



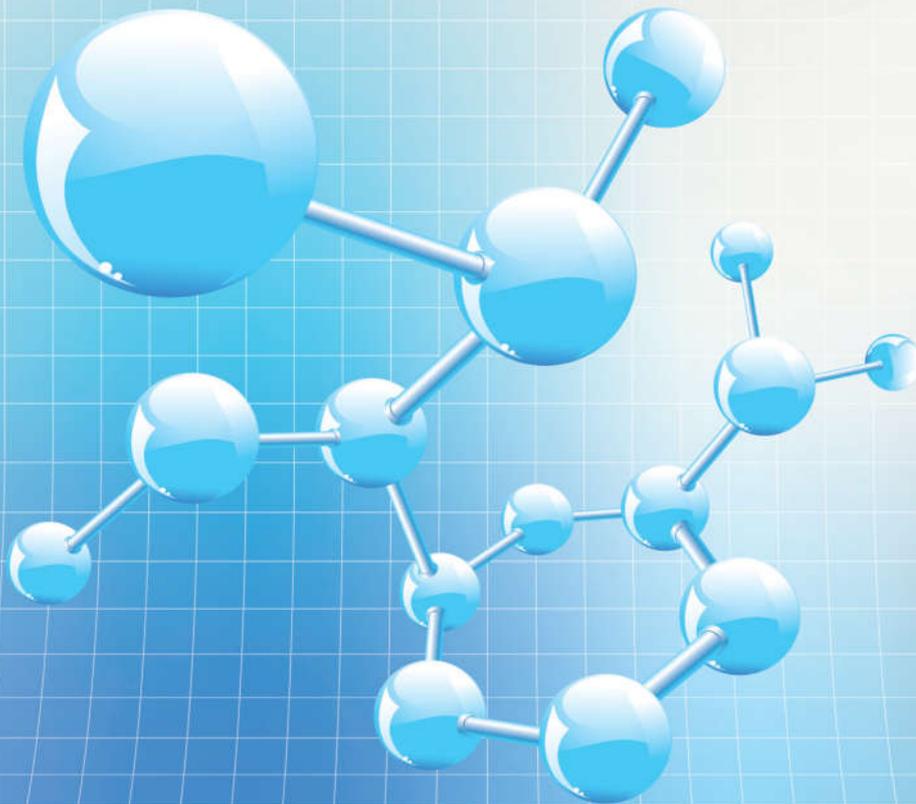
Tạp chí

NGHIÊN CỨU KHOA HỌC

ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

SCIENTIFIC JOURNAL - SAO DO UNIVERSITY

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



Số 3 (86)
2024

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

■ **Tổng Biên tập**

TS. Đỗ Văn Đĩnh

■ **Phó Tổng biên tập**

TS. Nguyễn Thị Kim Nguyễn

■ **Thư ký Tòa soạn**

PGS.TS. Ngô Hữu Mạnh

■ **Hội đồng Biên tập**

TS. Nguyễn Thị Kim Nguyễn - 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 Khang

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, Thái Học 2, phường Sao Đỏ, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.

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.

LIÊN NGÀNH ĐIỆN - ĐIỆN TỬ - TỰ ĐỘNG HÓA

- Nghiên cứu bài toán nâng cao hiệu quả năng lượng của hệ thống thông tin không dây với sự hỗ trợ bề mặt phản xạ thông minh 5 Nguyễn Đỗ Dũng
Đào Minh Hưng
Nguyễn Văn Hào
Nguyễn Trọng Các
- Định dạng theo hình dạng chữ L và bám các mục tiêu trên mặt nước dựa trên hình ảnh Lidar 3D 14 Nguyễn Phương Lâm
Nguyễn Trọng Các
- Ứng dụng ResNet-50 trong phát hiện lỗi bề mặt chi tiết sản phẩm cơ khí 19 Nguyễn Đức Minh
Vũ Thị Lệ Hằng
Đỗ Văn Đỉnh
Phạm Văn Nam
- Phương pháp phát hiện hư hại vết lõm trên đường ray sử dụng mô hình Yolov8 25 Nguyễn Phương Ty
Lương Thị Thanh Xuân
Nguyễn Thị Tâm
Dương Thị Hoa
Nguyễn Thị Việt Hương
Hà Minh Tuấn
- Mô hình hóa pin xe điện và so sánh hiệu suất sạc/xả điện cho các loại pin 31 Tạ Thị Mai

LIÊN NGÀNH CƠ KHÍ - ĐỘNG LỰC

- Nghiên cứu ảnh hưởng của vận tốc cắt và lượng chạy dao đến độ nhám bề mặt khi phay hợp kim nhôm 7075-T6 38 Mạc Văn Giang
- Phương pháp ghép nối các tấm thép silicon trong stator của động cơ điện - Phần 2 45 Nguyễn Thanh Tùng
Ngô Hữu Mạnh
Trịnh Văn Cường
Mạc Thị Nguyên
- Khảo sát một số yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm trong quá trình dập tạo hình đa điểm 53 Trần Hải Đăng
Nguyễn Thị Thu
- Nghiên cứu ảnh hưởng của động học đến trạng thái ứng suất khi miết ép 58 Nguyễn Văn Hình
Nguyễn Đức Hải
Nguyễn Thị Liễu
Nguyễn Hữu Chấn
Dương Thị Hà

