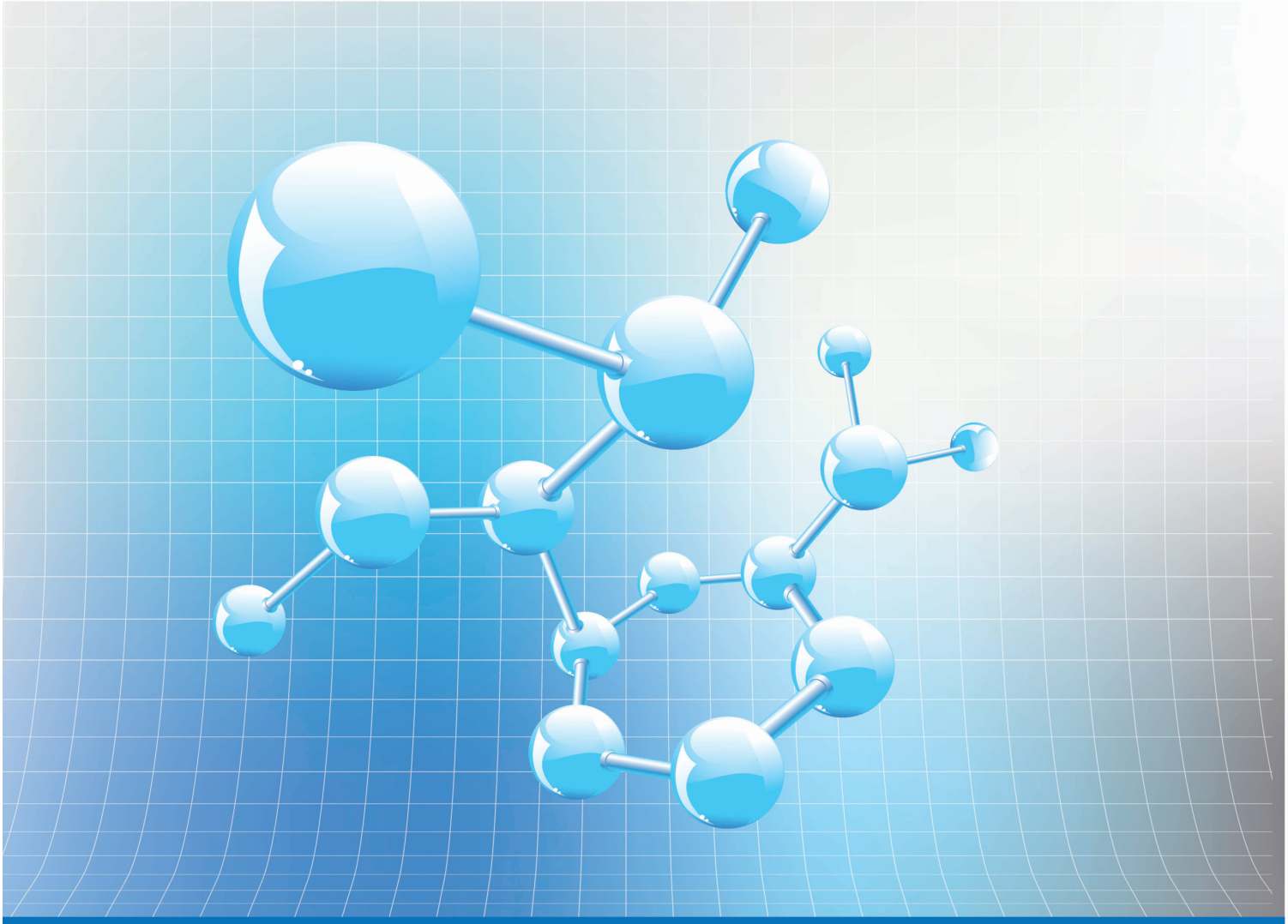
Tạp chí
NGHIÊN CỨU KHOA HỌC
ĐẠI HỌC SAO ĐỎ
SCIENTIFIC JOURNAL - SAO DO UNIVERSITY

P. ISSN 1859-4190
E. ISSN 2815-553X



Số 4 (92)
2025

P. ISSN 1859-4190
E. ISSN 2815-553X

Tổng Biên tập
TS. Đỗ Văn Đỉnh

Phó Tổng biên tập
TS. Nguyễn Thị Kim Nguyên

Thư ký Tòa soạn
PGS.TS. Ngô Hữu Mạnh

Hội đồng Biên tập

TS. Nguyễn Thị Kim Nguyên - Chủ tịch Hội đồng
GS.TS. Phạm Thị Ngọc Yến
PGS.TSKH. Trần Hoài Linh
PGS.TS. Nguyễn Văn Liễn
GS.TSKH. Thân Ngọc Hoàn
GS.TSKH. Bành Tiến Long
GS.TS. Nguyễn Đức Toàn
PGS.TS. Lê Thu Quý
GS.TS. Lê Anh Tuấn
GS.TS. Đinh Văn Sơn
PGS.TS. Trương Thị Thủy
PGS.TS. Nguyễn Thị Bất
GS.TS. Đỗ Quang Kháng
PGS.TS. Ngô Sỹ Lương
PGS.TS. Khuất Văn Ninh
GS.TSKH. Phạm Hoàng Hải
PGS.TS. Đoàn Ngọc Hải
PGS.TS. Nguyễn Ngọc Hà
GS.TS. Yu Ming Zhang
GS.TS. Nguyễn Văn Anh

Ban Biên tập
TS. Vũ Văn Đông - Trưởng ban
ThS. Đoàn Thị Thu Hằng - Phó Trưởng ban

Editor-in-Chief
Dr. Do Van Dinh

Vice Editor-in-Chief
Dr. Nguyen Thi Kim Nguyen

Office Secretary
Assoc.Prof.Dr. Ngo Huu Manh

Editorial Board

Dr. Nguyen Thi Kim Nguyen - Chairman
Prof.Dr. Pham Thi Ngoc Yen
Assoc.Prof.Dr.Sc. Tran Hoai Linh
Assoc.Prof.Dr. Nguyen Van Lien
Prof.Dr.Sc. Than Ngoc Hoan
Prof.Dr.Sc. Banh Tien Long
Prof.Dr. Nguyen Duc Toan
Assoc.Prof.Dr. Le Thu Quy
Prof.Dr. Le Anh Tuan
Prof.Dr. Dinh Van Son
Assoc.Prof.Dr. Truong Thi Thuy
Assoc.Prof.Dr. Nguyen Thi Bat
Prof.Dr. Do Quang Khang
Assoc.Prof.Dr. Ngo Sy Luong
Assoc.Prof.Dr. Khuat Van Ninh
Prof.Dr.Sc. Pham Hoang Hai
Assoc.Prof.Dr. Doan Ngoc Hai
Assoc.Prof.Dr. Nguyen Ngoc Ha
Prof.Dr. Yu Ming Zhang
Prof.Dr. Nguyen Van Anh

Editorial
Dr. Vu Van Dong - Head
MSc. Doan Thi Thu Hang - Deputy Head

Địa chỉ Tòa soạn:
Trường Đại học Sao Đỏ.
Số 76, Nguyễn Thị Duệ, KDC Thái Học 2, P. Chu Văn An, TP. Hải Phòng.
Điện thoại: (0220) 3587213, Fax: (0220) 3882 921, Hotline: 0912 107858/0936 847980.
Website: http://tapchikhcn.saodo.edu.vn/Email: tapchikhcn@saodo.edu.vn.

