

Nghiên cứu phương pháp trộn ảnh viễn thám siêu cao tần Sentinel-1 và ảnh viễn thám quang học

Lê Minh Hằng^{1,*}, Trần Văn Anh²

¹Học viện Kỹ thuật Quân sự; 236 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

²Trường Đại học Mở - Địa chất, 18 Phố Viên, Đức Thắng, Bắc Từ Liêm, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 26 tháng 01 năm 2016

Chỉnh sửa ngày 01 tháng 3 năm 2016; Chấp nhận đăng ngày 16 tháng 3 năm 2016

Tóm tắt: Vệ tinh siêu cao tần Sentinel-1-kênh C được Cơ quan hàng không vũ trụ Châu Âu phóng thành công lên quỹ đạo năm 2014 với chu kỳ là 12 ngày. Đây là tư liệu viễn thám mới và có độ phân giải không gian 10m. Đặc điểm tư liệu viễn thám siêu cao tần cho phép xác định được đặc tính bề mặt của đối tượng, độ ẩm, độ dẫn điện... dựa vào năng lượng tán xạ phản hồi thu nhận trên ảnh. Trong khi đó, tư liệu viễn thám quang học cho phép xác định đối tượng lớp phủ thông qua đặc trưng phản xạ phổ của các kênh phổ. Việc kết hợp những ưu điểm của tư liệu ảnh viễn thám siêu cao tần và ảnh quang học cho phép tạo ra ảnh sau khi trộn có nhiều thông tin hơn. Trong nội dung bài báo, các tác giả trình bày kết quả nghiên cứu thử nghiệm các phương pháp trộn dữ liệu ảnh siêu cao tần Sentinel-1, ảnh quang học LANDSAT 8 và phân tích các chỉ số đánh giá chất lượng phổ trên ảnh sau khi trộn. Phương pháp trộn ảnh được nghiên cứu trong bài báo là phương pháp IHS, phương pháp thành phần chính PCA, phương pháp Brovey và phương pháp nhân ảnh.

Từ khóa: trộn ảnh, SAR, ảnh viễn thám quang học, Sentinel-1.

1. Đặt vấn đề

Kỹ thuật viễn thám được sử dụng để nghiên cứu các đối tượng trên bề mặt Trái đất từ xa. Tuy nhiên, mỗi một loại tư liệu viễn thám chỉ có thể nghiên cứu một đối tượng hoặc một vài đặc tính của đối tượng trên bề mặt Trái đất phụ thuộc vào đặc điểm thu nhận tín hiệu của bộ cảm vệ tinh. Bộ cảm quang học cho phép phân loại lớp phủ dựa vào các đặc trưng phổ của các đối tượng trên ảnh. Tuy nhiên, ảnh quang học phụ thuộc vào điều kiện thời tiết. Đối với một khu vực nóng, ẩm như của Việt Nam thì khả năng thu nhận ảnh quang học không mấy là rất

ít trong năm. Trong khi đó, tư liệu ảnh Radar độ mở tổng hợp (Synthetic aperture radar - SAR) thì không phụ thuộc vào điều kiện thời tiết, ngày và đêm. Nhưng nếu chỉ phân tích dữ liệu ảnh SAR duy nhất thì không phân loại được lớp phủ bề mặt do đặc điểm thu nhận tín hiệu trên ảnh SAR chỉ phản ánh đặc tính cấu trúc bề mặt, độ dẫn điện và đặc điểm phân cực của đối tượng.

Các nhà khoa học trên thế giới đã đề xuất nhiều phương pháp kết hợp các dạng tư liệu như tư liệu viễn thám quang học và tư liệu vệ tinh Radar độ mở tổng hợp SAR. Việc kết hợp tư liệu ảnh SAR và tư liệu quang học nhằm các mục đích khác nhau: (1) Kết hợp để tạo ra một dạng tư liệu mới nhằm tăng độ phân giải, tăng cường chất lượng ảnh; (2) Kết hợp nhằm mục

* Tác giả liên hệ. ĐT: 84-983228452.
Email: leminhhang81@gmail.com

đích nhấn mạnh một số đối tượng lớp phủ trên ảnh; (3) Kết hợp nhằm tăng lượng thông tin phục vụ cho mục đích phân loại đối tượng lớp phủ. Trên các tạp chí khoa học đã công bố những kết quả nghiên cứu các phương pháp trộn ảnh SAR và ảnh quang học và kết quả nhận được là tốt hơn so khi phân tích trên ảnh quang học [1-3]...

Trong nước cũng đã có những nghiên cứu về khả năng trộn ảnh SAR và ảnh quang học [1, 4]. Tuy nhiên, các nghiên cứu vẫn đang thử nghiệm đối với dữ liệu ảnh ERS1,2, EnviSAT ASAR, ALOS PALSAR... với các mức xử lý khác nhau. Năm 2014, Cơ quan hàng không vũ trụ Châu Âu (ESA) đã phóng thành công vệ tinh Radar độ mở tổng hợp Sentinel-1. Tư liệu ảnh Sentinel-1 là tư liệu mới và được cung cấp miễn phí, tín hiệu thu nhận kênh C, độ phân giải không gian là 10m, chu kỳ chụp là 12 ngày. Vì vậy, việc nghiên cứu sử dụng tư liệu Sentinel-1 sẽ mở ra những ứng dụng mới trong các nghiên cứu giám sát Trái đất.

