



**Tạp chí**

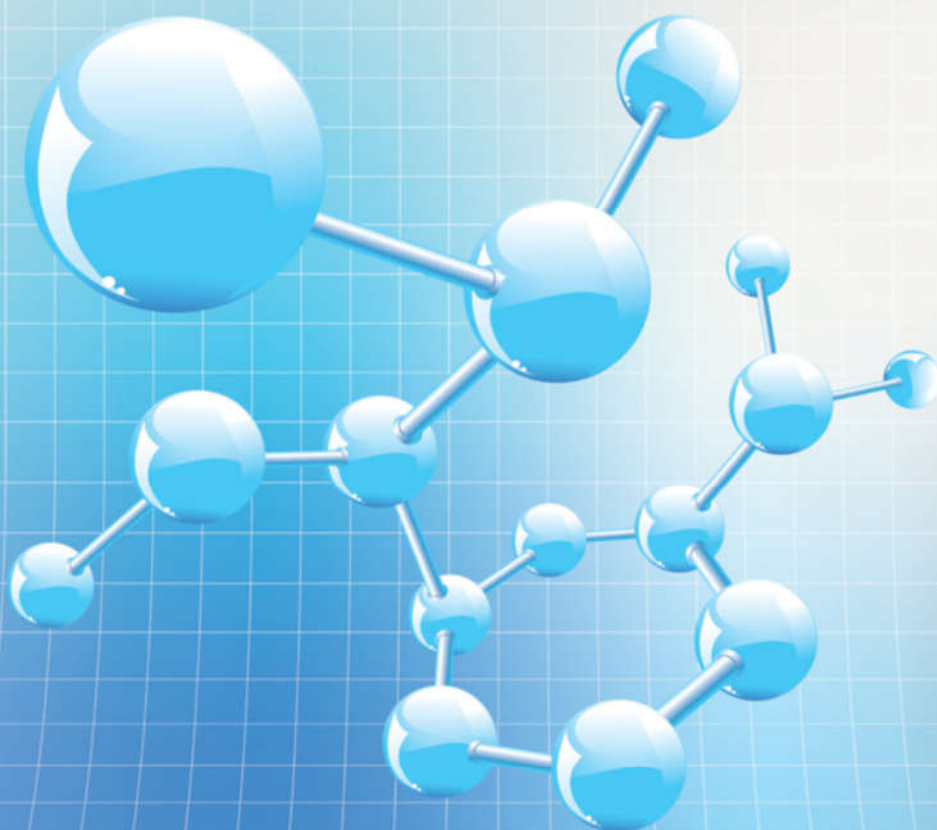
# **NGHIÊN CỨU KHOA HỌC**

**ĐẠI HỌC SAO ĐỎ**

**SCIENTIFIC JOURNAL - SAO DO UNIVERSITY**

**P. ISSN 1859-4190**

**E. ISSN 2815-553X**



**Số 3 (82)**

**2023**

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

■ **Tổng Biên tập**

TS. Đỗ Văn Đình

■ **Phó Tổng biên tập**

TS. Nguyễn Thị Kim Nguyễn

■ **Thư ký Tòa soạn**

TS. Ngô Hữu Mạnh

■ **Hội đồng Biên tập**

NGND.TS. Đình Văn Nhung - Chủ tịch Hội đồng

GS.TS. Phạm Thị Ngọc Yến

PGS.TSKH. Trần Hoài Linh

PGS.TS. Nguyễn Quốc Cường

PGS.TS. Nguyễn Văn Liên

GS.TSKH. Thân Ngọc Hoàn

GS.TSKH. Bành Tiến Long

GS.TS. Trần Văn Địch

GS.TS. Phạm Minh Tuấn

PGS.TS. Nguyễn Doãn Ý

GS.TS. Đình Văn Sơn

PGS.TS. Trần Thị Hà

PGS.TS. Trương Thị Thủy

TS. Vũ Quang Thập

PGS.TS. Nguyễn Thị Bất

GS.TS. Đỗ Quang Kháng

TS. Bùi Văn Ngọc

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

TS. Nguyễn Văn Anh

■ **Ban Biên tập**

ThS. Đoàn Thị Thu Hằng - Trưởng ban

ThS. Đào Thị Vân

■ **Editor-in-Chief**

Dr. Do Van Dinh

■ **Vice Editor-in-Chief**

Dr. Nguyen Thi Kim Nguyen

■ **Office Secretary**

Dr. Ngo Huu Manh

■ **Editorial Board**

People's Teacher, Dr. Dinh Van Nhung - Chairman

Prof.Dr. Pham Thi Ngoc Yen

Assoc.Prof.Dr.Sc. Tran Hoai Linh

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Quoc Cuong

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Van Lien

Prof.Dr.Sc. Than Ngoc Hoan

Prof.Dr.Sc. Bành Tiến Long

Prof.Dr. Tran Van Dich

Prof.Dr. Pham Minh Tuan

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Doan Y

Prof.Dr. Dinh Van Son

Assoc.Prof.Dr. Tran Thi Ha

Assoc.Prof.Dr. Trương Thị Thủy

Dr. Vu Quang Thap

Assoc.Prof.Dr. Nguyễn Thị Bất

Prof.Dr. Do Quang Khang

Dr. Bui Van Ngoc

Assoc.Prof.Dr. Ngo Sy Luong

Assoc.Prof.Dr. Khuat Van Ninh

Prof.Dr.Sc. Phạm Hoàng Hải

Assoc.Prof.Dr. Doan Ngoc Hai

Assoc.Prof.Dr. Nguyễn Ngọc Hà

Prof.Dr. Yu Ming Zhang

Dr. Nguyễn Văn Anh

■ **Editorial**

MSc. Doan Thi Thu Hang - Head

MSc. Dao Thi Van

**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](mailto: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 3(82) 2023

