

ỨNG DỤNG KỸ THUẬT VIỄN THÁM TRONG XÁC ĐỊNH SỰ CỐ TRÀN DẦU: TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU

APPLICATION OF REMOTE SENSING TECHNIQUES IN OIL SPILL EVENT: AN OVERVIEW

Phan Minh Thụy¹, Phạm Thị Phương Thảo², Hồ Đình Duẩn³, Phạm Thị Anh⁴

¹Viện Hải dương học, ²Viện Vật lý Tp. Hồ Chí Minh, ³Viện Địa lý Tài nguyên Tp. Hồ Chí Minh
(Viện Hàn lâm KHCNVN)

⁴Viện Nghiên cứu Môi Trường và Giao Thông, Trường Đại học Giao Thông Vận Tải Tp.HCM

Tóm tắt: Với mật độ giao thông dày đặc, Biển Đông là một trong những tuyến vận tải bận rộn nhất và quan trọng nhất thế giới và cũng là nơi nhạy cảm cao đối với sự cố tràn dầu do các hoạt động hàng hải gây ra. Sự cố tràn dầu trên biển có thể gây ra thiệt hại lớn cho nền kinh tế - xã hội và tổn thương môi trường biển. Vì vậy, việc xác định phạm vi của vết dầu loang từ các sự cố tràn dầu là cần thiết để từ đó cung cấp dữ liệu đầu vào cho mô hình mô phỏng lan truyền dầu trên biển, từ đó hỗ trợ đưa ra những biện pháp ngăn chặn, giảm thiểu những tác hại đối với nền kinh tế và môi trường, trong đó viễn thám là một trong những công cụ hỗ trợ hữu ích, nhanh chóng và hiệu quả. Bài báo đã tổng quan các phương pháp ảnh viễn thám với nhiều nguồn dữ liệu khác nhau để xác định sự cố tràn dầu trên Biển Đông nói riêng và trên thế giới nói chung.

Từ khóa: Môi trường biển, tràn dầu, viễn thám.

Chỉ số phân loại: 2.5

Abstract: Bien Dong is one of the busiest and densest marinetime routes in the world, and it is also highly sensitive to oil spills caused by shipping navigation. Oil spills on the sea could cause major damage to socio-economy and marine environment. It is therefore necessary to identify the scale of the oil spill to provide input data to marine oil spill simulation models, thereby supporting measures to prevent and minimize the damage to the economy and the environment, in which remote sensing is one of the most effective aid tools. The paper presents an overview of remote sensing methods with various data sources to identify oil spills in Bien Dong in particularly and on the world in generally.

Keywords: Marine environment, oil spill, remote sensing.

Classification number: 2.5

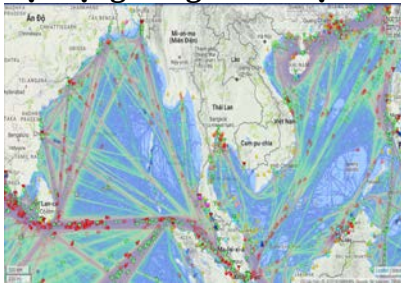
1. Giới thiệu

Tràn dầu có ảnh hưởng rất lớn và sâu rộng cũng như gây ra những tác hại nặng nề và lâu dài đến đời sống kinh tế, xã hội và tự nhiên. Chính vì vậy, khi bất cứ trường hợp nào xảy ra sự cố tràn dầu, các công cụ giám sát của công chúng cũng như truyền thông đều thể hiện những phản ứng dữ dội đối với những bên liên quan đến sự cố này. Với mong muốn được biết các thông tin về mức độ cũng như vị trí tràn dầu một cách chính xác, qua đó giúp cho việc ứng phó sự cố tràn dầu sẽ được thực hiện một cách hợp lý để giảm thiểu tác động của sự cố, việc hỗ trợ tích cực từ các công cụ phân tích viễn thám đã trở nên cần thiết.

Cùng sự phát triển của hệ thống hạ tầng cơ sở, các loại vệ tinh và công nghệ hỗ trợ, viễn thám được sử dụng để kiểm tra các sự cố tràn dầu trên biển trong trường hợp bất khả kháng hoặc do chủ quan của con người, ví dụ như xả thải dầu bất hợp pháp từ tàu. Viễn thám

cũng có thể cho phép xác định, phân vùng tác động của tràn dầu đối với tự nhiên và kinh tế xã hội. Bên cạnh đó, với sự hỗ trợ của các trạm quan sát mặt đất, công nghệ viễn thám ngày càng thể hiện vai trò của mình. Ứng dụng viễn thám trong giám sát tràn dầu phổ biến nhất là lập bản đồ vết dầu tràn từ ảnh chụp địa tĩnh, ảnh máy bay không người lái và ảnh vệ tinh radar. Các kỹ thuật ứng dụng dữ liệu vệ tinh để giám sát một cách trực quan sự cố tràn dầu, và những diễn biến của chúng đang được cải thiện về những hạn chế để xác định vị trí sự cố tràn dầu xảy ra. Bằng việc đánh giá tính cấp thiết và ảnh hưởng của sự cố tràn dầu, bài báo đã tổng quan các ứng dụng kỹ thuật viễn thám để xác định sự cố tràn dầu trên biển. Từ đó đề xuất quy trình giám sát sự cố tràn dầu bằng kỹ thuật viễn thám.

2. Biển Đông: Khu vực nhạy cảm của hoạt động hàng hải và sự cố môi trường



Hình 1.
Tình hình
hoạt động
của hàng hải
trên Biển
Đông và Ấn
Độ Dương
năm 2017.

