

# 학 습 결 과 보 고 서 ②

프로그램 명	①IoT 가전 3D 설계·제작 실무 과정 , ②AIoT 엣지 디바이스 응용 실무 과정			
참가자 정 보	팀 명	장하다		
	소 속	AI정보공학과		
	성 명	장하은	학 번	2021013230
	성 명	오연서	학 번	2021013229
	성 명	김경서	학 번	2022013971

## 개발계획서

### ♣ 프로젝트 개요

- 팀명 : 장하다
- 제품명 : 장하다 1호
- 핵심 기능 요약
  - YOLO 기반 영상 분석을 통해 강아지의 불안 행동(짓음, 파괴행동 등) 실시간 탐지
  - 소리/음성 출력, 간식 배급을 통한 즉각적 안정화 개입
  - 보호자 알림 전송으로 상태 공유 및 행동 이력 기록

### 개발 목표

현대의 1인 가구 및 맞벌이 가정에서는 반려견이 홀로 오랜 시간을 보내며 분리불안을 겪는 사례가 많습니다. 이러한 불안은 짖음, 물건 훼손, 탈출 시도 등 다양한 문제 행동으로 이어질 수 있으며 반려견의 정서적 고통은 물론 이웃 민원 및 주거 환경 파괴로까지 번질 수 있습니다.

본 프로젝트의 목표는 이러한 문제를 기술적으로 해결하기 위해 "실시간 행동 분석 기술(YOLO)"과 "스마트 반응형 장치"를 결합하여 다음과 같은 케어 기능을 제공합니다.

- 첫째, 불안 행동의 자동 감지 및 분류합니다.
- 둘째, 즉각적 개입 (소리, 간식 등)으로 심리 안정 유도합니다.
- 마지막으로, 보호자에게 행동 로그 전송으로 상태 파악 및 원격 모니터링이 가능합니다.

### 기대 효과

#### 1. 반려견의 정서적 안정

반려견은 보호자와의 유대가 강한 동물로 혼자 있는 시간이 길어질 경우 분리불안 증상을 겪기 쉽습니다. 본 시스템은 불안 행동(짓음, 파괴 행동 등)을 실시간으로 인식하고 즉각적으로 소리, 간식 제공 등 심리적 안정 요소를 제공함으로써 반려견의 스트레스를 완화시킬 수 있습니다. 이를 통해 반려견의 정서적 안정을 유도하고 반복되는 불안 행동의 빈도와 강도를 점진적으로 줄일 수 있습니다.

#### 2. 보호자의 안심 및 신뢰 형성

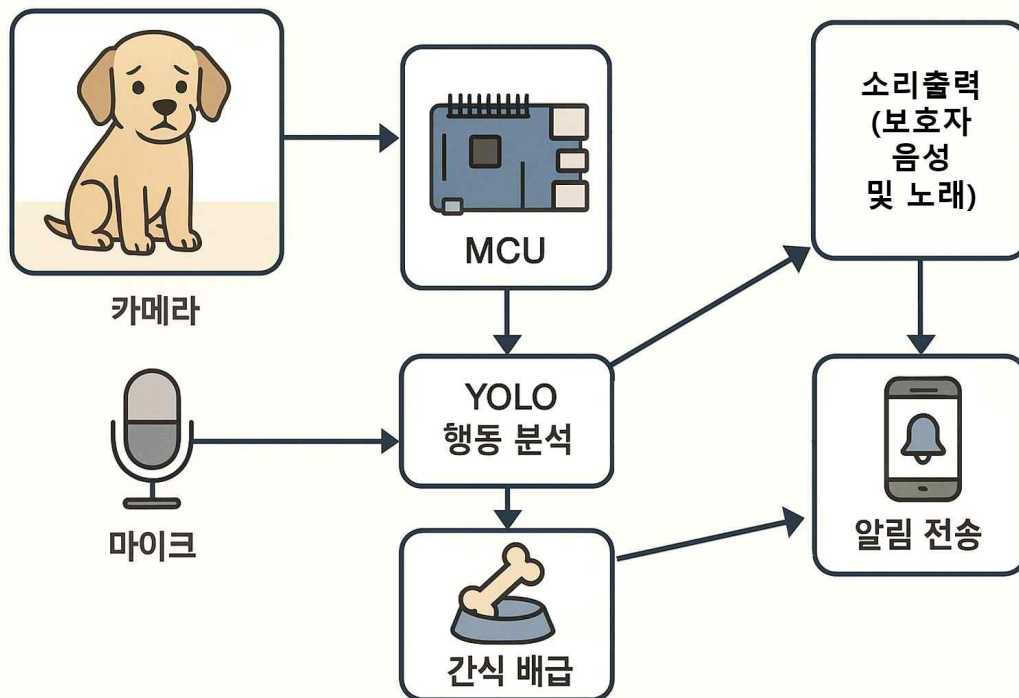
반려견을 혼자 두고 외출해야 할 때 느끼는 보호자의 걱정과 죄책감을 해소할 수 있습니다. 본 시스템은 강아지의 상태를 실시간으로 분석하고 특정 행동이 발생할 경우 즉시 보호자에게 알림을 전송합니다. 보호자는 언제 어디서든 반려견의 상태를 확인하고 필요한 경우 목소리 출력을 통해 직접 안정화 개입도 가능하므로 반려동물에 대한 책임감과 신뢰를 기술적으로 지원받을 수 있습니다.

