

NGHIÊN CỨU HỆ THỐNG ÁP DỤNG CÔNG NGHỆ LIDAR HỖ TRỢ  
VIỆC GIÁM SÁT RỦI RO CỦA QUÁ TRÌNH TÀU CẬP CẦU CẢNG  
RESEARCH ON A SYSTEM APPLYING LIDAR TECHNOLOGY  
TO SUPPORT THE RISK MONITORING OF SHIP ATTENDANCE PROCESS

LÊ SƠN TÙNG<sup>1\*</sup>, PHẠM TRUNG MINH<sup>2</sup>, NGUYỄN THỊ KHÁNH LY<sup>3</sup>,  
NGUYỄN PHƯƠNG THẢO<sup>3</sup>, ĐẶNG THỊ QUỲNH GIANG<sup>3</sup>, VŨ THU TRÀ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Khoa Kinh tế, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

<sup>2</sup>Khoa Công nghệ thông tin, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

<sup>3</sup>Sinh viên Khoa Kinh tế, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

\*Email liên hệ: lesontung@vamaru.edu.vn

**Tóm tắt**

Trong những năm gần đây, những sự cố liên quan đến va chạm tại cảng biển Việt Nam nói chung và khu vực cảng biển Hải Phòng ngày càng xảy ra thường xuyên hơn. Mặc dù chưa gây tổn thất lớn về con người và môi trường nhưng công tác phòng ngừa và ứng phó rủi ro bộc lộ nhiều yếu kém, đặc biệt là những rủi ro va chạm tại cầu cảng. Mục đích của nghiên cứu này là đề xuất hệ thống cảm biến kiểm soát va chạm tại bến cảng container quốc tế Tân Cảng Hải Phòng (TC-HICT). Mô hình ứng dụng công nghệ Lidar 2D cùng với các khối xử lý có nhiệm vụ thu thập và phân tích dữ liệu khi tàu cập cảng, đưa ra các tín hiệu cảnh báo bằng đèn và âm thanh. Kết quả nghiên cứu có ý nghĩa quan trọng đối với người điều động tàu và góp phần không nhỏ vào hoạt động quản lý an toàn khu vực cầu cảng, giúp đưa ra những hình ảnh trực quan phục vụ cho việc theo dõi, điều hướng và xác định vị trí an toàn cho tàu ra vào cảng.

**Từ khóa:** Rủi ro va chạm, Cảng thông minh, quản lý rủi ro, hệ thống cảm biến, LIDAR.

**Abstract**

In recent years, incidents related to collisions at Vietnamese seaports in general and Hai Phong seaport area have occurred more and more frequently. Although it has not caused major human or environmental damage, risk prevention and response work has revealed many weaknesses, especially collision risks at berths. The purpose of this study is to propose a collision control sensor system at Tan Cang Hai Phong international container terminal (TC-HICT). The model applies 2D Lidar technology along with processing blocks for data collection and analysis when ships dock,

giving warning signals with lights and sounds. The research results have important implications for ship operators and contribute significantly to the safety management of berths, helping to provide visual images for monitoring, navigation and determining safe locations for ships entering and leaving ports.

**Keywords:** Collision Risk, Smart Port, Risk Management, Sensor System, LIDAR.

**1. Mở đầu**

Vận tải đường biển đóng vai trò quan trọng trong việc phát triển nền kinh tế thế giới, giúp con người đáp ứng nhu cầu đi lại và đẩy mạnh dòng lưu chuyển hàng hóa. Theo thống kê, khối lượng hàng hóa vận chuyển bằng đường biển chiếm hơn 80% khối lượng thương mại toàn cầu [1]. Mặc dù đã có nhiều phương thức vận tải mới được ra đời, song vận tải biển vẫn khẳng định tầm quan trọng của nó với các ưu điểm như: Chi phí thấp, hiệu quả kinh tế tốt hơn và ít ô nhiễm hơn, khiến nó trở thành lựa chọn phổ biến trong vận tải quốc tế [2].

