Bộ khóa thông minh Face & PIN với cảnh báo

1. Mục tiêu sản phẩm

- Mở khóa an toàn bằng khuôn mặt hoặc mã PIN.
- Cảnh báo khi nhập sai hoặc có hành vi phá khóa.
- Hoạt động độc lập, có thể kết nối mạng để gửi thông báo.

2. Các bên liên quan

- Chủ nhà / Người dùng cuối
- Kỹ sư phần cứng
- Kỹ sư phần mềm
- Kỹ thuật viên lắp đặt
- Nhà sản xuất

3. Giả thiết

- Nhiệt độ hoạt động: 0–50°C
- Nguồn 5V DC hoặc pin dự phòng
- Thiết bị có camera, keypad, loa, LED, Wi-Fi

4. Yêu cầu cấp cao

R-SYS-01: Mở khóa khi khuôn mặt/PIN hợp lệ
R-SYS-02: Cảnh báo khi ≥3 lần nhập sai
R-SYS-03: Thời gian mở ≤1.5 giây
R-SYS-04: Dữ liệu sinh trắc mã hóa AES-256

5. Yêu cầu chức năng

A. Nhận diện khuôn mặt: chính xác ≥98%, thời gian ≤1s, chống giả ≥95%
B. Keypad: hỗ trợ PIN 4–8 số, 3 lần sai → khóa 60s, quản lý người dùng tối đa 10
C. Cảnh báo: còi ≥85 dB, gửi thông báo ≤30s, ghi log offline
D. Cơ chế mở: lực đủ mở khóa cơ phổ biến

6. Yêu cầu phi chức năng

- Thời gian mở ≤1.5s (median)
- Mã hóa AES-256, TLS1.2+
- MTBF ≥50.000h
- Kích thước ≤150×80×40 mm, ≤450g
- Công suất standby ≤0.6W
- Chứng chỉ CE/FCC/ROHS

7. Đặc tả phần cứng

- Camera ≥2MP, có IR
- MCU/SoC hỗ trợ AI
- Keypad 12 phím, chống nước IPx4
- Wi-Fi 2.4GHz, BLE
- Nguồn 5V USB-C, pin 5000 mAh
- TPM/Secure Enclave

8. Đặc tả phần mềm

- Module nhận diện khuôn mặt on-device
- Liveness detection
- Quản lý keypad, log sự kiện
- OTA update có chữ ký
- App iOS/Android: quản lý người dùng, thông báo, nhật ký

9. Ma trận kiểm thử (Verification Matrix)

ID	Yêu cầu	Phương pháp kiểm thử	Tiêu chí đạt
R-F-01	Độ chính xác nhận diện khuôn mặt ≥98%	Test 500 ảnh, nhiều điều kiện ánh sáng	TAR ≥98% @ FAR ≤0.1%
R-F-03	Phát hiện giả mạo ≥95%	Kiểm thử bằng ảnh, video, mặt nạ	Detection rate ≥95%
R-F-05	3 lần PIN sai → khóa 60s	Nhập sai liên tiếp	Lockout 60 giây
R-F-07	Còi ≥85 dB @1m	Đo SPL	SPL ≥85 dB
R-NF-01	Thời gian mở khóa ≤1.5s	Đo 100 lần	Median ≤1.5s, Max ≤2.5s
R-NF-02	Mã hóa AES-256	Kiểm tra lưu trữ	Không giải mã được dữ liệu

10. Tiêu chí nghiệm thu

- Tất cả yêu cầu mức Cao phải đạt.
- Log sự kiện ghi và gửi khi online.
- Face template không thể bị trích xuất dạng ảnh.
- Quá trình đăng ký khuôn mặt ≤3 bước.
- Có tài liệu hướng dẫn và báo cáo kiểm thử.

---

11. User Stories

- Với tư cách chủ nhà, tôi muốn mở cửa bằng khuôn mặt để không cần dùng tay.
- Với tư cách chủ nhà, tôi muốn thay đổi PIN qua app để chia sẻ cho khách.
- Với tư cách chủ nhà, tôi muốn nhận thông báo khi có nhiều lần nhập sai để phản ứng kịp thời.

---

12. Rủi ro & Giới hạn

- Xử lý AI on-device làm tăng chi phí BOM; dùng cloud thì vấn đề latency & bảo mật.
- Ánh sáng quá tối hoặc quá gắt ảnh hưởng đến nhận diện, cần camera IR.
- Anti-spoofing không thể tuyệt đối; nên kết hợp Face + PIN để tăng bảo mật.

---

13. Gợi ý triển khai

- Liveness: dựa trên chuyển động (nghiêng đầu) hoặc phân tích texture + IR.
- Face template lưu vector, không lưu ảnh gốc.
- Nếu chi phí nhạy cảm: MCU + NPU giá rẻ (Coral / Kendryte) hoặc model nhẹ (MobileNetFace).
- OTA update phải kiểm tra chữ ký số (RSA/ECDSA).