**Báo cáo chi tiết tích hợp RFID trong hệ thống quản lý công việc**

**Giới thiệu**

Báo cáo này trình bày chi tiết việc tích hợp mô-đun RFID (MFRC522) vào hệ thống quản lý công việc trên nền tảng ESP32, kết hợp với màn hình TFT ILI9341 và các thành phần khác. Mô-đun RFID được sử dụng để xác thực công nhân thông qua thẻ RFID trong các bước check-in và check-out, đảm bảo tính bảo mật và chính xác khi theo dõi danh tính công nhân. Báo cáo tập trung vào tích hợp RFID, cơ chế hoạt động, các bước triển khai, ưu điểm, hạn chế và đề xuất cải tiến.

**Mục tiêu**

Việc tích hợp RFID vào hệ thống nhằm đạt các mục tiêu sau:

* Xác thực công nhân bằng thẻ RFID để đảm bảo chỉ những người được phép mới truy cập hệ thống.
* Ghi nhận UID của thẻ RFID để liên kết với thông tin công nhân trong cơ sở dữ liệu.
* Cung cấp cơ chế check-in và check-out an toàn, với xác minh thẻ để tránh truy cập trái phép.
* Hiển thị thông tin trạng thái và thông báo liên quan đến RFID trên màn hình TFT.

**Tích hợp RFID**

Mô-đun RFID MFRC522 được sử dụng để đọc UID từ thẻ RFID, giao tiếp với ESP32 qua giao thức SPI. Thư viện MFRC522 được tích hợp để quản lý giao tiếp với mô-đun.

**Cấu hình RFID**

* **Chân kết nối**:
  + SDA: GPIO 5
  + RST: GPIO 22
  + SPI: MOSI (GPIO 23), MISO (GPIO 19), SCK (GPIO 18)
* **Thư viện**: MFRC522 để khởi tạo và quản lý mô-đun RFID.
* **Định dạng UID**: UID được chuyển đổi thành chuỗi HEX để sử dụng trong giao tiếp với cơ sở dữ liệu.

**Các hàm liên quan đến RFID**

* **readRFID(byte \*uid, byte \*uidLength)**:
  + **Chức năng**: Đọc UID từ thẻ RFID trong thời gian chờ 30 giây.
  + **Quy trình**: Kiểm tra thẻ mới (PICC\_IsNewCardPresent) và đọc dữ liệu thẻ (PICC\_ReadCardSerial). Lưu UID vào mảng byte và xác định độ dài UID.
  + **Xử lý lỗi**: Trả về false nếu không đọc được thẻ trong thời gian chờ.
* **byteArrayToString(byte \*uid, byte uidLength)**:
  + **Chức năng**: Chuyển đổi mảng byte UID thành chuỗi HEX (ví dụ: A1B2C3D4).
  + **Ứng dụng**: Chuỗi UID được sử dụng để gửi yêu cầu xác thực hoặc lưu trữ dữ liệu.

**Cơ chế hoạt động**

* **Check-in**:
  + Công nhân nhấn phím '1' để kích hoạt quét thẻ.
  + Hệ thống gọi readRFID để lấy UID, sau đó chuyển thành chuỗi HEX.
  + UID được sử dụng để truy xuất thông tin công nhân từ cơ sở dữ liệu.
  + Nếu thẻ hợp lệ, hệ thống hiển thị tên công nhân trên TFT và chuyển sang menu chính.
  + Nếu thẻ không hợp lệ hoặc không đọc được, hiển thị thông báo lỗi trên TFT và yêu cầu quét lại.
* **Check-out**:
  + Công nhân nhấn phím '1' để quét thẻ lần nữa.
  + Hệ thống so sánh UID với UID đã lưu từ lần check-in.
  + Nếu khớp, hệ thống gửi dữ liệu tóm tắt công việc và chuyển về trạng thái ban đầu.
  + Nếu không khớp, hiển thị thông báo lỗi trên TFT.

