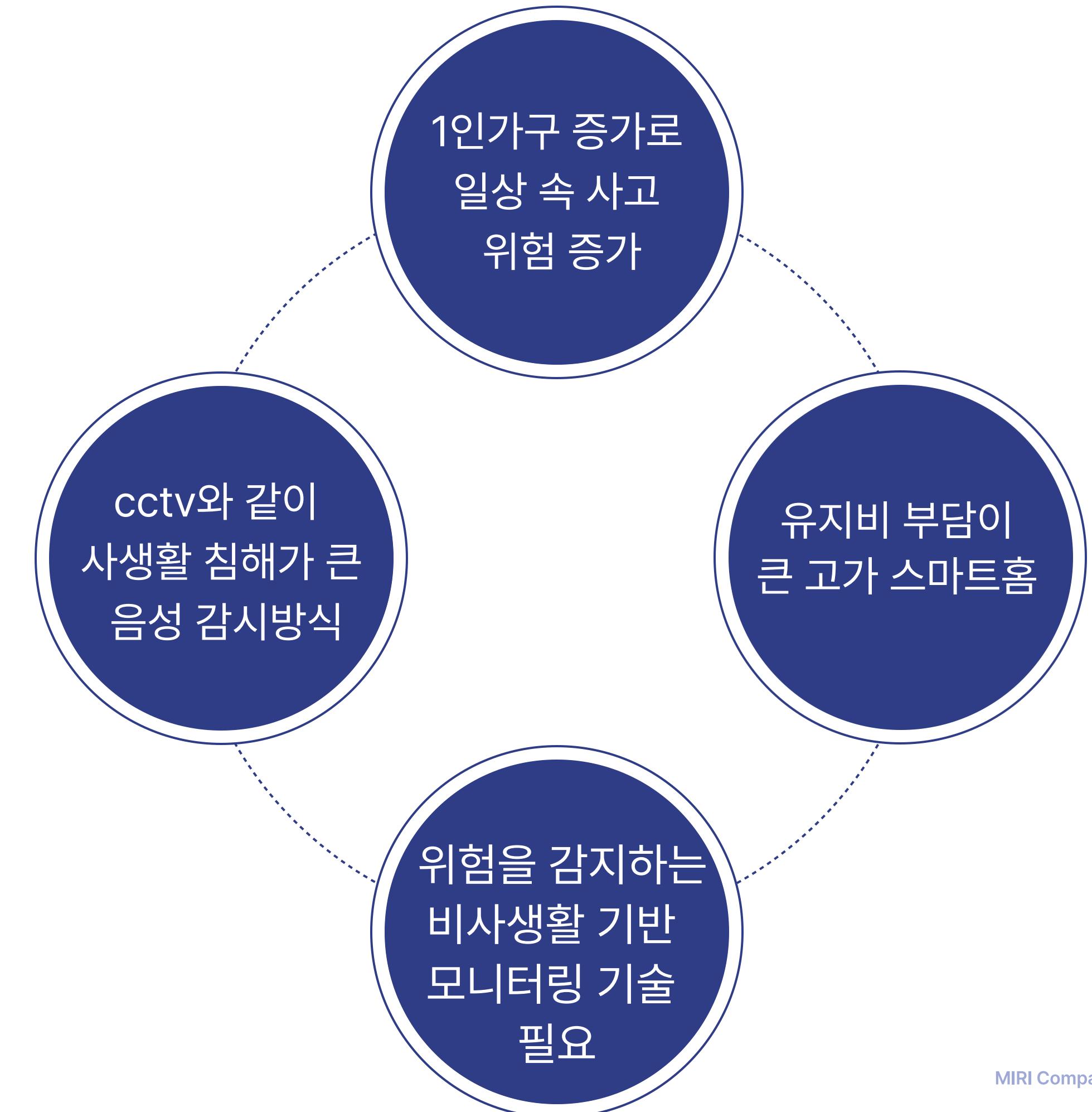


AI Life Solution Challenge

# 사생활 침해 없는 저비용 1인 가구 위험 알림 AI



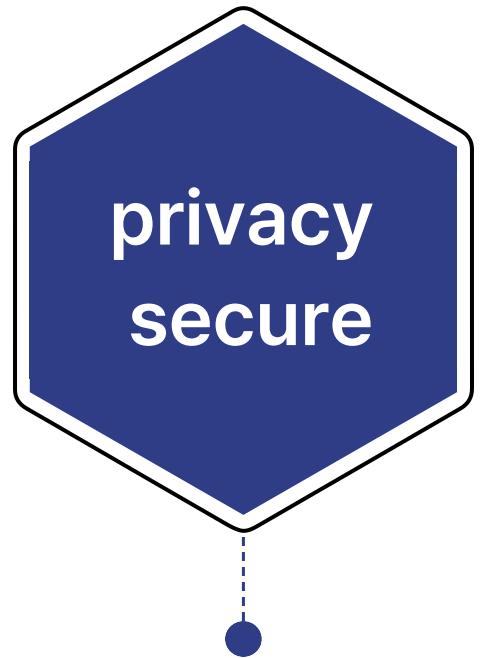
## 문제배경(Background)



