
ĐẠI HỌC PHENIKAA
TRƯỜNG CÔNG NGHỆ THÔNG TIN PHENIKAA



BÁO CÁO ĐỒ ÁN LIÊN NGÀNH

Nhóm 2
Xây dựng hệ thống SmartHome đa tích hợp

Giảng viên hướng dẫn:

TS. Phạm Ngọc Hưng

Sinh viên thực hiện:

Vũ Đăng Khoa - 22010357

Trịnh Văn Toàn - 22010491

Tiêu Công Tuấn - 22010175

Ngô Minh Tú - 22010488

Khóa: K16 – 2022 – 2026

Lớp tín chỉ: Đồ án liên ngành – 1 – 3 – 24(N01)

Chương trình đào tạo: Chính quy

HÀ NỘI, 4/2025

LỜI CẢM ƠN

Trước tiên, nhóm chúng em xin gửi lời cảm ơn chân thành và sâu sắc nhất đến Thầy – Tiến sĩ Phạm Ngọc Hưng đã luôn tận tâm hướng dẫn, định hướng và tạo điều kiện thuận lợi để nhóm hoàn thành đồ án “Xây dựng hệ thống SmartHome đa tích hợp”.

Trong suốt quá trình thực hiện đề tài, Thầy không chỉ truyền đạt cho chúng em những kiến thức chuyên môn quý báu mà còn khơi dậy tinh thần nghiên cứu, tư duy sáng tạo cũng như thái độ làm việc nghiêm túc và chuyên nghiệp. Sự hỗ trợ tận tình của Thầy chính là nguồn động viên to lớn giúp chúng em vượt qua những khó khăn, thử thách trong quá trình xây dựng và triển khai hệ thống.

Thông qua đồ án này, nhóm đã có cơ hội tiếp cận thực tế với quy trình thiết kế – lập trình hệ thống thông minh, hiểu rõ hơn vai trò của tích hợp phần cứng và phần mềm trong các ứng dụng IoT hiện đại. Đây sẽ là hành trang quan trọng cho quá trình học tập và làm việc của chúng em sau này.

Một lần nữa, chúng em xin chân thành cảm ơn Thầy và kính chúc Thầy luôn mạnh khỏe, công tác tốt và tiếp tục truyền cảm hứng cho các thế hệ sinh viên tiếp theo.

Tập thể thành viên Nhóm 2

Đồ án liên ngành: Xây dựng hệ thống SmartHome đa tích hợp

LỜI CAM ĐOAN

Chúng em xin cam đoan rằng toàn bộ nội dung trong đồ án liên ngành “Xây dựng hệ thống SmartHome đa tích hợp” là kết quả của quá trình làm việc nghiêm túc, nghiên cứu và thực hiện thực tế của chính các thành viên trong nhóm dưới sự hướng dẫn tận tình của Thầy – TS. Phạm Ngọc Hưng.

Trong quá trình thực hiện đồ án, nhóm đã chủ động tìm hiểu, phân tích và phát triển hệ thống trên cơ sở kiến thức chuyên ngành đã học cùng với việc tự học hỏi và áp dụng thực tiễn. Những nội dung, số liệu, hình ảnh và mã nguồn sử dụng trong đồ án đều được trích dẫn rõ ràng và nhóm không sao chép hay sử dụng bất kỳ sản phẩm nào của cá nhân/tổ chức khác mà không được phép.

Chúng em hoàn toàn chịu trách nhiệm về tính trung thực và nguyên bản của nội dung trong báo cáo đồ án này.

Hà Nội, ngày 21 tháng 07 năm 2025

Đại diện nhóm sinh viên thực hiện

Nhóm trưởng – Vũ Đăng Khoa

PHÂN CÔNG NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN

Danh sách các công việc		Mô tả tóm tắt công việc
Công việc 1		Lên ý tưởng, lập kế hoạch, phân chia công việc, chịu trách nhiệm đảm bảo tiến độ công việc.
Phần cứng	Công việc 2	Thiết kế sơ đồ mạch điện, lựa chọn linh kiện, thiết kế mô hình, kết nối thiết bị.
	Công việc 3	Thiết kế mô hình nhà thông minh, lựa chọn vật liệu và kiến trúc thi công.
	Công việc 4	Lắp đặt thiết bị, hàn nối, kiểm tra tín hiệu hoạt động từ cảm biến và thiết bị.
	Công việc 5	Thực hiện thiết kế và lắp ráp mô hình nhà thông minh tương thích với hệ thống thiết bị
	Công việc 6	Lập trình firmware cho 2 thiết bị MCU với ESP32 Dev Module và ESP32-S2 Dev Module để kết nối với toàn bộ ngoại vi của dự án.
	Công việc 7	Kiểm thử phần cứng, thực hiện đo đạc và kiểm tra kết nối điện cho từng thiết bị đảm bảo độ chắc chắn và chính xác.
Phần mềm	Công việc 8	Thiết kế mô hình 3D và xây dựng sơ đồ mạch điện tương thích với ý tưởng và các thiết bị lựa chọn.
	Công việc 9	Xây dựng giao diện chi tiết quản lý, xử lý tương tác điều khiển thiết bị từ người dùng với đa tính năng và chức năng sử dụng.
	Công việc 10	Thiết kế UI/UX Application nền tảng để điều khiển thân thiện, responsive và đồng bộ với phần cứng.
	Công việc 11	Thiết lập giao tiếp kết nối MQTT cho thiết bị MCU và phần mềm theo thời gian thực.

	Công việc 12	Thiết lập database Firebase với ứng dụng để lưu trữ Realtime và quản lý tài khoản người dùng.
	Công việc 13	Kiểm thử phần mềm, đảm bảo giao diện hoạt động mượt mà, ổn định trên đa nền tảng, các tính năng được đồng bộ và tối ưu hiệu năng và bảo mật tốt nhất.
Kiểm thử hệ thống	Công việc 14	Kết nối tổng thể phần mềm – phần cứng, kiểm thử tính ổn định và độ phản hồi giao tiếp giữa phần mềm và các thiết bị phần cứng.
Xây dựng báo cáo và Slide	Công việc 15	Thực hiện xây dựng báo cáo theo chuẩn format đã được cung cấp và tạo Slide chuẩn để phục vụ cho thuyết trình về dự án.

STT	Mã sinh viên	Họ và tên	Công việc đảm nhận	Nội dung đã thực hiện	Đánh giá
1	22010357	Vũ Đăng Khoa (Nhóm trưởng)	1. Phần mềm: Công việc 1, 2, 3, 4, 5, 6. 2. Phần cứng: Công việc 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15.	1. Thực hiện lên ý tưởng, xây dựng nền tảng và phân công công việc, sắp xếp lịch trình họp và làm việc nhóm hằng tuần, logic hoạt động hệ thống để giao nhiệm vụ các thành viên. 2. Xây dựng mã nguồn kết nối, giao tiếp và xử lý giữa phần cứng với MQTT và từ MQTT với phần mềm (Flutter Application).	100%

				<p>3. Lập trình bao quát toàn bộ tổng thể phần mềm từ xây nền tảng giao diện, phát triển tính năng logic, tích hợp AI nhận diện, thống kê và thiết lập database với Firebase để xác thực người dùng đa phương thức và lưu trữ dữ liệu.</p> <p>4. Thực hiện lựa chọn và thiết lập đầu nối và căn chỉnh thiết bị phần cứng để tối ưu hoá hệ thống phần mềm. Thiết kế, lắp đặt mô hình nhà thông minh thực tế.</p> <p>5. Xây dựng Báo cáo chi tiết và Slides.</p>	
2	22010491	Trịnh Văn Toàn	1. Phần mềm: Công việc	<p>1. Thực hiện lên ý tưởng thực hiện, thu ký quan trọng tổng hợp nội dung và xử lý khái quát theo từng buổi, đảm bảo tiến độ cập nhật cho Khoa và xây</p>	100%

			<p>1, 3, 5, 7</p> <p>2. Phần cứng: Công việc 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15.</p>	<p>dựng các báo cáo Tuần theo mẫu chuẩn.</p> <p>2. Xử lý tiến độ Plan theo từng tuần, đảm bảo theo mô tả công việc từ Khoa và phân chia hợp lý.</p> <p>3. Thực hiện chính trong việc thiết kế nguyên mẫu mô hình nhà thông minh và trang trí toàn bộ cho các vị trí trong ngôi nhà.</p> <p>4. Lập trình giao diện cho Room và chỉnh sửa các tính năng nâng cao trải nghiệm người dùng về phía tài khoản.</p> <p>5. Xây dựng Báo cáo chi tiết.</p>	
3	22010175	Tiêu Công Tuần	<p>1. Phần mềm: Công việc</p>	<p>1. Thực hiện phối hợp và cộng tác chặt chẽ với Khoa để phát triển chính yếu từ phía phần mềm từ giao diện tổng thể đến các tính năng và chức</p>	

			<p>2, 3, 4, 5.</p> <p>2. Phần cứng: Công việc 9 ,10, 11, 12, 13, 14, 15.</p>	<p>năng chi tiết bên trong.</p> <p>2. Thực hiện lựa chọn những thiết bị phần cứng và lắp đặt dựa trên mô tả / sơ đồ mạch điện của nhóm thiết kế bao gồm hàn nối.</p> <p>3. Thiết kế chi tiết đa tính năng và giao diện thông minh: Navigation Bottom cao cấp và thông minh, xử lý logic giao diện và tối ưu hoá trải nghiệm người dùng trong thao tác điều khiển đa thiết bị.</p> <p>4. Xây dựng hệ thống phân tích dữ liệu thống kê tích hợp AI từ database để đưa ra thông tin cho người dùng.</p> <p>5. Xây dựng Báo cáo chi tiết.</p>	100%
--	--	--	--	---	------

4	22010488	Ngô Minh Tú	<ol style="list-style-type: none"> 1. Phần mềm: Công việc 2, 4, 5. 2. Phần cứng: Công việc 8 ,10, 13, 14. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Thực hiện vẽ Mô hình 3D nền tảng, thiết kế chi tiết từng thành phần theo yêu cầu của nhóm. Tinh chỉnh từng vị trí, thành phần để làm nền tảng cho mô hình thực tế chính xác. 2. Thiết kế sơ đồ mạch điện của toàn hệ thống theo chuẩn cấu trúc, hệ thống mạch điện và thực hiện lựa chọn, lắp đặt phần cứng thiết bị. 3. Xây dựng giao diện cơ bản khu vực room tổng quát và tham gia xử lý logic đi sâu từng thành phần trong việc điều khiển từng thiết bị trong từng khu vực cụ thể 4. Xây dựng Báo cáo chi tiết. 	100%
---	----------	-------------	---	--	------

MỤC LỤC

LỜI CẢM ƠN	1
LỜI CAM ĐOAN.....	2
PHÂN CÔNG NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN	3
DANH MỤC HÌNH ẢNH	11
DANH MỤC BẢNG BIỂU	13
CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU	15
1.1 Đặt vấn đề.....	15
1.2 Các giải pháp đã có	16
1.3 Giải pháp đề xuất.....	17
CHƯƠNG 2: THIẾT KẾ VÀ TRIỂN KHAI.....	19
2.1 Các yêu cầu chức năng	19
2.2 Các yêu cầu phi chức năng.....	19
2.3 Các ràng buộc	20
2.3.1 Các ràng buộc về triển khai	20
2.3.2 Các ràng buộc kinh tế	21
2.3.3 Các ràng buộc về đạo đức	22
2.4 Mô hình hệ thống	22
2.4.1 Mô hình kiến trúc hệ thống	22
2.4.2 Mô hình thiết bị và kết nối.....	25
2.4.3 Mô hình thiết kế mạch.....	38
2.4.4 Mô hình dữ liệu	41
2.4.5 Mô hình Use Case	42
2.4.6 Các giao diện điều khiển.....	50
2.5 Phần mềm	61
2.5.1 Mô hình Sequence Diagram.....	61
2.5.2 Luồng hoạt động chính.....	70

2.6 Phần cứng	79
2.6.1 Mô hình 3D	79
2.6.2 Mô hình thực tế	80
CHƯƠNG 3: MỘT SỐ THÀNH PHẦN KHÁC CỦA ĐỒ ÁN	82
3.1 Kế hoạch dự án	82
3.2 Đảm bảo thực hiện đúng làm việc nhóm	84
3.3 Các vấn đề về đạo đức và làm việc chuyên nghiệp	84
3.4 Tác động xã hội	85
3.5 Kế hoạch cho kiến thức mới và chiến lược học tập	86
CHƯƠNG 4: KẾT LUẬN	88
CHƯƠNG 5: TÀI LIỆU THAM KHẢO	89

DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 2.1 Sơ đồ mạch điện Outside.....	38
Hình 2.2 Sơ đồ mạch điện Inside	40
Hình 2.3 Sơ đồ Usecase Tổng quát	43
Hình 2.4 Sơ đồ Iot Device	43
Hình 2.5 Sơ đồ AI Assistant.....	44
Hình 2.6 Giao diện Trang Menu.....	50
Hình 2.7 Giao diện trang Home	52
Hình 2.8 Giao diện trang Rooms	53
Hình 2.9 Giao diện chọn Theme màu sắc.....	54
Hình 2.10 Giao diện Trang Profile	55
Hình 2.11 Giao diện Trang Trợ Lý AI (Chat)	56
Hình 2.12 Giao diện Trang Trợ Lý AI (Void).....	57
Hình 2.13 Giao diện trang Cài đặt AI Void.....	58
Hình 2.14 Giao diện Trang Thống kê.....	59
Hình 2.15 Giao diện Chỉnh sửa hồ sơ	61
Hình 2.16 Sơ đồ Sequence Bật/tắt thiết bị qua ứng dụng.....	61
Hình 2.17 Sơ đồ Sequence Điều khiển thiết bị (timeout/mất kết nối)	62
Hình 2.18 Sơ đồ Sequence Thu thập cảm biến dữ liệu	63
Hình 2.19 Sơ đồ Sequence Điều khiển bằng giọng nói.....	64
Hình 2.20 Sơ đồ Sequence Xác thực người dùng.....	65
Hình 2.21 Sơ đồ Sequence Phân tích năng lượng tiêu thụ	66

Hình 2.22 Sơ đồ Sequence Quản lý thiết bị theo chế độ có sẵn.....	67
Hình 2.23 Sơ đồ Sequence Theo dõi hệ thống/giám sát.....	68
Hình 2.24 Sơ đồ Sequence Đồng bộ dữ liệu người dùng.....	69
Hình 2.25 Sơ đồ Sequence Cập nhập theo thời gian thực (Realtime).....	70
Hình 2.26 Sơ đồ luồng App Initialization Flow (Luồng khởi động ứng dụng)	71
Hình 2.27 Sơ đồ luồng MQTT Connection Flow (Luồng kết nối MQTT)	72
Hình 2.28 Sơ đồ luồng Mobile App Control Flow (Luồng điều khiển thiết bị từ App) ...	73
Hình 2.29 Sơ đồ luồng Voice Command Control Flow (Luồng điều khiển bằng giọng nói)	74
Hình 2.30 Sơ đồ luồng Sensor Data Flow (Luồng cảm biến dữ liệu)	74
Bảng 2.31 Mô tả sơ đồ luồng Sensor Data Flow (Luồng cảm biến dữ liệu).....	75
Hình 2.32 Sơ đồ luồng Energy Analytics Flow (Luồng phân tích năng lượng)	75
Hình 2.33 Sơ đồ luồng Zone & Room Management Flow (Luồng quản lý khu vực và phòng)	76
Hình 2.34 Sơ đồ luồng Real-time Monitoring Flow (Luồng giám sát thời gian thực)	77
Hình 2.35 Sơ đồ luồng Error & Exception Handling Flow (Luồng xử lý lỗi)	78
Hình 2.36 Sơ đồ luồng Offline Sync Flow (Luồng đồng bộ khi offline).....	78
Hình 2.37 Mô hình 3D Ngôi nhà.....	79
Hình 2.38 Mô hình thực tế.....	80
Hình 2.39 Kế hoạch dự án	82

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 2.1 Mô tả UC001: Device Control - Điều khiển thiết bị.....	44
Bảng 2.2 Mô tả UC002: Sensor Data Monitoring - Giám sát dữ liệu cảm biến	45
Bảng 2.3 Mô tả UC003: Voice Command Processing - Xử lý lệnh giọng nói	46
Bảng 2.4 Mô tả UC004: Energy Analytics - Phân tích năng lượng	46
Bảng 2.5 Mô tả UC005: User Management - Quản lý người dùng	47
Bảng 2.6 Mô tả UC006: Custom Command Management - Quản lý lệnh tùy chỉnh	47
Bảng 2.7 Mô tả UC007: System Monitoring - Giám sát hệ thống	47
Bảng 2.8 Mô tả UC008: Zone Management - Quản lý khu vực	48
Bảng 2.9 Mô tả UC009: Energy Bill Calculation - Tính toán hóa đơn điện.....	48
Bảng 2.10 Mô tả UC010: Weather Integration - Tích hợp thời tiết	49
Bảng 2.11 Mô tả Bật/tắt thiết bị qua ứng dụng	62
Bảng 2.12 Mô tả Điều khiển thiết bị (timeout/mất kết nối)	63
Bảng 2.13 Mô tả thu thập dữ liệu	63
Bảng 2.14 Mô tả Điều khiển bằng giọng nói.....	64
Bảng 2.15 Mô tả Xác thực người dùng	66
Bảng 2.16 Mô tả Phân tích năng lượng	67
Bảng 2.17 Mô tả Quản lý thiết bị theo chế độ có sẵn.....	67
Bảng 2.18 Mô tả Theo dõi hệ thống/giám sát	68
Bảng 2.19 Mô tả Đồng bộ dữ liệu người dùng.....	69
Bảng 2.20 Mô tả cập nhập theo thời gian thực (Realtime).....	70
Bảng 2.21 Mô tả Sơ đồ luồng App Initialization Flow (Luồng khởi động ứng dụng).....	71
Bảng 2.22 Mô tả Sơ đồ luồng MQTT Connection Flow (Luồng kết nối MQTT)	72

Bảng 2.23 Mô tả sơ đồ luồng Mobile App Control Flow (Luồng điều khiển thiết bị từ App)	73
Bảng 2.24 Mô tả Sơ đồ luồng Voice Command Control Flow (Luồng điều khiển bằng giọng nói)	74
Bảng 2.26 Mô tả sơ đồ luồng Energy Analytics Flow (Luồng phân tích năng lượng)	76
Bảng 2.27 Mô tả sơ đồ luồng Zone & Room Management Flow (Luồng quản lý khu vực và phòng)	76
Bảng 2.28 Mô tả sơ đồ luồng Real-time Monitoring Flow (Luồng giám sát thời gian thực)	77
Bảng 2.29 Mô tả sơ đồ luồng Error & Exception Handling Flow (Luồng xử lý lỗi)	78
Bảng 2.30 Mô tả sơ đồ luồng Offline Sync Flow (Luồng đồng bộ khi offline)	79

CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU

1.1 Đặt vấn đề

Mặc dù công nghệ nhà thông minh đang ngày càng phát triển và đóng vai trò quan trọng trong việc nâng cao chất lượng cuộc sống, nhưng không phải ai cũng dễ dàng tiếp cận và ứng dụng công nghệ này trong sinh hoạt hằng ngày. Đặc biệt là đối với những người dùng ở vùng nông thôn hoặc người lớn tuổi, việc áp dụng các thiết bị smarthome vẫn gặp nhiều rào cản. Một trong những trở ngại lớn nhất là thiếu kiến thức kỹ thuật và khả năng sử dụng các nền tảng số, phần mềm điều khiển hoặc ứng dụng di động, dù chúng có thể giúp tiết kiệm năng lượng, tăng cường bảo mật và tạo ra môi trường sống tiện nghi hơn.

Cụ thể, việc kiểm soát các yếu tố như ánh sáng, nhiệt độ, an ninh, và các thiết bị điện tử trong nhà là rất quan trọng để tạo nên một không gian sống hiện đại, hiệu quả và an toàn. Tuy nhiên, nhiều hộ gia đình vẫn phải vận hành các thiết bị này theo cách thủ công, thiếu sự kết nối và tự động hóa, dẫn đến việc sử dụng năng lượng không hợp lý, tốn kém chi phí và khó khăn trong việc giám sát từ xa.

Bên cạnh đó, chi phí đầu tư ban đầu cho các thiết bị smarthome như cảm biến, công tắc thông minh, hệ thống điều khiển trung tâm,... cũng là một rào cản đáng kể. Không ít gia đình e ngại về mức giá cao và chưa thấy rõ được giá trị lâu dài mà công nghệ mang lại. Ngoài ra, thiếu các chương trình đào tạo, hướng dẫn sử dụng hoặc hỗ trợ kỹ thuật cũng khiến nhiều người chưa sẵn sàng chuyển sang sử dụng nhà thông minh. Vì vậy, để công nghệ smarthome thực sự trở thành xu hướng phổ cập, cần có sự kết hợp giữa việc phát triển sản phẩm dễ sử dụng, chi phí hợp lý và các chính sách hỗ trợ tiếp cận rộng rãi đến mọi tầng lớp người dùng.

1.2 Các giải pháp đã có

Hiện nay, một số công nghệ hiện đại đã được áp dụng trong nông nghiệp nhằm nâng cao năng suất và hiệu quả sản xuất. Các giải pháp tiêu biểu có thể kể đến như robot bán tự động, máy bay không người lái (drone), và mô hình canh tác chính xác. Những công nghệ này mang lại nhiều lợi ích rõ rệt, đặc biệt trong việc tự động hóa các công đoạn sản xuất, giảm công sức lao động thủ công và cải thiện độ chính xác trong chăm sóc cây trồng.

Tuy nhiên, bên cạnh những lợi ích đáng kể, các giải pháp kể trên vẫn còn tồn tại nhiều hạn chế, đặc biệt đối với người nông dân ở khu vực nông thôn, vùng sâu vùng xa – nơi điều kiện kinh tế, giáo dục và hạ tầng công nghệ còn nhiều hạn chế.

Hạn chế đầu tiên là chi phí đầu tư cao. Dù công nghệ có thể mang lại năng suất vượt trội, nhưng để triển khai các thiết bị như drone hoặc robot nông nghiệp, người dân cần đầu tư một khoản kinh phí lớn. Điều này là trở ngại không nhỏ đối với những hộ gia đình quy mô nhỏ, thu nhập thấp, hoặc đang canh tác theo mô hình truyền thống, không có điều kiện tiếp cận nguồn vốn hỗ trợ.

Hạn chế thứ hai là yêu cầu kỹ năng sử dụng. Các thiết bị công nghệ cao thường đòi hỏi người dùng phải có kiến thức nền về công nghệ số, phần mềm điều khiển và bảo trì kỹ thuật cơ bản. Tuy nhiên, phần lớn người nông dân hiện nay – đặc biệt là ở khu vực nông thôn – chưa được đào tạo bài bản về công nghệ, dẫn đến khó khăn trong việc tiếp cận và vận hành các thiết bị này một cách hiệu quả.

Hạn chế thứ ba là yếu tố môi trường làm việc. Một số công nghệ như robot bán tự động hoặc drone có thể hoạt động hiệu quả trong điều kiện lý tưởng, nhưng lại gặp nhiều thách thức khi vận hành ngoài trời – nơi điều kiện thời tiết thường xuyên thay đổi. Những yếu tố như mưa, gió mạnh hoặc bụi bẩn có thể ảnh hưởng trực tiếp đến độ chính xác và tuổi thọ của thiết bị.

Tóm lại, các ứng dụng IoT trong nông nghiệp hiện đại đã mở ra nhiều tiềm năng cho việc tối ưu hóa quy trình sản xuất. Tuy nhiên, để những giải pháp này phát huy hiệu quả toàn diện, cần có những điều chỉnh phù hợp với điều kiện thực tế của người nông dân, cả về chi phí, kỹ năng sử dụng lẫn khả năng thích ứng với môi trường. Những đánh giá này sẽ là nền tảng quan trọng để nhóm chúng tôi phát triển một ứng dụng IoT hiệu quả, thiết thực và dễ tiếp cận hơn cho cộng đồng nông nghiệp Việt Nam.

1.3 Giải pháp đề xuất

Giải pháp đề xuất của nhóm tôi là xây dựng một mô hình nhà thông minh (smart home) sử dụng hệ thống nhúng và công nghệ Internet of Things (IoT). Ngôi nhà sẽ được trang bị các thiết bị điện tử hiện đại như đèn, quạt và các cảm biến bao gồm: cảm biến nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng và cảm biến hồng ngoại (dò chuyển động). Ngoài ra, hệ thống còn tích hợp điều khiển bằng giọng nói, cho phép người dùng tương tác với thiết bị một cách linh hoạt, tiện lợi và không cần tiếp xúc trực tiếp.

Các cảm biến trong nhà sẽ liên tục thu thập dữ liệu từ môi trường như nhiệt độ, độ sáng, độ ẩm không khí và chuyển động của con người. Những dữ liệu này sẽ được truyền về bộ xử lý trung tâm (như Arduino, ESP32). Tại đây, các thuật toán sẽ phân tích thông tin và đưa ra các phản hồi tương ứng như bật quạt khi nhiệt độ tăng cao, mở đèn và mở cổng theo lịch của người sử dụng. Điều này giúp ngôi nhà hoạt động một cách tự động, tiết kiệm năng lượng và mang lại sự tiện nghi tối đa cho người dùng.