(<https://www.marinetraffic.com>)

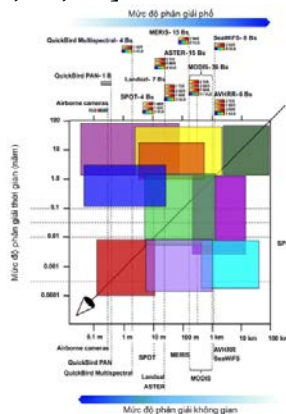
Biển Đông là một trong những khu vực nhạy cảm nhất thế giới về hoạt động giao thông vận tải biển. Tổng hợp các tuyến vận tải chính được thể hiện trong hình 1. Chính vì vậy, Biển Đông cũng là nơi nhạy cảm cao đối với sự cố tràn dầu do các hoạt động hàng hải gây ra. Với mật độ giao thông dày đặc, Biển Đông là một trong những tuyến vận tải bận rộn nhất và quan trọng nhất thế giới, với một nửa số tàu thương mại (trên 100.000 lượt mỗi năm) và 1/3 lượng hàng hóa đường biển toàn cầu đi qua, có lẽ không có gì đáng ngạc nhiên khi các nguy cơ hàng hải trên Biển Đông tiếp tục gây ảnh hưởng đến các tàu trong quá trình vận chuyển hàng hoá trong khu vực. Một số vụ tai nạn điển hình gần đây: Tàu Bright Ruby bị chìm (do bão lớn, tháng 11/2011), tàu Royal Prime (mắc vào rạn và bị chìm, tháng 12/2012), tàu Harita Bauxite (chìm sau do động cơ hỏng, tháng 2/2013), tàu Jung Soon (chìm do thân tàu bị thủng, tháng 9/2013). Chỉ riêng các tháng đầu năm 2017, nhiều tai nạn giao thông vận tải đường thủy xảy ra trên vùng biển đặc quyền kinh tế của Việt Nam: Tàu Nhật Anh 18-BIDV chở khoảng 1873 tấn than cám từ Cẩm Phả đi Đồng Nai đã gặp tai nạn ở vùng biển Thanh Hoá (ngày 18/2/2017) và bị chìm; tàu Cam Ranh 68 bị trôi neo và mắc cạn tại vị trí gần phao hai luồng hàng hải Định An – Cần Thơ (ngày 13/2/2017); tàu Minh Đức Phát 68 từ cảng An Giang về cảng Hải Phòng chở hàng hóa gồm 3038 tấn gạo, cám đóng bao đã gặp tai nạn và bị chìm tại vùng biển tỉnh Thái Bình (ngày 09/3/2017); tàu Lộc Phát Fortune chở 43.990 tấn clinker rời đã đâm va với tàu container Sky Challenge đang chở 830TEU (15.958 tấn) hàng hoá tại khu vực phao số 8a luồng Sài Gòn – Vũng Tàu (ngày 11/3/2017) không có thiệt hại về người và

hàng hoá; tàu Hải Thành 26 - BLC trọng tải hơn 3.000 tấn chở clinker từ Hải Phòng đi Cần Thơ đã va chạm với tàu Petrolimex 14 ở vùng biển cách Vũng Tàu 44 hải lý về phía Đông (ngày 27/3/2017) và bị chìm; tàu Minh Dương 8888 hành trình từ Sài Gòn ra Hải Phòng chở 2.786 tấn tôn cuộn và bị hỏng máy không khắc phục được khi cách đảo Bình Ba, Khánh Hòa khoảng 8 hải lý về hướng Đông Bắc (ngày 1/4/2017); tàu Bình Dương 658 chở 970 tấn xi măng đóng bao từ Hải Phòng đi Nha Trang đã va chạm với tàu Hải Linh 02 chở 9850 tấn dầu DO từ Vũng Tàu về Hải phòng và tàu Bình Dương 658 bị chìm (ngày 19/5/2017); tàu chở than VTB 26 với 4.700 tấn than đã bị chìm do sóng lớn từ cơn bão số 2 (ngày 17/7/2017); tàu Hợp Tiến 36 chở khoảng 2000 tấn vật liệu xây dựng bị thủng vách ngăn và bị chìm khi các bờ biển Nha Trang khoảng 146 hải lý (ngày 2/8/2017); tàu vận tải Đức Cường trọng tải 4.811 tấn và đang chở 4.597.44 tấn clinker đã gặp sự cố, nước tràn vào buồng máy, tàu thả trôi tự do và chìm dần khi đi qua vùng nước vị trí cách phao số 0 của cảng Nghi Sơn khoảng 0,32 hải lý về phía Đông Nam (ngày 6/8/2017); tàu Việt Hải 06 chở hơn 3.000 tấn thép ngang qua biển Ninh Thuận bất ngờ thủng vỏ và bị chìm trong quá trình lai dắt vào cách bờ biển Ninh Chữ 500 m và 21.000 lít dầu có nguy cơ tràn ra biển (ngày 23/8/2017). Như vậy tần suất xảy ra tai nạn hàng hải trên Biển Đông ngày càng diễn ra nhiều hơn, và do đó, nguy cơ tràn dầu từ những tai nạn này cũng ngày càng tăng. Vì vậy, quan trắc và giám sát các sự cố tràn dầu trên biển góp phần quan trọng trong việc bảo vệ tài nguyên và môi trường biển trong quá trình phát triển kinh tế và hội nhập quốc tế.

3. Hệ thống quan trắc đại dương, kỹ thuật viễn thám và sự cố tràn dầu

Kể từ sự ra đời của công nghệ không gian vào cuối những năm 1950, sự phát triển của hệ thống vệ tinh không gian và công nghệ cảm biến, khả năng lưu trữ và truyền dữ liệu, kết hợp với nhu cầu ngày càng tăng về các sản phẩm dữ liệu vệ tinh đã giúp cho việc mở rộng nhanh chóng ứng dụng của các ảnh viễn thám vào mục đích dân dụng, ví dụ như khí tượng học, hàng không, định vị, và truyền thông. Ngoài ra, các kết quả nghiên cứu ứng dụng từ

ảnh viễn thám đã chứng minh là những công cụ hữu ích trong các lĩnh vực ứng dụng khác nhau như nông nghiệp, sử dụng đất và thủy văn. Các dữ liệu viễn thám cũng đã trở thành công cụ quan trọng để theo dõi biến động môi trường (ví dụ như quá trình sinh địa hoá và hải dương học) và là công cụ đầy hứa hẹn để giám sát và cảnh báo môi trường (hình 2) [30, 38, 43, 46, 50].

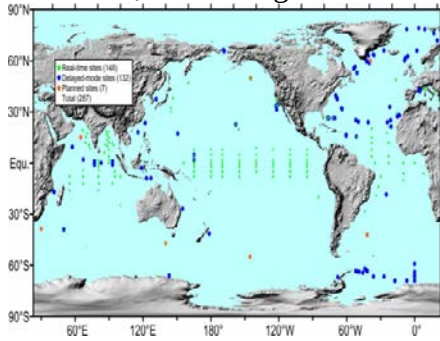


Hình 2.
Tương quan thời gian và độ phân giải của ảnh viễn thám với các lĩnh vực nghiên cứu.