## 시스템 개발 목적 (Project Goal)



저비용 센서  
(FSR·PIR·Reed)만으로  
실시간 행동 패턴 파악

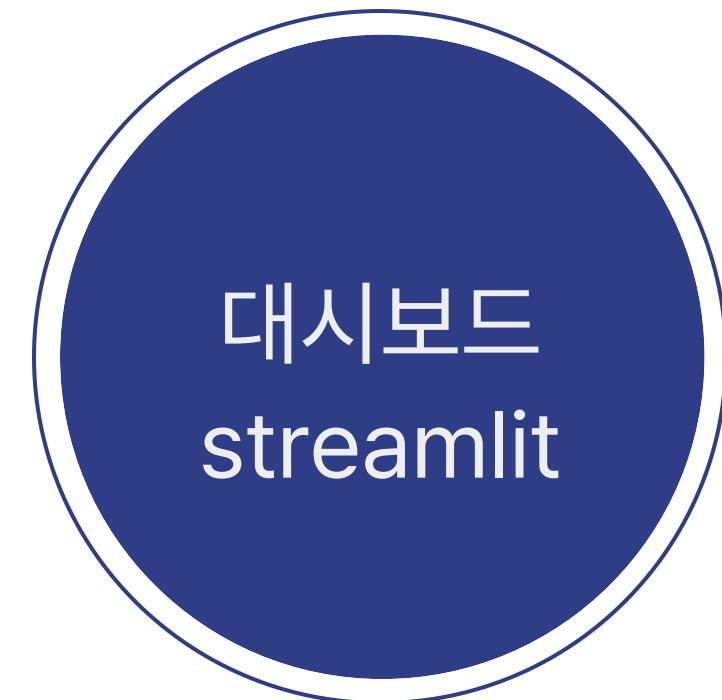


영상, 음성을 사용하지  
않아 사생활이 보호됨



누구나 설치 가능한  
저비용·고확장성  
안전 시스템 구축

## 전체 시스템 architecture



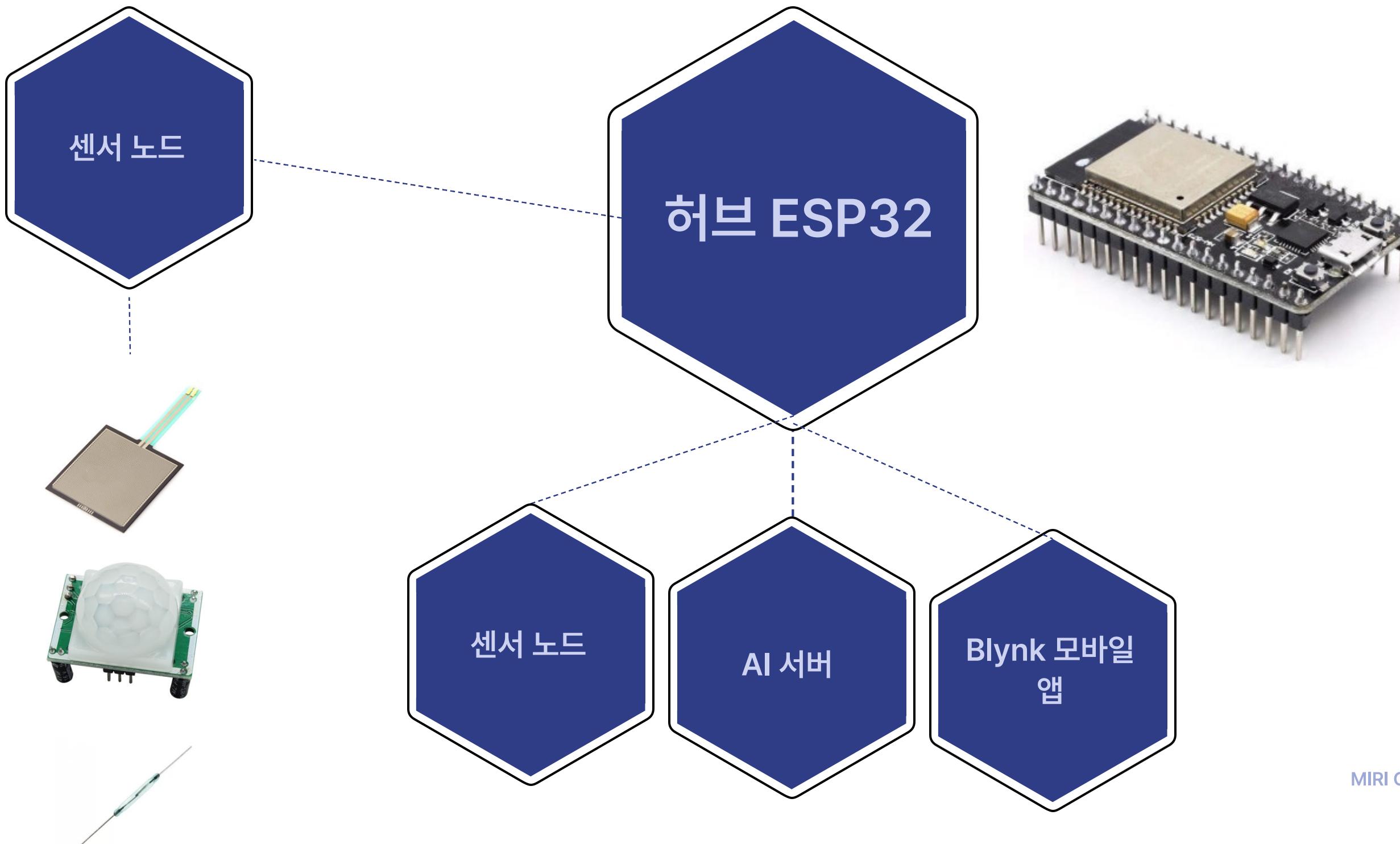
- 압력(FSR)
- 문감지(Reed)
- 움직임(PIR)
- ESP-NOW를 통해 허브에 실시간 전송

- 각 노드 데이터 수신
- FAST API 서버로 데이터 전달
- blynk 통한 기본 모니터링

- 실시간 데이터 기반으로 Normal/Danger 분류
- 위험점수(risk score) 계산

- 실시간 센서 변화 그래프
- 현재 상태 표시 및 데이터 로그 시각화

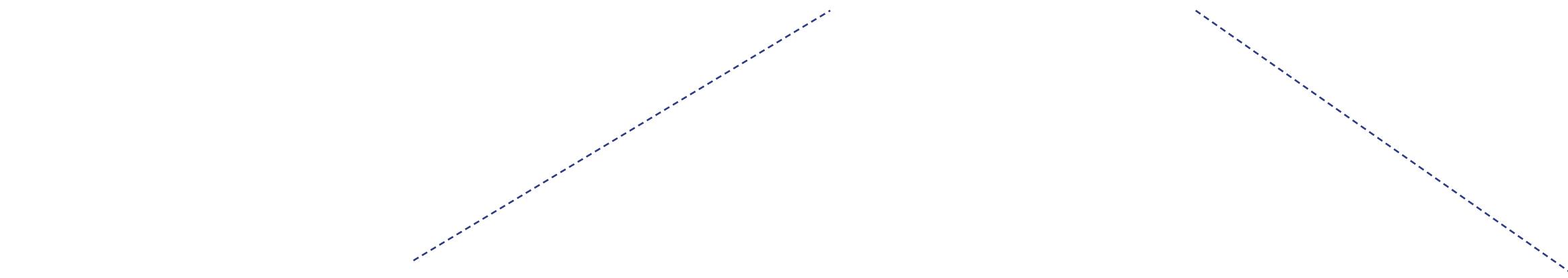
## 하드웨어 및 IoT 구성 (Sensor & ESP32 Network)



## 03 | AI 서버 및 모델 설계 (AI Model & FastAPI)

### 1) AI 학습 데이터 (7일 생활 패턴 기반)

PIR(거실 움직임), FSR(침대/욕실/식탁/현관 압력), 리드스위치(욕실문·현관문)  
센서별 7일·초 단위 시계열 데이터 → 단일 테이블로 통합



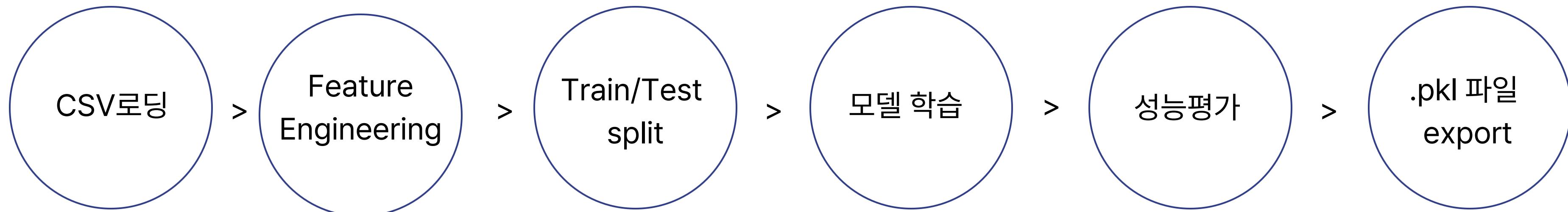
시간 특징: hour, weekday, 전/후 30초 변화량  
관계 특징: PIR 부재 + 욕실문 닫힘, 침대 지속 압력 등