### LIÊN NGÀNH ĐIỆN - ĐIỆN TỬ - TỰ ĐỘNG HÓA

Thiết kế bộ điều khiển bền vững thích nghi trên cơ sở mạng neuron hướng tâm cho robot tìm và làm sạch bản	5	Vũ Thị Yến Nguyễn Thị Sim Dương Thị Hoa
Ăng-ten phân cực kép cho các điểm truy cập vô tuyến 5G trong nhà	12	Lê Thị Cẩm Hà Lương Quang Năng Phạm Hồng Thịnh Nguyễn Trọng Các
Ứng dụng mạng tích chập cho nhận diện biển báo giao thông	17	Nguyễn Thế Trung Đặng Thành Trung Phạm Thị Hường Phạm Văn Kiên

### LIÊN NGÀNH CƠ KHÍ - ĐỘNG LỰC

Nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ nước, thời gian giặt và tốc độ vắt đến độ co của vải kaki thun vân chéo 2/1	23	Đỗ Thị Tần Nguyễn Quang Thoại
Phân tích sức bền giới hạn kết cấu tàu dưới tác dụng của tải trọng tổng thể và tải trọng cục bộ	29	Vũ Văn Tân Nguyễn Thị Hồng Nhung Nguyễn Hữu Chấn Phạm Ngọc Linh
Nghiên cứu, thiết kế và tối ưu hóa cấu trúc kết cấu cơ khí trên thiết bị sấy lồng quay của dây chuyền xử lý rác thải	34	Mạc Văn Giang
Nghiên cứu sự ảnh hưởng của mặt đường đến quỹ đạo quay vòng của xe ô tô tải	42	Đào Đức Thụ Nguyễn Đình Cường Phạm Văn Trọng Vũ Văn Chương Liu Qi-yue

### NGÀNH TOÁN HỌC

Bất đẳng thức tích chập của phép biến đổi Fourier cosine và Laplace với hàm trọng	46	Nguyễn Kiều Hiền
---	----	------------------

### NGÀNH KINH TẾ

Đẩy mạnh ứng dụng công nghệ chuỗi khối (Blockchain) trong lĩnh vực kế toán - kiểm toán tại Việt Nam	51	Nguyễn Thị Quỳnh
Xu hướng chuyển dịch nguồn nhân lực phục vụ phát triển nông nghiệp bền vững ở Hải Dương hiện nay - những vấn đề đặt ra	57	Vũ Văn Đông

**NGÀNH KINH TẾ**

Chuyển đổi số - những thách thức và cơ hội cho sự phát triển du lịch Việt Nam 63 Nguyễn Thị Thảo  
Trần Thị Mai Hương

**LIÊN NGÀNH HÓA HỌC - CÔNG NGHỆ THỰC PHẨM**

Nghiên cứu khả năng hấp phụ xanh methylen trong nước của vật liệu chế tạo từ đất sét Trúc Thôn và tro trấu 68 Vũ Hoàng Phương

**LIÊN NGÀNH KHOA HỌC TRÁI ĐẤT - MỎ**

Đẩy mạnh phát triển du lịch sinh thái nhằm hạn chế và ứng phó với biến đổi khí hậu 73 Nguyễn Thị Thảo  
Trần Thị Mai Hương  
Tăng Thị Hồng Minh

Xây dựng các sản phẩm du lịch đặc thù của tỉnh Hải Dương hiện nay 80 Nguyễn Đăng Tiến

**LIÊN NGÀNH VĂN HÓA - NGHỆ THUẬT - THỂ DỤC THỂ THAO**

Phát triển hoạt động tổ chức Teambuilding cho sinh viên du lịch Trường Đại học Sao Đỏ 87 Nguyễn Thị Sao  
Nguyễn Thị Hương Huyền  
Nguyễn Thị Xuyên

Xây dựng môi trường văn hóa ở tỉnh Hải Dương hiện nay 93 Trần Hoàng Yến  
Đặng Thị Thanh

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

Đạo đức Phật giáo và ảnh hưởng của đạo đức đó với xã hội Việt Nam hiện nay 100 Vũ Văn Đông  
Vũ Văn Chương  
Hà Đình Soát

Phát huy năng lực tự học của sinh viên trong dạy học Triết học Mác - Lênin 108 Nguyễn Thị Nhan  
Vũ Văn Chương

Đổi mới phương pháp giảng dạy học phần Lịch sử Đảng Cộng sản Việt Nam gắn với giá trị cốt lõi của Trường Đại học Sao Đỏ 113 Đặng Thị Dung

Phát huy giá trị đạo đức truyền thống trong việc xây dựng đạo đức mới cho phụ nữ hiện nay 120 Trần Thị Hồng Nhung

**TITLE FOR ELECTRICITY - ELECTRONICS - AUTOMATION**

Design of the robust adaptive controller based RBF neural network for cleaning and detecting robot manipulators	5	Vu Thi Yen Nguyen Thi Sim Duong Thi Hoa
Dual polarized antenna for 5G indoor access points	12	Le Thi Cam Ha Luong Quang Nang Pham Hong Thinh Nguyen Trong Cac
Traffic sign recognition using convolutional network	17	Nguyen The Trung Dang Thanh Trung Pham Thi Huong Pham Van Kien

**TITLE FOR MECHANICAL AND DRIVING POWER ENGINEERING**

Study on the effect of water temperature, washing time and spin speed on shrinkage of 2/1 twill weave khaki fabric	23	Do Thi Tan Nguyen Quang Thoai
Ultimate strength analysis of ship structures under combined global and local load	29	Vu Van Tan Nguyen Thi Hong Nhung Nguyen Huu Chan Pham Ngoc Linh
Study, design and optimize the mechanical structure on the rotary drum dryer of the waste treatment line	34	Mac Van Giang
Studying the influence of road surface on the turning trajectory of trucks	42	Dao Duc Thu Nguyen Dinh Cuong Pham Van Trong Vu Van Chuong Liu Qi-yue

