

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ VÀ CẢNH BÁO NGUY CƠ THEO THỜI GIAN THỰC CHO CÔNG TÁC ĐIỀU ĐỘNG TÀU THỦY CẬP CẦU STUDY OF REAL-TIME RISK ASSESSMENT AND AWARENESS FOR SHIP BERTHING OPERATION

VŨ SƠN TÙNG*, NGUYỄN ĐÌNH THẠCH, LÊ QUỐC AN

Khoa Hàng hải, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

*Email liên hệ: vusontung@vimaru.edu.vn

Tóm tắt

Công tác điều động tàu cập cầu là một trong những công tác nguy hiểm nhất trong quá trình khai thác vận hành tàu thủy. Vấn đề đánh giá nguy cơ trong quá trình tàu thủy cập cầu đóng vai trò quan trọng đối với an toàn của tàu và cảng biển. Mô hình đánh giá khả năng phát triển bền vững của một hệ thống đưa ra bởi H. Bossel vào năm 1999 được áp dụng cho nhiều lĩnh vực khác nhau từ lĩnh vực kinh tế xã hội đến khoa học kỹ thuật. Bài báo đề xuất một mô hình đánh giá và cảnh báo nguy cơ theo thời gian thực để nâng cao an toàn và hiệu quả trong quá trình tàu cập cầu dựa trên mô hình Bossel. Các trị số đánh giá nguy cơ trong mô hình được đề xuất sử dụng các thông số động học của tàu (vị trí, hướng tàu, tốc độ), đặc tính của tàu (chiều dài, chiều rộng, tải trọng toàn phần), điều kiện gió và vị trí cầu cảng được thu thập, tính toán từ các trang thiết bị lắp đặt trên tàu.

Từ khóa: Công tác điều động tàu cập cầu, mô hình đánh giá và cảnh báo nguy cơ, thời gian thực.

Abstract

Ship berthing is one of the most dangerous phases in the process of ship operation. Risk assessment during ship berthing play a vital role to improve the safety of ships and ports. Sustainable development model, which is introduced by H. Bossel in 1999, is applied in various fields from social systems, economical systems to engineering systems. This article introduced a real-time risk assessment and awareness model to improve the safety and effectiveness during ship berthing operation based on Bossel model. Risk indicators of proposed model are assessed from ship dynamics (position, heading, velocity), ship characteristics (length, beam, dead weight), wind condition and berth locations, which are collected and determined from on board navigation equipments.

Keywords: Ship berthing, risk assessment and awareness model, real-time.

1. Mở đầu

Đảm bảo an toàn và hiệu quả trong quá trình tàu thủy cập cầu là vấn đề được quan tâm bởi chính quyền cảng, cảng biển, chủ tàu và các công ty khai thác tàu biển. Hiện nay để đáp ứng nhu cầu trao đổi thương mại quốc tế, mật độ tàu biển ra vào các cảng biển càng ngày càng tăng, điều kiện hàng hải trong khu vực cảng biển trở nên phức tạp hơn. Bất kỳ tai nạn trong quá trình tàu cập cầu đều dẫn tới mất an toàn hàng hải, ảnh hưởng kế hoạch khai thác của cảng biển và nguy cơ ô nhiễm môi trường. Do đó, đánh giá và cảnh báo nguy cơ cho thuyền trưởng và hoa tiêu trong quá trình tàu cập cầu là giải pháp hiệu quả để đảm bảo an toàn cho tàu và cảng biển.

Các nghiên cứu đánh giá nguy cơ trong quá trình tàu cập cầu hiện nay chủ yếu theo hai phương pháp chính: phương pháp bán thực nghiệm và phương pháp phân tích dữ liệu. Các phương pháp bán thực nghiệm được sử dụng trong các nghiên cứu [1], [2], [3], [4]. Nhóm tác giả K. Hsu và J.C Kao đã xây dựng được mô hình phân tích thứ bậc mờ Fuzzy AHP (Analytic Hierarchy Process) dựa trên các trị số an toàn SI (Safety Index) thông qua ý kiến đánh giá các hoa tiêu hàng hải về các yếu tố an toàn có thể nâng cao an toàn trong quá trình tàu cập cầu bằng các chính sách được đưa ra bởi chính quyền cảng trong nghiên cứu [1]. Nghiên cứu [4] kết hợp mô hình phân tích lỗi theo sơ đồ hình cây FTA (Fault Tree Analysis) và mạng Bayes (Bayesian Network - BNs) để đánh giá nguy cơ trong quá trình điều động cập mạn giữa tàu với tàu. Nhóm nghiên cứu mô hình FTA được sử dụng để xác định các tình huống nguy hiểm và cấu trúc logic của chúng dựa trên ý kiến chuyên gia và phương pháp logic mờ. Mạng BNs được sử dụng để mô phỏng các nguy cơ trong quá trình điều động thông qua sơ đồ hóa mô hình FTA. Tuy nhiên, các phương pháp này đều chứa các yếu tố bất định dẫn tới kết quả đánh giá nguy cơ tiềm ẩn bất định nhất định. Ngoài ra, các mô hình đánh giá nguy cơ được đề xuất khó đánh giá nguy cơ theo thời gian thực.

