

SMART DOOR FOR STORE



Hoàng Công Phong, Nguyễn Xuân Vũ
Lớp CCQ2306A, Ngành Kỹ thuật Điện, Điện tử
Khoa Điện- Điện tử, Trường Cao Đẳng Công Thương Tp.HCM
Email: hoangcongphong.phuly@gmail.com, ngxuanvu0612@gmail.com

Tóm tắt : Bài báo này trình bày thiết kế và triển khai mô hình cửa thông minh sử dụng vi điều khiển ESP32. Hệ thống tích hợp các cảm biến như RFID, khí gas, nhiệt độ - độ ẩm và cảm biến chuyển động HC-SR501 để kiểm soát ra vào và giám sát an toàn hiển thị lên màn hình OLED 0,96. Cửa tự động mở khi phát hiện người và đóng lại sau một khoảng thời gian định sẵn. Kết quả thực nghiệm cho thấy hệ thống hoạt động ổn định, dễ mở rộng và phù hợp với các ứng dụng thực tế như siêu thị, trung tâm thương mại.

Từ khóa: Cửa Thông minh, ESP32, Flutter, Firebase

I. Giới thiệu

Trong bối cảnh khoa học công nghệ phát triển mạnh mẽ, tự động hóa ngày càng được ứng dụng rộng rãi tại các khu vực công cộng như siêu thị, trung tâm thương mại và tòa nhà văn phòng. Cửa tự động trở thành giải pháp hiện đại, giúp nâng cao tiện nghi, đảm bảo lưu thông thuận lợi và khắc phục hạn chế của cửa truyền thống, đặc biệt trong môi trường có mật độ người qua lại cao hoặc đối tượng sử dụng đa dạng như người già, trẻ em và người khuyết tật.

Xuất phát từ nhu cầu thực tiễn, nhóm nghiên cứu triển khai đề tài “**Mô hình cánh cửa thông minh**”, xây dựng hệ thống cửa tự động có cấu trúc đơn giản, hoạt động dựa trên cảm biến phát hiện người và điều khiển bằng vi điều khiển. Mô hình không chỉ mô phỏng nguyên lý vận hành của cửa tự động tại siêu thị và trung tâm thương mại mà còn tạo điều kiện để SV vận dụng kiến thức điện tử, vi điều khiển và tự động hóa vào thực tiễn, đồng thời mở ra hướng nghiên cứu phát triển các hệ thống tự động ở mức độ cao hơn.

II. Kiến trúc hệ thống và thiết kế phần cứng

A. Vi điều khiển

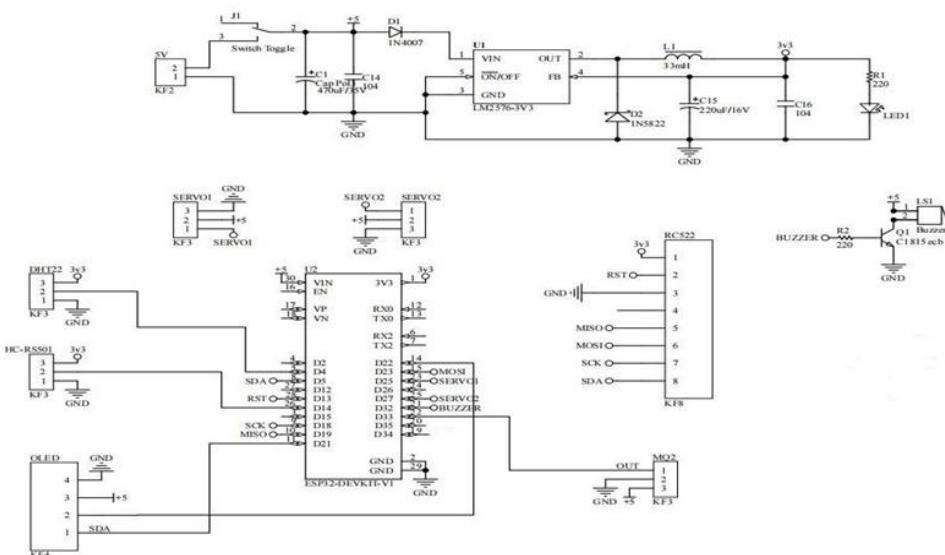
Hệ thống được thiết kế với ESP32 đóng vai trò bộ xử lý trung tâm, đảm nhiệm việc thu thập dữ liệu từ cảm biến, xử lý tín hiệu và điều khiển các thiết bị chấp hành. Với kiến trúc vi xử lý kép, dung lượng bộ nhớ lớn cùng khả năng kết nối WiFi và Bluetooth, ESP32 mang lại hiệu năng cao, đáp ứng tốt yêu cầu của các ứng dụng IoT và tự động hóa. Việc tích hợp ESP32 trong mô hình cửa thông minh không chỉ đảm bảo hoạt động ổn định, linh hoạt mà còn mở rộng tiềm năng phát triển các hệ thống tự động hóa hiện đại.

