

ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA



BÁO CÁO BÀI TẬP LỚN

Môn: LẬP TRÌNH HỆ THỐNG NHÚNG

Đề tài: Hệ thống chấm công bằng vân tay

Lớp L01 – Nhóm 06 – HK 241

Thành viên:

Họ và tên	MSSV
Đoàn Xuân Tùng	2112610
Dương Thế An	2112723

Mục lục

I.	MỞ ĐẦU	1
1.	Đặt vấn đề.....	1
1.1.	Lý do chọn đề tài.....	1
1.2.	Các ưu điểm của việc sử dụng cảm biến vân tay	1
1.3.	Tính ứng dụng thực tế của đề tài	1
2.	Mục tiêu đề tài	2
3.	Phạm vi và giới hạn	2
3.1.	Phạm vi thực hiện	2
3.2.	Giới hạn thực hiện.....	3
II.	TỔNG QUAN HỆ THỐNG	3
1.	Sơ đồ hệ thống.....	3
2.	FreeRTOS và vai trò trong hệ thống	4
III.	THIẾT KẾ PHẦN CỨNG	5
1.	ESP32	5
2.	Cảm biến vân tay AS608.....	5
IV.	THIẾT KẾ PHẦN MỀM.....	6
1.	Hoạt động của hệ thống	6
2.	Phân tích hệ thống.....	7
3.	Phân tích các task trong FreeRTOS	8
4.	Sử dụng Queue và Semaphore	9
5.	Gửi dữ liệu lên Google Sheets	9
V.	KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN	10
1.	Kết luận	10
2.	Hướng phát triển.....	10

I. MỞ ĐẦU

1. Đặt vấn đề

1.1. Lý do chọn đề tài

Hệ thống chấm công là một phần quan trọng trong quản lý nhân sự tại các doanh nghiệp, tổ chức. Việc ghi nhận thời gian làm việc chính xác không chỉ giúp quản lý hiệu quả số giờ làm của nhân viên mà còn đảm bảo tính minh bạch, giảm thiểu tranh chấp. Hiện nay, các phương pháp chấm công truyền thống như dùng giấy tờ, thẻ từ, hoặc mã PIN đã bộc lộ nhiều hạn chế như: tốn thời gian và công sức quản lý, không an toàn và dễ gian lận, khó kiểm tra tính chính xác.

Vì vậy, hệ thống chấm công tự động dựa trên công nghệ nhận dạng sinh trắc học, đặc biệt là quét vân tay, đã và đang trở thành giải pháp tối ưu để giải quyết các vấn đề trên.

1.2. Các ưu điểm của việc sử dụng cảm biến vân tay

Cảm biến vân tay là một thiết bị nhận diện sinh trắc học phổ biến, phù hợp với các ứng dụng nhúng nhờ vào chi phí hợp lý và tính năng nổi bật. Một số ưu điểm chính của việc sử dụng cảm biến vân tay trong hệ thống chấm công bao gồm:

Bảo mật cao: Vân tay là đặc trưng sinh học độc nhất của mỗi người, rất khó bị sao chép hoặc giả mạo. Do đó, việc sử dụng vân tay làm phương thức nhận diện đảm bảo tính bảo mật vượt trội so với thẻ từ hoặc mã PIN.

Tiện lợi: Nhân viên không cần mang theo bất kỳ vật dụng nào như thẻ từ hay giấy tờ. Chỉ cần đặt ngón tay lên cảm biến để hoàn tất việc chấm công trong vài giây.

Độ chính xác cao: Cảm biến có khả năng đọc vân tay nhanh và chính xác, với độ chính xác thực lên đến 99%. Điều này giảm thiểu sai sót trong việc ghi nhận thông tin chấm công.

Dễ tích hợp vào hệ thống nhúng: Sử dụng giao tiếp UART đơn giản, dễ dàng kết nối với các vi điều khiển như ESP32, STM32. Ngoài ra, thiết bị này còn hỗ trợ chức năng lưu trữ vân tay (lên đến 1000 mẫu) giúp giảm gánh nặng xử lý cho vi điều khiển.

