

116131-2

가축의 생산성 향상을 위한 ICT융합기술이 적용된 스마트
통합 제어 및 모니터링 시스템 개발 최종보고서

2019

소 전
관 문
부 기
처 관
명 명

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

첨단생산기술개발사업 제2차 연도 최종 보고서

발간등록번호

11-1543000-002572-01

가축의 생산성 향상을 위한 ICT 융합기술이 적용된 스마트 통합 제어 및 모니터링 시스템 개발 최종보고서

2019.1.19.

주관연구기관 / (주)궁중음식본
참여기관 / 문화테크

농림축산식품부
농림식품기술기획평가원

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “가축의 생산성 향상을 위한 ICT 융합기술이 적용된 스마트 통합 제어 및 모니터링 시스템 개발”(개발기간 : 2016.12.05. ~ 2018.12.04.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2019. 01. 19.

주관연구기관명 : (주)궁중음식본가 이 재 봉
참여기관명 : 문화테크 황 수 건



주관연구책임자 : 이 재 봉
참여기관책임자 : 황 수 건

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 2011년 2월 기준으로 구제역 발생으로 인한 생산액 감소율은 2010년과 비교하여 낙농8.27%, 한육우 3.90%, 양돈 31.98%에 이르며 이에 따른 산업 연관 분석 결과 부가가치 감소액 약 9,550억원, 고용 감소 효과 47,813명에 달하는 것으로 이는 국민총산의 0.1%에 해당(한국농촌경제연구원, 2011)하며 이를 줄이기 위해 생산자는 항생제 과대 사용, 생산비 증대에 의해 국민 건강 위협이라는 부작용까지 초래하게 되는데 이를 방지하고자 ICT 기술을 적용한 스마트 축사 통합 모니터링 시스템을 개발 - 축사 및 가축을 통합 모니터링 하기 위한 클라우드 기반의 소프트웨어 개발 - 축사 환경 모니터링 센서 구성 장치 개발 - 가축의 건강 또는 상태 모니터링을 위한 센서 구성 장치 개발 - 축사환경과 가축의 건강 센싱을 위한 센서 노드 정보를 무선 전달하기 위한 장치 및 소프트웨어 개발 - 가축 건강 이상 시 원격의료가 가능한 시스템 개발 				
<p>연구개발성과</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 가축의 생산성 향상을 위한 통합 모니터링 시스템 기술 - 클라우드 기술을 기반으로 하는 모니터링 소프트웨어 기술 - 축사 및 가축에서 수집한 정보의 무선 전송을 위한 기술 - 센서노드로부터 수집한 정보를 활용한 축사 및 가축의 상태 확인 기술 - 기존의 모니터링 시스템의 문제점 분석 - 가축의 문제점 발견 시 대응 과정 및 문제점 분석 - LoRa 무선통신을 이용하여 축사의 환경상태 및 가축의 건강상태를 실시간 무선 송신이 가능한 방법 개발 - 환경센서 노드와 가축 건강의 LoRa 무선 제어장치의 연동을 위한 펌웨어 기술 - 센서 노드의 LoRa 무선장치와 컨트롤 장치의 LoRa 무선 장치의 실시간 연동을 위한 마이크로칩의 펌웨어 기술 - 축사 환경 또는 가축에 문제 발생 시 지정 자동 문자 전송 기술 - 가축 문제 발견시 스마트폰을 이용하여 수의사와의 원격 동영상 확인이 가능한 소프트웨어 기술 - 축사 내 센서의 부식 방지를 위한 컨트롤 케이스 개발 - 축사의 가축에게 센서노드를 부착하기 위한 위치 분석 - 근거리 통신을 위한 축사의 센서노드 위치 분석 - 센서노드의 수집 정보를 무선 송수신하고 제어하기 위한 통합 장치 기술 - 통합 장치와 클라우드 기반의 소프트웨어간 실시간 연동 기술 - 소프트웨어의 명령을 실시간 전달하고 제어하기 위한 통합장치와의 연동 기술 - 다양한 센서의 연동으로 다양한 분야에 적용 가능한 무선 통신 및 소프트웨어 기술 				
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 사업 확산에 따른 지역 농가별 빅데이터 형성 및 대형 공유 플랫폼 구축으로 가축 기술 및 기술 데이터 활용 - 특정 지역 문제점(구제역등) 발생 시 실시간 관리 기관 정보 전송 또는 공유를 통한 질병 확산 예방 - 축사뿐만 아니라 센서 구성을 변경함으로써 다양한 사업(농산, 축사, 수산 등)에 적용 - 가축 개개별 성장 빅데이터 생성에 따른 품질 확인 데이터 활용 - 가축의 위탁 관리에 따른 사업화 (위탁 가축과 관련 축사의 환경 데이터 확보) 				
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	제어 소프트웨어	모니터링 시스템	환경 모니터링 시스템	가축 원격 의료 시스템	무선통신
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	Total Control Software	Monitoring System	Environment monitoring system	Livestock remote medical treatment	Wireless communications

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	1
2. 연구수행 내용 및 결과	13
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	61
4. 연구결과의 활용 계획 등	64
붙임. 참고 문헌	68

<별첨> 주관연구기관의 자체평가의견서

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.

1. 연구개발과제의 개요


1-1. 연구개발 목적

- 전염병 발생 시에 가축의 생리적 상태에 대한 모니터링 정보와 축사 환경에 대한 모니터링 정보가 함께 연동되어 처리되어야 신속하고 적극적인 대처를 할 수 있는데, 기존의 연구들에서 제안하는 것과 같은 분리된 모니터링시스템에서는 이러한 대응이 어려운 것이다. 특히, 가축 원격 진료에서는 단순한 가축의 생리적 상태에 대한 정보뿐만 아니라 축사 환경에 대한 정보가 함께 제공되어야 더욱 효과적인 처치가 이루어질 수 있다. 따라서 본 연구에서는 통합 플랫폼을 기반으로 축사 환경 모니터링 시스템, 가축 모니터링 시스템, 가축 원격 진료 시스템, 사양 관리시스템 등으로 통합하여 기존의 방식과는 차별화된 시스템인 ‘가축 생산성 향상을 위한 ICT기술을 활용한 통합 모니터링 시스템’을 개발하고자 한다.


기존 모니터링 시스템

IT 기반의 축사 관리 시스템 / 센서 네트워크 기반의 가축 체온 모니터링 시스템

- ON/OFF Relay SPort 제어
- 자동제어 및 원격제어 가능
- 스태프론 무시알람 서비스
- 간편하고 솔림한 디자인
- 485통신으로 다양한 센서연동




축사 환경제어 장치



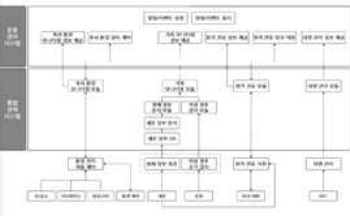
스마트 축사

- 문제점
- : 농업현장에서의 기기활용 미숙
- 개별 제어에 따른 높은 조작 전문성 요구
- : 개별 시스템으로 표준화가 안됨
- : 축사환경의 모니터링 기능 및 단순 제어 기능
- 상호 연동제어가 안되므로 급격한 온도 변화 등 유발
- : 문제점 발생시 원인 분석의 어려움
- 데이터 축적방식이 서로 다름




사양 관리 시스템

스마트 ICT모니터링 및 제어 시스템



- 상호 제어를 기반으로 하는 축사환경, 가축 상태 등의 자료를 이용한 사양 관리 시스템의 통합제어가 가능 → 단순 환경제어가 아닌 가축의 상태도 모니터링 하여 자동으로 제어 하는 방식
- 플랫폼 기술을 이용하여 자료의 표준화를 구축
- 환경에 따른 필수 데이터 공유로 최적의 제어 가능
- 가축의 생리적 상태와 연동된 가축 원격 진료 시스템
- 자동화에 따른 인력난과 전문인력 부족 문제 해결
- 전문성이 필요없는 비맞 제어 시스템



ICT 통합 모니터링 플랫폼
(환경에 따른 가축 생리적 상태 데이터 축적)

그림. 기 개발된 스마트 축사와 통합제어시스템이 적용된 스마트 축사의 차이점

1-2. 연구개발의 필요성

가. 연구개발 배경

- 축산 산업은 가축의 질병 감염 문제에 매우 민감하며, 특히 소, 돼지, 닭 등의 가축들은 공동 축사에서 사육되기 때문에 전염병에 감염된 경우에는 그 피해 규모가 기하급수적으로 증가하게 된다. 2011년 2월을 기준으로 구제역 발생으로 인한 생산액 감소율은 2010년과 비교하여, 낙농 8.37%, 한육우 3.90%, 양돈 31.98%에 이르며, 이를 기반으로 산업 연관 분석을 수행한 결과, 낙농, 한육우, 양돈 산업의 생산액 감소가 국민 경제 전반에 미친 과급 효과는 생산 유발 감소액 4조 93억 원, 부가 가치 감소액 9,550억 원, 고용 감소 효과 47,813명에 달하는 것으로 도출되었으며, 이 수치는 구제역 발병에 의한 축산업의 생산액 감소가 관련산

업에 작용한 것으로서, 국내 총 생산(GDP : Gross Domestic Product)의 약 0.1%에 해당하는 것이다.(한국농촌경제연구원, 농업전망 2011)이러한 질병 감염에 의한 피해를 줄이기 위해 생산자들은 항생제를 과다 사용하게 되고, 이는 생산비 증가와 국민 건강 위협이라는 부작용을 초래하게 된다.

- 다양한 무선센서 네트워크 기술이 지속적으로 발전함에 따라 축산 현장의 객체 및 환경 등에 대한 상시적인 모니터링이 가능한 다양한 기술들이 개발되었으며 이러한 다양한 기술들을 이용하여 ‘ICT 기술을 적용한 스마트 축사의 통합 모니터링 시스템 개발’을 위한 객체 모니터링, 환경모니터링, 객체를 위한 의료 모니터링, 생산성 향상을 위한 관리 시스템을 본 과제를 통해 개발 하려고 한다.

나. 연구개발 대상의 국내·외 현황

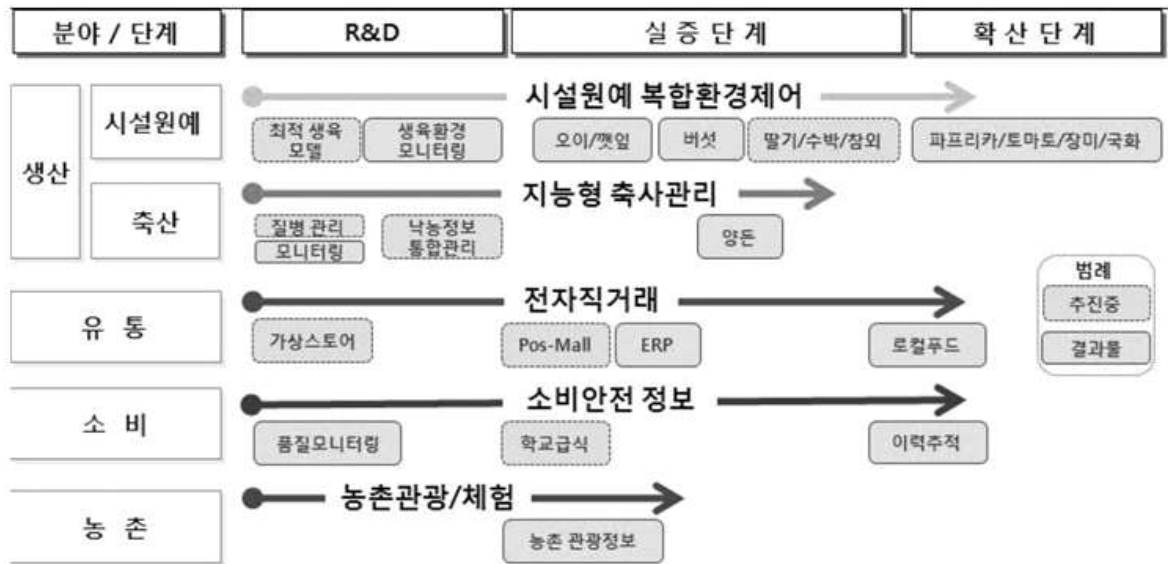
(1) 국내 기술 수준 및 시장 현황

○ 축산시설의 수준은 가축 사육규모의 증가와 함께 과거에 비해 비약적으로 발전하였으나 축산선진국에 비하여 시스템화 되지 못하고 있음

- 축산시설의 자동화 및 생력화의 결과로 노동력 투하량이 젓소와 비육우에서는 50%이하, 비육돈에서는 약 8% 그리고 산란계에서는 28%로 감소되었음 (축산환경과 시설, 2013)
- 우리나라는 세계적으로 ICT(정보통신기술) 개발을 주도하는 국가이지만 농업분야에서의 ICT 접목은 타 산업분야에 비해 성장속도가 낮음
- 최근 들어 ICT를 접목한 환경측정 센서, 자동화된 축사시설 그리고 환경관리 소프트웨어 등이 개발되고 있음

○ 업계에서도 축산 선진국의 ICT 융복합 기술을 도입하고 있으나, 아직은 수입에 의존한 기술도입에 불과한 실정

- 지난 10여 년간 축사 현대화 사업의 일환으로 축사 자체의 시설을 개보수하는 수준이었으며, 원치커튼으로 가려서 사육하던 것을 무창으로 하며, 환기시설에 중점을 둔 작업이었음
- 현 시점에서의 ICT 융복합은 축사시설 내에 환경모니터링/제어, 자동 급이기 원격관리 및 생산성/품질향상을 도모하여야 하며, 동물복지와 시설의 규모화로 ICT의 적용이 확산될 것임
- 나아가서 동물의 성장환경을 측정하여 질병진단과 예찰 그리고 치료 등을 원격으로 제어하는 것이 ICT 융복합 기술의 개발 목표



자료 : 농림축산식품부 (2013. 9. 5)

그림. ICT 융복합 모델 개발 현황

○ 축산분야 ICT에서 양돈분야가 가장 큰 시장이나 아직은 도입 단계에 불과하며, 향후 대응이 중요한 시점임 (2016년 융합 활성화 실행 계획, 2015.8)

- 축산기자재의 매출규모 1조 9,950억원 중 양돈분야가 1.5조원으로 규모가 가장 크지만, 대부분이 양돈관련 시설과 그와 수반된 기기들이 대부분이고, 간단한 IT 기술이 접목된 기기가 부분적으로 활용
- 가장 간단한 IT기술은 돈사 내외부에 CCTV를 설치하여 모니터링하며 도난 방지와 비육돈들의 활동상황 그리고 분만사에서 새끼를 분만하는 것을 모니터링으로, 최근 돈사 내부를 관찰하다가 카메라의 방향을 관리자가 제어할 수 있는 형태로 바뀌었고, 더 발달된 것은 피사체의 움직임에 따라 능동적으로 카메라가 움직이면서 관찰할 수 있도록 하는 시스템이 개발됨

(2) 국내 경쟁 기관 현황

다양한 시공 업체에서 아래 그림과 같은 축우 자동 시스템을 사용하고 있으며 직접 개발이 아닌 기 일반 제품을 시공하는 형식으로 대부분 진행하고 있는 상태임



그림. 양돈 또는 축우 자동 이송시스템

(3) 관련 ICT기술의 특허 현황

본 과제에서 적용하고 하는 통합제어 기술은 ICT기술 융합에 해당하므로 요소기술에 대한 특허가 아닌 ICT관련 융합 기술 특허로 그 현황을 조사하였다.

- 국내 특허 연도별 출원 건수는 비슷하다. 2013년을 급성장하다가 다시 감소하는 추세
 - 산업내 ICT분야 특허는 해외 출원인과 중소기업이 주도하며, 상대적으로 해외출원인의 특허비율이 우수
 - 출원인별 특허 비율 분석 결과 해외 출원인 57% 중소기업이 16% 대기업 12% 대학/연구소/공공기관8%, 개인 7%를 차지
- 내국인의 출원비율은 2013년을 제외하고는 25%이상으로 국내 기술자립도가 낮은편
 - 국내 특허 내외국인 비율은 한국인 53% 외국인 47%로 내국인 특허출원 비율이 높음
 - 내국인 출원비율은 증가 감소를 반복적 추세
- 내국인 주요출원인 현황을 살펴보면 각 분야에서 비슷하게 특허 활동을 하고 있으며 이중 한국전자통신연구원이 13건으로 최다 출원기록
 - 대기업은 엘지전자 8건, 중소기업에서는 재유헌전자 5건 최대출원인으로 분석

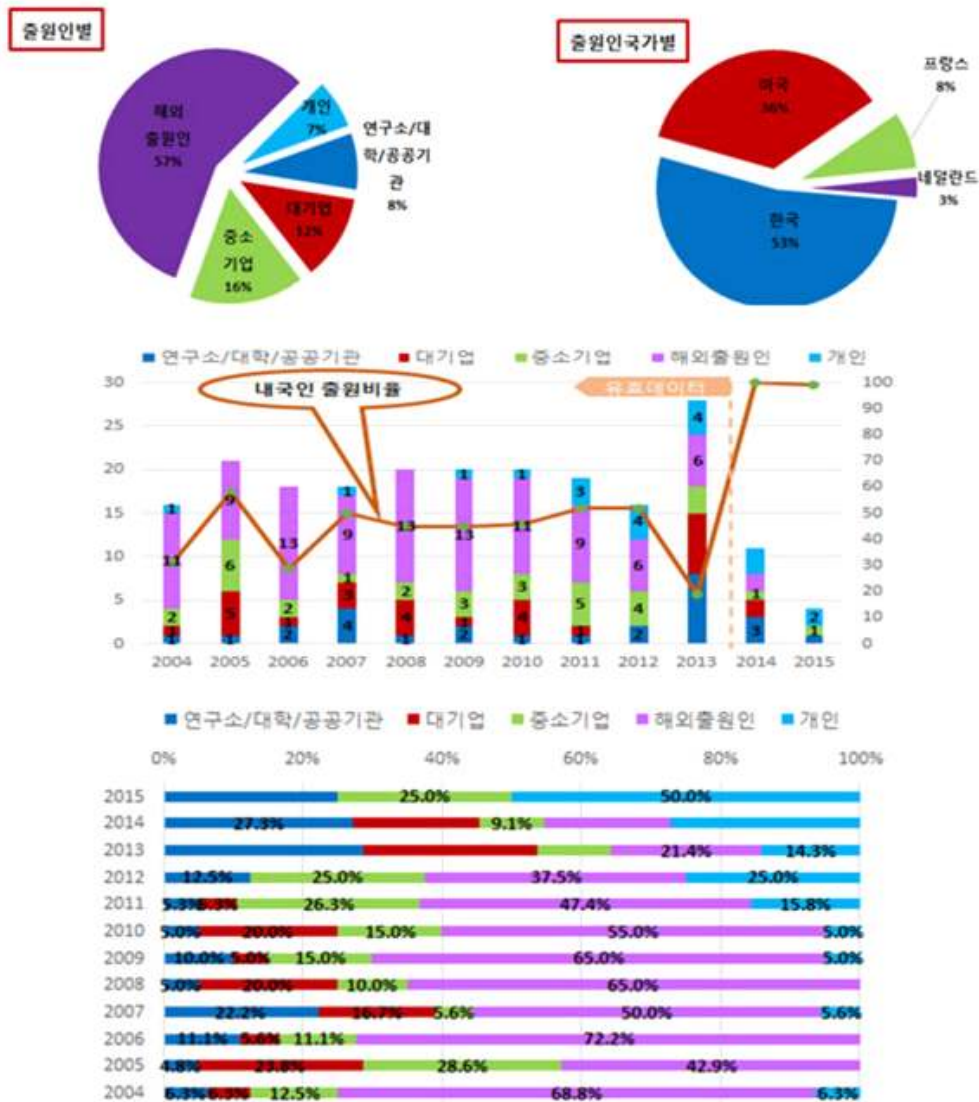


그림. ICT 융합관련 국내 특허 동향

(4) 국외 기술 수준 및 시장 현황

○ 동물의 행동을 제어 및 트래킹하는 로봇 기술 개발

- 동물의 근육 및 신경을 제어할 수 있는 로봇, 소화기 및 혈관 내 이동 및 탐사 로봇 (Nano-Bot) 등 개발
- 스마트 콜러 및 가상 울타리(Virtual fence) 알고리즘으로 동물의 행동을 모니터링하여 동물행동 연구에 사용* 스마트콜러(Smart Collar): PDA, GPS Wifi card 등을 탑재하여 동물의 목에 장착하는 도구
- 진화 로봇(Evolutionary robotics)을 활용하여 사람을 포함한 동물들의 이타성(Altruism)을 연구하며, 진화학적 이론을 증명

○ 동물육종 및 질병 분야에 활용 가능한 ICT 기술 발달

- 스마트 약물전달시스템(Smart drug delivery system)은 주소 라벨(Address Label)을 활용하여 체내의 특정 부위에 약물을 전달하여가축의 항생제 및 영양조절에 활용
- ‘Cowbell’ 이동저장장치 활용 동물의 온도, 사료 섭취, 비디오 영상 등을 저장하여 사용자가 농장의 다른 사람들에게 전달하는 나노기술 개발
- ‘최근 호주에서 ‘Digital Rural Futures
- Smart Farms, SmartRegions’ 주제로 국제 컨퍼런스가 개최되어 축산현장에 적용 가능한 ICT 기술 소개

(5) 관련 ICT기술의 세계 특허 동향

○ 전체 특허 대상 818건에 대한 연도별 출원동향은 증감을 반복하고 있으며, 2013년에 정점에 이르렀으며 이후 감소세를 보이고 있음

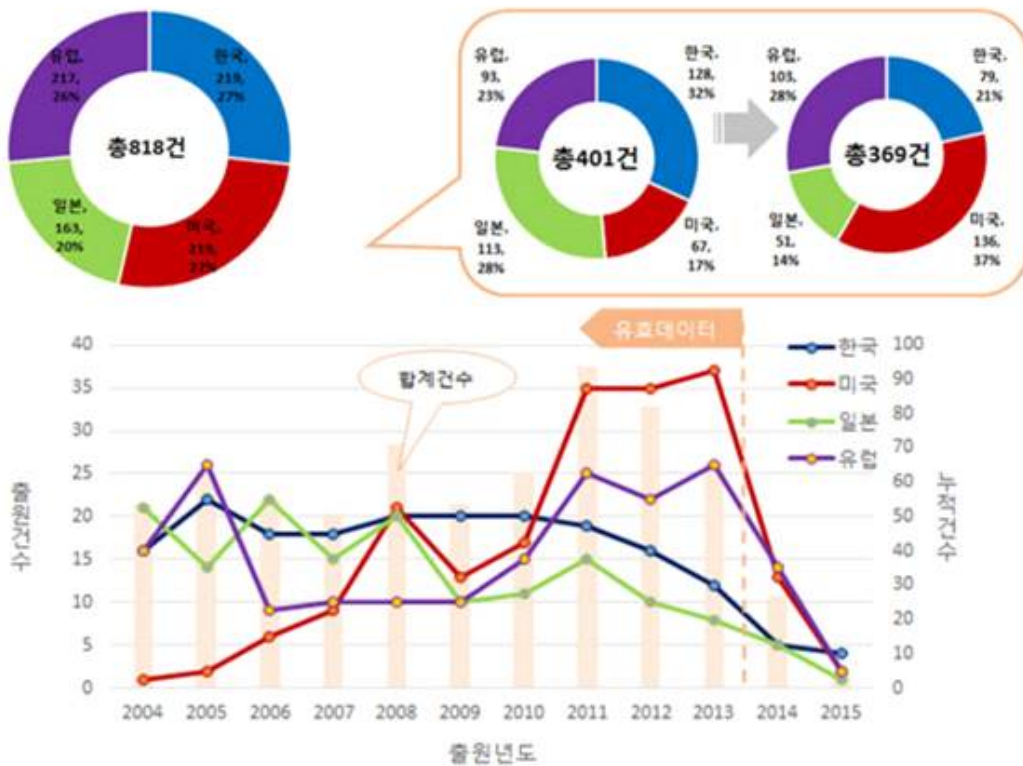


그림. ICT 세계 특허 동향

- 미국, 한국이 각각 27% 점유율로 특허를 보유하고 있으며, 유럽이 217건(26%), 일본 163건 (20%)이 그 뒤를 따름
- 2013년 이후 급격한 감소는 특허출원일로부터 1년6개월 경과 시 출원을 공고하는 출원공 재제도에 의한 일시적 현상에 기인

1-3. 연구개발 범위

가. 통합 제어 및 모니터링을 하기 위한 운영 관리 시스템 구축

- 가축 생산성 향상을 위한 세부 응용 시스템인 ‘축사 환경 모니터링 시스템’, ‘가축 모니터링 시스템’, ‘가축 원격 진료 시스템’, ‘사양 관리 시스템’은 데이터 관리 및 활용의 효과성과 효율성 담보를 위해 통합 플랫폼 기반으로 운영
- 통합 플랫폼은 통합 관제 시스템으로서, 각각의 응용 시스템에서 생성되는 정보를 수집 및 관리하며, 이러한 정보들이 서로 연계하여 활용될 수 있도록 개발
- 축사 환경 모니터링 시스템의 환경 요소 정보는 환경 관리 자동 제어 영역으로 통합 관제 시스템의 축사 환경 모니터링 모듈과 연계되고, 가축 모니터링 시스템의 체온 정보, 음향 정보 등은 이상 징후 감지, 생체 정보 측정 영역으로 구분되어 각각 이상 징후 감지 모듈, 생체 정보 분석 모듈로 연계되며, 통합 관제 시스템의 가축 모니터링 모듈로 통합 연계할 수 있도록 개발
- 가축 원격 진료 시스템과 사양 관리 시스템 역시 각각 원격 진료 모듈과 사양관리 모듈로 연계할 수 있도록 개발
- 통합 관제 시스템은 이해 관계자(예 : 축사 관리자, 의사, 관련 공기관 등)들이 용이하게 접근할 수 있도록 운영 관리 시스템을 개발

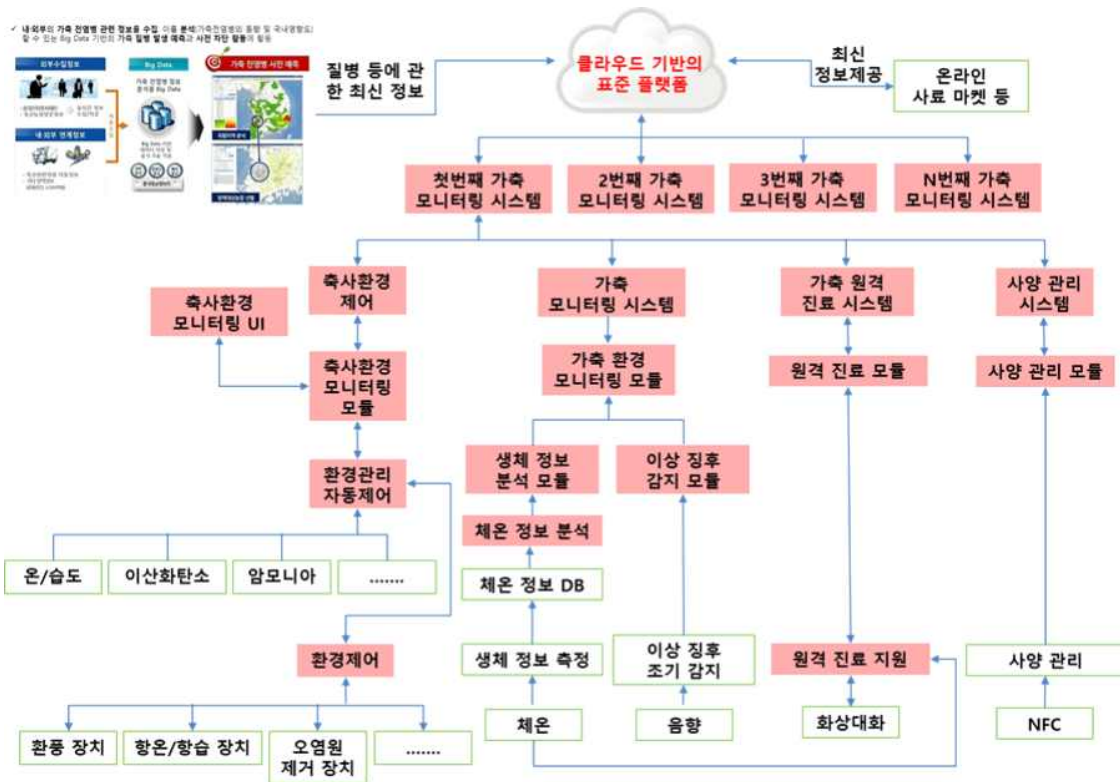


그림. 모니터링 시스템 구축을 위한 통합 관제 시스템과 운영 관리 시스템

나. 축사 환경 모니터링 시스템의 설계

축사 환경 모니터링 시스템은 축사 내의 환경 요소를 지속적으로 측정하여 축사 환경의 변화를 모니터링하게 된다. 축사 환경 모니터링 시스템은 축사 환경 모니터링 센서 노드와 센서 펌웨어로 구성된다.

