

818054-02

IoT 기술을 이용한 동물 건강관리 시스템 개발

2021

농림축산식품부

농림식품기술기획평가원

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

기술사업화지원사업 2021년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003440-01

IoT 기술을 이용한 동물 건강관리 시스템 개발

2021.04.09.

주관연구기관 / 주식회사 팜프로
협동연구기관 / 축산연구원

농림축산식품부
(전문기관) 농림식품기술기획평가원

<제출문>

제 출 문

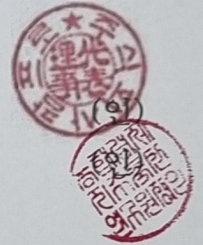
농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “IoT 기술을 이용한 동물건강관리 시스템 개발” (개발기간 : 2018.12.28 ~ 2020.12.27)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2021. 04. 09.

주관연구기관명 : 주식회사 팜프로 (대표자)

협동연구기관명 : 농협경제지주 축산연구원 (대표자)



주관연구책임자 : 김승곤

협동연구책임자 : 황정미

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	818054-02	해 당 단 계 연 구 기 간	2019.12.28.. ~ 2020.12.27	단 계 구 분	2/2
연구사업명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	기술사업화 지원사업			
연구과제명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세부 과제명	IoT 기술을 이용한 동물 건강관리시스템 개발			
연구책임자	김승곤	해당단계 참여연구원 수	총: 7명 내부: 7명 외부: 0명	해당단계 연구개발비	정부: 84,000천원 민간: 84,000천원 계: 168,000천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 13명 내부: 13명 외부: 0명	총 연구개발비	정부: 192,000천원 민간: 192,000천원 계: 384,000천원
연구기관명 및 소속부서명	주식회사 팜프로			참여기업명	농협경제지주 축산연구원
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	
※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음					
연구개발성과의 보안등급 및 사유	보안등급 일반				

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 ·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호	Y	Y	Y	N	Y	Y	N	N	N	N	N

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

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

축산환경의 변화로 기업형 축산농가가 성장하여 가축의 사육 밀집도가 증가함에 따라 가축의 면역력이 떨어져서 질병에 걸릴 위험도가 높아지므로 질병 예방과 더불어 질병에 걸린 가축의 조기 발견이 중요해 짐. 소의 체온을 0.5℃ 수준의 편차 범위 이내에서 측정할 수 있는 귀 부착형 동물모니터링 장치를 이용하여 소의 체온과 활동량 정보를 실시간 수집한 후 분석하여 가축의 발정, 출산, 질병 징후를 감지 할 수 있는 가축건강관리시스템을 개발하고자 함

보고서 면수
p1 ~ p46 (46페이지)

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<p>1) 축산환경의 변화에 따라 기업형 축산농가가 성장하면서 가축의 사육 밀집도가 증가하였고 항생제, 살충제 등의 사용이 늘어남. 이에 따라, 가축의 면역력이 떨어져서 질병에 걸릴 위험도가 높아지므로 질병 예방과 더불어 질병에 걸린 가축의 조기 발견이 중요해 짐</p> <p>2) 소의 체온과 활동량 정보를 실시간 수집한 후 이를 분석하여 발정, 출산, 질병 등의 징후가 감지되면 이를 농장주에게 '실시간 알림'을 전송하여 동물의 건강관리에 활용할 수 있는 시스템에 대한 수요가 높아짐. 이에 발정탐지 위주의 기존 시스템을 대체할 수 있는 시스템의 개발이 필요함</p> <ul style="list-style-type: none"> - 동물모니터링 장치 및 중계기(게이트웨이) 개발 - 서비스 시스템의 응용프로그램 및 Web/App UI 개발 - 건강상태를 감지 할 수 있는 알고리즘 개발 				
<p>연구개발성과</p>	<p>1) 귀 부착형 동물모니터링 장치 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 소의 체온 변화를 0.5℃수준의 측정 범위 이내에서 실시간 측정 ·단말기를 부착하는 소 귀의 위치에 따라 29.5℃ ~ 31℃ 범위에서 체온이 측정되며 개별 소의 체온은 0.5℃ 범위에서 변화되는 것이 측정됨 ·소는 체온을 귀나 호흡을 통하여 유지되므로 귀에서 직접 체온을 측정하면 32℃ ~ 33℃ 범위에서 측정되는데, 귀 부착형 장치를 귀의 혈관 가까운 곳에 장착하면 31℃, 먼 곳에 장착하면 29.5℃ 수준에서 측정됨 - SVM 방식을 이용하여 소의 활동량 증가를 측정 : 발정탐지율 90% 이상 - 단말기 동작 수명 : 약 3년, 3.6V, 1650mA %AA Size 배터리 사용 <p>2) Cloud 서비스 기반 분산형 가축모니터링서비스 시스템 개발 및 구축</p> <ul style="list-style-type: none"> - 약 1만 두 정도의 소를 관리 할 수 있는 초기 서비스시스템 구축 ·Cloud Service 기반으로 구축되어 시스템의 용량 증설이 간편한 구조 ·처리 부하가 많은 서버 또는 Processor 단위로 증설 가능한 분산형 구조 - Push 기반 알림 서비스 개발 ·App이 활성화되어 있지 않은 상태에서도 '알림' 전송 - HTML5 기반 능동형 Web-UI 개발 				
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<p>1) 인공수정 적기 연구</p> <ul style="list-style-type: none"> - 소의 체온과 활동량 변화를 같이 분석하여 소의 인공수정 적기 연구 - 사육 두 수가 증가하여 농장주가 소의 발정시작 시간을 확인하기 어려우므로 발정시작 시간과 지속 여부를 '알림'으로 전송 : 인공수정 수태율 향상 <p>2) 질병 빅 데이터 구축</p> <ul style="list-style-type: none"> - 유사한 품종, 연령, 환경의 소들의 정상 체온 빅 데이터가 구축되면, 질병에 걸린 소를 조기에 발견하는데 활용 할 수 있음 				
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>사물인터넷</p>	<p>동물건강관리</p>	<p>생체신호</p>	<p>사물통신</p>	<p>수태관리</p>
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>IoT</p>	<p>Animal Healthcare</p>	<p>Vital Signal</p>	<p>USN</p>	<p>Impregnation Managing</p>

<본문>

1. 연구개발과제의 개요

1-1. 연구개발 목적

팜프로는 IoT 기술을 이용한 가축의 건강관리 솔루션을 제공함.

축산 환경의 변화에 따라 농가에서 1~2마리 소를 사육하던 환경에서 별도의 축사를 지어 대규모로 소를 사육하는 기업형 축산농가가 성장하고 있음. 축산업은 과거 농사를 짓기 위한 일소로 활용하거나, 고기와 젖을 얻기 위해 소규모로 소를 키우던 환경에서 자동화 설비를 갖춘 기업형 축산산업으로 변하고 있음. 고기와 우유, 유제품의 소비가 증가하면서 소를 사육하는 농가의 수는 줄었지만 사육하는 소의 숫자는 대폭 증가하여 전 세계에서 약 15억 마리의 소를 사육하고 있으며, 한국에는 약 350여만 마리의 소를 사육하고 있음. 이 중 상당수는 인도, 브라질, 미국, 아르헨티나 등과 같은 넓은 지역에서 대규모 방목되어 사육하고 있으나, 젖소와 같이 매일 젖을 짜야 하는 품종이나 한우 등과 같은 고기의 품질을 중요시하는 품종들은 밀집된 축사에서 관리하면서 사육하고 있으며, 인공수정을 통하여 번식되고 있음.



축산업이 기업형 산업으로 변화됨에 따라 농장주가 관리해야 하는 소의 개체 수가 급격하게 증가하면서 소의 건강상태나, 발정/출산징후 확인 등과 같은 축산 경험을 필요로 하는 일의 중요성이 커짐. 축사의 환경관리, 급이/급수, 축사 청소 등의 일은 자동화 설비나 농기계를 이용하여 해결할 수 있지만, 소의 상태확인을 자동화하는 것은 어려움. 특히, 축사 내부의 밀집도가 높아짐에 따라 소의 질병관리도 어려워져서 가축의 질병 여부를 제 때에 발견하지 못하여 축사 내의 다른 가축에게 전염되면, 농가 전체의 가축을 살처분해야 하는 등의 위험에 노출되어 있음.

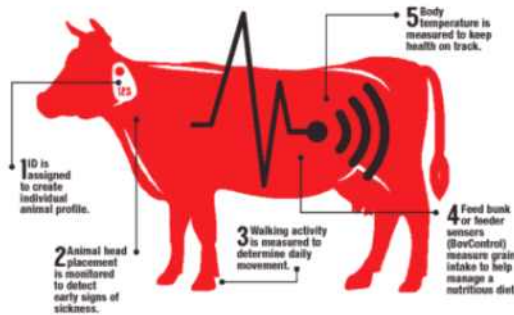
이러한 문제를 해결하기 위한 것이 팜프로의 'IoT 기술을 이용한 동물 건강관리 시스템' 개발임. 팜프로의 IoT 솔루션은 실시간 소의 체온과 움직임을 측정하여 분석한 후 개체별 건강상태, 발정/분만징후 등 주요 정보를 농장주에게 스마트폰 알림 기능으로 제공하는 솔루션을 목표로 하고 있음. 이 솔루션의 개발이 완료되면, 농장주가 축사를 돌아다니며 일일이 각 가축의 상태를 눈으로 확인해야 하는 수고를 줄일 수 있으며, 스마트폰 App에서 손쉽게 자신의 가축의 상태를 확인할 수 있음.

1-2. 연구개발의 필요성

가. 기술적인 측면

(1) 사물인터넷(IoT) 기술은 미래 초연결(Hyperconnectivity) 시대를 위한 기반 기술이며, 특히, 스마트 팜은 미래 혁신성장을 위한 정부의 8대 선도프로젝트 중의 하나임. 초연결이란 IoT, 5G를 기반으로 인공지능(AD)과 같은 새로운 ICT 기술의 기술간 융합이 확산됨에 따라 모든 사물과 인간이 서로 연결되어 새로운 산업과 서비스가 창출되는 것을 일컫는 용어이며, 초연결 시대에 연결되는 글로벌 기기의 수도 2020년 약 400억 개에서, 2030년엔 1,400억 개로 확대될 것으로 예측하고 있음.

(2) 스마트 팜 분야는, 농촌 인구의 고령화와 국내 제조업 감소로 농축산업 경험이 없던 귀농인이 증가함에 따른 농촌 인구구조의 변화에도 불구하고, 차츰 사육규모가 커지고 있는 농축산 산업의 경쟁력을 높이고 생산량을 올릴 수 있는 최적의 방안으로 인식되면서 미래 성장 동력이 아주 큰 ICT 분야로 인식되고 있음. 특히, 축산업의 경우도 축사 환경관리가 축 성장관리, 질병관리를 위하여 다양한 IoT 솔루션들이 도입되고 있으며, 낙농/한우 분야도 생산성을 높여서 보다 많은 우유와 고기를 얻기 위하여 Connected Cow라는 새로운 개념이 대두되어 있음.



< Connected Cow >

(3) 당사의 개발 시스템은 소의 체온과 활동량 정보를 실시간 수집하고 분석함으로써, 소의 발정/출산징후 포착 위주의 용도로 활용되고 있는 기존 경쟁사 솔루션의 한계를 극복하고, 소의 건강관리에 활용할 수 있는 솔루션을 제공함으로써 기업화된 축산 환경에서 효율적으로 많은 수의 가축을 관리할 수 있는 최적의 시스템을 개발하는 것을 목표로 하고 있음.

< 기존 상용화된 솔루션과 그 문제점 >

측정	측정기술	문제점
체온	<ul style="list-style-type: none"> 체내(위) 캡슐 삽입 	<ul style="list-style-type: none"> 삽입이 어렵고, 고정이 어려움 배터리 교체 불가(소 스트레스 과다) 비용 과다
	<ul style="list-style-type: none"> 열화상 카메라 CCTV관찰 	<ul style="list-style-type: none"> 체온 정확도 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 이상 개체 구분 및 움직임 측정 어려움
	<ul style="list-style-type: none"> 패치 	<ul style="list-style-type: none"> 패치가 자주 떨어짐, 외부의 영향을 많이 받음 데이터 정확성 떨어짐
걸음 수	<ul style="list-style-type: none"> 목걸이 발목 장치 	<ul style="list-style-type: none"> 소의 심한 움직임에 의한 파손 및 불량 질퍽한 축사로 인한 오염 및 파손 체온 측정 불가

나. 경제, 산업, 사회적 측면

(1) 가축 질병 대처

국민소득의 증가에 따라 축산물에 대한 수요가 대폭 증가하면서 가축의 사육밀도가 아주 높아짐. 우리나라의 경우 농가 평균 30마리 이상의 소를 사육하고 있으며, 해마다 농가의 수는 줄어들면서 100두 이상의 소를 사육하는 전업농이 증가하고 있음. 우리나라의 소의 가축 사육밀도는 1Km²당 31마리 정도로서, 일본 11.7마리, 미국 9.5마리, 호주 3.5마리에 비해 월등하게 높음. 가축의 사육밀도가 증가함에 따라 가축전염병 확산에 취약해졌고, 전염병 발생시 피해 규모도 커지게 됨. 구제역 등 심각한 가축 질병이 발생하면, 축산농가에 치명적인 타격을 입힐 뿐만 아니라 물가 인상, 이동 통제 등 사회적인 문제까지 야기됨. 이를 해결하기 위해선 방역과 발병 시에 조기 조치하여야 함은 물론, 질병의 발병 초기에 감지할 수 있는 시스템의 개발 및 구축이 필요함.

< 법정 가축전염병 발생 통계 >

조사기간 : 2016-01-01 ~ 2020-12-31		축종 : 소																질병 : 전체	
단위 : 발생두수(농장수)																		출력일자 : 2021-01-05 11:01:37	
연도(월)	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	소계	
2016		1 (1)	7 (2)	115 (4)			60 (8)	27 (6)	664 (76)	259 (49)	243 (20)	666 (65)	345 (42)	481 (58)	951 (122)	592 (65)	179 (88)	4,590 (606)	
2017		3 (3)	116 (4)	41 (3)	1 (1)		86 (10)	31 (5)	337 (49)	195 (20)	365 (57)	712 (85)	511 (77)	501 (65)	702 (124)	739 (104)	224 (65)	4,564 (672)	
2018		1 (1)	24 (6)	2 (1)	2 (2)		54 (7)	55 (4)	776 (68)	140 (29)	142 (34)	635 (55)	412 (63)	634 (75)	863 (122)	625 (116)	152 (57)	4,517 (640)	
2019		3 (1)	2 (2)	18 (3)	1 (1)		10 (4)	2 (1)	719 (66)	131 (28)	368 (40)	854 (58)	460 (49)	715 (75)	927 (128)	715 (99)	107 (46)	5,032 (601)	
2020			41 (4)	20 (1)			18 (4)	26 (5)	426 (40)	50 (10)	163 (17)	490 (43)	373 (38)	847 (126)	451 (85)	610 (43)	91 (47)	3,606 (463)	

(2) 농가 수익증대

1995년 기준 농가당 소의 사육 두 수는 5마리 정도였으나 2017년 이후로는 30두 이상으로 늘어남. 가축을 밀집 사육하면 열악한 성장 환경으로 인한 스트레스 증가로 면역력과 항균력이 저하되고, 이로 인하여 전염병에 취약해짐. 기계화된 축사에서 많은 수의 소를 사육하기 위하여 많은 양의 항생제, 살충제, 소독약을 사용하게 되고, 고기와 우유의 생산량을 높이려고 필요한 기능에 맞게 소의 체형과 습성이 변화시킴. 소의 번식을 인공번식에 의존하게 되면서 발정징후를 포착하여 인공수정 적기를 확인하여 수태율을 높이고, 출산징후를 포착하여 소의 출산 폐사율을 줄이는 것이 중요해짐. 소의 사육 환경 변화에 따라 발정 및 출산징후가 뚜렷하게 나타나지 않는 경우가 많아졌으므로 체온 및 활동량의 변화를 감지하여 징후를 포착한 후, 농장주에게 실시간 알림을 통하여 정보를 제공하는 시스템의 필요성이 커짐.

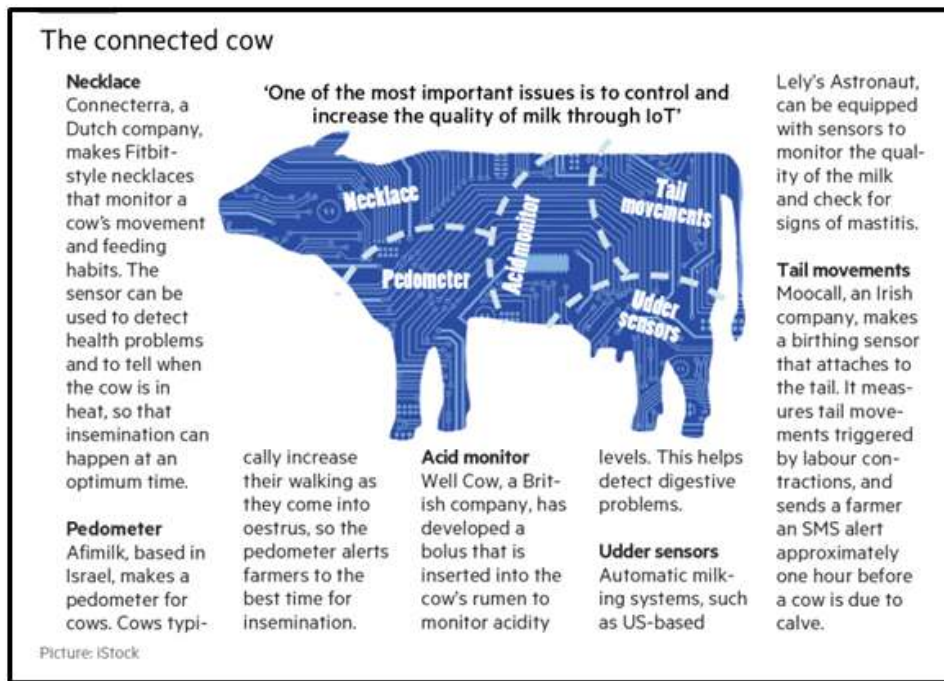
< 사육 규모별 농가 수, 사육 두수 >

시도별	사육규모별	2014 1/4		2015 1/4		2016 1/4		2017 1/4		2018 1/4		2019 1/4		2020 1/4	
		농장수	마리수	농장수	마리수	농장수	마리수	농장수	마리수	농장수	마리수	농장수	마리수	농장수	마리수
전국	합계	127,560	2,951,142	109,236	2,773,590	100,176	2,676,384	96,436	2,733,530	93,286	2,801,374	91,496	2,908,007	89,411	3,037,880
	20 미만	88,611	544,613	73,003	463,861	65,320	421,933	60,985	408,162	57,080	393,453	53,963	382,970	50,158	366,341
	20~50	23,332	733,637	21,169	668,189	20,202	637,931	20,207	639,062	20,278	643,270	20,783	661,836	21,576	689,182
	50~100	10,131	701,699	9,675	673,646	9,285	646,828	9,568	666,019	9,927	688,455	10,398	723,757	10,882	758,700
	100 이상	5,486	971,193	5,389	967,894	5,369	969,692	5,676	1,020,287	6,001	1,076,196	6,352	1,139,444	6,795	1,223,657

다. 축산관련 ICT 산업 환경의 변화

5G LTE 이동통신 환경은 광대역, 대용량 데이터의 실시간 전송을 보장하여 자율주행, 가상현실 등과 같은 새로운 산업을 성장 기반을 제공하고 있으며, 소물인터넷(IoST)과 같은 초저전력, 소용량 데이터의 저속 전송도 보장하고 있음. 사물인터넷(IoT)은 다양한 사물이 연결 가능하다는 것을 전제로 성장하고 있지만 모든 사물이 연결되는데 같은 비용(데이터량, 처리속도, 소모전력 등)이 필요한 것은 아님. 사물(Thing)간 연결에 필요한 비용을 줄여서 사물인터넷을 활성화하자는 취지에서 소물인터넷(IoST, Internet of Small Thing)이 대두되었으며, 모든 사물을 연결할 때 굳이 초고속인터넷이나 고성능 처리장치를 이용할 필요는 없으므로 초저전력으로 동작하는 초소형센서, Micro Processor 등이 꾸준히 개발되어왔고, 이동통신기술에서는 3GPP Release13(2015년)에 LTE망을 활용한 저전력장거리통신(LPWA) 기술표준이 포함되면서 5G 이동통신서비스에서는 광대역 LTE 서비스와 함께 NB-IoT, LTE-Cat.M1 등과 같은 저전력광대역서비스(LPWA)가 기본 상용서비스로 제공되고 있음.

5G는 IoT를 기반으로 농·축산 시설의 온도, 습도, 일조량, 이산화탄소량, 토양 등의 상태를 자동으로 측정, 분석 및 관리할 수 있게 함. 농축산 분야에서 5G는 정밀 농업과 스마트 그린하우스를 혁신시켜 줄 것으로 예상되는데, 정밀 농업은 더 적은 자원을 사용하고 생산 비용을 줄이면서 더 많은 작물을 기르는 방식임. 그리고 스마트 그린하우스는 그린하우스라는 통제된 조건에서 식물을 키울 수 있는 벽과 지붕이 있는 구조물 하에서 최대한 높은 품질과 양의 농산물을 생산해 낼 수 있는 방식임. 5G로 연결된 IoT 환경이라면 모니터링과 제어를 자동화하여 생산성을 혁신적으로 향상시킬 수 있음.



Connected Cow는 웨어러블 센서를 소에게 부착하여 소의 상태를 모니터링 하면서, 소의 출산율 증가와 사망률 감소를 달성할 수 있는 수단을 제공함. 소에 부착된 센서 정보는 LoRa(Long Range Radio), BLE(Bluetooth Low Energy) 5.0 등과 같은 무선 사설망 기술을 활용하거나, 5G LPWA 상용서비스를 활용하여 실시간으로 서버에 수집되어 처리됨.

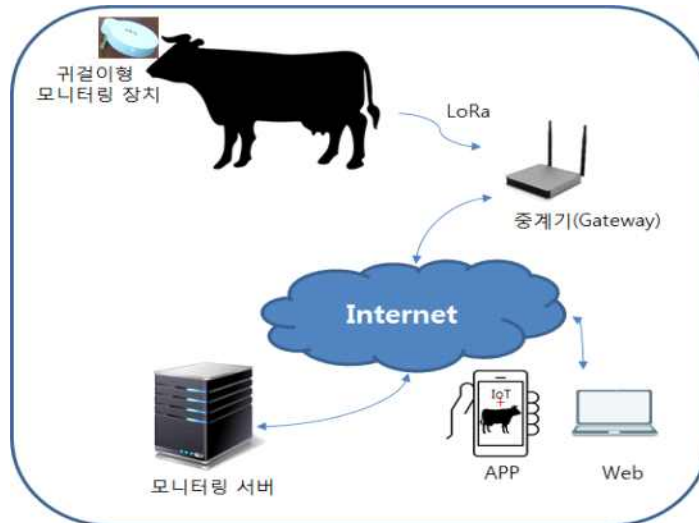
축산 ICT 산업 환경은 기존 축사관리와 같은 환경관리 분야와 착유기, 급이기 등과 같은 자동화설비, 축산기계 분야 뿐 아니라 5G와 IoT 기술을 기반으로 하는 새로운 Connected 산업 분야가 성장하고 있음. 'Global Connected Cow and Farm Market'의 규모는 2016년 1.27B us\$에서 매년 53.2%씩 성장하여 2021년에 10.75B us\$로 성장(출처, Global Information, Inc)할 것으로 예측되고 있음.

