

Sử dụng bộ điều khiển PLC và phần mềm Unity 3D trong thiết kế hệ thống mô phỏng thực tế ảo chống chìm tàu

■ ThS. NGUYỄN THANH VÂN; PGS. TS. ĐINH ANH TUẤN; KS. NGUYỄN VĂN HÙNG

Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

TÓM TẮT: Bài báo trình bày một số phương pháp xây dựng mô hình tàu thủy với sự cố chìm tàu xảy ra dựa trên nền tảng của Unity 3D. Trên thế giới, an toàn trên tàu là vấn đề quan trọng từ con tàu được phát minh ra. Do đó, xây dựng hệ thống mô phỏng tàu giúp khắc phục thiệt hại về tài sản và con người khi huấn luyện. Bên cạnh đó, bài báo trình bày các bước tối ưu để giao tiếp giữa phần cứng PLC, kinh thực tế ảo và phần mềm Unity 3D. Cuối cùng, thiết kế hệ thống thực tế ảo chống chìm tàu giúp thử nghiệm, đánh giá học viên và sĩ quan trước khi xảy ra tình huống trên thực tế.

TỪ KHÓA: Mô phỏng chống chìm tàu, VR Unity 3D và chống chìm tàu thủy, thiết kế thực tế ảo tàu thủy.

ABSTRACT: The purpose of the paper is the simulation of model ship based on the virtual reality platform of Unity 3D. In the world, Ship safeties were an important problem since the ship invention. Therefore, building a simulation system to help overcome the damage to property and people when training. In addition, this paper presents the optimal steps for communication between PLC hardware, VR headset and Unity 3D software. Finally, the design of an anti-sink virtual reality system helps to test and evaluate cadets and officers before a real-life situation occurs.

KEYWORDS: Ship simulation, VR ship, Anti-Sink Ship, safety transportation.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tàu thủy đối với đời sống xã hội con người có vai trò không thể thay thế như vận chuyển người, hàng hóa, quân sự, khoa học nghiên cứu và một số mục đích khác nhau. Do đó, khi vận hành trên biển không tránh khỏi những tình huống nguy hiểm như đâm băng, va chạm và lật tàu dẫn đến nguy cơ chìm tàu gây ra những thương vong và thiệt hại về tài sản không thể khắc phục được như tàu Titanic. Năm 2020, tàu Xin Hong quốc tịch Panama chở đất sét đã bị chìm gần đảo Phú Quý khiến 15 người mất tích. Năm 2021, một cano chở 13 người ở khu vực Cửa Đại khiến 13 người tử vong. Vì vậy, việc xây dựng hệ thống tổ hợp mô phỏng thực tế ảo chống chìm tàu thủy là hết sức cần thiết, đáp ứng được yêu cầu huấn luyện hiện nay [1, 2].

Việt Nam là nước có bờ biển dài hơn 3.260 km với nhiều tuyến hàng hải quốc tế quan trọng đi qua. Do đó, nhu cầu cung cấp nguồn nhân lực chất lượng cao ngành Hàng hải ngày càng quan trọng và nâng tầm khu vực. Hiện nay, hệ thống mô phỏng chống chìm tàu với công nghệ thực tế ảo là chưa có ở Việt Nam. Đối với hệ thống này, các trang thiết bị phục vụ cứu hộ, chống chìm và mô hình tàu bao gồm buồng lái, buồng máy và các vị trí thực tế của con tàu được nhóm tác giả xây dựng trong không gian ảo từ mô hình tàu thật. Từ đây, người vận hành sẽ tương tác trực tiếp với các thiết bị giống với thực tế trên tàu thật. Đặc biệt, hệ thống đã kết nối thành công với hệ thống mô phỏng lái tàu để mô phỏng hải trình dẫn đến xảy ra sự cố đâm va trên biển. Vì vậy, học viên hoàn toàn cảm nhận được sự rung lắc, âm thanh thực tế dưới buồng máy và một số khu vực trên tàu giúp quá trình huấn luyện đạt độ chính xác cao... Ngoài ra, hệ thống mô phỏng được xây dựng dựa trên các tiêu chuẩn nêu tại bảng A-VI/1-2 của Công ước STCW78 sửa đổi năm 2010 của Tổ chức Hàng hải Quốc tế (IMO). Tiêu chuẩn về khẩn cấp, an toàn nghề nghiệp, an ninh, chăm sóc y tế và chức năng cứu sinh để xây dựng lên hệ thống mô phỏng chống chìm; xây dựng các bài huấn luyện sát với thực tế để học viên nắm vững được kiến thức, kĩ năng cứu sinh trên biển..., chuẩn bị kiến thức và tâm lý tốt hơn để đối phó với các sự cố bất thường trên biển.

