

**ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA ĐIỆN**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP
CAPSTONE PROJECT**

NGÀNH: KỸ THUẬT ĐIỀU KHIỂN VÀ TỰ ĐỘNG HÓA

ĐỀ TÀI:

**THIẾT KẾ HỆ THỐNG GIÁM SÁT VÀ CẢNH
BẢO AN TOÀN CĂN HỘ CHUNG CƯ**

Người hướng dẫn: **TS. TRƯƠNG THỊ BÍCH THANH**

Sinh viên thực hiện:

1. LÊ ĐỨC THẮNG – MSSV: 105200385 – LỚP: 20TDHCLC1

2. THÂN ĐỨC THẢO – MSSV: 105200473 – LỚP: 20TDHCLC3

3. NGUYỄN THẾ VINH – MSSV: 105200482 – LỚP: 20TDHCLC3

Đà Nẵng, 06/2025

TÓM TẮT

Tên đề tài: Thiết kế hệ thống giám sát và cảnh báo an toàn căn hộ chung cư

Sinh viên thực hiện:

- 1) Lê Đức Thắng – MSSV: 105200385- Lớp: 20TDHCLC1
- 2) Thân Đức Thảo – MSSV: 105200473 - Lớp: 20TDHCLC3
- 3) Nguyễn Thế Vinh – MSSV: 105200482 - Lớp: 20TDHCLC3

Trong bối cảnh hiện nay, nhu cầu đảm bảo an ninh và an toàn cho các căn hộ chung cư ngày càng trở nên cấp thiết. Bên cạnh những nguy cơ từ cháy nổ, trộm cắp việc tiêu thụ điện quá mức cũng có thể dẫn đến nguy cơ quá tải hệ thống điện và lãng phí năng lượng. Xuất phát từ thực tế đó, chúng em quyết định chọn đề tài: "Thiết kế hệ thống giám sát và cảnh báo an toàn căn hộ chung cư".

Hệ thống có chức năng sử dụng công nghệ xử lý ảnh để nhận diện và phát hiện khuôn mặt người lạ, đồng thời giám sát và phát hiện lửa để báo cháy sớm. Bên cạnh đó, hệ thống còn thực hiện giám sát điện năng tiêu thụ của các thiết bị điện trong căn hộ. Khi phát hiện thiết bị sử dụng điện vượt quá ngưỡng cho phép, hệ thống sẽ tự động ngắt thiết bị và gửi cảnh báo cho người dùng nhằm hạn chế nguy cơ quá tải và tiết kiệm điện năng. Qua đó, hệ thống giúp nâng cao mức độ an toàn, tiết kiệm chi phí và bảo vệ tài sản cho cư dân chung cư.

NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

TT	Họ tên sinh viên	Số thẻ SV	Lớp	Ngành
1	Lê Đức Thắng	105200385	20TDHCLC1	Kỹ thuật điều khiển và tự động hóa
2	Thân Đức Thảo	105200473	20TDHCLC3	Kỹ thuật điều khiển và tự động hóa
3	Nguyễn Thế Vinh	105200482	20TDHCLC3	Kỹ thuật điều khiển và tự động hóa

1. Tên đề tài đồ án: Thiết kế hệ thống giám sát và cảnh báo an toàn căn hộ chung cư.

2. Đề tài thuộc diện: Có ký kết thỏa thuận sở hữu trí tuệ đối với kết quả thực hiện.

3. Các số liệu và dữ liệu ban đầu:

4. Nội dung các phần thuyết minh và tính toán:

a. Phần chung:

TT	Họ tên sinh viên	Nội dung
1	Lê Đức Thắng	Viết báo cáo và thuyết minh.
2	Thân Đức Thảo	Nghiên cứu các giải pháp về nhận dạng, giám sát năng lượng và cảnh báo an toàn
3	Nguyễn Thế Vinh	

b. Phần riêng:

TT	Họ tên sinh viên	Nội dung
1	Lê Đức Thắng	Tìm hiểu yêu cầu, nội dung của đồ án đưa ra giải pháp thực hiện. Thiết kế kiến trúc tổng thể, lập trình hệ thống.
2	Thân Đức Thảo	Tìm hiểu về linh kiện, nội dung, yêu cầu, các giải pháp của đồ án. Lập trình xử lý ảnh, thiết kế sơ đồ nguyên lý.
3	Nguyễn Thế Vinh	Lập trình, đưa ra các lưu đồ thuật toán, xây dựng Database, Website.

5. Các bản vẽ, đồ thị (ghi rõ các loại và kích thước bản vẽ):

6. Người hướng dẫn:

Họ tên người hướng dẫn:	Phần/ Nội dung:
TS. Trương Thị Bích Thanh	Hướng dẫn tư vấn giải pháp, lựa chọn công nghệ cho dự án Hướng dẫn làm thuyết trình báo cáo dự án Theo dõi tiến độ của dự án

7. Ngày giao nhiệm vụ đồ án: 14/02/2025

8. Ngày hoàn thành đồ án: 15/06/2025

Đà Nẵng, ngày 17 tháng 6 năm 2025

Trưởng Bộ môn Tự động hóa

Người hướng dẫn

TS. Giáp Quang Huy

TS. Trương Thị Bích Thanh

PHIẾU KIỂM SOÁT TIẾN ĐỘ LÀM ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

(Phiếu dành cho người hướng dẫn/sinh viên)

Họ tên sinh viên:

1. Lê Đức Thắng – MSSV: 105200385 – Lớp: 20TDHCLC1
2. Thân Đức Thảo – MSSV: 105200473 – Lớp: 20TDHCLC3
3. Nguyễn Thế Vinh – MSSV: 105200482 – Lớp: 20TDHCLC3

Tên đề tài ĐATN: **Thiết kế hệ thống giám sát và cảnh báo an toàn căn hộ chung cư**

Họ tên người HD: Trương Thị Bích Thanh

Đơn vị: ĐHBK-ĐHĐN

Tuần	Ngày	Khối lượng		GVHD ký tên
		đã thực hiện (%)	tiếp tục thực hiện (%)	
1	22/02/2025	Nhận đề tài	Gặp người hướng dẫn định hướng đồ án	
2	01/03/2025	Xác định những yêu cầu và bài toán đặt ra của hệ thống	Xác định và thống nhất các phần cứng sử dụng trong dự án	
3	10/03/2025	Nghiên cứu về các phương pháp xử lý ảnh	Lựa chọn phương pháp xử lý ảnh cho hệ thống nhận dạng	
3	17/03/2025	Xác định và thống nhất các thiết bị phần cứng sử dụng cho hệ thống nhận dạng	Xây dựng sơ đồ đấu nối chi tiết và tiến hành đấu nối các phần cứng trên thiết bị thực.	
4	10/04/2025	Duyệt lần 1: Đánh giá khối lượng công việc hoàn thành: 30 % Được tiếp tục làm ĐATN <input type="checkbox"/> Không tiếp tục thực hiện ĐATN <input type="checkbox"/>		
5	17/04/2025	Nghiên cứu về các phương pháp điều khiển giám sát năng lượng trong căn hộ	Xác định và thống nhất các phần cứng sử dụng cho giám sát năng lượng trong căn hộ	

5	25/04/2025	Tìm hiểu về database, cách gửi và lưu trữ database	Lấy dữ liệu từ database và hiển thị lên webserver	
6	15/05/2025	Tối ưu trải nghiệm giao diện người dùng.	Tiến hành hoàn thiện mô hình hệ thống	
7	30/05/2025	Duyệt lần 2: Đánh giá khối lượng công việc hoàn thành: 80% Được tiếp tục làm ĐATN <input type="checkbox"/> Không tiếp tục thực hiện ĐATN <input type="checkbox"/>		
8	05/06/2025	Tiến hành kiểm tra, thực nghiệm toàn bộ hệ thống	Quay video mô phỏng thực nghiệm trong quá trình thực hiện	
9	13/06/2025	Tổng hợp tài liệu, hoàn thiện các phần trong báo cáo		

LỜI NÓI ĐẦU VÀ CẢM ƠN

Trước tiên, em xin chân thành gửi lời cảm ơn sâu sắc đến quý thầy cô trong khoa Điện, bộ môn Tự động hóa, trường Đại học, đã tận tình giảng dạy và trang bị cho em những kiến thức quý báu trong suốt quá trình học tập, là hành trang vững chắc cho em trên con đường sự nghiệp sau này.

Đặc biệt, em xin bày tỏ lòng biết ơn chân thành đến Cô Trương Thị Bích Thanh - người đã trực tiếp hướng dẫn, tận tình chỉ bảo em trong suốt quá trình thực hiện đồ án. Với sự kiên nhẫn, kiến thức chuyên sâu cùng lòng nhiệt huyết với nghề, cô đã không ngừng động viên, hỗ trợ và định hướng giúp em vượt qua những khó khăn, hoàn thành đồ án một cách tốt nhất.

Do hạn chế về kiến thức và kinh nghiệm thực tế, trong quá trình thực hiện đồ án, em khó tránh khỏi những thiếu sót mong được quý Thầy/Cô góp ý, chỉ bảo để em rút kinh nghiệm và có điều kiện hoàn thiện thêm kiến thức cho mình, nhằm phục vụ tốt hơn công việc sau này.

Chúng em xin chân thành cảm ơn!

LỜI CAM ĐOAN LIÊM CHÍNH HỌC THUẬT

Chúng tôi xin được cam đoan đề tài: “Thiết kế hệ thống giám sát và cảnh báo an toàn căn hộ chung cư” là sự nghiên cứu dưới sự hướng dẫn của giảng viên TS. Trương Thị Bích Thanh. Ngoài ra không có bất cứ sự sao chép của người khác.

Nội dung báo cáo là sản phẩm mà các thành viên trong nhóm đã nghiên cứu thực hiện trong quá trình thực hiện đồ án.

Các số liệu, kết quả trong báo cáo là hoàn toàn trung thực, nhóm xin hoàn toàn chịu trách nhiệm, kỷ luật của bộ môn, khoa và nhà trường nếu có vấn đề xảy ra.

Sinh viên thực hiện 1

Sinh viên thực hiện 2

Sinh viên thực hiện 3

Nguyễn Thế Vinh

Lê Đức Thắng

Thân Đức Thảo

MỤC LỤC

TÓM TẮT	ii
NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP	iii
PHIẾU KIỂM SOÁT TIẾN ĐỘ LÀM ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP	v
LỜI NÓI ĐẦU VÀ CẢM ƠN	vii
LỜI CAM ĐOAN LIÊM CHÍNH HỌC THUẬT	viii
MỤC LỤC	ix
DANH SÁCH CÁC BẢNG, HÌNH VẼ.....	xii
DANH SÁCH CÁC KÝ HIỆU, CHỮ VIẾT TẮT	xiv
MỞ ĐẦU	1
Chương 1: TỔNG QUAN ĐỀ TÀI.....	2
1.1. Tổng quan về tình hình nghiên cứu thuộc lĩnh vực đề tài	2
1.2. Tính cấp thiết của đề tài.....	2
1.3. Mục tiêu đề tài	3
1.4. Phạm vi và đối tượng nghiên cứu	3
Chương 2: TỔNG QUAN VỀ LÝ THUYẾT XỬ LÝ ẢNH.....	5
2.1. Tổng quan về xử lý ảnh	5
2.1.1. Thu nhận ảnh	5
2.1.2. Tiền xử lý.....	6
2.1.3. Phân đoạn ảnh.....	6
2.1.4. Biểu diễn ảnh	6
2.1.5. Nhận dạng ảnh	6
2.1.6. Cơ sở tri thức	6
2.2. Những vấn đề trong xử lý ảnh.....	7
2.2.1. Điểm ảnh.....	7
2.2.2. Ảnh số.....	7
2.2.3. Phân loại ảnh	7
2.2.4. Quan hệ giữa các điểm ảnh.....	7
2.2.5. Lọc nhiễu	8
2.2.6. Phương pháp phát hiện biên	8
2.2.7. Phân đoạn ảnh.....	10
2.2.8. Nhận dạng ảnh.....	11
2.3. Một số ứng dụng của xử lý ảnh	11
2.3.1. Ứng dụng xử lý ảnh nhận diện khuôn mặt	11

2.3.2. Ứng dụng xử lý ảnh nhận diện đám cháy.....	19
2.3.3. Kết luận.....	22
Chương 3: ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP CẢNH BÁO AN TOÀN CHUNG CỤ'	25
3.1. Sơ đồ khối tổng thể hệ thống	25
3.2. Giải pháp cho hệ thống nhận dạng và cảnh báo người lạ	27
3.2.1. Tổng quan giải pháp	27
3.2.2. Lựa chọn thuật toán	28
3.2.3. Xây dựng thuật toán nhận dạng khuôn mặt.....	29
3.3. Giải pháp phát hiện đám cháy và cảnh báo cháy	31
3.3.1. Tổng quan giải pháp	31
3.3.2. Lựa chọn thuật toán	32
3.3.3. Xây dựng thuật toán nhận dạng đám cháy	34
3.4. Giải pháp giám sát điện năng và quản lý năng lượng tiêu thụ trong căn hộ ..	35
3.4.1. Phương án thiết kế	35
3.4.2. Quy trình thực hiện hệ thống giám sát điện năng và quản lý năng lượng.....	36
3.4.3. Xây dựng thuật toán giám sát điện năng và quản lý năng lượng	37
3.4.4. Thiết kế hệ thống hiện thị và giám sát năng lượng trên Webserver.....	39
Chương 4: XÂY DỰNG MÔ HÌNH MÔ PHỎNG HỆ THỐNG	45
4.1. Mô hình tổng quan của toàn bộ hệ thống	45
4.2. Tính chọn thiết bị cho hệ thống nhận dạng cảnh báo người lạ và cảnh báo cháy	46
4.3. Hệ thống giám sát quản lý năng lượng	49
4.3.1. Thiết bị sử dụng trong hệ thống	49
4.3.2. Thiết kế giao diện Blynk	53
4.3.3. Thiết kế giao diện webserver	55
Chương 5: KẾT QUẢ MÔ HÌNH VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN	59
5.1. Kết quả mô hình toàn bộ hệ thống	59
5.2. Kết quả mô hình và đánh giá hệ thống cảnh báo người lạ kết hợp cảnh báo cháy	59
5.2.1. Kết quả mô hình	59
5.2.2. Đánh giá chất lượng.....	62
5.2.3. Kết luận và phương hướng phát triển.....	62
5.3. Kết quả mô hình và đánh giá hệ thống giám sát năng lượng và cảnh báo	63
5.3.1. Kết quả mô hình	63
5.3.2. Đánh giá chất lượng.....	64
5.3.3. Kết luận và phương hướng phát triển.....	65

KẾT LUẬN	67
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	68
PHỤ LỤC 1	
PHỤ LỤC 2	

DANH SÁCH CÁC BẢNG, HÌNH VẼ

Hình 2.1 Các bước cơ bản trong xử lý ảnh.....	5
Hình 2.2 Lân cận 8 điểm ảnh.....	8
Hình 2.3 Hình tách biên điểm biên.....	9
Hình 2.4 Các bước chính trong hệ thống nhận dạng khuôn mặt.....	11
Hình 2.5 Ba loại loại đặc trưng	13
Hình 2.6 Ví dụ đặc trưng Haar trên khuôn mặt.....	14
Hình 2.7 Các bước nhận diện khuôn mặt của Haar Cascade	14
Hình 2.8 Các đặc trưng Haar-Like	15
Hình 2.9 Đặc trưng cạnh.....	15
Hình 2.10 Đặc trưng đường.....	15
Hình 2.11 Đặc trưng xung quanh tâm	16
Hình 2.12 Mô hình bộ phân loại theo tầng.....	16
Hình 2.13 Nguyên lý của thuật toán AdaBoost.....	17
Hình 2.14 Chuyển hình ảnh thành không gian thang độ xám.....	17
Hình 2.15 Các pixel lân cận của pixel đang xét	18
Hình 2.16 Quy trình huấn luyện YOLO.....	20
Hình 3.1 Sơ đồ khối tổng thể hệ thống.....	25
Hình 3.2 Sơ đồ khối hệ thống nhận dạng và cảnh báo người lạ.....	27
Hình 3.3 Quy trình nhận dạng khuôn mặt và cảnh báo người lạ.....	27
Hình 3.3 Lưu đồ thuật toán lấy dữ liệu khuôn mặt và huấn luyện	29
Hình 3.4 Lưu đồ thuật toán nhận diện khuôn mặt.....	30
Hình 3.5 Sơ đồ khối hệ thống nhận dạng và cảnh báo đám cháy.....	31
Hình 3.6 Quy trình nhận dạng và cảnh báo cháy	31
Hình 3.7 Lưu đồ thuật toán nhận dạng và cảnh báo đám cháy	34
Hình 3.8 Sơ đồ khối hệ thống giám sát điện năng và giám sát năng lượng	35
Hình 3.9 Quy trình thực hiện hệ thống giám sát quản lí điện năng.....	37
Hình 3.10 Lưu đồ thuật toán giám sát điện năng và quản lí năng lượng	38
Hình 3.11 Sơ đồ trình tự ứng dụng.....	39
Hình 3.12 Lưu đồ thuật toán chương trình gửi dữ liệu từ phân cứng	40
Hình 3.13 Lưu đồ thuật toán chương trình thu thập và lưu dữ liệu.....	42
Hình 3.14 Dữ liệu lưu trữ ở PostgreSQL	44

Hình 4.1 Mô hình hoạt động tổng quan của toàn bộ hệ thống	45
Hình 4.2 Raspberry Pi 4 Model B	46
Hình 4.3 Camera 5MP	47
Hình 4.4 Còi SFM-27	47
Hình 4.5 Sơ đồ nguyên lí hệ thống nhận dạng	48
Hình 4.6 ESP32 DevKit V1.....	49
Hình 4.7 Module đo điện năng PZEM-004T	50
Hình 4.8 Nguồn tổ ong 5V/5A	51
Hình 4.9 Mạch 2 Relay Opto.....	51
Hình 4.10 Màn hình LCD.....	52
Hình 4.11 Sơ đồ đấu nối hệ thống giám sát năng lượng	53
Hình 4.12 Giao diện Blynk.....	53
Hình 4.13 Giao diện màn hình đăng nhập.....	55
Hình 4.14 Giao diện màn hình chính.....	56
Hình 4.15 Đồ thị tiêu thụ năng lượng.....	57
Hình 4.16 Đồ thị so sánh điện năng tiêu thụ theo cột	57
Hình 4.17 Đồ thị so sánh điện năng tiêu thụ theo đường	58
Hình 5.1 Mô hình sau khi đóng gói.....	59
Hình 5.2 Mô hình phần cứng cảnh báo người lạ và cảnh báo cháy	60
Hình 5.3 Tập ảnh dữ liệu huấn luyện cảnh báo người lạ.....	60
Hình 5.4 Một số ảnh dữ liệu huấn luyện cảnh báo cháy	60
Hình 5.5 Kết quả nhận dạng khuôn mặt và phát hiện cháy	61
Hình 5.6 Hệ thống gửi mail khi phát hiện người lạ hoặc cháy.....	61
Hình 5.7 Mô hình phần cứng giám sát năng lượng	63
Hình 5.8 Giao diện hiển thị thông số điện năng theo thời gian thực.....	63
Hình 5.9 Biểu đồ đường các thông số điện năng.....	64
Hình 5.10 Biểu đồ tiêu thụ điện năng	64
Hình 5.11 Biểu đồ cột và đường so sánh tiêu thụ điện năng của năm này và năm ngoái	64
Hình 5.12 Mail cảnh báo khi vượt qua công suất.....	64

DANH SÁCH CÁC KÝ HIỆU, CHỮ VIẾT TẮT

TT	Chữ viết tắt	Chữ viết đầy đủ
1	CCD	Charge-Coupled Device
2	PCA	Principal Component Analysis
3	WPCA	Whitened Principal Component Analysis
4	LDA	Linear Discriminant Analysis
5	KPCA	Kernel Principal Component Analysis
6	LBPH	Local Binary Pattern Histograms
7	LBP	Local Binary Pattern
8	YOLO	You Only Look Once
9	HOG	Histogram of Oriented Gradients

MỞ ĐẦU

Đề tài “**Thiết kế hệ thống giám sát và cảnh báo an toàn căn hộ chung cư**” hướng đến giải quyết bài toán an ninh và an toàn thông qua công nghệ xử lý ảnh và IoT, giúp phát hiện sớm các nguy cơ như xâm nhập trái phép, cháy nổ, quá tải điện và giám sát điện năng tiêu thụ theo thời gian thực. Mục tiêu là xây dựng hệ thống nhận diện khuôn mặt, cảnh báo cháy sớm, giám sát điện năng, tích hợp giao diện quản lý và cảnh báo đa kênh. Đối tượng nghiên cứu gồm: xử lý ảnh, giám sát điện năng, truyền thông IoT và giao diện người dùng. Phương pháp nghiên cứu bao gồm tổng hợp tài liệu lý thuyết, xây dựng mô hình phần cứng – phần mềm và đánh giá hiệu năng qua độ chính xác nhận diện và thời gian phản hồi cảnh báo.

Cấu trúc của đồ án tốt nghiệp:

- NHẬN XÉT CỦA NGƯỜI HƯỚNG DẪN
- NHẬN XÉT CỦA NGƯỜI PHẢN BIỆN
- TÓM TẮT
- NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP
- PHIẾU KIỂM SOÁT TIẾN ĐỘ LÀM ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP
- LỜI NÓI ĐẦU VÀ CẢM ƠN
- LỜI CAM ĐOAN LIÊM CHÍNH HỌC THUẬT
- MỤC LỤC
- DANH SÁCH CÁC BẢNG, HÌNH VẼ
- DANH SÁCH CÁC KÝ HIỆU, CHỮ VIẾT TẮT
- MỞ ĐẦU
- CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN ĐỀ TÀI
- CHƯƠNG 2: TỔNG QUAN VỀ LÝ THUYẾT XỬ LÝ ẢNH
- CHƯƠNG 3: ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP CẢNH BÁO AN TOÀN CHUNG CƯ
- CHƯƠNG 4: XÂY DỰNG MÔ HÌNH MÔ PHÒNG HỆ THỐNG
- CHƯƠNG 5: KẾT QUẢ MÔ HÌNH VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN
- KẾT LUẬN
- TÀI LIỆU THAM KHẢO
- PHỤ LỤC 1
- PHỤ LỤC 2

Chương 1: TỔNG QUAN ĐỀ TÀI

1.1. Tổng quan về tình hình nghiên cứu thuộc lĩnh vực đề tài

Trong những năm gần đây, nhu cầu về giám sát an ninh và sử dụng năng lượng hiệu quả trong các căn hộ chung cư ngày càng được quan tâm. Các vấn đề như cháy nổ, trộm cắp, xâm nhập trái phép hay tiêu thụ điện năng vượt mức không chỉ ảnh hưởng đến tài sản mà còn đe dọa đến tính mạng của con người. Việc kết hợp công nghệ xử lý ảnh và hệ thống giám sát điện năng nhằm cảnh báo sớm các nguy cơ mất an toàn đang là hướng nghiên cứu được nhiều nhóm phát triển ứng dụng trong thực tiễn.

