(옆면)

421012-03

돼지 경제형질 체중·체척 및 외모자동 정밀측정·관리 시스템 구축

(견고딕 14p)

2024

(견고딕13p)

농림축산식품부 / 과학기술정보통신부 / 농촌진흥청 / 농림식품기술기획평가원 / 스마트팜연구개발사업단

(견고딕 17p)

(앞면)

보안 과제( ), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개( )발간등록번호(O)

스마트팜 다부처 패키지 혁신기술개발사업 2024년도 최종보고서(견고딕 13p)

발간등록번호
11-1543000-004723-01

(견고딕31p)

돼지 경제형질 체중, 체척 및 외모심사 정밀 측정·관리 시스템 구축

2024. 05. 28.

(견고딕15p)

주관연구기관 / 국립축산과학원
공동연구기관 / ㈜일루베이션
공동연구기관 / ㈜정피엔씨연구소
공동연구기관 / 한국종축개량협회

(견고딕 15.5p)

농림축산식품부
과학기술정보통신부
농촌진흥청
(전문기관)농림식품기술기획평가원
스마트팜연구개발사업단

(견고딕 20p)

제출문

제 출 문

농림축산식품부 장관 · 과학기술정보통신부 장관 · 농촌진흥청장 귀하

본 보고서를 "돼지 경제형질 체중, 체척 및 외모심사 정밀 측정·관리 시스템 구축"(개발기간 : 2021. 04. 07. ~ 2023. 12. 31.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2024.5.28.

주관연구기관명 : 국립축산과학원 (임기순)
공동연구기관명 : ㈜일루베이션 (전현일)
공동연구기관명 : ㈜정피엔씨연구소 (정영철)
공동연구기관명 : 한국종축개량협회 (이재윤)

주관연구책임자 : 이승우
공동연구책임자 : 전현일
공동연구책임자 : 정종원
공동연구책임자 : 송치웅

「국가연구개발혁신법」 제17조에 따라 보고서 열람에 동의 합니다.

최종보고서

보안등급
일반[✔], 보안[ ]

중앙행정기관명	농림축산식품부 과학기술정보통신부 농촌진흥청	사업명	사업명	스마트팜 다부처 패키지 혁신기술 개발사업	
전문기관명 (해당 시 작성)	농림식품기술기획평가원 (재)스마트팜연구개발사업단		내역사업명 (해당 시 작성)	스마트팜 실증 및 고도화 연구사업	
공고번호	제농축 2021-45호		총괄연구개발 식별번호	-	
			연구개발과제번호	421012-03	

기술분류									
국가과학기술 표준분류	LB0602	100%	2순위 소분류 코드명	%	3순위 소분류 코드명	%
농림식품과학기술분류	AB0101	100%	2순위 소분류 코드명	%	3순위 소분류 코드명	%

연구개발과제명	국문	돼지 경제형질 체중, 체척 및 외모심사 정밀 측정 · 관리 시스템 구축		
	영문	Construction of precision measurement and management system for economic traits in Pigs		
주관연구개발기관	기관명	농촌진흥청 국립축산과학원	사업자등록번호	124-83-01711
	주소	(우55365)전북 온주군 이서면 콩쥐팥쥐로 1500	법인등록번호	
연구책임자	성명	이승수	직위	농업연구사
	연락처 직장전화	[redacted]	휴대전화	[redacted]
	연락처 전자우편	[redacted]	국가연구자번호	[redacted]

연구개발기간	전체	2021. 04. 07. - 2023. 12. 31(2년 9개월)
	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			연구개발비 외 지원금
					지방자치단체		기타( )					
		현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물	현금	현물	합계	
총계		1,100,000	18,000	228,700					1,118,000	228,700	1,346,700	
1단계	1년차	300,000	-	66,700					300,000	66,700	366,700	
	2년차	400,000	9,000	81,000					409,000	81,000	490,000	
2단계	1년차	400,000	9,000	81,000					409,000	81,000	490,000	

공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)	기관명	책임자	직위	휴대전화	전자우편	비고 역할	비고 기관유형
공동연구개발기관	(주)일루베이션	전현일	대표이사	[redacted]	[redacted]	공동	중소기업
	(주)정피엔씨연구소	정종현	전무이사	[redacted]	[redacted]	공동	중소기업
	(사)한국종축개량협회	송치은	팀장	[redacted]	[redacted]	공동	사단법인

연구개발과제 실무담당자		성명	이승수	직위	농업연구사
	연락처	직장전화	[redacted]	휴대전화	[redacted]
		전자우편	[redacted]	국가연구자번호	[redacted]

이 단계보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 연구개발과제 중단, 협약 해약, 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2024년 2월 29일

주관연구책임자: 이 승 수 (인)
주관연구개발기관의 장: 국립축산과학원 임 기 순 (인)
공동연구개발기관의 장: (주)일루베이션 전 현 일 (인)
공동연구개발기관의 장: (주)정피엔씨연구소 정 영 철 (인)
공동연구개발기관의 장: 한국종축개량협회 이 재 운 (인)

농림식품기술기획평가원장·(재)스마트팜연구개발사업단장 귀하

최종보고서

보안등급
일반[✔], 보안[ ]

중앙행정기관명	농림축산식품부 과학기술정보통신부 농촌진흥청	사업명	사업명	스마트팜 다부처 패키지 혁신기술 개발사업	
전문기관명 (해당 시 작성)	농림식품기술기획평가원 (재)스마트팜연구개발사업단		내역사업명 (해당 시 작성)	스마트팜 실증 및 고도화 연구사업	
공고번호	제농축 2021-45호	총괄연구개발 식별번호		-	
		연구개발과제번호		421012-03	

기술분류	국가과학기술 표준분류	LB0602	100%	2순위 소분류 코드명	%	3순위 소분류 코드명	%	
	농림식품과학기술분류	AB0101	100%	2순위 소분류 코드명	%	3순위 소분류 코드명	%	

연구개발과제명	국문	돼지 경제형질 체중, 체척 및 외모심사 정밀 측정 · 관리 시스템 구축			
	영문	Construction of precision measurement and management system for economic traits in Pigs			
주관연구개발기관	기관명	농촌진흥청 국립축산과학원	사업자등록번호	124-83-01711	
	주소	(우55365)전북 온주군 이서면 콩쥐팥쥐로 1500	법인등록번호		
연구책임자	성명	이승수	직위	농업연구사	
	연락처 직장전화	[redacted]	휴대전화	[redacted]	
	연락처 전자우편	ger[redacted]kr	국가연구자번호	[redacted]	

연구개발기간	전체	2021. 04. 07. - 2023. 12. 31(2년 9개월)
	단계 1단계	2021. 04. 07. - 2022. 12. 31(1년 9개월)
	단계 2단계	2023. 01. 01. - 2023. 12. 31(1년 0개월)

연구개발비 (단위: 천원)		정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금				합계			연구개발비 외 지원금
					지방자치단체		기타( )					
		현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물	현금	현물	합계	
총계		1,100,000	18,000	228,700					1,118,000	228,700	1,346,700	
1단계	1년차	300,000	-	66,700					300,000	66,700	366,700	
	2년차	400,000	9,000	81,000					409,000	81,000	490,000	
2단계	1년차	400,000	9,000	81,000					409,000	81,000	490,000	

공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)	기관명	책임자	직위	휴대전화	전자우편	비고	
						역할	기관유형
공동연구개발기관	㈜일루베이션	전현일	대표이사	[redacted]	[redacted]	공동	중소기업
	㈜정피엔씨연구소	정종현	전무이사	[redacted]	[redacted]	공동	중소기업
	㈜한국종축개량협회	송치은	팀장	[redacted]	[redacted]	공동	사단법인

연구개발과제 실무담당자	성명	이승수	직위	농업연구사	
	연락처 직장전화	[redacted]	휴대전화	[redacted]	
	연락처 전자우편	ger[redacted]kr	국가연구자번호	[redacted]	

이 단계보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 연구개발과제 중단, 협약 해약, 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2024년 2월 29일

주관연구책임자: 이 승 수 (인)
주관연구개발기관의 장: 국립축산과학원 임 기 순 (직인)
공동연구개발기관의 장: ㈜일루베이션 전 현 일 (직인)
공동연구개발기관의 장: ㈜정피엔씨연구소 정 영 철 (직인)
공동연구개발기관의 장: 한국종축개량협회 이 재 윤 (직인)

농림식품기술기획평가원장·(재)스마트팜연구개발사업단장 귀하

< 요 약 문 >

<table>
<tr><td colspan="2">사업명</td><td colspan="3">스마트팜 다부처패키지
혁신기술개발사업</td><td>총괄연구개발 식별번호
(해당 시 작성)</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2">내역사업명
(해당 시 작성)</td><td colspan="3">스마트팜 실증 및
고도화 연구사업</td><td>연구개발과제번호</td><td colspan="3">421012-03</td></tr>
<tr><td rowspan="2">기술분류</td><td>국가과학기술
표준분류</td><td>LB0602</td><td>100%</td><td>2순위 소분류 코드명</td><td>%</td><td>3순위 소분류 코드명</td><td>%</td></tr>
<tr><td>농림식품
과학기술분류</td><td>AB0101</td><td>100%</td><td>2순위 소분류 코드명</td><td>%</td><td>3순위 소분류 코드명</td><td>%</td></tr>
<tr><td colspan="2">총괄연구개발명
(해당 시 작성)</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="2">연구개발과제명</td><td colspan="6">돼지 경제형질 체중, 체척 및 외모심사 정밀 측정 · 관리 시스템 구축</td></tr>
<tr><td colspan="2">전체 연구기간</td><td colspan="6">2021. 04. 07. - 2023. 12. 31(2년 9개월)</td></tr>
<tr><td colspan="2">총 연구개발비</td><td colspan="6">총1,346,700천원
(정부지원연구개발비: 1,100,000천원, 기관부담연구개발비 : 246,700천원)</td></tr>
<tr><td colspan="2">연구개발단계</td><td colspan="3">기초[ ] 응용[ ] 개발[✔]
기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[ ]</td><td>기술성숙도
(해당 시 작성)</td><td colspan="2">착수시점 기준(2단계)
종료시점 목표(9단계)</td></tr>
<tr><td colspan="2">연구개발과제 유형
(해당 시 작성)</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="2">연구개발과제 특성
(해당 시 작성)</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구개발
목표 및 내용</td><td>최종 목표</td><td colspan="6">○ 종돈의 체중 및 체형 등 경제형질 정보의 자동 측정 기술 개발
○ 영상정보 및 인공지능 기술을 활용한 개체별 정밀 측정 모델을 개발하여 종돈 선발의 정확도 및 효율성 향상</td></tr>
<tr><td>전체 내용</td><td colspan="6">○ 돼지 개체식별 및 개체별 형질측정 자동화 기술 개발
○ 참여종돈장별 돈사구조 맞춤형 장비설치
○ 품종별 생체를 활용한 체중 및 체척 능력검정을 통한 실측 자료 데이터 확보 및 데이터베이스 구축
○ 수집된 데이터 중 빅데이터 기반 인공지능 학습용 원천 데이터 선정 · 정제 · 응용 서비스 개발
○ 체중, 체척 및 외모검사의 DB 분석 알고리즘 개발
○ 인공지능(딥러닝) 기술을 이용한 체척, 체중 및 외모심사 추정 알고리즘 개발
○ 국가 능력검정 시스템 연계한 실시간 측정자동화 및 평가 시스템 구축
○ 측정 자료를 이용한 형질별 유전모수 추정 및 육종가 추정 종돈의 정밀 선발체계 구축을 위한 선발 예측 모델 개발
○ 종돈능력검정 자동화를 위한 자동측정장치 사업화 추진</td></tr>
</table>

연구개발 목표 및 내용	1단계	목표	○ 돼지 개체식별 및 개체별 형질측정 자동화 기술 개발 ○ 품종별 생체를 활용한 체중 및 체척 능력검정을 통한 실측 자료 데이터 확보 및 데이터베이스 구축 ○ 인공지능(딥러닝) 기술을 이용한 체척, 체중 및 외모심사 추정 알고리즘 개발
		내용	○ 종돈의 생체정보 선정 및 종돈의 2D와 3D 이미지 수집장치 개발 - 주시스템, 입력장치, 출력장치를 제어하는 통합 SDK 개발 - 체중, 체적 및 외모검사의 정확도를 높이기 위한 다중 3D 센서활용 ○ 참여종돈장 돈사구조 조사 및 장비설치 ○ 이미지 수집 설치로 영상자료 및 체중 및 체척측정 자료 수집 - 듀록(Duroc), 랜드레이스(Landrace), 요크셔(Yorkshire) 및 버크셔(Berkshire,) 등 4품종 ○ 품종별 생체를 활용한 체중 및 체척 능력검정을 통한 실측 자료 데이터베이스 확보 ○ 체중, 체척 및 외모검사의 DB 분석 알고리즘 개발 - 체중, 체적 판단을 위한 요인(key factor) 라벨링 및 DB구축 ○ 빅데이터 기반 인공지능 학습용 원천 데이터 선정·정제·응용 서비스 개발 - 정형과 비정형의 빅데이터의 분류 및 라벨링 ○ 돼지 개체식별 및 개체별 형질측정 자동화 기술 개발 ○ 인공지능(딥러닝) 기술을 이용한 체척, 체중 및 외모심사 (지제 및 유두수) 추정 알고리즘 개발 - 딥러닝 기반의 분류 알고리즘(ReSNet, VGG, PointNet 등) 및 딥러닝 기반 객체 인식 알고리즘(YOLACT, YOLO 등)을 통한 교차 검증 진행 ○ 품종별 생체를 활용한 체중, 체척 및 외모심사 등 능력검정을 통한 실측자료 데이터베이스 구축
	2단계	목표	○ 국가 능력검정 시스템 연계한 실시간 평가시스템 구축 ○ 인공지능을 이용한 빅데이터 분석 알고리즘 및 활용 서비스 개발 ○ 종돈능력검정 자동화를 위한 자동측정장치 사업화 추진
		내용	○ 종돈의 정밀 선발체계 구축을 위한 선발 예측 모델 개발 - 2D와 3D 이미지 수집장치의 통합 SDK와 연동되도록 설계 ○ 인공지능을 이용한 빅데이터 분석 알고리즘 및 활용 서비스 개발 - 2D와 3D 영상처리기술을 활용한 점운(Point cloud)의 거리를 곡선거리로 계산하는 알고리즘 적용 ○ 품종별 생체를 활용한 체중, 체척 및 외모심사 등 능력검정을 통한 실측자료 데이터베이스 구축 - 품종별 체중, 체척 및 외모심사 자동화 기술 실증 시험 ○ 국가 능력 검정 시스템과 연계한 자동화 체계 구축 - 종돈등록, 검정자료를 활용하여 국가단위 돼지유전능력평가를 실시하고 그 결과는 현장에서 활용하도록 함 ○ 종돈능력검정 자동화를 위한 자동측정장치 사업화 추진 ○ 품종별 개체별 실측자료와 이미지 스캔자료 통합 표준화

연구개발성과	○ 국내 현실에 적합한 종돈 스마트팜 시스템 개발 및 표준화 - 종돈의 정밀 측정 · 관리 시스템 구축 - 돼지 체척 · 체형 정보 측정 기술 고도화 및 현장 검증 - 종돈 스마트팜 자료의 국외유출 방지 및 수출경쟁력 강화 ○ 현장 적용에 따른 사양성적, 편의성, 경제성 등 관련 효과 분석 - 수집된 체중, 체척 및 외모심사 분석을 통한 종돈의 데이터베이스 구축 - 종돈 사양관리가 용이한 스마트팜 시스템 보급으로 업무 효율 개선 ○ 돼지개량네트워크 국가단위 돼지유전능력평가 활용 ○ 종돈이력제 촉진 및 이력시스템 연계 도체형질 관련 신규형질 개발가능 - 자동화 도축장에 적용하여 VCS2000 도체형질 측정기와 연동 개체자료 축적 ○ 종돈개량을 위한 수집자료의 다양화 및 표준화 ○ 인공지능을 활용한 종돈개량의 방향 제시 및 활용도 제고 ○ 종돈의 개체식별 및 형질별 측정의 자동화를 통한 개량의 간편성 추구 ○ 종돈 스마트팜 시스템을 통한 효율적인 종돈 검정 수행 및 자료 관리 ○ 종돈 생산성 개선을 통한 모돈의 생산성 향상 및 양돈 경쟁력 확보 ○ 객관화된 지표 자동 분석을 통한 종돈 사양관리의 정밀도 증진 및 생산성 향상 ○ 인공지능을 활용한 데이터를 이용 신규 종돈 경제형질 개발 ○ 인공지능을 이용하여 수집한 자료를 활용한 국가단위유전능력평가의 효율성 제고 ○ 지제 및 유두수 개량을 통한 강건한 종돈을 선발함으로서 양돈산업 경쟁력 강화
연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	○ 양돈 생산성 개선에 따른 국내 양돈농가 수익성 향상 및 국가 양돈산업 경쟁력 제고 ○ 3차 스마트 양돈 산업 성장 촉진으로 신성장동력 확보 및 관련분야 일자리 창출 - 기존 필수 현장노동의 대체 및 노동효율 향상을 통한 관리자 삶의 질 향상 기여 ○ 기술을 통한 노동력 절감 - 종돈능력검정원 양적 감소, 고령화 및 외국인 노동자 등에 의한 노동질적 감소 문제 해결 - 기존 필수 현장노동의 대체 및 노동효율 향상을 통한 관리자 삶의 질 향상 ○ 다산성 모돈에 대한 지제선발 표준화 기술 마련 - 다산성모돈에 대한 활용도 증가 : 1산차 모돈도태율(임신돈) 50%→40%감소 - 임신돈, 1,2산차 모돈 도태율 10% 감소 - 모돈 : 96만두 × 10%감소 × 65만원/모돈두수 = 624억원(비용절감)
연구개발성과의 비공개여부 및 사유	해당없음

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
		2	1			2						

국문핵심어 (5개 이내)	돼지	능력검정	체척	빅데이터	인공지능
영문핵심어 (5개 이내)	Pig	Performance test	Body measurement	Big data	AI

1. 연구개발과제의 개요

○ 우리나라 농촌은 현재 농·축산업인구 고령화, 젊은층의 영농승계 인력난 및 투자위축 등에 따른 소득·수출·성장률 정체 등 지속가능성 위기에 처해 있어 농업 생산성 유지를 위해서는 스마트팜 기술 적용이 시급함

- (농가인구) 2019년 2,245천명으로 1970년 14,422천명에 비해 12,177천명(84.4%) 감소
- (농가수) 2019년 1,007천가구로 1970년 2,483천가구에 비해 1,476천가구(59.4%) 감소
- (농가 고령인구비율) 1970년 4.9%에서 2019년 46.6%로 41.7%p 증가하였고, 60세 이상 비율이 농가인구의 63.4%에 달함

○ 농식품부는 농업의 고도화, 농업인 고령화 대응 등을 목적으로 한국형 스마트팜 모델 개발·보급을 추진하고 있으나 시설현대화 및 센서 위주의 환경제어에 초점을 두고 있어 가축 개량에 필요한 개체별 생산성 정밀측정기술 개발도 필요한 상황임

- 축산분야의 스마트팜은 대부분 질병 및 사양관리에 중점을 두고 기술개발이 이루어졌고 기술개발 보다는 센서 위주의 개체 및 환경관리 기술 적용 사례가 대부분임
- 최신 IT기술을 이용하여 스마트팜으로 가축 개량의 표준을 확립해야하는 요구가 증가

○ AI를 활용한 종돈개량 시스템 적용의 필요성 대두

- 국내 종돈검정시 체형 및 심사 형질에 대한 측정이 어려워 대부분의 농장에서는 검정시 병행하는 농장이 적거나 지제 및 유두수 등 몇가지 형질만 이용하고 있음
- 농장검정시 체척 및 심사형질을 자동화하여 개량형질을 수집하여 활용하는 시스템이 필요
- 종돈 품종별로 특화된 알고리즘 개발과 99%이상의 추정치 정확도 필요
- 빅데이터를 인공지능으로 학습하여 사람의 목측에 의존하던 외모심사 대상형질(지제, 유두, 생식기 등)의 자동화 필요

○ 종축개량협회(종돈장 실태조사, 2021)의 자료 기준 생산형태별 종돈장 현황 및 모돈사육규모를 기준으로 종돈농장당 2~3개의 시스템 설치 소요를 예상함

○ 종돈 능력검정 작업의 정확도 향상 및 자동화 필요

- 검정인력의 감소 및 검정작업의 3D화 : 작업이 더디고 오차 많이 발생
- 공인능력검정원 교육에 비용 및 시간 소요
- 기존에 농가가 보유한 개체식별장치, 자동 사료효율 급이기, 돈형기 등과의 연계가 안됨

○ 현재, 국내에 3D스캐닝 기술을 활용한 비접촉식 체중 측정기와 관련된 제품은 전무하며, 해외시장의 대표적 경쟁 제품들로는 독일의 Piggy check 및 일본의 디지털메칸 제품이 시판중임

○ 국내 환경에 맞춰진 돼지 강건성 개량시스템 부재

- 미국, 핀란드, 스웨덴, 노르웨이, 덴마크 등 외국의 경우 지제 및 체형 등 강건성 형질 개량을 위한 선형심사 체계를 갖추고 있고 이를 이용한 강건성 개량이 이뤄지고 있음
- 유럽, 미국, 호주 등 양돈 선진국들은 생산형질과 더불어 질병 및 스트레스 적응과 밀접한 강건성 형질에 대한 선발을 동시 진행
- 우리나라 모돈에 있어 지제불량으로 인한 도태비율이 증가하고 있고 이로 이한 생산성 저하 등 경제적 손실이 발생하고 있음

  * 미국, 영국, 덴마크, 노르웨이의 지제불량 도태율은 각각 21.0%, 19.7%, 15.0%, 13.1%로 보고되고 있으며 우리나라의 경우 8.8 ~ 16.9%로 보고되고 있음

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

(1) 연구개발과제의 최종 목표

○ 종돈의 체중 및 체형 등 경제형질 정보의 자동 측정 기술 개발

○ 영상정보 및 인공지능 기술을 활용한 개체별 정밀 측정 모델을 개발하여 종돈 선발의 정확도 및 효율성 향상

(2) 연구개발과제의 단계별 목표

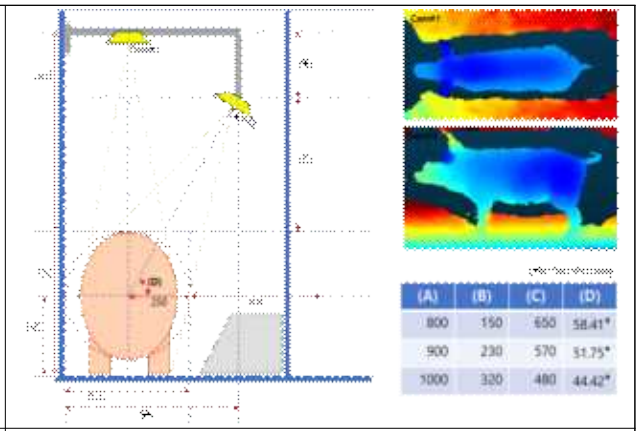
구분	연도	연구목표
1단계	1차 년도 (2021)	○ 체중, 체척 및 외모심사 형질과 자동화 수집 자료 간 상관분석 ○ 빅데이터 기반 인공지능 학습용 원천 데이터 선정·정제·응용 서비스 개발 ○ 체중, 체척 및 외모검사의 DB 분석 알고리즘 개발 ○ 참여종돈장 돈사구조 조사 및 장비설치 ○ 품종별 생체를 활용한 체중 및 체척 능력검정을 통한 실측자료 데이터베이스 확보
	2차 년도 (2022)	○ 국가 능력검정 시스템 연계한 실시간 평가시스템 구축 ○ 돼지 개체식별 및 개체별 형질측정 자동화 기술 개발 ○ 인공지능(딥러닝) 기술을 이용한 체척, 체중 및 외모심사 추정 알고리즘 개발 ○ 품종별 생체를 활용한 체중, 체척 및 외모심사 등 능력검정을 통한 실측자료 데이터베이스 구축
2단계	3차 년도 (2023)	○ 인공지능을 이용한 빅데이터 분석 알고리즘 및 활용 서비스 개발 ○ 품종별 생체를 활용한 체중, 체척 및 외모심사 등 능력검정을 통한 실측자료 데이터베이스 구축 ○ 국가 능력 검정 시스템과 연계한 실시간 측정 자동화 체계 구축 ○ 종돈의 정밀 선발체계 구축을 위한 선발 예측 모델 개발

(3) 연구개발과제의 내용

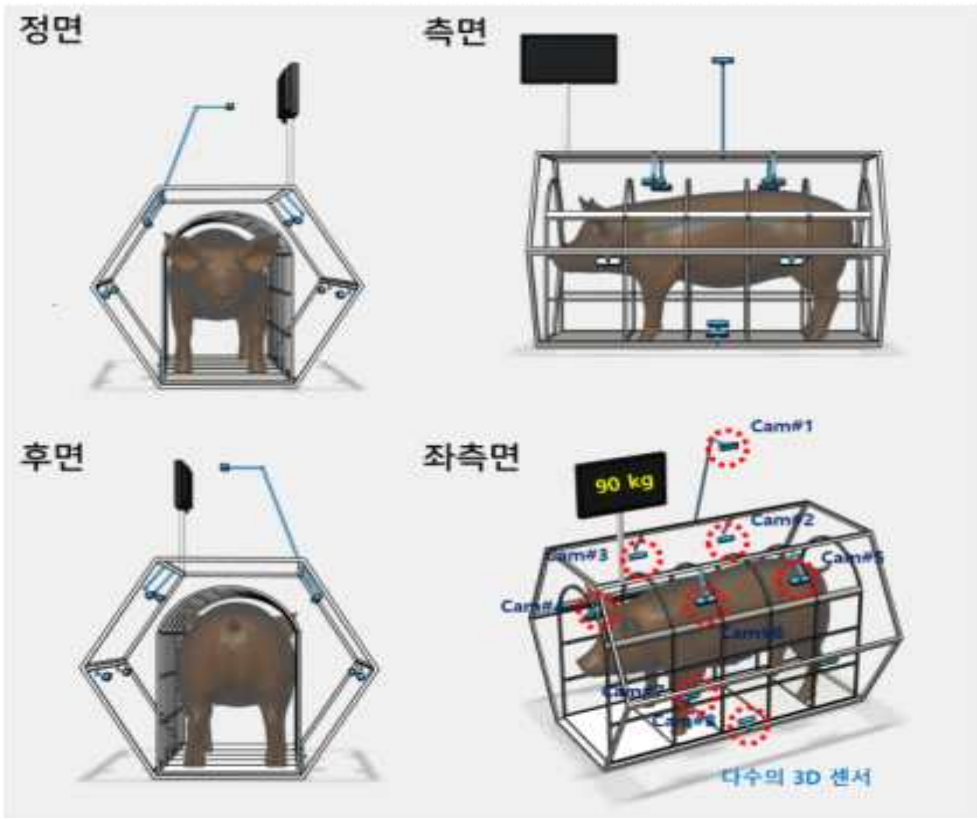
○ 인공지능 활용 종돈의 체중·체형 정밀측정 자동화 기술 개발

- 빅데이터 기반 인공지능 학습용 원천 데이터 선정·정제·응용 서비스 개발

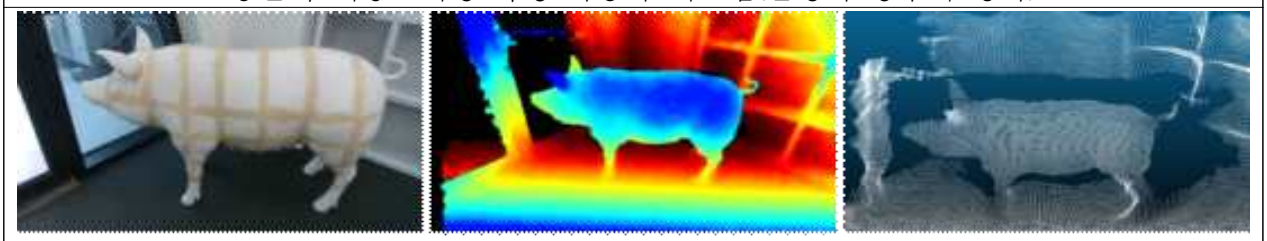
2D와 3D 이미지 측정장치 S/W 구성도



종돈의 2D와 3D 이미지 스캔 기본 개념도



종돈의 체중・체형 측정 자동화 시스템(돈형기 상부에 장착)



2D 이미지(RGB_color) 3D 이미지(Depth) 3D 이미지(point cloud)

측정한 이미지를 3D로 모델링하여 정보 추출

그림 1. 종돈 체중・체형 측정 자동화 시스템 개요도

○ 종돈의 2D와 3D 이미지 수집장치 개발 및 개선

· H/W 구성

- 입력장치 : 다수의 3D 센서(11개 이상), RFID(또는 이각 및 수기)
- 주시스템 : 연산처리용 컴퓨터
- 출력장치 : Data server on the internet, GUI (7 inch 모니터), 확인용 automarker

· S/W 구성

- 주시스템 : 연산처리용 컴퓨터 구동용 Linux Ubuntu 운영체계
- 입력장치 : 3D 센서, RFID, automarker 등의 설치 및 제어용 S/W,
- 출력장치 : 2D와 3D 이미지, 종돈 식별 정보, 체중 등의 측정 정보 관리용 S/W

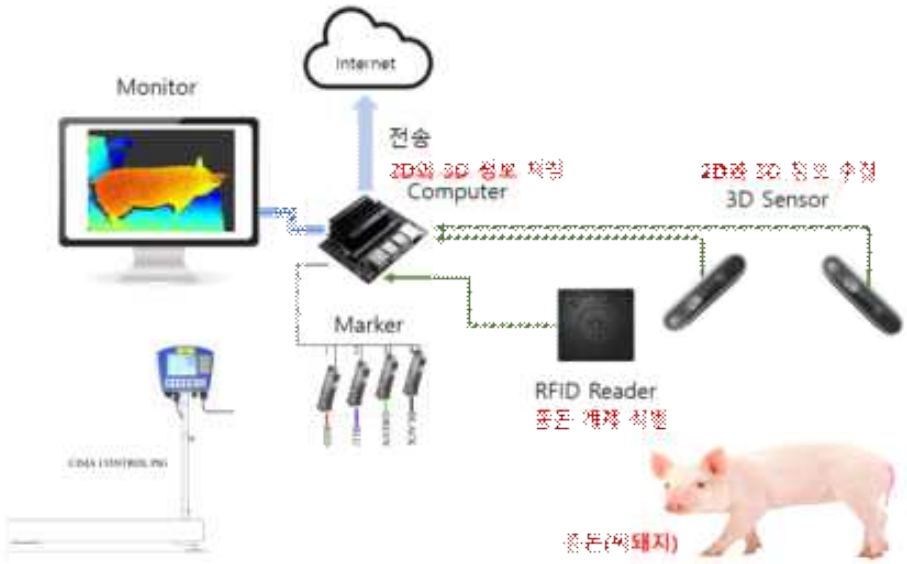


그림 2. 종돈의 2D와 3D 이미지 수집장치 시스템 개요

· 종돈의 2D와 3D 이미지 수집장치 개발

- 주시스템, 입력장치, 출력장치를 제어하는 통합 SDK 개발
- 수집장치는 농장의 환경에 맞게 최대한 적은 공간을 활용하는 방안 강구
- 벽걸이형은 2.0 m×1.5 m×2.0 m(가로×세로m×높이)의 여유공간이 필요함
- 돈형기형은 2.0 m×1.0 m×2.0 m(가로×세로m×높이)의 여유공간이 필요함
- 체중, 체척, 외모심사의 편의성을 위해 돈형기에 설치하는 이동형으로 개발
- 농가 상황에 적합한 형태를 선정하여 농가에 제공