1.3. Tính ứng dụng thực tế của đề tài

Hệ thống chấm công sử dụng cảm biến vân tay không chỉ giải quyết các vấn đề quản lý nhân sự mà còn có thể mở rộng ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khác, chẳng hạn:

Trong doanh nghiệp: Ghi nhận và quản lý thời gian làm việc của nhân viên, giảm thiểu gian lận và tăng cường tính minh bạch trong quản lý.

Trong trường học: Quản lý việc điểm danh học sinh, đảm bảo tính chính xác và tiết kiệm thời gian cho giáo viên.

Trong các dịch vụ công cộng: Áp dụng cho thư viện, phòng tập thể dục, hoặc bất kỳ nơi nào yêu cầu xác thực danh tính trước khi sử dụng dịch vụ.

Đề tài “*Hệ thống chấm công bằng vân tay*” không chỉ mang tính thực tiễn cao mà còn mở ra cơ hội tìm hiểu và ứng dụng các công nghệ tiên tiến như sinh trắc học, FreeRTOS, và hệ thống nhúng. Điều này góp phần nâng cao kỹ năng lập trình, thiết kế hệ thống và đóng góp vào việc giải quyết các bài toán quản lý thực tế trong xã hội hiện đại.

2. Mục tiêu đề tài

Xây dựng hệ thống chấm công sử dụng cảm biến vân tay tích hợp với vi điều khiển chạy FreeRTOS: Thiết kế phần mềm và phần cứng để giao tiếp giữa cảm biến vân tay và vi điều khiển thông qua giao tiếp UART. Xây dựng hệ thống đa nhiệm sử dụng FreeRTOS để đảm bảo các tác vụ như quét vân tay, hiển thị thông tin, và gửi dữ liệu hoạt động độc lập và hiệu quả. Xác thực chính xác danh tính người dùng qua vân tay, lưu trữ và quản lý thông tin chấm công một cách an toàn.

Hiển thị thông tin chấm công lên màn hình và gửi dữ liệu đến máy chủ: Sử dụng màn hình OLED để hiển thị thông tin như ID người dùng, thời gian chấm công (dựa trên đồng bộ thời gian từ máy chủ). Tích hợp giao tiếp mạng (Wi-Fi) để gửi thông tin chấm công theo thời gian thực đến máy chủ.

3. Phạm vi và giới hạn

3.1. Phạm vi thực hiện

Chức năng chính: Hệ thống tập trung vào việc đọc vân tay từ cảm biến để xác thực danh tính người dùng. Lưu trữ dữ liệu vân tay (template) và thông tin cơ bản của người dùng (ID). Dữ liệu được lưu trữ trên bộ nhớ của cảm biến. Lấy thời gian từ đồng

bộ thời gian qua giao thức NTP (kết nối mạng). Ghi lại thời gian check-in/check-out của nhân viên.

Phần mềm: Sử dụng ESP - IDF để lập trình hệ thống. Sử dụng FreeRTOS để tổ chức hệ thống đa nhiệm, đảm bảo các tác vụ chính (đọc vân tay, xử lý dữ liệu, ghi nhận thời gian) được thực hiện mượt mà và không ảnh hưởng lẫn nhau. Phát triển giao diện hiển thị cơ bản (OLED) để cung cấp phản hồi trực quan về trạng thái chấm công.

Giao tiếp: Kết nối cảm biến vân tay qua UART với vi điều khiển. Gửi dữ liệu chấm công qua Wi-Fi đến máy chủ.

3.2. Giới hạn thực hiện

Hệ thống chỉ xác thực bằng vân tay, không kết hợp với camera để nhận diện khuôn mặt hay quay video. Không bao gồm các cảm biến hoặc thiết bị ngoài như cảm biến NFC, máy in, hoặc loa phát âm thanh.

Khả năng mở rộng giới hạn: Hệ thống chỉ được thiết kế cho một số lượng người dùng nhất định (tối đa 100 mẫu vân tay). Không phát triển các tính năng quản lý từ xa hoặc báo cáo chi tiết (như điều chỉnh dữ liệu vân tay từ xa).

II. TỔNG QUAN HỆ THỐNG

1. Sơ đồ hệ thống

Sơ đồ khối của hệ thống chấm công bằng vân tay bao gồm các khối chính:

Khối cảm biến: Sử dụng cảm biến vân tay AS608 đảm nhiệm việc quét và xử lý vân tay để xác thực người dùng.