Ngoài ra, phương pháp đánh giá chất lượng của ảnh sau khi trộn được công bố trên các tạp chí khoa học trong và ngoài nước, đặc biệt đối với phương pháp trộn ảnh SAR và ảnh viễn thám quang học, chủ yếu dựa trên phân tích bằng mắt. Phương pháp đánh giá chất lượng ảnh sau khi trộn bằng các chỉ số đánh giá chất lượng phổ được đề cập trong các tài liệu [5, 6] nhưng sử dụng các chỉ số khác nhau. Do đó, trong nội dung bài báo, các tác giả trình bày kết quả nghiên cứu thử nghiệm các chỉ số đánh giá chất lượng phổ của ảnh sau khi trộn trên tư liệu viễn thám mới Sentinel-1 và Landsat 8 OLI và lựa chọn phương pháp trộn ảnh SAR và ảnh viễn thám quang học.

2. Phương pháp trộn ảnh siêu cao tần và ảnh quang học

2.1. Phương pháp trộn ảnh tư liệu ảnh siêu cao tần và ảnh quang học

Phương pháp trộn ảnh nhằm kết hợp dữ liệu của nhiều bộ cảm, nhiều thời điểm hoặc các

thông tin khác nhau để tạo ra một ảnh mới mang nhiều thông tin hơn. Mục đích của việc trộn ảnh quang học và ảnh SAR là khai thác được nhiều thông tin hơn khi đạt được độ phân giải tối đa mà màu sắc nếu có thay đổi sẽ là tối thiểu so với ảnh quang học. Trong nội dung bài báo, các tác giả thử nghiệm các phương pháp trộn ảnh ảnh như phương pháp chuyển đổi hệ màu RGB-IHS, phương pháp chuyển đổi Brovey, phương pháp phân tích thành phần chính (Principal Component Analysis - PCA) và phương pháp nhân ảnh (Multiply).

a. Phương pháp chuyển đổi hệ màu RGB-IHS

Hiện nay có 02 hệ thống tổ hợp màu là hệ thống màu R-G-B và hệ thống IHS. Tuy nhiên, hệ thống RGB có nhược điểm là màu hiển thị sẽ phụ thuộc vào từng thành phần. Hệ thống màu IHS gồm có 3 thành phần : I (Intensity) cường độ màu, H (Hue) - màu, S (Saturation) - độ bão hòa màu. Ưu điểm của hệ thống màu IHS là thành phần cường độ màu độc lập với các thành phần còn lại và thể hiện được nhiều màu trong tự nhiên hơn hệ thống RGB.

Các bước tiến hành trộn màu RGB-IHS-RGB cụ thể như sau:

- ◆ Ảnh tổ hợp màu gốc RGB chuyển sang hệ màu IHS
- ◆ Thay thế thành phần I - cường độ màu bằng kênh ảnh SAR độ phân giải cao.
- ◆ Chuyển ngược tổ hợp IHS mới về RGB

Phương pháp chuyển đổi hệ màu IHS là một trong những phương pháp trộn ảnh cơ bản nhất, ban đầu được áp dụng để trộn ảnh đa phổ độ phân giải thấp với ảnh toàn sắc có độ phân giải cao, nhằm tăng cường độ phân giải và màu sắc của ảnh. Tuy nhiên, hiện nay, phương pháp chuyển đổi hệ màu IHS có thể áp dụng cho ảnh quang học kết hợp với ảnh SAR.

b. Phương pháp biến đổi Brovey

Phương pháp biến đổi Brovey cũng là một trong những phương pháp rất phổ biến trong kỹ thuật xử lý ảnh viễn thám. Phương pháp Brovey cho phép kết hợp với một số lượng bất kỳ các

kênh ảnh quang học. Công thức của biến đổi Brovey được thể hiện như sau:

$$XS_SAR_1 = (SAR \times XS_1) / (XS_1 + XS_2 + XS_3 + \dots + XS_n)$$

$$XS_SAR_2 = (SAR \times XS_2) / (XS_1 + XS_2 + XS_3 + \dots + XS_n) \dots\dots\dots$$

$$XS_SAR_n = (SAR \times XS_n) / (XS_1 + XS_2 + XS_3 + \dots + XS_n)$$

Trong đó: XS_1, XS_2, \dots, XS_n là các kênh ảnh quang học; SAR là kí hiệu ảnh SAR được đưa vào trộn ảnh; XS_SAR_n là các kênh ảnh kết hợp giữa ảnh quang học và ảnh SAR

Phương pháp xây dựng ảnh tổ hợp màu sử dụng biến đổi Brovey cho phép về cơ bản bảo toàn được các tính chất phản xạ phổ của ảnh quang học trong khi đó các thông tin về cấu trúc được bổ sung từ ảnh SAR, làm tăng độ tương phản cho ảnh. Đây cũng là phương pháp được sử dụng tương đối rộng rãi trong việc xử lý ảnh.

c. Phương pháp thành phần chính (Principal Component Analysis)

Các kênh ảnh vệ tinh quang học thường có tính tương quan với nhau. Phân tích ảnh viễn thám quang học thành các kênh thành phần chính là thực hiện phép biến đổi các kênh ảnh gốc thành các thành phần chứa đựng các thông tin ít trùng lặp nhất theo thứ tự giảm dần từ PC1, PC2, PC3...[5]. Ta có thể sử dụng phép biến đổi này để thực hiện việc trộn ảnh. Các bước tiến hành như sau:

- ◆ Tính các kênh thành phần chính PC1, PC2, PC3

- ◆ Thay thế kênh PC1 bằng ảnh SAR. Sau khi chuyển các kênh đa phổ sang các thành phần chính thì kênh PC1 là kênh có thông tin nhiều nhất. Việc thay thế ảnh SAR bằng kênh PC1 sẽ giúp ảnh sau khi trộn có được ưu thế về độ phân giải không gian và các thông tin trên ảnh SAR.

