

120107-1

상대습도 기반 최적 체감온도 제어 애니멀팜 개발

2021

농림축산식품부
농림식품기술기획평가원

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

1세대스마트애니멀팜산업화기술개발사업 2021년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003850-01

상대습도 기반 최적 체감온도 제어 스마트 애니멀팜 개발

2022.02.14

주관연구기관 / 휴미템

협동연구기관 / (주)유비엔

경상국립대학교

농림축산식품부
(전문기관)농림식품기술기획평가원

제출문

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “상대습도 기반 최적 체감온도 제어 스마트 애니멀팜 개발”
(개발기간 : 2020. 10. 12 ~ 2021. 10. 11) 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2022. 01. 17

주관연구기관명 : 휴 미 템 (대표자) 박 지 성

협동연구기관명 : (주)유 비 엔 (대표자) 안 은 기

협동연구기관명 : 경상국립대학교 산학협력단 (대표자) 강 상 수

주 관 연 구 책 임 자 : 박 지 성

협 동 연 구 책 임 자 : 안 은 기

협 동 연 구 책 임 자 : 문 병 은

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의 합니다.

최종보고서											보안등급	
											일반[○], 보안[]	
중앙행정기관명		농림축산식품부				사업명		사업명			1세대 스마트 애니멀팜 산업화	
전문기관명		농림식품기술기획평가원				내역사업명		내역사업명			1세대 스마트 애니멀팜 산업화	
공고번호		120107-1				총괄연구개발 식별번호		120107-1				
						연구개발과제번호		120107-1				
기술분류	국가과학기술표준분류	LB0805	30%	LB0806	30%	LB0803	20%	LB0804	20%	-	-	
	농림식품과학기술분류	RC0102	30%	RC0202	30%	RC0104	20%	RC0299	10%	AA203	10%	
총괄연구개발명		국문		상대습도 기반 최적 체감온도 제어 스마트 애니멀팜 개발								
		영문		Development of Smart Animal Farm for Optimal Wind Chill Temperature Control based on Relative Humidity								
연구개발과제명		국문		상대습도 기반 최적 체감온도 제어 스마트 애니멀팜 개발								
		영문		Development of Smart Animal Farm for Optimal Wind Chill Temperature Control based on Relative Humidity								
주관연구개발기관		기관명		휴미템			사업자등록번호					
		주소					법인등록번호		-			
연구책임자		성명		박지성			직위		대표			
		연락처		직장전화		휴대전화						
				전자우편		국가연구자번호						
연구개발기간		전체		2020. 10. 12 - 2021. 10. 11 (12개월)								
		단계		1단계		2020. 10. 12 - 2021. 10. 11 (12개월)						
연구개발비 (단위: 천원)		정부지원 연구개발비		기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금		합계			연구개발비 외 지원금	
		현금		현금		지방자치단체		현금		현금	합계	
		현물		현물		기타()		현물		현물	합계	
총계		424,000		-		142,000		-		-	566,000	
1단계 1년차		424,000		-		142,000		-		-	566,000	
공동연구개발기관 등		기관명		책임자		직위		휴대전화		전자우편		
		비고		역할		기관유형						
공동연구개발기관		(주)유비엔		안은기		대표				공동 중소기업		
		경상국립대학교		문병은		학술연구교수				공동 대학		
연구개발담당자 실무담당자		성명		이희철			직위		과장			
		연락처		직장전화		휴대전화						
				전자우편		국가연구자번호						

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

2021년 12월 03일

연구책임자 : 박 지 성



주관연구개발기관의 장 : 휴미템 대표

공동연구개발기관의 장 : (주)유비엔 대표

공동연구개발기관의 장 : 경상국립대학교 산학협력단장



농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장 귀하

< 요약 문 >

사업명		1세대 스마트 애니멀팜 산업화				총괄연구개발 식별번호				120107-1	
내역사업명		1세대 스마트 애니멀팜 산업화				연구개발과제번호				120107-1	
기술 분류	국가과학기술 표준분류	LB0805	30%	LB0806	30%	LB0803	20%	-	-	-	-
	농림식품 과학기술분류	RC0102	30%	RC0202	30%	RC0104	20%	RC0299	10%	AA203	10%
총괄연구개발명		상대습도 기반 최적 체감온도 제어 스마트 애니멀팜 개발									
연구개발과제명		상대습도 기반 최적 체감온도 제어 스마트 애니멀팜 개발									
전체 연구개발기간		2020. 10. 12 - 2021. 10. 11 (12개월)									
총 연구개발비		총 566,000천원 (정부지원연구개발비: 424,000천원, 기관부담연구개발비: 142,000천원(현물))									
연구개발단계		기초[] 응용[] 개발[○]				기술성숙도				착수시점 기준(3단계) 종료시점 목표(9단계)	
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)		-									
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)		-									
연구개발 목표 및 내용		최종 목표		<ul style="list-style-type: none"> □ 본 연구 개발의 최종 목표인 '정밀 복합 제어 애니멀팜'은 복합센서로부터 돈사 내부의 환경정보를 클라우드 서버를 통해 수집하고 생육 복합 최적화 알고리즘을 통하여 빅데이터를 분석, 이를 통하여 환경정보와 융합하고 제어하는 정밀 복합 환경 제어기 및 정밀 공조 시스템과 연동하는 제품 ○ (제1세부, 주관 : 휴미템) : 정밀 복합 제어 시스템 개발 ○ (제2세부 : ㈜유비엔) : 사용자 맞춤형 서비스 플랫폼 개발 ○ (제3세부 : 경상국립대) : 현장 실증 테스트베드 구축 및 상대습도 기반 분석 알고리즘 검증 							
		전체 내용		<ul style="list-style-type: none"> □ 베이스 하드웨어 및 펌웨어 소프트웨어 개발 <ul style="list-style-type: none"> ○ 정밀 복합 제어 시스템 개발 ○ 정밀 공조 시스템 고도화 □ 사용자 맞춤형 서비스 플랫폼 개발 <ul style="list-style-type: none"> ○ 클라우드를 활용한 서비스 플랫폼 개발 ○ 원격 모니터링을 위한 모바일 앱 개발 ○ 빅데이터 분석을 위한 클라우드 서비스 개발 □ 현장 실증 테스트베드 구축 및 상대습도 기반 분석 알고리즘 검증 <ul style="list-style-type: none"> ○ 정밀 복합 환경제어를 통한 환경 및 가축 생육정보 수집 가능한 테스트베드 구축 ○ 정밀 복합 제어 시스템 및 서비스 플랫폼 개발단계별 실증 테스트베드 적용을 통한 데이터 수집 및 분석, 검증, 운영성능 평가 ○ 생육정보 및 정밀 환경정보 수집에 따른 항목 간 기술통계 분석 및 모델 개발 ○ 분석 모델 기반 생육 및 환경정보 간 알고리즘 고도화 및 최적화 검증 ○ 실규모 농장 적용실험을 통한 축사 환경 및 사양관리 분야 운영성능 평가 및 실증화 							
		1단계		목표		<ul style="list-style-type: none"> □ 본 연구 개발의 최종 목표인 '정밀 복합 제어 애니멀팜'은 복합센서로부터 돈사 내부의 환경정보를 클라우드 서버를 통해 수집하고 생육 복합 최적화 알고리즘을 통하여 빅데이터를 분석, 이를 통하여 환경정보와 융합하고 제어하는 정밀 복합 환경 제어기 및 정밀 공조 시스템과 연동하는 제품 					
1단계		내용		<ul style="list-style-type: none"> □ 베이스 하드웨어 및 펌웨어 소프트웨어 개발 <ul style="list-style-type: none"> ○ 정밀 복합 제어 시스템 개발 ○ 정밀 공조 시스템 고도화 □ 사용자 맞춤형 서비스 플랫폼 개발 <ul style="list-style-type: none"> ○ 클라우드를 활용한 서비스 플랫폼 개발 ○ 원격 모니터링을 위한 모바일 앱 개발 ○ 빅데이터 분석을 위한 클라우드 서비스 개발 □ 현장 실증 테스트베드 구축 및 상대습도 기반 분석 알고리즘 검증 <ul style="list-style-type: none"> ○ 정밀 복합 환경제어를 통한 환경 및 가축 생육정보 수집 가능한 테스트베드 구축 ○ 정밀 복합 제어 시스템 및 서비스 플랫폼 개발단계별 실증 테스트베드 적용을 통한 데이터 수집 및 분석, 검증, 운영성능 평가 ○ 생육정보 및 정밀 환경정보 수집에 따른 항목 간 기술통계 분석 및 모델 개발 ○ 분석 모델 기반 생육 및 환경정보 간 알고리즘 고도화 및 최적화 검증 ○ 실규모 농장 적용실험을 통한 축사 환경 및 사양관리 분야 운영성능 평가 및 실증화 							

연구개발성과	<p>□ 핵심성과: 특허출원 2건, 특허등록 2건, 프로그램 등록 3건, 제품화 5건, 매출액 1,590백만원, 고용창출 9명</p> <p>□ 전략성과: 학술논문 1건, 학술발표 2건, 홍보전시 7건</p> <p><예상되는 연구개발성과 유형></p>											
	구분	논문	특허	보고서 원문	연구 시설·장비	기술 요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
	예상성과 (N/Y)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	생명 정보	생물 자원	정보	실물

연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	<p>□ 활용 계획</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ (축산 환경 관리 기술 경쟁력 강화) 스마트 축산 ICT 기기를 위한 지능화된 관리 플랫폼 기술을 확장하여 스마트 축산 ICT 분야의 환경 관리 기술의 방향을 제시하고, 정밀 복합 환경 관리를 통한 농가의 생산성 극대화 => 스마트 축산 분야 기술 경쟁력 및 시장 경쟁력 강화 ○ (축산 빅데이터 구축 및 전후방 산업에 활용) 축산 환경 및 생육 빅데이터 정보를 축산분야 전후방산업에 제공함으로써 정보 기반의 산업 경쟁력 강화를 유도하고 정보 활용의 중요성을 산업계 내 인식시키는 계기로 활용함으로써 축산 분야에 다양한 ICT 기술이 접목되어 유용한 정보를 생산하는 분위기를 형성 ○ (정보 기반 정밀축산 기술의 사업화 및 해외 수출) 우리나라의 전반적인 농업기술은 아시아 상위 수준에 도달하였으며, 이에 세계적으로 기술력을 인정받는 국내 ICT 분야를 접목하여 국내 농업기술을 세계 최고 수준으로 견인하는 기회로 활용 <p>□ 도입에 따른 축산 현장의 기대 효과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ (안정성 및 신뢰성 강화) 농가의 축산 환경에서 발생하는 다양한 ①환경 및 생육 정보의 저장 및 분석, ②정밀 복합 환경 제어를 위한 다양한 구동기, 제어기 등 시스템 상태 데이터의 관리, ③클라우드 및 빅데이터 기반 서비스 플랫폼을 통한 정보의 유지 및 관리, 제공'과 같은 축산 현장 복합 데이터 관리를 통한 안정적인 축산 환경 유지 ○ (사용/관리 단순화) 고령자, 신규귀농인 등 정밀 축산 스마트 기기에 익숙하지 않은 사용자가 쉽게 스마트 축산 환경을 관리하기 위한 인공지능 클라우드 플랫폼 기반의 시스템 통합 모니터링 및 분석 및 사용자 인터페이스 기술 개발을 통하여 편리하고 쉽게 축산 현장을 관리할 수 있도록 지원 <p>□ 경제적 파급 효과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ (축산 농가 소득 증대) 축산업의 가축손실 감소, 비용절감 및 생산성 향상을 통한 농가 소득 증가 기대 <ul style="list-style-type: none"> - 환경 요소에 의한 손실 비용의 최소화 축산농가 경영효율 극대화 - 효율적인 관리를 통하여 가축손실 최소화, 건강증진, 생산성향상 등에 의한 축산농가 경영효율 극대화 ○ (축산 데이터 시장 경쟁력 확보) 스마트팜 환경에서의 다양한 시스템 운영 데이터'저장/ 관리/ 분석/ 활용 기술'바탕으로 글로벌 데이터 시장 경쟁력 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 국제경쟁력 확보로 국내 스마트팜 및 농업 분야의 산업 활성화 계기 마련 										
	연구개발성과의 비공개여부 및 사유	-									

연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구시설·장비	기술 요약 정보	소프트 웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
	-	2	1	-	-	2	-	생명 정보	생물 자원	-	정보	실물
연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황	구입 기관	연구시설·장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	ZEUS 등록번호			
국문핵심어	애니멀팜		상대습도		정밀농업		정밀 환경제어		정보통신			
영문핵심어	Animal Farm		Relative Humidity		Precision Agriculture		Precision control		ICT			

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	1
2. 연구개발과제의 수행 목표	15
3. 연구개발과제의 수행 내용 및 결과	18
4. 연구개발과제의 목표 달성 정도	81
5. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성)	91
6. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도	92
7. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획	92
별첨 1. 자체평가의견서	99
별첨 2. 연구성과 활용계획서	103
별첨 3. 연구개발성과 증빙자료	106
별첨 4. 참고문헌	129

1. 연구개발과제의 개요

가. 연구개발 대상의 개요

- 본 연구 개발의 최종 목표인 ‘정밀 복합 제어 애니멀팜’은 복합센서로부터 돈사 내부의 환경 정보를 클라우드 서버를 통해 수집하고 생육 복합 최적화 알고리즘을 통하여 빅데이터를 분석하며, 이를 통하여 환경정보와 융합하고 제어하는 정밀 복합 환경 제어기 및 정밀 공조 시스템과 연동하는 제품임
- 기존의 단순한 돈사의 환경을 제어하는 제어 시스템에 비하여 보다 정밀하게 생육환경을 조절하며, 최적화 알고리즘을 활용하는 국내 최고의 제어 능력을 가지는 정밀 환경 제어 시스템임

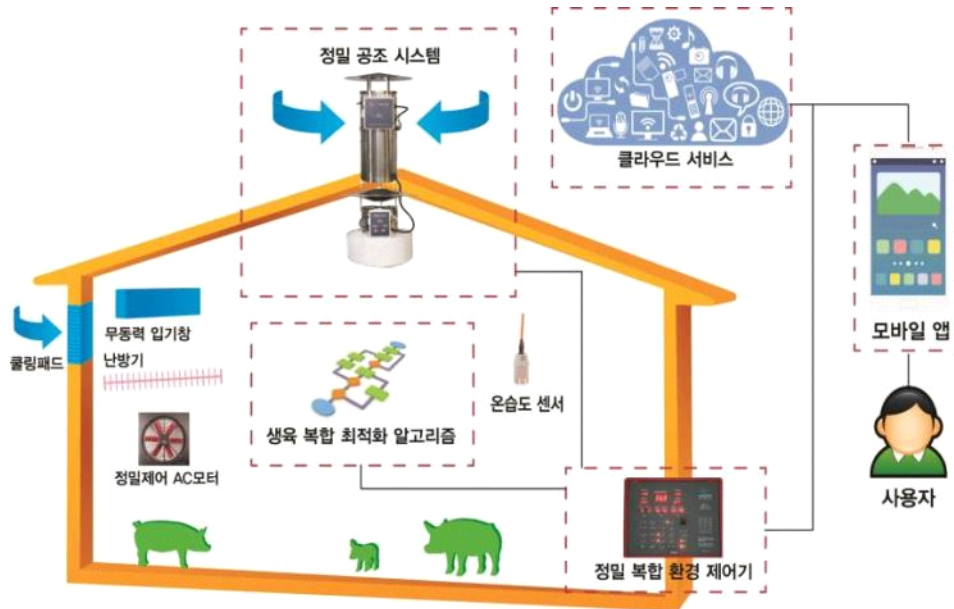


그림 16. 정밀 복합 제어 애니멀팜 개발 개요

□ 연구개발 제품의 특징

- 국내 유일의 정밀 복합 인자를 활용한 정밀 농업 시스템
 - 특허등록(10-12676333) “습도를 기준으로 하는 최적의 체감 온도 제어 시스템”
- 정밀 환경 제어 시스템과 연동한 정밀 공조 시스템으로 세밀한 환경제어 가능
- 환경/생육정보 데이터 수집부터 분석 및 이를 통한 제어까지 Non-Stop으로 진행 가능한 돼지 사양에 가장 최적화된 제어 시스템
- AI 자동화 알고리즘을 활용한 분석 결과를 바탕으로 사용자의 영농의사결정에 도움
- 분석 데이터를 데이터베이스화 하고 지속적으로 관리하여 돼지의 생육 단계별 상태를 분석하고, 환경 및 사양, 경영관리를 종합적으로 가능하게 하는 종합 시스템임
- 사용자 편의를 위하여, 시스템의 직접 제어 뿐만 아니라 각종 휴대기기를 통한 모니터링 및 제어 가능
- 다양한 축종을 대상으로 지속적으로 확장 적용하며, 지속적인 데이터 축적을 통하여 4차 산업혁명에 적용 가능