Bài báo được sắp xếp theo thứ tự sau: Mục 2 trình bày một số cơ sở lý thuyết và thuật toán xây dựng mô hình. Mục 3 trình bày các bước thiết kế mô hình tàu và giao diện điều khiển. Mục 4 thực hiện quá trình mô phỏng chống chìm tàu với yêu cầu cho trước và phần cuối cùng là kết luận.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ XÂY DỰNG CẤU TRÚC, THUẬT TOÁN MÔ PHỎNG

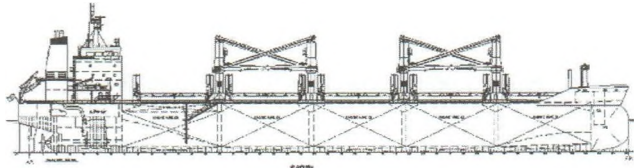
2.1. Cơ sở lý thuyết thiết kế tàu thủy

Trước khi xây dựng hệ thống mô phỏng chống chìm tàu, nhóm tác giả tiến hành khảo sát kết cấu con tàu thật, đồng thời nghiên cứu bản vẽ cấu trúc con tàu. Độ mớn nước hay còn gọi là độ chìm của tàu được tính từ đáy con tàu đến mặt nước với phương thẳng đứng và vuông góc với mặt nước. Khi tàu bị hư hỏng, các bộ phận được gia công của tàu chuyển sang trạng thái có diện tích mớn nước lớn hơn trong thời gian ngắn, tránh tình trạng chìm tàu. Đây là một trong những yếu tố quan trọng liên quan đến thiết kế tàu. Nhóm tác giả đã khảo sát tàu Ocean Right được đóng năm 2009 với thông số như Bảng 2.1:

Bảng 2.1. Thông số tàu Ocean Right

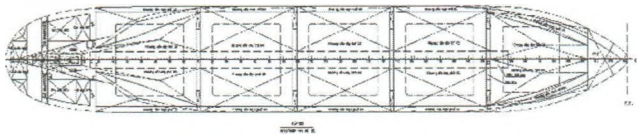
STT	Thông số	Thực tế
1	Chiều dài	160 m
2	Chiều rộng	30 m
3	Chiều cao mạn	14,7 m
4	Chiều chìm	9,0 m
5	Mớn nước chuẩn	9,75 m
6	Tải trọng	34.000 T

Nguồn: Tài liệu thiết kế tàu Ocean Right



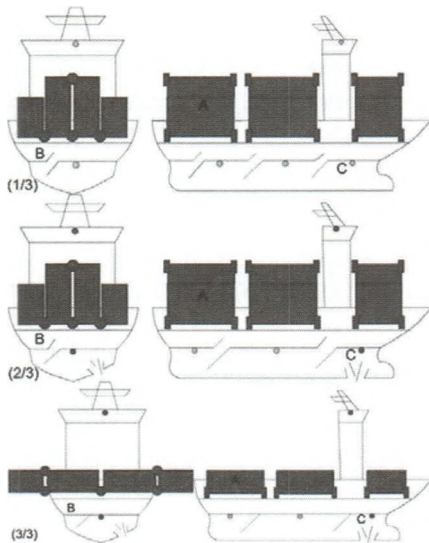
Hình 2.1: Cấu trúc khoang tàu

Hình 2.1 thể hiện thân tàu được chia làm 6 khoang, trong đó có 5 khoang hàng hóa và 1 khoang buồng máy.