정상 생활 패턴: 반복적, 짧은 센서 변화  
위험 패턴: 욕실 장시간 체류, 무움직임 지속 등

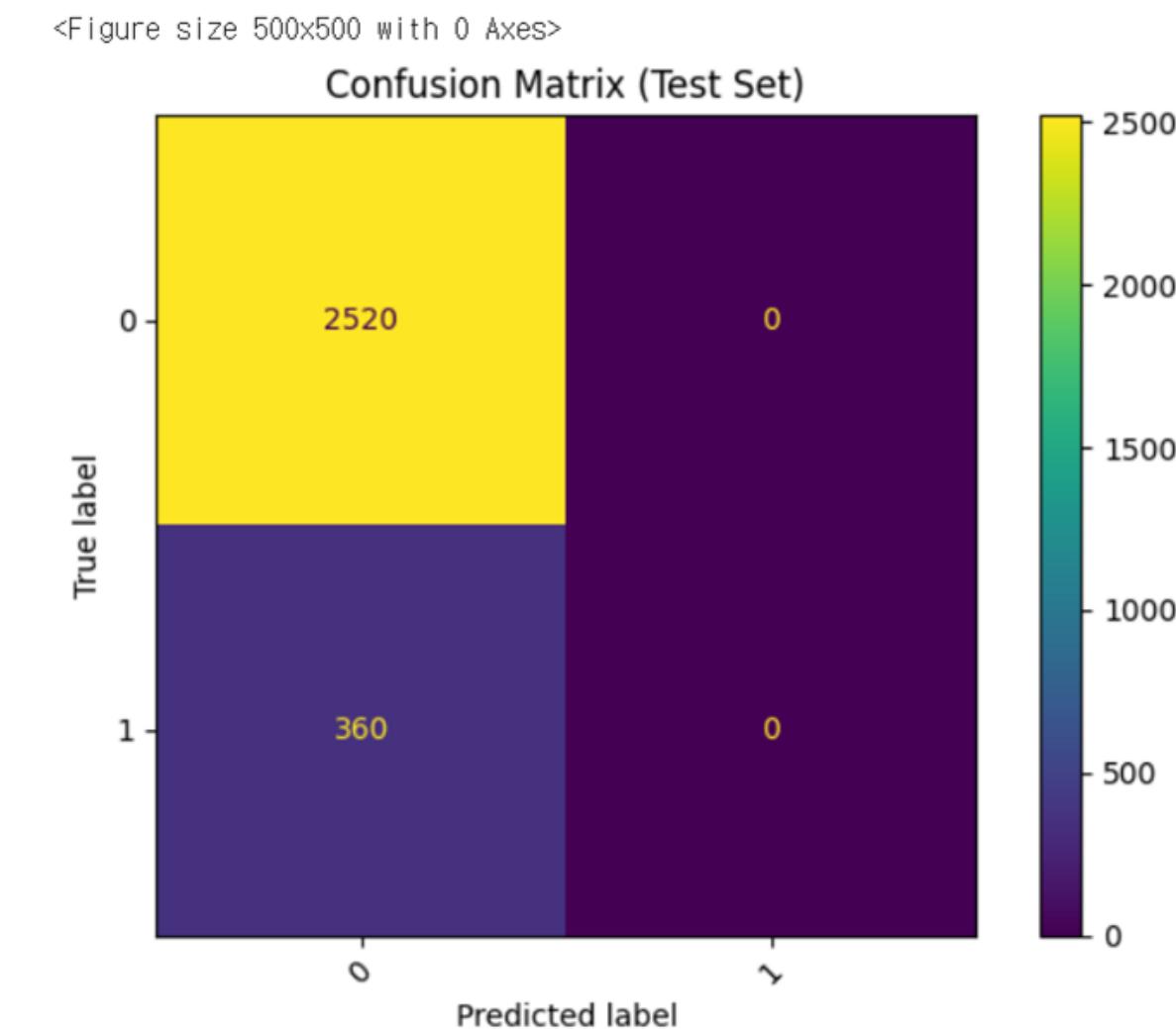
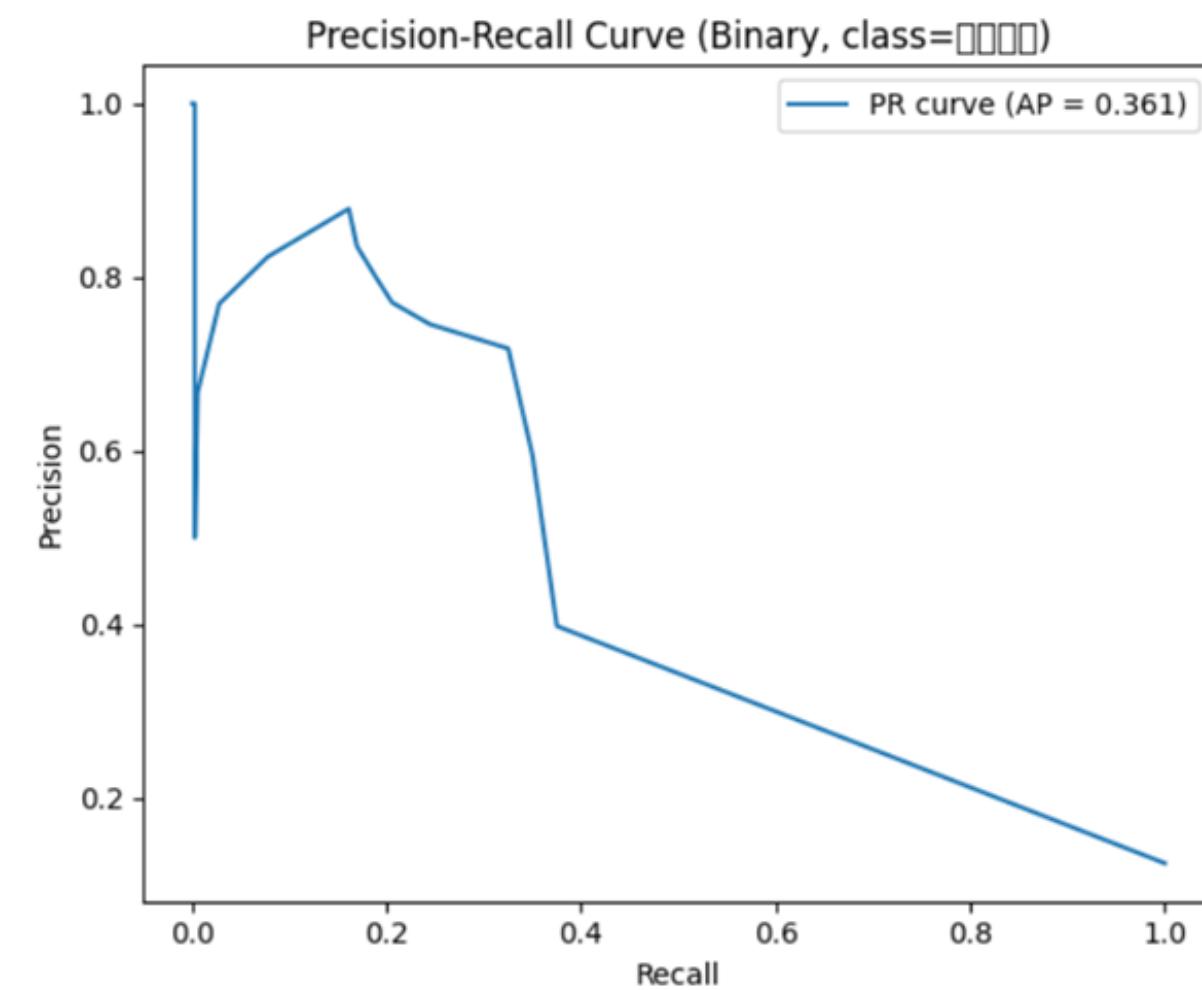
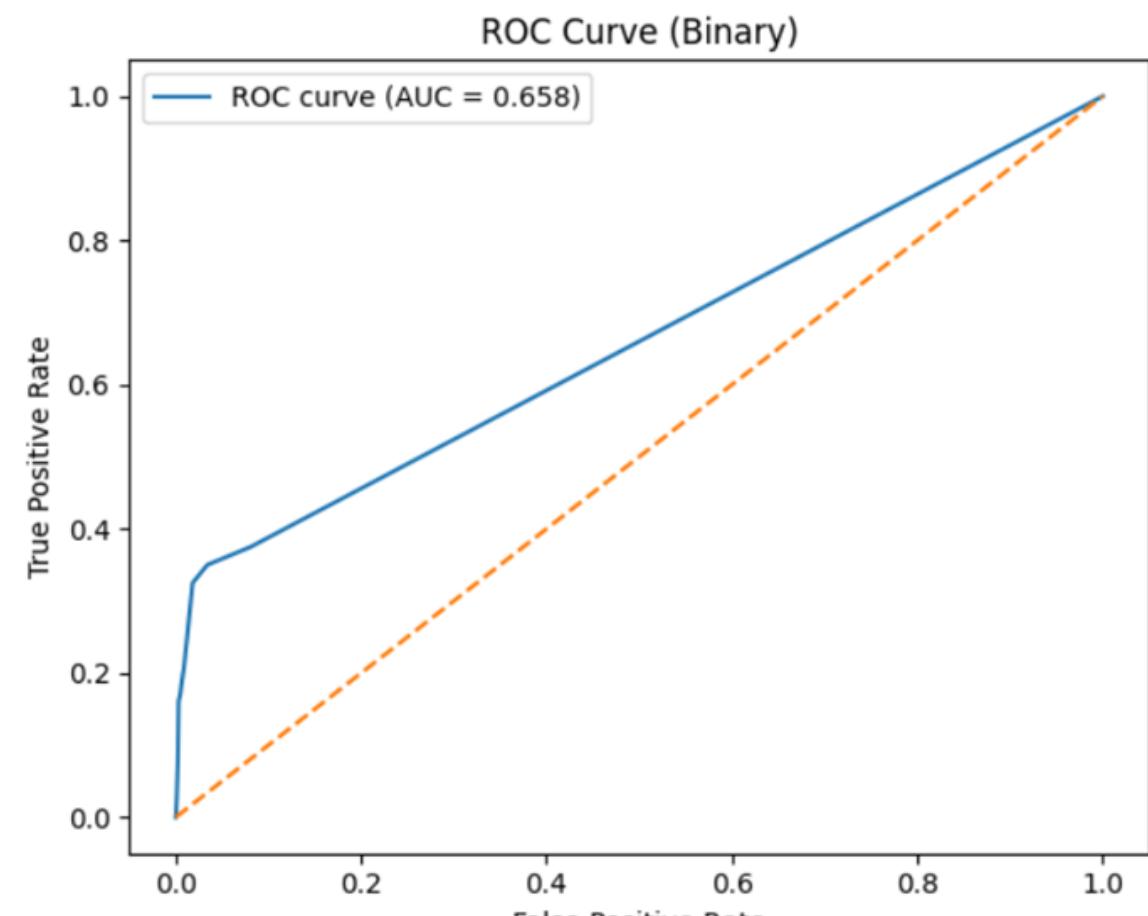
### 2) 모델 구성(AI\_life\_pattern.ipynb)

