



Tạp chí

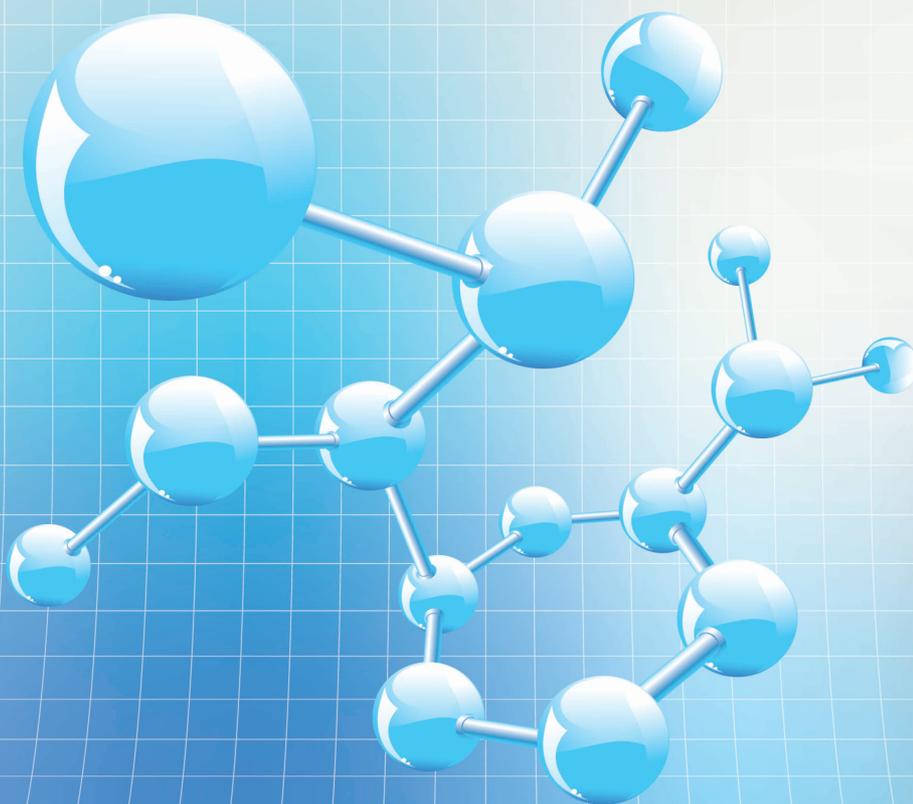
NGHIÊN CỨU KHOA HỌC

ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

SCIENTIFIC JOURNAL - SAO DO UNIVERSITY

P. ISSN 1859-4190

E. ISSN 2815-553X



Số 2 (85)

2024

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

■ **Tổng Biên tập**

TS. Đỗ Văn Đĩnh

■ **Phó Tổng biên tập**

TS. Nguyễn Thị Kim Nguyên

■ **Thư ký Tòa soạn**

PGS.TS. Ngô Hữu Mạnh

■ **Hội đồng Biên tập**

NGND.TS. Đinh 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 Liễn

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. Đinh Văn Sơn

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**

Assoc.Prof.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. Trương Thị Thủy

Dr. Vu Quang Thap

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Thi Bat

Prof.Dr. Do Quang Khang

Dr. Bui Van Ngoc

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

Dr. Nguyen Van 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.

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 các chế độ làm việc của máy điện từ kháng SRM-2x550 5 Phạm Công Tảo
Trần Duy Khánh
Phạm Thị Hoan
- Phương pháp phát hiện tự động và cải thiện tỷ lệ giải mã mã Datamatrix trong công nghiệp 12 Hà Minh Tuấn
Nguyễn Phương Ty
Lê Thị Mai
Lê Ngọc Hòa
Nguyễn Thị Phương Oanh
Phạm Thị Thảo
- Nghiên cứu mối liên hệ giữa tốc độ truyền thông và tốc độ đọc encoder trong điều khiển robot 17 Đàm Hải Quân
Lê Thị Hồng Gấm
Bùi Trung Thành
Phạm Văn Bạch Ngọc

