

PHÁT HIỆN VÀ PHÂN LOẠI VẾT DẦU TRÊN BIỂN TỪ DỮ LIỆU ẢNH VỆ TINH ĐA PHỔ LANDSAT 7 ETM+

TS. Trịnh Lê Hùng

Học viện Kỹ thuật Quân sự

Email: tringlehung125@mail.com

Tóm tắt

Sự cố tràn dầu gây ô nhiễm môi trường biển nghiêm trọng. Việc phát hiện sớm và phân loại vết dầu tràn trên biển là một vấn đề cấp bách, có ý nghĩa khoa học và thực tiễn cao. Ngoài dữ liệu viễn thám siêu cao tần, có thể sử dụng dữ liệu viễn thám quang học để phát hiện và phân loại vết dầu. Bài báo giới thiệu phương pháp xử lý ảnh vệ tinh đa phổ độ phân giải không gian trung bình Landsat 7 ETM+ trong phát hiện và phân loại vết dầu nhằm phục vụ việc giám sát và giảm thiểu thiệt hại do sự cố tràn dầu gây ra.

Từ khóa: Ảnh đa phổ, độ phân giải không gian, vết dầu, viễn thám quang học, Landsat, tỷ số ảnh, phân tích thành phần chính, phân loại.

1. Giới thiệu

Tư liệu viễn thám, trong đó chủ đạo là tư liệu viễn thám siêu cao tần có khả năng thu nhận ảnh trong mọi điều kiện thời tiết, cả ban ngày và ban đêm, được ứng dụng hiệu quả trong giám sát và ứng phó sự cố tràn dầu. Đây cũng là công cụ hiệu quả trong nghiên cứu môi trường biển nói chung và phân loại vết dầu nói riêng. Ảnh vệ tinh quang học do bản chất được thu nhận trong dải sóng nhìn thấy và hồng ngoại phù hợp với cảm nhận của con người, ít biến dạng về hình học, do đó được sử dụng rộng rãi trong nghiên cứu tài nguyên, môi trường. Với độ phân giải phổ rộng gồm nhiều kênh phổ, ảnh quang học thể hiện sự ưu việt trong quan sát lớp phủ mặt đất, sử dụng đất đai, giám sát và dự đoán thiên tai... Tuy nhiên, ảnh vệ tinh quang học cũng có nhược điểm: phụ thuộc vào điều kiện thời tiết, thường có mây mù trên ảnh, thiếu thông tin về cấu trúc và độ gồ ghề của bề mặt. Các nghiên cứu của Robert S.Rand et al. (1992), Alireza Taravat, Fabio Del Frate (2012), Kolokoussis Polychronis et al. (2013) đã sử dụng dữ liệu ảnh quang học trong nghiên cứu ô nhiễm biển do sự cố tràn dầu [1 - 3]. Song đến nay số lượng các nghiên cứu tương tự còn ít. Trên cơ sở đó, tác giả đề xuất

phương pháp xử lý ảnh vệ tinh đa phổ độ phân giải trung bình Landsat 7 ETM+ để phân loại và phát hiện vết dầu trên biển.

2. Phát hiện và phân loại vết dầu trên biển từ dữ liệu ảnh Landsat 7 ETM+

2.1. Đặc điểm ảnh vệ tinh quang học Landsat 7 ETM+

Năm 1967, Tổ chức Hàng không và Vệ tinh Quốc gia (NASA) đã thực hiện chương trình nghiên cứu thăm dò tài nguyên trái đất (Earth Resources Technology Satellite - ERTS). Sau đó, chương trình này được đổi tên thành Landsat - các vệ tinh chuyên dùng để thăm dò tài nguyên trái đất. Landsat 1 được phóng thành công lên quỹ đạo từ năm 1972. Đến nay, có 8 thế hệ vệ tinh Landsat được phóng lên quỹ đạo (Bảng 1).

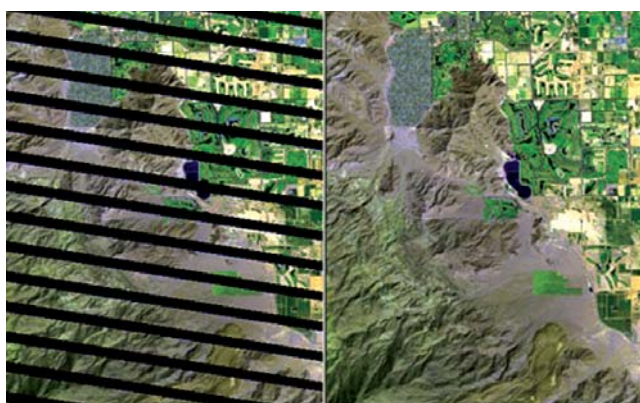
Landsat 7 sử dụng bộ cảm biến quang học ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus), ghi lại năng lượng trong vùng nhìn thấy, hồng ngoại và hồng ngoại nhiệt của quang phổ. Landsat-7 được phóng lên quỹ đạo vào ngày 15/4/1999, cung cấp ảnh ở 8 kênh phổ, trong đó có 6 kênh đa phổ với độ phân giải không gian 30m, 1 kênh toàn sắc

