

(옆면)

(앞면)

421013-03

보안 과제( ), 일반 과제( O ) / 공개( O ), 비공개( )발간등록번호( O )  
스마트팜 다부처 패키지 혁신기술개발사업 2024년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-004724-01

가축(축우, 돼지)생체정보 측정 기술 개발  
및 고도화 최종보고서

# 가축(축우, 돼지) 생체정보 측정 기술 개발 및 고도화

2024.05.28.

2024

주관연구기관 / 강원대학교 산학협력단  
공동연구기관 / 국립축산과학원,  
주식회사 일루베이션  
위탁연구기관 / (주)제노임팩트

스마트팜연구개발사업단  
농림식품기술기획평가원  
농촌진흥청  
농림축산식품부  
과학기술정보통신부  
농림축산식품부

농림축산식품부  
과학기술정보통신부  
농촌진흥청  
(전문기관)농림식품기술기획평가원  
스마트팜연구개발사업단

제출문

## 제 출 문

농림축산식품부 장관 · 과학기술정보통신부 장관 · 농촌진흥청장 귀하

본 보고서를 “가축(축우, 돼지)생체정보 측정 기술 개발 및 고도화”(개발기간 : 2021.04.07 ~ 2023.12.31)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2024.05.28

주관연구기관명 : 강원대학교 산학협력단 (대표자) 장철성 (인)  
공동연구기관명 : 국립축산과학원 (대표자) 임기순 (인)  
공동연구기관명 : 주식회사 일루베이션 (대표자) 전현일 (인)  
위탁연구기관명 : (주)제노임팩트 (대표자) 최재영 (인)

주관연구책임자 : 박규현  
공동연구책임자 : 전중환, 전현일  
위탁연구책임자 : 김효영

「국가연구개발혁신법」 제17조에 따라 보고서 열람에 동의 합니다.

<b>최종보고서</b>										보안등급				
										일반[○], 보안[ ]				
중앙행정기관명		농림축산식품부, 과학기술 정보통신부, 농촌진흥청			사업명		사업명		스마트팜 다부처 패키지 혁신기술 개발사업					
전문기관명 (해당 시 작성)		농림식품기술기획평가원 (재)스마트팜연구개발사업 단					내역사업명 (해당 시 작성)		스마트팜 실증·고도화 연구사업					
공고번호		농림식품기술기획평가원 (재)스마트팜연구개발사업단			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)		연구개발과제번호		421013-03					
기술 분 류	국가과학기술 표준분류		LB0608	%			%	%						
	농림식품과학기술분 류		AB0203	%	%	%								
총괄연구개발명 (해당 시 작성)		국문												
		영문												
연구개발과제명		국문		가축(축우, 돼지) 생체정보 측정 기술 개발 및 고도화										
		영문		Livestock(cattle, swine) biometric data measuring technology development and advancement										
주관연구개발기관		기관명		강원대학교 산학협력단		사업자등록번호		221-82-10213						
		주소		(24341) 강원도 춘천시 강원대학길 1, 동물생명 과학대학		법인등록번호		140171-0003228						
연구책임자		성명		[REDACTED]		직위		[REDACTED]						
		연락처		직장전화		휴대전화		[REDACTED]						
				전자우편		국가연구자번호		[REDACTED]						
연구개발기간		전체		2021. 04. 07. - 2023. 12. 31. (2년 9개월)										
		단계 (해당 시 작성)		1단계		2021. 04. 07. - 2022. 12. 31. (1년 9개월)								
				2단계		2023. 01. 01. - 2023. 12. 31. (1년 0개월)								
연구개발비 (단위: 천원)		정부지원 연구개발비		기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금		합계		연구개 발비 외 지원금				
		현금		현금		현금					현금			
총계		1,400,000		14,000		192,700		1,414,000		192,700	1,606,700			
1단계		1년차		400,000		0		66,700		400,000		66,700	466,700	
		n년차		500,000		7,000		63,000		507,000		63,000		570,000
n단계		1년차		500,000		7,000		63,000		507,000		63,000		570,000
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)		기관명		책임자		직위		휴대전화		전자우편		비고		
												역할 기관유형		
공동연구개발기관		[REDACTED]		[REDACTED]		[REDACTED]		[REDACTED]		[REDACTED]		[REDACTED]		
		[REDACTED]		[REDACTED]		[REDACTED]		[REDACTED]		[REDACTED]		[REDACTED]		
		[REDACTED]		[REDACTED]		[REDACTED]		[REDACTED]		[REDACTED]		[REDACTED]		
위탁연구개발기관		[REDACTED]		[REDACTED]		[REDACTED]		[REDACTED]		[REDACTED]		[REDACTED]		
		[REDACTED]		[REDACTED]		[REDACTED]		[REDACTED]		[REDACTED]		[REDACTED]		
연구개발담당자 실무담당자		성명		[REDACTED]		직위		[REDACTED]						
		연락처		직장전화		휴대전화		[REDACTED]						
				전자우편		국가연구자번호		[REDACTED]						

이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2024년 01월 18일

연구책임자 : 박규현



주관연구개발기관의 장: 강원대학교산학협력단장 장철성



공동연구개발기관의 장: 국립축산과학원장 임기순 (직인)



공동연구개발기관의 장: 주식회사 일루베이션 전현일 (직인)



위탁연구개발기관의 장: (주)제노임팩트 최재영 (직인)



농림축산식품부장관 과학기술정보통신부장관 농촌진흥청장 농림식품기술기획평가원장 귀하

## < 요약 문 >

사업명	스마트팜 다부처패키지 혁신기술개발	총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)	-
내역사업명 (해당 시 작성)	스마트팜 실증·고도화 연구사업	연구개발과제번호	421013-03
기술분류	국가과학기술 표준분류	LB0608	%
	농림식품 과학기술분류	AB0203	%
총괄연구개발명 (해당 시 작성)	-		
연구개발과제명	가축(축우, 돼지) 생체정보 측정 기술 개발 및 고도화		
전체 연구개발기간	2021. 04. 07. - 2023. 12. 31 (2년 9개월)		
총 연구개발비	총 1,606,700천원 (정부지원연구개발비: 1,400,000천원, 기관부담연구개발비 : 206,700천원, 지방자치단체: 천원, 그 외 지원금: 천원)		
연구개발단계	기초[ ] 응용[ ] 개발[ ○ ] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[ ]	기술성숙도 (해당 시 기재)	착수시점 기준( ) 종료시점 목표( )
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)			
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)			
연구개발 목표 및 내용	최종 목표	○ 가축(축우·돼지) 생체정보 측정기술 개발(국산화) 및 고도화	
	전체 내용	○ 축우 생체정보 수집 장치의 국산화 및 고도화 연구 ○ 축우 사료 섭취(저작) 관련 빅데이터 활용을 통한 예측 기술 개발 ○ 돼지 생체정보 측정 기술 고도화 연구	
	1단계 (해당 시 작성)	목표	MRV(measurable, reportable, verifiable) 데이터를 기반으로 하는 축우·돼지 생체정보 측정기술 개발 및 고도화
	내용	<p>가) 축우 생체정보 수집 장치의 국산화 및 고도화 연구</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 실시간 생체정보(목걸이형, 삽입형 등) 수집 국산 ICT 장비 개발·개선 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 목걸이형 생체정보 수집 장치의 동작·위치·온도 센서 및 음향 센서의 정확성 향상과 DB 구축을 위한 현장실증</li> </ul> </li> <li>○ 축우의 행동학적 특징(발정, 임신, 분만 등)과 생체정보에 대한 연관성 연구 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 딥러닝 기술을 이용하여 유용지표들(발정, 임신, 분만 등) 비교 분석</li> </ul> </li> <li>○ 활동량(보수계) 데이터 기반의 생체정보 수집 장치 문제점 개선 방안 수립 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 동작·위치 센서 이용 가축 개체별 시간당 활동량 산출</li> </ul> </li> <li>○ 실시간 생체정보와 생리 기능 분석을 통한 생체정보 결과의 비교 검증</li> </ul> <p>나) 축우 사료 섭취(저작) 관련 빅데이터 활용을 통한 예측 기술개발</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 실시간 축우 섭취 행동 모니터링 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 2D/3D 영상기술을 이용한 사료섭취장치(사료급이기)용 모니터링 (저작 등) 시스템 개발</li> </ul> </li> <li>○ 축우 사료(농후사료, 조사료, TMR등) 급이장치에 대한 데이터베이스 구축 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 축우 사료섭취 행동모니터링이 가능한 급이장치 개발·데</li> </ul> </li> </ul>	

		<p>이터 수집</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 사료섭취와 행동 특성에 대한 상관관계 규명연구 및 실증 시험</li> </ul> <p>다) 돼지 생체정보 측정 기술 고도화 연구</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 돼지 개체별 생체정보(영상, 음향정보, 체온 등) 측정을 통한 모니터링 기술에 대한 실증시험용 테스트베드 구축</li> <li>○ 돈방별 사료섭취량(자동급이기), 모돈 분만전후 영상(CCTV)을 통한 현장실증 연구 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 돈방별 사료섭취량, 모돈 분만전후 생체정보(영상, 체온 등)를 통한 현장실증 연구</li> </ul> </li> <li>○ 돼지 생체정보(호흡기 증상 등)와 사료섭취·증체율간의 상관관계 분석 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 소리 분석, 생체정보와 생산성(사료절감, 증체량, 발정재귀 등) 상관관계 평가</li> </ul> </li> <li>○ 실증시험을 통한 생리 기능 분석 및 생체정보와의 연관성 검증</li> </ul>
	2단계	<p>목표</p> <p>개발한 축우·돼지 생체정보 측정기술의 사업화 추진</p> <p>내용</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 가축관리 현황의 특이점 도출 및 이를 활용한 가축의 개체관리 방안 마련</li> <li>○ 생체정보 데이터 이용 생체정보 결과와 비교 분석 및 검증</li> <li>○ 일반 농가에 개발 시스템 적용 및 실증</li> <li>○ 사업화 계획(과제 공통) <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 생체정보 데이터 축적을 통한 가축관리 상황(발정, 임신, 분만, 사양 등)의 정확성 향상으로 산업화 마케팅 활용</li> <li>▶ 개발 기술의 기술이전 및 사업화 <ul style="list-style-type: none"> <li>- (1단계)가축 생체정보 수집 장치 및 분석 시스템에 대한 기술이전 추진</li> <li>- (2단계)개별 사업 외 농촌진흥청의 신기술보급사업에 지원하여 소규모 보급 추진</li> <li>- (3단계)개별 사업 외 농식품부에 정책제안을 하여 국가적 사업화 추진</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

연구개발성과	<p>가) 축우 생체정보 수집 장치의 국산화 및 고도화 연구</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 실시간 생체정보(목걸이형, 삽입형 등) 수집 국산 ICT 장비 개발·개선 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 목걸이형 생체정보 수집 장치의 동작·위치·온도 센서 및 음향 센서의 정확성 향상과 DB 구축을 위한 현장실증</li> </ul> </li> <li>○ 축우의 행동학적 특징(발정, 임신, 분만 등)과 생체정보에 대한 연관성 연구 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 딥러닝 기술을 이용하여 유용지표들(발정, 임신, 분만 등) 비교 분석</li> </ul> </li> <li>○ 활동량(보수계) 데이터 기반의 생체정보 수집 장치 문제점 개선 방안 수립 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 동작·위치 센서 이용 가축 개체별 시간당 활동량 산출</li> </ul> </li> <li>○ 실시간 생체정보와 생리 기능 분석을 통한 생체정보 결과의 비교 검증 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 발정기 전, 후에 대한 개체별 호르몬 변화 분석</li> </ul> </li> <li>□ 실시간 생체정보(목걸이형, 삽입형 등) 수집 국산 ICT 장비 개발·개선 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 목걸이형 생체정보 수집 장치의 동작·위치 센서의 정확성 향상과 DB 구축을 위한 현장 실증 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 생체정보 수집 장치 설치 및 데이터 수집</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>□ 축우의 행동학적 특징(발정, 임신, 분만 등)과 생체 정보에 대한 연관성 연구 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 딥러닝 분석을 위한 생체정보 데이터 수집 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 특정 시기별(발정, 임신, 분만) 개체 확인 및 해당 생체정보 분리, 수집</li> <li>- 딥러닝 분석 전 단계 데이터 라벨링 작업 실시</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>○ 활동량(보수계) 데이터 기반의 생체정보 수집 및 분석 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 동작·위치 센서 이용 가축 개체별 시간당 활동량 산출 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 생체정보 수집 장치 내장 되어있는 3축 가속도 센서 및 RTLS (Real Time Location System)기능 이용 개체별 활동량 산출 및 승가행위 산출</li> <li>- 생체정보의 안정적인 보관 및 효율성 증진을 위한 클라우드 서버로 데이터 수집·저장</li> </ul> </li> <li>▶ ○ 발정기 전, 후에 대한 개체별 호르몬 변화 분석 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 호르몬 4종(Progesterone, LH, FSH, Estradiol)에 대한 발정 전, 후 비교 분석</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
--------	---

- LH 호르몬 변화와 활용량 및 승가행위 변화와의 연관성 비교

▶ 목걸이형 생체정보 수집 장치 케이스의 문제점 확인 및 개선

- 문제점 : 목걸이형 생체정보 수집 장치 케이스 3D 프린터 출력시 인쇄겉에 따라 힘이 가해지는 부분에 크랙이 발생.
- 개선사항 : 3D 프린터 출력시 인쇄겉을 다르게 출력하고, 지지대 부분을 보강하여 출력.
- 현장실증 : 개선된 케이스를 강원대목장에 적용하여 사용중이며, 동일한 증상은 발생하지 않음.

나) 축우 사료 섭취(저작) 관련 빅데이터 활용을 통한 예측 기술개발

○ 축우 사료 섭취 장치 개발

- ▶ 농후사료, TMR, 조사료 관련 섭취장치 및 기술조사
- ▶ 사료 섭취 장치 개발
  - 기존 목장 시설(stanchion 등)에 설치 가능한 농후사료 급이장치
    - 생체중 계측부와 사료급이부 분리 가능하도록 제작
- ▶ 데이터 수집 장치(컨트롤러) 및 통합 프로그램 개발
  - 축산시설제어시스템(컨트롤러) 개발 : 다이어그램(자동절차)을 정리
  - 통합프로그램 : 각 부품의 신호체계를 통합하여 프로그램을 개발
- ▶ 소의 사료 섭취 시 움직임 측정을 위한 사료급이기 개선
  - 저작 활동 측정을 위해 초음파 거리 측정센서를 이용하여 소의 사료 섭취 시 움직임 측정
  - X축, Y축, Z축에서 측정한 거리 변화를 이용하여 움직임 기록
- ▶ 공동과제에서 사용하는 목걸이에서 나오는 자료들과 사료급이 데이터와의 연결을 위해 사료급이기에 사용하는 센서를 디지털 데이터로 받을 수 있도록 일부 변경
- ▶ 센서 데이터 전송을 위한 시리얼 통신 기능이 가능한 장비 채택
  - 사료급이장치 시제품 제작시 사용한 센서들 중 통신 기능이 없는 로드셀 인디케이터를 사용함으로써 인해 개체 무게와 사료량 표시는 가능하였으나 데이터 전송이 불가능하여 시리얼통신 RS485를 지원하는 인디케이터 변경으로 공동과제에서 사용하는 목걸이에서 나오는 자료들과 사료급이 데이터를 통합 DB화
  - 과제 내 데이터 통합 저장/분석을 가능하도록 함(발정 감지, pen 내 움직임, 사료급이 데이터 통합)
- ▶ 가축의 생리현상 중 생산성에 영향을 주는 스트레스 분석 방법 비교
  - 고체 바이오매트릭스는 다른 바이오매트릭스보다 샘플링 빈도가 낮기 때문에 시간과 비용 효율성이 더 높고 사용 편의성이 더 높으며 오류가 더 적음
- ▶ 사료 섭취와 행동 특성에 대한 상관관계 규명 기초연구
  - 스트레스 호르몬 코티졸(cortisol)을 이용하여 스트레스 수준, 사료섭취, 행동 특성과의 상관관계 조사
    - 시유, 열처리 사이의 코티졸 농도 변화 : 통계 분석 결과 유의성이 없음

다) 돼지 생체정보 측정 기술 고도화 연구

○ AI 기술을 활용한 돼지 객체 인식 연구

- ▶ 돼지 객체 인식 및 추적을 위한 AI 학습용 annotation 연구
  - ▶ Annotation(주석)은 돼지의 무게 및 크기 추정을 위한 instance segmentation 라벨링임
  - ▶ 라벨링은 객체의 형체에 맞추어 점을 찍어가며 윤곽을 확인하는 작업임
  - ▶ 돼지 객체의 라벨링 및 데이터셋의 정보
    - 대상 객체의 외곽 기준 bounding box 처리
    - AI 알고리즘 학습이 가능한 객체의 크기와 비율 설정
    - 각 개체는 폴리곤형태의 라벨링도 가능하게 진행
    - 좌표 데이터 형식은 coco json
    - 데이터 형태는 x, y축으로 구성된 bounding box
    - json 파일 코드는 좌표값과 클래스로 구성
  - ▶ 측면(side view) 이미지의 라벨링
    - 측면의 2D 이미지에 사람이 직접 라벨링을 진행
- AI 기술을 활용한 saliency object detection(SOD) 적용 연구
- ▶ AI 학습을 통한 목적 객체만을 검출하는 SOD 기술의 적용

- 3D 이미지와 2D 이미지를 하나의 DB로 구축(dataset)
- 구축된 돼지의 3D 이미지와 2D 이미지의 AI 데이터셋은 최적의 AI 모델을 학습시키기 위해 단계별로 테스트를 반복함
- AI 기술을 활용한 돼지 객체의 추적(Tracking)과 계수(counting)
  - ▶ 돼지는 성장단계에 따라서 포유돈, 자돈, 육성돈, 비육돈으로 구분하며 성장 효율을 위해서 각 단계별로 돈사를 구분하여 관리함
- AI 기술을 활용한 돼지 객체 인식 연구
  - ▶ 돼지 객체 인식 및 추적을 위한 AI 학습용 annotation 연구
  - ▶ Annotation(주석)은 돼지의 무게 및 크기 추정을 위한 instance segmentation 라벨링임
  - ▶ 라벨링은 객체의 형체에 맞추어 점을 찍어가며 윤곽을 확인하는 작업임
  - ▶ 돼지 객체의 라벨링 및 데이터셋의 정보
    - 대상 객체의 외곽 기준 bounding box 처리
    - AI 알고리즘 학습이 가능한 객체의 크기와 비율 설정
    - 각 개체는 폴리곤형태의 라벨링도 가능하게 진행
    - 좌표 데이터 형식은 coco json
    - 데이터 형태는 x, y축으로 구성된 bounding box
    - json 파일 코드는 좌표값과 클래스로 구성
  - ▶ 측면(side view) 이미지의 라벨링
    - 측면의 2D 이미지에 사람이 직접 라벨링을 진행
- 객체 거리 차이에 따른 3D 이미지의 거리 보정
  - ▶ 돼지 개체별 생체정보(영상, 음향정보, 체온등) 측정을 통한
  - ▶ 본 연구에서 사용하는 color depth 센서는 2D와 3D 이미지의 수집이 가능하며, 그 중에서 3D 이미지는 거리 차이를 색상으로 구현이 가능함
    - 3D 이미지는 SOD를 적용하기 위해서 gray 처리를 진행함
    - 3D 이미지가 시각적으로 수정되었어도 거리에 따른 깊이(depth) 정보값은 변경되지 않기에 무게 추정 알고리즘에는 영향을 주지 않음 모니터링 기술에 대한 실증시험용 테스트베드 구축
- AI 기술을 활용한 saliency object detection(SOD) 적용 연구
  - ▶ AI 학습을 통한 목적 객체만을 검출하는 SOD 기술의 적용
    - 3D 이미지와 2D 이미지를 하나의 DB로 구축(dataset)
    - 구축된 돼지의 3D 이미지와 2D 이미지의 AI 데이터셋은 최적의 AI 모델을 학습시키기 위해 단계별로 테스트를 반복함
- 돼지 생체정보 모니터링 기술의 현장 실증
  - ▶ 연암대농식품ICT 융복합 교육농장에서 설비 설치 중
  - ▶ CCTV, 열화상 센서, 3D depth 센서 활용
    - CCTV 42대 설치
    - 열화상 및 3D depth 센서 각각 8대 설치
  - ▶ 설치장소: 종부사, 분만사, 자돈사, 육성사, 비육돈사
  - ▶ 광케이블기반 POE이더넷 허브 1:1 연결
  - ▶ CCTV, 열화상 센서, 3D depth 센서를 통해서 수집된 2D와 3D 이미지는 대용량 스토리지에 보관함
  - ▶ 수집한 데이터 가공
    - 연암대학교의 양돈 ICT 실습장의 돈방((분만사, 육성사, 비육사, 자돈사)별로 녹화된 이미지에서 CCTV, 열화상 및 3D depth 이미지를 수집함
    - 수집된 이미지는 관리는 파이썬을 활용함
  - ▶ 사료 효율성 효과
    - 대조군보다 실험구가 17일 일찍 출하체중에 도달함
    - Gompertz 모형에서 대조군보다 실험구가 최대 상한계(A)는 9.744, 성장비율 모수(N)은 0.0588로 높게 나타남
    - 대조군보다 실험구가 누적사료섭취량이 43.15 Kg이 적게 나타남
    - 결과적으로 대조군보다 실험구가 사료 효율은 6.61%로 높게 나타났으나 사료 요구율은 0.43 적게 나타남
- 영상정보(CCTV) 데이터 기반의 돈방 환경 개선(생산성 향상)
  - ▶ 자돈사의 자돈 이상상태(쫄림 현상) 인지
    - 녹화된 동영상을 읽어들여서 customized YOLO7으로 객체 인식을 진행함
    - 녹화된 동영상의 공간을 5개의 구분하여 자돈을 움직임을 감지함
      - 각 구역의 돼지의 움직임을 시간당 횟수로 파악하여 시각함, 움직임이 많은

	<p>빈도가 높고 움직임이 적으면 빈도가 적음으로 쏠림 현상을 파악함</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 동영상의 플레이 시간을 계산한 후 자돈의 동영상 좌표를 5개의 관심영역으로 구분함</li> <li>• 5개의 기준점으로부터 개별 자돈들의 거리를 파악함</li> </ul> <p>▶ CCTV를 활용한 모돈의 분만전후 이상상태 인지</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 녹화된 동영상을 살펴보고 모돈의 분만전후 상태를 사람이 직접 기록함</li> <li>• 분만은 7:10:08 AM에 시작하여 9:06:44 AM에 완료하여 11마리의 총 분만 시간은 1시간 56분으로 3시간 이내로 나타나 정상으로 판단함</li> </ul> <p>▶ 열화상 센서를 활용한 모돈의 분만전후 이상상태 인지</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 파이썬으로 녹화된 열화상 동영상에서 일정시간 간격으로 열화상 이미지를 추출하여 저장함</li> </ul> <p>▶ 돈방별 사료섭취량(자동급이기), 모돈 분만전후 영상(CCTV)을 통한 현장실증 연구</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 돈방별 사료섭취량, 모돈 분만전후 생체정보(영상, 체온 등)를 통한 현장실증 연구</li> </ul> <p>▶ 돼지 생체정보(호흡기 증상등)과 사료섭취·증체율간의 상관관계 분석</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 소리 분석, 생체정보와 생산성(사료절감, 증체량, 발정재귀율 등) 상관관계 평가</li> </ul> <p>▶ 실증시험을 통한 생리 기능 분석 및 생체정보와의 연관성 검증</p>
<p>연구개발성과 활용계획 및 기대 효과</p>	<p>가) 기술적 측면</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 축우 생체정보 수집 장치의 국산화 및 고도화 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 축우의 이동, 휴식, 승가 등 번식행동을 딥러닝 기술로 파악하여 축우 상태를 파악</li> <li>▶ 국산 기술이기에 현장 의견을 쉽게 받아들일 수 있고 빅데이터를 위한 DB 구축 용이</li> <li>▶ 효율적 발정 감지가 가능하며 이상행동을 조기 발견할 수 있는 알고리즘 제시</li> </ul> </li> <li>○ 축우 사료섭취 데이터를 이용한 축우 관리 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 사료섭취량/시간 등의 자료를 이용하여 축우의 몸 상태 확인</li> <li>▶ 섭취량 데이터 수집/분석/경보 장치 적용</li> <li>▶ 이상 사료 섭취 행동 조기 발견할 수 있는 알고리즘 제시</li> </ul> </li> <li>○ 돼지 생체 정보 측정 기술 고도화 및 현장 검증 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 국내 현실에 적합한 양돈 스마트팜 시스템 제시</li> <li>▶ 모돈사 내 환경정보 및 모돈 모니터링 기술 확립</li> <li>▶ 수집된 생체분석을 통한 모돈의 데이터베이스 구축</li> <li>▶ 쉽게 이용 가능한 스마트팜 시스템 보급으로 업무 효율 개선</li> </ul> </li> </ul> <p>나) 경제적 · 산업적 측면</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 가축 생체정보 수집 장치 및 사료섭취장치의 국산화 및 고도화 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 이상행동을 조기 발견하여 대응할 수 있으므로 가축 관리의 효율성 향상 및 동물복지 향상</li> <li>▶ 가축 관리를 위해 필요한 전문성을 지닌 노동력이 부족한 축산농가의 고민 해결</li> <li>▶ 데이터를 손쉽게 이용할 수 있도록 하여 농가 사양기술의 수준을 향상</li> <li>▶ 외국산 구입 비용 지출을 막을 뿐만 아니라 상대적으로 가격이 낮은 국산 구입을 가능하게 하여 농가(소비자)의 시장 구매력 강화</li> <li>▶ 국내 축산 환경에 적합한 데이터 수집/정리/분석 시스템 보급(농식품부 빅데이터 플랫폼 연계 등)</li> </ul> </li> </ul> <p>다) 기대효과</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 본 과제에서 개발한 기술들의 통합을 통해 ‘사양관리-행동관리’의 연계 가능 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 각 장치의 데이터를 표준화된 방식으로 저장할 수 있으며 수집된 데이터를 통합하여 관리(빅데이터화)할 수 있으므로 데이터 활용성 증대</li> <li>▶ 작업자가 관리하던 기존 방식은 축산농가 작업자의 능력에 따라 관리 효율성의 차이가 존재하였으나 본 기술의 적용 시 축산농가에 따른 시간적·경험적·경제적 효율성의 차이가 줄어들게 됨(예: 공태일 및 재임신 기간 단축)</li> </ul> </li> <li>○ 국내 농가 환경에 적합한 가축의 이상상태 조기 경보 시스템 개발로 ICT 관련 산업체 육성에 기여 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 가축의 이상 상태를 조기에 발견하는 기술을 사용하는 스마트 팜은 노동력 감소를 통하여 축산인의 삶의 질 개선, 효율성 증대로 소득 증가, 이를 통해 축산업 종사자 유입</li> </ul> </li> </ul>

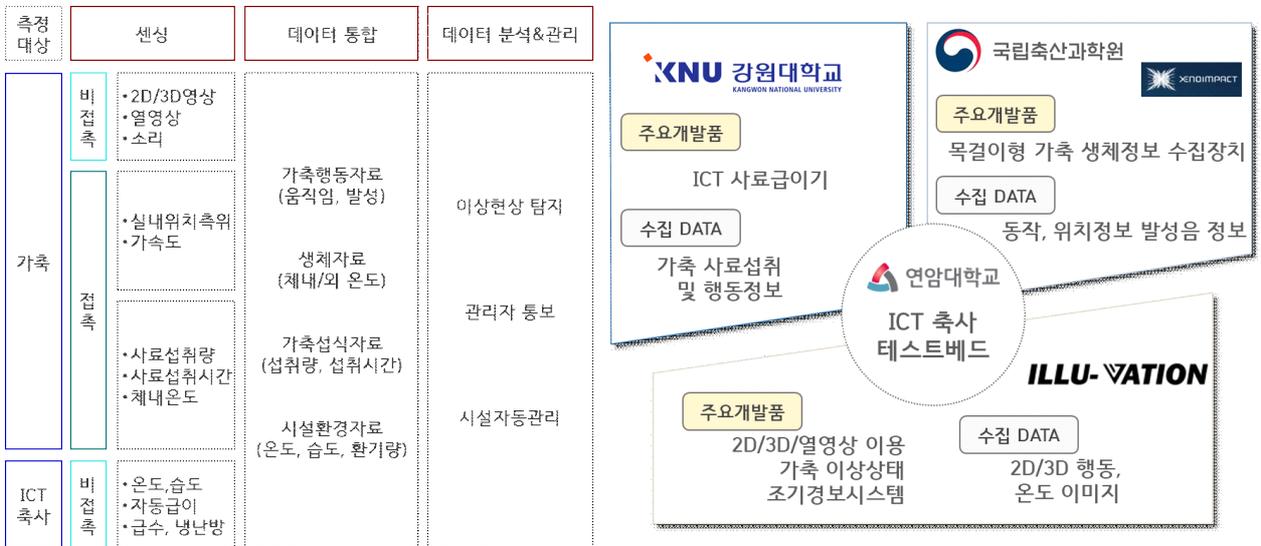
연구개발성과의 비공개여부 및 사유												
연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구 시설 ·장비	기술 요약 정보	소프트 웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
								생명 정보	생물 자원		정보	실물
	3/0	3/2	1			2						
연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황	구입 기관	연구시설 ·장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	ZEUS 등록번호			
국문핵심어 (5개 이내)												
영문핵심어 (5개 이내)												

## < 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요 .....	1
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용 .....	2
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도 .....	112
4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성) .....	121
5. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도 .....	121
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획 .....	122
별첨 자료 (참고 문헌 등) .....	123

# 1. 연구개발과제의 개요

- 각 참여기관은 맡은 과업의 수행 뿐만 아니라 각 참여기관의 전문/우수 분야를 서로 접목하여 유기적으로 과제 수행
  - ▷ 강원대학교/연암대학교(시설환경관리), 축산원(생체정보), 일루베이션(영상)
  - ▷ 각 과업별 포함되어 있는 상기 전문 내용에 대해서는 서로 협조하여 공동으로 진행
- 축우와 돼지의 생체정보 측정은 ‘가축’을 중심으로 하지만, 가축이 지내는 ‘축사’ 환경에 대한 데이터를 수집하여 가축생체정보와 주변환경과의 관계에 대한 데이터 획득
  - ▷ 센싱의 경우 ‘접촉’식과 ‘비접촉’식의 방법을 사용하여 가축에게 최소한의 피해/불편을 주도록 함
  - ▷ 각 센서에서 들어오는 데이터들은 통합관리가 될 수 있도록 공통 포맷의 형태로 저장
  - ▷ 저장된 데이터들은 DB화를 진행하고 DB 분석을 통해 데이터 특성 저장
  - ▷ 정보관리 메인 컴퓨터에서는 데이터 특성과 편차를 보이는 이상값 발생 시 관리자 통보 및 시설 자동 관리가 가능한 시설을 선행 관리
- 본 연구에서 진행하는 과제들의 도출물인 목걸이형 생체정보획득 시스템, 영상기술을 통한 가축 정보 획득 시스템, 사료급이기를 이용한 가축 사료섭취 정보들을 통합·사용하는 플랫폼 개발



## 연구개발과제 최종 목표

- 가축(축우·돼지) 생체정보 측정기술 개발(국산화) 및 고도화
  - ▷ MRV(measurable, reportable, verifiable) 데이터를 기반으로 축산생산체계의 기술혁신과 환경적 지속가능할 수 있는 기술 개발·실용화·보급

## 연구개발과제 단계별 목표

### 1단계 목표

<b>축우 생체정보 수집장치의 국산화 및 고도화 연구</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 목걸이형 생체정보 수집장치와 반추위 삽입형 센서의 연동을 통한 생체정보 수집 및 유용지표 선별 (축산원/계노임팩트)</li> <li>• 목걸이형 기기 데이터, 섭취 장치 데이터, 생산성 데이터 비교 분석 및 검증 (축산원/강원대/계노임팩트)</li> </ul>	<b>축우 사료섭취(저작) 관련 빅데이터 활용을 통한 예측 기술개발</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2D/3D 영상기술을 이용한 섭취행동 모니터링 장치 (강원대/일루베이션)</li> <li>• 기록된 데이터와 축우 성적 상관관계 분석 (강원대/축산원/코마스)</li> </ul>	<b>돼지 생체정보 측정 기술 고도화 연구</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 돼지 개체별 생체정보(영상, 음향정보, 체온 등) 측정을 통한 모니터링 기술에 대한 실증 시험용 테스트베드 구축 (일루베이션/연암대)</li> <li>• 돈방 별 사료섭취량(자동급이기), 모돈 분만 전후 영상(CCTV)을 통한 현장 실증 연구 (일루베이션/연암대)</li> </ul>
--	--	---

### 2단계 목표

<b>축우 생체정보 수집장치의 국산화 및 고도화 연구</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 딥러닝 기술 이용 특이패턴에 따른 가축관리 상황 (발정, 임신, 분만 등) 예측 기술 연구 (축산원/계노임팩트)</li> <li>• 개발 기술의 기술이전 및 사업화 (축산원/계노임팩트)</li> </ul>	<b>축우 사료섭취(저작) 관련 빅데이터 활용을 통한 예측 기술개발</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 일반 농가에 개발 시스템 적용 및 실증 (강원대/일루베이션)</li> <li>• 개발 기술의 기술이전 및 사업화 (강원대/코마스)</li> </ul>	<b>돼지 생체정보 측정 기술 고도화 연구</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 현장실증을 통한 가축의 생체정보 데이터의 수집 및 DB구축 (일루베이션/축산원/강원대)</li> <li>• 개발 기술의 기술이전 및 사업화 (일루베이션)</li> </ul>
---	--	---

## 2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

[1단계 : 2021. 04. ~ 2022. 12.]

### 가) [축우 생체정보 수집 장치의 국산화 및 고도화 연구]

□ 실시간 생체정보(목걸이형, 삽입형 등) 수집 국산 ICT 장비 개발·개선

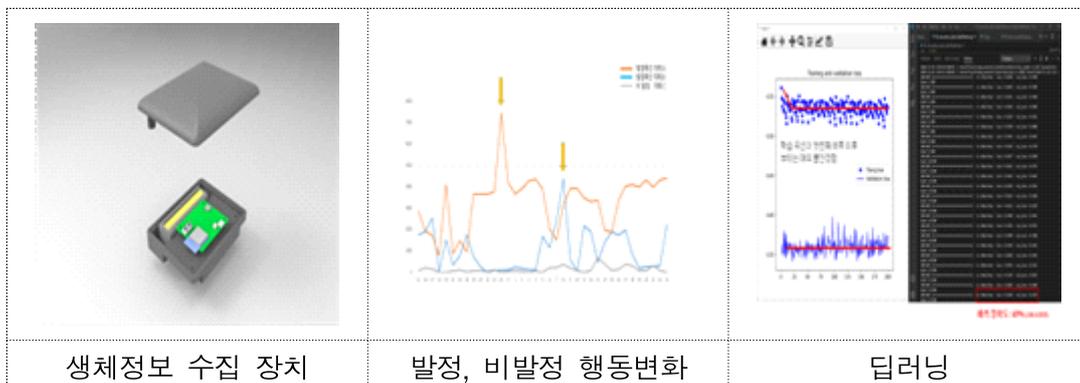
- 목걸이형 생체정보 수집 장치의 동작·위치 센서의 정확성 향상과 DB 구축을 위한 현장실증
  - 생체정보 수집 장치 설치 및 데이터 수집
    - 장소 : 강원대학교 부속목장(10개체), 부안농장(40개체) : (총 2개소, 50개체)



- 생체정보 수집 장치 내구성 향상을 위한 외부케이스 개선
- UWB 통신의 송수신 활성화를 위한 태그 위치 개선

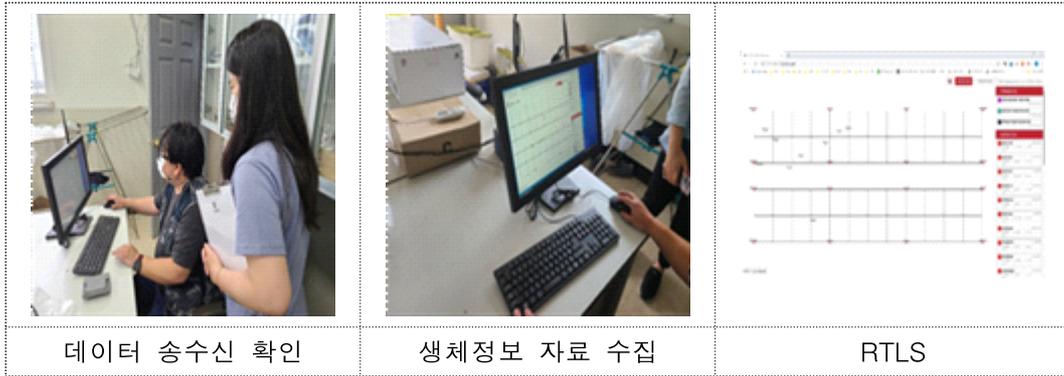
□ 축우의 행동학적 특징(발정, 임신, 분만 등)과 생체정보에 대한 연관성 연구

- 딥러닝 분석을 위한 생체정보 데이터 수집
  - 특정 시기별(발정, 임신, 분만) 개체 확인 및 해당 생체정보 분리, 수집



□ 활동량(보수계) 데이터 기반의 생체정보 수집 장치 문제점 개선 방안 수립

- 동작·위치 센서 이용 가축 개체별 시간당 활동량 산출
  - 생체정보 수집 장치 내장되어 있는 3축 가속도 센서 및 RTLS (Real Time Location System)기능 이용 개체별 활동량 산출
  - 생체정보의 안정적인 보관 및 효율성 증진을 위한 클라우드 서버로 데이터 수집·저장



□ 실시간 생체정보와 생리 기능 분석을 통한 생체정보 결과의 비교 검증

○ 발정기 전, 후에 대한 개체별 호르몬 변화 분석

- 발정유도제 투여 후 5일간 채혈 및 발정 관찰 (총 2회 실시 : `21.6., `21.9.)
- 호르몬 4종(Progesterone, LH, FSH, Estradiol)에 대한 발정 전, 후 비교 분석
- LH 호르몬 변화와 활용량 및 승가 행위 변화와의 연관성 비교

▷ Cusabio Bobine ELISA Kit 이용

▷ \*: 채혈 후 발정유도제 (루텔라이스® 5ml) 투여 표시

▷ 빨간색 하이라이트: 수정한 개체 표시

<FSH>

ID	Day				
	1*	2	3	4	5
144	5.21 ± 0.08	4.70 ± 0.41	4.70 ± 0.18	4.57 ± 0.24	3.76 ± 0.21
185	4.26 ± 0.56	3.95 ± 0.42	4.02 ± 0.34	4.16 ± 0.19	4.54 ± 0.67
186	4.05 ± 0.19	5.04 ± 0.27	5.14 ± 0.26	5.23 ± 0.09	5.31 ± 0.10

ID	Day				
	1*	2	3	4	5
185	4.39 ± 0.38	4.13 ± 0.81	4.43 ± 0.45	4.28 ± 0.57	4.19 ± 0.26
186	4.96 ± 0.15	4.08 ± 0.31	3.68 ± 0.18	3.41 ± 0.29	3.91 ± 0.53

ID	Day					
	1	2*	3	4	5	6
172	4.75 ± 0.61	5.14 ± 0.23	4.21 ± 1.30	3.63 ± 0.85	4.92 ± 0.31	4.47 ± 0.24
174	3.87 ± 0.09	3.79 ± 0.33	3.00 ± 1.12	3.18 ± 0.87	3.93 ± 0.99	4.21 ± 1.06
187	3.73 ± 0.48	3.22 ± 0.49	3.14 ± 0.94	3.75 ± 1.77	3.34 ± 1.57	3.14 ± 0.42
188	3.22 ± 0.25	3.70 ± 0.57	3.58 ± 1.49	3.17 ± 0.57	3.61 ± 0.23	3.85 ± 1.58
B10	4.39 ± 0.35	4.44 ± 0.69	2.87 ± 0.92	3.92 ± 0.14	3.83 ± 0.41	4.15 ± 0.35

<Progesterone>

ID	Day				
	1*	2	3	4	5
144	4.24 ± 0.95	3.88 ± 0.59	3.98 ± 0.25	3.94 ± 0.21	4.02 ± 0.18
185	3.58 ± 0.07	3.45 ± 0.38	3.86 ± 0.01	4.15 ± 0.23	4.04 ± 0.08
186	4.56 ± 0.43	4.81 ± 0.35	5.44 ± 0.01	5.32 ± 0.08	5.18 ± 0.10

ID	Day				
	1*	2	3	4	5
185	3.36 ± 0.41	3.93 ± 0.07	4.15 ± 0.35	1.31 ± 0.09	1.87 ± 1.30
186	4.32 ± 0.20	4.10 ± 0.10	3.93 ± 0.02	1.77 ± 0.65	3.10 ± 0.78

ID	Day					
	1	2*	3	4	5	6
172	4.83 ± 0.23	2.84 ± 0.78	4.35 ± 0.22	1.79 ± 0.30	3.91 ± 0.13	3.43 ± 0.98
174	3.47 ± 0.36	3.96 ± 0.86	3.76 ± 1.30	1.45 ± 0.33	3.89 ± 0.16	4.37 ± 0.05
187	2.54 ± 0.61	2.28 ± 0.57	2.75 ± 1.15	3.14 ± 0.17	1.80 ± 0.27	3.75 ± 0.41
188	3.33 ± 0.45	3.23 ± 0.49	2.75 ± 1.14	2.15 ± 0.53	2.93 ± 1.00	4.53 ± 0.06
B10	4.10 ± 0.07	4.11 ± 0.23	3.74 ± 0.84	2.27 ± 0.17	3.55 ± 0.18	2.42 ± 0.57

<LH>

ID	Day				
	1*	2	3	4	5
144	4.81 ± 0.17	4.96 ± 0.02	4.98 ± 0.02	5.06 ± 0.01	5.04 ± 0.03
185	4.87 ± 0.07	4.88 ± 0.01	4.87 ± 0.09	5.01 ± 0.02	4.93 ± 0.09
186	4.34 ± 0.16	4.54 ± 0.03	4.62 ± 0.08	4.76 ± 0.01	4.63 ± 0.01

ID	Day				
	1*	2	3	4	5
185	5.04 ± 0.05	5.07 ± 0.03	4.85 ± 0.14	4.89 ± 0.19	4.98 ± 0.01
186	5.05 ± 0.02	5.04 ± 0.04	5.04 ± 0.0	5.07 ± 0.01	5.07 ± 0.05

<Estradiol>

ID	Day				
	1*	2	3	4	5
144	4.75 ± 0.00	4.78 ± 0.00	4.77 ± 0.01	4.76 ± 0.00	4.77 ± 0.01
185	4.78 ± 0.01	4.78 ± 0.01	4.78 ± 0.00	4.77 ± 0.00	4.76 ± 0.01
186	4.73 ± 0.02	4.75 ± 0.02	4.76 ± 0.02	4.75 ± 0.00	4.73 ± 0.02

ID	Day				
	1*	2	3	4	5
185	4.77 ± 0.00	4.78 ± 0.00	4.76 ± 0.00	4.76 ± 0.02	4.77 ± 0.00
186	4.77 ± 0.01	4.78 ± 0.00	4.79 ± 0.00	4.78 ± 0.00	4.78 ± 0.01

ID	Day					
	1	2*	3	4	5	6
172	4.49 ± 0.03	4.73 ± 0.01	4.38 ± 0.00	4.49 ± 0.08	4.31 ± 0.18	4.25 ± 0.01
174	4.42 ± 0.15	4.20 ± 0.32	4.07 ± 0.10	4.02 ± 0.06	4.00 ± 0.02	3.74 ± 0.02
187	4.55 ± 0.00	4.38 ± 0.27	4.58 ± 0.06	4.48 ± 0.20	4.46 ± 0.11	4.21 ± 0.08
188	4.98 ± 0.00	4.50 ± 0.10	4.53 ± 0.02	4.38 ± 0.14	4.36 ± 0.04	4.49 ± 0.19
B10	4.77 ± 0.08	4.64 ± 0.25	4.63 ± 0.17	4.35 ± 0.24	4.46 ± 0.11	4.38 ± 0.06

□ 실시간 생체정보(목걸이형, 삽입형 등) 수집 국산 ICT 장비 개발·개선

○ 목걸이형 생체정보 수집 장치의 동작·위치 센서의 정확성 향상과 DB 구축을 위한 현장실증

- 생체정보 수집 장치 설치 및 데이터 수집

장소(총 2개소, 50개체) : 강원대학교 부속목장(10개체), 부안농장(40개체)

- 생체정보 수집 장치 외장 점검 및 교체(상시)

- 생체정보 수집 장치 배터리 용량 및 농가현장 점검

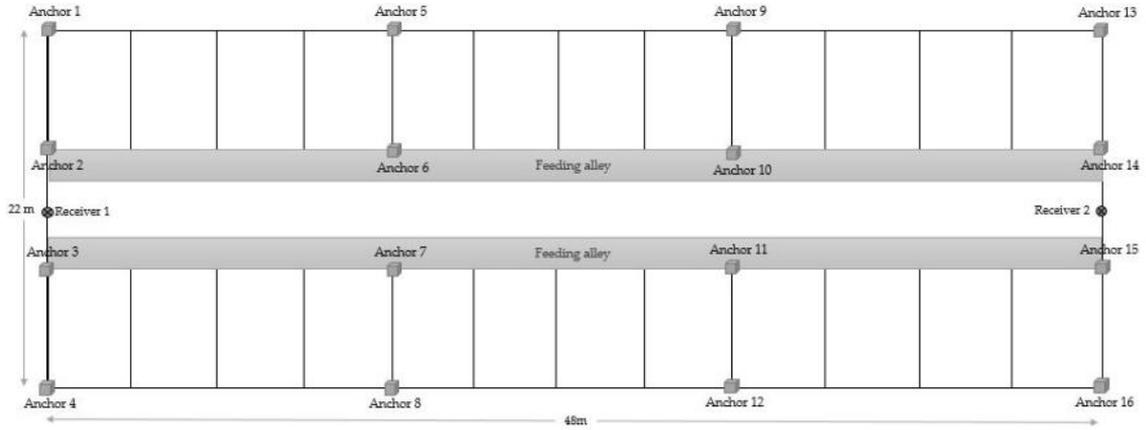


The position of sensors on the farm (a) the bio-telemetry device attached to the neck-collar of the cow, (b) the anchors installed on the pillar.

- 생체정보 수집 장치의 데이터 수신을 위한 Anchor 설치 및 데이터 송수신 상태 점검

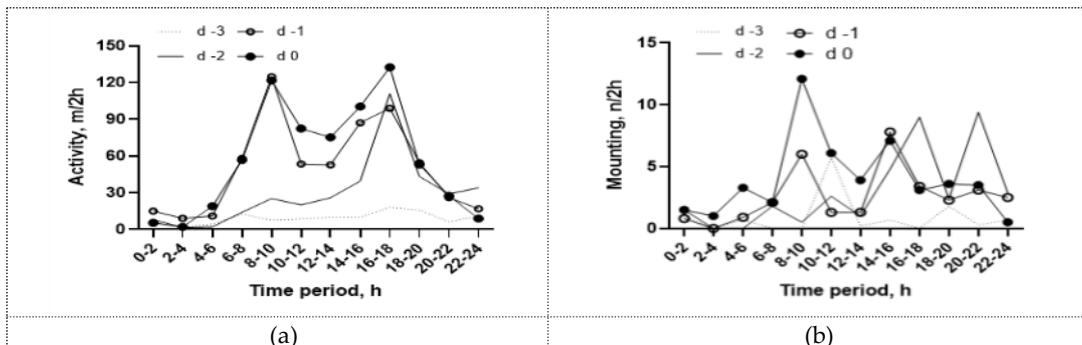
- 데이터 송수신 관련 통신상태 점검 및 DB 현황 점검

1) 권응기, 홍성구, 성환후, 윤상기, 박병기, 조영무, 조원모, 장선식, 신기준, 백봉현. 2005. 배합사료의 자유 및 제한 급여가 거세한우의 성장단계별 증체, 사료섭취량 및 혈중 대사물질에 미치는 영향. 동물자원지 47(5), 745-758.



Data acquisition system in the barn.

- 축우의 행동학적 특징(발정, 임신, 분만 등)과 생체정보에 대한 연관성 연구
  - 딥러닝 분석을 위한 생체정보 데이터 수집
    - 특정 시기별(발정, 임신, 분만) 개체 확인 및 해당 생체정보 분리, 수집
    - 딥러닝 분석 전 단계 데이터 라벨링 작업 실시
- 활동량(보수계) 데이터 기반의 생체정보 수집 및 분석
  - 동작-위치 센서 이용 가속 개체별 시간당 활동량 산출
    - 생체정보 수집 장치 내장되어 있는 3축 가속도 센서 및 RTLS (Real Time Location System)기능 이용 개체별 활동량 산출 및 승가 행위 산출
    - 생체정보의 안정적인 보관 및 효율성 증진을 위한 클라우드 서버로 데이터 수집·저장



Distribution of cows' activity and mounting behavior during a 24-h period (d0: day of estrus).