Một trong những điểm nổi bật của hệ thống này là khả năng điều khiển từ xa và bằng giọng nói. Người dùng có thể giám sát và điều khiển các thiết bị trong nhà thông qua ứng dụng trên điện thoại thông minh hoặc thông qua các trợ lý ảo như Google Assistant, Amazon Alexa. Điều này đặc biệt hữu ích trong các tình huống người dùng bận rộn, đang ở ngoài nhà hoặc hỗ trợ người cao tuổi và người khuyết tật điều khiển các thiết bị trong sinh hoạt hằng ngày một cách dễ dàng.

So với các ứng dụng IoT khác như robot bán tự động hay máy bay không người lái, mô hình nhà thông minh có nhiều ưu điểm rõ rệt. Thứ nhất, chi phí đầu tư ban đầu thấp và dễ bảo trì. Các linh kiện như cảm biến, đèn, quạt và vi điều khiển đều có giá thành hợp lý và phổ biến, giúp giảm gánh nặng tài chính cho người dùng. Đồng thời, hệ thống không yêu cầu kỹ thuật cao trong việc lắp đặt hoặc bảo dưỡng, rất phù hợp với người dân phổ thông.

Thứ hai, mô hình nhà thông minh thân thiện và dễ sử dụng. Không giống như các công nghệ tự động hóa phức tạp khác, hệ thống này cho phép người dùng điều khiển thiết bị thông qua các giao diện đơn giản như màn hình cảm ứng, ứng dụng điện thoại hoặc ra lệnh bằng giọng nói. Người dùng không cần có kiến thức chuyên sâu về công nghệ vẫn có thể sử dụng một cách thuận tiện và hiệu quả.

Thứ ba, hệ thống nhà thông minh hoạt động ổn định và hiệu quả trong điều kiện thời tiết khác nhau. Vì được lắp đặt và vận hành trong không gian trong nhà – nơi môi trường được kiểm soát – nên các thiết bị sẽ ít chịu tác động tiêu cực từ thời tiết như nắng, mưa hay bụi bẩn. Điều này giúp nâng cao độ bền của thiết bị và đảm bảo hiệu suất hoạt động ổn định theo thời gian.

Tổng kết lại, mô hình nhà thông minh ứng dụng IoT và hệ nhúng mang lại nhiều lợi ích thiết thực như tiết kiệm năng lượng, tăng cường sự an toàn, hỗ trợ người dùng tối đa trong sinh hoạt và góp phần bảo vệ môi trường. Giải pháp này là bước tiến quan trọng trong việc số hóa không gian sống, hướng tới một lối sống hiện đại, tiện nghi và bền vững hơn cho cộng đồng.

CHƯƠNG 2: THIẾT KẾ VÀ TRIỂN KHAI

2.1 Các yêu cầu chức năng

Nhà thông minh của chúng tôi được thiết kế với sự tích hợp của nhiều công nghệ tiên tiến, giúp tối ưu hóa quá trình sử dụng trong cuộc sống hàng ngày. Một trong những điểm nổi bật của hệ thống là việc sử dụng điều khiển thiết bị bằng giọng nói.

Bên cạnh đó, hệ thống nhà thông minh được trang bị các thiết bị cảm biến nhằm giám sát và điều chỉnh điều hòa và các phòng một cách thông minh. Cảm biến nhiệt độ và độ ẩm không khí giúp kiểm soát hệ thống làm mát và thông gió, đảm bảo không khí bên trong ngôi nhà luôn mát mẻ.

Không chỉ tự động hóa các hoạt động trong nhà thông minh, hệ thống còn hỗ trợ giám sát và điều khiển từ xa thông qua công nghệ IoT. Người dùng có thể theo dõi thiết bị theo thời gian thực và điều chỉnh hoạt động của nhà thông minh từ xa thông qua ứng dụng trên điện thoại hoặc máy tính. Hơn thế nữa, chúng tôi hướng đến việc ứng dụng các thuật toán AI để phân tích dữ liệu thu thập được, giúp dự đoán và tối ưu hóa hoạt động của nhà thông minh một cách hiệu quả hơn. Với những công nghệ tiên tiến này, chúng tôi kỳ vọng sẽ mang đến một giải pháp thông minh, tiết kiệm năng lượng và nâng cao chất lượng ngôi nhà.

2.2 Các yêu cầu phi chức năng

Bên cạnh các chức năng chính, hệ thống cần đáp ứng các yêu cầu phi chức năng để đảm bảo hiệu quả hoạt động.

Hệ thống phải đảm bảo hiệu năng real-time, với dữ liệu từ cảm biến được thu thập và xử lý ngay lập tức. Độ trễ trong điều khiển thiết bị cần được duy trì trong giới hạn cho phép để đảm bảo môi trường tối ưu cho nhà thông minh. Bên cạnh đó, độ tin cậy và ổn định là yếu tố quan trọng, yêu cầu hệ thống hoạt động liên tục, ít gặp sự cố và có cơ chế sao lưu dữ liệu để tránh mất mát thông tin quan trọng.

Tính mở rộng cũng là một tiêu chí quan trọng, cho phép hệ thống dễ dàng tích hợp thêm cảm biến hoặc nâng cấp tính năng khi cần thiết.

Về bảo mật và quyền riêng tư, hệ thống cần bảo vệ dữ liệu khỏi truy cập trái phép và sử dụng các giao thức mã hóa để đảm bảo an toàn thông tin. Đồng thời, giao diện quản lý phải thân thiện, dễ sử dụng cho người nông dân, hỗ trợ đa ngôn ngữ và có hướng dẫn sử dụng trực quan.

Cuối cùng, hệ thống cần được tối ưu hóa chi phí bằng cách sử dụng các thiết bị hợp lý nhưng vẫn đảm bảo hiệu quả. Đồng thời, tiêu thụ điện năng cần được tối ưu để giảm chi phí vận hành.

2.3 Các ràng buộc

Hệ thống nhà thông minh tự động hóa mà nhóm đang phát triển phải đối mặt với nhiều ràng buộc khác nhau trong quá trình triển khai và vận hành. Các ràng buộc này bao gồm các yếu tố triển khai kỹ thuật, tài chính và đạo đức, mỗi yếu tố sẽ tác động trực tiếp đến khả năng thực hiện và thành công của dự án. Những ràng buộc về triển khai kỹ thuật bao gồm yêu cầu về công nghệ, khả năng tích hợp hệ thống và các hạn chế về hạ tầng. Các ràng buộc kinh tế liên quan đến ngân sách dự án, chi phí duy trì và khả năng sinh lời từ việc triển khai công nghệ, trong khi ràng buộc đạo đức bao gồm các vấn đề liên quan đến bảo mật thông tin, ảnh hưởng đến người lao động và vấn đề về sở hữu trí tuệ. Việc hiểu và giải quyết các ràng buộc này sẽ giúp đảm bảo rằng hệ thống nhà thông minh tự động hóa có thể triển khai hiệu quả và bền vững trong thực tế.

2.3.1 Các ràng buộc về triển khai

Công nghệ và hạ tầng là yếu tố đầu tiên cần được xem xét khi triển khai hệ thống nhà thông minh tự động hóa. Các thiết bị như cảm biến, ESP32 cần được chọn lựa kỹ lưỡng để đảm bảo chất lượng và hiệu quả trong quá trình hoạt động. Việc tích hợp các thiết bị

này vào một hệ thống đồng bộ yêu cầu sự tương thích giữa phần cứng và phần mềm, cũng như sự ổn định của kết nối mạng và các nền tảng điều khiển.

Bên cạnh đó, khả năng tương thích giữa các hệ thống khác nhau trong nhà thông minh cũng cần được đánh giá. Mọi thiết bị phải hoạt động đồng bộ và hiệu quả, không có sự xung đột giữa các thành phần hệ thống.

Một yếu tố quan trọng nữa là hạn chế về tài nguyên. Các khu vực triển khai có thể gặp khó khăn trong việc đảm bảo đủ không gian, điện năng, và kết nối mạng ổn định cho các hệ thống tự động hóa. Điều này có thể gây khó khăn trong việc đảm bảo rằng các hệ thống hoạt động ổn định và không gặp sự cố về nguồn cung cấp tài nguyên.

Cuối cùng, thời gian triển khai là yếu tố không thể thiếu. Việc thiết kế, lắp đặt và thử nghiệm các hệ thống đòi hỏi nhiều thời gian để đảm bảo rằng mọi quy trình được thực hiện chính xác và đúng tiến độ. Việc tuân thủ lịch trình là rất quan trọng để đảm bảo hệ thống có thể được đưa vào vận hành đúng thời điểm.

2.3.2 Các ràng buộc kinh tế

Ngân sách dự án là một yếu tố quyết định đến sự thành công của hệ thống nhà thông minh tự động hóa. Chi phí đầu tư ban đầu cho các thiết bị, hạ tầng công nghệ, và nhân lực có thể khá lớn. Để hệ thống hoạt động hiệu quả, cần có ngân sách hợp lý cho việc lựa chọn và triển khai các công nghệ cao như cảm biến, ESP32, và các phần mềm hỗ trợ. Một sự chuẩn bị kỹ lưỡng cho chi phí duy trì và vận hành cũng rất quan trọng. Các chi phí vận hành hàng năm như bảo trì thiết bị, năng lượng tiêu thụ và bảo dưỡng phần mềm đều cần được tính toán để đảm bảo rằng hệ thống có thể vận hành lâu dài mà không gặp phải vấn đề tài chính.

Khả năng sinh lời và lợi ích kinh tế từ việc triển khai hệ thống nhà thông minh tự động hóa là một yếu tố không thể bỏ qua. Tuy nhiên, cũng cần phải tính đến giới hạn ngân sách của từng đối tượng người sử dụng, đặc biệt là những người dân ở vùng sâu, vùng xa

hoặc những đối tượng không có đủ khả năng tài chính để đầu tư vào các công nghệ đắt đỏ. Các giải pháp cần được thiết kế sao cho phù hợp với ngân sách của từng nhóm người dùng mà vẫn đảm bảo hiệu quả và bền vững.

2.3.3 Các ràng buộc về đạo đức

Ứng dụng không thu thập dữ liệu các nhân của người dùng ngoài các thông tin cơ bản. Bảo vệ quyền riêng tư của người dùng bằng cách tuân thủ những chính sách bảo mật của Firebase. Không sử dụng thông tin người dùng cho mục đích thương mại hoặc bán dữ liệu cho bên thứ ba. Phần mềm không chứa các nội dung độc hại, vi phạm pháp luật hoặc gây ảnh hưởng xấu đến người tiêu dùng.

Bảo mật và quyền riêng tư là một trong những yếu tố đạo đức quan trọng cần được xem xét khi triển khai hệ thống nhà thông minh tự động hóa. Các hệ thống này thường thu thập và lưu trữ dữ liệu từ nhiều cảm biến, và có thể chứa đựng thông tin cá nhân hoặc dữ liệu nhạy cảm. Do đó, việc bảo vệ dữ liệu của người dùng và tuân thủ các quy định về bảo mật dữ liệu là điều cần thiết để đảm bảo rằng quyền lợi của người sử dụng không bị xâm phạm.

Cuối cùng, vấn đề không ăn cắp chất xám cũng rất cần được lưu ý. Việc bảo vệ quyền sở hữu trí tuệ và tôn trọng công lao sáng tạo là cần thiết để đảm bảo rằng mọi cải tiến và sáng tạo trong hệ thống được công nhận và bảo vệ hợp pháp. Điều này không chỉ giúp duy trì tính minh bạch trong quá trình phát triển công nghệ mà còn bảo vệ quyền lợi của các nhà nghiên cứu và nhóm phát triển.

2.4 Mô hình hệ thống

2.4.1 Mô hình kiến trúc hệ thống

Mô tả tổng quát

Hệ thống Smart Home là một ứng dụng Flutter toàn diện được xây dựng nhằm điều khiển và giám sát các thiết bị IoT trong môi trường nhà thông minh. Ứng dụng được phát triển theo kiến trúc MVVM (Model–View–ViewModel), kết hợp với: Đầu tiên là Firebase Firestore làm nền tảng lưu trữ dữ liệu thời gian thực trên đám mây. Thứ hai là MQTT làm giao thức truyền thông nhanh và nhẹ để truyền tải dữ liệu real-time. Cuối cùng là ESP32 làm thiết bị phần cứng chính để thu thập và điều khiển các cảm biến và thiết bị.

Các đặc điểm nổi bật của hệ thống: Đầu tiên, Cross-platform: Ứng dụng hỗ trợ cả hai nền tảng iOS và Android. Thứ hai, Giám sát thời gian thực (Real-time monitoring): Theo dõi dữ liệu cảm biến như nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng, trạng thái thiết bị theo thời gian thực. Thứ ba, Điều khiển thiết bị IoT (IoT Device Control): Gửi và nhận lệnh điều khiển thông qua giao thức MQTT. Thứ tư, Trợ lý giọng nói thông minh (AI Voice Assistant): Hỗ trợ điều khiển bằng giọng nói với khả năng nhận diện và xử lý ngôn ngữ tự nhiên. Thứ năm, Quản lý năng lượng (Energy Management): Phân tích mức tiêu thụ điện theo thiết bị, khu vực và thời gian. Cuối cùng, Lưu trữ đám mây (Cloud Storage): Tự động đồng bộ và lưu trữ dữ liệu lên Firebase Firestore.

Kiến trúc tầng (Layered Architecture)

Bảng Presentation Layer

Thành phần	Chức năng
UI Screens	HomeScreen, RoomsScreen, Analytics, AI Voice
Components	Custom Widgets, Charts, Smart Cards, Controls
ViewModels	MVVM Models, BaseModel, Provider Integration

Domain Layer

Thành phần	Chức năng
Entities	HouseFloor, SmartDevice, SensorData, Zone
Use Cases	Device Control, Data Query, AI Processing, Analytics
Services	Business Logic, Automation Rules

Data Layer

Thành phần	Chức năng
Data Sources	Firebase, MQTT Broker, Local Storage, REST APIs
Repositories	Data Access, Caching, Offline Sync
Services	MQTT Service, Firebase Service, Weather, Auth

Infrastructure Layer

Thành phần	Chức năng
IoT Devices	ESP32 Sensors, LED/Motor Control, Power Monitor
Cloud Services	Firebase, EMQX MQTT, Speech API, TTS Service
Platforms	Android, iOS, Web

Kiến trúc MVVM (Model–View–ViewModel)

View

Thành phần	Mô tả
UI Widgets	StatefulWidget, StatelessWidget, CustomWidgets
Screens	HomeScreen, RoomsScreen, Analytics
Components	BaseView, Provider, Builder

ViewModel

Thành phần	Mô tả
Base Model	BaseModel, ChangeNotifier
ViewModels	HomeViewModel, RoomsViewModel, AIVoiceModel
State Management	Provider, GetIt, Streams

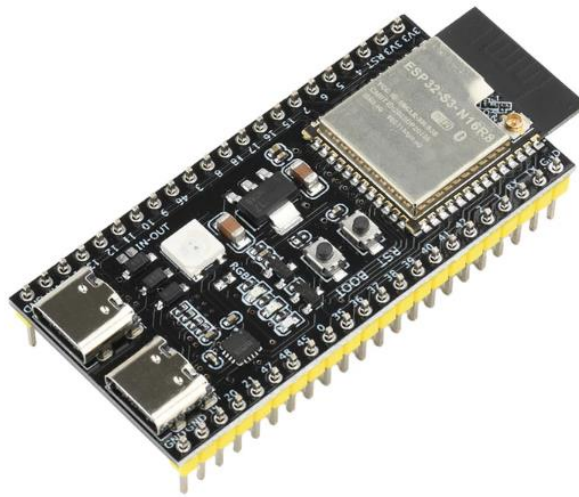
Model

Thành phần	Mô tả
Data Models	Entities, DTOs, Enums
Services	MqttService, FirebaseData, WeatherService
Repositories	Firebase, Local, Cache

2.4.2 Mô hình thiết bị và kết nối

a) ESP 32 S3 Dev Module

Kit thu phát này là bảng phát triển dựa trên mô-đun ESP32-S3-WROOM-1, với nhiều cổng IO và WS2818RGB tích hợp, tương ứng với IO48. Đi kèm với hai giao diện Loại C, một giao diện có thể được sử dụng trực tiếp với thẻ COM và USB còn lại có thể được cấp nguồn bằng OTG hoặc bằng cách giữ BOOT để hiển thị cổng và tải xuống chương trình. Chương trình gốc tự động sáng RGB khi kết nối với WiFi và tắt khi ngắt kết nối.



Tên linh kiện	Kit thu phát ESP 32 S3
Ứng dụng	<ul style="list-style-type: none">- Bộ xử lý lõi kép hiệu suất cao: Tích hợp bộ xử lý lõi kép LX7 32 bit, mang lại sức mạnh tính toán mạnh mẽ và hiệu suất năng lượng thấp.- Hỗ trợ chế độ kép Wi Fi và BT: Hỗ trợ Wi Fi 2,4 GHz và BT 5 (BLE), tương thích với nhiều giao thức truyền thông không dây.

	<ul style="list-style-type: none"> - Truyền dữ liệu hiệu quả: Với tốc độ dữ liệu lên đến 150 Mbps, đảm bảo kết nối nhanh chóng và ổn định. - Đa giao diện: Đi kèm với hai giao diện Loại C, một giao diện có thể được sử dụng trực tiếp với thẻ COM và USB còn lại có thể được cấp nguồn bằng OTG hoặc bằng cách giữ BOOT để hiển thị công và tải xuống Chương trình bình thường. - Chế độ công suất thấp và công suất cao: Được trang bị bộ đồng xử lý công suất thấp và chế độ công suất cao lên đến 20 dBm, phù hợp với nhiều tình huống ứng dụng khác nhau.
Thông số kỹ thuật	<ul style="list-style-type: none"> - Điện áp làm việc: 3,3 ~ 5V - Cổng IO: 36 cổng IO - Đèn Flash: N16R8 (16M) ” N8R2 (8M) - Psram: N16R8 (8M) ” N8R2 (2M) - 2 I2C, 4 giao diện SPI - Kích thước: 57mm * 28mm

b) ESP 32 Dev Module

Kit ESP32 30 chân là một giải pháp mạnh mẽ và tiết kiệm cho các dự án IoT. Với cổng USB Type-C hoặc Micro USB (tùy chọn), nó phù hợp với hầu hết các thiết bị hiện đại. Hiệu năng mạnh mẽ với CPU lõi kép, khả năng kết nối không dây WiFi/Bluetooth và bảo mật tiên tiến khiến nó trở thành lựa chọn hàng đầu cho các ứng dụng IoT, thiết bị thông minh, và tự động hóa. Bộ nhớ lớn, khả năng mở rộng và hỗ trợ phần cứng mạnh mẽ giúp ESP32 phù hợp cả với các dự án phức tạp.

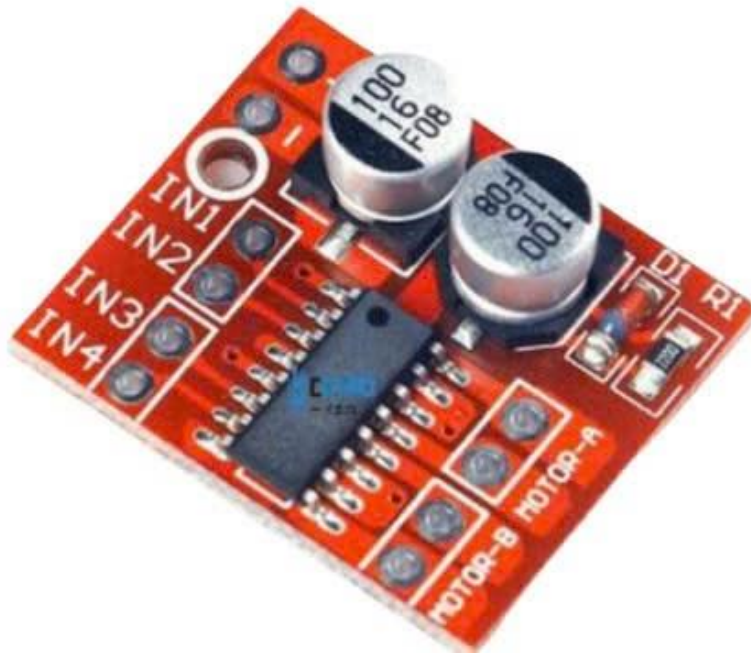


Tên linh kiện	Kit thu phát ESP32 CH340
Ứng dụng	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Hệ thống IoT</i>: Nhà thông minh, điều khiển thiết bị qua WiFi/Bluetooth. - <i>Thiết bị học tập</i>: Được sử dụng trong các khóa học về lập trình vi điều khiển.
Thông số kỹ thuật	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Điện áp nguồn (USB)</i>: 5V DC. - <i>Điện áp đầu ra</i>: 3.3V DC. - <i>Loại dòng điện</i>: Dòng điện một chiều (DC). - <i>Công suất tiêu thụ</i>: 5μA (chế độ ngủ). - <i>Hiệu suất</i>: Lên đến 600 DMIPS. - <i>Tần số</i>: Lên đến 240 MHz. - <i>Bộ nhớ</i>: <ul style="list-style-type: none"> • ROM: 448 Kbyte. • SRAM: 520 Kbyte + 6 Kbyte (RTC). • QSPI: Hỗ trợ đèn flash/SRAM chip. - <i>Chip USB-Serial</i>: CP2102 hoặc CH340 (tùy loại). - <i>Kết nối không dây</i>: WiFi 802.11, Bluetooth.

	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Bảo mật</i>: WPA/WPA2, WAPI, AES, SHA-2, RSA, ECC. - <i>Ăng-ten</i>: PCB tích hợp. - <i>Kích thước</i>: Tùy thiết kế PCB. - <i>Trọng lượng</i>: ~11g.
--	---

c) *Mạch cầu H*

Mạch cầu H MX1508 là một module điều khiển động cơ DC nhỏ gọn, giá rẻ, thường dùng trong các dự án robot mini, smart car, hoặc hệ thống nhà thông minh. Dưới đây là phân tích chi tiết về ứng dụng của module MX1508:



Tên linh kiện	Mạch cầu H MX1508
Ứng dụng	<ul style="list-style-type: none"> - Điều khiển rèm cửa tự động: Động cơ DC quay mở/đóng rèm. - Điều khiển cửa thông minh: Mô-tơ quay để mở hoặc đóng chốt cửa.

	<ul style="list-style-type: none"> - Điều khiển quạt thông gió: có thể điều chỉnh hướng quay, tốc độ (qua PWM).
Thông số kỹ thuật	<ul style="list-style-type: none"> - Sử dụng IC: MX1508. - 2 cầu H - điều khiển được 2 động cơ. - Điện áp hoạt động: 2 - 10VDC. - Điện áp ngõ vào: 1.5 ~ 7VDC. - Dòng điện ngõ ra mỗi kênh: 1.5A. - Dòng điện tối đa ngõ ra: 2.5A. - Có bảo vệ quá nhiệt. - Không có bảo vệ ngắn mạch, ngược cực. - Kích thước: 25 x 21 x 5mm. - Trọng lượng: 5g

d) Motor giảm tốc N20

Động cơ giảm tốc N20 là một loại motor DC mini có tích hợp hộp số kim loại, giúp làm giảm tốc độ quay và tăng momen xoắn, từ đó cho phép hoạt động ổn định và chính xác trong các ứng dụng yêu cầu lực kéo lớn nhưng kích thước nhỏ gọn. Với thiết kế nhỏ, tiết kiệm năng lượng và khả năng tùy chọn tốc độ đa dạng, N20 đặc biệt phù hợp trong các dự án robot mini, xe tự hành, cơ cấu chốt cửa, và nhiều hệ thống tự động hóa trong mô hình nhà thông minh.



Tên linh kiện	Motor giảm tốc N20
Ứng dụng	<ul style="list-style-type: none"> - Mở cửa tự động, cửa tủ thông minh, rèm kéo, ngăn kéo điện. - Dự án mô hình nhà thông minh: khóa cửa điện tử, chốt cửa tự động, hệ thống cho ăn tự động.
Thông số kỹ thuật	<ul style="list-style-type: none"> - Điện áp định mức: DC 5V - Dòng không tải: 20mA - Tốc độ không tải: 28RPM - Điện áp phù hợp: DC 3V-6V - Tốc độ: 17RPM-33RPM

e) Mạch buck 2596

Mạch LM2596 là một bộ chuyển đổi DC-DC dạng Buck (hạ áp), có khả năng hạ điện áp từ nguồn cao xuống nguồn thấp hơn một cách hiệu quả và ổn định, dùng để cấp nguồn cho các vi điều khiển, module, cảm biến,...



