

NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP GIÁM SÁT PHƯƠNG TIỆN THUYỀN NỘI ĐỊA TRÊN TUYẾN VẬN TẢI VEN BIỂN TRÊN CƠ SỞ XỬ LÝ DỮ LIỆU RADAR/AIS

DEVELOPING SOLUTIONS TO MONITOR INLAND WATERWAY VESSEL ON COASTAL ROUTES BASING ON RADAR/AIS DATA PROCESSING

NGUYỄN THANH VÂN, PHẠM ĐỨC THUẬN

Khoa Điện - Điện tử, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Email liên hệ: vanntb.ddt@vimaru.edu.vn

Tóm tắt

Hiện nay, theo quy định các phương tiện thủy nội địa trên tuyến vận tải ven biển chỉ được phép hoạt động trên các tuyến được Bộ Giao thông vận tải ban hành. Tuy nhiên, trên thực tế hầu hết các tàu này thường chạy sai tuyến cho phép nhằm tiết kiệm thời gian, nhiên liệu,... đồng thời để tránh bị phát hiện, các tàu thường tắt thiết bị AIS, di chuyển vào vùng cản trở sóng Radar,... Bài báo nghiên cứu xây dựng giải pháp giám sát phương tiện thủy nội địa hoạt động trên tuyến vận tải ven biển dựa trên cơ sở xử lý dữ liệu Radar và AIS nhằm tăng cường bảo đảm an toàn hàng hải trên các tuyến vận tải ven biển của Việt Nam.

Từ khóa: Phương tiện thủy nội địa trên tuyến vận tải ven biển, xử lý dữ liệu Radar/AIS.

Abstract

Currently, according to regulations, inland waterway vessels are only allowed to operate on coastal routes issued by the Ministry of Transport of Vietnam. However, most of these vessels often operate outside the permitted routes to save time and fuel,... and in order to avoid detection, these vessels often turn off the AIS device (AIS - Automatic Identification system), move into the blind zone of radar,... The article proposes a solution to monitor inland waterway vessel operating on coastal routes basing on Radar/AIS data to enhance marine safety on Vietnam's coastal shipping route.

Keywords: Inland waterway vessel on coastal routes, Radar/AIS data processing.

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, việc vận tải hàng hoá bằng phương tiện thủy nội địa trên các tuyến vận tải ven biển đang phát huy được nhiều hiệu quả đáng kể bởi thời gian vận chuyển nhanh với giá cước bằng, thậm chí chưa đến một nửa so với vận tải đường bộ cũng như chi

phí vận hành và khai thác thấp hơn rất nhiều lần so với vận tải biển.

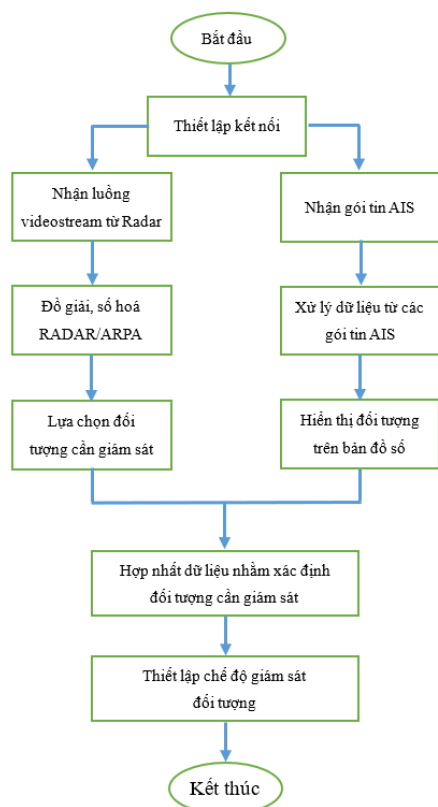
Bên cạnh các ưu điểm không thể phủ nhận, có thể thấy loại hình vận tải bằng phương tiện thủy nội địa trên tuyến ven biển luôn tiềm ẩn nguy cơ gây mất an toàn giao thông. Mặc dù chỉ được phép hoạt động trên các tuyến nhất định theo các công bố tuyến đã được Bộ Giao thông vận tải ban hành nhưng thực tế đa số phương tiện này thường chạy xa bờ, vi phạm nghiêm trọng tuyến quy định nội địa ven biển. Trong khi đó, mặc dù tại các cảng biển của Việt Nam đã được trang bị hệ thống (VTS) để theo dõi, giám sát hoạt động tàu thuyền đảm bảo an toàn hàng hải trên các luồng hàng hải, tuy nhiên việc giám sát các phương tiện thủy nội địa trên tuyến ven biển qua VTS còn gặp rất nhiều khó khăn. Bởi vì hầu hết các phương tiện này thường chạy với lộ trình cắt thẳng vịnh Bắc Bộ, cách bờ đến 100 hải lý nhằm tiết kiệm nhiên liệu, thời gian và để tránh bị phát hiện, các phương tiện này thường tắt thiết bị AIS hoặc di chuyển vào các vùng cản trở sóng radar... đồng nghĩa với việc không thể phát hiện, xác định được đối tượng vì ngoài khả năng theo dõi, giám sát của VTS. Như vậy, với loại hình phương tiện này nếu hoạt động ngoài phạm vi cho phép, điều kiện hoạt động không đảm bảo mà lại không thể giám sát sẽ tiềm ẩn nguy cơ rất cao về mất an toàn giao thông. Chính vì vậy, việc bổ sung thêm giải pháp giám sát phương tiện thủy nội địa trên tuyến vận tải ven biển thực sự cần thiết, có ý nghĩa về khoa học và thực tiễn, góp phần bảo đảm an toàn hàng hải.

