



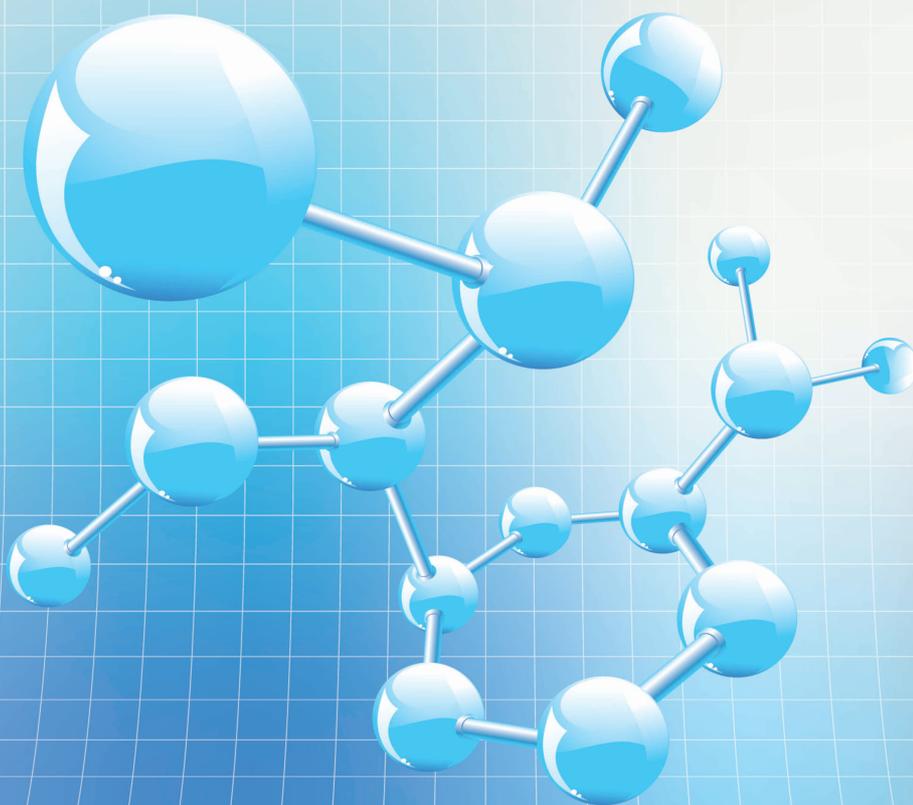
**Tạp chí**

# **NGHIÊN CỨU KHOA HỌC**

**Đ A I H O C S A O Đ O**

**SCIENTIFIC JOURNAL - SAO DO UNIVERSITY**

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



**Số 3 (91)**

**2025**

**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**

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 Liên

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. Bành Tiến 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. Trương Thị Thủy

Assoc.Prof.Dr. Nguyễn Thị Bất

Prof.Dr. Do Quang Khang

Assoc.Prof.Dr. Ngô Sỹ Lương

Assoc.Prof.Dr. Khuat Van Ninh

Prof.Dr.Sc. Phạm Hoàng Hải

Assoc.Prof.Dr. Đoàn Ngọc Hai

Assoc.Prof.Dr. Nguyễn Ngọc Hà

Prof.Dr. Yu Ming Zhang

Prof.Dr. Nguyễn Văn 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](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.

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

- |   |    |  |
|---|----|--|
| Phương pháp phân loại sâu bệnh cho đồng lúa bằng máy bay không người lái và kỹ thuật học sâu                                | 5  | Hà Minh Tuấn<br>Phạm Đức Khấn<br>Lê Ngọc Hòa<br>Nguyễn Thị Sim                             |
| Ứng dụng thuật toán nhận diện vật thể YOLOv11 và sinh trắc vân tay, đề xuất mô hình cổng tự động nhà xe học sinh, sinh viên | 11 | Lý Quang Minh<br>Phạm Như Phẩm<br>Hồ Thị Dung  |
| Nghiên cứu ứng dụng thị giác máy tính để tự động hóa công đoạn kiểm tra mạch PCB  | 18 | Nguyễn Ngọc Đức<br>Hà Nhật Tiến Dương<br>Đoàn Văn Khánh<br>Phạm Thành Đạt<br>Vũ Trường Hải |
| Phát triển hệ thống phát hiện không thắt dây an toàn đúng quy định trên ô tô dựa trên mạng YOLOv11                          | 25 | Hoàng Thị An   |
| Đô thị thông minh với sự quản lý giám sát của cảm biến IoT  | 32 | Lê Thị Thanh Bình  |
| Khung nhận dạng hai giai đoạn để kiểm tra ngoại quan các sản phẩm đa thành phần   | 35 | Hà Minh Tuấn<br>Lê Ngọc Hòa<br>Nguyễn Trương Huy<br>Nguyễn Thị Việt Hương                  |

**LIÊN NGÀNH CƠ KHÍ - ĐỘNG LỰC**

- |   |    |                                |
|---|----|--------------------------------|
| Nghiên cứu ảnh hưởng của thông số chế độ cắt đến độ nhám bề mặt khi gia công thép không gỉ S136 trên máy phay CNC               | 41 | Mạc Thị Nguyên<br>Đào Văn Kiên |
| Nghiên cứu ảnh hưởng của chiều dài mũi may, chiều cao trục vít và chiều cao thanh răng đến biến dạng đường may tra khóa giọt lệ | 50 | Bùi Thị Loan<br>Nguyễn Thị Hồi |
| Ảnh hưởng mật độ mũi may, chỉ số chỉ và số lớp vải đến hệ số tiêu hao chỉ trên đường may 301 và 401                             | 57 | Tạ Văn Hiến<br>Nguyễn Thị Hiền |
| Đánh giá hiệu quả bộ giảm chấn kết cấu đàn hồi nhớt trong kiểm soát rung động địa chấn và gió                                   | 63 | Dương Thị Hà                   |