Tên linh kiện	Cảm biến ánh sáng
Ứng dụng	<ul style="list-style-type: none"> - Cấp nguồn ổn định cho Arduino, ESP8266, ESP32, STM32, Raspberry Pi... - Dùng trong hệ thống Smart Home để hạ điện áp từ nguồn 12V/24V xuống 5V hoặc 3.3V.
Thông số kỹ thuật	<ul style="list-style-type: none"> - Điện áp đầu vào: 4V-35V - Điện áp đầu ra: 1.23V-30V - Dòng đầu ra: 3A (max) - Hiệu suất chuyển đổi: 92% (tối đa) - Tần số hoạt động: 150kHz - Nhiệt độ hoạt động: -40 °C đến + 85 °C - Kích thước: 23x14x8(mm)

f) Pin sạc lithium 18650 6800mAh

Được áp dụng rộng rãi để sử dụng các thiết bị sử dụng dòng điện 3.7V. Pin được sử dụng cho các thiết bị điện, thiết bị chiếu sáng, đồ chơi, thiết bị gia dụng, điện thoại không dây, công cụ điện, dụng cụ và thiết bị, xe đạp điện, thiết bị cầm tay: máy tính xách tay, máy quay, trang thiết bị quân sự, kính thiên văn, thiết bị y tế, thiết bị gia đình...



Tên linh kiện	Pin sạc lithium 18650 6800mAh
Ứng dụng	- Cấp nguồn cho các thiết bị không dây như: cảm biến cửa, camera nhỏ, đèn thông minh chạy pin, khóa cửa điện tử, module RF.
Thông số kỹ thuật	<ul style="list-style-type: none"> - Hiệu suất pin cao, dung lượng đạt 6800 mAh - Có thể dùng cho quạt, đèn pin cầm tay siêu sáng và các thiết bị điện dùng pin - Có thể sạc lại dễ dàng với thiết bị sạc chuyên dụng

g) Đèn LED Diode phát sáng Chip SMD

Chip LED công suất cao 1W – 3W là diode phát sáng hiệu suất mạnh, thường dùng trong các hệ thống chiếu sáng như đèn pha, đèn âm trần hoặc đèn thông minh. Với khả năng tiết kiệm năng lượng, tuổi thọ cao và ánh sáng mạnh, đây là lựa chọn phổ biến trong các ứng dụng chiếu sáng hiện đại và nhà thông minh.

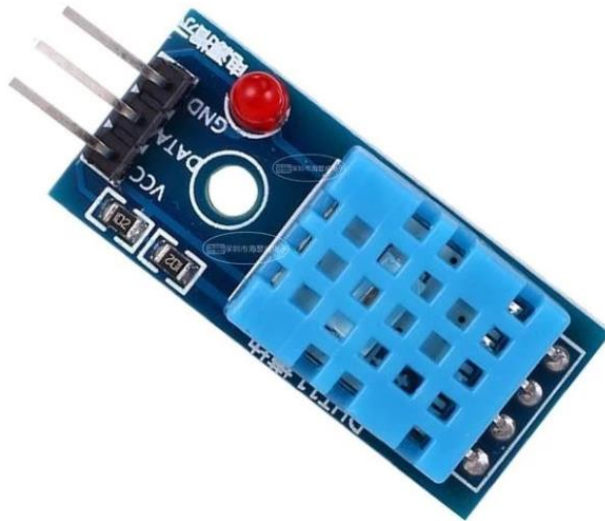


Tên linh kiện	Đèn LED Diode phát sáng Chip SMD
Ứng dụng	- Đèn LED công suất cao được sử dụng rộng rãi trong chiếu sáng chung, đèn LED đường viền, đèn LED sân vườn, đèn LED trần, đèn LED trang trí, đèn LED kiến trúc, đèn đường LED, v.v.
Thông số kỹ thuật	<ul style="list-style-type: none"> - Hình dạng: Tròn - Màu phát ra: Trắng / Trắng ấm / Trắng mát, v.v. - Màu sắc ống kính: Nước trong, màu khuếch tán - Kích thước: 0,55 * 0,28in / 1,4 * 0,7cm - Góc chùm: 120 độ - Quang thông: 100-110LM - Chỉ số hoàn màu: 70-80

h) Cảm biến nhiệt độ & độ ẩm

Cảm biến nhiệt độ và độ ẩm DHT11 thuộc dòng Grove là một giải pháp đơn giản và hiệu quả để đo nhiệt độ và độ ẩm trong không khí. Cảm biến này tích hợp bộ tiền xử lý bên trong, cung cấp giá trị nhiệt độ và độ ẩm chính xác

qua tín hiệu số mà không cần xử lý thêm, giúp giảm thiểu độ phức tạp trong việc sử dụng. DHT11 là lựa chọn lý tưởng cho các ứng dụng như trồng cây, theo dõi thời tiết, và các dự án IoT.



Tên linh kiện	Cảm biến nhiệt độ & độ ẩm
Ứng dụng	<ul style="list-style-type: none"> - Theo dõi nhiệt độ và độ ẩm môi trường để kiểm soát điều kiện tăng trưởng. - Hệ thống IoT: Dùng trong các dự án nhà thông minh, theo dõi môi trường và hệ thống tự động hóa. - Theo dõi thời tiết: Gắn vào các trạm thời tiết nhỏ để ghi nhận thông số khí hậu. - Hệ thống HVAC: Kiểm soát điều kiện không khí trong các hệ thống sưởi, thông gió và điều hòa.
Thông số kỹ thuật	<ul style="list-style-type: none"> - SKU: 101020011 - Cảm biến chính: DHT11 - Điện áp hoạt động: 3.3V ~ 5V DC - Tín hiệu đầu ra: Digital TTL (giao tiếp 1-Wire)

	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Khoảng nhiệt độ đo:</i> 0°C ~ 50°C (sai số $\pm 2^{\circ}\text{C}$) - <i>Khoảng độ ẩm đo:</i> 20% ~ 90% RH (sai số $\pm 5\%$ RH) - <i>Tần số đo:</i> 1 lần/giây - <i>Giao tiếp:</i> Chuẩn Grove, dễ dàng kết nối với các nền tảng như Arduino hoặc Raspberry Pi
--	---

i) Màn hình Oled

Màn hình OLED 1.3 inch là một thiết bị hiển thị nhỏ gọn, sử dụng công nghệ OLED cho khả năng hiển thị rõ nét, tiết kiệm năng lượng và độ tương phản cao. Giao tiếp I2C giúp giảm số lượng chân kết nối, dễ dàng tích hợp vào các mạch điều khiển với chỉ 2 chân GPIO.

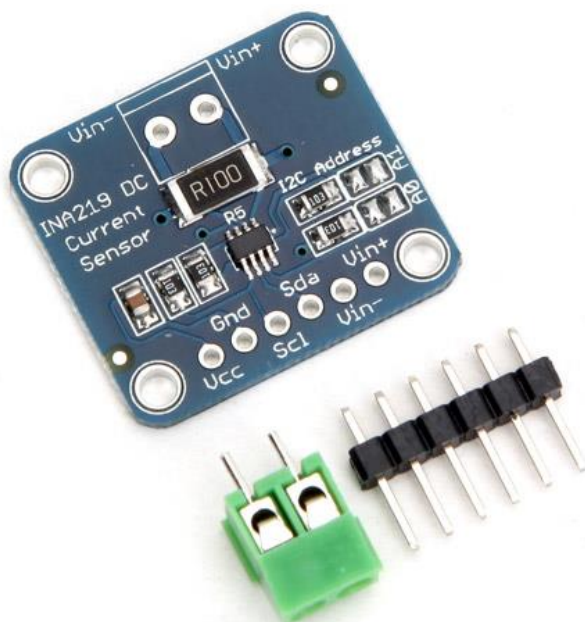


Tên linh kiện	Màn Hình Oled 1.3 Inch Giao Tiếp I2C 12864
Ứng dụng	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Hiển thị thông tin:</i> Được sử dụng trong các thiết bị đo lường như đồng hồ đo, cảm biến, hoặc máy in 3D. - <i>Hệ thống IoT:</i> Hiển thị trạng thái thiết bị hoặc dữ liệu từ cảm biến trong các dự án IoT.

Thông số kỹ thuật	<ul style="list-style-type: none"> - Điện áp hoạt động: 2.2~5.5V DC. - Công suất tiêu thụ: 0.04W. - Loại dòng điện: Dòng điện một chiều (DC). - Độ phân giải: 128x64 pixel. - Góc nhìn: >160 độ. - Màu sắc hiển thị: Xanh Dương. - Giao tiếp: I2C. - Driver IC: SH1106. - Thứ tự chân: <ul style="list-style-type: none"> • GND: Chân nối đất. • VCC: Chân cấp nguồn. • SCL: Chân xung clock I2C. <p>SDA: Chân dữ liệu I2C.</p>
-------------------	---

j) Đo dòng điện áp INA219

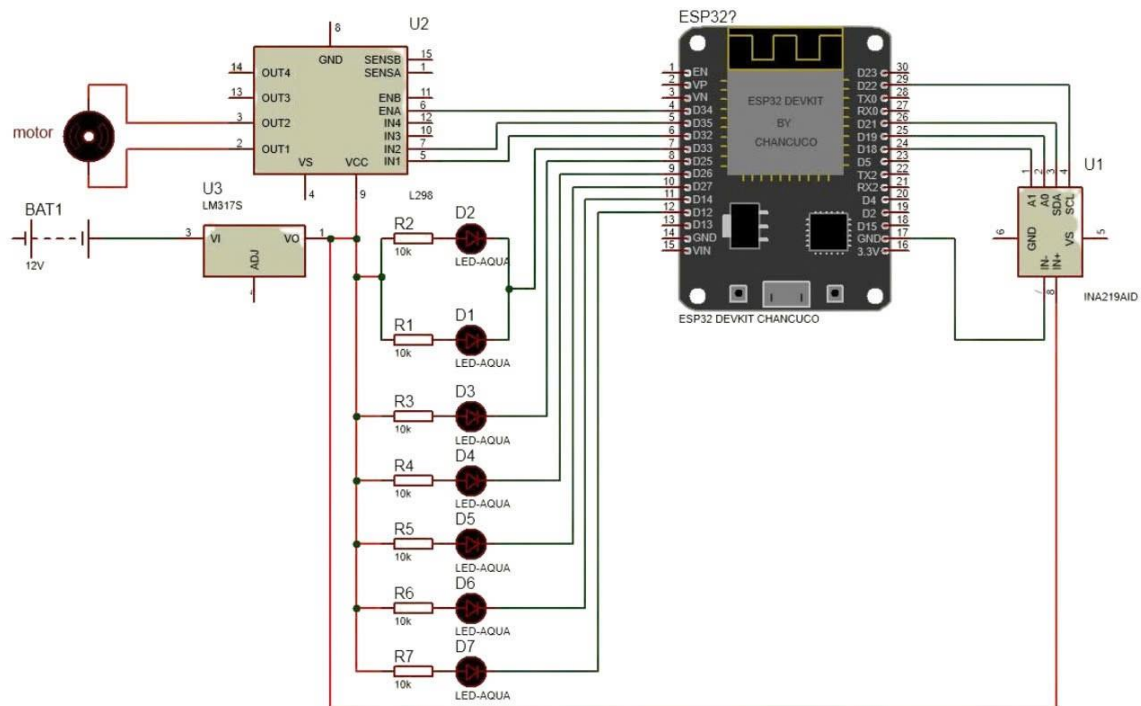
INA219 là một cảm biến đo dòng điện (current), điện áp (voltage), và công suất (power) cực kỳ chính xác nhờ tích hợp bộ khuếch đại shunt và ADC nội bộ. Đặc biệt, nó giao tiếp qua I2C, dễ dàng tích hợp với vi điều khiển như Arduino, ESP32, STM32.



Tên linh kiện	Đo dòng điện áp INA219
Ứng dụng	<ul style="list-style-type: none"> - Giám sát tiêu thụ điện trong các module smart home. - Đo công suất tiêu thụ của motor, LED công suất cao, máy bơm mini,... - Hệ thống pin sạc (như pin 18650): đo dòng nạp/xả. - Phân tích năng lượng của hệ thống IoT dùng pin.
Thông số linh kiện	<ul style="list-style-type: none"> - Điện áp hoạt động (Vcc): 3.0V – 5.5V - Điện áp đo được tối đa (bus): 0V – 26V - Dòng điện đo tối đa (theo shunt): Tùy vào điện trở shunt (thường ~3.2A) - Điện trở shunt tích hợp: 0.1Ω (thường) - Giao tiếp: I2C (địa chỉ mặc định: 0x40) - Độ phân giải đo dòng: ~0.1mA (phụ thuộc vào cấu hình) - Đo công suất: Có (tính toán nội bộ)

2.4.3 Mô hình thiết kế mạch

OUTSIDE



Hình 2.1 Sơ đồ mạch điện Outside

ESP32 DEVKIT đóng vai trò là bộ điều khiển trung tâm cho toàn bộ hệ thống bên ngoài. Vi điều khiển này sử dụng các chân GPIO để điều khiển các chân IN1, IN2, IN3, IN4 của IC cầu H L298N nhằm điều khiển chiều quay của động cơ DC. Ngoài ra, ESP32 còn giao tiếp với cảm biến dòng INA219 thông qua chuẩn I2C, với chân SDA (GPIO 21) và SCL (GPIO 22).

IC L298N (U2) là bộ cầu H dùng để điều khiển động cơ DC. Các chân IN1 và IN2 nhận tín hiệu từ ESP32 để điều khiển hướng quay của động cơ, trong khi OUT1 và OUT2

được kết nối trực tiếp với động cơ. Các chân ENA và ENB được nối trực tiếp với nguồn để đảm bảo động cơ luôn sẵn sàng hoạt động khi được kích hoạt.

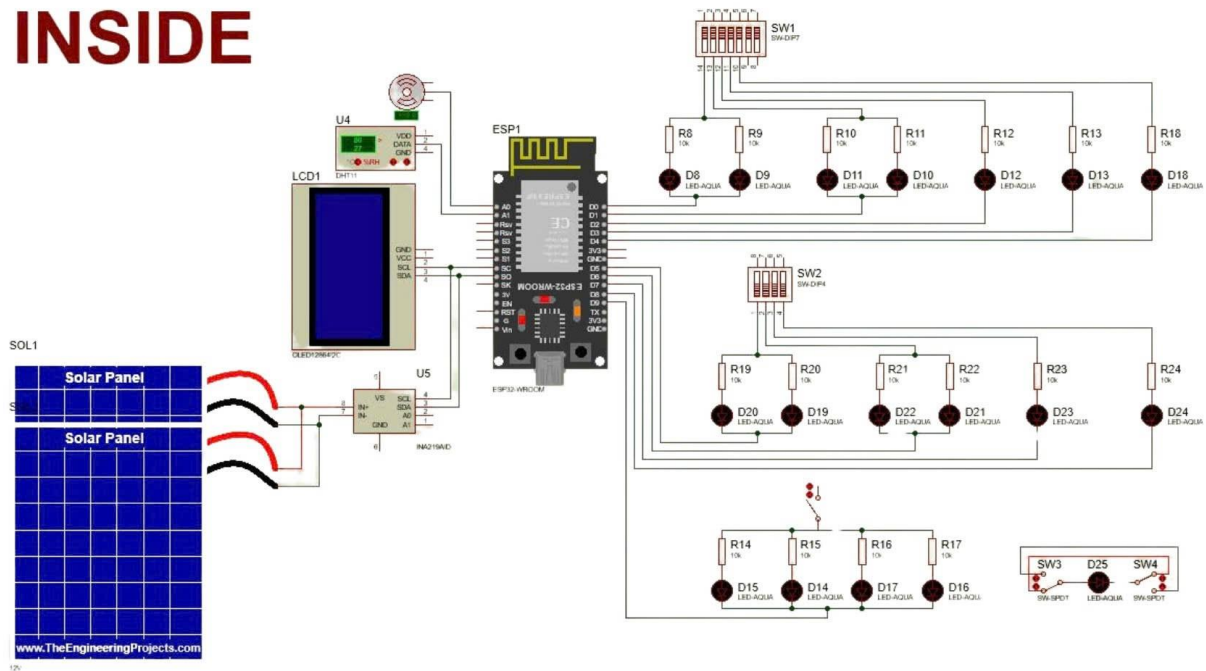
LM317 (U3) được sử dụng để ổn định điện áp từ nguồn BAT1 (12V) xuống khoảng 5V. Điện áp đầu vào (VI) của LM317 được cấp từ BAT1, trong khi đầu ra (VO) được sử dụng để cấp nguồn ổn định cho IC L298N và động cơ, giúp đảm bảo hoạt động an toàn và hiệu quả cho hệ thống.

INA219 (U1) được sử dụng để đo dòng điện và điện áp qua tải, cụ thể là dòng tiêu thụ của động cơ. Cảm biến này được cấp nguồn 3.3V từ ESP32, và giao tiếp với ESP32 thông qua bus I2C. Hai chân IN+ và IN- lần lượt nối với nguồn vào động cơ và chân động cơ, cho phép đo chính xác dòng điện và điện áp tiêu thụ.

Ngoài ra, hệ thống còn có cụm LED từ D1 đến D7 được điều khiển trực tiếp bởi ESP32 nhằm mục đích chiếu sáng và phản hồi trạng thái. Mỗi LED được nối tiếp với một điện trở 10k Ω (R1–R7) trước khi kết nối với các chân GPIO tương ứng.

Nguồn điện chính của hệ thống ngoài nhà là BAT1 (12V), với dòng xả khoảng 5.2A. Nguồn này được chia làm hai nhánh: một nhánh cấp cho LM317 để ổn áp xuống khoảng 5V cho L298N và động cơ; nhánh còn lại được đưa qua mạch hạ áp để cấp nguồn an toàn (\sim 5V) cho ESP32.

INSIDE



Hình 2.2 Sơ đồ mạch điện Inside

ESP32-S3 đóng vai trò là bộ vi xử lý trung tâm trong hệ thống bên trong nhà. Thiết bị này sử dụng giao tiếp I2C để kết nối với màn hình OLED và cảm biến dòng INA219 nhằm thu thập và hiển thị dữ liệu từ hệ thống năng lượng mặt trời. Ngoài ra, ESP32-S3 còn nhận tín hiệu từ cảm biến nhiệt độ - độ ẩm DHT11 cũng như các nút nhấn SW1 đến SW4, đồng thời điều khiển trạng thái của các đèn LED trong nhà thông qua các chân GPIO.

Màn hình OLED (loại 128x64 sử dụng I2C) được sử dụng để hiển thị thông tin đo được từ cảm biến dòng điện, giúp người dùng giám sát trạng thái hoạt động của hệ thống. Màn hình được cấp nguồn 3.3V và kết nối với ESP32-S3 thông qua các chân SDA và SCL.

Cảm biến DHT11 được dùng để đo nhiệt độ và độ ẩm không khí trong nhà. Chân DATA của cảm biến được nối trực tiếp đến một chân GPIO của ESP32-S3 để truyền dữ liệu.

INA219 (U5) được sử dụng để giám sát dòng điện và điện áp từ tấm pin năng lượng mặt trời (SOL1). Hai chân IN+ và IN- được nối với đường truyền 12V từ tấm pin, trong khi chân SDA và SCL nối với ESP32-S3 để giao tiếp qua I2C. Thiết bị này cũng được cấp nguồn 3.3V từ ESP32-S3 và chia sẻ cùng GND.

Hệ thống đèn LED trong nhà được chia thành nhiều cụm để phục vụ mục đích chiếu sáng và phản hồi trạng thái. Cụ thể, cụm LED D8–D13 đảm nhiệm chiếu sáng tầng 1; cụm LED D19–D24 chiếu sáng tầng 2; trong khi cụm LED D14–D17 dùng cho khu vực ban công tầng 2. Tất cả các LED đều được điều khiển thông qua các chân GPIO của ESP32-S3.

2.4.4 Mô hình dữ liệu

Trong dự án nhà thông minh của nhóm, chúng tôi sử dụng MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) – một giao thức truyền thông nhẹ, chuẩn cho các hệ thống IoT – để đảm bảo việc truyền dữ liệu giữa các thiết bị cảm biến, bộ điều khiển và hệ thống trung tâm diễn ra nhanh chóng, ổn định và tiết kiệm tài nguyên.

MQTT hoạt động theo cơ chế publish/subscribe, trong đó các thiết bị trong nhà (ví dụ: cảm biến nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng, chuyển động) sẽ gửi dữ liệu (publish) đến một chủ đề (topic) cụ thể. Bộ điều khiển trung tâm hoặc các thiết bị đầu cuối như điện thoại, bảng điều khiển thông minh sẽ đăng ký nhận dữ liệu (subscribe) từ các topic đó để cập nhật trạng thái và đưa ra phản hồi thích hợp. Cơ chế này giúp dữ liệu được đồng bộ theo thời gian thực với độ trễ cực thấp, rất phù hợp với yêu cầu của hệ thống nhà thông minh.

Các chủ đề này cho phép phân tách dữ liệu theo khu vực, loại thiết bị hoặc hành vi điều khiển, giúp việc giám sát và xử lý dữ liệu trở nên linh hoạt và hiệu quả.

Để đảm bảo an toàn và bảo mật, hệ thống sử dụng các biện pháp như xác thực MQTT client, mã hóa TLS và phân quyền truy cập các chủ đề, tránh tình trạng truy cập hoặc điều khiển trái phép. MQTT cũng hỗ trợ tính năng QoS (Quality of Service), cho phép

lựa chọn mức độ đảm bảo khi truyền dữ liệu – từ gửi một lần đến xác nhận nhận được – tùy vào mức độ quan trọng của từng loại dữ liệu trong nhà.