Khối điều khiển: sử dụng vi điều khiển ESP32 chịu trách nhiệm điều khiển toàn bộ hệ thống, xử lý dữ liệu, và quản lý các tác vụ thông qua FreeRTOS.

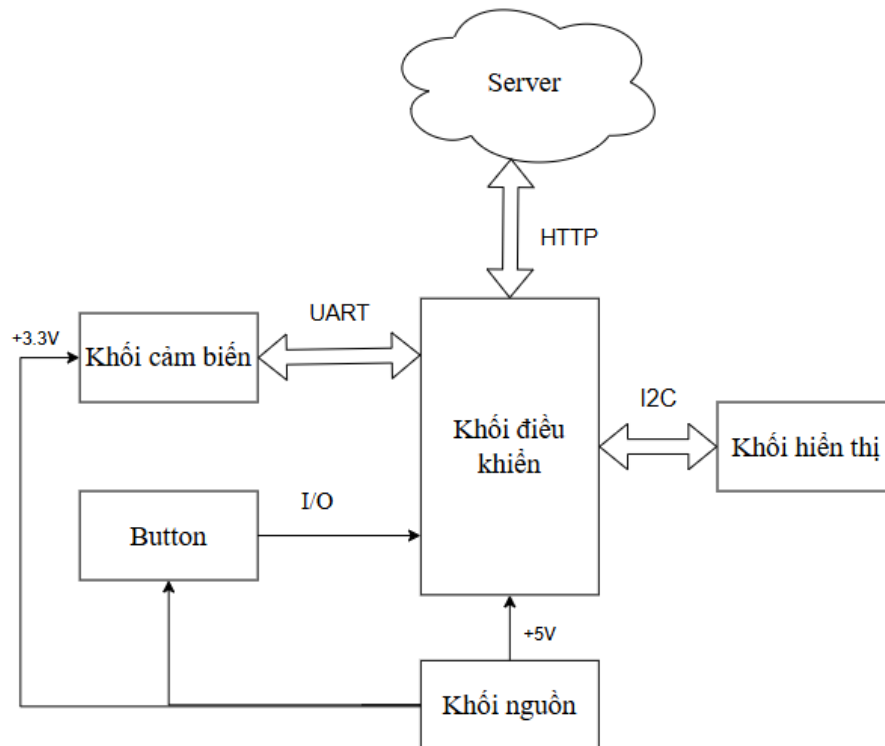
Khối hiển thị: sử dụng màn hình OLED hiển thị thông tin trạng thái, như "Quét thành công", "Vân tay không hợp lệ", hoặc thời gian chấm công.

Kết nối UART/I2C đảm bảo giao tiếp giữa các thành phần:

UART: Kết nối giữa vi điều khiển và cảm biến vân tay AS608.

I2C: Kết nối với màn hình hiển thị.

Phần mềm giao tiếp (HTTP): Dùng để gửi dữ liệu chấm công đến máy chủ.



Hình 1. Sơ đồ khối hệ thống

2. FreeRTOS và vai trò trong hệ thống

FreeRTOS đóng vai trò quan trọng trong việc quản lý các tác vụ của hệ thống, đảm bảo hiệu quả và tính thời gian thực.

Task (tác vụ):

Task 1 (task chính) Quản lý vân tay: Sau khi lấy mẫu, cảm biến xử lý và gửi kết quả xác thực (OK hoặc Error) qua UART. Hiển thị kết quả xác thực (thành công/thất bại) lên màn hình. Nếu thành công, hiển thị ID người dùng và thời gian chấm công và được gửi đến máy chủ qua giao tiếp mạng. Và kiểm tra nút nhấn (button), khi nút được nhấn chuyển sang chế độ lưu trữ vân tay.

Task 2 đọc lấy thời gian thực: Lấy thời gian thực từ NTP, hiển thị lên màn hình OLED và gửi dữ liệu cho task chính để gửi đến máy chủ.

Queue (hàng đợi): Dùng để truyền dữ liệu giữa các tác vụ, như dữ liệu thời gian thực từ task 2 cho task chính.

