



OneKeyOne

2024-2 SOFTWARE CAPSTONE DESIGN

# AI 기반 식물 관리 어플리케이션

팀 원기원

스마트 IoT 기술기 (20217137)

빅데이터 분석기 (20195142)

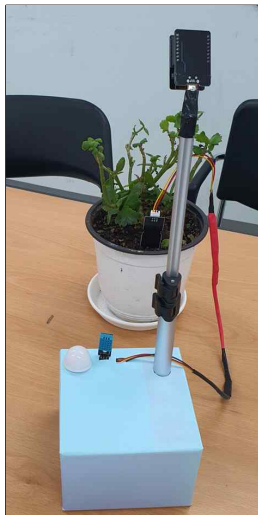
스마트 IoT 설계기 (20217146)

# 과제 핵심 기능



반려 식물의 양육 정보를 한 눈에 제공

반려 식물을 키우는 데에 있어  
필요한 모든 정보를  
보기 쉽게 요약하여 제공



IoT센서와 아두이노 캠을 통한 관리  
시스템

IoT 센서와 아두이노 캠을 통해  
수집된 데이터로 각 식물 별  
올바른 관리 정보를 제공



식물 건강 상태 실시간 식물 질병 진단하기 ↻



건강 상태

자세한 정보를 보려면 클릭하세요

과습

AI로 식물 질병진단

AI분석을 통해 식물의 건강상태를 진단  
질병 탐지 시에 실시간으로  
원인과 처방전을 제공

# 반려식물의 양육 정보를 한눈에 제공

## 등록할 식물 분석

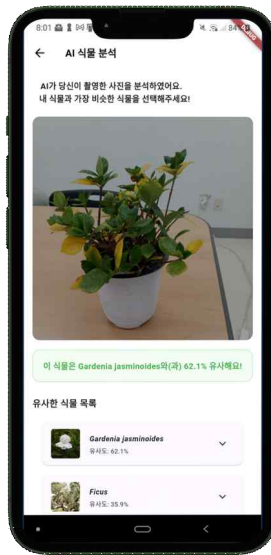
Plant.id API는 딥러닝 모델을 입력된  
식물의 사진을 분석하여  
식물 데이터베이스와  
비교해 가장 적합한 식물종류를 판별

## 식물 정보 업로드

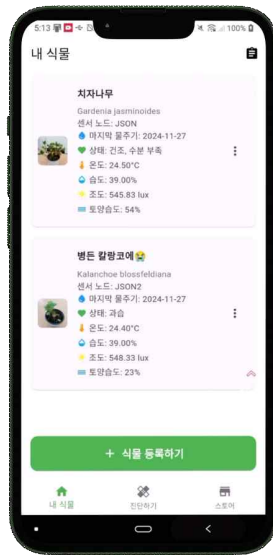
분류가 완료되면 농촌진흥청의  
농사로 open API와 연동하여  
실내 정원용 식물에 대한  
상세관리 방법을 제공



등록할 식물 AI 분석



식물 종류 판별



식물정보

# IoT센서와 아두이노 캠을 통한 관리 시스템

## IoT 아두이노 센서 실시간 데이터

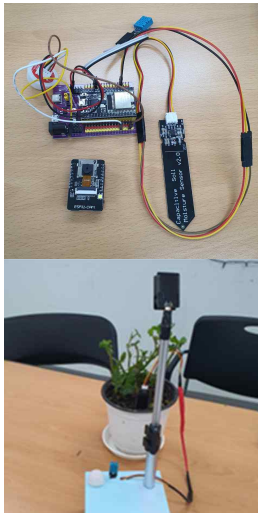
아두이노 센서를 통해  
온도와 습도, 조도, 토양습도의  
실시간 데이터를 보여줌

## 아두이노 캠 실시간 이미지

ESP 캠으로 실시간으로 이미지를 촬영 하여  
사용자가 등록된 식물의 상태를  
실시간으로 확인 가능

## 식물 건강상태 관리

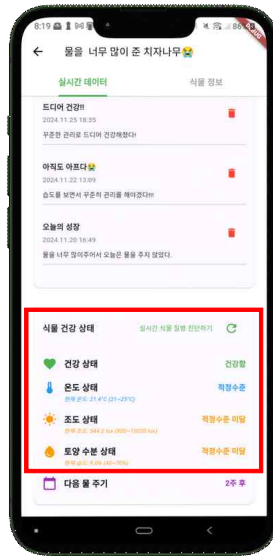
받아온 센서 데이터로 등록된 각각의  
식물 건강 조건 적정 수준에 맞추어  
건강관리를 유도