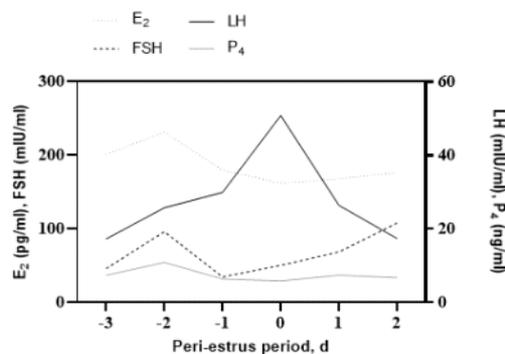
- 발정 3일 전부터 발정 당일까지의 일일 활동량을 분석한 결과, 활동량은 발정 2일 전부터 서서히 증가하며 발정 1일 전부터 급격하게 증가하는 양상을 보였음
- 발정 3일 전부터 발정 당일까지의 일일 승가 행위 빈도를 분석한 결과, 승가 행위는 매우 변동이 심하게 나타났으나 상대적으로 발정 당일 증가하는 형태를 나타냄
- 활동량은 오전과 오후 사료섭취 시간에 맞춰 급격하게 증가하는 경향을 나타냈으며 대부분 낮동안에 많이 관찰되었음
- 승가행위의 경우 낮부터 밤까지 변동이 심하게 나타났으나 00:00부터 06:00까지 새벽 시간에는 상대적으로 낮게 나타났음

Mean values ( $\pm$  S.D.) of activity and mounting behavior during the peri-estrus period.

Parameter*	Day						p-value
	-3	-2	-1	0	1	2	
Activity, m							
24-h periods	114.4 $\pm$ 155.5b	353.8 $\pm$ 173.3ab	608.2 $\pm$ 199.7a	684.9 $\pm$ 264.4a	597.6 $\pm$ 248.4a	536.0 $\pm$ 189.5a	<0.001
6-h periods	28.6 $\pm$ 38.9b	88.5 $\pm$ 46.3ab	152.0 $\pm$ 53.4a	171.2 $\pm$ 70.7a	149.4 $\pm$ 66.4a	134.0 $\pm$ 50.7a	<0.001
2-h periods	9.5 $\pm$ 13.0c	29.5 $\pm$ 15.4bc	50.7 $\pm$ 17.8a	57.1 $\pm$ 23.6a	49.8 $\pm$ 22.1a	44.7 $\pm$ 16.9ab	<0.0001
Mounting, no.							
24-h periods	11.0 $\pm$ 17.7	35.8 $\pm$ 40.7	31.3 $\pm$ 25.6	47.9 $\pm$ 34.2	21.5 $\pm$ 19.5	36.8 $\pm$ 21.7	0.22
6-h periods	2.8 $\pm$ 4.4b	8.9 $\pm$ 10.2ab	7.8 $\pm$ 6.3ab	12.0 $\pm$ 8.6a	5.4 $\pm$ 4.9ab	9.2 $\pm$ 5.4ab	<0.05
2-h periods	0.9 $\pm$ 1.5c	3.0 $\pm$ 3.4ab	2.6 $\pm$ 2.1ab	4.0 $\pm$ 2.9a	1.8 $\pm$ 1.6ab	3.1 $\pm$ 1.8ab	<0.01

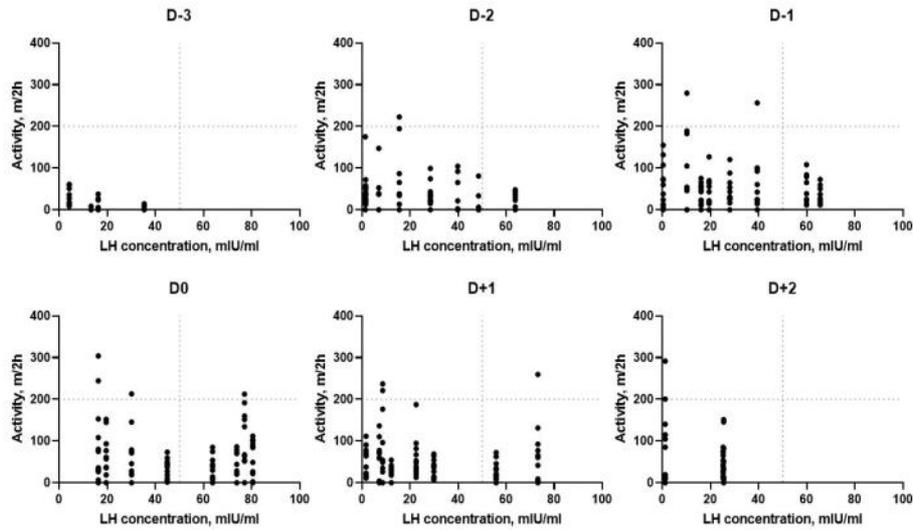
\* The measured data by the bio-telemetry device was calculated in three periods (24-h, 6-h and 2-h periods) to determine which period was most efficient at identifying estrus of Hanwoo COWS.

- 발정 3일 전부터 발정 후 2일까지의 활동량 및 승가 행위 빈도를 24시간, 6시간 및 2시간 간격으로 정리하여 비교한 결과, 2시간 간격으로 데이터를 정리하는 것이 가장 효과적인 것으로 판단됨
- 활동량의 경우 24시간, 6시간 및 2시간 간격으로 데이터 정리한 모든 결과에서 유의적인 차이를 나타냈으나, 승가 행위의 경우 6시간 및 2시간 간격으로 데이터를 정리하였을 때 유의적인 차이를 나타냈음
- 활동량의 경우, 24시간 및 6시간 간격으로 데이터를 정리했을 때 발정 3일 전과 발정 1일 전에서 유의차가 나타났으나, 2시간 간격으로 데이터를 정리했을 때 발정부터 발정 2일과 발정 1일 전에서 유의차가 나타났음
- 이는 2시간 간격으로 활동량 데이터를 정리했을 때 발정 1일 전부터 발정을 확인할 수 있음을 나타내는 결과라 판단됨
- 승가 행위의 경우, 24시간 간격으로 데이터를 정리했을 때는 유의적인 차이가 없었으며 2시간 간격으로 정리했을 때 발정 3일 전과 발정 2일 전에서 유의적인 차이가 나타났음
- 이는 2시간 간격으로 승가 행위 데이터를 정리했을 때 발정 2일 전부터 발정을 확인할 수 있음을 나타내는 결과라 판단됨



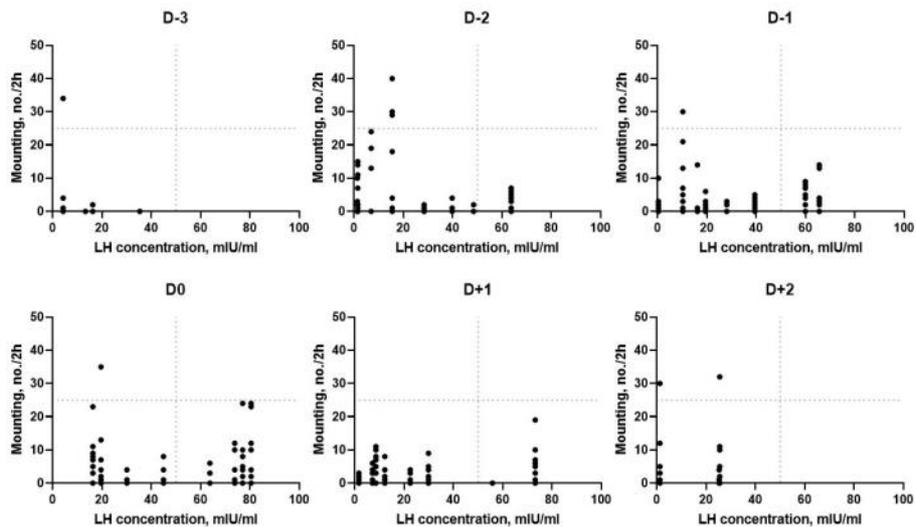
The concentration of endocrine hormones during the peri-estrus period.

- 발정 2일 전 Estradiol이 높았으며 이후 점차 감소하고 LH가 발정 당일 가장 높게 측정되었음
- FSH는 발정 2일 전까지 증가 후 감소하여 발정 당일부터 조금씩 상승하였음
- Progesterone은 발정 2일 전까지 조금 상승 후 크게 변화 없이 매우 낮게 관찰되었음



The relationships between activity and LH concentration.

- LH와 활동량 간의 상관관계를 표기하였을 때, 발정 당일 LH의 농도가 높은 구간과 활동량이 높은 구간이 중첩되는 결과를 확인하였음
- LH의 농도 변화를 관찰하였을 때 발정 당일까지 상승 후에 감소하는 경향을 보임
- 활동량 변화를 관찰하였을 때 발정 2일 전부터 서서히 증가하여 발정 후 1일까지 높게 나타남



The relationships between mounting behavior and LH concentration.

- LH와 승가 행위 간의 상관관계를 표기하였을 때, 발정 당일 LH의 농도가 높은 구간과 승가 행위가 높은 구간이 중첩되는 결과를 확인하였음
- LH의 농도 변화를 관찰하였을 때 발정 당일까지 상승 후에 감소하는 경향을 보임
- 승가 행위 변화를 관찰하였을 때 발정 2일 전부터 급격하게 증가하여 발정 후 2일까지 나타남

나) [축우 사료섭취 관련 빅데이터 활용을 통한 예측 기술 개발]

□ 축우 사료 섭취 장치 개발

- 국내외 축우 사료 섭취 장치에 대한 문헌/전문가 조사
  - 농후사료, TMR, 조사료 관련 섭취 장치 및 기술조사
  - 국내 공급 급이장치 조사

해외 사료급이기 조사 자료

No	Company	Dimension (length x width x height)	Specification
1	GEA	N/A	Precise, tailored group feeding Include software to set the feed ration for each performance group All information is updated to smartphone
2	GEA	260.5 x 94 x 201 cm	Daily ration is automatically calculated in relation to milk yield, lactation status, and body condition score Individual feeder Identification is carried out by a Responder (in animal's neck) or Rescounter (on a foot or neck) Available in singlet box, double box, or wall box Volume dosing device system functions regardless of type of mixtures (hand/small portion, pellets or meal-based, etc) Can handle up to 4 different types of feed
3	Dairymaster	N/A	Individual feeder Predetermined amount of feed based on individual performance, needs, and requirements Eartag sensor
4	Foster Technik	126 x 57 x 52 cm	Individual feeder Use transponder as animal identification Capacity: 35 to 50 kg Heat output: 5.0 kW (400V) Feed preparation: up to 2.5L/min Feeding station: up to 4 Number of calves 20 to 30 per feeding station, up to 120 calves at a time
5	Foster Technik	126 x 57 x 52 cm	Individual feeder Use transponder as animal identification Capacity: approx 35 kg Heat output: 5.0 kW (400V) Feed preparation: up to 1.5L/min Feeding station: up to 2 Number of calves 20 to 30 per feeding station, up to 50 calves at a time
6	Vansun	N/A	Individual feeder Non TMR feeding Based on automatic inputs (milk production, body weight, energy balance)

7	JFC Agri	N/A	Individual calf feeder Monitors up to 70 calves Touch screen display Dual hoppers and mixing bowls 7 feeding curves offer diverse nutritional programs Daily feed performance reports
8	JFC Agri	N/A	Individual calf feeder Monitors up to 140 calves Innovative touch screen display Dual hoppers and mixing bowls Supplies 2 types of CMR via dual hopper system 7 feeding curves offer diverse nutritional programs Daily feed performance reports
9	C-Lock Inc	N/A	Bin Capacity – 145 cubic feet which is about 115 bushel (varies on feed type) Used for any size and age of cattle or sheep. Specified animals in a herd could be allowed to use the Super SmartFeed Animal's intake can be controlled on a daily basis Settings can be controlled through an online interface Bin Divider: Feed up to 4 different supplements Solar Power: Each unit is equipped with solar panels and batteries and controller
10	HANEN	9x4x8 feet	Solar Powered Operation Lower Waste of Feed 75 Bushel Hopper Capacity
11	LELY	246 x 162 x 278 cm	Always fresh feed at the feed fence Insight Into Profits More Frequent Feeding
12	TRIO LIET	3.26 x 1.35 m (length x width)	Using a Suspended Rail System Can be used to scatter straw in the bedding area Capable of discharging on both left and right
13	SCHAUER	41 cm (Height)	Increase in milk yield Increase in feed intake 24h a day access to fresh food
14	SOLAR FEEDER	NA	1,000 lb. feed capacity Four 6-foot troughs feed up to 15 cows Wider top feed access door
15	ams Galaxy USA	146 x 112 cm ( Height x Length)	Individual feeding Intensive feeding Labour saving

○ 사료 섭취 장치 개발

- 기존 목장 시설(stanchion 등)에 설치 가능한 농후사료 급이장치
  - 생체중 계측부와 사료 급이부 분리 가능하도록 제작

## 축우 사료 급이 장치

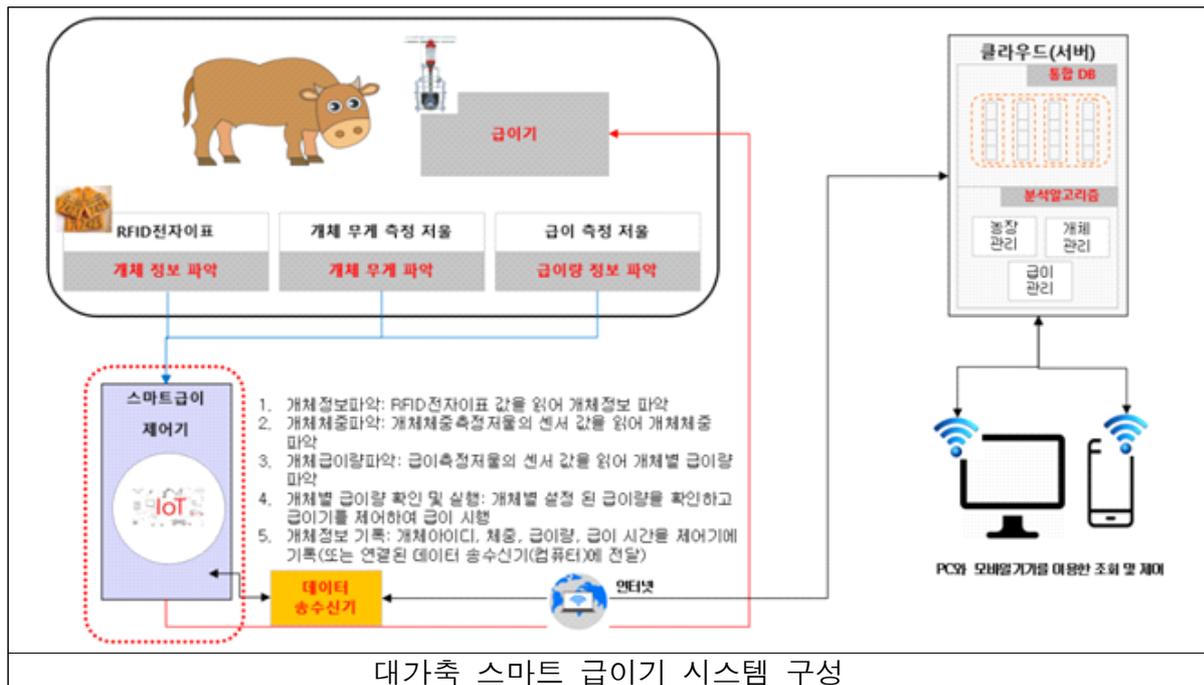


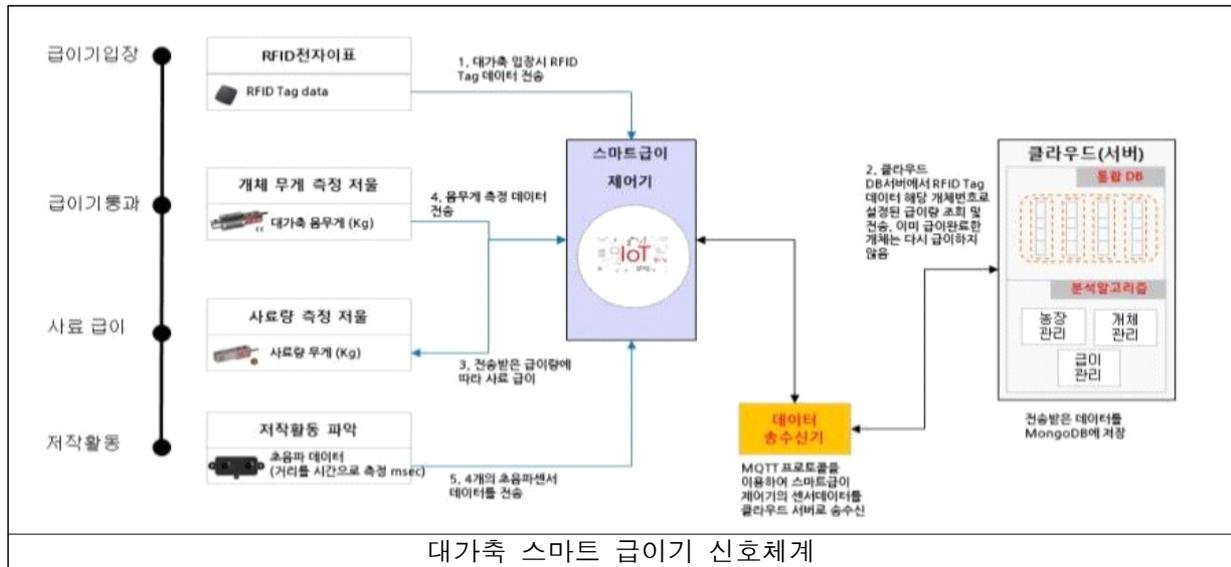
### - 기본 구성

- 하드웨어 : 축우 입(入)·퇴(退) 기록 센서, 체중계, 제공 사료량 계측기, 개체인식기, 사료보관 실린더 및 개폐기, 급이시작/종료 신호기, 컨트롤러, 데이터 전달 체계
- 운용·DB 프로그램 : 공동과제에서 개발하는 목걸이의 신호 데이터와 통합 저장

### ○ 데이터 수집 장치(컨트롤러) 및 통합 프로그램 개발

- 축산시설제어시스템(컨트롤러) 개발 : 다이어그램(자동절차)을 정리
- 통합프로그램 : 각 부품의 신호체계를 통합하여 프로그램을 개발





- 소의 사료 섭취 시 움직임 측정을 위한 사료급이기 개선
  - 저작 활동 측정을 위해 초음파 거리 측정 센서를 이용하여 소의 사료 섭취 시 움직임 측정
  - X축, Y축, Z축에서 측정한 거리 변화를 이용하여 움직임 기록
- 수집 데이터들의 통합 DB화
  - 공동과제에서 사용하는 목걸이에서 나오는 자료들과 사료급이 데이터와의 연결을 위해 사료급이기에 사용하는 센서를 디지털 데이터로 받을 수 있도록 일부 변경
    - 센서 데이터 전송을 위한 시리얼 통신 기능이 가능한 장비 채택
      - 사료급이장치 시제품 제작시 사용한 센서들 중 통신 기능이 없는 로드셀 인디케이터를 사용함으로 인해 개체 무게와 사료량 표시는 가능하였으나 데이터 전송이 불가능하여 시리얼통신 RS485를 지원하는 인디케이터 변경으로 공동과제에서 사용하는 목걸이에서 나오는 자료들과 사료급이 데이터를 통합 DB화
      - 과제 내 데이터 통합 저장/분석을 가능하도록 함(발정 감지, pen 내 움직임, 사료급이 데이터 통합)

주요 센서 및 그 기능	
주요 센서	기 능
 RFID 전자이표	<ul style="list-style-type: none"> <li>- RFID Tag Data : 대가축개체를 식별하기 위해 이표에 정의된 개체번호 사용</li> <li>- RBC-A04 모델 사용. RS485 통신으로 스마트급이 제어기로 전달</li> </ul>
 개체무게 측정 저울	<ul style="list-style-type: none"> <li>- LoadCell Data : 대가축 개체의 무게를 측정</li> <li>- BS-205 인디케이터를 이용하여 RS485 통신으로 스마트급이 제어기로 전달</li> </ul>
 초음파 거리 측정기	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 초음파 센서 데이터: 급이기 투입구에 정면, 좌, 우, 위 부분에 설치되어 대가축의 급이시 얼굴의 위치 및 움직임을 측정. 영상 분석기 보완용 기기. 영상 대비 경제적이며 유지보수 용이</li> <li>- A02YYUW 모델을 이용하여 급이시 오염을 방지하기 위해 방수기능이 있는 제품을 선정하였고, 측정 단위는 시간 단위인 밀리세컨드로 측정</li> </ul>

 <p>사료량 측정 저울</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- LoadCell Data : RFID로 인식한 개체번호를 이용하여 미리 설정된 각 개체의 사료량을클라우드서버에서전달받아 스마트급이 제어기에서 사료량을급이시에 사용</li> <li>- BS-205 인디케이터를 이용하여 RS485 통신으로 스마트 급이 제어기로 전달</li> </ul>
 <p>스마트 급이 제어기</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 스마트급이제어기데이터: 각각의 센서 데이터를 수집하여 데이터 송수신기로 전달하고, 개체 인식시에 급이량을 조절</li> <li>- 와이파이를 이용하여 데이터 송수신기로 전달</li> </ul>
 <p>데이터 송수신기</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 라즈베리파이를 이용하여 스마트 급이 제어기에서 전달받은 데이터를 로컬 디비인 mysql에 임시 저장하고, 클라우드 서버로 Mqtt를 이용하여 데이터 전송. RFID 리더에서 개체번호 인식시클라우드 서버에서 미리 설정된 사료량을 조회하여 스마트 급이 제어기로 전달</li> </ul>
 <p>클라우드 서버</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 클라우드 서버: 데이터 송수신기로 부터 데이터를 전달받기위해 Mqtt를 사용하며, Mqtt로 전달받으데이터를 MongoDB를 사용하여 저장. 스마트폰 앱이나 데이터 조회 프로그램이 원격에서 제어하기 위해 사용</li> </ul>

○ 가축의 생리현상 중 생산성에 영향을 주는 스트레스 분석 방법 비교

- 고체 바이오매트릭스는 다른 바이오매트릭스보다 샘플링 빈도가 낮기 때문에 시간과 비용 효율성이 더 높고 사용 편의성이 더 높으며 오류가 더 적음
- 다양한 스트레스 분석법이 존재하고 각 방법들은 각각의 장단점이 있음
- 스트레스 분석을 위한 축종별 스트레스 호르몬 샘플링 방법

Use of cortisol as a biomarker in previous studies of stress in animals.

Stress type	Species	Biomatrices
Acute	Cow	Blood, saliva, urine, milk, feces
	Sheep	Blood, saliva, urine, feces
	Pig	Blood, saliva, urine, feces
	Fish	Blood, respiratory vapor
Chronic	Cow	Hair, hooves and claws
	Sheep	Wool
	Pig	Hair
	Fish	Scales, fins

- 스트레스 분석을 위한 축종별 스트레스 호르몬 샘플링 방법과 그에 따른 차이점 및 주의점

Properties of fluid biomatrices with regard to measurement of cortisol and corticosterone.

Properties	Fluid biomatrix			
	Blood	Saliva	Urine	Milk
Invasiveness of sampling	High, painful	Low, painless	Low, painless	Low], painless
Risk of contamination from external sources	Low	High	High	Low
Training required for sampling	Yes	No	No	No
Possibility of repeated sampling	Yes	Yes	Yes	Yes
Ethical and legal licenses required	Yes	Yes	Yes	No
Biosecurity concerns	Yes	Yes	Yes	Yes
Results depend on time of sampling	Yes	Yes	Yes	Yes
Results depend on sampling location	Yes	No	No	No
Steroid medications may confound results	Yes	Yes	Yes	Yes
Sampling requires live animals	Yes	Yes	Yes	Yes
Sample preparation is laborious and time consuming	Yes	Yes	Yes	Yes
Storage conditions	Refrigerator, freezer	Refrigerator, freezer	Refrigerator, freezer	Refrigerator, freezer
Time range represented by biomarker measurement	Single point, hour	Single point, hour	12–24 h	8–12 h
Biomarker forms represented	Bound, unbound	Unbound	Unbound	Bound, unbound
Sampling procedure may confound results	Possibly	Possibly	No	No
Stress type	Acute	Acute	Acute	Acute
Analytical cost	Relatively expensive	Relatively expensive	Relatively expensive	Relatively expensive

- 분뇨와 귀지 특성 비교

Properties of semi-solid biomatrices with regard to measurement of cortisol and corticosterone.			
Properties	Semi-solid biomatrix		
	Feces	Earwax	
Invasiveness of sampling	Low	Low	
Risk of contamination from external sources	Yes	No	
Training required for sampling	No	Yes	
Sampling procedure may confound results	No	No	
Possibility of repeated sampling	Yes	No	
Ethical and legal licenses required	No	Yes	
Biosecurity concerns	Yes	Yes	
Results depend on time of sampling	Yes	No	
Results depend on sampling location	No	No	
Steroid medications may confound results	Yes	No	
Sampling requires live animals	Yes	Yes	
Sample preparation is laborious and time consuming	No	Yes	
Storage conditions	Refrigerator, freezer	Refrigerator, freezer	
Time range represented by biomarker measurement	2-4 days	Week/month	
Biomarker forms represented	Unbound	Unbound	
Stress type	Acute	Chronic	
Analytical cost	Relatively inexpensive	Relatively inexpensive	

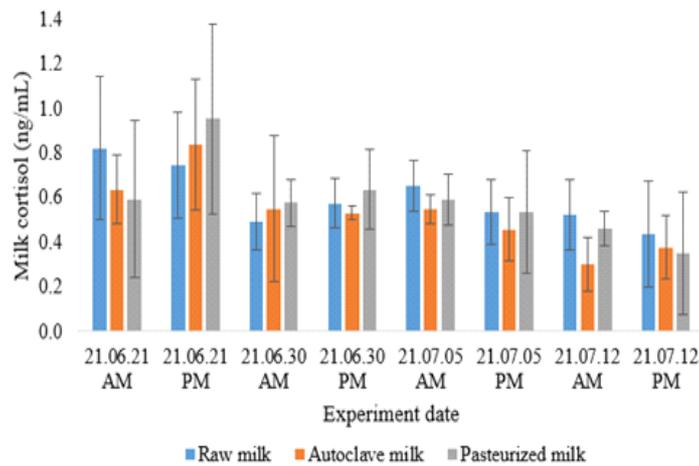
- 털, 깃털, 발톱, 비늘 비교

Properties of solid biomatrices with regard to measurement of cortisol and corticosterone.				
Properties	Solid biomatrix			
	Hair	Feathers	Nails/claws/hooves	Scales
Invasiveness of sampling	Low	Low	Low	Low
Risk of contamination from external sources	Yes	Yes	No	No
Training required for sampling procedure	No	No	No	No
Sampling procedure may confound results	No	No	No	No
Possibility of repeated sampling	Yes	Yes	Yes	No
Ethical and legal licenses required	Yes	Yes	No	Yes
Biosecurity concerns	Low	Low	Low	Low
Results depend on time of sampling	No	No	No	No
Results depend on sampling location	Yes	Yes	No	No
Steroid medications may confound results	No	No	No	No
Sampling requires live animals	No	No	No	No

Sample preparation is laborious and time consuming	Yes	Yes	Yes	Yes
Storage conditions	Room temperature	Room temperature	Room temperature	Refrigerator, freezer
Time range represented by biomarker measurement	Week, month, year	Week, month, year	Week, month, year	Week, Month, year
Biomarker forms represented	Unbound	Unbound	Unbound	Unbound
Stress type	Chronic	Chronic	Chronic	Chronic
Analytical cost	Relatively inexpensive	Relatively inexpensive	Relatively inexpensive	Relatively expensive

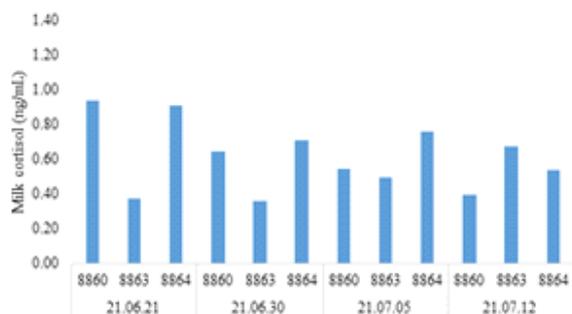
○ 사료 섭취와 행동 특성에 대한 상관관계 규명 기초연구

- 스트레스 호르몬 코티졸(cortisol)을 이용하여 스트레스 수준, 사료섭취, 행동 특성과의 상관관계 조사
  - 시유, 열처리 사이의 코티졸 농도 변화 : 통계 분석 결과 유의성이 없음

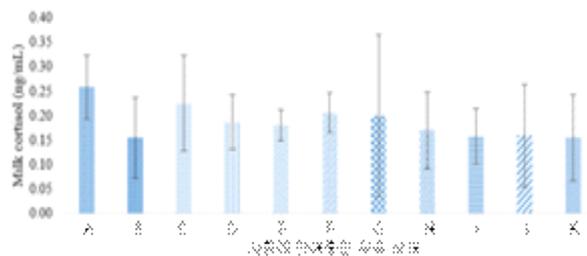


오전(AM), 오후(PM)에 샘플링한 시유와 그 열처리(살균, 멸균) 결과의 코티졸 차이

- 따라서 시장에서 판매되는 원유(목장 시유들의 혼합체)의 코티졸 농도를 평균값으로 가정할 때, 개별 농장 값과 비교 가능하며 개체들의 차이도 분석 가능

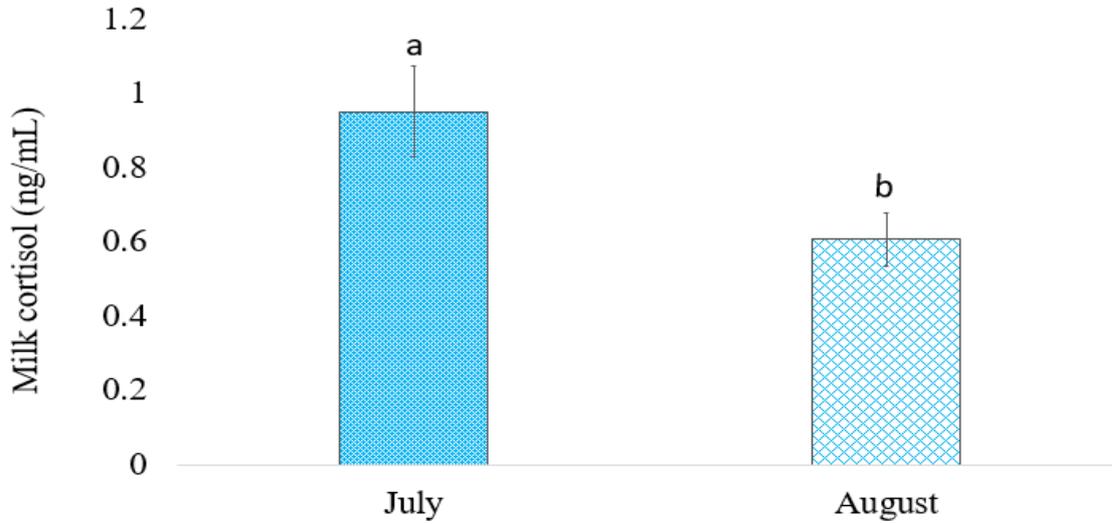


강원대 목장 사육 젖소 개체별 우유 내 코티졸 농도



시중에 판매중인 우유들의 코티졸 농도 분석

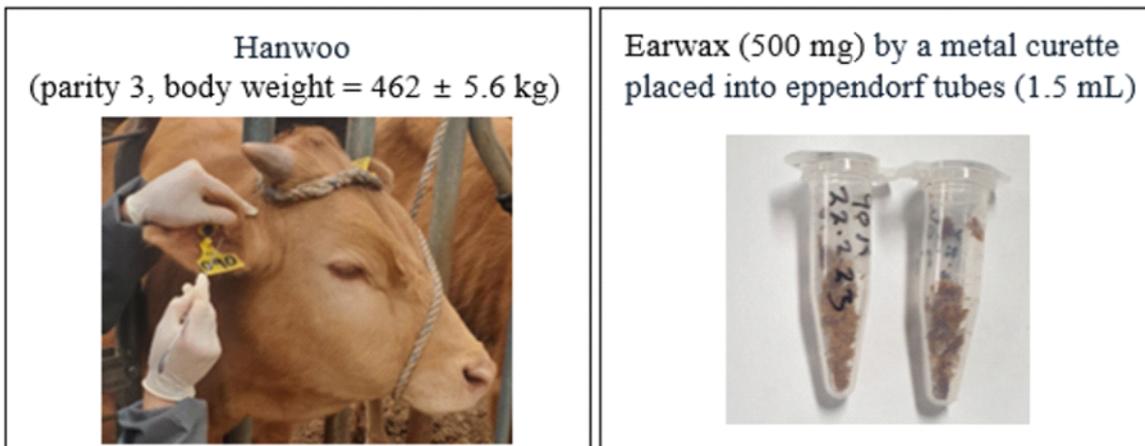
- 젖소 우유에서의 스트레스 호르몬 분석 진행



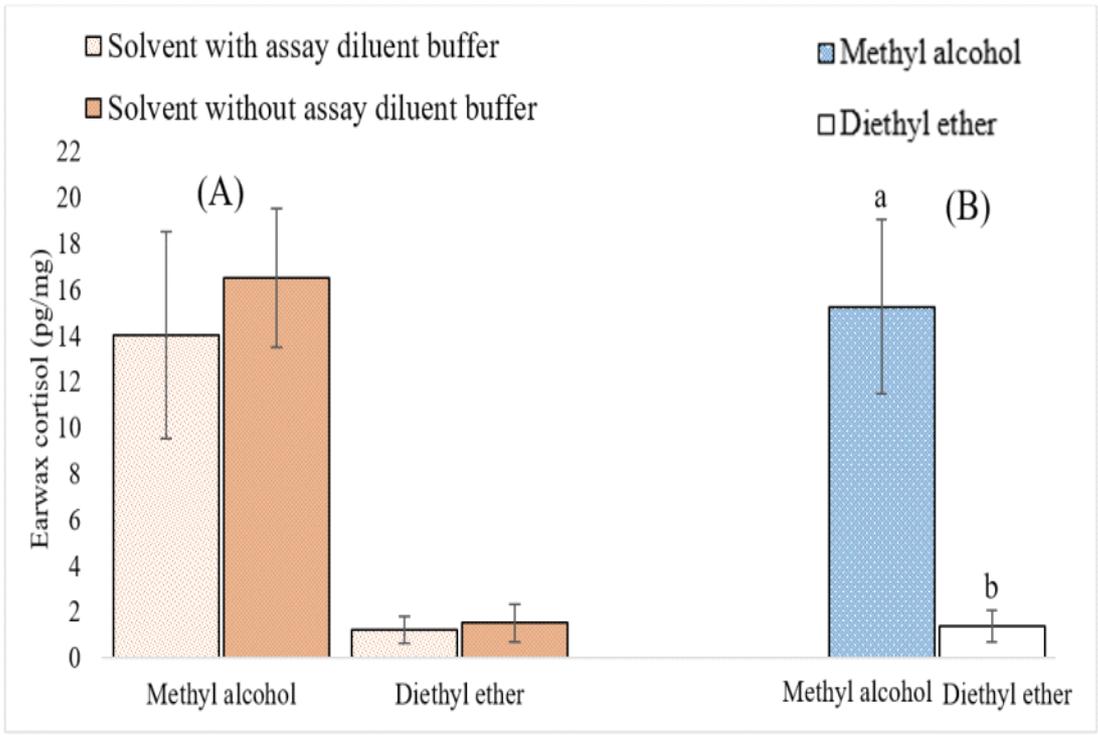
시판 우유 내의 7월과 8월 여름철 평균 스트레스 호르몬의 비교



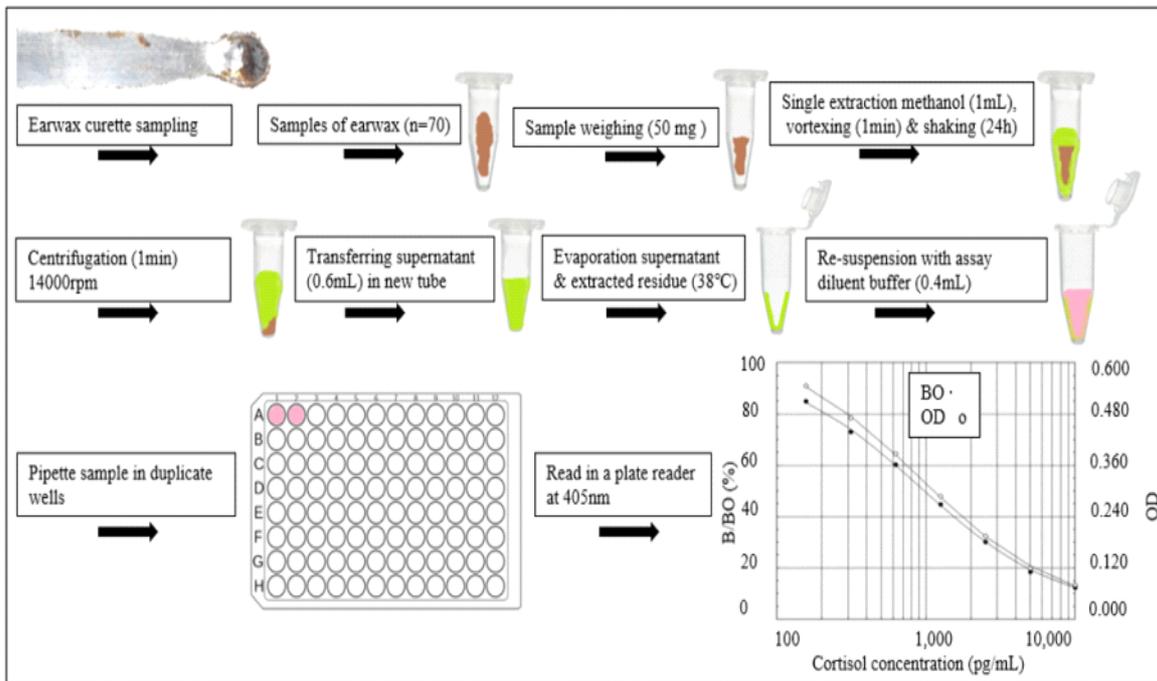
한우 털 스트레스 분석을 위한 샘플링 사진



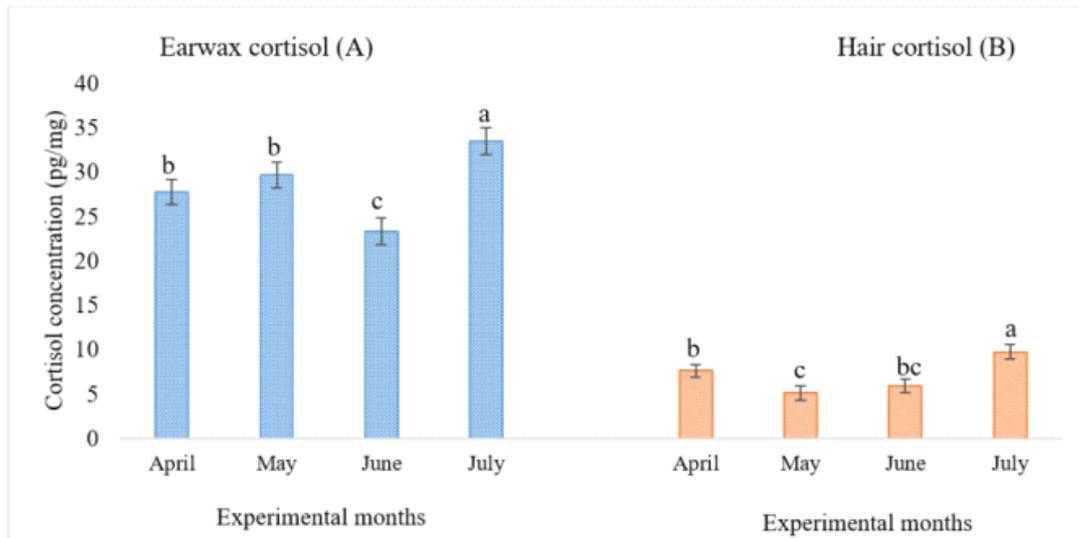
한우 귀지 샘플링 사진



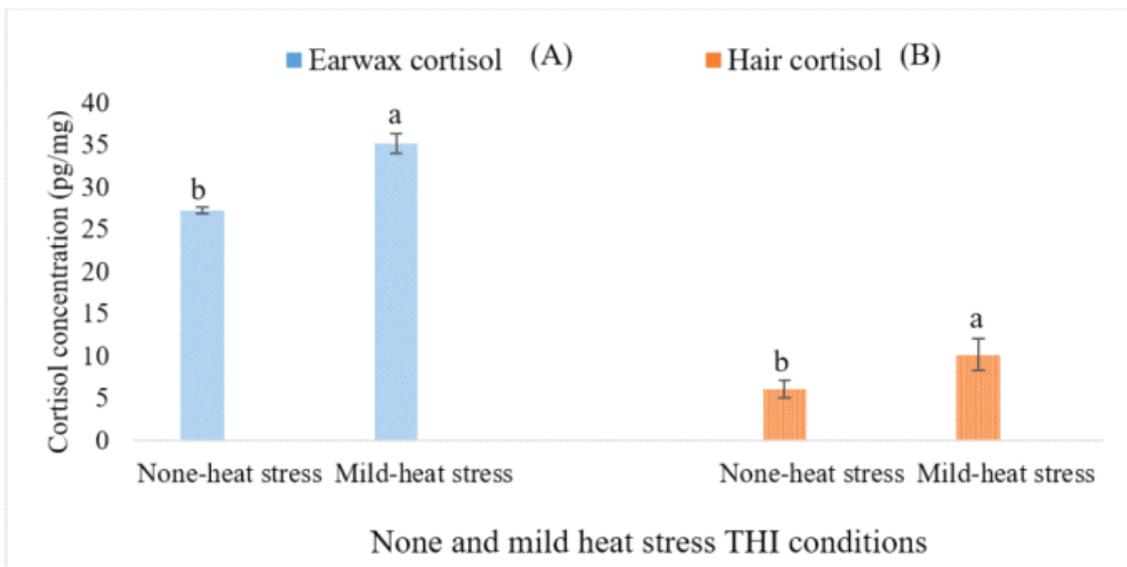
메틸 알코올과 디에틸에테르 용매 중 스트레스 호르몬 추출 농도 비교 실험



귀지 샘플 분석 방법 순서 모식도



4월부터 7월까지 4개월 간 귀지와 털에서의 스트레스 호르몬 비교 분석



온습도지수(THI)에 따른 귀지와 털에서의 스트레스 호르몬 비교 분석

### 1. Holder pasteurization (low temperature long time (LTLT))

The milk sample in conical tubes (50 mL), move in a water bath (seal the caps by parafilm) by warming the milk to 62.5~ 65°C, holding for 30 minutes and then cooling in 4°C.