**TITLE FOR MATHEMATICS**

Convolution inequalities of the Fourier cosine transform and the Laplace with a weight function	46	Nguyen Kieu Hien
---	----	------------------

**NGÀNH KINH TẾ**

Promoting the application of Blockchain technology (Blockchain) in the field of accounting and auditing in Viet Nam	51	Nguyen Thi Quynh
The current trend of shifting human resources to serve sustainable agricultural development in Hai Duong - issues raised	57	Vu Van Dong
Digital transformation - challenges and opportunities for Vietnam's tourism development	63	Nguyen Thi Thao Tran Thi Mai Huong

**TITLE FOR CHEMISTRY AND FOOD TECHNOLOGY**

Study on capacity adsorption of methylene blue ion in water of materials prepared from Truc Thon clay and rice husk ash 68 Vu Hoang Phuong

**TITLE FOR EARTH SCIENCE - MINING**

Promote development of ecotourism to reduce and cope with climate change 73 Nguyen Thi Thao  
Tran Thi Mai Huong  
Tang Thi Hong Minh

Build up the specific tourism products of Hai Duong province 80 Nguyen Dang Tien

**TITLE FOR CULTURE - ART - SPORTS**

Developing teambuilding activities for tourism students at Sao Do University 87 Nguyen Thi Sao  
Nguyen Thi Huong Huyen  
Nguyen Thi Xuyen

Building a cultural environment in Hai Duong province today 93 Tran Hoang Yen  
Dang Thi Thanh

**TITLE FOR PHILOSOPHY - SOCIOLOGY - POLITICAL SCIENCE**

Buddhist ethics and its influence on Vietnamese society today 100 Vu Van Dong  
Vu Van Chuong  
Ha Dinh Soat

Promoting students' self-study capacity in teaching Marxist-Leninist philosophy 108 Nguyen Thi Nhan  
Vu Van Chuong

Innovating teaching methods for the History of the Communist Party of Vietnam course in association with the core values of Sao Do University 113 Dang Thi Dung

Promoting traditional moral values in building a new morality for today's women 120 Tran Thi Hong Nhung

# Ứng dụng mạng tích chập cho nhận diện biển báo giao thông

## Traffic sign recognition using convolutional network

Nguyễn Thế Trung<sup>1</sup>, Đặng Thành Trung<sup>1</sup>, Phạm Thị Hương<sup>2\*</sup>, Phạm Văn Kiên<sup>2</sup>

\*Tác giả liên hệ: phamthihuongdtth@gmail.com

<sup>1</sup>Trường Đại học Sư phạm Hà Nội

<sup>2</sup>Trường Đại học Sao Đỏ

Ngày nhận bài: 10/5/2023

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 17/9/2023

Ngày chấp nhận đăng: 02/10/2023

### Tóm tắt

Nhận diện biển báo giao thông tự động không những hỗ trợ thiết thực và đảm bảo an toàn cho người lái mà còn rất cần thiết cho các hệ thống lái xe tự động. Bài báo đề xuất phương pháp nhận diện các biển báo giao thông tại Việt Nam dựa trên một mô hình mạng tích chập CNN. Mô hình đã được tiến hành thử nghiệm với bộ dữ liệu chuẩn GTSRB (German Traffic Sign Recognition Benchmark) có hơn 50 nghìn biển báo giao thông khác nhau với độ chính xác hơn 95,96%. Ngoài ra, mô hình còn được tiến hành thử nghiệm với hơn 100 hình ảnh chụp thực tế trên một số đường phố tại Hà Nội. Các kết quả thu được cho thấy mô hình đề xuất không chỉ hiệu quả với bộ dữ liệu chuẩn mà còn hoạt động tốt trong môi trường thực tế.

**Từ khóa:** Hệ thống giám sát giao thông; phân loại biển báo giao thông; mô hình CNN; học sâu.

### Abstract

Automatic traffic sign recognition is not only practical support and safety for the driver, but is also essential for automatic driving systems. The article proposes a method to identify traffic signs in Vietnam based on a CNN convolutional network model. The model has been tested with the GTSRB (German Traffic Sign Recognition Benchmark) standard dataset with more than 50,000 different traffic signs with an accuracy of more than 95.96%. In addition, the model was also tested with more than 100 actual photos taken on some streets in Hanoi. The results show that the proposed model is not only effective with the standard data set, but also works well in the real environment.

**Keywords:** Traffic monitoring system; classification of traffic signs; CNN model; deep learning.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Các biển báo giao thông có vai trò quan trọng đối với con người khi tham gia giao thông. Chúng góp phần đảm bảo an toàn cũng như tránh được các rắc rối xảy ra, đặc biệt đối với các thành phố lớn và tình trạng giao thông của Việt Nam hiện nay. Tuy nhiên, việc tìm hiểu ý nghĩa của các biển báo giao thông ở nước ta còn khó khăn, tỷ lệ số người nhầm lẫn các loại biển báo giao thông với nhau khá lớn. Theo kết quả của một khảo sát nhỏ thực hiện nhận diện 40 biển báo giao thông Việt Nam với 27 người có tuổi đời trải đều từ 12 đến 60, chia đều cho cả 2 giới tính, bao gồm cả những người đã có bằng lái xe máy, xe ô tô (tức là đã được học các kiến thức về biển báo giao thông) và cả những người chưa có bằng lái xe. Kết quả cho thấy tỷ lệ nhận diện chính xác trung bình là 36,94% và trải đều ở cả 2 nhóm đối tượng là những người đã có bằng lái xe và những người chưa có bằng lái xe. Hơn nữa, ngay cả khi con người có sự hiểu biết về các biển báo giao thông, họ cũng phải dành quá nhiều sự chú ý để nhận biết chúng bằng cách phân tích và nhận dạng các khía cạnh thủ công.