Với sự phát triển của công nghệ IoT, trí tuệ nhân tạo (AI) và các cảm biến thông minh, các hệ thống cảnh báo hiện đại ngày nay đã đạt được nhiều tiến bộ vượt bậc không chỉ tăng cường an ninh mà còn tối ưu hóa năng lượng thông qua tự động hóa. Một số hệ thống cảnh báo hiện đại hiện nay:

- Hệ thống nhận diện khuôn mặt sử dụng AI như FaceNet hay DeepFace có thể phân biệt người quen và người lạ với độ chính xác lên đến 99%, đồng thời tích hợp với cơ chế cảnh báo tự động qua ứng dụng di động hoặc email.
- Hệ thống phát hiện cháy không chỉ dựa trên cảm biến khói truyền thống mà còn kết hợp camera nhiệt và AI để phân tích hình ảnh, phát hiện đám cháy ngay từ giai đoạn đầu (ví dụ: công nghệ của Bosch Fire Detection System).
- Giám sát điện năng thông minh sử dụng cảm biến IoT (như Smart Plug của TP-Link) kết hợp thuật toán phân tích dữ liệu theo thời gian thực, cảnh báo tiêu thụ vượt ngưỡng hoặc thiết bị hoạt động bất thường.
- Hệ thống an ninh đa lớp tích hợp camera 360 độ, cảm biến chuyển động PIR, và micro thông minh để phát hiện âm thanh đột nhập (ví dụ: giải pháp của Ring Alarm).

Đề tài “**Thiết kế hệ thống giám sát và cảnh báo an toàn căn hộ chung cư**” sử dụng xử lý ảnh để phát hiện khuôn mặt người lạ, báo cháy và giám sát điện năng tiêu thụ được xây dựng nhằm đáp ứng yêu cầu thực tế, mang lại giải pháp tổng thể an toàn, thông minh, góp phần xây dựng môi trường sống hiện đại và hiệu quả và an toàn.

1.2. Tính cấp thiết của đề tài

Hiện nay, với tốc độ đô thị hóa nhanh chóng, các căn hộ chung cư ngày càng trở nên phổ biến tại các thành phố lớn. Tuy nhiên, đi kèm với sự phát triển đó là những thách thức liên quan đến vấn đề an toàn về cháy nổ, an ninh khu vực và sử dụng năng

lượng hiệu quả. Các vụ cháy nổ tại chung cư, tình trạng trộm cắp, xâm nhập trái phép và việc tiêu thụ điện năng vượt mức gây nguy cơ chập cháy thiết bị điện, thiệt hại tài sản và ảnh hưởng nghiêm trọng đến tính mạng con người đang ngày càng gia tăng.

Trước những thực trạng đó, việc xây dựng một Thiết kế hệ thống giám sát và cảnh báo an toàn căn hộ chung cư là hết sức cần thiết và cấp bách. Hệ thống không chỉ giúp phát hiện sớm các dấu hiệu bất thường như sự xuất hiện của người lạ thông qua công nghệ xử lý hình ảnh, mà còn có khả năng cảnh báo cháy sớm để kịp thời ứng phó, đồng thời giám sát điện năng tiêu thụ để tự động ngắt thiết bị khi vượt quá ngưỡng cho phép nhằm hạn chế các nguy cơ cháy nổ do quá tải điện.

Bên cạnh đó, hệ thống còn hỗ trợ người dùng quản lý, tra cứu các thông tin về tiêu thụ điện năng theo thời gian thực, giúp nâng cao ý thức tiết kiệm điện, tối ưu hóa chi phí vận hành và đảm bảo an toàn điện trong sinh hoạt.

Vì vậy, việc nghiên cứu và triển khai đề tài "**Thiết kế hệ thống giám sát và cảnh báo an toàn căn hộ chung cư**" sử dụng xử lý ảnh để phát hiện khuôn mặt người lạ, báo cháy và giám sát điện năng tiêu thụ mang ý nghĩa thiết thực, góp phần xây dựng môi trường sống an toàn, hiện đại và thông minh cho cộng đồng cư dân.

1.3. Mục tiêu đề tài

Đề tài hướng đến việc đạt được các mục tiêu cụ thể sau:

- Nghiên cứu giải pháp xử lý ảnh nhằm phát hiện khuôn mặt người lạ xâm nhập.
- Nghiên cứu giải pháp phát hiện sớm sự cố cháy nổ trong căn hộ.
- Nghiên cứu giải pháp giám sát điện năng tiêu thụ và cảnh báo khi thiết bị điện tiêu thụ vượt ngưỡng cho phép.
- Xây dựng hệ thống cảnh báo tức thời thông qua các phương tiện như còi, đèn báo và tin nhắn.
- Xây dựng giao diện giám sát trực quan, thân thiện với người dùng trên nền tảng Webserver, dữ liệu được cập nhật liên tục theo thời gian thực.
- Lưu trữ và quản lý dữ liệu để thuận tiện trong việc theo dõi, tra cứu và phân tích.

1.4. Phạm vi và đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu:

- Công nghệ xử lý ảnh phục vụ nhận diện khuôn mặt người lạ.
- Hệ thống giám sát điện năng tiêu thụ và cảnh báo khi vượt ngưỡng.

Thiết kế hệ thống giám sát và cảnh báo an toàn căn hộ chung cư

- Các thiết bị điều khiển, module thu thập dữ liệu và truyền thông.
- Hệ thống quản lý, lưu trữ và hiển thị dữ liệu thông qua giao diện Webservice.

Phạm vi nghiên cứu:

- Thiết kế và xây dựng Thiết kế hệ thống giám sát và cảnh báo an toàn căn hộ chung cư.
- Nghiên cứu giải pháp xử lý hình ảnh nhằm phát hiện và cảnh báo người lạ.
- Nghiên cứu các phương pháp giám sát và cảnh báo sớm sự cố cháy nổ trong căn hộ
- Thu thập, lưu trữ và giám sát dữ liệu điện năng tiêu thụ của thiết bị điện trong nhà.
- Phát triển giao diện web thân thiện giúp người dùng dễ dàng theo dõi và quản lý hệ thống.

Phương pháp nghiên cứu:

- Tiếp cận với các tài liệu nghiên cứu, công trình đã được công bố có liên quan tới lĩnh vực xử lý ảnh, giám sát điện năng và hệ thống cảnh báo an toàn trong căn hộ chung cư, tiến hành phân tích và đánh giá các kết quả thực nghiệm đã thu thập được.
- Phương pháp nghiên cứu kết hợp giữa việc đọc hiểu lý thuyết, tìm hiểu về kỹ thuật xử lý ảnh, cảm biến phát hiện cháy, đo đạc điện năng tiêu thụ, và thực hành thử nghiệm nhằm phát hiện lỗi trong quá trình thực hiện, từ đó tìm ra hướng giải quyết và đề xuất phương án thiết kế tối ưu để hoàn thiện hệ thống.

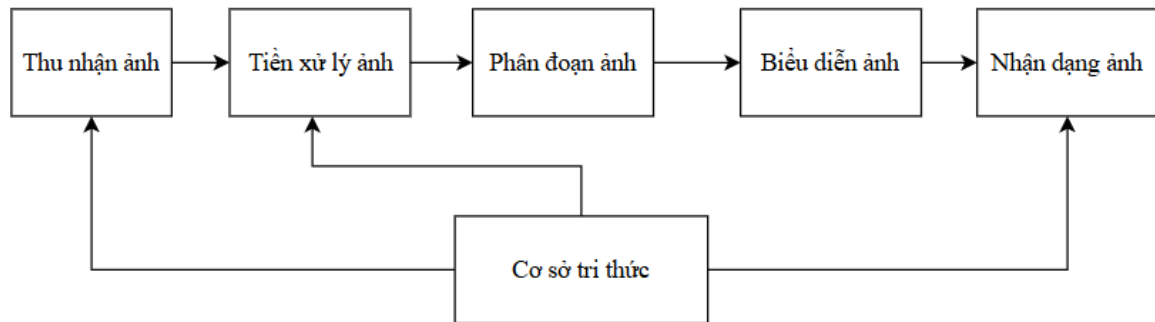
Chương 2: TỔNG QUAN VỀ LÝ THUYẾT XỬ LÝ ẢNH

2.1. Tổng quan về xử lý ảnh

Xử lý ảnh thuộc lĩnh vực khoa học thị giác máy tính, là quá trình sử dụng các thuật toán và kỹ thuật để thao tác, phân tích và trích xuất thông tin từ hình ảnh kỹ thuật số biến đổi từ một ảnh ban đầu sang một ảnh mới với các đặc tính và tuân theo ý muốn của người sử dụng. Xử lý ảnh có thể gồm quá trình phân tích, phân lớp các đối tượng, làm tăng chất lượng, phân đoạn và phát hiện biên, gán nhãn cho vùng hay quá trình biên dịch các thông tin của ảnh để mã hoá hoặc truyền tải hình ảnh. Mục đích của xử lý ảnh:

- Nâng cao chất lượng ảnh.
- Tự động nhận dạng ảnh, đoán nhận ảnh, đánh giá trích xuất thông tin của ảnh.
- Nén, lưu trữ và truyền tải hiệu quả dữ liệu hình ảnh.

Các bước cơ bản trong xử lý ảnh được thể hiện trong hình 2.1.



Hình 2.1 Các bước cơ bản trong xử lý ảnh

Quá trình xử lý ảnh gồm 5 bước: thu nhận ảnh, tiền xử lý ảnh, phân đoạn ảnh, biểu diễn ảnh và cuối cùng là nhận dạng ảnh. Các thuật toán xử lý ảnh trong “cơ sở tri thức” sẽ được đưa vào các bước. Cụ thể các bước sẽ được trình bày ở các mục tiếp theo sau đây.

2.1.1. Thu nhận ảnh

Ảnh có thể được thu thập thông qua camera màu hoặc camera đen trắng, tùy thuộc vào nhu cầu sử dụng. Thông thường, camera analog sẽ thu tín hiệu ảnh tương tự với tần số quét 25 khung hình/giây, mỗi khung gồm 25 dòng quét. Ngày nay, công nghệ số hóa đã phổ biến với các loại camera CCD, sử dụng cảm biến quang học để chuyển đổi cường độ ánh sáng thành tín hiệu số tại từng điểm ảnh (pixel).

Camera thường hoạt động theo cơ chế quét dòng, tạo ra ảnh hai chiều (2D) với độ phân giải và chất lượng phụ thuộc vào:

- Thiết bị thu nhận (độ nhạy cảm biến, độ phân giải).
- Điều kiện môi trường (ánh sáng, độ tương phản, nhiễu).

Công nghệ thu nhận ảnh ngày càng phát triển, từ analog truyền thống đến kỹ thuật số hiện đại đóng vai trò quan trọng trong xử lý ảnh.

2.1.2. Tiền xử lý

Sau quá trình thu nhận hình ảnh có thể bị ảnh hưởng bởi nhiễu, độ tương phản thấp hoặc chi tiết bị mờ làm giảm chất lượng hình ảnh gây thiếu độ chính xác trong quá trình phân tích nên cần đưa vào bộ tiền xử lý để nâng cao chất lượng. Chức năng chính của bộ tiền xử lý là lọc nhiễu, nâng độ tương phản để làm ảnh rõ hơn, nét hơn.

2.1.3. Phân đoạn ảnh

Phân đoạn ảnh là quá trình tách một ảnh đầu vào thành các vùng thành phần để biểu diễn phân tích, nhận dạng ảnh. Đây là phần phức tạp khó khăn nhất trong xử lý ảnh và cũng dễ gây lỗi, làm mất độ chính xác của ảnh. Kết quả nhận dạng ảnh phụ thuộc rất nhiều vào công đoạn này.

2.1.4. Biểu diễn ảnh

Sau khi phân đoạn ảnh, dữ liệu thu được chứa các điểm ảnh của vùng ảnh (ảnh đã phân đoạn) kèm với mã liên kết ở các vùng lân cận. Việc biến đổi các số liệu này thành dạng thích hợp là cần thiết cho xử lý tiếp theo bằng máy tính. Việc chọn các tính chất để thể hiện ảnh gọi là trích chọn đặc trưng gắn với việc tách các đặc tính của ảnh dưới dạng các thông tin định lượng hoặc làm cơ sở để phân biệt lớp đối tượng này với đối tượng khác trong phạm vi ảnh nhận được.

2.1.5. Nhận dạng ảnh

Nhận dạng ảnh là quá trình xác định và phân loại đối tượng trong ảnh. Quá trình này thường thu được bằng cách so sánh với mẫu chuẩn đã được học từ trước. Nội suy là phán đoán theo ý nghĩa trên cơ sở nhận dạng. Theo lý thuyết về nhận dạng, các mô hình toán học về ảnh được phân theo hai loại nhận dạng ảnh cơ bản:

- Nhận dạng theo tham số.
- Nhận dạng theo cấu trúc.

2.1.6. Cơ sở tri thức

Ảnh là một đối tượng khá phức tạp do đa dạng về đường nét, độ sáng tối, dung lượng điểm ảnh, môi trường để thu ảnh phong phú kéo theo nhiễu. Trong nhiều khâu xử lý và phân tích ảnh ngoài việc đơn giản hóa các phương pháp toán học đảm bảo tiện lợi cho xử lý, người ta mong muốn bắt chước quy trình tiếp nhận và xử lý ảnh theo cách

của con người. Trong các bước xử lý đó, nhiều khâu hiện nay đã xử lý theo các phương pháp trí tuệ con người.

2.2. Những vấn đề trong xử lý ảnh

2.2.1. Điểm ảnh

Là đơn vị nhỏ nhất để tạo nên một bức ảnh kỹ thuật số. Mỗi pixel được xác định bởi:

- Tọa độ không gian (x, y) trên ma trận ảnh.
- Giá trị màu sắc (đen trắng, grayscale hoặc RGB/CMYK).

Địa chỉ của điểm ảnh được xem như là một tọa độ (x,y) nào đó. Một bức ảnh kỹ thuật số, có thể được tạo ra bằng cách chụp hoặc bằng một phương pháp đồ họa nào khác, được tạo nên từ hàng ngàn hoặc hàng triệu pixel riêng lẻ.

Độ phân giải của ảnh là mật độ điểm ảnh được ấn định trên một ảnh số được hiển thị là yếu tố quyết định mức độ sắc nét và chi tiết của một bức ảnh kỹ thuật số.

2.2.2. Ảnh số

Ảnh số là biểu diễn kỹ thuật số của hình ảnh thực, là tập hợp hữu hạn các điểm ảnh với mức xám phù hợp dùng để mô tả ảnh gần với ảnh thật. Ảnh có độ phân giải càng cao thì càng thể hiện rõ nét các đặc điểm của tấm hình càng làm cho tấm ảnh trở nên thực và sắc nét hơn.

2.2.3. Phân loại ảnh

Mức xám của điểm ảnh là cường độ sáng, gán bằng một giá trị tại điểm đó. Các mức ảnh xám thông thường: 16, 32, 64, 128, 256. Mức được sử dụng thông dụng nhất là 256, tức là dùng 1 byte để biểu diễn mức xám.

- Ảnh nhị phân: Là ảnh có 2 mức trắng và đen, chỉ có 2 giá trị 0 và 1 và chỉ sử dụng 1 bit dữ liệu trên 1 điểm ảnh
- Ảnh đen trắng: Là ảnh có hai màu đen, trắng với mức xám ở các điểm ảnh có thể khác nhau.
- Ảnh màu: Là ảnh kết hợp của 3 màu cơ bản lại với nhau để tạo ra một thế giới màu sinh động. Người ta thường dùng 3 byte để mô tả mức màu, khi đó các giá trị màu: $2^{8 \times 3} = 2^{24}$ tức là có khoảng 16,7 triệu mức màu.

2.2.4. Quan hệ giữa các điểm ảnh

Lân cận điểm ảnh được định nghĩa là vùng lân cận của một điểm ảnh. Đây là khái niệm quan trọng trong xử lý ảnh, giúp xác định mối quan hệ giữa các pixel để áp dụng

các thuật toán như làm mịn, phát hiện biên, hay phân vùng ảnh. Trong hình minh họa, điểm ảnh trung tâm có 8 điểm ảnh lân cận bao quanh – gọi là liên kết 8.

$(x-1, y-1)$	$(x, y-1)$	$(x+1, y-1)$
$(x-1, y)$	(x, y)	$(x+1, y)$
$(x-1, y+1)$	$(x, y+1)$	$(x+1, y+1)$

Hình 2.2 Lân cận 8 điểm ảnh

Liên kết ảnh: Các mối liên kết của ảnh được xem như là mối liên kết của 2 điểm ảnh gần nhau, có 3 loại liên kết: liên kết 4, liên kết 8, liên kết m (liên kết hỗn hợp).

2.2.5. Lọc nhiễu

Để làm trơn nhiễu hay tách nhiễu, người ta sử dụng các bộ lọc tuyến tính (lọc trung bình, thông thấp) hoặc lọc phi tuyến (trung vị, giả trung vị, lọc đồng hình). Từ bản chất của nhiễu (thường tương ứng với tần số cao) và từ cơ sở lý thuyết lọc là: bộ lọc chỉ cho tín hiệu có tần số nào đó thông qua, để lọc nhiễu người ta thường dùng lọc thông thấp hay lấy tổ hợp tuyến tính để san bằng (lọc trung bình). Để làm nổi cạnh (ứng với tần số cao), người ta dùng các bộ lọc thông cao, lọc Laplace. Phương pháp lọc nhiễu chia làm 2 loại: lọc tuyến tính, lọc phi tuyến. Làm trơn nhiễu bằng lọc tuyến tính: Gồm các phương pháp cơ bản lọc trung bình, lọc thông thấp,... Làm trơn nhiễu bằng lọc phi tuyến: Các bộ lọc phi tuyến cũng hay được dùng trong kỹ thuật tăng cường ảnh. Một số phương pháp lọc cơ bản bộ lọc trung vị, lọc ngoài,...

2.2.6. Phương pháp phát hiện biên

Định nghĩa và khái niệm điểm biên: Một điểm ảnh được coi là điểm biên nếu có sự thay đổi nhanh hoặc đột ngột về mức xám (hoặc màu). Đường tập hợp các điểm biên liên tiếp tạo thành một đường biên hay đường bao. Ý nghĩa của đường biên trong xử lý: đường biên là một loại đặc trưng cục bộ tiêu biểu trong phân tích, nhận dạng ảnh, người ta sử dụng biên làm phân cách các vùng xám (màu) cách biệt. Biên là một trong những vấn đề ta cần quan tâm trong xử lý ảnh. Vì ở giai đoạn phân đoạn ảnh chủ yếu dựa vào biên



Hình 2.3 Hình tách biên điểm biên

Hai phương pháp phát hiện biên như sau:

- ❖ Tách biên theo đạo hàm bậc một: có 2 cách
 - Tạo gradient của hai hướng, trực giao trong ảnh.
 - Dùng tập đạo hàm có hướng.
- ❖ Tách biên theo đạo hàm bậc hai: được thực hiện trên số dạng vi phân bậc 2 để làm xuất hiện biên. Có hai dạng của phương pháp đạo hàm bậc hai đã được nghiên cứu là:
 - Phương pháp Laplace.
 - Đạo hàm trực tiếp.

Bộ tách biên Canny các bước thực hiện: Làm phẳng dùng bộ lọc Gauss. Sau đó, Gradient cục bộ của biên độ và hướng được tính. Tìm điểm ảnh có biên độ lớn nhất dùng kỹ thuật nonmaximal suppression. Các điểm ảnh đỉnh được chia làm hai ngưỡng $T1$ và $T2$, $T1 < T2$. Các điểm ảnh đỉnh có giá trị lớn hơn $T2$ được gọi là Strong và nằm trong khoảng $T1$ và $T2$ được gọi là Weak. Liên kết các điểm ảnh Weak có 8 kết nối đến điểm ảnh Strong.

Phương pháp gradient: Gradient là một vector có các thành phần biểu thị tốc độ thay đổi giá trị của điểm ảnh theo 2 hướng x và y , hay có thể nói là nó đại diện cho sự thay đổi về hướng và độ lớn của một vùng ảnh.

$$\begin{aligned}\frac{\partial f(x,y)}{\partial x} &= f'_x = \Delta x \approx \frac{f(x+dx,y) - f(x,y)}{dx} \\ \frac{\partial f(x,y)}{\partial y} &= f'_y = \Delta y \approx \frac{f(x,y+dy) - f(x,y)}{dy}\end{aligned}\quad (2.1)$$

Với dx, dy lần lượt là khoảng cách giữa 2 điểm lân cận theo chiều x và chiều y

$$\begin{aligned}\Delta x &= f(i+1, j) - f(i, j) \\ \Delta y &= f(i, j+1) - f(i, j)\end{aligned}\quad (2.2)$$

Nếu định nghĩa $g_1 (f'_x), g_2 (f'_y)$ là Gradient (vector gradient thành $G(g_1, g_2)$) theo hai hướng x, y tương ứng thì biên độ (tức độ lớn) $g(m, n)$ và hướng của biên tại điểm (m, n) được tính như sau:

$$\begin{aligned}A_0 &= g(m, n) = \sqrt{g_1^2(m, n) + g_2^2(m, n)} \\ \theta &= \arctan \frac{g_2}{g_1}\end{aligned}\quad (2.3)$$

2.2.7. Phân đoạn ảnh

Nhằm phân tích ảnh thành các vùng có cùng tính chất nào đó dựa theo biên hay các vùng liên thông. Tiêu chuẩn để xác định các vùng liên thông có thể là cùng mức xám, cùng màu hay cùng độ nhóm. Quá trình phân đoạn ảnh nhằm tách đối tượng cần khảo sát ra khỏi phần dung còn lại của ảnh, hay phân chia các đối tượng trong ảnh thành những đối tượng riêng biệt. Có nhiều phương pháp phân đoạn ảnh khác nhau. Trong đó quá trình phân đoạn ảnh sử dụng một ngưỡng giá trị xám để phân đoạn ảnh ra thành các đối tượng và nền là phương pháp đơn giản nhất. Lúc này các điểm ở bên dưới ngưỡng giá trị xám thuộc về nền còn những điểm ảnh ở bên trên ngưỡng giá trị xám thuộc về đối tượng. Dựa vào đặc tính vật lý của vùng ảnh, các kỹ thuật phân đoạn vùng có thể được chia làm 3 loại:

- Các kỹ thuật cục bộ: dựa trên các đặc tính cục bộ của các điểm ảnh và các lân cận của nó.
- Các kỹ thuật tổng thể: phân đoạn một ảnh dựa trên cơ sở của thông tin lấy từ tổng thể như sử dụng biểu đồ mức xám histogram.
- Các kỹ thuật chia, nối và phát triển: dựa trên các khái niệm tương đồng về hình dạng và tính đồng nhất. Hai vùng có thể được nối lại với nhau và liền kề bên

nhau. Các vùng không đồng nhất có thể được chia thành các vùng nhỏ. Một vùng có thể được phát triển bằng các nối các điểm ảnh sao cho nó đồng nhất với nhau.

2.2.8. Nhận dạng ảnh

Nhận dạng là quá trình phân loại các đối tượng được biểu diễn theo một mô hình nào đó và gán chúng một tên dựa theo những quy luật và mẫu chuẩn. Trong lý thuyết về nhận dạng nói chung và nhận dạng ảnh nói riêng có ba cách tiếp cận khác nhau:

- Nhận dạng dựa vào phân hoạch không gian.
- Nhận dạng dựa vào cấu trúc.
- Nhận dạng dựa vào kỹ thuật mạng nơron.

2.3. Một số ứng dụng của xử lý ảnh

Trong y học các thuật toán xử lý ảnh cho phép biến đổi hình ảnh được tạo ra từ nguồn bức xạ X-ray hay nguồn bức xạ siêu âm thành hình ảnh quang học trên bề mặt film x-quang hoặc trực tiếp trên bề mặt màn hình hiển thị.