Bảng 1. Các thế hệ vệ tinh Landsat

Vệ tinh	Ngày phóng	Ngày ngừng hoạt động	Bộ cảm biến
Landsat 1	23/6/1972	6/1/1978	MSS
Landsat 2	21/1/1975	25/2/1982	MSS
Landsat 3	5/3/1978	31/3/1983	MSS
Landsat 4	16/7/1982	15/6/2001	TM, MSS
Landsat 5	1/3/1984	5/6/2013	TM, MSS
Landsat 6	5/3/1993	Dừng hoạt động ngay khi phóng	ETM
Landsat 7	15/4/1999	Đang hoạt động	ETM+
Landsat 8	11/2/2013	Đang hoạt động	OLI, TIRS

Bảng 2. Đặc điểm ảnh vệ tinh đa phổ Landsat 7 ETM+

Kênh	Tên gọi	Bước sóng (µm)	Độ phân giải không gian (m)
1	Xanh lam (Blue)	0,459 - 0,515	30
2	Xanh lục (Green)	0,525 - 0,605	30
3	Đỏ (Red)	0,630 - 0,690	30
4	Cận hồng ngoại (NIR)	0,775 - 0,900	30
5	Hồng ngoại giữa (MIR)	1,550 - 1,750	30
6	Hồng ngoại nhiệt (TIR)	10,40 - 12,50	60
7	Hồng ngoại giữa (MIR)	2,090 - 2,350	30
8	Toàn sắc (Panchromatic)	0,520 - 0,900	15



Hình 1. Ảnh vệ tinh Landsat 7 ETM+ bị lỗi sọc và ảnh không bị lỗi

với độ phân giải 15m và 1 kênh hồng ngoại nhiệt ở độ phân giải 60m. Đặc điểm các kênh phổ của ảnh Landsat 7 được thể hiện trong Bảng 2.

Vệ tinh Landsat 7 ETM+ sau 4 năm đưa lên quỹ đạo đã bị lỗi sọc do gặp trục trặc về kỹ thuật SLC - Off (15/4/2003). Trục trặc này hiện vẫn chưa được khắc phục, làm giảm khả năng thu nhận thông tin quan sát trái đất khoảng 30% (Hình 1). Các thông tin này vẫn sử dụng được khi xử lý các vết sọc bằng thuật toán GapFill.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Tiền xử lý ảnh Landsat 7 ETM+

Để phân loại vết dầu trên biển từ dữ liệu ảnh Landsat 7 ETM+, đầu tiên phải sửa lỗi sọc trên ảnh bằng thuật toán GapFill do NASA đưa ra [4]. Quá trình xử lý gồm 2 bước: (1) định dạng lại ảnh để có cùng kích thước; (2) sử dụng dữ liệu từ ảnh lấp để thay thế dữ liệu trống trên ảnh gốc. Trong quá trình định dạng lại, kênh hồng ngoại nhiệt (kênh 6) của ảnh sẽ được chuyển từ kích thước pixel 60m thành 30m. Việc sử dụng nhiều ảnh ghép sẽ giảm kích thước các khe hở của ảnh.

Ảnh sau khi được sửa lỗi sọc sẽ chuyển đổi giá trị số (digital number) sang giá trị bức xạ phổ (spectral radiance). Việc chuyển đổi giá trị số sang giá trị bức xạ giúp giảm thiểu sự khác biệt về phổ khi ghép các ảnh với nhau [5].

Bảng 3. Giá trị L_{max} , L_{min} đối với các kênh phổ ảnh Landsat ETM+

Kênh	Tên kênh phổ	Bước sóng (µm)	L_{max}	L_{min}
1	Blue	0,45 - 0,515	191,600	-6,200
2	Green	0,525 - 0,605	196,500	-6,400
3	Red	0,63 - 0,69	152,900	-5,000
4	NIR	0,75 - 0,90	241,100	-5,100
5	MIR	1,55 - 1,75	31,060	-1,000
7	MIR	2,09 - 2,35	10,800	-0,350

Chuyển đổi giá trị số sang giá trị bức xạ phổ đối với ảnh Landsat 7 ETM+ được thực hiện như sau:

$$L_{\lambda} = \frac{L_{max} - L_{min}}{DN_{max} - DN_{min}} (DN - DN_{min}) + L_{min} \quad (1)$$

Trong đó:

L_{λ} : Giá trị bức xạ phổ;

L_{max} , L_{min} : Giá trị bức xạ phổ ứng với DN_{max} và DN_{min} ở kênh phổ (giá trị này được lấy từ file metadata trong dữ liệu ảnh Landsat);

DN_{max} : Giá trị số lớn nhất;

DN_{min} : Giá trị số nhỏ nhất.

Do ảnh Landsat 7 ETM+ được lưu trữ ở cấu trúc 8 bit tương ứng với 256 cấp độ độ xám, $DN_{max} = 255$, $DN_{min} = 1$ [5]. Giá trị L_{max} , L_{min} đối với ảnh đa phổ Landsat ETM+ được trình bày trong Bảng 3.