(1) 축사 환경 모니터링 센서 구성 장치 개발

- 축사의 동물들은 항상 일정 체온을 유지해야 하는데, 특히 열 환경에 민감하기 때문에 열 환경의 조절에 따라 생산량 의존
- 축사 환경모니터링 센서의 구성 장치는 온/습도 센서, 이산화탄소 센서를 포함하는 센서 노드를 포함하고 있으며 예상되는 장치의 구성은 그림과 같이 예상

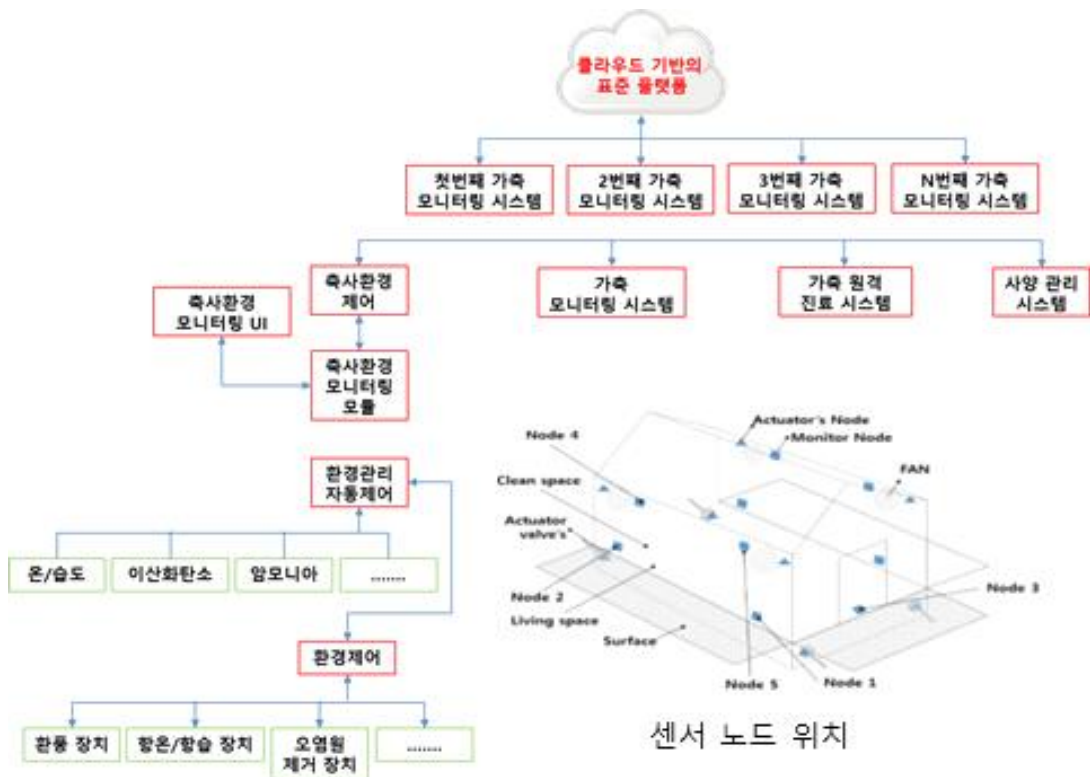


그림. 축사 환경 모니터링 구성 및 센서 노드 위치

분야	내용
전원	12V DC 어댑터 입력 전원
MCU	CC2530 One Chip
무선 통신	ZigBee
USB to Serial	CP2102
인터페이스	<ul style="list-style-type: none"> 전원 on/off 스위치, 12V DC 전원 커넥터 App. 버튼, MCU 초기화 버튼 응용 LED 연결, USB Serial Connector

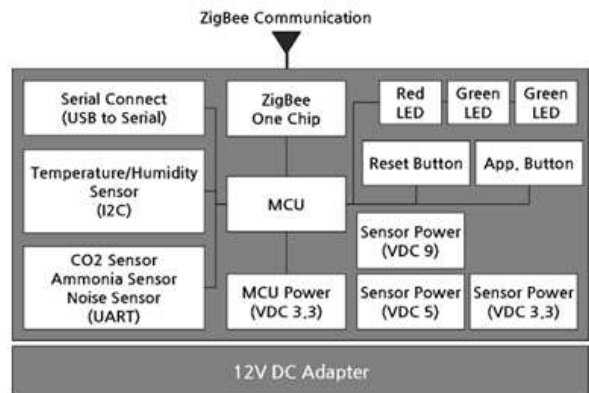


그림. 스마트 축사의 환경 모니터링 장치의 센서 노드 블록도

- 축사의 환경 모니터링 장치의 센서가 노출이 되어 있을 경우 암모니아 및 습기 때문에 센서에 부식이 진행되게 되며 이로 인하여 센서의 측정값에 에러를 발생 가능성 고려
- 암모니아 및 습기 등에 내구성이 강한 케이스를 선정 제작하여 환경 센서 케이스 개발



그림. 기존의 이산화탄소 측정을 위한 센서 모듈

(2) 축사 환경 모니터링 센서 제어를 위한 S/W설계

- 센서 노드는 ZigBee 통신을 통해 수신기와 연결되고, 이 수신기는 이더넷을 통해 서버와 연결되어 축사 내의 환경 요소에 대한 데이터가 지속적으로 수집되는데 센서 노드는 가장 먼저 RF 통신을 위해 CC2530을 초기화하고 각 센서를 초기화한 후에 각 센서로부터 환경 요소 데이터를 수집할 수 있도록 개발

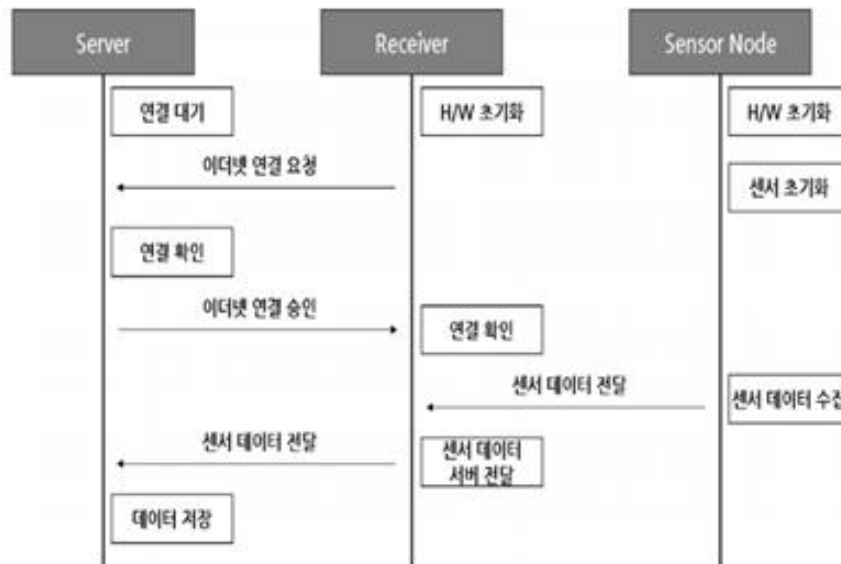


그림. 환경 모니터링 제어 S/W에 따른 메시지 시퀀스

다. 축사의 가축 모니터링 시스템 설계

가축 모니터링 시스템은 가축의 체온과 이상 소음 등을 측정하여 가축의 상태를 모니터링 하게 된다. 가축 모니터링 시스템은 가축 모니터링 센서 노드와 센서 펌웨어로 구성된다.

(1) 가축 모니터링 센서 제어 장치 개발

- 가축의 체온을 측정할 수 있는 센서인 체온센서 노드와 이상음을 측정할 수 있는 음향 센서 노드로 구성되며 그에 따른 노드 블록도는 아래와 같다.

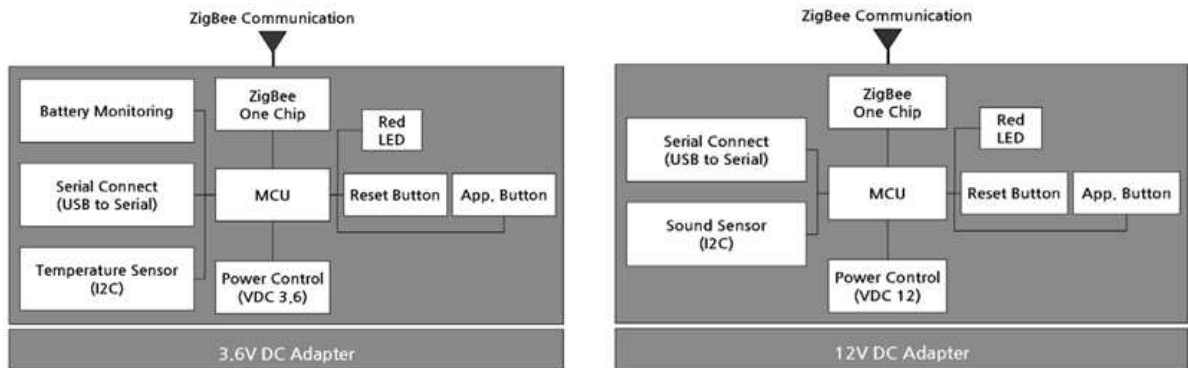


그림. 가축 모니터링 제어 장치를 위한 온도 센서 와 음향 센서 블록도

- 가축 모니터링 센서 중 체온센서는 생체인식으로 비접촉 온도센서 모듈로 체온 측정이 가능하도록 개발
- 가축의 소리는 마이크로 마이크에 의해서 소리 영역이 측정이 가능하도록 개발
- 기존의 각종오염물로부터 센서 등의 오염을 방지하기 위해서 몰드처리된 목걸이 형태의 제품으로 개발할 예정
- 이때 온도의 경우 열전도판으로 음성은 진동판으로 통해서 내부 센서로 전달됨에 따라 이상 유무를 판단 할 수 있는 오차범위에서 측정이 가능 하도록 개발

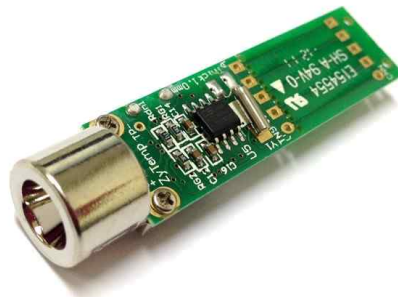


그림. 생체인식 비접촉 온도센서 모듈

- 소리 영역의 경우 음량, 음폭, 주기의 범위를 디지털화 하여 측정하게 되며 특정 음과 영역내의 소리가 감기가 될 경우 데이터베이스와 비교하여 관련된 질병을 관리자에게 알려주게 되며 이때 소리영역뿐 아니라 체온등 복합적인 데이터가 데이터베이스의 자료와 비교

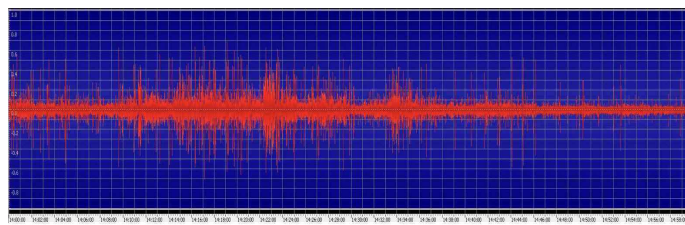


그림. 음성센서에 의한 디지털 데이터

라. 가축 원격 진료 시스템의 설계

가축의 질병 유무 등을 가축 모니터링 시스템에 의해 감시하며 이상 징후가 발견 될 경우 스마트폰 기반으로 원격 대화 기능 및 환경 모니터링 데이터 공유 기능을 사용하여, 수의사가 원격으로 가축의 상태를 문진 할 수 있도록 개발 예정이다.

(1) 가축 원격 진료 시스템 S/W의 설계

- 가축 원격 진료 시스템의 경우 관리자는 스마트폰 기반을 사용하며 수의사의 경우 PC 기반으로 개발 할 예정이며 아래와 같은 과정으로 동작하도록 개발

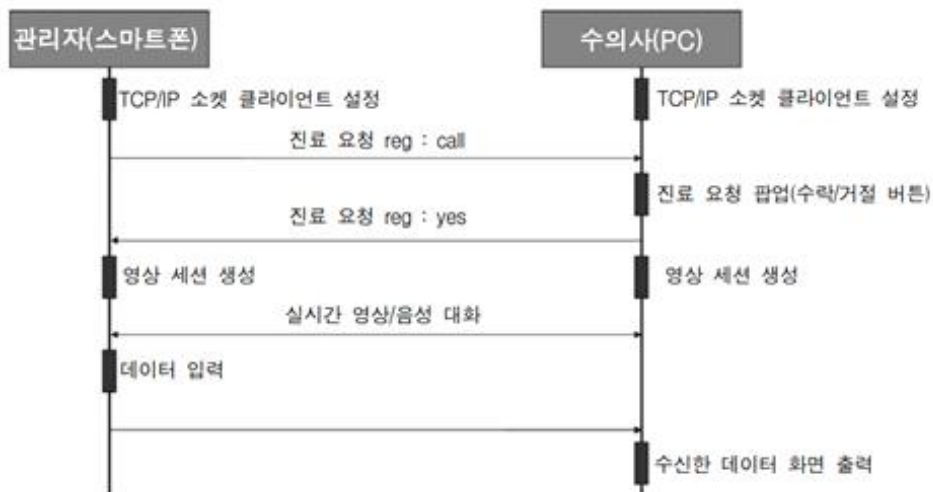


그림. 가축 원격 진료 시스템의 예상 S/W동작 과정

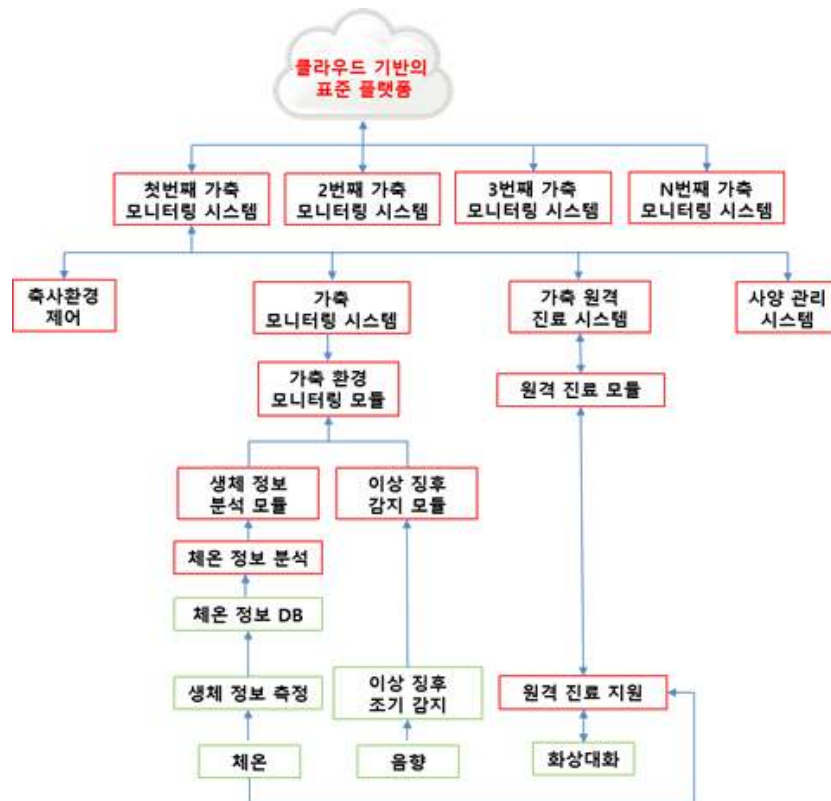


그림. 가축 원격진료 시스템 구성도

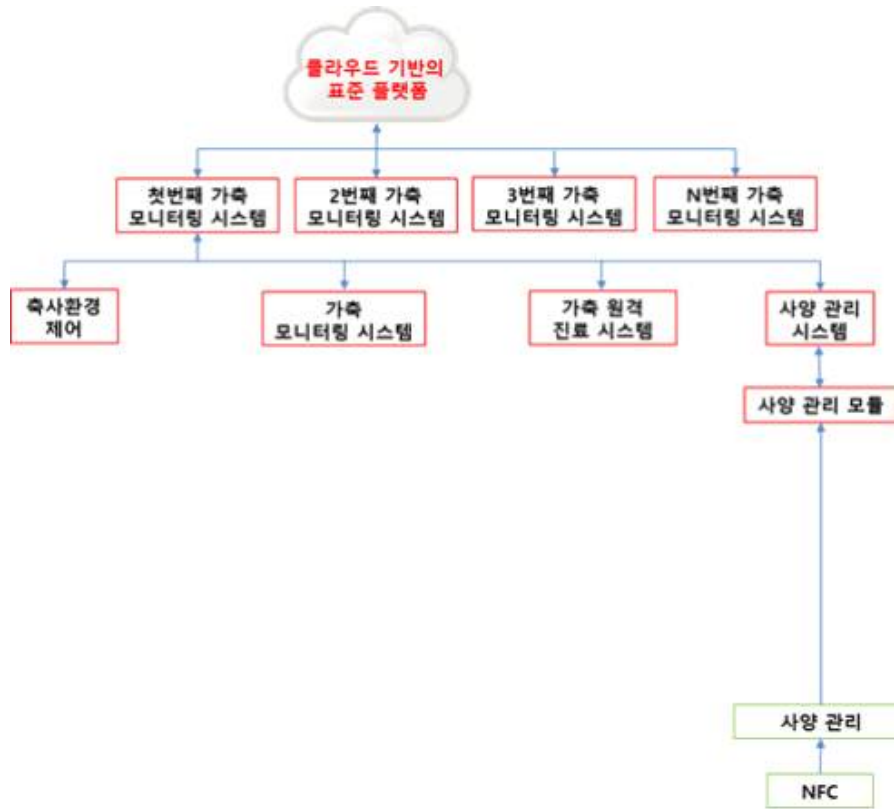


그림. 사양관리 시스템 구성도

2. 연구수행 내용 및 결과

2-1. 연구개발 추진전략 및 방법

- 기 개발된 요소기술의 문제점을 개선하고 통합 관리 가능 하도록 융합하여 실 축사에 적용 및 사용 가능한 시스템 개발
 - 궁중음식본가(주관기관)은 식품제조에 필요한 다양한 경험을 바탕으로 가축환경, 가축상태, 사료이송장치 제어 등을 축사의 상황에 맞게 할 수 있는 프로세스과 이러한 기능을 할 수 있는 플랫폼을 개발하고 현재 운영중에 축사에 실증
 - 문화테크(산업체)에서는 자동화 정밀 제어장치 개발, 설계, 및 제작기술을 바탕으로 각각의 제어 모듈이 통합적으로 운영될 수 있는 통합 정밀 모니터링 제어장치 개발
- 축산 연계 전문가 확보 및 기술정보 수집
 - 다양한 분야의 협력 업체로부터 기 개발된 스마트 축사 제품의 문제점을 수집하고 개선점을 해결하기 위한 방법을 찾았으며 직접 운영중인 축사를 통해 반드시 개선되어야 할 기술들에 대해 정보 수집
 - 축사의 운영 경험 및 발생할 수 있는 다양한 상황을 고려하기 위하여 현재 한우축사를 운영중인 유리농장과 업무 협약을 맺어 진행할 예정이며 개발 제품의 현장 실증 테스트 및 개발 후 스마트 축사 확산사업으로 공동 진행



그림. 유리농장과의 업무 협약서 및 실증을 위한 임대 계약서

- 전문가을 통한 사전 조사
 - 가축의 원격 의료 기술 개발은 경험이 풍부한 수의사의 전문적인 지식, 경험 등이 절대적으로 필요하기 때문에 현재 한우전문 수의사(서광동물병원, 원장 양금목)와 업무협력

2-3. 연구개발 추진일정

1차년도															
일련 번호	연구내용	월별 추진 일정												책임자 (소속 기관)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	계획수립 및 자료조사	■													이재봉(공중 음식본가)/황 수건(문화테 크)
2	측사 환경 모니터링을 위한 프로세스 개발		■	■	■	■									이재봉(공중 음식본가)
3	측사 모니터링 프로세스를 바탕으로 하는 센서 적용 및 제어 장치 개발			■	■	■	■								황수건(문화 테크)
4	가축 모니터링 시스템을 프로세스 개발					■	■	■	■						이재봉(공중 음식본가)
5	가축 모니터링 시스템을 위한 센서적용 및 제어 장치 개발						■	■	■	■					황수건(문화 테크)
6	측사 환경 모니터링 시스템과 가축 모니터링 시스템의 측사 적용 및 실증 테스트										■	■	■		이재봉(공중 음식본가)
7	원격진료 시스템 프로그램 및 프로세스 개발										■	■	■		이재봉(공중 음식본가)
8	통합연동에 필요한 제어장치 개발											■	■		황수건(문화 테크)
2차년도															
1	자동 사료 이송 장치 등의 사양을 관리 하기 위한 프로세스 개발	■	■	■											이재봉(공중 음식본가)
2	사양관리 제어 장치 개발		■	■	■										황수건(문화 테크)
3	측사 환경제어, 가축 모니터링, 기타 제어장치의 통합 제어장치 개발	■	■	■	■	■	■								황수건(문화 테크)
4	플랫폼과 통합 제어장치 연결을 위한 프로세스 개발 및 프로그래밍							■	■	■	■				이재봉(공중 음식본가)
5	측사에 개발제품 적용 검증 및 보완점 해결							■	■	■	■	■	■		이재봉(공중 음식본가)/황 수건(문화테 크)

2-4. 연구개발 성과

○ 특허 성과 1

- 출원 번호 및 출원국 : 10-2018-0131884 / 대한민국
- 특허 명 : 가축의 생산성 향상을 위한 ICT 융합 기술이 적용된 스마트 통합제어 및 모니터링 시스템 및 그 방법

출원번호통지서

페이지 1 / 4

관인생략

출원번호통지서

출원일자 2018.10.31
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)
출원번호 10-2018-0131884 (접수번호 1-1-2018-1078289-86)
출원인명칭 농업회사법인 주식회사 공중음식본기(1-2018-061504-0)
대리인성명 김태훈(9-2010-000922-5)
발명자성명 이재봉 전현진
발명의명칭 가축의 생산성 향상을 위한 ICT 융합 기술이 적용된 스마트 통합 제어 및 모니터링 시스템 및 그 방법

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
※ 납부자번호 : 0131(기관코드)+ 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경경), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
※ 특허로(patent.go.kr) 접속 > 민원서식다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허·실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.
※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr>-특허마달-PCT/마드리드
※ 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12개월, 상표·디자인은 6개월 이내
※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권우정출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교환허가서(PTO/SB-39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.

그림. ICT 통합제어 시스템 방법에 대한 특허 출원증

○ 특허 성과 2

- 출원 번호 및 출원국 : 10-2019-0005069 / 대한민국
- 특허 명 : 로라망을 이용한 스마트 축사 관리 시스템

관인생략
출원번호통지서

출원일자 2019.01.15
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)
출원번호 10-2019-0005069 (접수번호 1-1-2019-0047931-86)
출원인명칭 농업회사법인 주식회사 궁중음식본가(1-2018-061504-0)
대리인성명 김태훈(9-2010-000922-5)
발명자성명 이재봉 전현진
발명의명칭 로라망을 이용한 스마트 축사 관리 시스템

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보 변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
※ 특허로(patent.go.kr) 접속 > 민원서비스다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허·실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.
※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr>-특허마당-PCT/마드리드
※ 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12개월, 상표·디자인은 6개월 이내
※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교환허가서(PTO/SB/39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
7. 종업원이 직무수행과정에서 개발한 발명을 사용자(기업)가 명확하게 승계하지 않은 경우, 특허법 제62조에 따라 심사단계에서 특허거절결정되거나 특허법 제133조에 따라 등록이후에 특허무효사유가 될 수 있습니다.

