

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HỒ CHÍ MINH
KHOA ĐIỆN-ĐIỆN TỬ



ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP
NGÀNH CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT MÁY TÍNH
HỆ ĐÀO TẠO CHẤT LƯỢNG CAO

THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN
THIẾT BỊ THÔNG MINH

SVTH: HOÀNG THÀNH ĐẠT
MSSV: 20119214

TP. HỒ CHÍ MINH – 12/2023

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HỒ CHÍ MINH
KHOA ĐIỆN-ĐIỆN TỬ



ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP
NGÀNH CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT MÁY TÍNH
HỆ ĐÀO TẠO CHẤT LƯỢNG CAO

THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN
THIẾT BỊ THÔNG MINH

SVTH: HOÀNG THÀNH ĐẠT
MSSV: 20119214

TP. HỒ CHÍ MINH – 12/2023



ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP.HCM
**KHOA ĐÀO TẠO
CHẤT LƯỢNG CAO**
www.fhq.hcmute.edu.vn

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập – Tự do – Hạnh phúc
----***----

TP. Hồ Chí Minh, ngày 27 tháng 11 năm 2023

NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

Họ và tên sinh viên: Hoàng Thành Đạt **MSSV:** 20119214

Ngành: Công nghệ kỹ thuật máy tính **Lớp:** 20119CL4B

Giảng viên hướng dẫn: **PhD. Trương Ngọc Sơn**

Ngày nhận đề tài: 12/09/2023 **Ngày nộp đề tài:**

1. Tên đề tài: Thiết kế hệ thống điều khiển thiết bị thông minh

2. Các số liệu, tài liệu ban đầu:

3. Sản phẩm:

TRƯỞNG NGÀNH

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

TP. Hồ Chí Minh, ngày 27 tháng 11 năm 2023

PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIÁO VIÊN HƯỚNG DẪN

Họ và tên Sinh viên: Hoàng Thành Đạt

MSSV: 20119214

Ngành: Công nghệ kỹ thuật máy tính

Tên đề tài: Thiết kế hệ thống điều khiển thiết bị thông minh

Họ và tên Giáo viên hướng dẫn: PhD. Trương Ngọc Sơn

NHẬN XÉT

1. Về nội dung đề tài & khối lượng thực hiện:

.....
.....

2. Ưu điểm:

.....
.....
.....

3. Nhược điểm:

.....
.....
.....

4. Đề nghị cho bảo vệ hay không?

.....

5. Đánh giá loại:

.....

6. Điểm: (Bằng chữ:)

.....

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

TP. Hồ Chí Minh, ngày 27 tháng 11 năm 2023

PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIÁO VIÊN PHẢN BIỆN

Họ và tên Sinh viên: Hoàng Thành Đạt

MSSV: 20119214

Ngành: Công nghệ kỹ thuật máy tính

Tên đề tài: Thiết kế hệ thống điều khiển thiết bị thông minh

Họ và tên Giáo viên phản biện:

NHẬN XÉT

1. Về nội dung đề tài & khối lượng thực hiện:

.....
.....

2. Ưu điểm:

.....
.....
.....

3. Khuyết điểm:

.....
.....
.....

4. Đề nghị cho bảo vệ hay không?

.....

5. Đánh giá loại:

.....

6. Điểm: (Bằng chữ:)

.....

GIẢNG VIÊN PHẢN BIỆN

LỜI CẢM ƠN

Sinh viên thực hiện đề tài xin gửi lời cảm ơn đến các cá nhân và tổ chức đã tạo điều kiện cũng như môi trường cho sinh viên thực hiện đề tài nghiên cứu đề tài.

Sinh viên thực hiện đề tài xin gửi lời cảm ơn đến thầy cô trong khoa Điện – Điện tử và đặc biệt là thầy Trương Ngọc Sơn đã hướng dẫn và hỗ trợ sinh viên thực hiện đề tài trong quá trình thực hiện nghiên cứu và phát triển đề tài để sinh viên thực hiện đề tài có thể hoàn thành tốt.

Sinh viên thực hiện đề tài cũng dành lời cảm ơn đến gia đình và các thành viên trong lớp 20119CL4B đã cùng đồng hành và giúp đỡ trong thời gian thực hiện đề tài.

Xin chân thành cảm ơn !

TP. Hồ Chí Minh, ngày 27 tháng 11 năm 2023

LỜI CAM ĐOAN

Nhóm thực hiện đồ án tốt nghiệp cam đoan không sao chép nội dung và kết quả của các công trình khác. Các nội dung tham khảo đã được trích dẫn đầy đủ.

Đại diện nhóm thực hiện đồ án tốt nghiệp
(ký và ghi rõ họ tên)

TÓM TẮT

Nhận thấy rằng một số yếu tố có thể giúp các doanh nghiệp vừa và nhỏ cắt giảm bớt 1 phần chi phí đó là: Tối ưu hóa lượng điện sử dụng, tối ưu hóa số lượng nhân viên dựa trên số lượng khách hàng. Đồng thời tối ưu khả năng của camera không chỉ dành cho việc an ninh. Do đó hệ thống điều khiển thiết bị thông minh được ra đời nhằm đáp ứng hai yếu tố trên để có thể giúp cho các doanh nghiệp vừa và nhỏ tối ưu hóa chi phí.

Về hệ thống điều khiển thiết bị thông minh, hầu hết các doanh nghiệp đều lắp đặt camera chỉ dành cho vấn đề an toàn khi gặp sự cố thế nên để tối ưu hóa khả năng có thể của camera. Hệ thống sử dụng chính camera có sẵn tại các doanh nghiệp để có thể nhận diện số lượng của khách hàng kết hợp cùng với cảm biến để có thể quản lý các thiết bị trong cửa tiệm như máy lạnh, quạt, đèn, máy lọc không khí một cách thích hợp nhằm tối ưu hóa lượng điện tiêu thụ. Ngoài ra còn có thể nhận diện giới tính, nhóm độ tuổi của khách hàng thông qua số liệu trên ứng dụng điện thoại di động để người quản lý đưa ra chiến lược phù hợp nhằm tối ưu số lượng nhân viên trong một ca.

Hệ thống sử dụng mô hình YOLOv8 để có thể nhận diện số lượng, giới tính, nhóm độ tuổi của khách hàng và dữ liệu được lưu trữ trên Amazon Web Service, đây là giải pháp đám mây được các doanh nghiệp thuộc lĩnh vực công nghệ tin dùng. Với khả năng lưu trữ, gửi và nhận dữ liệu theo thời gian thực giúp quá trình quản lý, tương tác điều khiển các thiết bị khác trở nên dễ dàng và tối ưu trong quá trình sử dụng. Ngoài khả năng quản lý và điều khiển các thiết bị khác từ xa thông qua thiết bị di động thì hệ thống còn có màn hình để có thể quản lý và điều khiển thiết bị trực tiếp nhằm tối ưu hóa trải nghiệm, tương tác của người dùng.

ABSTRACT

It has been noticed that some factors can help small and medium-sized enterprises cut costs, which are optimizing the amount of electricity used, optimizing the number of employees based on the number of customers, and optimizing the capabilities of cameras not only for security purposes. Therefore, a smart device control system has been developed to meet these two factors to help small and medium enterprises optimize costs.

Regarding the smart device control system, most businesses install cameras only for safety issues when encountering incidents. Therefore, the system uses those cameras to recognize the number of customers combined with sensors to manage devices in the store such as air conditioners, fans, lights, and air purifiers appropriately to optimize electricity consumption. In addition, it can also recognize gender and age groups of customers through data on mobile applications so that managers can come up with appropriate strategies to optimize the number of employees per shift.

The system uses YOLOv8 model to recognize the number, gender, and age group of customers, and data is stored on Amazon Web Services, which is a cloud solution used by technology businesses. With the ability to store, send, and receive real-time data, it makes managing and controlling other devices easier and more efficient in use. In addition to the ability to remotely manage and control other devices through mobile devices, the system also has a screen to directly manage and control devices to optimize user experience and interaction.

MỤC LỤC

DANH MỤC HÌNH.....	XI
DANH MỤC BẢNG.....	XIII
CÁC TỪ VIẾT TẮT	XIV
CHƯƠNG 1 GIỚI THIỆU.....	1
1.1 GIỚI THIỆU.....	1
1.2 MỤC TIÊU ĐỀ TÀI	2
1.3 GIỚI HẠN ĐỀ TÀI	2
1.4 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	2
1.5 ĐỐI TƯỢNG VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU	3
1.6 BỐ CỤC QUYỀN BÁO CÁO.....	3
CHƯƠNG 2 CƠ SỞ LÝ THUYẾT	4
2.1 GIỚI THIỆU LINH KIỆN.....	4
2.2 TÌM HIỂU LÝ THUYẾT VỀ GIAO THỨC RTSP.....	9
2.3 TÌM HIỂU VỀ MÔ HÌNH YOLOV8.....	9
2.4 GIỚI THIỆU VỀ DỊCH VỤ XÁC THỰC, ỦY QUYỀN VÀ QUẢN LÝ NGƯỜI DÙNG AMAZON COGNITO	14
2.5 GIỚI THIỆU VỀ HỆ ĐIỀU HÀNH THỜI GIAN THỰC (RTOS) VÀ FOTA	14
CHƯƠNG 3 THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN THIẾT BỊ THÔNG MINH	17
3.1 MÔ HÌNH HỆ THỐNG.....	17
3.2 THIẾT KẾ PHẦN CỨNG	18
3.2.1 Sơ đồ khối phần cứng.....	18
3.2.2 Thiết kế từng khối	19
3.2.2.1 Khối trung tâm	19
3.2.2.2 Thiết kế cơ sở dữ liệu	25
3.2.2.3 Thiết kế ứng dụng di động	27

3.2.2.4	Khối nhận và xử lý hình ảnh	33
3.2.2.5	Thiết kế web server cho quá trình FOTA.....	35
3.2.3	Thiết kế phần mềm.....	37
CHƯƠNG 4 KẾT QUẢ		48
4.1	KẾT QUẢ MÔ HÌNH THI CÔNG.....	48
4.2	ĐÁNH GIÁ HỆ THỐNG	55
CHƯƠNG 5 KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN.....		56
5.1	KẾT LUẬN	56
5.2	CÁC HƯỚNG PHÁT TRIỂN CỦA ĐỀ TÀI	56
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....		58

DANH MỤC HÌNH

Hình 2.1: Vi điều khiển ESP32-C3[6].....	5
Hình 2.2: Cảm biến nhiệt độ - độ ẩm AHT21[7]	6
Hình 2.3: Cảm biến chất lượng không khí ENS160[8]	7
Hình 2.4: Màn hình Nextion HMI 4.3 Inch [9]	8
Hình 2.5: Sử dụng RTSP để phát video trên laptop từ IP camera.....	9
Hình 2.6: Cách hoạt động của YOLO	11
Hình 2.7: Kiến trúc mô hình YOLOv8 [12]	12
Hình 2.8: So sánh hiệu suất của YOLOv8 với các phiên bản khác [12].....	13
Hình 2.9: Quá trình đăng kí hoặc đăng nhập người dùng với Amazon Cognito	14
Hình 2.10: Mô tả cách RTOS hoạt động với các tác vụ	15
Hình 2.11: Quá trình FOTA cho ESP32	16
Hình 3.1: Mô hình hệ thống điều khiển thiết bị thông minh	18
Hình 3.2: Sơ đồ khối tổng quát của hệ thống điều khiển thiết bị thông minh	19
Hình 3.3: Sơ đồ khối của khối trung tâm	20
Hình 3.4: Sơ đồ nguyên lý hệ thống khối trung tâm	21
Hình 3.5: Giao diện quản lý chính của hệ thống	23
Hình 3.6: Giao diện màn hình thiết lập WiFi	23
Hình 3.7: Giao diện màn hình nâng cấp Firmware của hệ thống	24
Hình 3.8: Sơ đồ mô tả luồng dữ liệu của hệ thống	26
Hình 3.9: Giao diện đăng kí người dùng mới của hệ thống	27
Hình 3.10: Giao diện xác thực người dùng dựa trên mã code.....	28
Hình 3.11: Giao diện đăng nhập vào hệ thống	29
Hình 3.12: Giao diện màn hình quản lý các thông số về môi trường.....	30
Hình 3.13: Giao diện màn hình hiển thị hình ảnh phát trực tiếp từ camera và các giá trị phát hiện được	31
Hình 3.14: Giao diện màn hình điều khiển các thiết bị	32
Hình 3.15: Giao diện màn hình thiết lập thông số cho hệ thống	33

Hình 3.16: Giao diện ứng dụng nhận diện qua camera	34
Hình 3.17: Hình ảnh sau khi được ứng dụng nhận diện.....	34
Hình 3.18: Giao diện khi truy cập vào web server	35
Hình 3.19: Giao diện đăng nhập với tài khoản admin.....	36
Hình 3.20: Giao diện tải file firmware mới lên web server.....	36
Hình 3.21: Lưu đồ chương trình chính	38
Hình 3.22: Lưu đồ luồng đọc dữ liệu từ cảm biến AHT21 và ENS160	40
Hình 3.23: Lưu đồ tạo luồng truyền và nhận dữ liệu từ màn hình Nextion HMI	42
Hình 3.24: Lưu đồ tạo luồng truyền và nhận dữ liệu từ AWS	44
Hình 3.25: Lưu đồ tạo luồng điều khiển, cấu hình thiết bị từ ứng dụng	46
Hình 4.1: Bảng mạch PCB được vẽ trên phần mềm	48
Hình 4.2: Hình 3D hộp bảo vệ.....	49
Hình 4.3: Hệ thống được thi công hoàn thiện	49
Hình 4.4: Màn hình cài đặt WiFi cho hệ thống	50
Hình 4.5: Màn hình cài đặt cho quá trình nâng cấp hệ thống qua internet....	50
Hình 4.6: Kết quả màn hình hiện thị giá trị cảm biến môi trường	51
Hình 4.7: Kết quả màn hình hiện thị hình ảnh từ camera và giá trị sau khi xử lý.....	52
Hình 4.8: Kết quả đồng bộ điều khiển thiết bị giữa màn hình Nextion và ứng dụng điện thoại	53
Hình 4.9: Kết quả đồng bộ cài đặt hệ thống	54
Hình 4.10: Kết quả quá trình nâng cấp hệ thống qua Internet.....	54

DANH MỤC BẢNG

Bảng 2.1: Bảng thông số kỹ thuật ESP32-C3[6]	5
Bảng 2.2: Bảng thông số kỹ thuật AHT21[7].....	6
Bảng 2.3: Bảng thông số kỹ thuật ENS160[8]	7
Bảng 2.4: Bảng thông số kỹ thuật Nextion HMI [9]	8
Bảng 2.5: Bảng so sánh kích thước các mô hình của YOLOv8 [12]	13
Bảng 3.1: Bảng tính tổng dòng điện tiêu thụ của hệ thống	24

CÁC TỪ VIẾT TẮT

Viết tắt	Mô tả
AWS	Amazon Web Service
IAQ	Indoor Air Quality
AQI	Air Quality Index
TVOC	Total Volatile Organic Compounds
eCO ₂	equivalent Carbon Dioxide
AI	Artificial Intelligence
IOT	Internet of Things
IP	Internet Protocol
SoC	System on Chip
BLE	Bluetooth Low Energy
UART	Universal Asynchronous Receiver-Transmitter
SPI	Serial Peripheral Interface
I ² C	Inter-Integrated Circuit
HMI	Human-Machine Interface
GUI	Graphical User Interface
RTSP	Real Time Streaming Protocol

YOLO	You Only Look Once
RTOS	Real-Time Operating System
FOTA	Firmware Over-The-Air
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport
MCU	Microcontroller unit

CHƯƠNG 1

GIỚI THIỆU

1.1 GIỚI THIỆU

Năm 2023, một năm có nhiều biến động lớn về kinh tế khiến cho nhiều doanh nghiệp vừa và nhỏ phải tuyên bố phá sản, đóng cửa,... Chỉ vòn vẹn trong vòng 6 tháng đầu năm 2023 đã có đến 100000 doanh nghiệp đóng cửa, hình ảnh âm đảm của mặt bằng nhà phố cho thuê tràn lan khiến nhiều người phải ngán ngẩm. Các doanh nghiệp lớn như Google, Amazon,... cũng không tránh khỏi ảnh hưởng của khủng hoảng kinh tế dẫn đến làn sóng sa thải nhân viên nhằm cắt giảm chi phí. Dưới tình hình trên, vấn đề cắt giảm chi phí cho doanh nghiệp được đặt lên hàng đầu.

Nhằm giải quyết vấn đề cắt giảm chi phí cho các doanh nghiệp, sinh viên thực hiện đề tài đã xác định 2 yếu tố chính để có thể tối ưu chi phí cho doanh nghiệp đó là: Yếu tố về sử dụng các thiết bị điện và yếu tố quản lý số lượng nhân viên trong 1 ca. Thêm vào đó là những chiếc camera trong các cửa hàng đang được đặt chỉ để đảm bảo an ninh thay vì có thể sử dụng một cách tối ưu hơn. Để giải quyết các yếu tố trên, sinh viên thực hiện đề tài đã thiết kế hệ thống điều khiển thiết bị thông minh sử dụng chính những chiếc camera tại cửa hàng kết hợp với thị giác máy tính để có thể phân tích hình ảnh thu được. Từ đó có thể điều khiển các thiết bị sử dụng điện như máy lạnh, quạt, máy lọc không khí, đèn 1 cách hợp lý thông qua số lượng khách hàng và giá trị cảm biến (nhiệt độ, độ ẩm, AQI, TVOC, eCO2), cũng như có thể phân tích giới tính, nhóm độ tuổi của khách hàng trong 1 ca để quản lý có thể đưa ra quyết định hợp lý cho số lượng nhân viên trong 1 ca.

Một số nghiên cứu đã được đề xuất để có thể sử dụng AI cho việc quản lý các cửa hàng bán lẻ đã được công bố trong [1][2][3]. Trong nghiên cứu này đối tượng là các cửa hàng bán lẻ và đều sử dụng camera để theo dõi và phân tích số lượng, hành vi khách hàng trong cửa tiệm. Ngoài ra còn có một số nghiên cứu được đề xuất nhằm điều khiển các thiết bị trong nhà một cách tối ưu được công bố trong [4][5]. Các nghiên cứu này chỉ ra rằng việc điều khiển các thiết bị một cách tối ưu sẽ mang lại lợi ích lớn cho người sử dụng như tiết kiệm năng lượng điện tiêu thụ, đảm bảo an toàn phòng chống cháy nổ,...

1.2 MỤC TIÊU ĐỀ TÀI

Trong đề tài này, sinh viên thực hiện đề tài đặt ra mục tiêu cho hệ thống như sau:

- Nghiên cứu và ứng dụng thị giác máy tính trong việc nhận diện khuôn mặt, giới tính, đếm số lượng và theo dõi người.
- Thiết kế hệ thống có khả năng điều khiển các thiết bị điện một cách tối ưu.
- Ứng dụng IoT trong việc quản lý, điều khiển từ xa thông qua thiết bị di động.
- Cung cấp khả năng nâng cấp firmware từ xa cho hệ thống
- Cung cấp khả năng trực tiếp video từ camera thông qua ứng dụng di động

1.3 GIỚI HẠN ĐỀ TÀI

Đề tài hệ thống điều khiển thiết bị thông minh chỉ cung cấp khả năng nhận diện từ 1 camera duy nhất, chất lượng hình ảnh camera ảnh hưởng tới khả năng nhận diện khuôn mặt, máy tính phải có khả năng về xử lý hình ảnh đủ tốt.