□ 연구개발 제품의 용도 및 적용 분야

- 개발 시스템은 스마트팜을 지향하는 농가의 정밀농업 환경 구축을 위한 환경 제어시스템으로 농가의 가축사육, 사양, 출하, 경영관리 등의 토탈 솔루션으로 사용 가능함
- 또한, 정밀농업을 위해, 데이터 수집 및 데이터의 가공 분야에서 사용 가능하여 정밀농업 인공지능을 개발하는데 있어서 플랫폼 용도로 활용이 가능함
- 개발 시스템의 기술별 주요 적용 분야는 복합 환경 센서 데이터 수집 및 연관 데이터 분석 기술 개발, 정밀농업을 위한 한국형 생육 복합 최적화 알고리즘 기술개발, 정밀농업 기반 클라우드 솔루션 연동 및 확장성 지원 기술개발 분야에 적용될 수 있음

나. 연구개발 대상의 기술적 배경

□ 농업환경의 변화

- 우리나라 농업은 과거 농업의 시작부터 오늘날 첨단 디지털 기술이 접목된 스마트 농업에 이르기까지 상당한 발전을 해 왔으며, 농업이 발전해 온 과정을 그동안 농업환경에 직간접적으로 영향을 미친 다양한 경제적·사회적·기술적 요인을 고려하여 구분한다면, 크게 네 단계로 구분 가능



그림 17. 국내농업 패러다임의 변화(스마트 농업, 다시 그리는 농업의 가치사슬, 2019)

- (농업 1.0) 근대화 이전의 토지, 농업, 자본 등이 투입 요소의 전부였던 **노동집약적 농업, 생산성 저조**
- (농업 2.0) 전통적 농업 + 각종 비료, 농약, 농기계 등이 도입. 생산성이 점차 향상. **농업의 현대화**가 진전.
- (농업 3.0) 시농업 환경 패러다임의 변화. 컴퓨터·인터넷 등 정보기술의 발달이 농업에 영향을 미치면서 **농업의 자동화**가 이뤄지기 시작. ①**위성 위치 확인 시스템(GPS, Global Positioning System)**, ②**지리 정보 체계(Geographic Information System)**, ③**생육·토양 측정 센서**, 투입재를 조절하는 ④**변량률 기술(Variable-rate Technology)** 등 네 가지 요소 기술을 중심으로 한 당시의 **정밀농업(Precision Farming)** 개발되어 점차 발전
- (농업 4.0) 4차 산업혁명의 핵심 기술이 적용, 농작업의 무인화·지능화, 노동력, 지식, 경험 등을 데이터가 대신 데이터에 기반한 '팜 인텔리전스(Farm Intelligence)'가 농업에 적용되면서 농업 환경이 변화
- 농업 4.0의 중심에는 **스마트 농업**이 자리. 각종 스마트 시설과 장비에 데이터와 센서가 결합되어 농업의 첨단 산업화로 농업의 패러다임이 변화
- 농업 4.0 시대에서는 데이터에 기반한 농업이 가능해지면서 농업 생산성의 대폭적인 향상이 기대된다. 앞으로 **농업과 ICT(정보통신기술) 등의 융·복합**으로 스마트한 농업으로의 진전이 더욱 가속화될 것으로 예상

□ 정밀농업의 필요성 증가

- UN에서 발행한 '세계 인구 예측'에 따르면 올해 전 세계 인구는 78억 명이며, 2050년에는 97.7억 명으로 급격하게 늘어날 것으로 전망
- 반면, 곡물을 생산할 수 있는 경작지는 1990년대 후반 이후로 절대면적이 줄어들고 있으며, 수확량 증가율도 지난 30년간 꾸준히 감소하여 인구 증가에 따른 식량부족이 현실화

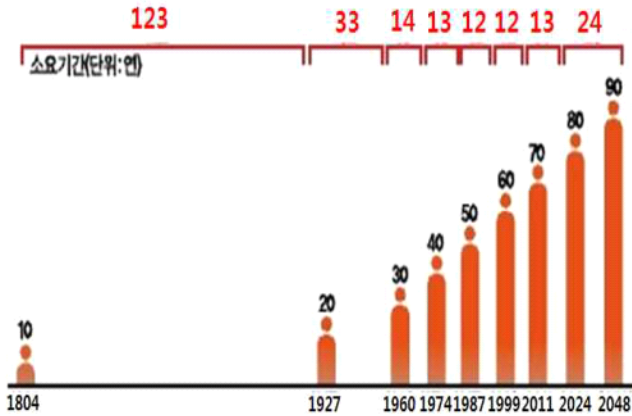


그림 18. 세계 인구 성장 추이 (유엔인구기금, 헤럴드경제 재편집)

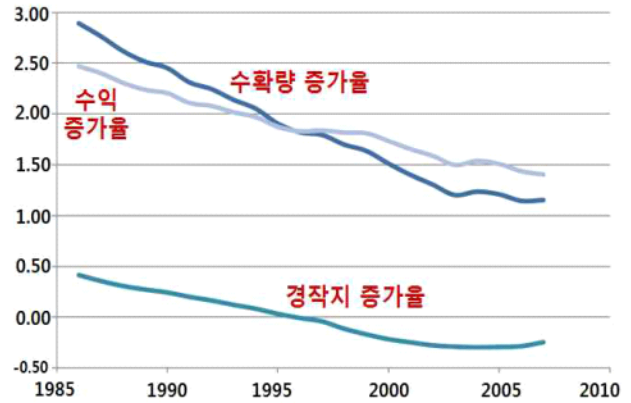


그림 19. 곡물수확량 및 경작지 변화 추이 (출처) <http://digitalcommons.unl.edu/nasapub>

- 폭발적인 인구 증가로 인한 식량난과 경작지 감소로 정체된 농업 생산량을 해결하기 위해서는 단위 면적당 생산량을 극대화하는 정밀농업(Precision Agriculture) 방식이 필요
- 최근 ICBM(IoT, Cloud, Big Data, Mobile), 딥러닝, 머신러닝, 로봇틱스 등이 급격하게 발전하면서 정밀농업은 기술적 한계에서 벗어나 본격적인 비상을 시작, ICT 단가 하락과 어그테크(Agtech) 투자 확대로 정밀 농업 기술이 촉발될 수 있는 환경 마련

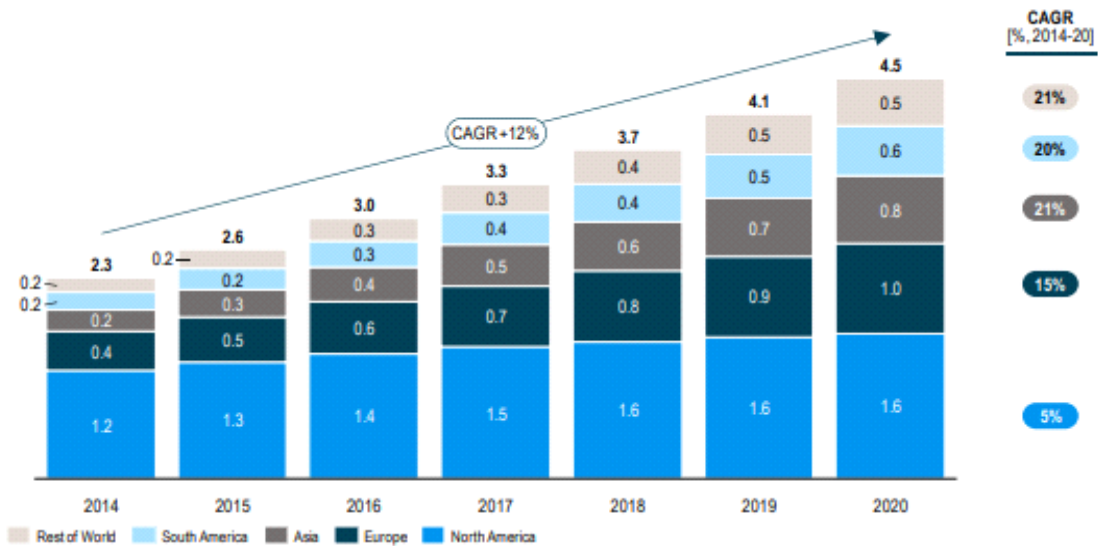


그림 20. 세계정밀농업 성장 전망("business_opportunities_in_precision_farming", 2015)

- 정밀농업 세계시장은 27.3억 달러(2014년)이며, 연평균 12% 성장하여 2020년에는 53.3억 달러로 시장규모가 지속적으로 성장할 것으로 전망

□ 국내 정밀 농업 기술 수준 비교

- 국내 정밀농업 기술은 선진국에 비해 5~6년 정도인 것으로 보고서 등이 제시되고 있으나, 실제로는 더 격차가 심함. 통신 및 소프트웨어 분야는 기술격차가 크지 않고 우수함. 기자재 원천기술 및 빅데이터 분석기술은 걸음마 단계로 판단함
- 국내 정밀농업 기술은 선진국의 정밀농업 기술에 비해 75% 수준으로 지속적인 투자가 필요함

분야		한국	미국	일본	영국	프랑스	네델란드	독일	호주	중국
기계 시스템 분야	농업기계-시스템	76.6	100.0	97.3	86.7	87.0	95.2	94.9	84.3	64.6
	축산업기계-시스템	76.5	99.5	96.6	92.3	92.9	100.0	97.4	85.1	64.8
	전체	75.0	100.0	98.2	86.8	86.4	90.8	96.5	81.4	66.2
융복합 기술 분야	농생명 신소재-시스템	74.6	100.0	93.3	85.6	84.3	83.4	89.1	79.1	70.8
	농생명 에너지 자원	68.2	97.4	92.9	85.4	84.7	94.1	100.0	83.3	66.3
	농생명 정보-전자	71.5	100.0	88.3	81.4	81.7	86.9	87.5	77.8	64.5
	전체	73.0	100.0	92.5	85.0	84.2	86.7	91.2	80.0	68.8

자료: 농림식품기술기획평가원, 「농림식품 기술수준평가」, 2018.12.에서 요약 정리함

그림 21. 기계시스템과 융복합기술수준

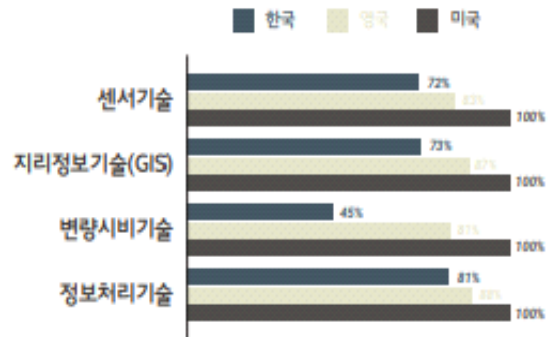


그림 22. 정밀농업 제반기술 수준 비교 (정밀농업, 함께 싹틔우다. 2016)

□ 국내 축산 환경에 맞는 정밀 환경 제어시스템 필요

- 현재 국내 양돈 시장은 대부분 생산성이 뛰어난 유럽 품종의 종돈을 사용하고 있음. 양돈 선진국인 유럽의 환경제어 기술을 도입하여 활용함. 국내외 양돈용 환경 제어 시스템은 대부분 온도 위주로 환경제어를 함

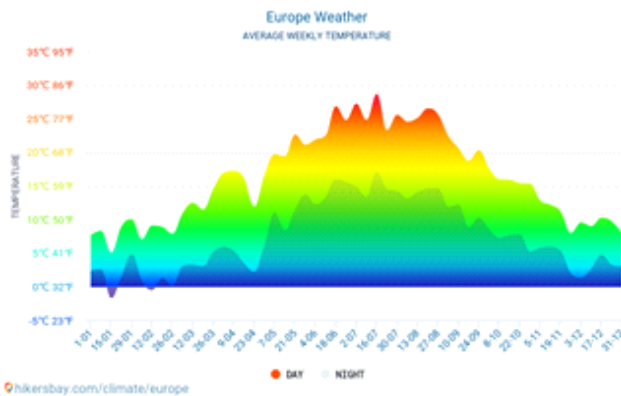


그림 23. 유럽 평균 온도

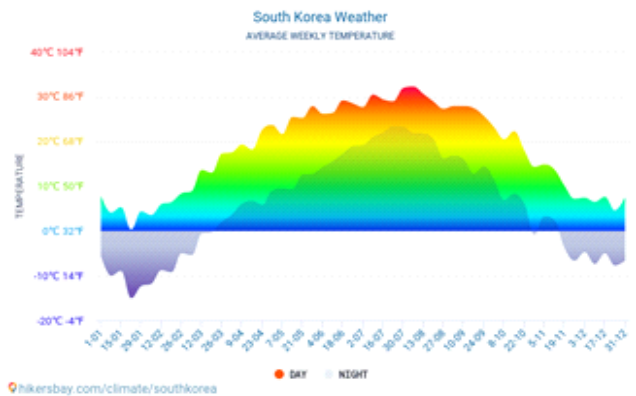


그림 24. 국내 평균 온도

- 양돈 선진국인 유럽은 연평균 일교차가 비교적 적고, 습도 변화가 심하지 않아 온도 위주의 환경제어가 적합함. 반면, 우리나라는 계절별 일교차가 크고 온·습도 변화가 심하여 온도 기반의 환경제어 적용은 한계 존재

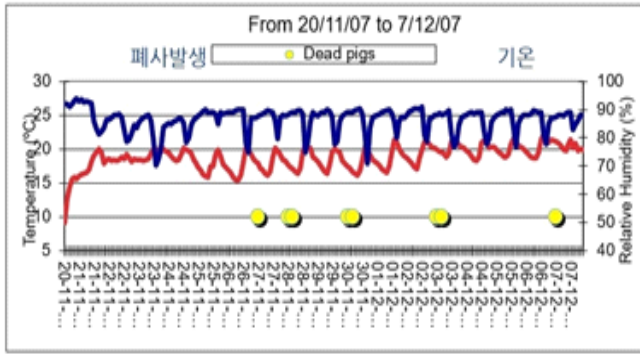


그림 25. 내부 온·습도 차이에 따른 폐사발생

표 3. 돼지 성장별 적정 온도와 습도의 범위

구 분	적정 범위(°C)	습도(%)
출생 직후	30~35	60~70
1주일령	25~30	60~70
1주일~이유전	20~25	60~80
이유 시	25~28	60~80
이유~45kg	18~22	50~80
45kg~성돈	15~20	40~60

- 돈사 내부의 온·습도 차이가 많이 발생할수록 폐사 빈도가 높아짐. 따라서 수시로 변하는 온도와 습도를 가축 생육에 최적 환경으로 맞춰주는 알고리즘이 절실히

□ 상대습도와 온도를 모두 고려한 정밀 복합 제어 기술

- 계절별 일교차가 크고 온·습도 변화가 심한 우리나라의 양돈 산업에 온도기반 환경제어 방식은 한계를 가지고 있음
- 우리나라는 또한 이상기온으로 여름과 겨울이 길어지며, 환절기 일교차가 더욱 커짐. 이러한 기후변화에 따른 가축의 사육에서 가장 중요한 부분은 온·습도의 최적 유지가 절실히 요구됨
- 환절기에 습도를 무시한 온도 위주의 환기를 하게 되면 과도한 환기로 인한 높은 열 손실률로 체온이 낮아지면서 피부에서 수분 1g 증발될 때 마다 640 Cal의 열량이 손실되어 성장이 둔해지며, 체내에서 발생하는 활성산소가 증가해 면역 체계가 약해짐으로 질병이 만연하게 됨
- 실제로 체온이 1°C 떨어지면 신진대사는 약 12% 줄어들고 면역력은 30%나 약해지며, 반대로 체온이 1°C 올라가면 면역력이 5~6배 강해짐