Giá trị bức xạ phổ nhận được trong bước 1 sẽ được sử dụng để xác định giá trị phản xạ phổ (reflectance). Giá trị phản xạ phổ đối với ảnh Landsat ETM+ được thực hiện như sau:

$$\rho = \frac{\pi \cdot L_{\lambda} \cdot d^2}{ESUN_{\lambda} \cdot \cos(\theta_s)} \quad (2)$$

Trong đó:

d: Khoảng cách thiên văn giữa trái đất và mặt trời, được xác định theo công thức: $d = (1,0 - 0,01674 \cdot \cos(0,9856(D-4)))$, ở đây D là thứ tự ngày trong năm.

L_i : Giá trị bức xạ phổ nhận được từ bước i ;

ESUN: Giá trị trung bình bức xạ quang phổ mặt trời (Bảng 2);

θ_s : Góc thiên đỉnh (được lấy trong file metadata ảnh Landsat) [5].

Để loại bỏ ảnh hưởng của điều kiện khí quyển đến chất lượng ảnh, tác giả sử dụng thuật toán “trừ đối tượng tối” (DOS - dark object subtract) nhằm chuyển giá trị phản xạ phổ về phản xạ bề mặt (surface reflectance). Phương pháp này dựa vào các điều kiện trên ảnh và “đối tượng đen” được ước tính từ giá trị thấp nhất của histogram trích dẫn từ mỗi kênh ảnh [1 - 3, 10].

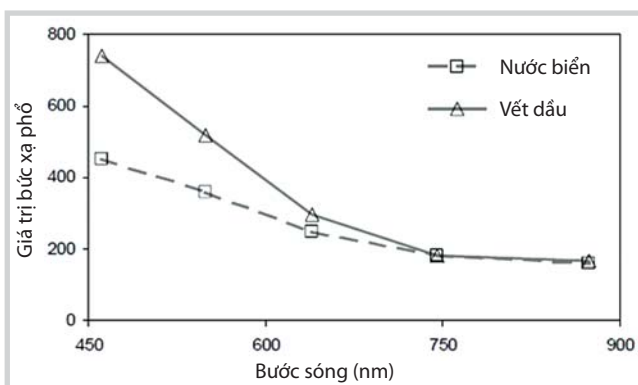
2.2.2. Phương pháp tỷ số ảnh và phân tích thành phần chính

- Phương pháp tỷ số ảnh (band rationing method)

Bản chất của phương pháp tỷ số ảnh là chia giá trị phản xạ phổ tại 2 kênh phổ mà vật thể phản xạ mạnh nhất và hấp thụ mạnh nhất bức xạ điện từ. Phương pháp này cho phép thể hiện các biến đổi nhỏ nhất trong đặc tính phổ của vật thể, từ đó có thể phân loại chính xác. Ưu điểm của phương pháp tỷ số ảnh là xử lý đơn giản, không mất nhiều thời gian tính toán như các phương pháp cổ điển (phân loại bằng các thuật toán thông dụng), nên được sử dụng rộng rãi trong việc xây dựng các chỉ số ảnh để phân loại đối tượng đặc trưng (thực vật, khoáng sản,...) hoặc

Bảng 4. Giá trị ESUN đối với các kênh phổ ảnh Landsat 7 ETM+

Kênh	Tên kênh phổ	Bước sóng (μm)	ESUN ($\text{watts/m}^2, \text{ster}, \mu\text{m}$)
1	Blue	0,45 - 0,515	1.997
2	Green	0,525 - 0,605	1.812
3	Red	0,63 - 0,69	1.533
4	NIR	0,75 - 0,90	1.039
5	MIR	1,55 - 1,75	230,8
7	MIR	2,09 - 2,35	84,90
8	PAN	0,52 - 0,90	1.362



Hình 2. Đặc trưng phản xạ phổ của vết dầu và nước biển

đánh giá sự biến động, sự ô nhiễm... (chỉ số thoái hóa đất, chỉ số diện tích lá, chỉ số độ ẩm đất...) [11].

Để làm nổi bật vết dầu so với vùng biển xung quanh, tác giả tiến hành thực nghiệm tính tỷ số ảnh sử dụng các kênh phổ trong dải sóng nhìn thấy (kênh 1, 2, 3) và dải sóng hồng ngoại (kênh 4, 5, 7). Kết quả phân tích đặc trưng phản xạ phổ của vết dầu và nước biển cho thấy, ở dải sóng xanh lam (kênh 1, bước sóng 0,45 - 0,515 μm) và xanh lục (kênh 2, bước sóng 0,525 - 0,605 μm), nước biển có khả năng phản xạ phổ thấp hơn đáng kể so với vết dầu. Trong khi đó ở dải sóng đỏ (kênh 3, bước sóng 0,63 - 0,69 μm) và cận hồng ngoại (kênh 4, bước sóng 0,75 - 0,90 μm), nước biển và vết dầu có khả năng phản xạ phổ tương đồng (Hình 2) [6]. Như vậy, tỷ số giữa các kênh ảnh ở bước sóng đỏ, cận hồng ngoại với các kênh ảnh ở bước sóng xanh lam, xanh lục có thể sử dụng để phân biệt vết dầu với vùng biển xung quanh. Kết quả thực nghiệm cho thấy, tỷ số giữa phản xạ phổ (kênh 4/kênh 2)/kênh 1 và (kênh 3/kênh 2)/kênh 1 thể hiện rõ nhất sự tương phản giữa vết dầu và vùng biển xung quanh.

