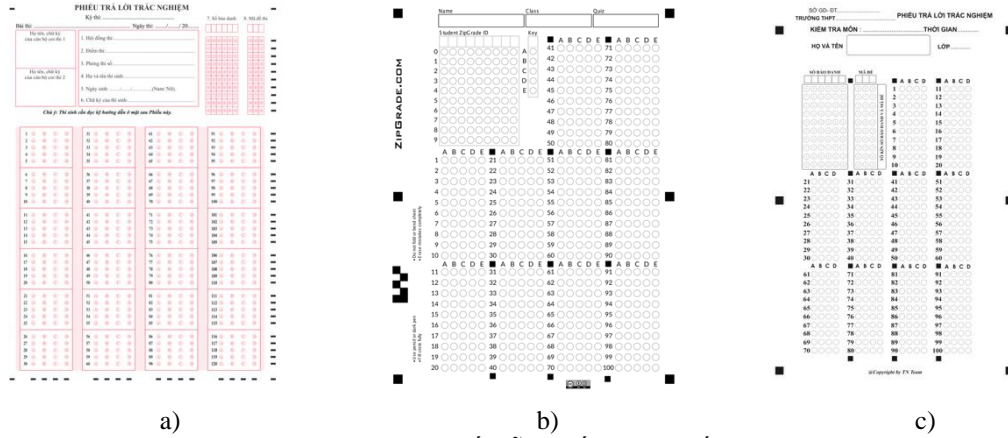
Hình 5. Sơ đồ khối phát hiện và tách phiếu trả lời

2.3. Phân loại phiếu trả lời trắc nghiệm

Phân loại hay phân lớp là một nhiệm vụ cốt lõi trong ML. Dữ liệu cung cấp cho trình phân loại phải thể hiện được cả các “đặc trưng” và các “nhân”. Thông thường, trình phân loại sẽ tìm hiểu sự tương ứng giữa hai đối tượng là đặc trưng và nhân. Sau đó, trình phân loại sẽ truy vấn dữ liệu và phải chỉ ra dưới dạng suy luận dữ liệu đó thuộc nhân nào. Tập hợp những lần truy vấn này tạo thành một bộ dự đoán và độ chính xác dự đoán sẽ dựa trên số lượng truy vấn dự đoán được chính xác trên tổng số lượng truy vấn.

Apple cung cấp công cụ mã nguồn mở có tên Turi Create để tạo các mô hình ML (Apple, 2018), Turi Create hỗ trợ các phương pháp phân loại như “Logistic regression”, “Nearest neighbor classifier”, “Support vector machines (SVM)”, “Boosted Decision Trees”, “Random Forests”, “Decision Tree”, “Image Classifier”.

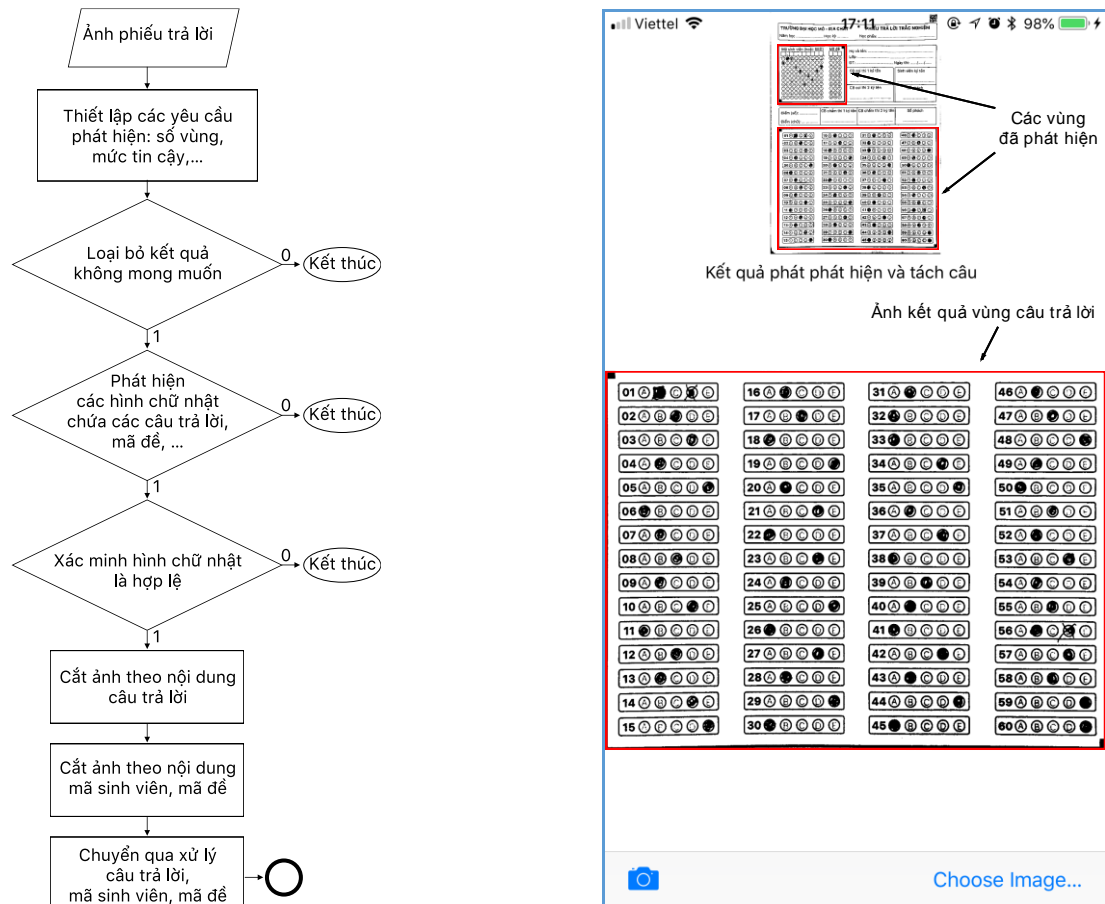
Dữ liệu dùng để huấn luyện tạo mô hình ML là hình ảnh các mẫu phiếu trả lời, cấu trúc chữ và hình trên phiếu trả lời đại diện cho yếu tố “đặc trưng”, tương ứng với nó là một “nhãn”. Hình ảnh các mẫu phiếu trả lời được thu thập để huấn luyện mô hình phân loại phiếu trả lời TN (Hình 6), các mẫu phiếu được đưa vào huấn luyện là mẫu phiếu trả lời của Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Bộ Giáo dục và Đào tạo, ZipGrade (ZipGrade, 2018), và mẫu phiếu của phần mềm TNMAKER (TNMAKER, 2018). Toàn bộ quá trình huấn luyện dữ liệu được thực hiện nhờ bộ công cụ Turi Create.



Hình 6. Một số mẫu phiếu trả lời trắc nghiệm

2.4. Phát hiện và tách vùng chứa câu trả lời

Kết quả xử lý tách phiếu trả lời từ ảnh chụp ban đầu đã được chuyển về ảnh trực giao cho bước tách vùng chứa câu trả lời và thông tin người học cũng như mã đề. Sau khi tách được khu vực chứa các câu trả lời thì tiến hành tách các câu trả lời để tiến hành phân loại đáp án đã tô (Hình 7).



Hình 7. Sơ đồ khối phát hiện và tách câu trả lời

2.5. Phân loại các câu trả lời

Tương tự phân loại phiếu trả lời TN, dữ liệu dùng để huấn luyện tạo mô hình ML về phân loại các đáp án câu trả lời đã được tô đen của bài thi TN, các mẫu câu trả lời dùng để huấn luyện bao gồm cả những câu tô đúng và những câu tô nhầm đáp án (Bảng 1), các đặc trưng là các câu trả lời đã được tô đen và nhãn tương ứng cho các mẫu câu trả lời của các bài thi.

Kết quả huấn luyện dữ liệu dùng để tạo mô hình ML cho bài toán phân loại đáp án. Mô hình ML được tích hợp vào lập trình ứng dụng trên thiết bị di động iPhone.

Bảng 1. Mẫu câu trả lời dùng để huấn luyện tạo mô hình ML về phân loại đáp án

Nhãn "A"	Nhãn "B"	Nhãn "C"	Nhãn "D"
...

3. Kết quả và thảo luận

Nghiên cứu tiến hành thực nghiệm huấn luyện bộ dữ liệu mẫu như thể hiện ở Hình 6 và Bảng 1. Số mẫu phiếu trả lời TN được chọn là 3, mỗi mẫu phiếu chọn 12 phiếu, mỗi phiếu trả lời có 40 câu. Kết quả phân loại sử dụng mô hình ML đã huấn luyện thể hiện ở Bảng 2.

Bảng 2. Kết quả thử nghiệm các mô hình ML về phân loại phiếu trả lời TN và đáp án

TT	Số lượng	Nghiêng (độ)	Xoay (độ)	Tách phiếu %	Phân loại phiếu		Phân loại đáp án	
					Phân loại %	Độ tin cậy %	Phân loại %	Độ tin cậy %
1	30	0	0	100	100	86	100	96
2	30	5	5	100	100	85	100	94
3	30	10	10	100	100	85	100	95

Các đáp án tô bằng các loại/màu mực khác nhau, mức độ đậm/nhạt khác nhau đặc biệt là các đáp án tô nhầm đều được phân loại chính xác, giấy dùng để in phiếu trả lời TN là loại giấy in A4 thông thường. Đối với kỹ thuật OMR, các đáp án cần phải tô bằng bút chì, đáp án phải tô kín ô tròn và phải tô đúng, nếu tô nhầm thì phải tẩy đi để tô lại, phiếu trả lời trắc nghiệm phải đủ độ cứng và dày. Như vậy, với kỹ thuật sử dụng mạng nơron nhân tạo để xử lý bài thi TN đã thể hiện được ưu điểm vượt trội so với kỹ thuật OMR.

4. Kết luận

Bài báo đã trình bày cơ sở lý thuyết của phương pháp một cách ngắn gọn để làm sáng tỏ phương pháp xử lý phiếu trả lời trắc nghiệm bằng ứng dụng của mạng nơron trên nền tảng CoreML và Vision Framework. Kết quả là đã lập trình xây dựng được một ứng dụng trên thiết bị di động iPhone để tiến hành làm thực nghiệm cho kết quả tin cậy. Kết quả này sẽ là những nền tảng ban đầu để có thể xây dựng được phần mềm chấm thi trắc nghiệm chuyên nghiệp và có nhiều ưu điểm vượt trội so với các sản phẩm phần mềm chấm trắc nghiệm hiện tại vì có thể sử dụng loại giấy thông thường và không cần dùng máy quét chuyên dụng.

Lời cảm ơn

Tất cả các đồng tác giả đã đóng góp vào những ý tưởng được trình bày trong bài báo này. Ban biên tập và người phản biện đã cung cấp những nhận xét có giá trị về bản thảo trước đó của bài báo này.

Tài liệu tham khảo

- Apple Developer Documentation. CoreML [online] <https://goo.gl/VQg9B4>, truy cập 11/09/2018.
- Apple Developer Documentation. Vision [online] <https://goo.gl/Du9CLZ>, truy cập 11/09/2018.
- Apple Developer Documentation. BNNS [online] <https://goo.gl/wLqrbR>, truy cập 11/09/2018.
- ZipGrade LLC. A mobile device app that turns your iPhone, iPad, or Android device into an optical scanner for grading paper multiple-choice assessments [online] <https://goo.gl/upfMja>, truy cập 11/09/2018.
- TNMAKER Version 2.1.3(10). [online] <https://goo.gl/g9Jtwe>, truy cập 11/09/2018.
- Apple Inc., Turi Create [online] <https://goo.gl/Wpw7tn>, truy cập 11/09/2018.
- Deng, H., Wang, F., & Liang, B. (2008, December). A low-cost OMR solution for educational applications. In Parallel and Distributed Processing with Applications, 2008. ISPA'08. International Symposium on (pp. 967-970). IEEE.

T. D. Nguyen, Q. H. Manh, P. B. Minh, L. N. Thanh, and T. M. Hoang, "Efficient and reliable camera based multiple-choice test grading system," Proceedings of the International Conference on Advanced Technologies for Communications, Da Nang, Vietnam, pp. 268-271, Aug. 2011.

ABSTRACT

Artificial neural networks and processing answer sheets application

Tran Trung Chuyen¹, Le Hong Anh¹, Nguyen Thi Mai Dung¹, Pham Quang Hien¹

¹*Hanoi University of Mining and Geology*

Artificial Neural Networks is one of the important factors to boost the Fourth Industrial Revolution has been used successfully in many fields such as image processing, forecasting, and data analysis. The paper proposes a new approach to processing multiple choice answer sheet using the Neural Network based on the Core ML and Vision Framework. An iPhone application has also been developed to illustrate this approach.

Keywords: Answer sheets; Machine Learning; Neural Networks; iOS; Core ML; Vision Framework.

Weakly-informed Audio Source Separation based on Nonnegative Matrix Factorization

Tran Thanh Huan¹, Duong Thi Hien Thanh^{2,*}, Nguyen Thu Hang²

¹ Hanoi University of Industry

² Hanoi University of Mining and Geology

ABSTRACT

This paper focuses on using weakly-informed strategy to target the real-world single-channel audio source separation challenge. We use a very abstract semantic information just about the types of audio sources existing in the mixture to find and collect some source examples for training the Generic Source Spectral Model (GSSM). Then, our algorithm exploits the GSSM, which represents the spectral characteristics of audio sources, to guide the separation process based on Nonnegative Matrix Factorization (NMF) model. In order to compare fairly the obtained separation results with other existing methods, we use the well-designed benchmark dataset is from the Signal Separation Evaluation Campaign (SiSEC[†]) for the speech and real-world background noise separation task. Especially, we target to participate the SiSEC challenge so as to bring our developed algorithm to the international research community.

Keywords: source separation; generic source spectral model; NMF; sparsity constraint.

1. Introduction

Audio source separation aims at providing machine listeners with a similar function to the human ears by separating and extracting the signals of individual sources from a given mixture. This technique is known as an effective solution for cocktail party problem in audio signal processing community (Benesty, Makino, and Chen 2005; Makino, Lee, and Sawada 2007). Depending on specific application, some source separation approaches focus on *speech separation*, in which the speech signal is extracted from the mixture containing multiple background noise and other unwanted sounds. Other methods deal with *music separation*, in which the singing voice and certain instruments are recovered from the mixture or song containing multiple musical instruments. The separated source signals may be either listened to or further processed, giving rise to many potential applications. Speech separation is mainly used for speech enhancement in hearing aids, hands-free phones, or automatic speech recognition (ASR) in adverse conditions (Sunohara, Haruta, and Ono 2017; Revit and Schuelein 2013; Sainath et al. 2017). While music separation has many interesting applications, including editing/remixing music post-production, music information retrieval, rendering of stereo recordings, and karaoke (Ewert et al. 2014; Parekh et al. 2017).

State-of-the-art audio source separation algorithms perform quite well in instantaneous or noiseless anechoic conditions, but still far from perfect by the amount of reverberation. Moreover, when the desired sound is corrupted by high-level background noise, the separation performance is even lower (Ono et al. 2015, 2013). That shows addressing the separation of reverberant mixtures, a common case in the real-world recording applications, remains one of the key scientific challenges in the source separation community. Also current studies have shown that the fully blind techniques do not provide sufficient results. Some existing informed source separation techniques using specific guide information, such as music score (Ewert et al. 2014; Emmanuel Vincent et al. 2014), speech transcript (Le Magoarou, Ozerov, and Duong 2015), motion associated with audio-visual objects in a video (Parekh et al. 2017), get outperform results. But such specific information may not be available in different settings. In this context, weakly-informed strategy approach is an effective way to improve separation efficiency and eliminate difficult problems that are lacking in training data. We use a very abstract semantic information just about the types of sources existing in the mixture to find training examples. Such training data

* Tác giả liên hệ

Email: duongthihienthanh@humg.edu.vn

[†] <http://sisec.inria.fr/>

includes only a few short audio files (*e.g.* three or five recording, each has a duration of about 5 seconds) of the same type as the sources in the mixture. They are used to learn the *General Source Spectral Model* (GSSM), then this GSSM is explored in order to guide the separation process.

The structure of the rest of the paper is as follows. We introduce the problem formulation and modeling in Section 2. We then present the proposed weakly-inform source separation algorithm with the details of parameter estimation in Section 3. The effectiveness of the proposed approach are validated in Section 4. Finally we conclude in Section 5.

2. NMF-based audio source separation

2.6. Problem formulation

Let us formulate the single mixture signal, where J sources are observed by a microphone, with indexes

$s(\mathbf{t}), j \in \{1, \dots, J\}$ to indicate specific source j . This mixture signal is denoted by

$$\mathbf{x}(\mathbf{t}) = \sum_{j=1}^J s_j(\mathbf{t}). \quad (1)$$

The mixture and source are time-domain digital signals indexed by $\mathbf{t} \in \{0, \dots, T-1\}$, where T is the length of the signal. Switched to the time-frequency (T-F) domain by applying a short-time Fourier transform (STFT), equation (1) can be written as

$$\mathbf{x}(n, f) = \sum_{j=1}^J s_j(n, f), \quad (2)$$

where $\mathbf{x}(n, f) \in \mathbb{C}$ and $s_j(n, f) \in \mathbb{C}$ denote the T-F representations computed from $\mathbf{x}(\mathbf{t})$ and $s_j(\mathbf{t})$, respectively. $n \in \{1, \dots, N\}$ is the time frame index and $f \in \{1, \dots, F\}$ presents the frequency bin index.

Audio source separation consists in recovering either the J original source signals $s_j(\mathbf{t})$ given the single-channel mixture signal $\mathbf{x}(\mathbf{t})$.

2.7. Audio spectra decomposition

NMF has been widely used for supervised source separation in the literature. Accordingly, a short-time Fourier transform (STFT), is applied to the original signal $\mathbf{x}(\mathbf{t})$. Then the power spectrogram of the STFT coefficients is computed resulting in a nonnegative matrix $\mathbf{V} \in \mathbb{C}^{F \times N}$. NMF aims at finding two nonnegative matrices $\mathbf{W} \in \mathbb{C}^{F \times K}$ and $\mathbf{H} \in \mathbb{C}^{K \times N}$ such that (Lee and Seung 2001)

$$\mathbf{V} \approx \mathbf{W}\mathbf{H}, \quad (3)$$

where K, F and N denote the number of spectral basis, the number of frequency bins, and the number of time frames, respectively (Lee and Seung 2001). The columns of \mathbf{W} represent the spectral basis and their corresponding rows in \mathbf{H} represent the time gain of these spectral basis.

For decomposing a matrix \mathbf{V} into matrices \mathbf{W} and \mathbf{H} , we want to get as close an approximation for equation (3) as possible. This can be achieved by optimizing the cost function (Lee and Seung 2001)

$$\min_{\mathbf{W} \geq 0, \mathbf{H} \geq 0} D(\mathbf{V} \parallel \mathbf{W}\mathbf{H}). \quad (4)$$

Denoting $\hat{\mathbf{V}} = \mathbf{W}\mathbf{H}$, the cost function (4) is defined by $D(\mathbf{V} \parallel \hat{\mathbf{V}}) = \sum_{f=1}^F \sum_{n=1}^N d_{IS}(\mathbf{v}_{fm} \parallel \hat{\mathbf{v}}_{fm})$, where $d_{IS}(x \parallel y) = \frac{x}{y} - \log \frac{x}{y} - 1$ is Itakura-Saito divergence, the most popular divergence for audio signal processing (Févotte, Bertin, and Durrieu 2009; Févotte, Vincent, and Ozerov 2018).

To solve the minimization problem in (4), two parameters \mathbf{W} and \mathbf{H} are usually initialized with random non-negative values and are iteratively updated via the well-known multiplicative update (MU) rules (Lee and Seung 2001).

3. Proposed weakly-informed audio source separation algorithm

We assume that the types of sources in the mixture are known and some recorded examples of such sounds are available. This is actually feasible in practice. For instance, in the speech separation from noisy mixture, one target source is speech and another is noise and one can easily find speech and noise recordings. We need several examples for each type of source because one recording is usually not fully representative of the others and a source like “noise” is poorly defined. However, the amount of training data we need is very small, *e.g.*, three speech files and three noise files, duration of each file is from 5 to 15 seconds. From this assuming, we proposed a weakly-informed single-channel audio source separation method based on NMF, exploiting only few training examples available to guide the separation process. The general pipeline works in the T-F domain after the STFT transform and consists in two phases as shown in Fig. 1: (1) learning GSSM from some training examples by NMF, and (2) decomposing the

observed mixture with the guide of the pre-learned models.

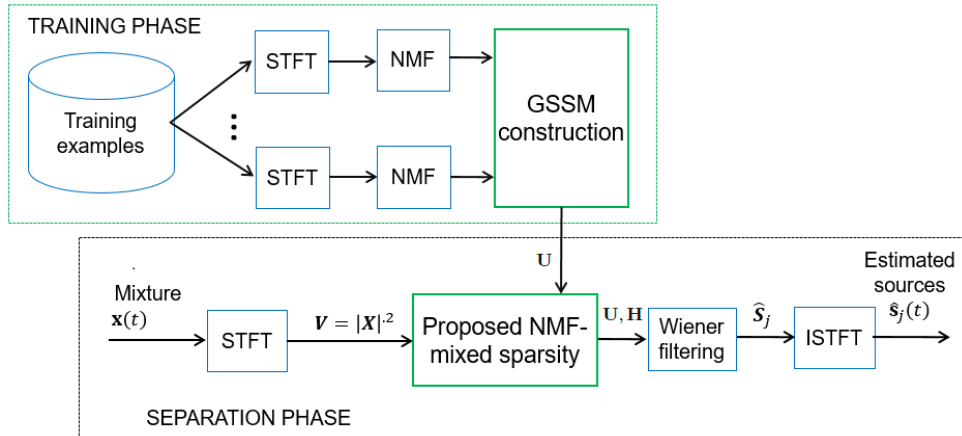


Figure 1. Proposed weakly-informed single-channel source separation algorithm.

Training examples are some audio files of the same type as the sources. Let us denote by $s_j^l(t)$ an l -th single-channel learning example of j -th source. First, $s_j^l(t)$ is used to learn the corresponding NMF spectral dictionary, denoted by \mathbf{W}_j^l , as described in Section 2.2. Then, the GSSM for the j -th source is constructed by $\mathbf{U}_j = [\mathbf{W}_j^1, \dots, \mathbf{W}_j^{L_j}]$. Finally, the GSSM for all sources can be written as $\mathbf{U} = [\mathbf{U}_1, \dots, \mathbf{U}_J]$.