LIÊN NGÀNH CƠ KHÍ - ĐỘNG LỰC

- Nghiên cứu ảnh hưởng của một số yếu tố công nghệ thêu đến độ co hình thêu trên vải Pe/Co 22 Đỗ Thị Tần
Nguyễn Quang Thoại
- Nghiên cứu ảnh hưởng nhiệt độ và chu kỳ giặt đến độ giãn và phục hồi giãn của vải dệt kim cotton 28 Tạ Văn Hiến
Đỗ Thị Tần
- Quan sát dòng kim loại khi hàn bằng công nghệ hình ảnh X-ray đa chiều 34 Phùng Danh Sa
Ngô Hữu Mạnh
Trịnh Văn Cường
Mạc Thị Nguyên
Nguyễn Văn Anh
- Ứng dụng mô phỏng số thiết kế biên dạng cam trụ cần tịnh tiến theo phương pháp vết 40 Mạc Văn Giang
Đào Văn Kiên
- Nghiên cứu ứng dụng công nghệ mô phỏng vật liệu rời trong tối ưu hóa thông số làm việc của cơ cấu cấp hạt trên máy bóc vỏ hạt sen tươi 47 Hà Đình Soát
Nguyễn Hữu Chấn
Dương Thị Hà
Vũ Tiến Hiếu

NGÀNH KINH TẾ

- Nghiên cứu nhận thức và định hướng của sinh viên khoa Kinh tế Trường Đại học Sao Đỏ về nhân lực trong nền kinh tế số 54 Vũ Thị Lý

NGÀNH KINH TẾ

| | | |
|--|----|--|
| Tác động của các yếu tố thuộc về quản lý nguồn nhân lực xanh đối với hiệu suất xanh của doanh nghiệp | 60 | Phạm Thị Lĩnh Phạm Thị Mộng Hằng |
| Các yếu tố ảnh hưởng đến động lực làm việc của người lao động tại các khu công nghiệp tỉnh Hải Dương | 66 | Nguyễn Thị Huệ |
| Đẩy mạnh hoạt động E-Marketing trong phát triển du lịch chất lượng cao trên địa bàn tỉnh Hải Dương | 72 | Vũ Thị Hương |
| Công tác kế toán tiền lương và bảo hiểm bắt buộc tại các doanh nghiệp xây dựng trên địa bàn tỉnh Hải Dương - Thực trạng và giải pháp | 78 | Nguyễn Thị Quỳnh Vũ Thị Lý Định Thị Kim Thiết Đoàn Thị Thu Hằng |

NGÀNH TOÁN HỌC

| | | |
|--|----|--------------------------------------|
| Điều khiển phản hồi của phương trình 2D g -Navier-Stokes bằng các tham số xác định hữu hạn | 84 | Nguyễn Việt Tuấn Nguyễn Kiều Hiền |
|--|----|--------------------------------------|

LIÊN NGÀNH HÓA HỌC - THỰC PHẨM

| | | |
|--|----|-----------------------------|
| Tổng hợp và nghiên cứu tính chất phát quang của hệ hybrid cluster/perovskite ứng dụng trong chiếu sáng | 90 | Phạm Thị Điệp Mạc Thị Lê |
|--|----|-----------------------------|

NGÀNH GIÁO DỤC HỌC

| | | |
|---|-----|--------------------------------------|
| Giáo dục trực tuyến - xu hướng đào tạo du lịch trong bối cảnh hội nhập phát triển kinh tế | 97 | Nguyễn Thị Sao Tăng Thị Hồng Minh |
| Đánh giá văn hóa ứng xử trong du lịch bằng phương pháp định lượng: Nghiên cứu các điểm du lịch tỉnh Hải Dương | 103 | Nguyễn Thị Thảo |

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

| | | |
|--|-----|--------------------------------------|
| Vận dụng Văn kiện Đại hội đại biểu toàn quốc lần thứ XIII của Đảng Cộng sản Việt Nam vào giảng dạy Chủ nghĩa xã hội khoa học | 109 | Nguyễn Thị Nhan Nguyễn Mạnh Tường |
| Tư tưởng Hồ Chí Minh về giải phóng dân tộc và sự vận dụng của Đảng Cộng sản Việt Nam trong công cuộc đổi mới | 115 | Nguyễn Thị Hiền |
| Giảng dạy các học phần lý luận chính trị cho sinh viên ở Trường Đại học Sao Đỏ hiện nay | 122 | Phạm Xuân Đức |

