

## NGHIÊN CỨU TÁCH VẾT DẦU TRÊN DỮ LIỆU ẢNH SAR BẰNG THUẬT TOÁN NỞ VÙNG

LÊ MINH HẰNG, Học viện Kỹ thuật quân sự  
NGUYỄN ĐÌNH DƯƠNG, Viện Địa lý – Viện KHCN Việt Nam

**Tóm tắt:** Thuật toán nở vùng (region growing) là một thuật toán phân đoạn ảnh được sử dụng để phân chia các vùng khác nhau trên một ảnh. Trong nội dung bài báo, các tác giả sẽ trình bày những nghiên cứu về các thuật toán nở vùng được sử dụng hiện nay như thuật toán nở vùng cơ bản, thuật toán nở vùng thống kê, thuật toán nở vùng theo lưu vực. Đồng thời, các tác giả cũng lựa chọn một thuật toán thích hợp phục vụ việc tách vết dầu trên tư liệu ảnh SAR. Kết quả nghiên cứu thử nghiệm tách vết dầu bằng thuật toán nở vùng được thực hiện trên tư liệu ảnh ALOS PALSAR và được xây dựng trên ngôn ngữ lập trình Matlab 2010a.

### 1. Đặt vấn đề

Dữ liệu ảnh viễn thám siêu cao tần SAR (Radar cửa mở tổng hợp) đang là dữ liệu chính trong các hệ thống giám sát ô nhiễm dầu trên biển. Dữ liệu ảnh SAR có ưu điểm thu nhận cả ngày, đêm và không chịu ảnh hưởng của thời tiết. Khi xuất hiện vết dầu trên biển, độ nhớt của dầu sẽ làm giảm dao động của sóng biển tại vị trí vết dầu. Dao động sóng biển giảm sẽ làm giảm năng lượng tán xạ phản hồi tại vị trí vết dầu và kết quả là hình ảnh vết dầu trên ảnh SAR thường có màu đen. Trong quy trình công nghệ được áp dụng tại các hệ thống giám sát ô nhiễm dầu thì việc tách chính xác các vết đen trên ảnh là bước rất quan trọng. Một trong những phương pháp hiện nay được áp dụng để tách vết dầu trên ảnh là thuật toán nở vùng (region growing). Trong nội dung của bài báo, các tác giả sẽ trình bày nội dung thuật toán nở vùng sử dụng các điểm gieo mầm (seed point) và những kết quả thử nghiệm tách vết dầu trên tư liệu ảnh ALOS PALSAR.

### 2. Thuật toán nở vùng

Đặc điểm của các thuật toán nở vùng phụ thuộc vào thông số để kết thúc quá trình tìm kiếm trong vùng. Thông thường, một vùng sẽ được dừng khi không có pixel thỏa mãn tiêu chuẩn của vùng đó. Khi thông tin ban đầu không thể tìm kiếm được, quá trình nở vùng sẽ dựa vào những pixel có cùng đặc tính để quyết định xem pixel có nằm trong vùng cần tính hay không. Việc lựa chọn các tiêu chuẩn tương đồng phụ thuộc đặc điểm của đối tượng cần xét

trên ảnh và loại dữ liệu ảnh. Tiêu chuẩn có thể bao gồm giá trị cường độ xám, đặc điểm cấu trúc hoặc chỉ số thống kê và không tiến hành tính toán lại các pixel đã tính trong vùng. Việc lựa chọn tiêu chuẩn chính xác sẽ làm tăng khả năng xác định của thuật toán nở vùng cả về kích thước của vùng xét và hình dạng của vùng.

