

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA ĐIỆN TỬ - VIỄN THÔNG



ĐỒ ÁN CHUYÊN NGÀNH ĐIỆN TỬ

**ĐỀ TÀI: HỆ THỐNG CHĂM CÔNG SINH TRẮC HỌC KẾT HỢP
NHẬN ĐIỆN VÂN TAY VÀ KHUÔN MẶT**

Sinh viên thực hiện : Đinh Văn Quang 106200032 20DT1
Hà Phước Phúc 106200065 20DT2
Lớp học phần : 20.38B
Giảng viên hướng dẫn : TS. Nguyễn Duy Nhật Viễn
TS. Huỳnh Thanh Tùng

Đà Nẵng, 11/2024

LỜI NÓI ĐẦU

Đồ án “Hệ thống chấm công sinh trắc học kết hợp nhận diện vân tay và khuôn mặt” được thực hiện với mục tiêu tạo ra một giải pháp chấm công, với sự tích hợp này giúp cải thiện tính bảo mật, tăng độ chính xác và đảm bảo hệ thống hoạt động hiệu quả trong nhiều tình huống thực tế. Trong suốt quá trình thực hiện, nhóm đã áp dụng các kiến thức về lập trình vi điều khiển, trí tuệ nhân tạo và xử lý ảnh để xây dựng một hệ thống vừa đáp ứng yêu cầu kỹ thuật, vừa thân thiện với người dùng. Đồng thời, dự án cũng mang tính thực tiễn cao, góp phần giải quyết bài toán quản lý nhân sự trong các tổ chức hiện nay.

Nhóm chúng em xin chân thành cảm ơn thầy Nguyễn Duy Nhật Viễn và Huỳnh Thanh Tùng trong Khoa Điện Tử - Viễn Thông, trường Đại học Bách Khoa - Đại học Đà Nẵng, đã đóng góp ý kiến và truyền đạt những kiến thức trong nghiên cứu này. Nhóm đã áp dụng phương pháp để tìm ra cách trình bày nghiên cứu một cách rõ ràng nhất trong đồ án.

Mặc dù, đã cố gắng hoàn thành đồ án trong phạm vi và khả năng cho phép nhưng chắc chắn sẽ không tránh khỏi những thiếu sót. Chúng em rất mong nhận được sự thông cảm, góp ý và tận tình chỉ bảo của quý thầy cô và các bạn.

LỜI CAM ĐOAN

Kính gửi: Hội đồng bảo vệ Đồ án chuyên ngành khoa Điện Tử - Viễn Thông,
trường Đại học Bách Khoa - Đại học Đà Nẵng.

Chúng em: Đinh Văn Quang

Hà Phước Phúc

Sinh viên chuyên ngành Kỹ thuật Điện Tử, khoa Điện Tử - Viễn Thông, trường
Đại học Bách Khoa - Đại học Đà Nẵng.

Chúng em xin cam đoan nội dung của đồ án này không phải là bản sao chép
nào của bất cứ Đồ án hoặc công trình đã có từ trước. Nếu vi phạm, chúng em xin chịu
mọi hình thức kỷ luật của Khoa và Nhà trường.

Đà Nẵng, ngày 21 tháng 11 năm 2024

Đinh Văn Quang

Hà Phước Phúc

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU	2
LỜI CAM ĐOAN	3
DANH SÁCH CÁC BẢNG, HÌNH VẼ	7
TIẾN ĐỘ THỰC HIỆN	9
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG CHĂM CÔNG SINH TRẮC HỌC KẾT HỢP NHẬN DIỆN VÂN TAY VÀ KHUÔN MẶT	11
1.1 Giới thiệu chương	11
1.2 Tính cấp thiết của đề tài	11
1.3 Lý do chọn đề tài:.....	11
1.4 Mục tiêu của đề tài	12
1.4.1 Phạm vi nghiên cứu.....	12
1.4.2 Đối tượng nghiên cứu	12
1.5 Sơ đồ khối chức năng.....	12
1.6 Kết luận chương	13
CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ TÌM HIỂU CÁC THÀNH PHẦN	14
2.1 Giới thiệu chương	14
2.2 Tổng quan về Internet of Things và Artificial Intelligence	14
2.2.1 Khái niệm và ứng dụng của IoT	14
2.2.2 Khái niệm và ứng dụng của AI.....	14
2.3. Giới thiệu về Web server	15
2.4 Các kỹ thuật nhận diện.....	15
2.4.1 Nhận diện vân tay	15
2.4.3 Quy trình chấm công.....	17
2.5 Giới thiệu phần cứng.....	18
2.5.1 Vi điều khiển ESP32.....	18
2.5.2 Vi điều khiển ESP32 Camera	19
2.5.3 Cảm biến vân tay AS608	20

2.5.4 Màn hình LCD TFT 1.8 inch	21
2.5.5 Màn hình LCD 20x4 và I2C	22
2.5.6 Keypad module 4x4	23
2.5.7 Opto PC817.....	24
2.5.8 Điện trở	24
2.5 Kết luận chương	25
CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ VÀ THI CÔNG HỆ THỐNG	26
3.1 Giới thiệu chương	26
3.2 Thiết kế phần cứng.....	26
3.2.1 Sơ đồ khối	26
3.2.2 Giải đồ Use case digram	27
3.3 Thiết kế phần mềm.....	28
3.3.1 Giải đồ Activity Digram	28
3.3.2 Lưu đồ thuật toán nhận diện vân tay.....	29
3.3.3 Lưu đồ thuật toán nhận diện khuôn mặt và chấm công.....	31
3.3.4 Mô hình Face Recognition.....	32
3.3.5 Thiết kế Web server	33
3.4 Tính toán và thiết kế phần cứng.....	33
3.4.1 Tính toán bộ truyền tín hiệu Opto.....	33
3.4.2 Chọn nguồn cung cấp cho hệ thống.....	34
3.4.3 Vẽ mạch nguyên lý (Schematic).....	34
3.4.4 Vẽ mạch in (PCB).....	35
3.5 Thi công hệ thống.....	36
3.5.1 Mạch thực tế.....	36
3.5.2 Triển khai Web server.....	37
3.6 Kết luận chương	37
CHƯƠNG 4: KIỂM TRA VÀ ĐÁNH GIÁ HỆ THỐNG	38
4.1 Giới thiệu chương	38

4.2 Kết quả hệ thống	38
4.3 Đánh giá hệ thống	41
4.4 Kết luận	42
4.5 Hướng phát triển	42
4.6 Kết luận chương	42
DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	43

DANH SÁCH CÁC BẢNG, HÌNH VẼ

Hình 1.1	Sơ đồ khối chức năng của hệ thống.....	12
Hình 2.1	Đăng ký vân tay	16
Hình 2.2	Nhận diện vân tay	16
Hình 2.3	Vi điều khiển ESP32-WROOM-32 [2]	18
Hình 2.4	Bo mạch AI thinker ESP32-CAM [3]	19
Hình 2.5	Cảm biến vân tay AS608 [4]	20
Hình 2.6	Bảng thông số chân kết nối	21
Hình 2.7	Màn hình LCD TFT 1.8 inch [5]	21
Hình 2.8	Màn hình LCD 20x4 [6]	22
Hình 2.9	Module I2C Driver HD44780 [13]	23
Hình 2.10	4x4 keypad module [7]	23
Hình 2.11	Sơ đồ chân PC817 [8]	24
Hình 2.12	Bảng màu tính giá trị điện trở [9].	25
Hình 3.1	Sơ đồ khối của hệ thống	26
Hình 3.2	Use case diagram	27
Hình 3.3	Activity diagram	28
Hình 3.4	Lưu đồ thuật toán nhận diện vân tay	29
Hình 3.5	Lưu đồ thuật toán nhận diện khuôn mặt	31
Hình 3.6	Mạch nguyên lý của hệ thống	34
Hình 3.7	Góc nhìn 2D của mạch	35
Hình 3.8	Góc nhìn 3D của mạch	36
Hình 3.9	Mạch thực tế	36
Hình 3.10	Local host XAMPP	37
Hình 4.1	Mô hình sản phẩm của hệ thống	38
Hình 4.2	Chức năng thêm vân tay nhân viên mới	39
Hình 4.3	Chức năng xóa vân tay nhân viên cũ	39
Hình 4.4	Kết quả thêm nhân viên mới trên terminal laptop	40
Hình 4.5	Dữ liệu chấm công được gửi lên webserver	41
Hình 4.6	Dữ liệu chấm công được ghi vào file csv	41

DANH SÁCH CÁC KÝ HIỆU, CHỮ VIẾT TẮT

Ký hiệu/ chữ viết tắt	Tên đầy đủ	Ghi chú
IoT	Internet of Things	Internet vạn vật
AI	Artificial Intelligence	Trí tuệ nhân tạo
DL	Deep Learning	Học Sâu
CV	Computer Vision	Thị giác máy tính
NLP	Natural Language Processing	Xử lý ngôn ngữ tự nhiên
HTTP	Hypertext Transfer Protocol	Giao thức truyền tải siêu văn bản
ID	Identification	Danh tính
UART	Universal asynchronous receiver transmitter	Bộ truyền nhận nối tiếp bất đồng bộ
BLE	Bluetooth Low Energy	Bluetooth năng lượng thấp
SPI	Serial Peripheral Interface	Giao tiếp ngoại vi nối tiếp
I2C	Inter Integrated Circuit	Giao thức truyền thông nối tiếp
I/O	Input/Output	Đầu vào / ra
GPIO	General Purpose Input/Output	Cổng vào/ra vạn năng
ResNet	Residual Neural Network	Mạng nơ ron dư
HOG	Histogram of Oriented Gradients	
CNN	Convolutional Neural Network	Mạng thần kinh tích chập
MySQL		Hệ quản trị cơ sở dữ liệu
MCU	Microcontroller Unit	Vi điều khiển

TIẾN ĐỘ THỰC HIỆN

Tuần	Tên công việc	Kết quả làm được
1	Tìm hiểu đề tài và bài toán giải quyết vấn đề, tính cấp thiết và hướng thực hiện của đề tài.	Tìm hiểu đề tài hệ thống chấm công sinh trắc học kết hợp nhận diện vân tay và khuôn mặt.
2		
3		
4	<ul style="list-style-type: none"> - Nhận diện khuôn mặt sử dụng ESP32 camera, xử lý dữ liệu bằng máy tính. - Cảm biến vân tay AS608 - Viết báo cáo về tổng quan của đề tài. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nhận diện được khuôn mặt và chấm công xuất file excel. - Xử lý được nhận dạng vân tay, tự động gán vân tay với 1 chuỗi dữ liệu và truyền dữ liệu qua chuẩn giao tiếp UART. - Hoàn thành báo cáo về tổng quan của đề tài gồm: tính cấp thiết, lý do chọn đề tài, sơ đồ khối chức năng của hệ thống, chức năng đã thực hiện và điểm khác biệt đề tài so với các đề tài khác.
5		
6	<ul style="list-style-type: none"> - Tìm hiểu cảm biến vân tay AS608 hiển thị lên màn hình LCD 20x4. - Nhận diện khuôn mặt hiển thị lên màn hình TFT. - Xây dựng lưu đồ thuật toán của chương trình và sơ đồ UML (Use case và activity diagram). - Viết báo cáo về cơ sở lý thuyết. - Viết báo cáo về thiết kế của hệ thống. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nhận diện vân tay và hiển thị lên màn hình LCD 20x4. - Chấm công bằng khuôn mặt và hiển thị khuôn mặt muốn nhận diện lên màn hình TFT. - Hoàn thành báo cáo về cơ sở lý thuyết về ứng dụng của IoT và AI trong thực tế, các kỹ thuật nhận diện của hệ thống và phần cứng. - Hoàn thành xây dựng sơ đồ khối, giản đồ use case và activity của hệ thống.
7		
8		
9	<ul style="list-style-type: none"> - Thêm và xóa vân tay nhân viên. - Tìm hiểu cách thêm dữ liệu khuôn mặt nhân viên mới vào model AI. - Lưu đồ thuật toán nhận diện vân tay và khuôn mặt. - Tìm hiểu web server và xử lý dữ liệu chấm công. 	<ul style="list-style-type: none"> - Hoàn thành chức năng thêm và xóa vân tay nhân viên, cách thêm dữ liệu khuôn mặt nhân viên mới vào model AI. - Hoàn thành lưu đồ thuật toán nhận diện vân tay và khuôn mặt. - Hiển thị giao diện chấm công nhân viên. - Thông tin chấm công nhân viên được lưu dạng excel ở máy tính cục bộ. - Hoàn thành viết báo cáo chương 3 thiết kế hệ thống.
10		

11	<ul style="list-style-type: none"> - Thông tin chấm công nhân viên gửi lên web server. - Tìm hiểu opto PC817 để giao tiếp giữa ESP32 và ESP32 camera - Thiết kế phần cứng. - Mô hình hệ thống 	<ul style="list-style-type: none"> - Hoàn thành thông tin chấm công gửi lên web server. - Truyền tín hiệu mức cao hoặc thấp từ ESP32 (trạng thái nhận diện vân tay) sang ESP32 camera nhận (trạng thái nhận diện khuôn mặt). - Thêm vân tay nhân viên mới truyền tín hiệu mức cao hoặc thấp từ ESP32 sang ESP32 camera để chuyển sang trạng thái thêm khuôn mặt vào model AI. - Hoàn thành thiết kế phần cứng (sơ đồ mạch và mạch PCB). - Hoàn thành mô hình hệ thống.
----	---	---

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG CHẤM CÔNG SINH TRẮC HỌC KẾT HỢP NHẬN DIỆN VÂN TAY VÀ KHUÔN MẶT

1.1 Giới thiệu chương

Trong chương này, chúng em sẽ giới thiệu tổng quan về đề tài nghiên cứu “Hệ thống chấm công sinh trắc học kết hợp nhận diện vân tay và khuôn mặt”. Nội dung bao gồm: tính cấp thiết, lý do chọn đề tài, đối tượng và phạm vi nghiên cứu, phương pháp nghiên cứu và sơ đồ khối chức năng.