### 3. 기술 기반 반려동물 돌봄 서비스 확장 가능성

본 시스템은 단순한 반려견 감시 기능을 넘어 스마트홈 기술과 결합한 반려동물 케어 솔루션으로 확장될 수 있는 가능성을 내포하고 있습니다. 예를 들어 IoT 기반 스마트 가전과 연동하여 온도 조절, 자동 조명 제어, 환경 모니터링 등을 추가하거나 누적된 행동 데이터를 분석하여 AI 기반의 정서 진단 및 맞춤형 훈련 피드백을 제공하는 기능으로 발전시킬 수 있습니다. 이는 미래형 반려동물 케어 시장에서 차별화된 경쟁력을 확보할 수 있는 기반이 됩니다.

#### ♣ 시스템 설계

##### 전체 시스템 아키텍처



##### 하드웨어 구성도

Raspberry Pi 4 (Main Controller)

Arduino Uno (보조 제어)

서보모터 (간식 배급기)

마이크 센서 (소리 감지)

카메라 모듈 (행동 탐지)

스피커 (음성 출력)

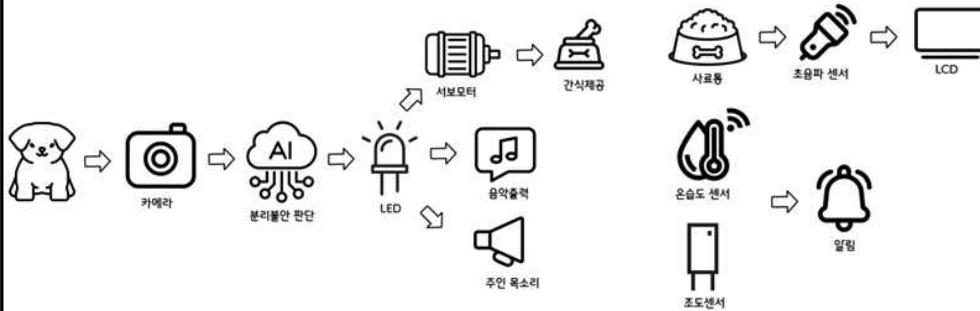
LED (상태 표시)

온습도 센서(여름, 겨울 등 온도 측정)

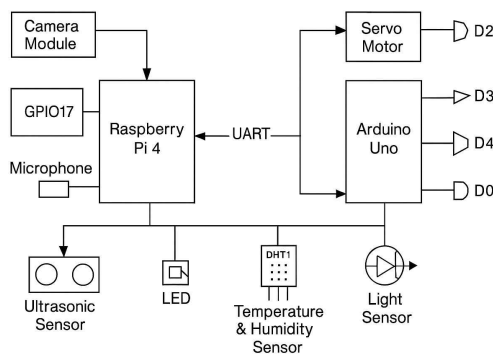
조도 센서(조도가 너무 낮을 경우 측정)

초음파 센서(간식 섭취 유무 확인)

전원 공급장치



## 회로도



## 소프트웨어 구조 및 알고리즘

### 1. 입력 단계: 실시간 데이터 수집

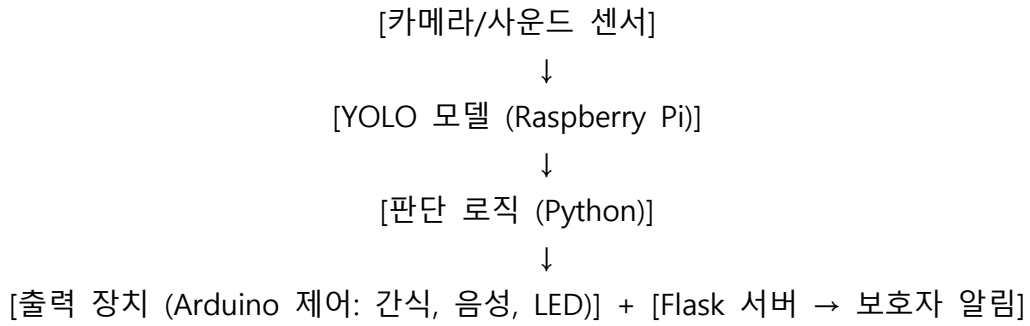
- 카메라 모듈: 반려견의 실시간 영상 스트리밍을 수행하며, YOLOv11 모델의 입력으로 사용됨.
- 마이크 센서: 짖음, 하울링 등의 소리를 감지하여 소리 기반 불안행동 여부를 보조적으로 판단함.