그림. LoRa 무선 통신 기술을 이용한 스마트 축사 관리시스템에 관한 특허 출원증

○ 소프트웨어

- 프로그램 등록번호 : C-2018-027686
- 프로그램 명칭 : ICT 기술을 활용한 축사 원격관리 시스템
- 프로그램 특징 : 기존의 축사 관리 소프트웨어는 가축의 상태 모니터링, 축사의 환경 모니터링, 축사의 사양제어 등을 각각 제어 하는 방식이었으나, 본 프로그램은 통합 제어 프로그램으로 환경모니터링 자료를 바탕으로 축사의 사양제어가 가능하고 가축의 건강 상태를 모니터링 하여 가축의 상태를 축사 운영자 또는 수의사에게 전달함으로써 통합 제어가 가능한 소프트웨어임

프로그램 등록부			
프로그램 등록번호	C-2018-027686		
프로그램의 명칭	ICT 기술을 활용한 축사 원격관리 시스템		
창작 연월일	2018.08.14	공표연월일	
등록 연월일	2018.10.17		
프로그램 지적자	성명 또는 상호	농업회사법인 주식회사 공중음식본가	주인등록번호 또는 법인등록번호
	주소 및 국적	경기도 화성시 매송면 속곡길 대한민국	
	지분	1분의 1	
프로그램복제물에 관련 사항	실용파일 File (on-line) 1		
프로그램저작권관			
순위	사항		
1	등록 부문 프로그램 등록 ① 신청인 농업회사법인 주식회사 공중음식본가 (214511-0003657) 경기도 화성시 매송면 속곡길 ② 저작(권)자 농업회사법인 주식회사 공중음식본가(1/1) 214511-0003657 경기도 화성시 매송면 속곡길 7-5 ③ 등록 원인 저작자 : 농업회사법인 주식회사 공중음식본가, 공적 : 2018.08.14 ④ 접수 번호 2018-029374 ⑤ 접수 일자 2018.10.12 ⑥ 등록 일자 2018.10.17		

프로그램의 내용	
과제 번호 : 1545015966	프로그램종류코드 : 42870
1. 직 용 분 야	축사 관리 소프트웨어 분야
2. 주 요 내 용	기본 축사 관리 소프트웨어는 가족의 상태모니터링, 축사의 환경모니터링, 축사의 사망 원인을 파악하는 기능이 있으나, 본 프로그램은 종합 제어 프로그램으로 환경모니 터링 기능을 바탕으로 축사의 사망유인이 가능하고 가족의 건강상태를 모니터링하여 가 축의 상태를 축사운영자 또는 수의사에게 전달함으로써 종합 제어가 가능한 소프트웨어임
3. 사 용 기 능	무선통신모듈로 축정된 축사 및 가족의 상태를 모니터링하여 축사를 통합 제어함.
4. 사 용 OS	Windows XP/Windows 7/Mac OS
5. 사 용 언 어	코틀린(Kotlin)
6. 발 요 한 프 로 그 램	1) 자원가상화 <http://java.com/ko/download/> 다비마스 드림이며 빌드(무선통신모듈용서버) < http://www.silabs.com/products/development-tools/software/> <no-uart-bridge-wcp-driver>3) 통신모 디어 <http://www.silabs.com/products/development-tools/software/> <no-uart-bridge-wcp-driver>3) 통신모 디어 <http://www.silabs.com/products/development-tools/software/> <no-uart-bridge-wcp-driver>3) 통신모 디어 <http://www.silabs.com/products/development-tools/software/> <no-uart-bridge-wcp-driver>3) 통신모
7. 규 모 (line, byte)	17,351,552 BYTE
8. 업 로 드 장 치 에 상 여 된 자 재 관련 사항	

그림. ICT 기술을 활용한 축사 원격 모니터링 소프트웨어 프로그램 등록

○ 개발 소프트웨어 성능 및 품질 테스트

- 축사 및 가족의 상태를 센싱하는 센서노드에서의 정보를 LoRa 모듈에 의해 제어장치에 무선으로 전송이 되며 이 정보를 바탕으로 클라우드 모니터링 소프트웨어에서 다양한 정보를 나타내도록 개발한 시스템의 성능에 대한 성능 테스트 (KS X ISO/IEC TR 9126-2:2008) 진행

4. 시험항목 및 방법

번호	대분류	중분류	소분류	비고
1	공통	로그인	-	
2		SMS	-	
3	축사보기	모델ID표시	온도	
4			습도	
5			이산화탄소	
6		일표시	온도	
7			습도	
8			이산화탄소	
9		추표시	온도	
10			습도	
11			이산화탄소	
12		가족보기	모델ID표시	온도
13	소리			
14	움직임			
15	일표시		온도	
16			소리	
17			움직임	
18	추표시		온도	
19			소리	
20			움직임	
21	설정		축사설정	메시지 전송 번호
22		온도		
23		가족설정	습도	
24			이산화탄소	
25		가족설정	온도	
26			소리	
27	움직임			
28	접속	축사	-	
29		가족	-	
30	통신시작	-	-	

그림. 개발한 통합 관리 시스템의 성능 테스트를 위한 항목

- 통합관리 시스템의 작동 로직에 따라 클라우드 형태로 동작하는지의 여부, 센서 노드의 LoRa 무선 통신 데이터와 클라우드 소프트웨어에 의해서 운영되는 컨트롤장치와의 접속 여부, 축사 환경 모니터링과 가축의 건강 상태를 확인하는 센서 노드의 정보의 왜곡여부, 축사 및 가축의 상태 정보의 빅데이터 활용을 위한 DB 저장 및 표시에 대한 여부, 다양한 환경 수치를 설정 기능의 동작 여부, 설정된 환경 수치와 상이 할 경우 경보 기능을 공식인증인 KORAS기관을 통해 테스트 진행

4. 시험항목 및 방법

No	시험항목	목표	시험방법(절차)	반복 횟수	비고
1	로그인	3 s 이내	1) 프로그램을 실행 2) 아이디와 패스워드를 입력 3) 확인 버튼을 누름 4) 메인화면으로 진입되는지 확인	2회	로그인 화면
2	LoRa모듈 접속	5 s*모듈개수 이내	1) 접속한 LoRa모듈을 subXXX.txt에 기록 2) 좌측하단의 접속 버튼을 누름 3) 기록된 LoRa모듈 중 응답 가능한 모듈들의 통신여부를 표시함을 확인	2회	메인화면
3	LoRa모듈 데이터 통신 (축사/가축상태)	지속	1) 우측하단의 통신 버튼을 누름 2) 위의 No2시험에서 표시된, 응답 가능한 모듈들과의 통신내용이 표시됨을 확인 3) 상단의 축사/가축상태의 파라미터가 바뀔을 확인	2회	메인화면
4	축사/가축상태의 DB저장 및 표시 확인	3 s 이내	1) 상단의 축사/가축의 이미지를 클릭 2) 축사의 온도/습도/CO2 값을 확인 3) 가축의 온도/소리/움직임 값을 확인	2회	메인화면 → 축사/가축
5	경보 값 설정	3 s 이내	1) 상단우측의 설정 버튼 클릭 2) 온도, 습도, 이산화탄소, 소리, 움직임의 경보 값 설정 3) 설정한 값이 저장되는지 확인	센서 5개에 대해 1회씩 확인	메인화면 → 설정
6	경보 기능	10 s 이내	1) 측정된 축사/가축의 상태 값이, 위의 No5에서 설정된 범위 밖일 경우, 설정된 핸드폰 번호로 비상메세지가 오는지 확인 2) 동시에 메인 화면에 표시되는지 확인	센서 5개에 대해 1회씩 확인	메인화면

그림. 통합관리 시스템의 동작 품질에 관한 테스트

○ 사업화 성과

- ICT 기술이 적용된 통합 모니터링 시스템을 적용한 축사에서 생산된 가축의 친환경 육류로 납품
- 총 납품금액 : 550,000,000원

농림축산식품연구개발과제 사업화실적 확인서

과제명	가축의 생산성 향상을 위한 ICT 융합기술이 적용된 스마트 통합 제어 및 모니터링 시스템 개발							
주관연구기관	(주)공중음식본가		참여기관	문화테크				
책임자	이재봉		연구기간	2016.12.05~2018.12.04.(총24개월)				
정부출연금	300,000천원	기업부담금	100,000천원	총계	400,000천원			
기술이전명			기술실시대상기관					
기술료			기술실시일					
구분	기술실시업체 결산액 (단위:백만원) * 최근연도 결산보고서에 의해 작성		해당기술을 통한 사업화 실적(단위:백만원)					
실 적	자산 총계	2,672	제품인수	2				
	자본 총계	333						
	부채 총계	2,339	기술개발성과활용 총 매출액 (국산매출액 + 해외수출액)	550				
	매출액 총계	1,412						
제품별 실적								
구분	제품명	제품사진	제품출시일	매출액 (백만원)		해당기술의 매출액 기여율 (%)	원산지	품질 인증 여부
1	친환경 육류	원재료	2018	국내	346	60%	국내	HACCP(제조업체 인증)
				해외				
2	친환경 육류	원재료	2018	국내	204	70%	국내	HACCP(제조업체 인증)
				해외				
3				국내				
				해외				

* 첨부 : 매출액 확인이 가능한 자료(세금계산서, 매출원장 등)

2018년 12월 24일
연구책임자 : 이재봉 (서명 또는 인)

구덩灑柿마니터링 시스템에 의해서 관리된 축사의 친환경 육류의 사업화

2-5. 연구결과

가. 축사의 스마트 통합 제어 및 모니터링 시스템을 구축하기 위한 전문가 사전 조사

본 과제에서 연구 예정인 축사의 환경제어, 가축의 모니터링, 사양관리, 가축의 원격 진료 시스템 구축의 통합 제어 및 모니터링 시스템의 일부분은 축산 농민이 사용자이므로 사전 조사를 통해 요구사항 분석이 가능하지만 본 과제의 핵심중 하나인 원격 진료시스템의 경우는 수의사의 전문성을 필요로 하기 때문에 원격 진료 시스템 및 가축 질병예방을 위한 정보 수집 및 자문을 위해 서광동물병원의 원장과 아래 그림과 같이 업무 협약을 통해 진행을 하였다.

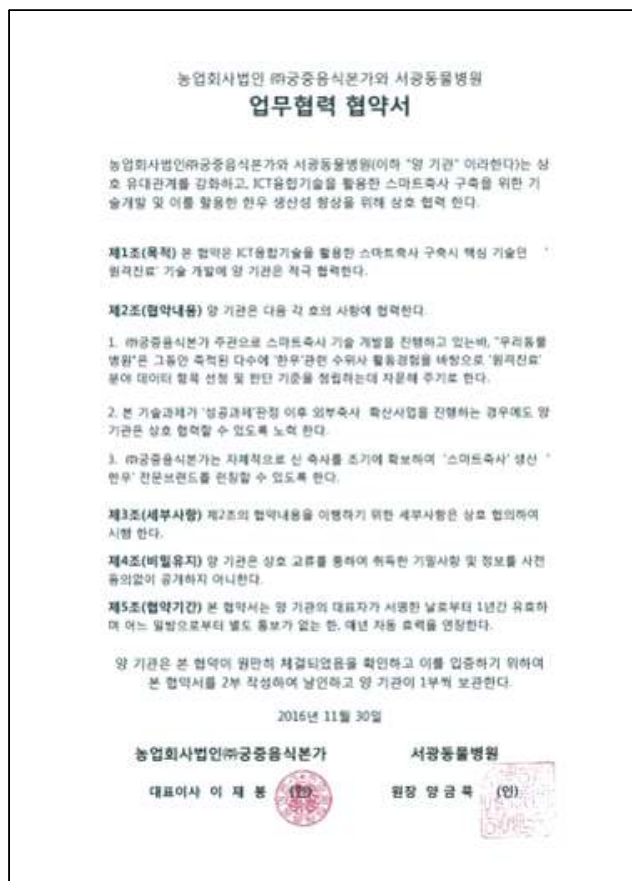


그림. 가축의 상태에 따른 다양한 현상을 자문 받기 위한 전문동물병원 수의사와의 협약 체결

(1) 전문가를 통한 요구사항 분석

○ 축사의 환경제어, 가축의 모니터링, 원격진료 시스템에 대해 전문가를 통해 다음과 같은 결과 확인

- 기존의 환경 통합 모니터링 UI(User Interface)에서 표현하고자 하는 축사의 환경상태, 가축의 건강상태에 대해 간단하고 직관적인 것이 필요함. 허존 하는 대부분의 환경 모니터링 시스템은 많은 정보를 보여주고 있으나 불필요하거나 실제 필요한 정보가 어디 있는지

등의 여부를 파악하기 어렵기 때문에 실사용 횟수가 거의 없는 상황



그림. 기존 모니터링 시스템 및 본 과제에서 개발한 직관적인 모니터링 시스템의 UI

- 축사의 환경 정보 및 가축의 바이오 정보 등의 이력이 기록되는 것은 향후 가축의 건강 상태 등 활용성이 매우 크기 때문에 프로그램이 설치되어 있는 PC와 DB서버 양쪽에 각각의 상태 값들이 저장되도록 개발 하였으며 필요에 따라 저장된 자료는 공유할 수 있도록 개선하고 있음

idx	id	temp	sound	move	datetime
382	202	37.5	150	530	2018-10-11 13:12:49
383	202	37.5	150	530	2018-10-11 13:12:57
384	202	37.5	150	530	2018-10-11 13:13:08
385	202	37.5	150	530	2018-10-11 13:13:18
386	202	37.5	150	530	2018-10-11 13:13:27
387	202	37.5	150	530	2018-10-11 13:13:37
388	202	37.5	150	530	2018-10-11 13:14:24
389	202	37.5	150	530	2018-10-11 13:14:31
390	202	37.5	150	530	2018-10-11 13:14:39
391	203	35.5	85.4	15.3	2018-10-11 13:14:48
393	203	35.5	85.4	15.3	2018-10-11 13:14:55
395	204	37.5	150	530	2018-10-11 13:15:04
400	202	35.5	85.4	15.3	2018-10-11 13:15:25
402	203	35.5	85.4	15.3	2018-10-11 13:15:34
410	201	37.5	150	530	2018-10-11 13:16:25
415	204	35.5	85.4	15.3	2018-10-11 13:16:59

그림. DB 서버에 저장되어 있는 가축의 건강 상태 자료

○ 본 과제에서 개발된 원격의료 소프트웨어 및 관련 기술의 개발은 다양한 축사를 방문하여 현재의 문제점을 확인한 결과 축사 운영자 대부분이 수의사가 축사를 직접 방문하는 것을 기피하고 있으며 이는 수의사도 축사를 방문을 기피 하고 있는데 가장 큰 이유는 아래와 같음.

- 2014년 8월부터 ‘수의사 처방전’ 제도가 실시됨에 따라 원격진료시스템을 이용하여 이를 간음할 수 있는 방안을 모색하여 원격진료시스템의 보급이 확산 될 수 있는데 자체적으로 농가를 조사해 본 결과 농가에서 경우에 따라 전염병을 옮길 수 있다는 이유로 수의사의 방문을 기피하는 경우가 있음

- 특히 향후 적용 가능한 양돈 농가의 경우 10,000 마리 이상 규모의 농가에는 수의사 매일 방문을 해야 하는데 현실적으로 어렵기 때문에 본 과제를 통해 축사의 환경과 가축의

건강상태의 데이터를 보고 필요에 따라 가축 건강상태를 스마트폰의 기능을 활용하여 개발한 동영상 소프트웨어를 이용하여 확인이 가능 하도록 개발



그림. 축사와 원격 동영상이 가능한 소프트웨어 개발(Web RTC 기술 기반)

○ 가축의 방역 신고 시스템에의 적용 및 스마트 처방전

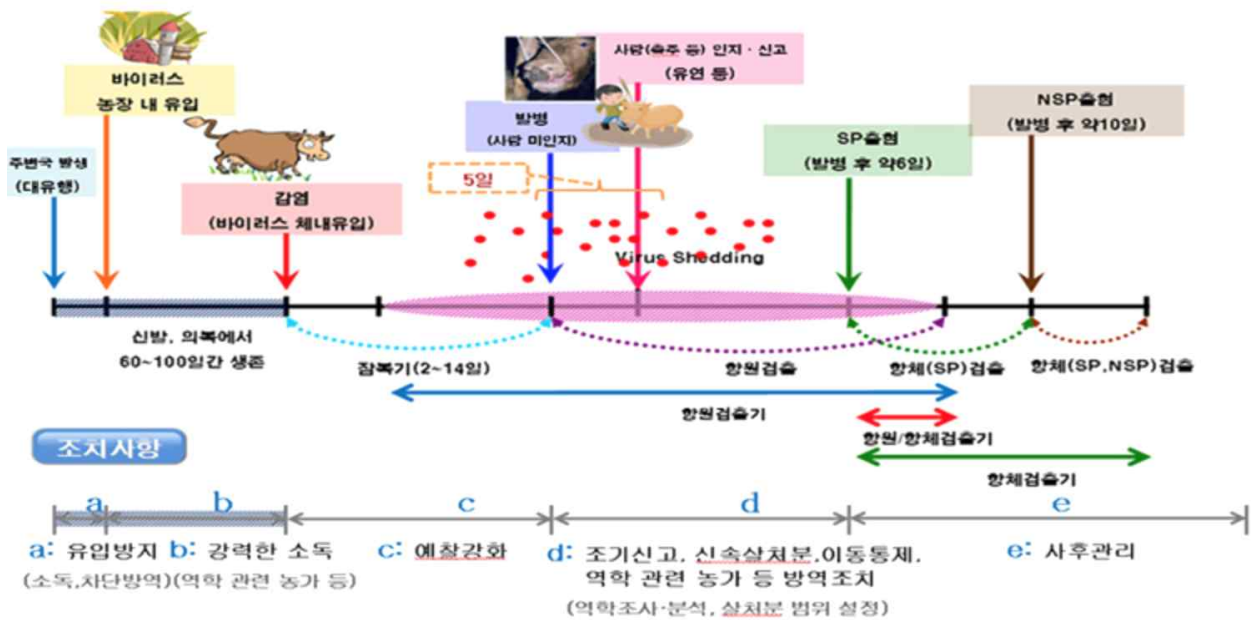


그림. 중앙단위 방역 신고 시스템 모식도

- 스마트 통합 제어시스템을 이용하는 축산 농가에 가축이 전염병등과 같은 질병이 발생하였다고 예상되었을 시 스마트 폰 또는 운영자의 모니터링 프로그램을 이용하여 가축의 이상을 신고하고 시군 지방방역 담당자에게 가축의 이상을 자동으로 알리고 이를 방역 담당자는 시군에 배치되어 있는 공수의사에게 방문을 통한 질병 감별을 요청한다. 이후 공수

의사는 신고가 접수된 농장에 방문 후 소를 검진 후 신고 내용을 방역 담당자에게 보고하며 가축에게 법정 전염병 등이 발생하였을 시 방역 담당자는 농립축산검역검사본부에 신고하는 과정을 거치게 되는데 이 과정이 매우 신속하게 이루어질 경우 단시간내에 구제역과 같은 질병을 방지 할 수 있으나 일반적으로 초기 대응이 신속하지를 못해서 질병이 빠르게 확산되는 경우가 대부분임.

- 추가적으로, 전염병 등의 이유로 수의사의 농장 방문을 꺼리는 점을 고려할 때 원격진료 시스템을 통한 진료에 따른 스마트 처방(수의사 및 수산질병관리사 처방제 / 2014.8월 실시)은 매우 중요한 기능임



그림. 가축의 건강에 이상이 있을 경우 경보표시와 동시에 특정 번호로 알림기능

나. 가축 모니터링 시스템 연구 및 개발

(1) 정상 및 비정상시 하루 중 소 체온 변화 조사

○ 가축의 체온 상승에 따른 질병 유무에 대한 자료 조사

- 건강한 가축은 계절에 따라 외부 온도가 변하거나 건거나 달리는 행동 등으로 인해 몸 안에 열이 급격히 올라가도 일정한 범위에서 유지한다. 하지만 가축에게 호흡기나 바이러스성, 세균성 등과 같은 질병들은 발생하면 체온이 상승하는 것을 볼 수 있다. (Gloster, 2011; Rose-Dye, 2011) 이와 같이 가축의 체온은 가축의 이상 유무를 빠르게 나타내주며 건강상태를 판단 할 수 있는 중요한 신체 정보로 쓰일 수 있음 (Suthar 등, 2011).



그림. 지그비 무선 통신 기술을 이용한 사용화 계측 장치

- 최근 정보통신기술을 융합하여 실시간으로 가축의 생체 정보를 관측하는 모니터링 기술들이 연구되고 있으나 (Futagawa 등, 2010; Small 등, 2008) 송수신 센서들의 정확도 및 비용, 안전성, 배터리 수명 등의 문제가 되고 있음 (Masato 등, 2010; Alzahal 등, 2011).
- 본 과제에서 가축의 체온을 실시간으로 측정하여 건강상태를 모니터링 하는 무선 체온센서 등을 개발하기 전에 부착이 용의 하고 직장온도를 대체할 수 있는 적합한 측정부위를 조사함.

Item	Optimal growth of environment conditions		Environment control elements
NH3	20ppm under		Chemical Valve1
H2S	20ppm under		Chemical Valve2
Flow rate	High temp	0.5m/s ~ 1.2m/s	Fan Control
	Mild weather	0.25m/s	
Emission flow rate	0.08m/s over		Fan PWM Control
Temperature	15 ~ 20℃		Fan Control / Heater
VOC	5ppm under		Fan Control
CO2	500ppm under		Fan Control
DUST	300 μ m under		Fan Control

표: 가축을 사육하는데 필요한 환경요소 데이터의 예



그림. 가축의 식별이 가능한 개체 인식용 귀표(협약 유리농장)

- 그 중 소의 귀는 농장에서 각각의 가축을 식별 할 수 있도록 개체인식용 귀표를 장착하여 이용되고 있으며, 귓속온도와 귓바퀴 피부 온도는 직장온도와 유사한 체온 패턴을 보이는 현상에 대해 연구한 자료(U-IT 기반의 사양관리, 2011)를 참조하였음
- 가축의 건강 상태를 확인하기 위한 체온 센서노드는 비접촉식 센서를 사용하였음
- 아래 표는 송아지에게 멸균생리식염수와 LPS를 주입하여 직장 온도, 귓속 온도, 귓바퀴

피부를 비교한 자료임

표. 온도 측정 위치에 따른 하루 동안 소의 최대 최소 온도

항목	직장온도	귓속온도	귀 표면온도
평균온도	39.3	39.1	32.9
최소온도	38.6	38.5	26.6
최고온도	39.9	39.7	35.9

(2) 실험의 결과

- 평균 귓속온도는 39.1° C로 직장 온도와 0.2° C 차이가 있었다. 직장 온도가 귓속 온도와 차이가 없게 나타난 것은 고막과 근접한 귓속 온도는 외부환경에 노출이 적으며 몸 안에 위치해있기 때문이다. 건강한 가축의 체온은 외부환경으로부터 복사열을 받아 체온을 상승시키며 체온이 상승 할 경우 피부를 통해 외부환경으로 열이 방출된다. 또 피부나 털, 호흡, 배뇨작용에 의한 수분 증발로 인해 체온을 낮추어 항상 일정하게 유지된다(강 등, 2005; Brouk 등, 2003). 하지만 귓바퀴 피부 온도가 직장 온도와 귓속 온도 보다 변화 범위가 큰 것은 귀의 기능이 외부 소리를 듣는 것뿐만 아니라 동물이 일정한 체온을 유지함에 있어서 체온을 조절하는 발열기관이기 때문에 온도변화가 큰 것으로 사료된다. 이 결과는 직장온도와 각각의 측정부위의 상관관계에서도 귓바퀴 피부 온도보다 온도가 더 높은 상관관계를 보였다.

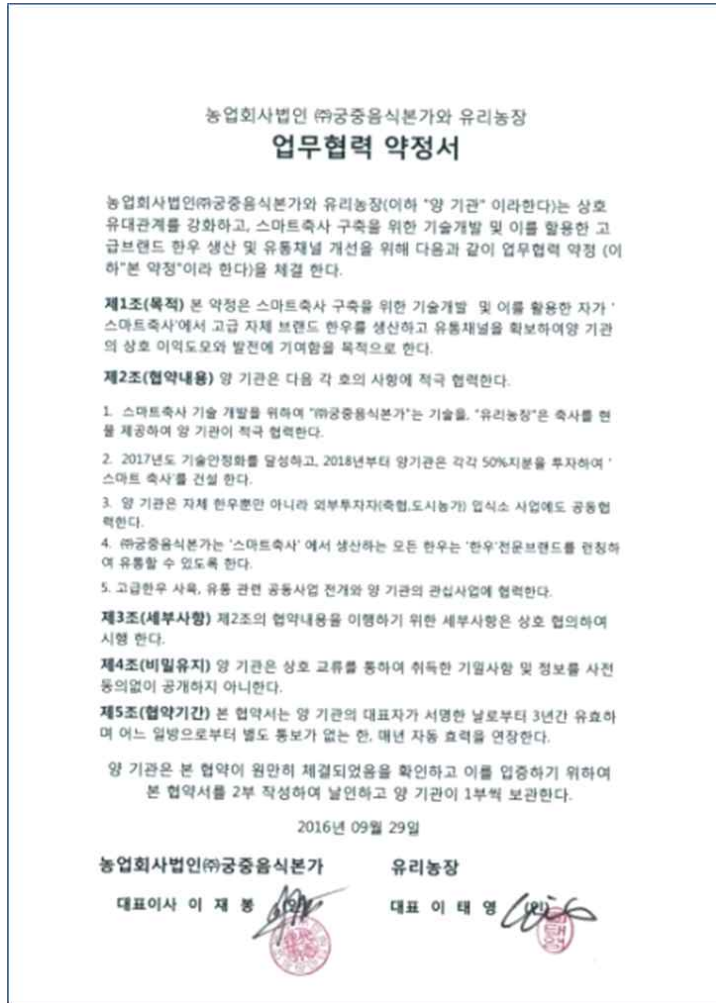


그림. 축사의 환경 모니터링 및 가축의 상태 모니터링을 위한 축사와의 업무 협약서

따라서 질병유무를 판단하여 이용하는데 정상 시나 비정상 시에도 변화가 적고 직장 온도와 비슷한 귓속 온도는 충분히 직장 온도를 대신 할 수 있을 것이며 이용성 및 부착성이 좋고, 실시간으로 온도가 측정 가능한 비접촉식 무선 체온 측정기기를 본 과제에 적용된 RoLa 무선통신 기술과 결합하여 동물의 체온변화를 통한 가축의 생리적인 판단하도록 함.