- Phương pháp phân tích thành phần chính (principal component analysis)

Phân tích thành phần chính là thuật toán đặc trưng trong xử lý ảnh vệ tinh đa phổ nhằm làm nổi bật đặc tính phổ của một số đối tượng bề mặt trái đất (khoáng sản, mỏ lộ thiên...) mà các phương pháp tăng độ tương phản khác không nhận biết rõ ràng được. Bản chất của phương pháp này là thuật toán thống kê toán học nhằm biến đổi tập dữ liệu đa biến tương quan vào trong một tập dữ liệu đa biến không tương quan - còn được gọi là các thành phần chính [8], nhằm giảm chiều dữ liệu mà vẫn giữ được thông tin cần thiết về đối tượng cần nghiên cứu.

Ảnh vệ tinh là tập dữ liệu đa kênh phổ điển hình có độ tương quan lớn. Tương quan giữa hai kênh ảnh thể hiện mức độ chứa thông tin giống nhau cho bởi 2 kênh này. Các kênh có độ tương quan cao thường không được sử dụng đồng thời để hiển thị màu hoặc chiết tách các đối tượng tương đồng về phản xạ phổ [8]. Kết quả phân tích tương quan giữa 7 kênh phổ của ảnh Landsat 7 ETM+ được thể hiện ở ma trận tương quan (Bảng 5) cho thấy, kênh 1, 2 và 3 có sự tương quan rất cao (> 95%) nên có sự dư thừa khi sử dụng đồng thời 3 kênh này để hiển thị hoặc tổ hợp màu. Ở mức thấp hơn có sự tương quan giữa các kênh 4, 5, 6 (76 - 95%), 39% giữa kênh 1 và kênh 4, 44% giữa kênh 2 và kênh 4. Phân tích ma trận tương quan cũng cho thấy, kênh 4 ít tương quan với các kênh 1, 2, 3 và kênh 7 thường không có sự tương quan lớn với bất kỳ kênh còn lại [12].

Bảng 5. Ma trận tương quan của ảnh Landsat 7 ETM+

Kênh μm	1	2	3	4	5	6	7
	0,45 - 0,52	0,52 - 0,6	0,63 - 0,69	0,76 - 0,9	1,55 - 1,75	10,4 - 12,5	2,08 - 2,35
1	1,00						
2	0,96	1,00					
3	0,95	0,96	1,00				
4	0,39	0,44	0,53	1,00			
5	0,56	0,61	0,71	0,88	1,00		
6	0,72	0,76	0,84	0,76	0,95	1,00	
7	0,56	0,58	0,66	0,66	0,78	0,81	1,00

Giả sử ảnh viễn thám có k kênh, phân tích thành phần chính được sử dụng để tìm vector không gian p chiều thể hiện bởi vector Z (giá trị độ sáng mới tương ứng từng pixel trên ảnh thành phần chính). Giả sử ảnh gốc viễn thám mỗi pixel mang giá trị độ sáng được thể hiện bởi vector tương ứng x_i ($i = 1, 2...k$), các pixel tương ứng trên ảnh thành phần chính thể hiện bởi vector Z_i ($i = 1, 2...k$).

Quan hệ có thể được mô tả theo tổ hợp tuyến tính:

$$Z_i = a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{ik}x_k$$

hay:

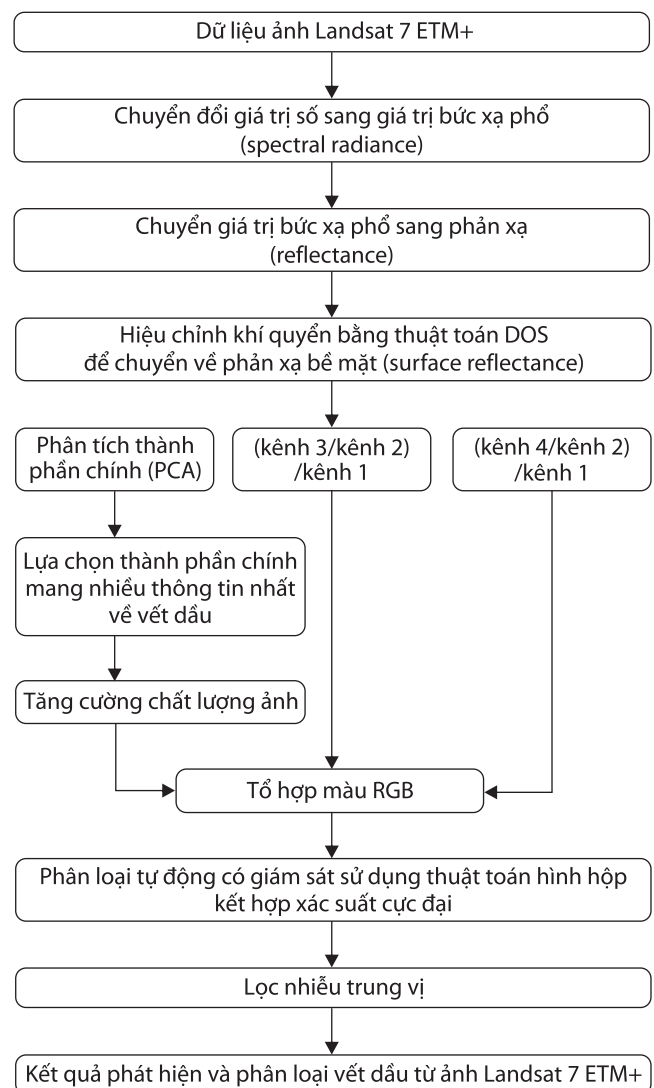
$$\begin{bmatrix} z_1 \\ z_2 \\ \vdots \\ z_k \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1k} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2k} \\ \dots & \dots & \ddots & \vdots \\ a_{k1} & a_{k2} & \dots & a_{kk} \end{pmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_k \end{bmatrix} \quad (3)$$