1.2 Tính cấp thiết của đề tài

Trong bối cảnh các phương pháp chấm công truyền thống (thẻ từ, mặt khẩu) dễ bị gian lận hoặc giả mạo, các công ty và tổ chức cần một hệ thống bảo mật hơn để đảm bảo tính trung thực và chính xác trong việc ghi nhận thời gian làm việc của nhân viên. Các hệ thống chấm công truyền thống thường gây ra khó khăn trong việc theo dõi giờ làm việc, tính lương và giám sát nhân viên. Hệ thống sinh trắc học giúp tự động hóa quy trình này, giảm thiểu sai sót và tiết kiệm thời gian cho bộ phận nhân sự. Với sự phát triển của công nghệ và xu hướng chuyển đổi số, các tổ chức và doanh nghiệp ngày càng yêu cầu các hệ thống quản lý hiện đại, hiệu quả và dễ sử dụng. Hệ thống sinh trắc học kết hợp vân tay và nhận diện khuôn mặt là một phần quan trọng trong việc số hóa quy trình chấm công và quản lý nhân viên. Một số vấn đề phổ biến như nhân viên chấm công thay nhau hoặc làm giả dữ liệu thời gian làm việc được loại bỏ nhờ sinh trắc học, đảm bảo tính minh bạch và công bằng trong hệ thống chấm công [1]. Với những lý do trên, đề tài này không chỉ quan trọng trong bối cảnh hiện tại mà còn có giá trị lâu dài, giúp giải quyết các vấn đề cấp thiết trong việc quản lý nhân sự và tăng cường tính bảo mật trong các tổ chức.

1.3 Lý do chọn đề tài:

- Tính bảo mật và độ chính xác cao: Hệ thống sinh trắc học giúp xác thực danh tính người dùng một cách chính xác hơn so với các phương pháp truyền thống như thẻ từ hoặc mặt khẩu. Kết hợp cả vân tay và nhận diện khuôn mặt nâng cao tính bảo mật, giảm nguy cơ gian lận.
- Tiết kiệm thời gian và chi phí: Hệ thống chấm công truyền thống thường gặp vấn đề về quên thẻ, mất thẻ hoặc gian lận giờ làm. Hệ thống sinh trắc học giúp loại bỏ những vấn đề này, tăng tính chính xác trong việc theo dõi thời gian làm việc và giảm thiểu các chi phí liên quan đến quản lý.
- Tính ứng dụng cao: Hệ thống này có thể ứng dụng rộng rãi trong nhiều ngành nghề và môi trường khác nhau, từ doanh nghiệp, cơ quan nhà nước, trường học, cho đến các công ty tư nhân.
- Nâng cao trải nghiệm người dùng: Sử dụng sinh trắc học giúp người dùng không cần phải mang theo bất kỳ thiết bị nào, đơn giản hóa quá trình chấm công và làm cho trải nghiệm trở nên nhanh chóng và thuận tiện hơn.

Việc chọn đề tài này không chỉ mang ý nghĩa nghiên cứu lý thuyết mà còn có thể triển khai thực tế, giúp giải quyết các vấn đề thực tiễn trong quản lý chấm công của các tổ chức, doanh nghiệp.

1.4 Mục tiêu của đề tài

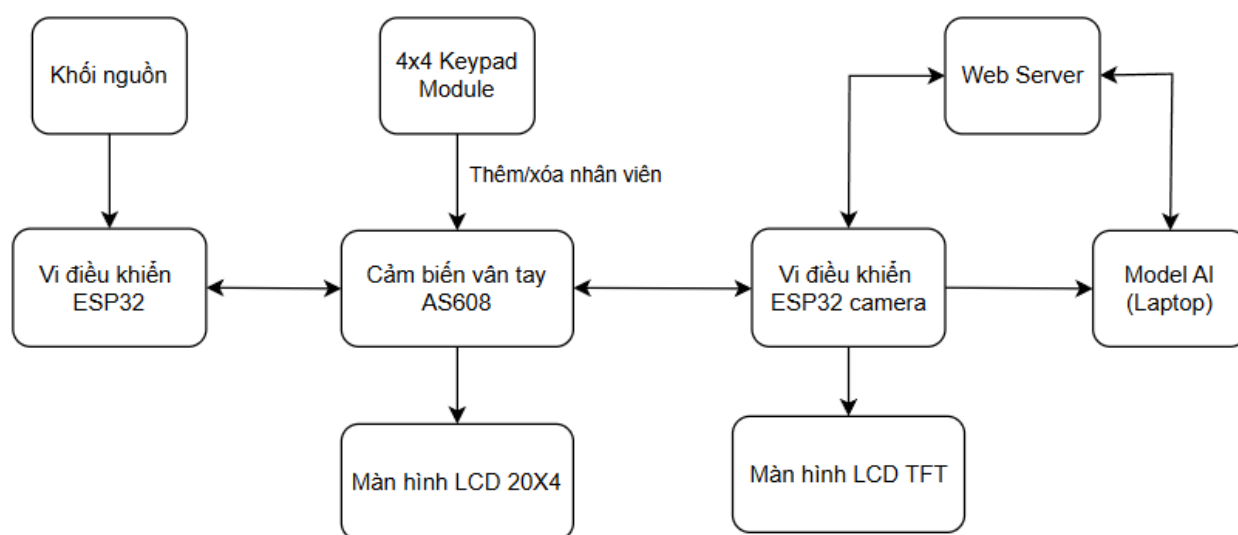
1.4.1 Phạm vi nghiên cứu

Hệ thống sinh trắc học kết hợp nhận diện vân tay và khuôn mặt có thể dễ dàng triển khai trong các doanh nghiệp, cơ quan công sở và trường học, cho đến các công ty tư nhân tạo ra một phương pháp chấm công không chỉ tiện lợi mà còn chính xác.

1.4.2 Đối tượng nghiên cứu

- Tìm hiểu công nghệ và thiết bị: các thành phần chính trong hệ thống như cảm biến vân tay AS608, vi điều khiển ESP32, màn hình LCD TFT, keypad module 4x4, ESP32 camera, web server và phần mềm xử lý dữ liệu như excel.
- Phần mềm: Lập trình ESP32 để xử lý dữ liệu từ cảm biến vân tay và khuôn mặt, điều khiển các thiết bị ngoại vi, và gửi dữ liệu lên web server. Viết chương trình xử lý trên laptop để lưu trữ và quản lý dữ liệu.

1.5 Sơ đồ khối chức năng



Hình 1.1 Sơ đồ khối chức năng của hệ thống

Mô tả sơ đồ khối:

- Vi điều khiển ESP32 thu nhận và xử lý dữ liệu vân tay từ cảm biến AS608.
- Khi người quản lý nhấn nút “A” thêm vân tay nhân viên hoặc nút “D” của module keypad để xóa vân tay nhân, sau đó nhập mật khẩu của người quản lý thì hệ thống chuyển sang chế độ thêm/xóa vân tay nhân viên. Sau khi thực hiện xong, nhấn nút “C” để quay lại chức năng nhận diện vân tay.
- Màn hình LCD 20x04 để hiển thị trạng thái vân tay.

- Sau khi quét vân tay hoặc thêm vân tay thành công cho nhân viên thì ESP32 sẽ gửi tín hiệu thông qua Opto PC817 điều khiển để ESP32 camera thực hiện quét khuôn mặt và chấm công.
- Dữ liệu hình ảnh được ESP32 camera thu thập, gửi hình ảnh thông qua giao thức HTTP đến laptop để xử lý bởi model AI (DL) Face_Recognition và AI sẽ gửi dữ liệu thời gian khi chấm công thành công lên web server.
- ESP32Cam lấy dữ liệu thông tin chấm công từ Web server và hiển thị màn hình TFT.

1.6 Kết luận chương

Trong chương 1, đã trình bày tổng quan về tính cấp thiết, phạm vi nghiên cứu, phương pháp nghiên cứu, mô tả sơ đồ khối chức năng của hệ thống. Thông tin này là cơ sở và hướng thực hiện của đề tài cho các chương tiếp theo.

CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ TÌM HIỂU CÁC THÀNH PHẦN

2.1 Giới thiệu chương

Sau khi trình bày tổng quan hệ thống, chương này chúng em sẽ giới thiệu về cơ sở lý thuyết nền tảng IoT, AI và web server. Các kỹ thuật nhận dạng, phương pháp nghiên cứu của hệ thống và các thành phần về phần cứng chính là các linh kiện.

2.2 Tổng quan về Internet of Things và Artificial Intelligence

2.2.1 Khái niệm và ứng dụng của IoT

- Khái niệm: Internet of Things (IoT) đề cập đến mạng lưới các thiết bị vật lý, phương tiện, thiết bị và các vật thể vật lý khác được nhúng với các cảm biến, phần mềm và kết nối mạng, cho phép chúng thu thập và chia sẻ dữ liệu.

- Ứng dụng:

- + Nhận diện vân tay có thể được tích hợp vào các hệ thống để kiểm soát ra, vào trong ứng dụng chăm công tự động.
- + Trong ngành chăm sóc sức khỏe, các thiết bị IoT có thể được sử dụng để theo dõi bệnh nhân từ xa và thu thập dữ liệu thời gian thực về các dấu hiệu quan trọng của họ, chẳng hạn như nhịp tim, huyết áp và độ bão hòa oxy.
- + Các thiết bị IoT công nghiệp có thể được sử dụng trong sản xuất để theo dõi hiệu suất của máy, phát hiện lỗi thiết bị và tối ưu hóa quy trình sản xuất.

2.2.2 Khái niệm và ứng dụng của AI

- Khái niệm: Trí tuệ nhân tạo là sự phát triển của hệ thống máy tính có khả năng thực hiện các nhiệm vụ trước đây đòi hỏi trí thông minh của con người, chẳng hạn như nhận dạng giọng nói, nhận diện khuôn mặt, ... và đưa ra quyết định và xác định các mẫu. Trí tuệ nhân tạo là một thuật ngữ bao hàm nhiều loại công nghệ, bao gồm học máy, học sâu và xử lý ngôn ngữ tự nhiên.

- Ứng dụng:

- + Nhận diện khuôn mặt có thể được tích hợp vào các hệ thống để kiểm soát ra, vào trong ứng dụng chăm công tự động.
- + Natural Language Processing (NLP) cho phép máy tính hiểu và tạo ra ngôn ngữ của con người. Công nghệ này được sử dụng trong nhiều ứng dụng, chẳng hạn như dịch máy, lọc thư rác và phân tích cảm xúc.
- + Thị giác máy tính (CV) cho phép máy tính xác định và giải thích nội dung trực quan. Công nghệ này được sử dụng trong nhiều ứng dụng, chẳng hạn như xe tự lái, nhận diện khuôn mặt và phát hiện vật thể.
- + Machine learning cho phép máy tính học hỏi từ dữ liệu và cải thiện hiệu suất của chúng theo thời gian. Công nghệ này được sử dụng trong nhiều ứng dụng, chẳng hạn như phân tích dự đoán, phát hiện gian lận và hệ thống đề xuất.

2.3. Giới thiệu về Web server

- Web server là một hệ thống phần mềm hoặc phần cứng được thiết kế để lưu trữ, xử lý và cung cấp nội dung web đến người dùng thông qua giao thức HTTP (Hypertext Transfer Protocol). Nó đóng vai trò trung gian giữa người dùng và các ứng dụng web trên server, xử lý các yêu cầu từ trình duyệt và trả về nội dung tương ứng, chẳng hạn như trang HTML, tệp CSS, JavaScript hoặc các dữ liệu khác.

- XAMPP là một gói phần mềm tích hợp miễn phí và mã nguồn mở được sử dụng rộng rãi trong phát triển web. Gói phần mềm này bao gồm Apache web server, MySQL database, và các công cụ lập trình PHP cần thiết để xây dựng và vận hành các ứng dụng web động.

Đặc biệt, XAMPP rất phù hợp cho việc phát triển và kiểm thử các ứng dụng web trên môi trường local trước khi triển khai lên server thật.

- Các thành phần chính của một web server:

+ Phần mềm Web Server: là chương trình thực hiện việc xử lý các yêu cầu HTTP/HTTPS từ trình duyệt và trả về kết quả ví dụ như Apache HTTP Server, Nginx...

Web Server đóng vai trò như cầu nối giữa client và nội dung lưu trữ, xử lý các yêu cầu nhanh chóng và hiệu quả.

+ Hệ thống lưu trữ nội dung: Lưu trữ các tệp trang web (HTML, CSS, JavaScript, hình ảnh, video).

+ Hệ quản trị cơ sở dữ liệu (Database Management System): Lưu trữ và quản lý dữ liệu động (ví dụ: thông tin người dùng, sản phẩm, bài viết).

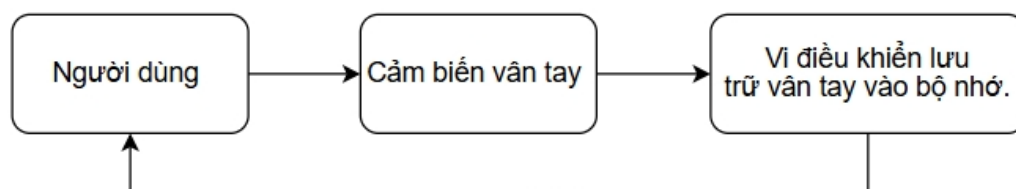
+ Giao thức HTTP/HTTPS: phương thức giao tiếp giữa client (trình duyệt) và server, đảm bảo dữ liệu được truyền đúng cách và an toàn (với HTTPS)

+ Hệ thống xử lý ứng dụng: Hệ thống xử lý ứng dụng: Sử dụng ngôn ngữ lập trình như PHP, Python hoặc Node.js để tạo và xử lý nội dung động, giúp trang web tương tác với người dùng (ví dụ: xử lý biểu mẫu, kết nối cơ sở dữ liệu).

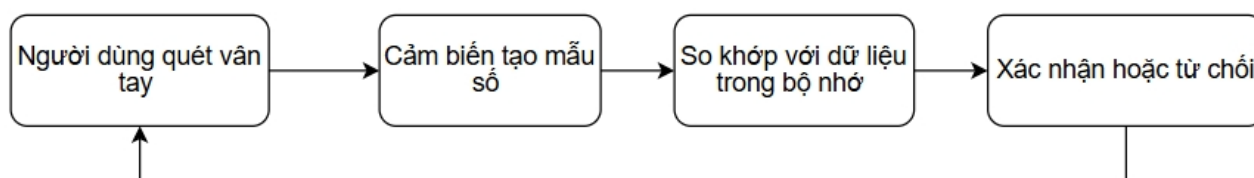
2.4 Các kỹ thuật nhận diện

2.4.1 Nhận diện vân tay

Hình ảnh vân tay được thu thập và chuyển thành một mẫu số, lưu trữ mẫu vân tay vào bộ nhớ của cảm biến (có thể lưu trữ lên đến 127 mẫu vân tay). Khi một vân tay mới được quét, cảm biến sẽ tạo một mẫu số từ hình ảnh vân tay đó, sau đó so sánh mẫu này với các mẫu đã được lưu trong bộ nhớ để xác định người dùng, nếu trùng khớp, sẽ trả về ID của mẫu vân tay đã lưu; nếu không trùng khớp, sẽ báo lỗi.