(3) 소의 발생행동에 관한 조사

- 한우는 우리나라의 전통품종으로 국민을 위해 수입축산물 보다 질 좋고 보다 저렴하며 안전한 먹거리로 제공되어야 한다. 특히 한우를 사육하는데 있어 송아지의 육성관리는 매우 중요하며 그중에서도 송아지의 이유일령은 정형화 되어 있지 않으나 농가의 수익과 밀접한 관련이 있다. 박 등(2000)의 연구에 따르면 이유일령은 번식우의 번식효율과 송아지의 육성을 향상이 큰 영향을 미친다고 하였다. 또한 어미소의 모유는 송아지에게 면역적, 영양적 등 모든 측면에서 훌륭한 공급원이 될 수 있지만 생후 3주령이 지나면 송아지의 에너지 요구량은 증가하는 반면 어미소의 비유량은 포유기간이 길어질수록 상대적으로 감소하기 때문에 송아지의 육성율을 높이기 위해서 이유일령이 중요하다 함(김완영 등, 2012).

- 이유시 어미소와 송아지가 보고 들을 수 있는 팬이나 울타리로 어미소와 송아지를 나누어 이유를 하게 되면 시간이 갈수록 사료섭취량이 증가하였으며 (Stookey 등, 1997), 일당중체량 또한 증가하였음을 확인 했으며 (Price 등, 2003), Haley 등 (2005)은 송아지가 어미의 젖을 먹지 못하도록 송아지들에게 코걸이를 하여 적응기를 갖은 송아지들의 경우 사료 섭취하는 시간도 많았으며, 이유 직후의 일당평균중체량이 높은 경향이 있다는 사실들을 확인 함.

- 본 연구는 업무협약이 되어 있는 유리농장에서 약 2개월간 실시하였다. 한우 수송아지와 암송아지를 실험하였는데 한우 송아지는 어미소와 같이 비 가림 시설이 되어있는 분만사에서 사육하였다. 각각의 어미소와 송아지가 생활하는 우방은 가로 9.1 m × 세로 2 m의 크기에서 개별 사육되었으며 바닥에는 왕겨를 10cm 두께로 깔아서 생활하였다.



그림. 실험이 진행된 유리농장

- 어미소와 송아지의 영상녹화는 폭으로 약 1 m, 지상으로부터 3m 떨어진 높이에 감시카메라를 45° 각도로 설치하였고, 송아지 울음회수를 기록하기 위해 송아지방과 어미소방의 경계구간에 지상으로부터 높이 약 1.95m 높이에 녹음기를 설치하여 실시간으로 녹음하였다. 녹음기는 지향성 마이크를 장착하였으며 외부 잡음 및 바람소리의 녹음을 막기 위해 마이크부분에 스티로폼을 끼워서 사용하였다.

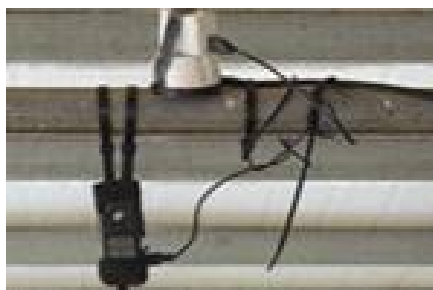


그림. 행동 패턴과 울음소리 분석을 위한 마이크 설치

90일령에 강제적으로 이유한 송아지와 이유 전 처리를 한 70일령, 90일령 그리고 120일령 송아지의 이유 전 과 이유 후 울음소리의 변화를 아래 테이블과 그림이 나타남.

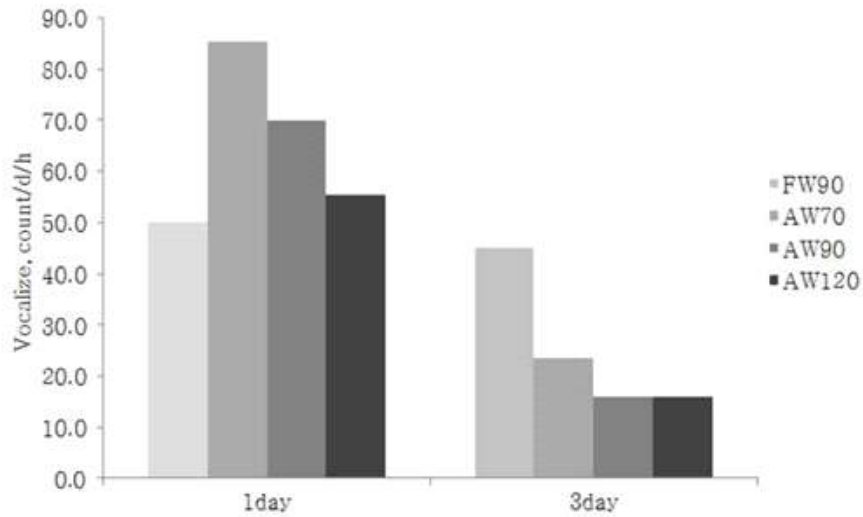


그림. 강제 이유한 경우와의 울음소리의 차이(건국대학교 산합협력단, 2011)

이와 같은 선행 연구결과와 본 연구결과를 보았을 때, 비록 통계적인 차이는 발견하지 못하였지만, 위 테이블(그림8)의 평균값만 확인하였을 때는 비슷한 결과를 보이는 것으로 판단되기 때문에 이유시기 혹은 이유방법에 따라 이유시키는 송아지의 울음소리 및 행동에 영향을 끼치는 것을 확인 할 수 있으며, 이러한 결과에 따라 **가축의 울음소리에 따른 데이터 확보가 필요하기 때문에 음성센서를 가축 모니터링 장치 포함하여 개발함.**

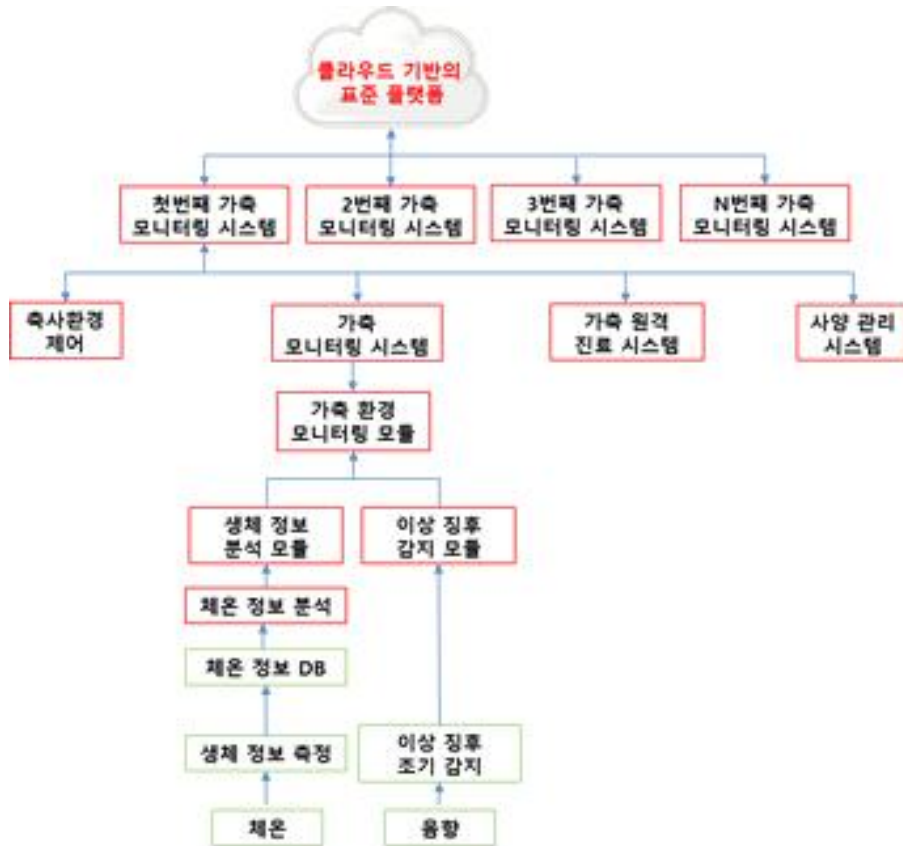


그림. 가속 모니터링 시스템의 개념도

(4) 가속 모니터링 하드웨어 연구과정

가속 모니터링 시스템은 가속의 상태를 관찰하기 위한 시스템으로 태그를 통해 가속의 활동 정보와 체온 정보를 획득한다. 태그는 소귀에 부착되어 IR(적외선) 센서를 이용해 소의 체온을 측정하며, 이를 무선 통신 망인 Zigbee를 통해 주위의 센서 노드 또는 게이트웨이 에 전송하는 시스템으로 개발을 하였으나 배터리의 문제점, 대규모 축사에서 무선 거리의 문제점, 많은 양의 데이터를 전송하는 송수신상의 문제점이 발생하여 1차년도 후반부에 LoRa 무선 통신 기술로 대처하여 개발함.

주 체	기존			저전력 장거리통신		LTE-MTC	
	Wi-Fi	Zigbee	Bluetooth	SigFox	LoRa WAN	LTE-M/ NB-LTE-M	NB-IoT
통신범위	20~100m	10~100m	10m	13Km 이내	11Km 이내	11Km 이내	15Km 이내
주파수	2.4GHz, 5GHz	868, 900~928MHz, 2.4GHz	2.4GHz	8~900MHz (비면허 대역)	8~900MHz (비면허 대역)	1.4MHz/200KHz	200KHz
전송속도	2~54Mbps	250Kbps	1~2.1Mbps	100bps	10Kbps	1~2Mbps	200Kbps
전력소비/배터리수명	50~200mW	평균15mW 이하	1~30mW	약 10년	약 10년	약 10년	약 10년
표준화	IEEE 802.11b.g	IEEE 802.15.4 포함	IEEE 802.15.1	비표준	비표준	3GPP Release 12	3GPP Release 13

* 자료참조 : 소프트웨어정책연구소, 사물인터넷의 특징과 기반기술동향, 2016. (IEEE 802.11, 802.15.4 표준, 3GPP Release, SSR Analysis)

그림. 기존 무선 통신 방식과 LoRa 무선 통신의 특징 비교

○ 게이트웨이 노드 설계

많은 양의 데이터를 처리 하기 위해 마이크로프로세스를 이용하는 방법으로 개발

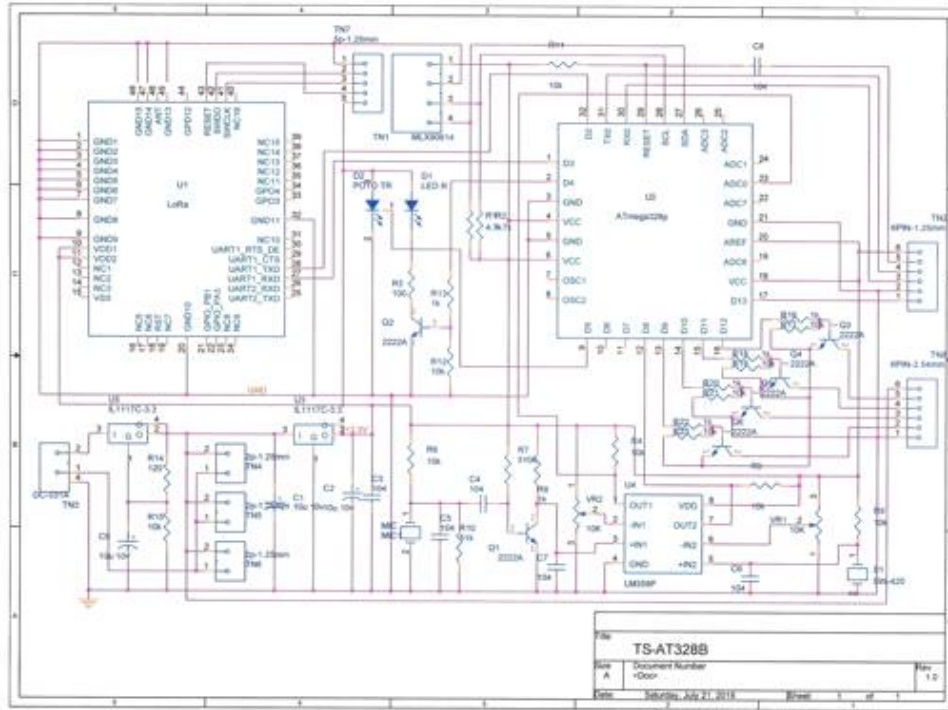


그림. LoRa 무선 통신기반 게이트웨이 장치

MCU는 센서 정보 데이터를 수집하며 그 외 모든 운영과 관련된 동작을 제어 할 수 있게 설계하였다.

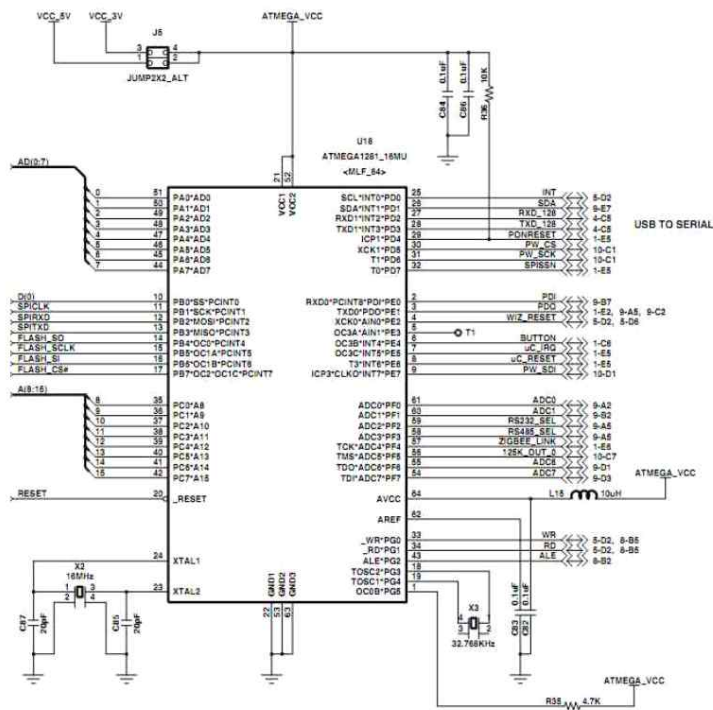


그림. MCU 상세 설계 회로도

App_BTN & LED 설계는 동작상태 표시 및 운용 상태 표시를 위한 응용 버튼 및 LED는 설계하였다. 외부 도출 Dip는 전원, Ethernet, 동작 상태 표시를 한다.

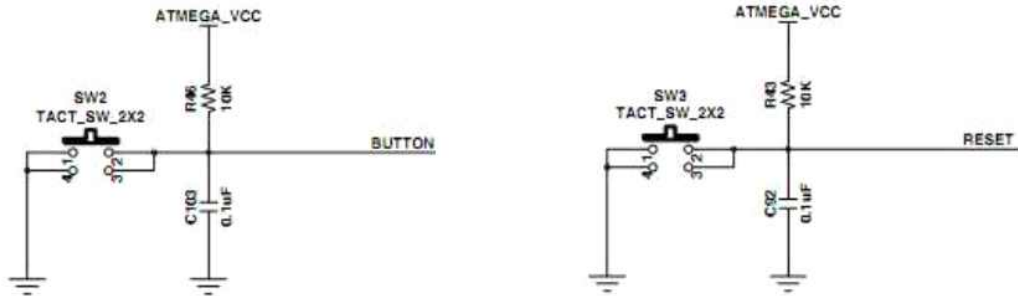


그림. App_BTN & LED 상세 설계 회로도

Flash Memory의 경우는 2MBit의 외부 메모리칩으로 데이터를 저장 할 수 있다. MCU와는 SPI통신으로 이루어졌다.

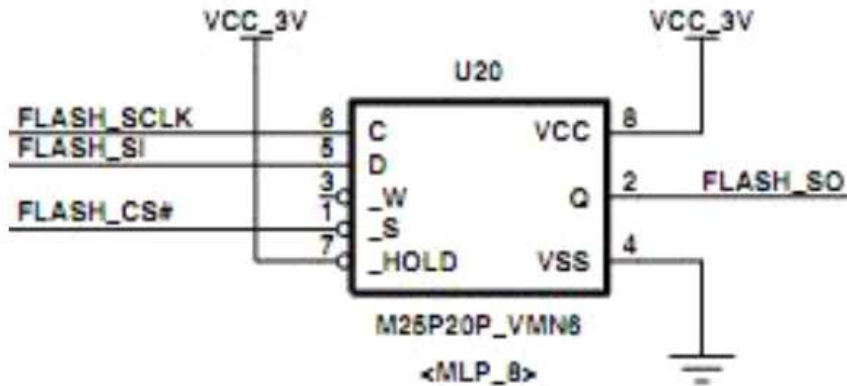


그림. Flash Memory의 상세 설계 회로도

RF Transceiver는 2.4GHz ISM Band RF Transceiver이며 MCU로부터 받은 정보를 수집노드로 송수신을 위해 설계하였다.

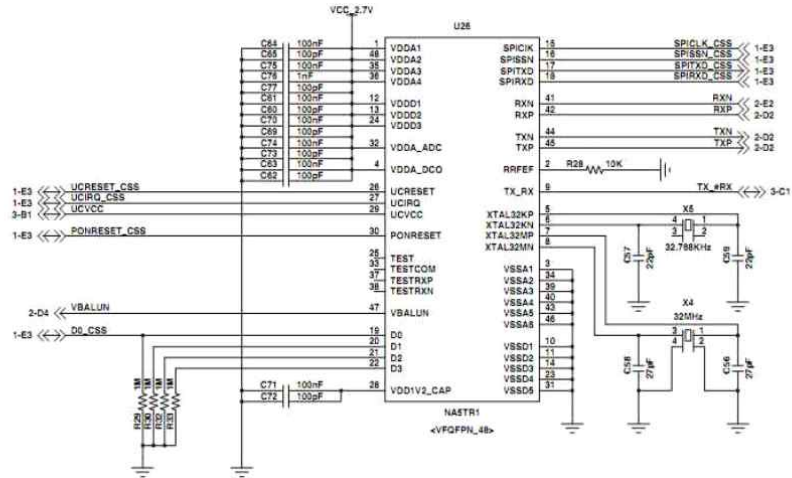


그림. RF Transceiver 상세 설계 회로도

동작상태 확인용 디버깅을 위한 USB시리얼 통신을 설계하였다.

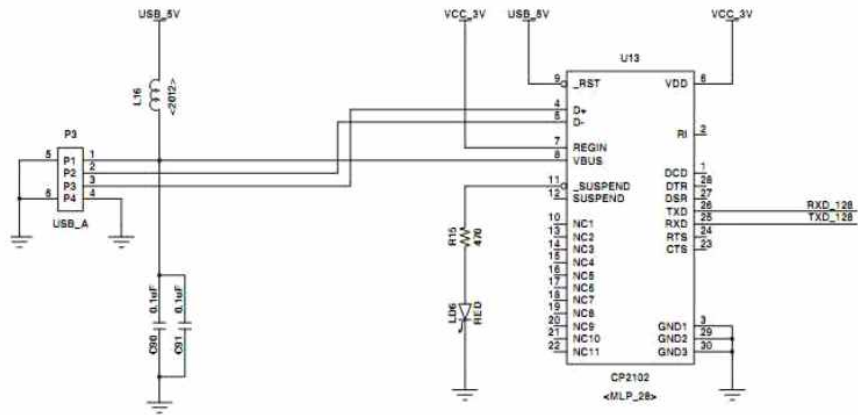


그림. USB시리얼 통신 상세 설계 회로도

Ethernet은 RF를 통해 받은 데이터를 이더넷을 통해 전송하기 위한 W5100 이더넷 칩셋을 설계, 적용하였다.

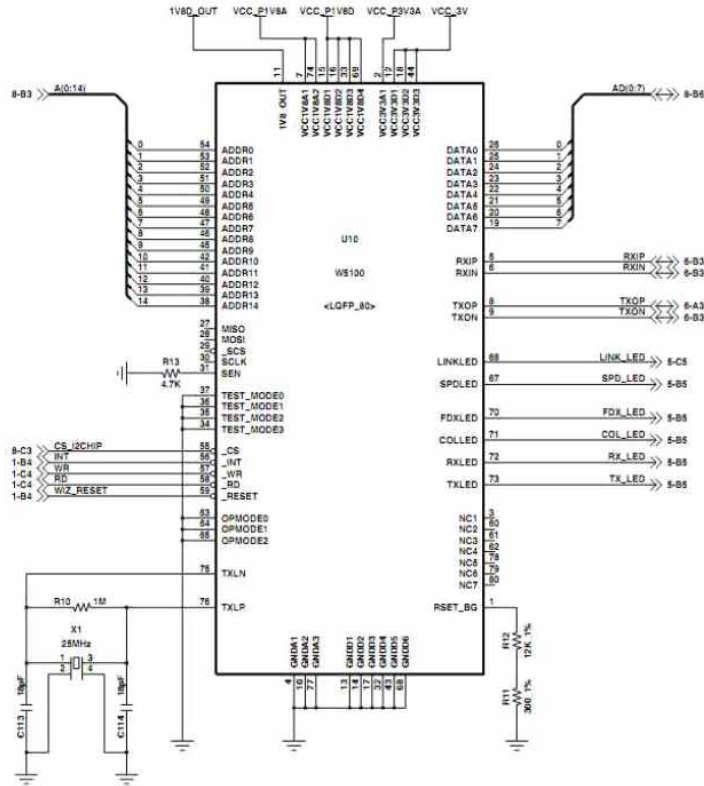


그림. 이더넷 전송을 위한 칩셋 상세 설계 회로도

Power는 동작상태 확인용 디버깅을 위한 USB시리얼 통신을 설계하였다.

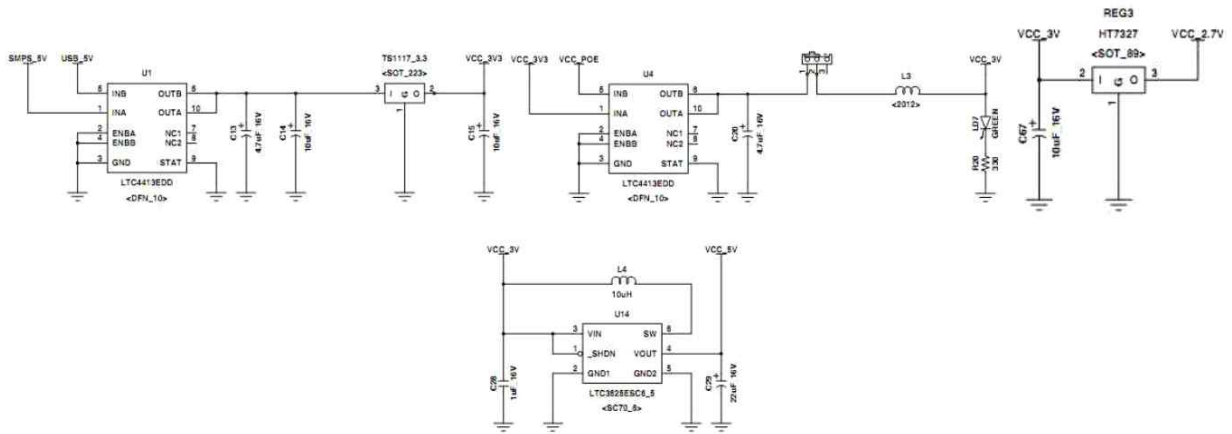


그림. 파워에 대한 상세 설계 회로도

- 각각 요소의 상세설계를 바탕으로 최종적으로 구현한 가속 모니터링을 위한 게이트웨이 장치임
- 초기 설계는 아래 그림과 같이 설계를 하고 제작을 하였으나 기 개발된 제품처럼 배터리 소모 문제, 태그에서의 실시간 자료 전송에 따른 많은 노드에서의 자료 수집 등에 문제가

발생하여 다음과 같이 마이크로프로세서를 응용해서 구현하는 방식으로 바꾸어서 최종적으로 개발 완료됨

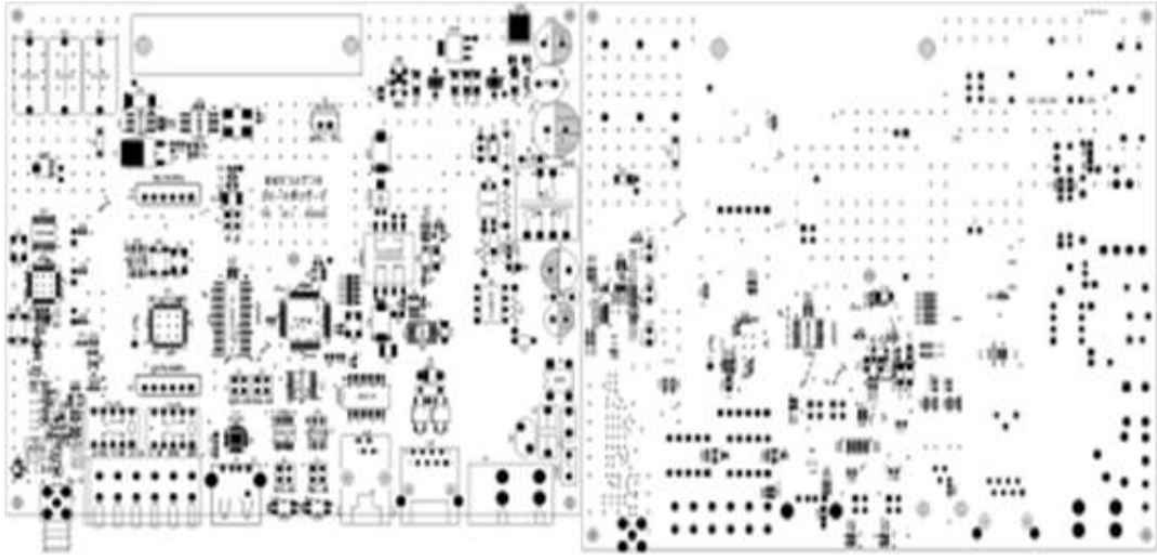


그림. 초기 게이트웨이 보드 레이아웃



그림. 마이크로 프로세서를 이용한 가속 모니터링 보드 시험품 제작

○ 태그(가속의 상태를 센싱) 상세 설계

- LoRa 통신 모듈과 축사의 센서의 연동을 위해 아두이노 보드에서 테스트를 하면서 개발을 하였으며 컨트롤러에 필요한 펌웨어 개발을 아래와 같이 진행함

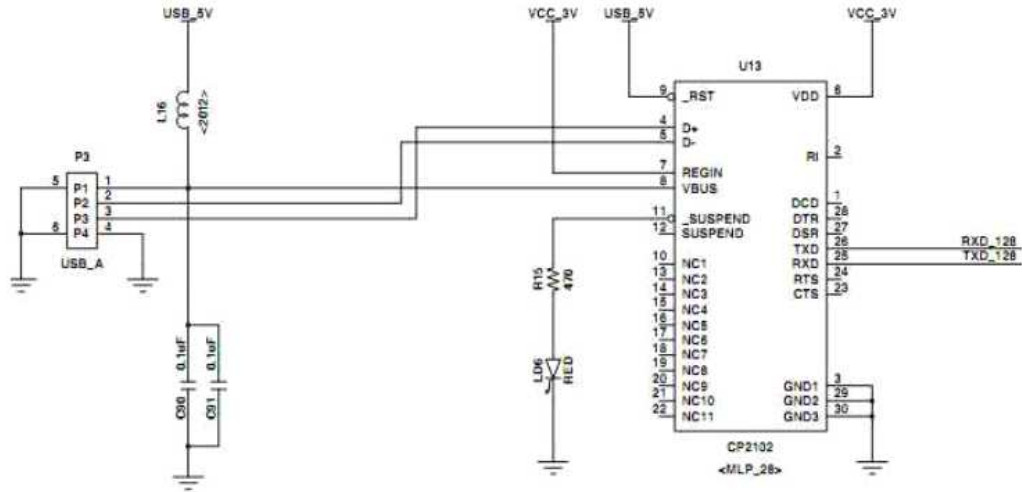


그림. 시리얼 통신이 가능한 상세 회로도

배터리를 통해 공급되는 전원을 1A 용량의 충전관리 레귤레이터 IC를 통해서 내부 전원을 공급한다.