○ 종돈의 생체정보 선정

· 품종별 종돈의 2D와 3D 이미지를 통한 생체정보 수집·선정

- 품종 : 듀록(Duroc), 랜드레이스(Landrace), 요크셔(Yorkshire) 및 버크셔(Berkshire,) 4품종 각 400두/년
- 획득 자료 : 2D와 3D 이미지 각각 50,000개 데이터

- 체중 : 90~120 kg
- 조사항목 :
  - ▸ 품종별 개체 식별정보(이각, 귀표, RFID 등) : 성별, 일령, 혈통 등의 개체정보
  - ▸ 체중
  - ▸ 체척 : 체장, 체고, 흉위 등

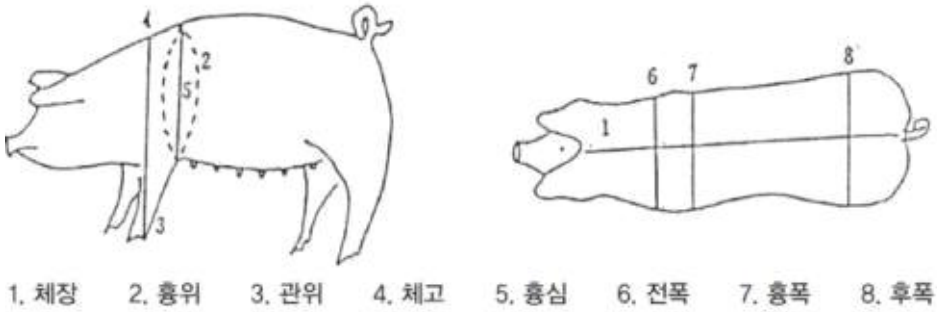


그림 3. 종돈의 체척 요인

표 1. 체중 및 체척 요인 선정

수집 대상	수집 데이터		
	실측치	카메라 이미지(2D)	Depth 이미지(3D)
체장, 흉위, 체고 등	- 각 측정 부위 별 실측 데이터	- 측면(양측) 이미지 - 상면 이미지	- 측면(양측) 이미지 - 상면 이미지
체중	- 체중 실측 데이터		- 전방향 Depth 이미지 (전, 후, 상, 하, 좌, 우 등)

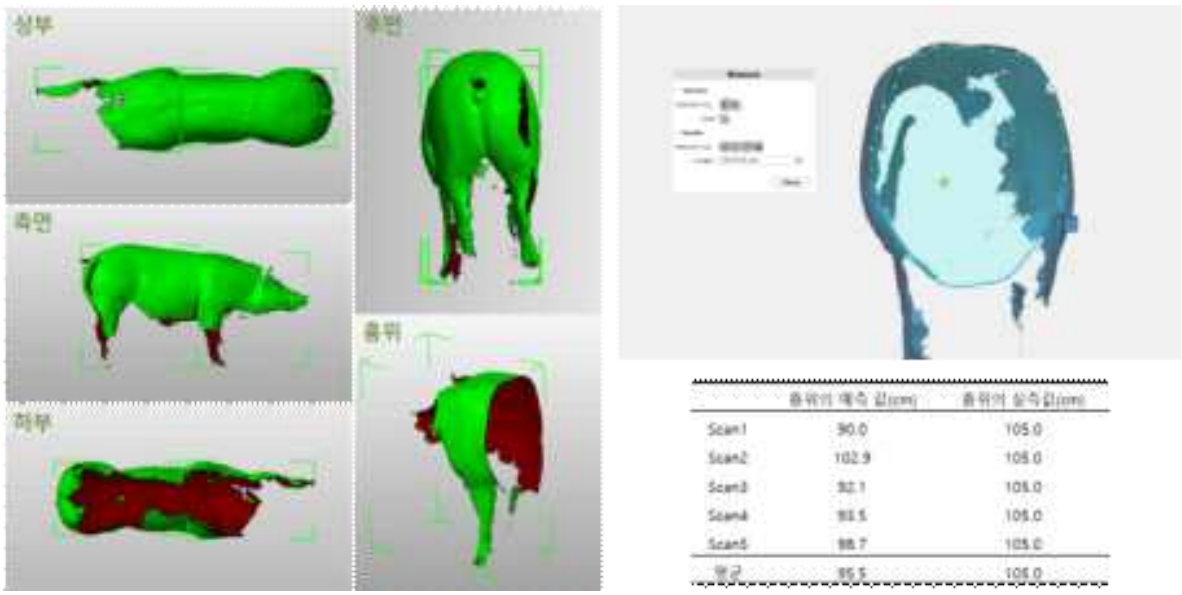


그림 4. 3D 재구성 및 흉위 예측 알고리즘

- 체적 판단을 위한 요인(key factor) 라벨링 및 DB구축
  - ▸ 2D 이미지 추출
  - ▸ 2D 이미지에서 체척 위치 파악
  - ▸ 2D 이미지와 체적 실측치를 하나의 DB로 구축
  - ▸ 구축된 DB는 인공지능을 이용한 빅데이터 분석 알고리즘의 검증 자료로 활용

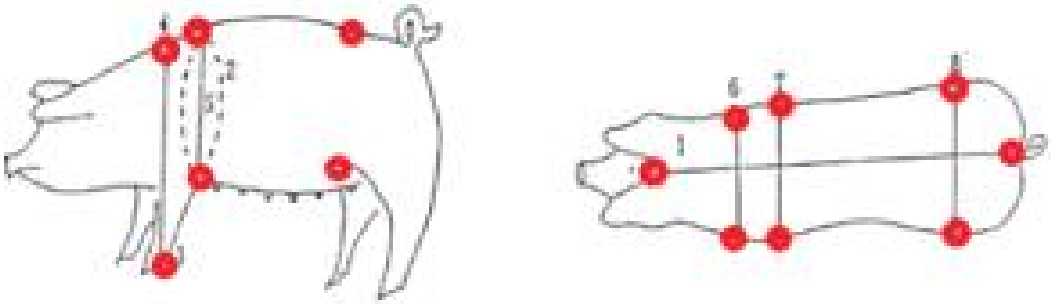


그림 5. 종돈의 체척 요인 라벨링 포인트

- 체중 판단을 위한 요인(keypoint) 라벨링 및 DB구축
  - ▸ 2D와 3D 이미지 추출(2D의 체적 요인은 체중의 연산 보조 자료로 사용)
  - ▸ 3D 이미지의 노이즈 제거
  - ▸ 노이즈 제거된 다중 3D 이미지들의 3D Point 정합(Registration)하여 하나의 객체로 재구성
  - ▸ 3D Point들을 RANSAC 알고리즘, DBSCAN 알고리즘 및 통계 처리
  - ▸ 접합된 3D 이미지에서 체중 환산 요인 파악
  - ▸ 2D와 3D 이미지에서 파악된 체중 환산 요인과 체중 실측치를 하나의 DB로 구축
  - ▸ 구축된 DB는 인공지능을 이용한 빅데이터 분석 알고리즘의 자료로 활용

· 3D 이미지
- 3D 이미지의 point cloud는 1 cm의 일정거리로 존재하므로 개수를 세면 거리 추정 가능함(3D이미지의 point cloud의 거리를 통해서 각 부위별 거리를 추정)
- 곡선은 RANSAC 알고리즘, DBSCAN 알고리즘으로 재추정함
- 추정치와 협력기관의 실측치를 딥러닝 기술(3D-CNN)로 정확도 개선방안 강구

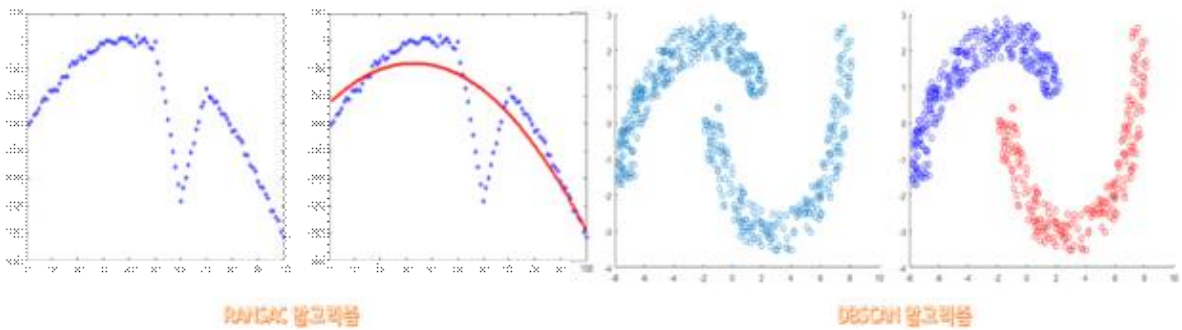
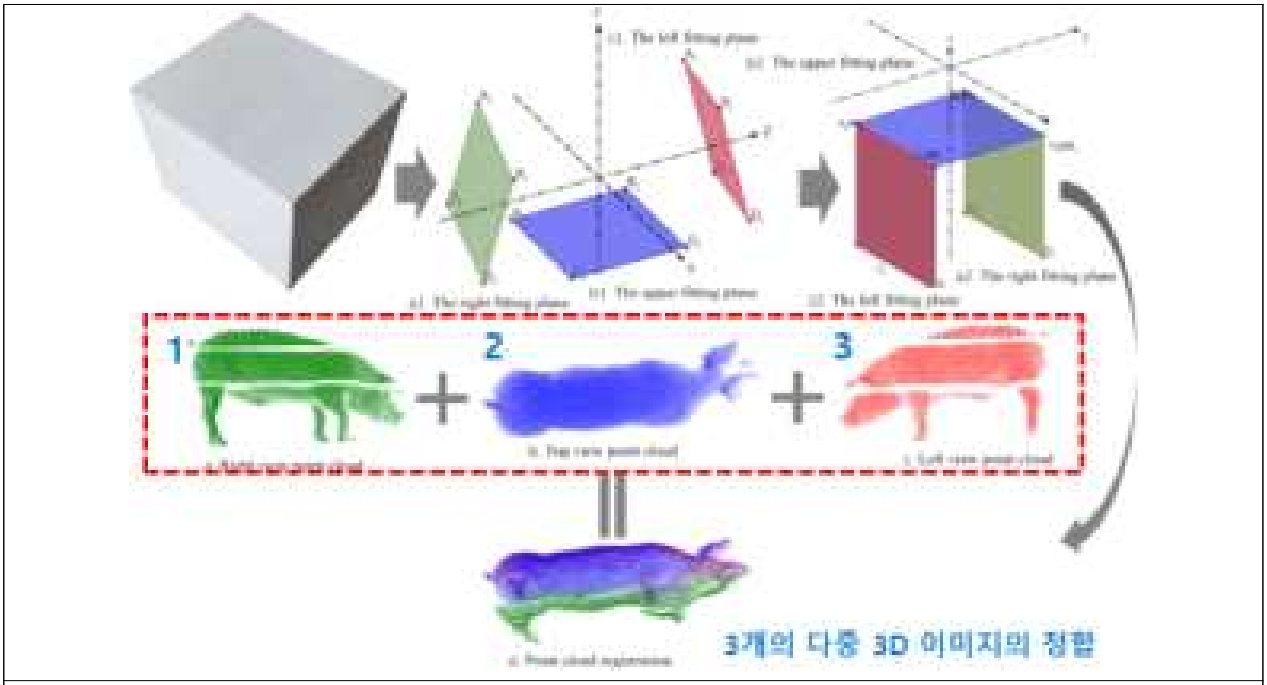
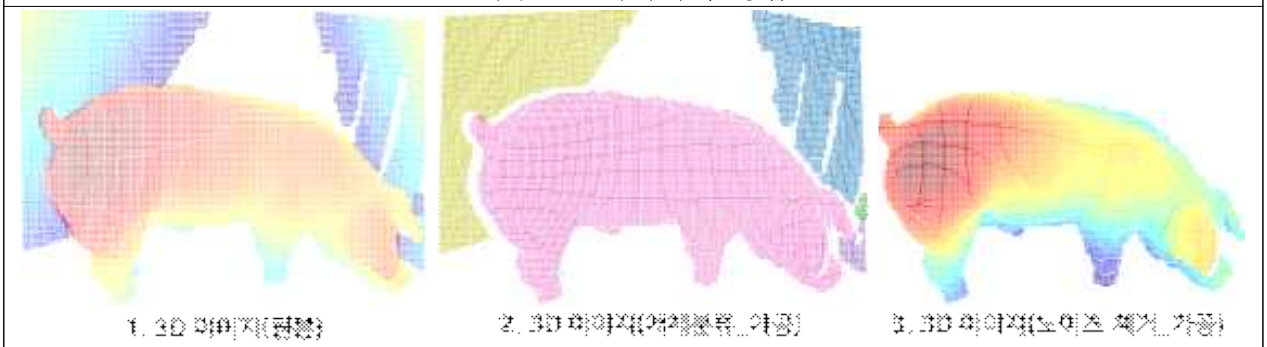


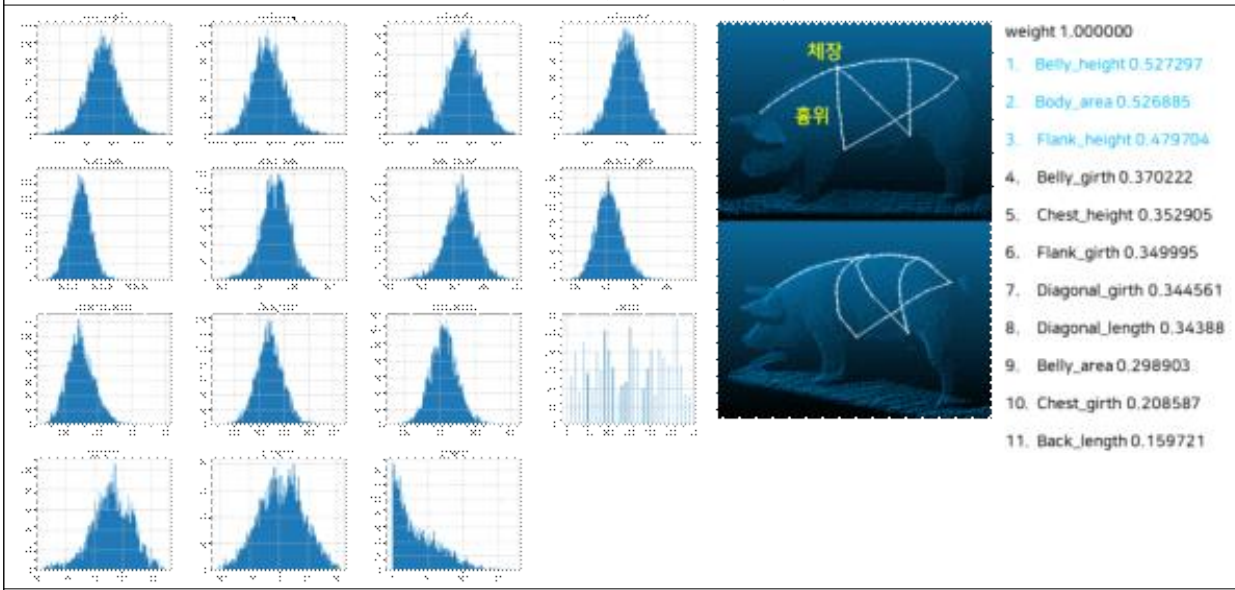
그림 6. RANSAC과 DBSCAN 알고리즘



다중 3D 이미지의 정합



3D 이미지의 가공 프로세스



2D와 3D 영상처리기술을 활용한 체중과 체척 연산 알고리즘 개발

점운(Point cloud)의 거리를 곡선거리로 계산하는 알고리즘 적용 예정(현재는 직선거리)

그림 7. 3D 이미지의 가공 프로세스

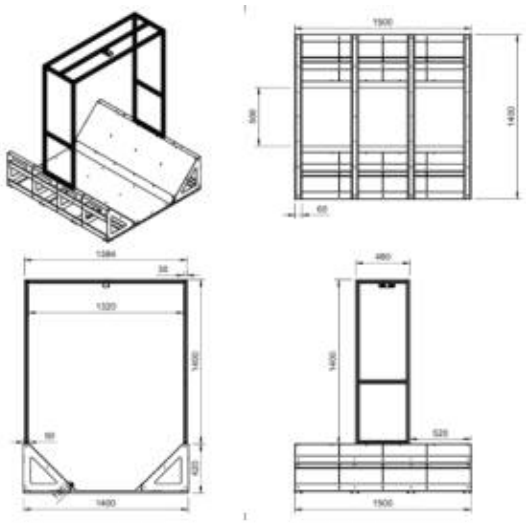
○ **인공지능 활용 종돈의 체중, 체형 정밀특정 자동화 기술개발 및 개체별 형질측정 자동화 기술 개발**

1. 종돈의 2D와 3D 이미지 수집장치용 스테이션 개발

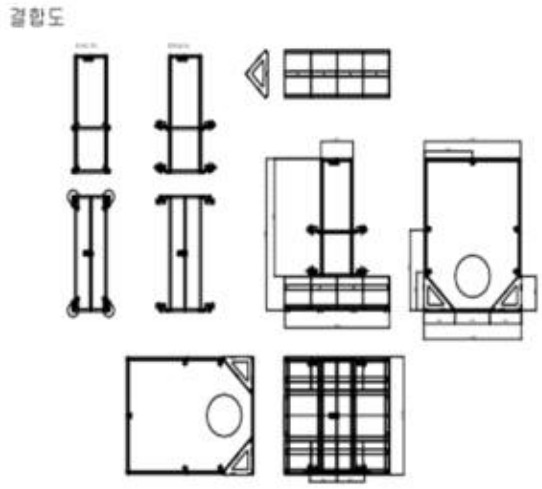
(1) 설계도면

(가) 초기 도면 : 초기 도면을 바탕으로 스테이션(종돈의 2D와 3D 이미지 수집장치의 외골격)을 제작하여 시범농장에 설치해보고 이를 바탕으로 현장에 투입함

(나) 수정 도면 : 현장에서 발생한 문제점을 바탕으로 스테이션을 도면을 수정하여 종돈의 2D와 3D 이미지 수집장치용 스테이션을 4곳에 제공하기로 함



초기 도면(0호기)



수정 도면(1~4호기)

그림 8. 초기와 수정 스테이션의 도면 비교

(2) 3D 센서의 위치 선정

(가) 종돈의 이미지 정합을 위한 예비실험을 진행한 결과 9개의 3D 센서면 최대한 많은 데이터의 확보가 가능할 것으로 판단함

(나) 3D 센서의 위치는 T1(Top_상단의 1개), L1~L4(Left_좌측에 4개), R1~R4(Right_우측에 4개)로 선정함

그림 9. 각 3D 센서별 라벨링과 객체 범위의 시각화 비교

(3) 하드웨어의 구성

(가) 하드웨어는 3D 센서, 라즈베리파이4, UTP 케이블, 스위칭 허브, Jetson Xavier NX Developer, 모니터로 구성되어져 있음

① 각 3D 센서는 서버가 연결(명칭 : 3D 센서 서버)

② 각 USB는 3D 센서와 연결됨.

③ Main Server, PoEHAT 등 제품 보관은 밀폐함에 보관함

(나) NVIDIA Jetson Xavier NX Developer Kit는 전체 전원을 컨트롤하며 라즈베리파이에 연결된 각 Intel® RealSense™ Depth Camera 데이터를 스위칭허브를 통해 수집하고 전면 방수 산업용 모니터에 화면 출력 및 컨트롤 기능을 가지며 수집된 데이터를 최종적으로 일루베이션 서버에 전송하거나 내장된 스토리지에 저장함

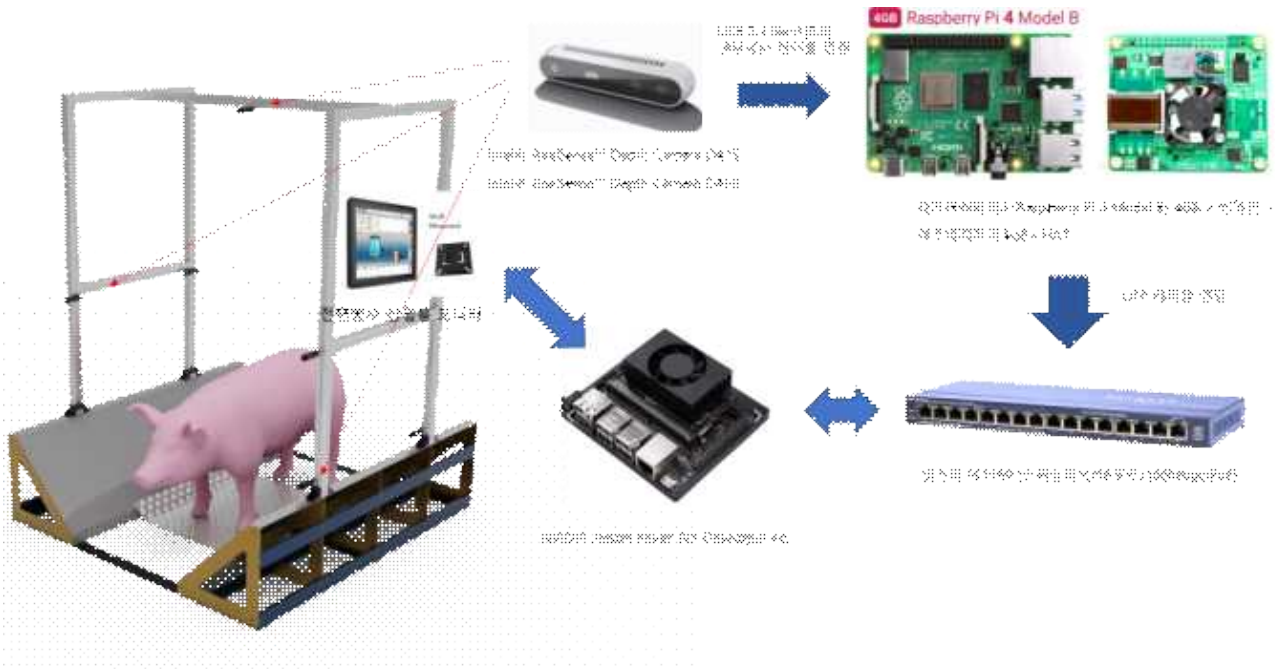


그림 10. 하드웨어 구성도

(4) 소프트웨어 구성

① 카메라 클라이언트 개발

㉮ 424 x 240 최대 해상도에서 3D 분석에는 문제가 없을것으로예상

② UI 제작 (상업용 목적이 아닌 개발 목적)

㉮ QT를 사용하여 UI 개발하였고, 카메라의 기본 작동(중지) 및 각각의 카메라의 단독 적용 가능

㉯ 각각의 3D 센서의 정보(IP, Camera Serial Number)를 확인 가능 (각각의 3D 센서 구분 가능)

㉰ 추후 진행 예정 사항 : 캡쳐→ 캡처버튼을 누르면 각 카메라서버에 해당하는 프레임을 ID마킹후 해당 ID 이미지 불러오기

㉱ 멀티 스레드처리를 위해 USB를 사용하지 않음

③ 실제 적용 시 메인 PC의 성능 차이로 인한 문제점 파악

㉮ 메인 PC는 GPU 까지 사용함으로 인해 문제없을 것으로 판단

㉯ 만약 문제가 생기면 해상도 down 예정

④ healthAgent

㉮ 각 카메라가 고장이 날 상황에 대비하여 메인 PC에서 멀티캐스트 전송 후

응답 확인 및 관리

㉯ 외부 네트워크가 없더라도 사용 가능

⑤ 기본 조작 명령어

㉮ find : 카메라 서버의 호스트 개수 파악(DHCP)

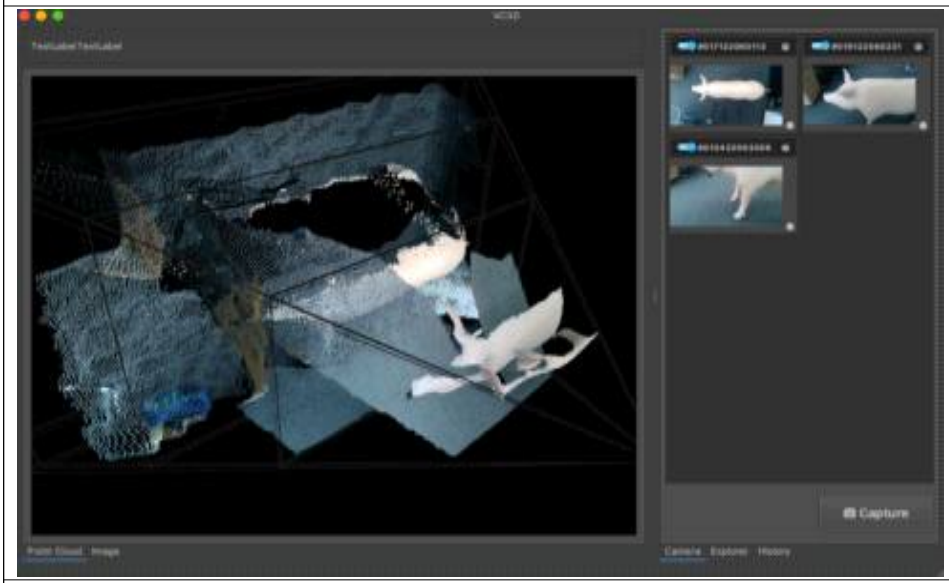
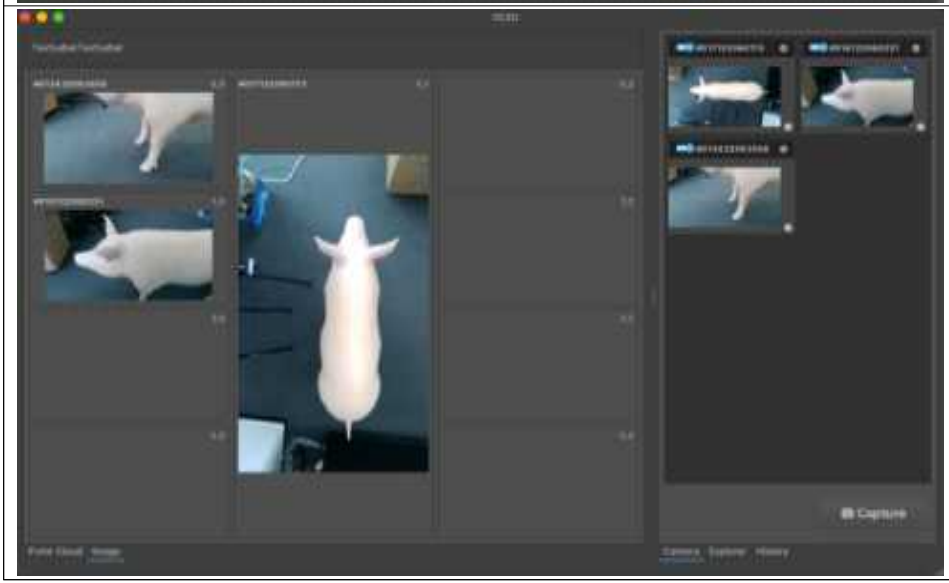
㉯ Status : 각카메라서버에서 상태 확인

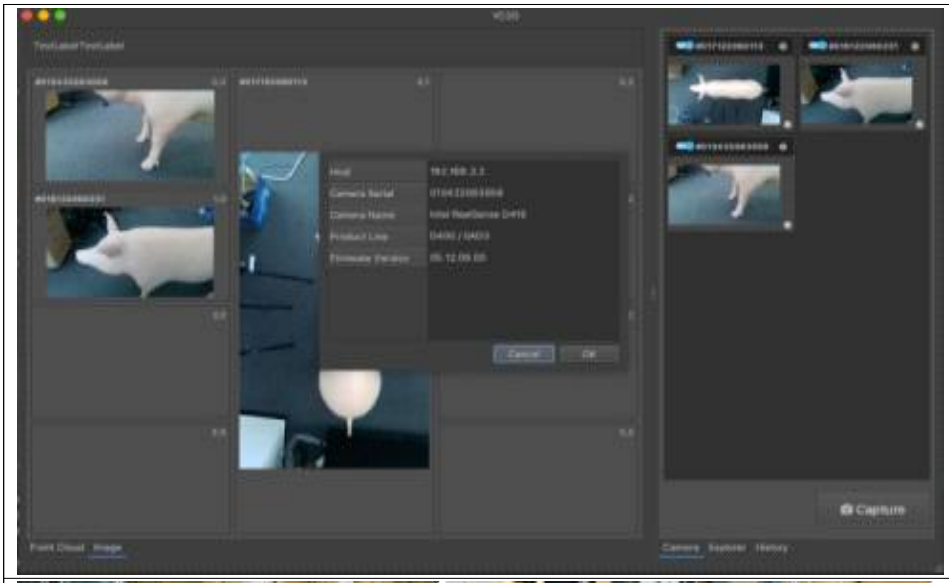
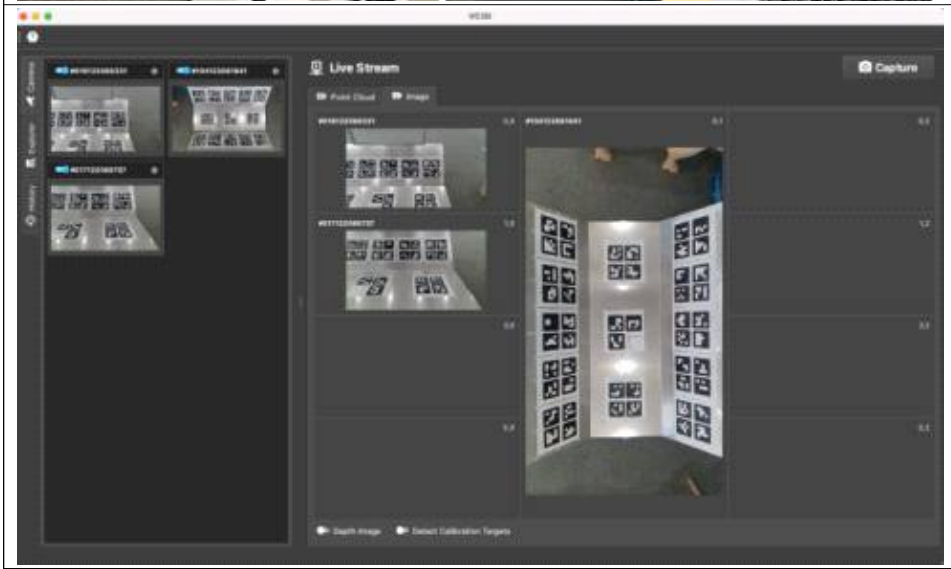
㉰ Upload : 각 카메라서버에서 자동 업데이트