아두이노 센서 키트



실시간으로 촬영된  
식물 사진



센서 기반 식물  
적정 상태 관리

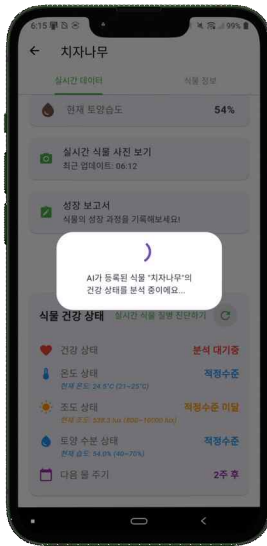
# AI로 식물 질병진단

## 자동화된 질병 진단 가능

아두이노 캠으로 촬영한 이미지를  
YOLO+EffciNet이 결합된 AI 모델이  
실시간으로 식물의 잎을 분석.  
자동으로 건강 상태를 업데이트

## 질병 진단 후 처방전 제공

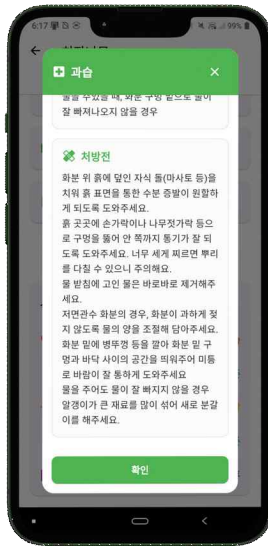
식물 잎 진단 이후 질병이 탐지되면  
해당 질병의 증상과 원인  
적합한 처방전을 제공



AI가 식물의 건강 상태 분석

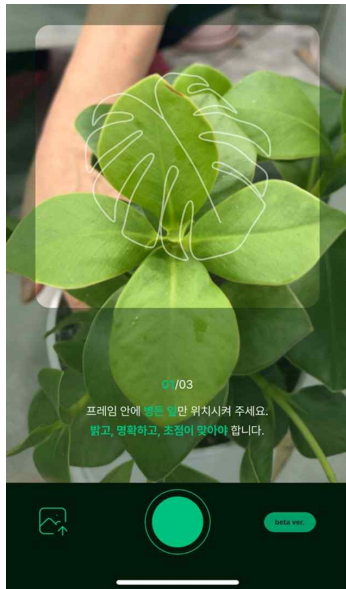


진단 후 증상



처방전

## 기존 제품의 문제점



‘그루우’ 어플 내 진단하기 기능

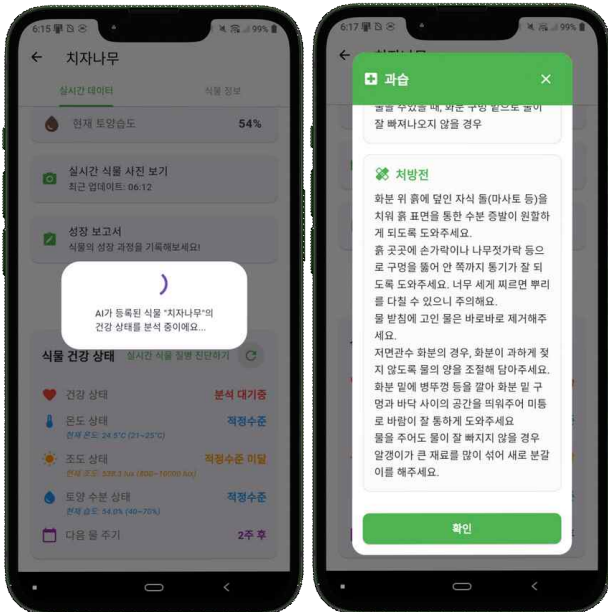
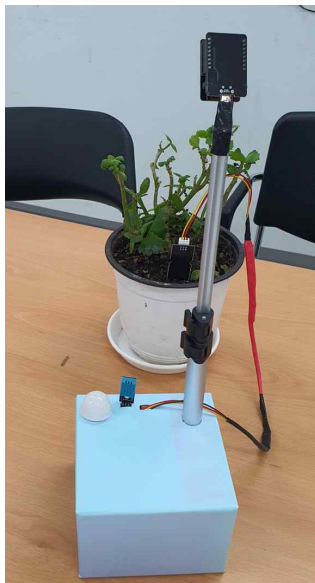


### 번거로운 식물 진단

현재 식물 질병 진단 어플들은  
사용자가 촬영한 이미지를 AI로 분석하지만,  
다양한 각도에서 반복적인 촬영이 필요해  
사용자 **피로도가 높음**

← 정해진 프레임 안에 밝고, 명확하고, 초점이 맞도록  
다양한 각도에서 촬영을 해야 진단 가능.