1.4 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

- Nghiên cứu, tìm hiểu các hệ thống nhận dạng khuôn mặt, đếm số lượng người, theo dõi người
- Phân tích các giải thuật
- Thiết kế hệ thống nhận dạng khuôn mặt
- Nghiên cứu vi điều khiển chịu trách nhiệm điều khiển các thiết bị, xử lý thông tin từ camera, truyền nhận các thông số đọc được từ cảm biến, camera.
- Nghiên cứu phương pháp thiết lập, truyền nhận dữ liệu và lưu trữ bằng AWS.
- Nghiên cứu phương pháp thiết kế và xây dựng ứng dụng di động.
- Phân tích, đánh giá hệ thống

1.5 ĐỐI TƯỢNG VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU

- Nghiên cứu, đánh giá các thiết bị, sản phẩm đã có trên thị trường
- Nghiên cứu các tác động của môi trường đến sức khỏe con người
- Nghiên cứu và phân tích các yếu tố giúp giảm chi phí doanh nghiệp
- Lựa chọn vi điều khiển chính và cảm biến phù hợp với hệ thống
- Nghiên cứu phương pháp huấn luyện, ứng dụng mô hình thị giác máy tính

1.6 BỐ CỤC QUYỀN BÁO CÁO

Nội dung chính của đề tài được trình bày với 5 chương:

- Chương 1 GIỚI THIỆU: Khái quát về nhận diện vấn đề, Mục tiêu đề tài, giới hạn đề tài, phương pháp nghiên cứu, đối tượng và phạm vi nghiên cứu
- Chương 2 CƠ SỞ LÝ THUYẾT: Giới thiệu linh kiện, tìm hiểu về các chuẩn giao tiếp sử dụng cho hệ thống, tìm hiểu về mô hình thị giác máy tính sử dụng cho hệ thống, tìm hiểu về dịch vụ quản lý, xác thực người dùng Amazon Cognito, tìm hiểu các khái niệm về RTOS và FOTA
- Chương 3 THIẾT KẾ HỆ THỐNG: Sơ đồ nguyên lý, sơ đồ khối, chức năng phần cứng, lưu đồ hoạt động, chức năng hoạt động của phần mềm.
- Chương 4 KẾT QUẢ: Kết quả về hoạt động của hệ thống sau khi thiết kế, nhận xét kết quả mà hệ thống đạt được.
- Chương 5 KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN: Kết luận về khả năng của hệ thống sau quá trình thực nghiệm so sánh với mục tiêu đề ra và khả năng phát triển của đề tài trong tương lai

CHƯƠNG 2

CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1 GIỚI THIỆU LINH KIỆN

Hệ thống điều khiển thiết bị thông minh được thiết kế với mục đích có thể ứng dụng thị giác máy tính trong việc nhận diện số lượng người, nhóm độ tuổi giới tính sử dụng chính camera có sẵn của các cửa hàng, doanh nghiệp và dữ liệu từ cảm biến môi trường thu được để đưa ra quyết định điều khiển các thiết bị điện 1 cách phù hợp, tiết kiệm năng lượng tiêu thụ cho doanh nghiệp. Ngoài ra hệ thống còn phải đáp ứng khả năng điều khiển, quản lý hệ thống từ xa và trực tiếp từ hệ thống nhằm tối ưu hóa trải nghiệm của người dùng. Do đó các linh kiện mang tính cần thiết để thiết kế hệ thống bao gồm:

- IP camera: loại camera được thiết kế nhằm có thể hoạt động độc lập bằng cách kết nối trực tiếp với mạng. Thiết bị có thể chiếu, truyền hình ảnh, video đến máy tính, điện thoại, máy tính bảng,... . Ở bất cứ nơi nào chỉ cần có kết nối internet, cũng có thể quản lý được từ xa, điều khiển và xem hình ảnh. Đây là loại camera thường được sử dụng trong các quán café, các cửa hàng, các doanh nghiệp,... Vì tính tiện dụng của nó mang lại lắp đặt đơn giản, nhanh chóng, dễ dàng và đặc biệt có thể quan sát và điều khiển từ xa.

- ESP32-C3: dòng SoC WiFi – BLE giá rẻ, được ứng dụng trong các hệ thống IoT do được thiết kế để cung cấp khả năng kết nối Wi-Fi tốc độ cao và khả năng xử lý mạnh mẽ với kiến trúc RISC-V 32 single core 32 bit tốc độ xử lý lên đến 160 MHz trong một thiết bị có kích thước nhỏ và tích kiệm năng lượng.



Hình 2.1: Vi điều khiển ESP32-C3[6]

Bảng 2.1: Bảng thông số kỹ thuật ESP32-C3[6]

Đặc tính	Thông số
CPU	32-bit RISC-V single-core @ 160 MHz
RAM	400 kB
ROM	384 kB
Flash size	4 MB
UART	2
SPI	3
Wi-Fi	802.11b/g/n
Bluetooth	5.0 + BLE
RTC Memory	8kB
GPIO	22
I2C	1
RMT	2 kênh truyền và 2 kênh nhận

- Cảm biến AHT21: Cảm biến nhiệt độ và độ ẩm với kích thước nhỏ, xuất ra tín hiệu digital kèm theo giao diện I2C. Với độ sai số khi đo tương đối thấp, khả năng và hiệu suất đã được kiểm chứng và được tin dùng trong các hệ thống trong lĩnh vực y tế, ô tô, công nghiệp, khí tượng và các lĩnh vực khác.

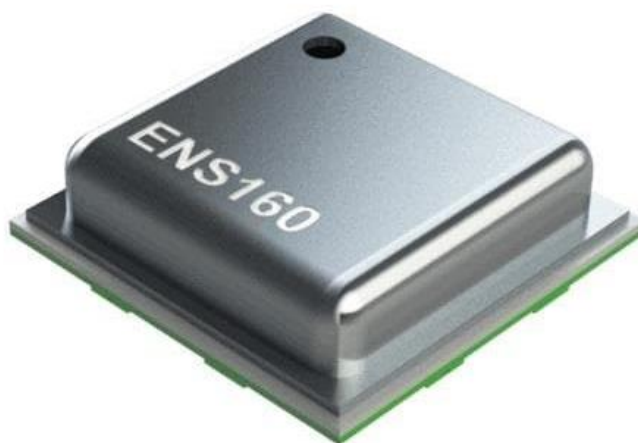


Hình 2.2: Cảm biến nhiệt độ - độ ẩm AHT21[7]

Bảng 2.2: Bảng thông số kỹ thuật AHT21[7]

Đặc tính	Thông số
Điện áp hoạt động	1.8 – 6.0 V
Độ chính xác độ ẩm	$\pm 2 \%$
Độ phân giải độ ẩm	0.024 %
Độ chính xác nhiệt độ	$\pm 0.3 \text{ }^{\circ}\text{C}$
Độ phân giải nhiệt độ	0.01 $^{\circ}\text{C}$
Nhiệt độ làm việc	-40 $^{\circ}\text{C}$ đến 85 $^{\circ}\text{C}$
Chuẩn giao tiếp	I2C

- Cảm biến ENS160: Cảm biến chất lượng không khí với giao diện I2C, được đặc biệt thiết kế dành cho việc quản lý chất lượng không khí trong nhà và có khả năng phát hiện nhiều dữ liệu IAQ như TVOC, eCO₂, AQI. Với phạm vi hoạt động rộng, độ sai số khi đo tương đối thấp và kích thước nhỏ cảm biến thường được ứng dụng trong các máy lọc không khí, máy hút mùi, và các thiết bị IoT khác.



Hình 2.3: Cảm biến chất lượng không khí ENS160[8]

Bảng 2.3: Bảng thông số kỹ thuật ENS160[8]

Đặc tính	Thông số
Điện áp hoạt động	3.3 – 5.5 V
Phạm vi nhiệt độ hoạt động	-40 °C đến 85 °C
Phạm vi độ ẩm hoạt động	5 %RH đến 95 %RH
Phạm vi đo eCO ₂	400 ppm đến 65000 ppm
Phạm vi đo TVOC	0 ppb đến 65000 ppb
Phạm vi đo AQI	0 µg/m ³ đến 500 µg/m ³
Chuẩn giao tiếp	I2C

- Màn hình Nextion HMI: Màn hình với cảm ứng điện trở, giao diện UART, được sử dụng trong mục đích hiển thị (GUI) do người dùng thiết kế trên màn

hình cảm ứng 1 cách dễ dàng và trực quan thông qua ứng dụng thiết kế giao diện Nextion Editor. Nhờ có bộ vi xử lý và bộ nhớ tích hợp cho phép lập trình các logic thông qua việc người dùng điều khiển hệ thống qua những lần chạm trên màn hình. Màn hình giao tiếp với MCU khác thông qua TTL Serial, MCU sẽ gửi các lệnh được nhà sản xuất màn hình định nghĩa từ trước.



Hình 2.4: Màn hình Nextion HMI 4.3 Inch [9]

Bảng 2.4: Bảng thông số kỹ thuật Nextion HMI [9]

Đặc tính	Thông số
Điện áp hoạt động	5V
Hỗ trợ thẻ SD	Tối đa 32 GB
Dung lượng lưu trữ trên flash	32 MB
EEPROM	1024 Byte
RAM	8192 Byte
Độ phân giải	480x272 pixel
Màu sắc	65536 màu
Độ sáng	0 – 230 nit
Dòng điện hoạt động	250mA, 15mA(Sleep mode)
Nhiệt độ hoạt động	25°C

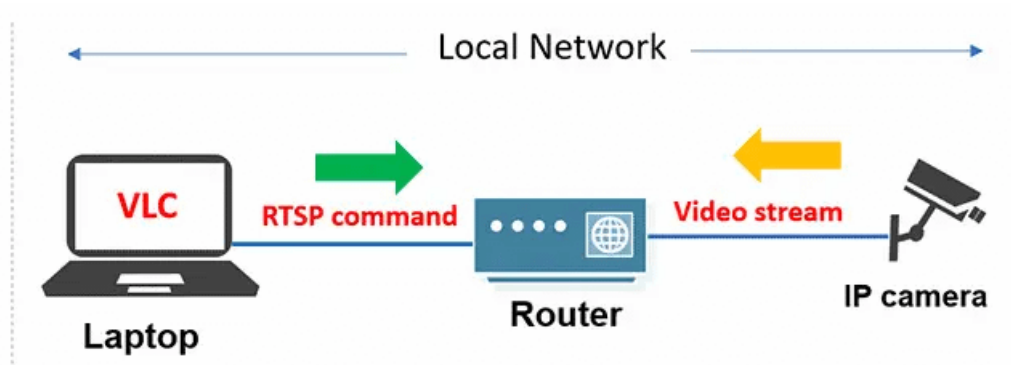
Độ âm hoạt động	60%
-----------------	-----

- Các linh kiện khác: Relay, led phát hồng ngoại TSHF6210 nhằm điều khiển các thiết bị. HLK-10M05, AMS117-3.3V nhằm thiết kế mạch nguồn cho hệ thống đảm bảo đáp ứng công suất, dòng điện tiêu thụ cho toàn hệ thống.

2.2 TÌM HIỂU LÝ THUYẾT VỀ GIAO THỨC RTSP

Real Time Streaming Protocol (RTSP) là một giao thức cho IP camera cho phép người dùng xem nội dung trực tiếp trên trình duyệt web và các thiết bị di động.

Ở trong quy mô nhỏ như gia đình/ văn phòng,... router sẽ hoạt động như một máy chủ RTSP do đó RTSP hoạt động bằng cách thiết lập kết nối giữa client device và RTSP server trên IP camera. Client sẽ gửi yêu cầu đến server để bắt đầu và dừng phát video. Khi client yêu cầu bắt đầu phát video thì server phản hồi gói tin bao gồm các thông tin: nguồn cấp dữ liệu video, codec được sử dụng, độ phân giải và tốc độ khung hình. Sau đó client có thể sử dụng thông tin này để giải mã video và hiện thị trên màn hình.[10]



Hình 2.5: Sử dụng RTSP để phát video trên laptop từ IP camera

2.3 TÌM HIỂU VỀ MÔ HÌNH YOLOV8

YOLOv8 là mô hình YOLO mới nhất được công bố vào đầu năm 2023, với YOLO được viết tắt của “You Only Look Once”, được giới thiệu là có thể dự đoán tất cả đối tượng trong một hình ảnh trong một lần truyền dữ liệu. Các mô hình YOLO được huấn luyện trước trên các bộ dữ liệu lớn như ImageNet, COCO, do đó nó cung cấp khả năng dự đoán cực kì chính xác với các lớp đã được huấn luyện, vừa có thể học thêm các lớp mới một cách dễ dàng. Ngoài độ chính xác cao thì tốc độ huấn luyện của mô hình mang này là mang lại là nhanh

với kích thước mô hình nhỏ. Về lý thuyết mô hình YOLO có các khái niệm quan trọng như sau:

- Box-loss (Bounding Box Loss): Đo lường độ chính xác của việc dự đoán các hộp giới hạn (bounding boxes) xung quanh đối tượng trong hình ảnh. Box-loss đo lường sự sai khác giữa hộp giới hạn được dự đoán và hộp giới hạn thực tế của đối tượng trong tập dữ liệu huấn luyện. Nó đóng vai trò trong việc đánh giá và cải thiện sự chính xác của việc định vị đối tượng.

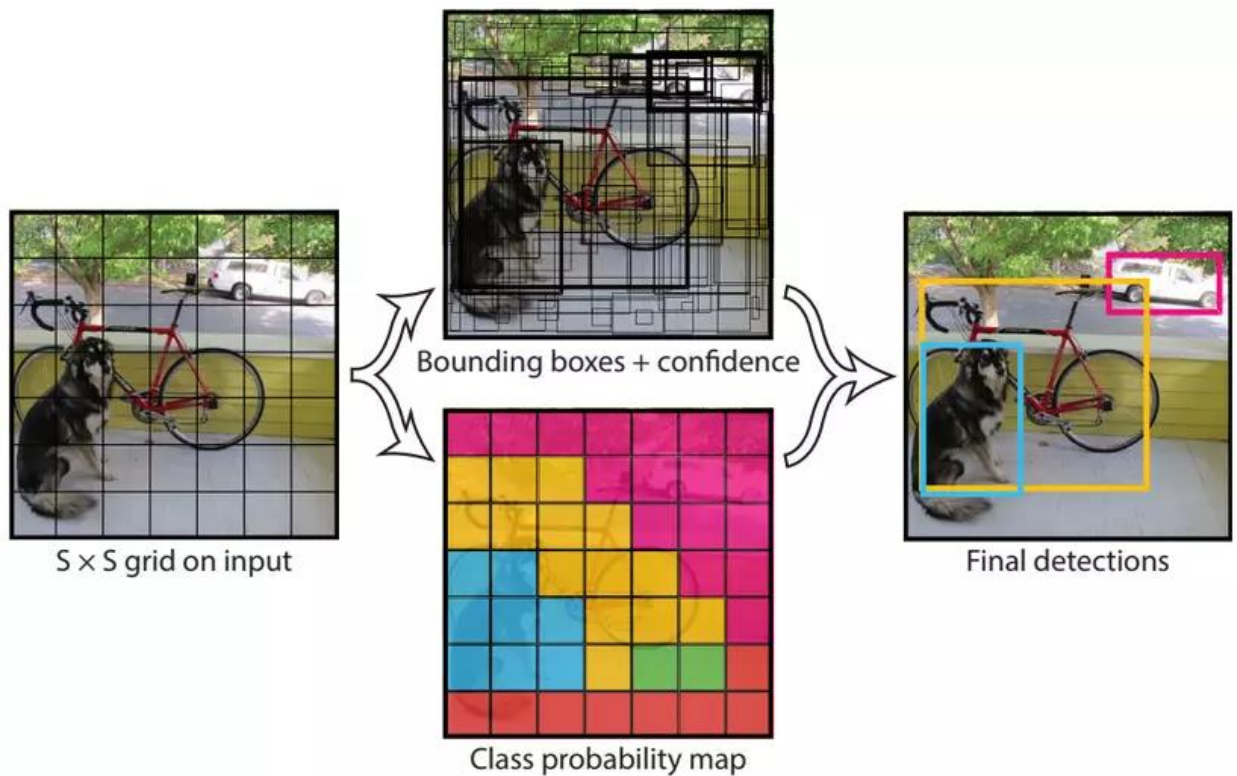
- Obj-loss (Object Loss): Đo lường độ chính xác của việc phát hiện đối tượng trong hình ảnh. Nó đo lường khả năng của mô hình trong việc xác định xem một vùng ảnh có chứa đối tượng hay không.

- Cls-loss (Classification Loss): Đo lường độ chính xác của việc phân loại đối tượng. Cls-loss đo lường sự sai khác giữa nhãn lớp thực tế của đối tượng và nhãn lớp được dự đoán bởi mô hình. Nó giúp mô hình học cách phân loại đúng các đối tượng vào các lớp tương ứng.

- mAP_{0.5} (mean Average Precision at IoU threshold 0.5): mAP_{0.5} tính toán trung bình của các chỉ số Precision-Recall cho các lớp đối tượng khác nhau, sử dụng ngưỡng chéo IoU (Intersection over Union) là 0.5. IoU được sử dụng để đo lường độ tương đồng giữa hai hộp giới hạn bằng cách tính tỉ lệ diện tích giao của hai hộp chia cho diện tích hợp của chúng.

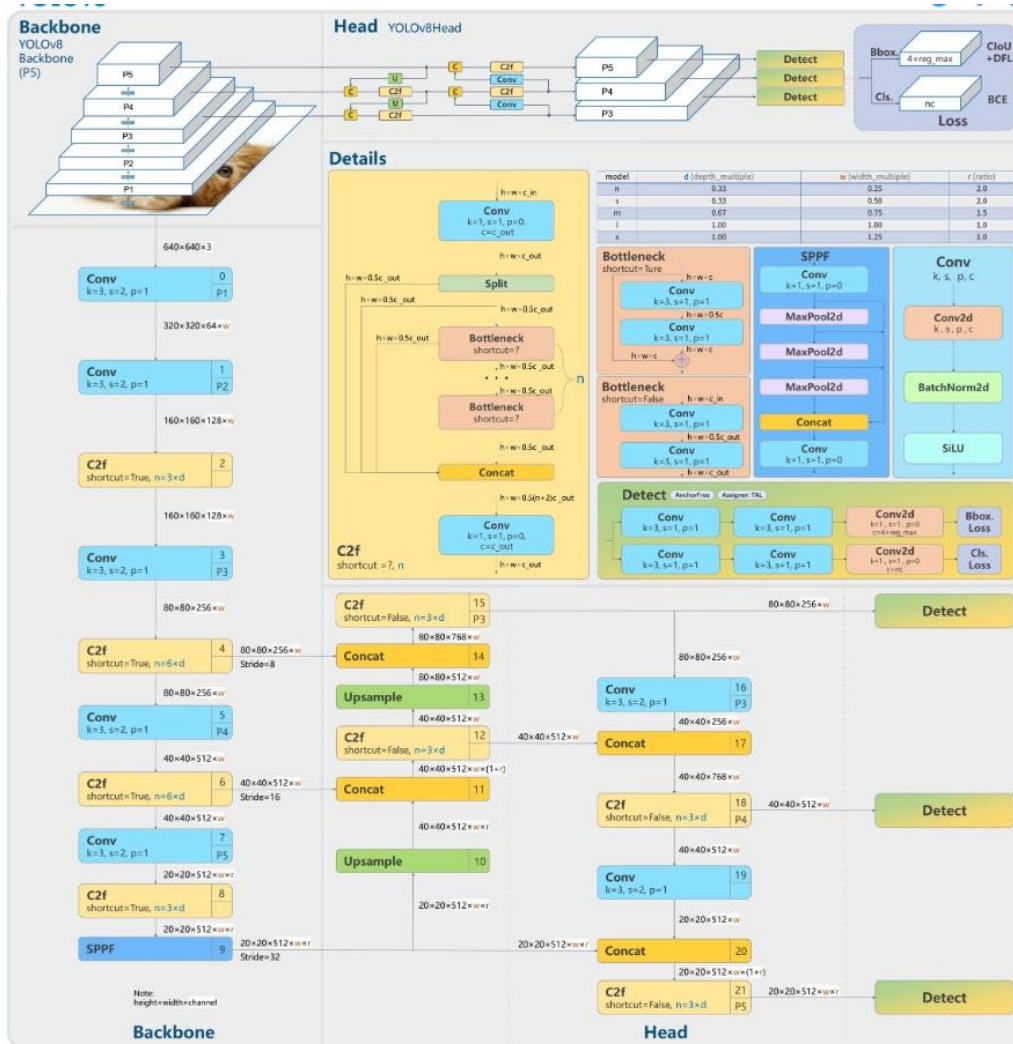
- mAP_{0.5:0.95} là một phép đo Mean Average Precision (mAP) được tính toán bằng cách lấy trung bình của các chỉ số Precision-Recall cho các ngưỡng IoU từ 0.5 đến 0.95.

