

NGHIÊN CỨU QUY TRÌNH CHIẾT TÁCH DỮ LIỆU ĐỊA LÝ QUÂN SỰ TỪ ẢNH VỆ TINH VNREDSAT-1 ĐỂ CẬP NHẬT CƠ SỞ DỮ LIỆU NỀN ĐỊA LÝ QUÂN SỰ

ThS. NGUYỄN THỊ LAN PHƯƠNG
Cục Bản đồ/BTTM

Tóm tắt:

Bài báo giới thiệu tóm tắt kết quả nghiên cứu cơ sở khoa học để chiết tách dữ liệu địa lý quân sự cho mục đích cập nhật cơ sở dữ liệu địa lý quân sự từ ảnh vệ tinh VNREDSat-1, bao gồm các vấn đề có liên quan như các yếu tố ảnh hưởng, phương pháp và quy trình chiết tách dữ liệu. Dữ liệu địa lý quân sự được chiết tách bằng phương pháp xử lý ảnh số dựa trên sự kết hợp giữa kỹ thuật chiết tách đối tượng theo đặc điểm phản xạ quang phổ và cấu trúc đối tượng.

1. Đặt vấn đề

Trên thế giới, đối tượng địa lý có thể được giải đoán bằng mắt hoặc được chiết tách từ ảnh theo phương pháp xử lý số. Đối với phương pháp xử lý ảnh số, các quốc gia thường lựa chọn giải pháp xây dựng phần mềm chuyên dụng để chiết tách đối tượng địa lý từ ảnh viễn thám độ phân giải nhỏ hơn 1m, theo quy trình bán tự động dựa trên sự kết hợp kiến thức chuyên gia và hệ thống phân tích, xử lý ảnh [2], [3], [4], [5], [6], [7]. Trong khi đó, việc thu nhận dữ liệu địa lý từ ảnh viễn thám cho mục đích sản xuất tư liệu địa hình trong nước hiện tại được áp dụng theo phương pháp giải đoán bằng mắt.

Cùng với việc phóng và thu nhận dữ liệu ảnh thành công của vệ tinh VNREDSat-1 (2013), các cơ quan sản xuất tư liệu địa hình của Việt Nam hiện nay đều hướng tới việc khai thác tối đa nguồn tư liệu này. Để đẩy nhanh quá trình thu nhận dữ liệu địa lý trên diện rộng và theo quy mô lớn, việc nghiên cứu phương pháp chiết tách đối tượng bằng xử lý ảnh số được đặt ra cấp thiết.

2. Giải quyết vấn đề

2.1. Đặc điểm tư liệu ảnh vệ tinh VNREDSat-1

Ảnh vệ tinh VNREDSat-1 có kích thước mỗi cảnh khoảng 17,5km x 17,5km, độ phân giải của ảnh toàn sắc (Panchromatic) là 2,5m, ảnh đa phổ (Multi-spectral) là 10m. Tuy tuổi thọ trung bình của vệ tinh này chỉ khoảng 5 năm, nhưng đây là nguồn tư liệu vệ tinh trong nước cung cấp, nên có thể cung cấp thông tin mới nhất và nhanh nhất cho các hoạt động quân sự Việt Nam.

Sử dụng ảnh vệ tinh VNREDSat-1 để chiết tách dữ liệu địa lý quân sự sẽ chịu ảnh hưởng của các yếu tố như: ảnh hưởng của một số yếu tố tự nhiên đến đặc điểm phản xạ quang phổ, đặc điểm phản xạ quang phổ của một số đối tượng tự nhiên, đặc điểm phản xạ phổ của một số đối tượng nhân tạo và đặc trưng về cấu trúc một số đối tượng địa lý quân sự. Để chiết tách dữ liệu địa lý quân sự từ ảnh phải dựa trên nền tảng kiến thức về

địa lý và mục tiêu quân sự. Trong đó, đối tượng địa lý quân sự có thể được phân tích theo những đặc điểm về địa lý tự nhiên và dân sinh có liên quan, đặc điểm về tổ chức (quân sự) và chiến thuật của đối tượng chủ thể, đặc điểm về cơ sở vật chất, trang thiết bị quân sự.

