

# Ô NHIỄM DẦU TRÊN VÙNG BIỂN VIỆT NAM VÀ KẾ CẬN

NGUYỄN ĐÌNH DƯƠNG, HỒ LỆ THU, LÊ VĂN ANH, NGUYỄN KIM ANH

E-mail: duong.nguyen2007@gmail.com

*Viện Địa lý, Viện Hàn lâm và Khoa học Công nghệ Việt Nam*

Ngày nhận bài: 20 - 8 - 2013

## 1. Mở đầu

Ô nhiễm dầu trên biển là một vấn đề được thế giới quan tâm từ lâu. Biển bị ô nhiễm bởi các sản phẩm dầu mỏ dạng lỏng và khí, có nguồn gốc tự nhiên hoặc nhân tạo từ các hoạt động trên biển cũng như trên đất liền. Việc giám sát ô nhiễm dầu trên biển đối với quốc gia ven bờ như Việt Nam có ý nghĩa quan trọng trên nhiều góc độ môi trường và kinh tế xã hội. Biển Việt Nam và kế cận là nơi có các đường giao thông biển quan trọng đi qua, tiềm năng dầu khí tại đây cũng rất lớn và hiện nay việc thăm dò khai thác dầu khí đã được triển khai không chỉ ở những vùng nước nông ven bờ mà còn bắt đầu được đẩy mạnh cả ở những vùng nước sâu. Khoảng 200 triệu tấn dầu được vận chuyển hàng năm qua các vùng biển ngoài khơi Việt Nam từ Trung Đông tới Nhật Bản và Triều Tiên [4]. Các hoạt động thông thường kèm theo việc khai thác và vận chuyển dầu gây ra tình trạng ô nhiễm nghiêm trọng do dầu. Ví dụ các tàu chở dầu làm thoát ra biển tới 0,7% tải trọng của chúng trong quá trình vận chuyển thông thường. Sóng biển và gió đều có chiều hướng đưa lượng dầu thoát ra tập vào bờ biển Việt Nam. Các vụ rò rỉ và tràn dầu đã được Cục Môi trường thống kê bằng tài liệu kể từ năm 1989. Vụ nghiêm trọng nhất cho tới nay xảy ra hồi tháng 10 năm 1994. Tàu chở dầu của Singapore đã đâm vào cầu tàu ở cảng Cát Lái trên sông Sài Gòn gần thành phố Hồ Chí Minh làm tràn ra hơn 1.700 tấn dầu gasoil. Đợt ô nhiễm dầu trên biển Việt Nam nghiêm trọng nhất từ trước đến nay đã xảy ra vào các tháng đầu năm 2007 gây nhiều bức xúc trong đời sống xã hội Việt Nam. Ô nhiễm môi trường do dầu tràn gây ra với diễn biến phức tạp trên phạm vi rộng, đã ảnh hưởng đến 20 tỉnh, thành

phố ven biển. Các vụ tràn dầu xảy ra vì nhiều nguyên nhân, trong đó có gia tăng mật độ đi lại, thiếu sự kiểm soát giao thông và các biện pháp an toàn không phù hợp trên một số tàu chở dầu. Các vụ tràn dầu cũng có thể xảy ra do việc vệ sinh tàu chở dầu bằng nước biển. Thêm vào đó, còn có lượng dầu tràn nhất định xảy ra trong quá trình khai thác và chế biến dầu tại các dàn khoan và cơ sở ven biển.

Trước thực trạng ô nhiễm dầu không rõ nguyên nhân ngày càng gia tăng, các tác giả đã triển khai thực hiện đề tài cấp nhà nước KC09.22/06-10 từ năm 2008 đến 2010 trong đó nội dung nghiên cứu bao gồm xây dựng phần mềm tự động phát hiện sớm ô nhiễm dầu bằng tư liệu vệ tinh đồng thời xác định nguồn và phân bố nguy cơ ô nhiễm. Trong bài báo này các tác giả trình bày tóm tắt một số kết quả đã đạt được, trong đó trọng tâm của bài báo giới thiệu về việc xây dựng bản đồ Phân bố nguy cơ ô nhiễm dầu trên vùng biển Việt Nam và kế cận.

## 2. Tư liệu

Tư liệu phục vụ nghiên cứu ô nhiễm dầu trên vùng biển Việt Nam và kế cận bao gồm: Tư liệu vệ tinh radar nhiều thời điểm để tìm kiếm, phát hiện vết dầu; Đường bờ biển được sử dụng để tách đất liền và biển; Số liệu về điều kiện khí tượng hải văn biển, các lớp thông tin phụ trợ như đường giao thông biển, các điểm mỏ dầu, các khu công nghiệp ven biển... được sử dụng trong quá trình trợ giúp phân tích vết dầu và phân bố nguy cơ ô nhiễm.

Để phục vụ quá trình nghiên cứu và thử nghiệm, hai loại tư liệu ảnh vệ tinh siêu cao tần là ENVISAT ASAR và ALOS PALSAR đã được sử dụng, với tổng số 110 ảnh. Số lượng ảnh

ENVISAT ASAR đã đặt mua là 10 cảnh, ở mức xử lý 1B. Số lượng ảnh ALOS PALSAR đã đặt mua là 80 cảnh, mức xử lý 4.2. Ngoài ra, 20 cảnh ảnh ENVISAT ASAR thu thập từ Cục Bảo vệ môi trường - Bộ Tài nguyên Môi trường cũng được sử dụng. Bên cạnh đó đề tài còn sử dụng 4787 cảnh browser tư liệu ALOS PALSAR do Trung tâm Phân tích Dữ liệu và Quan trắc Trái Đất Nhật bản (ERSDAC) cung cấp nhằm hỗ trợ phát hiện các vết dầu trên biển.

Đường bờ biển sử dụng trong nghiên cứu được tải về từ trang chủ của tổ chức Gebco: [http://www.gebco.net/data\\_and\\_products/gridded\\_bathymetry\\_data/](http://www.gebco.net/data_and_products/gridded_bathymetry_data/). Đây là cơ sở dữ liệu đường bờ phù hợp cho nghiên cứu ở tỷ lệ 1: 250 000.