Hiện nay, trên thế giới đã có nhiều nghiên cứu phục vụ cho việc phát hiện và nhận diện biển báo giao thông tự động bởi vì chúng là một công cụ hỗ trợ đắc lực trong hệ thống giao thông thông minh. Các hệ thống thông minh tương tự đã và đang được phát triển và ứng dụng trong ngành công nghiệp hóa, tự động hóa ở nhiều quốc gia trên thế giới. C.Y. Yang và cộng sự [1] đã đề xuất một mô hình trực quan động (Dynamic Visual Model) gồm 3 thành phần: Cảm biến, tri giác và khái niệm. Mô hình này lấy cảm hứng từ quá trình nhận thức của con người để phát hiện những thay đổi của môi trường lái xe. Tuy nhiên, các yếu tố khách quan của thời tiết tác động tới các biển báo giao thông làm giảm chất lượng nhận diện của mô hình, đó chính là nhược điểm lớn nhất của nghiên cứu này. Thay vì xây dựng mô hình trực quan động thì C. Bahlmann và các cộng sự [2] nghiên cứu hệ thống thị giác máy tính có nhiệm vụ phát hiện, truy vết và nhận diện biển báo giao thông đường bộ dựa trên các đặc trưng hình dạng, kích thước, màu sắc và thông tin có trên biển báo giao thông. Nhóm nghiên cứu đã sử dụng đặc trưng Haar kết hợp với bộ tăng tốc Adaboost nhằm phát hiện các biển báo giao thông và sử dụng Bayes để phân loại. Tuy nhiên, phương pháp này có độ phức tạp khá cao và chỉ nhận diện được một số biển báo giao thông với độ chính xác khá khiêm tốn.

Người phản biện: 1. GS.TSKH. Thân Ngọc Hoàn  
2. TS. Đỗ Văn Đĩnh

Tại Việt Nam, nhóm tác giả Lê Thanh Tâm và Trần Thái Sơn [3] đã sử dụng thuật toán SVM (Support Vector Machine) để phát hiện biển báo giao thông trong thời gian thực. Tuy nhiên, do hạn chế về thời gian và kết quả thực nghiệm của mô hình với độ chính xác đạt được không cao nên nhóm nghiên cứu mới chỉ thực hiện việc nhận diện trên một số rất ít các biển báo giao thông đường bộ. Trương Quốc Bảo và các cộng sự [4] đã đề xuất việc kết hợp các kỹ thuật xử lý ảnh và học máy để phát hiện và nhận diện một số loại biển báo giao thông đường bộ ở Việt Nam như biển báo cấm, biển hiệu lệnh, biển báo nguy hiểm và biển chỉ dẫn không bị chồng lấp. Kết quả huấn luyện các mô hình học máy dựa trên mạng nơ-ron nhân tạo, sử dụng đặc trưng HOG và thử nghiệm trên các tập dữ liệu do nhóm tác giả thu thập. Kết quả thực nghiệm cho thấy, độ chính xác của đề xuất khoảng 94% và thời gian trung bình để phát hiện và nhận dạng các biển báo trên một frame ảnh xấp xỉ 0.021s với mạng nơ-ron nhân tạo và khoảng 0.099 với mô hình phân lớp SVM. Tuy nhiên, đề xuất này bị hạn chế bởi chất lượng ảnh đầu vào. Tại [5], nhóm tác giả Lê Chân Thiện Tâm, Phạm Hồng Thái, Trần Tiến Đức xây dựng mô hình nhận diện biển báo giao thông bằng phương pháp rút đặc trưng Haar kết hợp với bộ huấn luyện tăng tốc Adaboost, rút đặc trưng bằng phương pháp Principal Components Analysis và được nhận dạng bằng thuật toán Support Vector Machine. Kết quả nhận dạng có độ chính xác trung bình là 92,97%. Hầu hết các phương pháp phân lớp truyền thống bị hạn chế về phần cứng và khả năng xử lý nên đều sử dụng các đặc trưng thủ công hoặc các thuật toán học nông, bao gồm đặc trưng nhị phân cục bộ (LBP) và phân tích nhân tử ma trận không âm (NMF) đều không được sử dụng phổ biến trong các nghiên cứu về nhận diện biển báo giao thông hiện nay. Các loại thuật toán học máy như mạng nơ-ron nhân tạo, SVM hay Bayes đã được áp dụng cho việc nhận diện biển báo giao thông với độ chính xác cao hơn và đã được chứng minh trong môi trường thí nghiệm (có kiểm soát) để có thể nhận diện biển báo một cách hiệu quả. Tuy nhiên, chìa khóa để đánh giá tính thực tiễn của một mô hình đó là về khả năng khái quát hóa thì lại là nhược điểm của các phương pháp này. Các giải thuật học sâu có thể giải quyết vấn đề này và có hiệu suất khá ổn định ngay cả trong môi trường thực tế và thực nghiệm. Đã có nhiều công trình nghiên cứu chỉ ra được tính ổn định và hiệu quả của mạng nơ-ron tích chập (CNN), đặc biệt là bài toán nhận diện biển báo giao thông. Dựa trên cấu trúc CNN thì nhiều mô hình khác nhau đã được đề xuất. Simonyan và Zisserman [6] đã tiến hành đánh giá toàn diện các mạng thông qua kiến trúc của các bộ lọc tích chập rất nhỏ ( $3 \times 3$ ) với độ sâu ngày càng tăng và hai mô hình ConvNet hoạt động hiệu quả nhất đã được công bố công khai trên các tạp chí và diễn đàn khoa học để tạo tiền đề cho các nghiên cứu sâu hơn trong lĩnh vực này. Szegedy và các cộng sự [7], bằng phương pháp tăng chiều rộng cũng như chiều sâu của mạng trong khi vẫn bảo toàn phương thức tính toán, đã giới thiệu một kiến trúc mạng nơ-ron phức hợp sâu có tên gọi là Inception,

