

NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP HIỆU CHỈNH PHẢN XẠ PHỔ TRÊN ẢNH VỆ TINH KHI KẾT HỢP SỬ DỤNG DỮ LIỆU ẢNH LANDSAT 8 VÀ SENTINEL 2

HOÀNG MINH HẢI⁽¹⁾, KIỀU THỊ THẢO⁽¹⁾,
HOÀNG NGỌC HUY⁽²⁾, VƯƠNG TRỌNG KHA⁽³⁾

⁽¹⁾Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ,

⁽²⁾Cục Đo đạc Bản đồ và Thông tin Địa lý Việt Nam, ⁽³⁾Đại học Mở - Địa chất

Tóm tắt:

Hiện nay, trên thế giới cũng như ở Việt Nam việc sử dụng dữ liệu ảnh vệ tinh đa thời gian để tăng hiệu suất cập nhật dữ liệu đã và đang được thực hiện một cách phổ biến. Tuy nhiên, để chiết tách một cách chính xác thông tin đang nghiên cứu từ nhiều nguồn ảnh đa thời gian khác nhau thì điều kiện tiên quyết cần phải thực hiện đó là chuẩn hóa giá trị phản xạ phổ nhằm giảm thiểu các tác nhân của sự thay đổi giá trị phản xạ từ ảnh vệ tinh đa thời gian gây ảnh hưởng tới việc phát hiện biến đổi giá trị của các pixel trên ảnh vệ tinh. Hai phương pháp chuẩn hóa giá trị phản xạ phổ là tuyệt đối và tương đối thường được áp dụng trong chuẩn hóa ảnh viễn thám để hiệu chỉnh các hình ảnh vệ tinh được chụp từ các thời điểm khác nhau và các vệ tinh khác nhau. Bài báo trình bày phương pháp phát hiện biến đổi đa biến IRMAD, một trong những phương pháp chuẩn hóa phản xạ phổ tương đối ưu việt so với các phương pháp phát hiện biến đổi truyền thống trước đây vì nó bất biến đối với các phép biến đổi tuyến tính của cường độ ảnh gốc, không nhạy cảm với sự khác biệt. Do đó, phương pháp phát hiện biến đổi đa biến IRMAD đã được nghiên cứu rộng rãi từ các khía cạnh về lý thuyết và thực nghiệm trong những năm gần đây.

1. Đặt vấn đề

Công nghệ viễn thám với những ưu điểm vượt trội như diện tích vùng phủ của một cảnh ảnh rộng, chu kỳ cập nhật ngắn, liên tục, nhiều dữ liệu vệ tinh tương đồng có thể được sử dụng kết hợp với nhau nhằm tăng cường tần suất của dữ liệu mang lại hiệu quả cao phục vụ cho các mục đích nghiên cứu khác nhau. Một số các kỹ thuật chính của quá trình tiền xử lý ảnh là kỹ thuật hiệu chỉnh phản xạ phổ của ảnh do ảnh hưởng của khí quyển, kỹ thuật chuẩn hóa tương đối ảnh đa thời gian là hết sức cần thiết nhằm đảm bảo cho các công tác xử lý chuyên sâu về sau. Trong quá trình truyền phản xạ trong khí quyển, các tín hiệu mang thuộc tính của đối tượng bị nhiễu (mắc phải sai số) do sự tương tác của bầu khí quyển thông qua hiện tượng hấp thụ và tán xạ. Để hình ảnh đối tượng trên tấm ảnh rõ nét và trở về giá trị phản xạ thực của đối tượng, cần phải loại bỏ các sai số phát sinh bởi khí quyển. Thực hiện bước xử lý này được gọi là hiệu chỉnh phản

xạ do khí quyển. Nhằm khắc phục yếu tố khác biệt về thời gian, thời tiết và sự thay đổi hàm phản xạ của đầu thu ảnh, cần chuẩn hóa phản xạ ảnh vệ tinh. Có như vậy khi sử dụng ảnh vệ tinh quang học đa thời gian phục vụ nghiên cứu mới cho kết quả trung thực.

Chuẩn hóa phản xạ phổ có thể được chia thành hai loại: tuyệt đối và tương đối. Chuẩn hóa phản xạ phổ tuyệt đối dựa trên các ảnh đơn lẻ bằng cách tính toán giá trị phản xạ phổ thực tế cho các đối tượng trên ảnh bằng cách loại bỏ ảnh hưởng của khí quyển. Tuy nhiên, để ước tính chính xác các hiệu ứng khí quyển, cần phải có được các tính chất của khí quyển tại thời gian thu thập dữ liệu, chẳng hạn như nhiệt độ không khí, độ ẩm tương đối, áp suất khí quyển, tầm nhìn, độ cao và độ cao, các dữ liệu này có thể được đo đạc hay thu nhận thông qua các nguồn dữ liệu khác nhau. Ngược lại, chuẩn hóa bằng phép đo phản xạ phổ tương đối nhằm mục đích giảm thiểu sự khác biệt phản xạ phổ gây ra bởi sự không đồng

Ngày nhận bài: 15/05/2020, ngày chuyển phản biện: 19/05/2020, ngày chấp nhận phản biện: 25/05/2020, ngày chấp nhận đăng: 28/05/2020

nhất của các điều kiện thu nhận giữa các ảnh đơn lẻ.