**NGÀNH KINH TẾ**

- Nghiên cứu các nhân tố ảnh hưởng đến ý định khởi nghiệp của thanh niên khu vực Hải Dương cũ (thành phố Hải Phòng) 70 Vũ Mạnh Cường  
Nguyễn Thị Thủy  
Lương Thị Hoa
- Đào tạo nguồn nhân lực cho các khu công nghiệp tỉnh Hải Dương cũ (nay thuộc thành phố Hải Phòng): Thực trạng và mô hình đề xuất 76 Nguyễn Thị Kim Nguyên  
Nguyễn Thị Nhan
- Các yếu tố ảnh hưởng đến sự hài lòng của người tiêu dùng khi mua hàng trên TikTok Shop tại Thành phố Hà Nội 82 Vũ Mạnh Cường  
Nguyễn Thị Ngọc Mai  
Lê Thị Huyền  
Đào Thị Kim Tuyến
- Nghiên cứu việc thực hiện trách nhiệm và nghĩa vụ thuế của doanh nghiệp nhỏ và vừa ở Việt Nam: Góc nhìn từ số liệu quyết toán thuế và xử phạt vi phạm 89 Đinh Thị Kim Thiết  
Nguyễn Hải Hà
- CSR và ý định mua hàng của thế hệ Gen Z tại Việt Nam: Bằng chứng từ ngành Thời trang 95 Vũ Mạnh Cường  
Hoàng Thị Hoa  
Hoàng Thị Thu Trang

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

- Chuyển đổi số trong dạy học các môn Lý luận chính trị tại Trường Đại học Sao Đỏ hiện nay 102 Nguyễn Mạnh Tường
- Xây dựng gia đình văn hóa Việt Nam trong thời kỳ hội nhập toàn cầu 106 Phùng Thị Lý
- Nhận thức và vận dụng chủ nghĩa xã hội khoa học ở Việt Nam hiện nay 111 Nguyễn Thị Nhan  
Nguyễn Thị Nga
- Giáo dục đại học trong nền kinh tế số ở Việt Nam hiện nay 118 Phạm Xuân Đức
- Tư tưởng chính trị của Ngô Thì Nhậm, ý nghĩa đương thời và giá trị thời đại 123 Phạm Văn Dự

**TITLE FOR ELECTRICITY - ELECTRONICS - AUTOMATION**

- |  |    |  |
|--|----|--|
| Disease classification method for rice fields using drones and deep learning technique   | 5  | Ha Minh Tuan<br>Pham Duc Khan<br>Le Ngoc Hoa<br>Nguyen Thi Sim                             |
| Applying object recognition algorithm YOLOv11 and fingerprint biometrics, proposing an automatic gate model for student parking lots | 11 | Ly Quang Minh<br>Pham Nhu Pham<br>Ho Thi Dung  |
| Research on applying computer vision for automating PCB inspection processes   | 18 | Nguyen Ngoc Duc<br>Ha Nhat Tien Duong<br>Doan Van Khanh<br>Pham Thanh Dat<br>Vu Truong Hai |
| An automobile seatbelt non-compliance detection system developed with the YOLOv11 network  | 25 | Hoang Thi An   |
| Smart city with IoT sensor monitoring management   | 32 | Le Thi Thanh Binh  |
| A two-stage identification framework for visual inspection of multi-component products   | 35 | Ha Minh Tuan<br>Le Ngoc Hoa<br>Nguyen Truong Huy<br>Nguyen Thi Viet Huong                  |

**TITLE FOR MECHANICAL AND DRIVING POWER ENGINEERING**

- |  |    |                                |
|--|----|--------------------------------|
| Study on the effect of cutting parameters on surface roughness during CNC milling of S136 stainless steel                                    | 41 | Mac Thi Nguyen<br>Dao Van Kien |
| Study on the influence of stitch length, screw height and gear bar height to on zipper stitch deformation                                    | 50 | Bui Thi Loan<br>Nguyen Thi Hoi |
| The influence of stitch density, thread count and number of fabric layers on the sewing thread consumption coefficient on stitch 301 and 401 | 57 | Ta Van Hien<br>Nguyen Thi Hien |
| Evaluate the effectiveness of viscous elastic dampers in controlling seismic and wind-induced vibrations                                     | 63 | Duong Thi Ha                   |

**TITLE FOR ECONOMICS**

- |  |    |   |
|--|----|---|
| Research on the factors affecting entrepreneurial intentions among the youth in the old Hai Duong area (Hai Phong city)                            | 70 | Vu Manh Cuong<br>Nguyen Thi Thuy<br>Luong Thi Hoa                         |
| Training human resources for Industrial zones in the former Hai Duong province (now part of Hai Phong city): Current situation and proposed, model | 76 | Nguyen Thi Kim Nguyen<br>Nguyen Thi Nhan                                  |
| Factors affecting consumer satisfaction when shopping on TikTok shop in Hanoi city   | 82 | Vu Manh Cuong<br>Nguyen Thi Ngoc Mai<br>Le Thi Huyen<br>Dao Thi Kim Tuyen |
| Research on tax compliance of small and medium enterprises in VietNam: Perspectives from tax settlement data and violation penalties               | 89 | Dinh Thi Kim Thiet<br>Nguyen Hai Ha                                       |
| CSR and purchase intention of generation Z in Vietnam: Evidence from the fashion industry  | 95 | Vu Manh Cuong<br>Hoang Thi Hoa<br>Hoang Thi Thu Trang                     |

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

- |   |     |                                   |
|---|-----|-----------------------------------|
| Digital transformation in teaching political theory subjects at Sao Do University today   | 102 | Nguyen Manh Tuong                 |
| Building Vietnamese cultural families in the period of global integration   | 106 | Phung Thi Ly                      |
| Theoretical and practical values of scientific socialism in the construction of a fair, democratic and civilized society in Vietnam today | 111 | Nguyen Thi Nhan<br>Nguyen Thi Nga |
| Higher education in the digital economy in Vietnam now  | 118 | Pham Xuan Duc                     |
| Ngo Thi Nham's political thought, contemporary significance and contemporary values   | 123 | Pham Van Du                       |

# Nghiên cứu ứng dụng thị giác máy tính để tự động hóa công đoạn kiểm tra mạch PCB

## Research on applying computer vision for automating PCB inspection processes

Nguyễn Ngọc Đức<sup>1\*</sup>, Hà Nhật Tiến Dương<sup>1</sup>, Đoàn Văn Khánh<sup>1</sup>,  
Phạm Thành Đạt<sup>1</sup>, Vũ Trường Hải<sup>2</sup>