**Các bước triển khai**

1. **Cấu hình phần cứng**:
   * Kết nối mô-đun MFRC522 với ESP32 qua các chân SPI và GPIO (SDA: 5, RST: 22).
   * Đảm bảo nguồn điện ổn định (3.3V) cho mô-đun RFID.
2. **Cài đặt thư viện**:
   * Cài đặt thư viện MFRC522 trong Arduino IDE.
   * Khởi tạo mô-đun trong hàm setup() với lệnh rfid.PCD\_Init().
3. **Triển khai đọc RFID**:
   * Xây dựng hàm readRFID để phát hiện và đọc thẻ trong khoảng thời gian cố định (30 giây).
   * Sử dụng byteArrayToString để chuyển đổi UID thành định dạng phù hợp.
4. **Tích hợp giao diện người dùng**:
   * Hiển thị thông báo "Đang quét thẻ..." trên màn hình TFT khi kích hoạt quét.
   * Hiển thị thông báo lỗi ("Không đọc được thẻ..." hoặc "Thẻ không khớp...") nếu thất bại.
5. **Xác minh và xử lý**:
   * So sánh UID trong check-out để đảm bảo tính nhất quán.
   * Gửi UID đến cơ sở dữ liệu để xác thực hoặc lưu trữ.
6. **Thử nghiệm và gỡ lỗi**:
   * Kiểm tra khả năng đọc thẻ RFID ở các khoảng cách khác nhau.
   * Đảm bảo UID được chuyển đổi chính xác và hiển thị đúng trên Serial Monitor và TFT.

**Ưu điểm**

* **Bảo mật cao**: RFID đảm bảo xác thực công nhân dựa trên UID duy nhất, giảm nguy cơ truy cập trái phép.
* **Tốc độ nhanh**: Quá trình quét thẻ diễn ra trong vài giây, phù hợp với môi trường làm việc nhanh.
* **Tích hợp dễ dàng**: Thư viện MFRC522 hỗ trợ tốt cho ESP32, giảm độ phức tạp khi triển khai.
* **Hiển thị trực quan**: Thông báo trên TFT giúp công nhân dễ dàng nhận biết trạng thái quét thẻ.

**Hạn chế**

* **Phạm vi đọc hạn chế**: Mô-đun MFRC522 chỉ đọc thẻ trong khoảng cách ngắn (vài cm), có thể gây bất tiện.
* **Không lưu trữ cục bộ**: Nếu mất kết nối với cơ sở dữ liệu, thông tin UID không được lưu tạm thời.
* **Phụ thuộc vào thẻ**: Nếu thẻ bị hỏng hoặc mất, công nhân không thể check-in/check-out.
* **Xử lý lỗi cơ bản**: Chỉ hiển thị thông báo lỗi đơn giản, chưa hỗ trợ xử lý các trường hợp phức tạp như thẻ trùng lặp.

**Đề xuất cải tiến**

* Tích hợp bộ nhớ đệm cục bộ trên ESP32 để lưu UID khi mất kết nối với cơ sở dữ liệu.
* Sử dụng mô-đun RFID với phạm vi đọc xa hơn (như UHF RFID) để cải thiện trải nghiệm người dùng.
* Thêm cơ chế xác thực dự phòng (ví dụ: mã PIN qua bàn phím) trong trường hợp thẻ RFID không hoạt động.
* Cải thiện xử lý lỗi bằng cách ghi nhật ký lỗi chi tiết và thử lại quét thẻ tự động.

**Kết luận**

Tích hợp RFID vào hệ thống quản lý công việc cung cấp một phương pháp xác thực công nhân an toàn và hiệu quả. Mô-đun MFRC522 hoạt động tốt trong việc đọc UID thẻ, hỗ trợ quy trình check-in và check-out. Tuy nhiên, cần cải thiện phạm vi đọc, xử lý lỗi và hỗ trợ lưu trữ cục bộ để tăng độ tin cậy. Trong tương lai, việc kết hợp RFID với các phương pháp xác thực khác có thể nâng cao tính linh hoạt của hệ thống.