1-3. 연구개발 범위

가. 전체 시스템의 구성

- (1) 동물 모니터링 장치, 중계기, 서버 및 Web/App 서비스 화면으로 구성
- (2) 동물모니터링 장치
 - 체온센서, 6축가속도센서, MCU 및 LoRa 통신모듈로 구성.
 - 설정한 주기에 따라 동물의 체온과 걸음걸이를 측정하여 LoRa 통신모듈을 통해 무선통신으로 목장에 설치된 게이트웨이 장치로 전송.
- (3) 중계기(게이트웨이)
 - 동물모니터링 장치로부터 전달받은 정보를 유무선 인터넷망을 통하여 서버로 전송.
- (4) 서버
 - 게이트웨이 장치로부터 수집된 정보를 DB 서버에 저장하고 분석 및 처리.
 - 동물의 건강에 이상이 있다거나 발정시기라고 판단되면 알림(Push) 방식으로 전달.
- (5) Web/App 서비스화면
 - 농장주가 농장내 소들의 이력정보 및 실시간 체온, 활동량 정보를 확인 할 수 있는 서비스 제공.

< 전체 시스템 구성도 >



나. 연구개발의 범위

- (1) 동물모니터링 장치, 중계기 하드웨어 및 펌웨어 개발
 - 센서 정보의 주기적 수집 및 전송(LoRA 통신 프로그램).
 - 동물모니터링 장치의 배터리 소모량 제어.
- (2) 서버 및 Web/App 서비스 응용프로그램 개발
 - 소의 체온 및 활동량 정보 저장 및 분석.
 - 건강상태 이상 징후 및 발정징후 감지 알고리즘 개발.
 - 정보 알림, 검색, 관리 기능 개발.
- (3) 개발된 하드웨어, 소프트웨어 및 알고리즘의 검증 및 평가

2. 연구수행 내용 및 결과

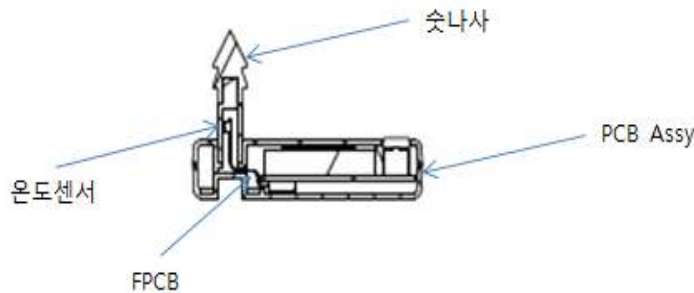
2-1. 연구수행 과정

가. 센서의 선정 및 검증

(1) 센서는 동물모니터링 장치에서 가장 빈번하게 동작되는 모듈이며, 센서를 어떤 주기로 얼마만큼의 시간 동안 동작시키는지 단말기의 동작 수명을 결정.

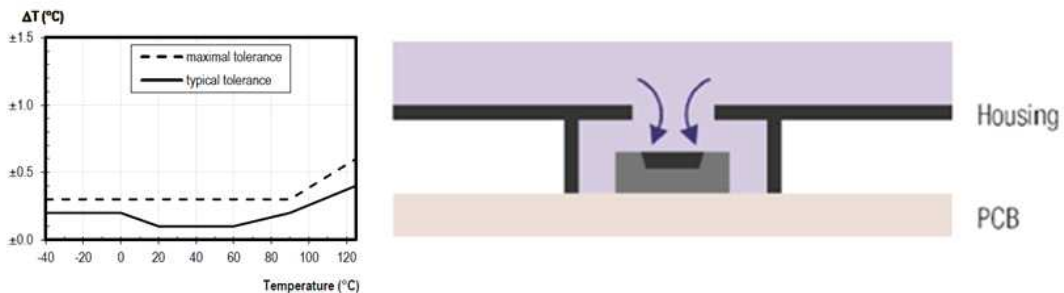
- 동물모니터링 장치의 구조에서 온도센서는 기구물의 밀폐된 Pin(Inserter)에 위치하며, 소 귀의 체온으로 데워진 공기의 온도를 측정하는 방식으로 체온 정보를 수집.
- 활동량 감지는 IMU(관성측정장치) 타입의 3축, 또는, 6축 센서로 측정하는 것을 시험 하였으며, 6축 센서를 사용하면 3축 가속도, 3축 각속도 측정을 통하여 소의 다양한 행동 패턴을 인지 할 수 있는 장점이 있으나 각속도 센서 동작시 전원 소모량이 매우 높아서 3축 가속도 센서만 사용하는 것으로 최종 결정 하였음.

< 동물 모니터링 장치의 구조 >



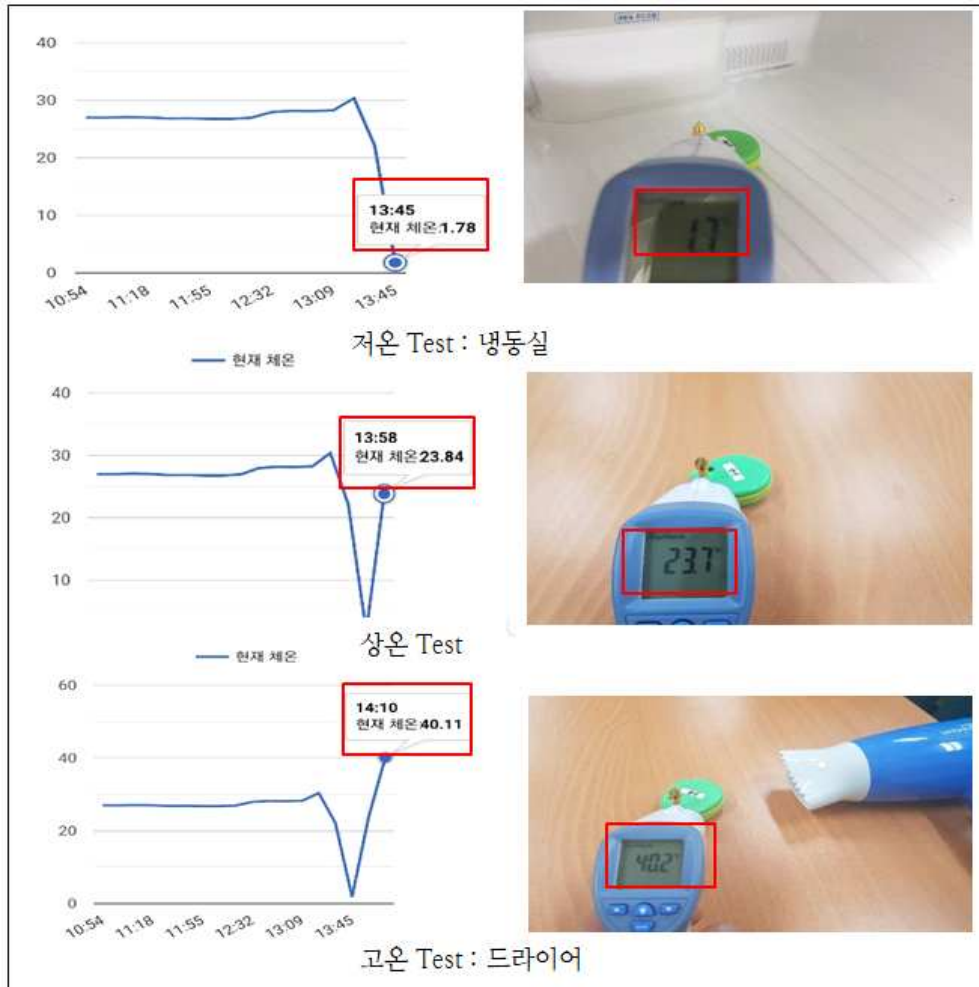
(2) 체온 감지 센서

- SENSIRION사의 STS3x-DIS 온도센서 IC를 사용
 - 2.15V부터 5.5V 범위의 DC에서 동작하며, 최대 1MHz로 운용 가능.
 - 온도 측정의 정확도는 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 이며, Micro Processor와 I2C 방식으로 통신 : 측정하는 온도의 범위에 따라 허용오차(Tolerance)가 다르며, 소 귀에서 측정되는 체온은 $31^{\circ}\text{C} \sim 33^{\circ}\text{C}$ 사이이므로 당 응용에서의 측정 오차는 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 임.



- 온도를 측정하는 Thermal Pad가 온도센서 IC의 상부에 있음.
 - 다른 종류의 온도 센서의 경우 Thermal Pad가 센서 하단에 있어서 PCB 또는, 직접 접촉하는 접촉부를 통하여 온도를 측정하는 방식이나, 당 응용은 온도센서 IC와 금속 Pin 사이에 공기층이 있고, 금속 Pin은 외부와 공기 흐름이 차단되어 있으므로 귀의 체온으로 데워진 공기를 이용하여 IC 상부에서 온도를 측정하는 것이 당 응용에 적합한 방식임.

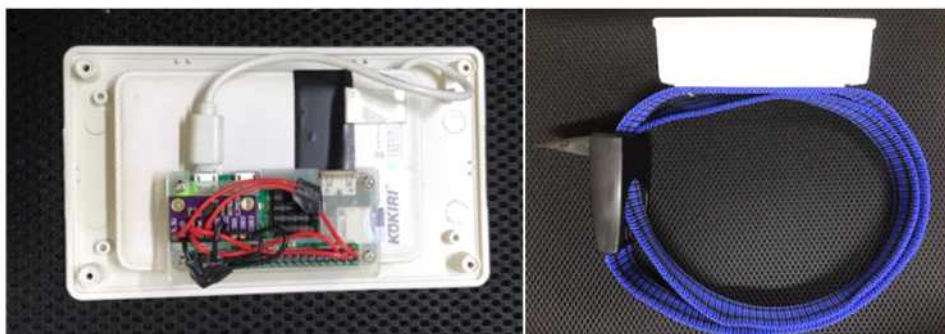
- 금속 Pin 표면에 디지털 온도계를 접촉하고, 인위적으로 금속 Pin의 표면 온도를 변경 하면서 표면 온도의 변화를 공기 온도 변화 측정을 통하여 측정할 수 있는지 검증.



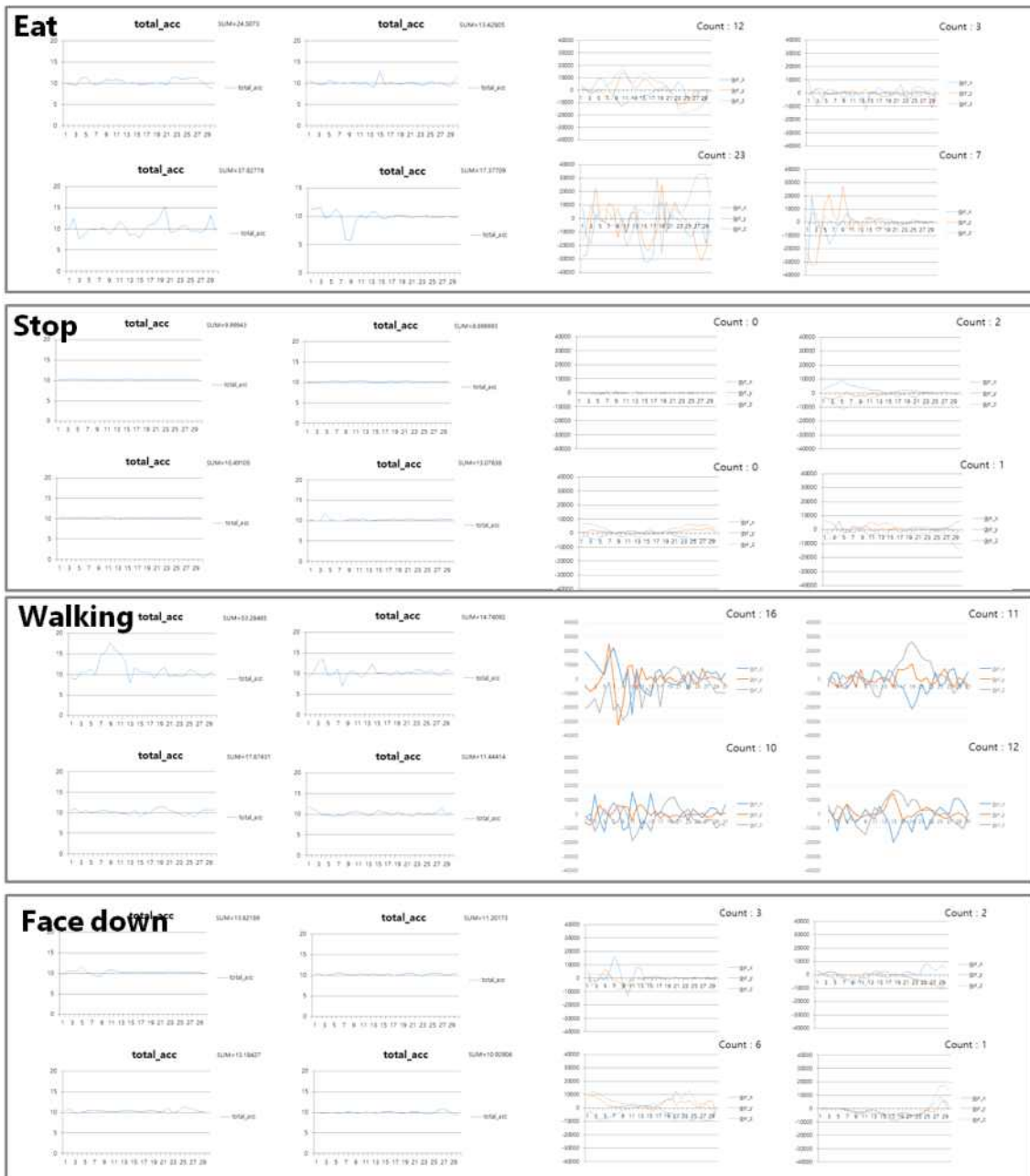
(3) 활동량 감지 센서

- ST사의 LIS2DW12 3D Accelerometer MEMS(Micro-Electro Mechanical Systems) 사용
 - 1.62V부터 3.6V 범위의 DC에서 동작하며, 최대 1.6MHz로 운용 가능.
 - 가속도 측정의 정확도는 $\pm 0.244\text{mg}$ 이며, Micro Processor와 I2C/SPI 방식으로 통신.
- 센서의 종류를 결정하기 위하여 시험용 단말기를 구성하여 IMU 센서로 소의 행동을 인지할 수 있는 가능성을 검증 : 9축 IMU 센서(Bosch BMX-055) 사용.

< IMU 센서 시험용 단말기 >



- 시험을 통하여 수집된 정보를 기반으로 다음과 같은 소의 행동 유형별 패턴을 얻음
- 9축 센서 정보는 각 축 당 2Byte씩의 Hex값으로 표시되므로 전체 센서 정보를 1회 읽으면 18 Byte씩의 정보가 생성됨.
- 본 시스템에서는 LoRA 무선통신기술을 사용하는데, LoRA 통신에서는 한 번에 전송 가능한 정보의 크기가 50Byte 이내이고, 1회 전송시 5초 이상의 시간이 소요됨.
- 따라서, LoRA 무선통신기술을 사용하는 경우 센서의 Raw Data 정보전송은 불가능 : 일정 시간동안 특정 행동을 한 Count한 값, 또는, 활동량의 크기(Vector)값 전송만 가능.
- 9축 센서를 10Hz로 동작시켜, 특정 행동을 하는 동안의 3초간 Vector 값 변화 및 회전 값의 변화를 계산(각속도 크기가 $\pm 10,000$ 이상인 경우를 Count).

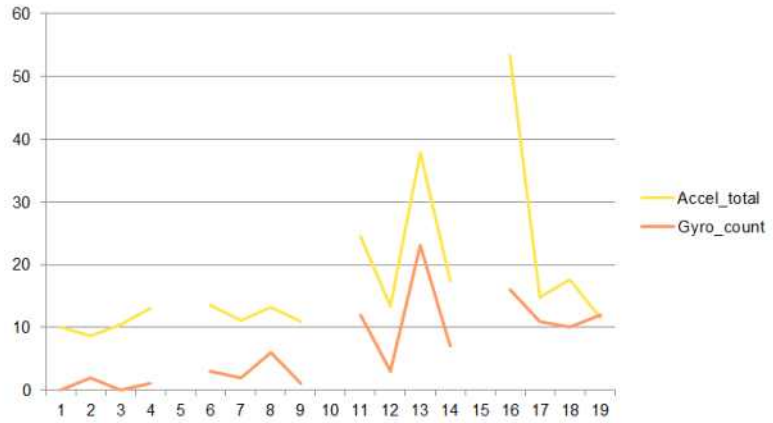


- Vector 값만으로는 소의 행동 패턴 인식은 불가능하나 소가 서서 있거나 머리만 움직이는 행위와 걸거나 먹이를 먹는 행위는 구분할 수 있음.
- IMU 3축 센서로 기울기를 계산할 수 있으므로 기울기 변화로 각속도 크기를 연산하는 것이 가능 : 수집된 정보를 연산하는 시간을 늘리면 3축 가속도 센서만 사용하여 소의 행동 패턴을 인지하는 것도 가능.

- 소가 먹이를 먹는 시간대는 거의 일정하므로 Vector값의 크기 변화로 소의 상태변화를 예측 할 수 있음. 단말기를 소 귀에 부착하므로 배터리 용량에 한계가 있고, 배터리 교체는 불가능하므로 3축 가속도 센서만 사용하는 것으로 결정함.

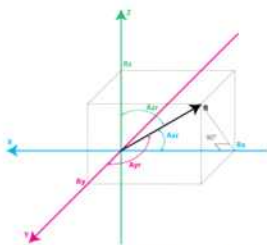
〈 소의 행동 유형별 3초간 활동량의 크기 및 기울기 변화 수 〉

	Accel_total	Gyro_count
Stop_1	9.99943	0
Stop_2	8.696693	2
Stop_3	10.49105	0
Stop_4	13.07638	1
Facedown_1	13.62189	3
Facedown_2	11.20173	2
Facedown_3	13.18427	6
Facedown_4	10.92906	1
Eat_1	24.5073	12
Eat_2	13.42805	3
Eat_3	37.82776	23
Eat_4	17.37709	7
Walking_1	53.28465	16
Walking_2	14.74092	11
Walking_3	17.67431	10
Walking_4	11.44414	2



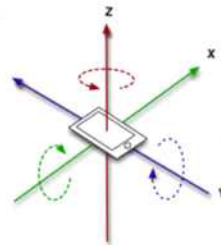
- 소의 활동량을 측정하는 방법으로 SVM(Signal Vector Magnitude) 산출 공식을 활용
 - 사용하는 IMU Type의 3축 가속도센서는 정지된 상태에서는 SVM 값이 9.8(1g, 중력 가속도)로 항상 일정함.
 - 소의 활동량이 증가하여 가속도가 발생하면 9.8을 기준으로 SVM값의 변화가 발생하며 활동량의 크기와 이 변화의 크기(9.8과의 편차)는 정비례함.
 - 6축 센서의 값의 변화를 SVM과 기울기의 변화로 대체할 수 있으며, IMU 센서의 특성 때문에 Yaw값(Z축을 기준으로 회전하는 속도)의 변화는 인식 할 수 없음.

$$SVM = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} = 9.8(\text{정지상태})$$



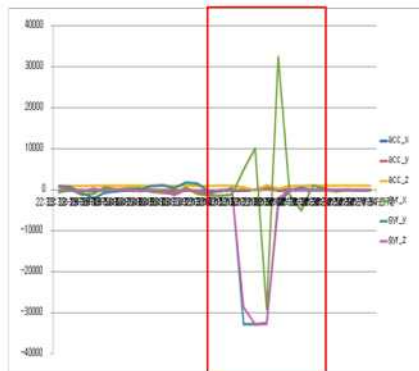
$$\begin{aligned} Axr &= \arccos(Rx/R) \\ Ayr &= \arccos(Ry/R) \\ Azr &= \arccos(Rz/R) \\ R &= 9.8 \end{aligned}$$

〈 정지된 상태에서의 기울기 산출 방식 〉

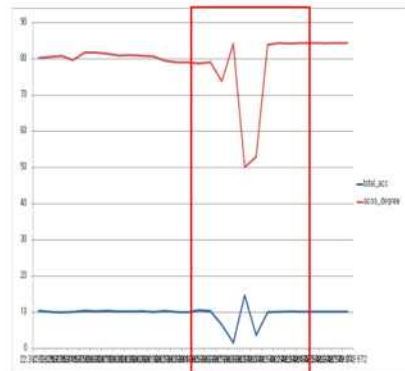


pitch: x축에 대한 회전 (끄덕끄덕)
roll: y축에 대한 회전 (가웃가웃)
yaw: z축에 대한 회전 (도리도리)

〈 정지된 상태에서의 회전 값 산출 〉



〈 가속도와 각속도 값의 변화 〉



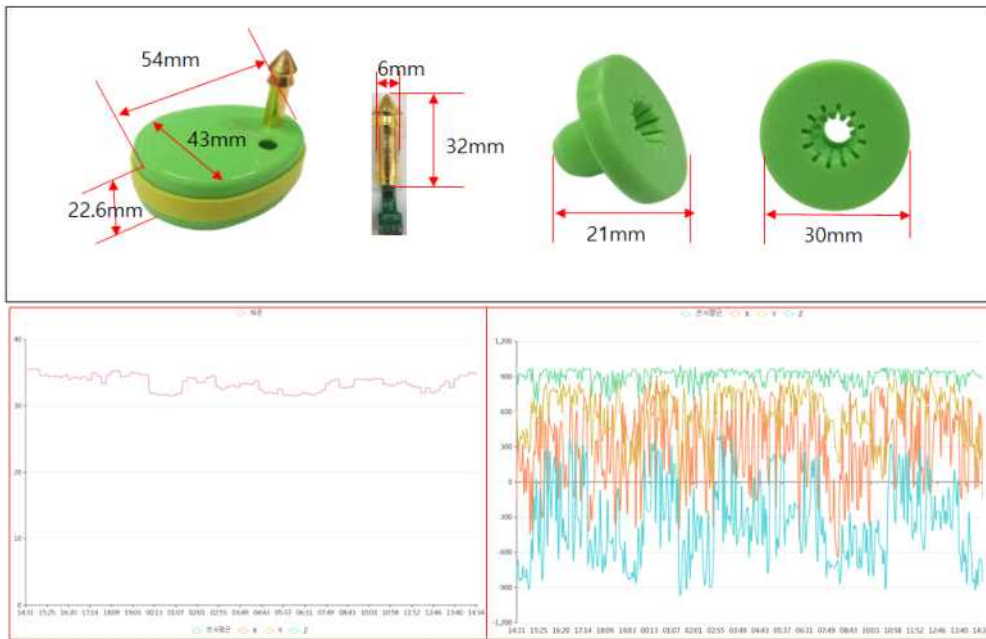
〈 SVM과 기울기의 변화 〉

나. 동물모니터링 장치(Ear-Tag) 개발

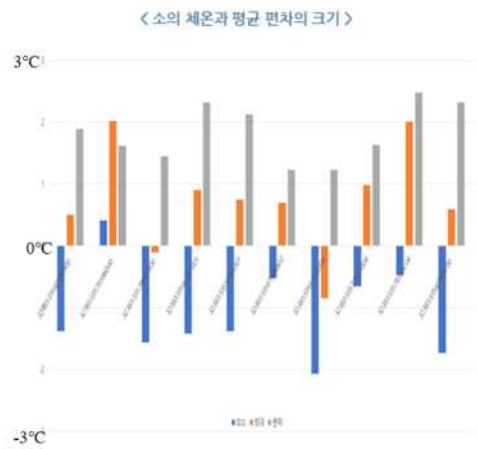
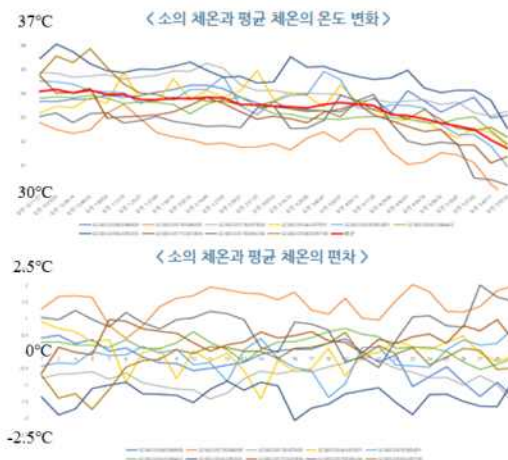
(1) 동물모니터링 장치의 기구개발

- 1차 년도에 개발한 Ear-Tag를 이용하여 온도 및 활동량 정보 수집 시험 진행
 - 안성 등에서 40두 대상으로 2개월 정도 진행.
 - 수집된 Raw Data를 분석한 후 기구의 형태를 보완하여 2차 년도에 수정.
- 1차 년도에 개발한 Ear-Tag의 경우 금속 Pin의 사이즈가 크고, 외부 공기에 노출
 - 소 귀에서 수집된 체온을 분석해 보면 체온 편차가 평균 2°C 정도 발생.
 - 소가 발정에 들어가면 약 0.5°C 체온이 상승하고, 출산에 임박하면 약 1°C 체온이 하락하므로 외부 온도의 영향을 받지 않도록 기구의 보완이 필요.