\*Tác giả liên hệ: duc90228@st.vimaru.edu.vn

<sup>1</sup>Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

<sup>2</sup>Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội

Ngày nhận bài: 09/3/2025

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 15/5/2025

Ngày chấp nhận đăng: 29/8/2025

### Tóm tắt

Bài báo này nghiên cứu ứng dụng thị giác máy tính trong việc tự động hóa quá trình kiểm tra bo mạch in (PCB) bằng thuật toán YOLOv5 cải tiến. Mô hình YOLOv5 được cải tiến với kiến trúc attention CBAM nhằm nâng cao hiệu suất phát hiện lỗi, đặc biệt là các khuyết tật nhỏ và xây dựng bộ dữ liệu cho bo mạch PCB. Hệ thống đề xuất có thể phát hiện các lỗi PCB như thiếu linh kiện và linh kiện sai hướng với độ chính xác cao. Kết quả thực nghiệm cho thấy hệ thống đạt độ chính xác 97% trong điều kiện đủ sáng và nền trắng. Việc áp dụng công nghệ này giúp nâng cao hiệu quả sản xuất và giảm sự phụ thuộc vào kiểm tra thủ công.

**Từ khóa:** Thị giác máy tính; kiểm tra lỗi PCB; YOLOv5; tự động hóa; học sâu.

### Abstract

This paper investigates the application of computer vision in automating the inspection process of printed circuit boards (PCBs) using an improved YOLOv5 algorithm. The YOLOv5 model is enhanced with the CBAM attention mechanism to boost defect detection performance, particularly for small defects, and a dedicated PCB dataset is constructed. The proposed system can accurately detect PCB defects such as missing components and misaligned components. Experimental results show that the system achieves an accuracy of 97% under well-lit conditions with a white background. The application of this technology enhances production efficiency and reduces reliance on manual inspection.

**Keywords:** Computer Vision; PCB Defect Inspection; YOLOv5; automation; deep learning.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong bối cảnh cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư, tự động hóa quy trình sản xuất, đặc biệt là trong ngành công nghiệp điện tử [1], đóng vai trò then chốt để nâng cao năng suất và chất lượng sản phẩm. Bo mạch in (PCB) là thành phần cốt lõi của các thiết bị điện tử, đòi hỏi quy trình kiểm tra chất lượng nghiêm ngặt [2]. Tuy nhiên, phương pháp kiểm tra PCB truyền thống dựa trên thị giác con người bộc lộ nhiều hạn chế về tốc độ, tính nhất quán và dễ gây mệt mỏi cho nhân viên. Do đó, việc ứng dụng các giải pháp tự động hóa để kiểm tra PCB trở nên cấp thiết nhằm nâng cao hiệu quả và độ tin cậy.

Lĩnh vực thị giác máy tính, với sự phát triển vượt bậc của các thuật toán học sâu, cung cấp những công cụ mạnh mẽ để tự động hóa các tác vụ kiểm tra trực quan này [3]. Trong số đó, YOLOv5 nổi lên như một lựa chọn ưu việt nhờ sự cân bằng giữa tốc độ và độ chính xác, cho phép phát hiện đối tượng theo thời gian thực và triển khai hiệu quả trên nhiều nền tảng [4]. Ứng dụng YOLOv5 trong kiểm tra PCB hứa hẹn mang lại giải pháp hiệu quả để phát hiện các lỗi sản xuất thường gặp như lỗi hở mạch, ngắn mạch, sai vị trí linh kiện hoặc lỗi hàn [5], vượt trội hơn các phương pháp khác như Faster R-CNN [6] hay CNN [7] về tốc độ xử lý. Nghiên cứu này tập trung vào việc ứng dụng thị giác máy tính, cụ thể là thuật toán YOLOv5, để xây dựng hệ thống tự động hóa quy trình kiểm tra mạch PCB, với mục tiêu phát hiện lỗi nhanh chóng, chính xác, góp phần nâng cao chất lượng sản phẩm và năng lực cạnh tranh của ngành điện tử Việt Nam.

Người phản biện: 1. TS. Hà Minh Tuấn

2. TS. Đỗ Văn Đình

## 2. CÁC NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN

### 2.1. Các phương pháp học sâu

Trong các nghiên cứu về phát hiện lỗi trên mạch PCB, nhiều phương pháp học sâu đã được đề xuất nhằm nâng cao độ chính xác và hiệu suất trong quá trình kiểm tra. Trong đó, các mạng CNN có khả năng tự động học đặc trưng từ dữ liệu mà không cần trích chọn thủ công, mang lại độ chính xác cao [7]. Trong nghiên cứu [3] mô hình YOLOv5 đã được ứng dụng và cải tiến bằng cách tích hợp mô-đun GShuffle (Ghost Shuffle Convolution) và BiFPN (Bidirectional Feature Pyramid Network) giúp giảm số lượng tham số và tăng tốc độ suy luận nhằm phát hiện tốt hơn các lỗi trên PCB đạt độ chính xác 94,4%. Trong nghiên cứu [4], mô hình YOLOv8 được cải tiến bằng kết hợp với cơ chế chú ý CA (Coordinate Attention) nhằm tăng hiệu suất phát hiện các lỗi nhỏ trên PCB đạt độ chính xác 90,4% tuy nhiên độ chính xác vẫn thấp hơn so với nghiên cứu [3]. Trong nghiên cứu [5], mô hình YOLOv11 được cải tiến bằng cách tích hợp GAN (Generative Adversarial Network) giúp tăng cường dữ liệu đầu vào nhằm cải thiện hiệu suất phát hiện lỗi trên PCB đạt độ chính xác 92% tuy nhiên so với kết quả mô hình YOLOv5 cải tiến ở nghiên cứu [3] vẫn thấp hơn. Qua đó ta có thể phần nào khẳng định phương pháp dựa trên mô hình YOLOv5 đạt hiệu suất tốt hơn so với các mô hình khác. Từ đó nhóm tác giả đã đề xuất phương pháp dựa trên mô hình YOLOv5 để phát hiện lỗi trên PCB.