Hình 2.0.1 Đăng ký vân tay



Hình 2.2 Nhận diện vân tay

Dưới đây là các bước thực hiện nhận diện vân tay sử dụng cảm biến vân tay AS608 kết hợp thuật toán xử lý hình ảnh.

Bước 1: Thu thập hình ảnh vân tay

Khi người dùng đặt ngón tay lên cảm biến, cảm biến AS608 sẽ chụp một ảnh vân tay dưới dạng bitmap là ma trận điểm ảnh (pixels). Cảm biến AS608 sử dụng bộ xử lý nội bộ để:

- Lấy mẫu ảnh vân tay: Quá trình này biến hình ảnh vân tay thành dạng dữ liệu số để xử lý và lưu trữ.
- Chuẩn bị dữ liệu: Hình ảnh vân tay thu thập được sẽ qua xử lý sơ bộ (chuẩn hóa, làm sạch nhiễu) bởi thuật toán tích hợp trong cảm biến AS608.

Bước 2: Trích xuất đặc trưng vân tay

Sau khi có hình ảnh vân tay:

- Minutiae Extraction (Trích xuất điểm lân cận): Đây là quá trình nhận diện các điểm đặc trưng của vân tay như các điểm giao nhau, kết thúc của các đường vân.
- AS608 có tích hợp thuật toán trích xuất minutiae points, giúp tạo ra một tập hợp các đặc trưng đại diện cho hình ảnh vân tay. Vi điều khiển ESP32 sẽ nhận dữ liệu này từ AS608 thông qua chuẩn giao tiếp UART.
- Image Preprocessing (Tiền xử lý ảnh): Trích xuất hình ảnh trực tiếp từ AS608, sau đó thực hiện các kỹ thuật như:
 - + Lọc nhiễu: Loại bỏ các chi tiết không cần thiết trong hình ảnh.
 - + Cân bằng độ tương phản: Đảm bảo các đường vân tay rõ ràng hơn.
 - + Nhị phân hóa: Biến đổi ảnh thành ảnh đen trắng để dễ trích xuất các đường nét.

Bước 3: Áp dụng thuật toán so khớp nâng cao

- Thuật toán so khớp: AS608 có sẵn thuật toán so khớp minutiae points giữa mẫu vân tay mới quét, so khớp từng điểm ảnh (pixels) trong các mẫu đã lưu trong bộ nhớ.

- So khớp từng phần: Nếu ngón tay không đặt toàn bộ lên cảm biến, chỉ so khớp một phần của mẫu vân tay.

2.4.2 Nhận diện khuôn mặt

Mô hình Deep Learning để nhận diện khuôn mặt, dựa trên thư viện face_recognition và OpenCV, kết hợp với camera ESP32 camera để thu nhận hình ảnh, thực hiện việc nhận diện đối tượng đã biết.

Bước 1. Thu thập dữ liệu

- Chụp ảnh khuôn mặt của nhân viên và lưu trữ các ảnh này cùng thông tin cá nhân trong cơ sở dữ liệu. Đây là dữ liệu gốc phục vụ cho việc nhận diện khuôn mặt sau này

Bước 2. Xử lý ảnh

- OpenCV được sử dụng để đọc và xử lý ảnh từ camera. Sau khi ảnh được thu từ ESP32-CAM thông qua stream, khung hình sẽ được resize xuống 1/4 để giảm thiểu lượng tính toán.

- Ảnh cũng được chuyển từ định dạng BGR sang RGB, vì thư viện face_recognition yêu cầu định dạng RGB để xử lý khuôn mặt

Bước 3. Phát hiện và trích xuất khuôn mặt

- Từ thư viện face_recognition, face_recognition.face_locations() sẽ được sử dụng để xác định vị trí các khuôn mặt trong ảnh.

- Sau đó, face_recognition.face_encodings() sẽ mã hóa các khuôn mặt thành các vector đặc trưng, mỗi face_encoding là một vector đặc trưng 128 chiều. Mã hóa này là duy nhất cho mỗi khuôn mặt và sẽ được so sánh với dữ liệu đã lưu trữ trước đó.

Bước 4. So sánh khuôn mặt

- Khi một khuôn mặt mới xuất hiện, hệ thống tính toán mã hóa của khuôn mặt này và so sánh với các mã hóa đã biết thông qua các hàm compare_faces và face_distance.

- Hệ thống xác định khuôn mặt gần nhất dựa trên khoảng cách giữa các vector đặc trưng.

Bước 5. Nhận diện khuôn mặt

- Dựa trên khoảng cách giữa các vector đặc trưng, xác định khuôn mặt gần nhất và xác nhận danh tính nhân viên.

2.4.3 Quy trình chấm công

Chấm công nhận diện bằng khuôn mặt là một hệ thống quản lý thời gian làm việc để theo dõi thời gian ra, vào của nhân viên. Công nghệ này dùng phương pháp nhận dạng sinh trắc học, sử dụng cơ chế quét khuôn mặt để phân biệt danh tính.

- Sau khi mô hình AI đã phát hiện ra khuôn mặt nhân viên đã có trong cơ sở dữ liệu thì thời gian chấm công vào hoặc ra sẽ được ghi lại và gửi dữ liệu lên Web server.

- Giao diện Web server sẽ hiển thị thông tin nhân viên, ngày, tháng, năm, giờ vào và ra của nhân viên.

Bước 1. Phát hiện khuôn mặt

- Nhân viên nhìn thẳng vào camera để hình ảnh khuôn mặt được chụp lại.

Bước 2. Phân tích khuôn mặt

- Khuôn mặt sau khi được phát hiện sẽ chuyển sang phân tích dữ liệu như khoảng cách giữa hai mắt, hình dạng xương gò má, ... một số điểm mẫu chốt khác của khuôn mặt sẽ được ghi nhận.

Bước 3. Chuyển đổi hình ảnh sang dữ liệu

- Thông tin về đặc điểm của gương mặt sẽ được chuyển đổi thành một công thức toán học, mỗi khuôn mặt sẽ được mã hóa thành một vector đặc trưng (mã hóa này duy nhất cho mỗi người).

Bước 4. Tìm kiếm đối sánh

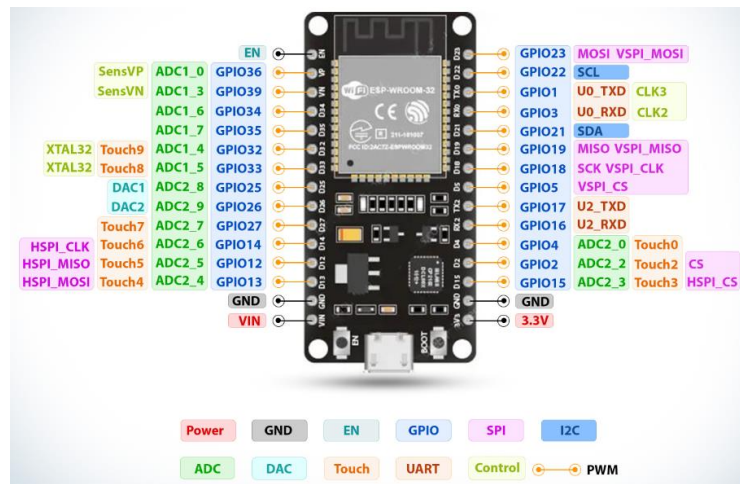
- Dữ liệu mã hóa khuôn mặt được so sánh với khuôn mặt đã có trong dữ liệu training.
- Kiểm tra các đặc điểm nhận dạng có trùng khớp hay không.
- Hệ thống trả kết quả là nhân viên đã chấm công thành công.

Bước 5. Giao diện hiển thị và kết nối cơ sở dữ liệu

- Khi điểm chấm công thành công, dữ liệu thông tin chấm công của nhân viên sẽ được gửi lên Web server và hiển thị trên giao diện quản lý.

2.5 Giới thiệu phần cứng

2.5.1 Vi điều khiển ESP32



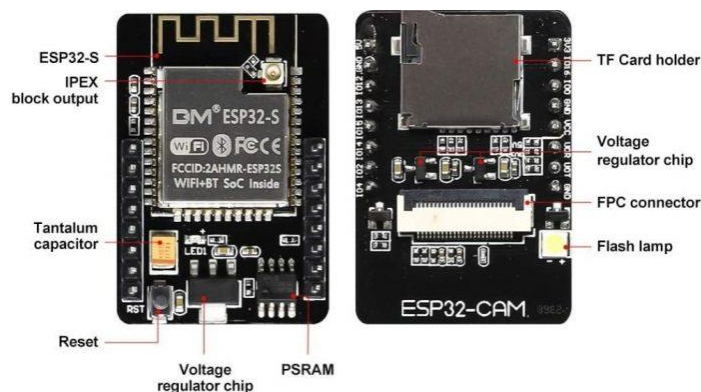
Hình 2.3 Vi điều khiển ESP32-WROOM-32 [2]

- Bộ xử lý: ESP32-WROOM-32 sử dụng vi điều khiển lõi kép Xtensa® 32-bit LX6, chạy ở tần số lên đến 240 MHz, cho phép thực hiện các tác vụ phức tạp với hiệu suất cao.
- RAM và bộ nhớ: Nó tích hợp 520 KB SRAM và 4MB Flash, cung cấp không gian đủ lớn cho việc lưu trữ chương trình và xử lý dữ liệu.
- Wi-Fi: ESP32 hỗ trợ kết nối Wi-Fi 802.11 b/g/n, giúp nó có khả năng kết nối không dây với các mạng và thiết bị IoT.
- Bluetooth: Vi điều khiển này cũng hỗ trợ Bluetooth v4.2 BR/EDR và BLE (Bluetooth Low Energy), cho phép giao tiếp với các thiết bị Bluetooth khác nhau.

- Cổng giao tiếp: ESP32 có nhiều giao tiếp phần cứng như UART, SPI, I2C, I2S, và PWM, giúp nó dễ dàng kết nối với nhiều loại cảm biến và thiết bị ngoại vi khác.
- Điện áp hoạt động: 3.3V
- Chân I/O: ESP32-WROOM-32 cung cấp 34 chân GPIO, và nhiều chân có chức năng đa dạng như ADC, DAC, PWM.

2.5.2 Vi điều khiển ESP32 Camera

- Giới thiệu ESP32-CAM AI-Thinker: là phiên bản nâng cấp của ESP8266-01 được Espressif tung ra với nhiều tính năng. Module siêu nhỏ, công suất thấp có hai CPU LX6 32bit hiệu suất cao với kiến trúc vi mạch đường dẫn 7 lớp [10].
- Thiết bị ngoại vi:
 - + ESP32-CAM đã tích hợp với Wi-Fi, Bluetooth và có thể được sử dụng với máy ảnh OV2640 hoặc OV7670. IC ESP32 có các giao thức ADC, SPI, I2C và UART độ phân giải cao để giao tiếp dữ liệu. Module có cảm biến Hall, cảm biến nhiệt độ và cảm biến cảm ứng, và bộ hẹn giờ watchdog.
 - + Ngoại vi RTC có thể hoạt động ở các chế độ khác nhau. Module có tần số xung nhịp tối đa là 160 MHz cho khả năng tính toán lên đến 600 DMPIS. Hơn nữa, nó khá bền và độ tin cậy cao khi kết nối internet.



Hình 2.4 Bo mạch AI thinker ESP32-CAM [3]

- Các thành phần của ESP32-CAM AI-Thinker:

- + Chip ESP32-S: Module này là một con chip chính có hai CPU LX6 hiệu suất cao 32-bit với một kiến trúc vi mạch đường dẫn 7 lớp và sử dụng trong tất cả các quá trình xử lý.
- + Đầu ra khỏi IPEX: IPEX được kết nối với ăng-ten GSM để truyền tín hiệu.
- + Nút reset: Khi được nhấn, nút reset sẽ khởi động lại code được thực thi trên module.
- + PSRAM: Bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên “giả” công suất thấp 4MB được tích hợp trong module để có tốc độ xử lý nhanh. Nó giúp máy ảnh chạy mượt mà.
- + Cổng nhận thẻ TF: Dòng ESP32 có một cổng nhận thẻ micro-SD để lưu trữ dữ liệu.
- + Đầu nối FPC: Để gắn máy ảnh, module ESP32 có một đầu nối mạch linh hoạt. Chiều cao của đầu nối tỷ lệ với độ tin cậy của tín hiệu.

+ Đèn flash: Đèn flash tạo ra các xung điện hoạt động như đèn flash cho máy ảnh có thể chụp được hình ảnh rõ nét.

2.5.3 Cảm biến vân tay AS608

Cảm biến vân tay AS608 là một loại cảm biến quang học. Khi đặt ngón tay lên cảm biến, nó sẽ thu thập hình ảnh vân tay và so sánh với dữ liệu đã lưu trước đó để nhận diện. Cảm biến AS608 có bộ nhớ lưu trữ vân tay và hỗ trợ hai chế độ hoạt động chính:

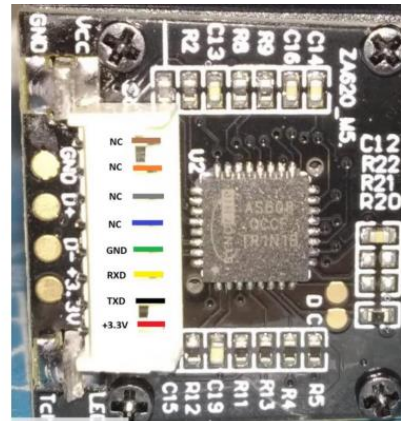
- Enroll (Đăng ký vân tay): Lưu trữ hình ảnh vân tay của người dùng trong bộ nhớ của cảm biến.
- Match (So khớp vân tay): So sánh vân tay vừa quét với các mẫu đã lưu để xác định danh tính.
- Cảm biến AS608: Kết nối với vi điều khiển như ESP32 qua giao tiếp UART (RX/TX).
- Vi điều khiển ESP32 được lập trình để giao tiếp với cảm biến, thực hiện các chức năng như đăng ký, tìm kiếm, và so khớp vân tay.