#### 2.1. Thuật toán nở vùng cơ bản

Thuật toán nở vùng (region growing) được mô tả như một quá trình nhóm các pixel hoặc các vùng nhỏ vào một vùng lớn hơn dựa trên các tiêu chuẩn đã định trước. Thuật toán cơ bản là bắt đầu từ các điểm gieo mầm và từ đó mở rộng vùng tìm kiếm phụ thuộc vào các điểm lân cận có cùng đặc điểm với điểm gieo mầm như cùng mức độ xám. Công thức (1) mô tả thuật toán nở vùng dựa vào giá trị độ xám của các điểm gieo mầm và của pixel đang xét. Xét công thức (1) thì pixel  $R_i$  sẽ được chọn vào vùng P nếu thỏa mãn điều kiện là giá trị tuyệt đối của hiệu giá trị độ xám của pixel  $R_i$  và giá trị độ xám của điểm gieo mầm nhỏ hơn một ngưỡng T được lựa chọn.

$$P(R_i) = True : \text{if } |z - z_{seed}| < T \quad (1)$$

#### 2.2. Thuật toán nở vùng thống kê

Thuật toán nở vùng thống kê về bản chất vẫn là thuật toán nở vùng theo nguyên tắc lan tỏa từ một điểm gieo mầm bên trong vùng. Quy tắc đặt ra cho việc lấy thêm một điểm vào vùng là dựa trên việc so sánh giá trị điểm ảnh mới với chỉ số thống kê được tính từ các điểm đã được phân loại vào vùng đang xét [1]. Thuật toán nở

vùng thống kê được thực hiện dựa trên giá trị trung bình của các điểm ảnh trong vùng (công thức 2) [2] và độ lệch chuẩn (Standar Deviation) (công thức 3) [2].

$$M = \frac{1}{n} \sum_{(r,c) \in R(i)} I(r,c) \quad (2)$$

$$s.d = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{(r,c) \in R(i)} [I(r,c) - M]^2} \quad (3)$$

trong đó:  $I(r,c)$  - giá trị cường độ xám của các pixel có trong vùng.

Một pixel sẽ được phân loại vào vùng đang xét nếu giá trị cường độ xám của pixel đó gần với giá trị cường độ xám trung bình của vùng xét (công thức 4) [2]:

$$|I(r,c) - M(i)| \leq T(i) \quad (4)$$

Trong đó, giá trị ngưỡng  $T(i)$  của vùng xét có thể được xác định theo công thức (5):

$$T(i) = 1 - \frac{s.d(i)}{M(i)} \quad (5)$$

Trong tài liệu [1] cũng đề cập đến thuật toán nở vùng thống kê để tách vết dầu trên ảnh SAR. Nội dung của thuật toán nở vùng thống kê trong tài liệu [1] sử dụng chỉ số giá trị trung bình của các pixel trong vùng, độ lệch chuẩn và một giá trị ngưỡng cực đại thông qua việc chọn một điểm trên đường biên của vết dầu. Một pixel sẽ được phân loại vào vùng xét nếu giá trị cường độ xám  $I(r,c) \leq T$ . Giá trị ngưỡng  $T(i)$  trong trường hợp này được xác định theo công thức (6) như sau:

$$T = \text{int}(M + \text{StdTol} * \text{Std}) \quad (6)$$

trong đó:  $M$  - Giá trị cường độ xám của các pixel trong vùng xét;

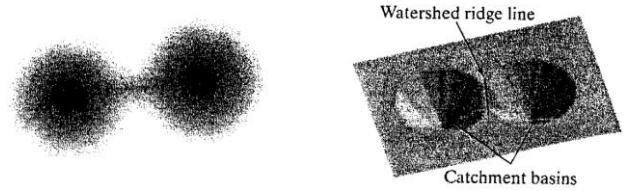
$\text{StdTol}$  - Độ lệch chuẩn lớn nhất giữa vùng bên trong vết dầu và vùng biển;

$\text{Std}$  - Độ lệch chuẩn của pixel.

### 2.3. Thuật toán nở vùng theo lưu vực

Theo tài liệu [1], tác giả còn sử dụng thuật toán nở vùng theo lưu vực để tách vết dầu trên ảnh SAR. Do các vết dầu là những vùng tối hơn so với khu vực lân cận trên ảnh nên nếu coi ảnh SAR như ảnh 3D của địa hình thì các vết dầu có

thể được coi như những thung lũng hay những vùng trũng so với khu vực xung quanh (hình 3). Chính vì thế các vết dầu có thể được tách dựa trên các quy luật hình thành của lưu vực.