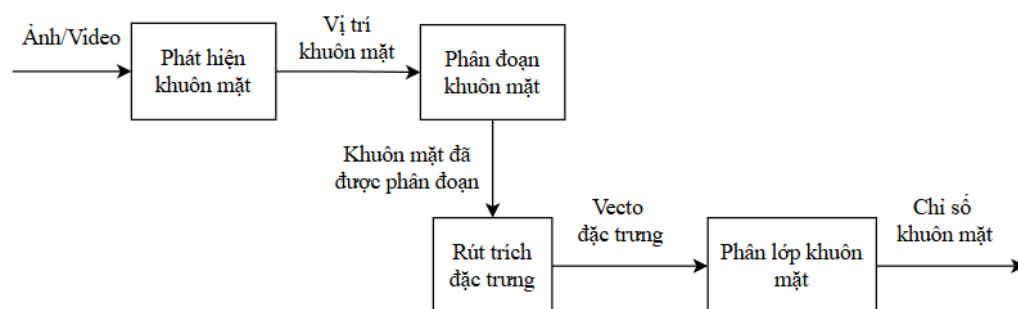
Trong lĩnh vực địa chất, hình ảnh nhận được từ vệ tinh có thể được phân tích để xác định cấu trúc bề mặt trái đất. Kỹ thuật làm nổi đường biên và khôi phục hình ảnh cho phép nâng cao chất lượng ảnh vệ tinh và tạo ra các bản đồ địa hình 3-D với độ chính xác cao.

Trong ngành khí tượng học, ảnh nhận được từ hệ thống vệ tinh theo dõi thời tiết cũng được xử lý, nâng cao chất lượng và ghép hình để tạo ra ảnh bề mặt trái đất trên một vùng rộng lớn, qua đó có thể thực hiện việc dự báo thời tiết một cách chính xác hơn.

Xử lý ảnh các hệ thống bảo mật hoặc kiểm soát truy cập: quá trình xử lý ảnh với mục đích nhận dạng vân tay hay khuôn mặt cho phép phát hiện nhanh các đối tượng nghi vấn và nâng cao hiệu quả hệ thống bảo mật cá nhân cũng như kiểm soát ra vào.

2.3.1. Ứng dụng xử lý ảnh nhận diện khuôn mặt

Một hệ thống nhận dạng mặt người thông thường bao gồm bốn bước xử lý và được thể hiện như sơ đồ khối hình 2.5.



Hình 2.4 Các bước chính trong hệ thống nhận dạng khuôn mặt

Bước 1: Ảnh được đưa vào khâu “Phát hiện khuôn mặt”, khâu này có nhiệm vụ dò tìm, định vị những vùng có thể là khuôn mặt xuất hiện trong ảnh hoặc các video. Các vùng này sẽ Phát hiện khuôn mặt dò tìm, định vị những vùng (vị trí) có thể là khuôn mặt xuất hiện trong ảnh hoặc các frame video.

Bước 2: Sau khi hệ thống đã xác định được vị trí của khuôn mặt trong ảnh, bước tiếp theo là “phân đoạn khuôn mặt” tách riêng khuôn mặt đó ra khỏi phông nền hoặc các vật thể khác. Mục tiêu là loại bỏ mọi pixel không liên quan và chỉ giữ lại phần hình ảnh chứa khuôn mặt, đảm bảo rằng chúng ta có một ảnh khuôn mặt không bị nhiễu bởi môi trường xung quanh.

Bước 3: Ảnh khuôn mặt đã được tách nền sau đó sẽ được chuyển đến giai đoạn "Rút trích đặc trưng". Tại đây, chúng ta sẽ chuyển đổi khuôn mặt thành một "vector đặc trưng" dạng số.

Đồng thời, chúng ta cũng thực hiện giảm chiều dữ liệu. Điều này có nghĩa là chúng ta sẽ loại bỏ những thông tin thừa thãi nhưng vẫn giữ lại những điểm cốt lõi để đảm bảo rằng vector đặc trưng đủ ngắn gọn và hiệu quả cho việc so sánh, nhưng vẫn đủ chi tiết để phân biệt chính xác giữa các khuôn mặt khác nhau.

Bước 4: Cuối cùng, các vector đặc trưng đã được rút trích từ bước 3 sẽ được sử dụng để so sánh với các vector đặc trưng đã lưu trữ sẵn trong cơ sở dữ liệu. Quá trình so sánh này sẽ giúp hệ thống xác định danh tính của khuôn mặt đó bằng cách tìm kiếm sự trùng khớp hoặc mức độ tương đồng cao nhất với các khuôn mặt đã biết.

Bên cạnh những bước chính nêu trên, chúng ta còn có thể áp dụng thêm một số bước khác như tiền xử lý, hậu xử lý nhằm làm tăng độ chính xác cho hệ thống. Ví dụ, sau bước phát hiện khuôn mặt, ta có thể thực hiện bước tiền xử lý bao gồm các bước căn chỉnh ảnh và chuẩn hóa ánh sáng. Do một số thông số như: tư thế khuôn mặt, độ sáng, điều kiện ánh sáng, v.v... phát hiện khuôn mặt được đánh giá là bước khó khăn và quan trọng nhất so với các bước còn lại của hệ thống. Tuy nhiên, trong phạm vi đồ án này, không tập trung tìm hiểu bước phát hiện khuôn mặt mà chỉ tập trung chủ yếu vào bước nhận dạng khuôn mặt. Dữ liệu cho một hệ thống nhận dạng mặt được chia làm 3 tập: tập huấn luyện, tập tham chiếu và tập để nhận dạng. Trong nhiều hệ thống, tập training trùng với tập reference. Tập huấn luyện gồm các ảnh được dùng để huấn luyện, thông thường tập này được dùng để sinh ra một không gian con là một ma trận và phương pháp hay được sử dụng là PCA (Principal Component Analysis), WPCA (Whitened PCA), LDA (Linear Discriminant Analysis), KPCA (Kernel PCA). Tập reference gồm các ảnh đã biết danh tính được chiếu vào không gian con ở bước huấn luyện. Bước huấn luyện nhằm 2 mục đích: giảm số chiều của các vector đặc điểm vì các vector này thường có độ dài khá lớn (vài nghìn tới vài trăm nghìn) nên nếu để nguyên thì việc tính toán sẽ rất

rất lâu, thứ hai là làm tăng tính phân biệt giữa các ảnh khác lớp, ngoài ra có thể làm giảm tính phân biệt giữa các ảnh thuộc về một lớp. Sau khi thực hiện chiếu tập reference vào không gian con, hệ thống lưu lại kết quả là một ma trận với mỗi cột của ma trận là một vectơ tương ứng với ảnh để thực hiện nhận dạng. Nhận dạng được thực hiện với tập các ảnh probe, sau khi tiền xử lý xong, mỗi ảnh sẽ được áp dụng phương pháp trích chọn đặc điểm và được chiếu vào không gian con. Tiếp đến việc phân lớp sẽ dựa trên phương pháp k-NN, định danh của một ảnh cần xác định sẽ được gán là định danh của ảnh có khoảng cách gần với nó nhất.

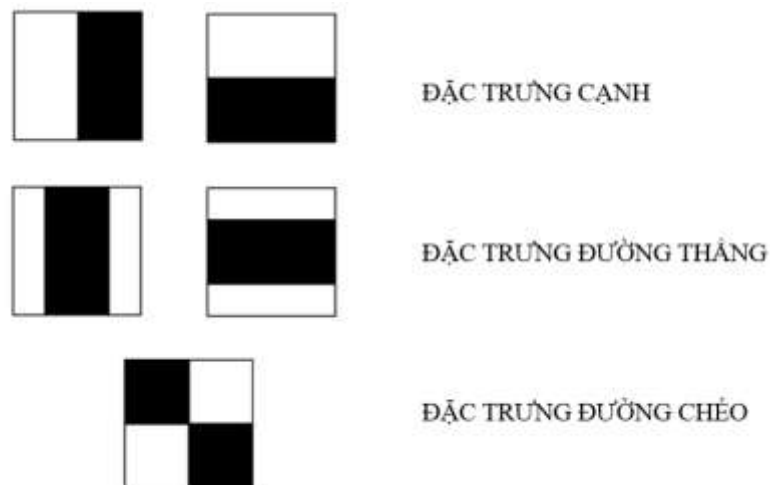
❖ **Các kỹ thuật xử lý ảnh để nhận diện khuôn mặt**

a) Phương pháp Haar Cascade

Là một lớp model có thể giúp chúng ta nhận diện khuôn mặt Haar Cascade sử dụng các tầng Haar và sau đó sử dụng thật nhiều đặc trưng đó qua nhiều lượt và tạo thành một cỗ máy nhận diện khuôn mặt hoàn chỉnh.

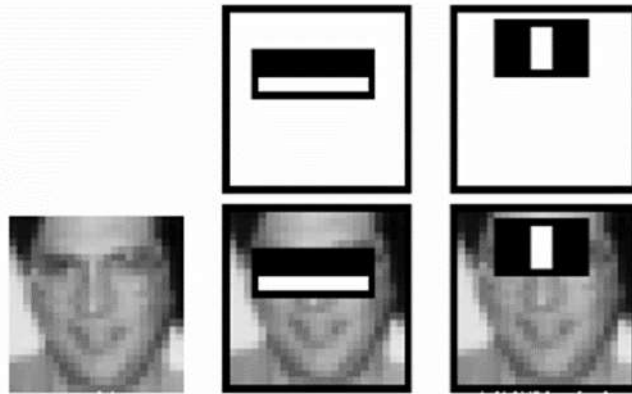
– Haar Cascade hoạt động như thế nào?

Xử lý hình ảnh và phát hiện khuôn mặt bằng cách sử dụng các đặc điểm hình chữ nhật như hình dưới đây. Các đặc điểm hình chữ nhật được sử dụng để phát hiện các đặc điểm khác nhau của khuôn mặt như mắt và các nốt như trong hình minh họa.



Hình 2.5 Ba loại đặc trưng

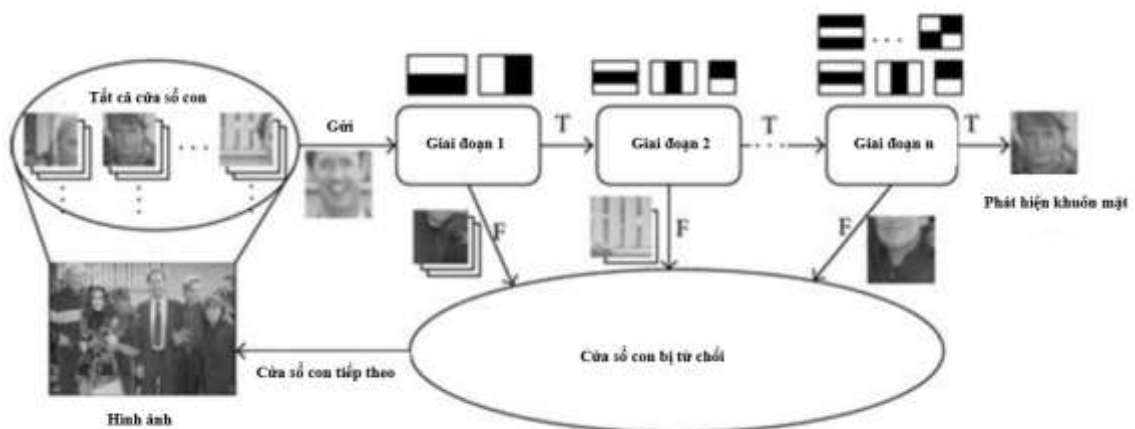
Trong hình minh họa bên dưới, đặc điểm hình chữ nhật đầu tiên đang tính toán cho sự khác biệt về cường độ giữa vùng mắt và vùng má trên khuôn mặt. Và đặc điểm hình chữ nhật thứ hai là đo sự chênh lệch về cường độ giữa hai vùng mắt và sống mũi. Bộ lọc Haar chỉ có thể nhìn cụ thể vào một vùng trong cửa sổ để nhận diện.



Hình 2.6 Ví dụ đặc trưng Haar trên khuôn mặt

Tuy nhiên, việc tính toán tổng số pixel trong các vùng trắng và đen trong toàn bộ ảnh có thể là một hoạt động tốn kém, đặc biệt là đối với các ảnh lớn.

Một phương pháp được gọi là ảnh tích phân có thể đạt được tính toán tương tự bằng cách thực hiện các phép toán chỉ trên bốn điểm ảnh. Có thể sử dụng hàng nghìn hình ảnh được gán nhãn để chuyển đổi chúng thành bản đồ tính năng tầng HAAR và đào tạo nó bằng cách sử dụng mô hình học máy để tạo bộ phân loại nhận diện khuôn mặt.



Hình 2.7 Các bước nhận diện khuôn mặt của Haar Cascade

Các bước cụ thể thực hiện quá trình nhận diện khuôn mặt theo phương pháp Haar Cascade như sau:

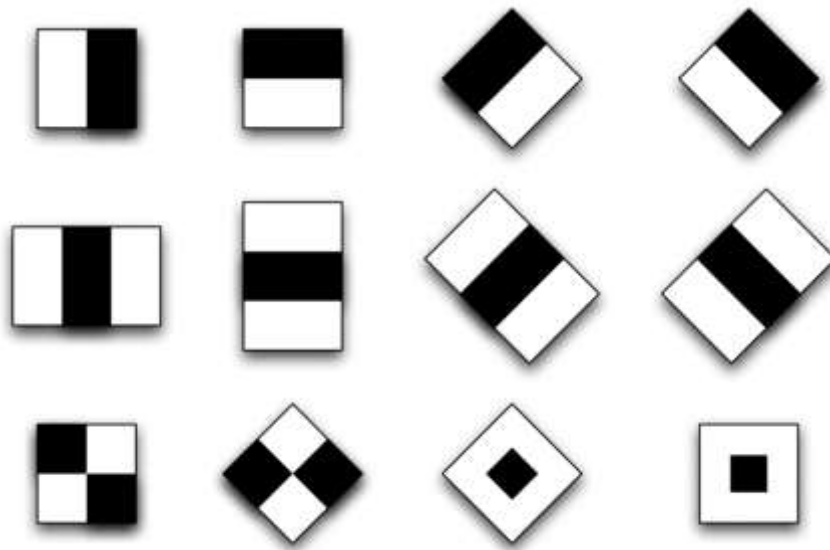
- **Bước 1:** Hình ảnh được chia thành các phần nhỏ
- **Bước 2:** Đặt N không có bộ dò theo cách xếp tầng trong đó mỗi bộ phát hiện sự kết hợp của các loại đặc trưng khác nhau từ các hình ảnh được truyền qua. Giả sử khi việc trích xuất đối tượng địa lý được thực hiện, mỗi phần phụ được gán một giá trị tin cậy.

- **Bước 3:** Hình ảnh có độ tin cậy cao nhất được phát hiện dưới dạng khuôn mặt và được gửi đến bộ tích lũy trong khi phần còn lại bị từ chối. Do đó, Cascade tìm nạp khung hình tiếp theo nếu còn lại và bắt đầu lại quá trình.

– Các đặc trưng Haar-Like

Phương pháp Haar-like – Adaboost là phương pháp xác định mặt người dựa theo hướng tiếp cận trên diện mạo.

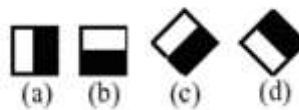
Các đặc trưng Haar-Like là những hình chữ nhật được phân thành các vùng khác nhau như hình:



Hình 2.8 Các đặc trưng Haar-Like

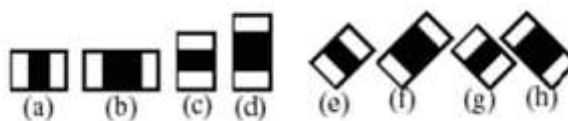
Để sử dụng các đặc trưng này vào việc xác định khuôn mặt người, 4 đặc trưng Haar-Like cơ bản được mở rộng ra và được chia làm 3 tập đặc trưng như sau:

- Đặc trưng cạnh



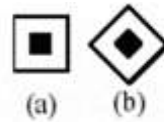
Hình 2.9 Đặc trưng cạnh

- Đặc trưng đường



Hình 2.10 Đặc trưng đường

- Đặc trưng xung quanh tâm

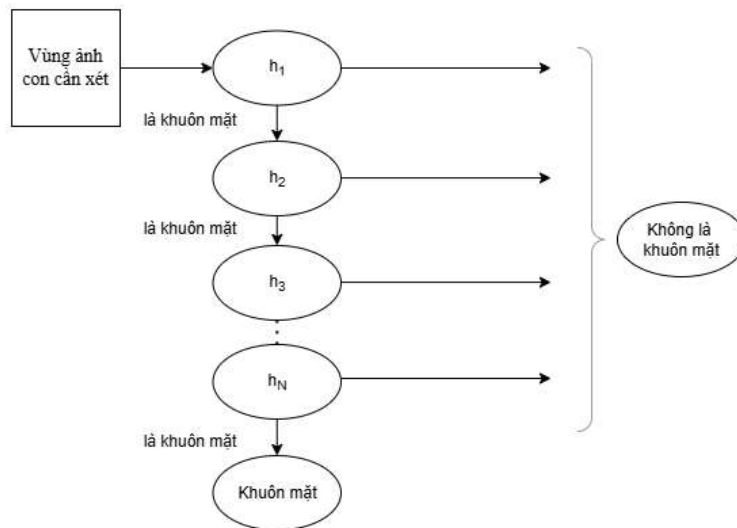


Hình 2.11 Đặc trưng xung quanh tâm

Dùng các đặc trưng trên, ta có thể tính được các giá trị của đặc trưng Haar-Like là sự chênh lệch giữa tổng của các giá trị điểm ảnh của vùng đen và vùng trắng.

Thuật toán Adaboost hoạt động dựa trên nguyên tắc kết hợp tuyến tính nhiều bộ phân loại yếu để tạo thành một bộ phân loại mạnh

Viola và Jones dùng AdaBoost kết hợp các bộ phân loại yếu sử dụng các đặc trưng Haar-like theo mô hình phân tầng như sau:



Hình 2.12 Mô hình bộ phân loại theo tầng

Trong đó, h_k là các bộ phân loại yếu, được biểu diễn như sau:

$$h_k = \begin{cases} 1 & \text{nếu } p_k f_k(x) < p_k \theta_k \\ 0 & \text{trái lại} \end{cases} \quad (2.4)$$

Với:

x = cửa sổ con cần xét

θ_k : ngưỡng

f_k : giá trị của đặc trưng Haar-like

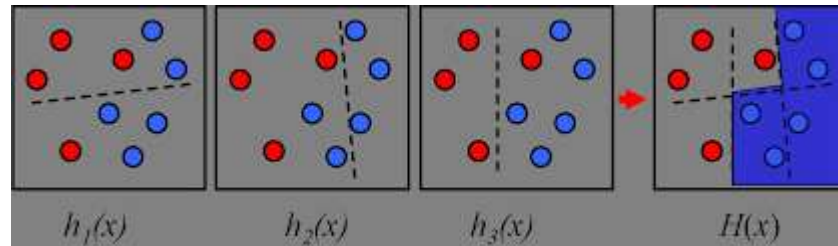
p_k : hệ số quyết định chiều của phương trình

AdaBoost sẽ kết hợp các bộ phân loại yếu thành bộ phân loại mạnh như sau:

$$H(x) = \sum (a_1 h_1(x) + a_2 h_2(x) + \dots + a_n h_n(x)) \quad (2.5)$$

Với $a_i \geq 0$ là hệ số chuẩn hoá cho các bộ phân loại yếu

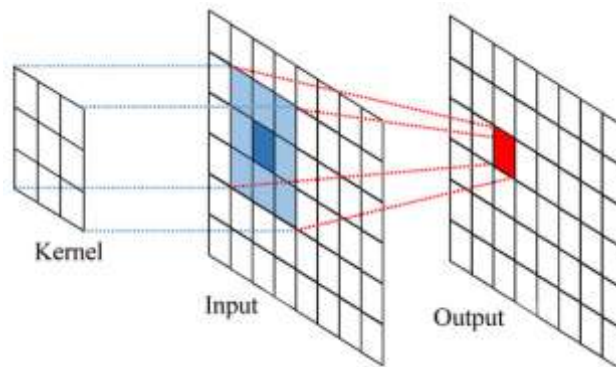
Việc kết hợp các bộ phân loại yếu thành bộ phân loại mạnh



Hình 2.13 Nguyên lý của thuật toán AdaBoost

b) Phương pháp LBPH (Local Binary Pattern Histograms)

Đặc trưng được rút trích sẽ tiếp tục được tiến hành chọn lọc thu gọn thành vector đặc trưng. Vector đặc trưng này sau đó có thể dùng để đưa vào mô hình học máy để học hoặc phân loại. Các bước thực hiện LBPH.



Hình 2.14 Chuyển hình ảnh thành không gian thang độ xám

Bước 1: Chuyển hình ảnh thành không gian thang độ xám

Bước 2: Đối với mỗi pixel g_p trong hình ảnh, hãy chọn P vùng lân cận bao quanh pixel trung tâm, tọa độ của g_p được cho bởi.

Bước 3: Lấy pixel trung tâm g_c và đặt nó làm ngưỡng cho P lân cận của nó.

Bước 4: Đặt thành 1 nếu giá trị của pixel liền kề lớn hơn hoặc bằng giá trị của pixel trung tâm, ngược lại là 0.

Bước 5: Tính toán giá trị LBP tuần tự ngược chiều kim đồng hồ, viết một số nhị phân bao gồm các chữ số liền kề với pixel trung tâm. Số nhị phân này được gọi là mã pixel trung tâm LBP và xa hơn nữa, được sử dụng như một kết cấu cục bộ được chọn đặc trưng.

Phương trình là phương trình LBP tổng quát.

$$LBP_{P,R}(g_{p_x}, g_{p_y}) = \sum_{p=1}^P s(g_p - g_c) \times 2^p \quad (2.6)$$

Trong đó:

g_p : Cường độ của pixel lân cận với chỉ số p.

g_c : Giá trị cường độ của pixel trung tâm.

P : Số điểm lấy mẫu trên đường tròn bán kính R

R : Xác định độ phân giải không gian của phương thức hoặc toán tử

Các bước tiến hành trích xuất đặc trưng theo phương pháp LBP:

Bước 1: Duyệt lần lượt từng pixel trên ảnh với pixel đang xét, ta áp dụng bước 2 → 4

Bước 2: Xét lần lượt 8 pixel lân cận của pixel đang duyệt. Mỗi pixel hàng xóm sẽ ứng với một bit trong một chuỗi 8-bit. Chuỗi 8-bit này ban đầu sẽ bằng: 00000000. Chuỗi 8-bit này sẽ được cập nhật theo mô tả ở bước 3.

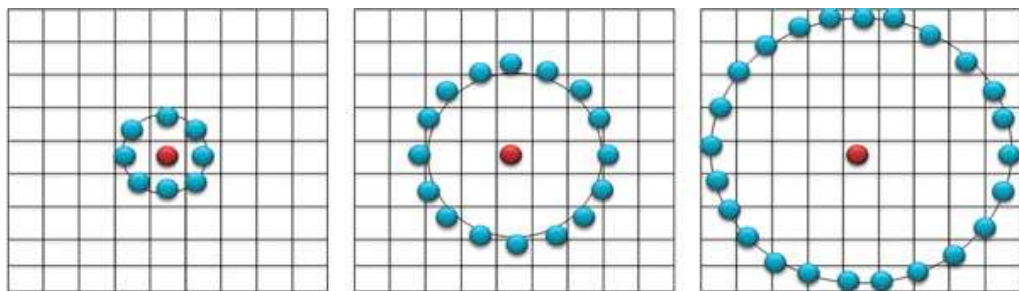
Bước 3: Nếu mức sáng tại pixel hàng xóm \geq mức sáng tại pixel trung tâm: Vote bit ở vị trí tương ứng lên 1 trong chuỗi 8-bit đề cập ở bước 2.