< 1차년도 사용 Ear-Tag >



- 수집된 체온 정보를 가공하여 농장내 모든 소들의 평균체온과 개별 소의 체온 편차를 계산하여 평상시의 체온의 변화 범위를 산정함.
 - Ear-Tag를 소 귀에 장착하는 위치나 소의 연령, 종류에 따라 측정하는 체온의 범위가 다름. 소의 체온이 상승하면 입이나 귀를 통하여 발열하여 체온을 조정하므로 발정이나 출산 시기가 아니더라도 수시로 체온 상승 / 하강이 발생함.

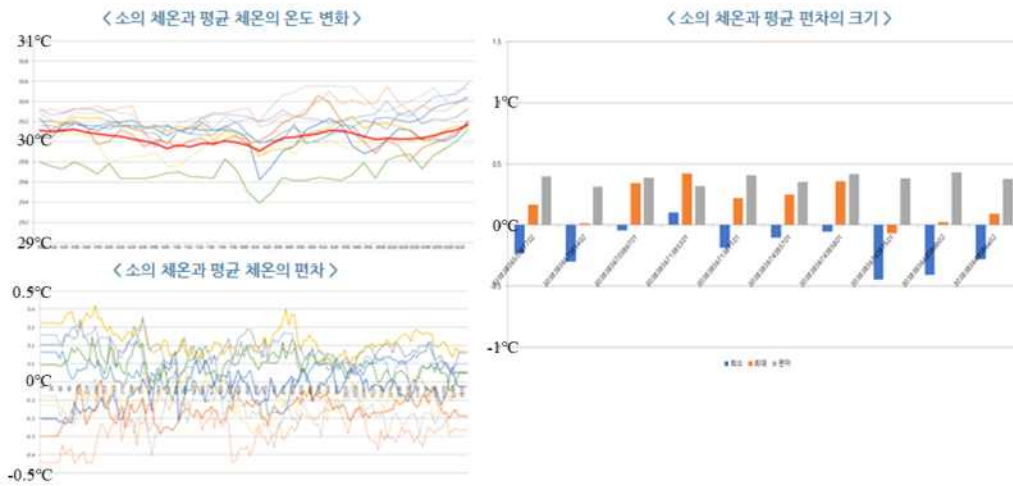
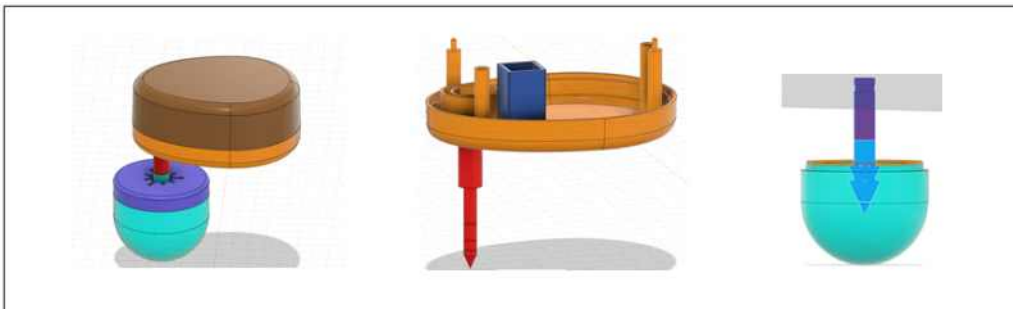


- 축사의 온도 변화에 따라 Ear-Tag에서 측정되는 소의 체온은 전체적으로 상승하거나 하강하게 되며, 금속 Pin이 노출되는 범위가 넓으면 평균 체온의 변화가 커짐.
- 개별 소의 체온 편차가 2°C 정도로 큰 것도 문제이지만 평균 체온의 변화 범위가 3°C 정도 발생하는 것도 문제임.

○ 2차 년도에 기구물 수정하여 측정되는 체온의 편차를 줄임

- Pin의 사이즈를 줄이고, 메인기구와 금속 Pin 사이를 실리콘으로 밀폐.
- 금속 Pin의 노출 부위를 비전도성 사출 기구로 감싸 외부 공기 접촉을 최소화.
- 단말기를 용착 조립 할 수 있도록 기구를 개선.
- 소 귀에서 수집된 체온을 분석해 보면 체온 편차가 평균 0.5°C 이내로 줄어들음.
- 축사 내부 온도의 영향을 받는 소들의 평균 체온의 변화도 0.5°C 이내로 줄어들음.

< 기존 Ear-Tag의 Pin과 Cap 구조를 개선 >

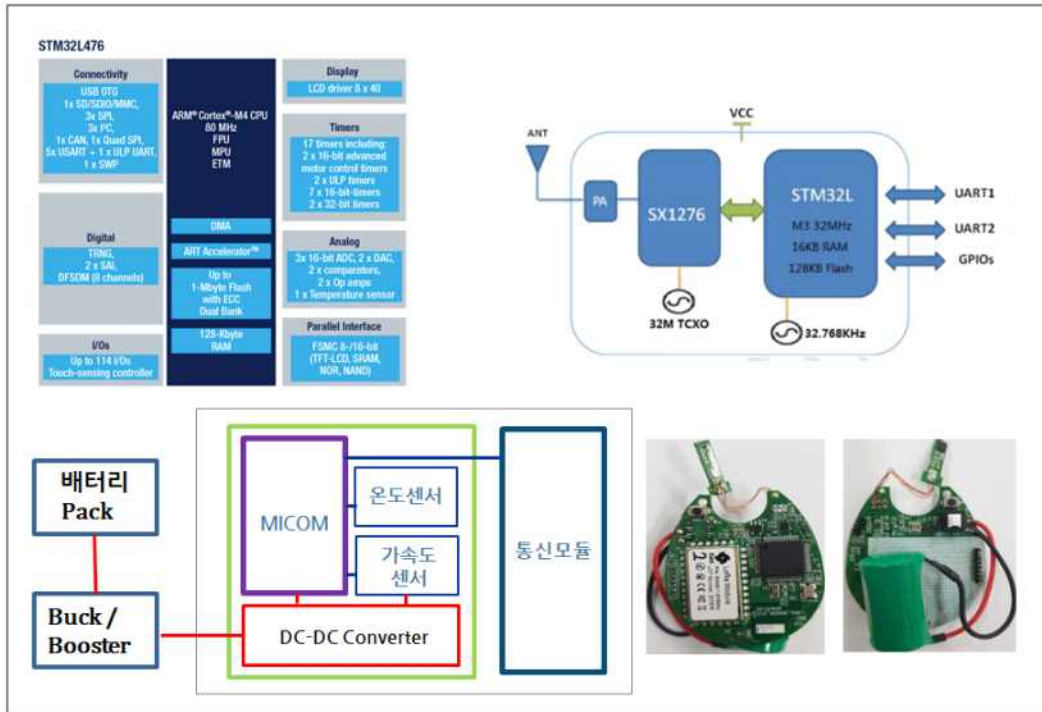


○ 소의 귀에서 직접 체온을 측정하면 32°C ~ 33°C 사이에서 측정된다고 알려져 있으나 금속 Pin 내부의 데워진 공기를 통하여 소의 체온을 측정하면 대부분 29.5°C ~ 31°C 사이에서 측정됨.

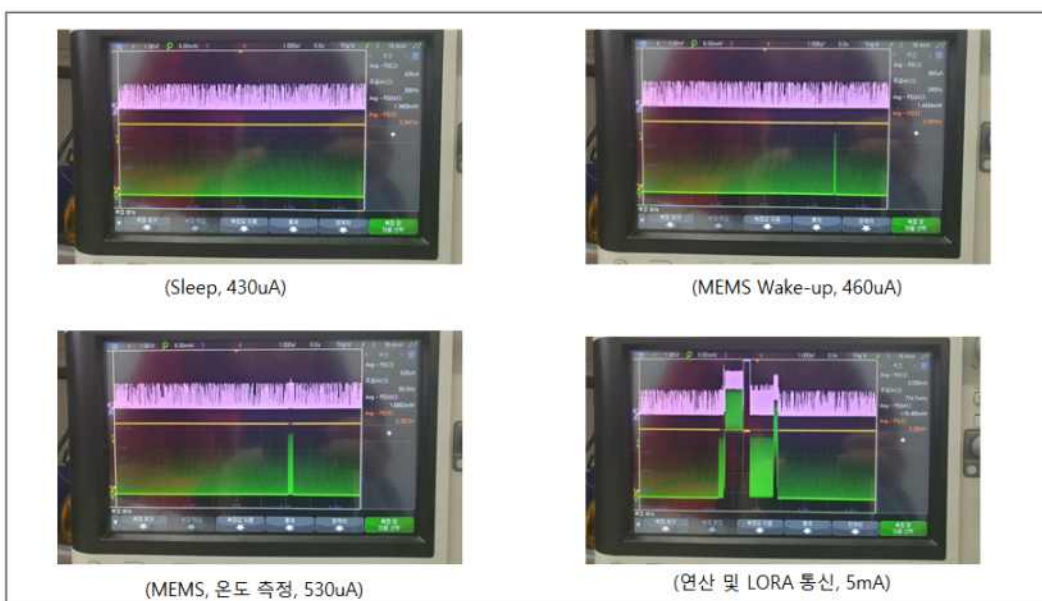
- Ear-Tag를 적정 위치에 장착하지 못하면 체온의 편차는 커짐.
- Ear-Tag의 기구가 비표준이어서 Ear-Tag 장착기의 수정도 같이 이루어짐.

(2) 동물모니터링 장치의 메인보드 개발

- ST사의 STM32L4 Micro Processor와 RAK Wireless사의 RAK811 LoRa 통신모듈 사용
 - STM32L4
 - 1.7V부터 3.6V 범위의 DC에서 동작하며, 최대 80MHz로 운용 가능.
 - ARM 32bit Cortex-M4 기반, 1.25 DMIPS/MHz 성능 : 최대 100DMIPS.
 - RAK811 LoRa 모듈
 - 3.15V부터 3.45V 범위의 DC에서 동작하며, 최대 14dBm TX 출력 제공.
 - Semtec사의 ST1276 LoRa 통신 IC와 STM32L0 Micro Processor 등으로 구성.
 - 3.6V, 1200mA 배터리 사용하며, Buck/Booster를 사용하여 3.3V DC로 동작.
 - 2개의 I2C 인터페이스를 이용하여 온도센서와 가속도 센서 연결.



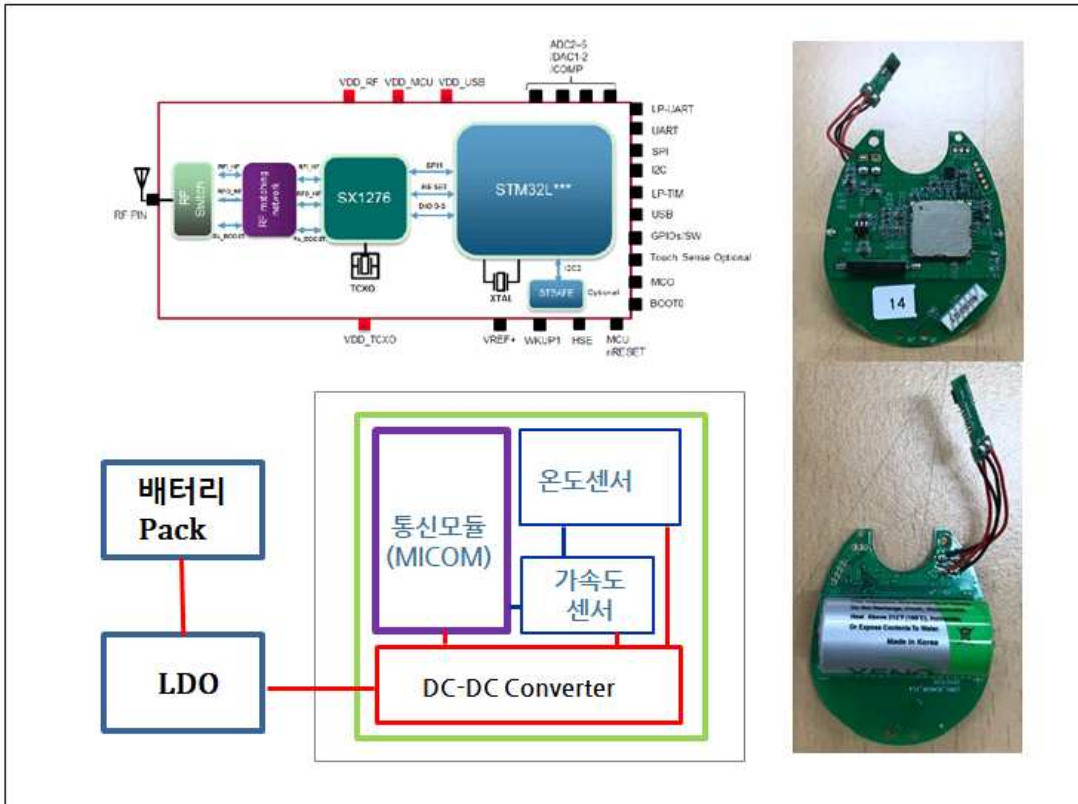
○ 각 동작에서의 배터리 소모량을 측정



- 단말기의 동작 주기에 따라 사용 가능한 시간이 결정되므로 제작된 단말기를 이용하여 소의 체온 및 활동량을 측정하는 시험과는 별도로 배터리 소모량을 시험함.
 - 3.6V 배터리 출력전압을 Buck/Booster를 사용하여 3.3V DC 정압을 제공하면 10초 동안의 평균 배터리 소모량이 Sleep 상태에서는 430uA/h, 가속도센서를 켜진 상태에서는 460uA/h, 활동량과 체온을 측정하는 상태에서는 530uA/h, 연산 및 LoRa 통신을 하는 상태에서는 5mA/h의 배터리를 사용.
 - 10분 주기로 센서값을 측정하여 1시간 간격으로 LoRa 무선통신망으로 전보를 전송하면 시간당 약 0.44mA의 배터리가 소모되어, 1일간 약 10.64mA의 배터리가 소모됨.
 - 1200mA 용량의 배터리 1개를 사용하면, 배터리 1개로는 최대 112일 - 약 3.5개월간 사용이 가능하므로 2년 이상 단말기를 사용하기 위해서는 메인보드 구조와 부품의 변경이 필요.

	1회 소모전력	1회 소모시간	1시간 중 점유시간	1시간 소모전력	1일 소모전력
대기모드	0.429		3540	0.42185	
연산모드	0.528	10	50	0.007333333	
연산&전송	5.058	10	10	0.01405	
합계				0.44	10.64

- Murata사의 TypeABZ LoRa 통신모듈을 사용하여 STM32L4 Micro Processor를 제거
 - 2.2V부터 3.6V 범위의 DC에서 동작하며, 최대 14dBm TX 출력 제공.
 - Semtec사의 ST1276 LoRa 통신 IC와 STM32L0 Micro Processor 등으로 구성.
 - LoRa 모듈 내부의 STM32L0 Micro Processor에 사용자 펌웨어 추가 가능.
 - 3.6V, 1650mA 배터리 사용하며, LDO를 사용하여 3.1V DC로 동작.
 - 1개의 I2C 인터페이스를 이용하여 온도센서와 가속도 센서 연결.

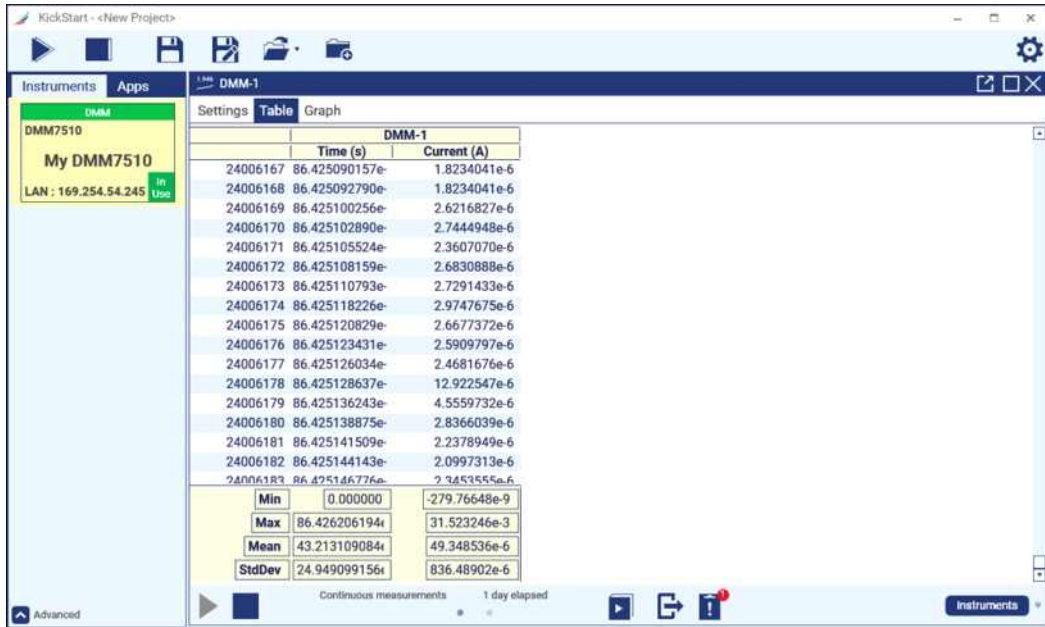


○ 각 동작에서의 배터리 소모량을 측정

- 변경된 단말기의 배터리 소모량이 너무 적어서 기존의 측정 방식의 적용이 어려워서 동작 중 Peak 값만 측정하고 1일 동안 동작시켜 평균 배터리 소모량을 측정.
 - 센서 값이 측정 및 연산되는 수십 ms 동안에는 약 11mA/h 배터리가 소모되고, LoRa 통신이 시작되는 Join Request 동안에는 최대 32mA/h가 소모되며, 데이터가 전송되는 동안에는 20mA/h가 소모됨.



- 1일간 측정 결과 시간당 약 50uA/h의 전원을 소모하며, 변경된 단말기에는 3.6V 1650mA의 배터리가 적용되었으므로 단말기의 기대 수명은 최대 1375일(45개월임)
 - 단말기의 운용 환경에 따라 사용 가능한 배터리 용량이 변경되는데, 약 80%의 배터리 용량을 사용할 수 있다고 가정하여 36개월(3년)간 사용 가능할 것으로 추정



(3) 동물모니터링 장치의 LoRa 무선통신망을 이용한 정보 전송거리 시험 및 검증

○ LoRa TX Power Level에 따른 전송거리 측정

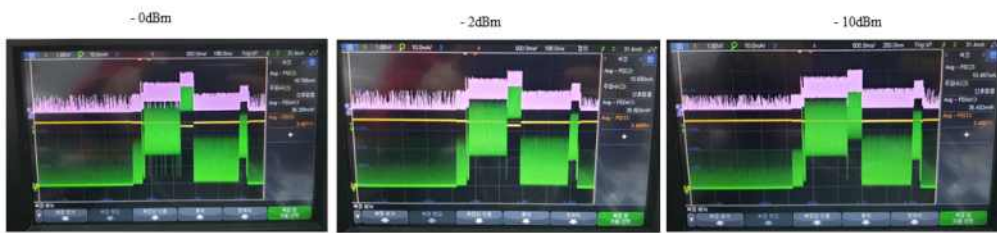
- LoRa TX Power를 10dBm으로 설정하고 -2dBm씩 Level을 낮추면서 전송거리 측정.
- LoRa Gateway 안테나는 3dB 안테나 사용.



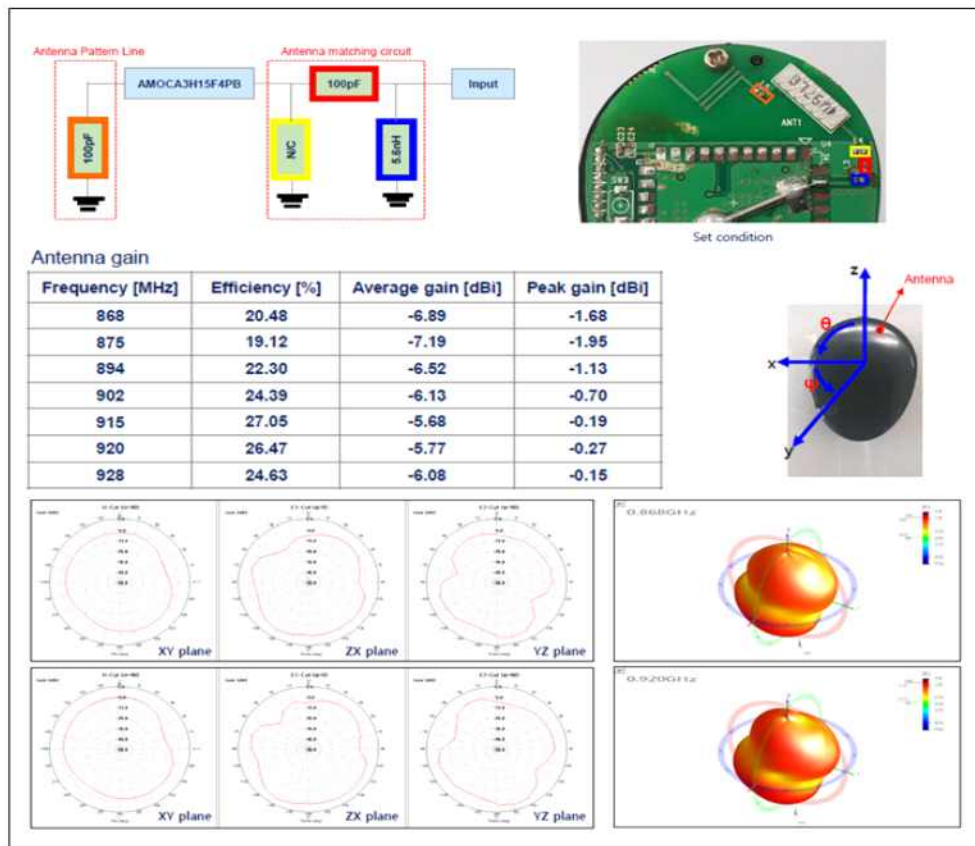
		5606	5A05	6305	7805	7F01	5A01	5905	6008
TX Power Level(TX Power 0dBm 기준)		0dB	-2db	-4dB	-6dB	-8dB	-10dB	-12dB	-14dB
m	80m								
	150m								
	250m	-108	-109	-108	-111	-109	-112	-113	-113
	320m	-111	-111	-113	-113	-111	-112	X	-111
	350m (디지털기술센터 앞)	-117	-118	-117	-111	-120	-120	-120	-120
	450m								
	480m (정산소)	-119	-121	-118	-117	-119	-120	-118	-118
	550m	-118	-118	-120	-121	-120	-119	-121	-121
	625m	-120	-119	-120	-120	-121	X	-120	-120
	720m	X	-119	X	X	X	X	X	X

- 준 도심 환경 또는, 농촌 중심지 환경과 유사하여, 농장의 환경과는 다르지만 TX Power의 크기에 따라 전송거리에 차이가 많이 나는지 여부를 확인.
- 단말기에 내부 공간 제약으로 Chip Antenna를 적용(1dB 이하) 함에 따라 출력 Level에 따른 거리의 변화 및 배터리 소모량의 변화가 거의 없음.