The GSSMs \mathbf{U}_j become large matrices when the number of examples increases, and they are actually redundant matrices since different examples may share similar spectral patterns. Thus, in the model fitting for the mixture spectrogram, sparsity constraint is naturally needed so as to fit only a subset of the large matrix \mathbf{U} to the targeted source. The mixture spectrogram is decomposed by solving the following optimization problem

$$\min_{\mathbf{W} \geq 0, \mathbf{H} \geq 0} D(\mathbf{V} \parallel \mathbf{W}\mathbf{H}) + \lambda \Omega(\mathbf{H}) \quad (5)$$

where $\Omega(\mathbf{H})$ denotes a penalty function imposing sparsity on the matrix \mathbf{H} , and λ is a trade-off parameter determining the contribution of the penalty. In our recent work, we proposed a general form for the penalty function, called mixed sparsity as (Duong et al. 2015, 2018)

$$\Omega(\mathbf{H}) = \gamma \sum_{g=1}^G \log(\epsilon + \|\mathbf{H}_{(g)}\|_1) + (1 - \gamma) \sum_{k=1}^K \log(\epsilon + \|\mathbf{h}_k\|_1) \quad (6)$$

where $\gamma \in [0, 1]$ weights the contribution of each term in mixed group sparsity constraint.

In proposed weakly-informed audio source separation approach, the cost function (5) and the penalty function (6) are used in the model fitting for the mixture spectrogram to guide the source separation phase.

4. Experiment

4.1. Dataset and parameter settings

To validate the performance of the proposed approach, we created two training sets for training the GSSM. Speech training set contains three different speeches from two female voices and one male voice with 10 seconds duration each. Noise training set includes three types of environmental noise: kitchen sound, metro, and field sound with duration varying from 5 to 15 seconds. They are selected from the Diverse Environments Multichannel Acoustic Noise Database (DEMAND)[‡].

We used the benchmark dataset of the ‘‘Two-channel mixtures of speech and real-world background noise’’ (BGN) task within the International Signal Separation and Evaluation Campaign (SiSEC)[§] perform the test. This dataset, called SiSEC-BGN, contains 29 stereo mixtures of 10-second duration and 16 kHz sampling rate. They were the mixture of male/female speeches and real-world noises recorded from different public environments: cafeteria (Ca), square (Sq), and subway (Su). Note that the dataset mentioned was carefully designed by researchers in the audio source separation community and widely used. These recording environments had different reverberation level, in which the mixtures in cafeteria and subway were higher than the mixtures at the square in reverberation level. The signal-to-noise ratio

[‡] <http://parole.loria.fr/DEMAND/>

[§] <https://sisec.inria.fr/sisec-2016/bgn-2016/>

was drawn randomly between -17 and +12 dB by the dataset creators. Overall there were 29 mixtures divided into two sets: the *devset* includes 9 mixtures, and the *testset* contains 20 mixtures.

The parameters were set as follows. The STFT was calculated using a sliding window with a frame length of 1024, 50% overlap. The number of NMF components were set to 32 and 16 for speech and noise, respectively. The number of iterations for MU updates was 100 for the training step and was tested with values from 1 to 100 in the testing in order to investigate the convergence of the algorithm. To consider the sensitivity of the proposed algorithm to the trade-off parameter λ determining the contribution of the sparsity-inducing penalty and the contribution weighting of each penalty term γ , we varied the values of these parameters, $\lambda = \{1, 10, 25, 50, 100, 200, 500\}$, $\gamma = \{0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1\}$.

4.2. Evaluation method

Separated speech results were evaluated using the source-to-distortion ratio (SDR) measuring overall distortion as well as the source-to-interference ratio (SIR) and the source-to-artifacts ratio (SAR). They were measured in dB and averaged over all sources where the higher is the better. These criteria, known as BSS-EVAL metrics, have been mostly used in the source separation community (E. Vincent, Gribonval, and Fevotte 2006).

The results obtained by proposed algorithm over the SiSEC-BGN dataset was submitted to SiSEC 2016 campaign. Our results were compared to the results of several state-of-the-art algorithms, which also participated in the SiSEC campaign over different years since 2013 as following:

- Martinez-Munoz's algorithm (in SiSEC 2013): this algorithm exploits source-filter model for the speech source and the noise source is modeled as a combination of pseudo-stationary broadband noise, impulsive noise, and pitched interferences. The parameter estimation is based on the MU rules employed in NMF (Ono et al. 2013).
- Bryan's algorithm (in SiSEC 2013): this interactive approach exploits human annotation on the mixture spectrogram to guide and refine the source separation process. The modeling is based on the probabilistic latent component analysis (PLCA), which is equivalent to NMF (Bryan and Mysore 2013).
- López's algorithm (in SiSEC 2015) : uses spectral subtraction, they designs the demixing matrix and the post-filters based on a single-channel source separation method (Ramirez Lopez et al. 2015).
- Liu's method (in SiSEC 2016): performs Time Difference of Arrival (TDOA) clustering based on Generalized Cross Correlation Phase Transform (GCC-PHAT) (Liutkus et al. 2017).

Table 1. Speech separation performance obtained on the SiSEC-BGN. *_* indicates submissions by the authors and “-” indicates missing information.

Method		devset				testset						
		Ca1	Sq1	Su1	Average	Ca1	Ca2	Sq1	Sq2	Su1	Su2	Average
Martinez-Munoz* (SiSEC 2013)	SDR	5.4	9.6	1.5	6.4	3.4	3.7	9.0	10.9	5.0	2.2	6.1
	SIR	15.4	17.3	5.8	14.1	14.6	17.1	18.6	20.5	23.2	5.9	17.1
	SAR	6.1	10.7	5.8	7.9	4.2	4.0	9.9	11.5	5.2	6.0	7.0
Bryan* (SiSEC 2013)	SDR	5.6	10.2	4.2	7.3	3.7	3.8	13.1	12.9	5.6	5.6	7.8
	SIR	18.4	15.6	13.6	16.1	13.9	16.5	21.8	18.2	21.4	23.0	18.5
	SAR	5.9	12.1	4.9	8.4	4.5	4.2	13.7	14.6	5.7	5.7	8.5
López* (SiSEC 2015)	SDR	-	-	-	-	4.0	4.5	5.1	11.0	-3.8	3.9	4.9
	SIR	-	-	-	-	14.9	16.1	9.6	16.3	-1.6	8.8	12.1
	SAR	-	-	-	-	4.7	5.0	8.6	13.0	4.3	6.3	7.3
Liu* (SiSEC 2016)	SDR	1.9	-3	-10.6	-3.1	1.6	2.7	-4.4	1.9	-12.6	-1.2	-1.0
	SIR	4	-2.9	-9.7	-2.1	4.5	7.7	-4.3	2.4	-12.2	0.1	0.9
	SAR	7.5	16.4	6.9	11.3	6.5	5.5	18.8	16.9	10.3	8	11.4
Proposed (SiSEC 2016)	SDR	5.6	9.3	4.1	6.9	3.7	4.3	10.1	11.6	5.3	4.2	6.9
	SIR	14.9	15.4	12.1	14.5	13.2	15	17.9	18.2	19.3	9.3	15.7
	SAR	6.3	10.7	5.3	8.0	4.8	4.9	11.1	12.7	5.5	6.6	7.9

4.3. Results and discussion

Table 1 shows the speech separation performance obtained by the proposed algorithm over the SiSEC-

BGN dataset compared to the results of the state of the art methods which participated in the SiSEC campaign over different years since 2013. Note that these measures were calculated by the SiSEC organization committee and published in (Liutkus et al. 2017; Ono et al. 2015, 2013). It can be seen that:

Comparing to the results of Liu's method in the SiSEC 2016 campaign, our method clearly outperformed Liu's method in all noisy environments in terms of SDR and SIR but worse for the SAR. However, with the better performance in terms of two criteria, especially the superiority (greater than 10 dB and 7.9 dB for devset and testset, respectively) in terms of the most important criterion SDR, our method was better judged than Liu's method by the SiSEC 2016 organizing committee (Liutkus et al. 2017).

Taking into account the results of results of the state of the art methods submitted to the SiSEC campaign over different years since 2013, our method outperforms all other methods, except Bryan's method, in terms of the energy-based criterion SDR, SIR and SAR. This confirms the effectiveness of the proposed approach where the GSSM is successfully exploited by NMF with mixed group sparsity constraint in the case that the training data are not available. It should be noted that Bryan's method (Ewert et al. 2014) uses human annotation on the mixture spectrogram to guide and refine the source separation process, so it is a supervised approach and not applicable without an audio expert.

5. Conclusion

Real-world sound scenes are usually very complicated as they are mixtures of many different sound sources. Thus, the creation of machine listening algorithms that can automatically separate sound sources in the real-world recording conditions has remained very challenging.

We have proposed a novel single-channel audio source separation algorithm weakly guided by some source examples. This algorithm exploits the GSSM, which represents the spectral characteristics of audio sources, to guide the separation process based on NMF. With that, a new sparsity-inducing penalty for the cost function has also been proposed. We have validated the speech performance of the proposed algorithm in different settings with the SiSEC-BGN dataset, which was carefully designed by researchers in the audio source separation community and widely used. Future work can extend the proposed approach to the multichannel case where the source spatial model is incorporated with the proposed spectral NMF model and combine the proposed algorithm with other microphone array techniques (e.g. source localization, dereverberation, post-filtering) to complete the source separation pipeline.

References

- Benesty, Jacob, S Makino, and J Chen. 2005. *Speech Enhancement*. Berlin: Springer.
- Bryan, Nicholas J., and Gautham J. Mysore. 2013. 'An Efficient Posterior Regularized Latent Variable Model for Interactive Sound Source Separation'. In . JMLR.org.
- Duong, Hien-Thanh T., Quoc-Cuong Nguyen, Cong-Phuong Nguyen, Thanh-Huan Tran, and Ngoc Q. K. Duong. 2015. 'Speech Enhancement Based on Nonnegative Matrix Factorization with Mixed Group Sparsity Constraint'. In *Proceedings of the Sixth International Symposium on Information and Communication Technology*, 247–51. ACM Press.
- Ewert, Sebastian, Bryan Pardo, Meinard Mueller, and Mark D. Plumbley. 2014. 'Score-Informed Source Separation for Musical Audio Recordings: An Overview'. *IEEE Signal Processing Magazine* 31 (3): 116–24.
- Févotte, Cédric, Emmanuel Vincent, and Alexey Ozerov. 2018. 'Single-Channel Audio Source Separation with NMF: Divergences, Constraints and Algorithms'. In *Audio Source Separation*. Springer.
- Févotte, Cédric, Nancy Bertin, and Jean-Louis Durrieu. 2009. 'Nonnegative Matrix Factorization with the Itakura-Saito Divergence: With Application to Music Analysis'. *Neural Computation* 21 (3): 793–830.
- Hien Duong, Thanh Thi, Phuong Cong Nguyen, and Cuong Quoc Nguyen. 2018. 'Exploiting Nonnegative Matrix Factorization with Mixed Group Sparsity Constraint to Separate Speech Signal from Single-Channel Mixture with Unknown Ambient Noise'. *EAI Endorsed Transactions on Context-Aware Systems and Applications* 4 (13): 154342.
- Le Magoarou, Luc, Alexey Ozerov, and Ngoc Q. K. Duong. 2015. 'Text-Informed Audio Source Separation. Example-Based Approach Using Non-Negative Matrix Partial Co-Factorization'. *Journal of Signal Processing Systems* 79 (2): 117–31.
- Lee, Daniel D., and H. Sebastian Seung. 2001. 'Algorithms for Non-Negative Matrix Factorization'. In *Advances in Neural Information Processing Systems 13*, edited by T. K. Leen, T. G. Dietterich, and V.

Tresp, 556–562. MIT Press.

Liutkus, Antoine, Fabian-Robert Stöter, Zafar Rafii, Daichi Kitamura, Bertrand Rivet, Nobutaka Ito, Nobutaka Ono, and Julie Fontecave. 2017. ‘The 2016 Signal Separation Evaluation Campaign’. In *Latent Variable Analysis and Signal Separation*, edited by Petr Tichavský, Massoud Babaie-Zadeh, Olivier J.J. Michel, and Nadège Thirion-Moreau, 10169:323–32. Cham: Springer International Publishing.

Makino, S., Te-Won Lee, and Hiroshi Sawada. 2007. *Blind Speech Separation*. Dordrecht, the Netherlands: Springer.

Ono, Nobutaka, Zbynek Koldovsky, Shigeki Miyabe, and Nobutaka Ito. 2013. ‘The 2013 Signal Separation Evaluation Campaign’. In , 1–6. IEEE.

Ono, Nobutaka, Zafar Rafii, Daichi Kitamura, Nobutaka Ito, and Antoine Liutkus. 2015. ‘The 2015 Signal Separation Evaluation Campaign’. In *Latent Variable Analysis and Signal Separation*, edited by Emmanuel Vincent, Arie Yeredor, Zbyněk Koldovský, and Petr Tichavský, 9237:387–95. Cham: Springer International Publishing.

Parekh, Sanjeel, Slim Essid, Alexey Ozerov, Ngoc Q. K. Duong, Patrick Perez, and Gael Richard. 2017. ‘Motion Informed Audio Source Separation’. In *2017 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, 6–10. New Orleans, LA: IEEE.

Ramirez Lopez, A., N. Ono, U. Remes, K. Palomaki, and M. Kurimo. 2015. ‘Designing Multichannel Source Separation Based on Single-Channel Source Separation’. In *2015 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, 469–73. South Brisbane, Queensland, Australia: IEEE.

Revit, Lawrence J., and Robert B. Schulein. 2013. ‘SOUND REPRODUCTION METHOD AND APPARATUS FOR ASSESSING REAL-WORLD PERFORMANCE OF HEARING AND HEARING AIDS’. *The Journal of the Acoustical Society of America* 133 (2): 1196.

Sainath, Tara N., Ron J. Weiss, Kevin W. Wilson, Bo Li, Arun Narayanan, Ehsan Variiani, Michiel Bacchiani, et al. 2017. ‘Multichannel Signal Processing With Deep Neural Networks for Automatic Speech Recognition’. *IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing* 25 (5): 965–79.

Sunohara, Masahiro, Chiho Haruta, and Nobutaka Ono. 2017. ‘Low-Latency Real-Time Blind Source Separation for Hearing Aids Based on Time-Domain Implementation of Online Independent Vector Analysis with Truncation of Non-Causal Components’. In , 216–20. IEEE.

Vincent, E., R. Gribonval, and C. Fevotte. 2006. ‘Performance Measurement in Blind Audio Source Separation’. *IEEE Transactions on Audio, Speech and Language Processing* 14 (4): 1462–69.

Vincent, Emmanuel, Nancy Bertin, Remi Gribonval, and Frederic Bimbot. 2014. ‘From Blind to Guided Audio Source Separation: How Models and Side Information Can Improve the Separation of Sound’. *IEEE Signal Processing Magazine* 31 (3): 107–15.

TÓM TẮT

Tách nguồn âm thanh với thông tin hướng dẫn yếu sử dụng mô hình thừa số hóa ma trận không âm

Trần Thanh Huân¹, Dương Thị Hiền Thanh², Nguyễn Thu Hằng²

¹ Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

² Trường Đại học Mở - Địa chất

Bài báo đề xuất thuật toán phân tách các nguồn âm thanh từ tín hiệu thu âm đơn kênh trong môi trường thực chứa nhiều âm thanh khác nhau theo hướng sử dụng ít thông tin hướng dẫn. Chúng tôi sử dụng thông tin về các loại âm thanh có trong hỗn hợp để tìm và thu thập một số ví dụ cho bước học ma trận phổ tổng quát GSSM. Sau đó, thuật toán khai thác ma trận GSSM để hướng dẫn quá trình tách nguồn dựa trên NMF kết hợp với ràng buộc thừa. Để so sánh các kết quả phân tách của thuật toán đề xuất với các phương pháp hiện có khác, chúng tôi đã thực hiện thí nghiệm với tập dữ liệu SiSEC, được thiết kế và sử dụng phổ biến trong cộng đồng tách nguồn âm thanh.

Từ khóa: source separation; generic source spectral model; NMF; sparsity constraint.

Thuật toán đa thức tuyến tính giải bài toán MaxMin định vị

Lê Thanh Huệ^{1,*}, Nguyễn Thế Bình¹, Phạm Thị Nguyệt¹
¹ Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT

Trong bài báo cáo này chúng tôi trình bày một hướng tiếp cận mới với độ phức tạp tính toán đa thức ở mức tuyến tính để giải bài toán Max Min định vị. Bài toán có nhiều ứng dụng trong thực tế và có thể giải được bằng công cụ Quy hoạch nguyên (sử dụng phương pháp Đơn hình của Danzig và siêu phẳng cắt Gomory [2]). Tuy nhiên ở đây, dựa vào cấu trúc đặc thù của bài toán, chúng tôi đưa ra thuật toán có thời gian đa thức theo số biến và số ràng buộc của bài toán. Thuật toán tìm được lời giải tối ưu sau không quá n bước lặp.

Từ khóa: Đa thức; Tuyến tính; Nguyên.

1. Đặt vấn đề

Xét bài toán:

$$\text{Max}_x \text{Min}_j c_j x_j + d_j \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i, \quad i = 1, \dots, m \quad (2)$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, n \quad (3)$$

$$x_j \text{ nguyên}, \quad j = 1, \dots, n \quad (4)$$

Trong đó $a_{ij}, b_i, c_j, d_j \geq 0$. Không giảm tính chất tổng quát, giả thiết là $d_j \leq d_{j+1}$. Bài toán (1) – (4) là bài toán có nhiều ứng dụng thực tế và có thể giải được bằng các công cụ quy hoạch nguyên tuyến tính như phương pháp đơn hình và phương pháp siêu phẳng cắt. Tuy nhiên, ở đây dựa vào cấu trúc đặc thù của bài toán, chúng tôi đề xuất hướng tiếp cận với một thuật toán có thời gian tuyến tính đối với số biến và số ràng buộc của bài toán.

2. Thuật toán

Để làm cơ sở xây dựng thuật toán, chúng ta có các khẳng định sau và đã được chứng minh về mặt lý thuyết.

Bổ đề 1. Nếu x^* là nghiệm tối ưu của bài toán (1) – (3) và x_1^*, \dots, x_k^* là các tọa độ dương. Lúc đó

$$c_1 x_1^* + d_1 = \dots = c_k x_k^* + d_k.$$

Bổ đề 2. Giả sử x^* là nghiệm tối ưu của bài toán (1) – (3). Lúc đó tồn tại ít nhất một chỉ số k sao cho

$$\sum_{j=1}^n a_{kj} x_j^* = b_k.$$

Định lý 1. Gọi t_i là giá trị tối ưu của hàm mục tiêu của bài toán $\text{Max}_x \text{Min}_j c_j x_j + d_j$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i, \quad x_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, n$$

và

$$t_k = \text{Min}_i t_i.$$

Lúc đó: $x_j^* = (t_k - d_j) / c_j, j = 1, \dots, n$ sẽ là nghiệm tối ưu của bài toán (1) – (3).

Định lý 2: Giả sử $d_1 = d_2 = \dots = d_n = 0$. Lúc đó nghiệm tối ưu của bài toán (1) – (3) được xác định bởi:

* Tác giả liên hệ

Email: lethanhhue@humg.edu.vn

$$x_j = \frac{t}{c_j}, j = 1, \dots, n \text{ với } t = \min_i \left\{ \frac{b_i}{\sum_{j=1}^n (a_{ij}/c_j)} \right\}$$

Định lý 3. Các tọa độ dương và x_1^*, \dots, x_k^* của nghiệm tối ưu x^* bài toán (1) – (3) được xác định bởi công thức

$$x_j^* = \frac{(t - d_j)}{c_j}, j = 1, \dots, k$$

Trong đó
$$t = \min_i \left\{ \frac{b_i}{\sum_{j=1}^k (a_{ij}/c_j)} \right\}$$

Từ các khẳng định trên, chúng ta xây dựng các bước thuật toán A, B, C dưới đây để giải bài toán (1) – (3) và các bước thuật toán D để giải bài toán (1) – (4).

2.1. Thuật toán A

Bước $k = 1, 2, \dots$

1. Tính:
$$t = \min_i \left\{ \frac{b_i}{\sum_{j=1}^k (a_{ij}/c_j)} \right\}$$

$$x_j = \frac{(t - d_j)}{c_j}, j = 1, \dots, k$$

2. Nếu $c_k x_k + d_k > d_{k+1}$, thì chuyển qua bước $k = k + 1$.

Ngược lại, nghiệm tối ưu của bài toán là:

$$x_j^* = \frac{(t - d_j)}{c_j}, j = 1, \dots, k$$

$$x_j^* = 0, j = k + 1, \dots, n$$

Thuật toán A bắt đầu từ $j = 1$ và lặp lại cho $j = j + 1$ cho tới khi xác định hết các tọa độ dương của nghiệm tối ưu. Như vậy thuật toán A dừng sau không quá n bước lặp.

Trong trường hợp số tọa độ dương chiếm đa số thì sự tính toán lại bắt đầu từ biến cuối x_n . Để thực hiện điều đó, chúng ta xây dựng thuật toán sau:

2.2. Thuật toán B

Bước $k = n, n - 1, \dots$

1. Tính:
$$t = \min_i \left\{ \frac{b_i}{\sum_{j=1}^k (a_{ij}/c_j)} \right\}$$

$$x_j^* = \frac{(t - d_j)}{c_j}, j = 1, \dots, k$$

2. Nếu: $x_k \geq 0$, dừng và nghiệm tối ưu của bài toán là:

$$x_j^* = \frac{(t - d_j)}{c_j}, j = 1, \dots, k$$

$$x_j^* = 0, j = k + 1, \dots, n$$

Ngược lại, chúng ta tìm chỉ số l lớn nhất mà $x_l = 0$. Lấy $k = l$ và trở lại bước k .

Trường hợp số lượng các tọa độ có giá trị dương và các tọa độ có giá trị bằng không tương đương nhau hoặc không quá chênh lệch, thì việc tính toán sẽ được thực hiện theo thuật toán C sau đây

2.3. Thuật toán C

1. Tìm chỉ số k sao cho $d_k \leq \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n d_j$ (nếu có nhiều chỉ số k đạt điều kiện như vậy thì chúng ta chọn chỉ số k nhỏ nhất)

$$2. \text{ Tính } t = \min_i \left\{ b_i / \sum_{j=1}^k (a_{ij} / c_j) \right\}$$

$$x_j = (t - d_j) / c_j, j = 1, \dots, k$$

3. Lúc này sẽ xảy ra 3 trường hợp

a/ Nếu $x_k = 0$ dừng thuật toán và nghiệm tối ưu sẽ là:

$$x_j^* = (t - d_j) / c_j, j = 1, \dots, k$$

$$x_j^* = 0, j = k + 1, \dots, n$$

b/ Nếu $x_k < 0$, tìm chỉ số lớn nhất mà $x_l = 0$. Lấy $k = l$ và trở lại bước 2.

c/ Nếu $x_k > 0$, chuyển sang bước 4.

4. Nếu $c_k x_k + d_k \leq d_{k+1}$, dừng, nghiệm tối ưu là:

$$x_j^* = (t - d_j) / c_j, j = 1, \dots, k$$

$$x_j^* = 0, j = k + 1, \dots, n$$

Ngược lại sang bước 5.

5. Lấy $k = k + 1$. Tính:

$$t = \min_i \left\{ b_i / \sum_{j=1}^k (a_{ij} / c_j) \right\}$$

$$x_j = (t - d_j) / c_j, j = 1, \dots, k$$

Về bước 4.