Để nhận được các thành phần chính, cần giải hệ phương trình trên để tìm các hệ số a_{ik} theo điều kiện sau:

$$\sum a_{ik}^2 = 1 \quad (4)$$

Giá trị phương sai của Z_i phải cực đại, các đại lượng Z_i và Z_{i+1} phải độc lập tuyến tính với nhau [8, 12].

Sau khi xác định các thành phần chính, cần phân tích giá trị vector riêng để lựa chọn thành phần chính có nhiều thông tin nhất về vết dầu. Ảnh tỷ số (kênh 4/kênh 2)/kênh 1, (kênh 3/kênh 2)/kênh 1 và thành phần chính có nhiều thông tin nhất được sử dụng để tổ hợp màu RGB. Để phân loại vết dầu, tác giả sử dụng phương pháp phân loại tự động có giám sát sử dụng thuật toán xác suất cực đại (maximum likelihood). Đây là phương pháp phân loại có độ chính xác cao và được chứng minh trong nhiều nghiên cứu trên thế giới [8]. Kết quả phân loại vết dầu sẽ được lọc nhiễu bằng phép lọc trung vị (median) để loại bỏ các nhiễu không cần thiết. Phép lọc trung vị làm mịn ảnh nhưng vẫn giữ được thông tin trên ảnh, đặc biệt là thông tin ở đường biên - một yếu tố rất quan trọng trong phân loại vết dầu. Sơ đồ phương pháp phát hiện và phân loại vết dầu trên ảnh đa phổ Landsat 7 ETM+ được trình bày trong Hình 3.



Hình 3. Sơ đồ thuật toán phát hiện và phân loại vết dầu từ tư liệu ảnh đa phổ Landsat 7 ETM+

2.3. Kết quả nghiên cứu

Khu vực thực nghiệm trong nghiên cứu là vịnh Mexico - nơi xảy ra sự cố tràn dầu nghiêm trọng do nổ giàn khoan Deepwater Horizon ngày 20/4/2010. Dữ liệu ảnh Landsat 7 ETM+ được cập nhật liên tục với chu kỳ 16 ngày tại địa chỉ <http://glovis.usgs.gov>. Do lỗi hệ thống, trên ảnh Landsat 7 ETM+ bị nhiễu sọc, làm mất khoảng 30% lượng thông

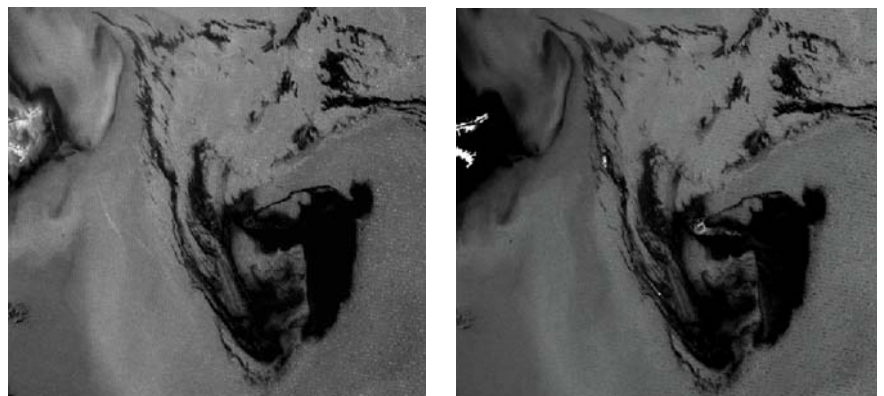
tin trên ảnh (Hình 4a). Các thông tin bị mất do lỗi sọc đã được khắc phục bằng thuật toán GapFill và dữ liệu ảnh đảm bảo chất lượng trong giải quyết các bài toán giám sát tài nguyên, môi trường (Hình 4b).