Tư liệu về điều kiện khí tượng hải văn biển sử dụng trong nghiên cứu được lấy từ các trang chủ của Cơ quan quản lý khí quyển Hoa Kỳ NOAA, tổ chức hàng không vũ trụ châu Âu và của Pháp. Số liệu trên các trang này là hoàn toàn miễn phí. Ví dụ trang <http://manati.orbit.nesdis.noaa.gov/quikscat/> cung cấp các thông tin về điều kiện thời tiết, trường sóng, gió, trang <ftp://ftp.ifremer.fr/ifremer/medspiration/data/14uhrsstfnd/eurd> cung cấp trường nhiệt độ mặt biển. Số liệu trên các trang web này được cập nhật hàng ngày.

Ngoài các thông tin cơ bản nêu trên các thông tin khác cũng được sử dụng để đánh giá nguy cơ ô nhiễm dầu. Các thông tin đó bao gồm:

- Các sự cố ô nhiễm dầu trong quá khứ: thu thập từ bản đồ mật độ ô nhiễm dầu trên biển Việt Nam và kế cận xây dựng từ ảnh vệ tinh thời gian từ 9/1995-5/1998 do Trung tâm CRISP, Trường tổng hợp quốc gia Singapore thực hiện.

- Mật độ các vết dầu đã tìm thấy trong quá khứ từ ảnh vệ tinh radar: đây là lớp thông tin về các vết dầu đã được đề tài phân tích, nhận dạng từ 110 cảnh ảnh vệ tinh bằng phần mềm Oildetect.

- Phân bố không gian các cơ sở khai thác dầu khí ngoài biển của Việt Nam và trong khu vực: thu thập từ Bản đồ phân bố nguồn dầu khí trên Biển Đông Southeast Asia 1994 (Oil & Gas activity and Concession Map USA) do Cục khảo sát địa chất Mỹ xây dựng.

- Phân bố không gian các tàu chở dầu bị đắm trong chiến tranh thế giới thứ 2: Trong báo cáo "Potentially polluting wrecks in marine waters" và

"The Global Risk of Marine Pollution from WWII Shipwrecks: Examples from the Seven Seas <http://www.seaaustralia.com/publications.htm>.

- Tuyên giao thông biển quốc tế và nội địa: Bản đồ do trung tâm Quan trắc Môi trường thu thập tư liệu và biên tập ở tỷ lệ 1:1.000.000 năm 2008.

### **3. Phân tích tư liệu viễn thám siêu cao tần phát hiện vết dầu trên biển**

Khi xây dựng và phát triển các hệ thống phát hiện và giám sát vết dầu thì quá trình nhận dạng, phân tích vết dầu và loại bỏ các yếu tố nhiễu đóng vai trò quyết định của toàn bộ hệ thống. Ở trong nghiên cứu này, các tác giả đã thử nghiệm và lựa chọn ra những phương pháp và thuật toán tối ưu để thiết kế và xây dựng ra các modul tự động xử lý, phân tích và nhận dạng vết dầu, cuối cùng tích hợp chúng trong một phần mềm mang tên OilDetect 1.0. Đây là chương trình có nhiều chức năng được viết bằng ngôn ngữ lập trình FORTRAN 90 và Visual C++ 6.0 trên hệ điều hành Windows.

Công đoạn xử lý đầu tiên là chuyển đổi khuôn dạng số liệu. Tư liệu siêu cao tần mặc dù được lưu trong khuôn dạng CEOS, tuy nhiên mỗi nhà cung cấp đều có những thay đổi khiến cho việc đọc dữ liệu luôn cần có những thích nghi phù hợp. Do các tư liệu được lưu ở các khuôn dạng khác nhau và được xử lý ở các mức khác nhau nên mỗi lần sử dụng một loại tư liệu vệ tinh Radar nào đó, chúng ta lại phải tìm hiểu kỹ loại tư liệu đó rồi mới có thể truy cập được, khiến cho thời gian xử lý dài hơn. Xuất phát từ vấn đề trên, đề tài đã xây dựng chương trình tự động truy cập các tư liệu ảnh vệ tinh Radar phổ biến hiện nay. Khuôn dạng GeoTIFF được chọn làm khuôn dạng thống nhất để chuyển đổi tư liệu siêu cao tần vì đây là khuôn dạng chuẩn của các chương trình xử lý ảnh, nhờ đó các chương trình xử lý ảnh thông thường có cơ hội xử lý các ảnh siêu cao tần mà không gặp chút khó khăn gì.

Nhiều ảnh siêu cao tần mặc dù không gây nhiều khó khăn cho việc chiết tách thông tin như trong trường hợp phân tích các đối tượng trên đất liền nhưng cũng mang đến một số khó khăn nhất định trong nhận dạng vết dầu trên biển. Thông thường khi lọc nhiễu một mặt cần thiết phải loại bỏ các nhiễu đốm nhưng đồng thời cũng cần bảo toàn các cấu trúc của đối tượng. Trong trường hợp phân tích

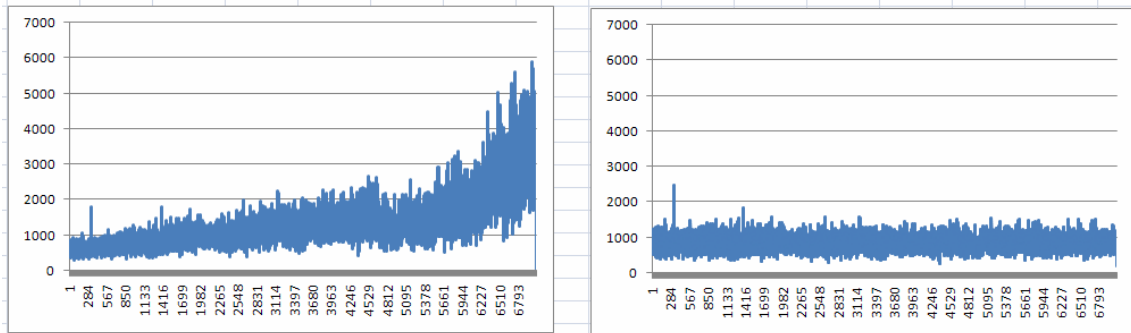
vết dầu trên biển cấu trúc bên trong các vết dầu thường không phải là phần thông tin cần quan tâm. Chúng ta quan tâm chủ yếu tới hình dạng của bản thân vết dầu. Do đó những phương pháp lọc nhiễu được lựa chọn chủ yếu bao gồm các phương pháp lọc đơn giản có thời gian thực hiện nhanh. Hai bộ lọc chính là trung bình cộng và trung vị đã được các tác giả triển khai xây dựng trong chương trình tự động lọc nhiễu với hai hàm Filter và Majority. Kích thước cửa sổ được tùy chọn phụ thuộc vào loại ảnh và chất lượng thực tế và là tham số đầu vào của phép lọc. Sau khi các vết dầu đã được phân tích và tách ra, đôi khi cũng cần tiến hành lọc thêm nữa để việc chuyển đổi dữ liệu từ dạng điểm ảnh sang vec tơ được dễ dàng. Đối với việc phát hiện vết dầu trên biển thì khi lọc nhiễu có thể làm giảm nhiễu hạt tiêu nhưng có thể làm mất những vết dầu nhỏ và hẹp.