Chúng ta dễ nhận thấy rằng nếu các đại lượng d_j chênh lệch nhau không nhiều và giá trị t đủ lớn thì khả năng hầu hết các tọa độ trong nghiệm tối ưu sẽ nhận giá trị dương. Ngược lại, nếu các đại lượng d_j chênh lệch nhau và rất lớn so với giá trị t thì lúc đó số lượng các tọa độ dương sẽ rất ít. Để quyết định nên dùng thuật toán nào, có thể tiến hành bước thử đơn giản sau:

Tính:

$$t = b_i / \sum_{j=1}^n (a_{ij} / c_j)$$

$$x_j = (t - d_j) / c_j, j = 1, \dots, n$$

Với i là chỉ số bất kỳ nào đó của các ràng buộc, thông thường lấy ngay $i = 1$. Nếu các tọa độ dương rất ít, sử dụng thuật toán A. Nếu các tọa độ âm không có hoặc rất ít, sử dụng thuật toán C. Nếu không xảy ra hai thái cực trên thì hợp lý là nên dùng thuật toán B. Trong thực tế bài toán (1) – (3) thông thường có số biến lớn, do vậy việc tính toán mất nhiều thời gian. Bởi vậy việc lựa chọn các thuật toán A hay B hoặc C có ảnh hưởng nhiều đến thời gian tính toán.

Sau khi đã tìm được nghiệm tối ưu của bài toán liên tục (1) – (3), ta có thể tìm được nghiệm tối ưu của bài toán rời rạc (1) – (4) nhờ thuật toán D dưới đây.

2.4. Thuật toán D

1. Giả sử x^* là nghiệm tối ưu của bài toán liên tục. Lấy:

$$x_j^o = [x_j^*], j = 1, \dots, n$$

với $[x]$ là phần nguyên của x .

2. Tìm $c_i x_i^o + d_i = \min \{c_j x_j + d_j\}$

Lấy $x_i^o = x_i^o + 1$

3. Kiểm tra tính chấp nhận của x^o :

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j^o \leq b_k, \quad i = 1, \dots, m$$

Nếu x^o thỏa mãn các ràng buộc, quay trở lại bước 2. Ngược lại, lấy $x_i^o = x_i^o - 1$ và dừng. x^o là nghiệm tối ưu của bài toán (1) – (4).

Định lý 4. Giả sử k là số các tọa độ dương của nghiệm tối ưu x^* của bài toán (1) – (3). Lúc đó, thuật toán trên cho nghiệm tối ưu x^o của bài toán (1) – (4) sau không quá k bước, thử tính chấp nhận của x^o .

4. Kết luận

Bài toán (1)-(4) là lớp bài toán Quy hoạch nguyên. Trong trường hợp tổng quát nó thuộc lớp bài toán NP đầy đủ ([2]). Với giả thiết các dữ liệu đầu vào là các số không âm, thì thuật toán đề xuất trên đây thuộc lớp P - có thời gian tính toán đa thức. Trong thời gian tới chúng tôi sẽ tiến hành lập trình tính toán thử nghiệm bằng các bộ dữ liệu chuẩn và sẽ có công bố mới.

Tài liệu tham khảo

Michael J. Panik. 2018. Linear Programming and Resource Allocation Modelling, John Wiley & Sons, Inc.

Laurence A. Wolsey. 1998. Integer programming. Wiley. ISBN 978-0-471-28366-9.

Lussh, D. Smith. 1986. Resource Allocation among Competing Activities: A Lexicographic Minimax Approach. Opns. Res. Leh (November).

[Michell, J. c. 1985. A Hierarchical Production Planning model to Allocate Scarce Resources. AT & Bell Labs. Holmdel, N.J (December).

ABSTRACT

Linear polynomial algorithm for solving MaxMin problem

Le Thanh Hue¹, Nguyen The Binh¹, Pham Thi Nguyet¹

¹ Hanoi University of Mining and Geology

In this paper we present a new approach with linear polynomial complexity to solve the Max Min problem of positioning. The problem has many practical applications and it can be solved by linear programming technique with simplex method and Gomory cut [2]. However, based on the unique structure of each problem, we develop an algorithm with polynomial time in accordance with the number of variables and constraints of the problem. The algorithm finds the optimal solution after no more than n steps.

Keywords: polynomial; Linear; Original.

Ứng dụng của IoT trong ngành mỏ và khả năng áp dụng tại Việt Nam

Nguyễn Duy Huy^{1,*}

¹ Trường Đại học Mỏ - Địa chất

TÓM TẮT

IoT (Internet of Things) là nền tảng công nghệ của cuộc cách mạng công nghiệp 4.0. Theo [ICTNews, 2017], đến năm 2020 thế giới sẽ có khoảng 20,4 tỉ thiết bị kết nối vào mạng Internet. IoT sẽ được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực của đời sống kinh tế, xã hội, trong đó có ngành khai thác mỏ. Bài báo này trình bày tổng quan về các ứng dụng của IoT nói chung, trong ngành mỏ nói riêng cũng như đánh giá khả năng triển khai ứng dụng IoT trong các công đoạn của dây chuyền khai thác mỏ. Bên cạnh đó, bài báo cũng đề xuất một số kiến nghị để triển khai ứng dụng IoT trong ngành mỏ có hiệu quả hơn.

Từ khóa: IoT; công nghiệp 4.0; khai thác mỏ

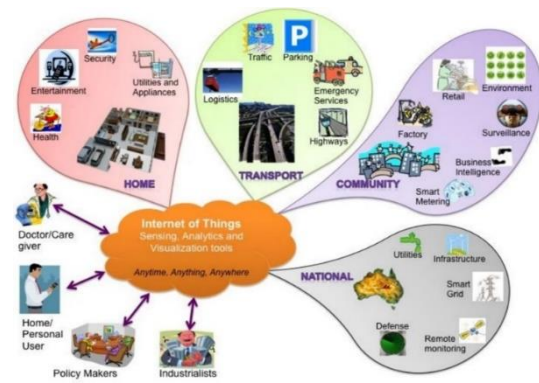
1. Đặt vấn đề

Những tiến bộ gần đây của khoa học, công nghệ và thương mại đã mở ra nhiều cơ hội phát triển kinh tế - xã hội. Thế giới nói chung, Việt Nam nói riêng đang chuẩn bị bước vào cuộc cách mạng công nghiệp 4.0, trong đó IoT đóng vai trò then chốt đến sự thành công của cuộc cách mạng. IoT được dự báo sẽ được triển khai trong nhiều lĩnh vực khác nhau như truyền thông, công nghiệp, y tế, giáo dục, phân tích dữ liệu v.v. Trong mô hình IoT, các đối tượng xung quanh chúng ta đều có thể kết nối với nhau và kết nối vào mạng Internet. IoT kết nối con người, máy móc, đồ vật và các dịch vụ để tạo ra sự kết nối liên tục nhằm trao đổi thông tin, tăng cường các quyết định thời gian thực và mở ra những cơ hội mới trong các lĩnh vực của đời sống [SAP affiliate company, 2014].

IoT lần đầu tiên được giới thiệu bởi Kevin Ashton vào năm 1999. IoT được phát biểu như hệ thống ở đó mạng Internet kết nối thế giới thực thông qua mạng toàn cầu sử dụng các bộ cảm biến dữ liệu. Ngày nay, IoT được phát biểu gắn liền với việc sử dụng và người sử dụng nó. Cụ thể, IoT là sự sắp xếp mạng toàn cầu động với khả năng tự tổ chức dựa trên chuẩn và các giao thức truyền thông tương thích trong đó những đồ vật (Things) vật lý và đồ vật ảo có bản sắc, đặc tính vật lý, và đặc tính ảo, sử dụng các bề mặt thông minh và được tích hợp hiệu quả vào mạng Internet.

Hình 1 mô tả về các ứng dụng khác nhau của IoT. Trong đó có một loại IoT rất thú vị đó là IoT công nghiệp (IIoT – Industrial IoT). IIoT là việc sử dụng các công nghệ IoT trong các nhà máy chế tạo. IoT có sự hỗ trợ làm thay đổi lớn cho các công đoạn khai thác mỏ và kim loại [SAP affiliate company, 2014].

Khai thác mỏ là hoạt động khai phá các vỉa kim loại và khoáng sản tạo ra giá trị kinh tế cho thị trường [www.wikipedia.com, 2018]. IoT đang mở ra những cơ hội cho các công ty khai thác mỏ theo đuổi sự trực quan, an toàn và hiệu quả trong khai thác. Công tác khai thác mỏ gắn với việc thu thập dữ liệu, phân tích và tính toán để cải thiện hiệu quả công việc, lợi nhuận, tối ưu tiến trình sản xuất và tăng cường quản lý. IIoT gồm học máy và công nghệ dữ liệu lớn khai thác dữ liệu cảm biến, giao tiếp máy-máy và các công nghệ tự động hóa có mặt trong thế giới công nghiệp. IIoT đề cập đến các máy thông minh mà tốt hơn con người trong việc thu thập và truyền dữ liệu một cách đồng bộ với độ chính xác cao. IIoT có tiềm năng lớn về quản lý chất lượng, phát triển xanh và bền vững, truy xuất nguồn gốc chuỗi cung ứng. Trong ngành công nghiệp mỏ, nhiều công ty khác nhau như Rio Tinto, GE, và BHP v.v. triển khai công nghệ IIoT bằng cách sử dụng xe tải không người lái trong quá



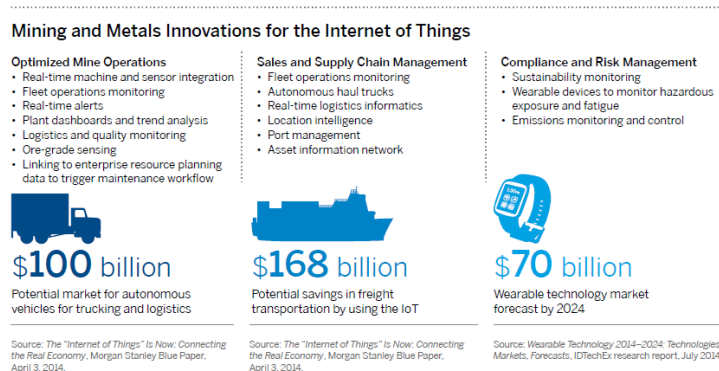
Hình 1. Các ứng dụng của IoT [J. gubbi et al, 2013].

* Tác giả liên hệ

Email: nguyenduyhuy@humg.edu.vn

trình khai thác. Những công ty này cũng thực nghiệm với hệ thống khoan độc lập, có thể hoạt động mà không cần sự can thiệp của con người vào những năm tới. Những người dùng hiểu biết trong ngành khai thác mỏ đang tận dụng tối đa công nghệ này. Những thuận lợi chính mà những người lao động trong mỏ đã nhận ra khi ứng dụng công nghệ IoT gồm [The boss magazine, 2014]: 1) IoT cung cấp những tiến bộ trong các kỹ thuật tự động hóa bằng việc phát triển mạng thiết bị ảo được sử dụng trong điều hành, như vậy chúng có thể làm việc đồng thời. Điều này mang đến nhiều dữ liệu hơn và ít sự phỏng đoán hơn dẫn đến dự báo chính xác hơn; 2) IoT giúp cho ngành mỏ nơi làm việc an toàn hơn bằng cách loại bỏ các nguy cơ sụp đổ của các đường lò không ổn định hoặc chấn thương do hoạt động của các xe tải mỏ bằng cách cung cấp dữ liệu thời gian thực cho phép dự báo nơi những sự cố có thể xảy ra; 3) IIoT trong khai thác mỏ giúp mỏ phát hiện những bộ phận yếu kém của thiết bị khi sửa chữa và bảo trì; 4) IoT loại trừ sự phỏng đoán về phát triển và duy trì vị trí mỏ cho phép nhiều sản phẩm hơn được khai thác và xử lý trong thời gian ngắn hơn; 5) IoT trong khai thác mỏ giúp tiết kiệm năng lượng trong việc phát triển và duy trì mỏ và giúp mỏ dễ dàng hơn trong việc trang trải toàn bộ chi phí và sinh ra lợi nhuận ròng đáng kể; 6) IoT chỉ huy các môi trường vật lý lớn, thay đổi các điều kiện môi trường và thị trường, và kích thích và số lượng thiết bị có quy mô lớn.

Hình 2 biểu diễn những đổi mới của khai thác mỏ và kim loại khi ứng dụng IoT, gồm: (1) Các hoạt động mỏ được tối ưu, bao gồm: sự tích hợp bộ cảm biến và máy móc thời gian thực, giám sát hoạt động đội xe, cảnh báo thời gian thực, các biểu đồ và phân tích xu hướng của máy móc/thiết bị, công tác hậu cần và theo dõi chất lượng, cảm biến lớp quặng, liên kết với dữ liệu kế hoạch tài nguyên của doanh nghiệp để kích hoạt tiến độ bảo trì. Thị trường tiềm năng về các thiết bị tự động cho vận tải và hậu cần dự kiến đạt mức 100 tỉ đô la; (2) Bán hàng và quản lý chuỗi cung ứng, bao gồm: theo dõi các hoạt động của đội xe, các xe chở hàng tự hành, tin học hóa công tác hậu cần theo thời gian thực, vị trí thông minh, quản lý cảng, mạng thông tin tài sản. Theo dự báo, tiết kiệm tiềm năng trong vận chuyển hàng hòa bằng cách sử dụng IoT có thể lên đến 168 tỉ đô la; (3) Sự tuân thủ và quản lý rủi ro, bao gồm: theo dõi sự ổn định, các thiết bị đeo để theo dõi sức khỏe, giám sát và điều khiển sự phát thải. Theo dự báo, thị trường công nghệ thuộc nhóm này đến năm 2024 có thể đạt 70 tỉ đô la.



Hình 2. IoT cho khai thác mỏ [SAP affiliate company, 2014].

2. IoT và ứng dụng

2.1. Tổng quan về những đề xuất ứng dụng IoT trong ngành mỏ

Liên minh viễn thông quốc tế ITU (International Telecommunications Union) lần đầu xuất bản báo cáo về IoT năm 2005 đã chỉ ra rằng IoT là hướng nghiên cứu mới của Công nghệ thông tin và Truyền thông (ICT). Hội thảo trong khuôn khổ châu Âu về IoT lần đầu tiên được diễn ra trong khoảng từ năm 2006 đến 2008 và cuối cùng IoT được ra mắt [Internet of things history, 2011]. Ban đầu IoT được phát triển và ứng dụng cho các nhà máy, giúp tăng số lượng sản phẩm với các công nghệ nhận dạng duy nhất như mã vạch, RFID (Radio Frequency Identification), các bộ cảm biến thông minh trên các thiết bị cá nhân và dụng cụ gia đình. Những công nghệ nhận dạng này làm cho sản phẩm được giám sát và theo dõi trong suốt vòng đời của chúng. Việc này có thể tăng hiệu quả của ngành công nghiệp truyền thống bằng cách giới thiệu các kỹ thuật xử lý và trao đổi dữ liệu mới.

Các tác giả [Zhang jian, Zhang su-ping, li jie, 2011] chỉ ra rằng việc sử dụng IoT trong các mỏ than giúp theo dõi và chẩn đoán tình trạng của thiết bị khai thác và sản xuất vật liệu, vận chuyển, lưu trữ, sử dụng, bảo trì và những kết nối khác. An toàn mỏ trong sản xuất, cảnh báo hiểm họa sớm, cứu hộ khẩn cấp được hiện thực hóa. Mức độ tự động hóa toàn bộ mỏ được tăng lên và an toàn sản xuất mỏ than được cải thiện. Đề xuất [Denghong, 2011] chia các thành phần của mỏ thành “con người, máy móc, vòng, ống” và phát minh hệ thống thông qua tài sản mỏ, vì thế, chúng trở thành một hệ thống thống nhất, để đạt được sự tương tác giữa các đồ vật, để đạt được sự nhận dạng mỏ thông minh, định vị, theo dõi, giám sát và quản lý. Zhao và nnk giải thích ý nghĩa thực tiễn của IoT trong các mỏ. Họ cho rằng IoT cung cấp các chức

năng của thiết bị đáng tin cậy để tạo ra tất cả các thiết bị tập trung trong mạng có thể điều khiển và phân tích, so sánh thông tin dữ liệu hiệu quả để đạt được sự dự báo hư hỏng tốt [W. T. Zhao, J. Dong, 2012]. Sun và nnk (2011), chỉ ra rằng sự kết hợp với nhận thức thông tin, truyền thông tin, xử lý thông minh, công nghệ điều khiển và công nghệ khai thác hiện đại có thể được áp dụng để thiết lập hệ thống mạng điều phối IoT về an toàn sản xuất mỏ với nhận thức động về tình trạng tai nạn của mỏ, trạng thái thiết bị và môi trường an toàn cho người lao động để có sự quản lý và điều khiển phối hợp của người lao động, máy móc, thiết bị và cơ sở hạ tầng trong dây chuyền sản xuất trong môi trường phức tạp và giải quyết hiệu quả những vấn đề về an toàn mỏ và ngăn chặn tai nạn cơ bản. Trong khi dựa trên cảm biến phân tán thông tin an toàn, điều khiển phối hợp của quá trình sản xuất, xử lý nhận dạng thông tin an toàn, truyền dữ liệu của mạng cảm biến đúng thời gian trong không gian hỗn hợp bị giới hạn [Sun, Yan-jing, et al, 2011]. Đề xuất trong [WANG, Xin, et al, 2011] sử dụng công nghệ IoT để nghiên cứu và triển khai hệ thống định vị thời gian thực của mỏ than. Hệ thống khắc phục hạn chế của hệ thống định vị cũ dựa trên RFID. Một mặt, nó có thể nhận ra sự cố mất có công nhân mỏ, mặt khác nó thực hiện định vị thời gian thực trong mỏ than. Kết quả thực nghiệm chỉ ra rằng hệ thống có chi phí thấp, ổn định, kinh tế và tin cậy. Độ chính xác của định vị là trong phạm vi 3 mét. Nó cung cấp tính năng cơ bản không chỉ cho ngăn chặn và giảm tỷ lệ tai nạn mỏ than mà còn cải thiện hiệu quả việc cứu hộ và di tản khẩn cấp. Các tác giả trong [Y. J. Qi, W. L. Ji, Q. Li, 2013] làm việc về thiết kế hệ thống giám sát trong mỏ than dựa trên IoT và đưa ra công nghệ sử dụng IoT cho mỏ chống nhiễu, nhạy cảm và có năng suất cao. Các điều kiện địa chất phức tạp có thể được giám sát bằng cách kết hợp IoT với thiết bị đưa xuống lỗ khoan và những quyết định phù hợp cho công việc có thể được tạo ra với việc sử dụng các máy thông minh giúp tăng thêm an toàn làm việc trong mỏ [Y. J. Qi, W. L. Ji, Q. Li, 2013].

Năm 2013, Vermesan và nnk chứng tỏ rằng việc sử dụng IoT trong công nghiệp với các ứng dụng M2M, chất lượng không khí trong nhà, giám sát nhiệt độ, định vị trong nhà và chẩn đoán tự động được đề cập đến sự hội tụ của các thành phần vi điện tử và vi điện trong thiết bị cảm biến, sự phổ biến của truyền thông, sự phát triển của vi rô-bốt, sự tùy biến tạo ra sự khả dụng bởi phần mềm sẽ thay đổi đáng kể thế giới sản xuất [O.Vermesan, P.Friess, 2013]. Năm 2014, Wu He và nnk chỉ ra rằng IoT cung cấp cơ hội đầy hứa hẹn để xây dựng các hệ thống công nghiệp mạnh mẽ và các ứng dụng bằng cách tận dụng sự phổ dụng của nhận dạng qua tần số vô tuyến (RFID), không dây, di động, và các thiết bị cảm biến [Da Xu, Li, Wu He, and Shancang Li, 2014]. Năm 2013, Fluid Intel xuất bản bài báo về các công nghệ cho công nghiệp mỏ giải thích rằng những các bộ cảm biến và các thiết bị truyền động trong các máy móc và mang chúng vào thế giới được kết nối đang lan rộng nhanh chóng. Phần mềm có tên AdaptFMS được tạo ra có thể khai thác loại công nghệ này. Các bộ cảm biến bề từ xa, ví dụ, mức bình nhiên liệu được tính toán và dữ liệu đó được đẩy trực tiếp đến phần mềm vì thế cho phép khách hàng giám sát sự cung cấp nhiên liệu của họ theo thời gian thực thông qua hệ thống dựa trên web. Sử dụng công nghệ này, tiêu thụ nhiên liệu có thể được giám sát từ bất cứ đâu và bất cứ khi nào [Fluidintel, 2012]. Các tác giả [A.Boulter R.hall, 2015] chỉ ra rằng các công nghệ tự động hóa như IoT đang được triển khai vào công nghiệp mỏ để cải thiện hiệu quả sản xuất, giảm chi phí bảo trì và cải thiện độ tin cậy.

Sản xuất mỏ thường gắn liền với bụi nước, cháy mỏ, nổ khí, bụi than, chống thấm và các thảm họa thiên nhiên phức tạp khác và với những đặc điểm về các điều kiện làm việc nghèo nàn, nguy hiểm. IoT như là công nghệ mới cung cấp kỹ thuật mới cho an toàn và bảo mật cho sản xuất hầm lò. Theo sự cần thiết về sản xuất an toàn mỏ, các công nghệ chính của IoT được giới thiệu. Các công nghệ đó là công nghệ RFID được sử dụng với đồ vật được gắn nhãn, công nghệ cảm biến được sử dụng để nhận biết những đồ vật, công nghệ thông minh được sử dụng để hiểu về những đồ vật, và công nghệ an toàn bên trong. Các công nghệ IoT chính của mỏ và nội dung nghiên cứu được phân tích sâu cung cấp hướng nghiên cứu và ứng dụng IoT của mỏ [Q. Wei, S. Zhu, and C. Du, 2011]. [R. B. Lan, 2014] đề xuất trong IoT, mỗi thiết bị đầu cuối có khả năng nhận thức mọi thứ thông qua chia sẻ thông tin, do đó tạo ra quyết định điều khiển có lý và sự quản lý khoa học phù hợp có thể được triển khai. Hệ thống kết nối đồ vật của mỏ có thể được thiết lập sử dụng IoT hiện đại giúp mỗi thiết bị đầu cuối đạt được thông tin để tạo ra sự tính toán và đảm bảo quyết định hợp lý tương ứng. Thông tin chính xác và cải thiện nhiều hoạt động quản lý.

