

목원대 정보통신공학과

# Fire Beacon

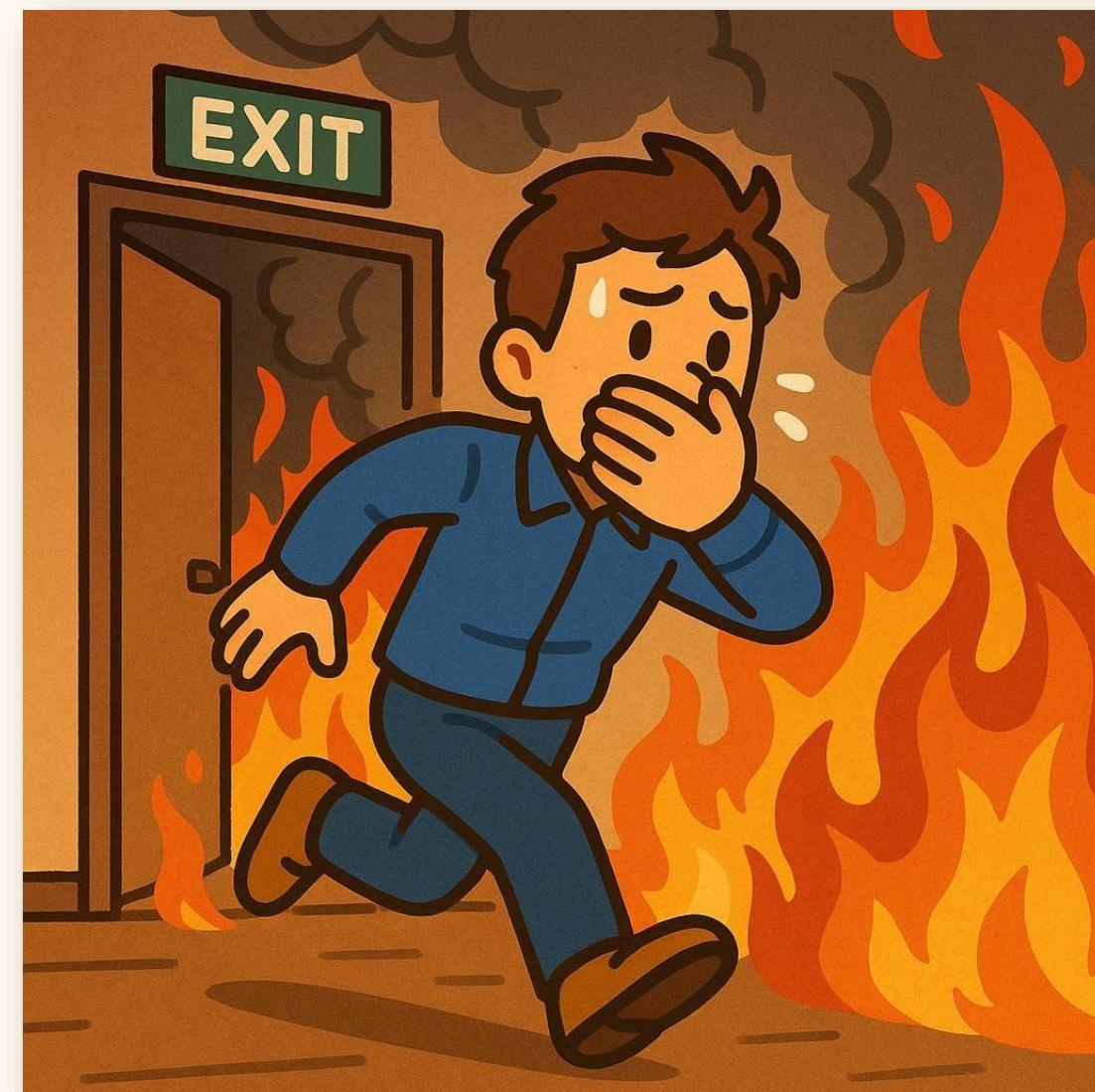
## 화재 감지 및 실시간 경고 시스템

2060025 손진승 (팀장)

2060017 박재형

2060021 박찬혁

2060046 정원종



# Contents



- 01 IoT 화재감지
- 02 Fire Beacon
- 03 구현
- 04 시연
- 05 결론

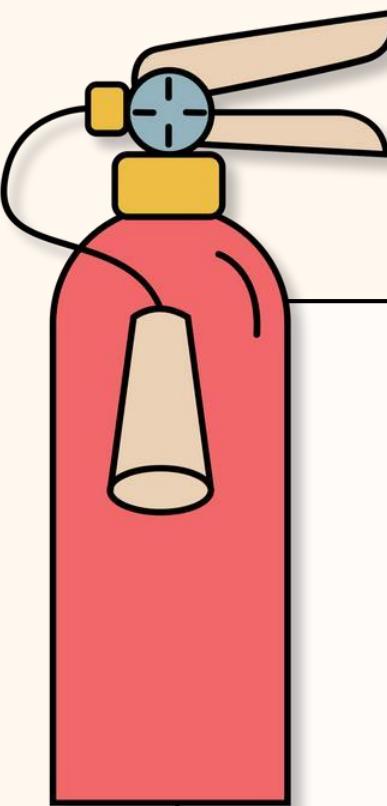


# 01 IoT 화재감지

1-1 정의

1-2 비교

1-3 개선방향



## IoT 화재감지

IoT 화재감지는 네트워크에 연결된 센서를 통해 실시간으로 화재 징후를 감지하고, 이를 시스템에 전송하여 중앙 관제나 사용자 디바이스에서 즉각적인 대응이 가능하도록 하는 기술



#정의



## #특징 및 기능

구분	국내제품	해외제품	WiFi 기반	블루투스 기반	정온식	광전식
주요기능 및 원리	광전식 감지기	광전식, 이온화	WIFI기반 감지기	블루투스 기반 감지기	온도 판별	연기 감지
특징 및 장점	빠른 연기 입자 감지, 연기농도, 연소 속도 정확도	장소 구분X, 높은 정확도	빠른 접근속도	넓은 범위 가능	온도 변동 작은 곳에서 유리	민감성 빠른 경보체제