LIÊN NGÀNH CƠ KHÍ - ĐỘNG LỰC

Nghiên cứu sự thay đổi kích thước của vải dệt kim Rib 1:1 từ sợi cotton, sợi len lông cừu sau quá trình là hơi 62 Nguyễn Thị Hiền
Phạm Thị Kim Phúc

NGÀNH KINH TẾ

Công tác quản lý thuế đối với các doanh nghiệp xây dựng trên địa bàn tỉnh Hải Dương 69 Đinh Thị Kim Thiết

Nghiên cứu giải pháp phát triển mô hình dịch vụ du lịch nông thôn tại tỉnh Hải Dương 75 Vũ Thị Hương

Thực trạng ứng dụng mô hình kinh tế tuần hoàn trong các khu công nghiệp Việt Nam 81 Nguyễn Thị Thủy

Ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI) trong lĩnh vực kế toán tại các doanh nghiệp Việt Nam: Thực trạng và giải pháp 87 Vũ Thị Lý
Nguyễn Thị Quỳnh

NGÀNH TOÁN HỌC

Tích chập của phép biến đổi Fourier và Laplace với hàm trọng trong không gian $L_1(\mathbb{R}_+)$ 94 Nguyễn Kiều Hiền

NGÀNH KHOA HỌC GIÁO DỤC

Thực trạng và định hướng vận dụng một số phương pháp giảng dạy học phần Tư tưởng Hồ Chí Minh gắn với giá trị cốt lõi của Trường Đại học Sao Đỏ 99 Nguyễn Mạnh Tường
Trần Thị Hồng Nhung

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

Sự lãnh đạo của Đảng bộ tỉnh Hải Dương về công tác giáo dục chính trị, tư tưởng hiện nay 106 Vũ Văn Đông

Tấm gương tự học của Chủ tịch Hồ Chí Minh và việc tự học của sinh viên Trường Đại học Sao Đỏ hiện nay 112 Nguyễn Mạnh Tường

Lý luận của chủ nghĩa Mác-Lênin về sở hữu và sự vận dụng của Đảng Cộng sản Việt Nam hiện nay 117 Trần Thị Hồng Nhung
Nguyễn Mạnh Tường

Tư tưởng của Lenin về công đoàn và sự vận dụng ở Việt Nam 123 Vũ Văn Chương
Phạm Văn Dự
Nguyễn Minh Loan

TITLE FOR ELECTRICITY - ELECTRONICS - AUTOMATION

- Research on improving energy efficiency in intelligent reflective surface-assisted wireless communication systems 5 Nguyen Do Dung
Dao Minh Hung
Nguyen Van Hao
Nguyen Trong Cac
- L-shape fitting based object detection and surface water target tracking using 3D Lidar 14 Nguyen Phuong Lam
Nguyen Trong Cac
- Application of Resnet-50 in detecting surface defects of mechanical product details 19 Nguyen Duc Minh
Vu Thi Le Hang
Do Van Dinh
Pham Van Nam
- Squat defect detection method for railway using Yolov8 model 25 Nguyen Phuong Ty
Luong Thi Thanh Xuan
Nguyen Thi Tam
Duong Thi Hoa
Nguyen Thi Viet Huong
Ha Minh Tuan
- Modeling of electric vehicle battery and performance comparisons on charging/discharging of selected types of battery 31 Ta Thi Mai

TITLE FOR MECHANICAL AND DRIVING POWER ENGINEERING

- Study on the effect of cutting speed and feed rate on surface roughness in milling of aluminum alloy 7075-T6 38 Mac Van Giang
- Jointing of the silicon sheets steel in stator of the electric motors - Part 2 45 Nguyen Thanh Tung
Ngo Huu Manh
Trinh Van Cuong
Mac Thi Nguyen
- Research of some factors affecting product quality in incremental forming 53 Tran Hai Dang
Nguyen Thi Thu
- Research on the influence of kinematics on the stress state in smoothing process 58 Nguyen Van Hinh
Nguyen Duc Hai
Nguyen Thi Lieu
Nguyen Huu Chan
Duong Thi Ha

TITLE FOR MECHANICAL AND DRIVING POWER ENGINEERING

Research on the dimensional change of 1:1 Rib knitted fabric from cotton and wool yarn after steam ironing proces 62 Nguyen Thi Hien
Pham Thi Kim Phuc

TITLE FOR ECONOMICS

Tax management for construction enterprises in hai duong province 69 Dinh Thi Kim Thiet

Research on the development orientation of rural tourism service model in Hai Duong province 75 Vu Thi Huong

Current status of applying circular economic model in industrial parks in Vietnam 81 Nguyen Thi Thuy

Application of artificial intelligence (AI) in the field of accounting in Vietnamese enterprises: Current situation and solutions 87 Vu Thi Ly
Nguyen Thi Quynh

NTITLE FOR MATHEMATICS

Convolution of the Fourier trans form and the Laplace with a weight function in the space $L_1(\mathbb{R}_+)$ 94 Nguyen Kieu Hien

