

HỆ THỐNG GIÁM SÁT, TẠO SỰ CỐ TRÊN THIẾT BỊ THỰC HÀNH NGHỀ ĐIỆN ÁP DỤNG CÔNG NGHỆ IoT VÀ AI

MONITORING, FAULT GENERATION ON PRACTICAL ELECTRICAL EQUIPMENT SYSTEM APPLYING IoT AND AI TECHNOLOGY

Cao Minh Đức^{1,*}, Lưu Trung Kiên¹, Đỗ Sĩ Nguyên¹, Phan Trọng Tài¹, Trần Hải Ninh¹, Lê Anh Tuấn¹

DOI: <http://doi.org/10.57001/huiv5804.2024.117>

TÓM TẮT

Hiện nay, trong quá trình đào tạo nghề điện tại các cơ sở giáo dục nói chung và Trường Cao đẳng công nghệ Hà Tĩnh nói riêng song song với phương thức truyền thống là sinh viên được đấu nối trên các với các thiết bị thật thì còn sử dụng thêm các phần mềm mô phỏng số hóa để giúp người học thuận lợi hơn trong việc tìm hiểu cách thức hoạt động của thiết bị và nguyên lý hoạt động mạch điện. Tuy nhiên thực tế là trên thị trường chưa có một sản phẩm nào có thể đáp ứng được yêu cầu vừa có thể đấu nối trực tiếp tạo nên mạch điện vừa có thể giám sát, mô phỏng tạo lỗi ngay trên thiết bị đó. Để giải quyết thiếu sót đó, hệ thống giám sát và tạo sự cố trên thiết bị thực hành nghề điện áp dụng công nghệ Internet of Things (IoT) và trí tuệ nhân tạo (AI) ra đời nhằm mục đích tích hợp các thiết bị truyền thống với công nghệ mô phỏng hiện đại. Hệ thống này sử dụng công nghệ như Internet of Things (IoT) và Trí tuệ nhân tạo (AI) để thực hiện giám sát liên tục giúp cho người dạy kiểm tra mạch điện đấu nối của sinh một cách trực quan cũng như tạo các lỗi nhân tạo trên thiết bị giúp người học có thể làm quen và luyện tập kỹ năng tìm và khắc phục những lỗi đó. Trong bài báo này chúng tôi trình bày ý tưởng cũng như quá trình xây dựng nên mô hình này, nêu rõ những kết quả tích cực thu được khi sử dụng mô hình này vào quá trình đào tạo nghề thực tiễn.

Từ khóa: Internet of Things (IoT), Artificial intelligent (AI), mô phỏng, đánh pan.

ABSTRACT

Currently, in the process of electrical vocational training at educational institutions in general, and specifically at the Ha Tinh College of Technology, alongside the traditional method of connecting students with real devices, digital simulation software is also utilized. They aid learners in better understanding the operations of devices and the principles of electrical circuitry. However, in reality, there is currently no product on the market that can meet the requirement of both directly connecting to form an electrical circuit and simultaneously monitoring, simulating, and creating faults on that device. To address this shortfall, a monitoring and fault generation system has been developed for practical training devices, employing Internet of Things (IoT) and Artificial Intelligence (AI) with the aim of integrating traditional devices with modern simulation technology. This system utilizes technologies such as the Internet of Things and Artificial Intelligence to conduct continuous monitoring, assisting instructors in visually inspecting the circuit connections of students as well as creating artificial faults on devices. This helps learners familiarize themselves with and practice the skills of identifying and rectifying those faults. In this article, we present the idea as well as the process of constructing this model, outlining the positive results obtained when using this model in practical vocational training.

Keywords: Internet of Things (IoT), Artificial intelligent (AI), simulation, fault testing.

¹Trường Cao đẳng Công nghệ Hà Tĩnh

*Email: cmdbachkhoa@gmail.com

Ngày nhận bài: 20/02/2024

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 24/3/2024

Ngày chấp nhận đăng: 25/4/2024

1. GIỚI THIỆU

Cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 đã và đang làm thay đổi cuộc sống ở tất cả các lĩnh vực và giáo dục nghề nghiệp cũng không phải là ngoại lệ. Chúng ta thường nói về công nghệ 4.0, Internet of Things (IoT), trí tuệ nhân tạo (AI), chuyển đổi số và các xu hướng tương tự, nhưng câu hỏi đặt ra là làm thế nào để áp dụng những công nghệ đó vào lĩnh vực đào tạo nghề hiệu quả mà cụ thể ở đây là đào tạo nghề điện? Thực tế, trên thị trường hiện nay đã có nhiều phần mềm mô phỏng các thiết bị điện và mạch đấu nối phục vụ mục đích giáo dục nhằm đáp ứng nhu cầu chuyển đổi số và bắt kịp xu hướng của thời đại. Tuy nhiên giá thành những phần mềm đó còn cao nên chưa phù hợp với phần lớn các trường giáo dục nghề nghiệp trong cả nước. Ngoài ra, khi người học sử dụng những phần mềm mô phỏng để học thì sẽ có ít thời gian làm việc với thiết bị thực dẫn đến tình trạng người học ngỡ ngàng khi chuyển từ môi trường ảo sang thực tế. Chính vì vậy mà nhu cầu về chế tạo một mô hình kết hợp thiết bị thực và mô phỏng có khả năng kết nối wifi giúp đơn giản hóa quá trình kiểm tra, nâng cao kỹ năng thực hành cho người học trở nên cấp thiết. Mục tiêu chính của nghiên cứu này là chế tạo một mô hình khả năng kết nối hệ thống IoT giúp người học vừa có thể đấu nối mạch điện theo yêu cầu vừa có thể giúp giáo viên dễ dàng giám sát kiểm tra đúng sai cũng

như tạo ra các sự cố nhân tạo để giúp người học rèn luyện kỹ năng tìm lỗi và khắc phục sự cố. Ngoài hai chức năng trên, mô hình do nhóm tác giả xây dựng còn áp dụng công nghệ nhận diện khuôn mặt giúp người dạy giám sát hiệu quả quá trình học, kiểm tra và thi cử của người học mục đích là để nâng cao kết quả đánh giá chất lượng người học cũng như phù hợp với xu thế số hóa trong công tác đào tạo nghề.