- 데이터 스케일링(표준화)
- Feature set 30+ 생성(센서조합, 패턴 기반)
- RandomForest/ 딥러닝 모델 비교 후 최적 모델 선정
- Grid Search로 파라미터 튜닝
- 최종 모델 및 스케일러를 pkl 파일로 저장 → FastAPI 서버에 탑재

#### 전체 파이프라인



## 3) 모델 성능



-ROC AUC = 0.658

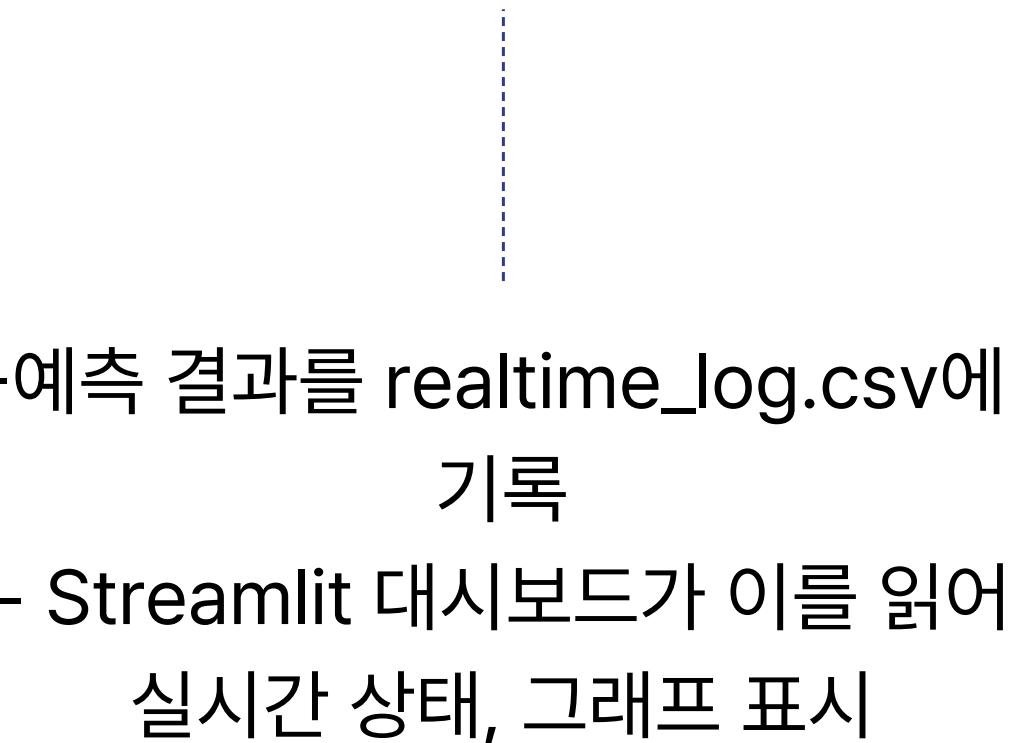
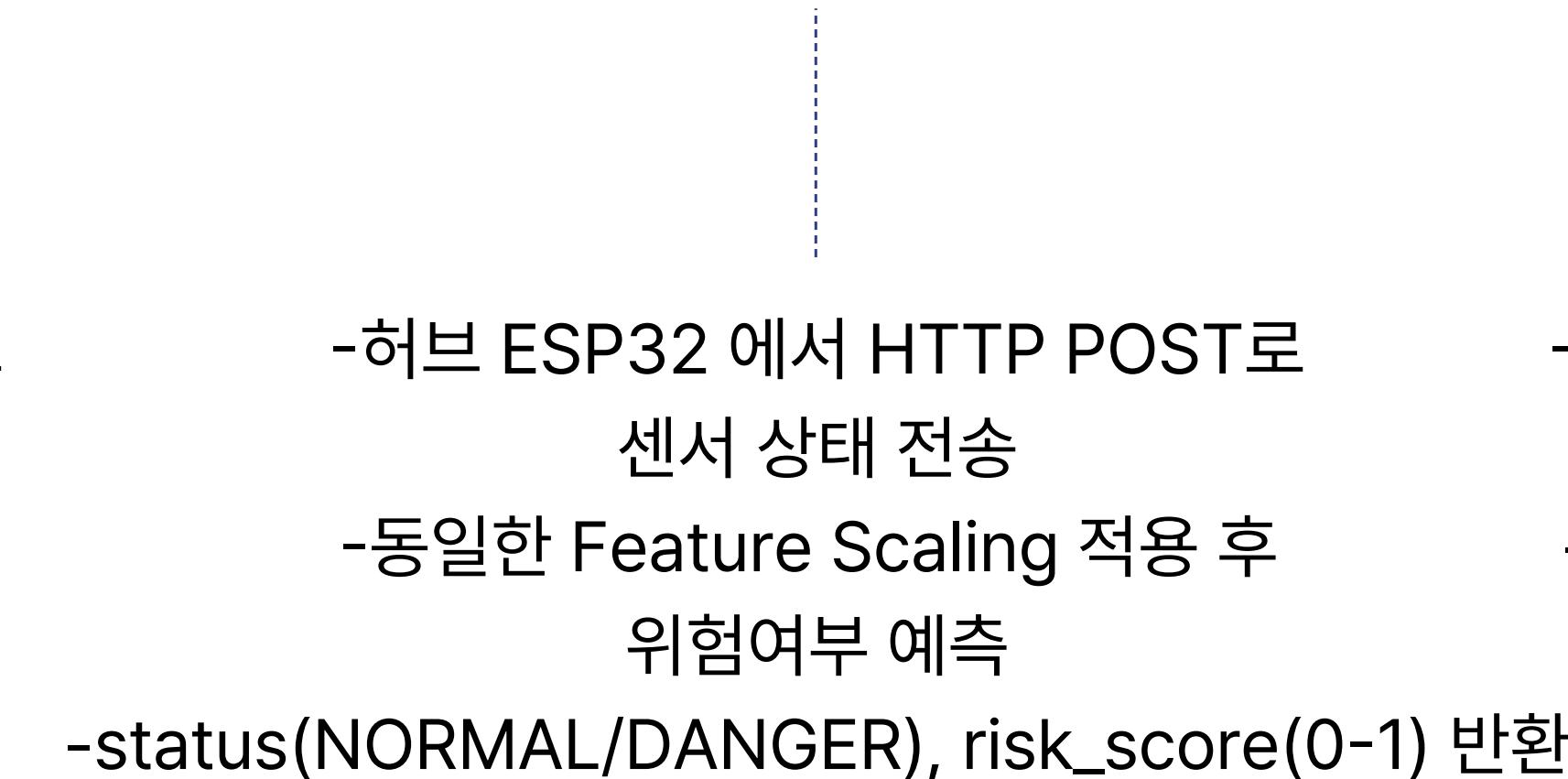
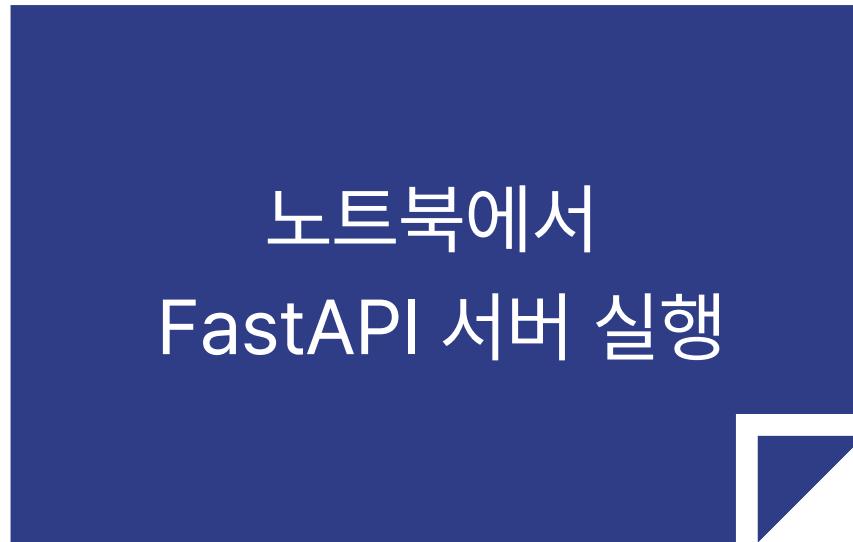
-완전 랜덤(0.5) 보다 의미있게 높은 분류 성능