Bảng 1: Đặc điểm của ảnh vệ tinh VNREDSat-1

Kênh	Độ dài bước sóng (μm)	Độ phân giải (m)
Toàn sắc	0,45 - 0,75	2,5
Lam	0,45 - 0,52	10
Lục	0,53 - 0,60	10
Đỏ	0,62 - 0,69	10
Cận hồng ngoại	0,76 - 0,89	10

2.2. Phương pháp chiết tách dữ liệu

Kỹ thuật xử lý ảnh số được lựa chọn để chiết tách dữ liệu địa lý bao gồm phép lọc không gian, tạo ảnh chỉ số, tổ hợp màu. Chiết tách dữ liệu có thể kết hợp giữa kỹ thuật chiết tách đối tượng theo đặc điểm cấu trúc và đặc điểm phản xạ quang phổ. Bản chất của kỹ thuật chiết tách đối tượng theo đặc điểm cấu trúc là sự phân chia ảnh thành các đối tượng có trị số trung bình phổ phản xạ của các pixel bằng hoặc gần bằng nhau, trên một kênh ảnh hoặc ảnh tổ hợp, theo một hoặc một tập hợp các tiêu chí phân tích ảnh nhất định. Các nhóm đối tượng có thể được tính toán lại thành các lớp đối tượng khái quát hơn theo các chỉ số tính toán do người dùng xác lập. Phân loại theo đặc điểm phản xạ quang phổ được áp dụng theo phương pháp có kiểm định, nhằm đảm bảo chất lượng và nâng cao độ tin cậy của dữ liệu.

Một số thuật toán được lựa chọn để ứng dụng trong quá trình chiết tách đối tượng như sau:

a. Thuật toán phân loại lớp đối tượng

Phân loại theo hàm xác suất cực đại (Maximum Likelihood) được coi là chặt chẽ và thường được sử dụng trong xử lý ảnh viễn thám. Ở dạng cơ bản, phương pháp còn được gọi là hợp lý tối đa không điều kiện (Unconditional Maximum Likelihood). Hàm xác suất dạng tổng quát như sau [1]:

$$P(x / i) = \frac{1}{|\Sigma_i|^{1/2} (2\pi)^{k/2}} \cdot \exp\left[-\frac{1}{2}(X - M_i)^T \cdot \Sigma_i^{-1}(X - M_i)\right] \quad (1)$$

Với x là vector ảnh đa chiều; M_i là vector trung bình của lớp i ; Σ_i là ma trận phương sai - Hiệp phương sai; Σ_i^{-1} là ma trận nghịch đảo; Σ_i là định thức của ma trận phương sai - Hiệp phương sai; k là số kênh phổ.

Các đối tượng được phân loại theo các lớp xác định từ quá trình định nghĩa và lấy mẫu. Vì vậy có thể thấy bản chất của thuật toán trên là hoạt động tổng quát hóa (TQH) ở mức phân lớp đối tượng.

b. Thuật toán phân loại hướng đối tượng

Các đối tượng tiếp giáp nhau được phân chia dựa trên sự kết hợp thông tin quang phổ và không gian. Việc hợp nhất các đối tượng tiếp giáp xảy ra khi khoảng cách giữa chúng ($t_{i,j}$) nhỏ hơn một ngưỡng quy định.

$$t_{i,j} = \frac{\frac{|O_i| \cdot |O_j|}{|O_i| + |O_j|} \cdot \|u_i - u_j\|^2}{\text{length}(\partial(O_i, O_j))} \quad (2)$$

Với O_i, O_j tương ứng là khu vực i, j của ảnh; $|O_i|, |O_j|$ tương ứng là diện tích vùng thành phần khu vực i, j ; u_i là giá trị phổ trung bình trong khu vực i ; u_j là giá trị phổ trung bình trong khu vực j ; $\|u_i - u_j\|$ là khoảng cách giữa các giá trị phổ trong khu vực i và j ; $\text{length}(\partial(O_i, O_j))$ là chiều dài ranh giới chung giữa khu vực i và j .