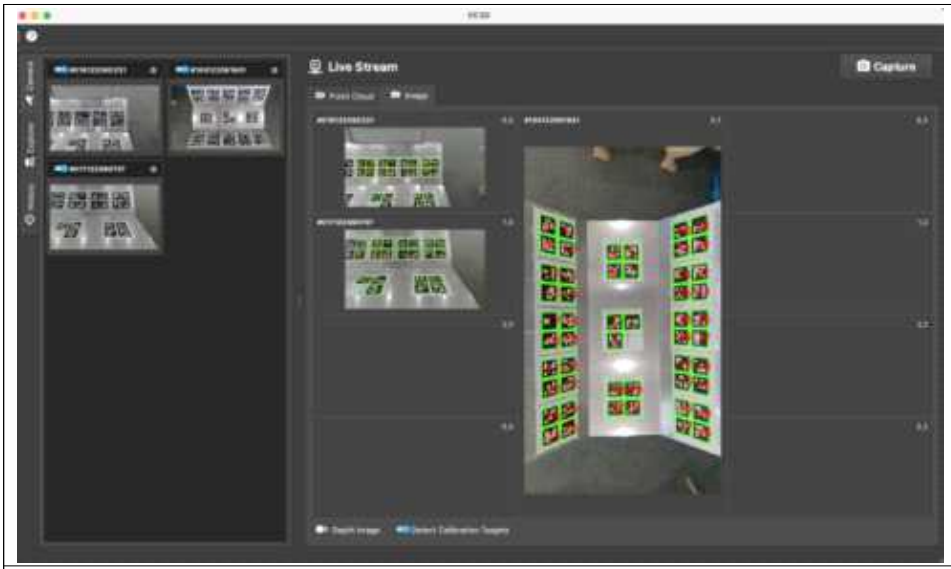
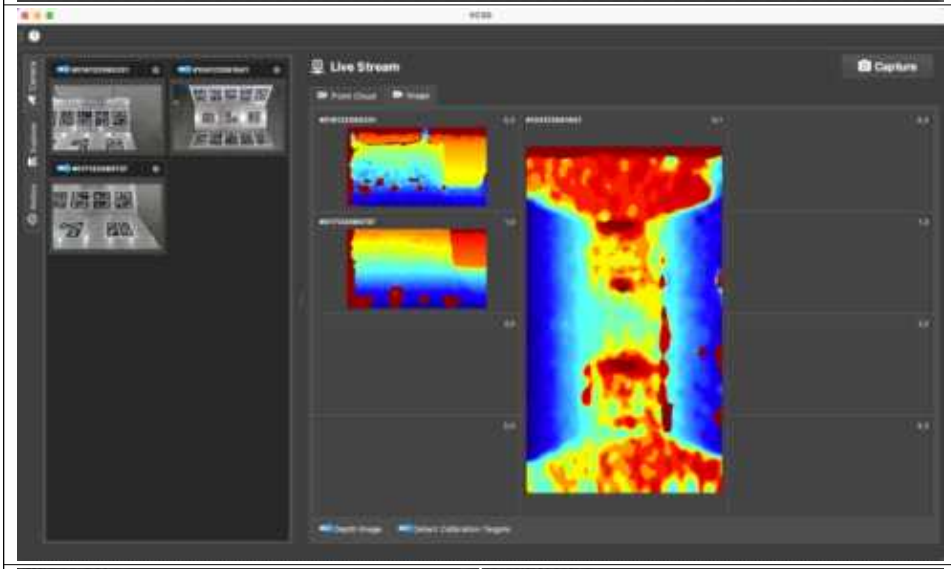
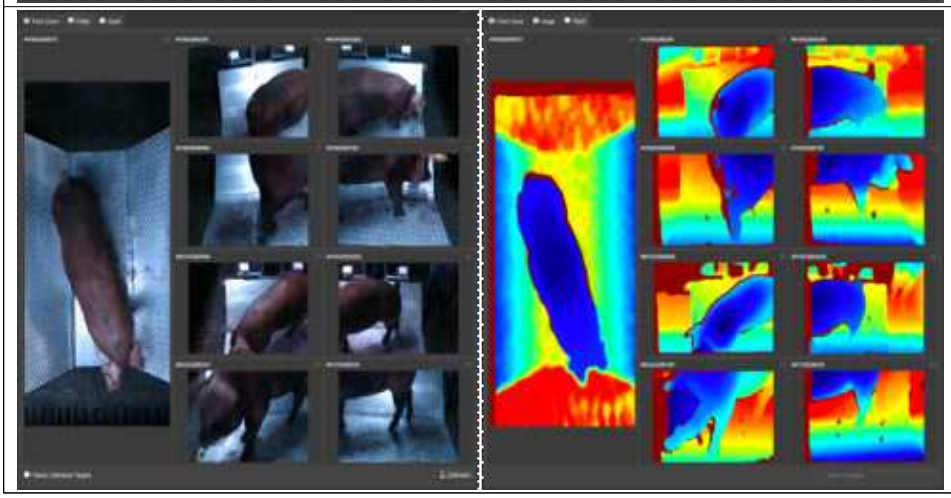
㉱ Start : 각 카메라서버에서 프로그램 실행

㉲ Restart : 각 카메라서버 재실행

㉳ Stop : 각 카메라서버 프로그램 중지

이미지	설명
	– 각 카메라의 각도별 3D 출력 – 추후, 각도를 재조정하여 완전한 돼지 모형 출력 예정
	- 각 카메라별 돼지의 현재 출력 결과 확인

	- 각 카메라의 정보 및 연결된 PC의 IP 주소 등 상세정보 확인 가능
	- ArucoMarkers Detection 작업을 위한 시제품에 Marker 부착
	- Marker를 부착하여 Detecting (캘리브레이션)

	- ArucoMarkers Detecting(캘리브레이션) 인식 확인
	- RS Depth Mode Image 인식
	- 9개의 3D 이미지 수집

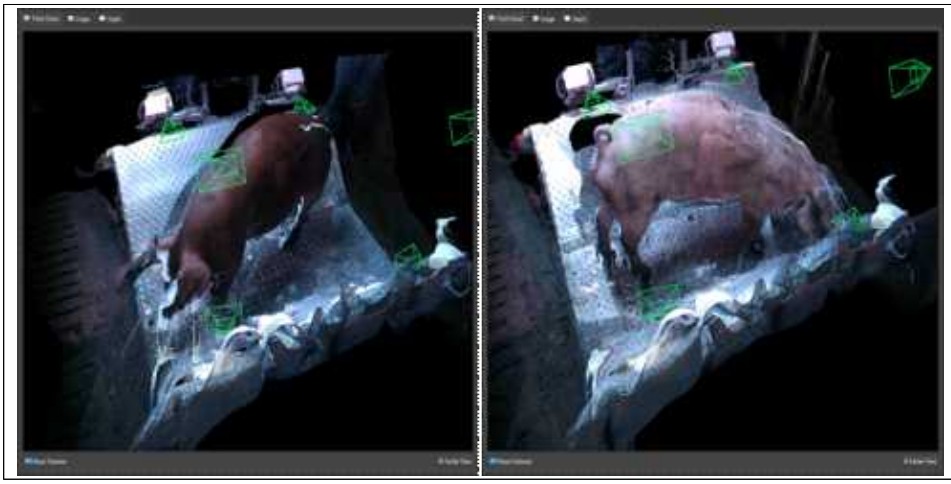
	- 9개의 3D 이미지의 정합

그림 11. 소프트웨어 개발 과정

(5) 측정 스테이션 본체 사용 메뉴얼

(가) 전원연결 및 본체 켜기

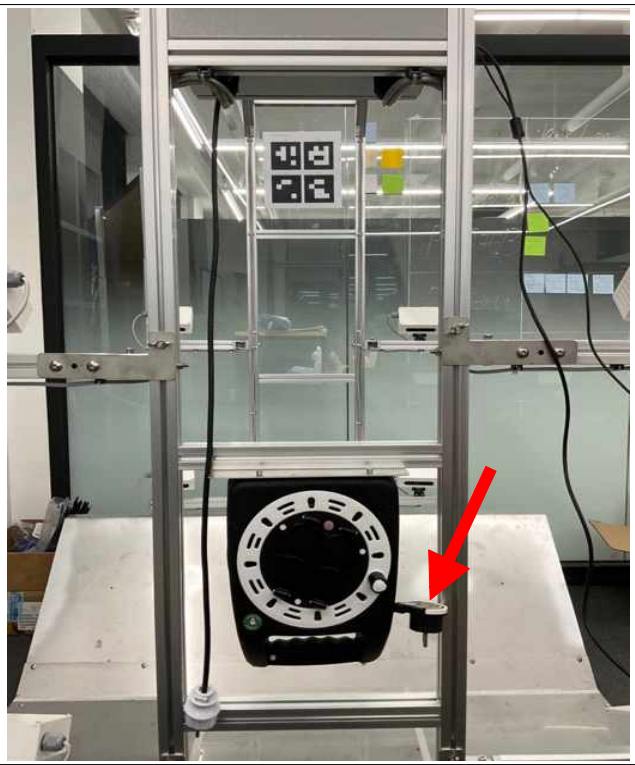
① 상부 프레임에 부착된 멀티탭 릴의 전원 코드를 220V 전원에 연결함

② 본체에 연결된 전원 코드를 멀티탭에 삽입함

③ 모니터를 바라보는 방향에서 우측 측면 상단에 위치한 전원 버튼을 누름

㉮ 본체의 전원이 켜지면 전원스위치의 LED가 켜짐

④ 본체가 부팅되고나면 모니터에 바탕화면이 출력되고, 잠시 후 촬영 프로그램이 자동으로 실행됨

이미지	설명
	- 전원 연결

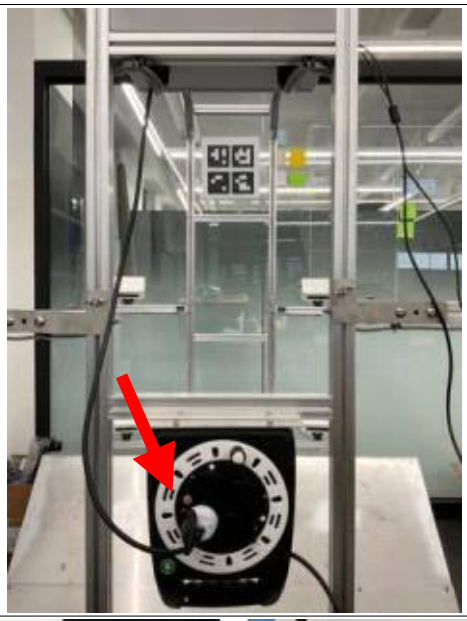
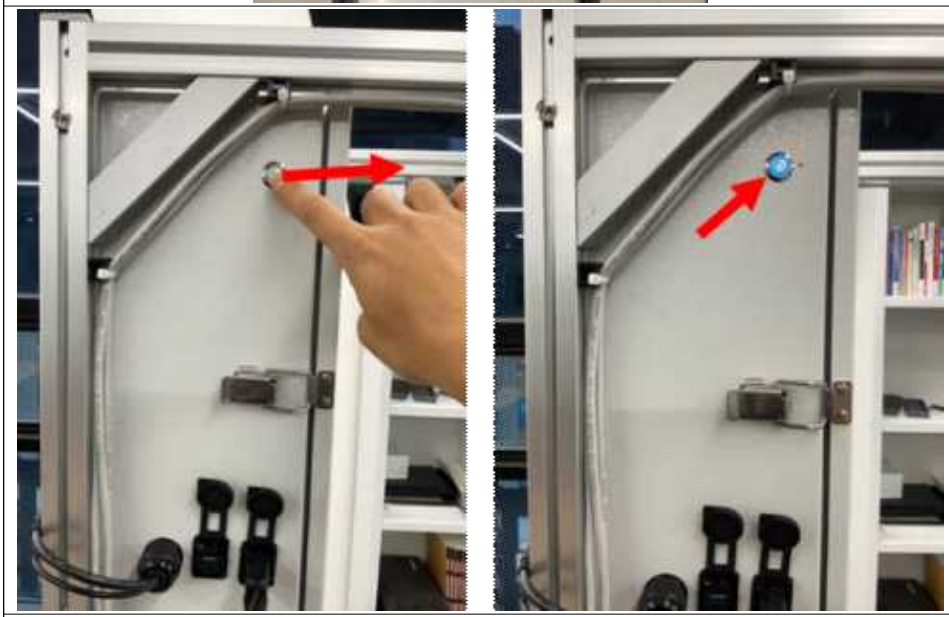
	- 전원 코드를 멀티탭에 삽입
	- 본체 전원 ON
	- ArucoMarkers Detection 작업을 위한 시제품에 Marker 부착

그림 12. 측정 스테이션 본체 사용 매뉴얼 설명

(6) 측정 스테이션의 프로그램 메뉴얼

(가) 촬영 프로그램의 구조는 기능탭과 뷰어탭으로 구성됨

① 기능탭 : 화면의 좌측에 세로로 위치한 탭

㉮ 카메라 : 실시간 영상이 화면에 출력되고 촬영 기능을 사용함

㉯ 뷰어 : 촬영한 결과를 확인함

㉰ 설정 : 설정을 조회하거나 변경함

② 뷰어탭: 컬러영상이나 깊이영상을 선택함

그림 13. 측정 스테이션의 프로그램 메뉴얼 설명 1(① 기능탭, ② 뷰어탭)

(나) 뷰어탭에서 컬러영상을 선택하면 아래와 같이 실시간 영상이 출력됨

① 설정에서 “카메라설정 > 가이드라인(카메라각도 가이드라인 보기)” 기능을 활성화하면 아래 예시 화면과 같이 하부프레임의 설치각도를 화면에 붉은색으로 표시함

② 카메라의 각도가 이탈되어있는 경우 가이드라인에 맞추어 카메라 마운트의 각도를 조절해주어야함

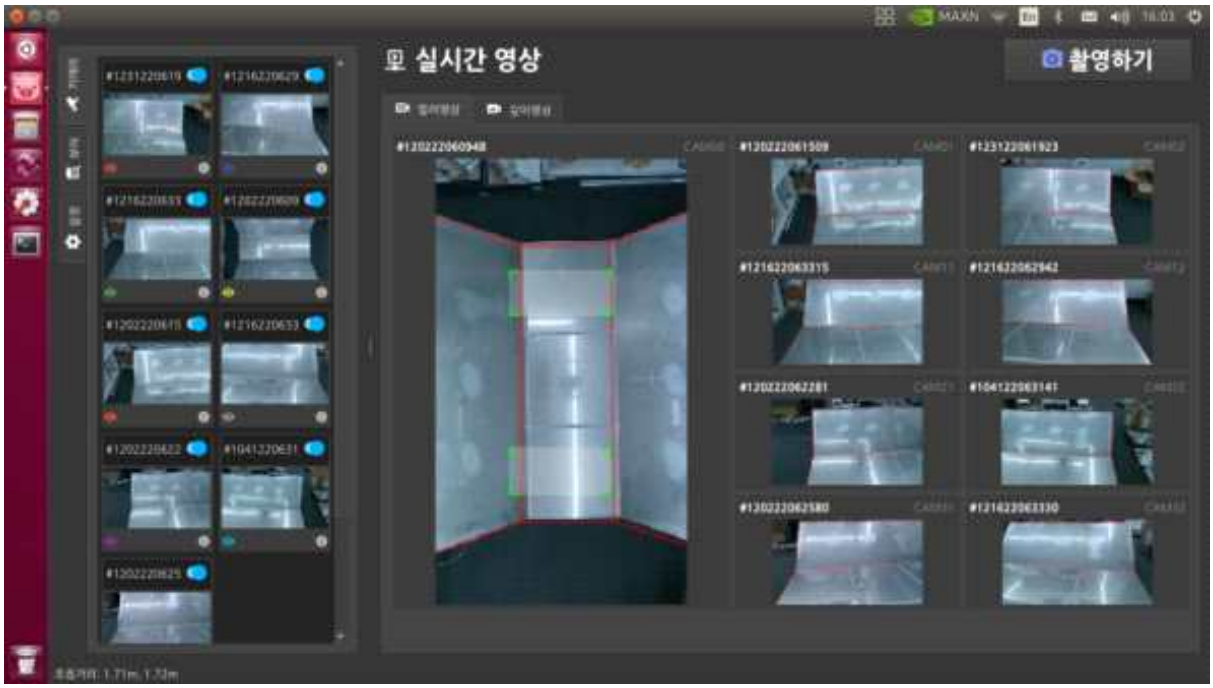


그림 14. 측정 스테이션의 프로그램 메뉴얼 설명 2(기능탭: 카메라 / 뷰어탭: 컬러영상)

(다) 뷰어탭에서 깊이영상을 선택하면 3D 깊이정보 영상이 출력됨

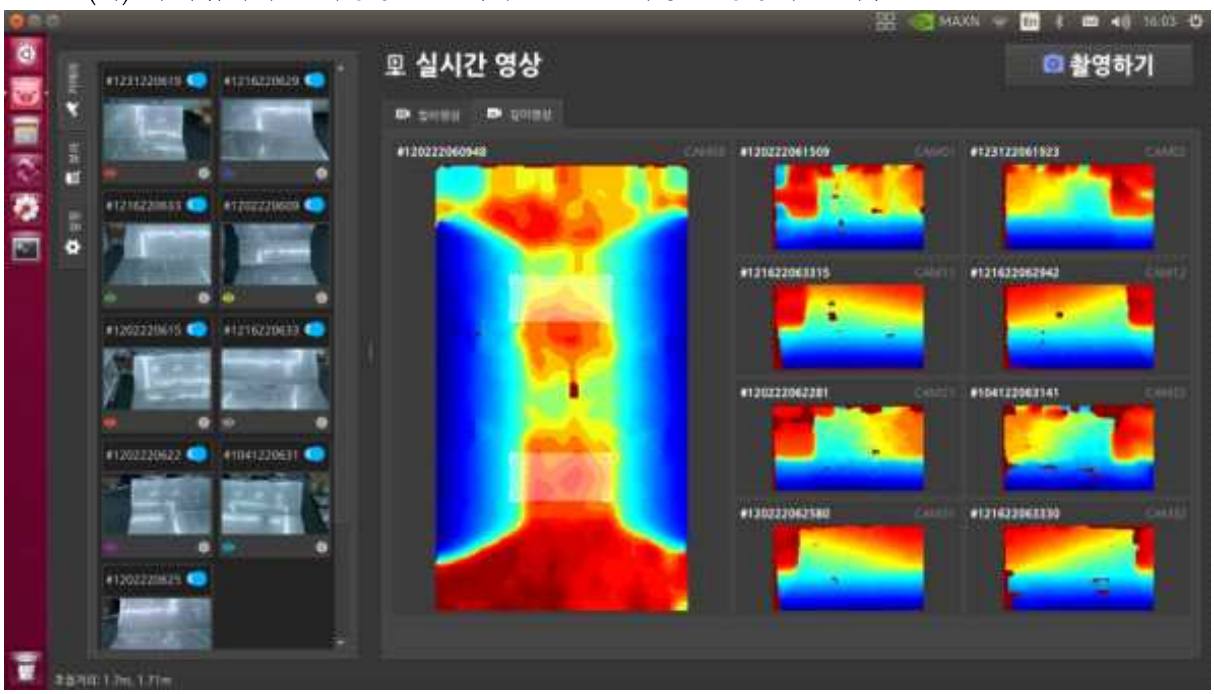


그림 15. 측정 스테이션의 프로그램 메뉴얼 설명 3(기능탭: 카메라 / 뷰어탭: 깊이영상)

(라) 자동촬영 및 수동촬영

① 자동촬영: 실시간 영상 화면의 중앙에 위치한 촬영 감지영역 두곳에 물체가 감지되면 자동으로 촬영됨

㉮ 자동촬영 기능을 사용하려면 설정 화면의 “촬영설정 > 자동촬영(자동촬영기능 사용)” 항목을 활성화해주어야 함

㉯ 자동촬영시 초당 프레임은 15 FPS로 스테이션을 통과시 평균 3~5회 자료를 수집하고 그 중 돼지의 전신이 나와있는 유효 데이터 1개를 선정함

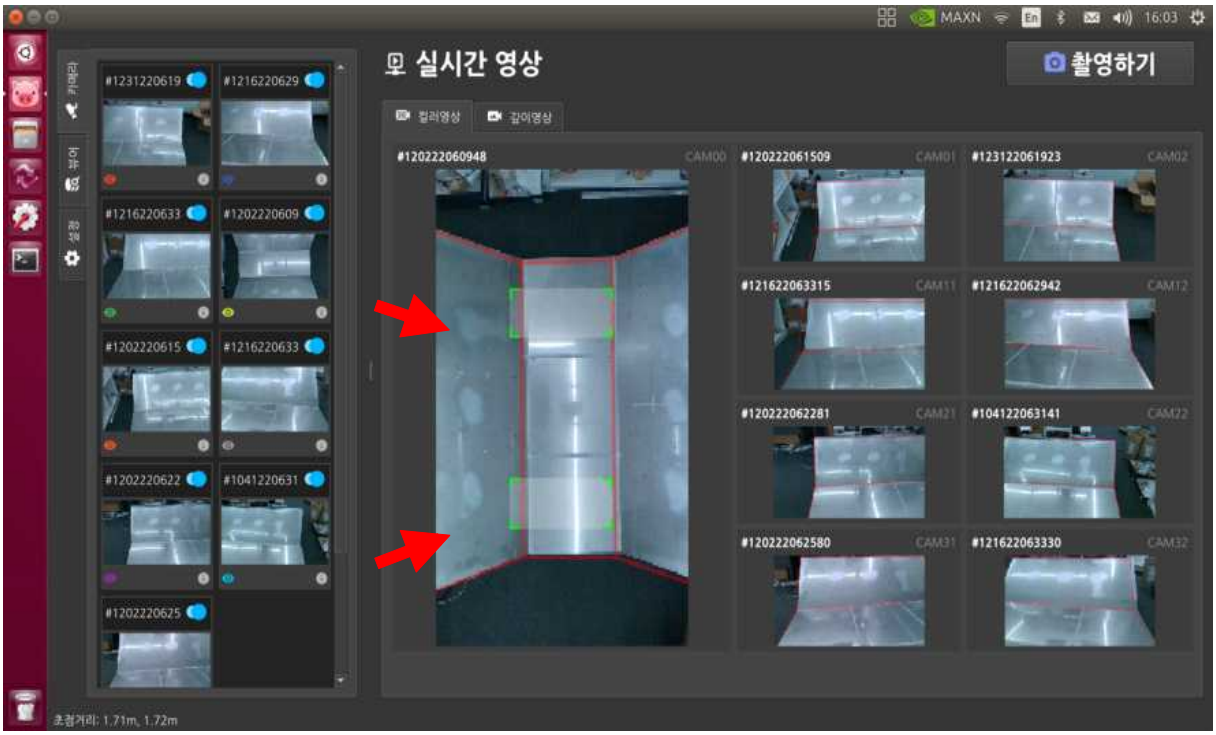


그림 16. 측정 스테이션의 프로그램 메뉴얼 설명 4(자동촬영 활성화)

② 수동촬영: 화면 우측 상단의 “촬영하기” 버튼을 누르면 수동으로 촬영함
㉮ 촬영을 마친 후에 “촬영이 완료되었습니다.”라는 메시지가 화면에 출력되고, 자동으로 사라짐

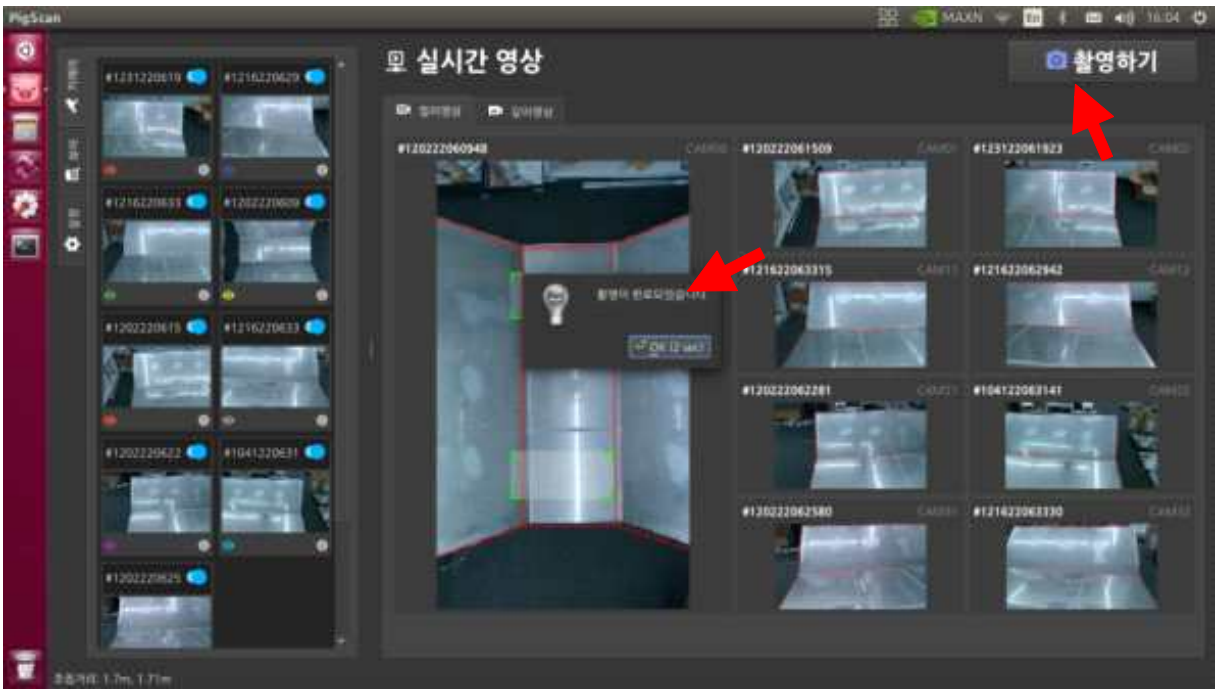


그림 17. 측정 스테이션의 프로그램 메뉴얼 설명 5(촬영하기 기능)

(마) 촬영결과 확인

① 기능탭에서 “뷰어” 를 선택하면 “촬영화면 뷰어” 화면으로 변경됨

㉮ 기능탭 상단 화면에 출력되는 촬영목록 중 하나를 선택하면 하단에 미리보기가 출력됨

㉯ “열기” 버튼을 누르면 뷰어탭에 불러옴

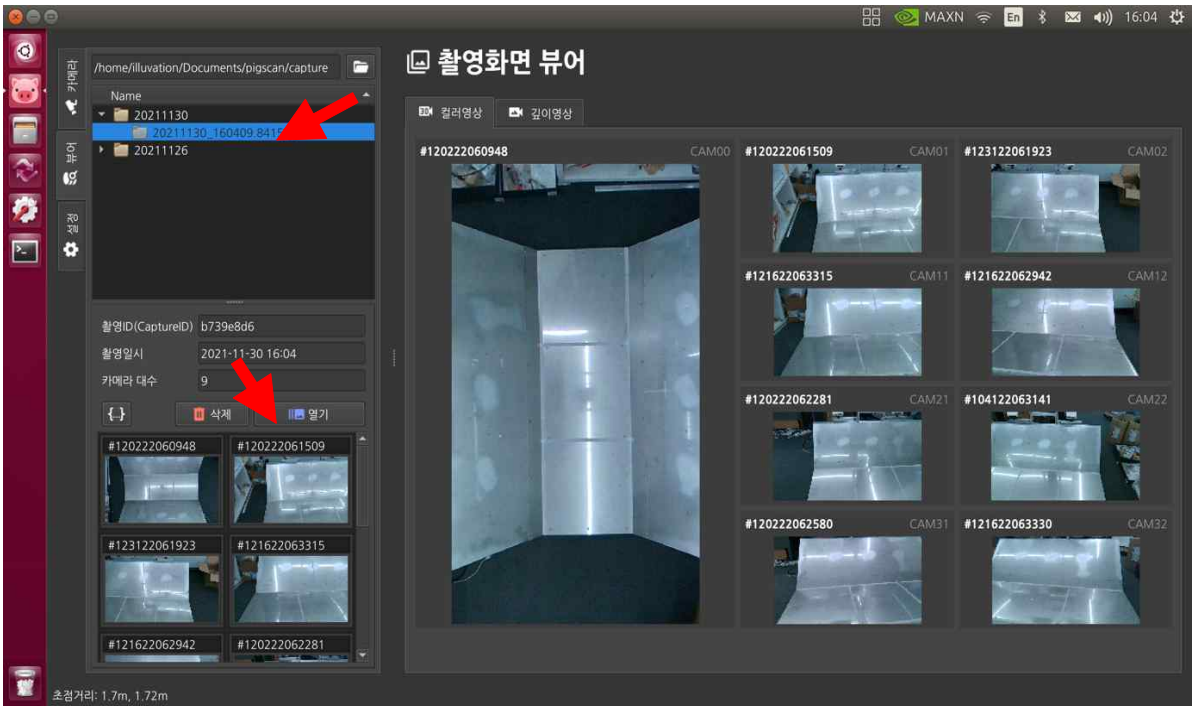


그림 18. 측정 스테이션의 프로그램 메뉴얼 설명 6(기능탭: 뷰어 / 뷰어탭: 깊이영상)

(바) 설정

① 카메라 설정

㉮ 기본설정: 각 측정스테이션의 설정이 기본적으로 선택되어있슴

㉯ 가이드라인: 카메라각도 이탈시 조정을 위한 가이드라인을 화면에 표시하는 기능이며 설치 후 실제 측정시에는 활성화하지 않아도 됨

㉰ 노출: 설치장소의 밝기에 따라 컬러영상의 노출을 변경하는 기능임

② 촬영 설정

㉮ 자동촬영: 자동촬영 감지영역 두군데 모두에 물체가 감지되면 자동으로 촬영되게 하는 기능입니다.

㉯ 저장위치: 촬영 영상이 저장될 위치를 설정하는 기능(기본위치: /home/illuvation/Documents/pigscan/capture)입니다.