### 2. Autoclaving process

The milk sample transfer into 50 mL capped glass centrifuge tubes and sterilize at 121°C for 5 min



1. Milk sampling

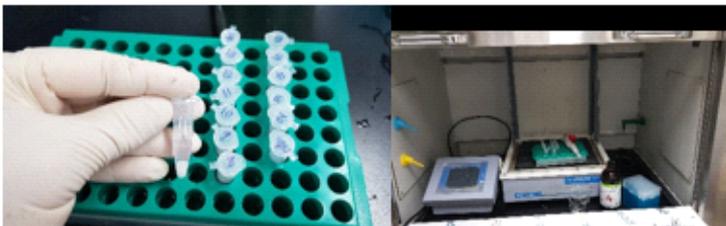


2. Preparation skim milk



3. Milk 0.1mL transferred into microtube

### 4. Adding ether and remove the supernatant and the drying



### 5. Using EIA kit to determine milk cortisol

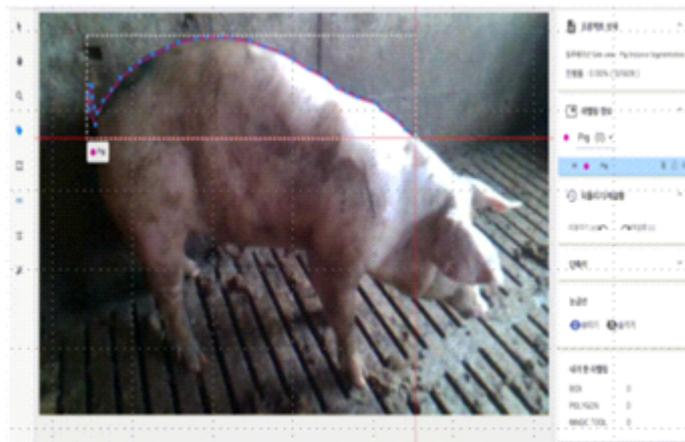


우유 내 코티졸 분석 과정

## 다) [돼지 생체정보 측정 기술 고도화 연구]

### □ AI 기술을 활용한 돼지 객체 인식 연구

- 돼지 객체 인식 및 추적을 위한 AI 학습용 annotation 연구
- Annotation(주석)은 돼지의 무게 및 크기 추정을 위한 instance segmentation 라벨링임
- 라벨링은 객체의 형체에 맞추어 점을 찍어가며 윤곽을 확인하는 작업임
- 돼지 객체의 라벨링 및 데이터셋의 정보
  - 대상 객체의 외곽 기준 bounding box 처리
  - AI 알고리즘 학습이 가능한 객체의 크기와 비율 설정
  - 각 개체는 폴리곤형태의 라벨링도 가능하게 진행
  - 좌표 데이터 형식은 coco json
  - 데이터 형태는 x, y축으로 구성된 bounding box
  - json 파일 코드는 좌표값과 클래스로 구성
- 측면(side view) 이미지의 라벨링
  - 측면의 2D 이미지에 사람이 직접 라벨링을 진행
  - 측면은 897마리를 라벨링함
  - 라벨링 및 데이터셋 구축
    - 2D 이미지에서 인식된 객체 검출(detection)
      - classification : 2D 이미지 속의 객체(object)인 돼지를 구분함
      - localization : 2D 이미지 속의 객체(object)의 위치 정보를 출력하는 것으로 주로 bounding box를 많이 사용함
      - 2D 이미지 속의 객체(object)의 검출은 classification과 localization을 동시에 수행함
    - 2D 이미지에서 인식된 객체의 분할(segmentation)
      - 2D 이미지 속의 객체(object)의 영역을 표시하고 이들 영역을 나눔
    - 2D 이미지에서 체척별 X축과 Y축 위치 파악
      - 2D 이미지 속 객체(object)가 체척별 keypoint를 기준으로 영역 구분함
    - 2D 이미지와 체척 실측치를 하나의 DB로 구축(dataset)
      - 2D 이미지의 체척 정보들은 라벨링한 후에 하나의 데이터셋을 구축함
    - 구축된 돼지의 2D 이미지의 AI 데이터셋은 최적의 AI 모델을 학습시키기 위해 단계별로 테스트를 반복함



측면(side view) 이미지의 라벨링



측면(side view) 이미지의 체척 라벨링 및 위치정보 AI 데이터셋

- 라벨링 결과

- 대부분 라벨링이 잘 되지만 아래의 2가지의 경우에 라벨링이 되지 않음
- 라벨링이 잘되지 않는 경우
  - 객체의 일부가 라벨링이 포함되지 않는 경우
  - 객체의 형태보다 크게 라벨링이 되는 경우
  - 객체의 일부가 라벨링에 포함되지 않거나 배, 등, 엉덩이의 곡선이 세밀하게 반영되지 않는 경우
- 라벨링이 불가능한 경우
  - 객체의 일부가 잘린 경우
  - 음영에 의해 이미지의 윤곽이 불분명한 경우



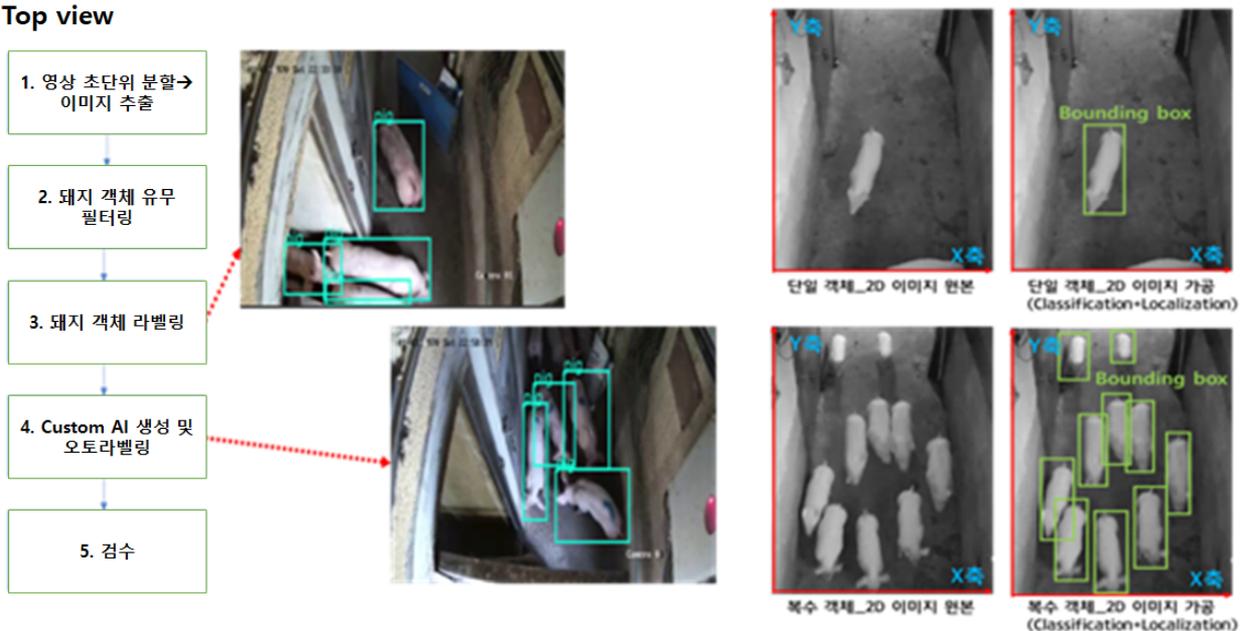
측면(side view) 이미지의 라벨링 산출물의 종류

○ Top view(상면)의 라벨링

- CCTV 영상을 초 단위 분할한 후에 이미지 추출
- 돼지 객체 유무 필터링 후 AI 생성 및 라벨링 진행
  - Annotation의 목적이 객체의 검출이므로 Bounding box로 진행

- 대상 객체의 외곽 기준 Box처리 (사람이 대상체를 인식하는 기준)
- 객체 외곽 기준 BOX가 안쪽으로 들어가게 Box를 그리면 안됨
- Top view는 1,000마리를 라벨링함
- 라벨링 및 데이터셋 구축
  - 데이터 명세(데이터 포맷 정의)
    - 획득 단계의 원시데이터는 CCTV 영상 데이터이나 이를 이미지로 분할하여 jpg나 png 포맷으로 구축
    - 라벨링 데이터는 json 포맷으로 제공
  - 라벨링 방법(데이터 라벨링 방법 및 절차)
    - 추출된 2D 이미지를 정제하여 도출된 원천 데이터를 라벨링하여 학습 데이터를 생성함
  - 라벨링 작업 방식
    - 라벨링할 정보의 특성에 따라 자동, 반자동, 수동 방식 결정
      - ☞ 원천 데이터로부터 추출하는 방식이 정형화되어있고 자동화할 수 있는 사항인 경우 자동 방법 고려
      - ☞ 기계가 판단하기 어려운 사항은 반자동 또는 수동 방식 적절
      - ☞ 반자동 방식은 자동으로 라벨링한 이후 사람이 다시 확인하여 수정하는 방식으로 진행
  - 데이터 라벨링 단계 절차
    - 데이터 획득 → 정제 → 라벨링 → 저장 → 적용의 전주기 프로세스에서 라벨링 단계를 학습에 맞는 라벨링 작업 및 어노테이션을 설정함
    - 학습 데이터는 예측을 수행할 데이터와 최대한 유사해야 하며, 공간상 유사 배경임을 고려하고 흐릿한 저해상도 이미지가 포함된다면 학습 데이터 또한 흐릿한 저해상도 이미지로 구성함
    - 수집된 데이터에서 약 1,000장 정도의 이미지를 가공하여 활용 모델링에 접목시킨 후 모델과 적합성을 확인함
  - 2D 이미지 데이터 라벨링 작업
    - 이미지에 지원되는 파일 유형 사용은 JPEG(또는 PNG)
    - 학습 데이터는 예측을 수행할 데이터와 최대한 유사해야 하며, 흐릿한 저해상도 이미지가 포함된다면 학습 데이터 또한 흐릿한 저해상도 이미지로 구성함

### Top view

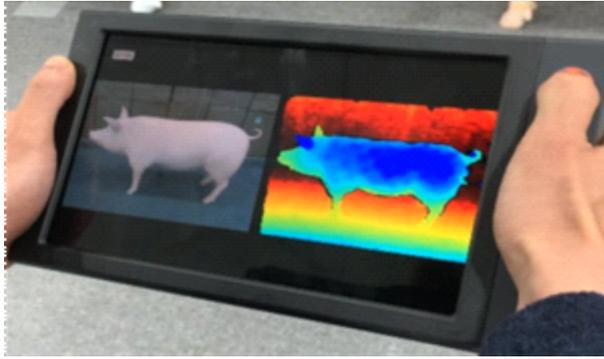


Top view 라벨링 과정 및 산출물

□ 객체 거리 차이에 따른 3D 이미지의 거리 보정

○ SOD는 이미지 내에서 중요하다고 생각되는 물체를 검출하는 task로, Background(그 이외

- 이미지에서 중요한 foreground(돼지)를 분할하는 기술임
- 결과물은 검정색과 하얀색의 이진화된 영상을 생성함
  - 이미지의 표현을 보다 의미 있고 쉽게 분석할 수 있도록 단순화하여 객체 인식(object recognition), 장면 분류(scene classification), 시각적 추적(visual tracking), 행동 탐지(action recognition) 등의 분야에서 유용하게 사용
  - 현재에는 2D(RGB)에 깊이(depth) 정보까지 포함하여 3D 이미지(RGB\_D)의 탐지도 가능하기에 본 연구에서는 이 기술을 적용하였음
  - 이미지 속 각 pixel들에 salient object가 속할 확률을 intensity 값으로 표현한 saliency map을 예측하며, SOD는 일반적인 Object Detection이나 Segmentation task와는 차이가 있음
- 본 연구에서 사용하는 color depth 센서는 2D와 3D 이미지의 수집이 가능하며, 그 중에서 3D 이미지는 거리 차이를 색상으로 구현이 가능함
- 3D 이미지는 SOD를 적용하기 위해서 gray 처리를 진행함
  - 3D 이미지가 시각적으로 수정되었어도 거리에 따른 깊이(depth) 정보값은 변경되지 않기에 무게 추정 알고리즘에는 영향을 주지 않음



(2D와 3D 이미지는 비교)

```
import cv2
import os

DATA_PATH = 'D:\\Projects\\data\\RS_202107_01\\100'
FILE_NAME = '17c0e01c204caf9e_20210603_145831_415_1068_#02_depth.png'
DF_PATH = os.path.join(DATA_PATH, FILE_NAME)

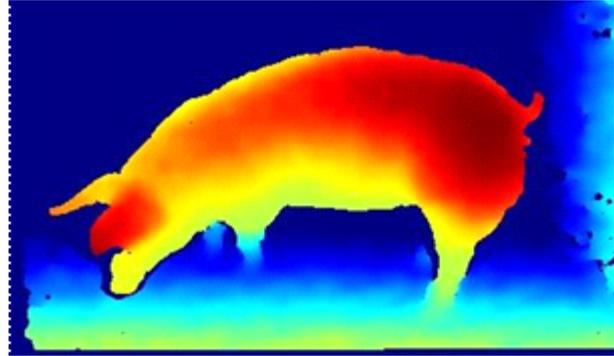
in_gray = cv2.imread(DF_PATH, cv2.IMREAD_GRAYSCALE)
in_color = cv2.applyColorMap(in_gray, cv2.COLORMAP_JET)

cv2.imwrite('./17c0e01c204caf9e_20210603_145831_415_1068_#02_depth_color.png', in_color)
```

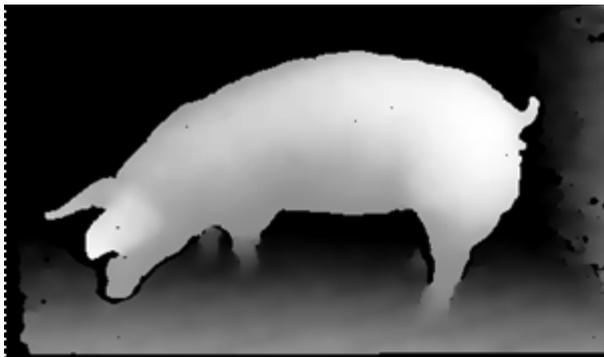
(3D 이미지의 거리별 gray(회색) 소스코드)



(2D 이미지)



(3D 이미지 원본\_거리에 따라 색상이 차이남)



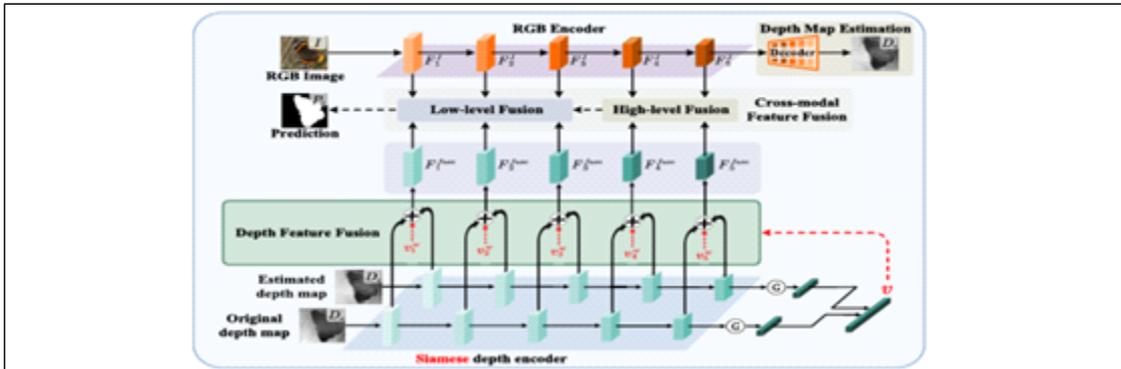
(3D 이미지 수정\_거리별 gray 색상 이원화)



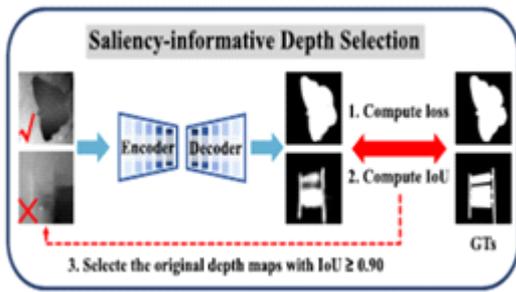
(3D 이미지 수정\_SOD 적용)

2D와 3D 이미지의 거리 보정 과정 및 해당 소스코드

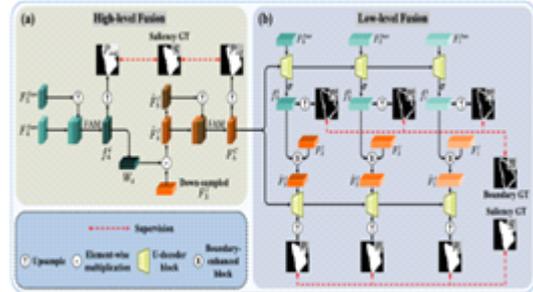
- AI 기술을 활용한 saliency object detection(SOD) 적용 연구
  - AI 학습을 통한 목적 객체만을 검출하는 SOD 기술의 적용
    - 3D 이미지와 2D 이미지를 하나의 DB로 구축(dataset)
    - 구축된 돼지의 3D 이미지와 2D 이미지의 AI 데이터셋은 최적의 AI 모델을 학습시키기 위해 단계별로 테스트를 반복함



(SOD 기술이 적용된 CDNet의 개요)



(RGB에 depth 값 적용 방법)

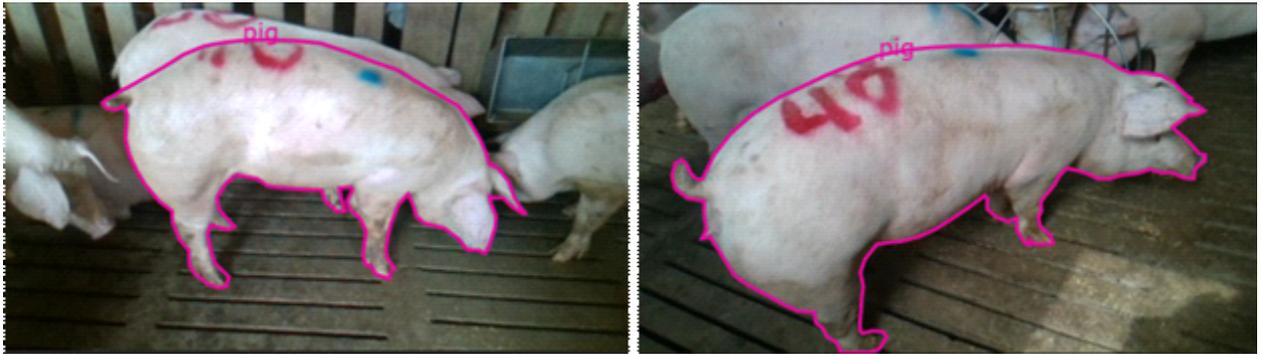


(제안된 복합 모델의 피쳐 설명)

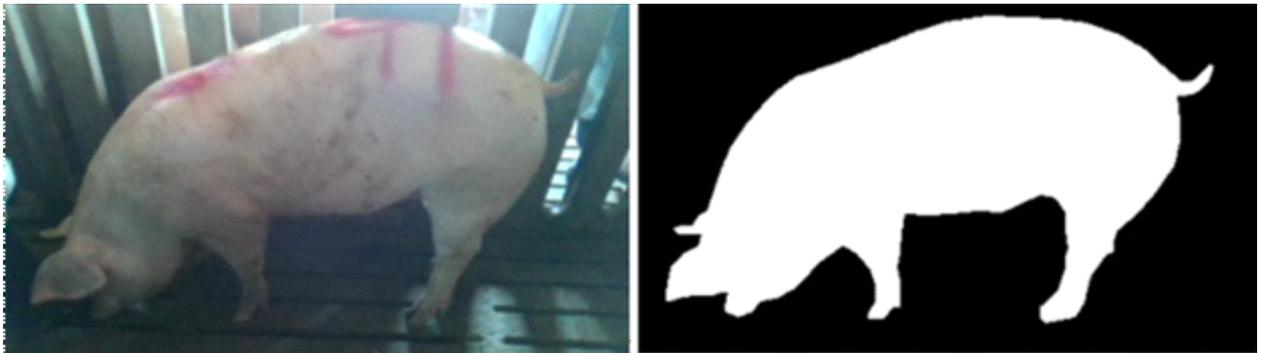
SOD의 깊이 정보값의 적용 과정(Reference : CDNet: complementary depth network for RGB\_D salient Object detection, IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING, 30, 2021, 3376-3390)



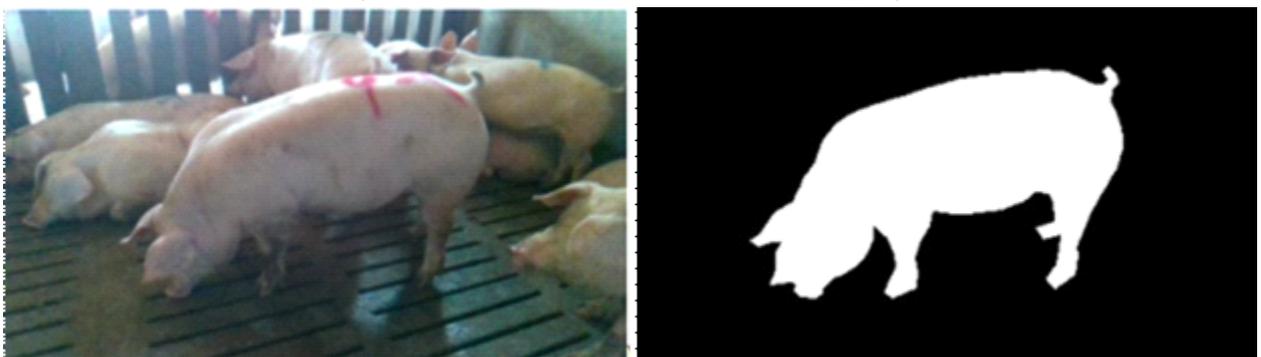
(AI 학습을 통한 단일 개체의 돼지 인식)



(AI 학습을 통한 복수 개체에서 목적인 돼지만을 인식)  
2D 이미지(RGB)를 AI 기술을 통해 객체 검출(detection) 및 분할(segmentation)



(AI 학습을 통한 단일 개체의 돼지 인식)

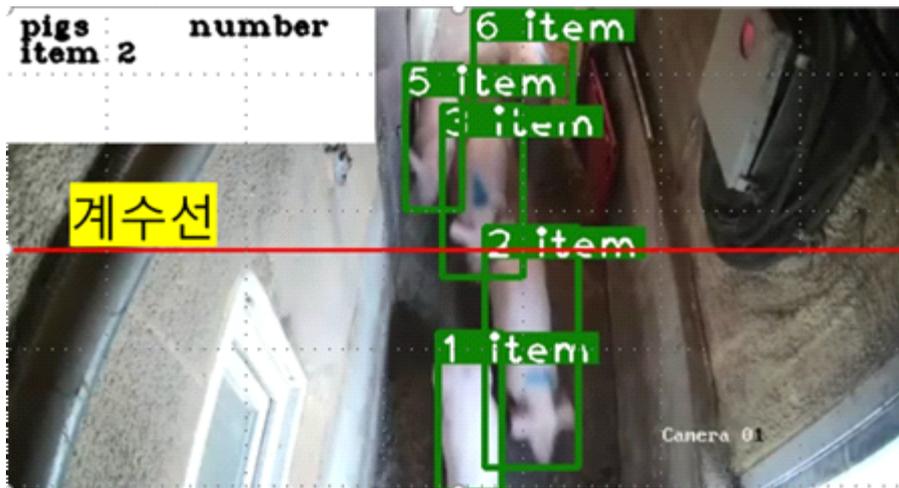


(AI 학습을 통한 복수 개체에서 목적인 돼지만을 인식)  
3D 이미지(RGB-D, 2D 이미지에 depth 정보까지 포함됨)의 SOD 적용

2D와 3D 이미지의 SOD AI 데이터셋 구축

□ AI 기술을 활용한 돼지 객체의 추적(Tracking)과 계수(counting)

- 돼지는 성장단계에 따라서 포유돈, 자돈, 육성돈, 비육돈으로 구분하며 성장 효율을 위해서 각 단계별로 돈사를 구분하여 관리함
- 돈사에 설치한 CCTV 영상정보를 활용하여 지속적으로 추적과 계수가 가능해야 사양관리의 편의성 향상된 양돈 스마트팜으로 발전할 수 있음
- 이에 돼지의 객체 인식 기술에 객체 추적과 계수 기술을 접목함
  - 추적은 YOLO, 계수는 opencv를 사용함
  - 현재는 기술은 내년 연암대학교에서 현장 실증을 거친 후에 상업용 개발함



(돼지 객체의 추적과 계수\_계수선을 통과하면 카운팅)

```

class counter_up_down_vehicle:
    def __init__(self, outputs, low_gate, detecting_gate, counter_recording_up_counter_down_counter):
        self.outputs = outputs
        self.low_gate = low_gate
        self.detecting_gate = detecting_gate
        self.counter_recording = counter_recording
        self.up_counter = up_counter
        self.down_counter = down_counter

    def counter_vehicle(self):
        for i, each_box in enumerate(self.outputs):
            box_centers = []
            box_centers[i, :] = [each_box[0]+each_box[2]//2, each_box[1]+each_box[3]//2, each_box[4], each_box[5]]
        for box_center in box_centers:
            if box_center[0] < self.counter_recording:
                if box_center[2]:
                    self.counter_recording.append(box_center[2])
                elif box_center[0] < self.detecting_gate and box_center[1] > self.low_gate:
                    self.down_counter += 1
                    self.counter_recording.append(box_center[2])
                elif box_center[0] > self.detecting_gate and box_center[1] < self.low_gate:
                    self.up_counter += 1
                    self.counter_recording.append(box_center[2])
            return self.counter_recording, self.up_counter, self.down_counter
    
```

(파이썬으로 구현한 해당 소스코드)

2D와 3D 이미지의 SOD AI 데이터셋 구축

□ 돼지 생체정보 모니터링 기술의 현장 실증

○ 연암대 농식품ICT 융복합 교육농장에서 **설비 설치 중**

○ CCTV, 열화상 센서, 3D depth 센서 활용

- CCTV 42대 설치

- 열화상 센서 8대 설치

- 3D depth 센서 42대 설치

○ 설치장소 : 종부사, 분만사, 자돈사, 육성사, 비육돈사

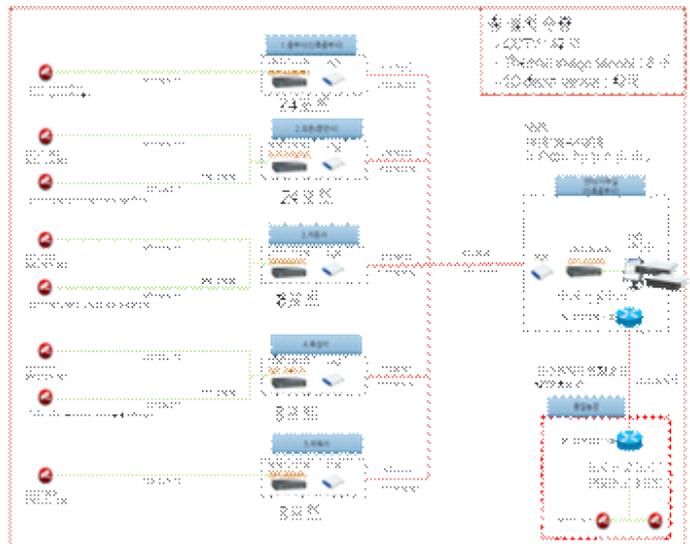
○ 광케이블기반 POE이더넷 허브 1:1 연결

○ CCTV, 열화상 센서, 3D depth 센서를 통해서 수집된 2D와 3D 이미지는 대용량 스토리지에 보관함

○ 종부사, 분만사, 자돈사, 육성사, 비육돈사 등에서 수집한 2D와 3D 이미지는 돼지의 모니터링 기술 분석에 활용할 예정임



연암대 농식품 ICT 융복합 교육농장



돼지 생체정보 모니터링 시스템 구성도

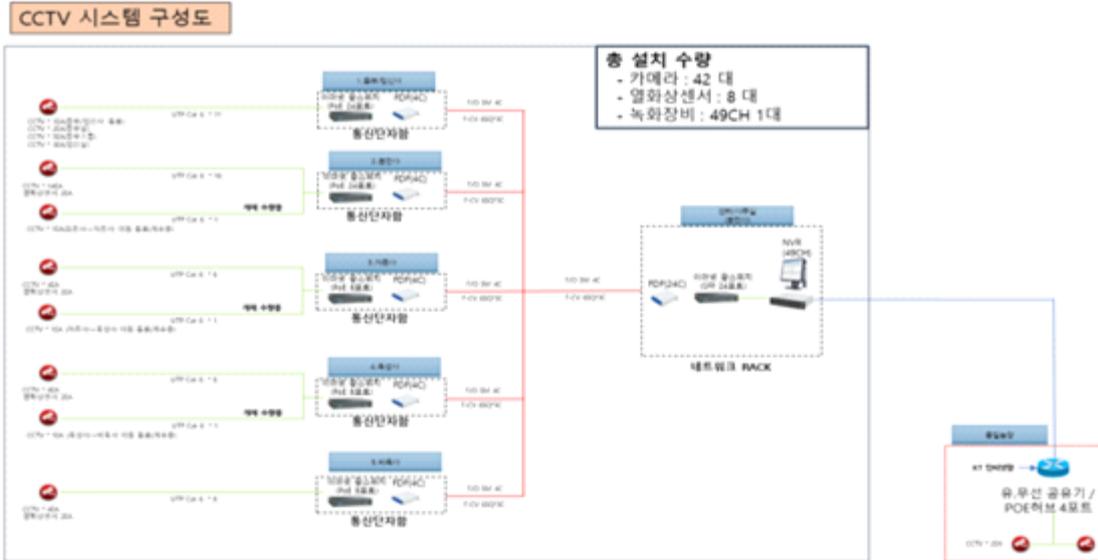
연암대 농식품 ICT 융복합 교육농장에 설치할 돼지 생체정보 모니터링 시스템

○ 양돈실습장 모니터링 시험설비 구성도

- 연암대학교 양돈실습장 전경



- CCTV 시스템 구성도(카메라 42대, 열화상 및 3D 센서 각각 8개, 녹화장비 49CH 1개)



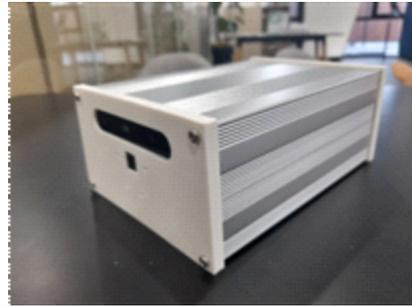
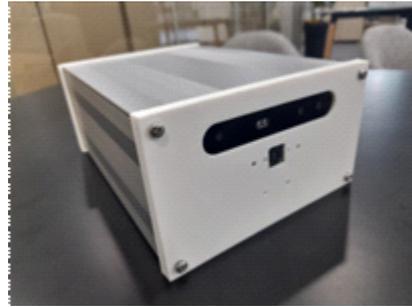
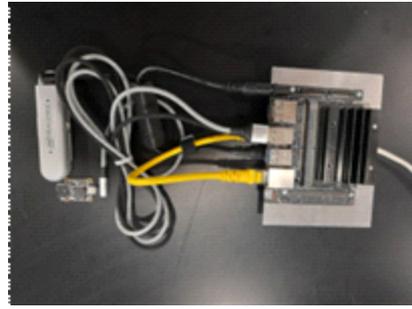
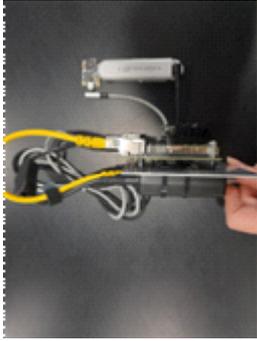
○ 양돈실습장 모니터링 시험설비 설치 과정  
 - CCTV 시스템 연결

<p>광케이블 설치</p> 	<p>네트워크 케이블 설치</p> 
<p>이더넷광스위치 24포트 설치</p> 	<p>이더넷광스위치 8포트 설치</p> 
<p>이더넷광스위치 SFP 24포트 설치</p> 	<p>SFP 광모듈</p> 

네트워크 카메라 설치	녹화장비(NVR) 설치
	
전원케이블 설치	광케이블 접속
	

- 일루베이션에서 제공한 열화상 및 3D 센서 10개(8개 설치, 2개 여분)

열화상 및 3D 센서의 구조 및 갯수



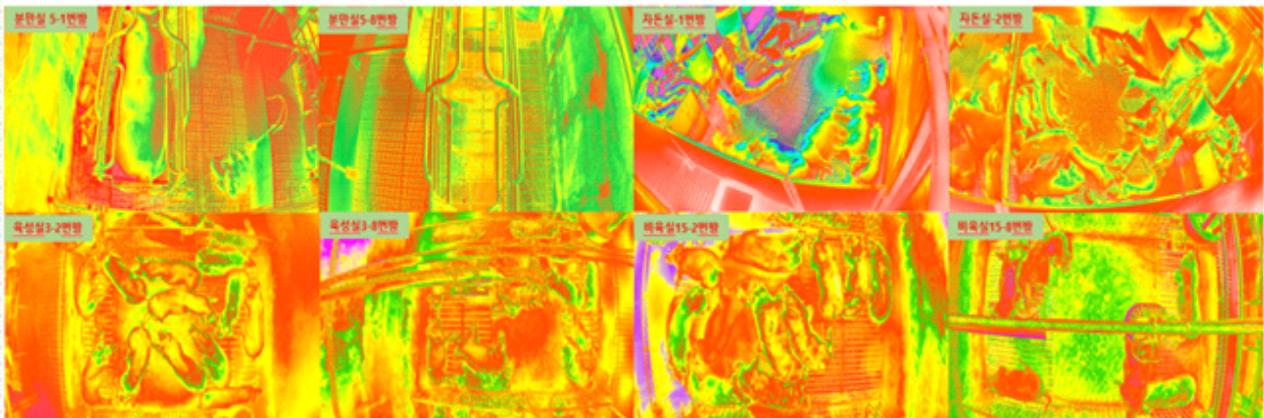
○ 양돈실습장 모니터링 시험설비 설치 완료

- 전체 모니터링 화면

모니터링 전체 화면



열화상센서 모니터링 전체 화면

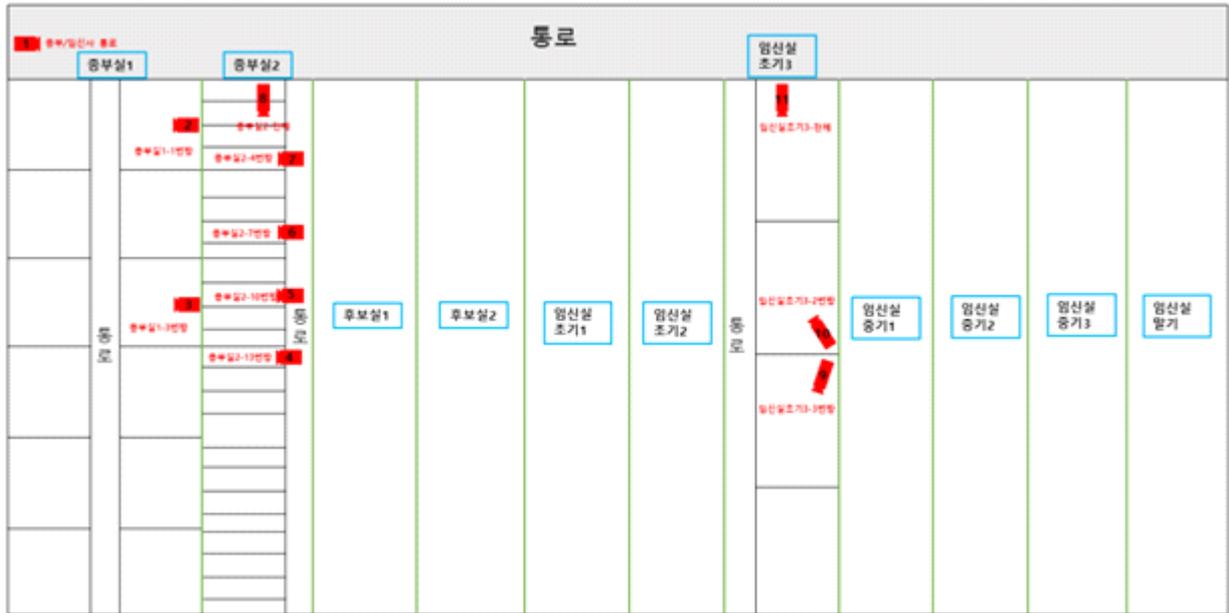


(3D 센서는 열화상 센서와 같은 곳에 위치함)

- 카메라 설치 위치도

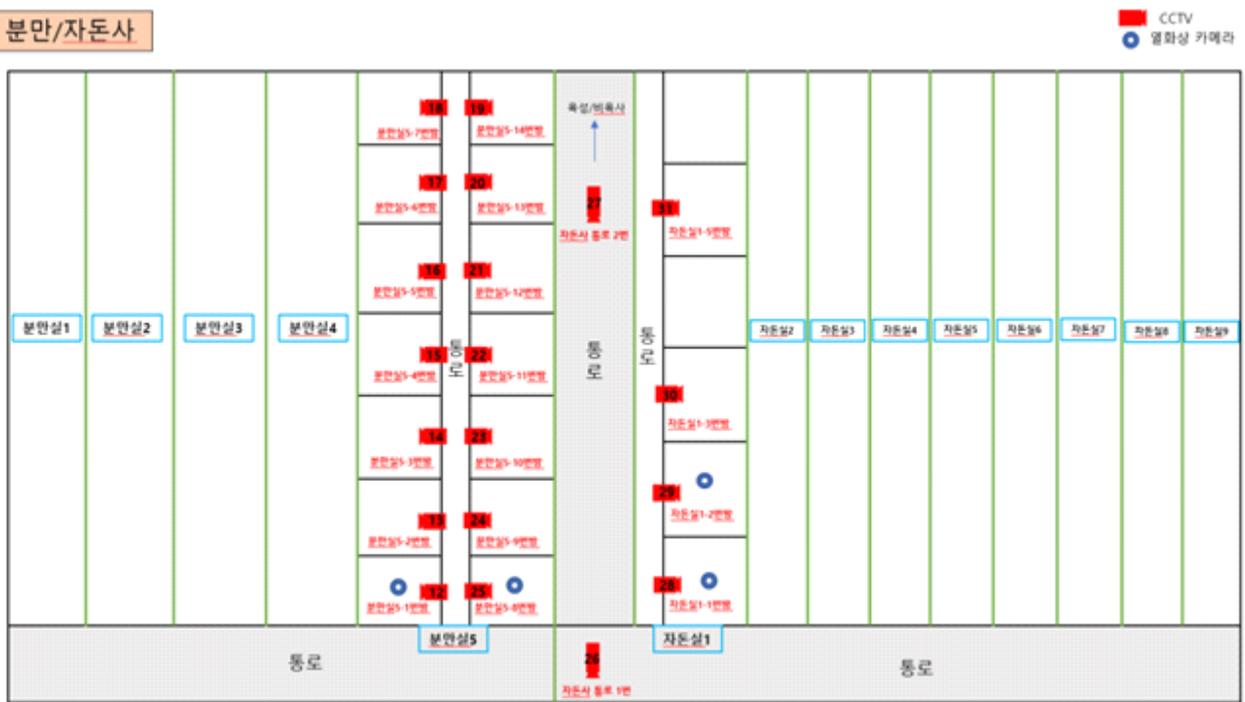
- 종부/임신사[CCTV 11개(1~11번), 열화상 카메라 0개]

중부/임신사 CCTV 설치도



- 분만/자돈사[CCTV 20개(12~31번), 열화상 카메라 4개(1번~4번)]

분만/자돈사



- 육성/비육사[CCTV 8개(33~40번), 열화상 카메라 4개(5번~8번)]

육성/비육사

CCTV  
열화상 카메라



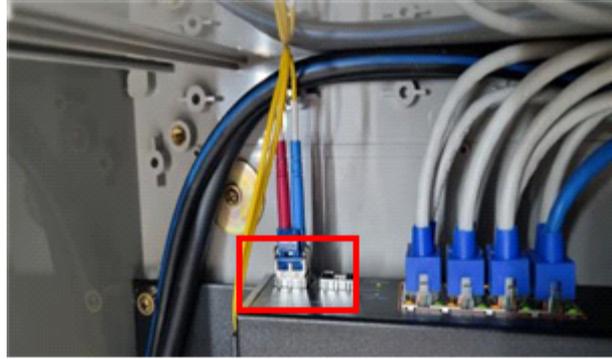
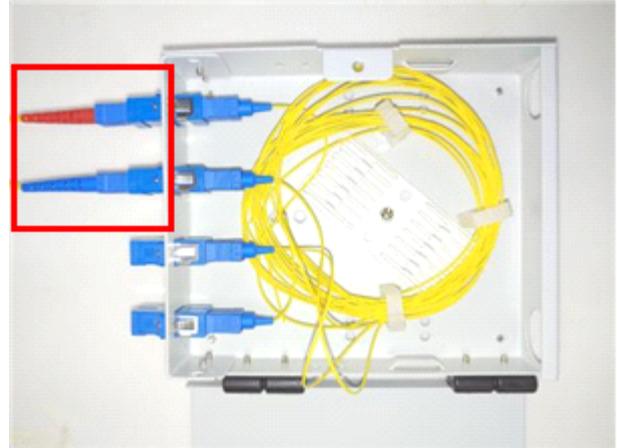
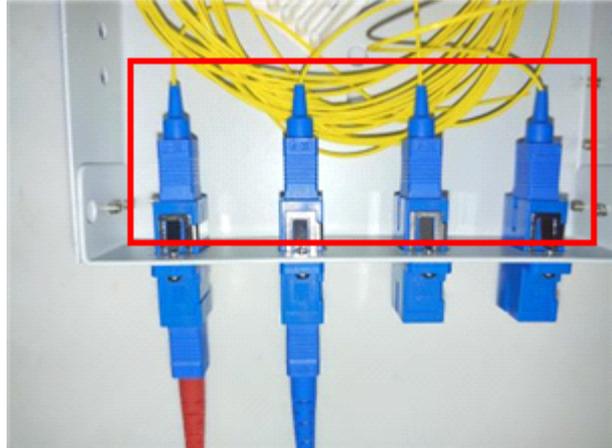
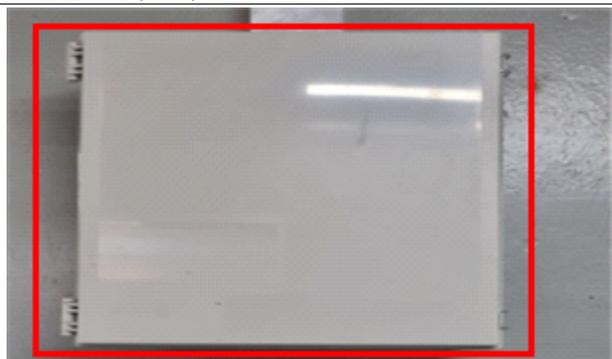
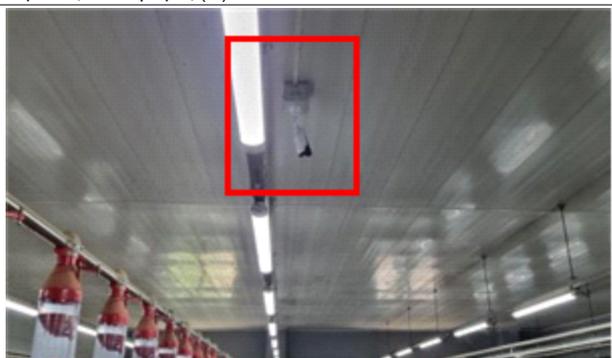
- 풍일농장[CCTV 2개(41~42번), 열화상 카메라 0개]

비육사



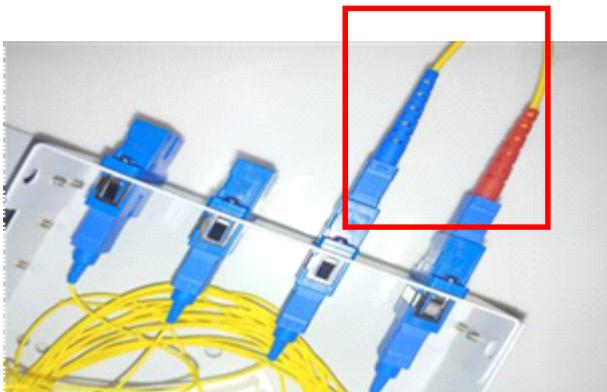
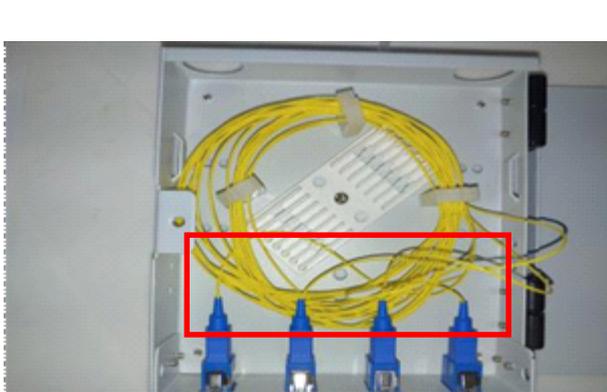
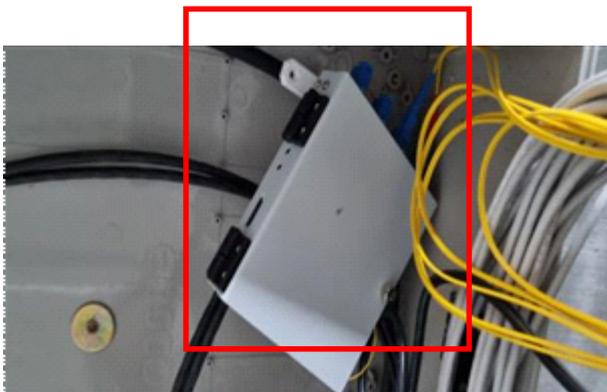
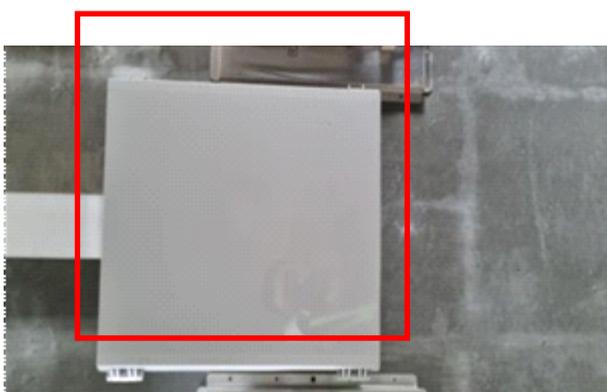
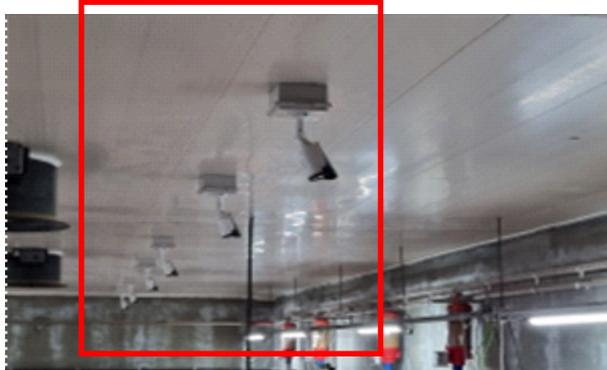
- 각 돈방별 세부 내용

- 중부/임신사

이더넷광스위치 PoE 24포트(1EA)	SFP 광모듈(1EA)
	
광점퍼코드 SC-DP-LC(1EA)	광점퍼코드 SC 피그테일(4EA)
	
FDF 4C(1EA)	통신단자함(1EA)
	
네트워크 카메라(1)	네트워크 카메라(2)
	

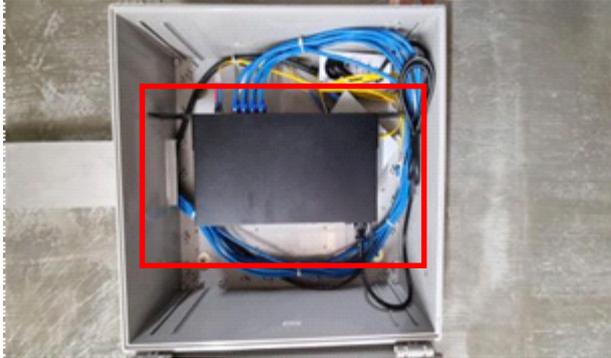
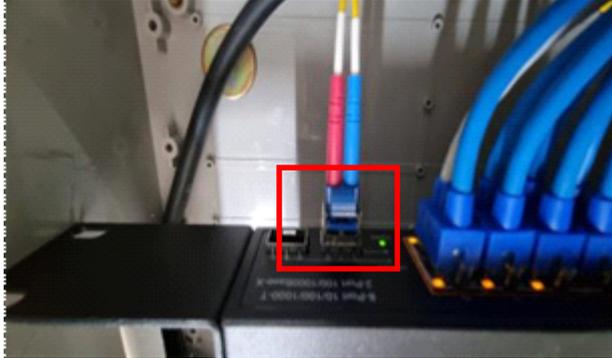
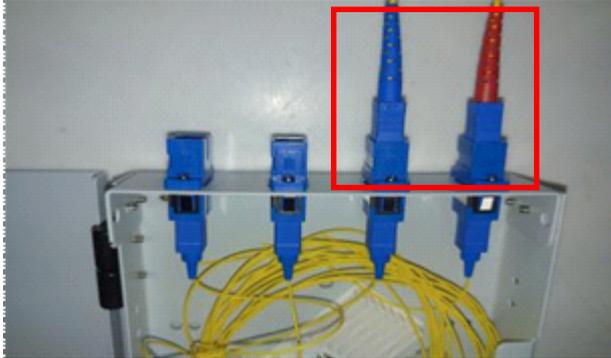
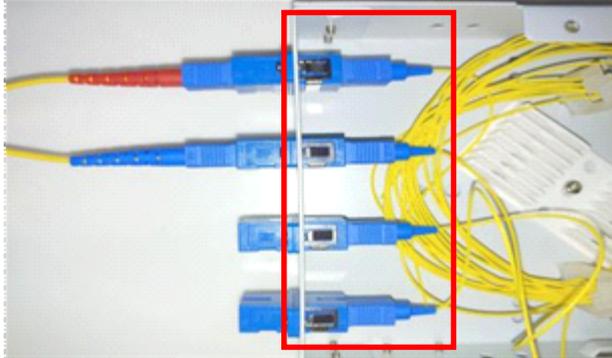
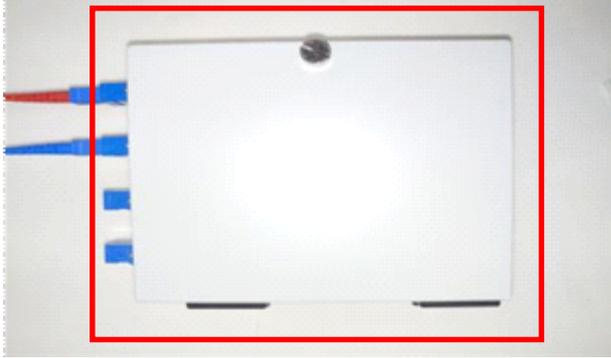
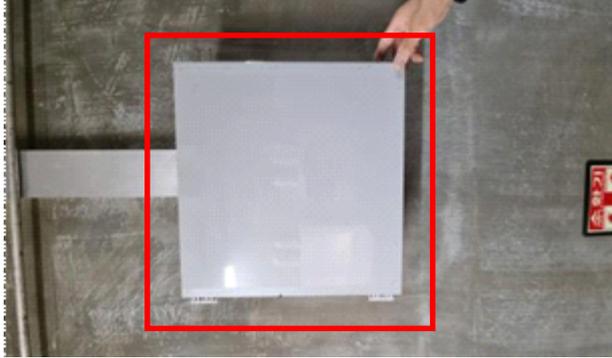
<p>네트워크 카메라(3)</p> 	<p>네트워크 카메라(4~5)</p> 
<p>네트워크 카메라(6)</p> 	<p>네트워크 카메라(7)</p> 
<p>네트워크 카메라(8~11)</p> 	

▪ 분만사

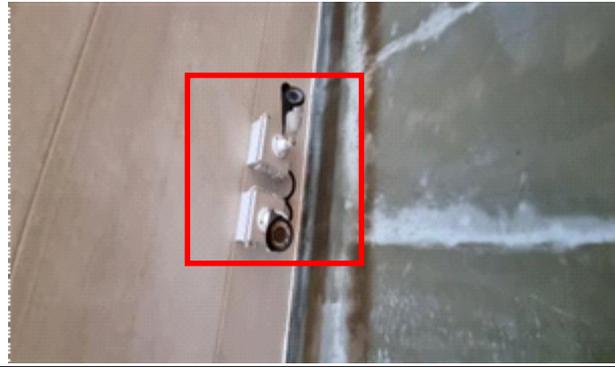
<p>이더넷광스위치 PoE 24포트(1EA)</p> 	<p>SFP 광모듈(1EA)</p> 
<p>광점퍼코드 SC-DP-LC(1EA)</p> 	<p>광점퍼코드 SC 피그테일(4EA)</p> 
<p>FDF 4C(1EA)</p> 	<p>통신단자함(1EA)</p> 
<p>네트워크 카메라(1~6)</p> 	<p>네트워크 카메라(7~12)</p> 

<p>네트워크 카메라(13)</p> 	<p>네트워크 카메라(14)</p> 
<p>네트워크 카메라(15)</p> 	<p>열화상 및 3D 카메라(#1)</p> 
<p>열화상 및 3D 카메라(#2)</p> 	

▪ 자문사

<p>이더넷광스위치 PoE 8포트(1EA)</p> 	<p>SFP 광모듈(1EA)</p> 
<p>광점퍼코드 SC-DP-LC(1EA)</p> 	<p>광점퍼코드 SC 피그테일(4EA)</p> 
<p>FDF 4C(1EA)</p> 	<p>통신단자함(1EA)</p> 
<p>네트워크 카메라(1)</p> 	<p>네트워크 카메라(2)</p> 

네트워크 카메라(3~4)



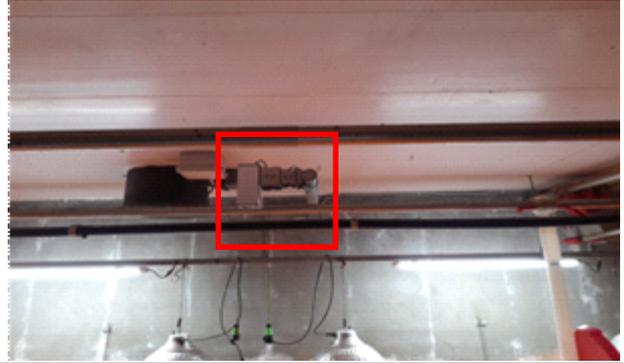
네트워크 카메라(5)



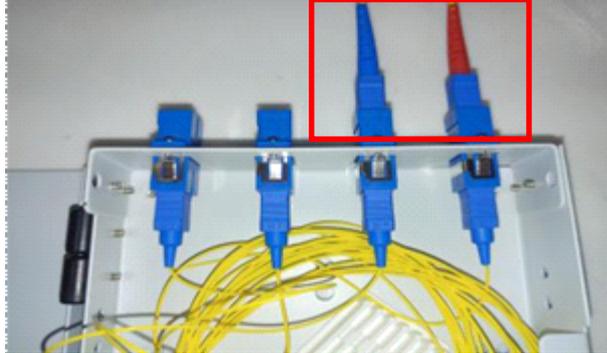
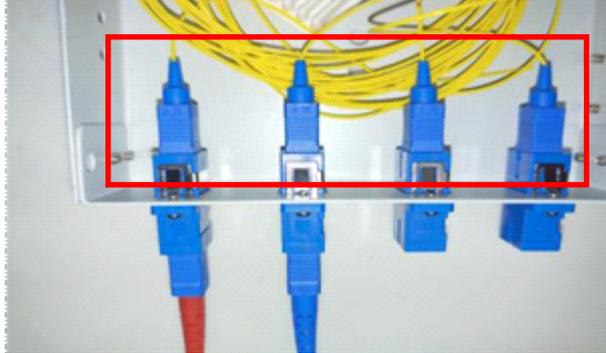
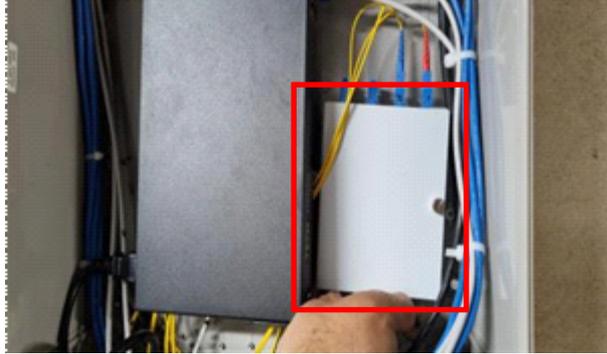
열화상 카메라(#3)



