

PHÁT HIỆN VÀ PHÂN LOẠI VẾT DẦU TRÊN ẢNH ENVISAT ASAR BẰNG PHƯƠNG PHÁP LỌC THÍCH NGHI VÀ ỨNG DỤNG FUZZY LOGIC

TS. Trịnh Lê Hùng, ThS. Mai Đình Sinh
 Học viện Kỹ thuật Quân sự

Tóm tắt

Kỹ thuật viễn thám siêu cao tần đã được ứng dụng hiệu quả trong phát hiện sớm và phân loại vết dầu trên biển. Tuy nhiên do bản chất tán xạ của tia radar, ảnh vệ tinh radar cửa mở tổng hợp (SAR) thường bị nhiễu hạt tiêu (sự giao thoa của nhiều tín hiệu tán xạ phản hồi từ một diện tích tương ứng với một pixel). Ngoài ra, việc phân tích, phát hiện vết dầu trên biển từ ảnh SAR còn gặp khó khăn do ảnh hưởng của các điều kiện khí tượng trên biển (gió, dao động của sóng biển, nhiệt độ bề mặt biển, mưa...) cũng như đặc tính hóa lý và thời gian tồn tại của vết dầu trên biển. Bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu ứng dụng phương pháp lọc thích nghi và logic mờ (Fuzzy logic) trong nhận dạng và phân loại vết dầu trên ảnh vệ tinh Envisat Asar. Phương pháp này có thể sử dụng hiệu quả trong trường hợp vết dầu phức tạp, khó nhận biết bằng các phương pháp phân loại khác.

Từ khóa: Viễn thám, siêu cao tần, nhiễu hạt tiêu, lọc thích nghi, logic mờ, phân loại, vết dầu, ảnh Envisat Asar.

1. Mở đầu

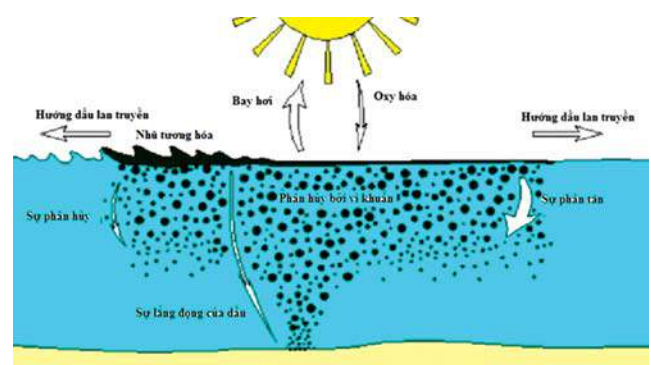
Khác với nguyên lý thu nhận ảnh quang học sử dụng phương pháp quét (quét dọc hoặc vuông góc với tuyến chụp), nguyên lý thu nhận tín hiệu của vệ tinh siêu cao tần là chụp ảnh cạnh sườn, trong đó chùm tia radar sẽ phát theo hướng xiên so với đối tượng. Do vậy, trên ảnh radar thường xuất hiện các biến dạng hình học do phối cảnh (foreshortening), chồng phủ (layover) và do bóng tín hiệu radar (radar shadow). Ngoài những biến dạng hình học, ảnh radar nói chung và ảnh Envisat Asar nói riêng còn xuất hiện hiện tượng nhiễu tín hiệu (còn được gọi là nhiễu hạt tiêu - speckle noise), ảnh hưởng nhiều đến chất lượng ảnh và gây khó khăn trong quá trình xử lý, giải đoán ảnh radar [1 - 4].

Để xử lý nhiễu hạt tiêu trên ảnh radar có thể sử dụng phương pháp xử lý nhiễu look, các thuật toán lọc nhiễu ảnh. Trong bài toán phát hiện và phân loại vết dầu trên biển cần xác định được các hình dạng vết dầu dạng mảng và đảm bảo giữ nguyên đường biên của vết dầu trong quá trình xử lý. Một số phương pháp lọc nhiễu thông thường có thể làm mịn ảnh, giảm nhiễu hạt tiêu nhưng lại làm mất những vết dầu nhỏ, hẹp, làm mờ và biến dạng đường biên của vết dầu. Vì vậy, cần thiết phải nghiên cứu, lựa chọn phương pháp hiệu quả để lọc nhiễu trên ảnh radar [4, 5], trong đó có phương pháp lọc thích nghi.

