

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT**

**LÊ MINH HẰNG**

**NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT PHƯƠNG PHÁP**  
**NHẬN DẠNG VÀ PHÂN LOẠI VẾT DẦU TRÊN BIÊN TỪ**  
**TƯ LIỆU VIỄN THÁM SIÊU CAO TẦN**

**LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT**

**Hà Nội - 2013**

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT**

**LÊ MINH HẰNG**

**NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT PHƯƠNG PHÁP  
NHẬN DẠNG VÀ PHÂN LOẠI VẾT DẦU TRÊN BIÊN  
TỪ TƯ LIỆU VIỄN THÁM SIÊU CAO TẦN**

**Ngành : Kỹ thuật Trắc địa – Bản đồ**

**Mã số : 62520503**

**LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT**

**NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:**

- 1. PGS.TS NGUYỄN ĐÌNH DƯƠNG**
- 2. PGS.TS TRẦN ĐÌNH TRÍ**

**Hà Nội - 2013**

**LỜI CAM ĐOAN**

Tôi xin cam đoan rằng đây là công trình nghiên cứu của riêng bản thân tôi. Toàn bộ quá trình nghiên cứu được tiến hành một cách khoa học, các số liệu, kết quả trình bày trong luận án là chính xác, trung thực và chưa từng được ai công bố trong bất kỳ công trình nào khác.