Các phương pháp chuẩn hóa phản xạ tương đối thường được sử dụng bao gồm hai loại: chuẩn hóa phi tuyến và chuẩn hóa tuyến tính. Phương pháp phi tuyến là phương pháp khớp biểu đồ (Histogram Matching, HM) [1]. Cách tiếp cận này có thể gây ra sự mất thang màu xám và sự phân bố phản xạ tổng thể bị rối loạn vì nó đạt được sự điều chỉnh bằng cách khớp biểu đồ của ảnh đích với ảnh tham chiếu. Phương thức tuyến tính bao gồm: dựa vào các giá trị cực trị (cực tiểu và cực đại) tối thiểu tối đa (Minimum – Maximum, MM) [2], độ lệch trung bình (Mean-Standard, MD) [2], hiệu chỉnh độ mù khí quyển (Haze Correction, HC) [3], hồi quy hình ảnh (Image Regression, IR) [4,5], tính năng giả ngẫu nhiên (PseudoInvariant Feature, PIF) [6-9], bộ sáng tối (Dark set-Bright set, DB) [10], và bộ không thay đổi (No Change, NC) [11]. Hầu hết các phương pháp này (HM, MM, MS, HC và IR) sử dụng tất cả các pixel trên ảnh để thực hiện ước tính các hệ số chuẩn hóa. Các phương thức như vậy thường không thực hiện việc chuẩn hóa phản xạ tốt như các phương pháp sử dụng pixel có giá trị không thay đổi (PIF) và có thể dẫn đến độ chính xác phát hiện thay đổi thấp kể từ khi sự khác biệt phóng xạ gây ra bởi sự thay đổi mặt đất vật lý được chuẩn hóa. Tuy nhiên, các phương pháp sử dụng pixel có giá trị không thay đổi (PIF) lại tốn thời gian và công sức hơn so với các phương pháp thông thường do yêu cầu của phương pháp là phải lựa chọn các pixel bất biến, và hơn nữa, chất lượng của các mẫu được chọn cũng ảnh hưởng trực tiếp đến kết quả hiệu chỉnh khi sử dụng phương pháp chuẩn hóa phản xạ tương đối.

Để kiểm soát chất lượng của các pixel có giá trị không thay đổi đã chọn và nhằm làm giảm thời gian cũng như chi phí lao động, một số các nhà nghiên cứu đã đề xuất các phương pháp mới [12-14]. Các phương pháp này lựa chọn pixel bất biến trên cơ sở phân tích tính năng chậm (slow feature analysis) [15], chuyển đổi Kauth Thomas [10], phát hiện thay đổi đa biến (Multivariate

Alteration Detection, MAD) [16], và phát hiện thay đổi đa biến lặp lại (Iteratively Reweighted Multivariate Alteration Detection, IR MAD) [17]. Các phương pháp này có thể tăng chất lượng và số lượng pixel bất biến, cũng như giảm sự can thiệp mang tính chủ quan của con người, kỹ thuật viên xử lý ảnh. Canty và nhóm nghiên cứu của ông [16] đã áp dụng kỹ thuật MAD để xác định tự động các pixel bất biến cho các ảnh đa phổ của cùng một khu vực nghiên cứu được thu thập ở hai thời điểm khác nhau. Kết quả nghiên cứu thực nghiệm cho thấy rằng các tính năng bất biến thu được tự động tạo ra kết quả tốt hơn so với kết quả được lựa chọn bằng phương pháp thủ công. Để cải thiện độ nhạy của kỹ thuật MAD, Nielsen và nhóm nghiên cứu của ông [17] đã đề xuất phương án sử dụng kỹ thuật IR-MAD. Phương pháp này không chỉ tự động chọn các tính năng bất biến mà còn xác định ngưỡng thích ứng thông qua quy trình lặp. Kết quả là, IR-MAD là một phương pháp hiệu quả để chọn pixel không thay đổi.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi trình về việc sử dụng phương pháp phát hiện biến đổi đa biến IR-MAD để chuẩn hóa phản xạ dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat 8 và Sentinel 2.