Semaphore: Dùng để xử lý sự kiện từ nút button, đảm bảo đồng bộ hóa giữa các task khi chuyển đổi trạng thái từ quét vân tay sang lưu trữ.

III. THIẾT KẾ PHẦN CỨNG

1. ESP32

ESP32 là một vi điều khiển tích hợp Wi-Fi và Bluetooth, được phát triển bởi Espressif Systems. Đây là một dòng sản phẩm nổi bật nhờ khả năng kết nối không dây mạnh mẽ và hiệu suất xử lý cao, thích hợp cho các ứng dụng IoT (Internet of Things) và hệ thống nhúng.

- **Kết nối không dây:**

Wi-Fi chuẩn 802.11 b/g/n.

Bluetooth 4.2 và Bluetooth LE (BLE) hỗ trợ nhiều thiết bị cùng lúc.

- **Bộ vi xử lý mạnh mẽ:**

CPU lõi kép Xtensa LX6 với tốc độ lên đến 240 MHz.

RAM 520 KB và khả năng mở rộng bộ nhớ Flash.

- **Tiêu thụ năng lượng thấp:**

Hỗ trợ nhiều chế độ tiết kiệm năng lượng như Deep Sleep và Light Sleep, giúp tối ưu hóa năng lượng cho các ứng dụng cần hoạt động liên tục.

- **Khả năng I/O đa dạng:**

Nhiều chân GPIO có thể cấu hình linh hoạt.

Hỗ trợ giao tiếp SPI, I2C, I2S, UART, ADC, DAC, PWM.

2. Cảm biến vân tay AS608

Cảm biến nhận dạng vân tay AS608 Fingerprint Sensor sử dụng giao tiếp UART TTL hoặc USB để giao tiếp với Vi điều khiển hoặc kết nối trực tiếp với máy tính (thông qua mạch chuyển USB-UART hoặc giao tiếp USB). Cảm biến được tích hợp nhân xử lý nhận dạng vân tay phía trong, tự động gán vân tay với 1 chuỗi data và truyền qua giao tiếp UART ra ngoài nên hoàn toàn không cần các thao tác xử lý hình ảnh, đơn giản chỉ là phát lệnh đọc/ghi và so sánh chuỗi UART nên rất dễ sử dụng và lập trình.

Cách hoạt động cơ bản: Khi đặt ngón tay lên cảm biến, AS608 thu thập hình ảnh vân tay. Cảm biến chuyển đổi hình ảnh thành mẫu số hóa (template). Template mới được so sánh với các mẫu đã lưu để xác thực. Kết quả trả về bao gồm trạng thái xác thực (thành công/thất bại) và ID (nếu thành công).

Thông số kỹ thuật:

- Điện áp sử dụng: 3.0~3.6VDC (**thường cấp 3.3VDC**)
- Dòng tiêu thụ: 30~60mA, trung bình 40mA
- Communication Interface: USB /UART
- Tốc độ Baudrate UART: 9600 x N (N từ 1~12), mặc định N=6 baudrate = 57600,8,1.
- USB communication: 2.0 full speed
- Sensor image size (pixel): 256 x 288 pixels
- Image processing time (s): <0.4s
- Power-on delay (s): <0.1s (the module needs about 0.1S to initialize after power on)
- Job search time (s): <0.3s
- FRR (rejection rate) <1%
- FAR (recognition rate) <0.001%
- Fingerprint storage capacity 300 (ID: 0 ~ 299)

IV. THIẾT KẾ PHẦN MỀM

1. Hoạt động của hệ thống

Hệ thống hoạt động dựa trên luồng xử lý được mô tả qua các bước chính sau:

Khởi tạo hệ thống:

Cấu hình FreeRTOS và các task (quản lý vân tay, lấy thời gian).

Khởi tạo các thiết bị ngoại vi: cảm biến vân tay AS608, màn hình OLED, kết nối Wi-Fi, giao tiếp UART và giao tiếp I/O với button.

Thiết lập giao tiếp mạng để đồng bộ thời gian qua NTP.

Chờ sự kiện: Task chính (Task 1) lắng nghe tín hiệu từ cảm biến AS608 qua giao tiếp UART và nút nhấn button.