열화상 카메라(#4)



▪ 육성사

이더넷광스위치 PoE 8포트(1EA)	SFP 광모듈(1EA)
	
광점퍼코드 SC-DP-LC(1EA)	광점퍼코드 SC 피그테일(4EA)
	
FDF 4C(1EA)	통신단자함(1EA)
	
네트워크 카메라(1)	네트워크 카메라(2)
	

네트워크 카메라(3)



네트워크 카메라(4)



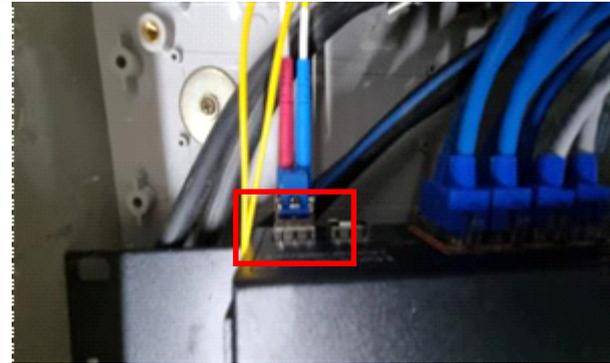
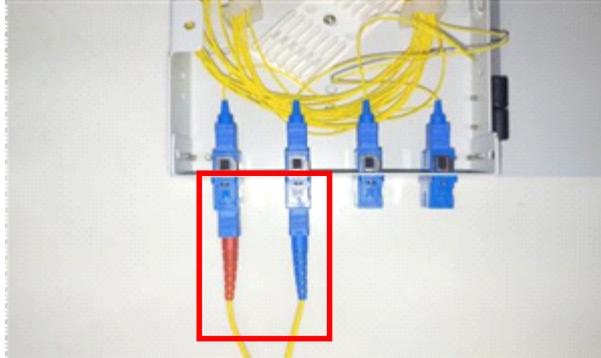
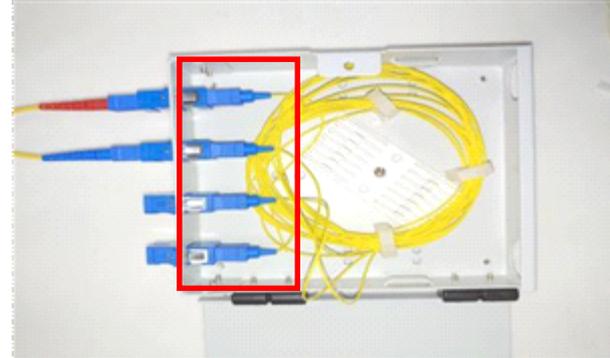
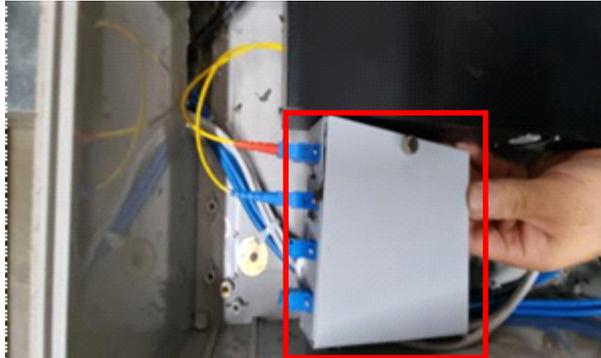
열화상 카메라(#5)



열화상 카메라(#6)



▪ 비육사

<p>이더넷광스위치 PoE 8포트(1EA)</p> 	<p>SFP 광모듈(1EA)</p> 
<p>광점퍼코드 SC-DP-LC(1EA)</p> 	<p>광점퍼코드 SC 피그테일(4EA)</p> 
<p>FDF 4C(1EA)</p> 	<p>통신단자함(1EA)</p> 
<p>네트워크 카메라(1)</p> 	<p>네트워크 카메라(2)</p> 

네트워크 카메라(3)



네트워크 카메라(4)



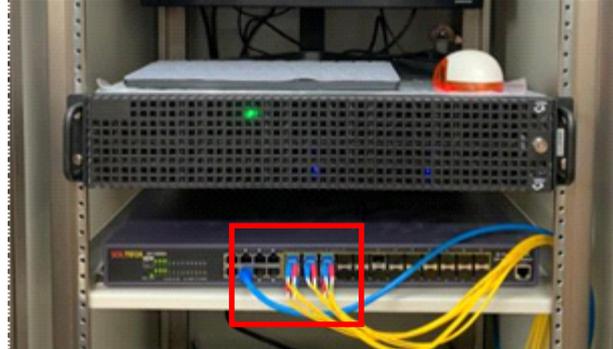
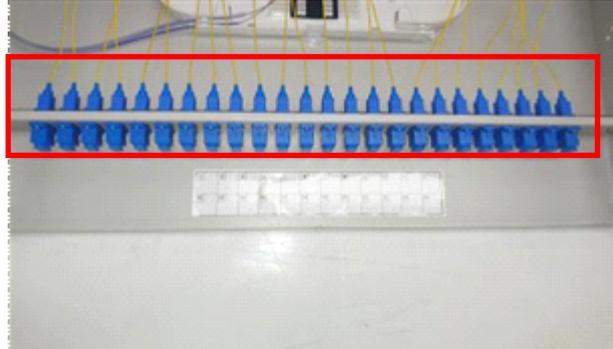
열화상 카메라(#7)



열화상 카메라(#8)



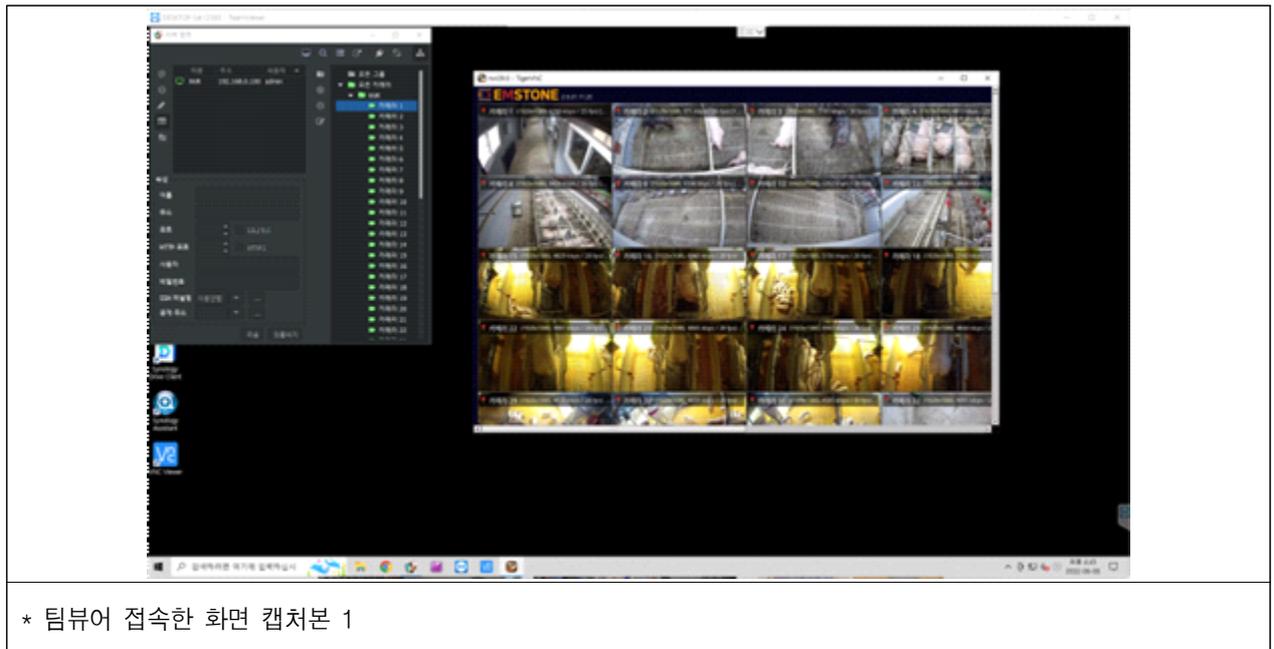
▪ 센터(사무실\_연암대학교)

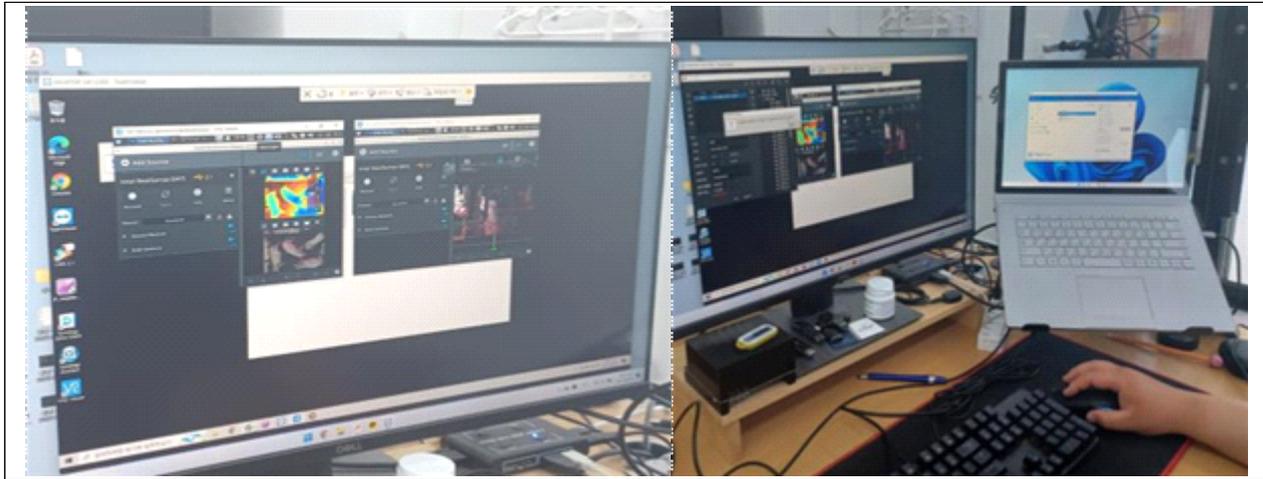
<p>이더넷광스위치 SFP 24포트(1EA)</p> 	<p>SFP 광모듈(5EA)</p> 
<p>광점퍼코드 SC-DP-LC(5EA)</p> 	<p>광점퍼코드 SC 피그테일(20EA)</p> 
<p>FDf 24C(1EA)</p> 	<p>네트워크 RACK</p> 
<p>녹화장비(NVR)</p> 	

▪ 풍일농장



○ 팀뷰어로 일루베이션 연구소에서 연암대학교 모니터링 룸에 접속한 모습





\* 팀뷰어 사용하고 있는 모습 1

○ 수집한 데이터 가공

- 연암대학교의 양돈 ICT 실습장의 돈방((분만사, 육성사, 비육사, 자돈사)별로 녹화된 이미지에서 CCTV, 열화상 및 3D depth 이미지를 수집함
- 수집된 이미지는 관리는 파이썬을 활용함

```
import os
import pandas as pd
from tqdm import tqdm
import seaborn as sns
import numpy as np
import math
import matplotlib as plt
sns.set()

%matplotlib inline
plt.rcParams['figure.figsize'] = [12, 8]
plt.rcParams['figure.dpi'] = 100 # 200 e.g. is really fine, but slower
```

파이썬에서 데이터 환경설정

- 수집된 이미지는 label studio를 활용하여 돼지 객체를 앓기, 서기, 눕기로 구분하여 bounding box 처리하여 동영상에서 돼지 객체를 검출하기 위한 pig object detection 알고리즘을 개발함
- 가공처리 된 이미지는 학습과 테스트용 데이터셋을 구축하여 AI 학습을 진행함
- 동영상에서 객체 인식 AI는 오픈소스인 YOLO7을 본 과제의 목적에 맞게 커스터마이징해서 진행함



lying 1 | standing 2 | sitting 3

lable studio를 사용하여 눕기, 서기, 앉기로 bounding box 처리

분만사 - 초기 원본



분만사 - 초기 수정본



분만사 - 후기 원본



분만사 - 후기 수정본



비육사 - 초기 원본



비육사 - 초기 수정본



비육사 - 후기 원본



비육사 - 후기 수정본



육성사 - 초기 원본



육성사 - 초기 수정본



육성사 - 후기 원본



육성사 - 후기 수정본



자돈사 - 초기 원본



자돈사 - 초기 수정본



자돈사 - 후기 원본



자돈사 - 후기 수정본





그림. CCTV 이미지의 bounding box 처리물

- ICT 사료 절감 개선 시스템을 이용한 사료 효율성 증가(생산성 향상)
  - 연암대학교의 양돈 ICT 실습장의 돼지(자돈, 육성돈, 비육돈)의 사육 구간별 사료 섭취량과 체중 증체량 및 음수량을 구간별 DB 수집
    - 사료 효율성 증가는 평범하게 사육한 대조구와 ICT 사료 절감 개선 시스템에서 사육한 실험군으로 2개의 그룹으로 진행함

일령별 돼지의 체중 및 사료 섭취량(180일동안 1일씩 기록한 자료를 10일로 재정리함)

일령	사육단계	음수량 (L)	체중(KG)		사료섭취량(KG)		누적사료섭취량(KG)	
			대조구	실험구	대조구	실험구	대조구	실험구
1	자돈 (30 Kg 이하)	1.3~3.2	1.3	1.2	0	0	0	0
11			3.1	3.1	0.015	0.015	0.07	0.07
21			5.6	6	0.15	0.25	0.615	0.815
31			8	9.8	0.44	0.54	4.025	5.225
41			11.8	14.2	0.57	0.67	9.097	11.297
51			16.1	19.2	0.755	0.855	15.721	18.921
61			21.3	25.3	1.017	1.117	24.705	28.905
71			27.8	32.1	1.292	1.392	36.381	41.581
81			육성돈 (30~60 Kg)	3.2~5.0	34.5	37.8	1.463	1.563
91	42.5	46.3			1.613	1.713	65.704	72.904
101	50.1	55.2			1.844	1.944	83.042	91.242
111	57.9	65.8			2.121	2.221	102.994	112.194
121	비육돈 (60~110 Kg)	6.0~10.0	65.9	74.6	2.341	2.441	125.478	135.678
131			74.5	84.5	2.682	2.782	150.805	162.005
141			80.2	96.7	2.857	2.957	178.533	190.733
151			84.6	104.9	3.089	3.189	208.391	221.591
161			90.1	108.5	3.1	3.2	239.389	253.589
162			90.8	108.9	3.1	3.2	242.489	256.789
163			91.5	109.2	3.15		245.639	
171			99.7		3.2		270.939	
180	107.5		3.25		299.939			
사료 효율 [%, 증체량(kg)/사료소비량(kg)×100]					대조구 35.84%(=107.5kg/299.939kg×100) 실험구 42.45%(=109.2kg/256.789kg×100)			
사료 요구율[사료소비량(kg)/증체량(kg)]					대조구 2.79(=299.939kg/107.5kg), 실험구 2.36(=256.789kg/109.2kg)			

○ 대조군의 생육

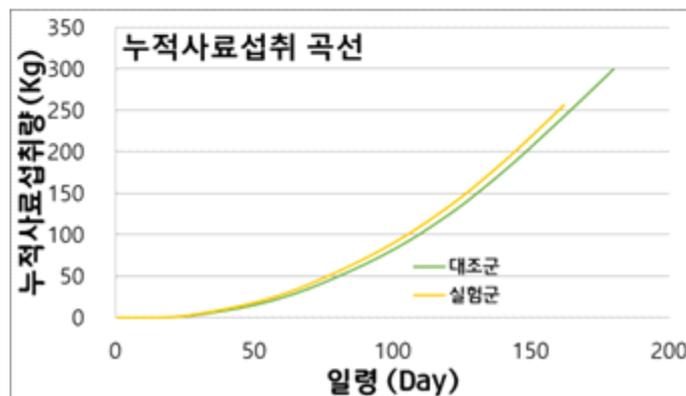
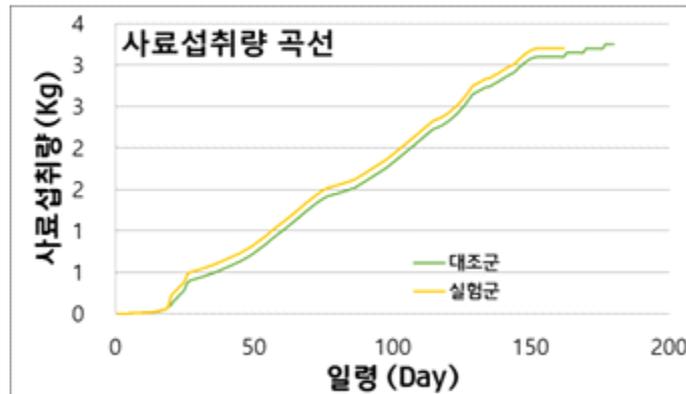
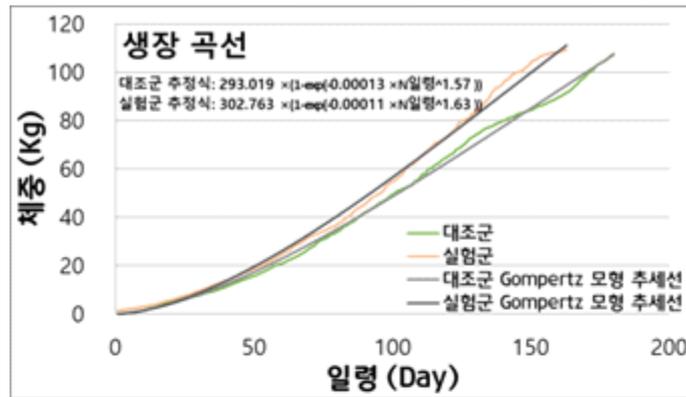
- 체중은 약 180일간의 생육 과정 중에 1.3에서 107.5 Kg으로 지속적으로 증가
- 사료 섭취량은 1~153일령까지는 0~3.1 Kg으로 지속적으로 증가하고 154~162일령에는 매일 3.1 Kg, 163~169일령에는 매일 3.15 Kg, 170~176일령에는 매일 3.2 Kg, 177~180일령에는 매일 3.25 Kg만큼 섭취하는 것으로 나타남
- 누적 사료 섭취량은 299.94 Kg이었음
- 생장곡선에서 추정된 Gompertz 추정식  $A \times (1 - \exp(-k \times T^n))$ 에서 최대 상한계인 A는 293.019, 성숙율인 K는 0.00013, 성장비율 모수인 N은 1.5712로 나타났음

○ 실험군의 생육

- 체중은 약 162일간의 생육 과정 중에 1.2~109.2 Kg으로 지속적으로 증가
- 사료 섭취량은 1~153일령까지는 0~3.2 Kg으로 지속적으로 증가하고 154~162일령에는 매일 3.2 Kg만큼 섭취하는 것으로 나타남
- 누적 사료 섭취량은 256.79 Kg이었음
- 생장곡선에서 추정된 Gompertz 추정식  $A \times (1 - \exp(-k \times T^n))$ 에서 최대 상한계인 A는 302.763, 성숙율인 K는 0.00011, 성장비율 모수인 N은 1.6300으로 나타났음

○ 사료 효율성 효과

- 대조군보다 실험구가 17일 일찍 출하체중에 도달함
- Gompertz 모형에서 대조군보다 실험구가 최대 상한계(A)는 9.744, 성장비율 모수(N)은 0.0588로 높게 나타남
- 대조군보다 실험구가 누적사료섭취량이 43.15 Kg이 적게 나타남
- 결과적으로 대조군보다 실험구가 사료 효율은 6.61%로 높게 나타났으나 사료 요구율은 0.43 적게 나타남



일령별 출하돈의 체중, 사료섭취량의 변화

□ 돼지의 생체정보 통합 수집 시스템의 개선

○ 열화상 및 3D 센서 보관함의 개선

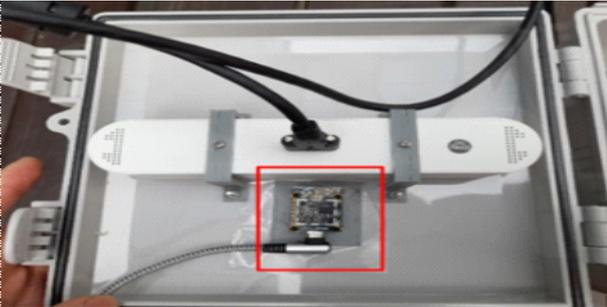
- 기존 열화상 및 3D 센서 보관함

- 메탄가스 및 분진의 침투로 인해 외관 케이스가 부식되고, 부식된 케이스의 틈새로 다시 이물질이 들어가 내부에 존재하는 열화상 및 3D 센서가 부식되어 데이터 수집 불가능한 상황이 발생하는 등위 돈사의 외부환경에 취약함

메탄가스 및 분진등에 의해 오염된 케이스	커넥터 연결부 부식
	
커넥터 부식	케이블 부식
	

- 개선된 열화상 및 3D 센서 보관함

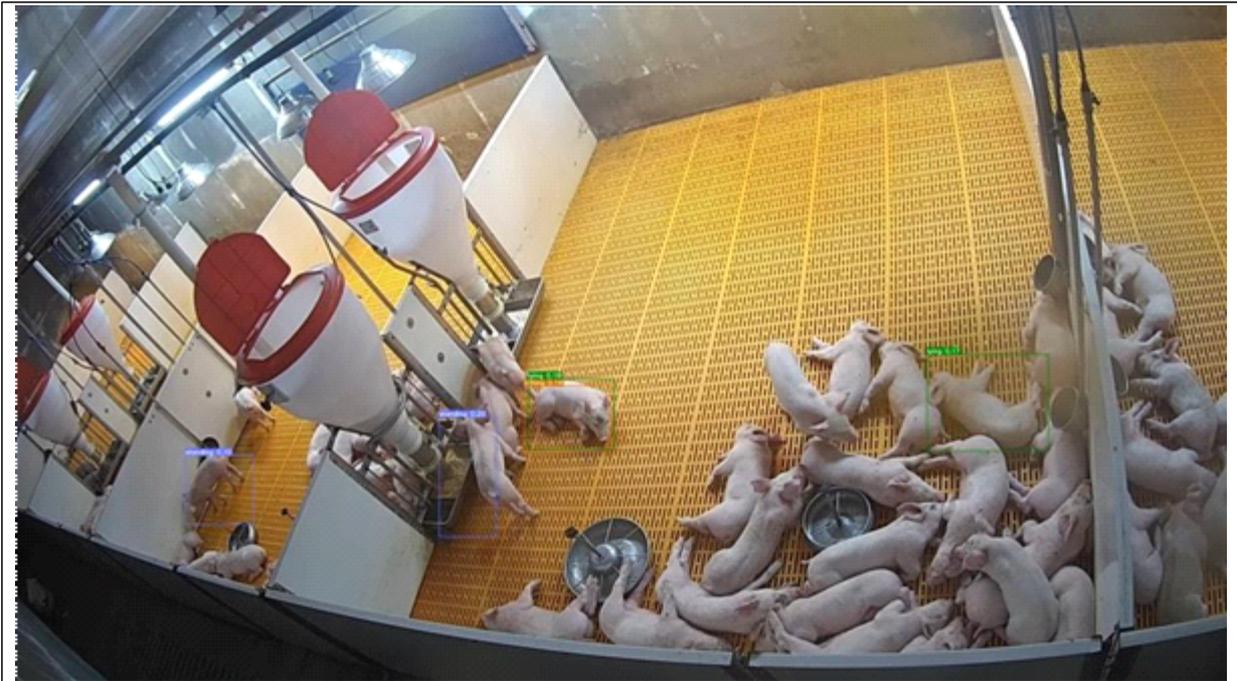
- 케이스를 'ABS 컨트롤 박스'로 교체하여 방수, 방진 기능과 부식에 대한 내성을 가지게 수정하였음
- 외부로 노출되는 케이블 부분에 '케이블 그랜드'를 추가하여 외부의 이물질 침입을 방지함
- 다른 케이블과 연결되는 부분은 방수 커플러를 연결하여 이물질에 대한 침입을 최소화 하였음
- 열화상 카메라 틈새로 이물질이 침투하는 것을 막기위해 필름지를 넣고 글루건으로 압착함

'ABS 컨트롤 박스'로 교체한 외형 케이스	노출 케이블에 케이블 그랜드' 추가
	
방수, 방진이 가능한 방수 커플러	열화상 카메라 부분에 필름지를 넣고 글루건으로 압착한 모습
	

□ 영상정보(CCTV) 데이터 기반의 돈방 환경 개선(생산성 향상)

○ 자돈사의 자돈 이상 상태(쏟림 현상) 인지

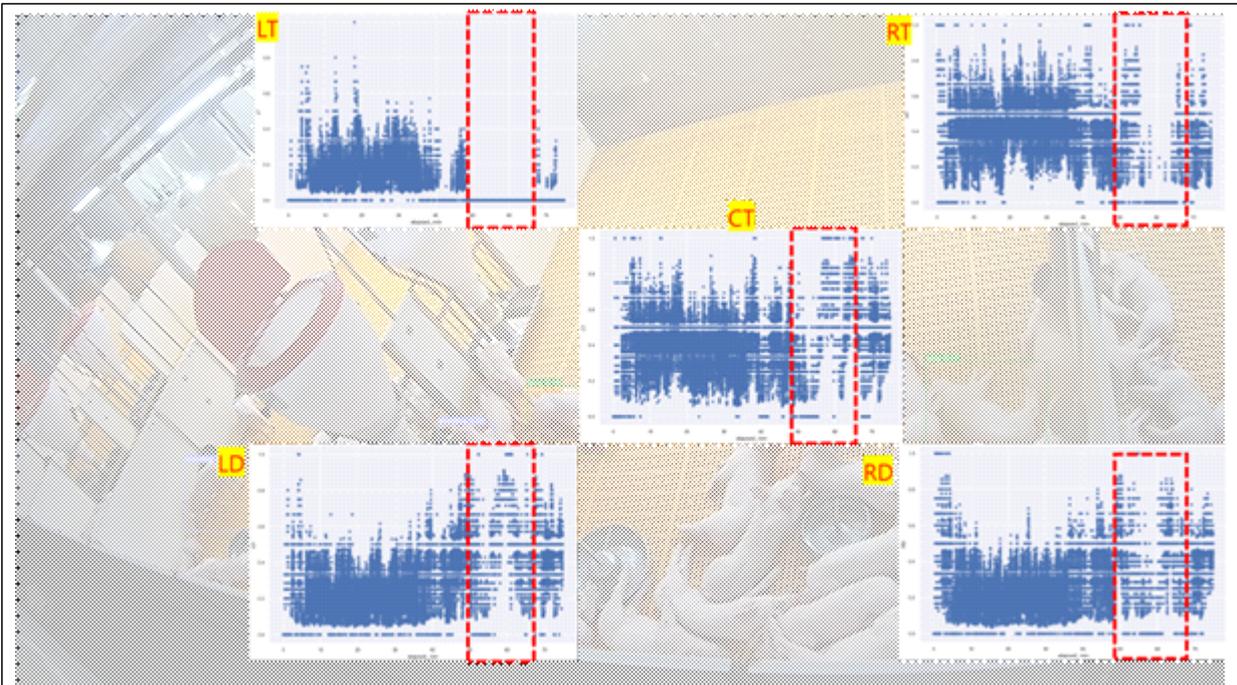
- 녹화된 동영상을 읽어들이어서 customized YOLO7으로 객체 인식을 진행함
- 녹화된 동영상의 공간을 5개의 구분하여 자돈을 움직임 감지함
  - 각 구역의 돼지의 움직임을 시간당 횟수로 파악하여 시각함, 움직임이 많은 빈도가 높고 움직임이 적으면 빈도가 적음으로 쏘림 현상을 파악함
  - 동영상의 플레이 시간을 계산한 후 자돈의 동영상 좌표를 5개의 관심 영역으로 구분함
  - 5개의 기준점으로부터 개별 자돈들의 거리를 파악함



자돈사의 동영상에서 YOLO7으로 객체를 인식



자돈사의 동영상을 5개의 영역으로 구분



- 자돈사 동영상상의 5 영역에서 움직임을 시각화한 결과, LT(좌측 상단)을 제외한 4구역(RT, CT, LD, RD)에만 자돈이 존재함을 확인하였음
- 보온등이 RD쪽에 존재하므로 자돈이 RD를 중심으로 4개 구역에 군집하고 있음이 파악됨



- 자돈의 이상 상태를 파악하는 쓸림 지표(elapsed\_min\_score : 10분당 움직임을 평균)를 정의함
  - elapsed\_min\_score : 순간적으로 자돈이 한쪽으로 쏠리는 현상과 같은 특이한 경우를 제외하기 10분당 움직임을 평균으로 이상 상태를 정의하고자 함
    - elapsed\_min\_score가 0인 경우 : 쓸림 상태
    - elapsed\_min\_score가 0.0005 이하인 경우 : 쓸림 우려
    - elapsed\_min\_score가 0.0005 이상에서 하강인 경우: 쓸림 위험
- 자돈의 이상상태(쓸림 현상) 인지 알고리즘의

○ 비육돈사의 비육돈 이상 상태(위축돈) 인지

- 녹화된 동영상을 읽어 들어서 customized YOLO7으로 객체 인식을 진행함
  - 동영상에서 pig object detection 알고리즘으로 비육돈을 인식함
  - 객체 인식된 비육돈의 X, Y의 좌표를 파악한 후에 bounding box의 크기를 계산함
  - 동영상에서 파악된 비육돈 객체의 크기를 최대(max), 평균(mean), 최소(min) 등과 같은 3개로 구분하여 녹화되는 동안 실시간으로 분석함

22. 11. 8. 오후 9:09

위축돈발생유무

Out [17]:	status	sr	yr	wr	hr	frame	elapsed_sec	elapsed_min	elapsed_hour	category_min	x2r	y2r	roi	d_center	p_size
0	0	0.756510	0.982407	0.059896	0.033333	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.0	0.816406	1.000000	True	0.575441	0.068546
1	0	0.769792	0.140741	0.168750	0.179826	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.0	0.938542	0.316667	True	0.446134	0.243776
2	1	0.264323	0.730095	0.076563	0.343519	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.0	0.340885	1.000000	True	0.447717	0.351948
3	0	0.756250	0.981481	0.061458	0.033333	1	0.036657	0.000611	0.000010	0.0	0.817708	1.000000	True	0.574898	0.060916
4	0	0.769271	0.141204	0.167708	0.176852	1	0.036657	0.000611	0.000010	0.0	0.936979	0.318056	True	0.444744	0.243726
5	1	0.264583	0.730095	0.076042	0.341667	1	0.036657	0.000611	0.000010	0.0	0.340625	1.000000	True	0.446886	0.350027
6	0	0.755469	0.981481	0.060937	0.033333	2	0.073314	0.001222	0.000020	0.0	0.816406	1.000000	True	0.574379	0.060459
7	1	0.264583	0.729167	0.077083	0.343519	2	0.073314	0.001222	0.000020	0.0	0.341666	1.000000	True	0.446656	0.352061
8	0	0.769792	0.141204	0.168750	0.176852	2	0.073314	0.001222	0.000020	0.0	0.938542	0.318056	True	0.445572	0.244445
9	0	0.755469	0.981481	0.059896	0.033333	3	0.109971	0.001833	0.000031	0.0	0.815365	1.000000	True	0.574120	0.068546
10	1	0.264583	0.728704	0.077083	0.342593	3	0.109971	0.001833	0.000031	0.0	0.341666	1.000000	True	0.445825	0.351158
11	0	0.769792	0.138426	0.168750	0.171296	3	0.109971	0.001833	0.000031	0.0	0.938542	0.309722	True	0.448965	0.240456
12	1	0.756771	0.984259	0.056250	0.031482	4	0.146628	0.002444	0.000041	0.0	0.813021	1.000000	True	0.575470	0.064460
13	0	0.755469	0.982407	0.056771	0.033333	4	0.146628	0.002444	0.000041	0.0	0.812240	1.000000	True	0.574150	0.065833
14	1	0.264583	0.729167	0.077083	0.341667	4	0.146628	0.002444	0.000041	0.0	0.341666	1.000000	True	0.445825	0.350254
15	0	0.769792	0.140741	0.168750	0.179826	4	0.146628	0.002444	0.000041	0.0	0.938542	0.316667	True	0.446134	0.243776
16	1	0.756771	0.982870	0.053125	0.030556	5	0.183284	0.003055	0.000051	0.0	0.809896	1.000000	True	0.573087	0.061285
17	0	0.755729	0.981481	0.059375	0.033333	5	0.183284	0.003055	0.000051	0.0	0.815104	1.000000	True	0.574120	0.068092
18	0	0.769792	0.137500	0.168750	0.169444	5	0.183284	0.003055	0.000051	0.0	0.938542	0.306944	True	0.450105	0.239140
19	1	0.264583	0.729167	0.077083	0.341667	5	0.183284	0.003055	0.000051	0.0	0.341666	1.000000	True	0.445825	0.350254
20	0	0.756250	0.982407	0.059375	0.033333	6	0.219941	0.003666	0.000061	0.0	0.815625	1.000000	True	0.575182	0.068092
21	0	0.769531	0.137963	0.169271	0.170370	6	0.219941	0.003666	0.000061	0.0	0.938802	0.308333	True	0.449534	0.240164
22	1	0.264583	0.729167	0.077083	0.341667	6	0.219941	0.003666	0.000061	0.0	0.341666	1.000000	True	0.445825	0.350254
23	0	0.755950	0.981481	0.060937	0.033333	7	0.256598	0.004277	0.000071	0.0	0.816928	1.000000	True	0.574639	0.060459
24	0	0.768750	0.133796	0.168750	0.162037	7	0.256598	0.004277	0.000071	0.0	0.937500	0.295833	True	0.453903	0.233950
25	1	0.264583	0.729630	0.077083	0.342593	7	0.256598	0.004277	0.000071	0.0	0.341666	1.000000	True	0.446656	0.351158
26	0	0.756510	0.982407	0.060937	0.033333	8	0.293255	0.004888	0.000081	0.0	0.817447	1.000000	True	0.575701	0.060459
27	0	0.769271	0.134722	0.167708	0.163880	8	0.293255	0.004888	0.000081	0.0	0.936979	0.298611	True	0.452742	0.234490
28	1	0.264583	0.729630	0.077083	0.342593	8	0.293255	0.004888	0.000081	0.0	0.341666	1.000000	True	0.446656	0.351158
29	1	0.756510	0.982870	0.054688	0.030556	9	0.329912	0.005499	0.000092	0.0	0.811198	1.000000	True	0.573345	0.062645
30	0	0.756250	0.981481	0.059375	0.033333	9	0.329912	0.005499	0.000092	0.0	0.815625	1.000000	True	0.574379	0.068092
31	1	0.264323	0.729167	0.076563	0.341667	9	0.329912	0.005499	0.000092	0.0	0.340885	1.000000	True	0.446055	0.350140
32	0	0.769271	0.140278	0.167708	0.175000	9	0.329912	0.005499	0.000092	0.0	0.936979	0.315278	True	0.445872	0.242386
33	0	0.756250	0.982407	0.060417	0.033333	10	0.366569	0.006109	0.000102	0.0	0.816667	1.000000	True	0.575441	0.060902
34	1	0.264323	0.730095	0.076563	0.343519	10	0.366569	0.006109	0.000102	0.0	0.340885	1.000000	True	0.447717	0.351948
35	0	0.769271	0.141667	0.167708	0.177776	10	0.366569	0.006109	0.000102	0.0	0.936979	0.319445	True	0.444182	0.244399
36	0	0.756771	0.981481	0.062500	0.033333	11	0.403226	0.006720	0.000112	0.0	0.819271	1.000000	True	0.575419	0.070833
37	0	0.769271	0.140741	0.167708	0.179826	11	0.403226	0.006720	0.000112	0.0	0.936979	0.316667	True	0.445308	0.243055
38	1	0.264583	0.729167	0.077083	0.343519	11	0.403226	0.006720	0.000112	0.0	0.341666	1.000000	True	0.446656	0.352061
39	0	0.756250	0.982407	0.060417	0.033333	12	0.439883	0.007331	0.000122	0.0	0.816667	1.000000	True	0.575441	0.060902
40	0	0.769010	0.137037	0.168229	0.168519	12	0.439883	0.007331	0.000122	0.0	0.937239	0.305556	True	0.449058	0.238117
41	1	0.264583	0.730095	0.077083	0.345370	12	0.439883	0.007331	0.000122	0.0	0.341666	1.000000	True	0.448319	0.353868
42	0	0.757812	0.984259	0.057292	0.031482	13	0.476540	0.007942	0.000132	0.0	0.815104	1.000000	True	0.576245	0.065371
43	0	0.769010	0.139352	0.168229	0.173148	13	0.476540	0.007942	0.000132	0.0	0.937239	0.312500	True	0.447005	0.241415
44	1	0.264583	0.730095	0.077083	0.345370	13	0.476540	0.007942	0.000132	0.0	0.341666	1.000000	True	0.448319	0.353868
45	1	0.758854	0.984722	0.053125	0.030556	14	0.513196	0.008553	0.000143	0.0	0.811979	1.000000	True	0.575728	0.061285
46	0	0.769792	0.136574	0.168750	0.167593	14	0.513196	0.008553	0.000143	0.0	0.938542	0.304167	True	0.451250	0.237832
47	1	0.264583	0.729630	0.077083	0.344444	14	0.513196	0.008553	0.000143	0.0	0.341666	1.000000	True	0.447487	0.352064
48	0	0.751302	0.981944	0.055729	0.034259	15	0.549853	0.009164	0.000153	0.0	0.807031	1.000000	True	0.571847	0.065417
49	1	0.757812	0.984722	0.053125	0.030556	15	0.549853	0.009164	0.000153	0.0	0.810937	1.000000	True	0.575212	0.061285

파이썬으로 활용한 위축돈 분석 결과



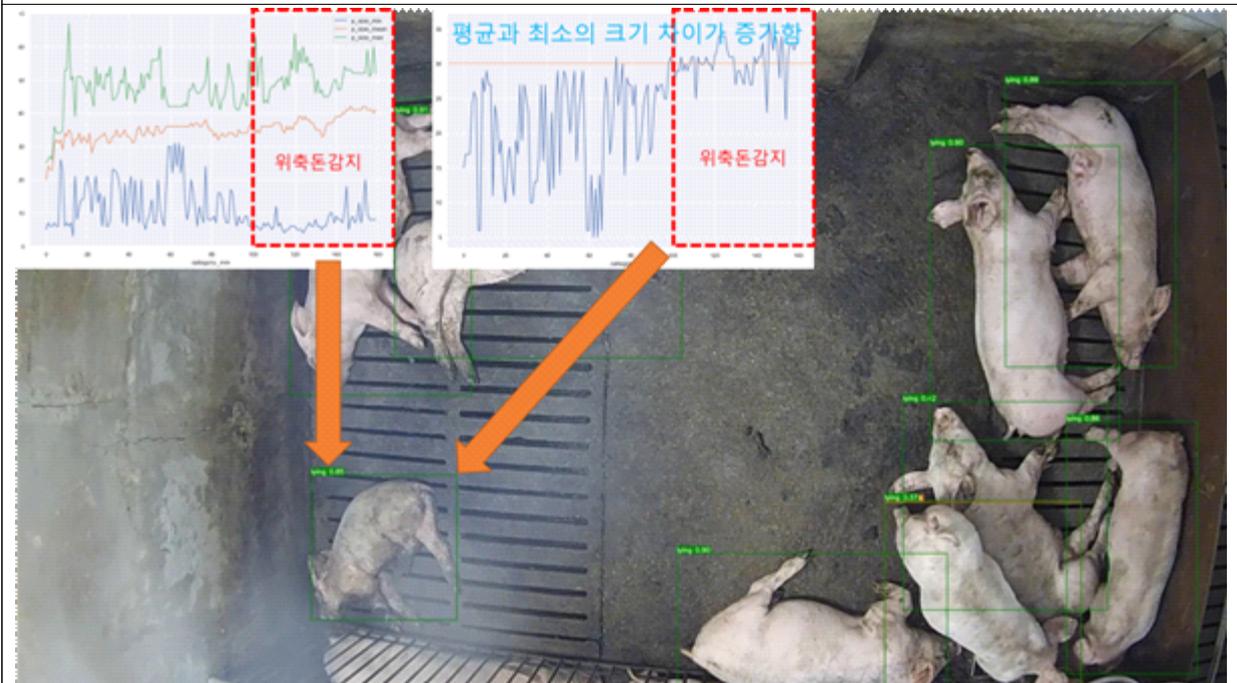
비육사에 위축돈 발생 전



비육사에 위축돈 발생



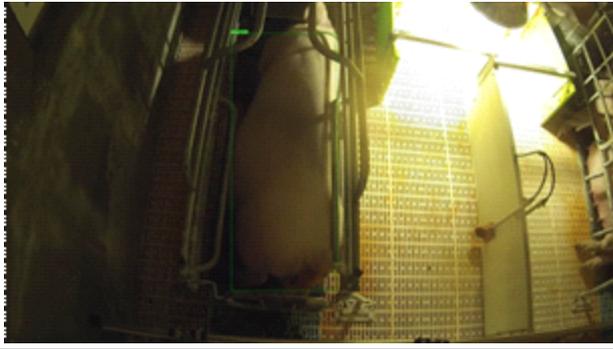
비육사에 위축돈 감지



- 비육돈의 객체의 크기를 통해서 위축돈을 감지함
  - 비육사에 존재하는 모든 비육돈의 크기를 최대(max), 평균(mean), 최소(min) 등과 같은 3개로 구분하여 녹화되는 동안 실시간으로 분석함
    - 위축돈은 시간이 증가할수록 주변의 비육돈과 크기 차이가 발생하여 평균과 최소의 크기 차이가 증가함

- 분만사의 모든 분만전후 생체정보(CCTV, 열화상, 3d depth 등)을 통한 현장 실증 연구
  - 모든의 분만전후 생체정보(영상, 체온 등) 통합 수집 시스템으로 수집한 데이터의 활용
    - 모든의 생체정보 중에서 영상정보는 CCTV, depth 센서, 열화상 센서 등으로, 체온 정보는 열화상 센서로 수집
      - CCTV와 열화상 센서는 모든의 분만 시점 및 모든과 자돈의 움직임 감지
      - 3D 센서는 모든의 움직임 CCTV는 모든의 서기 앓기, 눕기 등 자세를 감지
    - 모든의 분만전후 생체정보의 수집 및 저장은 AI 학습에 용이하게 하나의 테이블로 설계하여 통합 DB구축(Python 기반으로 개발)
    - 수집된 영상정보를 기반으로 모든 분만전후 생체정보(영상, 체온 등)를 통한 이상상태 조기 경보 시스템 개발함
  - 모든의 분만전후 이상 상태 인지 알고리즘 개발
    - 모든의 이상 상태 인지 알고리즘은 설정된 지표에 부합하게 자동으로 인지하고 기록함
      - **총분만 시간(3시간 이내는 정상, 그 이상은 비정상), 분만 시점 인지(15분 이내), 시간당 활동량, 모든의 자세(서기, 눕기, 앓기 등) 등을 지표로 설정**
  - 모든의 분만전후 자세 인지
    - 수집된 3D 센서의 이미지를 활용하여 모든의 자세를 파악함
      - 모든의 자세는 서기, 눕기, 앓기 등과 같이 3가지로 구분함
      - 모든의 자세는 모든의 위에 설치된 고정된 3D 센서의 깊이 정보 값으로 파악함
      - 서기는 2,100 이상, 서기는 1,900 이하, 앓기는 1,900~2,100의 깊이 정보값을 가진 경우로 설정  
(모든 위에 설치된 3D 센서로부터 가까우면 서 있는 상태, 멀어지면 누워 있는 상태임)
      - 위와 같은 설정은 수집된 동일된 시점의 CCTV 이미지를 매칭하면서 파악함
      - 모든의 3D 센서의 깊이 정보값 관심 영역의 3포인트의 깊이 정보 값의 평균값으로 산출함
  - CCTV를 활용한 모든의 분만전후 이상 상태 인지
    - 녹화된 동영상을 살펴봄으로써 모든의 분만전후 상태를 사람이 직접 기록함
      - 분만은 7:10:08 AM에 시작하여 9:06:44 AM에 완료하여 11마리의 총 분만 시간은 1시간 56분으로 3시간 이내로 나타나 정상으로 판단함
      - **모든의 자돈당 소요 시간은 초 10분 36초 였으며 분만 순서로 3, 4, 5번째가 15분 이상으로 분만간격이 긴 편이었으며, 나머지 자돈은 15분안에 출산하는 안정적인 상태이었음**
      - 특이 사항으로는 ① 6번째 자돈을 출산 시점(8:26:31 AM)에 한 마리의 자돈이 사망하였으나 몇 번째 자돈인지는 확인 불가능하며 ② 분만 순서로 11번째에서 2마리가 동시에 출산함

1번 : 7:10:08 AM



2번 : 7:17:31 AM



3번 : 7:19:17 AM



4번 : 7:39:32 AM



5번 : 8:08:56 AM



특이사항 : 1두 사망으로 인한 회수



6번 : 8:26:31 AM



7번 : 8:29:30 AM



8번 : 8:33:56 AM



9번 : 8:44:13 AM



10번 : 8:52:47 AM



11번 : 9:06:44 AM(2두 출산)



#### 관심영역 ROI 설정

```
ROI_480_848 = (188, 307, 383, 595) # Y1, X1, Y2, X2
```

#### 체크 포인트 설정

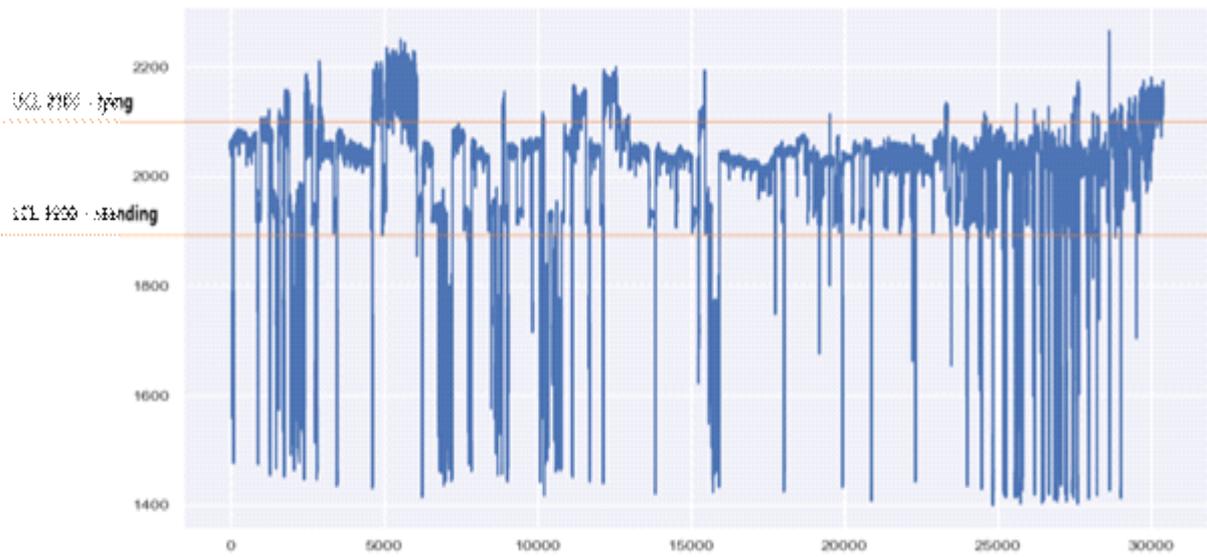
```
CENTER_Y = (ROI_480_848[0] + ROI_480_848[2]) // 2  
CENTER_X = (ROI_480_848[1] + ROI_480_848[3]) // 2  
POINT_A = (CENTER_Y, ROI_480_848[1])  
POINT_B = (CENTER_Y, CENTER_X)  
POINT_C = (CENTER_Y, ROI_480_848[3])
```

#### 체크 포인트 데이터 추출 및 정제

```
depth_point_a = data_480_848[:, POINT_A[0], POINT_A[1]]  
depth_point_b = data_480_848[:, POINT_B[0], POINT_B[1]]  
depth_point_c = data_480_848[:, POINT_C[0], POINT_C[1]]
```

```
df_480_848 = pd.DataFrame()  
df_480_848['file'] = data_files  
df_480_848['a'] = depth_point_a  
df_480_848['b'] = depth_point_b  
df_480_848['c'] = depth_point_c
```