### 2. 처리 단계: 행동 인식 및 판단

- YOLOv11 모델: 입력된 영상에서 반려견의 특정 행동(예: 짖음, 꼬리 내림, 파괴 행동 등)을 객체로 탐지.
- 행동 분석 로직
  - 탐지된 객체를 기반으로 불안 행동 여부 판단
  - 특정 행동의 지속 시간, 반복 빈도 등을 기준으로 '불안 상태' 여부 판단

### 3. 출력 단계: 반응 및 피드백

- 간식 배급 모듈(서보모터): 불안 행동 탐지 시 간식을 배급해 심리적 안정 유도
- 스피커: 보호자의 음성 또는 음악을 출력하여 정서적 안정을 지원
- LED/모터: 단순 시각적/물리적 피드백 장치로 상태 표시
- Flask 서버 + Webhook API: 보호자에게 실시간 알림 전송 및 행동 로그 기록



## ♣ 개발 계획

### 일정별 개발 단계 및 마일스톤

세부 개발 계획	사전학습	1일차	2일차	3일차	4일차
데이터 분석 및 문제 정의	✓				
YOLO 탐지모델 구축	✓				
설계 및 3D 모델링	✓				
소프트웨어 구축		✓	✓		
3D 프린팅 및 하드웨어 구축		✓	✓	✓	
Ux/UI디자인				✓	
통합 테스트 및 디버깅				✓	
시연 및 피드백					✓

### 팀원별 역할 분담 및 책임

이름	역할	담당업무
장하은(팀장)	시스템 설계, 소프트웨어 제어	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전체 아키텍처 설계</li> <li>- 일정 관리</li> <li>- 회로도 작성</li> <li>- 시스템 통합 테스트</li> <li>- 보고서 및 발표자료 정리</li> <li>- 라즈베리파이 설계 및 코딩</li> </ul>
오연서(팀원)	영상 인식 개발, 알림 시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>- YOLO 학습</li> <li>- 카메라 입력 처리</li> <li>- 행동 분석 알고리즘 구현</li> <li>- 행동 로그 기록</li> <li>- 보호자 알림 전송 기능 개발</li> </ul>
김경서(팀원)	3D 모델링 및 하드웨어 제어	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 설계도 제작 및 디자인</li> <li>- 3D모델링</li> <li>- 아두이노 설계 및 코딩</li> <li>- 마이크/서보모터/스피커 등 센서 연결 및 제어 모듈 구현</li> </ul>

### 기술적 도전 과제 및 해결방안

1. YOLO 모델의 강아지 행동 정확도 부족 : 사전 학습된 YOLO 모델에 사용자 정의 행동('꼬리 내림',

'불안한 표정' 등) 데이터를 수집해 Transfer Learning을 수행하여 탐지 정확도를 향상시킴

2. 간식 배급기 제어의 정밀도 : 서보모터 반복 테스트를 통해 회전 각도와 간식 투입량을 정밀하게 조절하고 끼임이나 과출력 발생 시 예외 처리 루틴을 추가함

3. Arduino-Raspberry Pi 간 통신 및 제어 분리 : Raspberry Pi는 카메라 입력과 YOLO 실행 중심, Arduino는 간식 배급 및 LED 등 단순 제어 전담. 직렬 통신(UART)을 통해 명령 전달 및 충돌 방지 처리 필요

4. 보호자 알림 시스템의 사용자 편의성 확보 : 알림 수신과 행동 로그 확인 기능이 직관적으로 이루어질 수 있도록 간결한 UI 구성과 UX 흐름을 중심으로 화면을 설계함. 시각적 요소(아이콘, 색상 등)를 활용해 강아지 상태를 쉽게 파악할 수 있게 하고 클릭 최소화로 사용자의 접근성을 높임

5. Onshape 3D 모델링과 실제 부품 간 정합성 확보 : Onshape에서 설계한 간식 배급기 구조물을 실제 서보모터 및 배출구 규격에 맞게 반복 피드백을 거쳐 수정. 3D 프린터로 출력해 테스트 반복하며 조립 정확도 향상

#### 필요한 자원 및 도구

Raspberry Pi 4 : 메인 MCU로 센서 입력 수집, YOLO 실행, 전체 시스템 제어

Arduino Uno / Nano : 서보모터, LED 등 단순 출력 장치 제어 및 보조 MCU 역할

마이크 센서, 카메라 모듈, 서보모터, 스피커 : 반려견 행동 감지 및 반응 출력 장치

YOLOv11 모델 : 영상 기반 불안 행동 탐지

Python, OpenCV, Flask : 영상처리, 제어 로직, 간단한 서버 및 알림 기능 구현

Onshape (온라인 CAD 툴) : 간식 배급기 외관 및 구조물 3D 모델링 설계

GitHub / Notion : 버전 관리 및 협업 문서 공유

LINE Notify / Discord Webhook API : 간단한 실시간 보호자 알림 전송 시스템 구현

3D 프린터 / 레이저 커터 : Onshape로 설계한 부품 출력 및 조립 테스트용

상기와 같이 특화교육 참가에 따른 학습결과보고서를 제출합니다.

2025년 7월 13일

**경상국립대학교 공학교육혁신센터장귀하**