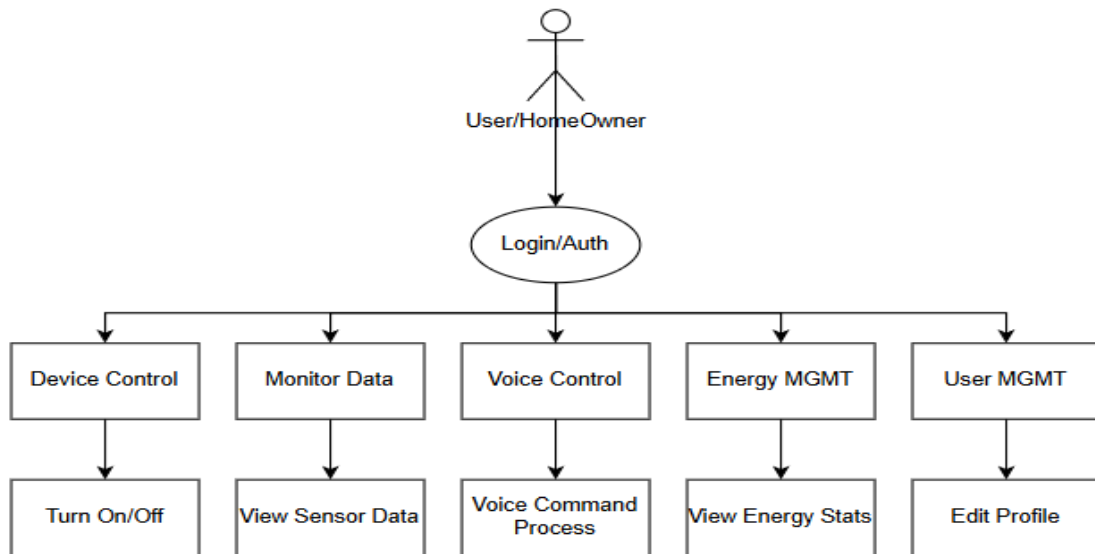
2.4.5 Mô hình Use Case

2.4.5.1 Tổng quan về UseCase

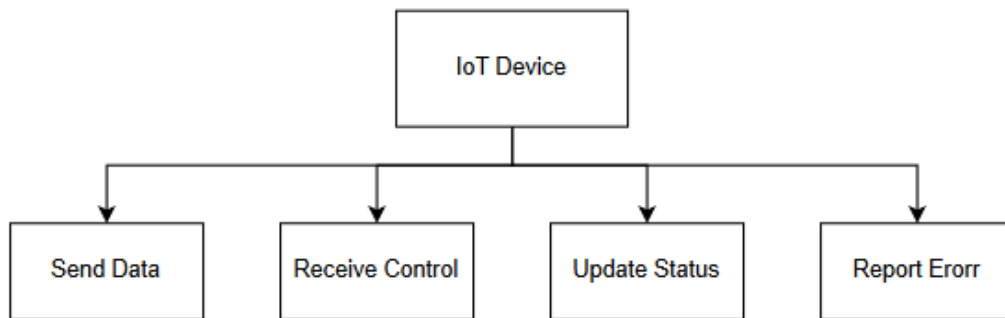
Tên tác nhân	Mô tả tác nhân
Homeowner (Chủ nhà)	Người dùng chính sử dụng ứng dụng
Guest (Khách)	Người dùng tạm thời với quyền hạn chế
Admin (Quản trị viên)	Quản lý hệ thống và cấu hình
IoT Device (Thiết bị IoT)	ESP 32 và các sensor/actuator
AI Assistant (Trợ lý AI)	Hệ thống xử lý giọng nói và lệnh

Use Case Categories	Mô tả
Device Control	Điều khiển thiết bị
Monitoring	Giám sát và theo dõi
Analytics	Phân tích dữ liệu
Voice Control	Điều khiển và giọng nói
User Management	Quản lý người dùng
System Administration	Quản trị hệ thống

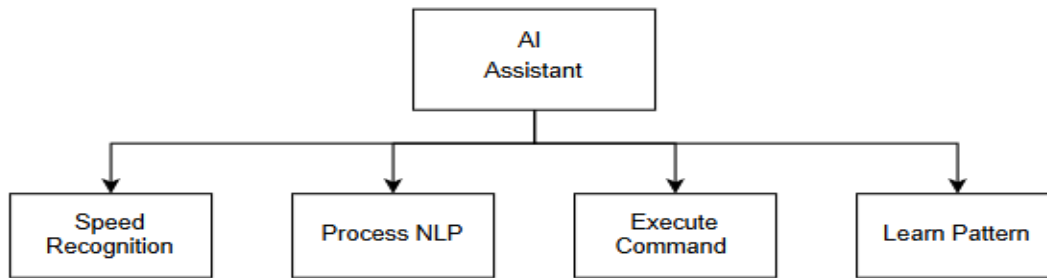
2.4.5.2 Use Case Diagram



Hình 2.3 Sơ đồ Usecase Tổng quát



Hình 2.4 Sơ đồ Iot Device



Hình 2.5 Sơ đồ AI Assistant

Detailed Use Cases

UC001: Device Control - Điều khiển thiết bị

Mục	Nội dung
Tên	Điều khiển thiết bị IoT trong nhà
Mô tả	Người dùng có thể bật/tắt và điều khiển các thiết bị IoT thông qua ứng dụng
Tác nhân chính	Homeowner
Điều kiện tiên quyết	<ul style="list-style-type: none"> - Người dùng đã đăng nhập - Thiết bị IoT đã kết nối với hệ thống - Kết nối MQTT hoạt động
Luồng chính	<ol style="list-style-type: none"> 1. Người dùng mở ứng dụng và chọn màn hình điều khiển 2. Hệ thống hiển thị danh sách thiết bị theo khu vực 3. Người dùng chọn thiết bị cần điều khiển 4. Người dùng thực hiện hành động (bật/tắt/điều chỉnh) 5. Hệ thống gửi lệnh qua MQTT 6. Thiết bị IoT nhận lệnh và thực hiện 7. Thiết bị gửi phản hồi trạng thái mới 8. Hệ thống cập nhật UI và lưu vào Firebase
Luồng phụ	<ul style="list-style-type: none"> - 5a. Lỗi kết nối MQTT: Hiển thị thông báo lỗi - 7a. Thiết bị không phản hồi: Hiển thị cảnh báo timeout
Kết quả	Thiết bị thay đổi trạng thái theo lệnh người dùng

Bảng 2.1 Mô tả UC001: Device Control - Điều khiển thiết bị

UC002: Sensor Data Monitoring - Giám sát dữ liệu cảm biến

Mục	Nội dung
Tên	Giám sát dữ liệu cảm biến real-time
Mô tả	Hệ thống thu thập và hiển thị dữ liệu từ các cảm biến IoT
Tác nhân chính	Homeowner, IoT Device
Điều kiện tiên quyết	<ul style="list-style-type: none">- Cảm biến đã kết nối với ESP32- Kết nối MQTT hoạt động- Firebase Firestore có sẵn
Luồng chính	<ol style="list-style-type: none">1. Cảm biến thu thập dữ liệu (nhiệt độ, độ ẩm, dòng điện, điện áp)2. ESP32 xử lý và gửi dữ liệu qua MQTT3. MqttService nhận dữ liệu và xử lý4. FirebaseDataService lưu dữ liệu vào Firestore5. UI cập nhật hiển thị dữ liệu real-time6. Hệ thống kiểm tra ngưỡng cảnh báo7. Gửi thông báo nếu vượt ngưỡng
Luồng phụ	<ul style="list-style-type: none">- 2a. Lỗi cảm biến: Gửi dữ liệu lỗi và cảnh báo- 4a. Lỗi Firebase: Lưu cache local- 6a. Dữ liệu bất thường: Gửi cảnh báo
Kết quả	Người dùng nhận được dữ liệu cảm biến cập nhật

Bảng 2.2 Mô tả UC002: Sensor Data Monitoring - Giám sát dữ liệu cảm biến

UC003: Voice Command Processing - Xử lý lệnh giọng nói

Mục	Nội dung
Tên	Điều khiển thiết bị bằng giọng nói
Mô tả	Người dùng có thể điều khiển thiết bị thông qua lệnh giọng nói
Tác nhân chính	Homeowner, AI Assistant
Điều kiện tiên quyết	<ul style="list-style-type: none">- Quyền microphone được cấp- Kết nối internet ổn định- Thiết bị có mic hoạt động
Luồng chính	<ol style="list-style-type: none">1. Người dùng nhấn nút voice và nói lệnh2. SpeechToText chuyển đổi giọng nói thành text3. AIVoiceViewModel xử lý và phân tích lệnh4. Hệ thống kiểm tra custom commands trước5. Nếu không có custom command, xử lý bằng logic mặc định6. Xác định thiết bị và hành động cần thực hiện7. Gửi lệnh điều khiển qua MQTT8. Lưu lịch sử chat và lệnh vào Firebase9. Phản hồi bằng giọng nói qua TTS
Luồng phụ	<ul style="list-style-type: none">- 2a. Không nhận diện được: Yêu cầu người dùng nói lại

	- 4a. Lệnh không rõ: Hỏi làm rõ ý định - 7a. Thiết bị không phản hồi: Thông báo lỗi
Kết quả	Thiết bị thực hiện lệnh và người dùng nhận phản hồi

Bảng 2.3 Mô tả UC003: Voice Command Processing - Xử lý lệnh giọng nói

UC004: Energy Analytics - Phân tích năng lượng

Mục	Nội dung
Tên	Phân tích và báo cáo tiêu thụ năng lượng
Mô tả	Hệ thống phân tích dữ liệu tiêu thụ điện và tạo báo cáo
Tác nhân chính	Homeowner
Điều kiện tiên quyết	- Có dữ liệu lịch sử trong Firebase - Cảm biến công suất hoạt động
Luồng chính	1. Người dùng truy cập màn hình Analytics 2. Hệ thống truy vấn dữ liệu từ Firebase 3. Tính toán các chỉ số: tiêu thụ theo ngày/tháng, chi phí 4. Tạo biểu đồ và báo cáo trực quan 5. Phân tích xu hướng và dự báo 6. Đưa ra khuyến nghị tiết kiệm năng lượng 7. Hiển thị kết quả cho người dùng
Luồng phụ	- 2a. Không có dữ liệu: Hiển thị thông báo - 3a. Dữ liệu không đầy đủ: Cảnh báo độ chính xác
Kết quả	Người dùng nhận được báo cáo năng lượng chi tiết

Bảng 2.4 Mô tả UC004: Energy Analytics - Phân tích năng lượng

UC005: User Management - Quản lý người dùng

Mục	Nội dung
Tên	Quản lý tài khoản và quyền truy cập
Mô tả	Đăng ký, đăng nhập và quản lý profile người dùng
Tác nhân chính	Homeowner, Guest
Điều kiện tiên quyết	- Kết nối internet - Firebase Authentication hoạt động
Luồng chính	1. Người dùng chọn đăng ký/đăng nhập 2. Nhập thông tin xác thực 3. Firebase Authentication xác thực 4. Tạo/cập nhật profile trong Firestore 5. Phân quyền dựa trên role 6. Chuyển đến màn hình chính
Luồng phụ	- 3a. Thông tin sai: Hiển thị lỗi - 3b. Tài khoản chưa tồn tại: Chuyển đến đăng ký
Kết quả	Người dùng truy cập được hệ thống

Bảng 2.5 Mô tả UC005: User Management - Quản lý người dùng

UC006: Custom Command Management - Quản lý lệnh tùy chỉnh

Mục	Nội dung
Tên	Tạo và quản lý lệnh giọng nói tùy chỉnh
Mô tả	Người dùng có thể tạo lệnh giọng nói riêng cho thiết bị
Tác nhân chính	Homeowner
Điều kiện tiên quyết	- Đã đăng nhập - Có quyền chỉnh sửa
Luồng chính	1. Người dùng truy cập màn hình Custom Commands 2. Chọn “Thêm lệnh mới” 3. Nhập tên lệnh và mô tả 4. Chọn thiết bị và hành động 5. Kiểm tra lệnh trùng lặp 6. Lưu lệnh vào Firebase 7. Hiện thị danh sách lệnh đã tạo
Luồng phụ	- 5a. Lệnh đã tồn tại: Cảnh báo trùng lặp - 6a. Lỗi lưu: Thông báo lỗi
Kết quả	Lệnh tùy chỉnh được tạo và có thể sử dụng

Bảng 2.6 Mô tả UC006: Custom Command Management - Quản lý lệnh tùy chỉnh

UC007: System Monitoring - Giám sát hệ thống

Mục	Nội dung
Tên	Giám sát trạng thái hệ thống và thiết bị
Mô tả	Admin giám sát tình trạng hoạt động của toàn hệ thống
Tác nhân chính	Admin, System
Điều kiện tiên quyết	- Quyền admin - Hệ thống monitoring hoạt động
Luồng chính	1. Admin truy cập dashboard giám sát 2. Hệ thống thu thập metrics từ các thành phần 3. Hiện thị trạng thái thiết bị, kết nối 4. Báo cáo lỗi và cảnh báo 5. Thống kê sử dụng và hiệu suất 6. Cung cấp tools troubleshooting
Luồng phụ	- 3a. Thiết bị offline: Cảnh báo và gửi notification - 4a. Lỗi nghiêm trọng: Kích hoạt emergency protocol
Kết quả	Admin có cái nhìn tổng quan về hệ thống

Bảng 2.7 Mô tả UC007: System Monitoring - Giám sát hệ thống

UC008: Zone Management - Quản lý khu vực

Mục	Nội dung
Tên	Quản lý thiết bị theo khu vực trong nhà
Mô tả	Tổ chức và điều khiển thiết bị theo từng khu vực
Tác nhân chính	Homeowner
Điều kiện tiên quyết	- Đã cấu hình structure nhà - Thiết bị đã được gán vào zones
Luồng chính	1. Người dùng chọn khu vực (sân, phòng khách, phòng ngủ...) 2. Hệ thống hiển thị thiết bị trong khu vực 3. Hiển thị thông tin tiêu thụ điện theo khu vực 4. Cho phép điều khiển tất cả thiết bị trong zone 5. Cung cấp tùy chọn “scenes” cho zone 6. Lưu trạng thái zone vào Firebase
Luồng phụ	- 2a. Khu vực không có thiết bị: Hiển thị hướng dẫn thêm - 4a. Một số thiết bị không phản hồi: Cảnh báo partial success
Kết quả	Người dùng quản lý thiết bị theo khu vực hiệu quả

Bảng 2.8 Mô tả UC008: Zone Management - Quản lý khu vực

UC009: Energy Bill Calculation - Tính toán hóa đơn điện

Mục	Nội dung
Tên	Tính toán và dự báo hóa đơn tiền điện
Mô tả	Hệ thống tính toán chi phí điện dựa trên dữ liệu tiêu thụ
Tác nhân chính	Homeowner
Điều kiện tiên quyết	- Có dữ liệu tiêu thụ điện - Cấu hình bậc giá điện
Luồng chính	1. Hệ thống thu thập dữ liệu tiêu thụ hàng ngày 2. Tính toán tổng kWh sử dụng 3. Áp dụng bảng giá điện theo bậc 4. Tính toán chi phí theo từng thiết bị/khu vực 5. Tạo báo cáo chi phí hàng tháng 6. Dự báo chi phí tháng tiếp theo 7. Đưa ra khuyến nghị tiết kiệm
Luồng phụ	- 2a. Dữ liệu không đầy đủ: Ước tính dựa trên pattern - 4a. Bảng giá thay đổi: Cập nhật tính toán
Kết quả	Người dùng nhận được báo cáo chi phí điện

Bảng 2.9 Mô tả UC009: Energy Bill Calculation - Tính toán hóa đơn điện

UC010: Weather Integration - Tích hợp thời tiết

Mục	Nội dung
Tên	Tích hợp dữ liệu thời tiết để điều khiển thông minh
Mô tả	Sử dụng dữ liệu thời tiết để tự động điều khiển thiết bị
Tác nhân chính	System, Weather Service
Điều kiện tiên quyết	- Kết nối weather API - Cấu hình automation rules
Luồng chính	1. Hệ thống định kỳ lấy dữ liệu thời tiết 2. Phân tích điều kiện thời tiết hiện tại 3. Kiểm tra các rule automation 4. Tự động điều khiển thiết bị phù hợp 5. Thông báo cho người dùng về hành động 6. Lưu log automation vào Firebase
Luồng phụ	- 1a. API không khả dụng: Sử dụng dữ liệu cache - 4a. Rule conflict: Ưu tiên rule người dùng
Kết quả	Hệ thống tự động điều khiển theo thời tiết

Bảng 2.10 Mô tả UC010: Weather Integration - Tích hợp thời tiết

2.4.6 Các giao diện điều khiển

Giao diện trang Menu



Hình 2.6 Giao diện Trang Menu

Trang Menu – Cánh cổng trung tâm của trải nghiệm Smarthome

Trang Menu được thiết kế như một trạm điều phối trung tâm, nơi người dùng có thể dễ dàng truy cập và điều khiển mọi chức năng cốt lõi của hệ thống nhà thông minh. Không chỉ là nơi điều hướng, Menu còn đóng vai trò như một bản đồ trực quan, cung cấp cái nhìn tổng quát về toàn bộ hệ thống, giúp người dùng kiểm soát ngôi nhà của mình một cách hiệu quả, thông minh và chủ động. Tại đây, người dùng có thể tiếp cận các tính năng nổi bật:

Đầu tiên, Điều khiển giọng nói: Biến khẩu lệnh thành hành động. Người dùng có thể điều khiển từ xa các thiết bị điện, đèn chiếu sáng, điều hòa, v.v... chỉ bằng giọng nói – nhanh chóng, tiện lợi và rảnh tay.

Thứ hai, Quản lý thiết bị: Là nơi tập trung toàn bộ thiết bị trong hệ sinh thái smart home. Người dùng

có hiểu rõ mức tiêu thụ điện trong gia đình để tối ưu chi phí.

Thứ tư, Tiết kiệm năng lượng: Tính năng thông thể dễ dàng thêm mới, chỉnh sửa, phân loại theo phòng, hoặc theo dõi trạng thái hoạt động của từng thiết bị một cách trực quan.

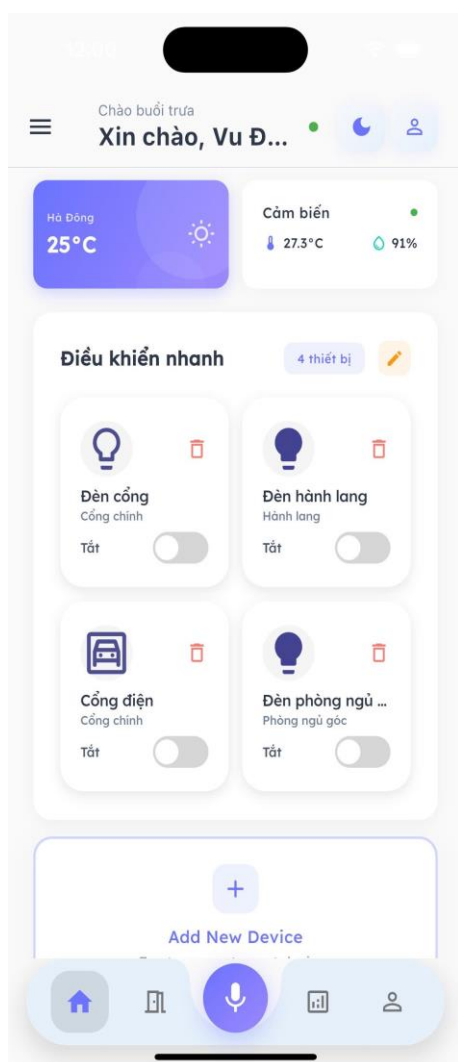
Thứ ba, Thống kê sử dụng: Hiển thị dữ liệu tiêu thụ năng lượng của từng thiết bị theo ngày, tuần hoặc tháng thông qua biểu đồ sinh động, giúp người dùng mình này sử dụng AI để phân tích và dự đoán lượng điện có thể tiết kiệm so với tháng trước hoặc cùng kỳ. Người dùng sẽ thấy được mức tiết kiệm thực tế và tiềm năng, từ đó điều chỉnh hành vi sử dụng thiết bị hiệu quả hơn.

Thứ năm, Cài đặt: Nơi người dùng cá nhân hóa ứng dụng theo sở thích của mình: thay đổi ngôn ngữ, bật/tắt thông báo, chuyển đổi chủ đề giao diện, hoặc thiết lập bảo mật tài khoản.

Thứ sáu, Câu hỏi thường gặp (FAQ): Cung cấp hướng dẫn nhanh và các giải đáp thường gặp giúp người dùng tự giải quyết vấn đề nhanh chóng mà không cần chờ hỗ trợ kỹ thuật. Cuối cùng, Đăng xuất: Giúp người dùng thoát tài khoản một cách an toàn và nhanh chóng khi không còn sử dụng ứng dụng.

Trang Menu không chỉ đơn thuần là một danh sách tính năng – nó là nơi kết nối toàn bộ trải nghiệm smarthome thành một hệ sinh thái thống nhất, trực quan và thông minh. Thiết kế thân thiện, dễ sử dụng cùng khả năng điều hướng linh hoạt biến Menu trở thành trái tim vận hành của ứng dụng.

Giao diện trang Home



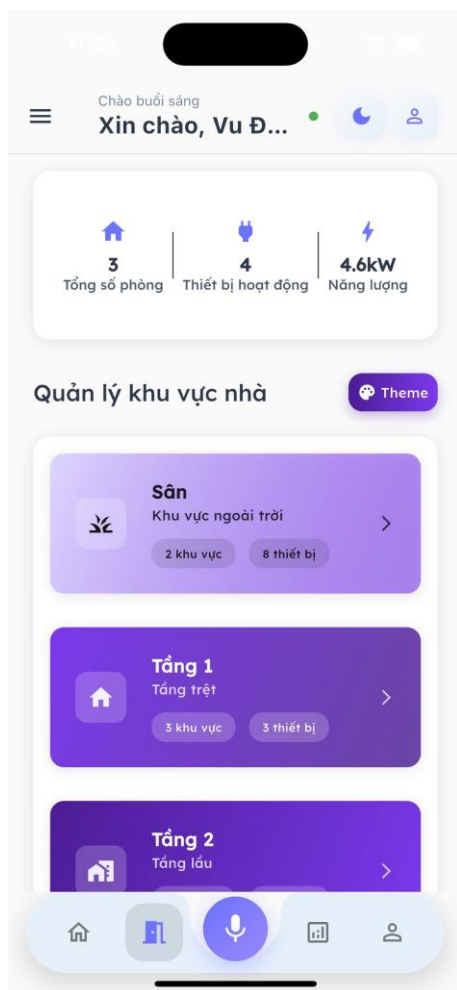
Hình 2.7 Giao diện trang Home

Trang Home đóng vai trò là trung tâm điều phối chính của ứng dụng, nơi người dùng có thể theo dõi tổng thể toàn bộ hệ thống thiết bị trong ngôi nhà thông minh. Giao diện trực quan giúp người dùng dễ dàng nhận biết trạng thái hoạt động của các thiết bị, từ đó đưa ra thao tác điều khiển phù hợp.

Một trong những tính năng nổi bật tại trang này là khả năng tắt toàn bộ thiết bị chỉ với một lần chạm, bất kể các thiết bị đó đang nằm ở phòng nào. Đây là giải pháp hiệu quả trong những tình huống như cả gia đình chuẩn bị ra ngoài nhưng còn nhiều thiết bị chưa được tắt. Nhờ đó, người dùng không chỉ tiết kiệm điện năng mà còn góp phần đảm bảo an toàn cho không gian sống.

Trang Home mang đến sự tiện lợi tối đa, đồng thời thể hiện rõ tinh thần tự động hóa và thông minh mà hệ thống đang hướng tới.

Giao diện trang Rooms

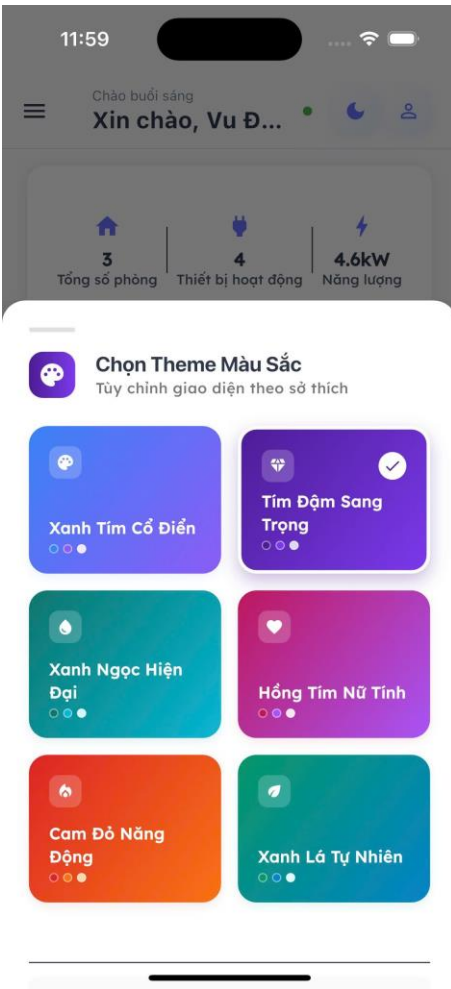


Hình 2.8 Giao diện trang Rooms

Trang Rooms trong ứng dụng đóng vai trò là trung tâm điều phối các khu vực trong ngôi nhà thông minh, mang đến cho người dùng một cái nhìn tổng thể và khả năng kiểm soát chi tiết từng phòng hoặc khu vực cụ thể như: sân vườn, tầng 1, tầng 2, ban công, và nhiều không gian khác.

Với giao diện trực quan và phân bố hợp lý, người dùng có thể dễ dàng theo dõi trạng thái hoạt động của từng thiết bị trong từng phòng, đồng thời thực hiện các thao tác bật/tắt chỉ bằng một vài chạm đơn giản. Điều này không chỉ giúp việc quản lý trở nên nhanh chóng mà còn tạo cảm giác cá nhân hóa, phù hợp với từng nhu cầu sinh hoạt cụ thể.

Trang Rooms đặc biệt hữu ích trong các ngôi nhà có nhiều tầng hoặc khu vực rộng, khi người dùng cần kiểm soát thiết bị theo từng vị trí thay vì toàn bộ hệ thống. Đây là bước tiến quan trọng trong việc đưa trải nghiệm nhà thông minh đến gần hơn với đời sống hàng ngày.



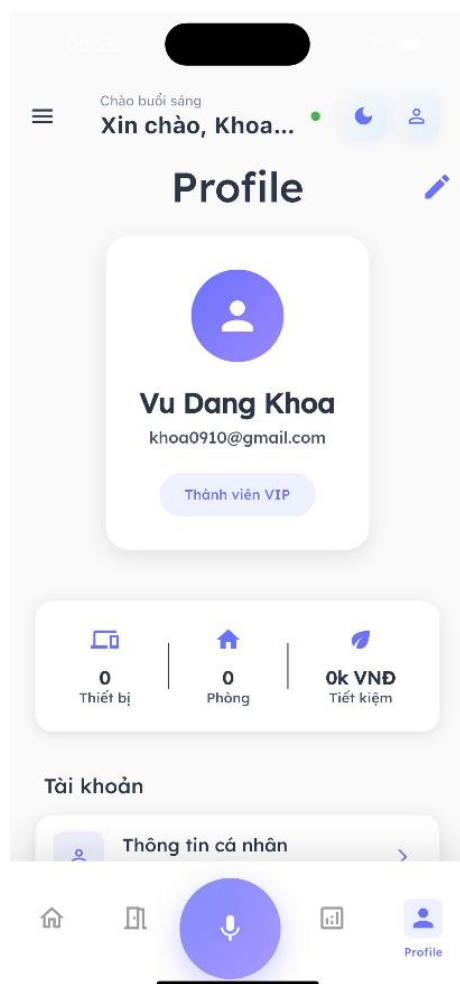
Hình 2.9 Giao diện chọn Theme màu sắc

Ứng dụng SmartHome cho phép người dùng cá nhân hóa giao diện bằng cách lựa chọn các chủ đề màu sắc (Theme) theo sở thích. Việc tùy chỉnh giao diện không chỉ giúp tăng trải nghiệm người dùng mà còn tạo nên sự thoải mái và thân thiện khi sử dụng ứng dụng trong thời gian dài.

Tại mục cài đặt giao diện, người dùng có thể dễ dàng lựa chọn từ các tông màu được thiết kế sẵn như: Xanh tím cổ điển, Tím đậm sang trọng, Xanh ngọc hiện đại, Hồng tím nữ tính, Cam đỏ năng động và Xanh lá tự nhiên. Mỗi tông màu đều mang đến một cảm xúc và phong cách riêng, phù hợp với nhiều nhóm người dùng khác nhau.