Hình 2.2: Cấu trúc đáy tàu

Ngoài ra, tàu được thiết kế với đáy đôi và độ dày kích thước đáy và mạn tàu cho trước như Hình 2.2. Dựa vào đó, nhóm tác giả tính toán và xây dựng trên phần mềm đồ họa 3D. Dựa trên cách bố trí hàng hóa trên tàu kết hợp với độ mớn nước của tàu, nhóm tác giả đã nghiên cứu một số nguy cơ dẫn đến chìm tàu.



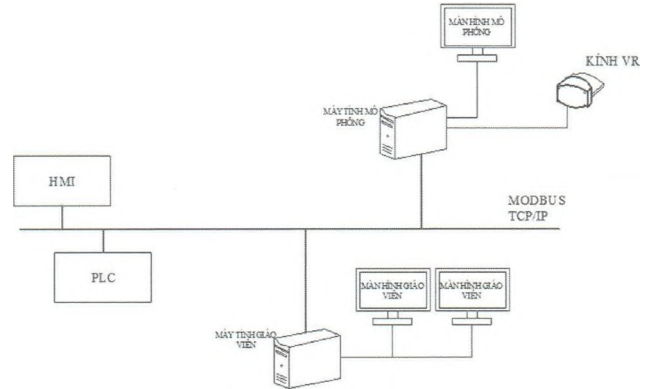
Hình 2.3: Các trạng thái và vị trí thủng vỏ tàu

Một số vị trí khi tàu bị đâm thủng và trạng thái cửa chắn dưới đáy tàu được thể hiện trên Hình 2.3. Trong trường hợp nguy hiểm, nút đáy và rò rỉ nước các máy dò sẽ gửi tín hiệu báo động cho buồng lái và đồng thời báo động toàn tàu [4]. Khi đó, các thủy thủ sẽ đóng, mở các cửa chắn và dùng các thiết bị chuyên dụng để chống chìm tàu, qua đó giúp

đảm bảo hàng hóa và con người được an toàn.

2.2. Xây dựng cấu trúc hệ thống mô phỏng

Sau khi nghiên cứu cấu trúc tàu, nhóm tác giả tiến hành xây dựng cấu trúc hệ thống mô phỏng như Hình 2.4.



Hình 2.4: Cấu trúc phần cứng hệ thống mô phỏng

Cấu trúc hệ thống mô phỏng như Hình 2.4 được chia làm các phần sau:

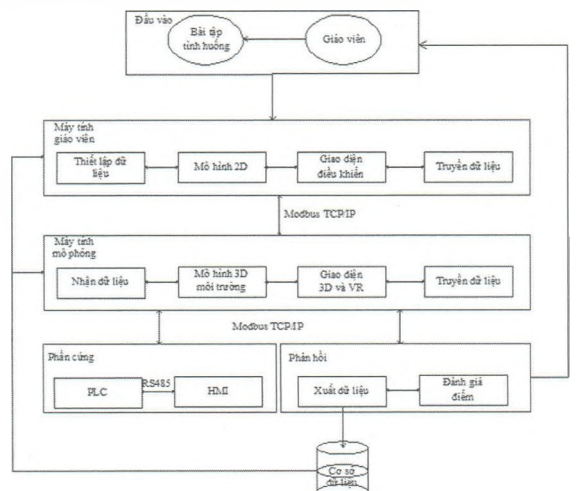
- Phần 1: Máy tính giáo viên: Có chức năng giám sát và đưa ra các yêu cầu khi huấn luyện đối với mỗi học viên. Bên cạnh đó, sau khi học viên kết thúc thực hành sẽ có bảng chấm điểm để theo dõi và đánh giá.