Trị số ngưỡng khoảng cách giữa các đối tượng tiếp giáp được phép gộp càng tăng thì mức độ chi tiết về phân loại các đối tượng giảm và ngược lại. Thuật toán (2) sử dụng trong phân đoạn các đối tượng từ ảnh viễn thám nhằm hỗ trợ quá trình phân loại ảnh được hiệu quả hơn. Thuật toán có bản chất là hoạt động TQH ở mức đối tượng.

c. Vector hóa đối tượng từ ảnh trực giao

Với đặc điểm không chịu ảnh hưởng của tham số ưu tiên do người chọn tự thiết lập nên hàm hướng tâm có thể sử dụng để vector hóa cho các loại đối tượng khác nhau từ ảnh trực giao. Hàm có dạng tổng quát như sau:

$$K(x_i, x_j) = \exp(-\gamma \|x_i - x_j\|^2), \gamma > 0 \quad (3)$$

Trong đó: γ là tham số đại diện cho khoảng cách hướng tâm;

x_i, x_j là khoảng cách hướng tâm của phần tử thứ i và thứ j .

d. Giảm hóa dữ liệu sau vector hóa

Thuật toán của Douglas-Peucker (1973) cho phép làm trơn đối tượng đường và đường bao trên cơ sở giữ được hình dạng đặc trưng đối tượng sau giảm hóa. Tư tưởng thuật toán là loại bỏ những điểm có khoảng cách nhỏ hơn hoặc bằng một ngưỡng xác định so với đường nối từ điểm đầu đến điểm cuối của tuyến, những điểm có khoảng cách lớn hơn được giữ lại. (Xem hình 1)

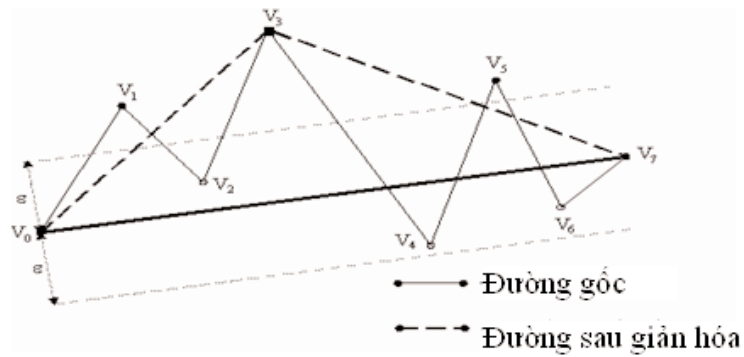
2.3. Quy trình công nghệ

a. Sơ đồ quy trình công nghệ (Xem hình 2)

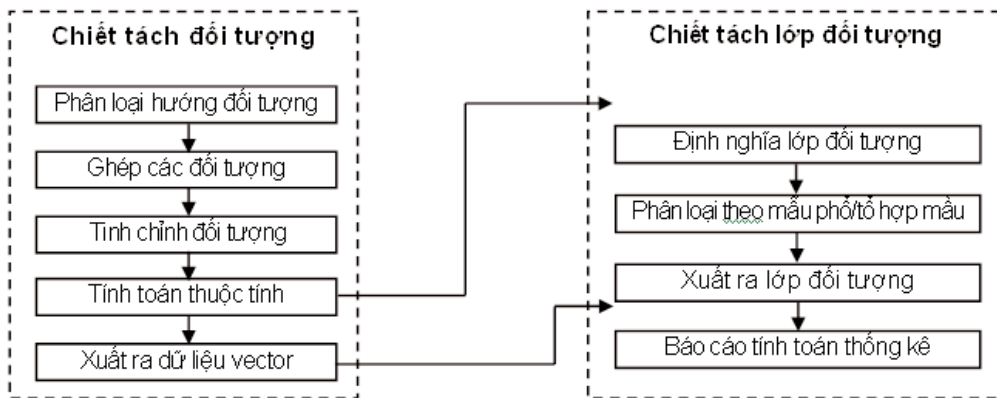
b. Phân tích quy trình công nghệ

Dữ liệu địa lý quân sự bao gồm dữ liệu không gian và dữ liệu phi không gian dùng để mô tả đối tượng địa lý có ảnh hưởng hoặc liên quan đến các hoạt động quân sự. Để chiết tách dữ liệu từ ảnh VNREDSat-1, quy trình thực hiện các hoạt động cụ thể như sau:

- **Chiết tách đối tượng:** để chiết tách đối tượng từ ảnh viễn thám có thể lựa chọn thuật toán phân loại hướng đối tượng để tìm kiếm và ghép các đối tượng cùng tính chất có