Với sự phát triển của công nghệ dữ liệu lớn, các phương pháp phân tích dữ liệu trở thành xu hướng nghiên cứu hiệu quả trong quá trình xác định và đánh giá các yếu tố nguy cơ [5], [6], [7]. Nhóm tác giả H.T Lee và cộng sự đã sử dụng 9 thuật toán học máy khác nhau để phân tích dữ liệu tốc độ cập cầu của một cảng hàng lông của Hàn Quốc [5]. Nghiên cứu [7] dựa trên phân tích 348 vụ tai nạn của tàu chở hàng nguy hiểm trong quá trình cập cầu để đề xuất mô hình hồi quy logic có trật tự để xác định các yếu tố không đồng nhất không được nhận diện giữa số liệu thống kê và phương pháp tính toán các thông số. Một số hạn chế của các phương pháp phân tích dữ liệu bao gồm: Yêu cầu xử lý lượng thông tin lớn, giới hạn về thời gian xử lý, khả năng thu thập dữ liệu, thiếu một hệ thống trị số đánh giá nguy cơ toàn diện. Các hạn chế của các phương pháp phân tích dữ liệu bao gồm: Yêu cầu xử lý lượng thông tin lớn, giới hạn về thời gian xử lý, khả năng thu thập dữ liệu, thiếu một hệ thống trị số đánh giá nguy cơ toàn diện. Ngoài ra, một số nghiên cứu cần có các thiết bị hỗ trợ lắp đặt trên bờ, cầu cảng để cung cấp dữ liệu cho quá trình phân tích.

Vấn đề cốt lõi của bất kỳ mô hình đánh giá nguy cơ cho các hoạt động của một hệ thống cần đưa ra một hệ thống các trị số đánh giá nguy cơ phù hợp và toàn diện, chỉ ra mức độ nguy cơ cho từng trị số đánh giá trong các điều kiện hoàn cảnh khác nhau. Mô hình đánh giá khả năng phát triển bền vững của một hệ thống đưa ra bởi H. Bossel vào năm 1999 được áp dụng cho nhiều lĩnh vực khác nhau từ lĩnh vực kinh tế xã hội đến khoa học kỹ thuật. Nghiên cứu sử dụng mô hình Bossel để đánh giá và cảnh báo nguy cơ trong quá trình tàu cập cầu dựa trên các thông số động học của tàu (vị trí, hướng tàu, tốc độ), đặc tính của tàu (chiều dài, chiều rộng, tải trọng toàn phần), điều kiện gió và vị trí cầu cảng được thu thập, tính toán từ các trang thiết bị lắp đặt trên tàu.

2. Mô hình đánh giá và cảnh báo nguy cơ theo thời gian thực trong quá trình tàu cập cầu

2.1. Các thông số động học cần tính toán trong quá trình điều động tàu cập cầu

Để đánh giá nguy cơ trong quá trình tàu cập cầu, các yếu tố sau cần được tính toán, phân tích, đánh giá bao gồm:

- Kích cỡ, trọng tải của tàu: Thu thập từ dữ liệu AIS;
- Vị trí cầu cảng, hướng cầu cảng: Thu thập theo thông tin cầu cảng;
- Tốc độ tàu: Thu thập trực tiếp từ tốc độ kế của tàu;
- Tốc độ pháp tuyến cập cầu của tàu;
- Khoảng cách từ tàu tới cầu cảng;

- Góc tiếp cận cầu cảng;

- Tốc độ quay mũi tàu: Thu thập trực tiếp từ đồng hồ đo tốc độ quay mũi tàu của tàu hoặc tính toán từ hướng tàu;

- Điều kiện gió, dòng chảy: Thu thập trực tiếp từ đồng hồ đo gió, tốc độ kể trên tàu.