# 우리의 해결책



## 번거로운 식물 진단

현재 식물 질병 진단 어플들은  
사용자가 촬영한 이미지를 AI로 분석하지만,  
다양한 각도에서 반복적인 촬영이 필요해  
사용자 **피로도**가 높음



## AI를 통한 편리한 식물진단

번거로움 없이 AI가 실시간으로  
식물 이미지를 분석하여  
질병을 진단하고, 맞춤형 솔루션 제공

## 기존 제품의 문제점



### 단순 정보만 제공

기존의 스마트 IoT 화분관리 제품들은  
식물의 온도, 습도의 수집 데이터 정보만 제공.  
반려 식물의 맞춤 관리 데이터를 제공하지 못함.

자동 물주기, 현재 온도, 수분만  
측정되는 시중의 스마트 화분



# 우리의 해결책



물을 주게 되었을 때



## 단순 정보만 제공

기존의 스마트 IoT 화분관리 제품들은 식물의 **온도, 습도의 수집 데이터 정보만** 제공. 반려 식물의 맞춤 관리 데이터를 제공하지 못함.



## IoT센서를 통한 관리시스템

IoT 아두이노 센서를 통해 얻은 데이터로 농촌진흥청의 농사로 식물 관리 생육 정보에 맞춰 적정 수준 단계를 사용자에게 알림.  
217종의 실내 관상용 식물에 대한 맞춤 관리 정보 제공

식물 관리의 흥미 부족..

# 식물 관리는 어렵다...

## Boring! 지루하다!



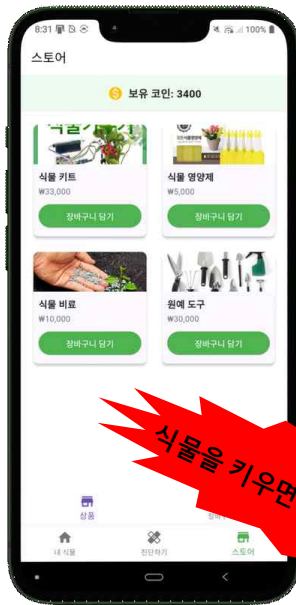
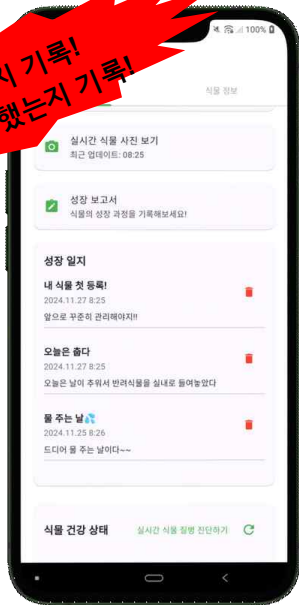
많으면 많을 수록...  
맞춤 관리가 어렵고 귀찮다...



너무너무 어려워... 다육이는 키워 먹는거야?  
울마는 물을 많이 줘야돼? 몰라몰라

# 반려식물에 대한 동기부여

물을 언제 줬는지 기록!  
햇빛을 언제 보게 했는지 기록!



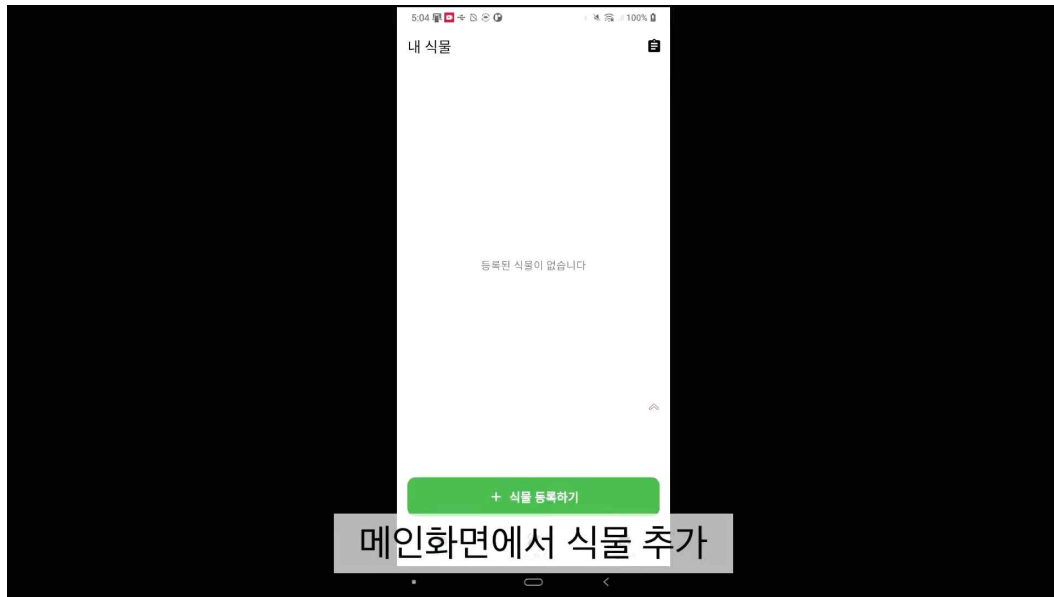
식물을 키우면 제품도 살 수 있다고?!?