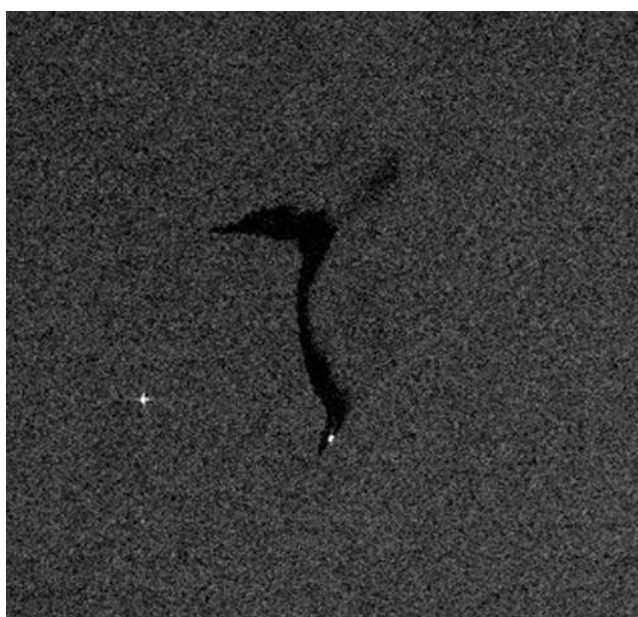
Ngoài ảnh hưởng của nhiễu hạt tiêu và đặc điểm thu nhận của ảnh SAR, việc phân tích, phát hiện vết dầu trên biển từ tư liệu ảnh SAR thường gặp khó khăn do ảnh hưởng của các điều kiện khí tượng trên biển cũng như đặc tính hóa học, vật lý của vết dầu và thời gian tồn tại của vết dầu trên biển (Hình 1).

Do tính chất nhẹ hơn nước nên dầu thường bay hơi vào không khí. Tỷ lệ bay hơi phụ thuộc vào loại dầu, độ dày của lớp dầu, tốc độ gió và nhiệt độ trên mặt biển. Còn quá trình nhũ tương hóa chịu sự tác động chính của sóng biển và loại dầu. Sự dao động của sóng biển là hàm của tốc độ gió trên bề mặt biển. Quá trình phân tán của dầu do tác động của sóng biển sẽ phá vỡ liên kết của dầu và sẽ làm các giọt dầu nhỏ chìm xuống sâu hơn [1 - 5]. Hình 2a là một vết dầu mới được phát hiện trên ảnh RADARSAT, hình ảnh vết dầu khá rõ nét và bên cạnh vết dầu có vết sáng là vị trí của tàu xả dầu trái phép đang chuyển động. Hình 2b là hình ảnh vết dầu cũ với đường biên không rõ nét được phát hiện trên ảnh Envisat sau khi đã trôi dạt vào gần bờ...

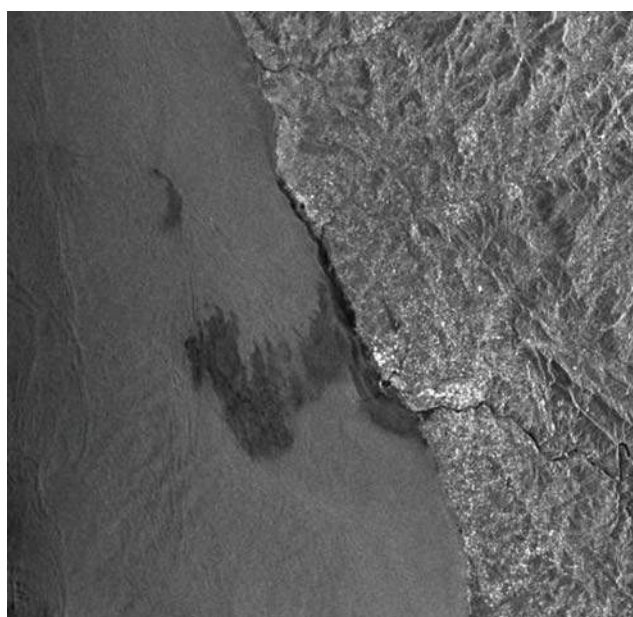
Trong trường hợp vết dầu đã tồn tại lâu trên biển, đường biên vết dầu không phân biệt được rõ nét, việc sử dụng các phương pháp phân loại thống kê (maximum likelihood, parallelepiped, minimum distance) thường không mang lại kết quả đảm bảo. Để giải quyết vấn đề



Hình 1. Tác động của môi trường đến vết dầu trên biển



(a)



(b)

Hình 2. Hình ảnh vết dầu mới (a) và cũ (b) trên ảnh SAR

trên, nhóm tác giả đã đề xuất sử dụng phương pháp lọc thích nghi và phân loại bằng logic mờ (Fuzzy logic) để phát hiện và phân loại vết dầu.

2. Cơ sở lý thuyết

2.1. Phương pháp lọc thích nghi trong loại bỏ nhiễu hạt tiêu trên ảnh Envisat Asar

2.1.1. Ảnh hưởng của nhiễu hạt tiêu đến quá trình phát hiện vết dầu trên ảnh radar

Tổng cường độ và pha tương ứng trên một pixel ảnh siêu cao tần được mô tả bởi công thức:

$$Ge^{j\Phi} = \sum_{k=1}^N G_k e^{j\Phi_k}$$

Trong đó:

G: Cường độ tán xạ phản hồi;

Φ : Pha tán xạ phản hồi;

N: Tổng số lượng tán xạ trên 1 pixel.