Trong các yếu tố nêu trên, yếu tố khoảng cách từ tàu tới cầu cảng, tốc độ pháp tuyến cập cầu của tàu, góc tiếp cận cầu cảng cần được tính toán dựa trên các dữ liệu vị trí tàu (từ GPS), tốc độ tàu và hướng chuyển động của tàu (từ tốc độ kế và GPS), hướng mũi tàu (từ la bàn điện) và vị trí cầu cảng, hướng cầu cảng.

a) Khoảng cách từ tàu tới cầu cảng

Khoảng cách giữa tàu và cầu cảng D_s được xác định từ vị trí kinh vĩ độ của tàu $Os(x_s, y_s)$ và vị trí kinh vĩ độ của cầu cảng $B(x_b, y_b)$ như sau:

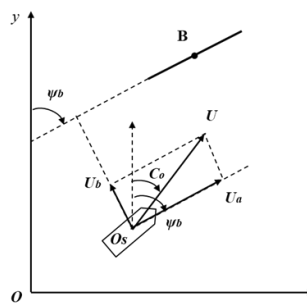
$$D_s = \arccos \left(\sin \frac{y_b \pi}{180} \sin \frac{y_s \pi}{180} + \cos \frac{y_b \pi}{180} \cos \frac{y_s \pi}{180} \cos \frac{x_b \pi - x_s \pi}{180} \right) R \quad (1)$$

Trong đó: $R = 6,371 \text{ km}$ là bán kính của Trái Đất.

b) Góc tiếp cận cầu cảng

Góc cập cầu θ được xác định là hiệu số giữa hướng mũi tàu ψ và hướng cập cầu ψ_b (Hình 1):

$$\theta = |\psi - \psi_b| \quad (2)$$



Hình 1. Góc cập cầu và tốc độ pháp tuyến cập cầu của tàu

c) Tốc độ pháp tuyến cập cầu của tàu

Tốc độ pháp tuyến cập cầu là tốc độ của tàu theo hướng pháp tuyến vuông góc với cầu cảng (Hình 1). Tốc độ pháp tuyến cập cầu U_b được xác định dựa trên tốc độ tàu U , hướng chuyển động của tàu Co và hướng cập cầu ψ_b :

$$U_b = U \sin(\psi_b - Co) \quad (3)$$

2.2. Quy định an toàn trong quá trình điều động tàu cập cầu tại Việt Nam

Cục Hàng hải Việt Nam đã ban hành Quyết định

109/QĐ-CHHVN “Ban hành quy định kỹ thuật khai thác cầu cảng” vào ngày 10/03/2005 với các yêu cầu an toàn trong quá trình điều động tàu cập cầu như sau [8]:

Điều 28

2. Điều kiện khí tượng thủy văn khi cập tàu vào cầu cảng được quy định trong lý lịch cầu cảng. Thông thường điều kiện thuận lợi cho tàu cập cảng trong trường hợp tốc độ gió dưới cấp 5, chiều cao sóng dưới cấp 3 và tốc độ dòng chảy dưới 0,6m/s (cấp tốc độ gió, cấp sóng tham khảo Phụ lục 5).

Điều 29

2. Trong mọi trường hợp cập tàu vào cầu cảng đều phải đảm bảo:

- Tốc độ pháp tuyến cập cầu tàu theo quy định ở lý lịch cầu cảng, trường hợp không có quy định riêng thì có thể tham khảo theo số liệu ở Bảng 1.

Bảng 1. Tốc độ pháp tuyến cập cầu tàu

Lượng chiếm nước với tải trọng thực chở (Wt)	Tốc độ cập (m/s)	Lượng chiếm nước với tải trọng thực chở (Wt)	Tốc độ cập (m/s)
Đến 2,000	0,22	Đến 20,000	0,11
Đến 5,000	0,15	Đến 40,000	0,10
Đến 10,000	0,13	Đến 100,000	0,09

- Điểm cập cầu (điểm va đầu tiên của tàu vào đệm tàu nằm trong khoảng cách chiều dài tính từ mũi tàu đến điểm cách trục tâm tàu theo phương dọc một khoảng bằng 1/4LOA đối với cầu tàu liên tục và bằng 1/6LOA đối với cầu dạng trụ và độc lập.