YOLO hoạt động dựa trên đầu vào mô hình là một ảnh, mô hình sẽ bắt đầu nhận diện trong ảnh có đối tượng nào hay không sau đó sẽ xác định tọa độ của đối tượng trong ảnh. Ảnh đầu vào được chia thành $S \times S$ ô thường thì là 3×3 , 7×7 , 9×9 , ảnh đầu ra sẽ là mô hình ma trận 3 chiều có kích thước $(S \times S \times (5B+C))$ với B và C lần lượt là số lượng bounding box và class mà mỗi ô cần dự đoán. Do đó mỗi bounding box sẽ gồm 5 thành phần $(x, y, w, h, \text{prediction})$ với (x, y, w, h) là các thuộc tính của bounding box để phát hiện đối tượng và prediction được định nghĩa là $P(\text{object}) * \text{IOU}(\text{pred}, \text{truth})$ với $P(\text{object})$ là xác suất mà bounding box chứa 1 đối tượng, $\text{IOU}(\text{pred}, \text{truth})$ là hàm đánh giá độ chính xác của chủ thể được xác định bằng diện tích phần giao nhau giữa predicted bounding box với ground-truth bounding box chia cho diện tích phần hợp giữa predicted bounding box với ground-truth bounding box. Những bounding box này được dán nhãn bằng tay trong tập training và tập validation.[11]



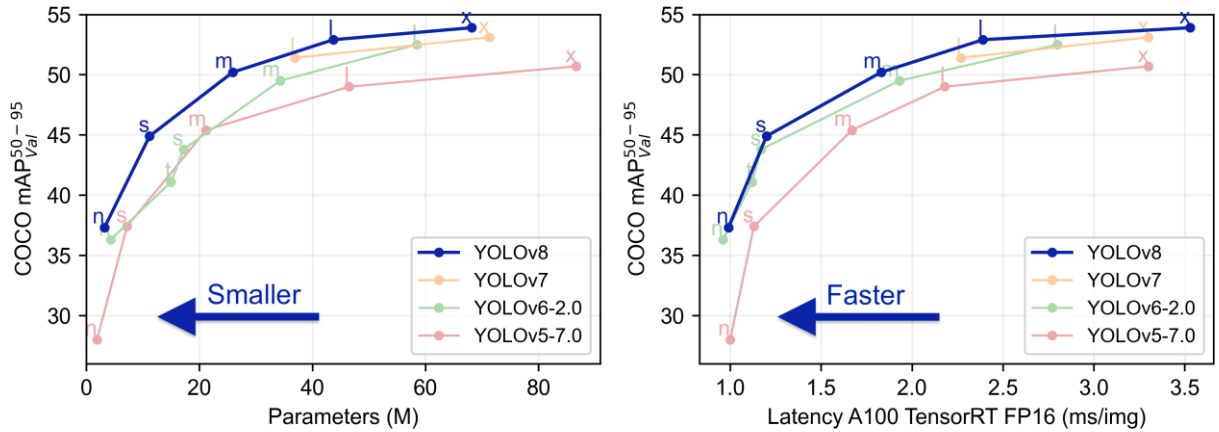
Hình 2.6: Cách hoạt động của YOLO

Phiên bản YOLOv8 có 2 thay đổi chính so với phiên bản trước đó là thay thế Anchor Box bằng Anchor-Free Detection và kỹ thuật tăng cường dữ liệu Mosaic. Để hiểu rõ hơn về mô hình YOLOv8, kiến trúc mô hình được thể hiện trong hình sau:



Hình 2.7: Kiến trúc mô hình YOLOv8 [12]

Trong YOLOv8 việc kiến trúc này bỏ qua sử dụng Anchor box vì giới hạn của anchor box là thiếu tính tổng quát do các anchor box có sẵn làm cho mô hình trở nên cứng nhắc và không có anchor box phù hợp cho các tình huống không đều. Việc bổ sung kỹ thuật tăng cường dữ liệu mosaic giúp mô hình học được các đối tượng thực sự từ các vị trí khác nhau và trong trạng thái bị che khuất. Đánh giá hiệu suất của YOLOv8 với các phiên bản trước đó được thể hiện trong hình sau:



Hình 2.8: So sánh hiệu suất của YOLOv8 với các phiên bản khác [12]

Dựa trên biểu đồ, YOLO v8 có nhiều tham số hơn các phiên bản khác, nó cung cấp ~33% mAP nhiều hơn cho các mô hình kích thước nano và mAP lớn hơn nói chung. Ngoài ra YOLOv8 còn mang lại tốc độ nhận diện nhanh hơn so với tất cả các phiên bản khác nhằm đáp ứng nhu cầu về thời gian thực của hệ thống.

YOLOv8 cung cấp các kích thước mô hình khác nhau: n - nano, s - small, m - medium, l - large và x - extra large

Bảng 2.5: Bảng so sánh kích thước các mô hình của YOLOv8 [12]

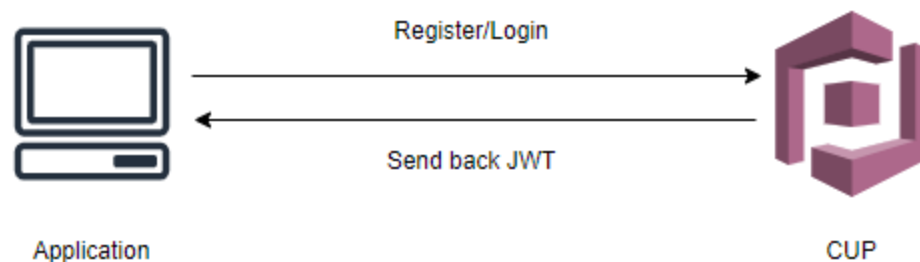
Model	size (pixels)	mAP_50- 95	Speed (CPU ONNX) (ms)	Speed (A100 TensorRT) (ms)	Params (M)	FLOPs (B)
YOLOv8n	640	37.3	80.4	0.99	3.2	8.7
YOLOv8s	640	44.9	128.4	1.2	11.2	28.6
YOLOv8m	640	50.2	234.7	1.83	25.9	78.9
YOLOv8l	640	52.9	375.2	2.39	43.7	165.2
YOLOv8x	640	53.9	479.1	3.53	68.2	257.8

Từ bảng so sánh, có thể thấy kích thước mô hình tỉ lệ thuận với mAP và tỉ lệ nghịch với thời gian suy luận.

2.4 GIỚI THIỆU VỀ DỊCH VỤ XÁC THỰC, ỦY QUYỀN VÀ QUẢN LÝ NGƯỜI DÙNG AMAZON COGNITO

Amazon Cognito là dịch vụ của AWS nhằm cung cấp khả năng xác thực, ủy quyền, quản lý người dùng cho các ứng dụng web và di động. Với 3 dịch vụ cơ bản bao gồm:

- Amazon Cognito User Pools: Là một dịch vụ khi tạo sẽ cung cấp serverless database chứa thông tin người dùng ứng dụng. Thực hiện đăng ký thông qua username và password, khi đăng nhập có thể xác thực 2 lớp qua email, MFA, số điện thoại ngoài ra còn có thể đăng nhập trực tiếp thông qua các nền tảng thứ 3 như Facebook, Google,...



Hình 2.9: Quá trình đăng ký hoặc đăng nhập người dùng với Amazon Cognito

- Amazon Cognito Sync: Là dịch vụ cho phép đồng bộ dữ liệu người dùng liên quan đến ứng dụng trên nhiều thiết bị, nó sẽ lưu trữ các cài đặt và trạng thái của ứng dụng.

- Amazon Cognito Identity Pools: Là dịch vụ cho phép client có thể truy cập trực tiếp vào AWS Resource. [13]

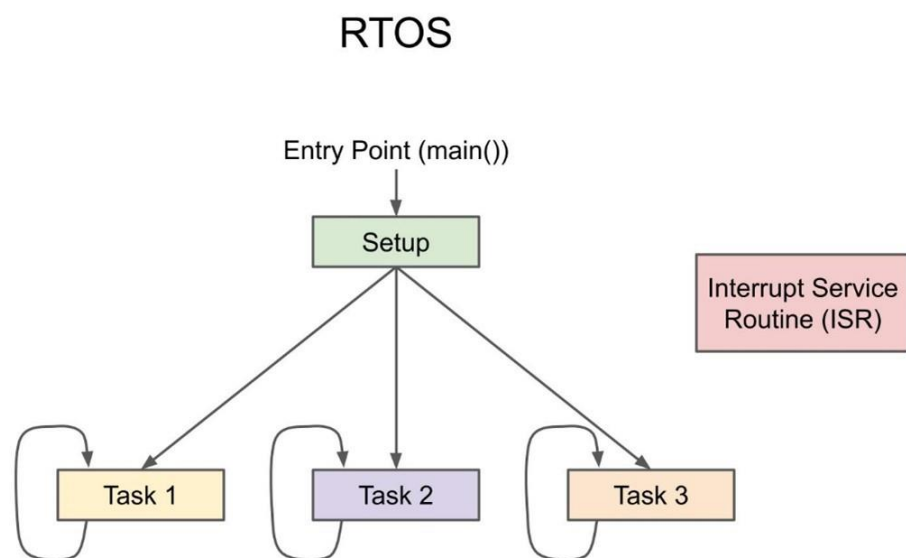
2.5 GIỚI THIỆU VỀ HỆ ĐIỀU HÀNH THỜI GIAN THỰC (RTOS) VÀ FOTA

Hệ điều hành thời gian thực được sử dụng trong các ứng dụng yêu cầu về thời gian phản hồi nhanh và chính xác. Thay vì các tác vụ được thực hiện định kỳ trong “siêu vòng lặp” thì RTOS giúp cho các tác vụ được lập lịch, điều phối và phân mức ưu tiên cho các tác vụ giúp mọi thứ gần như đồng thời. Các chức năng cơ bản của RTOS:

- Bộ lập lịch (Scheduler): Sử dụng Co-operative Scheduling, Round Robin Scheduling, Preemptive Scheduling

- Các dịch vụ thời gian thực (Realtime Services): Thực hiện chức năng quản lý và lập lịch các tiến trình sử dụng CPU và điều phối tài nguyên. Các dịch vụ bao gồm: Xử lý ngắt, quản lý thời gian, quản lý thiết bị, quản lý bộ nhớ, quản lý các kết nối vào ra.

- Đồng bộ và xử lý thông điệp (Synchronization and Messaging): Các thông điệp được sử dụng để trao đổi thông tin giữa các tác vụ. Các dịch vụ quản lý thông điệp bao gồm: Semaphores, event flags, mailboxes, pipes, messages queues. [14]

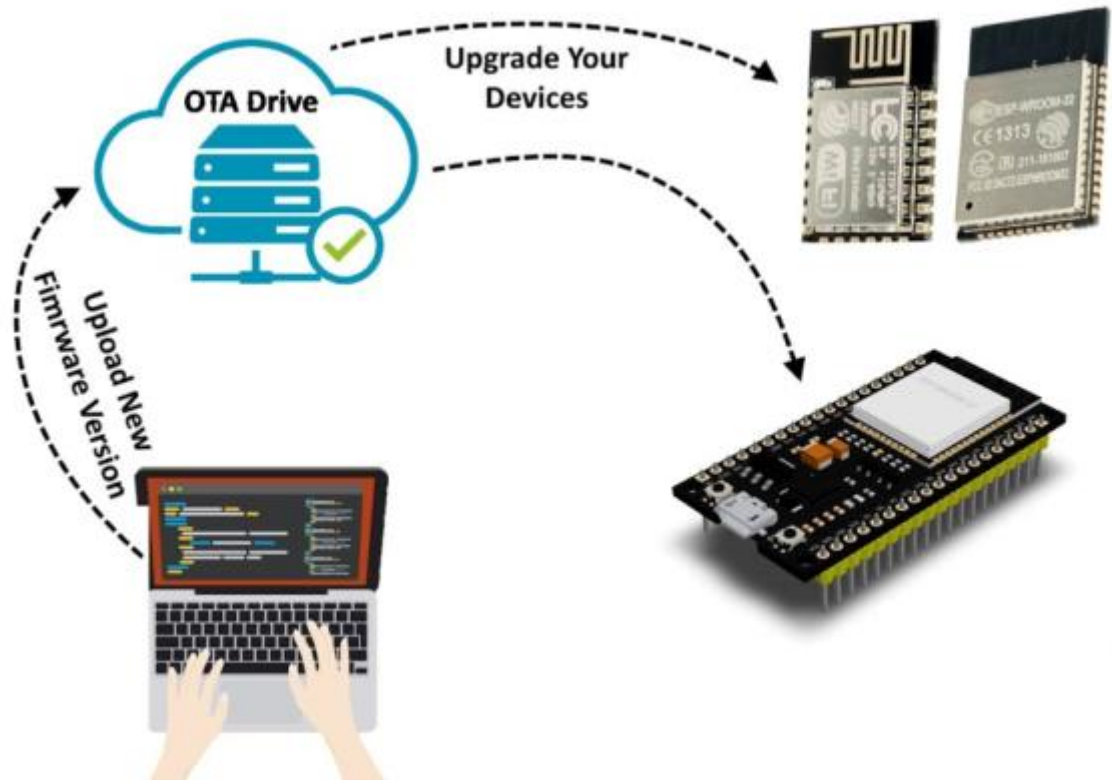


Hình 2.10: Mô tả cách RTOS hoạt động với các tác vụ

FOTA được viết tắt của Firmware update over the air là phương pháp phát triển phần mềm và sản phẩm phổ biến hiện nay, được sử dụng để cập nhật tính năng, sửa lỗi phần mềm cho sản phẩm thông qua internet. Phương pháp này nhằm đảm bảo sự bảo mật cho hệ thống khi mà không phải đưa firmware cho khách hàng, việc mà đưa firmware cho khách hàng mang lại nhiều rủi ro dễ dàng bị reverse lại làm cho firmware bị lộ ra bên ngoài. Để có thể nạp firmware từ xa thì cần 1 máy chủ lưu trữ và quá trình cập nhật hệ thống sẽ tuân thủ các bước sau:

- Admin hệ thống sẽ đưa bản firmware mới lên máy chủ.

- Hệ thống sẽ gọi 1 API lên server đó nếu nhận được thông tin thay đổi version sẽ tải firmware về thông qua internet.
- Khởi động lại với firmware mới. [15]



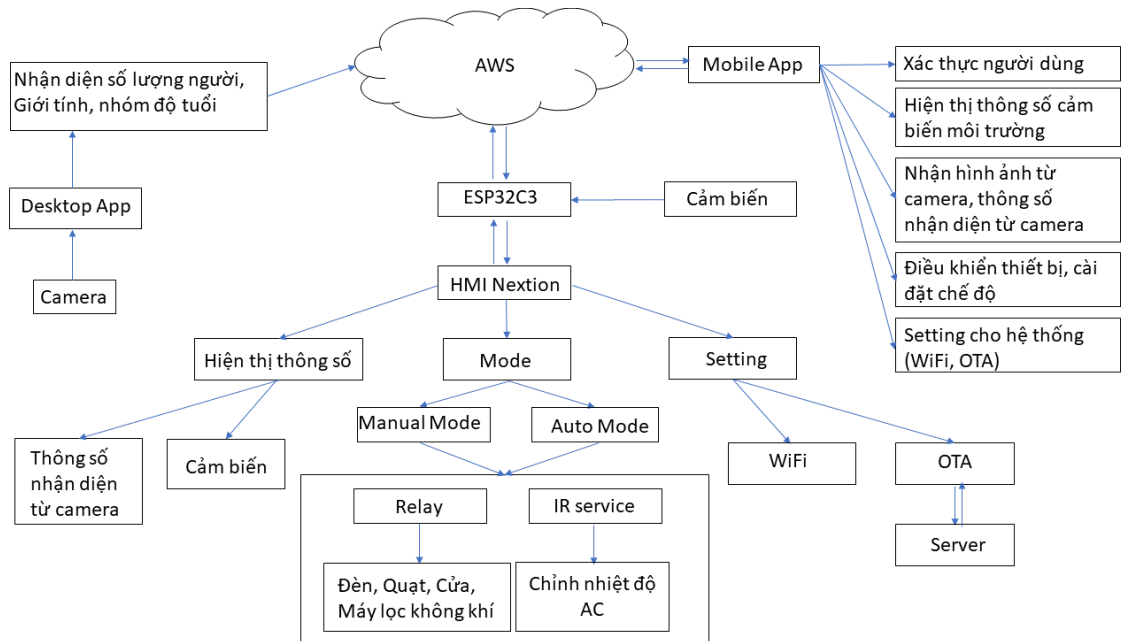
Hình 2.11: Quá trình FOTA cho ESP32 .

CHƯƠNG 3

THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN THIẾT BỊ THÔNG MINH

3.1 MÔ HÌNH HỆ THỐNG

Hệ thống điều khiển thiết bị thông minh nhằm giải quyết vấn đề tối ưu chi phí hoạt động cho các cửa hàng vừa và nhỏ thông qua giải pháp tối ưu lượng điện tiêu thụ, tối ưu lượng nhân viên trong 1 ca làm. Đồng thời cũng là giải pháp nhằm tối ưu việc sử dụng camera, không chỉ sử dụng để cho vấn đề an ninh mà còn có thể giúp nhận diện số lượng, giới tính, nhóm độ tuổi của khách hàng, do đó hệ thống phải đạt một số yêu cầu nhất định về mặt kỹ thuật. Hệ thống phải đáp ứng việc sử dụng chính camera của doanh nghiệp và thông qua ứng dụng trên desktop để nhận diện số lượng, giới tính, nhóm độ tuổi của khách hàng theo thời gian thực. Đồng thời hệ thống phải đáp ứng khả năng có thể điều khiển nhiều thiết bị dân dụng với mức điện áp 220V có thể điều khiển các thiết bị từ xa như máy lạnh. Các khối hiện thị phải hiện thị các thông số nhận được từ toàn bộ hệ thống theo thời gian thực để người dùng theo dõi và có khả năng lưu trữ dữ liệu theo tuần/tháng/năm nhằm đưa ra những số liệu chính xác có so sánh cụ thể theo biểu đồ. Ngoài khả năng tự động đưa ra quyết định điều khiển thiết bị theo các thông số nhận được thì còn cho phép chế độ thủ công để người dùng tùy ý điều khiển theo ý. Các yêu cầu này cũng mang tính tương đối và chưa có một chuẩn mực nào cho các thiết kế hệ thống như vậy. Trong thiết kế này, sinh viên thực hiện đề tài chọn các thông số mang tính tương đối và phù hợp. Sơ đồ khối hệ thống được mô tả trong hình 1.



