

# 모니펫(MonoPet)

## - 스마트 반려묘 식이·배변 연동 건강 모니터링 시스템 -

### 1. 프로젝트 개요

#### a. 팀명, 제품명, 핵심 기능 요약

##### a-1) 팀명

찌릿한 아이디어로 고양이와 반려인을 연결하자는 의미에서 팀명을 **찌릿냥명단**으로 선정하였다.

##### a-2) 제품명

**모니펫(MoniPet)**으로 Monitoring + Pet의 합성어이다. 반려묘의 식이·배변을 모니터링하여 건강을 살피는 스마트 시스템이다.

##### a-3) 핵심 기능 요약

① 대표 기능: 모니펫이 제공하는 주요 기능

기능	주요 내용
식사량 분석	로드셀 기반으로 개별 고양이의 식사 전후 무게 차를 측정하여 섭취량 자동 기록
배변 감지 및 분석	고양이의 화장실 출입 감지 후 배변 무게 및 색상 분석 (건강 이상 여부 파악)
건강 리포트 생성	분석 결과를 기반으로 사용자에게 건강 요약 리포트를 시각적으로 제공 (앱/웹 기반)

Table 1. 대표 기능 및 주요 내용

② 세부 기술: 대표 기능을 구성하는 기술적 요소

기능	주요 내용
개체 인식	고양이 개별 식별을 위한 얼굴 인식 (YOLOv8n 모델 기반)
실시간 데이터 전송	ESP32, Raspberry Pi를 통한 이미지·센서 데이터 전송

Table 2. 세부 기술 및 주요 내용

설명) 세부 기술은 단독 기능이라기보다 모니펫의 대표 기능을 정확하고 효율적으로 구현하기 위한 기반 기술 요소이다.

#### b. 개발 목표 및 기대 효과

##### b-1) 개발 목표

**모니펫(MoniPet)**은 반려묘의 식사와 배변 정보를 자동으로 수집·분석하여, 건강 상태를 조기에 파악할 수 있는 스마트 모니터링 시스템이다. 단순한 급식기와 배변함을 넘어, 개별 고양이의 행동 데이터를 종합적으로 분석하여 이상 징후를 감지하고, 보호자에게 실시간으로

알림 및 리포트를 제공하는 것을 목표로 한다. 이를 위해 무게 센서, 영상 기반 인식 기술, 색상 분석 알고리즘 등 다양한 IoT 기술과 AI 모델을 결합하여 높은 수준의 자동화를 달성하고자 한다.

### b-2) 기대 효과

모니펫 시스템의 도입은 반려인의 일상적인 건강 모니터링 부담을 줄이며, 과학적이고 체계적인 반려묘 관리 환경을 가능하게 한다. 특히 고양이는 이상 징후를 겉으로 잘 드러내지 않는 특성이 있어, 식사량 변화나 배변 패턴의 미세한 이상을 조기에 감지하는 것이 매우 중요하다. 본 시스템은 실시간 리포트를 통해 보호자의 대응을 돕고, 장기적으로는 수의사 진단에 활용 가능한 데이터 축적도 가능하게 하여, 반려동물 복지 향상에 기여할 수 있다. 또한 향후 다묘가정이나 보호소 등 스마트 펫케어 시스템으로 확장 가능성도 기대할 수 있다.