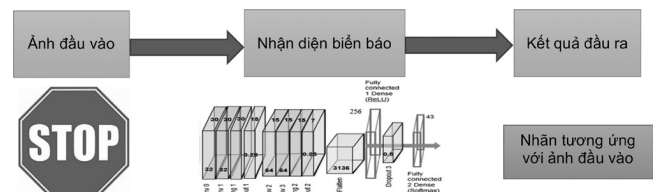
kiến trúc mạng nơ-ron Inception này cho phép giảm đáng kể vấn đề chiếm dụng tài nguyên tính toán và tăng hiệu suất. Jahandad và cộng sự [8] dựa trên kiến trúc mạng nơ-ron phức hợp sâu Inception để cho ra đời hai kiến trúc mạng nơ-ron phức hợp (Inception-v1 và Inception-v3). Jahandad đã chứng minh được rằng hai mô hình này hoạt động tốt hơn các mô hình khác. Inception-v1 với mạng học sâu có 22 layer hoạt động tốt hơn mạng Inception-v3 với 42 layer sau khi thử nghiệm với hình ảnh chữ ký hai chiều và hình ảnh đầu vào có độ phân giải thấp, tuy vậy, kiến trúc mạng nơ-ron phức hợp Inception-v3 có thể hoạt động ổn định hơn trên tập dữ liệu ImageNet. Khuynh hướng tổng quan của mạng nơ-ron là tăng độ rộng của lớp và độ sâu của mạng. Dưới góc độ về mặt lý thuyết, các mô hình mạng nơ-ron càng sâu thì khả năng học càng lớn, tuy nhiên độ phức tạp sẽ cao và mô hình sẽ khó huấn luyện. Tại [9], nhóm tác giả xây dựng mô hình mạng tích chập phân loại và nhận dạng biển báo giao thông, kiến trúc CNN mới (0,001) với trình tối ưu hóa Adam, batch size 128 và nhiều lớp kết nối với độ chính xác 99,81%. Tại [10], tác giả đề xuất hệ thống đơn giản và thực hiện phân loại khá chính xác trên bộ dữ liệu GTSRB cũng như bộ dữ liệu mới được tạo. Độ chính xác cuối cùng trên tập dữ liệu thử nghiệm là 93% và trên tập dữ liệu được xây dựng là 69%.

Trong nghiên cứu này đề xuất phương pháp nhận diện biển báo giao thông tại Việt Nam dựa trên kiến trúc của mạng tích chập, trong đó có xử lý sự mất cân bằng bộ dữ liệu trong các lớp sử dụng kỹ thuật tái chọn mẫu, đồng thời bổ sung bộ dữ liệu thực tế giúp đánh giá và thử nghiệm mô hình trong môi trường thực tế đa dạng hơn trong các tình huống trên đường phố để có thể ứng dụng trong phần mềm phân loại, xác định biển báo tự động trên xe ô tô,...

## 2. PHƯƠNG PHÁP ĐỀ XUẤT

### 2.1. Đề xuất mô hình

Ý tưởng chính là từ một bức ảnh biển báo giao thông cho trước được đưa vào hệ thống, dựa vào các đặc trưng về màu sắc, hình dạng, kích thước, đặc điểm để nhận diện và phân loại để đưa ra tên của biển báo đó. Đầu vào được lấy ngẫu nhiên từ bộ dữ liệu cho trước và nhận diện tự động dựa trên mạng tích chập CNN. Lược đồ phân loại gồm ba bước: Thu thập dữ liệu ảnh đầu vào, nhận diện biển báo giao thông và hiển thị kết quả đầu ra (Hình 1).



Hình 1. Lược đồ phương pháp đề xuất

### 2.2. Dữ liệu đầu vào

Hình ảnh đầu vào được lấy từ tập dữ liệu chuẩn GTSRB [11] chứa hơn 51839 hình ảnh về các biển báo



giao thông khác nhau, được chia thành 43 lớp. Tập dữ liệu này được phân chia không đồng đều giữa các lớp, một số lớp có hơn 2000 hình ảnh trong khi một số lớp có khoảng hơn 100 hình ảnh. Để xử lý sự mất cân bằng này sử dụng kỹ thuật tái chọn mẫu oversampling và undersampling nhằm cân bằng số lượng hình ảnh trong các lớp. Với lớp có ít hình ảnh, thực hiện oversampling bằng cách sao chép và mở rộng số lượng mẫu hiện có trong lớp, tăng cường sự đại diện của các mẫu trong lớp ít hình ảnh và giúp mô hình học được đặc trưng tốt hơn. Với lớp có quá nhiều hình ảnh, thực hiện undersampling bằng cách loại bỏ một số mẫu trong lớp. Qua đó, số lượng mẫu trong các lớp đa số được giảm xuống một mức cân đối hơn, tránh hiện tượng mô hình bị thiên vị về các lớp nhiều mẫu, giúp đảm bảo rằng mô hình được huấn luyện trên một tập dữ liệu đa dạng và đồng đều, từ đó nâng cao khả năng nhận dạng các biển báo giao thông trong các lớp ít hình ảnh. Với tập dữ liệu sau khi cân bằng được chia thành hai phần huấn luyện mô hình và thử nghiệm, đánh giá theo tỷ lệ 70:30.

Để kiểm tra tính ứng dụng thực tế của mô hình đề xuất, chúng tôi đã bổ sung một bộ dữ liệu thực tế bằng cách tự chụp 100 bức ảnh về biển báo giao thông trên đường phố Việt Nam. Bộ dữ liệu này bao gồm các vị trí như đường Hoàng Quốc Việt, Xuân Thủy, Trung Hòa, Quan Hoa, Trần Duy Hưng. Việc bổ sung bộ dữ liệu thực tế này giúp đánh giá và thử nghiệm mô hình trong một môi trường thực tế và đa dạng hơn, từ đó đảm bảo rằng nó có khả năng nhận dạng biển báo giao thông không chỉ trong một ngữ cảnh cụ thể mà còn trong nhiều tình huống khác nhau trên đường phố Việt Nam.