2. Xây dựng giải pháp theo dõi, giám sát phương tiện thủy nội địa trên tuyến vận tải ven biển trên cơ sở xử lý dữ liệu Radar/AIS

2.1. Xử lý dữ liệu Radar và AIS để thiết lập chế độ giám sát đối tượng trên bản đồ số

Khi phương tiện thủy nội địa mang bắt đầu di chuyển vào vùng nước được quản lý bởi cảng vụ sẽ được định danh bằng thiết bị AIS. Quá trình theo dõi, giám sát đối tượng được bắt đầu bằng việc xử lý dữ liệu thu nhận từ Radar và AIS đồng thời.

Khi cả hai thiết bị Radar và AIS đều được kích hoạt, đảm bảo sự kết nối thành công với bộ xử lý tín hiệu, sẽ nhận đồng thời hai luồng dữ liệu: Luồng thứ nhất là tín hiệu radar; luồng thứ hai là tín hiệu AIS. Hình 1 là thuật toán xử lý dữ liệu Radar và AIS để thiết lập chế độ giám sát đối tượng.



Hình 1. Lưu đồ thuật toán thiết lập chế độ giám sát trên bản đồ số

Đối với tín hiệu Radar, bản chất là luồng video thể hiện hình ảnh sóng dội về từ mục tiêu phản xạ. Thông qua thuật toán xác định đường biên, tiến hành đồ giải, số hóa thành chuẩn Radar/ARPA, cho phép xử lý xác định đối tượng bằng phương pháp số [1-3, 5, 6]. Việc xử lý dữ liệu Radar cho phép xác định vùng nước cần giám sát và định vị tọa độ các đối tượng tàu xuất hiện trên màn hình Radar tại vùng nước cần giám sát.

Luồng xử lý tín hiệu AIS thực hiện nhiệm vụ tiếp nhận các gói tin AIS. Nhóm tác giả tiến hành xử lý dữ liệu từ các gói tin AIS thu được này nhằm xác định chỉ số MMSI, tọa độ, tốc độ, hướng di chuyển, tên tàu,... của từng con tàu. Sau đó, thực hiện hiển thị các tàu trên bản đồ số cùng với số MMSI [4].

Từ màn hình Radar, lựa chọn phương tiện thủy nội địa trên tuyến ven biển cần theo dõi, giám sát,

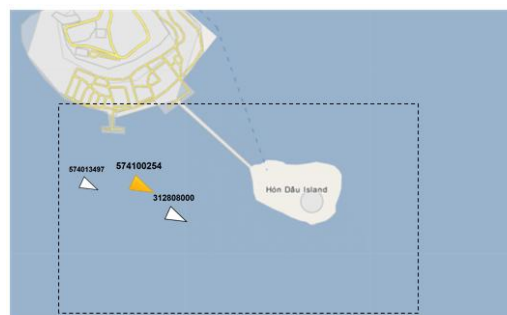
khi đó, dữ liệu về tọa độ của đối tượng sẽ được đối sánh với dữ liệu của các đối tượng trong danh sách tọa độ của các con tàu hiện tại xuất hiện trên bản đồ số. Kết quả của phép đối sánh sẽ cho phép biết đối tượng đã lựa chọn trên Radar tương ứng với tọa độ của con tàu nào, trên cơ sở đó, thực hiện có thể gán thông số MMSI cho đối tượng đã được lựa chọn một cách chính xác. Việc hợp nhất thông tin như vậy sẽ xác định được đối tượng cần giám sát thông qua định danh số MMSI và đối tượng luôn được hiển thị trên bản đồ số.