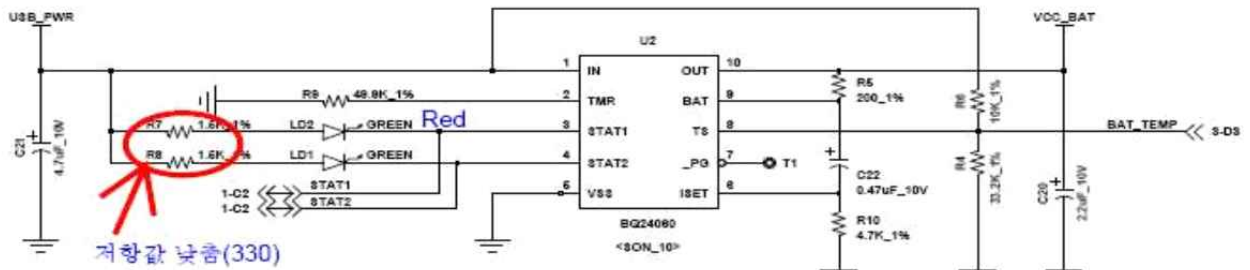


그림. 태그의 전원을 관리하는 상세 회로도

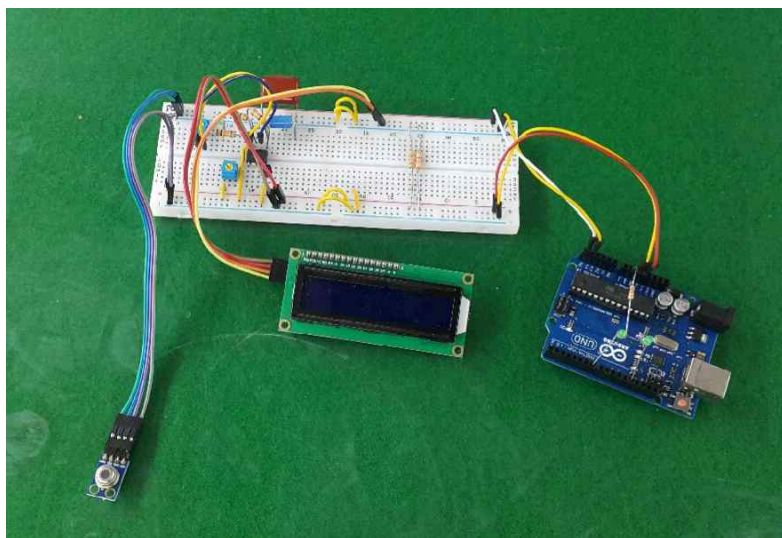


그림. 아두이노보드를 이용한 비접촉 온도 센서 개발

비접촉 IR 온도센서 모듈(TN-901)



- 정밀한 대기압 보정을 거친 MEMS thermopile detector 를 사용함.
- 자체 개발한 Infrared SOC (System On Chip)칩 사용하여 최적의 모듈 사이즈 구현
- 보정된 데이터와 시리얼 번호를 EEPROM 저장하여 모든제품이 추적 가능
- 측정 온도 범위 : -33 ~ 220 ℃
- 사용 가능 온도 : -10 ~ 50 ℃
- 정밀도 : ± 0.6 ℃ (측정물체 = 15~35 ℃, 대기온도 = 2 ℃ 기준환경)
- 반응속도 : 1초 (90%)
- Update Frequency : 1.4Hz
- Dimension : 12 X 13.7 X 35 mm
- Power supply : DC 3V or 5V

그림. 비접촉 IR 온도 센서



특징 (Features) :

- LM386 기반의 사운드 센서
- 고품질, 저렴한 가격
- 조립식 3mm 구멍
- 아날로그 인터페이스

사양 (Specification) :

- 작동 전압: 5V
- 크기: 26 x 21 mm
- 무게: 5g

구성품 (Components) :

- KOREAN : LM386 사운드 센서 x 1
- 3핀 점퍼 케이블 (F-F타입, 15cm) x 1

그림. 사운드 센서 모듈

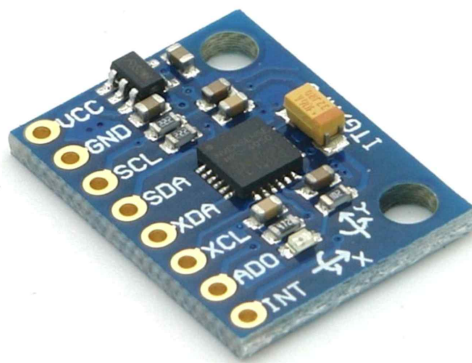


그림. 가속도 센서 모듈

가속의 상태를 실시간으로 파악해서 게이트보드로 실시간 센서 값을 전송하는 역할을 하는 태그 보드는 아래 그림과 같다. 현재는 시험품만 제작한 단계에 있으며 배터리 사용 시간 증대를 위해서 마이크로칩을 적용하여 제작하였으며 기존에는 Zigbee방식으로 개발하였으나 무선통신을 위한 배터리 소모, 처리속도, 무선 전송거리는 다양한 문제점을 극복

하기 위해 Lora방식으로 무선통신 방식을 바꾸어서 다시 개발함



그림. IR 태그 보드 레이아웃

(5) 가축 상태 모니터링 시스템

- 아래의 그림은 가축 및 축사의 전체 상태를 나타내는 UI로써 LoRa 통신에 의해 가축에게 설치된 센서노드의 정보들이 게이트웨이 장치로 수집이 되고 수집된 정보들을 이용해서 프로그램된 UI에 가축의 상태를 나타나게 됨

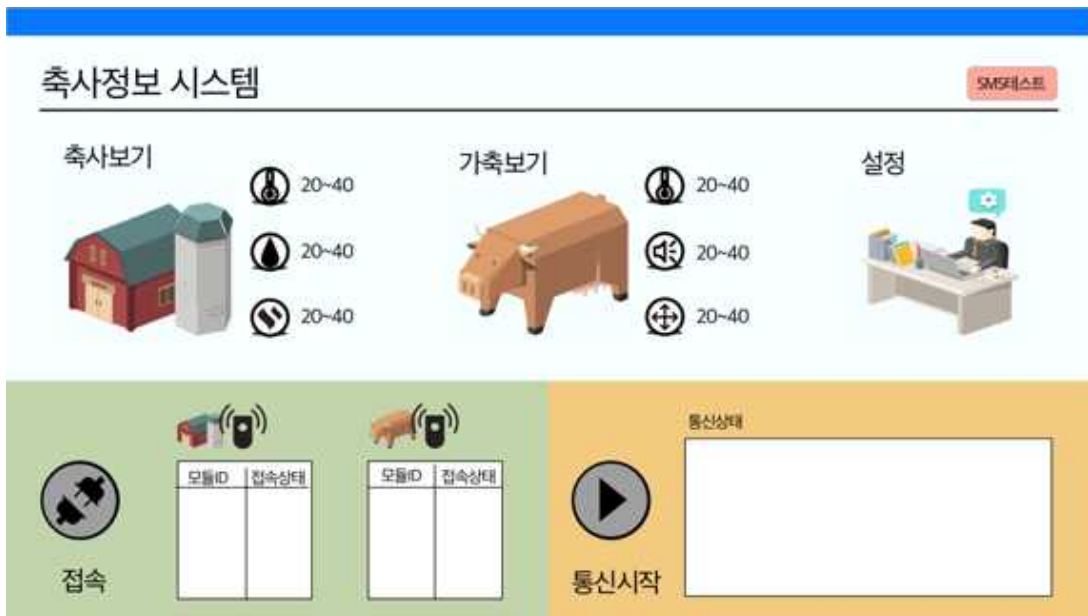


그림. 가축 정보 관리

- 아래 그림은 사전에 설정 해 놓은 가축의 건강상태의 범위를 벗어나게 되면 프로그램 상에 경고 문구가 나타나게 되며 동시에 미리 입력해 놓은 연락처로 관련 사항을 즉시 문자로 전송하도록 개발



그림. 정상 가축의 온도 범위에서 벗어날 경우 발생하는 UI상의 경고 표시

- 본 가축의 상태를 표시하는 소프트웨어는 기존에 kotlin을 사용하는 TornadoFX를 이용하여 개발을 하였으나 프로그램을 제작하는 두가 언어가 모두 최근의 프레임워크 언어이기 때문에 UI를 자유롭게 변경하기 어려움이 있기 때문에 UI를 만드는 편의성에 극대화 되어 있는 LabVIEW를 도입하여 개발함

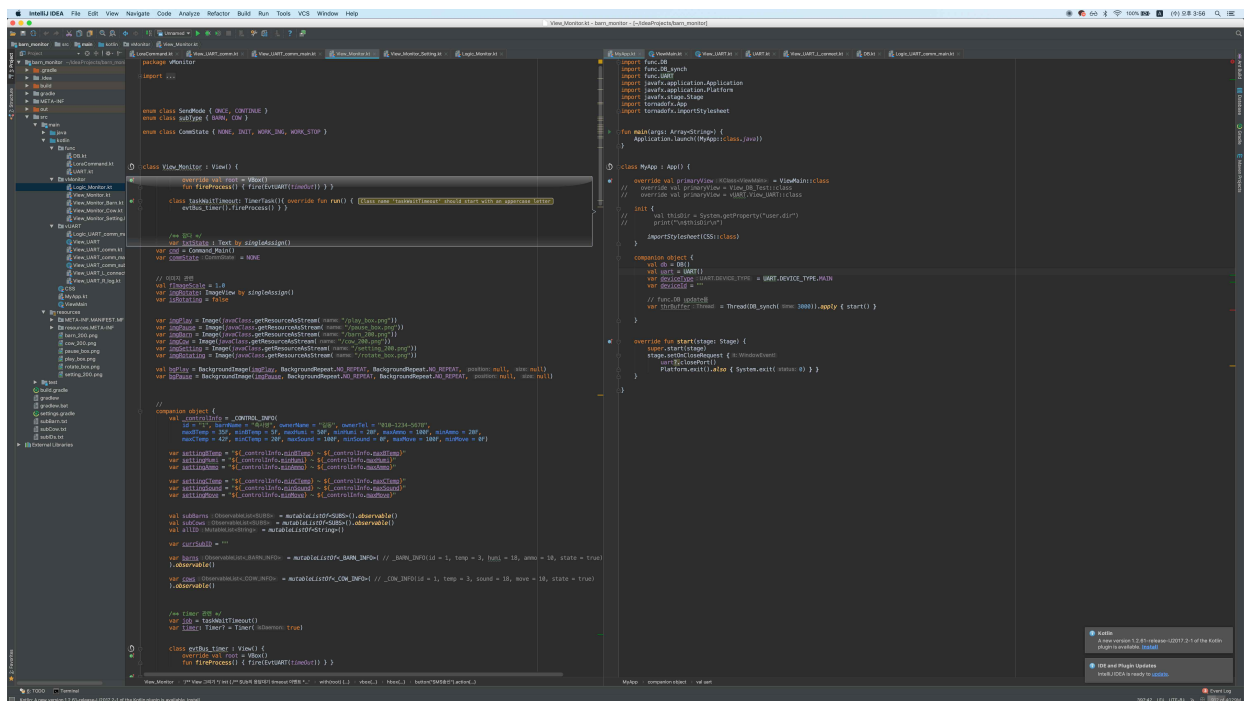


그림. kotlin 언어를 사용하여 개발 한 ICT 모니터링 시스템

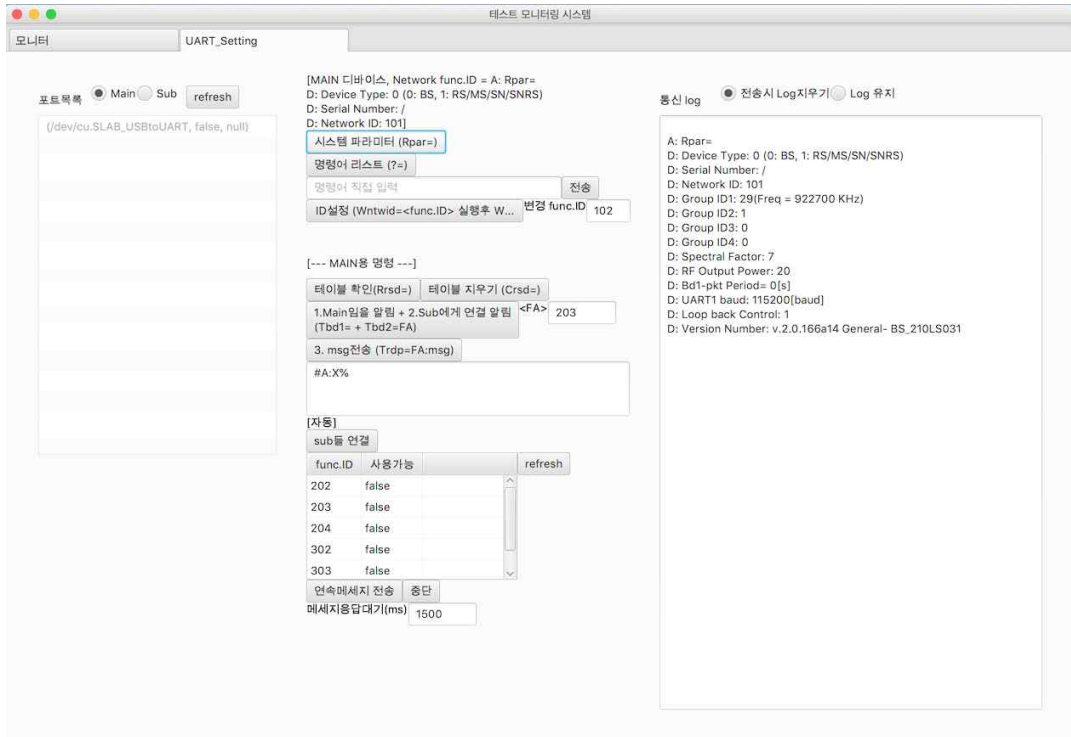


그림. kotli의 TornadoFX을 사용하여 개발한 무선통신 연결 셋팅 UI

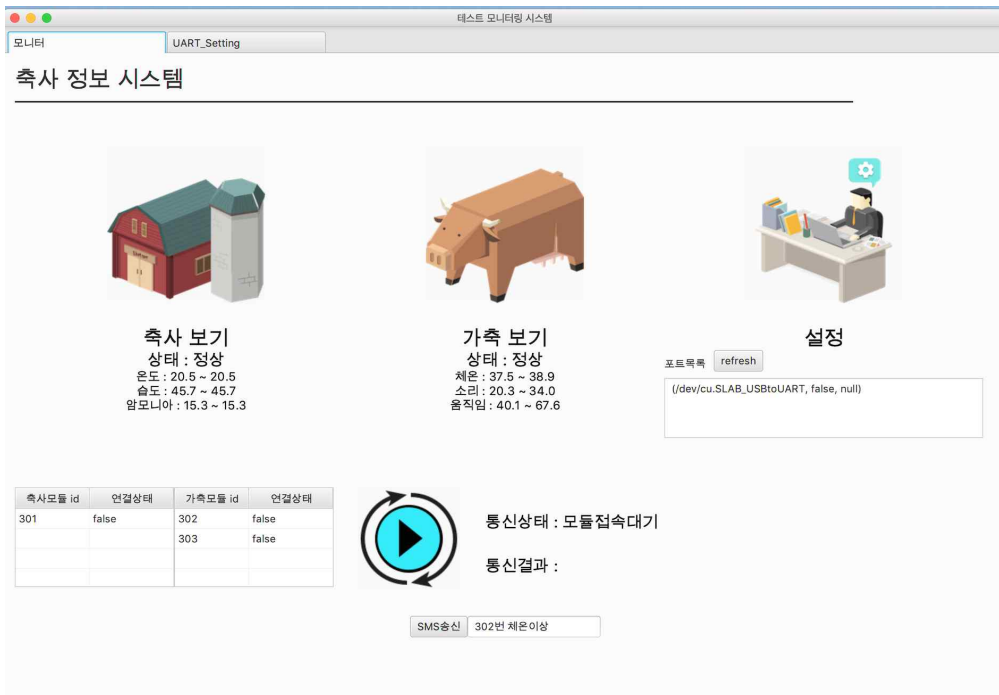


그림. kotli의 TornadoFX을 사용하여 개발한 무선통신 연결 셋팅 UI

(6) 가축 모니터링 시스템의 현장 적용 시험 평가 방법

- 측사 및 가축의 상태를 센싱하는 센서노드에서의 정보를 LoRa 모듈에 의해 제어장치에

무선으로 전송이 되며 이 정보를 바탕으로 클라우드 모니터링 소프트웨어에서 다양한 정보를 나타내도록 개발한 시스템의 성능에 대한 성능 테스트 (KS X ISO/IEC TR 9126-2:2008) 진행

시험 성적서

		성적서번호 : 201901-KSF-002 페이지 (1) / 총 (13)			
1. 의 의 자 * 회사 명 : 동업회사법인 주식회사 궁중음식문화 * 대표 자 : 이계봉 * 주 소 : 경기도 화성시 매송면 죽곡길 7-5					
2. 시험성적서의 용도 : 제출용					
3. 시험대상 제품명 및 버전 : 축사정보시스템 v1.2					
4. 접수일자 : 2018.12.26					
5. 시험일자 : 2019.02.26 ~ 2019.03.07					
6. 시험방법 : KS X ISO/IEC TR 9126-2:2008 (8.1 기능성 매트릭, 8.2 신뢰성 매트릭, 8.3 사용자 매트릭, 8.4 효율성 매트릭, 8.5 유지 보수성 매트릭, 8.6 이식성 매트릭)					
7. 시험결과 및 참고 이 성적서 범위 내용은 시험의뢰인에 의해 제공된 시도에 한하여, 용도이외의 사용을 금합니다. * 이 시험성적서는 당 기관의 사전 서면 동의 없이 홍보, 선전, 광고 및 소송용으로 사용될 수 없습니다. * 당 기관과 관련된 모든 경우에는 시험성적서의 효력이 없습니다. * 표시된 시험의 결과는 당 승인기관의 인정범위 범위 내임을 확인합니다. 2019년 03월 08일 한국인증기구 인정 (주)와이즈스톤 대표					
위 시험성적서는 국제시험기관인정협력체(International Laboratory Accreditation Cooperation) 상호인정협정(Mutual Recognition Arrangement)에 서명한 한국인증기구(KOLAS)로부터 공인받은 분야에 대한 시험결과입니다.					

WS-KQP-24-F02(2)

와이즈스톤

A4(210 * 297)



G4B(www.g4b.go.kr)진위 확인코드 : rVZVZSVJ4Vo=

시험 결과

		성적서번호 : 201901-KSF-002 페이지 (2) / 총 (13)			
1. 시험 개요 이 시험결과는 동업회사법인 주식회사 궁중음식문화에서 개발한 "축사정보시스템 v1.2"의 품질 측정을 위하여 KS X ISO/IEC TR 9126-2:2008 기준으로 시험을 진행한 결과임					
2. 시험 대상 2.1 시험 대상 개요 1) 소프트웨어 명 ○ 축사정보시스템 v1.2 2) 소프트웨어 설명 ○ 축사환경과 가족 상태를 상호 모니터링하여 가족에게 문제가 생겼을 경우 즉각적으로 수집된 데이터와 함께 문제를 알리고, 가족과 축사환경 누적 정보를 확인하여 정확한 문제 해결이 가능한 시스템					
<시험 대상 정보>					
식별자	소프트웨어 명	분류	구분	해시 값(SHA256)	
I-A	축사정보시스템 v1.2	동업 소프트웨어	축사정보시스템 (PC용 소프트웨어)	559f722550ab131f6f4e60b1af91a5f2a4c61ba0d5add0fa4831c30d14e9d84	
			Lora-Ho-Ino (축사-센서)	259c5eaac4b4e70da31c13758e71bb2b583f58e380be9d347263ab5f4a94dec5	
	Lora-So-Ino (가족-센서)	77776d3cd35ad1f66ec9064e9548ae1148754ccab8b8a825a4fad024bc82b560			

WS-KQP-24-F05(2)

와이즈스톤

A4(210 * 297)



G4B(www.g4b.go.kr)진위 확인코드 : rVZVZSVJ4Vo=

시험 결과

		성적서번호 : 201901-KSF-002 페이지 (3) / 총 (13)			
3. 시험 항목					
대분류	중분류	소분류	설명		
일반	설치	-	축사정보시스템을 설치하는 기능		
		-	축사정보시스템을 실행하는 기능		
	로그인	-	축사정보시스템에 로그인 사용자 로그인하는 기능		
		-	축사정보시스템을 종료하는 기능		
		-	실제된 축사정보시스템을 삭제하는 기능		
배편 확인	검속	-	축사정보시스템에서 축사/가족 센서에 접속하는 기능		
	통신 시차	-	축사정보시스템에서 축사/가족 센서와 통신하여 축사/가족 정보를 가져오는 기능		
축사보기	센서 정보	-	설정된 센서 정보를 표시하는 기능		
		온도	축사 센서별 온도를 그래프로 표시하는 기능		
	모던 ID 표시	습도	축사 센서별 습도를 그래프로 표시하는 기능		
가족보기	모던 ID 표시	온도	가족 센서별 온도를 그래프로 표시하는 기능		
		소리	가족 센서별 소리를 그래프로 표시하는 기능		
		움직임	가족 센서별 움직임을 그래프로 표시하는 기능		

WS-KQP-24-F05(2)

와이즈스톤

A4(210 * 297)



G4B(www.g4b.go.kr)진위 확인코드 : rVZVZSVJ4Vo=

시험 결과

		성적서번호 : 201901-KSF-002 페이지 (4) / 총 (13)			
대분류	중분류	소분류	설명		
설정	기본설정	메시지 전송 번호	경보 시 메시지를 전송할 전화번호를 표시/수정하는 기능		
		온도	축사의 정상 온도 범위를 설정하는 기능		
	축사설정	습도	축사의 정상 습도 범위를 설정하는 기능		
		이산화탄소	축사의 정상 이산화탄소 범위를 설정하는 기능		
경고 알림	가족설정	온도	가족의 정상 온도 범위를 설정하는 기능		
		소리	가족의 정상 소리 범위를 설정하는 기능		
	축사설정	움직임	가족의 정상 움직임 범위를 설정하는 기능		
		이산화탄소	온도	축사의 온도 경고 범위가 아닌 경우 경고를 알리는 기능	
습도	습도		축사의 습도 경고 범위가 아닌 경우 경고를 알리는 기능		
	이산화탄소	이산화탄소	축사의 이산화탄소량이 정상 범위가 아닌 경우 경고를 알리는 기능		
가족설정		온도	가족의 온도 경고 범위가 아닌 경우 경고를 알리는 기능		
	소리		가족의 소리 경고 범위가 아닌 경우 경고를 알리는 기능		
	움직임	가족의 움직임 경고 범위가 아닌 경우 경고를 알리는 기능			

WS-KQP-24-F05(2)

와이즈스톤

A4(210 * 297)



G4B(www.g4b.go.kr)진위 확인코드 : rVZVZSVJ4Vo=

시험 결과

WISSTONE 서울 서초구 강남대로 273 5층 505호 5층 (Tel: 02-6257-5958, Fax: 02-6257-5957)	성적서번호 : 201901-KSF-002 페이지(10)/총(13)	
	시험번호 : 201901-KSF-002 페이지(11)/총(13)	