구분	평균 전압	평균 소비전류	평균 소모전력
- 0 dB	3.4877V	10.756mA	36.339mW
- 2 dB	3.4899V	10.500mA	35.563mW
- 4 dB	3.4867V	10.734mA	36.332mW
- 6 dB	3.4873V	10.358mA	35.072mW
- 8 dB	3.4877V	10.327mA	34.982mW
- 10 dB	3.4867V	10.457mA	35.432mW



- LoRa Antenna의 Gain 값을 측정해 보면, 국내 주파수 대역(920Mhz)에서 약 -6dB의 손실이 발생함.
 - PCB Noise를 개선하고 Matching Point의 Inductor와 Capacity를 조정하여 무선 구간 손실을 줄일 수 있으며, 국내 농장의 규모를 감안하면 Chip 안테나를 계속 사용해도 목표 전송거리인 500m 수준 이상을 만족 할 수 있으므로 Chip 안테나 사용을 유지 .



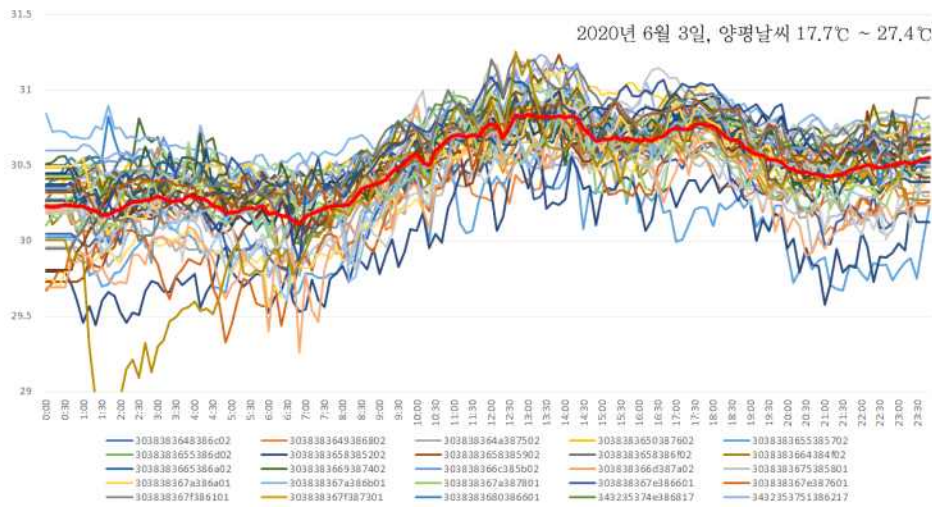
다. 정보의 분석 및 활용

(1) 소의 체온 정보 수집

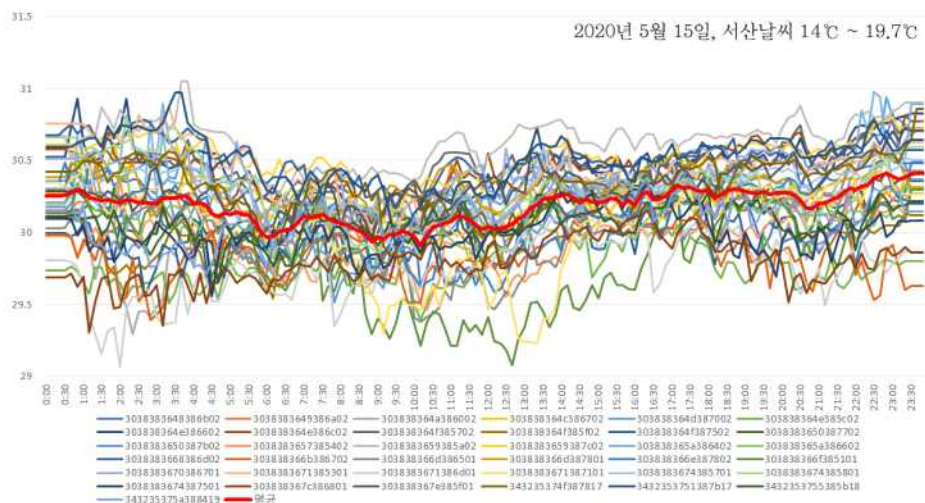
○ 1차 년도에 사용한 기구의 금속 Pin과 Cap의 형태를 변경한 Ear-Tag를 이용하여 약 120마리의 소로부터 체온정보를 수집하여 체온 정보의 편차를 분석

- 2020년 5~6월 사이에 진행 : 연천(갈울농장,15두), 양평(현아농장,46두) 당진(삼화축산,37두), 남원(성진농장,20두).
- 소 귀에 단말기가 부착된 위치 및 소의 종류 및 상태에 개체간의 편차는 있으나 개별 개체에서는 해당 농장 소의 평균 체온과 일정한 편차 값 이내에서 체온이 측정됨을 확인함.
 - 소의 질이나 직장 내부에 단말기를 부착한 것이 아니므로 귀에서 소의 체온을 측정하는 경우 주변 온도의 영향을 일부 받음.
 - 소는 귀나 입을 통하여 체온을 조절하므로 소의 활동량이 증가하여 귀에서 발열이 이루어지면 측정하는 체온 값의 편차가 발생함.
- 농장 소재지의 날씨에 따라 측정된 체온의 범위에 다소 차이가 발생하지만 하루 일교차가 큰 지역은 약 0.5℃, 적은 지역은 0.3℃ 정도의 평균체온의 변화가 발생함 .하루 일교차가 10℃ 정도 발생한 양평의 평균체온 변화가 서산보다 0.2℃ 큼

[동일 농장내 소 체온 정보의 분포, 현아농장]



[동일 농장내 소 체온 정보의 분포, 삼화축산]



- 2020년 8월에 단말기의 금속 Pin 및 Cap의 길이를 변경하여 서산지역 와우농장의 소 10두에 Ear-Tag를 추가 장착함
 - 측정되는 체온이 30 ~ 31° C로 안정적으로 유지됨.



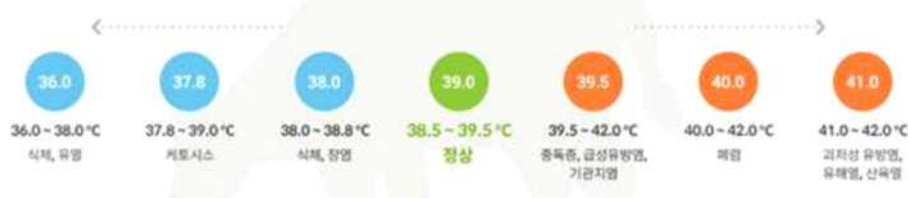
(2) 건강상태 확인 및 발정감지 알고리즘 개발

○ 소의 정상 체온

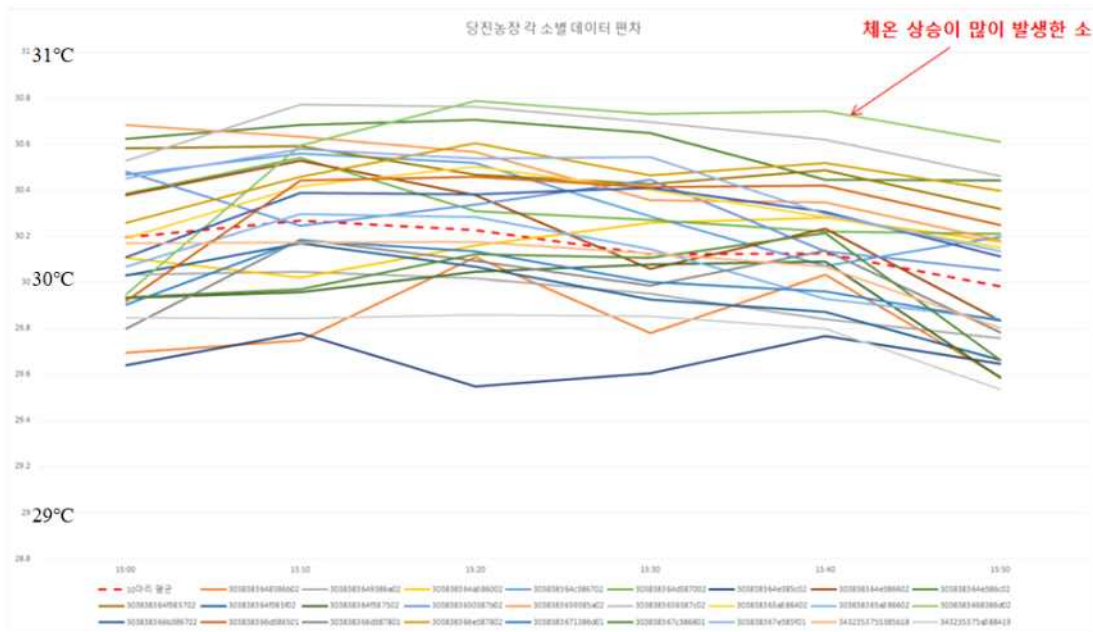
- 소의 정상 체온은 2개월 미만 송아지의 경우 39°C 이며, 일반 소는 38.5°C 이나 체온을 측정하는 위치에 따라 측정값의 편차가 심함.

위치	항문	귀	피부
체온	38°C	32 ~ 33°C	27 ~ 28°C

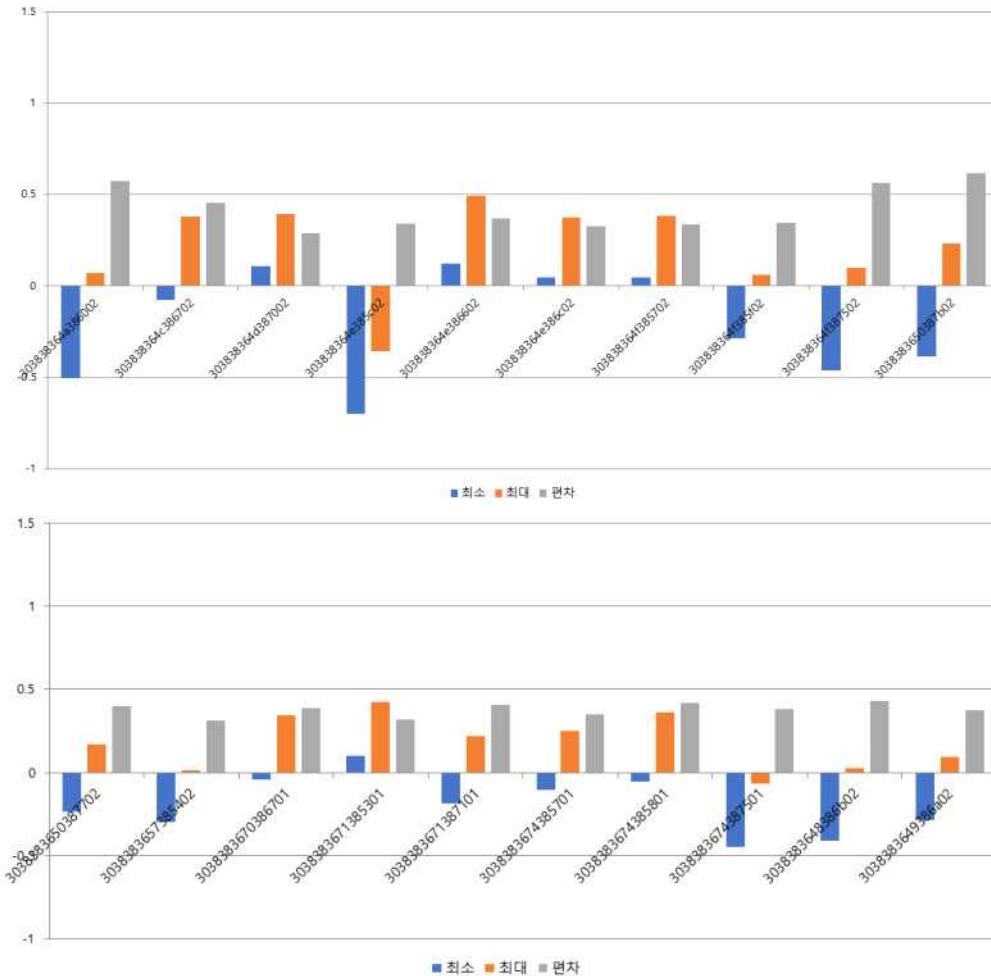
- 소가 질병에 걸린 경우 체온이 상승하거나 하강하므로 체온의 상승 또는, 저하가 오랜 시간동안 지속되면 질병이 걸렸다고 의심할 수 있음



- 소가 발정상태에 있거나 분만시기가 가까워지면 체온이 변화하는데, 발정시에는 0.5°C 이상 체온이 상승하고, 분만이 가까워지면 24시간 이전부터 체온이 하강함.
- 소의 체온을 안정적으로 수집 할 수 있으면, 주변 온도를 반영하여 소의 발정/분만, 질병관리 알고리즘을 개발할 수 있음.
 - 아래의 그래프와 같이 대부분의 소들은 해당 농장 소들의 평균체온을 기준으로 일정 편차를 가지고 체온이 측정되고 있으나 특정한 소의 경우 체온이 갑자기 상승, 또는, 하강하는 경우가 측정됨.
 - 체온의 상승, 또는 하강이 지속되는 시간과 실제 소의 상태를 대조하여 체온의 변화 폭(체온 편차)과 시간을 결정하는 연구를 진행.



[농장내 소의 평균 체온과 개별 소의 체온 편차]



- 개별 소의 체온과 농장 소들의 평균 체온의 편차가 줄어들수록 소의 상태를 결정하는 알고리즘의 정확도가 올라가므로 Ear-Tag의 기구에 대한 연구와 부착 위치에 대한 연구가 지속적으로 이루어져야 함.

(3) 소의 활동량 정보 수집

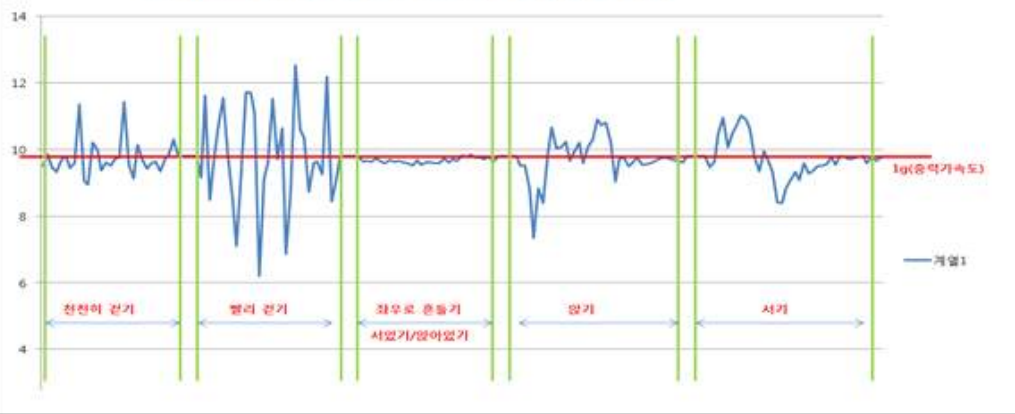
○ 가속도 센서의 Sampling Rate 조정

- 가속도 센서를 동작시키는데 필요한 전원 소모량은 Low-Power Mode에서 5uA이하로 아주 적은 편이나 이 센서 값을 연산하기 위하여 Micro Processor가 동작하는데 짧은 시간이지만 11mA 정도를 소모하므로 Sampling Rate를 적정 수준으로 맞춰야 함.
 - 가속도 센서를 10Hz 정도로만 동작시켜도 활동량의 증가를 쉽게 인지 할 수 있지만 이 경우 센서가 3초 간격으로 연산을 해야 함.
 - 센서를 20초 간격으로 연산하면 단말기 전체의 전원 소모량이 약 15uA/h이므로 3초 간격으로 연산을 하면 센서 동작에만 약 100uA/h의 전원소모량이 발생하여 단말기의 동작 수명은 1년 정도로 줄어듬.
- 센서의 Sampling Rate를 최소화한 상태에서 소의 활동량 증가를 감지 할 수 있는지 확인.
- 특히, 단말기를 소 귀에 부착하므로, 소 귀 또는, 머리의 움직임이 많이 발생하면 활동량 대폭 증가한 것으로 인식 될 수 있어서 부착 위치에 대한 검증을 진행.

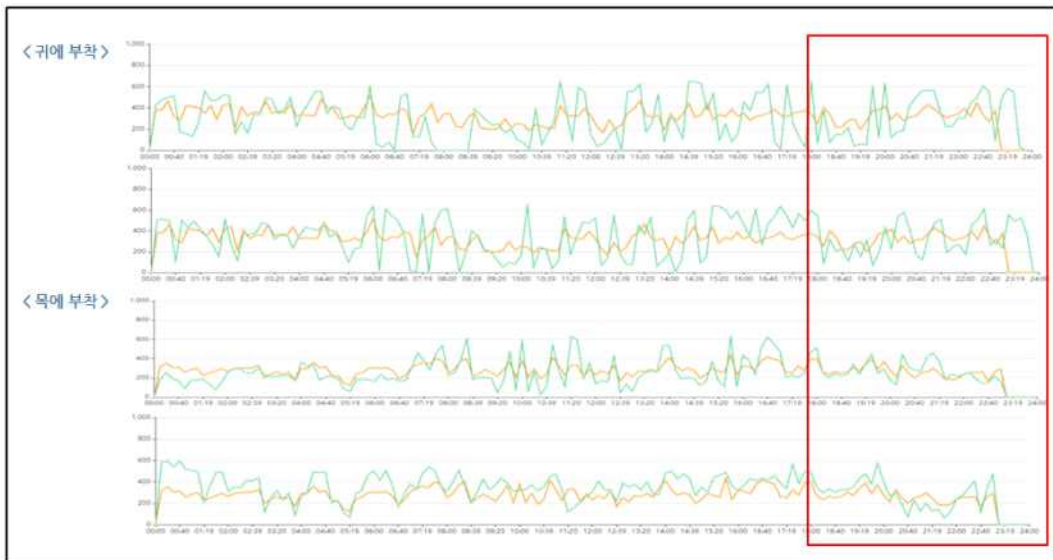
< Sampling 회수 별 전원 소모량 >

Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ. ⁽¹⁾	Max.	Unit
V _{DD}	Supply voltage		1.62	1.8	3.6	V
V _{DD_IO}	I/O pins supply voltage ⁽²⁾		1.62		V _{DD} +0.1	V
I _{DDHR}	Current consumption in High-Performance Mode ⁽³⁾	@ ODR range 12.5 Hz - 1600 Hz, 14-bit		90		μA
I _{DDL}	Current consumption in Low-Power Mode ⁽⁴⁾	ODR 100 Hz		5		μA
		ODR 50 Hz		3		
		ODR 12.5 Hz		1		
		ODR 1.6 Hz		0.38		
I _{DDPD}	Current consumption in power-down			50		nA
V _{IH}	Digital high-level input voltage		0.8*V _{DD_IO}			V
V _{IL}	Digital low-level input voltage				0.2*V _{DD_IO}	V
V _{OH}	Digital high-level output voltage	I _{OH} = 4 mA ⁽⁵⁾	V _{DD_IO} - 0.2 V			V
V _{OL}	Digital low-level output voltage	I _{OL} = 4 mA ⁽⁶⁾			0.2 V	V

< 10Hz의 Sampling 회수로 사람의 운동량을 표시 >

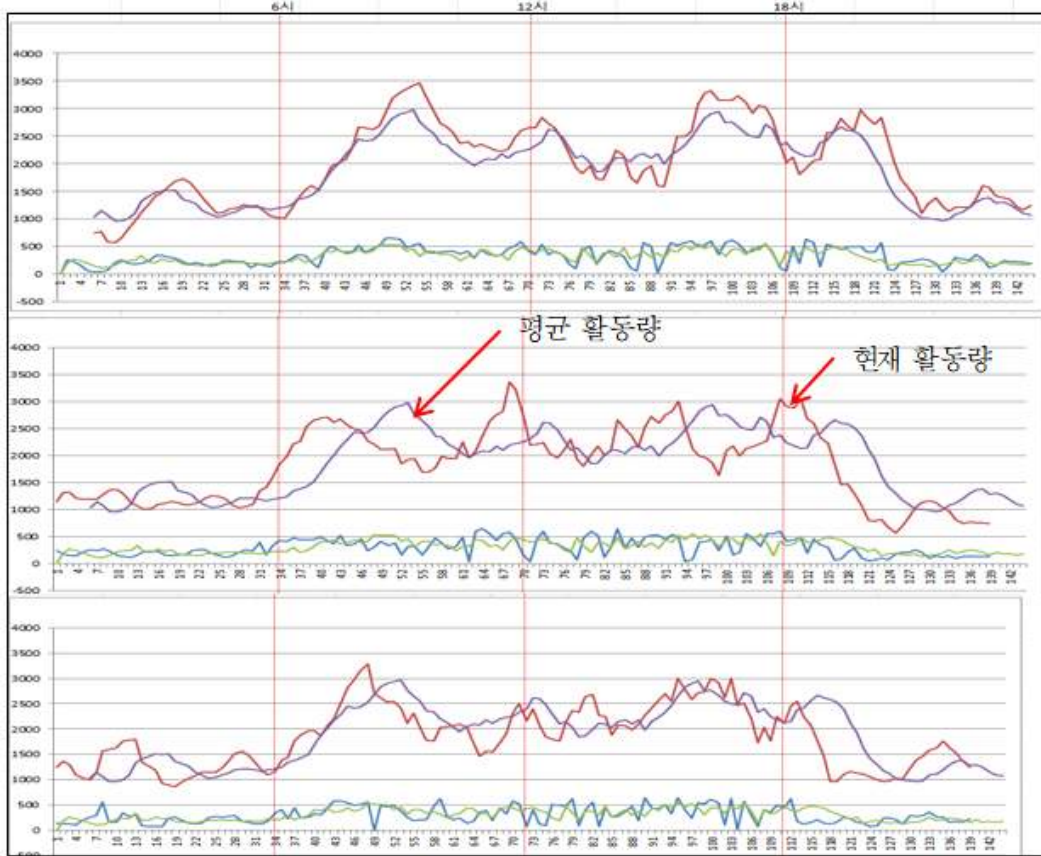


- 단말기를 귀에 부착하면 목에 부착하는 것에 비하여 큰 값의 활동량이 측정되지만 낮 시간에 활동량이 증가하는 것을 인지하는 데에는 문제가 없음.
- 움직임이 적은 야간 시간에도 간혹 큰 값이 나타남.