Hình 1. Minh họa cách thức giản hóa đường theo thuật toán của Douglas-Peucker (1973)



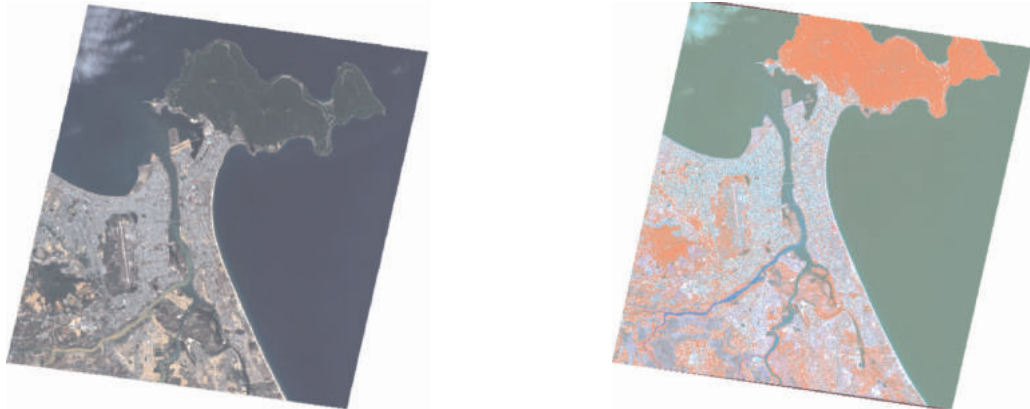
Hình 2: Sơ đồ quy trình chiết tách đối tượng, lớp đối tượng địa lý từ ảnh viễn thám

khoảng cách nhỏ hơn một ngưỡng giới hạn. Sau đó, tiến hành tinh chỉnh đối tượng bằng cách điều chỉnh độ tương phản của ảnh để đảm bảo sự tuyến tính của mỗi đối tượng. Thuộc tính của các đối tượng được tính toán để chất lượng hình ảnh phân loại được rõ ràng nhất.

- **Chiết tách lớp đối tượng:** dữ liệu có thể được chiết tách ra theo một thuộc tính chung hoặc các nhóm đối tượng có thuộc tính khác nhau theo định nghĩa trước. Do đó, để phân nhóm đối tượng theo thuộc tính, phải định nghĩa các lớp đối tượng được nhận dạng trên ảnh và đặc tính của lớp đó. Về cơ bản, các lớp này phân chia tương tự như đối với phân lớp đối tượng trên bản đồ cũng như các đặc tính đi kèm của chúng. Số lượng phân lớp tùy thuộc vào số đối tượng yêu cầu cần cập nhật và đặc điểm phổ khu vực cần nhận dạng để phân loại. Tiếp theo, các thuộc tính phân loại cho các đối tượng địa lý cần được lựa chọn theo vùng mẫu trên ảnh tổ hợp màu hoặc mẫu phản xạ phổ, sao cho có sự khác biệt rõ ràng với nhau, để đảm bảo quá trình nhận dạng các lớp đối tượng sau này được chính xác. Sau khi có kết quả phân loại tự động phải tiến hành lọc nhiễu, để loại bỏ những thông tin thừa hoặc sai lệch. Các kết quả phân loại được kết xuất dưới dạng dữ liệu vector được làm trơn để phục vụ việc cập nhật CSDL.

2.4. Thử nghiệm

Tư liệu sử dụng là sản phẩm trực ảnh đã được nắn chỉnh, tăng cường độ phân giải không gian (2,5m). Trong đó, ảnh vệ tinh gốc (thu nhận 15/9/2013), phiên hiệu V1 S 1319; Hệ tọa độ WGS84, phép chiếu UTM, múi 49; Độ phân giải 2,5m đối với ảnh toàn sắc, 10m đối với ảnh đa phổ.



(a) Ảnh tổ hợp màu Đỏ-Lục-Lam

(b) Ảnh tổ hợp màu Cận hồng ngoại-Đỏ-Lam

Hình 3: Trục ảnh VNREDSat-1 khu vực thử nghiệm

Các thử nghiệm được tiến hành theo hai bước:

- Chiết tách đối tượng theo phương pháp phân loại hướng đối tượng.
- Phân loại nhóm đối tượng là sự kết hợp giữa kỹ thuật chiết tách đối tượng với chiết tách nhóm đối tượng theo phương pháp phân loại hướng đối tượng.

