

116056-03

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

첨단생산기술개발사업 제3차 연도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-002525-01

열화상카메라 기술을 활용한 ICT융합 대가축 건강모니터링 기술 개발

최종보고서

2019. 2. 14.

(별색바탕 : C50, M20, Y59, K0)

주관연구기관 / (주)편한소
협동연구기관 / 건국대학교 산학협력단

2018

농림축산식품부

농림식품기술기획평가원

농림축산식품부
농림식품기술기획평가원

열화상카메라 기술을 활용한 ICT융합
대가축 건강모니터링 기술개발

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

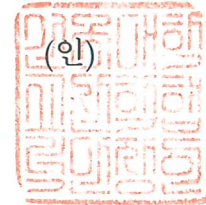
본 보고서를 “열화상카메라 기술을 활용한 ICT융합 대가축 건강모니터링 기술개발”(개발기간 : 2016. 09. 05. ~ 2018. 12. 31.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2019 . 2. 14.

주관연구기관명 : (주)편한소 유재복



협동연구기관명 : 건국대학교 산학협력단장



주관연구책임자 : 서인준

협동연구책임자 : 구지희, 김원준

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

과제고유번호	116056-03	해 당 단 계 연구 기 간	2016.9.5. ~ 2018.12.31	단 계 구 분	(해당단계)/ (총단계)
연구 사업 명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	침단생산기술개발사업			
연구 과제 명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세 부 과 제 명	열화상카메라 기술을 활용한 ICT융합 대가축 건강모니터링 기술 개발			
연구 책임자	서인준	해당단계 참여연구원 수	총: 17 명 내부: 17 명 외부: 명	해당단계 연구개발비	정부:300,000천원 민간:34,000천원 계:334,000천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 26 명 내부: 26 명 외부: 명	총 연구개발비	정부:700,000천원 민간:81,600천원 계:781,600천원
연구기관명 및 소속부서명	(주)편한소 기업부설연구소			참여기업명	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	○일반과제 「국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정」 제 24조의 4에 해당하지 않음
-------------------------	--

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시 설·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호		10-1837026 10-1837027 10-1866226									

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입기관	연구시설· 장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

<p>요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다)</p> <p>○ICT 융복합 기술을 적용하여 대가축 건강모니터링 시스템을 개발함.</p> <p>-한우 행동의 변화를 비접식방법으로 데이터를 추적하고 분석함.</p> <p>-한우번식우의 발정발견 및 건강상태를 실시간으로 축주에게 핸드폰으로 알람 전송함.</p> <p>○본 연구를 통해 사업화,특허등록 3건, SCI논문 5편 등의 성과를 산출함.</p>	보고서 면수 146
--	---------------

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<p>□ 연구의 목적 선행연구에서 개발한 기술과 현재 상업적으로 운용중인 접촉식 센서를 이용한 동물체온 계측시스템, 축사환경 계측시스템, 원격 진료시스템에 열화상 카메라 및 광각카메라 등의 비접촉식 센서를 이용한 동물 체온 및 행동 모니터링 기술을 통합하여, 대가축(한우) 건강 통합 모니터링시스템을 개발함.</p> <p>□ 연구의 내용 ○ 대가축(한우) 건강 통합 모니터링시스템 개발 및 상용화 (주관연구기관) ○ ICT융합 대가축(한우) 건강모니터링 기법 개발 (제1협동연구기관) ○ 열화상 카메라와 광각카메라를 이용한 동물 체온 및 행동패턴 분석기술 개발 (제2협동연구기관)</p>				
<p>연구개발성과</p>	<p>○ 열화상카메라를 이용하여 ICT융합 대가축의 건강모니터링 제품 개발 및 상용화 - 한우 번식우 발정과 건강모니터링 ‘카우알림이’ 신제품 개발 및 상용화 - 한우의 체온 및 행동량 데이터를 기반으로 질병 및 발정 임계치 알고리즘 개발 - 축사환경데이터와 동물 체온 및 행동데이터의 상관관계 분석을 위한 측정데이터 관리 기술 개발 - 위상학적 표면 분석을 이용한 객체 추적 알고리즘 개발 - 회전 가능한 타원형 모델을 이용한 객체 추적 알고리즘 개발 - 광각 카메라 기반 추적 알고리즘 개발 - 행동 패턴(이동량, 음수 횟수 등) 분석 알고리즘 개발 - 서버 연동형 통합 프레임워크 개발</p> <p>○ 특허 3건 등록 - 대가축 모니터링 시스템 (등록번호 : 제 10-1866226호) - 열화상 영상 기반 객체 추적 장치 및 방법 (등록번호 : 제 10-1837026호) - 열화상 영상 기반의 슈퍼픽셀을 활용한 객체 추적 장치 및 방법 (등록번호 : 제10-1837027호)</p> <p>○ 기술실시 2건, 고용창출 2명</p> <p>○ 5편의 SCI, 2편의 비SCI 논문 게재, 논학술발표 7건</p>				
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<p>○ 본 과제를 통하여 개발된 신제품의 성능 향상 및 부족한 기술을 보완할 계획임</p> <p>○ 신제품을 국내 농장에 판매될 수 있을 뿐만 아니라, 향후 중국, 미국 등의 시장으로의 수출도 가능할 수 있을 것임</p> <p>○ 경제, 산업적 측면의 기대효과 - 국가 기관, 연구소 등에 통합 시스템으로 판매되어 국내 축산 환경 모니터링이 가능하고 선도적인 IT 기반 기술과 융합이 가능함 - 축적되는 사전 데이터를 통해 발생할 수 있는 문제를 미연에 방지 할 수 있는 체계적인 시스템을 구축할 수 있음</p>				
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>대가축(한우)</p>	<p>건강모니터링</p>	<p>ICT</p>	<p>비접촉식센싱</p>	<p>열화상카메라</p>
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>Livestock</p>	<p>Health Monitoring</p>	<p>ICT</p>	<p>Non-Contact Sensing</p>	<p>Thermal Imaging Camera</p>

〈 목 차 〉

1. 연구개발과제의 개요	5
1-1. 연구개발의 목적	6
1-2. 연구개발의 필요성	6
1-2-1. 연구개발 대상의 국내외· 현황	6
1-2-2. 연구개발의 중요성	16
1-2-3. 선행연구의 내용 및 결과	20
1-3. 연구개발 범위	32
2. 연구수행 내용 및 결과	33
2-1. 연구개발 추진전략 및 방법	33
2-2. 연구개발 추진체계	36
2-3. 세부 연구내용 및 결과	38
2-3-1. 대가축 건강 통합 모니터링 시스템 개발 및 상용화	38
2-3-2. ICT융합 대가축 건강모니터링 기법 개발	68
2-3-3. 열화상 카메라와 광각카메라를 이용한 동물 체온 및 행동패턴 분석기술 개발	120
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	133
3-1. 연구개발의 목표 및 내용	133
3-1-1. 연구개발의 최종목표	133
3-1-2. 연차별 개발목표 및 내용	135
3-1-3. 연구개발 성과 및 평가방법	138
3-2. 목표 달성 여부	139
4. 연구결과의 활용 계획 등	142
4-1. 연구개발 결과의 활용방안	142
4-2. 기대성과 및 파급효과	143
4-3. 기업화 및 기술이전 추진방안	144
붙임. 참고 문헌	146

<별첨> 주관연구기관의 자체평가의견서

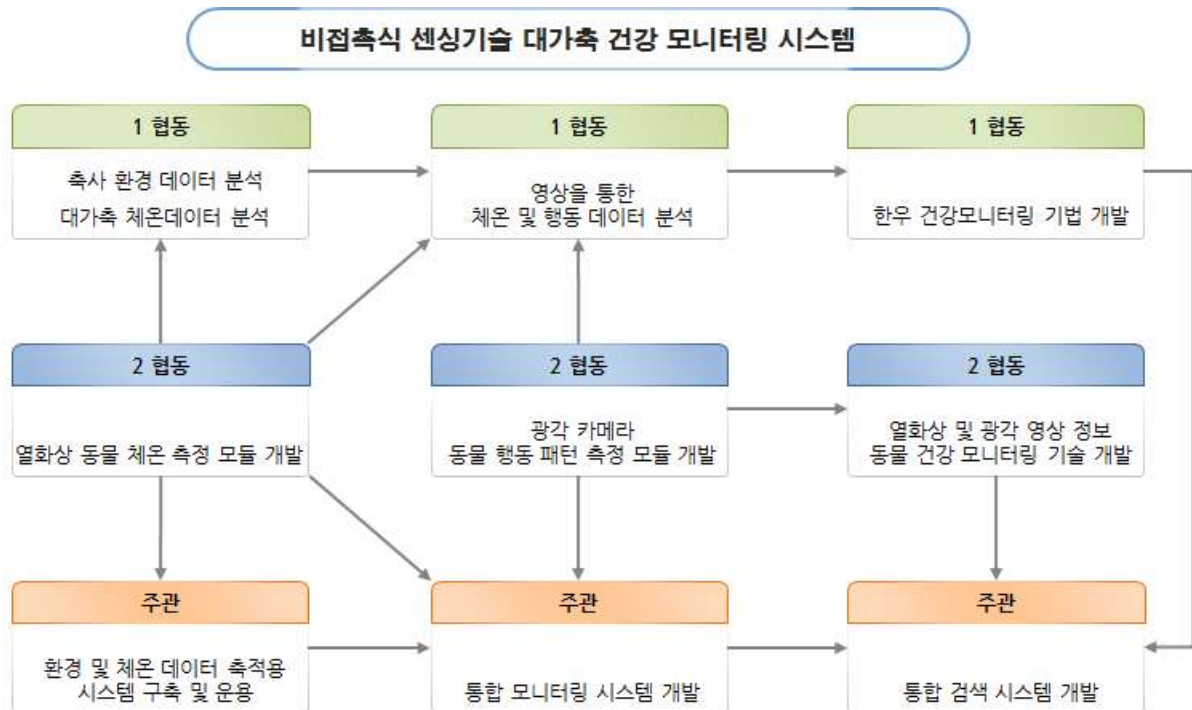
1. 연구개발과제의 개요

본 연구는 선행연구에서 개발한 기술들과 함께 현재 상업적으로 운용중인 접촉식 센서를 이용한 동물체온 계측시스템을 축사환경 계측시스템, 원격 진료시스템에 열화상 카메라 및 광각 카메라 등의 비접촉식 센서를 이용한 동물 체온 및 행동 모니터링 기술과 통합하여, 대가축(한우) 건강 통합 모니터링 시스템을 개발하는데 목표를 두고 다음과 같은 연구를 수행함

- 주관연구기관 : 대가축 건강 통합 모니터링시스템 개발 및 상용화
 - 1차년도 : 환경 및 체온 데이터 축적용 시스템 구축 및 운용
 - 2차년도 : 통합 모니터링 및 서비스 시스템 개발
 - 3차년도 : 통합 모니터링 시스템 운용 및 상용화

- 제1협동연구기관: ICT융합 대가축 건강모니터링 기법 개발
 - 1차년도 : 계절 및 건강상태에 따른 대가축(한우) 체부위별 체온 및 행동패턴 분석 및 DB 구축
 - 2차년도 : 열화상 카메라와 광각카메라를 이용한 체온 및 행동 측정데이터와 실측 DB와의 상관성 분석 및 이상 체온 및 행동 임계치 설정
 - 3차년도 : 대가축(한우) 건강모니터링 통합기술 개발

- 제2협동연구기관: 열화상 카메라와 광각카메라를 이용한 동물 체온 및 행동패턴 분석기술 개발
 - 1차년도 : 열화상 카메라를 이용한 동물의 체온측정 모듈 개발
 - 2차년도 : 광각카메라를 이용한 동물 행동패턴 분석 모듈 개발
 - 3차년도 : 광각카메라 정보와 열화상카메라 정보를 이용한 동물 건강 모니터링 기술개발



1-1. 연구개발의 목적

□ 현재 대가축의 건강과 발정탐지를 위해 농가에서 사용되고 있는 ICT 제품의 대부분이 국외에서 수입된 제품이며, 이러한 제품을 판매하는 외국의 제조사들은 수집된 원본 데이터를 공개하지 않아 추가로 활용할 수 있는 연구와 질병 예방이 어려운 것이 현실이다. 그리고 이에 따른 국내에서 발생한 데이터가 해외로 유출되고 있다. 특히 한우의 경우 수입된 제품들의 파라미터들과 차이가 크기 때문에 질병이나 발정을 정확하게 예측하기가 힘든 실정이다. 따라서 대한민국 고유 품종인 한우 맞춤형 모델이 필요할 것이다. 이런 문제를 해결하고자 본 연구는 국내에서 개발한 ICT 융합기술과 비접촉식 방법을 통해 가축에게 스트레스를 주지 않으면서 건강과 발정탐지가 가능한 제품을 개발하기 위해서 수행되었다.

□ 주요 선진국들은 자국에서 생산하고 있는 축산물의 생산성을 향상하기 위하여 ICT 융합기술을 이용하고 있으며, 이러한 기술들의 활용은 전 세계적으로 점차 확대되는 상황이다. 또한 한-미, 한-EU 등의 FTA가 확장되어 수입되는 축산물에 대응하고, 국내 축산농가가 국제적인 경쟁력을 갖추기 위해서는 생산성의 향상과 노동력 절감을 통한 가격경쟁력을 반드시 갖추어야 한다. 따라서 본 연구는 축산농가의 사육비와 노동력 절감을 통한 총 생산성 향상을 위해서 ICT융합 대가축 건강모니터링 제품개발을 위하여 수행되었다.

1-2. 연구개발의 필요성

1-2-1. 연구개발 대상의 국내·외 현황

가. 국내 기술 수준 및 시장 현황

□ 국내 축산업의 현황

○ 축산업은 농림업 생산액(43.0조원)중 38.3% 로 농림업 중 가장 부가가치가 높은 산업으로 성장하였으며, 전업농의 사육비중이 85%를 차지하는 등 전업화와 규모화가 빠르게 진전되어 왔음

○ 국내의 축산업은 농가인구의 고령화와 인력부족, 생산비 증가로 인한 소득감소와 더불어 FTA로 인한 시장 개방 압력, 가축 질병으로 인한 주기적인 피해발생 등으로 인해 많은 어려움을 겪고 있음. 우리나라의 농가인구는 2013년 말 기준 전 인구의 5.7%인 284만 7천 여명으로 해마다 감소하고 있는 추세임

○ 그 중에서도 65세 이상 고령층의 비중이 1990년 11.5%에서 2013년 37.3%로 3배 이상 증가하는 등 고령화가 심화되고 있음. 동일 기간 내에 30세 이상 64세 이하 계층은 44.7%에서 45.7%로 비슷한 수준을 유지하고 있으나, 30세 미만 층은 43.8%에서 17.0%로 2배 이상 감소하였음. 전체 인구의 고령화율이 12.2%인 것에 비하면 3배가 넘는 수준임

○ 축산업의 규모와 중요성이 커지고 있으나, 노동 인력의 부족 등의 문제에 따라 IT기술을 활용하여 농축산 분야의 생산성을 향상하고 고부가가치 창출을 위한 다양한 시도들이 이루어지고 있으며, 특히 축산 분야에서는 RFID기술을 이용한 가축의 이력관리를 통하여 생산 및 유통 단계에서 지능화를 추진하고 있음

○ 그러나 현재 사용 중인 가축 이력관리를 위한 이표나 태그는 짧은 인식거리, 높은 탈락율 및 질병 감지 기능 부재 등의 문제점들을 포함하고 있으며, 이로 인해 이력관리 시스템의 확산이 지연되고 구제역과 같은 가축 질병의 조기감지가 불가능한 상태임

○ 특히, 2010년 12월 말에 발생한 구제역처럼 가축 전염병에 의한 질병 피해 및 간접 피해가 수조원 대에 이르고 있으므로, 대형 가축 질병 방지를 위한 IT 기술 활용이 절실히 필요함

○ 농림부는 2011년 구제역 발생으로 인해 총 49,131마리의 소, 돼지 등을 살처분해 살처분 보상금은 670-680억으로 추정되고, 이를 포함해 전체적으로 정부 재정 소요는 1,600억 원 정도임, 경영안정자금 등 2차 보전 시 2,600억 원 정도의 피해 발생

○ 구제역등과 같은 가축 질병을 예방하기 위해 농가가 가축을 조기에 확인할 수 있을 때 질병에 걸린 가축을 신속히 치료하여 농가의 손실을 크게 줄이는 것이 중요하나 현 농가의 수준에서는 가축에 대하여 체온 측정 시 직장 내 체온계를 넣고 최소 2~3분을 경과한 후 측정이 가능한 방법을 사용하고 있어, 바로잡음의 어려움, 체온계 삽입 및 유지의 어려움 등으로 농가 수준에서 체온 측정은 거의 이루어지지 못하고 있음

○ 기존의 1차 산업과 IT와 융합된 시스템은 축사내의 환경정보를 수집하여 가축의 생태 환경 개선에 목적을 둔 연구가 진행되었으며, 2011년 구제역 피해 확산 이후에는 지능적으로 가축의 질병을 예방하기 위한 시스템에 대한 연구가 진행됨

○ 국내에서 진행된 가축생체 정보 모니터링 시스템 관련 연구는 가축 활동량 및 체온 정보를 바탕으로 가축 질병을 예방하기 위한 시스템 연구로 가축에 부착된 단말기에서 수집되는 정보를 기반으로 운동패턴 추출 알고리즘을 통해 질병 예찰 및 예방을 위해 실시간 활동량에 따른 운동 패턴을 모니터링 하거나 수집된 데이터와 축사 내 가속도 센서 및 열화상 카메라 등의 가축 활동량 데이터와 비교하여 질병 차단 및 응급상황을 신속하게 대처할 수 있는 시스템에 대한 연구가 진행됨¹⁾

○ 또한, 비접촉식 온도 센서와 블루투스 무선 장치, CPU Controller, 전원장치, 충전회로 및 센서들을 집약 시킨 한우의 목에 부착할 수 있는 워낭 단말기를 기반으로 생체정보를 수집할 수 있는 시스템을 개발하였으며, 가축 생체내의 상황을 실시간 감시할 수 있는 900MHz RFID 기술을 융합한 생체 삽입 형 센서 Tag 기반 가축 이력관리 시스템이 개발됨

1) H.Y.Kim, C.J.Yang, and Y.Hyun, "Design and Implementation of Livestock Disease Forecasting System", The Journal of the Korean Institute of Communications and Information Sciences, Vol.37, No. 12, pp1263-1270,2012.

□ 축산분야 ICT 융합의 필요성

○ 국내 축산업은 구제역, AI 등 각종 전염병과 PED, PRDC 등 소모성 가축 질병으로 인한 피해가 증가하고 있음. 이를 개선하기 위한 방안의 하나로 ICT융합을 통한 체계적이고 과학적인 가축 사양기술을 꿈꿀 수 있음. ICT 기술을 통하여 축산업의 효율화를 통한 생산비 절감이 가능하며 이는 꾸준히 증가하고 있는 축산물 소비에 맞추어 생산량을 늘려나갈 수 있는 중요한 기반임

○ ICT 기술을 활용하여 고품질의 안전한 축산물 생산이 가능할 경우 자연스럽게 소비자의 신뢰도가 높아질 것이며 국내의 축산업이 국제적인 경쟁력을 확보할 수 있을 것임. 이를 위해서는 농업 IT융합산업을 육성하고 전문가를 양성해야 하며 U-IT 기반의 첨단축산 원천 기술개발 및 확보를 통한 농업 기술 경쟁력의 제고가 우선되어야 함

○ 기술 분야별 선진국과 기술격차의 기간을 비교해보면 국민식량의 안정생산 기술을 제외한 모든 기술 분야에서 미국, EU, 일본에 비하여 2~13년 뒤떨어져 있는 것으로 평가되고 있음

<기술 분야별 주요국 간의 기술 수준 비교>

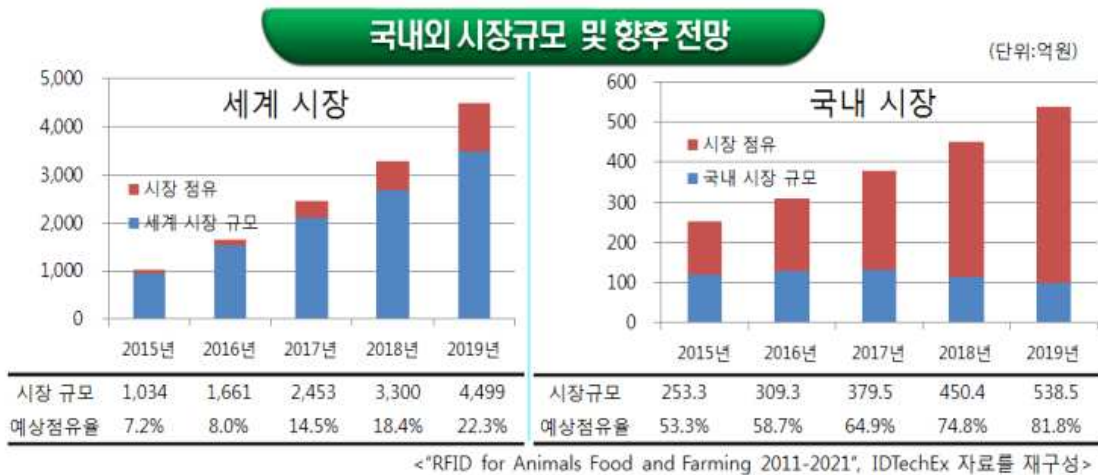
분야	한국	미국	EU	일본	캐나다
농업생명공학	59.5	100.0	82.8	80.8	61.6
국민식량의 안정생산	81.0	93.2	74.8	89.9	63.9
친환경농업 및 안정농축산물 생산	68.2	96.7	96.0	87.7	75.1
농축산물 고품질안정 생산기술	80.6	90.0	85.3	87.7	72.5
농업기계화 자동화 기술	63.2	98.5	82.3	90.9	68.6
농업생물자원 다양성 확보	61.1	100	89.6	80.3	65.0

*자료 : 한국농촌경제연구원, 농식품 R&D 전망과 정책과제

○ ICT 융합은 생산 측면에서의 효율화와 환경개선 외에도 소비자의 안전 먹거리 선호 추세 대응에도 활용될 수 있음. 유기축산물 인증, 무항생제 인증, 동물복지 인증 등의 친환경 축산물을 생산할 수 있는 환경 개선에 IT기술이 활용될 수 있음

○ 재고관리, 판매관리 등과의 연동을 통하여 축산물의 유통을 실시간으로 관리할 수 있으며, RFID와 USN의 활용을 통하여 축사 환경과 가축의 활동을 실시간으로 측정할 수 있으며, 이는 가축의 건강과 발육 상태에 대한 체계적인 관리를 가능하게 함

○ 다음 그림은 국내외 가축 개체수를 기준으로 하는 시장 규모로써, 가축 개체수의 증가에 따라 세계 각국의 정부를 중심으로 선진화된 가축 방역 체계를 도입하는 요구가 증가하고 있으며, 국내 가축 이력관리 시장은 세계시장에 비해 규모가 크지 않으나, 질병 감지가 가능한 가축용 RFID 시스템 기술을 확보한다면 기술 경쟁력을 토대로 세계 가축 이력 관리 시장 진출이 가능함



<국내외 시장규모 및 향후 전망>

○ 현재 세계적으로도 연구수준으로 진행된 기술은 있지만, 상용화 수준의 가축 질병 감지 및 확산 방지 기술이 적용된 IT 시스템이 구축된 사례가 없으며, 국내의 경우에는 가축 이력관리용 태그 칩 및 태그를 전량 외국에서 수입하여 제품을 생산하고 있는 상황임

□ 국내 축산 ICT융합 사례

(1) 송아지 로봇 포유기 운용프로그램(Calf U-MO)

○ 농촌진흥청에서는 2009년 송아지의 발육과 영양상태에 따라 젖을 먹는 양과 시기를 자동으로 조절해 주는 인공지능 로봇을 개발함. 송아지의 체중과 일령에 따른 맞춤형 젖 주기와 영양 상태 관찰 기증 등 다양한 기능을 갖춰 맞춤형으로 건강하게 송아지를 사육할 수 있으며, 이는 산업동물분야에 첨단 IT를 접목해 동물복지를 실현한 첫 사례로 이를 통하여 개체의 상태에 맞는 맞춤형 건강관리와 무인 젖주기가 가능하게 됨

(2) 우보시스템

○ 2011년 한국후지쯔에서 개발한 우보시스템은 소의 발목에 무선통신기능이 내장된 만보계를 장착한 뒤 소의 발정을 정확히 탐지하여 조기에 알려주고 수정적기 및 건강상의 이상 징후를 파악할 수 있는 솔루션임. 발정 징후를 보이는 소는 평소보다 걸음수가 증가하는데 이를 수신기로 수집하여 분석한 결과를 PC와 스마트폰으로 전달하며 체계적인 번식관리 기능을 제공함. 소의 발정이 야간에 주로 이루어져 감지하기 힘들었으나 우보시스템은 100% 가까운 발정 발견율을 보임.

(3) u-IT기반 양돈 HACCP 시스템

○ 제주특별자치도, 아시아나IDT, 신세계아이앤씨가 2007년 참여한 사업에서 ICT 융합을 통하여 축사환경관리와 사양관리, 이력관리 등에 대한 시스템을 동시에 구축한 사례임. RFID/USN의 u-축사시스템을 통하여 돼지 질병예방을 위한 성장환경을 모니터링하고, HACCP 기반의 사양관리와 생산이력 관리를 가능하게 함

(4) IP-USN 기반 축사 모니터링 시스템

○ 2011년 순천대학교에서 개발한 시스템으로 축사 내 유해가스 감지센서 및 돈사 모니터링 시스템을 이용하여 유해가스를 제어할 수 있도록 하였으며 이를 통한 생산성을 규명하였으며 개체별 스마트 성장 관리 시스템과 RFID/USN을 이용한 개체별 사양시스템을 개발함

(5) u-IT 기반 친환경 양돈사양관리 시스템

○ 전라북도 장수군과 (주)팜스코 장수종돈장이 공동으로 추진한 'u-IT를 활용한 친환경 양돈사양관리 시스템 구축'사업에서 개발된 시스템으로 USN기반의 자동화된 돈사환경관리, 양돈사양관리, 사료관리, HACCP, 생산, 경영관리를 통해 친환경 축사환경을 구축하고 생산성을 향상시키도록 개발함

(6) 피그플랜(PIG PLAN) 양돈생산 경영관리 프로그램

○ (주)이지팜에서 개발한 피그플랜은 일반 농가용과 종돈장용으로 나뉘며 1998년 초기버전이 개발되었고, 2005년 피그플랜 웹 서비스가 개시됨. 일반 농가용 피그플랜에서는 양돈장의 번식돈, 육성돈을 관리하고, 방역관리를 통해 농장의 사양관리와 질병관리를 지원하고 있음. 농장의 번식성적과 함께 사료업체, 도축장등 타업체와의 연계를 통한 가료거래내역 및 출하내역을 확인할 수 있음

(7) 양계분야-청북 농장

○ 청북 농장은 산란계, 육성계, 성계 전문 농장으로, 무창 직립식 자동화 시설로 육성 2동(24만수), 성계 4동(48만수) 규모로 All in All out을 기본 원칙으로 운영됨. 환기시설, 급이 관리, 체중관리, 달걀선별 등에 ICT를 활용하고 있음. 환기시설로는 SKOV(메인, 보조 컴퓨터)시스템을 사용하고 있으며 CCTV를 활용하여 계분 배출을 모니터링하는 시스템을 갖추고 있음

□ 축산업 ICT 정부지원 기술현황

(1) 농식품 ICT 융복합 확산 및 생태계 조성

○ 농림축산식품부에서는 농업인들이 ICT 기술을 활용하여 과학적 영농을 할 수 있도록 하는 등 생산, 유통, 소비 등의 분야에 ICT를 활용하는 '농식품 ICT 융복합 확산대책'을 마련함

○ 이번 대책은 관련 기술개발이 이루어지고 파급효과가 큰 분야를 중심으로 ▲ICT 융복합 보급확산, ▲ICT 산업 생태계 조성, ▲기초 인프라 확충 등 3대 분야의 과제로 구성됨

○ 농식품 ICT 융복합 모델 발굴 및 확산에 필요한 재원은 2017년까지 총 2,249억원을 투자할 계획이며, 기존의 R&D 및 정보화 예산을 활용하고, 농업·농촌 현장 확산에 필요한 예산은 시설현대화사업(시설원예, 축산 등)과 연계하여 추진할 계획임

(2) 창조축산 구현, 축사시설 ICT 융복합 사업

○ 농림축산식품부는 창조축산의 일환으로 생산성 향상과 새로운 부가가치 창출을 위해 축산업 IT융합사업을 추진함

○ 농축산부는 그동안 생산정밀화를 위해 축산현장에 RFID/USN 기술을 접목, 최적의 사육환경을 조정하고 자동화를 통한 생산비 절감을 추진해오고, 경영선진화를 위해서는 생산 환경의 센싱을 통한 효율적인 경영 계획을 활용한 경상비 절감 노력을 기울여 오고 있으며, 소비 안전화를 위한 RFID/QR코드 기반의 축산물의 생산·유통·소비단계 이력관리를 통해 소비안전관리 체계를 마련

○ 농축산부는 ICT융복합 성과모델을 접목해 나간다는 방침이며, 이는 모델개발을 통해 성과가 확인된 축산분야의 축사시설 현대화사업을 통한 확산이 가능함. 농축산부는 양돈분야에서 축사환경의 센싱·모니터링·사료급이, 음수관리 등 사양관리에 ICT 융복합 기술을 접목한 지능형 축사관리시스템을 보급할 예정임

(3) 동물복지와 ICT 융합·복합으로 친환경 입는 축산

○ 농촌진흥청은 동물복지형 축사시설과 정보통신기술(ICT) 융합·복합을 통해 친환경 축산의 기틀을 다짐

○ 국립축산과학원은 세계적인 흐름에 따라 2012년부터 돼지와 닭, 한우, 육우, 젖소의 동물복지 축산농장 인증기준안을 마련함

○ 농촌진흥청, 국립축산과학원은 동물복지와 ICT 융복합에 대한 중요성을 인식하고 있으며, 국내 사육 여건에 맞는 동물복지형 시설을 현대화 하는 기술을 개발할 계획임

□ 열화상 카메라의 시장현황

○ 군수 및 산업용 열화상 세계 시장은 매년 14%씩 평균적인 성장률을 보이고 있으며, 냉각식(11%)보다 비냉각식(18%) 카메라의 성장률이 높으며 이는 비냉각식 카메라의 낮은 가격과, 오랜 수명, 휴대의 용이함 등의 장점으로 보안 및 분석 등의 용도로 응용범위가 확대되고 있음을 나타냄²⁾

○ 국내의 산업용 열화상 카메라는 1990년대 초반 전기설비 발열 예비진단용으로 도입됐으며, 검체와 접촉하지 않고 체온을 측정할 수 있는 특성으로 2009년 신종인플루엔자 고발열자 검색용으로 수요가 급증하였으며, 2015년에 국내에 발생했던 메르스때도 많은 주목을 받음

○ 자동차, 에너지, 철강, 의료 등 여러 분야에서 활약하고 있으며 앞으로 더 활동영역을 넓혀갈 것임

2) <http://www.msdkr.com/news/articleView.html?idxno=471>

적외선 열화상 시장 동향과 전망(최만용박사/안전측정센터 책임연구원, 김순걸대표이사 / 아이알켄(주))

http://www.zdnet.co.kr/news/news_view.asp?article_id=20160304114349

<http://www.exposolar.org/2012/kor/press/contents.asp?idx=3219>


○ 산업용 열화상 카메라 뿐 아니라 최근 일반인을 위한 휴대형 열화상 카메라 뿐 아니라 모바일용 열화상 카메라도 출시되고 있음


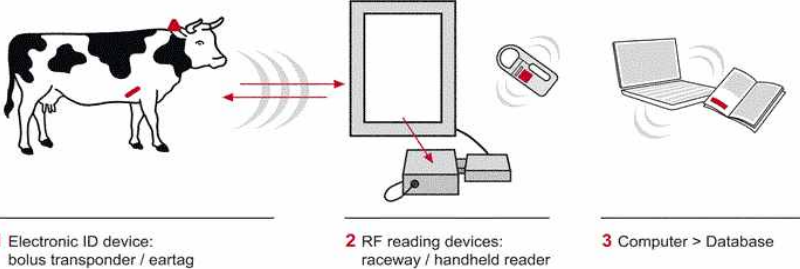
나. 국외 기술 수준 및 시장 현황

□ 국외 RFID 활용 사례

○ 국외에서는 Allflex, Digital Angel, Rumatag, Aleis 등의 업체들이 시장에 참가하고 있음. 가축용 태그는 용도에 따라 그 종류가 다양하며 시각 귀표 태그(visual ear tag), 바코드 귀표태그(bar coded ear tags), RFID 귀표 태그 (RFID ear tag), RFID rumen bolus 태그, 삽입가능한 RFID 태그 등이 사용되고 있음. 주로 축산 산업이 발달한 호주, 북미, 남미, 유럽 지역에서 국가 주도로 가축용 RFID 기술에 대한 수요가 높음. 다음표는 국외 경쟁기관 현황을 정리한 내용임

<국외 경쟁기관 기술개발 현황>

기업명	기술개발 현황
Allflex	<ul style="list-style-type: none"> ■ 가축용 RFID 분야의 세계 1위 업체로 매년 수천만 개의 RFID 태그를 세계 시장에 공급, 호주/뉴질랜드/북미 지역 등을 주요시장으로 함 ■ 전자 태그보다는 시각 식별 태그가 전체 태그 매출의 90%를 차지 ■ 전자 태그는 ISO 11784/11785 표준 기반의 RFID 태그를 생산하고 있으며 관련 리더기도 제공 <p><i>The EID tag is simply the first of four elements needed for complete data collection and management. Data collection systems are varied and constantly evolving. They typically include:</i></p>  <p style="text-align: center;"><Allflex의 가축용 RFID 시스템></p>
Digital Angel	<ul style="list-style-type: none"> ■ Allflex에 이어 가축용 태그 분야의 세계 2위 업체 ■ 가축과 고가 자산의 위치 추적/상태 관리가 가능한 고도의 RFID 기술과 GPS 기술 개발을 하고 있음

	<ul style="list-style-type: none"> ■ 제품은 주로 가축, 애완동물, 사람, 물고기 등을 식별하고 모니터링하는 응용분야에 사용됨 ■ 가축용 태그로 가장 대표적인 귀표 태그는 생산하지 않으며 삽입형 태그를 주로 생산함  <p style="text-align: center;"><Digital Angel의 삽입형 태그></p>
Rumitag	<ul style="list-style-type: none"> ■ 가축용 태깅 분야의 세계 3위 업체 ■ 저가의 귀표 태그보다는 2~5 불 정도의 rumen bolus 태그를 주로 생산하고 있음 ■ Rumen bolus 태그는 소나 양의 위에 위치하여 가축이 살아있는 동안 씹히거나 찢겨 손상될 위험이 없는 것이 특징임 ■ 스페인, 사이프러스, 그리스 등과 같은 유럽 국가에서 많이 사용되고 있음 ■ 가축 건강의 위해성 논란이 있기도 하였으나 플라스틱 캡슐이 아닌 고가의 세라믹 캡슐을 사용하고 있으며 캡슐 안에 RFID transponder가 내장되어 있음  <p style="text-align: center;"><Rumitag의 반추 동물용 RFID 시스템></p>

□ 해외 축산 ICT융합 사례

(1) 일본 : 전자태그 활용 소 분만 예찰 시스템

○ 일본 기후현 축산연구소에서는 출산 전 소의 체온이 내려간다는 점에 착안하여 전자태그를 이용하여 소의 분만을 예찰하는 기술을 개발함. 번식암소의 위 속에 10cm 정도의 온도센서가

붙은 전자 태그를 장착시켜, 위 내의 체온을 측정함으로써 분만 시기를 판정함. 측정은 체중계와 병설된 판독기로 1일 3회 실시함. 정확한 분만 예측을 통하여 농가의 부담을 감소시키고 송아지의 사망을 예방하는 성과를 거둠

(2) 미국 : RFID 활용 소고기 이력추적 시스템

○ 미국 Brandt Beef사에서 RFID와 바코드 기술을 활용하여 소의 출생부터, 도축, 유통단계까지 전 단계를 관리함. 이를 통해 소비자는 소매업체에서 판매되는 쇠고기 원산지를 추적할 수 있음. 또한 광우병 등 쇠고기의 전염병에 대한 신속한 조치가 가능. 소들은 출생 시부터 134.2kHz 수동형 태그를 귀에 부착하며, 휴대형 리더기로 태그의 고유번호를 인식하여 인터넷에 기반을 둔 GlobalTrack 시스템에 입력하게 됨

(3) 네덜란드 : 로봇착유기(Astronaut)

○ 네덜란드 Lely사에서 개발한 로봇착유기는 초음파 등을 이용해 유두의 위치를 인식하여 착유컵을 소에 정확히 부착 및 착유한 후 착유컵을 떼어 젖소를 밖으로 내보내는 설비임. 기존 반자동 착유기와는 달리 젖소가 원하는 시기에 언제나 자동적으로 착유함

(4) 네덜란드 : 축사 청소형 로봇(JOY-TECH)

○ 네덜란드 Joy사에서 개발한 축사 청소형 로봇은 축사 세척시스템을 갖춘 로봇으로 구석과 틈새에서 가축의 배설물이나 쓰레기를 제거함. 또한 청소 도중 가축 또는 기타 장애물과의 접촉 발생 예정 시 대안 경로를 찾아 이동하는 보호 시스템을 개발

(5) 네덜란드 : 먹이 자동 급이기(Vector)

○ 네덜란드 Lely사에서 개발한 벡터 먹이 자동 급이기 시스템은 소의 활동량에 맞추어 요구되는 정확한 양의 먹이를 제공함. 이를 통해 각각의 그룹에 맞는 먹이를 제공하여 소의 건강을 최적으로 유지하고 생산량을 증가시키는 데에 기여함

(6) 네덜란드 : 소 청소 브러쉬(Luna)

○ 네덜란드 Lely사에서는 브러쉬에 센서를 접목시켜 접근하는 소를 감지하여 작동하는 소 청소 브러쉬를 개발함. 작동 중에 소가 밀어내면 반대 방향으로 회전을 하여 소가 원하는 대로 작동함. 좁은 공간에도 쉽게 설치가 가능하며, 자동으로 동작하기 때문에 사용하기 편리함. 이를 통해 소의 피부 및 털에 붙어있는 먼지나 이물질들을 제거하여 위생 상태를 깨끗하게 관리할 수 있음.

(7) 캐나다 : 돼지고기 이력추적 시스템

○ IBM과 캐나다 Maple Leaf사, 피크시스 제노믹스사는 공동으로 돼지고기 이력추적 시스템을 개발함. 모돈의 혈액샘플을 채취하여 DNA 정보 데이터베이스를 구축하고 돼지도체 및 부분육과의 DNA 동등성을 확인. DNA 마커를 이용하여 돼지고기 제품을 생산농가에서부터 판매까지 모든 푸드체인 단계에서 추적할 수 있음. 또한 모든 혈액샘플을 이용하여 경비절감과 인공수정 등 수태지 추적의 부정확성, 모돈을 중심으로 한 양돈농가의 능력을 개량할 수 있음

(8) 네덜란드 : 자동 사료 급이 시스템

○ Nedap사에서 개발한 자동 사료 급이 시스템은 친환경, 동물 복지형 축산물 생산에 가장 적합한 사육 환경을 제공함. 이 시스템에는 모든 각 개체의 필요한 영양 요구량을 판단하여 최상의 컨디션을 유지시키며 종부 후 임신 초기부터 말기까지 관리되어야 하는 군사 관리에 대해 완벽한 환경을 제공함. 분류시스템 부착시 사료 섭취 후 다른 모든의 사료 섭취를 방해하지 않도록 설계되어 있으며 생활공간 및 사료섭취 공간, 출하를 위한 선별 공간 등 균형적인 돈사 환경을 제공함

(9) 네덜란드 : V-Scan

○ 네덜란드 Nepal사에서 개발한 V-Scan은 각 개체의 데이터를 현장에서 인식하고 프로그램에 입력하는 최첨단 개체 인식 리모컨임. ISO 국제규격의 RFID 전자이표를 인식할 수 있으며, 이를 통해 각 모든 및 비육돈의 개체 정보를 저장하고 실시간으로 확인 가능함. 추가적인 데이터 입력방식이 쉽고 간단하여 정확하게 각 개체의 정보를 표현할 수 있음. USB 또는 블루투스를 통해 컴퓨터와 호환 가능

(10) 독일 : HydroMix

○ 최첨단의 돼지 관리를 위한 액상 사료급이 시스템으로 독일 Big Dutchman사에서 개발. 사용자 친화적으로 PC를 이용하여 사료급이를 조정, 모니터링 및 밸브 수를 자동으로 개별 제어. 실제 급이량의 합계 또는 사료급이 곡선에 의한 양을 비교할 수 있으며, 데이터 백업 또는 알람 메시지를 휴대전화, PC로 전송할 수 있음

(11) 덴마크 : RFID 활용 도축 및 가공 시스템

○ Danish Crown사에서는 스트레스를 주지 않는 도축기술, 육질을 부드럽게 하기 위한 칼질, 내장과 살코기를 정확히 도려내는 기법 등을 연구하여 시스템을 설계. 육가공 전 과정이 기계화 되어 있으며, 철저한 위생관리를 준수하고 있어 도축 전후 돼지와 돼지고기 관리체계가 매우 안정적. 또한 실시간 물류 관리를 통해 생산 계획 최적화 및 생산 전 과정에서의 이력 추적이 가능. 모든 가공 영역에서 자체 데이터베이스를 보유하고 있으며, 도체가 어느 과정에 있는지 실시간 추적할 수 있음

(12) 벨기에 : 패턴인식을 이용한 축사 내 돼지 자동식별 기술(기술개발단계)

○ 돼지에 미리 그려 둔 각각의 패턴을 이미지 프로세싱 기술과 패턴인식기술을 통해 자동으로 센싱하고 이를 통해 각각의 돼지를 자동으로 식별할 수 있음. 축사 내부에서 각각 다른 구역에 어떤 돼지들이 있는지 자동으로 식별할 수 있으며 각각의 돼지들이 어떤 행동을 하고 있는지 모니터링 할 수 있어 유용함

(13) 미국 : 비육돈의 섭식 행동 분석 기술(기술개발단계)

○ 비육돈의 섭식행동을 식별함으로써 아픈 돼지를 선별할 수 있고, 무리 내에서 유전적인 차이를 식별할 수 있는 기술. 이 기술은 상업적 규모의 돼지우리 안에서 RFID 칩과 멀티플렉스를 활용하여 돼지의 섭식 시간 및 몸무게 증가량을 기록

□ 세계 열화상카메라 시장 규모

○ 군수 및 산업용 열화상 세계 시장은 매년 평균 약 14%씩 성장하고 있음. 냉각식 카메라의 성장률이 평균 약 11%인 것에 비하여, 비냉각식 카메라의 성장은 성장률이 평균 약 18%로 산업 전반에 걸쳐 응용범위가 확대되고 있음

<열화상 카메라 시장 동향>

구분	2006	2008	2010	2012
써모미터	165	175	186	197
비냉각형	904	225	1,634	2,416
냉각형	726	910	1,124	1,396

출처 : 최만용 , 2012, 적외선 열화상 시장 동향과 전망

○ 열화상 카메라 관련 표준화 동향은 현재 ISO에는 적외선 열화상 기술과 관련되어 3개 Technical Committee(TC 108 Mechanical Vibration Shock and Condition Monitoring, TC 135 Non Destructive Testing, TC 163 Thermal Performance and Energy use in Built Environment) 내의 4개 워킹그룹에서 추진하는 표준화 작업이 진행 중임

1-2-2. 연구개발의 중요성

축산업에서 유비쿼터스 정보통신 기술의 중요성

○ 축산업에서 유비쿼터스 정보통신 기술을 이용한 축산 자동화는 축산농가의 인력 및 생산단가를 낮추고 가축을 효과적으로 사양할 수 있음을 의미하며, 가축의 생리정보는 가축의 이상 유무를 판단하는 중요한 척도이므로, 세계적으로 가축의 질병 자동 확인 및 사양의 자동화를 위한 연구들이 수행되고 있음

- 최근 구제역 등과 같은 가축질병이 빈번히 발생하고 있어 축산물의 안전성이 강조되고 있는 시점에서 한우의 질병에 대한 조기 모니터링 및 신속한 조치시스템 구축은 그 어느 때보다도 중요한 시점에 있음.

- IT기술을 통해 가축과 농장단위, 지역 및 국가단위에서의 관리자와 실시간 만남을 구현할 수 있을 뿐만 아니라, 가축이 필요로 하는 제반 환경을 자동으로 제어할 수 있으며, 개체-농장-집단경영체-지역-국가를 연결하는 통합정보망에 의해 효율적으로 관리할 수 있게 됨에 따라 한우 산업의 경쟁력을 크게 높일 수 있음

- 상대적으로 우수한 우리나라의 IT기술을 한우 및 유우산업에 성공적으로 접목할 경우 현재 우리나라 한우 및 유우 산업이 안고 있는 과제를 조기에 해결할 수 있을 뿐만 아니라, 거대한 세계 시장에서 기술 주도권을 확보할 수 있을 것으로 기대됨.

- 따라서 이와 같은 RFID/USN 기반 생체정보 송수신기가 개발되어 한우 사양시스템에 활용할 수 있다면 구제역 등의 악성 전염병의 조기진단에 활용하여 가축의 건강성 확보에 크게 활용할 수 있을 것으로 사료됨.

- 또한 가축이 거주하는 축사내의 각종 환경요소의 변화를 모니터링하여 실시간으로 정보수요처(농가, 집단 경영체, 행정당국 등)에 제공하고 필요에 따라 원격으로 제어할 수 있는 시스템이 개발될 경우 가축사양에도 폭넓게 활용할 수 있어서 농장경영이 획기적으로 개선될 것으로 기대됨.
- 아울러 접촉식 및 비접촉식 센서를 이용한 대가축(한우) 건강모니터링 시스템구현을 위하여서는 외부 환경 상황을 정확히 감지하고 이에 대한 정확한 조치를 취하는 판단기준인 동물의 생리 및 행동지표가 설정될 필요성이 있음.

동물 복지향상과 최적관리의 중요성

- 지금까지의 축사시설 및 가축관리에 대한 연구 및 개발은 생산성에 초점을 맞춰 진행되었으나, 최근 들어 동물의 복지향상과 최적 관리를 위하여 대상 동물의 행동, 발성음 및 체온 등 생체정보를 분석하고 이해하려는 연구가 진행되고 있음.
 - 송아지 발성음에 대하여 음성학적 분석을 실시하여 그 차이를 구분하였으며, 가축의 발성음을 이용하여 감정이나 복지수준을 평가할 수 있음(Jeon et al., 2009).
 - 동물복지를 고려한 사육시설(get-away system)은 돼지를 대상으로 하였으며, 모돈과 자돈에게 동물 복지적으로 좋은 영향을 미치며, 자돈들의 공격행동도 줄어들었음(Weary et al., 2002).
 - 가축질병 예찰 및 방역을 위한 휴대용 모니터링 진단시스템 개발”에서 휴대용 모니터링을 통한 가축의 질병상태를 예찰할 수 있도록 함(김정미, 2012).
 - 한국형 자동화 축사시설의 환경제어시스템 모델 개발”에서 돼지의 행동에 따라 돈사내부 온도를 예측할 수 있음(장동일, 1998).
 - 인터넷을 통한 양돈경영진단 및 컨설팅시스템 개발”에서 인터넷을 통하여 개별농가의 실적과 다양한 기준치와의 비교 등에 대한 정보제공을 함으로써 경영개선방향을 쉽게 모색할 수 있음(조광호 등, 2002).
- 세계적으로 친환경 동물복지 축산의 실현을 위하여 시설개선이나 관리방법의 개선에 대한 많은 연구들이 수행되고 있으나, 국내에서는 관련 연구가 거의 전무함
 - 국외 사양관리 관련 연구사례는 농장 환경모니터링 관련 연구와 RFID 활용 유통 연구, 유리 온실 등의 그린하우스 연구 등이 있음
 - 실증적인 센서기술 관련 연구로서는 실제 운영중인 계사에서 Xin등(2003)³⁾이 자체 개발한 휴대용 암모니아 및 이산화탄소 농도측정 센서를 계사내 환기설비의 작동시간을 달리하면서 기존의 암모니아 감지용 화학발광 분석기기와 동시에 측정, 그 결과를 비교하는 것이 있음
 - 유비쿼터스 기술을 활용한 연구로는 일반적인 수준의 유비쿼터스 기술의 원리 및 응용에 대해 정리한 연구들은 다수 수행되었으나(Zhekun 등, 2004⁴⁾; Knospe와 Pohl, 2004⁵⁾) 가축생산성

3) Xin, H., Y. Liang, A. Tanaka, R. S. Gates, E. F. Wheeler, K. D. Casey, A. J. Heber, J. Q. Ni, and H. Li, 2003. Ammonia Emissions from U.S. Poultry Houses: Part I-Measurement System and Techniques, the American Society of Agricultural and Biological Engineers, Proceedings of 2003 Conference, Air Pollution from Agricultural Operations III, pp.106~115

향상에 특화된 사양관리 연구는 발표된 바 없는 것으로 판단됨.

○ 한-EU FTA에서 동물복지가 주요의제로 채택될 정도로 많은 관심을 받고 있으며, 국내에서도 동물보호법에 의해 '동물복지 축산농장 인증제도'가 시행 중임.

* 동물복지 축산농장 인증제 : 산란계('12), 양돈('13), 육계('14), 한·육우 및 젖소('15) 적용

- 윤리적인 소비(Ethical Consumerism)를 추구하는 소비자들이 동물복지 축산물을 선호하고 있으며, 이러한 트렌드 변화가 동물복지축산물 시장을 확대시키고 있으므로 축사 환경관리를 효과적으로 하여 쾌적하고, 청결한 환경을 제공하는 것이 중요함.

- 한우의 경우 열적 스트레스를 받으면 다음 그림과 같은 다양한 증상이 나타나므로 한우의 열적스트레스에 따른 비용의 증가를 방지하기 위해서도 축사 환경의 최적 관리가 필요함).

체온측정을 통한 질병조기감지 등 건강 모니터링 중요성

○ 구제역은 전파력이 매우 빨라 발병을 조기에 감지하는 것이 매우 중요하나, 실제 가축사육 현장에서는 외관상의 증상(수포, 침흘림, 행동변화 등)을 통하여 감염을 인지할 수밖에 없음.

- 소·돼지의 사육규모가 점차 확대되고, 사육시스템의 자동화가 빠르게 진행됨에 따라 가축에 대한 사양가의 직접 관찰 기회가 줄어 구제역 증상의 발견이 지연되고 있음.

- 현단계에서는 구제역 감염시 생체내 생리적 변화를 조기에 감지할 유효한 수단이 없음.

○ 구제역은 소, 돼지, 양, 염소, 사슴 등 발굽이 둘로 갈라진 동물(우제류)에 감염되는 질병으로 전염성이 매우 강하며 입술, 혀, 잇몸, 코, 발굽 사이등에 물집(수포)이 생기며 체온이 급격히 상승되고 식욕이 저하되어 심하게 앓거나 죽게 되는 질병으로 국제수역사무국(OIE)에서 A급질병(전파력이 빠르고 국제교역상 경제피해가 매우 큰 질병)으로 분류하며 우리나라 제1종 가축전염병으로 지정되어 있음.