Giấy phép xuất bản số: 620/GP-BTTTT ngày 17/9/2021 của Bộ Thông tin và Truyền thông.
In 2.000 bản, khổ 21 × 29,7cm, tại Công ty TNHH in Tre Xanh, cấp ngày 17/02/2011.

TẠP CHÍ
NGHIÊN CỨU KHOA HỌC
ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

TRONG SỐ NÀY

Số 4(92) 2025

LIÊN NGÀNH ĐIỆN - ĐIỆN TỬ - TỰ ĐỘNG HÓA

Thiết kế bộ điều khiển có tham số thay đổi	5	Nguyễn Thu Hà Trần Tiến Đức Nguyễn Đức Quang
Ứng dụng phương pháp MPC để bù trễ truyền thông	11	Nguyễn Trọng Các
Ảnh hưởng của điện mặt trời áp mái nhà tới điện áp lưới điện phân phối	17	Nguyễn Đình Thắng Nguyễn Việt Đức Nguyễn Đức Thuận Nguyễn Thị Thu Hương Phạm Văn Nam Lê Viết Sơn Nguyễn Văn Hùng Nguyễn Đức Minh Đỗ Văn Đỉnh
Ứng dụng mạng neural tích chập kết hợp với bộ điều khiển khả trình PLC để hỗ trợ thực hiện tránh va tự động cho tàu thủy	26	Đinh Anh Tuấn Đoàn Hữu Khánh Mạc Trung Phúc Nguyễn Phương Tỵ
Nghiên cứu ứng dụng thị giác máy trong tự động hóa hệ thống rót than cho toa xe tại Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV)	32	Lê Văn Thông Phương Mạnh Tuấn Phạm Thị Thu Hương Phạm Văn Nam Đỗ Văn Đỉnh

LIÊN NGÀNH CƠ KHÍ - ĐỘNG LỰC

Mô phỏng ứng suất, chuyển vị, biến dạng và hệ số an toàn trong lắp ghép mặt bích ống chịu tải trọng phức hợp	39	Vũ Hoa Kỳ
Nghiên cứu ứng dụng ngôn ngữ lập trình Python tối ưu hóa chế độ cắt khi tiện CNC thép không gỉ AL-6XN	45	Mạc Thị Nguyên Nguyễn Thị Thảo Đào Văn Kiên
Phân tích đa vật lý về Điện - Nhiệt - Cơ của Vi kết nối	52	Mạc Văn Giang

TẠP CHÍ
NGHIÊN CỨU KHOA HỌC
ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

TRONG SỐ NÀY

Số 4(92) 2025

LIÊN NGÀNH CƠ KHÍ - ĐỘNG LỰC

Nghiên cứu tối ưu hóa tấm phẳng hợp kim nhôm 6061-T6 theo hai phương pháp hình dạng và cấu trúc	58	Nguyễn Văn Hinh
Mô phỏng và phân tích ứng suất, biến dạng trên dao phay carbide K10 khi phay mặt bên thép SKD61 theo hai sơ đồ tiếp xúc	65	Mạc Thị Nguyên Mạc Văn Giang

NGÀNH KINH TẾ

Giải pháp thúc đẩy phát triển sản phẩm dịch vụ trong thời kỳ chuyển đổi số ở Việt Nam hiện nay	72	Ngô Thị Luyện
Chi phí logistics và năng lực cạnh tranh của doanh nghiệp Việt Nam	78	Nguyễn Minh Tuấn
Tiến tới Net Zero -Thực trạng phát triển thị trường Các-bon tại Việt Nam	84	Lương Thị Hoa Nguyễn Thị Thủy
Truyền thông số trong Marketing du lịch địa phương: Trường hợp khu di tích Côn Sơn - Kiếp Bạc, Thành phố Hải Phòng	90	Vũ Thị Hường
Chính sách thuế dưới giác độ cảm nhận của hộ kinh doanh	96	Phạm Thị Hồng Hoa

LIÊN NGÀNH TRIẾT HỌC - XÃ HỘI HỌC - CHÍNH TRỊ HỌC

Ứng dụng chuyển đổi số trong giảng dạy học phần tư tưởng Hồ Chí Minh ở Trường Đại học Sao Đỏ hiện nay	104	Nguyễn Thị Hải Hà
Lý luận năng suất lao động của Mác-Lênin và quan điểm của Đảng Cộng sản Việt Nam trong bối cảnh chuyển đổi số ngày nay	109	Vũ Văn Đông
Tư tưởng Hồ Chí Minh về xây dựng đội ngũ nhà giáo và sự vận dụng của Đảng Cộng sản Việt Nam trong thời kỳ công nghiệp hóa, hiện đại hóa hiện nay	114	Đặng Thị Dung
Tư tưởng Hồ Chí Minh về nhà nước pháp quyền xã hội chủ nghĩa và sự vận dụng của Đảng Cộng sản Việt Nam hiện nay	120	Vũ Văn Đông Trần Thị Hồng Nhung
Phát triển nguồn nhân lực trong kỷ nguyên số thông qua mô hình hợp tác đào tạo giữa nhà trường và doanh nghiệp - Hướng đi mới cho quản lý giáo dục và nâng cao chất lượng lao động	125	Đỗ Thị Thùy

SCIENTIFIC JOURNAL
SAO DO UNIVERSITY

CONTENTS

No 4(92) 2025

TITLE FOR ELECTRICITY - ELECTRONICS - AUTOMATION

Design of a variable parameter controller	5	Nguyen Thu Ha Tran Tien Duc Nguyen Duc Quang
Application of Model predictive control for communication delay compensation	11	Nguyen Trong Cac
Effects of rooftop photovoltaic systems on distribution grid voltage	17	Nguyen Dinh Thang Nguyen Viet Duc Nguyen Duc Thuan Nguyen Thi Thu Huong Pham Van Nam Le Viet Son Nguyen Van Hung Nguyen Duc Minh Do Van Dinh
Application of convolutional neural network (CNN) combined with programmable logic controller (PLC) to support automatic collision avoidance for ships	26	Dinh Anh Tuan Doan Huu Khanh Mac Trung Phuc Nguyen Phuong Ty
A Study on the application of Machine vision in automating coal loading Systems for Railcars at Vietnam National Coal and Mineral Industries Group (TKV)	32	Le Van Thong Phuong Manh Tuan Pham Thị Thu Huong Pham Van Nam Do Van Dinh

TITLE FOR MECHANICAL AND DRIVING POWER ENGINEERING

Stress, displacement, strain and safety factor simulation in flange pipe assembly under complex loading	39	Vu Hoa Ky
Python based optimization of cutting parameters in CNC turning of AL-6XN stainless steel	45	Mac Thi Nguyen Nguyen Thi Thao Dao Van Kien
Multiphysics Analysis of Electro - Thermo - Mechanical Interactions in Micro - Interconnects	52	Mac Van Giang

SCIENTIFIC JOURNAL
SAO DO UNIVERSITY

CONTENTS

No 4(92) 2025

TITLE FOR MECHANICAL AND DRIVING POWER ENGINEERING

Research on optimizing 6061-T6 aluminum alloy flat plate using two methods shape and structure	58	Nguyen Van Hinh
Simulation and analysis of stress and strain on carbide K10 end mills for SKD61 steel side milling under two contact schemes	65	Mac Thi Nguyen Mac Van Giang