모든의 자세 인지에 사용된 파이썬 코드 일부



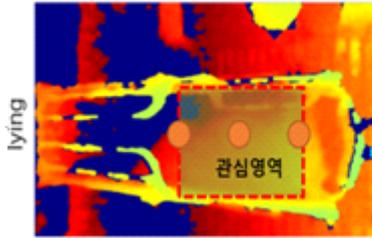
모든의 자세 판단 기준으로 분석한 3D 센서의 깊이정보 값

관심영역의 3D 포인트의 깊이정보 1회평균의 값에정보의 평균값

2449, 2050, 1815, 2104

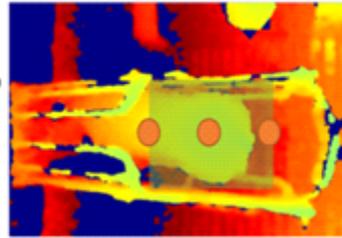
1701, 1494, 1480, 1558

2305, 2046, 1830, 2060



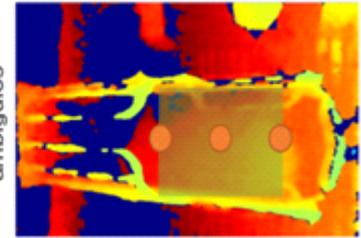
20220805133528.png

Count 3,698 (12.16%)



20220910105952.png

Count 3,145 (10.34%)



20221021104001.png

Count 23,568 (77.50%)

모든의 3D 이미지의 시각화 자료

수집된 모든의 자세(n=30,411)는 대상으로 분석한 눕기, 서기 및 앉기의 비율을 분석함  
- 눕기는 3,698건으로 12.16%, 서기는 3,145건으로 (10.34%), 앉기는 23,568건으로 77.50%로 모든의 분만전후에 주로 앉아있는 것으로 나타남

- 상단의 이미지를 육안으로 살펴볼 때 3가지 경우 중 사족보행 형태의 서기와 복부가 보이는 눕기는 형태가 명확하여 판단하기 쉬었으나 앉기의 경우에는 구분이 어려운 경우가 많이 나타남
- 앉기는 엉덩이가 바닥에 닿아있을지라도 머리를 쳐드는 각도에 따라서 다양한 경우가 존재하였으나 육안으로 경우에는 판단이 어렵기에 3D 센서의 이용은 모든의 자세를 판단에 적합한 것으로 판단됨
- 결과적으로 모든의 분만전후 자세 인지 알고리즘을 활용하여 모든의 자세 및 이들의 분포를 자동으로 파악하였으나 분만 시점에 대한 유의적인 결과물을 도출할 수 없었음

○ 수집된 모든의 자세(n=30,411)는 대상으로 분석한 눕기, 서기 및 앉기의 비율을 분석함

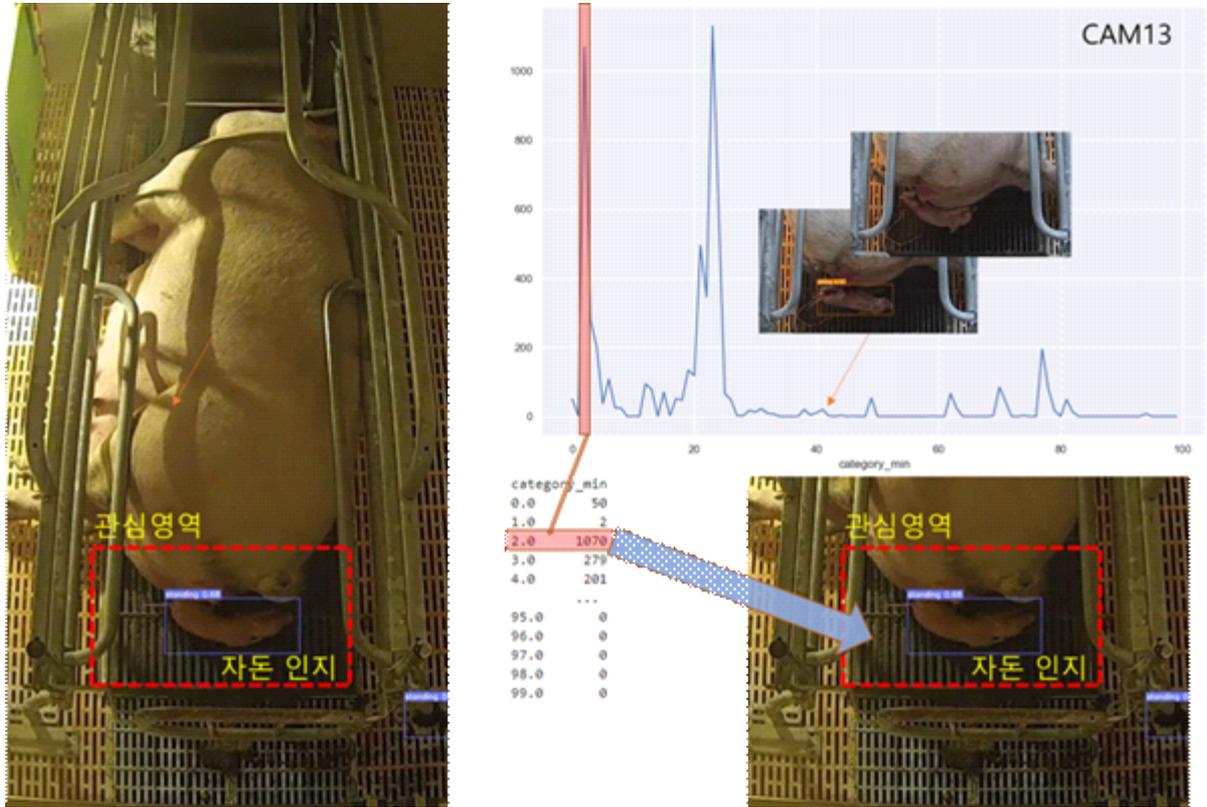
- 눕기는 3,698건으로 12.16%, 서기는 3,145건으로 (10.34%), 앉기는 23,568건으로 77.50%로 모든의 분만전후에 주로 앉아있는 것으로 나타남

- 상단의 이미지를 육안으로 살펴볼 때 3가지 경우 중 사족보행 형태의 서기와 복부가 보이는 눕기는 형태가 명확하여 판단하기 쉬었으나 앉기의 경우에는 구분이 어려운 경우가 많이 나타남
- 앉기는 엉덩이가 바닥에 닿아있을지라도 머리를 쳐드는 각도에 따라서 다양한 경우가 존재하였으나 육안으로 경우에는 판단이 어렵기에 3D 센서의 이용은 모든의 자세를 판단에 적합한 것으로 판단됨
- 결과적으로 모든의 분만전후 자세 인지 알고리즘을 활용하여 모든의 자세 및 이들의 분포를 자동으로 파악하였으나 분만 시점에 대한 유의적인 결과물을 도출할 수 없었음

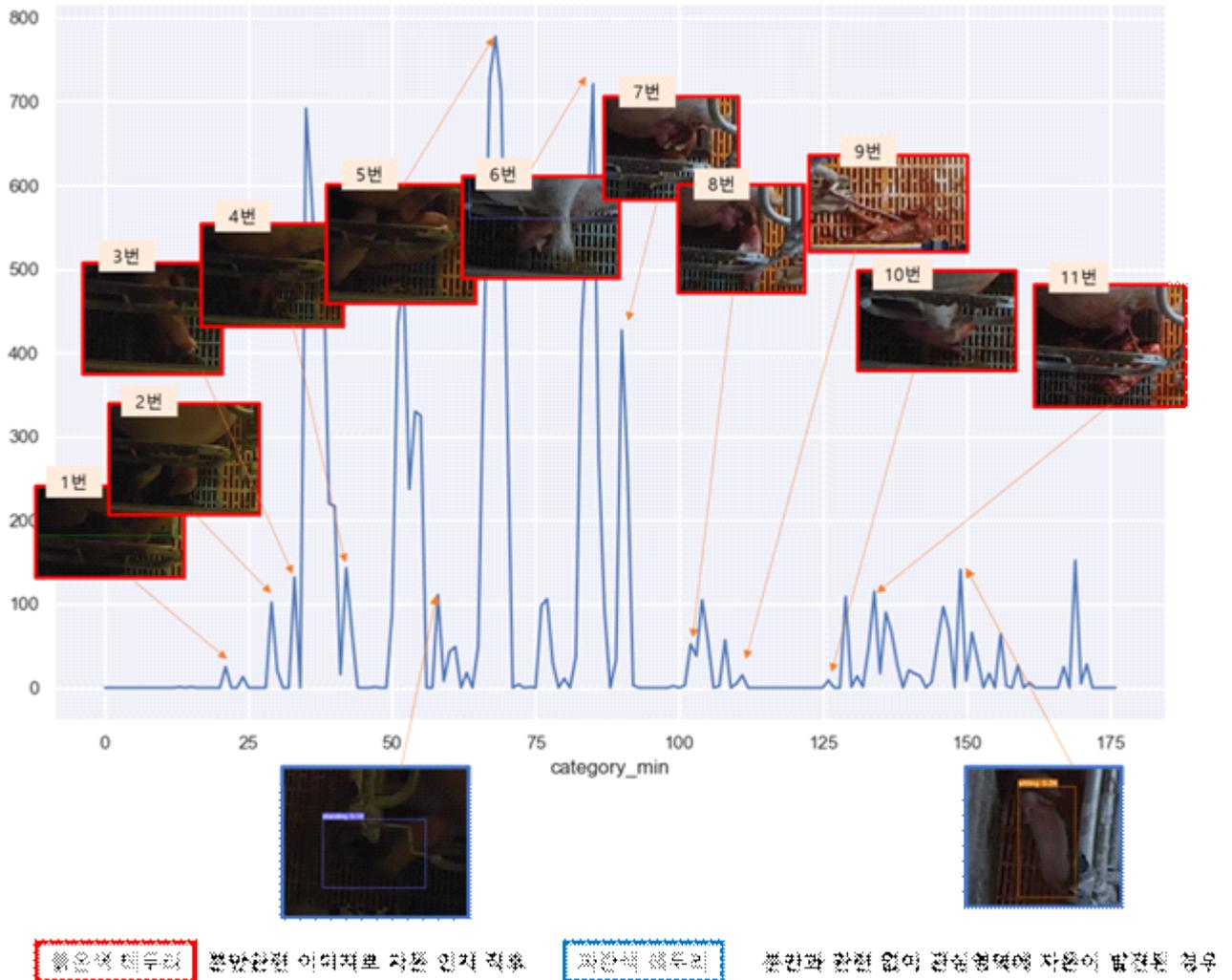
모돈의 분만시점에 따른 자돈의 출현순서

분만 순서	자돈수 (n)	분만 시점	분만 간격	총 소요시간	자돈당 소요시간	특이사항
1	1	7:10:08 AM	0:07:23	1:56:36	0:10:36	
2	2	7:17:31 AM	0:01:46			
3	3	7:19:17 AM	0:20:15			
4	4	7:39:32 AM	0:29:24			
5	5	8:08:56 AM	0:17:35			
-	-	8:13:34 AM	-			자돈 한 마리 사망확인 (관리자가 자돈 한 마리를 회수함)
6	5	8:26:31 AM	0:02:59			
7	6	8:29:30 AM	0:04:26			
8	7	8:33:56 AM	0:10:17			
9	8	8:44:13 AM	0:08:34			
10	9	8:52:47 AM	0:13:57			
11	10, 11	9:06:44 AM	-	11번째에 두 마리를 동시에 출산		

- 녹화된 동영상을 자동으로 읽어들이어서 customized YOLO7으로 객체 인식을 진행함
  - 동영상에서 pig object detection 알고리즘으로 모돈과 자돈을 인식함
  - 동영상에서 자돈의 출현을 인지할 수 있는 관심 영역을 설정하고 관심 영역에서 움직임을 분석함
  - 결과적으로 모돈의 분만 시간(총 3시간 이내)과 모돈의 분만 시점 인지(분만 시점부터 15분 이내)하는 것으로 나타났으나 자돈의 분만과 관련 없는 자돈의 움직임을 자동으로 파악하여 제외하는 추가 연구가 필요함



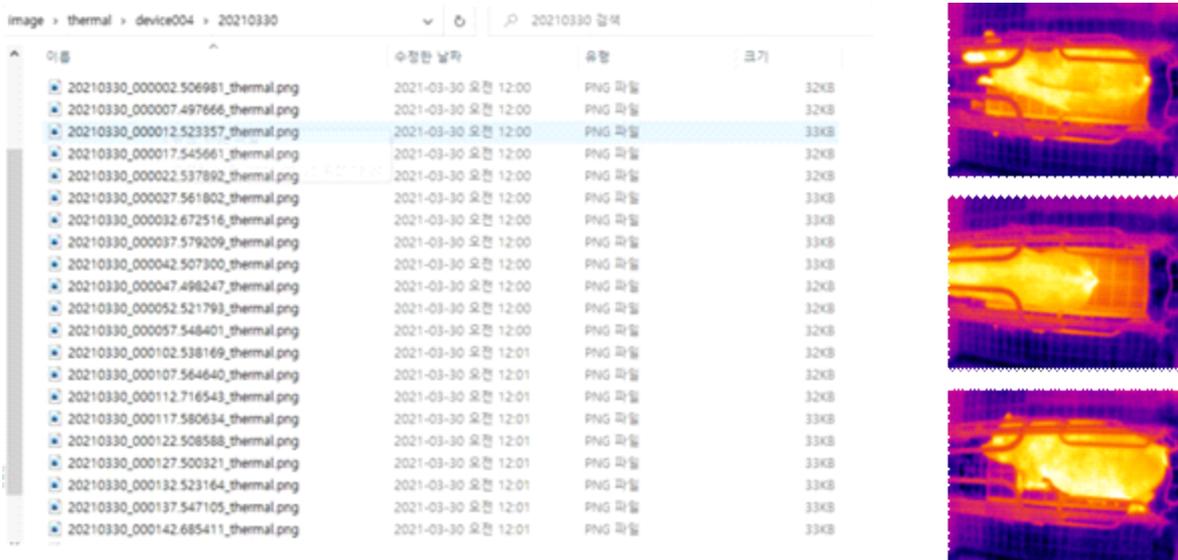
동영상에서 모돈의 분만 시 자돈 인지 및 자돈의 움직임 파악



수집한 동영상의 타인라인 중 자돈의 인식 현황

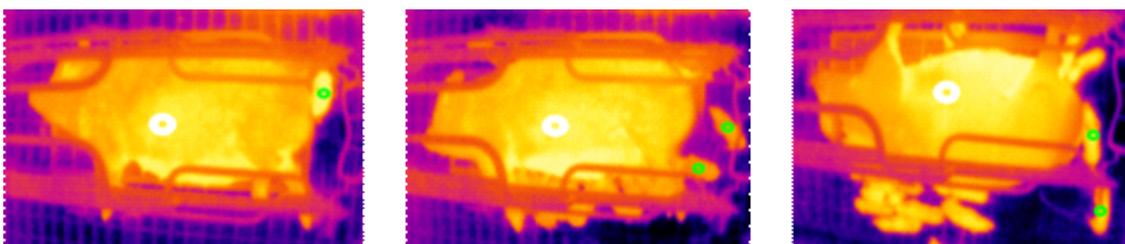
○ 열화상 센서를 활용한 모돈의 분만전후 이상 상태 인지

- 파이썬으로 녹화된 열화상 동영상에서 일정 시간 간격으로 열화상 이미지를 추출하여 저장함



열화상 데이터 수집 화면

- 가공처리 된 열화상 이미지는 학습과 테스트용 데이터셋을 구축하여 AI 학습을 진행함
- 동영상에서 객체 인식 시는 오픈소스인 YOLO7을 본 과제의 목적에 맞게 커스터마이징해서 진행함
- YOLO7으로 검출된 자돈의 결과를 DB로 저장하여 모돈의 분만시점을 인지함



돼지 개체가 구분된 화면과 자돈 수 분석 화면

라) [축우생체정보 수집 장치의 개선]

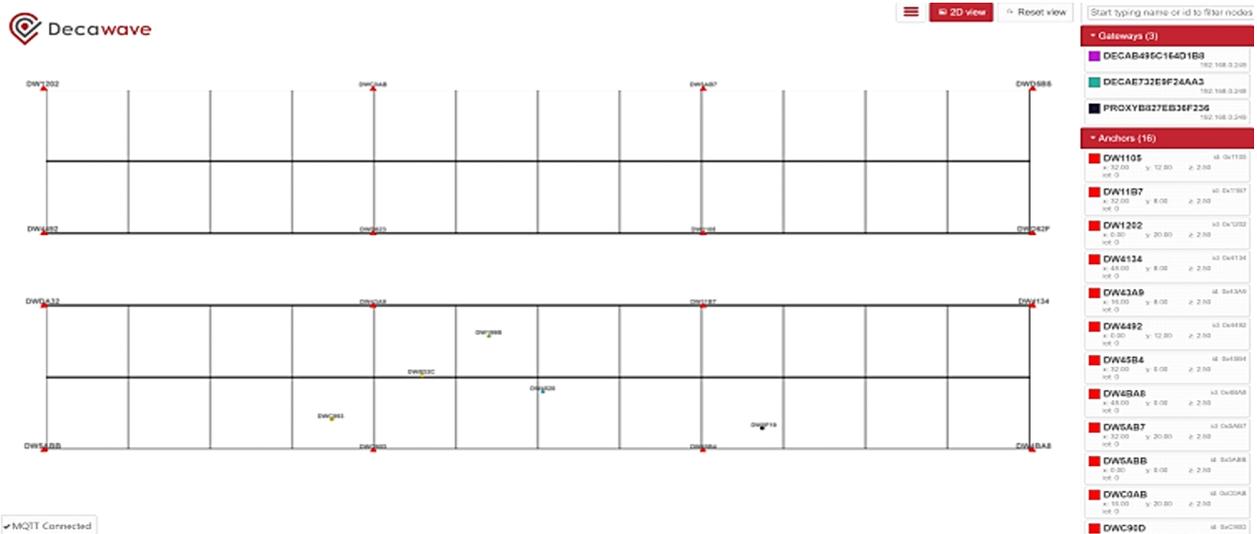
- 축우 생체정보 수집 장치의 개선
- 가축 생체정보 수집 장치의 설치

- 강원대학교, 부여, 부안, 경주농장에 설치



### 2.1.2 신호전달체계 확인 수정

-> UWB 통신의 직진성으로 인하여 장애물 등으로 인한 통신 실패를 최소화하기 위한 태그 위치 개선



#### □ 데이터 수집 저장

○ 클라우드 서버로 데이터 수집 및 저장

#### □ 축산과학원 생체정보 수집 장치 문제점 확인 및 기능 개선 지원

○ 목걸이형 생체정보 수집 장치 케이스의 문제점 확인 및 개선

- 문제점 : 목걸이형 생체정보 수집 장치 케이스 3D 프린터 출력시 인쇄결에 따라 힘이 가해지는 부분에 크랙이 발생.
- 개선사항 : 3D 프린터 출력시 인쇄결을 다르게 출력하고, 지지대 부분을 보강하여 출력.

5381	1517	5885	103B	0F1A	1921	1CA1	0DB8	488F	539F	D28F	5D2C	1DA6	4520	0F19
413B	199B	C993	841A	9101	8685	561C	5687							

6일전 5일전 4일전 3일전 2일전 1일전 오늘

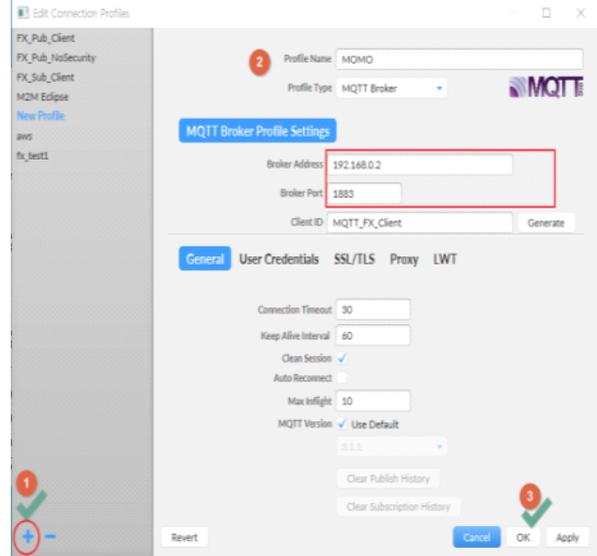
예상

수신 시간	X	Y	Z	이동거리(m)
총 이동거리				151.82
2021-12-03 11:47:13	21.571232	6.3584929	1.7597014	0.00
2021-12-03 11:46:20	21.563463	6.3433695	1.7236029	0.04
2021-12-03 11:45:31	21.511576	6.3126531	1.6775755	0.08
2021-12-03 11:44:45	21.553576	6.2865453	1.4561518	0.23
2021-12-03 11:44:07	21.61305	6.3004975	1.5162767	0.09
2021-12-03 11:42:39	21.550055	6.1258564	1.5001582	0.19
2021-12-03 11:41:28	21.549196	5.89775	1.5773293	0.24
2021-12-03 11:40:33	21.588264	5.7264581	1.5873394	0.18
2021-12-03 11:39:35	21.726454	5.7517033	1.5690444	0.14
2021-12-03 11:39:28	21.726454	5.7517033	1.5690444	0.00
2021-12-03 11:38:37	21.678158	5.2368889	1.4675715	0.53
2021-12-03 11:37:19	22.033777	5.5300603	1.3305666	0.48

- 현장실증 : 개선된 케이스를 강원대 목장에 적용하여 사용 중이며, 동일한 증상은 발생하지 않음.



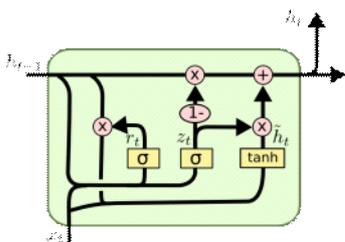
- 축산과학원 목걸이형, 반추위 삽입형 생체정보 수집 장치 연동을 위한 DB 통합 연동 지원
- 기 구축된 목걸이형 생체정보 수집 장치의 DB에 반추위 삽입형 생체정보 수집 장치 연동을 위한 구성 및 설정
  - 반추위 삽입형 생체정보 수집 장치 연동을 위한 DB 테이블 구성
  - 온도체크에 대한 연구수행을 위한 기존 유사 제품들에 대한 검토 및 삽입형 센서 실증
  - 클라우드 서버 Mqtt 설정



□ 축산과학원 생체정보 수집 장치 데이터 심부온도, 활동량 등의 생체정보 딥러닝 상관관계 분석 지원

○ 생체정보 딥러닝 상관관계 분석 지원

- 실험 예측모델(알고리즘) : GRU(Gated Recurrent Unit)



$$z_t = \sigma(W_z \cdot [h_{t-1}, x_t])$$

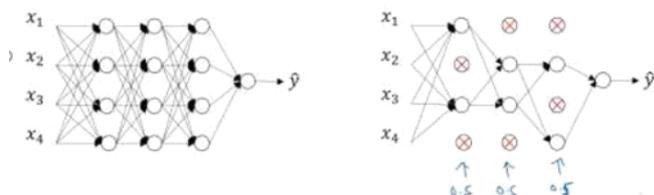
$$r_t = \sigma(W_r \cdot [h_{t-1}, x_t])$$

$$\tilde{h}_t = \tanh(W \cdot [r_t * h_{t-1}, x_t])$$

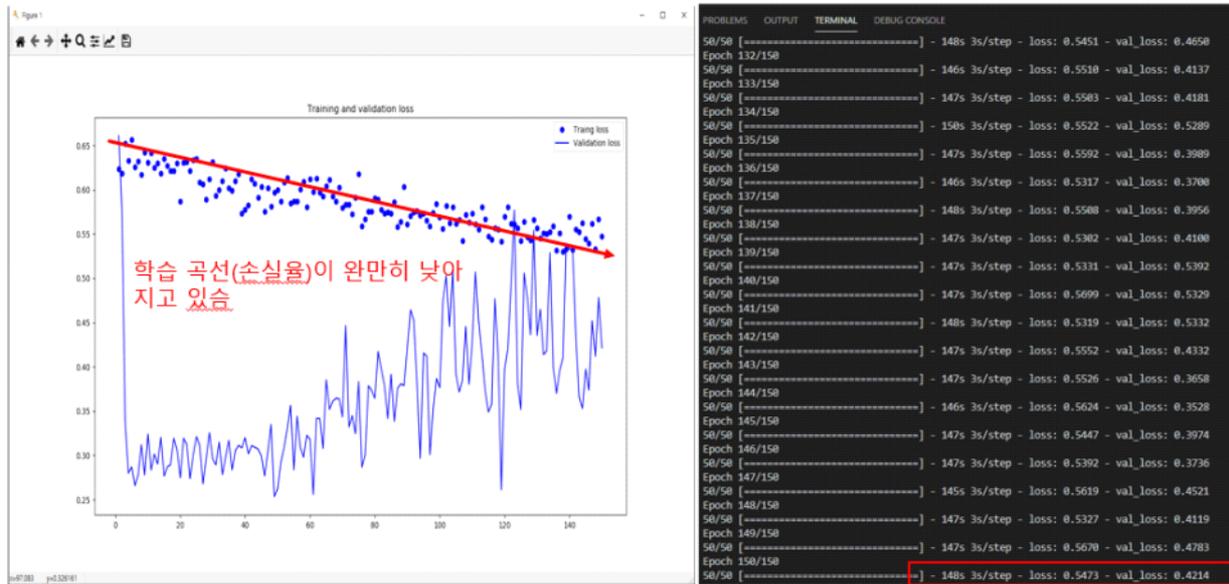
$$h_t = (1 - z_t) * h_{t-1} + z_t * \tilde{h}_t$$

- 실험 예측 모델(알고리즘) : Dropout

### Dropout regularization



- GRU, Dropout을 적용한 실험 결과



- 생체정보 수집 장치 인터페이스 개선 및 농장 적용
  - 삽입형 생체정보 수집 장치 추가로 인한 인터페이스 개선 및 농장 적용
    - 생체정보 수집 장치 인터페이스



삽입형 생체정보 수집 장치 설치

인터페이스 서버설치

농장 적용

## [2단계 : 2023. 01. ~ 12.]

### 가) [축우 생체정보 수집 장치의 국산화 및 고도화 연구]

- 생체정보 데이터 이용 생체정보 결과와 비교 분석 및 검증
  - 발정유도제 투여를 통한 발정기 생체정보 수집 및 발정 확인
    - 가축관리 및 발정유도
      - 장소 : 강원대학교 부속목장
      - 공시동물 : 한우 19~85개월령 50두
      - 사육시설 및 관리 : 프리스틀 활용, 2~3두/4.0~7.5m<sup>2</sup>  
 배합사료, 조사료(1kg) 2회/일 급여, 자유음수
      - 처리 : 프로스타그란딘(Lutalyse®, Zoetis, Belgium) 2회(1일, 11일) 투여
    - 발정 확인
      - 방법 : 개체별 2회/일 육안관찰  
 승가행동, 음부 확인을 통한 발정 개체 확인, 호르몬 분석을 통한 발정 개체 검증
    - 생체정보 수집
      - 장치 : 목걸이형 생체정보 수집장치

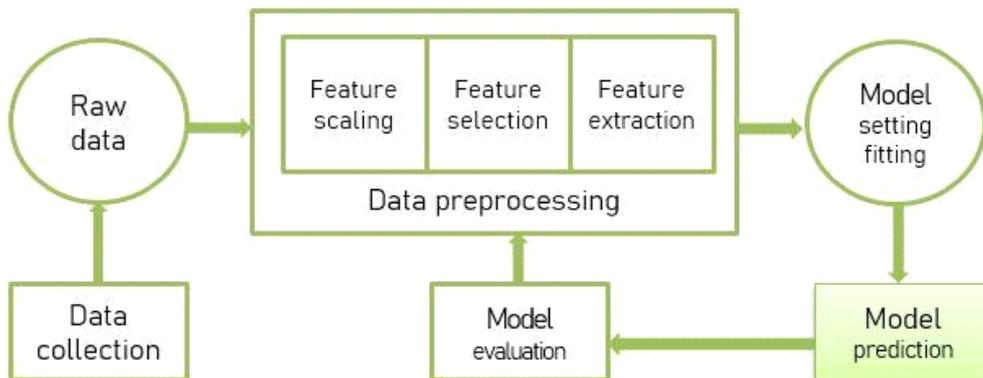
- 자료 : 활동량, 축사내 위치 정보



□ 가축관리 현황의 특이점 도출 및 이를 활용한 가축의 개체관리 방안 마련

○ 딥러닝 분석을 위한 생체정보 전처리

- 생체정보 데이터 전처리는 그림 7과 같이 수행되었으며 각 2시간 간격으로 정리된 데이터들을 활용하였음
- 발정기 7,917, 비발정기 6,937회 시간대를 포함하였으며 트레이닝과 테스트 데이터를 7:3 비율로 하였음
- 이는 기계학습에서 학습이 과수행되어 오차는 감소하지만 실제 적용에서 오차가 증가하는 문제를 줄이기 위해 수행되었음



Data analysis work flow.

○ 알고리즘 적용에 따른 생체정보의 정확성 평가

- 발정감지의 정확성을 높이기 위한 3가지 알고리즘에 대해 그림 8과 같은 방법으로 정확성, 민감성, 특수성, 정밀성 등을 예측하였음
- 자료들에 대해 참과 거짓에 대한 복합적으로 고려되는 것이 가장 효과적인 방법으로 발정에 대한 정확한 예측을 위해 4가지 형태 true positive (TP), false negative (FN), true negative (TN), false positive (FP)으로 구분하였음

		Actual value	
		Positive	Negative
Predicted value	Positive	True positive (TP)	False positive (FP)
	Negative	False negative (FN)	True negative (TN)

TP : the number of estrus time windows correctly

FP : the number of non-estrus time windows mistakenly classified as estrus

FN : the number of estrus time windows incorrectly

TN : the number of non-estrus time windows precisely distinguished

A 2 x 2 contingency table used for calculating the performance.

- 발정감지의 정확성을 높이기 위해 정확성, 민감성, 특수성, 정밀성 등을 예측하였음
- 정확성, 민감성, 특수성, 정밀성 등에 대한 식은 아래와 같다.

#### (1) Sensitivity

Sensitivity indicates the number of estrus events correctly classified out of all the actual estrus events.

$$Sensitivity = \frac{TP}{TP + FN}$$

#### (2) Specificity

Specificity indicates the number of non-estrus events correctly classified out of all the actual non-estrus events.

$$Specificity = \frac{TN}{TN + FP}$$

### (3) Precision

Precision shows the number of estrus events correctly classified as estrus out of all events classified as estrus.

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP}$$

### (4) Accuracy

Accuracy result shows how many observations classified correctly out of all observations.

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

- 발정감지의 정확성을 높이기 위한 3가지 알고리즘에 대해 그림 8과 같은 방법으로 정확성, 민감성, 특수성, 정밀성 등을 예측하였음 (아래 표)
- 활동량에 대해 XGBoost 알고리즘을 이용하여 발정을 예측할 경우 가장 높은 확률로 발정 감지가 가능하였음

Performance metrics<sup>1</sup> for predicting the day of estrus

Parameter <sup>2</sup>	Algorithm <sup>3</sup>	Se	Sp	Pr	Acc
AT	LR	0.27	0.87	0.53	0.66
	XGBoost	<b>0.40</b>	<b>0.95</b>	<b>0.80</b>	<b>0.76</b>
	LightGBM	0.30	0.90	0.60	0.69
MT	LR	0.23	0.85	0.47	0.63
	XGBoost	0.20	0.83	0.40	0.61
	LightGBM	0.27	0.85	0.47	0.63
AT+MT	LR	0.27	0.87	0.53	0.66
	XGBoost	0.30	0.88	0.60	0.68
	LightGBM	0.17	0.82	0.33	0.59

<sup>1</sup>Machine learning analysis for prediction of estrus performed based on daily behavior data during peri-estrus period. Se: sensitivity = TP/(TP+FN); Sp: specificity = TN/(TN+FP); Pr: precision = TP/(TP+FP); Acc: accuracy = (TP+TN)/(TP+TN+FP+FN).

<sup>2</sup>AT: activity, MT: mounting.

<sup>3</sup>LR: logistic regression; XGBoost: extreme gradient boosting; LightGBM: light gradient boosting machine

- 위의 표에서 발정 확인된 날짜를 기준으로 발정 6시간 전, 12시간 전, 24시간 전 예측 가능성을 확인한 결과, 모든 경우에서 XGBoost 알고리즘이 가장 높은 확률로 발정 감지가 가능하였음
- 발정 확인된 날짜를 기준으로 발정 6시간 전, 12시간 전, 24시간 전 예측 가능성을 확인한 결과, XGBoost 알고리즘을 이용하여 발정 예측 가능성을 확인할 때 발정 12시간 전에 가장 높은 확률로 발정 감지가 가능하였음

Performance metrics<sup>1</sup> for early prediction of estrus with the different detection time intervals (6, 12, 24 h before peak activity on the day of estrus)

Time	Algorithm <sup>2</sup>	Se	Sp	Pr	Acc
-6h	LR	0.27	0.96	0.27	0.92
	XGBoost	0.47	0.97	0.47	0.94
	LightGBM	0.27	0.96	0.27	0.92
-12h	LR	0.53	0.94	0.53	0.88
	XGBoost	<b>0.73</b>	<b>0.96</b>	<b>0.73</b>	<b>0.94</b>
	LightGBM	0.53	0.94	0.53	0.89
-24h	LR	0.20	0.78	0.20	0.66
	XGBoost	0.47	0.85	0.47	0.77
	LightGBM	0.27	0.80	0.27	0.69

<sup>1</sup>Se: sensitivity = TP/(TP+FN); Sp: specificity = TN/(TN+FP); Pr: precision = TP/(TP+FP); Acc: accuracy = (TP+TN)/(TP+TN+FP+FN).

<sup>2</sup>LR: logistic regression; XGBoost: extreme gradient boosting; LightGBM: light gradient boosting machine

#### 나) [축우 사료섭취 관련 빅데이터 활용을 통한 예측 기술 개발]

##### ○ 사료 자동 급이기의 기술적 내용

- 급이 대상 개체를 자동으로 인식하고 급이하는 스마트 급이 시스템으로 사료 급이 장치의 제어 방법 및 복수의 스마트 급이 시스템과 통신하는 축산 클라우드

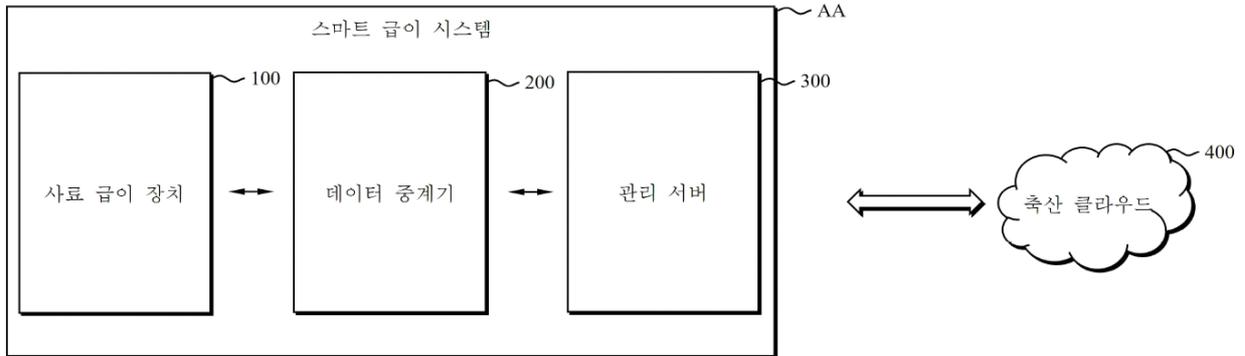
##### ○ 종래 기술의 문제점

- 이전 자동 급이 장치는 개체 별로 자동으로 급이량이 관리되지 않는 문제점이 존재함
- 개체의 적절한 사료 급이량 계산이 이루어지지 않아 체중관리 및 개체관리의 문제점이 존재함

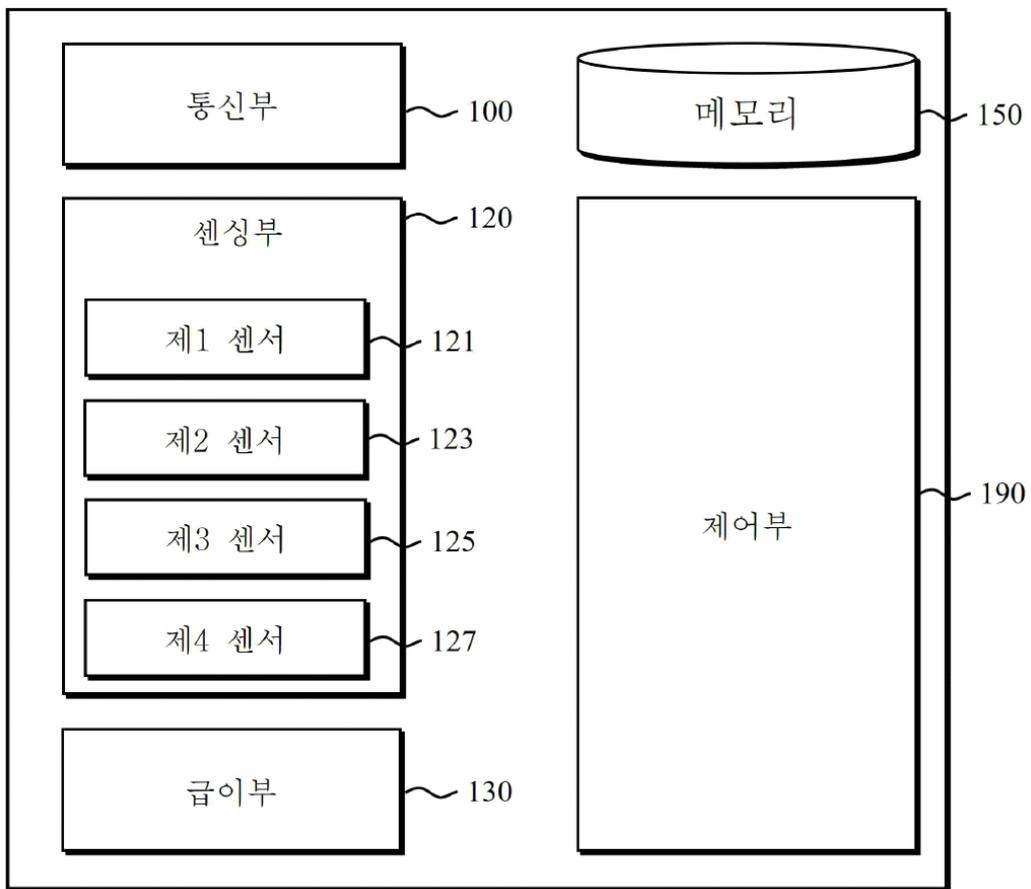
○ 스마트 급이기의 구조 및 구성요소 내용

- 스마트 급이기는 개체 정보 수집 센서시스템, 센서데이터 제어시스템, 급이 제어시스템, 데이터 서버 및 사용자 프로그램, LTE통신 시스템으로 구성

1000



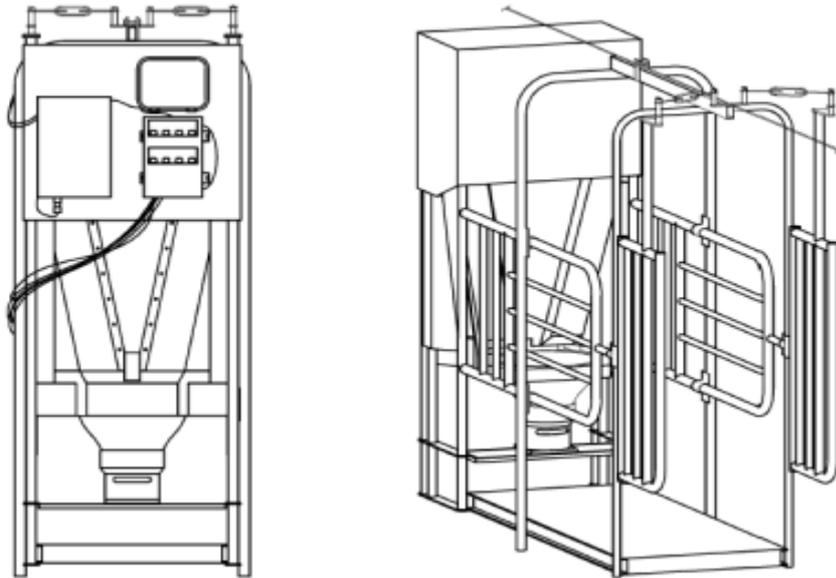
축산 통합 관리 시스템 간편 도면



사료 급이 장치 내부 구성 제어 센서

- 개체의 적절한 사료 급이량 계산이 이루어지지 않아 체중관리 및 개체관리의 문제점이 존재함

○ 과제 해결 수단

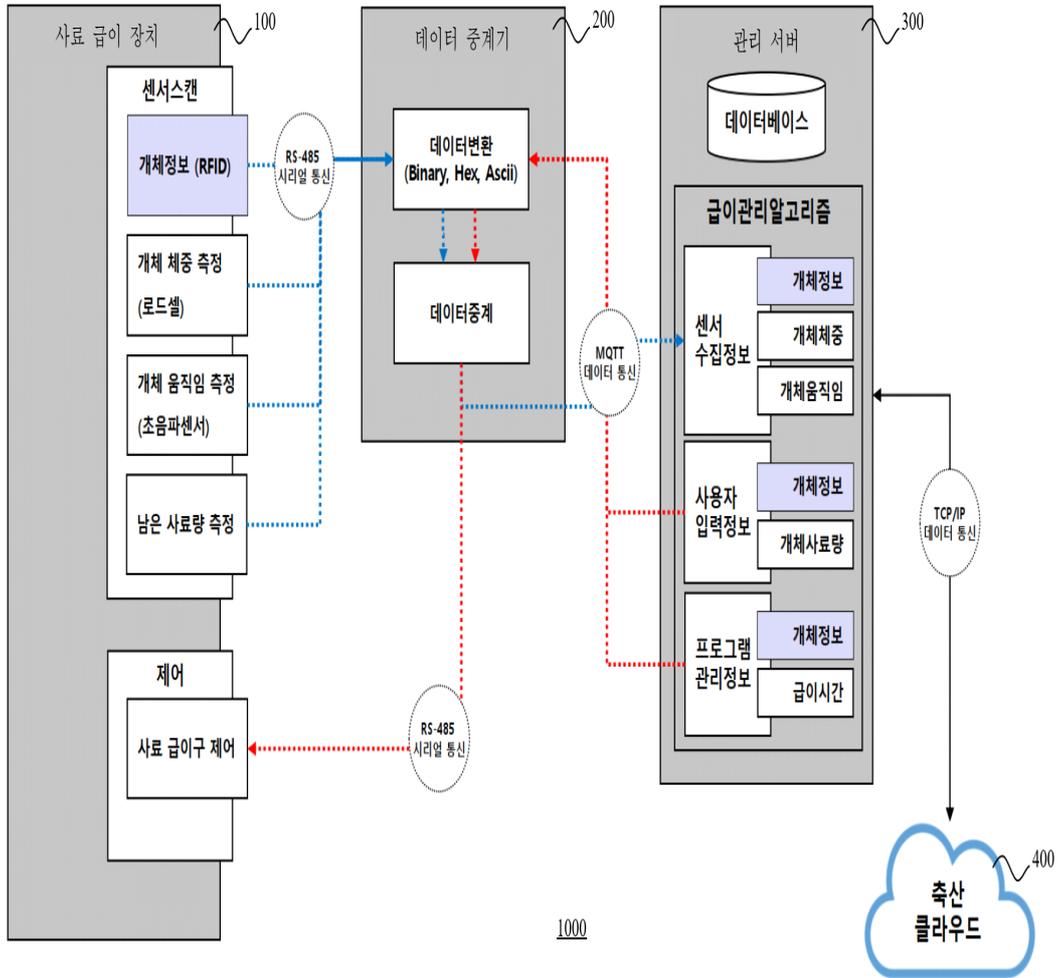


사료 급이 장치

- 축사의 개체 사료 급이를 위하여 사료 급이 장치; 관리 서버; 및 상기 사료 급이 장치와 상기 관리 서버의 데이터를 중계하기 위한 데이터 중계기를 포함함
- 사료 급이 장치는 통신부; 복수의 센서를 포함하는 센싱부; 급이부; 및 제어부를 포함
- 위의 그림처럼 제어부에서 개폐 문을 통해 급이기 안으로 진입할 수 있도록 하며, 센싱부를 통해 개체를 식별하고 급이 대상 개체에 대응하는 급이량만큼 사료통에 사료가 공급되는 급이부를 제어함
- 메모리와 연결된 프로세서에서 개체의 식별정보, 체중정보, 움직임 정보 중 적어도 하나를 포함하는 개체 정보, 관리자의 입력 정보 및 프로그램 관리 정보를 저장함
- 그 외에도 섭식 활동 데이터는 수집 기간, 카테고리, 데이터 형식, 단위, 범위, 플랫폼 표준 여부, 수집처, 담당자 및 담당자 연락처를 포함함
- 카테고리는 대분류 (영농, 사양, 생산, 제어 등), 중분류 (축산, 급이, 육성, 센서 정보 등), 소분류 (RFID, 급이섭취량, 중량, 초음파, 측정일시 등) 로 구분됨
- 카메라를 통해 촬영된 이미지를 이용하여 딥러닝 기반으로 미리 학습된 개체 인식 모델을 이용하여 개체를 인식함
- 인공 지능 모델 복수의 심층 신경망 (DNN: Deep Neural Network)를 포함하며 CNN (Convolutional Neural Network), RNN (Recurrent Neural Network), RBM (Restricted Boltzmann Machine), DBN (Deep Belief Network), BRDNN (Bidirectional Recurrent Deep Neural Network) 등으로 구성됨

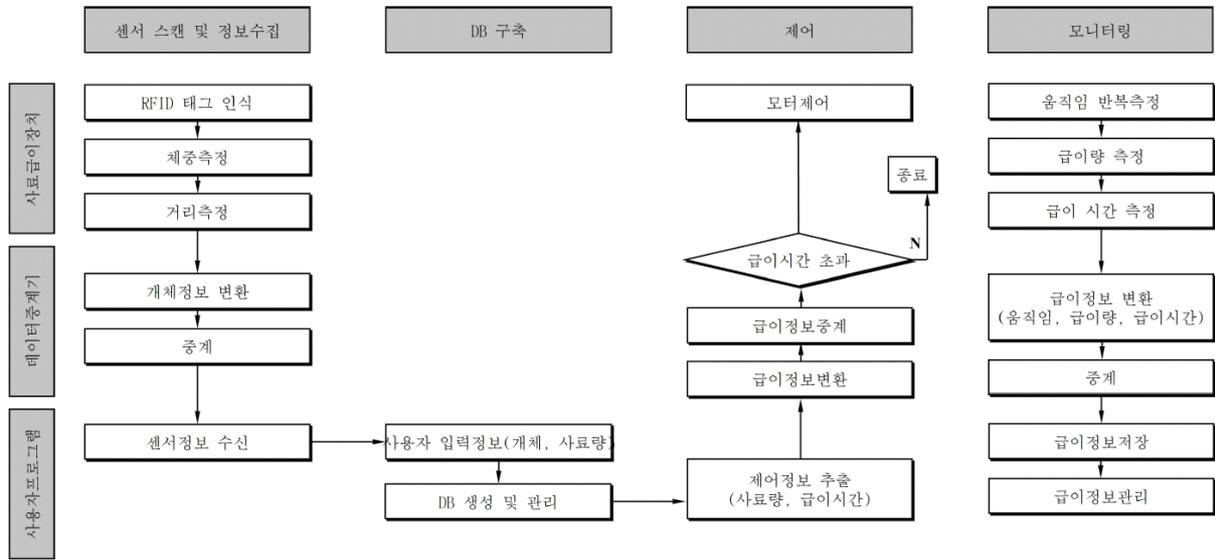
○ 발명의 효과

- 자동으로 개체 별 급이량이 정확히 관리되어 사용자의 편의가 제고됨



축산 클라우드 저장 및 사료 급이 장치 및 스마트 급이 시스템 흐름도

1. 사료 급이장치로 개체가 다가오면 RFID 칩을 통해 개체를 인식하여 개체의 체중을 측정하고, 개체의 움직임을 초음파로 센싱을 한다.
2. 다 먹고 나가는 개체의 남은 사료량을 측정하고, 데이터로 변환하여 향후 소가 다시 왔을 때 먹어야 하는 급여량을 전 데이터와 함께 비교하여 추가적으로 사료를 얼마 급이해야할지 결정해서 사료를 급이하는 시스템,
3. 개체의 움직임을 파악하여 개체의 발정 여부 및 체중, 적정 사료 급여량을 제공해주는 시스템 설명이다.