2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Khu vực nghiên cứu

Bến Tre nằm trên cực đông của vùng đồng bằng sông Cửu Long, nằm trong tọa độ địa lý từ 10°14'54" vĩ Bắc, 106°22'34" kinh Đông. Phía Bắc giáp tỉnh Tiền Giang; phía Nam giáp sông Cổ Chiên, ngăn cách với tỉnh Trà Vinh; phía Tây giáp tỉnh Vĩnh Long, ranh giới là sông Cổ Chiên; phía Đông giáp biển. Diện tích đất tự nhiên là 2394,6 km². Địa hình của Bến Tre bằng phẳng, có độ cao trung bình từ 1 đến 2 mét so với mực nước biển, thấp dần từ tây bắc xuống đông nam, độ cao chênh lệch khá lớn, tối đa là 3,5 m. Khí hậu nhiệt đới gió mùa, mùa mưa thường kéo dài từ tháng 5 đến tháng 10, các tháng còn lại là mùa khô. Nhiệt độ trung bình năm từ 26°C - 27°C. Lượng mưa trung bình năm từ 1.250 - 1.500 mm. Mật độ dân số của Hà Nội là 2.209

người/km², mật độ giao thông là 105,2 xe/km² mật đường. (Xem hình 1)

2.2. Dữ liệu

2.2.1. Dữ liệu ảnh vệ tinh

Để phục vụ cho mục tiêu nghiên cứu, dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat-8 và Sentinel-2 đã được tiến hành thu thập và xử lý. Các ảnh được thu thập là: Ảnh Sentinel 2 thu nhận ngày 22.04.2018, ảnh Landsat 8 thu nhận ngày 28 tháng 02 năm 2016.

2.2.2. Dữ liệu thực địa

Sử dụng dữ liệu đo phổ trực tiếp ngoài thực địa bao gồm giá trị phổ đo cho các đối tượng là đất trồng, mặt nước và thực vật để so sánh với ảnh vệ tinh.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Để chiết tách một cách chính xác thông tin từ dữ liệu ảnh vệ tinh đa thời gian. Điều kiện cần phải thực hiện là chuẩn hóa phản xạ nhằm giảm thiểu các tác nhân của sự thay đổi giá trị phản xạ từ ảnh vệ tinh đa thời gian gây ảnh hưởng tới việc phát hiện biến đổi về đối tượng nghiên cứu. Hai phương pháp chuẩn hóa phản xạ (tuyệt đối và tương đối) thường được áp dụng trong chuẩn hóa ảnh viễn thám để hiệu chỉnh các ảnh vệ tinh được chụp từ các thời điểm khác nhau.

Phương pháp chuẩn hóa phản xạ tương đối được sử dụng một cách phổ biến vì nó không yêu cầu thông tin hay số liệu đo đạc về điều kiện khí quyển tại thời điểm vệ tinh bay chụp. Phương pháp này liên quan đến việc chuẩn hóa cường độ của ảnh đa thời gian theo từng băng tần (kênh ảnh) với một ảnh tham chiếu (ảnh này thông

thường sẽ được lựa chọn bởi kỹ thuật viên phân tích ảnh). Ảnh được chuẩn hóa tốt sẽ có chất lượng ảnh tương tự nhau như dưới cùng điều kiện về khí hậu, bộ cảm thu nhận và điều kiện chiếu sáng như ảnh tham chiếu. Khi thực hiện việc chuẩn hóa phản xạ theo phương pháp tương đối, người ta giả thiết rằng mối quan hệ của hai phản xạ tại hai thời điểm là quan hệ tuyến tính. Trong phương pháp này, vấn đề quan trọng là việc lựa chọn các địa vật (các đối tượng trên ảnh) có giá trị phản xạ không thay đổi (thay đổi ít) theo thời gian. Các địa vật có đặc tính này sẽ được sử dụng làm cơ sở cho chuẩn hóa. Một trong những phương pháp chuẩn hóa phản xạ tương đối được sử dụng rộng rãi là phương pháp phát hiện thay đổi đa biến (Multivariate Alteration Detection, MAD) vì nó bất biến đối với các phép biến đổi tuyến tính của cường độ ảnh gốc, điều này cho thấy rằng nó không nhạy cảm với sự khác biệt. Vì lý do đó, nó được coi là một phương pháp ưu việt hơn so với các phương pháp truyền thống để phát hiện thay đổi. Phiên bản lặp lại IR-MAD được Nielsen đề xuất để cải thiện sự mạnh mẽ của chuyển đổi MAD với việc cập nhật trọng số lặp lại. IR-MAD là một phiên bản cải tiến của MAD. Nó gán các trọng số lớn cho những pixel không thay đổi trong quá trình lặp để giảm ảnh hưởng tiêu cực của các pixel trong không gian mẫu học (feature space learning). Sau khi có được hàm hội tụ của IRMAD, khoảng cách "CHI-SQUARE" của thuộc tính chuyên đổi được sử dụng như là mật độ thay đổi (change intensity). Đối với IRMAD thì các vector chuyển đổi a và b cần thỏa mãn mục tiêu tối ưu hóa sau:

$$\arg_{a,b} \max \{ \text{Var}(a^T x - b^T y) \}$$



Hình 1: Khu vực nghiên cứu

Với các điều kiện:

$$Var(a^T x) = 1 \text{ và } Var(b^T y) = 1$$

Trong đó: x và y biểu thị các véc-tơ phổ trong không gian phổ; T là phép toán chuyển vị ma trận; a, b là ma trận các hệ số chuyển đổi cần tính toán.