Hình 2.5 Cảm biến vân tay AS608 [4]

- Thông số kỹ thuật
- + Điện áp hoạt động: (3.3~5) V.
- + Giao diện: TTL Serial
- + Tốc độ Baud: (9600~57600) (default 57600).
- + Dòng điện: ~120mA
- + Thời gian chụp ảnh vân tay: < 1.0 s
- + Dung lượng lưu trữ: 162 templates.
- + Tập template: 512 bytes.
- + Tỷ lệ chấp nhận sai: <0,001% (Mức độ bảo mật 3), tỷ lệ này chỉ ra xác suất hệ thống nhận dạng sai một người không hợp lệ là rất nhỏ, dưới 0,001%, khi sử dụng ở mức bảo mật 3.
- + Tỷ lệ từ chối sai: <1,0% (Mức độ bảo mật 3), tỷ lệ này chỉ ra xác suất hệ thống từ chối sai một người hợp lệ là dưới 1,0% khi sử dụng ở mức bảo mật 3.
- + Nhiệt độ: $-40^{\circ} \pm 80^{\circ}$

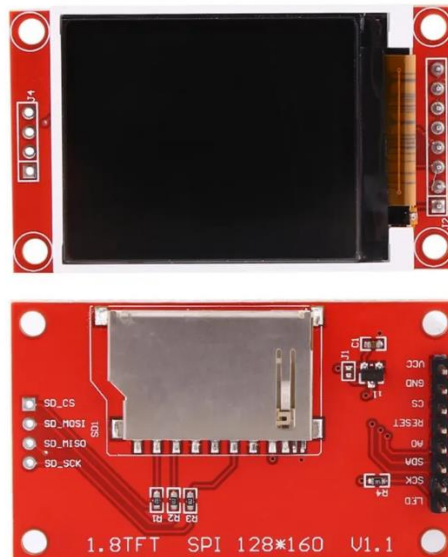
- + Cửa sổ cảm biến: (16x18) mm
- + Kích thước: (56x20x21) mm.



Pin Name	Pin Function
V+ (Red)	Module power supply +3.3~5 V.
TXD (Black)	Serial Data Output. TTL.
RXD (Yellow)	Serial Data Input. TTL.
GND (Green)	Ground
NC	No Connection

Hình 2.6 Bảng thông số chân kết nối

2.5.4 Màn hình LCD TFT 1.8 inch



Hình 2.7 Màn hình LCD TFT 1.8 inch [5]

- Màn hình LCD TFT 1.8inch ST7735, độ phân giải 128×160 sử dụng driver ST7735 và giao tiếp qua đường SPI, trên LCD còn có socket thẻ nhớ ra chân SPI [11].
- Thông số kỹ thuật:
 - + Điện áp sử dụng: 3.3~5VDC
 - + Điện áp giao tiếp: TTL 3.3~5VDC
 - + IC Driver hiển thị: ST7735
 - + Cỡ màn hình: 1.8 inch
 - + Độ phân giải: 128 x 160 pixels

- + Tích hợp khe thẻ nhớ MicroSD giao tiếp SPI.
- + Hỗ trợ nhiều MCU trong dòng mà không cần bất kỳ hệ thống dây điện
- + Dự trữ mạch chữ SPI FLASH để tạo điều kiện cho ứng dụng mở rộng
- Các chân kết nối: [12]
 - 1: LED: chân điều khiển Led nền, Led nền sẽ sáng khi cấp điện 3.3V vào chân này
 - 2: Chân SCK, chân Clock của giao tiếp SPI
 - 3: Chân SDA, chân Data của giao tiếp SPI
 - 4: Chân A0, chân này thể hiện việc bạn đang truyền dữ liệu màu sắc hiển thị hay là truyền lệnh điều khiển hoạt động của màn hình. Khi chân A0 bằng 0 thì LCD sẽ hiểu là dữ liệu bạn gửi đến là các lệnh để cấu hình, điều khiển LCD. Còn khi A0 bằng 1 thì dữ liệu bạn gửi sẽ được hiểu là dữ liệu hiển thị lên các pixel trên màn hình
 - 5: Chân Reset LCD, bình thường nó nối lên mức 1, lúc cần Reset thì kéo xuống 0
 - 6: Chân CS của giao tiếp SPI
 - 7: GND
 - 8: VCC 3.3V đến 5V
- Nguyên tắc điều khiển chung:
 - + Khi khởi động chúng ta sẽ gửi số lệnh để cấu hình các chế độ hoạt động của màn LCD ví dụ số màu, độ phân giải của màn, kiểu truyền dữ liệu, độ tương phản
 - + Sau khi khởi động xong, chúng ta gửi dữ liệu cần hiển thị ra màn hình theo các mà chúng ta đã cấu hình màn hình
 - + ST7735 hỗ trợ chế độ màu 16 Bit (RGB565)

2.5.5 Màn hình LCD 20x4 và I2C



Hình 2.8 Màn hình LCD 20x4 [6]

- Kích thước màn hình: Hiển thị 20 ký tự trên 4 dòng.
- Điện áp hoạt động: 4.7V - 5.3V (phổ biến nhất là 5V).
- Dòng tiêu thụ: Khoảng 1mA (không tính đèn nền), khoảng 120mA khi bật đèn nền.
- Giao tiếp: Có thể kết nối qua 8-bit hoặc 4-bit/I2C với vi điều khiển.
- Ký tự: Mỗi ký tự là một ma trận 5x8 pixel, giúp hiển thị rõ ràng.
- Kích thước:
- + Kích thước tổng thể: khoảng 98 mm x 60 mm x 12 mm

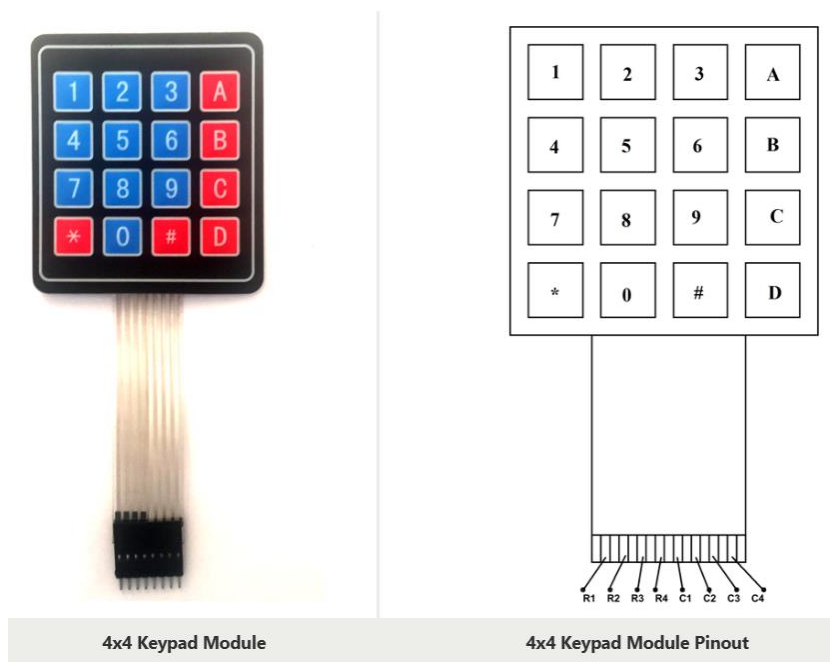
- + Kích thước vùng hiển thị: khoảng 76 mm x 26 mm
- Nhiệt độ hoạt động: -20°C đến +70°C



Hình 2.9 Module I2C Driver HD44780 [13]

- Cách kết nối LCD 2004 và I2C với ESP32:
- + Nối 16 chân của LCD với 16 chân của I2C
- + Chân VCC - 5V
- + Chân GND - GND
- + Chân SDA - GPIO21
- + Chân SCL - GPIO22

2.5.6 Keypad module 4x4

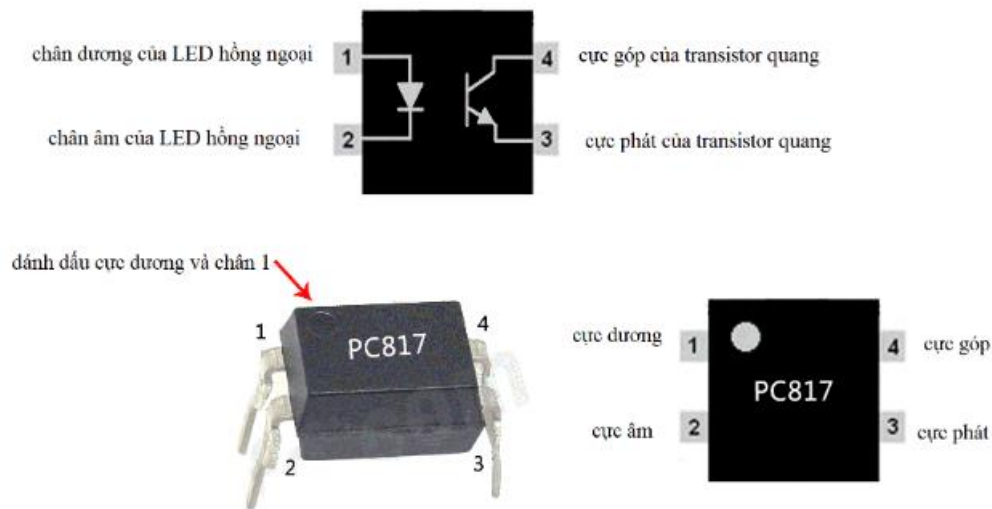


Hình 2.10 4x4 keypad module [7]

- Thông số kỹ thuật:
- + Kích thước: Thường khoảng 7 cm x 7 cm (tùy thuộc vào thiết kế cụ thể của từng nhà sản xuất).

- + Số phím: 16 phím, được sắp xếp thành ma trận 4 hàng x 4 cột.
- + Số cổng kết nối: 8 cổng (4 hàng và 4 cột).
- + Điện áp hoạt động: 3.3V - 5V (tương thích với các vi điều khiển như Arduino, ESP32).
- + Dòng điện hoạt động: Khoảng 1mA mỗi phím nhấn.

2.5.7 Opto PC817



Hình 2.11 Sơ đồ chân PC817 [8]

- Thông số kỹ thuật
- + Loại gói: DIP 4 chân và SMT
- + Loại transistor: NPN
- + Dòng cực góp tối đa (IC): 50mA
- + Điện áp cực C-E tối đa (V_{CEO}): 80V
- + Điện áp bão hòa cực C-E: 0,1 đến 0,2
- + Điện áp cực phát - cực gốc tối đa (V_{EBO}): 6V
- + Công suất tiêu tán cực góp tối đa (P_c): 200 mW
- + Nhiệt độ lưu trữ và hoạt động phải là: -55 đến +120 độ C để lưu trữ và -30 đến 100 để hoạt động.

- Cách sử dụng Opto PC817: khi điện áp đầu vào được đặt ở chân 1 và chân 2 thì LED sẽ được kích hoạt. Khi đó, transistor bên trong IC sẽ nhận được ánh sáng và chuyển sang trạng thái bão hòa và sau đó chân 3 và 4 sẽ được nối lại với nhau [9]

2.5.8 Điện trở

Điện trở là một đại lượng vật lý, được viết tắt là R với tên tiếng anh là Resistor. Điện trở được định nghĩa là đại lượng đặc trưng cho tính chất cản trở dòng điện của vật liệu. Nếu một vật có tính dẫn điện tốt thì điện trở nhỏ và khả năng dẫn điện kém thì điện trở lớn.

Theo hệ đo lường quốc tế (SI) thì đơn vị đo của điện trở có ký hiệu là Ω .

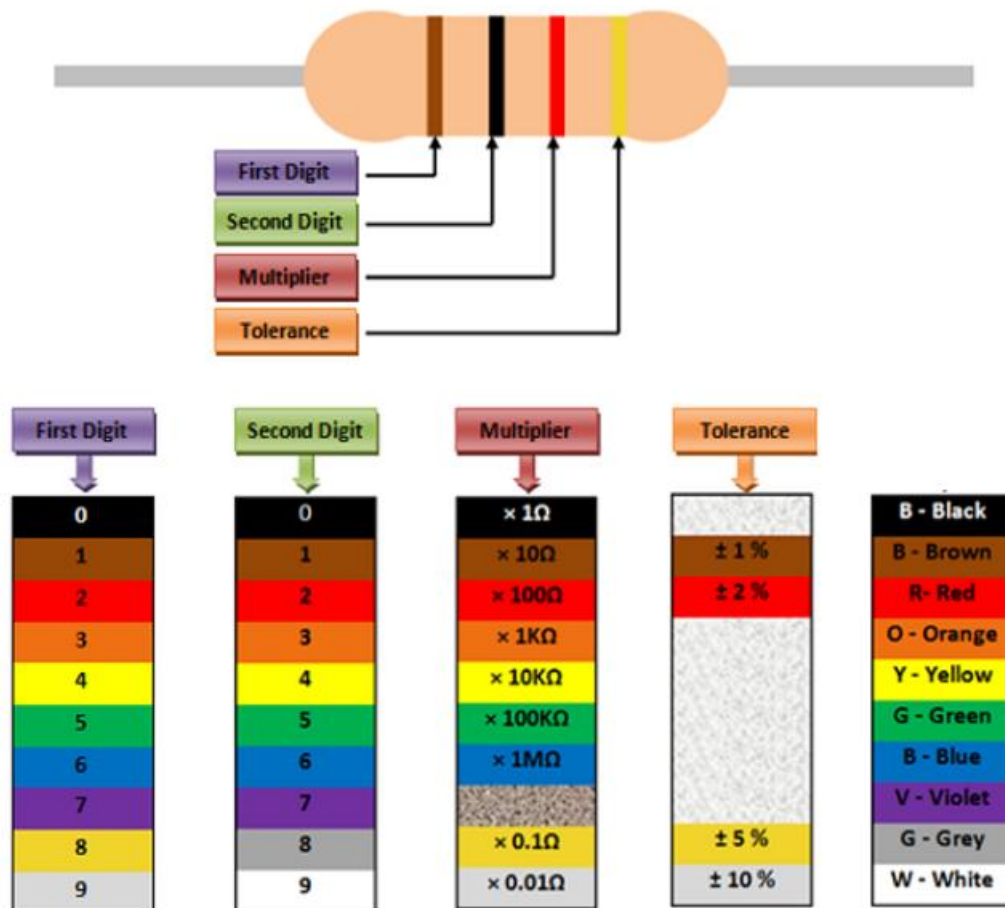
- Công thức tính điện trở: $R = \frac{V}{I}$

Trong đó:

V: là điện áp (V)

I: là cường độ dòng điện (A)

R: là điện trở (Ω)



Hình 2.12 Bảng màu tính giá trị điện trở [9].