### 2.2. Các cơ chế chú ý

Các cơ chế chú ý (attention mechanisms) đã được ứng dụng rộng rãi nhằm nâng cao hiệu quả của các mạng nơ-ron tích chập (CNN) trong các bài toán thị giác máy tính. Cơ chế chú ý SE (Squeeze-and-Excitation) [8] là một trong những phương pháp tiên phong, thực hiện tái cân bằng kênh bằng cách trích xuất ngữ cảnh toàn cục qua trung bình toàn cục và học trọng số kênh thông qua một mạng con đơn giản. CBAM (Convolutional Block Attention Module) [11] mở rộng SE bằng cách kết hợp cả chú ý theo kênh và không gian, giúp mô hình tập trung tốt hơn vào các đặc trưng quan trọng trong cả hai miền. CA (Coordinate Attention) [9] cải tiến hơn bằng cách mã hóa thông tin vị trí theo chiều dọc và ngang, giúp bảo toàn thông tin không gian trong quá trình sinh trọng số chú ý. Trong khi đó, ECA (Efficient Channel Attention) [10] là phiên bản nhẹ hơn của SE, loại bỏ tầng fully connected và thay bằng tích chập 1D cục bộ nhằm giảm chi phí tính toán mà vẫn duy trì hiệu quả cao.

Trong nghiên cứu này, CBAM được lựa chọn thay vì SE, CA hay ECA vì nó mang lại sự cân bằng tốt giữa hiệu quả biểu diễn và chi phí tính toán. So với SE và ECA - vốn chỉ tập trung vào thông tin kênh - CBAM bổ sung thêm nhánh chú ý không gian, từ đó giúp mô hình

xác định chính xác hơn các vùng quan trọng trong ảnh, đặc biệt có lợi khi đối tượng nhỏ, bị nhiễu hoặc bị che khuất một phần. So với CA, mặc dù CA bảo toàn thông tin không gian theo trục dọc và ngang, nhưng lại bỏ qua mối quan hệ tổng thể theo không gian hai chiều, khiến nó kém hiệu quả hơn trong các bài toán yêu cầu phát hiện chính xác hình dạng và vị trí. CBAM, với thiết kế đơn giản nhưng hiệu quả, có thể tích hợp linh hoạt vào nhiều kiến trúc backbone mà không làm thay đổi đáng kể cấu trúc mô hình, đồng thời đã được chứng minh là cải thiện hiệu suất rõ rệt trong nhiều bài toán đặc biệt là kiểm tra lỗi trong công nghiệp nơi yêu cầu mô hình phải phát hiện chính xác các chi tiết nhỏ và bất thường tinh vi.

Nghiên cứu [12] đã phân tích hiệu quả của CBAM so với các cơ chế chú ý khác khi tích hợp với YOLOv5 nhằm xác định những lỗi nhỏ trên bề mặt. Trong đó mô hình YOLOv5+CBAM đạt hiệu suất tốt nhất (86,35%), còn các cơ chế khác khi tích hợp với mô hình YOLOv5 đạt hiệu quả thấp hơn với YOLOv5+SE (85,83%) và YOLOv5+ECA (84,61%). Qua đó, có thể nhận thấy rằng cơ chế CBAM phù hợp hơn trong việc tích hợp với mô hình YOLOv5 để nhận diện các lỗi nhỏ.

## 3. HỆ THỐNG KIỂM TRA LỖI TRÊN MẠCH IN PCB

### 3.1. Thu thập và chuẩn bị dữ liệu

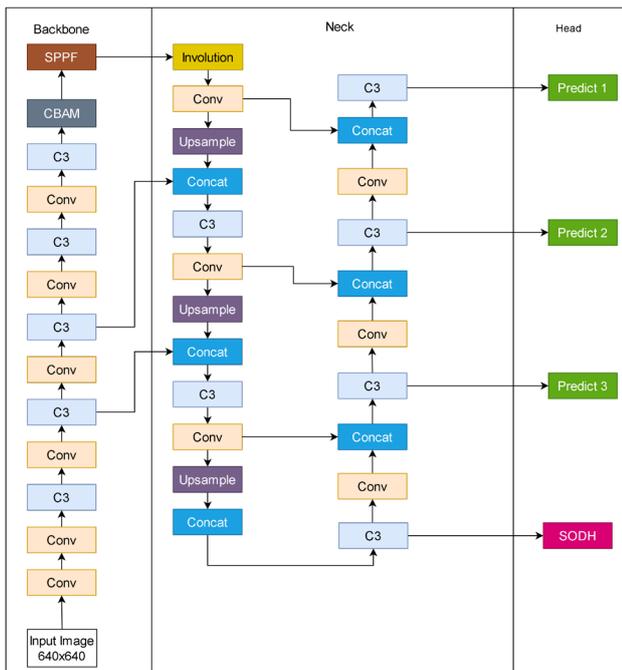
Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả sử dụng một tập dữ liệu bao gồm 900 ảnh có kích thước 640×640 pixel. Tổng cộng có 2000 lỗi đã được gán nhãn thủ công trên 800 ảnh, bên cạnh 100 ảnh không chứa lỗi. Để huấn luyện và đánh giá mô hình, tập dữ liệu này đã được chia thành hai phần: 80% (720 ảnh) được sử dụng cho mục đích huấn luyện và 20% (180 ảnh) được dành cho việc xác minh hiệu suất của mô hình. Tập dữ liệu này bao gồm hai lớp đối tượng lỗi chính: Thiếu linh kiện, linh kiện bị đặt sai hướng.

### 3.2. Kiến trúc mô hình YOLOv5 cải tiến

Mô hình YOLOv5 là một mô hình phát hiện vật thể tiên tiến, được thiết kế với kiến trúc tối ưu hóa để cân bằng giữa tốc độ và độ chính xác. Tuy nhiên, mô hình YOLOv5 chưa chuyên biệt trong việc nhận diện các lỗi nhỏ trên bo mạch PCB nên trong nghiên cứu này nhóm tác giả đề xuất thêm module CBAM để tăng hiệu suất cho bài toán này.