Các tác giả [Sun, Ji-Ping, 2011] đề xuất các đặc điểm của IoT của mỏ than như sau: sự bảo vệ nổ điện, ăngten truyền không dây phạm vi rộng, không tín hiệu GPS trong mỏ hầm lò, công suất truyền không dây thấp, khả năng chống nhiễu và chống lỗi mạnh mẽ, phù hợp cho sử dụng cấu trúc cây, khoảng cách truyền dài, lập tín hiệu không phù hợp để sử dụng, số lượng lớn thiết bị, khả năng thích nghi mạnh mẽ của sự biến động điện áp mạng, tốt ở mức hiệu suất bảo vệ, v.v. Các vấn đề chính được đưa ra cần được xử lý

trong IoT của mỏ than: Các chuẩn mã hóa thông tin, xử lý truyền, v.v.; thứ hai, các sản phẩm truy nhập an toàn sử dụng trong mỏ trong tiến trình điều khiển tổng thể; thứ ba, toàn bộ sự quản lý tiến độ và kiểm soát nổ an toàn trong sản xuất, vận chuyển, lưu trữ, sử dụng, v.v.; thứ tư, sự quản lý và điều khiển của các thiết bị chính trong toàn bộ dây chuyền, sản xuất, lưu trữ, ứng dụng và bảo trì được bao gồm; thứ năm, vị trí chính xác của nhân viên, nhận dạng, huấn luyện và giám sát tự động; thứ sáu, giám định khí than, thanh tra an toàn, kỹ thuật nổ mìn, thợ máy tời, máy cắt, điều khiển bơm nước và các thiết bị điều khiển chúng, kiểm soát khóa môi trường-con người; thứ bảy, điều khiển từ xa bề mặt làm việc không người lái mặt đất; thứ tám, quản lý và điều khiển than tại nơi sản xuất, vận chuyển, bán hàng và sử dụng; thứ chín, quản lý thiết bị cứu hộ khẩn cấp, đoàn xe cứu thương v.v.; thứ mười, thăm dò địa chất than, thiết kế, xây dựng mỏ than, sản xuất an toàn, quản lý và quản trị. Các tác giả [Wang, Feng, et al, 2017] tiến hành một cuộc khảo sát đề cập đến sự phát triển trong tương lai về IoT gồm khả năng mở rộng mạng, luồng dữ liệu được tạo ra liên tục, các phương pháp xử lý dữ liệu hỗn hợp để sử dụng trong công nghiệp. Những phát triển gần đây về IoT trong ngành mỏ sẽ giúp dự báo thời gian ngừng làm việc, nâng cao hiệu quả, cách mạng hóa an toàn, hỗ trợ ra quyết định, các mỏ được tự động làm tăng các mô hình đa chiều thời gian thực và được sử dụng để tối ưu hóa sơ đồ quy hoạch, điều hành, đường đi của phương tiện của mỏ và điều phối tất cả các bộ phận cho điều hành mỏ hiệu quả nhất.

2.2. Mô tả việc triển khai IoT trong ngành mỏ

Hiện tại, truyền dữ liệu của mạng Ethernet và các công nghệ dựa trên các bộ cảm biến, các thiết bị truyền động cho IoT, băng rộng không dây, cáp quang đang được xây dựng để giảm nguy cơ tiềm ẩn của các mỏ và đẩy nhanh quá trình xử lý thông tin các dự án khai thác mỏ. Trong những phần sau đây, việc xây dựng hệ thống và các tính năng của của mỏ than dựa trên IoT được phân tích để làm rõ việc sử dụng IoT trong các ngành công nghiệp mỏ. Các chức năng chính của nền tảng công nghệ tự động hóa mỏ than dựa trên IoT được làm sáng tỏ [X. zhang, X. Yang, 2014].

Công nghệ IoT đang được sử dụng rộng rãi trong ngành công nghiệp mỏ bởi vì nó giải quyết những hạn chế của hệ thống giám sát và điều khiển truyền thống của các mỏ. Những hạn chế đó là: hiệu suất thời gian thực kém, tính tương thích, tốc độ thấp, vùng phủ sóng hạn chế và thiếu sự linh hoạt. IoT cung cấp mạng các cảm biến mới, cảm biến không dây và công nghệ RFID cho sản xuất an toàn của các mỏ hiện đại. IoT xây dựng mạng che phủ nơi sự trao đổi thông tin diễn ra không có có giao thoa. Hệ thống được xây dựng sử dụng IoT có các tính năng của tự động hóa, tự phản hồi thông tin và điều khiển thông minh. Để giải thích việc sử dụng IoT trong ngành công nghiệp mỏ, một ví dụ về mỏ than được sử dụng. Xây dựng hệ thống và các tính năng của mỏ than dựa trên IoT: Tự động hóa mỏ than giúp cho việc thành lập một phương pháp tổng thể cho khách hàng với nhiều chức năng như giám sát, điều khiển thiết bị và phát hiện hệ thống. IoT trong ngành mỏ có nhiều đặc điểm khác nhau làm cho nó có một cách tiếp cận hoàn hảo cho sự phát triển trong công nghiệp. Nó xây dựng hạ tầng giám sát, phương thức làm việc hiệu quả. Nhìn chung, nó cung cấp một hệ thống giám sát mạng thống nhất.

Các đặc điểm bao gồm tốc độ cao, lưu trữ, chia sẻ và cung cấp thông tin sản xuất của doanh nghiệp theo thời gian thực làm cho mỏ thuận tiện cho người quản lý để đưa ra những quyết định phù hợp. Tốc độ cao đảm bảo sự nhanh chóng, ổn định và tin cậy của việc xử lý dữ liệu sản xuất. Nó cũng hữu ích trong việc thực hiện chia sẻ tài nguyên. Việc lưu trữ dữ liệu được thực hiện bằng cách sử dụng cáp quang vòng khiến nó có thể truy cập để kiểm tra và phân tích. Các đặc điểm chính khác là sự ổn định và an toàn đảm bảo sự mượt mà của dữ liệu. Về mục tiêu an toàn, phần mềm vi rút và tường lửa cứng được sử dụng để đảm bảo sự tự động hóa ổn định thích hợp với cấu trúc website và trình duyệt web của khách hàng. Bảng 1 mô tả kiến trúc 4 lớp của IoT [Zhang jian, Zhang su-ping, li jie, 2011].

Bảng 1. Kiến trúc 4 tầng của IoT [Zhang jian, Zhang su-ping, li jie, 2011]

TT	Tầng	Mô tả
1	Tầng cảm biến	Tầng này được tích hợp với phần cứng sẵn có (RFID, các bộ cảm biến, các bộ truyền động, v.v.) để hiệu/điều khiển thế giới thực và thu được dữ liệu
2	Tầng mạng	Tầng này cung cấp hỗ trợ mạng và truyền dữ liệu cơ bản trên mạng không dây hoặc có dây
3	Tầng dịch vụ	Tầng này tạo và quản lý các dịch vụ. Nó cung cấp các dịch vụ để thỏa mãn nhu cầu người dùng
4	Tầng giao diện	Tầng này cung cấp các phương thức giao tiếp với người dùng và các ứng dụng

Phương thức thực hiện của IoT trong mỏ than: Có nhiều phương thức thực hiện nền tảng IoT trong các mỏ. Một trong số đó là việc sử dụng các chế độ truy cập. Có 3 chế độ truy cập:

- **Máy chủ truyền thông nền tảng mở (OPCS):** Đây là chương trình phần mềm rằng chuyển đổi giao thức truyền thông cứng thành giao thức OPC. Máy khách OPC sử dụng máy chủ OPC để lấy dữ liệu từ hoặc gửi lệnh đến phần cứng. OPC giúp điều khiển tiến trình trên từng site bằng cách trao đổi dữ liệu thời gian thực.

- **Chế độ truy cập cơ sở dữ liệu:** Các cơ sở dữ liệu khác nhau gồm phần mềm cấu hình IoT, điều khiển mặt đất và các hệ thống điều khiển thủ công có các giao diện kết nối trao đổi thông tin trên và dưới mặt đất dễ dàng.

- **Mô hình truy cập mạng Ethernet:** Các mỏ phần lớn sử dụng các đường trục chính RS485, 422 và CAN, khả năng thu được dữ liệu của chúng là thấp và sức bền kém hơn. Mô hình mạng Ethernet có thể khắc phục tất cả những hạn chế này bằng cách truyền dữ liệu thời gian thực vào giao thức Ethernet công nghiệp thích hợp và sau đó dữ liệu này được xử lý bởi máy chủ thu nhận để phân tích dữ liệu lớn và làm việc của mỏ an toàn hơn.

Các chức năng chính của nền tảng công nghệ tự động hóa mỏ than dựa trên IoT: Việc tự động hóa mỏ than gồm 3 kỹ thuật xử lý đa chiều, các kỹ thuật mạng và kỹ thuật xử lý thông tin giúp việc quản lý thông tin, giám sát số các khu vực và tự động hóa quá trình sản xuất dưới lòng đất. Thông tin này có thể được quản lý đồng thời. Bảng 2 mô tả về các chức năng cơ bản trong tự động hóa mỏ sử dụng IoT.

Bảng 2. Các chức năng cơ bản trong tự động hóa mỏ sử dụng IoT [The boss magazine, 2014]

TT	Chức năng	Diễn giải
1	Điều khiển kết nối sản xuất an toàn theo thời gian thực	Các bộ cảm biến dựa trên IoT được sử dụng để thu thập dữ liệu về các điều kiện vật lý như nhiệt độ, độ ẩm, v.v. trên bề mặt làm việc. Dữ liệu này được trao đổi với máy tính chủ theo các khuôn mẫu báo cáo, biểu đồ v.v.
2	Theo dõi người lao động	Sử dụng IoT để theo dõi, kiểm soát sự xuất hiện, điều kiện làm việc của người lao động, tránh mất mát đột ngột những thông tin liên quan.
3	Cảnh báo sớm tai nạn khai thác mỏ	Nhân viên kỹ thuật phân tích liên tục tất cả các loại hoạt động mỏ theo dữ liệu thu thập; nghiên cứu tỉ mỉ mỗi đe dọa tiềm ẩn và gửi các tín hiệu cảnh báo kịp thời.
4	Thực hiện cứu hộ khẩn cấp và cứu trợ thiên tai	Do theo dõi liên tục và sử dụng các kế hoạch dữ liệu khẩn cấp trước đó có thể dễ dàng được phát triển và trong trường hợp khẩn cấp, vị trí tai nạn, cấu trúc địa chất có thể được xác định.
5	Sự thực hiện quản lý thông tin mỏ than	Sự phân tích các hệ thống tự động về việc mua bán, chất lượng đầu ra, quản lý khách hàng, quản lý nhân sự có thể dễ dàng được thiết lập.

3. Khả năng triển khai IoT trong ngành mỏ tại Việt Nam

Qua phân tích ở trên, ứng dụng của IoT trong ngành mỏ là khá đa dạng và không đòi hỏi cơ sở hạ tầng phức tạp. Lợi ích mà IoT đem lại là rất to lớn và được thể hiện khá rõ trong các đề xuất. Theo tác giả, Việt Nam có đủ điều kiện để triển khai ứng dụng IoT trong các công đoạn sản xuất khai thác mỏ. Việc lựa chọn công nghệ, thiết bị, ứng dụng phù hợp sẽ đem lại hiệu quả kinh tế cao cho ngành mỏ. Hiện tại ở các mỏ ở Việt Nam, việc triển khai các dây chuyền tự động hóa mỏ là chưa đáng kể hoặc còn rời rạc, nhỏ lẻ. Một số mỏ than hầm lò đã triển khai hệ thống đo khí tự động sử dụng các bộ cảm biến đặt trong các đường lò rồi gửi kết quả về máy tính điều khiển. Căn cứ vào những phân tích ở trên, tác giả đề xuất những lĩnh vực trong dây chuyền khai thác mỏ có thể áp dụng được IoT gồm: (1) Đồng bộ hoạt động các thiết bị khai thác mỏ; (2) Theo dõi khí mỏ; (3) Theo dõi môi trường mỏ; (4) Định vị và theo dõi sức khỏe cho người lao động trong mỏ hầm lò; (5) Dự báo tai nạn trong mỏ hầm lò; (6) Thực hiện cứu hộ khẩn cấp v.v.

Để triển khai ứng dụng IoT vào ngành mỏ ở Việt Nam có hiệu quả, cần có những giải pháp đồng bộ và sự chung tay, góp sức của các cơ quan ban ngành có thẩm quyền. Tác giả xin đề xuất một số kiến nghị sau:

- Tập đoàn công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV) hoặc các mỏ cần cân nhắc kỹ lưỡng trong việc lựa chọn thiết bị IoT phù hợp với điều kiện sản xuất của mỏ.

- Lựa chọn các đơn vị cung cấp các giải pháp Công nghệ Thông tin có đủ năng lực để triển khai các giải pháp IoT hiệu quả.

- Hiện các chuẩn về IoT chưa hoàn thiện, thiết bị cũng đang trong giai đoạn hoàn thiện nên cần cân nhắc thời điểm triển khai ứng dụng IoT và lựa chọn công đoạn phù hợp trong dây chuyền khai thác để áp

dụng các giải pháp IoT.

- Bộ Thông tin và Truyền thông cần sớm ban hành luật về việc triển khai sử dụng các dịch vụ IoT, trong đó phải cấp phát băng tần cho các thiết bị IoT; sớm triển khai địa chỉ IPv6 để hỗ trợ tốt cho IoT; thu hồi và ban hành đầu số di động cho các thiết bị IoT.

4. Kết luận

Bài báo trình bày tổng quan về sự phát triển gần đây của IoT trong ngành công nghiệp mỏ. Với sự xuất hiện của các thiết bị thông minh, các nền tảng quản lý và kết nối tiên tiến, IoT và truyền thông M2M đã tạo ra sức bật trong nhiều lĩnh vực khác nhau của ngành mỏ. IoT là một trong những liên danh công nghệ mới nhất của lĩnh vực này. Nó đảm bảo an toàn và các điều kiện làm việc phù hợp hơn cũng như góp phần tăng trưởng kinh tế quốc gia. Ngành khai thác mỏ có đóng góp quan trọng trong nền kinh tế quốc dân với những yêu cầu truyền dữ liệu mạnh mẽ. Vì vậy, phương pháp công nghệ nâng cao hiệu quả của công nghiệp mỏ là phù hợp, cung cấp nơi làm việc an toàn với tiến bộ trong kỹ thuật tự động hóa sẽ loại bỏ các phỏng đoán. IoT được xem như những thiết bị cơ sở hạ tầng mạng toàn cầu dựa trên cảm biến, truyền thông, mạng và các công nghệ xử lý thông tin, cung cấp các lợi ích như năng suất cao, an toàn, quản lý tài sản, cung ứng dịch vụ được kết nối, cảnh báo thời gian thực v.v. Như đã đề cập ở trên, công nghệ IoT vẫn có một số hạn chế như thiếu chính sách và bảo mật, tính tương thích, phức tạp, giảm nhân công và có thể tạo ra sự ỷ lại. Cần có các giải pháp thích hợp cho những hạn chế này để làm cho IoT đáng tin cậy hơn.

Tài liệu tham khảo

ICTNews, 2017. <https://ictnews.vn/cntt/cuoc-song-thong-minh/lan-dau-tien-trong-nam-2017-thiet-bi-iot-se-nhieu-hon-ca-tong-dan-so-the-gioi-148977.ict>.

SAP affiliate company, 2014. The CEO Perspective: Internet of Things for Mining and Metals.

J. gubbi et al, 2013. Internet of things: a vision, architectural elements, and future directions.

www.wikipedia.com, 2018. Mining.

The boss magazine, 2014. 5 ways the iot is advancing the mining industry. <https://thebossmagazine.com/5-ways-the-internet-of-things-is-advancing-the-mining-industry/>.

Internet of things history, 2011. Background and timeline of the IoT. <http://www.postscapes.com/internet-of-things-history/>.

Zhang jian, Zhang su-ping, li jie, 2011. Analysis of the internet of things technology applied in coal mine. *Computer Knowledge and Technology*, vol. 32, pp. 098.

Denghong, 2011. The research of iot technology for coal mine safety inspection system coal technology

W. T. Zhao, j. Dong, 2012. The application of internet of things technologies on the status management of the equipment under the coal mine. *Applied mechanics and materials*, vols. 143-144, pp. 921-925.

Sun, Yan-jing, et al, 2011. Theory and key technology for mine Internet of Things. *Coal Science and Technology*, vol. 39(2), pp. 69-72.

WANG, Xin, Ting-zhen ZHOU, and Duan ZHAO, 2011. Research and realization of real time location system in coal mine based on internet of things. *Coal Mine Machinery*, vol. 12, pp. 32.

Y. J. Qi, w. L. Ji, q. Li, 2013. Analysis and design of monitoring system in coal mine based on internet of things. *Applied mechanics and materials*, vols. 268-270, pp. 1902-1905.

O.Vermesan, P.Friess, 2013. Internet of things: converging technologies for smart environments and integrated ecosystems. River Publishers.

Da Xu, Li, Wu He, and Shancang Li, 2014. Internet of things in industries: A survey. *IEEE Transactions on industrial informatics*. Vol. 10(4), pp. 2233-2243.

Fluidintel, 2012. Fluid Intel releases paper on key technologies for the mining industry. [Http://www.miningtechnology.com/contractors/resource/fluidintel/pressfluidintel-key-technologies-for-mining.html](http://www.miningtechnology.com/contractors/resource/fluidintel/pressfluidintel-key-technologies-for-mining.html).

A.Boulter R.hall, 2015. Wireless network requirements for the successful implementation of automation and other innovative technologies in open-pit mining. *International journal of mining, reclamation and environment*, vol. 29.

Q. Wei, s. Zhu, and c. Du, 2011. Study on key technologies of internet of things perceiving mine. *Procedia eng.*, vol. 26, pp. 2326-2333.

R. B. Lan, 2014. Research on real time acquisition and control technology of mine excavation surface temperature based on the technology of the internet of things. *Applied mechanics and materials*, vol. 686,

pp. 272-276.

Sun, Ji-Ping, 2011. Research on characteristics and key technology in coal mine internet of things. *Journal of China Coal Society*, vol. 36(1). pp. 167-171.

Wang, Feng, et al, 2017. Recent advances in the internet of things: Multiple perspectives. *IETE Technical Review*, vol. 34(2), pp. 122-132.

Mining global, 2016. Examining the internet of things and its impact on the mining industry in 2016. [Http://www.miningglobal.com/technology/1825/examining-the-internet-of-things-and-its-impact-on-the-miningindustry-in-2016](http://www.miningglobal.com/technology/1825/examining-the-internet-of-things-and-its-impact-on-the-miningindustry-in-2016).

X. zhang, X. Yang, 2014. Research on key technology of coal mine automation based on internet of things. *3rd International Conference on Science and Social Research (ICSSR 2014)*, Yibin City, Sichuan Province, code.

ABSTRACT

IoT applications in Mining industry and application possibility in Vietnam

Nguyen Duy Huy¹

¹ *Hanoi University of Mining and Geology*

IoT is the platform of Industry 4.0. According to the forecast, in 2020, there will be tens of billion of devices in the world connected to Internet. IoT will be widely applied in various fields of life, economics, social as well as mining. This paper presents an overview of IoT applications in general and in mining industry in particular. In addition, the paper also proposes some petitions to deploy IoT applications in mining more efficiently.

Keywords: IoT; industry 4.0; mining.

Nghiên cứu và ứng dụng cây quyết định trong bài toán tuyển dụng nhân sự

Đặng Văn Nam^{1,*}, Nguyễn Thị Phương Bắc¹, Nguyễn Thị Hải Yến¹
¹ Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT

Thế giới đang bước vào cuộc cách mạng 4.0, Trí tuệ nhân tạo (Artificial Intelligence), Dữ liệu lớn (Big Data), Học máy (Machine Learning), Học sâu (Deep Learning) đã được nghiên cứu, áp dụng và phục vụ cho rất nhiều lĩnh vực. Với các công ty, doanh nghiệp nói chung, đặc biệt là các công ty về công nghệ thông tin việc tuyển dụng nhân sự là việc làm mang tính chất chiến lược và được thực hiện rất thường xuyên, liên tục; Nhằm tuyển dụng được những ứng viên đáp ứng được các yêu cầu công việc. Tuy nhiên, với hàng trăm hồ sơ nộp vào cho mỗi vị trí tuyển dụng, việc sàng lọc để chọn ra được những hồ sơ ứng viên có tiềm năng không phải là một công việc dễ dàng. Trong bài báo này nhóm tác giả sẽ trình bày các nội dung về cây quyết định (Decision Tree) và việc ứng dụng cây quyết định trong một bài toán thực tế đó là hỗ trợ việc ra quyết định tuyển dụng nhân sự dựa trên cơ sở dữ liệu lịch sử tuyển dụng trước đây. Nhóm tác giả cũng tiến hành lập trình module ID3_hire_employees bằng ngôn ngữ Python sử dụng thuật toán ID3 để minh họa một cách trực quan việc xây dựng cây quyết định với một tập dữ liệu cụ thể.

Từ khóa: Cây quyết định; ID3; Học máy

1. Đặt vấn đề

Giả sử một công ty về công nghệ thông tin (CNTT) đang cần tuyển nhân viên cho vị trí lập trình viên, vị trí này được tuyển dụng liên tục nhằm đảm bảo nguồn nhân lực cho việc hoàn thành các dự án. Với mỗi một hồ sơ ứng viên tuyển dụng bao gồm 06 thuộc tính, trong đó có 05 thuộc tính quan trọng ảnh hưởng tới quyết định tuyển dụng ứng viên đó và 1 thuộc tính cho biết kết quả ứng viên đó có được tuyển dụng hay không? Chi tiết các thuộc tính của một ứng viên như trong bảng 1.

Bảng 1. Danh sách các thuộc tính của một hồ sơ

STT	Tên thuộc tính	Giá trị của thuộc tính	Ý nghĩa
1	Level	Đại học, Cao đẳng, trung tâm tin học	Cho biết trình độ đào tạo của ứng viên
2	Job	Có, không	Cho biết ứng viên đó hiện tại đang đi làm hay không?
3	N_Company	0,1,2...	Là một số cho biết số lượng công ty mà ứng viên đó đã từng làm.
4	Top_Train	Có, không	Cho biết trường mà ứng viên đó được đào tạo có nằm trong số các trường hàng đầu về CNTT hay không?
5	Project	Có, không	Cho biết ứng viên đã từng tham gia vào một dự án thực tế liên quan không?
6	Result	Có, không	Cho biết kết quả ứng viên đó có được tuyển dụng (có) hay không được tuyển dụng (không) vào công ty?

Bảng 2 bên dưới bao gồm 15 bộ dữ liệu cho biết kết quả tuyển dụng của công ty cho các lần trước đây, đây chính là dữ liệu lịch sử tuyển dụng (Training data) của công ty cho vị trí này. Câu hỏi đặt ra là với nhu cầu tuyển dụng hiện nay của công ty sẽ có rất nhiều hồ sơ ứng viên được nộp vào để đăng ký, do đó để hỗ trợ cho việc phân lớp một ứng viên dựa vào các thuộc tính đã đề cập ở trên trên cơ sở dữ liệu lịch sử tuyển dụng trước đây để hỗ trợ việc ra quyết định xem ứng viên đó sẽ được phân vào lớp được tuyển dụng hay không được tuyển dụng.