B. Cảm biến và thiết bị

- RFID RC522: Nhận dạng người quản lý bằng thẻ từ.
- MQ-2: Phát hiện khí gas và khói.
- DHT22: Đo nhiệt độ và độ ẩm.
- HC-SR501: Phát hiện khách hàng.
- Servo: Điều khiển đóng/mở cửa.
- Buzzer: Cảnh báo khi có sự cố.
- OLED: Hiển thị trạng thái hoạt động.

C. Sơ đồ hệ thống

Hệ thống gồm các khối: nguồn, vi điều khiển, cảm biến. Vi điều khiển nhận dữ liệu từ cảm biến hiển thị lên OLED và điều khiển servo, buzzer.

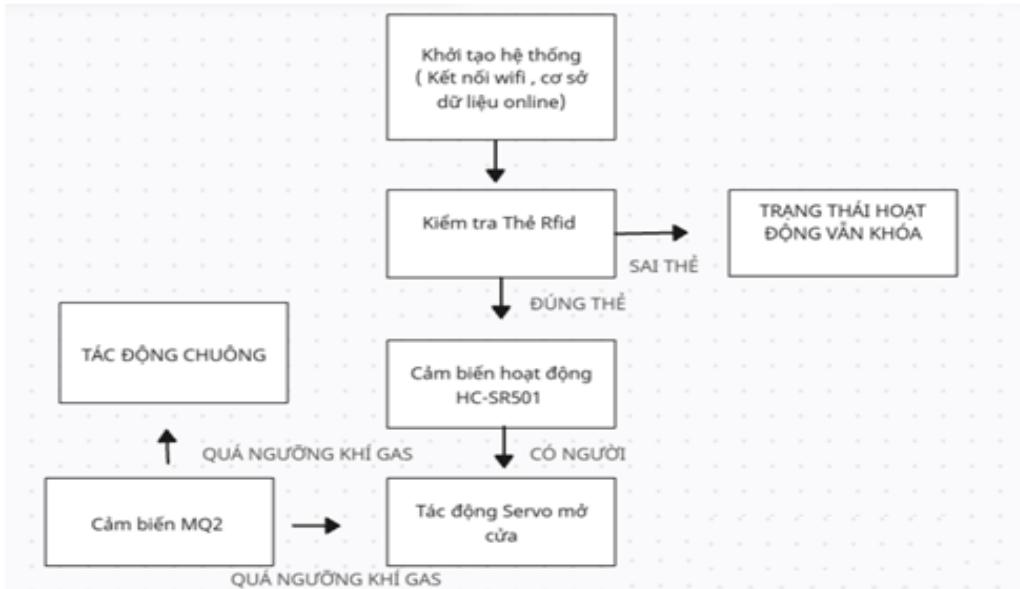


Hình 1:Sơ đồ nguyên lý

III. Thuật toán điều khiển

Lưu đồ thuật toán

Thuật toán bắt đầu từ khởi tạo hệ thống kết nối wifi và cơ sở dữ liệu online, kiểm tra thẻ RFID, nếu hợp lệ thì cho cảm biến HC-SR501 quét người có người thì mở cửa, sau 3s đó nó đóng lại (nếu trong 3s có người thì nó sẽ tự đếm lại 3s- cơ chế giúp bảo vệ cửa không va chạm với khách hàng, tăng tính thực tế). Song song giám sát khí gas, nhiệt độ, độ ẩm để cảnh báo khi cần thiết.



Hình 2 : Lưu đồ thuật toán hoạt động

IV. Tích hợp giao diện và truyền thông

Hệ thống cửa hàng minh được tích hợp **giao diện giám sát và điều khiển trên thiết bị di động**, đóng vai trò là cầu nối giữa người dùng và phần cứng ESP32 thông qua nền tảng truyền thông Internet. Giao diện được thiết kế trực quan, thân thiện, phù hợp với môi trường cửa hàng và người dùng phổ thông.

Giao diện quản lý cửa hàng cho phép hiển thị **thông tin theo thời gian thực**, bao gồm:

- **Nhiệt độ môi trường** (°C) thu thập từ cảm biến DHT22.
- **Độ ẩm không khí** (%) phản ánh điều kiện môi trường trong khu vực cửa hàng.
- **Nồng độ khí gas** (ppm) đo từ cảm biến MQ-2, kèm theo trạng thái đánh giá an toàn hoặc nguy hiểm.
- **Tổng số khách trong ngày**, được hệ thống tự động đếm thông qua cảm biến chuyển động PIR, giúp hỗ trợ công tác thống kê và quản lý lưu lượng khách hàng.

Ngoài ra, giao diện còn hiển thị **trạng thái hệ thống an ninh**, cho phép người quản lý:

- Khóa hoặc mở cửa từ xa trong các tình huống cần thiết.
- Theo dõi trạng thái hoạt động tổng thể của hệ thống.