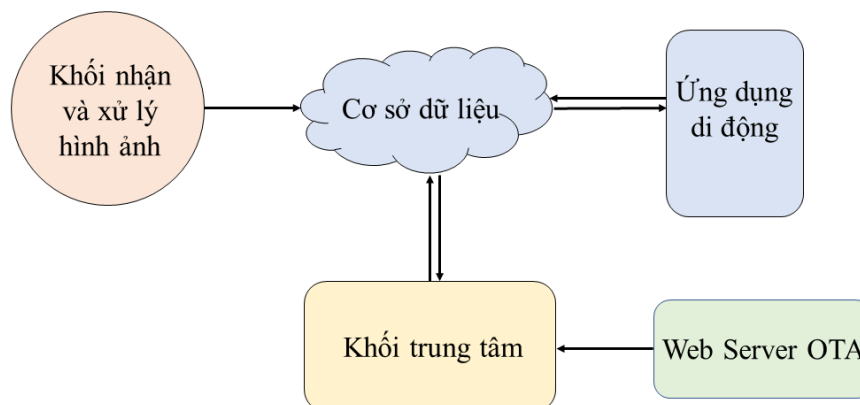
Hình 3.1: Mô hình hệ thống điều khiển thiết bị thông minh

Theo như mô hình đã đề ra, hệ thống sẽ sử dụng camera để tiếp nhận hình ảnh, sau đó dữ liệu hình ảnh sẽ được xử lý thông qua ứng dụng trên máy tính. Dữ liệu này được đưa lên AWS và hệ thống sử dụng khối quản lý trung tâm là ESP32-C3 để nhận dữ liệu này. Khối xử lý trung tâm phải đảm bảo có khả năng kết nối với mạng Internet, tốc độ xử lý nhanh, tiết kiệm năng lượng để điều khiển thiết bị phù hợp theo dữ liệu nhận được. Hệ thống sử dụng màn hình Nextion HMI để hiển thị thông số dữ liệu và quản lý trạng thái các thiết bị trong hệ thống với màn hình 4.3 inch và độ phân giải 480x272 pixel kèm theo khả năng tương tác người dùng thông qua cảm ứng điện trở giúp việc quan sát, quản lý, điều khiển các thiết bị một cách rõ ràng, chính xác. Ứng dụng trên điện thoại nhằm cung cấp khả năng quản lý các thiết bị từ xa thay vì chỉ có thể điều khiển trực tiếp tại chỗ thông qua màn hình Nextion HMI.

3.2 THIẾT KẾ PHẦN CỨNG

3.2.1 Sơ đồ khối phần cứng

Để có nhìn tổng quan hơn về các thành phần phần cứng của hệ thống và cách chúng liên kết với nhau. Thông qua sơ đồ khối của hệ thống, hệ thống bao gồm các khối sau:



Hình 3.2: Sơ đồ khối tổng quát của hệ thống điều khiển thiết bị thông minh

Hệ thống gồm có 5 khối chính:

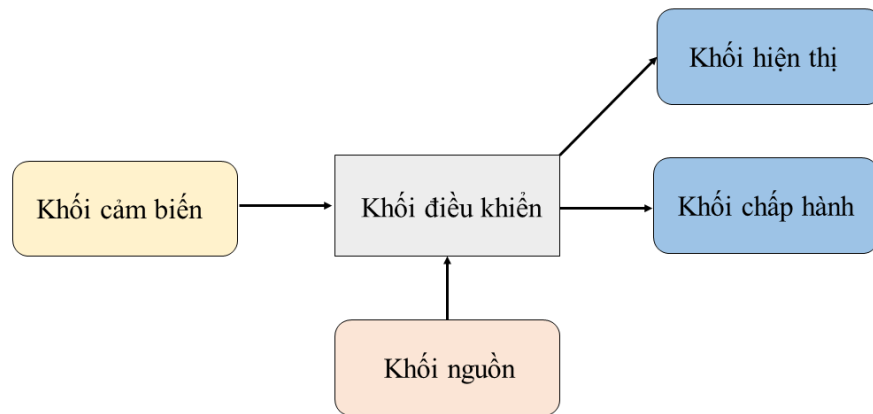
- Khối nhận và xử lý hình ảnh là hệ thống phần cứng thu nhận hình ảnh từ camera xử lý thông qua ứng dụng trên máy tính, nhận diện số lượng người, giới tính, nhóm độ tuổi.
- Khối trung tâm là hệ thống phần cứng thu thập các giá trị từ cảm biến, giá trị nhận được từ khối nhận và xử lý hình ảnh sau đó đưa dữ liệu lên cơ sở dữ liệu thông qua internet và đưa tín hiệu đến điều khiển các thiết bị điện khác.
- Ứng dụng di động là phần mềm giao tiếp với người dùng để giám sát và điều khiển thiết bị, các dữ liệu để giám sát và tín hiệu điều khiển từ ứng dụng di động được đưa đến cơ sở dữ liệu bằng Internet.
- Cơ sở dữ liệu là lưu trữ dữ liệu, kết nối trung gian để khối điều khiển và ứng dụng di động giao tiếp với nhau.
- Web server OTA là Server sử dụng cho quá trình FOTA, nơi người có quyền admin gửi các firmware phiên bản mới lên và khối trung tâm có quyền lấy xuống khi cần thiết.

3.2.2 Thiết kế từng khối

3.2.2.1 Khối trung tâm

Sau khi đã hoàn thành sơ đồ khối tổng quát của hệ thống ta sẽ tiến hành thiết kế chi tiết từng khối. Đầu tiên là khối trung tâm là thành phần quan trọng nhất của hệ thống có chức năng: Thu thập dữ liệu từ cảm biến, dữ liệu từ hình ảnh sau

khi xử lý, điều khiển các thiết bị khác, hiển thị lên màn hình HMI, kết nối đến cơ sở dữ liệu thông qua internet. Hình dưới đây thể hiện sơ đồ chi tiết khối trung tâm



Hình 3.3: Sơ đồ khối của khối trung tâm

Trong đó:

- Khối điều khiển: Sinh viên thực hiện đề tài chọn ESP32-C3 là dòng SoC WiFi – BLE giá rẻ, tiết kiệm năng lượng đi kèm với WiFi và bluetooth 5.0, BLE theo tiêu chuẩn 802.11b/g/n. Khả năng xử lý mạnh mẽ với kiến trúc RISC-V 32 single core 32 bit tốc độ xử lý lên đến 160 MHz.

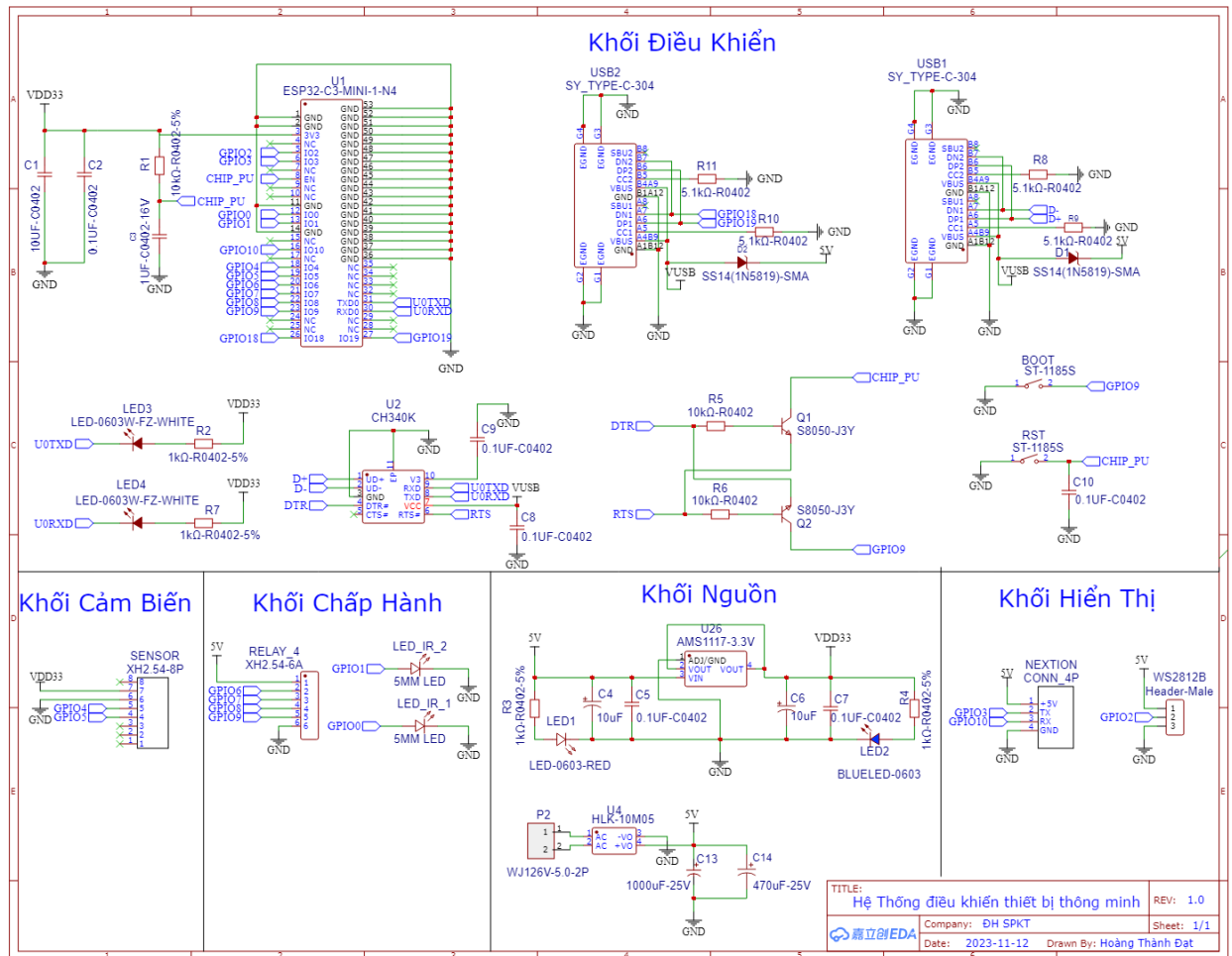
- Khối cảm biến: Sinh viên thực hiện đề tài sử dụng cảm biến AHT21 và cảm biến ENS160 để đo nhiệt độ, độ ẩm, eCo2, TVOC, AQI. Đây là 2 loại cảm biến có độ chính xác cao, đa chức năng, tiết kiệm năng lượng với giao diện I2C và khả năng được ứng dụng rộng rãi trong ngành công nghiệp và ứng dụng IoT.

- Khối hiển thị: Sinh viên thực hiện đề tài sử dụng màn hình Nextion HMI để hiển thị thông số dữ liệu và quản lý trạng thái các thiết bị trong hệ thống với màn hình 4.3 inch và độ phân giải 480x272 pixel kèm theo khả năng tương tác người dùng thông qua cảm ứng điện trở giúp việc quan sát, quản lý, điều khiển các thiết bị một cách rõ ràng, chính xác.

- Khối chấp hành: Sinh viên thực hiện đề tài sử dụng relay và led phát hồng ngoại để điều khiển các thiết bị.

- Khối nguồn: Sinh viên thực hiện đề tài sử dụng HLK-10M05 để chuyển điện áp từ 220VAC/50Hz sang 5VDC và dòng lên đến 2A để cung cấp điện áp cho các thiết bị trong hệ thống như: cảm biến, relay, màn hình HMI Nextion. Cuối cùng sử dụng mạch hạ áp với AMS1117-3.3 để giảm nguồn từ 5VDC thành 3.3VDC để cung cấp nguồn cho ESP32-C3.

Hình ảnh dưới đây thể hiện sơ đồ nguyên lý của khối trung tâm của hệ thống bao gồm các khối được nêu trên.



Hình 3.4: Sơ đồ nguyên lý hệ thống khối trung tâm

➤ Khối cảm biến

Sử dụng cảm biến AHT21 và ENS160 với giao diện I2C kết nối với ESP32-C3. Với giao diện I2C chỉ cần kết nối chân SDA và SCL của ESP32-C3 với cảm biến trong điều kiện nguồn 3V3 và chung GND. Với AHT21 sau khi kích hoạt 2 thanh ghi 0x33 và 0x00 thì dữ liệu nhiệt độ và độ ẩm sẽ là 7 khung truyền mỗi khung truyền 8 bit tiếp theo nhận được. Trong đó giá trị độ ẩm sẽ là từ bit thứ 8 đến bit thứ 27 và giá trị nhiệt độ sẽ từ bit thứ 28 đến 47 sẽ là giá trị của nhiệt độ.

Để chuyển từ giá trị độ ẩm nhận được sang giá trị theo đơn vị %RH thì theo công thức sau:

$$RH[\%] = \frac{S_{RH}}{2^{20}} \times 100\%$$

Với S_{RH} là giá trị nhận được theo độ ẩm từ cảm biến

Để chuyển từ giá trị nhiệt độ nhận được sang giá trị theo đơn vị °C thì theo công thức sau:

$$T[^\circ\text{C}] = \frac{S_T}{2^{20}} \times 200 - 50$$

Với S_T là giá trị nhận được theo nhiệt độ từ cảm biến

Với cảm biến ENS160 sẽ có 3 chế độ khác nhau gồm:

- + Deep Sleep: Được sử dụng để đưa cảm biến vào chế độ sleep tại chế độ này thiết bị không thể thu thập các giá trị.

- + Idle: Chế độ lý tưởng tại chế độ này thiết bị sẽ bắt đầu trả về giá trị môi trường thu thập được bao gồm: AQI, TVOC, eCO2

- + Standard: Chế độ tiêu chuẩn là chế độ vận hành cảm biến khí chủ động để phát hiện khí cụ thể.

Ở trong hệ thống điều khiển thiết bị thông minh chủ yếu đo chỉ số chất lượng không khí AQI, TVOC, eCO2 nên thiết lập ENS160 ở chế độ Idle.

➤ **Khởi hiển thị**

Sử dụng màn hình Nextion HMI để đáp ứng yêu cầu thiết kế cho hệ thống là màn hình giúp người dùng giám sát, tương tác, điều khiển các thiết bị trực tiếp với giao diện dễ nhìn, dễ sử dụng. Dưới đây là một số giao diện hệ thống mà sinh viên thực hiện đề tài đã thiết kế.



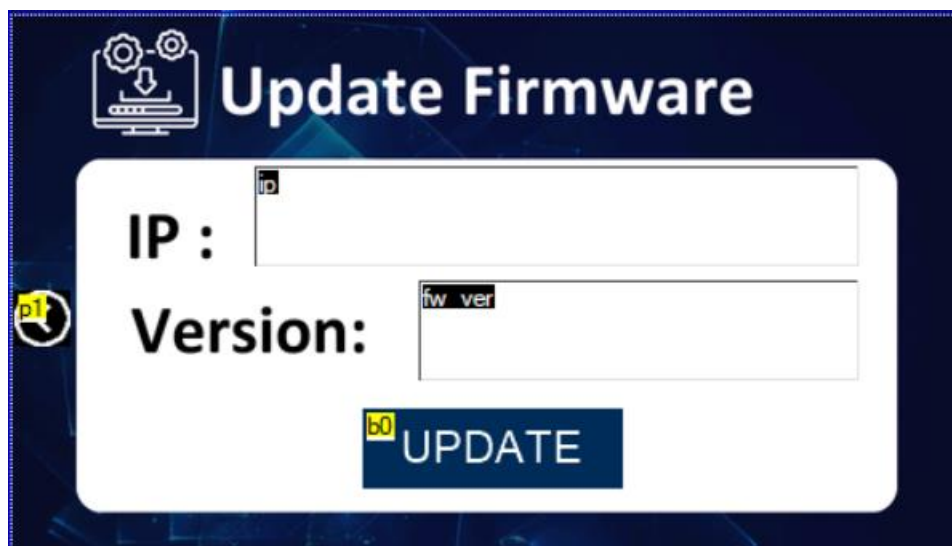
Hình 3.5: Giao diện quản lý chính của hệ thống

Giao diện màn hình quản lý các thông số nhận được từ cảm biến bao gồm: Nhiệt độ, Độ ẩm, AQI, TVOC, eCO₂. Hệ thống sẽ bao gồm 2 chế độ tự động và thủ công. Khi ở chế độ tự động hệ thống sẽ tự động điều chỉnh các thiết bị phù hợp với thông số về nhiệt độ, độ ẩm, AQI, TVOC, eCo₂ và số người. Khi ở chế độ thủ công người dùng có thể tự điều chỉnh theo ý muốn của bản thân. Góc bên phải màn hình hiển thị trạng thái kết nối đến WiFi của thiết bị để có thể thiết lập WiFi cho thiết bị nếu thiết bị bị mất kết nối.



Hình 3.6: Giao diện màn hình thiết lập WiFi

Khi thiết bị bị mất kết nối WiFi hoặc người dùng muốn thiết lập lại WiFi cho thiết bị thì có thể thiết lập thông qua màn hình này và nhấn nút set để khởi động lại hệ thống nhằm lưu giá trị WiFi được thiết lập mới.



Hình 3.7: Giao diện màn hình nâng cấp Firmware của hệ thống

Giao diện hiển thị phiên bản của firmware và nơi để nhập địa chỉ IP đến server để cho quá trình nâng cấp firmware bằng internet. Điều này cho phép người dùng theo dõi được phiên bản hiện tại của thiết bị và có thể tiến hành nâng cấp khi có phiên bản firmware mới.

➤ **Khởi chấp hành**

Sử dụng Relay để đóng ngắt (bật/tắt) các thiết bị kết nối đến. Ở phía thiết bị, chân dương của nguồn AC được nối mới chân COM của relay và chân dương của thiết bị được nối với chân NO và chân âm của chúng sẽ được nối với nhau. Khi có tín hiệu kích hoạt, 2 tiếp điểm giữa chân COM và NO sẽ được nối với nhau và thiết bị được cung cấp nguồn.

Ngoài ra hệ thống còn sử dụng led phát hồng ngoại để điều khiển thiết bị từ xa như máy lạnh, tivi. Led phát hồng ngoại kết nối với ESP32-C3 với chân (+) sẽ kết nối với chân tín hiệu của ESP32-C3, chân (-) sẽ kết nối chung với GND.