# 국내사례



**SKT LoRa**

특징 : LoRa 통신을 사용해 저전력으로 장거리 데이터 전송 가능

**단점** : LoRa 통신망이 활성화되지 않은 지역에서는 서비스가 제한됨



**LDT**

특징 : 불꽃, 연기, 온도 등 여러 요소를 복합적으로 감지

**단점** : 민감한 감지 성능으로 인해 오작동 가능성 있음



**헤이 홈 스마트  
화재 감지 센서**

특징 : 소량의 연기에도 반응하는 광전식 감지기  
위험 감지 시 실시간 앱 확인 가능

**단점** : 인터넷 허브가 고장 나면 정상 작동이 불가능



**지능형  
화재감지기**

특징 : 불꽃의 위치 좌표를 확인할 수 있어 소화장치를 연동할 경우 국소 공간의 자동소화도 가능

**단점** : AI 기능이 화재 온도를 견디지 못함



# 해외사례



Nest  
Protect

특징 : 연기 및 일산화탄소 감지를 통합하고 음성 알림 제공

**단점** : 초기 설치 비용이 높으며 Wi-Fi 의존도가 높음



X-Sense

특징 : 독립형 감지기로 배터리 수명이 깁

**단점** : 배터리 소진 시 교체가 번거로움



Smoke  
Detector

특징 : 연기의 농도에 맞춰 각기 다른 경고음을 울림

**단점** : 건전지 교체 등 유지보수 문제



DS-PS

특징 : 연기를 분석하여 과거 데이터와 비교 가능

**단점** : 조리나 흡연에 따른 오작동이나 먼지 및 수분에 민감함



# 기술별

WIFI 기반



Roost Smart Battery

특징 : 간편한 설치와 실시간  
알림 제공

**단점** : Wi-Fi 장애 시 알림  
지연 가능

블루투스 기반



Kidde Smoke  
+ CMA

특징 : 저전력 사용으로  
배터리 수명 연장

**단점** : 짧은 연결 거리로  
제한된 모니터링

광전식



광전식  
화재감지기

특징 : 일정량 이상의 연기를  
감지하면 화재 발생신호를  
보냄

**단점** : 실생활 연기도  
화재감지로 인식해 오작동이  
일어남

정온식



정온식  
화재감지기

특징 : 정해진 온도  
이상으로 올라가면 감지하여  
작동

**단점** : 온도로만 감지하기  
때문에 초기 화재 진압에  
문제가 있음



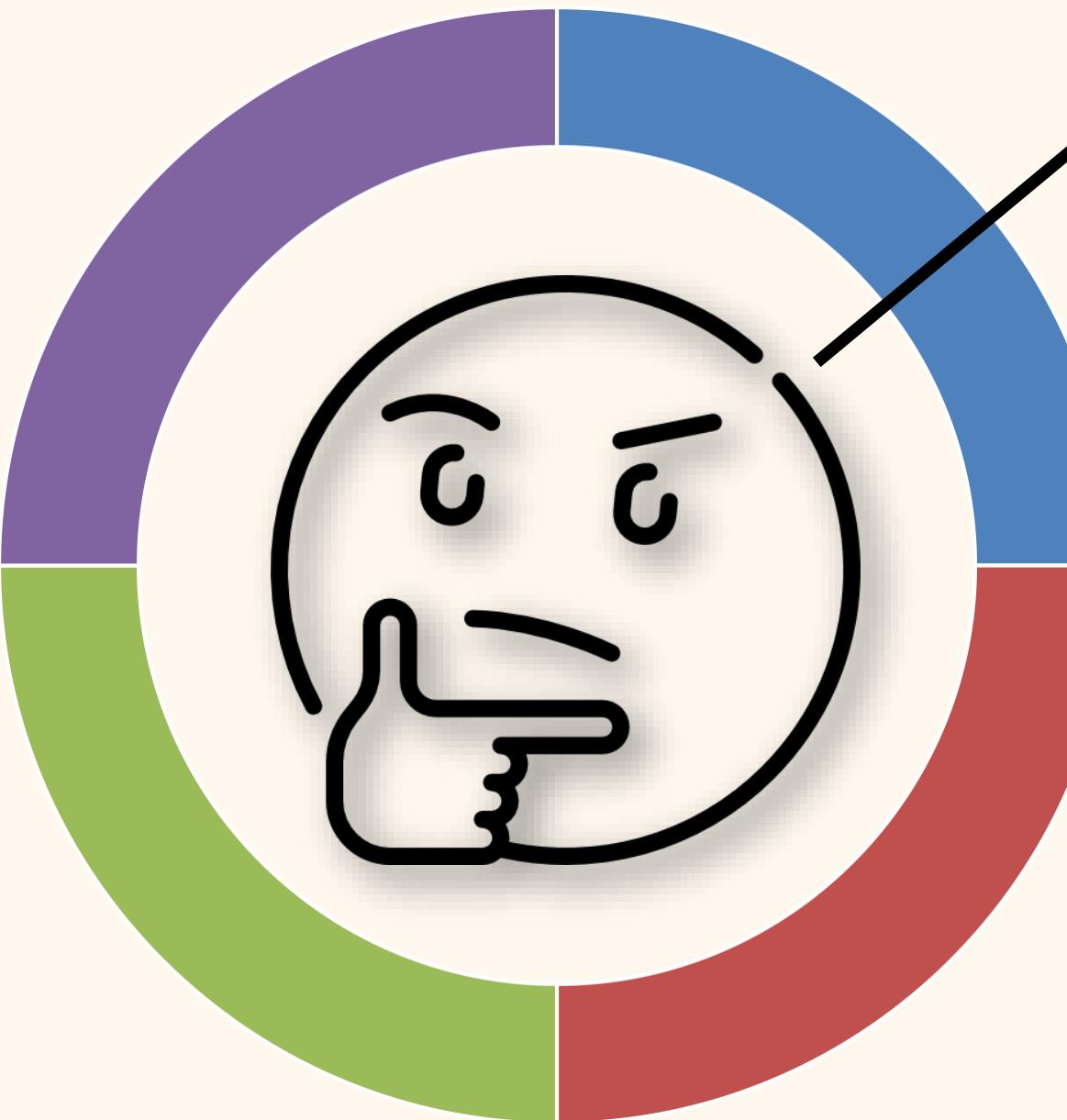
# 기술비교

기술	장점	단점
자동식 감지기	-빠른 감지 능력 -고온 환경 적합	-지연 감지 가능성 -민감도 조정 어려움
정온식 감지기	-설정된 온도에 확실한 감지 -내구성 강함	-느린 반응 속도 -화재 초기 비효율적
복합식 감지기	-높은 정확도 -다양한 환경 적응성	-복잡한 설치와 유지보수 -일부 환경 제약
이온화식 감지기	-빠른 반응 속도 -작은 연기 입자에 민감	-느린감지(서서히 타는 화재) -방사성 물질 사용
광전식 감지기	-서서히 타는 화재에 효과적 -오작동 감소	-빠른 불꽃 화재에 둔감 -먼지 오염에 민감
연기 복합형 감지기	-다양한 화재 유형에 효과적 -빠른 초기 대응	-복잡한 유지보수 -설치 환경 제한
자외선식 감지기	-빠른 감지 속도 -폭발 위험이 높은 장소에 적합	-직선 감지 한계 -환경적 제약
적외선식 감지기	-장거리 감지 -빠른 화재감지	-직선 감지 한계 -오작동 가능성 높음
불꽃복합형 감지기	-높은 감지 정확도 -빠른 반응 속도	-환경적 제약 -제한된 감지 범위



## “기존 제품들의 주요 문제점들은 … ”

### 문제점



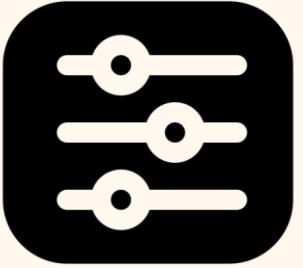
화재가 심할수록 연기와  
불길로 인해 내부 구조나  
사람의 위치 파악이 어려워  
대피가 지연됨