Tuy nhiên, với sự gia tăng nhanh chóng về quy mô và số lượng tàu, tai nạn hàng hải đã và đang diễn ra thường xuyên hơn, dẫn đến thương vong và thiệt hại nghiêm trọng về môi trường [3]. Một trong những điểm thường xuyên xảy ra những rủi ro trong ngành hàng hải đó là khu vực cảng biển. Từ năm 2014 đến năm 2021, Cơ quan An toàn Hàng hải châu Âu (EMSA) ghi nhận 43% số vụ tai nạn ở khu vực cầu tàu và xung quanh cảng biển khiến 21.173 thương vong và sự cố hàng hải, khiến 6.155 người bị thương, 563 người tử vong, 495 trường hợp ô nhiễm và mất tích 177 tàu (EMSA, 2022). Trong đó, tai nạn va chạm chiếm đến 13% và được đánh giá là nguyên nhân gây ra thiệt hại đáng kể cho ngành hàng hải (EMSA, 2021). Ví dụ, vào ngày 13/07/2023 trong quá trình cập cảng Cái Mép, tàu WAN HAI A02 đã

va chạm mạnh vào tàu VASSOS 2 và cầu cảng. Kết quả của việc va chạm gây tổn thất lớn về cầu cảng và các thiết bị xếp dỡ bố trí trên cầu cảng, cùng với số lan TG - 16479.

Thực tế hiện nay, các thuyền trưởng dựa vào kinh nghiệm để ước lượng khoảng cách, tính toán, đưa ra quyết định có liên quan một cách tương đối để lái dạt con tàu và tự ước lượng một khoảng cách phù hợp để con tàu tự thả trôi cập cảng. Việc dựa vào phán đoán mà không có thông số chính xác này vẫn tiềm ẩn nhiều rủi ro va chạm.

Ngoài ra, điều khiển một con tàu trên môi trường nước chịu tác động của nhiều yếu tố tự nhiên không thể đoán trước, chẳng hạn như sóng, dòng chảy và các điều kiện thời tiết khắc nghiệt. Đồng thời, sự hiểu biết đầy đủ về các đặc điểm khả năng cơ động, kích bản giao thông, quy tắc điều hướng và các tình huống khẩn cấp, cũng như khả năng nhận thức và kiến thức chuyên môn của thuyền trưởng cũng quyết định việc đưa ra phương án tránh va chạm an toàn.

Mặc dù là một trong điểm tiềm ẩn những rủi ro nghiêm trọng, tuy nhiên hiện nay những giải pháp để phòng ngừa rủi ro còn rất hạn chế. Các cảng tại Hải Phòng nói riêng và Việt Nam nói chung đều có nhu cầu cấp thiết cần một giải pháp phòng ngừa rủi ro va chạm khi tàu cập cảng, nhưng đến nay chưa có giải pháp nào thực sự hiệu quả được áp dụng, giá thành cao là một trong những vấn đề khiến các cảng tại nước ta chưa áp dụng giải pháp này. Nhận thấy tính cấp thiết của vấn đề này, nhóm tác giả hướng tới nghiên cứu giải pháp về mặt công nghệ, với tên gọi là Công nghệ Cảm biến kiểm soát va chạm, được ứng dụng tại cảng.

Mục đích của nghiên cứu này là nghiên cứu và giới thiệu tới một hệ thống camera cảm biến được đặt tại cầu tàu, giúp tàu lái dạt và tàu cập cảng nhận biết được khoảng cách với cầu tàu, qua đó kiểm soát được lực dạt và cập cảng an toàn. Công nghệ cảm biến kiểm soát va chạm bước đầu ứng dụng thử nghiệm tại bến cảng container quốc tế Tân Cảng Hải Phòng (HICT) - cảng nước sâu lớn nhất vùng kinh tế trọng điểm phía Bắc Việt Nam.

Dựa trên việc kết hợp module cảm biến và camera nhóm tác giả nghiên cứu sản phẩm đo khoảng cách giữa tàu và cầu tàu nhằm đưa ra những cảnh báo kịp thời cho người khai thác cảng và các thuyền trưởng trên tàu lái dạt để có thể xử lý các lực dạt cho phù hợp, hỗ trợ việc đưa ra quyết định liên quan đến phát hiện, kiểm soát và xử lý rủi ro khi tàu cập cảng.

## 2. Cơ sở lý luận

### 2.1. Rủi ro va chạm

Theo Allan H. Willet cho rằng: Rủi ro là những tai nạn, sự cố bất ngờ, ngẫu nhiên mà con người không lường trước được và có thể dẫn đến những tổn thất, thiệt hại không mong muốn cho đối tượng gặp rủi ro. Rủi ro là sự bất trắc cụ thể liên quan đến việc xuất hiện một biến cố không mong đợi [4].

Theo quy định tại Khoản 1, Điều 303 Bộ luật Hàng hải Việt Nam 2015 (có hiệu lực từ ngày 01/07/2017) định nghĩa rủi ro hàng hải như sau: Rủi ro hàng hải là những rủi ro xảy ra liên quan đến hành trình đường biển, bao gồm các rủi ro của biển, cháy, nổ, chiến tranh, cướp biển, trộm cắp, kê biên, quân thú, giam giữ, ném hàng xuống biển, trưng thu, trưng dụng, trưng mua, hành vi bất hợp pháp và các rủi ro tương tự hoặc những rủi ro khác được thỏa thuận trong hợp đồng bảo hiểm.