TITLE FOR EDUCATION SCIENCE

Current situation and orientation of applying teaching methods of Ho Chi Minh Thought subject associated with core values of Sao Do University 99 Nguyen Manh Tuong
Tran Thi Hong Nhung

TITLE FOR PHILOSOPHY - SOCIOLOGY - POLITICAL SCIENCE

The leadership of the Hai Duong provincial Party Committee on the current work of political and ideological education 106 Vu Van Dong

Ho Chi Minh's self-study example and the self-study of Sao Do University students today 112 Nguyen Manh Tuong

The theory of Marxism-Leninism on ownership and its application by the Communist Party of Vietnam today 117 Tran Thi Hong Nhung
Nguyen Manh Tuong

Lenin's thoughts on trade unions and their application in Vietnam 123 Vu Van Chuong
Pham Van Du
Nguyen Minh Loan

Định dạng theo hình dạng chữ L và bám các mục tiêu trên mặt nước dựa trên hình ảnh Lidar 3D

L-shape fitting based object detection and surface water target tracking using 3D Lidar

Nguyễn Phương Lâm¹, Nguyễn Trọng Các²

*Tác giả liên hệ: lamnp.ddt@vamaru.edu.vn

¹Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

²Trường Đại học Sao Đỏ

Ngày nhận bài: 11/02/2024

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 21/8/2024

Ngày chấp nhận đăng: 30/9/2024

Tóm tắt

Phát hiện và theo dõi mục tiêu trên mặt nước đóng vai trò quan trọng cho các phương tiện thủy trong các vùng nước có hoạt động đường thủy phức tạp khi nó là tiền tố cần thiết để đưa ra các quyết định hàng hải hoặc tránh va. Để ước lượng và xác định một cách chính xác vị trí của các mục tiêu, dữ liệu ảnh LiDAR 3D được sử dụng rộng rãi và có độ chính xác cao. Bài báo này nghiên cứu thuật toán phát hiện và theo dõi mục tiêu theo thời gian thực dựa trên định dạng mục tiêu theo hình chữ L sử dụng dữ liệu LiDAR 3D. Thuật toán phát hiện các góc của mục tiêu, sử dụng bộ lọc Kalman mở rộng (EKF) theo dõi mục tiêu dựa trên việc ước lượng hướng di chuyển của mục tiêu. Kết quả thử nghiệm cho thấy thuật toán đã cho phép phát hiện mục tiêu theo thời gian thực và theo dõi mục tiêu một cách chính xác.

Từ khóa: Công nghệ LiDAR; phát hiện mục tiêu; điều chỉnh định dạng; LiDAR 3D.

Abstract

Detecting and tracking targets on the water is important for surface vehicles in complex waterways as it is a necessary precursor to making navigational or collision avoidance decisions. In order to estimate and accurately determine the location of the targets, 3D LiDAR image data is widely used with high accuracy. This paper studies a real-time target detection and tracking algorithm based on an L-shaped target fitting with 3D LiDAR data. The algorithm performs target angle detection and uses extended Kalman filtering (EKF) to perform target tracking based on estimating the target's moving direction. The test results show that the algorithm has allowed real-time target detection and accurate target tracking.

Keywords: LiDAR technology; object detection; shape fitting; 3D LiDAR.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Phát hiện và bám mục tiêu đóng vai trò quan trọng trong các hoạt động hàng hải của phương tiện trên các tuyến đường thủy. So với giao thông đường bộ, trong hoạt động đường thủy, các phương tiện trên mặt nước có các tác nhân gây khó khăn khác như gió, sóng và các dạng thời tiết khắc nghiệt trong quá trình điều hướng. Những tác động bên ngoài này làm cho các phương tiện thủy dễ dàng bị thay đổi vị trí và làm lệch tư thế, hướng mũi tàu trong thời gian ngắn. Ngoài ra, do thiếu các bảng chỉ dẫn như vạch phân làn, đường nên các phương tiện thủy trong quá trình hành hải dễ bị lệch ra khỏi đường định sẵn ban đầu [1], [2].

Trong lĩnh vực hàng hải, các thiết bị được sử dụng trong việc giám sát tình trạng giao thông bao gồm radar và hệ thống nhận dạng tự động (AIS -Automatic Identification System). Radar cho phép phát hiện các mục tiêu ở khoảng cách hàng km ngay cả trong các điều kiện thời tiết xấu như mưa hoặc sương mù. Nhưng các kết quả đo đạc của radar thường có độ chính xác không cao và độ phân giải thấp. Bên cạnh đó, các radar hàng hải còn có khoảng mù ở trường gần (khoảng cách dưới 500m), khi đó việc phát hiện các mục tiêu nhỏ (như phao, biển báo điều hướng, thuyền nhỏ) bị hạn chế. Hệ thống AIS bao gồm các trạm bờ và các thiết bị thu phát AIS ở trên tàu. Các phương tiện thủy được trang bị AIS có thể xác định quỹ đạo và các tàu lớn ở xung quanh bằng cách nhận và phát các tín hiệu AIS [3]. Tuy nhiên, theo quy định của Tổ chức Hàng hải Quốc tế (IMO - International

Người phản biện: 1. PGS.TS. Bùi Đăng Thành
2. PGS.TS. Nguyễn Hữu Phát

Maritime Organization), chỉ các tàu chạy tuyến quốc tế có dung tích từ 300GT (GT-Gross Tonnage) trở lên, hoặc dung tích từ 500GT trở lên với tàu chạy tuyến nội địa phải trang bị thiết bị AIS nên thiết bị này bị “mù” với một số tàu hoặc các chướng ngại vật không có AIS. Bên cạnh đó, tần suất cập nhật của AIS tương đối chậm, từ 2-30s cho mỗi lần cập nhật thông tin vị trí.