TITLE FOR ECONOMICS

Solutions to promote service products development in the current digital transformation period in Vietnam	72	Ngo Thi Luyen
Logistics costs and competitiveness of Vietnamese enterprises	78	Nguyen Minh Tuan
Toward Net Zero - The current development of the Carbon market in Vietnam	84	Luong Thi Hoa Nguyen Thi Thuy
Digital communication in Local Tourism Marketing: The Case of the Con Son - Kiep Bac Historical Site, Hai Phong City	90	Vu Thi Huong
Tax policy from the perspective of business households	96	Pham Thi Hong Hoa

TITLE FOR PHILOSOPHY - SOCIOLOGY - POLITICAL SCIENCE

The application of digital transformation in teaching the subject of Ho Chi Minh's thought at Sao Do University today	104	Nguyen Thi Hai Ha
The theory of labor productivity of Marx-Lenin and the viewpoint of the Communist Party of Vietnam in the context of today's digital transformation	109	Vu Van Dong
Ho Chi Minh's thoughts on building a team of teachers and its application by the Communist Party of Vietnam in the current period of industrialization and modernization	114	Dang Thi Dung
Ho Chi Minh's thought on the socialist rule of law state and its application by the Communist Party of Vietnam today	120	Vu Van Dong Tran Thi Hong Nhung
Developing human resources in the digital era through a training cooperation model between schools and businesses - A new direction for educational management and improving labor quality	125	Do Thi Thuy

Ứng dụng mạng neural tích chập kết hợp với bộ điều khiển khả trình PLC để hỗ trợ thực hiện tránh va tự động cho tàu thủy

Application of convolutional neural network (CNN) combined with programmable logic controller (PLC) to support automatic collision avoidance for ships

Đinh Anh Tuấn[1*], Đoàn Hữu Khánh[1], Mạc Trung Phúc[1], Nguyễn Phương Tỵ[4]

**Tác giả liên hệ: tuanda.ddt@vimaru.edu.vn*

[1]Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
[2]Trường Đại học Sao Đỏ

Ngày nhận bài: 05/5/2025
Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 11/11/2025
Ngày chấp nhận đăng: 26/11/2025

Tóm tắt

Nghiên cứu này đề xuất sử dụng mạng nơ-ron tích chập (CNN) để nhận dạng hình ảnh xung quanh tàu thủy, hỗ trợ hệ thống cảnh báo tránh va trong quá trình tàu hành trình trên biển cũng như điều động trong luồng lạch và cập bến. Mạng CNN sẽ xử lý dữ liệu từ các cảm biến như radar và camera để nhận diện các vật thể, tàu khác và dự đoán các tình huống nguy cơ va chạm. Hệ thống cảnh báo dựa trên phân tích của CNN sẽ cung cấp cảnh báo kịp thời giúp giảm thiểu nguy cơ va chạm cho tàu. Kết quả thử nghiệm mô phỏng cho thấy độ chính xác của hệ thống đạt 100% trong tình huống tàu cắt ngang từ bên trái và 93,49% trong tình huống tàu cắt ngang từ bên phải. Khi không có tàu trong tầm nhìn, hệ thống đạt độ chính xác 94,1%. Thời gian xử lý ảnh trung bình dưới 50 ms và hệ số xác định R^2 đạt trên 0,98, cho thấy mô hình có độ chính xác cao và khả năng phản ánh tốt các tình huống thực tế. Kết quả này khẳng định tính khả thi của mô hình trong việc triển khai vào hệ thống nhận diện thông minh để hỗ trợ tránh va tàu thủy, nâng cao an toàn hàng hải.

Từ khóa: *Cảnh báo tránh va chạm; mạng nơ-ron tích chập; an toàn hàng hải.*

Abstract

This study proposes the use of Convolutional Neural Networks (CNN) for image recognition and the development of a collision avoidance warning system for ships. The system supports both navigation at sea and maneuvering in narrow channels and berthing. CNN processes data from sensors such as radar and cameras to detect surrounding objects and other vessels, while predicting potential collision scenarios. Based on CNN analysis, the system provides timely alerts to mitigate collision risks. Experimental results from simulations show that the system achieves 100% accuracy in scenarios where a vessel crosses from the left and 93.49% accuracy when crossing from the right. When no vessels are within view, the system reaches 94.1% accuracy. The average image processing time is under 50 ms, and the R^2 coefficient exceeds 0.98, demonstrating the high precision and practical feasibility of the model. These results confirm the potential for implementing this intelligent recognition system to enhance maritime safety and collision avoidance.

Keywords: *Collision avoidance warning; convolutional neural network (CNN); maritime safety.*

CHỮ VIẾT TẮT

CNN: Convolutional Neural Network

PLC: Programmable Logic Controller

TCPA: Time to Closest Point of Approach

DCPA: Distance to Closest Point of Approach

Người phản biện: 1. GS.TSKH. Thân Ngọc Hoàn
2. TS. Hà Minh Tuân

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

An toàn hàng hải là yếu tố quan trọng trong vận tải biển, đặc biệt khi lưu lượng tàu thuyền ngày càng gia tăng và điều kiện môi trường biển phức tạp. Nguy cơ va chạm vẫn tiềm ẩn, gây thiệt hại lớn về người, tài sản và môi trường, đòi hỏi các giải pháp tự động hóa quy trình tránh va, đặc biệt trong các tình huống khẩn cấp [1-2]. Các hệ thống cảnh báo va chạm truyền thống, dựa vào radar và cảm biến, đã góp phần giảm thiểu tai nạn, nhưng vẫn còn hạn chế trong các tình huống phức tạp hoặc tầm nhìn hạn chế [3-4]. Vấn đề này đã được nghiên cứu sâu rộng và triển khai hiệu quả trong thực tế, tiêu biểu là các hệ thống ARPA/Radar và AIS kết hợp tính CPA/TCPA, cùng các tiếp cận dựa trên COLREGs (luật, fuzzy, MPC, potential field/velocity obstacle). Tuy nhiên, các phương pháp truyền thống thường giả định chuyển động tuyến tính và điều kiện cảm biến lý tưởng, nên hiệu quả suy giảm khi mật độ phương tiện cao, xuất hiện mục tiêu nhỏ/không phát xạ, hoặc khi dữ liệu AIS thiếu và không đáng tin cậy; radar cũng dễ bị nhiễu mặt biển, mưa sương gây báo động giả, còn thị giác cổ điển dựa đặc trưng thủ công kém ổn định trước thay đổi ánh sáng, góc nhìn và che khuất. Bên cạnh đó, việc nối kết đầu ra thuật toán với phần cứng điều khiển trên tàu còn rời rạc, ít lượng hóa độ trễ end-to-end cho báo động tức thời. Trên nền những hạn chế đó, bài báo này áp dụng học sâu/thị giác máy để nhận dạng trực tiếp mục tiêu và bối cảnh, đồng thời tích hợp chặt với PLC qua OPC nhằm kích hoạt còi/đèn theo thời gian thực, hướng tới khắc phục các điểm yếu nêu trên và vẫn có thể hoạt động khi thiếu AIS.