- Phần 2: Máy tính mô phỏng có nhiệm vụ thiết lập không gian thực tế của tàu khi vận hành trên biển. Máy tính mô phỏng nhận dữ liệu từ máy tính giáo viên và hiển thị các tình huống cho trước và được thêm khi vận hành bởi giáo viên. Ngoài ra, học viên được trang bị kính thực tế ảo, khi đó giúp học viên có cảm giác được ở dưới tàu thật. Các học viên khác có thể quan sát quá trình kiểm tra trên màn hình hoặc máy chiếu.

- Phần 3: Bộ điều khiển trung tâm (PLC) và màn hình cảm ứng (HMI) có chức năng hiển thị trạng thái của tàu, khu vực chìm tàu và đưa tín hiệu đầu ra của bộ điều khiển để hiển thị giúp học viên dễ dàng theo dõi.

2.3. Xây dựng thuật toán hệ thống mô phỏng

Sau khi thiết kế được cấu trúc phần cứng của hệ thống mô phỏng, nhóm tác giả tiến hành xây dựng thuật toán cho hệ thống mô phỏng chống chìm tàu.



Hình 2.5: Thuật toán truyền nhận và xử lý dữ liệu hệ thống mô phỏng

Cấu trúc thuật toán mô phỏng được thể hiện trên hình 5 bao gồm các khối sau:

- Khối đầu vào: Trong khối này dữ liệu ban đầu được nhóm tác giả xây dựng với 10 kịch bản khác nhau. Tuy nhiên, giáo viên có thể tự tạo các tình huống để đưa vào máy tính giáo viên.

- Khối máy tính giáo viên nhận dữ liệu từ giáo viên chạy chương trình, khởi tạo kết nối truyền nhận dữ liệu. Tại đây, dữ liệu truyền đi theo chuẩn truyền thông Modbus TCP/IP giúp đảm bảo chính xác dữ liệu. Bên cạnh đó, các hình ảnh 2D, giao diện điều khiển được hiển thị để sẵn sàng chạy hệ thống.

- Khối máy tính mô phỏng sau khi nhận được dữ liệu sẽ cài đặt các thông số và lấy dữ liệu mô hình 3D từ cơ sở dữ liệu để mô phỏng thực tế ảo.

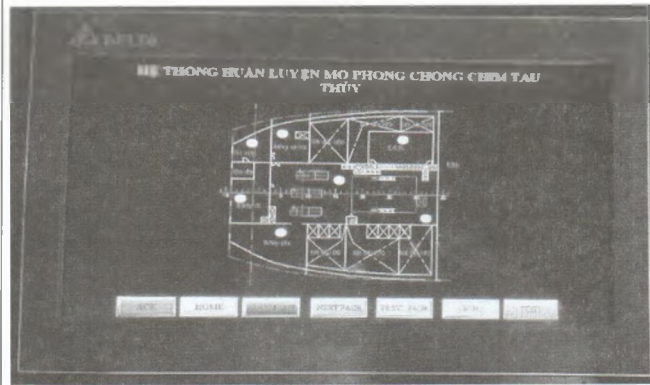
- Khối phần cứng: PLC và màn hình HMI nhận tín hiệu từ phần mềm mô phỏng thông qua mạng truyền thông Modbus TCP để hiển thị cho học viên.

- Khối phản hồi: Sau khi kết thúc quá trình mô phỏng, phần mềm sẽ xuất báo cáo đánh giá và dựa trên cơ sở đó sẽ đưa ra mức điểm cho giáo viên. Bên cạnh đó, dữ liệu sau mỗi quá trình thực hành sẽ lưu lại trên cơ sở dữ liệu phục vụ sau này.