2. GIÁM SÁT VÀ TẠO SỰ CỐ ÁP DỤNG CÔNG NGHỆ INTERNET OF THINGS

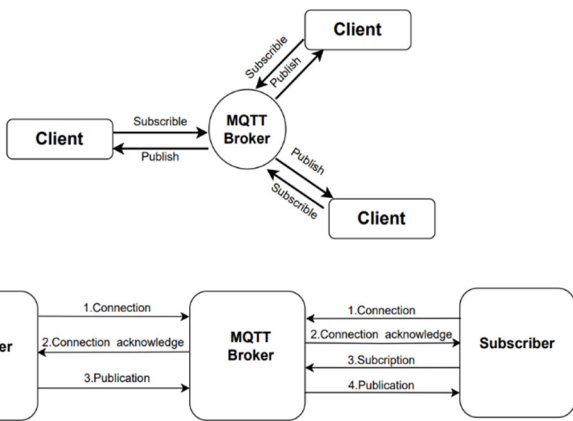
2.1. Giới thiệu về công nghệ Internet of Things

Công nghệ Internet of Things (IoT) là một xu hướng hiện đại đang thay đổi cách chúng ta tương tác với thế giới xung quanh, từ không gian gia đình đến môi trường làm việc và công nghiệp. IoT đề cập đến việc kết nối và truyền thông giữa các đối tượng và thiết bị thông qua internet, cho phép chúng tương tác và chia sẻ dữ liệu mà không cần sự can thiệp trực tiếp của con người. IoT cho phép kết nối giữa các đối tượng vật lý, từ điện thoại, máy tính đến các thiết bị thông minh như cảm biến, máy giặt, xe ô tô và nhiều hơn nữa. Thiết bị IoT có khả năng thu thập, truyền tải và chia sẻ dữ liệu mà không cần sự can thiệp trực tiếp của con người. Điều này tạo ra một môi trường thông tin tự động và liên tục. Sự kết hợp giữa cảm biến và thiết bị thông minh giúp IoT theo dõi và kiểm soát nhiều yếu tố, từ môi trường đến sức khỏe và thậm chí là vận chuyển. Công nghệ IoT không chỉ mở ra cánh cửa cho sự kết nối thông minh mà còn định hình lại cách chúng ta tương tác với thế giới xung quanh, tạo ra những tiện ích và tiềm năng quan trọng cho sự phát triển bền vững và hiệu suất trong nhiều lĩnh vực khác nhau.

Điều này làm cho nó phù hợp cho các ứng dụng IoT nơi tài nguyên hạn chế là một vấn đề. MQTT sử dụng mô hình phát tán tin nhắn (publish-subscribe), trong đó các thiết bị có thể đăng ký để nhận thông điệp từ các thiết bị khác. Điều này giúp giảm độ trễ và tăng tính linh hoạt trong việc giao tiếp giữa các thiết bị.

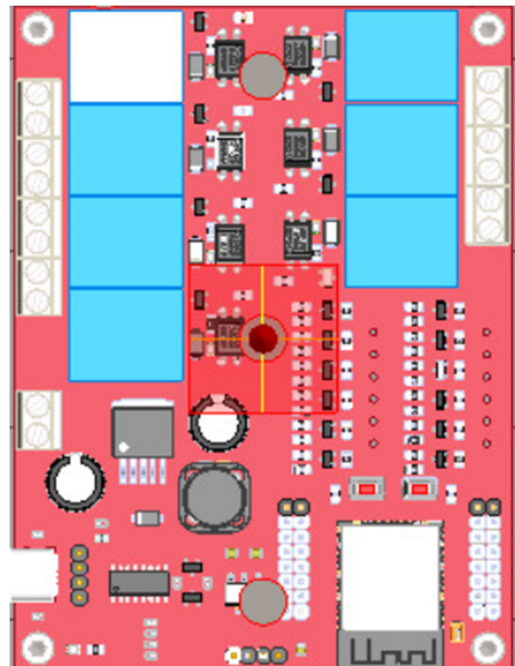
2.2. Quá trình xây dựng mô hình

Để thay thế các khí cụ điện truyền thống được sử dụng trong đào tạo nghề điện như: Công tắc tơ, áp tô mát, nút nhấn, đèn tín hiệu, rơ le nhiệt, rơ le trung gian, rơ le thời gian... nhóm tác giả đưa ra giải pháp sử dụng các khí cụ điện này kết hợp với một loại vi điều khiển có khả năng kết nối wifi để tích hợp vào hệ thống IoT, vi điều khiển lựa chọn là ESP32 (hình 2). Chip ESP32 của Espressif Systems có nhiều ưu điểm đáng chú ý và là một trong những vi điều khiển phổ biến trong các ứng dụng IoT và nhúng. Vi điều khiển ESP32 hỗ trợ kết nối Wifi, Bluetooth, có kiến trúc đa lõi, tích hợp nhiều chức năng, có bộ nhớ flash lớn, có thể lập trình được bằng nhiều ngôn ngữ khác nhau, chi phí thấp và có một cộng đồng người dùng lớn.