➤ **Khởi nguồn**

Để thiết kế khối nguồn cung cấp nguồn cho hệ thống hoạt động ổn định, nhóm dựa vào các linh kiện được sử dụng và tính toán tổng dòng điện tiêu thụ

Bảng 3.1: Bảng tính tổng dòng điện tiêu thụ của hệ thống

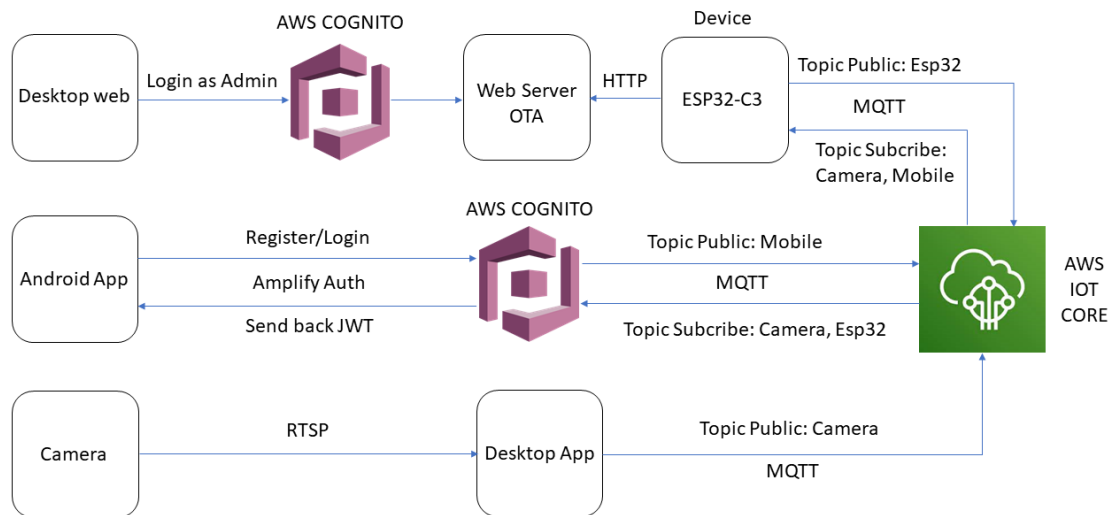
STT	Tên linh kiện	Số lượng	Dòng điện tiêu thụ
1	ESP32-C3	1	80 – 240 mA
2	AHT21	1	1 uA đến 3 uA

3	Màn hình Nextion	1	500 mA
4	Relay	4	320 mA
5	ENS160	1	10 mA
6	Led phát hồng ngoại	2	200 mA
	Tổng		1470 mA

Như vậy tổng dòng điện tiêu thụ của hệ thống là 1470 mA, sinh viên thực hiện đề tài đã xây dựng khối nguồn như sau: Sử dụng HLK-10M05 để chuyển điện áp từ 220VAC/50Hz sang 5VDC và dòng lên đến 2A để đáp ứng tổng dòng điện tiêu thụ của hệ thống $\sim 1.5A$, đồng thời để cung cấp điện áp cho các thiết bị trong hệ thống như: cảm biến, relay, màn hình HMI Nextion. Cuối cùng sử dụng mạch hạ áp với AMS1117-3.3 để giảm nguồn từ 5VDC thành 3.3VDC, mạch hạ áp có led 1 và led 2 để báo hiệu điện áp ngõ vào và ngõ ra, điện trở R3, R4 có giá trị $1k\Omega$ để hạn dòng cho led, tụ C4 và C6 có giá trị 10uF để lọc nhiễu tín hiệu ở tần số cao, tụ C5 và C7 nhằm làm phẳng giá trị điện áp ở đầu vào và ra, để cung cấp nguồn cho ESP32-C3.

3.2.2.2 Thiết kế cơ sở dữ liệu

Sinh viên thực hiện đề tài đã sử dụng các dịch vụ của AWS để thiết kế cơ sở dữ liệu như sau.

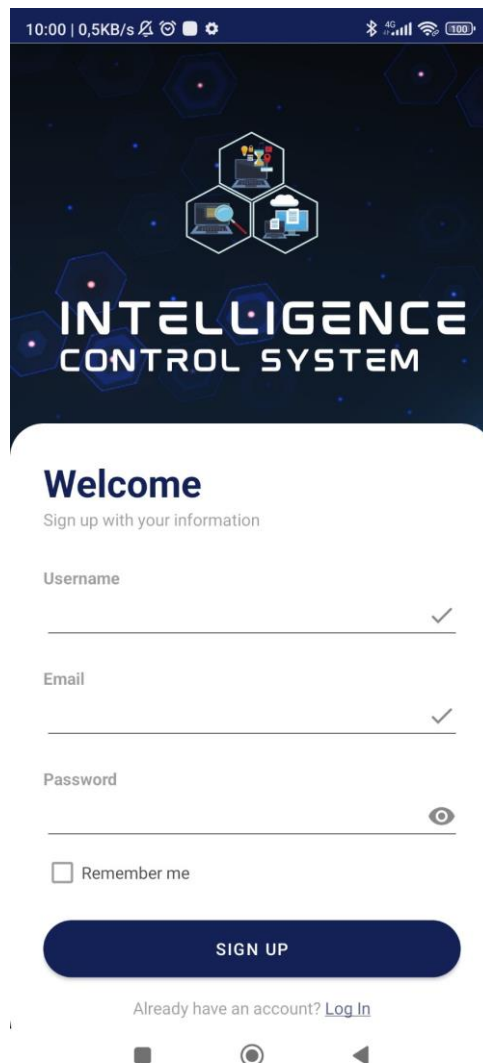


Hình 3.8: Sơ đồ mô tả luồng dữ liệu của hệ thống

Desktop App được thiết kế bằng Python kết hợp với YOLOv8 nhằm phân tích dữ liệu về hình ảnh thu được từ camera thông qua giao thức RTSP và gửi nó lên AWS-IoT core thông qua giao thức MQTT và topic là camera. Thiết bị có thành phần trung tâm là ESP32-C3 public lên AWS-IoT core thông qua topic esp32 để gửi dữ liệu bao gồm các thông số về môi trường nhận được từ cảm biến, trạng thái của các thiết bị kết nối đến hệ thống và các thông số cài đặt hiện tại của hệ thống (WiFi, phiên bản firmware hiện tại) và subscribe đến 2 topic là camera và mobile để lấy dữ liệu thông số nhận diện được từ camera, trạng thái thiết bị điều khiển bởi ứng dụng điện thoại và các cài đặt từ điện thoại đến hệ thống. Desktop Web là trang sử dụng cho quá trình admin gửi firmware mới lên server do đó AWS cognito để nhận diện admin với người dùng đăng kí thông qua ứng dụng điện thoại, quá trình FOTA được diễn ra khi có yêu cầu và khi đó ESP32-C3 kết nối đến server thông qua giao thức HTTP. Ứng dụng điện thoại sẽ xác thực người dùng thông qua AWS Cognito để có quyền truy cập vào ứng dụng. Đồng thời sẽ public lên topic mobile để gửi dữ liệu trạng thái thiết bị được điều khiển bởi ứng dụng và các thông tin như WiFi cài đặt cho thiết bị, lệnh yêu cầu nâng cấp firmware cho hệ thống. Ứng dụng điện thoại sẽ subscribe lên topic camera để lấy dữ liệu từ nó và hiển thị lên màn hình, subscribe lên topic esp để lấy thông tin thiết bị điều khiển trực tiếp bởi màn hình nextion và các thông số khác.

3.2.2.3 Thiết kế ứng dụng di động

Để giám sát và điều khiển hệ thống từ xa, sinh viên thực hiện đề tài đã thiết kế ứng dụng di động, yêu cầu được đặt ra cho ứng dụng di động như có giao diện dễ nhìn, dễ sử dụng, các thông số về cảm biến, hình ảnh từ camera, dữ liệu thu thập từ camera được cập nhật liên tục và có thể giám sát các thông số dưới dạng biểu đồ, các thiết bị kết nối với hệ thống có thể được điều khiển qua ứng dụng trong thời gian thực. Để phân biệt người dùng, sinh viên thực hiện đề tài đã thiết kế giao diện để đăng ký và đăng nhập cho ứng dụng. Trong phần này sinh viên thực hiện đề tài sử dụng tính năng Authentication của dịch vụ AWS Cognito để ứng dụng đảm bảo tính bảo mật cho ứng dụng.



Hình 3.9: Giao diện đăng kí người dùng mới của hệ thống

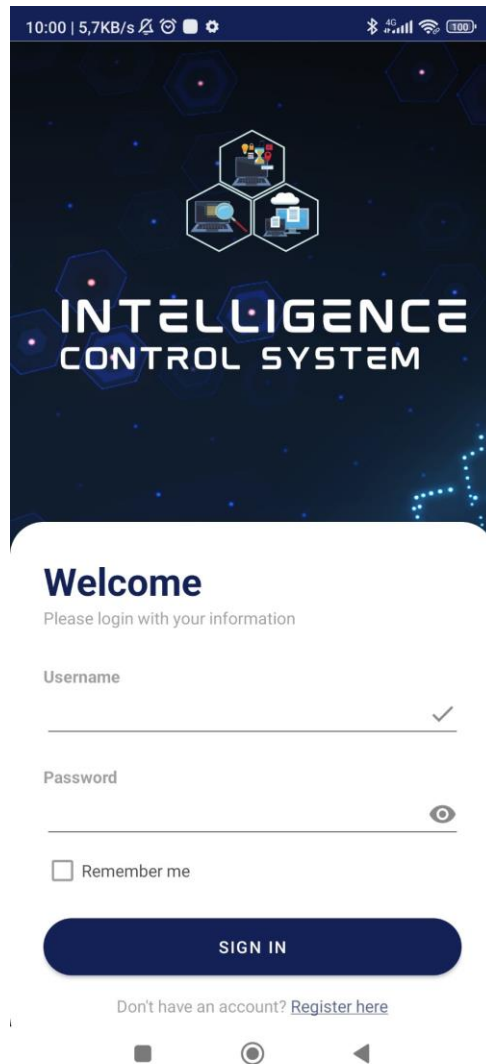
Quá trình đăng kí sẽ yêu cầu tên người dùng, mật khẩu và email để gửi thông tin xác thực. Sau khi đăng kí 1 mã code sẽ gửi về email người dùng để người

dùng xác thực khi đăng nhập vào app. Màn hình xác thực bằng mã code được thể hiện trong hình sau.



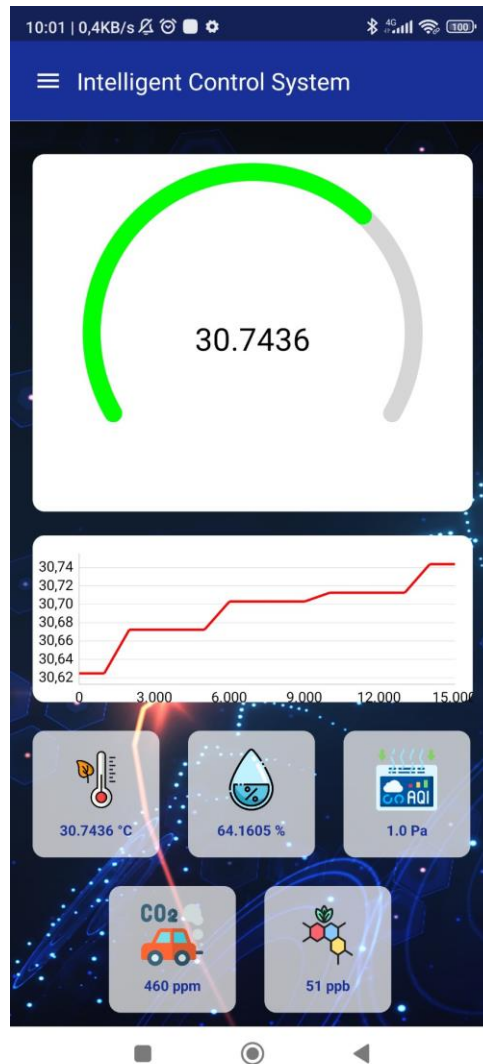
Hình 3.10: Giao diện xác thực người dùng dựa trên mã code

Quá trình đăng kí và xác thực kết thúc, ứng dụng sẽ tự chuyển đến màn hình đăng nhập tài khoản người dùng vào hệ thống được thể hiện trong hình 12.



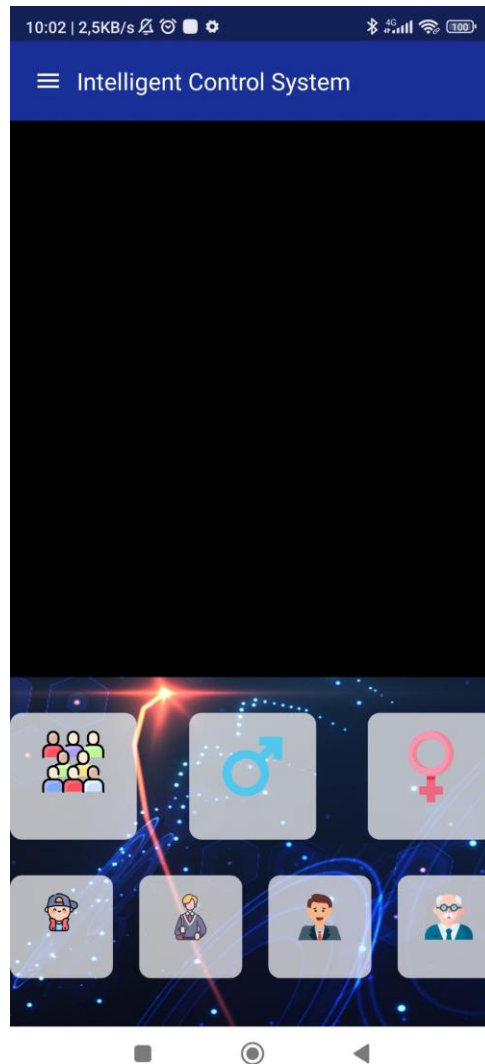
Hình 3.11: Giao diện đăng nhập vào hệ thống

Quá trình đăng nhập kết thúc, người dùng đã được xác thực và có quyền truy cập vào hệ thống. Sau đó màn hình sẽ chuyển đến trang “Home” để người dùng theo dõi các thông số về nhiệt độ, độ ẩm, AQI, TVOC, eCO2 được thể hiện trong hình sau.



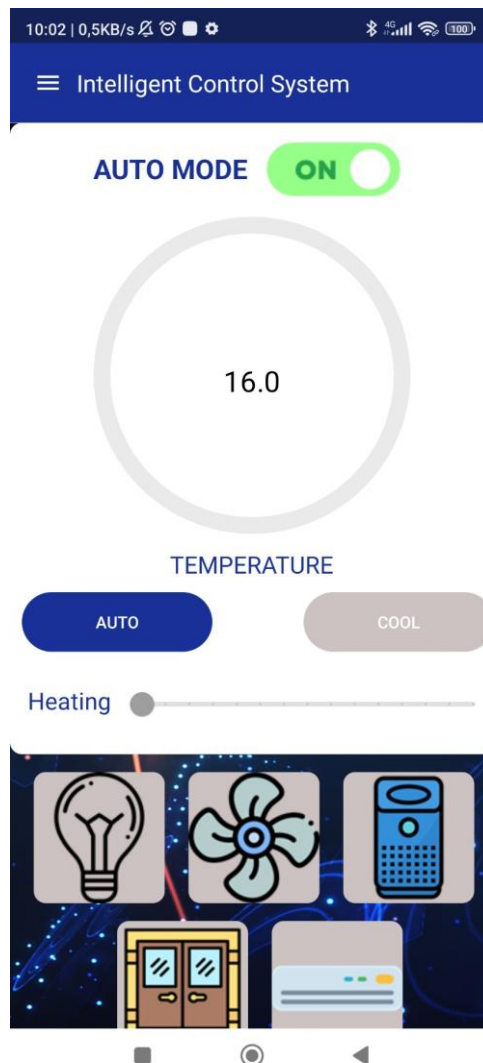
Hình 3.12: Giao diện màn hình quản lý các thông số về môi trường

Giao diện màn hình “Camera” của hệ thống là để phát hình ảnh IP camera thông qua giao thức RTSP, đồng thời cũng hiển thị các giá trị phát hiện được từ camera bao gồm: Số lượng người, số lượng nam, số lượng nữ, số lượng người trong độ tuổi từ 8 – 14, số lượng người trong độ tuổi từ 15 - 24, số lượng người trong độ tuổi từ 25 – 54 và số lượng người trong độ tuổi từ 55 đến 80. Quá trình này yêu cầu người dùng phải vào trang “Setting” để thiết lập IP cục bộ của camera, mật khẩu để truy cập tới camera dưới quyền Admin.



Hình 3.13: Giao diện màn hình hiển thị hình ảnh phát trực tiếp từ camera và các giá trị phát hiện được

Giao diện màn hình “Control” của hệ thống được sử dụng để điều khiển các thiết bị từ xa. Trong đó sẽ cho phép hệ thống được điều khiển ở 2 chế độ đó là Tự động và Thủ công. Ở chế độ Tự động các thiết bị sẽ được điều khiển dựa trên số lượng người nhận được từ camera, các giá trị từ môi trường. Ở chế độ Thủ công người dùng có quyền điều khiển thiết bị thủ công, bật/tắt các thiết bị, chỉnh chế độ và nhiệt độ của điều hòa.



Hình 3.14: Giao diện màn hình điều khiển các thiết bị

Giao diện màn hình “Setting” của hệ thống cho phép người dùng thiết lập các thông số: loại điều hòa, thông tin của IP camera, thông tin của WiFi để thiết bị kết nối đến và cho phép nâng cấp firmware của hệ thống thông qua OTA.

The screenshot displays a mobile application interface titled "Intelligent Control System". It features four main configuration sections:

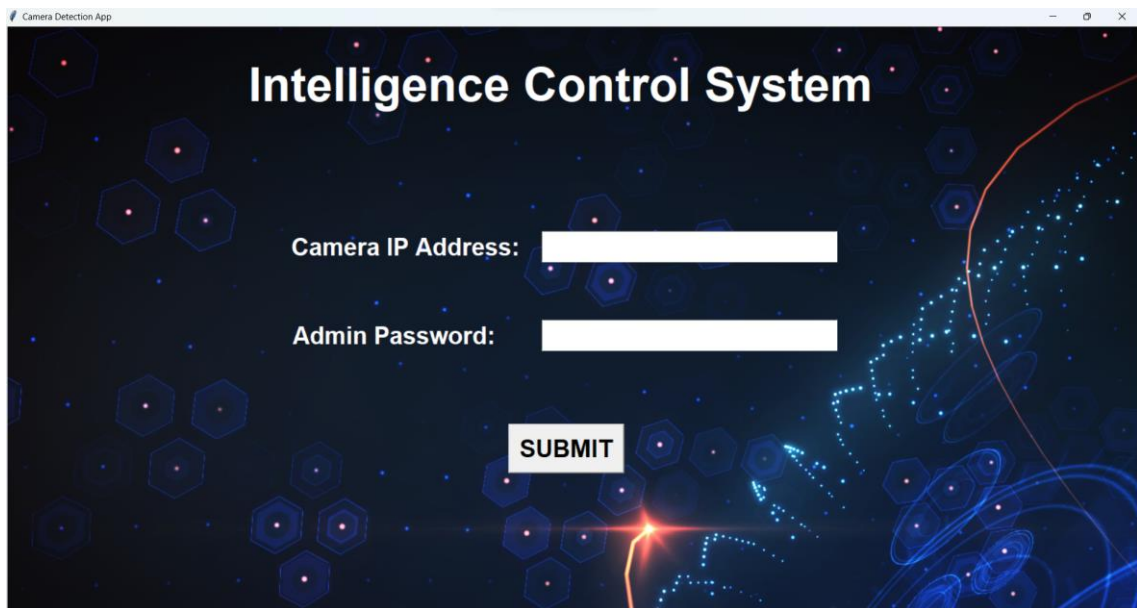
- Air Conditioner Model:** Includes a dropdown menu labeled "Select AC Model" with "Panasonic" selected.
- Camera Information:** Contains input fields for "Camera IP:" and "Password:", each with a checkmark icon. A "SET" button is located below these fields.
- WiFi Information:** Contains input fields for "WiFi Name:" and "Password:", each with a checkmark icon. A "SET" button is located below these fields.
- Update New Firmware:** Features an "UPDATE" button.