- ◆ Tính ngược từ tổ hợp các kênh thành phần chính mới về các kênh gốc.

Theo phương pháp kết hợp ảnh PCA thì sự có mặt của ảnh SAR ảnh hưởng rõ rệt đến hình ảnh (màu sắc, cấu trúc) của các đối tượng trên

tổ hợp ảnh. Các nội dung có thể phát hiện được trên ảnh SAR như độ ẩm, độ gồ ghề của bề mặt cũng sẽ được chuyển tải lên ảnh sau khi trộn.

d. Phương pháp nhân ảnh (Multiplicative)

Đây là phương pháp đơn giản nhất của kỹ thuật trộn ảnh. Thuật toán trộn ảnh theo phương pháp nhân ảnh được thực hiện trên hai ảnh bao gồm ảnh độ phân giải cao và ảnh độ phân giải thấp. Phương pháp thực hiện theo công thức (1) và được ảnh mới [7]:

$$DN_{B_i} \times DN_{HR_image} = DN_{B_i_New} \quad (1)$$

Trong đó: DN là giá trị số trên ảnh, B_i là số kênh ảnh, trong đó $i=1\sim3$; DN_{HR_image} là giá trị số trên ảnh độ phân giải cao (SAR) và $DN_{B_i_New}$ là giá trị số kênh i của ảnh sau khi trộn.

2.2. Các chỉ số đánh giá chất lượng phổ trên ảnh sau khi trộn

Chất lượng của ảnh sau khi trộn nhận được từ các phương pháp trình bày tại mục 2.1 sẽ được đánh giá dựa trên các thông tin về phổ trước và sau khi trộn. Phương pháp để đánh giá chất lượng phổ trên ảnh sau khi trộn được phân tích thông qua các phương pháp: (1) So sánh chất lượng bằng mắt với ảnh trước khi trộn; (2) Phân tích vào histogram và (3) Phân tích các chỉ số đánh giá chất lượng phổ. Phương pháp đánh giá dựa vào việc so sánh chất lượng bằng mắt mang tính cảm quan, phụ thuộc vào kiến thức chuyên gia [8]. Phương pháp dựa vào phân tích histogram được sử dụng khi trộn ảnh đa phổ và ảnh toàn sắc do có chiều dài bước sóng có độ tương quan lớn giữa các kênh [6]. Tuy nhiên, do ảnh SAR và ảnh quang học có đặc điểm thu nhận khác nhau nên phân tích histogram không khả quan.

Do đó, các tác giả đề xuất phương pháp thử nghiệm đánh giá chất lượng ảnh sau khi trộn dựa vào các chỉ số đánh giá chất lượng phổ. Trong tài liệu nghiên cứu [5], đã đề xuất sử dụng các chỉ số thống kê để đánh giá chất lượng phổ của ảnh sau khi trộn bao gồm chỉ số Bias, chỉ số tương quan (Corr), chỉ số chênh lệch độ

lệch chuẩn (SDD - Standard deviation difference), chỉ số chất lượng toàn ảnh (UIQ - Universal-image-quality index), chỉ số chênh lệch Entropy (H), chỉ số ERGAS (Relative dimensionless global error in synthesis).

Tuy nhiên, tư liệu ảnh Sentinel-1 là tư liệu mới và có độ phân giải không gian 10m nên chưa có kết quả công bố về việc đánh giá chất lượng các phương pháp trộn ảnh thông qua các chỉ số thống kê. Trong nội dung bài báo các tác giả sử dụng chỉ số Bias [9], chênh lệch Entropy (H(x)) [11], ERGAS [6] và chỉ số tương quan (r).

- Bias là độ lệch giữa giá trị trung bình của ảnh gốc và ảnh sau khi trộn. Chất lượng tốt nhất sẽ có giá trị gần bằng 0:

$$Bias = \frac{DP_{TB} - AT_{TB}}{DP_{TB}} = 1 - \frac{AT_{TB}}{DP_{TB}} \quad (2)$$

Trong đó: DP_{TB} , AT_{TB} là giá trị trung bình tương ứng của ảnh đa phổ và ảnh sau trộn và được tính theo công thức: $TB = \frac{1}{mn} \sum_{i=j}^m \sum_{j=i}^n x_{ij}$

- STD là độ lệch chuẩn tính trên mỗi kênh ảnh và được xác định theo công thức:

$$STD = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (DP_{i,j} - DP_{TB})^2 \right]^{1/2} \quad (3)$$

- Chênh lệch Entropy: Sự khác biệt về entropy trên ảnh gốc và trên ảnh trộn

$$H(x) = \sum_{i=1}^n p(i) \log_2 \left(\frac{1}{p(i)} \right) = - \sum_{i=1}^n p(i) \log_2 p(i)$$

(4)

Trong đó: $p(i)$ là xác suất xảy ra của giá trị i .