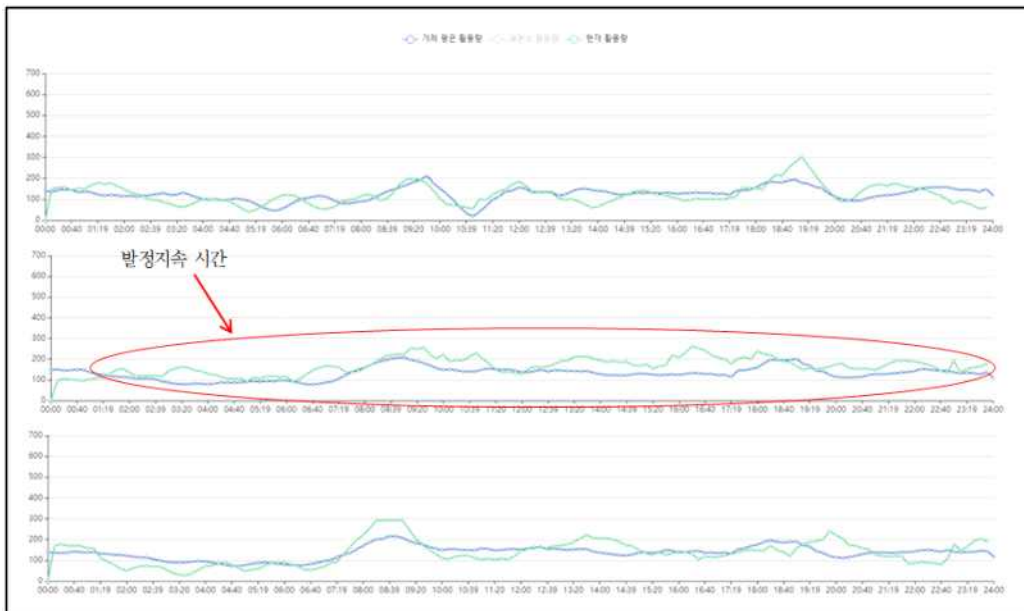


○ 소의 활동량 정보의 활용

- 소는 사육되는 환경이 거의 일정하므로 축사 청소 등의 특별한 일이 없는 한 거의 매일 유사한 패턴의 활동량을 보임.
- 먹이 주는 시간, 축사청소 등에 따라 전체 활동량의 패턴이 좌우로 이동될 수 있음.



- 소의 7일 평균 활동량과 현재 활동량을 비교하여 발정 징후 등을 포착.
- 발정 지속 시간동안에는 꾸준히 평소의 활동량(개체 평균 활동량)보다 활동량이 뚜렷하게 지속적으로 증가함(발정일 및 전후 1일간 활동량).



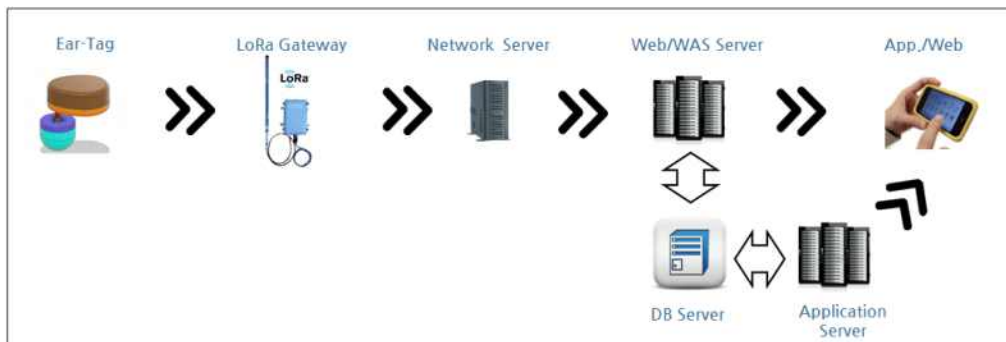
- 농장내 다른 소들의 평균 활동량과 비교해도 평소보다 현재 활동량이 증가하였음을 확인 할 수 있음(발정일 및 전후 1일간 활동량).



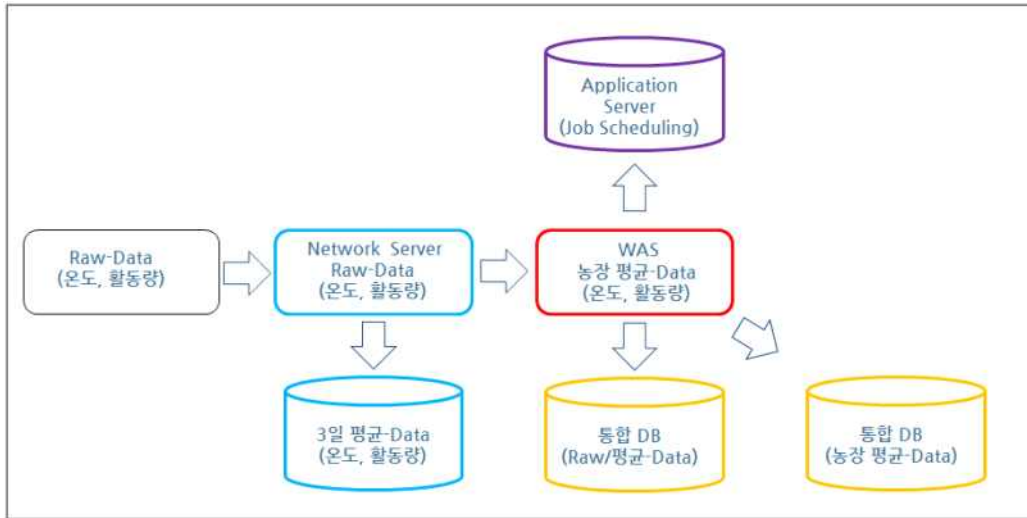
라. 서비스 시스템 구축

(1) 서비스 시스템 초도 구축

- 시범 서비스용 가축모니터링서비스 시스템을 Cloud 서비스 기반으로 구축
 - 귀걸이형 Tag에서 수집된 정보는 LoRa Gateway를 경유하여 LoRa Network Server로 전달됨.
 - N/S에서는 전달받은 실시간 정보와 N/S의 내부 DB를 사용하여 연산한 7일간 평균 정보를 WAS에 전달.
 - WAS(Web Application Server)는 N/S에서 전달받은 소의 실시간 정보와 3일치 평균 정보를 DB 서버에 저장하고, 해당 농장 소들의 평균 정보를 연산하여 DB 서버에 같이 저장.
 - Application Server에서 주기적으로 소의 실시간 정보, 7일간 평균 정보, 농장 소들의 평균 정보를 읽어서 연산한 후 소의 상태를 감지.



- 4개의 4-Core Server로 DB를 분산처리 하도록 설계 : Linux, Maria DB 등의 Freeware 활용.



- 소의 상태가 변화(발정, 질병 등)하면 실시간 메시지로 농장주의 스마트폰으로 전달
 - 농장주는 스마트폰 앱을 활용하여 메시지를 확인 한 후, 해당 소의 체온, 활동량 변화를 조회하거나, Web 서버로 접속하여 상세한 소의 상태를 확인하고, 해당 소와 관련된 여러 정보를 변경 할 수 있음.

농장 현황 (Farm Status)

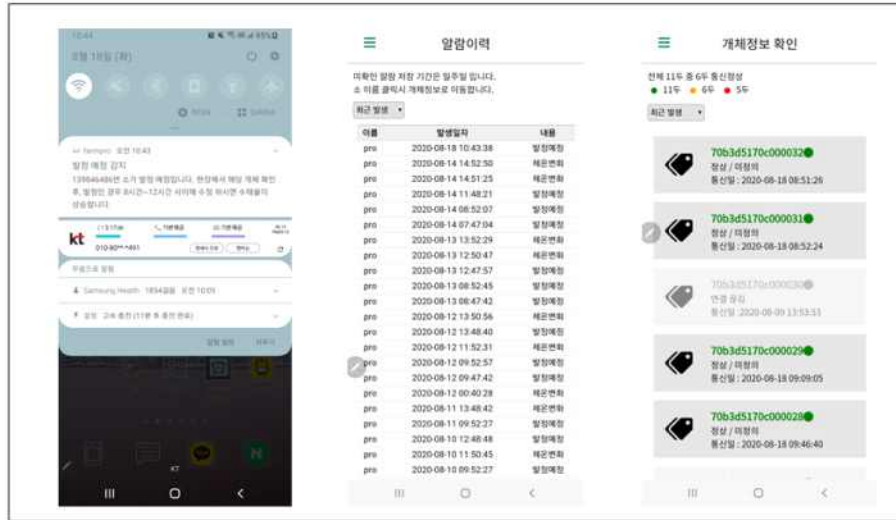
소: 5, 송아지: 7, 염소: 9, 양: 0

월간일정 (Monthly Calendar)

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

개체 관리 현황 (Animal Management Status)

No.	개체명	출생연월일	등록일	입식일자	성	발수번호	식기용신장목	수정/삭제/등록
1	12401-001-0	2021-09-01	2021-09-21	2021-09-01	자웅불분	00000000000000000000	2021-09-01	2021-09-01
2	12401-001-1	2021-09-01	2021-09-21	2021-09-01	자웅불분	00000000000000000000	2021-09-01	2021-09-01
3	12401-001-2	2021-09-01	2021-09-21	2021-09-01	자웅불분	00000000000000000000	2021-09-01	2021-09-01
4	12401-001-3	2021-09-01	2021-09-21	2021-09-01	자웅불분	00000000000000000000	2021-09-01	2021-09-01
5	12401-001-4	2021-09-01	2021-09-21	2021-09-01	자웅불분	00000000000000000000	2021-09-01	2021-09-01
6	12401-001-5	2021-09-01	2021-09-21	2021-09-01	자웅불분	00000000000000000000	2021-09-01	2021-09-01
7	12401-001-6	2021-09-01	2021-09-21	2021-09-01	자웅불분	00000000000000000000	2021-09-01	2021-09-01
8	12401-001-7	2021-09-01	2021-09-21	2021-09-01	자웅불분	00000000000000000000	2021-09-01	2021-09-01
9	12401-001-8	2021-09-01	2021-09-21	2021-09-01	자웅불분	00000000000000000000	2021-09-01	2021-09-01
10	12401-001-9	2021-09-01	2021-09-21	2021-09-01	자웅불분	00000000000000000000	2021-09-01	2021-09-01



(2) 동물용 의료기기 인증 취득 후 시범사업 진행

○ “체내부착형생체신호측정장치”로 의료기기 인증

- 인증 취득 후 인증받은 규격으로 Ear-Tag 약 400개를 초도 생산하여, 전국 10여 개 농장에서 서비스 검증을 진행 중.
- Ear-Tag의 장착 위치 조정, 장착기 개선, 사용자 매뉴얼 제작 등 후속 작업 진행.

○ 현장 의견을 반영하여 Web 및 App 화면 지속 개선

- 발정 및 출산징후 감지 성공률 개선.

마. 연구개발 추진전략·방법 및 추진체계

(1) 기술개발 추진방법 및 전략

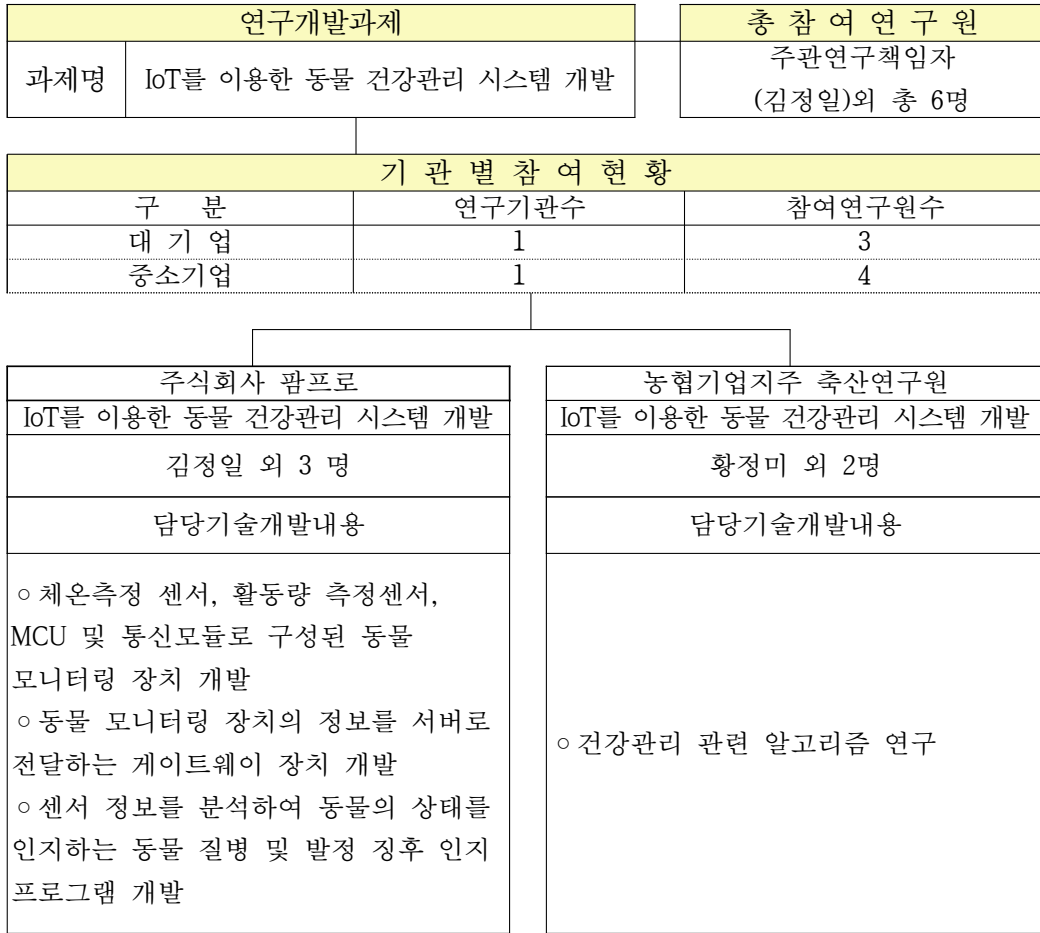
○ 핵심적인 기술개발과 목표지향적인 개발진행을 위하여 주관기관 주도로 프로젝트 기획, 설계 및 관리

- 프로젝트 총괄 기획, 설계 및 일정 관리: 주관기관 개발팀이 담당.
- 시스템 분석 : 주관기관 개발팀이 담당.
- 단말기 및 게이트웨이 하드웨어 및 소프트웨어 개발 : 주관기관 개발팀이 담당.
- 서비스 시스템 구축 및 운용 : 주관기관 개발팀이 담당.
- 동물 모니터링 및 건강관리 관련 알고리즘 연구 : 참여기관 연구원이 담당.

○ 시험 평가

- 각 단위별 시험: 주관기업이 수행.
- 종합시험/현장시험 및 평가 : 참여기관이 주관하여 팀 구성.

○ 연구개발 협력 추진 체계도



(2) 기술개발 추진일정

세부 개발내용	수행기관 (주관참여/수요처/위탁 등)	2019												2020												비고	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
		1. 전체 시스템 분석 및 설계	주관기관																								
2. 동물모니터링장치 H/W 개발	주관기관																										
3. 동물모니터링장치 S/W 개발	주관기관																										
4. 활동량 측정 알고리즘 개발	주관기관																										
5. 서비스시스템 개발	주관기관																										
6. 필드 테스트 및 분석	참여기관																										
7. 발정감지 알고리즘 개발	참여기관																										
3. Web 및 App 개발	주관기관																										
9. 통합 연동시험	주관기관																										

2-2. 연구개발 성과

가. 특허

- (1) 사물인터넷을 이용한 동물의 질병관리 시스템 및 그 운용방법 (10-2160551), 2020.09.22.
 - 동물의 생체신호 변화를 측정하여 질병의 조기발견 및 예방, 발정감지, 암컷의 수정률, 수태율 향상 및 출산시기 예측을 도모하기 위해, 동물의 몸체에 장착되며, 동물의 체온 및 맥박 그리고 걸음걸이를 측정하는 적어도 하나 이상의 디바이스장치. 디바이스장치의 정보를 무선인터넷망을 통해 모니터링 서버로 전송하는 중계기. 중계기를 통해 전송 받은 디바이스장치의 동물 데이터를 분석 및 처리한 후 저장하는 서버가 포함됨.
- (2) 동물의 체온측정장치 (10-2086430), 2020.03.03.
 - 동물의 체온 측정을 위해 모니터링장치는, 배터리와 부품을 내장 설치하는 전면커버와 후면커버의 내부에 구비되며, 데이터를 수집/저장/분석/관리하면서 중계기를 통해 서버에 저장시키는 PCB모듈 및 모니터링장치에 조립 설치되며, 동물의 체온을 실시간 측정하는 고정핀이 포함됨.



나. 공인인증

(1) 한국기계전기전자시험연구소에서 동물 의료기기 인증을 진행하면서 전자파, 방수(IP65) 등에 대한 공인인증을 받음.

시험성적서

성적서 번호: T2020-06030

회사명: ㈜팜링코 연락처: 02-530-1108
 대표자: 박영희
 주소: 서울시 구로구 대치동30길 28 팜링코빌 606, 607호

1. 시료명: 제내부착형생체신호측정장치
 - 규격 및 형식: FarmKingEarTag
 2. 성적서의 용도: 농림축산검역본부 제출용
 3. 접수일자: 2020.05.18
 4. 시험일자: 2020.05.18 ~ 2020.05.06
 5. 시험방법: 참고사항 참조
 6. 시험결과: 적합

시험자: 김윤근 승인자: 남기일 남기일

3. 이 성적서는 30일간만 유효하며, 기밀 및 기밀정보로서 시험한 결과에 대한 복제권, 재판매 권리를 보장하지 않습니다.
 2. 이 성적서는 30일 이상 60일 이하 기간 동안만 유효하며, 기밀 및 기밀정보로서 사용될 수 있으므로 용도 이외의 사용은 인정하지 않습니다.
 1. 이 성적서의 내용은 기밀정보입니다.

2020년 05월 06일

한국기계전기전자시험연구원

www.kctc.or.kr 15889 경기도 군포시 불내대로27번길 22 TEL. 1599-7654

KMP708-05 (Rev.2) Page: 1 of 9

시험결과

성적서 번호: T2020-06030

4. 제품사진






사진1. 귀걸이형태그장치(1) 사진2. 귀걸이형태그장치(2)
 사진3. 귀걸이형태그장치 (3) 사진4. 귀걸이형태그장치(표시사항)

(제품용)