Rủi ro va chạm hàng hải đề cập đến khả năng tàu thuyền hoặc phương tiện thủy khác va chạm với nhau khi di chuyển trên các vùng nước như đại dương, biển, sông hoặc hồ. Rủi ro này là mối lo ngại đáng kể trong vận tải hàng hải do tiềm ẩn những hậu quả nghiêm trọng, bao gồm thiệt hại về người, thiệt hại về môi trường và trách nhiệm tài chính. Trong khi đó, rủi ro va chạm tại cầu cảng là khả năng có sự xung đột giữa các tàu, thuyền hoặc phương tiện khác khi di chuyển gần các cảng hoặc cơ sở đậu tàu. Đây là một vấn đề quan trọng trong ngành hàng hải, đặc biệt là khi tàu cập bến, ra vào cảng, hoặc khi di chuyển trong khu vực cảng đông đúc.

### 2.2. Nguyên nhân

Tính đến nay, khoảng 50% số vụ tai nạn do va chạm tại cầu cảng do không đảm bảo các yêu cầu về kỹ thuật và công nghệ. Các vụ va chạm trong quá trình lái dạt tàu vẫn chưa nhận được nhiều sự quan tâm cụ thể. Việc xảy ra va chạm tàu do thiếu bị về mặt công nghệ có thể dẫn tới các hậu quả nghiêm trọng. Điều này được chứng minh bằng vụ va chạm bên trong tàu kéo và tàu chở dầu được hỗ trợ [5]. Nhiều cảng chưa được trang bị các thiết bị tiên tiến, hiện đại để đo đạc các thông số tại cảng như gió, sức nước, tốc độ dòng chảy,... vẫn còn sử dụng các hệ thống đo lường lạc hậu làm ảnh hưởng lớn đến quá trình điều động lái dạt tàu.

Ảnh hưởng của gió là một trong những yếu tố ngoại cảnh tác động mạnh nhất đến an toàn của tàu khi điều động tàu ra vào cầu cảng, nhất là đối với các tàu có mạn khô cao [6]. Điều này phụ thuộc vào:

Hướng gió, sức gió, diện tích đón gió, hình dáng của con tàu, tốc độ tàu và trạng thái ban đầu của tàu. Gió càng mạnh, chiều cao mạn khô, thượng tầng kiến trúc càng lớn thì ảnh hưởng của gió càng lớn. Khi sức gió tại khu vực cầu tàu lớn, con tàu dễ bị ăn lái không đều, tàu bị dạt mạnh về phía cuối gió. Đặc biệt, khi có gió kèm theo sóng lớn, ngoài các ảnh hưởng trên, tàu còn dễ bị đảo, rung lắc. Việc này trực tiếp tác động đến độ ổn định của không chỉ tàu được lai dắt mà còn ảnh hưởng đến sự phối hợp của các con tàu đẩy, kéo khác. Nếu không thực sự kiểm soát được hướng gió và tốc độ gió, việc lai dắt tàu sẽ gây tốn thời gian, công sức thậm chí sẽ xảy ra những va chạm không đáng có.

Theo TS. Nguyễn Duy Bân: Dòng chảy đóng vai trò quan trọng trong việc đảm bảo an toàn hàng hải tại cảng. Dòng chảy làm cho các tính năng quán tính bị thay đổi, vòng quay trở bị biến dạng. Ảnh hưởng của dòng chảy phụ thuộc vào: Hướng nước, sức nước, lượng rẽ nước, tốc độ tàu, mức độ ăn lái, độ trơn nhẵn của vỏ tàu [7]. Tuy nhiên, dòng chảy mạnh có thể tiềm ẩn nguy cơ va chạm tàu, ảnh hưởng đến hoạt động vận tải và gây thiệt hại về người và tài sản. Về mặt chuyên môn, dòng chảy tác động đến rủi ro va chạm tàu theo nhiều khía cạnh như thay đổi hướng di chuyển; giảm khả năng kiểm soát; hạn chế tầm nhìn; thay đổi tốc độ di chuyển. Dòng chảy có thể tác động đáng kể đến hướng di chuyển của tàu, khiến việc điều khiển trở nên khó khăn hơn. Đặc biệt, tại khu vực có dòng chảy mạnh và phức tạp, việc giữ tàu đi đúng hướng và tránh va chạm với các tàu khác hoặc các công trình trong cảng là một thách thức lớn đối với thuyền trưởng và thủy thủ đoàn. Dòng chảy mạnh có thể làm giảm khả năng cơ động của tàu, khiến việc đổi hướng hay dừng tàu trở nên khó khăn và mất nhiều thời gian hơn. Điều này ảnh hưởng đến khả năng phản ứng của tàu trước các tình huống nguy hiểm. Dòng chảy có thể khiến tàu di chuyển nhanh hơn bình thường, đặc biệt khi đi xuôi dòng. Việc di chuyển với tốc độ cao làm giảm thời gian để thuyền trưởng và thủy thủ đoàn phản ứng trước các tình huống bất ngờ, dẫn đến nguy cơ va chạm cao hơn. Ngoài ra, dòng chảy mạnh có thể khiến việc neo đậu tàu trở nên khó khăn và có thể làm tàu bị lỏng neo, dẫn đến va chạm với các tàu khác hoặc các công trình trong cảng. Dòng chảy cũng có thể tạo ra tình huống đối lưu tại cảng, nơi các dòng chảy khác nhau gặp nhau và tạo ra các điều kiện không ổn định cho tàu. Điều này đặc biệt nguy hiểm khi tàu phải di chuyển qua các điểm gặp nhau của các dòng chảy, tạo ra sự không ổn định và khó kiểm soát.