Bước 4: Sau khi hoàn tất bước 2 và 3, ta sẽ có một chuỗi 8-bit → đổi giá trị nhị phân này sang thập phân để lưu trữ.

Bước 5: Lặp hết toàn ảnh (từ bước 1 đến bước 4), ta sẽ có kết quả đầu ra bằng kích thước với ảnh đầu vào. Mỗi giá trị trên ảnh đầu ra là đặc trưng LBP.

Tổng quát hóa phương pháp tiếp cận LBP trên, ta sẽ có các tham số sau:

- P: Số pixel lân cận pixel trung tâm
- R: Bán kính của pixel lân cận mà ta sẽ xét cách pixel trung tâm bao nhiêu pixel.
- Thứ tự các pixel lân cận mã hóa vào chuỗi 8-bit sẽ theo chiều kim đồng hồ hay ngược chiều kim đồng hồ.
- Interpolation: Do lấy pixel lân cận theo hình tròn, do đó tọa độ của các pixel lân cận khi tính toán ra sẽ là số thực. Interpolation này tương tự như khi thực hiện resize ảnh trong OpenCV



Hình 2.15 : Các pixel lân cận của pixel đang xét

Sự khác biệt giữa LBP và LBPH là LBP đề cập đến mã nhị phân cụ thể nhận được từ việc sử dụng toán tử LBP trên một pixel nhất định trong hình ảnh thang độ xám, trong khi LBPH là biểu đồ biểu thị số lần xuất hiện cho mỗi mã nhị phân cho một bản vá hình ảnh nhất định.

Trích xuất đặc trưng:

- Hình ảnh khuôn mặt được chia thành các vùng nhỏ, sau đó tiến hành trích xuất biểu đồ LBP từ từng vùng.
- Biểu đồ LBPH được tạo ra từ các vùng con này thông qua tính toán, sau đó kết hợp lại thành một biểu đồ duy nhất. Biểu đồ này đại diện cho các đặc trưng không gian đã được xác định rõ và nâng cao tính phân biệt của hình ảnh.

2.3.2. Ứng dụng xử lý ảnh nhận diện đám cháy

Phương pháp xử lý ảnh sử dụng kỹ thuật xử lý hình ảnh để phân tích video từ camera và phát hiện các đặc điểm của lửa hoặc khói.

a) Phát hiện lửa bằng xử lý ảnh truyền thống

Dựa trên các đặc trưng:

- Màu sắc của lửa: Đỏ, cam, vàng đặc trưng.
- Hình dạng ngọn lửa: Biến động liên tục và không cố định.
- Chuyển động: Sử dụng phân tích quang học để xác định chuyển động dao động của ngọn lửa.

b) Phát hiện khói bằng xử lý ảnh

- Tính chất mờ đục của khói: Ảnh hưởng đến độ trong suốt của không khí.
- Chuyển động khuếch tán: Khói thường di chuyển theo dòng khí và lan tỏa.
- Biến đổi histogram: Thay đổi độ sáng và màu sắc của hình ảnh.

c) Ứng dụng AI & Machine Learning

Sử dụng các mô hình học sâu (Deep Learning) như:

- CNN (Convolutional Neural Network): Phân loại hình ảnh để xác định có lửa hoặc khói hay không.
- YOLO (You Only Look Once): Nhận diện lửa trong thời gian thực.
- RNN/LSTM: Theo dõi diễn biến đám cháy qua chuỗi khung hình.

Các thuật toán phát hiện đối tượng phổ biến

- Phương pháp mô tả đặc trưng (Histogram of Oriented Gradients – HOG)
- Mạng nơ-ron tích chập theo vùng (R-CNN)
- Faster R-CNN

❖ Ứng dụng YOLO cho bài toán xử lý nhận dạng đám cháy

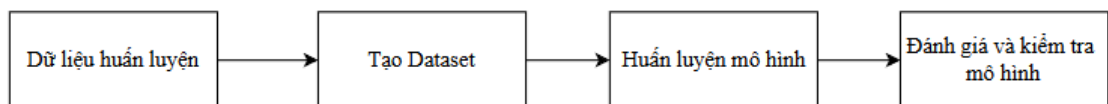
Yolo là một mô hình mạng CNN cho việc phát hiện, nhận dạng, phân loại đối tượng. Yolo được tạo ra từ việc kết hợp giữa các convolutional layers (Conv) và connected layers. Trong đó các convolutional layers sẽ trích xuất ra các feature của ảnh, còn full-connected layers (FC) sẽ dự đoán ra xác suất đó và tọa độ của đối tượng.

Ưu điểm:

- Tốc độ: YOLOv8 được đánh giá là nhanh chóng và thời gian phản hồi thấp, giúp xử lý các tác vụ nhận diện đối tượng và phân-segment ảnh trong thời gian thực.
- Độ chính xác: YOLOv8 được xây dựng trên các tiến bộ về học sâu và thị giác máy tính, đảm bảo độ chính xác cao trong việc nhận diện đối tượng.
- Sự linh hoạt: YOLOv8 hỗ trợ việc nhận diện đối tượng và phân-segment trên cả GPU và CPU, tận dụng các công nghệ như TensorRT của Nvidia và OpenVino của Intel.

Hạn chế

- Để sử dụng YOLOv8 hiệu quả cần phải:
- Có kiến thức chuyên sâu về Machine Learning, Deep Learning và các thuật toán liên quan.
- Cần phải được huấn luyện trên một tập dữ liệu đủ lớn và đa dạng để đạt được hiệu quả cao nhất.
- Yêu cầu các tài nguyên tính toán cao để đạt được tốc độ xử lý nhanh và chính xác.
- Thuật toán YOLOv8 không phải là mã nguồn mở và chỉ có sẵn thông qua các thỏa thuận cấp phép với người tạo ra nó, Joseph Redmon.
- YOLOv8 có thể không hoạt động tốt trong tất cả các môi trường và có thể cần thêm điều chỉnh hoặc tối ưu hóa để đạt được hiệu suất tối ưu.



Hình 2.16 Quy trình huấn luyện YOLO

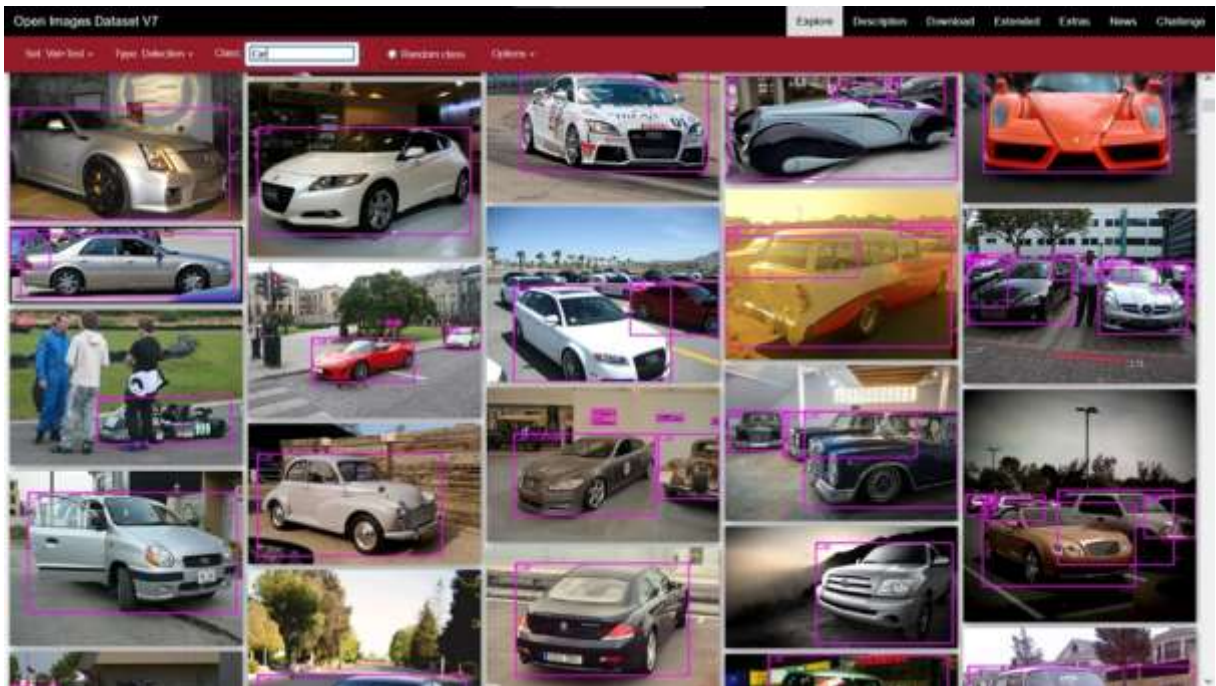
Các bước huấn luyện của YOLO được thực hiện như sau:

Bước 1: Chuẩn Bị Dữ Liệu Huấn Luyện

Để huấn luyện mô hình YOLO, ta cần có tập dữ liệu hình ảnh được gắn nhãn và chú thích đối tượng tương ứng của chúng. Các chú thích bao gồm nhãn lớp đối tượng (class) và tọa độ của hộp giới hạn (bounding box) của nó trong ảnh. Dữ liệu này được sử dụng để đào tạo mô hình phát hiện chính xác các đối tượng trong hình ảnh mới.

Bước 2: Tạo Dataset

- Thu thập dữ liệu: Bước đầu tiên trong việc tạo tập dữ liệu tùy chỉnh là xác định vấn đề và loại dữ liệu ta cần.
- Gắn nhãn cho dữ liệu: Sau khi ta đã thu thập dữ liệu, ta cần dán nhãn cho nó.
- Chuyển đổi dữ liệu: Tùy thuộc vào khung bạn đang sử dụng, bạn có thể cần chuyển đổi dữ liệu sang một định dạng cụ thể.



Hình 2.17 Xe hơi được gắn nhãn

Bước 3: Huấn luyện mô hình

Đầu tiên, việc cài đặt tham số rất quan trọng vì nó quyết định hiệu suất và độ chính xác của mô hình. Tham số là các biến ảnh hưởng đến cách mô hình học và khái quát hóa các mẫu trong dữ liệu. Các tham số này có thể có tác động đáng kể đến hiệu suất, độ chính xác và thời gian đào tạo của mô hình:

- Batch size: Nó chỉ định số lượng mẫu sẽ được truyền qua mạng thần kinh (Neural Network) cùng một lúc. Việc lựa chọn batch size phụ thuộc vào kích thước của tập dữ liệu, độ phức tạp của mô hình và tài nguyên máy tính.
- Learning rate: là một tham số xác định kích thước weight (giá trị) mà tại đó các tham số của mô hình được cập nhật trong quá trình đào tạo.
- Epochs: là một lần lặp hoàn chỉnh thông qua toàn bộ tập dữ liệu trong quá trình đào tạo. Mục tiêu của nhiều Epochs là cải thiện độ chính xác của mô hình bằng cách điều chỉnh weight của nó trên toàn bộ tập dữ liệu nhiều lần.

Bước 4: Đánh giá và kiểm tra mô hình

Một số chỉ số được sử dụng để đánh giá hiệu suất của mô hình như: Độ chính xác, độ chuẩn xác, khả năng thu hồi, chỉ số giữa độ chính xác và khả năng thu hồi.

2.3.3. Kết luận

Trong quá trình phát triển hệ thống cảnh báo an toàn cho chung cư, chúng em đã tích hợp các công nghệ nhận diện và phát hiện tiên tiến để đảm bảo hiệu quả tối ưu.

❖ Nhận diện khuôn mặt với Haar Cascade và LBPH

Để đảm bảo an ninh và giám sát ra vào, hệ thống của chúng tôi sử dụng Haar Cascade cho tác vụ phát hiện khuôn mặt. Đây là một phương pháp mạnh mẽ, cho phép hệ thống nhanh chóng định vị và xác định vị trí của khuôn mặt trong khung hình.

Sau khi khuôn mặt được phát hiện, chúng tôi áp dụng phương pháp LBPH (Local Binary Pattern Histogram) để nhận diện khuôn mặt. LBPH nổi bật với khả năng trích xuất các đặc điểm cục bộ của khuôn mặt, giúp hệ thống phân biệt và xác định danh tính từng cá nhân một cách chính xác.

Thuật Toán	Ưu Điểm	Nhược Điểm	Phù Hợp
Haar Cascade + LBPH	- Nhẹ, chạy tốt trên Raspberry Pi - Tốc độ nhanh (~10-15 FPS) Dễ triển khai	- Độ chính xác thấp (~70-80%) Nhạy cảm ánh sáng Không phân biệt khuôn mặt giả	Ứng dụng đơn giản, ít yêu cầu độ chính xác
Dlib (HOG + SVM)	-Cân bằng giữa tốc độ và độ chính xác (~85-90%) Ít phụ thuộc ánh sáng	- Nặng hơn Haar Cascade Khó chạy real-time trên Raspberry Pi	Ứng dụng cần độ chính xác trung bình
FaceNet	-Độ chính xác cực cao (~95-99%)	- Yêu cầu GPU Tốn tài nguyên	Hệ thống an ninh cao cấp

Thiết kế hệ thống giám sát và cảnh báo an toàn căn hộ chung cư

Thuật Toán	Ưu Điểm	Nhược Điểm	Phù Hợp
	Nhận diện đa góc, chống khuôn mặt giả	Khó triển khai trên embedded devices	
Eigenfaces/Fisherfaces	- Nhẹ, dễ triển khai - Hiệu quả với dataset nhỏ	- Kém hiệu quả với biến đổi ánh sáng/ góc - Dễ overfitting	Demo hoặc nghiên cứu

❖ Phát hiện lửa với YOLOv8

Để tăng cường khả năng cảnh báo cháy, chúng em đã tích hợp YOLOv8 – một trong những mô hình phát hiện vật thể (object detection) hàng đầu hiện nay. YOLOv8 đặc biệt hiệu quả trong việc nhận dạng lửa (fire detection) nhờ tốc độ xử lý nhanh và độ chính xác cao. Việc sử dụng YOLOv8 giúp hệ thống có thể phát hiện đám cháy ngay từ những dấu hiệu ban đầu, qua đó kích hoạt cảnh báo kịp thời, góp phần bảo vệ an toàn cho cư dân.

Thuật Toán	Ưu Điểm	Nhược Điểm	Phù Hợp
YOLO	- Tốc độ cao (~30 FPS với GPU) Phát hiện đa đối tượng Độ chính xác ~80-90%	- Yêu cầu GPU để chạy tối ưu - Dễ báo động sai với vật thể màu đỏ/cam	Ứng dụng real-time
CNN Custom (VGG/ResNet)	- Độ chính xác cao (~90-95%) Giảm false positive	- Tốc độ chậm (~5-10 FPS) - Khó triển khai trên embedded devices	Hệ thống có server xử lý riêng
Traditional (Color + Motion)	- Nhẹ, chạy trên mọi thiết bị Tốc độ >20 FPS	- Dễ báo động sai (~50-60% accuracy) - Không phân biệt được khói/lửa	Camera giám sát đơn giản

Thiết kế hệ thống giám sát và cảnh báo an toàn căn hộ chung cư

Thuật Toán	Ưu Điểm	Nhược Điểm	Phù Hợp
EfficientDet	<ul style="list-style-type: none">- Cân bằng giữa tốc độ và độ chính xác-Tiết kiệm điện năng	<ul style="list-style-type: none">- Cần fine-tuning dataset-Khó tích hợp vào Raspberry Pi	IoT Edge Devices

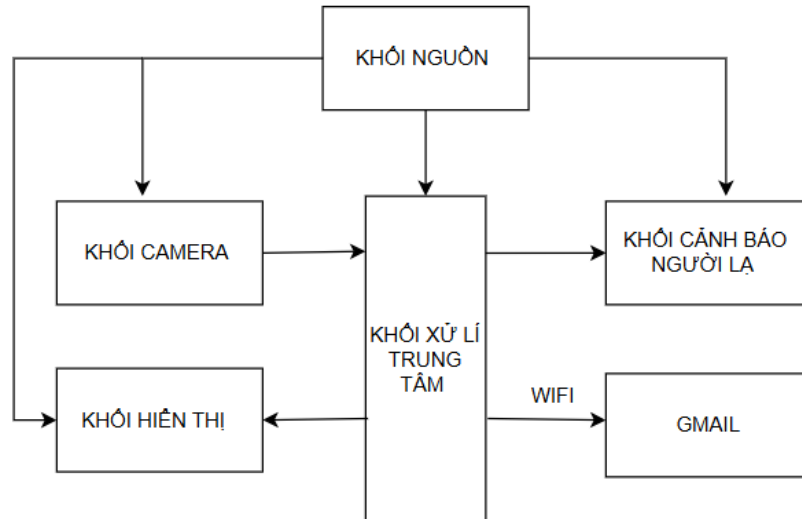
Thiết kế hệ thống giám sát và cảnh báo an toàn căn hộ chung cư

- Điều khiển: kích hoạt cảnh báo, bảo vệ khi vượt ngưỡng.
 - Hiển thị dữ liệu thời gian thực.
 - Lưu trữ vào database truyền dữ liệu đồng bộ lên Webservice .
 - Backup dữ liệu cục bộ khi mất kết nối.
- ❖ Ưu điểm của thiết kế:
- Tích hợp đa chức năng: kết hợp an ninh (nhận dạng) và quản lý năng lượng.
 - Lưu trữ dữ liệu dự phòng đảm bảo không mất dữ liệu khi sự cố.
 - Truyền thông liên tục với Webservice giúp theo dõi hệ thống mọi lúc.
 - Cấu trúc này đảm bảo hệ thống hoạt động ổn định, tự động hóa cao và có khả năng mở rộng sau này.
- ❖ Giải thích chức năng từng khối
- Khối nguồn: cung cấp năng lượng cho toàn bộ hệ thống hoạt động.
 - Khối camera: thu thập hình ảnh/video là đầu vào của bộ xử lý trung tâm nhận dạng hình ảnh
 - Khối xử lý nhận dạng: phân tích hình ảnh từ camera để nhận diện đối tượng (khuôn mặt, lửa) nếu phát hiện bất thường thì thông tin được gửi đến khối cảnh báo
 - Khối hiển thị: hiển thị thông tin trực quan về hình ảnh, số liệu, đồ thị, ngày giờ
 - Khối cảnh báo: kích hoạt cảnh báo khi phát hiện bất thường bằng thông báo hoặc thiết bị phản ứng
 - Khối đo: đo các thông số điện năng gửi về khối xử lý giám sát năng lượng
 - Webservice: điều phối dữ liệu giữa các khối, quản lý dữ liệu từ xa
 - Khối xử lý giám sát năng lượng: có nhiệm vụ nhận dữ liệu từ khối đo tổng hợp, xử lý, tính toán nếu có phát hiện bất thường ngay lập tức phát tín hiệu cho khối cảnh báo, bên cạnh đó truyền dữ liệu thu thập, tính toán truyền dữ liệu đến khối hiển thị và webservice
 - Gmail: gửi thông báo khi có người lạ, lửa hoặc quá công suất đến địa chỉ email đã chọn

3.2. Giải pháp cho hệ thống nhận dạng và cảnh báo người lạ

3.2.1. Tổng quan giải pháp

Tổng quan giải pháp cảnh báo người lạ được thể hiện trên sơ đồ khối ở hình 3.2.

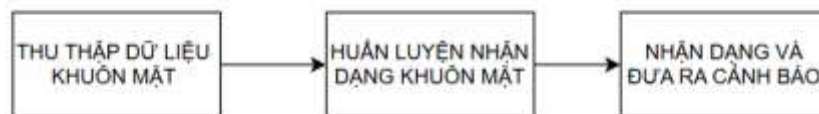


Hình 3.2 Sơ đồ khối hệ thống nhận dạng và cảnh báo người lạ

Giải thích sơ đồ hình 3.2 Hệ thống phát hiện người lạ hoạt động theo quy trình khép kín từ thu nhận hình ảnh đến cảnh báo thu thập hình ảnh từ camera được chuyển về bộ xử lý trung tâm để xử lý. Nếu phát hiện người, hệ thống sẽ kiểm tra xem có phải người lạ hay không bằng cách so sánh với database khuôn mặt khi phát hiện người lạ đưa ra cảnh báo, chụp ảnh và gửi lên Web/App nhận dữ liệu và hiển thị thông báo (kèm ảnh, thời gian)

❖ Quy trình thực hiện hệ thống

Quy trình thực hiện nhận dạng khuôn mặt và cảnh báo được thực hiện như hình 3.3.



Hình 3.3 Quy trình nhận dạng khuôn mặt và cảnh báo người lạ

❖ Quy trình xử lý nhận dạng khuôn mặt gồm các bước sau:

Bước 1:

- Tạo tập dữ liệu với hình ảnh khuôn mặt kèm theo ID hoặc tên người tương ứng.
- Thu thập dữ liệu:
 - Có thể sử dụng webcam, camera hoặc dữ liệu có sẵn
 - Mỗi ảnh được gán nhãn với ID hoặc tên tương ứng
- Tiền xử lý ảnh

Thiết kế hệ thống giám sát và cảnh báo an toàn căn hộ chung cư

- Phát hiện khuôn mặt: Dùng thuật toán như Haar Cascade, MTCNN, hoặc Dlib để cắt vùng khuôn mặt từ ảnh gốc.
- Chuẩn hóa ảnh:
 - Resize về kích thước cố định.
 - Chuyển sang ảnh xám nếu dùng mô hình đơn giản.
 - Cân bằng sáng để giảm ảnh hưởng của ánh sáng.
 - Xoay, lật ngang để tăng lượng dữ liệu.

Bước 2: Huấn luyện nhận dạng khuôn mặt với các thuật toán tương ứng mô hình được đánh giá, tinh chỉnh và lưu lại để triển khai.

- Lựa chọn thuật toán
 - Eigenfaces/Fisherfaces: Dùng PCA/LDA /LBPH để giảm chiều dữ liệu, sau đó phân lớp bằng SVM hoặc KNN.
 - FaceNet: Sử dụng kiến trúc CNN để trích xuất embedding.
 - ArcFace/DeepFace: Tối ưu hóa khoảng cách giữa các lớp khuôn mặt.
 - Mô hình pretrained để tiết kiệm thời gian.
- Trích xuất đặc trưng
- Phân lớp
- Đánh giá mô hình
- Lưu mô hình

Bước 3: Nhận dạng khuôn mặt bằng cách so sánh với mô hình đã được huấn luyện nếu khác thì đưa ra cảnh báo.

Tiền xử lý: Phát hiện khuôn mặt → cắt và chuẩn hóa như Bước 1.

- So sánh với mô hình:
 - Trích xuất embedding của ảnh đầu vào.
 - Tính khoảng cách giữa embedding này và các embedding đã lưu.
 - Nếu khoảng cách nhỏ hơn ngưỡng, kết quả là ID/Tên tương ứng.
- Cảnh báo nếu không nhận dạng: Gửi thông báo qua email

3.2.2. Lựa chọn thuật toán

Quá trình lựa chọn thuật toán nhận dạng khuôn mặt được dựa trên các lý do và tiêu chí cụ thể sau:

- Hệ thống chạy trên Raspberry Pi, có tài nguyên hạn chế → không thích hợp dùng mô hình học sâu (deep learning) nặng.

Thiết kế hệ thống giám sát và cảnh báo an toàn căn hộ chung cư

- Mục tiêu là nhận diện nhanh người lạ để cảnh báo, không cần độ chính xác cực cao như nhận diện 1 trong hàng nghìn người → phương pháp truyền thống là phù hợp và tiết kiệm.