Mặc dù tư liệu viễn thám siêu cao tần sau khi xử lý tại trạm thu ở một mức xử lý tiêu chuẩn đã được đưa về một phép chiếu bản đồ nào đó, tuy nhiên trên thực tế, để tích hợp số liệu từ các nguồn khác nhau với ảnh vết dầu cần thiết phải tiến hành hiệu chỉnh hình học hoặc thay đổi phép chiếu (re-project) về một hệ quy chiếu thống nhất. Hơn nữa, tư liệu siêu cao tần mặc dù được xử lý về phép chiếu UTM/WGS84 tuy nhiên vì quỹ đạo vệ tinh không được thiết kế để bảo đảm mỗi cảnh ảnh nằm gọn trong một múi nào đó nên các cảnh ảnh thường nằm trên hai hoặc nhiều múi khác nhau. Giải pháp thực tế đã được các tác giả thử nghiệm và đạt được kết quả chính xác là phương pháp hiệu chỉnh hình học cho toàn ảnh theo đa thức bậc 3 dựa trên ma trận với các cặp điểm tọa độ trong UTM/WGS84 và tọa độ trắc địa. Việc sử dụng phương pháp hiệu chỉnh hình học theo đa thức sẽ nhanh hơn nhiều so với phương pháp đưa một ảnh từ UTM/ WGS84 về tọa độ trắc địa kinh vĩ bằng cách tính chuyển cho từng điểm ảnh.

Quá trình nhận dạng và phân tích vết dầu trên biển được thực hiện phần lớn tự động dựa trên sự phân bố cấp độ xám trong ảnh (những mảng sáng, tối). Nhằm tạo ra môi trường đồng nhất trong xử lý, bước đầu tiên cần làm là loại bỏ toàn bộ vùng đất liền, hải đảo ra ngoài quá trình phân tích. Tư liệu siêu cao tần khác với tư liệu quang học là không thể nhận biết được các đối tượng chỉ dựa trên các thông tin ảnh, do vậy việc loại bỏ một đối tượng nào đó cần phải có sự can thiệp của người xử lý. Quá trình loại bỏ vùng đất liền và hải đảo

được thực hiện dựa trên tư liệu sau hiệu chỉnh hình học tích hợp với cơ sở dữ liệu đường bờ và hải đảo. Trước khi chuyển đổi các dữ liệu vec tơ này về dữ liệu điểm ảnh với độ phân giải phù hợp, vùng đệm với bán kính 5km (những vết dầu nằm trong phạm vi bán kính này không có ý nghĩa trong quan trắc) đã được xây dựng cho đường bờ và khoanh vi các đảo. Tư liệu siêu cao tần tùy thuộc vào chế độ quan trắc có thể có độ phân giải từ 12.5m đến 150m. Trước khi chồng phủ đường bờ đã được tính vùng đệm cần phải tái chia mẫu về độ phân giải tương đương với tư liệu siêu cao tần. Giá trị của các điểm ảnh chỉ đơn giản là 1 cho vùng đất liền và hải đảo. Sau khi chồng phủ sẽ thu được kết quả ảnh siêu cao tần đã được loại bỏ vùng đất liền và hải đảo.

Như chúng ta biết, tư liệu siêu cao tần được tạo nên từ quan trắc bên sườn (side looking). Trong trường hợp quan trắc vết dầu trên biển, nếu xét trên một ảnh thì độ đen cũng như độ tương phản của vết đen với các vùng xung quanh không những phụ thuộc vào đặc tính của bản thân vết đen mà còn phụ thuộc vào yếu tố trong quá trình thu nhận của ảnh SAR như sự khác biệt giá trị tán xạ ở gần và ở xa bộ cảm vệ tinh (near - far range), sự khác biệt của các vùng biển khác nhau. Do ảnh hưởng của hiệu ứng này nên giá trị phân ngưỡng của vết dầu không ổn định trong ảnh. Cùng một vết dầu nếu phân bố gần vệ tinh hơn thì ngưỡng phân biệt sẽ cao hơn nhiều so với khi vết dầu nằm xa vệ tinh. Điều này gây khó khăn trong việc nhận dạng vết dầu, đặc biệt khi áp dụng các phương pháp phân tích số. Nhằm loại bỏ ảnh hưởng của hiệu ứng này cần thiết phải chuẩn hóa ảnh sao cho các đối tượng giống nhau sẽ có mức tán xạ tương đương nhau không phụ thuộc vào vị trí phân bố trong ảnh. Vấn đề chuẩn hóa loại trừ hiệu ứng xa gần chưa được bàn luận nhiều về mặt học thuật. Hiện nay chưa có công trình nào công bố về vấn đề này. Tuy nhiên, những nghiên cứu vừa mang tính học thuật vừa là giải pháp thực tế đã được triển khai trong đề tài. Ở đây các tác giả đã sử dụng phương pháp tuyến tính hóa mặt cắt tán xạ. Trên hình 1 là ví dụ về hiệu ứng xa gần thể hiện trên ảnh và trên mặt cắt vuông góc với quỹ đạo vệ tinh [3]. Mục tiêu ở đây là xây dựng hàm tuyến tính xấp xỉ cho biến thiên giá trị tán xạ và sau đó tính góc xoay và xoay sao cho hàm tuyến tính sẽ có hệ số a bằng 0 hay nói cách khác là có hướng song song với trục hoành.