Mật độ biến động của IR-MAD được tính bởi khoảng cách CHI-SQUARE:

$$d = \sum_k \left(\frac{(a^T x - b^T y)^k}{\sigma^k} \right)^2$$

Trong đó: d là khoảng cách chi-square, k là số lượng kênh phổ, σ là giá trị phương sai của ảnh.

Trong nghiên cứu này, nhóm nghiên cứu sử dụng phương pháp IR-MAD để tiến hành chuẩn hóa phản xạ cho dữ liệu ảnh đa thời gian. Sự khác biệt về phổ giữa dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat 8 và Sentinel-2 được chuẩn hóa thông qua các bước: hiệu chỉnh khí quyển, tạo mặt nạ đám mây và bóng mây, đăng ký đồng không gian và chia lưới chung, điều chỉnh chức năng phân phối phản xạ hai chiều và điều chỉnh băng thông hai chiều [18].

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Hiệu chỉnh khí quyển

Mục tiêu của hiệu chỉnh khí quyển cho ảnh vệ tinh là chuyển đổi giá trị giá trị phản xạ vật lý tại bộ cảm thành giá trị phản xạ phản xạ tại bề mặt đất (Level-1C về ảnh Level-2A, cho ảnh Sentinel 2; và từ Level-1 về Level-2 cho ảnh Landsat-8).

Công cụ hiệu chỉnh khí quyển cho ảnh Sentinel-2 sử dụng mô hình hiệu chỉnh khí quyển 6S được cơ quan hàng không vũ trụ Vương quốc Bỉ (VITO) phát triển có tên gọi ICOR. Công cụ này được sử dụng cho mục đích hiệu chỉnh khí quyển cho các kênh phổ của ảnh Sentinel-2, Sentinel-3 OLCI, và ảnh Landsat 8 OLI. Nó cho phép chuyển đổi từ dữ liệu các kênh phổ từ giá trị phản xạ tại bộ cảm (TOA) đưa về giá trị phản xạ tại bề mặt (BOA). Dữ liệu

ảnh Sentinel-2 có thể được tiến hành hiệu chỉnh khí quyển bằng phần mềm (Sen2Cor hoặc ICOR), các phần mềm này được có thể chạy trên môi trường của phần mềm SNAP hoặc cũng có thể chạy độc lập. Ngoài ra, người dùng có thể tải dữ liệu Sentinel-2 ở mức xử lý 2A (đã hiệu chỉnh khí quyển) trực tiếp từ cổng cung cấp dữ liệu trực tuyến từ ESA, tuy nhiên dữ liệu ở mức xử lý này không phải lúc nào cũng có sẵn.

3.2. Đánh giá độ chính xác của giá trị phổ sau khi hiệu chỉnh khí quyển

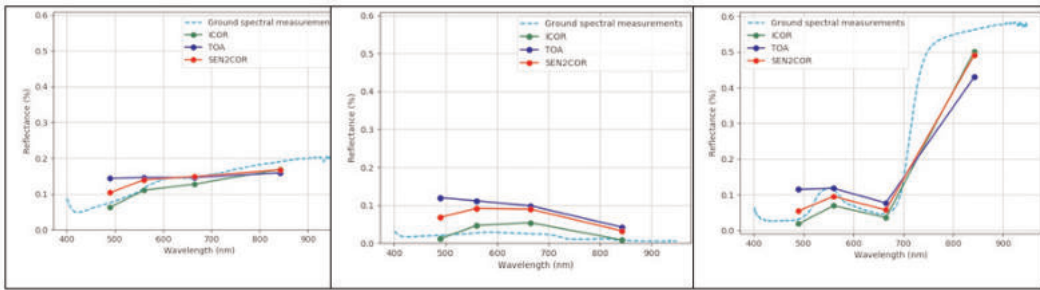
Để đánh giá độ chính xác ảnh sau khi hiệu chỉnh khí quyển, dữ liệu phổ được đo trực tiếp ngoài thực địa đã được sử dụng. Các hình 3a, 3b, 3c dưới đây mô tả kết quả so sánh giữa giá trị phổ (đo trực tiếp ngoài thực địa), giá trị phản xạ tại bộ cảm (TOA) và giá trị phản xạ tại bề mặt của 3 đối tượng cơ bản trên bề mặt (đất, nước, thực vật). Từ kết quả so sánh ta nhận thấy giá trị phản xạ mặt đất sau khi hiệu chỉnh khí quyển tương đối gần với giá trị phổ của đối tượng đo trực tiếp ngoài thực địa. (Xem hình 2)