2.2. Giải pháp giám sát phương tiện thủy nội địa trên tuyến vận tải ven biển trên bản đồ số

2.2.1. Giám sát đối tượng trong trường hợp đầy đủ thông tin từ Radar và AIS

Như đã đề cập trong phần 2.1, quá trình theo dõi, giám sát đối tượng được bắt đầu thông qua việc chỉ định đối tượng giám sát trên bản đồ số nhờ xử lý tín hiệu Radar kết hợp dữ liệu AIS, từ đó thiết lập chế độ giám sát đối tượng. Trong đó, các thông tin về vị trí, tốc độ và hướng được cung cấp từ việc xử lý dữ liệu AIS ngay sau khi định danh, nhằm phục vụ theo dõi vết di chuyển; thông tin về tọa độ, hình ảnh của đối tượng được cung cấp từ việc xử lý dữ liệu radar cho phép theo dõi trực quan đối tượng trên hải đồ số. Như vậy, nếu phương tiện thủy nội địa luôn bật thiết bị AIS thì trên bản đồ số luôn nhận dữ kiện trạng thái hải hành của đối tượng từ hai luồng dữ liệu Radar và AIS. Việc giám sát đối tượng được thực hiện liên tục, với đầy đủ thông tin trên bản đồ số (được chỉ định qua số MMSI).

Hình 2 thể hiện việc giám sát đối tượng trên bản đồ số. Các tàu được hiển thị cùng với chỉ số MMSI của từng tàu. Trong đó, phương tiện thủy nội địa cần giám sát được thể hiện bằng màu cam, để phân biệt với các tàu khác đang được thể hiện bởi màu trắng. Vùng nước cần quan sát được thể hiện bằng hộp nét đứt màu đen.



Hình 2. Giám sát đối tượng trên bản đồ số

2.2.2. Giám sát đối tượng trong trường hợp tắt thiết bị AIS

Trên thực tế, phương tiện thủy nội địa trên tuyến vận tải ven biển thường vi phạm tuyến hoạt động đã được công bố tại các quyết định của Bộ Giao thông vận tải ban hành. Để tránh bị phát hiện, tàu thường tắt thiết bị AIS, khi đó, chỉ còn quan sát được bằng Radar. Tuy nhiên, do đã hợp nhất các đối tượng tàu trên Radar với các tín hiệu AIS từ trước đó nên vẫn giám sát và định danh được đối tượng đã tắt AIS trên bản đồ số nếu đối tượng nằm trong vùng quan sát của Radar.

Trong trường hợp phương tiện thủy di chuyển ngang qua vùng cản trở sóng radar (chẳng hạn di chuyển khuất sau núi, đảo,...), khi đó trên màn hình Radar không có đối tượng dẫn đến thông tin về đối tượng hiển thị trên bản đồ số. Sau thời gian di chuyển khỏi vùng cản trở sóng Radar, trên màn hình tiếp tục xuất hiện các tàu. Như vậy, rõ ràng cho dù Radar có thể phát hiện được đầy đủ các tàu (bị mất dấu khi di chuyển vào vùng cản trở sóng), kết hợp với tín hiệu AIS ngay tại thời điểm đó thì cũng chỉ có thể định danh MMSI của các tàu vẫn bật AIS, nhưng không có đủ cơ sở định danh đối tượng bởi AIS đã bị tắt. Vấn đề đặt ra là cần xác định xem tàu vừa xuất hiện trên màn hình, cùng với các tàu được định danh bằng MMSI từ AIS có phải là đối tượng được giám sát mà tắt AIS hay không? Để giải quyết, nhóm tác giả dựa trên dữ liệu lịch sử để tính toán vị trí các tàu hiện tại như sau.

Giả sử T_j là thời điểm ngay trước khi các tàu di chuyển vào vùng cản trở sóng Radar. Khi đó, trong dữ liệu xử lý của các tàu có đầy đủ thông tin về định danh, tọa độ, tốc độ, hướng mũi tàu của tất cả các đối tượng tàu trong vùng nước quan sát.