Tính năng đổi màu giao diện giúp ứng dụng trở nên sinh động, đồng thời thể hiện được sự linh hoạt và khả năng cá nhân hóa cao của hệ thống. Đây là một điểm nhấn quan trọng trong việc nâng cao trải nghiệm người dùng, đặc biệt trong bối cảnh công nghệ ngày càng hướng tới sự tùy biến và thân thiện.

Giao diện trang Profile



Hình 2.10 Giao diện Trang Profile

Trang Profile đóng vai trò là khu vực quản trị cá nhân và tổng quan hệ thống trong ứng dụng Smarthome. Tại đây, người dùng có thể theo dõi các thông tin quan trọng như: tổng số thiết bị đang sử dụng, số lượng phòng đã cấu hình, và mức điện năng đã tiết kiệm được trong quá trình vận hành hệ thống.

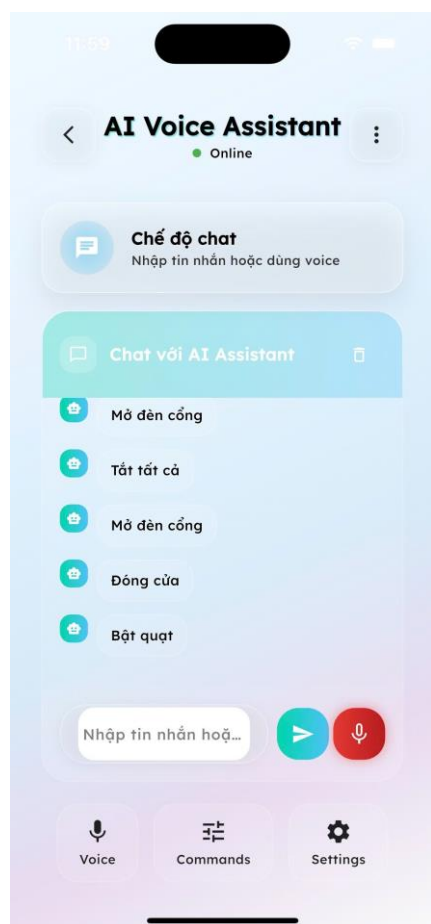
Ngoài ra, trang Profile cho phép người dùng cập nhật và chỉnh sửa thông tin cá nhân một cách dễ dàng, hỗ trợ cá nhân hóa trải nghiệm sử dụng ứng dụng. Giao diện được thiết kế thân thiện, bố cục hợp lý, đảm bảo khả năng thao tác thuận tiện trên cả điện thoại và máy tính bảng.

Các mục chính trong trang Profile bao gồm: Đầu tiên, Nhà thông minh: Cho phép người dùng quản lý thiết bị, thiết lập các quy tắc tự động hóa và cấu hình các cài đặt liên quan đến tiết kiệm năng lượng. Thứ hai, Cài đặt ứng dụng: Bao gồm các tùy chọn thay đổi ngôn ngữ, bật/tắt chế độ tối và điều chỉnh

các yếu tố giao diện phù hợp với sở thích người dùng. Thứ ba, Hỗ trợ & Thông tin: Cung cấp truy cập nhanh đến mục trợ giúp, thông tin liên hệ đội ngũ hỗ trợ kỹ thuật và các tài liệu liên quan đến ứng dụng. Cuối cùng, Đăng xuất: Chức năng thoát tài khoản an toàn, đảm bảo bảo mật cho người dùng.

Tổng thể, trang Profile đóng vai trò quan trọng trong việc duy trì trải nghiệm người dùng liền mạch, đồng thời hỗ trợ việc quản lý hệ thống nhà thông minh một cách hiệu quả và trực quan.

Giao diện trang với trợ lý AI



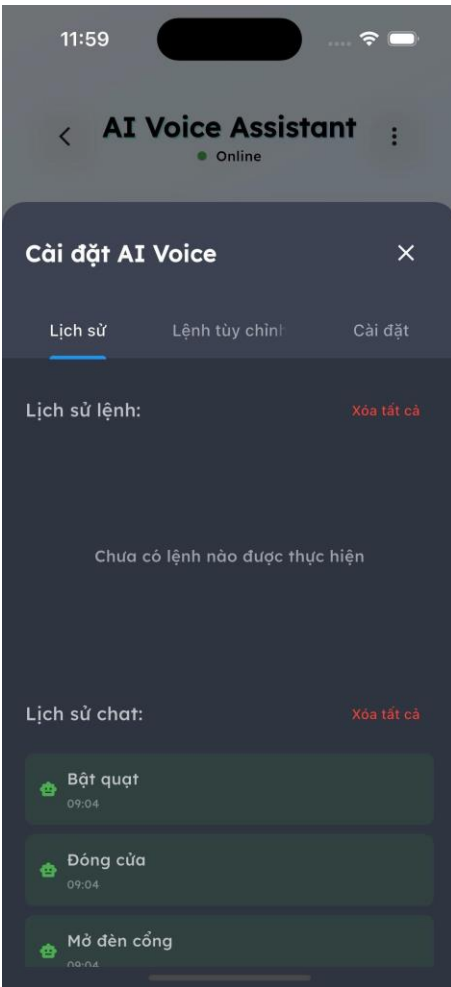
Hình 2.11 Giao diện Trang Trợ Lý AI (Chat)

Ứng dụng SmartHome tích hợp trợ lý ảo AI với khả năng xử lý ngôn ngữ tự nhiên, cho phép người dùng tương tác trực tiếp thông qua tin nhắn văn bản. Người dùng có thể trò chuyện với hệ thống để thực hiện các yêu cầu như kiểm tra trạng thái thiết bị, bật/tắt thiết bị, hoặc truy vấn thông tin sử dụng năng lượng. Ví dụ, khi gửi tin nhắn “Bật đèn phòng ngủ”, trợ lý AI sẽ nhanh chóng xử lý và kích hoạt hành động tương ứng. Nhờ đó, việc điều khiển hệ thống trở nên trực quan và thân thiện hơn, đặc biệt hữu ích với người dùng mới hoặc người lớn tuổi.



Bên cạnh trò chuyện văn bản, trợ lý AI còn hỗ trợ điều khiển bằng giọng nói, giúp người dùng thực hiện các thao tác mà không cần chạm vào màn hình. Chỉ cần nói “Tắt các thiết bị trong phòng khách” hoặc “Bật điều hòa phòng ngủ”, hệ thống sẽ ngay lập tức phân tích lệnh và thực hiện hành động tương ứng. Tính năng này đặc biệt hữu ích trong các tình huống người dùng đang bận tay, đang nấu ăn hoặc di chuyển trong nhà. Với độ chính xác cao và phản hồi nhanh, điều khiển bằng giọng nói giúp nâng cao trải nghiệm tương tác và mang lại sự tiện lợi vượt trội trong quản lý nhà thông minh.

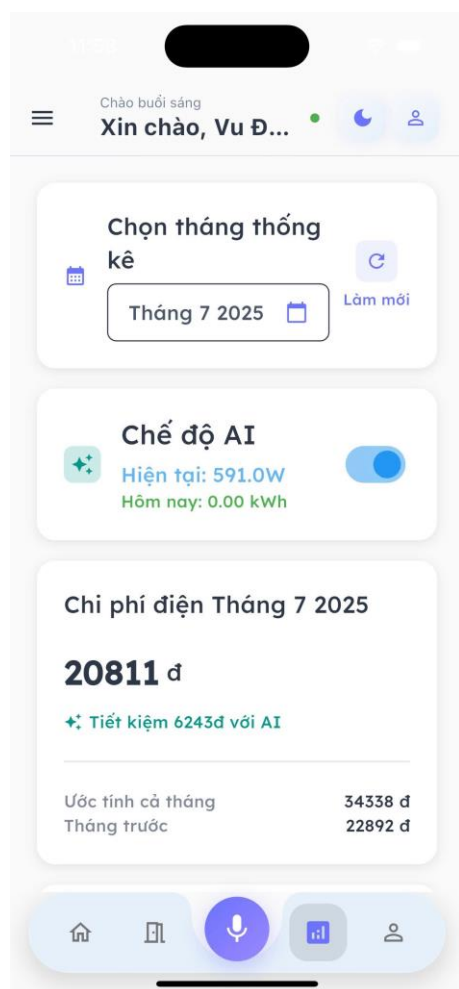
Hình 2.12 Giao diện Trang Trợ Lý AI (Void)



Người dùng có thể dễ dàng tùy chỉnh trợ lý AI thông qua mục Cài đặt AI Voice, nơi cung cấp các lựa chọn cấu hình linh hoạt. Tại đây, người dùng có thể thiết lập các đoạn lệnh nhanh (ví dụ: “Chào buổi sáng” để bật đèn, mở rèm và phát nhạc nhẹ) hoặc định nghĩa các âm thanh kích hoạt đặc biệt, như tiếng còi xe để mở cổng, tiếng vỗ tay để tắt đèn toàn nhà. Ngoài ra, hệ thống còn hỗ trợ cá nhân hóa theo thói quen sử dụng của từng thành viên trong gia đình, giúp AI học hỏi và tự động hóa các hành vi phù hợp. Nhờ khả năng này, trải nghiệm tương tác với AI trở nên mượt mà, hiệu quả và gần gũi hơn với người dùng.

Hình 2.13 Giao diện trang Cài đặt AI Void

Giao diện trang Thống kê



Hình 2.14 Giao diện Trang Thống kê

Trang Thống kê đóng vai trò là trung tâm phân tích dữ liệu năng lượng của hệ thống nhà thông minh, mang đến cho người dùng một cái nhìn toàn diện về mức độ tiêu thụ điện năng trong gia đình theo thời gian thực và lịch sử.

Tại đây, người dùng có thể theo dõi chi tiết mức tiêu thụ điện năng hàng ngày, hàng tháng, cũng như tổng chi phí tương ứng. Thông tin được hiển thị rõ ràng thông qua các biểu đồ trực quan, giúp người dùng dễ dàng nhận diện các xu hướng sử dụng điện theo từng thời điểm, phát hiện các thiết bị tiêu tốn nhiều năng lượng, và đưa ra các quyết định điều chỉnh phù hợp.

Một trong những tính năng nổi bật của trang này là khả năng so sánh dữ liệu giữa tháng hiện tại và các tháng trước, bao gồm cả tổng mức tiêu thụ và chi phí. Nhờ đó, người dùng có thể đánh giá hiệu quả sử dụng năng lượng sau khi triển khai các điều chỉnh hoặc thay đổi hành vi tiêu dùng.

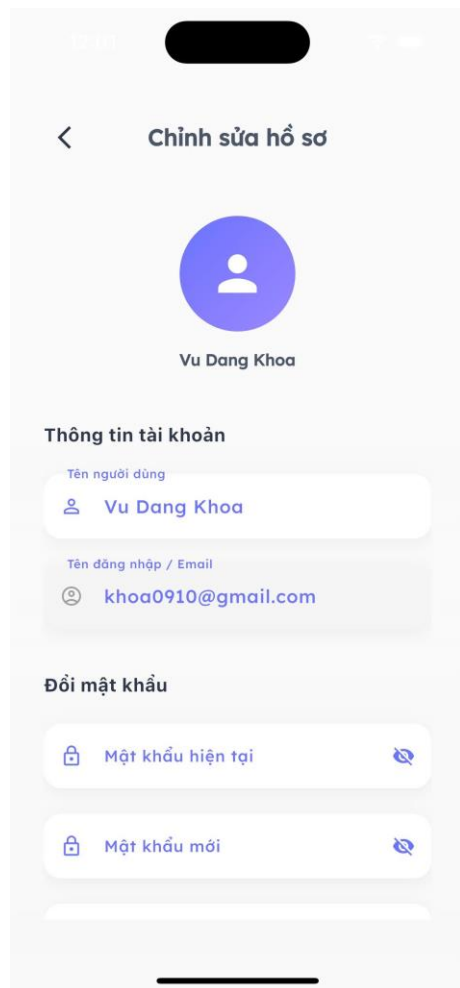
Đặc biệt, với sự tích hợp của AI Energy, hệ thống có thể phân tích dữ liệu tiêu thụ và cung cấp ước tính về mức năng lượng tiết kiệm được, so với cùng kỳ tháng trước hoặc cùng thời điểm trong năm. Tính năng này không chỉ mang tính phản hồi mà còn giúp định hướng cho người dùng trong việc tối ưu hóa hiệu suất năng lượng lâu dài.

Các thành phần chính trong trang Thống kê: Đầu tiên, Biểu đồ năng lượng theo ngày: Hiển thị mức tiêu thụ hàng ngày trong tháng hiện tại, cho phép người dùng dễ dàng phát hiện các ngày có mức tiêu thụ bất thường. Thứ hai, So sánh tháng: Cho phép so sánh

giữa tháng hiện tại và tháng trước để đánh giá hiệu quả của việc tiết kiệm điện. Thứ ba, Chỉ số tiết kiệm năng lượng: Thể hiện số điện (hoặc chi phí) đã tiết kiệm được nhờ các thiết lập tự động hoặc đề xuất từ AI. Cuối cùng, Gợi ý tối ưu: Dựa trên dữ liệu, hệ thống có thể đưa ra khuyến nghị thay đổi thói quen hoặc điều chỉnh thiết bị nhằm giảm chi phí điện năng.

Tổng thể, trang Thống kê không chỉ cung cấp dữ liệu thô mà còn hỗ trợ người dùng hiểu – phân tích – hành động, từ đó xây dựng thói quen tiêu dùng điện một cách thông minh, tiết kiệm và thân thiện với môi trường.

Giao diện trang Chỉnh sửa hồ sơ



Trang Chỉnh sửa hồ sơ là nơi người dùng có thể dễ dàng xem và cập nhật các thông tin liên quan đến tài khoản cá nhân của mình. Giao diện được thiết kế thân thiện và rõ ràng, giúp người dùng thao tác nhanh chóng, đồng thời đảm bảo trải nghiệm sử dụng mượt mà và hiệu quả.

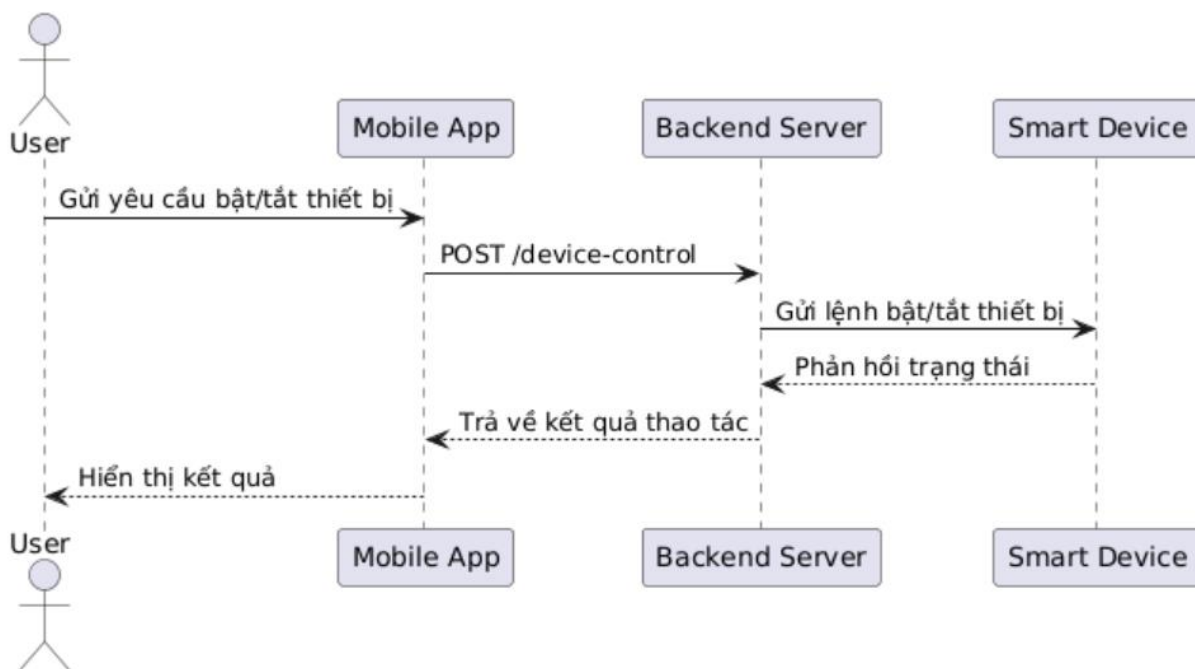
Tại đây, người dùng có thể chỉnh sửa tên hiển thị để cá nhân hóa tài khoản theo mong muốn. Ngoài ra, việc thay đổi mật khẩu đăng nhập cũng được hỗ trợ với quy trình bảo mật nghiêm ngặt. Cụ thể, để cập nhật mật khẩu mới, người dùng cần nhập ba trường thông tin: mật khẩu hiện tại, mật khẩu mới và xác nhận lại mật khẩu mới. Hệ thống chỉ chấp nhận các mật khẩu mới có độ dài tối thiểu từ 6 ký tự trở lên nhằm đảm bảo mức độ an toàn tối thiểu.

Quá trình xác thực mật khẩu hiện tại là bắt buộc trước khi cho phép thay đổi, nhằm ngăn chặn các hành vi truy cập trái phép hoặc thao túng tài khoản bởi người dùng không hợp lệ. Nhờ đó, trang *Chỉnh sửa hồ sơ* không chỉ mang lại sự tiện lợi mà còn duy trì tính bảo mật cao trong hệ thống nhà thông minh.

2.5 Phần mềm

2.5.1 Mô hình Sequence Diagram

Bật/tắt thiết bị qua ứng dụng



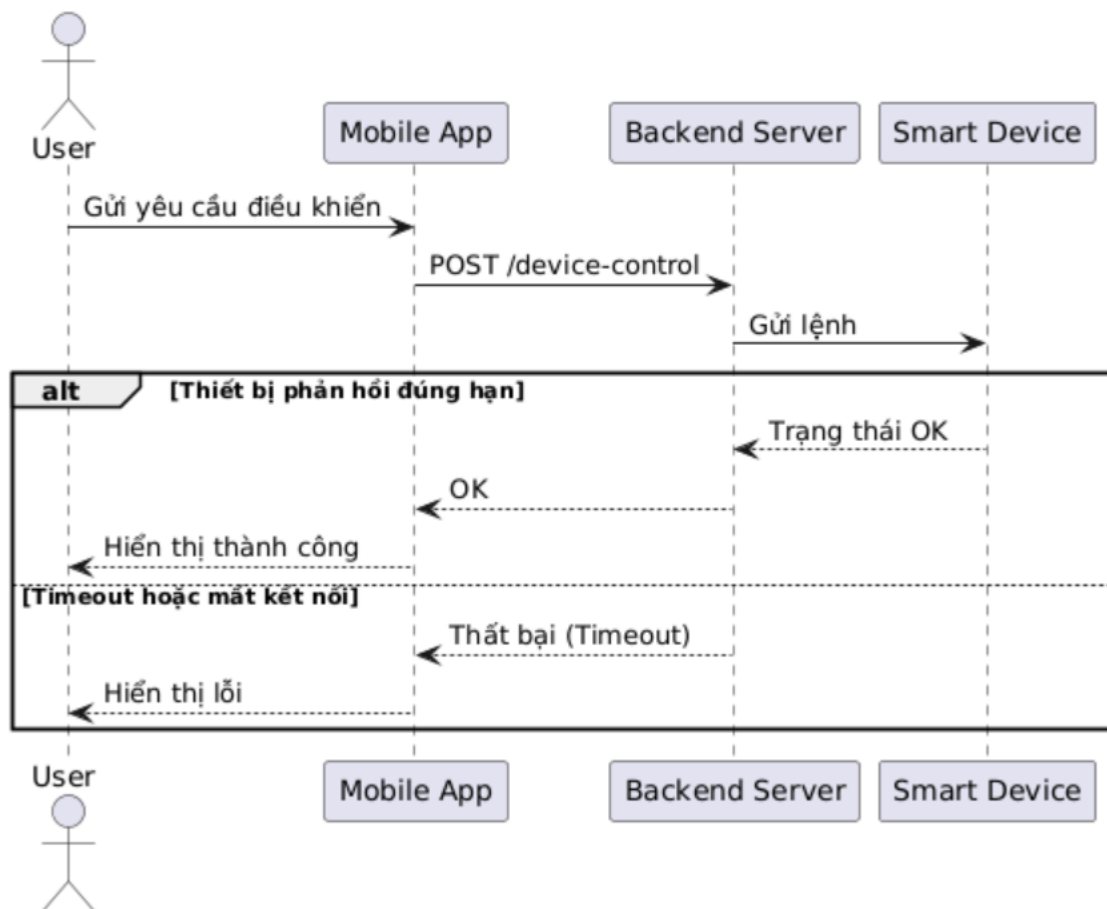
Hình 2.16 Sơ đồ Sequence Bật/tắt thiết bị qua ứng dụng

Thứ tự	Thành phần	Hành động
1	User	Gửi yêu cầu bật/tắt thiết bị

2	Mobile App	Gửi yêu cầu POST /device-control
3	Backend Server	Chuyển tiếp lệnh tới Smart Device
4	Smart Device	Phản hồi trạng thái hoạt động
5	Server	Trả kết quả thao tác cho App
6	App	Hiển thị kết quả cho người dùng

Bảng 2.11 Mô tả Bật/tắt thiết bị qua ứng dụng

Điều khiển thiết bị (timeout/mất kết nối)

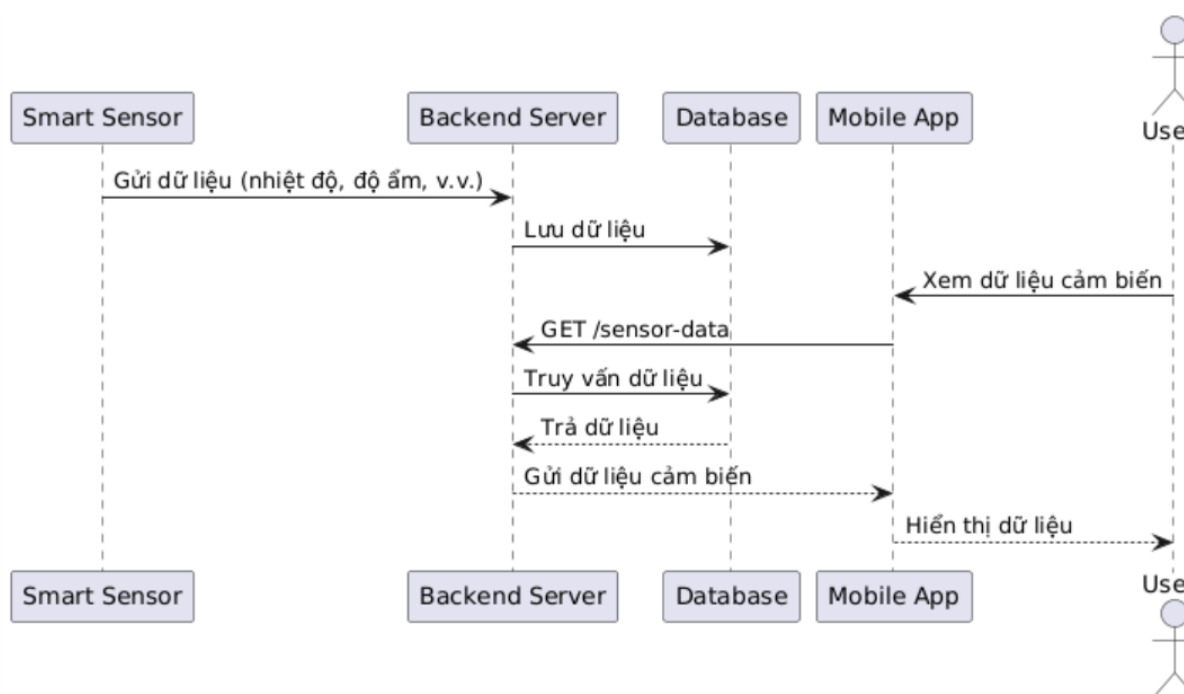


Hình 2.17 Sơ đồ Sequence Điều khiển thiết bị (timeout/mất kết nối)

Tình huống	Thành phần	Hành động
Bình thường	Smart Device	Phản hồi trạng thái OK
	Server	Trả về OK cho App
	App	Hiển thị thành công
Timeout/Mất kết nối	Server	Thông báo thất bại
	App	Hiển thị lỗi cho người dùng

Bảng 2.12 Mô tả Điều khiển thiết bị (timeout/mất kết nối)