- Phân loại điện trở dựa theo giá trị của điện trở
- + Điện trở có giá trị cố định: Đây là loại điện trở đã được cố định giá trị điện trở suất từ khi sản xuất và không thể thay đổi trong quá trình sử dụng. Các loại điện trở có giá trị cố định chính là điện trở hợp chất cacbon và điện trở làm bằng chì.
- + Điện trở không cố định: Hay còn được gọi là biến trở hoặc chiết áp. Đây là điện trở có giá trị điện trở suất có thể thay đổi trong quá trình sử dụng.

2.5 Kết luận chương

Chương này đã cung cấp cái nhìn tổng quan về cơ sở lý thuyết, ứng dụng của Internet of Things (IoT), trí tuệ nhân tạo (AI), web server, thông số kỹ thuật của linh kiện và phương pháp nghiên cứu thực hiện đề tài. Tổng thể, chương này đã thiết lập nền tảng lý thuyết vững chắc cho các chương tiếp theo, trong đó sẽ đi sâu vào thiết kế hệ thống.

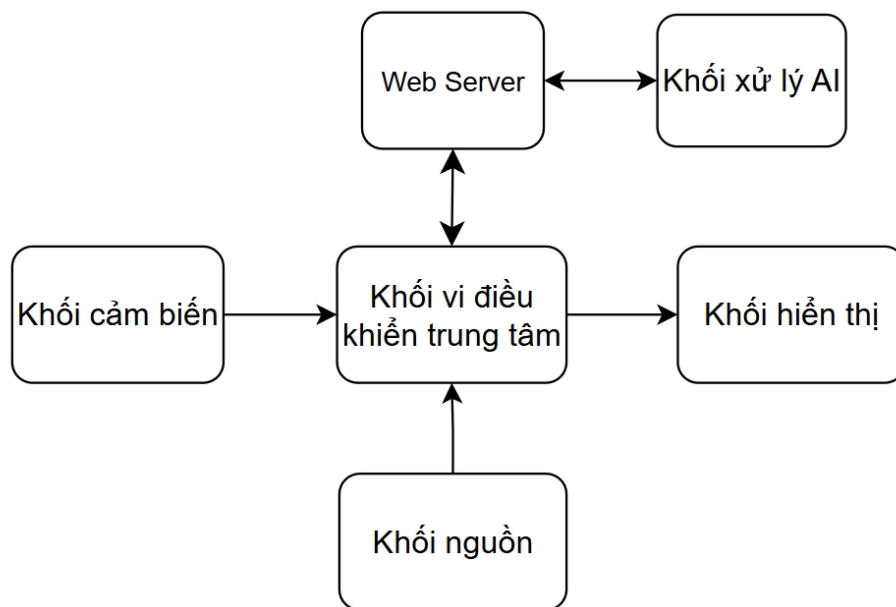
CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ VÀ THI CÔNG HỆ THỐNG

3.1 Giới thiệu chương

- Mục đích của chương: Chương này tập trung vào việc mô tả quá trình thiết kế của hệ thống, lập trình phần mềm cho đến việc triển khai thực tế.
- Mục tiêu đạt được: Giới thiệu sơ lược về những gì hệ thống cần đạt được sau khi hoàn thành thi công, như khả năng nhận diện chính xác khuôn mặt và vân tay, lưu trữ và quản lý thông tin chấm công.

3.2 Thiết kế phần cứng

3.2.1 Sơ đồ khối

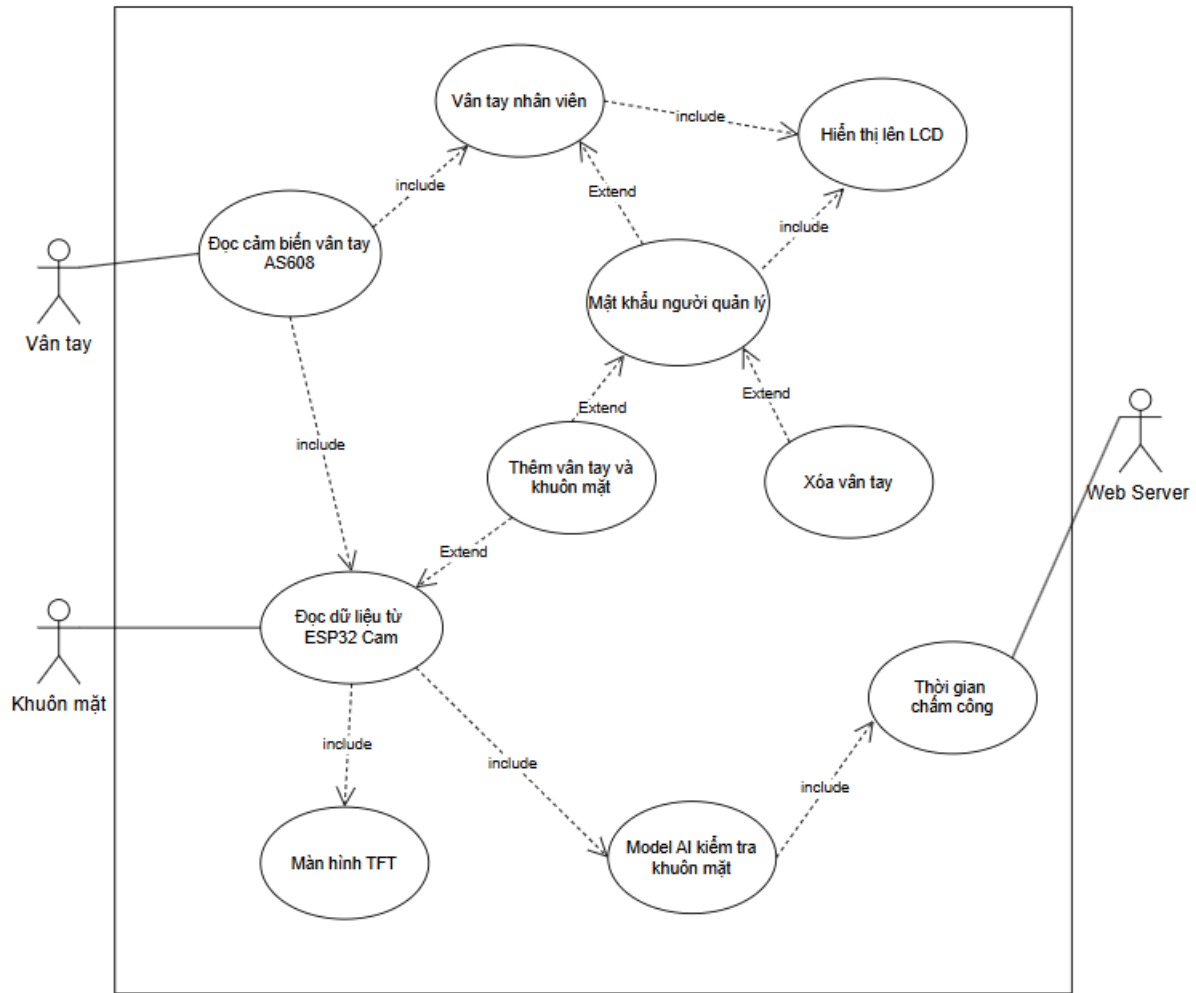


Hình 3. 1 Sơ đồ khối của hệ thống

Mô tả sơ đồ khối:

- + Khối cảm biến: Thu thập dữ liệu dấu vân tay và khuôn mặt, dữ liệu này sẽ được gửi tới khối vi điều khiển trung tâm.
- + Khối vi điều khiển trung tâm: Đóng vai trò trong việc phân tích, xử lý dữ liệu vân tay từ khối cảm biến. Nó tương tác với khối phần mềm xử lý và khối hiển thị để thực hiện các chức năng điều khiển.
- + Khối Web server: Lưu trữ dữ liệu hình ảnh khuôn mặt, thông tin chấm công nhân viên. Kết nối giữa AI và các khối khác.
- + Khối xử lý AI: Xử lý dữ liệu khuôn mặt từ khối cảm biến. Và thông tin chấm công (tên nhân viên, trạng thái vào/ra, thời gian) sẽ gửi lên web server.
- + Khối hiển thị: Màn hình LCD hiển thị trạng thái vân tay và màn hình TFT hiển thị thông tin của người chấm công.
- + Khối nguồn: Cung cấp nguồn cho toàn bộ hệ thống, bao gồm khối cảm biến, vi điều khiển trung tâm và hiển thị.

3.2.2 Giải đồ Use case diagram



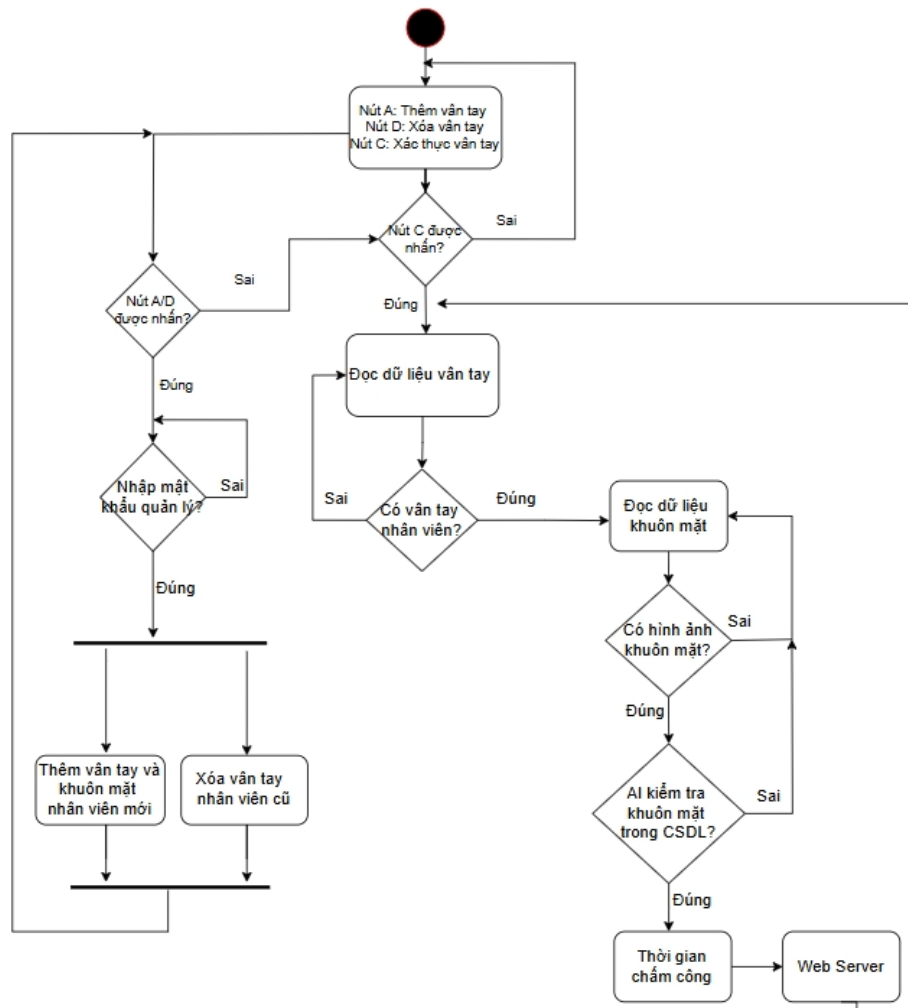
Hình 3.2 Use case diagram

- Giải đồ Use case mô tả các chức năng của hệ thống:
- + Người sử dụng có thể tương tác với hệ thống qua cảm biến vân tay (AS608) để xác thực vân tay và camera ESP32 nhận diện khuôn mặt để chấm công.
- + Đọc cảm biến vân tay AS608: Hệ thống sử dụng cảm biến vân tay để xác thực người dùng dựa trên dấu vân tay. Trường hợp mở rộng, người quản lý có quyền truy cập các tính năng đặc biệt như thêm vân tay và khuôn mặt đối tượng mới vào cơ sở dữ liệu và xóa vân tay đối tượng cũ khỏi cơ sở dữ liệu thông qua mật khẩu.
- + Đọc dữ liệu từ ESP32 camera: Hệ thống sử dụng camera ESP32 để nhận diện khuôn mặt của đối tượng để chấm công, bao gồm việc hiển thị thông tin thời gian của nhân viên đã chấm công thành công lên màn hình TFT và sử dụng model AI để kiểm tra khuôn mặt.
- + Hiển thị lên màn hình LCD: Sau khi hệ thống đọc được dữ liệu vân tay, trạng thái vân tay sẽ hiển thị.
- + Thời gian chấm công: Hệ thống ghi lại thời gian chấm công và gửi thông tin này lên web server để quản lý chấm công trực tuyến.

Giản đồ này mô tả rõ các tương tác giữa người dùng và hệ thống, cùng với các chức năng mở rộng như quản lý người dùng và sử dụng mô hình AI để nhận diện khuôn mặt.