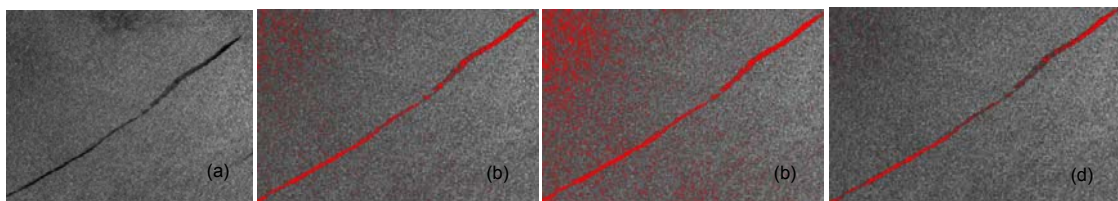
Hình 1. Mặt cắt tán xạ vuông góc với tuyến bay trước chuẩn hóa (trái) và sau chuẩn hóa (phải)

Quy trình nhận dạng và phân tích vết dầu trên biển bằng tư liệu viễn thám siêu cao tần được chia thành 2 bước chính: (1) Phát hiện các vết đen trên ảnh SAR, (2) Phân biệt vết dầu và vết nhiễu.

Khi quan sát bề mặt biển thì các yếu tố như gió và bản thân sự dao động sóng của bề mặt biển sẽ ảnh hưởng đến năng lượng phản xạ và tán xạ của tín hiệu siêu cao tần thu nhận được tại bộ cảm. Chính những yếu tố này tạo ra những yếu tố nhiễu khi quan trắc vết dầu trên biển bằng tư liệu viễn thám siêu cao tần. Yếu tố thứ hai ảnh hưởng đến quan trắc vết dầu trên biển là chính là các hiện tượng thiên nhiên. Các hiện tượng thiên nhiên trên biển cũng có tác động làm giảm dao động của sóng biển và tạo ra các vết đen trên ảnh SAR. Những vết đen nhiễu trên ảnh SAR có thể là vùng lặng gió, vùng tảo biển, các vùng khuất bởi đất liền, bởi mưa, tảng băng và các đảo. Những yếu tố quan trọng được sử dụng để phân biệt vết dầu và vết

nhiều bao gồm tốc độ gió, yếu tố vật lý, hình học và các yếu tố về địa lý.

Do sự suy giảm năng lượng tán xạ nên các vết dầu thường tạo vết đen trên ảnh SAR. Vì vậy, chúng ta có thể sử dụng phương pháp phân ngưỡng để phát hiện và khoanh vùng vết đen trên ảnh. Việc xác định tự động ngưỡng dầu đã được nhiều chuyên gia nghiên cứu và đề xuất, có rất nhiều các phương pháp được áp dụng với mục đích phát hiện tất cả các vết đen và bảo toàn được hình dạng của vết đen. Trong chương trình OilDetect 1.0 có phát triển một số thuật toán phân ngưỡng vết đen trên ảnh siêu cao tần sau khi đã được chuẩn hóa như thuật toán Mean, thuật toán Moments và thuật toán Percentite. Quá trình tìm kiếm ngưỡng T dựa vào phân tích biểu đồ Histogram của ảnh. Việc sử dụng Histogram để tìm kiếm giá trị ngưỡng thường đơn giản, dễ thực hiện và thời gian tìm kiếm nhanh. Kết quả thử nghiệm với các phương pháp tự động phân ngưỡng được mô tả trong hình 2.



Hình 2. Kết quả tự động tìm kiếm ngưỡng của vết đen bằng các thuật toán phân ngưỡng như Mean, Moments và Percentile

Trong đó:

- (a) Ảnh gốc;
- (b) Kết quả phân ngưỡng bằng thuật toán Percentile với ngưỡng = 52;
- (c) Kết quả phân ngưỡng bằng thuật toán Moments với ngưỡng = 62;

(d) Kết quả phân ngưỡng bằng thuật toán Mean với ngưỡng = 41.

Các vết dầu là các vùng tối tuy nhiên sự đồng nhất của chúng thường không cao. Do vậy nếu sử dụng các phương pháp phân ngưỡng thông thường thì rất khó tách được hoàn toàn các vết dầu từ nền ảnh. Do vậy, phương pháp nở vùng (region

growing) đã được sử dụng. Phương pháp nở vùng được bắt đầu từ một điểm bên trong vùng và với thuật toán tìm kiếm tương tự như thuật toán tô tràn (flood fill) vùng cần xác định sẽ được lớn dần lên theo một quy tắc nào đó. Việc sử dụng các quy tắc khác nhau sẽ đưa đến các phương pháp nở vùng khác nhau. Hai phương pháp đã được sử dụng để khoanh vẽ tự động vết dầu là phương pháp nở vùng thống kê và nở vùng lưu vực. Trong tất cả các phương pháp nở vùng đều cần đến công cụ geo mầm tức là xác định một điểm nằm bên trong vết dầu và đôi khi một điểm nằm trên rìa vết dầu để loại bỏ việc vết dầu lan rộng quá. Người phân tích sẽ đánh dấu vào mỗi vết dầu một điểm bên trong và một điểm nằm trên vùng phân cách giữa vết dầu và vùng không có vết dầu. Tiếp theo sẽ cung cấp thông tin về chọn lựa phương pháp nở vùng để tách các vết dầu.

Sau khi các vết dầu đã được tách ra, chương trình sẽ vec tơ hoá và lưu ở dạng shapefile của hãng ESRI có thể nhập vào ArcGIS. Mục đích chuyển vết dầu về dạng vector là nhằm một mặt tích hợp với các thông tin khác trong cơ sở dữ liệu để định vị mặt khác tính toán các tham số hình học của vết dầu như diện tích, chu vi, độ phức tạp của đường biên, hướng lan truyền. Việc vec tơ hóa một vùng nhìn chung là một tác nghiệp đã được triển khai nhiều và có nhiều thuật toán đã được công bố. Tuy nhiên trong thực tế khi triển khai, mỗi tác giả đều có những cải biến nhất định phù hợp điều kiện thực tế. Trong trường hợp vết dầu trên biển chúng ta chỉ quan tâm đến đường bao của vết dầu. Các ảnh SAR thường có kích thước hàng cột tương đối lớn. Trong quá trình vec tơ hóa đường biên nhiều khi chúng ta gặp các điểm ảnh đơn lẻ, thông thường tại các điểm đó thuật toán sẽ phải duyệt hai lần và vì vậy vấn đề lập trình sẽ phức tạp hơn. Nhằm tránh các rắc rối có thể xảy ra các ảnh chứa vết dầu sẽ được nhân đôi lên mỗi chiều, như vậy yêu cầu bộ nhớ cho việc lưu ảnh chứa vết dầu cũng tăng lên. Nhằm làm cho giải pháp được trở thành hiện thực ảnh vết dầu dạng 1 byte sẽ được chuyển thành ảnh nhị phân với mỗi điểm ảnh được mã 1 bit. Sau đó các vết dầu sẽ được vec tơ hóa đường biên trong ảnh nhị phân này.