The interface is designed with a clean, modern aesthetic using a blue and white color scheme. The status bar at the top shows the time as 10:02, data usage at 3.0KB/s, and various connectivity icons.

Hình 3.15: Giao diện màn hình thiết lập thông số cho hệ thống

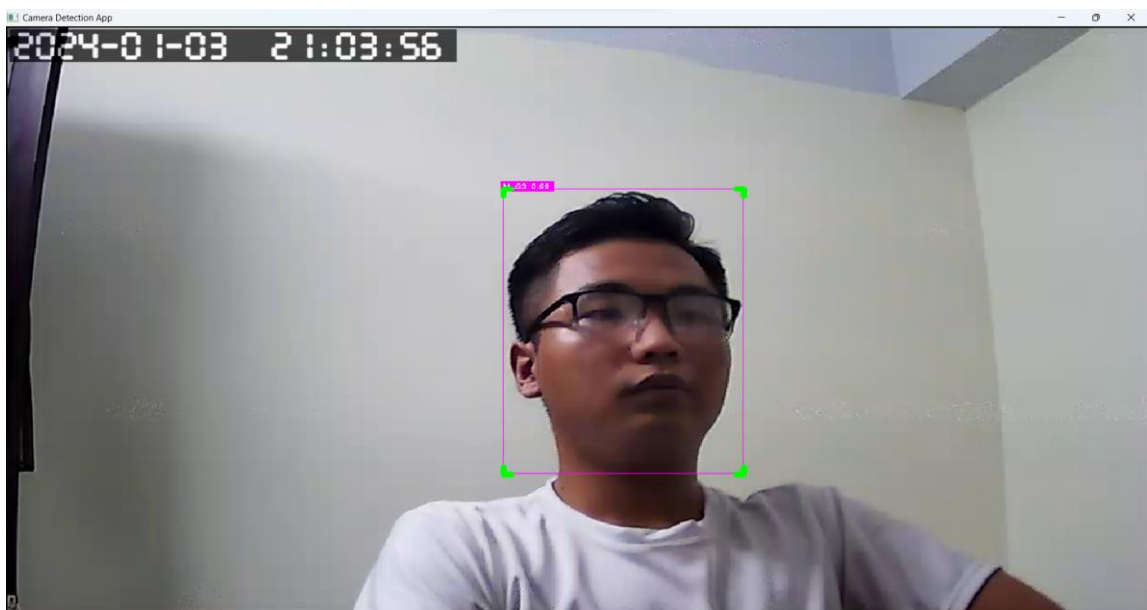
3.2.2.4 Khởi nhận và xử lý hình ảnh

Sinh viên thực hiện đề tài sử dụng IP camera để thu thập hình ảnh và gửi dữ liệu hình ảnh đó đến ứng dụng trên máy tính để nhận diện số lượng người, giới tính, nhóm độ tuổi. Với ứng dụng trên máy tính được viết bằng python và sử dụng mô hình YOLOv8 để nhận diện. Với giao diện ứng dụng sẽ yêu cầu địa chỉ IP của camera kết nối đến và mật khẩu cho phép thực hiện.



Hình 3.16: Giao diện ứng dụng nhận diện qua camera

Sau khi nhập địa chỉ IP của camera và mật khẩu admin và nhấn submit, nếu đúng thì sẽ xuất hiện trang hiển thị hình ảnh thu được từ camera và khung nhận diện được. Nếu sai hoặc nhập thiếu trong quá trình này thì ứng dụng sẽ tự động đóng trong vài phút.



Hình 3.17: Hình ảnh sau khi được ứng dụng nhận diện

Các giá trị sau khi xử lý bao gồm: Giới tính, nhóm độ tuổi và số lượng người sẽ bằng số lượng nhận diện được và giá trị sẽ gửi đến cơ sở dữ liệu.

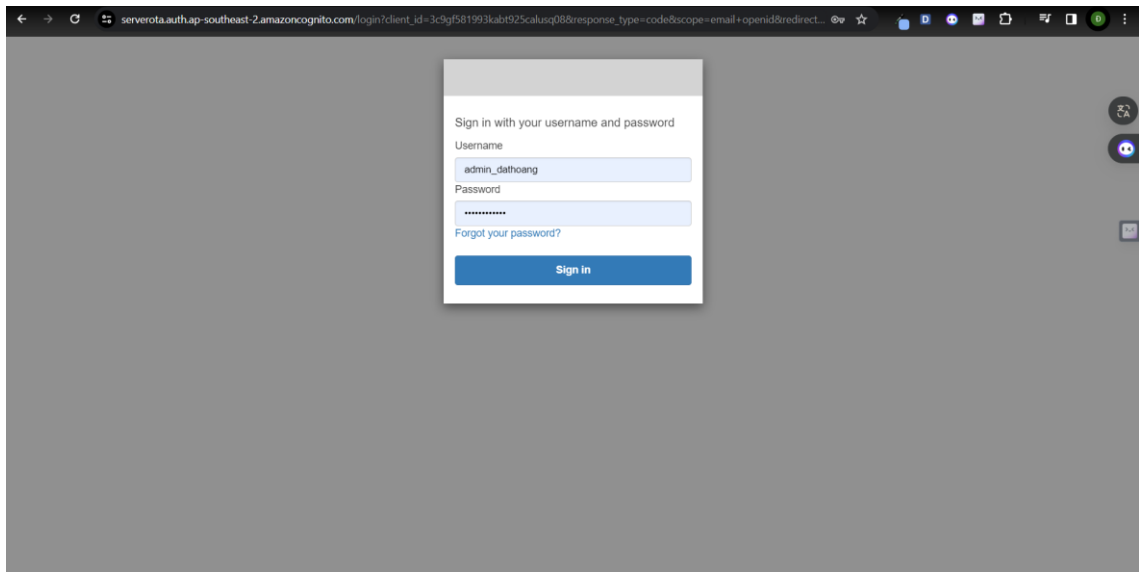
3.2.2.5 Thiết kế web server cho quá trình FOTA

Dựa trên cơ sở lý thuyết đã nêu tại mục 2.1, quá trình FOTA sẽ cần web server để người có quyền admin đưa phiên bản firmware mới của hệ thống lên và khi có yêu cầu và sự cho phép từ người dùng thì hệ thống sẽ truy cập lên server đó để lấy dữ liệu về phiên bản mới và tiến hành cập nhật. Do sự an toàn, bảo mật của hệ thống, sinh viên thực hiện đề tài đã sử dụng Amazon Cognito để quá trình đăng nhập vào hệ thống chỉ cho phép tài khoản admin (tài khoản đã được đăng kí trước và người dùng không đăng kí được) để truy cập.



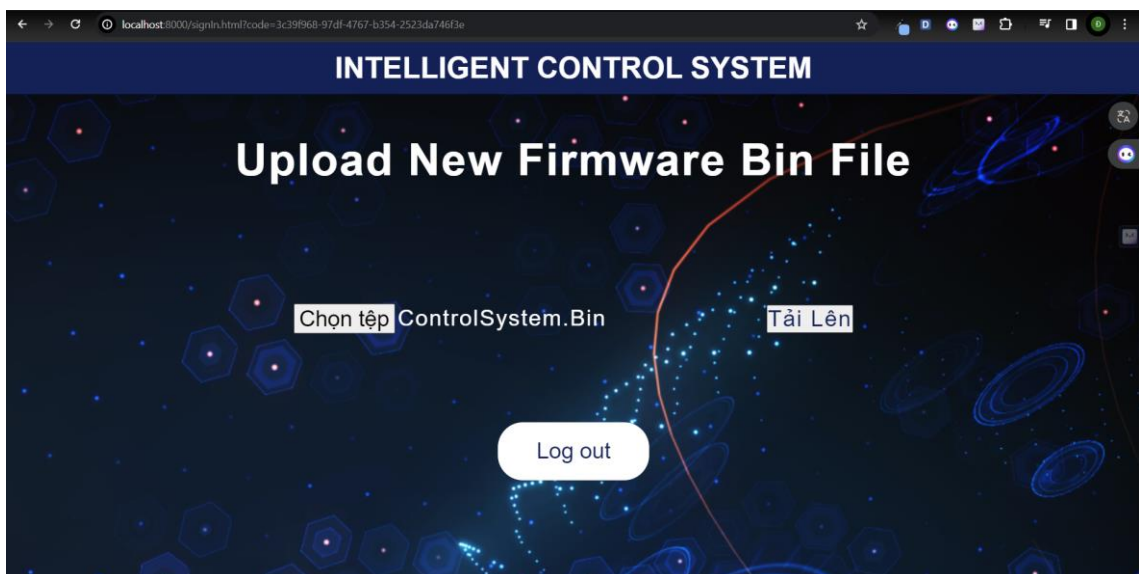
Hình 3.18: Giao diện khi truy cập vào web server

Giao diện khi truy cập vào web server đã thể hiện rõ mục đích khi truy cập trang này chỉ dành cho việc nâng cấp firmware cho hệ thống điều khiển thiết bị thông minh do đó chỉ cho phép tài khoản admin truy cập, nếu muốn truy cập thì phải được cho phép và liên hệ với mail được đính kèm trên website.



Hình 3.19: Giao diện đăng nhập với tài khoản admin

Giao diện đăng nhập với tài khoản admin thông qua AWS Cognito, các tài khoản đăng ký bằng ứng dụng di động sẽ không thể nào truy cập được nhằm đảm bảo tính an toàn, toàn vẹn cho firmware hệ thống.

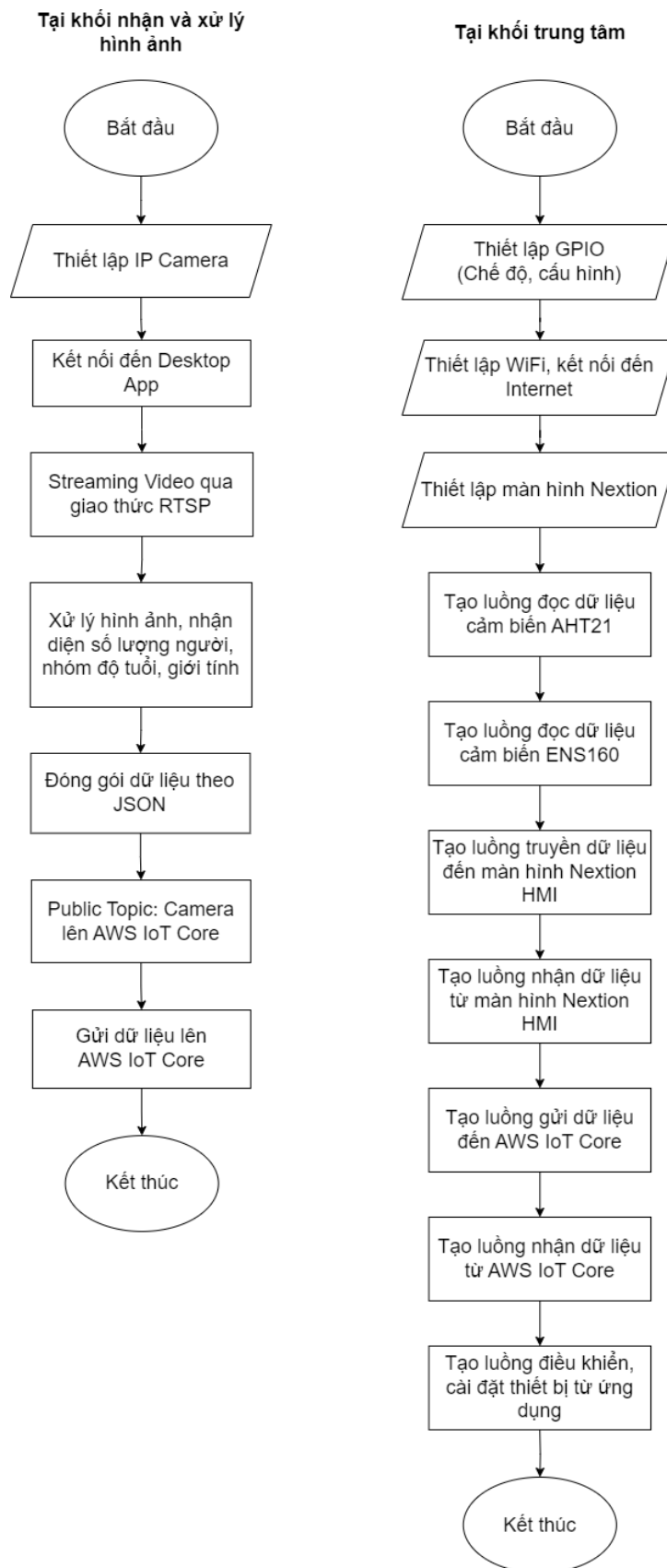


Hình 3.20: Giao diện tải file firmware mới lên web server

Giao diện tải firmware mới lên web server chỉ cho phép file có đuôi là .Bin để đưa lên server và nhấn nút “Tải Lên” để hoàn tất quá trình. Từ đó hệ thống có thể truy cập đến web server để thực hiện nâng cấp firmware.

3.2.3 Thiết kế phần mềm

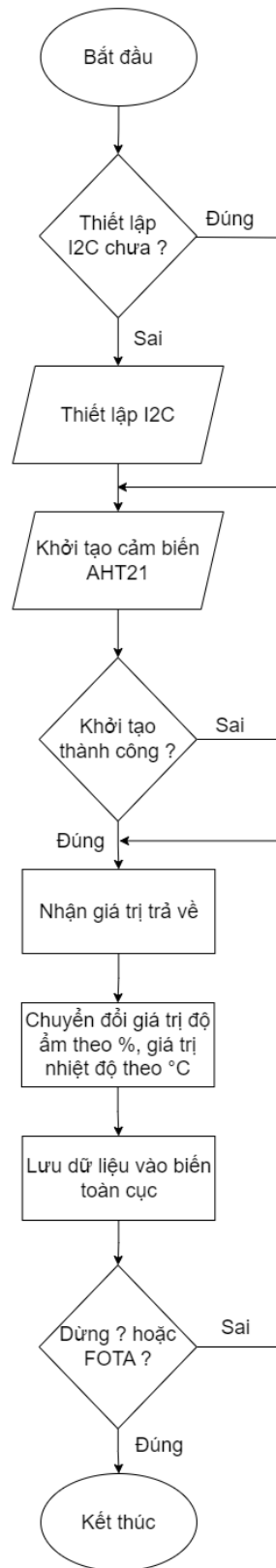
Với đề tài “Hệ thống điều khiển thiết bị thông minh” giải thuật phần mềm để các khối vận hành là rất quan trọng. Trong đó sẽ là giải thuật áp dụng mô hình YOLOv8 để nhận diện số lượng người, nhóm độ tuổi, giới tính và giải thuật tại khối trung tâm, để đảm bảo tính thời gian thực của hệ thống, sinh viên thực hiện đề tài dựa trên FreeRTOS để lập trình cho ESP32-C3. Chương trình chính sẽ tạo ra các luồng xử lý riêng, mỗi luồng sẽ thực hiện 1 hàm riêng biệt và đảm nhận một chức năng riêng. Hình sau thể hiện lưu đồ hoạt động của chương trình chính.



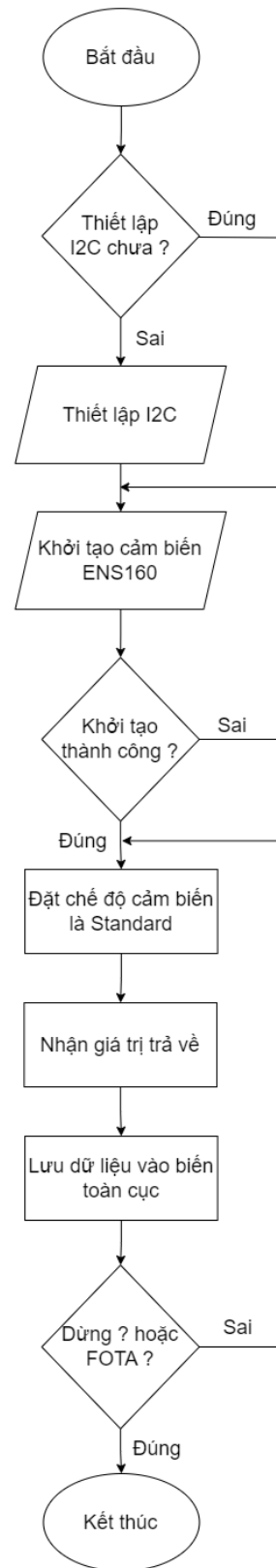
Hình 3.21: Lưu đồ chương trình chính

Lưu đồ chương trình chính khi bắt đầu tại khối thu thập hình ảnh sẽ bắt đầu khởi động, thiết lập camera kết nối đến WiFi. Sau đó sẽ thiết lập ứng dụng trên máy tính kết nối đến camera đó thông qua giao thức RTSP. Ứng dụng sẽ áp dụng mô hình YOLOv8 để thực hiện cho ra kết quả là hình ảnh đã nhận diện số lượng người, giới tính, nhóm độ tuổi. Dữ liệu được đóng gói theo kiểu JSON và gửi lên AWS IoT Core với topic “Camera”. Tại khối trung tâm khi bắt đầu ESP32-C3 sẽ thiết lập chế độ của các chân GPIO, thiết lập WiFi kết nối đến internet và cuối cùng là khởi tạo màn hình Nextion HMI. Các chân GPIO sử dụng điện trở nội kéo lên, tạo luồng để nó có thể giao tiếp và lấy dữ liệu từ cảm biến AHT21 và ENS160. Tạo luồng truyền và nhận dữ liệu từ màn hình Nextion HMI để giao tiếp, tương tác giữa người dùng và màn hình. Tạo luồng để gửi dữ liệu lên AWS IoT Core, các giá trị đó bao gồm giá trị cảm biến từ môi trường, trạng thái thiết bị, cấu hình thiết bị. Tạo luồng để nhận dữ liệu từ AWS IoT Core, các giá trị đó bao gồm giá trị về số lượng người, nhóm độ tuổi, giới tính được xử lý từ camera, giá trị nhận được từ ứng dụng điện thoại bao gồm trạng thái thiết bị ứng dụng điều khiển, cấu hình cho thiết bị. Cuối cùng là luồng dữ liệu điều khiển, cài đặt cấu hình cho thiết bị từ ứng dụng di động.