Trong quá trình thử nghiệm đã sử dụng hàm tạo ảnh khác biệt của chỉ số thực vật để phân biệt giới hạn của các đối tượng được rõ nét hơn, cụ thể:

$$NDVI = (DNNir - DNRed)/(DNNir + DNRed) \quad (4)$$

Với DNNir, DNRed tương ứng là giá trị độ sáng của pixel ảnh trên kênh Cận hồng ngoại và Đỏ.

Đáng lưu ý, việc chiết tách đối tượng theo kênh cận hồng ngoại với việc lựa chọn giá trị phân đoạn đối tượng là 85%, giá trị gộp các phân đoạn đối tượng là 80% cho kết quả phân loại tốt hơn cả. (Xem hình 4)

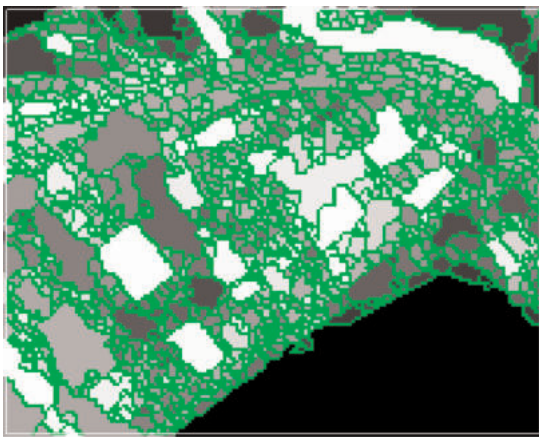
So sánh kết quả chiết tách với dữ liệu bản đồ địa hình ở khu vực tương ứng có tỷ lệ 1:10.000 cho thấy dữ liệu chiết tách đối tượng từ ảnh có thể thu được bao gồm mái nhà, đường giao thông, thực vật, đất trống, ranh giới giữa một số khu vực. Do mức độ khái quát hóa trên bản đồ cao nên dữ liệu sau khi chiết tách từ ảnh phải được giản hóa về mặt hình học, phân loại theo đúng đối tượng thu nhận.

3. Kết luận

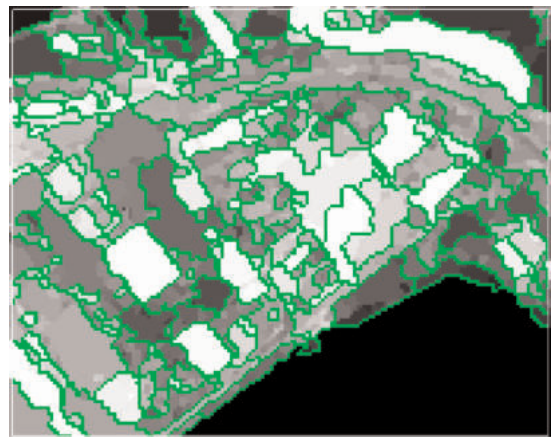
Quá trình nghiên cứu và thử nghiệm cho thấy, quy trình chiết tách đối tượng đề xuất ở trên có thể được ứng dụng trong thực tế sản xuất tư liệu địa hình từ ảnh vệ tinh

VNREDSat-1 và các ảnh vệ tinh quang học có các tính năng kỹ thuật tương tự. Trong đó, một số đối tượng địa lý thuộc các lớp thực vật, giao thông, nhà, nước mặt có thể được chiết tách từ ảnh viễn thám độ phân giải cao dựa trên sự kết hợp giữa kỹ thuật phân loại hướng đối tượng và phân loại theo đặc điểm phản xạ quang phổ, với kết quả thu được tốt nhất là sử dụng kênh Cận hồng ngoại.