Công thức trên thể hiện tín hiệu thu nhận được tại vệ tinh sẽ bị tác động bởi sự khác biệt về pha của các nguồn tín hiệu tán xạ phản hồi. Sự giao thoa của nhiễu tín hiệu tán xạ phản hồi từ một diện tích tương ứng với một pixel trên ảnh đã tạo nên hiện tượng nhiễu trên ảnh radar. Kết quả sẽ xảy ra hiện tượng sáng và tối trên ảnh ngay cả khi bộ cảm quan sát một khu vực đồng nhất. Hiện tượng nhiễu hạt tiêu sẽ ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng ảnh và gây khó khăn trong quá trình giải đoán ảnh, đặc biệt là trong bài toán nhận dạng và phân loại vết dầu [1 - 5].

2.1.2. Phương pháp lọc thích nghi

Các phép lọc phi tuyến tính chỉ đạt hiệu quả tối ưu với từng loại nhiễu và có thể với từng loại tín hiệu ảnh cụ thể. Trong khi đó, ảnh số thường được mô phỏng như một quá trình ngẫu nhiên không dừng, có các giá trị trung bình, độ lệch chuẩn... thay đổi từng vùng trên ảnh. Bên cạnh đó, độ lệch chuẩn của nhiễu cũng như hàm số mật độ xác suất của nhiễu cũng thay đổi từ ứng dụng này sang ứng dụng khác. Vì vậy, các phép lọc không thích nghi thường tỏ ra kém hiệu quả trong các trường hợp tổng quát trong thực tế.

Phép lọc thích nghi (Adaptive filter) có khả năng xác định gần đúng giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của tín hiệu ảnh, độ lệch chuẩn của nhiễu trên một cửa sổ và từ đó suy ra giá trị xấp xỉ gần đúng của ảnh không nhiễu. Quá trình này có thể mô tả như sau: Giả sử ta có ảnh bị nhiễu $g(x, y)$ được tạo bởi ảnh không nhiễu $f(x, y)$ và nhiễu cộng $n(x, y)$:

$$g(x, y) = f(x, y) + n(x, y)$$

Khi đó, xấp xỉ gần đúng của $f(x, y)$ với sai số trung bình bình phương tối thiểu được cho bởi:

$$\hat{f}(x, y) = \left(1 - \frac{\sigma_n^2}{\sigma_g^2}\right) g(x, y) + \frac{\sigma_n^2}{\sigma_g^2} \hat{m}_g$$

Trong đó $\sigma_n, \sigma_g, \hat{m}_g$ là xấp xỉ gần đúng độ lệch chuẩn của nhiễu, độ lệch chuẩn của tín hiệu ảnh và giá trị trung bình tín hiệu ảnh. Trong trường hợp ảnh tương đối đồng nhất $\sigma_n = \sigma_g$ khi đó $\hat{f}(x, y) \approx \hat{m}_g$. Trường hợp $\sigma_n \ll \sigma_g$ thì $\hat{f}(x, y) \approx g(x, y)$.

Như vậy, phép lọc thích nghi làm mờ các vùng ảnh đồng nhất để lọc nhiễu và giữ lại các cạnh, đường biên của đối tượng trên ảnh.

2.1.3. Phép lọc Lee

Phép lọc Lee được sử dụng để làm mịn ảnh bị nhiễu mà cường độ liên quan đến cảnh ảnh và đồng thời có thành phần cộng vào hay nhân lên. Bộ lọc Lee là một bộ lọc dựa trên độ lệch chuẩn (sigma), lọc dữ liệu trên cơ sở tính toán thống kê trong từng cửa sổ ảnh. Không giống như bộ lọc làm mịn ảnh tần số thấp điển hình, bộ lọc Lee và các bộ lọc sigma tương tự khác mang đến cho ảnh sự sắc nét và chi tiết cùng với việc loại trừ nhiễu. Các pixel được lọc sẽ được thay thế bằng kết quả tính toán sử dụng các pixel xung quanh [4].

$$DN_{out} = Mean + k(DN_{in}) - Mean \quad (1)$$

Trong đó

DN_{out} : Giá trị pixel sau khi lọc nhiễu;

DN_{in} : Giá trị pixel trước khi lọc nhiễu;

Mean: Giá trị cường độ trung bình trong một cửa sổ lọc.

Hệ số k được xác định theo công thức sau:

$$Var(x) = \frac{Variance\ within\ window + (Mean\ within\ window)^2}{sigma^2 + 1} - (Mean\ within\ window)^2$$

Các kích thước khác nhau của phép lọc Lee sẽ có ảnh hưởng đến chất lượng của ảnh được xử lý. Nếu kích thước quá nhỏ thì thuật toán lọc nhiễu không có tác dụng. Ngược lại, kích thước quá lớn, các chi tiết nhỏ trên ảnh sẽ bị mất sau khi lọc. Kích thước bộ lọc khoảng 7pixel x 7pixel sẽ cho kết quả tốt nhất.