Bảng 2. Điều kiện cập cầu cảng Đình Vũ

Trọng tải tàu (DWT)	Vận tốc cập tàu (m/s)	Vận tốc gió khi cập (m/s)	Chiều cao sóng khi cập (m)	Tốc độ dòng chảy (m/s)	Góc cập tàu
Đến 20,000	$V < 0,15$	$V < 10,7$	$H < 0,5$	$V < 0,6$	$< 15^\circ$
Lớn hơn 20,000 đến dưới 50,000	$V < 0,10$	$V < 10,7$	$H < 0,5$	$V < 0,6$	$< 10^\circ$

- Góc cập tạo giữa trục dọc tàu với tuyến mép cầu

giới hạn từ 0° - 20° . Khi lựa chọn các trị số $= 20^\circ$ cần xem yếu tố đường bao mũi tàu ở cao độ boong chính và đường cong thân tàu ở cao độ điểm va để tránh va chạm tàu biển với các thiết bị trên bến.

Công ty CP đầu tư và phát triển cảng Đình Vũ ban hành Quyết định 47/QĐ-TGD “Quy định kỹ thuật khai thác cầu cảng” vào ngày 20/12/2019 [9].

Điều 8 - Điều kiện tự nhiên khi cập cầu (Bảng 2).

2.3. Áp dụng mô hình Bossel để đánh giá và cảnh báo nguy cơ trong quá trình tàu cập cầu

Vào năm 1999, H. Bossel đã đưa ra mô hình phát triển bền vững cho một hệ thống để đánh giá toàn diện khả năng bền vững của hệ thống theo nhiều khía cạnh khác nhau, trong các điều kiện hoàn cảnh khác nhau [10]. Mô hình đưa ra 6 trị số đánh giá bao gồm: Trị số Tồn tại, trị số Hiệu quả, trị số Tự do, trị số Bảo toàn, trị số Thích nghi, trị số Cùng tồn tại. Trong đó, trị số Tồn tại liên quan đến khả năng của hệ thống duy trì sự tồn tại của hệ thống và các thông tin, nguồn lực cần thiết để duy trì sự tồn tại của hệ thống. Trị số Hiệu quả phản ánh khả năng của hệ thống tận dụng nguồn lực hạn chế tác động lên môi trường xung quanh. Trị số Tự do thể hiện khả năng xử lý các khó khăn, trở ngại khi môi trường hoạt động thay đổi theo các cách khác nhau. Trị số Bảo toàn phản ánh khả năng của hệ thống bảo vệ khỏi các ảnh hưởng tiêu cực của môi trường biến đổi. Trị số Thích nghi thể hiện khả năng thích ứng phù hợp của hệ thống đối với các thay đổi của môi trường. Trị số Cùng tồn tại phản ánh khả năng điều chỉnh các hành động để duy trì khả năng cùng tồn tại với các hệ thống khác trong môi trường.

Mô hình Bossel có tính toán đến sự kết hợp ảnh hưởng của các trị số đánh giá lên hệ thống. Trị số đánh giá nguy cơ tổng hợp được xác định từ hệ số của các trị số đánh giá. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình tàu cập cầu được lựa chọn cho các trị số đánh giá của mô hình Bossel như sau:

- Về cơ bản, tàu có tải trọng càng lớn thì công tác điều động cập cầu càng khó khăn. Tải trọng của tàu trong quá trình cập cầu là cơ sở quan trọng để thuyền trưởng và hoa tiêu quyết định tốc độ cập cầu an toàn, sử dụng máy chính, chân vịt mạn, tàu lai hỗ trợ phù hợp được quy định phụ thuộc vào các tiêu chuẩn khai thác của chính quyền cảng. Do đó, tải trọng toàn phần của tàu được lựa chọn để đánh giá trị số Tồn tại.

- Tốc độ tàu là một trong các yếu tố chính ảnh hưởng đến các khó khăn trong quá trình cập cầu và hiệu quả điều động tàu. Tốc độ tàu cần được giảm trong phạm vi an toàn cho phép với khoảng cách nhất định từ tàu tới cầu cảng. Khi khoảng cách từ tàu tới

cầu giảm, tốc độ tàu cần được giảm tương ứng để đảm bảo an toàn. Ngược lại, khi khoảng cách từ tàu tới cầu lớn, tốc độ tàu cần được tăng lên để tăng hiệu quả điều động và tiết kiệm thời gian cập cầu. Tốc độ tàu được lựa chọn để đánh giá trị số Hiệu quả.

- Trong điều kiện hành trình với tốc độ thấp, gió có tác động đáng kể đến khả năng điều động của tàu. Tốc độ gió càng lớn, nguy cơ mất an toàn trong quá trình cập cầu tăng lên. Tùy theo quy định của quốc gia, của các cảng khác nhau, tàu không được cập cầu khi cấp độ gió trên mức độ nhất định, thông thường là khi cấp độ gió trên cấp 7. Tác động của gió lên tàu được lựa chọn để đánh giá trị số Tự do.