3.3. Kết quả chuẩn hóa phản xạ (radiometric normalization)

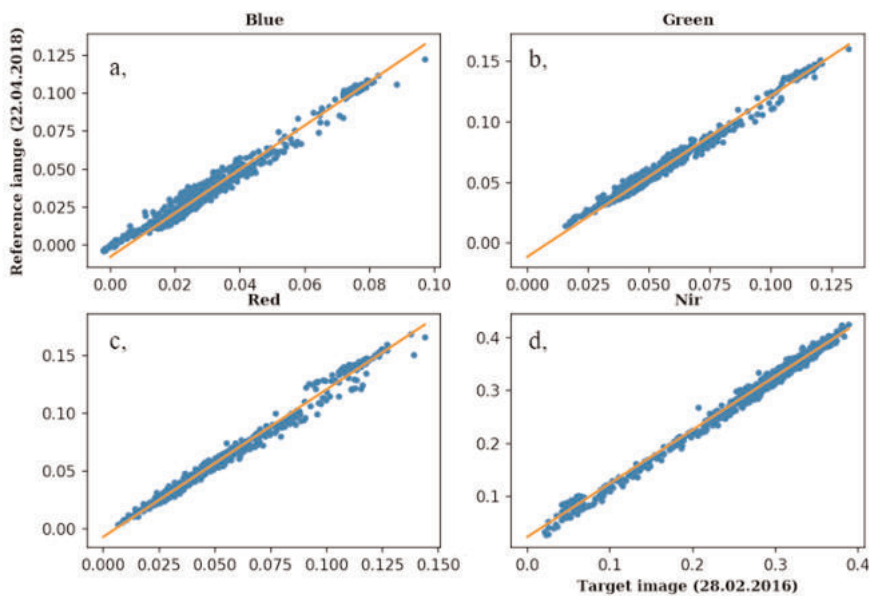
So sánh hồi quy tuyến tính cho từng kênh ảnh (kênh xanh lá - green, kênh xanh lục - blue, kênh đỏ - red và kênh cận hồng ngoại - nir), sử dụng kỹ thuật PIFs thu nhận bởi phương pháp IR-MAD cho khu vực nghiên cứu. (Xem hình 3)

Kết quả chuẩn hóa phản xạ giữa các bộ cảm

Trong nghiên cứu này, 2 dữ liệu ảnh Sentinel-2 và Landsat-8 được sử dụng. Sau khi thực hiện chuẩn hóa ảnh đa thời gian thì cần tiến hành hiệu chỉnh dữ liệu ảnh từ Landsat 8 về đồng nhất với dữ liệu ảnh được lựa chọn làm chuẩn là ảnh Sentinel 2. Việc kết hợp dữ liệu từ nhiều nguồn (cụ thể là từ vệ tinh mang các bộ cảm khác nhau) cho phép việc giám sát và theo dõi các đối tượng trên bề mặt đất trở nên dễ dàng và khả thi hơn, lí do là chúng ta sẽ có nhiều dữ liệu ảnh hơn, đây là ưu thế nổi bật để giải quyết các vấn đề về việc thiếu dữ liệu ảnh vệ tinh quang học ở các khu vực thường xuyên bị mây che phủ như trong



Hình 2: So sánh đặc trưng phản xạ phổ của đất (a), nước (b), và thực vật (c): Giữa giá trị đo phổ trực tiếp ngoài thực địa với giá trị phổ tại bộ cảm Sentinel-2 (TOA) và giá trị phổ sau khi hiệu chỉnh khí quyển

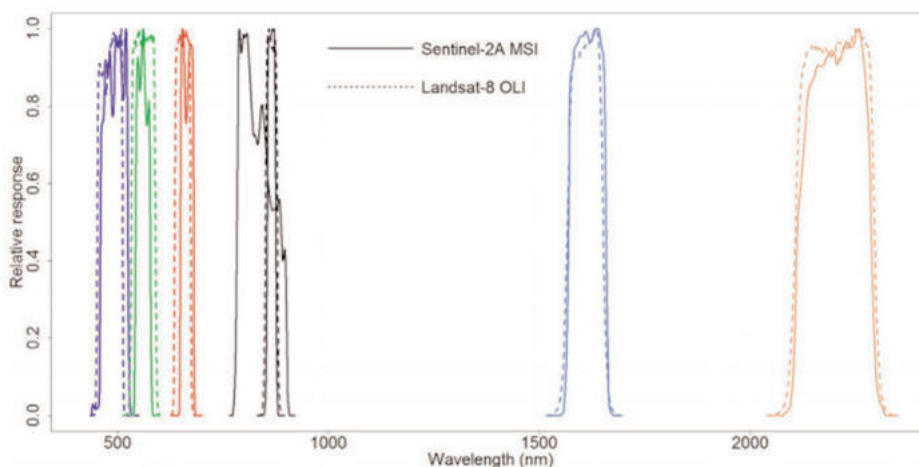


Hình 3: So sánh hồi quy tuyến tính cho từng kênh ảnh a, b, c, d (kênh Blue- Green-Red- Nir) của ảnh tham chiếu (22.04.2018) và ảnh mục tiêu (28.02.2016)