Xử lý vân tay:

Nếu xác thực thành công: Lưu thời gian và ID chấm công, gửi dữ liệu.

Nếu không thành công: Báo lỗi.

Lưu trữ vân tay (khi nút được nhấn):

Thực hiện quá trình lấy mẫu và lưu mẫu vân tay.

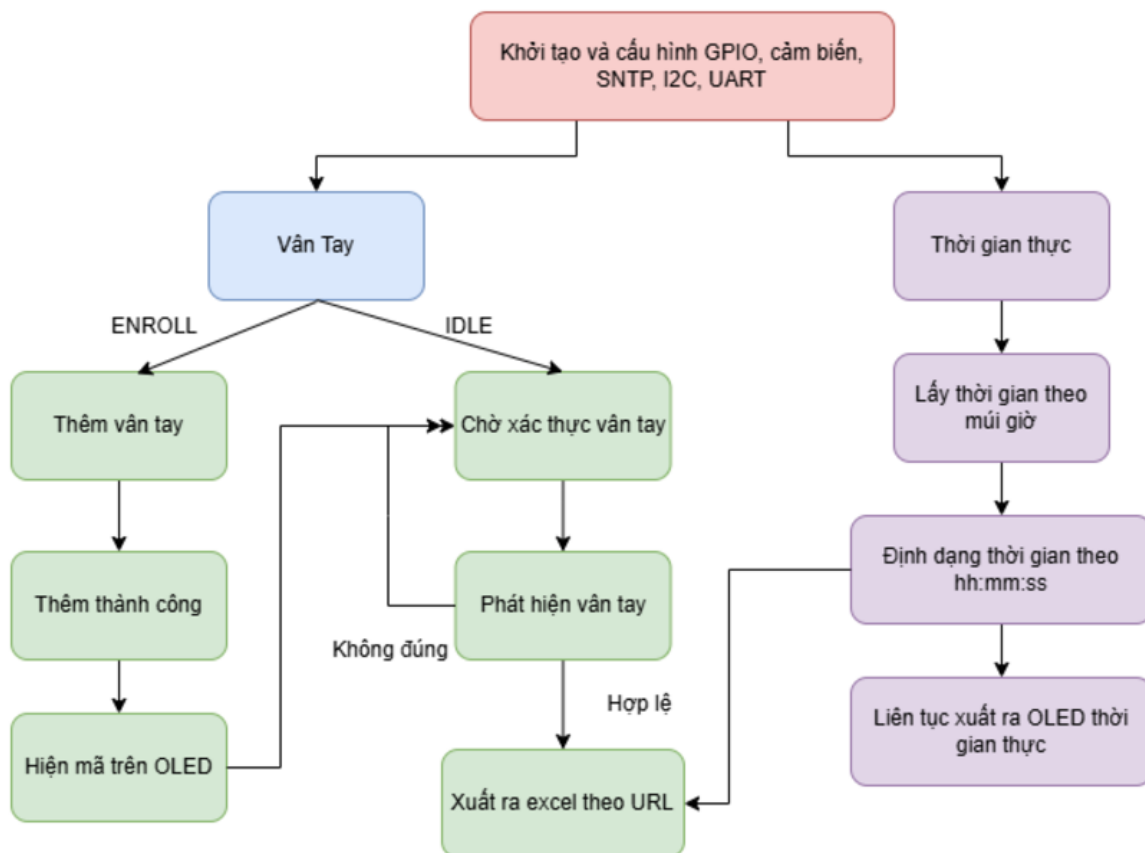
Hiển thị thông báo thành công/thất bại.

Trở về trạng thái chờ.

Quay lại trạng thái chờ: Hệ thống tiếp tục chờ sự kiện quét vân tay hoặc nhấn nút mới.

Lấy thời gian thực: Lấy thời gian thực từ NTP, hiển thị lên OLED. Gửi dữ liệu thời gian vào hàng đợi cho task chính.

Lưu đồ giải thuật:



Hình 2. Lưu đồ giải thuật

2. Phân tích hệ thống

Hệ thống quản lý vân tay

a. Input

Nút nhấn: khi nhấn ($X0 = 0$), hệ thống chuyển từ trạng thái **IDLE** sang **ENROLL** để lưu trữ vân tay.