Ngoài ra, các ảnh kết quả cũng được chuẩn hóa và lưu ở khuôn dạng GeoTIFF và khuôn dạng nén ECW. Việc lưu ảnh chuẩn hóa trong khuôn dạng GeoTIFF và ECW nói chung đơn giản vì sử dụng các thư viện được lập trình sẵn. Hướng dẫn sử

dụng các thư viện này cũng dễ dàng tải từ trên mạng về. Các ảnh này rất có ý nghĩa trong việc tích hợp với GIS (GeoTIFF) và chia sẻ dữ liệu trên mạng (ECW).

Dựa trên kết quả thử nghiệm, phương pháp bán tự động nhận dạng và phân tích vết dầu trên biển trên tư liệu ảnh SAR đã đạt được những yêu cầu đặt ra. Tuy nhiên, trong tương lai nhóm tác giả sẽ nghiên cứu sâu hơn các thuật toán để tự động hóa quá trình phát hiện vết dầu.

#### **4. Xây dựng bản đồ phân bố nguy cơ ô nhiễm dầu trên vùng biển Việt Nam và kế cận**

Cho đến nay phương pháp luận về đánh giá nguy cơ ô nhiễm dầu trên biển về cơ bản đều dựa trên phương pháp chồng ghép (overlay) với trọng số được xác định dựa theo đánh giá của chuyên gia. Việc đánh giá phân bố nguy cơ ô nhiễm là bước tiếp theo sau khi đã xác định được các nguồn gây ô nhiễm dầu tiềm năng trên vùng biển Việt Nam và kế cận. Phương pháp đánh giá dựa trên phương pháp cộng có trọng số ảnh hưởng của các hợp phần. Mục tiêu của việc đánh giá này là xây dựng được bản đồ phân bố nguy cơ ô nhiễm cho từng hợp phần và bản đồ phân bố nguy cơ ô nhiễm với tác động tổng hợp của các hợp phần. Để thành lập bản đồ phân bố nguy cơ ô nhiễm dầu, một vài phương pháp đã được kết hợp gồm: phương pháp cho điểm và đánh trọng số, phương pháp tính mật độ, phương pháp chồng ghép toán học và phương pháp xác định vùng phân bố.

Cơ sở dữ liệu về nguồn ô nhiễm dầu được xây dựng trong môi trường ArcGIS 9.2. Các lớp thông tin được số hóa dưới các dạng điểm, đường và vùng. Việc thành lập bản đồ phân bố ô nhiễm dầu được thực hiện sau khi đã chuyển đổi dữ liệu từ dạng vector sang dạng raster. Nguy cơ ô nhiễm dầu được đánh giá cho từng loại nguồn ô nhiễm riêng biệt và cuối cùng được tổng hợp trong bản đồ phân bố nguy cơ ô nhiễm cho toàn bộ vùng biển Việt Nam và kế cận. Việc đánh giá nguy cơ được thực hiện cho từng thành phần và cuối cùng là xây dựng bản đồ nguy cơ ô nhiễm dầu tổng hợp [1]. Do các đối tượng ô nhiễm thành phần được lưu giữ ở cả 3 dạng cơ bản: điểm, đường và vùng cho nên việc đánh giá được thực hiện theo ba phương pháp khác nhau. Tuy nhiên, mô hình phân tích chính là chuyển các đối tượng từ không gian rời rạc sang không gian liên tục dựa trên việc xác định mật độ của các đối tượng tại bất kỳ một điểm nào trong

khu vực nghiên cứu. Việc xác định mật độ dựa trên một bán kính tìm kiếm và tần suất xuất hiện của các đối tượng trong khu vực đó chia cho diện tích vùng tính mật độ. Trước khi tiến hành phân tích số liệu được chuyển đổi từ dạng vector sang dạng raster với độ phân giải pixel là  $100 \times 100\text{m}$ . Khu vực tìm kiếm xác định mật độ là 50km tương đương với 500 điểm ảnh. Do các vết dầu được số

hóa ở dạng vùng nên trước khi tính mật độ các vùng này đã chuyển về dạng điểm và việc tính mật độ được thực hiện giống như trường hợp các đối tượng điểm.

Căn cứ vào các lớp thông tin đầu vào và điều kiện thủy hải văn của vùng biển Việt Nam và kế cận, trọng số cho các lớp thông tin được xác định theo phương pháp chuyên gia như *bảng 1*.

**Bảng 1. Điểm và trọng số của các lớp thông tin đầu vào**

KH	Lớp thông tin ( $A_i, i = 1-7$ )	Số điểm	Trọng số ( $K_i$ )	Lý giải
A <sub>1</sub>	Mật độ các vết dầu đã tìm thấy từ tư liệu vệ tinh radar	30	0,435	Sự phân bố không gian các vết dầu phân tích từ ảnh vệ tinh từ 2007 đến 2009 là một bằng chứng cho phép phân định những nơi nào thường xuyên có ô nhiễm dầu. Chính vì lý do đó nên trọng số của hợp phần này được cho cao nhất.
A <sub>2</sub>	Mật độ các tuyến giao thông vận tải biển quốc tế	10	0,145	Tuyến giao thông biển quốc tế có tiềm năng gây ô nhiễm dầu cao, đặc biệt trong trường hợp các tàu chở dầu xúc xả trái phép trước khi hút dầu thô.
A <sub>3</sub>	Mật độ các tuyến giao thông vận tải biển nội địa	5	0,072	Nguy cơ ô nhiễm dầu chủ yếu xuất phát từ va chạm, mắc cạn. Những sự cố này nhìn chung có thể khắc phục được nếu công tác dẫn đường được cải thiện.
A <sub>4</sub>	Mật độ các cơ sở khai thác dầu khí nước ngoài	10	0,145	Các cơ sở khai thác dầu luôn tiềm ẩn nguy cơ gây ô nhiễm dầu cao.
A <sub>5</sub>	Mật độ các cơ sở khai thác dầu khí của Việt Nam	10	0,145	Các cơ sở khai thác dầu Việt Nam cũng tiềm ẩn nguy cơ gây ô nhiễm, tuy nhiên, trong trường hợp xuất khẩu dầu thô thì nguy cơ này càng cao hơn vì khả năng các tàu chở dầu của nước ngoài không tuân thủ quy định của Việt Nam về xử lý nước dằn.
A <sub>6</sub>	Mật độ các tàu chở dầu bị đắm trong chiến tranh thế giới thứ 2	2	0,029	Đây chỉ là nguy cơ tiềm ẩn. Cho đến nay chưa có bằng chứng nào cho thấy có những vết dầu thoát ra từ các tàu này.
A <sub>7</sub>	Mật độ các sự cố ô nhiễm dầu trong quá khứ trên biển Việt Nam và kế cận	2	0,029	Đây là thống kê các sự cố dầu đã xảy ra trong quá khứ.
Tổng		69	1	