사료 급이 시스템의 프로세스 흐름도

- 위의 프로세스를 따라서 알고리즘 처리가 되어 있으며, 정보의 송출이 위의 그림과 같이 이루어짐
- 모니터링을 통하여 아래 표의 데이터로 전환하여 RFID와, WG(개체무게), US(사료급이), T(시간) 데이터를 DB에 축적 시킴

구분	STX	CMD	DATA	CHECKSUM	ETX	비고
R1	0x02	1 (1byte)	RFID(20byte) WG2(3byte)	<b>0x02, '4, 5, 6, 7', 0x03</b> ** 사이는 ASCII code 4-8은 hex 변환 및 합산 후 하위 8bit만 변환 Comma 무시 Checksum	0x03	소 진입, 태그인식
R2	0x02	2 (1byte)	RFID(20byte) WG1(5byte)		0x03	소 진입, US1 인식
R3	0x02	3 (1byte)	RFID(20byte) US1(3byte) US2 US3 US4 US5		0x03	소 나갈 때까지 반복 전송
R4	0x02	4 (1byte)	RFID(20byte) WG1(5byte) WG2(3byte)		0x03	소 나간 후 사료 잔량 전송
R5	0x02	5 (1byte)	RFID(20byte) T1(4byte)		0x03	소 개체 별 급이량, 시간 전송

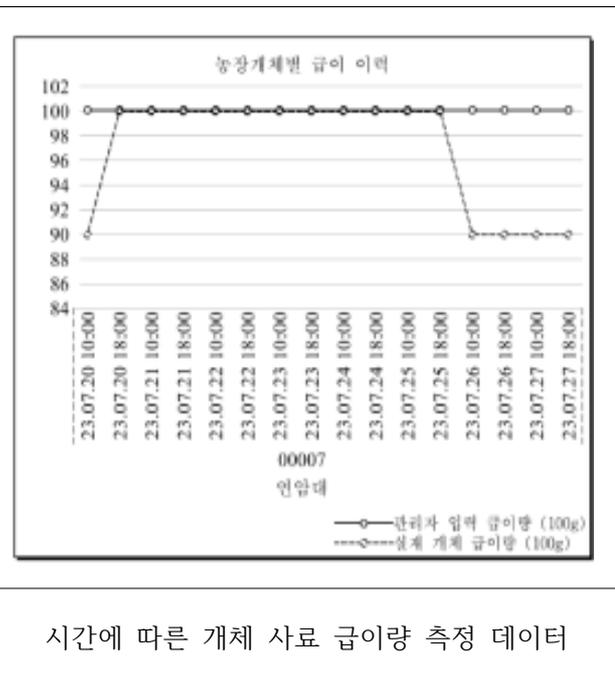
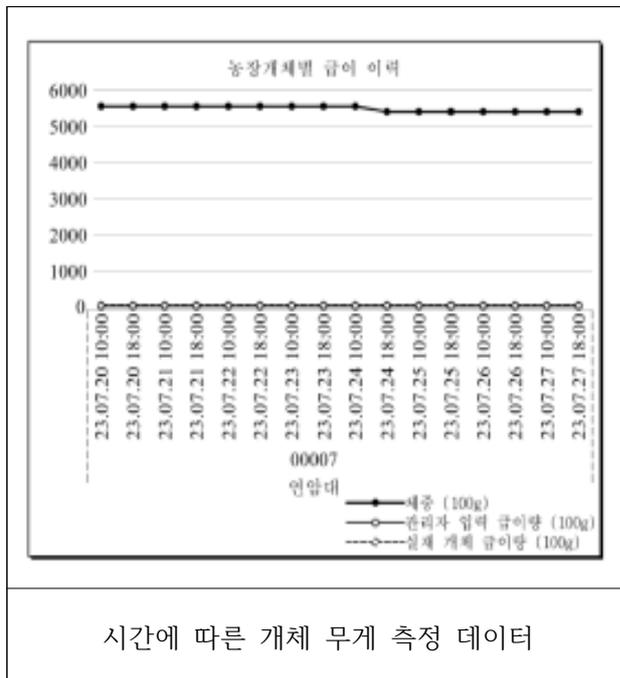
- \* R1: RFID태그가 인식 되었을 때 사료통의 무게(잔량)을 전달
- R2: 초음파센서 US1(사료통 위에 설치)에 개체가 인식 되었을 때 소의 무게(WG1) 전달
- R3: 소가 나갈 때까지 초음파센서 4개 (US1 ~ US4) 값을 반복하여 전달
- R4: 소가 나간 후 (WG1 값이 50kg 이하로 측정 되었을 때) 사료통의 잔량(WG2)를 전달
- W1: write1 (라즈베리파이에서 컨트롤러로 전달, t1=0 일 때 사료를 주지 않음)

- 최종 확인이 가능한 데이터로는 수집 기간과 대분류와 중분류, 소분류를 통해 어떠한 센서 데이터인지 확인이 모두 가능함
- 위의 대시보드와 같이 농장별, 개체별 체중을 확인할 수 있으며, 급이시간 및 급이량에 대한 데이터를 실시간으로 확인이 가능함

구분	데이터셋명	수집기간	대분류	중분류	소분류	속성	단위	최소	최대	표준	담당자정보
1	섭식활동 데이터	23.09~23.12	영농	축산	RFID	string	-	16	16	O	AAA
		23.09~23.12	사양	급여	섭취량	float	kg	1	5	O	BBB
		23.09~23.12	생산	육성	중량	float	kg	1	1000	O	CCC
		23.09~23.12	제어	초음파 센서	초음파	float	mm	1	8	O	DDD
		23.09~23.12	제어	센서 정보	일시	date	YYYY-MM-DD HH:MM:SS	-	-	O	EEE

농장별-개체별 급이 이력 조회

농장이름	ID	개체체중	급이시간	관리자 입력 급이량	실제 개체 급이량
연암대	0007	5550	23.07.20. 10:00:00	100	90
연암대	0007	5550	23.07.20. 18:00:00	100	100
연암대	0007	5550	23.07.21. 10:00:00	100	100
⋮					
연암대	0007	5400	23.07.26. 10:00:00	100	90
연암대	0007	5400	23.07.26. 18:00:00	100	90
연암대	0007	5400	23.07.27. 10:00:00	100	90



- 위의 그래프 형태로 개체별 체중 및 사료 급이량과 사료의 잔량을 아래의 그림처럼 모바일 웹페이지 혹은 PC를 통한 웹페이지에서 실시간으로 확인이 가능함



개체 무게 및 사료 급이량 측정 데이터 PC 및 모바일 인터페이스

- 사용자의 프로그램 접속 방법은 아래와 같은 원하는 브라우저를 선택하여 활용할 수 있으며, 스마트폰의 경우 다음, 네이버 등 포탈 앱을 이용할 수 있음.



**별도안내**

※http://은 자동으로 입력되므로 입력하지 않아도 됩니다.  
 ※\*\*\*\*\* 은 보안상 관리자에게 별도로 전달 합니다.  
 ※통신사 DNS 서비스에 오류가 있을 경우  
 http://\*\*\*\*\*.cns-link.net:5023 으로 접속할 수  
 없습니다 그럴 경우는 별도로 안내한 IP주소로 접속할 수  
 있습니다.(http://\*\*\*.\*\*\*.\*\*\*.\*\*\*:5023)

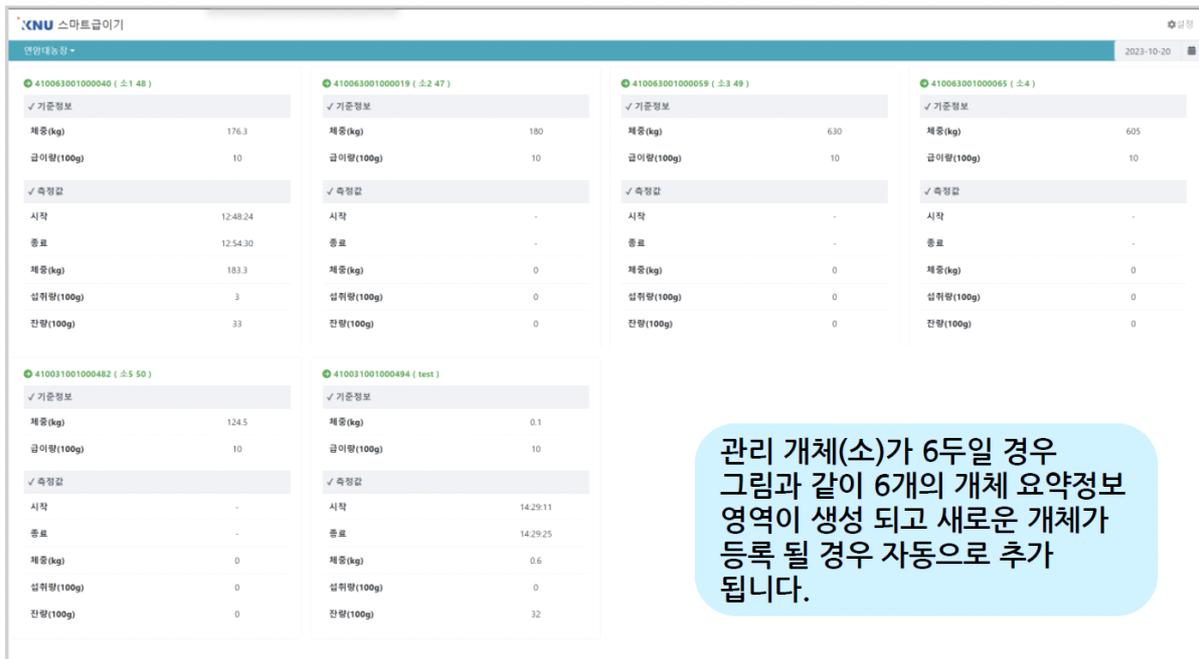


- 웹 브라우저 주소창에 아래의 그림의 링크를 연결하여 접속할 수 있으며, \*\*\*\*표시의 경우 보안상의 이유로 관리자에게 별도로 전달함



농장 정보 및 조회일 등 PC 인터페이스

- 농장 이름을 클릭하는 경우 강원대농장 / 연암대농장 선택이 가능하며, 조회일 또한 변경이 가능함



농장 개체 정보 요약 인터페이스

410063001000040 (소1 48)

✓ 기준정보	
체중 (kg)	176.3
급이량(100g)	10
✓ 측정값	
시작	12:48:24
종료	12:54:30
체중 (kg)	183.3
섭취량(100g)	3
잔량(100g)	33

개체 번호를 클릭하면 개체의 급이 이력을 조회 하는 화면으로 이동합니다.



CNU 스마트급이기

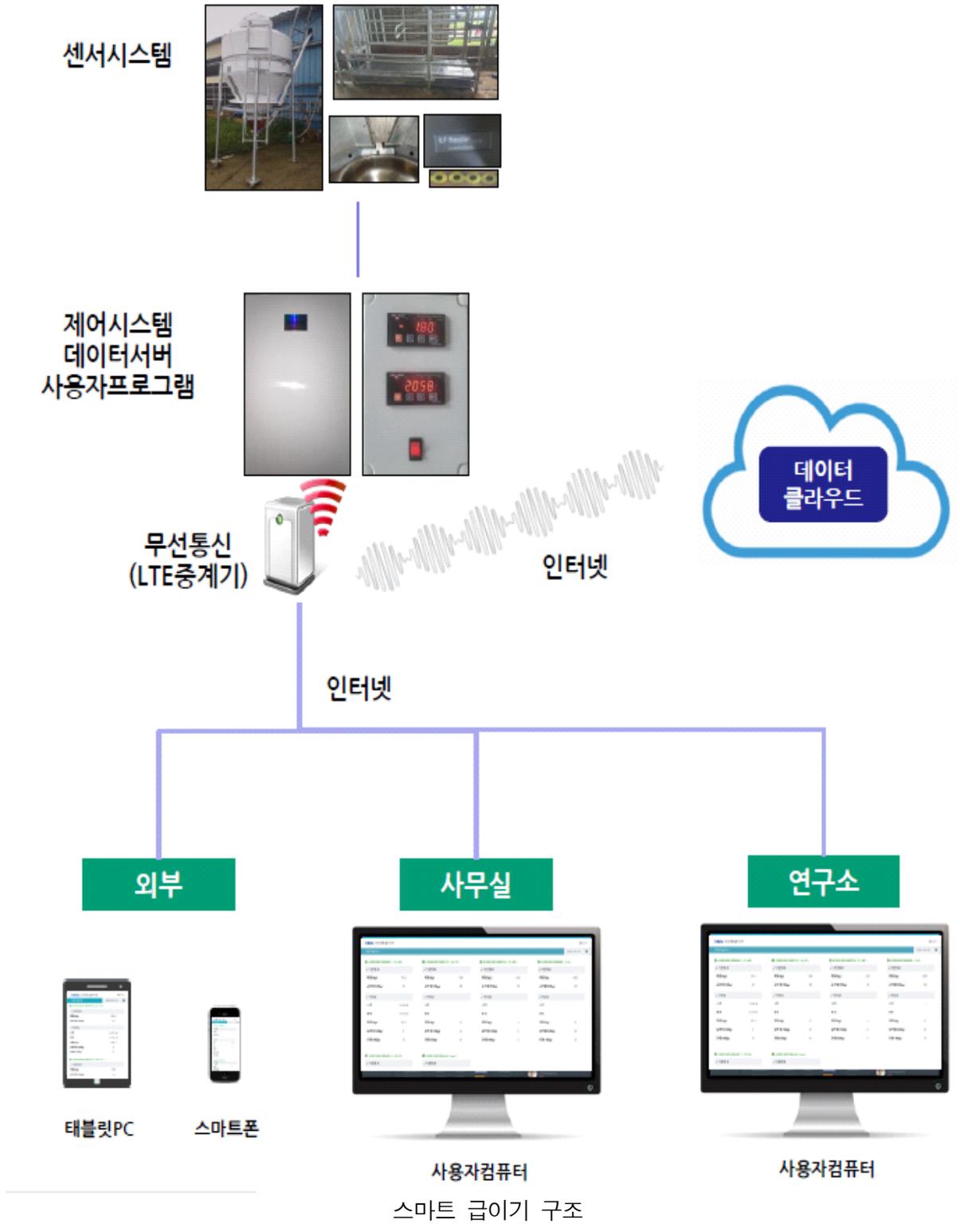
410063001000040 (소1 48, 전영대농장)

기준일  오늘  일주일전  한달전  일자지정

급이시각	체중 (kg)	급이량(100g)	섭취량(100g)
23.10.20 12:48:24	183.3	10	3
23.10.20 08:58:36	261.1	10	10
23.10.19 14:57:46	178.2	10	-
23.10.19 14:52:36	250.5	10	-
23.10.18 13:51:55	83.7	10	-
23.10.18 13:47:44	83	10	5
23.10.12 13:38:46	84.7	35	35
23.10.04 15:03:15	81.4	35	6
23.10.04 11:54:14	82.2	35	-
23.10.02 17:03:00	1	35	-
23.10.02 16:48:32	1	35	-
23.10.02 11:44:33	2	35	5
23.10.02 11:40:23	1	35	15
23.10.02 11:01:56	2	35	5
23.10.02 10:47:06	2	35	5
23.10.02 10:32:08	2	35	5
23.09.24 16:38:47	1	35	-

기준일을 변경하며 개체의 급이 이력을 조회 할 수 있습니다.

- 관리 개체 두수만큼 개체 요약 정보가 아래의 그림과 같이 생성되고, 새로운 개체가 등록될 경우 자동으로 추가됨
- 개체 번호와 급이 이력을 기준일을 변경하여 확인할 수 있음



KNU 스마트급이기

연암대농장 2023-10-20

410063001000040 (소1 48)	410063001000019 (소2 47)	410063001000059 (소3 49)	410063001000065 (소4)
✓ 기준정보	✓ 기준정보	✓ 기준정보	✓ 기준정보
체중(kg) 176.3	체중(kg) 180	체중(kg) 630	체중(kg) 605
급이량(100g) 10	급이량(100g) 10	급이량(100g) 10	급이량(100g) 10
✓ 측정값	✓ 측정값	✓ 측정값	✓ 측정값
시작 12:48:24	시작 -	시작 -	시작 -
종료 12:54:30	종료 -	종료 -	종료 -
체중(kg) 183.3	체중(kg) 0	체중(kg) 0	체중(kg) 0
섭취량(100g) 3	섭취량(100g) 0	섭취량(100g) 0	섭취량(100g) 0
잔량(100g) 33	잔량(100g) 0	잔량(100g) 0	잔량(100g) 0



“설정”을 클릭하여 설정 화면으로 이동 합니다.

- 농장 별 개체 번호와 설정을 이용하여 설정화면으로 이동 후 개체 관리를 따로 진행할 수 있음
- 농장 - 소 관리 및 급이량 관리, 급이데이터를 관리할 수 있는 인터페이스가 있으며, 그 내부에 RFID를 입력하고, 관리번호, 소의 이름 및 몸무게 측정까지 가능함
- 급여량의 경우 소가 먹을 때와 먹지 않을 때 무게를 반영하여 하루 섭취량에 맞게끔 급이량을 조절할 수 있으며 개체 관리가 가능하다는 장점이 있음

KNU 스마트급이기 농장-소 관리

농장-소 관리    급이량 관리    급이데이터

농장 목록 +

#	ID	농장명
1	yau-ca-01	연암대농장
2	knu-cc-01	강원대농장

소 목록 +

#	농장명	RFID	관리번호	이름	무게(kg)	급이량(100g)
1	연암대농장	410063001000040	local_aaa	소1 48	176	10
2	연암대농장	410063001000019	local_bbb	소2 47	180	10
3	연암대농장	410063001000059	local_ccc	소3 49	630	10
4	연암대농장	410063001000065	local_ddd	소4	605	10
5	연암대농장	410031001000482	local_eee	소5 50	125	10
6	연암대농장	410031001000494	test	test	0	10

농장-소 관리 화면에서 개체정보 등록 관리 방법

- + 버튼을 이용하여 ID와 농장명을 추가하거나 변경할 수 있으며, 개체를 추가할 수 있음
- RFID 또는 이름을 클릭하여 기존에 등록된 농장 정보 변경이 가능함

**소 정보** (Close: X)

농장명: 연암대농장 ⇅ → **화살표를 클릭하여 개체의 소속 농장을 선택 합니다.**

RFID: 410063001000040

관리번호: local\_aaa

이름: 소1 48 → **개체의 기본 관리 정보를 입력 합니다.**

무게(100g): 1,763

출생년도: [Blank]

급이정보

급이량(100g)	적용일	+
10	23.10.12 15:16:45	✓
35	23.09.01 11:37:17	X
40	23.10.09 13:27:31	X

기타정보1, 기타정보2, 기타정보3

저장    취소

→ **급이량을 처음 설정하거나 이전 급이량 정보를 남겨 놓고 새로운 급이량을 설정할 때 "+" 버튼을 클릭하여 설정합니다.**

→ **새로운 급이량을 설정하지 않고 현재 정보를 수정할 경우에는 수정할 정보를 입력하고 "V" 버튼을 클릭합니다.**

→ **이전 급이량 정보를 보여 줍니다. 관리가 필요 없을 경우 우측의 "X" 버튼을 클릭하여 삭제 합니다.**

→ **기본 정보이외에 관리자가 관리를 원하는 정보를 입력하고 관리 합니다.**

농장별 급이량 및 개체 관리 번호 설정법

- 급이량을 처음 설정하거나 이전 급이량 정보는 남겨 놓고 새로운 급이량을 설정하는 경우 + 버튼을 클릭하여 설정을 함
- 새로운 급이량을 설정하지 않고 현재 정보를 수집할 경우 체크 표시 버튼을 클릭함

#	농장	급이량(100g)	시간(100ms)
1	연암대농장	1	60
2	연암대농장	2	120
3	연암대농장	3	180
4	연암대농장	4	240
5	연암대농장	5	300

“+” 버튼을 클릭하여 급이량(100g)-시간(100ms)의 설정을 추가 할 수 있습니다.

기본으로 설정 된 급이량(100g ~ 10200g) 이상의 급이량을 추가할 경우 사용 합니다.

농장을 선택하고 새로 입력하는 급이량(100g 단위)과 해당 급이량이 급이 되는 시간(100ms 단위)을 급이기에 실측한 후 입력합니다.

#### 급이량 관리 화면에서 급이기의 급이량 및 시간 관계 설정법

- 이전 급이량 정보 확인 또한 가능하며 기본정보 이외에 관리자가 관리를 원하는 질병 정보, 산자수 등의 기타 정보 입력이 가능함
- 급이기의 경우 급이 모터가 작동하는 시간에 따라 사료 급이량이 결정되며, 농장의 환경과 급이 빈도 등의 외부 요인에 따라 급이 시간이 달라질 수 있음
- 기본 설정은 100g/6000ms (6초에 100g 급이)로 설정이 되어있으며 100g단위로 급이량 설정이 가능함

측정일시	RFID	단계	무게	잔량	위	좌	우	정면
23.10.19 14:58:54	410063001000040	잔량	③	11				
23.10.19 14:58:51	410063001000040	거리			829	499	516	617
23.10.19 14:58:45	410063001000040	거리			829	497	504	257
23.10.19 14:58:39	410063001000040	거리			829	500	516	617
23.10.19 14:58:33	410063001000040	거리			827	499	502	373
23.10.19 14:58:27	410063001000040	거리			824	495	356	384
23.10.19 14:58:21	410063001000040	거리			827	497	356	610
23.10.19 14:58:15	410063001000040	거리			827	495	502	264
23.10.19 14:58:09	410063001000040	거리			832	493	509	610
23.10.19 14:58:03	410063001000040	거리			827	490	515	611
23.10.19 14:57:49	410063001000040	무게	1,782	①				

#### 급이 데이터 해석 방법 및 저장 형태

- 급이 데이터는 개체가 급이기에 진입해서 사료를 섭취하고 급이기에 나간 상황을 시간의 역순으로 기록함
- 사료 급이가 진행되면서 개체가 사료를 섭취하는 동안 개체 머리의 위, 좌, 우, 정면에서 측정된 거리정보가 초음파센서를 통해 기록됨
- 개체가 사료를 섭취하고 급이기에 나갔을 때 사료의 잔량을 측정하여 정보를 전달함

측정일시	RFID	단계	무게	잔량	위	좌	우	정면
23.10.20 17:32:26	410063001000040	잔량		74				
23.10.20 17:32:24	410063001000040	거리			841	287	262	259
23.10.20 17:32:18	410063001000040	거리			294	321	250	617
23.10.20 17:32:11	410063001000040	거리			541	296	250	255
23.10.20 17:32:05	410063001000040	거리			548	265	259	275
23.10.20 17:31:59	410063001000040	거리			292	260	255	262
23.10.20 17:31:53	410063001000040	거리			264	253	257	273
23.10.20 17:31:47	410063001000040	거리			0	255	262	273
23.10.20 17:31:41	410063001000040	거리			539	264	280	273
23.10.20 17:31:35	410063001000040	거리			354	267	287	257
23.10.20 17:31:29	410063001000040	거리			255	257	294	285
23.10.20 17:31:23	410063001000040	거리			321	252	255	260
23.10.20 17:31:17	410063001000040	거리			290	266	268	287

급이 데이터 엑셀 저장 유형 및 형태

- 엑셀 내려받기 버튼을 통하여 엑셀로 다운로드가 가능하며 모바일 화면에서도 내려 받기가 가능함 (파일이름: 급이데이터\_20231020.xlsx 형태로 저장)
- 엑셀 형태로 내려 받아서 데이터의 가공이 가능하며, 엑셀을 활용한 그래프 작업 등이 바로 가능하기 때문에, 데이터 통계 작업에도 매우 유용하게 활용될 수 있음

## 프로그램의 내용

1. 제호	축우용 자동사료 급이기 프로그램	
2. 주요 내용	적용분야	농축산분야
	특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 스마트 급이기로 개체 정보를 RFID Tag 인식하여 체중을 측정하고, 초음파로 거리를 측정하여 개체 정보를 측정함</li> <li>- 인식된 개체의 정보를 바탕으로 DB를 구축하고, 사료급이 정도와 사료 섭취량, 남은 사료량 등을 파악하여 개체의 급이정보 파악</li> <li>- 개체에 필요한 사료량이 얼마큼인지 확인 가능하며, 남긴 사료량을 바탕으로 향후 추가 급여 여부 판단</li> <li>- 저장된 데이터 베이스들을 바탕으로 개체의 급여량과 체중 등의 정보 저장 가능</li> </ul>
	주요기능	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 개체수집 센서 시스템, 센서 데이터 제어시스템, 급이 제어시스템, 데이터 서버 및 사용자 프로그램, LTE 통신 시스템으로 구성되어 편의성 제공</li> <li>- 농장 별로 개체의 체중, 급이량, 섭취량, 잔량 등을 파악하여 개체의 사료 급려 정보를 컨트롤 할 수 있는 기능을 수행함.</li> </ul>
사용방법	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 웹브라우저 실행 주소창에 제공된 주소지 입력</li> <li>2. 농장 모든 개체의 가장 최근 급이 현황을 조회하는 화면이 표시</li> <li>3. 개체의 수만큼 개체 요약정보 영역이 자동 생성</li> <li>4. 설정 화면에서 개체정보와 여러 관리정보를 등록</li> <li>5. 개체 등록 후 관리 진행</li> <li>6. 급이량과 시간관계를 설정하여 급이량 조절 가능</li> <li>7. 급이 데이터는 엑셀로 다운로드 가능</li> </ol>	

- 프로그램 등록 주요사항에 대한 정리 내용으로 성과등록 지표로 사용됨

오후 9:46 :cns-link.net:5023

KNU 스마트급이기

연암대농장 2023-10-20

410063001000040 ( 소1 48 )

✓ 기준정보

체중(kg)	176.3
급이량(100g)	10

✓ 측정값

시작	17:22:48
종료	17:32:26
체중(kg)	317.4
섭취량(100g)	12
잔량(100g)	74

410063001000019 ( 소2 47 )

✓ 기준정보

체중(kg)	180
급이량(100g)	10

**농장 및 개체정보**

오후 9:46 연암대농장 2023-10-20

급이량(100g) 10

✓ 측정값

시작	-
종료	-
체중(kg)	0
섭취량(100g)	0
잔량(100g)	0

410031001000494 ( test )

✓ 기준정보

체중(kg)	0.1
급이량(100g)	10

✓ 측정값

시작	14:29:11
종료	14:29:25
체중(kg)	0.6
섭취량(100g)	0
잔량(100g)	32

**스크롤 화면**

오후 9:46 .cns-link.net:5023

KNU 스마트급이기

연암대농장 2023-10-20

연암대농장 (소1 48)  
강원대농장

체중(kg) 176.3  
급이량(100g) 10

✓ 측정값

시작 17:22:48  
종료 17:32:26

체중(kg) 317.4  
섭취량(100g) 12  
잔량(100g) 74

410063001000019 (소2 47)

✓ 기준정보

체중(kg) 180  
급이량(100g) 10

**농장 선택**

오후 9:47 .cns-link.net:5023

KNU 스마트급이기

연암대농장 2023-10-20

4100630011 < 2023년 10월 >

✓ 기준정보

일	월	화	수	목	금	토
24	25	26	27	28	29	30
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31	1	2	3	4

✓ 측정값

시작  
종료 17:32:26

체중(kg) 317.4  
섭취량(100g) 12  
잔량(100g) 74

410063001000019 (소2 47)

✓ 기준정보

체중(kg) 180  
급이량(100g) 10

**날짜 선택**

오후 9:59 .cns-link.net:5023

KNU 스마트급이기

농장-소 관리

농장-소 관리 급이량 관리 급이데이터

농장 목록

#	ID	농장명
1	yau-ca-01	연암대농장
2	knu-cc-01	강원대농장

소 목록

#	RFID	이름	무게(kg)
1	410063001000040	소1 48	176
2	410063001000019	소2 47	180
3	410063001000059	소3 49	630
4	410063001000065	소4	605
5	410031001000482	소5 50	125
6	410031001000494	test	0

**농장 및 개체정보**

오후 10:00 .cns-link.net:5023

농장

ID yau-ca-01

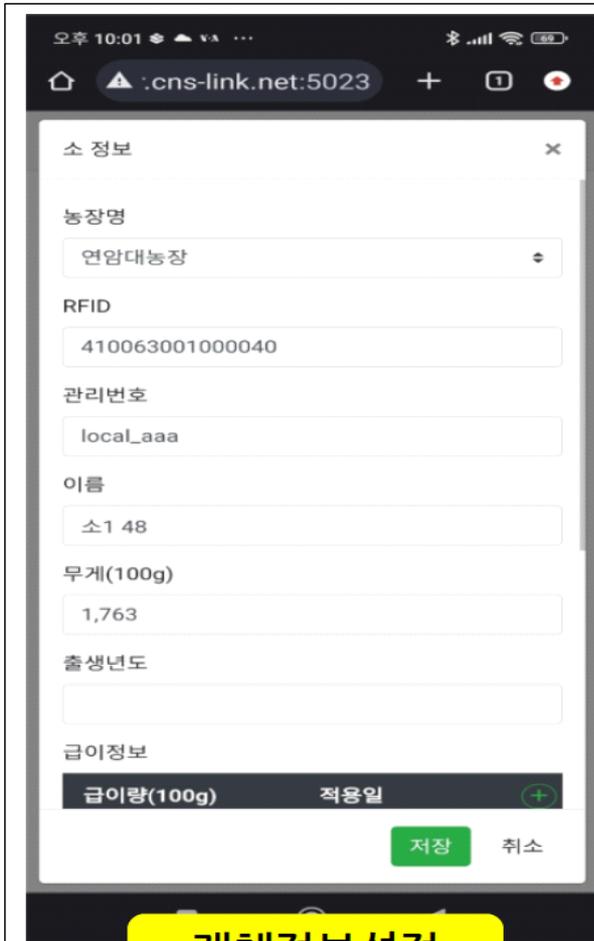
농장명 연암대농장

저장 취소

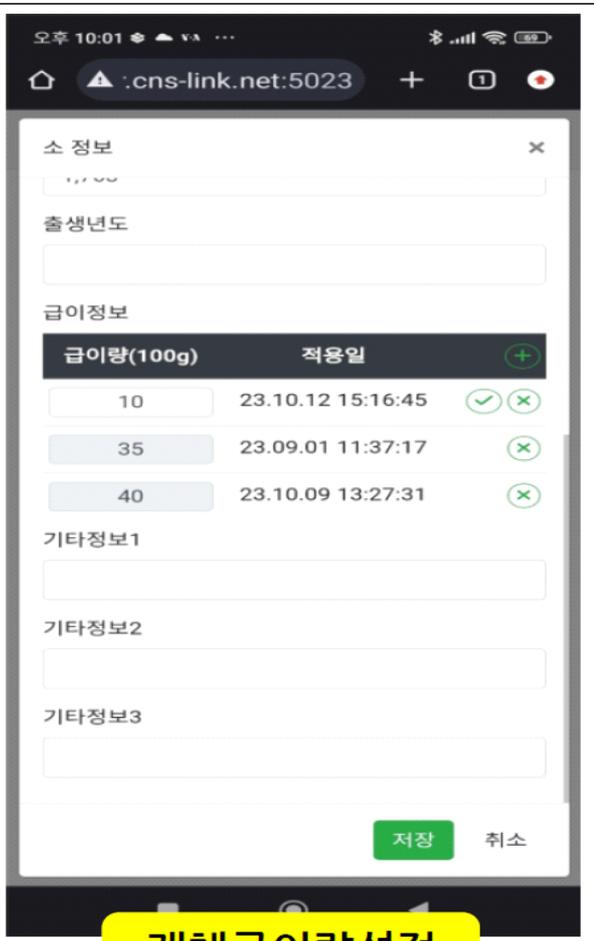
소 목록

#	RFID	이름	무게(kg)
1	410063001000040	소1 48	176
2	410063001000019	소2 47	180
3	410063001000059	소3 49	630
4	410063001000065	소4	605
5	410031001000482	소5 50	125
6	410031001000494	test	0

**농장정보설정**



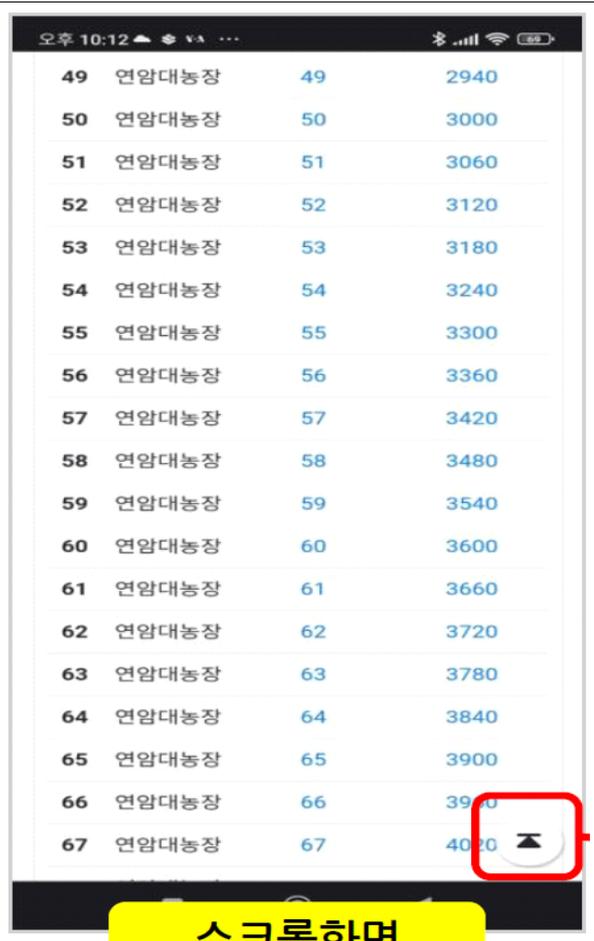
개체정보설정



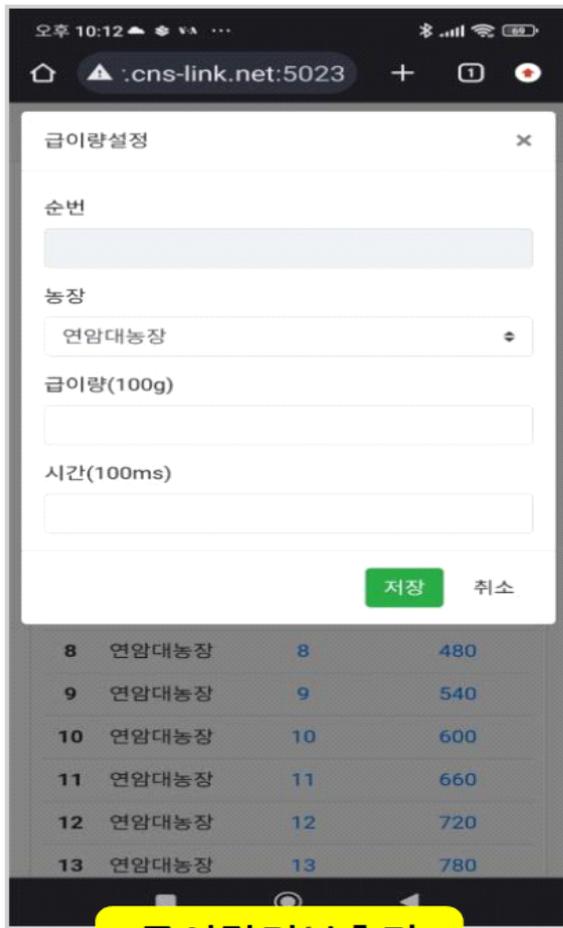
개체급이량설정



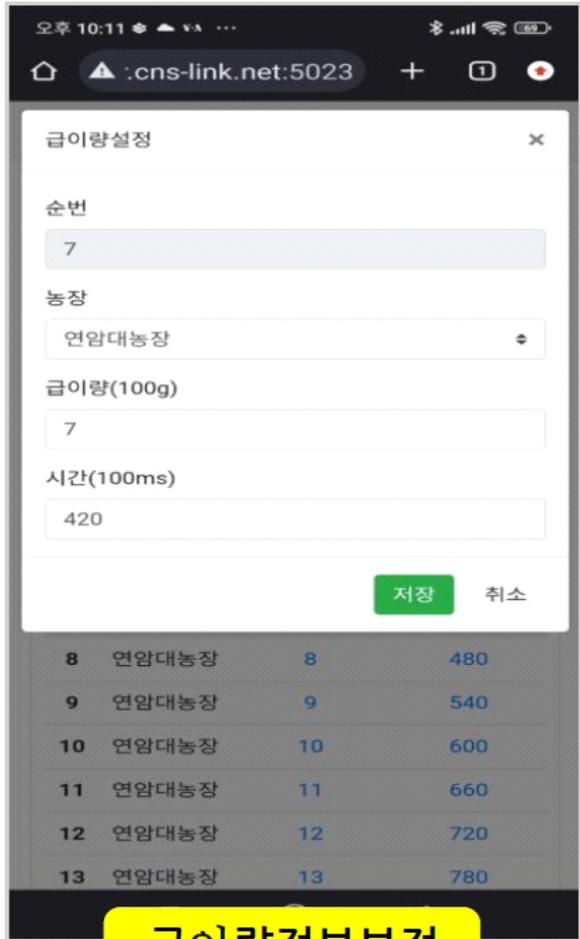
급이량관리



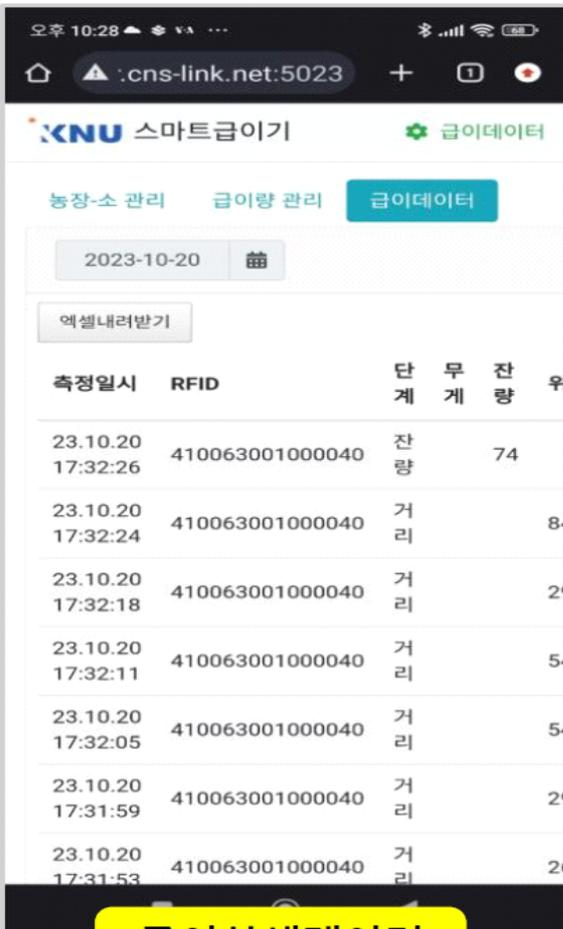
스크롤화면



급이량정보추가



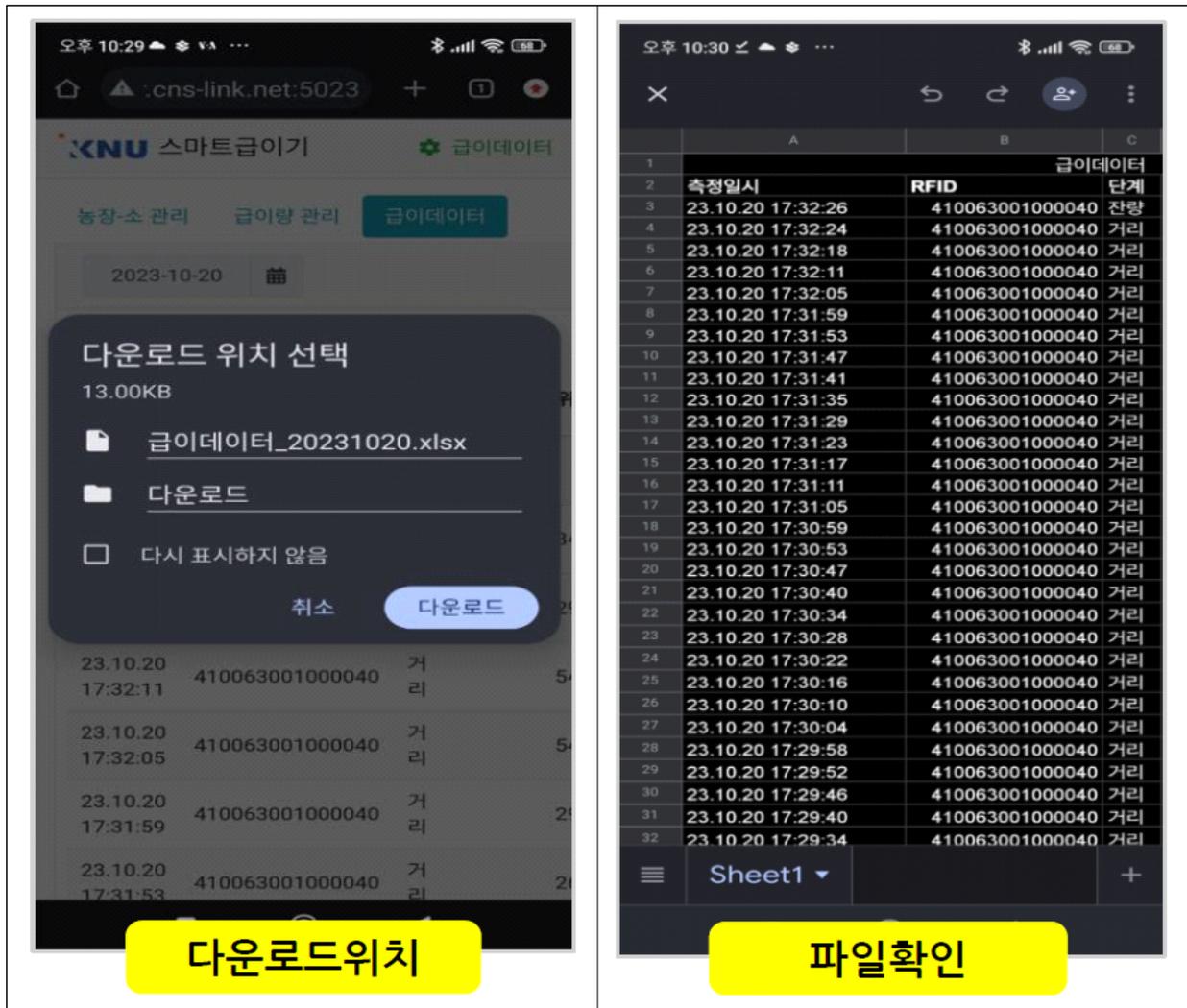
급이량정보보정



급이상세데이터



스크롤화면



모바일 화면에서의 프로그램 인터페이스

○ 사료급이기 효과

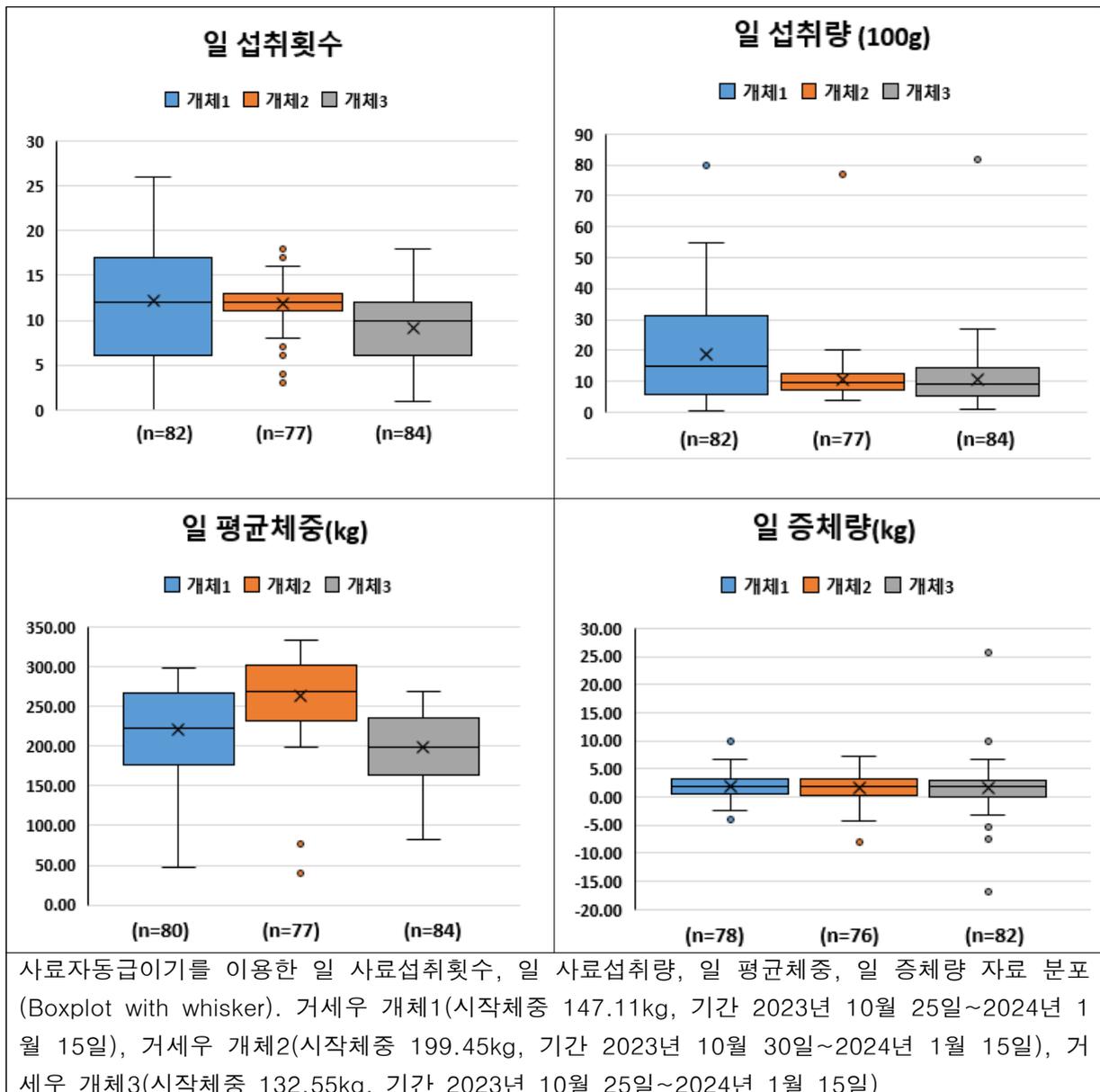
- 실험군 : 거세우 개체1( 년 월생), 거세우 개체2( 년 월생), 거세우 개체3( 년 월생)
  - 거세우 개체1(시작체중 147.11kg, 기간 2023년 10월 25일~2024년 1월 15일)
  - 거세우 개체2(시작체중 199.45kg, 기간 2023년 10월 30일~2024년 1월 15일)
  - 거세우 개체3(시작체중 132.55kg, 기간 2023년 10월 25일~2024년 1월 15일)
- 실험장소 : 연암대학교 목장
- 기간 당 개체별 평균 사료섭취횟수, 일 평균 섭취량, 일 평균 체중, 일 증체량
  - 본 실험에서와 같이 농후사료와 조사료를 자유급여를 한 8~12개월령의 경우 일당 증체량이 0.91kg ( $\pm 0.03$ kg) ~ 0.98kg ( $\pm 0.05$ kg)이었음 (권 등, 2005<sup>1)</sup>). 본 실험의 경우 1.64kg ( $\pm 4.41$ kg) ~ 1.95 kg ( $\pm 2.33$ kg)으로 높게 나타났음.