Cảm biến chạm: tín hiệu đầu vào từ cảm biến chạm trên AS608 báo hiệu có ngón

tay đặt lên ($X1 = 1$).

b. Output

OLED: Trạng thái hệ thống như, "Xác thực thành công", "Xác thực thất bại", hoặc "Thời gian hiện tại".

Thông tin xác thực thành công (ID vân tay, thời gian xác thực).

c. Trạng thái

Hệ thống có các trạng thái chính:

IDLE:

Chế độ chờ.

Kiểm tra tín hiệu từ cảm biến vân tay để xác thực.

ENROLL:

Lưu trữ vân tay mới khi nhấn nút.

Kết quả lưu trữ (thành công/thất bại) được hiển thị trên OLED.

VERIFYING:

Được kích hoạt khi cảm biến phát hiện ngón tay.

Xác thực vân tay dựa trên ID lưu trữ.

Nếu thành công, gửi dữ liệu đến Google Sheets.

Nếu thất bại, thông báo lỗi trên OLED.

3. Phân tích các task trong FreeRTOS

Task 1: Quản lý vân tay

Giao tiếp với AS608 qua UART.

Chức năng quét vân tay:

Xử lý lệnh quét, xác thực vân tay với các mẫu đã lưu.

Hiển thị kết quả xác thực lên màn hình.

Nếu hợp lệ gửi ID và thời gian đến máy chủ.

Chức năng lưu trữ vân tay khi nhấn nút button:

Chuyển vào trạng thái "Lưu trữ vân tay".

Gửi lệnh đến AS608 để thực hiện lấy mẫu và lưu vào bộ nhớ.

Hiển thị thông báo trạng thái lên màn hình (đang lưu, thành công, hoặc thất bại).

Trở về chế độ quét sau khi hoàn tất.

Task 2: Lấy thời gian thực

Mục đích:

Lấy thời gian thực từ NTP.

Gửi dữ liệu thời gian cho Task 1 thông qua Queue.

Công việc:

Kết nối đến máy chủ NTP qua Wi-Fi để đồng bộ thời gian.

Hiển thị thời gian thực lên màn hình OLED.

Gửi thời gian hiện tại đến Task 1 khi có yêu cầu (qua Queue).

Lặp lại định kỳ để cập nhật thời gian.

4. Sử dụng Queue và Semaphore

Queue: Dùng để truyền dữ liệu giữa Task 2 (cung cấp thời gian) và Task 1 (xác thực vân tay). Khi Task 1 cần thời gian để lưu chấm công, nó gửi yêu cầu đến Queue, và Task 2 phản hồi thời gian qua Queue.

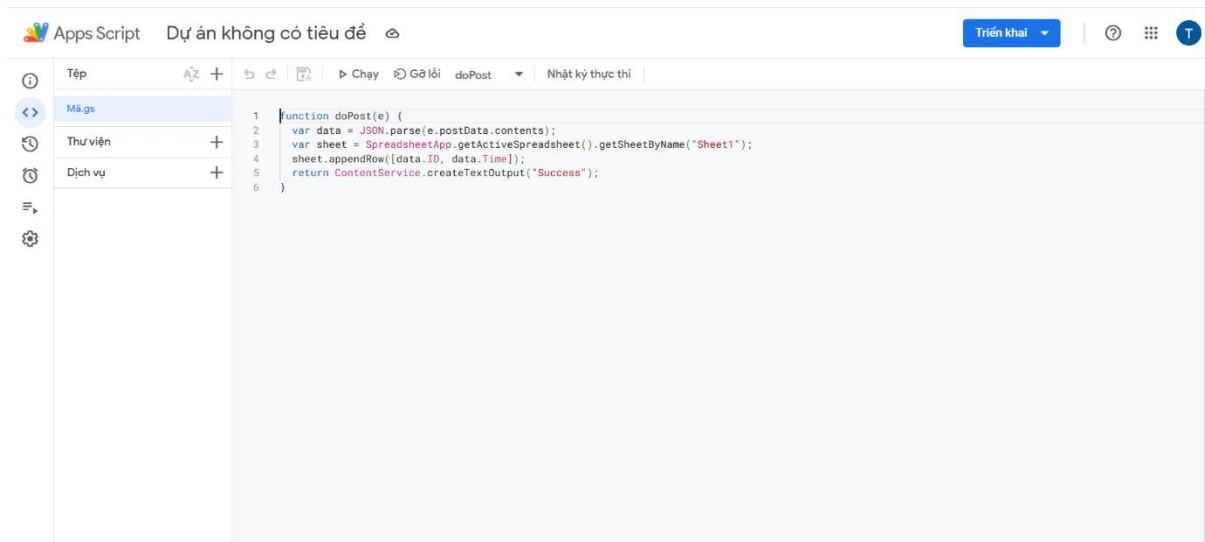
Semaphore: Phát hiện tín hiệu nhấn nút. Chuyển đổi giữa chế độ quét và chế độ lưu trữ vân tay.