### 2.3. Xây dựng mô hình

Trong nghiên cứu này, chúng tôi xây dựng mô hình mạng nơ-ron tích chập CNN nhận đầu vào là các ảnh (30×30×3), đầu ra là lớp kết nối đầy đủ sử dụng hàm kích hoạt softmax với số nút là 43. Trung tâm là 1 kiến trúc mạng tích chập CNN với thứ tự các lớp được xây dựng như trong Hình 2, gồm 3 khối:




Khối thứ nhất chứa 2 lớp tích chập, mỗi lớp gồm 32 bộ lọc (kernel), mỗi bộ lọc có kích thước 5×5. Theo sau 2 lớp tích chập này là lớp gộp (pooling) có kích thước 2×2, số bước nhảy là 2×2 và lớp dropout có tỷ lệ là 0.25 nhằm loại bỏ một vài trường hợp trong quá trình huấn luyện. Việc bỏ các điểm đầu vào được thực hiện

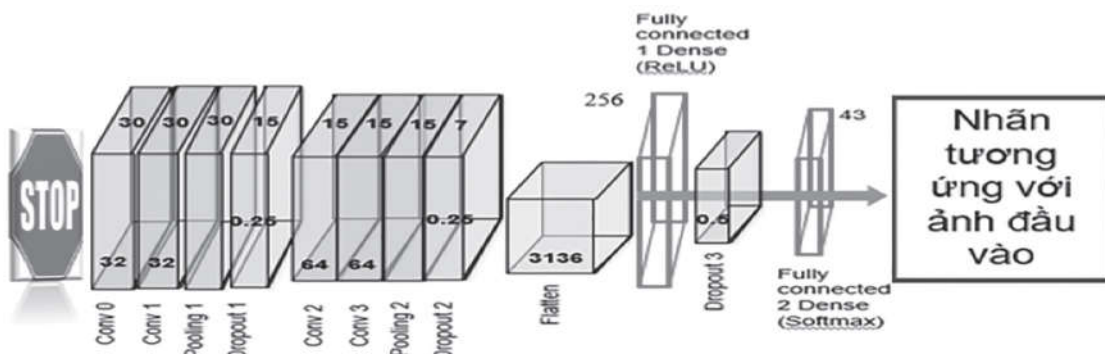
bằng cách lấy ngẫu nhiên nhưng đảm bảo một ngưỡng xác suất nào đó, bổ sung thêm lớp dropout để tránh trường hợp overfitting trong quá trình huấn luyện.

Khối thứ 2 có cấu trúc tương tự như khối thứ nhất, tuy nhiên 2 lớp tích chập ở khối thứ 2 được tăng lên 64 bộ lọc nhằm tăng cường độ phức tạp cho mô hình để phù hợp với số lượng dữ liệu đầu vào, giúp hạn chế tình trạng mô hình underfitting, tuy nhiên mỗi bộ lọc trong 2 lớp tích chập của khối thứ 2 này được giảm xuống còn 3×3 để thu hẹp phạm vi rút trích và giúp các lớp chập có thể truy vết những vùng nhỏ hơn trong bức ảnh nhằm xem lớp đó có đặc điểm nào riêng biệt. Theo sau 2 lớp chập là lớp tổng hợp pooling cỡ 2×2 với bước nhảy 2×2 và cuối cùng là một lớp dropout với tỷ lệ 0.25. Khác với khối thứ nhất, kích thước ảnh đầu vào bộ lọc khối thứ 2 giảm một nửa còn 15×15 để giảm độ phức tạp của thuật toán và tăng độ chính xác về việc trích chọn đặc trưng của ảnh, đồng thời bổ sung thêm flatten nhằm làm phẳng dữ liệu và kết hợp các đặc trưng của ảnh để có được đầu ra cho mô hình.

Khối cuối cùng gồm 2 lớp kết nối đầy đủ (fully connected). Lớp đầu tiên có 256 nơ-ron, sử dụng hàm kích hoạt ReLUs. Theo sau lớp kết nối đầy đủ đầu tiên là lớp dropout với tỷ lệ bỏ học được tăng cường lên là 0.5 để hạn chế tối đa việc mô hình bị rơi vào trường hợp overfitting. Lớp kết nối đầy đủ sau cùng gồm 43 nơ-ron và sử dụng hàm softmax làm hàm kích hoạt để phân loại các xác suất thành 43 biển báo giao thông tương ứng với 43 nhãn (Bảng 1). Thông tin chi tiết về các lớp trong các khối của mô hình mạng nơ-ron tích chập đề xuất được mô tả trong Bảng 2.

Bảng 1. Một số nhãn lớp của bộ dữ liệu GTSRB

Tên biển	Nhãn	Số lượng ảnh	Ảnh
Tốc độ tối đa (100 km/h)	7	1441	
Tốc độ tối đa (120 km/h)	8	1419	
Không được vượt	9	1470	



Hình 2. Kiến trúc mạng tích chập cho nhận diện biển báo giao thông

Bảng 2. Các tham số mô hình đề xuất

Lớp	Số kernel	Kích thước kernel	Bước nhảy	Kích thước ảnh
Input	0	0	None	30 × 30 × 3
Conv2D0	32	5 × 5	1	30 × 30 × 32
Conv2D1	32	5 × 5	1	30 × 30 × 32
Pooling0	0	2 × 2	2	15 × 15 × 32
Dropout0		Dropout=0.25		15 × 15 × 32
Conv2D2	64	3 × 3	1	15 × 15 × 64
Conv2D3	64	3 × 3	1	15 × 15 × 64
Pooling1	0	2 × 2	2	7 × 7 × 64
Dropout1		Dropout=0.25		7 × 7 × 64
Flatten				1 × 1 × 3136
Dense0	256	Activation='relu'		1 × 1 × 256
Dropout2		Dropout=0.5		1 × 1 × 256
Dense1	43	Activation='softmax'		1 × 1 × 43
Output	0	0	None	1 × 1 × 43