- 구제역을 발병시키는 원인체는 작은 RNA 바이러스(Picornaviridae Aphthovirus)로서 7개의 혈청형 즉 A, O, C, Asia1, SAT1, SAT2, SAT3형으로 분류.

- 구제역은 매우 빠르게 전파되는 질병으로 감염동물의 수포(물집)액이나 침, 유즙, 정액, 호흡 공기 및 분변등과의 접촉이나 감염 동물유래의 오염축산물 및 이를 함유한 식품 등(직접전파)과 오염지역내 사람(목부, 의사, 인공수정사 등), 차량, 의복, 물, 사료, 기구 및 동물 등(간접 접촉전파) 그리고 공기를 통하여 전파(공기전파)되며 공기는 육지에서는 50km, 바다를 통해서 250km 이상까지 전파될 수 있음.

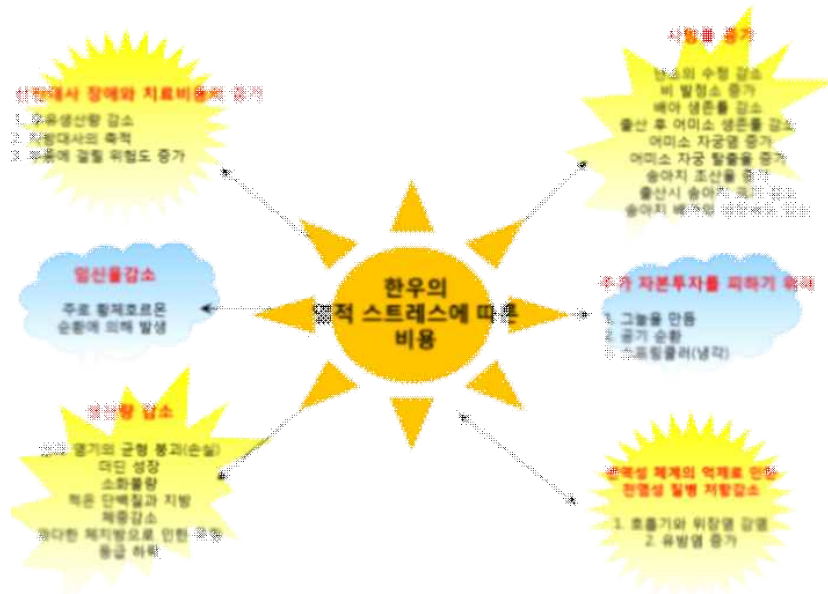
- 구제역은 특별한 치료방법이 없음. 따라서 증상을 조기에 발견하여 매몰 등의 방법으로 처치하는 것이 매우 중요함.

- 실제 현장에서는 외관상의 증상(수포, 침흘림, 행동변화 등)을 통하여 감염을 인지하고 있는

4) Zhekun, L., R. Gadh and B.S. Prabhu, 2004. Applications of RFID Technology and Smart Parts in Manufacturing, ASME 2004 Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference, Proceedings of DETC'04, pp.1~7

5) Knospe, H. and H. Pohl, 2004. RFID security, Information Security Technical Report Vol. 9, Issue 4, pp.39~50

6) 강원지방기상청, 2013, 강원도 한우사육 지원을 위한 기후정보 개발.



<한우의 열적 스트레스에 따른 비용>

상황임.

- 소·돼지의 사육규모가 점차 확대되고, 사육시스템의 자동화가 빠르게 진행됨에 따라 가축을 직접 관찰할 수 있는 기회가 줄어들어 구제역 증상의 발견이 지연되고 있음.

○ Bio-sensor/RFID 연동 생체정보 micro chip이 국내에서 개발되어 가축에게 활용할 수 있다면 구제역 등의 악성 전염병의 조기진단에도 활용할 수 있을 뿐만아니라 정상시의 가축사양에도 폭넓게 활용할 수 있어서 농장경영이 획기적으로 개선될 것으로 기대됨.

○ 따라서 동물체의 생리적(체온, 맥박수 등) 변화와 행동적(자세, 활동도 등) 변화를 조기에 감지하여 구제역등의 전염병 감염 증상을 발병 초기에 판별하고, 이를 통하여 질병의 확산을 방지할 수 있는 건강 모니터링 시스템 기술의 개발이 필요함.

비접촉식 센싱기술의 적용 중요성

○ 동물의 체온측정은 그동안은 접촉식으로 한우의 귀에 장치를 설치하여 측정하는 방식을 이용하였으나, 주기적 데이터 전송에 따른 배터리 방전 문제 등으로 인하여 이를 보완하여 동시에 활용할 수 있는 기술 개발이 필요함.

- 비접촉식 센싱 기술인 열화상카메라를 이용한 체온 측정방식을 이용하여 접촉식 센싱 기술과 상호 보완적으로 활용할 필요가 있음.

○ 동물의 행동 측정은 그동안은 비디오카메라를 이용하여 수작업으로 분석하였으나, 패턴 인식을 통하여 광각카메라로부터 받아들인 영상데이터를 활용하여 자동으로 추출하는 것이 필요함.

- 이와 같이 추출된 데이터는 동물의 급이, 급수 상태를 파악하고, 발정상태 및 건강 이상유무를 파악하는데 활용할 수 있음.

○ 비접촉식 센싱 기술인 카메라 영상기술을 이용하여 동물의 운동 거리를 측정하고 또한 열화상 카메라를 이용하여 동물 체온을 측정하여 운동량과 동물체온의 상호 관계 및 동물의 상태를 관측하고 예상하는 기술을 활용할 필요가 있음.

대가축(한우) 관리를 위한 건강모니터링 시스템 개발 중요성

○ 한우의 건강상태를 파악하기 위해서는 체온정보, 환경정보, 사양정보, 영상기술을 이용한 행동인식 정보, 음성인식 정보 등 대용량의 다양한 정보를 빠르게 활용 분석하는 것이 필요함.

- 고품질의 한우와 양질의 우유 생산을 위해서는 환경정보, 체온정보, 행동정보 등의 다양한 데이터들을 분석하여 동물의 건강상태를 모니터링하고, 이상 징후가 발견되는 경우 즉시 대처할 수 있는 시스템을 구축하는 것이 필요함.

○ 동물의 생애주기 전단계별로 관리하기 위해서는 다양한 데이터를 축적할 필요가 있으며 이러한 대용량 데이터를 활용하여 동물을 건강하게 관리하는 것이 중요하며, 질병의 발생시에 신속하게 대처할 수 있는 판단의 기준을 제시하는 것이 필요함.

○ 비접촉식 센싱 기술인 카메라 영상기술을 이용하여 동물의 운동 거리를 측정하고 또한 열화상 카메라를 이용하여 동물 체온을 측정하여 운동량과 동물체온의 상호 관계 및 동물의 상태를 관측하고 예상하는 기술을 활용할 필요가 있음.

정부지원의 필요성

○ 비접촉식 센싱기술인 카메라 영상기술은 현재 전 세계적으로 여러 산업영역에서 접촉식 센싱기술로 대체 중에 있으며 향후 센싱기술 영역에서 핵심기술로 등장하게 될 것임으로 우리나라가 동물산업영역에서도 이 기술을 선점할 필요가 있음.

○ 현재 가축의 건강모니터링을 주요 기능으로 하는 접촉식 센싱기술에 기반한 수입제품들은 모니터링한 정보를 수집·처리하는 서버를 우리나라에 두지 않고 개발·판매한 자국에 두고 있어서 우리나라의 가축과 농장에 대한 정보가 실시간으로 유출되고 있음.

○ 따라서 카메라 영상기술을 이용한 가축 건강모니터링 시스템의 개발은 미래 핵심기술의 선점뿐만 아니라 국내 농가의 소중한 정보의 국외유출을 방지하는데 크게 기여할 것으로 판단되므로 기술개발에 대한 정부의 지원이 절실히 요구됨.

1-2-3. 선행연구의 내용 및 결과

□ 주관연구기관 선행연구 결과 : Cowmanager를 이용한 사양관리 모니터링기술 도입 및 농가서비스.

○ (주)편한소에서는 2014년 상반기부터 낙농목장에 ICT에 기반한 “Cowmanager”라고 하는 네

달란드에서 개발된 개체 정보인식 장치를 50여 농가에 보급하고 이를 활용하여 2500여두의 고능력 착유우의 건강상태를 실시간으로 모니터링을 하고 있음.

○ Cowmanager를 통하여 각 개체의 활동성, 반추, 사료섭취, 발정징후 등을 모니터링하고 발정 시와 건강이상 시에 모바일 프로그램을 이용하여 실시간으로 목장주에게 정보를 제공하고 있음.

○ 현재까지 2년 이상 여러 목장에서 적용하여 우리나라 착유우에 대한 기본 정보에 대한 방대한 DB를 구축하고 있으며, 발정 시와 건강 이상 시에 농가의 조치요령에 대한 다양한 노하우를 축적하고 있음.



<Cowmanager 가축 모니터링 시스템>

□ 제1협동연구팀 선행연구 결과 : 가축생산성 향상을 위한 U-IT기반 사양관리 모니터링기술 개발

(1) 연구개발 개요

○ 본 연구팀은 2011년부터 3년간 농림수산물 연구개발사업으로 “가축 생산성 향상을 위한 U-IT기반 사양관리 모니터링 기술개발”과제를 수행하였음.

○ 이 과제를 통하여 가축의 생체 및 행동정보와 축사내 환경을 U-IT기술을 이용하여 모니터링하고 농장관리자나 지역 및 국가단위의 정보수요처에 전파하고 자동 및 원격으로 제어하는 통합관리시스템을 개발하였음.

(2) <제 1 세부과제 : 가축관리 U-서비스모델 및 축사 환경관리 기술개발>

○ U-IT기술을 활용하여 가축들이 쾌적한 생활을 할 수 있는 축사 환경관리에 필요한 요소를 도출하고, 가축 원격진료에 필요한 요구사항을 분석하여 1협동과제에서 시스템 개발시에 이를 기반으로 개발할 수 있도록 하며, 가축관리 전반에 활용될 수 있는 서비스 모델을 개발하고, 축산분야 관련시스템들을 연계하여 축산분야 유비쿼터스 활용 로드맵을 제시하여, 축산분야에서 유비쿼터스 기술의 활용성을 제고함.

(3) <제 2 세부과제 : 가축 U-사양관리를 위한 모니터링 기술 개발>

○ U-IT기술을 이용하여 가축의 건강과 사양환경을 통합관리하는 시스템개발에 필요한 축종별 표준 생리정보 및 행동정보에 대한 데이터베이스를 구축하여 RFID/USN기술로 측정된 정보와의 유의성과 유효성을 검증하고 시스템의 활용을 위한 정보전파 시나리오를 구축함.

(4) <제 1 협동과제 : 가축생산성 향상을 위한 U-IT기반 통합 모니터링 및 관제 시스템 개발>

○ 가축 생산성 증대를 위해 축사 내, 온도/습도/이산화탄소 등의 환경정보를 습득하여 환풍기, 개폐기 등을 제어해 환경을 개선하는 축사환경관리시스템 1식과 가축의 생체정보, 행동패턴 그리고, 사운드 정보를 습득하여 가축의 상태를 파악하는 가축모니터링 시스템 1식, RFID Tag정보와 위치정보를 이용하는 사양관리시스템 1식, 가축의 체온을 측정하여 전달하고 화상대화가 가능한 가축원격진료시스템 1식, 통합관제시스템 1식, 스마트폰용 운용프로그램 1식, 총 6개의 시스템을 개발함.

(5) 기대성과

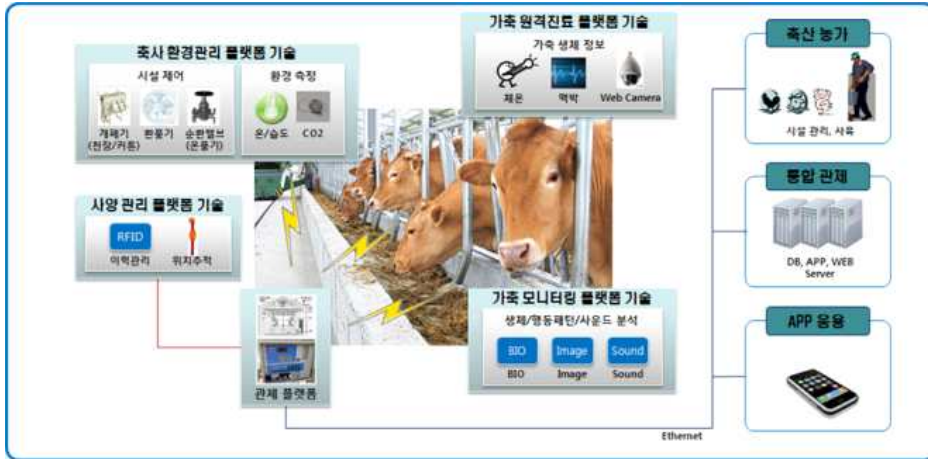
○ 과제는 U-IT기술을 활용하여 축산 생육 환경을 모니터링하고, 이에 영향을 받는 가축 행동에 대한 관찰을 통해 가축의 생산성 저하 및 질병에 의한 피해 증가를 방지하고자 하는 시스템임.

○ 기존의 축산에 대한 연구가 가축의 성장과 질병에 대한 직접적인 생물학적 원인을 파악하고 이에 대한 해결책을 제시하는 방식이었다면, 본 과제는 직접적이진 않지만 생물학적 원인을 제공할 수 있는 성장 환경을 관리하는 시스템임.

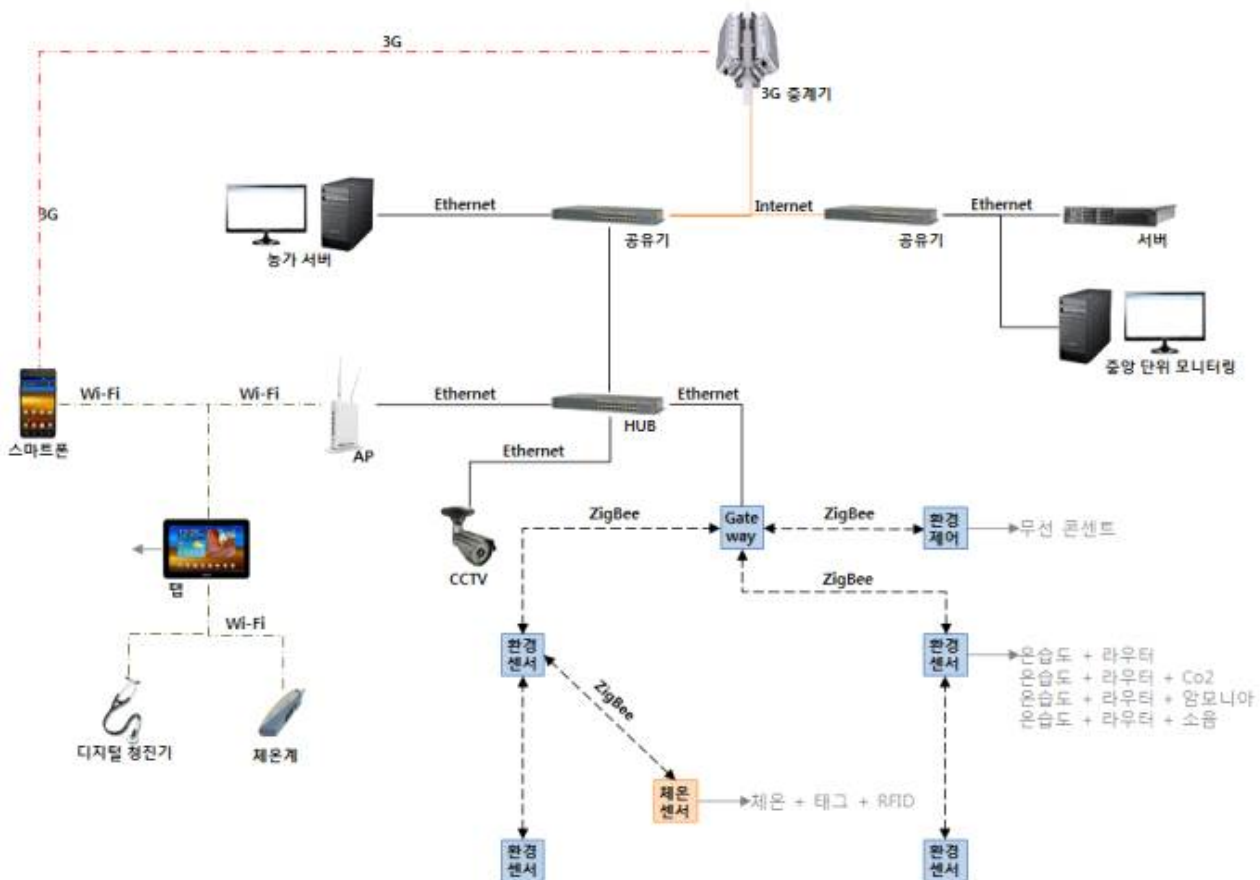
○ 선도적인 IT 기반 기술과 융합하여 축산 농가 한 곳만의 시스템이 아닌 전국의 축산 농가와 국가기관, 수의학 연구기관 등이 연결되는 네트워크 구축, 문제 발생 시 원격 지원을 받을 수 있게 될 뿐만 아니라, 축적되는 사전 데이터를 통해 문제를 미연에 방지 할 수 있는 체계적인 시스템을 구축할 수 있음.

○ 이는 구제역, 조류 독감 등의 확산에 신속하게 대응하게 될 수 있을 뿐 아니라, 그 원인 및 병세 변화에 대한 지속적인 데이터를 축적할 수 있게 되어, 향후 일어나는 병증에 대한 판독 데이터로도 활용 할 수 있음.

○ 다음 그림은 시스템의 개략도와 목표시스템 구성도임



<시스템의 개략도>



<목표시스템의 구성도>

○ 다음 그림은 축사 환경관리시스템의 구성도와 축사환경관리에 사용된 센서 노드들과 스마트폰 화면서 축사환경관리 모듈을 제어하는 화면의 예시임.



<온습도 노드>



<CO₂ 노드>



<소음 노드>



<풍향풍속 노드>



<로그인>



<초기 화면>



<환경 관리>



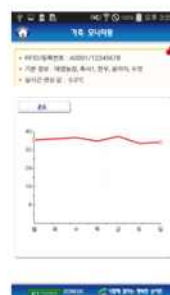
<환경 관리 - 임계치>



<사양 관리>



<가축 모니터링>



<가축 체온 그래프>

<축사 환경관리시스템>

○ 다음 그림은 가축 모니터링 시스템의 구성도와 체온 측정용 태그의 사진임.



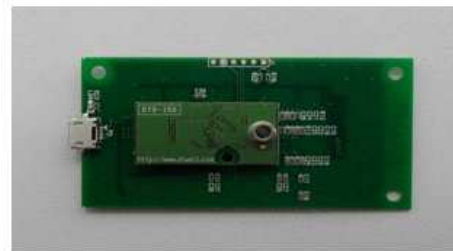
<최종 IR 체온 태그>



<최종 USB 체온계>



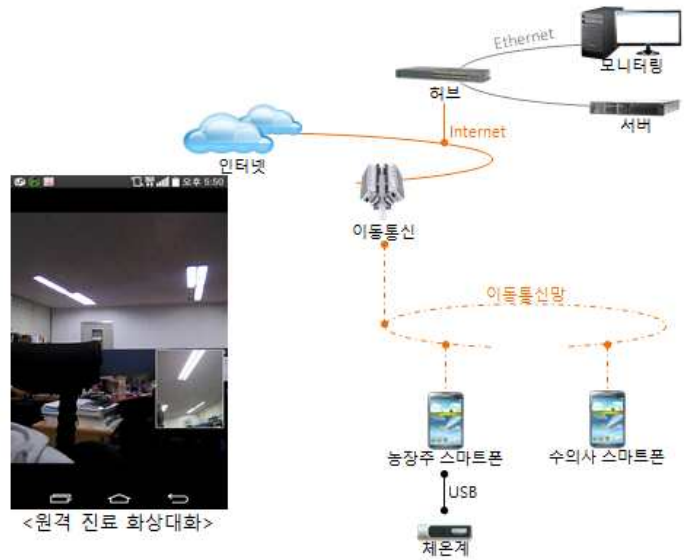
<프로토타입 체온 태그>



<프로토타입 USB 체온계>

<가축 모니터링 시스템>

○ 다음 그림은 축사 원격진료 시스템의 구성도와 스마트폰 기반의 원격진료시스템 프로토타입임.



<가축 원격진료 시스템>

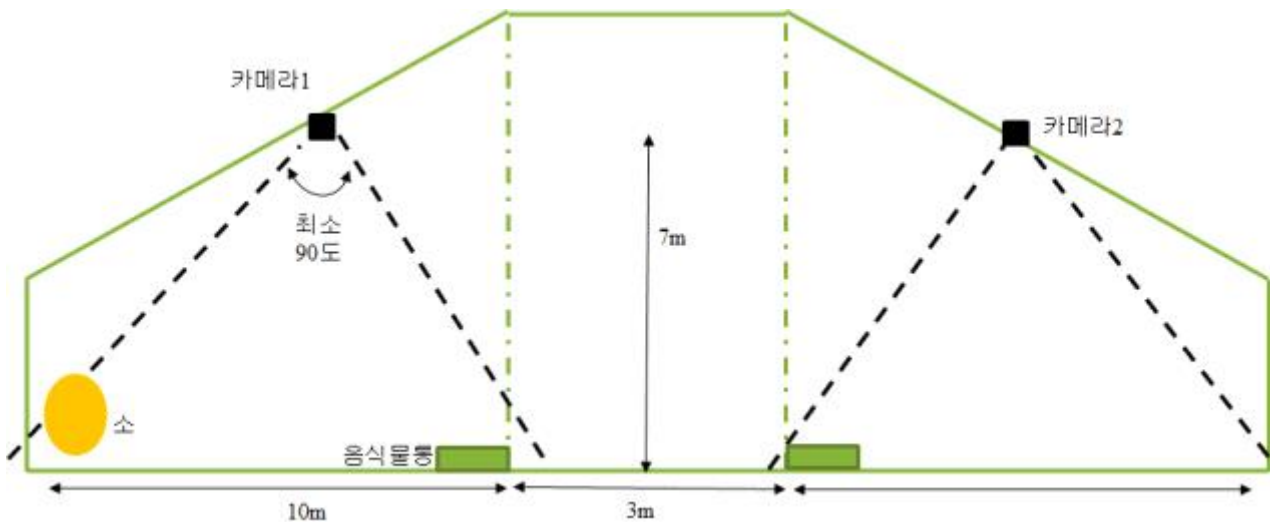
□ 제1협동연구팀 선행연구 결과 : 영상인식기술을 이용한 대가축 행동량 추정 기술 개발

○ 행동 모니터링 자동화를 위하여 다음과 같이 행동 자동 계산 프로그램을 개발하였으며, 이를 통하여 아래와 같은 분석이 가능하고, 이러한 분석은 다음과 같은 사항을 고려함.

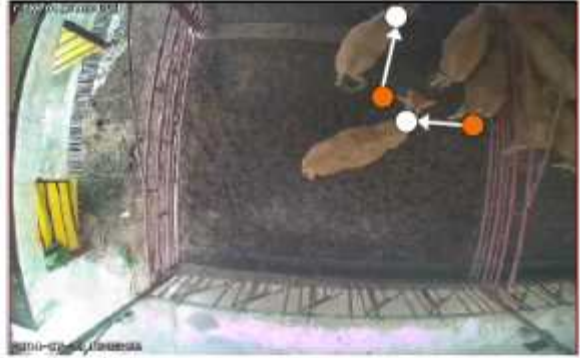
- 소들을 자동 인식하여 소의 움직임, 이동거리 등을 자동 계산
- 센서 설치 방식이 아닌 기존 카메라를 활용
- 한우사양 프로그램에 적합한 형태를 추구 (5두 이하)
- 활동성이 높은 시간대를 이용
- 로컬 PC에서 영상처리 및 위치/ 활동량을 분석하고 서버를 통해 외부접속 가능

○ 시스템의 구성 개요도는 다음 그림과 같음. 아래의 구성 개요도의 핵심은 직하방 촬영임. 카메라를 위에서 직하방으로 촬영을 해 동물들의 움직임을 2D화 시켜 위치 값을 손쉽게 파악하고, 해석함. 카메라 한 대당 처리할 수 있는 가축 두 수는 최대 15두이며, 이는 판별방법을 업그레이드 할 시 더욱더 많은 두 수를 한 번에 처리할 수 있게 되어 적은 비용으로 고효율의 처리를 보일 수 있을 것으로 기대함. 실험에서는 1대의 카메라로 하나의 우방을 촬영하고, 여기에는 음수대와 사료조를 포함. 행동과 구역으로 나뉘어 거세한우의 행동 패턴을 확인할 예정이며

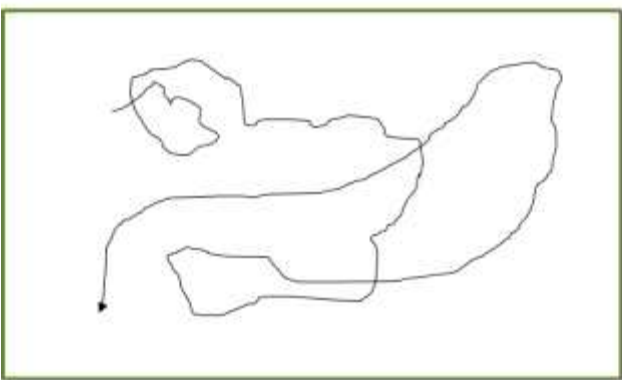
- 사료조와, 음수대, 운동장으로 나뉘어 구역 별 거주시간
 - 시간대별 개체별 행동양식
 - 이상행동의 판별
- 등과 같은 직관적으로 사용가능하도록, 발생된 data를 분석.



<위치인식을 위한 카메라 설치방안>

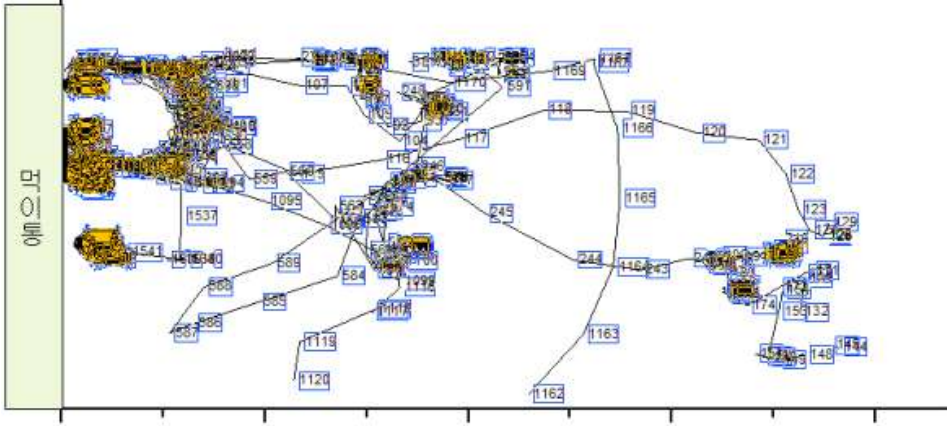


<동물의 위치 인식을 위한 마킹 위치와 마킹 움직임에 따른 위치 값 변화>



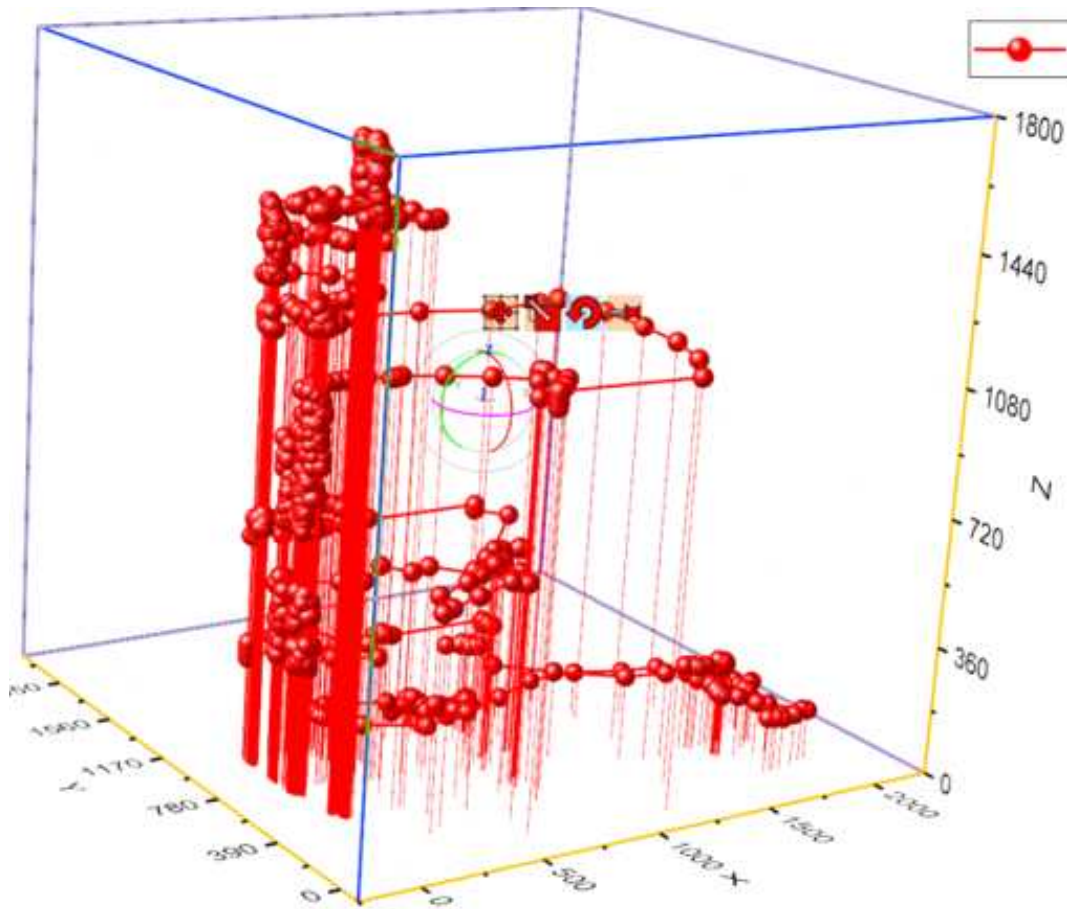
<마킹구분을 위한 색 목 밴드 및 위치이동 파악 곡선>

○ 위와 같이 행동패턴을 위한 구상도를 나타냈고 소의 움직임을 2D화 시킬 수 있게 설정하였으며, 그림에서와 같이 소의 목에 마커를 설치하여 식별 가능하도록 하였다. 프로그램 실행 후 값들은 아래와 같고 이를 3D화를 통해 시간 축 Z에 따른 X,Y 좌표를 나타내었다. 또한 각각의 좌표 값을 통해 동물들의 행동 성향을 파악할 수 있는 연구를 진행함.



<한우의 실시간 이동경로 좌표 그래프>

○ 그림은 한우의 실시간 위치추적 프로그램을 분석하여 제시한 실시간 이동경로 좌표(옆의 숫자는 시간의 흐름을 나타냄).



<Z축을 시간으로 고정 한 후, 이에 따른 소의 이동좌표를 3D화 작업을 실시
시간에 따른 소의 이동경로>

○ 수치화된 data를 다시 한번 시각적으로 도식화 한 것으로, 초록색 마커 소의 이동경로에 대한 결과임. 각 표시점 옆의 숫자 오름차순대로 시간에 따른 이동임. 이를 통해 이 소가 어디에서 주로 있었는지를 알 수 있고, 먹이를 먹은 시간, 물을 마신 시간 등을 확인 할 수 있음. 그리고 이러한 내용을 시간대별로 위치추적이 용이하도록 Z축을 시간으로 설정한 3D 그래프를 구현함. 이를 통하여 소의 시간대별 행동반경을 보다 정확하게 파악할 수 있게 됐으며, 2D에서의 정보보다 더 많은 것을 파악할 수 있게 함.

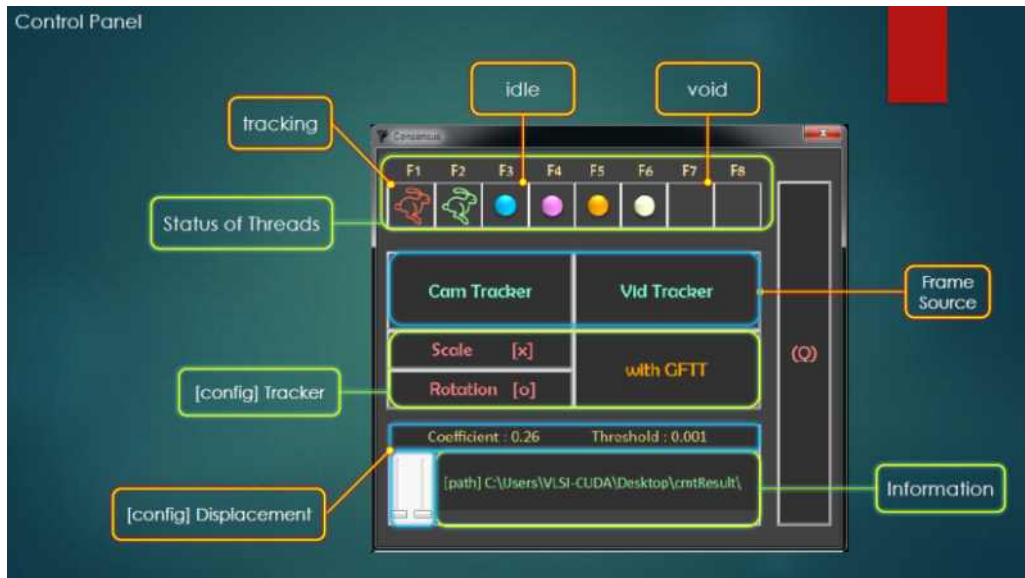
□ 제2협동연구팀 선행연구 결과 : OpenCV 기반 소 행동 영역 추적 프로그램

(1) 연구개발 개요

○ 소의 정보를 영상을 통해 추적, 수집, 저장하여 소의 행동 및 정보를 모니터링 할 수 있도록 하는 프로그램을 OpenCV를 기반으로 가축(소)의 행동 정보를 수집하고 분석하는 시스템을 개발함.

(2) 프로젝트 결과

○ 다음은 추적 프로그램의 인터페이스임.



<소 추적 프로그램>

○ 다음은 프로그램을 이용하여 소 영상을 이용해 소의 위치를 추적하는 영상임.



<소의 행동 추적>

(3) 기대성과

- 소의 행동 영역을 추적하여 소의 기본적인 행동 및 특이사항을 저장 및 분석하고 모니터링하는 시스템이며 이를 통해 행동 특성을 파악하여 돌발상황을 예측하여 예방할 수 있도록 함.
- 열화상 카메라와 함께 동물의 정보를 실시간으로 수집하고 분석하여 질병 예방 및 예측할 수 있는 데이터로 활용될 수 있음.
- 소에 특정하는 것이 아니라 동물의 특성에 맞게 개발하여 돼지, 닭 등 다양한 축산업으로 확장할 수 있음.

1-3. 연구개발 범위

□ 본 연구의 주요 대상 축종은 대가축 한우로 한정하였음. 열화상카메라의 화각이 크지 않아 낙농에서 사육되고 있는 젖소의 운동장 우사 크기를 충족시키기 어려움. 한우 번식우 우사는 일반적으로 10m*5m 의 크기로 열화상카메라가 촬영이 가능함.

□ 본 연구의 초기 계획은 열화상카메라를 이용하여 개체의 체온변화를 감지하여 건강상태를 모니터링하고자 하였으나, 실제 연구진행 중 열화상카메라의 성능과 측정거리, 개체의 촬영부위에 따라 오차가 커 실제 상용화 제품에 적용하기는 어렵다는 결론을 내림. 이에 따라 본 연구에서는 열화상카메라를 이용한 동물의 행동량 추적 알고리즘에서 나오는 데이터를 이용하여 발정과 건강상태를 판단하기로 함.

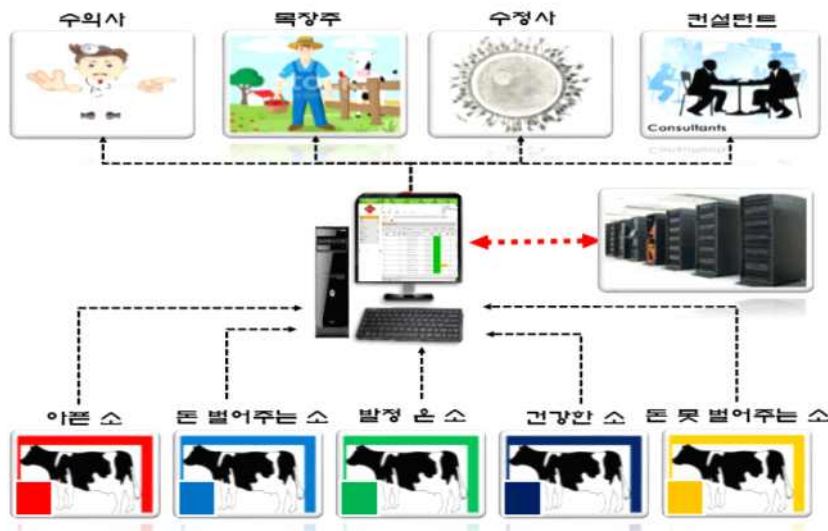
□ 본 연구의 목적인 대가축 한우의 행동 데이터를 수집 및 분석하고 ICT융합된 기술을 개발하기 위해 동물사양학, 동물생리학, 전자공학, 통계학 등의 다양한 기법을 사용함. 광범위한 연구 접근 방식을 통해서 열화상카메라를 이용한 ICT융합 건강모니터링 제품개발 목적에 부합하는 유의미한 양질의 연구결과를 산출하고자 함.

2. 연구수행 내용 및 결과

2-1. 연구개발 추진전략 및 방법

■ 본 연구는 농림수산식품기술기획평가원의 연구과제로 진행되었던 “가축생산성 향상을 위한 u-IT기반 사양관리 모니터링기술 개발” 과제를 기반으로 하여 비접촉식 센서를 이용한 다양한 데이터를 축적하여 ICT 기술을 융합하여 대가축(한우)의 건강을 모니터링 하는 기술을 연구하는 것임

- 본 연구팀의 협동기관은 “가축생산성 향상을 위한 u-IT기반 사양관리 모니터링기술개발”과제를 연구한 경험을 기반으로 하여, 대가축(한우)의 체온, 축사의 환경, 가축원격진료, 가축사양관리시스템의 프로토타입을 기 개발하였음.
- 본 연구에서는 접촉식 방식이 아닌 비접촉식 센싱 기술을 이용하여 가축의 체온을 측정하고, 행동 패턴을 분석할 수 있는 기술을 개발하며,
- 개발된 시스템으로 부터 축적되는 자료를 기반으로 하여 데이터마이닝 기법을 활용하여 대가축(한우) 건강모니터링 시스템을 구현함.
- 주관기관인 편한소는 2014년부터 개체인식정보장치인 Cowmanager를 네덜란드의 Agis사에서 수입하여 낙농목장에 판매하고 있음.
- 우리나라에서 개체 인식정보장치를 통한 ICT 기술을 구현하고 있는 기업 중 하나이며, 현재 Cowmanager를 54개 목장에 설치했으며, 약 3,500마리의 착유우에 설치하고 이를 운영하고 있음.
- Cowmanager는 젖소의 귀에 부착하여 각각의 개체의 사료섭취,반추행동,활동성,귀체온을 측정하여 건강의 이상 여부, 발정 등을 실시간 모바일로 알람을 축주, 컨설턴트, 수의사, 수정사에게 알려주는 장치이며, 현재 세계적으로 이용되고 있음.



- 각 분야의 최고의 전문가가 연구책임자로 구성되어 있는 모든 주관, 협동연구기관이 독립적 모듈을 이루어 기술을 개발하되, 모든 과제가 유기적으로 연동되어 통합적 시스템을 이루고 지속적인 피드백을 통해 현장 적용성이 우수한 유비쿼터스 ICT 융합 대가축(한우) 건강모니터링 시스템을 개발함.
- 선행연구, 문헌조사를 통해 현재 보유하고 있는 기술을 융합한 테스트베드를 건국대학교 충주목장에 구현하고, 지속적으로 각 과제별 연구결과를 적용, 검증하고, 이에 따라 체계적으로 시스템을 보정 및 수정함.
- 개발된 시스템은 각 부분별 결과도출에 따라 신속히 기술이전 및 산업화를 실시하고, 개발된 대가축(한우) 건강모니터링 시스템은 참여기업의 인프라를 통해 현장 적용 및 검증하고, 연구결과의 상품화, 산업화를 이루어 부가가치 창출함.

- IT기술을 축산분야의 다양한 업무에 활용할 수 있는데, 이러한 다양한 시스템들을 서로 연계 활용될 수 있도록 체계를 만드는 것이 필요함.
- 본 연구에서는 사양관리, 축사환경관리, 가축원격진료, 가축모니터링 등의 시스템 연구를 통한 대가축(한우)의 건강모니터링 기술개발을 하는 연구내용으로 목표 지향적, 체계적으로 계획을 수립하여 진행할 예정임.
- 본 연구와 관련된 기술정보는 먼저 보고서, 문헌, 특허 등을 통해 수집하고, 사육현장을 방문하여 현황과 문제점을 파악, 수집하여 활용함.
- 본 연구에서 개발되는 대가축(한우) 건강 모니터링 시스템에서는 가축에 적용되는 시스템으로 프로토타입을 기존의 연구를 기반으로 하여 1차 년도부터 개발하고 적용/개선하는 적용안정성 시험을 통해 문제점을 파악하고 실용 시제품에 반영함.
- 본 연구에서 개발되는 대가축(한우) 건강 모니터링 시스템은 안전성이 보장되어야 하므로 시제품 개발 후 동절기와 환절기에 현장실험을 통해 문제점을 파악 실용시제품에 반영함.
- 전문화된 역할분담을 통해 주관기관과 협동기관이 보유하고 있는 기술적 Know-How를 최대한 활용하여 시너지 효과를 극대화시킴.
- 최적의 개발방법론을 적용하여 단계별 평가를 세분화하고, 마일스톤 추진체계를 통해 지속적인 연구/개발을 관리함으로써 개발기간을 단축하고 최적결과물을 도출함.
- 대가축(한우)의 생산성 향상을 위한 비접촉센서 기반의 건강 모니터링 기술 개발을 통한 핵심/응용 특허를 발굴하고, 핵심 기술 확보를 통해 국내외 특허 및 표준화에 대응함.
- 구체적이고 명확한 타겟 시장 및 사업목표를 설정하여 개발, 검증과 사업화 준비 연계를 통한 조기 상용화를 추진할 예정임.
- 시스템의 개발을 위해서는 초기에 시범적으로 시스템을 개발할 대상지를 선정하여 실지 사이트에서 활용 가능한 시스템이 될 수 있도록 함.
- 동물생명과학대학의 대사측정실은 실내 온·습도와 빛의 밝기가 제어되고, 각종 동물체로부터의 생체정보(체온, 심박수 등)와 대사반응(소화율)과 CC카메라에 의한 행동 등을 측정할 수 있는 시설임. 또한 충주 실습목장은 주요 축종의 일반 사육뿐만 아니라 정밀사양실험이 가능하도록 설치된 시설임



<동물생명과학대학 대사측정실>



<동물생명과학대학 충주 실습목장 전경>

- 건강모니터링 시스템 개발의 특성상, 실무 의사들이 연구에 자문으로 참여하여, 실무에 적용할 수 있는 시스템 개발이 될 수 있도록 함.

2-2. 연구개발 추진체계



연구개발과제		총 참여 연구원
과제명	열화상카메라 기술을 활용한 ICT융합 대가축 건강모니터링 기술 개발	주관연구책임자 서인준외 총 15명

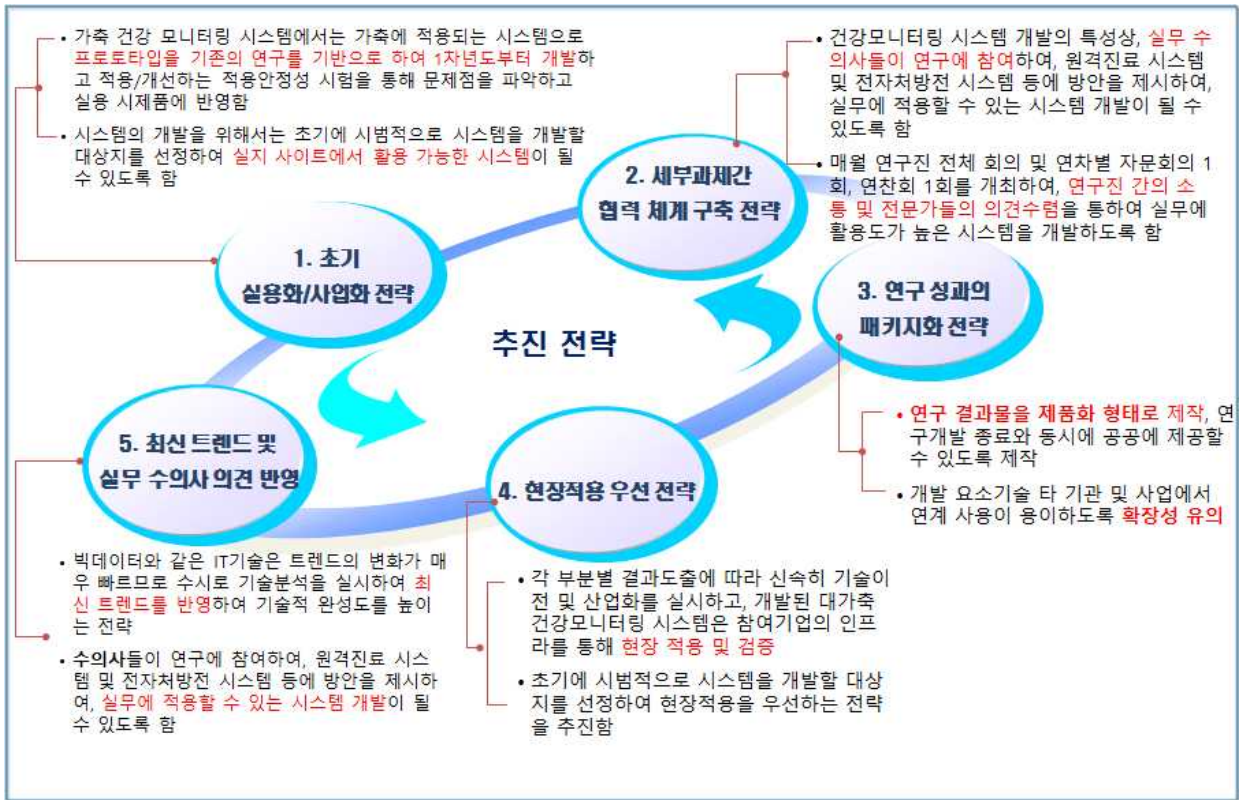
기관 별 참여 현황		
구 분	연구기관수	참여연구원수
대 기 업		
중견기업		
중소기업	1	5
대 학	1	11
국공립(연)		
출 연 (연)		
기 타		

주관연구기관명 (주)편한소
대가축 건강 통합 모니터링 시스템 개발 및 상용화
서인준외 4명
담당기술개발내용
시스템 설계, 개발 및 데이터 분석

1협동연구기관명 건국대학
ICT융합 대가축 건강모니터링 기법 개발
구지희외 5명
담당기술개발내용
시스템 현장적용 및 대가축(한우) 건강 모니터링 기법 개발

2협동연구기관명 건국대학교
열화상 카메라 및 광각카메라를 이용한 동물체온 및 행동패턴 분석기술 개발
김원준외 4명
담당기술개발내용
행동패턴 데이터 수집 및 분석 기술 개발

<연구개발 추진체계>



<연구개발 추진전략>



<연구개발 추진일정>

2-3. 세부 연구내용 및 결과

2-3-1. 대가축 건강 통합 모니터링 시스템 개발 및 상용화

○ 연구개발 목표, 방법 및 추진일정

- 연구개발 목표 : 1,2협동기관에서 개발된 열화상 및 광각카메라의 비접촉식 센서를 이용하여 대가축(한우)의 발정 발견과 건강에 이상이 발견될 시 조기에 발견할 수 있는 ICT 융합 건강 통합 모니터링 시스템을 구축하여 농가에서 편리하게 가축을 관리할 수 있는 제품을 만들어 상용화함.

- 연구개발 방법 :

- 개발된 기술을 이용한 행동 데이터를 서버로 전송하여 이를 분석하고 나타나는 결과를 인터넷과 모바일을 통하여 농장주에게 실시간으로 알람을 전송함.
- 기존에 사용되고 있던 Cowmanager의 데이터와 비교 분석하여 정확도를 향상함.

- 연구개발 추진일정

연구내용		1분기			2분기			3분기			4분기			가중치 (%)
		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
1 차 년도	Cowmanager 데이터모집 &분석													20%
	환경측정용기기 설치&운영													30%
	환경제어기기 설치&운영													30%
	체온 모니터링 기기 설치&운영													20%
2 차 년도	Cowmanager, 열화상카메라 데이터 비교&분석													40%
	영상 체온 측정 모듈통합													20%
	환경 모니터링 및 제어 시스템 통합													30%
	대가축(한우) 체온 모니터링 시스템통합													10%
3 차 년도	영상 행동 패턴 분석 모듈 통합													15%
	통합 검색 시스템 개발													15%
	모바일용 모니터링 및 검색 시스템 개발													30%
	개발 시스템 시범운용 및 상용화													40%

○ 연구개발 성과

- 제품 운용 및 상용화 : 연구기간동안 2개의 목장에서 상용화를 위한 운용을 하였으며, 이를 바탕으로 '카우알림이'라는 제품명으로 현재 완성품 1세트를 한우 번식우 목장에 판매하였으며, 추후 제품의 완성도를 향상시키고 홍보하여 추가 판매를 목표로 함.

- 학술발표 : 국내학술대회 1건 발표 (2018년 6월)

홀스타인 착유우에서 구제역 백신 접종이 행동 및 생산성에 미치는 영향, 한국축산학회,

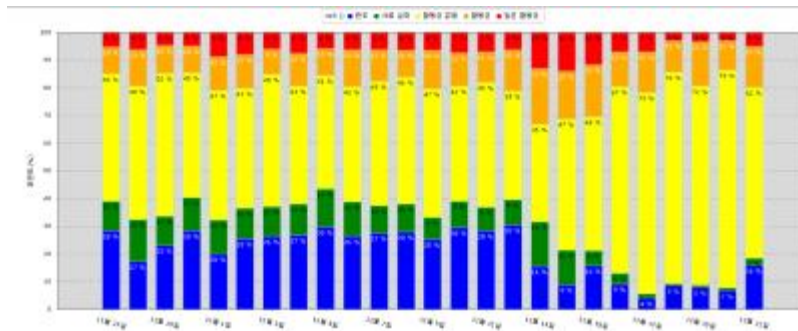
○ 연구개발 상세내용

□ Cowmanager 데이터 수집

가. 개체 알람이 발생하는 수준 조사

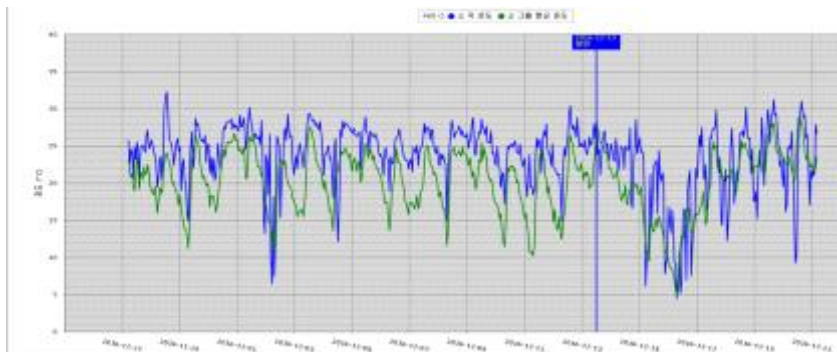
- 기존 설치된 40여개의 목장 중에서 3개의 목장을 우선 선정하여 Cowmanager의 센서 알람을 기록 하고, 각 기록의 알람이 언제 일어나는지 조사함. 향후 비접촉식 모니터링 기술의 알고리즘 개발과 관련하여 목장주에게 개체의 건강상태, 번식상태를 알려주기 위한 기준을 설정하는 기초연구로 활용할 수 있을 것으로 사료됨.