Trong những năm gần đây, hệ thống phát hiện ánh sáng và phạm vi (LiDAR - Light Detection and Ranging) đã trở thành một trong những giải pháp được bổ sung cho các phương tiện giao thông trong việc phát hiện mục tiêu trực tiếp và liên tục ở môi trường xung quanh. Không giống như camera RGB, LiDAR không bị ảnh hưởng bởi các biến đổi ánh sáng khi cảm nhận môi trường và có thể phát hiện chính xác trạng thái tình trạng giao thông xung quanh trong điều kiện thời tiết khắc nghiệt hoặc tầm nhìn thấp. Với LiDAR 16 tia thông thường có thể phát hiện mục tiêu trong phạm vi 100m và đưa ra thông tin định hướng và khoảng cách của các mục tiêu liên quan đến tàu chủ. Khác với khả năng giám sát cự ly xa của radar hàng hải, LiDAR phù hợp hơn trong việc giám sát mục tiêu ở phạm vi gần trong thời gian ngắn [4], cung cấp độ chính xác tin cậy trong phát hiện mục tiêu là phao và thuyền nhỏ không có AIS. Tuy nhiên, việc áp dụng LiDAR để phát hiện và theo dõi đối tượng bề mặt không đơn giản, đặc biệt là ở vùng lân cận bờ biển. Đầu tiên, mặt nước không phản chiếu như mặt đường, hầu hết các tia laser của cảm biến LiDAR bị hấp thụ khi phát ra trong vùng biển rộng và các đám mây điểm đến từ các chướng ngại vật trên mặt nước. Tuy nhiên, khi tàu tiếp cận cầu cảng, các điểm bờ giả sẽ tồn tại trong vài giây và giống với các mục tiêu, điều này gây khó khăn cho việc phân biệt giữa các vật thể trên bề mặt và các điểm bờ và tăng các cảnh báo không cần thiết trong quá trình điều

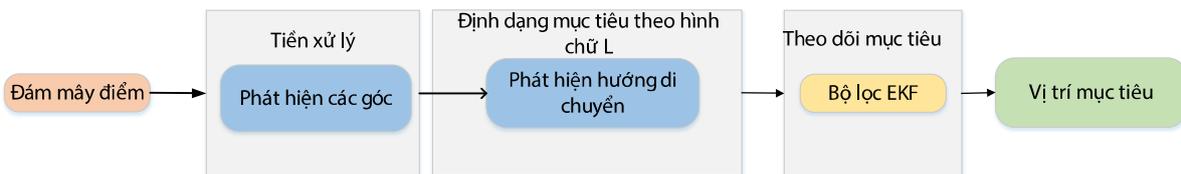
hướng. Thứ hai, độ phân giải góc thẳng đứng thấp của LiDAR dẫn đến khoảng cách chiều cao lớn giữa các chùm liên kề khi phát hiện các mục tiêu ở xa. Ngoài ra, khi biến động của mặt nước biển với biên độ theo chuẩn Gaussian [5], tín hiệu dội lại mục tiêu sẽ bị mất một phần hoặc hoàn toàn trong các lần quét liên tục, dẫn đến việc theo dõi mục tiêu không thành công.

Bài viết này giới thiệu kỹ thuật định dạng mục tiêu trong phát hiện và theo mục tiêu dưới nước cho các phương tiện đường thủy. Mỗi cụm dữ liệu LiDAR được đóng vào một hộp giới hạn hình chữ L. Kết quả định dạng sau đó được cho qua bộ lọc Kalman mở rộng để thực hiện việc bám mục tiêu.

Cấu trúc của bài viết với phần 2 đưa ra thiết kế hệ thống phát hiện và theo dõi mục tiêu. Phần 3 mô tả thuật toán định dạng mục tiêu dựa trên hình chữ L. Thuật toán theo dõi mục tiêu được trình bày ở phần 4. Phần 5 thực hiện đánh giá thuật toán dựa trên dữ liệu LiDAR 3D thực tế được thu thập. Cuối cùng, các kết luận được đưa ra ở phần 6.