Trong lĩnh vực hải dương, kỹ thuật viễn thám lại càng góp phần không nhỏ cho nhiều nghiên cứu trên những vùng biển xa, không gian rộng lớn mà các chuyến khảo sát khó mà đạt được. Những kết quả giải đoán từ ảnh viễn thám như nhiệt độ bề mặt biển, chl-a tầng mặt, độ mặn bề mặt biển, gió, dòng chảy,... từ quy mô nhỏ (địa phương) đến quy mô toàn cầu (hình 1), một mặt cho ta biết hiện trạng phân bố các tính chất của bề mặt nước biển, mặt khác còn có thể được sử dụng như dữ liệu đầu vào cho các mô hình sinh thái hải dương học, mô hình cảnh báo các sự cố môi trường, mô hình dự báo tiềm năng ngư trường biển. Hệ thống quan trắc đại dương có thể cung cấp những thông tin liên quan đến hải dương học trên bề mặt cũng như trong toàn cột nước gần thời gian thực. Hệ thống này được thực hiện từ giữa thế kỷ XIX cho đến nay, bằng những kỹ thuật cổ điển đến những kỹ thuật quan trắc hiện đại, tự động. Những dữ liệu về khí tượng, thủy văn, hải dương, sinh học và môi trường được thực hiện từ các dự án hay chương trình nghiên cứu cấp quốc gia hoặc hợp tác quốc tế. Bộ dữ liệu được thu thập đầu tiên là các số liệu về khí tượng được thực hiện bởi tàu Hải quân Mỹ và được giới thiệu từ năm 1853 [55]. Tuy nhiên, hầu như các dữ liệu về khí tượng, thủy văn, sinh học và môi trường được thu thập một cách rời rạc, không được lưu trữ một cách hệ

thống cho đến những năm 1980. Chính sự tác động mạnh mẽ của hiện tượng El Nino 1982/1983 lên hệ thống thủy văn, động lực, môi trường và hải dương học, gây thiệt hại nặng nề cho kinh tế toàn cầu [4, 41], đã đặt ra yêu cầu cho việc giám sát và quan trắc hải dương học toàn cầu. Bắt đầu từ hệ thống TAO (Tropical Atmosphere Ocean) với hệ thống trạm đo cố định ở vùng quanh đai xích đạo của Thái Bình Dương (1985–1994) [32]. Hệ thống này sau đó đổi thành TAO/TRITON khi bổ sung thêm TRITON (Triangle Trans-Ocean Buoy Network) ở vùng Tây Thái Bình Dương vào năm 2000 [20]. Trong những năm gần đây, vùng Đại Tây Dương và Ấn Độ Dương cũng được thiết lập các trạm quan trắc tự động PIRATA (Prediction and Research Moored Array in the Tropical Atlantic) [6] và RAMA (Research Moored Array for African-Asian–Australian Monsoon Analysis and Prediction) [33]. Năm 1988, với sự triển khai Chương trình Phao trôi Toàn cầu (Global Drifter Program) [40], hệ thống trạm quan trắc hải dương học tăng lên đáng kể về số lượng cũng như dữ liệu có thể phục vụ cho nghiên cứu thủy động lực ở biển và đại dương [27, 28]. Tương tự các yếu tố khí tượng, thủy văn, hải dương và môi trường, quan sát mực nước biển cũng đã được thực hiện từ nhiều thế kỷ, nhưng đến năm 1985, Hệ thống Quan trắc Biển toàn cầu (Global Sea-Level Observing System -GLOSS) được thành lập bởi Ủy ban Hải dương Liên Chính phủ (IOC) với sự hợp tác và cung cấp dữ liệu từ 70 quốc gia thành viên [36]. GLOSS là tiền thân của PSMSL (Permanent Service for Mean Sea-Level). Hệ thống quan trắc Profiling floats có thể trôi dạt, lặn sâu và trôi lên mặt biển ở các khoảng cách cố định đã được thử nghiệm bởi World Ocean Circulation Experiment, nhưng đến năm 1998, đề xuất về việc hình thành mạng lưới phao trôi toàn cầu Argo [3] được xây dựng. Đề xuất này đã được UNESCO và cộng đồng khoa học chấp thuận tại Hội nghị thường niên của OceanObs'99 tại Pháp. Kết quả hợp tác của hơn 30 quốc gia, bắt đầu từ năm 2000 với tốc độ thiết lập khoảng 800 phao trôi mỗi năm, hiện nay tồn tại khoảng 3800 trên toàn đại dương [2], dữ liệu này có thể cung cấp các thông tin hải dương đến độ sâu 2000m.

Thêm vào đó, Chương trình Quan trắc Đại dương Toàn cầu (Global Ocean Observing System) cũng nhận được sự hợp tác của các tàu viễn dương trên toàn thế giới. Tất cả các số liệu về khí tượng, thủy văn, hải dương và môi trường được chia sẻ trong các cơ sở dữ liệu trên thế giới.



Hình 3.
Hệ thống
trạm
quan
trắc
TAO/TRI
TON,
PIRATA
và
RAMA
[19].

Hệ thống quan trắc biển và đại dương bằng phương pháp viễn thám được thực hiện triển khai từ những năm 1950 và đã có nhiều ưu thế. Dữ liệu viễn thám có thể giải quyết vấn đề về phân bố không gian và gia tăng tần suất quan trắc, giám sát hải dương học, cũng như giám sát các đối tượng nghiên cứu ở những khu vực mà các biện pháp quan trắc truyền thống không thể thực hiện được [24]. Sự cố tràn dầu tràn trên biển xảy ra tương đối thường xuyên, đặc biệt là trên những tuyến vận tải chính (như ở vùng biển Đông Nam Á [26, 47][13], ở Biển Đen và Đông Hải [19, 49] và từ các khu vực khai thác dầu khí ngoài khơi [1, 16]. Hàng năm, tổng lượng dầu thải ra trên bề mặt biển có nguồn gốc từ 48% nhiên liệu, 29% là dầu thô và 5% đến từ các tai nạn của tàu vận chuyển dầu. Pavlakis và cs. [44] bằng phương pháp khi phân tích 190 bức ảnh SAR ERS-1, đã chỉ ra rằng sự cố tràn dầu xảy ra ở Địa Trung Hải có tần suất cao hơn đáng kể so với các báo cáo về các vụ tai nạn tàu cho các nhà chức trách. Theo Cơ quan Vũ trụ châu Âu (European Space Agency) (năm 1998), 45% lượng dầu thải trên biển có nguồn gốc từ hoạt động vận tải biển. Mặc dù chưa có những nghiên cứu về mối quan hệ giữa tổng lượng dầu tràn khi có sự cố và những thiệt hại về sinh thái cũng như kinh tế do sự cố này gây ra, thế nhưng chúng đã gây thiệt hại to lớn đối với tự nhiên, sinh thái, kinh tế và sức khỏe của con người [39]. Do đó, việc giám sát sự cố tràn dầu cũng như dự báo những diễn biến của sự cố sẽ góp phần giảm thiểu các thiệt hại này.