2.1.4. Phép lọc Frost

Bộ lọc Frost được sử dụng để làm giảm các vết đốm trên ảnh trong khi vẫn giữ nguyên giá trị mép ảnh. Bộ lọc này làm giảm theo cấp lũy thừa và đối xứng vòng tròn. Pixel được lọc sẽ được thay thế bằng giá trị tính toán dựa trên khoảng cách từ bộ lọc trung tâm, nhân tố damping và biến đổi cục bộ [1 - 5].

$$DN = \sum_{nxn} k \cdot \alpha \cdot e^{-\alpha(r)} \quad (2)$$

$$\alpha = \frac{4}{n \cdot \sigma^2} \cdot \frac{\sigma^2}{\bar{I}^2}$$

Trong đó:

k: Hằng số chuẩn hóa (normalization constant);

\bar{I} : Trung bình cục bộ (local mean);

σ : Phương sai cục bộ (local variance);

$\bar{\sigma}$: Hệ số;

n: Kích thước cửa sổ lọc.

2.1.5. Phép lọc Gamma

Bộ lọc Gamma được sử dụng để làm giảm các vết đốm trên ảnh trong khi vẫn giữ nguyên giá trị mép ảnh. Bộ lọc Gamma tương tự như bộ lọc Kuan nhưng coi như dữ liệu theo phân bố gamma. Pixel được lọc sẽ được thay thế bằng giá trị tính toán dựa trên giá trị thống kê cục bộ [1 - 4].

$$\bar{I}^3 - \bar{I} \cdot \bar{I}^2 + \sigma(\bar{I} - DN) = 0 \quad (3)$$

Trong đó:

\bar{I} : Giá trị tìm kiếm (sought value);

\bar{I} : Giá trị cục bộ (local value);

DN: Giá trị số của ảnh đầu vào;

σ : Phương sai.

2.2. Phân cụm sử dụng logic mờ

Ảnh Envisat Asar sau khi được khử nhiễu hạt tiêu bằng phương pháp lọc thích nghi sẽ được phân loại sử dụng logic mờ nhằm phát hiện vết dầu tràn. Logic mờ (Fuzzy logic) được L.Zadeh công bố năm 1965, đến nay đã được ứng dụng rộng rãi trong các lĩnh vực khoa học kỹ thuật. Tuy nhiên, việc sử dụng logic mờ trong phân loại đối tượng trên ảnh vệ tinh vẫn còn hạn chế. Nếu trong phân cụm rõ một điểm dữ liệu chỉ có thể thuộc hoặc không thuộc một nhóm nào đó, thì trong phân cụm mờ cho phép mỗi điểm dữ liệu có thể thuộc về hai hoặc nhiều cụm tùy theo mức độ tương tự của điểm dữ liệu với nhóm đang xét. Mức độ tương tự này được đo bởi một giá trị được gọi là độ thuộc nằm giữa 0 và 1, sao cho tổng độ thuộc của một điểm dữ liệu đến tất cả các nhóm là bằng 1 [6,7].

Cho X là không gian của các đối tượng x, x là một đối tượng (phần tử) thuộc X. Một tập cổ điển A, $A \in X$, là tập gồm các phần tử $A \in X$, như vậy với mỗi $x \in X$ có thể thuộc tập A hoặc không thuộc tập A. Với cách định nghĩa trên, có thể miêu tả tập cổ điển A thông qua hàm đặc tính:

$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X\}$$

Trong đó:

$\mu_A(x)$ là hàm đặc tính được xác định:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x \notin A \\ 1, & x \in A \end{cases} \text{ với mọi } x \in X$$

Nếu X là một tập hợp các đối tượng x , x biểu diễn chung cho đối tượng, khi đó một tập mờ $A \subseteq X$ được định nghĩa như một tập của các cặp phần tử có bậc: $A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X\}$.

Ở đây $\mu_A(x)$ được gọi là hàm thuộc (MF) cho tập mờ A . MF ánh xạ mỗi phần tử $x \in X$ tới độ thuộc giữa 0 và 1 của MF.

Với định nghĩa trên, không giống như tập cổ điển, tập mờ có hàm đặc tính (theo nghĩa của tập cổ điển) cho phép có giá trị dao động từ 0 và 1. Như vậy, định nghĩa của tập mờ là một mở rộng đơn giản của định nghĩa tập cổ điển, trong đó hàm thuộc có độ thuộc giữa 0 và 1. Nếu giá trị của hàm thuộc $\mu_A(x)$ được đưa về chỉ có 0 và 1, khi đó A chính là tập cổ điển và $\mu_A(x)$ là một hàm đặc tính của A .

Coi tập dữ liệu cần xử lý là X , số đối tượng là n được mô hình hóa thành các vector 3 chiều. Bài toán cần phân tách tập n vector đối tượng dữ liệu $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\} \in R^3$ thành c các nhóm mờ dựa trên tính toán tối thiểu hóa hàm mục tiêu để đo chất lượng của phân hoạch và tìm trọng tâm cụm trong mỗi nhóm, sao cho chi phí hàm đo độ phi tương tự là nhỏ nhất. Một phân hoạch mờ vector điểm dữ liệu $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\} \in R^3$ là đặc trưng đầu vào được biểu diễn bởi ma trận $U = [u_{ik}]$ sao cho điểm dữ liệu đã cho chỉ có thể thuộc về một số nhóm với bậc được xác định bởi mức độ thuộc giữa $[0, 1]$.