1) 건강



- 12월 13일 분만후 기립불능과 갈습부족으로 반추비율이 16%(13일)-12%(14일)-6%(15일)-4%(16일)-2%(17일)-1%(18일) 줄어들었으며, 반대로 활동성이 없는 비율이 35%(13일)-47%(14일)-48%(15일)-67%(16일)-73%(17일)-76%(18일) 증가함.

- 관찰 개체의 귀표면 온도 역시 12월 13일 이후 전체 우군의 온도보다 7~8도 이상 높거나

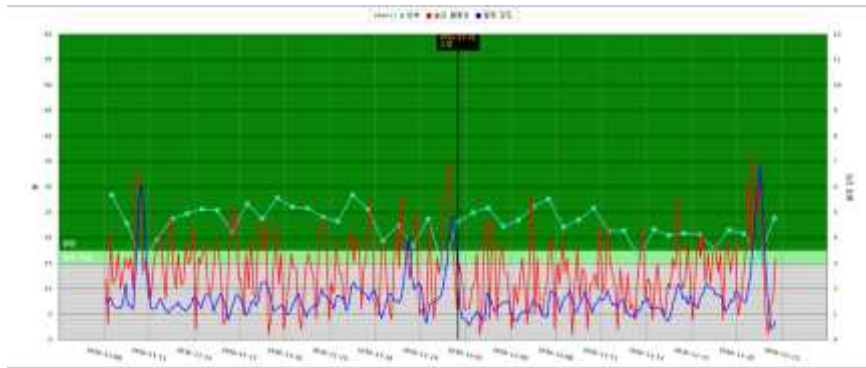


낮았으며, 변동이 크고 다른 패턴을 보이는 상황이 조사됨.

- 반추동물의 건강을 모니터링하는 지표로 삼을 수 있는 것들로 크게 반추시간, 움직임, 체온, 사료섭취시간 등이 있다. 이들 중 향후 열화상관련 비접촉식 건강 모니터링 연구에 이용할 수 있는 것들을 찾아내어 Cowmanager의 데이터를 활용할 방안을 협동기관과 함께 논의 중임.

- 위와 같은 데이터는 그래프형태로 현재 수집이 가능하여 세밀한 값을 얻어내기 어려웠음. 하지만 1년차에 구매한 프로그램을 본격적으로 활용하기 시작하면 세밀한 숫자를 활용한 데이터를 이용할 수 있어 2년차에 연구되는 알고리즘과 알람에 기준값을 찾아내는데 역할을 할 수 있을 것으로 판단됨.

2) 번식



- 관찰 개체는 11월 30일 발정이 시작되어 12월 1일에 인공수정을 실시함. 발정주기는 20일로 정상적인 발정주기를 가지고 있다고 판단이 되며, 발정을 나타내는 수치 그래프가 집중적으로 상승하였을때는 관찰하면 높은 활동성을 보이는 시간이 30분/일 일때에 발정알람이 발견됨. 또한 이 시기에 반추시간을 나타내는 그래프가 하락하는 시점이었음. 하락한 변화율은 약 10% 이상으로 판단됨.

- 추후 번식을 위한 발정발견 기준을 만들기 위해서 높은 활동성의 기준과 반추시간 또는 체온을 이용하면 좀 더 정확한 판단을 할 수 있을 것으로 생각됨. 또한 이프로그램에서 사용하고 있는 발정의 강도를 지수화 하여 0~12까지 표현하고 있음. 본 연구에서도 발정표현의 지수화 공식을 연구하여 사용하는 것이 좋을 것으로 판단됨.

□ 환경 측정용 기기 설치 및 운용

- 제1협동의 환경 데이터 및 메타데이터 설계를 적용한 환경 모니터링 및 제어 시스템을 통합 개발하였음

- 농장의 온도, 습도, CO₂, 기류의 정보를 확인할 수 있고 각각의 정보를 그래프로 확인할 수 있는 시스템을 구축하였음



< 1차 센서 노드 >

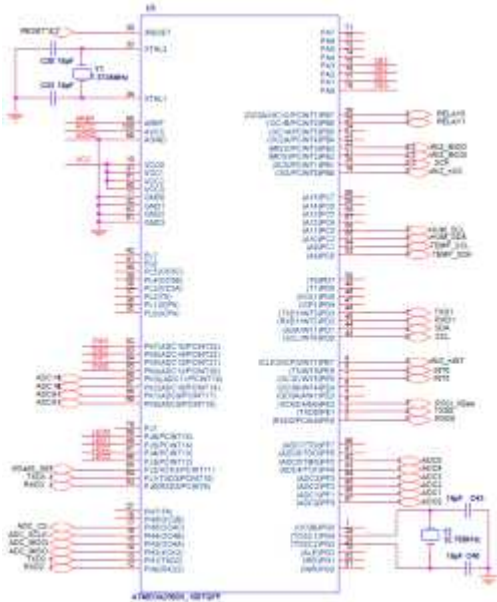


< 최종 센서 노드 >

항목	내용
CO ₂	측정 방식 : NDIR 측정 범위 : 0~3000ppm 정밀도 : ± 3% 작동온도 : -10 ~ 50℃
온도	측정 범위 : -25 ~ 85℃ 정밀도 : ± 3℃
습도	측정 범위 : 0~99.9% 정밀도 : ± 2%

- 하드웨어 구성

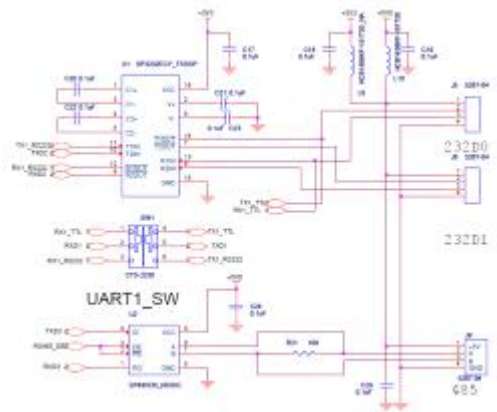
가. 회로 설계



< MCU부 >

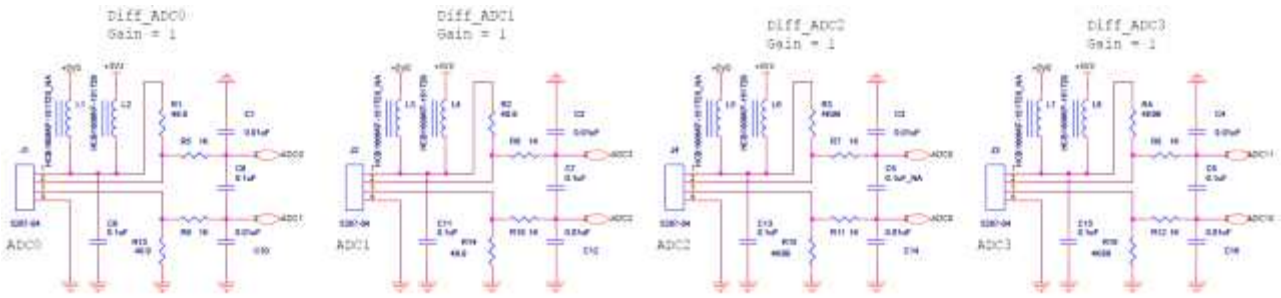
◆ MCU부는 motherboard 같은 역할로, 확장성에 초점을 맞춰 향후에도 다른 센서들을 손쉽게 수용가능하고 구현 할 수 있도록 제작함.

추가 보완 등의 장비 업그레이드가 발생한다고 하여도 MCU의 재설계가 필요하지 않으며 직접적으로 바로 연결 및 적용이 가능하기 때문에, 개발비용이나 개발단가 혹은 개발시간 등을 획기적으로 줄일 수 있게 됨.

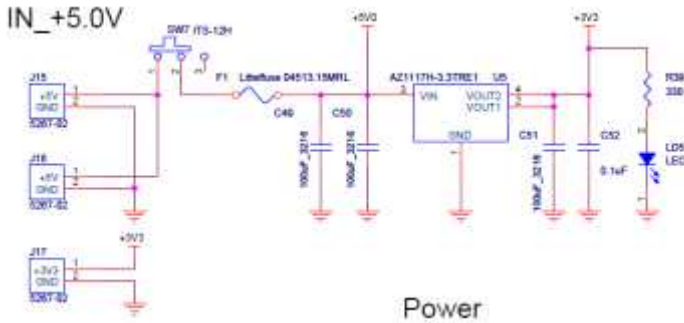


< UART 연결부 >

◆ UART 연결부는 232방식 혹은 485방식 모두에 대응할 수 있게 설계되어진 것으로 RS232 모듈에 비해 복잡한 구성도를 보이지만 범용성이나 확장성 부분에서 보다 용이한 장점이 있음. 설계가 복잡해지는 만큼 생산에 있어서 단가가 올라가는 단점이 있지만, 더 높은 확장성이 가지는 장점이 크기 때문에 기기제작에 있어서 유용할 것으로 판단함.

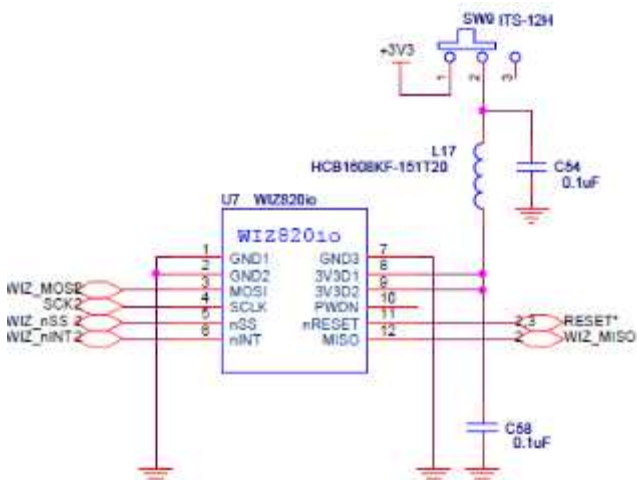


< ADC 연결부 >



< 전원부 >

◆ 외부전원을 받아 장비를 작동시킬 수 있는 전력공급 설계이며, 최소전력을 사용하며 추후 확장장비들의 전력도 고려하여 제시하였으며, 연결되는 모듈이 많아질수록 필요 전력이 높아지기 때문에 최대 사용되는 전력 값보다 더 높게 설정하여 여유 있는 사용이 가능하도록 우선적으로 고려하였음.



< 이더넷 연결부 >

◆ Ethernet모듈은 MCU에 연결된 각종 센서 및 장비로부터 얻은 정보를 네트워크 망을 통하여 서버에 전송하기 위한 장비로 여기에는 유무선에 관련된 기기들뿐만 아니라 중앙서버에 대한 주소를 내장하고 있어 정보 처리 및 전송하는데 중요한 위치를 차지함.



< 센서 노드 기판 >

◆ 위와 같이 구성된 센서 노드는 다양한 장비를 접목 시킬 수 있도록 data커넥터와 power커넥터가 존재한다. 이더넷 커넥터가 설치되어 있으며 측정 장비를 네트워크에 연결하기 편하며, data커넥터에서 발생하는 전력만으로도 센서를 구동시키기 충분히 가능하고 만약 전력이 부족할 시에는 추가로 제공되는 power커넥터를 통해서 부족한 전력을 보충함.

□ Cowmanager의 자료와 열화상카메라의 자료를 비교 분석

가) 실험 개요

- Cowmanager 데이터 개체정보와 열화상 카메라로 촬영되어 획득된 개체 행동 정보를 직접 비교 분석하여 정보의 정확성을 분석하고 차후 알고리즘 기술 개발에 이용하였음.

나) 실험 방법

◆한우에서 Cowmanager의 실제 정확도 측정(실험1)

- Cowmanager가 장착된 거세한우 3마리를 대상으로 실험을 수행하였음(Figure 1.1).

- 총 3명의 관찰자가 각 개체의 행동을 8시간 동안 육안으로 관찰하였으며 이를 Cowmanager의 자료와 비교하였으며, 기록된 항목은 사료섭취(eating), 반추(ruminating), 행동(active) 시간이었으며 1시간 동안 행동한 항목에 대한 시간의 백분율을 계산하여 Cowmanager데이터와 비교하였음.

- 통계분석은 SAS PROC CORR을 이용하여 피어슨 상관계수를 검증하였음.



Figure 1.1. Cowmanager가 장착된 한우 번식우

◆ 한우에서 Cowmanager와 열화상 카메라 정보와의 비교(실험 2)

- Cowmanager가 장착된 한우 번식우 9마리를 대상으로 실험을 수행하였음.
- Cowmanager에 기록된 데이터와 열화상 카메라를 통해 기록된 데이터 자료와 비교하였으며, 기록된 항목은 기록된 항목은 사료섭취(eating) 및 행동(active) 시간이었으며 1시간 동안 행동한 항목에 대한 시간의 백분율을 계산하여 Cowmanager데이터와 비교하였음.
- 통계분석은 SAS PROC CORR을 이용하여 피어슨 상관계수를 검증하였음.

◆ 실험 결과(실험 1)

- Cowmanager의 데이터와 육안으로 관찰한 동물이 움직이지 않는 상태(not active) 및 움직임을 있는 상태(active)의 피어슨 상관계수는 각각 0.71 ($p < 0.01$) 및 0.64 ($p < 0.01$)로 중간 수준의 상관관계를 보였음(Table 1.1; Figure 1.2).
- 하지만 반추행위(ruminating) 및 사료섭취(eating) 시간의 경우 각각 -0.08 ($p = 0.71$) 및 0.32 ($p = 0.13$)으로 낮은 수준의 상관관계를 보였음.
- 이로 보아 현재 시점에서 Cowmanager를 한우에 직접적으로 적용하기에는 정확도의 문제가 있을 것으로 보이며, 이는 Cowmanager가 기본적으로 홀스타인 착유우를 대상으로 제작된 제품이기에 체중이나 섭식 행동 양식이 한우에는 적절하지 않을 것으로 보임.
- 평균 반추 시간은 육안 관찰이 14.7m/h, Cowmanager가 4.7m/h로 한시간당 10분가량의 오차가 있었으며 평균 사료섭취 시간의 경우 육안 관찰이 5.7m/h, Cowmanager가 9.3m/h로 한시간당 4분가량의 오차가 발생.

◆ 실험 결과(실험 2)

- 열화상 카메라로는 동물의 반추시간을 측정할 수 없었음.
- 한우 번식우의 행동에 대한 Cowmanager 데이터와 열화상 카메라 데이터 사이의 상관성은 사료 섭취 및 움직이지 않은 시간이 각각 0.39 및 0.15로써 낮은 상관성을 보였음(Figure 1.3; Figure 1.4).
- 실험 1의 결과에 따라 한우에서 Cowmanager의 신뢰도가 떨어지기 때문에 실험 2도 비슷한 결과가 도출되었을 것으로 사료됨.
- 실험 1과 2의 결과를 종합해 보았을 때, 별도의 제품 개선이 이루어지지 않는 이상, 현재 시점에서 Cowmanager를 한우에 직접적으로 적용하기에는 정확도의 문제가 있을 것으로 보이며, 이는 Cowmanager가 기본적으로 홀스타인 착유우를 대상으로 제작된 제품이기 때문으로 보임.

Table 1.1. 한우 거세우의 행동에 대한 Cowmanager 데이터와 육안관찰 데이터 사이의 피어슨 상관계수(실험1)

	Actual Ruminating	CM Ruminating	Actual Eating	CM Eating	Actual Not active	CM Not active	Actual Active	CM Active
Actual Ruminating	1.00	-0.08	0.36	0.65	-0.67	-0.62	0.21	0.22
		p=0.71	p=0.09	p<0.01	p<0.01	p<0.01	p=0.33	p=0.29
CM Ruminating		1.00	-0.18	-0.18	0.03	-0.16	0.11	-0.34
			p=0.41	p=0.40	p=0.89	p=0.46	p=0.60	p=0.10
Actual Eating			1.00	0.32	-0.68	-0.54	0.28	0.58
				p=0.13	p<0.01	p=0.01	p=0.18	p<0.01
CM Eating				1.00	-0.34	-0.73	-0.09	0.04
					p=0.11	p<0.01	p=0.67	p=0.86
Actual Not active					1.00	0.71	-0.79	-0.69
						p<0.01	p<0.01	p<0.01
CM Not active						1.00	-0.41	-0.51
							p=0.05	p=0.01
Actual Active							1.00	0.64
								p<0.01
CM Active								1.00

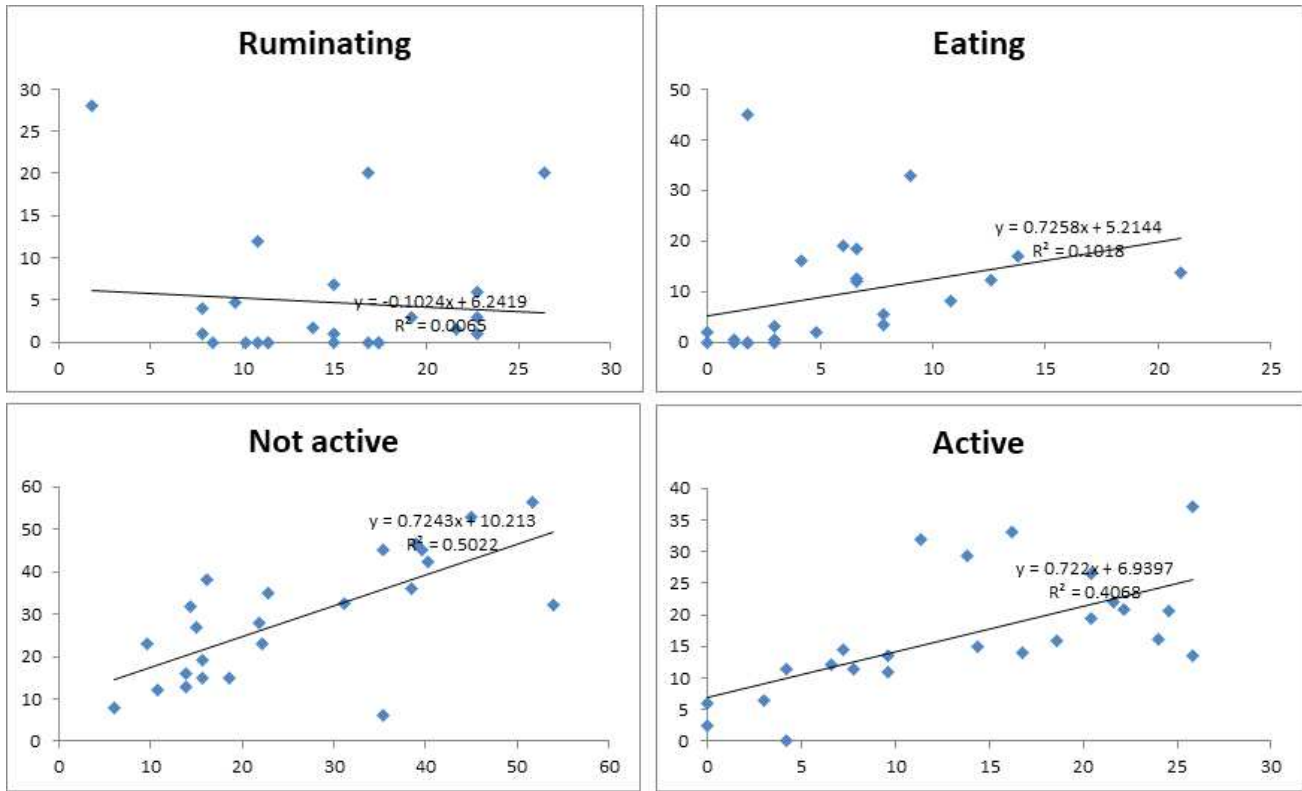


Figure 1.2. 한우 거세우에서 Cowmanager 데이터와 육안관찰 데이터 비교(실험1)

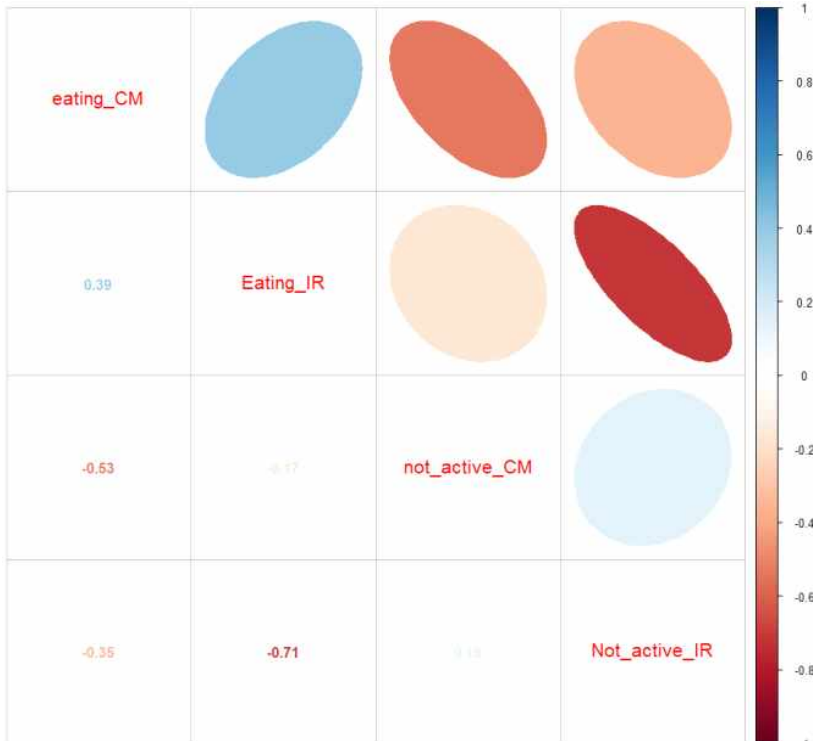


Figure 1.3. 한우 번식우의 행동에 대한 Cowmanager 데이터와 열화상 카메라 데이터 사이의 상관분석(실험2)

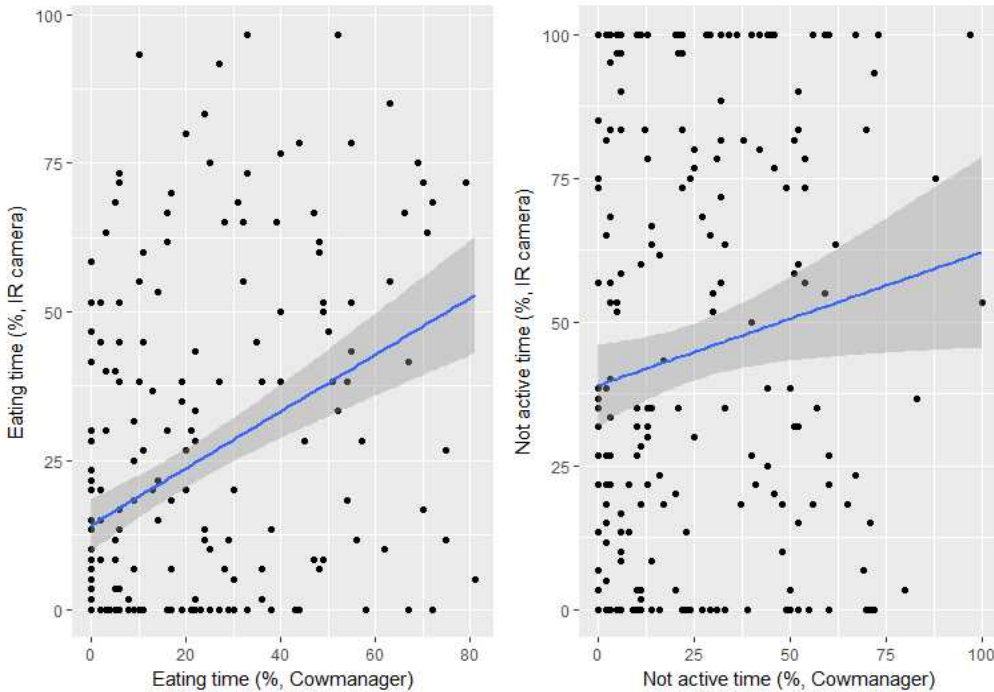


Figure 1.4. 한우 번식우의 행동에 대한 Cowmanager 데이터와 열화상 카메라 데이터 사이의 산점도 및 추세선(실험2)

□ 환경 모니터링 및 제어 시스템 통합
- 시스템 개요



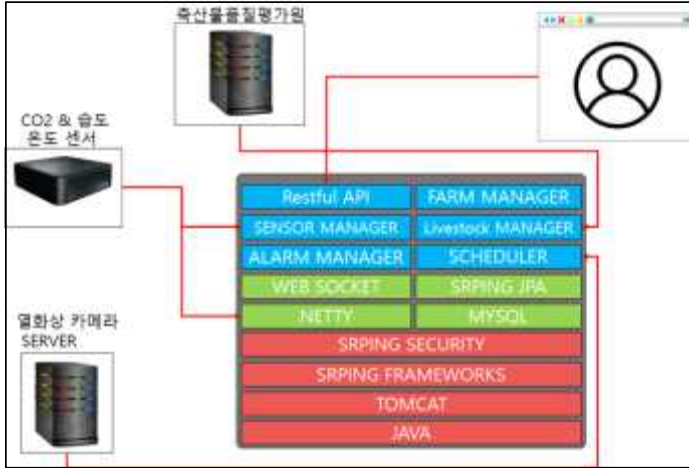
< 카우알림이 시스템 개요 >

- 카우 알림이는 축산물품질평가원에서 발급된 livestock ID를 조회하여 축산물품질평가원에 기재된 내용을 openAPI를 통해 정보를 얻어온 후 이를 사용자에게 제공.

센서 게이트웨이를 통한 CO₂, 습도, 온도를 정보를 비동기 TCP 데이터 통신을 통해 해당 데이터를 받은뒤 sensorManager 를 통해 최신값과 이력을 저장하고 해당 요청이 있을 경우 사용자에게 도시함.

- 열화상 카메라를 통해 한우의 이동경로, 온도 등을 알고리즘으로 데이터화 하여 이를 DB에 입력하고 카우 알림이 이벤트를 통해 데이터를 가공 후 알람 또는 활동성을 파악하여 사용자에게 알림.

- 서버 시스템 구조



< 카우 알림이 시스템 구조 >

- 축산물품질평가원에서 받은 데이터를 Livestock MANAGER 를 통해 데이터를 받은 뒤 이를 DB에 저장, 최근 데이터를 저장하고 이를 사용자 요청시 이를 도시함.

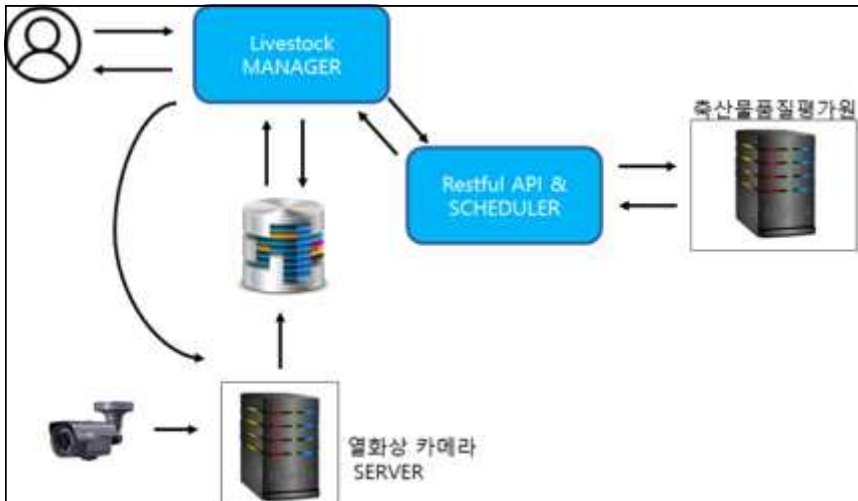
센서 게이트웨이를 통한 CO₂, 습도, 온도를 정보를 netty 라이브러리를 통해 비동기 TCP 통신으로 데이터를 받아 sensorManager 를 통해 최신값과 이력을 저장하고 해당 요청이 있을 경우 사용자에게 도시함.

- 열화상 카메라를 통해 한우의 이동경로, 온도 등을 알고리즘으로 데이터화 하여 이를 DB에 입력하고 카우 알림이 이벤트를 통해 데이터를 가공 후 알람 또는 활동성을 파악하여 사용자에게 알림.

□ 환경 모니터링 및 제어 시스템 통합

- 한우 관리

한우알림이 한우 관리(등록, 수정, 삭제, 상세 조회, 목록 조회,...)



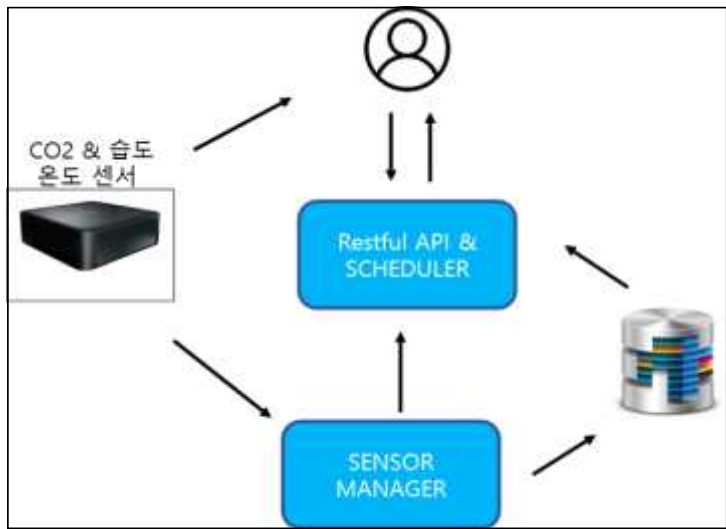
< 한우 관리 프로세스 구조 >

- 축산물품질평가원에 등록된 한우를 사용자가 직접 등록을 요청.
- 요청받은 데이터를 기준으로 livestock MANAGER에서 restful API를 통해 축산물품질평가원에 등록된 한우 정보를 요청.
- 축산물품질평가원에서 받은 데이터를 변환하여 이를 DB 저장.
- SCHEDULER를 통해 변경된 데이터를 지속적으로 확인하여 변경된 데이터를 가져와 저장.

API

Mapping url	Method	Description
/livestock/searchList	POST	한우 목록 요청
/livestock/checkNum/{livestockId}	GET	한우 ID 중복 검사
/livestock/checkRfid/{livestockRfid}	GET	한우 RFID 중복 검사
/livestock	POST	한우 정보 등록 및 수정
/livestock/{idx}	GET	한우 저장 개체 정보 조회
/livestock/{idx}	DELETE	한우 개체 정보 삭제
/livestock/detail/api/{livestockId}	GET	축산물품질평가원 정보 조회
/livestockHistory/searchList	POST	변경 내용 및 이력 조회
/livestock/activity/api/{livestockId}	GET	한우 활동성 정보 조회
/livestock/behavior/api/{livestockId}	GET	한우 행동습성 정보 조회
/livestock/properties/list	POST	한우 특이사항 조회
/livestock/properties	POST	한우 특이사항 등록 및 수정
/livestock/properties/{idx}	GET	한우 특이사항 상세조회
/livestock/properties {idx}	DELETE	한우 특이사항 삭제

- 환경 모니터링 센서 관리
 - 가) 센서 관리(등록, 수정, 삭제, 상세 조회, 목록 조회,...)



< 센서 관리 프로세스 구조 >

- 센서 정보를 사용자가 직접 카운알림이에 등록.
 - 등록된 센서정보를 통해 netty를 이용한 비동기 TCP 통신을 통하여 데이터를 수집.
- 수집된 데이터를 데이터베이스에 저장하며 사용자가 요청 시 restful API를 통해 데이터를 확인.

SCHEDULER를 통해 최신 데이터를 지속적으로 확인.

API

Mapping url	Method	Description
/sensorNodes/list/{cattleIdx}	GET	농장에 포함된 센서 목록 조회
/sensorNodes/nameCheck/{name}	GET	센서 장비명 중복 확인
/sensorNodes/numberCheck/{serialNumber}	GET	센서 일련번호 중복 확인
/sensorNodes/list	POST	전체 센서 목록 조회
/sensorNodes	GET	센서 정보 저장 및 수정
/sensorNodes/{idx}	DELETE	센서 정보 삭제
/sensorNodes/{idx}	GET	센서 상세 정보 조회
/sensorNodeHistory/{sensorNodeIdx}	POST	센서 데이터 이력 조회

□ 영상 체온 측정 모듈 통합

- 열영상 데이터 관리

제2협동에서 기 개발한 객체 추적 및 행동 패턴 분석 알고리즘으로부터 얻어진 활동성데이터는 열화상 카메라 서버로부터 통합 모니터링 서버 데이터베이스에 15분 단위로 전송되어 관리됨.

가) 열영상 데이터 관리(등록, 수정, 삭제, 상세 조회, 목록 조회,...)



< 알람 관리 프로세스 구조 >

- 열화상 데이터 입력 받은 데이터를 주기적으로 조회.
- 조회된 데이터를 사용자가 지정한 임계치 값과 비교하여 알람 발생 여부를 확인.
- 알람 발생시 Web Socket 을 통해 실시간으로 사용자에게 전달함.

API

Mapping url	Method	Description
/ws/channel/alarmData	SOCKET	알람데이터 통신

- 영상 행동 패턴 분석 모듈 통합
 - 제2협동의 열영상 카메라 분석을 통해 통합 모니터링 서버에 15분마다 전송되는 데이터를 통해 개체의 행동 습성 및 활동성을 하루 기준의 100분율로 그래프화해 도시함.
 - 개체의 활동습성을 막대그래프로 확인할 수 있음.



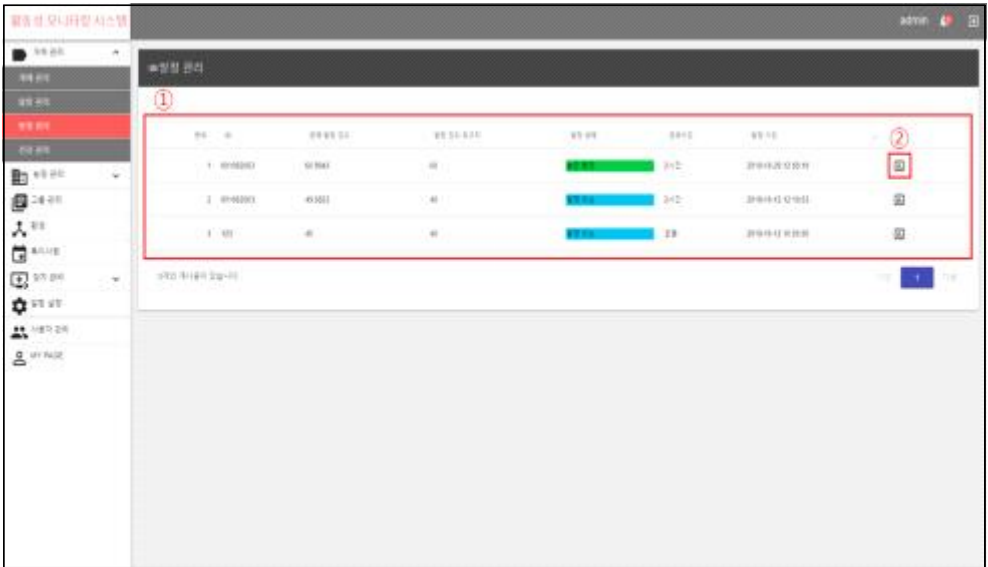
< 행동습성 >

- 개체의 활동량을 그래프로 확인하고 임계치를 수정할 수 있음.



< 활동성 >

- 또한 행동습성과 활동성 데이터를 기반으로 산출되는 발정에 대한 정보를 예측하고 이를 사용자에게 알려줌.
- 발정 알람이 발생한 목록을 확인하고 선택한 알람의 활동량을 그래프로 확인할 수 있음.



< 발정관리 >

- 발정 상세정보
- 선택한 발정알람의 활동량을 그래프로 확인.

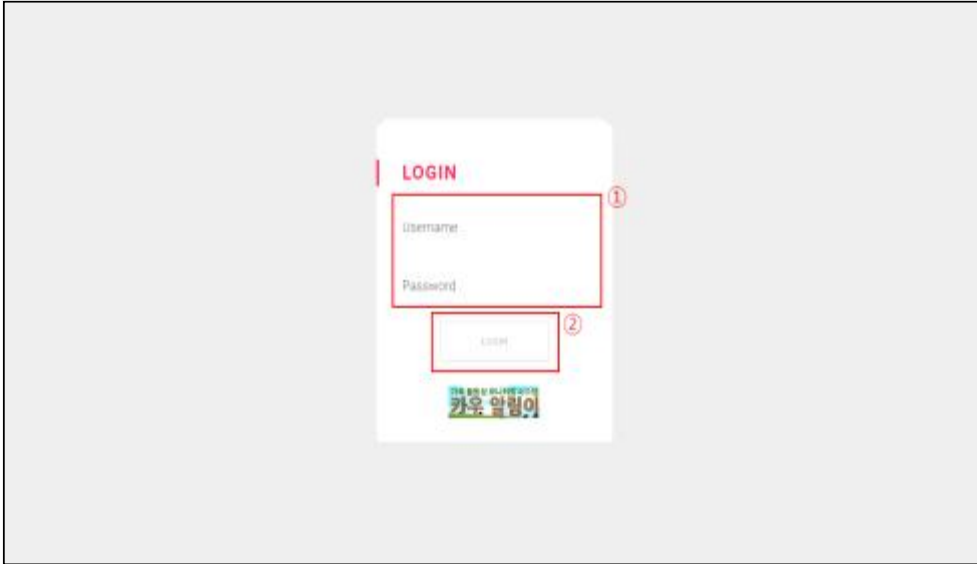


< 발정 상세정보 >

□ 통합 검색 시스템 개발

- 로그인

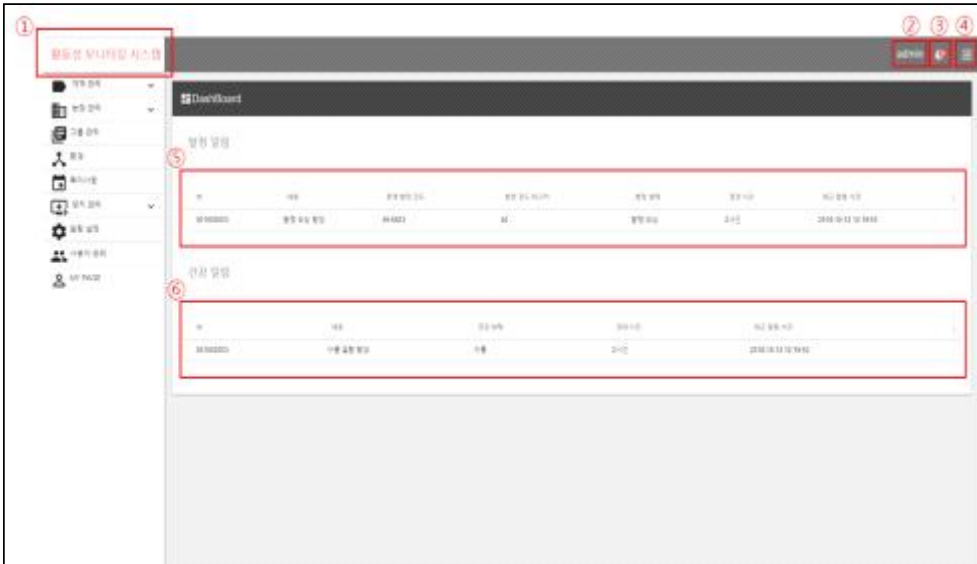
해당 아이디와 비밀번호를 입력하여 로그인할 수 있음



< 로그인 >

- 대시보드

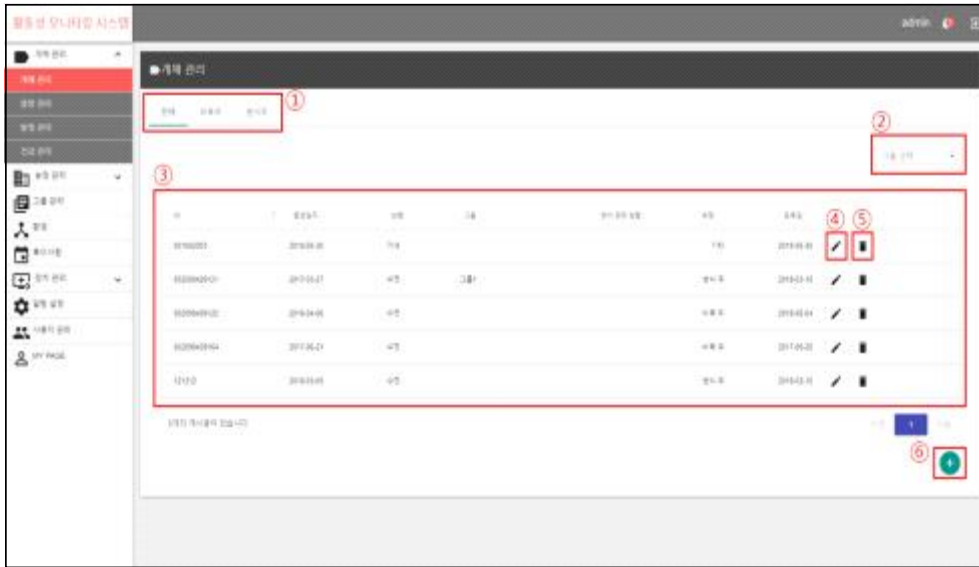
발정알람과 건강알람의 목록을 확인할 수 있음.



< 대시보드 >

- 개체 관리

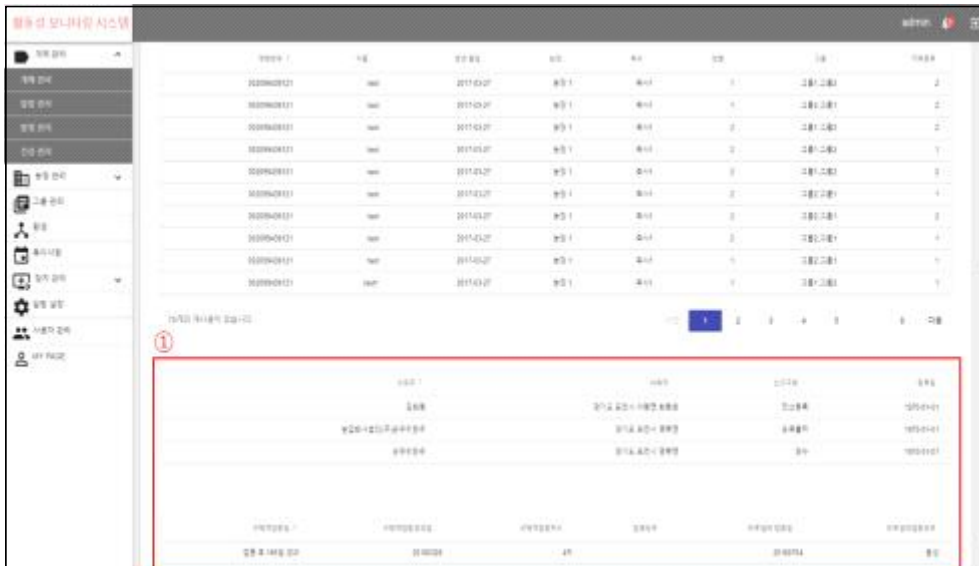
개체의 목록을 확인하고 수정, 삭제, 등록할 수 있음.



< 개체관리 >

- 개체 이력 상세정보

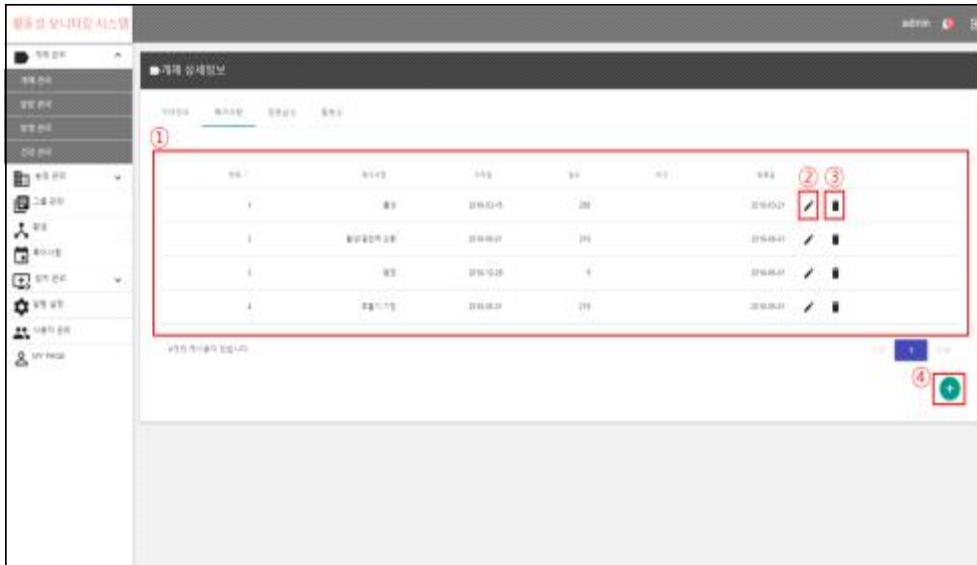
선택한 개체의 이력을 확인할 수 있음



< 개체 이력 상세정보 >

- 특이사항

선택한 개체의 특이사항을 목록으로 확인하고 수정, 삭제, 등록할 수 있음.



< 특이사항 >

- 행동습성

선택한 개체의 행동습성을 막대그래프로 확인할 수 있음.



< 행동습성 >

- 활동성

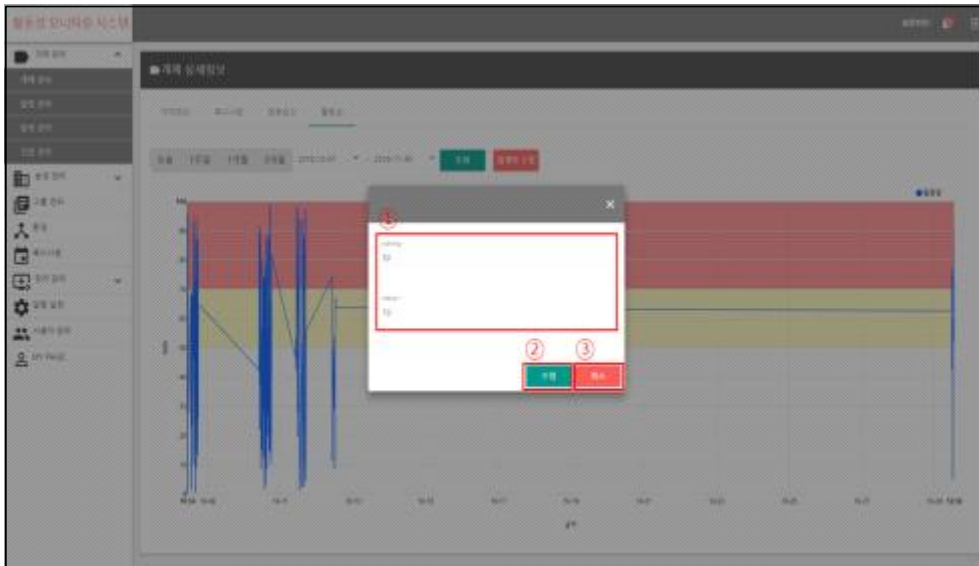
선택한 개체의 활동량을 그래프로 확인하고 임계치를 수정할 수 있음.



< 활동성 >

- 활동성 임계치 수정

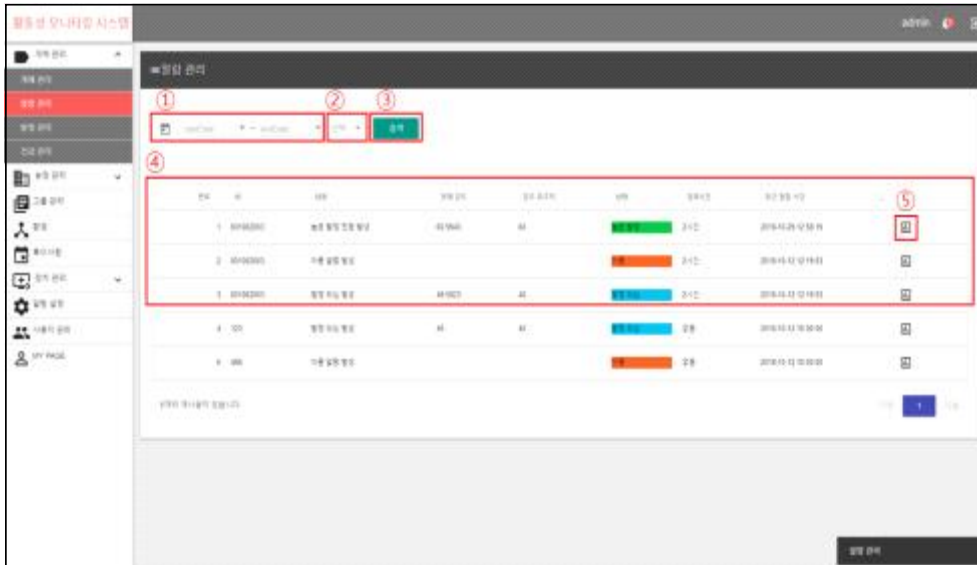
선택한 개체의 활동성 수정할 수 있음.



< 활동성 임계치 수정 >

- 알람관리

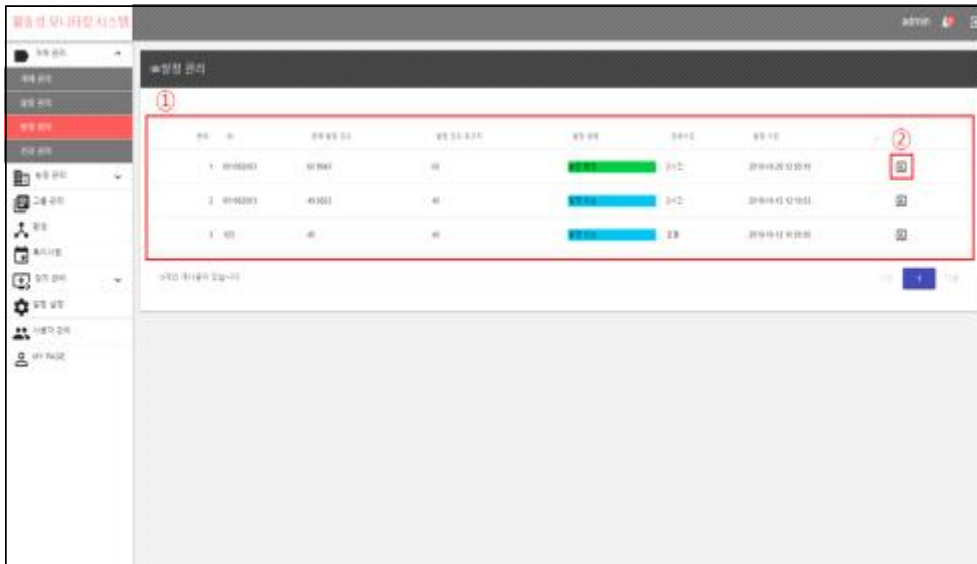
날짜와 알람 종류 검색을 통해 알람 목록을 확인하고 선택한 알람의 활동량을 그래프로 확인할 수 있음.