điều kiện khí hậu của Việt Nam và các nước, vùng lãnh thổ có cùng đới khí hậu. (Xem hình 4)

Tuy nhiên, các bộ cảm khác nhau thông thường được thiết kế thu nhận hình ảnh ở các băng tần (dài sóng) khác nhau, độ rộng dải phổ trong các băng tần cũng khác nhau (Hình 3.3). Sự khác nhau này dẫn đến, cũng một đối tượng trên mặt đất lại có giá trị phản xạ khác nhau trên các ảnh (ngay cả khi được chụp cùng thời điểm). Các nguồn ảnh hưởng khác dẫn tới sự khác biệt của giá trị phản xạ trên ảnh, ví dụ như: ảnh hưởng của góc chụp, góc thiên đỉnh mặt trời, điều kiện khí quyển; các nguồn ảnh hưởng này

đã được loại trừ hoặc hạn chế trong quá trình hiệu chỉnh khí quyển. Ảnh hưởng còn lại do đặc điểm cấu tạo cũng nên được hiệu chỉnh. Vì vậy việc chuẩn hóa phản xạ giữa các bộ cảm (cụ thể, Sentinel-2 và Landsat-8) là cần thiết. Trong nghiên cứu này, tác giả sử dụng kết quả nghiên cứu của nhà khoa học Zhang và nnk để tiến hành chuẩn hóa phản xạ giữa các bộ cảm Sentinel-2 và Landsat-8. Cụ thể, công thức chuyển đổi cho các kênh tương ứng như Bảng 1 dưới đây: (Xem bảng 1, hình 5)



Hình 4: Đường cong đặc trưng phản xạ tương ứng với các kênh ảnh cho ảnh Sentinel-2A MSI (đường nét đậm) và cho ảnh Landsat-8 OLI (nét đứt)

Bảng 1: Quan hệ tuyến tính của các kênh phổ (2, 3, 4, và 8) giữa ảnh Landsat-8 và Sentinel-2

Kênh xanh lục (blue, band 2)	$MSI = -0.0029 + 1.0036*OLI$
Kênh xanh lá (green, band 3)	$MSI = 0.0056 + 0.9496*OLI$
Kênh đỏ (Red, band 4)	$MSI = -0.0014 + 1.0378*OLI$
Kênh cận hồng ngoại (Near infrared, band 8)	$MSI = 0.0136 + 0.8268*OLI$