- Trong quá trình cập cầu, khi tàu gần khu vực cầu cảng, nếu tốc độ quay mũi của tàu quá nhanh có thể dẫn tới nguy cơ va chạm vào cầu tàu, kể cả có sự hỗ trợ của tàu lai. Tốc độ quay mũi của tàu được lựa chọn để đánh giá trị số Bảo toàn.

- Trong quá trình tiếp cận cầu tàu, tốc độ cập cầu phù hợp của tàu được xác định dựa trên lượng giãn nước của tàu và loại cầu. Nếu tốc độ cập cầu quá nhanh trong khi khoảng cách giữa tàu và cầu cảng nhỏ, tàu tăng nguy cơ va chạm vào cầu cảng. Do vậy, tốc độ cập cầu được lựa chọn để đánh giá trị số Thích nghi.

- Chính quyền cảng dựa trên điều kiện khu vực cầu cảng sẽ quy định góc cập cầu của tàu (góc xét đến hướng tàu và hướng cập cầu) cần được điều chỉnh thích hợp, không vượt quá giá trị cho phép. Thông thường, góc cập cầu của tàu cần được điều chỉnh không vượt quá 10-20 độ. Góc cập cầu được lựa chọn để đánh giá trị số cùng Tồn tại.

Ngoài các yếu tố nêu trên, các thông số chiều dài L và chiều rộng B của tàu cũng được xem xét để đánh giá nguy cơ.

Bảng 3 tổng hợp các yếu tố cần xem xét trong quá trình cập cầu và công thức tính toán tương ứng được

Bảng 3. Các trị số đánh giá nguy cơ

Trị số đánh giá nguy cơ	Yếu tố đánh giá	Công thức đánh giá
Tồn tại	Tải trọng toàn phần	D_{wt}
Hiệu quả	Tốc độ tàu	$\frac{UL}{D_s}$
Tự do	Vận tốc gió tác động lên tàu	$v_{wind}LB$
Bảo toàn	Tốc độ quay mũi tàu	r
Thích nghi	Tốc độ pháp tuyến cập cầu	U_b
Cùng tồn tại	Góc cập cầu	θ

lựa chọn để đánh giá các trị số đánh giá nguy cơ.

Trong đó: D_{wt} là tải trọng của tàu, U là vận tốc tàu, D_s là khoảng cách giữa tàu với cầu cảng, v_{wind} là vận tốc góc, r là tốc độ quay mũi tàu, U_b là vận tốc cập cầu, θ là góc cập cầu, L là chiều dài tàu, B là chiều rộng tàu.

Mức độ nguy cơ tổng hợp được xác định 6 trị số đánh giá bao gồm: Trị số Tồn tại, trị số Hiệu quả, trị số Tự do, trị số Bảo toàn, trị số Thích nghi, trị số Cùng tồn tại (Hình 2).

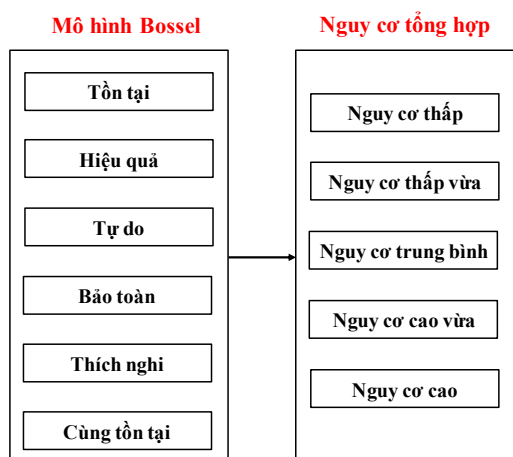
Dựa trên các quy định an toàn trong quá trình điều động tàu cập cầu đã trình bày trong phần 2.2, nghiên cứu đã xây dựng bảng đánh giá các trị số Tồn tại, trị số Hiệu quả, trị số Tự do, trị số Bảo toàn, trị số Thích nghi, trị số Cùng tồn tại theo Bảng 4.