❖ Haar Cascade

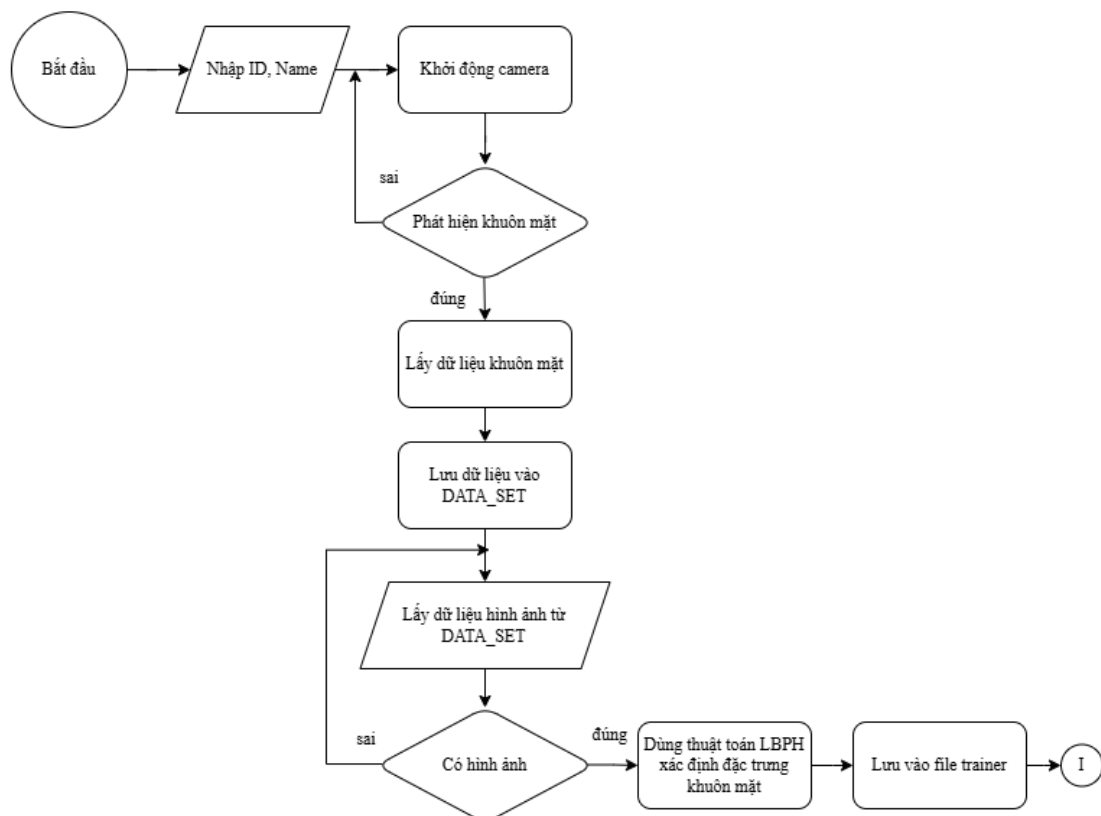
- Tốc độ xử lý nhanh, phù hợp với thời gian thực.
- Tài nguyên thấp, có thể chạy tốt trên Raspberry Pi.
- Dễ triển khai, không cần huấn luyện lại mô hình.
- Phổ biến và ổn định, đã được chứng minh trong nhiều ứng dụng thực tế.

❖ LBPH (Local Binary Pattern Histogram)

- Nhẹ, tốc độ cao, rất phù hợp với hệ thống nhúng như Raspberry Pi.
- Không cần GPU, chỉ dùng CPU vẫn đảm bảo hiệu suất.
- Hoạt động ổn định với tập dữ liệu nhỏ, không yêu cầu huấn luyện trên hàng nghìn ảnh.
- Dễ huấn luyện và cập nhật, có thể thêm người mới vào hệ thống mà không cần huấn luyện lại toàn bộ.

3.2.3. Xây dựng thuật toán nhận dạng khuôn mặt

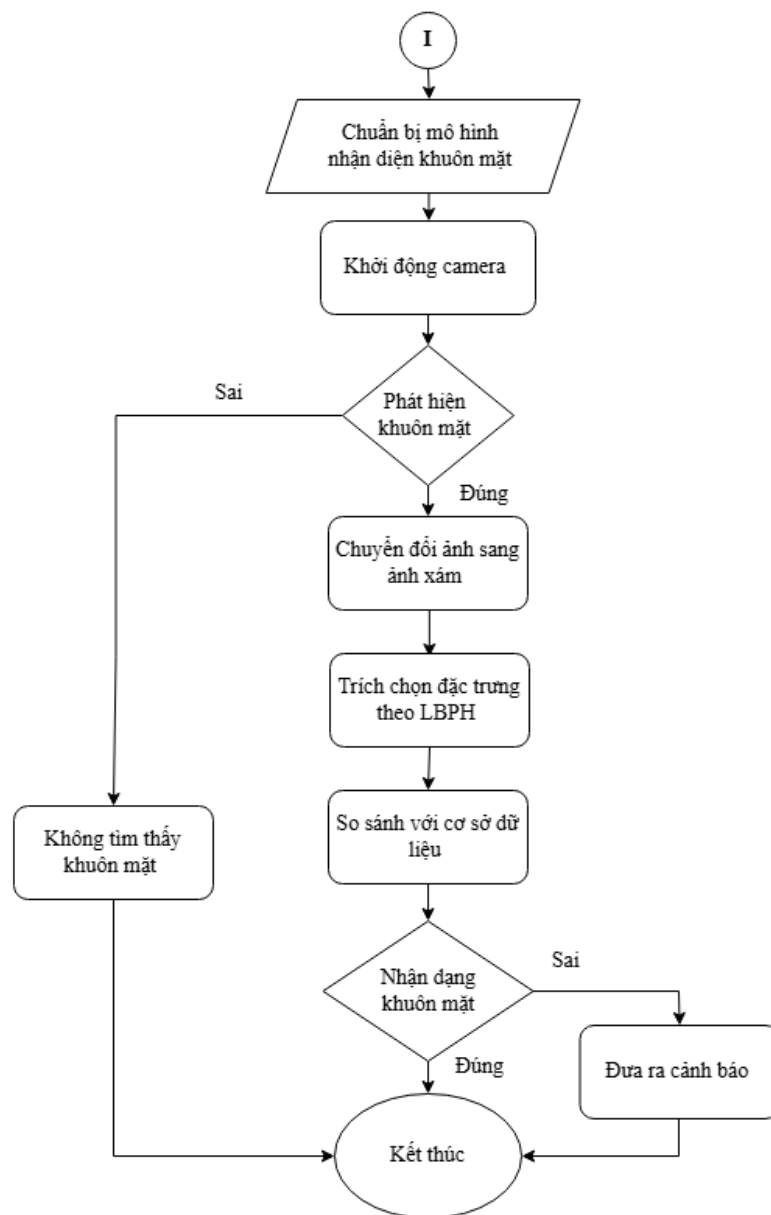
Thuật toán nhận diện khuôn mặt và cảnh báo người lạ bao gồm 2 phần. Phần đầu là lấy dữ liệu và huấn luyện (hình 3.3) phần sau là nhận dạng khuôn mặt (hình 3.4).



Hình 3.3 Lưu đồ thuật toán lấy dữ liệu khuôn mặt và huấn luyện

Lưu đồ thuật toán chi tiết cho quá trình lấy dữ liệu khuôn mặt và huấn luyện được trình bày như sau:

- Người dùng nhập ID và tên của người cần nhận dạng, hệ thống sẽ mở camera hoặc cho phép tải ảnh có sẵn.
 - Nếu thuật toán phát hiện khuôn mặt trong ảnh, hệ thống sẽ cắt và lưu ảnh khuôn mặt vào thư mục DATA_SET theo ID hoặc tên đã nhập;
 - Nếu không thấy khuôn mặt, hệ thống sẽ yêu cầu chụp hoặc tải ảnh lại.
- Tiếp theo, hệ thống đọc ảnh từ DATA_SET, chuyển thành dữ liệu huấn luyện và sử dụng LBPHFaceRecognizer trong OpenCV để train mô hình.
- Cuối cùng, hệ thống lưu mô hình thành file trainer.yml để sử dụng sau.



Hình 3.4 Lưu đồ thuật toán nhận diện khuôn mặt

Thiết kế hệ thống giám sát và cảnh báo an toàn căn hộ chung cư

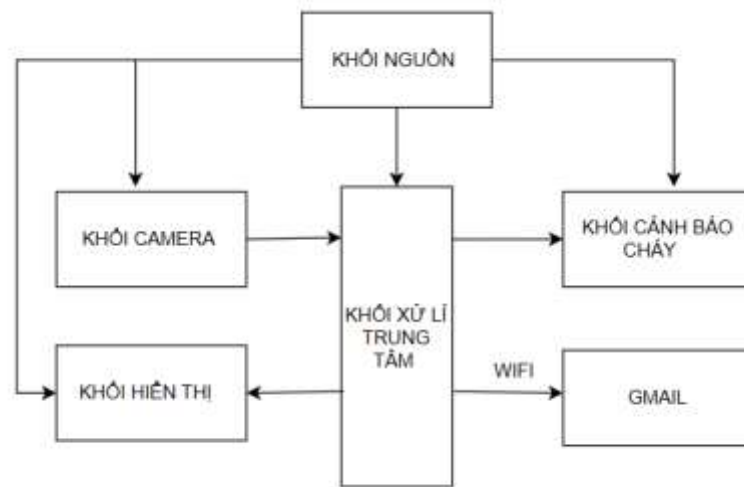
Lưu đồ thuật toán chi tiết quá trình nhận diện khuôn mặt được trình bày như sau :

- Hệ thống bật camera để thu hình ảnh thời gian thực.
 - Nếu thuật toán phát hiện khuôn mặt trong khung hình, hệ thống sẽ tiến hành tiền xử lý ảnh bằng cách chuyển sang ảnh xám và cân chỉnh kích thước
 - Nếu không phát hiện, hệ thống quay lại bước thu hình.
- Sau đó, hệ thống áp dụng thuật toán LBPH để biến ảnh thành histogram đặc trưng.
- Tiếp theo, hệ thống so sánh histogram này với cơ sở dữ liệu (CSDL) bằng cách tính khoảng cách.
 - Nếu khoảng cách nhỏ hơn ngưỡng cho phép, hệ thống trả về ID hoặc tên người tương ứng
 - Nếu không khớp, hệ thống thông báo "Unknown" và đưa ra cảnh báo.

3.3. Giải pháp phát hiện đám cháy và cảnh báo cháy

3.3.1. Tổng quan giải pháp

Tổng quan giải pháp phát hiện đám cháy và cảnh báo cháy được thể hiện trên sơ đồ khối ở hình 3.5.



Hình 3.5 Sơ đồ khối hệ thống nhận dạng và cảnh báo đám cháy

❖ Quy trình thực hiện hệ thống

Quy trình thực hiện nhận dạng đám cháy và cảnh báo được thực hiện như hình 3.6.



Hình 3.6 Quy trình nhận dạng và cảnh báo cháy

Quy trình thực hiện gồm các bước sau:

Bước 1: Thu thập dữ liệu dùng bằng cách nhận trực tiếp từ camera, tạo tập dữ liệu hoặc tải tập dữ liệu có sẵn tương ứng.

- Quay video thực tế từ các camera để lấy dữ liệu thô về cháy (ví dụ: bạn tự quay video cháy).
- Dùng video có sẵn như fire2.mp4.
- Các ảnh hoặc video thu được sẽ:
 - Cắt khung hình chứa cháy
 - Dán nhãn (label) vùng cháy trong ảnh/video (sử dụng công cụ như Roboflow, LabelImg...)
 - Chuyển sang định dạng chuẩn (như YOLOv8 cần .txt tương ứng với .jpg)

Bước 2: Huấn luyện nhận dạng lửa với các thuật toán tương ứng mô hình được đánh giá, tinh chỉnh và lưu lại để triển khai.

- Dữ liệu từ bước 1 được dùng để huấn luyện mô hình YOLO (bạn đang dùng mô hình fire.pt đã huấn luyện sẵn).
- Quy trình huấn luyện bao gồm:
 - Tiền xử lý dữ liệu: resize, normalize, augment...
 - Cấu hình mô hình: định nghĩa cấu trúc YOLOv8, số lớp (classes = ['fire']), epochs, learning rate...
 - Chạy lệnh huấn luyện
 - Lưu mô hình sau khi huấn luyện thành fire.pt

Bước 3: Nhận dạng cháy bằng cách so sánh với mô hình đã được huấn luyện nếu có đám lửa thì đưa ra cảnh báo.

- Dùng mô hình YOLO đã huấn luyện (fire.pt) để dự đoán trên video hoặc webcam.
- Nếu mô hình dự đoán có cháy và độ tin cậy > 50%:
 - Vẽ khung đỏ quanh vùng cháy
 - Hiển thị % độ tin cậy (fire)
 - Gửi email hoặc Telegram
 - Bật còi/đèn bằng GPIO gắn với vi điều khiển

3.3.2. Lựa chọn thuật toán

Trong đề án này nhóm em chọn YOLO V8 là phương pháp để nhận dạng đám cháy thông qua hình ảnh camera. YOLOv8 có các ưu điểm như sau:

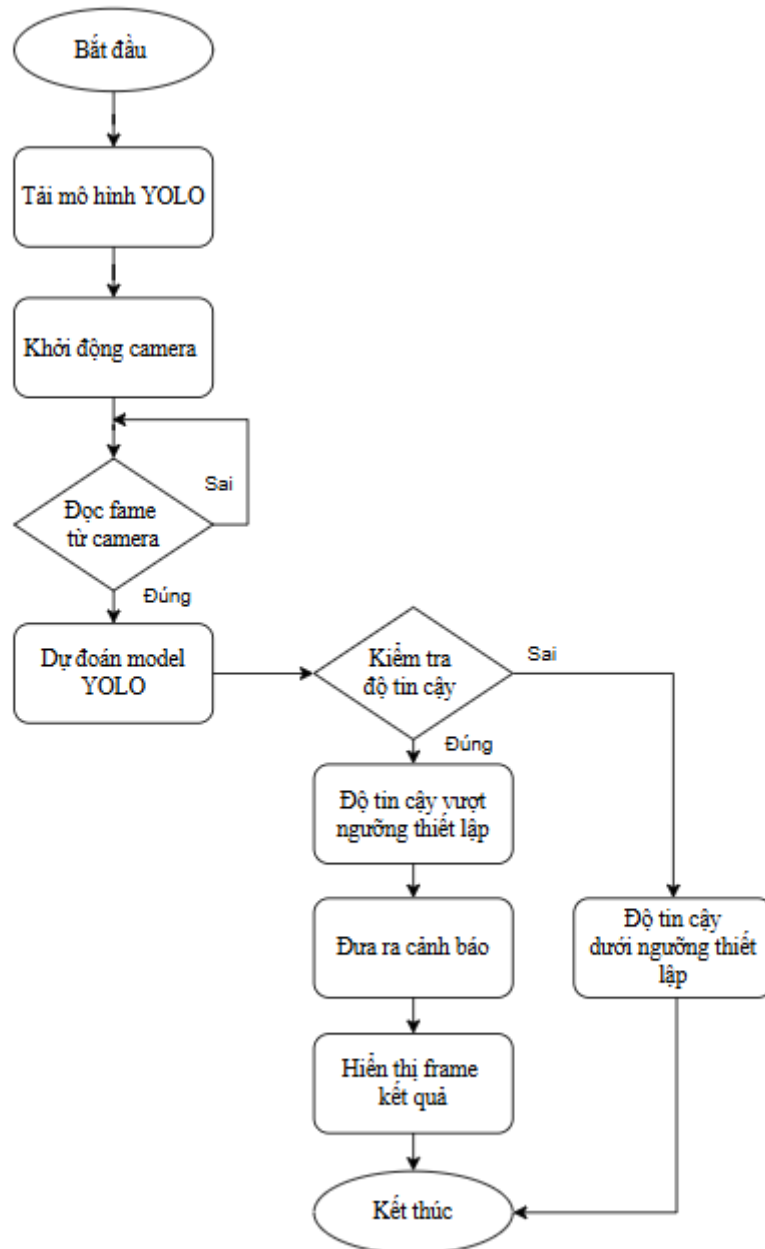
- Tốc độ xử lý nhanh

Thiết kế hệ thống giám sát và cảnh báo an toàn căn hộ chung cư

- YOLOv8 được tối ưu để chạy real-time, phù hợp với hệ thống giám sát an ninh, camera an toàn PCCC.
 - Xử lý video trực tiếp mà không cần chia nhỏ frame, giảm độ trễ so với các mô hình R-CNN hay Faster R-CNN.
- Độ chính xác cao
- Sử dụng kiến trúc CNN tiên tiến và cơ chế anchor-free (không phụ thuộc vào anchor boxes như YOLOv5), giảm false positive khi phát hiện lửa.
 - Có thể đạt mAP (mean Average Precision) > 85% trên dataset lửa chất lượng
- Khả năng phát hiện vật thể nhỏ
- Tích hợp Multi-scale Feature Maps giúp phát hiện ngọn lửa nhỏ hoặc khói từ xa, kể cả trong điều kiện phức tạp nhiễu ánh sáng, thời tiết xấu.
- Dễ dàng triển khai và tích hợp
- Hỗ trợ đa nền tảng và tương thích với các thư viện phổ biến.
 - Có thể tích hợp với OpenCV, TensorRT, ONNX để tối ưu tốc độ.
- Tiết kiệm tài nguyên
- Phiên bản YOLOv8n chỉ khoảng 5MB, phù hợp triển khai trên Raspberry Pi.
 - Giảm độ chính xác để tăng tốc mà không làm giảm hiệu năng đáng kể.
- Khả năng tùy biến cao
- Dễ dàng fine-tune trên dataset lửa riêng với ít dữ liệu nhờ transfer learning.
 - Hỗ trợ xoay, crop, thay đổi độ sáng để tăng độ đa dạng của dữ liệu huấn luyện.
- Hỗ trợ đa lớp cảnh báo
- Phát hiện không chỉ lửa mà còn khói, vật liệu cháy trong cùng một mô hình.
 - Có thể kết hợp với cảm biến nhiệt để xác nhận kết quả.

3.3.3. Xây dựng thuật toán nhận dạng đám cháy

Sơ đồ khối của thuật toán nhận dạng đám cháy (lửa) được thể hiện ở hình 3.7.



Hình 3.7 Lưu đồ thuật toán nhận dạng và cảnh báo đám cháy

Lưu đồ thuật toán chi tiết nhận dạng và cảnh báo đám cháy được trình bày như sau:

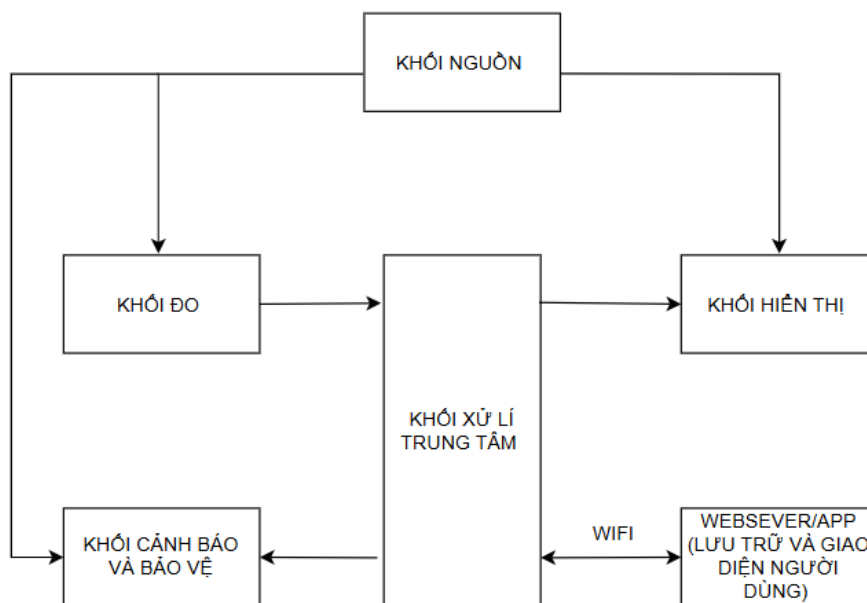
- Hệ thống tải mô hình YOLOv8 đã được huấn luyện để phát hiện lửa/cháy.
- Sau đó đọc từng frame từ camera và đưa vào YOLOv8 để phân tích.
 - Nếu phát hiện vật thể "fire" với độ tin cậy đạt ngưỡng, hệ thống sẽ vẽ bounding box và nhãn lên frame, đồng thời kích hoạt các biện pháp cảnh báo

bao gồm phát âm thanh, gửi thông báo qua email/SMS và hiển thị chữ "FIRE !" màu đỏ.

- Nếu không đạt ngưỡng tin cậy, hệ thống sẽ bỏ qua và tiếp tục xử lý frame tiếp theo.

3.4. Giải pháp giám sát điện năng và quản lý năng lượng tiêu thụ trong căn hộ

Tiêu thụ điện năng trong các hộ gia đình đang tăng nhanh, trong khi việc theo dõi và quản lý điện năng vẫn còn hạn chế. Nhiều gia đình không biết thiết bị nào tiêu tốn nhiều điện, dẫn đến lãng phí và chi phí cao. Giải pháp giám sát và quản lý điện năng theo thời gian thực sẽ giúp người dùng kiểm soát lượng điện tiêu thụ, tối ưu sử dụng thiết bị, phát hiện bất thường, tiết kiệm chi phí và bảo vệ môi trường. Với công nghệ IoT hiện nay, hệ thống này dễ triển khai, chi phí thấp và phù hợp cho các căn hộ hiện đại. Các giải pháp IoT cho phép thu thập dữ liệu từ các thiết bị và hệ thống năng lượng, phân tích thông tin này và tạo ra các biện pháp tiết kiệm và tối ưu hóa năng lượng.



Hình 3.8 Sơ đồ khối hệ thống giám sát điện năng và quản lý năng lượng

3.4.1. Phương án thiết kế

Sau khi xem xét được nhu cầu cấp thiết về một hệ thống giám sát các thiết bị điện với mục đích theo dõi năng lượng sử dụng bên cạnh đó đưa ra phương án tiết kiệm điện trong bối cảnh thiếu điện đang trầm trọng hiện nay, đồng thời cảnh báo bảo vệ sớm các sự cố về quá tải công suất quá tải thiết bị dẫn đến cháy nổ. Tính linh hoạt cao có thể xem xét tra soát ở mọi nơi.

❖ Yêu cầu đối với thiết bị giám sát:

Thiết kế hệ thống giám sát và cảnh báo an toàn căn hộ chung cư

- Thiết bị kết nối được với mạng Internet sử dụng Wifi
- Nguồn điện cung cấp: Điện lưới 220V/50Hz.
- Yêu cầu đo đạc dữ liệu: phải đo chính xác dòng điện, điện áp của thiết bị chính, khử nhiễu.
- Yêu cầu về an toàn, thẩm mỹ: đo không cần phải cắt dây, tác động đến dây dẫn cũng như là thiết bị.
- Yêu cầu lấy dữ liệu và thu thập dữ liệu không quá 1 phút.
- Yêu cầu xác thực: cho phép thiết lập các thông tin thông qua website, điện thoại và quản lý kết nối với hệ thống giám sát.
- Yêu cầu ghi lại và sự cố nhật ký hệ thống
- Cho phép ghi lại dữ liệu của thiết bị đo được trong một khoảng thời gian nhất định.