③ 뷰어 설정

㉮ 캘리브레이션: 개발자가 사용하는 기능임

④ 기타 설정

㉮ 시작 및 종료 > 전체화면으로 시작: 프로그램 시작 시 자동으로 전체화면으로 실행함

㉯ 시작 및 종료 > 프로그램 종료시 물어보기: 프로그램 종료 시 확인 메시지를

출력하는 기능임

그림 19. 측정 스테이션의 프로그램 메뉴얼 설명 7(기능탭: 설정)

(사) 종료

① 화면 우측 상단 구석의 톱니바퀴 모양을 누른 후 표시되는 메뉴에서 'Shut Down'을 누름

② 시스템이 종료되고 나면 전원 코드를 모두 분리함

그림 20. 측정 스테이션의 프로그램 메뉴얼 설명 8(종료 화면)

(5) 종돈의 2D와 3D 이미지 수집장치용 스테이션 제공 및 설치

(가) 연구용으로 일루베이션에 스테이션 1개 설치

(나) 데이터 수집용으로 전남 영광(농협지소) 1개, 경기도 양평(○우축산) 1개, 전북 남원(○산육종), 전남 태흥(○홍종돈장) 1개 등 총 4곳에 설치함

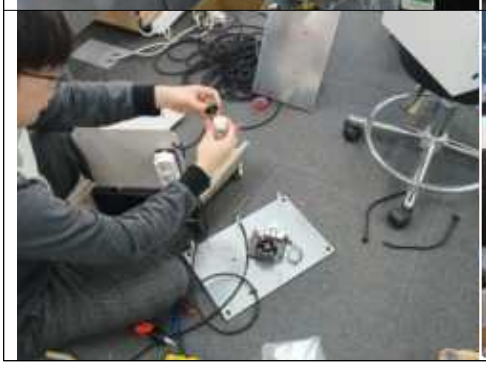
		- 연구용 설치 진행 사진_일루베이션
		- 1호기_영광, 농협 지소
		- 2호기_경기도 양평, ㅇ우축산
		- 3호기_전북 남원, ㅇ산육종
		- 4호기_ㅇ흥종돈

그림 21. 종돈의 2D와 3D 이미지 수집장치용 스테이션 설치 과정

(7) 스테이션 수리(현장에서 데이터 수집시 스테이션의 고장이 발생함)

(가) 외부 구조물 고장

① 원인

㉮ 고온다습한 농가 특성 및 외부 충격에 의한 손상으로 인한 부식

* 브라켓 : 센서를 고정하는 브라켓 부분이 부식이 발생하여 흔들리는 현상이 발생	* 접이식 힌지 : 접이식 힌지 부분에 부식이 발생하여 기계적인 운동(접거나, 펴는 활동)이 원활하지 않으며, 고정 볼트의 나사산이 갈려나가는 문제가 발생함

그림 22. 스테이션 외부 고장난 부위

(나) 내부 부품 고장

① 원인

㉮ 발열 문제를 해소하기 위해 만들어놓은 공기 순환 통로 사이로 이물질이 침투하는 등의 외부 환경적인 요인에 의한 문제가 발생하였음

㉯ 외부 환경적인 요인으로는 메탄 가스, 분진, 벌래 등이 있으며, 이로 인하여 부품의 부식 및 합선(쇼트) 현상이 생겼음

* 부식 : 메탄가스에 의해 메인 보드의 칩이 부식되는 문제 발생	* 벌레 사체 및 거미줄 : 벌레가 침입하여 내부에 거미줄을 지어 합선(쇼트)의 원인이 되었음
* 합선(쇼트) 발생 흔적	* 케이블 부식 : 내부 부품과 연결되는 커넥터 부분이 부식되어 데이터 전송이 되지 않음

그림 23. 스테이션 내부 고장난 부위

데이터 측정과정	
	데이터 측정을 위한 돼지 이동 - 돈방에서 돼지를 선별공간이동
	1마리씩 돼지의 실제 데이터 측정 - 체장, 체고, 무게 등 *주의사항 측정시 코걸이를 이용하여 종돈 고정하여 측정함
	외모심사 진행 -종돈 후보돈을 외모심사 진행
	스테이션 장비 측정 -1마리 단위로 2D/3D 데이터 측정

그림 24. 스테이션을 활용한 데이터 수집 과정

(8) 데이터 수집

(가) 4개 농장에 총 4대의 스테이션을 설치하여 종돈의 데이터 수집

(나) 데이터 수집을 위한 스테이션 장비 설치

(다) 현장에서 실제 데이터 기록을 위한 실데이터 측정

표 2. 종돈의 2D와 3D 이미지 수집장치용 스테이션 설치 위치 및 정보 리스트

스테이션의 명칭	목적	설치장소	설치날짜	협조 기관	설치
연구용	데이터 수집을 프로그램 최적화	일루베이션 (전주)	21.08.23	ㅇ텍	○
0호기 (샘플, 초기버전)	현장에 맞는지 확인을 위한 샘플 스테이션	농협지소(영광)	21.09.13	정PNC	○
1호기	초기 버전을 통해 현장에 적합하게 스테이션 형태를 확정하고 데이터 수집을 위한 하드웨어(3D depth sensor 9개, 모니터 1개, 허브 등) 및 소프트웨어(데이터 수집용 프로그램)를 설치	농협지소(영광)	21.10.18	정PNC	○
2호기		ㅇ우축산 (양평)	21.11.05	한국종축 개량협회	○
3호기		ㅇ산육종 (남원)	21.12.02	정PNC	○
4호기		ㅇ흥종돈 (해남)	21.12.21	한국종축 개량협회	○

※ 스테이션 설치 및 사용 시 주의사항 설정

1. 스테이션 이동 시 기둥을 잡고 이동할 것(카메라 부착된 부분 잡지 말 것).
2. 볼트는 함에 있음(함은 사용 후 꼭 닫을 것).
3. 스테이션 하단과 상단은 상단의 각 4개 기둥 아래의 구멍에 볼트 4개로 결합한다.
4. 카메라를 11자로 펼친다.
5. 검은색 전기선을 먼저 메인 전원에 연결한다.
6. 그 후 태블릿 전원을 전기선 박스에 연결한다.
7. 카메라 볼트를 살짝 조여둔다.
8. 태블릿을 켠 후 빨강선 가이드에 맞게 카메라를 조정한다(충격에 약하므로 조정 후 최대한 건들지 않는다).
9. 날짜를 맞춘다(추후 촬영되는 이미지의 파일명에 날짜가 들어가므로).
10. 자동촬영을 켠다.
11. 화면 상 네모 상자 두 개가 켜질 때 촬영이 된다.
12. 화면 오른쪽 하단의 '노출' 옵션으로 화면 노출을 설정할 수 있다.
13. 카메라 on/off는 약 1분 소요된다.
14. 태블릿 끄는 방법: 화면 오른쪽 상단 톱니바퀴 클릭 -> 'Shut down' 클릭 -> 전원버튼 클릭(라즈베리는 켜져있음, 라즈베리까지 끄려면 전원선을 뽑는다).
15. 프로그램 종료 방법: 화면 왼쪽 상단 가위버튼 클릭
16. 파일 저장 위치: home/documents/pigscan/capture/날짜/세부날짜/frame
17. 돼지 이표와 촬영시각 기록지에 작성해야 한다.

(9) 데이터 취합 및 정리

(가) 공동연구개발기관 ㈜정피앤씨연구소, 한국종축개량협회 로부터 데이터 취합

(나) 종돈의 체중, 체고, 체장, 무게 등의 정보 확인

(다) 스테이션 장비에서 촬영한 데이터를 공동연구개발기관에서 전달한 데이터와 매칭함

개체번호	성별	품종	체중	체장	체고	시간	비고	start	end
159-164	암	Y	107	111	57	14:01		20211112_140150.264840	20211112_140151.650970
159-158	암	Y	112	116	62.6	14:21		20211112_142134.688006	20211112_142136.303800
156-134	암	L	105	121	64	14:23		20211112_142338.783843	20211112_142345.425643
156-122	암	L	115	123	63	14:27		20211112_142725.639956	20211112_142727.753360
159-169	암	Y	100	109	61	14:30		20211112_143006.434396	20211112_143008.103696
156-134	암	L	105	121	64	14:31		20211112_143134.344372	20211112_143146.875955
159-151	암	Y	113	118	59.5	14:32		20211112_143254.984441	20211112_143256.875416
156-130	암	L	103	106	57	14:34		20211112_143432.847364	20211112_143433.340172
159-153	암	Y	110	110	58	14:37		20211112_143700.909344	20211112_143702.617434
156-135	암	L	101	113	56	14:39		20211112_143942.787029	20211112_143945.196479
159-156	암	Y	109	112	65	14:43		20211112_144345.450936	20211112_144349.680270
159-155	암	Y	114	114	55	14:46		20211112_144634.893561	20211112_144639.120589
156-124	암	L	107	107	57	14:54		20211112_145400.645720	20211112_145401.143733
156-132	암	L	113	123	65	15:00		20211112_150019.466231	20211112_150021.195559
156-137	암	L	105	122	60	15:01		20211112_150152.466919	20211112_150152.946023
156-131	암	L	106	122	59	15:04		20211112_150406.814240	20211112_150407.904864
159-162	암	Y	97	112	60	15:08		20211112_150844.080459	20211112_150845.782478
156-138	암	L	115	118	60	15:10		20211112_151058.879611	20211112_151100.621285
159-148	암	Y	128	124	63	15:12		20211112_151232.273265	20211112_151234.055601
159-150	암	Y	106	113	57	15:14		20211112_151404.033919	20211112_151404.482688
156-118	암	L	103	112	61	15:15		20211112_151551.649839	20211112_151552.103511

그림 25. 수집 데이터의 형식

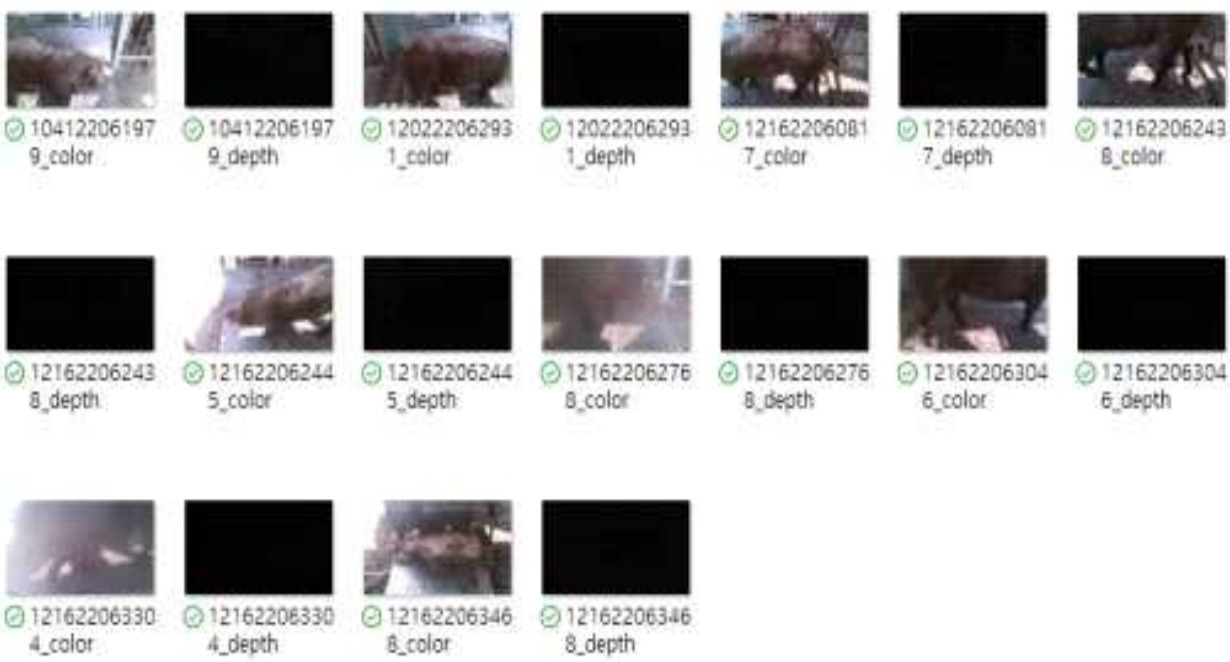


그림 26. 수집된 2D와 3D 이미지

(라) 수기 데이트와 측정 데이터를 매칭하기 위하여 시간 표기
(마) 컬러 이미지와 깊이정보를 포함한 Depth 이미지로 구성됨

(10) 데이터 분석
(가) 기록지와 비정형데이터(2D와 3D 이미지)의 비교
① 기록지와 비정형데이터의 측정시간을 비교하여 자료를 1:1 매칭하여 사용함

번호	농장	날짜	품종	성별	개체번호	시간	체중	체고	체장
1	삼우축산	2021-11-12	Y	암	159-164	14:01	107.0	57	111
2	삼우축산	2021-11-12	Y	암	159-158	14:21	112.0	62.6	116
3	삼우축산	2021-11-12	L	암	156-134	14:23	105.0	64	121
4	삼우축산	2021-11-12	L	암	156-122	14:27	115.0	63	123
5	삼우축산	2021-11-12	Y	암	159-169	14:29	100.0	61	109
6	삼우축산	2021-11-12	Y	암	159-151	14:32	113.0	59.5	118
7	삼우축산	2021-11-12	L	암	156-130	14:34	103.0	57	106
8	삼우축산	2021-11-12	Y	암	159-153	14:36	110.0	58	110
9	삼우축산	2021-11-12	L	암	159-135	14:39	101.0	56	113
10	삼우축산	2021-11-12	Y	암	159-156	14:43	109.0	65	112
11	삼우축산	2021-11-12	Y	암	159-155	14:46	114.0	55	114
12	삼우축산	2021-11-12	L	암	156-124	14:54	107.0	57	107
13	삼우축산	2021-11-12	L	암	156-132	15:00	113.0	65	123
14	삼우축산	2021-11-12	L	암	156-137	15:01	105.0	60	122
15	삼우축산	2021-11-12	L	암	156-131	15:04	106.0	59	122
16	삼우축산	2021-11-12	Y	암	159-162	15:08	97.0	60	112
17	삼우축산	2021-11-12	L	암	156-128	15:11	115.0	60	118
18	삼우축산	2021-11-12	Y	암	159-148	15:12	128.0	63	124
19	삼우축산	2021-11-12	Y	암	159-150	15:14	106.0	57	113
20	삼우축산	2021-11-12	L	암	156-118	15:15	103.0	61	112

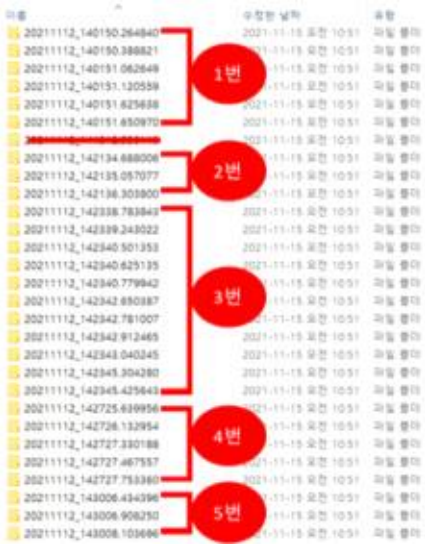
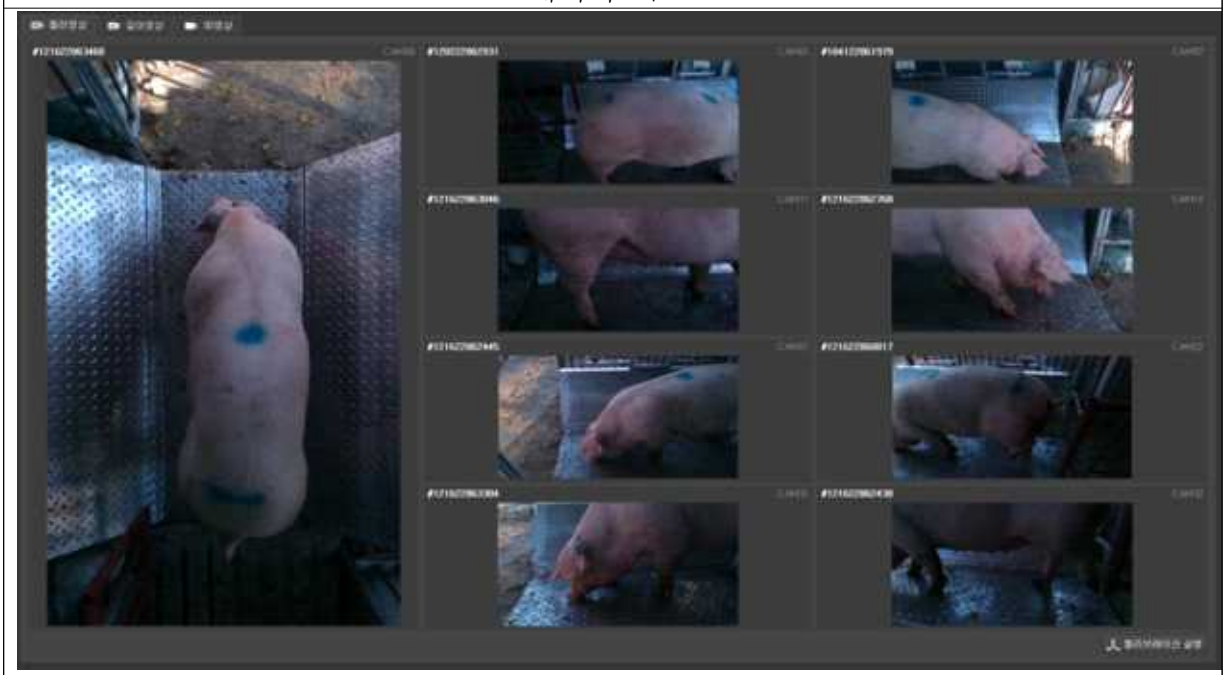
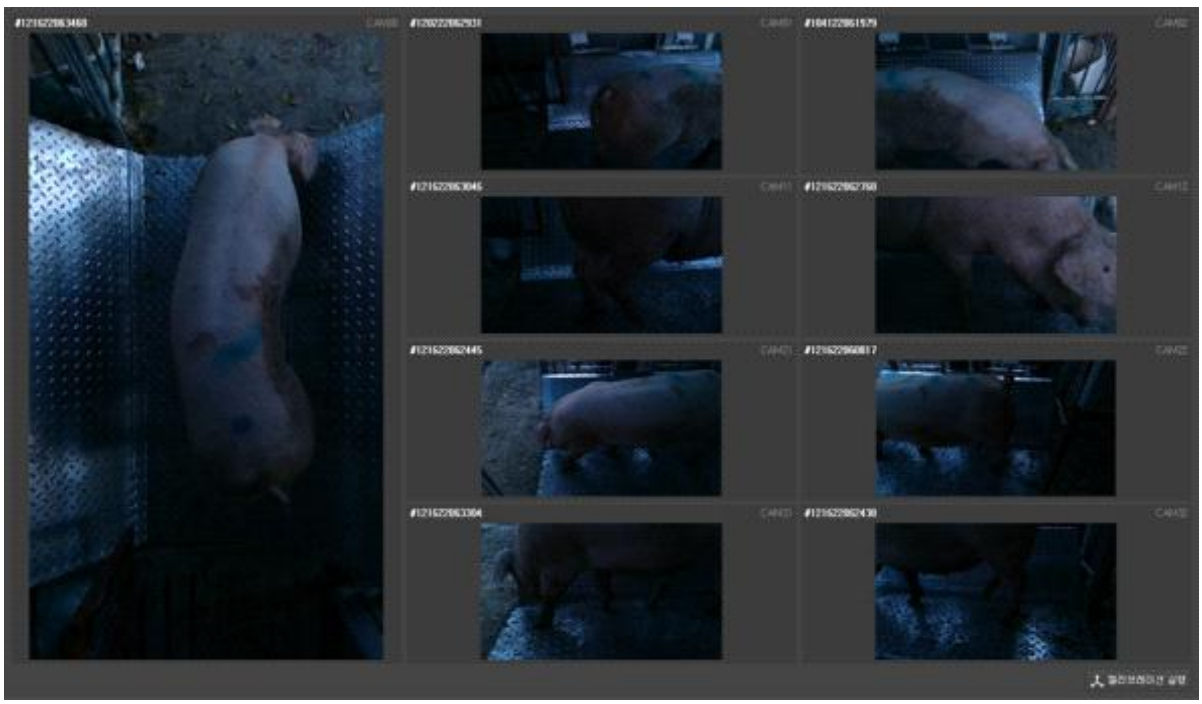


그림 27. ㅇ우축산 데이터(21.11.12)

데이터 비교

적합 데이터 - 돼지가 중앙에 위치해 있어 앞발, 뒷발 등을 카메라로 확인 할 수 있음 - 화면이 어둡거나 밝지 않고, 선명하게 촬영되었음

부적합 데이터 1

- 돼지가 빠르게 통과하여 흐릿하게 보임
- 화면이 다소 어두움



부적합 데이터 2

- 화면이 어두움

부적합 데이터 3

- 화면이 밝음

그림 28. 수집환경에 따른 수집 이미지 비교

(11) 수집한 데이터의 가공

(가) 스테이션으로 수집한 2D와 3D 이미지는 파이썬으로 관리함

```
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
```

그림 29. 파이썬의 데이터 환경설정

(나) 수집한 2D와 3D 이미지의 객체 인식을 위해서 label studio를 사용함

① 체중, 체고 및 체장의 인식을 위해서는 돼지 10개 부위에 keypoint를 기록함

② 지제 인식을 위해서는 지제를 3구간으로 구분하여 bounding box 처리함

③ 이렇게 가공처리된 2D와 3D 이미지는 AI 학습에 활용됨

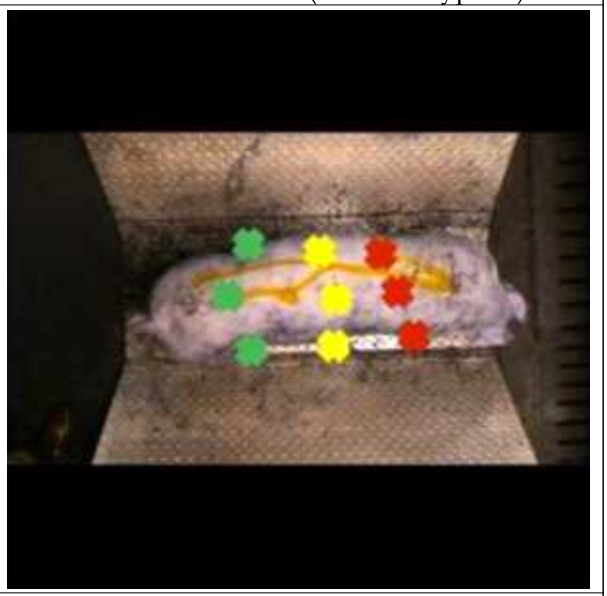
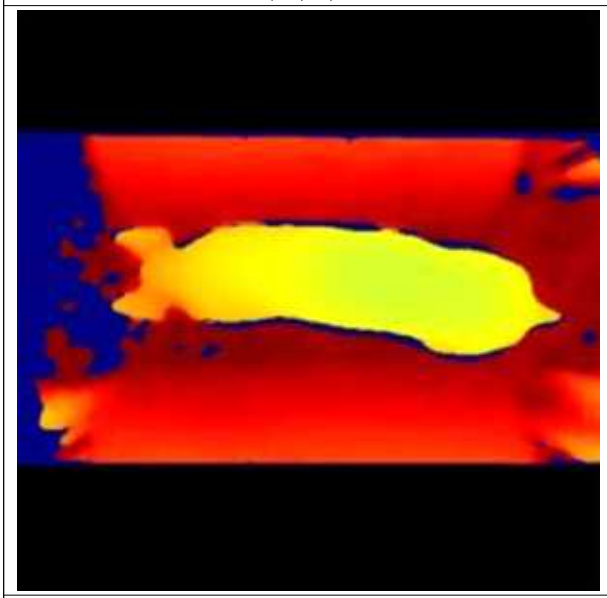
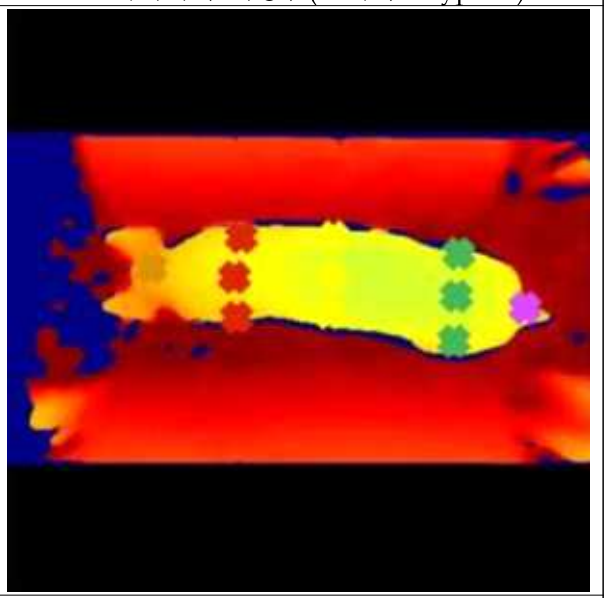
2D 이미지 원본	2D 이미지의 가공본(10개의 Keypoint)
	
3D 이미지 원본	3D 이미지의 가공품(10개의 Keypoint)
	
2D 이미지 원본	2D 이미지의 가공본(Bounding box)

그림 30. 수집된 이미지의 원본과 가공본의 비교

(12) 종돈의 체중 및 체척(체장, 체고 등)의 AI 학습

(가) 돼지가 스테이션을 통과하는 순간을 인식하기 위한 object detection 알고리즘을 개발함

(나) 스테이션으로 수집한 각 돼지 객체당 9장의 2D와 3D 이미지는 4곳의 농장에서 제공한체중, 체장, 체고 등의 실측치를 1:1 매칭함

(다) 실측치와 추정치의 차이를 줄이기 위해서 불필요한 이미지 정보(noise)를 제거함

(다) 매칭된 데이터는 학습과 테스트용 데이터셋으로 구분하여 수천번의 AI 학습을 진행하여 최적의 체중, 체장 및 체고 추정 AI 알고리즘을 확보함

① 2D 이미지에서 체척별 X축과 Y축 위치 파악(2D 이미지 속의 객체(object)가 체적별 keypoint(또는 skeleton)를 기준으로 영역을 구분할수 있으며 이때 각 체적별 keypoint or skeleton의 개별 위치정보를 파악함)

② 3D 이미지의 point cloud는 1 cm의 일정거리로 존재하므로 개수를 세면 거리 추정 가능함(3D이미지의 point cloud의 거리를 통해서 각 부위별 거리를 추정)

③ 3D Point들을 RANSAC 알고리즘, DBSCAN 알고리즘 및 통계 처리

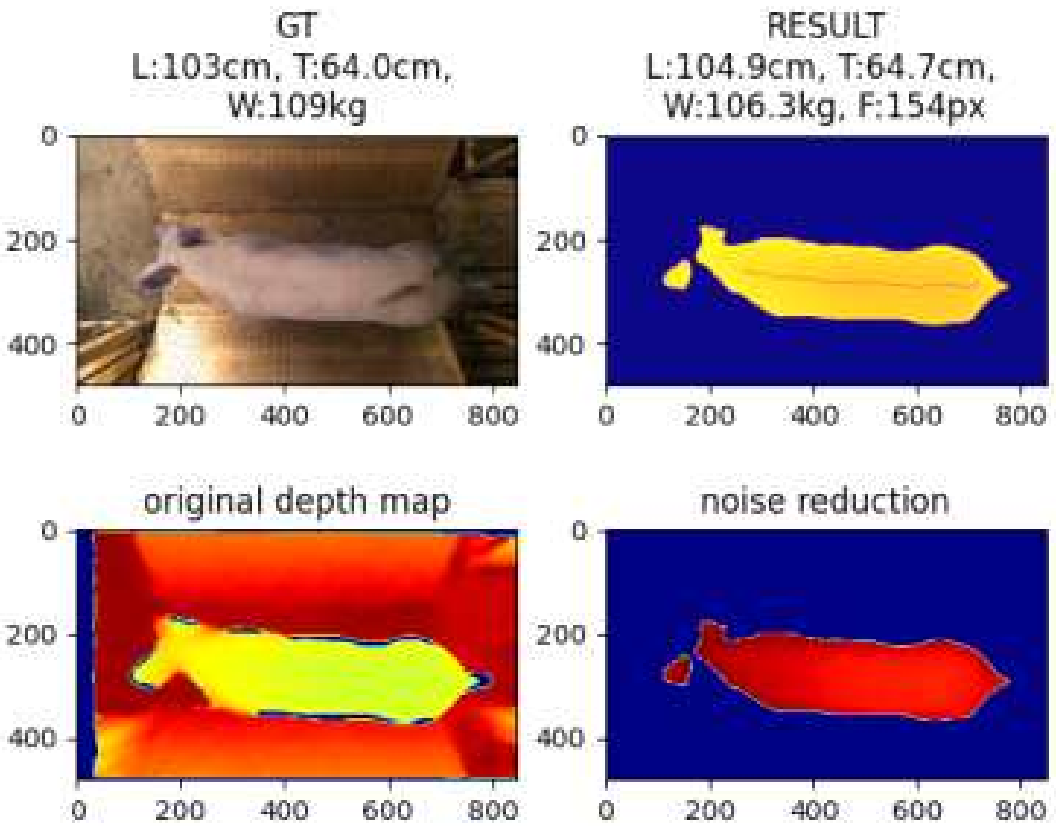


그림 31. 구현된 체중과 체척(체장, 체고 등) 추정 알고리즘. GT : 실측치, RESULT :추정치, L : 체장, T : 체고, W : 무게.

(13) 종돈의 지제 점수 프로그램을 이용한 데이터 라벨링

(가) 빅데이터 기반 인공지능 학습 데이터 라벨링을 위한 자재점수 SW

(나) SW 구현

① Python 언어를 이용하여 기능구현 점수 측정 로직과 라벨링 데이터 저장

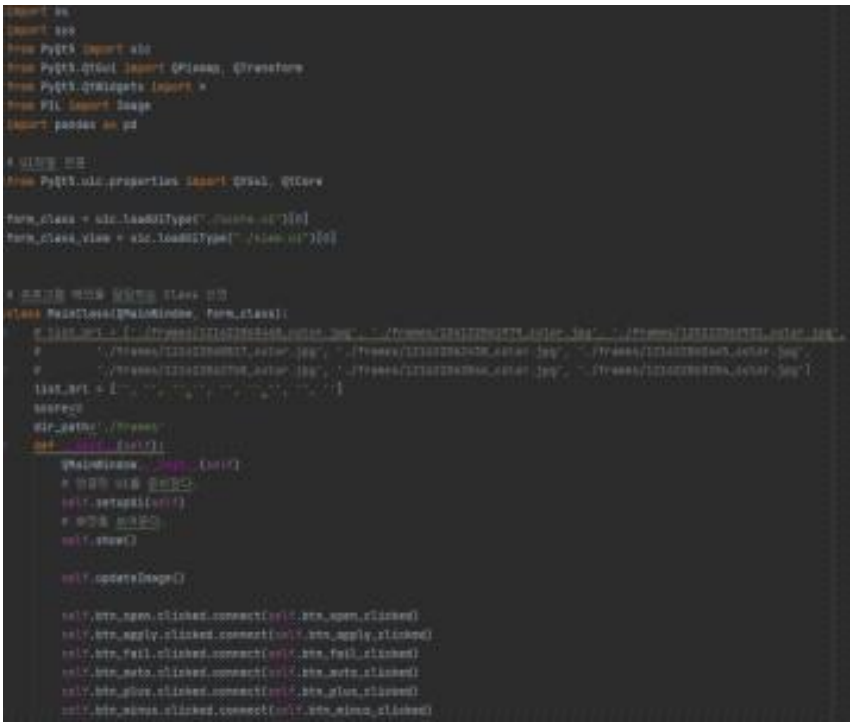


그림 32. Python 소스코드

② QT프레임워크를 이용한 GUI 구현

그림 33. QT 프레임워크를 이용한 GUI 구현

③ 크로스플랫폼 기반의 언어와 프레임워크 사용으로 사용자의 운영체제 (ex. Windows, Linux, Mac)에 관계없이 사용 가능한 시스템 구현

④ 라벨링 데이터는 CSV 파일형태로 저장하여 데이터 보관 및 분석에 편의성을 증대

⑤ 사용자(데이터라벨러)의 편의성 및 지제판단의 정확성을 증가 시키 위하여 이미지 보정기능 추가, 이미지의 밝기를 자동조절하여 앞다리/뒷다리의 발굽, 발목 등 여러 가지의 평가요소를 쉽게 확인 가능.