	평균 섭취횟수 (회)	일 평균 섭취량 (kg)	일 평균 체중 (kg)	일 증체량 (kg)
개체1	12.4 ( $\pm 6.5$ )	1.82 ( $\pm 1.48$ )	224.60 ( $\pm 47.97$ )	1.98 ( $\pm 2.33$ )
개체2	11.9 ( $\pm 2.7$ )	1.00 ( $\pm 0.37$ )	268.07 ( $\pm 39.93$ )	1.65 ( $\pm 2.58$ )
개체3	10.19 ( $\pm 3.89$ )	0.99 ( $\pm 0.63$ )	199.78 ( $\pm 42.11$ )	1.64 ( $\pm 4.41$ )

- 시스템 데이터를 통해 문제 발생에 대한 정보 획득 가능. 적응기간, 시스템 문제, 또는 복수의 소가 진입하려했을 때 등의 문제가 발생했을 경우 그 값을 이상치로 판단할 수 있음
- 일 사료섭취 횟수
  - 개체1 : 초기 적응 시기에는 섭취횟수가 4~5회였으나 초기 적응 기간이 지난 후 최대

26회까지 사료를 섭취하였음. 26회 섭취 시 회당 최소섭취량은 70g, 회당 최대섭취량은 550g 이었음

- 개체2 : 초기 적응 시기에는 일 섭취횟수가 최소 3회였으나 적응이 됨에 따라 최대 18회 섭취하였음. 최대 18회의 경우 회당 최소 섭취량은 0g, 회당 최대 섭취는 280g 이었음. 아래 그림에서 보듯 7회 이하 섭취, 17회 이상 섭취는 평소와 다른 이상치로 판단될 수 있음
- 개체3 : 초기 적응 시기에는 일 섭취횟수가 최소 1회였으나 적응이 됨에 따라 최대 18회 섭취하였음. 최대 18회의 경우 회당 최소 섭취량은 10g, 회당 최대 섭취는 430g 이었음.
- 일 사료섭취량, 일 평균체중, 일 증체량의 경우도 마찬가지로 개체 1, 2, 3에서 이상치가 발생했음을 판단할 수 있음



## 다) [돼지 생체정보 측정 기술 고도화 연구]

□ 분만사의 모든 분만전후 생체정보(CCTV, 열화상, 3d depth 등)을 통한 현장실증 연구 고도화

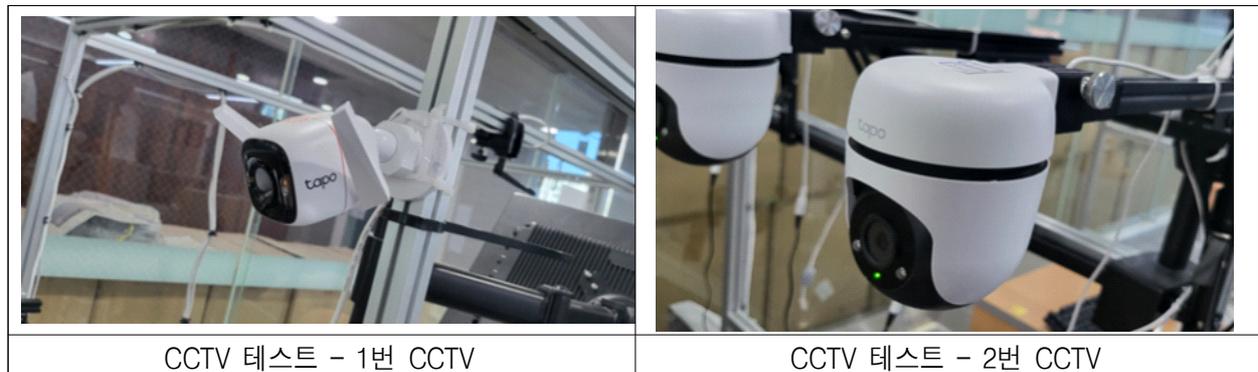
○ H/W 설계

- 설치 모습 예상안



- CCTV 테스트

- 돼지 관찰을 위한 CCTV 선정 테스트를 진행하였음
- Full HD 해상도 지원이 되어야 하고, 무선 네트워크를 통해 이미지 전송할 수 있어야 함
- 1번 CCTV 특징
  - 유선을 통한 데이터 전송
  - 720P(HD) 해상도 지원
  - 수동으로 180도 카메라 조정 가능
- 2번 CCTV 특징
  - 무선을 통한 데이터 전송
  - 1080P(Full HD) 해상도 지원
  - 원격으로 360도 카메라 조정 가능
- CCTV 테스트 결과, 2번 CCTV를 선택하였음
  - 1번 CCTV와 비교하여 네트워크를 무선으로 전송할 수 있고, 해상도 또한 높으며, 원격으로 CCTV를 조정 가능하기에 선택하였음



- H/W 구성

- 하드웨어는 CCTV, 보조배터리, 케이블로 구성되어 있음
- CCTV : Full HD 사양으로 야간에는 적외선 촬영 가능, IP65방수 등급
- 보조배터리 : 30,000mAh 용량으로 CCTV를 최소48시간에서 최대60시간 동안 전원 공급 가능
- 승압케이블 : 보조배터리에서 CCTV로 전원을 공급하기 위한 케이블로 CCTV에 공급되는 9V로 전력을 승압 시켜줌

			CCTV
			보조배터리
			승압케이블

- 데이터 수집장비



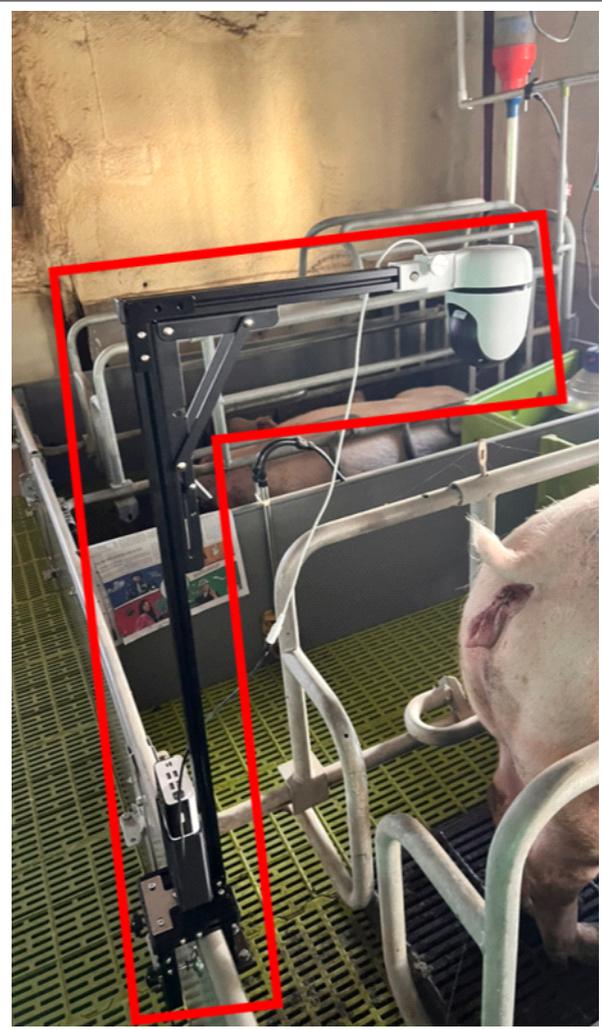
데이터 수집장비 - 접혀 있는 장비 모습



데이터 수집장비 - 펼쳐져 있는 장비 모습



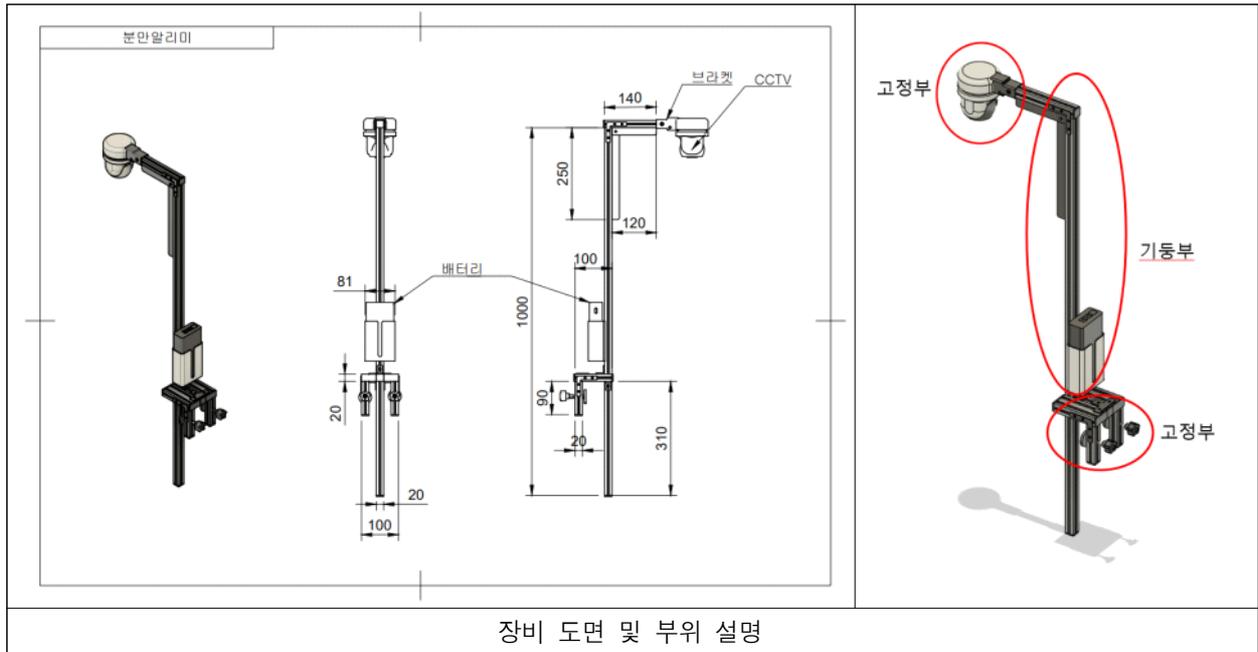
현장 설치 - 접혀 있는 장비 모습



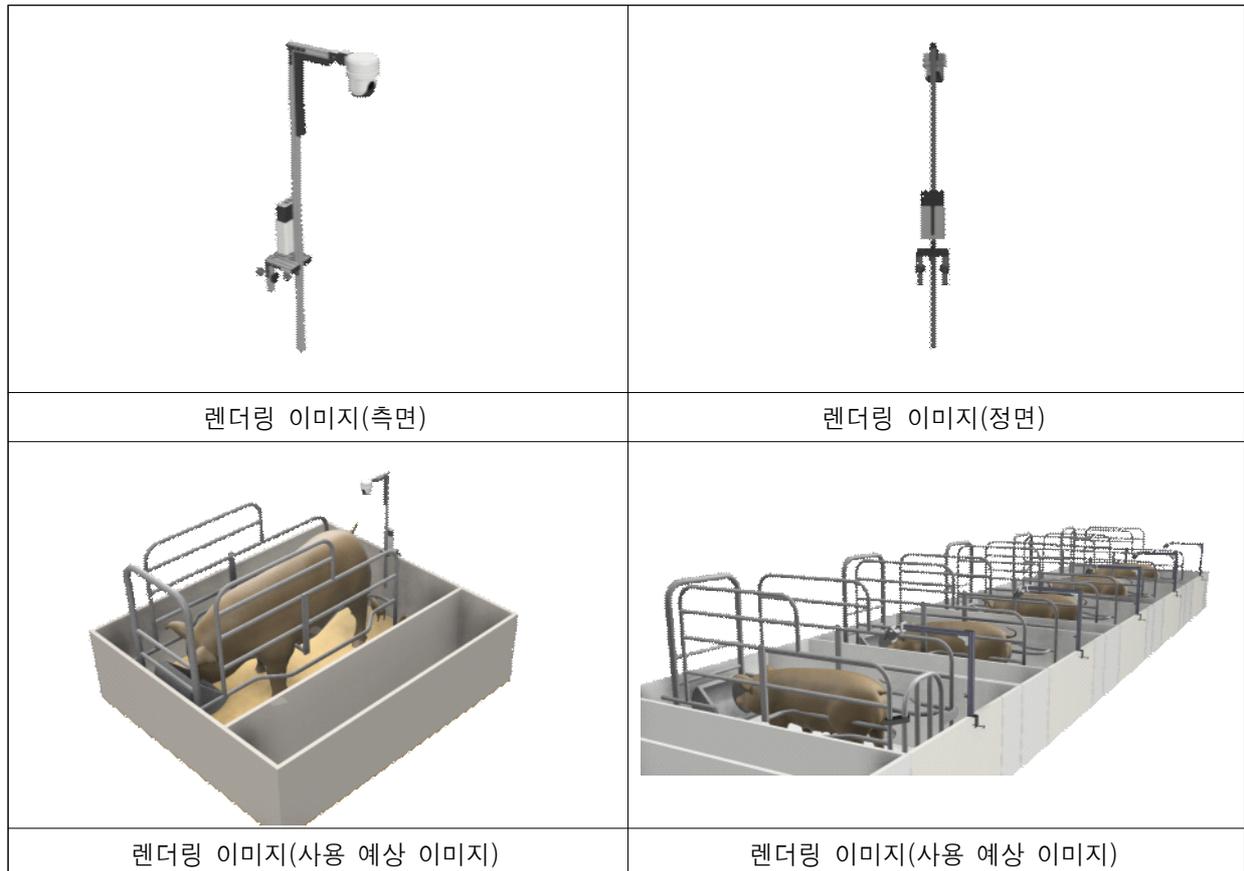
현장 설치 - 펼쳐져 있는 장비 모습

▪ 데이터 수집 장비 구조

- 전체 사이즈 : 100x140x1000(가로x세로x높이)
- 고정부, 기동부, 촬영부 3개의 구성으로 나누어 설계를 함
  - ☞ 고정부 : 스톨의 울타리에 제품을 고정하는 역할을 하며, 압착 방식으로 제품을 고정함
  - ☞ 기동부 : 제품을 접을수 있게 하며, 보조배터리가 위치해 있음
  - ☞ 촬영부 : 브라켓이 있어 볼트 고정 방식으로 CCTV를 탈부착 할수 있음

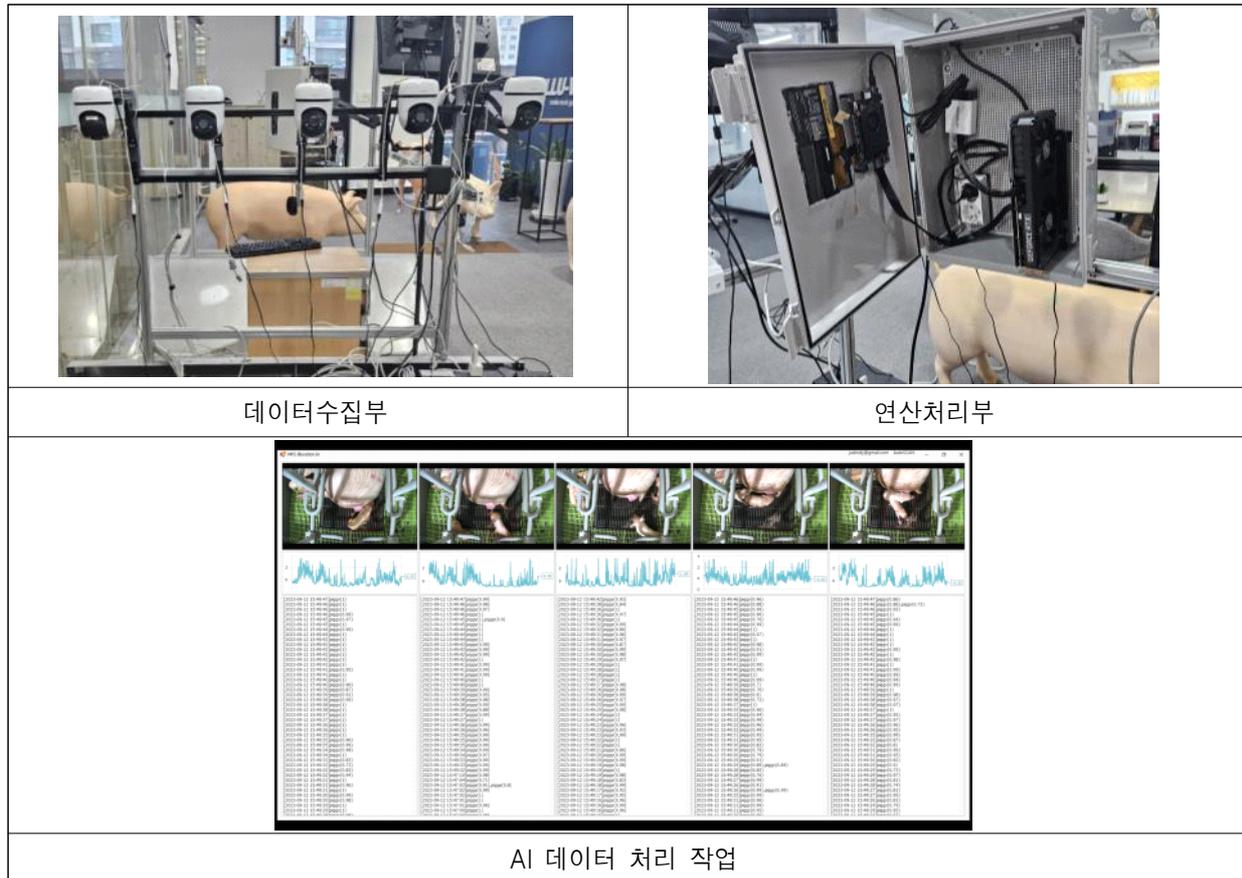


▪ 렌더링 이미지



▪ H/W 작동 실험

- 데이터수집부 : CCTV를 통하여 스톨에 있는 돼지의 데이터를 수집하는 부위
- 연산처리부 : 데이터 수집부(CCTV)를 통해 들어온 데이터를 GPU를 사용하여 AI가 연산 처리하는 부위
- AI 데이터 연산 : 최대 5대 CCTV의 데이터를 연산처리 할 수 있음

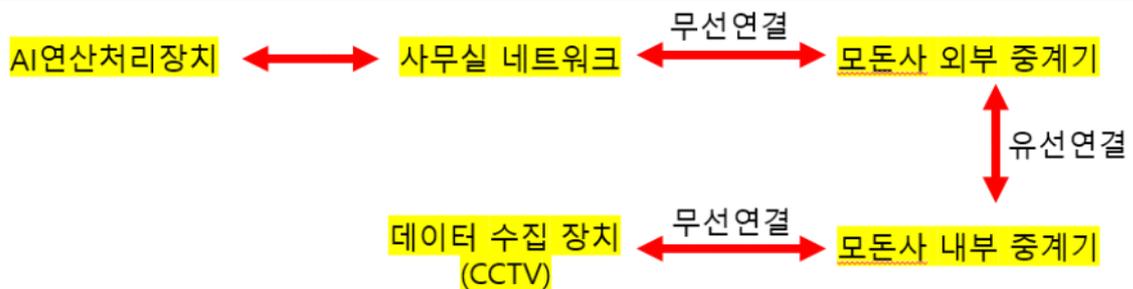


### ○ 데이터수집

- 농장 네트워크 설치
- 자료 수집 및 제품 테스트를 위하여 농장에 무선 네트워크를 구축함
  - 유선 네트워크로 작업시 네트워크 케이블 매설 공사 및 농장 시설물 공사 등 많은 기초 공사가 필요하게 되어 단순 기기 설치로 작업할 수 있는 무선 기기 설치로 네트워크 설치를 진행하였음
  - 무선 네트워크로 설치시 최대 300m의 거리까지 네트워크 전송이 가능하지만, 건축물을 통과 하지 못하는 단점이 있음
  - 이를 해결하기 위해 모돈사 건물 외부에는 사무실에서 오는 네트워크를 받을 수 있는 중계기를 설치하고, 모돈사 내부에는 외부 중계기 네트워크를 받을 수 있는 중계기를 유선으로 설치하였음



농장 위성 사진

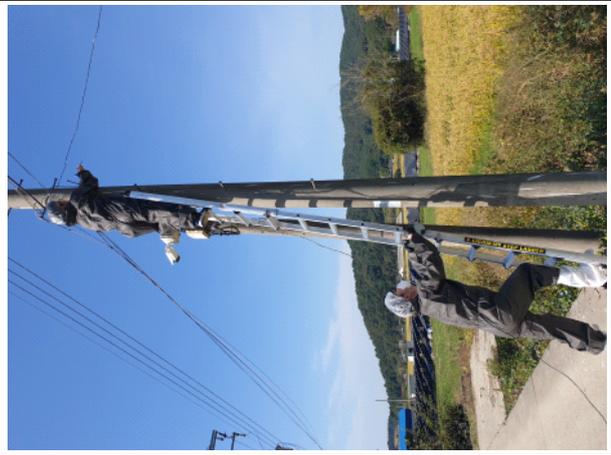


- 네트워크 설치 현장 사진

- 모돈사 외부 중계기 신호 테스트 : 농장 사무실에서 오는 무선 인터넷 신호를 확인하고 있음
- 모돈사 내부 무선 중계기 : 외부 중계기에서 오는 인터넷을 모돈사 내부로 전파하는 역할을 함
- 모돈사 외부 인터넷 중계 박스 : 농장 사무실에서 무선으로 오는 인터넷을 모돈사 내부 중계기와 연결하는 역할을 함
- 농장 사무실 무선 중계기 : 농장 사무실에서 무선으로 모돈사 외부 중계기까지 신호를 보내는 장치



모든사 외부 중계기 설치 모습



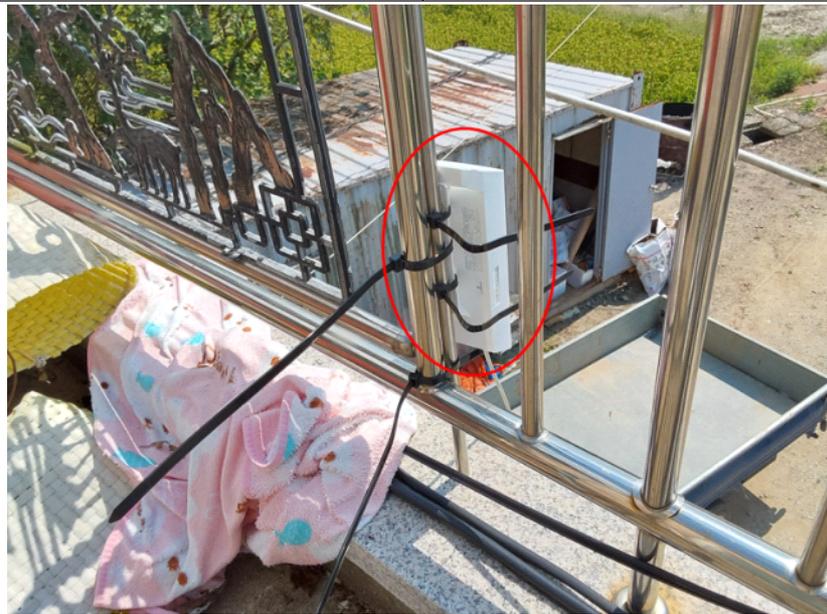
모든사 외부 중계기 신호 테스트



모든사 내부 무선 중계기



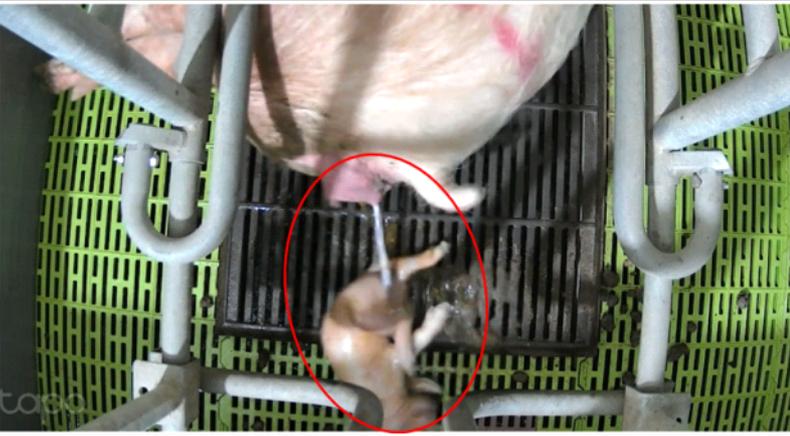
모든사 외부 인터넷 중계 박스



농장 사무실 무선 중계기

- 수집 데이터

- 분만 예정일에 맞추어 장비를 설치하여 분만 모습을 수집함
- 분만 시작 전부터 분만이 끝나는 시간까지 데이터를 수집하였으며, 분만이 끝나는 기준은 태반의 유무로 판별함

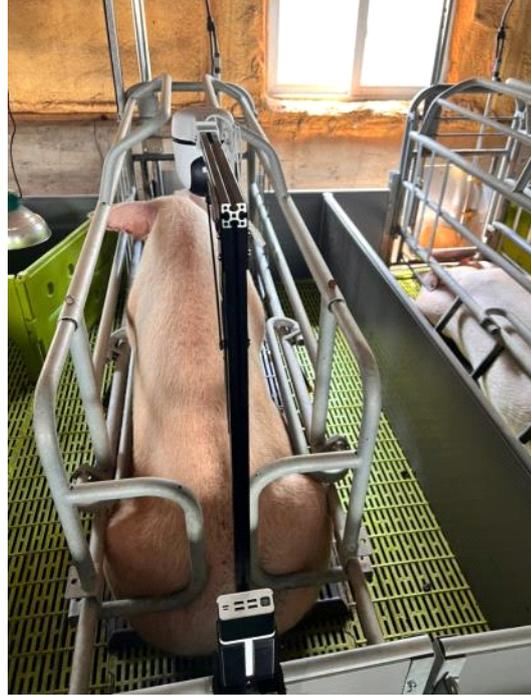
	<p>분만 전</p>
	<p>분만 시작 - 첫번째 자돈 출산</p>
	<p>분만중</p>
	<p>분만 종료 - 태반 존재 확인</p>

- 현장 데이터 수집

- 해당 농장에서는 1주에 약 15마리의 모돈이 분만을 진행하여 분만 예정인 모돈의 수에 맞게 장비를 설치할 진행함
- 각각의 모돈마다 분만 일정이 다르기 때문에 분만 예정날짜에 맞추어 약 3일(60시간) 동안 장비를 설치하여 데이터를 수집함



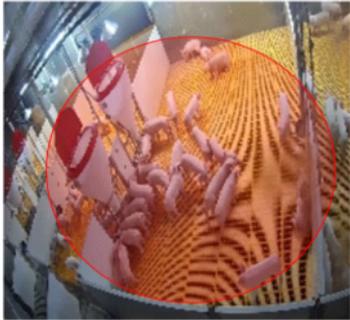
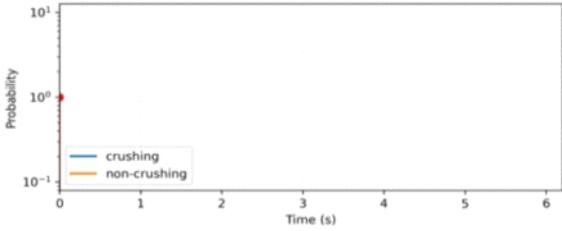
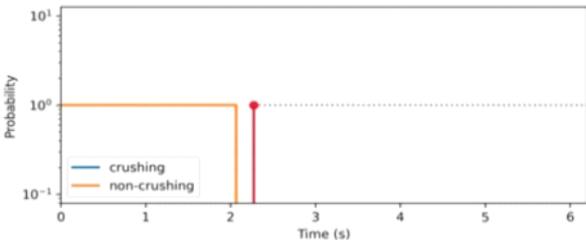
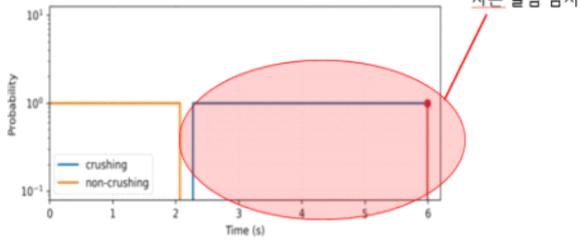
모돈사 내 장비 설치 모습 사진 1



모돈사 스톨에 장비 설치 모습 사진 2

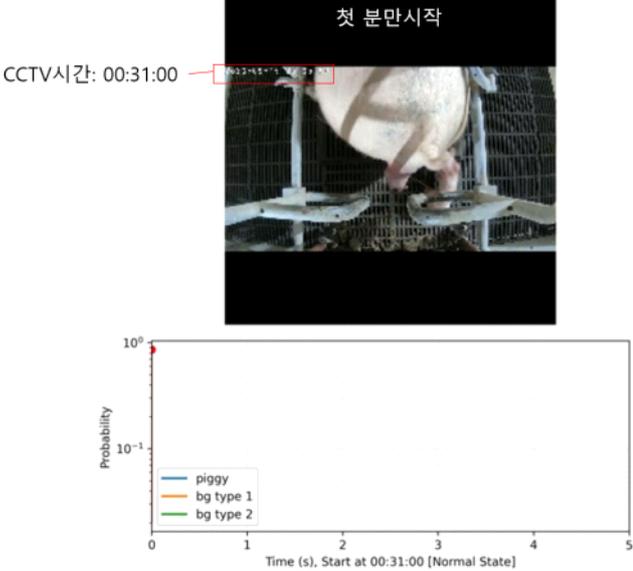
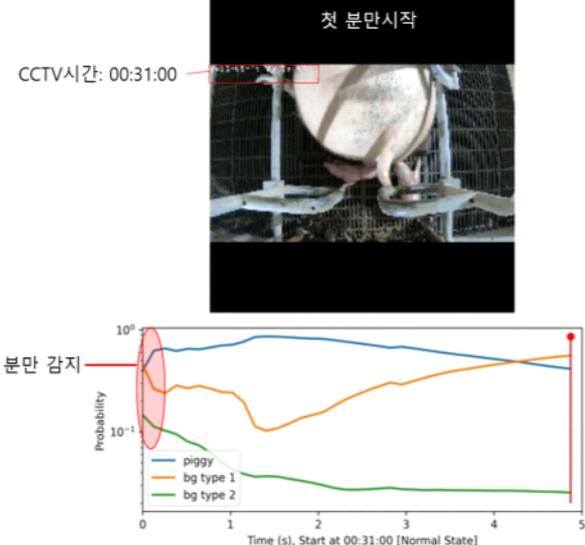
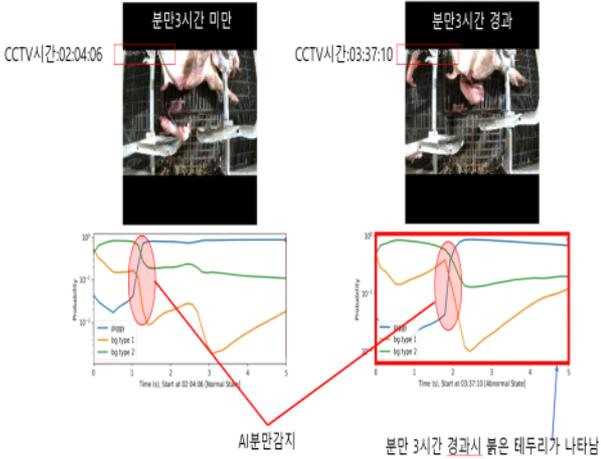
○ 돼지 이상 상태 인지

- 자돈의 쏠림 현상 자체가 이슈가 있는 것이므로 새로운 탐지 전략으로 시를 구성하여 실시간 탐지 성능이 높아졌으며, IoT 장비에 탑재할 수 있는 수준으로 모델의 크기가 작아짐

 	<p>영상 분석 시작 파란색 : 돼지 쏠림 노란색 : 돼지 분산</p>
 	<p>돼지 쏠림 현상 발생 이전</p>
  <p>자돈 쏠림 감지</p>	<p>돼지 이상 상태 인지</p>

○ 모든 분만 상태 인지

- 분만 시간이 3시간을 넘을 경우 모돈과 자돈의 건강에 문제가됨.
- 분만시 태어난 자돈에게 적절한 조치를 하지 않을 경우 사산의 가능성이 높음
- AI를 통해 분만 감지를 하고, 분만을 3시간 하는지 판별함

 <p>첫 분만시작</p> <p>CCTV시간: 00:31:00</p> <p>Probability</p> <p>Time (s), Start at 00:31:00 [Normal State]</p>	<p>분만 시작 이전</p>
 <p>첫 분만시작</p> <p>CCTV시간: 00:31:00</p> <p>분만 감지</p> <p>Probability</p> <p>Time (s), Start at 00:31:00 [Normal State]</p>	<p>첫 분만 시작 - 분만 감지</p>
 <p>분만3시간 미만</p> <p>CCTV시간:02:04:06</p> <p>분만3시간 경과</p> <p>CCTV시간:03:37:10</p> <p>Probability</p> <p>Time (s), Start at 02:04:06 [Normal State]</p> <p>Time (s), Start at 03:37:10 [Abnormal State]</p> <p>시분만감지</p> <p>분만 3시간 경과시 붉은 데우리가 나타남</p>	<p>분만 3시간 경과 비교</p>

□ 돼지 경제형질 체중, 체척 및 지제 정밀 측정·관리 시스템 구축

○ 비육돈 이상 상태 인공지능 및 활용 프로그램 개발

- 인공지능 개발

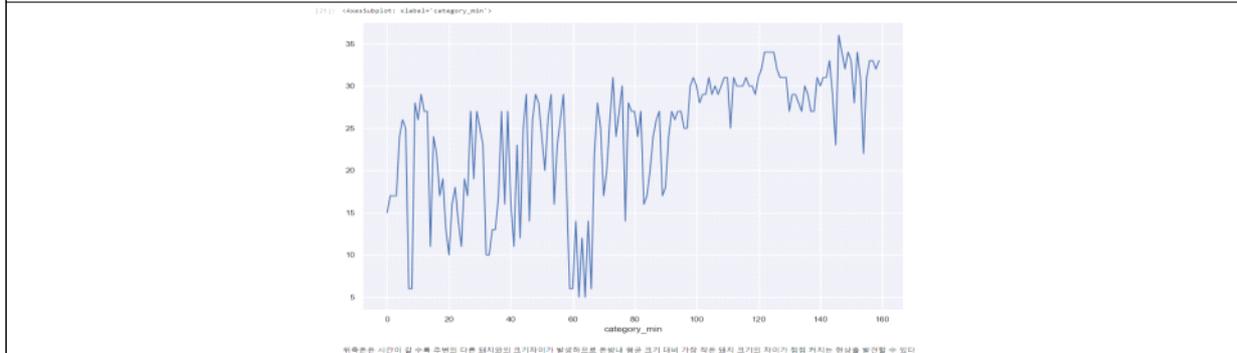
- 운영체제는 Ubuntu Linux이며 버전은 20.04 LTS임
- 개발언어는 python이며 버전은 3.8임
- 개발툴은 pycharm이며 버전은 Professional Edition임

- 비육돈 이상 상태 인공지능 개발 및 한계

- CCTV 영상 데이터로부터 돼지 이상 상태를 탐지함
- YOLOv7 기법을 활용하여 학습 알고리즘을 개발함
- 인공지능의 성능은 비육돈의 이상 상태 감지 유무를 판단하는 것임
- 2주 이상의 데이터가 필요함

<pre>import os import pandas as pd from tqdm import tqdm import seaborn as sns import numpy as np import math import matplotlib as plt sns.set()  %matplotlib inline plt.rcParams['figure.figsize'] = [12, 8] plt.rcParams['figure.dpi'] = 100 # 200 e.g. is really fine, but slower  데이터 환경설정  DATA_ROOT_PATH = './' CAP_NO = 36 HEIGHT = 1080 WIDTH = 1920 FPS = 27.28 ROI = (0, 0, HEIGHT, WIDTH) # y1, x1, y2, x2 ROI_r = (ROI[0]/HEIGHT, ROI[1]/WIDTH, ROI[2]/HEIGHT, ROI[3]/WIDTH) # y1, x1, y2, x2 ROI_c = ((ROI_r[0]+ROI_r[2]) / 2, (ROI_r[1]+ROI_r[3]) / 2) # center y, x  데이터 읽기</pre>	<pre>gid_list = [] for root, dir, files in os.walk(DATA_ROOT_PATH):     file_id = [file_name.split('.')[0] for file_name in files if file_name.startswith('GW_') and file_name.endswith('.txt')]     gid_list = gid_list + file_id  gid_list = set(gid_list) gid_list = list(gid_list) gid_list.sort()  print(gid_list)  ['36-036-20220613-09450', '36-036-20220613-10150', '36-036-20220613-10350', '36-036-20220613-10620', '36-036-20220613-10920', '36-036-20220613-11220', '36-036-20220613-11520', '36-036-20220613-11820', '36-036-20220613-12120', '36-036-20220613-12420', '36-036-20220613-12720', '36-036-20220613-13020', '36-036-20220613-13320', '36-036-20220613-13620', '36-036-20220613-13920', '36-036-20220613-14220', '36-036-20220613-14520', '36-036-20220613-14820', '36-036-20220613-15120', '36-036-20220613-15420', '36-036-20220613-15720', '36-036-20220613-16020', '36-036-20220613-16320', '36-036-20220613-16620', '36-036-20220613-16920', '36-036-20220613-17220', '36-036-20220613-17520', '36-036-20220613-17820', '36-036-20220613-18120', '36-036-20220613-18420', '36-036-20220613-18720', '36-036-20220613-19020', '36-036-20220613-19320', '36-036-20220613-19620', '36-036-20220613-19920', '36-036-20220613-20220', '36-036-20220613-20520', '36-036-20220613-20820', '36-036-20220613-21120', '36-036-20220613-21420', '36-036-20220613-21720', '36-036-20220613-22020', '36-036-20220613-22320', '36-036-20220613-22620', '36-036-20220613-22920', '36-036-20220613-23220', '36-036-20220613-23520', '36-036-20220613-23820', '36-036-20220613-24120', '36-036-20220613-24420', '36-036-20220613-24720', '36-036-20220613-25020', '36-036-20220613-25320', '36-036-20220613-25620', '36-036-20220613-25920', '36-036-20220613-26220', '36-036-20220613-26520', '36-036-20220613-26820', '36-036-20220613-27120', '36-036-20220613-27420', '36-036-20220613-27720', '36-036-20220613-28020', '36-036-20220613-28320', '36-036-20220613-28620', '36-036-20220613-28920', '36-036-20220613-29220', '36-036-20220613-29520', '36-036-20220613-29820', '36-036-20220613-30120', '36-036-20220613-30420', '36-036-20220613-30720', '36-036-20220613-31020', '36-036-20220613-31320', '36-036-20220613-31620', '36-036-20220613-31920', '36-036-20220613-32220', '36-036-20220613-32520', '36-036-20220613-32820', '36-036-20220613-33120', '36-036-20220613-33420', '36-036-20220613-33720', '36-036-20220613-34020', '36-036-20220613-34320', '36-036-20220613-34620', '36-036-20220613-34920', '36-036-20220613-35220', '36-036-20220613-35520', '36-036-20220613-35820', '36-036-20220613-36120', '36-036-20220613-36420', '36-036-20220613-36720', '36-036-20220613-37020', '36-036-20220613-37320', '36-036-20220613-37620', '36-036-20220613-37920', '36-036-20220613-38220', '36-036-20220613-38520', '36-036-20220613-38820', '36-036-20220613-39120', '36-036-20220613-39420', '36-036-20220613-39720', '36-036-20220613-40020', '36-036-20220613-40320', '36-036-20220613-40620', '36-036-20220613-40920', '36-036-20220613-41220', '36-036-20220613-41520', '36-036-20220613-41820', '36-036-20220613-42120', '36-036-20220613-42420', '36-036-20220613-42720', '36-036-20220613-43020', '36-036-20220613-43320', '36-036-20220613-43620', '36-036-20220613-43920', '36-036-20220613-44220', '36-036-20220613-44520', '36-036-20220613-44820', '36-036-20220613-45120', '36-036-20220613-45420', '36-036-20220613-45720', '36-036-20220613-46020', '36-036-20220613-46320', '36-036-20220613-46620', '36-036-20220613-46920', '36-036-20220613-47220', '36-036-20220613-47520', '36-036-20220613-47820', '36-036-20220613-48120', '36-036-20220613-48420', '36-036-20220613-48720', '36-036-20220613-49020', '36-036-20220613-49320', '36-036-20220613-49620', '36-036-20220613-49920', '36-036-20220613-50220', '36-036-20220613-50520', '36-036-20220613-50820', '36-036-20220613-51120', '36-036-20220613-51420', '36-036-20220613-51720', '36-036-20220613-52020', '36-036-20220613-52320', '36-036-20220613-52620', '36-036-20220613-52920', '36-036-20220613-53220', '36-036-20220613-53520', '36-036-20220613-53820', '36-036-20220613-54120', '36-036-20220613-54420', '36-036-20220613-54720', '36-036-20220613-55020', '36-036-20220613-55320', '36-036-20220613-55620', '36-036-20220613-55920', '36-036-20220613-56220', '36-036-20220613-56520', '36-036-20220613-56820', '36-036-20220613-57120', '36-036-20220613-57420', '36-036-20220613-57720', '36-036-20220613-58020', '36-036-20220613-58320', '36-036-20220613-58620', '36-036-20220613-58920', '36-036-20220613-59220', '36-036-20220613-59520', '36-036-20220613-59820', '36-036-20220613-60120', '36-036-20220613-60420', '36-036-20220613-60720', '36-036-20220613-61020', '36-036-20220613-61320', '36-036-20220613-61620', '36-036-20220613-61920', '36-036-20220613-62220', '36-036-20220613-62520', '36-036-20220613-62820', '36-036-20220613-63120', '36-036-20220613-63420', '36-036-20220613-63720', '36-036-20220613-64020', '36-036-20220613-64320', '36-036-20220613-64620', '36-036-20220613-64920', '36-036-20220613-65220', '36-036-20220613-65520', '36-036-20220613-65820', '36-036-20220613-66120', '36-036-20220613-66420', '36-036-20220613-66720', '36-036-20220613-67020', '36-036-20220613-67320', '36-036-20220613-67620', '36-036-20220613-67920', '36-036-20220613-68220', '36-036-20220613-68520', '36-036-20220613-68820', '36-036-20220613-69120', '36-036-20220613-69420', '36-036-20220613-69720', '36-036-20220613-70020', '36-036-20220613-70320', '36-036-20220613-70620', '36-036-20220613-70920', '36-036-20220613-71220', '36-036-20220613-71520', '36-036-20220613-71820', '36-036-20220613-72120', '36-036-20220613-72420', '36-036-20220613-72720', '36-036-20220613-73020', '36-036-20220613-73320', '36-036-20220613-73620', '36-036-20220613-73920', '36-036-20220613-74220', '36-036-20220613-74520', '36-036-20220613-74820', '36-036-20220613-75120', '36-036-20220613-75420', '36-036-20220613-75720', '36-036-20220613-76020', '36-036-20220613-76320', '36-036-20220613-76620', '36-036-20220613-76920', '36-036-20220613-77220', '36-036-20220613-77520', '36-036-20220613-77820', '36-036-20220613-78120', '36-036-20220613-78420', '36-036-20220613-78720', '36-036-20220613-79020', '36-036-20220613-79320', '36-036-20220613-79620', '36-036-20220613-79920', '36-036-20220613-80220', '36-036-20220613-80520', '36-036-20220613-80820', '36-036-20220613-81120', '36-036-20220613-81420', '36-036-20220613-81720', '36-036-20220613-82020', '36-036-20220613-82320', '36-036-20220613-82620', '36-036-20220613-82920', '36-036-20220613-83220', '36-036-20220613-83520', '36-036-20220613-83820', '36-036-20220613-84120', '36-036-20220613-84420', '36-036-20220613-84720', '36-036-20220613-85020', '36-036-20220613-85320', '36-036-20220613-85620', '36-036-20220613-85920', '36-036-20220613-86220', '36-036-20220613-86520', '36-036-20220613-86820', '36-036-20220613-87120', '36-036-20220613-87420', '36-036-20220613-87720', '36-036-20220613-88020', '36-036-20220613-88320', '36-036-20220613-88620', '36-036-20220613-88920', '36-036-20220613-89220', '36-036-20220613-89520', '36-036-20220613-89820', '36-036-20220613-90120', '36-036-20220613-90420', '36-036-20220613-90720', '36-036-20220613-91020', '36-036-20220613-91320', '36-036-20220613-91620', '36-036-20220613-91920', '36-036-20220613-92220', '36-036-20220613-92520', '36-036-20220613-92820', '36-036-20220613-93120', '36-036-20220613-93420', '36-036-20220613-93720', '36-036-20220613-94020', '36-036-20220613-94320', '36-036-20220613-94620', '36-036-20220613-94920', '36-036-20220613-95220', '36-036-20220613-95520', '36-036-20220613-95820', '36-036-20220613-96120', '36-036-20220613-96420', '36-036-20220613-96720', '36-036-20220613-97020', '36-036-20220613-97320', '36-036-20220613-97620', '36-036-20220613-97920', '36-036-20220613-98220', '36-036-20220613-98520', '36-036-20220613-98820', '36-036-20220613-99120', '36-036-20220613-99420', '36-036-20220613-99720', '36-036-20220613-100020']  meta_file_list = [] for root, dir, files in os.walk(DATA_ROOT_PATH):     file_name = [os.path.join(root, file_name) for file_name in files if file_name.startswith('') and file_name.endswith('.txt')]     file_name = sorted(file_name, key=lambda x: int(x.replace('.txt', '').split('.')[1]))     meta_file_list = meta_file_list + file_name  data_list = [pd.read_csv(file_path, delimiter=',', header=None, names=['status', 'w', 'y', 'w', 'w']) for file_path in tqdm(meta_file_list)]</pre>
--	--

파이썬을 활용한 인공지능 개발



인공지능의 모델 성능 수치 출력

○ 돼지 이상 상태 인공지능 및 활용 프로그램 개발

- 인공지능 개발

- 운영체제는 Ubuntu Linux이며 버전은 20.04 LTS임
- 개발언어는 python이며 버전은 3.8임
- 개발툴은 pycharm이며 버전은 Professional Edition임

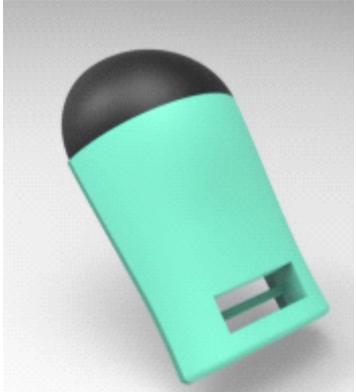
- 돼지 이상 상태 인공지능 개발 및 한계

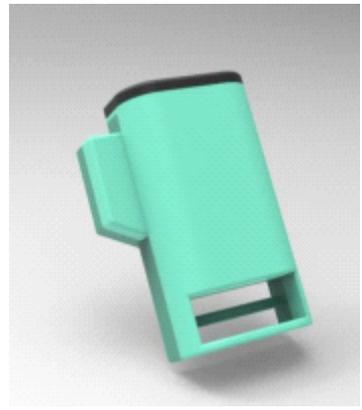
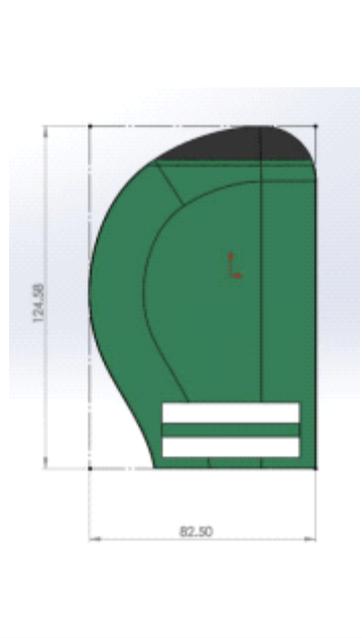
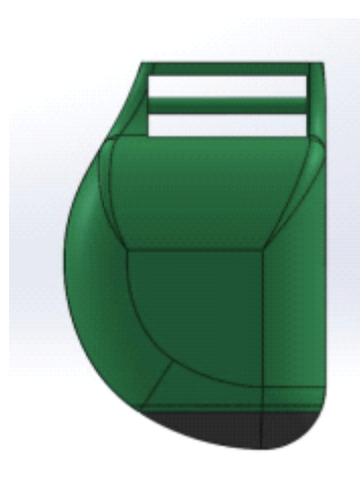
- CCTV 영상 데이터로부터 추출한 IMAGE로부터 이상 상태를 탐지함
- CNN 기법을 활용하여 학습 알고리즘을 개발함
- 인공지능의 성능은 실측치와 예측치가 일치되는 정도의 accuracy(정확도)는 95%임
- 데이터 수집 환경에 영향을 받음
- 다양한 환경에서 데이터 수집하는 것이 필요함

<pre>import os import tqdm import random import pathlib import imageio import itertools import collections from datetime import datetime  import cv2 import numpy as np import tensorflow as tf import PIL import pandas as pd import remoteszip as rz import seaborn as sns import matplotlib import matplotlib as mpl import matplotlib.pyplot as plt from tensorflow_docs.vis import embed from tqdm import tqdm import tensorflow.keras as ak from tensorflow.keras.models import load_model import mediapy as media  Using TensorFlow backend  os.environ["CUDA_VISIBLE_DEVICES"] = "0" os.environ["TF_CUDNN_DETERMINISTIC"] = "1"</pre>	<pre>def get_top_k_streaming_labels(probs, k=2, label_map=LABEL_MAP):     """Returns the top-k labels over an entire video sequence.      Args:         probs: probability tensor of shape (num_frames, num_classes) that represents             the probability of each class on each frame.         k: the number of top predictions to select.         label_map: a list of labels to map logit indices to label strings.      Returns:         a tuple of the top-k probabilities, labels, and logit indices     """     top_categories_last = tf.argsort(probs, -1, 'DESCENDING')[-1, :1]     categories = tf.argsort(probs, -1, 'DESCENDING')[:, :k]     categories = tf.reshape(categories, [-1])      counts = sorted([         (i.numpy(), tf.reduce_sum(tf.cast(categories == i, tf.int32)).numpy())         for i in tf.unique(categories)[0]     ], key=lambda x: x[1], reverse=True)      top_probs_idx = tf.constant([i for i, _ in counts[:k]])     top_probs_idx = tf.concat([top_categories_last, top_probs_idx], 0)     top_probs_idx = tf.unique(top_probs_idx)[0][:k+1]      top_probs = tf.gather(probs, top_probs_idx, axis=-1)     top_probs = tf.transpose(top_probs, perm=(1, 0))     top_labels = tf.gather(label_map, top_probs_idx, axis=0)     top_labels = [label.decode('utf8') for label in top_labels.numpy()]      return top_probs, top_labels, top_probs_idx</pre>
파이썬을 활용한 인공지능 개발	
	$\text{Accuracy} = \frac{\text{correct predictions}}{\text{all predictions}} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$
인공지능의 모델 성능 수치 출력	

### 라) [축우생체정보 수집 장치의 개선]

- 축우 생체정보 수집 장치의 개선
  - 가축 생체정보 수집 장치의 케이스 디자인 개선
    - 축산과학원, 농장 관리자 등의 의견 및 기술조사
    - 3D 모델링으로 시안 제출 및 의견 수렴

주요 센서 및 그 기능	
시안	의견
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 소 목걸이의 흘러내림 방지를 위한 걸개의 보강이 필요</li> </ul>

	<p>-센서를 추가하기 위한 날개부분이 사용중 파손이 우려됨</p>
	<p>- 크기 문제로 사용중 파손이 우려됨</p>
	<p>- 상단 케이스를 원형 가공하여 파손을 회피</p>
	<p>- 최종 디자인 채택</p>