-PR AUC = 0.361

-위험 클래스 데이터 적은 상황에서도  
일정수준의 탐지능력 확보

-정상 클래스(0)는 매우 안정적으로 예측  
-위험 클래스(1)는 일부 미탐지 발생  
이는 데이터 수 부족에서 기인

### 4) FastAPI 기반 실시간 AI 추론 서버 구조



## 03 | AI 서버 및 모델 설계 (AI Model & FastAPI)

### 5) 생활 패턴 기반 위험 탐지 시나리오-----대표적인 3개의 예시

욕실 사고 위험 시나리오

- 욕실 문(Read\_bathroom) 닫힘 상태 지속
- 동시에 PIR\_living 움직임 없음+FSR\_bathroom 변화 거의 없음
- 모델이 욕실 장기 체류 패턴으로 인식하여 높은 risk\_score 출력

침대에서의 실신패턴

- FSR\_bed 압력 값이 오랫동안 유지
- 거실 PIR, 현관 센서 변화 거의 없음
- 수면, 휴식 패턴을 벗어난 비정상정지 상태로 판단→ 위험 알람 후보

귀가, 외출 패턴 인지

- Reed\_entrance+FSR\_entrance 변화
- 시간대(weekday/hour) 정보와 함께 분석
- 사용자의 귀가, 외출 규칙성을 학습하여 이상 시간대 움직임 시 추가 위험 반영

## 04 | 실시간 모니터링 시스템

### 1) 시스템 흐름도 구성안내

Sensor Node (PIR / FSR / Reed)

↓ (ESP-NOW)

Hub ESP32

↓ (HTTP POST)

FastAPI AI Server (/predict)

↓

AI Model (.pkl)

↓

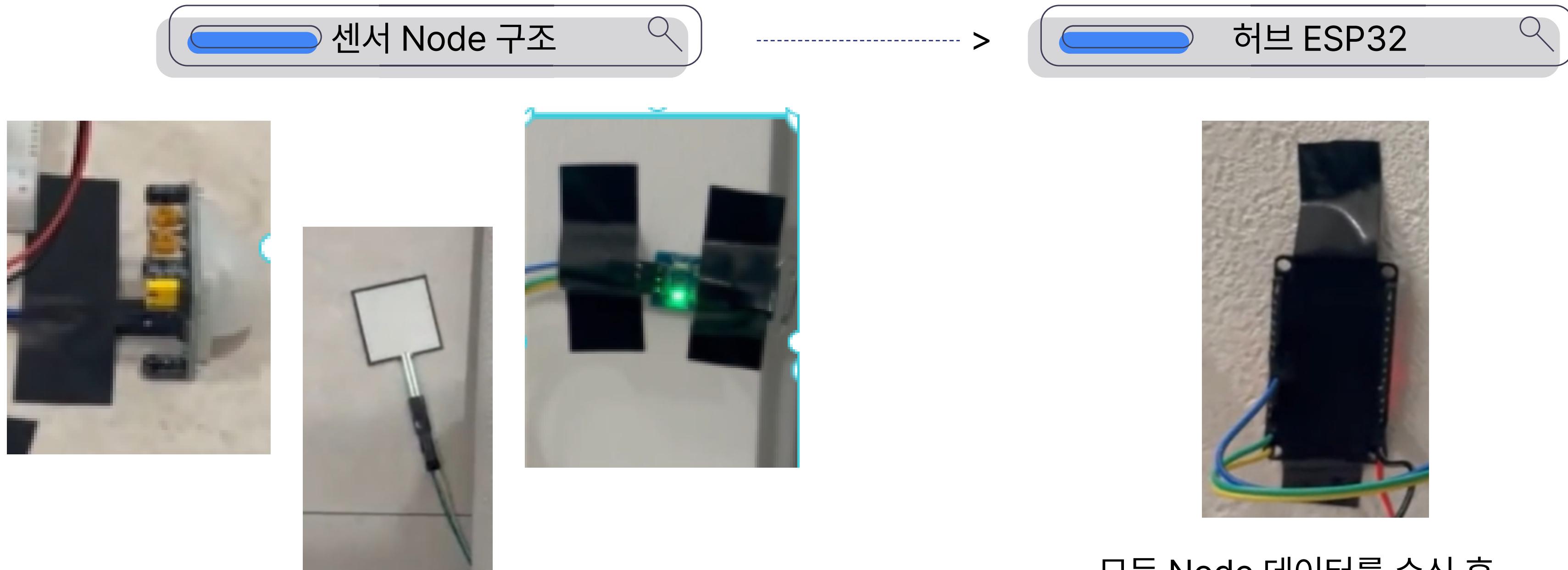
CSV Logging (realtime\_log.csv)