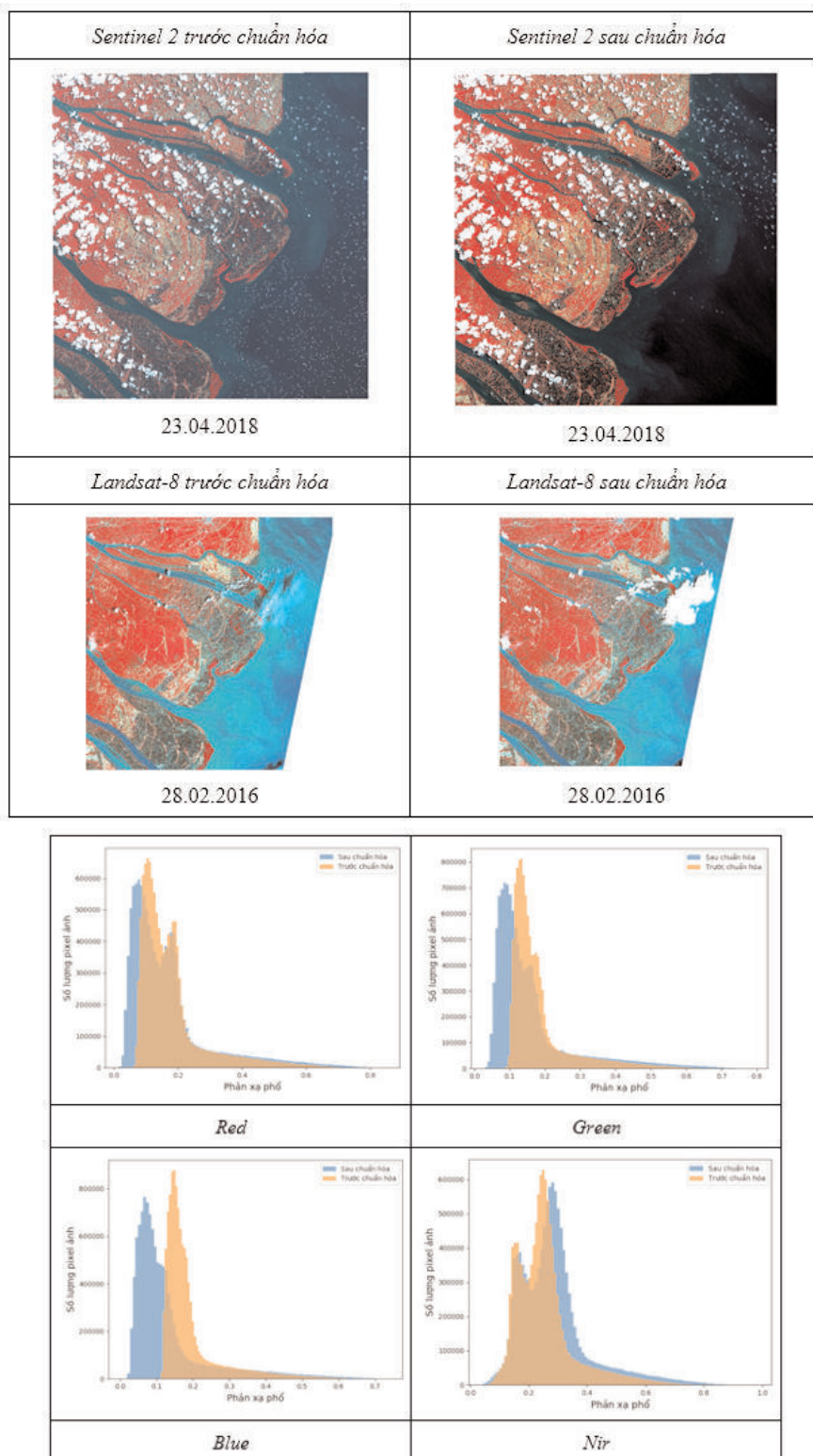
4. Kết luận

Như vậy, có thể kết luận rằng, để có sản phẩm ảnh vệ tinh quang học chất lượng cao chúng ta cần hiệu chỉnh phản xạ ảnh do ảnh hưởng của khí quyển. Kết quả hiệu chỉnh khí quyển sử dụng mô hình hiệu chỉnh khí quyển 6S được cơ quan hàng không vũ trụ Vương quốc Bỉ (VITO) phát triển đã được áp dụng cho cả ảnh Sentinel-2 và Landsat-8. Từ kết quả so sánh (các đối tượng, đất, nước, thực vật) cho thấy giá trị phản xạ mặt đất sau khi hiệu chỉnh khí quyển tương đối gần với giá trị phổ của đối tượng khi được đo trực tiếp ngoài thực địa.

Việc sử dụng kết hợp dữ liệu ảnh vệ tinh từ nhiều nguồn khác nhau cho phép việc giám sát và theo dõi những biến động trên bề mặt trở nên dễ dàng và khả thi hơn. Nó càng trở nên đặc biệt quan trọng ở các khu vực thường xuyên bị mây che phủ như trong điều kiện khí hậu của Việt Nam và các nước, vùng lãnh thổ có cùng đới khí

hậu. Trong nghiên cứu này, tác giả đã sử dụng kết quả nghiên cứu của nhà khoa học Zhang và nnk để tiến hành chuẩn hóa phản xạ giữa các bộ cảm Sentinel-2 và Landsat-8.

Khi nghiên cứu các thông tin về bề mặt trái đất cần chuẩn hóa tương đối ảnh để loại bỏ yếu tố khác biệt về thời gian, thời tiết. Phương pháp chuẩn hóa tương đối ở trong nghiên cứu này được tiến hành trên cơ sở ảnh đã được hiệu chỉnh phản xạ do ảnh hưởng của khí quyển. Kỹ thuật MAD đã được sử dụng để xác định tự động các pixel bất biến cho các ảnh đa phổ của cùng một khu vực nghiên cứu được thu thập ở hai thời điểm khác nhau. Kết quả nghiên cứu thực nghiệm cho thấy rằng các tính năng bất biến thu được tự động tạo ra kết quả tốt hơn so với kết quả được lựa chọn bằng phương pháp thủ công. Kết quả nghiên cứu cho thấy các ảnh sau khi được chuẩn hóa có chất lượng tốt hơn so với các ảnh trước chuẩn hóa và có đặc trưng phổ đồng bộ với ảnh mục tiêu (tham chiếu).○



Hình 5: Kết quả ảnh vệ tinh Landsat 8 và Sentinel-2 trước chuẩn hóa và sau chuẩn hóa