Hình 1. Cấu trúc mô hình giao thức MQTT sử dụng trong IoT

Với những ưu điểm nổi bật đó, nhóm tác giả đã quyết định áp dụng công nghệ IoT làm công nghệ cốt lõi để chế tạo mô hình. Mỗi một hệ thống IoT cần có một giao thức để kết nối các thiết bị lại với nhau. Để phù hợp cho hệ thống, nhóm tác giả sử dụng giao thức kết nối mà đa phần các nền tảng IoT đang sử dụng đó là MQTT (Message Queue Telemetry Transport) (hình 1). Giao thức MQTT là một giao thức truyền thông nhị phân vô cùng nhẹ, được thiết kế để truyền thông giữa các thiết bị có băng thông hạn chế và có thể hoạt động trong môi trường mạng không ổn định, không có nhiều chi phí đầu tư cho quá trình truyền thông.



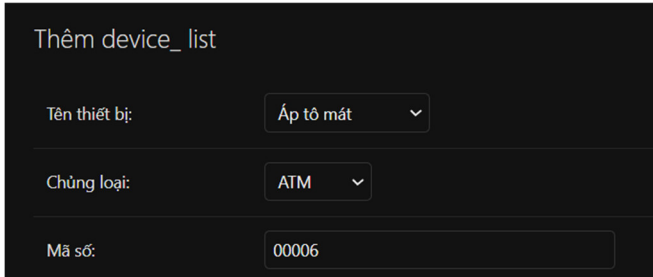
Hình 2. Hình mạch điều khiển

Để chế tạo sản phẩm, bước đầu tiên nhóm tác giả thiết kế và chế tạo phần cứng với mạch in tích hợp để kết hợp vi điều khiển ESP32 và khí cụ điện với nhau. Quá trình thiết kế sử dụng các ngõ ra rơ le để đóng cắt các tiếp điểm nhằm mục đích tạo lỗi nhân tạo cũng như sử dụng chức năng đọc và phát PWM để giám sát mạch đấu nối.

Bước thứ hai, nhóm tác giả xây dựng một MQTT Broker (Server) cho hệ thống IoT. Broker này phải đảm bảo vừa có thể kết nối không giới hạn với các thiết bị (Client) với nhau vừa có thể có tính chất bảo mật cao. Nhóm tác giả sử dụng mã nguồn mở Mosca để viết chương trình cho Broker.

Bước thứ ba, nhóm tác giả xây dựng một webserver với giao diện người dùng để kết nối với các thiết bị trên mô hình,

lưu trữ dữ liệu, thực hiện việc giám sát, điều khiển. Do có nhiều thiết bị khác nhau kết nối webserver nên cần thiết phải có sự phân biệt giữa các thiết bị (device) với nhau để tránh việc điều khiển và giám sát sai thiết bị. Chính vì vậy, phải định danh các thiết bị trước khi kết nối với Server. Đối với mỗi thiết bị sẽ được xác định bởi 3 thuộc tính: Tên thiết bị, chủng loại, mã số (hình 3).

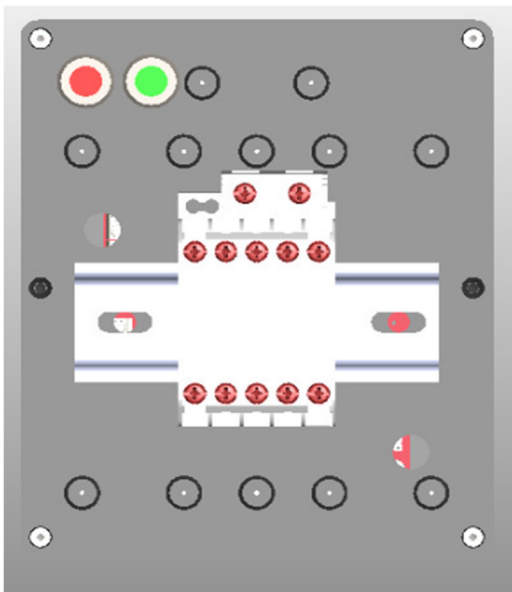


Hình 3. Định danh thiết bị trên Web server

Sau khi định danh các thiết bị thì server sẽ tạo ra danh sách các thiết bị được sử dụng trong bài thực hành cụ thể (không giới hạn số lượng thiết bị) (hình 4).



Hình 4. Danh sách các thiết bị sau khi định danh



Hình 5. Module công tắc tơ gắn mạch điều khiển

Bước cuối cùng, nhóm tác giả thiết kế vỏ đựng mạch in và khung gắn thiết bị. Sản phẩm cuối cùng chúng tôi tạo

phải đảm bảo tính thẩm mỹ, đáp ứng được những yêu cầu về mặt kỹ thuật mà ban đầu nhóm chúng tôi đã đề ra (hình 5).

2.3. Xây dựng chức năng tạo sự cố cho thiết bị

Trong quá trình giảng dạy nghề điện, nhóm tác giả nhận thấy kỹ năng tìm lỗi và khắc phục lỗi trong quá trình đấu nối mạch điện của sinh viên đang còn hạn chế, nguyên nhân phần lớn đến từ việc các thiết bị ít khi gặp lỗi tự nhiên, để khắc phục vấn đề đó cần tích hợp chức năng tạo sự cố nhân tạo trên thiết bị ứng dụng công nghệ IoT.

