

ỨNG DỤNG IOT VÀ FIREBASE TRONG HỆ THỐNG ĐIỂM DANH SINH VIÊN TỰ ĐỘNG



Lê Hoàng Thắng – Huỳnh Văn Đức

Lớp CCQ2306AB: Ngành Kỹ Thuật Điện Tử

Khoa Điện – Điện Tử Trường Cao Đẳng Công Thương Tp HCM

Gmail: lethang11012005@gmail.com, duchuynh07032005@gmail.com

Tóm tắt: Bài báo này trình bày thiết kế và triển khai hệ thống điểm danh sinh viên sử dụng công nghệ sinh trắc học vân tay kết hợp với vi điều khiển ESP32 (đóng vai trò node xử lý tại biên - Edge). Nghiên cứu tập trung vào việc giải quyết bài toán "điểm danh hộ" và tối ưu hóa thời gian đầu giờ học. Dữ liệu điểm danh được đồng bộ thời gian thực lên nền tảng đám mây Google Firebase, cho phép Giảng viên và Phòng Đào tạo giám sát số lượng học sinh qua giao diện Web (thay thế mô hình Digital Twin). Kết quả thực nghiệm xác nhận hệ thống hoạt động ổn định với thời gian đáp ứng < 1 giây/sinh viên, loại bỏ hoàn toàn sai sót của phương pháp điểm danh giấy truyền thống.

Từ khóa: Điểm danh sinh viên, ESP32, Firebase, Servo, Oled, IoT.

I. Giới thiệu

Trong bối cảnh Giáo dục 4.0, việc quản lý nề nếp sinh viên đòi hỏi sự chính xác và minh bạch. Phương pháp gọi tên hoặc ký giấy truyền thống thường tốn 10-15 phút đầu giờ và dễ xảy ra tình trạng sinh viên ký hộ cho nhau.

II. Kiến trúc hệ thống và Thiết kế

A. Thiết kế phần cứng (Node lớp học)

Hệ thống được thiết kế nhỏ gọn để đặt tại cửa lớp hoặc bàn giáo viên:

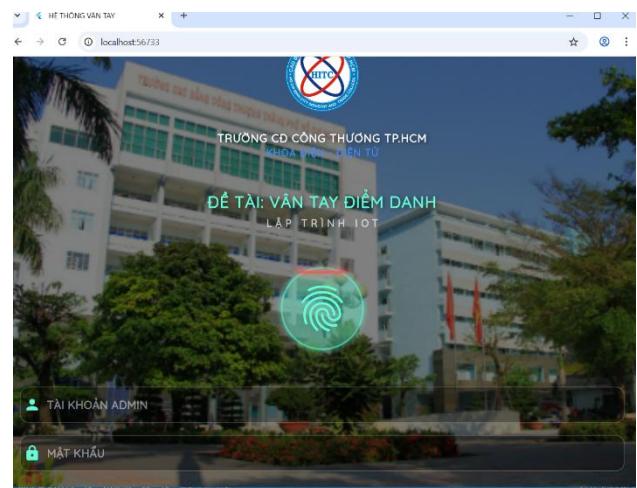
- Ví điều khiển (ESP32): Trung tâm xử lý, kết nối Wi-Fi giảng đường để giao tiếp với Firebase.
- Cảm biến vân tay quang học: Thay thế vai trò các động cơ servo, thiết bị này thu thập dữ liệu đầu vào.
- Giao diện phản hồi: Màn hình OLED hiển thị (MSSV - Tên - Giờ vào) và Còi chip báo hiệu (Bíp dài: Lỗi/Sai lớp; Bíp ngắn: Thành công).
- Nguồn cấp: Sử dụng nguồn 5V ổn định, tách biệt nguồn nuôi cảm biến và MCU để tránh sụt áp khi quét vân tay.



Hình 1. Ảnh vân tay (AS608)

B. Kiến trúc dữ liệu trên Firebase

- /Classes/{ClassID}: Danh sách sinh viên thuộc lớp học phần.
- /Students/{MSSV}: Thông tin cá nhân và ID mẫu vân tay.
- /AttendanceLog/{Date}/{ClassID}: Nhật ký điểm danh (MSSV, Thời gian check-in, Trạng thái: Đúng giờ/Đi muộn).