Thuật toán phát hiện lỗi trên mạch PCB dựa trên YOLOv5, được cải tiến với các mô-đun hỗ trợ nhằm tăng độ chính xác và tối ưu hóa hiệu suất trong việc nhận diện lỗi. Mô hình tập trung vào ba cải tiến chính:

Tích hợp CBAM vào backbone của YOLOv5 nhằm tăng cường khả năng trích xuất đặc trưng vào các vùng quan trọng trong ảnh.

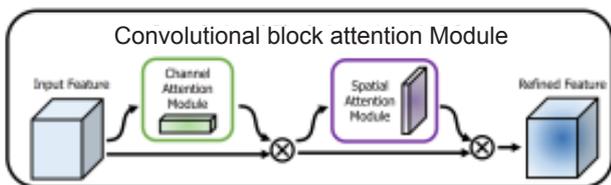


Hình 1. Mô hình YOLOv5 cải tiến cho bài toán kiểm tra lỗi trên PCB

Sử dụng Involution trong neck của YOLOv5 mang lại khả năng thích ứng cao hơn, cho phép mô hình tập trung hiệu quả hơn vào các khu vực quan trọng của hình ảnh và tăng cường hiệu quả truyền tải, tổng hợp thông tin đặc trưng đa cấp.

Khối SODH ở head của YOLOv5: Khối SODH tập trung vào việc cải thiện khả năng phát hiện các vật thể có kích thước nhỏ. Bằng cách hoạt động trên các bản đồ đặc trưng có độ phân giải không gian cao (160x160), SODH có thể nắm bắt được các chi tiết nhỏ mà các nhánh dự đoán trên bản đồ đặc trưng độ phân giải thấp hơn có thể bỏ qua, từ đó nâng cao đáng kể độ chính xác cho việc phát hiện đối tượng nhỏ.

### 3.3. Mô-đun chú ý CBAM



Hình 2. Kiến trúc của CBAM [11]

CBAM là một module nhẹ nhưng hiệu quả, có thể tích hợp vào các mạng CNN để cải thiện hiệu suất bằng cách tăng cường trọng số của các vùng quan trọng trong ảnh đầu vào. CBAM hoạt động theo nguyên lý của cơ chế tập trung bao gồm hai thành phần chính:

Channel Attention Module (CAM): CAM sử dụng Global Average Pooling (GAP) và Global Max Pooling (GMP) để trích xuất thông tin toàn cục từ mỗi kênh đặc trưng, thu được hai vector đại diện. Hai vector này được đưa

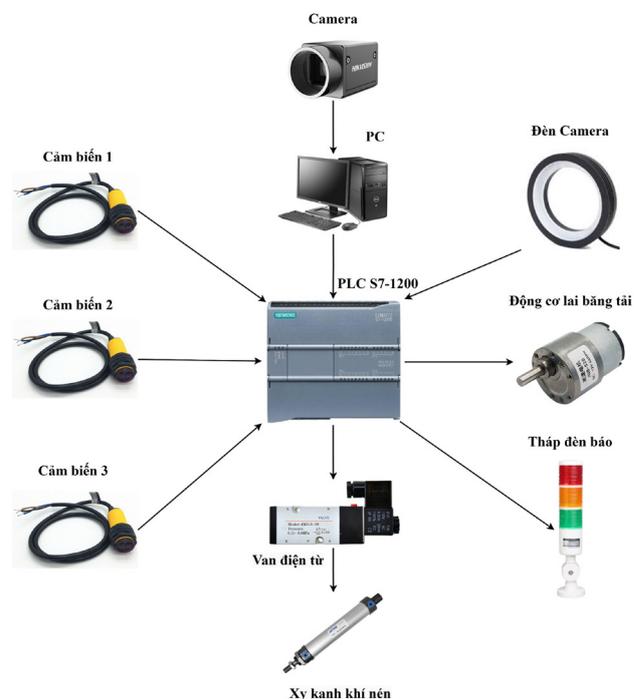
qua một MLP có một lớp ẩn để học trọng số kênh. Kết quả từ hai nhánh được cộng lại và chuẩn hóa bằng hàm sigmoid nhằm tạo bản đồ trọng số kênh. Bản đồ này được nhân với feature map đầu vào để làm nổi bật các kênh quan trọng, từ đó cải thiện khả năng phát hiện vật thể nhỏ.

Spatial Attention Module (SAM): SAM tiếp tục tăng cường thông tin không gian bằng cách áp dụng GAP và GMP theo chiều kênh tại mỗi vị trí không gian, tạo ra hai bản đồ đặc trưng. Sau khi ghép hai bản đồ theo chiều kênh, một bộ lọc tích chập 7x7 được sử dụng để học trọng số không gian, tiếp theo là hàm sigmoid để tạo bản đồ trọng số không gian. Bản đồ này được nhân với đầu ra của CAM để thu được feature map cuối cùng, giúp mô hình tập trung vào các vùng quan trọng trong ảnh.

### 3.4. Huấn luyện mô hình

Trong quá trình huấn luyện mạng nơ-ron, thuật toán tối ưu sẽ tính toán và cập nhật trọng số của các nơ-ron dựa trên dữ liệu đầu vào. Việc sử dụng tập dữ liệu huấn luyện nhiều lần nhằm mục đích giảm thiểu hàm mất mát, giúp mô hình đạt được khả năng nhận diện chính xác hơn. Sau khi quá trình huấn luyện hoàn tất, trọng số của mô hình sẽ được lưu trữ dưới dạng tệp '.pt'.