Hình 1. Mô tả hình ảnh lưu vực của 2 vùng trên ảnh [3]

Như vậy, với một điểm gieo mầm được xác định trong lưu vực thì thuật toán nở vùng sẽ được xây dựng tương tự như hiện tượng nước sẽ được dâng lên và làm đầy lưu vực. Thuật toán tìm kiếm các điểm thuộc vùng xét vẫn tương tự như thuật toán nở vùng cơ bản. Tuy nhiên điều kiện để lựa chọn điểm pixel thuộc vào vùng xét sẽ dựa trên sự biến thiên giá trị của bản thân pixel. Trong thuật toán nở vùng theo lưu vực có rất nhiều phương pháp lựa chọn điều kiện để lựa chọn điểm pixel thuộc vào vùng xét như xác định các đường phân thủy (watershed ridge line) giữa các vùng; xác định giá trị gradient của các pixel có cường độ xám thấp ở đáy lưu vực và các pixel có cường độ xám cao ở đỉnh lưu vực.

### 3. Ứng dụng thuật toán nở vùng để tách vết dầu trên tư liệu ảnh SAR

Trong thuật toán nở vùng đòi hỏi cần xác định các điểm bên trong vùng xét và được gọi là các điểm gieo mầm (hình 2). Các điểm gieo mầm được xác định trực tiếp trên ảnh. Vị trí của các điểm gieo mầm theo vị trí hàng, cột của pixel trên ảnh (bảng 1). Từ tọa độ của các điểm gieo mầm, chương trình tự động xác định các ngưỡng độ xám tương ứng với các điểm gieo mầm dựa vào vị trí hàng, cột đã được xác định trên ảnh. Trong nội dung nghiên cứu của bài báo, tác giả sử dụng thuật toán nở vùng cơ bản với giá trị ngưỡng  $T$  bằng 0. Như vậy, quá trình tìm kiếm sẽ được thực hiện dựa trên ngưỡng độ xám của các điểm gieo mầm đã được chọn trong vùng xét. Các pixel có cùng giá trị độ xám với điểm gieo mầm sẽ được đưa vào vùng xét. Quá trình tìm kiếm các pixel có cùng mức độ xám với điểm gieo mầm được

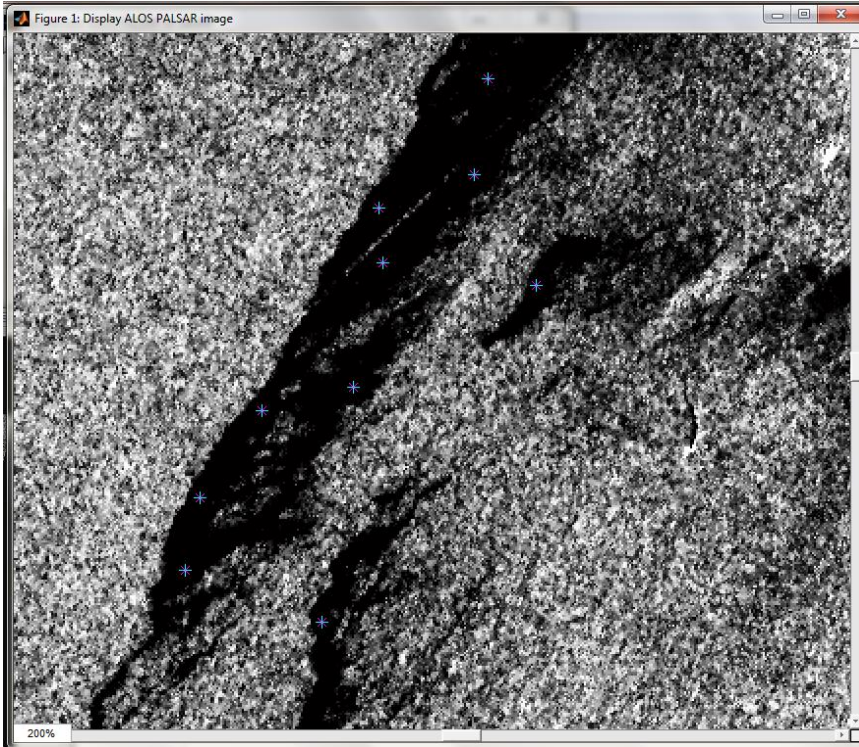
thực hiện dựa trên ma trận cửa sổ 3x3 và xét 8 điểm lân cận xung quanh điểm gieo mầm. Các pixel lân cận có cùng mức độ xám với các điểm gieo mầm sẽ được lưu lại là điểm thuộc vùng