그림 34. 프로그램 실행화면

(다) 스테이션형 장비를 이용하여 종돈의 외형 데이터를 확보

(라) 측정데이터를 이용하여 데이터 라벨링은 아래의 지제 점수를 기준으로 진행

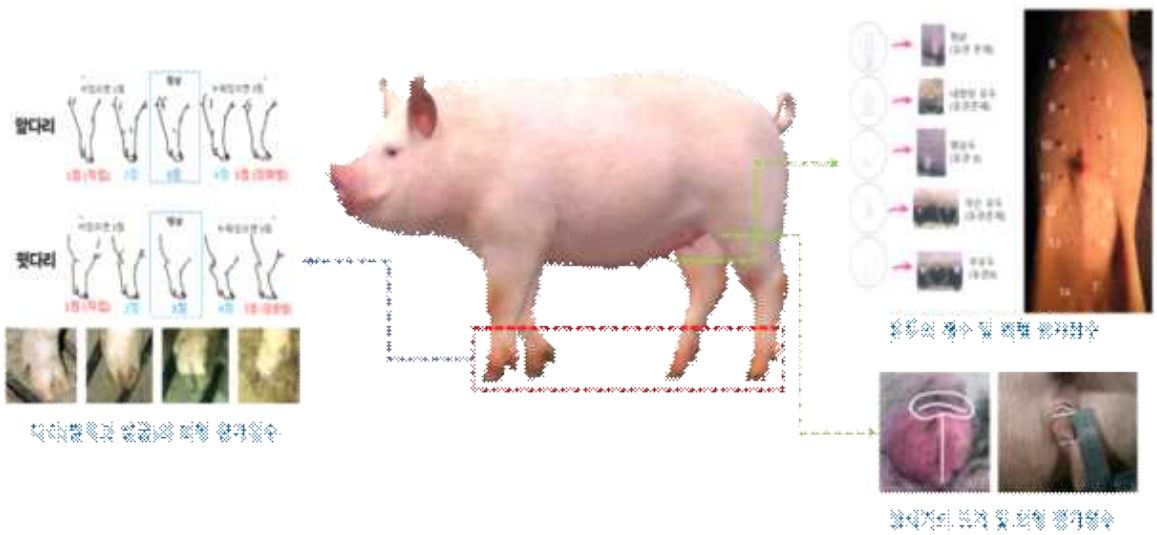


그림 35. 지제점수 기준

① 데이터 라벨링 절차

㉮ 지제 점수 프로그램 설치 후 프로그램을 실행.

㉯ 기 측정된 데이터를 가져옴.

㉰ 종돈 평가 기준을 참조하여 지제 점수를 입력.

㉱ 입력된 파일은 지제 점수가 자동 기록.

그림 36. 데이터 라벨링 절차

(14) 데이터 라벨링의 목적

(가) 데이터 라벨링이란 이미지, 영상, 텍스트 등의 데이터에 사람이 데이터 가공 도구를 활용하여 인공지능이 학습할 수 있도록 다양한 정보를 목적에 맞게 입력하는 것을 의미

(나) 수집된 데이터에 지제점수를 추가시켜 데이터 셋을 생성

(다) 인공지능 학습을 통해 지제 판단 모델 생성

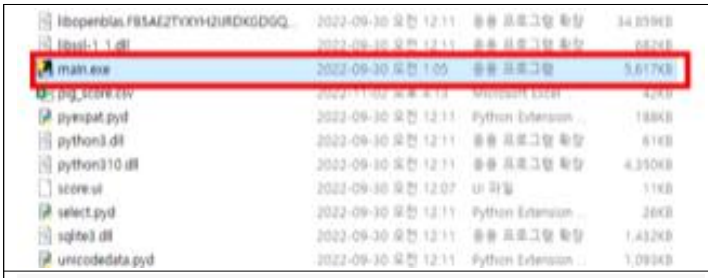
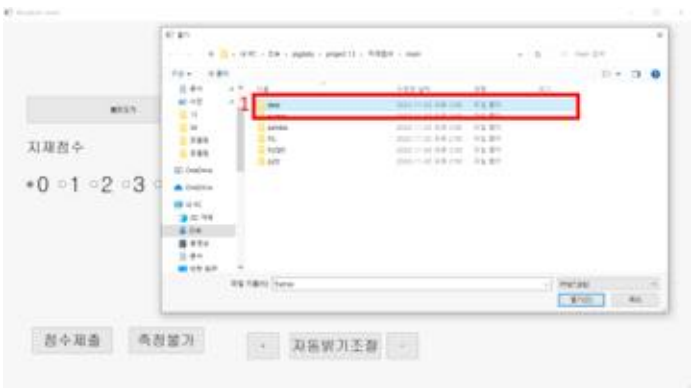
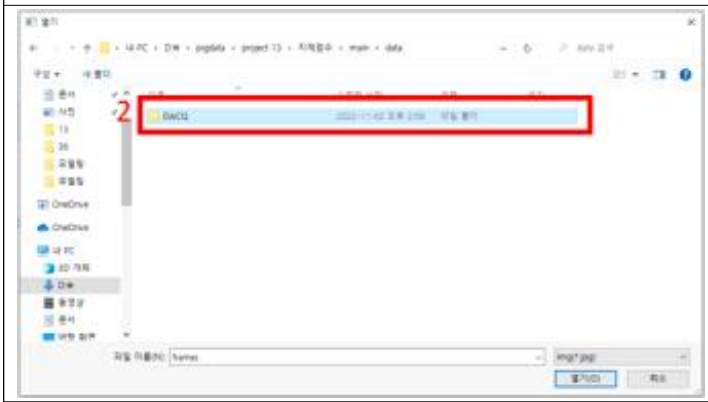
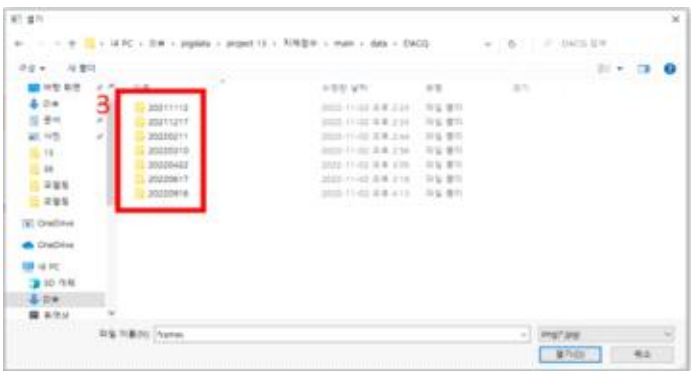
(라) 스테이션에서 종돈 촬영시 실시간으로 지제 점수를 판단하여 출력

(15) 지제점수 프로그램 사용방법

(가) 주의사항

① 점수 제출 및 측정불가 버튼을 2번 누르거나 교차하여 2번 누를 경우 프로그램이 꺼지는 오류가 있음

② 수정 기능이 없기 때문에 점수 입력후 수정이되지않음 : 점수를 입력할 파일을 새로 다시 넣어야 됨

	Main.exe 실행
	불러오기 버튼 클릭
	Data 폴더 선택
	DACQ 폴더 선택
	날짜별 폴더 선택

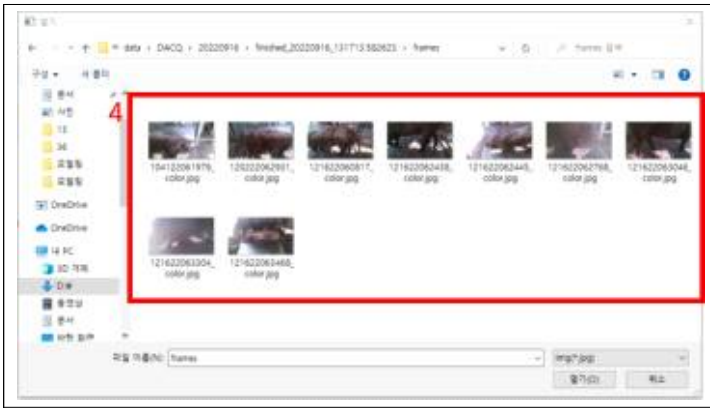
	지제점수 넣을 이미지 클릭
	지제점수 입력 후 점수 제출 클릭
	입력된 지제점수는 pig_score.csv파일에 등록됨
	등록된 지제 점수 결과물

그림 37. 데이터 라벨링 절차

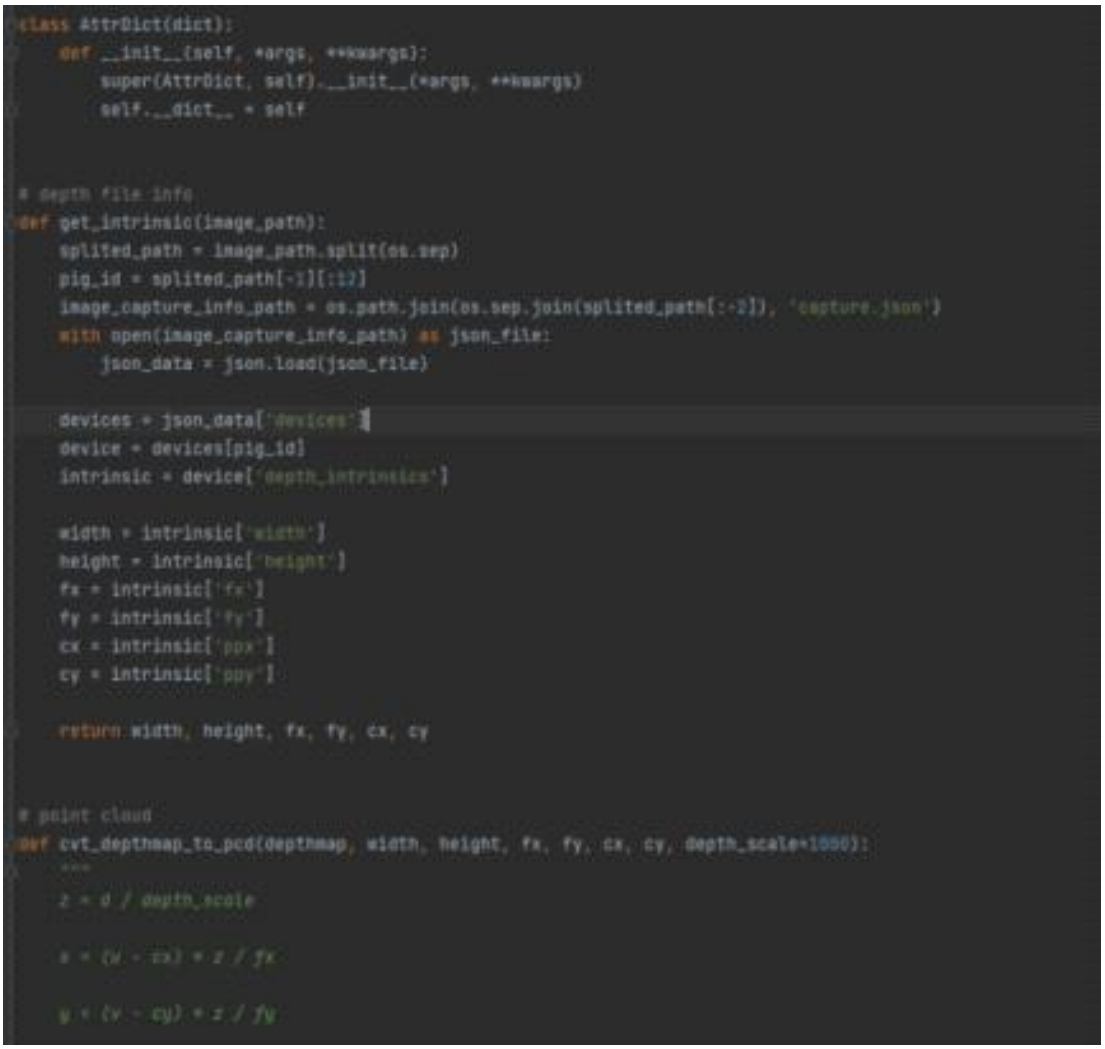
(16) 인공지능 학습 및 시스템 적용

(가) 외모심사에 필요한 정보를 확인하기 위한 정보를 매칭하여 인공지능학습 진행

(나) 외형정보 추론을 위한 AI 모델 설계 및 적용

농가에서 측정한 데이터 기반 데이터셋 생성 및 학습진행

그림 38. 인공지능 학습 및 시스템 적용 진행 과정



```
class AttrDict(dict):
    def __init__(self, *args, **kwargs):
        super(AttrDict, self).__init__(*args, **kwargs)
        self.__dict__ = self


# depth file info
def get_intrinsic(image_path):
    splited_path = image_path.split(os.sep)
    pig_id = splited_path[-1][:12]
    image_capture_info_path = os.path.join(os.sep.join(splited_path[:-2]), 'capture.json')
    with open(image_capture_info_path) as json_file:
        json_data = json.load(json_file)

    devices = json_data['devices']
    device = devices[pig_id]
    intrinsic = device['depth_intrinsics']

    width = intrinsic['width']
    height = intrinsic['height']
    fx = intrinsic['fx']
    fy = intrinsic['fy']
    cx = intrinsic['ppx']
    cy = intrinsic['ppy']

    return width, height, fx, fy, cx, cy


# point cloud
def cvt_depthmap_to_pcd(depthmap, width, height, fx, fy, cx, cy, depth_scale=1000):
    ...
    z = d / depth_scale

    x = (u - cx) * z / fx

    y = (v - cy) * z / fy
```

그림 39. 무게 체장 체고 추론을 위한 모델 적용

(다) 지제 점수 추론을 위한 AI 모델 적용

```python
def _get_pig(path):
    o_img = cv2.imread(path, -1)
    o_shape = o_img.shape
    img1 = o_img[o_shape[0] // 2:, :o_shape[1] // 2, :]
    img2 = o_img[o_shape[0] // 2:, o_shape[1] // 2:, :]
    img3 = o_img[o_shape[0] // 4:o_shape[0] // 4 * 2, o_shape[1] // 4:o_shape[1] // 4 * 2, :]

    img1 = cv2.cvtColor(img1, cv2.COLOR_BGR2RGB)
    img2 = cv2.cvtColor(img2, cv2.COLOR_BGR2RGB)
    img3 = cv2.cvtColor(img3, cv2.COLOR_BGR2RGB)

    img1 = _padding(img1, 300)
    img2 = _padding(img2, 300)
    img3 = _padding(img3, 300)

    return img1, img2, img3


def _predict(interpreter, input_data):
    input_data = list(input_data)
    input_details = interpreter.get_input_details()
    output_details = interpreter.get_output_details()

    try:
        interpreter.set_tensor(input_details[0]['index'], input_data)
        interpreter.invoke()
    except Exception as e:
        print(e)

    output_data_qnt = interpreter.get_tensor(output_details[0]['index'])
    output_data = output_details[0]['quantization_parameters']['scales'] * output_data_qnt
    output_idx = np.argmax(output_data, axis=1)
    output = max(output_idx)

    return output
```

그림40. 외모심사 계산 시스템 소스코드 일부

(라) 인공지능 학습 후 파트별 성능 평가

그림 41. 외모심사 파트별 계산 데이터(붉은색은 오답)

(17) AI 적용 시스템에서 실험

(가) AI모델을 적용하여 추론 시스템 탑재

(나) 스테이션형 장비로 측정

(다) 장비 세팅하고 사용자가 “촬영” 버튼을 클릭하여 이미지 획득 및 돼지정보 추론

(라) 프로그램은 기존의 시스템 내부에 알고리즘 및 추론 시스템이 포함됨

그림 42. 시스템 구동 이미지

(나) 촬영과 동시에 획득한 이미지로 돼지 정보 자동 추론

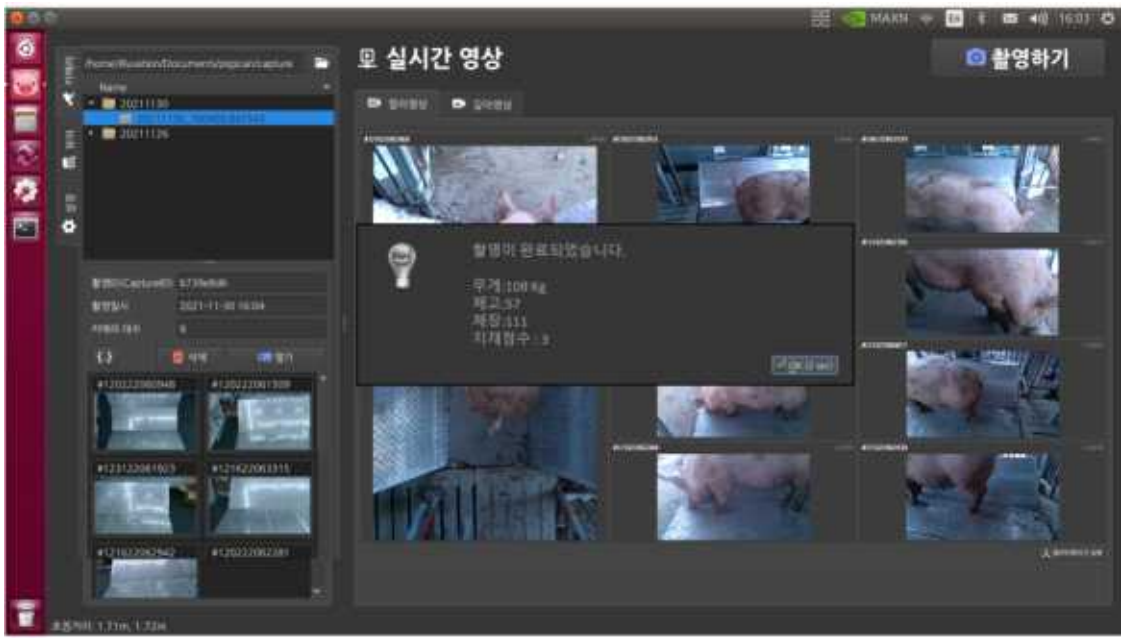


그림 43. 측정 후 추론 정보 출력

(18) 무게, 체장 및 체고 추정 AI 알고리즘의 결과

(가) 목적

① 키포인트 기법을 통해 체고와 체장 그리고 폭에 대한 길이를 구한 후 이 값을 이용하여 실측 무게, 실측 체고 그리고 실측 체장을 얼마나 정확하게 예측하는지 분석하기 위해서 딥러닝 기법을 활용한 XGBoost 회귀분석을 실행함함

(나) 방법

① 관측치 총 368개인 데이터를 사용하였으며 7:3의 비율로 트레인셋(n=257)과 테스트셋(n=111)을 무작위 분리하였음

② 독립변수로는 키포인트 기법을 통해 예측한 체고, 체장 그리고 폭을 사용하였으며 종속변수로는 실측 무게, 실측 체고 그리고 실측 체장을 각각 사용함

③ 각 종속변수마다 XGBoost 회귀분석을 각각 실행함(ex: 종속변수: 실측 무게, 독립변수: 체고 예측값, 체장 예측값, 폭 예측값)

(다) 기술통계

① 회귀분석을 진행하기에 앞서 실측 무게, 실측 체장, 실측 체고에 대한 기술통계의 결과는 다음과 같음

② 테스트셋의 관측치 111개에 대해 실시함

③ 실측 무게의 평균은 102.23±11.08이며 최소값은 79, 최대값은 123, 범위는 44로 나타남

④ 실측 체장의 평균은 1.08±0.06이며 최소값은 0.94, 최대값은 1.18, 범위는 0.24로 나타남

⑤ 실측 체고의 평균은 0.6±0.03이며 최소값은 0.50, 최대값은 0.67, 범위는 0.17로 나타남

표 3. 랜덤하게 수집한 테스트셋(n=111)의 기술통계

	개수(N)	평균	편차	최소값	최대값	범위
무게	111	102.23	11.08	79	123	44
체장	111	1.08	0.06	0.94	1.18	0.24
체고	111	0.6	0.03	0.5	0.67	0.17

(라) 결과

① 무게 정확도는 92.34%로 나타남

② 무게를 종속변수로 한 무게별 정확도는 76~96 Kg에서는 86.97 %, 96~116 Kg에서는 95.56 %, 116 Kg 이상에서는 90.04 %로 무게별로 정확도는 차이를 보임

③ 체장의 정확도는 96.22%로 나타남

④ 체장의 무게별 정확도는 76~96 Kg에서는 95.87%, 96~116 Kg에서는 96.43 %, 116 Kg 이상에서는 96.10%의 정확도를 보임

⑤ 체고를 종속변수로 했을 경우 체고의 정확도는 97.15%로 나타남

⑥ 체고의 무게별 정확도는 76~96 Kg에서는 96.87 %, 96~116 Kg에서는 97.35 %, 116 Kg 이상에서는 96.87%의 정확도를 보임

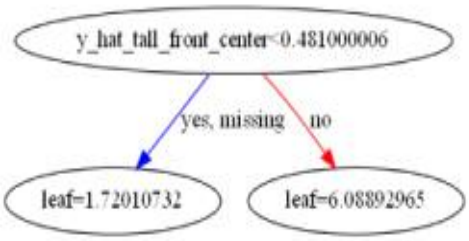
⑦ 종속변수 체장 및 체고는 무게보다 정확도가 약 4% 더 높은 것으로 나타남

⑧ 이는 체장과 체고의 범위(체장 범위: 0.24, 체고 범위: 0.17)가 무게의 범위(무게 범위: 44)보다 작아 상대적으로 학습이 용이했던 것으로 판단됨

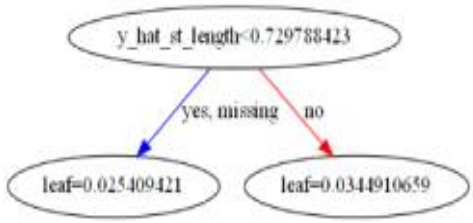
XGBoost Regressor 결과

측정 데이터		평균±표준편차			
		실측값	예측값	오차(kg)	정확도(%)
무게(kg)	76kg~95kg(n=32)	88.76±5.21	100.03±4.47	11.27±6.16	86.97±7.55
	96kg~115kg(n=64)	104.93±5.44	103.67±4.68	4.65±3.69	95.56±3.48
	116kg 이상(n=15)	119.40±2.75	107.45±4.72	11.95±5.43	90.04±4.38
	전체(n=111)	102.23±11.08	103.13±5.15	7.55±5.81	92.34±6.37
체장(m)	76kg~95kg(n=32)	1.06±0.05	1.08±0.02	0.04±0.03	95.87±3.40
	96kg~115kg(n=64)	1.09±0.06	1.08±0.03	0.04±0.02	96.43±2.10
	116kg 이상(n=15)	1.09±0.05	1.08±0.02	0.04±0.03	96.10±2.50
	전체(n=111)	1.08±0.06	1.08±0.03	0.04±0.03	96.22±2.58
체고(m)	76kg~95kg(n=32)	0.59±0.02	0.60±0.01	0.02±0.01	96.87±1.93
	96kg~115kg(n=64)	0.61±0.03	0.61±0.02	0.02±0.01	97.35±2.17
	116kg 이상(n=15)	0.60±0.04	0.61±0.01	0.02±0.02	96.87±3.59
	전체(n=111)	0.60±0.03	0.61±0.02	0.02±0.01	97.15±2.33

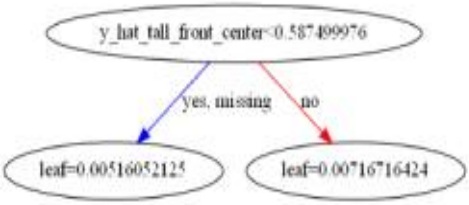
표 4. XGBoost 회귀분석의 결과



무게 의사결정 트리



체장 의사결정 트리



체고 의사결정 트리

그림 44. 무게, 체장 및 체고의 의사결정 트리 구조

(19) 지제 점수 추정 AI 알고리즘의 결과

(가) 목적

① AI가 판단한 지제 점수와 사람이 판단한 지제 점수를 비교하여 AI가 얼마나 정확하게 판단하는지 비교하고자 함

(나) 방법

① 관측치 총 304개인 데이터를 사용하였으며 7:3의 비율로 트레인 셋(n=212)과 테스트 셋(n=92)을 무작위 분리하였음

② 동일이미지에 대해 AI와 사람이 각각 지제 점수를 판단

③ 지제 점수: 0 = 미분류, 1 = 1점, 2 = 2점, 3 = 3점, 4 = 4점, 5 = 5점

④ AI가 판단한 지제 점수가 얼마나 정확한지 사람이 판단한 지제 점수를 기준으로 정확도를 비교함

㉮ 종돈 지제평가

- 사지의 길이가 적당하고 바르게 서야 됨
- 지간(肢間)이 넓고 비절이 튼튼한 것
- 발굽의 질이 치밀하고 좌우가 고른 것
- 걸음걸이가 가볍고 확실할 것
- 관골은 굵지 않고 단단하며
- 발목은 짧고 탄력이 있는 것

㉯ 사람이 판단하는 지제 평가 점수(1~10점)

- 앞, 뒤의 지제를 1에서 5점까지 점수로 평가
- 앞, 뒤 지제의 점수는 최종 심사에 합산되어짐
- 좋지않음(1-3점) 분만하는데 심각하게 구성적인 문제가 있음.
- 좋음(4-7점) 약간의 구성적인 면과 이동에 문제점이 있음.
- 아주좋음(8-10점) 명백하게 구성적인 면과 이동에 문제점이 없음.
  (발굽 사이즈, 적합한 보폭, 무릎과 발회목뼈의 쿠션의 적합한 각도, 자유롭고 확실한 움직임)

(다) 결과

① 구간별 지제점수 확률 분포

㉮ 지제 점수 분류 성능을 향상시키기 위해 A구간, B구간, C구간으로 나누어 측정

㉯ 단 하나의 구간을 제외한 나머지 두 구간은 0점이 나올 확률이 매우 높으므로 최종 예측값은 각 구간별 예측값 중 가장 큰 값으로 채택하는 방식을 선택함

표 5. 지제 점수 추정 AI 알고리즘 정확도에 사용된 트레인셋과 테스트 셋의 정보

구분	지제 점수	설명	점수를 준 주체(n)	
			사람	지제 점수 추정 AI 알고리즘
트레인 셋 (Train set)	0	이미지로 지제 점수를 줄 수 없는 경우	0	167
	1	지제가 서있는 경우(직립)	24	4
	2	지제가 1점과 3점 중간인 경우	56	8
	3	지제가 정상인 경우	98	22
	4	지제가 3점과 5점 중간인 경우	31	7
	5	지제가 누워있는 경우(장화발)	3	4
	총합		212	212
테스트 셋 (Test set)	0	이미지가 희미해 지제 점수를 줄수 없는 경우	0	73
	1	지제가 서있는 경우(직립)	13	1
	2	지제가 1점과 3점 중간인 경우	20	3
	3	지제가 정상인 경우	40	8
	4	지제가 3점과 5점 중간인 경우	19	5
	5	지제가 누워있는 경우(장화발)	0	2
	총합		92	92

② 지제 점수 미분류의 발생

㉮ 돼지의 움직임 : 사람은 돼지가 빨리 움직여도 눈으로 쫓아가며 점수를 줄 수 있으나 돼지가 일정속도 이상으로 움직여 수집한 이미지가 흐릿한 경우에 지제 점수 추정 AI는 지제 점수를 줄 수 없는 경우가 발생함

㉯ 스테이션 공간에서 돼지 지제의 위치 : 한정된 스테이션에서 지제 이미지를 획득하는 4개의 센서에 지제가 수집되니 않는 경우 지제 점수 추정 AI는 지제 점수를 줄 수 없는 경우가 발생함

㉰ 따라서 테스트 셋에서 미분류가 92건중에서 73건으로 약 79.35%가 발생하였으며 지제 점수 추정 AI가 1~5의 점수를 준 19건을 대상으로 지제 점수 추정 AI 알고리즘의 정확도를 산출함

③ 테스트 셋에서 1~5사이의 지제 점수를 준 19건을 대상으로 한 지제 점수 추정 AI 알고리즘의 정확도는 82.85%로 나타남

표 6. 지제 점수 추정 AI 알고리즘의 정확도 결과

테스트 셋(n)	미분류(n)	분류	지제 점수 추정 정확도
92	73(79.35%)	19(20.65%)	82.85%

그림 45. 구간별 지제 점수의 분포

No	file	score	human	human2	result	acc
1	20220211_135101.234315	3	3	2.6667	1	87.50%
2	20220422_132504.963288	5	5	4.6667	1	92.86%
3	20220211_142439.706649	4	3	3.0000	0	66.67%
4	20211217_145740.278798	3	3	2.6667	1	87.50%
5	20220617_132113.541948	3	2	2.3333	0	71.43%
6	20220211_133111.798974	5	4	4.0000	0	75.00%
7	20220617_131738.756841	3	3	3.0000	1	100.00%
8	20220310_133354.828548	4	4	4.0000	1	100.00%
9	20220211_142602.388429	4	3	3.3333	0	80.00%
10	20220617_142842.021536	3	3	3.3333	1	90.00%
11	20211112_142342.912465	2	3	3.3333	0	60.00%
12	20220617_140002.209932	4	4	3.6667	1	90.91%
13	20211217_145528.507138	3	2	2.3333	0	71.43%
14	20211217_145530.236890	2	2	1.6667	1	80.00%
15	20211217_145833.742470	2	3	2.6667	0	75.00%
16	20220617_140002.165646	4	4	3.6667	1	90.91%
17	20220617_141323.903895	3	3	3.3333	1	90.00%
18	20211112_144347.112750	3	3	3.3333	1	90.00%
19	20211217_145532.613249	1	1	1.3333	1	75.00%