# IoT센서 - AI모델 - 모바일 Application

YOLOv5  
+



# 시연영상





OneKeyOne

# Thank You!



OneKeyOne

# Appendix

↘ 부록

과제를 수행하며 발생한 문제

AI 모델의 성능평가(YOLOv5)

AI 모델의 성능평가(EfficientNet)

AI 모델의 성능평가(Architecture)

IoT 아두이노 센서 키트

IoT센서 - AI모델 - 모바일 Application

# 기존 제품의 문제점과 보완점

## 번거로운 식물 진단

현재 식물 질병 진단 어플들은  
사용자가 촬영한 이미지를 AI로 분석하지만,  
다양한 각도에서 반복적인 촬영이 필요해  
사용자 **피로도가 높음**



## AI를 통한 편리한 식물진단

본 과제의 앱은 사용자가 번거로움 없이 진단하기  
버튼을 누르면 AI가 자동으로 식물 이미지를  
분석하여  
질병을 진단, 맞춤형 솔루션 제공

## 맞춤형 식물 관리가 어려움

기존의 스마트 IoT 화분관리 제품들은  
식물의 온도, 습도의 수집 데이터 정보만  
제공.  
반려 식물의 맞춤 데이터를 제공하지 못함.



## IoT센서를 통한 관리시스템

IoT 아두이노 센서를 통해 얻은 데이터로  
농촌 진흥청의 농사로 식물 관리 생육 정보에  
맞춰  
적정 수준 단계를 사용자에게 알림.

## 식물 관리에 대한 어려움

식물 관리하기 번거롭고 다양한 종의 식물에 대한 지식이  
부족해  
반려식물에 대해 흥미도와 관심이 낮아짐.



## 반려식물에 대한 동기부여

식물을 등록한 이후에도 퀘스트 기능을 통해  
반려식물 양육의 흥미도와 관심을 유도.  
퀘스트에서 얻은 코인은 스토어에서 활용  
가능하며  
식물 관리 제품을 구매할 수 있음.



# 프로젝트의 목적

## ● 질병 진단 조기 대응

AI가 식물의 잎을 실시간으로 분석하여  
질병을 조기에 발견하고 진단함으로써,  
식물이 더 심각한 병해로 진행되기 전에  
빠른 대처가 가능

## ● IoT 기반 식물 관리

IoT 센서로 받은 데이터를 기반으로  
식물의 생육 환경과 건강상태를  
실시간으로 모니터링하고,  
이상 징후를 초기에 감지하여  
효과적인 식물 관리를 도움

## ● 지속적인 동기부여

게임적인 요소인 퀘스트 시스템을  
통해 식물관리에 대한  
지속적인 참여와 흥미를 유도

## ● 효율적인 식물 관리 환경 조성

식물 관리의 번거로움을 줄이고,  
사용자가 적극적으로 식물의 성장 과정에  
참여할 수 있는 체계적인 환경 구축

# 깊이 소통하는 반려식물이 대세



## 출처: 마크로밀 엠브레인

### 반려식물을 키우는 이유

- 가죽 구상충이 원인이어서
- 식물(열대 수목)을 위해서
- 전차(차) 차단을 위해서
- 자녀(들)의 정서(안정)를 위해서
- 자연(도)에서 산을 보아서
- 인테리어를 위해서
- 그냥 식물을 좋아해서
- 공기 정화를 위해서

58.3%

# 과제 수행 배경

## 바쁜 일상 속 어려움

현대인들은 시간 부족과 도시 생활의 제약으로 인해 식물 관리에 소홀해지며, 반려식물을 꾸준히 관리하는 데 어려움을 겪고 있다.

## 지식과 경험 부족

식물 관리 방법에 대한 지식과 경험이 부족하여 식물이 시들거나 죽는 사례가 많고, 신뢰할 수 있는 관리 정보를 찾는 데 어려움이 있다.