xét. Quá trình tìm kiếm sẽ dừng lại khi không có pixel nào thỏa mãn mức độ xám đã được xác định tại các điểm gieo mầm.

Bảng 1

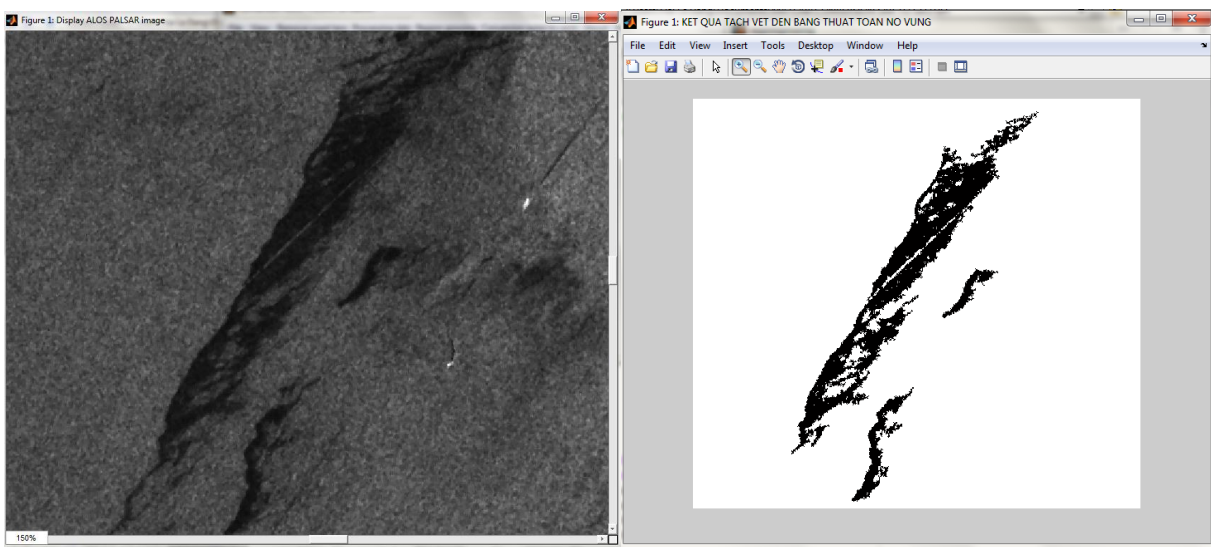
TT điểm	i	j
1	4481	3574
2	4483	3602
3	4390	3722
4	4422	3677
5	4468	3665
6	4383	3759
7	4561	3613
8	4452	3785
9	4537	3508
10	4530	3557
11	4465	3621