**Tại luồng đọc dữ liệu
cảm biến AHT21**



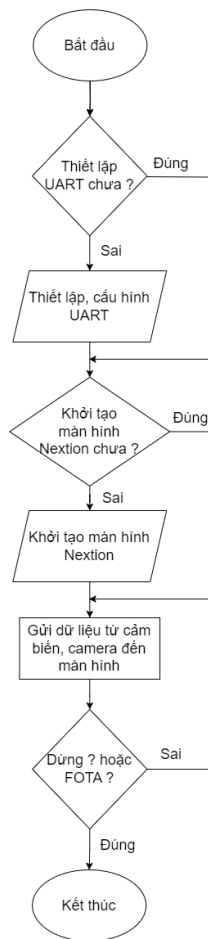
**Tại luồng đọc dữ liệu
cảm biến ENS160**



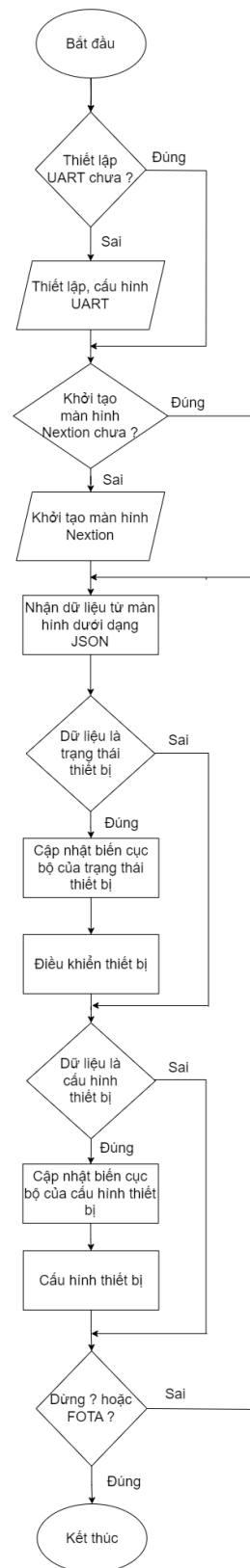
Hình 3.22: Lưu đồ luồng đọc dữ liệu từ cảm biến AHT21 và ENS160

Do các cảm biến đều giao tiếp với ESP32-C3 thông qua I2C thế nên lúc nào cũng phải kiểm tra xem I2C đã được thiết lập chưa tùy thuộc vào luồng đọc cảm biến nào được khởi tạo trước thì sẽ tạo thiết lập I2C luôn. Sau khi I2C đã được thiết lập các thông số cần thiết bao gồm: chế độ master, chân SDA, chân SCL, cho phép SDA, SCL kéo lên và thiết lập tốc độ xung CLK. Tiếp tục tiến hành khởi tạo các cảm biến. Tại luồng đọc dữ liệu từ cảm biến AHT21 sau khi khởi tạo thành công, sẽ nhận được giá trị trả về dữ liệu nhiệt độ và độ ẩm sẽ là 7 khung truyền mỗi khung truyền 8 bit tiếp theo nhận được. Trong đó giá trị độ ẩm sẽ là từ bit thứ 8 đến bit thứ 27 và giá trị nhiệt độ sẽ từ bit thứ 28 đến 47 sẽ là giá trị của nhiệt độ. Chuyển đổi giá trị độ ẩm theo đơn vị % và nhiệt độ theo đơn vị là độ C để sử dụng và cuối cùng là lưu vào biến toàn cục để các luồng khác có thể truy cập và sử dụng. Tại luồng đọc dữ liệu từ cảm biến ENS160 sau khi khởi tạo thành công, phải cài đặt chế độ cho cảm biến là Standard để cảm biến tiến vào chế độ hoạt động thu thập giá trị AQI, TVOC, eCO2 từ môi trường, các giá trị này cũng được lưu vào biến toàn cục để các luồng khác có thể truy cập và sử dụng. Cả 2 luồng sẽ kết thúc khi có tín hiệu dừng hoặc có tín hiệu nâng cấp hệ thống.

**Tại luồng truyền dữ liệu
đến Nextion HMI**

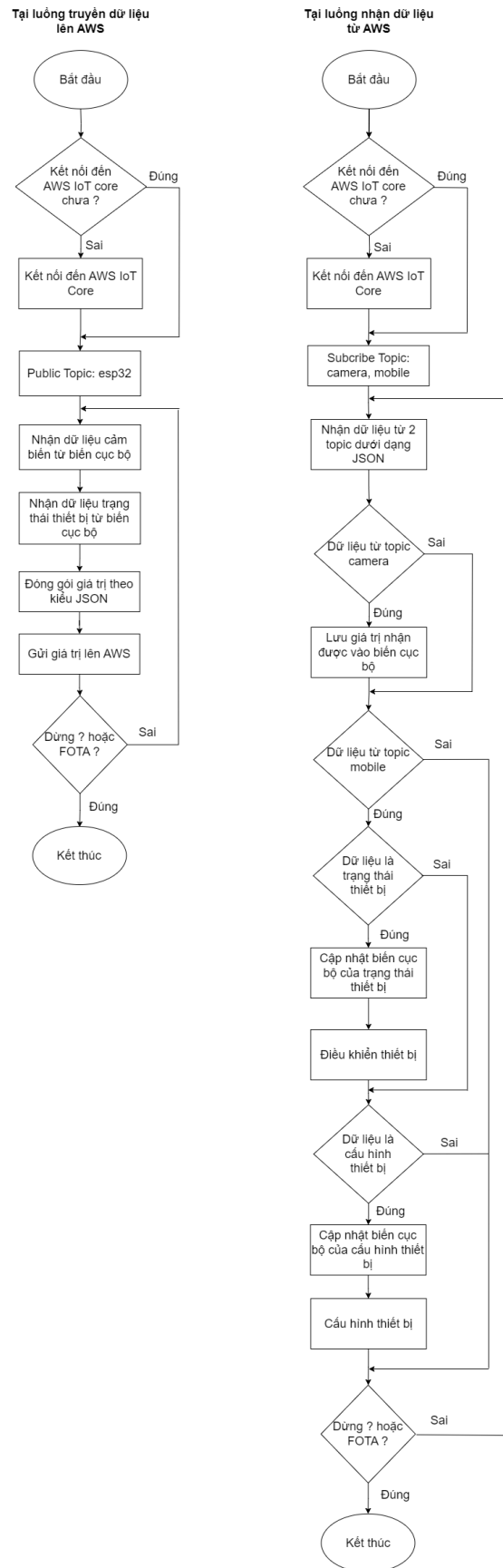


**Tại luồng nhận dữ liệu
từ Nextion HMI**



Hình 3.23: Lưu đồ tạo luồng truyền và nhận dữ liệu từ màn hình Nextion HMI

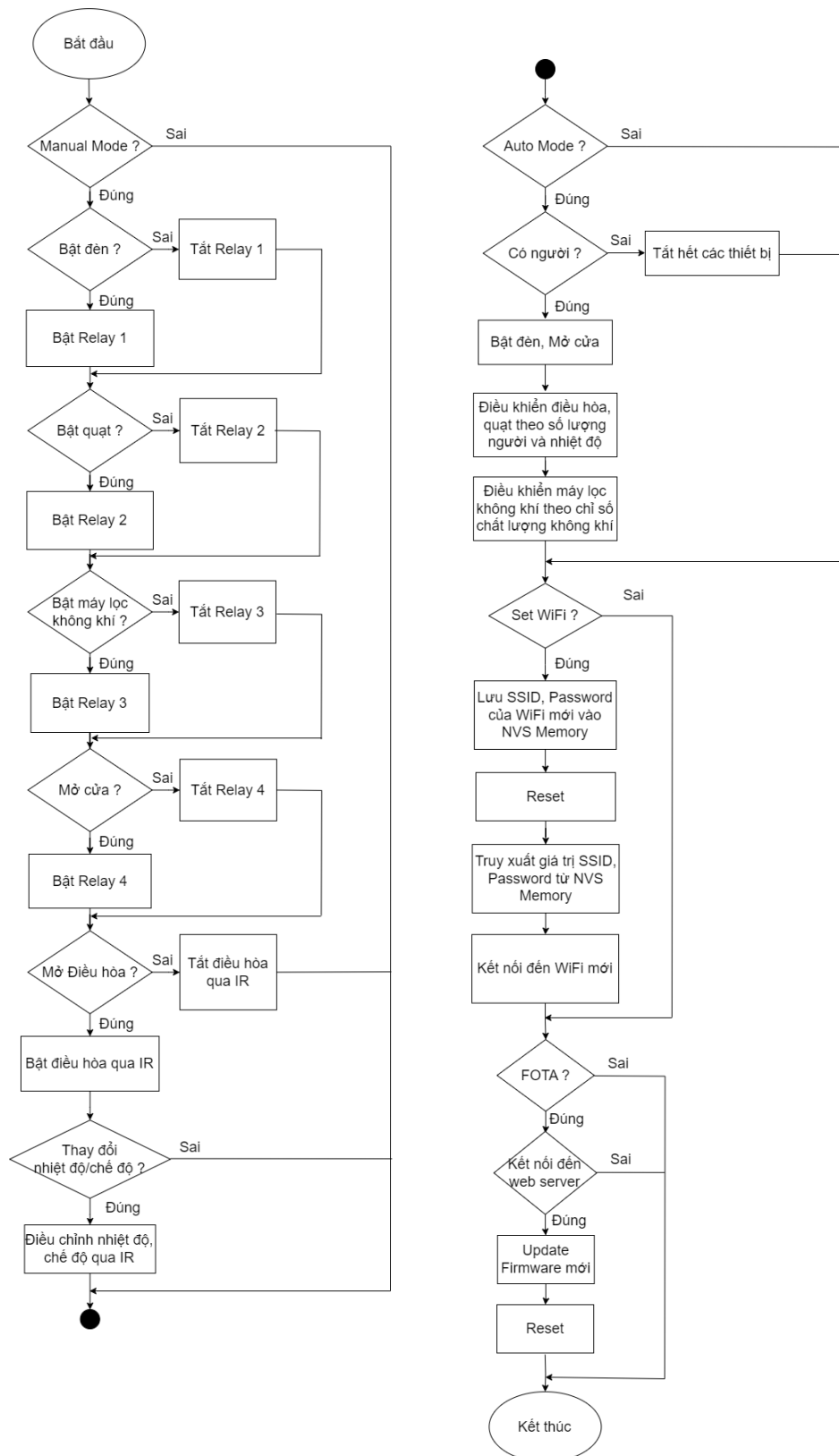
Quá trình giao tiếp truyền và nhận dữ liệu từ màn hình Nextion đều thông qua giao thức UART do đó quá trình truyền và nhận dữ liệu đều bắt đầu bằng việc kiểm tra đã thiết lập, cấu hình UART để giao tiếp với màn hình chưa, nếu chưa sẽ tiến hành cài đặt cấu hình thông số cho giao thức này. Sau khi đã cấu hình thiết lập kết nối đến màn hình Nextion sẽ khởi tạo màn hình, gửi các giá trị ban đầu đến vị trí các thanh ghi đã được cấu hình sẵn trên màn hình. Tại luồng truyền dữ liệu đến màn hình, dữ liệu được truyền đi để hiển thị lên màn hình bao gồm giá trị của cảm biến và giá trị mà camera xử lý. Tại luồng nhận dữ liệu từ màn hình Nextion HMI, các dữ liệu sẽ được đóng gói dưới dạng JSON do đó khi nhận dữ liệu sẽ phân tích dữ liệu này nếu dữ liệu này là trạng thái thiết bị điều khiển thì sẽ cập nhật các biến cục bộ lưu trạng thái thiết bị để đồng bộ với trạng thái thiết bị nhận từ ứng dụng di động và tiến hành điều khiển thiết bị. Nếu dữ liệu là các thành phần cấu hình thiết bị như SSID của WiFi, password của WiFi, địa chỉ IP của server thì sẽ tiến hành cập nhật các biến cục bộ tương ứng và tiến hành cấu hình thiết bị. Cả 2 luồng sẽ kết thúc khi có tín hiệu dừng hoặc có tín hiệu nâng cấp hệ thống.



Hình 3.24: Lưu đồ tạo luồng truyền và nhận dữ liệu từ AWS

Tại lưu đồ tạo luồng truyền và nhận dữ liệu từ AWS, quá trình được bắt đầu bằng việc kiểm tra đã kết nối đến AWS IoT Core thành công chưa nếu chưa thì sẽ thực hiện kết nối đến. Với luồng truyền dữ liệu lên AWS, quá trình truyền sử dụng giao thức MQTT nên phải public lên AWS với topic là esp32, các giá trị truyền lên sẽ được đóng gói dưới dạng JSON và dữ liệu đó bao gồm dữ liệu từ cảm biến được lấy từ biến cục bộ và dữ liệu trạng thái của các thiết bị được lấy từ biến cục bộ. Với luồng nhận dữ liệu từ AWS, subscribe đến 2 topic là camera và mobile để lấy dữ liệu, nếu dữ liệu nhận được từ topic camera thì lưu giá trị đó vào biến cục bộ để các luồng khác sử dụng. Nếu dữ liệu nhận được từ topic mobile kiểm tra tiếp nếu dữ liệu đó là dữ liệu gồm trạng thái thiết bị thì sẽ cập nhật biến cục bộ lưu trữ trạng thái thiết bị và điều khiển thiết bị đó, nếu dữ liệu là các thành phần cấu hình thiết bị như SSID của WiFi, password của WiFi, địa chỉ IP của server thì sẽ tiến hành cập nhật các biến cục bộ tương ứng và tiến hành cấu hình thiết bị. Cả 2 luồng sẽ kết thúc khi có tín hiệu dừng hoặc có tín hiệu nâng cấp hệ thống.

Tại luồng điều khiển, cấu hình thiết bị từ ứng dụng



Hình 3.25: Lưu đồ tạo luồng điều khiển, cấu hình thiết bị từ ứng dụng

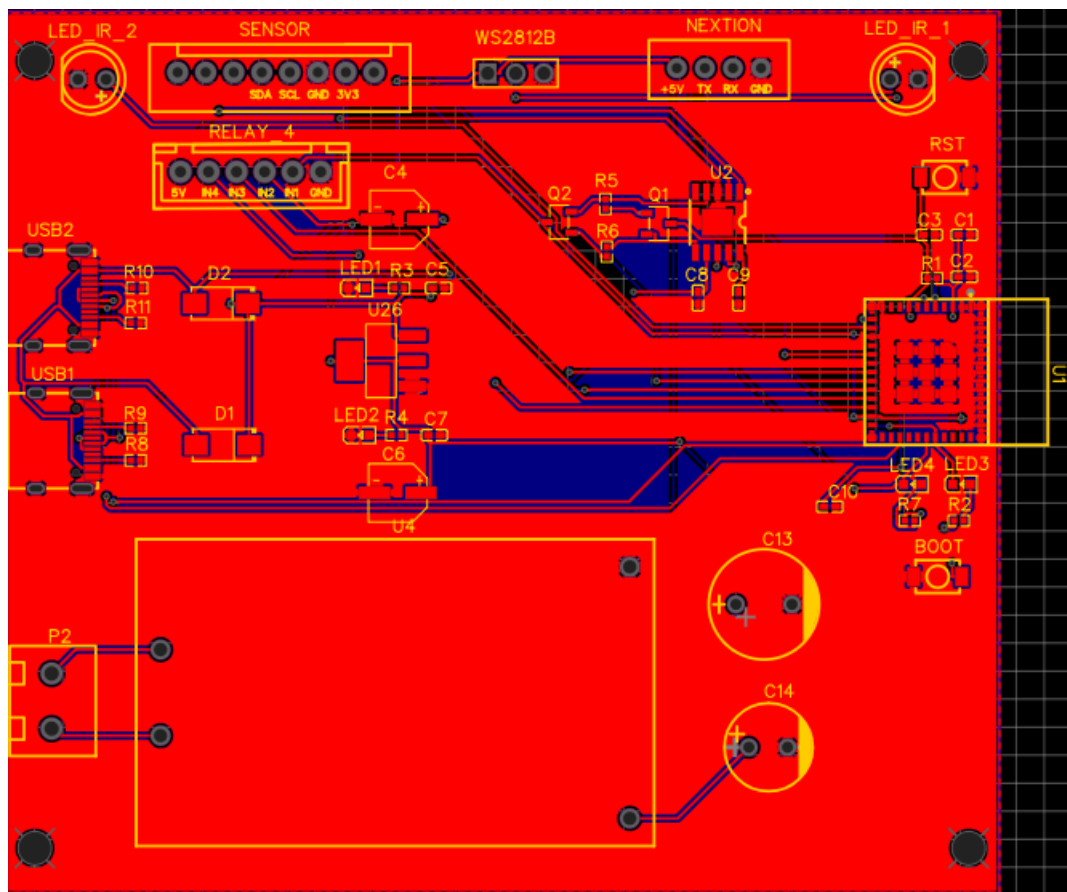
Tại lưu đồ tạo luồng điều khiển, cấu hình thiết bị từ ứng dụng, luồng này được sử dụng để điều khiển các thiết bị dựa trên 2 chế độ do người dùng tùy chọn là tự động và thủ công. Tại chế độ thủ công, người dùng sẽ bật tắt thiết bị thông qua màn hình nextion và ứng dụng điện thoại ứng với từng trạng thái bật tắt hiện thị trên màn hình thì thiết bị được điều khiển sẽ bật / tắt bằng relay và IR tương ứng. Tại chế độ tự động sẽ kiểm tra xem nếu không có người, các thiết bị nào đang được bật sẽ tắt hết cho đến khi có người thì sẽ tự động bật đèn và mở cửa, điều hòa và quạt được điều khiển tự động dựa trên số lượng người và nhiệt độ phòng. Ví dụ như khi số lượng người từ 1 đến 5 người và nhiệt độ phòng trên 30 độ C sẽ tự động bật máy lạnh điều chỉnh ở chế độ mát và nhiệt độ máy lạnh được đặt là 25 độ C và đồng thời bật quạt, cho đến khi nào nhiệt độ phòng giảm xuống thì sẽ có các trường hợp tương ứng để nhiệt độ phòng lúc nào cũng ở mức ổn định, mát mẻ. Máy lọc không khí sẽ được tự động bật tắt theo chỉ số chất lượng không khí đo được. Nếu cấu hình WiFi thì sẽ nhận SSID và mật khẩu của WiFi mới từ người dùng nhập từ màn hình nextion HMI hoặc từ ứng dụng di động, khi có tín hiệu cấu hình WiFi mới thì sẽ lưu 2 thông số này vào bộ nhớ NVS nhằm mục đích để sau khi reset hệ thống, cấu hình thông số WiFi luôn được lưu lại và không cần phải cấu hình lại vào những lần tiếp theo. Nếu có tín hiệu nâng cấp hệ thống (FOTA) thì hệ thống sẽ kết nối đến web server và lấy bản firmware mới về và tiến hành nâng cấp và reset toàn bộ hệ thống.

CHƯƠNG 4

KẾT QUẢ

4.1 KẾT QUẢ MÔ HÌNH THI CÔNG

Sau khi quá trình thiết kế hệ thống kết thúc, tiến hành thiết kế mạch với kích thước Board là 59x43 gồm 2 lớp và các linh kiện được nhắc tới trong quá trình thiết kế.



Hình 4.1: Bảng mạch PCB được vẽ trên phần mềm

Để đảm bảo yêu cầu về mặt thẩm mỹ, an toàn của hệ thống, sinh viên thực hiện đề tài đã thi công lớp vỏ của hệ thống bằng vật liệu mica nhằm che dấu đi các bộ phận điện tử bên trong. Ở đây sinh viên thực hiện đề tài chọn vật liệu để

làm hộp bảo vệ là mica nhờ tính bền chắc, dễ thi công và đảm bảo tính thẩm mỹ. Dưới đây là hình ảnh hộp bảo vệ của hệ thống.