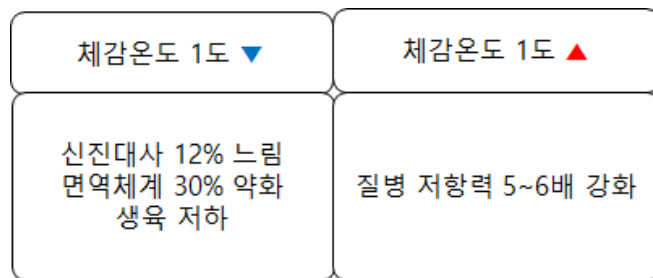


그림 26. 체감온도와 생육환경 관계

- 이는 동일한 온도라도 습도에 따라 느껴지는 체감이 다름. 따라서 양돈에서 사육환경의 최적화를 위한 온도 기반의 제어가 가지는 제약을 해결하기 위해서는 온도에 비해 상대습도의 중요성 확보에 대한 객관적인 검증이 필요

□ 국내 농업환경에 맞는 클라우드 서비스 구축

- 농업용 인공지능이 완성되기까지 농가 현장에 적용될 수준의 클라우드 서비스(대상 작물별, 동물별, 지역별) 수집, 저장, 분석 및 인공지능을 위한 알고리즘 개발 혹은 자가 학습 필요

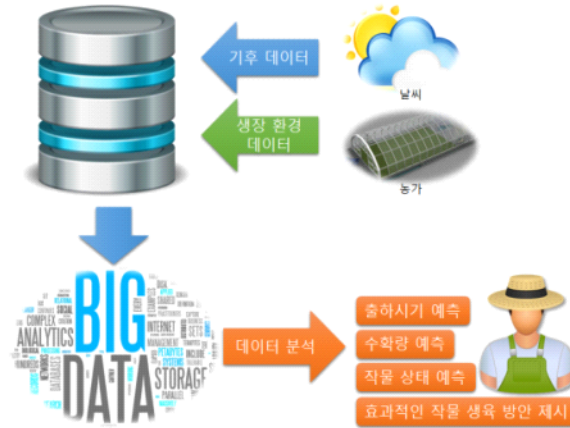


그림 27. 클라우드 서비스 개념도

- 가축 생육환경 모니터링 단말기로 수집된 생육환경 정보를 가공·분석하여 가축 최적 생육환경을 도출하여 데이터베이스화하고, 사용자에게 가축 생육 관리에 필요한 정보 제공
- 동시에 다양한 분야에서 진행되고 있는 인공지능에 대한 연구와 활발한 교류를 통해 글로벌 기술 경쟁력 재고 필요
- 이를 통한 맞춤형 스마트팜 솔루션은 앞으로 추구해야할 메가 트렌드에 해당하는 부분으로서 향후 농축산의 전 분야에 도입 적용될 것으로 판단됨

□ 주관기관의 정밀 환경 제어 기술

- 주관기관은 2015년부터 스마트팜과 정밀 환경제어의 필요성을 파악하고 지속적 연구개발을 진행 중. 미래 시장에서 글로벌 기업과 당당하게 경쟁하기 위하여 지속적인 연구개발 투자 필요



그림 28. 정밀공조 시스템

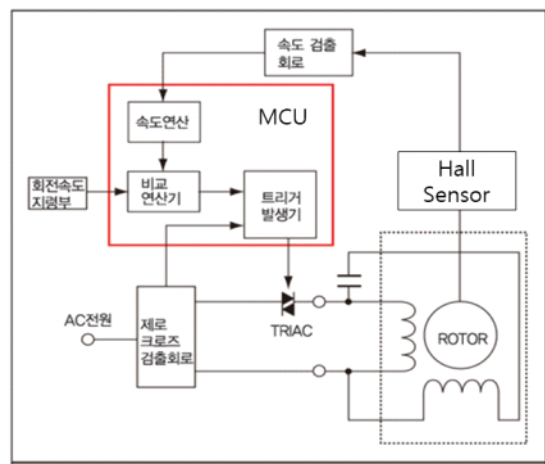


그림 29. 홀센서를 활용한 AC모터 정밀제어

표 4. 주관기관 국내 특허출원 내역

명 칭	출원/발명	출원일	출원번호	등록일	등록번호
양압식 환기를 하는 비닐하우스	박경화	2011-10-11	10-2011-0103536	2012-07-27	10-1171673
습도를 기준으로 하는 최적의 체감 온도 제어 시스템	박경화	2013-01-28	10-2013-0009490	2013-05-20	10-1267633
단체 관광객들을 위한 개인무선단말을 이용한 안내방법	박경화	2013-12-13	10-2013-0155399	2014-07-25	10-1425671
괴습 방지 공조 시스템	박경화	2015-05-13	10-2015-0066755	2017-01-02	10-1693987
습도에 따른 온도를 제어하는 동식물 생육용 온풍기	박경화	2016-07-05	10-2016-0084824	2017-08-28	10-1774162
고습에 대비하는 습도계의 보호장치	박지성	2016-11-11	10-2016-0150108	2018-07-03	10-1876641
자동 인큐베이터	박지성	2018-01-26	10-2018-0009998	2019-11-11	10-2045666
동식물의 생육 공간용 실내외 공기 분산 장치	박지성	2017-06-19	10-2017-0077324	2019-04-30	10-1976264
축사용 정밀제어 방수방진 환풍기	박지성	2019-10-30	10-2019-0136816	-	-
환기팬용 무동력 댐퍼	박지성	2020-03-20	10-2020-0034276	-	-
수평형 무동력 댐퍼	박지성	2020-08-07	10-2020-0099388	-	-
단열성의 루버 및 그 루버의 제조 방법 및 단열성의 루버가 적용된 댐퍼	박지성	2020-08-07	10-2020-0099426	-	-

표 5. 주관기관 해외 특허출원 내역

명 칭	출원/발명	출원일	출원번호	등록일	등록번호	비 고
습도를 기준으로 하는 최적의 체감 온도 제어 시스템 국제출원번호:PCT/KR 2013/010005	박경화	2013-11-06	2899504	2017-12-12	2899504	캐나다
	박경화	2013-11-06	2013800716528	2017-12-12	2013800716528	중국
	박경화	2013-11-06	112013006519	2017-08-01	ZL2013800716528	독일
	박경화	2013-11-06	2015-555087	2018-03-16	630797	일본
	박경화	2013-11-06	15/941,257	-	-	미국
	박경화	2013-11-06	1513940	-	-	영국
	박경화	2013-11-06	P-00201504813	2019-12-20	IDP000065792	인도네시아
	박경화	2013-11-06	2506/KOLNP/2015	-	-	인도
	박경화	2013-11-06	1-2015-02874	2019-10-06	VN-1-0021337	베트남
	박경화	2013-11-06	13872808	-	-	유럽

다. 연구개발 대상의 국내·외 현황

1) 국내·외 기술 현황

□ 국내 기술 동향 및 수준

- 2018년도 우리나라의 기술력은 세계 최고 기술 보유국(EU) 대비 75.5%, 기술 격차는 4.8년에 머물러 있음

표 6. 국내외 기술 동향 및 수준

국 가	수 준(%)	격 차(년)	그 룹
한국	75.5	4.8	추격
중국	67.5	6.0	후발
일본	82.5	3.0	추격
EU	100.0	0.0	최고
미국	90.0	1.0	선도

* 출처: 2018년 기술수준평가, KISTEP, 2019

- SK텔레콤은 '18년 “노지 스마트팜 분야 4차 산업혁명 선도를 위한 오픈콜라보 협약식”을 통해 스마트팜 사업에 참여하였고, ‘대기업-스타트업-농가’의 상생활동으로 연결되는 이번 사업은 농민, 기업이 혜택을 공유하는 사례가 될 것으로 기대되고 있음
- KT는 '16년 IoT 통신망, 빅데이터, 양액기, 유동팬, 모터 등이 결합된 ‘KT 기가 스마트팜 2.0’ 솔루션을 개발함(기존 솔루션 대비 구축비의 40%를 절감할 수 있음)
- LG유플러스는 스마트팜 주산지를 대상으로 NB-IoT 기반 통신망을 우선적으로 구축하는 한편, 홈 IoT·IoT 캡스 서비스를 확대할 계획임
- 노루기반 시스템즈는 온실설계 시공, 온실 IoT시스템, 종자개발 등의 솔루션을 제공하는 업체로 온실 IoT시스템은 KroFarm과 KroFarm Aqua로 구분되며, 센서 및 제어기를 통해 온실 내 식물을 모니터링 하고, IoT 기술을 활용하여 제어할 수 있음. KroFarm Aqua 시스템을 통해 농가의 양액관리 서비스를 제공하고 있고, 실시간관수현황을 모니터링 하여 작물별로 양액공급을 자동 제어할 수 있어 효율적 관리가 가능함(중국 텐진, 카자흐스탄 자르켄트에 온실 시공 이력이 있음)
- 삼성전자는 최근 시카고에서 개최된 2018 국제조명 박람회(LIGHTFAIR International, LFI)에서 식물생장 전용 LED 패키지를 출시하며 스마트팜 시장에 진출함. 전세계 LED시장에서 원에 산업의 비중은 크지 않으나, 2016년 2%에 불과했던 점유율이 2018년 4%로 두 배 커지며 2022년에는 8%를 점유할 것으로 전망됨
- 국립축산과학원은 닭의 성장 단계별 행동 분석 연구를 담당하고 LG이노텍(주)은 카메라 및 온습도 센서와 같은 계측시스템과 딥러닝 알고리즘 개발을 담당하기로 하였으며, 2020년 양계 농가에 현장 적용할 것을 목표로 함
- 인터넷 포털 업종인 네이버(주)와 (주)카카오는 유통 플랫폼을 구축하여 스마트농업에 투자하고 있으며, SW스타트업인 (주)엔씽은 도시농업을 위한 IoT 설비를 개발하고 덴마크에 수직농장 모델을 수출하는 성과를 냄

□ 국외 기술 동향 및 수준

○ 유럽연합 ICT-AGRI

- EU 차원의 ICT 국제공동 연구 프로젝트를 통해 '09년부터 '17년까지 1, 2단계로 구분하여 정밀농업 분야 ICT 및 로봇기술에 대해 연구개발을 진행함
- 정밀 농업분야의 연구역량 및 협력 네트워크 강화, EU 공통 연구의제 설정 및 인적·물적 자원 활용 분절화 해소 등을 통해 연구개발의 효과성 및 효율성을 제고함
- 실내기후 및 품질통제 자동화, 로봇활용, 농장관리 정보시스템, 온라인 정보 플랫폼등을 개발하여 공공 및 연구기관에 기술·사회적 정보를 제공하고 당사자들 간의 활발한 협력을 촉진함

○ 유럽 Smart Agri-Food Project

- 농업, 물류, 식품정보와 관련된 R&D 프로젝트로서 농식품 부문에 대한 미래 인터넷 및 ICT의 응용 및 적용을 촉진을 목적으로 하며, 민·관 파트너십을 기반으로 Smart Agrimatics에 종사하고 있는 기업 또는 개인에게 직접적으로 자금 등을 지원함
- 스마트농업에 특화된 프로토타입의 규정·개발, 기술 솔루션의 개발을 통한 대규모 실증 등을 추진하며, 3단계를 2년 간 운용하며 총 10만 유로의 예산이 책정됨
- EU 안팎의 다양한 산학연 집단이 프로젝트에 참여하여, 농식품 중소기업을 지원
- 스마트 농업 및 물류와 관련하여 정교하고 강력한 광대역 감지 및 동물과 식물의 모니터링, 지능형 수송 및 실시간 물류 등에 대한 프로젝트를 수행함

○ 네덜란드 농업 정밀화 사업

- 네덜란드 경제농업혁신부는 농업 정밀화를 통한 지속가능한 농업의 발전과 신사업 창출을 위해 민·관 파트너십형 R&D 프로젝트(30)를 추진함(2010~2014년, 총 4년)
- 자원 사용량 억제(물, 비료, 농약, 에너지 등)를 위한 연구를 통해 농업으로 인한 환경 영향을 감소시키고, 신규 농업 비즈니스 관련 기회 창출을 목적으로 함
- ICT 기반 공공서비스 개발에 주력하여 친환경 농업기술개발에 활용할 수 있도록 시비, 작물 보호, 트래픽 제어 경작 등 핵심 주제에 관련된 연구를 수행함
- 세부 연구주제는 위성관측, 지상센서, 현지 맞춤형 경작, 작물관리·수확기술, 로봇공학, 조기경보 및 의사결정지원 시스템, 무선네트워크, 농장경영시스템(FMS) 등임
- 작물의 재배관리를 위한 GPS 지리정보 융합, 실시간 센서 데이터 기반 비료공급 및 관수 등 토지 비옥화, 제초제 관리 및 전염병 예방 등 작물보호 관련 사업을 지원함

○ 독일 iGreen 프로젝트

- 정부 주도로 다양한 공공·민간 정보원 통합을 위해, 연방기관과 다양한 농업-IT 분야 민간업체들이 참여로 추진되는 프로젝트로서, 위치기반 서비스와 지식 네트워크 구현 및 개발을 통해 에너지 효율성, 경제적 이익 및 환경적 편익 추구를 목표로 함
- 2009년 4월 1일부터 2013년 4월 30일까지 총 4년에 걸쳐 수행하며, 산·연 및 공공 부문에서 혁신 동맹을 맺은 기관이 함께 연구를 수행함
- iGreen은 농업 분야에 종사하는 농업인, 농장 경영인, 농업용 기계오퍼레이터, 농업 컨설턴트, 농업용 소프트웨어 개발자, 농업용 기계 제조업자 등을 대상으로 함
- 지질자료, 기계 커넥터, 데이터 보존용 콘텐츠, 모바일 결정지원 시스템, Geobox 인프라 등의 서비스 및 단말기를 제공함
- 특수작물 분야에서 활용하는 경우, 최종 사용자와의 협업을 통해 중·대형 사이즈의 농기계를 제작하고 실제 경작지에서 테스트를 수행하며, 지식 네트워크와 위치 기반 서비스가 통합된 인프라는 오픈소스 소프트웨어 형태로 제공됨

2) 국내외 시장 현황

□ 국내외 시장 규모 및 수출입 현황

표 7. 스마트팜 산업 전체 시장 규모

(단위 : 억원)

구 분 \ 년 도	(2020년) 현재년도	(2023년) 개발 종료후 1년	(2025년) 개발 종료후 3년
세계 시장 규모	3,520,000	5,225,000	7,106,000
한국 시장 규모	54,048	62,567	68,979