Trong không gian vùng nước quan sát có thông tin đầy đủ của N tàu đang xuất hiện, mỗi tàu có bộ dữ liệu riêng thể hiện với cấu trúc như sau: [Ship i , MMSI i , Lat i , Long i , SOG i , COG i , HDG i], trong đó i tương ứng với thứ tự các tàu đã được định danh.

Gọi T_{j+1} là thời điểm các tàu đi ngang qua vùng cản trở sóng Radar; T_{j+2} là thời điểm tất cả các tàu đi ra khỏi vùng cản trở sóng Radar. Thuật toán giải quyết như sau:

Bước 1: Luôn ghi nhận thông tin các tàu trong vùng nước cần quan sát theo chuỗi khung cửa sổ thời gian thực, bao gồm số lượng tàu, bộ thông tin riêng của từng tàu. Tại mỗi khung cửa sổ thời gian sẽ so sánh sự khác biệt dữ liệu về số lượng tàu với khung cửa sổ thời gian liền kề trước đó, nếu không có sự sai lệch thì đặt cờ trạng thái $FlagS=True$ và cờ số lượng

tàu bằng số lượng tàu thực tế $FlagNS = N$.

Bước 2: Tại khung cửa sổ thời gian có ghi nhận sự giảm số lượng tàu thực tế so với khung cửa sổ thời gian liền kề trước đó (trường hợp tàu đi vào vùng cản trở sóng Radar), đặt 1 cờ trạng thái $FlagS=False$, giữ nguyên giá trị cờ số lượng tàu.

Bước 3: Theo diễn tiến thời gian thực, tại khung cửa sổ thời gian (thời điểm T_{i+n}) có ghi nhận số lượng tàu thực tế thay đổi tăng hơn so với giá trị cờ số lượng tàu của khung cửa sổ thời gian trước đó (cờ trạng thái $FlagS=False$), điều có nghĩa trong bộ dữ liệu tại khung cửa sổ thời gian này sẽ có tàu không được định danh. Việc tiến hành xác định lại định danh của tàu không có chỉ số MMSI sẽ thực hiện bằng các bước nhỏ sau đây:

- Bước 3.1: Truy vết lại khung cửa sổ thời gian gần nhất có $FlagS=True$, tương ứng thời điểm T_j , xác định độ lệch thời gian Δt giữa khung cửa sổ thời gian đó với hiện tại. Sử dụng công thức ước lượng vị trí mới của các tàu đối với toàn bộ dữ liệu tàu tại thời điểm khung cửa sổ thời gian T_j sau khi di chuyển một khoảng thời gian Δt .

Trong đó, điều kiện để truy vết được đối tượng là khoảng thời gian Δt đủ nhỏ để các tàu không thay đổi SOG nhiều lần.

- Bước 3.1: So sánh tọa độ mới của các tàu đã tính toán trong bước 3.1 với các tọa độ các tàu hiện tại, nếu một tàu hiện tại nào đó trùng tọa độ mà chưa có giá trị MMSI thì cập nhật lại MMSI theo đối tượng tàu tại thời điểm T_j , từ đó có thể định danh được tất cả các tàu tại thời điểm hiện tại (theo số MMSI).

3. Thử nghiệm giám sát phương tiện thủy nội địa trên tuyến vận tải ven biển khu vực Hải Phòng

Thực hiện thử nghiệm giám sát phương tiện thủy nội địa tại khu vực đảo Hòn Dấu, Đồ Sơn. Sở dĩ lựa chọn thử nghiệm tại khu vực này là bởi với đặc điểm địa hình của đảo thì các tàu di chuyển sau đảo sẽ không thể quan sát được trên Radar, cho phép thử nghiệm theo dõi, giám sát đối tượng trong trường hợp xấu nhất là tàu vừa tắt AIS, vừa di chuyển qua vùng cản trở sóng radar.

Tại thời điểm thử nghiệm có ba con tàu xuất hiện trong vùng nước cần quan sát (Hình 3). Trên cơ sở xử lý dữ liệu AIS và Radar, tất cả các tàu đều được hiển thị trên bản đồ số kèm theo chỉ số MMSI của từng tàu. Trong đó tàu có màu cam (MMSI 574100254) là tàu hiện đang tắt AIS nhưng đã được định danh từ trước và đang quan sát bằng Radar, hai

tàu còn lại màu trắng bật tín hiệu AIS liên tục. Vùng chấm đỏ là vùng khuất Radar không quét sát được do địa hình trên đảo Hòn Dấu cản trở sóng Radar.