## 2. 시스템 설계

### a. 전체 시스템 아키텍처

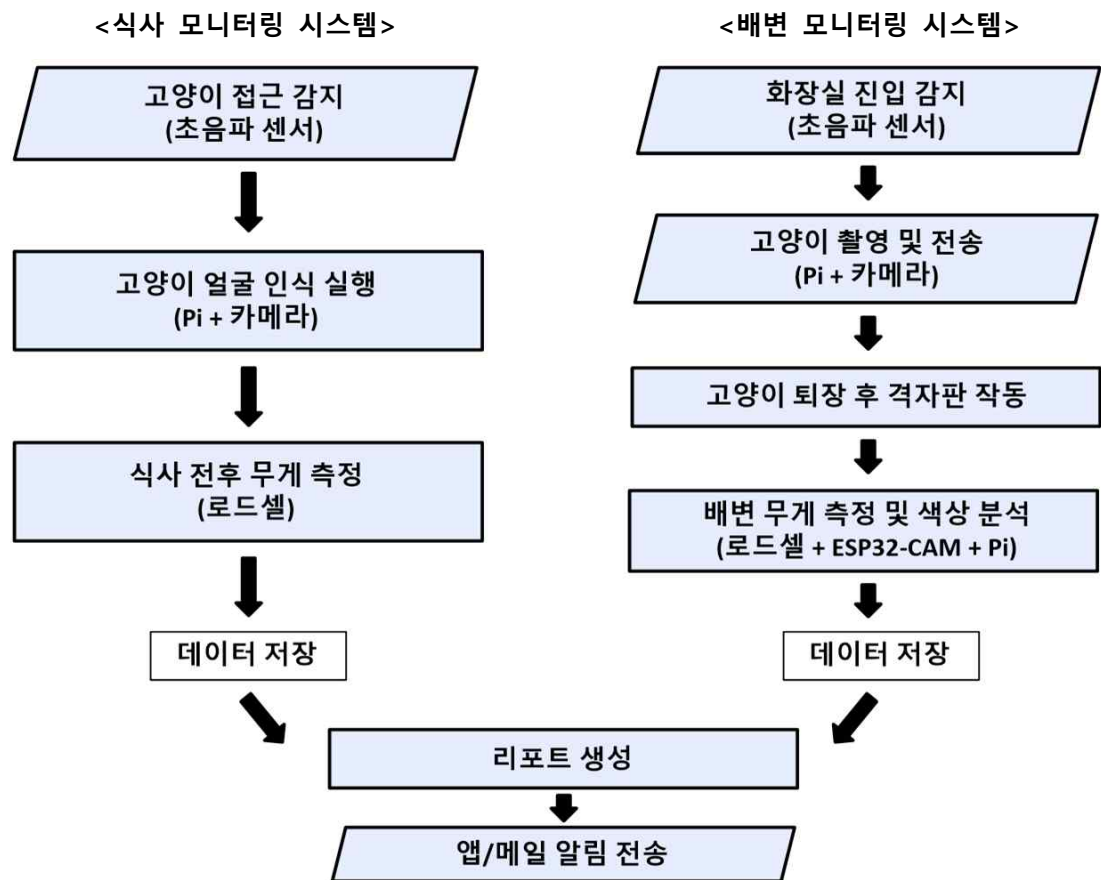


Fig 1. Flow-Chart

## b. 하드웨어 구성도 및 회로도

### b-1) 하드웨어 구성도

#### (1) 식사부 모니터링 시스템 하드웨어 구성도

초음파 센서와 Raspberry Pi 카메라는 고양이 접근을 감지하고 개체별(Cat A/Cat B) 식별을 위해 장치 상단에 배치한다. 섭취 사료량을 측정하는 로드셀은 배식통 하단에 설치하고, 그 옆에 Raspberry Pi 1과 Arduino 1을 함께 위치시킨다.