2. THIẾT KẾ HỆ THỐNG

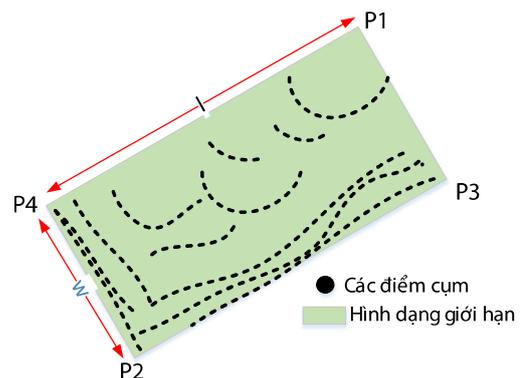
Hình 1 minh họa cấu trúc giải pháp trong bài báo để phát hiện và bám mục tiêu sử dụng LiDAR bao gồm các khối: Tiền xử lý, định dạng mục tiêu theo hình chữ L và theo dõi mục tiêu. Trong khối tiền xử lý, các đám mây điểm được phân cụm dựa trên mật độ vị trí sử dụng phương pháp phân cụm Euclid. Khối định dạng biến đổi các cụm thành các mục tiêu, đối tượng riêng rẽ bao gồm các thông tin như vị trí, hướng và kích thước đối tượng. Mỗi mô tả đối tượng được trích xuất từ hình dạng lấy ra từ điểm cụm để tạo ra các giá trị tin cậy cho đặc tính hình học của đối tượng. Trong khối bám mục tiêu các bộ lọc EKF được sử dụng để bám mục tiêu đã được lọc ra.



Hình 1. Cấu trúc giải pháp phát hiện và bám mục tiêu

3. THUẬT TOÁN PHÁT HIỆN MỤC TIÊU THEO PHƯƠNG PHÁP ĐỊNH DẠNG CHỮ L

Thuật toán có đầu vào là danh sách các điểm trong tập $\mathbb{R}^{n \times 2}$ trong trục x và trục y, trong đó n là số điểm trong cụm. Đầu ra của thuật toán là điểm trung tâm $P_0(x_0, y_0)$ trong hình dạng đó, hướng θ (đọc theo chiều dài nhất của hình dạng), kích thước l, w. Với mô hình hình chữ L, thuật toán xác định ra một hình chữ nhật tương ứng với cụm đám mây điểm được phân đoạn. Tiêu chí để đánh giá hiệu quả là giá trị bình phương nhỏ nhất. Hai cạnh của chữ L được định nghĩa là $x_1 \cos \theta + y_1 \sin \theta - c_1$ và $-x_1 \sin \theta + y_1 \cos \theta - c_2$.



Hình 2. Định dạng hình học của hộp giới hạn

Cho trước 1 tập các điểm 2D $S = \{(x_i, y_i) | i = 1, 2, \dots, n\}$, quá trình thực hiện định dạng hình chữ L được thực hiện theo nguyên tắc tối ưu:

$$\min_{P, \theta, c_1, c_2} \sum_{i \in P} (x_i \cos \theta + y_i \sin \theta - c_1)^2 + \sum_{i \in Q} (-x_i \sin \theta + y_i \cos \theta - c_2)^2 \quad (1)$$

Trong đó, tập các điểm rời P và Q chia n điểm cụm: $P \cup Q = S, P \cap Q = \emptyset; c_1, c_2 \in R; 0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$.

Mỗi tập gắn với 1 trong hai đường thẳng vuông góc:

$$l_1: x_i \cos \theta + y_i \sin \theta = c_1 \quad (2)$$

$$l_2: -x_i \sin \theta + y_i \cos \theta = c_2 \quad (3)$$

Input: Đám mây điểm 2D.

$$S = \{(x_i, y_i) | i = 1, 2, \dots, n\}$$

$(P_1(x_1, y_1), P_2(x_2, y_2))$ khoảng cách lớn nhất (S)// tìm các điểm đường chéo chính trong S .

For $i = 1 \rightarrow n$ do

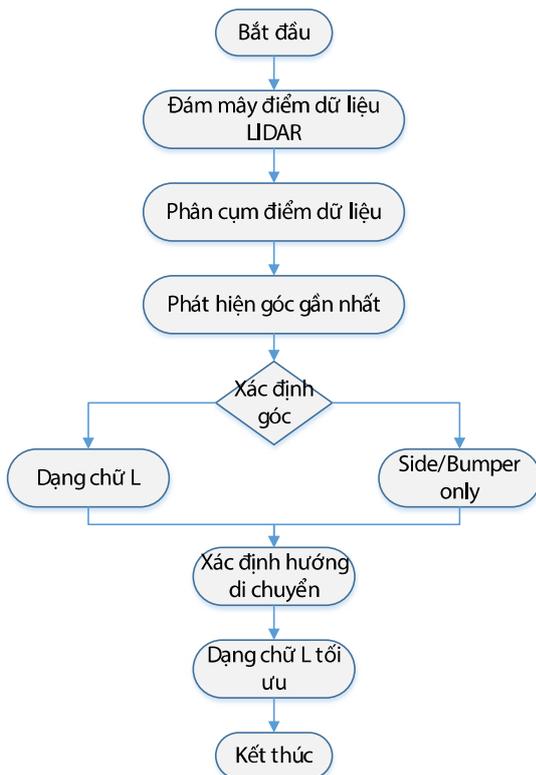
$$d(i) = \frac{|(x_2 - x_1)(y_1 - y_i) - (x_1 - x_i)(y_2 - y_1)|}{\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}}$$