Mục tiêu của xác định vùng nguy cơ ô nhiễm dầu trên vùng biển Việt Nam và kế cận trước tiên phục vụ công tác giám sát và cảnh báo sớm ô nhiễm dầu trên biển. Việc xác định vùng hợp lý sẽ giúp cho công tác ứng phó sự cố tràn dầu hợp lý hơn về mặt tổ chức. Trước tiên để có được kết quả đánh giá tổng hợp, cần phải xác định trọng số cho từng hợp phần [6]. Việc đánh giá cho điểm hoàn toàn dựa trên nhận thức và suy luận của tác giả như trên bảng 2. Tuy nhiên, kết quả đã được xác định sau khi thử nghiệm nhiều phương án.

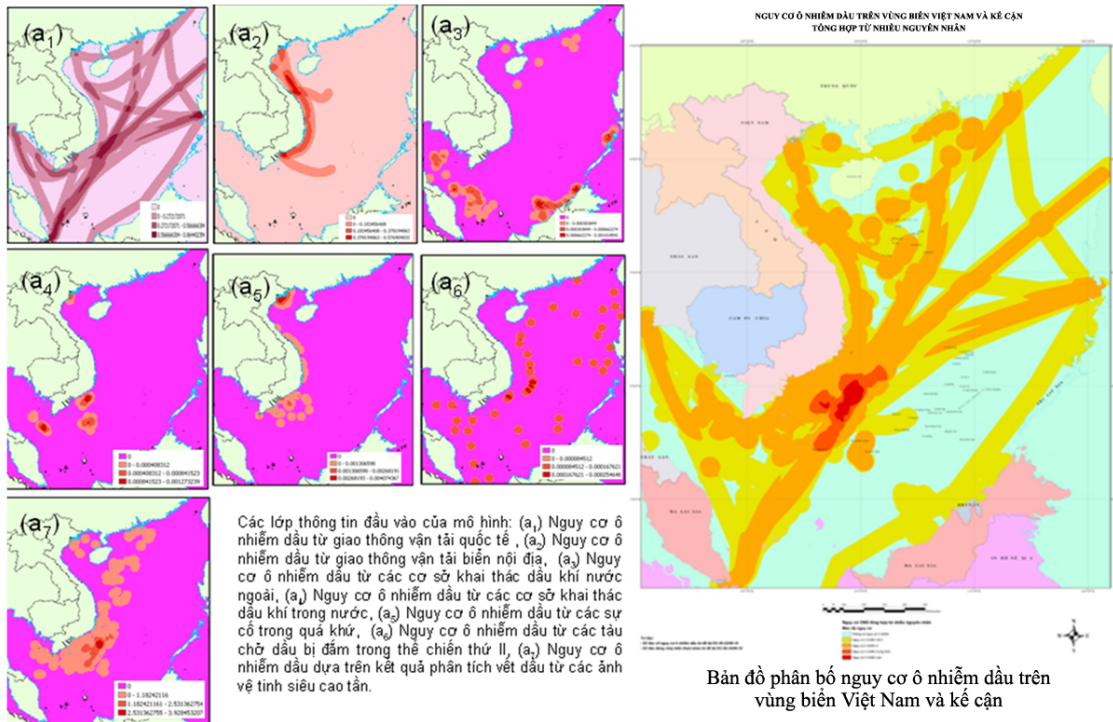
Mô hình đánh giá nguy cơ ô nhiễm dầu là mô hình tuyến tính có dạng  $F = \sum A_i * K_i$

Trong đó  $\sum K_i = 1$ ,  $K_i$  là trọng số và  $A_i$  là giá trị các hợp phần gây ô nhiễm dầu. Giá trị này được tính như đã trình bày trong mục 2 là mật độ của nguồn gây ô nhiễm trong vùng bán kính 50km. Bên cạnh việc đánh giá tổng hợp việc phân tích tác

động của từng hợp phần cũng rất cần thiết bởi lẽ mô hình tổng hợp được đề xuất ở đây được sử dụng trên cơ sở các nghiên cứu trước đây tuy nhiên chưa có kiểm định đánh giá thực tế nào chứng minh được sự hợp lý của mô hình.

## 5. Kết quả và thảo luận

Bản đồ kết quả phân bố nguy cơ ô nhiễm dầu cho vùng biển Việt Nam và kế cận được phân theo 5 cấp: Không có nguy cơ ô nhiễm; Nguy cơ ô nhiễm rất ít; Nguy cơ ô nhiễm ít; Nguy cơ ô nhiễm trung bình; Nguy cơ ô nhiễm cao. Bản đồ được xây dựng ở tỷ lệ 1:1.000.000 và 1:2.500.000, phạm vi nghiên cứu 0°- 25° Bắc và 100° - 120° Đông bao phủ toàn bộ vùng biển Việt Nam và kế cận. Hệ tọa độ và lưới chiếu được sử dụng thống nhất theo bản đồ nền của Đề tài, cụ thể là sử dụng hệ tọa độ trong lưới chiếu Mecartor, Ellipsoid WGS-84 (*hình 3*).



Hình 3. Bản đồ phân bố nguy cơ ô nhiễm

Khu vực có nguy cơ ô nhiễm cao có diện tích 15057 km<sup>2</sup> và chiếm tỷ lệ 0,43 % diện tích biển trong khu vực nghiên cứu (bảng 2). Việc đánh giá nguy cơ ô nhiễm dầu đã được thực hiện cho 9 vùng biển Việt Nam và kế cận. Vùng có nguy cơ ô nhiễm cao nhất nằm trên thềm lục địa tại khu vực thăm dò và khai thác dầu khí của Việt Nam.