Để thực hiện được ý tưởng này, đầu tiên cần kết nối các khí cụ điện liệt kê ở trên với mạch in chứa vi điều khiển ESP32, sau đó kết nối ESP32 với webserver qua giao thức MQTT. Từ webserver giáo viên sẽ thực hiện tạo các sự cố nhân tạo bằng cách đóng cắt các rơ le ngắt kết nối chân cắm với thiết bị thực

Các tín hiệu điều khiển của các thiết bị được liệt kê ở bảng 1.

Bảng 1. Các tín hiệu điều khiển của các thiết bị

STT	Tên thiết bị	Chủng loại	Số chân điều khiển	Ghi chú
1	Công tắc tơ	CTT	6	3 tiếp điểm chính, 2 tiếp điểm phụ, 1 trạng thái cuộn dây
2	Áp tô mát 3 pha	ATM	3	3 tiếp điểm chính
3	Rơ le nhiệt	RLN	4	3 tiếp điểm chính, 2 tiếp điểm phụ
4	Nút nhấn	NN	2	1 tiếp điểm thường đóng, 1 tiếp điểm thường mở
5	Đèn tín hiệu	D	1	1 trạng thái
6	Rơ le trung gian	TG	3	1 tiếp điểm thường đóng, 1 tiếp điểm thường mở, 1 trạng thái cuộn dây

Quá trình điều khiển đến từng thiết bị được thực hiện bằng cách kết hợp chủ đề (Topic) và nội dung (payload) trong các thông điệp (Message) gửi từ server xuống:

Topic = "chủng loại" + "mã số" + "tín hiệu điều khiển"

Ví dụ: CTT 00001 Tiếp điểm chính 1

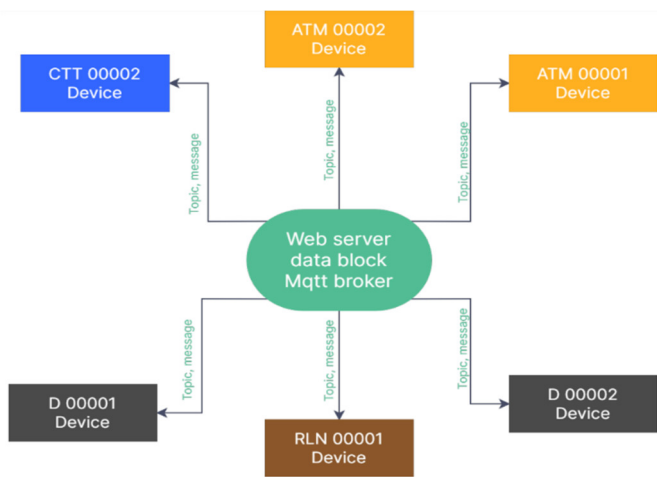
payload = ON/OFF

ON- Tạo sự cố

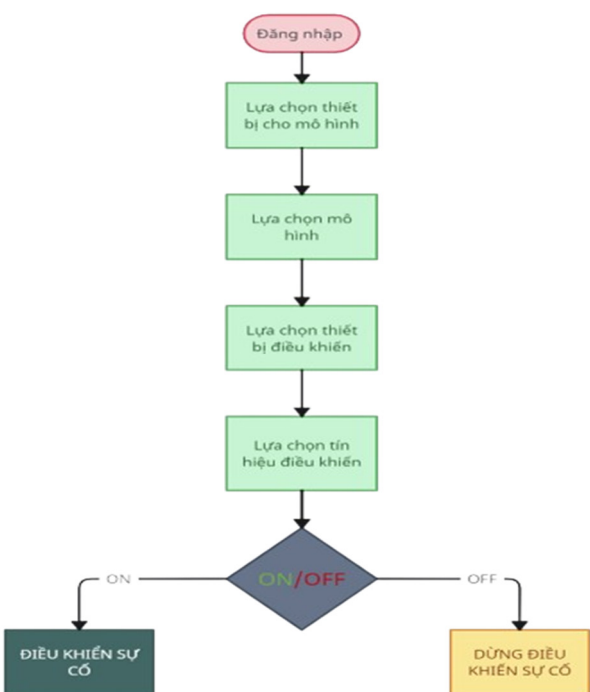
OFF- Dừng tạo sự cố

Sơ đồ điều khiển của hệ thống như được thể hiện trên hình 6.

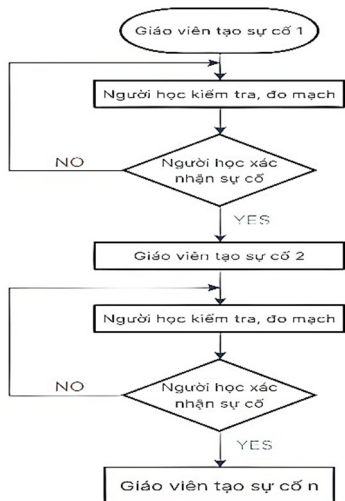
Giáo viên thực hiện tạo lỗi nhân tạo trên máy tính server, người học được thông báo có lỗi ở mạch điện đang thực hành và yêu cầu kiểm tra mạch điện đó. Thông qua quá trình này người học sẽ thực hiện kiểm tra, đo lường để xác định lỗi và tìm cách khắc phục lỗi đó. Quy trình tạo sự cố như thể hiện trên hình 7.