6. 시험 결과

6.1 품질특성별 측정 결과

- KS X ISO/IEC TR 9126-2:2008의 세부 매트릭의 평균값으로 주특성 측정 결과를 표기함
- 주특성 측정 결과(100점 기준) 결함이 발견되어 신뢰성 - 성능성 - 결합민도가 감점되어 신뢰성 주특성 점수가 98.17이나 최종적으로 발견된 결함이 모두 수정되었음

<KS X ISO/IEC TR 9126-2의 주특성 측정 결과>

품질특성	기능성	신뢰성	효율성	사용성	유지 보수성	이식성
주특성 측정 결과	1.00	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00
주특성 측정 결과(100점 만점)	100.00	98.17	100.00	100.00	100.00	100.00

* 준수성 매트릭은 시험 대상에서 제공되지 않는 항목으로 시험 범위에서 제외되었음

6.2 기능 시험 상세 결과

- 품질특성별 75개의 테스트 케이스를 설계하여 수행한 결과 최종적으로 75개 모두 PASS함

<품질특성별 기능 시험 결과>

테스트 케이스 수 (개)	결과				
	PASS RATE ¹⁾ (%)	PASS ²⁾ (개)	FAIL ³⁾ (개)	BLOCK ⁴⁾ (개)	NA ⁵⁾ (개)
75	100.0	75	0	0	0

- PASS RATE : 시험 진행된 테스트 케이스 중 결과가 PASS된 테스트 케이스의 비율
- PASS : 시험한 결과가 테스트 케이스의 기대 결과와 일치하는 상태로 정상 동작을 의미함
- FAIL : 시험한 결과가 테스트 케이스의 기대 결과와 일치하지 않는 상태로 정상 동작하지 않음을 의미함
- BLOCK : 결함으로 인해 테스트 케이스에 대한 시험이 불가능한 상태
- NA : 테스트 케이스가 시험 범위에 해당하지 않거나 지원되지 않는 상태

WS-KQP-24-F05(2)

테스트리스트

A4(210 × 297)



G4B(www.g4b.go.kr)진위확인코드 : rVZVZSVJ4Vo=

시험 결과

WISSTONE 서울 서초구 강남대로 273 5층 505호 5층 (Tel: 02-6257-5958, Fax: 02-6257-5957)	성적서번호 : 201901-KSF-002 페이지(11)/총(13)	
	시험번호 : 201901-KSF-002 페이지(11)/총(13)	

2) 결함 현황

- 품질특성별 결함 수는 기능성 5개, 사용성 6개이며 모두 수정 조치하여 최종 결함 수는 0개임

<품질특성별 결함 수>

품질특성	기능성	신뢰성	사용성	유지 보수성	이식성	합계
발견된 결함 수 (개)	5	0	6	0	0	11
최종 결함 수 (개)	0	0	0	0	0	0

* 결함 상세 내용은 불임. 결함 내역 참고

6.3 성능 시험 상세 결과

<성능 시험 결과>

시나리오 ID	시나리오 설명	시험항목	결과
TS_001	측시정보시스템에서 측사/가축 센서의 값을 모니터링하는 기능 수행	CPU 사용률	1.05 %
		메모리 사용량	2 040.79 MB
TS_002	측시정보시스템에서 측사/가축 센서에 접속을 시작한 시점부터 접속 완료 시점까지의 응답 시간	응답 시간	3.56 s

WS-KQP-24-F05(2)

테스트리스트

A4(210 × 297)



G4B(www.g4b.go.kr)진위확인코드 : rVZVZSVJ4Vo=

그림. 개발한 통합 관리 시스템의 성능 테스트 결과

- 통합관리 시스템의 작동 로직에 따라 클라우드 형태로 동작하는지의 여부, 센서 노드의 LoRa 무선 통신 데이터와 클라우드 소프트웨어에 의해서 운영되는 컨트롤장치와의 접속 여부, 측사 환경 모니터링과 가축의 건강 상태를 확인하는 센서 노드의 정보의 왜곡여부, 측사 및 가축의 상태 정보의 빅데이터 활용을 위한 DB 저장 및 표시에 대한 여부, 다양한 환경 수치를 설정 기능의 동작 여부, 설정된 환경 수치와 상이 할 경우 경보 기능을 공식인증인 KORAS기관을 통해 테스트 진행

시험성적서

<p>서울 서초구 강남대로 273 5층빌딩 3층 (Tel: 02-6297-5958, Fax: 02-6297-5957)</p>	성적서번호 : 201901-RSF-007 페이지 (1) / 총 (9)	<p>ICT시험인증연구소 ICT Testing & Certification Lab</p>
<p>1. 의뢰자</p> <ul style="list-style-type: none"> 회사명 : 동업회사법인 주식회사 공중음식분가 대표자 : 이계철 주소 : 경기도 화성시 매송면 숙곡길 7-5 <p>2. 시험성적서의 용도 : 제출용</p> <p>3. 시험대상 제품명 및 버전 : 축사정보시스템 v1.2</p> <p>4. 접수일자 : 2019.01.14</p> <p>5. 시험일자 : 2019.02.26 ~ 2019.02.28</p> <p>6. 시험방법 : 의뢰자 제시 규격</p> <p>7. 시험결과 : 시험결과 참고</p>		
<p>이 성적서 위의 내용은 시험피뢰인에 의해 제공된 시료에 한하며, 용도이외의 사용을 금합니다.</p>		
확인 실무자 : 정세민	실무자 : 김홍기	
<p>이 시험성적서는 당 기관의 사전 지면 동의 없이 홍보, 선전, 광고 및 소송용으로 사용할 수 없습니다.</p> <p>당 기관의 저작권 없는 경우에는 시험성적서의 효력이 없습니다.</p>		
2019년 03월 08일 (주)와이즈스톤 대표		

WS-KQP-24-F02(2) ㈜와이즈스톤 A4(210 × 297)



시험결과

<p>서울 서초구 강남대로 273 5층빌딩 3층 (Tel: 02-6297-5958, Fax: 02-6297-5957)</p>	성적서번호 : 201901-RSF-007 페이지 (2) / 총 (9)	<p>ICT시험인증연구소 ICT Testing & Certification Lab</p>
<p>1. 시험 개요</p> <p>이 시험결과는 동업회사법인 주식회사 공중음식분가에서 개발한 “축사정보시스템 v1.2”를 의뢰자 제시 규격에 따라 시험한 결과임</p> <p>2. 시험 대상</p> <p>2.1 시험 대상 개요</p> <p>1) 소프트웨어 명</p> <ul style="list-style-type: none"> 축사정보시스템 v1.2 <p>2) 소프트웨어 설명</p> <ul style="list-style-type: none"> 축사관경과 가족 상태를 상호 모니터링하여 가족에게 문제가 생겼을 경우 즉각적으로 수집된 데이터와 함께 문제를 알리고, 가족과 축사관경 추적 정보를 확인하여 정확한 문제 해결이 가능한 시스템 		
<시험 대상 정보>		
식별자 1-A	소프트웨어 명 축사정보시스템 v1.2	분류 농업 소프트웨어
구분 축사정보시스템 v1.2 (PC용 소프트웨어)	해시 값(SHA256) 558f722550ab131f6f4e606b1a194f5e2a4e51ba0d5add0fa483fc30d14e9b64	
	Lora-Ho.ino (축사 센서)	259c5eacbf4bc70da31c137f58c71b92b583f58e389be9d347263ab5f4a94dc85
	Lora-So.ino (가족 센서)	777f6d3cf43adf86ecc9064e9548aef148754ccab498ba825a4fa024bc92b660

WS-KQP-24-F05(2) ㈜와이즈스톤 A4(210 × 297)



시험결과

<p>서울 서초구 강남대로 273 5층빌딩 3층 (Tel: 02-6297-5958, Fax: 02-6297-5957)</p>	성적서번호 : 201901-RSF-007 페이지 (3) / 총 (9)	<p>ICT시험인증연구소 ICT Testing & Certification Lab</p>								
<p>3. 시험 항목</p> <ol style="list-style-type: none"> 로그인 LoRa 모듈 접속 LoRa 모듈 데이터 통신(축사/가족상태) 축사/가족 상태의 DB 저장 및 표시 확인 경보 값 설정 경보 알림 <p>4. 시험 환경</p> <p>4.1 시험 환경 구성</p> <p>1) ENV-1</p>										
<p><시험 환경 구성도></p>										
<p>4.2 시험 환경 상세 정보</p> <p><하드웨어 및 소프트웨어 사양></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>시스템 사양</th> <th>운영SW 및 시험도구</th> <th>구현 모듈</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>시험 PC</td> <td> CPU : AMD FX(tm)-8300 Eight-Core Processor 3.30 GHz RAM : 16 GB HDD : 120 GB </td> <td>Windows 10 pro</td> <td>축사정보시스템 v1.2</td> </tr> </tbody> </table>			구분	시스템 사양	운영SW 및 시험도구	구현 모듈	시험 PC	CPU : AMD FX(tm)-8300 Eight-Core Processor 3.30 GHz RAM : 16 GB HDD : 120 GB	Windows 10 pro	축사정보시스템 v1.2
구분	시스템 사양	운영SW 및 시험도구	구현 모듈							
시험 PC	CPU : AMD FX(tm)-8300 Eight-Core Processor 3.30 GHz RAM : 16 GB HDD : 120 GB	Windows 10 pro	축사정보시스템 v1.2							

WS-KQP-24-F05(2) ㈜와이즈스톤 A4(210 × 297)



시험결과

<p>서울 서초구 강남대로 273 5층빌딩 3층 (Tel: 02-6297-5958, Fax: 02-6297-5957)</p>	성적서번호 : 201901-RSF-007 페이지 (4) / 총 (9)	<p>ICT시험인증연구소 ICT Testing & Certification Lab</p>	
구분 모바일	시스템 사양 - 모델명 : SM-G930S(Samsung Galaxy S7) - CPU : 옥타코어 2.3 GHz Quad + 1.6 GHz Quad - RAM : 4 GB - 내장 메모리 : 64 GB	운영SW 및 시험도구 - Android 8.0.0 - 데저지 v4.4.30.7	구현 모듈 -
DB 서버	- CPU : Intel(R) Core(TM) i5-7500 CPU @ 3.40GHz - RAM : 8 GB - HDD : 1 TB	PHP 7.3 MariaDB v10.0.x Apache v2	-
메인 LoRa 모듈	- 모델명 : LoRa Module 210LS031 - LoRa Spec Class A/B/C - Interface : UART1 - Frequency : 922.1 ~ 923.3 Mhz, 7개 채널 - Data Rate : 0.3 kbps ~ 5.5 kbps - Range : 5 km(LoRa - LRS, 25 mW, 922 Mhz)	- AnyConMesh	-
축사 센서 303	- 모델명 : LoRa Module 210LS031 - LoRa Spec Class A/B/C - Interface : UART1 - Frequency : 922.1 ~ 923.3 Mhz, 7개 채널 - Data Rate : 0.3 kbps ~ 5.5 kbps - Range : 5 km(LoRa - LRS, 25 mW, 922 Mhz)	- AnyConMesh	Lora-Ho.ino
가족 센서 202-204	- 모델명 : LoRa Module 210LS031 - LoRa Spec Class A/B/C - Interface : UART1 - Frequency : 922.1 ~ 923.3 Mhz, 7개 채널 - Data Rate : 0.3 kbps ~ 5.5 kbps - Range : 5 km(LoRa - LRS, 25 mW, 922 Mhz)	- AnyConMesh	Lora-So.ino

WS-KQP-24-F05(2) ㈜와이즈스톤 A4(210 × 297)



그림. 통합관리 시스템의 동작 품질에 관한 테스트

다. 축사 환경 제어 및 모니터링 시스템 연구

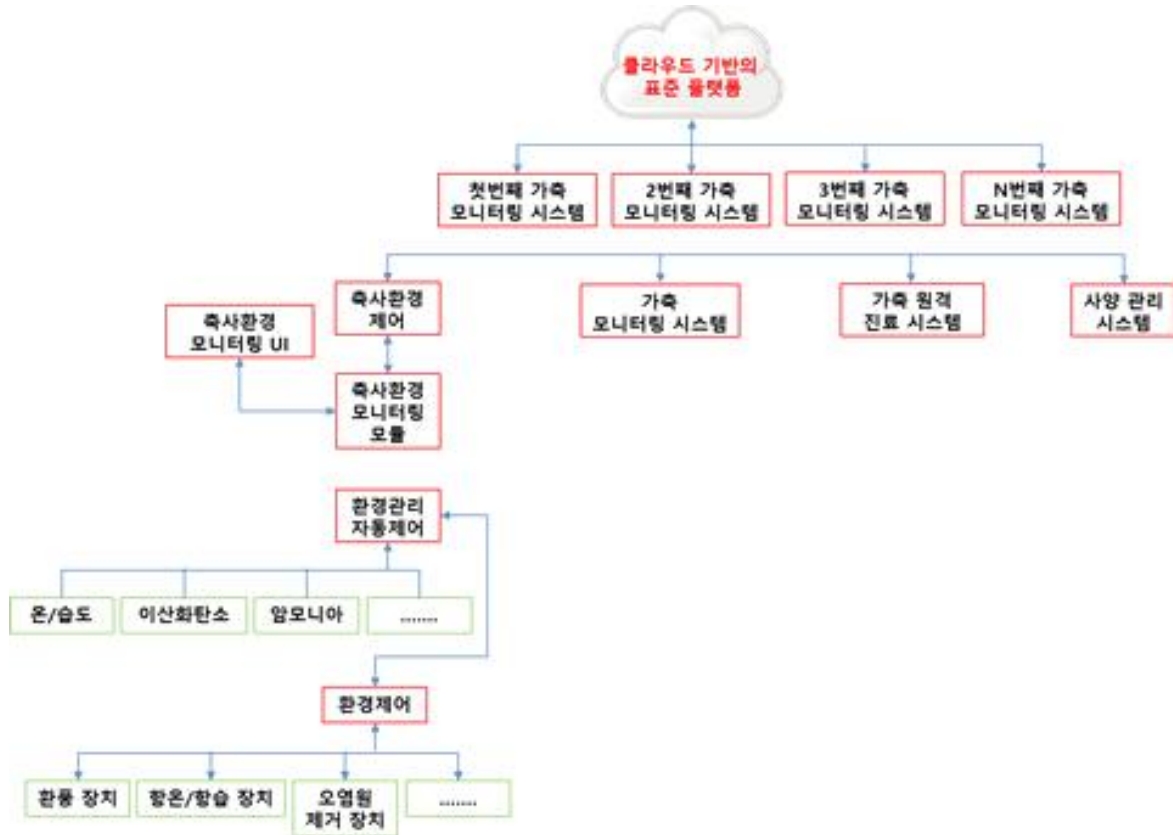


그림. 축사 환경 제어 및 모니터링 시스템

- 축사 환경 관리 시스템은 가축을 사육하는데 있어 영향을 줄 수 있는 환경 인자를 선정하고 이를 지속적으로 모니터링 함을 목적으로 한다. 축사 환경 모니터링 인자로는 가축에게 가장 영향을 끼칠 수 있는 온도, 습도, 소가 배출하는 CO2로 구성되어 있으나 추가적으로 센서를 추가할 수 있도록 개발됨
- 그림에서 보는바와 같이 CO2 센서, 온습도센서는 각각 수집된 데이터를 게이트웨이에 무선 통신 방식인 LoRa 컨트롤러를 통해서 전송하고 이를 이더넷 망과 인터넷 망을 통해 서버로 전달한다. 이렇게 서버로 전달된 데이터는 PC를 이용하여 인터넷을 통해 원격지에서 모니터링 할 수 있음

(1) 온/습도 센서 노드



```
// Uncomment whatever type you're using!
#define DHTTYPE DHT22 // DHT 22 (AM2302), AM2321
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

int pin = A0;
int sensorValue;

MQ135 gasSensor = MQ135(pin);
float rzero = gasSensor.getRZero();
int ppm = gasSensor.getPPM();

// software serial #1: RX = digital pin 2, TX = digital pin 3
SoftwareSerial Lora(2, 3);

void setup() {
  // initialize serial:
  Serial.begin(9600);
  Lora.begin(9600);
  dht.begin();
}

void loop() {
  // Reading temperature or humidity takes about 250 milliseconds!
  // Sensor readings may also be up to 2 seconds 'old' (its a very slow sensor)
  float h = dht.readHumidity();
  float ha = h*1.3; //N0302 : 1.3 N0303 : 1.3
  // Read temperature as Celsius (the default)
  float t = dht.readTemperature();
  float ta = t*0.9; //N0302 : 0.9 N0303 : 0.9
  // Read temperature as Fahrenheit (isFahrenheit = true)
  float f = dht.readTemperature(true);
```

그림. 축사 환경 제어를 위한 LoRa 무선통신 적용된 센서노드 및 컨트롤러와 센서를 연동하기 위한 펌웨어

RF모듈로써 MCU는 센서 정보 데이터를 수집하며 그 외 모든 운영과 관련된 동작을 제어 할 수 있으며, 2.4GHz ISM Band RF Transceiver는 MCU로부터 받은 정보를 수집노드로 송수신을 할 수 있는 RF모듈 타입으로 설계하였다.

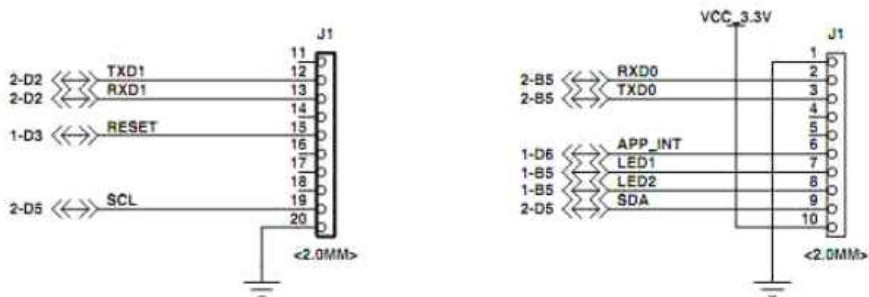


그림. FR모듈에 대한 상세 회로도

App_BTN & LED의 동작상태 표시 및 운용 상태 표시를 위한 버튼 및 LED는 설계하였다. LED는 Low일 경우 동작한다.

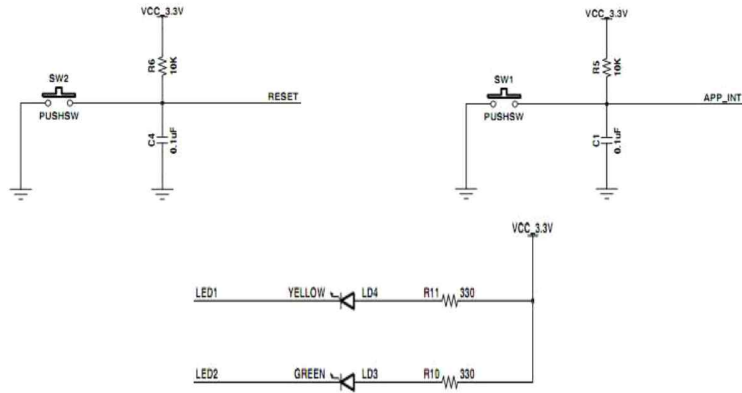


그림35: 동작상태 표시등을 위한 LED 상세 회로도

USB Serial의 경우 동작상태 확인용 디버깅을 위한 USB시리얼 통신을 설계하였다.

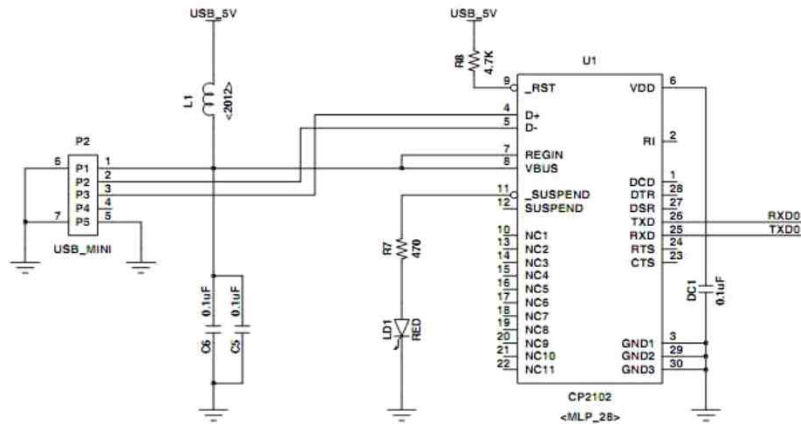


그림. 동작상태 디버깅을 위한 시리얼 통신 상세 회로도

센서 구성은 온/습도 센서로 구성되어 있으며, PWM 또는 Serial 통신으로 데이터를 받는다.

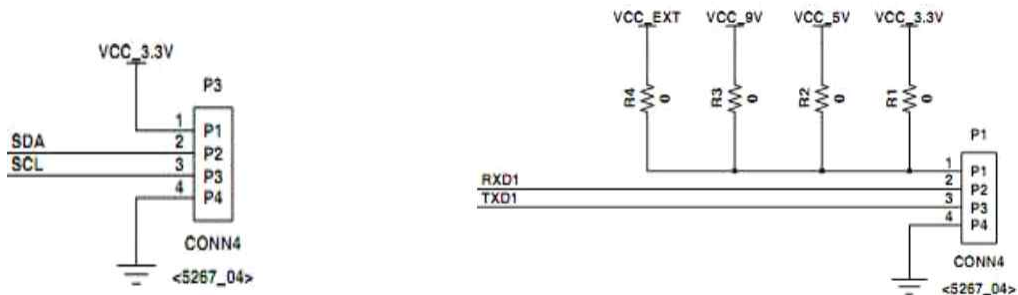


그림. 온/습도로 구성되어 있는 센서의 데이터 통신 상세 회로도

동작상태 확인용 디버깅을 위한 USB시리얼 통신을 설계하였다.

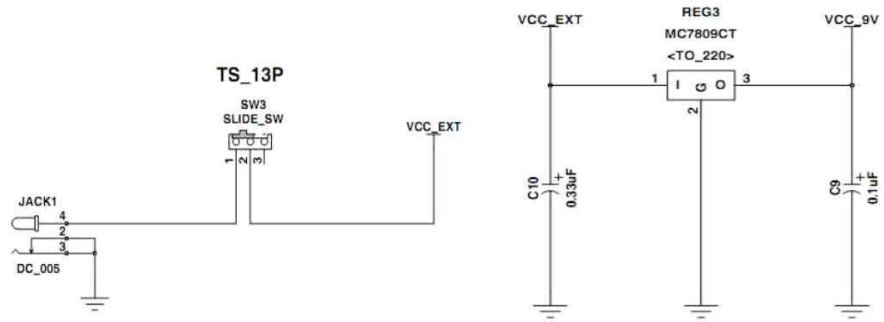


그림. 디버깅을 위한 시리얼 통신의 상세 회로도

온습도 센서(DHT-22)



그림: 온/습도 센서

레이아웃 및 온/습도 센서 노드

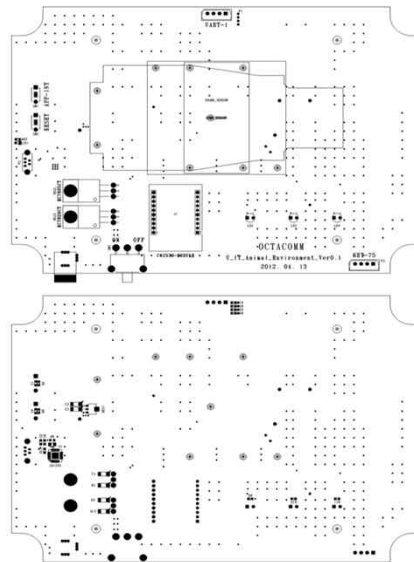


그림: 온/습도 센서 보드 레이아웃



그림: 온/습도 센서 노드

(2) CO2 센서 노드

MCU는 센서 정보 데이터를 수집하며 그 외 모든 운영과 관련된 동작을 제어 할 수 있으며, 2.4GHz ISM Band RF Transceiver는 MCU로부터 받은 정보를 수집노드로 송수신을 할 수 있는 RF모듈 타입으로 설계하였다.

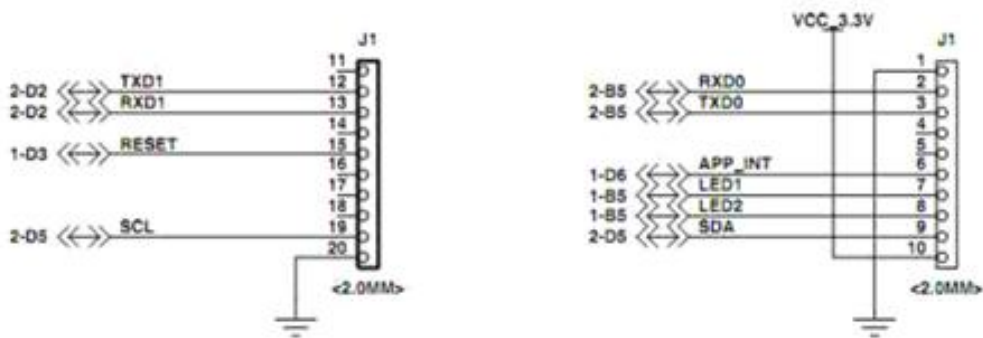


그림. RF 모듈 상세 회로도

동작상태 표시 및 운용 상태 표시를 위한 응요 버튼 및 LED는 설계하였다. LED는 Low 일 경우 동작한다.

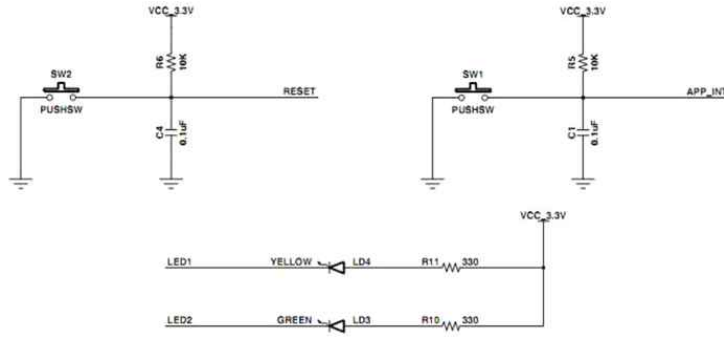


그림. App_BTN & LED 동작을 위한 상세 회로도
동작상태 확인용 디버깅을 위한 USB시리얼 통신을 설계하였다.

