

ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH THÀNH PHẦN CHÍNH CÓ HƯỚNG ĐỂ XÁC ĐỊNH DẤU HIỆU KHOÁNG SẢN SẮT TRÊN ẢNH VỆ TINH LANDSAT-8

TRINH LÊ HÙNG, NGUYỄN SÁCH THÀNH

Học viện Kỹ thuật Quân sự

VƯƠNG TRỌNG KHA - *Trường Đại học Mỏ-Địa chất*

Email: tringlehung125@gmail.com

1. Mở đầu

Ảnh vệ tinh quang học với đặc điểm thể hiện cường độ phản xạ phổ của các đối tượng mặt đất đã được sử dụng rộng rãi trong phát hiện các dấu hiệu chứa khoáng sản, hỗ trợ hiệu quả cho công tác điều tra, thăm dò các mỏ khoáng sản [4]. Nhiều phương pháp, kỹ thuật chiết tách thông tin các loại khoáng sản như sét, sắt, kim loại màu, khoáng sản thủy nhiệt từ ảnh vệ tinh quang học đã được đề xuất và thử nghiệm [1]-[3], [5]-[10]. Các phương pháp này có thể chia thành hai nhóm chính: nhóm phương pháp dựa trên ảnh tỉ lệ (band rationing) và nhóm phương pháp dựa trên phân tích thành phần chính (PCA - Principal Component Analysis) [9]. Các phương pháp này có những ưu điểm riêng, tuy nhiên khi áp dụng với những khu vực có lớp phủ thực vật thường tỏ ra không hiệu quả. Để khắc phục những hạn chế này, một số nghiên cứu đã sử dụng phương pháp phân tích thành phần chính có hướng - DPCA (Directed Principal Component Analysis) [1], [6]. Đây là phương pháp kết hợp ưu điểm của cả phương pháp tỉ lệ ảnh và phân tích thành phần chính. Bài báo trình bày kết quả ứng dụng phương pháp phân tích thành phần chính có hướng (DPCA) trong phát hiện các dấu hiệu chứa khoáng sản sét trên ảnh vệ tinh Landsat 8 - thế hệ vệ tinh Landsat mới nhất hiện nay. Để hỗ trợ quá trình xử lý ảnh, trong nghiên cứu cũng tiến hành xây dựng chương trình mô-đun phần mềm, giúp đơn giản hóa các bước thực hiện nhằm xác định nhanh vị trí phân bố các khu vực chứa khoáng sản sét.

2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Dữ liệu

Dữ liệu viễn thám sử dụng trong nghiên cứu là 01 cảnh ảnh vệ tinh Landsat 8 chụp ngày 04/6/2017 khu vực tỉnh Vĩnh Phúc. Ảnh Landsat 8 bao gồm

11 kênh, trong đó có 8 kênh ở dải sóng nhìn thấy và hồng ngoại, 01 kênh toàn sắc và 02 kênh hồng ngoại nhiệt. Các kênh đa phổ có độ phân giải không gian 30m, phù hợp với các nghiên cứu ở quy mô cấp tỉnh, vùng. Trên hình H.1 thể hiện ảnh vệ tinh Landsat 8 ở tổ hợp màu RGB=432.



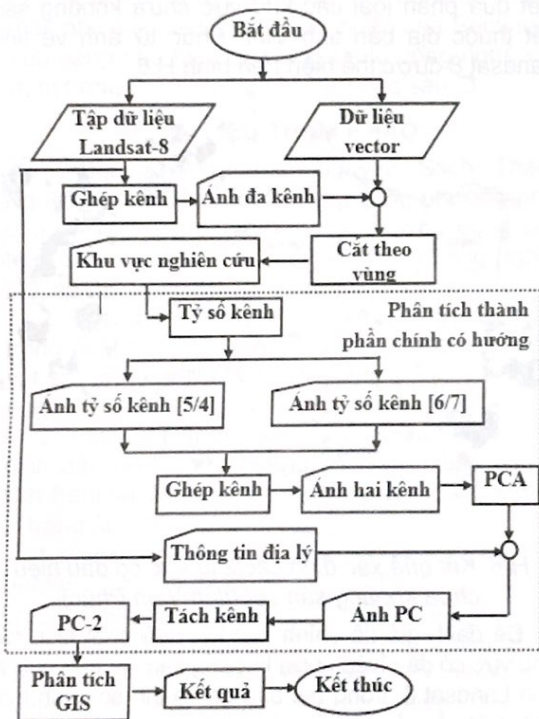
H.1. Ảnh vệ tinh Landsat 8 khu vực nghiên cứu