↓

Streamlit Dashboard (실시간 시각화)

## 04 | 실시간 모니터링 시스템

### 2) 센서 Node 구조 & 허브 ESP32역할

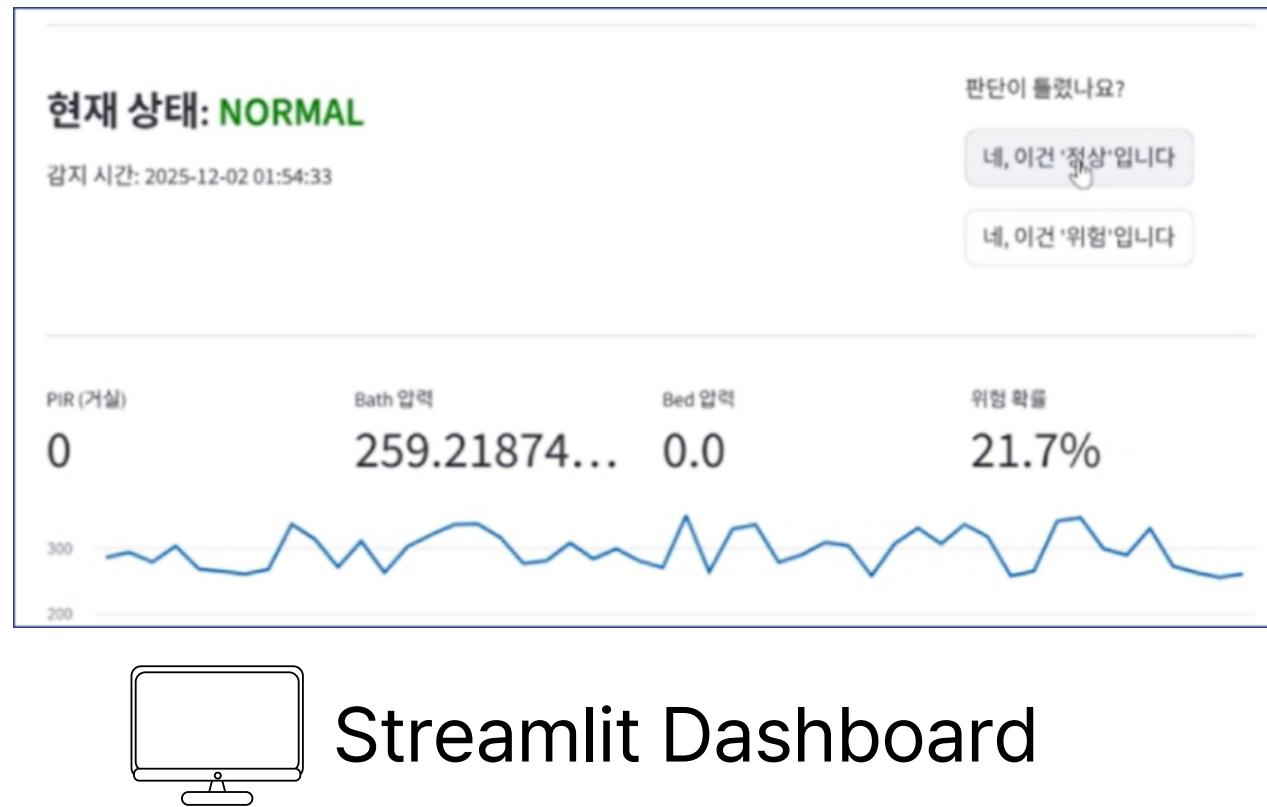


각 센서는 독립 ESP32 Node로 구성  
0/1 신호로 단순화

모든 Node 데이터를 수신 후  
상태 변수(PIR/FSR/Reed)로 통합 관리  
최신 상태를 FastAPI /predict에 JSON으로 전송