Trí tuệ nhân tạo, đặc biệt là Mạng Neural Tích chập (CNN), đã chứng minh hiệu quả cao trong xử lý ảnh/nhận diện tàu thuyền và chướng ngại, phục vụ phân tích giao thông hàng hải [5-7]. Trong nghiên cứu này, CNN thực hiện phần nhận thức: Phân loại bối cảnh (tàu cắt từ trái/phải, không nguy cơ) với độ tin cậy suy luận trực tiếp trên máy tính công nghiệp. PLC đảm nhiệm phần thực thi điều khiển thời gian thực: Áp dụng logic an toàn, lọc theo ngưỡng tin cậy và điều khiển còi/đèn ổn định với chu kỳ quét xác định [8-9]. Sự kết hợp CNN + PLC giúp tách rõ khâu "nhận thức" và "điều khiển", ràng buộc độ trễ từ ảnh đến cảnh báo và duy trì trạng thái an toàn khi dữ liệu kém tin cậy hoặc máy tính gặp lỗi-từ đó chuyển năng lực nhận dạng của AI thành cảnh báo tin cậy, đúng thời gian thực trên tàu.

Mặc dù nhiều nghiên cứu đã ứng dụng AI trong hệ thống tránh va tự động, nhưng việc tích hợp CNN với PLC để thực hiện cảnh báo tránh va tự động với giá thành thấp vẫn còn hạn chế. Nghiên cứu này đề xuất sử dụng CNN kết hợp với PLC để phân tích dữ liệu cảm biến (camera, radar), nhận diện vật thể và dự đoán nguy cơ va chạm, từ đó đưa ra quyết định cảnh báo tránh va, góp phần nâng cao an toàn hàng hải và giảm thiểu rủi ro va chạm tại Việt Nam [10-11]. Bài báo được cấu trúc như sau: Phần 2 trình bày cơ sở lý thuyết và và nguyên tắc tránh va; phần 3 trình bày về mô hình hệ thống hỗ trợ tránh va tích hợp CNN và PLC đề xuất; phần 4 trình bày thực nghiệm mô phỏng và đánh giá hệ thống. Cuối cùng là kết luận và hướng nghiên cứu tiếp theo.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ NGUYÊN TẮC TRÁNH VA

An toàn hàng hải là yếu tố quan trọng trong vận hành tàu thủy, đặc biệt trong các khu vực có mật độ tàu thuyền cao. Để đảm bảo an toàn, việc phân tích và áp dụng các nguyên tắc tránh va là cần thiết. Quy tắc tránh va trên biển được quy định trong Công ước Quốc tế về Quy tắc Tránh va trên biển (COLREGs), cung cấp khung pháp lý và kỹ thuật cho các hành động điều khiển tàu trong các tình huống có nguy cơ va chạm.

Trong các tình huống va chạm tiềm ẩn, việc đánh giá nguy cơ va chạm dựa trên các chỉ số như Time to Closest Point of Approach (TCPA) và Distance to Closest Point of Approach (DCPA) là rất quan trọng. TCPA giúp xác định thời gian còn lại trước khi tàu tiếp cận điểm gần nhất với đối tượng, trong khi DCPA đo khoảng cách giữa tàu và đối tượng tại thời điểm này. Việc tính toán các chỉ số này cho phép xác định thời điểm thích hợp để thực hiện hành động tránh va. Các nguyên tắc tránh va yêu cầu tàu phải duy trì cảnh giới phù hợp và phân tích tình huống dựa trên các thông tin từ radar, AIS và tầm nhìn trực tiếp để phát hiện tàu mục tiêu. Tuy nhiên, trong những điều kiện môi trường khắc nghiệt hoặc khi đối mặt với các tình huống phức tạp, yếu tố con người có thể gặp khó khăn trong việc đưa ra quyết định kịp thời và chính xác. Do đó, việc áp dụng các hệ thống hỗ trợ tự động, như sử dụng trí tuệ nhân tạo (AI) và các giải pháp tự động hóa, là cần thiết để cải thiện khả năng phản ứng và nâng cao độ chính xác trong quá trình tránh va.

Để giải quyết vấn đề này, nghiên cứu đề xuất ứng dụng Mạng Neural Tích chập (CNN) trong việc nhận diện và phân loại các tình huống nguy hiểm. CNN giúp cải thiện khả năng phân tích hình ảnh và nhận diện đối tượng trong các điều kiện phức tạp, hỗ trợ quá trình ra quyết định tránh va kịp thời và hiệu quả.

3. MÔ HÌNH HỆ THỐNG HỖ TRỢ TRÁNH VA TÍCH HỢP CNN VÀ PLC ĐỀ XUẤT

3.1. Giới thiệu về CNN và PLC

Mạng Neural Tích chập (CNN) là một loại mạng nơ-ron sâu chuyên dụng trong việc xử lý và phân loại hình ảnh. CNN sử dụng các lớp tích chập để trích xuất đặc trưng từ dữ liệu hình ảnh, giúp nhận diện và phân loại đối tượng trong các tình huống phức tạp. Trong môi trường hàng hải, CNN được sử dụng để nhận diện tàu thuyền, vật thể và dự đoán nguy cơ va chạm, từ đó cung cấp thông tin chính xác cho hệ thống cảnh báo. Mô hình CNN được đề xuất được phát triển dựa trên công cụ học sâu có sẵn xây dựng trong Matlab. Kiến

trúc mô hình bao gồm 36 lớp với một đầu vào (first layer), một đầu ra (output layer) và 6 lớp tích chập sáu lớp tích chập (Conv2D) và hai lớp dày đặc (Dense). Ảnh đầu vào có kích thước 128×128×3 (RGB) được chuẩn hóa về khoảng [0,1] để tăng tốc độ hội tụ. Các khối tích chập lần lượt sử dụng số lượng kernel tăng dần nhằm trích xuất đặc trưng ở nhiều mức độ: Khối 1 có 32 kernel (3×3) giảm kích thước ảnh xuống 64×64, khối 2 có 64 kernel giảm còn 32×32, khối 3 có 128 kernel giảm còn 16×16, khối 4 có 128 kernel kết hợp Dropout 0.25 để tránh quá khớp, khối 5 có 256 kernel giảm còn 8×8 và khối 6 có 256 kernel kèm Dropout 0.25. Sau mỗi lớp tích chập là các bước chuẩn hóa Batch Normalization và kích hoạt phi tuyến ReLU, kết hợp với MaxPooling2D để giảm kích thước không gian. Đầu ra sau khối cuối cùng được phẳng hóa thành vector một chiều gồm 16.384 phần tử. Phần kết nối đầy đủ gồm một lớp Dense 512 neuron với ReLU và Dropout 0.5, sau đó là lớp đầu ra Dense 1 neuron sử dụng hàm kích hoạt sigmoid hoặc softmax. Kiến trúc này cho phép mô hình học sâu các đặc trưng của hình ảnh và đảm bảo tính ổn định và khả năng tổng quát hóa cao.

Năm phép toán MaxPooling 2D đã được áp dụng sau năm lớp tích chập đầu tiên [12]. Mô hình CNN được đào tạo thông qua hàm mất mát (Loss function) được xác định như sau:

$$S = \sum_{j=0}^{n} \left| d_0^{(j)} - d_t^{(j)} \right| \quad (1)$$

Trong đó:

$d_0^{(j)}$: Giá trị mục tiêu thứ j;

$d_t^{(j)}$: Giá trị ước tính thứ *j;*

n: Kích thước dữ liệu đầu vào [8-12].