Trong Hình 5, kết quả tính ảnh tỷ số (kênh 3/kênh 2)/kênh 1 và (kênh 4/kênh 2)/kênh 1 cho thấy vết dầu nổi bật và có màu tối hơn so với vùng biển xung quanh.

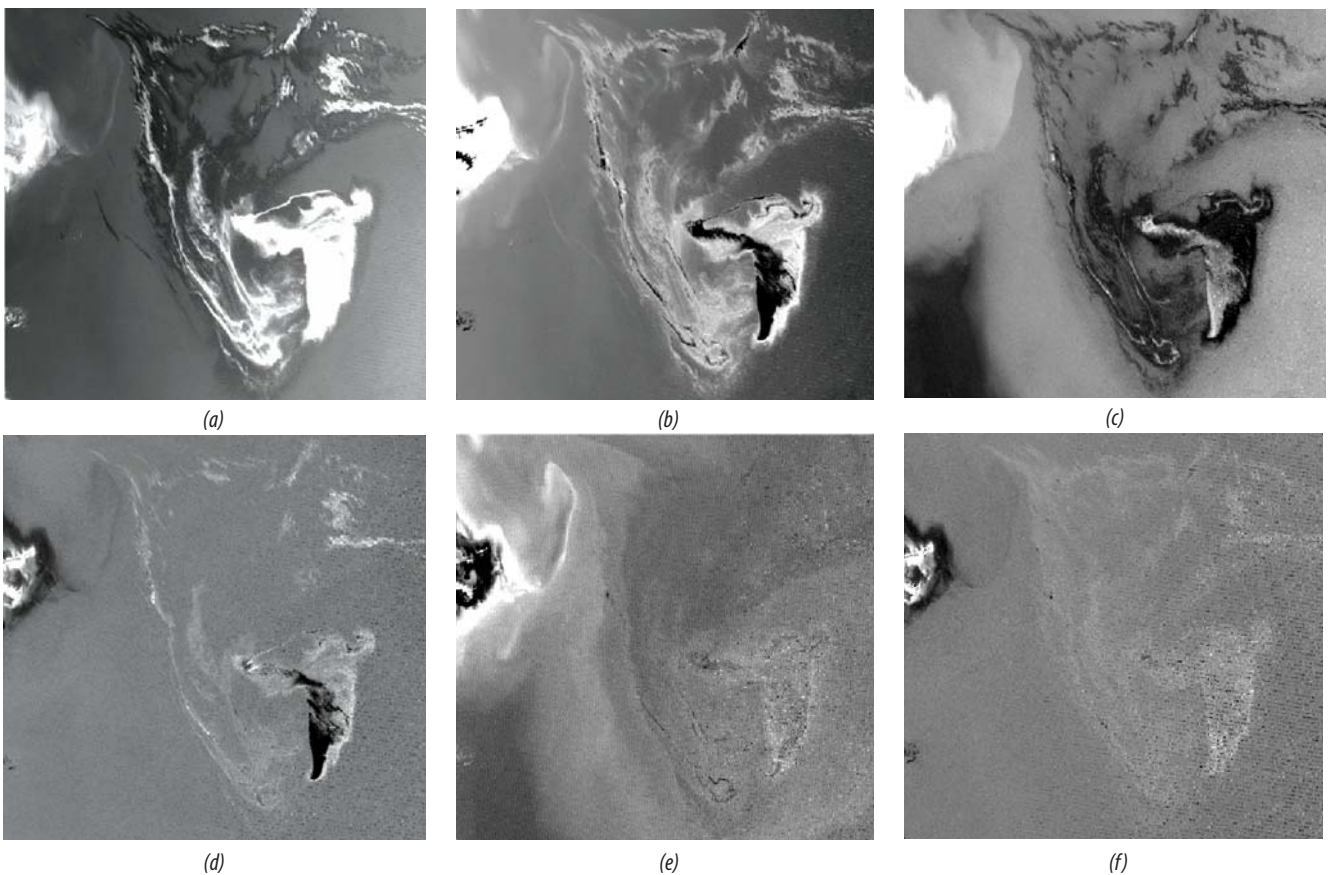
Khi phân tích thành phần chính, độ lớn và giá trị vector riêng, trị riêng cung cấp thông tin quan trọng về đặc tính phản xạ phổ của vết dầu và là cơ sở để lựa chọn thành phần chính mang nhiều thông tin nhất về đối tượng cần phân loại. Trong nghiên cứu này, tác giả áp dụng phương pháp chuyển đổi thành phần chính cho 6 kênh đa phổ (kênh 1, 2, 3, 4, 5, 7) của ảnh Landsat ETM+ ở vịnh Mexico (Hình 6). Kết quả tính giá trị



Hình 4. Ảnh Landsat 7 ETM+ chụp ngày 1/5/2010 tại vịnh Mexico bị lỗi sọc (a) và kết quả sau khi sửa lỗi sọc (b)