Hình 6. Sơ đồ nguyên lý điều khiển sự cố



Hình 7. Quy trình điều khiển thiết bị khi tạo sự cố

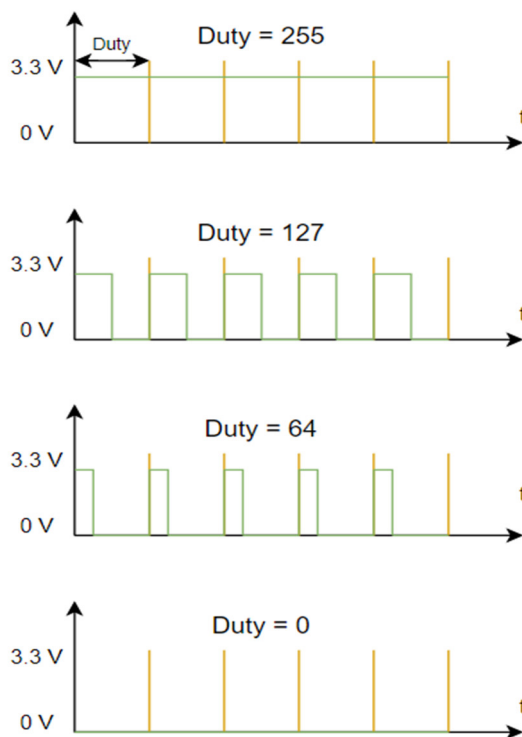


Hình 8. Quy trình kiểm tra tạo sự cố cho người học

Quá trình thực hiện kiểm tra, đo mạch để xác định lỗi được sinh viên thực hiện và báo cáo kết quả đó cho giáo viên. Kết quả chỉ đúng khi lỗi của người học xác định và lỗi của giáo viên tạo ra trên webserver trùng khớp với nhau. Quy trình kiểm tra tạo sự cố cho học sinh được thực hiện theo trình tự các bước như trên hình 8.

2.4. Xây dựng chức năng giám sát mạch điện đấu nối

Ngoài chức năng tạo sự cố nhân tạo, nhóm tác giả cũng tích hợp thêm chức năng giám sát đấu nối mạch điện. Quy trình trước đây, người học đấu nối mạch điện đến khi nào đấu nối xong thì thông báo cho giáo viên kiểm tra. Khi kiểm tra xong mới cho phép cấp nguồn vận hành. Quy trình đó nếu như một lớp có nhiều sinh viên cùng thực hành một lúc giáo viên sẽ rất mất thời gian, nhiều bước thực hiện dễ dẫn đến sai sót. Ý tưởng của nhóm tác giả là xây dựng chức năng sao cho khi người học đấu nối mạch điện thì sẽ có kết quả đúng hoặc sai tự động đưa kết quả về cho giáo viên, qua đó giúp giáo viên giám sát quá trình thực hành đồng thời và theo thời gian thực



Hình 9. Đồ thị độ rộng xung với các giá trị Duty khác nhau

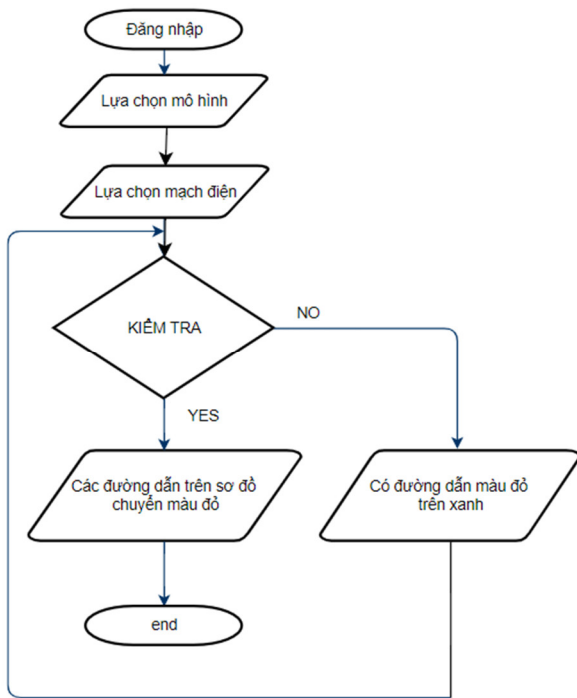
Để thực hiện được việc giám sát, nhóm tác giả đưa ra giải pháp sử dụng chức năng phát xung PWM (Pluse Width Modulation) của ESP32. Xung PWM được thiết lập với các tham số như sau:

- Tần số (Frequency)
- Độ phân giải (Resolution): 8 bit
- Độ rộng xung (Duty): 50%

Giải pháp như sau: Mỗi chân của khí cụ điện sẽ tương ứng với một chân I/O của vi điều khiển ESP32. Mỗi chân I/O như vậy có thể sẽ phát một xung với tần số cố định hoặc nhận

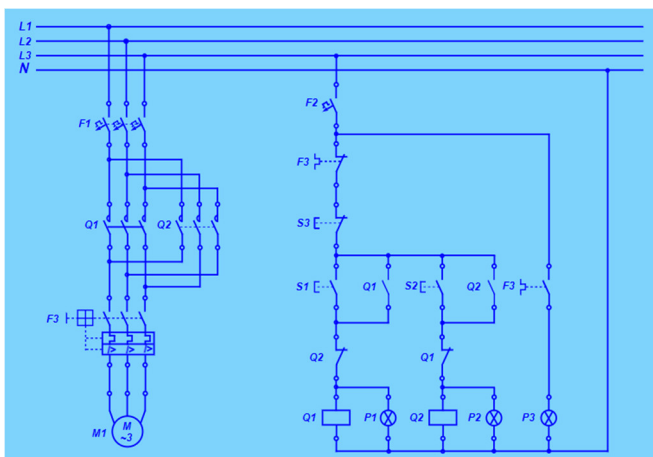
xung. Khi kết nối hai thiết bị với nhau, xung phát ra từ chân I/O của vi điều khiển này sẽ đi vào chân I/O nhận xung của vi điều khiển kia. Để phân biệt được các xung thì nhóm tác giả sẽ đo chu kỳ của xung phát ra được đem so sánh với chu kỳ tương ứng với chân cần đấu, nếu bằng nhau thì xác nhận đấu đúng, nếu không bằng nhau thì đấu chưa đúng. Để tính được chu kỳ xung, nhóm tác giả sử dụng hàm ngắt, khi có cạnh xung lên chương trình sẽ nhảy đến hàm ngắt thực hiện việc đếm thời gian. Kết quả trả về sẽ là thời gian giữa hai cạnh lên của xung tức chính là chu kỳ của xung đó (hình 9).