Công nghệ viễn thám ngày càng đóng vai trò quan trọng trong việc xác định các sự cố tràn dầu [14, 15]. Khả năng giám sát sự cố dựa trên dữ liệu viễn thám đã được chứng minh bằng các công trình công bố nhiều vùng biển khác nhau trên các loại ảnh vệ tinh khác nhau. Ví dụ, ảnh vệ tinh ERS-1 được sử dụng để xác định sự cố tràn dầu trên vùng biển Na Uy [5, 54] hoặc ảnh ERS ở bờ biển Tây Ban Nha [31]. Cho đến hiện nay, các hình ảnh vệ tinh SAR là lựa chọn tốt nhất để theo dõi sự cố tràn dầu. Bên cạnh đó, các ảnh vệ tinh quang học hoặc laser cũng góp phần đáng kể trong việc xác định các sự cố này.

Xử lý ảnh SAR để xác định sự cố tràn dầu trên biển và đại dương đã được nghiên cứu rộng rãi. Có ba loại thuật toán để xác định sự cố tràn dầu. Loại đầu tiên dựa trên cơ chế vật lý của việc phân loại phản xạ của đối tượng [7, 8]; loại thứ hai dựa trên các đặc trưng thống kê của các điểm ảnh tại vị trí xảy ra sự cố tràn dầu [9, 34, 51, 57, 59] và thứ ba là phương pháp dựa trên kỹ năng xử lý ảnh SAR của chuyên gia [10, 21, 25]. Trong hầu hết các trường hợp xác định sự cố tràn dầu, những phương pháp phân tích ảnh SAR có thể được chia thành các phương pháp không giám sát (unsupervised classification) và các phương pháp giám sát (supervised classification). Một số tác giả đã sử dụng ma trận hiệp phương sai Wishart để mô tả sự cố tràn dầu từ dữ liệu SAR [8, 56]. Yu và cs. [58] đã sử dụng phương pháp phát triển vùng biên trong một thời hạn nào đó để thực hiện phân đoạn và phân nhóm ảnh SAR, trong khi đó, Horta và cs. [18] đã tích hợp phương pháp này với phân lớp không giám sát cho dữ liệu SAR để chuyển các lớp chưa phân chia hoàn thành thành các lớp phân chia hoàn toàn, từ đó đạt được kết quả xác định tốt hơn. Zhen và Chang [60] đã hàm biến đổi Wavelet trong thuật toán phân loại không giám sát với mô hình cây ẩn Markov để xác định vị trí tràn dầu. Tuy nhiên, kết quả của các phương pháp phân loại không giám sát đã không thể đảm bảo mức độ tối ưu hóa trên quy mô toàn cầu, nó cho kết quả khá tốt khi khởi đầu nhưng tính khả thi của các kết quả không mạnh và cần một số giả định sơ bộ [37]. Trong khi đó, phương pháp phân loại có giám sát không đòi hỏi bất kỳ giả định nào và

đạt được độ chính xác phân loại cao hơn. Ersahin và cs. [12] đã dựa vào lý thuyết phổ để phân loại có giám sát dữ liệu SAR; trong khi Kiranyaz và cs. [22] nương theo kết quả phân loại có giám sát tích hợp với mô hình mạng nơ-ron và cho kết quả có độ chính xác cao hơn. Hơn nữa, việc tích hợp giữa phân tích ảnh SAR với mô hình hải dương học cho phép xác định được nguồn gốc gây ra sự cố tràn dầu [29]. Bên cạnh những thành công trong việc dùng SAR để giám sát sự cố tràn dầu, ảnh viễn thám thụ động quang học cũng có thể được sử dụng trong trường hợp này. Haule và cs. [17] chỉ ra rằng tỷ lệ band xanh hoặc band đỏ có thể xác định được nơi phân bố của dầu Petrobaltic. Như vậy, những nghiên cứu trong thời gian qua đã cải thiện và nâng cao hiệu quả xác định sự cố tràn dầu. Tuy nhiên, vấn đề quan trọng không chỉ là xác định sự cố tràn dầu mà là làm thế nào để giảm thiểu thiệt hại do các sự cố tràn dầu gây ra cũng như cảnh báo xảy ra sự cố tràn dầu. Ngày nay, hàng loạt công cụ giám sát từ xa đã được triển khai trên toàn thế giới (các vệ tinh, trạm quan trắc cố định và di động, máy bay không người lái...). Việc phát triển hệ thống vệ tinh SAR đang mở rộng rất nhanh là tín hiệu đáng mừng cho việc giám sát sự cố tràn dầu. Các hệ thống vệ tinh giám sát trên biển chắc chắn khác với những hệ thống được sử dụng để phát hiện dầu trên bờ biển. Do đó, một hệ thống không thể đáp ứng được mọi chức năng giám sát ở tất cả mọi khu vực. Đối với một chức năng nhất định, nhiều loại hệ thống giám sát sẽ thực sự cần thiết hơn và quan trọng hơn là phải xem xét đến mục tiêu cuối cùng của việc sử dụng dữ liệu, từ đó quyết định đến độ phân giải và đặc tính của dữ liệu viễn thám. Đây là nhu cầu đặt ra không chỉ riêng bất kỳ quốc gia nào. Mục tiêu cuối cùng của việc giám sát sự cố tràn dầu có thể là vị trí của sự cố tràn dầu, thực thi hoặc hỗ trợ việc giải quyết hậu quả của sự cố. Một hệ thống cảnh báo sự cố tràn dầu hoàn chỉnh có thể đáp ứng các nội dung sau:

- Xác định vị trí xảy ra sự cố tràn dầu;
- Giám sát và phát hiện vết dầu loang;
- Cung cấp bằng chứng cụ thể để truy vấn nguồn gốc của sự cố tràn dầu;
- Hỗ trợ thực thi pháp luật khi xảy ra sự cố tràn dầu, tàu xả dầu;

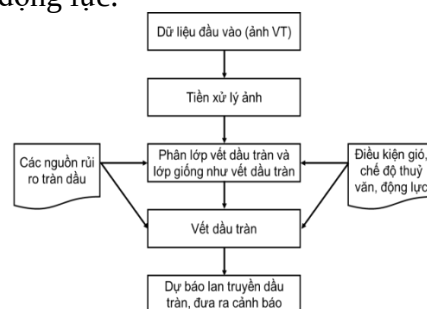
- Hiện thị hướng dẫn các biện pháp đối phó sự cố tràn dầu.

- Truy xuất, xác định phương hướng di chuyển của dầu tràn.

Ở Việt Nam, việc ứng dụng viễn thám trong xác định sự cố tràn dầu trên biển đã được đề cập trong một số trường hợp cụ thể. Việc phát hiện sớm, ứng phó các sự cố tràn dầu và ô nhiễm môi trường biển đã có những bước tiến nhảy vọt nhờ các công nghệ tiên tiến, trong đó có công nghệ viễn thám và GIS [11, 35, 42, 45, 52, 53]. Các nguồn ảnh vệ tinh, cả quang học và radar, cùng với các mô hình động lực và phần mềm tiên tiến trong xử lý ảnh, đều là những công cụ đắc lực trong lĩnh vực này. Sự đa dạng của các nguồn ảnh vệ tinh, từ khoảng che phủ rất rộng với độ phân giải không gian thấp, đến độ phân giải không gian siêu cao, độ phân giải phổ siêu cao và tần suất ảnh lớn, đã giúp cho công việc phát hiện, ứng phó với sự cố tràn dầu trên biển thuận lợi hơn bao giờ hết.

4. Quy trình xác định sự cố tràn dầu trên biển bằng kỹ thuật viễn thám

Dựa trên các kết quả nghiên cứu về việc ứng dụng công nghệ viễn thám trong giám sát sự cố tràn dầu, nhóm nghiên cứu đề xuất quy trình cảnh báo tràn dầu theo sơ đồ hình 4 với nguồn dữ liệu đầu vào là ảnh vệ tinh radar hoặc ảnh quang học và có sự hỗ trợ của các dữ liệu khí tượng, thủy văn và động lực, mô hình động lực.



Hình 4.
Sơ đồ khối xây dựng quy trình cảnh báo tràn dầu.

Nền tảng của quy trình này là quá trình xử lý, phân lớp vết dầu tràn và các dấu vết tương tự. Tùy thuộc vào từng loại ảnh viễn thám khác nhau, mà kỹ thuật phân tích để giám sát sự cố tràn dầu trên biển cũng khác nhau. Hiện nay các dữ liệu viễn thám được sử dụng để xác định dầu tràn trên biển như sau:

Phương pháp thụ động để phát hiện và lập bản đồ: Đây là phương pháp phổ biến nhất để phát hiện và lập bản đồ tràn dầu, bao

gồm các kỹ thuật sử dụng ánh sáng phổ khả kiến và hồng ngoại, các bước sóng khác như tia cực tím và cận hồng ngoại thường ít được sử dụng.

Phương pháp phân tích quang học:

Dầu chỉ hiển thị các thuộc tính quang học nhỏ trong vùng từ tia cực tím đến gần hồng ngoại với các mức độ phản xạ và độ hấp thụ khác nhau. Sự khác biệt về đặc tính quang học của các loại dầu phụ thuộc vào mức độ bốc hơi, điều kiện thời tiết và ánh sáng Mặt trời. Sự khác biệt đặc tính quang học giữa dầu và nước không thể hiện rõ ở vùng ánh sáng khả kiến, do đó không thể xác định phân loại dầu bằng cách chỉ sử dụng dữ liệu quang học ở vùng ánh sáng khả kiến, đặc biệt là trong trường hợp chưa biết vị trí của sự cố tràn dầu.

Kỹ thuật phân tích phổ ánh sáng khả kiến:

Phổ ánh sáng khả kiến có bước sóng từ 400 đến 700 nm. Trong vùng này, phản xạ ánh sáng của dầu lớn hơn nước, nhưng không cho thấy xu hướng hấp thụ hoặc phản xạ cụ thể. Các lớp dầu bóng hoặc lớp bóng mượt xuất hiện màu bạc với mắt người và phản ánh ánh sáng trên một dãy phổ rộng - xa như màu xanh dương. Các lớp dầu dày dường như có cùng màu với dầu rời, điển hình là màu nâu hoặc đen. Dầu nổi có hiệu ứng phân cực đối với ánh sáng, do đó để phân biệt nước với dầu, các ống kính phân cực có thể cải thiện độ tương phản. Đặc biệt là ánh sáng phản xạ từ mặt nước phản xạ ở một góc 53 độ (góc Brewster), cho nên bằng kỹ thuật chụp ảnh quang học với góc chụp 53 độ sẽ làm tăng độ tương phản lên tới 100%. Điều này chứng tỏ rằng dữ liệu ảnh viễn thám vùng ánh sáng khả kiến có thể được sử dụng để xác định dầu tràn nhưng cần thêm những công cụ hỗ trợ khác.