Lực đẩy từ các tàu lai dắt đóng vai trò thiết yếu trong việc hỗ trợ tàu di chuyển an toàn và hiệu quả

trong khu vực cảng. Tuy nhiên, việc sử dụng lực đẩy không phù hợp có thể dẫn đến nguy cơ va chạm, ảnh hưởng đến an toàn hàng hải và gây thiệt hại về người và tài sản. Lực đẩy từ các tàu lai dắt được tạo ra bởi sức mạnh của động cơ tàu hoặc các thiết bị trợ giúp. Khi tàu lai dắt vào cảng, lực đẩy này có thể không được kiểm soát một cách chính xác hoặc dự đoán được do nhiều yếu tố như gió, dòng nước, và điều kiện thời tiết khác nhau. Điều này dẫn đến việc tàu không thể duy trì hướng đi một cách ổn định khi tiếp cận cảng. Khi lực đẩy quá mạnh khiến tàu di chuyển với tốc độ vượt quá khả năng kiểm soát, đặc biệt nguy hiểm trong khu vực có mật độ tàu cao hoặc điều kiện môi trường không thuận lợi. Lực đẩy quá mạnh cũng có thể khiến tàu va chạm mạnh với cầu cảng gây hư hại cho tàu và cảng khi cập bến. Khi lực đẩy quá yếu, tàu không đủ để di chuyển theo hướng mong muốn, dẫn đến nguy cơ va chạm với các tàu khác hoặc công trình trong cảng. Thiếu sự phối hợp chặt chẽ và đồng bộ giữa thuyền trưởng tàu lai dắt và thuyền trưởng tàu được lai dắt về hướng di chuyển, tốc độ và lực đẩy cần thiết cũng dẫn đến nhiều rủi ro. Giao tiếp không rõ ràng hoặc thiếu thông tin dẫn đến hiểu lầm, gây nguy cơ va chạm cao.

### **2.3. Bến cảng HICT**

Năm 2023, bến cảng container quốc tế Tân Cảng Hải Phòng (TC-HICT) ghi nhận kỷ lục về sản lượng khai thác trong năm với 1.272.859TEU hàng hóa thông qua, chứng minh được TC-HICT là một trong những doanh nghiệp khai thác cảng biển hàng đầu hiện nay tại thành phố Hải Phòng. Trước đó vào các tháng cuối năm, bến cảng HICT đã liên tục phá các kỷ lục về khai thác của chính mình. Khi 61 tàu vào và rời cảng vào tháng 5/2023, nó đã lập kỷ lục về lượng đón tiếp. Với 126 bước/giờ, tháng 7/2023 đã lập kỷ lục năng suất mới, vượt qua định mức 120 bước/giờ. Sản lượng của cảng đạt mức cao nhất trong một tháng kể từ khi nó mở cửa vào tháng 10/2023, với 144.200TEU được xử lý. Đây là kỷ lục đáng tự hào và chưa từng có trong suốt 5 năm vận hành khai thác của bến cảng HICT, cũng như trong một năm tình hình kinh tế thế giới đầy biến động.