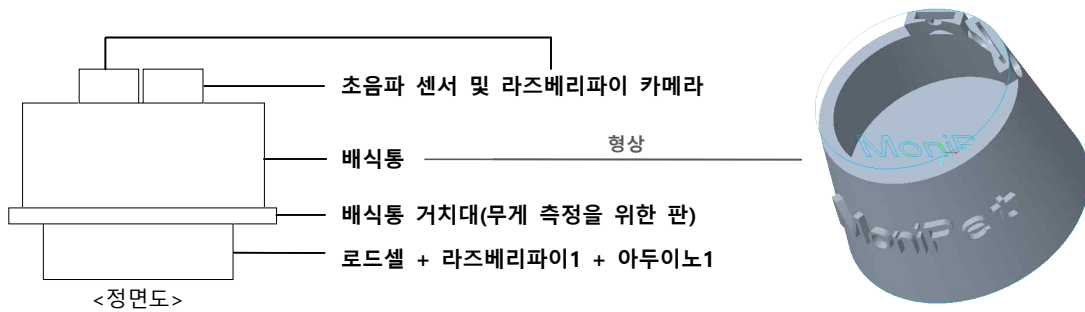


Fig 2. 식사부 모니터링 시스템 하드웨어 구성도

#### (2) 배변부 모니터링 시스템 하드웨어 구성도

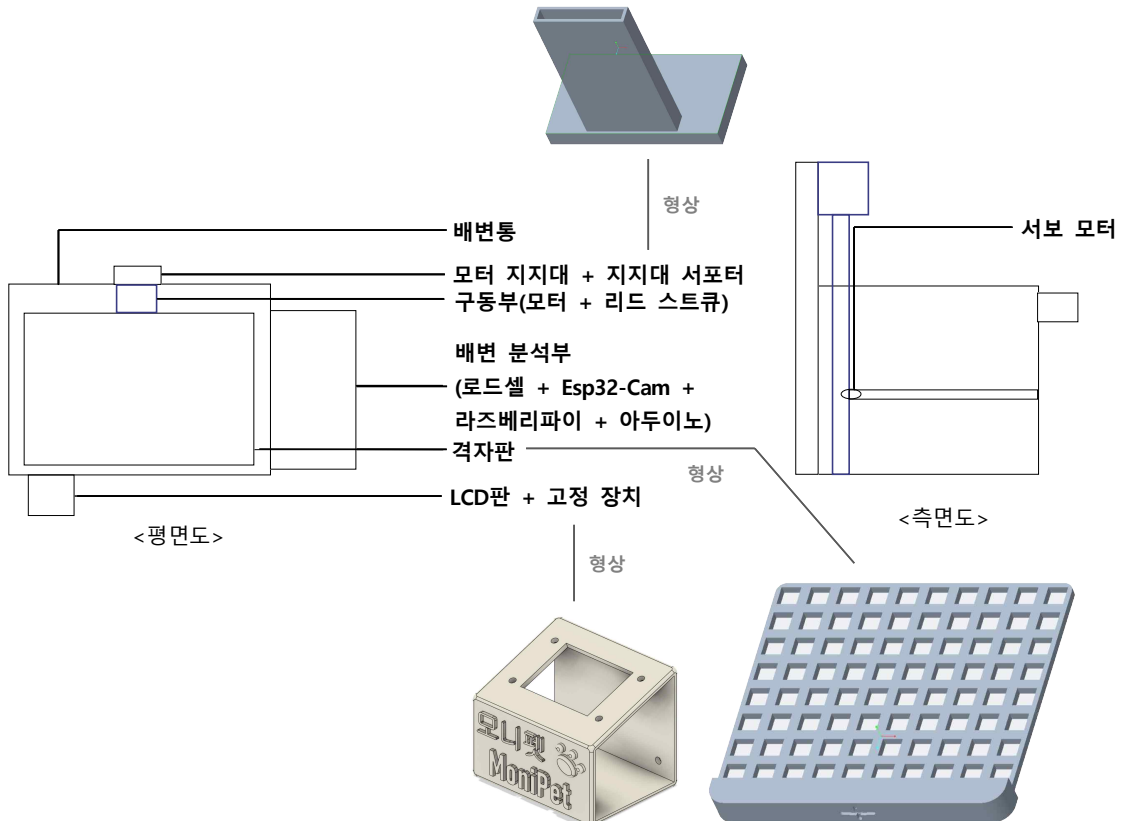


Fig 3. 배변부 모니터링 시스템 하드웨어 구성도

NEMA 17 리드 스크류 스테퍼 모터를 사용하여 배변통 내부에 격자판을 수직으로 이동시킬 수 있도록 한다. 격자판은 서보 모터로 스크류 이동부와 부착하여 각도 조절을 가능하도록 한다. 구동 전 격자판이 배변통 밑바닥에 위치해야하므로 모터를 상단에 위치시킨다. 그러므로 모터를 지지할 지지대가 배변통 옆에 위치한다. 격자판이 Y축 기준 최대 높이에 도달한 후 서보 모터로 기울어지면서 고양이 배변이 분석부로 이동한다. 배변 분석부에는 로드셀, Esp32-Cam, 라즈베리파이3, 아두이노3이 위치한다. 그리고 구동부 맞은편에는 LCD판을 고정 장치에 설치한다.

### b-2) 모델링 형상

현재 4종의 형상을 모델링 완료하였으며, 메이커톤 대회 진행 중 추가로 요구되는 형상은 즉시 설계하여 3D 프린팅할 예정이다.

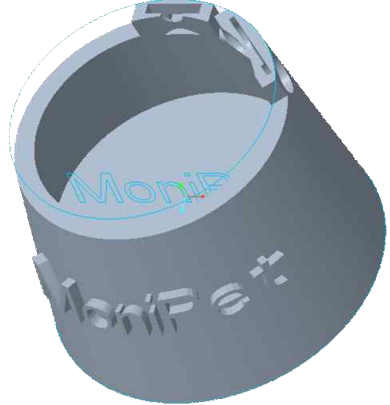
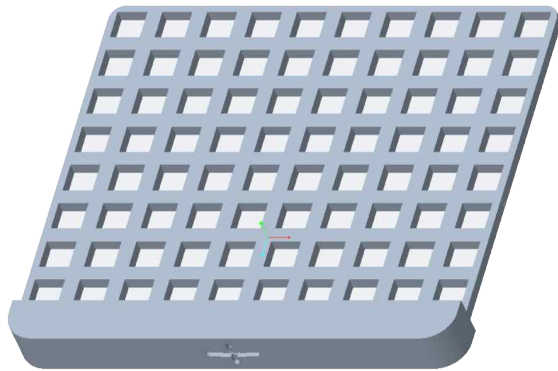
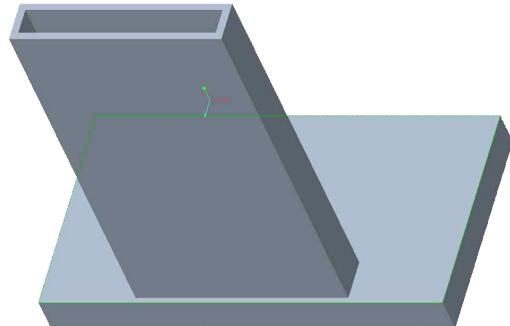
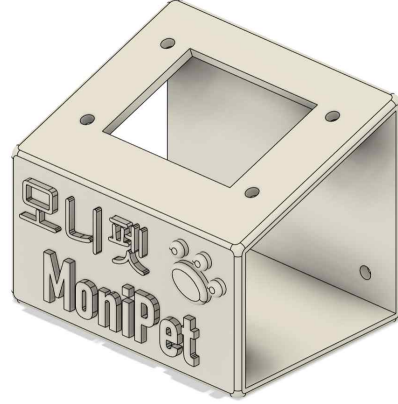
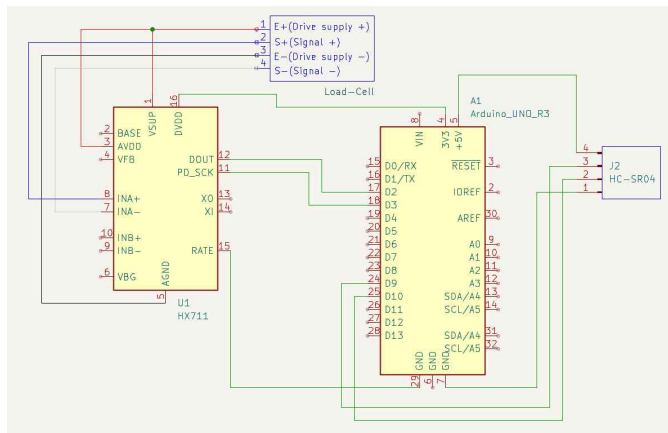
(1) 모니펫 배식통	(2) 모니펫 격자판
 <p data-bbox="319 1265 654 1299">Fig 4. 모니펫 배식통 모델링 형상</p>	 <p data-bbox="941 1243 1276 1276">Fig 5. 모니펫 격자판 모델링 형상</p>
(3) 지지대 서포터	(4) 모니펫 미니 모니터 고정 장치
 <p data-bbox="319 1769 654 1803">Fig 6. 지지대 서포터 모델링 형상</p>	 <p data-bbox="917 1780 1284 1814">Fig 7. 모니펫 미니 모니터 고정 장치</p>