### 3. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

#### 3.1 Kết quả trên bộ thử nghiệm

Mô hình huấn luyện với 51839 ảnh trong bộ dữ liệu GTSRB bằng Pycharm và Google Colab có cấu hình phần cứng CPU: Intel(R) Xeon(R) CPU @ 2.30 GHz và 13GB RAM, GPU: Tesla K80 12GB, GDDR5 VRAM, Intel(R) Xeon(R) CPU @ 2.20 GHz và 13GB RAM, TPU: TPU Cloud, Intel(R) Xeon(R) CPU @ 2.30 GHz và 13GB RAM. Để đánh giá mô hình, lấy ngẫu nhiên 8000 ảnh trên 12630 ảnh trong bộ dữ liệu kiểm thử cho kết quả chính xác 95,96%.

Bảng 3. Một số kết quả thử nghiệm đúng

Ảnh đầu vào	Tên biển	Nhãn	Kết quả
	Tốc độ tối đa (70 km/h)	4	Tốc độ tối đa (70 km/h)
	Cẩn thận	18	Cẩn thận
	Đường đi hẹp bên phải	24	Đường đi hẹp bên phải

Bảng 4. Một số kết quả thử nghiệm sai

Ảnh đầu vào	Tên biển	Nhãn	Kết quả
	Đi thẳng	35	Đi thẳng hoặc rẽ phải
	Xe ô tô con được phép vượt	10	Cấm xe tải
	Đường gập ghềnh	22	Đường trơn trượt

Số liệu được đưa ra trong Bảng 4 cho thấy phần lớn các biển báo giao thông mà mô hình nhận diện sai đều có chất lượng hình ảnh không tốt, ảnh chụp lúc trời quá tối không làm rõ được các chi tiết của biển báo, màu sắc hay các đặc trưng của biển báo cũng không phân biệt được. Ngược lại, nếu điều kiện ánh sáng quá lớn cũng sẽ làm hình ảnh bị chói, ảnh hưởng tới chất

lượng hình ảnh và làm cho độ nhận diện của mô hình kém. Ngoài ra, chất lượng camera thấp cũng là yếu tố làm tỷ lệ nhận diện đúng của mô hình giảm. Hình ảnh khi chụp bằng máy ảnh có độ phân giải thấp làm hình ảnh bị nhòe mờ và làm mất đi những đặc trưng quan trọng của biển báo.

#### 3.2. Ứng dụng thực tế

Để kiểm tra hiệu quả của phương pháp được đề xuất trong các ứng dụng thực tế, chúng tôi đã thực nghiệm với 100 hình ảnh được chụp trực tiếp các biển báo giao thông ở đường bộ Việt Nam và đưa mô hình mạng nơ-ron tích chập vào nhận dạng. Kết quả thực nghiệm cho thấy mô hình nhận diện biển báo giao thông được đề xuất có thể nhận diện đúng là 94%.

Bảng 5. Kết quả ảnh chụp thực tế đúng

Ảnh đầu vào	Tên biển	Nhãn	Kết quả
	Nơi giao nhau theo vòng xuyên	40	Nơi giao nhau theo vòng xuyên
	Hướng phải đi vòng sang phải	38	Hướng phải đi vòng sang phải
	Đường đi hẹp bên phải	24	Đường đi hẹp bên phải

Bảng 6. Kết quả ảnh chụp thực tế sai

Ảnh đầu vào	Tên biển	Nhãn	Kết quả
	Tốc độ tối đa (100 km/h)	7	Tốc độ tối đa (120 km/h)
	Cấm đi ngược chiều	17	Chỗ ngoặt nguy hiểm vòng bên trái
	Hướng phải đi vòng sang phải	38	Đi thẳng hoặc rẽ phải

### 3.3. Đánh giá

Để đánh giá mức độ chính xác của đề xuất, áp dụng phương pháp đánh giá kiểm tra chéo (cross-validation). Do bài toán phân đa lớp nên thay vì sử dụng các chỉ số Precision, Recall, F1 thì các chỉ số Macro-Precision, Macro-Recall, Macro-F1 được sử dụng để đánh giá mô hình. Để tính được Macro-Precision, trước hết tính Precision của từng lớp trong bộ dữ liệu theo công thức (1), sau đó lấy trung bình cộng Precision của 43 lớp trong bộ dữ liệu để tính ra Macro-Precision.

$$\text{Precision} = \frac{\text{True Positive}}{\text{True Positive} + \text{False Positive}} \quad (1)$$

Tính Macro-Recall: Tính Recall của từng lớp trong bộ dữ liệu theo công thức (2) rồi lấy trung bình cộng Recall của 43 lớp trong bộ dữ liệu.

$$\text{Recall} = \frac{\text{True Positive}}{\text{True Positive} + \text{False Negative}} \quad (2)$$

Tính Macro-F1: Tính F1 của từng lớp trong bộ dữ liệu rồi lấy trung bình cộng F1 của 43 lớp trong bộ dữ liệu theo công thức (3):

$$F1 = \frac{2}{\frac{1}{\text{Precision}} + \frac{1}{\text{Recall}}} \quad (3)$$

Chỉ số Macro-F1 tính theo công thức (4):

$$\text{Macro-F1} = \frac{1}{\text{macro-precision}} + \frac{1}{\text{macro-recall}} \quad (4)$$

Sau khi có chỉ số Precision, Recall, F1 của từng lớp, lấy trung bình cộng Precision của 43 lớp trong bộ dữ liệu để tính Macro-Precision. Tiếp theo, lấy trung bình cộng Recall của 43 lớp trong bộ dữ liệu để tính Macro-Recall. Đối với Macro-F1 được tính theo công thức (1). Về nguyên tắc, các chỉ số Macro-Precision, Macro-Recall và Macro-F1 càng cao (càng gần 1) thì tỷ lệ nhận diện chính xác của mô hình càng cao. Kết quả đánh giá bằng phương pháp kiểm tra chéo tổng hợp trong bảng 9 cho thấy mô hình đề xuất nhận diện được chính xác các biển báo giao thông với tỷ lệ cao và độ nhận diện của mô hình ổn định.