Hình 2. Ảnh giao diện đăng nhập

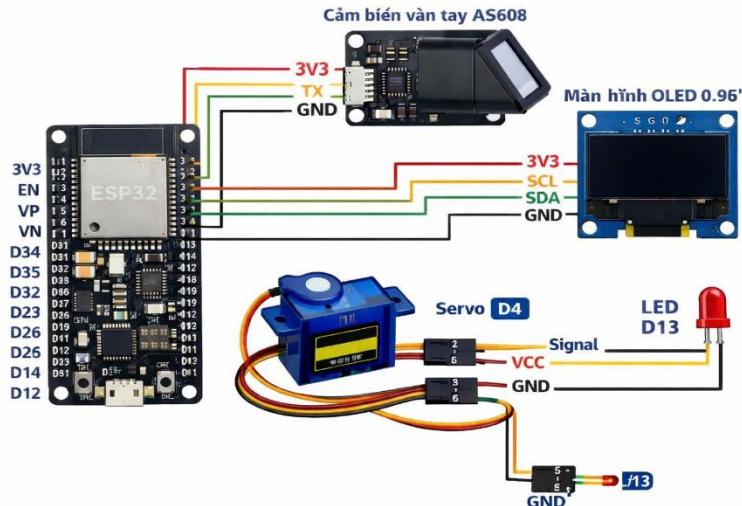
III. Thuật toán xử lý

A. Quy trình Đăng ký mẫu (Enrollment)

Quét vân tay điểm danh vân tay, chế độ này do Quản trị viên thực hiện một lần duy nhất cho mỗi sinh viên:

1. Nhập MSSV trên giao diện Web/App.
2. Sinh viên đặt tay lên cảm biến 2 lần để trích xuất đặc trưng.

3. Hệ thống lưu mẫu vân tay vào Flash ESP32 và mapping ID vân tay với MSSV trên Firebase.



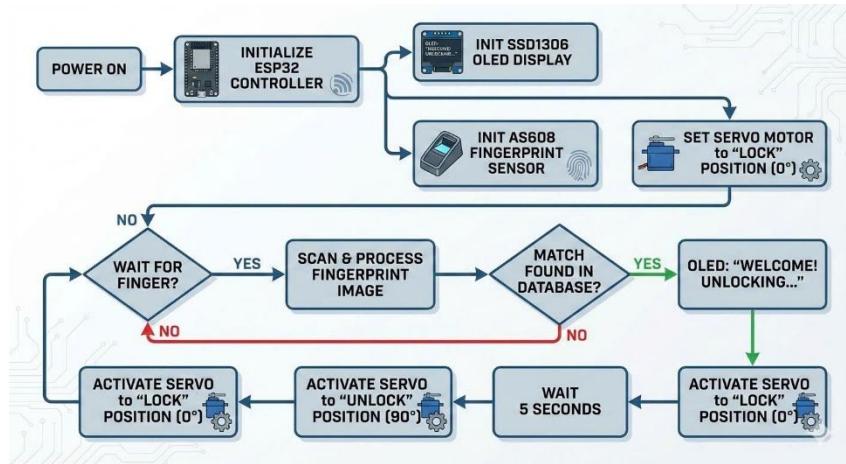
Hình 3. Ảnh sơ đồ kết nối phần cứng

B. Logic Điểm danh & Xử lý tại biên (Edge Processing)

Hệ thống sử dụng thuật toán so khớp cục bộ để đảm bảo tốc độ, tránh phụ thuộc hoàn toàn vào đường truyền:

- Bước 1: Đọc vân tay \rightarrow Tìm ID tương ứng trong thư viện cục bộ (Library on Chip).
 - Bước 2: Nếu tìm thấy ID \rightarrow ESP32 lấy thời gian thực (NTP Client) \rightarrow Kiểm tra lịch học.
 - Bước 3: Đóng gói JSON {MSSV, Time, Status} và dùng hàm Firebase.push () đẩy lên Cloud.

- Xử lý ngoại lệ: Nếu mất mạng, dữ liệu được lưu vào bộ đệm (Queue) và tự động đẩy lên khi có Internet (Cơ chế Store & Forward).



Hình 4. Ảnh lưu đồ vân tay điểm danh

IV. Tích hợp Web Dashboard cho Giảng viên

A. Đồng bộ dữ liệu (Real-time Sync)

Thay vì sử dụng WebSocket tự động phức tạp, hệ thống tận dụng cơ chế lắng nghe sự kiện của Firebase:

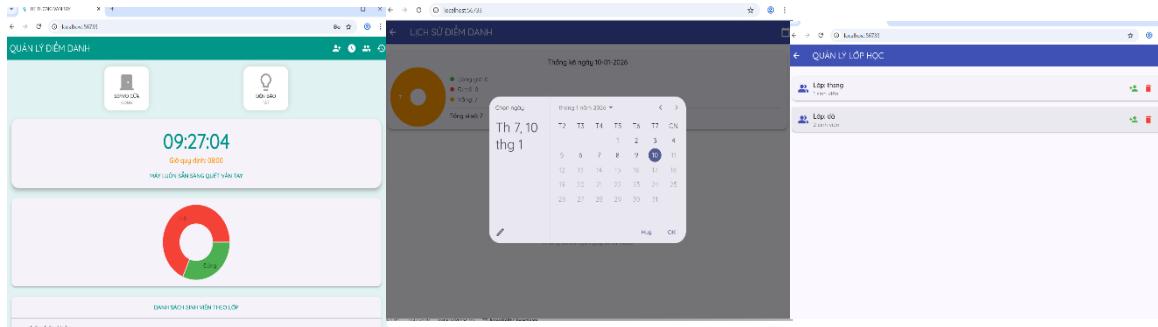
- Trang Dashboard của giảng viên sẽ tự động cập nhật danh sách "Có mặt" ngay khi sinh viên đặt tay lên máy, độ trễ hiển thị chỉ khoảng 200-500ms.

B. Chức năng Quản lý

Giao diện Web cung cấp các công cụ:

- Thông kê: Biểu đồ tỷ lệ đi học, danh sách vắng.
- Xuất báo cáo: Tự động tạo file Excel danh sách điểm danh để nộp về phòng đào tạo.

- Cảnh báo: Highlight màu đỏ đối với sinh viên đi học muộn quá quy định (ví dụ: >15 phút)



Hình 3. Ảnh chính app điểm danh vân tay

V. Thực nghiệm và kết quả

A. Độ chính xác và Tốc độ

Thử nghiệm trên lớp học số 60 sinh viên:

- Tốc độ: Trung bình hoàn thành điểm danh cả lớp trong < 2 phút (so với 10 phút gọi tên).
- Độ chính xác: Nhận diện đúng 99.5%. Các trường hợp sai số chủ yếu do tay ướt hoặc đặt sai vị trí.

B. So sánh hiệu quả

- Bảng 1: So sánh phương pháp truyền thống và hệ thống đề xuất

Tiêu chí	Điểm danh giấy/Gọi tên	Hệ thống Vân tay Firebase
Thời gian	10 - 15 phút	1 - 2 phút
Độ trung thực	Thấp (Ký hộ, thưa hộ)	Tuyệt đối (Sinh trắc học)
Cập nhật dữ liệu	Cuối kỳ/Thủ công	Thời gian thực (Real-time)
Lưu trữ	Tốn kém không gian, dễ mất	Cloud, vĩnh viễn

VII. Thảo luận

A. Ý nghĩa thực tiễn

Hệ thống giúp trả lại thời gian giảng dạy quý báu cho giảng viên. Đồng thời, việc minh bạch hóa dữ liệu điểm danh giúp nâng cao ý thức kỷ luật của sinh viên.



Hình 4. Ảnh mô hình vân tay điểm danh

B. Thách thức kỹ thuật

- Bảo mật: Cần mã hóa dữ liệu MSSV và vân tay để đảm bảo quyền riêng tư sinh viên.
- Quy mô: Khi triển khai toàn trường (hàng nghìn sinh viên), bộ nhớ ESP32 có hạn. Giải pháp đề xuất là chia nhỏ Database theo từng phòng học hoặc tải bộ mẫu vân tay theo lịch học của từng ca (Dynamic Loading)

VII. Hướng phát triển

- Tích hợp thông báo tự động gửi về ứng dụng của Phụ huynh/Sinh viên qua Firebase Cloud Messaging (FCM).
- Kết hợp Camera AI để xác thực khuôn mặt (FaceID) nếu vân tay bị mờ/hỗng.
- Phát triển Mobile App để sinh viên theo dõi tình trạng chuyên cần cá nhân.
- Phát triển nút nhấn cài đặt vân tay riêng ở phần cứng, cài đặt mật khẩu để cài đặt vân tay hiển thị trên oled.

VIII. Kết luận

Hệ thống điểm danh sinh viên dựa trên ESP32 và Firebase đã giải quyết hiệu quả các nhược điểm của phương pháp thủ công. Sự kết hợp giữa thiết bị IoT chi phí thấp và nền tảng đám mây mạnh mẽ tạo ra một giải pháp quản lý giáo dục hiện đại, tin cậy và dễ dàng mở rộng.

Tài liệu tham khảo (Giả lập theo nguồn gốc): [1] Phòng Đào tạo, "Quy chế điểm danh và đánh giá chuyên cần," Tài liệu nội bộ, 2025. [2] N. H. T. Hieu, "Smart Campus Solutions using ESP32," Journal of Technical Education, 2024. [3] Firebase Docs, "Build Realtime Apps with Cloud Database," Google Developers.