## 반려식물 시장성 추세

농촌진흥청의 데이터 정보에 따르면, covid-19 이후 실내 생활이 증가하면서 2020년 반려식물 시장 규모는 약 600억 원으로 추산되었으며, 2023년에는 약 8배 성장한 5,000억 원 규모로 확대 됨. 이는 반려식물 관리의 중요성과 성장 가능성을 보여줌

## 동기부여 부족 문제

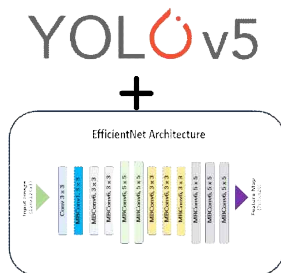
식물 관리에 대한 열정은 있지만, 바쁜 생활 속에서 식물 관리에 대한 지속적인 동기가 부족하여 책임감 있는 관리와 애정이 유지되기 어려운 상황이다.

## 과제를 수행하며 발생한 문제

## EfficientNet-B0와 YOLOv5 통합



본 과제에서는 EfficientNet-B0 모델을  
활용하여  
PlantVillage 데이터셋으로 학습된  
식물 단일 잎 데이터를 기반으로 질병을 탐지



이를 해결하기 위해 YOLOv5 모델을  
추가 학습하여 EfficientNet-B0와  
통합

YOLOv5 모델: 전체 식물 사진에서 ‘건강한 잎’과 ‘병든 잎’을 탐지하고 라벨링.

EfficientNet-B0 모델: YOLOv5로 탐지된 병든 잎 이미지를 입력받아 질병 분류 및 진단 수행.

**predicted Class : Background without leaves**



아두이노 카메라로  
촬영된  
전체 식물 사진은  
모델이 질병을 정확히  
분류하지 못하는 문제  
발생



Predicted Class: plant    Underwatering



이 통합 시스템을 통해 전체  
사진에서도  
단일 잎의 질병을 정확히 탐지하고  
효과적인 진단이 가능해졌다.

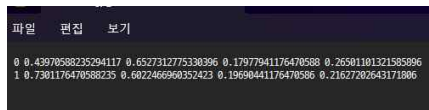
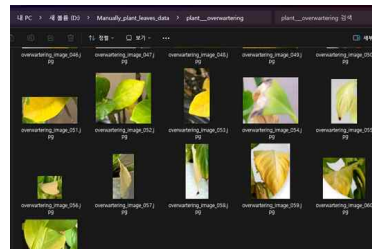
# 과제를 수행하며 발생한 문제

## 아두이노 CAM으로 촬영한 사진의 품질 저하



아두이노 카메라로 촬영한  
식물 사진의 해상도와 품질이 낮아  
병든 식물의 질병 잎 특징이 뚜렷하지 않음.

해상도를 최대로, 품질이 좋아질수록  
메모리를 많이 사용하고, 아두이노  
CAM에 심한 과부하로 인해  
Firebase에 업로드 되지 못함



아두이노 캠으로 각도와 조도를 조정하여 여러장의 이미지 데이터 수집,  
핸드폰 카메라, 구글링으로 얻은 식물 이미지를  
직접 바운딩 박스로 라벨링하여 YOLOv5의 학습 데이터로 사용.

라벨링된 단일 잎을 영역을 crop하여  
EfficientNet-B0의 학습으로도 사용하였음.

# 과제를 수행하며 발생한 문제

## 아두이노 CAM으로 촬영한 사진의 품질 저하



Firestore에 업로드 되는 속도를 기존 15초에서 30초로 변경,  
식물의 전체 사진을 촬영해야 아니때문에 해상도는 최대로,  
품질 퀄리티를 기존 15에서 4까지로 낮추어 품질을 올렸음.

Image from Firestore



고화질의 식물 사진을 촬영하여  
Firestore에 업로드 할 수 있게 됨.

```
[2024-11-26 19:10:42] 분석 요청 감지! 분석을 시작합니다.
[2024-11-26 19:10:42] 식물 분석 시작 - ID: -OCZH66sA1r1-kwPkpPY, Node: J50N

식물 ID: -OCZH66sA1r1-kwPkpPY 분석 프로세스 시작
센서 노드: J50N

1. 실시간 이미지 가져오기 시작...
실시간 이미지 가져오기 완료
[✓] 실시간 이미지 가져오기 성공

2. YOLO 모델 분석 시작...
YOLO 분석 완료
[✓] YOLO 분석 완료
YOLO 분석 결과:
class \      xmin      ymin      xmax      ymax      confidence
0  806.89801  323.894257  1094.093018  683.491333  0.513231  1

name
0  Unhealthy

3. 비정상 잎 감지됨 - EfficientNet 분석 시작...
감지된 영역: [806, 323, 1094, 683]
질병 분석 완료: plant__Underwatering
[✓] 질병 감지: plant__Underwatering
상태 업데이트 중: "plant__Underwatering"
상태 업데이트 완료

식물 ID: -OCZH66sA1r1-kwPkpPY 분석 완료

[2024-11-26 19:10:43] 식물 분석 완료
[2024-11-26 19:10:43] 트리거 초기화 중...
[2024-11-26 19:10:43] 트리거 초기화 완료
```

식물 관리 앱에서 YOLOv5 - EfficientNet의 작동 또한  
등록된 식물의 사진을 정확히 진단할 수 있게됨.