단일 센서 사용으로 일부  
화재 상황에서 감지를 못해  
피해가 커질 수 있음

특정 장소에서의  
화재 감지범위가 제한됨  
Ex) 대형 공장

특정 화재 유형을  
감지하기 어려움  
Ex) 서서히 타는 화재,  
복합 화재





### Blynk 실시간 모니터링

개선점 : 사용자가 스마트폰을 통해 실시간으로 센서 작동 여부를 원격 확인 가능



### Firebase DB

개선점 : 센서 데이터를 DB에 자동으로 기록 및 저장



### AI 영상 기반 화재 및 인원 감지

개선점 : 라즈베리파이 카메라와 YOLO 기술 활용하여 불꽃 또는 사람 감지 가능



## 02 Fire Beacon

2-1 정의

2-2 구성도

2-3 동작과정

#정의

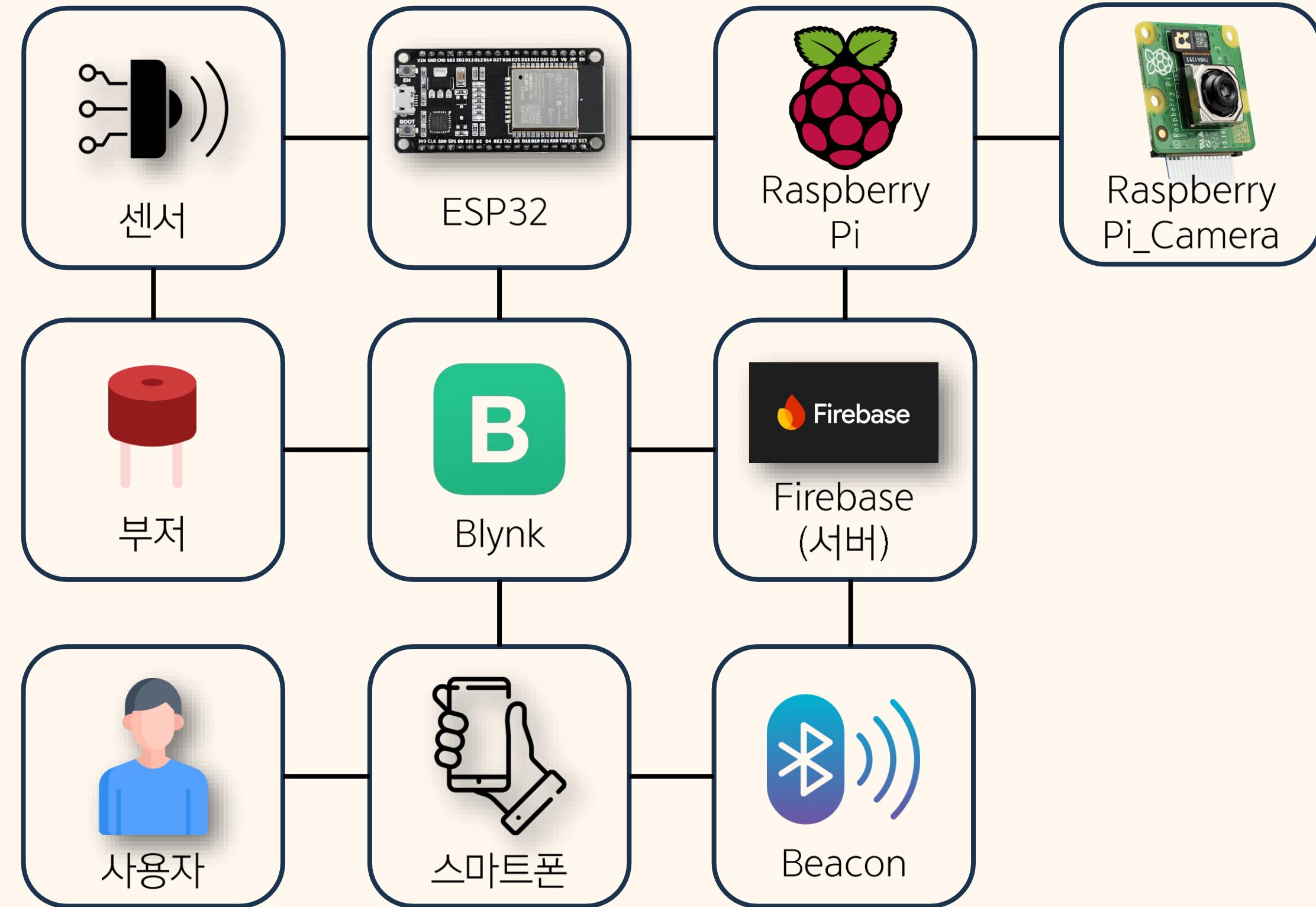
Fire Beacon – 화재를 감지하면 부저로 경고하고, 스마트폰을 통해 화재 발생 정보와 현장 상황을 실시간으로 확인할 수 있는 시스템



목적 – 화재 발생 시 초기 감지와 신속한 경고를 통해 위험을 알리고, 스마트폰을 통한 실시간 정보 제공으로 사용자가 빠르게 상황을 인지하고 자율적으로 안전하게 대피할 수 있도록 돋는 것



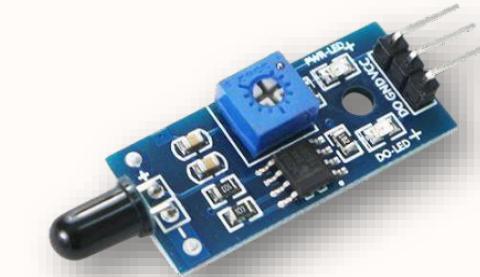
## 구성도



#구성요소



ESP32 : IoT 시스템에서 WiFi를 통해  
센서 데이터 전송과 스마트폰 알림을 처리



불꽃 감지 센서 : 불꽃 감지를 통해  
화재를 조기에 인식

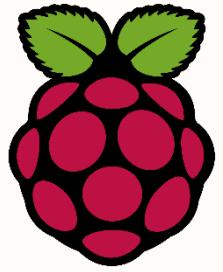


MQ-2 가스센서 : 연기 및 가연성 가스를  
감지하여 화재 징후를 포착



온도 감지 센서 :  
온도 변화를 감지하여 화재 감지





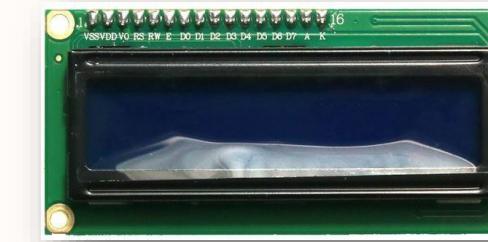
- ⓐ 라즈베리파이 + ⓑ 카메라 :
- ⓐ 중앙제어장치, ESP32 데이터를 저장
- ⓑ 화재감지 후 상황 촬영