TITLE FOR ELECTRICITY - ELECTRONICS - AUTOMATION

- Research on working modes of switched reluctance machine SRM-2x550 5 Pham Cong Tao
Tran Duy Khanh
Pham Thi Hoan
- A methodology for automatic detection and improving Datamatrix code decoding rate in industry 12 Ha Minh Tuan
Nguyen Phuong Ty
Le Thi Mai
Le Ngoc Hoa
Nguyen Thi Phuong Oanh
Pham Thi Thao
- Research the relationship between microcontroller communication speed and encoder value in robot control 17 Dam Hai Quan
Le Thi Hong Gam
Bui Trung Thanh
Pham Van Bach Ngoc

TITLE FOR MECHANICAL AND DRIVING POWER ENGINEERING

- The influence of some embroidery technology factors on the shrinkage of embroidery patterns on Pe/Co fabric 22 Do Thi Tan
Nguyen Quang Thoai
- Research the effects of temperature and washing cycle on the stretch and stretch recovery of cotton knitted fabrics 28 Ta Van Hien
Do Thi Tan
- Metal flow observation by multi-dimensional innovated X-ray image technology 34 Phung Danh Sa
Ngo Huu Manh
Trinh Van Cuong
Mac Thi Nguyen
Nguyen Van Anh
- Application of digital simulation for designing the profile of a cam cylinder that needs translation according to the trace method 40 Mac Van Giang
Dao Van Kien
- Study on the application of discrete element method in optimizing operating parameters of the feeding mechanism in fresh lotus seed decorticating machine 47 Ha Dinh Soat
Nguyen Huu Chan
Duong Thi Ha
Vu Tien Hieu

TITLE FOR ECONOMICS

- Research on perception and orientation of students of the faculty of Economics of Sao Do University on human resources in the digital economy 54 Vu Thi Ly

TITLE FOR ECONOMICS

| | | |
|--|----|--|
| The impact of green human resource management factors on enterprises green performance | 60 | Pham Thi Linh Pham Thi Mong Hang |
| Factors affecting the work motivation of workers in industrial parks in Hai Duong province | 66 | Nguyen Thi Hue |
| Promote E-Marketing activities in developing high-quality tourism in the Hai Duong province | 72 | Vu Thi Huong |
| Salary accounting and compulsory insurance at construction enterprises in Hai Duong province - current situation and solutions | 78 | Nguyen Thi Quynh Vu Thi Ly Dinh Thi Kim Thiet Doan Thi Thu Hang |

TITLE FOR MATHEMATICS

| | | |
|---|----|--------------------------------------|
| Feedback control of 2D g-Navier-Stokes equations by finite determining parameters | 84 | Nguyen Viet Tuan Nguyen Kieu Hien |
|---|----|--------------------------------------|

TITLE FOR CHEMISTRY AND FOOD TECHNOLOGY

| | | |
|--|----|-----------------------------|
| Study of luminescent properties of hybrid cluster/perovskite systems applied in lighting | 90 | Pham Thi Diep Mac Thi Le |
|--|----|-----------------------------|

TITLE FOR EDUCATION

| | | |
|---|-----|--------------------------------------|
| Online education - the trend on tourism training in the context of economic integration and development | 97 | Nguyen Thi Sao Tang Thi Hong Minh |
| Assessing behaviour culture in tourism by quantitative methods: Research tourist destinations in Hai Duong province | 103 | Nguyen Thi Thao |

TITLE FOR PHILOSOPHY - SOCIOLOGY - POLITICAL SCIENCE

| | | |
|---|-----|--------------------------------------|
| Applying Documents of the 13 th National Congress of the Communist Party of Vietnam to teaching Scientific Socialism | 109 | Nguyen Thi Nhan Nguyen Manh Tuong |
| Ho Chi Minh's ideology on national defense and the application of the Communist Party of Vietnam in the reform process | 115 | Nguyen Thi Hien |
| Teaching political theory courses for students at Sao Do University today | 122 | Pham Xuan Duc |

A methodology for automatic detection and improving Datamatrix code decoding rate in industry

Phương pháp phát hiện tự động và cải thiện tỷ lệ giải mã mã Datamatrix trong công nghiệp