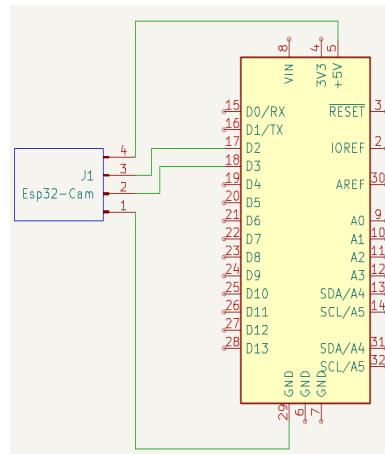
Table 3. 모델링 형상 모음

모니펫 격자판의 형상은 프린팅 규격을 넘어가서 총 6파트로 나누어 출력 후, 조립할 예정이다.

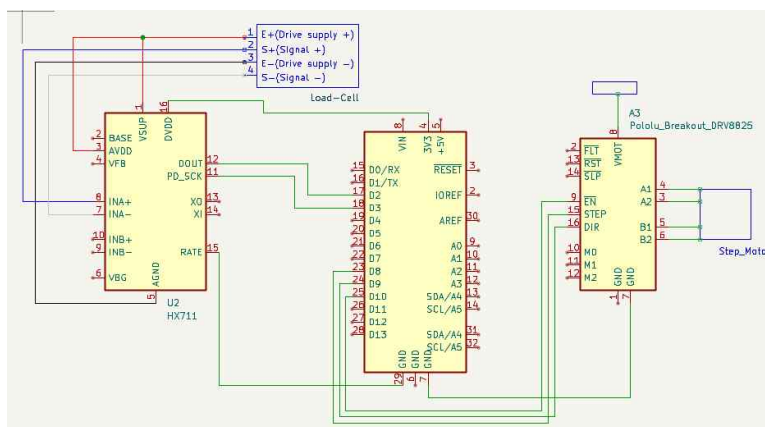
**b-3) 회로도**



**Fig 8. 로드셀 - HX711 - 아두이노 / 초음파 센서(HC-SR04) - 아두이노**



**Fig 9.** Esp32-Cam - 아두이노



**Fig 10. 로드셀 - HX711 - 아두이노 / 모터 - 아두이노**

### c. 소프트웨어 구조 및 알고리즘

### c-1) 식사 모니터링 시스템

초음파 센서로 고양이 접근을 감지하고, Raspberry Pi에서 얼굴 인식 모델을 이용해 A/B 고양이를 구분한 뒤, 식사량(초기·최종 무게) 데이터를 저장한다. 구성 요소는 다음과 같다.

구성 요소	Arduino1 + HC-SR04 초음파 센서
	Raspberry Pi 1 (얼굴 인식 + 데이터 로깅)
	로드셀 + Arduino1 (무게 측정)
	파일 I/O (cat log.txt)