3. Kết quả phân tích và đánh giá

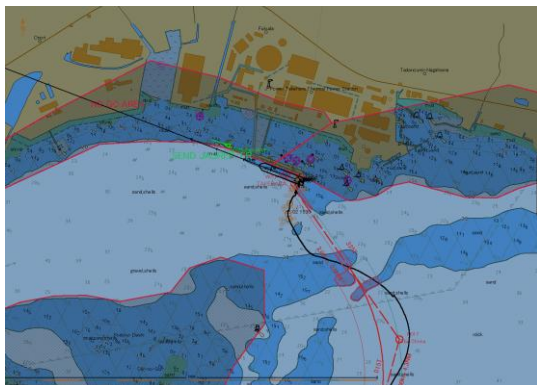
Nhằm đánh giá tính khả thi và hiệu quả của mô hình được đề xuất, nghiên cứu đã sử dụng mô hình để phân tích và đánh giá, cảnh báo nguy cơ cho dữ liệu của một tàu thực tế cập cầu. Kích cỡ tàu và điều kiện cầu cảng được phân tích theo Bảng 5.

Bảng 4. Đánh giá mức nguy cơ của trị số đánh giá nguy cơ

Trị số đánh giá	5	4	3	2	1
Mức độ nguy cơ	Nguy cơ cao	Nguy cơ thấp vừa	Nguy cơ trung bình	Nguy cơ cao vừa	Nguy cơ cao
Tồn tại	<5,000	5,000-10,000	10,000-50,000	50,000-100,000	>100,000
Hiệu quả	<0.05	0.05-0.19	0.19-0.45	0.45-0.87	>0.87
Tự do	<7950	7950-19092	19092-72481	72481-131588	>131588
Bảo toàn	<5	5-10	10-15	15-20	>20
Thích nghi	<0.05	0.05-0.1	0.1-0.13	0.13-0.15	>0.15
Cùng tồn tại	<10	10-12.5	12.5-15	15-20	>20



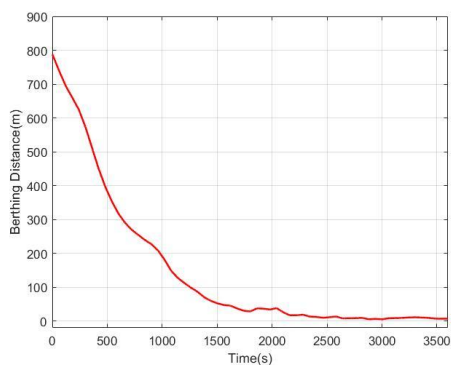
Hình 2. Mô hình đánh giá và cảnh báo nguy cơ trong quá trình điều động tàu cập cầu



Hình 3. Quá trình tàu điều động cập cầu

Hình 3 mô tả vết chuyển động của tàu trong quá trình điều động tàu cập cầu.

Hình 4-8 thể hiện đồ thị của thông số khoảng cách giữa tàu và cầu cảng, tốc độ tàu, tốc độ pháp tuyến cập cầu, góc cập cầu, tốc độ quay mũi tàu trong quá trình tàu cập cầu. Theo Hình 4, 5 và 6, tàu được điều động



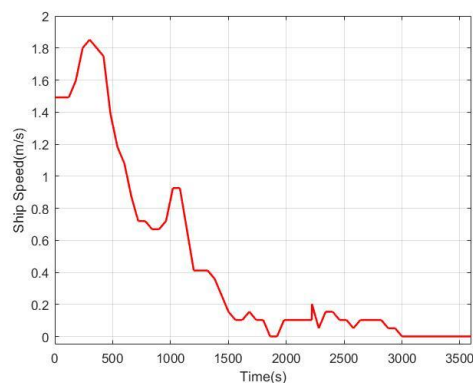
Hình 4. Đồ thị khoảng cách tới cầu cảng

Bảng 5. Các trị số đánh giá nguy cơ

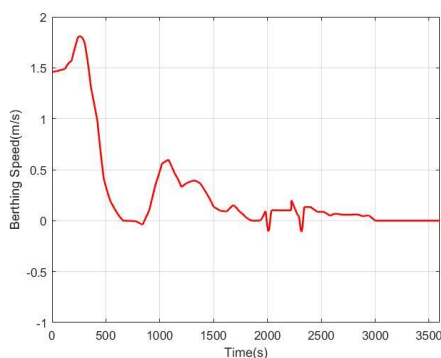
Thông số	Giá trị	Đơn vị
Chiều dài của tàu (L)	235	m
Chiều rộng của tàu (B)	38	m
Tải trọng toàn phần của tàu (D_{wt})	86,528	MT
Vị trí cầu cảng	34-19.77N 132-57.55E	Kinh vĩ độ
Hướng cập cầu	290.7	Độ