Hình 4.2: Hình 3D hộp bảo vệ

Dưới đây là kết quả hệ thống đã được thiết kế và thi công trên thực tế:



Hình 4.3: Hệ thống được thi công hoàn thiện

Hình 4.3 là kết quả hệ thống sau khi đã hoàn thành thi công, đảm bảo yêu cầu thiết kế, được đóng gói nhằm bảo vệ phần mạch điện tử bên trong. Hệ thống có kích thước tổng quan là 17x14x10 cm với khối lượng ~1kg.



Hình 4.4: Màn hình cài đặt WiFi cho hệ thống

Màn hình cài đặt wifi cho hệ thống cho biết tên, mật khẩu WiFi mà hệ thống đang kết nối đến đồng thời cho phép thay đổi kết nối đến WiFi khác trực tiếp.



Hình 4.5: Màn hình cài đặt cho quá trình nâng cấp hệ thống qua internet

Màn hình cắt đặt cho quá trình nâng cấp hệ thống qua internet hiện thị phiên bản hiện tại của hệ thống và địa chỉ IP kết nối đến web server cho quá trình nâng cấp.



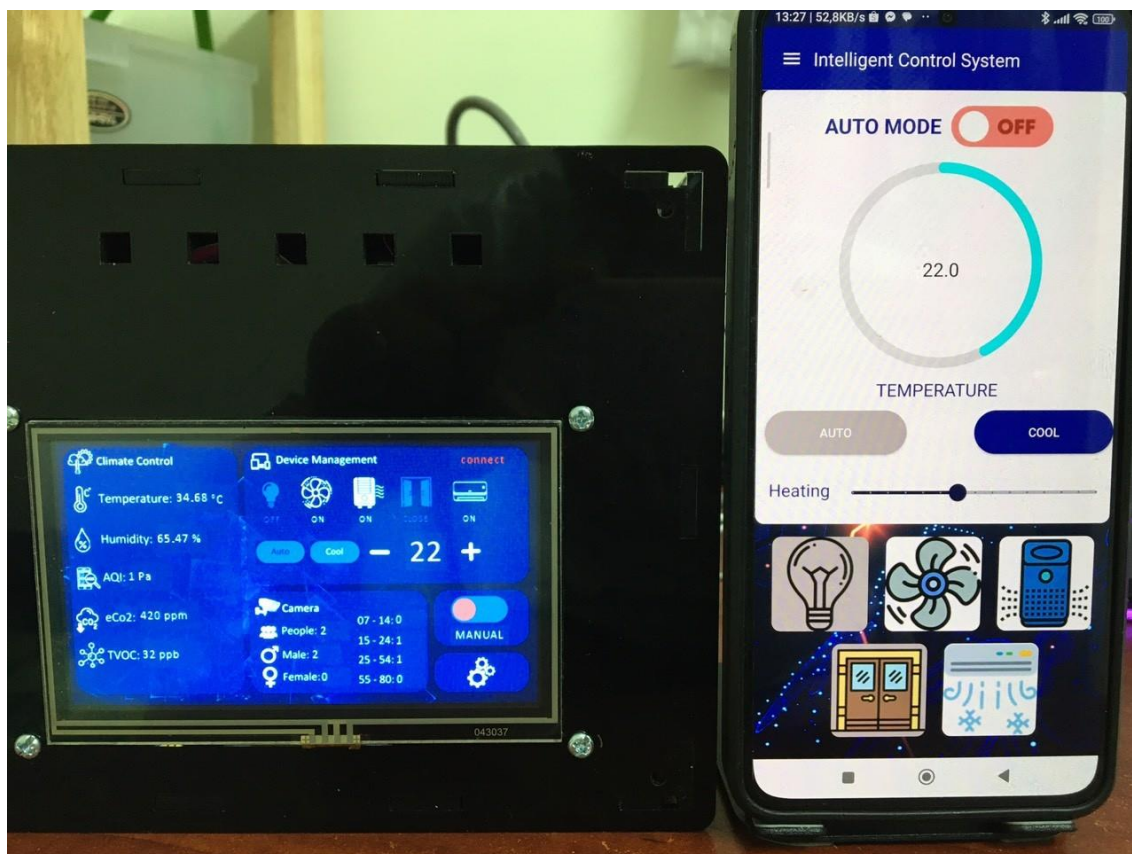
Hình 4.6: Kết quả màn hình hiển thị giá trị cảm biến môi trường

Giá trị cảm biến được hiển thị với giá trị tương đồng nhau ở cả trên 2 màn hình Nextion và màn hình của ứng dụng điện thoại di động, với màn hình điện thoại di động có biểu đồ cho phép người dùng theo dõi sự thay đổi của môi trường.



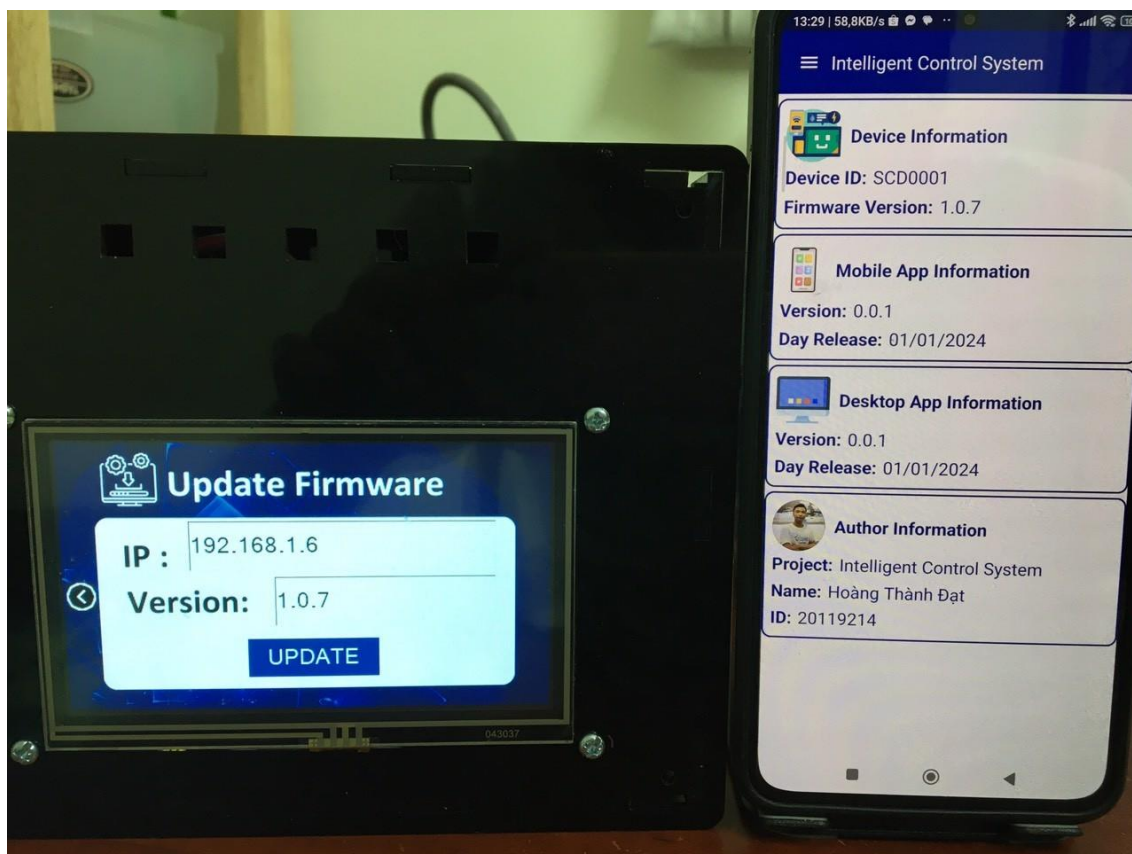
Hình 4.7: Kết quả màn hình hiển thị hình ảnh từ camera và giá trị sau khi xử lý

Màn hình ứng dụng trên máy tính và điện thoại di động đều hiển thị được hình ảnh từ camera, đồng thời ứng dụng trên máy tính còn hiển thị khối nhận diện được thông qua ô vuông màu tím được gắn nhãn ứng với lớp nhận diện được. Các giá trị mà ứng dụng máy tính xử lý được đều được hiển thị trên màn hình điện thoại.



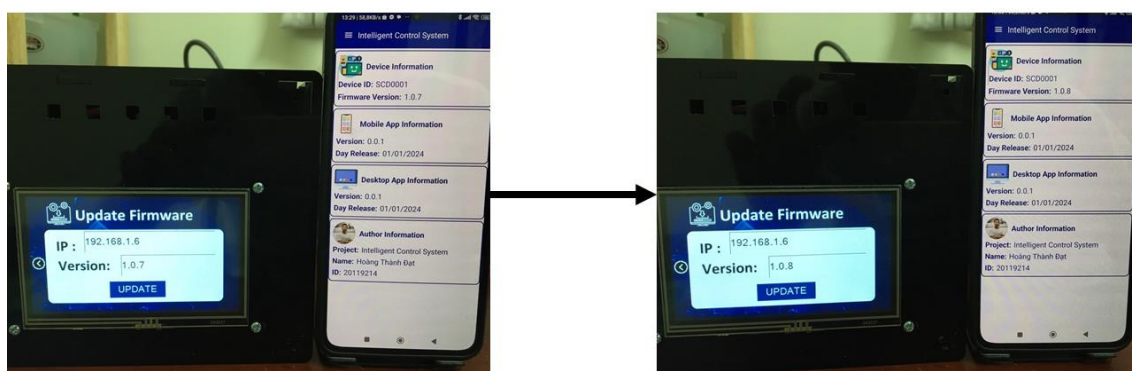
Hình 4.8: Kết quả đồng bộ điều khiển thiết bị giữa màn hình Nextion và ứng dụng điện thoại

Với việc tương tác, điều khiển thiết bị thông qua các màn hình hiển thị khác nhau đòi hỏi sự đồng bộ trạng thái của các thiết bị, với độ trễ ~1 giây quá trình hiển thị, điều khiển thiết bị gần như được đồng bộ giúp cho việc điều khiển các thiết bị trở nên chính xác và trơn tru hơn.



Hình 4.9: Kết quả đồng bộ cài đặt hệ thống

Giống như việc đồng bộ trạng thái các thiết bị điều khiển thì các cài đặt của hệ thống cũng phải được đồng bộ trong đó bao gồm: phiên bản của hệ thống, WiFi kết nối đến hệ thống. Việc đồng bộ cài đặt giúp hệ thống hoạt động chính xác tránh hiện thị thông tin sai cho người dùng.



Hình 4.10: Kết quả quá trình nâng cấp hệ thống qua Internet

Ban đầu phiên bản của hệ thống là 1.0.7 sau khi nâng cấp, phiên bản hiện tại của hệ thống là 1.0.8. Thông tin này được hiển thị ở cả màn hình Nextion và màn hình thông tin của hệ thống của ứng dụng di động.

4.2 ĐÁNH GIÁ HỆ THỐNG

Hệ thống điều khiển thiết bị thông minh cho phép sử dụng camera để thu thập hình ảnh, xử lý nhận diện số lượng người, nhóm độ tuổi và giới tính kết hợp cùng với giá trị cảm biến môi trường thu được nhằm đưa ra quyết định điều khiển các thiết bị trong nhà khi ở chế độ tự động. Ngoài ra người dùng có thể tùy ý điều khiển các thiết bị khi ở chế độ thủ công. Ứng dụng di động cho phép người dùng đăng kí, đăng nhập khi truy cập vào ứng dụng nhằm điều khiển hệ thống, tất cả các thông số về cảm biến môi trường, hình ảnh từ camera, thông số về các giá trị thu thập được sau khi xử lý hình ảnh từ camera đều được hiện thị một cách rõ ràng. Ngoài ra hệ thống còn có khả năng thiết lập WiFi, reset, nâng cấp thông qua internet, việc này cho phép người dùng tùy biến với thiết bị của bản thân, việc nâng cấp phần mềm của hệ thống trở nên dễ dàng hơn.

Về khả năng tích hợp, hệ thống đáp ứng được yêu cầu sử dụng camera để nhận diện số lượng người, nhóm độ tuổi, giới tính với mức chính xác ~60%, do một số hạn chế liên quan đến ánh sáng, chất lượng hình ảnh từ camera. Hệ thống có khả năng đáp ứng cài đặt, thiết lập WiFi bất kỳ chỉ cần nhập đúng và đủ thông tin yêu cầu. Ngoài ra hệ thống còn có thể điều khiển được các thiết bị khác nhau trong nhà khi yêu cầu.

Về khả năng đáp ứng thời gian thực, quá trình điều khiển thiết bị ở chế độ thủ công được đồng bộ giữa màn hình nextion và ứng dụng di động với độ trễ thấp ~1 giây. Ở chế độ tự động, hệ thống hoạt động ổn định luôn giữ cho nhiệt độ phòng trong khoảng 27 độ C, trong suốt quá trình hoạt động hệ thống luôn đáp ứng đúng và hiện thị đúng thông tin cần thiết cho người dùng. Thông tin hiện thị lên màn hình Nextion và màn hình ứng dụng di động hoàn toàn chính xác và trùng khớp với nhau, hình ảnh hiện thị lên ứng dụng di động rõ ràng.

Về khả năng nâng cấp và bảo trì hệ thống, do hệ thống được đóng gói kĩ càng để che phủ mạch bên trong và đảm bảo an toàn cho hệ thống do đó khả năng nâng cấp qua internet của hệ thống giúp cho hệ thống có thể được nâng cấp firmware mới và vá lỗi liên tục trong trường hợp sử dụng có vấn đề.

Về bảo mật, hệ thống đáp ứng được các vấn đề cơ bản về bảo mật khi cho phép người dùng đăng kí và đăng nhập ứng dụng mới được sử dụng thiết bị, cơ chế bảo mật khi nâng cấp phiên bản mới qua internet chỉ cho phép người dùng có quyền admin mới được phép đưa phiên bản mới lên server.

CHƯƠNG 5

KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

5.1 KẾT LUẬN

Sau quá trình nghiên cứu, thiết kế và thi công hệ thống, nhóm đã hoàn thành những mục tiêu được đặt ra:

- Có thể sử dụng camera để nhận diện số lượng người, nhóm độ tuổi, giới tính.
- Có thể theo dõi và điều khiển thiết bị trực tiếp thông qua màn hình được đính kèm trên hệ thống.
- Có 2 chế độ giúp người dùng tối ưu hóa điện năng tiêu thụ tùy thuộc vào hoàn cảnh môi trường, số lượng người.
- Người dùng có thể điều khiển thiết bị, đáp ứng theo thời gian thực.
- Ứng dụng di động cho phép chỉ người dùng nào có tài khoản đăng kí và xác thực mới được đăng nhập và quản lý hệ thống.
- Ứng dụng di động có thể giám sát về điều khiển thiết bị, theo dõi các giá trị điện theo tháng bằng đồ thị.
- Người dùng có thể cài đặt wifi, khởi động lại và nâng cấp hệ thống trực tiếp trên hệ thống hoặc thông qua ứng dụng di động.
- Người dùng có thể theo dõi cả video phát trực tiếp từ camera mà không cần phải thông qua ứng dụng thứ 3.
- Hệ thống có thể được nâng cấp từ xa thông qua internet.
- Hệ thống nâng cấp được bảo mật chỉ có admin mới có quyền truy cập đến server và gửi phiên bản mới lên server.

5.2 CÁC HƯỚNG PHÁT TRIỂN CỦA ĐỀ TÀI

Hệ thống có thể được phát triển bằng cách tối ưu thuật toán nhận diện khuôn mặt, cho phép hoạt động lấy dữ liệu từ nhiều camera từng khu vực để phân tích. Cho phép người dùng điều khiển nhiều loại thiết bị, nhiều loại máy điều hòa hơn,

có thể áp dụng thêm các mô hình AI nhằm sinh dữ liệu có khả năng dự đoán trước dữ liệu về môi trường, camera có thể đến trong tương lai nhằm đưa ra lời khuyên thích hợp cho người dùng.

Ngoài ra có thể áp dụng thêm các công nghệ như Matter để có thể áp dụng hệ thống điều khiển các thiết bị trong các nhà thông minh có sẵn như apple home, google home.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Iskandar Zulkarnain Jafriz, Sarina Mansor, " Smart Retail Monitoring System using Intel OpenVINO Toolkit", International Journal of Technology Volume 13(6) pp.1241-1250, 03 november 2022.
- [2]. Generosi, A., Ceccacci, S., & Mengoni, M. (2018), "A deep learning-based system to track and analyze customer behavior in retail store", 2018 IEEE 8th International Conference on Consumer Electronics-Berlin (ICCE-Berlin), September 2018.
- [3]. Mathur, S., Subramanian, B., Jain, S., Choudhary, K., & Prabha, D. R., "Human detector and counter using raspberry Pi microcontroller," 2017 Innovations in Power and Advanced Computing Technologies (i-PACT), 1–7. DOI: 10.1109/IPACT.2017.8244984, 2017.
- [4]. Gangling Liu, Xu Chen, "Smart Home System Based on Embedded Control and Wireless Communication", 2020 International Conference on Intelligent Transportation, Big Data & Smart City (ICITBS).
- [5]. Zhizhuo Su, Zhenfei Zhan, Shang Pan, "Research on Smart Home Appliance Control System under IoT Artificial Intelligence Technology in 5G Era", 2023 IEEE International Conference on Control, Electronics and Computer Technology (ICCECT).
- [6]. "ESP32-C3 Series Datasheet" [Online]. Available: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-c3_datasheet_en.pdf . [Accessed 6 1 2024].
- [7]. "Datasheet AHT21" [Online]. Available: <https://pdf.directindustry.com/pdf/aosong-electronics-co-ltd/data-sheet-aht21/121567-1002931.html>. [Accessed 6 1 2024].
- [8]. "ENS160 Datasheet" [Online]. Available: https://www.mouser.com/datasheet/2/1081/SC_001224_DS_1_ENS160_Datasheet_Rev_0_95-2258311.pdf. [Accessed 6 1 2024].
- [9]. "Nextion" [Online]. Available: <https://nextion.tech/datasheets/nx4827k043/>. [Accessed 6 1 2024].

[10]. Yan Liu, Guo Hui Zhong, Yu Liu, Hua Quiang He, Fu-Rong Wang, “The research of streaming media mutual digest authentication model based on RTSP protocol”, 2008 International Conference on Wavelet Analysis and Pattern Recognition.

[11]. Wang Yang, Zheng Jiachun, “Real-time face detection based on YOLO”, 2018 1st IEEE International Conference on Knowledge Innovation and Invention (ICKII).

[12]. Vasantha SV, Pooja Cherupally, Anji Yadav Kaitha, Aishwarya Belly, Leema Nelson, Hariharan S, “Performance Analysis of Object Detection Algorithms for Multi-Person Identification”, 2023 7th International Conference on Computation System and Information Technology for Sustainable Solutions (CSITSS).

[13]. "Amazon Cognito" [Online]. Available: <https://docs.aws.amazon.com/cognito/latest/developerguide/what-is-amazon-cognito.html>. [Accessed 6 1 2024].

[14]. M. Zorkany, Mahmoud Hussein, Neamat S. Abdel Kader, “Real Time Operating System for the Internet of Things; Vision, Architecture, and Research Directions”, World Symposium on Computer Applications & Research (WSCAR).

[15] Dimitar Georgiev Vrachkov, Dimitar Georgiev Todorov, “Research of the systems for Firmware Over The Air (FOTA) and Wireless Diagnostic in the new vehicles”, 2020 XXIX International Scientific Conference Electronics (ET).