Thu thập dữ liệu cảm biến

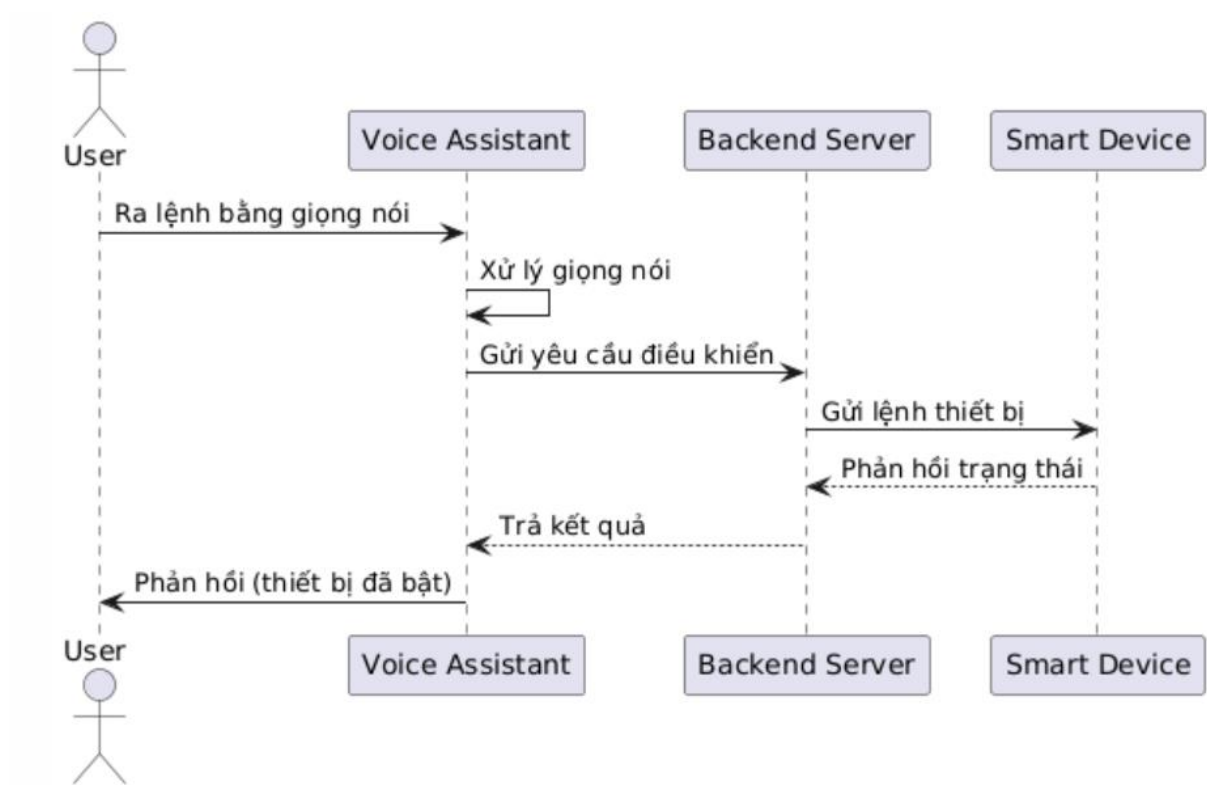


Hình 2.18 Sơ đồ Sequence Thu thập cảm biến dữ liệu

Thứ tự	Thành phần	Hành động
1	Smart Sensor	Gửi dữ liệu (nhiệt độ, độ ẩm,...) đến Server
2	Server	Lưu dữ liệu vào Database
3	User	Mở App để xem dữ liệu
4	App	GET /sensor-data
5	Server	Truy vấn từ DB và trả dữ liệu về App
6	App	Hiển thị dữ liệu cảm biến

Bảng 2.13 Mô tả thu thập dữ liệu

Điều khiển bằng giọng nói

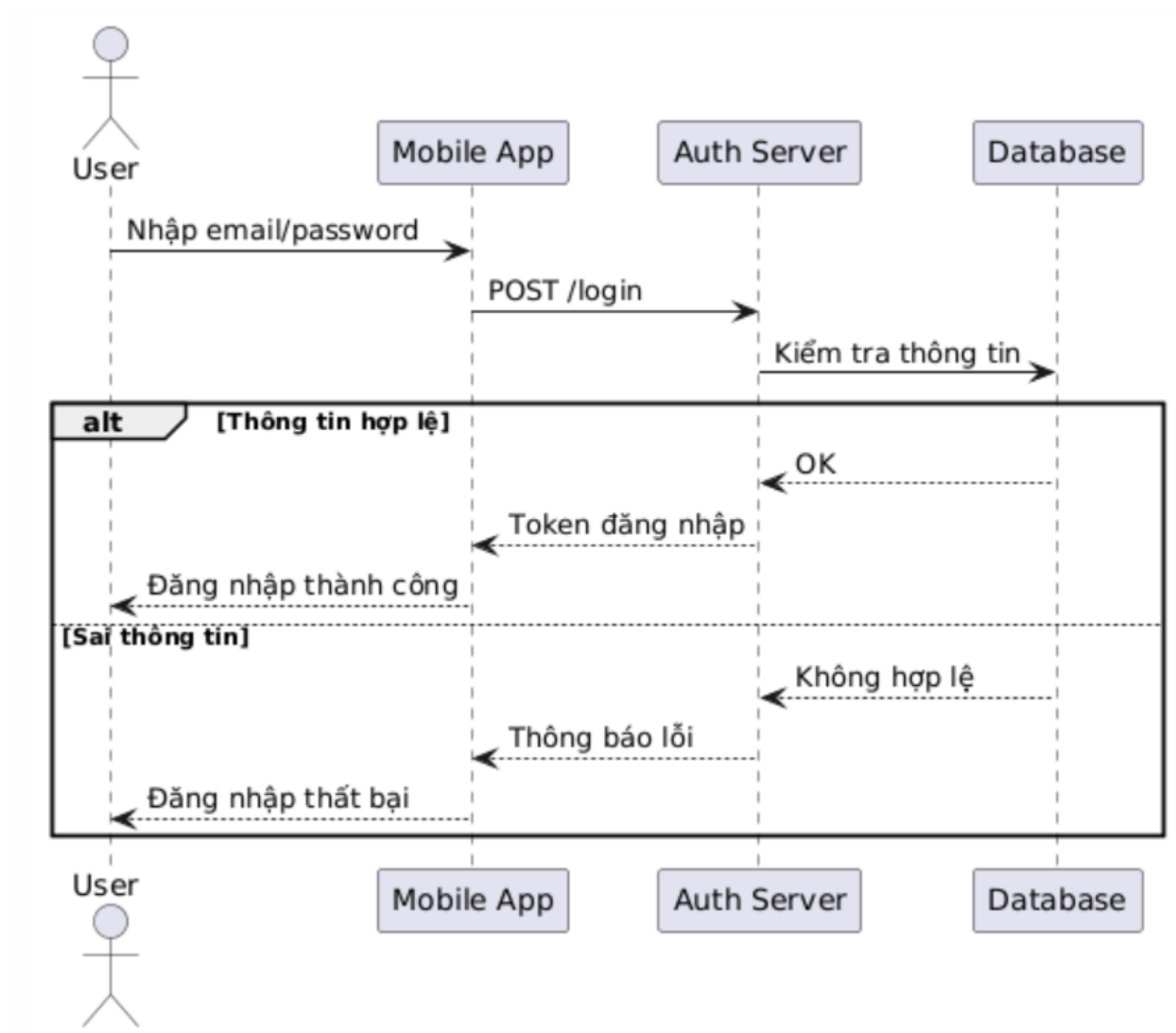


Hình 2.19 Sơ đồ Sequence Điều khiển bằng giọng nói

Thứ tự	Thành phần	Hành động
1	User	Ra lệnh bằng giọng nói
2	Voice Assistant	Xử lý và gửi yêu cầu điều khiển
3	Server	Gửi lệnh điều khiển đến thiết bị
4	Smart Device	Phản hồi trạng thái
5	Server	Trả kết quả về VA
6	Voice Assistant	Thông báo phản hồi cho người dùng

Bảng 2.14 Mô tả Điều khiển bằng giọng nói

Xác thực người dùng

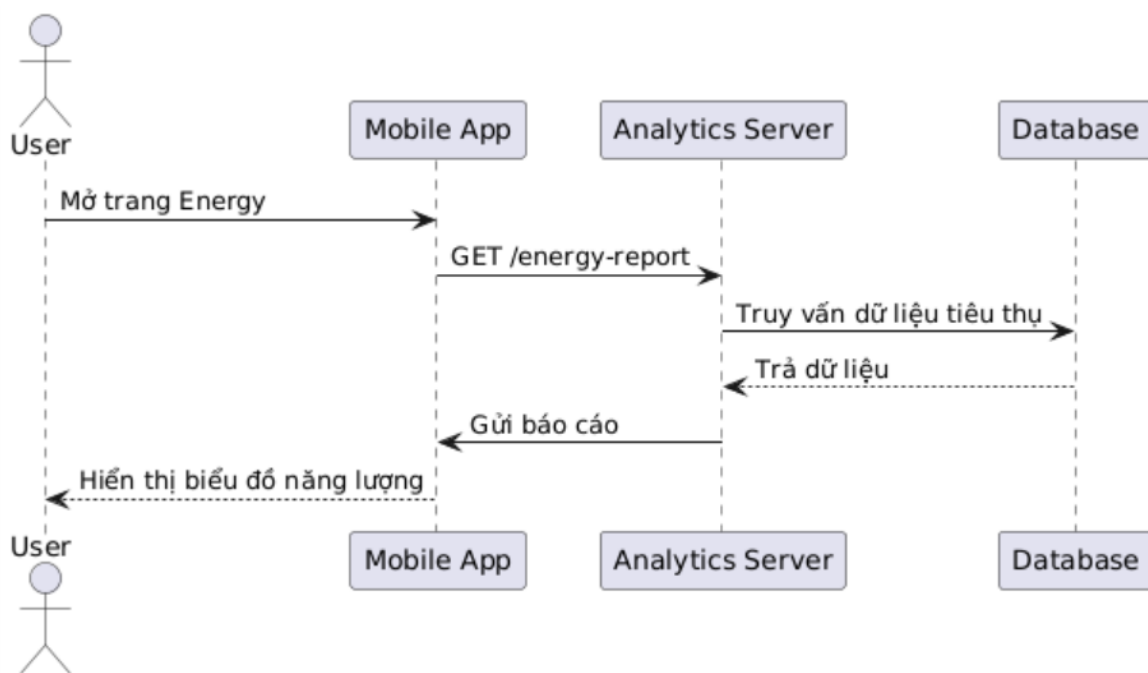


Hình 2.20 Sơ đồ Sequence Xác thực người dùng

Tình huống	Thành phần	Hành động
Hợp lệ	App → Auth	POST login thông tin
	Auth → DB	Kiểm tra thông tin
	DB → Auth	OK
	Auth → App	Trả về token
	App → User	Đăng nhập thành công
Không hợp lệ	DB → Auth	Không hợp lệ
	Auth → App	Thông báo lỗi
	App → User	Đăng nhập thất bại

Bảng 2.15 Mô tả Xác thực người dùng

Phân tích năng lượng tiêu thụ



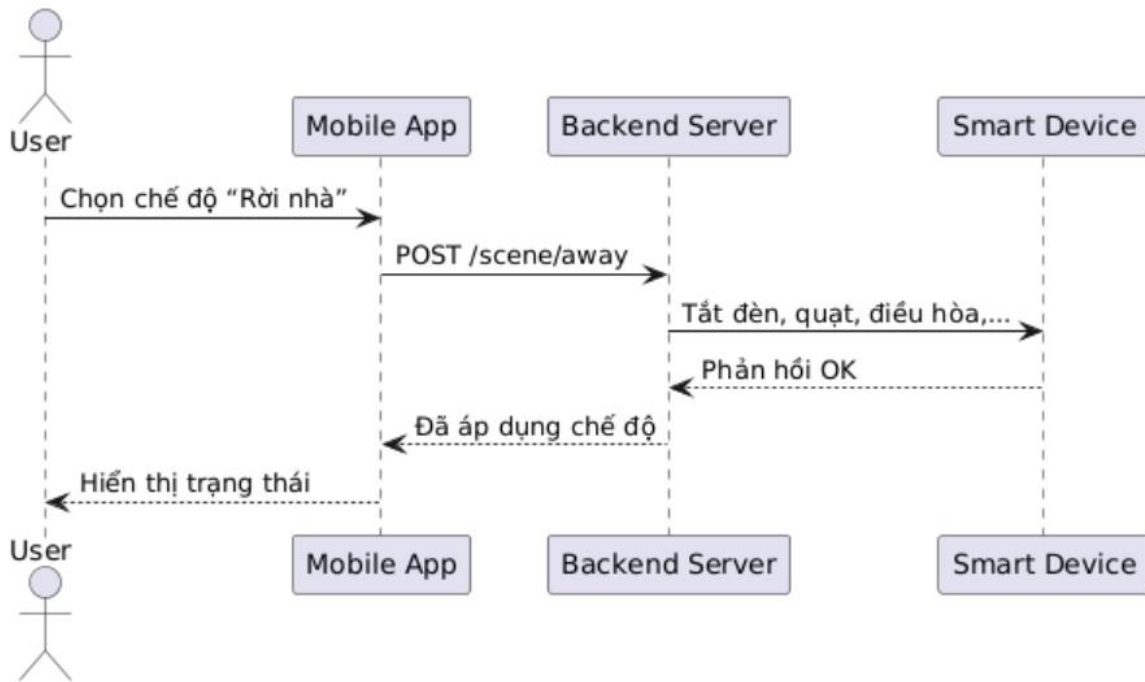
Hình 2.21 Sơ đồ Sequence Phân tích năng lượng tiêu thụ

Thứ tự	Thành phần	Hành động
1	User	Mở trang Energy trên App

2	App	Gửi yêu cầu /energy-report đến Analytics
3	Analytics	Truy vấn DB dữ liệu tiêu thụ
4	DB → Analytics	Trả dữ liệu
5	Analytics → App	Gửi báo cáo
6	App	Hiển thị biểu đồ năng lượng

Bảng 2.16 Mô tả Phân tích năng lượng

Quản lý thiết bị theo chế độ có sẵn

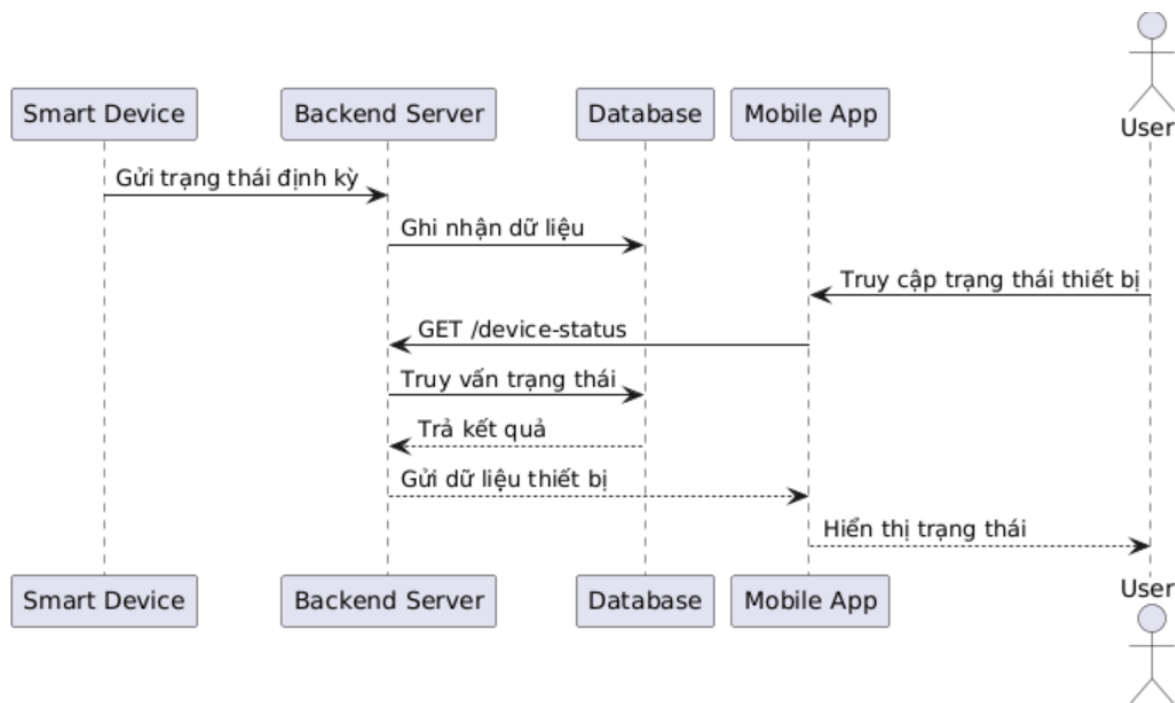


Hình 2.22 Sơ đồ Sequence Quản lý thiết bị theo chế độ có sẵn

Thứ tự	Thành phần	Hành động
1	User	Chọn chế độ "Rời nhà"
2	App	Gửi POST /scene/away
3	Server	Gửi lệnh tắt đèn/quạt/... đến thiết bị
4	Device	Phản hồi OK
5	Server	Gửi phản hồi đã áp dụng về App
6	App	Hiển thị trạng thái đã cập nhật

Bảng 2.17 Mô tả Quản lý thiết bị theo chế độ có sẵn

Theo dõi hệ thống/giám sát

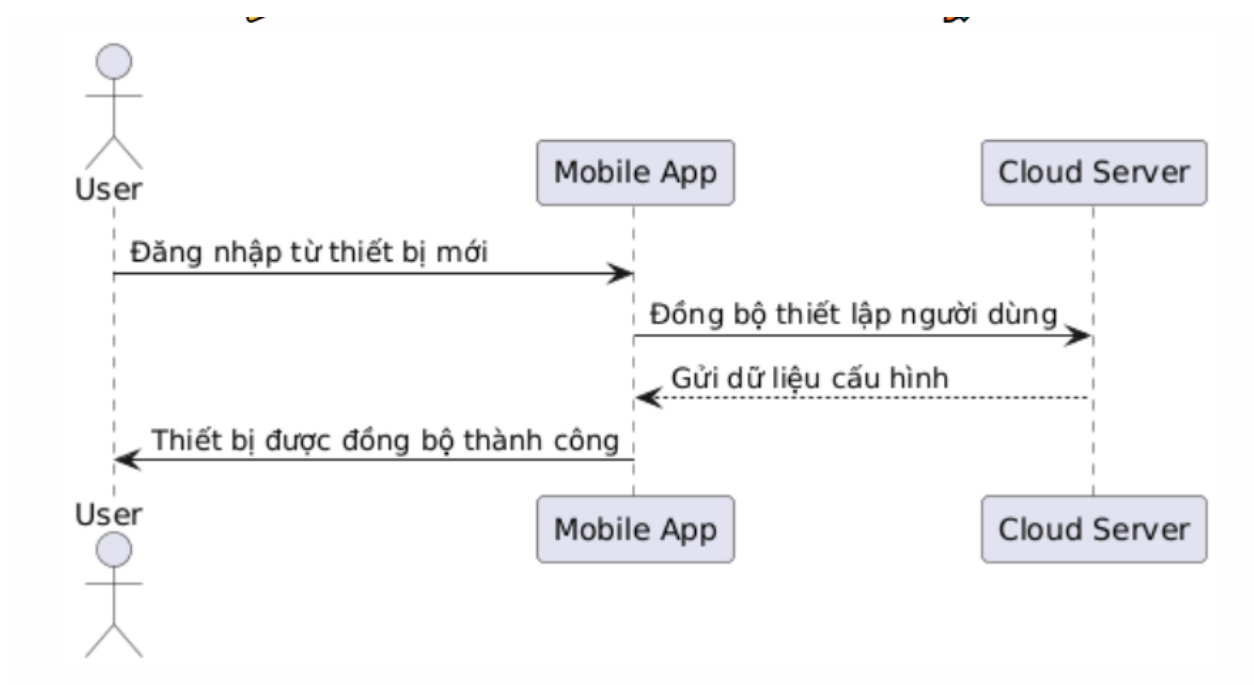


Hình 2.23 Sơ đồ Sequence Theo dõi hệ thống/giám sát

Thứ tự	Thành phần	Hành động
1	Smart Device	Gửi trạng thái định kỳ đến Server
2	Server	Ghi nhận vào DB
3	User → App	Truy cập xem trạng thái thiết bị
4	App → Server	Gửi GET /device-status
5	Server → DB	Truy vấn dữ liệu
6	DB → Server	Trả kết quả
7	Server → App	Gửi dữ liệu
8	App	Hiển thị trạng thái thiết bị

Bảng 2.18 Mô tả Theo dõi hệ thống/giám sát

Đồng bộ dữ liệu người dùng

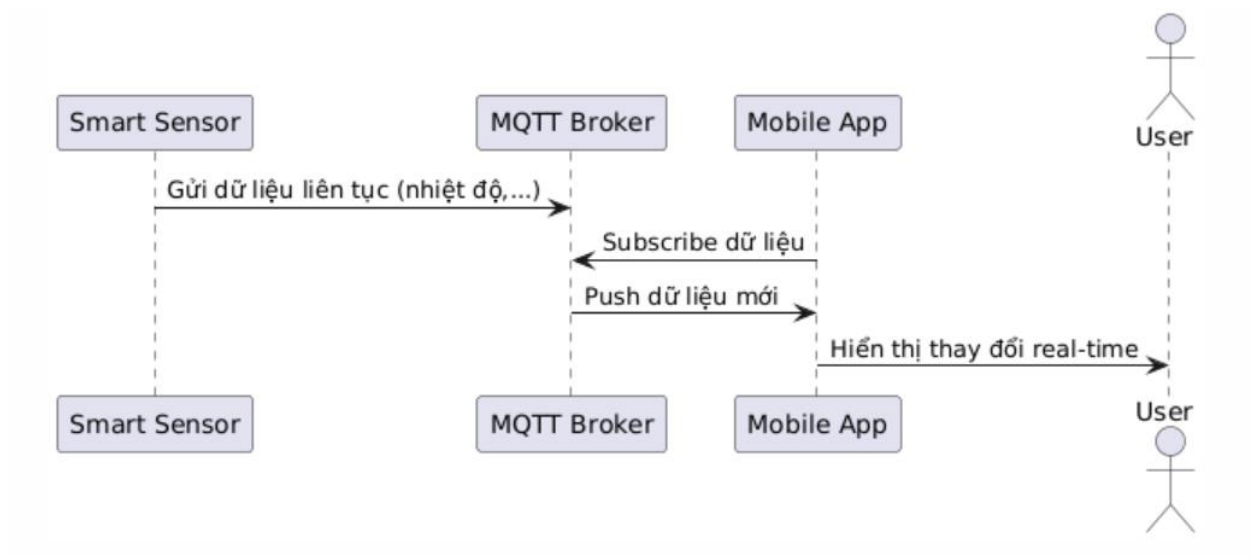


Hình 2.24 Sơ đồ Sequence Đồng bộ dữ liệu người dùng

Thứ tự	Thành phần	Hành động
1	User	Đăng nhập từ thiết bị mới
2	App → Cloud Server	Yêu cầu đồng bộ thiết lập người dùng
3	Cloud Server → App	Trả dữ liệu cấu hình
4	App → User	Hiện thị thông báo đồng bộ thành công

Bảng 2.19 Mô tả Đồng bộ dữ liệu người dùng

Cập nhật theo thời gian thực (Realtime)



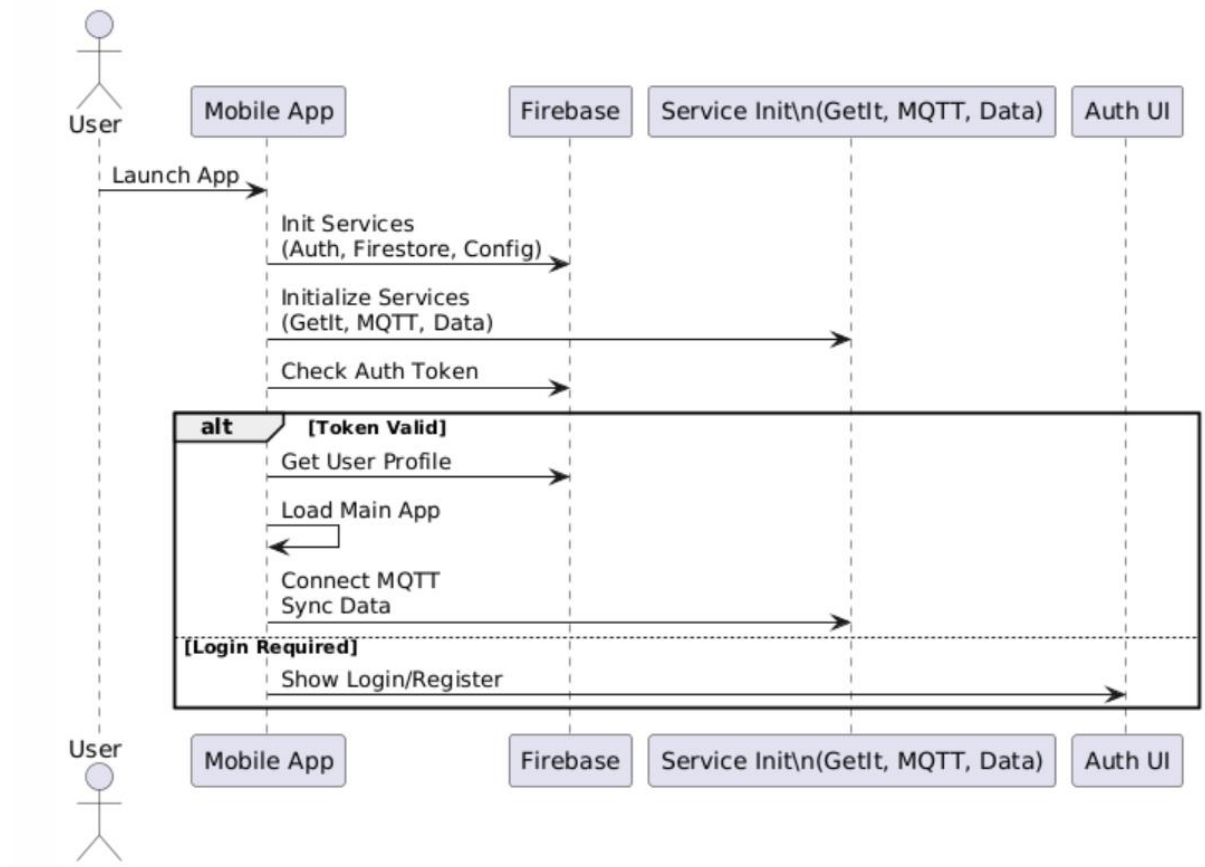
Hình 2.25 Sơ đồ Sequence Cập nhập theo thời gian thực (Realtime)