Trong đó: i – vị trí theo hàng  
j – Vị trí theo cột



Hình 2. Điểm gieo mầm bên trong vết dầu

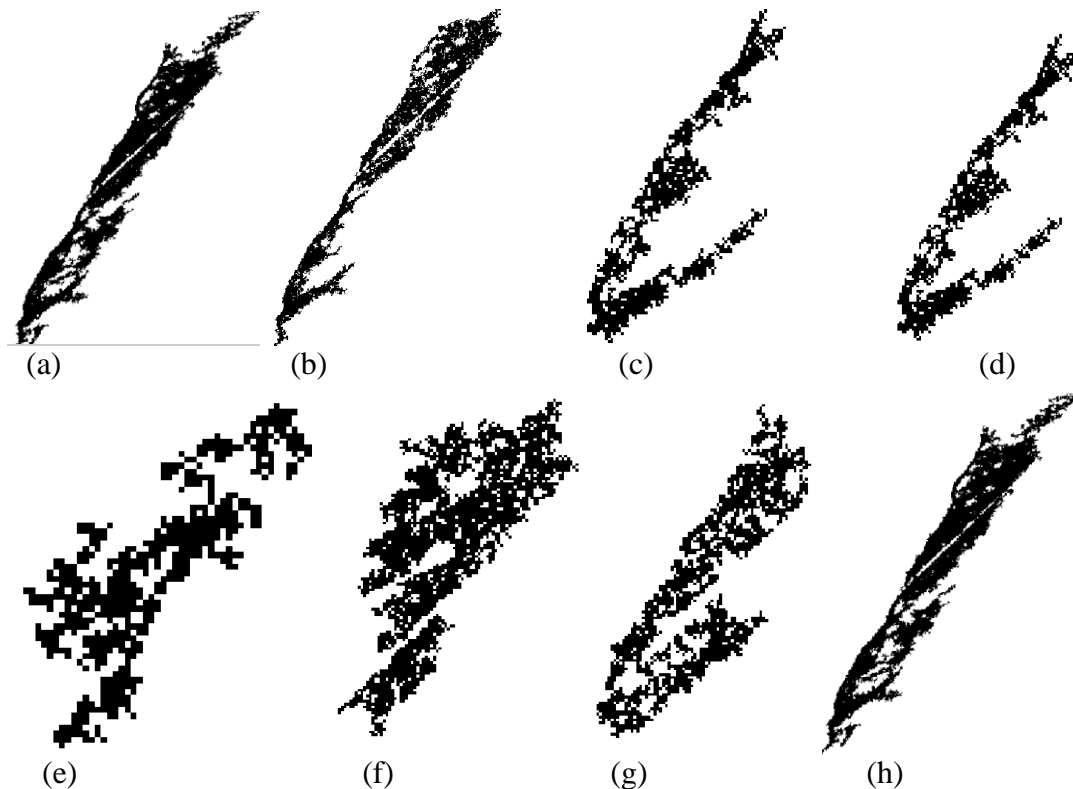
Trên hình thể hiện kết quả tách 3 vết dầu được phát hiện trên ảnh ALOS PALSAR chụp ngày 20/04/2008 bằng thuật toán nở vùng dựa trên ngưỡng độ xám của các điểm gieo mầm tại bảng 1.



(a)

(b)

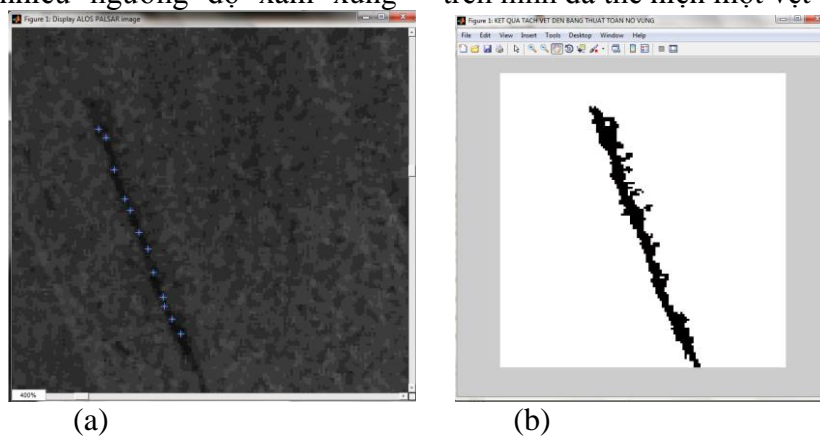
Hình 3. (a) Vết dầu trên ảnh gốc; (b) Kết quả tách vết dầu bằng thuật toán nở vùng



Hình 4. Quá trình nở vùng được thực hiện với từng điểm gieo mầm 1, 2, 3, 4, 5, 9, 11 tương ứng với các hình (a), (b), (c), (d), (e), (f), (g). Hình (h) là kết quả hình ảnh cuối cùng của vết dầu được tách trên ảnh SAR sau khi kết thúc toàn bộ thuật toán nở vùng.