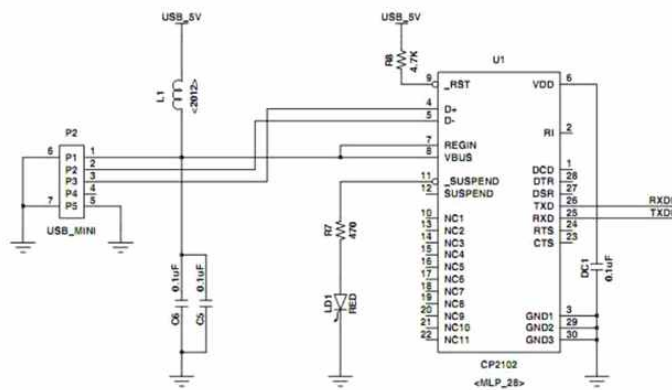


그림. 시리얼 통신을 위한 상세 회로도

센서 구성은 CO2센서로 구성되어있으며, PWM 또는 Serial 통신으로 데이터를 받는다.

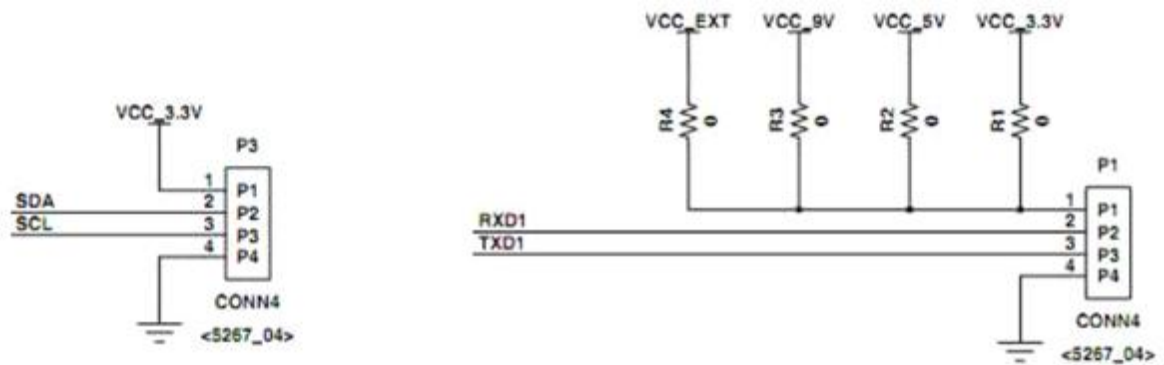


그림. 센서 데이터를 시리얼 통신으로 데이터를 받는 상세 회로도

동작상태 확인용 디버깅을 위한 USB시리얼 통신을 설계하였다.

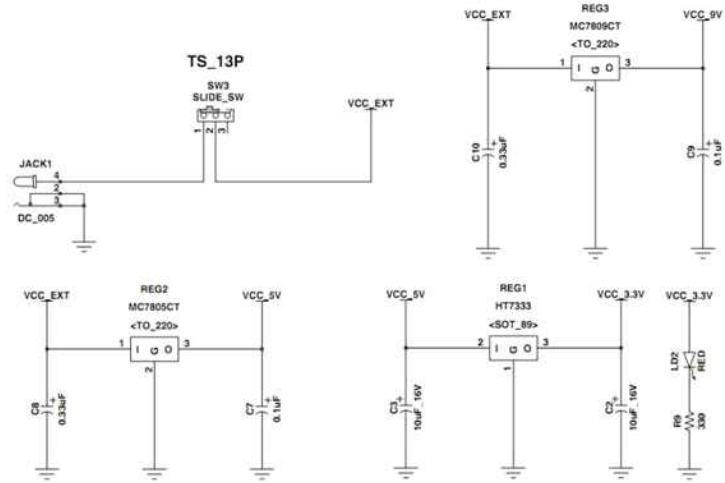


그림: 디버깅을 위한 시리얼 통신 상세 회로도

CO2 센서(MQ135)



그림. CO2 센서

레이아웃 및 CO2 센서 노드

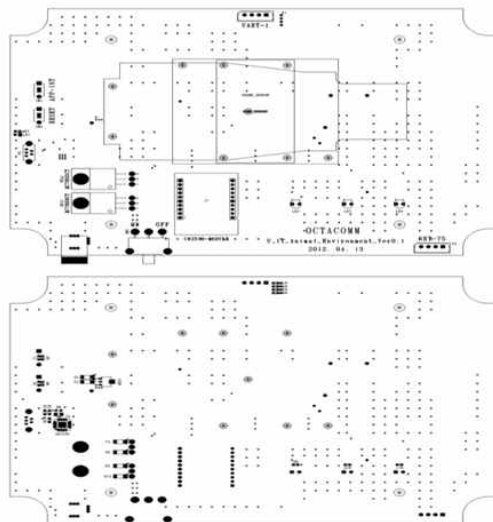


그림. CO2 센서 레이아웃



그림. CO2 센서 노드(통합 모듈에 부착된 이산화탄소 센서)

(3) 축사 환경 관리 시스템 개발

- 아래의 그림은 가축 및 축사의 전체 상태를 나타내는 UI로써 LoRa 통신에 의해 가축에게 설치된 센서노드의 정보들이 게이트웨이 장치로 수집이 되고 수집된 정보들을 이용해서 프로그램된 UI에 가축의 상태를 나타나게 됨



```
// Uncomment whatever type you're using!
#define DHTTYPE DHT22 // DHT 22 (AM2302), AM2321
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

int pin = A0;
int sensorValue;

MQ135 gasSensor = MQ135(pin);
float rzero = gasSensor.getRZero();
int ppm = gasSensor.getPPM();

// software serial #1: RX = digital pin 2, TX = digital pin 3
SoftwareSerial Lora(2, 3);

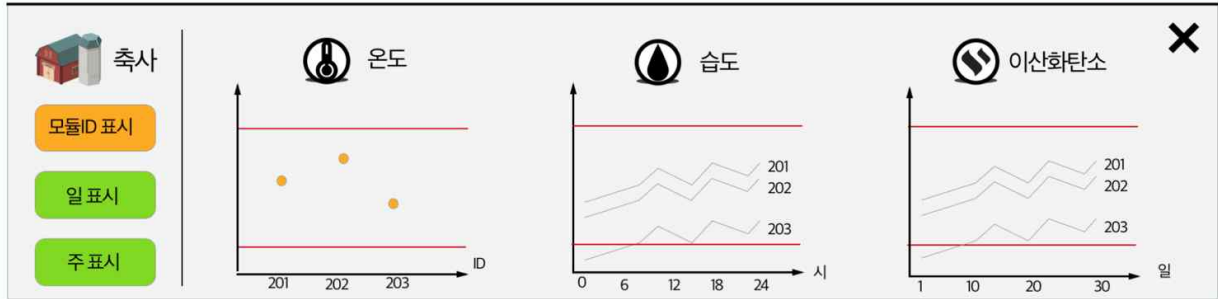
void setup() {
  // initialize serial:
  Serial.begin(9600);
  Lora.begin(9600);
  dht.begin();
}

void loop() {
  // Reading temperature or humidity takes about 250 milliseconds!
  // Sensor readings may also be up to 2 seconds 'old' (its a very slow sensor)
  float h = dht.readHumidity();
  float ha = h*1.3; //N0302 : 1.3 N0303 : 1.3
  // Read temperature as Celsius (the default)
  float t = dht.readTemperature();
  float ta = t*0.9; //N0302 : 0.9 N0303 : 0.9
  // Read temperature as Fahrenheit (isFahrenheit = true)
  float f = dht.readTemperature(true);
```

그림. 축사의 센서노드와 LoRa 무선통신을 연동하기 위한 컨트롤 장치와 펌웨어 개발

축사정보 시스템

SMS테스트



접속

모듈ID	접속상태

모듈ID	접속상태

통신시작

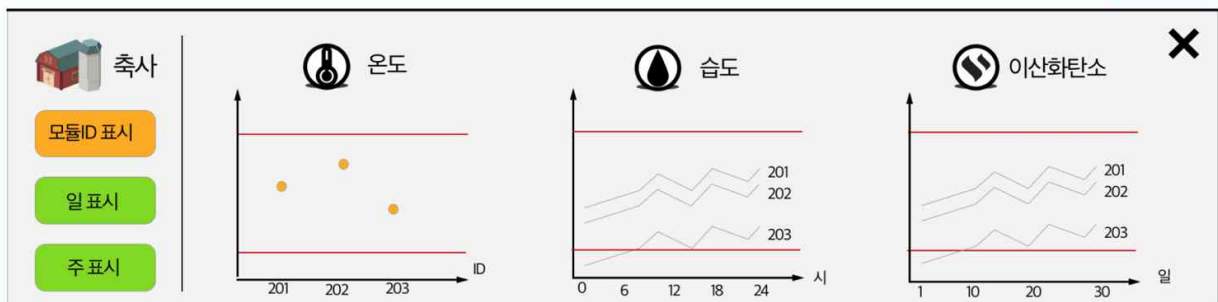
통신상태

그림. 센서노드의 무선장치가 모니터링 시스템의 게이트웨이에 접속 후 나타내는 축사 정보

- 아래 그림은 축사에서 수집되는 데이터의 축적 값 중 하루의 시간당 평균값을 그래프로 보여주는 웹 화면으로 각각의 센서노드로부터 수집된 자료가 지정된 PC와 DB서버에 자동 저장이 되며 일주일이상의 자료가 생성될 경우 자동 연상으로 일주일 단위의 값들이 DB서버의 자료를 분석하여 본 프로그램에 보여주게 되며, 이는 향후 빅데이터를 통한 다양한 예측을 대비하여 개발함.

축사정보 시스템

SMS테스트



접속

모듈ID	접속상태

모듈ID	접속상태

통신시작

통신상태

그림. 주 단위의 그래프가 생성되는 통합 모니터링 시스템

(4) 축사 환경 제어 및 모니터링의 현장적용 시험



그림. 유리 농장 테스트를 위한 간이 설치(온도/습도 노드)

- 축사의 환경 특성상 거미 및 파리 등의 곤충이 서식하고 있어, 거미줄 및 파리똥에 의한 외관 및 센서부의 오염이 일어났으며, 이는 앞으로 농가로의 확산에 있어 외장 재질, 센서부의 실장 및 설치 방법 등에 대한 고려를 통해 개선되어야 할 점이다.



그림. 오염된 온도/습도 노드 장치

라. 모니터링 시스템

(1) kotlin과 TornadoFX 프레임워크를 사용한 모니터링 프로그램 개발

- 초기개발 단계에서 본 프로그램을 개발하기 위해 다양한 소프트웨어 작성을 위한 언어를 고려 했으나 프로그램의 범용성, 클라우드 기반의 안정적인 운영등을 고려 하여 가장 최신의 프로그램 언어인 kotlin을 사용하고 TornadoFX를 이용하여 UI를 구성하는 것으로 개발을 함

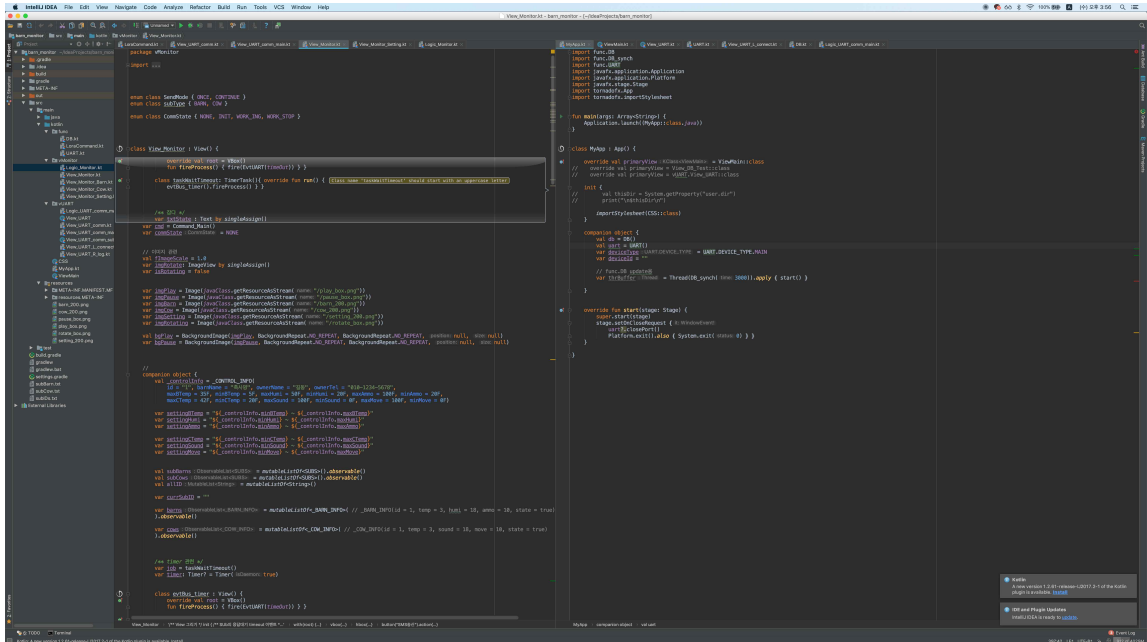


그림. kotlin 언어를 사용하여 개발 한 ICT 모니터링 시스템

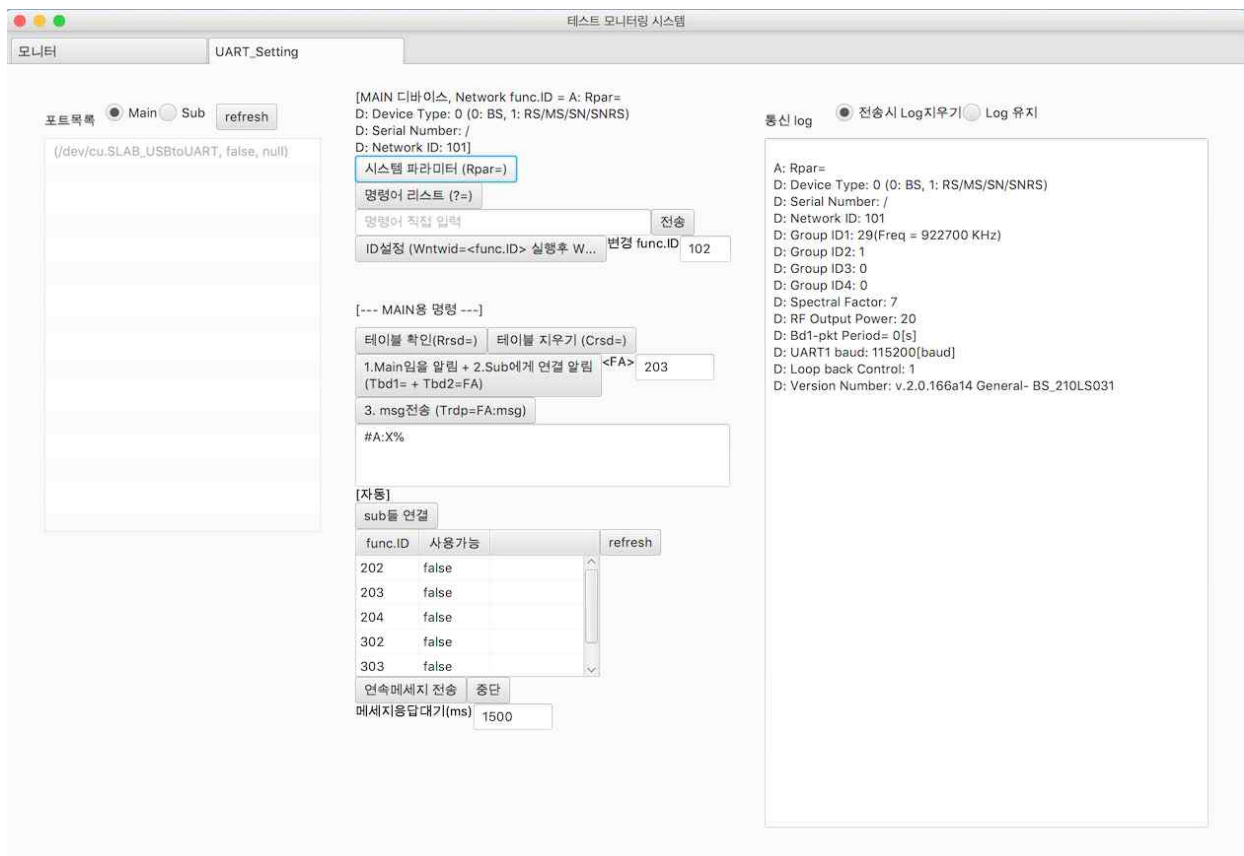


그림. kotli의 TornadoFX을 사용하여 개발한 무선통신 연결 셋팅 UI

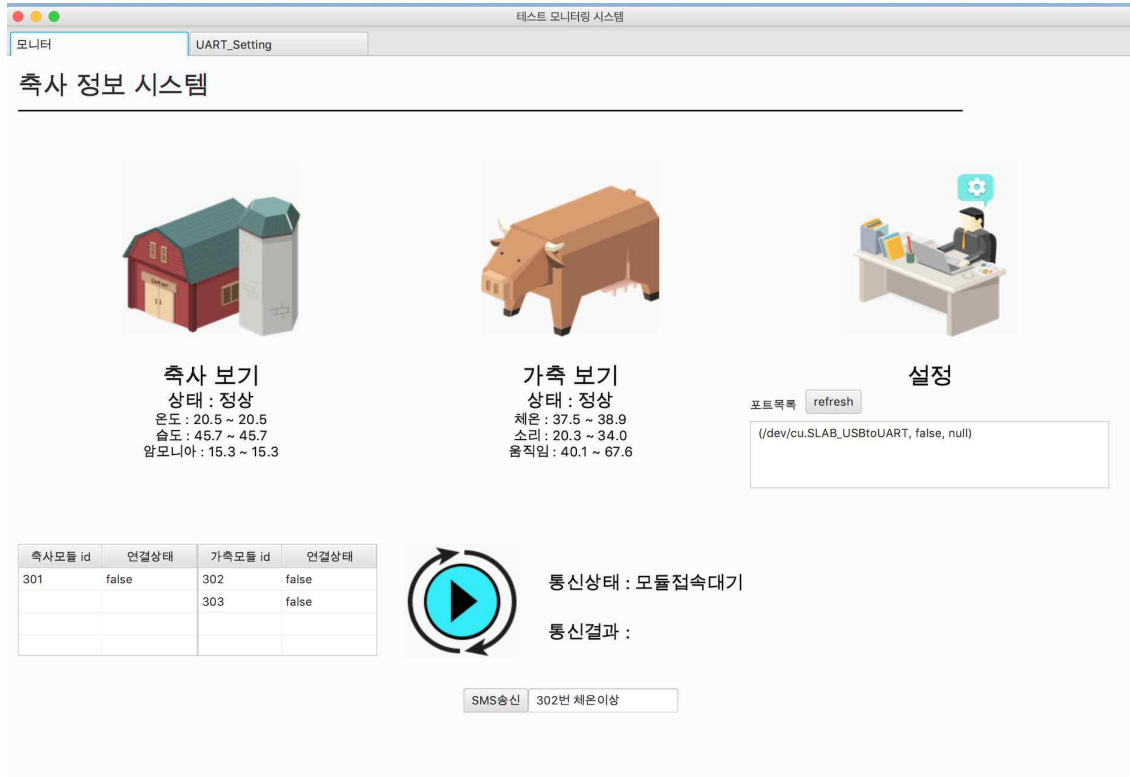


그림. kotli의 TornadoFX을 사용하여 개발한 무선통신 연결 셋팅 UI

(2) UI 구성이 자유로운 LabVIEW를 이용한 모니터링 프로그램 재개발

- 기존 개발한 kotli을 베이스로 하는 TornadoFX 프레임워크는 개발 도중 UI의 한계를 발견하였는데 문제는 UI의 자유성이 매우 제한적이기 때문에 측사가 아닌 타 제품에 본 기술이 적용될 경우 처음부터 다시 프로그램을 개발하는 것과 같은 결과를 가지됨을 확인

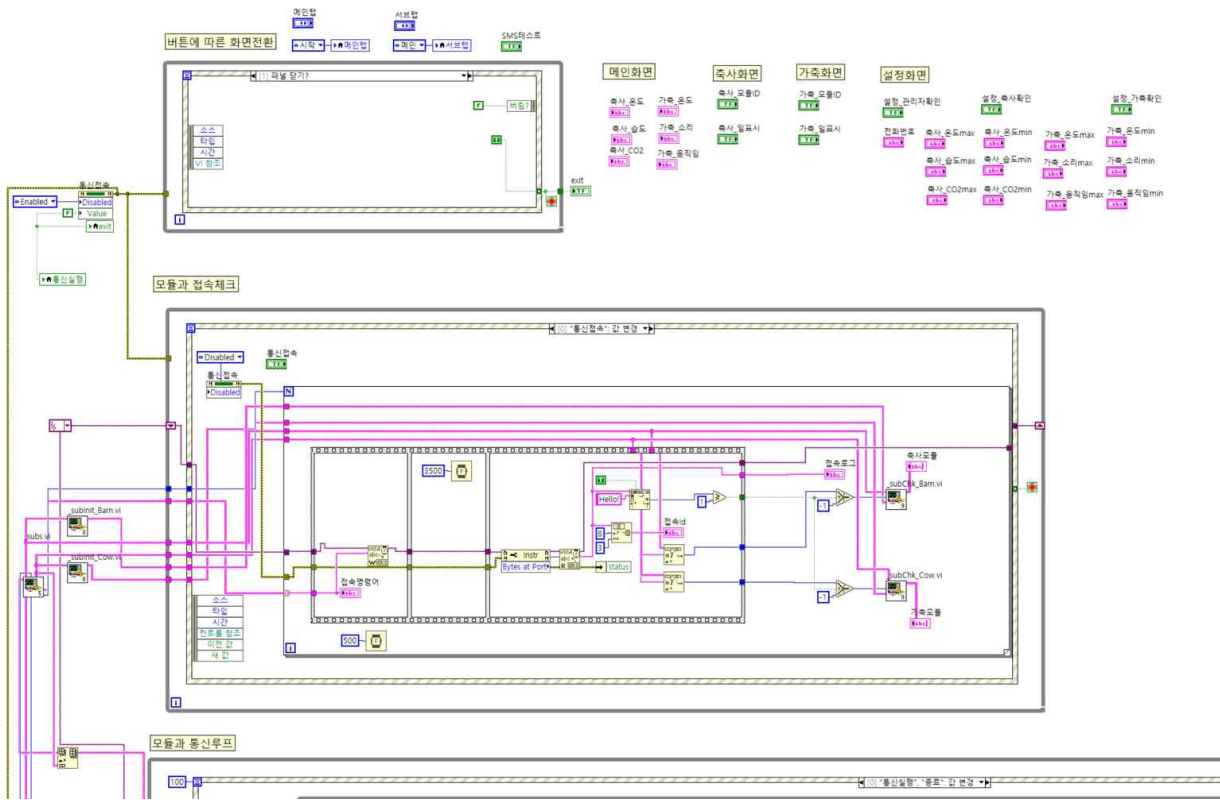


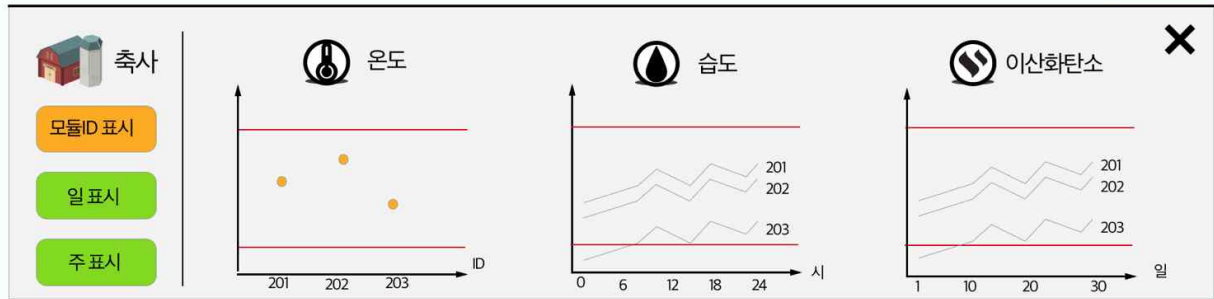
그림. LabVIEW를 이용한 LoRa 무선통신과의 접속 로직과 축사 환경과 가축의 상태 표시



그림. LabVIEW에 의해 작성된 접속화면과 환경모니터링 화면

축사정보 시스템

SMSE테스트



접속 (Connect)

모듈ID	접속상태

모듈ID	접속상태

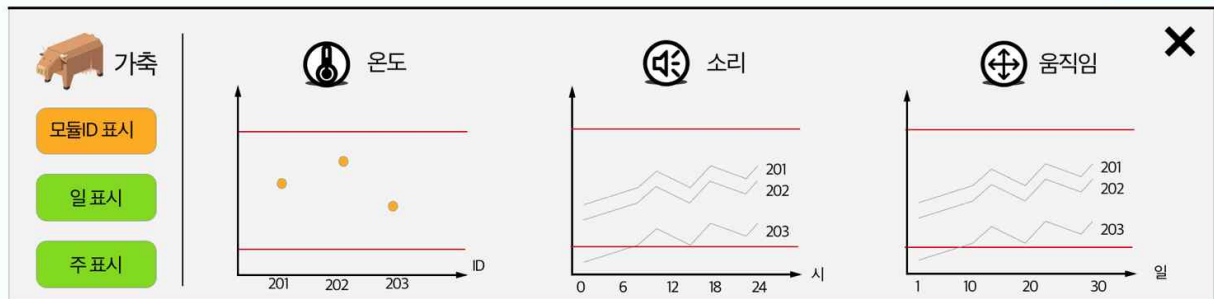
통신상태 (Communication Status)