Beacon : 블루투스 신호를 주기적으로 전송



부저 : 화재 발생 시 경고음을 울려  
주변에 경고



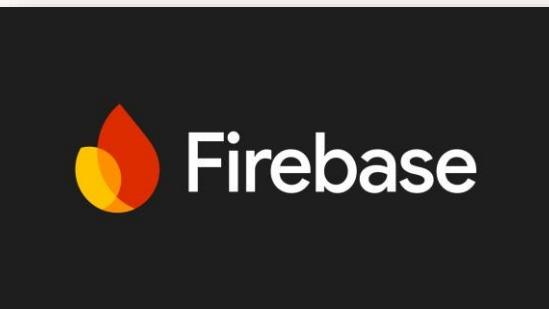
LCD 스크린판 : 데이터를 시각정보로 표시



#구성요소

**Blynk**

Blynk : 실시간 모니터링 및 알림 전송, 사용자는 스마트폰으로  
실시간 상태를 확인하고 경고를 받을 수 있음



Firebase : 수집된 데이터를 서버에 저장하여 기록 관리 및 분석 가능



- 실시간으로 센서 별 수치 확인 가능
- 감지 시 해당 센서 및 날짜/시간 자동 기록/저장
- Flame (0/1 = OFF/ON 구분)
- Mq2 (가스 수치)
- Temp (온도 수치)

```
🔗 https://firebeacon1-default-rtdb.firebaseio.com

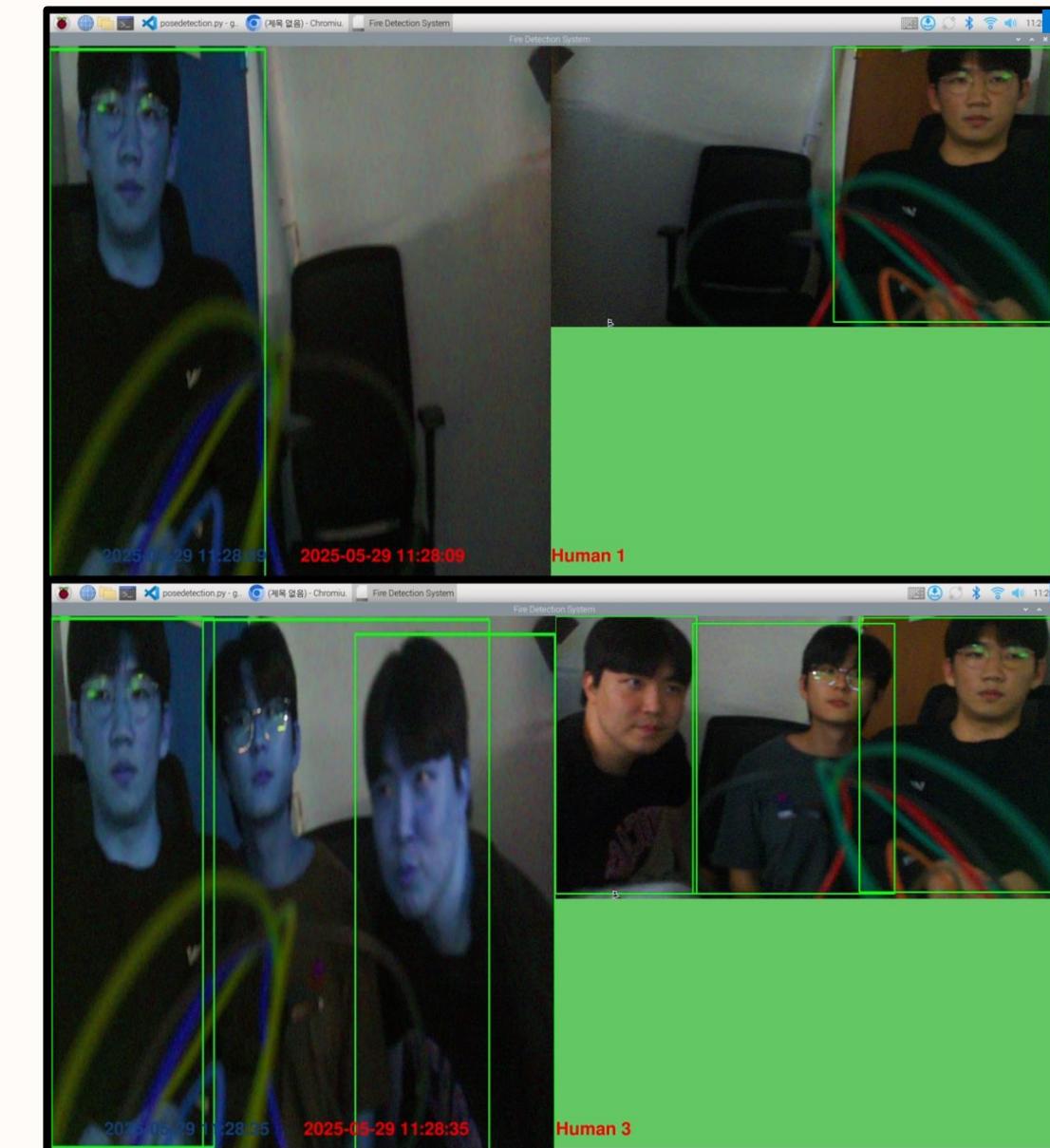
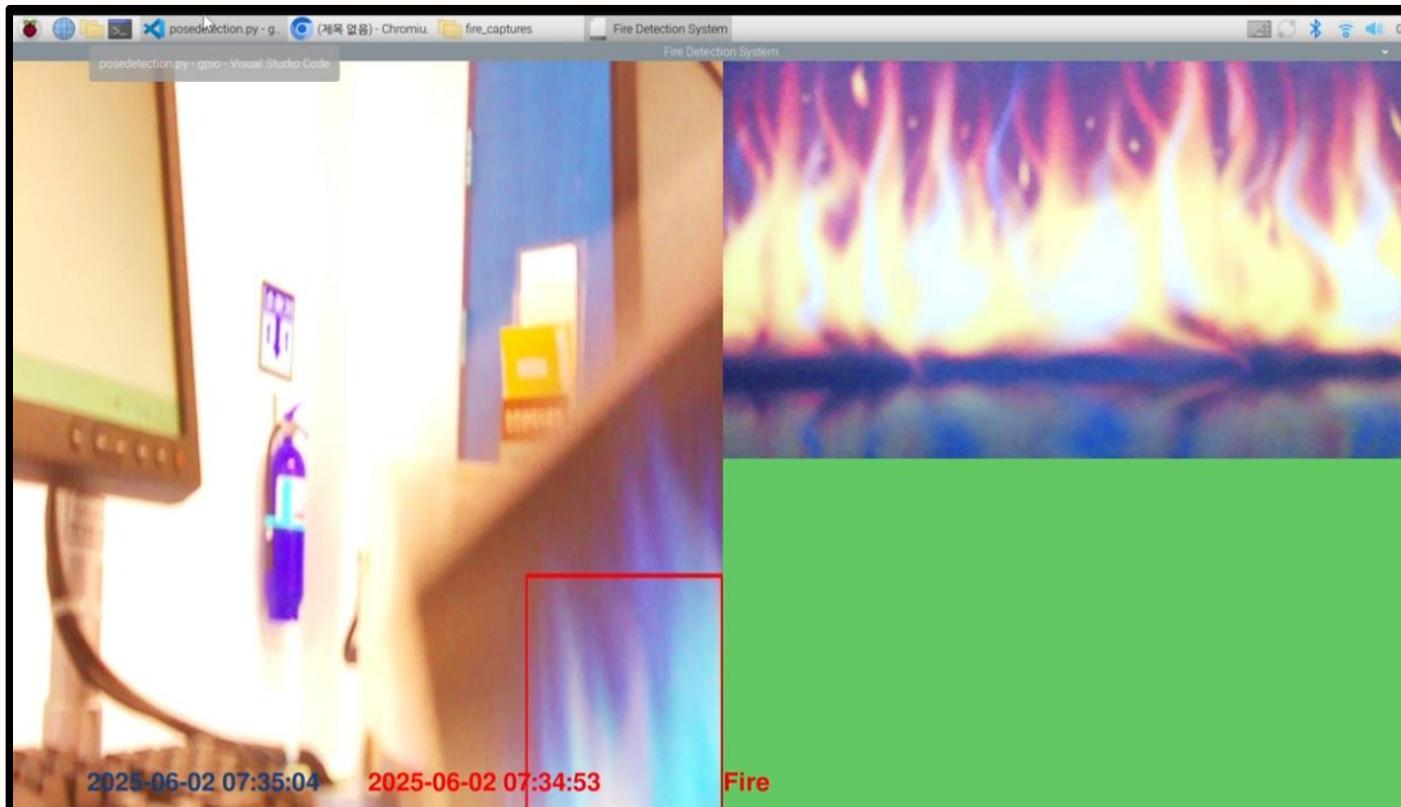
https://firebeacon1-default-rtdb.firebaseio.com/
  ↴ sensorData
    flame: 0
    mq2: 25
    temp: 3.38462
  ↴ warnings
    16658: "[2025-12-09 20:18:07] ⚡ 가스센서 감지: 25"
    99956: "[2025-12-09 20:13:58] 🌡 온도센서 감지: 35.7°C"
    118728: "[2025-12-09 20:14:17] 🔥 불꽃센서 감지: ON"
```