Như vậy, ma trận U được sử dụng để mô tả cấu trúc cụm của X bằng cách giải thích u_{ik} như bậc thành viên x_k với cụm i . Cho $u = (u_1, u_2, \dots, u_c)$ là phân hoạch mờ C

$$U_{cn} = \begin{pmatrix} u_{11} & \dots & u_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ u_{c1} & \dots & u_{cn} \end{pmatrix}$$

Dunn năm 1973 đã định nghĩa hàm mục tiêu mờ như sau:

$$J_m(U, v) = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^c u_{ik} (d_{ik})^2$$

Bezdek (1981) khái quát hóa hàm mục tiêu mờ bằng cách đưa ra trọng số mũ $m > 1$, là số thực nào đó bất kỳ như sau [6]:

$$J_m(U, v) = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^c (u_{ik})^m (d_{ik})^2, \quad 1 \leq m \leq \infty \quad (4)$$

Trong đó:

$d_{ik} = \|x_k - v_i\|$: Khoảng cách theo thước đo Euclide giữa mẫu dữ liệu x_k với trọng tâm cụm thứ i ;

$u_{ik} \in [0, 1]$: Bậc hay độ thuộc của dữ liệu mẫu x_k với cụm thứ i ;

$V = [v_{ji}] = [v_1, \dots, v_c]$: Ma trận biểu diễn các giá trị tâm của cụm.

Họ các tập mờ $\{(u_{A_i}, A_i), i = 1, 2, \dots, c\} = \{A_i, i = 1, 2, \dots, c\}$ trong không gian $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ được gọi là phân hoạch mờ của X nếu bậc của dữ liệu mẫu thỏa mãn điều kiện:

$$\begin{cases} 0 \leq u_{ik} \leq 1, & 1 \leq i \leq c, 1 \leq k \leq n \\ 0 < \sum_{k=1}^n u_{ik} < n, & 1 \leq i \leq c \\ \sum_{i=1}^c u_{ik} = 1, & 1 \leq k \leq n \end{cases} \quad (5)$$

Dễ nhận thấy: $A \cap A \neq \emptyset$ tức là $Min(u_{ik}, u_{jk}) > 0$

Như vậy mỗi phân hoạch mờ cũng có biểu diễn bằng một ma trận c hàng và n cột để biểu diễn phân hoạch n đối tượng thành c cụm dữ liệu trong không gian R^{cn} được viết gọn như sau:

$$M_{cn} = \left\{ U \in R^{cn} \mid \forall i, k: u_{ik} \in [0, 1]; \sum_{i=1}^c u_{ik} = 1; 0 < \sum_{k=1}^n u_{ik} < n \right\} \quad (6)$$

R^{cn} là không gian của tất cả các ma trận thực cấp $c \times n$.

Tập M_{cn} có thể là tập vô hạn, tức là không thể xây dựng được công thức tính số phương án phân hoạch $\eta_{M_{cn}} (\eta_{M_{cn}} = \infty)$.

Thông thường bài toán phân cụm mờ được gọi là bài toán tìm các độ thuộc u_{ij} nhằm tối thiểu hóa hàm mục tiêu (4). Nếu m và c là các tham số cố định và I_k là một tập được định nghĩa như sau:

$$\forall I_k = \{i \mid 1 \leq i \leq c, d_{ik} = 0\} \quad (7)$$

Thì hàm mục tiêu (1) đạt min khi và chỉ khi:

$$u_{ik} = \begin{cases} \frac{1}{\sum_{j=1}^c \left(\frac{d_{ik}}{d_{jk}}\right)^{m-1}}, I_k = \emptyset \\ 0, i \notin I_k \\ \sum_{i \in I_k} u_{ik} = 1, i \in I_k, I_k \neq \emptyset \end{cases}, 1 \leq i \leq c, 1 \leq k \leq n \quad (8)$$

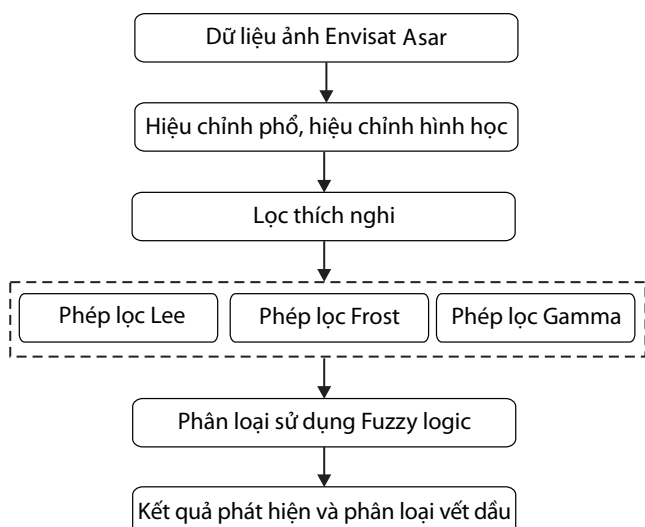
$$v_i = \frac{\sum_{k=1}^n (u_{ik})^m x_k}{\sum_{k=1}^n (u_{ik})^m}, 1 \leq i \leq c \quad (9)$$

Điều này đã được Bezdek [6] chứng minh là đúng nếu $m \geq 1, d_{ik}^2 > 0, 1 \leq i \leq c$.