Lớp tích chập (Convolutional Layer) là lớp quan trọng nhất trong CNN, có vai trò thực hiện các phép tính chính. Sử dụng bộ lọc kích thước 3×3, số lượng bộ lọc tăng từ 16 lên 256 để trích xuất và sử dụng 6 lớp tích chập để xuất dữ liệu. Lớp tích chập được định nghĩa thông qua công thức:

$$a_{i,j} = f\left(\sum_{m=0}^{6} \sum_{n=0}^{6} \varpi_{m,n} x_{i+m,j+n} + \varpi_b \right) \quad (2)$$

Trong đó:

$x_{i,j}$: Biểu thị một phần tử cụ thể trong ảnh đầu vào;

$\varpi_{m,n}$: Biểu thị trọng số ở hàng thứ m cột thứ n;

ϖ_b: Biểu thị độ lệch của bộ lọc;

$a_{i,j}$: Phần tử của bản đồ đặc điểm.

Hàm ReLU được chọn làm hàm kích hoạt đầu ra *f*. Lớp gộp (*Pooling Layers*) được xây dựng ngay sau lớp tích chập để đơn giản hóa thông tin và tiết kiệm chi phí thời gian mô hình hóa. Có nhiều phương pháp gộp nhóm như gộp nhóm tối đa và gộp nhóm trung bình. Công thức tính toán như sau:

$$y_j = \frac{1}{p} \sum_{k=0}^{p-1} x_{p,j+k} \quad (3)$$

Trong đó:

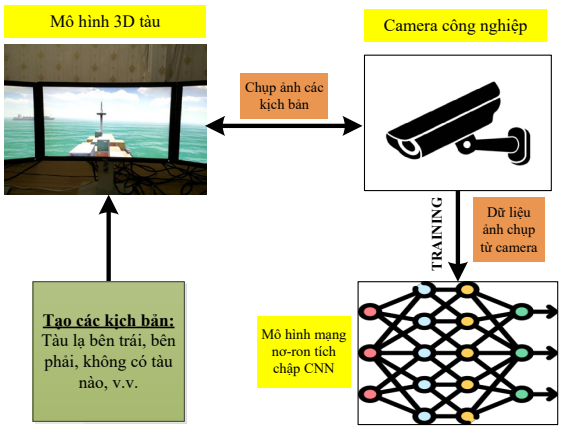
p: Được xác định sự hỗ trợ của lớp pooling.

Lớp kết nối đầy đủ (Fully connected Layers) là lớp kết nối đầy đủ nằm ở lớp ẩn cuối cùng của CNN. Đây là hàm tuyến tính và có thể tập trung tất cả các biểu diễn ở cấp độ cao nhất. Lớp dự đoán (Prediction Layers) là lớp dự đoán tyến tính được sử dụng để dự báo kết quả cuối cùng dựa trên véc tơ:

$$y_{\text{ir}} = \left[1, \hat{x}^T \right] . \text{W} \quad (4)$$

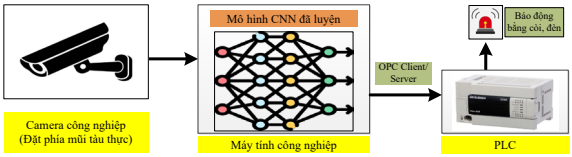
Các giá trị trong vector w sẽ được tối ưu hóa trong quá trình đào tạo. Trong khi đó, bộ điều khiển khả trình (PLC) là thiết bị điều khiển công nghiệp mạnh mẽ, có khả năng xử lý dữ liệu thời gian thực và điều khiển các thiết bị chấp hành như động cơ và hệ thống cảnh báo. Trong hệ thống tránh va tự động, dữ liệu nhận diện từ CNN sẽ được truyền đến PLC, cho phép PLC thực hiện các quyết định điều khiển để tránh va chạm dựa trên các tín hiệu đầu vào. Việc kết hợp CNN và PLC tạo ra một hệ thống mạnh mẽ, với CNN đảm nhận việc nhận diện và phân tích tình huống nguy hiểm, còn PLC điều khiển các đầu ra gồm còi và đèn báo để đảm bảo an toàn tàu thủy trong môi trường phức tạp.

3.2. Đề xuất cấu trúc hệ thống



Hình 1. *Quy trình tạo bộ dữ liệu*

Trước tiên, để mạng CNN để huấn luyện thì cần có một bộ dữ liệu đủ lớn. Thay vì sử dụng những ảnh chụp thực tế để huấn luyện mạng (việc này tốn rất nhiều thời gian và công sức), nhóm nghiên cứu đề xuất sử dụng một mô hình động lực học tàu được xây dựng trong môi trường 3D đã được nghiên cứu và công bố trong tài liệu [13]. Một loạt các kịch bản với những tàu mục tiêu khác nhau, vị trí và hướng tiếp cận khác nhau sẽ được tạo ra. Những hình ảnh này sau đó sẽ được chụp bởi một camera công nghiệp để tạo ra một bộ dữ liệu. Bộ dữ liệu này sau đó được sử dụng để huấn luyện cho mô hình mạng nơ-ron tích chập CNN.



Hình 2. *Cấu trúc hệ thống cảnh báo tránh va đề xuất*

Hình 2 thể hiện khái quát cấu trúc hệ thống tránh va đề xuất. Trong đó, một hoặc một vài camera công nghiệp sẽ được sử dụng để chụp quang cảnh phía trước của một con tàu theo một chu kỳ lấy mẫu nhất định, những hình ảnh này sẽ được gửi tới mô hình mạng CNN đã được huấn luyện được cài đặt chạy trên một máy tính công nghiệp theo thời gian thực. Máy tính đó sẽ kết nối với một bộ điều khiển khả trình PLC qua giao thức OPC Client/Server để gửi tín hiệu cảnh báo tránh va từ mô hình CNN cho người vận hành biết bằng còi và đèn.

3.3. Đánh giá hiệu năng mô hình mạng CNN sau khi huấn luyện

Để đánh giá hiệu suất hệ thống nhận diện và hỗ trợ tránh va dựa trên mạng nơ-ron tích chập (CNN), có những chỉ số sau: Sai số bình phương trung bình (RMSE), sai số tuyệt đối trung bình (MAE) và hệ số xác định (R^2). Các chỉ số này cho phép định lượng mức độ sai lệch giữa giá trị dự đoán của mô hình so với giá trị thực tế, đồng thời đánh giá khả năng mô hình phản ánh đúng xu hướng dữ liệu. Sai số bình phương trung bình (RMSE) là đại lượng phản ánh độ sai lệch trung bình giữa đầu ra của mô hình và dữ liệu thực tế, với công thức tính như sau:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - y_i^{'})^2} \quad (5)$$

Trong đó:

n: Số lượng mẫu dữ liệu;

y_i: Giá trị liên quan đến giá trị thực tế *i*;

y_i': Giá trị liên quan đến giá trị dự đoán của I.