5. Gửi dữ liệu lên Google Sheets

Phần gửi dữ liệu lên Google Sheets được thiết kế để truyền thông tin vân tay đã xác thực cùng với thời gian thực từ hệ thống điểm danh lên một bảng Google Sheets. Điều này cho phép lưu trữ và theo dõi lịch sử điểm danh dễ dàng qua nền tảng trực tuyến.

Triển khai Google Apps Script:

Tạo một Google Sheets với chia sẻ công khai → Extensions → Apps Script. Tạo một script để xử lý HTTP POST và lưu dữ liệu vào Google Sheets.



Hình 3. Tạo script.

Sau đó, sao chép URL script được lấy sau khi triển khai thành công.

V. KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

1. Kết luận

Hệ thống quản lý vân tay hoạt động ổn định, đảm bảo các chức năng:

Xác thực người dùng nhanh chóng thông qua cảm biến vân tay AS608.

Đồng bộ thời gian thực với SNTP server để ghi nhận thời gian điểm danh chính xác.

Gửi dữ liệu lên Google Sheets thông qua giao thức HTTP POST, giúp lưu trữ và quản lý lịch sử điểm danh.

Giao diện OLED hiển thị thời gian thực và trạng thái hệ thống, giúp người dùng dễ dàng quan sát và tương tác.

Với ba trạng thái chính (IDLE, ENROLL, VERIFYING), đảm bảo dễ dàng bảo trì và mở rộng.

Nhược điểm cần cải thiện:

- Tốc độ xử lý dữ liệu phụ thuộc vào chất lượng kết nối mạng Wi-Fi.
- Cảm biến vân tay AS608 có thể không nhận dạng tốt với vân tay bị mờ hoặc điều kiện ánh sáng kém, vân tay mờ, quá khô hoặc quá ướt.

2. Hướng phát triển

- Cải thiện phần cứng:

Cảm biến vân tay: Thay thế AS608 bằng cảm biến cao cấp hơn (ví dụ: cảm biến quang học), cải thiện tốc độ và độ chính xác.

Nguồn pin dự phòng: Thêm nguồn dự phòng để hệ thống hoạt động ngay cả khi mất điện.

- Mở rộng tính năng:

Tích hợp camera: Ghi hình hoặc chụp ảnh trong quá trình xác thực vân tay để tăng tính bảo mật.

Quản lý người dùng: Xây dựng hệ thống quản lý người dùng (thêm/xóa vân tay) qua giao diện web hoặc ứng dụng di động.

Gửi thông báo: Gửi thông báo qua email hoặc ứng dụng di động khi người dùng điểm danh thành công.

- Cải tiến phần mềm:

Bảo mật dữ liệu: Mã hóa dữ liệu trước khi gửi đến Google Sheets hoặc các dịch vụ lưu trữ đám mây khác.

- Tích hợp công nghệ hiện đại:

AI và Machine Learning: Ứng dụng AI để phát hiện giả mạo vân tay hoặc xác thực vân tay dựa trên nhiều tiêu chí hơn. Tích hợp AI để phân tích dữ liệu.

Với những hướng phát triển trên, hệ thống có tiềm năng mở rộng và ứng dụng trong nhiều lĩnh vực như chấm công, kiểm soát ra vào, và quản lý an ninh.