Một phân hoạch tối ưu, nghĩa là hàm mục tiêu (4) đạt giá trị tối thiểu, mà chủ yếu dựa trên đó độ tương tự giữa x_k và trọng tâm cụm v_i , điều này tương đương với

hai điều kiện (8) và (9) phải thỏa mãn các ràng buộc. Sau mỗi vòng lặp, thuật toán tính toán và cập nhật các phần tử u trong ma trận phân hoạch U . Phép lặp sẽ dừng khi $\max\left\{\left\|u_{ij}^{(k+1)} - u_{ij}^{(k)}\right\|\right\} \leq \epsilon$ trong đó ϵ là chuẩn kết thúc nằm trong khoảng $[0,1]$ trong khi k là các bước lặp.

Quy trình phương pháp phát hiện và phân loại vết dầu trên biển từ tư liệu ảnh Envisat Asar sử dụng phép lọc thích nghi và Fuzzy logic được thể hiện trên Hình 3.



Hình 3. Sơ đồ phương pháp phát hiện và phân loại vết dầu trên ảnh Envisat Asar sử dụng lọc thích nghi và Fuzzy logic

3. Kết quả nghiên cứu

Để thực nghiệm kết quả ứng dụng phương pháp lọc thích nghi và logic mờ trong phát hiện và phân loại vết dầu, nhóm tác giả sử dụng dữ liệu ảnh Envisat Asar với độ phân giải không gian 150m chụp khu vực vịnh Mexico ngày 26/4/2010 (Hình 4a) và 2/5/2010 (Hình 5a). Đây là khu vực xảy ra sự cố tràn dầu nghiêm trọng do nổ giàn khoan Deepwater Horizon của BP ngày 20/4/2010. Có thể thấy rằng, vết dầu trên Hình 5a đã tồn tại lâu trên biển, do đó sự tương phản với vùng biển xung quanh cũng như đường biên của vết dầu không rõ nét, có chỗ bị lẫn với vết nhiễu, trong khi đối với vết dầu trên Hình 4a, sự tương phản tuy có rõ nét hơn nhưng một phần vết dầu đã bị phân hủy.

Để phát hiện và phân loại vết dầu, nhóm tác giả sử dụng ngôn ngữ lập trình Visual Studio C++ để xây dựng chương trình tính toán. Kết quả lọc nhiễu đối với dữ liệu ảnh Envisat Asar ngày 26/4/2010 và 2/5/2010 sử dụng các phép lọc thích nghi Lee, Frost, Gamma với cửa sổ lọc 7pixel x 7pixel được thể hiện trên các Hình 4 (b, c, d) và 5 (b, c, d) tương ứng. Phân tích kết quả lọc nhiễu ảnh Envisat Asar cho thấy, so với ảnh gốc, vết dầu trên ảnh sau khi lọc nhiễu bằng các phép lọc thích nghi (Lee, Frost, Gamma) đã được làm mịn mà vẫn không làm thay đổi hình dạng, đường biên.



(a)



(b)