Tuy vậy, bến cảng còn xảy ra những thiệt hại không đáng có trong suốt quá trình hoạt động, khai thác và quản lý. Năm 2019, trong giai đoạn thử nghiệm đón "siêu tàu" container có trọng tải từ 100.000 - 132.900 (DWT). Mặc dù phần lớn các tàu cập cảng an toàn, tuy nhiên vẫn xuất hiện những sự cố va chạm giữa tàu tàu WANHAI 805 và cầu cảng, ảnh hưởng đến thiết bị xếp dỡ QC15. Việc thiếu các thiết bị hỗ trợ cho công tác lai dắt tàu là những nguyên nhân

chính bên cạnh yếu tố kinh nghiệm của thuyền trưởng. Tương tự, cú va chạm giữa tàu Nagoya Express và cầu cảng vào ngày 6/6/2019 cũng gây ra những thiệt hại lớn cho các thiết bị xếp dỡ. Cụ thể là, cú va chạm mạnh đã gây ra sự dịch chuyển và cong vênh hệ thống xếp dỡ trị giá hàng triệu USD của bến cảng.

## 2.4. Ứng dụng công nghệ trong kiểm soát rủi ro

Hiện nay, với khối lượng lớn hàng hóa được vận chuyển bằng đường biển cùng với số lượng các rủi ro gia tăng, đã đặt ra những yêu cầu cấp thiết về việc ứng dụng các công nghệ để kiểm soát và giảm thiểu những rủi ro. Trong những năm qua, những con tàu mới đã được trang bị các công nghệ cảm biến và hệ thống giám sát giúp ích cho con người trong việc phát hiện các rủi ro tiềm ẩn và đưa ra những phương án xử lý hiệu quả. Ví dụ, sử dụng cảm biến siêu âm, cảm biến dòng xoáy, cảm biến hình ảnh, Lidar, radar nhằm phát hiện các yếu tố vật lý ở môi trường xung quanh, từ đó đề xuất những cảnh báo và hướng điều khiển.

Cảng Hamburg đi đầu trong việc phát triển cảng thông minh trên thế giới. Hiện nay, cảng Hamburg nghiên cứu và ứng dụng nhiều công nghệ trong việc quản lý và khai thác cảng nhằm gia tăng sự hiệu quả và an toàn trong hoạt động của mình. Cảng sử dụng công nghệ cảm biến kết hợp IoT được bố trí tại các điểm nhạy cảm của cảng như kho bãi, cầu cảng, nơi đậu xe,... cung cấp các dữ liệu cho việc cảnh báo va chạm và kiểm soát [8], [9]. Ngoài ra, cảng sử dụng Ứng dụng Giám sát cảng (Port Monitor) với công nghệ cảm biến để cung cấp các thông tin về vị trí tàu, mức nước, tình trạng cầu tàu, tình trạng khu neo đậu chờ cập cầu, thông số về cầu cho tàu bè cơ quan giám sát, đảm bảo an toàn hàng hải.

## 3. Giải pháp kiểm soát rủi ro va chạm

### 3.1. Hệ thống cảm biến va chạm

Cảm biến là thiết bị phát hiện đại lượng đặc trưng vật lý, hóa học hay sinh học của đối tượng đo và chuyển đại lượng này thành tín hiệu có thể đọc được, hiển thị được trên các thiết bị, các dữ liệu này sẽ được gửi về trung tâm để kiểm soát và phân tích.

Để hỗ trợ cho việc lai dắt tàu cập cầu cảng được an toàn hơn, hệ thống cảm biến va chạm được xem là một giải pháp hữu hiệu cần được nghiên cứu. Hệ thống cảm biến được mô tả như một hệ thống theo dõi, hiển thị trên màn hình: Con tàu đang có vị trí như thế nào, khoảng cách giữa các điểm trên con tàu đến cầu cảng.

Hệ thống sử dụng các mô-đun cảm biến là loại cảm biến điện tử được sử dụng để phát hiện và phản hồi đầu vào sự hiện diện của các vật thể trong khoảng cách

nhất định và đầu ra sẽ là tín hiệu đã được chuyển đổi và hiển thị trên màn hình điều khiển.

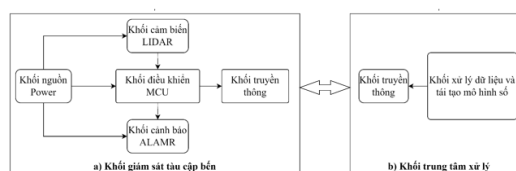
Để tiện cho nhiều người có thể quan sát, hệ thống có thể cài đặt truyền thông tin qua môi trường mạng, khi đó bất cứ ai cũng có thể truy cập vào trang web để theo dõi.