# 과제를 수행하며 배운 점

## 진원

1. 프로젝트 기초설계와 역할분담의 중요성
2. AI설계과정의 전반적인 매커니즘과 작동원리

### - 프로젝트 기초 설계와 역할 분담의 중요성

프로젝트 초기 단계에서 명확한 기초 설계와 팀원 간 역할 분담이 얼마나 중요한지 깨달았다. 효율적인 역할 분담은 작업 충돌을 최소화하고 프로젝트 진행 속도를 가속화하는 데 큰 기여를 했다. 특히, AI 모델 개발, IoT 센서 시스템 구축, 모바일 앱 개발이라는 세 가지 주요 축에서 각자의 책임을 명확히 설정하여 협업 효율성을 극대화할 수 있었다.

### - AI 설계 과정의 매커니즘과 작동 원리

YOLO와 EfficientNet-B0 모델의 통합 설계 및 구현 과정을 통해 AI 설계의 전반적인 매커니즘을 심층적으로 이해할 수 있었다. 특히, 객체 탐지 모델과 이미지 분류 모델의 상호작용 구조와 이를 효과적으로 통합하는 방법에 대해 실질적인 경험을 쌓았다. 이러한 학습은 향후 다른 AI 프로젝트에서도 적용 가능한 중요한 자산이 될 것이다.

## 슬기

프로젝트에 맞는 데이터 확보의 중요성을 배웠다.

### • 프로젝트에 맞는 데이터 확보의 중요성

프로젝트의 성공 여부는 데이터의 품질과 적합성에 크게 좌우된다는 점을 배웠다. 아두이노 카메라로 촬영한 데이터의 품질 문제를 해결하기 위해 고화질 데이터를 추가 수집하고 라벨링 작업을 반복함으로써 모델 성능을 크게 향상시킬 수 있었다. 이 과정은 AI 모델 개발에서 데이터의 중요성을 다시 한 번 깨닫게 해주었다.

### • 데이터 흐름의 중요성

IoT 기기에서 수집된 데이터를 Firebase로 전송하고 AI 모델에 입력하는 전반적인 데이터 흐름의 효율성을 설계하는 것이 핵심임을 확인했다. 데이터 손실이나 왜곡 없이 안정적인 전송과 처리가 이루어지도록 하기 위해 데이터 포맷과 전송 주기를 최적화하는 방법을 익혔다.

## 정원

아두이노 중요성

# AI 모델의 성능평가(YOLOv5)

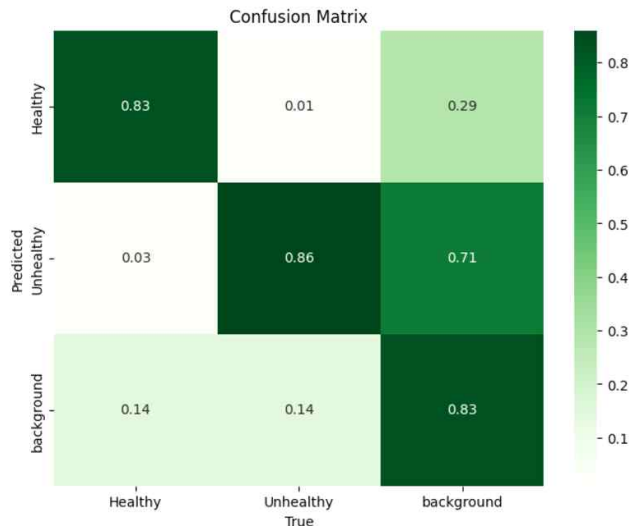


Figure 1: YOLOv5의 혼동 행렬(Confusion Matrix)

Healthy와 Unhealthy 간의 혼동은 적으며,  
Background 클래스와도 명확히 구분된다.