< 알람관리 >

- 발정관리

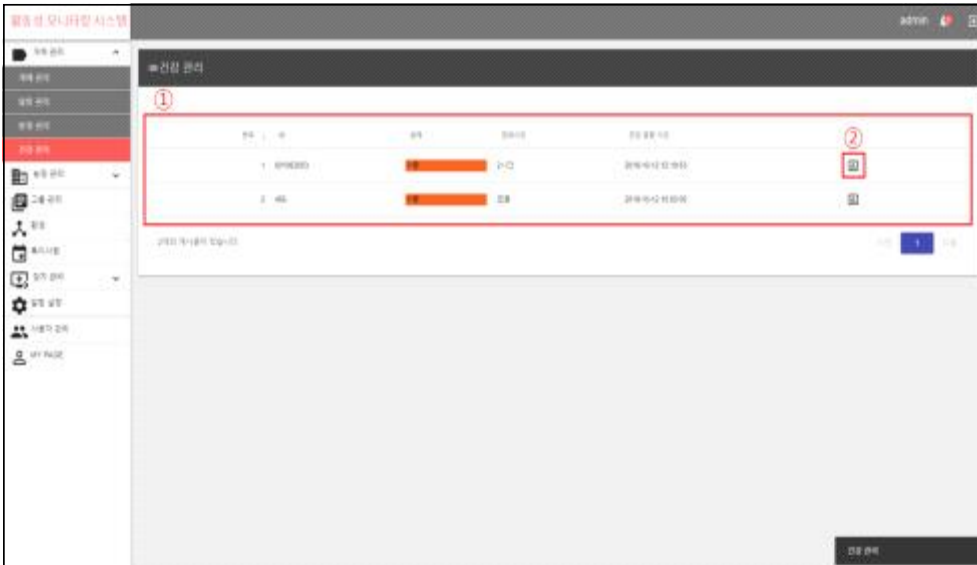
발정 알람이 발생한 목록을 확인하고 선택한 알람의 활동량을 그래프로 확인할 수 있음.



< 발정관리 >

- 건강관리

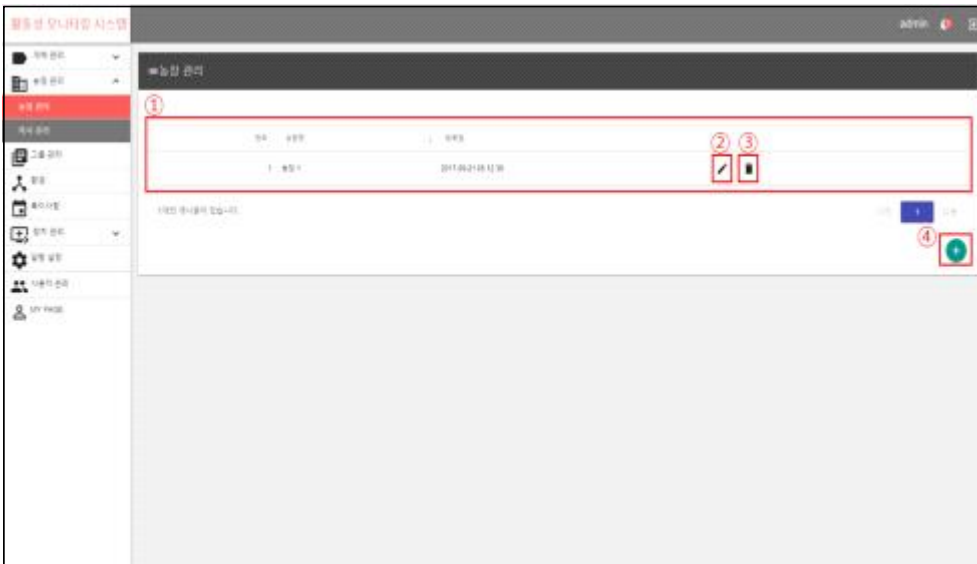
건강 알람이 발생한 목록을 확인하고 선택한 알람의 활동량을 그래프로 확인할 수 있음.



< 건강관리 >

- 농장관리

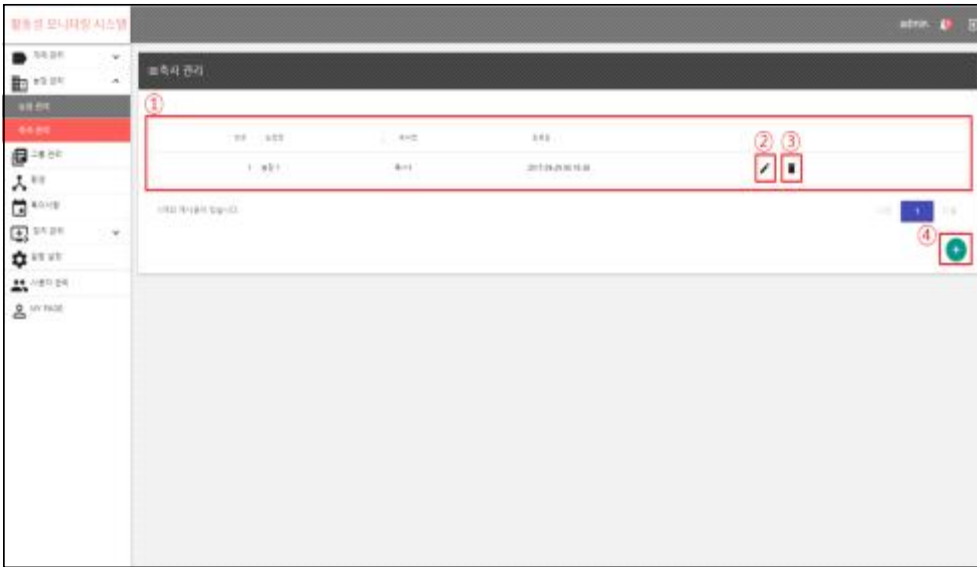
농장의 목록을 확인하고 수정, 삭제, 등록할 수 있음.



< 농장관리 >

- **축사관리**

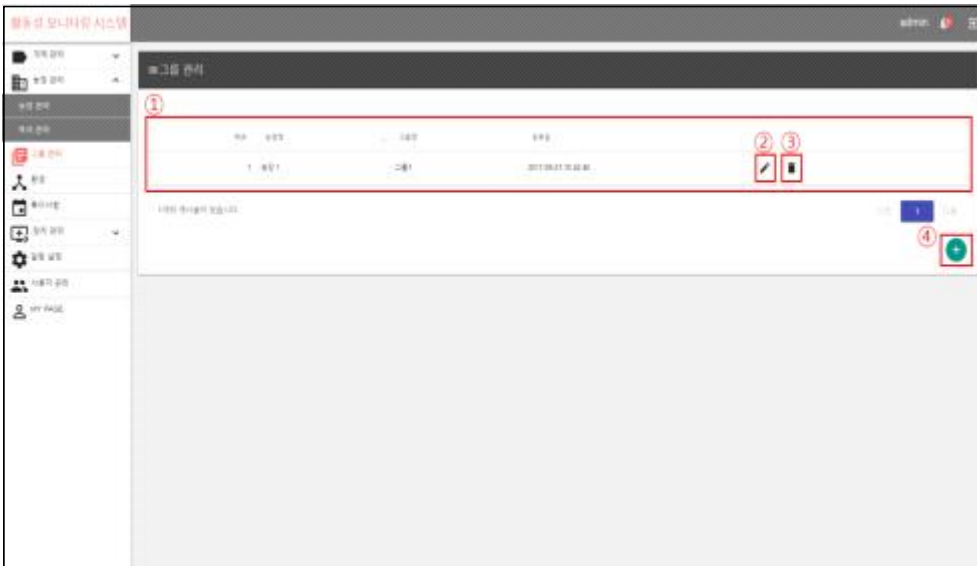
축사의 목록을 확인하고 수정, 삭제, 등록할 수 있음.



< 축사관리 >

- **그룹관리**

그룹의 목록을 확인하고 수정, 삭제, 등록할 수 있음.



< 그룹관리 >

- 환경

측사에 저장된 센서노드를 통해 온도, 습도, CO₂, 기류 데이터를 확인하고 날짜 검색에 따라 그래프로 데이터를 확인할 수 있음.



< 환경 >

- 실시간 조회

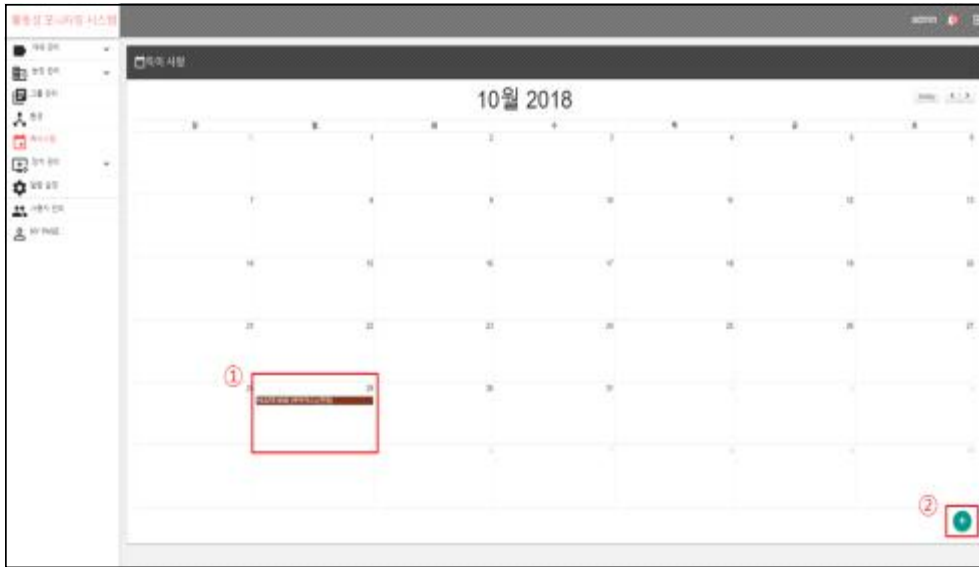
날짜별로 온도, 습도, CO₂, 기류를 그래프로 확인할 수 있음.



< 실시간 조회 >

- 특이사항

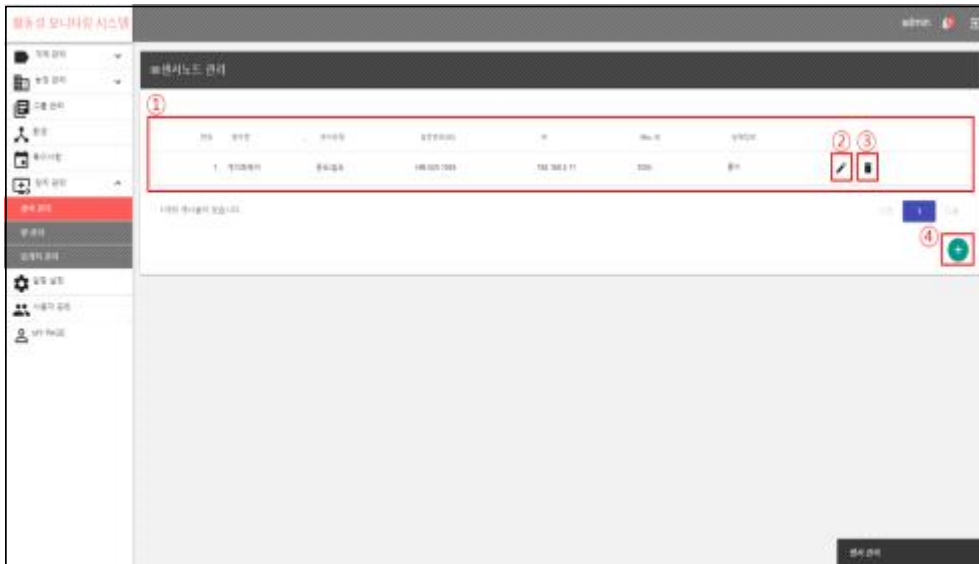
개체들의 특이사항을 월별로 확인하고 수정, 삭제, 등록할 수 있음.



< 특이사항 >

- 센서관리

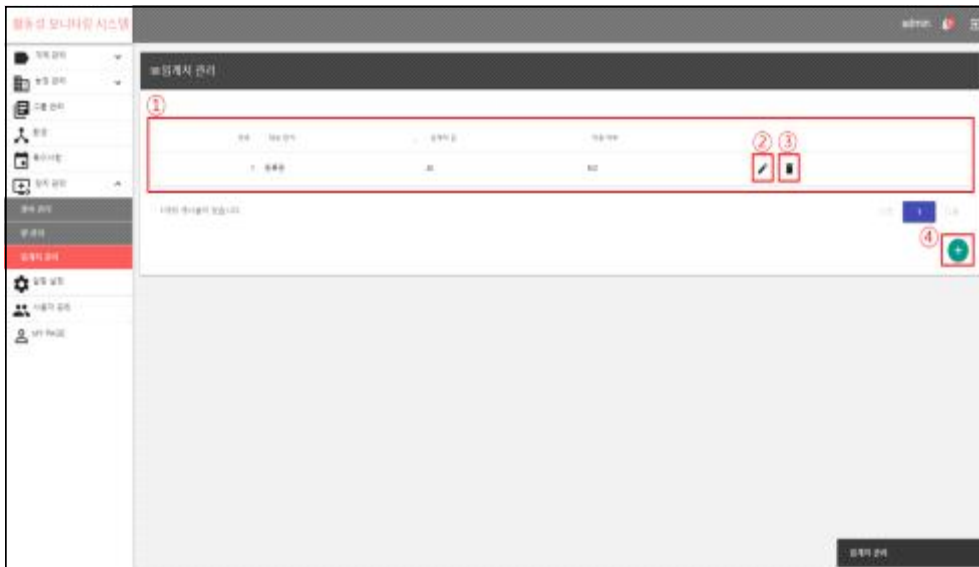
저장된 센서노드 목록을 확인하고 수정, 삭제, 등록할 수 있음.



< 센서관리 >

- 임계치 관리

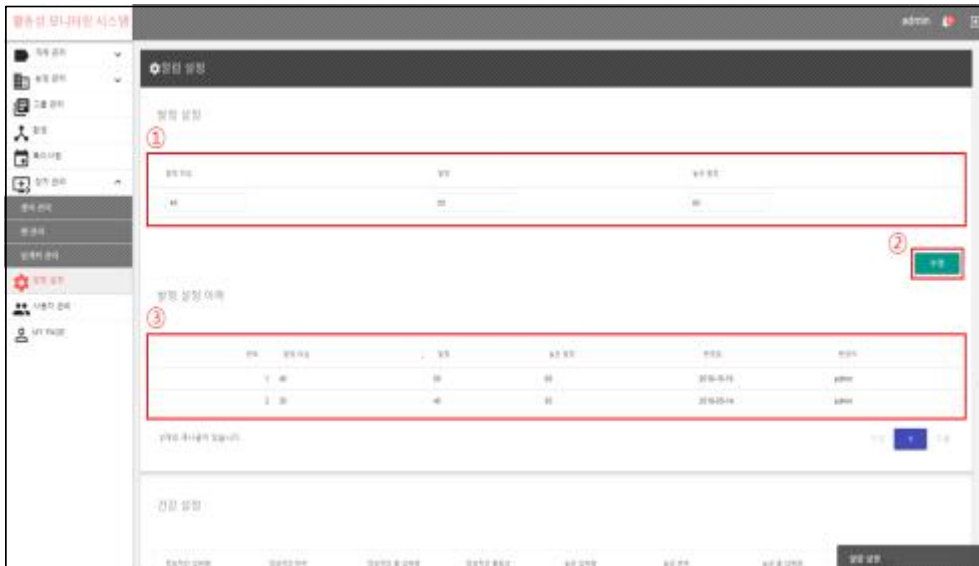
임계치 목록을 확인하고 수정, 삭제, 등록할 수 있음.



< 임계치 관리 >

- 알람 설정

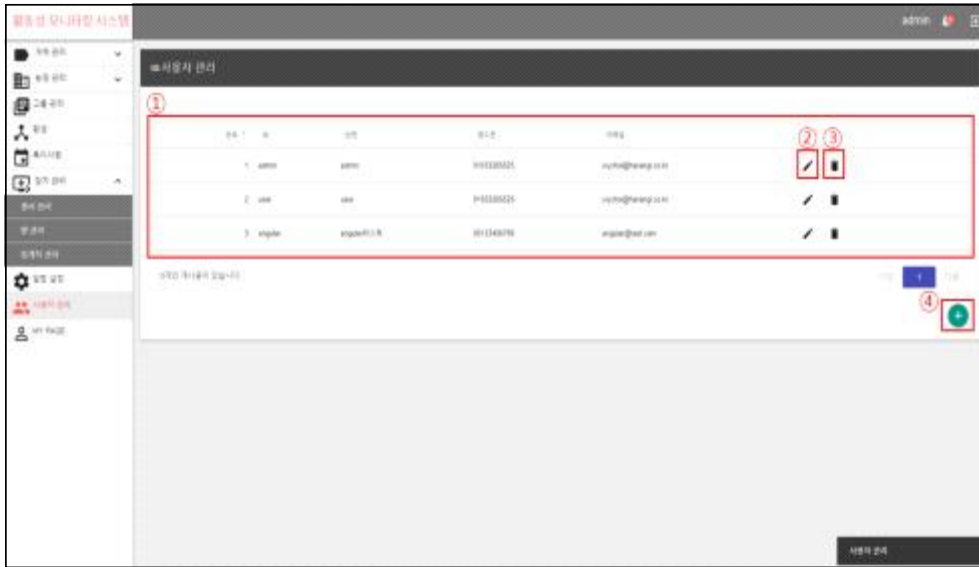
발정알람에 대한 임계치 값을 설정하고 변경된 이력목록을 확인할 수 있음.



< 발정 알람 설정 >

- 사용자 관리

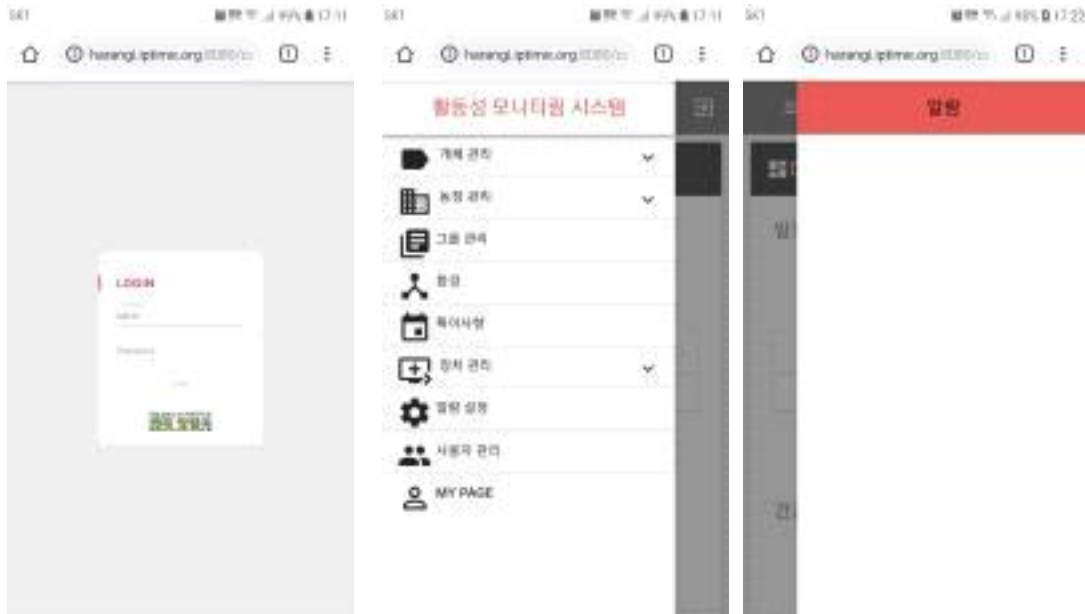
저장된 사용자목록을 확인하고 수정, 삭제, 등록할 수 있음.



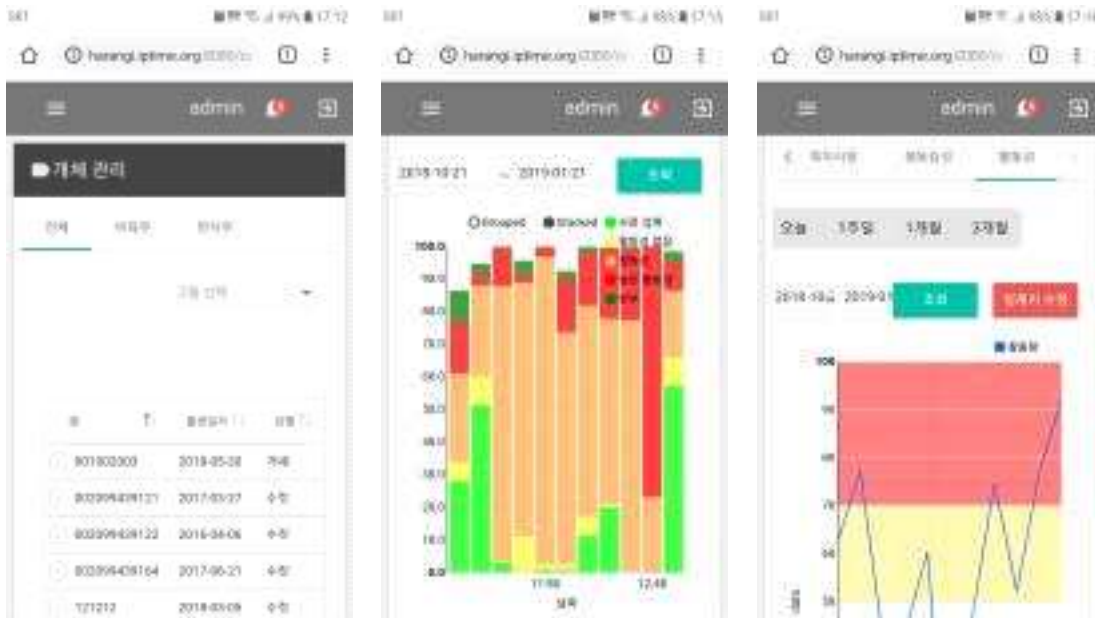
< 사용자 관리 >

□ 모바일용 모니터링 및 검색 시스템 개발

- ICT 융합 대가축 건강 통합 모니터링시스템의 모바일 버전은 하이브리드 앱 기술을 사용하여 ICT 융합 대가축 건강 통합 모니터링시스템 웹상에서 운용되는 메뉴와 동일하게 운용되어, 사용자가 쉽게 메뉴에 적응할 수 있게 사용 편리성을 높였음.



< 로그인, 메뉴, 알람 >



< 개체 관리, 행동 습성, 활동성 >



< 환경, 환경 그래프 >

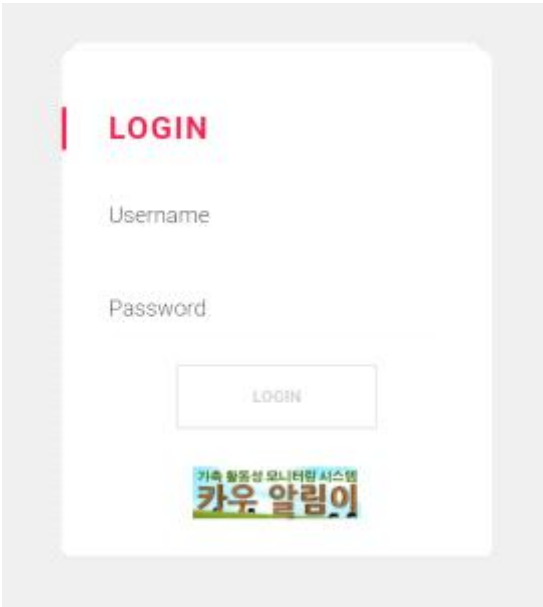
□ 개발 시스템 시범운용 및 상용화

- 본 개발 시스템을 경북 OO 농장에서 현장 운용하고 있으며, 열영상 카메라, 온도, 습도, CO₂ 등의 환경 센서 노드가 설치되어 있으며 이더넷 망을 통해 원격지의 서버에 데이터가 전송되고 축적되고 있음.
- 전송된 데이터들은 통합 모니터링 시스템을 통하여, PC를 통한 웹에서 접근과 모바일을 통한 앱으로의 접근 방법으로 농장이 아닌 원격지에서도 가축의 상태를 살펴 볼수 있는 시스템을 제공함.



< 센서 노드 현장 설치 >

- 본 개발 시스템을 카우알림이라 하고, 제품의 특징을 알리기 위한 상품 페이지를 본 모니터링 시스템의 로그인 페이지 하단에 노출하였으며, 추후 제품의 판매를 위한 전용사이트 개설 및 팸플렛 제작 등을 진행하고자 함.



< 카우알림이 배너 >

카우알림이



● 제품의 특징

카우알림이는 원형상카메라를 이용하여 가축의 움직임을 추적합니다. 이를 통해 활동 측정 데이터를 축적하여 가축의 현재 상태에 대한 예측을 합니다. 발정, 아플 등의 중요 상태에 대한 알람을 제공함으로써 가축 사육 관리에 도움을 드립니다. 또한 육사의 환경 상태 (Co2, 온도, 습도)를 측정하여 기후 변화에 대한 정보를 제공합니다.

● 구성항목

	원형상카메라 가축의 움직임을 움직임 정보를 수집하는 장치.
	스크린 해상도: 80 X 60 = 4800 Pixels 측정범위: -10~160 °C 스캔속도: 9Hz 방사율: 0.95 필라: 55 °KAS CPU: ARM Cortex-M3

	센서노드 육사의 Co2, 온도, 습도 정보를 수집하는 장치.
	MCU: Armega2560 Power: 12V 인터페이스: Ethernet 1 Port
센서	Co2 측정방식: NDIR 측정범위: 0~3000 ppm 정밀도: 측정값의 ±3%
	온도 측정범위: -25~85 °C 정밀도: ±3 °C
습도	측정범위: 0~99.9 % 정밀도: ±2

● 모니터링 프로그램



< 카우알림이 상품 페이지 >

2-3-2. ICT융합 대가축 건강모니터링 기법 개발

○ 연구개발 목표, 방법 및 추진일정

- 연구개발 목표 : 발정 발견율을 높이고 건강에 이상이 발견될 시 조기에 발견할 수 있도록 건강 모니터링 통합기술을 개발하기 위해 열화상 및 광각 카메라를 이용하여 대가축(한우)의 체온 및 행동을 측정하고 행동량을 분석.
- 연구개발 추진일정 :

연구내용		1분기			2분기			3분기			4분기			가중치 (%)
		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
1 차 년도	축사 내부 및 외부 환경 데이터 추적													50%
	축사 환경 추적 모듈 시험 운영													25%
	동물 체온 측정 시스템 설치 및 체온 데이터 추적													25%
2 차 년도	열화상 카메라와 광각 카메라를 이용한 동물 체온 및 행동 데이터 분석													20%
	축사 환경 데이터, 동물 체온 데이터, 동물 행동 데이터 추적 및 분석													20%
	대가축 건강 모니터링을 위한 메타데이터 설계													25%
	데이터 분석을 통한 건강 모니터링 요소 도출													20%
	스마트폰 기반의 가축 모니터링 시스템 개발을 위한 사용자 요구사항 분석													15%
3 차 년도	대가축 건강 모니터링 시스템 현장 설치 및 데이터 분석													40%
	시스템 보완요구사항 도출													15%
	국가 단위 정책수립에 활용할 수 있는 시스템 요구사항 분석													15%
	공간정보를 활용한 시스템 확산 방안													15%
	건강 모니터링 시스템 활용 확산을 위한 방안													15%

○ 연구개발 성과

- 논문 : SCI급 논문 3편 출판 완료

1) Hyokon Kang, Youngjun Na, Hyouchul Kwon and Sangrak Lee, "Effects of feeding frequency on growth performance, nutrient digestibility, diarrhea incidence, and blood profiles in weaning pigs," Indian Journal of Animal Science

2) Heeok Hong, Eunhae Lee, In Hyung Lee, SangRak Lee, "Effects of transport stress on physiological responses and milk production in lactating dairy cows," Asian-Australasian Journal of Animal Sciences

3) Yongjun Choi, Jong-su Rim, Youngjun Na and Sang Rak Lee, "Effects of dietary fermented spent coffee ground on nutrient digestibility and nitrogen utilization in sheep," Asian-Australasian Journal of Animal Sciences

- 논문 : 비SCI급 논문 2편 출판 완료

1) 구지희, 이상락, "축산분야와 ICT 융합을 통한 한우 원격진료방안," 한국디지털정책학회

2) Jee Hee Koo, Ji Yeon Ahn, Dong Min Lee and Sang Rak Lee, "Study of Volunteering geographic information enabled response to livestock disaster," Disaster Advances

- 학술발표 : 국제학술대회 1건, 국내학술대회 3건 발표

1) 사료섭취량과 산차가 포유 모돈과 포유 자돈의 생산성에 미치는 영향, 한국축산학회, 2017년 6월

2) Effects of Pineapple Cannery By-product on Growth Performance, Blood Parameters, Carcass Characteristics, and Longissimus Muscle Fatty Acid and Free Amino Acid Composition in Growing-Finishing Hanwoo Steers, ASAS-CSAS Annual Meeting, 2017년 7월

3) 열화상 영상 기반의 객체 추적 프로그램을 이용한 한우의 발정 탐지, 한국축산학회, 2018년 6월

4) 구제역 백신이 홀스타인 착유우 및 건유우의 행동에 미치는 영향, 한국축산학회, 2018년 6월

- 특허 : 국내특허 1건 등록 완료

1) 대가축 모니터링 시스템(등록번호: 10-1866226호)

○ 연구개발 상세내용

- 유우사 내·외부 환경 데이터 축적 및 모듈 시험운영

□ 환경 모니터링 요소 및 센서 노드

- 환경의 변화에 따른 우사 내·외부의 상태를 측정하는 것은 우사관리에 있어서 중요한 정보임. 우사 내·외부의 환경은 차단막, 지붕 등과 같은 구조로 인해 개방되어 있는 측면이 강하지만

측정위치에 따라서 다른 결과값을 나타낼 수 있을 것으로 보임.

□ 센서 노드

- 환경을 측정하는 다양한 온·습도 및 풍향 등의 다양한 센서를 활용하여 유우사의 내·외부 환경 데이터를 측정함. 이를 활용하여 실제 목장에서 적용 가능한 데이터를 구축함.

- 온·습도 측정 장치

온도와 습도를 동시에 측정할 수 있는 장비를 축사 내·외부에 설치하여 2016년 9월 중순부터 지속적으로 데이터를 측정함. 획득한 데이터를 통해 향후 목장 환경의 문제점 파악 및 개선에 사용.

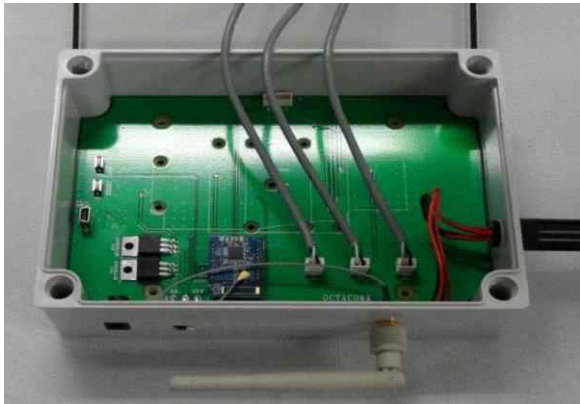


Figure 1. 온·습도 측정 센서 실장도



Figure 2. 온·습도 측정 센서

온도·습도 센서 기기 성능	
Humidity/Temperature range	0~100% RH / -40~124℃
Output Voltage	DC 2.5V ~ 5.5V
Supply Current	Sleep : 0.3uA, average : 28uA, measuring : 550uA

- CO₂ 측정 장치

대기 중 이산화탄소를 측정할 수 있는 장비를 아래와 같이 축사 내부에 설치하여 온·습도 측정장치와 같은 기간 동안에 데이터를 측정하고 수집함.



Figure 3. CO₂ 센서 보드 실장도



Figure 4. CO₂ 측정 센서

CO ₂ 측정 센서 기기 성능	
Input Voltage	DC 5V or DC 12V
Operating Current	40 mA average
출력 방식	UART (TTL)
측정 범위	0 - 2000ppm
사용 시 주위 온습도	온도 0 ~ +50℃

- 풍향·풍속 기록 장치

우사 외부에 주변 환경의 공기 흐름을 파악하고자 풍향·풍속 측정 장치를 설치함(Figure 5, 6). 간이 풍속 측정계로 측정된 측사 내·외부의 공기흐름은 약간의 차이가 있었음. 일반적인 우사의 경우 겨울철을 제외하면 항시 대형 선풍기를 틀어놓는 경우가 많고 동물의 근처에는 설치하기가 어렵기 때문에 외부의 환경 데이터가 더 활용도가 높은 것으로 보임.



Figure 5. 풍향·풍속 기록 장치



Figure 6. 풍향·풍속 기록 장치

□ 모듈

- Router module

온·습도, 이산화탄소, 풍향·풍속 등의 장비에서 수집되는 데이터는 Figure 7에 나타난 통합 장비를 통해 디지털 신호로 변환되어 서버로 전송함. 서버로 전송된 데이터는 일단위로 저장됨.



Figure 7. 측정 요소 데이터 수집 통합장비(라우터)

□ 데이터 분석

(1) 건국대학교 실습목장의 온·습도 데이터



Figure 8. 충주 실험농장 전경



Figure 9. 충주 실험농장 주소

- 온도 데이터 분석

평균 온도 값은 측정 기간 동안 큰 변화가 없었으나 최대 및 최저 온도 값의 경우 10월10일부터 큰 폭으로 오르거나 내려가는 경향을 보였음. 이는 측정 장비 근처의 히터의 영향과 태양의 조도가 낮아짐에 따라 직사광선을 직접적으로 받았기 때문으로 생각됨. 향후 환경 데이터 측정 시 고려해야 할 것으로 보임.

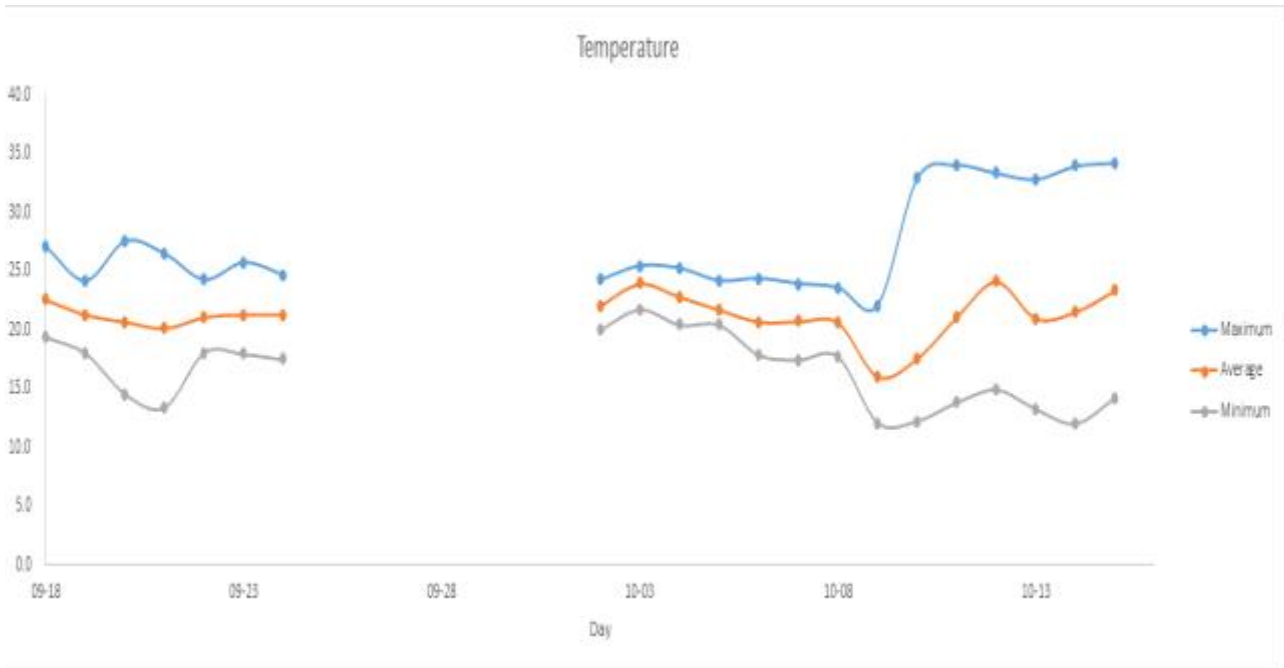


Figure 10. 온도 데이터

- 습도 데이터 분석

습도 측정 장비의 경우 센서 부분에 응결 및 운무 등으로 측정 범위가 100%를 넘어가게 되면 오류가 발생하는데, 이를 강제적으로 100% 이상의 범위에서도 수치화 할 수 있도록 자체 조정을 실시함. 최저값의 경우 50%이상의 습도를 보였고 최대값의 경우에는 100%를 상회하는 결과를 보여 평균 값이 높아진 것으로 생각됨. 야간에 기온이 떨어진 뒤 일출 전에 생성되는 이슬 등이 센서에 응결되는 현상은 측정값에 영향을 미친 것으로 생각됨.

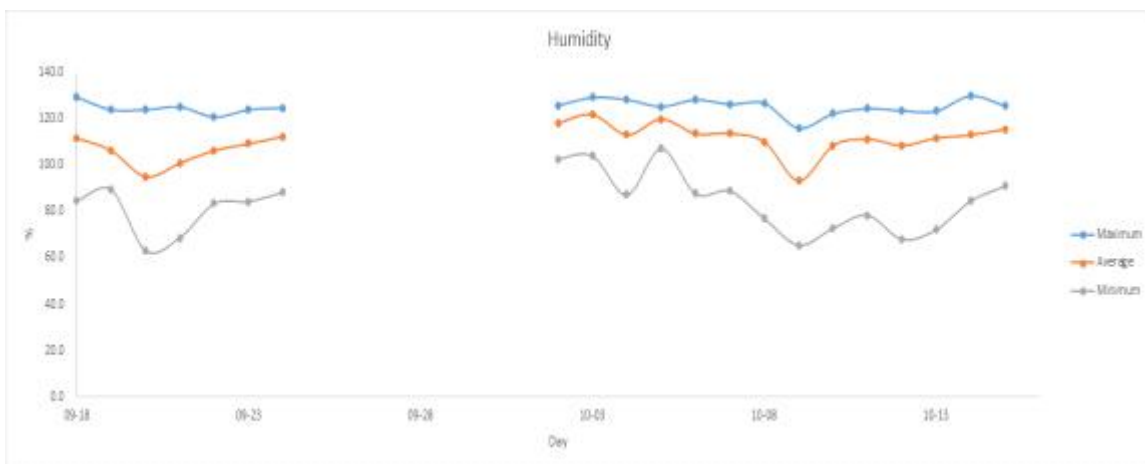


Figure 11. 습도 데이터

- 일 중 온도 및 습도 데이터 분석

2016년 10월 9일 측정된 축사 내부의 온도 및 습도 데이터를 분석함(Figure 12). 온도와 습도는

반비례하는 경향을 보였으며 온도와 습도가 동시에 높게 나타난다면, 일기변화에 대한 예상을 할 수 있을 것으로 생각됨. 외기 온도의 경우 오후2시와 3시경 최고값을 나타내는데 반해 본 그래프에서는 오후4시쯤 최고 온도를 보임. 이는 태양의 남중고도와 축사의 구조에 의한 그림자가 영향을 미친 것으로 생각됨.

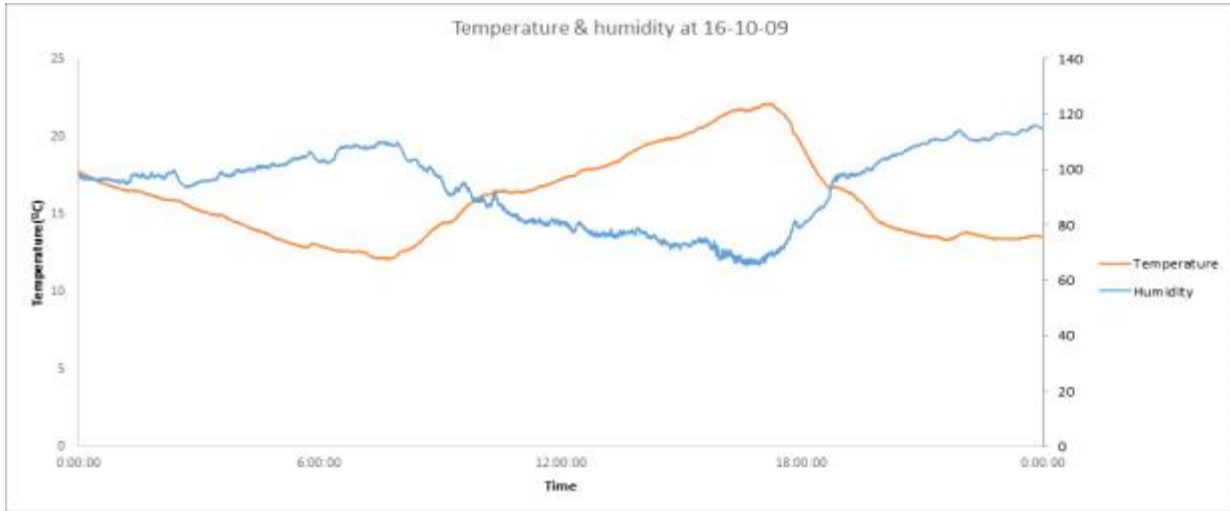


Figure 12. 온·습도 데이터

(2) 청양 목장의 온·습도 데이터

- 온도 데이터 분석

진국대학교 실습목장은 초단위로 데이터를 수집했으나, 청양 목장에서는 분단위로 수집한 뒤 시간단위로 평균값을 계산함. 온도 변화 측정에 있어서 문제점이 발생하지 않음.

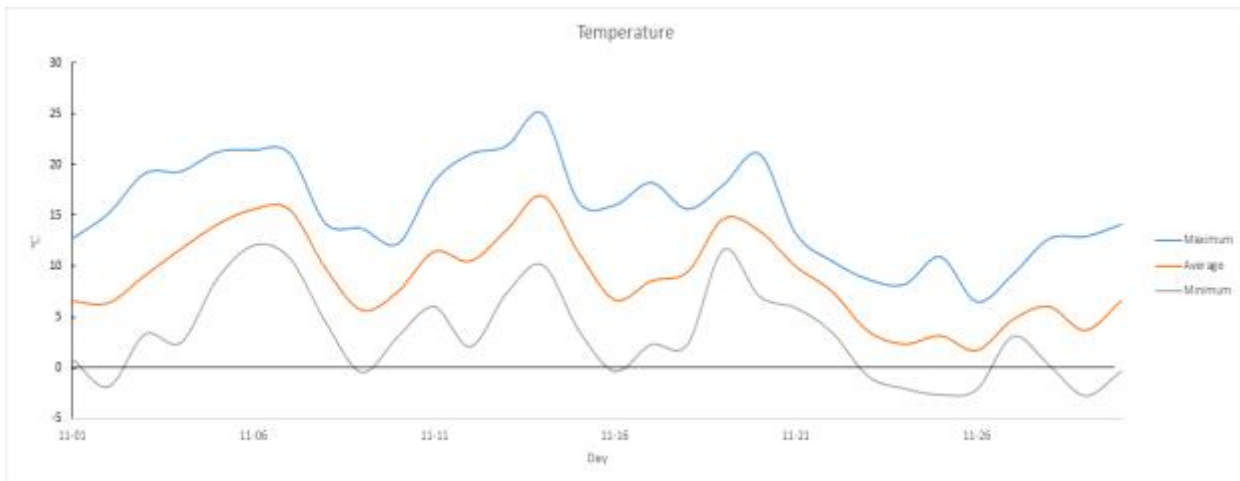


Figure 13. 청양목장의 11월 한달 간 온도변화

- 습도 데이터 분석

100% 이상의 값은 큰 의미가 없다고 판단하여 최고값을 100%로 설정 함. 야간이나 우천 시에

100%값 혹은 이와 상응하는 높은 습도가 나타남. 일조량이 높은 정오부터 오후 사이에 습도가 내려가는 것을 확인함. 야간에 발생하는 센서 근처의 응결현상이 마찬가지로 발생한 것으로 보임.

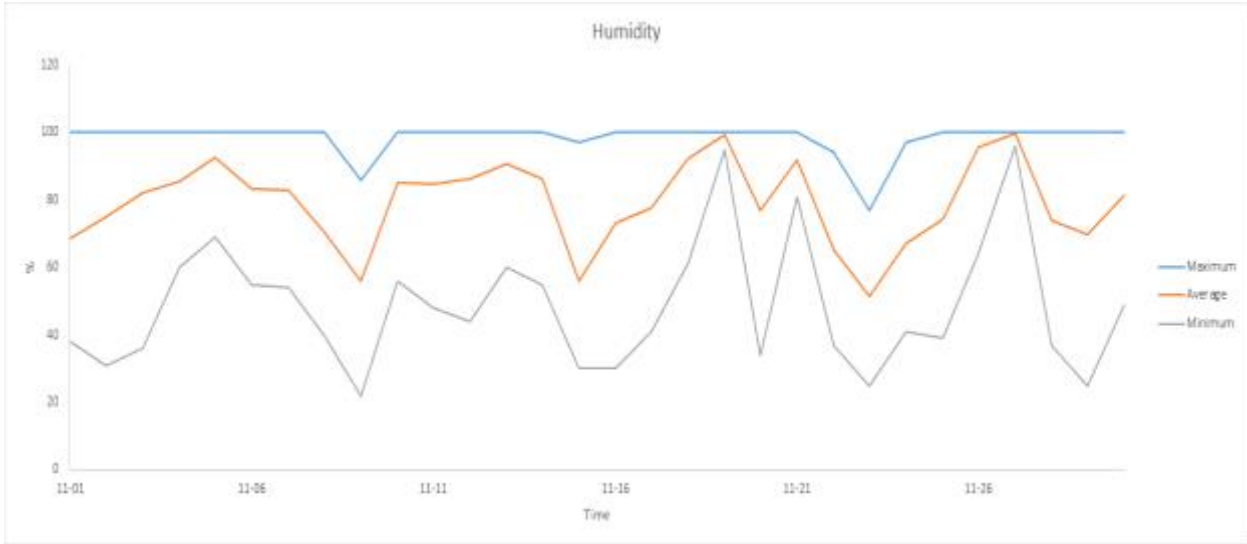


Figure 14. 청양목장의 11월 한달 간 습도변화

- 일 중 온도 및 습도 데이터 분석

응결 현상이 발생하지 않은 것으로 생각되는 11월 22일의 온도와 습도를 나타냄(Figure 15). 목장에 환경 데이터 측정 장치를 설치 할 때 응결 현상 및 햇볕을 직접 쬐는 곳을 피해서 설치하고 동물이 닿지 않을 만한 곳을 잘 선정해서 설치할 필요가 있음.

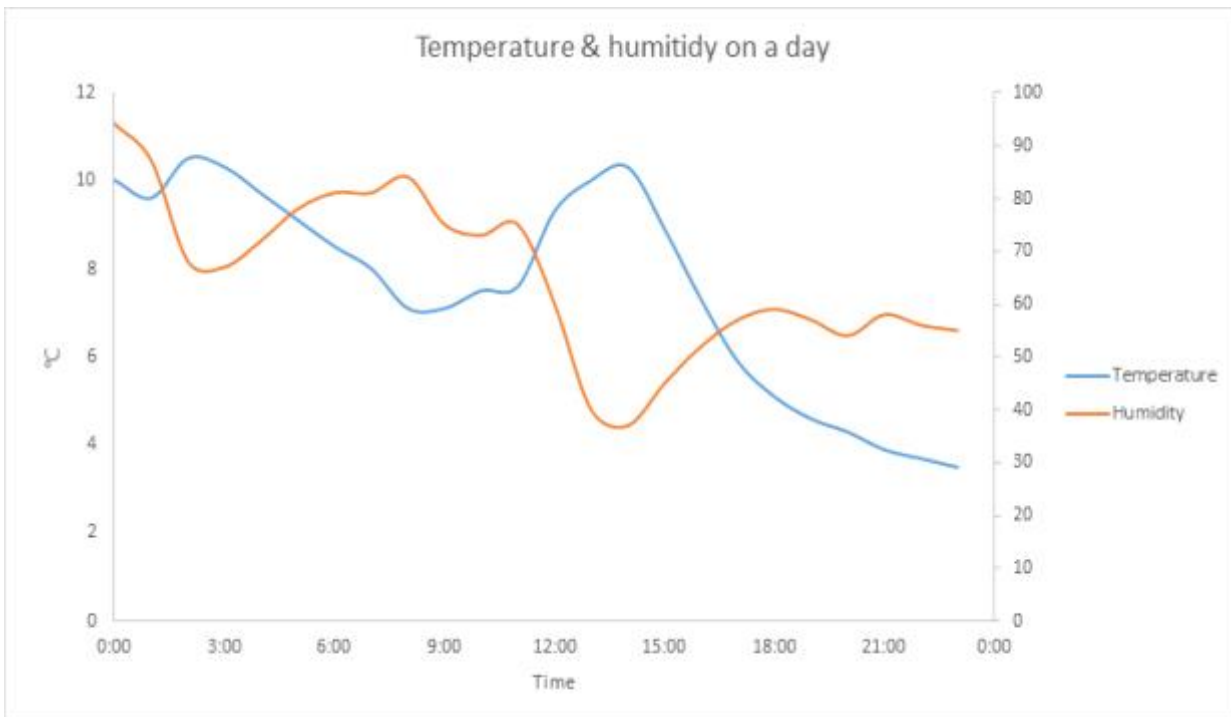


Figure 15. 청양 농장에서의 11월 22일 하루간의 온도 및 습도 변화 추이

- 동물 체온 측정 시스템 설치, 운영 및 젖소 체온 데이터 측정

- 홀스타인 수송아지를 이용하여 체표면의 온도를 측정 함. 동물의 행동을 제약하지 않으면서 체온 값을 수집할 수 있도록 휴대성이 용이한 온도 측정용 장치를 선정하였고 하네스를 자체 제작하여 동물에게 부착함.

□ 체온 측정 시스템

- 실험 재료 및 공시 동물

- QuadTemp data logger : 4 채널, 미니 플러그 커넥터와 열전대를 기반으로 온도 측정

- TSL-102 : K-Type 열전대 센서

- 자체제작 하네스



Figure 16. QuadTemp data logger



Figure 17. K-Type 열전대 센서

□ 공시 동물 : 5개월령 홀스타인 육우 수소



Figure 18. 자체 제작한 하네스



Figure 19. 실험 개시 전 사료섭취중인 송아지



Figure 20. 공시 동물

□ 측정 방법

- 자체 제작한 하네스를 동물에게 먼저 착용시켜 적응하도록 하였고 이후 열전대 센서를 동물의 체표면에 장착하여 10초 단위로 온도를 측정함. 열전대 센서는 외부로 노출된 전선이므로 다른 동물에 의해서 단선될 수 있어서 한 우방에 한 마리씩만 넣어서 측정함.