Ha Minh Tuan*, Nguyen Phuong Ty, Le Thị Mai, Le Ngoc Hoa,
Nguyen Thi Phuong Oanh, Pham Thi Thao

*Corresponding Author: minhtuanha031@gmail.com

Sao Do University

Received date: 13/4/2024

Accepted date: 26/6/2024

Published date: 30/6/2024

Abstract

Datamatrix codes play a crucial role in enhancing productivity and efficiency in manufacturing processes. Ensuring accurate identification and decoding of these codes is paramount. However, challenges such as scratches on products, uneven color distribution, and strong reflections all negatively impact code readability. To overcome these challenges, this paper proposes an advanced method employing deep learning models Yolov8 and image enhancement techniques. Firstly, the Yolov8 model is utilized to detect and extract regions of images containing Datamatrix codes into smaller patches. Next, image enhancement techniques are applied to enhance the image of the Datamatrix code. Implementing this method leads to a significant improvement in code read rate, reaching up to 94.5%. These results illustrate the effectiveness of the proposed method in achieving more accurate and reliable Datamatrix code decoding.

Keywords: *Datamatrix code; deep learning; Yolov8; image enhancement technique; accurate decoding.*

Tóm tắt

Mã Datamatrix đóng một vai trò quan trọng trong việc nâng cao năng suất và hiệu quả trong quy trình sản xuất. Việc đảm bảo nhận dạng và giải mã chính xác các mã này là điều tối quan trọng. Tuy nhiên, những thách thức như vết xước trên sản phẩm, phân bố màu không đồng đều và phản quang mạnh đều tác động tiêu cực đến khả năng đọc mã. Để khắc phục những thách thức này, bài viết đề xuất một phương pháp tiên tiến sử dụng mô hình học sâu Yolov8 và các kỹ thuật tăng cường ảnh. Đầu tiên, mô hình Yolov8 được sử dụng để phát hiện và trích xuất các vùng ảnh chứa mã Datamatrix thành những ảnh nhỏ. Sau đó, các kỹ thuật tăng cường ảnh được áp dụng để tăng cường ảnh mã datamatrix. Việc áp dụng phương pháp trên giúp cải thiện đáng kể tỷ lệ giải mã, đạt tới 94,5%. Những kết quả trên minh họa tính hiệu quả của phương pháp đề xuất trong việc giải mã, mã Datamatrix chính xác và đáng tin cậy hơn.

Từ khóa: *Mã datamatrix; học sâu; Yolov8; kỹ thuật tăng cường ảnh; giải mã chính xác.*

1. INTRODUCTION

The Datamatrix code comprises several typical components, as illustrated in Figure 1. These components aid in distinguishing Datamatrix codes from other objects in an image and also differentiate them from other types of two-dimensional matrix barcodes in various real-world applications. Essentially, a Datamatrix code consists of black (dark) and white (light) cells known as modules (or cells). Each module represents the value of one bit: typically, black for "1" and white for "0". These cells are arranged in rows and

columns to form a square or rectangular Datamatrix. The structure of the Datamatrix code is organized as follows:

- Quiet Zone: This is a white area with a minimum width of one module, positioned around the Datamatrix code, aiding scanners to distinguish between the code and the surrounding background.

- Finder Pattern: Consisting of two perpendicular straight lines (comprising only black cells) located outside the Datamatrix code, forming an "L" shape. This pattern is used to determine the position and orientation of the Datamatrix code.

- Timing Pattern: Placed on two opposite sides of the Finder Pattern, alternating between black and white

Reviewers: 1. Prof.Dr.Sc. Than Ngoc Hoan
2. Assos.Prof.Dr. Dinh Anh Tuan

modules. This pattern is used to determine the size of a module, the number of rows and columns and potential distortions in the code.

- Data Region: Located within the Datamatrix code and protected by the Reed-Solomon error correction algorithm (which helps recover corrupted data). This means that a Datamatrix code can sustain partial damage of up to approximately 25% and still be fully readable. Each black or white cell within the data region of the Datamatrix represents one data bit. Information is encoded as sequences of bits, and distinctive patterns such as the position and synchronization regions aid scanners in determining the code's location and reading method. The flexible structure of Datamatrix allows for encoding a large amount of information in a small space and ensures reliability in the data reading process.