Bố cục giao diện được chia thành các khối chức năng rõ ràng, giúp người dùng dễ dàng quan sát, thao tác nhanh và giảm thiểu nhầm lẫn trong quá trình sử dụng.



Hình 3 : Giao diện ứng dụng

V. Thực nghiệm và kết quả

A. Kết quả đạt được

Mô hình cửa thông minh đã được triển khai và thử nghiệm trong điều kiện thực tế mô phỏng môi trường cửa hàng. Kết quả cho thấy hệ thống hoạt động ổn định, phản hồi nhanh và đáp ứng đúng các yêu cầu đề ra. Cửa tự động mở khi phát hiện chuyển động của khách hàng và đóng lại sau khoảng thời gian định sẵn nếu không còn người di chuyển, đảm bảo an toàn và tránh va chạm. Bên cạnh đó, hệ thống còn thực hiện giám sát các thông số môi trường như nhiệt độ, độ ẩm và nồng độ khí gas, đồng thời phát ra cảnh báo kịp thời khi xảy ra sự cố, góp phần nâng cao mức độ an toàn cho không gian sử dụng.

B. Ưu điểm

- Hệ thống giúp nâng cao trải nghiệm khách hàng, tạo sự thuận tiện trong quá trình ra vào cửa hàng, đặc biệt trong môi trường có lưu lượng người lớn.
- Quản lý khách hàng **đếm và thống kê số lượng khách**, hỗ trợ chủ cửa hàng trong việc đánh giá hiệu quả kinh doanh và bố trí nhân sự.
- **Đề phòng mở rộng và nâng cấp**, có thể tích hợp thêm camera, cảm biến mới hoặc các phương thức xác thực khác.

C. Hạn chế

- Hệ thống vẫn **phụ thuộc vào nguồn điện**, khi xảy ra sự cố mất điện sẽ ảnh hưởng đến quá trình vận hành.
- Chức năng **quản lý thẻ RFID** còn đơn giản, chưa hỗ trợ phân quyền nhiều người dùng hoặc lưu trữ lịch sử truy cập.
- Độ chính xác của cảm biến PIR có thể bị ảnh hưởng trong khi đông người hoặc có nhiều nguồn nhiệt.

VI. Hướng nghiên cứu tương lai

Trong tương lai, mô hình cửa thông minh có thể được tiếp tục nghiên cứu và nâng cấp nhằm nâng cao tính chính xác, độ an toàn và khả năng ứng dụng thực tế. Một số hướng phát triển tiềm năng của hệ thống bao gồm:

- **Nâng cấp quản lý người dùng và thẻ từ:** Mở rộng khả năng lưu trữ và quản lý nhiều thẻ RFID khác nhau, phân quyền truy cập cho từng nhóm người dùng (quản lý, nhân viên, khách), đồng thời lưu lại lịch sử ra vào để phục vụ công tác theo dõi và kiểm soát an ninh.
- **Tích hợp camera giám sát và nhận diện hình ảnh:** Bổ sung camera kết hợp với các thuật toán xử lý ảnh hoặc trí tuệ nhân tạo để nhận diện khuôn mặt, phát hiện hành vi bất thường và nâng cao mức độ an toàn cho hệ thống.
- **Hoàn thiện hệ thống cảnh báo thông minh:** Phát triển các hình thức cảnh báo đa kênh như thông báo trên ứng dụng di động, gửi email hoặc tin nhắn khi xảy ra sự cố cháy nổ, xâm nhập trái phép hoặc lỗi hệ thống.
- **Bổ sung nguồn dự phòng:** Tích hợp pin hoặc bộ lưu điện (UPS) giúp hệ thống vẫn hoạt động trong trường hợp mất điện, đảm bảo an toàn và tính liên tục khi vận hành.

VII. Kết luận

Bài báo đã trình bày thiết kế và triển khai mô hình cửa thông minh sử dụng vi điều khiển ESP32, tích hợp các cảm biến nhằm tự động hóa quá trình kiểm soát ra vào và giám sát an toàn. Kết quả thực nghiệm cho thấy hệ thống hoạt động ổn định, đáp ứng tốt yêu cầu vận hành trong môi trường cửa hàng. Mô hình có tính ứng dụng cao và là nền tảng để phát triển các giải pháp cửa thông minh và hệ thống tự động hóa dựa trên IoT trong tương lai.

Tài liệu tham khảo

- [1] *RC522 Datasheet (PDF)* - NXP Semiconductors.
- [2] *MQ2 Datasheet (PDF)* - Bel Fuse Inc.
- [3] *DHT22 Datasheet (PDF)* - List of Unclassified Manufacturers.
- [4] *SR501 Motion Sensor*.
- [5] *ESP32 Documentation*.