Figure 21. 귀 체온 측정



Figure 22. 등 체온 측정



Figure 23. 머리 체온 측정



Figure 24. 외부온도 측정 (빨간색 화살표)



Figure 25. 체온 측정 중인 송아지
(하네스 착용)



Figure 26. 체온 측정 중인 송아지
(하네스 착용)

□ 측정 데이터

- 동물에게서 구분이 용이한 머리, 질병 시 크게 체온 변화가 나타나는 귀 부위와 심부 온도를 반영하기에 용이한 반추위 근처 부위를 선정하여 센서를 부착하고 체표 온도를 측정함. 외부 온도는 데이터 로거 자체에서 기록되는 값을 기반으로 측정된 변화값을 참고함. 송아지의 체표면 온도는 전반적으로 약 30℃를 나타냈으나, 일부 측정값들은 그보다 낮았음. 금세 다시 회복되는 것으로 보아 차가운 물체에 닿은 것으로 보임.

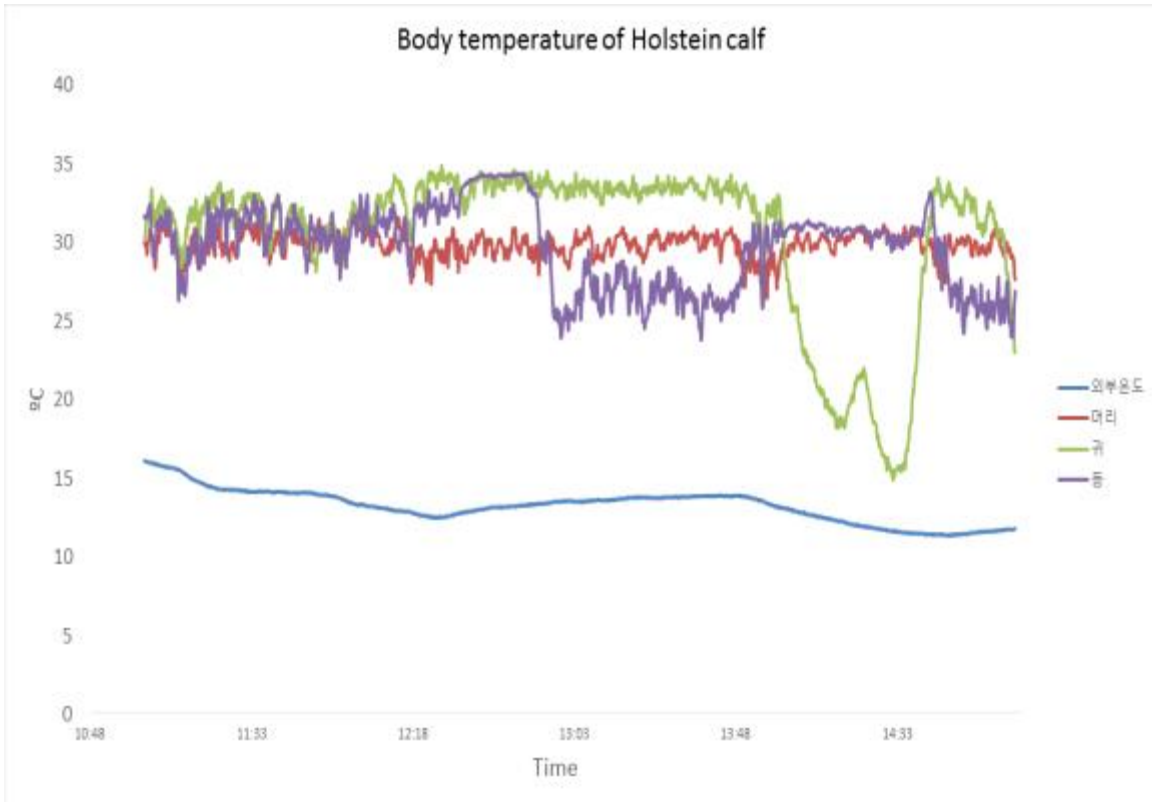


Figure 27. 홀스타인 수송아지의 체표면 온도

- 열화상 카메라와 광각 카메라를 이용한 동물 체온 및 행동량 데이터 분석

□ 개요

- 알고리즘 개발, 알고리즘 검증, 질병 및 발정 임계치 설정을 위해 열화상 카메라와 광각 카메라의 영상 데이터를 축적하였음.
- 동물의 일반적인 행동 양식, 구제역 백신 및 발정시의 데이터를 축적하였음.

□ 실험 방법

- 육성기(11 ± 0.7 month) 한우 암소 9마리(BW = 295 ± 48.9 kg)를 비슷한 체중을 기준으로 총 3개의 우방(5×10 m)에 3마리씩 배치하였음.
- 열화상 카메라(FLIR A615, FLIR, USA; Figure 28) 1개의 우방에 설치되었으며, 영상 촬영 보조 장비인 지미짚에 장착한 뒤, 7m의 높이에서 전체 우방을 모두 화면에 담을 수 있도록 촬영 하였음(Figure 29).
- 최소 초점 거리는 0.25m, 시야각(FOV; Field of view)은 $25^\circ \times 19^\circ$ 인 제품으로 적외선 분해능(IR; Infrared resolution)의 경우 640×480 pixel임.
- 광각 카메라(Axis Q3709-PVE, Axis, USA, Figure 9.9)도 1개의 우방에 설치했으며, 우사 기둥에 일자형 철근을 대어 고정시켰고 높이는 약 4m 정도에 위치시켰음(Figure 30, 31, 32).

- 광각 카메라는 30fps에서 4K 해상도, 20fps에서 최대 33MP 해상도를 보임.
- 조사료는 알팔파(DM, 91.37%; CP, 6.19%; NDF, 67.13%)를 무제한 급여하였고 한우 육성용 농후사료(DM, 91%; CP, 20%; NDF, 36%)는 매일 3kg씩 급여하였으며 음수는 자유롭게 채식하도록 하였음.
- 일반적인 상태, 구제역 백신 주사 및 발정 상황의 행동 데이터를 수집하였음.



Figure 28. 실험에 사용된 열화상 카메라
(FLIR A615, FLIR, USA)



Figure 29. 지미짚에 연결된 열화상 카메라가 설치된 실험용 우방



Figure 30. AXIS 광각 카메라



Figure 31. AXIS 광각 카메라와 부품



Figure 32. 광각 카메라가 설치된 우방

□ 구제역 백신 접종

- 실험에 사용한 구제역 백신(긴급방역용 불활화 정제 구제역 백신, Cavac, the republic of Korea)은 구제역 바이러스 O manisa, O 3039 및 A22 Iraq가 복합된 불활화 백신이며, O manisa 6PD50이상, O 3039 6PD50이상 및 A22 Iraq 6PD50 이상이 함유되어 있음.
- 구제역 백신은 목덜미 근육에 두당 2ml씩 주사하였음.
- 구제역 백신 후의 면역반응을 토대로 소가 질병에 감염되었을 때의 행동변화를 관찰하기 위한 실험이므로 백신에 의한 항체형성 여부를 판단하기 위하여 항체역가분석을 실시하였음.
- PrioCHECK FMDV NS kit(Prionics, Lelystad, Netherlands)를 이용하여 한우에게서 채혈한 혈청의 바이러스 항체역가를 측정하였음(Sorenson 등, 1998).

□ 발정 동기화 유도

- 발정 데이터 수집을 위해 GnRH(GONASHIN-INJ., SHINIL BIOGEN CO., LTD., Republic of Korea) 실험동물의 목덜미 근육에 두당 6ml씩 주사하여 황체 퇴화를 유도하였음.
- 1차 주사 투여 후 8일 뒤 PGF2α(Bioestrovet, Vetoquinol, France) 2ml 주사하여 발정 유도.
- 실험기간 동안의 Cowmanager의 행동 데이터 및 기상데이터(온도, 습도, 풍향 및 풍속)도 함께 수집하여 제2협동의 알고리즘 개발 자료 및 추후 분석에 사용.

□ 실험 결과

- 열화상 카메라와 광각 카메라를 이용하여 동물의 행동 데이터를 추적함.
- 총 5개월 정도의 열화상 및 광각 카메라 데이터를 추적하였음.
- 추적된 데이터는 제2협동의 알고리즘 개발 및 질병 및 발정 임계치 설정에 사용하였음.
- 구제역 백신 항체형성에 대한 결과(Figure 34)는 모든 개체에서 항체 형성율이 50% PI가 검출되어 백신접종에 의한 면역반응이 진행된 것으로 보임.

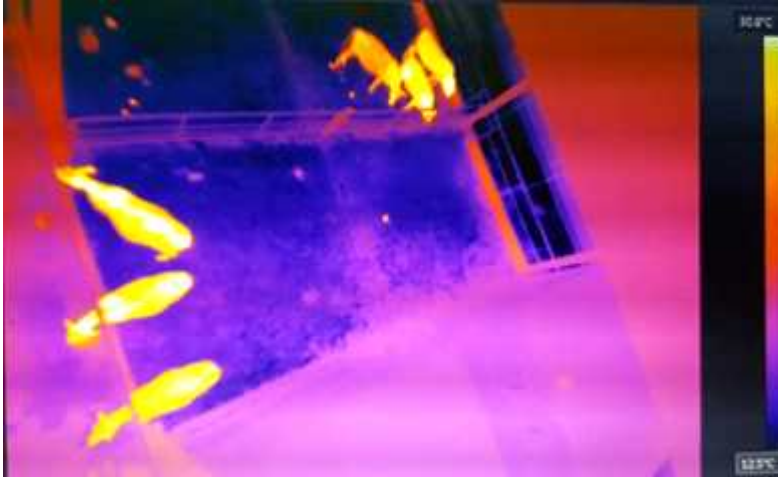


Figure 33. 추적된 열화상 카메라 촬영 영상

Figure 34. 백신 접종 후 항체 형성값 (day0 = 백신 접종일)

- 축사환경데이터와 동물 체온 및 행동데이터의 상관관계 분석을 위한 측정데이터 관리기술 개발

□ 실험 개요

- 축사환경 데이터 및 실제 동물체온 및 열화상 카메라로 측정한 체온 간의 상관관계 분석을 수행하였음.
- 본 실험을 통해 장거리에서도 열화상 카메라가 동물의 실제 체온을 정확하게 반영할 수 있을지 알아보하고자 함.

□ 실험 방법

- 축사 환경은 온도, 습도, THI, 풍향 및 풍속을 측정하여 저장하였음(PROWEATHERSTATION DATA LOGGING WIRELESS WEATHER STATION, Tycon systems, USA).
- 한우 번식우 2마리를 자동목걸이에 고정시켜놓은 상태로 등과 머리 부분의 털을 면도한 이후 Madge Tech 온도 데이터 로거를 이용하여 한우의 체온을 측정하였음(Figure 35).
- Madge Tech 온도 데이터 로거는 Chromel로 된 +선과 alumel로 된 -선을 사용한 K-type 열전대 전선을 사용하였으며, 이 선을 Thermocouple temperature recorder(Quad Temp, Madge Tech, New Hampshire, USA)에 연결하여 온도 데이터를 저장하였음.
- 영상촬영 보조장비인 지미짚을 이용하여 촬영 높이를 각각 1, 2, 3, 5 및 7m로 다르게 하여 각 15분 동안 열화상 카메라(FLIR A615, FLIR, USA)의 데이터를 측정하였음(Figure 36, 37).
- 열화상 카메라의 영상 및 체온 데이터 추출은 FLIR Tools+ 6 Report Studio (version 6.3.17214.1005)를 이용하였으며 25 frame/second의 품질로 저장하였음.



Figure 35. K-type 열전대를 이용한 한우 체온 데이터 측정



Figure 36. 촬영 거리에 따른 한우의 실제 및 열화상 카메라
 채운 데이터 추적

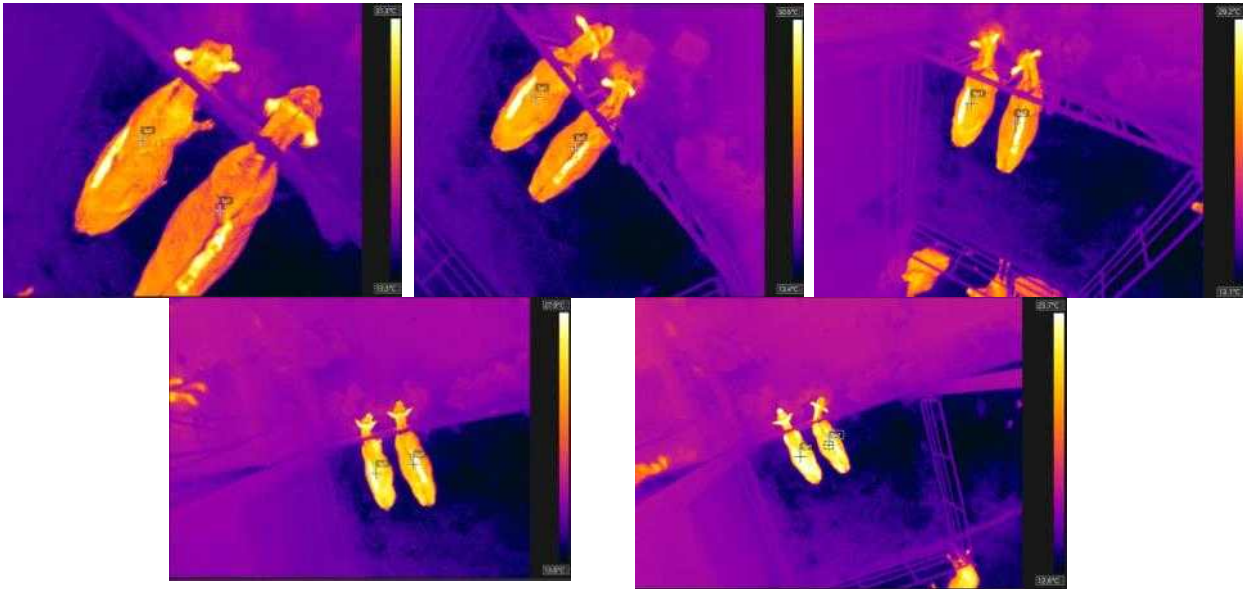


Figure 37. 열화상 카메라 촬영 영상
 (왼쪽 위부터 각각 1, 2, 3, 5 및 7m의 거리에서 촬영되었음)

□ 결과

- K-type 열전대를 통해 측정된 실제 체온과 열화상 카메라로 측정된 온도값의 차이는 최소 -0.8°C에서 최대 15.6°C의 차이를 보였음(Table 1).
- 실제 체온의 편차가 1°C 내외로 크지 않았던 것에 비하여 열화상 카메라의 온도의 편차는 모든 거리에서 10°C 이상의 편차를 보였음(Figure 38).
- Madge Tech로 측정한 한우의 평균 체온은 33.8°C이고 열화상 카메라로 측정한 한우의 평균 체온은 24.9°C였음.
- 한우의 체온은 38.5°C로 알려져 있는데, 본 실험에서 Madge Tech의 측정값은 이보다 약 5°C 낮았음.
- 이는 동물의 체내 심부온도와 체표면 온도사이의 온도차가 존재하기 때문인 것으로 보임.
- 열화상 카메라로 측정한 한우의 체표온도도 24.9°C로 나타나, 한우의 체온인 38.5°C를 정확히 측정하지는 못함.
- 또한 일반적으로 동물의 질병 발생 상황에서의 체온 변화는 약 1-2°C 정도로 열화상 카메라의 정밀도로는 체온을 통한 질병유무 판단은 어려울 것으로 사료됨.
- 열화상 카메라와 대상물의 측정 위치에 따른 방사각도에 따라 방사율은 달라지게 되므로 열화상 시스템을 이용해 측정한 온도 분포는 절대적 온도로 볼 수 없음. 대상체의 실제 표면 온도가 일정하더라도 열화상 카메라로 측정된 온도는 방사율 값에 따라 오차를 가지게 됨 (김수연 등, 2014).
- 1m 또는 2m의 거리에서 촬영한 경우 실제 체온과 열화상 카메라로 측정된 데이터 사이의 상관도는 -0.41로 중간 정도의 상관관계를 보였으나 거리가 점점 멀어짐에 따라(3-7m) 상관도는 급격히 떨어짐(0.016, -0.016 및 -0.021).
- Stewart 등(2007)은 젖소의 눈 주변부 온도를 열화상 카메라로 측정하여 스트레스를 감지하는 변수로 사용할 수 있다고 보고하였고 Redden 등(1993)은 암소의 질 온도를 측정하여 81%의 발정 발견율을 보였다고 보고하였음.
- McManus 등(2016)은 동물이 신체의 위치에 따라 다른 양의 복사열을 방출한다고 보고함
- 본 실험의 결과, 열화상 카메라를 이용하여 동물의 체표온도를 측정할 때는 피모가 없는 눈, 유방 및 외음부를 타겟으로 하는 것이 적절할 것으로 보임.
- 현재 시중에 출시되어 있는 열화상 카메라의 시야각의 경우 약 9m 이상의 설치 높이가 확보 되어야 5×10m 크기의 우방전체를 촬영할 수 있음.
- 따라서 열화상 카메라를 이용하여 객체를 추적함과 동시에 체온을 측정함으로써 동물의 질병 유무를 판단하는 기술은 열화상 카메라의 현재 수준 이상의 온도 측정 기술이 필요할 것으로 보임.
- 추가적인 열화상 카메라의 기능이 향상되면 같은 방법의 촬영 영상에서 오차는 줄어들 것으로 보임. 가까운 거리에서의 촬영으로 실제 체온과의 오차는 줄어들 수 있으나, 이러한 방법은 개체의 지속적인 촬영이 불가능하여 실질적인 24시간 모니터링의 방법으로는 한계가 있음.
- 다른 방법으로 한 개체의 열화상 영상의 체온이 다른 개체들보다 현저하게 떨어지면, 건강의 이상이 있다고 판단할 수 있음. 즉 한 개체의 열화상 측정 영상과 전체 평균의 열화상 측정 온도 값의 상대적인 차이로 건강의 모니터링이 가능할 것으로 판단됨.

Table 1. 열화상 카메라의 거리에 따른 한우의 실제체온과 열화상 카메라의 차이(실제온도-열화상 온도)에 대한 평균, 표준편차, 최대값, 최소값, 왜도 및 첨도

Distance	Average	SD	Max	Min	Skewness	Kurtosis
1	8.80	2.81	15.56	-0.80	-1.43	3.27
2	8.95	1.24	12.66	5.19	-0.19	-1.01
3	9.41	2.27	14.49	1.65	0.25	-0.26
5	7.82	2.27	12.55	3.19	0.51	-0.82
7	8.89	1.78	13.33	0.52	-0.25	-0.04

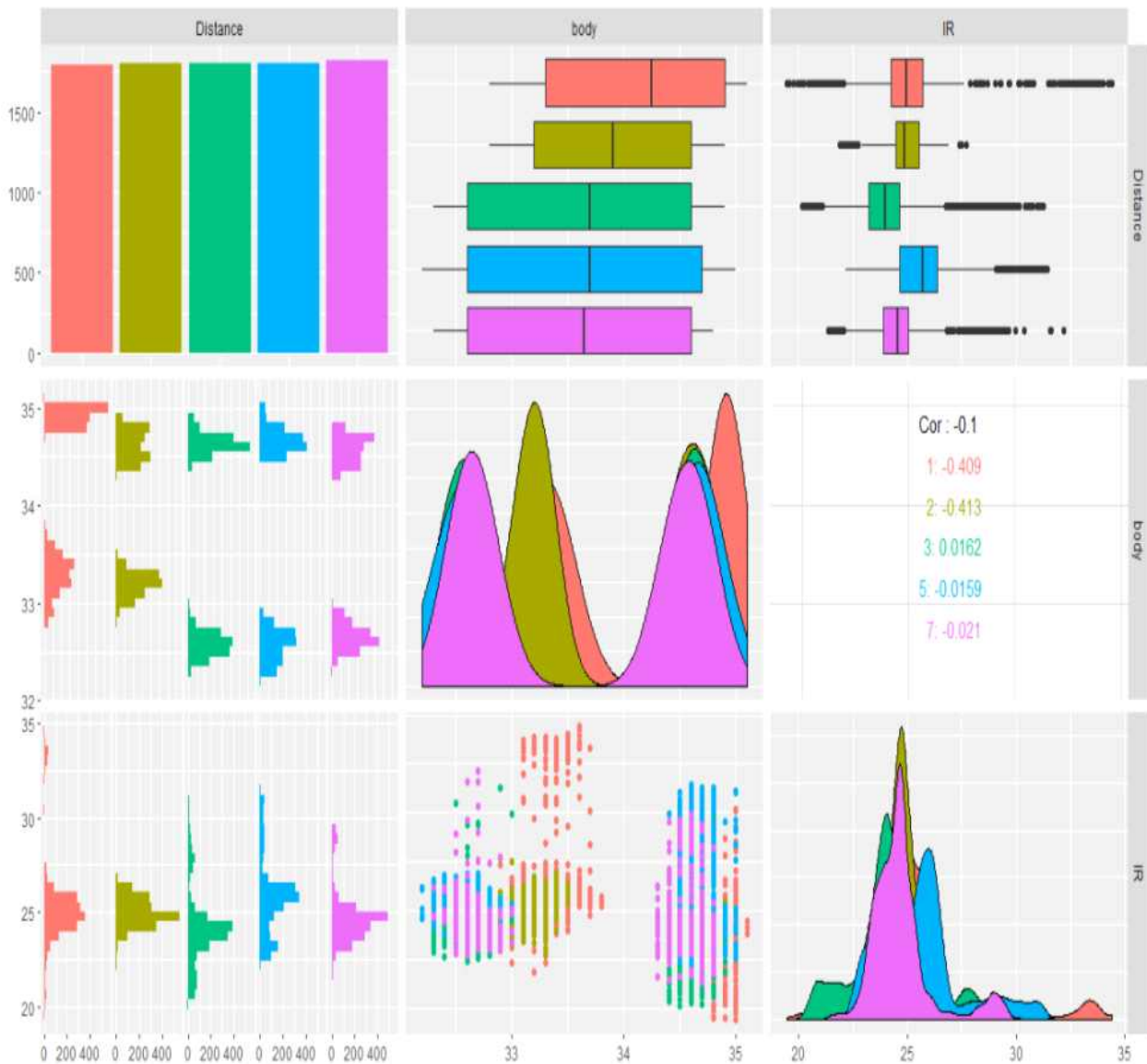


Figure 38. 촬영 거리에 따른 한우의 실제 및 열화상 카메라 체온 데이터 분포, boxplot 및 상관계수

- 데이터 분석을 통한 건강 모니터링 요소 도출

- 축적된 데이터베이스의 분석을 통하여 건강 모니터링 요소가 어떤 것들이 있는지 도출하였음.
- 도출된 건강 모니터링 요소들이 시스템 개발에 적용될 수 있도록 사용자 요구사항을 제시함.
- 일반적으로 사용되는 건강 모니터링 요소는 사료섭취량, 음수량, 사료섭취 시간, 반추 시간, 체표 온도, 반추위 온도, 행동량 등이 사용되고 있음.
- 열화상 카메라만을 이용한 경우 사료섭취량, 음수량, 반추시간, 반추위 온도는 측정하기가 어려울 것으로 보임.
- 촬영 거리에 따른 한우의 실제 및 열화상 카메라 채운 데이터 분포 실험 결과에 따라 측정된 체표 온도 또한 한우의 건강 모니터링 요소로 사용하기에는 한계가 있을 것으로 보임.
- 따라서 한우의 사료섭취시간 및 행동량을 기본적으로 건강 모니터링 요소로 선정하였으며, 개체나 우방을 기준으로 하루 중의 행동 패턴이 다른 날들의 패턴과 다른 경우 및 다른 개체들과 행동 패턴이 유의적으로 다를 경우 등의 이벤트 또한 건강 모니터링 요소로 사용할 수 있을 것으로 보임.
- 위에서 제시한 건강 모니터링 요소는 앞으로 여러 상황의 현장에서 충분한 데이터가 축적될수록 정확도가 높아질 것으로 예상됨.
- 또한 환경적인 요인(온도, 습도, THI, 풍향, 풍속 및 기류 등)이 동물에게 영향을 미칠 수 있으므로 저온 및 고온 스트레스 상황에서의 사양관리에 대한 부분도 함께 고려하여 종합적인 판단을 내릴 수 있도록 함께 모니터링 되어야 할 것으로 보임.

- 한우 건강 모니터링을 위한 메타데이터 설계

- 가축의 건강 모니터링을 위해 축적된 데이터들을 효율적으로 관리하고 활용할 수 있도록 메타데이터를 설계.
- 데이터를 총 18개의 속성으로 나누어 구조화 시켰으며 구조화된 데이터의 목록은 다음과 같음 (Table 2 - Table 19).

Table 2. 사용자 관리 정보 메타데이터

테이블 명	사용자					
테이블 ID	user					
테이블설명	사용자 관리 정보					
1	idx	인덱스	BIGINT		N	PK
2	user_id	사용자ID	VARCHAR	16	N	
3	name	사용자 이름	VARCHAR	128	N	
4	password	사용자 패스워드	VARCHAR	256	N	
5	tel	사용자 전화번호	VARCHAR	32	N	
6	email	사용자Email	VARCHAR	128	N	
7	reg_date	등록일	DATETIME		N	
8	modify_date	수정일	DATETIME		N	
9	role_idx	권한FK	BIGINT		N	FK

Table 3. 권한 테이블 메타데이터

테이블 명	권한					
테이블 ID	role					
테이블설명	권한 테이블					
1	idx	인덱스	BIGINT		N	PK
2	role_name	권한 이름	VARCHAR	64	N	

Table 4. 사용자 농장 맵핑 테이블 메타데이터

테이블 명	사용자 농장					
테이블 ID	farm_has_user					
테이블설명	사용자 농장 맵핑 테이블					
1	farm_idx	농장 인덱스	BIGINT		N	FK
2	user_idx	사용자 인덱스	BIGINT		N	FK

Table 5. 농장 테이블 메타데이터

테이블 명	농장					
테이블 ID	farm					
테이블설명	농장 테이블					
1	idx	사용자 아이디	INT	10	N	PK
2	farm_name	농장	VARCHAR	128	N	PK
3	postal_code	우편번호	VARCHAR	16	N	
4	address	주소	VARCHAR	128	N	
5	city	시/도	VARCHAR	16	N	
6	county	시/군	VARCHAR	16	N	
7	village	동/면/읍	VARCHAR	16	N	
8	farm_tel	농장 전화 번호	VARCHAR	64	Y	
9	reg_date	등록일	DATETIME		N	
10	Modify_date	수정일	DATETIME		N	
11	Detail_address	상세주소	VARCHAR	256	Y	

Table 6. 축사 관리 메타데이터

테이블 명	축사					
테이블 ID	cattle_shed					
테이블설명	축사 관리					
1	idx	축사 인덱스	BIGINT		N	PK
2	farm_idx	농장 ID	BIGINT		N	FK
3	cattle_shed_name	축사 노트	VARCHAR	64	N	
4	cattle_shed_note	수신자	VARCHAR	256	Y	
5	reg_date	등록일	DATETIME		N	
6	modify_date	수정일	DATETIME		N	

Table 7. 가축 그룹 관리 메타데이터

테이블 명	가축 그룹					
테이블 ID	group_livestock					
테이블설명	가축 그룹 관리					
1	idx	인덱스	BIGINT		N	PK
2	group_livestock_name	그룹 이름	VARCHAR	128	N	
3	group_livestock_note	그룹 노트	VARCHAR	256	Y	
4	farm_idx	농장ID	BIGINT		N	FK

5	reg_date	등록일	DATETIME		N	
6	modify_date	수정일	DATETIME		N	

Table 8. 가축 관리 메타데이터

테이블명		가축				
테이블 ID		livestock				
테이블설명		가축 관리				
1	idx	인덱스	BIGINT		N	PK
2	group_livestock_idx	그룹 ID	BIGINT		N	
3	livestock_id	가축ID	VARCHAR	32	N	
4	livestock_rfid	일련번호(RFID)	VARCHAR	32	N	
5	livestock_sex	성별	TINYINT		N	
6	livestock_type	가축 종류	TINYINT		N	
7	livestock_birthday	출생일	DATE		Y	
8	reg_date	등록일	DATETIME		N	
9	modify_date	수정일	DATETIME		N	
10	cattle_shed_idx	축사 인덱스	BIGINT		N	
11	cattle_shed_farm_idx	농장 인덱스	BIGINT		N	

Table 9. 가축 특이사항 정의 목록 메타데이터

테이블명		가축 특이사항 정의 목록				
테이블 ID		livestock_properties				
테이블설명		가축들의 특이사항을 목록화 한 데이터				
1	idx	인덱스	BIGINT		N	PK
2	name	이름	VARCHAR	128	N	

Table 10. 가축 특이사항 목록 메타데이터

테이블명		가축 특이사항 목록				
테이블 ID		livestock_report				
테이블설명						
1	idx	인덱스	BIGINT		N	PK
2	livestock_idx	가축 인덱스	BIGINT		N	
3	livestock_properties_idx	특이사항 인덱스	BIGINT		N	
4	etc	비고	VARCHAR	128	N	
5	date	날짜	DATETIME		N	
6	reg_date	등록일	DATETIME		N	

Table 11. 날짜별 가축 활동성 데이터 메타데이터

테이블명		가축 활동성				
테이블 ID		livestock_activity				
테이블설명		가축들의 활동성 데이터를 날짜 별로 저장하는 테이블				
1	idx	인덱스	BIGINT		N	PK
2	livestock_idx	가축 인덱스	BIGINT		N	
3	activity_data	활동 데이터	FLOAT		N	
4	reg_date	등록일	DATETIME		N	

Table 12. 카메라 정보 관리 메타데이터

테이블 명	카메라					
테이블 ID	camera					
테이블설명	카메라 정보 관리					
1	idx	인덱스	BIGINT		N	PK
2	connect_id	연결ID	VARCHAR	32	N	
3	ip	카메라IP	VARCHAR	32	N	
4	location	위치	VARCHAR	16	Y	
5	name	카메라 이름	VARCHAR	32	N	
6	password	연동 패스워드	VARCHAR	512	Y	
7	serical_number	카메라 시리얼 번호	VARCHAR	32	N	
8	connect_type	연결 타입	TINYINT		N	
9	alive_status	활성화 여부	TINYINT		N	
10	port	연결 포트	int		Y	
11	nvr_ip	nvr 아이디	VARCHAR	32	Y	
12	nvr_port	nvr 포트	int		Y	
13	cattle_shed_idx	축사 인덱스	BIGINT		N	
14	cattle_shed_farm_idx	농장 인덱스	BIGINT		N	
15	reg_date	등록일	DATETIME		N	
16	modify_date	수정일	DATETIME		N	

Table 13. 제어기 설정 메타데이터

테이블 명	제어기					
테이블 ID	actuator					
테이블설명	업로드 파일의 데이터 인코딩, 컬럼 및 행 구분자 설정 한다.					
1	idx	인덱스	BIGINT		N	PK
2	name	이름	VARCHAR	32	Y	
3	serial_number	시리얼 번호	VARCHAR	32	Y	
4	actuator_type	제어기 종류	TINYINT		Y	
5	alive_status	카메라 이름	TINYINT		Y	
6	cattle_shed_idx	축사 인덱스	BIGINT		N	
7	cattle_shed_farm_idx	농장 인덱스	BIGINT		N	
8	reg_date	등록일	DATETIME		N	
9	modify_date	수정일	DATETIME		N	

Table 14. 제어기 임계치 관리 메타데이터

테이블 명	제어기 임계치					
테이블 ID	actuator_threshold					
테이블설명	제어기 임계치 관리					
1	idx	인덱스	BIGINT		N	PK
2	actuator_idx	제어기 인덱스	VARCHAR	32	Y	
3	actuator_threshold	적용 여부	VARCHAR	32	Y	
4	reg_date	등록일	DATETIME		N	
5	modify_date	수정일	DATETIME		N	

Table 15. 센서 및 선서 노드 정보 메타데이터

테이블 명	센서 노드 정보 및 센서 정보					
테이블 ID	sensor_node					
테이블설명	센서 노드 정보 및 센서 정보를 관리					
1	idx	인덱스	BIGINT		N	PK

2	mac_id	맥ID	VARCHAR	4	N	
3	name	센서 이름	VARCHAR	32	N	
4	serial_number	시리얼 번호	VARCHAR	32	N	
5	ip	센서IP	VARCHAR	32	N	
6	location	위치	VARCHAR	32	N	
7	connect_type	연결 타입	TINYINT		N	
8	parent_mac_id	상위 맥ID	VARCHAR	4	Y	
9	alive_status	센서 상태	TINYINT		N	
10	node_type	노드 타입	TINYINT		N	
11	sensor_type	센서 유형	TINYINT		N	
12	temp_type	온도 타입	TINYINT		Y	
13	reg_date	등록일	DATETIME		N	
14	modify_date	수정일	DATETIME		N	
15	value1	온도	FLOAT		Y	
16	value2	습도	FLOAT		Y	
17	value3	기류or 온도	FLOAT		Y	
18	cattle_shed_idx	축사 인덱스	BIGINT		N	
19	cattle_shed_farm_idx	농장 인덱스	BIGINT		N	

Table 16. 축사 및 센서 노드 정보 맵핑 메타데이터

테이블명		축사와 센서노드 정보 맵핑				
테이블 ID		cattle_shed_has_sensor_node				
테이블설명		축사 와 센서 노드 정보 맵핑 관리				
1	cattle_shed_idx	축사 인덱스	BIGINT		N	FK
2	cattle_shed_farm_idx	농장 인덱스	BIGINT		N	FK
3	sensor_node_idx	센서 인덱스	BIGINT		N	FK

Table 17. 센서 노드 변경 정보 이력 메타데이터

테이블명		센서노드 이력 관리				
테이블 ID		sensor_history				
테이블설명		센서 노드 변경 정보 이력을 저장				
1	idx	인덱스	BIGINT		N	PK
2	mac_id	맥ID	VARCHAR	4	N	
3	sensor_type	센서 유형	TINYINT		N	
4	reg_date	등록일	DATETIME		N	
5	value1	온도	FLOAT		N	
6	value2	습도	FLOAT		N	
7	value3	기류or 온도	FLOAT		N	
8	etc	비고	VARCHAR	512	Y	
9	sensor_node_idx	센서 인덱스	BIGINT			

Table 18. 날씨 정보 메타데이터

테이블명		날씨 정보				
테이블 ID		weather				
테이블설명		날씨 정보를 저장 및 관리				
1	idx	인덱스	BIGINT		N	PK
2	city	도시	VARCHAR	32	N	
3	code	지역 코드	VARCHAR	32	N	
4	county	시/군	VARCHAR	32	N	
5	info	날씨	VARCHAR	32	N	
6	temp	온도	VARCHAR	32	N	
7	village	동/면/읍	VARCHAR	32	N	

8	reg_date	등록일	DATETIME		N	
---	----------	-----	----------	--	---	--

Table 19. 발정 임계치 메타데이터

테이블명		발정 임계치				
테이블 ID		rut_threshold				
테이블설명		발정 임계치 관리				
1	idx	인덱스	BIGINT		N	PK
2	warning	약간 발정	Float		N	
3	critical	발정	FLOAT		N	
4	Farm_idx	농장 인덱스	BIGINT		N	

- 대가축(한우) 건강 모니터링 시스템 현장 설치 및 데이터 분석



Figure 39. 갈산농장 전경

- 개발된 시스템을 현장에 적용하기 위한 실증실험을 실시.
- 경상북도 영주시 장수면 충효로에 위치한 한우사육 규모 약100두인 갈산농장에 연구개발 중인 제품과 카메라를 설치하였음(Figure 39).



Figure 40. 열화상 카메라와 광각 카메라 현장 설치 모습

- 열화상 카메라와 광각 카메라의 화각을 고려하여 농장 천장의 약 10m 높이에 카메라를 설치 하였음(Figure 40).



천장에 설치된 FIRA 4800-C 열화상 카메라



천장에 설치된 FIRA 4800-C 열화상 카메라



촬영중인 열화상 영상과 광각 카메라 영상



우사에 설치된 광각 카메라

Figure 41. 갈산농장에 설치한 열화상 카메라, 광각 카메라 및 영상 출력 장치

- 발정 및 건강이상 판별 임계치 설정

□ 재료 및 방법

- 실험에서 누적된 발정 행동 데이터를 기반으로 발정 탐지 기계학습 모델을 학습함.
- 총 7,920,000행의 행동량 데이터를 승가행위 기준으로 1)normal 2)pre-mounting (승가 전 2시간) 및 3)heat (승가 후 12시간)으로 label을 적용함.
- 15분간 누적 행동량, 1시간 동안의 누적 행동량, 전일 대비 행동량을 기반으로 기계학습 모델을 학습시킴.
- 기계학습 알고리즘은 1)모델트리 및 2)블랙박스 모델(서포트 벡터 머신, SVM) 기법을 적용함.
- 분석에는 R(version 3.4.4)을 이용하였으며 모델 트리는 rpart 패키지(Terry and Beth, 2018)를 이용하였으며 rpart.plot 패키지를 이용해 시각화를 수행함.
- SVM은 kernlab 패키지(Alexandros 등., 2004)를 사용하였으며 kernel 옵션은 vanilladot으로 함.

□ 분석 결과 : 모델 트리

- 모델 트리 결과는 다음과 같음(Figure 42).
- 발정의 경우 91%의 정확도로 예측이 가능함.
- 이 정확도는 단위 시간에 대한 정확도 예측이며 이를 연속된 시간으로 변환할 경우 정확도를 개선할 수 있을 것으로 보임.

□ 분석 결과 : 서포트 벡터 머신

- 총 56개의 서포트 벡터를 가진 모델이 생성되었음.
- Objective Function Value는 행동량, 1시간 동안의 누적 행동량 및 전일 대비 행동량이 각각 -26.6341, -19.3978 및 -26.3381으로 나타남.
- Training error는 0.154321.
- 발정의 경우 91%의 정확도로 예측이 가능함.

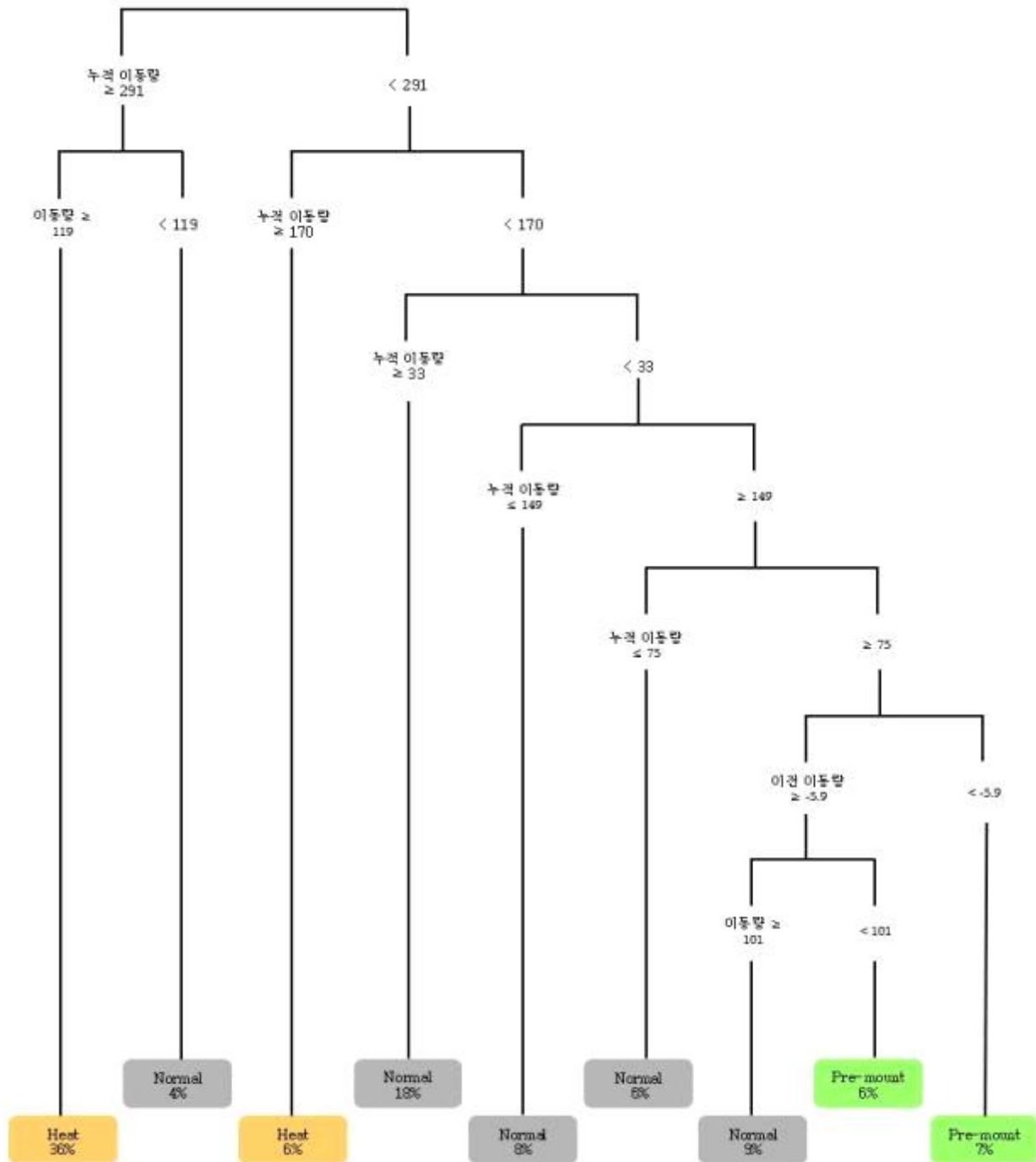


Figure 42. 한우 암소의 발정 분류를 위한 모델 트리(model-tree)

- 발정 예측을 하는 알고리즘의 경우, 120분 전의 이동량을 합친 누적 이동량이 291보다 클 때 현재 15분 간의 이동량이 119보다 클 경우 발정(heat)으로 예측하고 119보다 작을 경우 발정이 오지 않은 normal로 예측함.
- 120분 전의 누적 이동량이 291보다 작더라도 105분 전의 누적이동량이 170보다 클 경우 발정(heat)으로 예측하였으며 170보다 작을 경우 마찬가지로 알고리즘이 적용되어 normal 또는 pre-mounting으로 분류하게됨.

행동량	누적 행동량	전일 대비 행동량 증감	실제 동물 행동	모델트리 예측 결과	SVM 예측결과
149.6	255.4	19.9	normal	normal	normal
154.6	268	37.5	normal	normal	normal
69.3	304.2	3.3	normal	normal	normal
61.7	223.9	-19.3	normal	normal	normal
74.5	131	-59.2	normal	normal	normal
78	136.2	-18.2	normal	normal	normal
69.3	152.5	-30.3	normal	normal	normal
65.7	147.3	-50.6	normal	normal	normal
54	135	-2.1	normal	normal	normal
50.4	119.6	-36.5	normal	normal	normal
85.1	104.3	-11.2	normal	normal	normal
72.6	135.5	-35.6	normal	normal	normal
118.2	157.7	5.3	normal	normal	normal
108.8	190.8	-0.2	normal	normal	normal
99.1	227	-4.8	normal	pre-mount	normal
134.8	207.9	59.7	normal	normal	normal
141.2	234	30.6	normal	normal	normal
145.4	276	11.1	normal	normal	heat
115	286.6	30.7	normal	normal	normal
102	260.3	69.5	normal	normal	normal
122.2	217	74.6	normal	normal	normal
132.2	224.2	87.8	normal	normal	normal
168	254.4	116.6	normal	normal	normal

Figure 43. 행동량에 따른 발정탐지 모델(모델 트리 및 서포트 벡터 머신)의 실제 분석 결과 비교

- 모델 트리와 SVM의 분석 과정을 Figure 43, 44, 45에 나타냄.
- 실제 동물의 행동이 normal, 즉, 발정이 오지 않았을 때 모델 트리와 SVM에서 발정 전인 pre-mount나 발정(heat)으로 7.8%, 3.1%와 3.1%, 7.8%로 각각 예측하여 높은 수준의 예측치를 보임.

행동량	누적 행동량	전일 대비 행동량 증감	실제 동물 행동	모델트리 예측 결과	SVM 예측결과
170.8	353.8	-4.5	heat	heat	heat
205.5	338.8	101.9	heat	heat	heat
170.9	376.3	57.2	heat	heat	heat
185.1	376.4	16.8	heat	heat	heat
192.1	356	16.9	heat	heat	heat
182.8	377.2	10.5	heat	heat	heat
119.3	374.9	51.8	heat	normal	heat
119.7	302	34.6	heat	heat	normal
158.3	239	55.5	heat	normal	normal
210.2	278	48	heat	heat	heat
165.7	368.5	48.6	heat	heat	heat
155.3	375.9	13.8	heat	heat	heat
156.4	321.1	45.9	heat	heat	heat
167	311.7	76.8	heat	heat	heat
128.3	323.4	12.3	heat	heat	heat
127.1	295.4	-0.2	heat	heat	normal
179.7	255.4	80.9	heat	heat	heat
159.1	306.8	31.2	heat	heat	heat
138.8	338.7	28.8	heat	heat	heat
173.1	297.9	59	heat	heat	heat
206.8	312	85	heat	heat	heat
140.7	379.9	1	heat	heat	heat
140	347.5	19.3	heat	heat	heat

Figure 44. 행동량에 따른 발정탐지 모델(모델 트리 및 서포트 벡터 머신)의 실제 분석 결과 비교

- 실제 한우가 승가행위를 보이고 발정인 상태에 있을 때 모델 트리와 SVM 두 예측 모델에서 모두 91%의 발정 발견율을 보임.

행동량	누적 행동량	전일 대비 행동량 증감	실제 동물 행동	모델트리 예측 결과	SVM 예측결과
97.9	229	26.2	normal	pre-mount	normal
113.2	205.6	40.5	normal	normal	normal
102.3	211.1	33.7	normal	normal	normal
92.9	215.5	22.3	normal	pre-mount	normal
94.6	195.2	24.9	normal	pre-mount	normal
56.6	187.6	-24.6	pre-mount	normal	normal
76.1	151.3	23.1	pre-mount	pre-mount	normal
110.1	132.7	31.4	pre-mount	normal	normal
119.6	186.2	25.6	pre-mount	normal	normal
99.2	229.7	-4.3	pre-mount	pre-mount	normal
129.7	218.8	-14.1	pre-mount	pre-mount	normal
86.9	228.9	-7	pre-mount	pre-mount	normal
143.8	216.6	33.2	pre-mount	normal	normal
85.4	230.7	-37.3	pre-mount	pre-mount	normal
149	229.1	15.7	pre-mount	normal	normal
118.1	234.4	-31.6	pre-mount	pre-mount	pre-mount
97.8	267.1	-74.7	pre-mount	pre-mount	pre-mount
104.1	215.9	-8.8	pre-mount	pre-mount	normal
148.7	201.9	2	pre-mount	normal	pre-mount
185.8	252.8	26.4	pre-mount	heat	heat
168	334.5	-25.1	pre-mount	heat	heat
170.8	353.8	-4.5	heat	heat	heat
205.5	338.8	101.9	heat	heat	heat
170.9	376.3	57.2	heat	heat	heat
185.1	376.4	16.8	heat	heat	heat
192.1	356	16.9	heat	heat	heat
182.8	377.2	10.5	heat	heat	heat
119.3	374.9	51.8	heat	normal	heat
119.7	302	34.6	heat	heat	normal

Figure 45. 행동량에 따른 발정탐지 모델(모델 트리 및 서포트 벡터 머신)의 실제 분석 결과 비교

- 한우의 증가행위가 시작되고 발정이 온 heat 이전 시점인 pre-mount 시간대의 후반부에서 모델 트리와 SVM 모델이 pre-mount 뿐 아니라 미리 heat을 예측하는 경우도 보임.
- 더 많은 한우 발정우로 data를 확보하면서 동시에 tracking 프로그램을 개선한다면 더 빠르고 정확한 발정 예측이 가능할 것으로 생각됨.



Figure 46. 발정 전후 한우의 시간별 행동량

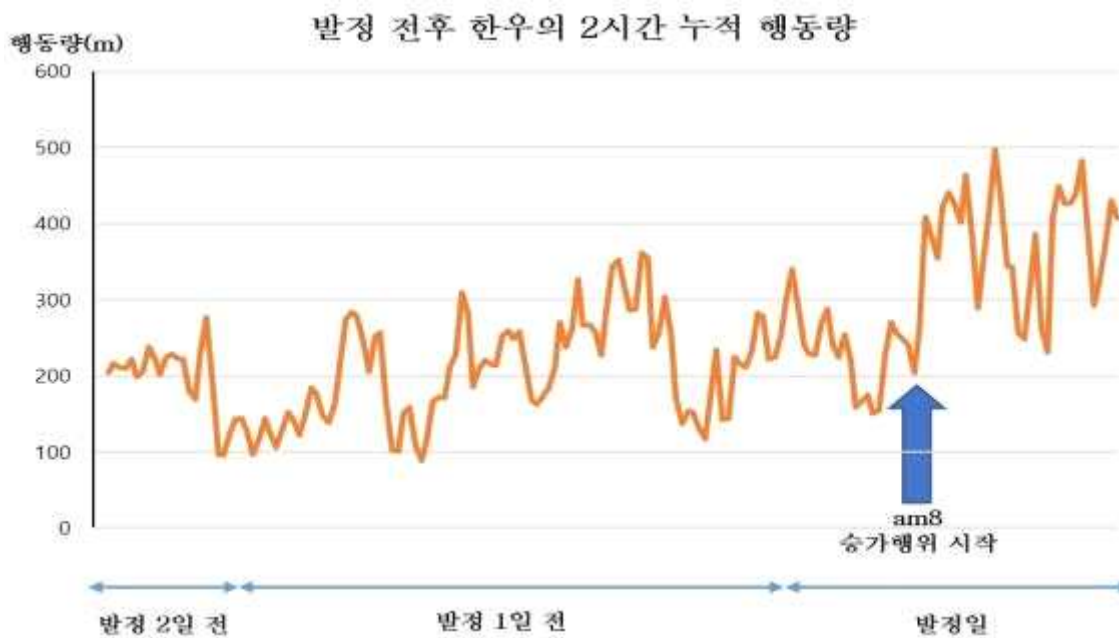


Figure 47. 발정 전후 한우의 2시간 누적 행동량

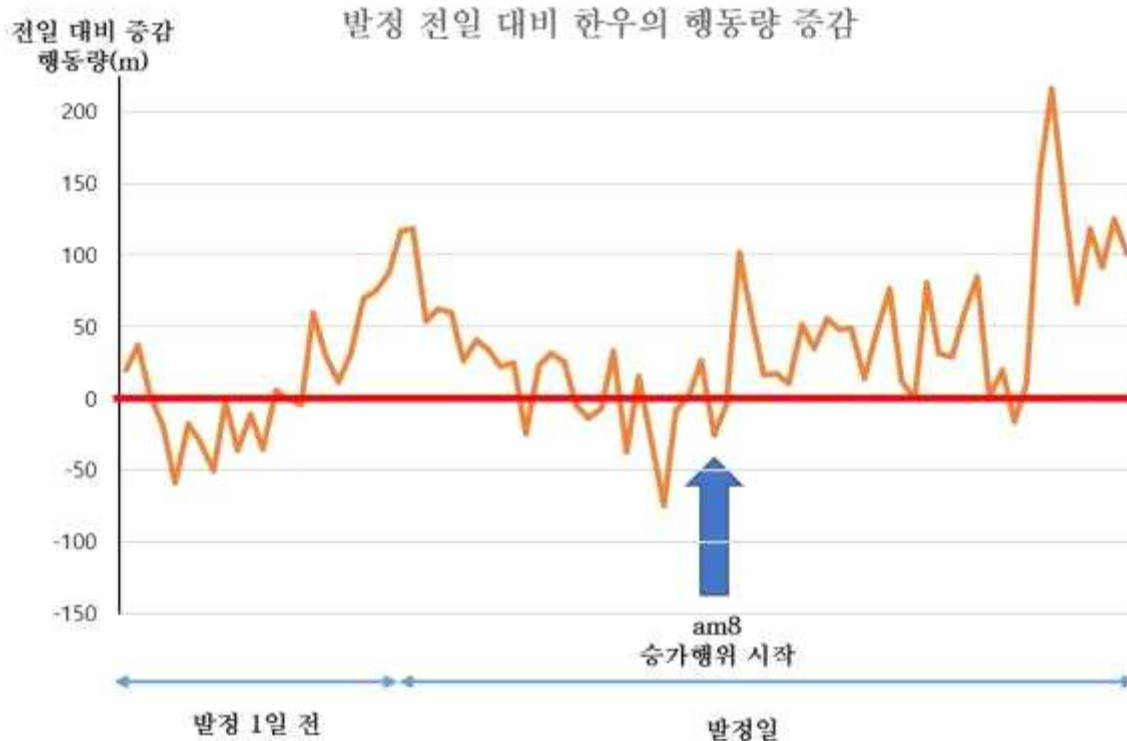


Figure 48. 발정 전일 대비 한우의 행동량 증감

- 한우가 발정이 왔을 때 가장 많이 나타내는 증상은 다른 소의 뒷부분을 핥거나 올라타는 승가행동으로 알려져 있음.
- 소는 대체로 새벽에 발정이 많이 오며, 발정이 오면 평균 20시간정도 지속됨.
- 관리자가 신경쓰기 어려운 새벽시간대에 본 연구에서 개발한 시스템을 통해 핸드폰으로 알림을 주게되면, 관리자의 근무환경 개선, 발정 발견을 향상, 수태율 향상 등 농장의 생산성을 높이는데 도움을 줄 수 있을 것으로 생각됨.
- 관리자의 경험과 발정 관찰에 소비하는 시간이 암소의 발정탐지에 크게 영향을 미치는데, 육안 관찰 외에 목, 발목 및 꼬리에 부착하는 제품과 소의 반추위 내에 삽입하는 제품을 이용하여 발정을 탐지함.
- 본 실험의 경우, 동물에게 아무 장비도 부착하지 않고(non-noncontact, non-invasive) 촬영한 영상으로 암소의 행동량을 분석함으로써 발정을 탐지하였음. 이는 동물에게 스트레스를 주지 않는다는 점에서 의미가 있다고 생각됨.