- ERGAS được đề xuất bởi tác giả Wald [10]. Chỉ số ERGAS là một chỉ số đặc trưng cho chất lượng quá trình trộn ảnh dựa trên sai số trung bình chuẩn hóa của mỗi kênh trên ảnh sau khi trộn. Tăng chỉ số ERGAS đồng nghĩa với sự suy giảm hình ảnh trong quá trình trộn ảnh. Chỉ số ERGAS được tính như sau:

$$ERGAS = 100 \frac{dh}{dl} \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{RMSE^2}{TB^2} \right) \right]^{1/2} \quad (5)$$

Trong đó: dh/dl là tỷ số kích thước pixel của SAR và ảnh quang học và N là số lượng kênh ảnh.

$RMSE$ là bình phương sai số được tính theo công thức sau:

$$RMSE(B_i) = Bias^2(B_i) + STD^2(B_i) \quad (6)$$

Bảng 1. Tổng hợp dữ liệu thử nghiệm

Bộ cảm	Những đặc điểm chính		
	Đặc điểm tư liệu	Ngày chụp	Mức xử lý
Sentinel-1	01 kênh, chế độ chụp rộng (IW – Interferometric Wide Swath), đơn phân cực VV, độ phân giải không gian 10m (kích thước pixel)/5(range)x20m(Azimuth) Dữ liệu 16 bit	30/05/2015, giờ chụp 00h:13:12	Mức level 1, đã được xử lý và tính chuyển về giá trị mặt đất (ground range-GRDH).
Landsat 8	10 kênh phổ, kênh nhìn thấy, cận hồng ngoại và hồng ngoại gần có độ phân giải 30x30m, kênh viễn thám nhiệt độ phân giải 120m và kênh toàn sắc là 15m. Sử dụng kênh 2~ kênh 7 để thử nghiệm với độ phân giải là 30x30m Dữ liệu 16 bit	Path/row: 127/045; UTM/WGS84 múi thứ 48N. Ngày chụp là 30/05/2015, góc nghiêng mặt trời 68.44°; giờ chụp 11h:02:39	Mức level 1, đã hiệu chỉnh về hệ tọa độ UTM/WGS 84

- Chỉ số tương quan giữa 2 ảnh được tính theo công thức (7). Giá trị tương quan giữa hai ảnh trước và sau bằng 1 được cho là tốt nhất.

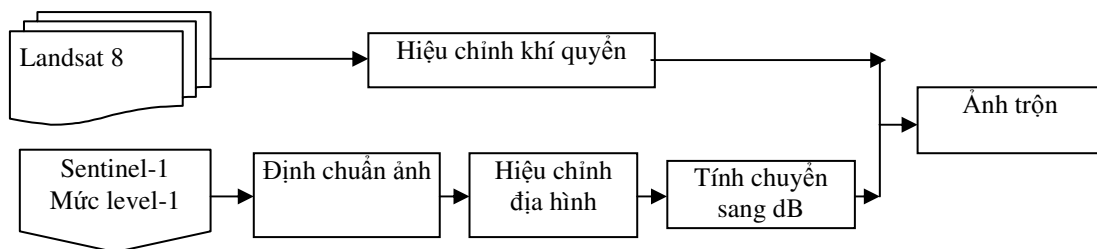
$$r = \frac{\sum_m \sum_n (A_{mn} - TB_A)(B_{mn} - TB_B)}{\sqrt{\left(\sum_m \sum_n (A_{mn} - TB_A)^2 (B_{mn} - TB_B)^2 \right)}} \quad (7)$$

Trong đó: A_{mn} , B_{mn} : giá trị cường độ xám tương ứng trên ảnh trước và ảnh sau khi trộn.

3. Kết quả thử nghiệm

Dữ liệu thử nghiệm đối với ảnh SAR là ảnh Sentinel-1 và ảnh quang học là ảnh Landsat-8. Dữ liệu ảnh Sentinel-1 và ảnh Landsat 8 đều được chụp vào ngày 30/05/2015 nên lớp phủ bề mặt trên hai ảnh thử nghiệm là giống nhau. Đặc điểm của tư liệu thử nghiệm được thể hiện tại bảng 1.