○ 축우 생체정보 수집 장치의 개선사항

- 수집 장치의 문제점 확인 및 개선

No	요건	요건상세	개선사항
1	باتدري사용량	باتدري 소모가 빨라 باتدري 사용량 및 절전방안 확인	
2	기능정상작동 확인	DEEP SLEEP모드는 구현되어 있으나, 가속도 센서가 민감하게 세팅되어 있어 SLEEP 모드로 작동이 안됨.	<p>펌웨어 개발로 구현 가속도 센서 감도조절 후 SLEEP모드 진입 확인 필요.</p>
3	데이터 전송방법	데이터 수집 주기 및 방법론 결정	<p>기본적으로 위치, 고도, 가속도 데이터 설정된 주기로 전송 (스냅샷전송) 스냅샷 방식은 주기와 주기 사이의 활동 데이터 누수가 있어, 정확한 활동량 측정을 위해 باتدري 소모량이 많은 송수신 주기를 늘리기 어려움. 내부 캐쉬에 데이터 누적 후 설정된 주기로 전송시 누적된 데이터를 함께 전송 (배치전송)</p>
4	농장현장작업	수정된 펌웨어 업데이트 방안 방전된 باتدري 교체 방안	<p>기본적으로 On-Air로 펌웨어 업데이트 기능을 지원하지만, 수정된 펌웨어로 정상 작동 확인 필요 정상 작동이 안되면 시리얼 통신으로 업데이트 가능 방전된 باتد리는 현장에서 바로 수거하며, 기 충전된 батд리로 교체</p>

### 3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

#### 1) 연구수행 결과

##### (1) 정성적 연구개발성과

---

- 목걸이형 생체정보 수집 장치 센싱 데이터 정확도 및 장치 내구도 개선
    - 행동학(발정, 임신, 분만 등)적 데이터와 생리기능(호르몬 등) 데이터와 연계
    - 목걸이형 장치 외부 케이스 개선
  - 비침습적 동물 스트레스 분석 방법 및 이용법 개발
    - 개체의 우유, 털 등 이용
    - 사료급여량, 운동량 등 센서 획득 데이터와의 상관관계
  - 돼지의 생체정보 모니터링을 위한 AI 이미지 기술 개발
    - 객체 인식을 위한 상면(top view)와 측면(side view) 이미지 AI 데이터셋 구축
    - 목적하는 객체만을 검출하는 SOD AI 데이터셋 구축
    - 객체의 추적 및 계수 기술 개발
    - ICT 사료 절감 개선 시스템을 이용한 사료 절감 확인
    - 영상정보(CCTV) 데이터 기반의 자돈 및 모돈사의 이상상태 인지 기술 개발
    - 생체정보(CCTV, 열화상, 3d depth 등) 데이터 기반의 분만사의 모돈 분만전후 이상상태 인지 기술 개발
- 

##### (2) 정량적 연구개발성과(해당 시 작성하며, 연구개발과제의 특성에 따라 수정이 가능합니다)

---

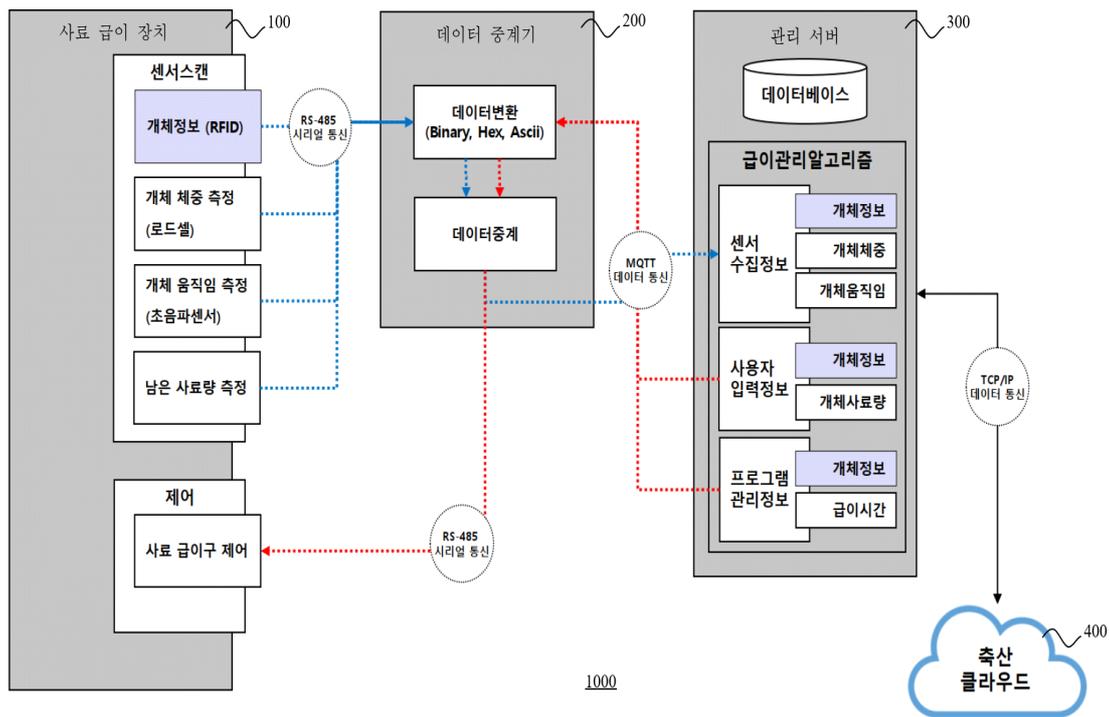
- 학술발표 : 2건
    - The effect of heat treatment on concentration of cortisol in dairy milk(한국기후변화학회)
    - The effect of age on hair cortisol concentration in Hanwoo cattle(한국축산학회)
  - 지식재산권 : 3건(특허출원 2건, 특허등록 2건, 소프트웨어저작권 1건)
    - 특허출원(등록) : 영상기반의 모돈 분만 알림 시스템
    - 특허출원(등록) : 가축 체중 추론 애플리케이션이 설치된 모바일 장치
    - 소프트웨어 저작권 : 피그맘(Pig mom)
  - 인력 채용 : 3명
    - 신규채용 2명(김○○, 정○○), 청년의무고용 1명(정○)
- 
- 기술분야
    - 급이 대상 개체를 자동으로 인식하고 급이하는 스마트 급이 시스템으로 사료 급이 장치의 제어 방법 및 복수의 스마트 급이 시스템과 통신하는 축산 클라우드
  - 종래 기술의 문제점
    - 이전 자동 급이 장치는 개체 별로 자동으로 급이량이 관리되지 않는 문제점이 존재함
    - 개체의 적절한 사료 급이량 계산이 이루어지지 않아 체중관리 및 개체관리의 문제점이 존재함

○ 과제 해결 수단

- 축사의 개체 사료 급이를 위하여 사료 급이 장치; 관리 서버; 및 상기 사료 급이 장치와 상기 관리 서버의 데이터를 중계하기 위한 데이터 중계기를 포함함
- 사료 급이 장치는 통신부; 복수의 센서를 포함하는 센싱부; 급이부; 및 제어부를 포함
- 제어부에서 개폐 문을 통해 급이기 안으로 진입할 수 있도록 하며, 센싱부를 통해 개체를 식별하고 급이 대상 개체에 대응하는 급이량만큼 사료통에 사료가 공급되는 급이부를 제어함
- 메모리와 연결된 프로세서에서 개체의 식별정보, 체중정보, 움직임 정보 중 적어도 하나를 포함하는 개체 정보, 관리자의 입력 정보 및 프로그램 관리 정보를 저장함
- 그 외에도 섭식 활동 데이터는 수집 기간, 카테고리, 데이터 형식, 단위, 범위, 플랫폼 표준 여부, 수집처, 담당자 및 담당자 연락처를 포함함
- 카테고리는 대분류 (영농, 사양, 생산, 제어 등), 중분류 (축산, 급이, 육성, 센서 정보 등), 소분류 (RFID, 급이섭취량, 중량, 초음파, 측정일시 등) 로 구분됨
- 카메라를 통해 촬영된 이미지를 이용하여 딥러닝 기반으로 미리 학습된 개체 인식 모델을 이용하여 개체를 인식함
- 인공 지능 모델 복수의 심층 신경망 (DNN: Deep Neural Network)를 포함하며 CNN (Convolutional Neural Network), RNN (Recurrent Neural Network), RBM (Restricted Boltzmann Machine), DBN (Deep Belief Network), BRDNN (Bidirectional Recurrent Deep Neural Network) 등으로 구성됨

○ 발명의 효과

- 자동으로 개체 별 급이량이 정확히 관리되어 사용자의 편의가 제고됨



<사료 급이 장치 및 스마트 급이 시스템 흐름도>

1. 사료 급이장치로 개체가 다가오면 RFID 칩을 통해 개체를 인식하여 개체의 체중을 측정하고, 개체의 움직임을 초음파로 센싱을 한다.

2. 다 먹고 나가는 개체의 남은 사료량을 측정하고, 데이터로 변환하여 향후 소가 다시 왔을 때 먹어야 하는 급여량을 전 데이터와 함께 비교하여 추가적으로 사료를 얼마 급이해야할지 결정해서 사료를 급이하는 시스템,
3. 개체의 움직임을 파악하여 개체의 발정 여부 및 체중, 적정 사료 급여량을 제공해주는 시스템 설명이다.

스마트 축산 솔루션	ICT/IoT 기자재 및 기술을 축산에 접목하여 하드웨어적 시설과 빅데이터 분석을 통한 소프트웨어적 기술 적용으로 부가가치가 높은 지속 가능한 축산업 육성			최종 목표
	2021년	2022년	2023년	
축사 냄새-안전 통합 모니터링				축산용 냄새 및 화재 예방 감지 모니터링 시스템
가축 생체정보 측정 및 선별				개체별 체중/체형 자동측정 및 영상정보 활용 건강관리 시스템
축우 발정탐지 및 분만 알림				지능형 원격 번식/위생관리 시스템
축사 냉난방 환경제어기				축사 에너지/환경 설계 기준 및 지능형 복합환경제어 SW
축사 환경정보 수집 및 환경관리기				축사 복합환경 멀티 센싱 및 환기 제어시스템
축종별 사료자동급이 및 음수관리 시스템				개체별 정밀사양관리 시스템

- 사료 자동급이 및 음수관리 시스템은 2021년부터 부가가치가 높은 지속 가능한 축산업 목표로 개체별 정밀사양관리 시스템에 있어서 매우 중요함
- 이는 단순히 국내시장 뿐만아니라 해외시장까지도 확장할 수 있는 주요 기술 중 하나에 속함

프로그램의 내용

프로그램종류코드 : 42990

1. 제호	축우용 자동사료 급이기 프로그램	
	적용분야	농축산분야
2. 주요 내용	특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 스마트 급이기로 개체 정보를 RFID Tag 인식하여 체중을 측정하고, 초음파로 거리를 측정하여 개체 정보를 측정함</li> <li>- 인식된 개체의 정보를 바탕으로 DB를 구축하고, 사료급이 정도와 사료 섭취량, 남은 사료량 등을 파악하여 개체의 급이정보 파악</li> <li>- 개체에 필요한 사료량이 얼마큼인지 확인 가능하며, 남긴 사료량을 바탕으로 향후 추가 급여 여부 판단</li> <li>- 저장된 데이터 베이스들을 바탕으로 개체의 급여량과 체중 등의 정보 저장 가능</li> </ul>
	주요기능	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 개체수집 센서 시스템, 센서 데이터 제어시스템, 급이 제어시스템, 데이터 서버 및 사용자 프로그램, LTE 통신 시스템으로 구성되어 편의성 제공</li> <li>- 농장 별로 개체의 체중, 급이량, 섭취량, 잔량 등을 파악하여 개체의 사료 급려 정보를 컨트롤 할 수 있는 기능을 수행함.</li> </ul>
	사용방법	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 웹브라우저 실행 주소창에 제공된 주소지 입력</li> <li>2. 농장 모든 개체의 가장 최근 급이 현황을 조회하는 화면이 표시</li> <li>3. 개체의 수만큼 개체 요약정보 영역이 자동 생성</li> <li>4. 설정 화면에서 개체정보와 여러 관리정보를 등록</li> <li>5. 개체 등록 후 관리 진행</li> <li>6. 급이량과 시간관계를 설정하여 급이량 조절 가능</li> <li>7. 급이 데이터는 엑셀로 다운로드 가능</li> </ol>

< 정량적 연구개발성과표(예시) >

(단위 : 건, 천원)

성과지표명		연도	1단계	2단계	계	가중치 (%)	
			(2021~2022)	(2023~2023)			
전담기관 등록·기탁 지표 <sup>1)</sup>	특허출원	목표(단계별)	2	1	3	5	
		실적(누적)	2	1	3		
	특허등록	목표(단계별)	2	-	3	10	
		실적(누적)	2		2		
	SW저작권	목표(단계별)	1	1	2	5	
		실적(누적)	1	1	2		
	SCIE	목표(단계별)	3	2	5	-	
		실적(누적)	1	2	3		
	비SCIE	목표(단계별)	2	1	3	-	
		실적(누적)	0	0	0		
	학술발표	목표(단계별)	2	2	4	5	
		실적(누적)	2	4	6		
	연구개발과제 특성 반영 지표 <sup>2)</sup>	기술이전	목표(단계별)		3	3	10
			실적(누적)		3	3	
제품화		목표(단계별)		2	2	40	
		실적(누적)		2	2		
매출액		목표(단계별)		30,000	30,000	5	
		실적(누적)		53,100	53,100		
고용창출		목표(단계별)	3	0	3	5	
		실적(누적)	3	0	3		
인력양성		목표(단계별)	-	0	-		
		실적(누적)	1	0	1		
정책활용		목표(단계별)	0	1	1	5	
		실적(누적)	0	1	1		
홍보전시		목표(단계별)	0	1	1	5	
		실적(누적)	0	1	1		
기타		목표(단계별)	0	1	1	5	
		실적(누적)	0	1	1		
계		목표(단계별)	15	30,012	30,027		
		실적(누적)	11	53,116	53,127		

< 연구개발성과 성능지표 >

평가 항목 (주요성능 <sup>1)</sup> )	단위	전체 항목에서 차지하는 비중 <sup>2)</sup> (%)	세계 최고		연구개발 목표치		목표설정 근거	
			보유국/ 보유기관	성능수준	1단계 (2021~2022)	2단계 (2023~202Y)		
1	사료절감율	%	30			5	8	대상 농가 관행 기준
2	노동력 감소율	%	30			20	30	대상 농가 관행 기준
3	비육돈의 이상상태 인지 유무	횟수	10			감지 유무		자체검사
4	모든 분만시점 이상 상태 인지 유무 (충분만시간)	시간 (hr)	10				감지 유무	공인시험 성적서 (농업기술실 용화재단)
5	모든 분만시점 이상 상태 인지 유무 (분만시점)	시간 (min)	20				감지 유무	공인시험 성적서 (농업기술실 용화재단)

(3) 세부 정량적 연구개발성과

[과학적 성과]

□ 논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율
1	Selection of appropriate biomatrices for studies of chronic stress in animal: a review	Journal of Animal Science and Technology	Mohammad Ataallahi	64(4)	대한민국	Korean Society of Animal Science	SCIE	2022.07.31.	2055-0391	100
2	Assessment of stress levels in lactating cattle : Analyzing cortisol residues in commercial milk products in relation to the temperature-Humidity index	Animals	Mohammad Ataallahi	13	Switzerland	MDPI	SCIE	2023.07.25.	2076-2615	100
3	Peri-estrus activity and mounting behavior and its application to estrus detection in Hanwoo (Korea Native Cattle)	Journal of Animal Science and Technology	Si Nae Cheon	65(3)	대한민국	Korean Society of Animal Science	SCIE	2022.12.23.	2672-0191	100

□ 국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	AAAP2022	Mohammad Ataallahi	2022.08.24.	ICC제주	대한민국
2	AAAP2022	Mohammad Ataallahi	2022.08.24.	ICC제주	대한민국
3	한국축산학회 학술발표회	천시내	2023.07.06.	광주광역시 김대중컨벤션센터	대한민국
4	한국기후변화학회 2023년 상반기 학술대회	Mohammad Ataallahi	2023.06.22	한국과학기술단체총연합회 ST CENTER	대한민국
5	EAAP 2023	Mohammad Ataallahi	2023.08.29	Lyon	France
6	EAAP 2023	Mohammad Ataallahi	2023.08.29	Lyon	France

[기술적 성과]

□ 지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신제품, 프로그램)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록			기여율	활용 여부
			출원인	출원일	출원 번호	등록 번호	등록인	등록일	등록 번호		
1	영상기반의 모든 분만 알림 시스템	대한민국	주식회사 일루베이션	2021.09.16	10-2021-0124219		주식회사 일루베이션	2021.09.15	제10-2372107호	100	활용
2	가축 체중 추론 애플리케이션이 설치된 모바일 장치	대한민국	주식회사 일루베이션	2021.11.09	10-2021-0153414		주식회사 일루베이션	2022.04.19	제10-2389931호	100	활용
3	영상기반의 모든 분만 알림 시스템	대한민국	주식회사 일루베이션	2021.09.16	10-2021-0124219		주식회사 일루베이션	2022.03.03	제10-2372107호	100	활용
4	가축 체중 추론 애플리케이션이 설치된 모바일 장치	대한민국	주식회사 일루베이션	2021.11.09	10-2021-0153414		강원대학교 산학협력단	2022.04.19	제10-2389931호	100	활용
5	스마트 급이 시스템 및 이와 통신하는 축산 클라우드	대한민국	강원대학교 산학협력단	2023.12.08	10-2023-0177936					100	활용

○ 지식재산권 활용 유형

※ 활용의 경우 현재 활용 유형에 √ 표시, 미활용의 경우 향후 활용 예정 유형에 √ 표시합니다(최대 3개 중복선택 가능).

번호	제품화	방어	전용실시	통상실시	무상실시	매매/양도	상호실시	담보대출	투자	기타
3	√		√							
4	√		√							
5				√						

□ 저작권(소프트웨어, 서적 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호	저작권자명	기여율
1	피그맘(Pig mom)	2021.04.04	주식회사 일루베이션	2021.08.18	제C-2021-032764	주식회사 일루베이션	1/1
2	축우용 자동사료급이기 프로그램	2023.11.06	강원대학교 산학협력단	2023.11.21	140171-0003228	강원대학교 산학협력단	1/1

[경제적 성과]

□ 시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작 업체명	설치 장소	이용 분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)
1	모든분만이상감지 시스템	2023-08-10	주식회사 일루베이션	양돈농장	축산업	3년		
2	가축 체중 추론용 보조컨트롤러	2023-12-27	주식회사 일루베이션		축산업			

□ 기술 실시(이전)

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황
1	제 3자실시	스마트 급이 시스템 및 이와 통신하는 축산 클라우드	주식회사 유팩토리	2023.12.19.	3,000,000	
2	제 3자실시	스마트 급이 시스템 및 이와 통신하는 축산 클라우드	주식회사 에코페이지	2023.12.19.	3,000,000	
3	직접실시	가축 체중 추론용 보조컨트롤러	주식회사 일루베이션	2023.12.31.	1,000원	
4	직접실시	모든분만이상감지시스템	주식회사 일루베이션	2023.12.31.	1,000원	

□ 매출 실적(누적)

사업화명	발생 연도	매출액		합계	산정 방법
		국내(천원)	국외(달러)		
가축 체중 추론용 보조컨트롤러	2023	100,000	0	100,000	매출액 합산
모든분만이상감지시스템	2023	48,181,818	0	48,181,818	매출액 합산
합계					

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			yyyy년	yyyy년	
1	가축(축우, 돼지) 생체정보 측정 기술 개발 및 고도화	일루베이션	2	1	3
합계			2	1	3

□ 고용 효과

구분			고용 효과(명)
고용 효과	개발 전	연구인력	
		생산인력	
	개발 후	연구인력	3
		생산인력	

[사회적 성과]

□ 정책활용 내용

번호	구분 (제안/채택)	정책명	관련 기관 (담당 부서)	활용 연도	채택 내용
1	정책건의	축산 분야 ICT 지원 융복합 사업 / 양돈농가 비접촉식 체중계 지원	전라북도 농생명축산식품국	2023	채택

□ 전문 연구 인력 양성

번호	분류	기준 연도	현황										
			학위별				성별		지역별				
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타
1	박사학위 취득	2022	1				1						1

□ 다른 국가연구개발사업에의 활용

번호	중앙행정기관명	사업명	연구개발과제명	연구책임자	연구개발비
1	농촌진흥청	미세먼지 저감을 위한 농업분야 대응강화 기술개발	축종별(한우, 젓소, 돼지, 닭) 가축분뇨 자원화 방법에 따른 암모니아 배출계수 개발	김기연	620,000천원

□ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일
1	중앙전문지	축산신문	혁신적 가축 생체정보측정 기술 개발한 강원대 산학협력단	2023.12.09

[그 밖의 성과](해당 시 작성합니다)

- 교육 및 컨설팅
  - 현장시험 한우농장 현장기술지원 (2022년)
  - 한우 농가에서 축우 사료섭취 및 생체정보 수집 장치 적용 (2023년)
- 타연구에 활용 및 2단계연구에 활용
  - <미세먼지 저감을 위한 농업분야 대응강화 기술개발>연구사업에 활용 (2023년)
- 기타활용실적
  - 대가축생체정보\_데이터베이스파일 (2023년)

(4) 계획하지 않은 성과 및 관련 분야 기여사항(해당 시 작성합니다)

- 전문 연구 인력 양성
  - 박사학위 취득. 2022년
- 교육 및 컨설팅
  - 현장시험 한우농장 현장기술지원 (2022년)
  - 한우 농가에서 축우 사료섭취 및 생체정보 수집 장치 적용 (2023년)
- 타연구에 활용 및 2단계연구에 활용
  - <미세먼지 저감을 위한 농업분야 대응강화 기술개발>연구사업에 활용 (2023년)

2) 목표 달성 수준

추진 목표	달성 내용	달성도(%)
○ 복합시스템 구축_기타 시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 사료 절감의 목표 5%이었으며 6.61%로 달성함</li> <li>○ 돼지(자돈, 비육돈)의 이상상태 인지목표는 60%이었으며 60%를 달성함</li> <li>○ 모돈의 총 분만시간 인지 목표는 3시간 이내면 정상, 3시간 이상이면 비정상을 분류인데, 모돈의 총 분만시간 2시간 이내를 판단함</li> <li>○ 모돈의 분만시점부 인지 목표는 분만시점부터 15분 이내에 분만인지 판단인데 분만시점으로부터 1분이내에 판단</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 100%</li> <li>○ 100%</li> <li>○ 100%</li> <li>○ 100%</li> </ul>
○ SW 개발_빅데이터 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 돼지의 자돈, 육성돈, 비육돈, 모돈의 영상 및 이미지 50GB 수집하여 업로드를 완료함</li> <li>○ 임신우 발정탐지 알고리즘 : 외국(95%) 대비 65% -&gt; 70%)</li> <li>○ TWR (Two Way Ranging) : 80% -&gt; 85%</li> <li>○ 축우 농후사료 사료급이기</li> <li>○ 한우 활동량 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 100%</li> <li>○ 90%</li> <li>○ 100%</li> <li>○ 100%</li> <li>○ 100%</li> </ul>

#### 4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성합니다)

##### 1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

---

- 돼지(자돈, 비육돈, 모돈)의 이상상태 인지 목표를 자체적으로 달성하였으나 인증기관과의 협의가 늦어져 인증을 받지 못함
    - 기타 이유로는 스마트팜은 센서, 구동기 등의 실증을, ICT기자재는 제어기, 양액기, 광원 등과 같은 부분을 실증 서비스를 진행하여 돼지의 체중, 체척, 외모심사와 같은 분야는 아직 실증방법이 확립되지 않아서 실증을 해주기 어렵다고 답변을 받음
  - 임신우 발정탐지 알고리즘 : 외국 대비 수집 데이터 부족
  - 2023년도 자료를 논문으로 발표해야 하므로 성과 발생과 시차가 발생함
- 

##### 2) 자체 보완활동

---

- 인증 : 인증기관인 농업기술실용화재단에 다양한 방법으로 인증을 받기위해 문의를 해보았으나 현재 일정이 밀려있다는 답변을 받아서 다른 인증기관들도 알아보았으나 다른 기관은 본 과제에 관련된 인증을 할 수 없다는 답변을 받음
  - 임신우 발정탐지 알고리즘 : 지속적으로 데이터가 수집되고 DB화 되고 있음
- 

##### 3) 연구개발 과정의 성실성

---

- 본 과제의 정성적, 정량적 및 전략 성과의 목표에 도달하기 위해서 다양한 방법으로 노력하여 목표를 100%로 달성하지 못했으나 돼지(자돈, 육성돈, 비육돈, 모돈)에 대한 다양한 인지 알고리즘에 대한 결과물을 확보함
- 

#### 5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

---

- 본 연구과제의 목표 도달하기 위하여 CCTV, 열화상 센서 및 3D 센서를 활용한 돼지의 생체정보 수집 시스템을 구축하여 이들의 다양한 영상 및 이미지 정보를 획득함. 연구개발 성과로는 pig object detection 알고리즘 및 본 연구에 맞는 customized YOLO7 객체인식 AI 기술을 확보함
  - 각 돈사(자돈사, 비육돈사, 육성사, 분만사 등)에서 사람의 인력으로 진행했던 분야를 영상정보(CCTV, 열화상 및 3D 이미지 등)를 적용하여 자동화기술 확보하려는 것이 새로운 시도라 할 수 있음
-

## 6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

- 연구개발성과는 현재까지 현장에서 파악한 문제점을 파악하여 2023년에는 상용화를 통해 기술이전과 매출을 발생시킬 예정임
- 자세한 내용은 기재출한 사업계획서 참조 요망

< 연구개발성과 활용계획표(예시) >

구분(정량 및 정성적 성과 항목)		연구개발 종료 후 5년 이내
국외논문	SCIE	2
	비SCIE	
	계	
국내논문	SCIE	3
	비SCIE	
	계	
특허출원	국내	
	국외	
	계	
특허등록	국내	
	국외	
	계	
인력양성	학사	
	석사	
	박사	
	계	
사업화	상품출시	
	기술이전	
	공정개발	
제품개발	시제품개발	
성과홍보		
포상 및 수상실적		
정성적 성과 주요 내용		

### < 별첨 자료 >

중앙행정기관 요구사항	별첨 자료
1. IRIS 등록 별첨자료	1) 자체평가의견서 2) 연구성과 활용계획서
2.스마트팜연구개발사업단 요청 별지자료	1) 사업화계획서 2) 실증 성과보고서 3) 빅데이터 플랫폼 연계 활용계획서

## 자체평가의견서

### 1. 과제현황

		과제번호	421013-03		
사업구분	2021년도 스마트팜 다부처패키지 혁신기술개발				
연구분야	스마트팜 실증·고도화 연구사업		과제구분	단위	
사업명	스마트팜 다부처패키지 혁신기술 개발사업			주관	
총괄과제	기재하지 않음		총괄책임자	기재하지 않음	
과제명	가축(축우, 돼지) 생체정보 측정 기술 개발 및 고도화		과제유형	(기초,응용,개발)	
연구개발기관	강원대학교산학협력단 국립축산과학원 주식회사일루베이션 (주)제노임팩트		주관연구책임자 공동연구책임자 공동연구책임자 위탁과제책임자	박규현 전중환 전현필 김효영	
연구기간 연구개발비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	2021.04-2021.12	400,000	66,700	466,700
	2차년도	2022.01-2022.12	500,000	70,000	570,000
	3차년도	2023.01-2023.12	500,000	70,000	570,000
	4차년도				
	5차년도				
계			1,400,000	206,700	1,606,700
참여기업	주식회사일루베이션				
상대국		상대국연구개발기관			

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2023.12.31.

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
강원대학교산학협력단	부교수	박규현

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확약	
----	--

## 1. 연구개발실적

※ 다음 각 평가항목에 따라 자체평가한 등급 및 실적을 간략하게 기술(200자 이내)

### 1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히 불량)

- 국내외 최초 3축기반의 축우 목걸이형 생체정보수집 장치를 통해 상하좌우 이동 및 이동거리 감지(10cm 이내)를 통해 발정, 임신 등 신속 분석 정확도(80%)
- 100% 디지털화 된 한우 사료자동급이기를 통해 섭취시간 및 빈도, 섭취간격, 체중, 사료효율 등 측정하여 작업자의 개체 정보 확인 용이
- 작업자에 의지하던 모돈분만 인지, 자돈부터 비육돈까지의 이상상태 판단을 영상정보를 통해 모돈 분만시점(1분 이내) 및 이상분만 판단, 자돈부터 비육돈의 이상상태 판단 가능

### 2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히 불량)

- 축우 발정 등
- CCTV, 열화상센서, 3D센서를 활용한 돼지 생체정보 수집시스템으로 다양한 영상 및 이미지 정보를 획득하여 알고리즘을 개발하고 이용하여, 작업자의 숙련도에 따라 차이가 나던 관리효율 상승

### 3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히 불량)

- 축우 발정을 조기 탐지하여 수태율 증대, 축우 이동 및 활동데이터를 통해 축우상태 확인, 사료섭취량·섭취빈도·체중 변화 측정을 통해 개체 사양관리 등으로 개체관리 효율성·생산 효율성 향상
- 비침습적 동물 생체데이터(스트레스, 성장율, 행동 등) 데이터를 이용하여 동물복지 대응
- 영상정보 데이터 기반의 자돈 및 모돈 이상상태 인지 기술의 적용으로 비숙련 작업자의 생산 및 관리 효율성 향상

### 4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히 불량)

- 정량성과 목표 점수(100점)에서 97.22점 달성
- 유효성과(특히 출원, SW저작권, 기술실시, 기술료, 제품화, 매출액, 고용창출, 학술발표, 정책활용, 홍보전시, 타국가연구개발사업에의 활용) 이외에도 교육지도 및 인력양성 달성
- 향후 시스템 확장 및 데이터 이용성 확대를 위해 디지털 신호 센서 사용

### 5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히 불량)

- 정책활용, 홍보전시, SW저작권, 특허출원, 기술실시, 기술료, 제품화 등 산업화 목표 달성
- 동물복지와 생산효율성 판단 위한 비침습적 동물 생체데이터 획득 및 분석 SCI급 논문 발표
- 학술발표의 경우 목표 달성하였으나 논문 목표 달성 부족

## II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체 평가
실시간 생체정보(목걸이형, 삽입형 등) 수집 국산 ICT 장비 개발·개선	9	100	축우 국산 실내위치추위 측정기 및 프로그램 개발 완료
축우의 행동학적 특징(발정, 임신, 분만 등)과 생체정보에 대한 연관성 연구	9	100	행동학적 특징으로 정확도 80% 이상 달성
활동량(보수계) 데이터 기반의 생체정보 수집 장치 문제점 개선	9	100	측정장치 내구도 및 통신 개선 완료
실시간 생체정보와 생리 기능 분석을 통한 생체정보 결과의 비교 검증	9	100	생체정보와 호르몬 비교 검증 완료
실시간 축우 섭취 행동 모니터링 시스템 개발	9	100	사료섭취량 및 빈도, 체중, 접근 데이터 수집 장치 개발 완료
축우 사료 섭취장치(급이장치) DB 구축	9	100	수집 장치 운용 프로그램 개발 및 DB 구축 완료
사료섭취와 행동 특성에 대한 상관관계 규명연구 및 실증	9	100	사료 섭취량 및 빈도, 체중 변화 데이터를 통해 개체 관리 방법 개발
돼지 개체별 생체정보 측정을 통한 모니터링 기술에 대한 실증시험용 테스트베드 구축	9	100	실제 목장에 개밧기술 적용 및 실증 완료
돈방별 사료섭취량(자동급이기), 모돈 분만전후 영상(CCTV)을 통한 현장실증	9	100	사료절감 및 이상상태 인지 목표 달성
돼지 생체정보, 사료섭취, 증체율간 상관관계 분석	9	100	사료효율, 위축돈 판단 등 분석 완료
개발 기술의 기술이전 및 사업화	10	100	사업화 목표 달성
합계	100점	100	

## III. 종합의견

### 1. 연구개발결과에 대한 종합의견

- 본 연구의 최종목표는 가축(축우, 돼지) 생체정보 측정기술 개발(국산화) 및 고도화'였으며, 과제 완료 후 '축우 목걸이형 생체정보수집 장치', '축우용 자동사료급이기', '돼지 생체정보 측정 장치'의 국산화를 달성하였음
- 스마트팜 활성화를 위해 본 연구에서 개발 기술에 대해 기술이전 3건, 기술료 6백만원, 제품화 2건, 매출액 53백만원 등을 달성하여 산업화 성공 및 개발기술의 정책적 활용(보급 사업 등)을 위한 정책 제안 완료
- 스마트목장 기술 확산을 위해 인력양성과 교육지도를 실시하였고 홍보전시를 수행하였음

### 2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

- 학술부문의 일부 부족한 성과는 향후 5년 내 추적관리기간에 달성하겠음

### 3. 연구결과와 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

- '축우 목걸이형 생체정보수집 장치'와 '축우용 자동사료급이기'의 제품화 및 판매
- '돼지 생체정보 측정 장치'의 판매량 확대
- 스마트목장 기기 데이터의 이용성 확대 및 개발 기기의 농가 보급사업 참여

## IV. 보안성 검토

- 해당없음

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

### 1. 연구책임자의 의견

- 해당없음

### 2. 연구개발기관 자체의 검토결과

- 해당없음

## 연구성과 활용계획서

### 1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야	스마트팜	
연구과제명	가축(축우, 돼지) 생체정보 측정 기술 개발 및 고도화			
주관연구개발기관	강원대학교산학협력단		주관연구책임자	박규현
연구개발비	정부지원 연구개발비	기관부담연구개발비	기타	총연구개발비
	1,400,000,000	206,700,000		1,606,700,000
연구개발기간	2021.04.07. ~ 2023.12.31.			
주요활용유형	<input checked="" type="checkbox"/> 산업체이전 <input checked="" type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input checked="" type="checkbox"/> 정책자료 <input checked="" type="checkbox"/> 기타(RTLS-활동량 예측모델 실험결과 및 머신러닝) <input type="checkbox"/> 미활용 (사유: )			

### 2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
실시간 생체정보(목걸이형, 삽입형 등) 수집 국산 ICT 장비 개발·개선	축우 국산 실내위치측위 측정기 및 프로그램 개발 완료
축우의 행동학적 특징(발정, 임신, 분만 등)과 생체정보에 대한 연관성 연구	행동학적 특징으로 정확도 80% 이상 달성
활동량(보수계) 데이터 기반의 생체정보 수집 장치 문제점 개선	측정장치 내구도 및 통신 개선 완료
실시간 생체정보와 생리 기능 분석을 통한 생체정보 결과의 비교 검증	생체정보와 호르몬 비교 검증 완료
실시간 축우 섭취 행동 모니터링 시스템 개발	사료섭취량 및 빈도, 체중, 접근 데이터 수집 장치 개발 완료
축우 사료 섭취장치(급이장치) DB 구축	수집 장치 운용 프로그램 개발 및 DB 구축 완료
사료섭취와 행동 특성에 대한 상관관계 규명연구 및 실증	사료 섭취량 및 빈도, 체중 변화 데이터를 통해 개체 관리 방법 개발
돼지 개체별 생체정보 측정을 통한 모니터링 기술에 대한 실증시험용 테스트베드 구축	실제 목장에 개밧기술 적용 및 실증 완료
돈방별 사료섭취량(자동급이기), 모돈 분만전후 영상(CCTV)을 통한 현장실증	사료절감 및 이상상태 인지 목표 달성
돼지 생체정보, 사료섭취, 증체율간 상관관계 분석	사료효율, 위축돈 판단 등 분석 완료
개발 기술의 기술이전 및 사업화	사업화 목표 달성

\* 결과에 대한 의견 첨부 가능

### 3. 연구목표 대비 성과

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과 목표	사업화지표											연구기반지표										
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화					표준 화		학술성과			교육지 도	인력양 성	정책 활용·홍보		기타 (타연구 활동등)	
	특허출원	특허인용	SW저작권	SMART	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치	국내	국제	논문		학술발표			정책 활용	홍보 전시		
														SCI	비SCI		논문 평균 IF	정 책 활 용			홍 보 전 시	
단위	건	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건		건	명	건	건	건	
가중치																						
최종 목표	3	3	2		3	6	2	30		3				5	3		4			1	1	1
1단계 실적	2	2	1							3				1			2		1			
2단계 실적	1		1		3	6	2	53.1						2			4	2		1	1	1
달성률 (%)	100	66.7	100		100	100	100	177		100				60	0		150			100	100	100

### 4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	영상기반의 모돈 분만 알림 시스템
②	가축 체중 추론 애플리케이션이 설치된 모바일 장치
③	스마트 급이 시스템 및 이와 통신하는 축산 클라우드

### 5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해결	정책 자료	기타
①의 기술		v				v	v	v	v	
②의 기술		v				v	v	v	v	
③의 기술		v				v	v	v	v	

\* 각 해당란에 v 표시

### 6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	돈사 내 설치 / 사양관리 효율성 향상 및 경제성 향상
②의 기술	돈사 내 이동 사용 / 태블릿 등에 설치하여 실시간 체중 측정으로 작업자 및 돼지의 스트레스 감소
③의 기술	우사에 독립 또는 Stanchion에 설치 / 사양관리 효율성 향상 및 경제성 향상

7. 연구종료 후 성과창출 계획

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과 목표	사업화지표											연구기반지표								
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화				표준 화		학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기타 (타연구 활용비)
	특허 출원	특허 등록	S W 저작권	S M A R T	건 수	기술 료	제품 화	매출 액	수출 액	고 용 창 출	투 자 유 치	국 내	국 제	논문				학 술 발 표	정 책 활 용	
														SCI	비 S C I	논 문 평 균 I F				
단위	건	건	건	건	건	백 만 원	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	건	명	건	건	건	
가중치																				
최종목표														5	3					
연구기간내 달성실적														3	0					
연구종료후 성과창출 계획														2	3					

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술명 <sup>1)</sup>	영상기반의 모든 분만 알림 시스템		
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input checked="" type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	1 천원
이전방식 <sup>2)</sup>	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input checked="" type="checkbox"/> 기타( 직접실시 )		
이전소요기간	즉시	실용화예상시기 <sup>3)</sup>	2023년
기술이전시 선행조건 <sup>4)</sup>	없음		

핵심기술명 <sup>1)</sup>	가축 체중 추론 애플리케이션이 설치된 모바일 장치		
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input checked="" type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	1 천원
이전방식 <sup>2)</sup>	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input checked="" type="checkbox"/> 기타( 직접실시 )		
이전소요기간	즉시	실용화예상시기 <sup>3)</sup>	2023년
기술이전시 선행조건 <sup>4)</sup>	없음		



## 사업화 계획서

연구개발과제명	가축(축우, 돼지) 생체정보 측정 기술 개발 및 고도화			과제번호	421013-03			
주관연구개발기관	강원대학교 산학협력단			주관연구책임자	박규현			
공동연구개발기관	주식회사 일루베이션			공동연구책임자	전현일			
제품명	모든분만이상감지시스템			제품 형태	H/W	○	S/W	○
관련 선행기술	종류 (해당 시)	특허명 (등록번호)	영상 기반의 모든 분만 알림 시스템(제 10-2372107호)					
		기술이전명	모든분만이상감지시스템					
사업화 종류	구분	수입품 대체		신규시장 창출	○	기존 상품 개선		
	내용	영상 분석을 활용한 모든의 분만시점 및 분만 이상징후를 감지하여 농가의 MSY(년간 모든당 출하두수, 농장의 생산효율지표)를 높여주는 제품						
개발 제품 주요 경쟁력	목표 수요처	시장규모	약 2,336억원(=93.4만두×2.5%×1,000만원) - 국내 돼지 사육 두수중 모든 사육두수 93.4만두 - 모든 200두당 5개 설치를 예상하여 예상 점유율 2.5% - 제품 판매가격 : 1,000만원					
		기술개발 필요성	모든의 분만시점 및 분만 이상징후를 감지로 동일비용으로 양돈농가의 MSY, PSY를 개선하여 수익성이 증가함					
		목표 시장 예상 점유율	2.5%					
	기술 차별성	구분	비용 절감		기술 고도화	○		
		내용	이익 증대	○	기타			
타사 제품 비교	제품명							
	단가							
예상 매출액 (백만원)	구분	2021	2022	2023	2024			
	연구개발계획서			5	50			
	매출액			4,800만원	5억			
	수출액							
생산계획	생산능력	연간 10대(2023년 기준), 50대(2024년 이후)						
	양산 체계 구축 계획	일루베이션은 모든의 분만 이상징후를 감지할수 있는 AI 기반의 SW를 개발하여 기개발된 LINUX 기반의 HW에 설치하는 방식으로 현재 기구축된 제조설비로 제조가 가능함(초기 생산설비 구축 비용 불필요)						
판매전략	판로확보 방안	정부 공공기관(조달청, 지자체 등)을 대상으로 G2B 및 양돈 사료업체, 양돈회사(선진, 이니바이오, 팜스코 등), 대형 양돈농가 등을 대상으로 B2B를 동시에 진행						
	마케팅 전략	주요 소비처를 대상으로 오프라인은 전국 대리점 및 축산기술 전시회 등을 활용하고 온라인은 홈페이지와 양돈잡지 등을 이용하여 다각적으로 홍보함						
기타 부가설명								
○ 플랫폼에 가축 생체정보 측정 기술로 CCTV 등 영상 기반 모든 분만 이상감지 시스템 구축과 돼지의 이상상태 인지 AI모델을 포함해서 제작하고 조기경보 서비스 활용								

사업화 계획을 위와 같이 제출합니다.

20    년    월    일

주관연구개발기관 :

강원대학교산학협력단

주관연구책임자 :

박규현

## 실증 성과보고서

연구개발과제명	가축(축우, 돼지) 생체정보 측정 기술 개발 및 고도화				과제번호	421013-03				
주관연구개발기관	강원대학교 산학협력단				주관연구책임자	박규현				
공동연구개발기관	주식회사 일루베이션				공동연구책임자	전현일				
실증개요	실증성과명	모든분만이상감지시스템				구분	H/W	○	S/W	○
	실증장소	제3자농장	해당	○	미해당	실증장소유형	스마트팜혁신밸리			
		장소명	우리농장				일반(법인)농가		○	
		실증면적(㎡)	25㎡				정부출연·지자체			
		주소	논산시 연산면 백석2길				기타			
실증현황	실증품목(종)	돼지								
실증조건	필수기자재	데이터수집부와 연산처리부가 포함된 모든분만이상감지시스템								
	기타필수조건									
실증목적	구분	성과물 성능에 대한 검·인증		트랙레코드·실증데이터 확보						
		목표 환경 신뢰성재현성 검증		제품서비스 시연(시범농가)				○		
	내용	모든의 분만 및 이상감지의 실증								
실증방법	활용기술	인공지능	○	빅데이터	○	사물인터넷				
		지능형로봇		신재생에너지		기타				
	수집데이터	환경데이터		생육데이터	○	제어데이터				
		경영데이터		기타						
	내용	○ 돼지 생체정보 측정 기술 고도화 연구중에서 - 돼지 개체별 생체정보 측정을 통한 모니터링 기술에 대한 실증시험용 테스트베드 구축한 후에 모든 분만전후 영상(CCTV)을 통한 현장실증 연구 진행								
실증결과	내용	○ 모든분만이상감지시스템 실증결과 - 영상정보 데이터 기반의 자동 및 모든 이상상태 인지 기술의 적용으로 비숙련 작업자의 생산 및 관리 효율성 향상 - 모든의 총 분만시간을 3시간을 기준으로 3시간이내는 정상, 3시간 이후는 비정상으로 판단 - 모든의 분만시점 인지는 분만시점 1분 이내로 판단								

결과를 위와 같이 제출합니다.

2024년 2월 27일

주관연구개발기관 :

강원대학교산학협력단

주관연구책임자 :

박규현

# 스마트팜 R&D 빅데이터 플랫폼 연계/활용 계획서

연구개발 과제명	가축(축우, 돼지) 생체정보 측정 기술 개발 및 고도화			과제번호	421013-03		
주관연구 개발기관	강원대학교 산학협력단			주관연구 책임자	박규현		
<b>기본 정보</b>							
데이터 용량(MB)	정형	영상	음향	이미지	3D	분광 데이터	기타
	407.0	63,900.0					
<b>수집</b>							
구분	양식명	유형	부류/품목	용량	수집 시작일	수집 종료일	등록일시 (예정)
1	섭식활동 데이터	정형	한우	5	23.1	23.12.	23.12.
2	한우 발정 탐지 시스템을 위한 농장	정형	한우	1	21.08.	23.12.	23.12.
3	한우 발정 탐지 시스템을 위한 센서 코드 데이터	정형	한우	50	21.08.	23.12.	23.12.
4	한우 발정 탐지 시스템을 위한 센서 데이터	정형	한우	350	21.08.	23.12.	23.12.
5	한우 발정 탐지 시스템을 위한 관리자 데이터	정형	한우	1	21.08.	23.12.	23.12.
6	(모돈 출산 비육돈 이상증상 자동 이상증상 동영상	영상	돼지	11,000	22.06.	23.12.	23.12.
7	(비육사, 모돈사, 자돈사) CCTV 동영상	영상	돼지	51,900	22.06.	23.12.	23.12.
8	사료섭취 영상	영상	한우	1,000	23.07.	23.12.	23.12.
<b>분석</b>							
정상 파일 수		타입오류			범위오류		
60		0			0		
<b>모델</b>							
구분	양식명	유형	운영체제	개발언어	라벨링 도구	성능지표/결과	등록일시 (예정)
1	모돈 분만 및 이상 상태 인지 예측 모델	AI모델(탐지)	Ubuntu 2004 LTS	python 3.8	python	accuracy / 95	23.12.
2	돼지의 이상 상태 인지 예측 모델	AI모델(탐지)	Ubuntu 2004 LTS	python 3.8	python	accuracy / 95	23.12.
3	비육돈의 이상 상태 인지 예측 모델	AI모델(탐지)	Ubuntu 2004 LTS	python 3.8	python	-	23.12.
4	축우 활동량 측정 및 발정탐지 활용	데이터논리모델	CentOS 7.5.2	python 2.7.5	-	-	23.08.
5	한우 섭식활동 분석 시스템	데이터논리모델	CentOS 7.5.2	python 2.7.5	-	-	23.10.
<b>활용</b>							
구분	양식명	유형	대분류	사이트 URL	동영상 URL	등록일시 (예정)	
1	모돈 분만 이상감지 시스템 구축	시스템 개발	사양		<a href="http://www.ahj.com">http://www.ahj.com</a>	23.12.	
2	돼지의 이상상태 인지 AI모델	DB구축	사양	<a href="http://www.ahj.com">http://www.ahj.com</a>	-	23.12.	
3	섭식활동 데이터 분석을 통한 이상활동 조기 탐지	장치 개발	사양	<a href="http://www.ahj.com">http://www.ahj.com</a>	-	23.12..	
4	한우 발정 탐지 시스템	시스템 개발	사양	<a href="http://www.ahj.com">http://www.ahj.com</a>	<a href="http://www.ahj.com">http://www.ahj.com</a>	23.12.	
<b>기타 부가설명</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>플랫폼에 가축 생체정보 측정 기술로 CCTV 등 영상 기반 모돈 분만 이상감지 시스템 구축과 돼지의 이상상태 인지 AI모델을 포함해서 제작하고 조기경보 서비스 활용</li> <li>축우의 상하좌우 움직임을 측정하고 이를 통한 발정, 임신, 분만 등 신속 파악 서비스 활용</li> <li>축우의 일일 사료 섭취횟수 및 양, 패턴 등을 이용한 개체 관리 서비스 활용</li> </ul>							

결과를 위와 같이 제출합니다.

2024년 02월 27일

주관연구개발기관 : 강원대학교 산학협력단

주관연구책임자 : 박규현 

## 스마트팜 R&D 빅데이터 플랫폼 정보 제공·활용 동의서

스마트팜 R&D 빅데이터 플랫폼 이용약관 제13조(플랫폼 게시물의 관리 및 운영)에 따라 스마트팜 다부처 패키지 혁신기술개발사업 수행을 통하여 생산 및 업로드된 결과물(정형·비정형 데이터, AI모델, 소프트웨어 등)의 정보 제공 및 활용에 동의합니다.

**< 스마트팜 R&D 빅데이터 플랫폼 정보 제공·활용 관련 주요 고지 및 동의 사항 >**

- 정보 수집·이용의 목적: 스마트팜 다부처 패키지 혁신기술개발사업 R&D 성과물의 스마트팜 현장 보급 기반 마련 및 연구개발 재이용
  - 수집하려는 정보: 스마트팜 다부처 패키지 혁신기술개발사업('21~'27) 수행을 통하여 생산된 결과물(정형·비정형 데이터 등)일체 및 2차적 저작물 등
  - 수집 정보의 보유·이용기간: 데이터 업로드 일로부터 플랫폼 운영 종료시까지
  - 수집 정보의 공유·활용 범위: 플랫폼에 수집된 데이터는 연구 등의 목적으로 사업단이 직접 활용하거나 사업단이 제3자의 사용을 허용할 수 있음
- ※ 주관연구책임자의 동의로 연구과제구성에 포함된 공동과제책임자도 플랫폼 정보 제공·활용에 동의한 것으로 봄

또한, 본인(연구주관책임자)이 서명날인한 동의서의 복사본은 원본과 동일하게 유효함을 인정합니다.

2024년 2월 27일

주관과제명(과제번호): 가축(축우, 돼지) 생체정보 측정 기술 개발 및 고도화 (421013-03)

주관연구책임자: 박 규 현 (서명  인)

(재)스마트팜연구개발사업단장 귀하

### 주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부·과학기술정보통신부·농촌진흥청에서 시행한 “스마트팜 다부처 패키지 혁신기술개발사업”의 “가축(축우, 돼지) 생체정보 측정 기술 개발 및 고도화” 연구개발과제 최종보고서입니다.
2. 이 연구개발 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부·과학기술정보통신부·농촌진흥청((재)스마트팜연구개발사업단)에서 시행한 “스마트팜 다부처 패키지 혁신기술개발사업”의 “가축(축우, 돼지) 생체정보 측정 기술 개발 및 고도화” 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.