Thứ tự	Thành phần	Hành động
1	Smart Sensor	Gửi dữ liệu định kỳ qua MQTT
2	Mobile App	Subscribe dữ liệu từ MQTT Broker
3	MQTT Broker → App	Push dữ liệu mới
4	App → User	Hiển thị dữ liệu real-time

Bảng 2.20 Mô tả cập nhập theo thời gian thực (Realtime)

2.5.2 Luồng hoạt động chính

App Initialization Flow (Luồng khởi động ứng dụng)

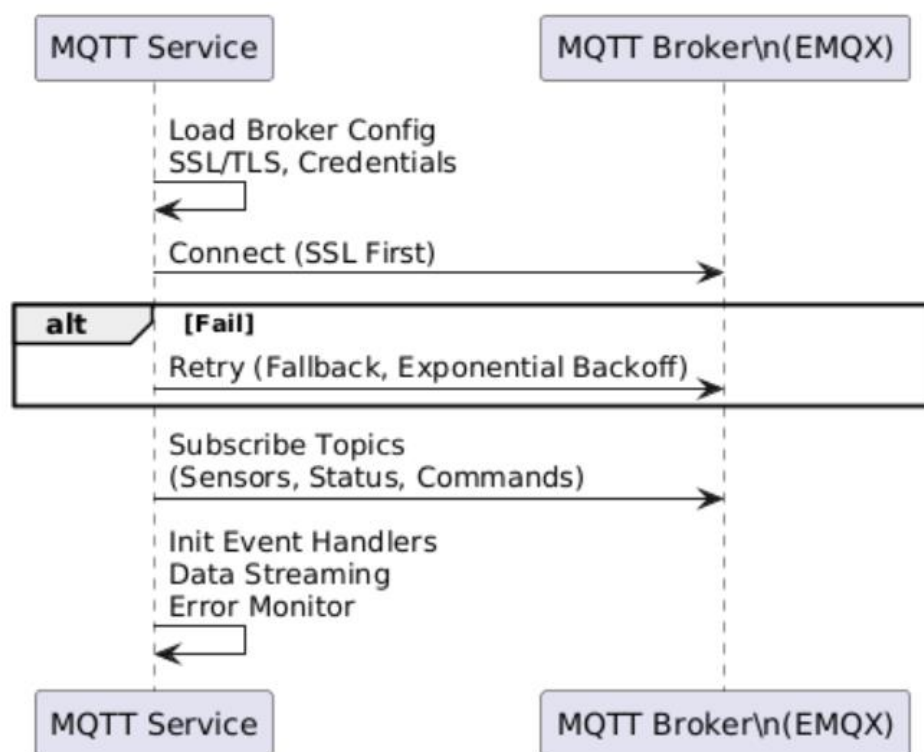


Hình 2.26 Sơ đồ luồng App Initialization Flow (Luồng khởi động ứng dụng)

Thứ tự	Thành phần	Hành động
1	User	Mở ứng dụng
2	App	Khởi tạo dịch vụ Firebase (Auth, Firestore, Config)
3	App	Khởi tạo các dịch vụ nội bộ (GetIt, MQTT, Data)
4	App → Firebase	Kiểm tra token đăng nhập
5A	Firebase	Nếu hợp lệ → Lấy thông tin người dùng, load main app, kết nối MQTT
5B	Auth UI	Nếu không hợp lệ → Hiển thị màn hình đăng nhập/đăng ký

Bảng 2.21 Mô tả Sơ đồ luồng App Initialization Flow (Luồng khởi động ứng dụng)

MQTT Connection Flow (Luồng kết nối MQTT)

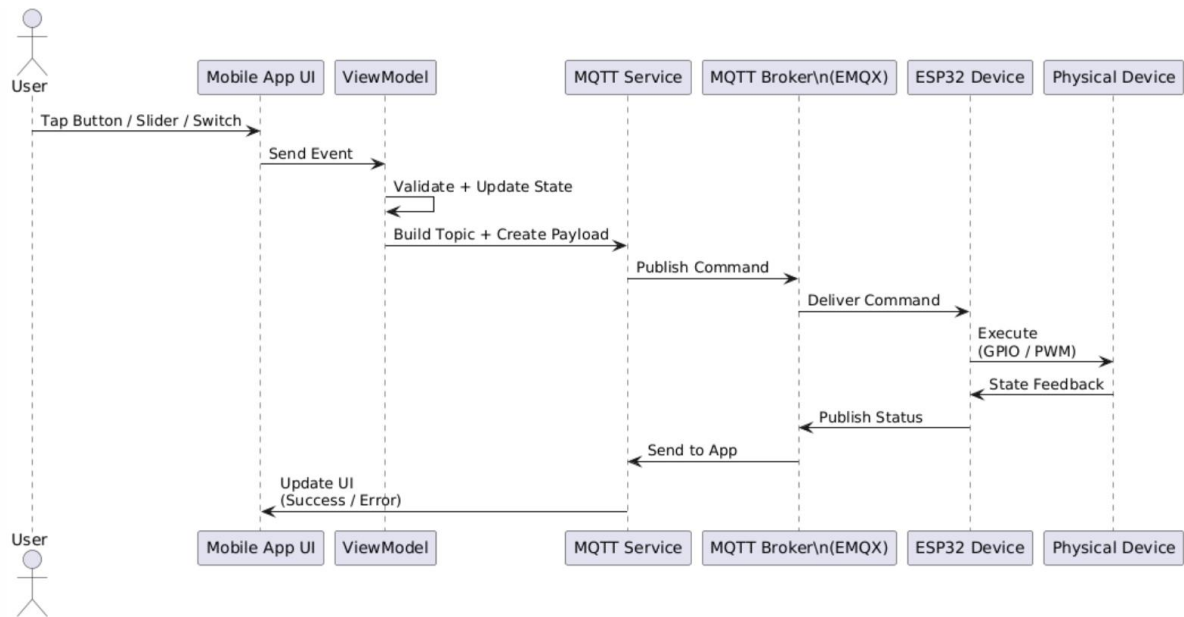


Hình 2.27 Sơ đồ luồng MQTT Connection Flow (Luồng kết nối MQTT)

Thứ tự	Thành phần	Hành động
1	MQTT Service	Nạp cấu hình Broker (SSL, user/pass)
2	MQTT Service	Kết nối đến Broker
3A	Broker	Nếu lỗi → Thử lại với backoff
4	MQTT Service → Broker	Subscribe topic (Sensors, Status, Commands)
5	MQTT Service	Khởi tạo xử lý luồng dữ liệu và lỗi

Bảng 2.22 Mô tả Sơ đồ luồng MQTT Connection Flow (Luồng kết nối MQTT)

Mobile App Control Flow (Luồng điều khiển thiết bị từ App)

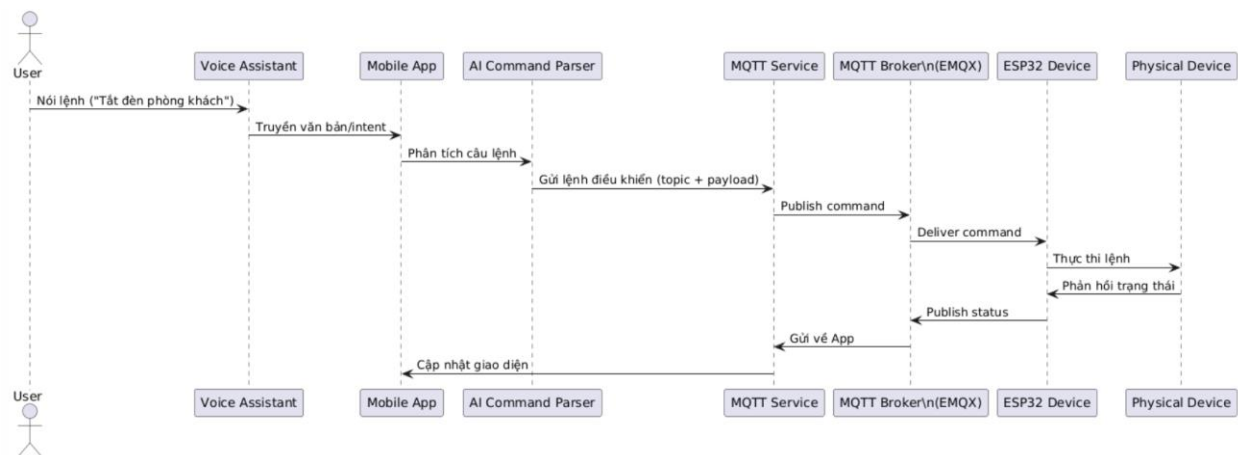


Hình 2.28 Sơ đồ luồng Mobile App Control Flow (Luồng điều khiển thiết bị từ App)

Thứ tự	Thành phần	Hành động
1	User	Nhấn nút / điều chỉnh trong App
2	UI → ViewModel	Gửi sự kiện
3	ViewModel	Kiểm tra và cập nhật trạng thái
4	ViewModel → MQTT	Tạo topic + payload điều khiển
5	MQTT → Broker	Publish command
6	Broker → ESP32	Truyền lệnh
7	ESP32 → Device	Thực thi (GPIO/PWM)
8	Device → ESP32	Gửi trạng thái
9	ESP32 → Broker	Publish status
10	MQTT → UI	Cập nhật UI

Bảng 2.23 Mô tả sơ đồ luồng Mobile App Control Flow (Luồng điều khiển thiết bị từ App)

Voice Command Control Flow (Luồng điều khiển bằng giọng nói)

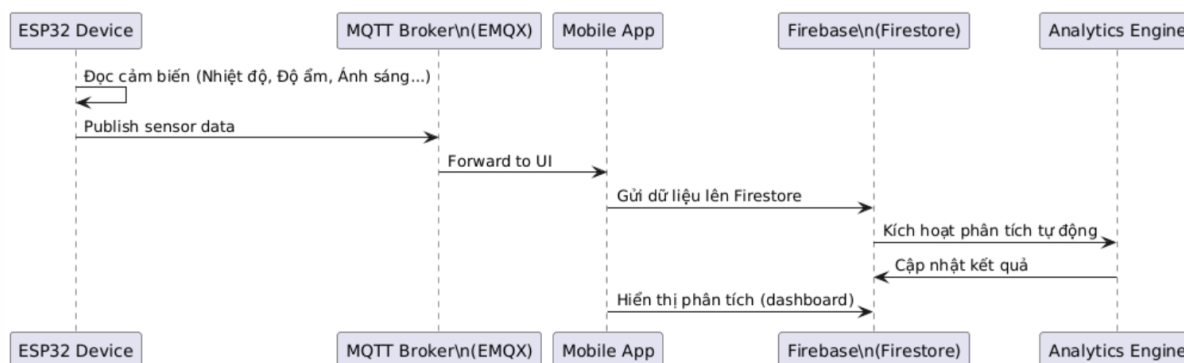


Hình 2.29 Sơ đồ luồng Voice Command Control Flow (Luồng điều khiển bằng giọng nói)

Thứ tự	Thành phần	Hành động
1	User → Voice	Ra lệnh bằng giọng nói
2	Voice → App	Truyền văn bản/intent
3	App → Parser	Phân tích ngữ nghĩa
4	Parser → MQTT	Tạo lệnh MQTT (topic + payload)
5-8	MQTT → ESP32 → Device	Gửi lệnh → Thực thi
9-11	ESP32 → MQTT → App	Gửi phản hồi và cập nhật giao diện

Bảng 2.24 Mô tả Sơ đồ luồng Voice Command Control Flow (Luồng điều khiển bằng giọng nói)

Sensor Data Flow (Luồng cảm biến dữ liệu)

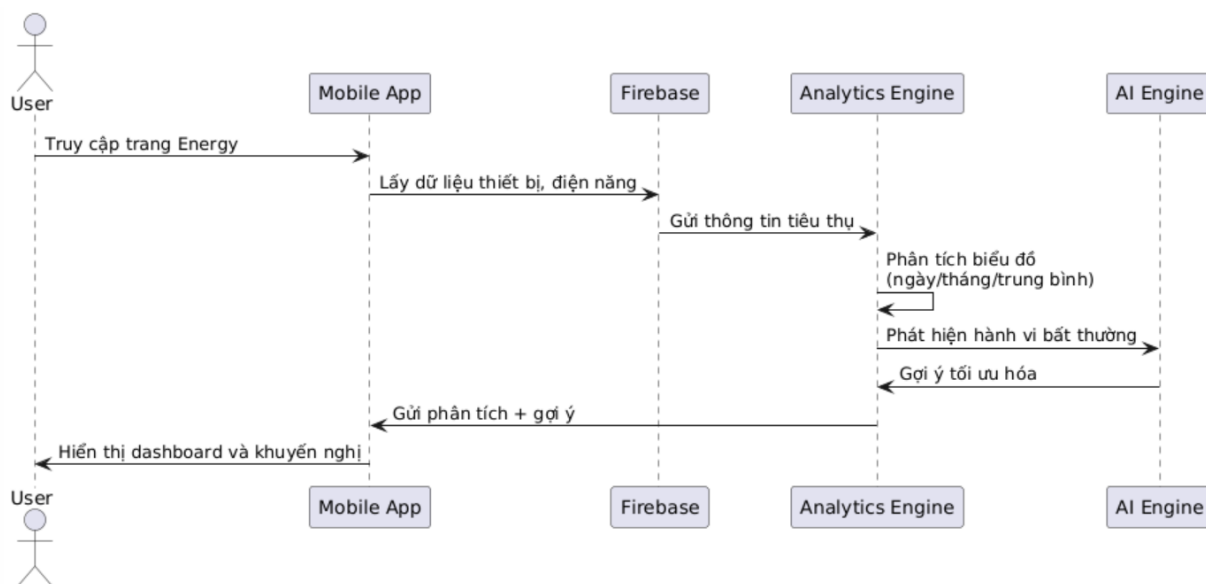


Hình 2.30 Sơ đồ luồng Sensor Data Flow (Luồng cảm biến dữ liệu)

Thứ tự	Thành phần	Hành động
1	ESP32	Đọc dữ liệu từ cảm biến
2	ESP32 → Broker	Publish dữ liệu
3	Broker → App	Forward đến giao diện
4	App → Firebase	Gửi dữ liệu lên Firestore
5	Firebase → Analytics	Kích hoạt phân tích
6	Analytics → Firebase	Cập nhật kết quả
7	App	Hiển thị phân tích trên dashboard

Bảng 2.31 Mô tả sơ đồ luồng Sensor Data Flow (Luồng cảm biến dữ liệu)

Energy Analytics Flow (Luồng phân tích năng lượng)

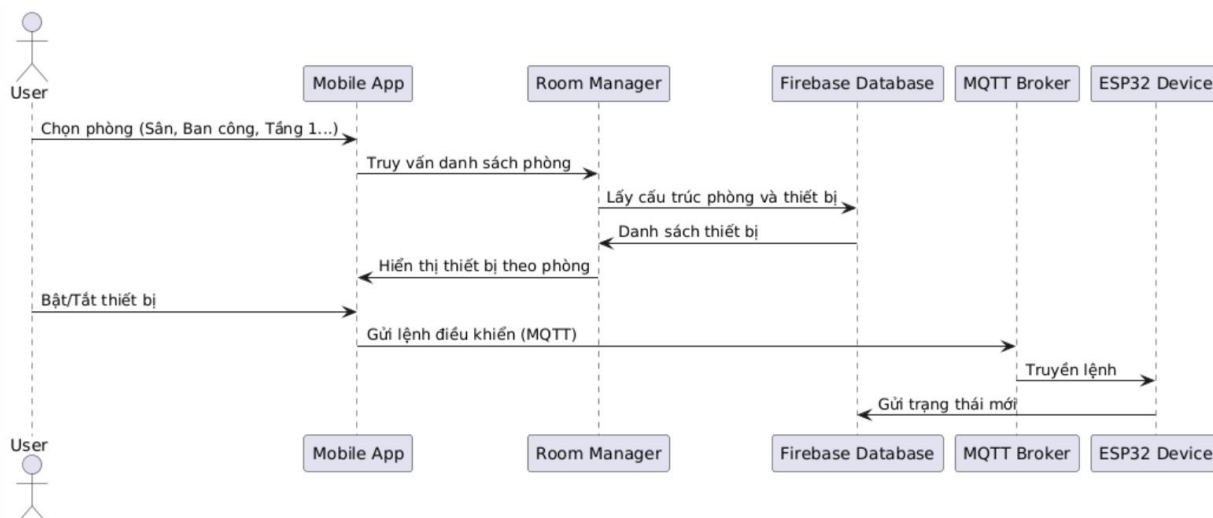


Hình 2.32 Sơ đồ luồng Energy Analytics Flow (Luồng phân tích năng lượng)

Thứ tự	Thành phần	Hành động
1	User → App	Truy cập trang năng lượng
2	App → Firebase	Lấy dữ liệu thiết bị
3	Firebase → Analytics	Gửi thông tin tiêu thụ
4	Analytics	Phân tích biểu đồ (ngày, tháng, trung bình)
5	Analytics → AI	Phát hiện hành vi bất thường
6	AI → Analytics	Gửi khuyến nghị
7	Analytics → App	Gửi kết quả phân tích + tối ưu

8	App → User	Hiện thị dashboard
---	------------	--------------------

Bảng 2.26 Mô tả sơ đồ luồng Energy Analytics Flow (Luồng phân tích năng lượng)
Zone & Room Management Flow (Luồng quản lý khu vực và phòng)

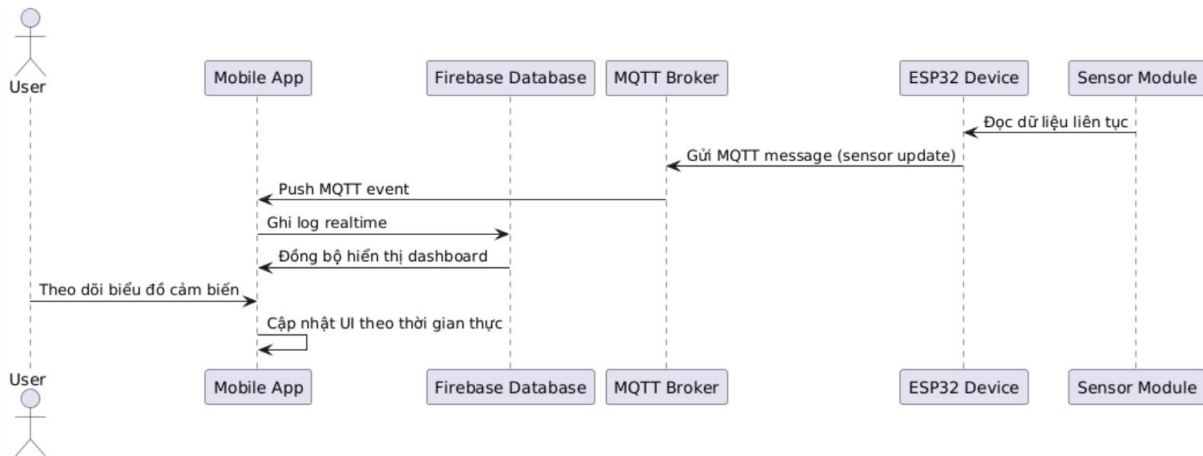


Hình 2.33 Sơ đồ luồng Zone & Room Management Flow (Luồng quản lý khu vực và phòng)

Thứ tự	Thành phần	Hành động
1	User → App	Chọn khu vực (phòng, ban công...)
2	App → RoomManager	Truy vấn danh sách phòng
3	RoomManager → Firebase	Lấy cấu trúc phòng và thiết bị
4	Firebase → RoomManager	Trả danh sách thiết bị
5	RoomManager → App	Hiện thị thiết bị
6	User → App	Bật/tắt thiết bị
7	App → Broker	Gửi lệnh điều khiển
8	Broker → ESP32	Truyền lệnh
9	ESP32 → Firebase	Gửi trạng thái mới

Bảng 2.27 Mô tả sơ đồ luồng Zone & Room Management Flow (Luồng quản lý khu vực và phòng)

Real-time Monitoring Flow (Luồng giám sát thời gian thực)

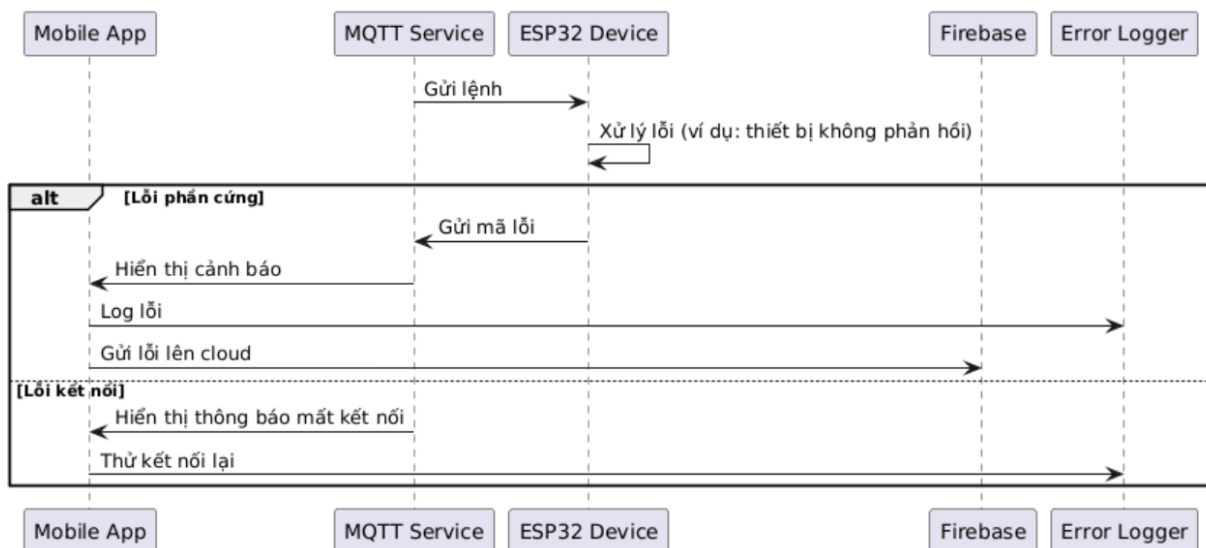


Hình 2.34 Sơ đồ luồng Real-time Monitoring Flow (Luồng giám sát thời gian thực)

Thứ tự	Thành phần	Hành động
1	Sensor → ESP32	Đọc dữ liệu liên tục
2	ESP32 → Broker	Gửi bản cập nhật qua MQTT
3	Broker → App	Đẩy sự kiện MQTT
4	App → Firebase	Ghi log realtime
5	Firebase → App	Đồng bộ dashboard
6	User → App	Theo dõi biểu đồ
7	App	Cập nhật UI theo thời gian thực

Bảng 2.28 Mô tả sơ đồ luồng Real-time Monitoring Flow (Luồng giám sát thời gian thực)

Error & Exception Handling Flow (Luồng xử lý lỗi)

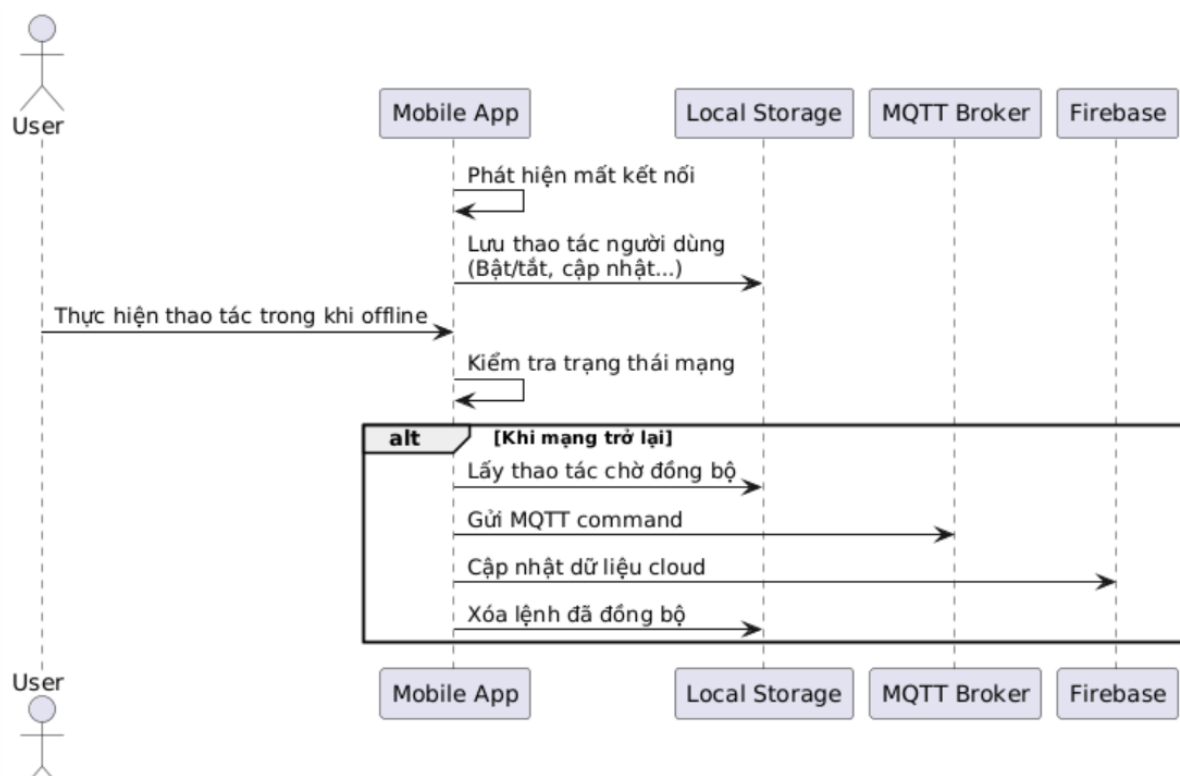


Hình 2.35 Sơ đồ luồng Error & Exception Handling Flow (Luồng xử lý lỗi)

Thứ tự	Thành phần	Hành động
1	MQTT → ESP32	Gửi lệnh
2	ESP32	Phát hiện lỗi (mất kết nối, không phản hồi)
3A	ESP32 → MQTT → App	Báo lỗi phần cứng → Hiển thị cảnh báo
3B	MQTT → App	Báo lỗi kết nối
4	App → Logger	Ghi log lỗi
5	App → Firebase	Gửi lỗi lên cloud
6	Logger	Thử kết nối lại nếu có thể

Bảng 2.29 Mô tả sơ đồ luồng Error & Exception Handling Flow (Luồng xử lý lỗi)

Offline Sync Flow (Luồng đồng bộ khi offline)



Hình 2.36 Sơ đồ luồng Offline Sync Flow (Luồng đồng bộ khi offline)

Thứ tự	Thành phần	Hành động
1	App	Phát hiện mất mạng
2	App → Local Storage	Lưu các thao tác offline (bật/tắt, điều chỉnh)
3	User → App	Thực hiện thao tác khi offline

4	App	Theo dõi trạng thái mạng
5	App → Local	Khi có mạng lại → lấy các thao tác chưa đồng bộ
6	App → Broker	Gửi lệnh MQTT
7	App → Firebase	Cập nhật dữ liệu cloud
8	App → Local	Xóa các lệnh đã đồng bộ

Bảng 2.30 Mô tả sơ đồ luồng Offline Sync Flow (Luồng đồng bộ khi offline)

2.6 Phần cứng

2.6.1 Mô hình 3D



Hình 2.37 Mô hình 3D Ngôi nhà

Blender là một phần mềm mã nguồn mở mạnh mẽ dùng để thiết kế đồ họa 3D, hỗ trợ nhiều tính năng như tạo mô hình 3D, điêu khắc, render, hoạt hình, chỉnh sửa video và phát triển trò chơi.