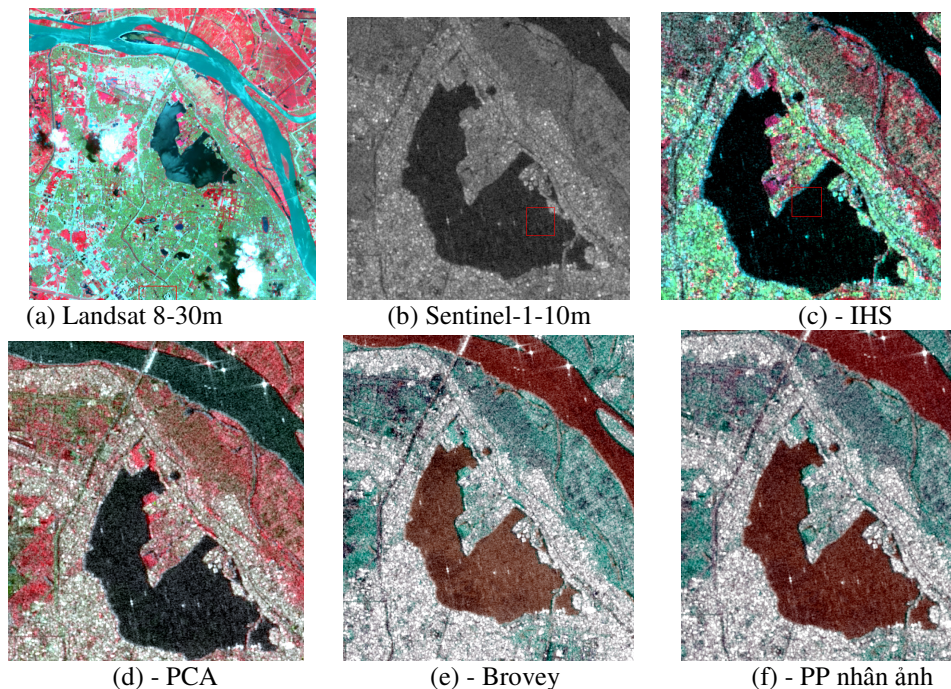
Phương pháp trộn ảnh dữ liệu ảnh Sentinel-1 và ảnh quang học được thực hiện theo quy trình sau:



Hình 1. Quy trình trộn ảnh dữ liệu ảnh Sentinel-1 và ảnh quang học.

a. Phân tích kết quả trộn ảnh bằng quan sát trực tiếp

Kết quả thử nghiệm các phương pháp trộn ảnh được thể hiện trong Hình 2.



Hình 2. Kết quả trộn ảnh ảnh Landsat 8 và ảnh Sentinel-1.

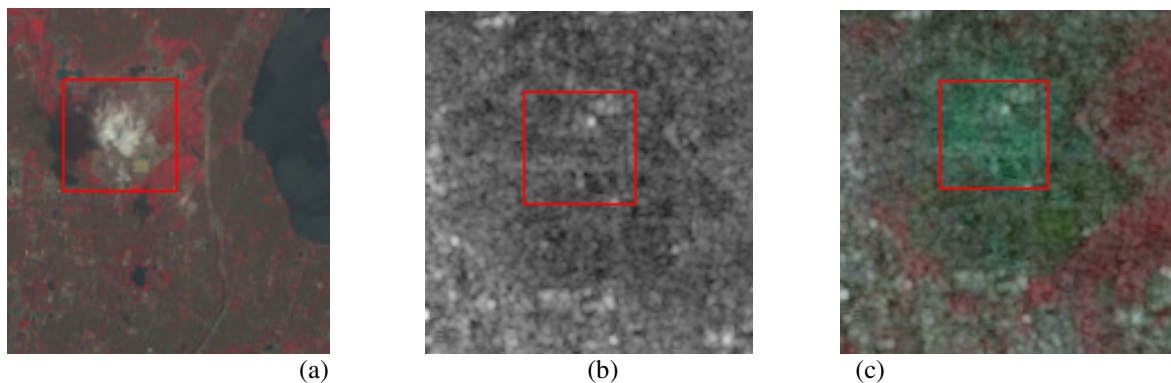
Qua kết quả thử nghiệm tại Hình 2 cho thấy ảnh sau khi trộn đã có được độ phân giải 10m tương đương với độ phân giải không gian của ảnh Sentinel-1. Đánh giá về màu sắc của các phương pháp trộn ảnh thì phương pháp thành phần chính PCA cho màu sắc giống với màu trên ảnh gốc Landsat 8 OLI (tổ hợp màu giả - kênh 5: kênh 4: kênh 3).

b. Phân tích thông tin lớp phủ trên ảnh sau khi trộn

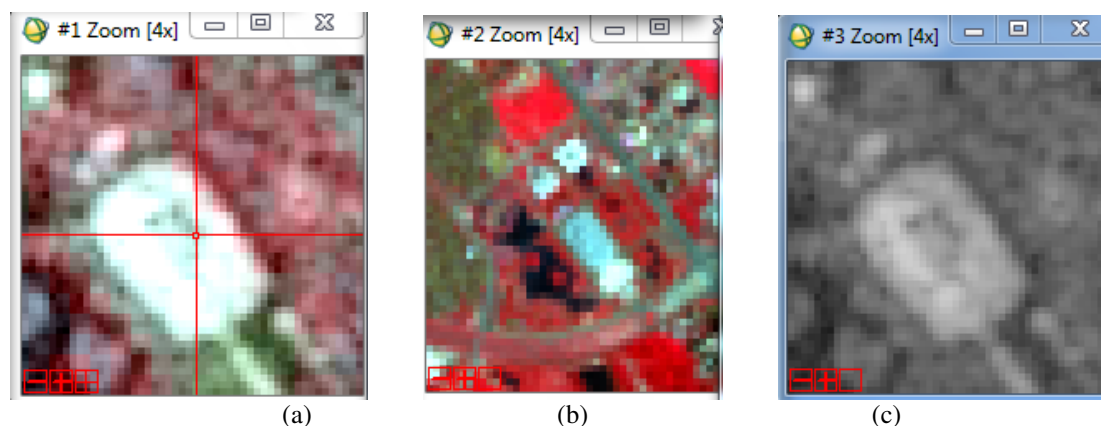
Trên ảnh sau khi trộn thể hiện được nhiều thông tin hơn khi phân tích riêng rẽ ảnh quang học và ảnh SAR. Đặc biệt, trên ảnh quang học luôn xuất hiện các vị trí bị ảnh hưởng bởi mây. Trong khi đó, tư liệu ảnh SAR không bị ảnh

hưởng của thời tiết. Vì vậy, việc tích hợp ảnh sẽ giúp có được thông tin từ ảnh SAR tại các vị trí bị mây trên ảnh đa phổ (Hình 3)