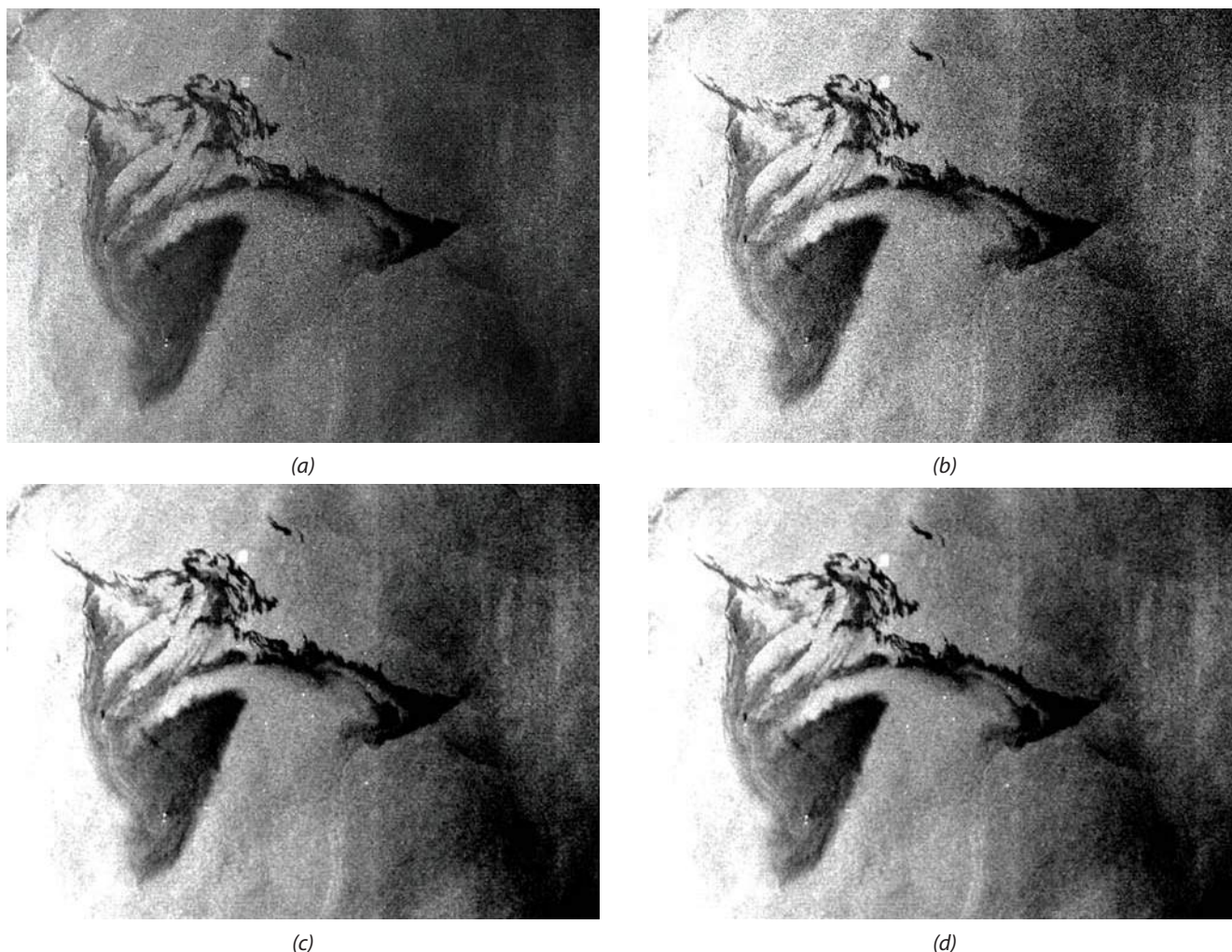


(c)

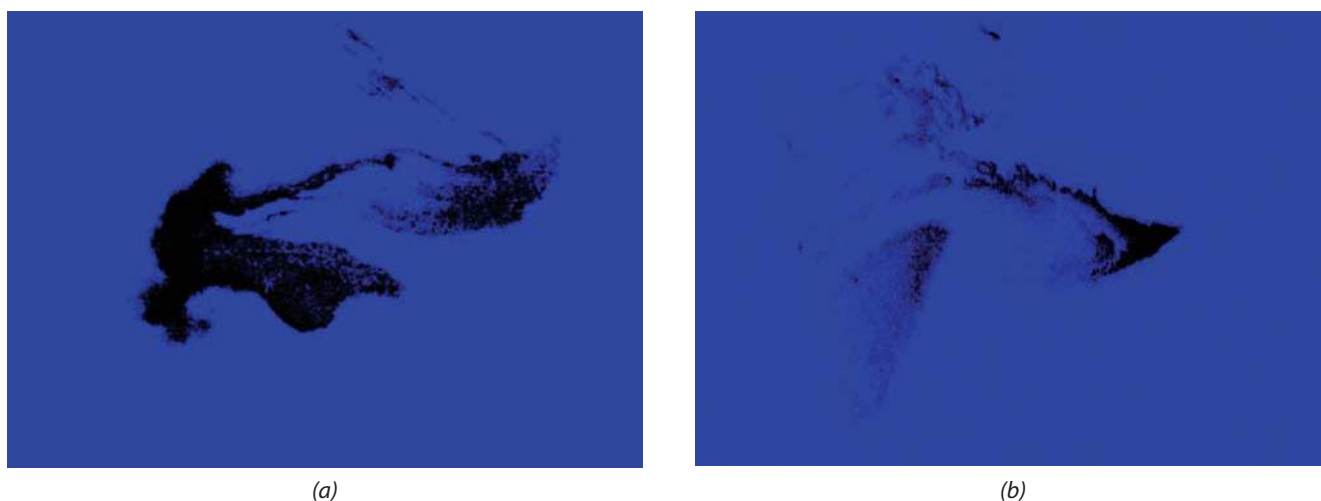


(d)

Hình 4. Ảnh Envisat Asar chụp ngày 26/4/2010 (a) và kết quả lọc nhiễu thích nghi bằng thuật toán Lee (b), Frost (c), Gamma (d) cửa sổ lọc 7pixel x 7pixel



Hình 5. Ảnh ENVISAT ASAR chụp ngày 02/5/2010 (a) và kết quả lọc nhiễu thích nghi bằng thuật toán Lee (b), Frost (c), Gamma (d) cửa sổ lọc 7pixel x 7pixel