- 시스템 보완 요구사항 도출

- 연구개발 내용의 상업화를 위한 열화상 카메라 선정



Figure 49. FLIR 열화상 카메라 거치형 제품군

Table 20. 거치형 FLIR 열화상 카메라 제품군의 가격과 IR Resolutions(분해능)

제품명	A35	A310	A65
분해능	320 × 256 pixels	320 × 240 pixels	640 × 512 pixels
가격(원)	6,707,000	15,868,000	6,707,000

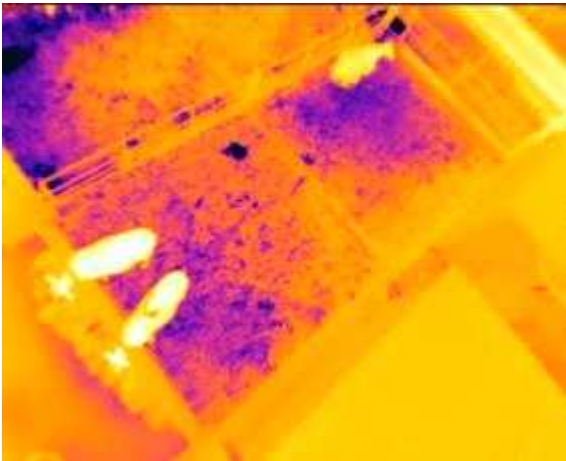
- 시험 연구에 사용했던 열화상 카메라의 경우 농가에 적용하기에는 비교적 고가이기 때문에, 한우 사육농가에 보급 및 상용화할 수 있도록 비교적 저렴한 가격의 열화상 카메라를 검토 및 적용하였음.



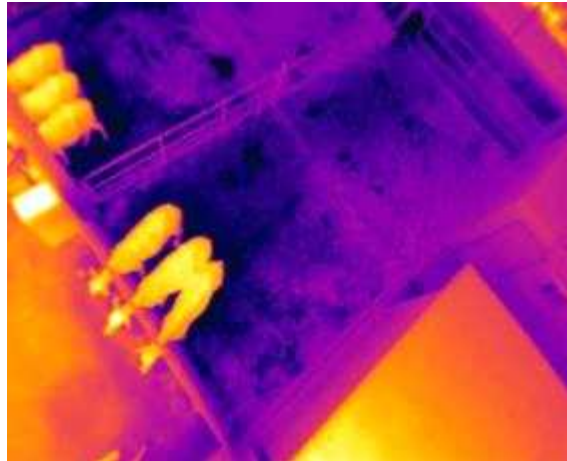
Figure 50. FIRA-4800C 제품사진

- FIRA-4800C 제품의 분해능은 160 × 120 pixels 이며 화각의 경우 30° 정도로 한우 우방을 촬영하기 위해서는 FLIR A615 카메라로 촬영했던 높이보다 더욱 높은 위치에 거치해야 하며 최소 11m정도의 높이에 거치해야함.
- 촬영 영상에서 한우를 구분할 수 있는 화소가 보장되고 우방을 모두 촬영할 수 있도록 화각이 높으면서 일반 농가에서 구매해서 사용할 수 있을 정도의 가격까지 갖추기에는 현재의 열화상 카메라의 기술로는 어려운 점이 많다고 보임.

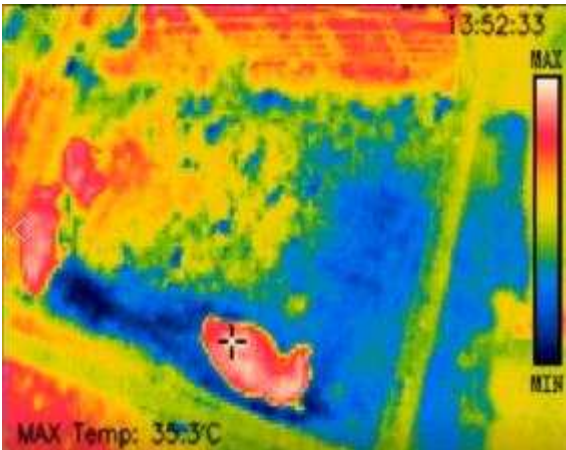
□ 외부환경에 따른 열화상 카메라 영상의 품질 저하



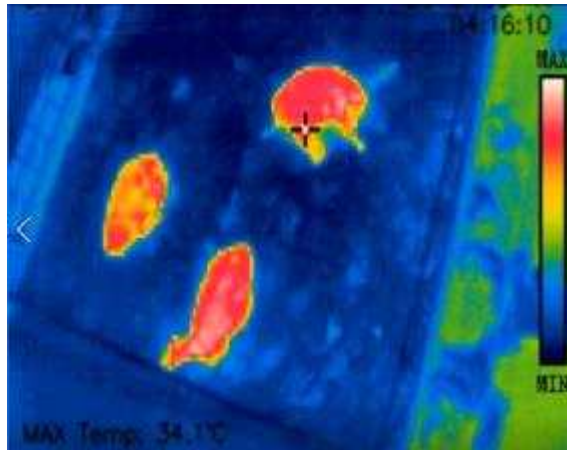
FLIR A615 외부온도 30°C 이상일 때 영상



FLIR A615 외부온도 30°C 미만일 때 영상



FIRA 4800-C 외부온도 30°C 이상일 때 영상



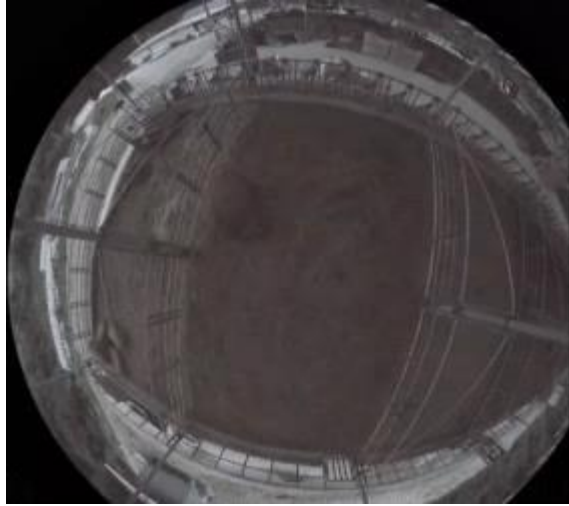
FIRA 4800-C 외부온도 30°C 미만일 때 영상

Figure 51. 외부온도에 따른 열화상 카메라의 촬영 영상 비교

- 열 특성을 시각화하여 보여주는 열화상 카메라의 특성상 외부환경의 온도와 소의 온도가 비슷해지는 경우에는 영상 내에서 한우를 구분하기 어려웠기 때문에 객체추적을 실패하는 경우가 생김. 고온 하절기에는 열화상 카메라의 성능이 현재보다 발전되더라도 외부온도가 소의 체온만큼 상승하고 대부분의 농가들은 개방형으로 지어져 있기 때문에 이 문제는 해결하기 어려운 것으로 보임.



일출이후 일몰까지의 광각 카메라 영상



일몰 전의 광각 카메라 영상

Figure 52. 일출과 일몰 시간에 따른 광각 카메라 영상

- 광각 카메라의 경우 가시광선 영역을 시각화해서 보여주므로 일몰 후 농장에서 따로 조명을 키지 않는 경우 한우를 촬영할 수 없었음.
- 한우의 색깔과 바닥의 온도가 비슷하여 객체 추적을 실패하는 경우가 있었음.
- 농장마다 바닥에 깔아주는 깔짚, 톱밥 등이 다르며 바닥을 청소하는 주기도 다르므로 이를 고려하여 광각 카메라를 적용할 필요가 있다고 보임.

- 분만을 앞둔 번식우의 경우 한 우방에 한 마리씩 배치하지만, 일반적인 우사에서는 최소 5마리 이상씩 한우를 사육함. 그리고 한우의 행동특성상 섭식행위를 할 때와 휴식을 취할 때를 제외 하면 빈번하게 서로 뭉쳐다니는 행동이 많이 발견되어, 이러한 부분을 해결할 수 있도록 열화상 추적 프로그램의 개선이 조금 더 필요할 것으로 보임.

- 국가단위 정책수립에 활용할 수 있는 시스템 요구사항 분석 및 공간정보를 활용한 시스템 확산 방안

□ 재난으로서의 질병에 대응하기 위한 방안

- 재난의 개념은 재난 현상에서 무엇이 중요한 것인가에 대한 인식과 시대적 이슈 맥락 등에 의존할 수 밖에 없기 때문에 끊임없이 재해석 되어야함. 2010년 한국의 안동에서 시작된 구제역은 재난의 정의 및 범주에 변화를 초래하였음. 정부는 구제역 확인 이후 한 달 만에 국가 재난으로 선포한 바 있으며 축산 환경은 질병에 의한 경제적 피해가 심각한 수준임.
- 2010년도의 구제역으로 소 11만 5천마리, 돼지 330만 마리, 젓소 3만 7천마리 등 345만 마리 이상의 가축이 살처분되어 매몰됨. 2010-2011 구제역 사태는 그 규모와 파급 효과의 측면에서 유례를 찾을 수 없었고 단순히 가축 질병의 차원을 넘어 전 사회적 재난으로 비등하면서 정부의 초동대처 미흡 논란, 발생 원인을 둘러싼 논쟁, 살처분 정책의 문제점, 밀집 사육방식의 문제,

무리한 살처분 과정에서 빚어진 인명 피해, 대규모 매립에 따른 환경오염과 질병 발생 가능성 등 슬한 쟁점을 낳음.

- 구제역(foot and mouth disease), 조류인플루엔자(AI; Avian Influenza) 등과 같은 질병은 전염력이 강력해 농가나 국가에 막대한 피해를 유발함. 실제 가축사육 현장에서는 외관상의 증상을 통해 감염을 인지하므로 초기 발병에 대한 감지가 신속하게 이루어지지 않음에 따라 수의사들의 농장 간 이동으로 인하여 병이 확산되는 사례도 있음.
- 현대 사회는 ICT 기술의 성장으로 모바일 기기의 대중화와 사회 전반이 네트워크화 됨으로써 사람과 사람, 사람과 사물, 사물과 사물간에 언제 어디서든 연결할 수 있는 시대가 되었음. ICT 기술을 통해 가축과 농장 단위, 지역 및 국가 단위에서의 관리자와 실시간 만남을 구현할 수 있을 뿐만 아니라, 가축이 필요로 하는 제반 환경을 자동으로 제어할 수 있으며, 사용자가 참여하여 정보를 제공하는 집단 지성을 통해 정보의 공유가 매우 활발히 이루어 질 수 있음.
- 구제역 등의 질병에 초기에 대응하여 사람으로 인한 확산이 되지 않도록 ICT 기술을 접목하여 한우의 활동성을 모니터링 할 수 있는 시스템을 개발하고, 이상 징후가 발견되는 경우 공간 정보를 활용한 커뮤니티 맵핑을 통하여 신속하게 정보를 공유하여 재난 상황에서 빠른 대응이 가능할 수 있도록 방안을 제시함.

□ 국가 공간정보 사업 동향

- 1995년 제1차 GIS 기본계획이 수립된 이래 공간정보 사업 관련 예산은 지속적인 증가세를 이어오고 있으며, 2018년 국가공간정보사업은 약 2,922억원 규모의 766건이 추진되며, 2017년 대비(722건) 시행계획 제출이 44건 증가함.

(단위 : 억원)

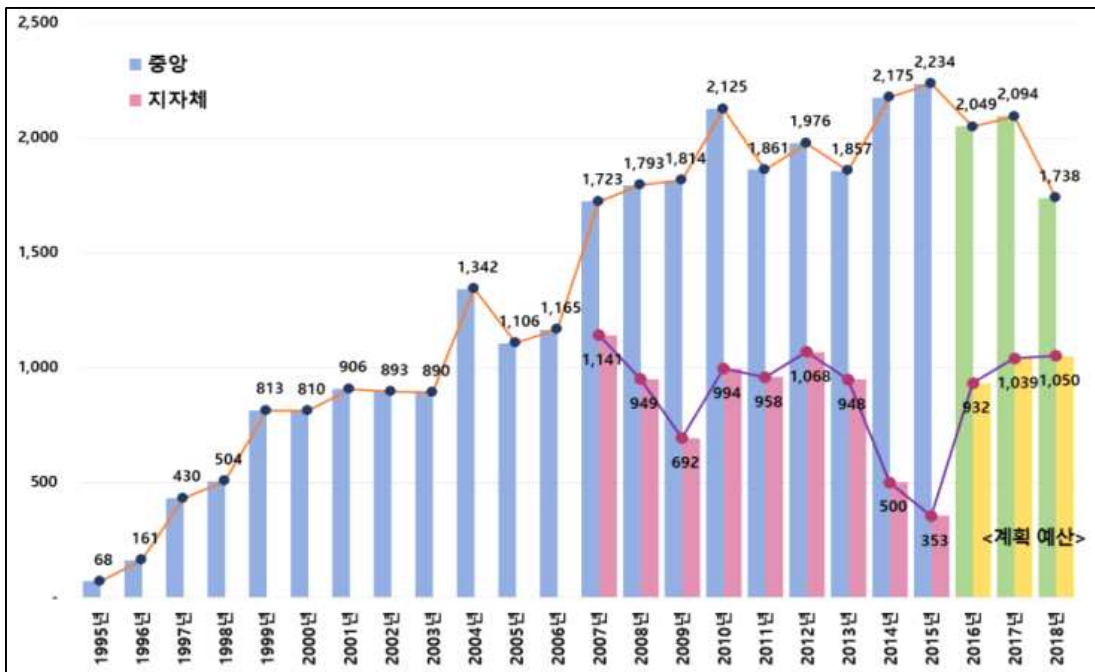


Figure 53. 국가 공간 정보 사업 시행계획 예산 규모

- 2018년 중앙정부의 공간정보사업 추진 계획을 보면 총 1,872억원 규모로 예정되어 있으며, 이 중 국토교통부는 약 1,307억원 예상되며 농림축산식품부는 44억원으로 예상됨.

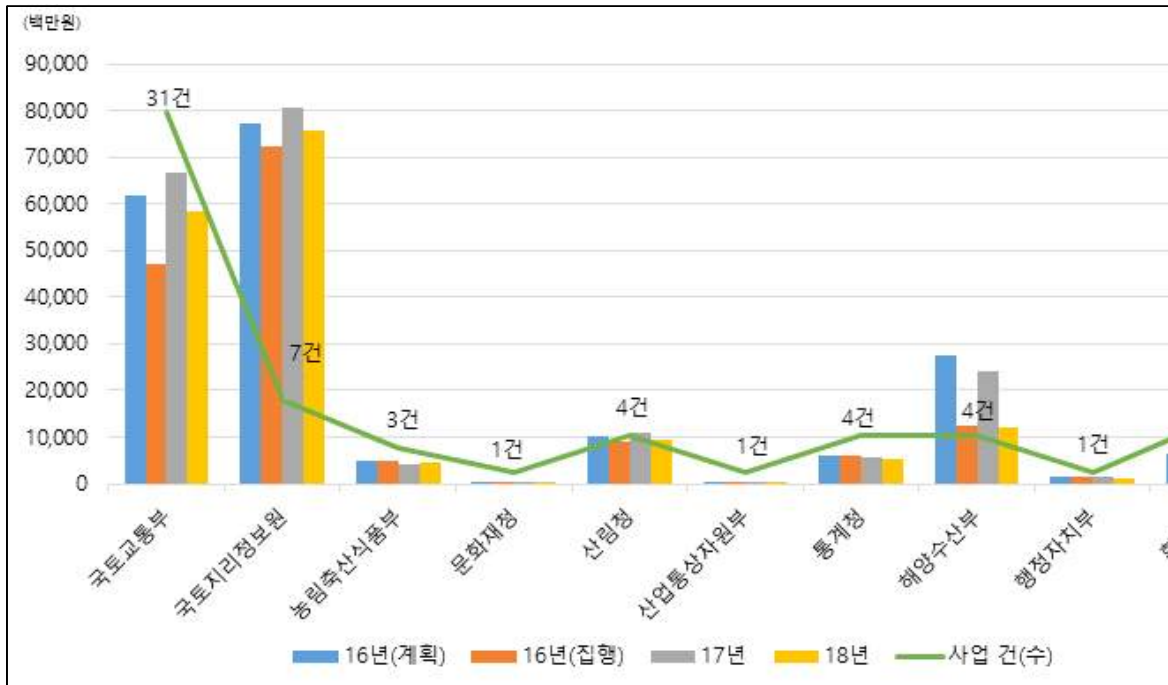


Figure 54. 중앙부처 기관별 국가공간정보사업 계획 및 집행 건수

Table 21. 중앙부처 기관별 국가공간정보사업 계획 및 집행 예산

관리기관	2016 계획	2016 집행	2017 계획	2018 계획
국토교통부	147,560	119,787	154,880	130,652
농림축산식품부	4,986	4,960	4,349	4,407
산업통상자원부	420	400	380	270
해양수산부	27,405	12,317	24,148	28,470
행정자치부	1,625	1,625	1,543	1,269
환경부	6,349	6,181	7,177	7,078
통계청	5,922	5,267	5,526	5,386
문화재청	240	200	340	340
산림청	10,354	9,055	11,065	9,327
합 계	204,861	159,792	209,408	187,199

(단위 : 백만원)

- 2018년 지방자치단체의 공간정보사업 현황을 보면 총 704개 사업, 예산규모 약 1,050억원으로 예상됨. 2017년 시행계획(1,039억원) 대비 약 11억원(약 1.06%) 증가함. 예산 규모로는 서울특별시 약 151억원(전체 예산의 14.4%)의 사업 계획, 가장 큰 규모를 보임.

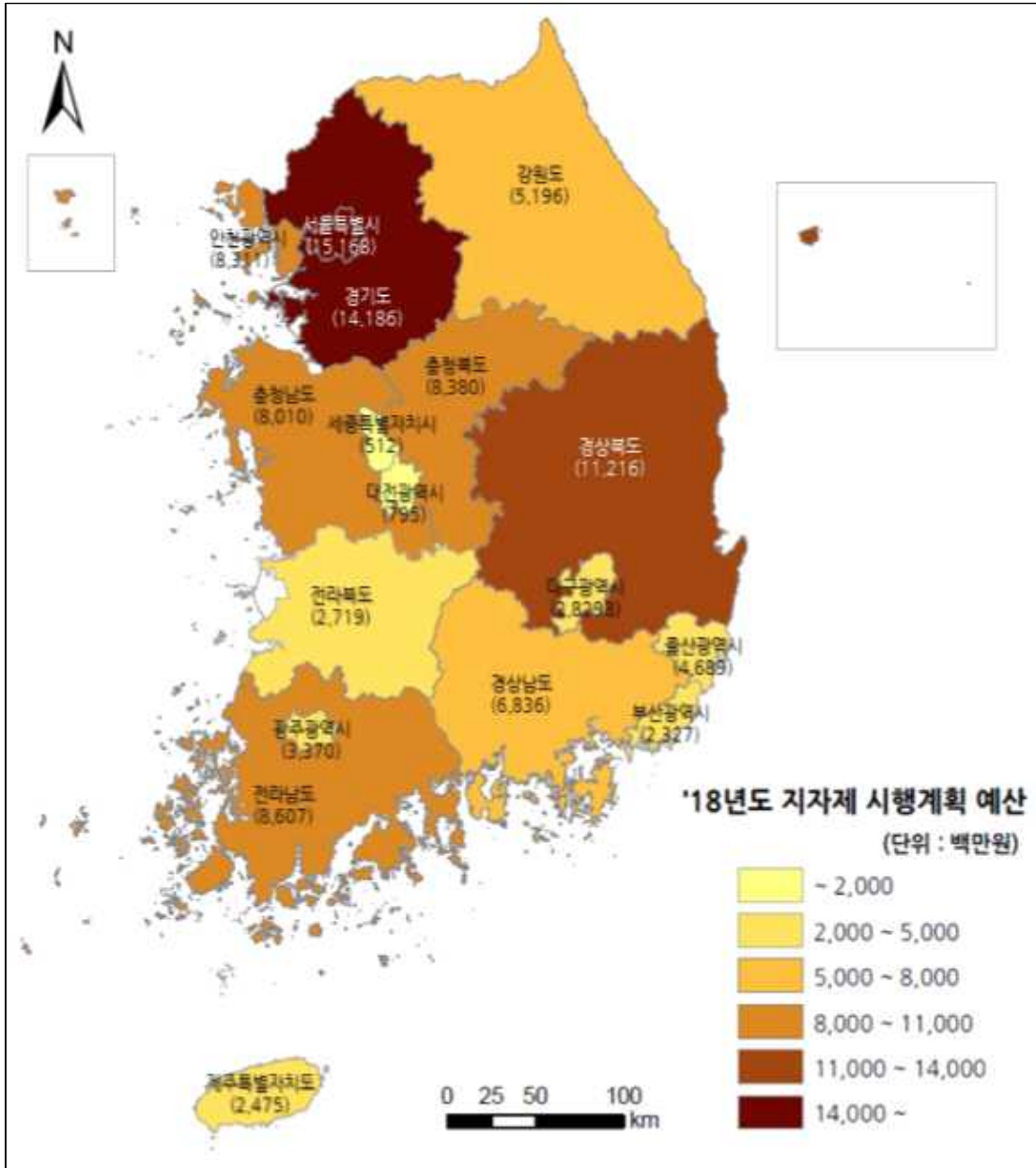


Figure 55. 지역별 시행계획 예산 규모

- 국가 공간정보예산은 지속적으로 증가하고 있는데, 그에 비해 농림축산부분의 예산은 매우 미미한 실정으로 향후 축산분야에서도 공간정보를 활용하여 업무의 효율성을 제고하기 위한 노력이 필요함.

□ 참여형 공간정보 동향

- 참여형 공간정보는 일반적으로 다수의 개인에 의해 자발적으로 수집된 지리정보의 생성,조합, 배포를 위한 제작도구를 개발하거나 관련 조직을 운영하는 활동 및 그 결과의 공간정보를 말함.

- 이를 구현한 사례로는 오픈스트리트맵(OpenStreet Map), 위키매피아(WikiMapia), 구글맵메이커(Google Map Maker) 등을 들 수 있고 참여형 공간정보기술 개발의 사례로 OSGeo를 들 수 있음.
- 최근 스마트폰의 보급이 활발하게 이루어지면서 모바일 인터넷의 사용이 증가하고 있음. 스마트폰 카메라로 찍은 지오태그(Geo Tag)가 반영된 사진을 몇 번의 화면 터치로 트위터, 페이스북 등의 사회관계망 서비스로 쉽게 업로드 할 수 있게 되면서, 지도제작에서 사용자 참여의 방식이 변화하고 있음. 기존의 VGI에 대하여 일반인의 손쉬운 지리정보 참여를 강조하여 커뮤니티 맵핑 혹은 크라우드 맵핑으로 구별하고 있음.
- 시급을 다투는 재난 상황 등에서 정부기관이 공간정보 공개에 시간을 지체하는 동안, 참여형 공간정보가 진가를 발휘하는데, 아이티의 지진, 이스라엘의 아이파숲 화재(2010), 미국 버몬트 주의 홍수(2011) 등에서 활용된 사례가 있음.
- 참여형 공간정보는 사용자에게 의한 콘텐츠 제작(user generated content)의 웹 추세에 따라 확산속도가 갈수록 빨라지고 있음. 정부기관이 스스로 보유한 공공 공간정보 공개에 소극적으로 대응하는 동안, 참여형 공간정보는 국가의 공공 공간정보에 대한 대체재로 국민 생활 속에 급속히 확산되고 있으며, 구글어스 등 글로벌 기업들도 참여형 공간정보와 상생·협력하는 방안을 모색하고, 공간정보 글로벌 기업인 미국 ESRI사는 공간정보 검색에 사용되는 Geoportal Server 제품을 참여형 공간정보기술로 개발하여 무료로 배포한 바 있음.

□ 재난 대응을 위한 참여형 공간정보

- 구글 재난대응팀(Google Crisis Response team)은 아이티 지진과 뉴질랜드 지진(2010), 이스라엘 아이파숲 화재(2010), 미국 버몬트주 홍수(2011) 등 재난 발생 때, 시민들의 안전한 대피와 정부기관 및 NGO의 재난대응을 위하여 참여형 공간정보를 제공하였는데, 구글 재난대응팀은 재난지역의 위성사진을 구글 협력사 지오아이(GeoEye)와 디지털 글로브(Digital Globe)로부터 입수하여 사용자들에게 공개하고, 사용자들이 구글 맵메이커를 이용하여 입력한 실시간 재난정보를 정부기관 및 NGO, IT서비스 사업자들이 공유하였으며, 그 후 지속적으로 참여형 재난지도(www.google.org/crisisresponse/)를 제공하고 있음.

- 2010년 아이티 지진이 발생하자 아이티 지진으로 인한 인명구조 및 피해복구를 지원하기 위하여 사용자 참여 기반의 재난재해정보를 신속하게 공간 정보화(Crisis Mapping)하는 기술을 구현함. '우샤히디'라 불리는 오픈소스 기반의 웹서비스 플랫폼은 아이티의 재난재해정보를 신속하게 공간 정보화 하는 기반기술로 사용됨. 우샤히디 플랫폼은 아이티 재난구호현장에 있는 일반 대중으로부터 SMS(Short MessageService), 이메일, 웹 브라우저 등 다양한 채널을 통하여 위치정보가 참조된 재난재해정보를 신속하게 수집하고, 그 결과가 WMS(Web Map Service)위에 즉시 반영될 수 있도록 지원함. 이처럼 다양한 채널을 통하여 공간참조 자료를 수집하고, 이를 신속하게 WMS에 반영하는 기능은 긴급하게 발생하는 재난재해 상황에서 실시간으로 인명구조 및 피해 관련 정보를 생산,수집, 공유할 수 있는 협업지원기술을 제공함.

□ 전염병 대응을 위한 참여형 공간정보

- 한국에서 참여형 공간정보가 활용된 사례는 2015년 5월과 6월, 중동호흡기증후군(메르스 MERS)가 발생했을 때임. 치명적인 전염병이 창궐했음에도 불구하고 정부에서는 메르스 병원 공개 불가를 선언함으로써 가뜩이나 불안해하는 국민정서에 답답증을 더하여 더욱 극심한 공포 상태로 몰아갔음. 시민들은 결국 자발적 제보와 언론보도 내용을 토대로 메르스맵을 만들어 긴급 정보를 공유함. 그림 1과 같은 메르스맵은 메르스 확진자 발생지역 및 규모, 의심환자 선별 진료소 위치 등을 지도에 정리하여 보여줌.

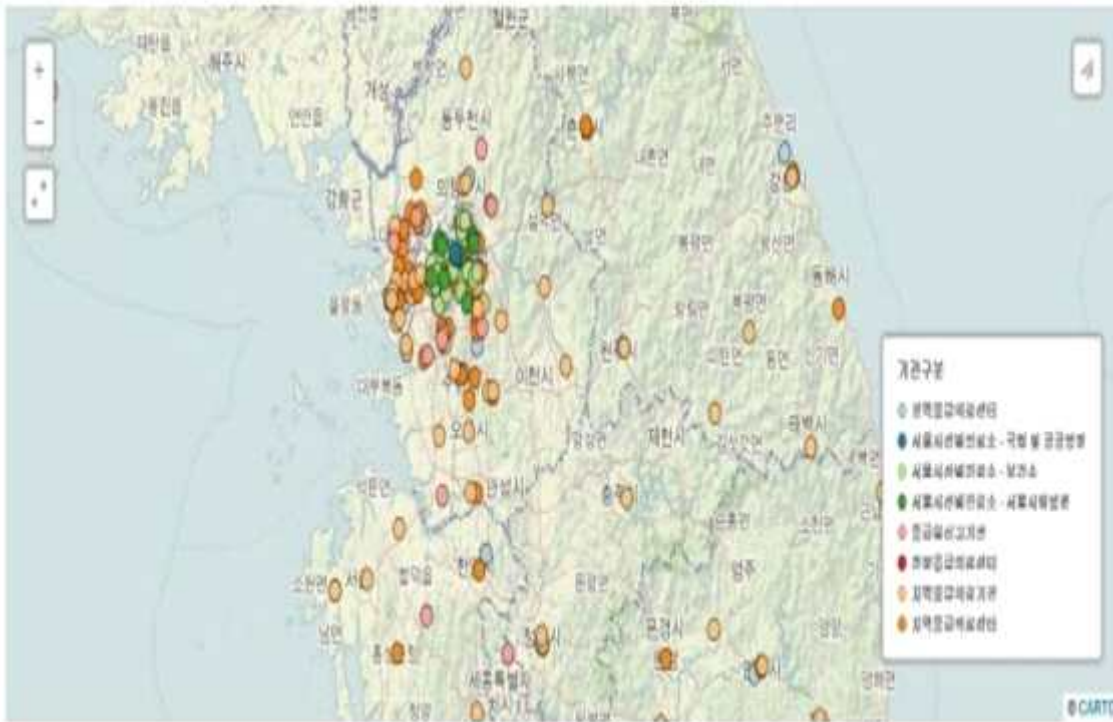


Figure 56. 메르스 의심환자 선별 진료소 데이터맵

□ 지자체의 참여형 공간 정보

- 지자체에서도 참여형 공간정보를 활용한 사례들이 있음. 그림2는 서울시의 '서울형 지도태깅' 서비스인데, '스마트서울맵'이라고 하여 서울시 행정정보를 지도공간 정보로 제공하는 서울형 지도태깅 무료 앱임.

- 우리 동네 청소년 유해업소 위치정보나 안전점검이 필요한 지점들, 보행 장애인이 이동하기 불편한 장소 및 요소, 시설물 보수가 필요한 곳 등의 정보를 시민들이 직접 조사하여 지도에 표시하여 공유하는 방식의 열린 정보 환경으로, 많은 지자체와 기관들이 다양한 주제의 커뮤니티 맵핑을 설정하여 운영하면서 주민과의 소통과 공감을 진행하고 있음. 커뮤니티 맵핑의 성격을 흡수하면서도 커뮤니티 맵핑의 단점이라 할 수 있는 무분별한 정제되지 않은 정보의 등록이나 단기 일회성 이벤트 형태를 탈피하고자함.

- 공공테마 메뉴를 별도로 구분하여 업선된 콘텐츠를 기획하여 제공하면서, 이와 동시에 참여테마 메뉴를 통해 누구든지 관심 주제를 등록하고 타 사용자와 교감하여 콘텐츠를 확장해 나가는 커뮤니티 맵핑 방식도 차용하고 있음. 소수의 공간정보 담당자뿐만 아닌 각 행정 분야 실무자 역시 공간정보 생산자로 쉽게 참여할 수 있도록 환경적 여건을 제공하고 있으며, 이들이 직접 생산 등록한 다양한 시정정보는 관심있는 시민들과 업체, 기관들이 쉽게 활용할 수 있도록 마련되어 있음.



Figure 57. 서울형 지도태깅 공유마당 서비스 화면(<http://map.seoul.go.kr>)

- 축산 재난 대응을 위한 커뮤니티 맵핑 항목
- 한우 활동성 모니터링 시스템은 개별 농장의 한우에 대한 건강상태를 파악하기 위한 시스템임. 평상시에는 본 시스템을 활용하여 한우의 건강상태를 점검하고, 질병으로 인한 이상 징후, 발정의 징후 등을 파악하여, 적기에 농장주가 대응이 가능하도록 지원하고 있음.
- 가축을 모니터링 하다가, 질병이 발생하는 경우에는 커뮤니티 맵핑을 활용하여 질병에 대한 정보를 신속하게 공유하여, 초기에 질병이 확산되는 것을 방지하는 것이 필요한데, 그러한 역할을 하기 위해서는 각 활용 주제별로 다음 Table 9.9과 같은 항목으로 커뮤니티 맵핑을 진행하는 것이 요구됨.
- 농장주는 평상시에는 단일 농장의 개체들에 대한 관리를 진행하다가, 질병이 발생 시에는 농장의 기본사항, 축사에 대한 정보 질병이 발생한 가축에 대한 정보를 제공하면 인근 농장에서 전염병 발생시에 빠르게 정보를 획득할 수 있도록 지원할 수 있음.
- 수의사는 질병이 발생하는 시기에는 농장에 대한 직접 방문이전에 각 농장의 가축에 대한 상태를 미리 파악하여 이동경로의 차단 등의 조치를 취할 수 있으며, 정부에서는 지역별 농장에서 전염병이 발생하는지의 유무를 신속하게 파악하여 국가 정책 수립의 기본 자료로 활용할 수 있음.
- 2010년 한국에서는 구제역으로 인하여 많은 동물들이 살처분 되었음. 이로 인하여 가축의 전염병을 재난으로 인식되게 되었으며, 이러한 재난을 방지하기 위한 다양한 시스템과 연구들이 진행되고 있음.

- 유비쿼터스에 대한 관심이 늘면서 축산업 분야를 중심으로 USN기술을 다양한 분야에 적용하는 실현기술에 대한 관심이 대두되고 있음. USN기술은 사물 등에 센서노드를 부착하고 전파를 이용하여 사물의 정보와 주변 환경정보를 자동으로 수집하여 베이스노드에 전달함.

- 이러한 가축들의 건강상태를 모니터링하기 위하여 유비쿼터스 기술을 활용하여 한우 활동성 모니터링 시스템을 개발하였으며, 한우의 활동성을 모니터링 하여 건강 상태를 파악하고, 전염병 등의 상황 발생시에 조기에 상황을 감지하여 커뮤니티 맵핑을 통하여 필요한 정보를 제공하고, 신속하게 대응할 수 있는 체계를 수립할 수 있도록 커뮤니티 맵핑 항목들을 제시함. 이와같은 커뮤니티 맵핑을 통하여 농장주 뿐만 아니라, 의사, 인근 농장의 농장주들이 신속하게 정보를 획득할 수 있고, 정부에서는 전염병 발생 초기에 빠르게 대응할 수 있는 판단의 근거를 신속하게 획득할 수 있음.

- 정보 통신 기술을 통해 가축이 필요로 하는 제반 환경을 자동으로 제어할 수 있으며, 가축의 활동성 모니터링을 통하여 건강 상태를 실시간으로 모니터링하고, 관리자에게 이상 발생 유무에 의거하여 즉각적인 알람을 줌으로 인해서 가축의 건강상태를 효율적으로 관리할 수 있게 됨에 따라 축산업의 경쟁력을 크게 높일 수 있음. 상대적으로 우수한 우리나라의 ICT기술을 축산업에 접목할 경우 우리나라 축산업의 지속가능성을 높일 수 있을 것으로 보임.

- 건강 모니터링 시스템 활용 확산을 위한 방안

□ ICT 스마트팜의 등장 배경과 적용 필요성

- 통계청의 자료에 따르면 2017년 한우 사육 농가는 9만4107호로 2000년의 28만9714호에 비해서 크게 감소하였음. 농가의 42%는 고령이며 후계농 확보 비율은 9.8%에 불과해 앞으로도 소규모 농가는 폐업이 불가피할 것으로 전망됨.

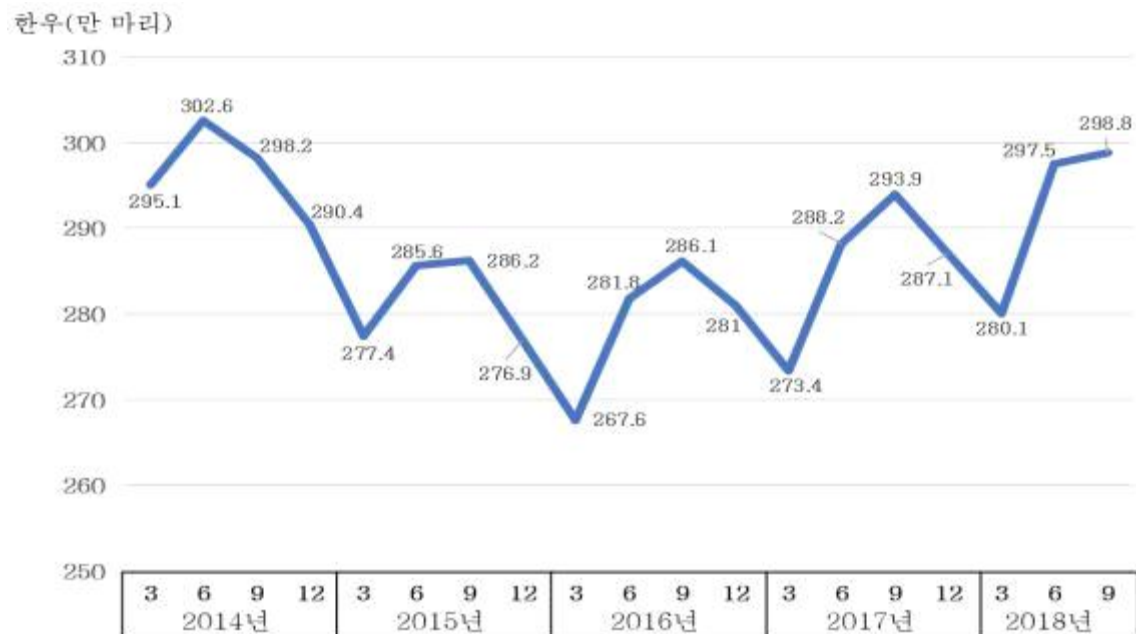


Figure 58. 한우 사육 마릿수 동향

Table 22. 활용 주체별 커뮤니티 맵핑 항목

커뮤니티 맵핑 주체	사용목적	항목		활용방안
농장주	단일 농장의 개체들에 대한 관리	농장개요	농장명, 농장주소	농장주는 자신의 농장에 대한 개체의 관리에 활용가능하며, 인근 농장에서 전염병 발생시에 빠르게 정보를 획득할 수 있다.
		축사관리	축사ID	
		가축관리	가축ID, 성별, 가축종류, 출생일, 등록일	
		가축특이사항	날짜, 특이사항, 활동성	
		날씨정보	날씨, 온도, 습도	
수의사	각 농장의 가축에 대한 현황 파악	가축질병관리	가축ID, 체온, 증상, 질병유무 판단	농장의 개체들에 대한 질병 발생 유무를 빠르게 판단하여, 전염병의 경우 확산 되지 않도록 초기에 이동경로의 차단등에 활용할 수 있다.
정부	지역별 농장의 질병 유무 파악	질병발생여부 관리	농장명, 질병개체수	지역별 농장에서 전염병이 발생하는지의 유무를 신속하게 파악하여, 국가 정책을 수립할 수 있다.

- 한우뿐만 아니라 축종별 전체 사육규모도 지속적으로 늘어남에 따라 관리자뿐만 아니라 수의사조차도 사육되는 모든 가축을 개별적으로 관리하기가 어려워졌음. 가축의 복지 및 건강 문제를 실시간으로 모니터링하기가 어려워지고 잘못된 상황을 개선하기 위해서 더 오랜 시간이 소요됨.

- 사육규모가 대형화됨에 따라 질병이 발생하면 삽시간에 전파될 가능성이 높아져서 보다 섬세한 사양관리가 필요한 실정임. 가축 관리자의 경험과 감각에 의존하는 주관적이고 직관적인 관리 작업 보다는 센서와 네트워크 기술을 기반으로 가축사육을 계량화하고 객관화해야 빠른 의사결정을 할 수 있음.

- 원격으로 소의 운동량과 행동 상태를 모니터링해서 소의 활동량과 사료섭취 등을 파악해 알람을 주게 되면 효율적인 사육이 가능함. 특히 번식우의 경우 발정이 오거나 분만 징후가 보이면 농장관리자의 휴대폰으로 알려주어 적기에 수정을 할 수 있어 번식률을 높여줄 수 있음.
- 사료 보관 시설의 온도를 측정해 여름철에는 가축에게 신선한 사료를 공급하고 겨울철에는 축사의 부분적인 온도 측정을 통해 축사 내 셋바람 등을 조기에 방지할 수 있고 축사에 설치된 전선이나 전열기구의 과열로 인한 화재를 진단해 볼 수 있음.

□ 건강 모니터링 통합 프로그램 개발 필요성

- 건강 모니터링을 위한 장비의 구성과 운영은 ICT 장비의 자동화 혹은 제어를 위한 프로그램과 그 프로그램을 각 ICT 장비와 연동하여 작동하는 컴퓨터로 구성됨. 각 기능을 가진 ICT 장비가 그 프로그램에 의해 작동 및 제어되어 가축에게 다양한 사양관리 상의 기능을 부여할 수 있음.
- 개발된 ICT 장비는 각 농가의 사정과 축사별 환경에 따라 선택적으로 사용가능 하도록 구성 되는 것이 바람직하다고 생각되며 이를 통합할 수 있는 프로그램이 개발되어야 함.
- 인공지능과 실측 장비들의 정밀도를 더욱 높이고 장비와 센서 등의 표준화와 검정기준도 설정하여 ICT 장치의 전반적인 품질 수준을 높이고 다른 여러 장치들과의 호환성을 강화하는 노력도 필요할 것으로 생각됨.

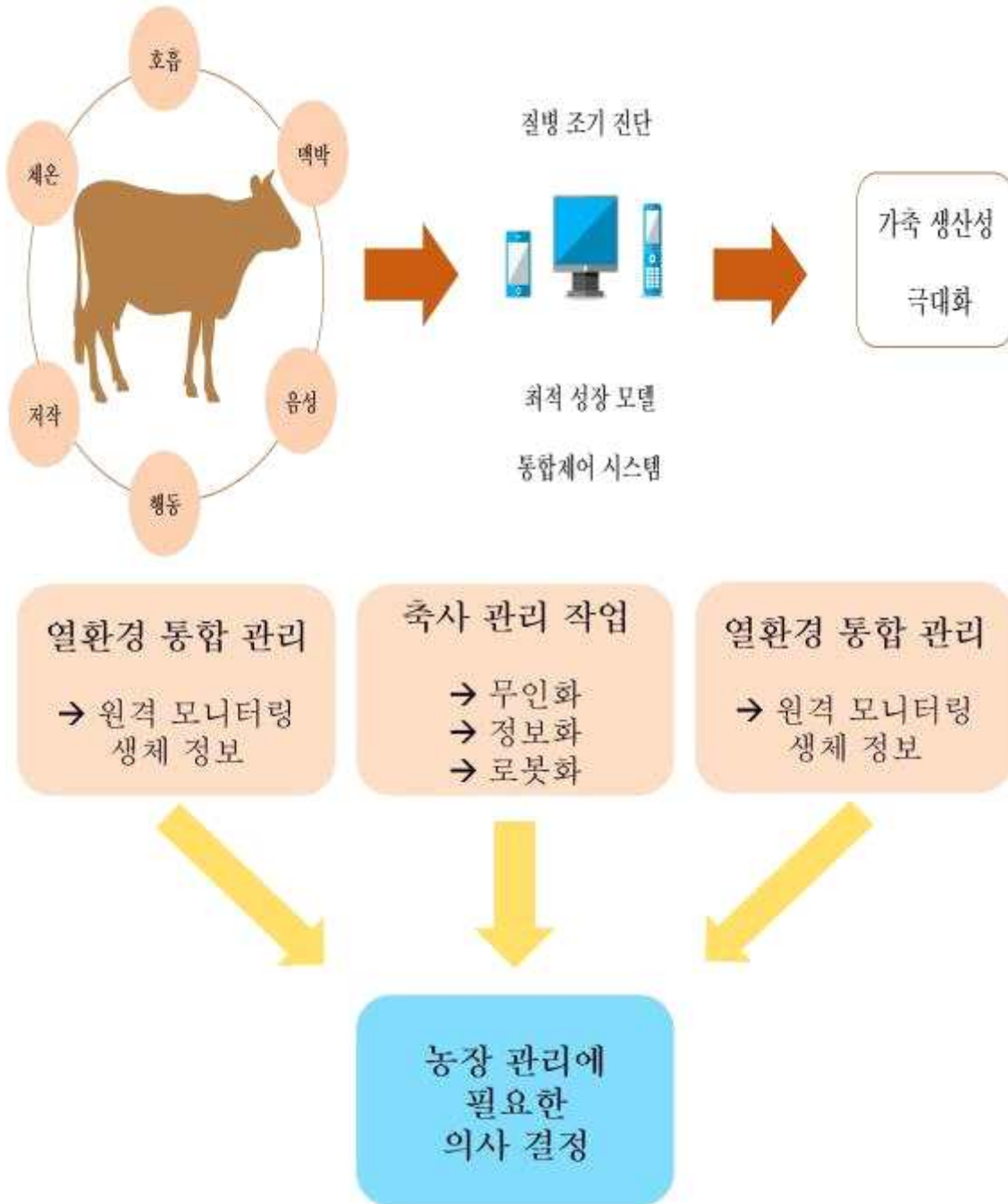


Figure 59. ICT 스마트팜 핵심 개념 모식도

□ 국내 기술력을 통한 건강 모니터링 프로그램 개발 필요성

- 스마트 장비를 보급하고 스마트 팜을 구축하는데 있어 제품에 사용되는 장비들을 수입 제품에 의존하지 말고 국산화하는 동시에 표준화하는 것이 필요함.

- 열화상 카메라 제품인 글로벌 기업인 FLUKE와 FLIR가 가장 선도적인 기업인데, 피사체의 표면으로부터 복사되는 열에너지를 시각화하는 제품이다 보니 대체로 제품의 가격이 높음.

- 체온 측정을 통한 유방염과 부제병, 호흡기 및 소모성 질환 등의 감염 여부를 조기에 진단하는 부분은 연구가 더 필요한 실정이나 열화상 카메라의 장점은 발전 가능성이 높다고 생각됨. 본 실험의 결과 한우의 발정 진단과 질병 진단을 위한 1~2℃ 내외의 체온 변화 측정은 동물을 보정한 상태에서 근접촬영을 하는 것이 아니면 어려울 것으로 생각됨. 피사체와 피사체를 측정하는 카메라와의 거리도 획득 영상과 획득 온도에 영향을 미치므로 카메라의 기능 보증서 및 캘리브레이션이 필수적임.

- 국내에서 열화상 카메라를 구매해서 이용하려면 FLIR, FLUKE와 같은 회사들의 제품을 수입하는 국내 회사를 거쳐서 구매가 가능함. 그러므로 제품을 이용시 모회사에서 제공하는 소프트웨어와 양식을 따라야하며 열화상 카메라가 제공하는 화면과 온도 데이터를 사용할 수 있으나 원천적으로 API(Application Program Interface)에 대한 접근은 불가능함.

- 국내 회사의 원천 기술 개발과 제조업에 대한 지원이 확대된다면 좀 더 저렴한 열화상 제품이 개발될 수 있을 것으로 생각되며 이를 축산 농가에 보급한다면 대한민국 축산업의 생산성 발전에 이바지 할 수 있으리라고 생각됨.

□ ICT 스마트팜 현장 교육 및 축산농가에 대한 홍보 전략 수립

- 현장 축산인들은 고령인 관리자가 많기 때문에 ICT 기술 사용의 어려움이 있을 수 있고 초기 투자비용에 대한 부담감 역시 존재함. 정부차원에서 스마트 팜 ICT 확산을 위하여 시설자금 및 지원을 강화하고 현장 체험형 교육도 마련하는 노력이 필요하다고 생각됨. 선도적인 스마트 팜 ICT 농장의 성과를 널리 홍보하는 노력도 필요함.

□ 광통신망 설비 확충 및 기자재 설비 적용

- 대부분의 축산농가들이 도심지와는 멀리 떨어져 있는 것을 감안하여 웨어러블 기기들의 작동과 방대한 양의 데이터를 빠르게 전송하고 수집할 수 있는 광통신망의 확장과 구축도 진행되어야 할 것으로 생각됨.

- 개별 농가에서 ICT 장비를 도입을 원한다고 하더라도 오래된 축사의 경우 장비 설치를 위해 개조 및 보수가 필요한 경우도 생길 수 있음. 따라서 여러 상황에 범용적으로 적용가능한 장비 개발이 필요할 것으로 생각됨.

- 정전 및 화재감지를 포함할 수 있는 환경 모니터링 항목을 추가하고 음수관리기도 시스템을 개선하여 무더운 하절기와 겨울철 혹한기에 소가 섭취하기에 적절한 수온의 음수를 제공할 수 있다면 더 나은 건강 모니터링 시스템 개발에 도움을 줄 수 있을 것으로 생각됨.