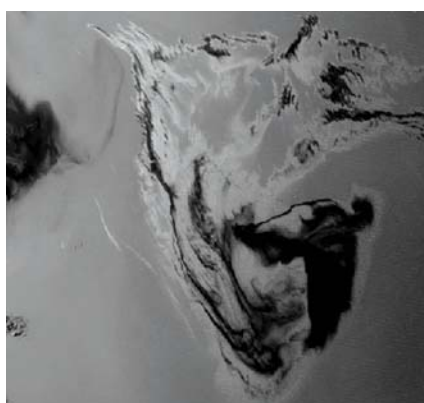
Hình 5. Ảnh tỷ số (kênh 3/kênh 2)/kênh 1 (a), (kênh 4/kênh 2)/kênh 1 (b)



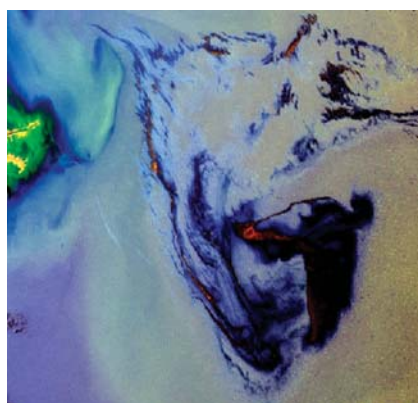
Hình 6. Kết quả xác định 6 thành phần chính (PC1 - a, PC2 - b, PC3 - c, PC4 - d, PC5 - e, PC6 - f) đối với ảnh Landsat 7 ETM+ ở vịnh Mexico

Bảng 6. Giá trị vector riêng và trị riêng trong phân tích thành phần chính khu vực nghiên cứu

Kênh	Kênh 1	Kênh 2	Kênh 3	Kênh 4	Kênh 5	Kênh 7	Trị riêng (%)
PC1	0,476	0,180	-0,848	0,049	-0,140	-0,022	88,87
PC2	0,477	0,345	0,212	0,009	0,778	0,053	7,30
PC3	0,563	0,271	0,480	0,098	-0,587	-0,159	2,23
PC4	0,227	-0,177	0,053	0,661	-0,115	0,681	0,70
PC5	0,318	-0,683	0,018	0,352	0,127	-0,593	0,63
PC6	0,275	-0,581	0,052	0,653	0,046	0,395	0,20



Hình 7. PC1 sau khi sử dụng kỹ thuật tương phản



Hình 8. Ảnh tổ hợp màu ảnh tỷ số và PC1



Hình 9. Kết quả phát hiện và phân loại vết dầu từ dữ liệu ảnh Landsat 7 ETM+

vector riêng, trị riêng của các thành phần chính (Bảng 6) cho thấy, có trên 98% thông tin tập trung ở 3 thành phần chính đầu tiên, trong đó thành phần chính thứ nhất (PC1) chứa 88,87% thông tin trên ảnh. Các thành phần chính PC4, PC5, PC6 chứa lượng thông tin không đáng kể.

Do vết dầu có khả năng phản xạ cao ở kênh 1 (bước sóng 0,45 - 0,515µm), kênh 2 (bước sóng 0,525 - 0,605µm) và hấp thụ mạnh năng lượng bức xạ điện từ ở kênh 3 (bước sóng 0,63 - 0,69µm), kênh 4 (bước sóng 0,75 - 0,90 µm) - Hình 2, để lựa chọn thành phần chính mang nhiều thông tin nhất về vết dầu cần quan tâm đến các giá trị vector đối với kênh 1, 2, 3, 4. Thành phần chính nào có nhiều thông tin để phát hiện vết dầu nhất khi các giá trị vector ở kênh 1 hoặc kênh 2 và kênh 3 hoặc kênh 4 ngược dấu và có độ chênh lệch lớn.

Từ phân tích trên cho thấy, vector riêng đối với kênh 1 và kênh 3 trong PC1 ngược nhau về dấu và giá trị chênh lệch lớn nhất, do vậy PC1 mang nhiều thông tin nhất để phát hiện vết dầu trên biển. Trên PC1, vết dầu được thể hiện ở màu sáng do vector riêng của kênh 1 nhận giá trị dương (0,476) và kênh 3 nhận giá trị âm (-0,848).

Ảnh tỷ số (kênh 3/kênh 2)/kênh 1, (kênh 4/kênh 2)/kênh 1 và PC1 được sử dụng để tổ hợp màu RGB. Do trên ảnh tỷ số, các pixel màu tối đại diện cho vết dầu, trong khi đó ở PC1, vết dầu được thể hiện ở các pixel màu sáng, để tương đồng, trong nghiên cứu sử dụng kỹ thuật tương phản màu sắc đối với PC1. Trên ảnh PC1 sau khi sử dụng kỹ thuật tương phản màu sắc, vết dầu sẽ được thể hiện ở

màu tối (Hình 7). Kết quả tổ hợp màu RGB ảnh tỷ số và PC1 được thể hiện trên Hình 8. Trên ảnh tổ hợp màu có thể dễ dàng nhận thấy, vết dầu có sự tương phản rõ rệt với vùng biển xung quanh.