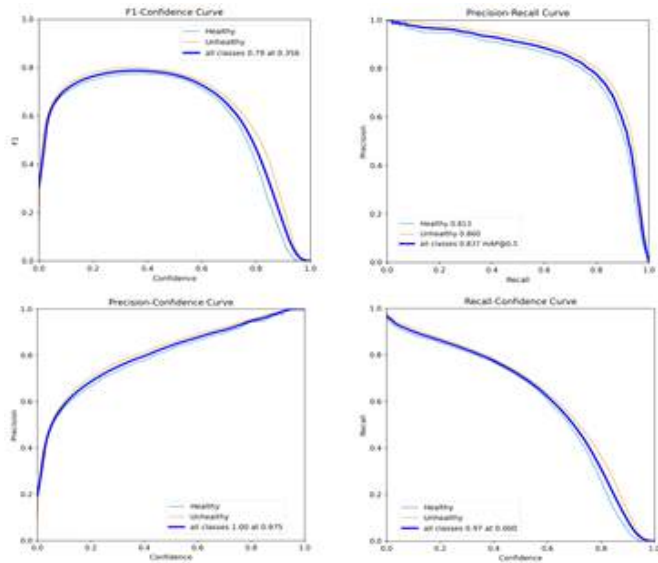
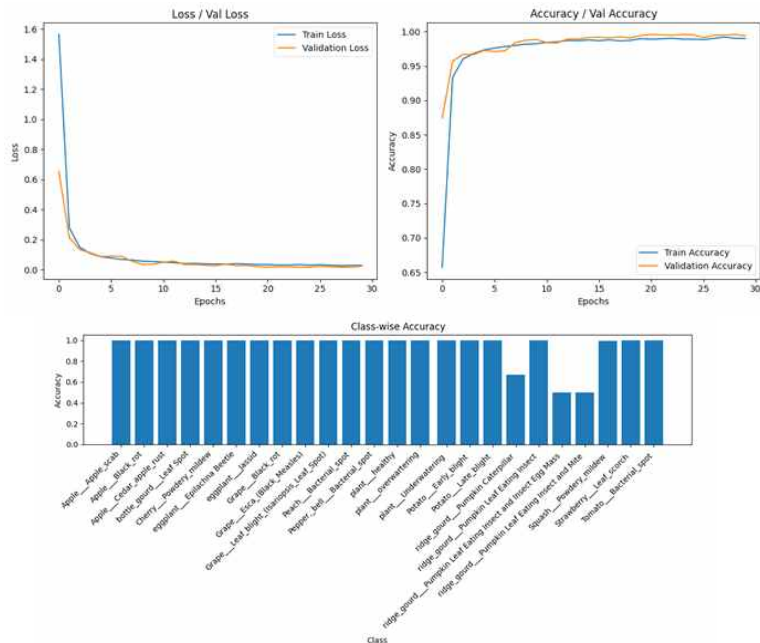


Figure 2: YOLOv5 학습 결과  
그래프

YOLOv5의 학습 결과는 F1-Confidence Curve, Precision-Recall Curve, Precision-Confidence Curve, Recall-Confidence Curve로 평가되었다.

# AI 모델의 성능평가(EfficientNet)



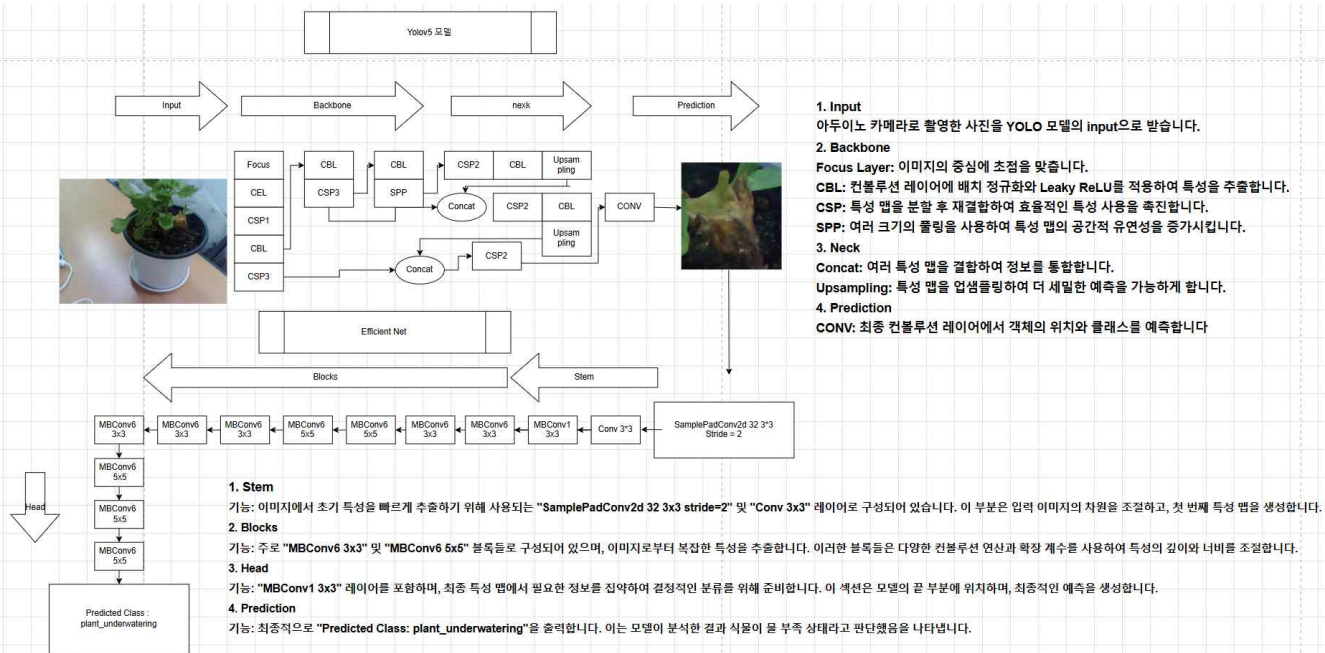
**Train vs Validation Loss:** Epoch이 진행됨에 따라 학습 손실(Train Loss)과 검증 손실(Validation Loss)이 모두 감소하며 안정화됨