그림 46. 지제 점수 추정 AI 알고리즘의 정확도 원본 데이터

○ **인공지능 활용 종돈의 체중, 체형 정밀특정 자동화 기술개발 및 개체별 형질측정 자동화 기술 개발 고도화(2단계)**

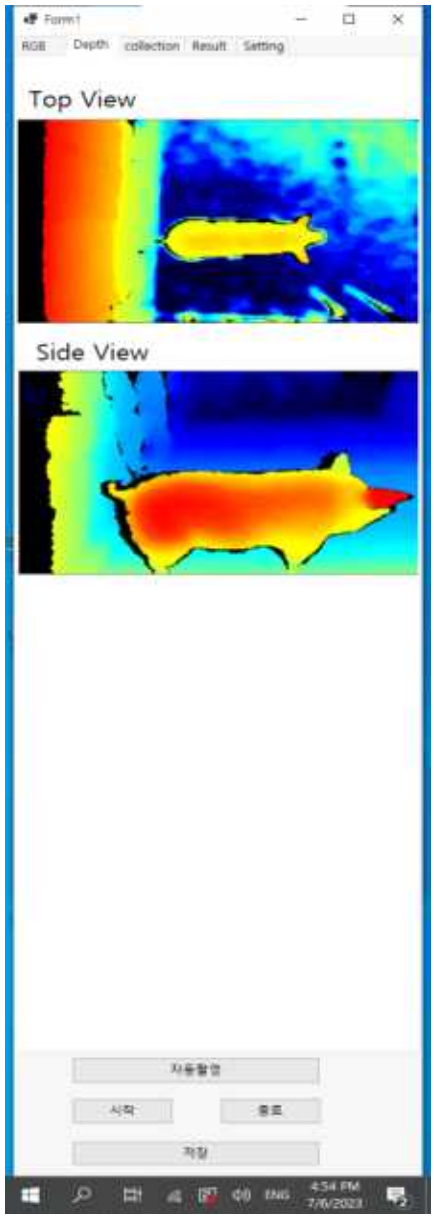
1. S/W 개발

(1) 다중카메라 연동

(가) Intel Realsense D455 시리즈 카메라를 이용한 뷰어 기능 개발

(나) USB 타입의 Video cam 장치 연결을 통한 하단 이미지 뷰어 기능 개발

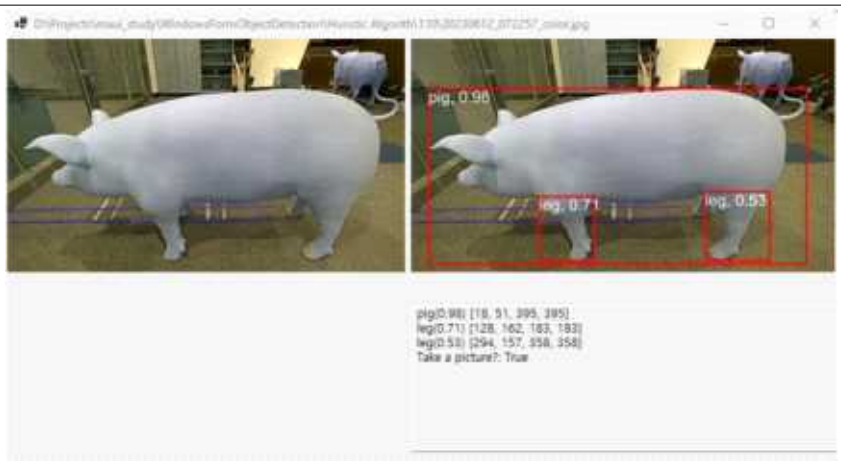
(다) 3D이미지 센서를 이용하기 위한 RGB 이미지 및 Depth 이미지 뷰어 기능 추가

RGB 이미지	Depth 이미지
	

(2) 양돈 개체 인식을 통한 계수 기능

(가) AI 알고리즘을 적용한 양돈 개체 인식

(나) 계수 기능 및 자동 촬영 기능 구현

개체인식 이미지

구동 이미지
소스코드 일부

(3) 사용자와 관리자 모니터링 화면

(가) 사용자는 촬영 기능을 이용하여 최소의 조작과 사용의 편리성을 증대

(나) 관리자는 각각의 옵션 및 카메라 내부 설정을 통한 작업직행

(다) json 형태의 파일 세팅 값 저장으로 디바이스 별 캘리브레이션 진행

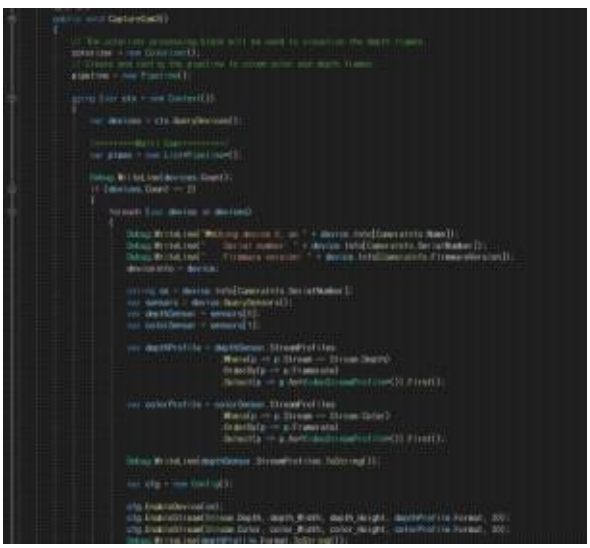
<table>
<tr><td>사용자 조작 화면</td><td>관리자 기능 설정 화면</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td colspan="2">카메라 정보 및 세팅 값 저장</td></tr>
<tr><td colspan="2">
</td></tr>
</table>

(4) 기타 기능

(가) LCD 모니터(8인치)에 맞는 해상도 맞춤형 UI/UX 개발

(나) 400*1280 해상도 고려

(다) 데이터 수집 및 저장 기능

<table>
<tr><td>촬영 기록 저장</td><td>측정 데이터 확인</td></tr>
<tr><td> </td><td>
</td></tr>
<tr><td>ui/ux 소스코드 일부</td><td>뷰어 소스코드 일부</td></tr>
<tr><td> </td><td>  </td></tr>
</table>

2. H/W 개발

(1) 하드웨어는 소형PC, LCD 모니터, Depth 센서, SMPS(파워서플라이), USB 커넥터로 구성되어 있음

(2) 알루미늄 프로파일을 기초 뼈대로 구성하여 기타 장비들을 부착하여 구조물을 제작 하였으며, 접이식 구조를 이용하여 보관의 용이성을 늘림

접혀 있는 장비 모습	펼쳐져 있는 장비 모습

(3) 센서 방수 방법

(가) 가공된 소형 하이박스 내부에 Depth 센서 설치

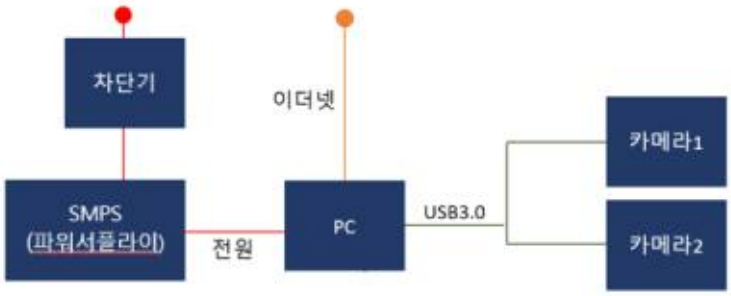
(나) 하이박스 안쪽에 ABS 재질로 된 3D 프린터 출력물과 볼트를 이용하여 고정함

Depth 센서 내부 조립	하이박스 내부 조립

(4) 케이블 방수, 부식 방지

(가) 홀 가공 부위는 케이블 그랜드를 이용함

케이블 그랜드를 이용하여 방수



전자장치 구성도

(5) 전자장치 구성도

(가) USB3.0케이블을 통해 카메라1,카메라2를 PC로 제어함

(나) SMPS(파워서플라이)를 통하여 PC전력을 공급함

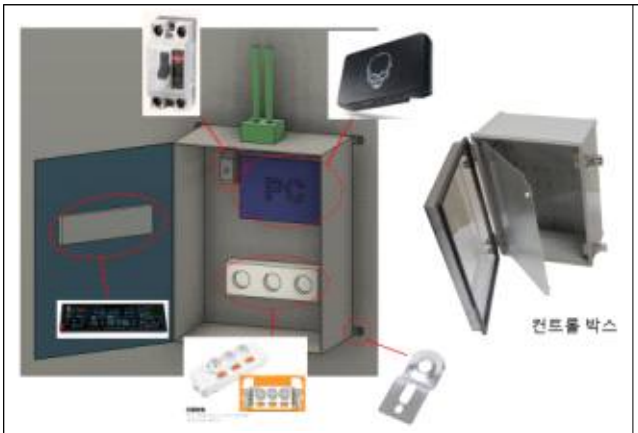
(다) 이더넷을 통하여 기기 외부로 데이터 전송함

(6) 배전함 구성

(가) 투명컨트롤 박스, 전원 차단기, 콘센트, 소형PC, 브라켓, 통신 케이블, LCD모니터, SMPS(파워서플라이)

(나) 쇼트 방지를 위해 전원차단기가 있으며, 2개의 Depth카메라 데이터를 빠른 연산 처리를 위해 소형 PC를 내부에 장착하였음.

(다) 외부에서 PC작업 내용을 파악하기 위해 방수처리된 LCD모니터를 장착함



장비 구상도

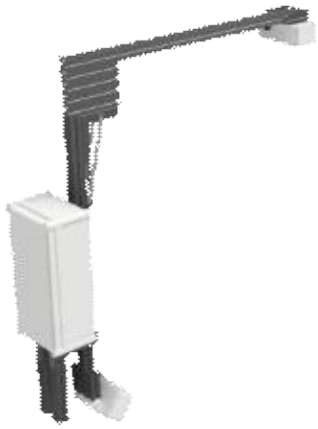
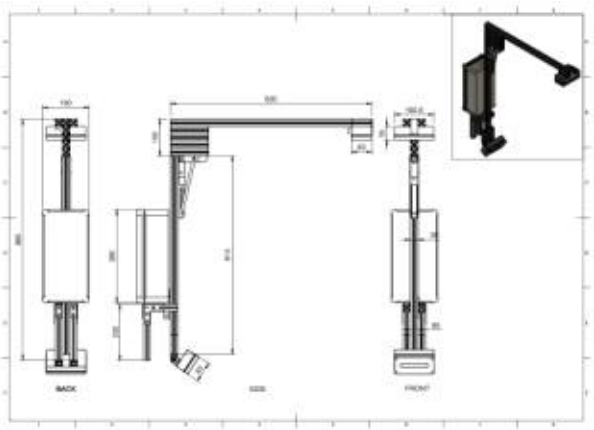
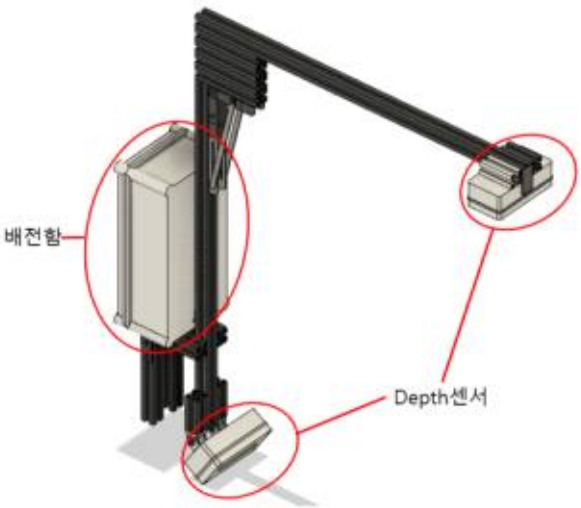
실물 장비 구성

(7) 렌더링 이미지 및 2D 도안(단위 mm)

(가) 전체사이즈 : 820x190x985(가로x세로x높이)

(나) Depth센서 : 2개의 센서를 통해 돼지의 측면과 윗면의 데이터를 얻을수 있음

(다) 배전함 : PC와LCD모니터, SMPS(파워서플라이) 등이 있으며 Depth센서를 제어함

<table>
<tr><td> </td><td>  </td></tr>
<tr><td>렌더링이미지 1 - 접었을 때</td><td>렌더링이미지 2 - 펼쳤을 때</td></tr>
<tr><td>  </td><td> 
</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>렌더링이미지 3 - 실제 설치 예상도</td><td>렌더링이미지 4 - 실제 설치 예상도</td></tr>
</table>

3. 데이터수집

(1) 각 농장에 보급한 기기를 사용하여 데이터 수집을 진행함

농협지소(영광)	농협지소(영광)
ㅇ 우축산(양평)	ㅇ 홍종돈(해남)

(2) 현장 작동 사진

(가) 데이터수집을 진행하면서 어떻게 작동하는지 확인하였음

현장 작동 사진 1	현장 작동 사진 2

4. 돼지 경제형질 체중, 체척 및 지제 정밀 측정·관리 시스템 구축

(1) 돼지 체중 추론 인공지능 및 활용 프로그램 개발

(가) 인공지능 개발

① 운영체제는 Ubuntu Linux이며 버전은 20.04 LTS임

② 개발언어는 python이며 버전은 3.8임

③ 개발툴은 pycharm이며 버전은 Professional Edition임

④ 무게 추론 인공지능 개발 및 한계

㉮ 자체적으로 수집한 RGB-D 데이터로부터 돼지 무게 분류

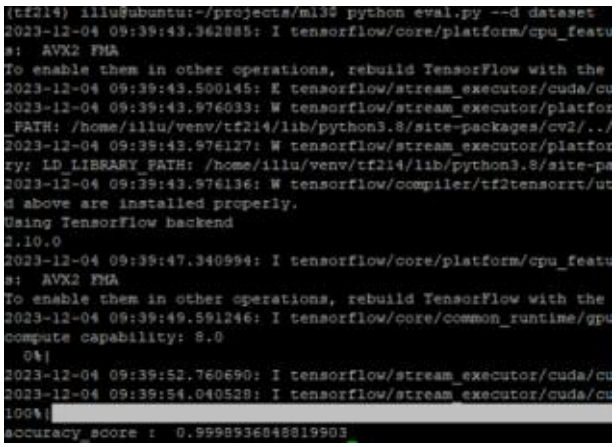
㉯ CNN 기법으로 활용하여 무게 추론 학습 알고리즘을 개발함

㉰ 인공지능의 성능은 실측지와 예측치가 일치되는 정도의 accuracy(정확도)는 95%임

㉱ 인공지능의 accuracy(정확도)는 돼지가 통로를 일직선 포즈로 제한된 속도로 지나가야 하며, 센서 높이는 163cm 및 체장/체고로 무게 구분이 되는 품종으로 제한됨

㉲ 인공지능은 출하 통로에 설치하여 사용하며, 지속적으로 다양한 형태의 RGB-D 데이터를 확보하여 인공지능의 성능을 보다 높일 필요가 있음

파이썬을 활용한 인공지능 개발



$$\text{Accuracy} = \frac{\textit{correct predictions}}{\textit{all predictions}} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

인공지능의 모델 성능 수치 출력 및 모델의 accuracy(정확도) 예시

(2) 체척 추론 인공지능 및 활용 프로그램 개발

(가) 인공지능 개발

① 운영체제는 Ubuntu Linux이며 버전은 20.04 LTS임

② 개발언어는 python이며 버전은 3.8임

③ 개발툴은 pycharm이며 버전은 Professional Edition임

④ 돼지 체척 추론 인공지능 개발 및 한계

㉮ RGB-D 데이터로부터 돼지 체척을 추론함

㉯ 피타고라스 정리를 사용하여 돼지 체척 추론 학습 알고리즘을 개발함

㉰ 인공지능의 성능은 cm를 기준으로 하여 체장과 체고를 측정함

㉱ 일직선 형태의 포즈로 인식된 pig에 대하여 측정할 수 있으며, 체척 측정 시간 단축이 필요함

```python
def nms(boxes, scores, iou_threshold):
    # 박스들의 x1, y1, x2, y2 좌표를 추출합니다.
    x1 = boxes[:, 0]
    y1 = boxes[:, 1]
    x2 = boxes[:, 2]
    y2 = boxes[:, 3]

    # 면적을 계산합니다.
    areas = (x2 - x1 + 1) * (y2 - y1 + 1)
    # 점수에 따라 내림차순으로 정렬합니다.
    order = scores.argsort()[::-1]

    keep = [] # 최종적으로 유지할 박스의 인덱스
    while order.size > 0:
        i = order[0]
        keep.append(i)

        # 현재 박스와 다른 박스들과의 교차 영역을 계산합니다.
        xx1 = np.maximum(x1[i], x1[order[1:]])
        yy1 = np.maximum(y1[i], y1[order[1:]])
        xx2 = np.minimum(x2[i], x2[order[1:]])
        yy2 = np.minimum(y2[i], y2[order[1:]])

        w = np.maximum(0.0, xx2 - xx1 + 1)
        h = np.maximum(0.0, yy2 - yy1 + 1)
        inter = w * h

        # IOU (Intersection over Union)를 계산합니다.
        iou = inter / (areas[i] + areas[order[1:]] - inter)

        # IOU가 임계값보다 낮은 박스들만 유지합니다.
        inds = np.where(iou <= iou_threshold)[0]
        order = order[inds + 1]

    return keep
```

```
def calc_detection(maps):
    input_data = cv2.resize(maps['color_map'], dsize=(128, 128), interpolation=cv2.INTER_AREA).astype(np.float32)
    input_data = input_data.transpose(2, 0, 1)  # channel first
    conv_pred = np.squeeze(np.array(m.run(["output0"], {"images": [input_data]})))

    boxes = []
    scores = []
    detections = []
    for i in range(conv_pred.shape[1]):
        x = conv_pred[0][i]
        y = conv_pred[1][i]
        w = conv_pred[2][i]
        h = conv_pred[3][i]
        pig = conv_pred[4][i]

        if pig > conf_thres:
            boxes.append([x, y, xxx, yyy])
            scores.append(pig)
            detections.append({"x":x, "y":y, "w":w, "h":h, "pig":pig, "width": 128, "height": 128})

    boxes = np.array(boxes)
    scores = np.array(scores)
    detections = np.array(detections)

    if len(boxes) > 0:
        keep_list = nms(boxes, scores, iou_thres)
        detections = detections[keep_list]

    if len(detections) > 1:
        area_list = []
        for i in range(len(detections)):
            detection = detections[i]
            area = detection["w"] * detection["h"]
            area_list.append(area)
        max_idx = np.argmax(area_list)
        detections = detections[max_idx]

    maps["detection"] = json.loads(str(np.squeeze(detections)).replace("'",'"'))
    return maps
```

파이썬을 활용한 인공지능 개발

```
X:\R13\submit\03>python eval.py --color 20231110_124127_879_rgb_topview.jpg --depth 20231110_124127_879_depth_topview.png --info 20231110_124127_879_info_topview.json
Using TensorFlow backend
2.10.0
2023-12-04 13:28:53.594494: E tensorflow/stream_executor/cuda/cuda_driver.cc:265] failed call to cuInit: CUDA_ERROR_NO_DEVICE: no CUDA-capable device is detected
Weight 108.6kg, Length 108.9cm, Tall 66.3cm
```

결과화면 예시

(일직선 포즈에 대하여 cm 단위 정밀도)

(3) 지제 추론 인공지능 및 활용 프로그램 개발

(가) 인공지능 개발

① 운영체제는 Ubuntu Linux이며 버전은 20.04 LTS임

② 개발언어는 python이며 버전은 3.8임

③ 개발툴은 pycharm이며 버전은 Professional Edition임

④ 돼지 지제 점수 추론 인공지능 개발 및 한계

㉮ RGB-D 데이터로부터 돼지 지제 점수를 분류함

㉯ CNN 기법으로 활용하여 돼지 지제 점수 추론 학습 알고리즘을 개발함

㉰ 인공지능의 성능은 실측치와 예측치가 일치되는 정도의 accuracy(정확도)는 95%임

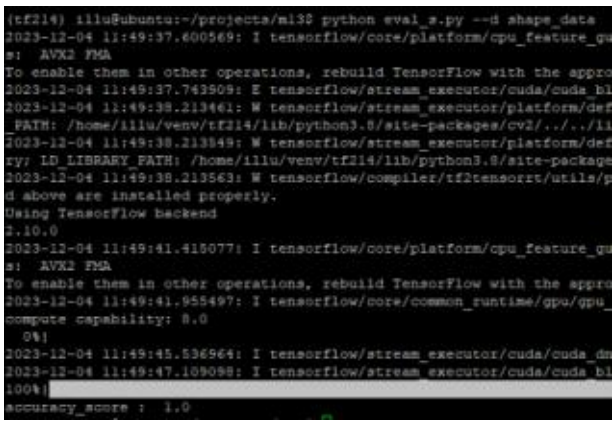
㉱ 인공지능의 accuracy(정확도)는 모델의 예측 결과가 실제 값과 일치하는 정도 측정하며, 촬영 각도 및 선명도에 영향을 크게 받음

㉲ 센서 해상도를 올려 정확도 향상을 추진하는 것이 필요함

```
import numpy as np
import cv2
import os
import json
from tqdm import tqdm
import onnxruntime as rt
import math
import tensorflow as tf
from tensorflow.keras.models import load_model
import autokeras as ak
import argparse
from sklearn.metrics import *
import pandas as pd
import base64
from io import BytesIO
from IPython.display import HTML
import random

Using Tensorflow backend

os.environ["CUDA_VISIBLE_DEVICES"] = "0"  # cpu only because CuDNN Version mismatch
print(tf.version.VERSION)
```

```
# model path
score_model_path = './model_s_20210204116295.keras'

# init weight model
score_model = load_model(score_model_path, custom_objects=ak.CUSTOM_OBJECTS)

# predicts
map_list = []
y_true = []
y_pred = []
for file_names in tqdm(file_name_list):
    maps = extract_data(file_names['depth_file'], file_names['color_file'])

    depth_map = np.expand_dims(maps['depth_map'].astype(np.float32), -1)
    depth_map = np.expand_dims(depth_map, 0)
    color_map = maps['color_map'].astype(np.float32)
    color_map = np.expand_dims(color_map, 0)
    score = score_model.predict({'input_1':depth_map, 'input_2':color_map}, verbose=0)
    score = np.squeeze(score)
    pred = np.argmax(score)
    maps['score'] = pred

    splitted = file_names['depth_file'].split(os.sep)
    gt = int(splitted[-2])
    map_list.append(maps)
    y_true.append(gt)
    y_pred.append(pred)
    maps['gt'] = gt
```

파이썬을 활용한 인공지능 개발



```
(tf214) illu@ubuntu:~/projects/ml3$ python eval_s.py --d shape_data
2023-12-04 11:49:37.600569: I tensorflow/core/platform/cpu_feature_gu
s:  AVX2 FMA
To enable them in other operations, rebuild TensorFlow with the appro
2023-12-04 11:49:37.743909: E tensorflow/stream_executor/cuda/cuda_bl
2023-12-04 11:49:38.213461: W tensorflow/stream_executor/platform/def
_PATH: /home/illu/venv/tf214/lib/python3.8/site-packages/cv2/../../li
2023-12-04 11:49:38.213849: W tensorflow/stream_executor/platform/def
ry: LD_LIBRARY_PATH: /home/illu/venv/tf214/lib/python3.8/site-package
2023-12-04 11:49:38.213563: W tensorflow/compiler/tf2tensorrt/utils/p
d above are installed properly.
Using TensorFlow backend
2.10.0
2023-12-04 11:49:41.415077: I tensorflow/core/platform/cpu_feature_gu
s:  AVX2 FMA
To enable them in other operations, rebuild TensorFlow with the appro
2023-12-04 11:49:41.955497: I tensorflow/core/common_runtime/gpu/gpu_
Compute capability: 8.0
  0%|
2023-12-04 11:49:45.536964: I tensorflow/stream_executor/cuda/cuda_dn
2023-12-04 11:49:47.109098: I tensorflow/stream_executor/cuda/cuda_bl
100%|
accuracy_score :  1.0
```

$$\text{Accuracy} = \frac{\textit{correct predictions}}{\textit{all predictions}} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

인공지능의 모델 성능 수치 출력 및 모델의 accuracy(정확도) 예시

(4) 지제 점수 판정 : 돼지 지제 사진을 AI에 넣으면 자동으로 지제 점수를 입력함

점수 계산중	점수 계산 완료

(5) 돼지 무게, 체척 추론

설치된 장비의 센서 밑을 돼지가 지나가면
자동으로 무게와 체척을 추론함

○ 돼지 체중, 체척, 외모심사 자료 측정 및 자동화 기술 실증연구

1. 품종별 생체를 활용한 체중, 체척 및 외모심사 등 능력검정을 통한 실측자료 데이터베이스 확보

· 실측자료 측정방법 요약

그림 47. 이동형 체형·체중측정기를 활용한 종돈 검정 프로세스

· 데이터 실측 대상 종돈장 : 농협지소, ○산육종, ○흥GGP, ○우축산 등

표 7. 품종별 데이터(검정, 체척 및 심사 형질 자료) 수집량(2021년~2023년)

농 장 명	대상품종 모돈규모(두)				
	L	Y	D	B	계
농협지소	145	667	310		1,122
○산육종				1,213	1,213
○흥GGP	42	97	36		175
○우축산	101	129			230
합 계	288	893	346	1,213	2,740

· 참여종돈장별 이동형 체중측정기 설치 : 총 4대

2. 종돈의 품종별 개체별 실시간 생체 영상자료(3D 스캔) 확보, 사양정보 및 이미지 스캔을 통한 데이터베이스 확보

① 1단계(개체식별) :

○ 종돈의 품종별 개체별 실시간 생체 영상자료(3D 스캔)

- 자동 개체식별을 위한 개체별 RFID 장착
- 개체별 영상자료 촬영, 종돈검정 및 심사 실시
- 생체 영상자료(3D 스캔) 수집을 위한 참여농장 현장확인 및 안정된 장소에 설치

- 이각번호 +이표번호 + RFID식별

② 2단계 : 3D 센서를 활용한 이미지 스캔

- 종돈 개체별 3D이미지 스캔 → 저장 → 전송

③ 3단계 : 종돈 체중 및 등지방두께 측정

- 종돈장 관리프로그램에 입력 : 한돈팜스 → 종돈등록기관 전송(한종협, 한돈협회)

그림 48. 체중측정 및 등지방두께 검정(PIGlog 105, A-mode 초음파기계)

④ 4단계 : 체척(체고, 체장) 측정

- 체장 : 양쪽 귀부위 중앙에서 꼬리뼈가지 길이

- 체고 : 앞다리 겨드랑이기준 직각의 높이

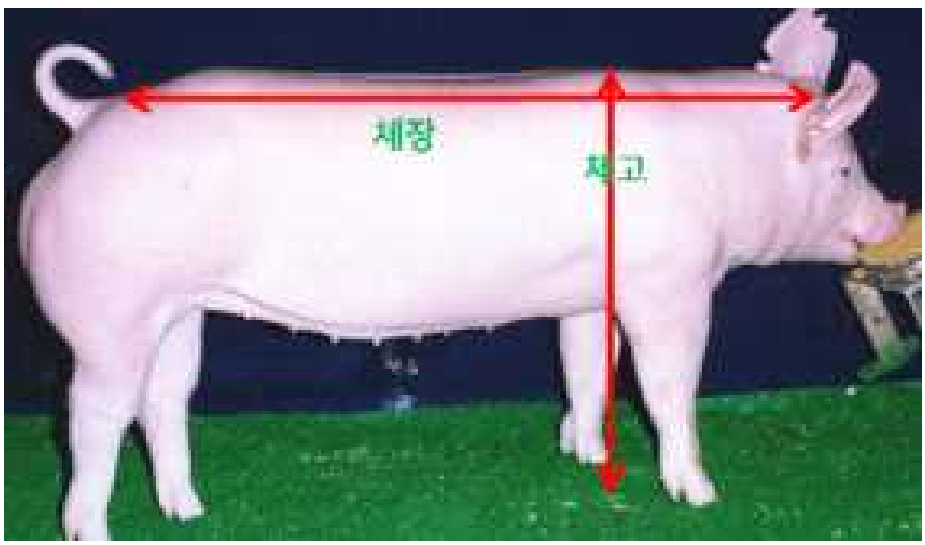


그림 49. 종돈의 체장 및 체고 측정(체척)

1. 종돈 생체 정보 자료 수집

- 체중 : 90~120 kg
- 조사항목 :
  - ▸ 품종별 개체 식별정보(이각, 귀표) : 성별, 일령, 혈통 등의 개체정보
  - ▸ 체중
  - ▸ 체척 : 체장, 체고

그림 50. 종돈의 개체별 체중, 체척, 외모심사 및 이미지측정을 위한 절차

표 8. 대상종돈장 및 현황(규모)

제2공동연구기관(정피엔씨연구소)				
대상종돈장	농협지소(전남 영광)			ㅇ산육종(전북 남원)
품종	요크셔(Y)	랜드레이스(L)	두록(D)	버크셔(B)
보유 모돈돈군현황(두)	250두	50두	150두	400두

* 검정주기 : 2주간격

[농협지소]

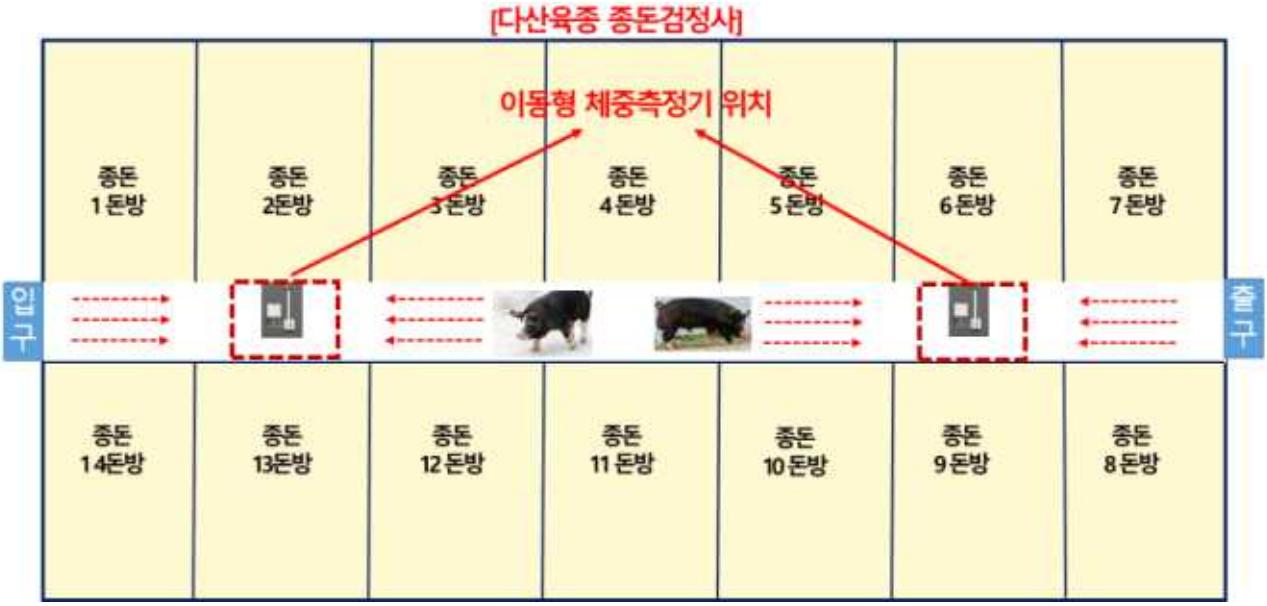
(사육 모돈군 규모 : 요크셔 350두. 랜드레이스 50두, 두록 110두)