			
열화상 카메라, Fluke TiS10	열화상 카메라, Fluke TiS65	열화상 카메라, Fluke TiS60	파티클 카운터, Fluke-985
가격 : 207만 1300원 화소 : 80 x 60 pixels 화각 : 35.7° x 26.8°	가격 : 948만 3100원 화소 : 260 x 195	가격 : 862만 2900원 화소 : 260 x 195 pixels	가격 : 798만 9300원 화소 : 120 x 90 pixels 화각 : 35.7° x 26.8°
			
열화상 카메라, Fluke TiS50	열화상 카메라, Fluke TiS45	열화상 카메라, Fluke TiS40	열화상 카메라, Fluke TiS20
가격 : 689만 9200원 화소 : 220 x 165 pixels	가격 : 603만 7900원 화소 : 160 x 120 pixels	가격 : 569만 1840원 화소 : 160 x 120 pixels	가격 : 154만원 화소 : 120 x 90 pixels 화각 : 35.7° x 26.8°

Figure 60. FLUKE 열화상 카메라 제품군의 가격 및 성능

				
열화상카메라, A655sc	열화상카메라, T1050sc	열화상카메라, T650sc / T630sc	열화상카메라, T500sc 시리즈	열화상카메라, A325sc
전직기	전직기	전직기	전직기	전직기
화소 : 640 x 480 pixels	화소 : 1024 x 768 pixels	화소 : 640 x 480 pixels	화소 : 320 x 240 pixels	화소 : 320 x 240 pixels

Figure 61. FLIR 열화상 카메라 제품군의 성능

(가격은 홈페이지에 전직가로 제공됨, 실제 구매가격은 제품별로 약 700만원 ~ 3천만원)



Figure 62. FLIR 열화상 카메라 제품군



Figure 63. FLUKE 열화상 카메라 제품군

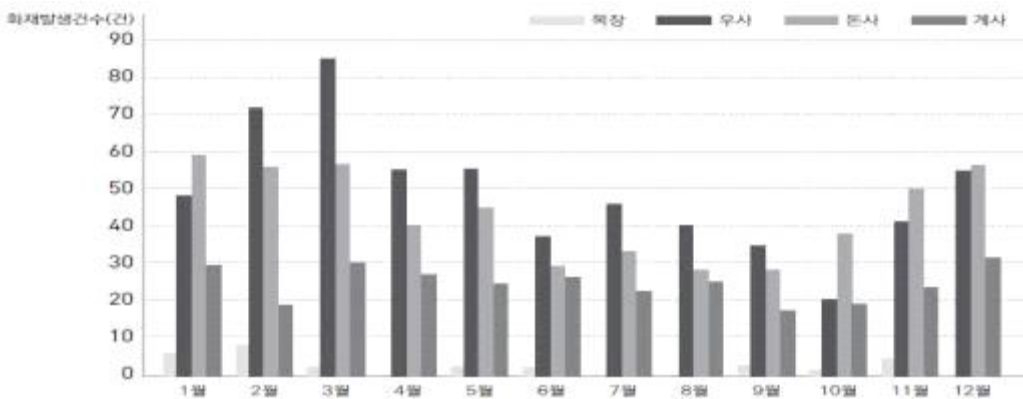


Figure 64. 2015-2017년 월별 축사 화재 발생 건수

- 일반적으로 한우 농가의 구조는 개방형 형태를 취하고 있기 때문에 동물이 외부의 바람에 직접적으로 노출되며 겨울철 혹한기 및 집중 호우가 발생할 때는 동물 및 우사에 문제를 초래할 수 있음. 또한 설치된 스마트 장비인 카메라 및 각종 센서에 응결 현상이 발생할 수 있음. 천장 부위와 우사의 측면에 온도와 기상센서를 통해 윈치커튼을 자동제어 할 수 있게되면 보다 효과적인 한우 사육이 가능할 것으로 생각됨.



Figure 65. 우사의 천장과 측면부에 설치된 자동제어형 원치 커튼

2-3-3. 열화상 카메라와 광각카메라를 이용한 동물 체온 및 행동패턴 분석기술 개발

○ 연구개발 목표

실외 환경의 다양한 조명 조건에 관계없이 소 움직임을 추적하기 위해 열화상 및 광각 카메라를 이용한 객체 추적 알고리즘을 개발하고 이를 바탕으로 행동 패턴을 분석하는 알고리즘 개발

○ 연구개발 방법 :

- 먼저, 열화상 및 광각 카메라에 적용 가능한 다중 객체 추적 알고리즘을 개발
 - : 이를 위해 다양한 컴퓨터 비전 및 영상 처리 관련 알고리즘을 검토하고 열화상 및 광각카메라에 특화된 새로운 추적 알고리즘을 개발
 - : 객체 추적 알고리즘 최적화 및 성능 향상을 위한 알고리즘 유지 및 보수
- 추적 결과를 바탕으로 동물행동 패턴(음수 횟수, 활동량 등)을 분석하는 프레임워크 구축
- 최종적으로 단일 PC환경에서 실시간 동작이 가능한 통합 프레임워크 개발 (C언어 환경)

○ 연구개발 추진일정 :

연구내용		1분기			2분기			3분기			4분기			가중치 (%)
		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
1차 년도	열화상 카메라를 이용한 영상 입력장치 개발													50%
	열화상 카메라를 이용한 동물 객체 추적 알고리즘 개발													30%
	동물 체온 데이터 분석 알고리즘 개발													20%
2차 년도	광각카메라를 이용한 영상 입력장치 개발													10%
	광각카메라를 이용한 동물 객체 추적 알고리즘 개발													40%
	동물 이동 행동 패턴 데이터 저장 기술 개발													30%
	동물 이동 행동 패턴 분석 알고리즘 개발													20%
3차 년도	광각카메라와 열화상카메라 정보 동기화 기술개발													30%
	동물의 행동 패턴 분석과 건강 알고리즘 개발													20%
	알고리즘 최적화 및 성능 평가													10%

※ 실시간 데모 가능한 통합 시스템 구축 완료

○ 연구개발 성과

- 논문 : SCI급 논문 2편 출판 완료

1) Wonjun Kim, Yong Beom Cho, and Sangrak Lee, "Thermal sensor-based multiple object tracking for intelligent livestock breeding," IEEE Access, vol. 5, no. 1, pp. 27453-27463, Dec. 2017. (IF = 3.557)

2) Wonjun Kim, "Image enhancement using patch-based principal energy analysis," IEEE Access, vol. 6, pp. 72620-72628, Dec. 2018. (IF = 3.557)

- 논문 : 국제학술대회 1건, 국내학술대회 1건 발표

1) Jihee Han and Wonjun Kim, "Dark object-free shadow detection from a single image," in Proc. IEEE Conf. Consumer Electronics-Asia, pp. 206-212, Jun. 2018.

2) 김원준, "위상학적 표면 분석을 이용한 열화상 영상 내 가축 추적 방법," 제 30회 영상처리 및 이해에 관한 워크샵, 2018년 2월.

- 특허 : 국내특허 2건 등록 완료

1) 열화상 영상 기반 객체 추적 장치 및 방법(등록번호: 10-1837026)

2) 열화상 영상 기반의 슈퍼픽셀을 활용한 객체 추적 장치 및 방법(등록번호: 10-1837027)

○ 연구개발 상세내용

- 위상학적 표면 분석을 이용한 객체 추적 알고리즘 개발

□ 직하방 영상에서 가축의 경우, 대부분 타원형의 볼록한(Convex) 형태를 보인다는 관찰결과를 바탕으로 영상을 이진화하고 각 연결 성분(Connected Component)에 대하여 표면 분석을 통해 영상 분할 결과를 도출

□ 제안하는 방법은 영상 이진화를 통해 획득한 각 연결 성분을 독립된 유역(Watershed)로 간주하고 강바닥부터 물을 채워나가 경계를 만나면 영상을 분할하는 방식

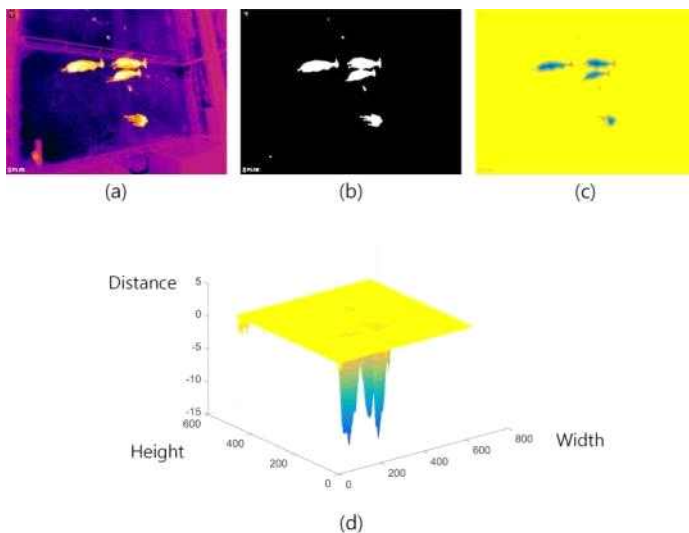


그림 2-1. 위상학적 표면 분석을 이용한 객체 추적 알고리즘의 전체적인 흐름도. (a) 입력 영상. (b) 이진화 영상. (c) 거리 변환(Distance Transform) 결과. (d) 위상학적 표면 생성.

□ 볼록한 형태의 객체가 서로 겹칠 시에 오목한(Concave) 지점이 생성되고 이에 대한 위

상학적 분석은 효과적으로 두 객체를 분리 가능케 함

□ 객체가 겹친 경우, 두 영역의 물이 넘치는 경우가 발생하는데 이 때 댐을 건설하여 두 영역이 합쳐지지 않도록 함. 즉, 두 객체가 겹쳐진 경우에도 분할 라인(Segmentation Line)을 효과적으로 설정 가능하기 때문에 추적 성능을 향상시킴

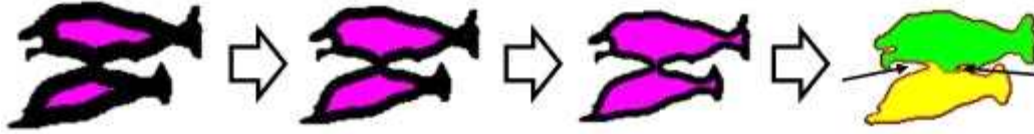


그림 2-2. 각 독립된 영역(즉, 객체)을 채워나가는 과정 및 분할 라인을 설정하는 과정.

□ 분리된 각 영역의 중심을 효과적으로 추적하기 위해 기존 변화량(즉, 속도)을 이용하여 다음 영상 프레임에서의 추적을 위한 영역의 중심을 아래와 같이 갱신함

$$\tilde{M}_i(k) = M_i(k) + \lambda v_i(k)$$

$$v_i(k) = M_i(k) - \tilde{M}_i(k-1)$$

□ 위 식에서 $M_i(k)$ 는 k번째 프레임에서 i번째 영역의 중심 좌표를 의미하고, λ 는 속도 가중치를 의미함. 또한, 예측된 초기 영역 위치가 되도록 강바닥(즉, 거리 변환 결과에서 가장 작은 값을 갖는 위치)에 가깝게 위치할 수 있도록 본 연구에서는 다음과 같은 보정 과정을 통해 더욱 객체 분할의 성능을 향상시킴 : $\tilde{M}_i(k) = \operatorname{argmin}_i \|b - \tilde{M}_i(k)\|$; 여기서 b는 위상학적 표면에서 강바닥 주변의 픽셀들을 의미함

□ 제안하는 방법의 성능 평가를 위해 FLIR 열화상 카메라를 이용하여 실험 영상 취득
 □ 영상 해상도는 640x480 픽셀 해상도이며, 각 실험 영상은 모두 500 프레임 이상 길이
 □ 성능 평가에 사용한 영상은 총 세 개의 영상으로 각각 630프레임, 1000프레임, 1000프레임으로 이루어져 있으며, 직하방 카메라 각도(Top-down View)가 될 수 있도록 측사 지붕 쪽에 열화상 카메라를 설치하였다. 사육 공간(5m x 10m) 내 소는 총 세 마리로 구성

□ 제안하는 방법의 우수성을 보이기 위해 기존의 대표적인 5개의 객체 추적 방법과, 즉, BOOSTING[1], MIL[2], MEDIAN[3], TLD[4], KCF[5], 성능을 비교

[1] H. Grabner, M. Grabner, and H. Bischof, "Real-time tracking via on-line boosting," in Proc. Brit. Mach. Vis. Conf., vol. 1, Sep. 2006, pp. 47 - 56.

[2] B. Babenko, M.-H. Yang, and S. Belongie, "Visual tracking with online multiple instance learning," in Proc. IEEE Int. Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit., Jun. 2009, pp. 983 - 990.

[3] Z. Kalal, K. Mikolajczyk, and J. Matas, "Forward-backward error: Automatic detection of tracking failures," in Proc. 20th Int. Conf. Pattern Recognit., Aug. 2010, pp. 2756 - 2759.

[4] Z. Kalal, K. Mikolajczyk, and J. Matas, "Tracking-learning-detection," IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell., vol. 34, no. 7, pp. 1409 - 1422, Jul. 2012.

[5] J. F. Henriques, R. Caseiro, P. Martins, and J. Batista, "High-speed tracking with kernelized correlation filters," IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell., vol. 37, no. 3, pp. 583 - 596, Mar. 2015.

□ 제안하는 방법의 객체 추적 결과의 예를 그림 2-3에 나타냄 (아래 그림 참조)

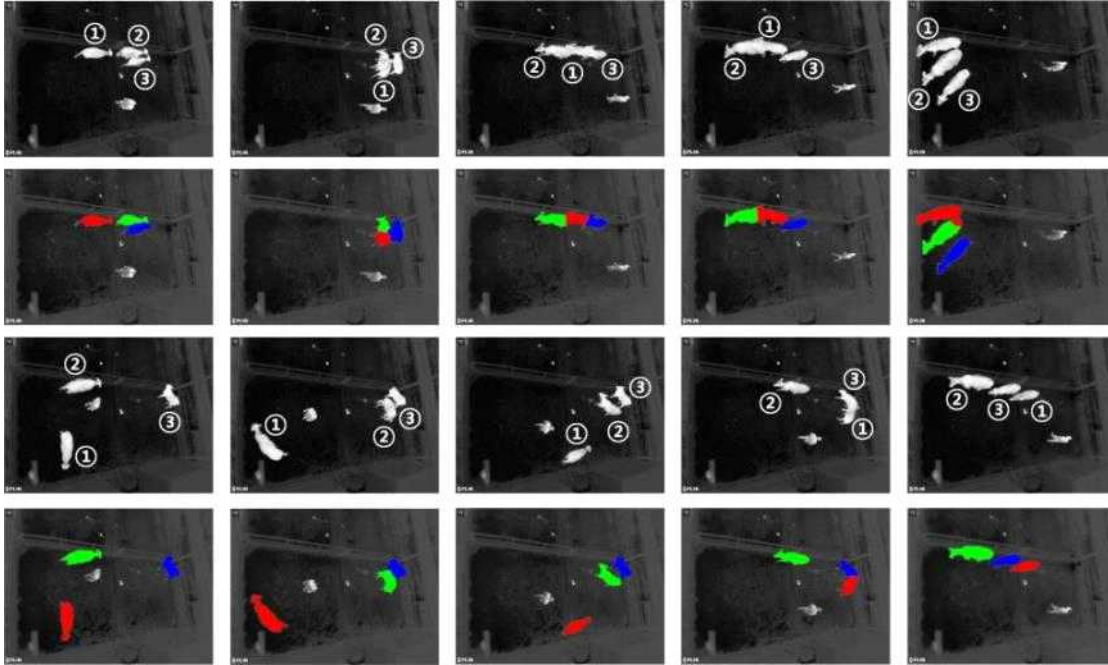


그림 2-3. 제안하는 방법의 추적 결과 (빨간색이 1번, 녹색이 2번, 파란색이 3번 소를 의미하며, 다양한 위치 및 겹쳐짐, 속도 변화에도 강인한 동작을 확인).

□ 제안하는 방법의 정량적 성능 평가를 위해 객체 추적에 널리 사용되고 있는 먼저 다음의 세 가지 메트릭(Metric)을 적용. 즉, FN(False Negative)은 전체 프레임에서 추적되고 있는 소의 개체 수와 추적 손실이 발생한 소의 개체 수 비율을 의미하며, FP(False Positive)는 잘못 추적되고 있는 소의 개체수와의 비율을 나타냄. GMME는 개체 간 ID가 바뀐 경우의 수의 비율을 의미하며, 세 개의 값은 모두 작을수록 성능이 우수함을 의미함 (성능 평가 결과는 표 2-1 참조)

표 2-1. FN, FP, GMME 메트릭을 이용한 객체 추적 성능 평가

Methods	FN ↓	FP ↓	GMME ↓
BOOSTING	0.651	0.743	0.161
MIL	0.721	0.595	0.173
MEDIAN	0.677	0.005	0.065
TLD	0.804	0.784	0.315
KCF	0	0.275	0.131
Proposed method	0	0.059	0.029

□ 제안하는 방법은 C언어 환경에서 구현되었으며, Intel i7 2.5 GHz CPU와 8GB RAM을 기반으로 하고 있으며, 640x480 픽셀 해상도에서 30fps 이상의 속도로 동작 가능함

- 회전 가능한 타원형 모델을 이용한 객체 추적 알고리즘 개발 (성능 향상)

□ 위상학적 표면 분석 기반 방법의 성능(정확도 및 수행 속도)을 향상시키기 위해 회전 가능한 타원형 객체 모델 기반 추적 방법을 제안함

□ 직하방 카메라로부터 획득한 영상 내 동물은 타원 형태로 표현이 가능하며, 회전 축의 변화를 함께 표현하면 각 객체의 외양 정보를 유지하고 다수의 객체를 효과적으로 구분하고

직사각형 모델을 기반으로 하는 기존 방법보다 객체 모델을 정확하게 예측할 수 있는 장점이 있음

□ 제안하는 방법은 운동 모델에 회전각과 각속도를 통합하여 가측의 갑작스러운 움직임 변화에도 객체의 상태를 다음과 같이 정의

$$s_k^i = [x_k, y_k, u_k, v_k, a_k, b_k, \phi_k, \omega_k]^T$$

□ 위 식에서 i와 k는 각각 객체와 프레임 인덱스를 의미하며, (x, y)는 객체의 중심 좌표, u와 v는 수평과 수직 방향으로의 속도, a와 b는 타원의 장축과 단축의 길이를 의미함 (그림 2-4 참조)

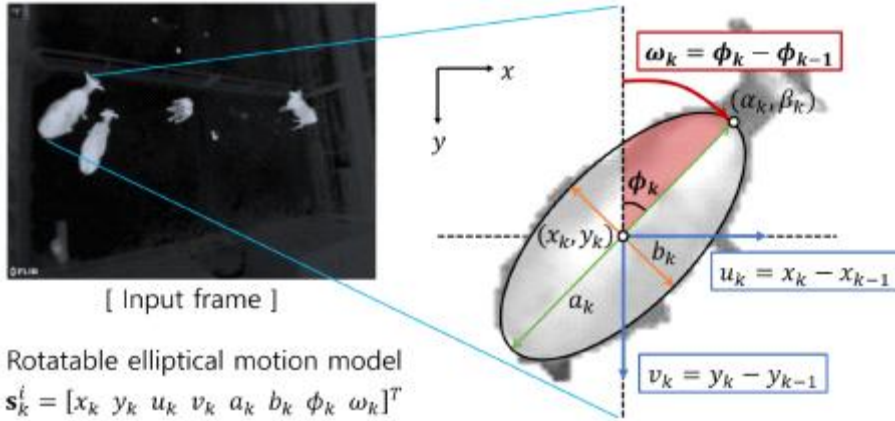


그림 2-4. 제안하는 객체의 회전 타원형 운동 모델.

□ 두 회전 항(즉, ϕ 와 ω)은 객체의 주방향과 그 변화율을 동시에 고려하여 다양한 변형에 대응하고 외양 정보의 손실 없이 객체의 상태를 연속적으로 전파할 수 있도록 함. 두 회전 항은 제안하는 방법에서 다음과 같이 계산 함

$$\phi_k = -\tan^{-1}\left(\frac{\alpha_k - x_k}{\beta_k - y_k}\right), \omega_k = \phi_k - \phi_{k-1}$$

□ 정의한 회전 가능한 타원 운동 모델은 현재 각 객체의 상태와 정제된 상태의 차이를 이용하여 다음과 같이 갱신 됨

$$s_k^i \leftarrow s_k^i + K_k(z_k^i - c_k^i)$$

□ 위 식에서 c_k^i 와 z_k^i 는 각각 k번째 프레임에서 정의된 i번째 타원(즉, $c_k^i = [x_k, y_k, a_k, b_k, \phi_k]^T$)과 해당 타원이 정제된 상태를 나타내며, K_k 는 칼만 이득을 의미함. 이를 통해 각 타원의 위치와 영역이 실제 객체와 일치하도록 조정하여 인접한 가측들 간의 모호성을 해소

□ 갱신된 결과에 기반하여 다음 프레임에서의 회전 타원형 운동 모델을 아래와 같이 예측

$$s_{k+1}^i = A s_k^i$$

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

□ 위 식에서 A는 지시 행렬(Indicator Matrix)로 이전 식에서 갱신된 속도와 각속도를 다음 프레임에서의 위치와 주방향(즉, 장축의 방향) 예측에 반영하는 역할을 함

□ 제안하는 방법은 객체 간 가려짐에 강인한 동작을 위해 국부 제약 기반 상태 정제 과정을 적용함. 즉, 각 객체 운동 모델 갱신 시 타원 모델이 각 객체의 경계에 잘 정합될 수 있도록 모델 갱신에 사용되는 영역 정보를 축소

□ 자세히 살펴보면, 각 객체에서 인접한 객체의 간섭을 제거하기 위해 국부 제약(Local Constraint)를 다음과 같이 정의

$$R_k^i = E(\tilde{c}_k^i)^c \cap \left\{ \bigcup_{j \neq i} E(\tilde{c}_k^j) \right\}$$

□ 위 식에서 j는 i번째 객체의 주변 객체 인덱스를 의미하고, \tilde{c}_k^i 는 크기가 조정된 타원이며, $E(\cdot)$ 는 해당 타원에 속하는 픽셀의 집합을 나타냄. 제안하는 방법에서 장축과 단축의 비율을 조정함으로써 타원의 크기를 조정하며 $\tilde{c}_k^i = [x_k, y_k, \lambda_i a_k, \lambda_j b_k, \phi_k]^T$ 로 나타낼 수 있으며, 제안하는 방법에서는 $\lambda_i = 0.9$ 와 $\lambda_j = 1.3$ 을 사용

□ 위 식에서 R_k^i 는 적응적 이진화 방법을 이용하여 추출한 전경 이미지 \tilde{I}_k 에서 정의됨 (즉, $\tilde{I}_k(p, q) = I_k(p, q)$ if $I_k(p, q) > \epsilon$ and $\tilde{I}_k(p, q) = 0$ otherwise)

□ 마지막으로 아래와 같이 정의되는 각 객체 중심 필터링 영상 B_k^i 내 \tilde{c}_k^i 에 속하는 픽셀들을 이용하여 Mode-seeking 알고리즘[6]을 수행하고, 정밀하게 각 객체의 중심 좌표를 갱신 함. 이를 통해 정제된 타원 모델 z_k^i 를 정의함

[6] D. Comaniciu and P. Meer, "Mean shift: A robust approach toward feature space analysis," IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell., vol. 24, no. 5, pp. 603-619, May 2002.

□ 초기 타원 모델과 비교하였을 시 형태 변이가 너무 많이 발생하는 경우(대부분 추적 실패로 인한 Drift 현상)를 방지하기 위해 제안하는 방법에서는 z_k^i 내 장축과 단축의 비율에 대하여 다음과 같은 제약 조건을 추가로 적용함

$$\frac{b_0}{a_0}(1-\rho) \leq \frac{b_k}{a_k} \leq \frac{b_0}{a_0}(1+\rho)$$

□ 위 식에서 a_0 와 b_0 는 각각 초기 타원 모델의 장축과 단축의 길이를 의미하며, ρ 는 해당 비율의 가중치로 제안하는 방법에서는 0.2를 사용함

□ 제안하는 국부 제약 조건을 이용한 타원 모델 정제 과정을 아래 그림 2-5에 나타냄

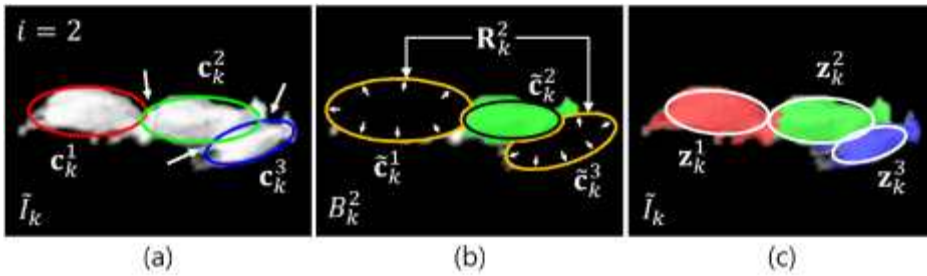


그림 2-5. 타원 모델($i=2$, 녹색 타원) 정제 과정. (a) 적응적 이진화를 통해 획득한 전경 영상. (b) 국부 제약 조건을 적용한 여과 영상. (c) 정제 결과 영상.

제안하는 방법을 이용한 소 추적 결과를 그림 2-6에 나타내었으며, 다양한 객체 가려짐 경우에도 강인하게 동작함을 확인

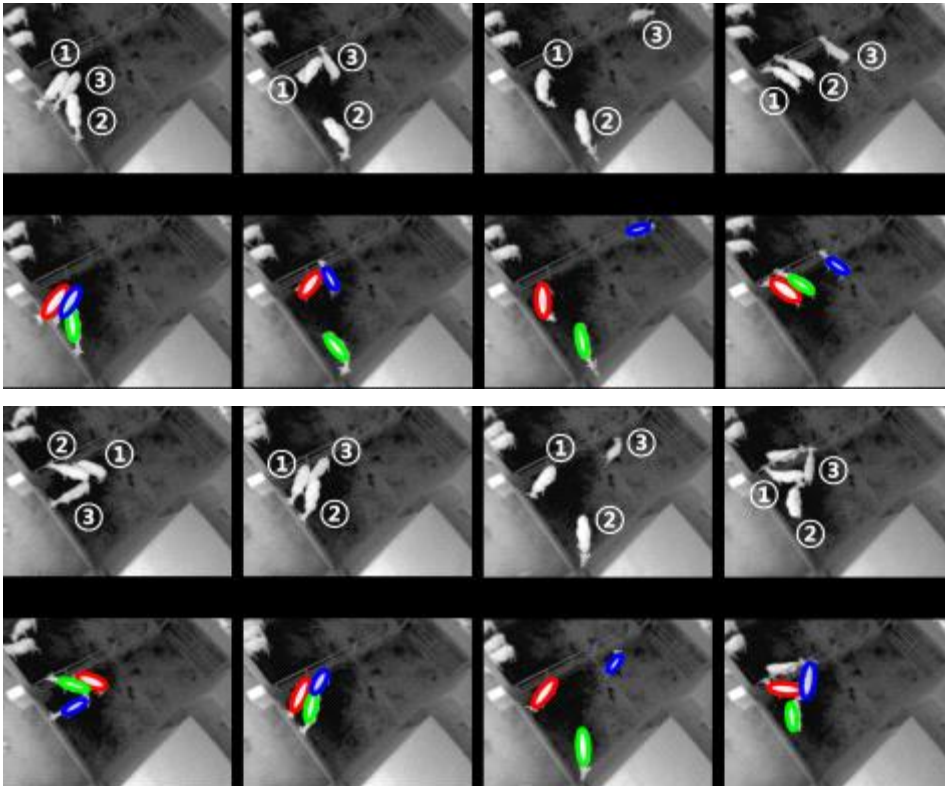


그림 2-6. 제안하는 방법을 이용한 소 객체 추적 결과.

제안하는 방법의 정성적 성능 평가를 위해 기존 위상학적 표면 분석 기반 방법(TSA라고 표기)을 포함하여 객체 추적 최신 알고리즘인 KCF[5], Struck[7], DSST[8]와 성능을 비교. 정량적 성능 평가에는 앞서 사용한 FN, FP, GMME의 세 가지 메트릭을 사용 (표 2-2 참조)

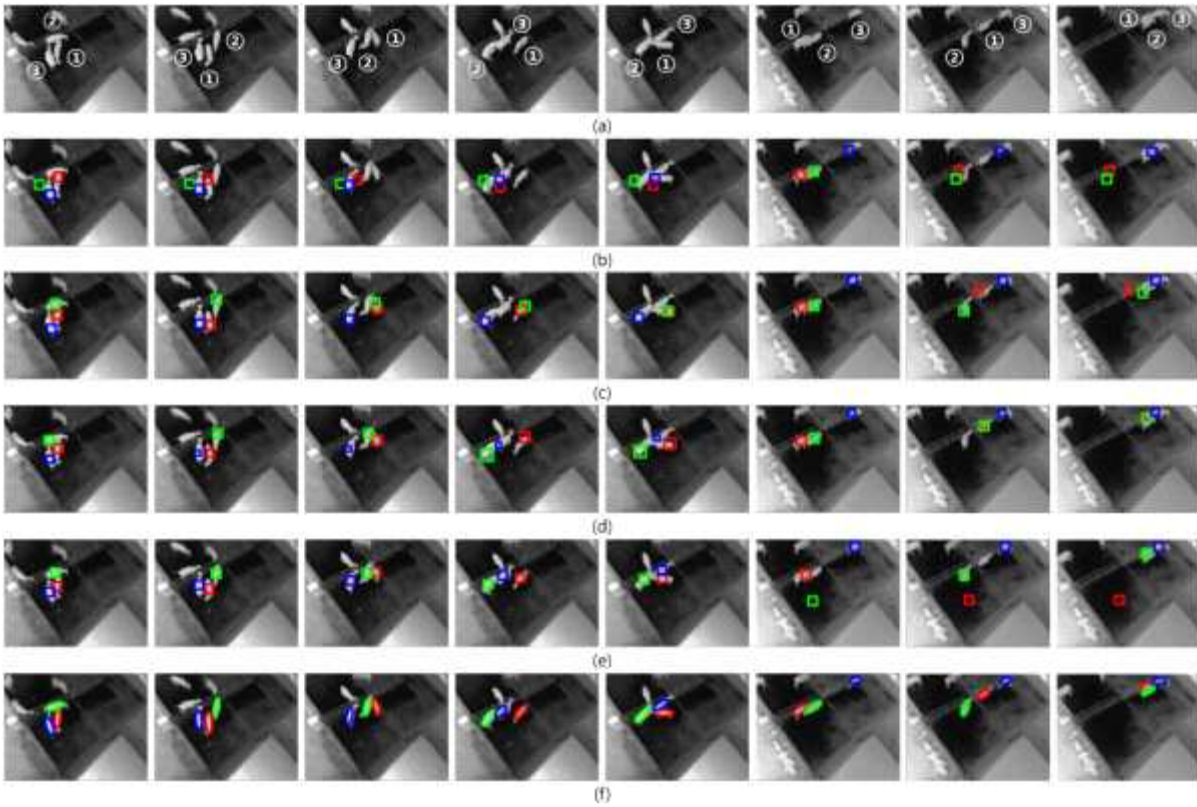


그림 2-7. 정성적 성능 평가. (a) 입력 영상 (빨간색이 1번, 녹색이 2번, 파란색이 3번 소를 의미). (b) KCF. (c) Struck. (d) DSST. (e) TSA. (f) 회전 가능한 타원 모델 (제안하는 방법).

[7] S. Hare et al., "Struck: Structured output tracking with kernels," IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell., vol. 38, no. 10, pp. 2096-2109, Oct. 2016.

[8] M. Danelljan, G. Hager, F. S. Khan, and M. Felsberg, "Discriminative scale space tracking," IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell., vol. 39, no. 8, pp. 1561-1575, Aug. 2017.

표 2-2. FN, FP, GMME 메트릭을 이용한 객체 추적 성능 평가

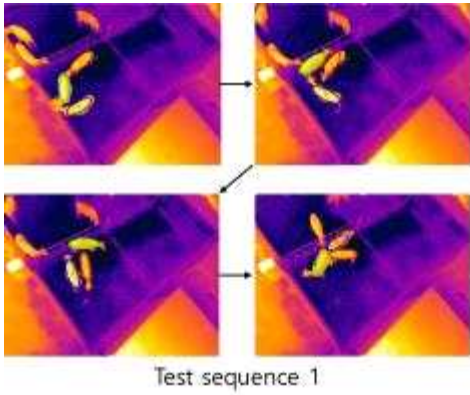
Method	FN ↓	FP ↓	GMME ↓
KCF	0.473	0.428	0.224
Struck	0.408	0.056	0.435
DSST	0.301	0.278	0.081
TSA	0.206	0.206	0.246
Proposed method	0.033	0.026	0.034

□ 그림 2-7과 표 2-2에서 알 수 있듯이 제안하는 방법은 기존 방법 대비 다양한 소의 움직임
□ 임을 정확하게 추적하며, 객체의 가려짐에도 강인한 동작이 가능함

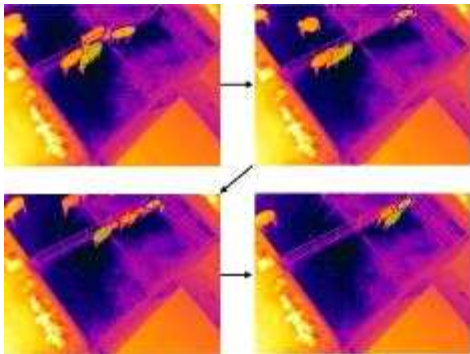
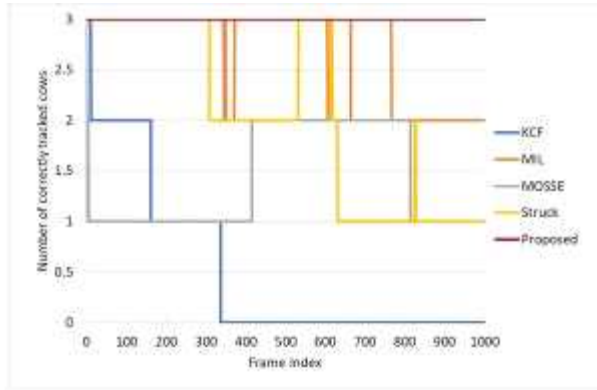
□ 제안하는 회전 가능한 타원 모델 기반 객체 추적 알고리즘은 단일 PC(Intel i7 3.6 GHz
□ CPU with 8GB RAM) 환경에서 약 90fps로 고속 동작이 가능함

□ 추가적으로 제안하는 회전 가능한 타원 모델 기반 소 추적의 다양한 결과를 아래 그림
□ 2-8에 나타내었으며, 열화상 영상에서 5,000 프레임 이상 장시간 추적에 효과적으로 적용 될 수

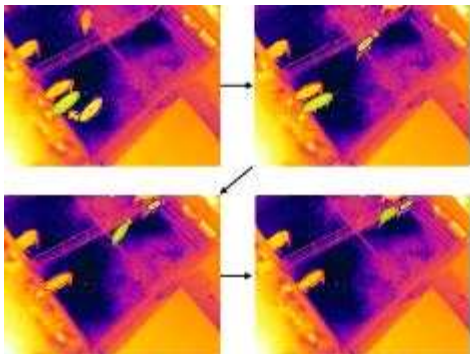
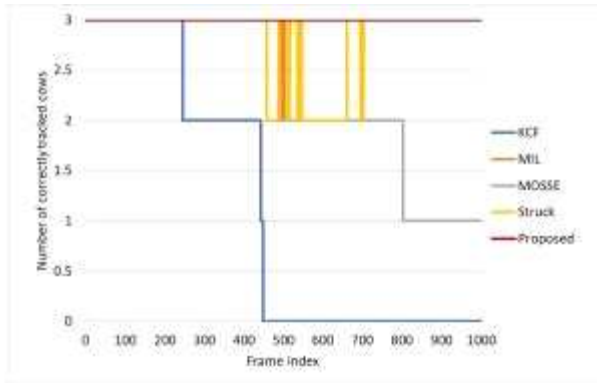
있음을 확인 가능



Test sequence 1



Test sequence 2



Test sequence 3

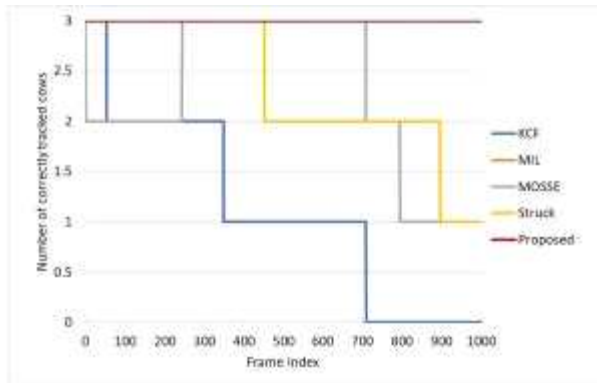


그림 2-8. 다양한 축사 온도 환경에서의 추적 결과.

□ 위 실험 결과에서 제안하는 방법은 축사 온도가 상승하면서 바닥 영역이 밝아지는 조건에서도 기존 방법 대비 (KCF, MIL, MOSSE, Struck) 신뢰할 수 있는 추적 결과를 도출함을 확인할 수 있음

□ 5,000 프레임 이상 장시간 추적 과정에서 소의 다양한 움직임 및 크기 변화(카메라 Projection으로 인한), 겹쳐짐에 강인하게 동작함을 확인

- 광각 카메라 영상을 이용한 객체 추적 알고리즘 개발

□ 소 사육장의 경우 배경이 되는 바닥 영역과 소의 색상이 갈색으로 유사하기 때문에 기존 칼라 영상 기반 객체 추적 알고리즘을 적용하는데 어려움이 있음

□ 본 연구에서는 기개발한 회전 가능한 타원 모델을 이용한 객체 추적 알고리즘을 칼라 영상 특징에 맞게 변형 (즉, 각 객체의 상태 갱신 시 역투영 과정에서 사용되는 히스토그램 특

징을 HSV 색상 공간으로부터 추출하는 방식)

□ 그림 2-9는 RGB 칼라 영상에 제안하는 객체 추적 알고리즘을 적용 한 예를 나타냄 (칼라 영상에 대한 알고리즘 예비 성능 테스트)



그림 2-9. 제안하는 회전 가능한 타원 모델 기반 객체 추적 알고리즘을 칼라 영상에 적용한 예.

□ 본 연구에서는 AXIS M3048-P 모델의 광각 카메라를 우방에 직하방으로 설치하고 획득된 영상을 이용하여 객체 추적을 수행. 아래 그림 2-10은 현재 농장에 설치된 광각 카메라로부터 획득된 소 영상과 추적 결과를 보여주고 있음

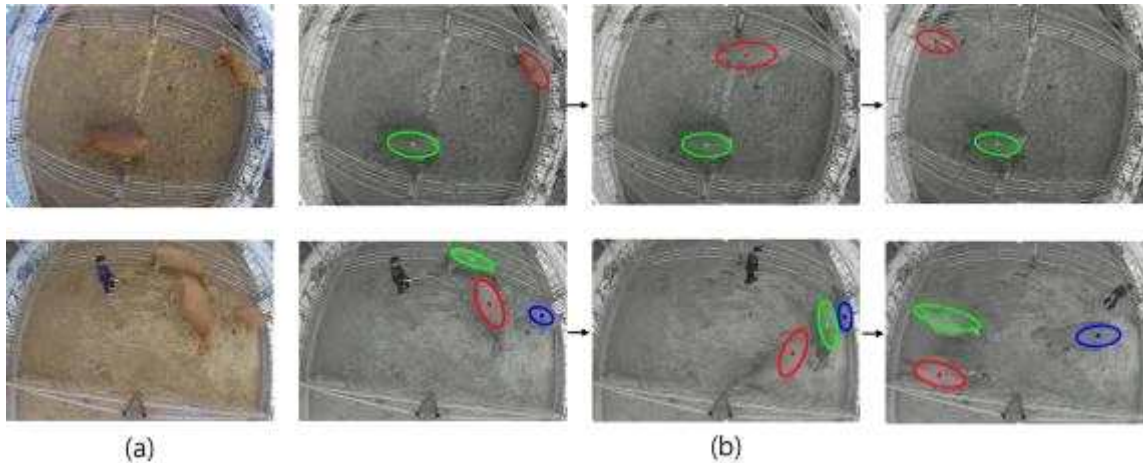


그림 2-10. (a) 광각 카메라 입력 영상 (농장 설치). (b) 제안하는 방법을 이용한 추적 결과.

□ 추적의 성능을 향상 시키기 위해 배경 검출(Background Subtraction) 알고리즘을 적용하여 비슷한 색상의 소와 바닥을 효과적으로 분리하여 추적을 수행하는 방식 또한 개발

* 배경 검출 알고리즘 적용 (e.g., fMoG2) → 추출된 전경 영역을 이용하여 객체 추적 수행

□ 광각 카메라 기반 추적 결과는 축사 내 온도가 상승할 경우 열화상 영상에서 전경 분리가 어려울 때 효과적으로 추적 결과를 보정 할 수 있으며, 넓은 영역을 단일 카메라만을 이용하여 모니터링 할 수 있는 장점이 있음. 본 과제에서는 열화상 카메라 추적 결과와 광각 카메라 추적 결과(즉, 객체의 위치 및 형태)를 선형 보간(Linear Interpolation)하여 사용 가능

- 행동 패턴 분석 알고리즘 개발

□ 기개발한 객체 추적 알고리즘의 결과물을 이용하여 각 소의 이동량을 계산하고 이를 기반으로 활동성(Activity)를 판별하는 방법을 개발

□ 카메라 각도에 의한 투영(Projection)으로 정확한 이동량을 계산하기 위해서는 실제 직하방 각도로 영상 Warping이 필요하며, 본 연구에서는 사육 공간의 실제 크기(5m x 10m)를 알고 있기 때문에 영상 내 네 개의 모서리 좌표를 이용하여 직하방 영상을 생성 (그림 2-11 참

조). 제안하는 방법은 아래와 같이 정의된 컴퓨터 비전 분야의 Homography Estimation 기법을 적용하여 직하방 영상을 생성

$$\begin{bmatrix} x_1 & y_1 & 1 & 0 & 0 & 0 & -x_1\tilde{x}_1 & -y_1\tilde{x}_1 \\ 0 & 0 & 0 & x_1 & y_1 & 1 & -x_1\tilde{y}_1 & -y_1\tilde{y}_1 \\ x_2 & y_2 & 1 & 0 & 0 & 0 & -x_2\tilde{x}_2 & -y_2\tilde{x}_2 \\ 0 & 0 & 0 & x_2 & y_2 & 1 & -x_2\tilde{y}_2 & -y_2\tilde{y}_2 \\ x_3 & y_3 & 1 & 0 & 0 & 0 & -x_3\tilde{x}_3 & -y_3\tilde{x}_3 \\ 0 & 0 & 0 & x_3 & y_3 & 1 & -x_3\tilde{y}_3 & -y_3\tilde{y}_3 \\ x_4 & y_4 & 1 & 0 & 0 & 0 & -x_4\tilde{x}_4 & -y_4\tilde{x}_4 \\ 0 & 0 & 0 & x_4 & y_4 & 1 & -x_4\tilde{y}_4 & -y_4\tilde{y}_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_{11} \\ h_{12} \\ h_{13} \\ h_{21} \\ h_{22} \\ h_{23} \\ h_{31} \\ h_{32} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_1 \\ \tilde{y}_1 \\ \tilde{x}_2 \\ \tilde{y}_2 \\ \tilde{x}_3 \\ \tilde{y}_3 \\ \tilde{x}_4 \\ \tilde{y}_4 \end{bmatrix}$$

$\mathbf{Ah} = \mathbf{b}$ (linear equation)
 \Downarrow (Least-square est.)
 $\mathbf{A}^T \mathbf{Ah} = \mathbf{A}^T \mathbf{b}$
 $\mathbf{h} = (\mathbf{A}^T \mathbf{A})^{-1} \mathbf{A}^T \mathbf{b}$
 : Pseudo inverse problem

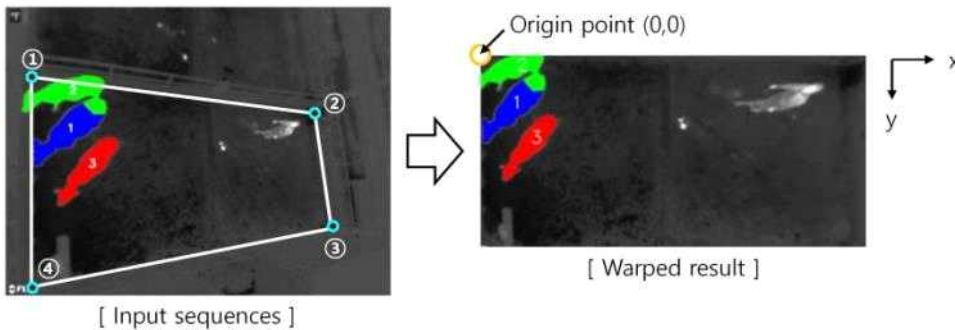


그림 2-11. Homography Estimation을 이용한 직하방 영상 생성 결과.

위 식에서 (x,y) 는 사육 공간의 네 개의 모서리 좌표를 의미하며, 그림 2-12와 같이 영상 내 좌표를 지정하면 위 Formulation을 이용하여 각 픽셀의 실제 위치를 계산할 수 있음. 객체 추적 결과를 통해 각 객체의 움직인 픽셀 간격을 알 수 있기 때문에 실제 움직인 이동량 도출이 가능. 예를 들어, 3번 소(즉, $i=3$)의 움직인 거리를 아래와 같이 계산 가능

$$M_i = \sum_{k=1}^T D_i(k), \text{ where } D_i(k) = \| \mathbf{x}_i(k) - \mathbf{x}_i(k-1) \|$$

i : index of cows, T : the current frame
 ↑
 Center position (i -th cow, k -th frame)

$$M_3(10 \sim 20) = \sum_{k=10}^{20} D_3(k)$$

그림 2-12. 직하방 영상에서 각 객체의 이동량을 계산하는 과정.

제안하는 방법을 이용하여 세 마리 소에 대하여 한 시간 동안 10분 간격으로 이동량을 특정한 결과를 그림 2-13에 나타내었음. 영상을 살펴 보면, 1번 소의 경우 대부분 사료를 섭취하고 있어 이동량이 적은 반면, 2번과 3번 소는 활발한 움직임으로 이동량이 많이 측정되고 있음을 알 수 있음

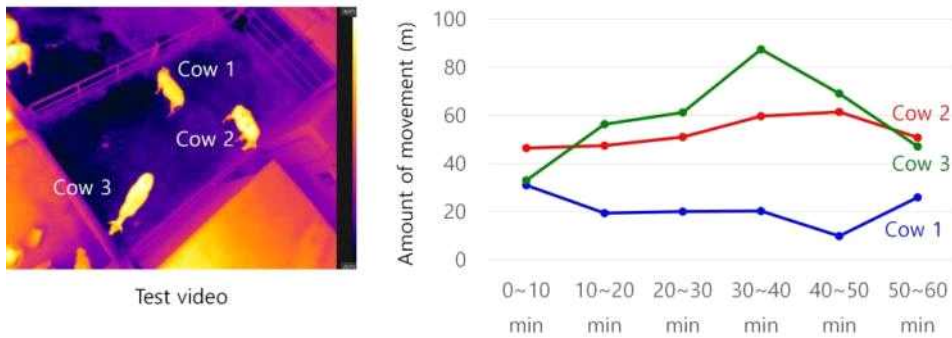


그림 2-13. 제안하는 방법을 이용한 각 소의 이동량 계산 결과.

□ 일정 시간 간격 동안의 이동량을 이용하여 발정 및 질병을 예측할 수 있으며, 다양한 모바일 기기와의 연동을 통해 관리자에게 동물의 상태를 전송하고, 축사를 효율적으로 관리 할 수 있을 것으로 예상

□ 추적 결과 및 이동량 기반 행동 패턴 분석을 위한 GUI 프로그램도 아래와 같이 개발 완료

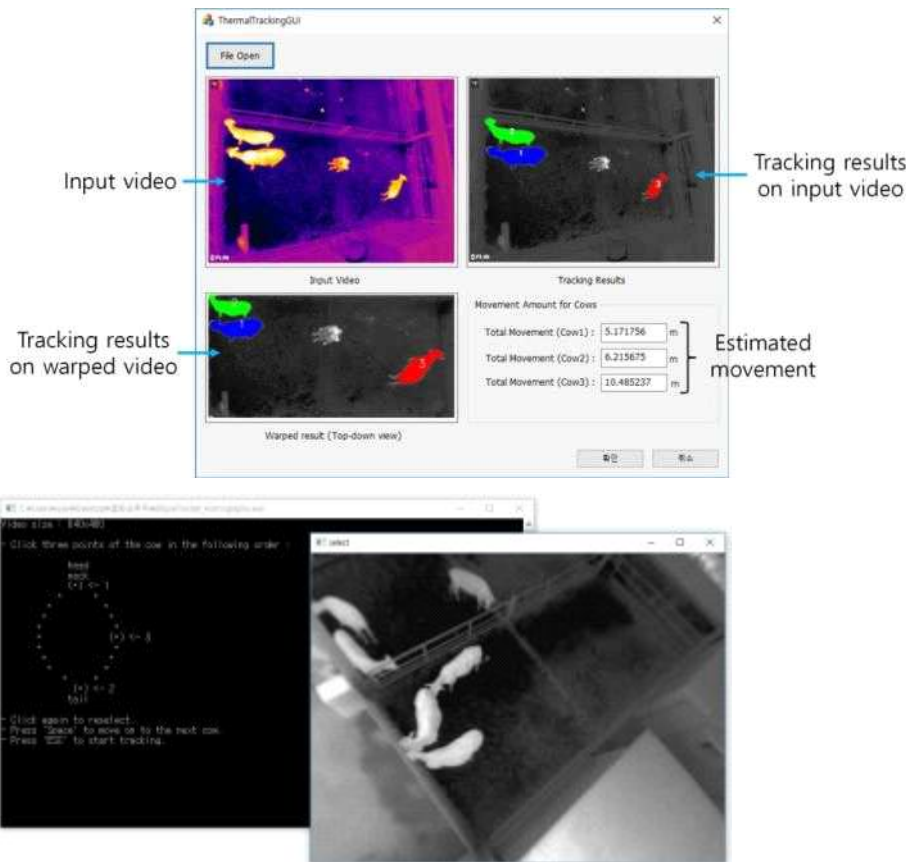


그림 2-14. 개발한 알고리즘을 위한 GUI 프로그램 실행 예시.

- 서버 연동 통합 시스템 개발

□ 기계발한 객체 추적 및 행동 패턴 분석 알고리즘으로부터 추정된 값들을 서버에 업로드 하여 사용자에게 정보 송출 가능한 시스템 구축 완료 (아래 그림 참조)

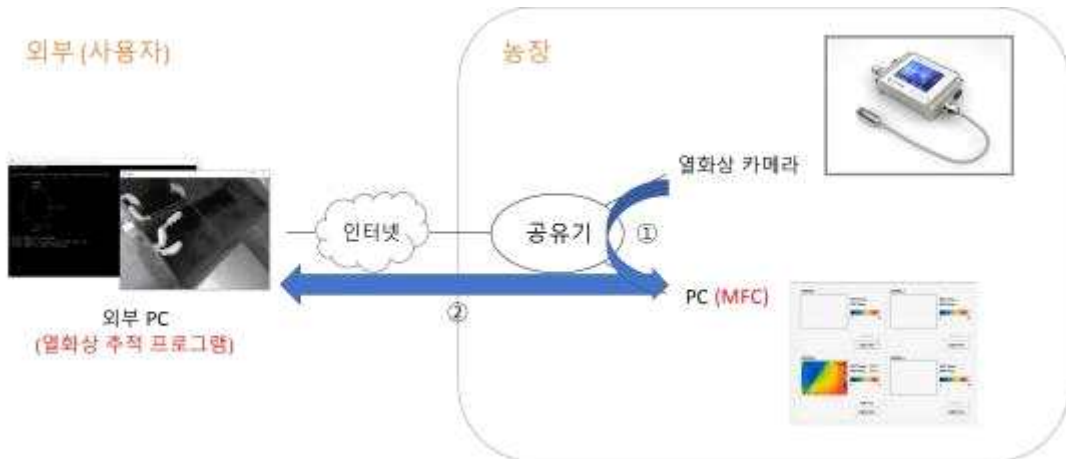


그림 2-15. 서버 연동 통합 시스템 구동 구조.