Đối với khu vực nghiên cứu có đặc điểm đối tượng địa lý đơn giản, việc phân loại hướng đối tượng (theo kênh Cận hồng ngoại) nên thực hiện đồng thời cho tất cả các đối tượng sẽ đảm bảo độ chính xác không gian tốt hơn cả. Còn đối với khu vực có đặc điểm đối tượng địa lý phức tạp, nên kết hợp áp dụng phân loại nhóm đối tượng trên cơ sở lấy mẫu trên ảnh khác biệt của chỉ số thực vật. Lưu ý khi lấy mẫu biến đổi, cần lựa chọn trị số giới hạn phân cực hình ảnh nhằm đảm bảo không bị lọc mất đối tượng. Việc lọc đối tượng theo diện tích cần đảm bảo số pixel lọc nhỏ hơn số pixel của đối tượng nhỏ nhất.

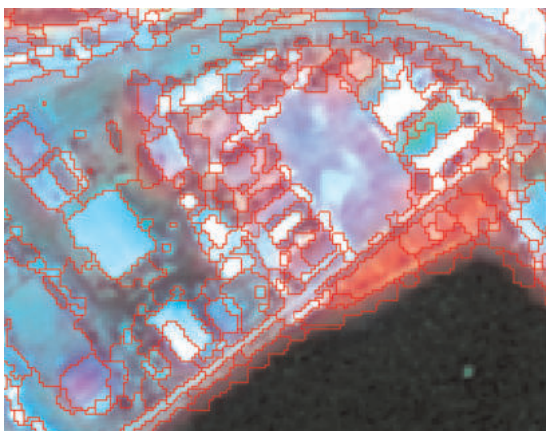


(a) phân đoạn đối tượng



(b) gộp các phân đoạn đối tượng

Hình 4: Minh họa phân đoạn đối tượng và gộp đối tượng theo kênh Cận hồng ngoại



Hình 5: So sánh dữ liệu chiết tách từ ảnh với bản đồ tỷ lệ 1:10.000

Các tham số sử dụng để chiết tách dữ liệu được lựa chọn tùy thuộc vào đặc điểm phản xạ phổ và cấu trúc của đối tượng trong từng trường hợp cụ thể. Dữ liệu vector sau khi chiết tách từ ảnh và điều tra ngoại nghiệp phải được TQH theo các tiêu chí thu nhận của từng đối tượng địa lý trước khi đồng bộ vào CSDL.○

Tài liệu tham khảo

[1]. Võ Quang Minh, Nguyễn Hồng Điệp, Trần Ngọc Trinh, Trần Văn Hùng, (2010), *Hệ thống thông tin địa lý*, Nxb Đại học Cần Thơ, Cần Thơ.

[2]. Charalambos Poullis, Suya You (2009), "Delineation and geometric modeling of road networks", *Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, (3), p. 165-181.

[3]. Hicham Randrianarivo, Bertrand Le Saux, Marin Ferecatu (2013), "Urban Structure Detection with Deformable Part-Base Models", *International Geoscience And Remote Sensing Symposium*, p. 200-132.

[4]. Jie Liu, Wen Yang, Gui-Song Xia, Mingsheng Liao (2013), "Change Detection in Multi-Temporal TerraSAR-X SAR Images Using a Hierarchical Markov Model on Regions", *International Geoscience And Remote Sensing Symposium 2013*, p. 132-140.

[5]. Jun Wang, Qiming Qin, Li Chen, Xin Ye, Xuebin Qin, Jianhua Wang, Chao Chen (2013), "Automatic Building Extraction From Very High Resolution Satellite Imagery Using Line Segment Detector", *International Geoscience And Remote Sensing Symposium*, p. 212-215.

[6]. Mourad Bouziani, Kalifa Goïta, Dong-Chen He (2010), "Automatic change detection of buildings in urban environment from very high spatial resolution images using existing geodatabase and prior knowledge", *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, (65), p. 143-153.

[7]. Mohammad Awrangjeb, Mehdi Ravanbakhsh, Clive S. Fraser (2010), "Automatic detection of residential buildings using LIDAR data and multispectral imagery", *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, (65), p. 457-467.○

Summary

Scientific basic of extraction geographic data from satellite photos VNREDSat-1 to update geographic database of military

MSc. Nguyen Thi Lan Phuong, Army Cartographic Department

This paper summarizes the results of scientific research facility to extract data from satellite images VNREDSat-1 to update geographic database of military, including the factors that influence, and methods of data extraction process. Geographic data of military extracted by digital image processing methods based on a combination of extraction techniques object spectral reflectance characteristics and object structures.○

Ngày nhận bài: 15/9/2014.