**Bảng 2. Diện tích các vùng có nguy cơ ô nhiễm dầu**

TT	Mức độ nguy cơ	Diện tích (km <sup>2</sup> )	Tỷ lệ (%)
1	Nguy cơ ô nhiễm rất ít	1269714	36,03
2	Nguy cơ ô nhiễm ít	989322	28,07
3	Nguy cơ ô nhiễm trung bình	44292	1,25
4	Nguy cơ ô nhiễm cao	15057	0,43

Vùng biển bắc vịnh Bắc Bộ là khu vực có các hoạt động giao thông biển rất phát triển tại khu vực cảng Hải Phòng. Xét về nguồn gây ô nhiễm ta thấy ở đây chủ yếu là hoạt động giao thông vận tải biển. Khai thác dầu khí có chủ yếu tại khu vực bắc vịnh Bắc Bộ trong vùng lãnh hải của Trung Quốc. Trong quá khứ các sự cố tràn dầu cũng đã xảy ra tương đối nhiều. Các vết dầu không rõ nguồn gốc phân bố dọc theo các tuyến giao thông biển. Nguy cơ ô nhiễm dầu tổng hợp cho vùng bắc vịnh Bắc Bộ được xếp vào hạng ít ô nhiễm.

Vùng biển nam vịnh Bắc Bộ không có nhiều nguồn ô nhiễm dầu lớn. Khu vực này chủ yếu chỉ

có các tuyến hàng hải nội địa và quốc tế đi qua. Khu vực nam vịnh Bắc Bộ được đánh giá là khu vực ít có nguy cơ ô nhiễm dầu. Bên cạnh các nguồn ô nhiễm dầu từ các tuyến vận tải biển, ở đây có một số tàu chở dầu bị đắm trong chiến tranh thế giới thứ II. Mặc dù chưa có minh chứng nào về ô nhiễm dầu từ nguồn này nhưng theo đánh giá chung thì đây cũng là một nguy cơ tiềm ẩn.

Khu vực biển từ Bình Định đến Ninh Thuận về cơ bản không có các cơ sở khai thác chế biến dầu khí, trừ một số sự cố tràn dầu vùng ven bờ cũng không có gì quá đặc biệt. Do giao thông vận tải biển trong khu vực nên đã xuất hiện nhiều vết dầu không rõ nguồn gốc trên biển. Đặc biệt trên vùng biển này có 6 tàu chở dầu bị đắm trong chiến tranh thế giới thứ II. Đây là nguồn ô nhiễm dầu tiềm năng cần được nghiên cứu thỏa đáng trong tương lai. Nhìn chung ô nhiễm dầu trên toàn bộ vùng biển này được phân loại là ít, tuy nhiên có một vùng nhỏ phía tây nam được phân hạng mức trung bình.

Vùng biển từ Bình Thuận đến Cà Mau là khu vực có nguy cơ ô nhiễm dầu cao nhất trong tất cả các vùng biển Việt Nam và kế cận. Tại đây các hoạt động khai thác dầu khí diễn ra vô cùng tích cực. Mặc dù các tuyến hàng hải quốc tế đi qua không chỉ riêng vùng biển này mà rất nhiều khu



vực trên vùng biển Việt Nam và kề cận nhưng mật độ các vết dầu không rõ nguồn gốc xuất hiện tại khu vực này là rất lớn. Đây là vùng có nhiều mỏ dầu đang được thăm dò và khai thác trên thềm lục địa Việt Nam. Mật độ giao thông nội địa cũng rất lớn do các tàu ra vào cảng Sài Gòn. Trong quá khứ cũng đã xuất hiện tương đối nhiều các vụ va chạm tàu gây sự cố tràn dầu. Có thể nói đây là khu vực tiêu biểu của ô nhiễm dầu trên biển.

Khu vực biển từ Cà Mau đến Kiên Giang nằm trong vùng vịnh Thái Lan nơi cũng có nhiều hoạt động khai thác dầu khí từ Việt Nam và Malaysia. Về mặt phân chia khu vực thì xét như vậy nhưng đứng về khía cạnh tác động của ô nhiễm dầu cần nghiên cứu khu vực này một cách thống nhất và cần xét đến cả các vùng biển lân cận trên vịnh Thái Lan. Đây là vùng biển theo nghiên cứu của nước ngoài cũng có mức độ ô nhiễm dầu tương đối cao. Do tư liệu viễn thám tại khu vực này không nhiều do đó chưa nghiên cứu được quy luật phân bố các vết dầu trên biển. Tại khu vực này cũng đã xuất hiện các sự cố ô nhiễm dầu trong quá khứ, một số vết dầu trên biển cũng đã được phát hiện từ ảnh siêu cao tần. Dựa trên kết quả đánh giá tổng hợp về ô nhiễm dầu thì vùng biển từ Cà Mau đến Kiên Giang có mức độ ô nhiễm dầu thấp hoặc không bị ô nhiễm.

Vùng biển bắc Biển Đông không tiếp giáp trực tiếp với các tỉnh ven biển Việt Nam. Tuy nhiên, chịu nhiều ảnh hưởng bởi khai thác và thăm dò dầu khí trên vùng biển ven bờ của Trung Quốc. Nơi đây cũng có những đường giao thông huyết mạch quốc tế đi qua. Sử dụng ảnh vệ tinh cũng phát hiện được một số vết dầu trên biển. Nhìn chung, nguy cơ ô nhiễm được đánh giá là ít dọc theo các tuyến hàng hải quốc tế. Sự đóng góp của các nguy cơ ô nhiễm khác là không đáng kể. Tuy vậy, tại các nơi tiềm ẩn các nguy cơ ô nhiễm dầu như mỏ dầu Lưu Hoa của Trung Quốc nếu xảy ra các sự cố tràn dầu thì cũng có khả năng ảnh hưởng tới vùng bờ biển Việt Nam.

Trong khu vực giữa Biển Đông cũng có một số tàu chở dầu bị đánh đắm trong thời kỳ chiến tranh thế giới thứ II. Tuy nhiên, chỉ có hai tàu ở khu vực giữa biển và 3 tàu trên vùng biển của Philippines.

Nếu không kể đến vùng phía tây tiếp giáp với vùng biển từ Bình Thuận đến Cà Mau nơi có nguy cơ ô nhiễm dầu cao nhất thì nhìn chung vùng biển nam Biển Đông cũng là khu vực không có nhiều

nguy cơ ô nhiễm dầu. Vùng biển nam Biển Đông bao trùm phần lớn quần đảo Trường Sa. Các tuyến giao thông biển chủ yếu đi qua vùng phía tây hoặc dọc theo bờ biển Indonesia. Các cơ sở khai thác dầu khí cũng tập trung chủ yếu tại hai khu vực nói trên. Mặc dù vùng phía đông giáp Malaysia và Indonesia có mức ô nhiễm thấp theo đánh giá của các chuyên gia Singapore. Nhìn chung, đây là vùng có nguy cơ ô nhiễm dầu thấp và nếu có xảy ra thì cũng ít ảnh hưởng trực tiếp đến bờ biển Việt Nam.