**Tác giả luận án**

**Lê Minh Hằng**

## MỤC LỤC

|   |             |
|---|-------------|
| <b>LỜI CAM ĐOAN .....</b>   | <b>i</b>    |
| <b>MỤC LỤC.....</b>   | <b>ii</b>   |
| <b>DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT.....</b>   | <b>v</b>    |
| <b>DANH MỤC CÁC BẢNG .....</b>  | <b>vii</b>  |
| <b>DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ VÀ SƠ ĐỒ .....</b>  | <b>viii</b> |
| <b>MỞ ĐẦU.....</b>  | <b>1</b>    |
| <b>CHƯƠNG 1.TỔNG QUAN VỀ TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU TRONG NƯỚC VÀ TRÊN THẾ GIỚI .....</b>   | <b>6</b>    |
| <b>1.1. Đặt vấn đề .....</b>  | <b>6</b>    |
| <b>1.2. Tổng quan tình hình nghiên cứu trên thế giới .....</b>  | <b>6</b>    |
| <b>1.3.Tổng quan về những kết quả nghiên cứu trong nước .....</b>   | <b>11</b>   |
| <b>1.4. Đánh giá kết quả nghiên cứu trong nước và trên thế giới .....</b>   | <b>13</b>   |
| <b>1.5. Những vấn đề được phát triển trong luận án.....</b>   | <b>14</b>   |
| <b>CHƯƠNG 2. CƠ SỞ KHOA HỌC CỦA QUÁ TRÌNH NHẬN DẠNG VÀ PHÂN LOẠI VẾT DẦU TRÊN BIỂN BẰNG TƯ LIỆU VIỄN THÁM SIÊU CAO TẦN.....</b> | <b>16</b>   |
| <b>2.1. Đặc điểm hệ thống RADAR cửa mở tổng hợp (SAR) .....</b>   | <b>16</b>   |
| 2.1.1. Hệ thống RADAR tạo ảnh.....  | 16          |
| 2.1.2. Hệ thống RADAR cửa mở tổng hợp .....   | 18          |
| <b>2.2. Đặc điểm tín hiệu siêu cao tần thu nhận trên biển .....</b>   | <b>22</b>   |
| 2.2.1. Cấu trúc bề mặt biển.....  | 22          |
| 2.2.2. Đặc điểm tín hiệu tán xạ phản hồi sóng siêu cao tần trên biển .....  | 23          |
| <b>2.3. Cơ sở khoa học của quá trình nhận dạng và phân loại vết dầu trên biển bằng tư liệu viễn thám siêu cao tần .....</b>     | <b>28</b>   |
| 2.3.1. Đặc điểm hình ảnh vết dầu trên tư liệu ảnh SAR.....  | 28          |
| 2.3.2. Nhận dạng và phân loại vết dầu trên biển từ tư liệu ảnh SAR.....   | 29          |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>2.4. Những ảnh hưởng trong quá trình nhận dạng và phân loại vết dầu trên biển từ tư liệu ảnh SAR .....</b>         | <b>31</b> |
| 2.4.1. Ảnh hưởng của tốc độ gió trên bề mặt biển .....  | 31        |
| 2.4.2. Ảnh hưởng của nhiễu hạt tiêu trên ảnh SAR.....   | 33        |
| 2.4.3. Ảnh hưởng của đặc điểm thu tín hiệu vệ tinh siêu cao tần.....  | 34        |
| 2.4.4. Ảnh hưởng của các vết nhiễu trên biển .....  | 38        |
| 2.4.5. Đặc điểm tư liệu ảnh SAR sử dụng phân tích vết dầu trên biển .....   | 39        |
| 2.4.6. Ảnh hưởng bởi điều kiện khí tượng trên bề mặt biển .....   | 40        |
| <b>2.5. Kết luận chương 2 .....</b>   | <b>41</b> |
| <b>CHƯƠNG 3. ĐỀ XUẤT PHƯƠNG PHÁP NHẬN DẠNG VÀ PHÂN LOẠI VẾT DẦU TRÊN BIỂN TỪ TƯ LIỆU VIỄN THÁM SIÊU CAO TẦN .....</b> | <b>43</b> |
| <b>3.1. Tiền xử lý tư liệu viễn thám siêu cao tần .....</b>   | <b>43</b> |
| 3.1.1. Chuyển đổi khuôn dạng gốc về khuôn dạng thống nhất .....   | 43        |
| 3.1.2. Loại bỏ vùng đất liền và hải đảo .....   | 52        |
| 3.1.3. Hiệu chỉnh hiệu ứng xa- gần nguồn phát sóng trên ảnh SAR .....   | 55        |
| 3.1.4. Lọc nhiễu hạt tiêu trên ảnh SAR .....  | 61        |
| <b>3.2. Tách vết đen trên ảnh SAR.....</b>  | <b>62</b> |
| 3.2.1. Thuật toán tự động phân ngưỡng Huang.....  | 62        |
| 3.2.2. Thuật toán nở vùng.....  | 70        |
| <b>3.3. Nhận dạng và phân loại vết dầu và vết nhiễu.....</b>  | <b>73</b> |
| 3.3.1. Các chỉ số hình dạng của vết dầu và vết nhiễu.....   | 73        |
| 3.3.2. Tự động xác định đường biên và các chỉ số hình dạng vết dầu .....  | 75        |
| 3.3.3. Nhận dạng và phân loại vết dầu và vết nhiễu trên tư liệu ảnh SAR.....  | 77        |
| <b>3.4. Đề xuất phương pháp nhận dạng và phân loại vết dầu trên biển từ tư liệu ảnh SAR.....</b>                      | <b>91</b> |
| <b>3.5. Kết luận chương 3 .....</b>   | <b>94</b> |
| <b>CHƯƠNG 4. THỬ NGHIỆM NHẬN DẠNG VÀ PHÂN LOẠI VẾT DẦU TRÊN BIỂN TỪ TƯ LIỆU VIỄN THÁM SIÊU CAO TẦN .....</b>          | <b>96</b> |
| <b>4.1. Thiết kế hệ thống phát hiện vết dầu trên biển từ ảnh SAR .....</b>  | <b>96</b> |