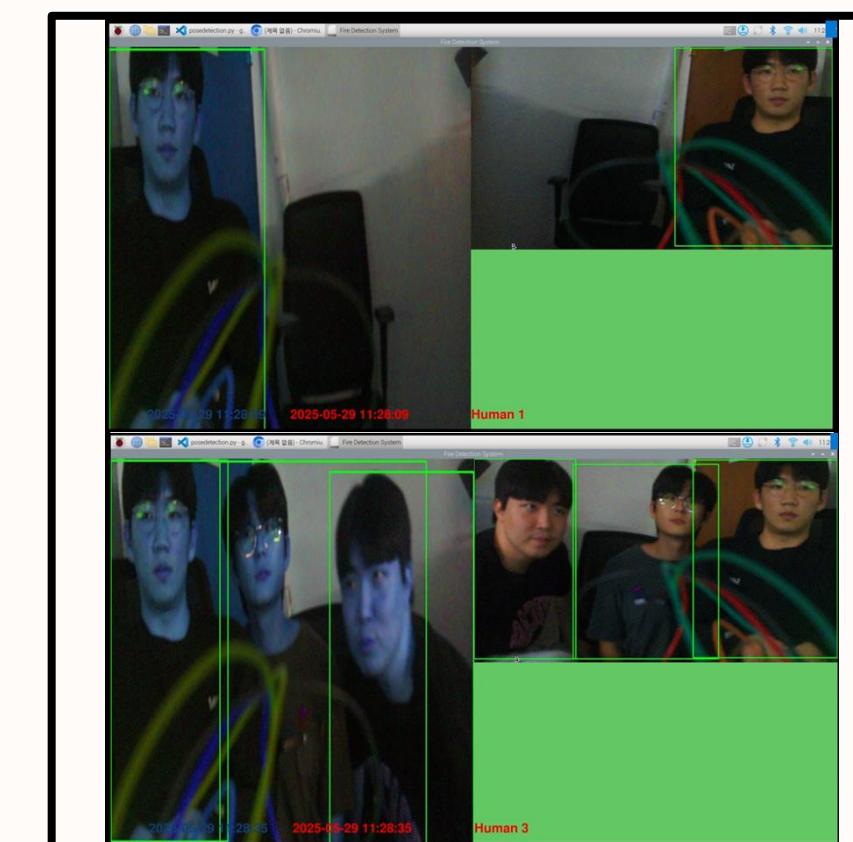
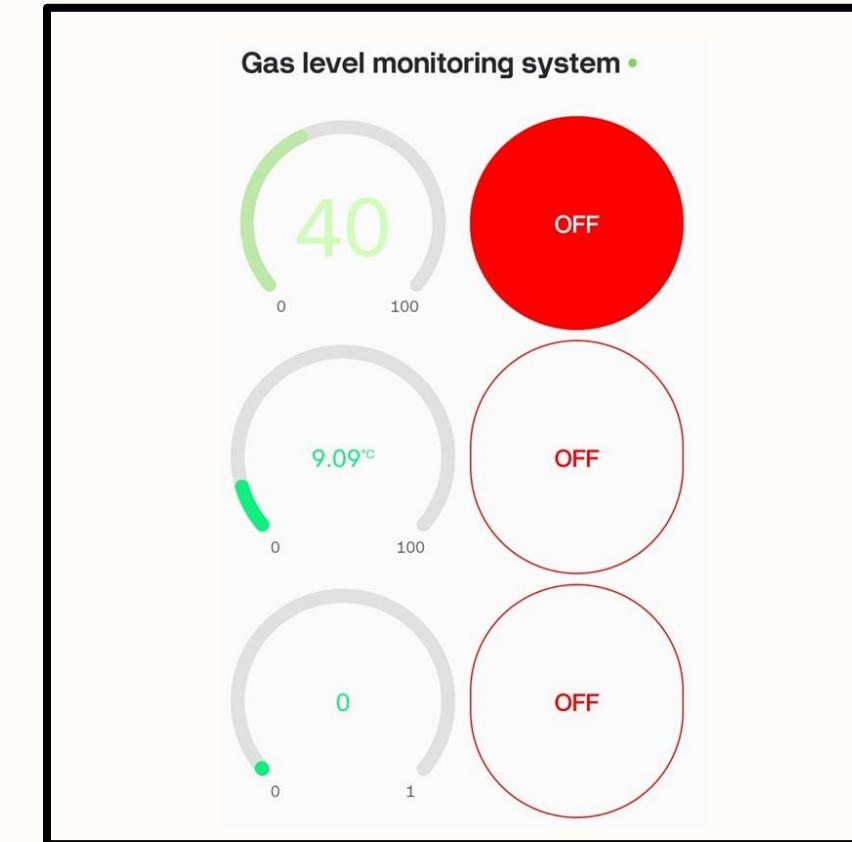
#동작과정



#동작과정



#동작과정



# 03 구현

3-1 구현환경

3-2 구현기능

3-3 전체 동작과정

- 하드웨어 : ESP32, 라즈베리파이 4, Raspberry Pi Camera, 부저, 온도센서, 가스센서, 불꽃센서, BLE 비콘
- 소프트웨어 : Arduino IDE, Python(OpenCV, Flask 등), Firebase, Blynk 앱 또는 자체 제작 앱
- 네트워크 : Wi-Fi(ESP32 ↔ Firebase), BLE(Beacon ↔ 스마트폰), GPS(스마트폰 위치 확인)
- 서버 및 저장 : Firebase Realtime Database, Firebase Storage

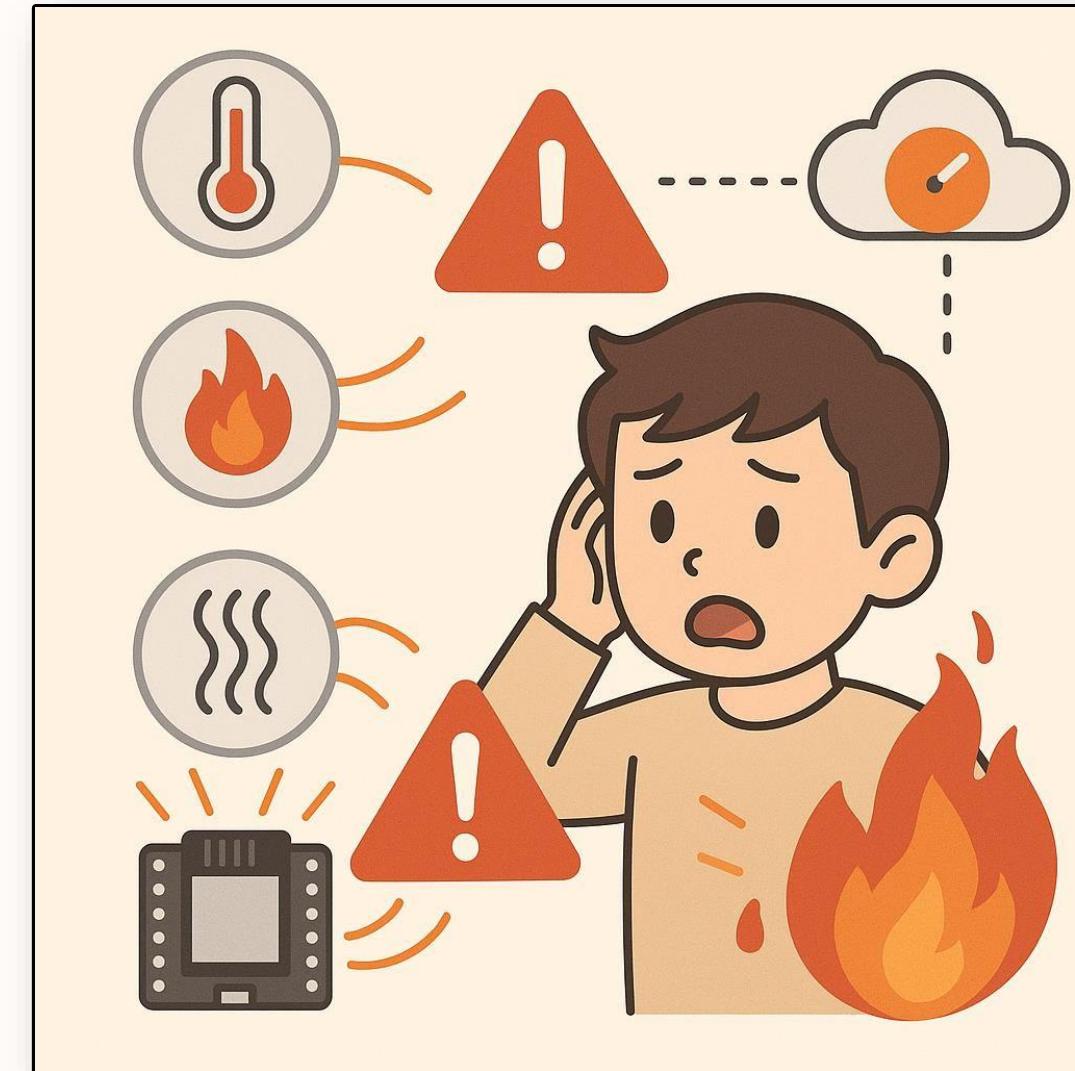


- 화재 감지 : 온도, 가스, 불꽃 3종 통합 센서로 실시간 화재 감지, 화재 발생 시 부저 울림으로 경고
- 감지 데이터 저장 : 감지된 센서 정보 → Firebase에 기록 및 저장
- 영상 기반 상황 인식 : 화재 발생 시 라즈베리파이 카메라를 통해 현장 이미지 촬영 및 저장, YOLO 기반 불꽃 및 사람 인식
- 사용자 실시간 확인 : 사용자가 Blynk 앱 또는 Firebase를 통해 화재 발생 여부 및 저장 이미지 확인
- 자율 대피 지원 : 실시간 경고와 현장 정보를 기반으로 사용자가 직접 대피 판단



