



BÁO CÁO ĐỒ ÁN LẦN 1
MÔN CÔNG NGHỆ NHÚNG VÀ IOT

Hệ thống nhận diện khách hàng dựa trên khuôn mặt cho quản lý bán lẻ thông minh

GVHD: Nguyễn Duy Xuân Bách

Thành viên nhóm

T T	Họ tên	MSSV
1	Trần An Huy	22520574
2	Nguyễn Đình Đạt	22520215
3	Nguyễn Lê Thanh Hiền	22520418

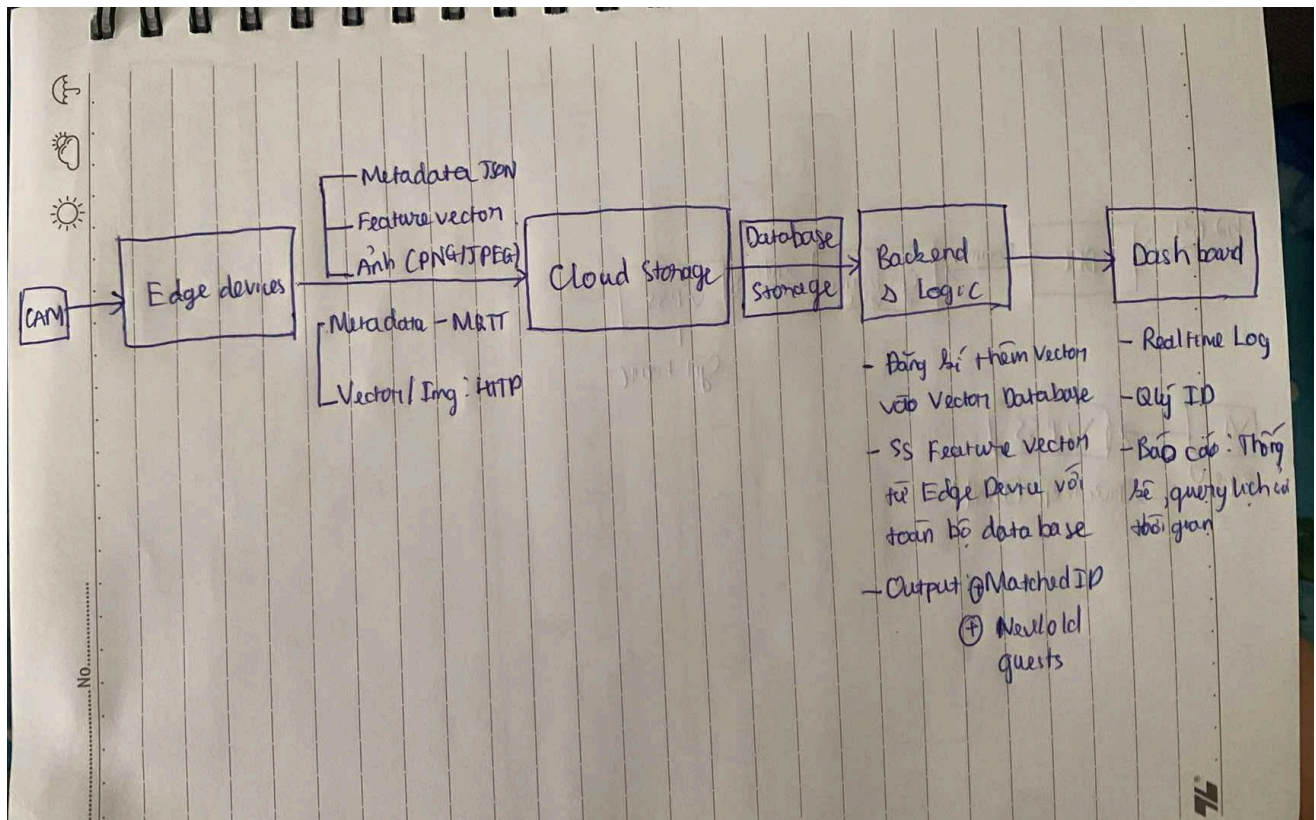
A. MÔ TẢ NGHIÊN CỨU

1. Bài Toán (User Language)

Khi một người bước vào cửa hàng, hệ thống cần tự động xác định đó là **khách đã từng ghé (returning)** hay **khách lần đầu (new)**. Kết quả này được dùng để lưu lịch sử, xem báo cáo và (ở bước tiếp theo) kích hoạt các chính sách chăm sóc/khuyến mãi. Người quản lý muốn một hệ thống đơn giản, hoạt động ổn định, xử lý tại biên (edge) để giảm tải băng thông và gửi thông tin / ảnh lên cloud để đối chiếu với face-bank đã có.

2. Giải Pháp (Solution)

- **Tại biên (Edge):** camera ở cửa chụp ảnh/luồng video → Edge Device thực hiện tiền xử lý, phát hiện khuôn mặt, chuẩn hoá và trích xuất vector đặc trưng (embedding). Việc này giảm băng thông (chỉ gửi embedding hoặc ảnh nhỏ lên cloud).
- **Truyền an toàn:** embedding/ảnh được gửi qua tới cloud/local bằng HTTP.
- **Trên Cloud:** dịch vụ so sánh (matcher) so sánh embedding mới với Face Bank (cơ sở dữ liệu embeddings đã đăng ký). Nếu có match trên ngưỡng => gán là **returning**, không có match => **new**.
- **Quản trị:** kết quả lưu vào database; hiển thị dashboard đơn giản cho quản lý (số lượng new/returning, lịch sử).



Hình 1. Sơ đồ tổng quan hệ thống.