3. THIẾT KẾ MÔ HÌNH TÀU TRONG UNITY3D

3.1. Thiết kế phần cứng hệ mô phỏng

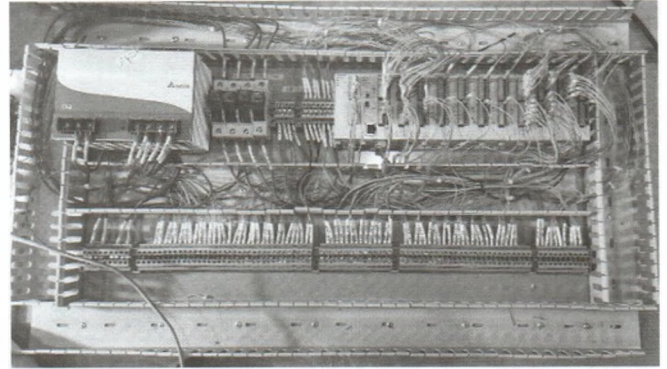
Để hiển thị các trạng thái của hệ thống mô phỏng thông qua phần cứng, nhóm tác giả đã thiết kế và lập trình trên PLC và màn hình HMI của hãng Delta. Đây là thiết bị với cấu hình mạnh, qua đó giúp dễ dàng tương tác với người vận hành.



Hình 3.1: Màn hình giao diện HMI

Hình 3.1 bao gồm vị trí của khoang máy với buồng máy chính, buồng máy phụ và hệ thống kết dầu DO. Ngoài ra, nhóm tác giả thiết kế thêm các đèn chỉ báo khi có chìm tại một số vị trí quan trọng trên tàu để thuyền viên dễ dàng quan sát. Các giao diện lịch sử báo động, cài đặt cho hệ thống cũng được lập trình và mô phỏng.

Tiếp theo, nhóm tác giả kết nối giữa màn hình cảm ứng, bộ điều khiển PLC để hiển thị và hướng đến huấn luyện báo động toàn tàu. Khi có báo động rò rỉ trên tàu, học viên có thể quan sát trên bảng điện tử hoặc bảng đèn được thiết kế các vị trí của con tàu thật. Đồng thời, học viên tương tác trên màn hình cảm ứng xác nhận sự cố, xem các lịch sử báo động sau khi xảy ra sự cố.



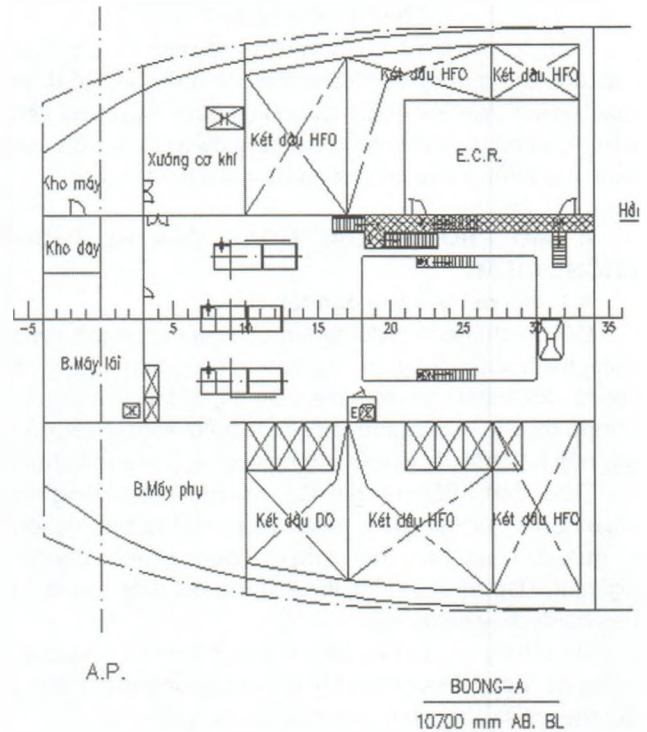
Hình 3.2: Tủ phần cứng PLC

Từ Hình 3.2, bộ điều khiển PLC được kết nối với mô-đun mở rộng đầu vào, sau đó đưa ra cầu đấu để đến các thiết bị như còi và đèn báo động.