* Tác giả liên hệ

Email: dangvannam@humg.edu.vn

Bảng 2. Tập dữ liệu lịch sử tuyển dụng nhân sự (Training data)

STT	ID hồ sơ	Các thuộc tính chính của hồ sơ ứng viên					Result
		Level	Job	N_Company	Top_Train	Project	
1	0175	Đại học	Có	2	Không	Không	Có
2	0217	Đại học	Không	1	Có	Có	Có
3	0222	Cao đẳng	Không	4	Không	Không	Không
4	0310	Đại học	Có	1	Có	Không	Có
5	0343	Đại học	Có	5	Có	Không	Có
6	0356	Đại học	Không	1	Có	Có	Có
7	0432	Cao đẳng	Có	0	Không	Không	Không
8	0477	Đại học	Không	6	Không	Có	Có
9	0489	Trung tâm tin học	Có	2	Không	Có	Có
10	0490	Cao đẳng	Không	3	Không	Không	Không
11	0551	Đại học	Không	0	Có	Không	Có
12	0563	Trung tâm tin học	Có	3	Không	Có	Có
13	0742	Đại học	Không	0	Không	Không	Không
14	0777	Trung tâm tin học	Có	4	Không	Không	Không
15	0812	Cao đẳng	Không	5	Không	Có	Có

Giả sử có 3 hồ sơ ứng viên mới nộp vào công ty để đăng ký tuyển dụng (Bảng 3), chúng ta đã biết các thuộc tính Level, Job, N_Company, Top_Train, Project, và chưa biết được giá trị của thuộc tính Result. Yêu cầu đặt ra là dựa trên cơ sở dữ liệu Training data dự đoán giá trị cho thuộc tính Result xem hồ sơ nào có được tuyển dụng hay không được tuyển dụng vào công ty.

Bảng 3. Dữ liệu hồ sơ ứng viên mới (Testing data)

STT	ID hồ sơ	Các thuộc tính chính của hồ sơ ứng viên					Result
		Level	Job	N_Company	Top_Train	Project	
1	1001	Đại học	Có	3	Không	Không	Có/không?
2	1002	Cao đẳng	Có	2	Có	Có	Có/không?
3	1003	Trung tâm tin học	Có	2	Có	Không	Có/không?

Trong nội dung của bài báo, nhóm tác giả sẽ nghiên cứu về cây quyết định và ứng dụng giải thuật cây quyết định trong việc phân lớp hồ sơ tuyển dụng, nhằm mục đích hỗ trợ việc ra quyết định; Nhóm tác giả sẽ tiến hành tính toán và xây dựng cây quyết định sử dụng thuật toán Iterative Dichotomiser - ID3 với tập dữ liệu mẫu được cho trong bảng 2 từ đó xác định tập luật tương ứng và giá trị Result cho trong bảng 3.

2. Cây quyết định

2.1. Giới thiệu về cây quyết định

Cây quyết định là một cấu trúc phân cấp của các nút và các nhánh có các tính chất sau:

- Mỗi nút trong (internal node) biểu diễn một thuộc tính cần kiểm tra giá trị (an attribute to be tested) đối với các các tập thuộc tính.
- Nút lá (leaf node) hay còn gọi là nút trả lời biểu thị cho một lớp các trường hợp mà nhân của nó là tên của lớp, nó biểu diễn một lớp (a classification)
- Nút nhánh (branch) từ một nút sẽ tương ứng với một giá trị có thể của thuộc tính gắn với nút đó.
- Nhãn (lable) của nút này là tên của thuộc tính và có một nhánh nối nút này đến các cây con ứng với mỗi kết quả có thể có phép thử. Nhãn của nhánh này là các giá trị của thuộc tính đó. Nút trên cùng gọi là nút gốc.

Quá trình xây dựng một cây quyết định cụ thể bắt đầu bằng một nút rỗng bao gồm toàn bộ các đối tượng huấn luyện và làm như sau:

Bước 1: Nếu tại nút hiện thời, tất cả các đối tượng huấn luyện đều thuộc vào một lớp nào đó thì nút này chính là nút lá có tên là nhãn lớp chung của các đối tượng.

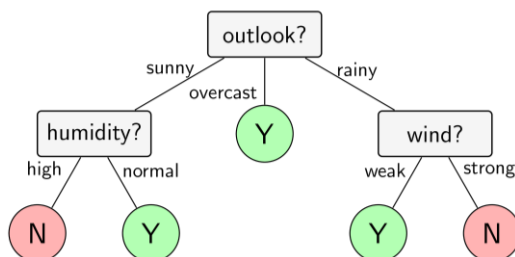
Bước 2: Trường hợp ngược lại, sử dụng một độ đo, chọn thuộc tính điều kiện phân chia tốt nhất tập mẫu huấn luyện có tại nút.

Bước 3: Tạo một nút con của nút hiện thời bằng số các giá trị khác nhau của thuộc tính được chọn.

Gán cho mỗi nhánh từ nút cha đến nút con một giá trị của thuộc tính rồi phân chia các đối tượng huấn luyện vào các nút con tương ứng

Bước 4: Nút con K được gọi là thuần nhất, trở thành lá, nếu tất cả các đối tượng mẫu tại đó đều thuộc vào cùng một lớp

Bước 5: Lặp lại bước 1 – 3 đối với mỗi nút chưa thuần nhất.



Hình 1. Ví dụ về cây quyết định

Có nhiều thuật toán để xây dựng cây quyết định như ID3, CART, J48, C4.5... Việc lựa chọn thuật toán nào để việc phân lớp đạt hiệu quả cao, kết quả đáng tin cậy phụ thuộc vào nhiều yếu tố, trong đó cấu trúc dữ liệu của các thuộc tính sẽ có ảnh hưởng lớn đến kết quả của các thuật toán.

Với dữ liệu lịch sử tuyển dụng như trong bảng 2 ta có thể chuyển đổi tất cả giá trị của các thuộc tính về cùng một dạng dữ liệu số như sau: Với thuộc tính Level: Giá trị “Đại học” ~ 2, “Cao đẳng” ~ 1; “Trung tâm tin học” ~ 0; Với các thuộc tính Job, N_Company, Top_Train, Project, Result: Giá trị “Có” ~ 1, “Không” ~ 0; Bảng 4 thể hiện kết quả chuyển đổi dữ liệu của các thuộc tính trong bảng 2 về cùng một kiểu dữ liệu dạng số.

Bảng 4. Tập dữ liệu đã chuyển đổi về dạng số

STT	ID hồ sơ	Các thuộc tính chính của hồ sơ ứng viên					Result
		Level	Job	N_Company	Top_Train	Project	
1	0175	2	1	2	0	0	1
2	0217	2	0	1	1	1	1
3	0222	1	0	4	0	0	0
...

Trong số các thuật toán xây dựng cây quyết định ở trên ID3 là thuật toán ra đời từ rất sớm, tương đối phổ biến và đặc biệt thuật toán này có hiệu quả phân lớp cao đối với tập dữ liệu có giá trị của thuộc tính là số. Vì vậy, nhóm tác giả lựa chọn thuật toán ID3 để tiến hành xây dựng cây quyết định cho tập dữ liệu tuyển dụng nhân sự ở trên.

2.2. Thuật toán ID3

Để xây dựng cây quyết định với thuật toán ID3 trước tiên cần xác định thứ tự của thuộc tính cần được xem xét tại mỗi bước. Trong trường hợp đối tượng có nhiều thuộc tính và mỗi thuộc tính có nhiều giá trị khác nhau thì việc xác định được thứ tự tối ưu nhất của các thuộc tính thường là rất khó. Vì vậy, để đơn giản ý tưởng của ID3 như sau:

- Thực hiện giải thuật tìm kiếm tham lam đối với không gian các cây quyết định có thể.
- Xây dựng các nút từ trên xuống (Top-Down), bắt đầu từ nút gốc.
- Ở mỗi nút, xác định thuộc tính kiểm tra là thuộc tính có khả năng phân loại tốt nhất.
- Tạo mới một cây con của nút hiện tại cho mỗi giá trị có thể của thuộc tính kiểm tra, và tập dữ liệu đầu vào sẽ được tách thành các tập con tương ứng với các cây con vừa tạo.
- Mỗi thuộc tính chỉ được phép xuất hiện tối đa 1 lần đối với bất kỳ đường đi nào trong cây.
- Quá trình phát triển cây sẽ tiếp tục cho tới khi:
 - Cây quyết định phân loại hoàn toàn các dữ liệu đầu vào.
 - Tất cả các thuộc tính tập dữ liệu được sử dụng.

Như vậy, để thuật toán ID3 thực hiện được, cần phải xác định được thứ tự chọn các thuộc tính và chọn được thuộc tính quan trọng nhất cho việc phân lớp ứng với nút đó. Tham số được sử dụng để xác định thuộc tính phân loại tốt nhất cho mỗi bước là Information Gain.

2.3. Xác định Information Gain

Information Gain được xác định thông qua Entropy của một tập.

Entropy đo mức độ hỗn tạp của một tập, Entropy của tập S đối với việc phân lớp có n lớp được xác định

như sau:

$$\text{Entropy}(S) = - \sum_{i=1}^n p_i * \log_2(p_i)$$

Trong đó p_i là tỷ lệ các đối tượng trong tập S thuộc vào lớp i , và $0 * \log_2 0 = 0$

- Entropy = 0 nếu tất cả các đối tượng đều thuộc vào cùng một lớp.
- Entropy = 1 nếu các đối tượng thuộc vào các lớp có số lượng như nhau.
- Entropy $\in (0,1)$ nếu các đối tượng thuộc vào các lớp khác nhau có số lượng khác nhau.

Information Gain đo mức độ giảm Entropy nếu chỉ tập S theo các giá trị của thuộc tính đó. Information Gain của thuộc tính A đối với tập S được tính như sau:

$$\text{Gain}(S, A) = \text{Entropy}(S) - \sum_{v \in \text{Values}(A)} \frac{S_v}{S} \text{Entropy}(S_v)$$

Trong đó $\text{Values}(A)$ là tập giá trị có thể của thuộc tính A , và $S_v = \{x \mid x \text{ thuộc } S, \text{ và } x_a = v\}$

Trong ID3, tại mỗi nút, thuộc tính được chọn là thuộc tính có Information Gain đạt giá trị lớn nhất.

3. Kết quả xây dựng cây quyết định sử dụng thuật toán ID3

Nhóm tác giả sử dụng bộ công cụ Enthought Canopy; Các gói (package): Jupyter, pydotplus; Thư viện hỗ trợ đồ họa: GraphViz; Thư viện giải thuật: sklearn; Tập dữ liệu lịch sử tuyển dụng được lưu trữ trong tập Hosotd_data.csv.

Modul ID3_hire_employees được xây dựng bằng ngôn ngữ Python, Quá trình xây dựng cây quyết định đối với bài toán tuyển dụng sử dụng thuật toán ID3 được thực hiện như sau:

- Trước tiên tiến hành đọc dữ liệu lịch sử tuyển dụng trong tập Hosotd_data.csv và chuyển đổi dữ liệu của các thuộc tính về dạng số để cho thuật toán ID3 thực hiện được. Kết quả chạy được mô tả như trong hình 2 dưới đây.

- Bước 2 cần xác định đâu là thuộc tính chính tham gia vào việc xây dựng cây quyết định (Level, Job, N_Company, Top_Train, Project), và đâu là thuộc tính phân lớp (Result). (Hình 3)

```
In [1]: import numpy as np
import pandas as pd
from sklearn import tree
from IPython.display import Image
from sklearn.externals.six import StringIO
import pydotplus

#Đọc dữ liệu đầu vào từ file excel
input_tuyendung = "E:/All_NCKH/Baibao_Hoinghi/ERSD2018/Code/Hosotd_data.csv"
datafile = pd.read_csv(input_tuyendung, header = 0)
datafile.head()

#Thực hiện chuyển đổi dữ liệu các thuộc tính về dạng số
d = {'Đại học': 2, 'Cao đẳng':1,'Trung tam tin hoc': 0}
datafile['Level'] = datafile['Level'].map(d)
d = {'Có': 1, 'Không': 0}
datafile['Job'] = datafile['Job'].map(d)
datafile['Top_Train'] = datafile['Top_Train'].map(d)
datafile['Project'] = datafile['Project'].map(d)
datafile['Result'] = datafile['Result'].map(d)
datafile.head()
```

```
Out[1]:
```

	Level	Job	N_Company	Top_Train	Project	Result
0	2	1	2	0	0	0
1	2	0	1	1	1	1

Hình 2. Đọc file mẫu và chuyển đổi dữ liệu của các thuộc tính về dạng số

```
In [2]: #Xác định các thuộc tính tham gia vào xây dựng cây quyết định
field = list(datafile.columns[:5])

axis_y = datafile["Result"] #Xác định thuộc tính phân lớp
axis_x = datafile[field]

field
```

```
Out[2]: ['Level', 'Job', 'N_Company', 'Top_Train', 'Project']
```

Hình 3. Xác định thuộc tính tham gia và thuộc tính phân lớp của cây quyết định

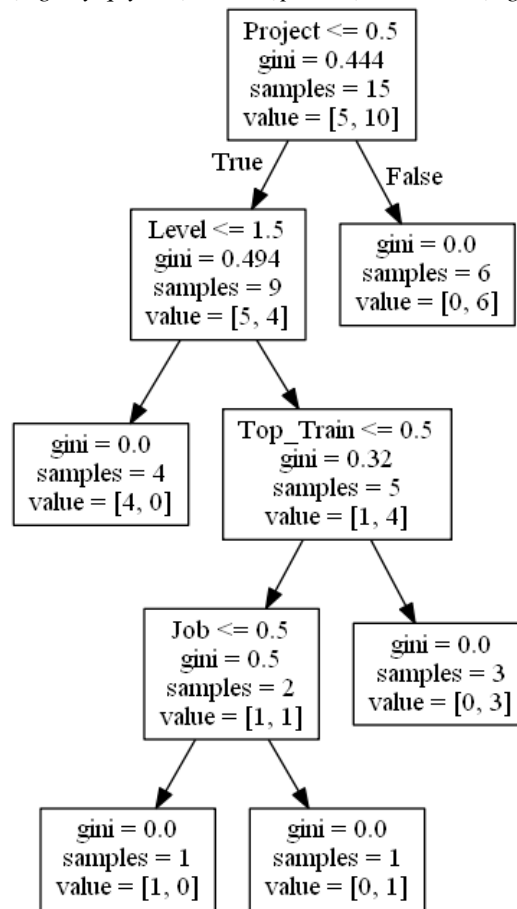
- Sử dụng thư viện sklearn để tiến hành xây dựng cây quyết định theo thuật toán ID3, và thư viện đồ

họa GraphViz để hiển thị kết quả.

```
In [3]: #Xây dựng cây quyết định
datafile = tree.DecisionTreeClassifier()
datafile = datafile.fit(axis_X,axis_y)

#Hiển thị cây quyết định dạng đồ họa
dot_data1 = StringIO()
tree.export_graphviz(datafile, out_file=dot_data1,
                    feature_names=field)
Tree_graph = pydotplus.graph_from_dot_data(dot_data1.getvalue())
Image(Tree_graph.create_png())
```

Hình 4. Xây dựng cây quyết định với tập dữ liệu mẫu sử dụng giải thuật ID3



Hình 5. Cây quyết định ứng với tập dữ liệu mẫu

Với cây quyết định được xây dựng như trên, tập luật sinh ra để dự đoán quyết định có/không được tuyển dụng như sau:

- 1) *If(Project=True) then Result=True*
- 2) *If(Project=False) AND (Level<2) then Result=False*
- 3) *If(Project=False) AND (Level=2) AND (Top_Train=True) then Result=True*
- 4) *If(Project=False) AND (Level=2) AND (Top_Train=False) AND (Job=True) Then Result=True*

Dựa vào tập luật ở trên, có thể dự đoán được kết quả cho tập Testing data như dưới đây:

Bảng 4. Giá trị của thuộc tính Result cho tập Testing data

STT	ID hồ sơ	Level	Job	N_Company	Top_Train	Project	Result
1	1001	Đại học	Có	3	Không	Không	Có
2	1002	Cao đẳng	Có	0	Có	Có	Có
3	1003	Trung tâm tin học	Có	2	Có	Không	Không

4. Kết luận

Học máy đang được nghiên cứu và ứng dụng trong rất nhiều lĩnh vực, trong đó cây quyết định (Decision tree) cùng với K-means, SVM (Support Vector Machines),... là những giải thuật rất quan trọng của học máy. Không chỉ với học máy, Cây quyết định còn là một trong những mô hình dự đoán được sử dụng phổ biến trong khai phá dữ liệu (Data mining). Trong nội dung của bài báo này nhóm tác giả đã tiến hành nghiên cứu về giải thuật cây quyết định, đồng thời sử dụng cây quyết định cho một bài toán cụ thể đó là tuyển dụng nhân sự và tiến hành lập trình module id3_hire_employees xây dựng cây quyết định với thuật toán ID3 bằng ngôn ngữ Python cho tập dữ liệu mẫu với 15 bản ghi. Kết quả xây dựng cây quyết định được trình bày một cách trực quan như trong hình 5; Có thể thấy rằng cây quyết định là một phương pháp để phân lớp các đối tượng khá hiệu quả và dễ hiểu. Tuy nhiên để đảm bảo hiệu quả và độ tin cậy của các quyết định thì tập dữ liệu mẫu (Training data) phải đủ lớn và đáng tin cậy khi đó các tập luật được sinh ra mới là các tập luật tốt. Như tập dữ liệu mẫu ở trên chỉ với 15 bản ghi thì hiệu quả ứng dụng cây quyết định để dự đoán các trường hợp khác là không cao.

Tài liệu tham khảo

Thân Văn Khoát, 2017, *Bài giảng Học Máy (Machine Learning)*, Viện công nghệ thông tin và Truyền thông, ĐH Bách khoa Hà Nội.

Quinlan, J.R, 1986, *Induction of Decision trees*, Mach. Learn. 1, 81-106

Ian H.Witten, Eibe Frank, 2005, *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*, Morgan Kaufmann

ABSTRACT

Research and application of decision tree in the recruitment problem

Dang Van Nam¹, Nguyen Thi Phuong Bac¹, Nguyen Thi Hai Yen¹

¹ Hanoi University of Mining and Geology

The content of this article will discuss the application of decision trees to support decision making on recruitment based on historical recruitment history data. In addition, the team will illustrate the decision tree construction for the recruitment problem with a specific data set using the ID3 algorithm.

Keywords: Decision tree, ID3, Machine Learning.

Ứng dụng hệ chuyên gia trong GIS

Đặng Hữu Nghị^{1,*}, Bùi Thị Vân Anh¹, Phạm Đức Hậu¹
Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT

Hệ chuyên gia (Expert System) còn gọi là hệ thống dựa tri thức là một chương trình máy tính thông minh sử dụng tri thức (knowledge) và các thủ tục suy luận để giải những bài toán tương đối khó khăn đòi hỏi những chuyên gia mới giải được. Dạng phổ biến nhất của hệ chuyên gia là một chương trình gồm một tập luật phân tích thông tin (thường được cung cấp bởi người sử dụng hệ thống) về một lớp vấn đề cụ thể, cũng như đưa ra các phân tích về các vấn đề đó, và tùy theo thiết kế chương trình mà đưa lời khuyên về trình tự các hành động cần thực hiện để giải quyết vấn đề.

Hệ thống tin địa lý (GIS) cho phép xây dựng các phân tích không gian, quản lý, tích hợp và chồng ghép các lớp thông tin. Một trong những ứng dụng quan trọng mà GIS mang lại là giải quyết bài toán lựa chọn địa điểm tối ưu. Để thực hiện được điều này thông thường người ra quyết định phải sử dụng các công cụ phân tích dữ liệu của GIS kết hợp với một phương pháp đánh giá hỗ trợ ra quyết định nào đó.

Trong bài báo này chúng tôi trình bày việc khảo sát các ứng dụng của Hệ chuyên gia trong lĩnh vực Hệ thống thông tin địa lý (Geographic Information Systems – GIS).

Từ khóa: Hệ chuyên gia; Hệ thống thông tin địa lý; Hệ hỗ trợ gia quyết định

1. Mở đầu

Hệ thống thông tin địa lý (GIS) và các hệ chuyên gia (ES) có nhiều lợi thế trong việc giải quyết các vấn đề trong các lĩnh vực tiềm năng của chúng. Tích hợp hai hệ thống này sẽ có lợi trong việc giải quyết các vấn đề về phân tích dữ liệu không gian để đưa ra các quyết định.

Hệ chuyên gia được xem như một giải pháp làm tăng sức mạnh và độ thân thiện với người sử dụng của GIS. Chúng có thể được áp dụng để mô phỏng các quy trình lý luận đòi hỏi kiến thức chuyên môn trên máy tính.

Các hệ thống thông tin địa lý dựa trên tri thức sẽ đóng một vai trò quan trọng trong quyết định và phân tích chính sách (thăm dò tài nguyên, kiểm soát môi trường, quản lý lập kế hoạch sử dụng đất v.v...). Hệ thống thông tin địa lý không có trí thông minh chỉ có ít cơ hội cung cấp các giải pháp hiệu quả cho các vấn đề về quyết định không gian trong môi trường quyết định phức tạp.

Việc áp dụng các kỹ thuật và nguyên tắc thông minh nhân tạo vào hệ thống thông tin địa lý cung cấp một tiềm năng lớn để đáp ứng những thách thức gặp phải trong việc phát triển thế hệ GIS thông minh tiếp theo.

2. Hệ thống thông tin địa lý

Thế giới của chúng ta đang không ngừng biến chuyển, theo đà những quá trình tự nhiên và bị ảnh hưởng sâu sắc do những hoạt động của con người. Trái đất ngày càng có mật độ dân số cao hơn và các đô thị ngày càng lớn hơn. Hiện nay công nghệ khoa học kỹ thuật có ảnh hưởng lớn đối với cuộc sống mạnh mẽ hơn bất cứ thời đại nào trong lịch sử, và quá trình chuyên môn hóa cũng diễn ra với tốc độ ngày càng mạnh mẽ. Giao lưu giữa những người trên thế giới đã và đang trở nên thường xuyên hơn và mỗi cá nhân cũng có điều kiện đón nhận đủ các loại thông tin. Nói một cách khác đó là quá trình toàn cầu hóa và theo nhiều nhà nghiên cứu thì các nguy cơ đối với cuộc sống của loài người cũng trở nên khó có thể xác định được hơn. Hoạt động của con người đã ảnh hưởng đáng kể đến môi trường trái đất, đến đa dạng sinh học của thế giới, và đến tài nguyên thiên nhiên có thể là nguồn sống của các thế hệ tương lai. Các bằng chứng về những nguy cơ trên chúng ta có thể nhìn thấy ở khắp mọi nơi trên thế giới. Các thành phố đang trở nên to lớn hơn, tiêu thụ ngày càng nhiều tài nguyên hơn và các công trình đang tràn ra các vùng trước đây còn là nguyên dạng của tự nhiên.