Mô hình nhà kính 3D là một bản mô phỏng trực quan giúp tái hiện cấu trúc và nguyên lý hoạt động của một hệ thống smarthome. Mô hình này có thể thể hiện chi tiết các thành phần như ngôi nhà, cửa cổng, tường rào, cảm biến môi trường và các thiết bị. Nhờ đó, mô hình 3D không chỉ hỗ trợ trong quá trình thiết kế và thử nghiệm mà còn giúp người dùng dễ dàng hình dung cách hoạt động của hệ thống trước khi triển khai thực tế.

2.6.2 Mô hình thực tế



Hình 2.38 Mô hình thực tế

Trong mô hình thực tế này, nhóm đã triển khai một ngôi nhà thông minh thu nhỏ được chế tạo bằng tấm formex để tạo tường và mái, kết hợp với que tre làm khung chịu lực và các chi tiết trang trí. Mô hình không chỉ mang tính trực quan cao mà còn có khả năng hoạt động thực tế thông qua các vi điều khiển và module cảm biến.

Đặc biệt, cổng nhà có thể tự động mở ra hoặc đóng lại thông qua motor DC, được điều khiển từ xa bằng ứng dụng di động. Đây là một tính năng mô phỏng khả năng ra vào an toàn và tiện lợi trong các hệ thống nhà thông minh hiện đại.

Ngoài ra, mỗi phòng trong ngôi nhà đều được trang bị đèn LED, cho phép người dùng bật/tắt từ xa thông qua mạng Wi-Fi. Hệ thống sử dụng các module ESP32-S3 Dev và ESP32 Dev Kit, là những vi điều khiển có tích hợp Wi-Fi và Bluetooth, giúp truyền nhận dữ liệu giữa các thiết bị và ứng dụng điều khiển một cách mượt mà.

Thông qua mô hình này, người xem có thể dễ dàng hình dung cách một hệ thống Smart Home hoạt động, từ quản lý thiết bị chiếu sáng, đến điều khiển ra vào, và giao tiếp giữa các thiết bị IoT. Việc xây dựng mô hình với các vật liệu rẻ, dễ tìm cũng cho thấy tiềm năng phổ cập công nghệ nhà thông minh đến nhiều đối tượng, kể cả ở quy mô nhỏ và chi phí thấp.

CHƯƠNG 3: MỘT SỐ THÀNH PHẦN KHÁC CỦA ĐỒ ÁN

3.1 Kế hoạch dự án

TASK	ASSIGNED TO	PROGRESS	START	END	14	15	16	17	18	19	20
					M	T	W	T	F	S	S
Khởi tạo											
Lập kế hoạch triển khai	Vũ Đăng Khoa	100%	7/14/25	7/20/25							
Phát triển											
Bảng kinh kiện và chi phí	Trịnh Văn Toàn	100%	7/14/25	7/20/25							
Thiết kế giao diện											
Thiết kế giao diện	Vũ Đăng Khoa	100%	7/14/25	7/20/25							
Xây dựng ý tưởng thiết kế giao diện	Vũ Đăng Khoa	100%	7/14/25	7/20/25							
Thiết kế giao diện	Vũ Đăng Khoa	100%	7/14/25	7/20/25							
Thiết kế hệ nhúng											
Lên kế hoạch phần cứng	Vũ Đăng Khoa/Ngo Minh Tú/Tiểu Công Tuấn	100%	7/14/25	7/20/25							
Xác định kiến trúc phần mềm và firebase	Vũ Đăng Khoa/Ngo Minh Tú/Tiểu Công Tuấn	100%	7/14/25	7/20/25							
Thiết kế các chức năng module	Vũ Đăng Khoa/Ngo Minh Tú/Tiểu Công Tuấn	100%	7/14/25	7/20/25							
Thiết kế mô hình 3D	Ngo Minh Tú/Tiểu Công Tuấn	100%	7/14/25	7/20/25							
Thực thi											
Lập kế hoạch kiểm thử phần mềm và phần mềm	Toàn bộ thành viên	100%	7/14/25	7/20/25							
Lập trình firmware và giao tiếp thiết bị	Vũ Đăng Khoa/Ngo Minh Tú/Tiểu Công Tuấn	100%	7/14/25	7/20/25							
Tích hợp hệ thống	Vũ Đăng Khoa/Ngo Minh Tú/Tiểu Công Tuấn	100%	7/14/25	7/20/25							
Kiểm tra và quản lý source code	Vũ Đăng Khoa	100%	7/14/25	7/20/25							
Đánh giá											
Kiểm thử tổng thể	Toàn bộ thành viên	100%	7/14/25	7/20/25							
Tổng quan báo cáo	Toàn bộ thành viên	100%	7/14/25	7/20/25							

Hình 2.39 Kế hoạch dự án

Dự án hệ nhúng được lên kế hoạch triển khai trong 13 tuần, với tổng thể công việc được phân chia thành 6 nhóm chính gồm: Khởi tạo, Phát triển, Thiết kế giao diện, Thiết kế hệ nhúng, Thực thi và Đánh giá. Mỗi nhóm công việc lại bao gồm nhiều đầu việc cụ thể, được phân chia cho từng thành viên hoặc nhóm nhỏ đảm trách, nhằm đảm bảo mọi khâu trong dự án đều được triển khai đồng bộ và đúng tiến độ.

Ở giai đoạn khởi tạo, nhóm tiến hành thu thập và phân tích yêu cầu của hệ thống để hiểu rõ các chức năng cần có cũng như các tiêu chí đánh giá hiệu quả hoạt động. Đồng thời, nhóm cũng tìm hiểu các giải pháp đã có sẵn trong lĩnh vực hệ nhúng, từ phần cứng như ESP32, ESP32 DEV Kit cho đến nền tảng phần mềm như Firebase dùng để lưu trữ dữ liệu.

Sau quá trình đánh giá và chọn lọc, nhóm thống nhất sử dụng bộ công nghệ phù hợp, từ đó xây dựng kế hoạch triển khai chi tiết cho từng thành viên.

Trong giai đoạn phát triển, nhóm tập trung vào việc định nghĩa Use Case – tức các tình huống cụ thể mà hệ thống sẽ được sử dụng. Nhằm đảm bảo việc phát triển đi đúng hướng, nhóm cũng xây dựng sơ đồ kiến trúc tổng thể và sơ đồ tuần tự, giúp hình dung rõ luồng dữ liệu và mối quan hệ giữa các thành phần của hệ thống. Việc này đặt nền tảng cho một kiến trúc hệ thống rõ ràng, hợp lý và dễ dàng mở rộng sau này.

Sau đó, nhóm chuyển sang thiết kế giao diện, với mục tiêu tạo ra một trải nghiệm người dùng trực quan và thuận tiện. Ban đầu là khâu lên ý tưởng, xác định nhu cầu hiển thị, sau đó là thiết kế bản vẽ mẫu và hiện thực hóa thành giao diện hoàn chỉnh, bám sát theo thiết kế đã thống nhất.

Thiết kế hệ nhúng là giai đoạn quan trọng tiếp theo. Về phần cứng, nhóm xây dựng sơ đồ đầu nối giữa các thiết bị, lựa chọn linh kiện phù hợp và tạo dựng mô hình 3D mô phỏng cấu trúc và hoạt động của hệ thống. Còn ở phần mềm, nhóm thiết kế kiến trúc chương trình, xây dựng cơ sở dữ liệu trên Firebase và phát triển các module xử lý dữ liệu, điều khiển các thiết bị đầu ra/đầu vào. Tất cả nhằm đảm bảo hệ thống hoạt động ổn định và hiệu quả.

Sang giai đoạn thực thi, nhóm tiến hành viết chương trình nhúng cho vi điều khiển, tích hợp các kết nối không dây như Wi-Fi hoặc Bluetooth, đồng thời thực hiện kiểm thử từng thành phần để đánh giá tính ổn định và độ chính xác. Việc tối ưu mã nguồn, kiểm tra hiệu suất và quản lý phiên bản cũng được thực hiện chặt chẽ thông qua các công cụ như GitHub hoặc GitLab.

Ở giai đoạn cuối cùng – đánh giá, nhóm tiến hành kiểm thử toàn bộ hệ thống dưới các điều kiện hoạt động thực tế. Những lỗi tiềm ẩn được phát hiện sẽ được ghi nhận và điều chỉnh kịp thời. Sau cùng, một báo cáo tổng kết chi tiết sẽ được lập ra, ghi nhận toàn bộ quá trình thực hiện dự án, các thành quả đạt được và những vấn đề phát sinh. Đây là cơ sở để nhóm rút ra bài học kinh nghiệm và cải thiện cho các dự án tương lai.

3.2 Đảm bảo thực hiện đúng làm việc nhóm

Nhóm có 4 thành viên, với trưởng nhóm là: Vũ Đăng Khoa – người gắn kết các thành viên trong dự án.

Vào mỗi đầu tuần, nhóm sẽ tiến hành họp nhóm để có thể tiến hành công việc, cũng như các thành viên trong nhóm có thể báo cáo được tiến độ được giao trong tuần đó. Trong những trường hợp nhóm không thể họp trực tiếp trên thư viện hoặc là phòng tự học thì nhóm sẽ họp online qua google meet, để đảm bảo rằng tiến độ của dự án sẽ vẫn đi lên. Trong trường hợp nhóm có thể họp trực tiếp tại thư viện hoặc phòng tự học, mỗi cuộc họp sẽ có một phiên bản cuộc họp nhằm tổng quát lại những nội dung trong cuộc họp diễn ra, được đề xuất tới. Cũng như sẽ khái quát nội dung cuộc họp tiếp theo để tiếp tục phát triển dự án.

Ngoài những cuộc họp, trong quá trình làm việc từ xa, nhóm sẽ trao đổi qua tin nhắn, qua những cuộc họp online nhằm đảm bảo rằng, các thành viên trong nhóm sẽ không bị hiểu nhầm về tiến độ dự án cũng như không bị quên về công việc được giao.

3.3 Các vấn đề về đạo đức và làm việc chuyên nghiệp

Trong quá trình thực hiện đồ án, nhóm luôn tuân thủ các nguyên tắc đạo đức nghề nghiệp nhằm đảm bảo công khai minh bạch, chính xác và chuyên nghiệp trong công việc. Cụ thể, nhóm đã tuân thủ các nguyên tắc sau:

- *Tuân thủ nguyên tắc bản quyền và đạo đức:* Toàn bộ nội dung trong đồ án đều được nghiên cứu, xây dựng và phát triển bởi nhóm, không sao chép trái phép từ các nguồn khác. Khi tham khảo tài liệu bên ngoài, nhóm cũng sẽ tham khảo những nguồn tài liệu uy tín, ghi rõ nguồn gốc để tôn trọng quyền sở hữu trí tuệ.
- *Trung thực trong báo cáo và thực nghiệm:* Nhóm đảm bảo tất cả kết quả dữ liệu, dữ liệu và thống kê trong báo cáo đều phản ánh đúng quá trình nghiên cứu và

thực nghiệm thực tế. Không có bất kì hành vi chỉnh sửa dữ liệu nhằm sai lệch kết quả.

- *Làm việc chuyên nghiệp và có trách nhiệm:* Nhóm phân công công việc rõ ràng, tôn trọng thời gian và công sức của từng thành viên. Việc giao tiếp, trao đổi công việc được thực hiện một cách minh bạch và hiệu quả nhằm đảm bảo tiến độ của đồ án.
- *Bảo mật thông tin và quyền riêng tư:* Nhóm cam kết không thu thập, sử dụng hoặc chia sẻ thông tin cá nhân một cách trái phép, đồng thời tuân thủ các nguyên tắc bảo mật. Không chia sẻ thông tin cá nhân người dùng cho bên thứ ba dưới bất kì hình thức nào.

3.4 Tác động xã hội

Mô hình nhà thông minh mang lại nhiều tác động tích cực và thiết thực cho xã hội trong bối cảnh cuộc sống hiện đại ngày càng đề cao tính tiện nghi, an toàn và tiết kiệm. Trước hết, nhà thông minh giúp nâng cao chất lượng sống cho người dân thông qua khả năng tự động hóa các thiết bị điện tử như đèn, quạt, điều hòa, rèm cửa,... Người dùng có thể điều khiển mọi thiết bị từ xa, tiết kiệm thời gian và công sức trong sinh hoạt hàng ngày.

Đặc biệt, mô hình này mang lại giải pháp hỗ trợ hiệu quả cho người cao tuổi và người khuyết tật, giúp họ dễ dàng tương tác với môi trường sống mà không cần sự hỗ trợ trực tiếp từ người khác. Ví dụ, cảm biến chuyển động có thể tự bật đèn khi có người bước vào phòng.

Về mặt môi trường, nhà thông minh góp phần giảm tiêu thụ điện năng và nước nhờ khả năng kiểm soát tự động và tối ưu hóa hoạt động của thiết bị. Việc này không chỉ giúp người dùng tiết kiệm chi phí sinh hoạt mà còn là hành động thiết thực để bảo vệ tài nguyên thiên nhiên và giảm thiểu khí thải gây hiệu ứng nhà kính.

Ngoài ra, mô hình smart home còn góp phần thúc đẩy chuyển đổi số trong đời sống dân cư, giúp hình thành thói quen sống hiện đại, kết nối và an toàn hơn. Việc phát triển các giải pháp nhà thông minh cũng tạo ra nhiều cơ hội việc làm mới trong các lĩnh vực công nghệ, kỹ thuật điện – điện tử, lập trình và AI, thúc đẩy nền kinh tế số phát triển bền vững.

Ngoài ra, smart home còn có thể lập lịch cho người dùng và lập được kịch bản cho người sử dụng. Ví dụ: Vào buổi tối, người dùng có thể cài đặt chế độ buổi tối cho ứng dụng. Người dùng có thể thiết lập trước bật tắt các thiết bị điện theo yêu cầu. Khi đó, người dùng chỉ cần ấn nút đã có sẵn, các thiết bị điện sẽ được bật tắt theo thiết lập của người dùng.

Tóm lại, mô hình nhà thông minh không chỉ phục vụ nhu cầu tiện ích cá nhân mà còn góp phần xây dựng một xã hội thông minh, an toàn, tiết kiệm và thân thiện với môi trường, hướng tới cuộc sống văn minh và hiện đại hơn cho mọi tầng lớp dân cư.

3.5 Kế hoạch cho kiến thức mới và chiến lược học tập

Trong cuộc sống hiện đại, nhà thông minh (smart home) đang trở thành xu hướng tất yếu, giúp nâng cao chất lượng sống và tối ưu hóa việc quản lý thiết bị trong gia đình thông qua công nghệ. Để mở rộng tiềm năng ứng dụng và gia tăng tính hiệu quả, mô hình nhà thông minh cần được cải tiến bằng cách tích hợp phần cứng mạnh mẽ hơn, trí tuệ nhân tạo (AI), và công nghệ Internet vạn vật (IoT). Chính vì thế, nhóm đã xây dựng kế hoạch học tập và nghiên cứu các công nghệ tiên tiến nhằm phát triển mô hình smart home trong tương lai.

Thứ nhất, nâng cấp phần cứng với Raspberry Pi 5 hoặc NVIDIA Jetson Nano. Để đáp ứng nhu cầu xử lý dữ liệu thời gian thực và hỗ trợ các ứng dụng AI, việc sử dụng Raspberry Pi 5 hoặc NVIDIA Jetson Nano là một bước tiến cần thiết. Raspberry Pi 5 mang lại hiệu suất cao hơn, hỗ trợ kết nối không dây nhanh chóng (WiFi 6, Bluetooth 5.0), và có khả năng mở rộng với nhiều thiết bị ngoại vi qua cổng USB 3.0. Trong khi đó, Jetson Nano

là nền tảng chuyên biệt cho các ứng dụng AI, cho phép xử lý hình ảnh và nhận diện giọng nói hiệu quả. Nhờ đó, hệ thống nhà thông minh có thể phản hồi nhanh chóng với các thay đổi trong môi trường sống, đồng thời xử lý các tác vụ như nhận diện khuôn mặt, phân tích âm thanh hay tự động điều khiển thiết bị điện.

Thứ hai, tối ưu hóa phần mềm với Python và nền tảng AI. Bên cạnh nâng cấp phần cứng, phần mềm cũng đóng vai trò quan trọng trong việc phát triển nhà thông minh. Python tiếp tục là ngôn ngữ chủ đạo nhờ khả năng tích hợp tốt với các thư viện AI và IoT như TensorFlow, Home Assistant, OpenCV hay SpeechRecognition. Những công cụ này giúp hệ thống có thể học tập và thích ứng với thói quen của người dùng: tự điều chỉnh ánh sáng, điều hòa, rèm cửa theo thời gian trong ngày hoặc theo hành vi sử dụng. Ngoài ra, việc tối ưu thuật toán bằng Python giúp tiết kiệm điện năng, nâng cao tính ổn định và bảo mật cho toàn hệ thống.

Thứ ba, tích hợp các công nghệ cao cấp và thiết bị thông minh đa dạng. Việc tích hợp hệ thống điều khiển giọng nói (như Alexa, Google Assistant), camera AI, cảm biến môi trường, và khóa cửa thông minh đang ngày càng phổ biến trong các mô hình nhà thông minh. Trong tương lai, có thể tích hợp thêm robot hỗ trợ gia đình, hệ thống phát hiện rò rỉ gas/nước bằng AI, hay các nền tảng học máy cho dự đoán tiêu thụ điện năng. Nhờ đó, smart home không chỉ mang lại tiện nghi mà còn đảm bảo an toàn và hiệu quả năng lượng tối ưu.

Tổng thể, việc hiện đại hóa mô hình nhà thông minh bằng các công nghệ AI, IoT và phần cứng tiên tiến không chỉ giúp gia tăng tiện ích và an toàn cho người dùng mà còn mở ra nhiều cơ hội phát triển trong lĩnh vực nhà ở thông minh. Khi được triển khai hợp lý, hệ thống sẽ giúp tiết kiệm năng lượng, tối ưu hóa chi phí vận hành, đồng thời nâng cao chất lượng cuộc sống và góp phần vào xu thế đô thị hóa thông minh, bền vững trong tương lai.

CHƯƠNG 4: KẾT LUẬN

Dự án ứng dụng hệ nhúng và IoT trong mô hình nhà thông minh (Smart Home) đã đạt được nhiều kết quả tích cực, góp phần nâng cao chất lượng cuộc sống và hiện đại hóa sinh hoạt gia đình. Hệ thống cho phép tự động hóa các chức năng trong ngôi nhà như điều khiển thiết bị điện, quản lý ánh sáng, kiểm soát nhiệt độ, giám sát an ninh và phân tích tiêu thụ năng lượng. Nhờ đó, người dùng có thể tận hưởng không gian sống tiện nghi, an toàn và tiết kiệm hơn.

Một trong những điểm nổi bật nhất của hệ thống là khả năng điều khiển từ xa thông qua ứng dụng di động, giao tiếp bằng giọng nói với trợ lý ảo AI, hoặc quản lý thông minh qua các kịch bản tự động (automation). Người dùng có thể bật/tắt thiết bị, theo dõi trạng thái phòng, hoặc nhận cảnh báo an ninh mọi lúc mọi nơi.

Hệ thống còn giúp tối ưu hóa điện năng và tăng cường bảo mật. Các cảm biến thông minh phát hiện chuyển động, ánh sáng, nhiệt độ hay thậm chí cả khói, giúp hệ thống phản hồi nhanh và chính xác trong các tình huống khẩn cấp. Giao diện được thiết kế trực quan, dễ dùng, phù hợp với mọi đối tượng người dùng.

Nhìn chung, dự án đã đặt nền móng cho một giải pháp nhà thông minh toàn diện, mang lại sự tiện nghi, tiết kiệm và an toàn cho gia đình hiện đại. Với tiềm năng mở rộng và nâng cấp, hệ thống hứa hẹn sẽ đóng vai trò quan trọng trong xu hướng chuyển đổi số trong đời sống dân cư.

CHƯƠNG 5: TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] J. M. Schulz and J. S. Scilla, “Broad Perspective of Smart Home Technology in 2024,” *Int. J. of Smart Technologies*, vol. 12, no. 3, pp. 45–59, Aug. 2024, doi: 10.4018/IJST.350186.
- [2] M. F. Zia, A. Nadeem, and H. Rehman, “Securing the Future: A Survey on Smart Home Security in IoT-Integrated Smart Cities,” *Adv. Netw.*, vol. 12, no. 1, pp. 1–18, Mar. 2025, doi: 10.11648/j.net.20251201.11.
- [3] Espressif Systems, *ESP32-WROOM-32 Datasheet*, Espressif Systems, 2021. [Online]. Available: <https://www.espressif.com/>. [Accessed: 25-Mar-2025].
- [4] Espressif Systems, *ESP-IDF Programming Guide*, Espressif Systems, 2022. [Online]. Available: <https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/>. [Accessed: 25-Mar-2025].
- [5] M. T. Nguyễn, “Nhà thông minh là gì? Tìm hiểu về Smart Home từ A – Z mới nhất 2024,” *Điện máy Xanh*, Jul. 2024. [Online]. Available: <https://www.dienmayxanh.com/kinh-nghiem-hay/nha-thong-minh-la-gi-1486799>
- [6] L. H. Trần, “Ứng dụng IoT trong nhà thông minh – Xu hướng phát triển của tương lai,” *FPT Smart Home*, Jul. 2024. [Online]. Available: <https://smarthome.fpt.com.vn/kien-thuc/ung-dung-iot-trong-nha-thong-minh>