사진5. 노면복합부품 사진6. 공유기 사진7. 용접기 보드

시험결과				시험결과																															
성적서 번호: T2020-06030				성적서 번호: T2020-06030																															
※ 참고사항 1. 관정기호: P - 적합, N - 해당없음, F - 부적합 2. 시험장소: 한국기계전기전자시험연구원 (Korea Testing Certification) 3. 외부성적서 인격: 해당 없음 4. 할: 동물용의료기기 기준규격(농림축산검역본부 고시 제2018-12호) [별표1] 1. 동물용의료기기 안전에 관한 공통기준 4항 5. 제품특성 - 전기적 성격: DC 3.6 V - 전기 충격에 대한 보호형식 및 보호정도에 대한 분류: 내부전원형기기, B형 강격부 - 제조번호[제조번호]: 000023[2020.04.09.] 6. 연결용량 - 제품용 용접기 보드 및 공유기로 무선통신(Wi-Fi)을 이용하여 매 5초마다 측정에서 측정된 온도 및 활동량 정보(raw data)를 PC로의 수신을 확인하여 시험한 결과임.				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>결</th> <th>시험항목 및 기준</th> <th>시험결과</th> <th>판정</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>16.e)</td> <td>6.6 충전부분과 접촉되지 않도록 하기 위한 보호외장용 공구를 사용해서만 분리할 수 있게 되어 있는지, 또는 의장을 열거나 제거했을 때 자동정지에 의해 이물-부품이 충전부가 안 되도록 할 것. (방열막, 배선의 커버, 표시등의 커버, 기구편을 싸는 커버, 플렉시블 모듈, 축전지 수납상자의 커버, 컨트롤러 등은 제외한다.) : 농림축산검역본부 고시 제 2018-12호의 16.6)의 1), 2) 참조</td> <td>공구를 사용해야만 보호외장 분리</td> <td>P</td> </tr> <tr> <td>16.1)</td> <td>6.7 정상 사용 중 사용자가 공구를 사용하여 조절 가능한 시스템 설정용 제어기(Pre-set Controls)의 조절용 계구는 조절에 사용되는 공구가 계구부 내부의 기초결연 또는 충전 부분 또는 보호장치 되지 않거나 기초결연만으로 전원부와 분리되어 있는 부분에 접촉되지 않도록 설계되어 있을 것.</td> <td>조절용 계구 없음</td> <td>N</td> </tr> </tbody> </table>				결	시험항목 및 기준	시험결과	판정	16.e)	6.6 충전부분과 접촉되지 않도록 하기 위한 보호외장용 공구를 사용해서만 분리할 수 있게 되어 있는지, 또는 의장을 열거나 제거했을 때 자동정지에 의해 이물-부품이 충전부가 안 되도록 할 것. (방열막, 배선의 커버, 표시등의 커버, 기구편을 싸는 커버, 플렉시블 모듈, 축전지 수납상자의 커버, 컨트롤러 등은 제외한다.) : 농림축산검역본부 고시 제 2018-12호의 16.6)의 1), 2) 참조	공구를 사용해야만 보호외장 분리	P	16.1)	6.7 정상 사용 중 사용자가 공구를 사용하여 조절 가능한 시스템 설정용 제어기(Pre-set Controls)의 조절용 계구는 조절에 사용되는 공구가 계구부 내부의 기초결연 또는 충전 부분 또는 보호장치 되지 않거나 기초결연만으로 전원부와 분리되어 있는 부분에 접촉되지 않도록 설계되어 있을 것.	조절용 계구 없음	N																
결	시험항목 및 기준	시험결과	판정																																
16.e)	6.6 충전부분과 접촉되지 않도록 하기 위한 보호외장용 공구를 사용해서만 분리할 수 있게 되어 있는지, 또는 의장을 열거나 제거했을 때 자동정지에 의해 이물-부품이 충전부가 안 되도록 할 것. (방열막, 배선의 커버, 표시등의 커버, 기구편을 싸는 커버, 플렉시블 모듈, 축전지 수납상자의 커버, 컨트롤러 등은 제외한다.) : 농림축산검역본부 고시 제 2018-12호의 16.6)의 1), 2) 참조	공구를 사용해야만 보호외장 분리	P																																
16.1)	6.7 정상 사용 중 사용자가 공구를 사용하여 조절 가능한 시스템 설정용 제어기(Pre-set Controls)의 조절용 계구는 조절에 사용되는 공구가 계구부 내부의 기초결연 또는 충전 부분 또는 보호장치 되지 않거나 기초결연만으로 전원부와 분리되어 있는 부분에 접촉되지 않도록 설계되어 있을 것.	조절용 계구 없음	N																																
가. 전기·기계적 안전성에 관한 시험				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td>44.</td> <td>7. 방수 성능</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>7.1</td> <td>납땀 결함으로 발생할 때 고주파 노이즈를 수 있는 수조 내 측정용기를 가진 기기는 다음에 적합할 것.</td> <td>수조 및 액체용기 없음</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>44.2.</td> <td>- 수조나 액체용기에서 흘러나오는 액체로 인해 악영향을 받기 쉬운 전기적 안전을 위한 절연물을 적절히 검사한 안 되고, 또 안전성 위험을 발생하지 않을 것. - 가변형 기기의 경우, 표시나 사용자지시에 의해 제한되어 있지 않은 한 각도 15°까지 기울여도 안전성 위험이 발생하지 않을 것.</td> <td></td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>44.3.</td> <td>7.2 알콜리퀴(유출), 정상 사용될 때 액체를 사용하는 기기는 유출된 액체가 안전성 위험을 발생할 우려가 있는 부분을 적절히 하지 않도록 구성되어 있을 것.</td> <td>액체 사용 없음</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>44.4.</td> <td>7.3 누출 단일고장상태에서 유출될 우려가 있는 액체가 안전성 위험을 발생하지 않도록 구성되어 있을 것 (재충전 가능한 일반형 충전지는 제외함.)</td> <td>유출될 우려가 있는 액체 없음</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>44.5.</td> <td>7.4 습기 작동 가능한 부분을 포함하여 기기는 정상 사용 시 노출되기 쉬운 습기의 영향에 대해 충분히 보호될 것.</td> <td>23 ℃, 93 %</td> <td>P</td> </tr> <tr> <td>44.6.</td> <td>7.5 액체침입 위험을 동반한 물의 침입에 대해 규정한 등급을 초과하지 않게 된 외장형 IEC 620의 분수에 따른 보호를 갖추었을 것.</td> <td style="text-align: center; border: 2px solid red; border-radius: 50%;">IP65</td> <td>P</td> </tr> </tbody> </table>				44.	7. 방수 성능			7.1	납땀 결함으로 발생할 때 고주파 노이즈를 수 있는 수조 내 측정용기를 가진 기기는 다음에 적합할 것.	수조 및 액체용기 없음	N	44.2.	- 수조나 액체용기에서 흘러나오는 액체로 인해 악영향을 받기 쉬운 전기적 안전을 위한 절연물을 적절히 검사한 안 되고, 또 안전성 위험을 발생하지 않을 것. - 가변형 기기의 경우, 표시나 사용자지시에 의해 제한되어 있지 않은 한 각도 15°까지 기울여도 안전성 위험이 발생하지 않을 것.		N	44.3.	7.2 알콜리퀴(유출), 정상 사용될 때 액체를 사용하는 기기는 유출된 액체가 안전성 위험을 발생할 우려가 있는 부분을 적절히 하지 않도록 구성되어 있을 것.	액체 사용 없음	N	44.4.	7.3 누출 단일고장상태에서 유출될 우려가 있는 액체가 안전성 위험을 발생하지 않도록 구성되어 있을 것 (재충전 가능한 일반형 충전지는 제외함.)	유출될 우려가 있는 액체 없음	N	44.5.	7.4 습기 작동 가능한 부분을 포함하여 기기는 정상 사용 시 노출되기 쉬운 습기의 영향에 대해 충분히 보호될 것.	23 ℃, 93 %	P	44.6.	7.5 액체침입 위험을 동반한 물의 침입에 대해 규정한 등급을 초과하지 않게 된 외장형 IEC 620의 분수에 따른 보호를 갖추었을 것.	IP65	P
44.	7. 방수 성능																																		
7.1	납땀 결함으로 발생할 때 고주파 노이즈를 수 있는 수조 내 측정용기를 가진 기기는 다음에 적합할 것.	수조 및 액체용기 없음	N																																
44.2.	- 수조나 액체용기에서 흘러나오는 액체로 인해 악영향을 받기 쉬운 전기적 안전을 위한 절연물을 적절히 검사한 안 되고, 또 안전성 위험을 발생하지 않을 것. - 가변형 기기의 경우, 표시나 사용자지시에 의해 제한되어 있지 않은 한 각도 15°까지 기울여도 안전성 위험이 발생하지 않을 것.		N																																
44.3.	7.2 알콜리퀴(유출), 정상 사용될 때 액체를 사용하는 기기는 유출된 액체가 안전성 위험을 발생할 우려가 있는 부분을 적절히 하지 않도록 구성되어 있을 것.	액체 사용 없음	N																																
44.4.	7.3 누출 단일고장상태에서 유출될 우려가 있는 액체가 안전성 위험을 발생하지 않도록 구성되어 있을 것 (재충전 가능한 일반형 충전지는 제외함.)	유출될 우려가 있는 액체 없음	N																																
44.5.	7.4 습기 작동 가능한 부분을 포함하여 기기는 정상 사용 시 노출되기 쉬운 습기의 영향에 대해 충분히 보호될 것.	23 ℃, 93 %	P																																
44.6.	7.5 액체침입 위험을 동반한 물의 침입에 대해 규정한 등급을 초과하지 않게 된 외장형 IEC 620의 분수에 따른 보호를 갖추었을 것.	IP65	P																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>결</th> <th>시험항목 및 기준</th> <th>시험결과</th> <th>판정</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3.</td> <td>○ 일반요구사항</td> <td></td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>3.1</td> <td>기기는 제조업자의 취급설명서에 따라 수송, 보관, 설치, 정상적인 사용 그리고 보수하였을 때, 정상상태 및 단일고장상태에서 당연히 예측되는 안전성 위험을 발생하지 않을 것.</td> <td></td> <td>P</td> </tr> <tr> <td>19.</td> <td>1. 누설전류</td> <td></td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>19.3</td> <td>기기의 연속누설전류 및 한축속경전류는 농림축산검역본부 고시 제 2018-12호의 19.3에서 규정한 허용기준 이하일 것.</td> <td>[표1] 참조</td> <td>P</td> </tr> <tr> <td>20 및 57.10</td> <td>2. 내전압(절연거리)</td> <td></td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>20.3</td> <td>2.1 내전압 기기는 해당 절연부분에 농림축산검역본부 고시 제 2018-12호의 20.3에서 규정한 시험전압을 1분간 인가하여도 충분히 견딜 것.</td> <td>[표2] 참조</td> <td>P</td> </tr> <tr> <td>57.10</td> <td>2.2 절연거리 연연거리 및 공간거리는 농림축산검역본부 고시 제 2018-12호의 57.10에서 규정한 최소거리 이상일 것.</td> <td>[표3] 참조</td> <td>P</td> </tr> </tbody> </table>				결	시험항목 및 기준	시험결과	판정	3.	○ 일반요구사항		-	3.1	기기는 제조업자의 취급설명서에 따라 수송, 보관, 설치, 정상적인 사용 그리고 보수하였을 때, 정상상태 및 단일고장상태에서 당연히 예측되는 안전성 위험을 발생하지 않을 것.		P	19.	1. 누설전류		-	19.3	기기의 연속누설전류 및 한축속경전류는 농림축산검역본부 고시 제 2018-12호의 19.3에서 규정한 허용기준 이하일 것.	[표1] 참조	P	20 및 57.10	2. 내전압(절연거리)		-	20.3	2.1 내전압 기기는 해당 절연부분에 농림축산검역본부 고시 제 2018-12호의 20.3에서 규정한 시험전압을 1분간 인가하여도 충분히 견딜 것.	[표2] 참조	P	57.10	2.2 절연거리 연연거리 및 공간거리는 농림축산검역본부 고시 제 2018-12호의 57.10에서 규정한 최소거리 이상일 것.	[표3] 참조	P
결	시험항목 및 기준	시험결과	판정																																
3.	○ 일반요구사항		-																																
3.1	기기는 제조업자의 취급설명서에 따라 수송, 보관, 설치, 정상적인 사용 그리고 보수하였을 때, 정상상태 및 단일고장상태에서 당연히 예측되는 안전성 위험을 발생하지 않을 것.		P																																
19.	1. 누설전류		-																																
19.3	기기의 연속누설전류 및 한축속경전류는 농림축산검역본부 고시 제 2018-12호의 19.3에서 규정한 허용기준 이하일 것.	[표1] 참조	P																																
20 및 57.10	2. 내전압(절연거리)		-																																
20.3	2.1 내전압 기기는 해당 절연부분에 농림축산검역본부 고시 제 2018-12호의 20.3에서 규정한 시험전압을 1분간 인가하여도 충분히 견딜 것.	[표2] 참조	P																																
57.10	2.2 절연거리 연연거리 및 공간거리는 농림축산검역본부 고시 제 2018-12호의 57.10에서 규정한 최소거리 이상일 것.	[표3] 참조	P																																

2-3. 연구결과

가. 기술적 성과

(1) 동물용 의료기기 인증을 받은 동물모니터링 장치 개발 완료 : 한국기계전기전자시험 연구소, 시험성적서 번호 T2020-06030

○ 특성

- 정확도
 - 온도센서 : 0.1℃
 - 가속도센서 : 0.244mg @ ±2g Mode
- LoRa 통신거리 : 500m 이상
- 배터리 소모량 : 평균 50uA, 단말기 수명 약 3년
- 단말기 사이즈 : 41 x 51 x 22 mm

(2) LoRa 게이트웨이(중계기) 개발

- LoRa 게이트웨이 개발은 1차년도 개발 완료 하였으나 상용화(KC인증)는 계속 진행
 - 축산 농가의 경우 전원상태가 불안정하여 정전이나 고압 등에 대한 대책이 필요.
 - 농가 위치에 따라 인터넷 구성이 어려워서 시범 사업기간 동안에는 LTE 모뎀을 이용.
 - 보조배터리와 LTE 모뎀을 통합 구성하는 중계기 개발에 대한 수요가 있음.
 - 이에 따라, 2021년 상반기 중에 추가 개발을 통하여 상용화 진행 예정.

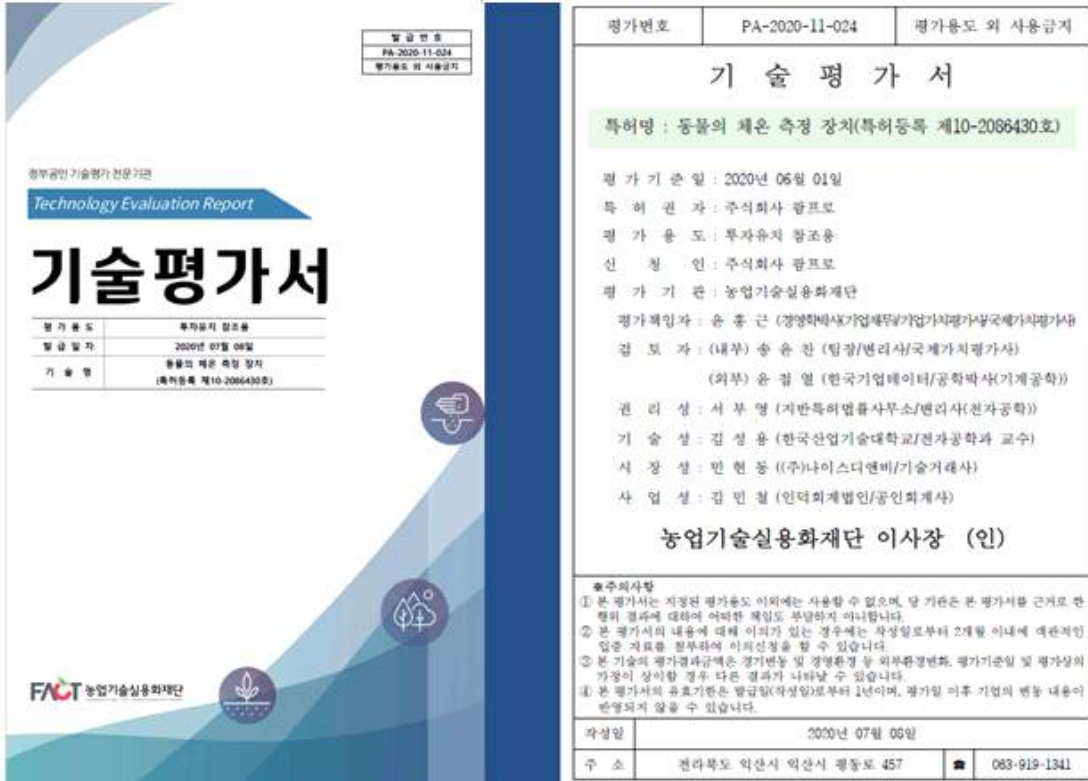


나. 기술에 대한 평가

(1) 농업실용화재단에서 기술평가 진행


○ 특허 10-208630에 대한 평가

- 평가대상 기술 및 기술제품에 대한 특허 권리성, 기술성, 시장성 및 사업성 등 종합적인 분석결과를 토대로 본 기술의 가치를 산정.
- 사업가치는 2020년 6월부터 2029년 5월까지 매출액이 발생하는 것으로 가정
 - 순현금흐름액(순현금유입액)은 14,499백만원으로 추정.
 - 할인율 17.09%를 적용하여 현재가치화 할 경우 사업가치는 4,597백만원.
- 사업가치 창출에 공헌한 기술기여도로 측정한 기술가치는 1,782백만원으로 산출.



○ 제품 경쟁력

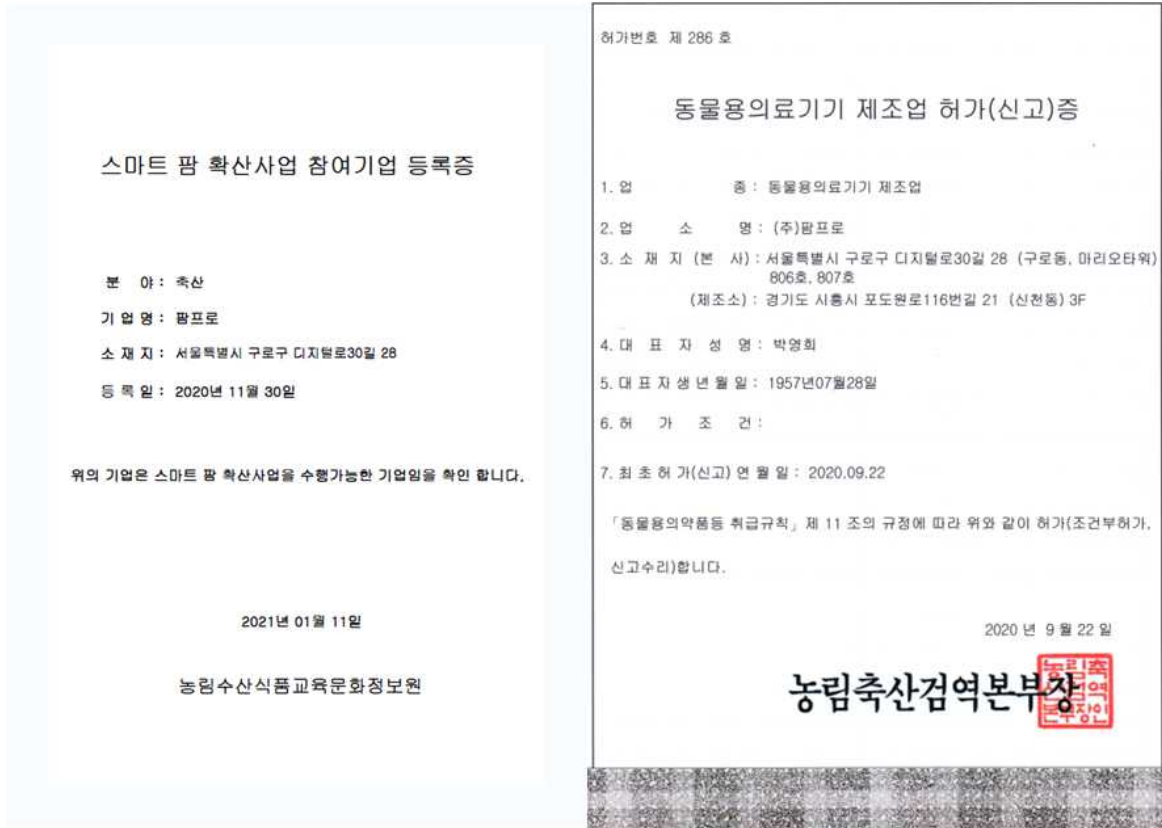
- 소의 체온을 측정하는 제품은 소의 목이나 발에 채우는 제품, 소의 위에 삽입하는 제품이 있으며, 체온 측정에 비접촉식 IR 온도센서 또는, 접촉식 체온 센서를 사용하여 체온을 측정함으로써 체온의 영향 및 외부 온도의 영향으로 체온의 정확도가 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 이상으로 정확한 체온의 측정이 어려움.
- Ear-Tag는 귀를 관통하는 부분에 온도센서를 장착하여 정확한 체온 측정이 가능
- 경쟁사 제품의 가격은 약 200,000~280,000원 수준이며, 개발 제품은 80,000원으로 판매 예정이므로 가격 경쟁력이 높음.

구분	(주)유라이크 코리아	SCR Dairy	우양코퍼레이션	Mocall	평가대상 업체
주요생산 제품					
(제품명)	LiveCare	SENSEHUB	Wtag	Mocall Heat	FARMPRO
품질 경쟁력	위 내부의 박테리아 물의 영향으로 체온 측정 오차가 큼.	귀걸이 형(부착형) 제품으로 소의 털이나 외부 온도의 영향으로 오차 발생	소의 움직임에 따른 파손 및 외부 환경의 영향으로 인한 오차 발생	소의 움직임에 따른 파손 및 외부 환경의 영향으로 인한 오차 발생	가축의 체온 및 움직임까지 측정함으로써 오차가 적음 초저전력 기술 적용으로 장기간 사용가능.
가격 경쟁력	200,000원	200,000원	280,000원	2,000,000원	80,000원

다. 사업화 성과

(1) 사업화 준비

- 동물용 의료기기 제조업 허가를 득하였으며, 스마트 팜 확산사업 참여기업 등록 완료



(2) 사업화 계획 및 매출실적

- 사업종료일인 2020년 12월말 기준, 시범사업을 위하여 초기 양산을 진행하여 단말기를 유·무상으로 보급. 본 양산을 위한 양산 준비기간이 통상 6개월 정도 소요되므로 상용화 완료 및 사업 활성화 시점은 2021년 7월경으로 예측됨.

항 목	세부 항목	성 과			
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	0.5			
	소요예산(백만원)	1,000			
	예상 매출규모 (억원)	현재까지	3년후	5년후	
		1.37	400	1,150	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후	5년후
		국내	0.4%	31.3%	36.8%
국외		0	1.5%	3.1%	
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획	방목하는 가축들의 위치를 추적하는 제품을 개발 계획			
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)	현재	3년후	5년후	
	수입대체(내수)	0	100	150	
	수 출	0	300	1,000	

○ 스마트 팜 시장규모

- 세계 스마트 팜 시장 전망 결과, 2022년 시장규모는 약 4,080억 달러로 2016년 2022년까지 연평균 약 16.4% 정도 지속성장 할 것으로 예측됨.

(단위: 십억 달러, %)

연도	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	CAGR
세계시장	196	221	250	283	320	362	408	16.4

* 출처: 중소기업전략로드맵

- 국내 스마트 팜 시장은 2017년 4조 4,493억원에서 연평균 5% 성장하여 2022년에는 5조 9,588억원 규모에 이를 것으로 전망.

(단위: 억 원, %)

연도	2017	2018	2019	2020	2021	2022	CAGR
국내시장	44,493	47,474	50,655	54,048	56,750	59,588	5.0

* 출처: 중소기업전략로드맵

- 축산 관련 국내 스마트 팜 시장규모는 2022년 1조 318억원 규모에 이를 것으로 전망되어 전체 스마트 팜 시장에서 차지하는 비중은 약 17%임.
 - 이에 따라 축산 관련 세계 스마트 팜 시장규모도 약 694억 달러로 추정함.
 - 축산 관련 스마트 팜 시장은 양돈, 양계, 낙농/한우로 다시 구분되므로 낙농/한우 관련 시장은 전체 축산 시장의 30% 규모로 추정하고, 발정탐지 관련 시장은 낙농/한우 시장의 10% 수준으로 추정.

구분	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	
전업농가수(호)	26,777	27,638	27,638	27,638	27,638	27,638	
도입율 (%)	시장수요	2.9%	4.1%	11.7%	21.9%	37.1%	54.8%
	정책목표	2.9%	4.1%	7.8%	11.4%	15.7%	20.8%
	연구결과	2.9%	4.1%	9.7%	16.6%	26.4%	37.8%
도입 농가수 (호)	시장수요	775	1,127	3,232	6,040	10,250	15,159
	정책목표	775	1,127	2,150	3,150	4,350	5,750
	연구결과	775	1,127	2,691	4,595	7,300	10,455
총비용 (억원)	시장수요	933	1,837	5,527	12,124	25,612	46,790
	정책목표	933	1,837	3,516	5,505	8,138	11,500
	연구결과	933	1,837	4,475	8,502	15,608	25,926
연간 시장규모 (억원)	시장수요		904	3,690	6,597	13,488	21,178
	정책목표		904	1,679	1,989	2,632	3,362
	연구결과		904	2,639	4,026	7,106	10,318

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

3-1. 목표

가. 최종목표

- 체온측정 센서, 활동량 센서, MCU 및 통신모듈로 구성된 동물모니터링 장치 개발
- 동물모니터링 장치로부터 신호를 전송받아 서버로 보내는 중계장치 개발
- 동물의 체온 및 활동량 정보를 서버에 수집하여, 규칙기반 인공지능 기법을 이용하여 질병 예측, 발정 및 수정시기 예측 등을 판단하는 서비스 시스템 개발
- 궁극적으로, 동물 폐사율 감소, 수태율 향상 및 질병 조기발견을 위한 IoT 동물건강 관리시스템 제품 개발



나. 세부 목표

[1차년도]

- 주요 기능(또는 규격)
 - 동물모니터링 장치
 - MCU: 32bit ARM Cortex M0
 - 무선모듈: 주파수 920MHz ISM대역 LoRa 통신모듈
 - 접촉식 온도센서 : STS30 (정확도 : +/- 0.1도)
 - 6축가속도 센서: LSM6DSLTR
 - 배터리 : CR2477 (1000mAh)
 - IoT 중계기 게이트웨이 장치
 - MCU: 32bit ARM Cortex M0
 - Memory: Flash 1GBytes
 - Ethernet: 10/100Mbps Ethernet Controller
 - 주파수 920MHz ISM대역 LoRa 통신모듈 2개
 - 어댑터(DC power 5volt/2A), 백업배터리 5V/2Ah

○ 주요 성능 기준

- 데이터 수집전송, 무결성: 데이터의 전송 및 에러율 1% 이내 목표.
- 네트워크 단절 및 재접속시 데이터 무결성: 1% 이내 목표.

○ 핵심 기술

- 센서, MCU 및 통신장치 모듈을 최소형으로 설계하고 소비전력이 적게 소모하도록 설계.
- 활동량 센서를 이용해서 동물의 걸음걸이 변화를 정확하게 측정할 수 있는 알고리즘 개발.
- 동물의 체온 및 걸음 수 변화에 따른 동물의 질병 및 수정시기 판단을 해주는 규칙 기반 인공지능 프로그램 개발.

○ 적용 범위(또는 서비스)

- IoT 동물건강관리 제품을 통해 국내외 축산 농가의 가축 폐사율 감소 및 발정상태에 따른 정확한 인공수정 시점 제시를 통하여 농가소득 증가에 활용 가능한 가축건강 관리시스템(Livestock Monitoring Service System) 구현에 활용.