[ㅇ산육종]

(사육 모돈군 규모 : 버크셔 400두 및 그 외 품종 700두)

그림 51. 측정대상 종돈장 돈사 위치 및 구조

[농협지소 검정사 배치]



[ㅇ산육종 종돈검정사 배치]

그림 52. 측정대상 종돈장 돈사 내부 구조 및 기기설치 위치

2. 품종별 체중, 체척 및 외모심사 능력검정

① 1단계(개체식별) :

○ 종돈의 품종별 개체별 식별

- 검정돈의 개체식별을 위해서 개체의 이각번호와 이표번호을 확인하여 개체식별
- 이각번호 +이표번호 + RFID식별

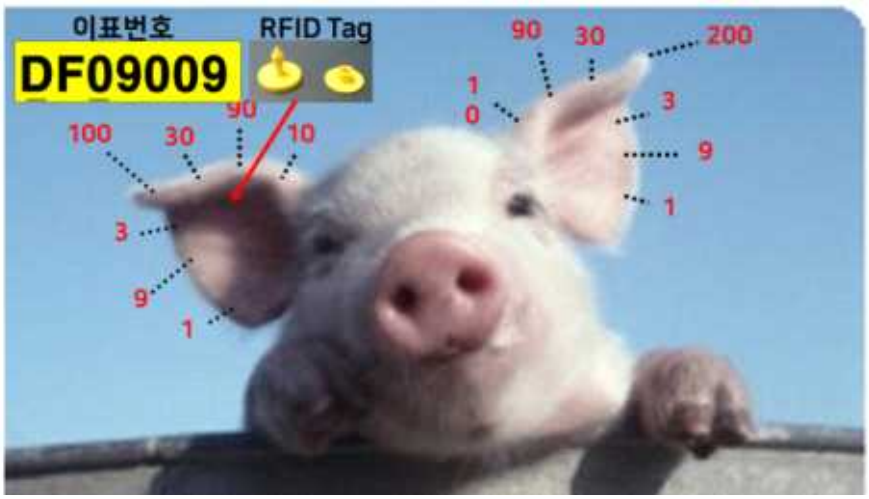


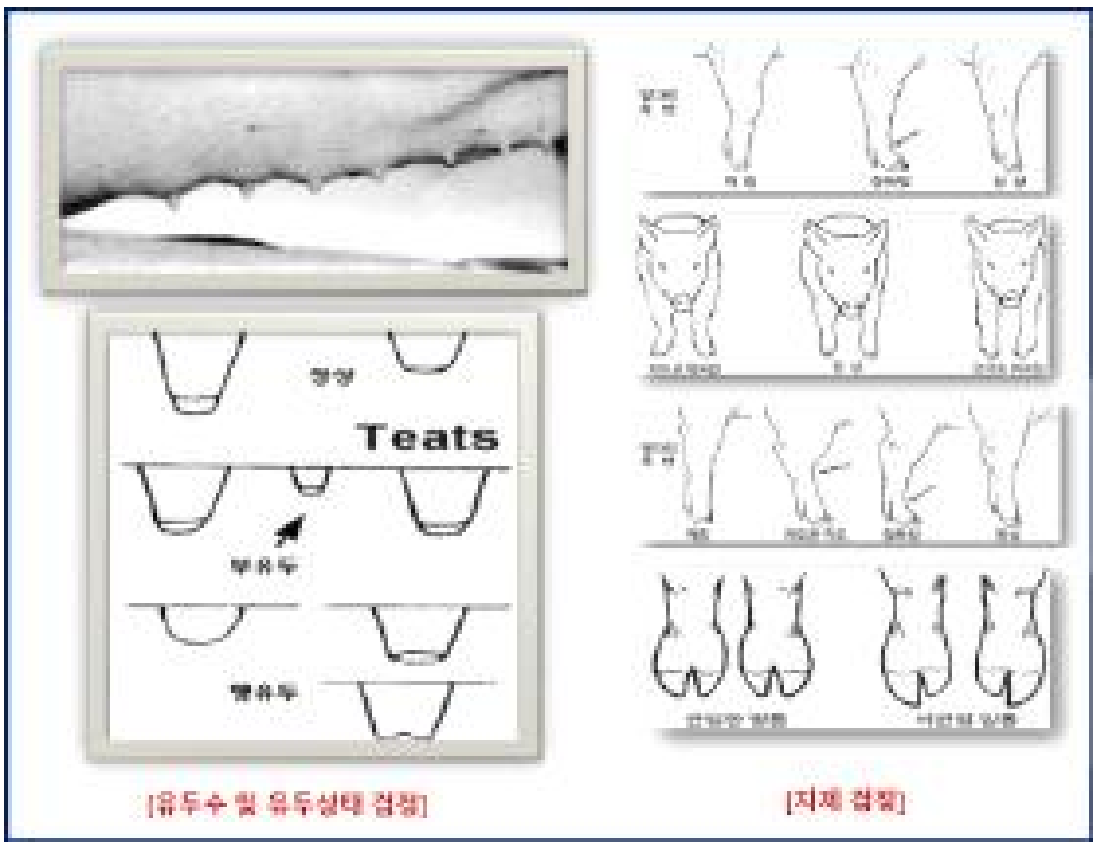
그림 53 종돈의 이표번호 및 이각번호 부여방법

② 2단계(검정돈 체중 측정)

③ 3단계(검정돈 등지방두께 측정)

④ 4단계(체척 및 외음부 측정)

⑤ 5단계(외모심사)



⑥ 6단계 : 검정 종료보고서

나. 개체별 실시간 생체 영상자료(3D 스캔) 확보를 위한 카메라 프레임 설치

그림 54. 종돈장별 종돈 검정사 폭과 넓이

그림 55. 검정돈사내 3D이미지측정용 프레임 설치

표 9. 대상종돈장 및 현황(규모)

제3공동연구기관(한국종축개량협회)					
대상종돈장	ㅇ홍종축 해남GGP(전남 해남)			ㅇ우축산(경기 양평)	
품종	요크셔	랜드레이스	두록	요크셔	랜드레이스
보유 모돈돈군현황(두)	400두	200두	100두	200두	10두

* 검정주기 : 2주간격 및 월 1회

○ 3D 영상 촬영기 설치

- ㅇ우축산 설치 : 21.11.4일 스테이션 설치
- ㅇ우축산 지붕공사 및 스테이션 설치 보완공사 완료, 3D 영상 자료 수집

○ 스테이션 설치 및 사용 매뉴얼에 따른 자료 수집

- ㅇ우축산 체척자료 측정 및 수집('21년 20두, '22년 210두, '23년 28두)

('21년)

- ▸ 랜드레이스 10두 : 평균 체중 107.3 체장 116.7 체고 60.2
- ▸ 요크셔 10두 : 평균 체중 109.6 체장 113.9 체고 59.9

('22년)

- ▸ 랜드레이스 91두 : 평균 체중 109.0 체장 111.6 체고 60.6
- ▸ 요크셔 119두 : 평균 체중 107.0 체장 105.7 체고 60.6

('23년)

- ▸ 랜드레이스 8두 : 평균 체중 125.5 체장 117.5 체고 67.4
- ▸ 요크셔 20두 : 평균 체중 119.8 체장 113.1 체고 65.3

- ㅇ홍종축 해남GGP 체척자료 측정 및 수집('21년 77두, '22년 98두, '23년 129두)

('21년)

- ▸ 랜드레이스 15두 : 평균 체중 112.1 체장 108.0 체고 60.5
- ▸ 요크셔 57두 : 평균 체중 112.7 체장 105.0 체고 64.5
- ▸ 두 록 5두 : 평균 체중 122.2 체장 106.8 체고 68.4

('22년)

- ▸ 랜드레이스 27두 : 평균 체중 107.6 체장 151.5 체고 64.6
- ▸ 요크셔 40두 : 평균 체중 108.0 체장 106.0 체고 63.0
- ▸ 두 록 31두 : 평균 체중 120.0 체장 107.0 체고 66.0

('23년)

- ▸ 랜드레이스 14두 : 평균 체중 98.3 체장 107.7 체고 56.6
- ▸ 요크셔 91두 : 평균 체중 100.4 체장 104.6 체고 56.0
- ▸ 두 록 2두 : 평균 체중 119.0 체장 96.6 체고 54.0

그림 56. ㅇ우축산 기기설치 및 측정 장면

표 10. 참여농장의 2023년 종돈 능력검정 성적 현황

< ㅇ우축산>

품종	성	검정 두수	종료 일령 (일)	종료 체중 (kg)	90kg도 달일령 (일)	일당 증체량 (g)	등지방 두께 (mm)	등심단 면적 (cm2)	정육율
랜드레이스	수	7	195.1 ±11.5	128.9 ±9.8	148.6 ±4.3	651.6 ±26.5	10.9 ±1.8	23.9 ±3.3	60.1 ±2.5
	암	126	194.5 ±14.4	118.4 ±14.3	158.5 ±10.2	599.9 ±51.6	11.0 ±2.1	27.3 ±3.4	59.8 ±3.4
	계	133	194.5 ±14.3	119.0 ±14.3	158.0 ±10.3	602.7 ±51.9	11.0 ±2.1	27.1 ±3.5	59.8 ±3.3
요크셔	수	6	195.2 ±5.4	131.0 ±6.7	146.8 ±5.2	662.8 ±31.9	8.0 ±1.2	26.0 ±2.7	63.6 ±2.0
	암	230	190.3 ±16.9	110.3 ±13.3	163.7 ±11.8	571.8 ±51.9	11.1 ±2.0	28.2 ±2.8	60.5 ±2.7
	계	236	190.4 ±16.7	110.9 ±13.5	163.3 ±12.0	574.2 ±53.4	11.0 ±2.1	28.1 ±2.8	60.5 ±2.8
총계 및 평균		369	191.9 ±16.0	113.8 ±14.4	161.4 ±11.7	584.4 ±54.6	110. ±2.1	27.8 ±3.1	60.3 ±3.0

< 농협지소 불갑GGP>

품종	성	검정 두수	종료 일령 (일)	종료 체중(kg)	90kg 도달일령 (일)	일당 증체량 (g)	등지방 두께 (mm)	등심 단면적 (cm2)	정육율
두록	수	650	137.0±4.57	97.1±10.20	130.5±9.75	696.5±71.16	11.53±1.640	27.59±2.811	59.3±2.96
	암	352	135.6±6.11	91.0±9.52	135.2±9.83	658.8±63.38	13.49±2.246	28.83±3.051	57.7±3.40
	계	1002	136.5±5.21	94.9±10.39	132.2±10.02	683.2±70.82	12.22±2.094	28.03±2.956	58.7±3.21
랜드레이스	수	290	136.4±5.53	93.8±9.09	132.9±8.64	675.4±60.85	11.87±1.994	28.53±3.580	58.8±4.28
	암	347	135.5±5.79	87.9±8.24	138.4±9.94	636.8±62.24	13.03±2.480	29.45±3.091	58.2±3.97
	계	637	135.9±5.68	90.6±9.12	135.9±9.76	654.4±64.49	12.50±2.343	29.03±3.352	58.5±4.12
요크셔	수	439	137.2±5.84	95.6±9.77	132.0±9.38	684.6±64.90	11.44±1.731	28.24±3.556	59.1±4.45
	암	1955	135.7±5.91	88.0±8.69	138.5±9.92	636.8±60.76	12.75±2.166	29.86±3.138	58.7±4.00
	계	2394	136.0±5.92	89.4±9.37	137.3±10.14	645.6±64.24	12.51±2.153	29.56±3.278	58.8±4.09
총계 및 평균		4033	136.1±5.72	91.0±9.87	135.8±10.28	656.3±67.82	12.43±2.173	29.10±3.276	58.7±3.89

< ㅇ홍축산 해남GGP>

품종	성	검정 두수	종료 일령(일)	종료 체중(kg)	90kg도 달일령 (일)	일당 증체량 (g)	등지방 두께 (mm)	등심단 면적 (cm2)	정육율
랜드레이스	수	225	165.1 ±10.7	110.9 ±12.5	142.8 ±10.4	661.8 ±63.7	10.6 ±2.0	28.5 ±3.1	59.8 ±2.6
	암	847	165.0 ±9.9	108.4 ±14.5	145.5 ±11.3	646.1 ±69.0	12.3 ±2.4	30.1 ±3.5	58.6 ±2.9
	계	1,072	165.0 ±10.1	109.0 ±14.2	144.9 ±11.1	649.4 ±68.3	12.0 ±2.4	29.8 ±3.5	58.9 ±2.8
요크셔	수	609	165.0 ±10.4	109.8 ±14.4	144.0 ±10.9	654.6 ±68.3	11.6 ±2.0	28.2 ±3.0	58.8 ±2.5
	암	3,616	165.5 ±10.1	105.8 ±13.0	148.3 ±10.4	628.7 ±60.1	13.8 ±2.5	29.5 ±3.1	57.6 ±2.8
	계	4,225	165.4 ±10.2	106.4 ±13.3	147.7 ±10.6	632.4 ±62.0	13.5 ±2.5	29.3 ±3.2	57.8 ±2.8
두록	수	357	164.4 ±10.5	122.4 ±15.9	132.6 ±9.6	733.0 ±74.4	11.0 ±3.0	35.1 ±5.9	59.9 ±2.6
	암	20	162.4 ±3.0	105.2 ±7.5	146.0 ±7.5	636.9 ±45.3	14.2 ±2.5	32.0 ±3.1	58.5 ±2.8
	계	377	164.3 ±10.2	121.5 ±16.1	133.3 ±9.9	727.9 ±76.2	11.2 ±3.1	34.9 ±5.8	59.8 ±2.6
총계 및 평균		5,674	165.3 ±10.2	107.9 ±14.2	146.2 ±11.2	642.0 ±68.5	13.0 ±2.7	29.8 ±3.7	58.0 ±2.8

표 11. 종돈의 개체별 체중, 체척 및 외모심사 결과 자료정리(일부예시)

구분	개체이표번호	측정체중(kg)	성별	생년월일	검정종료체중(kg)	일당증체량(kg)	등지방두께(cm)	90kg도달일령(일)	체장(cm)	체고(cm)	유두	
											좌	우
1	YAH2709	82.0	F	20210521	74	0.529	1.13	161	108	58	7	7
2	YAH2735	119.0	M	20210522	106	0.766	1	123	114	65	8	8
3	YAH2669	111.4	M	20210520	101	0.719	1.11	129	118	63	8	8
4	LAH2670	101.8	F	20210520	75	0.561	1.32	152	109	63	8	8
5	YAH2611	107.1	M	20210519	94	0.664	1.27	137	123	66	8	8
6	YAH2703	105.4	M	20210521	93	0.667	1.12	136	112	59	8	8
7	YAH2655	111.4	M	20210520	104	0.741	1.16	126	115	62	8	8
8	YAH2677	105.0	F	20210520	84	0.597	1.19	147	108	59	7	7
9	YAH2688	113.1	F	20210521	100	0.717	1.27	129	115	65	7	7
10	DAH2887	96.7	M	20210528	98	0.703	0.88	131	107	60	7	7
11	YAH2519	89.5	F	20210513	77	0.521	1.16	165	110	59	8	8
12	YAH2638	111.4	F	20210520	97	0.691	1.29	133	109	58	7	7
13	YAH2613	104.4	F	20210519	88	0.621	1.2	143	114	64	9	9
14	YAH2707	92.1	F	20210521	83	0.594	1.57	148	106	61	7	7
15	YAH2646	114.8	F	20210520	104	0.741	1.41	126	123	62	8	8
16	YAH2700	88.0	F	20210521	88	0.63	1.23	141	107	59	8	8
17	DAH2869	104.3	F	20210528	93	0.702	1.38	129	105	60	7	7
18	DAH2743	111.3	F	20210526	99	0.737	1.44	125	113	62	5	5
19	DAH2796	108.5	F	20210526	93	0.692	0.9	131	112	66	7	7
20	DAH2887	102.8	M	20210528	98	0.703	0.88	131	107	60	7	7
21	YAH2615	124.8	F	20210519	109	0.771	1.1	123	115	66	8	8
22	LAH2898	96.4	M	20210528	86	0.649	1.09	136	112	63	8	8
23	YAH2792	104.5	F	20210526	91	0.677	1.18	133	108	58	7	7
24	YAH2877	101.9	F	20210528	92	0.695	1.01	130	113	61	7	7
25	YAH2803	88.2	F	20210526	78	0.579	1.18	149	103	57	9	9
26	YAH2842	82.4	F	20210527	70	0.523	1.12	160	103	55	8	8
27	YAH2713	94.7	F	20210521	83	0.594	0.95	148	108	61	8	8
28	YAH2827	91.0	F	20210527	82	0.614	1.37	142	107	59	8	8
29	YAH2794	87.4	F	20210526	76	0.564	1.14	152	104	52	8	8
30	YAH2874	95.0	F	20210528	86	0.649	1.02	136	108	59	8	8
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
473	YAH9243	96	F	20220601	715.91	14.87	126	114	58	8	7	
474	YAH9177	91	F	20220526	647.1	14.81	137	116	59	8	7	
475	YAH9167	92	F	20220526	654.35	10.73	136	112	57	8	7	
476	YAH9287	96	F	20220603	721.54	11.15	124	103	59	6	6	
477	YAH9149	96	F	20220525	680.58	11.46	133	112	58	8	7	
478	YAH9084	83	F	20220519	627.69	13.54	138	105	60	8	8	

그림 57. 개체별 2D 및 3D 이미지 측정(총 341두 측정)

[개체번호 : 20211201_105821.808182]

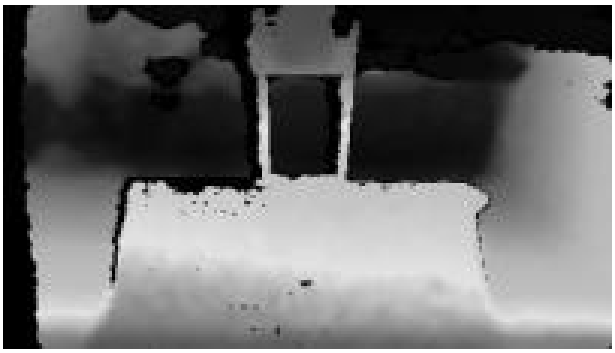
[개체번호 : 20211201_105822.204555]

[개체번호 : 20220527_093527.341837]

[개체번호 : 20220527_093533.364846]

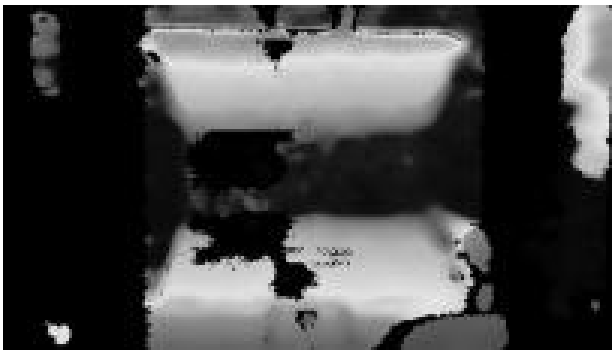
2023년 변경프레임 적용 이미지

[Side_color]



[Side_depth]

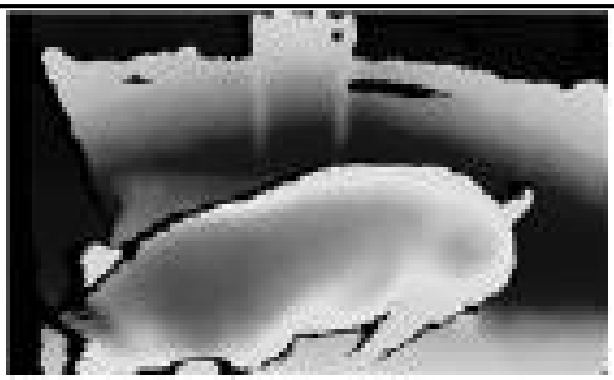
[Top_color]



[Top_depth]

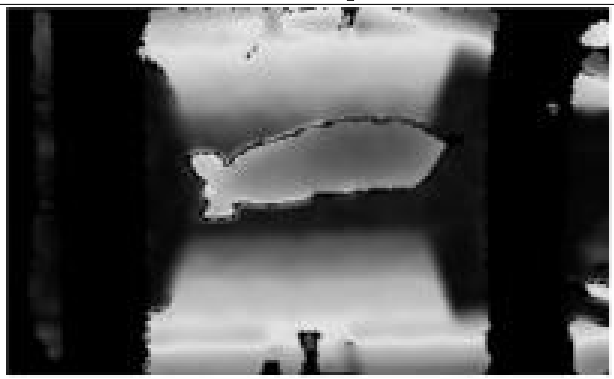
[개체번호 : 20230913_024027_요크셔종 이미지] - 2023년 변경프레임 적용

[Side_color]



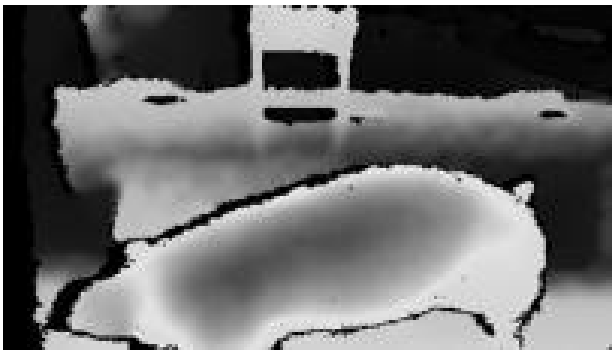
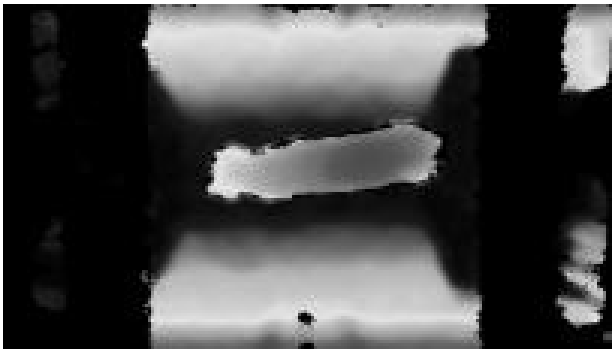
[Side_depth]

[Top_color]

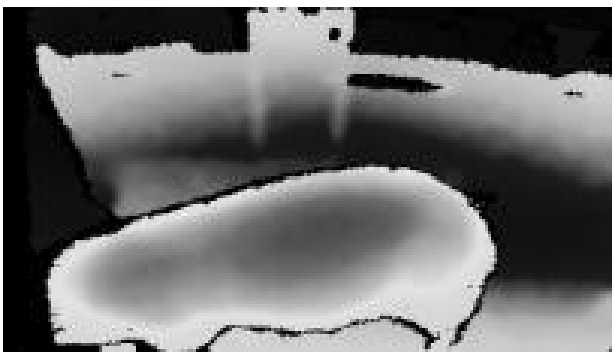
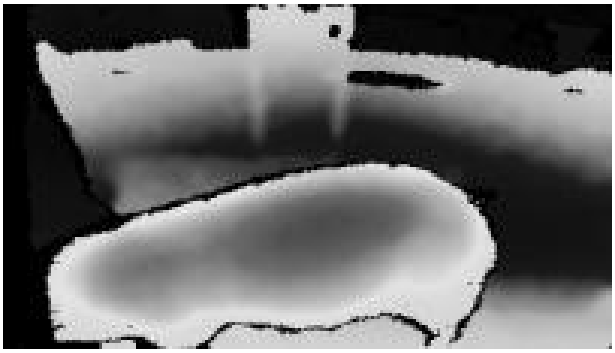


[Top_depth]

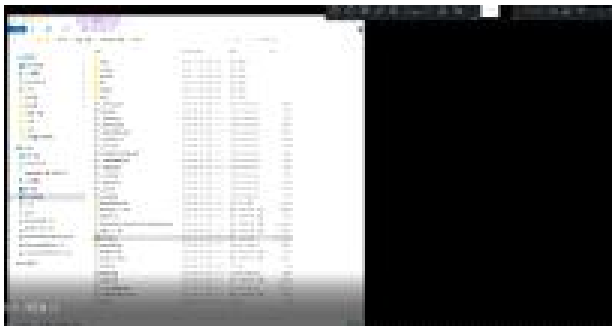
[개체번호 : 20230920_025607_두록종 이미지] - 2023년 변경프레임 적용

	
[Side_color]	[Side_depth]
	
[Top_color]	[Top_depth]

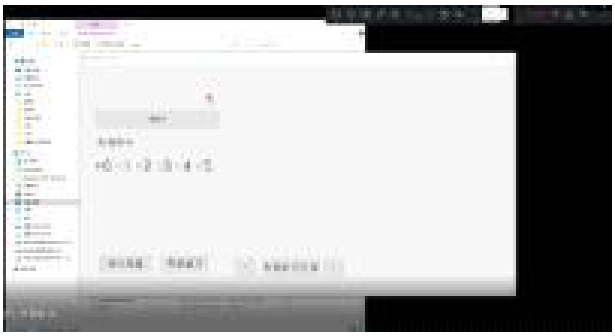
[개체번호 : 20230919_025258_랜드레이스종 이미지] - 2023년 변경프레임 적용

	
[Side_color]	[Side_depth]
	
[Top_color]	[Top_depth]

[종돈 이미지를 활용한 지제 측정]



[측정이미지 저장]



[지제측정 프로그램 시작]

[이미지 불러오기]

[이미지 선택]

[앞다리]

[뒷다리]

[지제 점수]

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

1) 연구수행 결과

(1) 정성적 연구개발성과

○ 종돈의 2D와 3D 이미지 수집장치용 스테이션 개발
- 다중 3D 이미지 정합 기술 개발

○ 3D 스캔 기기 스테이션 설치 완료

○ 3D 카메라를 활용한 돼지 체척·체형 및 외모심사 측정 세팅

○ 체척 및 외모심사 자동화 방안 강구

○ 종돈의 개체식별 및 형질별 측정의 자동화

○ 종돈 스마트팜 시스템을 통한 효율적인 종돈 검정 적용방안 고취

○ 인공지능을 활용한 데이터를 적용방안 강구

○ 종돈의 품종별 개체별 실시간 생체 영상자료(3D 스캔) 확보, 사양정보 및 이미지 스캔을 통한 데이터베이스 확보

○ 체중 및 체척자료와 3D 영상기 측정 자료의 비교 AI로 추정 알고리즘 개발

(2) 정량적 연구개발성과

○ 1~2단계 최종 평가 정량성과 실적 종합표

최종평가 정량성과 실적종합표

사업명	과제명	주관연구기관	연구책임자
스마트팜다부처패키지 혁신기술개발사업	돼지 경제형질 체중, 체척 및 외모심사 정밀 측정·관리 시스템 구축	국립축산과학원	이승수

(단위 : 건, %, 점)

성과지표	목표(A)	1단계 실적	2단계 실적	2단계 등록	실적(B)	유효성 여부	목표달성률 (C:B/A)	지표달성률 (C' ≒C)	가중치	점수(D)
특허 출원	2	2			2	○	100.0%	100.0%	0.111	11.11
특허 등록	2	1	1	1	2	○	100.0%	100.0%	0.111	11.11
SW저작권	2	2			2	○	100.0%	100.0%	0.111	11.11
SMART					0	X	-	-	-	-
기술실시(이전)(건)	3	0	4	4	4	○	133.3%	100.0%	0.111	11.11
기술료(백만원)	4	0	4	4	4	○	100.0%	100.0%	0.111	11.11
제품화(건)	1	0	1	1	1	○	100.0%	100.0%	0.111	11.11
매출액(백만원)	20	0	54	54	54	○	270.0%	100.0%	0.111	11.11
수출액(백만원)					0	X	-	-	-	-
고용창출(명)		2			2	X	-	-	-	-
투자유치(백만원)					0	X	-	-	-	-
표준화(국내)	1	0			0	○	0.0%	0.0%	0.111	0.00
표준화(국제)					0	X	-	-	-	-
논문(SCI)	3	0			0	X	-	-	-	-
논문(비SCI)	3	0			0	X	-	-	-	-
논문평균 IF					0	X	-	-	-	-
학술발표					0	X	-	-	-	-
교육지도					0	X	-	-	-	-
인력양성					0	X	-	-	-	-
정책활용					0	X	-	-	-	-
홍보전시		1			1	X	-	-	-	-
기타	1	0	1	1	1	○	100.0%	100.0%	0.111	11.11
계	42	8	65	65	73	9				88.89점

○ 지식재산권 : 4건(특허출원 2건, 특허등록 2건)
- 특허출원/특허등록 : 가축 촬영 장치를 이용한 체중 측정 시스템
- 특허출원/특허등록 : 다중 객체 추적을 활용한 객체 계수 시스템

○ 저작권(소프트웨어) : 2건
- 피그 스테이션
- 이미지를 활용한 종돈의 외모심사 프로그램

○ 인력 채용 : 3명
- 신규채용 3명(설하린 외 2명)

○ 스마트 팜 연구과제 홍보(농축유통신문 홍보 2021.11.12.일자)

○ 돼지 개체식별 및 개체별 형질측정 자동화 현장적용 교육지도 1건

○ 3D 카메라를 돼지 체척·체형 및 외모심사 : 2,740두 측정

농 장 명	대상품종 모돈규모(두)				
	L	Y	D	B	계
농협지소	145	667	310		1,122
ㅇ산육종				1,213	1,213
ㅇ흥GGP	42	97	36		175
ㅇ우축산	101	129			230
합 계	288	893	346	1,213	2,740

(3) 세부 정량적 연구개발성과

[기술적 성과]

□ 지식재산권(특허 출원 및 등록)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록			기여율	활용 여부
			출원인	출원일	출원 번호	등록 번호	등록인	등록일	등록 번호		
1	가축 촬영 장치를 이용한 체중 측정 시스템	대한민국	주식회사 일루베이션	2021.12.06	10-2021-0173166		주식회사 일루베이션	2022.05.25	제10-2403791호	1/1	활용
2	다중 객체 추적을 활용한 객체 계수 시스템	대한민국	주식회사 일루베이션	2022.03.23	10-2021-0173166		주식회사 일루베이션	2023.11.16	제10-2604809호	1/1	활용

□ 저작권(소프트웨어)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호	저작권자명	기여율
1	피그 스테이션	2022.11.22	주식회사 일루베이션	2022.03.01	C-2022-011445	주식회사 일루베이션	1/1
2	이미지를 활용한 종돈의 외모심사 프로그램	2022.10.17	주식회사 일루베이션	2022.10.17	C-2022-039456	주식회사 일루베이션	1/1

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			2021년	2022년	
1	돼지 경제형질 체중, 체척 및 외모심사 정밀 측정·관리 시스템 구축	일루베이션	1	2	3
1	인공지능을 활용한 종돈 유전능력평가	정피엔씨연구소	1		1
합계			2		2

□ 산업 지원(기술지도)

순번	내용	기간	참석 대상	장소	인원
1	인공지능을 활용한 종돈 자동화 기술	2021년 9월 6일	육종인력	농협경제지주 종돈개량사업소	5

□ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일
1	신문기사	농축유통신문	종개협, '스마트 양돈산업'으로 체질 개선 본격화	2021.11.11

2) 목표 달성 수준

추 진 목 표	달 성 내 용	달성도(%)
○ 복합시스템 구축	○ 종돈의 체척 자동 측정 시스템 정확도 95% ○ 종돈의 체중 자동 측정 시스템 정확도 95% ○ 종돈의 외모심사 시스템 정확도 80%	○ 100% ○ 100% ○ 100%
○ SW 개발 : 예측 AI 알고리즘 개발	○ 종돈의 체척 자동 측정 알고리즘 정확도 95% ○ 종돈의 체중 자동 측정 알고리즘 정확도 95% ○ 종돈의 외모심사 알고리즘 정확도 80%	○ 100% ○ 100% ○ 100%
○ 기술이전	○ 돼지정밀관리시스템 ○ 다중 객체 및 계수 보조컨트롤러 ○ 종돈 외모심사용 카메라 모듈	○ 100% ○ 100% ○ 100%

4. 목표 미달 시 원인분석

1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

○ 복합시스템 구축의 목표인 필요한 체척, 체중, 외모심사 측정 시스템의 정확도는 자체적으로 달성하였으나 인증기관(농업기술진흥원 스마트팜 혁신밸리 실증단지)과의 협의가 늦어져 실증방법이 확립되지 못함. 추후에라도 인증기관에서 실증방법이 확립되면 객관적으로 평가할 수 있는 공인시험을 진행하겠슴

- 상세 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.