Kỹ thuật sử dụng ánh sáng hồng ngoại

(Infrared – IR): Dầu có độ dày lớn hơn 10 μm có thể hấp thụ ánh sáng khả kiến và phản xạ một phần ánh sáng ở phổ hồng ngoại, chủ yếu ở các bước sóng 8-14 μm . Dưới ánh sáng năng lượng Mặt trời, dầu sẽ phát bức xạ hồng ngoại. Dầu dày đặc có vẻ "nóng" so với nước ở khu vực xung quanh trong các bức ảnh hồng ngoại, lớp dầu dày trung bình có lẽ "mát" và lớp dầu mỏng sẽ không phân biệt với nước. Độ dày của vùng chuyển tiếp không được biết đến, nhưng sự khác biệt giữa các lớp "lạnh" và

"nóng" là khoảng 50 và 150 μm , độ dày trong khoảng 10-70 μm là ít được phát hiện hơn. Tuy nhiên, khi sử dụng cảm biến hồng ngoại cho tràn dầu tại các bước sóng 8-14 μm , kết quả cho thấy không có sự khác biệt về quang phổ với độ dày hoặc các điều kiện khác [48], nhưng kết quả kiểm tra bằng camera hồng ngoại vào ban đêm cho thấy thỉnh thoảng phát hiện dầu (dầu thường lạnh hơn vùng xung quanh) nhưng vào ban ngày thì dường như không có sự khác nhau. Do chi phí thấp cho cảm biến IR nên dữ liệu viễn thám vùng ánh sáng này được sử dụng, tuy nhiên kết quả không cho phép đánh giá được độ dày mỏng của lớp dầu tràn.

Kỹ thuật sử dụng ánh sáng cận hồng ngoại (NIR):

Các tia NIR có bước sóng 0,75-1,4 μm được sử dụng để xác định các vết dầu tràn trong một thời gian ngắn. Dữ liệu NIR được sử dụng để xác lập bản đồ tràn dầu. Dữ liệu AVIRIS được dùng để xác định vết dầu tràn còn sót lại ở vịnh Barataria, Louisiana, sau vụ tràn dầu Deepwater Horizon với độ chính xác lên đến 87,5-93,3%. Vùng dầu loang có thể mở rộng vào vùng ngập lầy đến 10,5 m và làm thay đổi vùng bờ biển. Một cách tổng quát là cần tiếp tục nghiên cứu về việc sử dụng IR gần để mở rộng ứng dụng của nó cho sự cố tràn dầu.

Sử dụng dữ liệu ánh sáng cực tím (UV): Dầu hiển thị rõ ràng dưới ánh sáng Mặt trời ở vùng tia UV. Do đó, các cảm biến tia cực tím đã được sử dụng để lập bản đồ các lớp phủ dầu bởi vì bóng có độ phản xạ UV cao ở độ dày thấp (<0,1 m). Các bức ảnh UV và hồng ngoại chồng lên nhau đôi khi được sử dụng để tạo ra một bản đồ độ dày tương đối của dầu. Tuy nhiên, kết quả định lượng độ dày này thường cao gấp ba lần so với phương pháp sử dụng IR do lượng tia UV ít hơn nhiều. Các dữ liệu tia UV phụ thuộc vào nhiều sự thay đổi của dầu, bao gồm: Sóng, ánh sáng Mặt trời và vật liệu sinh học, do đó UV ít được sử dụng để xác định sự cố tràn dầu trong viễn thám.

Cảm biến vi sóng thụ động: Các cảm biến vi sóng thụ động đo nguồn bức xạ vi sóng từ biển có thể phát hiện sự khác biệt về độ phát xạ vi sóng giữa nước và dầu. Các tín hiệu vi sóng phát hiện cũng thay đổi với độ dày dầu, vì vậy đo độ phóng xạ có thể được sử dụng để

đo độ dày dầu Slick. Tuy nhiên, do có sự nhiễu loạn và độ phân giải không gian thấp, cho nên khác biệt tín hiệu thường thấp.

Kỹ thuật sử dụng dữ liệu huỳnh quang laser (Laser fluorosensors): Dưới ánh sáng huỳnh quang laser, các hợp chất dầu thơm sẽ tương tác với ánh sáng UV, hấp thụ năng lượng ánh sáng và giải phóng năng lượng dư thừa dưới dạng ánh sáng khả kiến. Các bước sóng hấp thụ và phát xạ là duy nhất đối với dầu. Các loại dầu có cường độ phát huỳnh quang và quang phổ riêng biệt sẽ giúp cho việc phân biệt các lớp dầu khác nhau. Dữ liệu huỳnh quang laser là nguồn dữ liệu tốt nhất để phân biệt giữa các loại dầu nhẹ, trung bình và nặng. Cảm biến huỳnh quang laser là rất hữu ích và là phương pháp duy nhất phân biệt giữa rong biển bị ảnh hưởng của dầu và không rong, cũng như phát hiện dầu trên bờ biển. Cảm biến huỳnh quang laser còn cung cấp một số thông tin phân tích hóa học cho người sử dụng.

Kỹ thuật sử dụng ảnh Radar: Tín hiệu sóng vô tuyến (radar) thường mang lại hình ảnh rõ nét ở khu vực nhiễu loạn tín hiệu ánh sáng. Dầu loang trên được biểu hiện ở vùng dữ liệu ít bị nhiễu loạn hoặc vùng tối trên hình ảnh radar. Nhiễu chất cũng làm giảm hiện tượng nhiễu loạn, chẳng hạn như các vạch nước ngọt, khu vực bình tĩnh, bóng râm phía sau cấu trúc hoặc đặc điểm địa hình, tảo biển, dầu sinh học và luân trùng sống trên biển. Ngay cả với nhiều kết quả định dạng tương tự, cảm biến radar là rất cần thiết trong việc xác định tràn dầu bởi đặc điểm hoạt động ban đêm và không bị ảnh hưởng bởi thời tiết, mây hoặc sương mù. Hiện nay, ảnh Radar được xem như là dữ liệu tiêu chuẩn để lập bản đồ dầu loang trên biển. Nhiều tùy chọn vệ tinh radar với vùng phủ sóng rộng rãi hiện có giá trị cho người sử dụng.