Chỉ số RMSE càng nhỏ chứng tỏ mô hình càng chính xác, bởi mức độ dao động giữa dự đoán và thực tế là rất nhỏ. RMSE cũng có cùng đơn vị với đầu ra của mô hình, cho phép đánh giá trực tiếp sai số trong ngữ cảnh cụ thể của bài toán. Bên cạnh đó, sai số tuyệt đối trung bình (MAE) được sử dụng để đo lường độ sai lệch trung bình tuyệt đối của mô hình và được tính bằng công thức:

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|y_i - \hat{y}_i| \quad (6)$$

Chỉ số MAE cho phép đánh giá tổng quát mức sai lệch không phụ thuộc vào dấu, phản ánh độ lệch thực tế giữa dự đoán và đầu ra một cách trực quan hơn. Cuối cùng, hệ số xác định R^2 là một chỉ số quan trọng nhằm đánh giá khả năng giải thích phương sai trong dữ liệu đầu ra của mô hình. Công thức tính như sau:

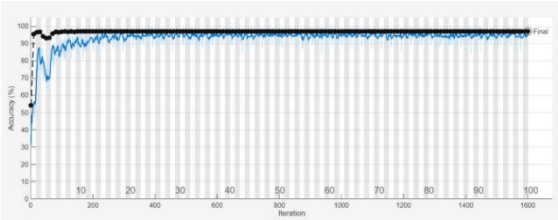
$$R^2 = 1 - \frac{\sum(y_i - y_i^{'})^2}{(y_i - \bar{y})^2} \quad (7)$$

Trong đó:

$\bar{y}$: Giá trị trung bình của tất cả mẫu thực tế.

Giá trị R^2 càng gần 1 thể hiện mô hình có khả năng dự đoán càng tốt, bởi hầu hết phương sai của dữ liệu đã được giải thích bởi mô hình.

Trong quá trình thử nghiệm, mô hình CNN được huấn luyện trên tập dữ liệu hình ảnh mô phỏng tình huống va chạm giữa tàu và các đối tượng trên biển. Các chỉ số RMSE và MAE đều đạt giá trị thấp, cho thấy sự ổn định và chính xác trong việc phân loại tình huống tránh va. Hệ số xác định R^2 đạt mức trên 0.98 trong tất cả các thử nghiệm, khẳng định khả năng mô hình phản ánh chính xác xu hướng thực tế trong dữ liệu. Ngoài ra, hiệu suất còn được đánh giá thông qua độ chính xác của mô hình (Accuracy %) và sai số mô hình (Loss). Sau khi chạy mô hình với 1.600 lần lặp kết quả độ chính xác của mô hình thể hiện trong Hình 5. Hình 3 cho kết quả thấy độ chính xác tăng theo số lần lặp, với dao động rất lớn trong quá trình huấn luyện. Độ chính xác tăng đều từ khoảng 50% lên khoảng 99% sau 1.600 lần lặp. Biểu đồ thể hiện sự hội tụ dần dần của mô hình, không có dấu hiệu dừng sớm. Mô hình có xu hướng tăng với nhiễu dao động nhỏ.



Hình 3. *Đánh giá độ chính xác mô hình*

Mô hình CNN được đề xuất với độ sâu 36 lớp nhưng vẫn đảm bảo khả năng trích xuất đặc trưng không gian phức tạp từ dữ liệu ảnh, đồng thời có số lượng tham số ít hơn so với các mô hình kinh điển như VGG16 hay ResNet34, giúp giảm tải tính toán trong mô phỏng thời gian thực trên PLC và Unity 3D. So với mạng nơ-ron truyền thống (ANN), CNN thể hiện ưu thế vượt trội nhờ khả năng tự động trích xuất đặc trưng hình học và không gian thông qua các lớp tích chập, thay vì chỉ dựa vào các lớp kết nối đầy đủ như ANN. Cơ chế chia sẻ trọng số của CNN cùng các lớp MaxPooling và Dropout giúp giảm đáng kể số tham số cần huấn luyện, hạn chế overfitting và tăng độ chính xác. Kết quả thực nghiệm cho thấy mô hình CNN đạt hiệu suất cao hơn ANN từ 10÷15%, đồng thời ổn định hơn khi áp dụng cho bài toán nhận dạng và dự đoán tình huống tránh va tàu trong môi trường mô phỏng.

4. THỰC NGHIỆM MÔ PHỎNG VÀ ĐÁNH GIÁ HỆ THỐNG TÍCH HỢP CNN-PLC

4.1. Môi trường mô phỏng

Để đánh giá tính khả thi và hiệu quả của mô hình tích hợp CNN và PLC trong hệ thống tránh va tự động cho tàu thủy, một môi trường mô phỏng 3D được xây dựng trên phần mềm Unity 3D. Môi trường này tái hiện các kịch bản hàng hải với địa hình biển, hướng gió, điều kiện ánh sáng và vị trí tàu mục tiêu biến đổi linh hoạt theo ba trường hợp: Tàu ở bên trái, tàu ở bên phải và không có tàu trong vùng nguy hiểm. Bộ dữ liệu gồm 1600 mẫu được chia thành 70% dùng để huấn luyện và 30% dùng để kiểm tra mô hình CNN. Mô phỏng được kết nối với hệ thống CNN-PLC qua giao thức TCP/IP, cho phép truyền nhận dữ liệu hình ảnh thời gian thực. Hình ảnh thu từ camera mô phỏng được xử lý và phân loại bởi CNN, sau đó tín hiệu điều khiển được gửi tới PLC để thực hiện các hành động tránh va phù hợp.

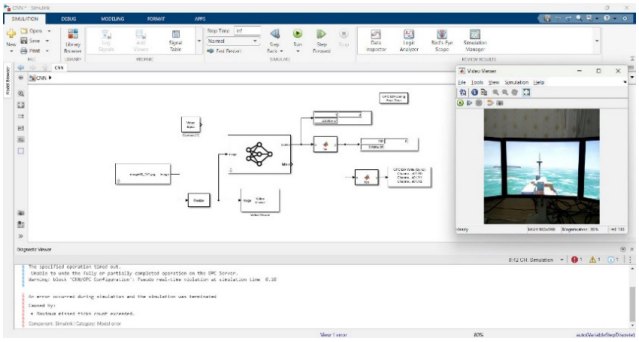
4.2. Xây dựng các kịch bản thử nghiệm

Nhóm nghiên cứu đề xuất 3 kịch bản trong các tình huống như sau:

Kịch bản 1: Tàu mục tiêu di chuyển cắt ngang tàu chính từ bên trái góc phương vị khoảng 315-0-345 độ so với tàu chính, Hình 4 là một hình ảnh khi thử nghiệm kịch bản này.

Kịch bản 2: Tàu mục tiêu di chuyển cắt ngang tàu chính từ bên phải góc phương vị khoảng 135-180-225 độ so với tàu chính.

Kịch bản 3: Không có tàu mục tiêu nào trong tầm nhìn của tàu chính.



Hình 4. *Một hình ảnh khi thử nghiệm kịch bản 1*

4.3. Kết quả thử nghiệm

Hình 5 là một hình ảnh khi nhóm nghiên cứu thu thập kết quả thử nghiệm các kịch bản. Trong đó, Bảng 1 thể hiện kết quả khi chạy thử nghiệm cho từng kịch bản. Ở kịch bản 1, hệ thống đã dự đoán chính xác 100% tàu mục tiêu ở bên trái của tàu chính và đưa ra cảnh báo. Trong khi đó, hệ thống dự đoán 93,49% tàu mục tiêu ở hướng 13 h và đưa ra cảnh báo ở kịch bản 2. Với kịch bản cuối cùng, hệ thống không đưa ra cảnh báo do không có tàu mục tiêu.