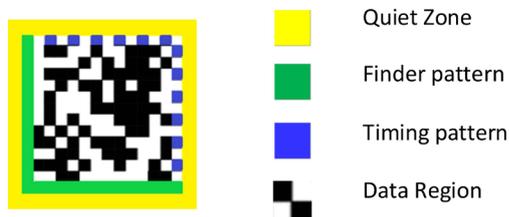


Fig 1. Structure of a Datamatrix code

The Datamatrix code possesses notable features that make it a popular choice for information encoding. Firstly, its flexible size allows Datamatrix codes to be generated in various dimensions, catering to specific application requirements ranging from small to large. Secondly, its ability to resist data loss is a significant strength, ensuring reliability in reading information even when parts of the code are damaged or missing. Finally, with high reading speed, Datamatrix is considered one of the most popular barcode types for applications demanding rapid data processing. Overall, these characteristics make Datamatrix an efficient and reliable tool for information encoding and decoding [1-4].

Previously, conventional techniques often relied on commercial scanners to read product codes; however, this method encountered significant limitations. Firstly, using commercial scanners added extra costs to businesses due to the procurement and maintenance expenses associated with these devices. Secondly, the training costs for staff were also a concern, as they needed to learn how to operate the scanners and handle related technical issues. Additionally, installing scanners required time and space, especially in environments with limited space. Another issue was the difficulty in integrating with product appearance inspection software, particularly when using complex data management systems. Lastly, the requirement for a fixed barcode position at a specific location in the inspection station also caused complications in product management and arrangement. Moreover, surrounding light interference and the reflective nature of metal

surfaces on products made accurate Datamatrix code reading challenging. All these limitations increased costs and complicated the process of goods management and product appearance inspection.

To address the aforementioned issues, this paper proposes a specific solution as follows. Firstly, utilize the camera of the product appearance inspection device to capture images of the products. Next, design a specialized dataset comprising images of the products to be inspected. Then, train a model to detect Datamatrix codes in the images. Subsequently, extract the regions of the images containing the Datamatrix codes. Afterward, apply advanced image quality enhancement techniques to the Datamatrix code images. Finally, decode the Datamatrix codes from the processed images to ensure accuracy and high performance in the product inspection process. This solution promises to improve efficiency and cost savings in product appearance inspection. The proposed method in this paper offers several advantages over using handheld scanners to decode Datamatrix codes. Firstly, using the camera of the product appearance inspection device allows for easy image capture from a distance without direct contact with the product, reducing the risk of damaging or blurring the Datamatrix code. Secondly, designing and training a machine learning model enhances the ability to detect and decode accurately and quickly. Thirdly, this method also reduces costs for businesses by eliminating the need to purchase handheld scanners and maintenance expenses, as well as staff training costs. Finally, automating the Datamatrix code decoding process through machine learning improves efficiency and reduces the time required for the product appearance inspection process.

2. RELATED WORKS

In [5], Karrach et al. presented an efficient computational algorithm for identifying Data Matrix codes in images. This algorithm utilizes methods such as thresholding, labeling connected components, and checking the outer frame of continuous regions to first determine the position of the Data Matrix code. Next, the algorithm works with the differences between neighboring projections around the Finder Pattern to determine the boundaries of the Data Matrix code. The size of the Data Matrix code is determined by analyzing the local minima around the Timing Pattern. The proposed method has achieved better results compared to competing commercial solutions when tested on real-world and synthetic images.

In [6], Svarnovics investigated methods for decoding DataMatrix barcodes used in parcel and envelope labeling. The study focused on challenges in the decoding process due to image distortions such as blurriness, smudging, and deformation. To improve decoding rates, the paper compared traditional

binarization methods with enhanced deep learning techniques such as Image enhancement technique. The results showed that the researched deep learning methods led to a decoding rate improvement of 74%, surpassing traditional binarization methods by 24% on the same test dataset.

In [7], Almeida et al. proposed a novel method using real-time deep learning networks to detect Data Matrix image markers and employing a traditional decoding method. This study conducted research, training, comparison, and evaluation of various types of Deep Neural Networks (DNNs) for object detection. The architectural scope ranged from proposed region-based (Faster R-CNN) to single-shot methods (SSD and YOLO). The research focused on performance and processing time to select the best Deep Learning model for detecting image markers. Additionally, a specific dataset was created to evaluate the neural networks. The proposed method outperformed the best and most common Data Matrix decoding methods currently available in libraries such as libdmtx.