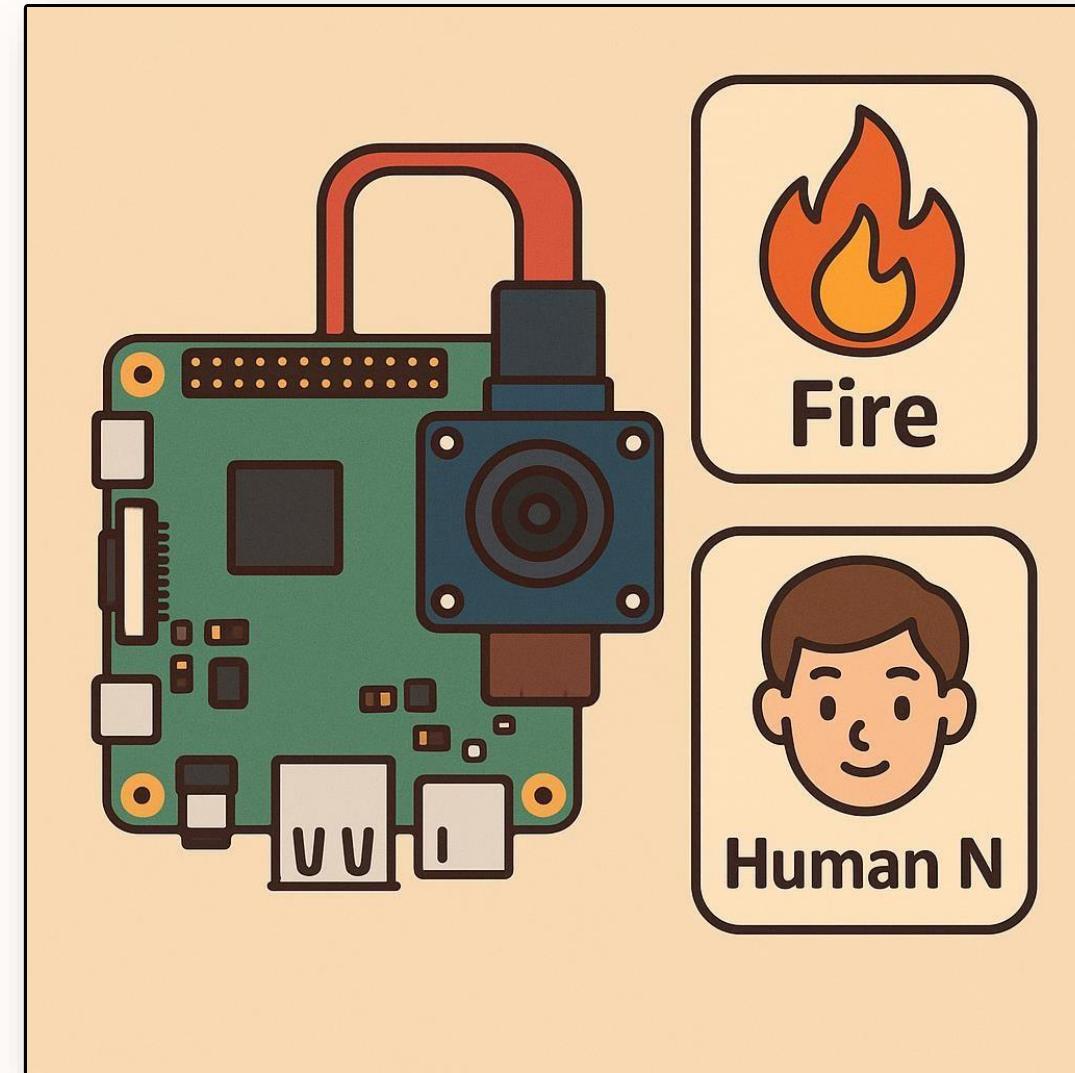
### 1단계: 화재 감지 및 경고 발생

- 통합 센서(온도, 불꽃, 가스)가 화재 징후를 감지
- ESP32가 부저를 작동시켜 사용자에게 경고
- 감지 정보(센서 종류, 시간)는 Firebase 서버에 기록 및 저장



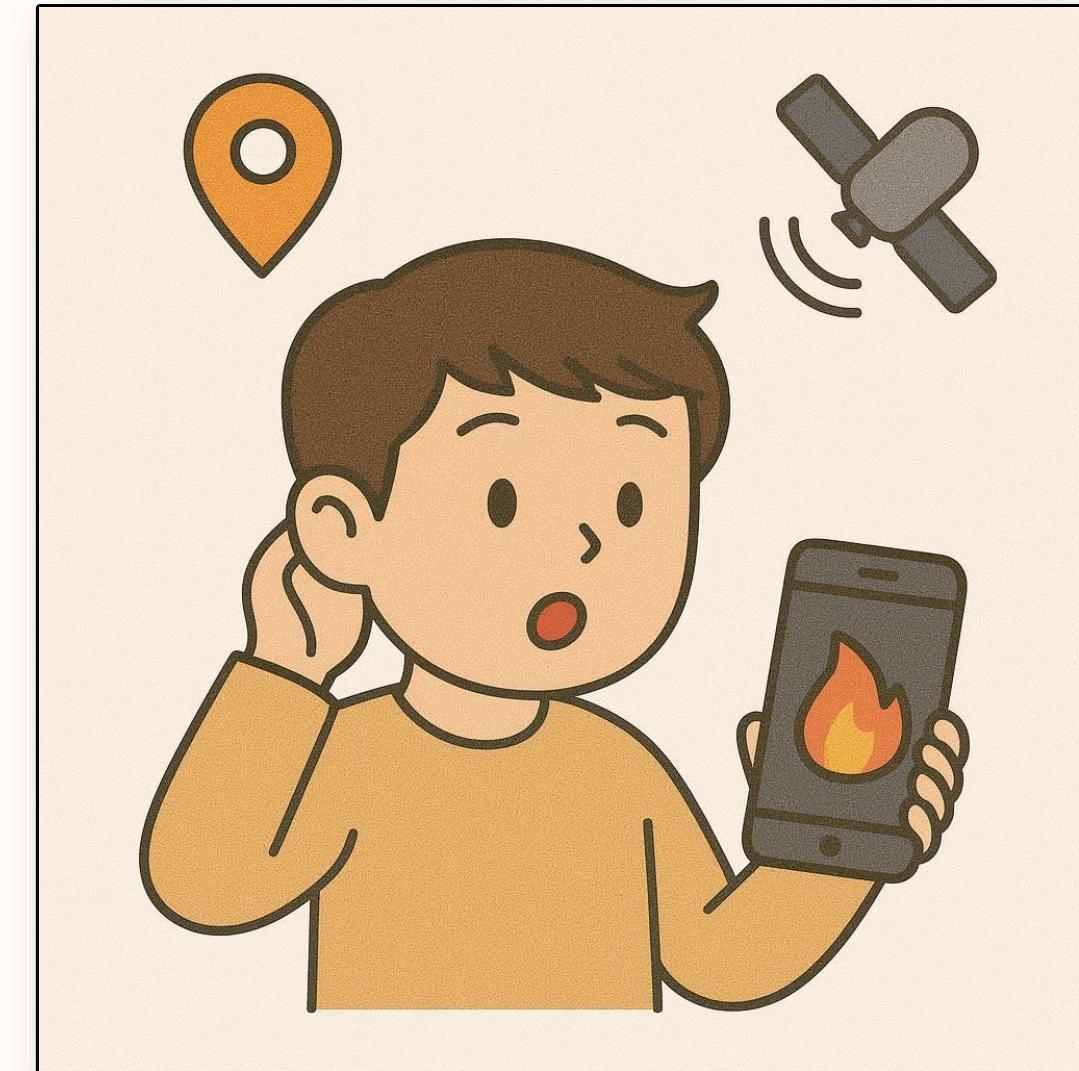
## 2단계: 영상 감지 및 상황 저장

- Firebase에서 라즈베리파이에 화재 발생 신호 전달
- 라즈베리파이가 연결된 카메라를 활성화
- 카메라가 불꽃을 감지하면 ‘Flame Detected’, 사람 수를 감지하면  
‘Human N Detected’ 문구 출력과 함께 이미지 캡처
- 캡처된 이미지는 연동된 저장 경로에 저장