[2차년도]

- 소 모니터링 시스템 고도화 및 소의 체온 및 활동량 센서 신호를 IoT 플랫폼을 이용하여 수집한 후, 이를 분석/판단하는 서버 인공지능 및 관리 프로그램 개발

다. 주요성능 지표

평가 항목 (주요성능 Spec)	단위	전체항목에서 차지하는 비중 (%)	세계최고수준 보유국/ 보유기업 (네덜란드/ CowManager)	연구개발 전 국내수준	개발 목표치			평가 방법
			성능수준	성능수준	1차 년도 (2019)	2차 년도 (2020)	3차 년도 (20XX)	
1. 온도센서 정밀도	도	25	±0.3	±0.5	±0.5	±0.1		자체시험 평가
2. 네트워크 커버리지	%	20	500m	500m	200m	500m		자체시험 평가
3. 발정탐지율	%	20	-	60%	85%이상	90%이상		소 200두를 대상으로 자체시험 평가
4. 모니터링 장치 방수 성능	-	20	-	IP65	IP65	IP65		공인시험 성적서
5. KC 인증	%	15	-	-	-	적합		공인시험 성적서

3-2. 목표 달성여부

가. 평가결과

○ 주요성능지표를 모두 달성하였음

평가 항목	단위	평가비중 (%)	목표수준	달성수준	평가 근거	달성도
1. 온도센서 정밀도	도	25	±0.1	±0.1	.2-1, 가. (2)의 센서의 온도측정 시험 .2-1, 나. (1)의 체온의 편차 분포 .2-1, 다. (1)의 농장 소의 체온 분포	100%
2. 네트워크 커버리지	%	20	500m	500m ~	2-1. 나. (3)의 정보전송 거리 시험 및 검증 3-2. 나. (2)의 네트워크 커버리지	100%
3. 발정탐지율	%	20	90%이상	90%이상	3-2. 나. (3)의 발정감지 알고리즘	100%
4. 모니터링 장치 방수 성능	-	20	IP65	IP65	2-2, 나. 의 공인인증 시험성적서	100%
5. KC 인증	%	15	적합	적합	2-2, 나. 의 공인인증 시험성적서	100%

나. 평가근거

(1) 온도 센서의 정밀도

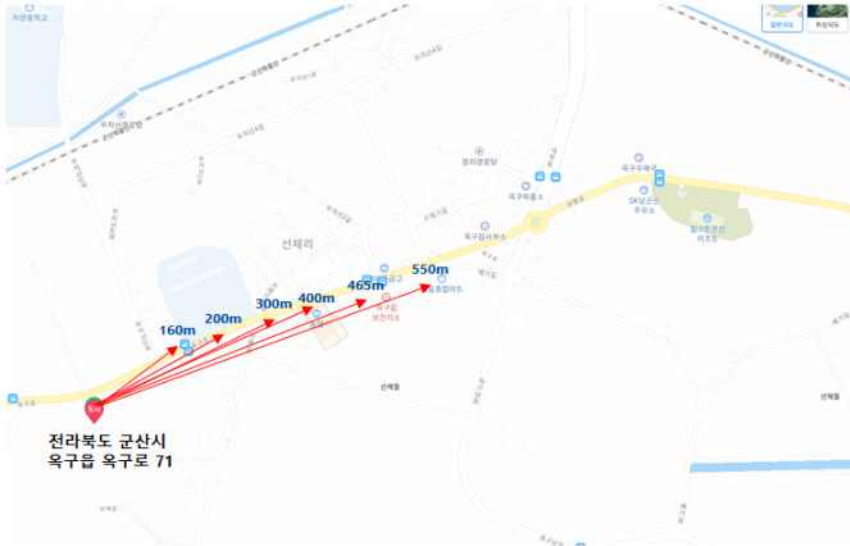
- 2-1. 가.의 센서의 선정 과정에서 기록한 바와 같이 ±0.1℃의 정확도를 제공하는 SENSIRION사 STS3x-DIS 온도센서 IC를 사용하여, 단말기를 제작한 후 소 귀에 장착 후 실측 결과,
 - 센서에서 측정되는 온도 값은 0.001℃ 단위로 측정.
 - 개별 소의 체온 측정 범위가 0.5℃ 이내 임을 확인.
 - 이에 따라 온도센서의 정밀도는 ±0.1 수준임을 확인.

(2) 네트워크 커버리지

- 최종 단말기 시료 5개를 사용하여 LoRa 전송거리 시험을 진행
 - 지방의 읍사무소 소재지에서 준도심 환경과 시골 환경의 2개 경로에서 진행.
 - LoRa 중계기 안테나 : 3dBm의 Outdoor 안테나로 현재 시범서비스 농장에 설치한 동일 규격의 안테나 사용.
 - 시험 결과 : 준도심 환경, 시골 환경 모두 500m 이상 만족.

전송거리			104	105	110	114	115
준도심 지역	400m	RSSI	-112	-116	-114	-115	-117
	(옥구농협주차장)	SNR	-2	-4.8	-5	-3.5	-11
	465m	RSSI	-111	-110	-114	107	-115
	옥구읍보건지소	SNR	2.5	3	-5.5	0.2	-8.5
	550m	RSSI	-117	-113	-115	-115	-114
	(옥일종합마트)	SNR	-9	-4	-4	-4.8	-6
시골 지역	500m	RSSI	-97	-99	-94	-92	-103
		SNR	8.8	6.5	8.8	9.2	5.2
	600m	RSSI	-94	-92	-92	-90	-98
		SNR	9	8.5	9.2	8.8	8.2

- LoRa 전송거리 시험 환경 및 수신 데이터
 - 준도심 환경 및 수신 Data
 - 시험환경 및 거리



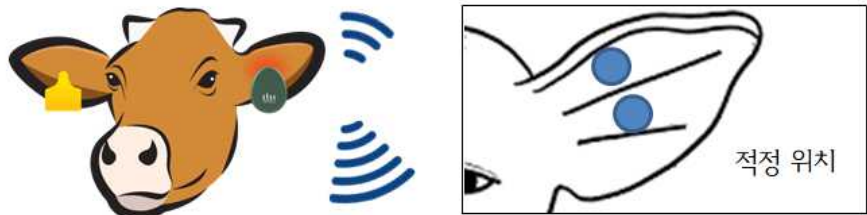
• 550m 거리에서의 수신 Data

223:41 PM	224:29 PM	227:21 PM	228:52 PM	229:24 PM
<pre> uplink applicationID: "1" applicationName: "Yamchi_Factory" deviceName: "Yamchi_device_test_104" deviceID: "703020170000104" • radio: 0 1.8km • D: 0 14 keys gatewayID: "6227e9f6e23440" time: null timeZoneOffset: null mac: 1114 subDMS: 4 channel: 2 rChan: 0 band: 0 antenna: 0 • location: 0 3 keys latitude: 0 longitude: 0 altitude: 0 source: "UNKNOWN" accuracy: 0 locationType: "NONE" coordinates: "NONE" uplinkID: "703020170000104" uplinkData: "703020170000104" • radio: 0 3 keys frequency: 92300000 modulation: "FSK" subAddressLength: 0 4 keys bandwidth: 125 spreadingFactor: 12 codeRate: "4/5" polarizationInversion: False air: 104 air: 0 rate: 1 burst: 10 data: "703020170000104" • uplinkID: 0 2 keys DecodedData: "703020170000104" DecodedDataString: "703020170000104" Hz: 0 0 keys </pre>	<pre> uplink applicationID: "1" applicationName: "Yamchi_Factory" deviceName: "Yamchi_device_test_102" deviceID: "703020170000102" • radio: 0 1.8km • D: 0 14 keys gatewayID: "6227e9f6e23440" time: null timeZoneOffset: null mac: 1114 subDMS: 4 channel: 2 rChan: 0 band: 0 antenna: 0 • location: 0 3 keys latitude: 0 longitude: 0 altitude: 0 source: "UNKNOWN" accuracy: 0 locationType: "NONE" coordinates: "NONE" uplinkID: "703020170000102" uplinkData: "703020170000102" • radio: 0 3 keys frequency: 92300000 modulation: "FSK" subAddressLength: 0 4 keys bandwidth: 125 spreadingFactor: 12 codeRate: "4/5" polarizationInversion: False air: 104 air: 0 rate: 1 burst: 10 data: "703020170000102" • uplinkID: 0 2 keys DecodedData: "703020170000102" DecodedDataString: "703020170000102" Hz: 0 0 keys </pre>	<pre> uplink applicationID: "1" applicationName: "Yamchi_Factory" deviceName: "Yamchi_device_test_110" deviceID: "703020170000110" • radio: 0 1.8km • D: 0 14 keys gatewayID: "6227e9f6e23440" time: null timeZoneOffset: null mac: 1114 subDMS: 4 channel: 2 rChan: 0 band: 0 antenna: 0 • location: 0 3 keys latitude: 0 longitude: 0 altitude: 0 source: "UNKNOWN" accuracy: 0 locationType: "NONE" coordinates: "NONE" uplinkID: "703020170000110" uplinkData: "703020170000110" • radio: 0 3 keys frequency: 92300000 modulation: "FSK" subAddressLength: 0 4 keys bandwidth: 125 spreadingFactor: 12 codeRate: "4/5" polarizationInversion: False air: 104 air: 0 rate: 1 burst: 10 data: "703020170000110" • uplinkID: 0 2 keys DecodedData: "703020170000110" DecodedDataString: "703020170000110" Hz: 0 0 keys </pre>	<pre> uplink applicationID: "1" applicationName: "Yamchi_Factory" deviceName: "Yamchi_device_test_112" deviceID: "703020170000112" • radio: 0 1.8km • D: 0 14 keys gatewayID: "6227e9f6e23440" time: null timeZoneOffset: null mac: 1114 subDMS: 4 channel: 2 rChan: 0 band: 0 antenna: 0 • location: 0 3 keys latitude: 0 longitude: 0 altitude: 0 source: "UNKNOWN" accuracy: 0 locationType: "NONE" coordinates: "NONE" uplinkID: "703020170000112" uplinkData: "703020170000112" • radio: 0 3 keys frequency: 92300000 modulation: "FSK" subAddressLength: 0 4 keys bandwidth: 125 spreadingFactor: 12 codeRate: "4/5" polarizationInversion: False air: 104 air: 0 rate: 1 burst: 10 data: "703020170000112" • uplinkID: 0 2 keys DecodedData: "703020170000112" DecodedDataString: "703020170000112" Hz: 0 0 keys </pre>	<pre> uplink applicationID: "1" applicationName: "Yamchi_Factory" deviceName: "Yamchi_device_test_115" deviceID: "703020170000115" • radio: 0 1.8km • D: 0 14 keys gatewayID: "6227e9f6e23440" time: null timeZoneOffset: null mac: 1114 subDMS: 4 channel: 2 rChan: 0 band: 0 antenna: 0 • location: 0 3 keys latitude: 0 longitude: 0 altitude: 0 source: "UNKNOWN" accuracy: 0 locationType: "NONE" coordinates: "NONE" uplinkID: "703020170000115" uplinkData: "703020170000115" • radio: 0 3 keys frequency: 92300000 modulation: "FSK" subAddressLength: 0 4 keys bandwidth: 125 spreadingFactor: 12 codeRate: "4/5" polarizationInversion: False air: 104 air: 0 rate: 1 burst: 10 data: "703020170000115" • uplinkID: 0 2 keys DecodedData: "703020170000115" DecodedDataString: "703020170000115" Hz: 0 0 keys </pre>

(3) 발정 탐지율

- 2020년 12월에 동물용 의료기기 인증을 받은 최종 제품을 초도양산하여 10여개 농장에 새로 설치를 진행하여 발정 사례 데이터를 수집
 - 초도 양산으로 인하여 단말기 품질이 균등하지 못하여 유효한 샘플은 225마리 확보. 시험에 필요한 최소한의 수량을 확보하고, 초도 양산시 발생하는 PCB 품질문제 등의 리스크를 줄이기 위하여 2개 회사를 통하여 초도 양산을 진행하였으나, 주요 부품을 샘플 단위로 구매하면서 부품 품질 문제가 발생
 - 농장 단위로 설치함에 따라 임신 상태인 소와 송아지도 섞여 있고, 대부분의 소들이 겨울 이전에 임신이 된 상태여서 실제 발정을 관찰 할 수 있는 소는 적었음. 한겨울에 소가 출산을 하면, 송아지 폐사율이 높아져서 대부분의 소들은 11월 이전에 임신이 되었고, 인공수정 차 수가 높은 소들만 남아 있는 상태
 - 단말기는 아래의 그림과 같이 소의 왼쪽 귀 상단에 소의 혈관을 피하여 장착하는 것이 원칙이었으나, 오른쪽 귀에 장착된 개체식별번호용 귀표 이외에, 농장에서 자가 장착한 귀표가 왼쪽 귀에 달려있는 경우도 있어서, 기존 귀표를 피해서 단말기를 왼쪽 귀 하단, 또는 귀 가장자리에 장착한 경우도 있음. 단말기의 장착 위치에 따라 개별 소들간의 평균 체온은 최대 1℃ 정도의 차이가 발생함
 - 이 기간동안 해당 농장 소재 지역의 기온은 최저 -18℃, 최고 12℃ 수준으로서 외부 온도가 아주 낮은 상태였음에도 불구하고, 측정된 소들의 체온은 29.5℃ ~ 31℃ 범위 수준으로 측정되었음

농장 명	농장 소재지	장착 두 수	유효한 샘플 수
삼O축산	충청남도 서산군	6	6
현O농장	경기도 양평군	36	30
이O농장	경상북도 봉화군	21	21
심O농장	전라북도 남원시	41	30
찬O농장	강원도 횡성군	20	10
월O목장	강원도 횡성군	29	24
달O농장	전라북도 장수군	47	25
청O농장	강원도 원주시	40	20
한O목장	강원도 원주시	48	24
뜨O농장	강원도 원주시	50	35
총합		338	225



- 소의 상태에 대한 사전 정보 없이 활동량 및 체온 변화를 분석하여 발정징후 알림을 전송한 이후, 실제 농장에서 인공수정을 진행한 날자와 대조하여 발정탐지율을 확인함
 - 발정 ‘알림’ 전송일시와 실제 인공수정 진행 일자
 - .2월에 인공수정을 하여 임신이 되면, 12월~1월에 출산을 하므로, 해당 농장에서는 발정상태인 것만 농장주가 확인하고 인공수정은 하지 않음
 - .3월에 인공수정을 한 2개체 소는 임신 여부 확인이 안됨
 - .3월에 발정이 왔으나 인공수정을 하지 않은 2개체는 연령이 12개월로 아직 어리고, 개체의 체중이 작아서 수정사의 권유로 인공수정을 하지 않음

EUI	소	수정날짜	알림발생일시	임신여부	알림시기	비 고
224	1100 8738 6	2020-12-11	2020년 12월 12일 08시 39분	○	수정일 후	
1034	1402 7307 4	2020-12-20	2021년 01월 21일 15시 13분	○	수정일 후	
241	1437 2419 6	2020-12-23	2020년 12월 22일 09시 49분	○	수정일 전	
2356	0962 2202 4	2020-12-23	2020년 12월 23일 13시 57분	○	수정일	
281	0837 9761 0	2020-12-24	2020년 12월 24일 20시 46분	○	수정일	
255	1453 5393 9	2020-12-27	2020년 12월 26일 10시 49분	○	수정일 전	
233	3124 5410 7	2020-12-31	2020년 12월 28일 17시 23분	○	수정일 전	
255	1453 5393 9	2021-01-14	2021년 01월 14일 04시 49분	○	수정일	
244	1350 9800 5	2021-01-18	2021년 01월 18일 07시 10분	○	수정일	
296	1489 7651 8		2021년 02월 23일 04시 47분			겨울 출산 방지
222	1329 6454 0	미실시	2021년 02월 23일 01시 26분			
1007	1109 0982 2		2021년 02월 25일 18시 01분			
202	0970 4999 7	2021-03-05	2021년 03월 04일 18시 48분		수정일 전	
2344	3029 1736 0	미실시	2021년 03월 03일 03시 09분			암소 연령 고려
230	1253 0929 0	2021-03-09	2021년 03월 08일 12시 50분		수정일 전	
904	0948 8178 0	미실시	2021년 03월 08일 08시 59분			암소 연령 고려

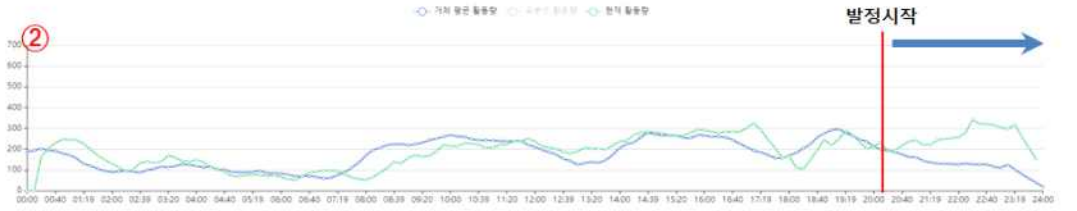
- 농장주는 소의 상태를 눈으로 관찰하여 발정 상태를 확인 후 인공수정을 하였으므로 시스템이 ‘알림’을 보낸 날자와 인공수정을 실시한 날자는 비슷한 시기여야하므로 인공수정을 한 날자를 취합하여 ‘알림’이 나간 날자와 대조하면서 발정감지 알고리즘을 개선함. 인공수정 날자와 비교해보면 2020년 12월 20일 이후부터는 인공수정일 및 1일 전에 시스템에서는 발정징후를 감지하여 ‘알림’을 전송함.

- 소의 발정을 탐지하는 것과 농장주가 눈으로 소의 발정을 확인하는 것에는 편차가 있고, 많은 농장주들이 다음과 같은 기준으로 인공수정을 진행하므로 ‘알림’ 전송이 인공수정일 기준 1일의 편차를 보이면 발정탐지를 성공하였다고 판단하는 것이 타당하므로 현재의 개발 시스템은 90% 이상 수준의 발정탐지율을 확인함.
 .농장주의 인공수정 시기와 관련하여 발정종료 전후가 수태율이 가장 높다고 알려져 있으며, 농장주가 직접 인공수정을 하지 않는 경우 수의사나, 인공수정사를 불러야 하므로 실제 수정은 다음과 같이 하는 것을 권고하고 있음(국립축산과학원)

- ⇒ 9시 이전에 발정징후를 발견한 소는 당일 오후가 적기, 다음날은 늦음
- ⇒ 9~12시에 발정징후를 발견한 소는 당일 저녁, 또는, 다음날 새벽이 적기, 오전 10시 이후는 늦음
- ⇒ 오후에 발정징후를 발견한 소는 다음날 오전이 적기, 오후 2시 이후는 늦음

- 소의 발정 ‘알림’은 다음과 같은 순서로 전송됨
 - 소의 발정은 평균 22시간 지속되고 개체에 따라 차이가 있으므로 활동량 증가가 시작된 이후 7~10시간 이후에 ‘1차 알림’을 전송하고, 활동량 증가가 지속 되면 ‘2차 알림’을 전송하여 농장주가 소의 상태를 직접 확인하여 인공수정을 함으로써 수태율을 높일 수 있도록 유도함.

- 인공수정에 성공한 소의 그래프를 보면, 다음과 같은 변화를 관찰할 수 있음
 - .아래의 소는 전라북도 장수에 소재한 농장의 소이며 발정이 발생한 기간의 외부 온도는 최저 -9.0℃에서 최고 1.6℃임
 - ①, ②번 그래프는 농장주가 소의 발정을 눈으로 확인하기 전날의 체온과 활동량 그래프이며, ③번 그래프는 발정 당일의 활동량 그래프임.
 - 소의 체온이 평소보다 0.5℃ 정도 하강하였다가, 평소 체온보다 0.5℃ 정도 상승하여 약 1℃의 체온 변화가 발생한 이후 평소 체온으로 돌아 온 이후 소의 발정이 시작됨.



- 7~10시간 정도의 지속적인 활동량 증가가 인지되면 '1차 알림' 이 전송됨.
- 발정 당일(③번 그래프)에는 활동량 증가가 확연하게 보이며, '1차 알림' 이후 활동량 증가가 지속되면 '2차 알림' 이 발송됨.



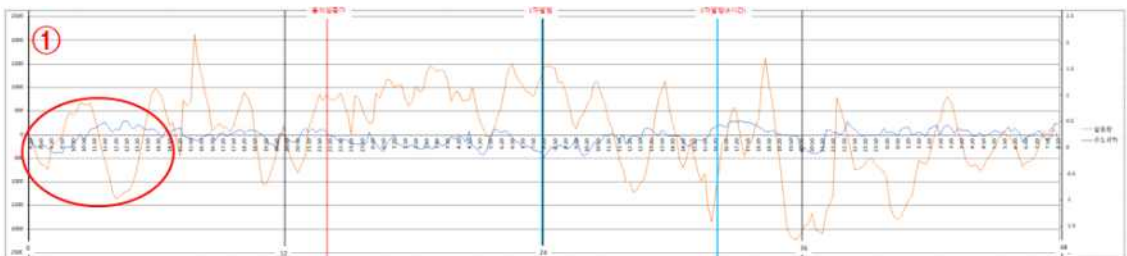
- 이에 따라 위의 개체의 농장주가 발정을 눈으로 확인한 하루 전 20시부터 당일 18시까지 약 22시간 동안에 발정이 지속된 것으로 관찰됨
- * 발정이 관찰된 농장 소재지(장수)의 해당기간 외부 온도는 아래와 같이 최저 최저 -9.0℃에서 최고 1.6℃임으며, 발정 전일의 외부 기온은 최저 -9.0℃에서 최고 -1.9℃임. 이때 측정되는 소의 실시간 체온은 30℃에서 30.5℃의 범위임

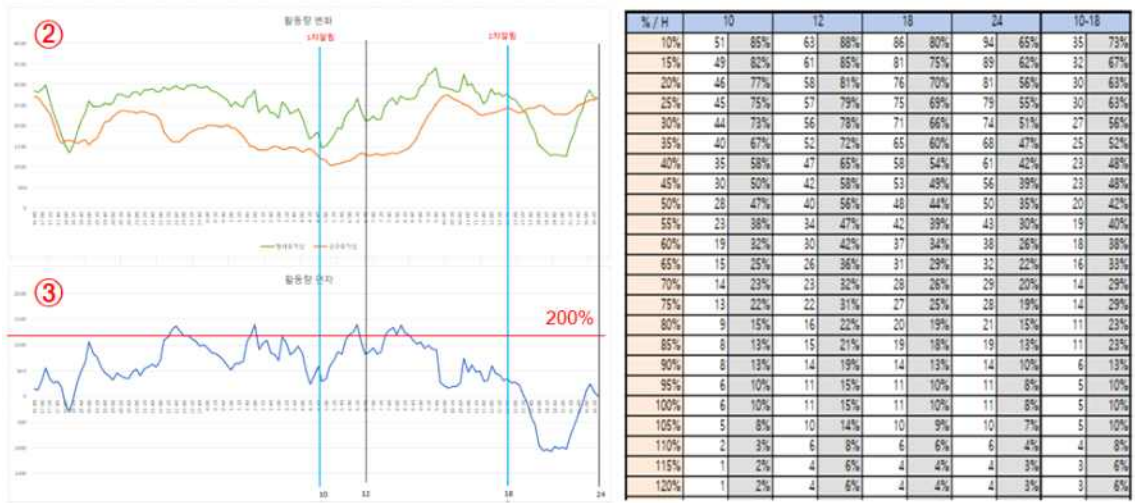
전라북도 장수		2021년 01월		날씨확인 아이온 설명		
일요일	월요일	화요일	수요일	목요일	금요일	토요일
01/17 구름조금 최저기온: -9℃ 최고기온: -1.9℃ 일강수량: 0mm 일적설량: 0cm	01/18 비 최저기온: -6.1℃ 최고기온: 1.6℃ 일강수량: 4.4mm 일적설량: 0cm	01/19 맑음 최저기온: -16.6℃ 최고기온: 0.4℃ 일강수량: 0mm 일적설량: 0cm	01/20 구름조금 최저기온: -12.8℃ 최고기온: 8.2℃ 일강수량: 0mm 일적설량: 0cm	01/21 비 최저기온: -2.7℃ 최고기온: 10℃ 일강수량: 7.3mm 일적설량: 0cm	01/22 비 최저기온: 3.7℃ 최고기온: 10.1℃ 일강수량: 5mm 일적설량: 0cm	01/23 비 최저기온: 4.1℃ 최고기온: 9.5℃ 일강수량: 0.3mm 일적설량: 0cm

- 발정이 감지된 다른 소의 그래프를 ‘알림’ 이 나간 시간 전후 24시간을 기준으로 보면 다음과 같은 활동량 증가를 보여줌
 - ①번 그래프는 소의 체온의 변화 이후 활동량의 증가가 지속되고 ‘1차 알람’ 이 전송된 이후 ‘2차 알람’ 전송 시점까지 활동량 증가가 지속되고 있음을 보여줌.
 - ②번 그래프는 농장주가 실제 Web이나 App 화면에서 볼 수 있는 소의 활동량 그래프이며, ③번 그래프는 ②번 그래프의 활동량의 편차를 그린 것이며, 해당 소 경우 평소 활동량보다 약 200%까지 활동량이 증가하였음을 확인할 수 있음.
 - 소의 활동량이 ‘2차 알람’ 전송 이후 약 2시간 지나서 평상시로 돌아왔으므로 해당 소의 발정지속시간은 약 20시간 정도로 추정할 수 있음.