5. Kết luận

Tóm lại, dầu tràn trên biển có thể gây ra nhiều tác động không tốt đến kinh tế, xã hội và môi trường. Trong khi đó, Biển Đông là khu vực sôi động về hoạt động hàng hải và cũng là vùng nhạy cảm về tràn dầu. Trong những năm gần đây, các sự cố tràn dầu trên biển xảy ra ngày càng gia tăng. Do đó, việc xác định và lập bản đồ dầu loang trên biển

đóng vai trò quan trọng trong việc giám sát và cảnh báo sự cố tràn dầu. Bài báo đã phân tích những đặc tính dữ liệu trong đánh giá tràn dầu và lựa chọn các nguồn dữ liệu viễn thám cho nghiên cứu tràn dầu trên biển □

Tài liệu tham khảo

- [1] Abbriano, R.M., et al., *Deepwater Horizon Oil Spill: A Review of the Planktonic Response*. Oceanography 2011. **24**: p. 294–301.
- [2] ARGO, 2017. *Current Status of Argo*. Argo Project. [Online <http://www.argo.ucsd.edu/>].
- [3] Argo Science Team, *On the design and implementation of Argo – An initial plan for a global array of profiling floats*. Melbourne, Australia: GODAE International Project office, c/o Bureau of Meteorology. International CLIVAR project Office ICPO Report No. 21. GODAE Report No 5, 1998.
- [4] Barnard, P.L., et al., *Extreme oceanographic forcing and coastal response due to the 2015–2016 El Niño*. Nature Communications 2017. **8**: p. 14365.
- [5] Bern, T.-I., et al., *Oil spill detection using satellite based SAR: Experience from a field experiment*. Proc. 1st ERS-1 Symposium, Cannes, France (1992, 4–6 November), 1992. p. 829-834.
- [6] Boulès, B., et al., *The Pirata Program: History, Accomplishments, and Future Directions*. Bulletin of the American Meteorological Society 2008. **89**(8): p. 1111-1125.
- [7] Bruzzone, L., et al., *An advanced system for the automatic classification of multitemporal SAR images*. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 2004. **42**(6): p. 1321-1334.
- [8] Cao, F., et al., *An Unsupervised Segmentation With an Adaptive Number of Clusters Using the SPAN/H/945/A Space and the Complex Wishart Clustering for Fully Polarimetric SAR Data Analysis*. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 2007. **45**(11): p. 3454-3467.
- [9] Cloude, S.R., Pottier, E., *An entropy based classification scheme for land applications of polarimetric SAR*. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 1997. **35**(1): p. 68-78.
- [10] Douglis, A.P., et al., *Automated Non-Gaussian Clustering of Polarimetric Synthetic Aperture Radar Images*. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 2011. **49**(10): p. 3665-3676.
- [11] Duong, N.D., et al., *OilDetect 1.0 - A System for Analysis of Oil Spill in Sar Image*. Asian Journal of Geoinformatics 2012. **12**(2): p. 12-18.
- [12] Ersahin, K., et al., *Segmentation and Classification of Polarimetric SAR Data Using Spectral Graph Partitioning*. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 2010. **48**(1): p. 164-174.
- [13] Fan, K., et al., *Satellite SAR analysis and interpretation of oil spill in the offshore water of Hong Kong*. Annals of GIS 2010. **16**(4): p. 269-275.
- [14] Fingas, M., Brown, C., *Oil Spill Remote Sensing*. In Orcutt, J. (ed.), *Earth System Monitoring: Selected Entries from the Encyclopedia of Sustainability Science and Technology*, Springer New York, New York, NY. 2013. p. 337-388.
- [15] Fingas, M., Brown, C., *Review of oil spill remote sensing*. Marine Pollution Bulletin 2014. **83**(1): p. 9-23.
- [16] Gong, Y., et al., *A review of oil, dispersed oil and sediment interactions in the aquatic environment: Influence on the fate, transport and remediation of oil spills*. Marine Pollution Bulletin 2014. **79**(1): p. 16-33.
- [17] Haule, K., et al., *Possibilities of optical remote sensing of dispersed oil in coastal waters*. Estuarine, Coastal and Shelf Science 2017. **195**: p. 76-87.
- [18] Horta, M.M., et al., *A comparison of clustering fully polarimetric SAR images using SEM algorithm and GP mixture model with different initializations*. The 19th International Conference on Pattern Recognition, 2008. p. 1-4.