YOLOv8 (You Only Look Once version 8) is one of the next versions of the YOLO model, a fast and accurate real-time object detection model. This model uses a deep neural network architecture to automatically identify and locate objects in an image quickly and efficiently. YOLOv8 has some outstanding advantages as follows. (1) YOLOv8 is designed to operate at high speed, allowing real-time object detection on images and videos. (2) This model is capable of detecting and locating objects with high accuracy, ensuring that objects are detected accurately and are not missed or confused. (3) YOLOv8 is designed to be easily deployed on embedded systems and conventional computers, making it a popular tool for many real-time applications. With the above advantages, YOLOv8 is applied in many different fields. YOLOv8 can be used for security monitoring in video surveillance systems, recognizing and locating objects such as people, vehicles, and objects [8,9]. In industry, YOLOv8 can be used to automate production and quality control processes by detecting and locating products and components [10]. YOLOv8 can be integrated into the control system of autonomous vehicles to recognize and react to objects on the road such as pedestrians, vehicles, and blocked roads [11].

3. SYSTEM CONFIGURATION

The solution to improve the quality of DataMatrix code images proposed in this article is shown in Figure 2. First, a product image collection system needs to be designed. Then photos of various products were collected under different capturing conditions. These images, after being labeled as illustrated in Figure 3, are selected for the training, validation, and testing set. Then, the object detection model is trained using the above dataset. After training, that model is used

to detect and separate the image region containing the Datamatrix code from the original image. The resulting small images apply Datamatrix code image enhancement techniques. Finally, popular decoding tools can be used to decode the DataMatrix code.

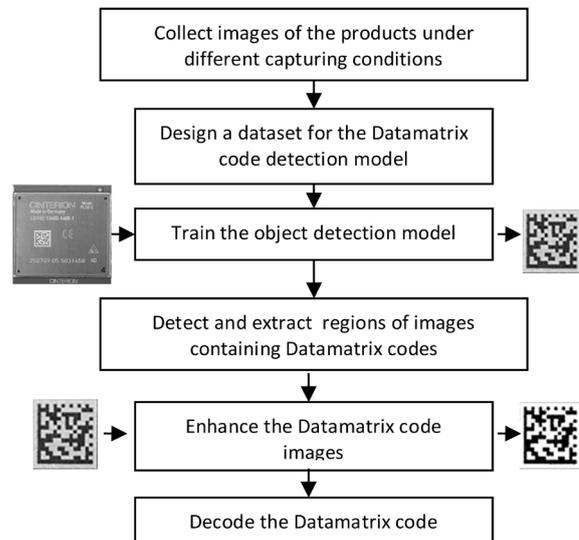


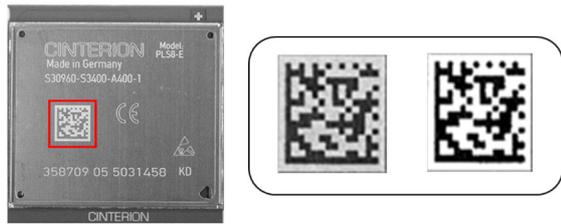
Fig 2. Pipeline of the proposed method

To achieve our goal, we used an industrial camera with a resolution of 2448×2048 pixels to capture product images. To diversify the dataset, 500 different products were used, and continuous lighting was adjusted during the image collection process to ensure that no two images were exactly the same. Meanwhile, the data processing unit is a desktop computer with an Intel Core i7-8700, 16GB RAM and an NVIDIA GeForce RTX 2070 graphics card.

4. METHODOLOGIES AND DATA

The dataset for detecting Datamatrix codes consists of 2000 original images with resolution of 2448×2048 pixels. To facilitate training and testing of the model, as well as reduce the dataset size and prediction time, the images are cropped into smaller images with dimensions of 512×512 pixels. Among these cropped images, 1500 contain Datamatrix codes, labeled as positive images, while the rest do not contain Datamatrix codes and are labeled as negative images. All the images are labeled using the Labelling tool as illustrated in figure 4 (a). Subsequently, these images are collected for the training, validation, and testing datasets.