* 출처: 중소기업전략 로드맵

* 2022년까지의 시장규모 전망치를 근거로 연평균 성장률(세계 16.4%, 국내 5.0%)을 반영하여 산정

○ 세계시장

- 스마트팜 세계시장은 2010년 약 3조 5천억원에서 시작하여 2022년 약 4조 5천억원 규모로 연평균 성장세 약 16.4% 정도 성장률을 보이며 꾸준히 진행되고 있음
- 상기 표의 세계 시장규모는 스마트팜 관련 산업 전체에 대한 시장 규모를 제시한 것임.
- 현재 세계 인구의 73억 명, 2060년이 되면 약 100억 명으로 35% 정도 급증할 것으로 전망됨. 이는 지금의 농업 생산방식으로 필수적인 식량조차 충족하지 못할 것이 자명함.
- 우리나라의 스마트팜 수준을 각국의 최고기술 보유국 대비 약 70%의 수준으로 기간으로 따지면 약 6년 정도의 격차가 있는 것으로 분석 제시되고 있음
- 대표적인 스마트팜 국가인 네덜란드는 우리나라의 면적에 1/2에 불과하며 ICT활용 도입을 통해 세계 2위의 농산품 수출국이며, 축산물과 화훼가 농업 총생산 74%를 차지하고 있음
- 일본은 스마트팜 규모는 2012년 약 60억 엔에서 2020년 약 300억 엔으로 확대 투자할 전망. 농업 분야로 진출한 일반 법인 수가 약 2010년 대비 2014년에 약 5배 이상이 증가됨
- 일본의 시장 성장률 전망을 보면, 2013년 약 66억 1,400만 엔 규모에서 2020년 약 308억 4,900만 엔으로 약 3.5배 정도 확대될 전망으로 보고 있음
- 중국의 스마트농업은 1980년대부터 시작해 국외 선진국에 비해 비교적 낙후했으나, 발전 속도는 매우 빠른 편. 현재 무선센서 감측, 원격모니터링 시스템, 클라우드 컴퓨팅 기술이 성장하고 점차 스마트농업 건설에 응용돼 농업생산자동화, 지능화, 원격조절을 가능하게 하고, 농업생산의 관리효율을 제고해 농산품의 부가가치를 높이고, 스마트농업 건설단계를 가속화시키고 있음. 이에 따라 산업 규모는 2013년 4000억 위안, 2014년 4807억 위안에서 2015년에는 6000억 위안을 돌파

○ 국내 시장

- 국내 스마트팜 분야는 기자재, 기타, 시설, 재배, 지원서비스 등 5개 세부분야로 구성되어 있으며 재배에 49.7%로 다수의 중소기업이 영위하고 있음
 - * 재배의 중소기업 수는 5,869개로 전체의 49.6%를 차지하고 있으며, 매출액과 수출액의 평균은 낮은 편
 - * 시설의 중소기업 수는 3,011개로 전체의 25.5%를 차지하고 있으며 매출액이 비교적 높은 편
 - * 시설의 대·중견기업 수는 32개로 전체 대기업 중 가장 많은 비중을 차지하고 있지만, 수출액은 파악하기 어려움
 - * 기자재의 중소기업 수는 5개로 가장 적은 비중(0.0%)을 차지하고 있지만 매출액의 평균은 높은 편

표 8. 스마트팜 분야 생태계 현황

(단위 : 개, 명, 억원)

구 분	기업수 (비중%)	매출액		수출액			
		합 계	평 균	합 계	평 균		
스마트팜 분야 전체	합계	11,829	100.0	50,629.0	20.0	405.0	29.0
	중소기업	11,784	99.6	40,914.3	16.3	142.2	10.9
	대·중견기업	45	0.4	9,715.1	441.6	263.1	263.1
기자재	합계	5	0.0	114.0	23.0	0.0	0.0
	중소기업	5	0.0	114.0	23.0	0.0	0.0
	대·중견기업	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
기타	합계	61	0.5	6,838.0	132.0	0.0	0.0
	중소기업	59	0.5	2,376.0	48.0	0.0	0.0
	대·중견기업	2	0.0	4,462.0	2,231.0	0.0	0.0
시설	합계	3,043	25.7	31,820.0	31.0	65.0	65.0
	중소기업	3,011	25.5	27,206.0	27.0	65.0	65.0
	대·중견기업	32	0.3	4,614.0	271.0	0.0	0.0
재배	합계	5,879	49.7	10,845.0	8.0	340.0	28.0
	중소기업	5,869	49.6	10,206.0	8.0	77.0	7.0
	대·중견기업	10	0.1	639.0	213.0	263.0	263.0
지원 서비스	합계	2,841	24.0	1,012.0	7.0	0.0	0.0
	중소기업	2,840	24.0	1012.0	7.0	0.0	0.0
	대·중견기업	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

□ 국내·외 주요 수요처 현황

○ 주요 수요처

표 9. 국내외 주요 수요처 현황







구 분	상세구분	핵심 수요처	비즈니스 방향
양돈농가	0~1000두	2,776 농가	기 확보된 양돈농가 관계 활용 지역별 대표 모델링 농가 선정후 개발 제품의 교두보 확보 ☞신규 양돈 농가로 사업 확대
	1000~5000두	2,953 농가	
	5000두~	405 농가	
시설원에 회사	돈사/하우스 신축, 리모델링 시설회사	태우축산 대건산업개발 서창산업 대운아이엔디 현대축산 등	기 관계 정립된 우호 시설원에회사와 공동 영업 진행 (채널 확대 / 공동 영업) ☞영업 채널 유통망 구축
사료회사	사료제공 및 컨설팅	선진 팜스코 도드람 이지바이오 뉴트리나 카길애그리퓨리나 CJ feed & Care 등	선진 등 우호업체와의 관계를 기반으로 양돈 농가 환경/생체 정보 수집/분석을 통한 AI 융합 모델 개발 협력 ☞선진의 기술과 융합하여 컨설팅 사업 및 지능형 정밀농업 분야 공동 사업 기회 확대
교육기관	귀농,귀촌, 농업교육 등	귀농귀촌 교육 연암대학교 교육 산수유교육농장 등	교육 콘텐츠 제작 교육 프로그램에 참여 ☞교육과 컨설팅을 통한 사업기회 확대

3) 국내·외 시장 현황

□ 본 기술/제품과 직접적 경쟁관계에 있는 국내·외 기관·기업 현황





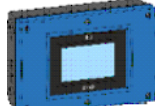

- (국내 제어기 기업) 국내의 대부분의 메이저 업체는 온도 위주의 환경 제어 시스템으로 정밀 환경 제어 시스템으로 사용하기에 적합하지 않음
 - 예를 들어, 돈공의 경우 입식 일자, 남은 일자를 입력 받아 단순히 시간이 지남에 따라 변하는 일자에 대해 모니터링만 하고 있음
 - 기존의 환경 제어기는 단순한 설치, 쉬운 설정에 중점을 두어 각종 제어기에 대한 정밀한 설정 기능을 지원하지 않음.
 - 또한 대부분 환경제어기는 다른 기자재와 연동을 위해 릴레이 접점 신호를 주어 마그네트를 이용하게 설계. 이는 단순히 동작 신호만을 주는 형태로 연동을 하였기 때문에 다른 기자재에 대해 호환성이 떨어짐

표 10. 국내 제어기 관련 주요 업체 및 제품

제어기 관련 주요 업체	태진테크	성일기전	지원	피그하우징	돈공	리얼팜
주요제품	<MC-503> 	<SL-805> 	<ICT SMC-H350> 	<PIG-703> 	<인공지능 환경제어시스템> 	<SH-200> 

- (해외 제어기 기업) 해외 대부분의 업체도 마찬가지로 온도 위주의 환경 제어시스템을 기본 원리로 동작함. 반면, 돈사 내부 기자재에 대한 정밀제어를 지원 함.
 - 예를 들어, 외부 기상대로부터 읽은 풍향, 풍속을 기준으로 내부의 입기창의 각도를 자동으로 조절하는 등 정밀 제어가 가능
 - 그리고 내부 환경 인자인 온도, 습도, 가스에 대해 각각 제어가 가능하나 전부 개별 제어를 한다는 한계점을 가지고 있음.
 - 유선, 무선 통신을 이용해 내부 환경 정보를 데이터 베이스에 저장하고 이를 분석하여 사용자에게 통계 자료를 제공함. 다른 솔루션과의 연동성이나 확장성은 미흡함

표 11. 해외 제어기 관련 주요 업체 및 제품

제어기 관련 주요 업체	FANCOM	Munters	Big Dutchman	Chore-time	SKOV	Varifan
주요제품	<LUMNA 38> 	<AC-2000 Pig> 	<307 Climate> 	<Chore-tronics> 	<DCL 634> 	<AG-412M> 

- (해외 스마트팜 기업) 국내의 스토리지 기업은 대부분 중·소기업 규모로 대부분은 외산 제품의 도입 및 판매 위주이며, 본 컨소시엄 내에 포함된 기업들이 스토리지 기업의 주력을 형성
 - 네덜란드의 프리바(Priva)는 스마트팜 솔루션의 세계시장 점유율 70%를 차지하는 글로벌 기업으로 세계최고 수준의 기술을 기반으로 온실환경 제어시스템을 개발함
 - 호티맥스(HortiMax)는 자동관개 장치 개발을 최초로 성공하였으며, 현재 원예분야 산업에서 3대 공정 자동화 제품을 공급하는 국제적인 기업으로 양액 재배 전체를 포함하는 제품군을 보유하고 있으며, HortiMaX-Go를 주력제품으로 판매하고 있음
 - 네덜란드의 렐리(Lely)는 1992년 세계 최초로 로봇착유시스템을 상용화한 기업으로, 한국을 포함 세계 60개국에 로봇착유기를 판매하는 축산분야 스마트팜 대표 기업임

- 드라발(Delaval)은 우유의 질과 동물 건강을 보호하며 지속가능한 식품 생산을 가능하게 하는 착유 관련 제품과 솔루션을 공급하고 있음
- 일본의 후지쓰(Hujitsu)는 농업생산에서부터 수확 후 관리, 배송 및 유통에 이르기까지 전 과정에서 빅데이터 기반의 기술을 적용하여 의사결정을 지원하는 스마트팜 클라우드 플랫폼 아키사이(Akisai)를 구축하여 농식품 산업계에 제공함

○ (스타트업 기업) ICT기술의 발달과 더불어 어그테크*에 대한 활발한 투자로 정밀농업과 관련된 스타트업이 주목을 받음

- * Agtech: ‘농업’(Agriculture)과 ‘기술’(Technology)이 융합된 개념
- 최근 3년간 어그테크 벤처기업에 대한 글로벌 펀드 투자가 미국, 유럽 등을 중심으로 약 102억 달러가 이뤄지면서 정밀농업에 대한 기대와 투자 환경이 조성
- 인공위성, 드론/무인항공기(UAV), 각종 센서, 클라우드, 딥러닝, 머신러닝, 로봇틱스 등 다양한 ICT기술을 정밀농업에 적용한 어그테크 스타트업 속속 등장



* (자료) The Ag Tech Market Map: 100+ Startups Powering The Future Of Farming And Agribusiness, CB Insight (2017, 5.18), Remote Sensing Market Map: 20 Remote Sensing Startups and the Varied Data That Fuels Them, AgFunder (2017.11.9.), AI, Robotics, And The Future Of Precision Agriculture, CB Insight (2017, 7. 7), 2017 AgTech Landscape: What's On The Horizon, Forbes(2017. 6.13) 재구성

그림 30. 정밀농업 주요 기술별 어그테크 기업 현황

4) 국내·외 지식재산권 현황

- 2019년 7월까지 특허출원 공개 및 등록된 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO), 유럽(EPO) 특허를 대상으로 KEYWERT 검색DB를 사용하여 특허검색을 실시함
 - 각 기술분류별 특허검색을 위해 동 사업의 내역사업 및 세부과제를 기준으로 핵심키워드를 도출하고 각 소분류별 검색식을 작성하였으며, 최종 검색식을 검색DB에 적용하여 얻은 Raw Data를 도출하고 유효특허를 선별함
- 동 사업과 관련된 기술시장을 특허분석을 통해 살펴보면, 기술개발 활동이 증가하는 ‘성장기’이며, 최근 3~4구간의 출원건수 및 출원인수가 급증하는 양상으로 나타남
 - 전체 분석구간을 5년 단위의 4개 구간으로 구분하여, 1구간(1997년~2001년), 2구간(2002년~2006년), 3구간(2007년~2011년), 4구간(2012년~2016년)으로 설정함

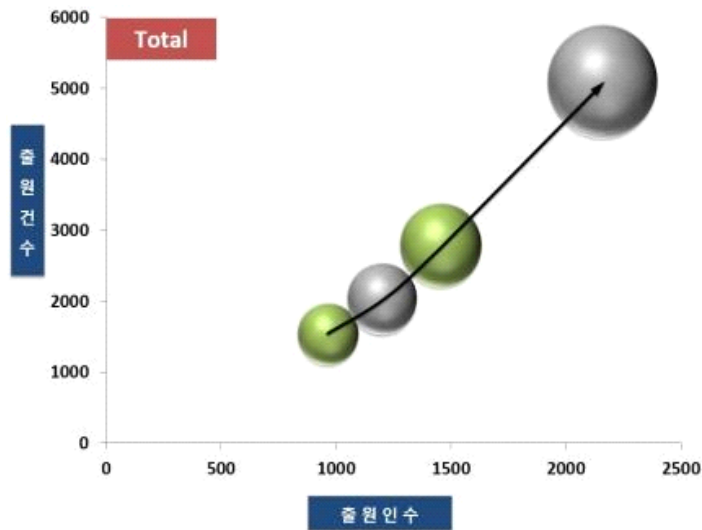


그림 31. 전체 특허기술 성장 단계

5) 국내·외 표준화 현황

□ 본 기술/제품과 직접적으로 관련 있는 국내외 표준화 현황

중분류	소분류	유효데이터 건수				
		KIPO	USPTO	JPO	EPO	계
스마트팜 실증 및 고도화 연구사업	디지털 재배관리를 위한 생육모델 및 의사결정 SW개발	220	139	229	66	654
	작물 생육 및 생체 정보 측정/진단 기술 개발	153	98	146	55	452
	고생산성 시설 원예 환경 모니터링 및 조절 기술 개발	239	346	246	194	1,025
	스마트 시설 원예 병해충 종합관리 기술 개발	59	48	50	45	202
	순환식 수경재배 양수분 최적 관리 기술	70	271	236	138	715
	2세대·3세대 스마트시설 원예모델 품목별 실증 및 최적화	209	182	103	91	585
	농작업 및 생산이력 관리 기술 개발	125	136	75	75	411
	가축 개체별 경제형질 정밀 측정 및 관리기술	203	397	138	126	864
	가축 생체정보 활용 개체별 건강관리 기술	109	139	58	41	347
	축사 복합환경 멀티 센싱 및 진단 기술	108	158	162	83	511
	지능형 축사 환경 동적 제어기술	166	183	138	87	574
	현장 맞춤형 지능형 축사 냄새 제어 기술	200	81	79	24	384
	가축분뇨 공정 자동화 및 처리 기술	157	43	77	8	285
	스마트 축산 K-FARM 모델 최적화 기술 개발	374	385	73	149	981
차세대 융합 원천기술 연구사업	인공지능기반 스마트시설 원예 통합제어 플랫폼 개발	263	157	167	76	663
	인공지능 네트워크기반 자율형 생산환경 관리지원 플랫폼 개발	50	92	46	69	257
	스마트팜 다중센싱봇 개발	153	72	80	50	355
	무인자동화 차세대 생산시스템 개발	79	30	53	16	178
	수확-출하 전과정 자동화시스템 개발 및 실증	86	354	71	207	718
	시설 원예 그린 에너지 순환 및 이용 기술개발	190	214	122	177	703
	무인 자율형 스마트 축산 K-FARM 통합 솔루션 개발	54	231	66	78	429
	에너지/자원 완전 순환형 축산 모델 개발	319	189	151	95	754
합계	3,586	3,945	2,566	1,950	12,047	

- 현재 국내 스마트팜 관련 표준은 총 45개이며, 한국정보통신기술협회(TTA PG426), 농업기술실용화재단(FACT), 한국농기계공업협동조합에 의해 표준화가 진행 중임
- 45개 중 국가표준은 2건(KS), 단체표준은 43건으로 국내 표준화는 주로 스마트온실과 관련된 단체표준으로 진행되고 있는 것으로 조사됨
- 스마트온실 표준은 총 24개로 국가표준 2건, 단체표준 22건이며, 스마트축사 6건(TTA 3건, FACT 3건), 스마트유통 8건, 팜클라우드 7건에 대한 단체표준이 제정됨
 - 2014년 6월 스마트농업 전반에 대한 표준개발을 위해 산학연 관련 전문가를 중심으로 '농식품 ICT융합 표준포럼'이 신설되었으며, 이어서 TTA에서도 2014년 10월 스마트 농업 프로젝트 그룹(PG426)을 신설함