Quy trình thực hiện để giám sát mạch điện như thể hiện trên hình 10.

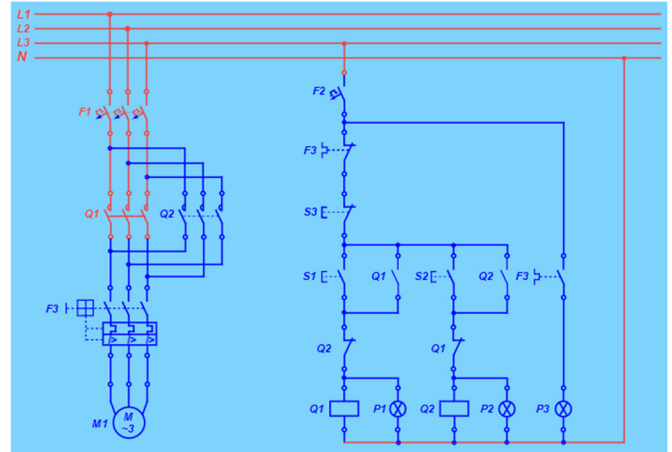


Hình 10. Quy trình thực hiện giám sát mạch điện

Khi các chân của thiết bị này kết nối với thiết bị kia đấu đúng như sơ đồ thì mạch sẽ gửi tín tin nhắn xác nhận web server, khi nhận được tin nhắn web server sẽ chuyển màu đỏ tương ứng với kết nối có sẵn trên giao diện để xác nhận (hình 11).



Mạch điện khi không nhận được tín hiệu đấu nối



Mạch điện nhận tín hiệu đấu nối từ thiết bị công tắc F1, Q1

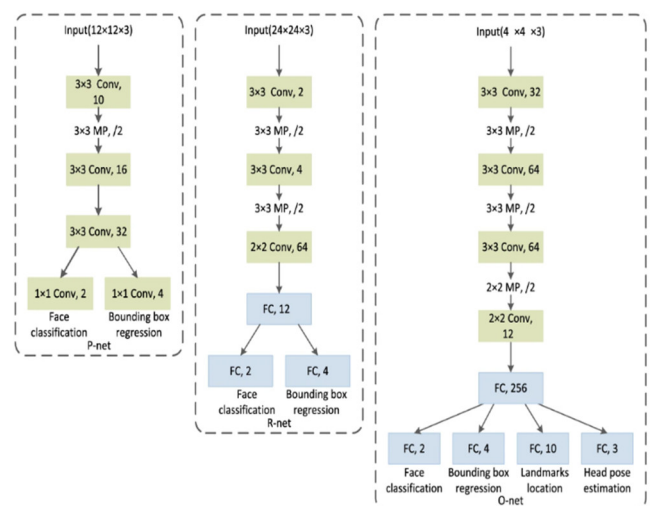
Hình 11. Mạch điện khi không nhận được tín hiệu đấu nối và nhận được tín hiệu đấu nối

Một mạch điện được đấu nối đúng khi tất cả các đường đấu nối trên mạch đều chuyển từ màu xanh sang màu đỏ. Nếu có bất kỳ vị trí đấu nào còn sai thì tại điểm đó vẫn giữ nguyên màu xanh. Người dạy có thể xác định được mạch đấu đúng hay sai và vị trí sai nếu có, điều này làm giảm thiểu thời gian kiểm tra mạch khi người học hoàn thành quá trình đấu nối.

3. NHẬN DIỆN HÌNH ẢNH SINH VIÊN ỨNG DỤNG MÔ HÌNH FACENET

3.1. Giới thiệu về thuật toán FaceNet

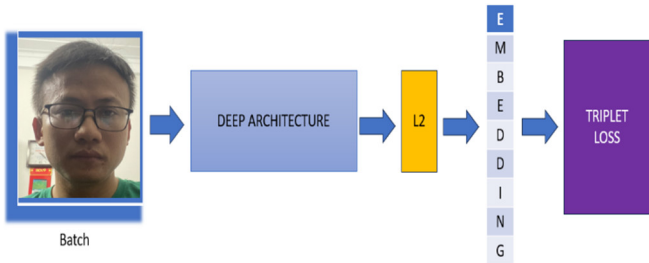
Để có thể nhận diện được chính xác các khuôn mặt đó là ai, chúng ta cần phải xác định đâu là khuôn mặt trong các hình ảnh đưa vào. Muốn làm được điều đó cần phải sử dụng mô hình Multi Task Cascaded Convolutional Network (MTCNN) [4, 3]. MTCNN gồm 3 lớp mạng là P-net (Proposal network), mạng R-net (Refine network) và mạng O-net (Output network) (hình 12) [3, 2].



Hình 12. Ba lớp mạng chính của MTCNN

FaceNet là mô hình nhận diện khuôn mặt được phát triển bởi các nhà nghiên cứu của Google sử dụng các mạng nơ-ron tích chập sâu (Deep Convolutional Networks) [6, 7]

được thiết kế để ánh xạ hình ảnh các khuôn mặt người vào không gian Euclidean (một khái niệm không gian xuất phát từ nhà toán học Euclid). Các đặc trưng trên khuôn mặt được tập hợp thành các điểm hình học và gọi đó là các vec tơ embedding với 128 chiều [2]. Để xác định và nhận diện các khuôn mặt theo dữ liệu hình ảnh đã được dán nhãn trước cần dựa vào hàm mất mát Triplet Loss. Cấu trúc của mô hình được thể hiện ở hình 13.