### 3단계: 사용자 실시간 확인 및 상황 인지

- 사용자는 스마트폰 (Fire Beacon 또는 Blynk)을 통해 화재 감지 여부 및 이미지 확인
- 실시간 알림과 저장된 현장 정보를 기반으로 현재 상황을 빠르게 인지

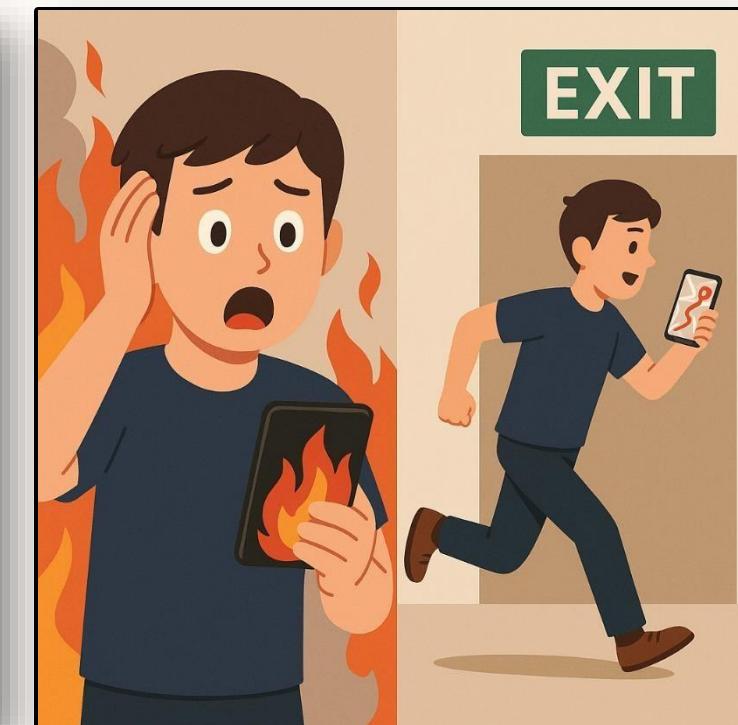
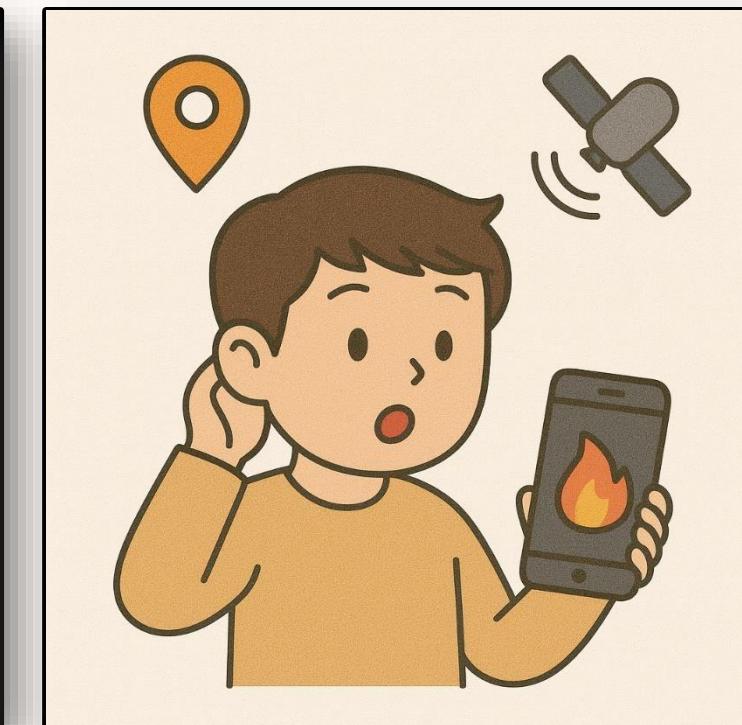
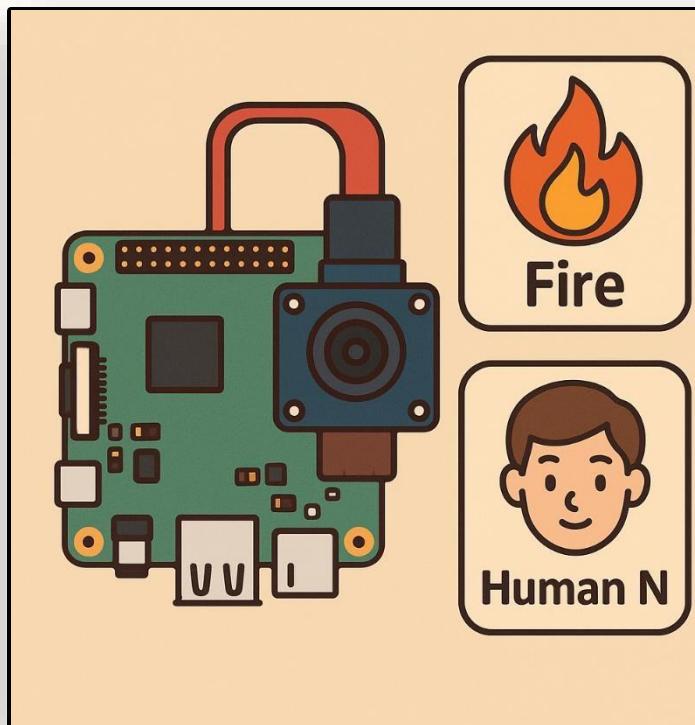