End for

$$d_{i_{max}} = \max_{i=1 \rightarrow n} d(i), P_3(x_3, y_3) = (x_{i_{max}}, y_{i_{max}})$$

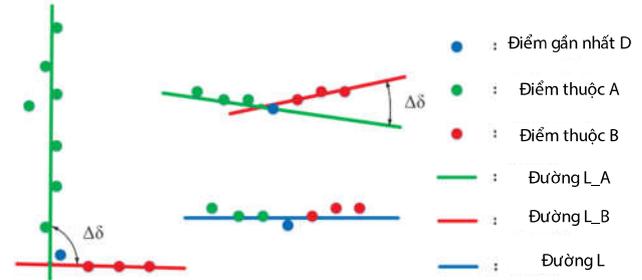
Output: $P_1(x_1, y_1), P_2(x_2, y_2), P_3(x_3, y_3)$.

Để nâng cao hiệu suất của thuật toán định dạng, thực hiện theo lưu đồ như Hình 3.



Hình 3. Lưu đồ thuật toán định dạng chữ L

Đầu tiên tính khoảng cách và góc của tất cả các điểm cho mỗi sự phân cụm. Thực hiện sắp xếp các điểm theo góc của chúng và chia chúng thành tập hợp A và B, theo góc của điểm gần nhất D. Sau đó, xác định đường L_A và đường L_B cho các tập hợp A và B tương ứng và tính độ lệch hướng Δ . Nếu Δ lớn hơn ngưỡng đặt trước d_s , đường L_A và đường L_B là hai cạnh của mục tiêu. Hướng di chuyển của phương tiện mục tiêu được quyết định bởi đường L_A hoặc đường L_B . Nếu không, tất cả các điểm đều thuộc cùng một cạnh của phương tiện mục tiêu như minh họa ở Hình 4 [6].



Hình 4. Chi tiết thực hiện thuật toán định dạng hình chữ L [6]

4. BẢM MỤC TIÊU

Thực hiện bám mục tiêu sử dụng bộ lọc Kalman mở rộng (EKF) của mục tiêu đó [7]. Mỗi mục tiêu sẽ có một EKF do đó dễ dàng thay đổi số lượng mục tiêu cần phải bám. Giống như bộ lọc Kalman chuẩn, mỗi EKF cũng có các phần dự đoán và hiệu chỉnh. Vector trạng thái đầu tiên được dự đoán dựa trên mô hình thân cứng tổng quát và được hiệu chỉnh bởi thông số đo đặc gần nhất. Ma trận hiệp phương sai đo đặc được điều chỉnh dựa trên chất lượng đo đặc hiện thời, ảnh hưởng bởi tư thế của mục tiêu so với điểm cảm biến trung tâm. Vector trạng thái gồm 9 phần tử:

$$x = [p_x \ p_y \ v_x \ v_y \ \theta \ \dot{\theta} \ l \ w \ h]^T \quad (4)$$

Trong đó:

p_x, p_y là vị trí trung tâm 2D của mục tiêu, tương ứng với điểm P_0 trong định dạng hộp giới hạn;

v_x, v_y là tốc độ 2D;

$\theta \ \dot{\theta}$ là hướng và tốc độ quay trở;

$l \ w \ h$ tương ứng là các thông số chiều dài, chiều rộng và chiều cao của mục tiêu.

Dữ liệu đo đặc LiDAR y được xác định:

$$y = [p_x \ p_y \ \theta \ l \ w \ h]^T \quad (5)$$

Sử dụng mô hình phi tuyến:

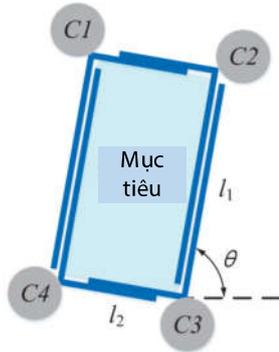
$$x_{k+1} = F_k x_k + G_k w_k \quad (6)$$

$$y_k = h_k(x_k) + v_k \quad (7)$$

Trong đó:

k là chỉ số thời gian;

x_k là vector trạng thái;
 F_k, G_k là ma trận tuyến tính chuyển trạng thái và tạp âm theo mô hình điểm;
 y_k là vector đo đạc dữ liệu LiDAR;
 h_k là phương trình đo đạc phi tuyến của x_k ;
 v_k, w_k là các tạp âm chuẩn Gauss.