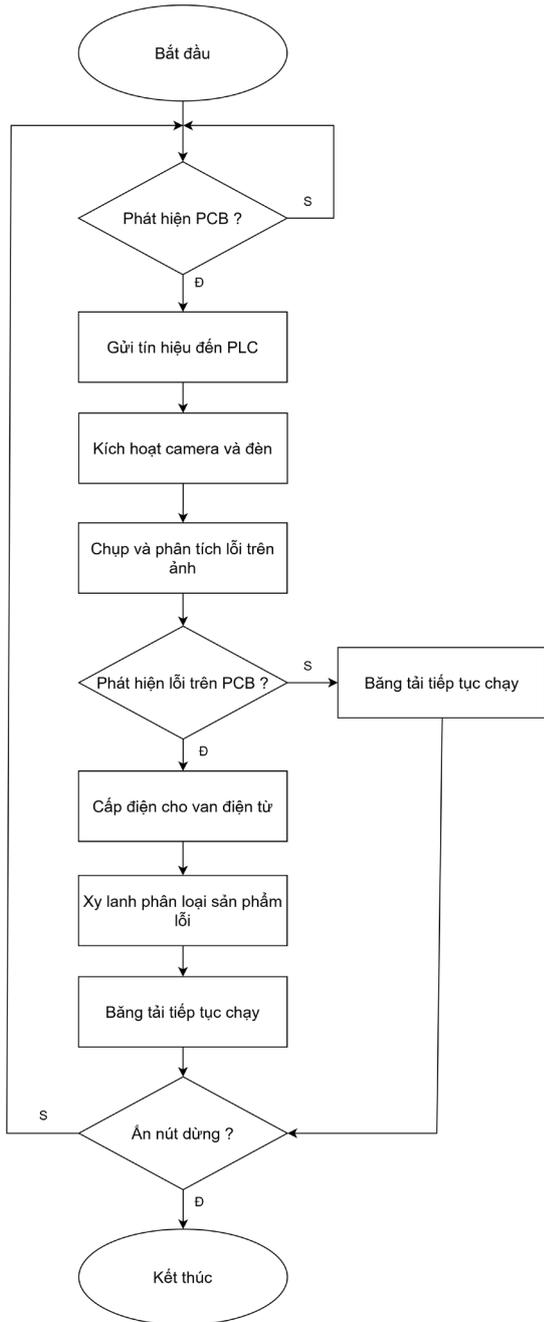
### 3.5. Thiết kế thiết bị kiểm tra tự động PCB



Hình 3. Hệ thống kiểm tra tự động PCB

Quy trình hoạt động của thiết bị kiểm tra ngoại quan sản phẩm được mô tả trên Hình 4. PC được sử dụng với cấu hình: i5 -12400H, 16GB DDR4 3200Mhz, SSD 1TB, NVIDIA RTX 3050Ti. PCB được đặt trên băng tải và di chuyển đến vị trí kiểm tra, cảm biến phát hiện sự có mặt của PCB ở vị trí kiểm tra và gửi tín hiệu đến

PLC. Kích hoạt camera và đèn camera để chụp ảnh PCB. Ảnh PCB được truyền đến PC, phần mềm trên PC sử dụng YOLOv5 sẽ phân tích ảnh để phát hiện các lỗi như thiếu linh kiện, sai vị trí linh kiện, lỗi hàn, sau đó gửi kết quả đến PLC. Nếu không có lỗi PLC điều khiển động cơ tiếp tục cho băng tải chạy, đưa PCB đến công đoạn tiếp theo. Nếu có lỗi thì PLC kích hoạt van điện từ, cung cấp khí nén cho xy lanh. Xy lanh sẽ đẩy PCB lỗi ra khỏi băng tải, đồng thời, tháp đèn báo sẽ hiển thị trạng thái lỗi. Quy trình lặp lại cho các PCB tiếp theo.



Hình 4. Mô tả quá trình hoạt động của hệ thống phát hiện lỗi PCB dùng camera

## 4. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

### 4.1. Kết quả

Với bộ dữ liệu có sẵn, nhóm tác giả đã lựa chọn 3

mô hình YOLOv4, YOLOv5, YOLOv12 nhằm so sánh kết quả với mô hình đã đề xuất. Bảng 1 thể hiện các tham số chính trong quá trình huấn luyện của các mô hình trên.

Bảng 1. Các tham số chính trong quá trình huấn luyện mô hình YOLOv5-đề xuất, YOLOv5, YOLOv4 và YOLOv12

Tên tham số	YOLO v4	YOLO v5	YOLO v5-đề xuất	YOLO v12
img	640	640	640	640
batch size	32	32	32	32
Weight	yolov4-tiny	Yolo v5s	Yolo v5s	Yolo v12s
epochs	300	300	300	300
data	Pcbdetect	Pcbdetect	Pcbdetect	Pcbdetect

Kết quả của mô hình mà nhóm tác giả đề xuất với các mô hình YOLOv4, YOLOv5 và YOLOv12 được đề cập ở Bảng 2.

Bảng 2. Kết quả của các mô hình

Mô hình	mAP @50	mAP @50-95	Recall	F1-score
YOLOv5 đề xuất	0.951	0.593	0.948	0.948
YOLOv12	0.895	0.584	0.862	0.891
YOLOv5	0.921	0.564	0.898	0.909
YOLOv4	0.918	0.551	0.884	0.891

Bảng 3. So sánh với các nghiên cứu khác

Mô hình	mAP@50	F1	Recall
YOLOv5 đề xuất	0.951	0.948	0.948
YOLOv8 cải tiến [4]	0.908	0.89	0.94
YOLOv11 cải tiến [5]	0.92	0.908	0.87

Qua kết quả ở thể hiện ở Bảng 2 và Bảng 3 đã cho thấy sự vượt trội của mô hình đề xuất với các mô hình YOLOv4, YOLOv5, YOLOv12, kết quả của mô hình YOLOv8 cải tiến trong nghiên cứu [4] và kết quả của mô hình YOLOv11 cải tiến trong nghiên cứu [5].

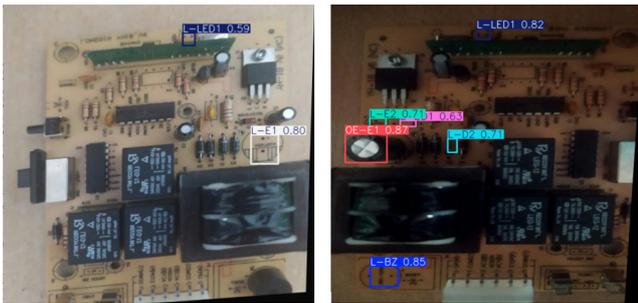
### 4.2. Thực nghiệm

Quá trình xử lý ảnh được thực hiện trên GPU RTX 3050 với 4GB VRAM của máy tính, sử dụng camera HIK MV-CE100-30GC để thu thập dữ liệu. Mô hình được huấn luyện trên môi trường Google Colab, sử dụng GPU NVIDIA Tesla T4 với 16GB VRAM.