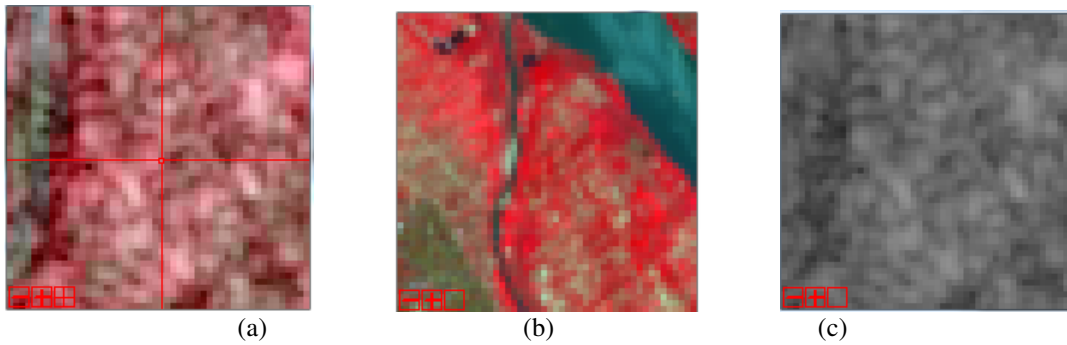
Trên ảnh SAR thì đối tượng nổi bật là khu vực dân cư và nước, còn các đối tượng thực vật, đất trồng khó phân biệt. Trên ảnh quang học thì đối tượng dễ nhận biết là thực vật và nước, còn đối tượng dân cư và đất trồng khó phân biệt. Kết quả trên ảnh sau khi trộn, ta xác định được vùng ranh giới của đối tượng dân cư, thực vật, đất trồng, nước dựa vào những ưu điểm của ảnh quang học và ảnh SAR và dựa trên sự khác biệt về màu sắc (tham khảo Hình 4, Hình 5, Hình 6 và Hình 7).



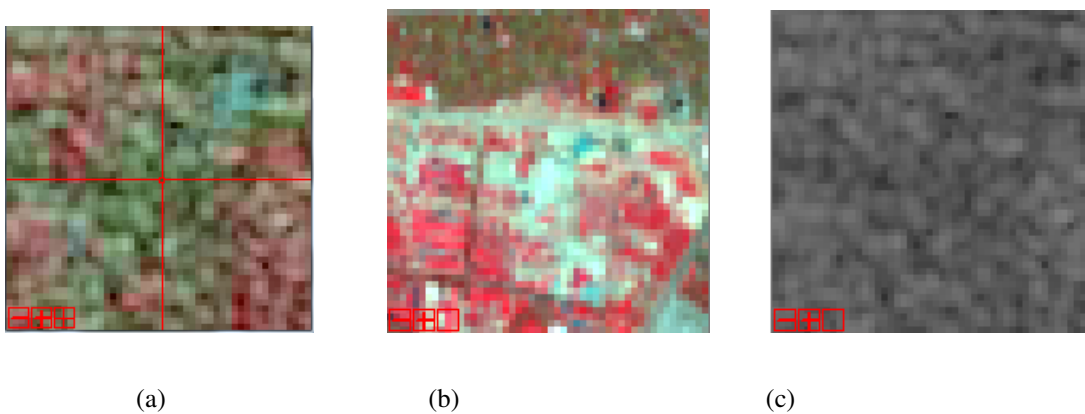
Hình 3. Kết quả loại bỏ mây trên ảnh sau khi trộn.
a. Vị trí trên ảnh Landsat-8 bị mây; b. Vị trí tương ứng trên ảnh Sentinel-1; c. Vị trí trên ảnh sau khi trộn.



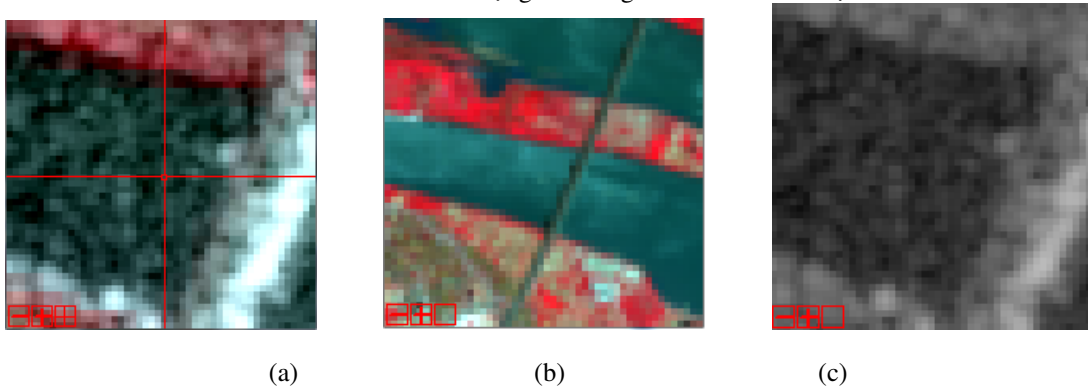
Hình 4. Hình ảnh đối tượng dân cư trên ảnh sau khi trộn.