Hình 5. Định dạng hộp giới hạn cho mục tiêu [6]

Cuối cùng, thực hiện giai đoạn chuyển đổi từ mô hình dạng chữ L về dạng khối hộp giới hạn cho mục tiêu. Mỗi góc của mục tiêu có số góc như Hình 5. Theo tọa độ của góc gần nhất và hướng di chuyển xác định được số góc của góc gần nhất. Vị trí của các góc còn lại được xác định dựa trên:

$$x_{C_j} = x_{C_i} + l_1 \cos \theta \quad (6)$$

$$y_{C_j} = y_{C_i} + l_1 \sin \theta \quad (7)$$

Trong đó:

$$j = \begin{cases} i + 1, & \text{nếu } i < 4 \\ i, & \text{nếu } i = 4 \end{cases}$$

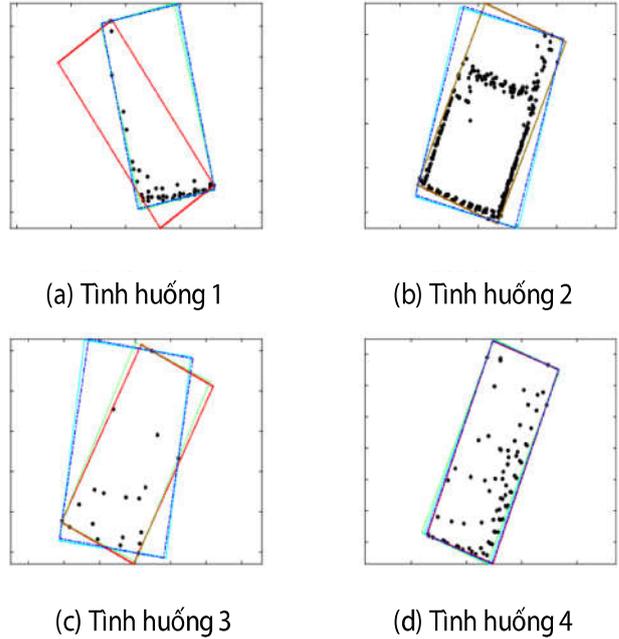
5. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ

Thuật toán được thực hiện với dữ liệu LiDAR thực tế thu thập từ cảm biến LiDAR 16 tia của hãng Robosense. Cảm biến này có phạm vi quét 100m, với 16 tia laser được phát ra đồng thời, tần số 10Hz, độ phân giải theo phương ngang là $0,4^\circ$ và góc quét theo phương thẳng đứng là 30° .

Kịch bản thử nghiệm sẽ cho thiết bị cảm biến gắn ở phía mũi trên phương tiện thủy nội địa di chuyển trên tuyến luồng đường thủy nội địa phía Bắc (tuyến luồng từ Hải Phòng đi Hải Dương, Bắc Ninh - đây là một trong những tuyến luồng thủy nội địa chính của miền Bắc). Quá trình thử nghiệm được thực hiện trong điều kiện thời tiết cả ban ngày và ban đêm, không giới hạn về mặt thời gian. Đồng thời, do đặc điểm của tín hiệu LiDAR không bị ảnh hưởng của thời tiết nên quá trình thử nghiệm cũng đã xem xét cả trong điều kiện trời mưa.

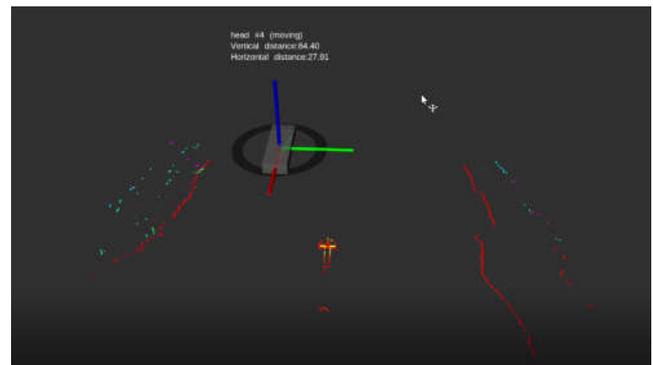
Hình 6 minh họa so sánh kết quả của thuật toán định dạng chữ L với các tiêu chí so sánh khác nhau. Khối

hộp màu đỏ ứng với tiêu chí khu vực, hộp màu xanh lá cây là tiêu chí gần gũi, hộp màu lam là tiêu chí phương sai và hộp màu xanh từ thuật toán định dạng chữ L.



Hình 6. Kết quả thử nghiệm [6]

Các mục tiêu cần theo dõi được định dạng bởi các hộp giới hạn hình chữ nhật với hướng mũi và vị trí của góc gần nhất của các mục tiêu đó. Các cụm điểm của các mục tiêu cần theo dõi không chỉ có hình chữ L mà còn có các điểm quan sát ở phía sau hoặc thuộc cùng một cạnh của hình chữ L. Thuật toán định dạng hình chữ L không yêu cầu thông tin về hình dạng của các cụm, do đó toàn bộ quỹ đạo của các mục tiêu cần theo dõi được sử dụng đầy đủ trong các thử nghiệm.



Hình 7. Thử nghiệm thuật toán khi tàu chủ đi qua các mục tiêu cần theo dõi

Trong quá trình thử nghiệm, thuật toán định dạng có thể theo dõi tất cả các mục tiêu một cách ổn định. Từng mục tiêu được phát hiện hiện thời được gán ID duy nhất và thực hiện bám mục tiêu thông qua bộ lọc EKF như Hình 7. Tuy nhiên, khi có 2 mục tiêu ở gần nhau thì sẽ có nguy cơ bị nhóm vào thành một mục tiêu và sau đó khi tách ra thì thuật toán sẽ chỉ thực hiện theo dõi một mục tiêu với ID cũ, còn mục tiêu còn

lại sẽ được theo dõi với một ID mới. Điều này gây ra do quá trình phân cụm và cần được cải thiện bởi các thuật toán phân cụm hiệu quả hơn. Các mục tiêu được xác định bao gồm cả khoảng cách theo phương ngang và theo phương dọc so với tàu chủ, đồng thời khoảng cách này được thay đổi liên tục theo thời gian thực.