Các nghiên cứu về khí tượng đã chứng minh trái đất chúng ta đang nóng dần lên và sẽ là nguyên nhân của nhiều hiện tượng tự nhiên không thể lường trước được. Các dòng đại dương và khí hậu có thể sẽ thay đổi. Sinh vật sống trong các đại dương không những phải chịu tác động của nhiệt độ không khí tăng lên mà còn bị các nguồn ô nhiễm của con người làm cho điều đúng. Mặc khác, mực nước biển có thể sẽ dâng cao, không những

* Tác giả liên hệ

Email: danghuunghi@humg.edu.vn

làm biến động môi trường vùng ven biển mà có thể làm biến mất các cộng đồng dân cư các vùng đó. Đây chỉ là những ví dụ rõ ràng về tác động của con người hiện nay, nhưng cũng đủ để ta thấy nguy cơ phía trước có thể to lớn đến chừng nào. Loài người bắt buộc phải tự mình rút ra những bài học và phải phải học thật nhanh để quản lý phát triển bền vững, bảo đảm cho sự tồn tại lâu dài của chính con người.

Hệ thống thông tin địa lý (GIS) đã trở thành một khung công cụ tổng hợp rất hiệu quả nhằm quản lý các hoạt động cả của con người và thiên nhiên bởi vì nó giúp ta tổng hợp và phân tích mọi dữ liệu phức tạp, và đưa ra kết quả để tất cả mọi người, từ các nhà khoa học, nghiên cứu, nhà vạch định kế hoạch và công chúng, đều có thể cảm nhận được. Chúng ta đang bước vào một thời kỳ ứng dụng của công nghệ GIS có thể tổ chức và tổng hợp tốt hơn các dữ liệu khoa học, đánh giá và định hướng các biến động theo thời gian và không gian, xây dựng các mô hình, phương pháp số học và hệ thống nhằm tìm ra các mối quan hệ, các biện pháp quản lý trong việc sử dụng và bảo vệ các nguồn tài nguyên thiên nhiên gắn với sự phát triển kinh tế- xã hội trên toàn cầu.

3. Hệ chuyên gia

Trong cuộc sống, sở dĩ các chuyên gia có thể giải quyết vấn đề ở một mức độ cao vì họ có rất nhiều tri thức về lĩnh vực họ hoạt động. Thực tế hiển nhiên và đơn giản này chính là cơ sở nền tảng cho việc thiết kế các máy giải quyết vấn đề dựa trên tri thức mà ta thường gọi là hệ chuyên gia. Một hệ chuyên gia sử dụng tri thức của một lĩnh vực cụ thể để cung cấp việc giải quyết vấn đề với “chất lượng chuyên gia” trong lĩnh vực đó.

Thông thường, các nhà thiết kế hệ chuyên gia thu thập tri thức này, bao gồm lý thuyết đến cả các kinh nghiệm, kỹ xảo, phương pháp làm tắt, chiến lược heuristic đã tích lũy được của các chuyên gia con người qua quá trình làm việc của họ trong một lĩnh vực chuyên môn. Từ tri thức này, người ta cố gắng cài đặt chúng vào hệ thống để hệ thống có thể mô phỏng theo cách thức các chuyên gia làm việc. Tuy nhiên, không giống với con người, các chương trình hiện tại không tự học lấy kinh nghiệm: mà tri thức phải được lấy từ con người và mã hóa thành ngôn ngữ hình thức. Đây là nhiệm vụ chính mà các nhà thiết kế hệ chuyên gia phải đương đầu.

Do bản chất heuristic và tri thức chuyên sâu của việc giải quyết vấn đề cấp độ chuyên gia, các hệ chuyên gia nói chung:

- Cung cấp sự kiểm tra đối với các quá trình suy luận của chúng, bằng cách hiển thị các bước trung gian và bằng cách trả lời câu hỏi về quá trình giải.
- Cho phép sửa đổi dễ dàng, cả khi thêm và xóa các kỹ năng giải quyết vấn đề vào cơ sở tri thức (knowledge based).
- Suy luận một cách heuristic, sử dụng tri thức (thường là không hoàn hảo) để tìm lời giải hữu ích cho vấn đề.

Người ta đã xây dựng các hệ chuyên gia để giải quyết hàng loạt những vấn đề trong các lĩnh vực như y học, toán học, công nghệ, hóa học, địa chất, khoa học máy tính, kinh doanh, luật pháp, quốc phòng và giáo dục. Các chương trình này đã giải quyết một lớp rộng các loại vấn đề như:

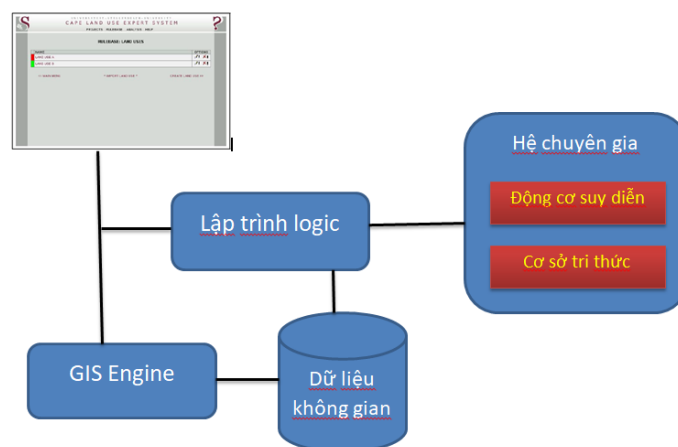
- Diễn giải (interpretation) – hình thành những kết luận hay mô tả cấp cao từ những tập hợp dữ liệu thô.
- Dự đoán (prediction) – tiên đoán những hậu quả có thể xảy ra khi cho trước một tình huống.
- Chẩn đoán (diagnosis) – xác định nguyên nhân của những sự cố trong các tình huống phức tạp dựa trên các triệu chứng có thể quan sát được.
- Thiết kế (design) – tìm ra cấu hình cho các thành phần hệ thống, đáp ứng được các mục tiêu trong khi vẫn thỏa mãn một tập hợp các ràng buộc về thiết kế.
- Lập kế hoạch (planning) – tìm ra một chuỗi các hành động để đạt được một tập hợp các mục tiêu, khi được cho trước các điều kiện khởi đầu và những ràng buộc trong thời gian chạy (run-time).
- Theo dõi (monitoring) – so sánh hành vi quan sát được của hệ thống với hành vi mong đợi.
- Bắt lỗi và sửa chữa (debugging and repair) – chỉ định và cài đặt những phương pháp chữa trị cho các trục trặc hướng dẫn (instruction)
- Hướng dẫn phát hiện và sửa chữa những thiếu sót trong quan niệm của học viên về một chủ đề lĩnh vực nào đó.
- Điều khiển (control) – chỉ đạo hành vi của một môi trường phức tạp.

4. Hệ chuyên gia và GIS

Việc ra quyết định không gian là một quá trình rất phức tạp và hầu hết các vấn đề về quyết định không gian đều phức tạp và có cấu trúc kém. GIS và ES là cần thiết để giải quyết những vấn đề này nhưng mỗi phương pháp đều có những hạn chế riêng trong việc giải quyết việc ra quyết định không gian. Việc tích hợp các công cụ này có thể tránh được một số hạn chế và khó khăn hiện có trong mỗi công cụ và cung cấp cho người ra quyết định một công cụ hiệu quả để giải quyết những vấn đề này. Mức độ tương tác giữa một Hệ chuyên gia và GIS sẽ ảnh hưởng đến khả năng của một hệ thống tích hợp để mô hình hóa sự phức tạp của thế giới thực

(Eldrandaly, K. ,2006). Một số kỹ thuật cho phép tương tác giữa GIS và ES đã xuất hiện trong những năm qua (M. Galetakis). Một trong những mô hình kết hợp đơn giản được thể hiện trong hình 1.

Giao diện người sử dụng



Hình 1. Kiến trúc của hệ hỗ trợ ra quyết định không gian

Đã có một số nghiên cứu ứng dụng hệ chuyên gia trong GIS. Trong bài báo này chúng tôi khảo sát việc ứng dụng hệ chuyên gia trong 4 bài toán của GIS. Các bài toán đó là thiết kế bản đồ, trích chọn đặc trưng địa hình, quản lý cơ sở dữ liệu địa lý và hỗ trợ ra quyết định về địa lý.

Tạo bản đồ

Tổng quát hóa bản đồ là một lĩnh vực khó và vô cùng phức tạp trong bản đồ học. Nhiệm vụ của tổng quát hóa là từ một bản đồ gốc, khi thu xuống một tỉ lệ bản đồ nhỏ hơn, người vẽ bản đồ cần tiến hành lựa chọn lấy bỏ các đối tượng trên bản đồ sao cho phù hợp với công dụng, tỷ lệ của bản đồ, phù hợp với đặc điểm của lãnh thổ bản đồ. Mục đích chính của tổng quát hóa bản đồ là làm sao đảm bảo cho việc lấy bỏ, giản lược hóa phải phù hợp, đảm bảo được tải trọng, dung lượng bản đồ ở một mức độ hợp lý mà vẫn miêu tả được đúng đặc trưng địa lý kinh tế xã hội của khu vực thành lập bản đồ (Đồng Thị Bích Phương, 2009)

MAPEX là một hệ chuyên gia được sử dụng để tự động tổng quát hóa bản đồ (Nickerson and Freeman, 1986). Hệ thống này được sử dụng để tổng quát hóa dữ liệu biểu đồ đường kỹ thuật số (Digital Line Graph) tỉ lệ 1:24,000 của cục khảo sát bản đồ của Mỹ về tỉ lệ 1:250,000.

Cho đến nay AUTONAP có lẽ là hệ chuyên gia thành công nhất được phát triển (Ahn, 1984; Freeman and Ahn, 1984). Hệ thống này mô phỏng một chuyên gia về bản đồ trong việc biểu hiện các đối tượng địa lý trên bản đồ

CES là hệ chuyên gia được sử dụng bởi viện năng lượng, mỏ và tài nguyên của Canada. Nó được phát triển để giúp các nhà bản đồ thiết kế Atlas điện tử của Canada

Trích chọn đặc trưng địa hình

Trích chọn các đặc trưng địa hình hoặc đặc trưng như che phủ đất, sử dụng đất từ dữ liệu địa lý, là một trong những ứng dụng cơ bản của GIS.

Palmer (1984) đã sử dụng lập trình logic để phân tích các đặc trưng địa hình.

FES là một hệ thống chuyên gia lâm nghiệp được phát triển để phân loại độ che phủ đất và xác định sự thay đổi dựa vào việc phân tích dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat trong việc quản lý rừng (Goldberg et al., 1984). Dữ liệu ảnh Landsat và các luật được sử dụng để suy dẫn ra bản chất của các thay đổi độ che phủ đất và xác định một biện pháp đáng tin cậy

Quản lý cơ sở dữ liệu địa lý

Việc quản lý và truy vấn các cơ sở dữ liệu địa lý đã thu hút được nhiều sự chú ý bởi vì chúng là nền tảng cho hoạt động của bất kỳ phần mềm GIS nào. Sử dụng các hệ thống chuyên gia hứa hẹn sẽ làm cho GIS trở nên thân thiện với người dùng hơn. Làm cho tìm kiếm không gian nhanh hơn là một trong những mục tiêu của KBGIS-II (Smith et al., in press). Các hệ thống khác như ORBI (Pereira et al., 1982) và SRAS (Robinson and Wong, 1987) đã tập trung vào việc làm cho giao diện người dùng tự nhiên hơn và có ý nghĩa hơn.

ORBI sử dụng ngôn ngữ PROLOG và là một hệ chuyên gia để theo dõi các nguồn tài nguyên môi trường. Hệ thống phân loại dữ liệu môi trường và hỗ trợ quyết định cho lập kế hoạch tài nguyên.

KBGIS sử dụng mạng ngữ nghĩa dựa trên khung để biểu diễn cho "ý nghĩa" của các đối tượng địa lý và mối quan hệ tương tác của chúng. Điều đó cung cấp khả năng kết hợp các thực thể, thuộc tính và mối quan hệ mới.

Hỗ trợ quyết định địa lý

Hỗ trợ quyết định địa lý là một lĩnh vực nhận được sự quan tâm ngày càng tăng từ các nhà quản lý tài nguyên khi họ bắt đầu đánh giá cao giá trị của việc có các hệ thống chuyên gia để hỗ trợ quá trình ra quyết định.

Đối với người quản lý tài nguyên, người lập kế hoạch đô thị, hoặc người quản lý giao thông, lý do chính để phát triển ES cho GIS là giúp họ trong quá trình ra quyết định hàng ngày. Các hệ thống SPENEX, URBYS, AVL 2000, và GEOOEX đã được phát triển để hỗ trợ việc ra quyết định địa lý.

URBYS là một hệ chuyên gia được thiết kế để hỗ trợ việc tổ chức và phân tích việc sử dụng đất đô thị. (Tanic, 1986)

5. Kết luận

Hệ chuyên gia, còn gọi là hệ thống dựa tri thức, là một chương trình máy tính chứa một số tri thức đặc thù của một hoặc nhiều chuyên gia con người về một chủ đề cụ thể nào đó.

Hệ thống thông tin địa lý và các hệ chuyên gia có nhiều lợi thế trong việc giải quyết các vấn đề trong các lĩnh vực tiềm năng của chúng. Việc tích hợp hai hệ thống này sẽ có lợi trong việc giải quyết các vấn đề về quyết định không gian.

Bài viết này thảo luận về việc tích hợp giữa hệ thống thông tin địa lý và hệ chuyên gia để giải quyết các vấn đề ra quyết định không gian. Cụ thể ở đây chúng tôi đã thống kê bốn vấn đề chính của hệ thống thông tin địa lý nơi mà hệ chuyên gia đã được áp dụng.

Trong thời gian tới chúng tôi sẽ kết hợp Mapserver là PostGIS và nhân của hệ chuyên gia JESS cho bài toán lựa chọn địa điểm tối ưu.

Tài liệu tham khảo

Đông Thị Bích Phương, 2009. Nghiên cứu cơ sở khoa học tổng quát hoá bản đồ tự động và xây dựng phần mềm tổng quát hoá bản đồ từ dữ liệu bản đồ địa hình tỷ lệ lớn hơn, đề tài cấp Bộ.

Ahn, J.K., 1984. Automatic Map Name Placement System, IPL-TR-063, Image Processing Laboratory, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, N.Y.

Goldberg, M., M. Alvo, and G. Karam, 1984. The Analysis of Landsat Imagery Using an Expert System: Forestry Applications. Proceedings AutoCarto-6, pp. 493-503.

Nickerson, B.G., and H. Freeman, 1986. Development of a Rule-Based System for Automatic Map Generalization. Proceedings Second Intern. Symp on Spatial Data Handling, pp. 537-556.

Palmer, B., 1984. Symbolic Feature Analysis and Expert Systems. Proceedings Intern'l Symp on Spatial Data Handling, pp. 465-478.

Pereira, L.M., P. Sabatier, and E. de Oliveira, 1982. ORBI - An Expert System for Environmental Resource Evaluation through Natural Language. Report FCT/IDI-3/82, Departamento de Informatica, Universidade Nova de Lisboa.

Robinson, V.B., and R.N. Wong, 1987. Acquiring Approximate Representations of Some Spatial Relations. Proceedings AutoCarto-8, pp. 604--622.

Smith, T.R., D. Peuquet, and S. Menon, in press. KBGIS-II: A Knowledge-Based Geographic Information System. Intern. Jnl of Geographic Information Systems

Smith, T.R., and M. Pazner, 1984. Knowledge-Based Control of Search and Learning in a Large-Scale GIS. Proceedings Int. Symp. on Spatial Data Handling, 2, pp. 498-519.

Tanic, E., 1986. Urban Planning and Artificial Intelligence: The URBYS System. Computers, Environment, and Urban Systems, 10(3/4), pp. 135-146.

ABSTRACT

Expert systems and geographic information systems

Dang Huu Nghi¹, Bui Thi Van Anh¹, Pham Duc Hau¹

¹ Hanoi University of Mining and Geology

An expert system, known as a knowledge-based system, is a clever computer program that uses knowledge and reasoning procedures to solve relatively difficult problems that require new experts to solve. The most common form of expert system is a program consisting of a set of information analysis rules (usually provided by the system user) on a particular problem class, as well as an analysis of the problems. and depending on the design of the program, advice on the sequence of actions to be taken to

solve the problem. In this paper we present the application of the Expert System in the field of Geographic Information Systems.

The Geographic Information Systems (GIS) allow build the analysis spacial, management, parsing and overlaps information layers. A in the important of the GIS that the GIS has a solution to site selection. To execute this the user should specify the use of the GIS parsing tools with a decision support system.

In this paper we present the application of the Expert System in the field of Geographic Information Systems

Key word: expert system; Geographic Information Systems; decision support system.

Đánh giá khả thi về việc triển khai mạng thông tin di động 4G LTE tại băng tần 700 mhz

Phạm Đình Tân^{1,*}, Trần Thị Thu Thúy¹, Diêm Công Hoàng¹
¹ Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT

Mạng thông tin di động 4G LTE hiện đã được triển khai tại Việt Nam, đem lại cho người dùng trải nghiệm dữ liệu tốc độ cao trên thiết bị di động. Mạng 4G LTE cũng đồng thời là nền tảng hạ tầng cho các công nghệ Internet vạn vật (IoT). Các mạng thông tin di động 4G LTE tại Việt Nam hiện đang được triển khai trên băng tần 1800 MHz. Hạn chế của băng tần 1800 MHz là gây suy hao vô tuyến lớn nên vùng phủ sóng của mỗi trạm thu phát sóng 4G LTE rất hạn chế. Do đó, dịch vụ 4G LTE mới chỉ được phủ sóng tốt ở các thành phố và các khu vực có mật độ người dùng cao. Tại các khu vực nông thôn thì mật độ trạm thu phát sóng 4G LTE còn rất thưa. Theo quy hoạch số hóa truyền hình của Bộ Thông tin truyền thông, việc thu hồi băng tần 700 MHz từ các đài truyền hình dự kiến sẽ hoàn thành vào năm 2020. Bài báo này nghiên cứu kinh nghiệm quốc tế và đánh giá tính khả thi của việc triển khai mạng thông tin di động 4G LTE trên băng tần 700 MHz thu hồi từ quá trình số hóa truyền hình. Vùng phủ sóng rộng tại băng tần 700 MHz sẽ giúp các nhà mạng có thể phủ sóng 4G LTE cho khu vực nông thôn hiệu quả gấp ba lần so với việc sử dụng băng tần 1800 MHz đang có. Tại các khu vực có mật độ dân cư cao, người dùng sẽ được trải nghiệm tốc độ dữ liệu cao hơn nhờ việc bổ sung băng tần mới 700 MHz cho dịch vụ 4G LTE, ngoài băng tần 1800 MHz đang được sử dụng.

Từ khóa: 4G; LTE; 700 MHz; Internet vạn vật; IoT;

1. Đặt vấn đề

Kết nối băng thông rộng là nền tảng hạ tầng thông tin quan trọng trong xã hội hiện đại. Nhu cầu sử dụng Internet tốc độ cao trên thiết bị di động hiện đang bùng nổ mạnh mẽ, cùng các ứng dụng phục vụ nhu cầu trao đổi thông tin, làm việc, thương mại, giao dịch ngân hàng, giải trí, v.v. mọi lúc, mọi nơi của con người. Công nghệ 4G LTE (Fourth Generation Long-Term Evolution) trên băng tần 1800 MHz đã đáp ứng được phần nào nhu cầu Internet tốc độ cao lên tới 1Gb/s (Sergey Tereschuk, 2015), cho phép người dùng trải nghiệm những ứng dụng yêu cầu tốc độ dữ liệu cao trên thiết bị di động. Tuy nhiên, do tín hiệu trên băng tần 1800 MHz bị suy hao lớn nên vùng phủ của trạm thu phát sóng 4G LTE tương đối hạn chế, dịch vụ 4G LTE mới được phủ sóng chủ yếu ở các thành phố và các địa điểm có mật độ dân cao. Tuy nhiên, tại các khu vực như trung tâm thương mại, sân vận động, nhu cầu về dữ liệu di động tốc độ cao vẫn còn rất lớn do sự tiêu tốn băng thông của các ứng dụng như Facebook, Youtube, v.v. Tại các khu vực nông thôn thì mật độ trạm thu phát sóng 4G LTE còn rất thưa do chi phí đầu tư trạm thu phát sóng 4G LTE tương đối cao. Do đó, việc tìm kiếm dải tần số mới cho triển khai 4G LTE hiện được các nhà mạng thông tin di động đặc biệt quan tâm. Bài báo này sẽ đánh giá hiệu quả của việc triển khai 4G LTE trên băng tần 700 MHz nhằm bổ sung cho mạng lưới 4G LTE trên băng tần 1800 MHz hiện có để tăng cường vùng phủ 4G LTE ở khu vực nông thôn, tăng cường tốc độ dữ liệu 4G LTE cho các khu vực trung tâm thành phố trong quá trình phát triển mạng 4G LTE của các nhà mạng.

2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

Mục 2.1 sẽ trình bày về lợi ích của số hóa truyền hình. Mục 2.2 tóm tắt về quá trình số hóa truyền hình tại Việt Nam. Ưu điểm của băng tần 700 MHz so với băng tần 1800 MHz để triển khai dịch vụ băng rộng 4G LTE tại khu vực nông thôn được mô tả trong mục 2.3. Mục 2.4 phân tích xu hướng triển khai dịch vụ 4G LTE tại băng tần 700 MHz trên thế giới.

2.1. Giới thiệu về số hóa truyền hình

* Tác giả liên hệ

Email: phamdinhtan@humg.edu.vn

Băng tần vô tuyến là một nguồn tài nguyên khan hiếm. Truyền hình tương tự hiện đang sử dụng dải tần UHF từ 470 MHz đến 862 MHz (Fabiano de Sousa Chaves, Rauno Ruismaki, 2016). Dải tần này đã được sử dụng cho truyền hình tương tự trên toàn thế giới trong vài thập niên vừa qua. Để đảm bảo sử dụng tối ưu nguồn tài nguyên băng tần vô tuyến, hơn 156 quốc gia đã ký một thỏa thuận ITU vào năm 2006 để chuyển từ truyền hình tương tự sang truyền số. Trong 10 năm trở lại đây, các đài truyền hình đã chuyển dần từ truyền hình tương tự sang truyền hình kỹ thuật số (Morgan Mullooly, 2012). Truyền hình kỹ thuật số đem đến cho người xem chất lượng truyền hình cao hơn nhiều so với truyền hình tương tự. DVB-T2 là tiêu chuẩn truyền hình kỹ thuật số mới, được nhiều nước châu Âu và châu Á triển khai. DVB-T2 có nhiều ưu điểm hơn so với truyền hình vệ tinh. DVB-T2 có khả năng truyền tải xấp xỉ 600–800 kênh truyền hình SD/HD. DVB-T2 có chất lượng tín hiệu rất tốt ngay cả trong thời tiết xấu hay khi đang di chuyển, cho phép người dùng xem một chương trình phát sóng trực tiếp với chất lượng rõ ràng. DVB-T2 hỗ trợ HDTV đa định dạng, SDTV, TV 3D; hình ảnh được không bị bóng mờ. DVB-T2 cho phép phát tín hiệu đa dạng, cùng một máy phát có thể cung cấp tín hiệu cho thiết bị di động, máy tính xách tay và các thiết bị cầm tay khác.