Hình 9 là kết quả phân loại vết dầu từ dữ liệu ảnh Landsat 7 ETM+ sử dụng phương pháp phân loại tự động có giám sát bằng thuật toán xác suất cực đại. Có thể nhận thấy, vết dầu đã được phát hiện và phân loại với độ chính xác cao, đảm bảo giữ được hình dạng đường biên vết dầu.

3. Kết luận

Ô nhiễm tràn dầu là vấn đề môi trường cấp bách đối với các quốc gia ven biển. Các phương pháp nghiên cứu truyền thống dựa trên kết quả điều tra, thăm dò thực địa không thể giải quyết được bài toán ở quy mô lớn, khó phát hiện sớm vết dầu từ xa để giám sát và giảm thiểu thiệt hại do sự cố tràn dầu gây ra. Kỹ thuật viễn thám (với ưu điểm vượt trội như diện tích bao phủ rộng, có khả năng chụp lặp lại một vị trí trong thời gian ngắn) đã được ứng dụng hiệu quả trong phát hiện và phân loại vết dầu trên biển.

Bên cạnh tư liệu viễn thám siêu cao tần, tư liệu viễn thám quang học là công cụ hiệu quả trong nghiên cứu giám sát môi trường biển. Với đặc điểm thu nhận ảnh ở dải phổ rộng, dễ xử lý và được cung cấp miễn phí, cập nhật trong thời gian ngắn, ảnh vệ tinh quang học, trong đó có ảnh Landsat 7 ETM+ được ứng dụng hiệu quả trong phát hiện sớm và phân loại vết dầu, phục vụ xây dựng các hệ thống giám sát sự cố tràn dầu trên biển. Kết quả

nghiên cứu cho thấy, phương pháp tỷ số ảnh và phân tích thành phần chính có khả năng thể hiện sự tương phản giữa vết dầu và vùng biển xung quanh. Việc kết hợp giữa ảnh tỷ số và thành phần chính thứ nhất giúp nâng cao khả năng phân loại vết dầu trên ảnh Landsat 7 ETM+.

Tài liệu tham khảo

1. Kolokoussis Polychronis, Karathanassi Vassilia. *Detection of oil spills and underwater natural oil outflow using multispectral satellite imagery*. International Journal of Remote Sensing Applications. 2013; 3(3): p. 145 - 154.
2. Robert S.Rand, Donald A.Davis, M.B.Satterwhite, John E.Anderson. *Methods of monitoring the Persian gulf oil spill using digital and hardcopy multiband data*. US Army Corps of Engineers Topographic Engineering Center. 1992.
3. Alireza Taravat, Fabio Del Frate. *Development of band rationing algorithm and neural networks to detection of oil spills using Landsat ETM+ data*. EURASIP Journal on Advances in Signal Processing. 2012; 107.
4. Pat Scaramuzza, Esad Micijevic, Gyanesh Chander. *SLC Gap - Filled products phase one methodology*. NASA. 2014.
5. National Aeronautics and Space Administration (NASA). *Landsat 7 science data users handbook*. 186p.
6. Javier Plaza, Rosa Pérez, Antonio Plaza, Pablo Martínez, David Valencia. *Mapping oil spills on sea water using spectral mixture analysis of hyperspectral image data*. SPIE Proceedings. 2005; 5995.
7. McFeeters S.K. *The use of the normalized difference water index (NDWI) in the delineation of open water features*. International Journal of Remote Sensing. 1996; 17(7): p. 1425 - 1432.
8. Thomas M.Lillesand, Ralph W.Kiefer. *Remote sensing and image interpretation (4th edition)*. John Wiley & Sons, Inc., New York. 2008: 469 pages.
9. Trịnh Lê Hùng. *Phương pháp phân tích texture trong phát hiện vết dầu bằng dữ liệu ảnh vệ tinh ENVISAT ASAR*. Tạp chí Dầu khí. 2013; 12: trang 44 - 47.
10. Trịnh Lê Hùng. *Nghiên cứu sự phân bố nhiệt độ bề mặt bằng dữ liệu ảnh đa phổ Landsat*. Tạp chí các khoa học về Trái đất. 2014; 36(1).
11. Trịnh Lê Hùng. *Phương pháp tỷ số ảnh và ứng dụng trong phát hiện khoáng chất oxit sắt, sét, kim loại màu*. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. 2013; 4: trang 19 - 24.
12. Trịnh Lê Hùng. *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. 2014; 1, trang 36 - 40.

Detection and classification of oil spills on the sea using Landsat 7 ETM+ multispectral images

Trinh Le Hung

Military Technical Academy

Summary

Oil spill pollution poses one of the most serious threats on marine and coastal environments. The present situation of oil pollution in river mouth, continental shelf and ocean due to the oil and gas industry and marine traffic damages the marine environment and causes huge economic losses. Besides the microwave remote sensing, optical remote sensing can also be used effectively in the detection and classification of oil spill. This article presents the method of interpreting Landsat 7 ETM+ multispectral images with medium spatial resolution to detect and classify oil spill for monitoring and minimising damages.

Key words: Multispectral image, spatial resolution, oil spill, optical remote sensing, Landsat, band ratio method, principal component analysis, classification.