2.2. Phương pháp phân tích thành phần chính có hướng

Phương pháp phân tích thành phần chính có hướng (DPCA) được Fraser và Green (1987) đề xuất khi phát hiện dấu hiệu khoáng sản từ dữ liệu viễn thám trong điều kiện bề mặt bị ảnh hưởng bởi lớp phủ thực vật. Sau đó, một số nghiên cứu khác đã áp dụng và tiếp tục phát triển phương pháp này nhằm nâng cao khả năng phát hiện các đối tượng khoáng sản trên ảnh vệ tinh quang học như Aster, Landsat [6]. Các nghiên cứu này đã chứng minh rằng: với những khu vực có lớp phủ thực vật, việc sử dụng phương pháp DPCA tỏ ra hiệu quả hơn so với phương pháp phân tích thành

phần chính cũng như phương pháp tỉ lệ ảnh.

Về bản chất, DPCA sẽ ánh xạ các nhóm thông tin cụ thể đến một thành phần chính nào đó dựa trên các đặc điểm phản xạ phổ. Sự khác biệt giữa DPCA và PCA là dữ liệu đầu vào đối với phương pháp DPCA đã có sự chọn lọc trước. Trong DPCA, trước khi tiến hành phân tích thành phần chính, dữ liệu gốc ban đầu sẽ được chiết tách sơ bộ. Việc chiết tách sơ bộ sẽ được thực hiện bởi các ảnh tỉ lệ. Như vậy, DPCA chính là sự kết hợp của hai phương pháp: tỉ lệ ảnh và phân tích thành phần chính. Quy trình phát hiện dấu hiệu chứa khoáng sản sét bằng phương pháp phân tích thành phần chính có hướng được trình bày trên hình H.2.



H.2. Sơ đồ quy trình phát hiện dấu hiệu chứa khoáng sản sét bằng phương pháp phân tích thành phần chính có hướng

2.3. Xây dựng chương trình phần mềm

Để xây dựng chương trình phần mềm, trong nghiên cứu sử dụng các nền tảng hỗ trợ bao gồm các thư viện MapWinGIS, GDAL và Accord.NET Framework. MapWinGIS.ocx là một nền tảng C++ mã nguồn mở, miễn phí dựa trên ActiveX Control và API được sử dụng để lập trình các ứng dụng về GIS. MapWinGIS cũng có thể thêm vào các Windows Form trong các ngôn ngữ lập trình như C#, Visual Basic, Delphi. MapWinGIS chạy trên nền tảng hệ điều hành Windows, cung cấp các

chức năng về trình bày bản đồ, phân tích dữ liệu không gian, thao tác với các ứng dụng Windows desktop. MapWinGIS có thể được tích hợp trong môi trường phát triển ứng dụng .NET.

GDAL là thư viện lập trình mã nguồn mở, cho phép thao tác với dữ liệu raster, vector. Thư viện GDAL hỗ trợ hầu hết các định dạng raster như: GeoTIFF, ECW, MrSID, JPEG2000, DTED, NITF, GeoPackage và các định dạng vector như Shapefile, MapInfo PostGIS, Oracle Spatial, GeoPackage. GDAL có thể chạy trên nhiều hệ điều hành khác nhau. Accord.NET Framework là một nền tảng máy học xây dựng dựa trên .NET được kết hợp với các thư viện xử lý hình ảnh và âm thanh được viết bằng ngôn ngữ C#. Đây là một nền tảng hoàn thiện được xây dựng cho các sản phẩm xử lý hình ảnh, âm thanh, xử lý tín hiệu và các ứng dụng thống kê. Giao diện chính của chương trình thể hiện trên hình H.3. Một số chức năng chính của module phần mềm gồm:

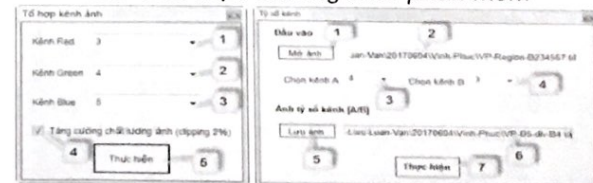
- Thanh công cụ: nằm ở phía trên cùng của giao diện. Nó bao gồm nhóm các chức năng tương tác với dữ liệu; nhóm các chức năng xử lý dữ liệu; chức năng phân tích thành phần chính có hướng và nhóm các chức năng tương tác với bản đồ.

- Khu vực hiển thị bản đồ: Đây là khu vực để biểu diễn các lớp dữ liệu của bản đồ. Bản đồ được thiết lập chỉ cho phép tại một thời điểm hiển thị một lớp dữ liệu. Lớp dữ liệu này có thể là ảnh viễn thám định dạng geotiff hoặc dữ liệu không gian vector định dạng shapefile.

- Thanh trạng thái: nằm ở phía dưới cùng của giao diện, hiển thị hệ tọa độ (tọa độ theo đơn vị (m) và đơn vị vĩ độ, kinh độ). Minh họa các công cụ xử lý ảnh nhằm tổ hợp màu, tính ảnh tỉ lệ và phân tích thành phần chính trong chương trình phần mềm được thể hiện trên các hình H.4 và H.5.



H.3. Giao diện chương trình phần mềm



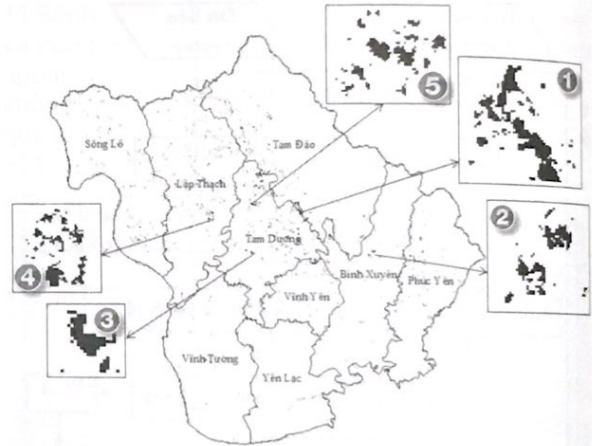
H.4. Chức năng tổ hợp màu và tạo ảnh tỉ lệ trong chương trình phần mềm

Bảng 1. Một số kết quả xác định các khu vực có dấu hiệu chứa khoáng sản sét

Khu vực	Hình ảnh từ Google Earth	Kết quả phân loại từ ảnh Landsat 8
Khu vực 1 (Tam Dương, Vĩnh Phúc)		
Khu vực 2 (Bình Xuyên, Vĩnh Phúc)		
Khu vực 3 (Tam Dương, Vĩnh Phúc)		
Khu vực 4 (Lập Thạch, Vĩnh Phúc)		
Khu vực 5 (Tam Dương, Vĩnh Phúc)		