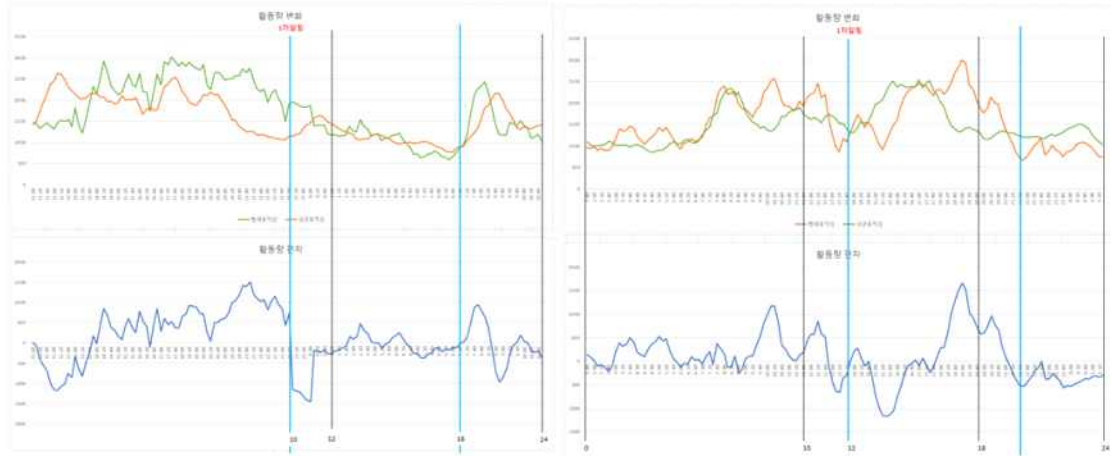
- 현재까지 발정이 확인된 소의 경우 유사한 형태의 체온 및 활동량 그래프를 보여줌.





○ 소의 유사발정시의 ‘알림’ 발송

- 발정이 난 소와 같은 축사의 소의 경우 유사발정이 발생 할 수 있으며, 축사의 청소 등의 사유로 소의 활동량이 일시 증가할 수 있음.
 - 이 경우 ‘1차 알림’ 조건을 충족하여 ‘알림’ 이 전송 될 수 있으나 ‘2차 알림’ 조건은 만족하지 못하여 ‘2차 알림’ 은 전송되지 않음.
 - ‘2차 알림’ 까지 전송되기 위해서는 15~18시간 동안 꾸준히 활동량 증가가 관측 되어야 하는데 유사발정의 경우 이 정도의 시간 동안 지속되지 않음.
- 유사발정시의 활동량 그래프 : ‘2차 알림’ 은 발송되지 않음.



○ 소의 발정 탐지는 현재 최종 개선된 알고리즘으로 발정징후와 유사발정을 100% 구분할 수 있으나, 소의 발정지속시간이 개체에 따라 15~36시간 범위로 차이가 있고, 미약발정 등 활동량 증가로 나타나지 않는 경우도 있으므로 발정 사례에 대한 자료가 좀 더 수집되어 지속 보완되어야 함

- 현재 개발된 서비스 화면에 농장주가 소의 상태(임신, 휴식기, 출생일자 등)를 입력할 수 있으며, 해당 정보를 입력하면 미약발정을 탐지하는데 도움이 될 수 있으며, 유사발정 알림과 같은 불필요한 알림을 줄일 수 있음.

(4) 기타 : 소의 분만 및 질병 징후 탐지

○ 소의 체온변화를 인지하여 분만의 진행을 감지 할 수 있음

- 한우는 분만 24시간 이전부터 체온이 1℃ 정도 하락하는 것으로 알려져 있음
- 한우의 분만은 다음과 같은 체온과 활동량의 변화로 관찰할 수 있음

.그림에서 ①번은 특정 개체의 실시간 체온(녹색)과 7일간 평균체온(파랑)의 변화 그래프,

②번은 특정 개체의 실시간 체온과 농장내 소들의 평균 체온(주황)의 변화 그래프

③번은 특정 개체의 실시간 활동량(녹색)과 7일간의 평균 활동량(파랑)의 변화 그래프

④번은 특정 개체의 실시간 활동량과 농장내 소들의 평균 활동량(주황)의 변화 그래프임

- 다음의 그래프들은 2021년 2월 8일부터 11일까지 장수 소재의 농장에서 측정한 체온 및 활동량 그래프로서, 다음은 해당 개체의 분만이 진행되기 이틀전의 그래프이며, 해당 개체의 평소 체온은 약 30℃ ~ 30.5℃로서 농장내 소들의 평균 체온보다 약간 높은 수준이며, 활동량은 다른 소들의 평균 활동량과 비슷한 수준이었음 (장수 기온 : 최저 -9℃, 최고 12℃)

일요일	월요일	화요일	수요일	목요일	금요일	토요일
02/07 맑음 ·최저기온 : -1.9℃ ·최고기온 : 10.5℃ ·일강수량 : 0mm ·일적설량 : 0cm	02/08 맑음 ·최저기온 : -6℃ ·최고기온 : 0.5℃ ·일강수량 : 0mm ·일적설량 : 0cm	02/09 맑음 ·최저기온 : -9.4℃ ·최고기온 : 5.4℃ ·일강수량 : 0mm ·일적설량 : 0cm	02/10 맑음 ·최저기온 : -7.9℃ ·최고기온 : 8.2℃ ·일강수량 : 0mm ·일적설량 : 0cm	02/11 흐림 ·최저기온 : -4.5℃ ·최고기온 : 11.9℃ ·일강수량 : 0mm ·일적설량 : 0cm	02/12 구름조금 ·최저기온 : -2.6℃ ·최고기온 : 14.9℃ ·일강수량 : 0mm ·일적설량 : 0cm	02/13 맑음 ·최저기온 : -4.2℃ ·최고기온 : 17.8℃ ·일강수량 : 0mm ·일적설량 : 0cm



- 다음의 그래프는 해당 개체의 분만이 진행되기 하루 전의 그래프이며, 해당 개체의 체온이 조금씩 하락하여 그래프에 표시한 바와 같이 농장내 소들의 평균체온보다 지속적으로 낮아짐 .체온이 평소보다 0.5℃ 정도 하락하다가 저녁시간에는 평소보다 약 1℃정도 하락함



- 다음의 그래프는 해당 개체의 분만이 진행된 날이며, 해당 개체의 체온은 평소 체온보다 약 1°C 정도 지속적으로 하락하여 29.5°C ~ 30°C 정도의 체온이 측정됨 .해당 개체는 평소의 체온이 농장내 소들의 평균체온보다 약간 높은 수준이었으나 분만시에는 소들의 평균체온보다 0.5°C 이상 낮은 체온으로 측정됨



- 분만일에 농장주는 2번의 ‘알림’ 을 받게 되며, 1차 알림을 받은 후 소의 상태를 눈으로 확인한 후 분만을 준비하고, 2차 알림을 받은 이후 소의 상태를 확인하여 분만을 진행
.분만이 진행되는 동안에는 활동량의 변화가 뚜렷하게 관찰되지 않음
- 마지막 그래프는 해당 개체의 분만이 종료된 이후의 그래프이며, 해당 개체의 체온은 분만이 종료된 이후에도 하루 정도 평소보다 체온이 하락된 상태를 유지하며, 활동량이 평소보다 확연하게 증가하여 출산이후 예민한 상태에서 동작이 커진 것을 확인할 수 있음



- 소의 질병시의 체온 및 활동량 변화
 - 질병에 걸린 소의 실증사례를 충분히 확보하지 못하여 질병의 종류 및 진행 과정에 따른 그래프를 제시하기 어려우나 발정이나 분만시기가 아님에도 소의 체온이 평소보다 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 이상 지속적으로 상승 또는, 하락한 상태가 유지되면 질병으로 의심하여 농장주에게 ‘주의 알림’ 을 전송
.활동량이 평소보다 지속적으로 하락하는 경우도 ‘주의 알림’ 발송

3-3. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등)

- 해당사항 없음

4. 연구결과의 활용 계획 등

- 본 시스템 개발의 최종목표는 가축 건강관리시스템 구축이며, 연구개발 과제 기간에는 동물 모니터링 장치 개발, 초기 서비스시스템 구축 및 발정 탐지율 향상을 목표로 함
 - 단말기 보급을 위한 인증 및 스마트 팜 확산사업 참여기업 등록 완료.
 - 초도양산 이후 본 양산을 위한 시험절차(QC) 및 방법 개선, 장착기구 보완, 기구금형 수정 작업 등을 진행 중.
 - 질병에 대한 데이터 수집보다 용이한 발정시작 탐지를 통한 인공수정 성공률 향상과 출산 징후 탐지를 통한 출산시 소와 송아지의 폐사율 감소를 1차 상용화 목표로 잡음.
 - .현재의 수정율(한우 45-50%, 젖소 30-35%, 모돈 30-35%)을 높혀 축산농가 소득증대
 - .발정을 인위적으로 유도하는 호르몬제 사용을 억제하여 고기와 우유의 품질 향상
 - .질병에 걸린 가축의 조기 발견과 치료를 통하여 전염병의 확산을 예방



- 가축의 건강관리에 대한 연구개발 범위 중 질병에 대한 연구는 일반 민간 농가에서 충분한 사례 확보가 어려우므로
 - 단말기를 약 10만개 이상 보급한 이후 질병에 걸린 소가 확인되면, 질병에 걸린 시점을 파악하여 체온과 활동량의 변화를 데이터로 축적하는 소극적인 방식의 접근과
 - .소의 질병으로 인한 체온의 변화(정상체온 보다 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 이상 지속 등락)와 활동량의 지속 저하를 감지하여 ‘알림’을 전송한 후, 실제로 질병에 걸린 소를 발견한 실증 사례가 확보되면 질병의 종류별 체온/활동량 변화 빅데이터를 구축
 - 소의 질병 예방 및 관리를 연구하는 공공기관, 연구소 또는, 학과와 공동으로 연구를 진행하는 적극적인 방식의 접근이 있음.
 - .특정 질병의 백신 등을 주사한 이후 체온과 활동량 변화를 측정하여 질병의 종류별 빅데이터 구축
- 현재, 단말기 보급 확대를 위하여 전국 대리점 모집을 준비 중(2021년 4월 축산관련 잡지 광고)이며, 시,군 단위로 대리점 또는, 설치 위탁점을 모집하여 단말기의 설치, 유지보수 및 농장의 개체정보의 관리를 위탁할 예정임
- 본 과제의 종료 이후에 후속 연구과제를 진행하여 최종 목표로 하는 가축 건강관리 시스템 개발 및 구축을 조기에 완료하고자 함.

붙임. 참고문헌

- 통계청, KOSIS 국가통계포털
- 국가가축방역통합시스템 가축전염병 발생정보
- 한우자조금관리위원회 통계자료실
- 국립축산과학원, 한우사육 100문100답집
- 현대경제연구원 경제주평 20-1(통권 865호), 2020년 글로벌 10대 트렌드
- 환경법과 정책 제 19권, 2019-09, 우리나라 동물복지축산의 현황과 법적 과제(박정원 교수)
- 한국전보화진흥원 DNA 플러스,2019-1, 5G가 만들 새로운 세상

<별첨작성 양식>

[별첨 1]

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) IoT 기술을 이용한 동물 건강관리 시스템 개발				
	(영문) Animal Health management System Development using IoT Technology				
주관연구기관	주식회사 팜프로		주 관 연 구	(소속) 연구소	
참 여 기 업	농협경제지주 축산연구원		책 임 자	(성명) 김승곤	
총연구개발비 (384,000천원)	계	384,000	총 연구 기간	2018.12.28. ~ 2020.12.27(2년0월)	
	정부출연 연구개발비	192,000	총 참 여 연 구 원 수	총 인원	13
	기업부담금	192,000		내부인원	13
	연구기관부담금	0		외부인원	0

○ 연구개발 목표 및 성과

- 소의 체온과 활동량 정보를 실시간 수집 한 후 이를 분석하여 발정, 출산, 질병 등의 징후가 감지되면 이를 농장주에게 ‘실시간 알림’ 을 전송하여 동물의 건강관리에 활용할 수 있는 시스템 개발
- 동물모니터링 장치 및 중계기(게이트웨이) 개발.
 - 서비스시스템의 응용프로그램 및 Web/App UI 개발.
 - 건강상태를 감지할 수 있는 알고리즘 개발.

○ 연구내용 및 결과

- 1) 귀 부착형 동물모니터링 장치 개발
 - 소의 체온을 0.5℃ 수준의 편차 범위 이내에서 측정.
 - SVM 방식을 이용하여 소의 활동량 증가를 측정 : 발정 탐지율 90% 이상.
 - 단말기 동작 수명 : 약 3년 이상, 3.6V, 1650mA ⅔AA Size 배터리 사용 기준.
- 2) Cloud 서비스 기반 분산형 가축모니터링서비스시스템 개발 및 구축
 - 약 1만 두 정도의 소를 관리 할 수 있는 초기 서비스시스템 구축.
 - Push 기반 알림 서비스 개발.
 - HTML5 기반 능동형 Web-UI 개발.

○ 연구성과 활용실적 및 계획

- 인공수정 적기 연구
 - 소의 체온과 활동량 변화를 같이 분석하여 소의 인공수정 적기 연구.
 - 발정시작 시간과 지속 여부를 ‘알림’ 으로 전송 : 인공수정 성공률 향상 .
- 질병 빅 데이터 구축
 - 유사한 품종, 연령, 환경의 소들의 정상 체온 빅 데이터가 구축되면, 질병에 걸린 소를 조기에 발견하는데 활용 할 수 있음.

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호	818054-2		
사업구분	기술사업화지원사업				
연구분야	축산			과제구분	단위
사업명	기술사업화지원사업				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	IoT 기술을 이용한 동물 건강관리 시스템 개발			과제유형	(기초,응용,개발)
연구기관	주식회사 팜프로			연구책임자	김승곤
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차연도	2018.12.28.~	108,000	108,000	216,000
	2차연도	2019.12.28.~	84,000	84,000	168,000
	3차연도				
	4차연도				
	5차연도				
	계		192,000	192,000	384,000
참여기업	농협경제지주 축산연구원				
상대국		상대국연구기관			

2. 평가일 : 2021. 02. 05.

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
연구소	연구소장	김승곤

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	김승곤
----	-----



I. 연구개발실적

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

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

- 소 귀의 전자-Tag를 대체할 수 있는 수준의 소형 단말기(동물모니터링 장치)를 활용하여 소의 체온과 활동량 정보를 실시간 수집할 수 있는 서비스의 상용화
 - $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 정확도를 제공하는 온도측정 IC를 활용하여 소의 체온을 0.5°C 의 편차로 측정.
 - 3축 IMU 센서를 활용하여 소의 활동량 증가를 탐지하여 발정을 탐지.
 - $\frac{2}{3}$ AA 사이즈의 배터리를 활용하여 단말기의 동작 수명 3년 보장.
- 기존 상용화된 발정 및 출산징후 감지용 단말기는 단말기의 크기 및 동작 수명의 제약 등으로 인하여 목걸이, 캡슐 등의 형태임
 - 소의 표피 온도를 측정하여 체온 정보를 수집하므로 비접촉식 IR 온도센서를 주로 활용하는데, IR센서는 렌즈와 피사체의 거리에 따라 측정하는 온도의 편차가 많음.
 - 소의 표피 온도는 외부 온도의 영향을 많이 받고, 단말기가 소의 표피에 밀착되어 고정되지 않는 경우에도 편차가 발생하므로, 기존 상용 단말기에서는 체온을 소의 건강관리에 활용하기 어려움.
- 소의 체온을 정확하게 측정하는 방식으로는 개발사 방식과 같이 소의 귀를 관통하는 금속 Pin에서 체온을 측정하는 방식이 가장 실용적임.

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

- 기술적인 측면
 - 소의 체온을 실시간 모니터링 할 수 있는 솔루션 중에서 측정하는 소의 체온 편차가 가장 적음. 다른 제품의 경우 가축의 체온 변화를 파악할 수는 있으나 편차가 1°C 이상임.
 - CCTV 열화상카메라와 같은 경우, 동일 피사체 내에서 염증, 유방염 등으로 인한 발열 부위를 판단하는데 사용할 수 있으나 이는 부분적인 발열을 동반하는 질병을 관리하는데 사용하는 방식이므로 개발사의 솔루션과는 차이가 있음.
- 경제적인 측면
 - 현재 상용화된 타 사 솔루션 대비 40% 수준 이하의 가격으로 보급이 가능.
 - 단말기를 구성하는 주요 부품의 제조단가는 양산 수량이 따라 차이가 많이 발생하므로 보급이 확대되면 경쟁사 대비 월등한 가격 경쟁력을 확보할 수 있음.

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

- 소의 건강관리 빅데이터 구축에 활용
 - 질병이 걸린 소를 활동량이나 먹이 섭취량을 분석하여 발견할 수도 있지만, 소의 체온 측정을 통하여 질병을 판정하는 것은 오랜 기간 축적되어 온 방식임.
 - 질병에 걸린 소는 질병의 종류에 따라 정상 체온 대비 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 정도의 체온 변화가 발생하는데, 실시간 체온을 모니터링 하는 솔루션(단말기)의 체온 편차가 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 이상의 범위라면 이 데이터는 질병관리에는 활용할 수 없음. 개발사의 단말기는 0.5°C 편차에서 소의 체온을 측정할 수 있으므로 향후 질병관리 연구에 활용할 수 있음.

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

- 소의 체온과 활동량 측정 방식에 대한 기초 연구를 충실히 하여, 센서의 선정, 동작 방식 연구, 배터리 소모량 최적화까지 일련의 과정을 체계적으로 성실하게 수행함.
 - 한우의 경우 번식에 이용되는 암소를 제외하면, 31개월 정도 사육하는데, 개발사의 단말기는 배터리 교체 없이 귀에 부착하여 3년 이상 사용 가능함.
 - 소의 활동량을 측정하여 발정을 탐지하는데 필요한 적정 수준으로 알고리즘을 최적화하여 축산 농가에서 가장 활용도가 높은 발정탐지 장치의 요구 수준을 만족하면서, 실시간 체온정보를 제공할 수 있도록 서비스시스템이 개발됨.

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

- 개발기간 중 본 연구와 관련된 2개의 특허를 등록하였으며, 1종 1개의 특허에 대해서는 농업기술실용화재단에서 기술가치 평가를 받음(기술가치 1,782백만원).
- 본 과제를 통하여 개발된 귀걸이 형태의 동물모니터링장치 및 서비스 방법에 대한 특허 등록을 하여 유사 형태 제품의 관련 시장 진입에 대한 방어권을 확보함
 - 동물의 체온을 실시간 측정하는 고정핀이 포함된 장치에 대한 권리 확보.

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
온도센서 정밀도	25	100%	목표수준인 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 수준 달성
네트워크 커버리지	20	100%	목표수준인 500m 이상 달성
발정탐지율	20	100%	목표수준인 90% 이상 달성
모니터링장치 방수 성능	20	100%	공인인증기관의 IP65 인증을 받음
KC 인증	15	100%	공인인증기관의 적합 인증을 받음
합계	100점		

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

- 실시간 소의 체온과 활동량 정보를 수집하여 개체별 건강상태, 발정/분만징후 등 주요 정보를 농장주에게 스마트폰 알림기능으로 제공하는 솔루션 개발을 목표로 하고 있으며, 과제기간 동안에는 동물 모니터링장치와 초기 서비스시스템을 구축을 완료하여, 소의 발정탐지를 위한 알고리즘을 개발하는 것을 목표로 하고 있음.
- 소 귀에 부착 가능한 소형 사이즈로 개발 하여야 하므로 배터리 용량 등의 한계가 있음에도 불구하고, 측정된 배터리 소모량을 감안하면 소 귀에 장착하여 3년 정도 사용 할 수 있고, 소의 체온 변화를 0.5°C 의 오차 범위에서 측정 할 수 있어서 향후 질병관리에도 활용 할 수 있음.

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

- 발정시 소의 활동량의 증가 폭은 다른 발정탐지장치에 비하여 적게 나타나는데, 이는 $\frac{2}{3}$ AA 사이즈의 소형 배터리의 사용하여 단말기를 3년 이상 동작시키기 위하여 동작감지센서(3축 가속도센서)의 Sampling Rate를 적정 수준으로 줄였기 때문임.
 - 향후 배터리 기술이 발달하여 비슷한 사이즈에 배터리용량이 큰 제품이 나오면 활동량 증가 폭을 키울 수 있음.

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

- 현재는 발정탐지 위주로 알고리즘 개발을 완료한 상태이며, 출산징후 감지가 다음 목표임
 - 소의 체온이 출산이 임박하면 평소 체온보다 1°C 정도 하강한다고 하므로, 귀에서 측정하면 어느 정도 하강하는지 사례를 수집하면 출산징후를 알려주는데 활용 가능함.
- 소의 질병에 관련된 연구는 샘플(병든 소)을 확보하는데 어려움이 있으므로 중장기 계획을 세워 관련 연구소나 공공기관 또는 학교와의 협업이나 후속 과제 추진이 필요함.

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	개발
연구과제명	IoT 기술을 이용한 동물 건강관리시스템 개발			
주관연구기관	주식회사 팜프로		주관연구책임자	김승곤
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	192,000,000	192,000,000		384,000,000
연구개발기간	2018.12.28. ~ 2018.12.27			
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
①동물모니터링 장치 및 중계기(게이트웨이) 개발	동물모니터링장치를 상용화 완료하고 동물용 의료기기 인증 완료
②서비스시스템 프로그램 및 Web/App 개발	초기 서비스시스템 개발을 완료하여 10여개 농장을 대상으로 시범사업 진행 중
③ 건강상태를 감지할 수 있는 알고리즘 개발	발정탐지 90% 이상이 가능한 단말기 펌웨어 및 서비스 알고리즘 개발
.	
.	
.	

* 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·홍 보		기타 (타 연구 활용 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		논문		학 술 발 표			정 책 활 용	홍 보 전 시	
												SCI	비 SCI						
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	5	5				20	20		10		10			10	10			10	
최종목표	1	1				1	80		2		1			1	1			1	
연구기간내 달성실적	1	1				1	137		11		1			0	1			3	
달성율(%)	100	100				100	100		100		100			0	100			100	

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	동물의 체온을 실시간 측정하는 고정핀이 포함된 체온측정장치
②	
③	
·	
·	
·	

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복 제	외국기술 소 화 흡 수	외국기술 개 선 개 량	특 허 출 원	산업체이전 (상 품 화)	현 장 애 로 해 결	정 책 자 료	기 타
①의 기술	V	V				V	V			
②의 기술										
③의 기술										
·										
·										

* 각 해당란에 V 표시

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	상용화 완료 및 스마트팜 코리아 사업 참여기업 등록 완료하였으며, 경쟁사 대비 40% 이상 저렴한 가격으로 공급예정이므로 발정탐지 장치의 보급 확대 및 수입대체에 기여할 수 있을 것으로 사료됨
②의 기술	
③의 기술	
:	
:	

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			정책 활용	홍보전시	
												SCI	비SCI						
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명				
가중치	5	5				20	20		10		10			10	10			10	
최종목표	1	1				1	80		2		1			1	1			1	
연구기간내 달성실적	1	1				1	137		11		1			0	1			3	
연구종료후 성과창출 계획							1,000		3									1	

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술명 ¹⁾			
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	천원
이전방식 ²⁾	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타()		
이전소요기간		실용화예상시기 ³⁾	
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)

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 기술사업화지원사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 기술사업화지원사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.