#### 4단계: 자율적 대피 유도

- 사용자는 스마트폰을 통해 화재 발생 상황과 현장 이미지를 확인
- 실시간 경고와 제공된 정보를 기반으로 사용자가 직접 안전하게 대피



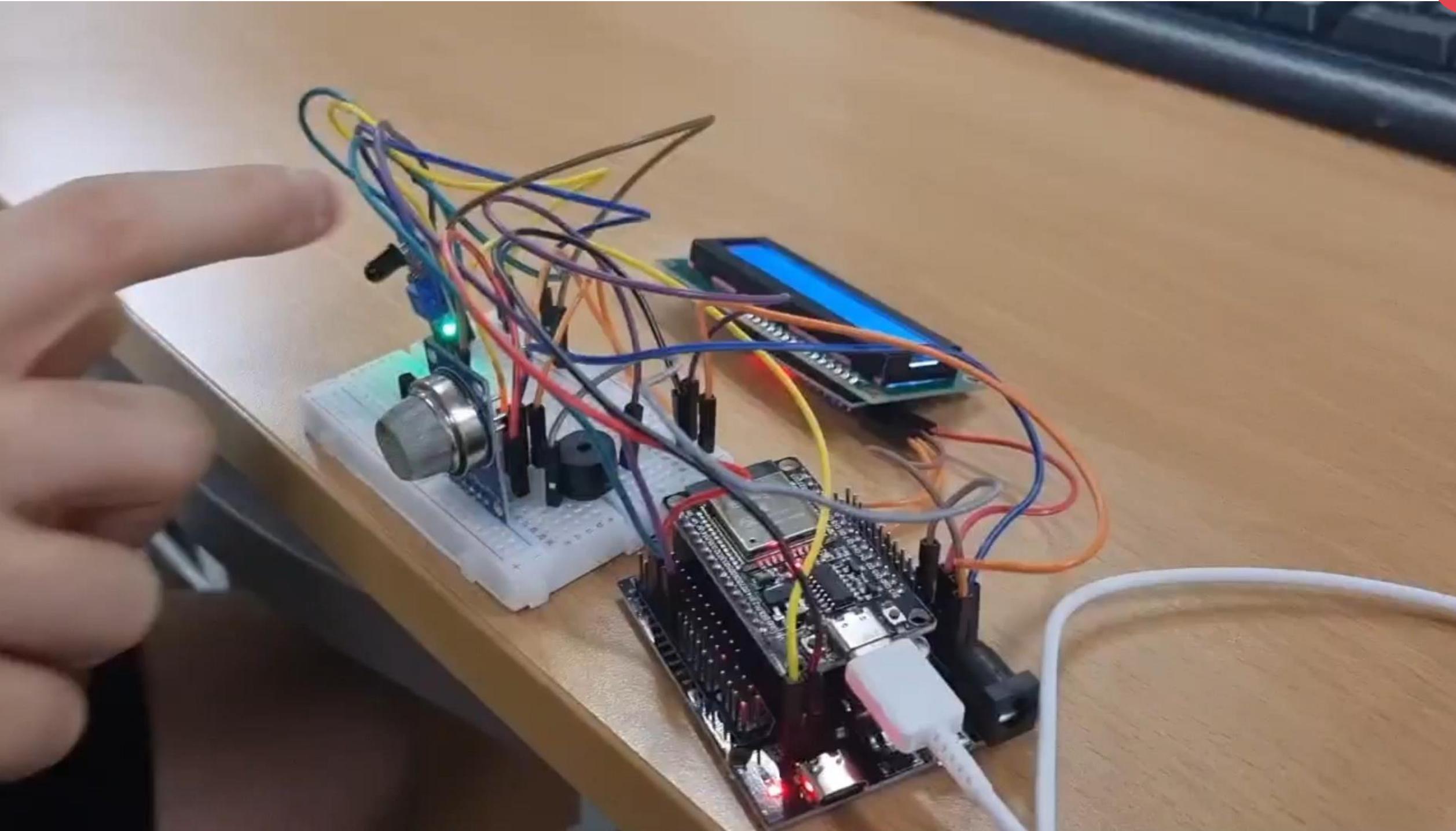
#전체 동작과정





# 04 시연

#시연영상



# 추가 구현 시도

The screenshot displays the development environment for the FireBeacon\_Escape app. On the left, the `MainActivity.kt` file is shown with code related to route steps and beacon detection. Below the code is a preview of the app's user interface, which includes a title screen, a step guide, and a map confirmation screen. On the right, a log from the Samsung SM-G996N API 35 device shows three iBeacon detections (MBM01) with their respective RSSI values and UUIDs.

Device	Mac Address	RSSI (dBm)	UUID	Major	Minor
MBM01	Mac:C3:00:00:23:80:BD	-72	E2C56DB5-DFFB-48D2-B060-D0F5A71096E0	1	1
MBM01	Mac:C3:00:00:23:80:BF	-79	E2C56DB5-DFFB-48D2-B060-D0F5A71096E0	1	3
MBM01	Mac:C3:00:00:23:80:BE	-68	E2C56DB5-DFFB-48D2-B060-D0F5A71096E0	1	2





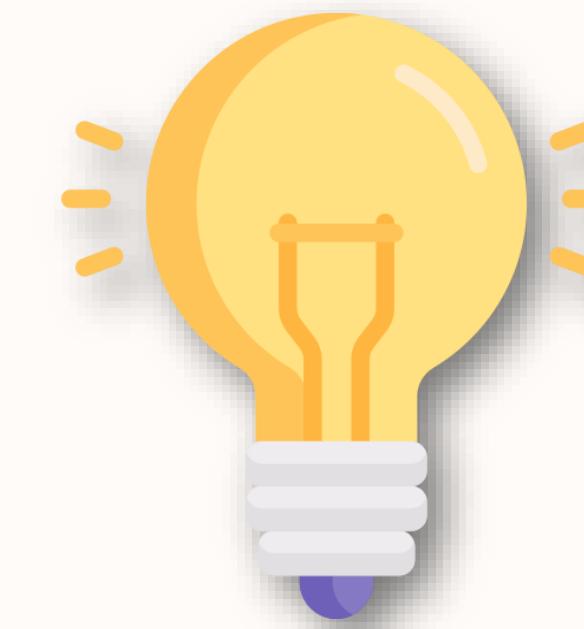
## 05 결론

#결론

Fire Beacon 시스템은 화재 발생 시 온도, 가스, 불꽃 센서를 통해 빠른 화재 감지와 부저 경고를 수행하고, 실시간 데이터 전송 및 시각적 확인 기능을 통해 사용자가 즉각적으로 화재 상황을 인지할 수 있도록 합니다.

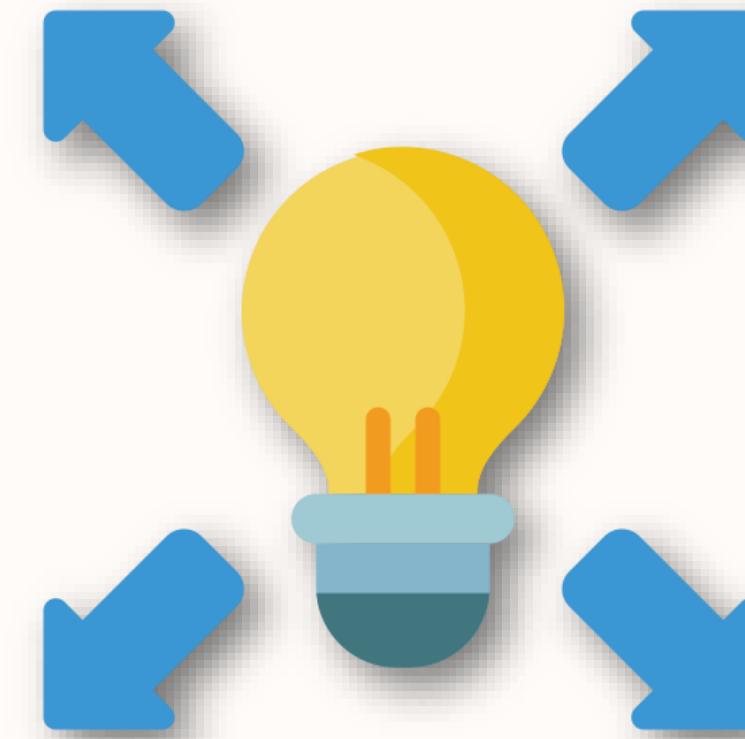
또한 Firebase와 Blynk를 활용한 원격 모니터링과 라즈베리파이 기반 영상 촬영 및 AI 인식을 통해 현장 상황을 보다 정확하게 확인할 수 있는 점이 기존 화재 감지 시스템과의 핵심적인 차별점입니다.

이를 통해 사용자가 빠르게 상황을 판단하고 자율적으로 안전하게 대피할 수 있도록 지원하는 지능형 화재 감지·경고 시스템입니다.



#향후 확장제안

- 실내 대피 경로 안내 앱 고도화: Kotlin 기반 대피 경로 안내 앱을 기반으로, GPS·BLE 비콘 위치 인식 정확도를 개선하고 실시간 화재정보(Firebase 연동)를 반영한 자동 대피 경로 안내 시스템으로 확장 가능
- 119/소방서 자동 알림 시스템: 화재 감지 시 지역 소방서로 화재 발생 위치 및 현장 이미지를 자동 전송하는 연계 시스템으로 확장 가능
- AI 기반 분석 시스템: 축적된 센서 및 영상 데이터를 기반으로 화재 패턴 분석을 통해 오탐지 최소화 및 예측 화재 대응 시스템으로 확장 가능
- 스마트워치/웨어러블 연동: 시각·청각 장애인을 위한 진동 경고 제공, 스마트폰 확인이 어려운 상황에서도 즉각적인 화재 인지 가능



감사합니다