3.2. Xây dựng mô hình 3D tàu thủy

Hiện nay, có rất nhiều phần mềm hỗ trợ đồ họa khi thiết kế vật thể 3D với những ưu điểm riêng. Trong hệ thống mô phỏng này, nhóm tác giả sử dụng phần mềm đồ họa Blender và Sketchup. Đây là hai phần mềm hỗ trợ xây dựng 3D với nhiều công cụ, mô hình và kết xuất hình ảnh chất lượng cao.

Dựa trên bản vẽ thiết kế của tàu Ocean Right, buồng lái và buồng máy, nhóm tác giả tập trung xây dựng một số thiết bị cơ bản trong khu vực này.



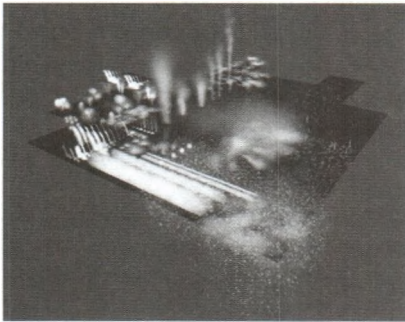
Hình 3.3: Bản vẽ bố trí buồng máy

Chi tiết các vị trí thiết bị được nhóm tác giả dựng trên không gian 3D trong phần mềm Blender được thể hiện trên Hình 3.3. Máy chính, buồng điều khiển máy lái và buồng điện được tác giả dựng lên với kích thước và một số chức năng sát với thực tế nhất thể hiện trên Hình 3.4.



Hình 3.4: Mô hình buồng máy 3D

Yếu tố hiệu ứng khi có nước rò rỉ vào thân tàu là quan trọng đối với mô phỏng chống chìm tàu, vì vậy nhóm tác giả đã tạo ra nhiều hiệu ứng cho đối tượng nước tùy theo mức độ mô phỏng.



Hình 3.5: Hiệu ứng nước

Hình 3.5 mô tả nhiều hình dạng và mức độ của nước, mỗi đối tượng được cài đặt và điều chỉnh thông số thông qua tập lệnh WaterParticle.cs. Dữ liệu được truyền và nhận đến máy tính giáo viên giúp dễ dàng điều chỉnh trong quá trình mô phỏng phù hợp trong từng bài toán cụ thể.

4. MÔ PHỎNG HOẠT ĐỘNG CỦA HỆ THỐNG CHỐNG CHÌM

4.1. Yếu tố tác động đến tàu thủy

Để mô phỏng một đối tượng con tàu thật, ngoài yếu tố động lực học tàu thủy thì môi trường cũng ảnh hưởng đến con tàu khi hành trình trên biển. Do đó, để tăng mức độ mô phỏng thực tế hơn, nhóm tác giả đã thêm một số tác động gây nên bởi thời tiết và môi trường vào hệ thống mô phỏng.

Trước tiên, nhóm tác giả đã tạo ra một môi trường biển với một số chức năng như nhiều dòng hải lưu, bề mặt sóng và mức độ sóng. Các chức năng này được chuyển đổi sang ngôn ngữ lập trình C# và gán vào từng đối tượng trước khi tiến hành chạy hệ thống.

Tiếp theo, yếu tố tác động bởi thời tiết và môi trường, trong hệ thống này, nhóm tác giả mô phỏng thời tiết thay đổi theo mùa, thời gian ban ngày và đêm như sau:

- EnviroSky.cs: Dùng để tạo bầu trời;
- SkyRendering.cs: Tạo ra hình ảnh chất lượng khi mô phỏng;
- VolumeClouds.cs: Hiệu ứng đám mây;
- VolumeLight.cs: Hiệu ứng ánh sáng.