Xét kết quả được thể hiện trên hình 4 cho thấy, vết dầu trên ảnh ALOS PALSAR chụp ngày 20/04/2008 có giá trị độ xám bên trong vết dầu tương đối đồng nhất. Kết quả sử dụng thuật toán nở vùng với vị trí điểm gieo mầm 1 (4481, 3574) đã tách được hầu hết toàn bộ vết dầu trên ảnh SAR (hình 4a). Tuy nhiên, đối với những vết dầu đã tác động của sóng biển thì thường không đồng nhất về mức độ xám. Trong những trường hợp có nhiều ngưỡng độ xám xung

quanh vết dầu thì cần xác định mỗi vùng ngưỡng độ xám khác nhau một điểm gieo mầm. Trên hình 5 là hình ảnh vết dầu chụp vào ngày 18/04/2007 đã bị tác động của sóng biển và các điều kiện khí hậu trên mặt biển nên có độ xám không đồng nhất dọc theo vết dầu. Việc lựa chọn các điểm gieo mầm được thực hiện trên các ngưỡng độ xám khác nhau và kết quả tách vết dầu bằng thuật toán nở vùng được thể hiện trên hình đã thể hiện một vết dầu liên tục.



Hình 5. (a) Vị trí các điểm gieo mầm trên ảnh ALOS PALSAR chụp ngày 18/04/2007  
(b) Vết dầu được tách bằng thuật toán nở vùng

#### 4. Kết luận và kiến nghị

Do điều kiện vết dầu trên biển bị tác động rất nhiều của sóng biển và các điều kiện khí hậu trên mặt biển, đồng thời do đặc điểm thu nhận tín hiệu tán xạ phản hồi của vệ tinh siêu cao tần nên bản thân bên trong vết dầu thường không đồng nhất về giá trị độ xám. Vì vậy, việc sử dụng thuật toán nở vùng là một giải pháp khả thi để tách vết dầu trên tư liệu ảnh SAR. Kết quả việc tách chính xác vết dầu trên ảnh SAR quyết định đến độ chính xác nhận dạng và phân loại vết dầu. Thuật toán nở vùng được trình bày trong bài báo phụ thuộc rất lớn vào việc lựa chọn chính xác các điểm gieo mầm tại các vùng ngưỡng độ xám khác nhau của vết dầu để có thể tách chính xác vết dầu trên ảnh SAR đảm bảo giữ nguyên được hình dạng, đặc điểm của vết dầu sau khi tách.

Vết dầu trên biển và đặc điểm tư liệu ảnh viễn thám siêu cao tần có những đặc điểm riêng nên đòi hỏi trong thời gian tới cần phải có những nghiên cứu và lựa chọn các thuật toán phân đoạn ảnh phù hợp với từng tư liệu ảnh và từng mục đích sử dụng.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Đình Dương, 2011. Ô nhiễm dầu trên biển và quan trắc bằng viễn thám siêu cao tần, NXB Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.
- [2]. Longin Jan Latecki, Image Segmentation Using Region Growing and Shrinking, Computer Graphics and Image Processing
- [3]. Rafael C.Gonzalez, Digital image processing using Matlab.

#### SUMMARY

##### **Research a region growing algorithm to segment oil spills in sar images**

**Le Minh Hang**, *Military Technical Academy*

**Nguyen Dinh Duong**, *Institute of Geography*

The region growing is one of the methods to segment regions in an digital image. In this paper, the authors present the research of the difference region growing methods such as the basic region growing, the region growing by statistic and the region growing by watershed algorithm. Besides, this paper proposes a region growing algorithm to segment oil spills in Synthetic Aperture Radar (SAR) images. The programme is built by programming language Matlab 2010 and using the ALOS PALSAR data.