통신시작 (Start Communication)

그림. 축사의 노드센서로부터 무선으로 받은 자료를 게이트웨이 장치를 통해 표시

축사정보 시스템

SMSE테스트



접속 (Connect)

모듈ID	접속상태

모듈ID	접속상태

통신상태 (Communication Status)

통신시작 (Start Communication)

그림. 가축의 노드센서로부터 무선으로 받은 자료를 게이트웨이 장치를 통해 표시

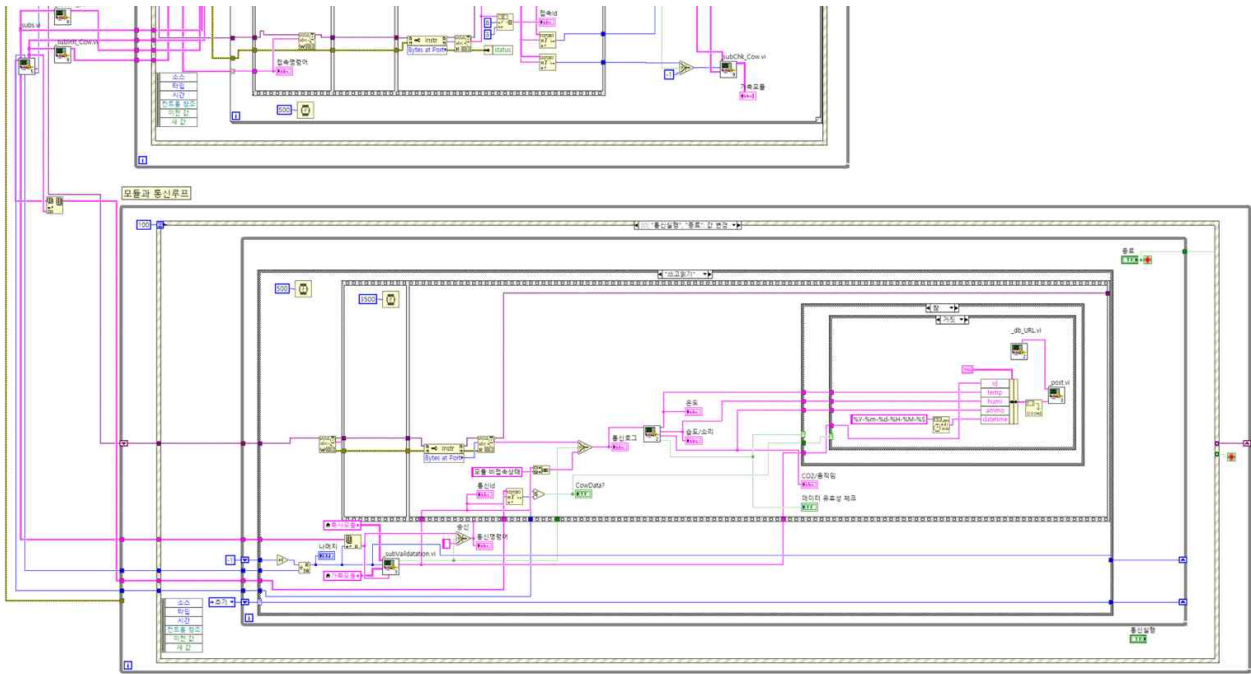


그림. LabVIEW를 이용하여 게이트웨이로부터 받은 정보를 처리하는 부분



그림. LoRa 무선 통신 장치와 접속 후 각 노드센서와 통신이 이루어지는 과정이 나오는 UI

(3) 원격의료를 위한 동영상 소프트웨어 개발

- 본 기술은 WebRTC 라는 기술을 바탕으로 제작된 소프트웨어로 일반적인 동영상 소프트웨어는 높은 가격의 동영상 서버를 통해서 통신이 되는 반면 본 과제에서 개발한 것은 데이터 서버에 접속한 것으로 동영상 접속이 가능하도록 개발

- 통합 모니터링 시스템에 의해 축사 또는 가축에 문제가 생길 경우 통합모니터링 시스템에 알람이 발생함과 동시에 특정인에게 관련 정보가 문자로 전송이 되도록 개발
- 상황에 따라 수의사 또는 축사 운영자의 요청에 따라 스마트폰의 동영상 프로그램을 이용하여 가축의 상황을 면밀히 파악이 가능하도록 개발



그림. 개발한 소프트웨어를 이용하여 축사와 동영상 연결

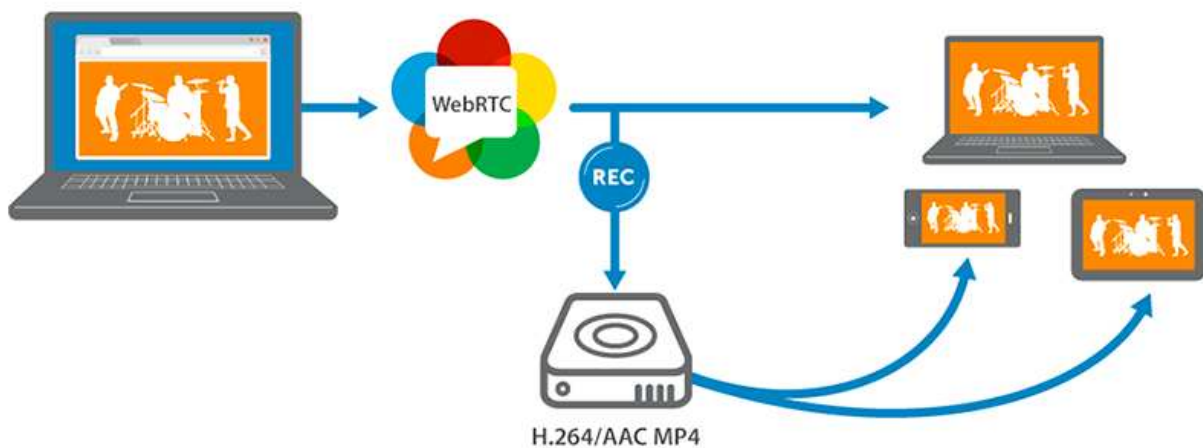


그림. WebRTC 기술에 의해서 연결되는 동영상 연결 기술 및 서버저장 방법

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도


3-1. 목표

- 2011년 2월 기준으로 구제역 발생으로 인한 생산액 감소율은 2010년과 비교하여 낙농 8.27%, 한육우 3.90%, 양돈 31.98%에 이르며 이에 따른 산업 연관 분석 결과 부가가치 감소액 약 9,550억원, 고용 감소 효과 47,813명에 달하는 것으로 이는 국민총산의 0.1%에 해당(한국농촌경제연구원, 2011)하며 이를 줄이기 위해 생산자는 항생제 과대 사용, 생산비 증대에 의해 국민 건강 위협이라는 부작용까지 초래하게 되는데 이를 방지하고자 ICT 기술을 적용한 스마트 축사 통합 모니터링 시스템을 개발
- 축사 및 가축을 통합 모니터링 하기 위한 클라우드 기반의 소프트웨어 개발
- 축사 환경 모니터링 센서 구성 장치 개발
- 가축의 건강 또는 상태 모니터링을 위한 센서 구성 장치 개발
- 축사환경과 가축의 건강 센싱을 위한 센서 노드 정보를 무선 전달하기 위한 장 및 소프트웨어 개발
- 가축 건강 이상 시 원격의료 가능한 시스템 개발


기존 모니터링 시스템

IT 기반의 축사 관리 시스템 / 센서 네트워크 기반의 가축 체온 모니터링 시스템

- ON/OFF-Relay Smart 제어
- 자동제어 및 원격제어 가능
- 스마트로 무시달할 서비스
- 간편하고 훌륭한 디자인
- 485통신으로 다양한 센서연동




축사 환경제어 장치



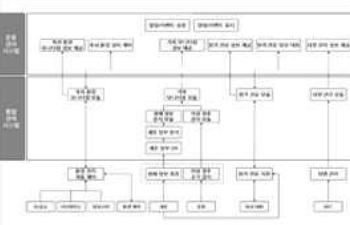
스마트 축사

- 문제점
- 농업현장에서의 기기활용 미숙
- 개별 제어에 따른 높은 조작 전문성 요구
- 개별 시스템으로 표준화가 안됨
- 축사환경의 모니터링 기능 및 단순 제어 기능
- 상호 연동제어가 안되므로 급격한 온도 변화 등 유발
- 문제점 발생시 원인 분석의 어려움
- 데이터 축적방식이 서로 다름




사양 관리 시스템

스마트 ICT모니터링 및 제어 시스템



- 상호 제어를 기반으로 하는 축사환경, 가축 상태 등의 자료를 이용한 사양 관리 시스템의 통합제어가 가능 → 단순 환경제어가 아닌 가축의 상태도 모니터링 하여 자동으로 제어 하는 방식
- 플랫폼 기술을 이용하여 자료의 표준화를 구축
- 환경에 따른 필수 데이터 공유로 최적의 제어 가능
- 가축의 생리적 상태와 연동된 가축 원격 진료 시스템
- 자동화에 따른 인력난과 전문인력 부족 문제 해결
- 전문성이 필요없는 비밀 제어 시스템



ICT 통합 모니터링 플랫폼
(환경에 따른 가축 생리적 상태 데이터 축적)

그림. 기 개발된 스마트 축사와 통합제어시스템이 적용된 스마트 축사

3-2. 목표 달성여부

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	연구개발 수행내용
가축의 생산성 향상을 위한 통합 관계 시스템의 플랫폼 구축	30	100	<ul style="list-style-type: none"> - 가축의 생산성 향상을 위한 통합 모니터링 시스템 기술 - 클라우드 기술을 기반으로 하는 모니터링 소프트웨어 기술 - 가축의 생산성 향상을 위한 통합 모니터링 시스템 기술 - 클라우드 기술을 기반으로 하는 모니터링 소프트웨어 기술 - 센서 노드의 LoRa 무선장치와 컨트롤 장치의 LoRa 무선 장치의 실시간 연동을 위한 마이크로칩 펌웨어 기술 - 센서노드의 수집 정보를 무선 송수신하고 제어하기 위한 통합 장치 기술 - 통합 장치와 클라우드 기반의 소프트웨어간 실시간 연동 기술
축사 환경 모니터링 시스템 개발	20	100	<ul style="list-style-type: none"> - 축사에서 수집한 정보의 무선 전송을 위한 기술 - 센서노드로부터 수집한 정보를 활용한 축사의 상태 확인 기술 - LoRa 무선통신을 이용하여 축사의 환경상태를 실시간 전송 기술 - 축사 내 센서의 부식 방지를 위한 컨트롤 케이스 개발 - 축사에 센서노드를 부착하기 위한 위치 분석
가축 모니터링 시스템 개발	20	100	<ul style="list-style-type: none"> - 가축에서 수집한 정보의 무선 전송을 위한 기술 - 센서노드로부터 수집한 정보를 활용한 가축의 상태 확인 기술 - 환경센서 노드와 가축 건강의 LoRa 무선 제어장치의 연동을 위한 펌웨어 기술 및 가축의 건강상태를 실시간 무선 송신이 가능한 방법 개발
가축 원격 진료 시스템의 개발	20	100	<ul style="list-style-type: none"> - 축사 환경 또는 가축에 문제 발생 시 지정 자동 문자 전송 기술 - 가축 문제 발견 시 스마트폰을 이용하여 수의사와의 원격 동영상 확인이 가능한 소프트웨어 기술
사양 관리 시스템의 설계	10	100	<ul style="list-style-type: none"> - 소프트웨어의 명령을 실시간 전달하고 제어하기 위한 통합장치와의 연동 기술
합계	100점		

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

- 가축의 상태를 확인하기 위해 현재는 소목걸이에 센서를 고정시키는 형태로 되어 있는데 가축의 움직임에 따라 목걸이의 움직임 발생하기 때문에 가축에 영향을 거의 주지 않는 고정 장치의 개발이 필요
- 가축의 상태 확인을 위한 음성센서가 센서노드장치에 설치가 되어 있는데 현장에서의 실험결과 주변의 다양한 소리에 의해 계측 값이 외곡이 되는 경우가 발견되었는데 이는 노이즈제거 기술의 적용과 장기간 축사에서 발생하는 소음자료를 바탕으로 측정하고자 하는 소음의 범위 등에 대한 정의가 필요
- LoRa 무선 통신장치를 구현하는 PCB 회로장치가 최소의 크기로 변경이 필요하며 이때 다양한 기존의 장치들과 연동하여 적용이 가능



그림. LoRa 모듈장치의 개발초기와 개발이후 (약 20% 크기감소)

- 클라우드 소프트웨어의 경우 대용량 데이터 서버와 연동될 수 있도록 코어 프로그램의 변경이 필요하며 현재 개발된 동영상 기술을 개선하여 모니터링 시스템과 상호 연동이 가능하도록 개선 필요

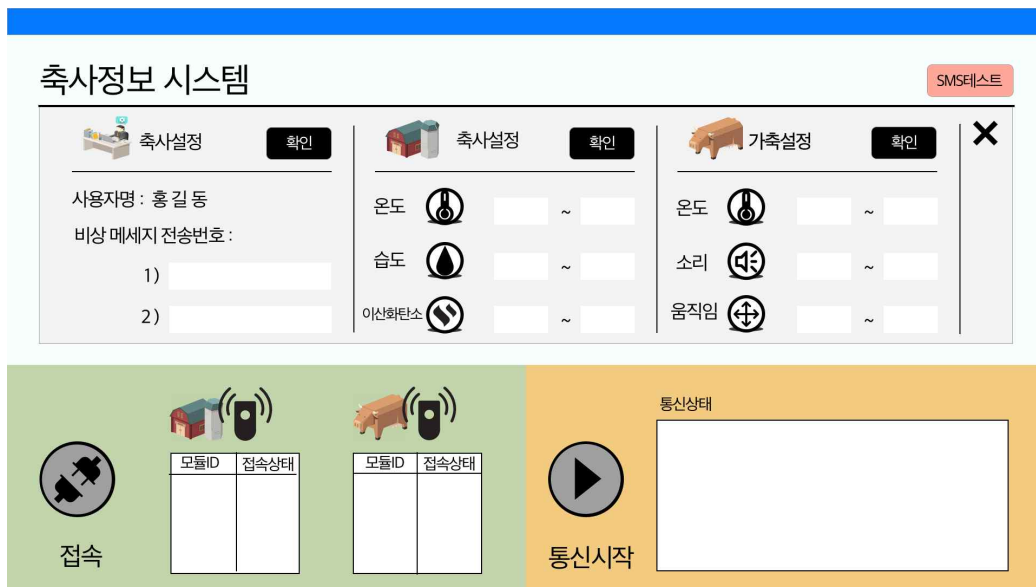


그림. 축사 및 가축모니터링 시스템의 무선 통신 접속 UI

4. 연구결과의 활용 계획 등

4-1. 현장적용 계획

- 1단계 : 자체 운영하는 축사 시설에 적용하여 생산력 향상에 따른 이익
- 2단계 : 수익에 대한 실증 자료를 바탕으로 자동화 시설이 기 설치된 축사에 통합제어 장치 적용
- 3단계 : 본 제품이 설치된 축사들의 정보를 플랫폼에 집중되어 빅데이터 비즈니스 창출
- 4단계 : 축산업에 뿐만 아니라 통합 모니터링이 필요한 다양한 농축산업에 적용하여 생산성 향상

4-2. 사업화 계획

○ 기 운영 축사에 개발 제품을 설치 운영하여 그 효과입증

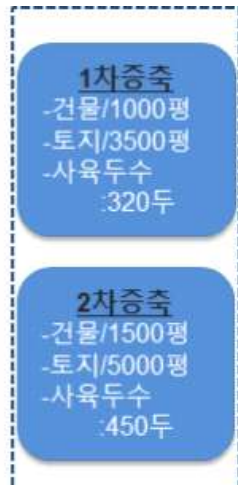
‘스마트 축사’ 확산을 위한 업무 협약서 체결

: 스마트 축사 확산을 위한 공동사업으로써 스마트축사에 (주)공중음식본가와 유리농장이 유리농장의 우사에 공동 투자하여 사육두수를 확대 하고 동시에 ‘무항생제 고급육’ 자체 브랜드를 런칭하고 축협외 외부투자자와 협력하여 한국입식을 대행할 예정

축사 개요 : 유리농장 (전남 장성군 삼서면 석마길 579-8외 7필지) / 전남'녹색한우 인증
 ▶ 대표자(이태영): 광주농고/순천대농대(졸) / '장성농협' 조합장 (현재)
 ▶ 건물평수(500坪) 목장용지:(11,200坪) , 사육두수:(120~150두



그림. 유리농장과의 스마트축사 확산 및 실증을 위한 업무 협약서 및 임대 계약서



③ 투자 계획

- 축사 증축 : 2,500평 (총3천평)
 사육 두수 : 770두 (총900두/*외부 입식소별도)
- 총투자: 22.6억원
 -축사건축(11.3억), 스마트축사구축(6.3억), 송아지 입식 등(5.0억) ▶자금조달: 자기부담50%+금융기관50%

그림. 유리농장 현재 축사와 스마트 확산사업을 위한 1,2차 증축 계획

○ 스마트 축사 개발에 따른 빅데이터 사업화



그림. 스마트축사와 같이 개발될 플랫폼의 빅데이터를 이용한 사업화 구조

본 기술을 이용한 주요 매출처는 기 설치되어 있거나 신규설치 가능한 축사, 스마트 축사에서 생산된 축산물 제조와 가공 판매 일반 개개인이 가축을 사육할 수 있는 입식사업 빅데이터를 활용하여 사업화가 가능

[단위:백만원]

주요 매출처	공급 형태	BM	강점	구축일정		매출액 (2018년)	매출액 (2019년)
				2018년	2019년		
축사 (자동화기설치)	제어장치 구축	통합제어 시스템 판매	기존축사에 비해서 노동력 투하량 50%이상 절감	→		500	700
대형마트 (이마트 외)	축산 가공품 납품	축산물 제조와 가공 판매	무항생제, 동물복지 사육	→			335
입식사업	일반 개개인의 가축을 사육하는 서비스	축사사용에 따른 임대료 사육에 따른 관리비용과	언제든지 소의 상태확인 가능	→			
관공서	여러 축사에서 쌓인 데이터를 제공	데이터제공 판매서비스	플랫폼 연동을 통한 빅데이터 구성	→			

그림. 사업 구체화에 따른 예상 주요 매출처

4-3. 타 연구에의 응용 계획

- 축사의 환경 및 가축의 건강 정보를 실시간 획득하기 위해 본 과제에서 개발한 LoRa 무선 통신 기반의 센서노드 장치는 축사뿐만 아니라 농업, 수산업 등 환경 모니터링 가능한 모든 ICT 분야에 적용이 가능하도록 개발을 했기 때문에 아래와 같이 다양한 분야에 적용이 가능함.

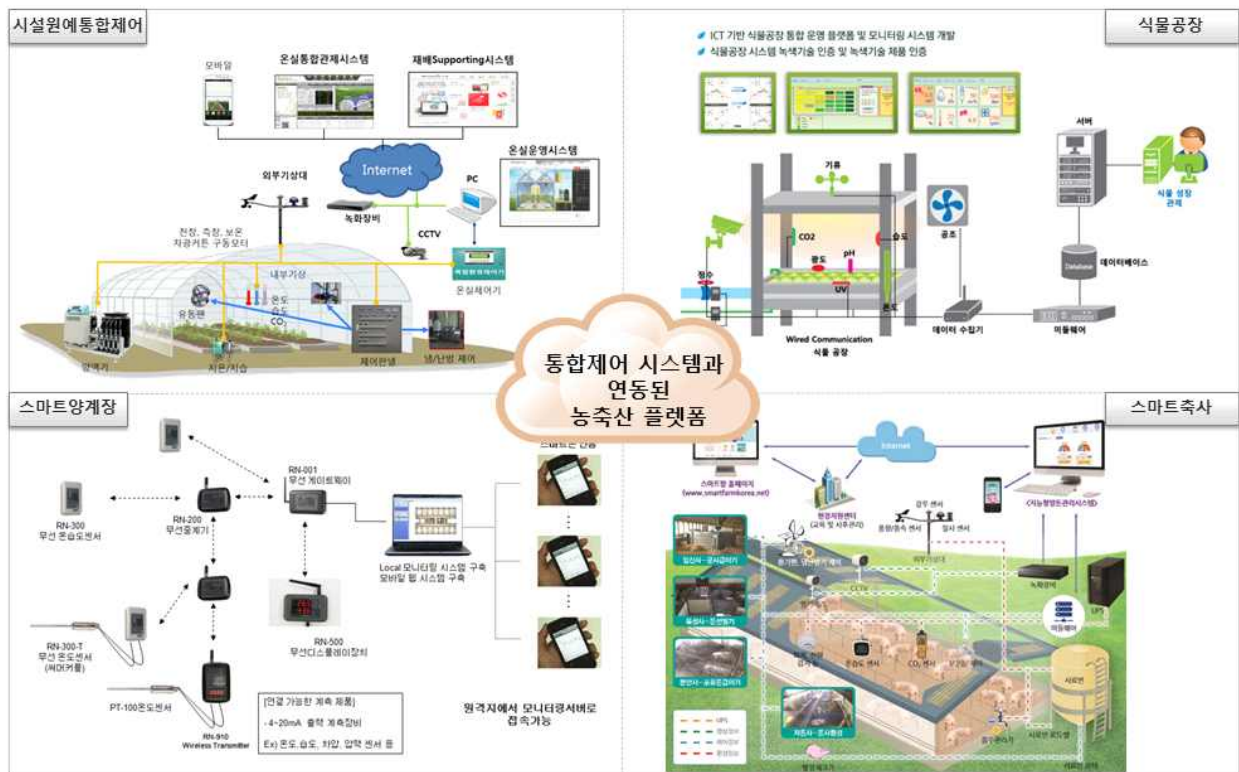


그림. 본 과제에서 개발된 기술을 활용하여 다양한 분야에 적용

- 본 과제에서 개발된 기술은 가축 또는 식물 등의 생산량 향상뿐 아니라 에너지 분야에도 적용이 가능하기 때문에 아래와 같이 에너지 분야의 마이크로그리드의 계측 기술에 적용될 수 있으며 추가적으로 태양광 발전 시스템과 같은 신재생에너지 분야에도 적용하여 사용 가능함.

기존 기술

• 유선 네트워크 및 RTU 장비를 이용한 전력계측
 → 인버터, PCS, BMS 등의 장비에서 특정 프로토콜로 제공하는 정보를 RTU (Remote Terminal Unit)장비를 이용하여 PMS의 서버로 RS-485와 같은 형식으로 제공 됨
 → 기기에서 제공하는 전력계측 정보를 이용해서 PMS를 운영 하기 때문에 실제 전력 상황과 다른 경우가 있음
 → 태양광 어레이에 생긴 문제점 파악이 어려움
 → 인버터에서 제공하는 전력은 MPPT 이후 가공된 전력

개발 기술

• LoRa 무선 통신 기술을 이용한 전력 계측장치 개발
 → 태양광 모듈의 어레이 구성이 있는 접속함, 컨버터 입/출력, 컨버터 프로토콜, BMS 프로토콜, BCP(배터리 접속함), 부하전력, 차단기 등에 **LoRa통신이 가능한 계측 장치를 활용하여 직관적이고 정확한 정보를 EMS에서 수집**하도록 개발
 → 본 과제에서는 태양광 접속함 일체형 LoRa 통신계측 장비 및 별도 계측장비를 개발하여 마이크로그리드 뿐만 아니라 **다양한 무선 측정(환경측정 등)에 활용**할 수 있도록 개발

그림. 본 과제에서 개발된 LoRa 무선 통신기술을 바탕으로 하는 모니터링 기술의 응용

4-4. 추가 연구 계획

- 가축의 상태를 확인하기 위해 현재는 소목걸이에 센서를 고정시키는 형태로 되어 있는데 가축의 움직임에 따라 목걸이의 움직임 발생하기 때문에 가축에 영향을 거의 주지 않는 고정 장치의 개발이 필요
- LoRa 무선 통신장치를 구현하는 PCB 회로장치가 최소의 크기로 변경이 필요하며 이때 다양한 기존의 장치들과 연동하여 적용이 가능
- 클라우드 소프트웨어의 경우 대용량 데이터 서버와 연동될 수 있도록 코어 프로그램의 변경이 필요하며 현재 개발된 동영상 기술을 개선하여 모니터링 시스템과 상호 연동이 가능하도록 개선 필요

붙임. 참고문헌

- 국토해양부, 2008. 유비쿼터스도시의 구축 및 활용
- 구민구 2011 양돈산업의 현황과 IT를 이용한 사양관리에 대한 소비자 인식도
- 김완영, 이성훈, 황진호, 김성기, 이성실, 여준모, 2012. 반추가축영양이 이유 전 농후사료 급여가 한우 송사지의 반추위 유두 발달에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지 54:355-359
- 성주호, 우병준, 허덕, 박선일. 2006. 가축질병의 경제적 영향분석. 한국농촌경제연구원 연구보고서 1-142.
- 이승규, 민영봉, 김태규 축산자동화를 위한 가축의 생체정보 무선 계측장치의 개발. 바이오시스템공학, 16: 263-271
- 정보통신산업진흥원, 2016, USN 기반 농작물 생산환경 관리 시스템 구축 및 운영 가이드라인
- 한국보건산업진흥원, U-Healthcare 서비스의 현황과 과제, 2015
- 소선섭, 김병호, 은성배, 전정호. 2012. 가축 생산성 향상을 위한 유비쿼터스 통합 모니터링 시스템
- 김홍규, 문승진, 이종대, 최선오, 2013. 바이오 및 환경센서를 활용한 무선센서 네트워크 기반의 축사 관리 시스템
- 김영준. 2017. LoRa 소개. (주)헬로엠프스
- Microchip Ltd. Low-Power Long Range LoRa Technology Transceiver Module, RN2903
- 한국전자통신연구원, 2016. 분포현 센서기반 고상식 축사 통합관리 기술
- 나가시마타카시, 가장쉬운 알고리즘, 비제이퍼블릭
- 현율, 코딩과 알고리즘, 좋은땅