Hình 13. Cấu trúc của mô hình FaceNet

3.2. Hàm mất mát Triplet Loss

Chúng ta đã quen thuộc với các hàm mất mát (Loss Function) đối với các mô hình deep learning và machine learning đã được nêu trong tài liệu [1, 5]. Trong mô hình FaceNet sử dụng hàm Triplet Loss là hàm mất mát, nó có khả năng học được đồng thời sự giống nhau của 2 khuôn mặt cùng nhóm và sự khác biệt giữa các khuôn mặt không cùng nhóm do đó nó hiệu quả hơn so với các phương pháp trước đây. Để áp dụng được Triplet Loss cần sử dụng 3 bức ảnh trong đó có một ảnh mẫu (Anchor), một bức ảnh cùng lớp (Positive), một bức ảnh khác lớp (Negative). Đối với một mô hình nhận diện khuôn mặt nó có ý nghĩa là nếu cùng một người mà hình ảnh ở nhiều góc khác nhau thì nó vẫn nhận diện được hoặc phân biệt được hình ảnh hai người có nhiều điểm tương đồng nhau. Với mỗi bức ảnh sẽ có các vec tơ embedding x thuộc không gian Euclidean, x_i là vec tơ embedding của nhân thứ i . Chúng ta đảm bảo rằng bất cứ x_i^a (anchor) sẽ gần với x_i^p (positive) hơn là x_i^n (negative), vì vậy chúng ta mong muốn:

Khoảng cách giữa một ảnh mẫu và ảnh cùng lớp bất kỳ $d(A,P)$ sẽ nhỏ hơn khoảng cách giữa ảnh mẫu đó với ảnh khác lớp bất kỳ $d(A,N)$ hay [2]:

$$\|x_i^a - x_i^p\|_2^2 + \alpha \leq \|x_i^a - x_i^n\|_2^2 \text{ với } \alpha \text{ là một số dương}$$

Đối với các ảnh khác nhau có thể cùng một nhân thì cũng có sự khác biệt và các ảnh khác nhân thì cũng có thể gần giống nhau, cho nên bài toán đặt ra của mô hình đó là cần phải phân biệt chính xác tất cả các khuôn mặt khác và giống nhau khi nó mới đủ tin cậy. Hàm mất mát được xác định như sau [2]:

$$L = \sum_{i=0}^n \max\left(\|f(x_i^a) - f(x_i^p)\|_2^2 - \|f(x_i^a) - f(x_i^n)\|_2^2 + \alpha, 0\right)$$

Để mô hình có khả năng nhận diện tốt nhất thì cần lựa chọn bộ ba hình ảnh khó nhất, ảnh cùng nhân có sự khác biệt nhất và ảnh khác nhân thì có nhiều điểm giống nhất thông qua các hàm [2]:

$$\operatorname{argmax}_{x_i^p} = \|f(x_i^a) - f(x_i^p)\|_2^2$$

$$\operatorname{argmin}_{x_i^n} = \|f(x_i^a) - f(x_i^n)\|_2^2$$

Quá trình tính toán để xác định hard positive và hard negative được thực hiện offline có nghĩa là được thực hiện ở ngoài mô hình nhận diện Facenet.

Để thực hiện quá trình tìm kiếm các hàm $f(x)$ để hàm mất mát đạt giá trị nhỏ nhất thì mô hình sử dụng kỹ thuật SGD (Stochastic Gradient Descent) [1, 4] với công thức sau:

$$\theta^{t+1} \leftarrow \theta^t - \eta \frac{\delta L}{\delta \theta}$$

Trong đó:

θ là tham số mô hình;

η là tốc độ học (learning rate);

$\frac{\delta L}{\delta \theta}$ là đạo hàm riêng của hàm mất mát ứng với từng tham số của mô hình.

$$\frac{\delta L}{\delta \theta} = \sum_{i=0}^n \begin{bmatrix} 2(f(x_i^a) - f(x_i^p))^T \left(\frac{\delta f(x_i^a)}{\delta \theta} - \frac{\delta f(x_i^p)}{\delta \theta} \right) \\ -2(f(x_i^a) - f(x_i^n))^T \left(\frac{\delta f(x_i^a)}{\delta \theta} - \frac{\delta f(x_i^n)}{\delta \theta} \right) \end{bmatrix}$$

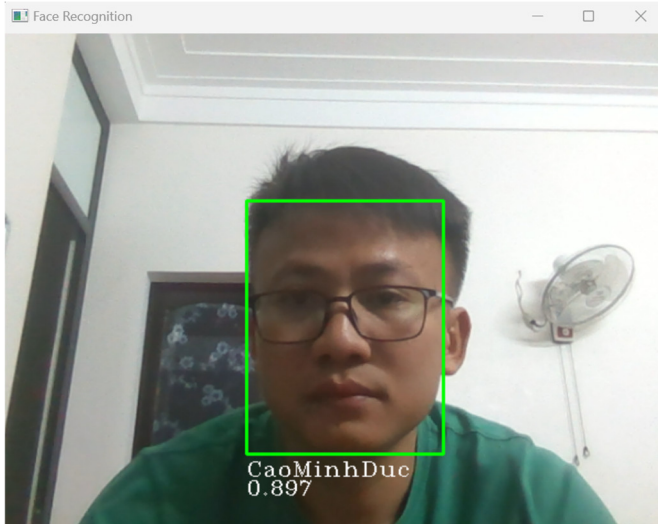
Các hàm $f(x)$ và tham số dựa vào các mạng nơ ron tích chập của Facenet, nó sử dụng mạng Inception Resnet V1 được đưa ra ở [4, 8] như hình 14.