Hình 6. Kết quả phân loại vết dầu trên ảnh Envisat Asar chụp ngày 26/4/2010 (a) và 2/5/2010 (b)

Sau khi lọc nhiễu bằng phương pháp lọc thích nghi, vết dầu sẽ được phân loại bằng Fuzzy logic. Kết quả phân loại vết dầu trên ảnh Envisat Asar ngày 26/4/2010 và 02/5/2010 được mô tả trên Hình 6a và b, trong đó hình ảnh vết dầu được thể hiện màu đen, vùng biển xung

quanh màu xanh. Phân tích kết quả nhận được cho thấy, các vết dầu đã tồn tại lâu trên biển và bị lẫn với vết nhiễu (Hình 5a), các vết dầu có đường biên phức tạp (4a) đã được nhận dạng và phân loại với độ chính xác cao.

4. Kết luận

Dữ liệu viễn thám siêu cao tần với ưu điểm nổi bật so với các phương pháp nghiên cứu truyền thống cũng như so với dữ liệu ảnh viễn thám quang học, đã được sử dụng hiệu quả và là nguồn tư liệu chính trong nghiên cứu phát hiện, nhận dạng và đánh giá ô nhiễm môi trường do tràn dầu.

Do đặc điểm thu nhận, trên dữ liệu ảnh Envisat Asar thường xuất hiện nhiều hạt tiêu, ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng cũng như quá trình xử lý ảnh. Việc loại bỏ ảnh hưởng của nhiễu hạt tiêu là một bài toán rất quan trọng trong xử lý ảnh radar. So với các phương pháp lọc nhiễu khác, phương pháp lọc thích nghi cho phép loại bỏ hiệu quả ảnh hưởng của nhiễu hạt tiêu mà không làm biến dạng đường biên cũng như mất đi những vết dầu nhỏ.

Fuzzy logic được sử dụng hiệu quả để phân loại các đối tượng trên ảnh với độ chính xác cao. Phương pháp phân loại vết dầu bằng lọc thích nghi và Fuzzy logic có thể được áp dụng trong nghiên cứu, giám sát diễn biến ô nhiễm do tràn dầu trên biển, cho phép phát hiện nhanh và khoanh vùng vết dầu, làm cơ sở cho việc xử lý và giảm thiểu thiệt hại do sự cố tràn dầu gây ra.

Tài liệu tham khảo

1. A.Akkartal, F.Sunar. *The usage of radar images in oil spill detection*. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science. 2008; 37(B8): p. 271 - 276.

2. Topouzelis Konstantinos, Karathanassi Vassilia, Pavlakis Petros, Rokos Demetrius. *A new object - oriented methodology to detect oil spills using Envisat images*. Proceedings of Envisat Symposium 2007, Montreux, Switzerland. 23 - 27 April, 2007.

3. Radhika Viswanathan, Padmavathi Ganapathi. *Feature extraction and classification of oil spills in SAR imagery*. International Journal of Computer Science Issues. 2011; 8(5): p. 244 - 248.

4. Xin Wang, Linlin Ge, Xiaojing Li. *Evaluation of filters for Envisat Asar speckle suppression in Pasture area*. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 2012; 1(7): p. 341 - 346. 22th ISPRS Congress, 25 August - 1 September 2012, Melbourne, Australia.

5. Lê Minh Hằng. *Nghiên cứu đề xuất phương pháp nhận dạng và phân loại vết dầu trên biển từ tư liệu viễn thám siêu cao tần*. Luận án Tiến sĩ Đại học Mở - Địa chất Hà Nội. 2013.

6. James C.Bezdek. *Pattern recognition with fuzzy objective function algorithms*. Kluwer Academic Publishers Norwell, USA. 1981.

7. Rauf Kh.Sadykhov, Valentin V.Ganchenko, Leonid P.Podenok. *Fuzzy clustering methods in multispectral satellite image segmentation*. International Journal of Computing. 2009; 8(1): p. 87 - 94.

Detection and classification of oil spills in Envisat Asar imagery using adaptive filter and Fuzzy logic

Trinh Le Hung, Mai Dinh Sinh
Military Technical Academy

Summary

Microwave remote sensing technology has been used effectively in the early detection and classification of oil spills on the sea. However, due to the inherent nature of radar backscatter the imagery produced by SAR systems is usually degraded by speckle noise (which is caused by random constructive and destructive interference from the multiple scattering returns that will occur within each pixel). Moreover, the detection and analysis of oil spills using SAR imagery are also influenced by meteorological conditions on the sea surface such as wind, fluctuations of sea waves, sea surface temperature, and rains, as well as the physico-chemical characteristics and duration of an oil spill. This article presents the results of study on application of adaptive filter and Fuzzy logic to detect and classify oil spills on the sea in Envisat Asar imagery. This method can be used effectively in the case of complex oil spills which are difficult to identify by other methods.

Keywords: Remote sensing, microwave, speckle noise, adaptive filter, Fuzzy logic, classification, oil spill, Envisat Asar image.