|   |            |
|---|------------|
| 4.1.1. Thiết kế chức năng các modul thành phần .....  | 96         |
| 4.1.2. Sơ đồ thuật toán của chương trình thử nghiệm .....   | 97         |
| 4.1.3. Tích hợp các modul và thiết kế hệ thống chương trình.....                                  | 97         |
| 4.1.4. Phân tích các modul chính của chương trình .....   | 98         |
| 4.1.5. Một số giải pháp thực tế thực hiện trong chương trình thử nghiệm.....                      | 100        |
| <b>4.2. Kết quả thử nghiệm nhận dạng và phân loại vết dầu trên biển bằng tư liệu ảnh SAR.....</b> | <b>101</b> |
| 4.2.1. Cơ sở dữ liệu ảnh thử nghiệm .....   | 101        |
| 4.2.2. Kết quả thử nghiệm nhận dạng và phân loại vết dầu trên biển từ ảnh SAR .....               | 101        |
| <b>4.3. Kết luận chương 4 .....</b>   | <b>107</b> |
| <b>KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ .....</b>  | <b>109</b> |
| <b>DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC ĐÃ CÔNG BỐ.....</b>   | <b>112</b> |
| <b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>   | <b>114</b> |
| <b>PHỤ LỤC.....</b>   | <b>118</b> |

## DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT

- ALOS - Advanced Land Observing Satellite
- ASAR - Advanced Synthetic Aperture Radar
- CEOS – The Committee on Earth Observation Satellites
- CLAHE- Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (Cân bằng biểu đồ thích ứng giới hạn độ tương phản)
- DSD - Data set descriptor (Bảng mô tả dữ liệu)
- ESA - The European Space Agency (Cơ quan Hàng không vũ trụ Châu Âu)
- EnviSAT - Environmental Satellite (Vệ tinh EnviSAT)
- ERS - European Remote Sensing (Vệ tinh ERS)
- ERSDAC - Earth Remote Sensing Data Analysis Center (Trung tâm phân tích dữ liệu viễn thám Trái đất - Nhật Bản)
- FCM – Fuzzy C-Mean (Thuật toán phân hoạch mờ C-Mean)
- JAXA - Japan Aerospace Exploration Agency (Cơ quan khám phá hàng không vũ trụ Nhật Bản)
- GLCM – Grey level co-occurrence matrix (Ma trận tương quan mức độ xám)
- HCM – Hidden Markov Chain
- HH – horizontal transmitting, horizontal receiving (sóng truyền đi phân cực ngang, sóng thu nhận phân cực ngang)
- HV - horizontal transmitting, vertical receiving (sóng truyền đi phân cực ngang, sóng thu nhận phân cực dọc)
- KSAT - Kongsberg Satellite Services AS
- MLP – Multilayer Perceptron (Mạng nơ-ron nhiều lớp)
- MPH - Main Product Header (Phần tiêu đề chính)
- MODIS - Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
- NRCS - Normalized Radar Cross Section (Hệ số tán xạ phản hồi chuẩn hóa trong mặt cắt ngang)
- NEST - Next ESA SAR toolbox (Phần mềm NEST SAR của Cơ quan Hàng không vũ trụ Châu Âu)

PALSAR - Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar

PRF - Pulse repetition frequency (Tần số lặp xung)

RADAR - Radio Detection And Ranging

RAR – Real Aperture Radar (Hệ thống radar cửa mở thực)

SPH - Specific Product Header (Tiêu đề riêng)

SAR - Synthetic Aperture Radar (Radar cửa mở tổng hợp)

SNR - Signal to Noise Ratio (Tỷ số tín hiệu trên nhiễu)

VH – vertical transmitting, horizontal receiving (sóng truyền đi phân cực dọc, sóng thu nhận phân cực ngang)

VV - vertical transmitting, vertical receiving (sóng truyền đi phân cực dọc, sóng thu nhận phân cực dọc)

WSM - Wide swath mode (Chế độ đường thu nhận rộng)