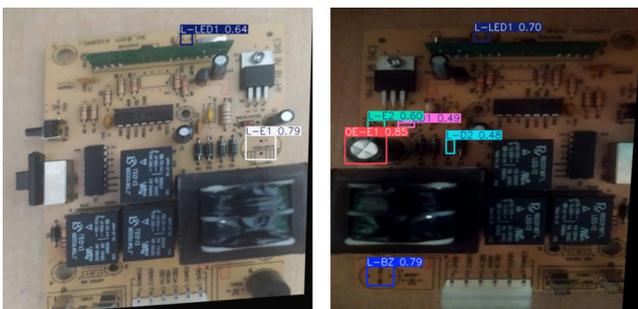
Ảnh sử dụng để chạy thực nghiệm được chụp trong các điều kiện khác nhau: Độ sáng (thiếu sáng, đủ sáng), màu nền (đen, trắng, ngẫu nhiên), kích thước ảnh (960×1280, 480×640). Bên cạnh đó, kết quả của mô hình được so sánh với kết quả của 2 mô hình khác: YOLOv4 và YOLOv5.



a. YOLOv5 đề xuất



b. YOLOv5



c. YOLOv4

Hình 5. Ảnh hưởng của chế độ sáng đến khả năng nhận diện: Thiếu sáng, đủ sáng

Hình 5 là hình ảnh kết quả sau khi được xử lý qua các mô hình YOLOv5 đề xuất, YOLOv5 và YOLOv4, đối với những hình ảnh đủ độ sáng mô hình YOLOv5 đề xuất có độ tin cậy lớn hơn khi nhận diện các nhãn thiếu linh kiện ở các vị trí LED1 và E1 so với mô hình YOLOv4 và YOLOv5, với hình ảnh thiếu sáng mô hình YOLOv5 đề xuất có độ tin cậy lớn hơn khi nhận diện các nhãn thiếu linh kiện ở các vị trí BZ, D2, E2, ZD1, LED1 và nhãn linh kiện sai hướng ở vị trí E1 so với mô hình YOLOv4 và YOLOv5.

Bảng 3. So sánh độ chính xác của mô hình YOLOv5 đề xuất với mô hình YOLOv5 và YOLOv4 trong điều kiện độ sáng khác nhau

		YOLOv5 đề xuất	YOLO v5	YOLO v4
Thiếu sáng	Pass	70	62	60
	Fail	30	38	40
Đủ sáng	Pass	98	95	94
	Fail	2	5	6

Các kết quả ở Bảng 4 chỉ ra sự so sánh giữa các mô hình YOLOv5 đề xuất với mô hình YOLOv5 và YOLOv4 trong điều kiện độ sáng khác nhau. Nhìn chung, kết quả cho thấy cả ba mô hình đều hoạt động tốt trong điều kiện đủ sáng. Tuy nhiên, trong điều kiện thiếu sáng mô hình YOLOv5 đề xuất có 70 bức ảnh nhận diện chính xác (70%), trong khi mô hình YOLOv5 chỉ nhận diện chính xác được 62 ảnh (62%) và mô hình YOLOv4 nhận diện chính xác được 60 bức ảnh (60%).



a. YOLOv5 đề xuất



b. YOLOv5



c. YOLOv4

Hình 6. Sự ảnh hưởng của màu nền đến mô hình đề xuất

Hình 6 là hình ảnh kết quả của các mô hình YOLOv5 đề xuất, YOLOv5 và YOLOv4, kết quả của mô hình YOLOv5 đề xuất có độ tin cậy cao hơn so với các mô hình YOLOv5 và YOLOv4 các nhãn thiếu linh kiện ở các vị trí như LED1, D2, E1 và nhãn linh kiện sai hướng ở vị trí E1 ở các trường hợp màu nền trắng, đen và ngẫu nhiên.

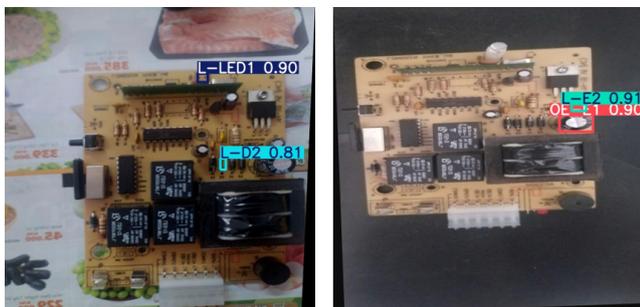
Để tìm ra sự ảnh hưởng của màu nền, nhóm tác giả đã tiến hành thử nghiệm trên các màu nền khác nhau.

Bảng 4. Sự so sánh giữa mô hình YOLOv5 đề xuất, mô hình YOLOv5 và YOLOv4 trong trường hợp màu nền khác nhau

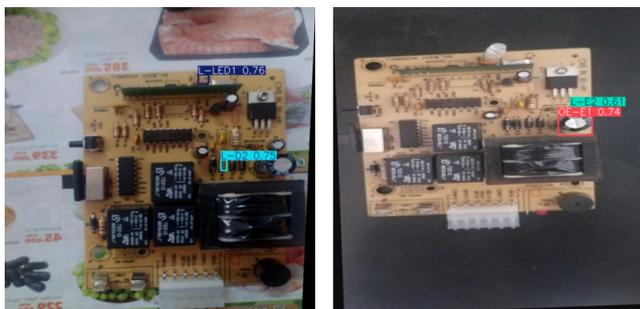
		YOLOv5 đề xuất	YOLO v5	YOLO v4
Nền đen	Pass	95	94	92
	Fail	5	6	8

		YOLOv5 đề xuất	YOLO v5	YOLO v4
Nền trắng	Pass	98	96	93
	Fail	2	4	7
Nền ngẫu nhiên	Pass	96	85	80
	Fail	4	15	20