Layer	Size-in	Size-out	Kernel	Stride, Padding	Params	ReLU	Scale
Conv_BN_ReLU	160 x 160 x 3	79 x 79 x 32	3 x 3 x 3	2,0	32 x 3 x 3 x 3	True	-
Conv_BN_ReLU	79 x 79 x 32	77 x 77 x 32	3 x 3 x 32	1,0	32 x 3 x 3 x 32	True	-
Conv_BN_ReLU	77 x 77 x 32	77 x 77 x 64	3 x 3 x 32	1,1	64 x 3 x 3 x 32	True	-
MaxPool2D	77 x 77 x 64	38 x 38 x 64	3 x 3	2,-	0	True	-
Conv_BN_ReLU	38 x 38 x 64	38 x 38 x 80	1 x 1 x 64	1,0	80 x 1 x 1 x 64	True	-
Conv_BN_ReLU	38 x 38 x 80	36 x 36 x 192	3 x 3 x 80	1,0	192 x 3 x 3 x 80	True	-
Conv_BN_ReLU	36 x 36 x 192	17 x 17 x 256	3 x 3 x 192	2,0	256 x 3 x 3 x 192	True	-
5xInception A	17 x 17 x 256	17 x 17 x 256	Inception A	-	-	True	0,17
Reduction A	17 x 17 x 256	8 x 8 x 896	Reduction A	-	-	True	-
10xInception B	8 x 8 x 896	8 x 8 x 896	Inception B	-	-	True	0,1
Reduction B	8 x 8 x 896	3 x 3 x 1792	Reduction B	-	-	True	-
5xInception C	3 x 3 x 1792	3 x 3 x 1792	Inception C	-	-	True	0,2
Inception C	3 x 3 x 1792	3 x 3 x 1792	Inception C	-	-	False	1,0
AvgPool2D	3 x 3 x 1792	1 x 1 x 1792	3 x 3	1,-	0	-	-
Flatten	1 x 1 x 1792	1 x 1 x 1792	-	-	-	-	-
Fully Connected	1 x 1 x 128	1 x 1 x 128	-	-	-	-	-
L2	1 x 1 x 128	1 x 1 x 128	-	-	-	-	-

Hình 14. Cấu trúc mạng Inception Resnet V1

3.3. Kết quả nhận diện

Quá trình training qua các vòng lặp (epoch) làm cho hàm Triplet loss đạt giá trị nhỏ nhất khi đó mới đảm bảo khả năng nhận diện của mô hình. Qua 50 epoch thì giá trị của hàm Triplet loss đạt giá trị nhỏ nhất. Kết quả việc sử dụng mô hình cho nhận diện hình ảnh được thể hiện ở hình 15.



Hình 15. Kết quả nhận diện khi sử dụng Facenet

4. KẾT LUẬN

Việc ứng dụng công nghệ trong quá trình giảng dạy, kiểm tra trong các trường giáo dục nghề nghiệp là xu thế chung. Trong phạm vi bài báo này, nhóm tác giả đã nêu rõ việc ứng dụng công nghệ IoT và AI để giám sát, tạo sự cố cho mô hình thực hành nghề điện. Điều đó làm giảm thiểu thời gian kiểm tra, đánh giá, tạo sự cố cho các mô hình thực hành nghề điện và đảm bảo an toàn cho người học và thiết bị sử dụng. Ý tưởng xuất phát từ quá trình giảng dạy thực tế tại trường Cao đẳng Công nghệ Hà Tĩnh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Vu Huu Tiep, *Basic machine learning*. Science and Technics Publishing House, Hanoi, 2018.
- [2]. Florian Schroff, Dmitry Kalenichenko, James Phibin, "FaceNet: A Unified Embedding for Face Recognition and Clustering," In *proceeding of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 815-823, 2015.
- [3]. Y. Sun, D. Liang, X. Wang, X. Tang, "Deepid3: Face recognition with very deep neural network," *arXiv preprint arXiv:1502.00873*, 2015.
- [4]. Jun Chen, Hong Chen, Xue Jiang, Bin Gu, Weifu Li, Tieliang Gong, Feng Zheng, "On the Stability and Generalization of Triplet Learning," *The Thirty-Seventh AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 7033-7041, 2023.
- [5]. Y. Zhang, "Research on Artificial Intelligence Machine Learning Character Recognitin Based on Online Machine Learning Method," In *proceeding of 2020 IEEE 3rd International Conference of Safe Production and Informatization (IICSPI)*, 2020.
- [6]. H. Li, Z. Lin, X. Shen, J. Brandt, G. Hua, "A convolutional neural network cascade for face detection," in *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 5325-5334, 2015.
- [7]. Krizhevsky A, Sutskever I, Hinton G. E, «ImageNet classification with deep convolutional neural networks," In: *Part of Advances in Neural Information Processing Systems 25 (NIPS 2012)*, 2012.

[8]. Pham Viet Anh, et al., "Facenet model application in the construction and development of face recognition system at Hanoi University of Industry," *Journal of Science and Technology, Hanoi University of Industry*, 57, 5, 49-55, 2021.

AUTHORS INFORMATION

Cao Minh Duc, Luu Trung Kien, Do Si Nguyen, Phan Trong Tai,
Tran Hai Ninh, Le Anh Tuan

HaTinh College of Technology, Vietnam