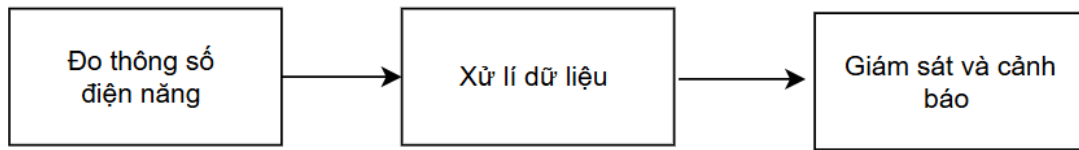
❖ Đề xuất giải pháp kỹ thuật:

Từ yêu cầu đặt ra nhóm em đã phân tích đưa ra đề xuất giải pháp kỹ thuật để giải quyết các yêu cầu: Nguồn điện sử dụng chính là điện lưới 220V/50Hz, kết hợp mạch biến đổi AC – DC để tạo điện áp một chiều cho thiết bị hoạt động.

- Nghiên cứu, phát triển bộ đo trực tiếp, khép kín không cần phải tác động đến dây dẫn của thiết bị được đo.
- Cảm biến đo dòng điện dựa trên hiệu ứng Hall. Hiệu ứng Hall nhạy cảm với từ trường, mà từ trường lại sinh ra từ dòng điện bất kỳ. có thể đo được dòng khi đưa gần thiết bị đo giúp tránh tiếp xúc trực tiếp với nguồn điện.
- Truyền nhận dữ liệu qua Internet với wifi, mạng phổ biến trong mọi gia đình hiện nay, đảm bảo cung cấp đường truyền ổn định, linh hoạt trong căn nhà.
- Sử dụng công cụ Google Sheets của Google và truy xuất dữ liệu cần xem của người vận hành
- Khi gặp sự cố có thể đặt lại lại cấu hình thiết bị để vận hành lại và lưu trữ dữ liệu.
- Quá trình cảnh báo thể hiện được mức độ quá công suất và dòng điện tăng đưa ra cảnh báo qua gmail.
- Tất cả các dữ liệu đều được đưa Webserver của Blynk và được hiển thị qua Webserver và ứng dụng trên điện thoại di động.

3.4.2. Quy trình thực hiện hệ thống giám sát điện năng và quản lý năng lượng

Quy trình thực hiện hệ thống giám sát điện năng và quản lý năng lượng được thể hiện ở sơ đồ hình 3.9.



Hình 3.9 Quy trình thực hiện hệ thống giám sát quản lý điện năng

Hệ thống giám sát điện năng tiêu thụ được đo thông qua các cảm biến dòng, áp và được xử lý kết nối với Internet thông qua module wifi hoạt động dưới sự điều khiển của bộ xử lý trung tâm. Các thông tin về dòng điện, điện áp, công suất và điện năng tiêu thụ sẽ được đưa lên Web Server sau khi được đo để giám sát quá trình hoạt động. Những thông số về điện năng cũng được hiển thị qua LCD và sẽ được cảnh báo cho người dùng khi điện năng quá mức cho phép thông qua tin nhắn.

❖ **Mô tả quy trình đo điện năng**

Quá trình đo sẽ được cảm biến dòng và cảm biến áp đo hai thông số dòng điện và điện áp. Từ hai thông số dòng điện và điện áp có thể tính toán ra công suất và điện năng tiêu thụ, sau khi qua đo và tính toán những thông số trên sẽ được hiển thị trên LCD và được lưu trữ trên web server.

❖ **Mô tả quy trình giám sát và cảnh báo**

Những thông tin về dòng điện, điện áp, công suất và điện năng tiêu thụ sẽ được giám sát bởi người sử dụng thông qua Web Server. Dữ liệu về những thông số sẽ được cập nhật liên tục theo đúng ngưỡng mong muốn của người sử dụng, nếu có sự cố hoặc trường hợp sử dụng quá mức công suất cho phép thì hệ thống sẽ cảnh báo cho người sử dụng về trường hợp trên để người sử dụng có thể xử lý. Để dễ dàng nhận biết thông báo hệ thống sẽ cảnh báo cho người sử dụng trên web server, tin nhắn và thiết bị đo.

3.4.3. Xây dựng thuật toán giám sát điện năng và quản lý năng lượng

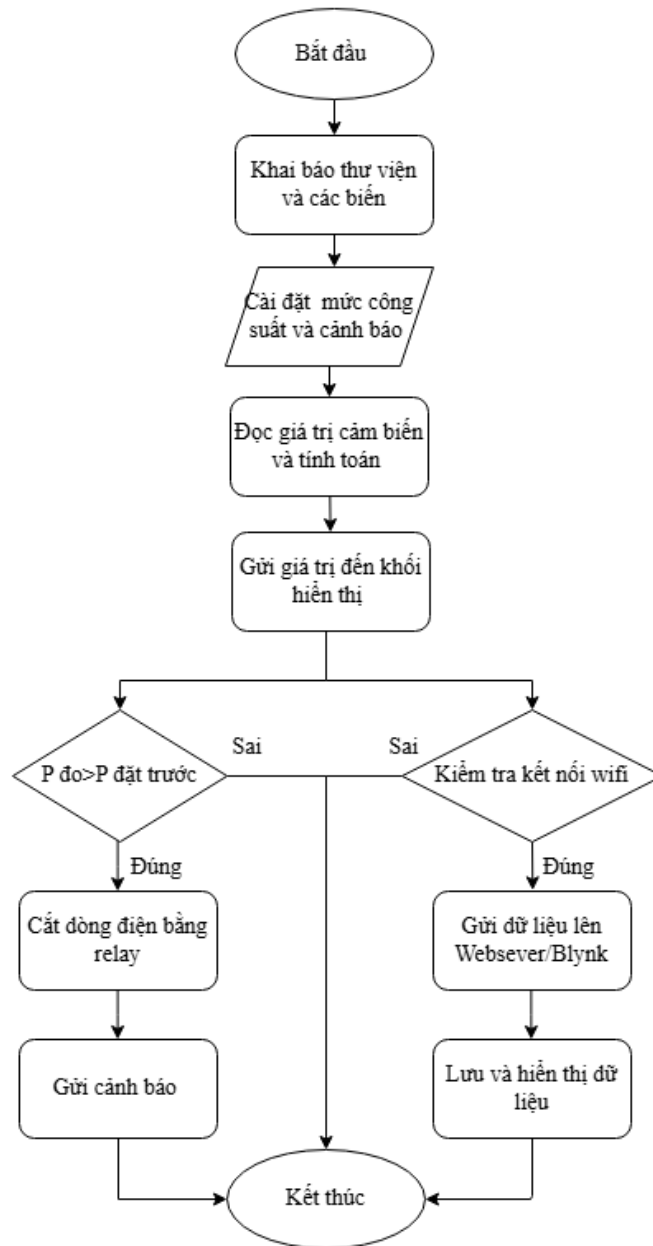
Thuật toán giám sát điện năng và quản lý năng lượng được thể hiện trên sơ đồ khối ở hình 3.10.

Lưu đồ thuật toán chi tiết giám sát điện năng và quản lý năng lượng được trình bày như sau:

Đo điện năng

- Đo lường: các thông số dòng điện, điện áp, công suất, tần số
- Tính điện năng tiêu thụ $E = P \times \Delta t$
- Xử lý và truyền dữ liệu:
 - Vi điều khiển xử lý giá trị đo được
 - Truyền dữ liệu qua WiFi lên Web Server

- Hiển thị thông số U, I, P, E lên màn hình LCD



Hình 3.10 Lưu đồ thuật toán giám sát điện năng và quản lý năng lượng

Hệ thống không chỉ dừng lại ở việc đo lường mà còn cung cấp khả năng giám sát và cảnh báo thông minh với các đặc tính sau:

- ✓ Giám sát thời gian thực:
 - Web Server hiển thị đồ thị và giá trị đo theo thời gian
 - Người dùng có thể xem từ xa qua trình duyệt web
- ✓ Phát hiện sự cố:
 - Hệ thống so sánh với ngưỡng cài đặt (vd: $I > 10A$, $P > 2.2kW$)

Thiết kế hệ thống giám sát và cảnh báo an toàn căn hộ chung cư

- Kiểm tra các tình trạng bất thường (mất pha, quá áp...)
- ✓ Kích hoạt cảnh báo:
 - Gửi SMS/Email cảnh báo khi vượt ngưỡng
 - Hiện thị cảnh báo trực quan trên Web và LCD
 - Có thể tích hợp chuông/còi báo động tại chỗ

3.4.4. Thiết kế hệ thống hiện thị và giám sát năng lượng trên Webservice

a. Sơ đồ trình tự tổng quát



Hình 3.11 Sơ đồ trình tự ứng dụng

Quy trình hoạt động cụ thể như sau:

Gửi dữ liệu từ ESP32:

- Khi cảm biến đo được thông số điện áp, dòng điện, công suất, tần số sẽ gửi cho esp32 thông qua giao thức UART.
- Esp32 sẽ định kỳ đọc dữ liệu từ cảm biến và gửi qua HTTP POST đến địa chỉ của API server.

Xử lý và lưu trữ dữ liệu:

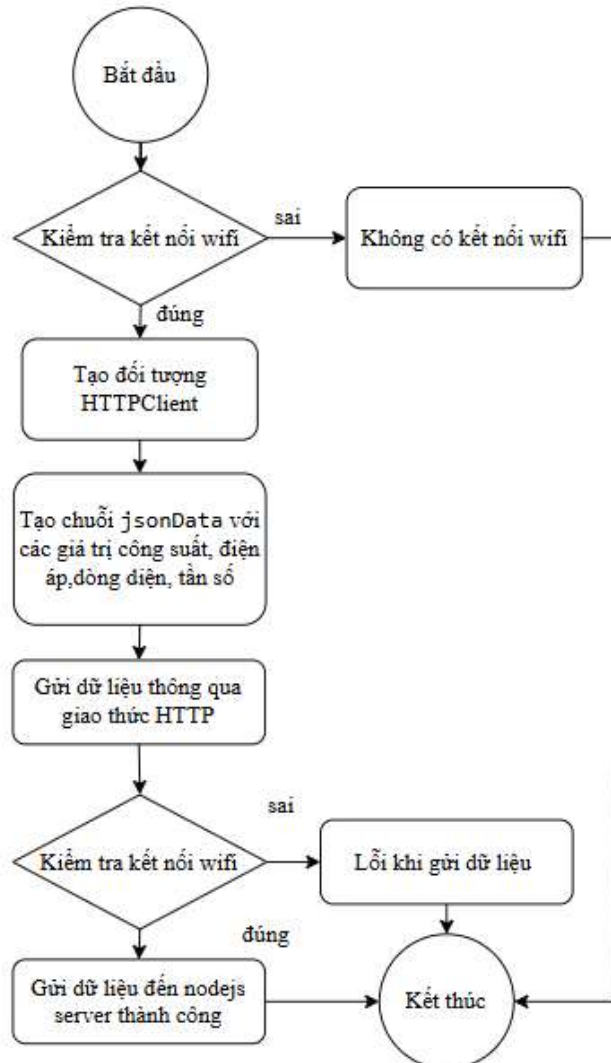
- API Server được xây dựng bằng Node.js đóng vai trò tiếp nhận dữ liệu từ esp32.
- Khi nhận được dữ liệu, chương trình sẽ ghi toàn bộ dữ liệu vào bảng energy_data trong cơ sở dữ liệu PostgreSQL.

Truy xuất và hiện thị dữ liệu:

- Người dùng truy cập giao diện web thông qua trình duyệt để theo dõi dữ liệu.
- Giao diện giám sát
- Tự động truy vấn dữ liệu từ PostgreSQL thông qua các hàm xử lý dữ liệu.
- Hiện thị các biểu đồ thời gian thực, thống kê công suất tiêu thụ, xuất dữ liệu Excel.
- Tự động gửi email cảnh báo nếu công suất vượt quá ngưỡng cài đặt.

b. Thuật toán gửi dữ liệu từ phần cứng

Thuật toán chương trình gửi dữ liệu từ phần cứng đến webserver được thể hiện trên sơ đồ khối ở hình 3.12.



Hình 3.12 Lưu đồ thuật toán chương trình gửi dữ liệu từ phần cứng

Lưu đồ thuật toán chương trình gửi dữ liệu từ phần cứng được trình bày như sau :

-Nếu kiểm tra wifi được kết nối thành công thì tạo đối tượng HTTPClient và thiết lập URL máy chủ nhận dữ liệu, sau đó tạo chuỗi JSON gồm 4 trường: công suất, điện áp, dòng điện, tần số và gửi dữ liệu đi, nếu server phản hồi mã > 0 nghĩa là đã gửi thành công.

-Ngược lại nếu gửi thất bại thì kiểm tra lại kết nối Wifi.

- Nếu Wifi vẫn ổn định thì thử gửi lại dữ liệu.

Thiết kế hệ thống giám sát và cảnh báo an toàn căn hộ chung cư

- Nếu Wifi mất kết nối thì thông báo "Lỗi khi gửi dữ liệu do mất Wifi".
- Nếu kết nối Wifi thất bại ngay từ đầu thì thông báo "Không thể bắt đầu do lỗi Wifi".

c. Chương trình thu thập và lưu dữ liệu vào database

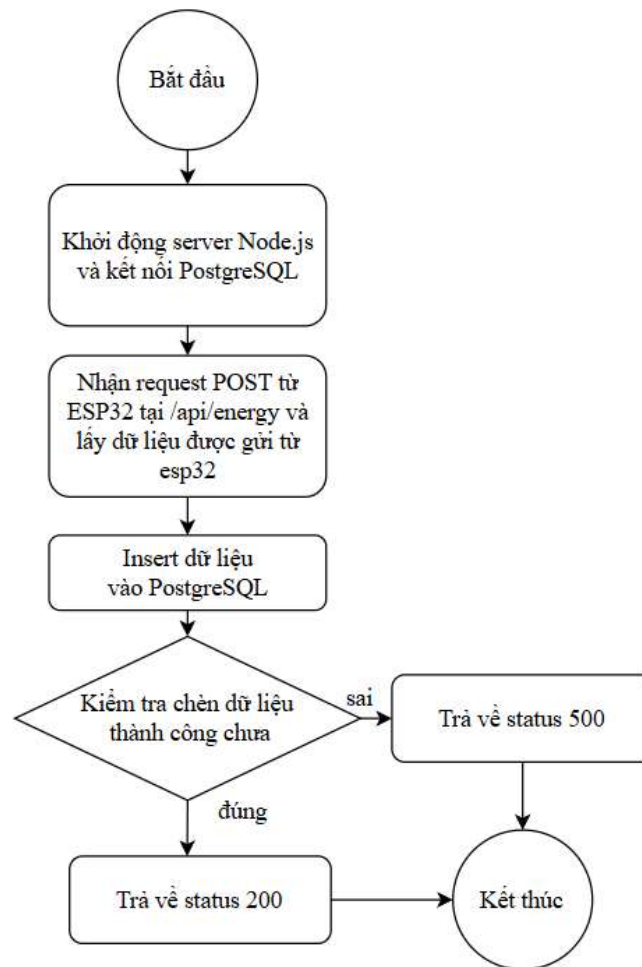
Trong hệ thống giám sát điện năng, chương trình thu thập và lưu dữ liệu đóng vai trò trung gian giữa phần cứng và cơ sở dữ liệu PostgreSQL được host trên nền tảng đám mây (Vercel Storage). Đây là thành phần cốt lõi giúp ghi nhận các thông số điện năng một cách liên tục và chính xác.

Sau khi nhận dữ liệu từ cảm biến, esp32 xử lý cục bộ và gửi dữ liệu đến server Node.js qua giao thức HTTP.

Phía máy chủ, một API được xây dựng bằng Node.js có nhiệm vụ tiếp nhận dữ liệu tại endpoint `/api/energy`, sau đó chèn dữ liệu vào bảng `energy_data` trong cơ sở dữ liệu PostgreSQL.

Hệ thống này giúp đảm bảo rằng dữ liệu được cập nhật liên tục theo thời gian thực, từ đó phục vụ cho quá trình phân tích, trực quan hóa, và cảnh báo được thực hiện ở tầng giao diện người dùng thông qua ứng dụng web.

Thuật toán toán chương trình thu thập và lưu dữ liệu được thể hiện trên sơ đồ khối ở hình 3.13.



Hình 3.13 Lưu đồ thuật toán chương trình thu thập và lưu dữ liệu

Lưu đồ thuật toán chương trình thu thập và lưu dữ liệu được trình bày như sau:

- Khởi động Node.js server và thiết lập kết nối với PostgreSQL.
- Nếu nhận được POST request từ ESP32 tại endpoint /api/energy thì:
 - Trích xuất dữ liệu từ request body.
 - Thực hiện lệnh INSERT vào PostgreSQL.
- Nếu INSERT thành công thì trả về HTTP status 200 (OK) để thông báo thành công.
- Ngược lại nếu INSERT thất bại thì trả về HTTP status 500 (Internal Server Error) để thông báo lỗi.

Các bước xử lý chính:

- Khởi tạo hệ thống và kết nối cơ sở dữ liệu PostgreSQL
 - Express được khởi tạo để tạo web server xử lý các yêu cầu HTTP.

Thiết kế hệ thống giám sát và cảnh báo an toàn căn hộ chung cư

- `app.use(express.json())` giúp Express tự động phân tích JSON body từ các request gửi đến.
- Tạo một Connection pool đến cơ sở dữ liệu PostgreSQL sử dụng `pg.Pool`, với các thông số như: `user`, `host`, `database`, `password`, `port`, `ssl`,...
- Khởi chạy server và xử lý dữ liệu
 - Dữ liệu gửi từ esp32 được chứa trong `req.body`, khi ESP32 gửi HTTP POST đến đường dẫn `/api/energy`, các trường dữ liệu sẽ được trích xuất từ `req.body`.
 - Sau khi nhận được dữ liệu, thì sẽ lấy mốc thời gian theo múi giờ Việt Nam và gửi câu lệnh chèn dữ liệu vào bảng `energy_data` trong PostgreSQL, hệ thống sẽ trả về mã phải hồi thành công hoặc thất bại.
 - Sau khi xử lý xong, server sẵn sàng chờ yêu cầu tiếp theo.

d. Giới thiệu về PostgreSQL

PostgreSQL là một hệ quản trị cơ sở dữ liệu quan hệ-đối tượng mã nguồn mở, nổi bật với tính ổn định, khả năng mở rộng và hiệu năng cao. Đây là một trong những hệ quản trị cơ sở dữ liệu mã nguồn mở tiên tiến và phổ biến nhất hiện nay.

Ban đầu được thiết kế để hoạt động trên các nền tảng tương tự Unix, PostgreSQL hiện đã được phát triển để tương thích với nhiều hệ điều hành khác nhau như Mac OS X, Solaris, và Windows, mang lại tính linh hoạt cao trong triển khai.

Tính năng và khả năng mở rộng:

PostgreSQL cung cấp một bộ tính năng phong phú, hỗ trợ mạnh mẽ cho cả nhà phát triển phần mềm lẫn nhà quản trị hệ thống, bao gồm:

- Khả năng đảm bảo tính toàn vẹn dữ liệu
 - Hệ thống chịu lỗi (fault-tolerant) và khôi phục tốt
 - Hỗ trợ dữ liệu có cấu trúc và bán cấu trúc
 - Cho phép định nghĩa kiểu dữ liệu tùy chỉnh, xây dựng hàm người dùng, và tích hợp với nhiều ngôn ngữ lập trình (Python, C, Java, v.v.) mà không cần biên dịch lại hệ thống
- ❖ Ưu điểm của PostgreSQL:
- Dễ sử dụng, phù hợp cho cả người mới lẫn chuyên gia
 - Hỗ trợ vận hành ứng dụng web động thông qua mô hình LAPP
 - Hệ thống lưu trữ nhật ký giao dịch ổn định, hỗ trợ khôi phục khi xảy ra lỗi
 - Mã nguồn mở miễn phí chỉnh sửa và triển khai theo yêu cầu thực tế
 - Hỗ trợ mạnh mẽ cho mô hình dữ liệu hướng đối tượng
 - Được phát triển và duy trì bởi một cộng đồng lớn và giàu kinh nghiệm

Thiết kế hệ thống giám sát và cảnh báo an toàn căn hộ chung cư

- Giảm thiểu chi phí và công sức bảo trì hệ thống
- Được hỗ trợ bởi một cộng đồng đông đảo và nhiều kinh nghiệm

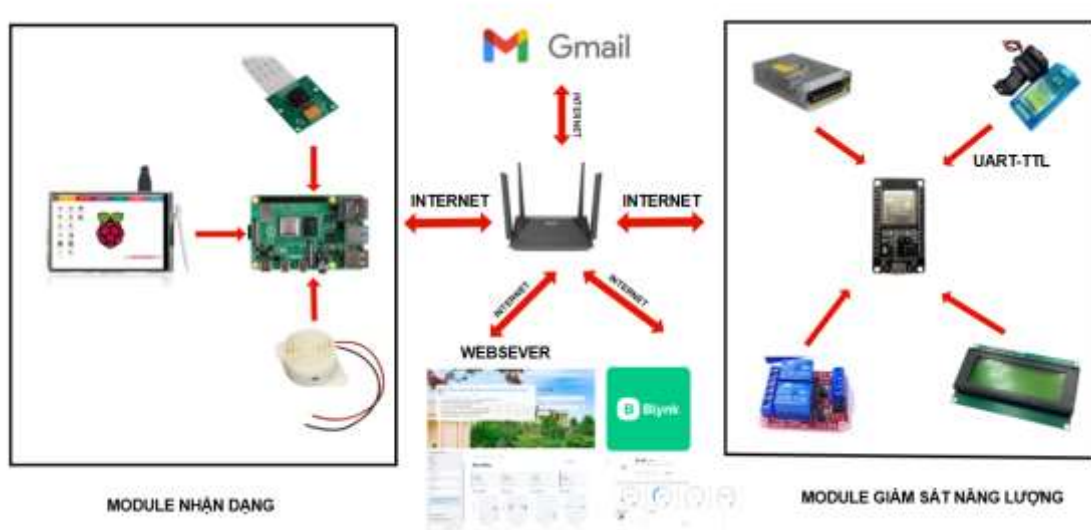
Tạo bảng dữ liệu SQL:

id	timestamp	power	current	voltage	frequency	energy
1	2025-05-17 08:47:40.324501	1.4	0	220.4	50.1	0.12
2	2025-05-17 08:47:59.721322	1.2	0	220.2	50	0.12
3	2025-05-17 08:48:18.061531	1.4	0	220.1	50.1	0.12
4	2025-05-17 08:48:36.190353	1.4	0	220.3	50	0.12
5	2025-05-17 08:48:54.486359	1.4	0	220.4	50.1	0.12
6	2025-05-17 08:49:12.600626	1.4	0	220.2	50.1	0.12
7	2025-05-17 08:49:31.684783	1.3	0	220.5	50.1	0.12
8	2025-05-17 08:49:49.773862	1.2	0	220.2	50.1	0.12
9	2025-05-17 08:50:08.627186	1.3	0	220.2	50.1	0.12
10	2025-05-17 08:50:27.191544	1.4	0	220	50.1	0.12
11	2025-05-17 08:50:45.517316	1.4	0	219.8	50.1	0.12
12	2025-05-17 08:51:04.008851	1.4	0	220.2	50	0.12
13	2025-05-17 08:51:22.750175	1.3	0	220	50.1	0.12
14	2025-05-18 13:30:05.92397	1.1	0	234.2	50	0.12
15	2025-05-18 13:30:26.920749	1.2	0	233.9	50	0.12

Hình 3.14 Dữ liệu lưu trữ ở PostgreSQL

Chương 4: XÂY DỰNG MÔ HÌNH MÔ PHÒNG HỆ THỐNG

4.1. Mô hình tổng quan của toàn bộ hệ thống



Hình 4.1 Mô hình hoạt động tổng quan của toàn bộ hệ thống

Từ sơ đồ khối tổng quan của hệ thống ta thiết kế được mô hình thực tế của hệ thống.