## 04 | 실시간 모니터링 시스템

### 3) 실시간 모니터링 UI(사용자앱+ 대시보드 통합)

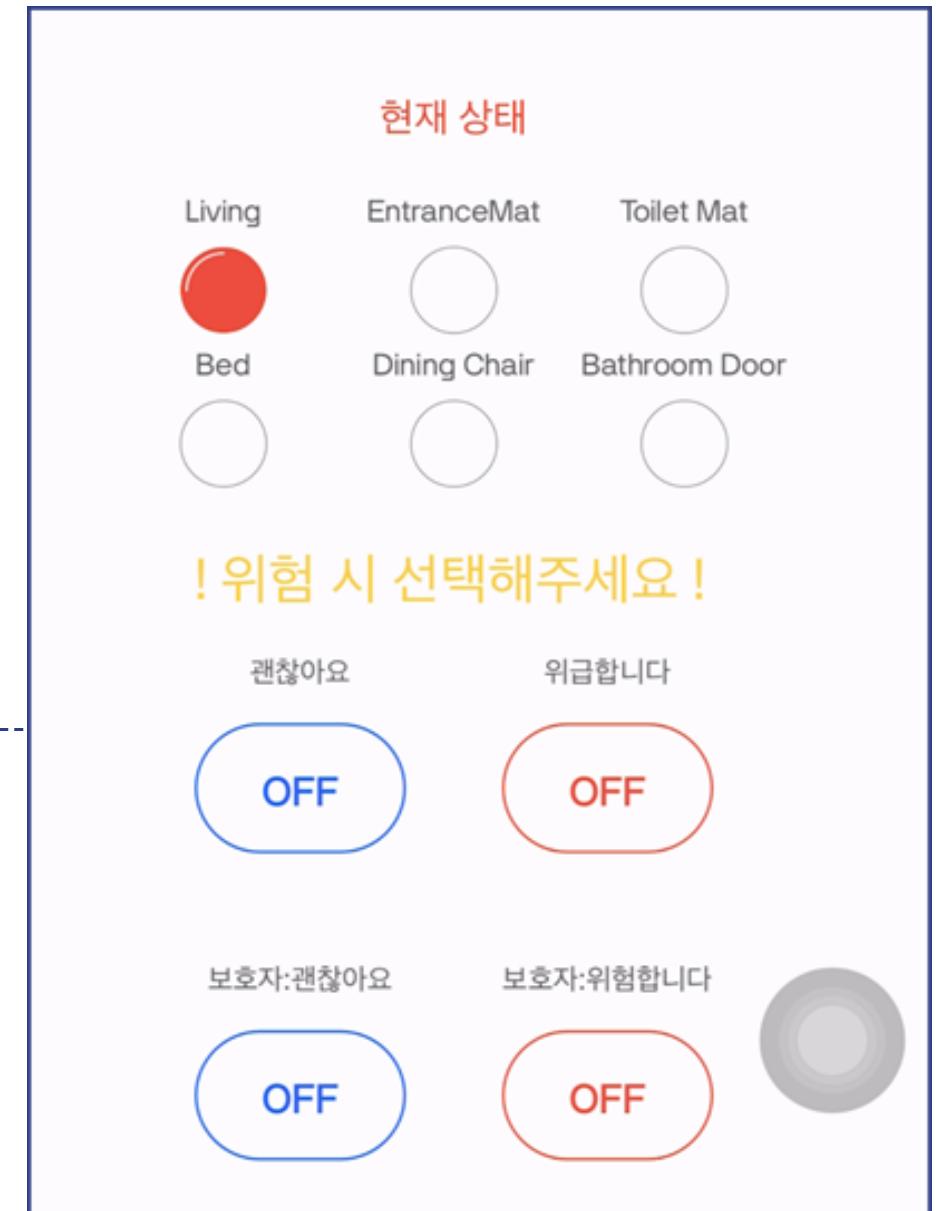


실시간 데이터 로그 기반 시각화로 자동갱신  
AI 추론 결과 및 위험확률 실시간 모니터링

Human-in-the-loop 기반

Blynk(즉각 대응)+Streamlit(정밀 분석)  
사용자 편의와 AI 고도화를 동시에 잡는  
투트랙(Two-Track) 관제시스템

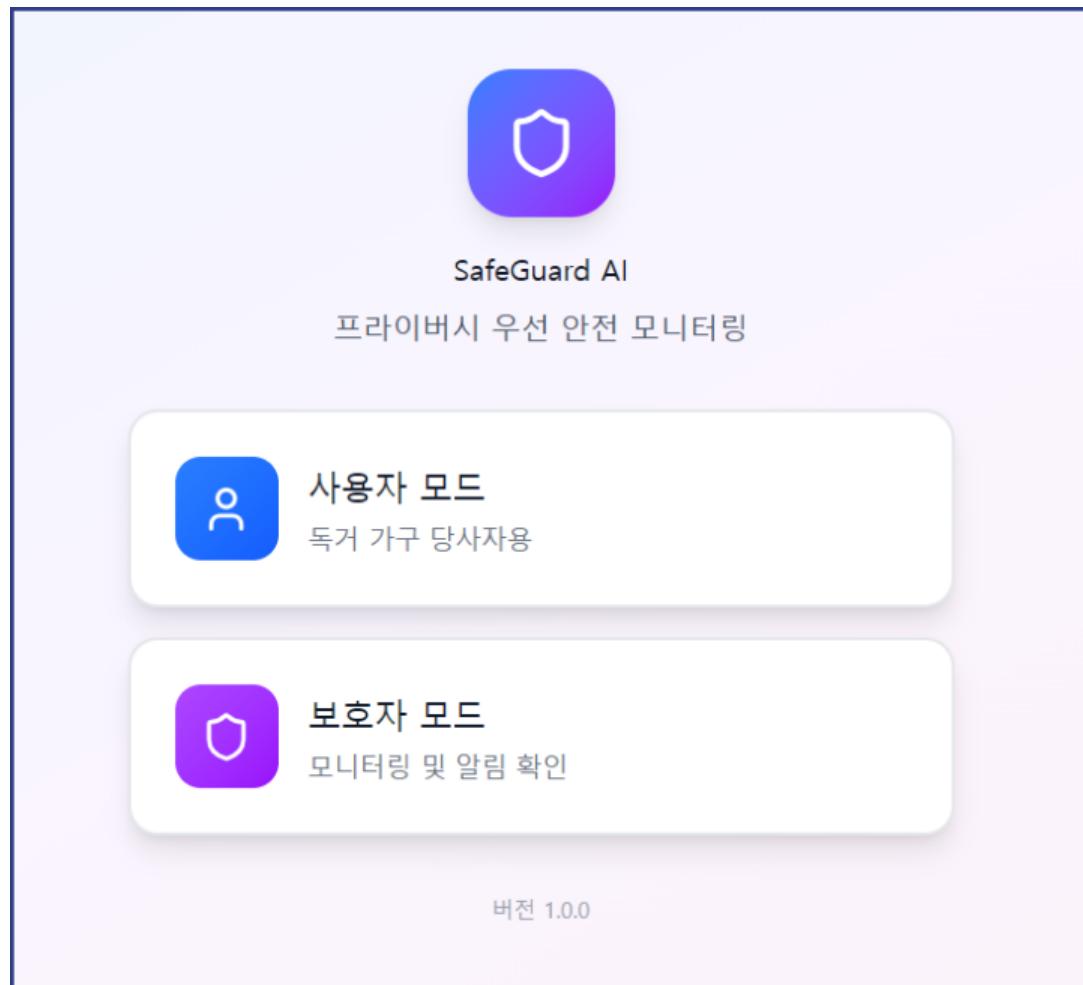
End-User용 모바일 인터페이스 구현  
IoT 엣지 디바이스와 저지연(low-latency) 데이터 연동