2. 연구개발과제의 수행 목표

2-1. 연구개발의 최종목표

가. 최종목표

- 본 연구 개발의 최종 목표인 ‘정밀 복합 제어 애니멀팜’은 복합센서로부터 돈사 내부의 환경정보를 클라우드 서버를 통해 수집하고 생육 복합 최적화 알고리즘을 통하여 빅데이터를 분석하며, 이를 통하여 환경정보와 융합하고 제어하는 정밀 복합 환경 제어기 및 정밀 공조 시스템과 연동하는 제품임

표 12. 개발될 정밀 복합 제어 애니멀팜의 사양

구 분	사 양
동작 전압/전류	220V AC / 200 mA 이하
최대 제어 용량	2,500 W
크기(mm)	400 × 300 × 160
통신 인터페이스	RS-485
동작 제어	환기팬, 난방기, 냉방기
동작 온도 및 습도	-30~85℃ / 0~99%

- 기존의 단순한 돈사의 환경을 제어하는 제어 시스템에 비해, 보다 정밀하게 생육환경을 조절하며, 최적화 알고리즘을 활용하는 국내 최고의 제어능력을 가지는 정밀 환경 제어 시스템임
- 연구목표의 달성을 위해 총 3개의 세부과제로 연구팀을 구성함
 - (제1세부, 주관 : 휴미템) : 정밀 복합 동작 제어 시스템 개발
 - (제2세부 : (주)유비엔) : 사용자 맞춤형 서비스 플랫폼 개발
 - (제3세부 : 경상대학교) : 현장 실증 테스트베드 구축 및 상대습도 기반 분석 알고리즘 검증

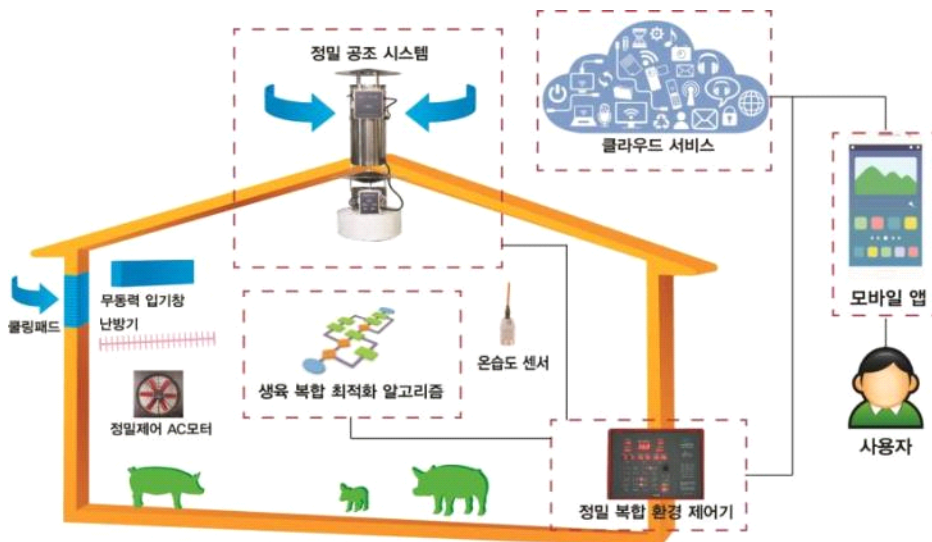


그림 32. 정밀 복합 제어 애니멀팜 구성도

상대습도 기반 최적 체감온도 제어 스마트 애니멀팜 개발

□ (주관연구기관) 베이스 하드웨어 및 펌웨어 소프트웨어 개발

- 정밀 복합 제어 시스템 개발
 - 메인보드 모듈, 디스플레이 모듈 개발
 - 상대습도 기반 체감온도 알고리즘이 적용된 펌웨어 개발
- 정밀 공조 시스템 고도화
 - 정밀 공조 시스템 전용 개별 온도 센서 개발
 - 개별 온도 센서가 적용된 정밀 공조 모듈 개발

□ (공동연구기관 1) 사용자 맞춤형 서비스 플랫폼 개발

- 클라우드를 활용한 서비스 플랫폼 개발
 - 생육 및 환경 정보 수집 및 저장
 - 생육 구간별 통계 자료 제공
 - 빅데이터 분석을 위한 클라우드 플랫폼 구상 및 분석
- 원격 모니터링을 위한 모바일 앱 개발
 - 돈사에 설치된 각종 센서, 제어기에 대한 모니터링
 - 정전 및 시스템 이상 발생시 사용자에게 알림
- 알고리즘 개발
 - 상대습도 기반 체감온도 최적화 알고리즘 검증
 - 빅데이터 분석을 위한 클라우드 서비스 개발

□ (공동연구기관 2) 현장 실증 테스트베드 구축 및 상대습도 기반 분석 알고리즘 검증

- 돈사 내부 환경을 개선하기 위한 제어 요소 연구
- 현장 실증 테스트베드 구축 및 데이터 분석
- 정밀 복합 환경제어를 통한 환경정보 및 가축 생육정보 수집 가능한 실증 테스트베드 구축
- 정밀 복합 제어 시스템 및 서비스 플랫폼 개발단계별 실증 테스트베드 적용을 통한 데이터 수집 및 분석, 검증, 운영성능 평가
- 생육정보 및 정밀 환경정보 수집에 따른 항목 간 기술통계 분석 및 모델 개발
- 분석 모델 기반 생육 및 환경정보 간 알고리즘 고도화 및 최적화 검증
- 실규모 농장 적용실험을 통한 축사 환경 및 사양관리 분야 운영성능 평가 및 실증화

<div style="text-align: center;">< 주요 성능지표 개요 ></div>						
주요 성능지표1)	단위	최종 개발목표2)	기술개발전 수준	세계최고수준 또는 수요처 요구수준3) (해당기업)	전체항목에서 차지하는 비중4)(%)	평가방법5)
사육환경 제어기 동작 환경	℃	-30 ~ 85	0 ~ 50	-30 ~ 85 (네덜란드/FANCOM)	20	인증기관(한국기계전기전자시험연구원)의 시험 성적서 제출 및 시험성적서의 증빙 제시
온도센싱 정확도	℃	±1℃ / ±3.0 %	± 2℃ / ±5.0 %	±1℃ / ±3.0 %	10	
습도센싱 정확도	%	0 ~ 99% / ±1.0 %	0 ~ 90% / ± 3.0 %	0 ~ 99% / ± 1.0 %	15	
상대습도 측정 정밀도	%RH	±2.5% RH (25℃ 10 ~ 90% RH)	±5% RH (25℃ 10 ~ 90% RH)	±2.5% RH (25℃ 10 ~ 90% RH)	15	
모터 방진방수	IP등급	67	54	67	20	실증 농장에서 자체평가
폐사율	%	5%	12%	3%	20	

* 폐사율은 실증 농장에서 돼지를 출하할 때, 총 두수 및 폐사 두수를 자체에서 직접 기록으로 남겨 저장하고 함. 본 과제에서 실증 농장에서 제공하는 공문을 통해 총 두수 및 폐사 두수를 평가하려고 함
 - 실증 농장 : 상주 화산농장

□ 스마트팜 ICT 기자재 검증 획득 (농업기술실용화재단)

- 농업기술 실용화재단에서 주관하는 농기계/ICT인증의 하나로 농업 기계의 개발 보급 및 수출을 촉진하고 효율적인 이용에 필요한 정보를 제공하기 위해 실시
- 종합검정, 안정검정, 국제규범 검정, 국제규범 검정, 기술지도 검정, 변경 검정을 실시
- 본 개발의 결과물은 제품화 이전에 모든 제품에 대하여 인증 획득을 목표로 하여 개발함
- 스마트팜 ICT 검증을 통해 제품에 대한 안정성 확보
 - 복합 인자를 고려한 최적의 체감온도 제어 기술을 활용한 온사 정밀 환경 제어를 통해 생산성 향상 및 폐사율 절감 효과 기대
 - 온습도 센서에 대한 정확도 및 내구성 검증을 통해 가스가 많고 온도가 높고 습도가 많은 열악한 축사 환경에서 사용하기에 적합한 기자재 제공

3. 연구개발과제의 수행 내용 및 결과

가. (주관연구기관) 휴미템

1) 베이스 하드웨어 및 펌웨어 소프트웨어 개발

가) 상대습도 기반 최적의 체감온도 제어 시스템 개발

- 측사 내부의 상대습도와 온도를 읽어 이에 맞는 체감온도를 계산하여 최적의 생육 환경에 맞추기 위한 제어 시스템 시작품 설계 및 구현

(1) 제어기 메인보드 설계 및 동작 펌웨어 개발

- 측사 내부의 상대습도와 온도를 읽어 이에 맞는 체감온도를 계산하여 최적의 생육 환경에 맞추기 위한 제어 시스템 시작품 설계 및 구현

□ 제어 사양

- 제어기 : 1차, 2차, 3차, 4차 환기팬
- 센서 : 온·습도 센서
- 데이터 전송 인터페이스 : RS-485 프로토콜
- 데이터는 스마트팜 표준화 규격으로 개발하여 다른 스마트팜과의 연계성 확보
 - RS485기반 인터페이스(KSX3267)
 - 구동기메타데이터(KSX3268)
 - 센서메타데이터(KSX3269)

□ 상대습도 기반 체감온도를 제어할 제어기의 구성도 아래 <그림 18~19>와 같이 구현함

- 여기서는 신호 데이터의 수집 및 제어를 위한 마이크로제어기(Micro-controller : MCU)를 중심으로 측사 내의 온·습도를 측정하는 신호측정부(Signal measuring unit), 돼지를 비롯한 대상 가축 개체의 체감온도를 측정하는 개체신호측정부(Object signal measuring unit), 온도와 습도를 제어하기 위한 주변장치인 냉·온방 장치 등을 연결하는 제어인터페이스(Control interface), 그리고 환기를 위한 팬을 제어하는 환기팬제어 인터페이스(Ventilation fan control interface)로 구성됨
- 또한 MCU의 제어용 프로그램 및 수집된 온·습도 등의 환경인자 데이터를 저장하는 저장부(Memory), RS-485 통신 프로토콜을 비롯한 다양한 유·무선 네트워크를 통하여 연결된 사용자 터미널(User terminal)을 포함함

□ 현재 측사는 먼지뿐만 아니라 악취, 공기흐름, 채광 등의 열악한 환경임, 개발될 제어기의 동작 환경은 측사의 현실적인 조건을 고려함

- 동작조건으로 상용전원을 바탕으로 한 전압/전류, RS-485 직렬통신 프로토콜을 이용함, RS-485 통신은 각각 32개의 송·수신 드라이버를 가지며, 최대 1, 2 km의 전송거리를 가짐
- 동작제어로 가변 1, 2차 팬으로 측사 내 온도와 상대습도, 3차와 4차 팬으로 음압과 암모니아를 제어하도록 구현함
- 향후 추가적으로 난방, 냉방, 쿨링패드 등을 위한 제어범위를 확장함

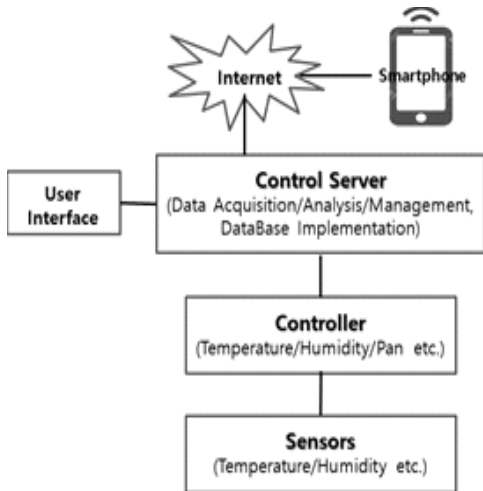


그림 33. 제어 시스템의 하드웨어 구성도

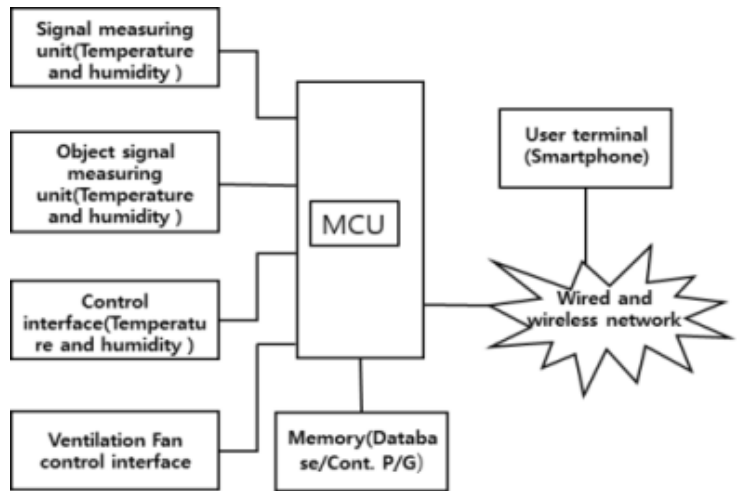


그림 34. 제어기 구성도

표 13. 제어기 시제품의 사양

구분	사양
동작 전압/전류	220V AC/ 200mA 이하
최대 제어 용량	2,500W
크기(mm)	400 x 300 x 160
통신 인터페이스	RS-485
동작 제어	가변 1차 팬, 가변 2차 팬, 3차 팬, 4차 환기팬
동작 온도 및 습도	-30~85℃/ 0~99%

- 시제품 제작 결과
- 메인 알고리즘 설계

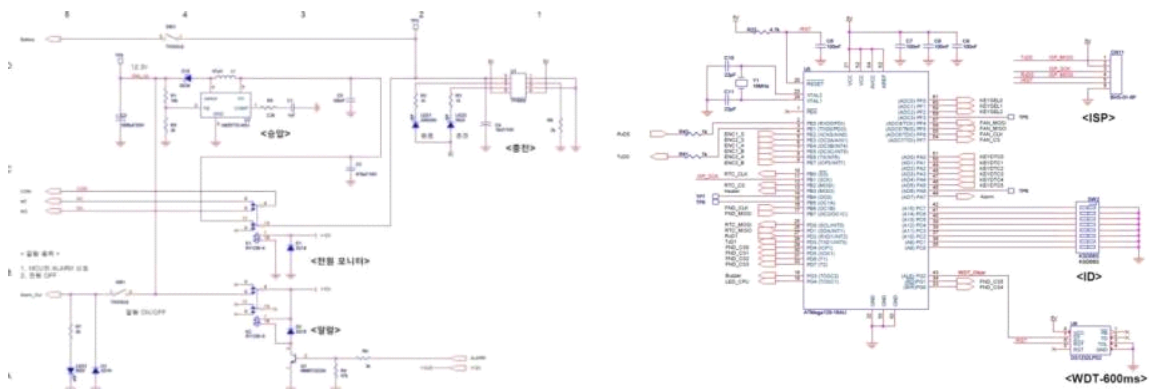


그림 35. 시제품 메인 알고리즘 설계 (1)

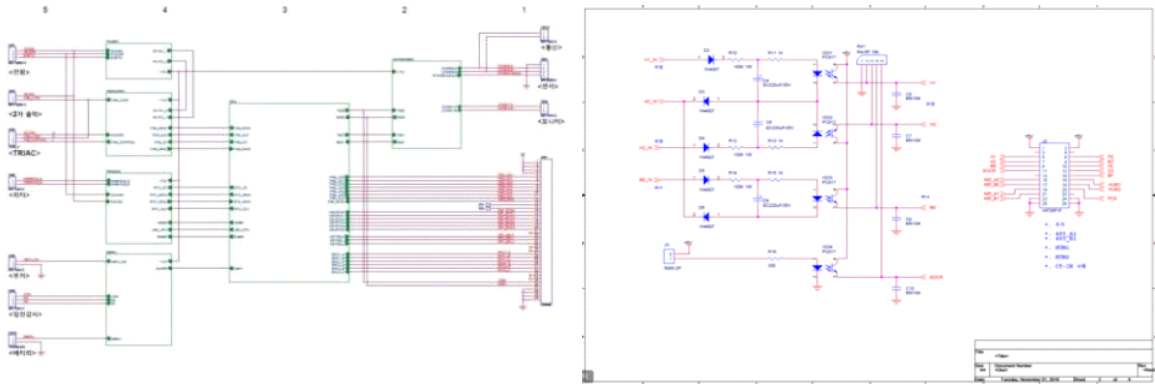


그림 36. 시제품 메인 알고리즘 설계 (2)