Hình 5. Hình ảnh đối tượng thực vật trên ảnh sau khi trộn.



Hình 6. Hình ảnh đối tượng đất trống trên ảnh sau khi trộn.



Hình 7. Hình ảnh đối tượng nước trên ảnh sau khi trộn.

(a) Ảnh sau trộn; (b) Ảnh gốc Landsat 8; (c) Ảnh Sentinel-1.

c. Phân tích dựa trên các chỉ số đánh giá chất lượng phổ

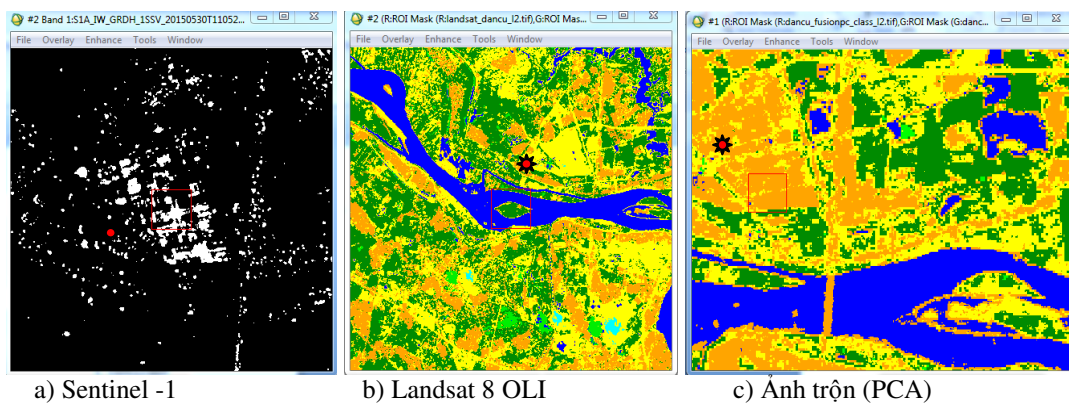
Chất lượng phổ của các phương pháp trộn ảnh so với ảnh gốc được thể hiện qua các chỉ số đánh giá chất lượng phổ trong các bảng 2 dưới đây:

Qua kết quả thể hiện trên bảng 2 và công thức xác định (2), (4), (5), (7), ta thấy phương pháp trộn ảnh theo phương pháp thành phần

chính PCA cho kết quả tốt nhất với các chỉ số đánh giá chất lượng phổ tốt hơn so với các phương pháp khác. Đặc biệt, chỉ số tương quan về giá trị phổ của phương pháp trộn PCA so với ảnh quang học đạt 0.9367, chênh lệch về giá trị Entropy là 0.0049, ERGAS là 5.1772. Phương pháp nhân ảnh cho chất lượng phổ kém nhất với giá trị ERGAS là 96.4859.

Bảng 2. Chỉ số đánh giá chất lượng phổ của các phương pháp trộn ảnh

Chỉ số	Phương pháp trộn ảnh	Landsat 8			Giá trị TB
		Band 5	Band 3	Band 4	
Bias	IHS	0.5904	0.5917	0.5939	0.5920
	PCA	-0.2563	-0.2598	-0.2615	-0.2592
	Brovey	0.5974	0.5973	0.5972	0.5973
	PP nhân ảnh	5.4720	5.4728	5.4716	5.4722
Chênh lệch Entropy	IHS	-0.0238	-0.0276	-0.0285	-0.027
	PCA	0.0049	0.0049	0.0049	0.0049
	Brovey	-0.0258	-0.0291	-0.0289	-0.0279
	PP nhân ảnh	-0.0103	-0.0103	-0.0103	-0.0103
ERGAS	IHS	10.1996	10.3340	10.7055	10.4695
	PCA	5.0542	5.1103	5.2863	5.1772
	Brovey	10.3125	10.4286	10.7628	10.5576
	PP nhân ảnh	94.3203	95.2924	98.2549	96.4859
Chỉ số tương quan	IHS	0.7881	0.7582	0.7376	0.7613
	PCA	0.9369	0.9342	0.9390	0.9367
	Brovey	-0.7438	-0.7662	-0.7658	0.7586
	PP nhân ảnh	-0.7938	-0.7928	0.8058	0.7975



BẢNG CHỮ GIẢI

■ Dân cư	■ Nước	■ Thực vật
■ Đất trống, cây bụi	■ Rừng	■ Mây

Hình 8. So sánh kết quả thử nghiệm phân loại lớp phủ trên tư liệu sau khi trộn.

d. Thử nghiệm phân loại lớp phủ trên ảnh sau khi trộn

Sau khi lựa chọn phương pháp trộn ảnh theo phương pháp thành phần chính PCA cho kết

quả tốt nhất. Tác giả thử nghiệm và so sánh kết quả phân loại lớp phủ trên tư liệu ảnh Sentinel-1, ảnh Landsat 8 OLI và ảnh sau khi trộn theo phương pháp PCA.