3.3 Thiết kế phần mềm

3.3.1 Giản đồ Activity Diagram

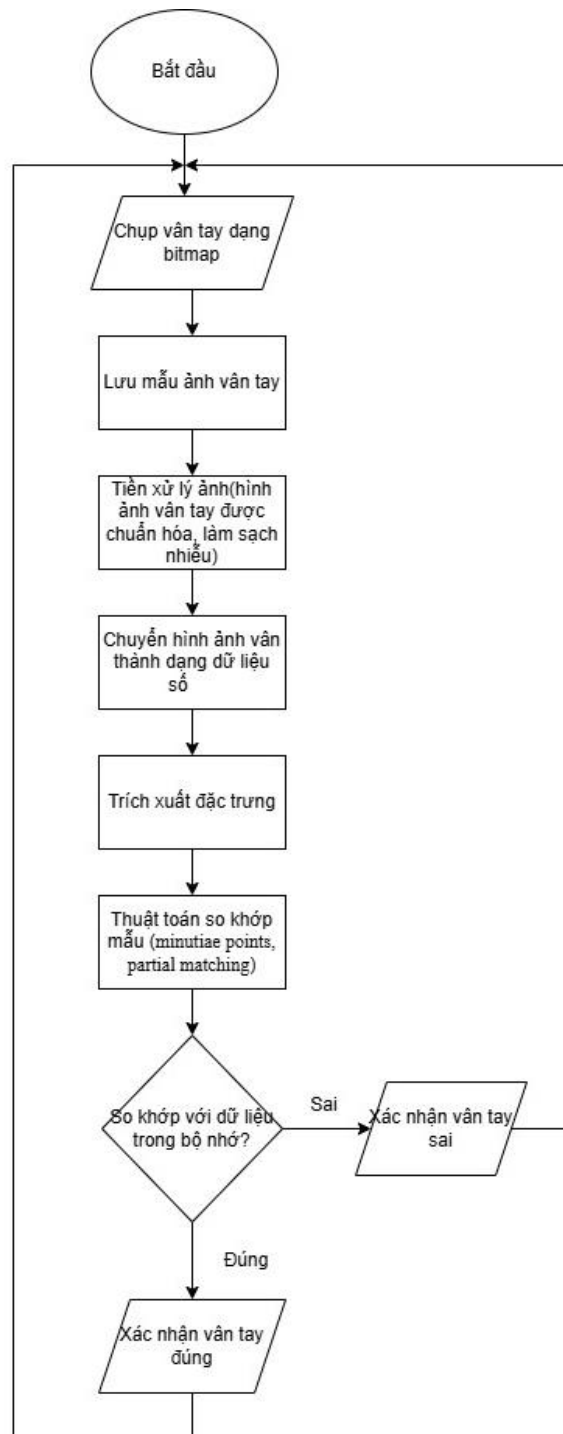


Hình 3.3 Activity diagram

- Giản đồ Activity mô tả cách hoạt động của hệ thống:
- + Bắt đầu hệ thống khi hệ thống nhận yêu cầu chấm công, đọc dữ liệu cảm biến vân tay từ cảm biến AS608 sau đó kiểm tra xem vân tay của nhân viên.
- + Nếu nhận diện vân tay đúng hệ thống chuyển sang bước tiếp theo là đọc dữ liệu khuôn mặt của nhân viên qua camera ESP32, nếu đúng hệ thống kiểm tra dữ liệu khuôn mặt với mô hình AI, nếu khuôn mặt không khớp với dữ liệu thì thực hiện đọc dữ liệu khuôn mặt lại. Hệ thống kiểm tra dữ liệu khuôn mặt với mô hình AI đúng thì hệ thống ghi lại thời gian chấm công của nhân viên và thông tin chấm công được gửi lên web server để lưu trữ và quản lý.
- + Nếu nhận diện vân tay sai, có 2 nguyên nhân dẫn đến trường hợp sai gồm có thể đặt vị trí vân tay lệch nên không khớp với dữ liệu được lưu trữ hoặc vân tay đó chưa có trong dữ liệu lưu trữ, nếu đặt vị trí vân tay lệch so với vân tay có trong dữ liệu lưu trữ thì đọc dữ liệu vân

tay lại, nếu vân tay chưa có trong dữ liệu lưu trữ thì người quản lý có quyền thêm hoặc xóa vân tay và thêm khuôn mặt nhân viên vào trong cơ sở dữ liệu.

3.3.2 Lưu đồ thuật toán nhận diện vân tay



Hình 3.4 Lưu đồ thuật toán nhận diện vân tay

Mô tả thuật toán

Bắt đầu của quá trình nhận diện vân tay. Quét và lưu ảnh vân tay dưới dạng bitmap. Sau đó, lưu mẫu ảnh vân tay, lưu tạm thời ảnh vân tay đã chụp để xử lý. Tiến hành xử lý ảnh vân tay, bao gồm chuẩn hóa kích thước, làm sạch nhiễu và tăng độ tương phản để cải thiện chất lượng

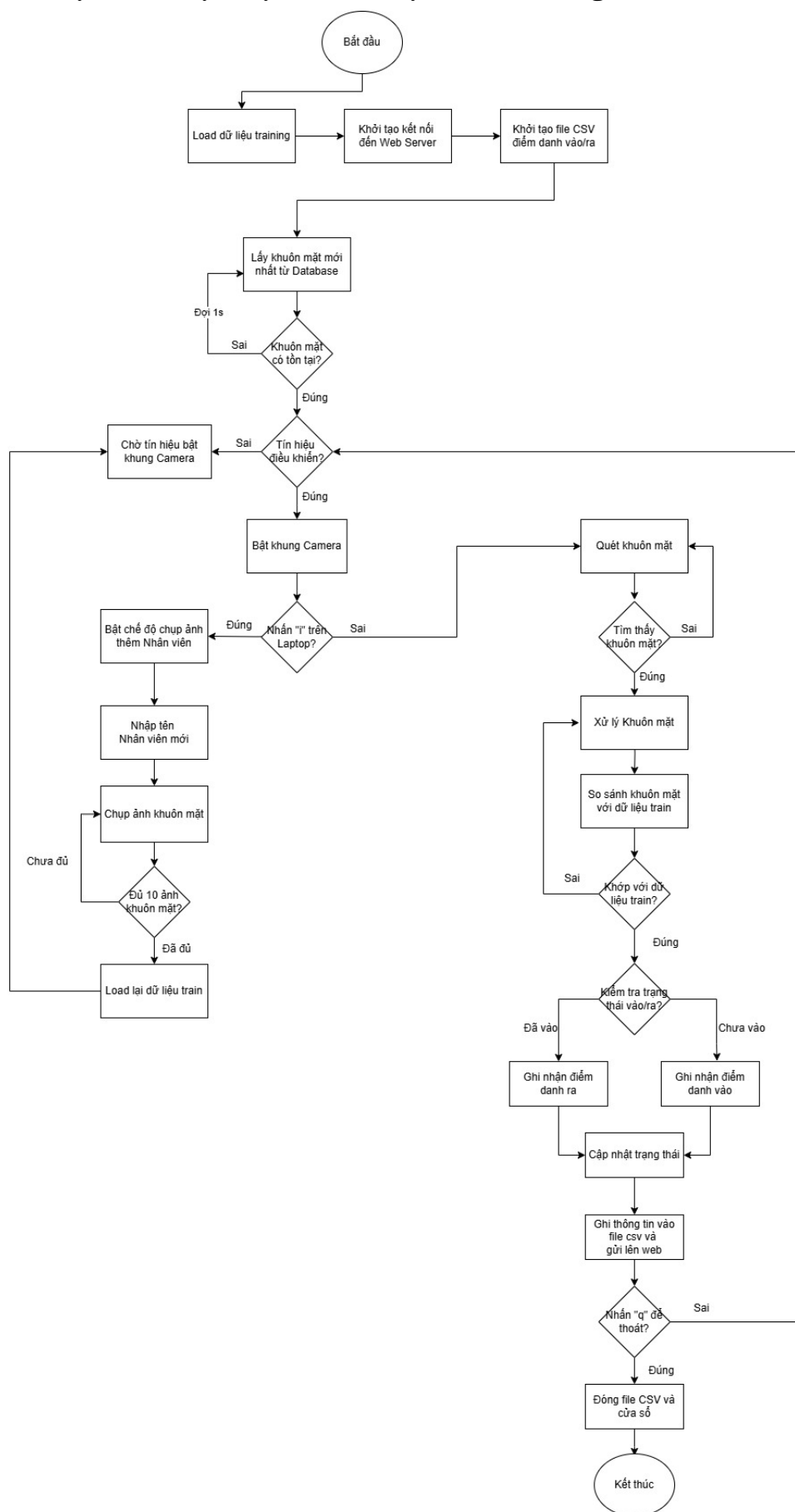
ảnh. Biến đổi ảnh vân tay sau khi xử lý thành dữ liệu số để phục vụ các bước xử lý tiếp theo. Trích xuất các đặc trưng chính từ dữ liệu vân tay số, các đặc trưng này đại diện cho các đặc điểm duy nhất của vân tay. Sử dụng thuật toán so khớp để so sánh các đặc trưng đã trích xuất với dữ liệu vân tay được lưu trong bộ nhớ, thường là so khớp từng phần dựa trên các điểm minutiae. So khớp với dữ liệu trong bộ nhớ, kiểm tra xem dữ liệu vân tay đã trích xuất có khớp với mẫu đã lưu hay không.

Nếu Sai: Nếu không khớp, hệ thống sẽ hiển thị "Xác nhận vân tay sai", tức là xác thực thất bại.

Nếu Đúng: Nếu khớp, hệ thống sẽ hiển thị "Xác nhận vân tay đúng", tức là xác thực thành công.

Lặp lại: Hệ thống quay trở lại bước đầu tiên để sẵn sàng cho quá trình nhận diện vân tay tiếp theo.

3.3.3 Lưu đồ thuật toán nhận diện khuôn mặt và chấm công



Hình 3.5 Lưu đồ thuật toán nhận diện khuôn mặt

Mô tả thuật toán:

- Mô hình AI sau khi load dữ liệu khuôn mặt đã có thì sẽ tạo kết nối đến Web server để lấy hình ảnh khuôn mặt nhân viên cần quét.
- Chờ nhận tín hiệu điều khiển sau khi vân tay quét xong thì khung Camera của ESP32Cam sẽ được bật để thực hiện chức năng thêm nhân viên nếu chữ “i” trên bàn phím Laptop được nhấn, hoặc thực hiện chấm công
- + Ở chức năng thêm nhân viên mới, hệ thống sẽ chụp 10 hình ảnh khuôn mặt và thực hiện tải lại dữ liệu khuôn mặt nhân viên (load data train) và đóng khung Camera chờ tín hiệu điều khiển mới.
- + Ở chức năng chấm công thì hệ thống so sánh khuôn mặt nhân viên đang quét và khuôn mặt đã có trong CSDL, ghi nhận trạng thái Vào nếu chấm công lần 1, ghi nhận trạng thái Ra nếu điểm danh lần 2
- + Dữ liệu thông tin chấm công được ghi vào file csv nhằm đảm bảo dữ liệu không bị mất mát và gửi lên Web server với giao diện. Thoát khung Camera và chờ tín hiệu điều khiển mới.

3.3.4 Mô hình Face Recognition

Bao gồm các thuật toán chính:

- Deep Metric Learning
 - + Thuật toán cốt lõi để ánh xạ khuôn mặt vào không gian vector
 - + Tạo embedding space nơi khuôn mặt tương tự được nhóm lại gần nhau
 - + Vector đặc trưng 128 chiều cho mỗi khuôn mặt
- ResNet-34
 - + Mạng CNN đã được tối ưu hóa cho nhận diện khuôn mặt
 - + Pre-trained trên tập dữ liệu khuôn mặt lớn
 - + Trích xuất đặc trưng khuôn mặt hiệu quả
- Phát hiện khuôn mặt
 - + HOG (Histogram of Oriented Gradients)
 - + CNN-based Detection
- Landmark Detection
 - + Xác định 68 điểm đánh dấu quan trọng trên khuôn mặt
 - + Căn chỉnh khuôn mặt để tối ưu hóa quá trình nhận diện

Quy trình nhận diện

- Phát hiện khuôn mặt:
 - + Chuyển đổi ảnh sang grayscale
 - + Áp dụng HOG hoặc CNN để định vị khuôn mặt
 - + Xác định vùng bounding box
- Căn chỉnh khuôn mặt:
 - + Xác định 68 điểm landmark

- + Chuẩn hóa góc nhìn và kích thước
- + Tối ưu hóa cho bước trích xuất đặc trưng
- Trích xuất đặc trưng:
 - + Sử dụng ResNet-34 để tạo embedding
 - + Sinh vector 128 chiều đặc trưng
 - + Chuẩn hóa vector để so sánh
- So khớp khuôn mặt:
 - + Tính khoảng cách Euclidean hoặc cosine
 - + So sánh với ngưỡng để xác định match

3.3.5 Thiết kế Web server

- Một webserver trên XAMPP được thiết kế dựa trên mô hình máy chủ khách (client-server):
 - + Client: Trình duyệt gửi yêu cầu HTTP/HTTPS.
 - + Webserver Apache: Xử lý yêu cầu và trả về tài nguyên (hình ảnh, thông tin nhân viên, chuỗi tín hiệu chấm công)
 - + Cơ sở dữ liệu MySQL: Lưu trữ dữ liệu cho trình duyệt web.
 - + Sử dụng ngôn ngữ PHP: Thực hiện logic xử lý phía server.
- Cài đặt XAMPP:
 - + Chọn các thành phần cần thiết: Apache, MySQL, PHP, phpMyAdmin.
 - + Hoàn tất cài đặt và khởi động Control Panel của XAMPP
- Cấu hình Webserver
 - + Mở XAMPP Control Panel và bật Apache, MySQL.
 - + Tất cả mã nguồn đặt trong thư mục htdocs
- Xây dựng ứng dụng web:
 - + HTML/CSS: Xây dựng giao diện người dùng.
 - + PHP: Xử lý logic server và tương tác cơ sở dữ liệu.
 - + SQL: Tạo bảng và truy vấn dữ liệu từ MySQL

3.4 Tính toán và thiết kế phần cứng

3.4.1 Tính toán bộ truyền tín hiệu Opto

- Tính điện trở R_1 : Khi có dòng qua chân 1 và chân 2 Opto thì Opto dẫn bão hòa
Điện áp cấp vào chân 1 opto: 3.3V