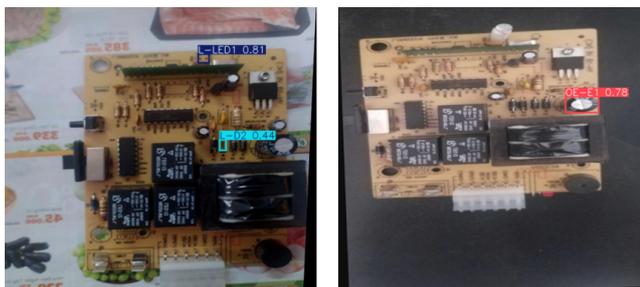
Kết quả được hiển thị trong Bảng 5 đã chứng minh không có sự chênh lệch rõ ràng giữa các mô hình trên nền đen và nền trắng. Tuy nhiên, trong điều kiện màu nền ngẫu nhiên thì mô hình YOLOv5 đề xuất có 96 bức ảnh nhận diện đúng (96%) trong khi mô hình YOLOv5 chỉ nhận diện đúng 85 bức ảnh (85%) và mô hình YOLOv4 chỉ có 80 bức ảnh (80%) nhận diện đúng.



a. YOLOv5 đề xuất



b. YOLOv5



c. YOLOv4

Hình 7. Sự ảnh hưởng của kích thước ảnh đến mô hình đề xuất

Hình 7 là hình ảnh kết quả của các mô hình YOLOv5 đề xuất, YOLOv5 và YOLOv4 khi các kích thước ảnh đầu vào là 960×1280 (hình ảnh bên trái) và 480×640 (hình ảnh bên phải). Hình ảnh cho thấy mô hình YOLOv5 đề xuất có kết quả tốt hơn các mô hình YOLOv5 và YOLOv4 khi kích thước ảnh đầu vào thay đổi với các nhãn thiếu linh kiện ở các vị trí LED1, D2, E2 và nhãn linh kiện sai hướng ở vị trí E1.

Bảng 5. Sự so sánh giữa mô hình YOLOv5-đề xuất, mô hình YOLOv5 và YOLOv4 trong trường hợp kích thước ảnh khác nhau

Kích thước		YOLOv5 đề xuất	YOLO v5	YOLO v4
960×1280	Pass	95	94	92
	Fail	5	6	8
480×640	Pass	97	95	94
	Fail	3	5	6

Bộ dữ liệu hình ảnh được thay đổi thành các độ phân giải khác nhau để kiểm tra rằng YOLOv5 đề xuất có khả năng phát hiện với độ chính xác tốt hơn so với 2 phương pháp YOLOv5 và YOLOv4 và kết quả ở Bảng 6 cho thấy rằng ở các kích thước ảnh khác nhau mô hình YOLOv5 đề xuất có khả năng nhận diện tốt hơn ở các kích thước ảnh 960×1280, 480×640 so với các mô hình YOLOv5 và YOLOv4.

## 5. KẾT LUẬN

Bài báo chứng minh tiềm năng của thị giác máy tính, đặc biệt là YOLOv5, trong tự động hóa kiểm tra mạch PCB. Hệ thống đạt độ chính xác 97% trong điều kiện đủ sáng và nền trắng, cho thấy khả năng phát hiện lỗi hiệu quả, ổn định, đáp ứng yêu cầu sản xuất công nghiệp và giảm phụ thuộc lao động thủ công.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Li, J., Gu, J., Huang, Z., & Wen, J. (2019), *Application research of improved YOLO V3 algorithm in PCB electronic component detection*, Applied Sciences, Vol. 9, No. 18, Article 3750.
- [2]. Anh, B. H., & Van Truong, N. (2021), *A defect detection system for PCB manufacturing system by applying the YOLOv4 algorithm*, Journal of Science and Technology, Vol. 57, pp. 96-101.
- [3]. Xie, Y., & Zhao, Y. (2025), *Lightweight improved YOLOv5 algorithm for PCB defect detection*, The Journal of Supercomputing, Vol. 81, No. 1, pp. 1-21.
- [4]. Liu, C., Zhou, X., Li, J., & Ran, C. (2023), *PCB board defect detection method based on improved YOLOv8*, Frontiers in Computational Intelligence Systems, Vol. 6, pp. 1-6.
- [5]. Huang, J., Zhao, F., & Chen, L. (2025), *Defect detection network in PCB circuit devices based on GAN enhanced YOLOv11*, arXiv preprint, arXiv:2501.06879.
- [6]. Girshick, R. (2015), *Fast R-CNN*, Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), pp. 1440-1448.

- [7]. Nguyen, V. T., & Nguyen, D. L. (2020), *A real-time system for PCB automated inspection using convolutional neural network*, Journal of Science and Technology, Vol. 56, No. 6, pp. 57-62.
- [8]. Hu, J., Shen, L., & Sun, G. (2018), *Squeeze-and-excitation networks*, Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp. 7132-7141.
- [9]. Hou, Q., Zhou, D., & Feng, J. (2021), *Coordinate attention for efficient mobile network design*, Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp. 13713-13722.
- [10]. Wang, Q., Wu, B., Zhu, P., Li, P., Zuo, W., & Hu, Q. (2020), *ECA-Net: Efficient channel attention for deep convolutional neural networks*, Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp. 11534-11542.
- [11]. Woo, S., Park, J., Lee, J. Y., & Kweon, I. S. (2018), *CBAM: Convolutional block attention module*, Proceedings of the European Conference on Computer Vision (ECCV), pp. 3-19.
- [12]. Shi, J., Yang, J., & Zhang, Y. (2022), *Research on steel surface defect detection based on YOLOv5 with attention mechanism*, Electronics, Vol. 11, No. 22, Article 3735.

---

#### AUTHORS INFORMATION

**Nguyen Ngoc Duc<sup>1\*</sup>, Ha Nhat Tien Duong<sup>1</sup>,  
Doan Van Khanh<sup>1</sup>, Pham Thanh Dat<sup>1</sup>, Vu Truong Hai<sup>2</sup>**

\*Corresponding author: [duc90228@st.vimaru.edu.vn](mailto:duc90228@st.vimaru.edu.vn)

<sup>1</sup>Vietnam Maritime University;

<sup>2</sup>VNU University of Engineering and Technology.

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

**Tạp chí Nghiên cứu khoa học, Trường Đại học Sao Đỏ, Số 3 (91) 2025**



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

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

**Số 3 (91)**

**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](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.