**Table 4.** 식사 모니터링 시스템 구성 요소

## (1) 모듈 간 통신

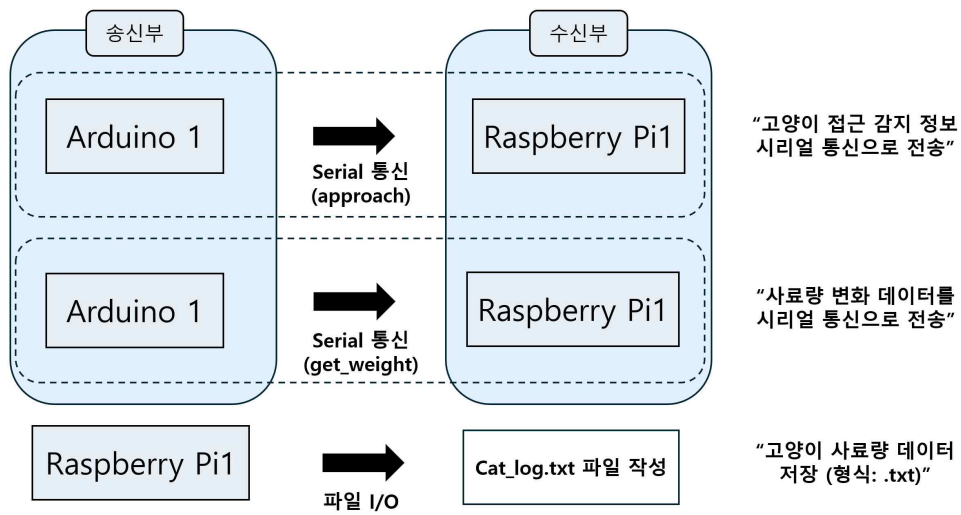


Fig 11. 모듈 간 통신 모식도

## (2) 데이터 흐름 (Data Flow)

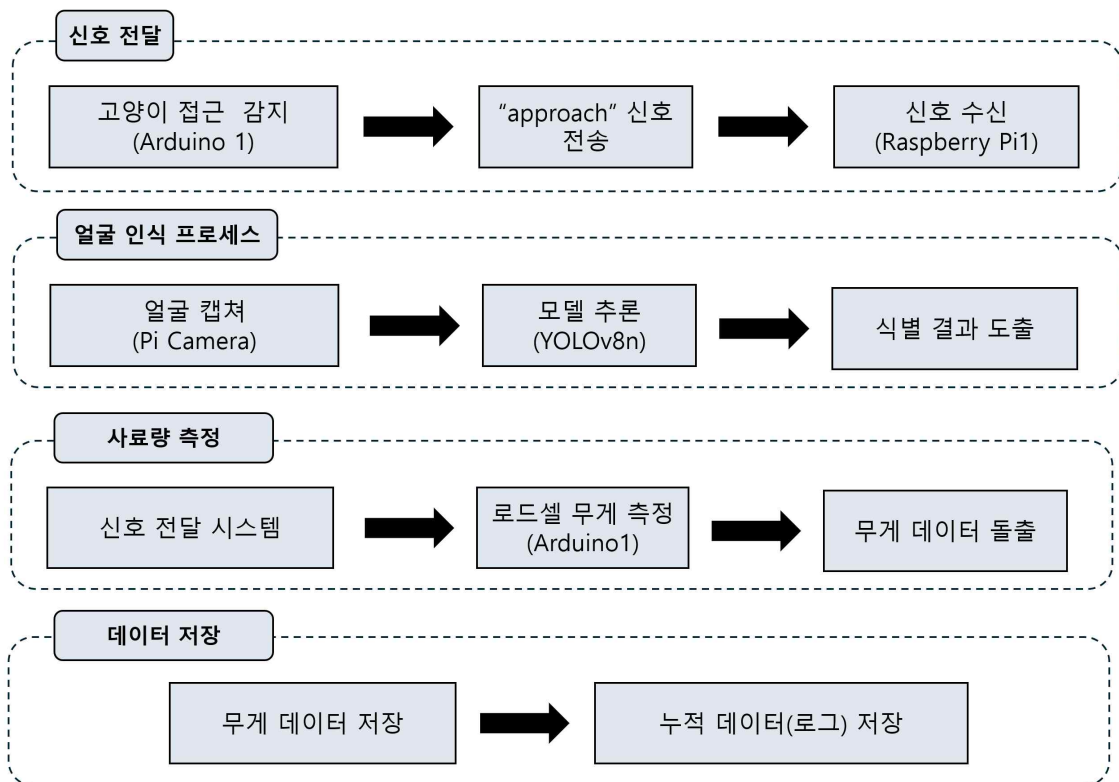


Fig 12. 데이터 흐름 모식도

사료량 측정의 경우 초기 사료량과 나중 사료량을 모두 측정하여 먹은 사료량 값(초기 사료량 - 나중 사료량)을 도출한다.