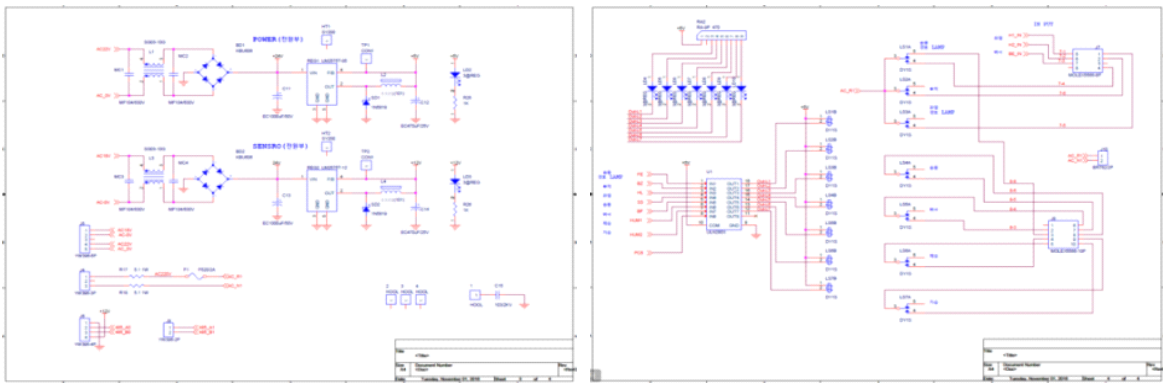


그림 37. 시제품 메인 알고리즘 설계 (3)

○ 메인보드 PCB 제작 및 SMT 작업

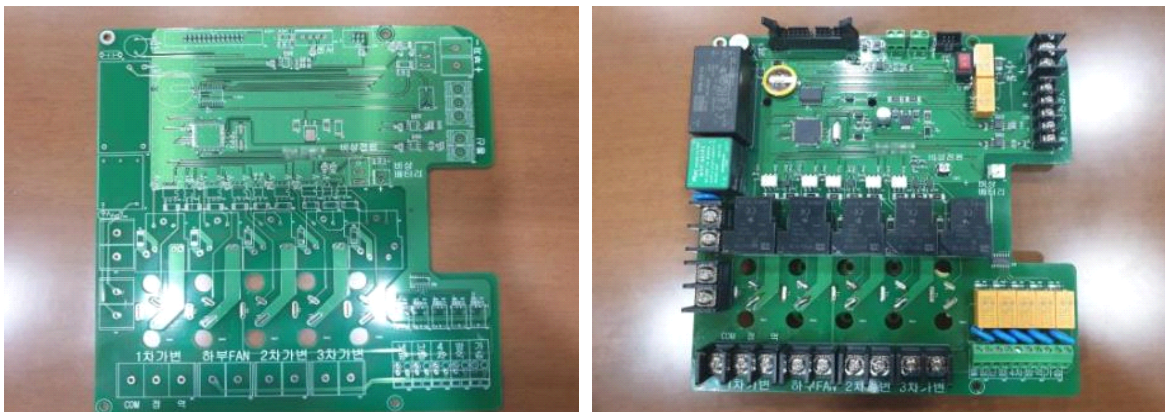


그림 38. 메인보드 PCB 제작 및 SMT 작업 (1)



그림 39. 메인보드 PCB 제작 및 SMT 작업 (2)

(2) 제어기 디스플레이 설계 및 동작 펌웨어 개발

- 축사 내부의 상대습도와 온도를 읽어 이에 맞는 체감온도를 계산하여 최적의 생육 환경에 맞추기 위한 제어 시스템 디스플레이 시작품 설계 및 구현
- 제어 사양
 - 제어기 : 1차, 2차, 3차, 4차 환기팬
 - 센서 : 온·습도 센서
 - 데이터 전송 인터페이스 : RS-485 프로토콜
 - 데이터는 스마트팜 표준화 규격으로 개발하여 다른 스마트팜과의 연계성 확보
 - RS485기반 인터페이스(KSX3267),
 - 구동기메타데이터(KSX3268),
 - 센서메타데이터(KSX3269)
- 돈사 내부 환경인자 모니터링을 위한 MCU 및 FND 추가
 - 디스플레이 모듈의 확장성을 위해서 최대 128개까지 마스터에서 제어가 가능한 I2C 통신을 이용할 것이며, 외부에서 동작 여부를 확인 할 수 있도록 RS-232 통신이 가능하도록 UART를 선택적으로 동작 할 수 있도록 함
 - 현재 습도, 현재 온도
 - 상부팬 속도, 2차팬 속도
 - 사육일수, 남은일수
 - 적정습도, 퇴실습도
 - 적정온도, 퇴실온도
- 스위치 모듈 개발
 - 다양한 돈사 환경에 대응할 수 있는 복합환경제어기 시스템은 외부 액추에이터 제어에 대해서 유동적으로 시스템 가감이 가능해야 함
 - 특히 응급상황이 발생하였을 때나, 사용자가 현장에서 수동으로 액추에이터를 동작시키기 위해서는 각 판넬의 스위치의 입력을 받을 수 있도록 확장이 가능한 스위치 모듈이 필요함
 - 이러한 스위치 모듈은 사용자의 농업 시설에 구비되어 있는 액추에이터의 구성 전체를 동작 시킬 수 있는 확장성이 가능해야 함
 - 핵심 기능을 제어하기 위해 27가지 푸시 버튼을 추가함
 - 사용자가 설정값을 용이하게 변경하기 위해 듀얼 엔코더를 추가하여 큰 레버는 십의 자리값 변경, 작은 레버는 일의 자리값을 변경함

- 디스플레이 명판 디자인
 - 데이터 표시 FND 11개 필요
 - 입력 버튼 27개 필요
 - 조작을 위한 엔코더 위치 고려
 - 회사로고, 제어 참고 정보 표시

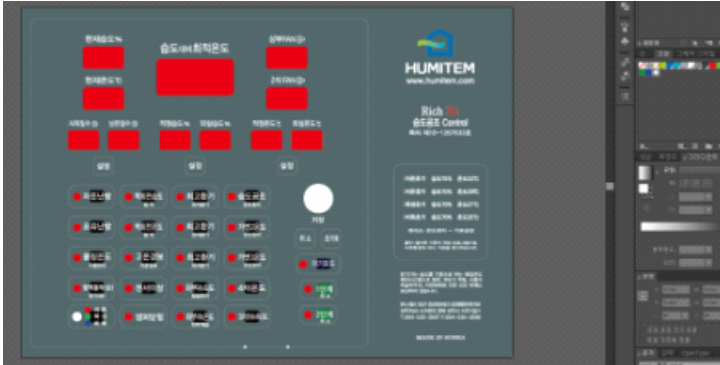


그림 40. 디스플레이 명판 디자인



그림 41. 외형도 예시

- 시제품 제작 결과
 - 디스플레이 알고리즘 설계

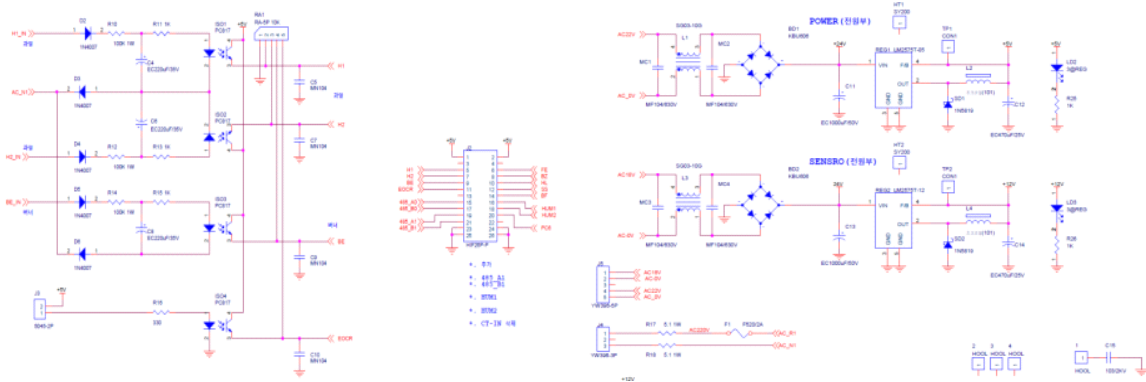


그림 42. 디스플레이 알고리즘 설계 (1)

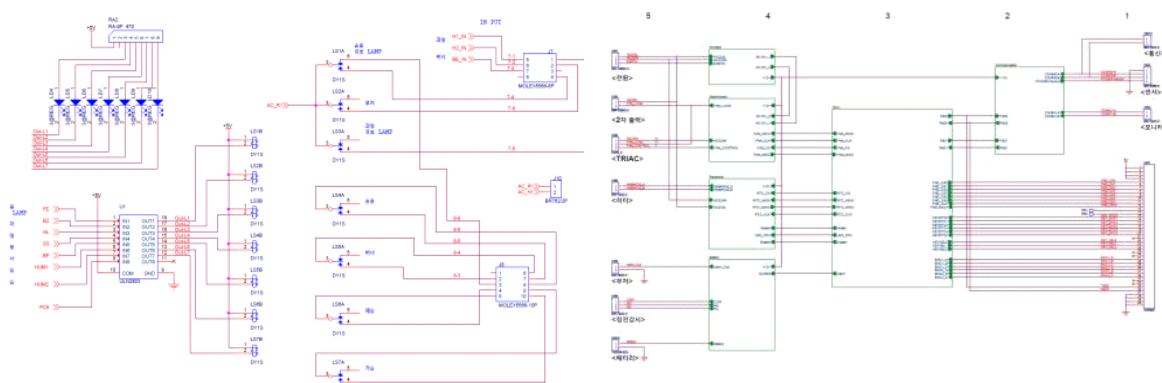


그림 43. 디스플레이 알고리즘 설계 (2)

- 디스플레이 명판 디자인 및 제작

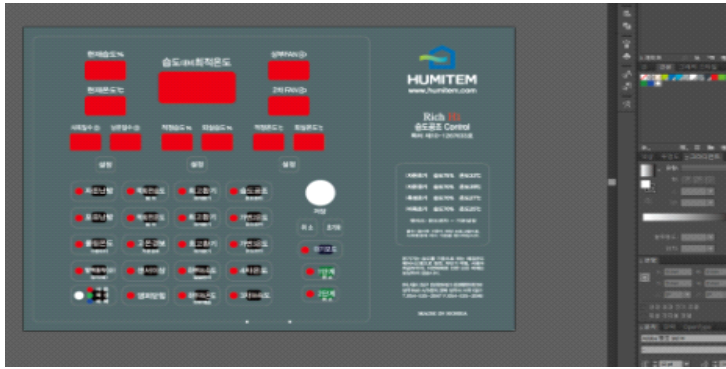


그림 44. 디스플레이 명판 디자인

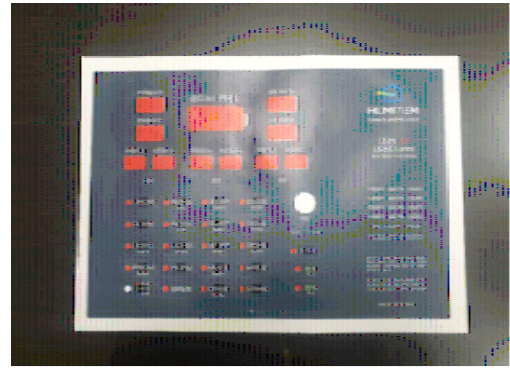


그림 45. 디스플레이 제작

○ 디스플레이 PCB 제작 및 SMT 작업

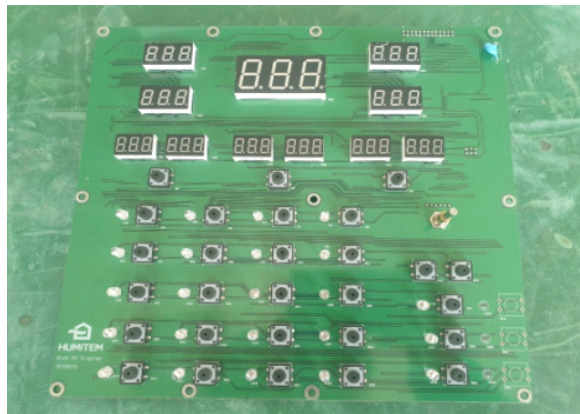
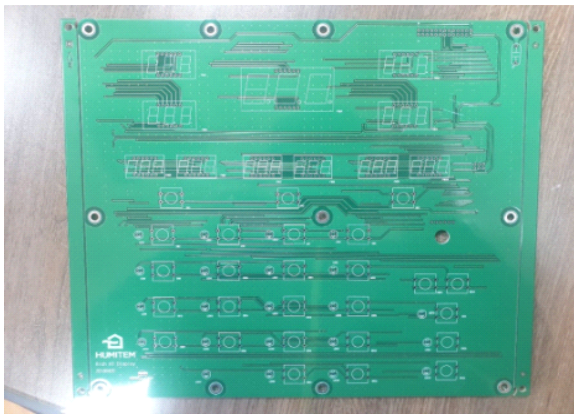


그림 46. 디스플레이 PCB 제작



그림 47. 디스플레이 SMT 작업

나) 정밀 공조 시스템 고도화

- 축사 내부의 온도, 상대습도, 가스 등의 환경 인자를 제어하기 위해 외부의 공기를 내부로 유입하는 환기 방식을 현재 축사에서 주로 사용함, 이때 외부의 차가운 공기와 내부의 뜨거운 공기를 섞어 가축을 생육하기에 최적의 환경을 만들어 주는 간접 정밀 공조 시스템을 고도화하여 시작품을 제작



그림 48. 정밀 공조시스템 구성도

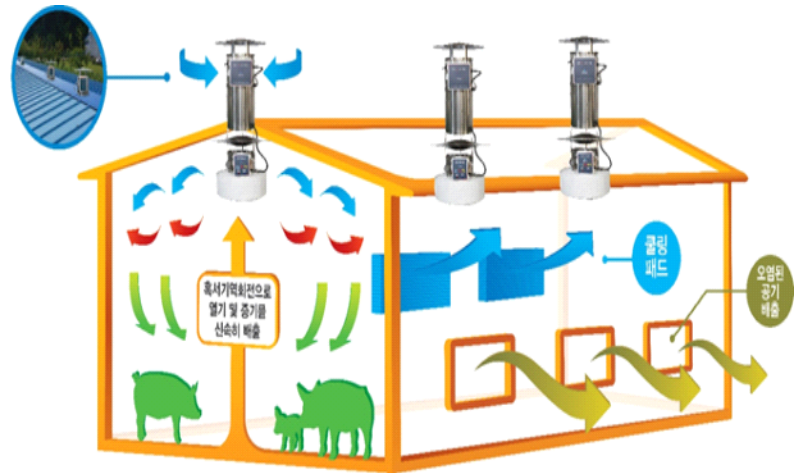


그림 49. 정밀 공조 시스템 동작 원리

(1) 정밀 공조 시스템 고도화를 위한 제어 PCB 설계 및 동작 펌웨어 개발

- 축사 내부의 상대습도와 온도를 읽어 이에 맞는 체감온도를 계산하여 최적의 생육 환경에 맞추기 위한 정밀 공조기 시스템을 개발
 - 제어 사양
 - 제어 : 상부팬, 하부순환팬, 댐퍼, 히터
 - 센서 : 개별 온·습도 센서
 - 데이터 전송 인터페이스 : RS-485 프로토콜
 - 데이터는 스마트팜 표준화 규격으로 개발하여 다른 스마트팜과의 연계성 확보
 - RS485기반 인터페이스(KSX3267),
 - 구동기메타데이터(KSX3268),
 - 센서메타데이터(KSX3269)
 - 축사 내부의 적정 온도 및 습도를 조절하기 위한 양압식 환기 공조 시스템으로 최적의 생육 환경을 제공함, '정밀 공조 시스템'은 외부 공기 유·출입 하는 상단 팬과 내부 공기를 순환시키는 하단 팬으로 구성됨
 - 외부의 차가운 공기가 밖에서 들어오고 내부의 뜨거운 공기가 하부팬을 통해 위로 올라가게 됨
 - 두 공기가 평평한 판을 만나 넓게 퍼지면서 섞여 외부의 차고 건조한 공기가 돼지에 직접 닿지 않아 환절기 호흡기 질병을 완벽히 차단함
 - 양돈 농가의 생산성 저하 요인 중 가장 큰 요인은 호흡기 질병에 의한 폐사임, 특히 호흡기 질병은 환절기에 주로 발생하게 되는데 대부분 과도한 환기로 인해 호흡기 질병을 야기함
 - 환절기에 내부온도를 낮추기 위해 외부의 공기를 내부로 유입함
 - 습도가 낮은 외부의 공기가 돈사 내부로 들어와 돼지에게 직접 공기에 노출이 몇 번 반복하다 보면 호흡기 질병을 가지게 됨
 - 이러한 이유로 양돈농가에서는 직접적인 환기보다는 간접적으로 환기를 할 수 있는 방안 에 대해 많은 투자를 하고 있음