giảm dần tốc độ để tiếp cận cầu, hoàn thành cập cầu tại 2700s. Khi khoảng cách đến cầu 50m tại 1500s, tốc độ pháp tuyến cập cầu và tốc độ tàu là 0,1m/s tương ứng mức Nguy cơ trung bình. Tuy nhiên, tại thời điểm 2300s, tốc độ pháp tuyến cập cầu và tốc độ tàu tăng lên 0,2m/s lên mức Nguy cơ cao. Theo Hình 7, góc cập cầu ban đầu là lớn nên mức nguy cơ đạt mức Nguy cơ cao, sau đó hướng tàu được điều chỉnh để giảm góc cập cầu về dưới 10 độ về mức Nguy cơ thấp khi tàu cách cầu 50m tại 1500s và duy trì khi hoàn thành quá trình cập cầu. Theo Hình 8, do hướng tàu cần được điều chỉnh về hướng cập cầu nên tốc độ quay mũi tăng đến 23 độ/phút mức Nguy cơ cao sau đó ổn định dưới 5 độ/phút tương ứng mức Nguy cơ thấp.

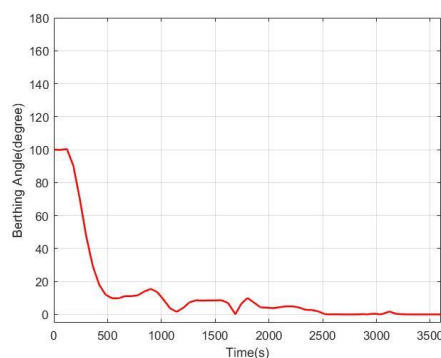
Hình 9 thể hiện đồ thị các trị số đánh giá nguy cơ trong quá trình tàu cập cầu. Trị số đánh giá nguy cơ tổng hợp Total risk tăng dần từ mức Nguy cơ trung bình lên mức Nguy cơ cao vừa tại 500s sau đó giảm dần về mức Nguy cơ thấp vừa. Trị số Tồn tại theo tải trọng toàn phần duy trì không đổi ở mức Nguy cơ cao.



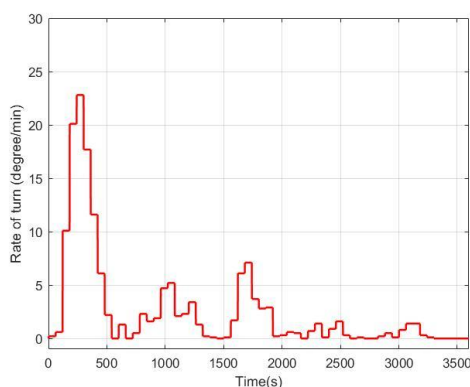
Hình 5. Đồ thị tốc độ tàu



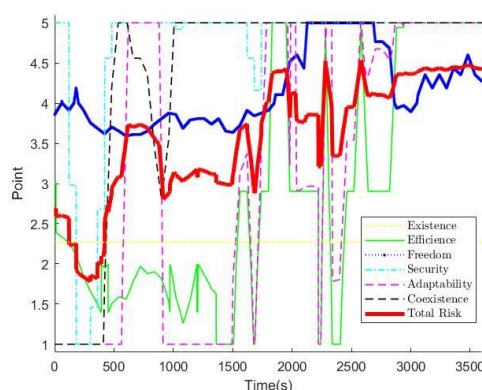
Hình 6. Đồ thị tốc độ pháp tuyến cập cầu



Hình 7. Đồ thị góc cập cầu

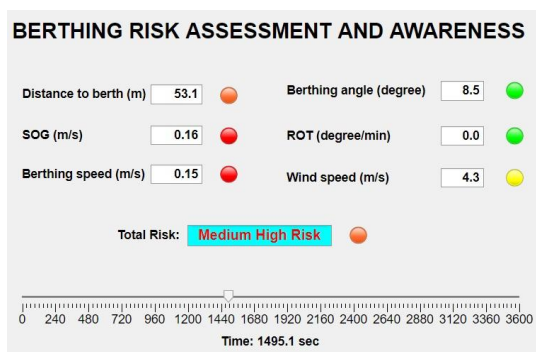


Hình 8. Đồ thị tốc độ quay mũi tàu



Hình 9. Đồ thị trị số đánh giá nguy cơ

Từ 0s đến 500s, các trị số đánh giá đều ở mức Nguy cơ cao trừ trị số Tự do ở mức Nguy cơ thấp vừa. Sau đó, chỉ còn trị số Hiệu quả theo tốc độ tàu và trị số Thích nghi theo tốc độ pháp tuyến cập cầu còn duy trì ở mức Nguy cơ cao nhưng sau đó giảm dần về mức Nguy cơ trung bình. Như vậy, dựa trên đánh giá của mô hình, quá trình điều động tàu thực tế duy trì tốc độ tàu và tốc độ pháp tuyến cập cầu nhiều thời điểm còn cao so với yêu cầu, tiềm ẩn rủi ro.