### (3) 전체 데이터 흐름도

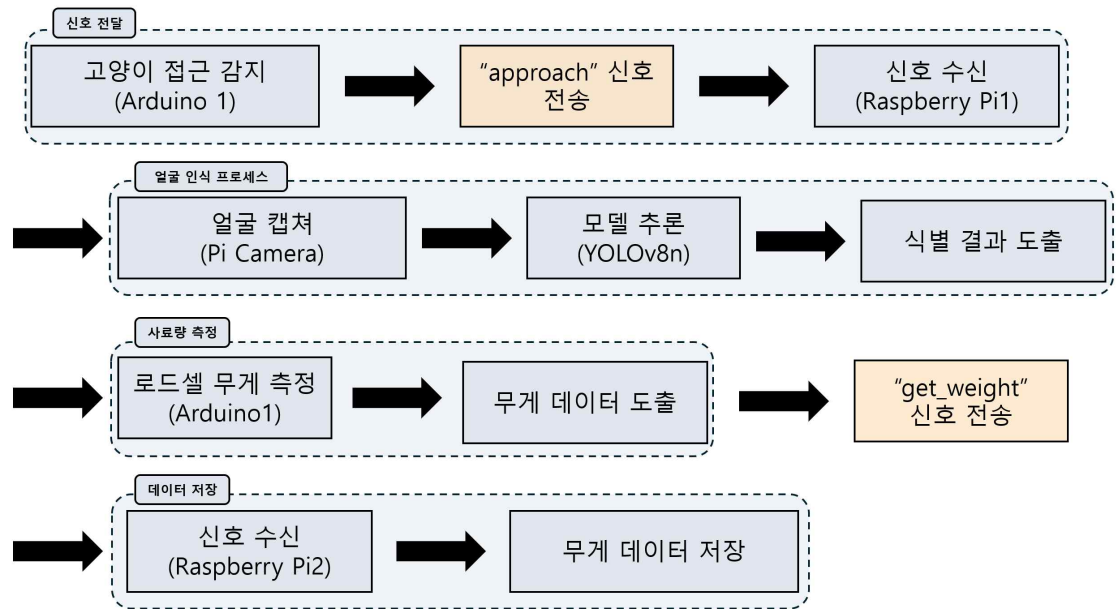


Fig 13. 전체 데이터 Flow-Chart

## c-2. 배변 모니터링 시스템

### (1) 모듈 간 통신

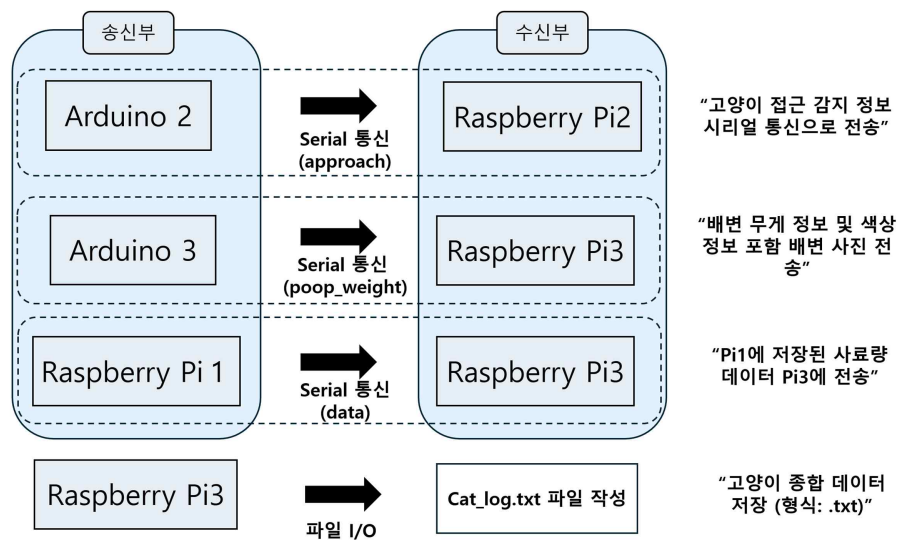


Fig 14. 모듈 간 통신 모식도

## (2) 데이터 흐름 (Data Flow)

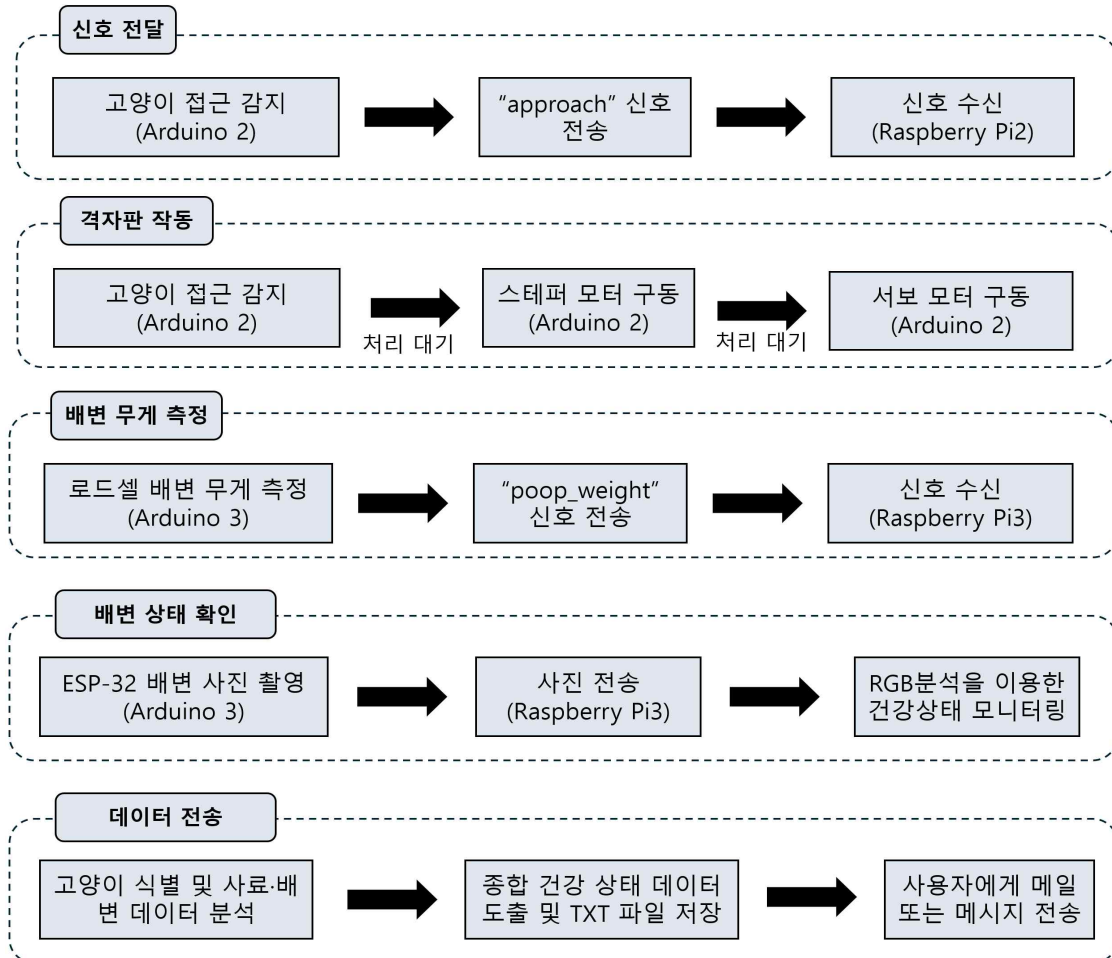


Fig 15. 데이터 흐름 모식도



(3) 전체 데이터 흐름도

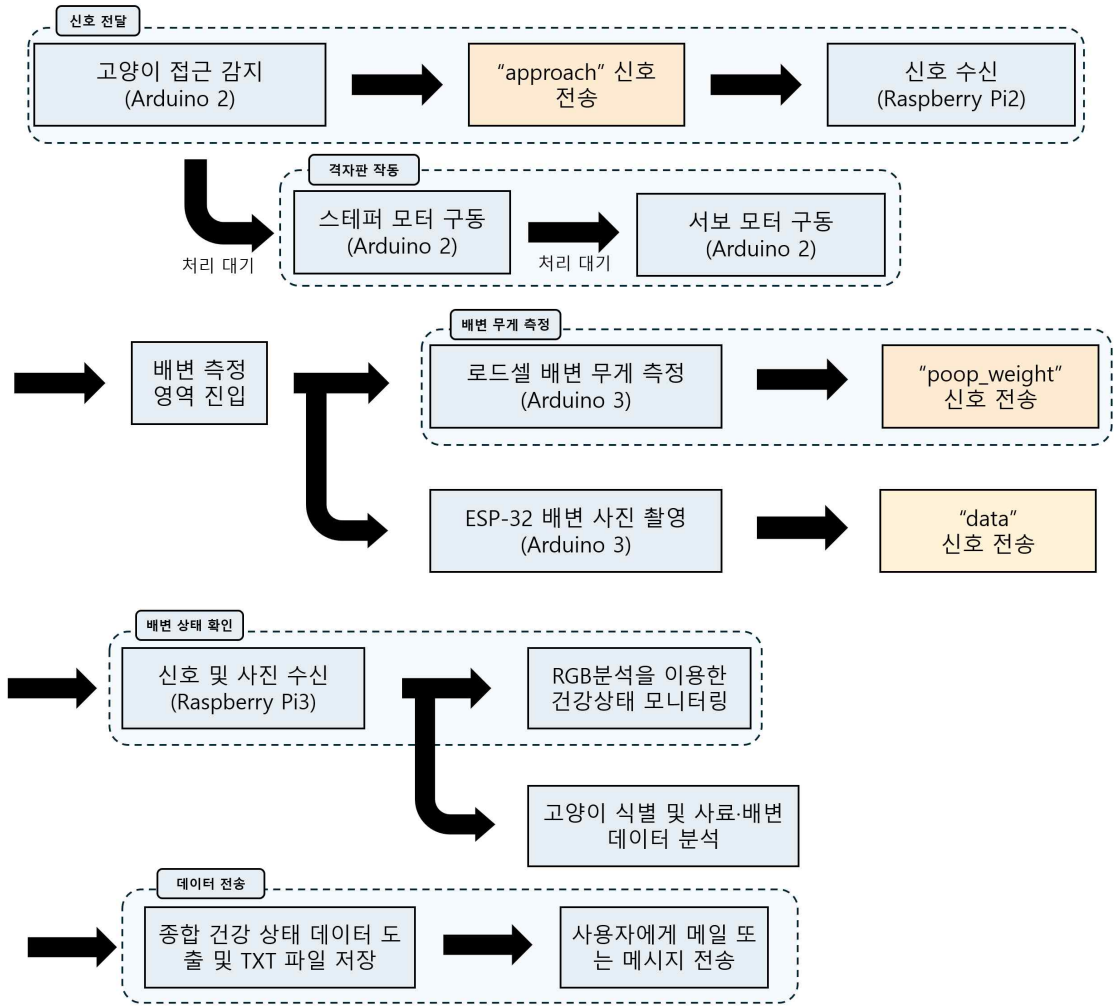


Fig 16. 전체 데이터 Flow-Chart

3. 개발 계획

a. 일정별 개발 단계 및 마일스톤

일차	주요 목표		세부 내용
1일차	HW	- 하드웨어 조립(사료통) 및 관련 센서 부착	- 3D 프린터로 제작한 사료통에 초음파 센서, 로드셀, 아두이노 등을 내장형으로 통합하고, 이를 제어 및 데이터 처리용으로 라즈베리파이와 함께 구성
	SW	- 얼굴 인식 모델 개발 - 초음파 센서 및 로드셀 코드 작성	- YOLOv8n 학습 - 초음파 센서로 물체를 감지한 후, 로드셀이 작동하도록 연동하는 제어 흐름 코드를 작성
2일차	HW	- 하드웨어 조립(격자형태 이동 및	- 구동부(격자형태 이동 및 뒤집기) 조립