**Test Data set** 에서 클래스별 정확도는 전반적으로 높은 수준을 유지  
대부분의 클래스에서 100%에 가까운 정확도 달성

YOLOv5 모델에서는 더 넓은 범주에서의 성능을, EfficientNet-B0 모델은 보다 상세한 질병 분류에서의 성능을 강조하며, 두 모델 모두 높은 정확도와 신뢰성을 나타냄.  
위의 결과는 모델이 식물 질병 진단을 위한 도구로 사용될 수 있음을 보여줌.



# AI 모델 Architecture





# IoT 아두이노 센서 키트

## 고해상도 모니터링

ESP32 웹캠이 15초 간격으로 1600x1200 화질의 고해상도 이미지를 촬영하여 식물의 시각적 상태를 실시간으로 모니터링한다.

## 정밀 조도 측정

BH1750 조도센서가 0-65,535 lux 범위의 광량을 정밀하게 측정하여 식물의 광합성에 필요한 적정 조도를 확인할 수 있다.

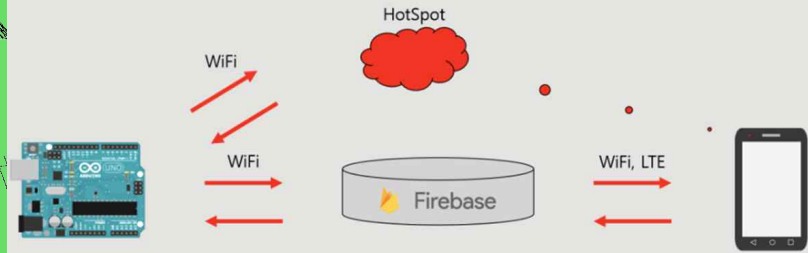
## 토양 수분 관리

SEN0193 토양습도 센서가 정전용량 방식으로 0-100%의 토양 수분 함량을 정확하게 측정하여 최적의 관수 시기를 알려준다.

## 생육 환경 모니터링

DHT11 온도습도 센서가 0-50°C의 온도와 20-95%의 습도 범위를 측정하여 식물의 생육 환경을 실시간으로 확인할 수 있다.

# 다양한 센서 데이터 활용



1

## 실시간 데이터 수집

아두이노 센서로 온습도, 토양 수분, 조도 측정

2

## 데이터 전송

필터링 및 보정 후 Firebase 데이터베이스로 전송

3

## 모바일 앱 연동

플러터 기반 앱으로 실시간 데이터 제공

다양한 아두이노 센서를 활용하여 식물의 중요한 환경 데이터를 실시간으로 수집  
이 데이터는 정확성을 높이기 위해 필터링 및 보정 과정을 거친 후 Firebase 데이터베이스에 저장  
사용자는 Flutter 기반 모바일 앱을 통해 이 실시간 데이터를 확인하고 식물 관리에 활용할 수 있다.

# 사업화 전략



## 무료 기본 서비스

기본적인 식물관리정보와  
AI 질병진단 기능을 무료로  
제공



## 프리미엄 구독 서비스

상세한 진단, 전문가 상담  
연결, 맞춤형 관리 정보를  
제공하는 구독서비스를 운영



## 하드웨어 판매

IoT 센서키트 및  
관련 부품 판매



## 앱내 스토어 운영

식물 관리 용품, 화분, 식물  
등을 앱 내에서 판매