Trong quá trình thử nghiệm, phương pháp này vẫn còn tồn tại những hạn chế và khó khăn như: Cụ ly nhận diện và phát hiện mục tiêu bị phụ thuộc rất nhiều vào thông số kỹ thuật của cảm biến LiDAR. Các cảm biến LiDAR với cự ly trên 200m và từ 32 tia trở lên có giá thành rất đắt đỏ. Với các phương tiện tàu biển hoạt động ở các tuyến luồng hàng hải hoặc ở vùng biển, khoảng cách tối thiểu để có thể xử lý thực hiện hoạt động tránh va phải từ 1.000m trở lên. Vì vậy, việc triển khai giải pháp này cho các phương tiện tàu biển hoạt động ở vùng biển rộng sẽ đòi hỏi chi phí rất lớn cho cảm biến LiDAR hoặc phương pháp này sẽ không hiệu quả và thiếu tính khả thi khi chỉ được trang bị các cảm biến LiDAR có cự ly dưới 1.000m.

6. KẾT LUẬN

Bài viết đã giới thiệu phương pháp định dạng hộp hình chữ L dựa trên các cạnh góc trong theo dõi mục tiêu trên mặt nước sử dụng dữ liệu LiDAR, triển khai cho các phương tiện đường thủy. Thuật toán đã có thể loại bỏ được các nhiễu do tắc hoặc do thay đổi điểm nhìn và cải thiện được độ lệch chuẩn. Thuật toán cũng không phụ thuộc vào chuỗi dữ liệu quét laser cũng như giả định về hình dạng của cụm điểm. Do đó, thuật toán hiệu quả với các trường hợp sử dụng nhiều cảm biến LiDAR với các chùm tia quét khác nhau. Bên cạnh đó, hiệu suất theo dõi mục tiêu cũng được cải thiện nhờ sử dụng bộ lọc EKF. Quỹ đạo theo dõi trơn tru và đáng tin cậy hơn. Trong tương lai, giải pháp bám mục tiêu sử dụng LiDAR có thể được kết hợp với các module cảm biến khác như radar, AIS để phù hợp hơn nữa với các hoạt động hàng hải để mở rộng phạm vi giám sát và theo dõi mục tiêu và khắc phục được các nhược điểm về tầm quan sát hạn chế của LiDAR.

AUTHORS INFORMATION

Nguyen Phuong Lam^{1*}, Nguyen Trong Cac²

*Corresponding Author: lamnp.ddt@vamaru.edu.vn

¹Vietnam Maritime University.

²Sao Do Univesity.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Peng, Zhouhua, Dan Wang, and Jun Wang (2021), *Data-driven adaptive disturbance observers for model-free trajectory tracking control of maritime autonomous surface ships*, IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, pp. 5584-5594.
- [2]. Liao, Yulei, et al. (2019), *Redefined output model-free adaptive control method and unmanned surface vehicle heading control*, IEEE Journal of Oceanic Engineering, pp. 714-723.
- [3]. Chen, Zhijun, et al. (2018), *Classification of vessel motion pattern in inland waterways based on Automatic Identification System*, Ocean Engineering 161, pp. 69-76.
- [4]. Liu, Deqing, et al. (2022), *A new approach of obstacle fusion detection for unmanned surface vehicle using Dempster-Shafer evidence theory*, Applied Ocean Research, vol. 119, pp. 156-171.
- [5]. Kim, Du Yong, et al. (2021), *A Bernoulli track-before-detect filter for interacting targets in maritime radar*, IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, vol. 57, issue 3, pp. 1981-1991.
- [6]. Zhao, Chengfeng, et al. (2021), *L-shape fitting-based vehicle pose estimation and tracking using 3D-lidar*, IEEE Transactions on Intelligent Vehicles, vol 6, issue 4, pp. 787-798.
- [7]. Bingham, Brian, et al. (2019), *Toward maritime robotic simulation in gazebo*, OCEANS 2019 MTS/ IEEE SEATTLE, pp. 1-10.

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 tòa 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, Thái Học 2, phường Sao Đỏ, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.

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

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

Email: tapchikhcn@saodo.edu.vn

Tạp chí Nghiên cứu khoa học, Trường Đại học Sao Đỏ, Số 3 (86) 2024



BỘ CÔNG THƯƠNG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

Địa chỉ:

- Số 1: Số 76, Nguyễn Thị Duệ, Thái Học 2, phường Sao Đỏ, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.
- Số 2: Số 72, đường Nguyễn Thái Học, phường Thái Học, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.
- 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 3 (86)
2024



Địa chỉ Tòa soạn:

Trường Đại học Sao Đỏ.

Số 76, Nguyễn Thị Duệ, Thái Học 2, phường Sao Đỏ, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.

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.