Sau khi tạo ra được các thuộc tính, tác giả đã thiết lập và đưa vào không gian 3D thể hiện trên Hình 4.1.



Hình 4.1: Cửa sổ chỉnh thời tiết

Bên cạnh thời tiết, môi trường băng và tuyết cũng gây nên sự cố chìm tàu. Do đó, nhóm tác giả cũng tạo ra môi trường với nhiều vật thể băng trôi trong quá trình huấn luyện. Để thiết kế môi trường này, tác giả đã xây dựng mô hình trên phần mềm 3D và sau đó thêm chúng vào phần mềm Unity 3D. Tiếp theo, gán từ tập lệnh vào mỗi đối tượng để thực hiện chức năng mô phỏng như Hình 4.2.



Hình 4.2: Hiển thị môi trường băng

4.2. Chạy thử nghiệm hệ thống

Trong phần này, nhóm tác giả tập trung thử nghiệm mô phỏng chống chìm với một số chức năng giao tiếp giữa phần cứng HMI, PLC và phần mềm mô phỏng. Tiếp theo, thử nghiệm trong không gian thực tế ảo. Để thử nghiệm tính năng này, hệ thống mô phỏng cần kết nối kính thực tế ảo VR.



Hình 4.3: Kính VR và máy tính mô phỏng

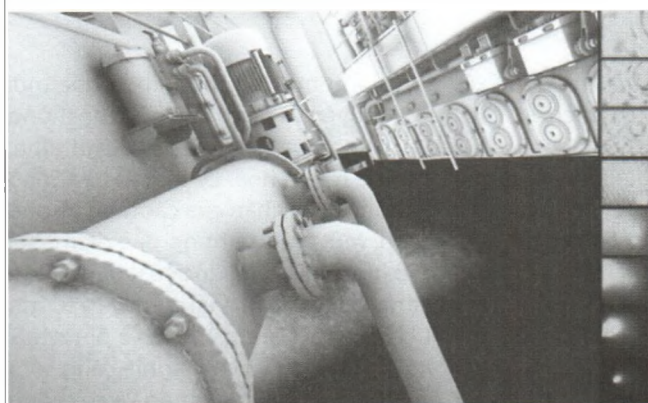
* Thử nghiệm hoạt động khi hai tàu đâm va:

Trước tiên, nhóm tác giả chọn tình huống khi hai tàu hành trình trên biển và có đâm va dẫn đến rò rỉ, thùng tàu chủ như Hình 4.4.



Hình 4.4: Hình ảnh 2 tàu đâm nhau

Khi đó xuất hiện hiện tượng rò rỉ nước vào một số khoang trong tàu, người vận hành xác định vị trí và đo kính VR tiến hành mô phỏng quá trình chống chìm tàu.

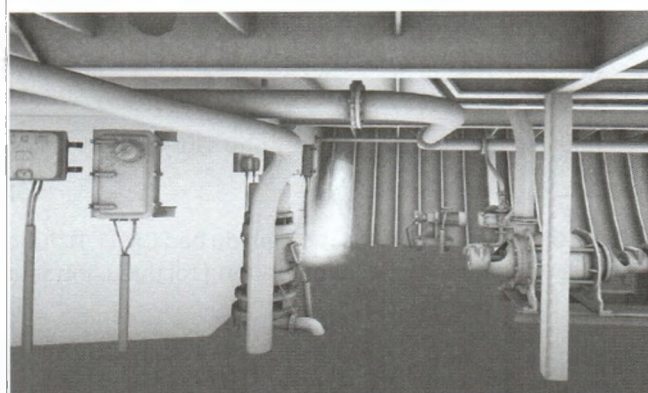


Hình 4.5: Nước rò vào khoang máy

Ngoài ra, dữ liệu còn được gửi đến PLC và màn hình cảm ứng HMI để giám sát. Qua đó, học viên quan sát và thao tác khắc phục sự cố.