Hình 10. Đánh giá và cảnh báo nguy cơ trong quá trình điều động tàu cập cầu theo thời gian thực

Hình 10 thể hiện công cụ đánh giá và cảnh báo nguy cơ theo giờ gian thực của mô hình được đề xuất tại các thời điểm khác nhau trong quá trình tàu cập cầu. Các giá trị khoảng cách tới cầu cảng, tốc độ tàu, tốc độ pháp tuyến cập cầu, góc cập cầu, tốc độ quay mũi và tốc độ gió đều được hiển thị theo thời gian thực đồng thời đưa ra các cảnh báo theo màu. Nguy cơ tổng hợp được hiển thị dưới dạng chữ và màu. Tại thời điểm 1500s, mô hình đánh giá đưa ra cảnh báo nguy cơ về tốc độ tàu và tốc độ pháp tuyến cập cầu, mức độ nguy cơ tổng hợp hiển thị mức “Nguy cơ cao vừa”.

4. Kết luận

Trong bài báo này, tác giả đã đề xuất mô hình đánh giá và cảnh báo nguy cơ giữa trong quá trình điều động tàu cập cầu theo thời gian thực dựa trên mô hình của Bossel. Các trị số đánh giá nguy cơ được phân tích dựa trên các yếu tố an toàn được xác định theo các thông tin thu thập từ các trang thiết bị lắp đặt trên tàu và thông tin cầu cảng. Kết quả phân tích dữ liệu cập cầu của một tàu thực tế cho thấy hiệu quả của mô hình trong việc đánh giá và cảnh báo nguy cơ theo thời gian thực trong quá trình tàu cập cầu, từ đó thuyền trưởng,

hoa tiêu nhận thức được các rủi ro hiện hữu để đưa ra các hành động phù hợp.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong đề tài mã số: **DT24-25.15**.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] K. Hsu, J.C. Kao (2021). *The safety of berthing operations at port dock - a gap assessment model based on Fuzzy AHP*. The International Journal of Maritime Engineering, Vol.159.
- [2] C. Li, J. Zhao, G. Ding, K. Zhang, W. Li, Y. Li, Y. Wang, J. Wen (2024). *The Study of Risk Assessment Method for Ship Berthing Based on the "Human-Ship-Environment" Synergy*. J. Mar. Sci. Eng., Vol.12(11), p.2022.
- [3] Q. Zhang, X. Bai, H. Zhang, L. Yang, Y. Li, S. Zhang (2023). *Evaluation Method of Berthing and Unberthing Functions for Autonomous Ships Based on Combined Weights*. Shipbuild. China, Vo.64, pp.127-139.
- [4] M. Sokukcu, C. Sakar (2022). *Risk analysis of collision accidents during underway STS berthing maneuver through integrating fault tree analysis (FTA) into Bayesian network (BN)*. Applied Ocean Research, Vol.126, p.103290.
- [5] H. Lee, J. Lee, W. Son, I. Cho (2020). *Development of machine learning strategy for predicting the risk range of ship's berthing velocity*. Journal of Marine Science and Engineering, Vol.8(5), p.376.
- [6] A. Roubos, L. Groenewegen, D.J. Peters (2016). *Berthing Velocity of Large Seagoing Vessels in the Port of Rotterdam*. Marine Structures, Vol.51, pp.202-219.
- [7] R. Khan, J. Yin, F. Mustafa, W. Shi (2023). *Factor assessment of hazardous cargo ship berthing accidents using an ordered logit regression model*. Ocean Engineering, Vol.284, p.115211.
- [8] Cục Hàng hải Việt Nam (2019). *Quyết định 109/QĐ-CHVN Ban hành quy định kỹ thuật khai thác cầu cảng*.
- [9] Công ty CP đầu tư và phát triển cảng Đình Vũ (2019). *Quyết định 47/QĐ-TGD Quy định kỹ thuật khai thác cầu cảng*.
- [10]. H. Bossel (2001). *Indicators for Sustainable Development: Theory, Method, Applications*. IISD.

Ngày nhận bài:	25/03/2025
Ngày nhận bản sửa:	07/04/2025
Ngày duyệt đăng:	07/04/2025