Tài liệu tham khảo

- [1]. X. Yang and C. P. Lo, “Relative radiometric normalization performance for change detection from multi-date satellite images,” *Photogramm. Eng. Remote Sens.* 66(8), 967–980 (2000).
- [2]. Y. Ding and C. D. Elvidge, “Comparison of relative radiometric normalization techniques,” *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.* 51(3), 117–126 (1996).
- [3]. P. S. Chavez, Jr., “An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data,” *Remote Sens. Environ.* 24(3), 459–479 (1988).
- [4]. M. M. Rahman et al., “An assessment of polynomial regression techniques for the relative radiometric normalization (RRN) of high-resolution multi-temporal airborne thermal infrared (TIR) imagery,” *Remote Sens.* 6(12), 11810–11828 (2014).
- [5]. H. Olsson, “Regression functions for multitemporal relative calibration of thematic mapper data over boreal forest,” *Remote Sens. Environ.* 46(1), 89–102 (1993).
- [6]. A. N. Bao et al., “Comparison of relative radiometric normalization methods using pseudoinvariant features for change detection studies in rural and urban landscapes,” *J. Appl. Remote Sens.* 6(10), 063578 (2012).
- [7]. J. R. Schott, C. Salvaggio, and W. J. Volchok, “Radiometric scene normalization using pseudoinvariant features,” *Remote Sens. Environ.* 26(1), 1–16 (1988).
- [8]. H. Zhou et al., “A new model for the automatic relative radiometric normalization of multiple images with pseudo-invariant features,” *Int. J. Remote Sens.* 37(19), 4554–4573 (2016).
- [9]. D. G. Hadjimitsis, C. R. I. Clayton, and A. Retalis, “The use of selected pseudo-invariant targets for the application of atmospheric correction in multi-temporal studies using satellite remotely sensed imagery,” *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.* 11(3), 192–200 (2009).
- [10]. F. G. Hall et al., “Radiometric rectification: toward a common radiometric response among multirate, multisensor images,” *Remote Sens. Environ.* 35(1), 11–27 (1991).
- [11]. C. D. Elvidge et al., “Relative radiometric normalization of Landsat multispectral scanner (MSS) data using an automatic scattergram-controlled regression,” *Photogramm. Eng. Remote Sens.* 61(10), 1255–1260 (1995).
- [12]. D. P. Roy et al., “Multi-temporal MODIS-Landsat data fusion for relative radiometric normalization, gap filling, and prediction of Landsat data,” *Remote Sens. Environ.* 112(6), 3112–3130 (2008).
- [13]. A. Langner et al., “Spectral normalization of spot 4 data to adjust for changing leaf phenology within seasonal forests in Cambodia,” *Remote Sens. Environ.* 143(5), 122–130 (2014).
- [14]. M. C. Hansen et al., “A method for integrating MODIS and Landsat data for systematic monitoring of forest cover and change in the Congo basin,” *Remote Sens. Environ.* 112(5), 2495–2513 (2008).
- [15]. L. Zhang, C. Wu, and B. Du, “Automatic radiometric normalization for multi-temporal remote sensing imagery with iterative slow feature analysis,” *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.* 52(10), 6141–6155 (2014).
- [16]. M. J. Canty, A. A. Nielsen, and M. Schmidt, “Automatic radiometric normalization of multitemporal satellite imagery,” *Remote Sens. Environ.* 91(3–4), 441–451 (2004).
- [17]. M. J. Canty and A. A. Nielsen, “Automatic radiometric normalization of multi-temporal satellite imagery with the iteratively re-weighted MAD transformation,” *Remote Sens. Environ.* 112(3), 1025–1036 (2008).
- [18]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425718304139>.

Summary

Research proposing the solution for adjusting infrared spectral on satellite photography when combining using landsat 8 and sentinel 2 data

Hoang Minh Hai, Kieu Thi Thao

Vietnam Institute of Geodesy and Cartography

Hoang Ngoc Huy

Department of Survey, Mapping and Geographic information Vietnam

Vuong Trong Kha

Hanoi University of Mining and Geology

Currently, the use of multi-sensor and multi-temporal satellite imagery has been widely used in many applications where long-term and dense time series earth observation dataset are required to increase the performance of updating and detecting the changes from landscape. However, in order to accurately extract the information from satellite imagery at different time of acquisition, the prerequisite is to standardize the spectral reflectance value to minimize the factors of changing the reflection value on the satellite image in time domain. There are two common approaches of normalizing the spectral reflectance values: (1) absolute approach and (2) relative approach. These methods applied in standard remote sensing images to calibrate satellite images taken from different times and different sensors. The paper presents the using of IR-MAD method, one of the relatively standard spectral normalization approaches to standardize Landsat-8 and Sentinel-2 imagery.○

TÍNH ĐẾN DỊ THƯỜNG ĐỊA HÌNH.....

(Tiếp theo trang 4)

[6]. Lambeck, K., 1988. Geophysical geodesy. The slow deformations of the Earth, Clarendon Press, Oxford.○

Summary

On an account of topographic – isostatic anomalies in construction of gravimetric database in mountainous regions

Ha Minh Hoa

Vietnam Institute of Geodesy and Cartography

We always use Bouguer anomalies for solving task of interpolation values Bouguer anomalies into grid of national gravimetric database. Condition for that is values Bouguer anomalies are changed regularly and their covariance variance matrix is linearly first order polynomial. However in mountainous regions (over 1500 m), from static compensation effect suddenly, this condition is not satisfied. Because in this case we must use value topographic isostatic anomalies. On this article we shall analyse sense of topographic isostatic anomalies.○