3. Kết quả thực nghiệm

Các kênh đỏ (kênh 4), cận hồng ngoại (kênh 5) và hồng ngoại giữa (kênh 6, 7) ảnh vệ tinh Landsat 8 được sử dụng để tính các ảnh tỉ lệ (kênh 5/kênh 4) và (kênh 7/kênh 6), sau đó tiến hành phân tích thành phần chính. Sau đó, thành phần chính thứ 2 (PC2) được sử dụng để chiết tách thông tin về khoáng vật sét bằng phương pháp phân ngưỡng (threshold). Giá trị ngưỡng được tính bằng $\mu + 2\sigma$, trong đó μ là giá trị độ xám trung bình và σ là giá trị độ lệch chuẩn. Các pixel có giá trị lớn hơn ngưỡng thể hiện khu vực có dấu hiệu chứa khoáng sản sét, trong khi các pixel có giá trị nhỏ hơn ngưỡng đại diện cho các khu vực không có khoáng sản sét. Kết quả phân loại các khu vực chứa khoáng sản sét thuộc địa bàn tỉnh Vĩnh Phúc từ ảnh vệ tinh Landsat 8 được thể hiện trên hình H.6.

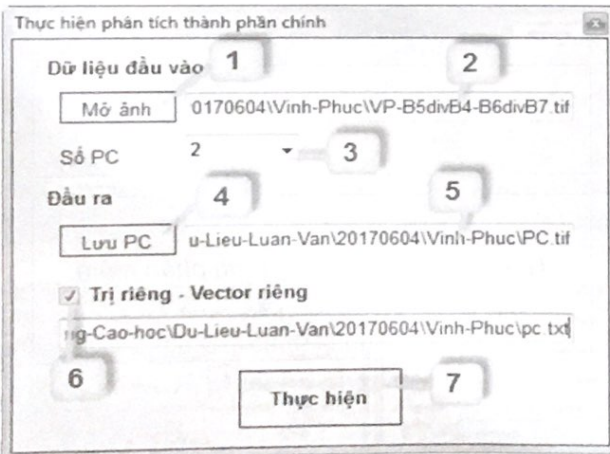


H.6. Kết quả xác định các khu vực có dấu hiệu chứa khoáng sản sét (tỉnh Vĩnh Phúc)

Để đánh giá độ chính xác kết quả phát hiện các khu vực có dấu hiệu chứa khoáng sản sét trên ảnh vệ tinh Landsat 8, trong bài báo tiến hành so sánh hình ảnh một số mỏ khoáng sản sét trong khu vực nghiên cứu và hình ảnh từ Google Earth (Bảng 1). 05 mỏ khoáng sản sét tại các huyện Tam Dương, Bình Xuyên, Lập Thạch (tỉnh Vĩnh Phúc) được lựa chọn để so sánh kết quả phân loại với hình ảnh thực từ Google Earth. Có thể nhận thấy, hình ảnh những khu vực chứa khoáng sản sét được phân loại chính xác trên ảnh vệ tinh Landsat 8, nhất là với các khu mỏ lộ thiên. Điều này cũng khẳng định tiềm năng của dữ liệu ảnh Landsat 8 trong phát hiện và phân loại các khu vực chứa khoáng sản, cung cấp thông tin đầu vào phục vụ công tác điều tra, phát hiện khoáng sản.

4. Kết luận

Phương pháp phân tích thành phần chính có hướng là sự kết hợp của hai phương pháp tỷ lệ