Bảng 9. Kết quả đánh giá mô hình đề xuất

Macro-Precision	Macro-Recall	Macro-F1
0.95	0.90	0.92

Như vậy, so với các phương pháp phân lớp truyền thống đã khảo sát, nghiên cứu này khắc phục các hạn chế về phần cứng, độ phức tạp đồng thời cho độ chính xác cao hơn so với [4] (94%), [5] (92,27%). Độ chính xác cũng cao hơn so với cùng phương pháp phân lớp CNN trong [10] (93% trên dữ liệu mẫu và 69% trên dữ liệu xây dựng). So với [9], độ chính xác trên bộ phát hiện GTSDB gồm 900 biển số (99,81%), nghiên cứu này có độ chính xác thấp hơn trên bộ nhận dạng GTSRB gồm 51,729 biển số. Tuy nhiên, hạn chế của [9] đã chỉ ra là chưa thử nghiệm trong điều kiện thời tiết xấu

và biển báo thực vì kích thước ảnh thực tế nhỏ hơn. Ngoài ra, việc sử dụng kỹ thuật tái chọn mẫu để xử lý sự mất cân bằng dữ liệu, bổ sung bộ dữ liệu thực tế làm tăng khả năng khái quát hóa, tính thực tiễn cũng chính là điểm mới trong kết quả của nghiên cứu này.

### 4. KẾT LUẬN

Kết quả thực nghiệm cho thấy, hiệu suất ổn định và tỷ lệ chính xác 95,96% đối với bộ dữ liệu GTSRB là chấp nhận được nên đáp ứng được ứng dụng thực tế. Dựa trên các kết quả thực nghiệm, chúng tôi tiến hành áp dụng mô hình với 100 biển báo giao thông chụp thực tế trên 5 tuyến đường của Việt Nam, kết quả chính xác 94% với biển báo được chụp độ sáng vừa phải, góc nghiêng không quá lớn, các đặc trưng của biển báo được thể hiện tương đối đầy đủ trên bức ảnh. Việc cân bằng bộ dữ liệu gốc và bổ sung bộ dữ liệu thực tế đảm bảo tính đa dạng, đại diện và đồng đều của các lớp cho các loại biển báo giao thông từ cả hai nguồn mẫu và thực tế, tăng khả năng tổng quát, khám phá và đối mặt với thách thức của hệ thống giao thông trong nước.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. C.Y. Fang; C.S. Fuh; S.W. Chen; P.S. Yen (2003), *A road sign recognition system based on dynamic visual model*, IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition.
- [2]. C. Bahlmann, Y. Zhu, V.Ramesh, M.Pellkofer, T.Kochler (2005), *A System for Traffic Sign Detection, Tracking and Recognition Using Color, Shape, and Motion Information*, IEEE Intelligent Vehicles Symposium.
- [3]. Lê Thanh Tâm, Trần Thái Sơn, Seiichi Mita (2009), *Phát hiện và phân loại biển báo giao thông dựa trên SVM trong thời gian thực*, Tuyển tập công nghệ thông tin và truyền thông: 44-50.
- [4]. Trương Quốc Bảo, Trương Hùng Chen, Trương Quốc Định (2015), *Phát hiện và nhận dạng biển báo giao thông đường bộ sử dụng đặc trưng HOG và mạng nơron nhân tạo*, Tạp chí khoa học Trường Đại học Cần Thơ, số chuyên đề: Công nghệ Thông tin: 47-5.
- [5]. Lê Chân Thiện Tâm, Phạm Hồng Thái Trần Tiến Đức (2012), *Phát hiện và nhận dạng một số biển báo giao thông đường bộ nguy hiểm tại Việt Nam*.
- [6]. K. Simonyan and A. Zisserman (2014), *Very deep convolutional networks for large-scale image recognition*.
- [7]. C. Szegedy, W. Liu, Y. Jia et al (2015), *Going deeper with convolutions*, IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 1-9, Boston, MA, USA.

- [8]. S. M. Sam, A. Jahandad, K. Kamardin, N. N. Amir Sjarif, and N. Mohamed (2019), *Offline signature verification using deep learning convolutional neural network (CNN) architectures GoogLeNet inception-v1 and inception-v3*. *Procedia Computer Science*, vol. 161, pp. 475-483.
- [9]. Jayant Mishra, Sachin Goyal (2022), *An effective automatic traffic sign classification and recognition deep convolutional networks*, *Multimedia Tools and Applications*, 18915-18934.
- [10]. Preeti Bailke, Kunjal Agrawal (2022), *Traffic Sign Classification Using CNN*.
- [11]. <https://www.kaggle.com/datasets/meowmeowmeowmeowmeowmeow/gtsrb-german-traffic-sign>, ngày truy cập 24/4/2023.

---

**AUTHORS INFORMATION**

**Nguyen The Trung<sup>1</sup>, Dang Thanh Trung<sup>1</sup>,  
Pham Thi Huong<sup>2</sup>, Pham Van Kien<sup>2</sup>**

\*Corresponding Author: [phamthihuongdtth@gmail.com](mailto:phamthihuongdtth@gmail.com)

<sup>1</sup>Hanoi National University of Education;

<sup>2</sup>Sao Do University.

# THẺ 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](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](mailto:tapchikhcn@saodo.edu.vn)



**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](mailto:info@saodo.edu.vn)

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

**Số 3 (82)**  
**2023**



**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](mailto: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.