- [19] Ivanov, A.Y., et al., *An Experience of using RADARSAT, ERS-1/2 and Envisat SAR Images for Oil Spills Mapping in the Waters of the Caspian Sea, Yellow Sea and East China Sea*. Proceedings of the 2004 Envisat & ERS Symposium (ESA SP-572). 6-10 September 2004, Salzburg, Austria, 2005. p.
- [20] JAMSTEC, 2017. *TRiangle Trans-Ocean buoy Network (TRITON)*. Japan Agency for Marine - Earth Science and Technology. [Online http://www.jamstec.go.jp/jamstec/TRITON/real_time/].
- [21] Kersten, P.R., et al., *Unsupervised classification of polarimetric synthetic aperture Radar images using fuzzy clustering and EM clustering*. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 2005. **43**(3): p. 519-527.
- [22] Kiranyaz, S., et al., *Collective Network of Binary Classifier Framework for Polarimetric SAR Image Classification: An Evolutionary Approach*. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics) 2012. **42**(4): p. 1169-1186.
- [23] Legler, D.M., et al., *The current status of the real-time in situ Global Ocean Observing System for operational oceanography*. Journal of Operational Oceanography 2015. **8**(sup2): p. s189-s200.
- [24] Lillisand, T., et al., *Remote Sensing and Image Interpretation* (seventh ed.), Wiley, 2015.
- [25] Lonnqvist, A., et al., *Polarimetric SAR Data in Land Cover Mapping in Boreal Zone*. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 2010. **48**(10): p. 3652-3662.
- [26] Lu, J., *Marine oil spill detection, statistics and mapping with ERS SAR imagery in south-east Asia*. International Journal of Remote Sensing 2003. **24**(15): p. 3013-3032.
- [27] Lumpkin, R., Elipot, S., *Surface drifter pair spreading in the North Atlantic*. Journal of Geophysical Research: Oceans 2010. **115**(C12): p. n/a-n/a.
- [28] Lumpkin, R., Johnson, G.C., *Global ocean surface velocities from drifters: Mean, variance, El Niño–Southern Oscillation response, and seasonal cycle*. Journal of Geophysical Research: Oceans 2013. **118**(6): p. 2992-3006.
- [29] Lupidi, A., et al., *Fast Detection of Oil Spills and Ships Using SAR Images*. Remote Sensing 2017. **9**(3): p. 230.
- [30] Malthus, T.J., Mumby, P.J., *Remote sensing of the coastal zone: an overview and priorities for future research*. International Journal of Remote Sensing 2003. **24**(13): p. 2805 - 2815.
- [31] Martínez, A., Moreno, V., *An oil spill monitoring system based on SAR images*. Spill Science & Technology Bulletin 1996. **3**(1): p. 65-71.
- [32] McPhaden, M.J., Busalacchi, A.J., *A TOGA Retrospective*. Oceanography 2010. **23**(3): p. 86–103.
- [33] McPhaden, M.J., et al., *RAMA: The Research Moored Array for African–Asian–Australian Monsoon Analysis and Prediction**. Bulletin of the American Meteorological Society 2009. **90**(4): p. 459-480.
- [34] Migliaccio, M., et al., *The PALSAR Polarimetric Mode for Sea Oil Slick Observation*. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 2009. **47**(12): p. 4032-4041.
- [35] Minh, H.L., Dinh, D.N., *Oil spills detection and classification by ALOS PALSAR at Viet Nam East Sea*. 7th FIG Regional Conference Spatial Data Serving People: Land Governance and the Environment – Building the Capacity, Hanoi, Vietnam, 19-22 October 2009 2009. p. 1-12.
- [36] Monserrat, S., et al., *Meteotsunamis: atmospherically induced destructive ocean waves in the tsunami frequency band*. Nat. Hazards Earth Syst. Sci. 2006. **6**(6): p. 1035-1051.
- [37] Mostafa, A.A., et al., *Segmentation by Classification for Through-the-Wall Radar Imaging Using Polarization Signatures*. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 2012. **50**(9): p. 3425-3439.
- [38] Mumby, P.J., et al., *Remote sensing of coral reefs and their physical environment*. Marine Pollution Bulletin 2004. **48**(3): p. 219-228.
- [39] National Research Council, *An Ecosystem Services Approach to Assessing the Impacts of the Deepwater Horizon Oil Spill in the Gulf of Mexico*, The National Academies Press, Washington, DC. 2013.
- [40] Niiler, P., *Chapter 4.1 The world ocean surface circulation*. International Geophysics 2001. **77**: p. 193-204.
- [41] NOAA, 2017. *El Niño and climate prediction*. Tropical Atmosphere Ocean Project, Reports to the Nation on Our Changing Planet. National Oceanic and Atmospheric Administration. [Online <http://www.atmos.washington.edu/gcg/RTN/rtn.html>].
- [42] Nguyễn Đình Dương, 2011. *Nghiên cứu ô nhiễm dầu trên biển Việt Nam và biển Đông*. Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. [Online <http://www.vast.ac.vn/tin-tuc-sukien/tin-khoa-hoc/trong-nuoc/739-nghien-cuu-o-nhiem-dau-tren-bien-viet-nam-va-bien-dong-phan-1>].
- [43] Palmer, S.C.J., et al., *Remote sensing of inland waters: Challenges, progress and future directions*. Remote Sensing of Environment 2015. **157**: p. 1-8.
- [44] Pavlakis, P., et al., *Monitoring Oil-Spill Pollution in the Mediterranean with ERS SAR*. Earth Observation Quarterly 1996. **52**: p.
- [45] Phạm Hà Anh, Đào Văn Hiền, *Sự cố tràn dầu và khả năng ứng dụng công nghệ viễn thám, GIS trong giám sát tại Việt Nam*. Tạp chí Môi trường 2017. **8**(2017): p.
- [46] Richardson, L.L., LeDrew, E.F., *Remote sensing of aquatic coastal ecosystem processes: Science and management applications*, Remote Sensing and Digital Image Processing, Springer, The Netherlands. 2006. Vol. **9**.
- [47] Rosenberg, D., Chung, C., *Maritime Security in the South China Sea: Coordinating Coastal and User State Priorities*. Ocean Development & International Law 2008. **39**(1): p. 51-68.
- [48] Salisbury, J.W., et al., *Thermal infrared remote sensing of crude oil slicks*. Remote Sensing of Environment 1993. **45**(2): p. 225-231.
- [49] Shi, L., et al., *Oil spill mapping in the western part of the East China Sea using synthetic aperture radar imagery*. Int. J. Remote Sens. 2008. **29**(21): p. 6315-6329.
- [50] Turner, W., et al., *Remote sensing for biodiversity science and conservation*. Trends in Ecology & Evolution 2003. **18**(6): p. 306-314.
- [51] Thomas, G., Annamalai, M., *Texture analysis using income inequality metrics*. 2014 IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC) Proceedings, 2014. p. 988-992.
- [52] Trịnh Lê Hùng, *Phát hiện và phân loại vết dầu trên biển từ dữ liệu ảnh vệ tinh đa phổ Landsat 7 ETM+*. Dầu khí 2015. **2**(2015): p. 60-66.
- [53] Trịnh Lê Hùng, Mai Đình Sinh, *Phát hiện và phân loại vết dầu trên ảnh Envisat Asar bằng phương pháp lọc thích nghi và ứng dụng Fuzzy Logic*. Dầu khí 2014. **5**(2014): p. 49-55.
- [54] Wahl, T., et al., *Practical use of ERS-1 SAR images in pollution monitoring*. Geoscience and Remote Sensing Symposium, 1994. IGARSS '94. Surface and Atmospheric Remote Sensing: Technologies, Data Analysis and Interpretation., International, 1994. **4**: p. 1954-1956 vol.1954.
- [55] Williams, F.L., *Matthew Fontaine Maury, scientist of the sea*, Rutgers University Press, New Brunswick. 1969.
- [56] Wu, Y., et al., *Region-Based Classification of Polarimetric SAR Images Using Wishart MRF*. IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters 2008. **5**(4): p. 668-672.
- [57] Yang, Y., et al., *Texture Statistics Features of SAR Oil Spills Imagery*. 2012 2nd International Conference on Remote Sensing, Environment and Transportation Engineering, 2012. p. 1-4.
- [58] Yu, P., et al., *Unsupervised Polarimetric SAR Image Segmentation and Classification Using Region Growing With Edge Penalty*. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 2012. **50**(4): p. 1302-1317.
- [59] Zhang, H., et al., *Synthetic Aperture Radar Image Segmentation by Modified Student's t-Mixture Model*. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 2014. **52**(7): p. 4391-4403.
- [60] Zhen, Y., Cheng-Chang, L., *Wavelet-based unsupervised SAR image segmentation using hidden Markov tree models*. Object recognition supported by user interaction for service robots, 2002. **2**: p. 729-732 vol.722.

Ngày nhận bài: 31/5/2018

Ngày chuyển phản biện: 4/6/2018

Ngày hoàn thành sửa bài: 25/6/2018

Ngày chấp nhận đăng: 2/7/2018