○ 빅데이터 활용을 위한 데이터 세트 확충 및 표준화 방안을 제시하지 못함

- 데이터의 증가 방법으로는 현재 다양한 산업에서 원본 데이터를 약간 변형하여 새로운 고품질의 데이터를 생성하는 AI 기술을 많이 활용하고 있음. 따라서 스마트팜 R&D 빅데이터 플랫폼에 업로드한 1,100GB를 활용하여 목적에 맞게 필요한 곳에서 다양한 방법으로 데이터를 확충하여 사용할 필요가 있음
- 종돈의 체중, 체척, 외모 측정 및 예측 모델의 정확도에 관한 공인된 실증방법이 존재하지 않아 표준화를 현지 진행하기 어려우나 추후에는 종돈의 이미지(컬러, Depth)의 무게추정 인공지능 표준화를 위하여 input data를 848*480 RGB-D (4Channel, Depth Unit: mm)으로 output data를 kg으로 하는 방안이 필요함

2) 자체 보완활동

○ 종돈분야 체중 및 체형의 자동 측정에 대한 조건 및 정확도 등에 대해 외국사례 조사 후 국내 현실에 맞은 기준을 제안하고 인증기관의 기준에 맞춰 본 연구결과의 표준화를 추진할 예정임

○ 종돈분야의 ICT 제품중에서 체중, 체척, 외모 점수 등을 모두 측정하는 전문제품은 존재하지 않으며, 3개의 분야 중에서 유일하게 돼지의 영상정보를 활용하여 체중을 측정하는 제품이 존재하며 그 제품의 정보는 아래와 같음

- 국내 : 양돈모바일 체중관리기는 정확도 96%로 본 제품과 유사한 정확도를 나타냄
- 국외 : H&L사의 optiscan는 정확도 96%로 본 제품과 유사한 정확도를 나타냄

3) 연구개발 과정의 성실성

○ 본 과제의 정성적, 정량적 및 전략 성과의 목표에 도달하기 위해서 다양한 방법으로 노력하여 목표를 100%로 달성하지는 못했으나 돼지 경제형질 체중, 체척 및 외모심사 정밀 측정·관리 시스템 구축을 위한 다양한 결과물(측정 시스템과 알고리즘)을 확보함

○ 참여 기업 및 종돈장의 협조 및 호응이 좋으며, 과제의 당위성에 대해 공유 수준이 높아 향후 이 과제에 산출물이 한국 종돈 산업에 큰 기여가 될 것이라는 점을 확신함. 코로나19 및 가축전염병으로 현장접근이 어려운 환경에서도 참여 연구원 및 종돈장에서 적극 협조하여 체중 등 자료를 측정하고 있음

5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

○ 기존 종돈의 선발 및 관리를 위한 능력검정이 인력에 의해 수행되어 인건비 가중 및 자료의 정확도 저하의 문제가 있었으나, 기존의 목측과 사람의 인력이 필요로 했던 부분을 2D와 3D 이미지를 통한 자동화 기술로 적용하는 것이 새로운 시도라 할 수 있음

○ 한국 종돈 산업은 외국의 다국적 거대 종돈회사에 비해 경쟁력이 낮은 상태인데, 이는 보유 축군의 수가 적으며, 능력검정 항목 및 그 자료의 수에서 월등히 적은 현실임. 본 연구과제의 산출물인 종돈 체중, 체척, 외모심사 자동 수집장치가 완성되면 한국 종돈장의 능력검정 과정에서 노동력의 절감 및 자료의 수 확보와 정확도가 높아져 돼지개량을 위한 유전능력평가의 정확도가 향상되어 결과적으로 한국 양돈산업의 경쟁력 확보에 기여할 것임

○ 한국 종돈 개량 연구에 있어서는 돼지의 체중 및 체형 정보를 대량으로 확보하여 종돈 순종 품종별로 유전전 특성 및 유전모수 추정 연구에 크게 기여할 것이며, 이 과정에서 유전능력 추정 통계 기법 및 대량 정보의 인공지능 처리 기술 연구를 촉진할 것임

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

○ 국가적으로 가축개량지원사업의 활용도에 대한 기대가 커 향후 정책적으로 활용가능함. 농림축산식품부 가축개량지원사업인 '돼지개량네트워크 구축사업' 참여종돈장 16개소에 우선적으로 체중, 체척, 외모심사 자동 수집장치를 보급하여 국가단위 돼지 유전능력평가 결과의 정확도를 향상시키고자 함

○ 현재까지 현장에서 파악한 문제점을 파악하여 2023년에는 상용화를 통해 기술이전과 매출을 발생시킬 예정임. 궁극적으로는 우리나라의 140여 종돈장에 이 장치를 보급하여 돼지의 유전적 개량 및 사양관리에 도움을 주고자 함

< 연구개발성과 활용계획표>

구분(정량 및 정성적 성과 항목)		연구개발 종료 후 5년 이내
국외논문	SCIE	1
	비SCIE	
	계	1
국내논문	SCIE	
	비SCIE	1
	계	1
특허출원	국내	
	국외	
	계	
특허등록	국내	
	국외	
	계	
사업화	상품출시	
	기술이전	
	공정개발	
제품개발	시제품개발	
성과홍보		1
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
3.	1)
	2)

[뒷면지]

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부, 과학기술정보통신부, 농촌진흥청에서 시행한 “스마트팜 다부처 패키지 혁신기술개발” 사업의 “돼지 경제형질 체중, 체척 및 외모심사 정밀 측정·관리 시스템 구축” 연구개발과제 최종보고서이다.

2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부, 과학기술정보통신부, 농촌진흥청((재)스마트팜연구개발사업단)에서 시행한 “돼지 경제형질 체중, 체척 및 외모심사 정밀 측정·관리 시스템 구축” 연구개발사업의 결과임을 밝혀야 한다.

3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다.

[별첨 1]

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호		421012-03	
사업구분	사업				
연구분야				과제구분	단위
사 업 명	스마트팜 다부처 패키지 혁신기술 개발사업				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과 제 명	돼지 경제형질 체중, 체척 및 외모심사 정밀 측정 · 관리 시스템 구축			과제유형	개발
연구개발기관	농촌진흥청 국립축산과학원			연구책임자	이승수
연구기간 연구개발비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	2021. 04. 07. - 2021. 12. 31	300,000	66,700	366,700
	2차년도	2022. 01. 01. - 2022. 12. 31	409,000	81,000	490,000
	3차년도	2023. 01. 01. - 2023. 12. 31	409,000	81,000	490,000
	4차년도				
	5차년도				
	계		1,118,000	228,700	1,346,700
참여기업	㈜일루베이션㈜, 정피엔씨연구소, ㈔한국종축개량협회				
상 대 국	-		상대국연구개발기관	-	

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2024년 2월 29일

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
국립축산과학원	농업연구사	이승수

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.

확 약	이승수

210mm×297mm[(백상지(80g/m^2) 또는 중질지(80g/m^2)

Ⅰ. 연구개발실적

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : 우수

○ 종돈의 체중·체척 자동 측정 장치를 국내 자체 기술로 개발하고 분석을 위한 소프트웨어를 개발하여 실측치에 대한 정확도 95% 이상을 확보함으로써 산업적 적용이 가능함

○ 영상정보를 이용한 종돈의 뒷다리 지제평가를 수행하여 80%의 정확도를 달성하여 외모심사를 인공지능에 의해 수행할 수 있는 가능성을 확인함

○ 돼지개체의 체중·체척 및 외모심사 정보를 인공지능으로 학습시켜 축적관리할 수 있는 시스템을 구축함으로써 본 장치 및 소프트웨어를 종돈 능력검정 뿐아니라 비육돈 사양관리에 활용 가능함

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : 우수

○ 종돈장 능력검정 업무의 자동화로 능력검정 인력 감축에 따른 인건비 절감 및 검정 자료의 대량확보 및 정확도 향상으로 가축유전능력평가의 효율을 높이고 결과적으로 국내 양돈업계의 생산성 증대에 기여할 수 있음

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : 우수

○ 본 연구의 체중·체척 자동 측정 장치 및 소프트웨어는 종돈 뿐아니라 일반 비육돈 농장에도 적용 가능하여 성장률, 사료효율 추정 및 출하적기 판단 등 양돈업의 스마트팜 요소기술로 활용될 수 있을 것으로 사료됨

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : 우수

○ 종돈의 체중·체척 자동 측정 장치를 개발하기 위해 프로토타입(1단계)을 만들어 농가 적용 후 현장 상황 및 사용편이성을 고려하여 개선된 제품(2단계)를 완성함. 본 장치 및 시스템의 적용 및 구동 소프트웨어의 정확도를 높이기 위해 4개 종돈업체에서 2,700여두에 대해 직접 체중과 체척 자료를 측정, 수집하고 이 과정에서 종돈업계 관계자의 의견을 적극 청취하고 반영함

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : 보통

○ 본 과제에서 목표로한 지적소유권(특허출원 2건, 특허등록 2건 및 소프트웨어 저작권 2건)은 목표를 달성하였으나, 논문 등 학술분야 성과가 미비하여 연구종료 후에 계속적인 추진을 할 예정임

Ⅱ. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
종돈의 체중 자동 측정 시스템 및 알고리즘 정확도 95%	40	100	종돈의 체중·체척 자동 측정 장치를 국내 자체 기술로 개발하고 분석을 위한 소프트웨어를 개발하여 실측치에 대한 정확도 95% 이상을 확보함으로써 산업적 적용이 가능함
종돈의 체척 자동 측정 시스템 및 알고리즘 정확도 95%	30	100	
종돈의 외모심사 시스템 및 알고리즘 정확도 80%	10	100	종돈의 외모심사를 인공지능에 의해 수행할 수 있는 가능성을 보였으나 측정자료의 수를 더욱 늘려 Deep Learning을 강화할 필요가 있음
기술이전 3건	20	100	본 과제에서 도출된 특허 및 노하우(돼지정밀관리시스템 등 4건)의 기술실시를 유상으로 실시함
합계	100점	100	

Ⅲ. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

○ 기존 종돈의 선발 및 관리를 위한 능력검정이 인력에 의해 수행되어 인건비 가중 및 자료의 정확도 저하의 문제가 있었으나, 기존의 목측과 사람의 인력이 필요로 했던 부분을 2D와 3D 이미지를 통한 자동화 기술로 적용하는 것이 새로운 시도라 할 수 있음

○ 한국 종돈 산업은 외국의 다국적 거대 종돈회사에 비해 경쟁력이 낮은 상태인데, 이는 보유 축군의 수가 적으며, 능력검정 항목 및 그 자료의 수에서 월등히 적은 현실임. 본 연구과제의 산출물인 종돈 체중, 체척, 외모심사 자동 수집장치가 완성되면 한국 종돈장의 능력검정 과정에서 노동력의 절감 및 자료의 수 확보와 정확도가 높아져 돼지개량을 위한 유전능력 평가의 정확도가 향상되어 결과적으로 한국 양돈산업의 경쟁력 확보에 기여할 것임

○ 한국 종돈 개량 연구에 있어서는 돼지의 체중 및 체형 정보를 대량으로 확보하여 종돈 순종 품종별로 유전전 특성 및 유전모수 추정 연구에 크게 기여할 것이며, 이 과정에서 유전능력 추정 통계 기법 및 대량 정보의 인공지능 처리 기술 연구를 촉진할 것임

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

○ 국가적으로 가축개량지원사업의 활용도에 대한 기대가 커 향후 정책적으로 활용가능함. 농림축산식품부 가축개량지원사업인 ‘돼지개량네트워크 구축사업’ 참여종돈장 16개소에 우선적으로 체중, 체척, 외모심사 자동 수집장치를 보급하여 국가단위 돼지 유전능력 평가 결과의 정확도를 향상시키고자 함
○ 현재까지 현장에서 파악한 문제점을 파악하여 2024년 이후에 본격적인 상용화를 통해 기술이전과 매출을 발생시킬 예정임. 궁극적으로는 우리나라의 140여 종돈장에 이 장치를 보급하여 돼지의 유전적 개량 및 사양관리에 도움을 주고자 함

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

○ 종돈의 체중·체척 자동 측정 시스템은 종돈업체의 정기적인 능력검정 뿐만 아니라 양돈농가에서 비육돈의 성장률 측정 및 적정 출하시기 판단에 활용될 수 있는 기술로써, 축산업의 스마트팜 적용에 기여할 수 있으며, 오차가 적은 대량의 정보를 확보함으로써 양돈업의 빅데이터 분석을 위한 자료의 공급원으로 활용성이 크다고 사료됨

Ⅳ. 보안성 검토

1. 연구책임자의 의견

○ 개발된 H/W 및 S/W에 대한 특허등록 및 저작권 등록이 완료됨에 따라 별도의 보안성 검토 불필요

2. 연구개발기관 자체의 검토결과

○ 개발된 H/W 및 S/W에 대한 특허등록 및 저작권 등록이 완료됨에 따라 별도의 보안성 검토 불필요

[별첨 2]

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	■자유응모과제 □지정공모과제		분 야	
연 구 과 제 명	돼지 경제형질 체중, 체척 및 외모심사 정밀 측정 · 관리 시스템 구축			
주관연구개발기관	국립축산과학원		주관연구책임자	이승수
연 구 개 발 비	정부지원 연구개발비	기관부담연구개발비	기타	총연구개발비
	1,118,000	228,700	-	1,346,700
연구개발기간	2021. 04. 07. - 2021. 12. 31			
주요활용유형	■산업체이전 □교육 및 지도 □정책자료 □기타( )			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
① 종돈의 체중·체척 자동 측정시스템 구축	○ 종돈의 체중·체척 자동 측정시스템 정확도 95%이상 ○ 종돈의 외모심사 시스템 정확도 80%이상
② 종돈의 체중·체척 측정 SW 개발 및 예측 AI 기술 개발	○ 종돈의 체척 자동 측정 알고리즘 정확도 95%이상 ○ 종돈의 체중 자동 측정 알고리즘 정확도 95이상 ○ 종돈의 외모심사 알고리즘 정확도 80%이상
③ 종돈의 체중·체척 자동 측정시스템 현장활용	○ 종돈의 체중·체척 측정시스템 현장설치 및 활용

3. 연구목표 대비 성과

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과목표	사업화지표													연구기반지표								
	지식재산권				기술실시(이전)		사업화					표준화		학술성과				교육지도	인력양성	정책활용·홍보		기타(타연구활용등)
														논문								
	특허출원	특허등록	SW저작권	SMART	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치	국내	국제	SCI	비SCI	논문평균IF	학술발표			정책활용	홍보전시	
단위	건	건	건	평균등급	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건		건	건	명	건	건	건
가중치	10	20	20		15		15			0		10									0	10
최종목표	2	2	2		3	4	1	20		0		1		3	3						1	1
1단계실적	2	1	2		0	0	0	0		0		0		0	0						0	0
2단계실적	0	1	0		4	4	1	54		2		0		0	0						0	1
달성률(%)	100	100	100		133	100	100	270		100		0		0	0						0	100

4. 핵심기술

구분	핵 심 기 술 명
①	종돈의 체중 자동 측정 시스템
②	종돈의 체척 자동 측정 시스템
③	종돈의 외모심사 시스템

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복 제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해 결	정책 자료	기타
①의 기술		∨				∨	∨			
②의 기술		∨				∨	∨			
③의 기술		∨						∨		

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	종돈의 체중 측정을 자동화하여 종돈업체의 능력검정 업무를 대체하고 효율화함
②의 기술	종돈의 체척 측정을 자동화하여 종돈업체의 능력검정 업무를 대체하고 효율화함
③의 기술	전문인력에 의해 행해지는 종돈의 외모심사 중 지제점수 평가를 인공지능에 의해 수행함으로써 평가의 정확성 및 공정성을 확보할 수 있는 가능성을 확인함

7. 연구종료 후 성과창출 계획

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과 목표	사업화지표													연구기반지표									
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화					표준화		학술성과				교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 (타연구활용등)
														논문								
	특허출원	특허등록	SW저작권	SMART	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치	국내	국제	SCI	비SCI	논문평균IF	학술발표			정책활용	홍보전시	
단위	건	건	건	평균등급	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건		건	건	명	건	건	건
가중치	10	20	20		15		15			0		10									0	10
최종목표	2	2	2		3	4	1	20		0		1		3	3						1	1
연구기간내 달성실적	2	2	2		4	4	1	54		2		0		0	0						0	1
연구종료후 성과창출 계획														1	1						1	

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술명[1]	거치형 양돈 체중계 SW		
이전형태	□무상 ■유상	기술료 예정액	4,000천원
이전방식[2]	□소유권이전 ■전용실시권 □통상실시권 □협의결정 □기타( )		
이전소요기간	6개월	실용화예상시기[3]	2023년 12월
기술이전시 선행조건[4]	노하우에 대한 기술지도, 프로그램 세팅 지원 및 현장 시험		

1) 핵심기술이 2개 이상일 경우에는 각 핵심기술별로 위의 표를 별도로 작성

2) 전용실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 다른 1인에게 독점적으로 허락한 권리
통상실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 제3자에게 중복적으로 허락한 권리

3) 실용화예상시기 : 상품화인 경우 상품의 최초 출시 시기, 공정개선인 경우 공정개선 완료시기 등

4) 기술 이전 시 선행요건 : 기술실시계약을 체결하기 위한 제반 사전협의사항(기술지도, 설비 및 장비 등 기술이전 전에 실시기업에서 갖추어야 할 조건을 기재)

<별지 1>

사업화 계획서

<table>
<tr><td>연구개발과제명</td><td colspan="3">돼지 경제형질 체중, 체척 및 외모심사 정밀 측정관리 시스템 구축</td><td>과제번호</td><td colspan="4">421012-03</td></tr>
<tr><td>주관연구개발기관</td><td colspan="3">농촌진흥청 국립축산과학원</td><td>주관연구책임자</td><td colspan="4">이승수</td></tr>
<tr><td>공동연구개발기관</td><td colspan="3">주식회사 일루베이션</td><td>공동연구책임자</td><td colspan="4">전현일</td></tr>
<tr><td>제품명</td><td colspan="3">피그스테이션(PIGSTATION)</td><td>제품 형태</td><td>H/W</td><td>○</td><td>S/W</td><td>○</td></tr>
<tr><td rowspan="2">관련
선행기술</td><td rowspan="2">종류
(해당 시)</td><td>특허명
(등록번호)</td><td colspan="5">가축 촬영 장치를 이용한 체중 측정 시스템(제10-2403791호)</td></tr>
<tr><td>기술이전명</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">사업화 종류</td><td>구분</td><td>수입품
대체</td><td></td><td>신규시장
창출</td><td>○</td><td>기존 상품
개선</td><td></td></tr>
<tr><td>내용</td><td colspan="6">다중 영상 분석을 통한 돼지의 체중, 체척 및 외모심사 등의 정밀 측정·관리 시스템</td></tr>
<tr><td rowspan="5">개발 제품
주요 경쟁력</td><td rowspan="3">목표
수요처</td><td>시장규모</td><td colspan="6">약 195억원(=1,564개×25%×5,000만원)
- 국내 종돈장(147개) 소요 대수(종돈장당 약 10개) : 1,564개
- 국내 예상 점유율 : 25%
- 제품 판매가격 : 5,000만원</td></tr>
<tr><td>기술개발
필요성</td><td colspan="6">우수 종돈의 선발 시 필요한 능력검정을 자동화하여 선발의 정확도 향상 및 데이터 관리의 효율화 증대</td></tr>
<tr><td>목표 시장
예상 점유율</td><td colspan="6">25%</td></tr>
<tr><td rowspan="3">기술
차별성</td><td rowspan="2">구분</td><td>비용 절감</td><td></td><td>기술 고도화</td><td>○</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>이익 증대</td><td>○</td><td>기타</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>내용</td><td colspan="6">종돈의 정밀 측정·관리에 영상 AI 시스템을 적용</td></tr>
<tr><td rowspan="2">타사 제품 비교</td><td>제품명</td><td colspan="3">-</td><td colspan="3">-</td></tr>
<tr><td>단가</td><td colspan="3">-</td><td colspan="3">-</td></tr>
<tr><td rowspan="4">예상 매출액
(백만원)</td><td>구분</td><td>2022</td><td>2023</td><td>2024</td><td colspan="3">2025</td></tr>
<tr><td>연구개발계획서</td><td>-</td><td>-</td><td>2</td><td colspan="3">60</td></tr>
<tr><td>매출액</td><td>-</td><td>-</td><td>1억</td><td colspan="3">30억</td></tr>
<tr><td>수출액</td><td></td><td></td><td></td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">생산계획</td><td>생산능력</td><td colspan="6">연간 10대(2024년 기준), 20대(2025년 이후)</td></tr>
<tr><td>양산 체계
구축 계획</td><td colspan="6">일루베이션은 다중의 영상 정보를 정합하는 AI기반의 SW 개발에 기개발된 LINUX 기반의 HW에 설치하는 방식으로 현재 기구축된 제조설비로 제조가 가능함(초기 생산설비 구축 비용 불필요). 단, 외부 프레임은 외주제작함</td></tr>
<tr><td rowspan="2">판매전략</td><td>판로확보
방안</td><td colspan="6">정부 공공기관(조달청, 지자체 등)을 대상으로 G2B 및 양돈 사료업체, 양돈회사(선진, 이니바이오, 팜스코 등), 대형 양돈농가 등을 대상으로 B2B를 동시에 진행</td></tr>
<tr><td>마켓팅 전략</td><td colspan="6">주요 소비처를 대상으로 오프라인은 전국 대리점 및 축산기술 전시회 등을 활용하고 온라인은 홈페이지와 양돈잡지 등을 이용하여 다각적으로 홍보함</td></tr>
<tr><td colspan="8">기타 부가설명</td></tr>
</table>

사업화 계획을 위와 같이 제출합니다.

2024년 2월 29일

주관연구개발기관 : 국립축산과학원
주관연구책임자 : 이 승 수 (인)

<별지 2>

실증 성과보고서

<table>
<tr><td>연구개발과제명</td><td colspan="5">스마트팜 다부처 패키지 혁신기술 개발사업</td><td>과제번호</td><td colspan="4">421012-03</td></tr>
<tr><td>주관연구개발기관</td><td colspan="5">농촌진흥청 국립축산과학원</td><td>주관연구책임자</td><td colspan="4">이승수</td></tr>
<tr><td>공동연구개발기관</td><td colspan="5">㈜일루베이션㈜, 정피엔씨연구소, ㈔한국종축개량협회</td><td>공동연구책임자</td><td colspan="4">전현일, 정종현, 송치은</td></tr>
<tr><td rowspan="5">실증개요</td><td>실증성과명</td><td colspan="4">종돈 체중·체척 자동 측정시스템 현장적용</td><td>구분</td><td>H/W</td><td>○</td><td>S/W</td><td>○</td></tr>
<tr><td rowspan="4">실증장소</td><td>제3자농장</td><td>해당</td><td>○</td><td>미해당</td><td></td><td rowspan="4">실증장소유형</td><td colspan="3">스마트팜혁신밸리</td><td></td></tr>
<tr><td>장소명</td><td colspan="3">농협 종돈개량사업소</td><td colspan="3">일반(법인)농가</td><td>○</td></tr>
<tr><td>실증면적(㎡)</td><td colspan="3">490㎡</td><td colspan="3">정부출연·지자체</td><td></td></tr>
<tr><td>주소</td><td colspan="3">전남 영광군 불갑면 생봉길 49-99</td><td colspan="3">기타</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="11">실증현황</td><td rowspan="3">실증조건</td><td>실증품목(종)</td><td colspan="7">돼지(두록, 랜드레이스, 요크셔)</td></tr>
<tr><td>필수기자재</td><td colspan="7">종돈 체중·체척 자동 측정시스템, 돈형기 등</td></tr>
<tr><td>기타필수조건</td><td colspan="7">돼지 능력검정을 위한 공간 및 유도로 확보</td></tr>
<tr><td rowspan="3">실증목적</td><td rowspan="2">구분</td><td colspan="2">성과물 성능에 대한 검·인증</td><td></td><td colspan="2">트랙레코드·실증데이터 확보</td><td>○</td></tr>
<tr><td colspan="2">목표 환경 신뢰성·재현성 검증</td><td>○</td><td colspan="2">제품서비스 시연(시범농가)</td><td>○</td></tr>
<tr><td>내용</td><td colspan="7">종돈 체중·체척 자동 측정시스템의 현장 활용성 및 측정정확도 평가</td></tr>
<tr><td rowspan="5">실증방법</td><td rowspan="2">활용기술</td><td>인공지능</td><td></td><td>빅데이터</td><td>○</td><td>사물인터넷</td><td></td></tr>
<tr><td>지능형로봇</td><td></td><td>신재생에너지</td><td></td><td>기타</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">수집데이터</td><td>환경데이터</td><td></td><td>생육데이터</td><td>○</td><td>제어데이터</td><td></td></tr>
<tr><td>경영데이터</td><td></td><td>기타</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>내용</td><td colspan="6">- 해당 종돈업체(농가)의 3개 품종 후보 종돈을 대상으로 출하시점(100~120 kg)에 임의로 돼지를 선별함
- 선별된 돼지는 측정한 후 성과 지표의 결과를 확인함
- 돼지 무게 전자저울 측정은 돼지는 가로 80 cm의 사육장 통로에 위치한 전자저울에서 무게를 측정함. 무게를 기록한 돼지는 번호를 부여한 후에 영상 측정을 위해서 돈방으로 이동함. 돼지의 안정상태를 유지하기 위해 측정인원을 최소로 하여 성능평가를 진행하며 30분~60분 정도의 휴식시간을 준 후에 측정을 진행함
- 돼지 영상 측정은 무게를 측정한 돼지를 돈방으로 이동하고 돈방 일부를 장막으로 구획한 후에 영상을 측정</td></tr>
<tr><td>실증결과</td><td>내용</td><td colspan="6">- 전자저울을 통해 측정한 돼지의 무게와 알고리즘을 통해 측정한 돼지의 무게에 대하여 정확도 분석
- 체중·체척 정확도 : 체중·체척 실측치와 영상으로 추정된 체척 결과값과 비교하여 백분율(%)로 나타냄
- 외모심사 : 전문가(검정인)이 낸 점수와 영상으로 추정된 외무심사 점수을 비교하여 백분율로 나타냄
- 종돈의 체중·체척 자동 측정 시스템의 정확도가 실측정 체중에 대해여 95% 이상을 나타냄
- 종돈의 외모심사 자동 측정 시스템의 정확도가 뒷다리 지제 외모심사 실측치에 대해여 80% 이상을 나타냄</td></tr>
</table>

<별지 3>

스마트팜 R&D 빅데이터 플랫폼 연계/활용 계획서

연구개발 과제명	돼지 경제형질 체중, 체척 및 외모심사 정밀 측정·관리 시스템 구축	과제번호	421012-03
주관연구 개발기관	국립축산과학원	주관연구 책임자	이승수

기본 정보

데이터 용량(MB)	정형	영상	음향	이미지	3D	분광 데이터	기타
				1100			

수집

구분	양식명	유형	부류-품목	용량	수집시작일	수집종료일	등록일시
1	종돈의 이미지(컬러, Depth)	이미지	비육돈	1100	21.11.	23.12.	23.12.
2							
3							

분석

정상 파일 수	타입오류	범위오류
0	0	0

모델

구분	양식명	유형	운영체제	개발언어	라벨링 도구	성능지표/ 결과	등록일시
1	종돈의 체중 자동 측정 예측 모델	AI모델(분류)	Ubuntu 20.04 LTS	python 3.8	python	accuracy / 95	23.08.
2	종돈의 외모심사 예측 모델	AI모델(분류)	Ubuntu 20.04 LTS	python 3.8	python	accuracy / 95	23.08.
3	종돈의 체적 자동 측정 예측 모델	AI모델(추정/예측)	Ubuntu 20.04 LTS	python 3.8	python	-	23.08.

활용

구분	양식명	유형	대분류	사이트 URL	동영상 URL	등록일시 (예정)
1	돼지 경제형질 체중, 체척 및 외모심사 정밀 측정	시스템 개발	사양		https://www.youtube.com/embed/S_q_oCrMO4g?si=glq5isZBmZMDDArp	23.12.29.

기타 부가설명

※ (수집)depth 데이터만 연계활용계획서에 기록하였으나 등록한 비정형 양식은 depth 데이터 포함 총 4건 등록

결과를 위와 같이 제출합니다.

2034년 2월 29일

주관연구개발기관 : 국립축산과학원

주관연구책임자 : 이 승 수 (인)

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부・과학기술정보통신부・농촌진흥청에서 시행한 “스마트팜 다부처 패키지 혁신기술개발사업”의 “돼지 경제형질 체중, 체척 및 외모심사 정밀 측정·관리 시스템 구축” 연구개발과제 최종보고서입니다.

2. 이 연구개발 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부・과학기술정보통신부・농촌진흥청((재)스마트팜연구개발사업단)에서 시행한 “스마트팜 다부처 패키지 혁신기술개발사업”의 “돼지 경제형질 체중, 체척 및 외모심사 정밀 측정·관리 시스템 구축” 연구결과임을 밝혀야 합니다.

3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.