## 6. Kết luận

Dựa trên cơ sở dữ liệu đã được xây dựng, lần đầu tiên xác định phân bố không gian nguy cơ ô nhiễm dầu đã được thực hiện. Bản đồ phân bố nguy cơ ô nhiễm dầu cho biển Việt Nam và kề cận là một trong những sản phẩm quan trọng của đề tài. Để thực hiện được mục tiêu đặt ra, các tác giả đã khai thác, tổng hợp và kế thừa có hiệu quả các thông tin, số liệu, kết quả từ các chuyên đề khác thuộc đề tài có nội dung liên quan. Đặc biệt quan trọng bản đồ đã sử dụng kết quả tự động phân tích nhận dạng vết dầu từ một khối lượng lớn ảnh siêu cao tần bằng phần mềm OilDetect 1.0, góp phần tạo ra một tư liệu đầu vào có ý nghĩa cho việc xây dựng bản đồ phân bố ô nhiễm.

Bản đồ kết quả đóng góp một phần quan trọng vào việc thực hiện nhiệm vụ chung của đề tài là xác định nguy cơ ô nhiễm dầu của các vùng biển Việt Nam, từ đó đặt ra các biện pháp phòng ngừa, giảm thiểu tác hại của ô nhiễm dầu. Từ bản đồ kết quả, những khu vực có nguy cơ ô nhiễm cao sẽ được xem xét kỹ để dự báo nguyên nhân xảy ra ô nhiễm, từ đó khoanh vùng các khu vực cần giám sát chặt chẽ và đặc biệt có các yêu cầu quan trắc từ vệ tinh một cách thường xuyên, đồng thời tiến hành các nghiên cứu tiếp theo nhằm tìm ra nguyên nhân và tiến đến không chế có hiệu quả các nguồn gây ô nhiễm.

Việc đánh giá nguy cơ ô nhiễm dầu trên vùng biển Việt Nam và kề cận được thực hiện đối với từng hợp phần và đánh giá tổng hợp. Trong nhiều trường hợp việc đánh giá tác động của từng hợp phần cho phép lý giải chi tiết và cụ thể hơn khả năng gây ô nhiễm dầu từ các nguồn ô nhiễm dầu cụ thể. Tuy nhiên bản đồ tổng hợp được thành lập dựa trên mô hình tổng hợp đa chỉ tiêu với các trọng số được lựa chọn dựa trên nhận định chuyên gia đưa ra một bức tranh tổng thể về tình hình ô nhiễm dầu trên toàn bộ vùng nghiên cứu. Hơn nữa, những kết



quả tổng hợp được thể hiện trực quan lên bản đồ là một sản phẩm có ý nghĩa lớn trong việc nghiên cứu vấn đề ô nhiễm dầu trên biển nói chung. Cơ sở khoa học cùng phương pháp đánh giá được trình bày trong bài báo là những kết quả nghiên cứu đầu tiên dựa trên các lập luận của tác giả. Những kết quả này chưa được kiểm chứng, tuy nhiên dựa trên quá trình theo dõi sự xuất hiện của các ô nhiễm trong quá khứ và trong tương lai, bản đồ có thể được cập nhật bổ sung nhằm đưa ra các đánh giá sát thực hơn với tình hình thực tế.

Việc xác định vùng nguy cơ ô nhiễm dầu đối với từng thành phần và tác động tổng hợp có ý nghĩa quan trọng và thực tế vì biển Việt Nam và kề cận rất rộng lớn nếu quan trắc đồng thời trên tất cả các vùng biển là một điều không thể đặc biệt đối với điều kiện kinh tế kỹ thuật của Việt Nam hiện nay. Việc tập trung giám sát vào một khu vực nhỏ sẽ tăng tính hiệu quả và tính khả thi của công tác đầu tư và triển khai.

#### TÀI LIỆU DẪN

[1] *Tran Van Dien, Do Thu Huong*, 2006:

Integrated numerical and spatial models for oil pollution risk zoning in Ha Long Bay. Proceedings of CoastGIS 2006, GIS for the Coastal Zone: Spatial Data, Modelling and Management.

[2] *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, 107-137.

[3] *Joseph K. Berry*, 1993: Cartographic modeling: the analytical capabilities of GIS, Environmental modeling with GIS, pp.58-74.

[4] *Hứa Chiến Thắng*: Vấn đề ô nhiễm và đa dạng sinh học biển. Cục Môi trường. [http://www.rimf.org.vn/bantin/news.asp?cat\\_id=4&news\\_id=560&lang=1](http://www.rimf.org.vn/bantin/news.asp?cat_id=4&news_id=560&lang=1).

[5] GIWA Regional assessment 54 - South China Sea.

[6] *Natalia Martini and Admiral Roberto Patrino*, Oil pollution risk assessment and preparedness in the east Mediterranean. International Oil Spill conference. Miami, USA, 15-19.

#### SUMMARY

##### Oil pollution in Vietnam and neighboring Sea

Vietnam and neighboring Sea is one of regions which own amount of oil resources in the world. Currently, exploration and exploitation is being promoted not only in shallow water but also increasingly expanded in deeper water. In addition, East Sea is the place where is available high density of major transportation routes in the world. Due to impact of these activities, oil pollution in the sea is inevitable. Marine oil pollution causes by drilling and exploring operations, drilling problems especially illegal discharge of oil tankers. In order to timely detection and early warning of oil spill and illegal discharge cases, microwave remote sensing has been used in many countries in the world. Being able to obtain in all weather conditions as well as day and night time, microwave remote sensing data can provide information about sea surface over a large area with suitable resolution which is considered as an effective tool for monitoring oil pollution in the sea. In this paper, authors present research which conducted application of microwave remote sensing data in detection of oil spill in Vietnam and East Sea. Based on process and analysis of ALOS PALSAR satellite data in ScanSAR mode acquired in 2008 and 2009, the authors established map of oil pollution risk over the study area and drew out some first conclusion about rule of spatial distribution of oil pollution in Vietnam and neighboring Sea.