Trên Hình 8a thể hiện kết quả tách đối tượng dân cư trên tư liệu ảnh Sentinel-1. Tác giả sử dụng phương pháp phân loại Maximum Likelihood để phân loại lớp phủ trên ảnh Landsat 8 OLI và ảnh sau trộn (PCA). Kết quả phân loại lớp phủ được thể hiện trên Hình 8b và Hình 8c. Đánh giá độ chính xác kết quả phân loại trên tư liệu ảnh Landsat 8 OLI đạt 97% và trên tư liệu ảnh sau trộn là 99%. Kết quả phân loại trên Hình 8b và Hình 8c cho thấy, kết quả phân loại lớp phủ tốt hơn khi sử dụng một loại tư liệu, đặc biệt là khu vực có đối tượng dân cư và nước. Vị trí đánh dấu trên Hình 8b là đối tượng đất trống nhưng trên Hình 8c (ảnh sau khi trộn) là đối tượng dân cư.

4. Kết luận

Phương pháp trộn dữ liệu ảnh của nhiều bộ cảm đóng vai trò quan trọng trong các ứng dụng viễn thám, do có thể cung cấp nhiều thông tin hơn khi phân tích riêng từng dạng tư liệu. Qua kết quả phân tích quan sát trực tiếp và thông qua các chỉ số đánh giá chất lượng phổ trên ảnh sau khi trộn, các tác giả lựa chọn phương pháp trộn ảnh Sentinel-1 và ảnh Landsat 8 OLI theo phương pháp thành phần chính (PCA). Dữ liệu ảnh trộn theo phương pháp thành phần chính cho độ phân giải của ảnh SAR và có màu sắc tương tự như tổ hợp màu của ảnh đa phổ trước khi trộn ảnh. Các chỉ số đánh giá chất lượng tương quan trên ảnh sau trộn ảnh cũng chỉ rõ phương pháp thành phần chính PCA cho kết quả tốt nhất. Các thành phần lớp phủ trên ảnh sau khi trộn được tách biệt, thuận tiện cho việc giải đoán trên ảnh SAR và ảnh quang học. Kết quả thử nghiệm phân loại lớp phủ trên ảnh sau khi trộn cho độ chính xác cao hơn khi phân loại trên ảnh quang học.

Tài liệu tham khảo

- [1] Chu Hải Tùng (2008), Nghiên cứu khả năng ứng dụng ảnh vệ tinh Radar và quang học để thành

- lập một số thông tin về lớp phủ mặt đất, Đề tài cấp Bộ, Bộ Tài nguyên và môi trường
- [2] EHLERS, M., KLONUS, S. and ASTRAND, P.J (2008), Quality assessment for multi-sensor multi-date image fusion. In CD-ROM Proceedings of the ISPRS Congresses, 3–11 July 2008, Beijing, China.
- [3] ZHANG, J (2010), Multi-source remote sensing data fusion: status and trends. *International Journal of Image and Data Fusion*, 1, pp. 5–24.
- [4] Nguyen Van Trung, Jung-Hyun Choi, Joong-Sun Won. (2010). Fusion of ALOS PALSAR and ASTER data for landcover classification at Tonle Sap floodplain, Cambodia. *Proc. SPIE Asia-Pacific Remote Sensing*, Vol 7858.
- [5] C. Pohl & J. L. Van Genderen (1998), Review article: Multisensor image fusion in remote sensing: concepts, methods and applications, *International journal remote sensing*, Vol. 19, No 5, pp.823-854.
- [6] Yuhendra Yusuf, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Hiroaki Kuze (2013), Spectral information analysis of image fusion data for remote sensing applications, *Geocarto International*, Vol. 28, No. 4, 291-310.
- [7] Susheela Dahiya, Pradeep Kumar Garg & Mahesh K. Jat (2013), Review article: A comparative study of various pixel-based image fusion techniques as applied to an urban environment, *International Journal of Image and Data Fusion*, Vol. 4, No. 3, pp. 197–213.
- [8] Shi, W., et al., 2005. Wavelet-based image fusion and quality assessment. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 6, 241–251.
- [9] Acerbi, F.W., Clevers, J.G.P.W., and Schaepman, M.E., 2006. The assessment of multi-sensor image fusion using wavelet transform for mapping the Brazilian Savana. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 8, 278–288.
- [10] Wald, L., 2000. Quality of high resolution synthesized images: is there a simple criterion?, *Proceedings of International Conference on Fusion of Earth Data*, 1, 99–105.

Fusion Data Sentinel-1 Image and Optical Image

Lê Minh Hằng¹, Trần Văn Anh²

¹*Military of Technical Academy, 236 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam*

²*Hanoi University of Mining and Geology, 18 Phố Viên, Đức Thắng, Bắc Từ Liêm, Hà Nội, Việt Nam*

Abstract: Sentinel-1 satellite (C-band Synthetic Aperture Radar) is launched by the European Union on the August 2014. The repeat cycle is 12 days. The spatial resolution is 10m. As is known, optical data contain information on the reflective and emissive characteristics of the Earth's surface features, while SAR data contain information on the surface roughness, texture and dielectric properties of natural and man-made objects. The different techniques to combine optical and SAR images in order to enhance various features and they all judged that the results from the fused images were better than the results obtained from the individual images. In the article, the authors present the method of fusion Sentinel-1 image and Landsat 8 image data and analysis the spectral information index of fused image. The effectiveness of for techniques, the intensity-Hue-saturation (IHS), principal component analysis (PCA), Brovey and Multiplicative have been evaluated through visual inspection and correlation analysis.

Keywords: fusion, Sentinel-1, optical image, SAR.