There have been numerous object detection models published in recent years, with one prominent example being the YOLOv8 model. This model is capable of addressing various tasks, particularly providing fast and accurate object detection results. The object to be detected in the images is a Datamatrix code captured by a camera positioned at a fixed distance from the product, so the size of the object remains consistent across the images. Therefore, we have chosen the YOLOv8 model and trained it for 200 epochs.



(a) (b)
 Fig 3. Illustration of the method to improve Datamatrix code decoding in this paper:

(a) Detection and extraction of datamatrix code using YOLOv8; (b) Application of image enhancement technique

To effectively train a YOLOv8 object detection model, setting the parameters plays a crucial role in this process. Firstly, the training data needs to be carefully prepared and diverse, and then divided into training and validation sets. Some important parameters to consider are batch size, learning rate, and epochs. Batch size, set to 32 in this case, is chosen to be small enough to utilize the computational speed of the GPU without overloading the memory. The learning rate, with a value of 0.001, is adjusted so that the model can learn effectively while avoiding overshooting or diverging. The number of iterations through the entire dataset, or epochs, is selected as 200 to ensure the model has enough time to learn while also avoiding overfitting. Additionally, using augmentation, data normalization, hardware optimization, and environment setup are also crucial in shortening the training time and increasing the accuracy of the model.

After the Datamatrix code images are separated, image processing techniques such as Binarization, Non-Maximum Suppression, and Global Histogram Equalization (GHE) are applied to enhance the images.

5. EXPERIMENTAL RESULTS

The results of object detection, i.e, the Datamatrix code, are illustrated in Figure 4. It can be seen that the model has accurately detected the object and extracted the image of the object into smaller images. Extracting images accurately like this will help decoding tools minimize decoding time.



Fig 4. Result of Datamatrix code object detection in the image

| | | | |
|-----------|------------------|-----------|------------------|
| 1 0.png | cannot read | 1 0.png | *358088751033567 |
| 2 1.png | cannot read | 2 1.png | *358088751033088 |
| 3 10.png | cannot read | 3 10.png | *358088751041644 |
| 4 11.png | *358088751034813 | 4 11.png | *358088751034813 |
| 5 12.png | cannot read | 5 12.png | *358088751042634 |
| 6 13.png | *358088751041438 | 6 13.png | *358088751041438 |
| 7 14.png | cannot read | 7 14.png | *358088751043087 |
| 8 15.png | cannot read | 8 15.png | *358088751033831 |
| 9 16.png | cannot read | 9 16.png | *358088751034615 |
| 10 17.png | cannot read | 10 17.png | *358088751042550 |
| 11 18.png | *358088751041768 | 11 18.png | *358088751041768 |
| 12 19.png | cannot read | 12 19.png | *358088751042170 |
| 13 2.png | *358088751032510 | 13 2.png | *358088751032510 |
| 14 20.png | *358088751043079 | 14 20.png | *358088751043079 |
| 15 21.png | *358088751041149 | 15 21.png | *358088751041149 |
| 16 22.png | cannot read | 16 22.png | *358088751042584 |
| 17 23.png | *358088751040778 | 17 23.png | *358088751040778 |
| 18 24.png | cannot read | 18 24.png | *358088751041024 |
| 19 25.png | *358088751042949 | 19 25.png | *358088751042949 |
| 20 26.png | *358088751042824 | 20 26.png | *358088751042824 |

(a) (b) (c)

Fig 5. Experimental results:

(a) Decoding result of the original Datamatrix code image; (b) Decoding result of the enhanced Datamatrix code image; (c) Pairs of enhanced images and original images of the Datamatrix code

After being trained, the model is evaluated for accuracy with images from the test set. The evaluation results are illustrated in Figure 5. As observed in Figure 5(c), thanks to the proposed image enhancement techniques for Datamatrix codes, images with very low quality, blur, glare, low contrast, scratched surfaces, etc., are effectively improved. In these images, all the bits representing 1 in the Datamatrix code stand out more against the background, appearing white. Conversely, the bits representing 0 appear black.