Hình 5. *Thử nghiệm các kịch bản*

Bảng 1. *Kết quả thử nghiệm 03 kịch bản*

Kịch bản	Dự đoán tỷ lệ tàu bên trái (%)	Dự đoán tỷ lệ tàu bên phải (%)	Dự đoán tỷ lệ không có tàu (%)
1	100%	0%	0%
2	0%	93,49%	0%
3	3,4%	2,5%	94,1%

Hơn nữa, kết quả thực nghiệm cho thấy mô hình CNN có khả năng nhận diện chính xác các tình huống nguy hiểm và phân loại nhanh với thời gian xử lý dưới 50ms mỗi ảnh. Hệ thống phản hồi ổn định, không xuất hiện sai số lớn khi thử nghiệm trong 50 chu kỳ mô phỏng liên tục. Thời gian và dữ liệu truyền ảnh khi thử nghiệm được thể hiện trong Bảng 2.

Quá trình huấn luyện mô hình được thực hiện nhằm đảm bảo tính tái lập và độ tin cậy của kết quả. Mô hình sử dụng thuật toán tối ưu Adam với tốc độ học 0.0001, batch size 32 và 100 epoch. Hàm mất mát Binary Cross-Entropy được lựa chọn phù hợp cho bài toán phân loại hai lớp. Dữ liệu được chia theo tỷ lệ 80% huấn luyện và 20% kiểm thử. Quá trình huấn luyện diễn ra trên nền tảng TensorFlow với GPU NVIDIA RTX nhằm tăng tốc xử lý. Kết quả cho thấy mô hình đạt độ chính xác trung bình 94,1%, chứng tỏ khả năng nhận dạng và dự đoán tình huống va chạm ổn định, hiệu quả và có tính tổng quát cao.

Bảng 2. *Thời gian và dữ liệu truyền ảnh khi thử nghiệm*

Kích thước ảnh	Tốc độ truyền thực tế MB/s	Tốc độ truyền ước tính MB/s	Độ trễ ms
1.080×1.920	8,5	12,8	45,4
1.024×1.024	13,4	15,6	24,5
512×512	20,7	25,0	15,2
256×256	50,4	55,6	6,5
128×128	102,8	120,0	4,5

Kết quả từ Bảng 2 cũng cho thấy với kích thước ảnh càng lớn sẽ là giảm tốc độ truyền và tăng thời gian trễ

trong khi truyền dữ liệu theo thời gian thực. Vì vậy, ảnh sau khi được thu thập sẽ thông qua khâu giảm kích thước (resize) về kích thước 256×256 để phù hợp với chức năng của hệ thống.

5. KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG NGHIÊN CỨU TIẾP THEO

Nghiên cứu đã đề xuất và xây dựng thành công hệ thống tích hợp mạng neural tích chập (CNN) với bộ điều khiển khả trình (PLC) nhằm hỗ trợ tránh va tự động cho tàu thủy. Qua 3 kịch bản mô phỏng với 1.600 mẫu dữ liệu, hệ thống đạt được độ chính xác nhận diện tình huống lên tới 99% sau 1.600 lần huấn luyện, với thời gian xử lý mỗi ảnh dưới 50 ms, đảm bảo khả năng phản hồi nhanh và kịp thời trong môi trường vận hành thực tế. Các chỉ số đánh giá hiệu suất như RMSE, MAE đều ở mức thấp, trong khi hệ số xác định R^2 vượt ngưỡng 0,98, cho thấy mô hình CNN có độ tin cậy và khả năng dự đoán chính xác cao. Tuy nhiên, hệ thống hiện vẫn còn giới hạn trong việc xử lý các tình huống phức tạp hơn như đa đối tượng di chuyển đồng thời hoặc điều kiện thời tiết khắc nghiệt chưa được mô phỏng đầy đủ. Việc truyền dữ liệu giữa mô hình CNN và PLC cũng đòi hỏi duy trì ổn định đường truyền và đồng bộ xử lý để đảm bảo hiệu quả vận hành. Trong các nghiên cứu tiếp theo, cần mở rộng bộ dữ liệu huấn luyện với các kịch bản đa dạng hơn, cải tiến môi trường mô phỏng tích hợp các điều kiện biển thực tế phức tạp như sương mù, mưa lớn và sóng mạnh, cũng như tối ưu hóa giải pháp tích hợp phần cứng để giảm thiểu độ trễ và tăng độ bền bỉ của hệ thống. Như vậy, nghiên cứu đã khẳng định tiềm năng ứng dụng của mạng CNN kết hợp với PLC trong tự động hóa tránh va tàu thủy, góp phần nâng cao an toàn hàng hải và hướng tới phát triển các hệ thống điều khiển thông minh, ổn định và tin cậy trong ngành vận tải biển Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. M. Wu, C. Stefanakos, and Z. Gao, Multi-[1] International Maritime Organization (2025), *Safety at Sea: Regulations and Guidelines*, Retrieved from https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/Default.aspx.

[2]. Zhang, Y., & Wang, X. (2023), *Advancements in Autonomous Collision Avoidance Systems for Maritime Transportation*, Journal of Marine Science and Technology, 28(3), 123-135.

[3]. Smith, J., & Brown, L. (2024), *Developments in Marine Radar Technology and Their Applications in Collision Avoidance*, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 62(5), 987-995.

[4]. Nguyen, T. A., & Le, H. B. (2022), *Analyzing Limitations of Traditional Marine Collision Avoidance Systems in Complex Environments,* Marine Technology Society Journal, 56(2), 45-58.

[5]. Li, X., & Chen, Y. (2021), *Convolutional Neural Networks for Maritime Applications: A Comprehensive Review*, Ocean Engineering, 220, 108422.

[6]. Liu, Y., & Shi, Z. (2017), *Ship detection in high-resolution optical imagery based on anomaly detection and local shape feature*, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 55(11), 6355-6365.

[7]. Wang, P., & Zhao, Q. (2019), *Obstacle Detection at Sea Using Convolutional Neural Networks*, Applied Ocean Research, 90, 101861.

[8]. Kim, H., & Park, J. (2020), *Marine Traffic Situation Analysis with Artificial Intelligence Techniques*, Journal of Navigation, 73(5), 1105-1120.

[9]. Roberts, G., & Williams, P (2018), *Programmable Logic Controllers in Maritime Automation: Enhancing Reliability and Performance*, Journal of Marine Engineering and Technology, 17(2), 77-85.

[10]. Huang, L., & Fan, S (2021), *Machine Learning for Ship Trajectory Prediction: A Survey*, Ocean Engineering, 235, 109380.

[11]. Chen, R., & Xu, D (2022), *Integration of Convolutional Neural Networks and Programmable Logic Controllers for Autonomous Ship Navigation,* IEEE Transactions on Industrial Informatics, 18(6), 3942-3951.

[12]. M. Wu, C. Stefanakos and Z. Gao (2020), *Multi-step-ahead forecasting of wave conditions based on a physics-based machine learning (PBML) model for marine operations*, Journal of Marine Science and Engineering, vol. 8, no. 12. pp. 1-24. doi: 10.3390/jmse8120992.

[13]. K. D. Huu, T. D. Anh and T. H. Duc (2023), *A 3D Dynamic Model Applied for Cargo Ships to Study Ship Motion Control*, 2023 17th International Conference on Engineering of Modern Electric Systems (EMES), Oradea, Romania, pp. 1-4, doi: 10.1109/EMES58375.2023.10171777.

AUTHORS INFORMATION

Dinh Anh Tuan[1]*, Doan Huu Khanh[1], Mac Trung Phuc[1], Nguyen Phuong Ty[2]

**Corresponding author: tuanda.ddt@vimaru.edu.vn*

[1]Vietnam Maritime University;

[2]Sao Do University.