2.2. Quá trình số hóa truyền hình tại Việt Nam

Số hóa truyền hình là quá trình chuyển đổi và dùng phát sóng truyền hình analog để chuyển sang phát sóng truyền hình kỹ thuật số. Tại Việt Nam, quá trình số hóa truyền hình được triển khai từ năm 2015 và dự kiến hoàn thành trên phạm vi cả nước vào năm 2020 (Bộ Thông tin và Truyền thông, 2013). Mục tiêu là đến năm 2020, các doanh nghiệp cung cấp dịch vụ truyền dẫn, phát sóng truyền hình số mặt đất toàn quốc và khu vực có trách nhiệm triển khai và hoàn thành việc xây dựng hạ tầng truyền dẫn, phát sóng truyền hình số mặt đất để chuyển tải các kênh chương trình phục vụ nhiệm vụ chính trị, thông tin tuyên truyền thiết yếu của các đài truyền hình trung ương và địa phương trên địa bàn. Căn cứ vào tình hình triển khai hạ tầng truyền dẫn, phát sóng truyền hình, các đài truyền hình trung ương và địa phương thực hiện việc phát sóng song song các kênh chương trình truyền hình phục vụ nhiệm vụ chính trị, thông tin tuyên truyền thiết yếu trên hạ tầng truyền dẫn, phát sóng truyền hình số mặt đất và truyền hình tương tự mặt đất. Trong năm 2020, các đài truyền hình trung ương và địa phương kết thúc việc phát sóng tất cả các kênh chương trình truyền hình trên hạ tầng truyền dẫn, phát sóng truyền hình tương tự mặt đất để chuyển hoàn toàn sang phát sóng trên hạ tầng truyền dẫn, phát sóng truyền hình số mặt đất.

2.3. Đánh giá lợi ích băng tần 700 MHz trong việc triển khai mạng 4G LTE tại khu vực nông thôn

Trong lĩnh vực Công nghệ thông tin và Viễn thông, tần số vô tuyến là tài nguyên vô cùng quý giá của mỗi quốc gia. Tại các quốc gia phát triển, tần số vô tuyến thường được cho các nhà mạng thông tin di động thuê thông qua đấu thầu, với chi phí rất đắt đỏ. Tại Việt Nam, hiện tần số được quản lý bởi Bộ Thông tin – Truyền thông, và được cấp cho các nhà mạng thông tin di động có cam kết về tiến độ triển khai mạng lưới và chất lượng dịch vụ cung cấp cho người dùng, với giá cho thuê tần số thấp hơn nhiều lần so với giá đấu thầu tần số tại các nước khác trên thế giới.

Với cùng một khoảng cách truyền sóng, mỗi băng tần có một mức độ suy hao khác nhau. Băng tần càng cao thì suy hao truyền sóng càng lớn. Ví dụ như vùng phủ của một trạm thu phát sóng 2G GSM (băng tần 900 MHz) lớn hơn nhiều so với vùng phủ của một trạm thu phát sóng 3G UMTS (băng tần 2100 MHz), nên triển khai mạng 3G UMTS tốn rất nhiều trạm để đảm bảo vùng phủ sóng so với việc triển khai 2G GSM. Số lượng trạm tăng nghĩa là chi phí đầu tư cho thiết bị, chi phí xây dựng/thuê nhà trạm, chi phí điện, chi phí truyền dẫn v.v. cũng tăng. Hiện nay tại Việt Nam, mạng 4G LTE đang được triển khai trên băng tần 1800 MHz. Băng tần 1800 MHz trước đây được cấp cho các nhà mạng thông tin di động để triển khai 2G GSM (song song với băng tần 900 MHz). Vùng phủ của trạm thu phát sóng 4G LTE ở băng tần 1800 MHz cũng tương đối hạn chế do suy hao nhiều, nên chất lượng phủ sóng mới chỉ đảm bảo ở các khu vực đô thị. Ở khu vực nông thôn thì số lượng trạm 4G LTE còn thưa nên chất lượng phủ sóng chưa được đảm bảo. Ngoài ra tại các đô thị yêu cầu lưu lượng cao, các nhà mạng vẫn cần thêm băng tần để nâng cao tốc độ dữ liệu 4G LTE cho người dùng.

Với kế hoạch phục vụ thuê bao, các nhà mạng thông tin di động sẽ xác định yêu cầu kỹ thuật để cung cấp mức độ phủ sóng của mạng, chất lượng dịch vụ và tốc độ dữ liệu theo cam kết. Phạm vi phủ sóng di động phụ thuộc vào dải tần số được triển khai vì mỗi dải tần có đặc tính truyền sóng cũng như mức suy hao tín hiệu khác nhau. Do đó trong quá trình thiết kế mạng lưới, các nhà mạng cần phân tích bài toán kinh tế - kỹ thuật cho từng băng tần, với các thông số kỹ thuật phù hợp với 4G LTE. Trong bài báo này, vùng phủ của dải tần 700 MHz và 1800 MHz sẽ được mô phỏng để từ đó chỉ ra ưu điểm vượt trội của dải tần 700 MHz cho việc phát triển mạng 4G LTE tại khu vực nông thôn so với băng tần 1800 MHz.

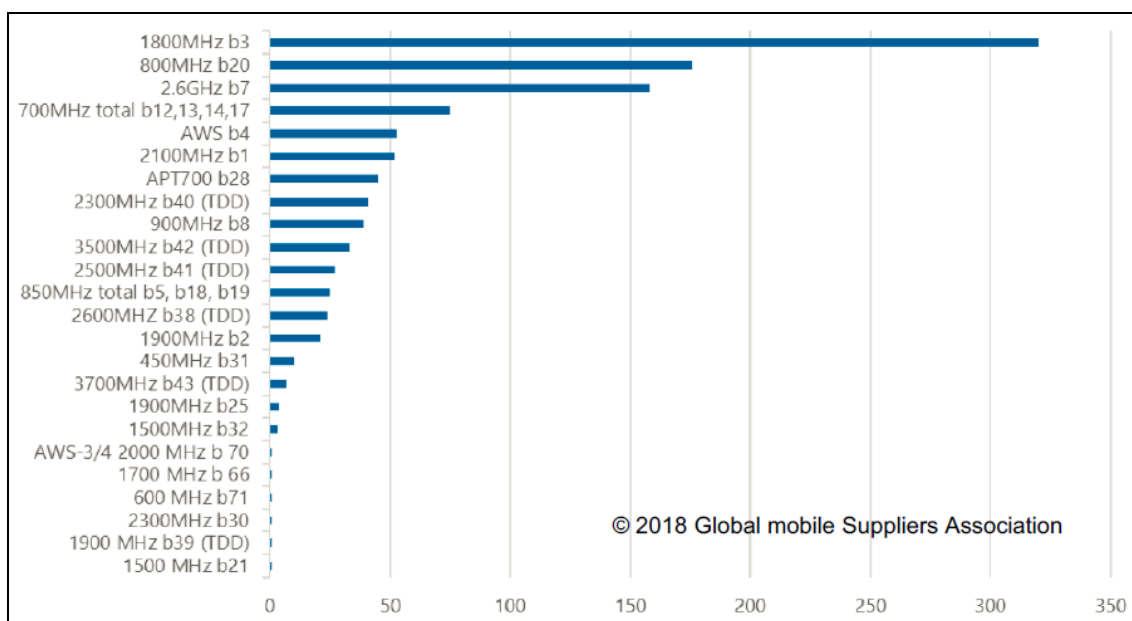
Băng tần càng cao thì suy hao truyền sóng càng lớn. Việc tính toán suy hao thường được thực hiện dựa trên mô hình truyền sóng. Mô hình truyền sóng là các công thức thực nghiệm, dùng để mô tả sự truyền

sóng vô tuyến như là một hàm phụ thuộc vào tần số, khoảng cách và các thông số ăng-ten. Mô hình truyền sóng được dùng để tính suy hao đường truyền, từ đó xác định được vùng phủ. Không có mô hình truyền sóng nào có thể mô tả được suy hao đường truyền trong mọi điều kiện môi trường, địa hình, vật cản khác nhau nên có nhiều mô hình truyền sóng cùng tồn tại cho mỗi dải tần số xác định. Mô hình truyền sóng Hata thường được sử dụng tính toán suy hao đường truyền của các trạm thu phát sóng 4G LTE. Mô hình truyền sóng Hata được chia thành 2 mô hình truyền sóng là mô hình Okumura – Hata và Cost231 – Hata, tùy theo băng tần sử dụng. Mô hình Okumura – Hata thường được sử dụng để tính toán suy hao truyền sóng cho băng tần từ 150 MHz cho đến 1500 MHz, còn mô hình Cost231 – Hata thường được sử dụng để tính toán suy hao truyền sóng cho băng tần trên 1500 MHz (Ashutosh Jha, Debashis Saha, 2017).

Việc hoạch định dung lượng thường dựa trên dự đoán về số lượng thuê bao, tốc độ dữ liệu, hiệu quả phổ và độ rộng băng tần. Từ thông lượng của một trạm đơn có thể tính ra số trạm cần thiết để đảm bảo tốc độ dữ liệu. Số trạm thiết kế sẽ là số trạm lớn nhất thu được từ quá trình thiết kế theo dung lượng và theo vùng phủ. Chi phí đầu tư sẽ bao gồm chi phí mua sắm vật tư thiết bị, công cụ dụng cụ, xây dựng nhà trạm. Chi phí vận hành sẽ bao gồm chi phí vận hành, bảo trì bảo dưỡng, chi phí thuê điểm đặt nhà trạm, chi phí điện, chi phí thuê truyền dẫn, chi phí sử dụng tần số.

2.4. Tình hình triển khai dịch vụ 4G LTE tại băng tần 700 MHz trên thế giới

Theo thống kê của GSACOM, hiện trên toàn thế giới có khoảng 3,2 tỷ thuê bao 4G LTE, với tỷ lệ tăng trưởng thuê bao hàng năm khoảng 39,4%. Tính đến tháng 05/2018, số mạng thông tin di động 4G LTE triển khai tại băng tần 700 MHz hiện đứng thứ tư, sau các băng tần 1800 MHz, 800 MHz và 2600 MHz. Hiện đã có trên 50 quốc gia quy hoạch dải tần 700 MHz cho dịch vụ 4G LTE. Tổng cộng có 34 nhà mạng đã triển khai 4G LTE trên băng tần 700 MHz tại 18 quốc gia (LTE Ecosystem Snapshot, 2018).



Hình 1. 4G LTE triển khai theo các băng tần (GSA NTS Database Update, 2018)

Cũng theo thống kê của GSACOM, hiện trên toàn thế giới có rất nhiều model thiết bị đầu cuối có hỗ trợ băng tần 700 MHz cho 4G LTE. Khoảng 10% số điện thoại thông minh LTE có thể hoạt động trên băng tần 700 MHz.

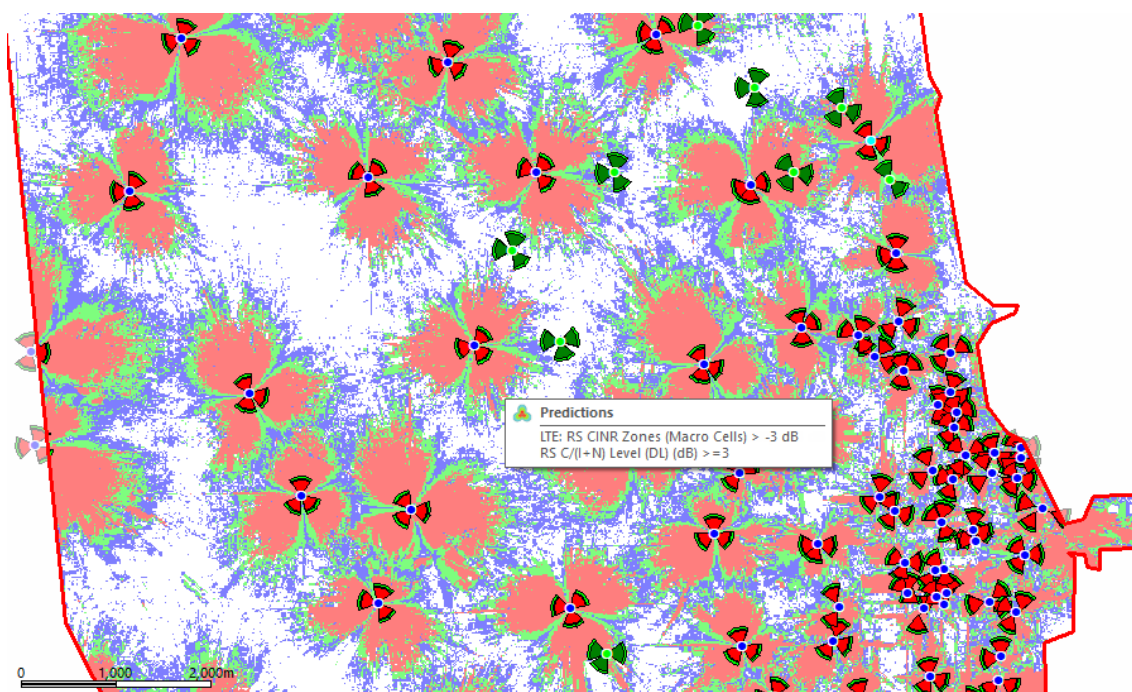
Bảng 1. Thống kê số thiết bị đầu cuối 4G LTE theo băng tần (LTE Ecosystem Snapshot, 2018)

TT	Băng tần	Dải tần hướng lên	Dải tần hướng xuống	Số loại thiết bị đầu cuối
1	1800 MHz băng 3	1710 MHz – 1785 MHz	1805 MHz – 1880 MHz	7731
2	2600 MHz băng 7	2500 MHz – 2570 MHz	2620 MHz – 2690 MHz	6974
3	2100 MHz băng 1	1920 MHz – 1980 MHz	2110 MHz – 2170 MHz	6282
4	800 MHz băng 20	832 MHz – 862 MHz	791 MHz – 821 MHz	4558
5	850 MHz băng 5	824 MHz – 849 MHz	869 MHz – 894MHz	3876

TT	Băng tần	Dải tần hướng lên	Dải tần hướng xuống	Số loại thiết bị đầu cuối
6	900 MHz băng 8	880 MHz – 915 MHz	925 MHz – 960 MHz	3487
7	AWS băng 4	1710 MHz – 1755 MHz	2110 MHz – 2155 MHz	3113
8	1900 MHz băng 2	1850 MHz – 1910 MHz	1930 MHz – 1990 MHz	2990
9	700 MHz băng 17	704 MHz – 716 MHz	734 MHz – 746 MHz	2171
10	700 MHz băng 13	777 MHz – 787 MHz	746 MHz – 756 MHz	1163
11	APT700 băng 28	703 MHz – 748 MHz	758 MHz – 803 MHz	1211
12	700 MHz băng 12	699 MHz – 716 MHz	729 MHz – 746 MHz	1058

3. Kết quả và thảo luận

Việc mô phỏng vùng phủ tại băng tần 700 MHz và băng tần 1800 MHz được thực hiện trên phần mềm mô phỏng Atoll của hãng Forsk (Pháp). Thiết lập mô phỏng vùng phủ sử dụng mô hình truyền sóng Okumura – Hata cho dải tần 700 MHz và mô hình truyền sóng Cost231 – Hata cho dải tần 1800 MHz.



Hình 2. Kết quả mô phỏng vùng phủ 4G LTE trên phần mềm Atoll.

Với độ cao trạm thu phát sóng được thiết lập ở giá trị điển hình là 30m, độ cao thiết bị đầu cuối của người dùng là 1,5m thì bán kính vùng phủ tại khu vực thành phố của một trạm thu phát sóng 4G LTE ở băng tần 700 MHz và băng tần 1800 MHz lần lượt là 1,33km và 0,73km, tương ứng với diện tích vùng phủ lần lượt là 5,6 km² và 1,7 km². Kết quả tính toán bán kính vùng phủ của trạm thu phát sóng 4G LTE tại băng tần 700 MHz và 1800 MHz được cho trong bảng sau.

Bảng 2. Bán kính vùng phủ trung bình dựa trên mô phỏng của trạm thu phát sóng 4G LTE (km)

Băng tần	Bán kính vùng phủ của trạm thu phát sóng 4G LTE (km)		
	Thành phố	Ngoại thành	Nông thôn
700 MHz	1,33	2,49	4,38
1800 MHz	0,73	1,45	2,56

Kết quả mô phỏng cho thấy một trạm thu phát sóng 4G LTE tại băng tần 700 MHz có diện tích vùng phủ lớn gấp ba lần một trạm thu phát sóng 4G LTE tại băng tần 1800 MHz. Như vậy để đảm bảo chất lượng cho cùng một khu vực địa lý, số trạm thu phát sóng 4G LTE tại băng tần 700 MHz chỉ bằng một phần ba so với việc triển khai trạm thu phát sóng 4G LTE tại băng tần 1800 MHz. Kèm theo đó là hiệu

quả kinh tế về chi phí đầu tư cho thiết bị, chi phí xây dựng/thuê nhà trạm, chi phí điện, chi phí truyền dẫn khi triển khai mạng 4G LTE tại băng tần 700 MHz.

4. Kết luận

Băng tần 700 MHz hoàn toàn phù hợp với việc triển khai mạng 4G LTE tại khu vực nông thôn do suy hao thấp nên trạm thu phát sóng có vùng phủ rộng hơn so với băng tần 1800 MHz. Diện tích vùng phủ của trạm thu phát sóng 4G LTE ở băng tần 700 MHz rộng gấp ba lần so với băng tần 1800 MHz. Việc triển khai mạng 4G LTE tại băng tần 700 MHz không phải để thay thế mạng 4G LTE tại băng tần 1800 MHz đang có, mà là bổ sung cho mạng 4G LTE tại băng tần 1800 MHz đang có để mở rộng vùng phủ sóng 4G LTE tại khu vực nông thôn, với đặc điểm là lưu lượng trung bình theo thuê bao thấp và yêu cầu vùng phủ rộng. Do đó, băng tần 700 MHz là hoàn toàn phù hợp để cung cấp dịch vụ 4G LTE tại khu vực nông thôn, đem lại hiệu quả kinh tế gấp ba lần so với việc triển khai 4G LTE ở băng tần 1800 MHz. Tại các khu vực thành phố, người dùng sẽ được trải nghiệm tốc độ dữ liệu cao hơn nhờ việc triển khai dịch vụ 4G LTE trên băng tần mới 700 MHz bổ sung cho băng tần 1800 MHz đang có.

Tài liệu tham khảo

- Bộ Thông tin và Truyền thông, 2013. Đề án số hóa truyền dẫn, phát sóng truyền hình mặt đất.
- Ashutosh Jha, Debashis Saha, 2017. Why is 700 MHz band a good proposition for provisioning pan-India 4G LTE services?
- Fabiano de Sousa Chaves, Rauno Ruismaki, 2016. LTE 700 MHz: Evaluation of the Probability of Interference to Digital TV.
- Morgan Mullooly, 2012. The 700 MHz spectrum band: market drivers and harmonisation challenges worldwide.
- Sergey Tereschuk, 2015. LTE Mobile Broadband.

Nguồn Internet:

- GSA NTS Database Update, 2018. Website: <https://gsacom.com>.
- LTE Ecosystem Snapshot, 2018. Website: <https://gsacom.com>.

ABSTRACT

Feasibility Study for 4G LTE Cellular Network Deployment on 700 MHz Frequency Band

Pham Dinh Tan¹, Tran Thi Thu Thuy¹, Diem Cong Hoang¹
¹ *Hanoi University of Mining and Geology*

4G LTE cellular networks have been deployed in Vietnam, which bring high-speed data experience to users with smart devices. 4G LTE network is simultaneously an infrastructure for Internet of Things (IoT) technologies. 4G LTE cellular networks in Vietnam are working on 1800 MHz frequency band with high propagation loss to radio signal so coverage of 4G LTE site is small. Coverage of 4G LTE is now only good in cities and areas with dense population. Density of 4G LTE sites is low in rural areas. According to the Television Digitalisation Plan of Ministry of Information and Communications, frequency band 700 MHz will be mitigated from television broadcasting by 2020. This paper works on feasibility study for 4G LTE cellular network deployment on 700 MHz frequency band taken from broadcasting television. Large coverage at 700 MHz will help network operators offer high-speed data services in rural area much more effectively than with existing 1800 MHz frequency band. In areas with dense population, users will experience high data throughput by adding 700 MHz frequency band to existing 1800 MHz band for 4G LTE services.

Keywords: 4G; LTE; 700 MHz; Internet of Things; IoT;

Dữ liệu không gian trong SQL Server và ứng dụng để xác định mức phạm vi cung cấp dữ liệu đo đạc bản đồ trên mạng Internet

Nguyễn Văn Tuấn^{1,*}, Nông Thị Oanh², Nguyễn Thị Phương Bắc², Nguyễn Thùy Dương²
¹ Trung tâm thông tin dữ liệu đo đạc và bản đồ, Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam
² Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT

Bài báo trình bày dữ liệu không gian trong SQL Server và ứng dụng các phép toán không gian được SQL Server cung cấp để xác định phạm vi được phép cung cấp của dữ liệu đo đạc bản đồ, phục vụ cho công tác cung cấp dữ liệu đo đạc bản đồ trên mạng Internet.

Từ khóa: “dữ liệu không gian”, “độ mật”, “cung cấp dữ liệu”

1. Đặt vấn đề

Dữ liệu đo đạc bản đồ là dữ liệu cơ bản cần thiết cho nhiều ngành của xã hội. Việc cung cấp dữ liệu đo đạc bản đồ trước đây được thực hiện thủ công, người sử dụng có nhu cầu sử dụng dữ liệu cần phải đến làm việc trực tiếp tại đơn vị cung cấp dữ liệu để tìm kiếm và mua dữ liệu. Từ năm 2016, Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam đã thực hiện việc cung cấp dữ liệu thông qua mạng Internet. Việc cung cấp dữ liệu cần tuân theo quy định về độ mật được quy định trong thông tư 29/2013/QĐ-BCA ngày 24/6/2013 của Bộ Công An. Chỉ có dữ liệu không mật mới được phép cung cấp qua mạng Internet [2,3,5].

Theo quy định này, dữ liệu có số lượng tờ liên kết bằng diện tích lớn hơn 200km² ở thực địa được coi là dữ liệu mật [5]. Trước đây, việc xác định diện tích có lớn hơn 200km² được thực hiện thủ công trong phần mềm ArcGIS. Bài báo đề xuất cách xác định độ mật của dữ liệu bằng cách sử dụng các phép tính toán không gian của phần mềm SQL Server.