- 정밀 공조 시스템에 개별 온도 센서를 추가하는 고도화를 통해 더욱 정밀한 공조를 수행하고자 함
 - 축사에 40평당 정밀 공조 시스템을 1대 설치할 해야 함, 즉, 300평 규모의 돈사는 정밀 공조 시스템을 최소 8대를 설치해야 함
 - 넓은 공간을 정밀 공조 시스템 1대 기준으로 구역을 나누어 온도를 측정하여 더욱 정밀한 공조를 하여 최적의 생육 환경을 만들고자 함

- 사용자는 돈사 내에서 공조가 취약한 부분의 정밀 공조 시스템에 개별 온도 센서를 사용 여부를 결정함
 - 개별 온도 센서를 사용하는 경우, 설정온도보다 개별 온도 센서가 낮은 경우 상부팬의 회전 속도를 낮춤, 반면, 개별 온도 센서가 더 높은 경우에는 상부팬의 회전 속도를 빠르게 하여 환기량을 높임

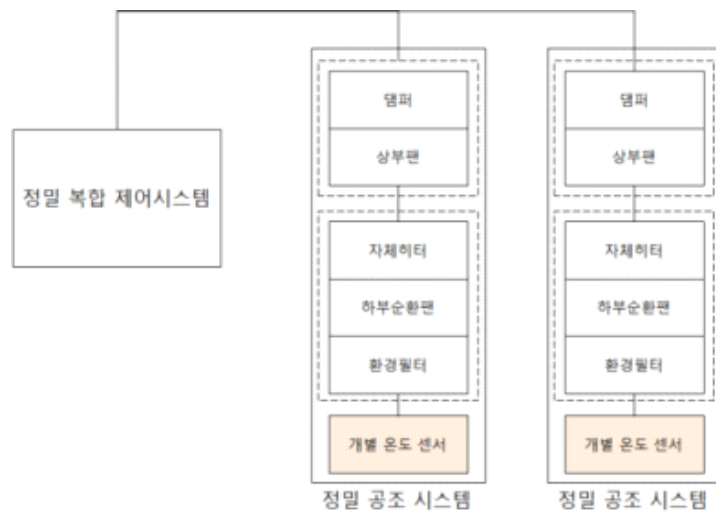


그림 50. 고도화 정밀 공조 시스템 구성도

- 시제품 제작 결과
 - 정밀 공조기 알고리즘 설계

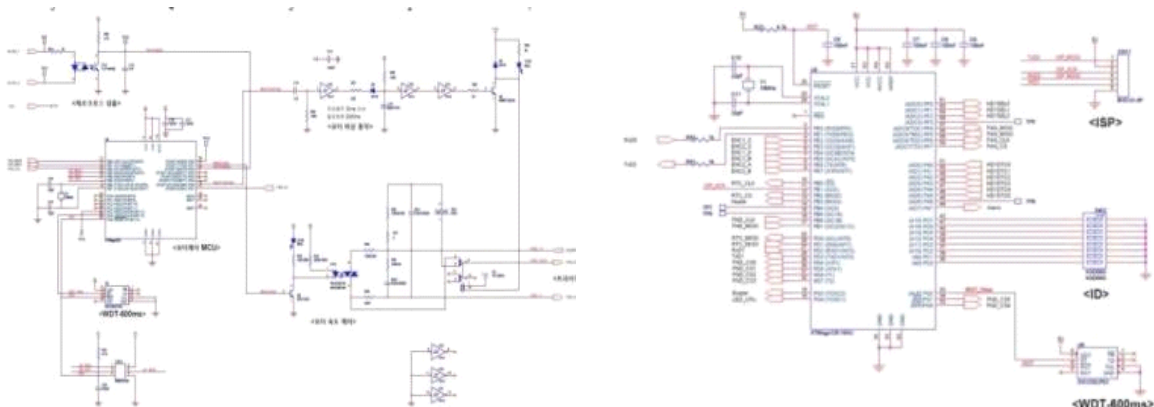


그림 51. 정밀 공조기 알고리즘 설계

- 정밀 공조기 제어 PCB 설계 및 제작

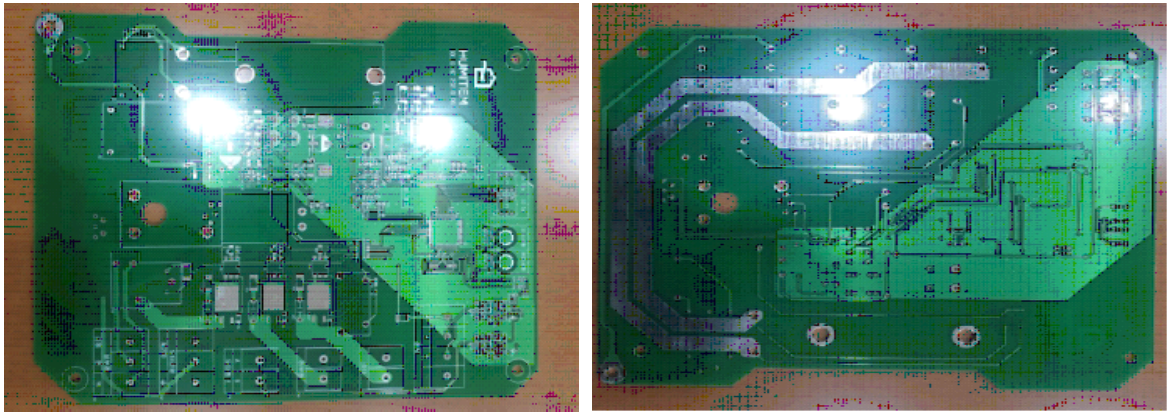


그림 52. 정밀 공조기 제어 PCB 설계 및 제작 (1)

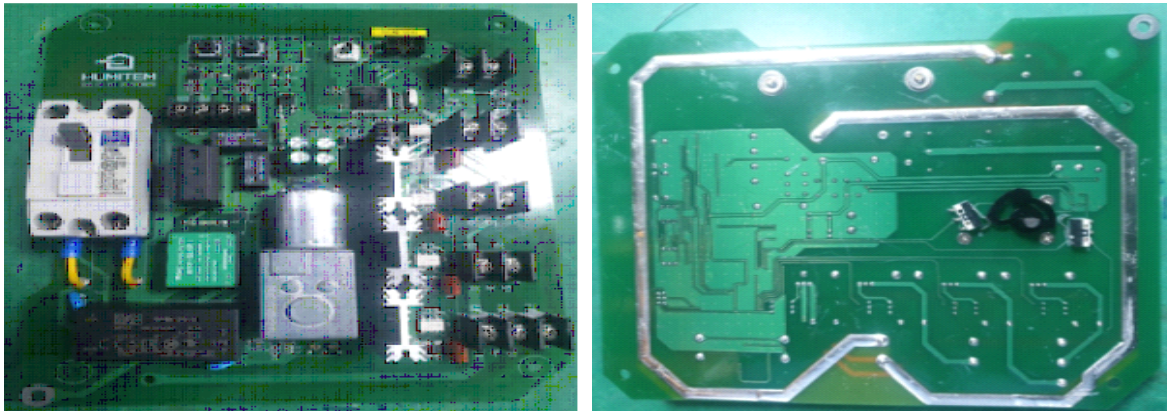


그림 53. 정밀 공조기 제어 PCB 설계 및 제작 (2)

○ 정밀 공조기 시제품 제작



그림 54. 정밀 공조기 시제품 제작

(2) 개별온도 센서를 위한 PCB 설계 및 시제품 제작

- 열악한 측사 내부에서 사용하기 온도 센서 제작. 정밀 공조기 하부에 개별로 온도 센서를 부착하여 활용하려고 함
- 제어 사양
 - 센서 : 정밀 공조기 전용 개별 온도 센서
 - 데이터 전송 인터페이스 : RS-485 프로토콜
 - 데이터는 스마트팜 표준화 규격으로 개발하여 다른 스마트팜과의 연계성 확보

표 14. 개발에 사용할 온도센서 사항

사용 센서	측정범위	정확도	반응속도	출력타입	공급전압	제조업체
온도센서 (STS21)	-40~125℃	±0.2	85ms	Digital	2~3.6V	Sensirion

- 고온, 다습, 가스가 많은 돈사 환경에 적합한 온도 센서 개발을 위해 <그림 40>과 같이 하드웨어 및 소프트웨어를 설계함, 온도 센서 칩은 오염물질로부터 직접적인 노출을 방지하기 위해 절연 PCB 코팅을 사용함
- 온도 데이터의 무결성을 보장하기 위한 검증 알고리즘 개발함, 센서 이상으로 온도 데이터의 급격한 변화를 방지하기 위해 <그림 40>과 같이 칼만 필터를 적용함, 칼만필터는 과거 데이터 값의 추이를 고려하여 현재 데이터 값을 측정하기에 부정확한 데이터를 제거함
- 시제품 제작 결과
 - 개별 온습도 센서 알고리즘 설계

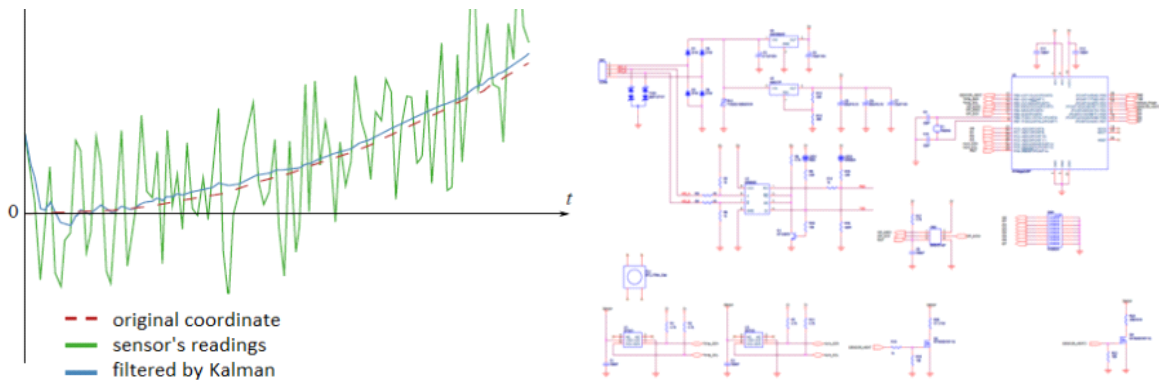


그림 55. 온습도 센서 알고리즘 설계

- 개별 온습도 센서 PCB 설계 및 제작

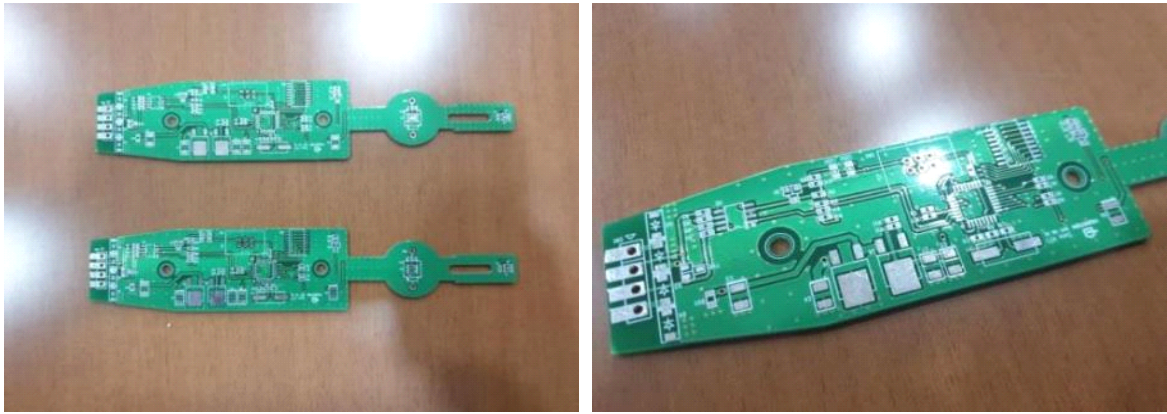


그림 56. 개별 온습도 센서 PCB 설계 및 제작 (1)

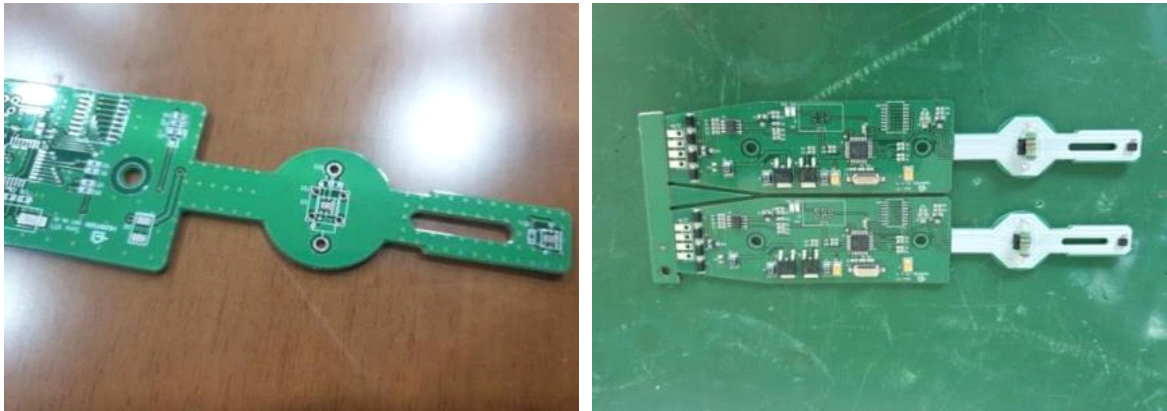


그림 57. 개별 온습도 센서 PCB 설계 및 제작 (2)

○ 개별 온습도센서 시제품 제작



그림 58. 개별 온습도센서 시제품 제작

(3) 정밀 공조 분배기 PCB 설계 및 시제품 제작

- 정밀 공조 시스템 개별 제어를 위해 메인 제어기에서 나오는 통신 신호를 받아서 이를 관리 해 주는 통신 분배기 제작
- 제어 사양
 - 입력 : 220V 전원, 통신 입력 신호
 - 출력 : 통신 출력 신호 2개
 - 데이터 전송 인터페이스 : RS-485 프로토콜
 - 데이터는 스마트팜 표준화 규격으로 개발하여 다른 스마트팜과의 연계성 확보
 - RS485기반 인터페이스(KSX3267), 센서메타데이터(KSX3279) 참고

표 15. RS485기반 인터페이스

구분	기계적 연결 인터페이스 규격			전기적 연결 인터페이스 규격	
	접속 단자	결선 형식	결선 식별	단자 순서	전원전압
대표 규격	① 커넥터 - 4핀 M12원형 커넥터(아날로그 타입)	<4선식> ① R(적색) : 전원 ② Y(황색) : 신호1 ③ G(적색) : 신호2 ④ BK(흑색) : 접지	<4선식> ① 전원, ② 신호1 ③ 신호2, ④ 접지	<직류> ① 12 V	<디지털> Modbus RTU RS485 9600 bit/s