**DANH MỤC CÁC BẢNG**

|   |     |
|---|-----|
| Bảng 3.1. So sánh kết quả phân ngưỡng trên ảnh PALSAR.....                              | 70  |
| Bảng 3.2. Phân tích các chỉ số nhận dạng vết dầu trên biển từ tư liệu ảnh SAR.          | 80  |
| Bảng 3.3. Kết quả phân loại vết dầu và vết nhiễm sử dụng mạng nơ-ron MLP 8:8:2<br>..... | 87  |
| Bảng 3.4. Kết quả phân loại vết dầu và vết nhiễm sử dụng mạng nơ-ron MLP 4:4:2<br>..... | 89  |
| Bảng 4.1. Thông số của dữ liệu ảnh thử nghiệm .....                                     | 101 |

## DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ VÀ SƠ ĐỒ

|  |    |
|--|----|
| Hình 1.1. Vị trí các tàu cạnh vết dầu được phát hiện trên ảnh Envisat ASAR .....                                     | 9  |
| Hình 1.2. Mô hình hệ thống quan trắc ô nhiễm dầu trên biển bằng công nghệ viễn thám (đề tài KC.09.22/06-10) [3]..... | 13 |
| Hình 2.1. Đặc điểm thu nhận cạnh sườn của hệ thống radar tạo ảnh [21].....   | 16 |
| Hình 2.2. Đặc điểm về độ phân giải của hệ thống radar [21] .....   | 17 |
| Hình 2.3. Đặc điểm phân cực của sóng điện từ .....   | 18 |
| Hình 2.4. Cấu trúc của hệ thống radar cửa mở tổng hợp (SAR) [33].....  | 19 |
| Hình 2.5. Định luật phản xạ Snell-Descartes trong điều kiện lý tưởng (trái), trong điều kiện thực tế (phải).....     | 21 |
| Hình 2.6. Đặc điểm độ nhám bề mặt ảnh hưởng đến năng lượng tán xạ phản hồi trên ảnh SAR [33].....                    | 22 |
| Hình 2.7. Độ thấm thấu của sóng điện từ phụ thuộc vào độ mặn, tần số [26].....                                       | 25 |
| Hình 2.8. Tán xạ Bragg giữa sóng siêu cao tần ( $\lambda_r$ ) và sóng biển ( $\lambda_B$ ) .....                     | 26 |
| Hình 2.9. Mô tả chuyển động và thủy động lực học của sóng biển.....  | 27 |
| Hình 2.10. Đặc điểm hình ảnh vết dầu trên ảnh SAR.....   | 29 |
| Hình 2.11. Phân biệt hình ảnh vết dầu và vết nhiễu trên ảnh SAR.....   | 30 |
| Hình 2.12. Tốc độ gió ảnh hưởng đến phân tích vết dầu trên ảnh SAR [38] .....  | 32 |
| Hình 2.13. Hình dạng vết dầu đối với tốc độ gió khác nhau.....   | 33 |
| Hình 2.14. Hình dạng vết dầu bị biến đổi bởi hướng gió .....   | 33 |
| Hình 2.15. Giá trị tán xạ phản hồi trung bình tại phân cực HH và VV [36].....  | 36 |
| Hình 2.16. Ảnh hưởng của hiệu ứng xa – gần trên ảnh SAR [33].....  | 37 |
| Hình 2.17. Ảnh ALOS PALSAR đã đưa về giá trị $\sigma^0$ .....  | 38 |
| Hình 2.18. Các vết nhiễu trong phát hiện vết dầu trên tư liệu ảnh SAR [37].....                                      | 38 |
| Hình 2.19. Tác động của môi trường tới vết dầu trên biển [37] .....  | 40 |
| Hình 2.20. Đặc điểm hình ảnh vết dầu mới và vết dầu cũ trên ảnh SAR .....  | 41 |
| Hình 3.1. Sơ đồ thuật toán chuyển đổi khuôn dạng tư liệu ALOS PALSAR.....  | 47 |