		뒤집기) 및 테스트 - 배변통 무게 측정부 조립 및 테스트	및 테스트 - 배변통 파트의 로드셀, 센서 조립 및 측정 테스트
	SW	- 아두이노·라즈베리파이 연동 - 배변통 인식 코드 작성	- 아두이노 센서에서 감지된 데이터를 라즈베리파이로 전송하고, 이를 트리거로 얼굴 인식 모델을 실행한 뒤 결과 정보를 텍스트 파일(.txt)로 저장 - 배변통에서 고양이의 종류가 식별되면, 로드셀을 통해 무게 변화를 측정하여 배변 여부를 판단하고, 측정된 배변 무게를 라즈베리파이로 전송
3일차	HW	- 격자 형태 모터 조립 - 미니 모니터 조립	- 격자 형태에 틈에 맞게 모터를 부착 - LCD 고정을 위한 미니 모니터를 배변통에 부착
	SW	- 건강 상태 확인 알고리즘 작성 - 메일 전달 알고리즘 작성	- 배변의 색상 및 형태와 먹이 섭취량 대비 배변량을 기반으로, 고양이의 건강 상태를 정량적으로 분석하고 평가하는 알고리즘을 개발 - 건강 상태 평가 결과를 소비자에게 이메일로 전송하는 자동화된 통신 알고리즘을 구현
4일차	- 발표 자료 작성		- 시스템의 작동 흐름을 시각화한 흐름도를 작성하고, 실험 영상 촬영을 포함한 발표 자료를 체계적으로 준비

Table 5. 일정표

#### b. 팀원별 역할 분담 및 책임

팀원	역할	담당 내용
강송희	소프트웨어 · 외관 설계 · 디자인	- Raspberry Pi ↔ Arduino 통신 모듈 개발 - 이미지 데이터 전처리 - 소프트웨어 흐름도 설계 - 외관 디자인 및 3D 모델링
금진주	AI 인식 및 모델 최적화 · 디자인	- 이미지 데이터 전처리 및 학습셋 구축 - YOLOv8 기반 모델 학습, 최적화, 추론 모듈 구현 - 외관 디자인 및 3D 모델링
이기담 (팀장)	하드웨어 · 소프트웨어 · 디자인	- 코드 작성(아두이노, Raspberry Pi 통합 소프트웨어) - 센서 회로 구성 및 디버깅 - 외관 디자인 및 3D 모델링 - 시스템 아키텍처 설계 및 전체 흐름 감독

Table 6. 역할 분담

### c. 기술적 도전 과제 및 해결 방안

#### ① 고양이 얼굴 인식을 통한 종류 구별

##### 1) 기술적 도전 과제

- 다수의 고양이가 있는 환경에서 각각의 고양이를 개별적으로 인식하고 구별해야 함.
- 얼굴 형태의 유사성, 자세 변화, 조명 조건 등으로 인해 인식 정확도가 낮아질 수 있음.

##### 2) 해결 방안

- YOLOv8 모델을 기반으로 고양이 종류별로 50장 이상의 얼굴 이미지를 수집 및 라벨링하여 모델을 학습시킴.
- 다양한 각도와 환경에서 촬영된 데이터를 사용함으로써 일반화된 인식 성능을 확보하고, 정확도를 향상시킴.

#### ② 배변 상태 확인을 통한 건강 모니터링

##### 1) 기술적 도전 과제

- ESP32-CAM으로 촬영한 이미지를 기반으로 배변의 상태(색, 형태 등)를 분석하여 고양이의 건강 상태를 판단해야 함
- 사료 섭취량과 배변량을 연계 분석하여 이상 여부를 정량적으로 평가해야 함

##### 2) 해결 방안

- RGB 색상 분석을 통해 배변 색이 비정상적일 경우(예: 너무 검거나 붉은 경우) 건강 이상 신호로 판단
- 로드셀을 이용해 사료통과 배변통의 무게를 측정하고, 사료 섭취량 대비 배변량의 차이를 비교하여 건강 상태를 정량적으로 평가
- 일정 기준 이상 차이가 발생하거나 색상 이상이 감지되면 경고 신호를 발생시키는 알고리즘 적용

### d. 필요한 자원 및 도구

용도 및 기능	자원 및 도구
제어 및 연산 장치	-Arduino Uno 보드 -라즈베리파이 -ESP32-CAM (아두이노 기반 웹캠)
센서 및 카메라	-라즈베리파이 호환 카메라 모듈 (RPI Camera V2) -ESP32-CAM (카메라 포함) -로드셀 (Load Cell) -로드셀 AD 컨버터 모듈(HX711) -초음파 센서
모터 및 구동 부품	-서보모터 -스크류 스테퍼 모터 -스텝모터 드라이버 모듈 -유니트 베어링 (KP08)
구조 및 제작 재료	-3D 프린터용 필라멘트 -전동 드릴, 볼트&너트 -배변통(바구니 형태)

Table 7. 필요한 재료