### 3.2. Mô tả hoạt động

Hình 1 thể hiện kiến trúc tổng quan của hệ thống theo dõi, giám sát tiến trình tàu cập cầu cảng, bao gồm các khối chính:

Khối giám sát tàu cập bến: Khối MCU (Microcontroller Unit - Đơn vị vi điều khiển) đóng vai trò điều khiển trung tâm, thể hiện qua việc liên tục thu nhận dữ liệu được gửi về từ thiết bị cảm biến Lidar. Các dữ liệu được đóng gói thành các gói tin và truyền tới Khối trung tâm xử lý thông qua khối truyền thông. Khối cảnh báo sau khi nhận được tín hiệu điều khiển từ khối MCU sẽ phát các cảnh báo bằng âm thanh và đèn chớp với các mức độ theo quy định.

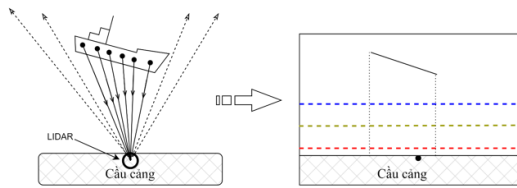
Khối trung tâm xử lý: Có nhiệm vụ tái tạo mô hình số hóa quá trình tàu đang cập bến bằng các thao tác giải mã, xử lý và phân tích các gói tin dữ liệu Lidar được nhận từ khối giám sát tàu. Mô hình phân tích xử lý dữ liệu sẽ xác định vị trí, phương vị tương đối của tàu so với bến tàu. Từ đó đưa ra các cảnh báo liên quan đến khoảng cách an toàn giữa tàu và bến tàu.



Hình 1. Mô hình kiến trúc hệ thống

Hệ thống này áp dụng công nghệ Lidar 2D nhằm xác định đường biên mạn tàu. Thiết bị cảm biến Lidar được đặt tại một vị trí thích hợp trên cầu tàu, liên tục phóng các chùm tia laser hướng ra phía biển, đồng thời thu nhận các tín hiệu phản xạ do gặp vật cản, thông qua đó tạo được khối dữ liệu thể hiện khoảng cách và hình dạng cạnh của vật thể (trong hệ thống này là mạn tàu đang cập bến). Các dữ liệu sẽ được xử lý để tái tạo mô hình thể hiện quá trình tàu đang cập bến. Toàn bộ quá trình này được mô tả như trong Hình 2. Các đường nét đứt ngang màu xanh, vàng, đỏ tương ứng lần lượt với các khoảng cách so với cầu cảng theo các mức cảnh báo 1, 2 và 3. Trong đó mức 3 màu đỏ là mức nguy hiểm nhất. Thông qua thuật toán phân tích, đường nét ngang màu đen tương ứng với vị trí của tàu sẽ được đối sánh và xác định tàu đang ở gần cầu cảng đến mức độ nào,

từ đó hệ thống có đưa ra các mức cảnh báo tương ứng bằng đèn hiệu và âm thanh.



**Hình 2. Thiết bị cảm biến**

Việc bố trí các thiết bị cảm biến rất quan trọng, phải đảm bảo không ảnh hưởng đến hoạt động sản xuất thường nhật, đồng thời vẫn phải thu được chính xác các dữ liệu của các tàu đang cập cầu. Tuy nhiên, do đặc tính chỉ cần quan sát, thu dữ liệu từ cầu hướng ra ngoài luồng, nhóm tác giả đã đề xuất lắp đặt các cảm biến ở dưới mép cầu cảng sao cho các cảm biến không nhỏ quá phần lườn/gờ bảo vệ cầu tàu. Vị trí đặt các cảm biến phải đảm bảo khả năng bao phủ theo đủ chiều dài của cầu tàu, khoảng cách giữa các cảm biến cũng cần được tính toán để đáp ứng yêu cầu về độ phân giải dữ liệu, đủ điều kiện để thực hiện thuật toán phát hiện và theo dõi hoạt động cập cầu đạt hiệu suất mong muốn.

### 3.3. Hiệu quả của hệ thống cảm biến va chạm

#### 3.3.1. Hiệu quả đối với người điều khiển tàu

Nghiên cứu này đưa đến một cái nhìn tổng quát, chính xác về mặt thông số. Các thuyền trưởng không chỉ nhìn nhận được chính xác vị trí, khoảng cách, hướng của tàu so với cầu cảng mà có thể nhìn bao quát được cả vị trí của các tàu khác ở trong luồng và các tàu đang neo đậu ở bến chính. Từ đó, họ có thể tính toán kết hợp với các yếu tố khác trên thực tế để đưa ra các quyết định tương đối cần tác động các lực kéo, đẩy phù hợp lên con tàu. Việc lai dắt đòi hỏi vị trí tương đối của tàu phải song song với cầu cảng và cần được xác định vị trí phù hợp để thả trôi tàu cập cầu cảng. Hệ thống này giúp việc lai dắt tàu được chính xác hơn và hỗ trợ tàu di chuyển một cách ổn định, tránh va chạm với các con tàu khác đồng thời xác định được vị trí cập cảng phù hợp, an toàn và giảm bớt rủi ro và va chạm khác không mong muốn.