Chọn áp rơi trên LED opto: $V_F = 1,4V \in (1,25 \div 1,5)V$

Chọn dòng qua LED opto: $I_F = 10mA < I_{Fmax} = 50mA$

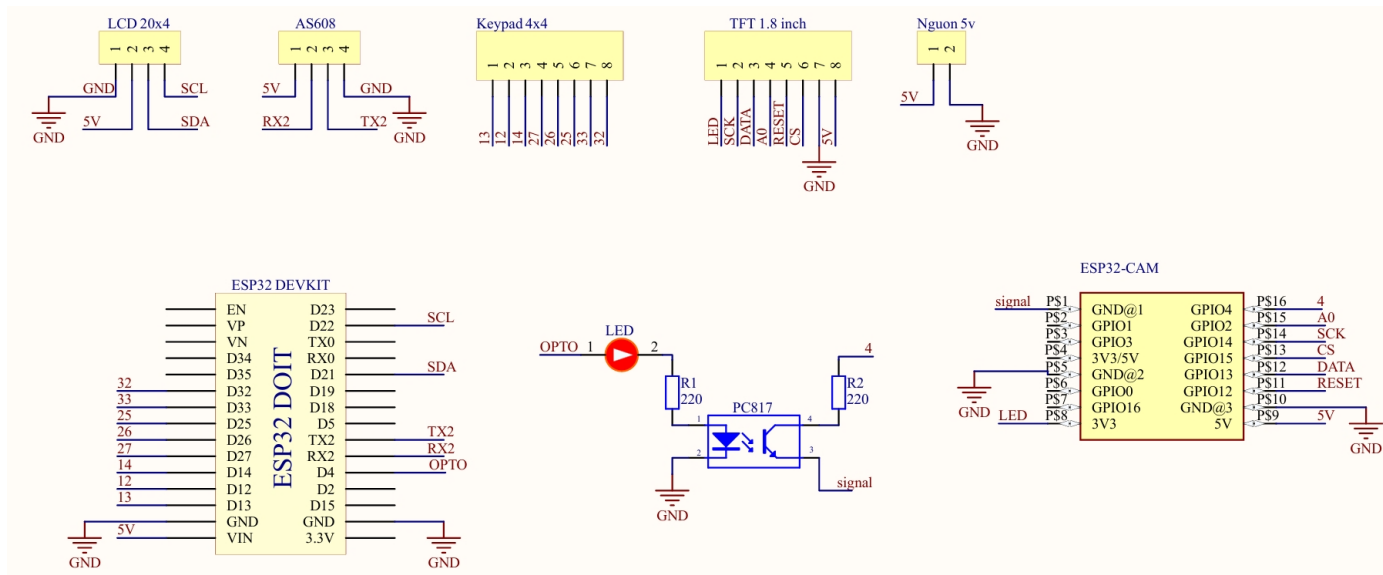
$$\rightarrow R_1 = \frac{3.3-1.4}{10 \cdot 10^{-3}} = 190 \Omega, \text{ chọn } R_1 = 220 \Omega$$

- Tính chọn điện trở $R_2 = 220 \Omega$ để tạo dòng dẫn từ chân 4 xuống chân 3

3.4.2 Chọn nguồn cung cấp cho hệ thống

Dùng nguồn 5V để cấp cho hệ thống thông qua cổng USB của ESP32

3.4.3 Vẽ mạch nguyên lý (Schematic)



Hình 3.6 Mạch nguyên lý của hệ thống

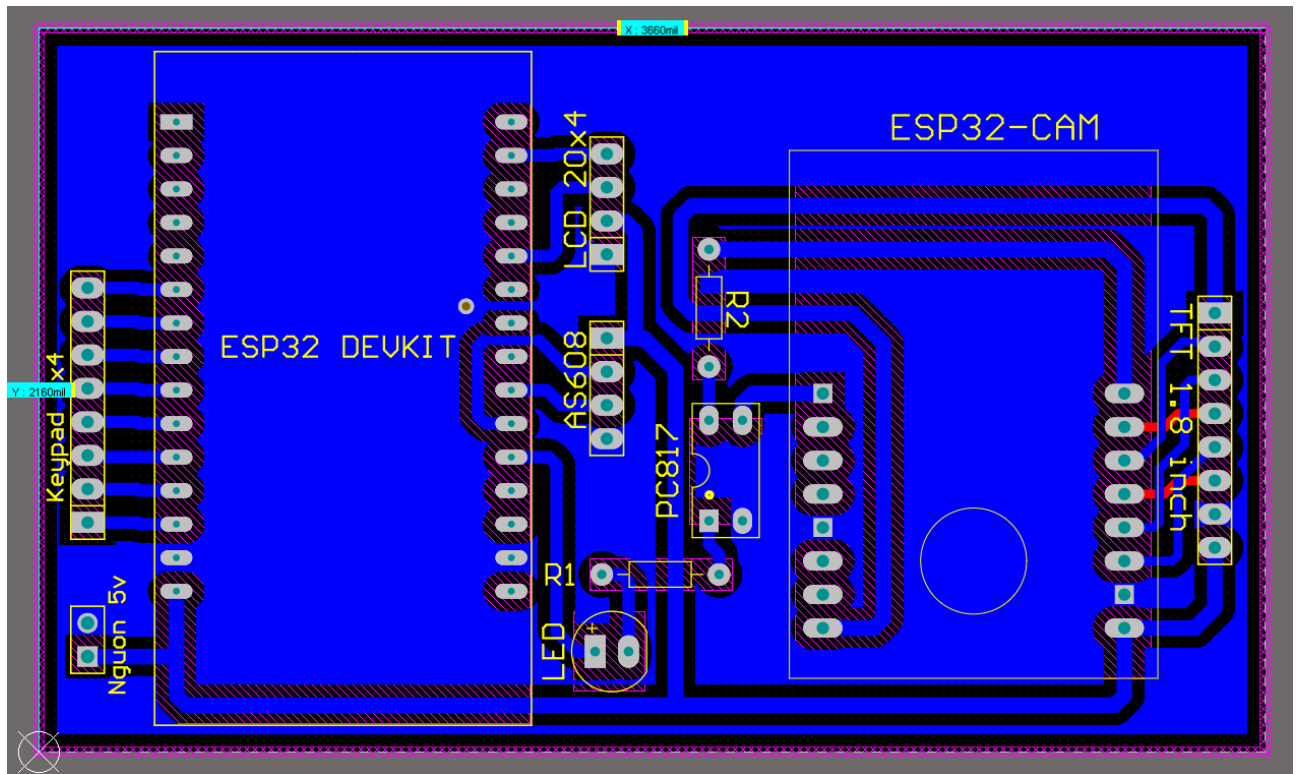
- Khối vi điều khiển trung tâm ESP32 DEVKIT

- + Nguồn cấp vào ở chân Vin cho ESP32 DEVKIT là 5V.
- + Chân GPIO 32, 33, 25, 26, 27, 14, 12, 13 lần lượt kết nối với module keypad 4x4.
- + Chân GPIO 17 (TX2) kết nối với RX và GPIO 16 (RX) kết nối với TX của cảm biến vân tay AS608.
- + Chân GPIO 4 kết nối chân phát tín hiệu của Opto PC817.
- + Chân GPIO 21 kết nối với SDA và GPIO 22 kết nối với SCL của màn hình LCD 20x4.

- Khối vi điều khiển trung tâm ESP32-CAM

- + Tín hiệu mức cao từ chân GPIO 4 của ESP32 truyền qua chân 1 của Opto, LED Opto phát sáng và chân 4 Opto được nối thông với chân 3 (signal)
- + GPIO 12, 13, 15, 14, 2, 4 lần lượt được kết nối đến màn hình TFT
- + Chân 3V3 được nối với chân LED để cấp đèn nền cho TFT

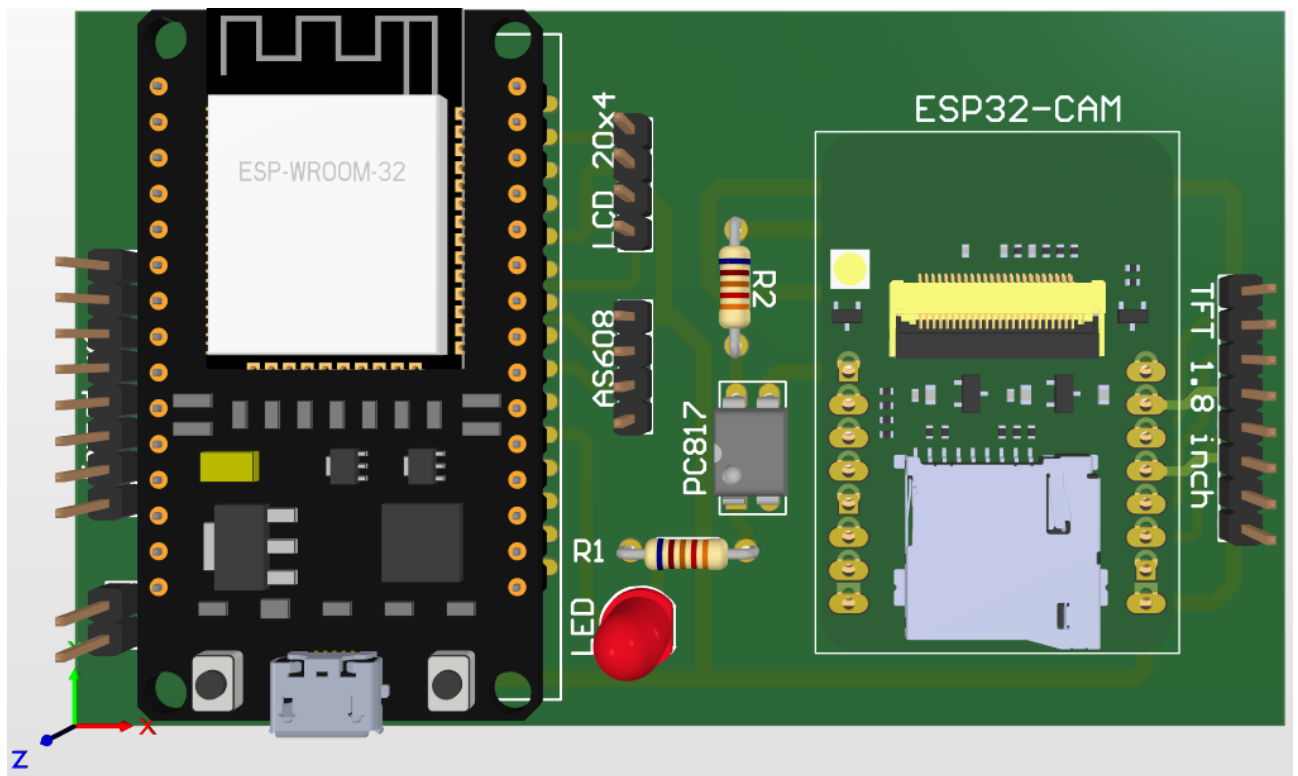
3.4.4 Vẽ mạch in (PCB)



Hình 3.7 Góc nhìn 2D của mạch

Giải thích hình ảnh:

Hình ảnh của PCB, mô tả sơ đồ nối dây từ chân (pin) của linh kiện này đến chân (pin) của linh kiện khác trong mạch. Sơ đồ này được sử dụng để làm mạch in, in lên bảng mạch đồng và hàn các linh kiện lên bảng mạch.

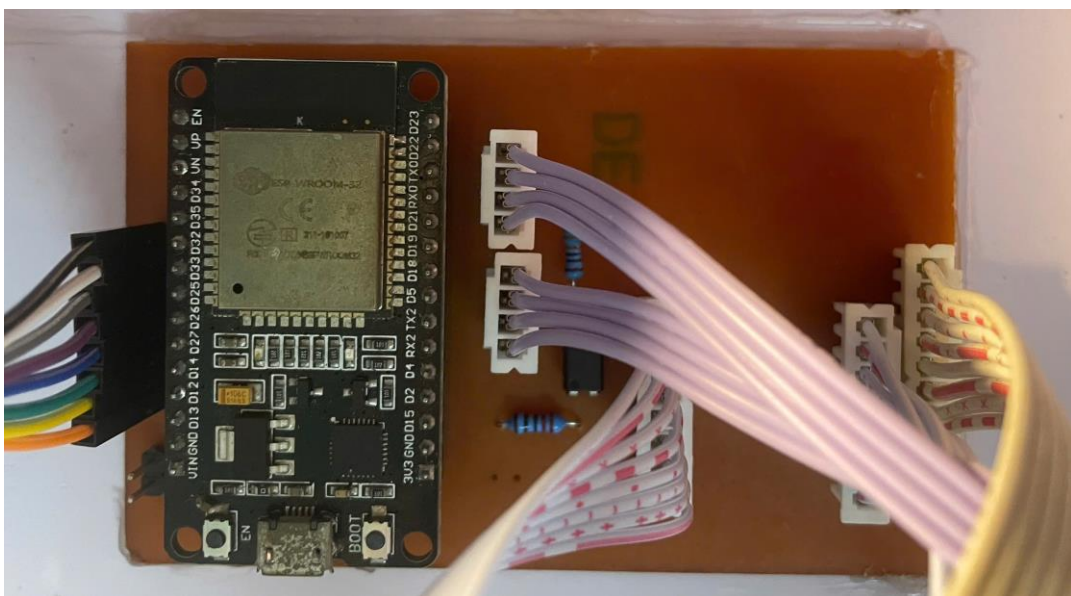


Hình 3.8 Góc nhìn 3D của mạch

- Sử dụng mạch in 1 lớp.
- Kích thước độ rộng đường dây tín hiệu 40mil.
- Riêng tín hiệu nguồn V_{CC} có độ rộng 50mil đảm bảo đủ dòng tải cho toàn bộ hệ thống.
- Kích thước lỗ Via khoảng từ 25-40 mil tùy từng linh kiện.
- Khoảng cách phủ đồng 35mil, đảm bảo không quá nhỏ, thuận tiện trong việc hàn mạch.