With such high-quality enhanced images, they can easily be decoded using popular Datamatrix code decoding tools like pyzbar or dtmxmlib. The decoding results for each pair of corresponding images, consisting of the original image and the enhanced image, can be observed in Figures 5(a) and 5(c). It can be seen that many images in the original image set could not be decoded, resulting in "Cannot read" decoding outcomes. In contrast, most corresponding enhanced images were decoded accurately. According to the experimental results, the success rate of decoding with the original image set is 75.6%, while with the enhanced image set, it is 94.5% (Table 1).

From Table 1, it can also be observed that by accurately cropping the regions containing Datamatrix codes into patches of size 90x90 pixels, the proposed technique in this paper achieved an average decoding speed of 0.015s, significantly faster than the method proposed in [6].

Table 1. Comparison of datamatrix code decoding time and rate

| Method | Decoding time (s) | Decoding rate (%) |
|---------------|-------------------|-------------------|
| Method in [6] | 0.087 | 75.6 |
| Our method | 0.015 | 94.5 |

6. CONCLUSION

This paper proposes a novel solution to improve the

quality of Datamatrix code images during decoding process. This is achieved through designing a system for capturing product images and training an object detection model. The key technique of the paper is the utilization of the YOLOv8 model for detecting Datamatrix codes, followed by applying image processing techniques to enhance the image quality. The experimental results show that the proposed method significantly improved the success rate of decoding from 74.4% to 94.5%. Additionally, our method allows for easy integration of other product appearance inspection functions into the device. Moreover, accurate extraction and image enhancement reduce decoding time significantly, thereby improving productivity in the production line.

REFERENCES

- [1]. Karrach, L et al (2018), *Options to use data matrix codes in production engineering*, Management Systems in Production Engineering, Vol. 26, No. 4, pp. 231-236.
- [2]. Karrach, L et al (2018), *Comparing the impact of different cameras and image resolution to recognize the data matrix codes*, Journal of Electrical Engineering, Vol. 69, No. 4, pp. 286-292.
- [3]. Dong, Y et al (2022), *A real-time algorithm for multiple data matrix codes localization*, In Advances in Guidance, Navigation and Control: Proceedings of 2020 International Conference on Guidance, Navigation and Control, ICGNC 2020, pp. 2477-2487.
- [4]. Kulshreshtha, R et al (2012), *Decoding robustness performance comparison for QR and data matrix code*, In Proceedings of the Second International Conference on Computational Science, Engineering and Information Technology, pp. 722-731.
- [5]. Karrach, L et al (2020), *Recognition of data matrix codes in images and their applications in production processes*, Management Systems in Production Engineering, Vol. 28, No. 3, pp. 154-161.
- [6]. Svarnovics, V (2021), *DataMatrix Barcode Read Rate Improvement Using Image Enhancement*, Master's Thesis, University of Twente.
- [7]. Almeida, T et al (2021), *Comparative analysis of deep neural networks for the detection and decoding of data matrix landmarks in cluttered indoor environments*, Journal of Intelligent & Robotic Systems, Vol. 103, No. 1, pp. 1-13.
- [8]. Lu, L et al (2023), *Improved yolov8 detection algorithm in security inspection image*, arXiv preprint arXiv:2308.06452.
- [9]. Li, Y et al (2023), *A modified YOLOv8 detection network for UAV aerial image recognition*, Drones, Vol. 7, No. 5, pp. 304.1 - 304.12.
- [10]. Tao, Q et al (2023), *A detection approach for wafer defect in industrial manufacturing based on YOLOv8*, In 2023 CAA Symposium on Fault Detection, Supervision and Safety for Technical Processes (SAFEPROCESS), pp. 1-6.
- [11]. Soylu, E et al (2023), *A performance comparison of YOLOv8 models for traffic sign detection in the Robotaxi-full scale autonomous vehicle competition*, Multimedia Tools and Applications, pp. 1-31.

THÔNG TIN TÁC GIẢ

Hà Minh Tuấn*, Nguyễn Phương Ty,
Lê Thị Mai, Lê Ngọc Hòa, Nguyễn Thị Phương Oanh,
Phạm Thị Thảo

*Tác giả liên hệ: minhtuanha031@gmail.com

Trường Đại học Sao Đỏ.

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
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 2 (85) 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 2 (85)
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.