#### 3.3.2 Hiệu quả đối với cảng biển

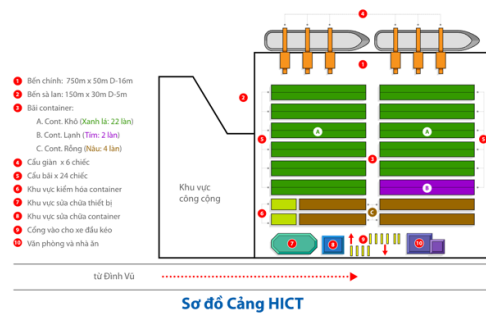
Hiện tại, tại cảng HICT, để theo dõi quá trình tàu cập cảng, người quản lý, khai thác cảng cần trực tiếp giám sát tại khu vực cầu cảng. Khi thiết bị cảm biến được áp dụng, người quản lý cảng có thể theo dõi được thực tế quá trình con tàu cập cảng thông qua hệ thống lập trình truyền thông tin mạng, từ đó người quản lý có thể cập nhật được tình hình và đưa ra những

quyết định cần thiết kịp thời..

Việc trang bị các thiết bị cảm biến tự động đo lường khoảng cách ở khu vực cầu tàu nhằm giám sát, tránh va chạm, tai nạn đảm bảo an toàn cho tàu và các thiết bị của cảng tại khu vực cầu tàu, bãi. Việc ứng dụng thiết bị cảm biến trong hoạt động giám sát cảng biển, an toàn hàng hải nâng cao hiệu quả khai thác và năng lực cạnh của cảng, đem lại nhiều lợi ích đáng kể như sau: Sản lượng hàng hóa qua cảng được nâng cao; công tác vận hành, quản lý cảng được đơn giản và tiêu chuẩn hóa,... Đây là tiền đề tạo ra các cơ hội phát triển cảng biển thông minh.

### 3.4. Dự kiến ứng dụng tại cảng HICT

Tại cảng container quốc tế HICT, bến chính của cảng có chiều dài 750m.



**Hình 3. Sơ đồ cảng HICT**



**Hình 4. Thiết bị cảm biến**



**Hình 5. Lắp đặt thiết bị cảm biến trên bờ cập tàu tại Hồ An toàn**

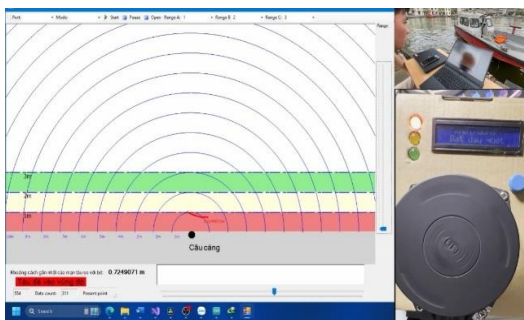
Để có thể quan sát được tương đối chi tiết tại cảng HICT, dự kiến mỗi mô-đun cảm biến sẽ cách nhau 1m, khi đó cần có 750 cảm biến để có thể lắp đặt dọc cầu

cảng. Trước khi đi vào ứng dụng tại cảng HICT, nhóm tác giả tiến hành thử nghiệm tại khu vực Hồ An toàn, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam.



Hình 6. Thử nghiệm hệ thống tại Hồ An toàn

Kết quả cho thấy hệ thống hoạt động hiệu quả và đã phát ra tín hiệu âm thanh cảnh báo rủi ro theo các vạch màu cảnh báo.



Hình 7. Kết quả hiển thị khi thử nghiệm thiết bị

#### 4. Kết luận

Với sự phát triển của hệ thống đường dẫn và thông tin liên lạc, các cảng biển trên thế giới nói chung và tại Việt Nam nói riêng ngày càng được trang bị hiện đại, bắt kịp xu thế phát triển cảng biển bền vững. Tuy nhiên, các tai nạn đâm va giữa các tàu trong lúc điều động và cập cảng vẫn xảy ra. Một trong những lý do chính là thiếu công nghệ chuyên dụng để hỗ trợ tàu thuyền. Chính bởi vậy, trong nghiên cứu này, thông qua sự hỗ trợ của các thiết bị cảm biến, mô hình hệ thống cảm biến va chạm đã được thiết lập nhằm mục đích xác định nguyên nhân xảy ra rủi ro va chạm cầu cảng. Khối giám sát MCU, khối trung tâm xử lý cùng công nghệ Lidar 2D được đặt tại vị trí thích hợp trên cầu tàu để thu thập và xử lý dữ liệu để mô phỏng quá trình tàu cập bến, đưa ra tín hiệu cảnh báo bằng đèn và âm thanh.