Hình 3. Giám sát đối tượng trên bản đồ số tại khu vực thử nghiệm

Khi di chuyển đến đảo Hòn Dấu bị cản trở sóng Radar, trên màn hình Radar chỉ còn hiển thị hai tàu màu trắng còn không thể quan sát tàu màu cam bởi tàu đã tắt AIS như trên Hình 4.



Hình 4. Hình ảnh của đối tượng bị giám sát không bị mất khi qua vùng cản trở sóng Radar

Sau thời gian các tàu di chuyển khỏi vùng cản trở sóng Radar, trên màn hình Radar lại xuất hiện đủ cả ba tàu, tuy nhiên do tàu màu cam tắt AIS nên dù Radar phát hiện có ba đối tượng tàu thì kết hợp với tín hiệu AIS tại thời điểm này chỉ xác định hai tàu màu trắng (cùng với số MMSI) nhưng tàu màu đen vẫn đang tắt tín hiệu AIS, không đủ cơ sở định danh tàu màu đen này, thể hiện trên Hình 5.

Dựa trên thuật toán truy vết đối tượng và tiến hành so sánh tọa độ mới của cả ba con tàu với các tọa độ của chúng ở thời điểm hiện tại, phát hiện tàu chưa có MMSI (màu đen) chính là tàu đã tắt AIS (màu cam), khi đó số MMSI của đối tượng được cập nhật tự động và tiếp tục giám sát trên bản đồ số, thể hiện trên Hình 6.



Hình 5. Xuất hiện tàu chưa định danh MMSI sau khi ra khỏi vùng cản trở sóng Radar



Hình 6. Xác định đối tượng và tiếp tục giám sát trên bản đồ số ngay sau khi ra khỏi vùng cản trở sóng

4. Kết luận

Bài báo đã thực hiện xây dựng giải pháp giám sát phương tiện thủy nội địa trên tuyến vận tải ven biển trên cơ sở xử lý dữ liệu Radar/AIS. Việc theo dõi, giám sát đối tượng được thực hiện ngay cả trong trường hợp tàu tắt thiết bị AIS, thậm chí vừa tắt AIS vừa di chuyển qua vùng cản trở sóng Radar. Thực hiện thử nghiệm giám sát phương tiện thủy nội địa trên tuyến ven biển khu vực Hải Phòng. Kết quả cho thấy trong các trường hợp thử nghiệm, đối tượng luôn được giám sát trên bản đồ số, cho thấy đây là giải pháp phù hợp và hiệu quả nhằm góp phần tăng cường bảo đảm an toàn hàng hải trên các tuyến ven biển của Việt Nam.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong đề tài mã số **DT24-25.71**.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Amato, Felicia, et al. (2010), *Fully solid state radar for vessel traffic services*, 11-th International Radar Symposium. IEEE.
- [2] Alan Bole, Alan Wall, Andy Norris (2013), *Radar and ARPA manual*, Butterworth Heineman, pp. 8-30.

- [3] International Maritime Organization (1999), *Radar Navigation, Radar Plotting and Use of ARPA: Radar Navigation at the Operational Level*, Model Course: 1.07.
- [4] ThS. Nguyễn Thanh Vân (2019), *Thiết kế mô hình thu thập và xử lý dữ liệu AIS của hệ thống tự động nhận dạng (AIS) tại các trung tâm quản lý tàu (VTS)*, Tạp chí Giao thông vận tải, số tháng 08/2019, tr.95-97.
- [5] ThS. Lê Trí Thành, ThS. Phạm Trung Minh, ThS. Đặng Hoàng Anh, TS. Nguyễn Trọng Đức, ThS. Nguyễn Thái Dương (2015), *Nghiên cứu xây dựng hệ thống quản lý, giám sát tàu biển trên hải đồ số*, Tạp chí Khoa học Công nghệ Hàng hải, số 43, tr.72-75.
- [6] Nguyen Minh Duc (2008), *A Study on the efficiency enhancement of automatic radar tracking and analyses of marine traffic in Tokyo Bay*, TUMSAT-OACIS Repository - Tokyo University of Marine Science and Technology.

Ngày nhận bài:	02/03/2025
Ngày nhận bản sửa:	10/03/2025
Ngày duyệt đăng:	10/03/2025