❖ **Module nhận dạng**

Chức năng: Nhận diện khuôn mặt và phát hiện cháy.

Quy trình hoạt động:

Camera và Raspberry Pi hoạt động liên tục:

- Camera thu hình ảnh/video về Raspberry Pi.
- Raspberry Pi chạy thuật toán nhận diện khuôn mặt.
- Đồng thời sử dụng thuật toán phát hiện lửa (YOLO).

Khi phát hiện lửa hoặc người lạ, hệ thống bật còi báo động và gửi cảnh báo qua gmail.

❖ **Module giám sát năng lượng**

Chức năng: Đo điện năng và điều khiển thiết bị

Quy trình hoạt động:

❖ ESP32 nhận dữ liệu từ:

- Cảm biến PZEM-004T qua UART-TTL.
- PZEM đo: điện áp, dòng điện, công suất, năng lượng tiêu thụ.
 - LCD I2C: Hiển thị trực tiếp các thông số đo được.
 - Relay: Có thể điều khiển thiết bị điện (bật/tắt quạt, đèn...).

- ❖ Kết nối Internet (Wi-Fi):
 - ESP32 kết nối với wifi để gửi dữ liệu lên:
 - Blynk: Ứng dụng giám sát qua điện thoại.
 - Webserver: Giao diện hiển thị biểu đồ điện năng, trạng thái thiết bị.
- ❖ Điều khiển thông minh:
 - Nếu phát hiện thiết bị tiêu thụ quá mức => tự động ngắt qua relay.
 - Có thể điều khiển từ xa thiết bị qua Blynk.

4.2. Tính chọn thiết bị cho hệ thống nhận dạng cảnh báo người lạ và cảnh báo cháy

❖ Vi xử lý Raspberry Pi 4 Model B



Hình 4.2 Raspberry Pi 4 Model B

- Lý do lựa chọn:
 - Hiệu năng tốt so với mức chi phí thấp, tính di động cao và hỗ trợ lập trình.
 - Hỗ trợ thư viện AI, xử lý ảnh mạnh mẽ, có thể lập trình Python, C++, chạy được Linux.
 - Đủ mạnh để chạy các mô hình nhận diện khuôn mặt, phát hiện vật thể, kết nối đám mây, điều khiển thiết bị.
- Thông số kỹ thuật:
 - Vi xử lý chính: Broadcom BCM2711, Quad-core Cortex-A72 (ARM v8) 64-bit SoC @ 1.5GHz
 - RAM: Các phiên bản: 2GB, 4GB, hoặc 8GB LPDDR4
 - Kết nối không dây: Wi-Fi 802.11ac, Bluetooth 5.0
 - GPIO: 40 chân GPIO đa năng
 - Nguồn cấp: 5V – 3A qua cổng USB-C
 - Lưu trữ: Thẻ nhớ microSD, hỗ trợ khởi động từ USB
 - Camera: Hỗ trợ kết nối camera thông qua giao tiếp CSI

❖ **Camera 5MP cho Raspberry Pi**



Hình 4.3 Camera 5MP

- Lý do lựa chọn:
 - Tích hợp tốt với Raspberry Pi, sử dụng giao tiếp CSI
 - Camera Pi được GPU của Raspberry Pi xử lý riêng biệt, giảm tải cho CPU.
 - Camera Pi có kích thước nhỏ, dễ gắn trực tiếp vào case của Raspberry Pi.
 - Thông số kỹ thuật:
 - 5 megapixel
 - 2592 × 1944 ảnh tĩnh
 - 1080p ở 30 khung hình / giây
 - 720p ở 60 khung hình / giây
 - 640x480p ở 60/90 khung hình / giây
 - Giao tiếp CSI với cáp ribbon 150mm
- ❖ **Còi SFM-27**

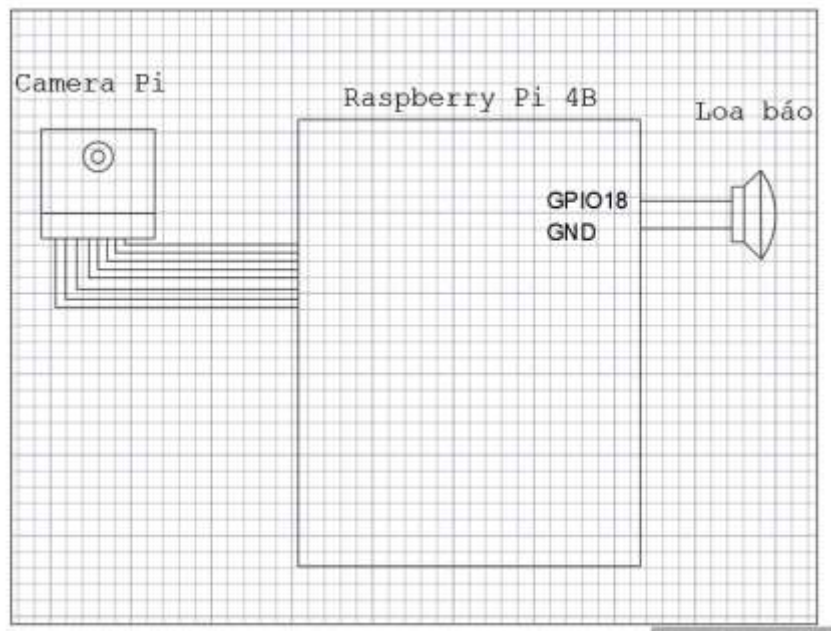


Hình 4.4 Còi SFM-27

Thiết kế hệ thống giám sát và cảnh báo an toàn căn hộ chung cư

- Lý do lựa chọn:
 - Giá rẻ, phổ biến
 - Có nhiều loại hoạt động ở điện áp 3V, 5V, 12V hoặc 24V.
 - Dễ dàng tích hợp với vi điều khiển như Arduino, ESP32, Raspberry Pi mà không cần mạch khuếch đại phức tạp.
- Thông số kỹ thuật:
 - Điện áp định mức: 12VDC
 - Điện áp hoạt động: 3-24VDC
 - Dòng định mức: ≤ 30 mA
 - Mức âm thanh: ≤ 90 db (ở 24V)
 - Tần số cộng hưởng: 3000 ± 50 Hz

Sơ đồ nguyên lý mạch nhận dạng và cảnh báo:



Hình 4.5 Sơ đồ nguyên lý hệ thống nhận dạng

=> Hệ thống sử dụng Raspberry Pi 4 để xử lý nhận diện khuôn mặt và phát hiện cháy bằng xử lý ảnh. Do giới hạn về thời gian, tài nguyên và phạm vi đề án nên hệ thống hiện chỉ xử lý nhận diện và cảnh báo cục bộ, phần webserver và app chưa được tích hợp đầy đủ trong phiên bản hiện tại. Tuy nhiên, Raspberry Pi đủ khả năng chạy Flask để tạo API/webserver, và có thể truy cập từ xa qua mạng nội bộ hoặc công cụ như ngrok.

4.3. Hệ thống giám sát quản lý năng lượng

4.3.1. Thiết bị sử dụng trong hệ thống

❖ Vi xử lý ESP32 DevKit V1



Hình 4.6 ESP32 DevKit V1

- Lý do lựa chọn:
 - ESP32 có sẵn Wi-Fi và Bluetooth, rất phù hợp với các hệ thống IoT không cần thêm module ngoài.
 - Có thể dễ dàng gửi dữ liệu lên đám mây, hiển thị trên app di động (Blynk, Telegram, Firebase,...).
 - Giá rẻ, kích thước nhỏ gọn, dễ mua và thay thế, cộng đồng hỗ trợ lớn.
- Thông số kỹ thuật:
 - Vi xử lý chính: ESP32-WROOM-32, dual-core Tensilica Xtensa LX6 @ lên đến 240 MHz
 - Bộ nhớ flash: Tùy theo module, thường 4MB SPI Flash
 - Kết nối không dây: Wi-Fi 802.11 b/g/n, Bluetooth v4.2
 - GPIO: Tối đa 34 chân GPIO
 - Nguồn cấp: 5V qua cổng micro-USB hoặc chân VIN

❖ **Cảm biến đo điện năng – Module PZEM-004T**



Hình 4.7 Module đo điện năng PZEM-004T

- Lý do lựa chọn:
 - Kích thước nhỏ, dễ tích hợp
 - Đo được đầy đủ thông số điện cơ bản
 - Đo gián tiếp bằng biến dòng cách ly an toàn
 - Lập trình với các vi xử lý dễ dàng với giao tiếp UART
- Thông số kỹ thuật:
 - Điện áp đo và hoạt động: 80 ~ 260VAC / 50 – 60Hz, sai số 0.01
 - Dòng điện đo và hoạt động: 0 ~ 100A, sai số 0.01
 - Công suất đo và hoạt động: 0 ~ 26000W
 - Năng lượng đo và hoạt động: 0~9999kWh.
 - Giao tiếp UART mức logic TTL 5VDC baudrate mặc định 9600, 8, 1.
 - Có opto cách ly an toàn giữa mạch đo và mạch nhận tín hiệu UART.

❖ **Nguồn tổ ong 5V/5A**



Hình 4.8 Nguồn tổ ong 5V/5A

- Lý do lựa chọn:
 - Điện áp đầu ra 5V ổn định
 - Thiết kế tổ ong tản nhiệt tốt
 - Giá thành hợp lý, độ bền cao
- Thông số kỹ thuật:
 - Điện áp vào: 110V - 240V | 50 / 60hz.
 - Điện áp ra: 5V.
 - Công suất: 25 w.
 - Điện áp ra điều chỉnh: +/-10%
 - Phạm vi điện áp đầu vào: 85 ~ 132VAC / 180 ~ 264VAC
 - Dòng vào: 2.6a / 115V 1.3a / 230V

❖ **Mạch 2 Relay Opto**



Hình 4.9 Mạch 2 Relay Opto

- Lý do lựa chọn:
 - Cách ly an toàn giữa mạch điều khiển và tải điện xoay chiều
 - Điều khiển thiết bị điện công suất lớn
 - Tín hiệu điều khiển đơn giản
 - Dễ tích hợp, nhiều module sẵn có
- Thông số kỹ thuật:
 - Điện áp sử dụng: 5VDC
 - Dòng tiêu thụ: khoảng 200mA
 - Tín hiệu kích: Tùy chọn mức cao High hoặc thấp Low (0VDC) qua Jumper.
 - Tiếp điểm đóng ngắt Relay trên mạch: Max 250VAC-10A hoặc 30VDC-10A (Để an toàn nên dùng cho tải có công suất <100W).
 - Kích thước: 52 (L) * 41(W) * 19 (H) mm.

❖ **Màn hình LCD:**



Hình 4.10 Màn hình LCD

- Lý do lựa chọn:
 - Thiết kế gọn, dễ gắn vào hộp thiết bị
 - Dễ đọc, rõ ràng, phù hợp giám sát tại chỗ
 - Giao tiếp đơn giản qua I2C
 - Tương thích tốt với nhiều vi điều khiển
- Thông số kỹ thuật:
 - Loại màn hình: LCD ký tự 20 cột × 4 dòng
 - Điều khiển: Chip điều khiển HD44780 hoặc tương thích
 - Điện áp hoạt động: 5V DC
 - Dòng tiêu thụ: ~1–2mA (tùy vào độ sáng LED nền)
 - Ký tự hiển thị: ASCII, có thể tùy chỉnh ký tự riêng

a. Các bước kết nối

- Kết nối wifi:
 - ESP32 dùng thư viện WiFi.h để kết nối tới router WiFi dựa vào ssid và pass.
 - Khi kết nối thành công, esp32 sẽ có một địa chỉ IP cục bộ.
- Kết nối đến máy chủ Blynk:
 - Blynk sử dụng giao thức TCP/IP, qua: HTTPS (port 443) của Blynk IoT
 - ESP32 tạo một TCP socket, và gửi HTTP(S) request đến địa chỉ máy chủ: “blynk.cloud”
- Xác thực với server Blynk:
 - Blynk gửi BLYNK_AUTH_TOKEN để xác thực.
 - Nếu token hợp lệ, server sẽ cho phép thiết bị truyền và nhận dữ liệu.

4.3.2.2 Truyền dữ liệu

Khi gọi: “Blynk.virtualWrite(V0, power);”, blynk sẽ thực hiện:

- Tạo một gói dữ liệu JSON dạng:

```
“{
  "type": "virtualWrite",
  "pin": "V0",
  "value": 123.4
}”
```
- Gửi gói tin này qua kết nối TCP đang mở đến Blynk Cloud.
- Blynk App hoặc Dashboard nhận dữ liệu và hiển thị theo thời gian thực.

b. Phương thức truyền thông

- Giao thức sử dụng: TCP/IP qua HTTPS
- Cách truyền dữ liệu:
 - Sử dụng thư viện BlynkSimpleEsp32.h, thư viện này quản lý kết nối tới server của Blynk.
 - Khi ta gọi các hàm như:

```
“Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass);
Blynk.virtualWrite(Vx, data);”
```

=> Thì ESP32 sẽ mở một kết nối TCP/IP tới server Blynk và truyền dữ liệu định dạng JSON hoặc nhị phân tùy phiên bản Blynk (Blynk IoT dùng HTTPS).

4.3.3. Thiết kế giao diện webserver

a) Giao diện đăng nhập

Giao diện sử dụng Streamlit - một framework mã nguồn mở được phát triển bằng ngôn ngữ Python, cho phép xây dựng các giao diện web tương tác một cách nhanh chóng và đơn giản, đặc biệt phù hợp với các ứng dụng xử lý dữ liệu và học máy. Với cú pháp ngắn gọn và cách sử dụng gần gũi với lập trình Python truyền thống, Streamlit giúp rút ngắn thời gian phát triển giao diện web từ hàng tuần xuống chỉ còn vài giờ.

- Ưu điểm nổi bật của Streamlit:
- Streamlit cho phép lập trình giao diện và logic xử lý trong cùng một file Python. Điều này giúp tiết kiệm thời gian và giảm độ phức tạp khi xây dựng ứng dụng.
- Có thể kết hợp dễ dàng với Pandas, NumPy, Matplotlib, Plotly, Seaborn... để hiển thị bảng dữ liệu, biểu đồ, hoặc kết quả tính toán.
- Hỗ trợ triển khai lên cloud như: Streamlit Cloud, Render, Heroku, hoặc chạy nội bộ thông qua streamlit run app.py.
- Được cập nhật liên tục, có nhiều ví dụ mẫu và plugin từ cộng đồng giúp mở rộng chức năng

Trong hệ thống giám sát và cảnh báo điện năng này, Streamlit đóng vai trò là lớp giao diện người dùng, kết nối trực tiếp với cơ sở dữ liệu PostgreSQL.



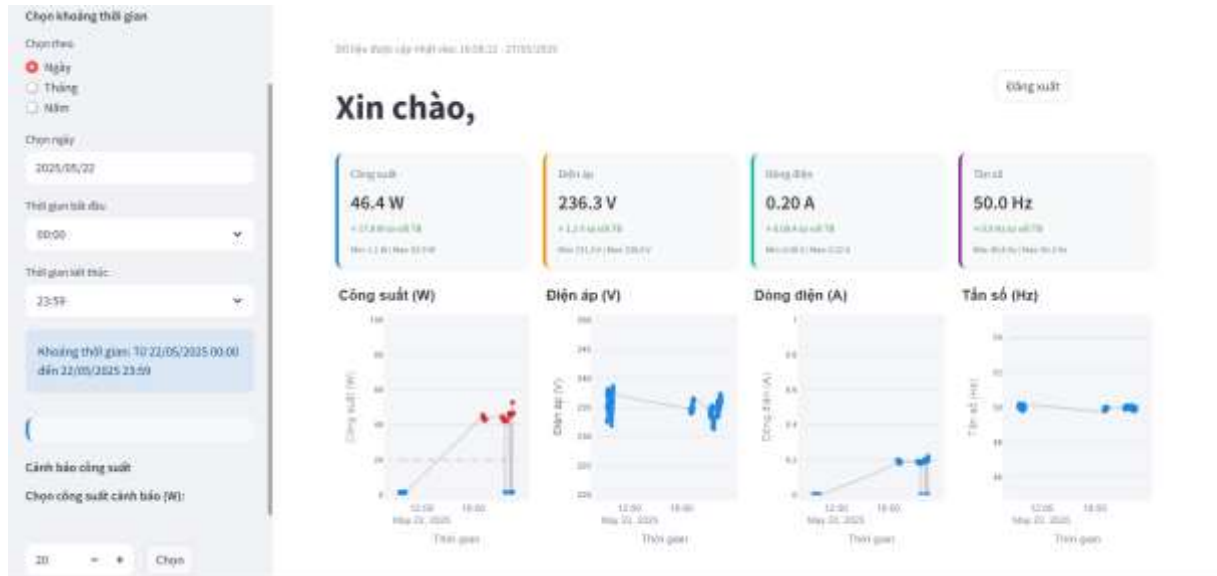
Hình 4.13 Giao diện màn hình đăng nhập

Hệ thống được thiết kế với cơ chế xác thực tài khoản nhằm đảm bảo tính riêng tư và an toàn trong quá trình sử dụng. Cụ thể, mỗi người dùng sẽ được cấp một tài khoản cá nhân, bao gồm tên đăng nhập và mật khẩu. Chỉ những người dùng đã được cấp quyền hợp lệ mới có thể truy cập và đăng nhập vào website hệ thống.

Việc phân quyền như vậy giúp ngăn chặn những truy cập trái phép từ người lạ hoặc các đối tượng không được ủy quyền. Người dùng không đăng nhập sẽ không thể

xem được dữ liệu hệ thống, cũng như không có quyền truy cập vào các chức năng quan trọng như cấu hình cảnh báo. Nhờ đó, toàn bộ thông tin dữ liệu và các tính năng điều khiển đều được đảm bảo an toàn, giúp nâng cao độ tin cậy và bảo mật cho hệ thống.

b) Giao diện chính của website



Hình 4.14 Giao diện màn hình chính

Hệ thống cung cấp giao diện trực quan giúp người dùng theo dõi và phân tích các thông số điện năng trong căn hộ một cách dễ dàng. Khi đăng nhập thành công, giao diện chính sẽ hiển thị các thông tin quan trọng bao gồm giá trị hiện tại, giá trị trung bình, và giá trị nhỏ nhất/lớn nhất của các thông số công suất, điện áp, dòng điện, tần số.

Các thông số này được cập nhật tự động sau mỗi 30 giây, phản ánh dữ liệu thời gian thực từ hệ thống cảm biến. Điều này giúp người dùng nhanh chóng nắm bắt tình trạng hiện tại của hệ thống điện trong căn hộ.

Người dùng có thể lựa chọn khoảng thời gian muốn xem dữ liệu thông qua bộ lọc linh hoạt theo ngày, tháng, năm. Tùy thuộc vào lựa chọn, hệ thống sẽ:

- Truy vấn dữ liệu tương ứng từ database
- Tính toán và hiển thị biểu đồ line cho từng loại thông số

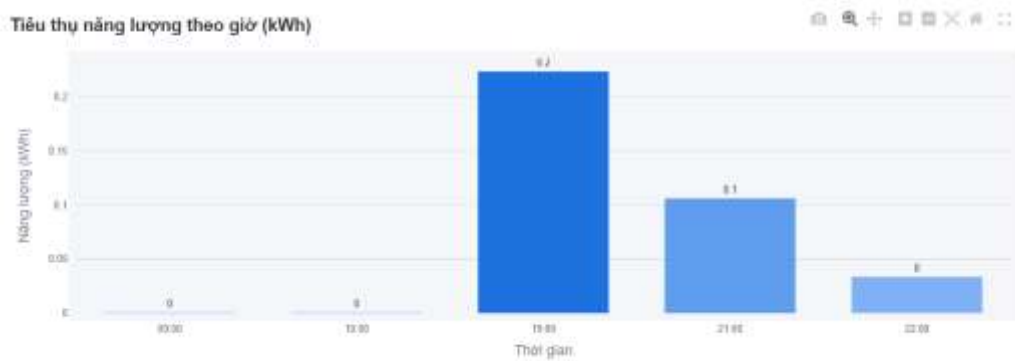
Cảnh báo công suất vượt ngưỡng:

Người dùng có thể nhập trực tiếp giá trị ngưỡng trên giao diện bằng thanh trượt để điều chỉnh mức công suất tối đa cho phép.

Khi giá trị công suất tại thời điểm hiện tại vượt quá ngưỡng này:

- Giao diện sẽ hiển thị các giá trị vượt ngưỡng bằng đường màu đỏ, giúp người dùng dễ dàng nhận biết
- Một cảnh báo sẽ được gửi đến email người dùng để thông báo kịp thời

c) Đồ thị tiêu thụ năng lượng:



Hình 4.15 Đồ thị tiêu thụ năng lượng

Đồ thị giám sát năng lượng tính toán mức tiêu thụ điện năng dựa trên các giá trị công suất được thu thập liên tục từ cảm biến theo thời gian thực. Dữ liệu này được xử lý để tổng hợp lượng điện tiêu thụ trong từng khoảng thời gian.