Những thông tin, dữ liệu đã qua xử lý có tác động động tích cực đến hoạt động khai thác và quản lý cảng. Kết quả cho thấy, mô hình đã ban đầu trực quan hóa

những giải pháp ngăn chặn rủi ro khi tàu cập cảng. Đối với người điều động tàu, nghiên cứu này đã đưa ra cái nhìn tương đối chính xác, tổng quát về mặt thông số, giúp hỗ trợ tàu di chuyển một cách ổn định, tránh va chạm không đáng có đồng thời xác định được vị trí cập cảng an toàn, phù hợp. Với cảng biển, nghiên cứu này đã cung cấp giải pháp công nghệ, góp phần giúp cho hoạt động khai thác, quản lý cảng một cách nhanh chóng, dễ dàng và thuận tiện.

Mặc dù nghiên cứu này có những đóng góp quan trọng, tuy nhiên nghiên cứu cũng không tránh khỏi một số hạn chế. Thứ nhất, nghiên cứu này còn khá đơn giản, được thực hiện dưới góc độ của sinh viên kinh tế, chưa tìm hiểu được đầy đủ các nguyên nhân dẫn tới rủi ro khi tàu cập cảng. Do vậy, các học giả có thể tiếp tục nghiên cứu về các nguyên nhân khác và giải pháp đề ra trong tương lai. Thứ hai, nghiên cứu này còn hạn chế về mặt chi phí, quy mô áp dụng, mới chỉ được tìm hiểu, phân tích tại bến cảng container quốc tế Tân Cảng (TC-HICT), chưa khái quát cho các cảng biển trên toàn quốc. Hướng nghiên cứu trong thời gian tới, các nhà nghiên cứu có thể tiếp tục tìm hiểu, phân tích và đầu tư, đề xuất ra các giải pháp quản lý rủi ro này ở các khu vực cảng biển khác.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] UNCTAD (2022), United Nations Conference on Trade and Development.
- [2] Xiao Zhou, Xiaoguang Ruan, Han Wang, Guoqing Zhou (2023). *Exploring spatial patterns and environmental risk factors for global maritime accidents: A 20-year analysis*, Ocean Engineering, Vol.286, Part 1, 15 October 2023, 115628.
- [3] Wu, Qing; Wang, Tengfei; Diaconescu, Mihai A.; Mosleh, Ali; Wang, Yang (2020), *A Comparative Assessment of Collision Risk of Manned and Unmanned Vessels*, Journal of Marine Science and Engineering, Vol.8 (11), p852.
- [4] Allan H. Willett. (1951). *The Economic Theory of Risk and Insurance*, University of Pennsylvania Press, p.136.
- [5] Lei Zhang, Zhe Du, Osiris A. Valdez Banda, Floris Goerlandt, Lei Du, Xiaobin Li (2022). *Collision prevention of ship towing operation under environmental disturbance*, Ocean Engineering Vol.266, Part 3, 15 December 2022, 112870.
- [6] Cục Đường thủy nội địa Việt Nam (2015), *Giáo trình đào tạo thuyền trưởng hạng ba môn điều động tàu 2*. Bộ Giao thông vận tải, Hà Nội.

- [7] Nguyễn Duy Bản (chủ biên), Huỳnh Hữu Linh, Trần Ngọc Sơn, Nguyễn Văn Tâm (2015). *Giáo trình mô đun: Lái tàu và trực ca; Mã số: MD06 - Nghề thuyền viên tàu vỏ sắt, tàu vỏ vật liệu mới*, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn.
- [8] Hamburg Port Authority. *Smartport - the Intelligent Port*. 2019.  
[cited 2019 27th Nov]; Available from: <https://www.hamburg-port-authority.de/en/hpa-360/smartport/>.

- [9] Siapartners. *The internet of things in transportation: Port of Hamburg case study*. 2016.  
[cited 2019 28 Nov]; Available from: [http://transport.siapartners.com/sites/default/files/5.\\_insight\\_internet\\_of\\_things\\_in\\_transportation.pdf](http://transport.siapartners.com/sites/default/files/5._insight_internet_of_things_in_transportation.pdf).

Ngày nhận bài:	06/04/2024
Ngày nhận bản sửa:	16/04/2024
Ngày duyệt đăng:	19/04/2024