□ 농장에 설치된 카메라로부터 획득한 영상 프레임은 인터넷을 통해 실시간으로 스트리밍 되어 외부에서도 개발한 알고리즘을 설치하면 객체 추적 및 행동 패턴 알고리즘 구동이 가능.

- * 카메라에 대한 인터넷 연결만으로 모든 시스템 구동 가능
- * 서버에 업로드 된 정보는 사용자 단말(예를 들어, 스마트폰)에 그대로 전송 가능

□ 개발한 알고리즘을 구동 후 마우스를 이용하여 모니터링 할 소를 정해주면 (마우스 클릭) 이후 모든 과정은 자동으로 수행됨

- * 각 소의 움직임량, 음수 횟수 등의 정보가 서버로 업로드 (예를 들어, 15분 간격)
- * 아래 그림은 개발한 서버 연동 프레임워크 구동 과정의 예를 보여주고 있음

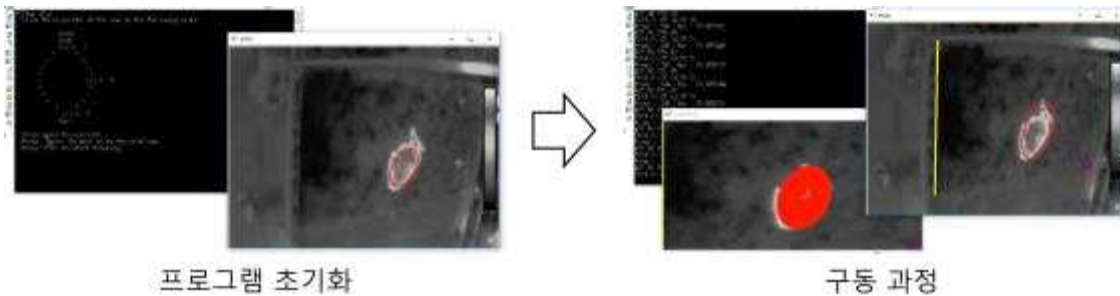


그림 2-16. 서버 연동 통합 시스템 실행의 예.

(연구실 PC에서 실제 농장(경북 영주)에 설치된 카메라를 접속하여 알고리즘 수행)

□ 개발한 프로그램은 C언어 환경에서 개발되었으며, 대부분의 PC에서 손쉽게 동작이 가능.

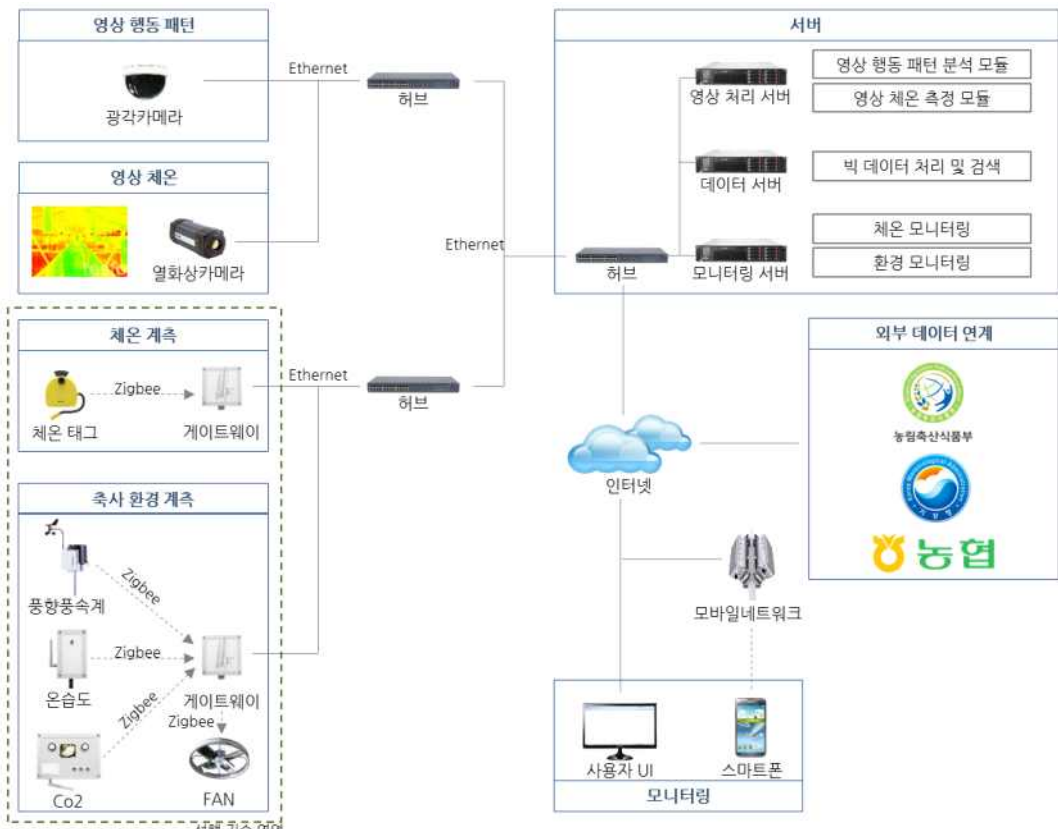
- * 간단한 마우스 조작만으로 원하는 대상을 추적하고 행동 패턴을 인식하는 것이 가능
- * 빠른 동작 속도로 여러 마리의 소를 동시에 추적하는데 무리가 없음 (Real-time)

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

3-1. 연구개발의 목표 및 내용

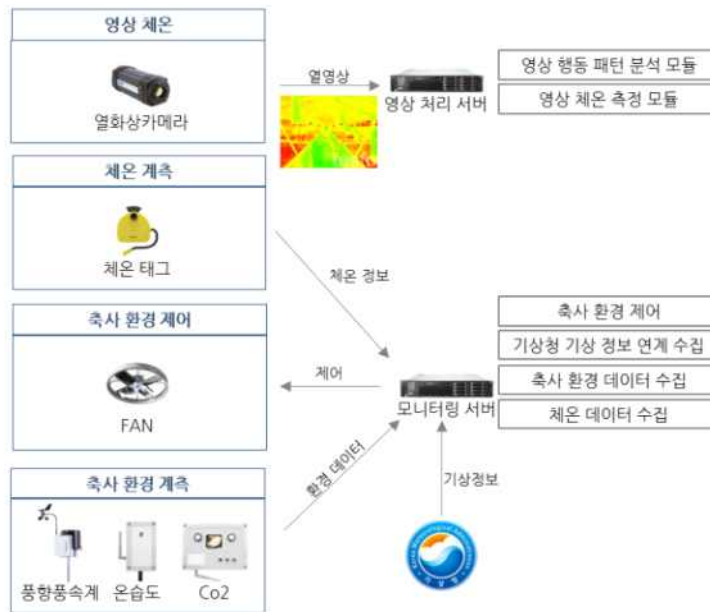
3-1-1. 연구개발의 최종목표

구분	내용															
최종목표	<p>선행연구에서 개발한 기술과 현재 상업적으로 운용중인 접촉식 센서를 이용한 동물체온 계측시스템, 축사환경 계측시스템, 원격 진료시스템에 열화상 카메라 및 광각카메라 등의 비접촉식 센서를 이용한 동물 체온 및 행동 모니터링 기술을 통합하여, 대가축(한우) 건강 통합 모니터링시스템을 개발함.</p> <p>* 본연구에서 대상으로 하는 대가축은 한우로 한정함</p>  <p style="text-align: center;"><최종목표 구성그림></p>															
세부목표	<p><각 기관별 세부목표></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 대가축(한우) 건강 통합 모니터링시스템 개발 및 상용화 (주관연구기관) ○ ICT융합 대가축(한우) 건강모니터링 기법 개발 (제1협동연구기관) ○ 열화상 카메라와 광각카메라를 이용한 동물 체온 및 행동패턴 분석기술 개발 (제2협동연구기관) ○ 개발 시스템의 주요 성능 <ul style="list-style-type: none"> - 대가축(한우) 모니터링 성능 향상 <table border="1" data-bbox="304 1816 1361 1910"> <thead> <tr> <th></th> <th>발정 발견율</th> <th>건강이상 발견율</th> <th>행동패턴 분석</th> <th>정보 신뢰율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>기존 제품</td> <td>85~90%</td> <td>80%</td> <td>-</td> <td>85%</td> </tr> <tr> <td>열화상카메라</td> <td>95%이상</td> <td>90%이상</td> <td>가능</td> <td>90%이상</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> - 대가축의 사고, 질병의 도태율을 10% 이상 절감을 목표 		발정 발견율	건강이상 발견율	행동패턴 분석	정보 신뢰율	기존 제품	85~90%	80%	-	85%	열화상카메라	95%이상	90%이상	가능	90%이상
	발정 발견율	건강이상 발견율	행동패턴 분석	정보 신뢰율												
기존 제품	85~90%	80%	-	85%												
열화상카메라	95%이상	90%이상	가능	90%이상												

구분	내용
	<p>○ 적용 분야</p> <ul style="list-style-type: none"> - 한국 사양표준의 자료로 활용 - 낙농 및 한우 목장에 적용하여 ICT 융합을 통한 스마트팜 구현  <p style="text-align: center;"><목표시스템 구성그림></p>

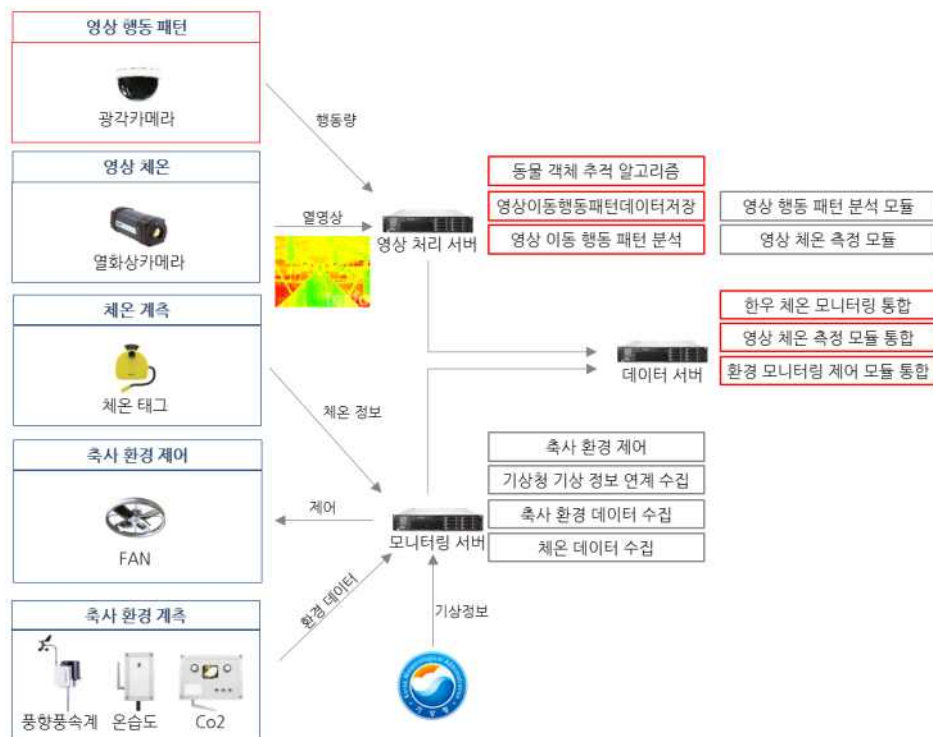
3-1-2. 연차별 개발목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1차년도	2016	환경 및 체온 데이터 축적용 시스템 구축 및 운용 (주관연구기관 - 편한소)	- Cowmanager를 이용한 데이터 모집 및 분석 - 온습도, CO ₂ , 풍향, 풍속 등 환경 측정용 기기 설치 및 운용 - 환경 제어 기기 설치 및 운용 - 대가축(한우) 체온 모니터링 기기 구축 및 운용
		계절 및 건강상태에 따른 대가축(한우) 체부위별 체온 및 행동패턴 분석 및 DB구축 (제1협동연구기관-건국대학교)	- 축사내부 환경측정을 통한 온습도, CO ₂ , 풍향, 풍속 자료의 실시간 축적 - 축사외부 환경모니터링 및 자료 축적 - 축사 환경측정을 위한 모듈 시험운용 - 동물체온측정시스템 현장 설치를 통한 체온 데이터의 축적
		열화상 카메라를 이용한 동물의 체온측정 모듈 개발 (제2협동연구기관-건국대학교)	- 열화상 카메라를 이용한 영상 입력 장치 개발 - 열화상 카메라를 이용한 동물 객체 추적 알고리즘 개발 - 동물 체온 데이터 분석 알고리즘 개발



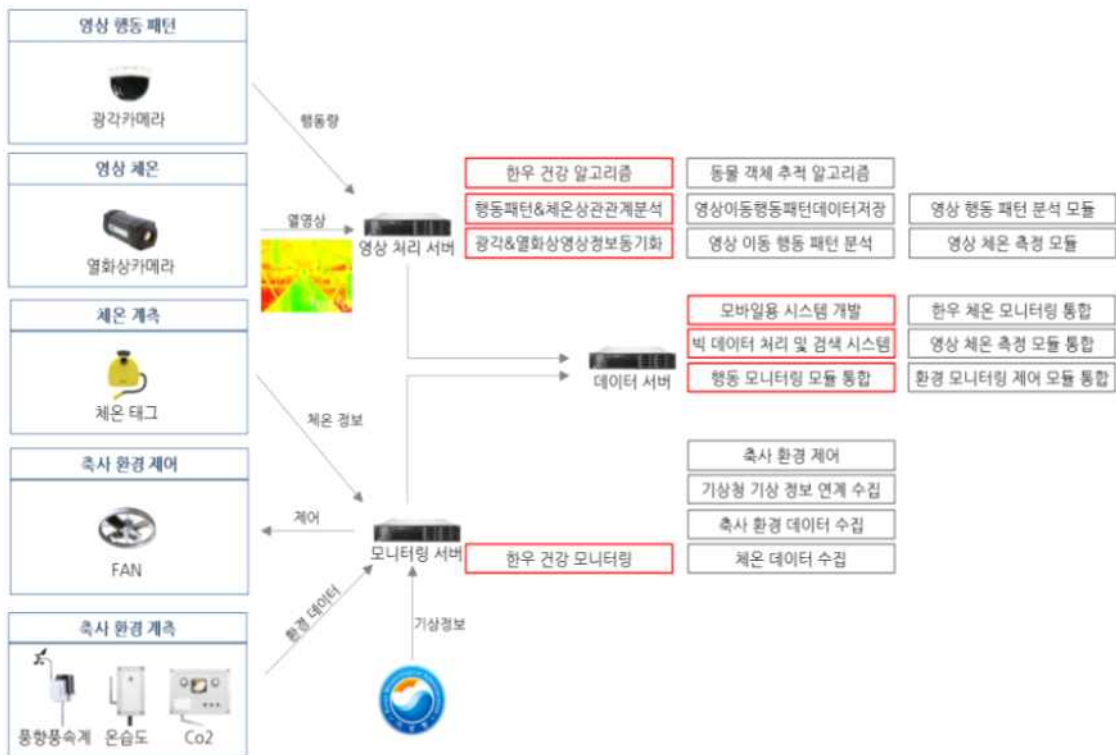
<1차년도 연구목표>

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
2차년도	2017	통합 모니터링 및 서비스 시스템 개발 (주관연구기관 - 편한소)	<ul style="list-style-type: none"> - Cowmanager의 데이터와 열화상카메라 데이터의 비교 분석 및 추적 - 영상 체온 측정 모듈 통합 - 환경 모니터링 및 제어 시스템 통합 - 한우 체온 모니터링 시스템 통합
		열화상 카메라와 광각카메라를 이용한 체온 및 행동 측정데이터와 실측 DB와의 상관성 분석 및 이상 체온 및 행동 임계치 설정 (제1협동연구기관-건국대학교)	<ul style="list-style-type: none"> - 열화상 카메라와 광각카메라를 이용한 동물 체온 및 행동량 데이터 추적 및 분석 - 축사환경데이터, 동물체온데이터, 동물행동데이터 추적 및 분석 - 데이터 분석을 통한 건강모니터링 요소 도출 - 대가축(한우) 건강모니터링을 위한 메타데이터 설계 - 발정 및 건강이상 판별 임계치 설정 - 스마트폰 기반의 건강모니터링 시스템 개발을 위한 사용자 요구사항 분석
		광각카메라를 이용한 동물 행동패턴 분석 모듈 개발 (제2협동연구기관-건국대학교)	<ul style="list-style-type: none"> - 광각카메라를 이용한 영상 입력 장치 개발 - 광각카메라를 이용한 동물 객체 추적 알고리즘 개발 - 동물 이동 행동 패턴 데이터 저장 기술 개발 - 동물 이동 행동 패턴 분석 알고리즘 개발



<2차년도 연구목표>

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
3차년도	2018	통합 모니터링 시스템 운용 및 상용화 (주관연구기관 - 편한소)	<ul style="list-style-type: none"> - Cowmanager의 데이터와 열화상카메라 데이터의 통합 방안 모색 - 영상 행동 패턴 분석 모듈 통합 - 통합 검색 시스템 개발 - 모바일용 모니터링 및 검색 시스템 개발 - 개발 시스템 시범운용 및 상용화
		대가축(한우) 건강모니터링 통합기술 개발 (제1협동연구기관-건국대학교)	<ul style="list-style-type: none"> - 대가축(한우) 건강모니터링 시스템 현장 설치 및 데이터 분석 - 시스템 보완요구사항 도출 - 국가단위의 정책수립에 활용할 수 있는 시스템 요구사항 분석 - 공간정보를 활용한 시스템 확산방안 제시 - 건강모니터링 시스템 활용확산을 위한 방안 제시
		광각카메라 정보와 열화상카메라 정보를 이용한 동물 건강 모니터링 기술개발 (제2협동연구기관-건국대학교)	<ul style="list-style-type: none"> - 광각카메라 정보와 열화상카메라 정보의 동기화 기술 개발 - 동물의 행동패턴 분석과 체온 정도의 상관성 분석 - 동물의 행동패턴 분석과 체온 정도를 이용한 건강 알고리즘 개발



<3차년도 연구목표>

3-1-3. 연구개발 성과 및 평가방법

- 연구성과 : 지식재산권으로 특허 출원 및 등록과, 학술 성과로 SCI 및 비 SCI 성과와 학술 발표 성과로 구분하여 달성할 예정임
- 교육지도 : 연구 진행 중 및 종료시 연구성과물을 활용하여 기존 서비스 농가를 대상으로 교육
- 인력양성 : 연구종료시 까지 석사 2 명, 박사 1명 배출
- 연구개발 성과목표 계획 (협약시)

성과목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용 창출	투자유치		논문		학술 발표			정책 활용	홍보 전시	
												SCI	비SCI						
최종목표	2	1				1	20		2			3	8	3					
1차년도	1												2						
2차년도	1											1	2	1					
3차년도		1		1	20	1	20		2			2	4	2					
4차년도																			
5차년도																			
소 계	2	1		1	20		20					3	8	3					
종료							1,1							1	1				
1차년도	1						28												
종료							2,2												
2차년도		1					57					1		1					
종료							3,3												
3차년도							86												
종료							5,6												
4차년도							43												
종료							11,28												
5차년도							7												
소 계	1	1					23,70					1	1	2					
합 계	3	2		1	10		23,72					4	9	5					

3-2. 목표 달성여부

○ 연구개발 성과목표 결과(종료시)

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과				교 육 지 도	인 력 양 성	정책 활용·홍보		기 타 (타 연 구 활 용 등)
	특 허 출 원	특 허 등 록	품 종 등 록	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논 문		논 문 평 균 IF	학 술 발 표			정 책 활 용	홍 보 전 시	
												SC I	비 SC I							
단위	건	건	건	건	백 만 원	백 만 원	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치	20	30		5		5								40						
최종목표	2	1		1	20	1	20		2			3	8	3						
연기간내 달성실적	3	3		2	6	1	7		2			5	2	7						
달성율(%)	150	300		200	30	100	28		100			180	25	233						

1차년도(파랑색바=계획, 빨강색바=실행)																
일련 번호	연구내용	월별 추진 일정 계획 및 실적												가중치 (%)	달성도 (%)	책임자 (소속 기관)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	Cowmanager 데이터모집 & 분석									■	■	■	■			서인준 (편한소)
2	환경측정용기기 설치&운영										■	■	■			서인준 (편한소)
3	환경제어기기 설치&운영										■	■	■			서인준 (편한소)
4	체온 모니터링 기기 설치&운영										■	■	■			서인준 (편한소)
5	축사내부환경데이터 축적									■	■	■	■			구지희 (건국대)
6	축사외부환경데이터 축적									■	■	■	■			구지희 (건국대)
7	축사환경축적 모듈 시험운영									■	■	■	■			구지희 (건국대)
8	동물체온측정시스템 설치&운영및 체온데이터 축적									■	■	■	■			구지희 (건국대)
9	열화상 카메라를 이용한 영상 입력장치 개발									■	■	■	■			김원준 (건국대)
10	열화상 카메라를 이용한 동물객체추적 알고리즘 개발									■	■	■	■			김원준 (건국대)
11	동물 체온 데이터 분석 알고리즘 개발									■	■	■	■			김원준 (건국대)
2차년도(파랑색바=계획, 빨강색바=실행)																
1	Cowmanager, 열화상 카메라 데이터 비교& 분석									■	■	■	■			서인준 (편한소)
2	영상 체온 측정 모듈통합	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			서인준 (편한소)
3	환경 모니터링 및 제어 시스템 통합	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			서인준 (편한소)
4	대가축(한우) 체온 모니터링 시스템통합									■	■	■	■			서인준 (편한소)
5	열화상 카메라와 광각카메라를 이용한 동물 체온 및 행동데이터 분석	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			구지희 (건국대)
6	축사환경 동물체온 동물행동데이터 축적 및 분석	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			구지희 (건국대)
7	대가축(한우) 건강모니터링을 위한 메타데이터 설계									■	■	■	■			구지희 (건국대)
8	데이터 분석을 통한 건강모니터링 요소 도출									■	■	■	■			구지희 (건국대)

2차년도(파랑색바=계획, 빨강색바=실행)																		
일련 번호	연구내용	월별 추진 일정												가중치 (%)	달성도 (%)	책임자 (소속 기관)		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
9	스마트폰 기반의 가축모니터링 시스템 개발을 위한 사용자 요구사항 분석																	구지희 (건국대)
10	광각카메라를 이용한 영상 입력 장치 개발																	김원준 (건국대)
10	광각카메라를 이용한 동물 객체 추적 알고리즘 개발																	김원준 (건국대)
10	동물 이동 행동 패턴 데이터 저장 기술 개발																	김원준 (건국대)
10	동물 이동 행동 패턴 분석 알고리즘 개발																	김원준 (건국대)
3차년도(파랑색바=계획, 빨강색바=실행)																		
1	영상 행동 패턴 분석 모듈통합																	서인준 (편한소)
2	통합 검색 시스템 개발																	서인준 (편한소)
3	모바일용 모니터링 및 검색 시스템 개발																	서인준 (편한소)
4	개발 시스템 시범운용 및 상용화																	서인준 (편한소)
5	대가축(한우) 건강모니터링 시스템 현장 설치 및 데이터 분석																	구지희 (건국대)
6	시스템 보완요구사항 도출																	구지희 (건국대)
7	국가단위 정책수립에 활용할 수 있는 시스템 요구사항 분석																	구지희 (건국대)
8	공간정보를 활용한 시스템 확산방안																	구지희 (건국대)
9	건강모니터링 시스템 활용확산을 위한 방안																	구지희 (건국대)
10	광각카메라와 열화상카메라 정보 동기화 기술개발																	김원준 (건국대)
11	동물 행동패턴 분석과 건강 알고리즘 개발																	김원준 (건국대)
12	알고리즘 최적화 및 성능 평가																	김원준 (건국대)

4. 연구결과의 활용 계획 등

4-1. 연구개발 결과의 활용방안

- 본 연구에서 개발되는 기술은 축사 환경관리, 가축 생체정보 모니터링, 가축 사양관리, 가축 원격진료 및 가축 건강상태 모니터링 시스템 및 솔루션으로 제품화 될 것이며, 국내 한우 및 유우의 지역 별 농가를 대상으로 하는 종합 시스템으로 상품화함.
 - 유비쿼터스 ICT 기술을 기반으로 하는 비접촉식센싱기술을 이용한 건강모니터링시스템 기반기술의 특허, 기술이전 및 사업화
 - 비접촉신 센싱기술을 이용한 건강모니터링 시스템을 참여기업으로 기술 이전 및 사업화
- 본 연구에서 개발되는 시스템의 **1차적인 사용자는 농장에서 한우 및 유우를 사육하는 농장주가 될것임.** 농장주들은 본 시스템을 활용하여 가축의 체온, 축사의 환경, 가축의 행동, 가축의 사양관리, 가축 원격진료 정보들을 활용하여 가축의 건강상태를 종합적으로 모니터링할 수 있음.
- 본 연구에서 개발된 시스템을 통하여 축적되는 데이터들은 **2차적으로는 축산분야의 연구자들이 활용할 수 있음.** 데이터의 분석을 통하여 유의미한 정보들을 해석할 수 있으며, 이러한 정보들을 기반으로 하여 양질의 한우를 생산할 수 있는 기술을 개발할 수 있음.
 - 국가 기관, 연구소 등에 통합시스템으로 이용되어 국내 한우 및 유우의 환경 모니터링 연구 및 정책에 활용
- 또한 중앙정부차원에서는 전국적으로 산재되어 있는 **가축의 현황정보 및 통계정보를 파악할 수 있으며,** 구제역같은 질병 등의 발생시에 신속하게 상황을 파악하여 종합적인 판단을 하는데 기본자료로 활용가능함.
 - 데이터의 축적과 관독은 국가 감독 기관에서도 축산 정책을 설정함에 있어 정확한 판단과 실질적 도움이 되는 **정책을 만드는데 활용**
- 본 연구에서 개발되는 시스템을 활용하여 주관기관에서 기존에 판매하고 있었던 Cowmanager의 부족한 개체의 행동패턴 분석을 보완하여 좀 더 정확한 개체 정보를 농가에 제공할 수 있음.
- 우리나라의 대가축 정보를 국외의 업체를 통해서가 아니라 우리나라 기업의 기술을 이용하여 더욱 향상된 기술을 개발하고 이를 농장에 보급하여 국내 목장 정보의 유출을 막을 수 있음.
- 개발된 시스템으로 축적된 빅데이터는 추후 한국사양표준을 만드는데 있어 중요한 자료가 될 수 있음.

4-2. 기대성과 및 파급효과

- 본 과제는 유비쿼터스 정보통신 기술을 활용하여 축사의 환경을 모니터링하고, 접촉식 및 비접촉식 센서를 이용하여 한우의 체온을 측정하며, 이를 원격진료 모듈을 통하여 수의사와 실시간으로 상태를 확인하고, 급이, 급수 등의 관리 및 행동분석을 통하여 한우 및 유우의 건강상태를 모니터링할 수 있는 시스템을 개발하는 것으로, 궁극적으로는 **고품질의 한우를 생산하는데 기여할 수 있음.**
- 선도적인 IT기반 기술과 융합하여 한우 및 유우 농가 한 곳만의 시스템이 아닌 전국의 한우 및 유우 농가와 국가기관, 수의학 연구기관 등이 연결되는 네트워크 구축, 문제 발생 시 원격 지원을 받을 수 있게 될 뿐만 아니라, **축적되는 사전 데이터를 통해 문제를 미연에 방지할 수 있는 체계적인 시스템 구축에 활용.**
- **비접촉식 센싱 기술인 영상기술을 활용하여, 다양한 정보를 빠르고, 쉽게 획득할 수 있으며, 이러한 데이터를 기반으로 하는 빅데이터의 분석을 통하여 한우의 건강상태에 대한 자료의 축적이 가능함.**
- 본 연구의 결과물로 도출되는 한우의 건강상태에 대한 전반적인 정보를 지속적으로 또한 개체수를 지속적으로 증가시키면서 측정한다면, 다양한 한우 관련 연구에 좋은 자료가 될 수 있을 것으로 기대됨.
- 본 과제를 통하여 개발되는 기술은 축사의 환경, 가축의 사양관리, 가축 체온 모니터링을 통한 가축 건강모니터링 등의 통합모듈이므로 1차적으로 농장에서 고품질의 한우를 생산할 수 있는 기반을 조성할 수 있음.
- 본 과제를 통하여 개발되는 기술은 국내 농장에 판매될 수 있을 뿐만 아니라, **중국, 미국 등의 시장으로의 수출도 가능할 수 있을 것임.**
- 또한 국가 기관, 연구소 등에 통합 시스템으로 판매되어 국내 축산 환경 모니터링이 가능하고 선도적인 IT 기반 기술과 융합하여 축산 농가 한 곳만의 시스템이 아닌 전국의 축산 농가와 국가기관, 수의학 연구기관 등이 연결되는 네트워크 구축, 문제 발생 시 원격 지원을 받을 수 있게 될 뿐만 아니라, **축적되는 사전 데이터를 통해 문제를 미연에 방지 할 수 있는 체계적인 시스템을 구축할 수 있음.**
- 이는 현재 전국적으로 발병하고 있는 **구제역, 조류 독감 등의 확산에 신속하게 대응하게 될 수 있을 뿐 아니라, 그 원인 및 병세 변화에 대한 지속적인 데이터를 축적할 수 있게 되어, 향후 일어나는 병증에 대한 판독 데이터로도 활용** 할 수 있음.
- 데이터의 축적과 판독은 국가 감독 기관에서도 축산 정책을 설정함에 있어 정확한 판단

과 실질적 도움이 되는 정책을 만드는 데 커다란 도움을 받을 수 있음.

- 가축 생체정보와 환경계측에 기초한 축사환경관리의 최적 관리를 통하여 **에너지 절감 및 축사환경을 개선하여 동물복지에 기여**할 수 있을 것으로 기대됨.
- 가축 생체정보를 활용한 가축 관리방법은 동물복지를 향상시킬 뿐만 아니라 가축의 강건성을 향상시킴.
- **가축에게 최적의 환경을 제공함으로써 생산성 향상과 더불어 질병에 대한 면역력을 높여 주어 악성 가축전염병의 발생을 최소화** 시켜줄수 있을 것으로 기대됨.
- 본 시스템은 축산업의 생산성 향상이라는 본래의 목적이외에도 IT 시스템의 도입을 통해 **관련 USN 분야, 스마트폰 분야, 센서 분야, 원격 진료 분야 등의 IT 산업체들이 동반 성장**할 수 있게 됨으로 국가 전체적인 시너지 효과도 예상됨.

4-3. 기업화 및 기술이전 추진방안

- 본 연구에서 개발되는 제품의 모든 부품과 기술은 국산화가 목표이며, 한우 및 유우 농장에서 축사 환경관리, 가축 체온측정, 가축 원격진료시스템, 가축 사양관리, 가축 행동관리 등을 통합 시스템으로 구축하여 빅데이터를 기반으로 해서 가축의 건강상태를 모니터링 할 수 있는 시스템임.
- 한국의 축산 환경에 적합한 시스템을 개발하여 농가대상으로 제품화 하고, 하드웨어 및 소프트웨어, 센서 부분 등을 통합 패키지로 제품을 판매할 수 있음.
- 농가에 제품을 판매한 이후에는 빅데이터기반의 데이터베이스 분석 과정을 통하여 지속적으로 농가와 커뮤니케이션이 이루어지고, 해당 농가에 대한 컨설팅이 가능함.
- 본 개발되는 시스템은 한우 및 유우의 사료 급이 및 급수 등을 파악하고, 영양소 요구량 등을 예측할 수 있어 현장적용할 경우 농가의 생산성 향상 및 사료비 절감에도 도움을 줄 것임.
- 축적된 기술을 바탕으로 제품을 중국 및 동남아 지역을 대상으로 하여 수출하는 전략도 수립 가능하며, 현재 국내에서 사용되고 있는 건강모니터링 제품의 수입 대체 효과도 발생함. 이를 위해 수입 제품의 판매가격보다 경쟁력있는 가격을 갖출 계획임.
- 본 연구를 통해 개발되는 기술은 축사 환경 관리 및 가축 생체 정보 모니터링 시스템 및 솔루션으로 제품화 되는데, 이는 대가축 대상이외에도 향후 양돈, 계사 등의 축산 농장을 대상으로도 영역을 확대할 수 있음.

- 개별 농가 이외에도 국가 기관, 연구소 등에 통합 시스템으로 판매되어 국내 축산 환경 모니터링이 가능하게 될 것이며, 빅데이터 기반의 데이터들은 향후 다양한 연구분야의 기초자료로도 활용될 수 있음.
- 본 연구는 축산분야의 지속가능한 발전을 위하여 기존의 IT기술을 융합한 웹기반 및 스마트폰 기반의 서비스 시스템을 보다 많은 사용자들이 편하게 활용할 수 있도록 효율화하는 것으로서 국가 및 전세계적 정책 동향과도 부합하고 있음.
- 본 연구를 통해 개발된 기술을 이용한 제품의 정확도를 높이기 위해 협동기관과 지속적인 협업으로 발정 발견율 97%, 사고와 질병으로 인한 도태율을 기존 발생율에서 10% 이상 절감할 수 있도록 제품을 개선할 계획임.
- 사업화된 제품의 마케팅 전략을 위해 설치목장의 실증자료를 지속적으로 확보하여 생산비, 질병과 사고로 인한 도태율, 발정발견율 등의 자료를 이용한 관측 활동을 계획임.

붙임. 참고문헌

1. 장영주. 구제역 발생 현황과 구제역 방역시스템 개선과제, 이슈와 논점, 제170호:1-4, 국회입법조사처, (2010)
2. 최병남, 강혜경, & 성혜정. (2012). 참여형 공간정보 추세와 국가공간정보정책의 대응. 국토정책 Brief, 1-6.
3. Drabek, Thomas E. The evaluation of emergency management. Principles and practice for Local Government, Washing, DC; International city management association, 1991
4. Goodchild, M. F. (2007), "Citizens as sensors: the world of volunteered geography". *GeoJournal* 69 (4): 211 - 221.
- 5 Kim H. J., Choi G. H., Hwang Y. C., Countermeasure to underlying security threats in IoT communication, *Journal of IT Convergence Society for SMB*, Vol. 6, No. 2, pp.37-44, 2016
6. 김민경, 구제역 발생, 어떤 영향이 있을까?, 시선집중 GS&J, wp94gh:1-8, GS&J Institute, 2010
7. Koo J. H., Jung T. W., Lee S. R., A Study on U-Livestock Integrated Service on Ubiquitous Technologies, *J. of livestock housing and environment*. Vol. 18, No. 1, pp.9-18, 2012.
8. 박성현, 최명희, & 오부환. (2016). 국가공간정보 정책변동에 관한 연구. *한국지적정보학회지*, 18(1), 99-112.
9. 위금숙, 백민호, 권건주, 양기근, 한국의 재난현장 대응체계, 대영문화사, 2009
10. 양기근, 재난피해지역의 공동체 회복 전략: AHP 기법을 이용한 우선순위 측정을 중심으로, *사회과학연구*, 37(2):73-96, 2011
11. Sorenson, K.J. Madsen, E.S. Madsen, J.S. Salt, J. Nquindi, and D.K.J. Mackay. 1998. Differentiation of infection from vaccination in foot-and-mouth disease by the detection of antibodies to the non-structural proteins 3D, 3AB and 3ABC in ELISA using antigens expressed in baculovirus. *Arch. Virol.* 143:1461-1476.
12. 김수연, 최만용, 박정학, 신광용, 이의철. 적외선 열화상 카메라용 캘리브레이션 타겟 개발. *Journal of the Korean Society for Nondestructive Testing*, Vol. 34, No. 3: 248-253, 2014.
13. Stewart M., J.R. Webster, G.A. Verkerk, A.L. Schaefer, J.J. Colyn, and K.J. Stafford. Non-invasive measurement of stress in dairy cows using infrared thermography. *Physiology and Behavior* 92(2007) 520-525.
14. Redden K.D. A.D. Kennedy, J.R. Ingalls, and T.L. Gilson. Detection of estrus by radiotelemetric monitoring of vaginal and ear skin temperature and pedometer measurements of activity. *Journal of Dairy Science*, 76(3), 713-721.
15. McManus C, C.B. Tanure, V. Peripolli, L. Siexas, V. Fisher, A.M. Gabbi, and J.B.G. Coata Jr. Infrared thermography in animal production: An overview. *Computers and Electronics in Agriculture*, 123, 10-16.

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 첨단생산기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 첨단생산기술개발사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 열화상카메라 기술을 활용한 ICT융합 대가축 건강모니터링 기술 개발 (영문) Development of an ICT Fusion Monitoring System for Large Domestic Animal Health using Thermo-graphic Camera Technology						
주관연구기관	(주)편한소		주 관 연 구 책 임 자	(소속) (주)편한소 기업부설연구소			
참 여 기 업	건국대학교 산학협력단		총 연 구 기 간	(성명) 서인준			
총연구개발비 (천원)	계	781,000	총 연 구 기 간	2016. 9. 5.~ 2018. 12. 31.(2년 4개월)			
	정부출연 연구개발비	700,000		총 인 원	26명		
	기업부담금	81,600		총 참 여 연구 원 수	내부인원	26명	
	연구기관부담금			외부인원			

○ 연구개발 목표 및 성과

본 연구팀이 선행연구에서 개발한 기술과 현재 상업적으로 운용중인 접촉식 센서를 이용한 동물체온 계측시스템, 축사환경 계측시스템, 원격 진료시스템에 열화상 카메라 및 광각카메라 등의 비접촉식 센서를 이용한 동물 체온 및 행동 모니터링 기술을 통합하여, 대가축 건강 통합 모니터링시스템을 개발함

- 국내최초 열화상카메라를 이용한 대가축 모니터링 개발
- 대가축의 사고, 질병의 도태율을 기존 발생율에서 10% 이상 절감을 목표
- 대가축(한우) 모니터링 성능 향상

○ 연구내용 및 결과

주관연구기관 : 대가축 건강 통합 모니터링시스템 개발 및 상용화

- 1차년도 : 환경 및 체온 데이터 축적용 시스템 구축 및 운용
- 2차년도 : 통합 모니터링 및 서비스 시스템 개발
- 3차년도 : 통합 모니터링 시스템 운용 및 상용화

제1협동연구기관: ICT융합 대가축 건강모니터링 기법 개발

- 1차년도 : 계절 및 건강상태에 따른 대가축(한우) 체부위별 체온 및 행동패턴 분석 및 DB구축
- 2차년도 : 열화상 카메라와 광각카메라를 이용한 체온 및 행동 측정데이터와 실측 DB와의 상관성 분석 및 이상 체온 및 행동 임계치 설정
- 3차년도 : 대가축(한우) 건강모니터링 통합기술 개발

제2협동연구기관: 열화상 카메라와 광각카메라를 이용한 동물 체온 및 행동패턴 분석기술 개발

- 1차년도 : 열화상 카메라를 이용한 동물의 체온측정 모듈 개발
- 2차년도 : 광각카메라를 이용한 동물 행동패턴 분석 모듈 개발
- 3차년도 : 광각카메라 정보와 열화상카메라 정보를 이용한 동물 건강 모니터링 기술개발

열화상카메라를 이용하여 ICT융합 대가축의 건강모니터링 제품 개발 및 상용화
한우 번식우 발정과 건강모니터링 '카우알림이'신제품 개발 및 상용화

- 한우의 체온 및 행동량 데이터를 기반으로 질병 및 발정 임계치 알고리즘 개발
- 축사환경데이터와 동물 체온 및 행동데이터의 상관관계 분석을 위한 측정데이터 관리기술 개발

- 위상학적 표면 분석을 이용한 객체 추적 알고리즘 개발
- 회전 가능한 타원형 모델을 이용한 객체 추적 알고리즘 개발
- 광각 카메라 기반 추적 알고리즘 개발
- 행동 패턴(이동량, 음수 횟수 등) 분석 알고리즘 개발
- 서버 연동형 통합 프레임워크 개발

특허 3건 등록

- 대가축 모니터링 시스템 (등록번호 : 제 10-1866226호)
- 열화상 영상 기반 객체 추적장치 및 방법 (등록번호 : 제 10-1837026호)
- 열화상 영상 기반의 슈퍼픽셀을 활용한 객체추적 장치 및 방법 (등록번호 : 제10-1837027호)

기술실시 2건, 고용창출 2명

5편의 SCI, 2편의 비SCI 논문 게재, 학술발표 7건

○ 연구성과 활용실적 및 계획

본 과제를 통하여 개발된 신제품의 성능 향상 및 부족한 기술을 보완할 계획임

신제품을 국내 농장에 판매될 수 있을 뿐만 아니라, 향후 중국, 미국 등의 시장으로의 수출도 가능할 수 있을 것임

경제, 산업적 측면의 기대성과

- 국가 기관, 연구소 등에 통합 시스템으로 판매되어 국내 축산 환경 모니터링이 가능하고 선도적인 IT 기반 기술과 융합이 가능함

- 축적되는 사전 데이터를 통해 발생할 수 있는 문제를 미연에 방지 할 수 있는 체계적인 시스템을 구축할 수 있음

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호		116056-03	
사업구분	첨단생산기술개발사업				
연구분야				과제구분	단위
사업명	첨단생산기술개발사업				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	열화상카메라 기술을 활용한 ICT융합 대가축 건강모니터링 기술 개발			과제유형	(개발)
연구기관	(주)편한소			연구책임자	서인준
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차연도	2016.9.5.~2016.12.31	100,000	13,600	113,600
	2차연도	2017.1.1.~2017.12.31	300,000	34,000	334,000
	3차연도	2018.1.1.~2018.12.31	300,000	34,000	334,000
	4차연도				
	5차연도				
	계		700,000	81,600	781,600
참여기업					
상대국				상대국연구기관	

※ 총 연구기간이 5차연도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 :

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
(주)편한소 기업부설연구소	소장	서인준

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



I. 연구개발실적

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

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수), 우수, 보통, 미흡, 불량)

- 목장에서 현재 사용하고 있는 기존 생체 인식정보 분석 제품들중 유우의 발정발견율은 약 90% 수준이며, 한우 역시 비슷한 수준
- 기존 제품은 낙농 위주의 제품이나 한우에 사용할 수 있는 제품 개발
- 기존 제품은 대부분 접촉식 방법을 사용하고 있으나 비접촉식으로 개체 정보를 파악하여 발정과 건강 모니터링시스템 개발
- 기존 제품에서의 한계였던 개체의 행동 패턴을 파악하여 스트레스 여부, 건강 이상 여부, 우군에서의 사회성 등을 판단

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수), (우수), 보통, 미흡, 불량)

- 한우 사육 농가에서 발생하는 번식문제와 건강이상의 조기 발견을 통해 수익성 향상
- ICT 융합을 통한 체계적이고 과학적인 가축 사양기술을 통하여 축산업의 효율화를 통한 생산비 절감이 가능
- 기존 제품들은 대부분 수입을 통해서 판매되고 있으나, 이번 과제를 통해 국산화의 기초 기술을 개발할 수 있으며, 추후 수입 대체 효과가 예상됨
- 본 과제를 통하여 개발되는 기술은 국내 농장에 판매될 수 있을 뿐만 아니라, 중국, 미국 등의 시장으로의 수출도 가능할 수 있음

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수), 우수, 보통, 미흡, 불량)

- 영상을 통한 개체 추적 시스템은 가축뿐만 아니라 다른 분야에서 다양하게 이용될 수 있음
- 국가 기관, 연구소 등에 통합시스템으로 활용되어 국내 축산 환경 모니터링이 가능
- ICT 기술과 융합하여 전국의 축산 농가와 국가기관, 수의학 연구기관 등이 연결되는 네트워크 구축, 문제 발생 시 원격 지원 가능
- 축적되는 사전 데이터를 통해 문제를 예방할 수 있는 체계적인 시스템을 구축 가능

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수), 우수, 보통, 미흡, 불량)

- 연구개발을 위한 주관기관, 협동기관의 역할과 업무분장이 잘 이루어져 각 기관에서 수행된 연구들이 각각 모여 하나의 결과를 잘 이루어냄
- 각 기관 연구원들은 연구개발의 수행을 위해 정기적으로 다수가 참석하였고, 이러한 회의에서 기술개발에 필요한 이론과 의견을 활발하게 나누었음.
- 개척되지 않은 분야의 기술을 개발 과정에서 발생된 많은 문제점들을 각 기관의 연구원들이 서로 협심하여 해결함

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (아주우수, **우수**, 보통, 미흡, 불량)

- 지적소유권인 특허 및 기술실시(이전) 건수에 대하여 성과목표를 초과 달성함
- 사업화지표인 제품화와 고용창출의 성과목표를 달성함
- 기술실시 및 제품화 건수는 성과목표를 달성했으나, 금액적인 부분에서 다소 미흡함
- SCI 논문은 성과목표를 달성하였으나, 비SCI 논문을 목표에 미진한 결과를 나타내었음
- 학술발표는 성과목표를 초과하여 달성함

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
환경 및 체온 데이터 시스템 구축 및 운용	10%	80%	축사 환경 데이터 시스템은 구축하였으나 체온의 정확성이 낮아 운용에 어려움이 발생함
계절 및 건강상태에 따른 대가축(한우) 체부위별 체온 및 행동패턴 분석 및 DB구축	10%	100%	4계절과 백신접종 후의 행동패턴을 분석하고 DB를 구축
열화상 카메라를 이용한 동물의 체온측정 모듈 개발	5%	80%	열화상 카메라의 성능과 측정거리에 따른 실제 체온과 측정 체온과의 오차로 인하여 건강상태를 파악하기 어려움
통합 모니터링 및 서비스 시스템 개발 및 상용화	20%	100%	본 연구에서 개발된 기술을 이용하여 통합 모니터링 시스템 구축하였고, 제품을 상용화
열화상 카메라와 광각카메라를 이용한 체온 및 행동 측정데이터와 실측 DB와의 상관성 분석 및 이상 체온 및 행동 임계치 설정	15%	100%	구축된 DB를 바탕으로 발정 탐지 기계학습 모델을 이용하여 한우의 발정시점 임계치 개발
광각카메라를 이용한 동물 행동패턴 분석 모듈 개발	10%	100%	다중 객체 추적 알고리즘 개발 (위상학적 표면기반, 회전 가능한 타원형 모델 기반)
대가축(한우) 건강모니터링 통합기술 개발	15%	100%	서버 연동형 통합 프레임 워크 개발
광각카메라 정보와 열화상카메라 정보를 이용한 동물 건강 모니터링 기술개발	15%	100%	실시간 데모 가능한 통합 시스템 구축 완료
합계	100		

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

- o ICT융복합 기술을 통한 대가축 건강모니터링 시스템을 비접촉식 방법으로 개발함
- o 본 연구를 통해 개발된 기술을 집약하여 신제품을 만들어 사업화를 달성하였으며, 특허등록 3건, SCI 논문 5편, 비SCI 2편, 학술발표 7회 등의 만족할 만한 성과를 이루어냄

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

- o 열화상카메라의 성능과 판매가격이 아직 본 연구에서 개발된 기술을 완벽하게 활용하기에 어려움이 있음

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

- o 본 과제를 통해서 개발된 신제품의 성능을 향상하고 미흡한 기술을 추가로 보완할 계획임
- o 여러 경쟁업체들의 경쟁으로 쉽지 않겠지만, 한우에 특화시켜 신제품 판매를 점차적으로 확산시킬 계획임.
- o 향후 중국, 미국 등의 시장으로의 수출도 가능할 수 있을 것임
- o 국가 기관, 연구소 등에 통합 시스템으로 활용되어 국내 축산 환경 모니터링이 가능하고 선도적인 IT 기반 기술과 융합이 가능함

IV. 보안성 검토

- o 연구책임자의 보안성 검토의견, 연구기관 자체의 보안성 검토결과를 기재함

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

2. 연구기관 자체의 검토결과

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input checked="" type="checkbox"/> 자유응모과제 <input type="checkbox"/> 지정공모과제		분 야	
연구과제명	열화상카메라 기술을 활용한 ICT융합 대가축 건강모니터링 기술 개발			
주관연구기관	(주)편한소		주관연구책임자	서인준
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	700,000천원	81,600천원		781,600천원
연구개발기간	2016. 9. 5 ~ 2018. 12. 31 (28개월)			
주요활용유형	<input checked="" type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타() <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
①대가축(한우) 건강 통합 모니터링시스템 개발 및 상용화	본 연구에서 개발된 기술을 이용하여 통합 모니터링 시스템 구축하였고, 제품을 상용화 함
②ICT융합 대가축(한우) 건강모니터링 기법 개발	한우의 건강상태와 발정개시의 알고리즘을 개발함
③열화상 카메라와 광각카메라를 이용한 동물 체온 및 행동패턴 분석기술 개발	비접촉식 데이터를 이용한 다중 객체 추적 알고리즘 기술을 바탕으로 동물의 행동패턴 분석기술을 개발함

* 결과에 대한 의견 첨부 가능

3. 연구목표 대비 성과

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과				교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용 창출	투자 유치		논문		논문 평균 IF	학술 발표			정책 활용	홍보 전시	
												SCI	비 SCI							
단위	건	건	건	건	백 만원	건	백 만원	백 만원	명	백 만원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치	20	30		5		5							40							
최종목표	2	1		1	20	1	20		2			3	8		3					
연간내 달성실적	3	3		2	6	1	7		2			5	2		7					
달성율(%)	150	300		200	30	100	28		100			180	25		233					

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①특허	대가측 모니터링 시스템
②특허	열화상 영상 기반 객체 추적 장치 및 방법
③특허	열화상 영상 기반의 슈퍼픽셀을 활용한 객체 추적 장치 및 방법
④자체	비접촉식 영상 장치로 측정한 한우 번식우 발정 알고리즘

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개발	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해결	정책 자료	기타
①의 기술		V				V	V			
②의 기술		V				V	V			
③의 기술		V				V	V			
④의 기술		V					V			

* 각 해당란에 v 표시

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	제품을 통한 상용화
②의 기술	제품을 통한 상용화, 타 분야의 행동분석 데이터 수집 활용 가능
③의 기술	제품을 통한 상용화, 타 분야의 행동분석 데이터 수집 활용 가능
④의 기술	제품을 통한 상용화, 가축 건강모니터링 시스템 활용 가능

7. 연구종료 후 성과창출 계획

성과목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용-홍보		기타 (타연구활용등)
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		학술발표			정책활용	홍보전시	
											SCI	비SCI	논문평균IF						
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명				
가중치	20	30		5		5								40					
최종목표	2	1		1	20	1	20		2			3	8	3					
연구기간내 달성실적	3	3		2	6	1	7		2			5	2	7					
연구종료후 성과창출 계획							100					1	1	2					

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술명 ¹⁾	대가축 모니터링 시스템		
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input checked="" type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	2,200천원
이전방식 ²⁾	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input checked="" type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타()		
이전소요기간		실용화예상시기 ³⁾	2018년
기술이전시 선행조건 ⁴⁾			

- 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)