Blynk 앱

## 04 | 실시간 모니터링 시스템

### 4) Figma 기반 상용 서비스 디자인

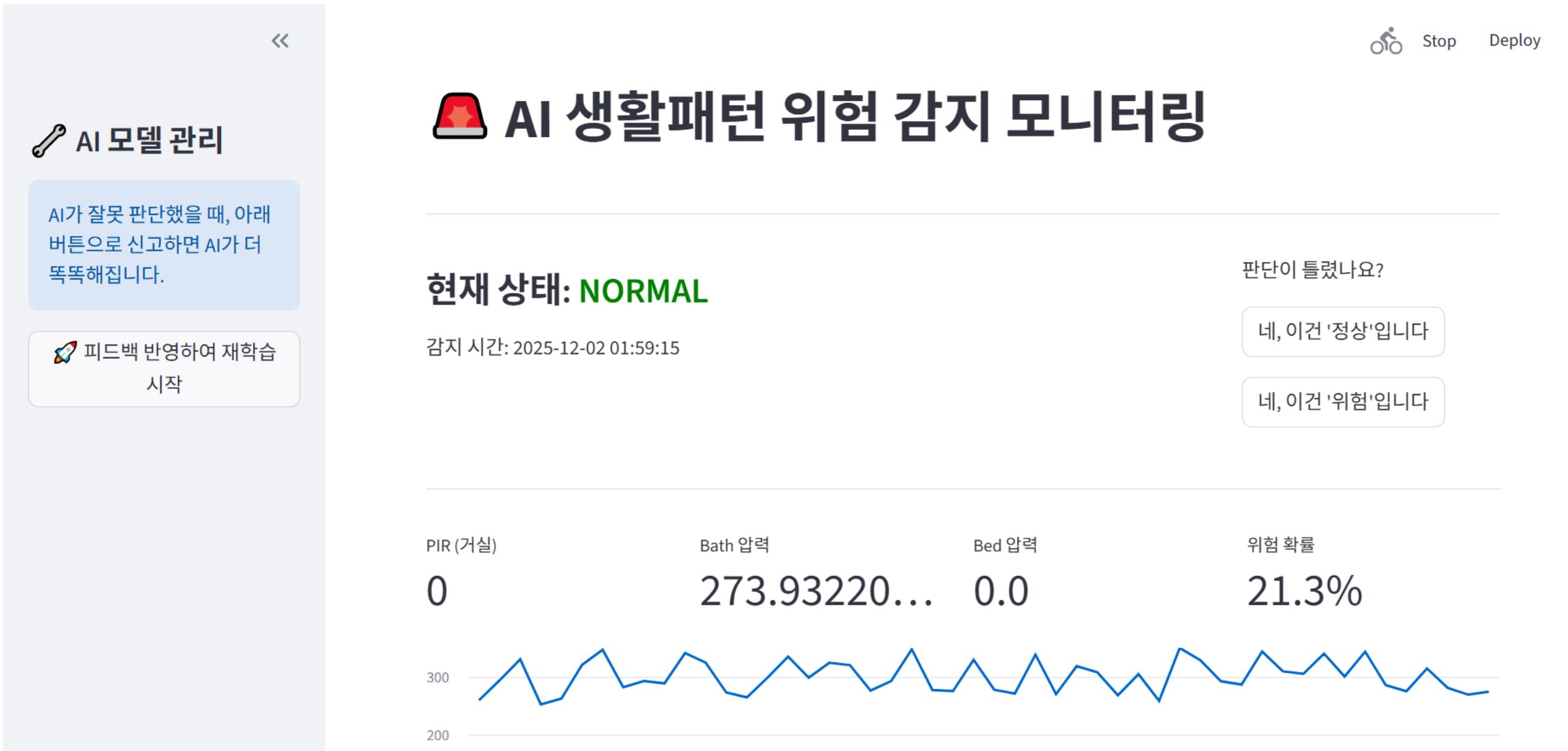


상용 서비스 수준의 UX까지 포함해  
실제 돌봄 서비스로 확장 가능한 방향을 설계

The screenshot displays the "Safety Monitoring System" interface. At the top, a green circular icon with a checkmark indicates "정상" (Normal) status, with the message "모니터링이 활성화되어 있습니다". Below this are two large buttons: a blue one labeled "괜찮아요" (Not a problem) with a checkmark icon, and a red one labeled "위험해요" (Dangerous) with an exclamation mark icon. The text "사용자모드" (User Mode) is centered above the buttons. To the right, under "보호자 모드" (Guardian Mode), there is a profile for "어머니 모니터링" (Mother Monitoring) with a connection status of "연결됨". A red alert card is shown with the title "AI 위험 징후 감지" (AI Dangerous Sign Detection) and the message "화장실에서 40분째 움직임이 감지되지 않습니다" (No movement detected in the bathroom for 40 minutes). It also states "오후 2:34 • AI 신뢰도 92%" (2:34 PM • AI Trust Level 92%). A progress bar at the bottom of the card shows a red segment at 92%. A purple button at the bottom right says "전화 걸기" (Call). The footer includes the text "긴급한 경우 119에 신고하세요" (Report in case of emergency to 119).

## 05 | 결과 및 시나리오 (Experiment & Evaluation)

### 정상/비정상 패턴 실제 테스트 사진



욕실/침대/거실 센서 값이 일상 패턴대로 변화  
PIR 움직임 존재 → 정상 활동  
위험도 낮음(예: 20%)  
모델이 정상 패턴을 안정적으로 학습한 증거

## 05 | 결과 및 시나리오 (Experiment & Evaluation)

### 위험 감지 사례



case2) 침대 실신 위험

FSR\_bed = 지속 고정값

PIR\_living = 0

→ AI 판단: 비정상 무반응



case3) 외출/귀가 패턴 이상

Reed\_entrance 움직임 있음

시간대가 평소와 다름

→ AI 판단: 생활 패턴 이상



case3) 외출/귀가 패턴 이상

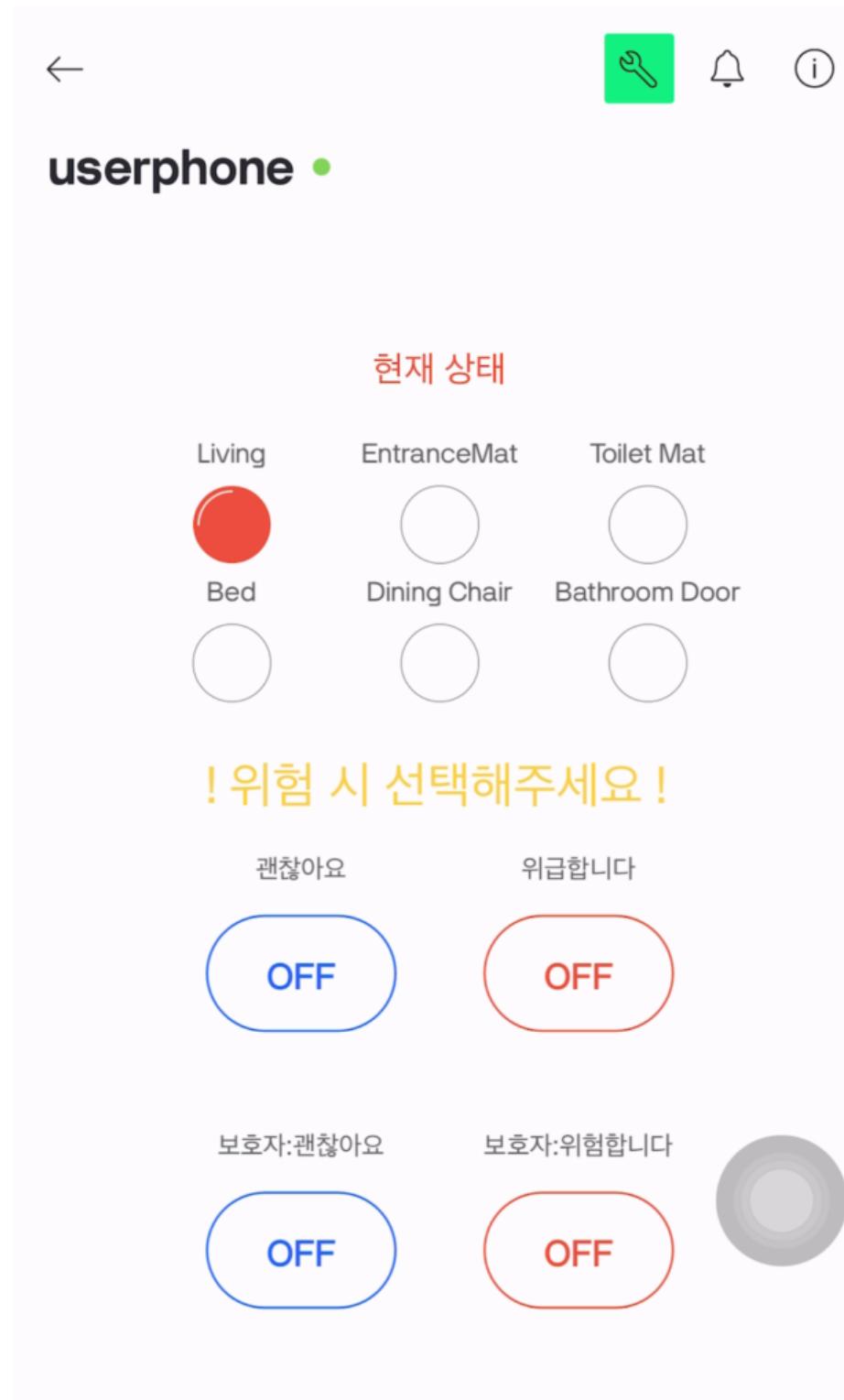
Reed\_entrance 움직임 있음

시간대가 평소와 다름

→ AI 판단: 생활 패턴 이상

## 05 | 결과 및 시나리오 (Experiment & Evaluation)

### 실제 사용자 앱(Blynk)에서의 반응



실제 센서 값이 스마트폰에서 즉시 반영됨

위험 상황 시 사용자가 “괜찮아요/위험해요” 선택

피드백 기반 AI 개선 가능(Human-in-the-loop)

## 05 | 결과 및 시나리오 (Experiment & Evaluation)

### 시스템 장점 및 한계

#### 장점

저비용 센서만으로  
고위험 상황을 조기에  
탐지할 수 있는 기술  
적 기반 확보

프라이버시 보호  
카메라 없이 위험 감지  
→ 거부감↓ 수용성↑

고확장성 IoT 구조  
(ESP32 + Blynk)

#### 한계점

실제 생활 데이터를  
장기간 수집하기  
어려워 시나리오 기반  
synthetic data 설계  
가 필요

센서 종류·민감도가 달  
라 발생하는 노이즈·동  
기화 차이를 조정하는  
과정이 복잡

FSR 센서 간 민감도 차  
이로 인해 threshold  
기반 분류가 어려워,  
scaling 재조정이 반복  
적으로 요구됨

**감사합니다**