3.5 Thi công hệ thống

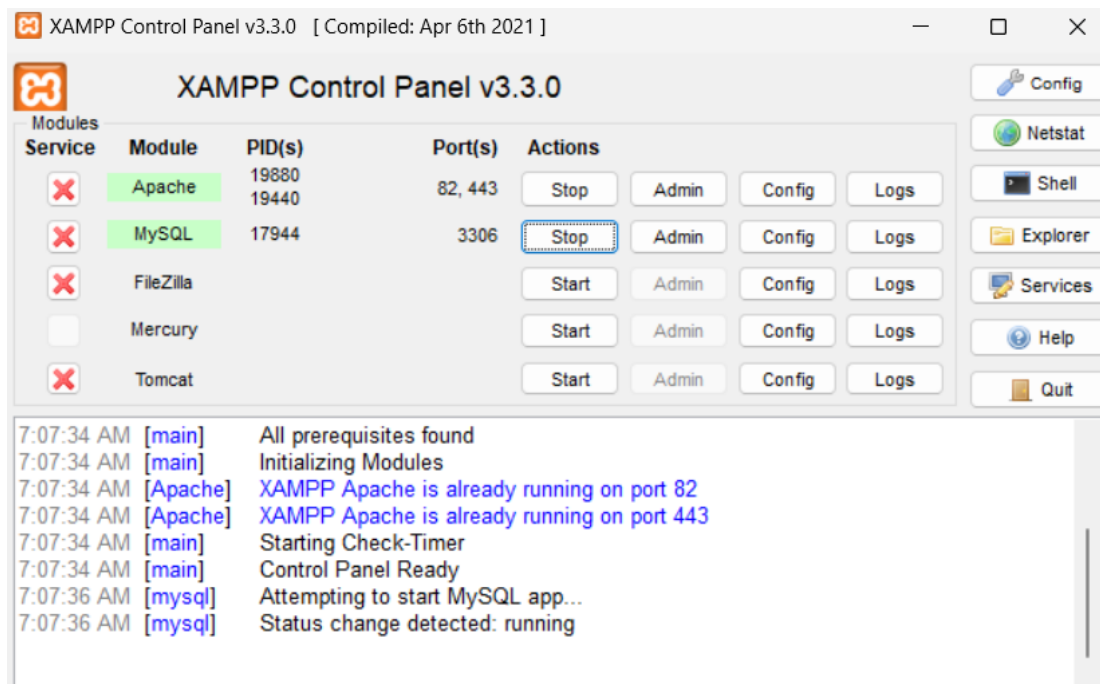
3.5.1 Mạch thực tế



Hình 3.9 Mạch thực tế

Sau khi ủi mạch lên papan mạch, quá trình rửa mạch và hoàn thiện mạch in như Hình 3.9, mạch có kích 95mm x 55mm (chiều dài x chiều rộng)

3.5.2 Triển khai Web server



Hình 3.10 Local host XAMPP

Sử dụng Local host XAMPP chạy trên Laptop để khởi tạo Web server cho hệ thống

3.6 Kết luận chương

Trong chương này, đã tiến hành phân tích và thiết kế hệ thống chấm công sinh trắc học kết hợp khuôn mặt và nhận diện vân tay. Bằng cách sử dụng các sơ đồ khối, giản đồ usecase và giản đồ activity của hệ thống đã được mô tả chi tiết về các thành phần chính, thiết kế mạch, luồng hoạt động và các chức năng tương tác giữa người dùng và hệ thống.

CHƯƠNG 4: KIỂM TRA VÀ ĐÁNH GIÁ HỆ THỐNG

4.1 Giới thiệu chương

Trong chương này, sẽ trình bày kết quả và triển khai mô hình thực tế, đánh giá hệ thống và đưa ra hướng phát triển của đề tài.

4.2 Kết quả hệ thống



Hình 4.1 Mô hình sản phẩm của hệ thống

- Mô hình của hệ thống gồm có 1 màn hình TFT hiển thị thông tin nhân viên chấm công, 1 màn hình LCD hiển thị danh sách gồm nút A thêm vân tay nhân viên mới, nút D xóa vân tay nhân viên cũ, nút C xác thực vân tay nhân viên, 1 bàn phím để thực hiện các chức năng, 1 cảm biến vân tay, 1 vi điều khiển ESP32 camera để nhận diện khuôn mặt, 1 vi điều khiển ESP32 xử lý và lưu trữ dữ liệu vân tay.



Hình 4.2 Chức năng thêm vân tay nhân viên mới

- Sau khi nhấn nút A của bàn phím để thực hiện thêm vân tay nhân viên mới, đưa ngón tay cần lưu trữ, lần thứ nhất chụp vân tay dưới dạng bitmap, lần thứ hai trích xuất đặc trưng vân tay đưa về dạng nhị phân để xử lý.



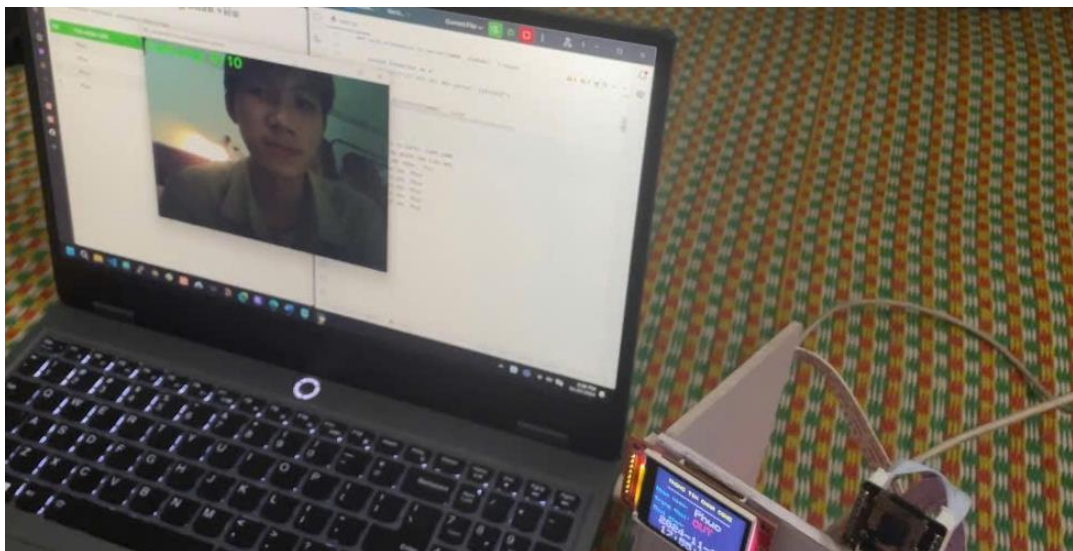
Hình 4.3 Chức năng xóa vân tay nhân viên cũ

- Sau khi nhấn nút D trên bàn phím, thực hiện bấm số ID cần xóa.
- Nhấn nút A trên bàn phím để thêm nhân viên mới

```
Dữ liệu text mới từ ESP32: CHAM_CONG
Đã bật camera cho phiên làm việc mới
Nhập tên người cần thêm: Phuc
Bắt đầu chụp ảnh cho Phuc
Đã chụp ảnh 1/10 cho Phuc
Đã chụp ảnh 2/10 cho Phuc
Đã chụp ảnh 3/10 cho Phuc
Đã chụp ảnh 4/10 cho Phuc
Đã chụp ảnh 5/10 cho Phuc
Đã chụp ảnh 6/10 cho Phuc
Đã chụp ảnh 7/10 cho Phuc
Đã chụp ảnh 8/10 cho Phuc
Đã chụp ảnh 9/10 cho Phuc
Đã chụp ảnh 10/10 cho Phuc
Đã chụp đủ 10 ảnh cho Phuc
Không tìm thấy khuôn mặt trong ảnh: Phuc_20241120_180012_6.jpg
Không tìm thấy khuôn mặt trong ảnh: Phuc_20241120_180013_7.jpg
Không tìm thấy khuôn mặt trong ảnh: quang_20241025_091451_2.jpg

Đã hoàn thành việc load dữ liệu training:
- Số lượng encodings cho quang: 8
- Số lượng encodings cho trung: 10
- Số lượng encodings cho Ronaldo: 2
- Số lượng encodings cho Phuc: 8
- Số lượng encodings cho Phuc: 10

Camera đã tắt. Đang chờ tín hiệu CHAM_CONG mới...
```



Hình 4.4 Kết quả thêm nhân viên mới trên terminal laptop



Sau khi nhập tên nhân viên mới thì hệ thống thực hiện chụp 10 tấm ảnh của nhân viên đó. Dữ liệu tất cả nhân viên được tải lại (Load data train) trước khi thực hiện chức năng chấm công.

Hệ thống sẽ chờ nhận dữ liệu chuỗi “CHAM_CONG” được gửi từ ESP32Cam sau khi vân tay quét thành công, để thực hiện mở khung hình camera của ESP32Cam cho phiên làm việc tiếp theo

ID	Tên nhân viên	Trạng thái	Thời gian
1	Phuc	IN	2024-11-20 17:39:16
2	Phuc	OUT	2024-11-20 17:40:39
3	Phuc	IN	2024-11-20 17:52:28
4	Phuc	OUT	2024-11-20 17:55:38
5	Phuc	IN	2024-11-20 18:01:02

Hình 4. 5 Dữ liệu chấm công được gửi lên webserver

Đồng thời dữ liệu thông tin chấm công cũng được ghi vào file csv

 20-11-2024_in.csv	11/21/2024 6:32 AM	Microsoft Excel Co...	1 KB
 20-11-2024_out.csv	11/20/2024 5:55 PM	Microsoft Excel Co...	1 KB

Phuc, 20-11-2024, 17:39:36	
Phuc, 20-11-2024, 17:52:28	Phuc, 20-11-2024, 17:40:39
Phuc, 20-11-2024, 18:01:02	Phuc, 20-11-2024, 17:55:38

Hình 4.6 Dữ liệu chấm công được ghi vào file csv

4.3 Đánh giá hệ thống

- Ưu điểm

- + Tính bảo mật và độ chính xác cao: Hệ thống sinh trắc học giúp xác thực danh tính người dùng một cách chính xác hơn so với các phương pháp truyền thống như thẻ từ hoặc mật khẩu. Kết hợp cả vân tay và nhận diện khuôn mặt nâng cao tính bảo mật, giảm nguy cơ gian lận.
- + Tính ứng dụng cao: Hệ thống này có thể ứng dụng rộng rãi trong nhiều ngành nghề và môi trường khác nhau, từ doanh nghiệp, cơ quan nhà nước, trường học, cho đến các công ty tư nhân.
- + Mô hình AI sử dụng thư viện Face_recognition với độ chính xác thường trên 95%.
- + Chi phí triển khai mô hình thực tế rẻ, dễ dàng triển khai mô hình ra thương mại hóa.

- Nhược điểm

- + Phần cứng của hệ thống chưa tối ưu.
- + Độ phân giải của ESP32Cam kém, mô hình AI chưa tốt khi học từ dữ liệu hình ảnh đó, dẫn đến khâu nhận diện khuôn mặt có độ chính xác chưa cao.
- + Cảm biến vân tay AS608 dễ bị nhiễu do dữ liệu vân tay cũ còn sót lại trên bề mặt.
- + Sản phẩm chưa được thử nghiệm với thời dài với nhiều môi trường khác nhau nên chưa đánh giá chính xác được độ ổn định.

4.4 Kết luận

Hệ thống chấm công sinh trắc học kết hợp vân tay và nhận diện khuôn mặt cùng với web server để lưu trữ thông tin đã được triển khai thành công và đáp ứng đầy đủ các yêu cầu đặt ra. Dưới đây là một số kết luận chính từ quá trình xây dựng và vận hành hệ thống:

- Tính chính xác và bảo mật cao:

Việc kết hợp hai phương pháp sinh trắc học là vân tay và nhận diện khuôn mặt giúp nâng cao độ chính xác trong việc xác thực danh tính nhân viên. Hệ thống đảm bảo an toàn dữ liệu, khó bị giả mạo hoặc đánh cắp danh tính.

- Quản lý thông tin chấm công hiệu quả:

Hệ thống web server lưu trữ toàn bộ thông tin chấm công vào/ra của nhân viên, giúp việc theo dõi và quản lý dữ liệu trở nên dễ dàng hơn. Các chức năng xuất báo cáo, tra cứu lịch sử hoạt động đều được thực hiện nhanh chóng và chính xác.

4.5 Hướng phát triển

- Cải thiện thời gian xử lý: Tối ưu phần mềm để giảm thời gian nhận diện, phù hợp với môi trường có lưu lượng lớn.

- Nâng cấp cảm biến vân tay và camera để cải thiện chất lượng ảnh và khả năng nhận diện trong điều kiện ánh sáng yếu hoặc khi vân tay bị mờ.

- Kết hợp hệ thống với các công cụ phân tích dữ liệu để cung cấp báo cáo chi tiết về hành vi làm việc, hiệu suất nhân viên, xử lý dữ liệu chấm công.

- Trang bị phần cứng tốt hơn, camera có độ phân giải cao, MCU có tích hợp nhân GPU như Raspberry Pi, Jetson nano, Orange Pi, ...

- Khai thác các kỹ thuật DL, ML khác để áp dụng vào mô hình AI nhằm cải thiện hiệu suất

- Kết hợp thêm Module SIM để nhằm cung cấp Internet khi bị mất Wifi.

- Chuyển đổi Web Server từ localhost sang hosting trực tuyến để lưu trữ và truy cập từ xa

- Giao diện Web còn đơn giản, chưa có chức năng tính thời gian làm việc trong 1 ngày hoặc 1 tháng của nhân viên, chưa có tính bảo mật như chức năng đăng nhập.

4.6 Kết luận chương

Qua quá trình kiểm tra và đánh giá, hệ thống chấm công sinh trắc học kết hợp vân tay, nhận diện khuôn mặt và web server đã chứng minh được tính hiệu quả và ổn định. Hệ thống đạt độ chính xác cao, thời gian xử lý nhanh và đáp ứng tốt các yêu cầu quản lý thực tế.

DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] V. Lâm, "Hiệu quả quản lý qua chấm công bằng vân tay và nhận diện khuôn mặt," 12 4 2021. [Online]. Available: <https://s.net.vn/G2nh>. [Accessed 11 2024].
- [2] Shanghai, "Espressif Systems," 2024. [Online]. Available: <https://s.net.vn/EX12>. [Accessed 11 2024].
- [3] Shanghai, "Handson Technology," 31 10 2022. [Online]. Available: <https://s.net.vn/a43e>. [Accessed 11 2024].
- [4] A. M. Shojaei, "AS608 Optical Finger Print Sensor Module," 9 2022. [Online]. Available: <https://s.net.vn/6Cka>. [Accessed 2024].
- [5] l. ada, "1.8" TFT Display Breakout and Shield," 3 6 2024. [Online]. Available: <https://learn.adafruit.com/1-8-tft-display>. [Accessed 11 2024].
- [6] l. Ada, "I2C Serial Interface 20x4 LCD Module," 2 6 2008. [Online]. Available: <https://s.net.vn/Bo9D>. [Accessed 11 2024].
- [7] Components, "4x4 Keypad Module Datasheet," 22 3 2018. [Online]. Available: <https://s.net.vn/LS4z>. [Accessed 11 2024].
- [8] Sharp, "PC817 Series," 6 2023. [Online]. Available: <https://s.net.vn/Rx1u>. [Accessed 11 2024].
- [9] Components, "Resistor Datasheet," 27 8 2017. [Online]. Available: <https://s.net.vn/Ez2z>. [Accessed 11 2024].