Để đảm bảo độ chính xác, hệ thống sử dụng phương pháp nội suy công suất trung bình giữa các lần đo liên tiếp, kết hợp với thời gian chênh lệch giữa các mẫu để tính năng lượng tiêu thụ từng đoạn.

$$E_i = \frac{(P_i + P_{i-1})}{2} \times \frac{\Delta t_i}{3600} \quad (4.1)$$

Trong đó:

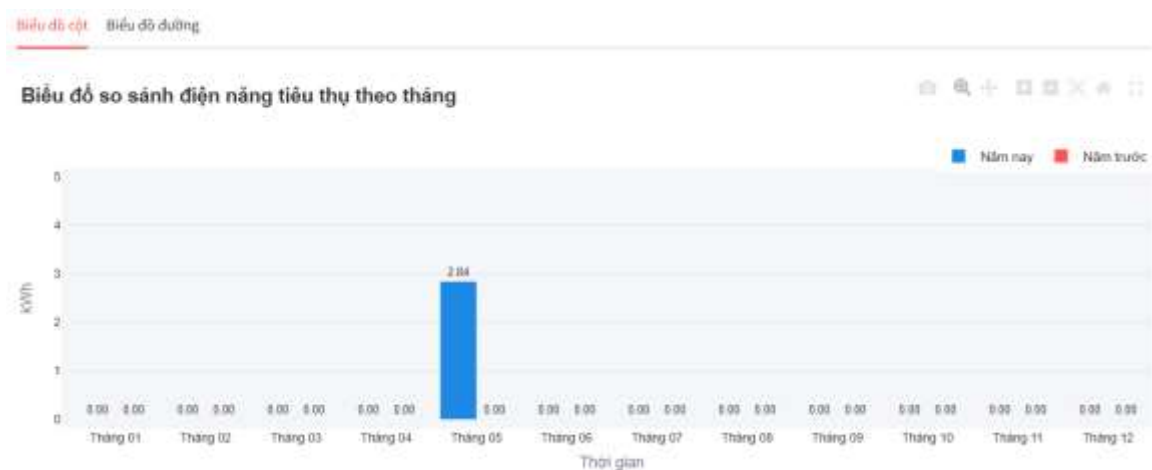
P_i : công suất tại thời điểm hiện tại

P_{i-1} : công suất tại thời điểm trước đó

Δt_i : khoảng thời gian giữa hai lần đo

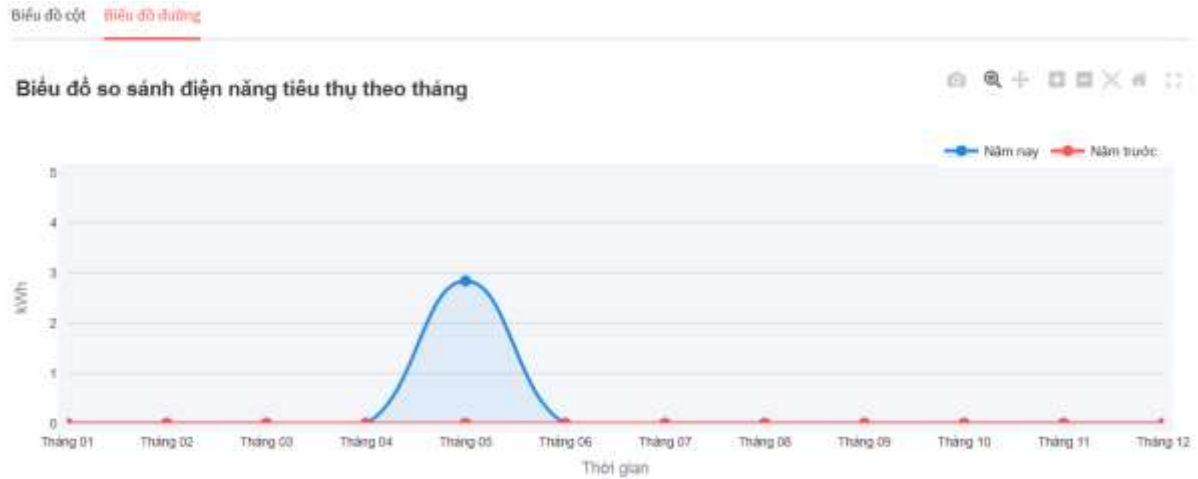
E_i : năng lượng tiêu thụ đoạn i

d) Đồ thị so sánh điện năng tiêu thụ theo cột và theo đường



Hình 4.16 Đồ thị so sánh điện năng tiêu thụ theo cột

Thiết kế hệ thống giám sát và cảnh báo an toàn căn hộ chung cư



Hình 4.17 Đồ thị so sánh điện năng tiêu thụ theo tháng

Thông qua biểu đồ cột và biểu đồ đường trực quan, người dùng có thể nhanh chóng nhận biết sự chênh lệch giữa hai năm theo từng tháng cụ thể.

Tính năng này sẽ cho phép người dùng so sánh dữ liệu của 2 năm liên tiếp nhau 1 cách trực quan, hữu ích cho việc cân đối sử dụng điện năng, từ đó rút ra được những nhận định có giá trị về xu hướng tiêu thụ điện.

Ngoài ra, người dùng còn có thể xuất toàn bộ dữ liệu cảm biến tương ứng với khoảng thời gian đã chọn thành file excel, có thể sử dụng để:

- Lưu trữ dữ liệu dài hạn
- Chia sẻ với kỹ thuật viên hoặc đơn vị quản lý

Chương 5: KẾT QUẢ MÔ HÌNH VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

5.1. Kết quả mô hình toàn bộ hệ thống

Sau khi hoàn thành quá trình tính toán các thông số mạch, thiết kế các sơ đồ nguyên lý, đồng thời thực hiện kiểm tra quá trình hoạt động của mạch. Nhóm đã tiến hành thi công phần cứng, đóng gói thiết bị thành một sản phẩm.



Hình 5.1 Mô hình sau khi đóng gói

5.2. Kết quả mô hình và đánh giá hệ thống cảnh báo người lạ kết hợp cảnh báo cháy

5.2.1. Kết quả mô hình



Hình 5.2 Mô hình phần cứng cảnh báo người lạ và cảnh báo cháy

Tập ảnh dữ liệu huấn luyện được xây dựng nhằm huấn luyện các mô hình phát hiện và cảnh báo các tình huống bất thường trong căn hộ chung cư.



Hình 5.3 Tập ảnh dữ liệu huấn luyện cảnh báo người lạ

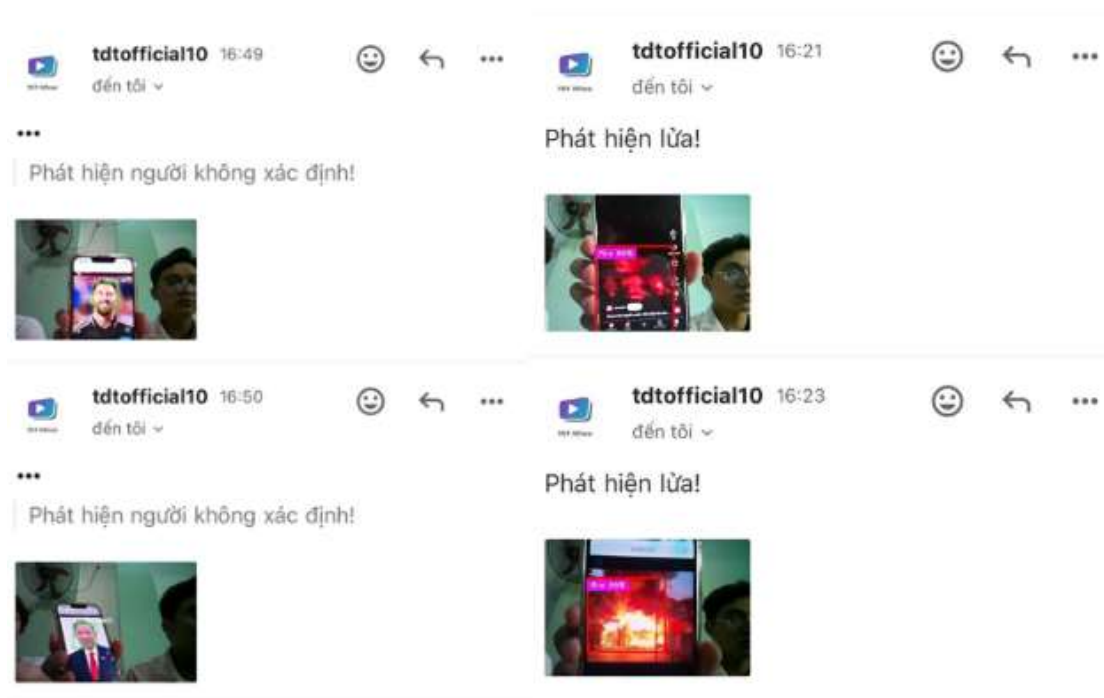


Hình 5.4 Một số ảnh dữ liệu huấn luyện cảnh báo cháy

Sau khi đã huấn luyện mô hình nhận dạng khuôn mặt và đám cháy, nhóm sử dụng các hình ảnh thực tế để kiểm chứng quá trình huấn luyện. Kết quả nhận dạng khuôn mặt và đám cháy thể hiện trên hình 5.5. Kết quả cảnh báo này sẽ được gửi đến email đăng ký như hình 5.6.



Hình 5.5 Kết quả nhận dạng khuôn mặt và phát hiện cháy



Hình 5.6 Hệ thống gửi mail khi phát hiện người lạ hoặc cháy

5.2.2. Đánh giá chất lượng

Nhìn chung, hệ thống hoạt động ổn định trong điều kiện ánh sáng tốt, khả năng nhận diện chính xác nếu người đã được huấn luyện khuôn mặt trước đó. Tuy nhiên, tốc độ nhận diện còn chậm do giới hạn hiệu năng xử lý của Raspberry Pi và độ phân giải của camera.

5.2.3. Kết luận và phương hướng phát triển

Hệ thống cảnh báo người lạ và cảnh báo cháy là một giải pháp hiệu quả, tiết kiệm chi phí trong việc giám sát an ninh cho căn hộ chung cư. Với khả năng nhận diện khuôn mặt và phát hiện cháy tự động, đi kèm cơ chế cảnh báo qua email, hệ thống đã bước đầu đáp ứng được yêu cầu phát hiện sớm và cảnh báo nguy cơ mất an toàn.

Hạn chế:

- Việc cảnh báo chỉ được thực hiện qua email khiến thời gian phản hồi có thể bị chậm trễ trong trường hợp khẩn cấp.
- Hệ thống phụ thuộc nhiều vào điều kiện ánh sáng môi trường; trong điều kiện thiếu sáng, khả năng nhận diện suy giảm rõ rệt.
- Nhận diện khuôn mặt 70-75% accuracy do dataset nhỏ sử dụng 50 tấm ảnh cho 1 khuôn mặt bộ nhớ bị giới hạn
- Tỷ lệ báo cháy sai khoảng 10-15% (tùy môi trường)
- Độ trễ cảnh báo từ 2-5 giây (từ phát hiện đến gửi)

Phương hướng phát triển trong tương lai:

- Bổ sung chức năng lưu trữ log và dữ liệu cảnh báo để phục vụ việc tra cứu, thống kê và phân tích sau này
- Triển khai chế độ giám sát ban đêm bằng hồng ngoại hoặc sử dụng camera có khả năng xử lý ánh sáng yếu để mở rộng khả năng hoạt động của hệ thống.

5.3. Kết quả mô hình và đánh giá hệ thống giám sát năng lượng và cảnh báo

5.3.1. Kết quả mô hình

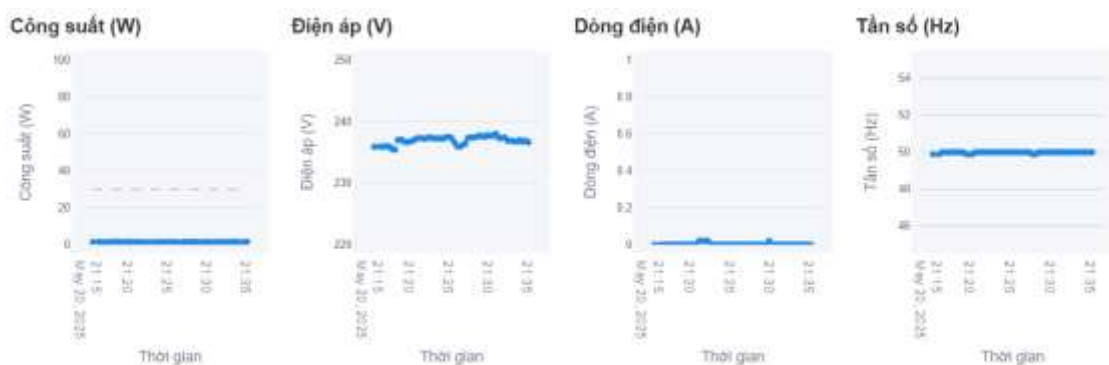


Hình 5.7 Mô hình phần cứng giám sát năng lượng

Sau quá trình đo các thông số điện năng và gửi dữ liệu lên webserver để kiểm chứng tính năng cảnh báo khi vượt quá công suất, nhóm đã tiến hành sử dụng các thiết bị có công suất lớn để thử nghiệm. Giao diện hiển thị các thông số điện năng được thể hiện tại hình 5.8. Dữ liệu giám sát điện năng được hiển thị dưới dạng biểu đồ cột tại hình 5.9. Dữ liệu tiêu thụ điện năng được hiển thị tại hình 5.10. Khi xảy ra tình trạng quá công suất, hệ thống sẽ tự động gửi email cảnh báo đến địa chỉ đã được đăng ký, như minh họa ở hình 5.12.



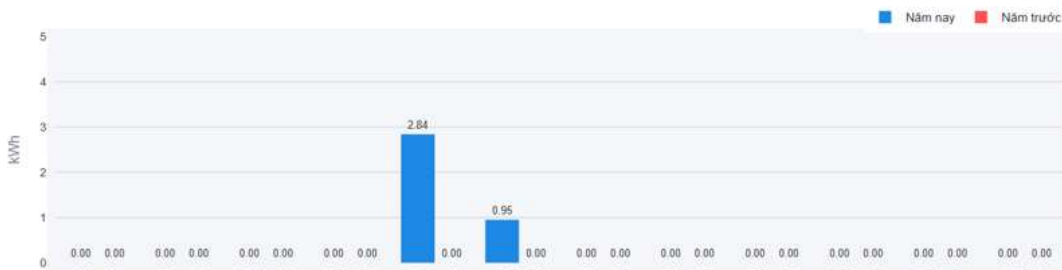
Hình 5.8 Giao diện hiển thị thông số điện năng theo thời gian thực



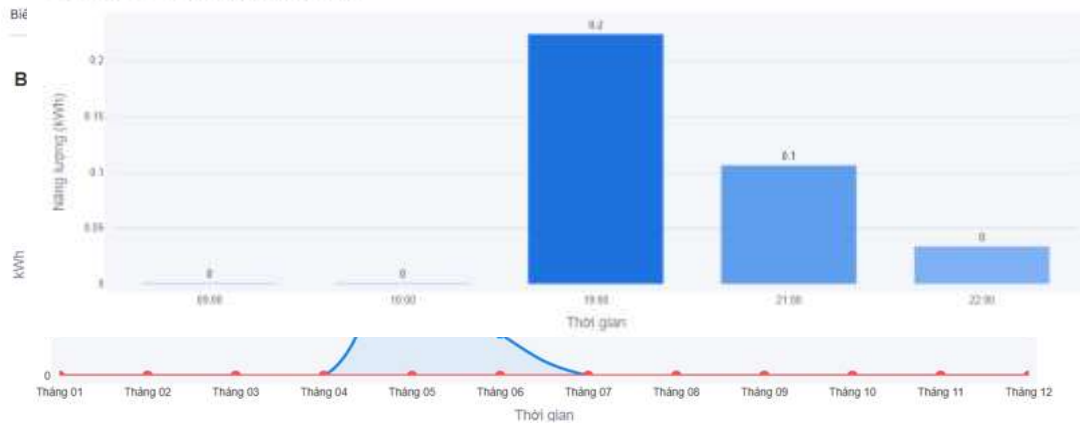
Thiết kế hệ thống giám sát và cảnh báo an toàn căn hộ chung cư

Biểu đồ cột Biểu đồ đường

Biểu đồ so sánh điện năng tiêu thụ theo tháng



Tiêu thụ năng lượng theo giờ (kWh)



Hình 5.9 Biểu đồ đường các thông số điện năng

Hình 5.10 Biểu đồ tiêu thụ điện năng

Hình 5.11 Biểu đồ cột và đường so sánh tiêu thụ điện năng của năm này và năm ngoái

⚠ Cảnh báo: Công suất vượt ngưỡng Inbox x

vinhnguyen.040799@gmail.com

to me ▾

⚠ Cảnh báo: Công suất vượt ngưỡng!

- Thời gian ghi nhận: 2025-06-05 09:45:24+07:00

- Công suất hiện tại: 422.6 W

- Ngưỡng cảnh báo: 20 W

Hình 5.12 Mail cảnh báo khi vượt qua công suất

5.3.2. Đánh giá chất lượng

Hệ thống giám sát năng lượng và cảnh báo đã hoạt động ổn định và đáp ứng các chức năng thiết kế. Dữ liệu điện năng được thu thập liên tục và hiển thị chính xác theo thời gian thực trên giao diện website. Tốc độ cập nhật nhanh, giao diện trực quan, dễ sử dụng.

Việc tích hợp nền tảng Blynk giúp điều khiển từ xa các thiết bị điện thông qua relay một cách linh hoạt. Người dùng có thể bật/tắt thiết bị từ ứng dụng Blynk trên điện thoại. Hệ thống cảnh báo qua email cũng hoạt động hiệu quả khi công suất vượt ngưỡng cài đặt, góp phần đảm bảo an toàn điện.

5.3.3. Kết luận và phương hướng phát triển

Hệ thống giám sát năng lượng và cảnh báo chứng minh tính khả thi và hiệu quả trong việc theo dõi, quản lý tiêu thụ điện trong thời gian thực. Với khả năng kết nối internet, giám sát từ xa, điều khiển qua Blynk và cảnh báo qua email.

Tính ổn định khi nhiều thiết bị hoạt động đồng thời

❖ Ưu điểm

- Kiểm soát quá tải: Hệ thống tự động ngắt relay (RL1, RL2) nếu công suất vượt ngưỡng 100W.
- Non-blocking loop: Sử dụng millis() để tính E1 (năng lượng 1 phút) mà không dùng delay(), giúp hệ thống không bị treo.
- Kết nối mạng ổn định:
 - o Blynk chạy trên nền WiFiClient, không chiếm nhiều băng thông.
 - o HTTP POST đến PostgreSQL có timeout mặc định, tránh nghẽn mạng.

❖ Rủi ro khi mở rộng

- Nếu kết nối WiFi yếu, ESP32 có thể bị mất kết nối Blynk hoặc timeout khi gửi dữ liệu.
- Nếu PostgreSQL server chậm, HTTP POST có thể tốn thời gian (~1-2s), làm giảm tốc độ phản hồi.
- Nếu có nhiều cảm biến PZEM, UART (Serial2) có thể bị nghẽn do tốc độ truyền dữ liệu.

Mức tiêu thụ tài nguyên ESP32

❖ RAM (Bộ nhớ động)

Ước lượng sử dụng:

- o Blynk: ~5-10KB (do dùng WiFiClient).
- o PZEM-004T: ~2-3KB (Serial buffer + xử lý dữ liệu).
- o LCD I2C: ~1KB.
- o HTTPClient: ~5-10KB (khi gửi dữ liệu).
- o Tổng: Khoảng 20-30KB/160KB (ESP32 có 160KB RAM).

→ Còn dư RAM để xử lý thêm tác vụ.

❖ CPU (Tốc độ xử lý)

Vòng lặp loop() chạy mỗi 1 giây (delay(1000)):

Thiết kế hệ thống giám sát và cảnh báo an toàn căn hộ chung cư

- Đọc PZEM (~50ms).
- Xử lý relay (~1ms).
- Gửi Blynk (~10-50ms, tùy WiFi).
- Gửi PostgreSQL (~100-500ms, tùy server).
- Hiển thị LCD (~10ms).

→ Tổng thời gian xử lý mỗi vòng lặp: ~200-600ms (tùy kết nối mạng).

ESP32 (240MHz) chỉ sử dụng ~5-10% CPU → Còn nhiều tài nguyên để mở rộng.

❖ Tốc độ Phản Hồi Web (Blynk)

Blynk cập nhật dữ liệu mỗi 1 giây:

- Độ trễ hiển thị: ~0.5-2s (tùy Internet).
- Phản hồi nút nhấn (V4): ~100-500ms.

→ Đủ nhanh cho giám sát thời gian thực.

Đánh giá khả năng mở rộng

❖ Có thể mở rộng thêm

- Thêm cảm biến (DHT22, cảm biến chuyển động) → Dùng I2C/GPIO.
- MQTT thay cho HTTP → Giảm tải cho ESP32 khi gửi dữ liệu.
- OTA Update → Cập nhật firmware không cần nạp code.
- Sleep Mode → Tiết kiệm điện nếu dùng pin.

❖ Giới hạn khi mở rộng

- Nếu dùng thêm nhiều UART (GPS, RS485), ESP32 chỉ có 3 UART (Serial, Serial1, Serial2).
- Nếu dùng nhiều HTTP request, có thể gây nghẽn do RAM/CPU.
- Nếu dùng nhiều relay, cần thêm driver (VD: ULN2003) vì GPIO ESP32 chỉ cung cấp tối đa 12mA/chân.

Hạn chế:

- PZEM-004T là cảm biến giá rẻ, phù hợp cho mục đích học tập và nghiên cứu, chưa đạt độ chính xác cao.
- Phiên bản miễn phí của Blynk giới hạn số lượng widget và điều khiển.
- Triển khai trên cơ sở dữ liệu miễn phí nên giới hạn dung lượng lưu trữ.

Phương hướng phát triển trong tương lai:

- Tối ưu giao diện web
- Tự động học thói quen tiêu thụ điện để tối ưu chi phí vận hành.
- Tích hợp AI để dự đoán bất thường điện năng hoặc nguy cơ rò rỉ.

KẾT LUẬN

Sau quá trình nghiên cứu, tiến hành thiết kế và thi công thành sản phẩm hoàn chỉnh thì nhóm đã thực hiện được những yêu cầu gồm giám sát an ninh với khả năng nhận diện khuôn mặt, phát hiện cháy tự động và gửi cảnh báo qua email, thu thập dữ liệu điện năng theo thời gian thực, tích hợp điều khiển từ xa qua ứng dụng Blynk và cảnh báo về email khi công suất vượt ngưỡng. Giao diện web giao diện trực quan, dễ sử dụng, góp phần nâng cao an ninh và tiết kiệm năng lượng. Nhóm đã thực hiện việc tự thiết kế, thi công mạch, mô hình sản phẩm, có tính thẩm mỹ và thực tế.

Tuy nhiên, vẫn còn vấn đề khi sử dụng với camera Raspberry Pi, làm hệ thống mất ổn định. Hệ thống đã thiết kế vẫn còn tồn tại một số vấn đề như tốc độ nhận dạng ảnh chưa đáp ứng nhanh, giảm hiệu suất nhận diện trong điều kiện thiếu sáng, sai số của các thiết bị đo dòng điện, giới hạn các thao tác trên Blynk, cảnh báo chỉ qua email. Nói tóm lại, sau khi thực hiện đề tài, nhóm đã làm được một hệ thống đo hoàn chỉnh với độ chính xác tương đối. Điều chưa làm được trong hệ thống đó là việc chưa tối ưu hóa việc nhận dạng ảnh qua camera của Raspberry Pi và chưa thể gửi và quản lý dữ liệu trên Web/App của phần nhận dạng người lạ và cảnh báo cháy.

Hệ thống có thể phát triển thành một hệ thống lớn, từ giám sát và cảnh báo an toàn của căn hộ chung cư thì chúng ta có thể giám sát và cảnh báo an toàn cho cả tầng của chung cư, rộng hơn là phát triển giám sát cho cả chung cư, công ty hoặc phát triển hơn là nhà máy, xí nghiệp. Phát triển thêm các thông báo cho người dùng trên điện thoại như SMS, gọi điện thoại và các ứng dụng trên điện thoại; cần tối ưu và đưa ra các lựa chọn tác động vào hệ thống thông qua Internet. Hệ thống nhận dạng hoạt động tốt hơn thì nên triển khai camera hồng ngoại hoặc camera có độ phân giải cao hoặc công nghệ xử lý ảnh low-light. Hệ thống có thể sử dụng web/app phần nhận diện để giám sát theo thời gian thực và tiện sử dụng cho người dùng. Thiết kế một giao diện web/app tin cậy hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Lê Hải Thanh , Đoàn Vân Chi , Nguyễn Hữu Phát ,Nguyễn Trọng Các, ”Nhận diện khuôn mặt với OPENCV và thuật toán LBPH” ,Tập chí Nghiên cứu khoa học Đại học Sao Đỏ, tập 2024, số 1(84),trang 11, 2024
- [2] Nguyễn Quang Hoan ,Giáo trình Xử lý ảnh-Học viện công nghệ bưu chính viễn thông, Hà Nội: Nhà xuất bản Hà Nội, 2006

PHỤ LỤC 1

Link GitHub phần website hệ thống giám sát và cảnh báo năng lượng.

https://github.com/TheVinh0407/do_an

Link GitHub phần xử lý ảnh cho hệ thống nhận dạng và cảnh báo người lạ kết hợp cháy.

<https://github.com/ducthao22/DATN-XLA2025.git>