** Thử nghiệm hoạt động với yếu tố môi trường:*

Nhóm tác giả tiến hành thí nghiệm với môi trường băng tuyết, khi tàu di chuyển trong môi trường này và chạm vào băng dẫn đến thủng tàu. Với thiết bị chuyên dụng, thuyền viên có thể sử dụng thực hành trong các bài huấn luyện chống chìm.



Hình 4.6: Sự cố tàu khi chạm với băng

** Thử nghiệm yếu tố chìm tàu:*

Trong bài báo này, nhóm tác giả tạo ra nhiều bài huấn luyện chống chìm tùy thuộc vào yêu cầu đặt ra. Một số kịch bản được xây dựng với nhiều sự cố khác nhau dẫn đến phải rời tàu, từ đó giúp học viên và giáo viên có nhiều kinh nghiệm và kiến thức hơn.

Từ các quá trình mô phỏng, nhóm tác giả đã so sánh với hệ thống mô phỏng trên thế giới, điển hình là Transas đưa ra kết quả đánh giá phần trăm dựa trên chức năng như Bảng 4.1:

Bảng 4.1. Đánh giá chức năng hệ thống

STT	Chức năng	Tham số	
		Transas	Hệ mô phỏng
1	Mô phỏng tàu	100%	90%
2	Mô phỏng va chạm	100%	85%
3	Mô phỏng hiệu ứng chìm tàu	100%	95%
4	Mô phỏng bảng điện, buồng máy	100%	78%

Từ kết quả quá trình mô phỏng và Bảng 4.1, nhóm tác giả đã thử nghiệm hệ thống và đưa ra một số chỉnh định đối với hệ thống mô phỏng chống chìm sát với thực tế nhất.

5. KẾT LUẬN

Hệ thống mô phỏng chống chìm tàu thủy đã bước đầu mô phỏng thành công một số khu vực chìm tàu ảnh hưởng nghiêm trọng tới con tàu khi vận hành. Dựa trên kết quả so sánh với hệ thống của một số hãng lớn thì hệ thống mô phỏng này đã đạt đến 80 - 85% yêu cầu bài toán và chức năng mô phỏng. Ngoài ra, nhóm tác giả đã kết nối thành công giữa phần cứng PLC, HMI và phần mềm mô phỏng. Tuy nhiên, trong tương lai, để đáp ứng yêu cầu huấn luyện cao, nhóm tác giả sẽ tiến hành khảo sát nhiều loại tàu khác nhau, từ đó có thể xây dựng được nhiều mô hình tàu 3D để phục vụ huấn luyện mô phỏng toàn tàu.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong Đề tài mã số DT21-22.51.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Resobowo D S, Buda K A, Dinariyana A A B. (2014), *Using sensitivity analysis for selecting of ship maintenance variables for improving reliability of military ship*, Academic Research International, 5 (2): 127.
- [2]. Stumme G, Taouil R, Bastide Y, et al. (2002), *Computing iceberg concept lattices with TITANIC*, Data & knowledge engineering, 42 (2): 189-222.
- [3]. <https://www.transas.com/voyage/simulation-and-trainingNTPR4000 - Leaflet - prev/ simulation-and-training> (truy cập ngày 02/3/2022).
- [4]. Yan Ji (2017), *Anti-Sink Ship Safety Realized by Hull Mechanical Structure Design: Mobile Carry Cargo Buoyancy Tanks*, American Journal of Mechanical and Industrial Engineering, 194-197.

Ngày nhận bài: 17/4/2022

Ngày chấp nhận đăng: 04/5/2022

Người phản biện: PGS. TS. Trần Anh Dũng

ThS. Lê Văn Tâm