2.1. Camera (entrance)

- **Sử dụng Camera GC2083:** được chọn nhờ kích thước nhỏ gọn (1/3 inch optical size), pixel $2.7\mu\text{m} \times 2.7\mu\text{m}$, hỗ trợ output Raw Bayer 10bit/8bit, và tiêu thụ năng lượng thấp (128mW ở full size), phù hợp cho tích hợp với edge device trong môi trường bán lẻ.
- **Chức năng:** thu hình ảnh/video người ra/vào; vị trí tốt là cửa ra vào hoặc các lối vào chính.
- **Yêu cầu:** độ phân giải đủ (ví dụ 720p–1080p), tần số khung hình phù hợp (20-30 fps cho nhận diện), góc và chiều cao gắn hợp lý để thấy mặt.

2.2. Edge Device (Preprocess, Face Detect, Feature Extract / Embed)

- **Sử dụng MilkV Duo:** được chọn làm edge device nhờ chip CV1800B hỗ trợ chạy Linux/RTOS, bộ nhớ lên đến 512MB (phiên bản Duo S), và khả năng xử lý AI nhẹ nhàng tại biên, với chi phí thấp và tích hợp tốt với camera GC2083.
- **Vai trò chính:** xử lý hình ảnh ngay tại chỗ để giảm băng thông và độ trễ.
- **Các bước xử lý:**
 - **Frame capture:** chọn khung ảnh phù hợp (ví dụ khi phát hiện khuôn mặt).
 - **Face alignment & crop:** chuẩn hoá (xoay, scale) để đảm bảo tính ổn định embedding.

- **Feature extraction (embedding):** dùng model nhẹ để sinh vector đặc trưng (ví dụ 128D/512D).
- **Kết quả gửi lên cloud:** tùy chọn gửi embedding (kích thước nhỏ) hoặc ảnh kèm metadata (timestamp, camera_id). **Ưu tiên gửi embedding** để tiết kiệm băng thông và giảm rủi ro privacy.

2.3. Cloud Ingest API / Stream & Backend logic

Chức năng: nhận dữ liệu từ site (edge), chuyển tiếp tới cloud/local để tiếp tục quản lý.

Thành phần	Logic tổng quan
API Gateway	Là cổng vào bảo mật (HTTPS) duy nhất cho Cloud. Phân phối hai loại request từ Edge đến các service Backend phù hợp.
Go Backend Server	<p>Là trung tâm logic:</p> <ol style="list-style-type: none"> Endpoint A Handler (Real-time): Nhận Metadata nhẹ → Trigger WebSocket → Thông báo Dashboard có sự kiện. Endpoint B Handler (Upload): Nhận Feature Vector → Query Vector DB → Ghi Attendance Log.
Vector Database	Công cụ nhận diện chính: Lưu trữ toàn bộ Feature Vector của khách cũ hoặc mới. Thực hiện thuật toán để so sánh vector mới với hàng nghìn vector mẫu và trả về Matched ID và Confidence Score.
SQL Database (PostgreSQL)	Lưu trữ Lịch sử: Lưu trữ Attendance Log (ID Khách, TS Check-in, Confidence Score).
Cloud/Local Storage	Nơi lưu trữ Image khuôn mặt gốc và Vector bin file để dự phòng hoặc retrain model.

2.4. Dashboard (Management UI)

Thành phần	Logic Chi tiết
Web Dashboard	<p>Giao diện người dùng Frontend</p> <p>1. Real-time Feed: Kết nối WebSocket với Backend để nhận thông báo check-in ngay lập tức (dùng Metadata từ Endpoint A).</p> <p>2. Báo cáo: Truy vấn Log Attendance từ SQL DB (qua Backend API) để tạo báo cáo lưu lượng khách.</p>

B. KẾT QUẢ DỰ KIẾN

- Xây dựng được hệ thống hoàn chỉnh bao gồm:
 - **Thiết bị camera AI** có khả năng phát hiện khuôn mặt và gửi dữ liệu về server với độ chính xác phát hiện ít nhất 95% và xử lý dưới 2 giây/lượt.
 - **Phần mềm server** hiển thị và quản lý thông tin khuôn mặt khách hàng, lưu trữ embedding của ít nhất 1000 khách trong cơ sở dữ liệu (Face Bank).
- Hệ thống có thể áp dụng thực tế trong mô hình chăm sóc khách hàng thông minh.
- Cung cấp nền tảng cho các nghiên cứu tiếp theo về nhận dạng, phân loại khách hàng hoặc phân tích hành vi tiêu dùng.

B. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]: "Why Facial Recognition Is Expanding Across Retail" - HID Global.
<https://blog.hidglobal.com/self-service-revolution-why-facial-recognition-expanding-across-retail>
- [2]: "Face Recognition For IoT Devices" - Meegle.
https://www.meegle.com/en_us/topics/face-recognition/face-recognition-for-iot-devices
- [3]: "Elevate Retail Experience with Facial Recognition Technology" - BlueFletch.
<https://bluefletch.com/how-facial-recognition-enhances-the-retail-experience/>
- [4]: "Facial Recognition for VIP Customer Identification" - IoT Retail Tech.
<https://iotretailtech.com/customer-experience-and-personalization-in-retail-industry/elevate-retail-experiences-with-facial-recognition-technology/>
- [5]: "ASUS IoT Face Recognition | Edge AI Solutions".
<https://iot.asus.com/solutions/face-recognition/>
- [6]: "Milk-V Duo Overview". <https://milkv.io/docs/duo/overview>
- [7]: "CAM-GC2083 Camera Module Specs" - Milk-V.
<https://milkv.io/docs/duo/camera/gc2083>