H.5. Công cụ phân tích thành phần chính trong chương trình phần mềm

ảnh và phân tích thành phần chính, do vậy tận dụng được ưu điểm của các phương pháp này trong phát hiện các khu vực có dấu hiệu chứa khoáng sản. Việc áp dụng phương pháp này trên dữ liệu ảnh vệ tinh quang học như Landsat 8 giúp tiết kiệm thời gian, công sức trong quá trình thăm dò, phát hiện các dấu hiệu khoáng sản và khoáng sản sét riêng. Kết quả nhận được trong nghiên cứu cho thấy, phương pháp phân tích thành phần chính có hướng cho phép xác định khá chính xác vị trí phân bố các mỏ khoáng sản sét lộ thiên ở khu vực tỉnh Vĩnh Phúc. Chương trình phần mềm xây dựng trong nghiên cứu có giao diện đơn giản, thuận tiện, có thể xử lý không chỉ ảnh vệ tinh Landsat 8 mà còn thực hiện được với các ảnh Landsat thế hệ khác như Landsat TM, ETM+ hoặc ảnh Sentinel 2, giúp nâng cao hiệu quả ứng dụng công nghệ viễn thám trong lĩnh vực địa chất-khoáng sản. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Đào Khánh Hoài, Nguyễn Sách Thành, Nguyễn Văn Hùng (2013). Ứng dụng phương pháp phân tích thành phần chính có hướng trong phát hiện khoáng chất sét và đá, Tạp chí Công nghiệp Mỏ, số 2B, trang 67-70.
- Trịnh Lê Hùng (2014). Ứng dụng viễn thám trong phát hiện các hợp phần chứa sắt và khoáng vật sét trên cơ sở kỹ thuật Crosta, Tạp chí Công nghiệp Mỏ, số 1, trang 36 - 40.
- Trịnh Lê Hùng, Vương Trọng Kha (2020). Xác định dấu hiệu chứa quặng sắt từ dữ liệu ảnh vệ tinh Sentinel 2A MSI, Tạp chí Công nghiệp Mỏ, số 2, trang 86 - 90.
- Clark R.N., Swayze G.A., Wise R., Livo K.E., Hoefen T.M., Kokaly R.F., Sutley S.J. (1989). USGS Digital Spectral library, USGS Open file Rep.
- Crosta A.P., Moore J.M. (1989). Enhancement of LANDSAT Thematic Mapper imagery for residual soil mapping in SW Minas Gerais State Brazil: a prospecting case history in greenstone belt terrain, Proceedings of the 9th Thematic Conference on Remote Sensing for Exploration Geology, Calgary (Ann Arbor, MI: Environmental Research Institute of Michigan), pp. 1173-1187.
- Fraster S.J., Green A.A. (1997). A software defoliant for geological analysis of band ratio, International Journal of Remote Sensing, Vol.8, 525 - 532.
- Hu B., Xu Y., Wan B., Wu X., Yi G. (2018). Hydrothermally altered mineral mapping using synthetic application of Sentinel-2A MSI, ASTER and Hyperion data in the Duolong area, Tibetan Plateau, China, Ore Geology Reviews, 101, 384 - 397.
- Kaufman H. (1988). Mineral exploration along the Agaba-Levant structure by use of TM-data concepts, processing and results, International Journal of Remote Sensing, 9: 1630-1658.
- Loughlin W.P. (1991). Principal component analysis for alteration mapping, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 57(g), 1163-1169.
- Trinh Le Hung (2019). Hydrothermal minerals mapping using based on remotely sensed data from Sentinel 2 satellite: a case study in Vinh Phuc Province, Northern Vietnam, Mining Science and Technology, Vol.4(4), 309-317.

Ngày nhận bài: 21/05/2020

Ngày gửi phản biện: 18/06/2020

Ngày nhận phản biện: 25/07/2020

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/08/2020

Từ khóa: viễn thám, khoáng sản sét, phân tích thành phần chính có hướng, phần mềm xử lý ảnh, Landsat 8

Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo: các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam

Tóm tắt: Phương pháp phân tích thành phần chính có hướng (DPCA) đã được sử dụng hiệu quả trong phát hiện dấu hiệu chứa khoáng sản trên ảnh vệ tinh quang học. Bài báo này trình bày kết quả xây dựng phần mềm xử lý ảnh vệ tinh Landsat 8 nhằm phát hiện các khu vực có dấu hiệu chứa khoáng sản sét. Kết quả nhận được trong nghiên cứu có thể sử dụng nhằm cung cấp thông tin đầu vào phục vụ công tác điều tra, phát hiện khoáng sản.

Development of computing software to identify signs containing clay minerals from landsat 8 satellite data using directed principal component analysis method

SUMMARY

The directed principal component analysis (DPCA) has been used effectively in detecting mineral-containing signs on optical satellite images. This paper presents the results of development of remote sensing data processing software to detect areas containing signs of clay minerals. The obtained results in this study can be used to provide input information to minerals investigation and discovery.