THỂ LỆ GỬI BÀI
TẠP CHÍ NGHIÊN CỨU KHOA HỌC, TRƯỜNG ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

Tạp chí Nghiên cứu khoa học, Trường Đại học Sao Đỏ (P. ISSN 1859-4190, E. ISSN 2815-553X), thường xuyên công bố kết quả, công trình nghiên cứu khoa học và công nghệ của các nhà khoa học, cán bộ, giảng viên, nghiên cứu sinh, học viên cao học, sinh viên ở trong và ngoài nước.

1. Tạp chí xuất bản 01 số/quý bằng hai ngôn ngữ tiếng Việt và tiếng Anh. Tạp chí nhận đăng các bài báo khoa học thuộc các lĩnh vực: Điện - Điện tử - Tự động hóa; Cơ khí - Động lực; Kinh tế; Triết học - Xã hội học - Chính trị học; Các lĩnh vực khác gồm: Công nghệ thông tin; Hóa học - Công nghệ thực phẩm; Ngôn ngữ học; Toán học; Vật lý; Văn hóa - Nghệ thuật - Thể dục thể thao...
2. Bài nhận đăng là những công trình nghiên cứu khoa học chưa công bố trong bất kỳ ấn phẩm khoa học nào.
3. Tòa soạn chỉ nhận bài báo gửi online trên website http://tapchikhcn.saodo.edu.vn. Bài báo gửi về toà soạn dưới dạng file điện tử (*.doc *.docx và *.pdf); cuối bài báo, tác giả ghi rõ thông tin địa chỉ liên hệ, số điện thoại, email và cập nhật thông tin trên website. Bài báo phải được trình bày đúng định dạng, rõ ràng; Trường hợp bài báo phải chỉnh sửa theo thể lệ hoặc theo yêu cầu của Phản biện thì tác giả sẽ cập nhật trên website. Người phản biện sẽ do tòa soạn mời. Tòa soạn không gửi lại bài nếu không được đăng.
4. Các công trình thuộc đề tài nghiên cứu có Cơ quan quản lý cần kèm theo giấy phép cho công bố của cơ quan (Tên đề tài, mã số, tên chủ nhiệm đề tài, cấp quản lý,...).
5. Tên bài báo trình bày bằng hai ngôn ngữ (tiếng Việt và tiếng Anh), font Arial, cỡ chữ 14, in đậm, căn giữa.
6. Tên tác giả (không ghi học hàm, học vị), font Arial, cỡ chữ 10, in đậm, căn lề phải; cơ quan công tác của các tác giả, font Arial, cỡ chữ 9, in nghiêng, căn lề phải.
7. Chữ "Tóm tắt" in đậm, font Arial, cỡ chữ 10; Nội dung tóm tắt của bài báo không quá 10 dòng, trình bày bằng hai ngôn ngữ (tiếng Việt và tiếng Anh), font Arial, cỡ chữ 10, in thường.
8. Chữ "Từ khóa" in đậm, nghiêng, font Arial, cỡ chữ 10; Có từ 03÷05 từ khóa, font Arial, cỡ chữ 10, in nghiêng, ngăn cách nhau bởi dấu chấm phẩy, cuối cùng là dấu chấm.
9. Nội dung bài báo viết bằng tiếng Việt hoặc tiếng Anh; Nếu là bài báo viết bằng tiếng Việt: Tiêu đề tiếng Việt trước, tiếng Anh sau; Tóm tắt tiếng Việt trước, tiếng Anh sau; Từ khóa tiếng Việt trước, tiếng Anh sau; Nếu là bài báo viết bằng tiếng Anh: Tiêu đề tiếng Anh trước, tiếng Việt sau; Tóm tắt tiếng Anh trước, tiếng Việt sau; Từ khóa tiếng Anh trước, tiếng Việt sau.
10. Bài báo được đánh máy trên khổ giấy A4 (21 × 29,7cm) có độ dài không quá 8 trang, font Arial, cỡ chữ 10, giãn dòng At least 12pt, Before 3pt, After 3pt; căn lề trên 2.5cm, dưới 2.5cm, trái 3cm, phải 2cm; hình vẽ phải rõ ràng, đủ nét và được định dạng dưới dạng file ảnh (*.jpg); Phương trình, công thức phải soạn thảo bằng Mathtype hoặc Equation; Phần nội dung bài báo được chia thành 02 cột, khoảng cách cột là 1cm; Trong trường hợp hình vẽ, hình ảnh có kích thước lớn, bảng biểu có độ rộng lớn hoặc công thức, phương trình dài thì cho phép trình bày dưới dạng 01 cột.
11. Tài liệu tham khảo được sắp xếp theo thứ tự tài liệu được trích dẫn trong bài báo.

    - Nếu là sách/luận án: Tên tác giả (năm), Tên sách/luận án/luận văn, Nhà xuất bản/Trường/Viện, lần xuất bản/tái bản.

    - Nếu là bài báo/báo cáo khoa học: Tên tác giả (năm), Tên bài báo/báo cáo, Tạp chí/Hội nghị/Hội thảo, Tập/Kỷ yếu, số, trang.

    - Nếu là trang web: Phải trích dẫn đầy đủ tên website và đường link, ngày cập nhật.
12. Định dạng mẫu bài báo tham khảo tại địa chỉ http://tapchikhcn.saodo.edu.vn/news/detail/198/format_paper

    Bài báo sau khi xuất bản sẽ được công bố trên http://tapchikhcn.saodo.edu.vn.

THÔNG TIN LIÊN HỆ:

Ban Biên tập Tạp chí Nghiên cứu khoa học, Trường Đại học Sao Đỏ

Phòng 203, Tầng 2, Nhà B1, Trường Đại học Sao Đỏ.

Địa chỉ: Số 76, Nguyễn Thị Duệ, KDC Thái Học 2, P. Chu Văn An, TP. Hải Phòng.

Điện thoại: (0220) 3587213, Fax: (0220) 3882921, Hotline: 0912 107858/0936 847980.

Website: http://tapchikhcn.saodo.edu.vn

Email: tapchikhcn@saodo.edu.vn

BỘ CÔNG THƯƠNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

Địa chỉ:
- **Số 1:** Số 76, đường Nguyễn Thị Duệ, KDC Thái Học 2, phường Chu Văn An, thành phố Hải Phòng.
- **Số 2:** Số 72, đường Nguyễn Thái Học, quốc lộ 37, phường Chu Văn An, thành phố Hải Phòng.
- **Điện thoại:** (0220) 3882 269 **Fax:** (0220) 3882 921 **Website:** http://saodo.edu.vn **Email:** info@saodo.edu.vn

P. ISSN 1859-4190
E. ISSN 2815-553X

Số 4 (92)
2025

Địa chỉ Tòa soạn:
Trường Đại học Sao Đỏ
Số 76, đường Nguyễn Thị Duệ, KDC Thái Học 2, phường Chu Văn An, thành phố Hải Phòng.
Điện thoại: (0220) 3587213, Fax: (0220) 3882 921, Hotline: 0912 107858/0936 847980.
Website: http://tapchikhcn.saodo.edu.vn/Email: tapchikhcn@saodo.edu.vn.

Giấy phép xuất bản số: 620/GP-BTTTT ngày 17/9/2021 của Bộ Thông tin và Truyền thông.
In 2.000 bản, khổ 21 × 29,7cm, tại Công ty TNHH in Tre Xanh, cấp ngày 17/02/2011.