2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

2.1 Lưu trữ dữ liệu không gian trong SQL Server

Hệ quản trị cơ sở dữ liệu không gian là một hệ quản trị cơ sở dữ liệu có hỗ trợ mô hình dữ liệu không gian, kiểu dữ liệu không gian và ngôn ngữ truy vấn SQL không gian, cung cấp khả năng đánh chỉ mục không gian và các phép toán không gian [1].

Cơ sở dữ liệu không gian là một cơ sở dữ liệu trong đó có chứa đối tượng không gian. Đối tượng không gian được biểu diễn thông qua các đối tượng hình học cơ bản (điểm, đường và vùng) hoặc được biểu diễn dưới dạng ảnh (raster). Dữ liệu không gian biểu diễn thông tin vị trí địa lý và hình dạng của các đối tượng trên trái đất.

Hiện nay có rất nhiều hệ quản trị cơ sở dữ liệu không gian như: DB2 (phần mở rộng IBM DB2 Spatial Extender), Oracle (Oracle Spatial), PostgreSQL (phần mở rộng PostGIS), Sqlite (phần mở rộng SpatialLite), và Microsoft SQL Server phiên bản 2008 trở lên.

Trong SQL Server giới thiệu 2 kiểu dữ liệu không gian là:

Kiểu dữ liệu hình học (Geometry): Là kiểu dữ liệu không gian cơ bản được sử dụng để biểu diễn các đối tượng trong hệ tọa độ Euclide (tọa độ phẳng).

Kiểu dữ liệu địa lý (Geography): Là kiểu dữ liệu không gian cơ bản được sử dụng để biểu diễn các đối tượng trong hệ tọa độ trái đất (tọa độ Ellipsoid).

Trong SQL Server, các đối tượng hình học trên bản đồ được mô tả theo chuẩn Well-Know Text (WKT) hoặc Well-Known Binary (WKB), đây là các chuẩn được Open Geospatial Consortium (OGC) đề xuất [7].

Well-Know Text (WKT): ngôn ngữ đánh dấu kiểu văn bản dùng để biểu diễn các đối tượng hình học có định dạng vector trên bản đồ. WKT bao gồm các thông tin về kiểu của đối tượng và tọa độ của đối tượng.

Ví dụ về các kiểu dữ liệu không gian dạng WKT trong SQL Server:

* Tác giả liên hệ

Email: bktuannv@gmail.com

```

POINT (0 0)
LINESTRING (0 0,1 1,1 2)
POLYGON ((0 0,4 0,4 4,0 4,0 0), (11, 2 1, 2 2, 1 2,1 1))
MULTIPOINT (0 0,1 2)
MULTILINESTRING ((0 0,1 1,1 2), (2 3,3 2,5 4))
MULTIPOLYGON (((0 0,4 0,4 4,0 4,0 0), (1 1,2 1,2 2,1 2,1 1)), ((-1 -1,-1 -2,-2 -2,-2 -1,-1 -1))
GEOMETRYCOLLECTION (POINT(2 3), LINESTRING (2 3,3 4))

```

Ngoài ra, WKT cũng được sử dụng để mô tả hệ quy chiếu như Datum, Geoid, Hệ tọa độ và Phép chiếu bản đồ của các đối tượng không gian. Đối với hệ tọa độ quốc gia VN-2000 với 7 tham số [9] được khai báo như sau:

```

+proj=utm + zone=48 + ellps=WGS84 + towgs84=-191.90441429, 39.30318279,
-111.45032835, -0.00928836, 0.01975479, -0.00427372, 0.252906278 + units =
m +no_defs

```

Well-Known Binary (WKB): ngôn ngữ đánh dấu kiểu nhị phân dùng để biểu diễn cho các đối tượng hình học trên bản đồ (tương tự như WKT) ở hệ thập lục phân.

Ví dụ: POINT(2.0 4.0) được thể hiện trong cơ sở dữ liệu như sau :

```
0000000001400000000000000004010000000000000
```

Với sự hỗ trợ tương tác với các đối tượng không gian, người sử dụng SQL Server có thể thực hiện việc lưu trữ dữ liệu không gian cũng như thực hiện truy vấn không gian mà các hệ quản trị cơ sở dữ liệu truyền thống (không chứa thành phần không gian) không thể thực hiện được. Tính năng này sẽ cung cấp cho người sử dụng trong các lĩnh vực liên quan đến yếu tố không gian một hệ quản trị cơ sở dữ liệu phù hợp.

2.2. Truy vấn dữ liệu không gian trong SQL Server

Để có thể thực hiện truy vấn không gian bằng ngôn ngữ SQL, thì SQL Server đã cài đặt sẵn các hàm hỗ trợ trong việc truy vấn dữ liệu không gian. Đối với mỗi hệ quản trị cơ sở dữ liệu khác nhau thì tên hàm cũng khác nhau. Những hàm dưới đây là các hàm thường dùng nhất và đã được định nghĩa trong SQL Server [1,7].

2.2.1 Các hàm hỗ trợ cơ bản

a. STGeomFromText

Trả về một đối tượng địa lý dựa vào thông tin từ WKT (Well-Known Text).

Cú pháp: STGeomFromText('geography_tagged_text', SRID)

Ngôn ngữ đánh dấu kiểu văn bản của đối tượng hình học (WKT).

b. STAsText

Trả về dạng ngôn ngữ đánh dấu kiểu văn bản của đối tượng hình học (WKT). Kết quả trả về không bao gồm độ cao hoặc kết quả đo lường (chiều dài, chu vi, diện tích) của đối tượng địa lý.

Cú pháp: [đối tượng].STAsText()

c. STSrid

Trả về số nguyên tương ứng với một hệ quy chiếu đã được định nghĩa (SRID).

Cú pháp: [đối tượng].STSrid

d. STGeometrytype

Trả về kiểu hình học của đối tượng không gian dưới dạng chuỗi. Bao gồm Point, LineString, Polygon, GeometryCollection, Multipoint, MultiLineString, và MultiPolygon.

Cú pháp: [đối tượng].STGeometrytype()

2.2.2 Nhóm hàm đo lường

Đối với nhóm hàm đo lường, đơn vị kết quả tính toán được trả về như sau:

Đối với dữ liệu dạng Geography: kết quả trả về có đơn vị mét. Đối với dữ liệu dạng Geometry: kết quả trả về có đơn vị được quy định theo hệ tọa độ Đề-các (xy).

a. STDistance

Trả về khoảng cách ngắn nhất giữa hai đối tượng không gian.

Cú pháp: Đối tượng 1.STDistance(đối tượng 2)

b. STLength

Trả về chiều dài của một đối tượng không gian. Đối với đối tượng vùng (Polygon) giá trị trả về sẽ là chu vi của đối tượng, đối với đối tượng điểm (Point) giá trị trả về là 0.

Cú pháp: Đối tượng.STLength()

c. STArea

Trả về diện tích bề mặt của đối tượng không gian (dạng vùng). Đơn vị trả về là đơn vị diện tích (đối với SRID 4326 - WGS84 là mét vuông).

Cú pháp: Đối tượng.STArea()

2.2.3 Nhóm hàm tạo đối tượng

a. STBuffer

Trả về một đối tượng không gian là đại diện cho tập hợp của tất cả các điểm có khoảng cách nhỏ hơn hoặc bằng khoảng các tính từ một đối tượng cho trước. Đây được gọi là vùng đệm.

Cú pháp: Đối tượng.STBuffer(khoảng cách)

b. STIntersection

Trả về đối tượng không gian là tập hợp của tất cả các điểm thuộc giao giữa đối tượng không gian A và đối tượng không gian B. Nếu không có điểm chung giữa hai đối tượng kết quả trả về là rỗng (null).

Cú pháp: Đối tượng A.STIntersection(đối tượng B)

c. STUnion

Trả về một đối tượng không gian là là tập hợp của đối tượng không gian này và đối tượng không gian khác.

Cú pháp: Đối tượng A.STUnion (đối tượng B)

2.2.4 Nhóm hàm quan hệ Topology

a. STEqual

So sánh hai đối tượng không gian, kết quả trả về là 1 nếu hai đối tượng giống nhau, 0 nếu hai đối tượng khác nhau. Kết quả trả về rỗng nếu hai đối tượng khác SRID.

Cú pháp: Đối tượng A.STEqual(đối tượng B)

b. STDisjoint

Trả về 1 nếu các đối tượng không giao nhau, trả về 0 nếu các đối tượng giao nhau. Kết quả trả về rỗng nếu hai đối tượng khác SRID.

Cú pháp: Đối tượng A.STDisjoint(đối tượng B)

c. STIntersects

Trả về 1 nếu các đối tượng không gian giao nhau, trả về 0 nếu các đối tượng không gian không giao nhau. Kết quả trả về rỗng nếu hai đối tượng khác SRID.

Cú pháp: Đối tượng A.STIntersects(đối tượng B)

d. STTouches

Trả về giá trị là 1 nếu các đối tượng không gian có ít nhất 1 điểm chung nhưng không giao nhau. Ngược lại, trả về giá trị 0 nếu hai đối tượng không có điểm chung.

Cú pháp: Đối tượng A.STTouches(đối tượng B)

e. STWithin

Trả về giá trị 1 nếu đối tượng không gian A hoàn toàn nằm trong đối tượng không gian B. Ngược lại, trả về giá trị 0.

Cú pháp: Đối tượng A.STWithin(đối tượng B)

f. STContains

Trả về 1 nếu và chỉ nếu đối tượng B hoàn toàn nằm trong đối tượng A (A chứa B). Ngược lại trả về giá trị 0.

Cú pháp: Đối tượng A.STContains(đối tượng B)

g. STOverlaps

Trả về giá trị 1 nếu các đối tượng không gian có chung phần giao nhau nhưng không hoàn toàn chứa nhau. Ngược lại trả về giá trị 0.

2.3. Quy định về độ mật của dữ liệu đo đạc

Theo Pháp lệnh bảo vệ bí mật Nhà nước số 30/2000/PL-UBTVQH10 ngày 28 tháng 12 năm 2000 của Ủy ban Thường vụ Quốc hội thi Bản đồ quân sự (Bản đồ địa hình); Tọa độ điểm hạng I, hạng II nhà nước của mạng lưới quốc gia hoàn chỉnh cùng với các ghi chú điểm kèm theo là các tài liệu thuộc diện tối mật của Ngành Đo đạc bản đồ có liên quan đến sự nguy hại của Nhà nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam, vì thế đây là những sản phẩm hạn chế người sử dụng [8].

Theo đó, tại Thông tư số 29/2013/TT-BCA ngày 10 tháng 5 năm 2013 của Bộ Công an về việc Quy định danh mục bí mật nhà nước độ mật trong lĩnh vực tài nguyên và môi trường. Tại mục 5 Điều 1 của

thông tư này, danh mục đo đạc và bản đồ sau thuộc danh mục bí mật nhà nước [5] bao gồm các loại sau:

- Hệ thống số liệu gốc đo đạc quốc gia bao gồm: Tọa độ gốc trắc địa, tọa độ gốc thiên văn, tọa độ gốc vệ tinh, giá trị gốc trọng lực tuyệt đối, giá trị gốc độ cao, giá trị gốc độ sâu;
- Phim, ảnh hàng không bao gồm phim, ảnh hàng không kỹ thuật số và sản phẩm quét phim, ảnh hàng không kèm theo số liệu xác định tọa độ tâm ảnh có số lượng tờ liên kết bằng diện tích lớn hơn 200km² ở thực địa;
- Bản đồ địa hình dạng giấy, dạng số và cơ sở dữ liệu nền địa lý các tỷ lệ 1:2.000, 1:5.000, 1:10.000, 1:25.000, 1:50.000, 1:100.000, có diện tích liên kết lớn hơn 200 km²;
- Tài liệu đo đạc và bản đồ của khu vực, mục tiêu, đối tượng trong diện bảo mật.

3. Kết quả và thảo luận

Khi người sử dụng lựa chọn các sản phẩm dữ liệu cần được cung cấp trên mạng Internet, cần phải tính toán dữ liệu được phép cung cấp cho người sử dụng dựa trên lịch sử mua hàng của người sử dụng và dữ liệu đo đạc và bản đồ mà người sử dụng đang yêu cầu được cung cấp. Nếu phạm vi này có diện tích liên kết lớn hơn 200 km² thì không được phép cung cấp cho người sử dụng.

Với mỗi người sử dụng, có một bảng lưu lại lịch sử các dữ liệu đã được mua trước đó trong bảng có cấu trúc như sau:

Bảng 1. Bảng lưu lại lịch sử các dữ liệu đã mua trước đó

Tên trường	Kiểu dữ liệu	Ghi chú
DuLieuId	Integer	Khóa chính của bảng
NguoiDungId	Integer	Mã người sử dụng
PhamVi	Geometry	Phạm vi dữ liệu mà người sử dụng đã mua
TrangThai	Bool	Trạng thái của lịch sử dữ liệu

Sau khi người sử dụng lựa chọn các dữ liệu cần được cung cấp, ta tìm và tính toán phạm vi dữ liệu của tất cả dữ liệu mà người sử dụng đã mua từ trước đến nay bằng câu lệnh sau:

```
SELECT UNION(PhamVi) WHERE @NguoiDungId = nguoidungid
```

Tìm vùng có diện tích lớn nhất:

```
SELECT MAX(PhamVi.STArea()) AS MAX_AREA FROM
```

```
SELECT UNION(PhamVi) WHERE @NguoiDungId = nguoidungid)
```

Sau khi tìm được diện tích lớn nhất, so sánh với phạm vi dữ liệu cho phép (200 km²). Nếu diện tích lớn hơn 200 km² thì thông báo cho người dùng biết phạm vi dữ liệu vượt quá quy định cho phép. Người dùng cần loại bỏ các vùng này ra khỏi dữ liệu cần mua. Nếu diện tích nhỏ hơn 200 km², cho phép người dùng tiếp tục mua dữ liệu. Việc kiểm tra dữ liệu được thực hiện bằng các câu lệnh sau:

```
--Khai báo biến
```

```
DECLARE @laDuLieuMat BOOL = false;
```

```
IF @MAX_AREA > 200
```

```
BEGIN
```

```
    @laDuLieuMat = true;
```

```
END
```

```
ELSE
```

```
BEGIN
```

```
    @laDuLieuMat = false;
```

```
END
```

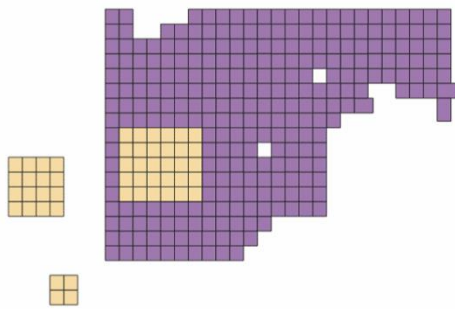
Ví dụ, khi kiểm tra người sử dụng có nguoidungid=10, ta có thông tin như sau:

	duleid	nguoidungid	phamvi	trangthai
1	12	10	LINESTRING(11792363.1528 2316893.3846,11792336.0...	1
2	13	10	LINESTRING(11819555.6051 2330257.0271,11819549.3...	1
3	14	10	LINESTRING(11817388.5056 2339494.2616,11817376.6...	1
4	15	10	LINESTRING(11791504.5988 2345090.3241,11791487.8...	1
5	16	10	LINESTRING(11803222.4128 2346584.9315,11803203.2...	1
6	17	10	LINESTRING(11802686.4259 2339447.7978,11802686.2...	1
7	18	10	LINESTRING(11801252.224 2342425.2158,11801234.09...	1
8	19	10	LINESTRING(11804480.9063 2346731.0869,11804504.3...	1
9	20	10	LINESTRING(11793564.335 2350928.5445,11793588.72...	1
10	21	10	LINESTRING(11799410.6863 2348237.0372,11799419.0...	1

Hình 1. Lịch sử mua dữ liệu bản đồ địa hình tỷ lệ 1:10 000 của người dùng

	duleid	nguoidungid	phamvi	trangthai
100	112	10	LINESTRING(11762210.8441 2401834.2725,11762208.9...	1
101	113	10	LINESTRING(11763885.9756 2404803.0783,11763878.0...	1
102	114	10	LINESTRING(11759704.7056 2407163.6912,11759707.3...	1
103	115	10	LINESTRING(11761973.8827 2406912.2761,11761923.7...	1
104	116	10	LINESTRING(11762336.8964 2402592.0678,11762321.8...	1
105	117	10	LINESTRING(11767326.8686 2387969.1027,11767267.7...	1
106	118	10	LINESTRING(11761072.5813 2401630.4493,11761068.0...	1
107	119	10	LINESTRING(11771258.3033 2354665.1368,11771225.6...	1
108	120	10	LINESTRING(11790040.6114 2361580.6029,11790026.2...	1
109	121	10	LINESTRING(11774051.2841 2374578.7288,11774167.4...	1

Hình 2. Dữ liệu bản đồ địa hình tỷ lệ 1:10 000 người dùng đang cần mua



Hình 3. Phạm vi dữ liệu bản đồ địa hình tỷ lệ 1:10 000 người dùng đã mua thể hiện trên không gian

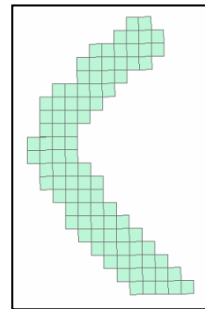
Sau khi chạy lệnh kiểm tra:

```
SELECT MAX(PhamVi.STArea()) FROM
(SELECT UNION(PhamVi) WHERE @NguoiDungId = 10)
```

Ta có kết quả diện tích liên kết lớn nhất mà người dùng mua là 102.15 km², nằm trong phạm vi cho phép.

Khi kiểm tra người sử dụng có nguoidungid = 68, ta có thông tin như sau:

id	duleid	nguoidungid	phamvi	trangthai
2	1746	68	LINESTRING(11781015.0716 2363404.0011,11780956.0...	1
2	1747	68	LINESTRING(11776076.0768 2372786.8979,11776044.7...	1
2	1748	68	LINESTRING(11786221.1059 2377419.2831,11786212.1...	1
2	1744	68	LINESTRING(11787644.9895 2373958.9243,11787620.9...	1
2	1736	68	LINESTRING(11757306.5917 2406792.8779,11757292.8...	1
2	1737	68	LINESTRING(11777016.4685 2365375.6273,11776942.6...	1
2	1739	68	LINESTRING(11765624.6213 2360440.2692,11765628.8...	1
2	1740	68	LINESTRING(11781964.7003 2370907.3212,11781814.8...	1
2	1741	68	LINESTRING(11781529.417 2360790.1222,11781505.38...	1
2	1742	68	LINESTRING(11791018.7875 2364872.6869,11791011.3...	1
2	1731	68	LINESTRING(11767397.8388 2393256.4379,11767395.6...	1
2	1732	68	LINESTRING(11774324.0543 2360190.5506,11774321.1...	1



Hình 4. Dữ liệu bản đồ địa hình tỷ lệ 1:50 000 người dùng đang cần mua

Hình 5. Phạm vi dữ liệu bản đồ địa hình tỷ lệ 1:50 000 người dùng đang mua thể hiện trên không gian

Trong đó: Màu xanh là phạm vi dữ liệu đang cần mua (Hình 5). Người dùng này đang quan tâm tới dữ liệu địa hình tỷ lệ 1: 50 000 ven biển và chưa mua dữ liệu lần nào nên không có dữ liệu lịch sử.

Sau khi chạy lệnh kiểm tra:

```
SELECT MAX(PhamVi.STArea()) AS MAX_AREA FROM
(SELECT UNION(PhamVi) WHERE @NguoiDungId = 68)
```

Ta có kết quả diện tích liên kết lớn nhất mà người dùng mua là 68.557,29 km², vượt quá phạm vi cho phép.

4. Kết luận

Bài báo đã giới thiệu cách tiếp cận dữ liệu không gian trong phần mềm SQL Server và thực hiện việc tính toán mức độ mật của dữ liệu đo đạc bản đồ bằng cách sử dụng các phép toán không gian do phần mềm này cung cấp. Kết quả của bài báo cho phép xác định được diện tích liên kết liên tục của các mảnh bản đồ có nằm trong phạm vi cho phép hay không một cách tự động, giúp cho người dùng có thể biết được phạm vi dữ liệu của mình cần mua có được cung cấp trên mạng Internet hay không mà không cần người quản trị hệ thống phải kiểm tra. Kết quả này đã được áp dụng trong công tác kiểm tra dữ liệu người dùng quan tâm trong hệ thống cung cấp dữ liệu đo đạc bản đồ trên mạng Internet, giúp giảm thời gian chờ đợi của khách hàng. Hệ quản trị cơ sở dữ liệu SQL Server sử dụng ngôn ngữ lập trình và truy vấn cơ sở dữ liệu Transact-SQL nên hỗ trợ rất nhiều các lệnh truy vấn cho cơ sở dữ liệu, đặc biệt là cơ sở dữ liệu không gian. Bài báo chỉ trình bày một số truy vấn cơ bản cho cơ sở dữ liệu không gian phục vụ cho việc tính toán mức độ mật của dữ liệu đo đạc bản đồ, người sử dụng có thể tìm hiểu thêm các truy vấn khác trong phần trợ giúp của phần mềm.

Tài liệu tham khảo

Aitchison, Alastair, Pro Spatial with SQL Server 2012, Apress, 2012.

Lượt Lưu trữ 01/2011/QH13 ngày 11 tháng 11 năm 2011 của Quốc hội Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam về “Lưu trữ”.

Nghị định số 12/2002/NĐ-CP ngày 22/01/2002 của Chính phủ về hoạt động đo đạc và bản đồ.
Nghị định số 33/2002/NĐ-CP ngày 28/03/2002 của chính phủ về việc Quy định chi tiết thi hành pháp lệnh bảo vệ bí mật Nhà nước.
Thông tư 29/2013/TT-BCA ngày 10/05/2013 quy định về danh mục bí mật nhà nước độ mật trong lĩnh vực tài nguyên và môi trường.
Thông tư 03 /2007/TT-BTNMT ngày 15/02/2007 hướng dẫn quản lý, lưu trữ, cung cấp và khai thác sử dụng thông tin tư liệu đo đạc và bản đồ.
<https://docs.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/spatial/spatial-data-sql-server>.
Pháp lệnh 30/2000/PL-UBTVQH10 ngày 28/12/2000 về Bảo vệ bí mật nhà nước.
Thông thư số 973/2001/TT-TCĐC ngày 20 tháng 6 năm 2001 của Tổng cục Địa chính hướng dẫn áp dụng hệ quy chiếu và hệ tọa độ quốc gia VN-2000.

ABSTRACT

Spatial data in SQL Server and the applications to determine the scope to which the surveying and mapping data is provided on the Internet

Nguyen Van Tuan¹, Nong Thi Oanh², Nguyen Thi Phuong Bac², Nguyen Thuy Duong²
¹ *Department of Survey, Mapping and Geographic Information Vietnam*
² *Hanoi University of Mining and Geology*

The paper presents spatial data in SQL Server and the application of spatial operations provided by SQL Server to determine the permitted scope of the surveying and mapping data for the data provision on the Internet

Keywords: spatial; security; the surveying and mapping data