표 16. 커넥터 타입

커넥터 타입	아날로그용	
	센서 쪽(SC12-04A)	노드 쪽(SCN12-04A)
원형 커넥터 4p		

- 현재 스마트 축사를 위한 표준화는 센서 인터페이스만 정해짐. 이를 참고하여 통신 분배기 인터페이스를 표준화에 맞게 설계 필요

□ 정밀 공조 시스템 통신 분배기 시제품 제작

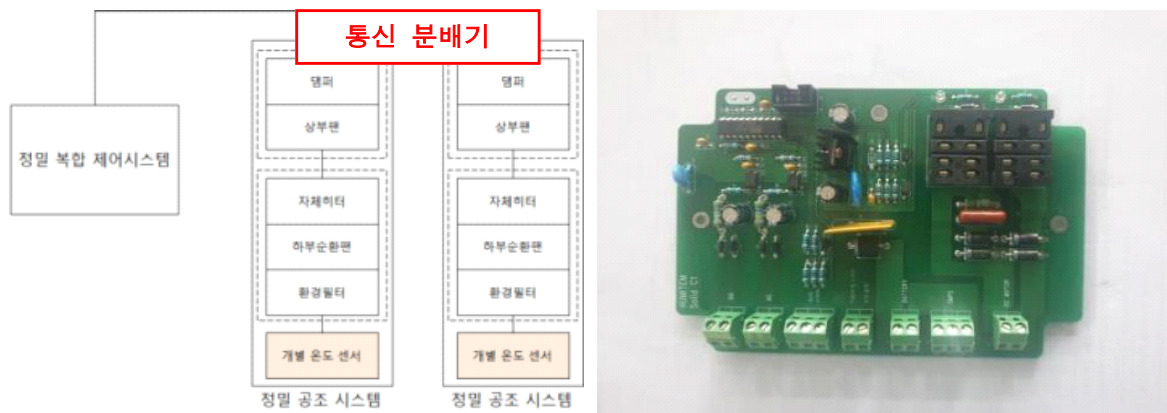


그림 59. 정밀 공조 시스템 통신 분배기 시제품 제작 (1)

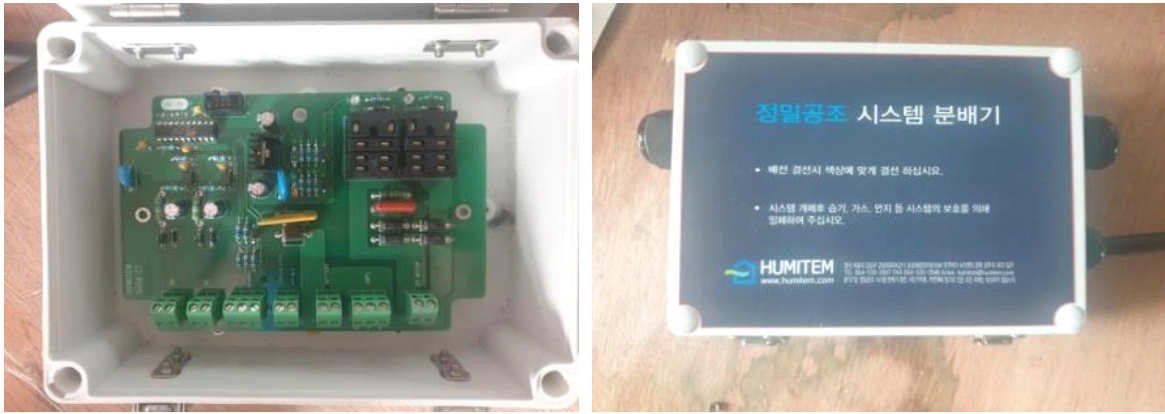


그림 60. 정밀 공조 시스템 통신 분배기 시제품 제작 (2)

다) 현장 실증 테스트를 통해 시스템 안정성 검증

- 개발된 제품에 대한 실증을 어떻게 진행할 것인지에 대한 구체적인 전략 방안을 제시

(1) 현장 실증 농장 정보

□ 화산농장

- 실증 수요 농장 : 경북 상주 화산농장
- 설비 현황 : 육성 비육돈 100평
 - 제어 기자재 : 정밀 공조기, 환풍기, 난방기, 냉방기
 - 센서 : 온도, 상대습도, CO₂, 황화수소, 암모니아
 - 육성비육돈 400두 (25~110 kg)
- 현장 실증 적용 제품 구성 및 실증 테스트 방법
 - 적용 제품 : 습도대비 체감온도 제어 시스템 1대, 정밀 공조시스템 4대, 온습도 센서 1대, 환풍기 4대

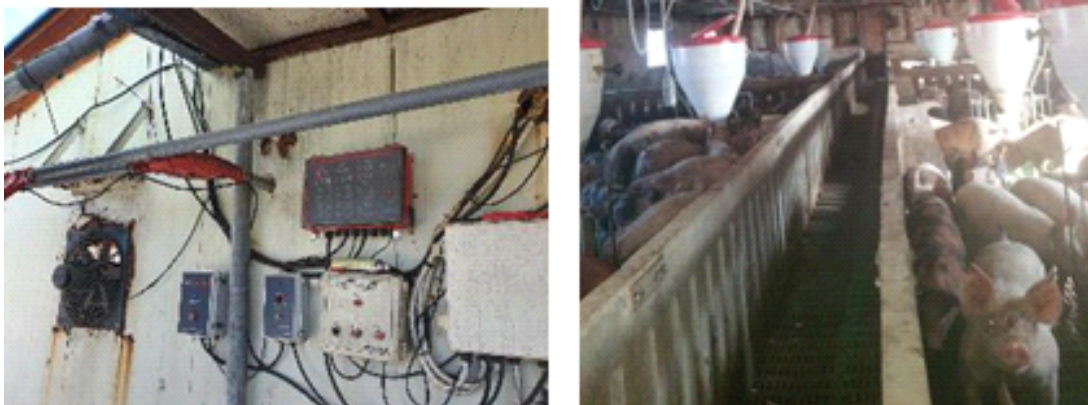


그림 61. 화산농장 내부 사진

□ 현장 실증 농가 정보

- 실증 수요 농장 : 경북 군위 새들농장
- 설비 현황 : 이유 자돈사 15평(새들농장)
 - 제어 기자재 : 정밀 공조기, 환풍기, 난방기, 냉방기, 정정대비 관찰창
 - 센서 : 온도, 습도, CO₂, 황화수소, 암모니아
- 이유 자돈 200두 (7~25 kg)
- 현장 실증 적용 제품 구성 및 실증 테스트 방법
 - 적용 제품 : 습도대비 체감온도 제어 시스템 1대, 정밀 공조시스템 1대, 온습도 센서 1대, 환풍기 2대

(2) 실증 테스트방법

- 습도대비 체감온도 제어 시스템 (안정성, 기능개선)
 - 돈사 내부 온도, 습도에 따라 제어기 동작 정확성 테스트
 - 실시간 데이터 전송 기능에 대한 안정성 테스트
 - 시스템 이상이나 비상시 동작 환경에 대한 테스트

- 온습도 센서(안정성, 성능)
 - 온도, 습도에 대한 데이터 무결성 및 센서 내구성 테스트

- 단계별 자동화 알고리즘 동작 점검
 - 이유자돈 입식 일령에 따른 온도, 습도 설정값에 맞게 내부 환경 제어에 대한 테스트 진행
 - 경상대학교 연구팀이 보유하고 있는 테스트베드에 정밀 복합 환경 제어를 설치하여 환경정보 및 생육 정보에 대한 현장 실증을 진행하여 상관관계에 대해 분석할 것

표 17. 단계별 자동화 알고리즘

1단계					2단계				
사육일수	입실습도	퇴실습도	입실온도	퇴실온도	사육일수	입실습도	퇴실습도	입실온도	퇴실온도
10	75%	70%	32℃	29℃	40	70%	65%	29℃	27℃

(3) 현장 실증 사진



그림 62. 현장 실증 사진 (1)



그림 63. 현장 실증 사진 (2)



그림 64. 현장 실증 사진 (3)



그림 65. 현장 실증 사진 (4)

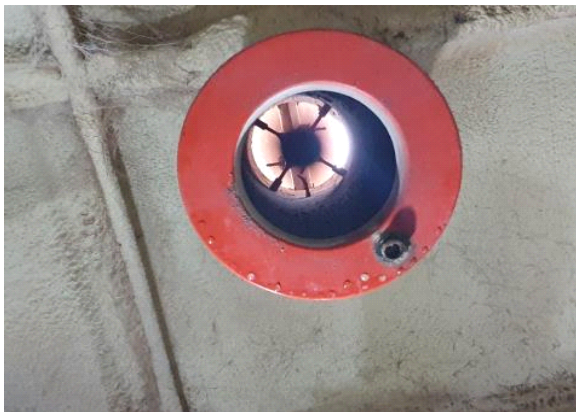


그림 66. 현장 실증 사진 (5)



그림 67. 현장 실증 사진 (6)



그림 68. 현장 실증 사진 (7)



그림 69. 현장 실증 사진 (8)

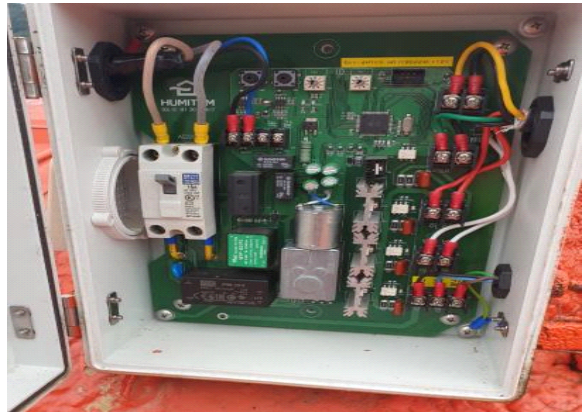
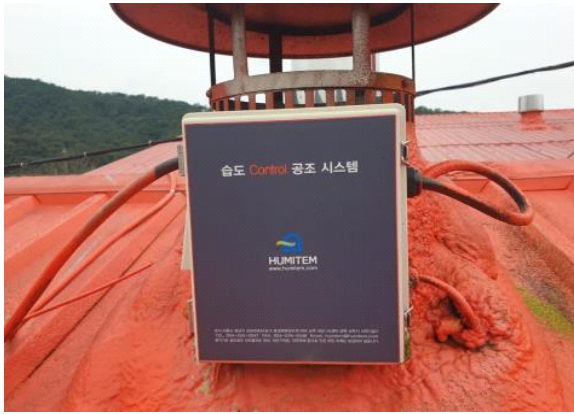


그림 70. 현장 실증 사진 (9)

(4) 경상국립대학교 테스트 베드

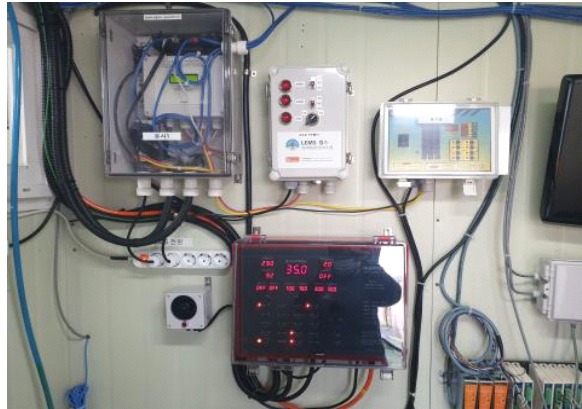


그림 71. 경상국립대학교 테스트베드 내 시스템 설치 (1)



그림 72. 경상국립대학교 테스트베드 내 시스템 설치 (2)

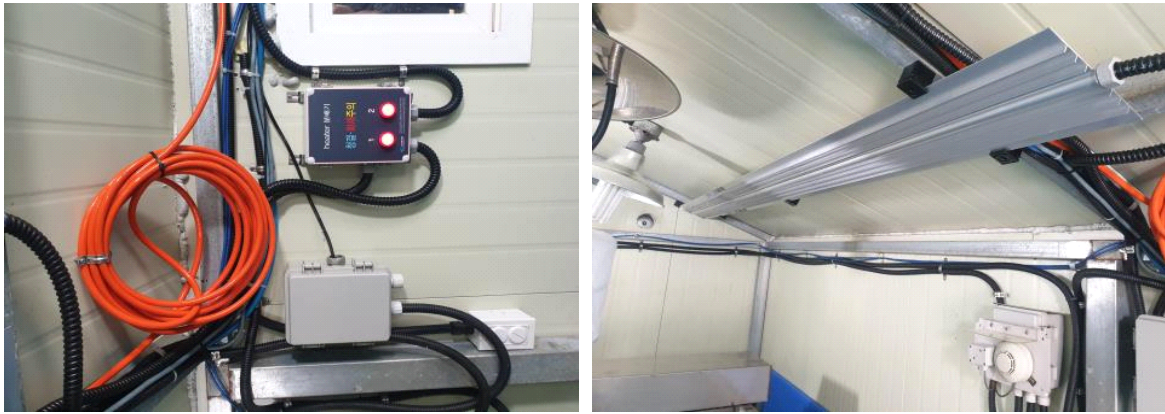


그림 73. 경상국립대학교 테스트베드 내 시스템 설치 (3)

(5) 내부 환경 데이터 분석

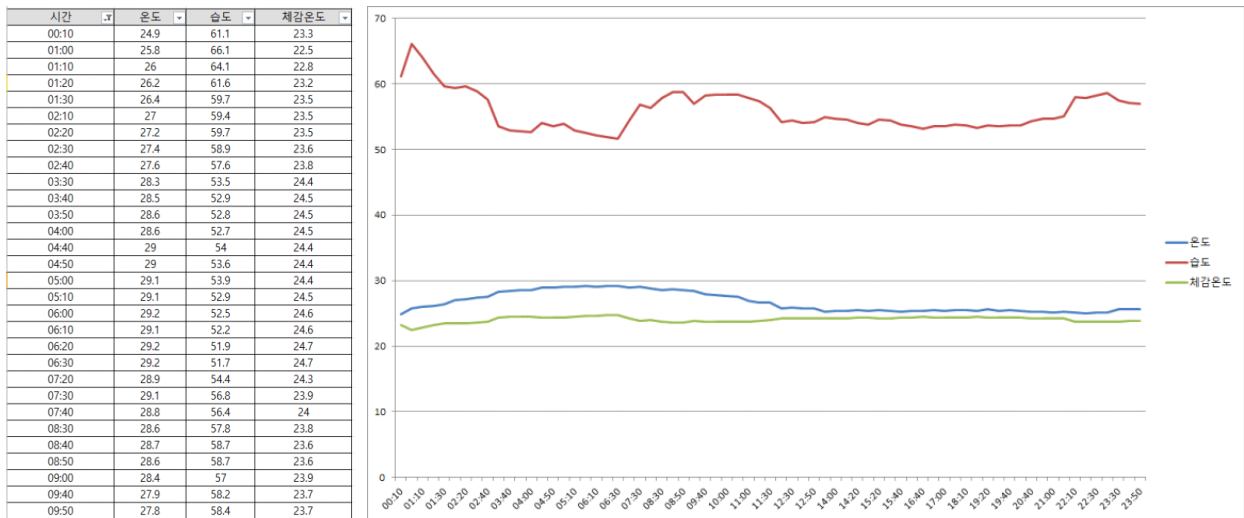


그림 74. 내부 환경 데이터 (온도, 상대습도, 체감온도)

나. (공동연구기관 1) ㈜유비엔

1) 데이터 송수신을 위한 게이트웨이

가) 개요

□ 개발 목표

- 이기종 네트워크 기반 데이터 변환을 위한 게이트웨이 개발
- 400MHz 대역의 무선 통신 데이터를 Ethernet 프로토콜로 변환하여 서버로 데이터 전송
- 거리(1Km 이상) 통신 가능한 무선 통신 성능
- 데이터 교환 시 무결성 확보를 위한 시스템 설계

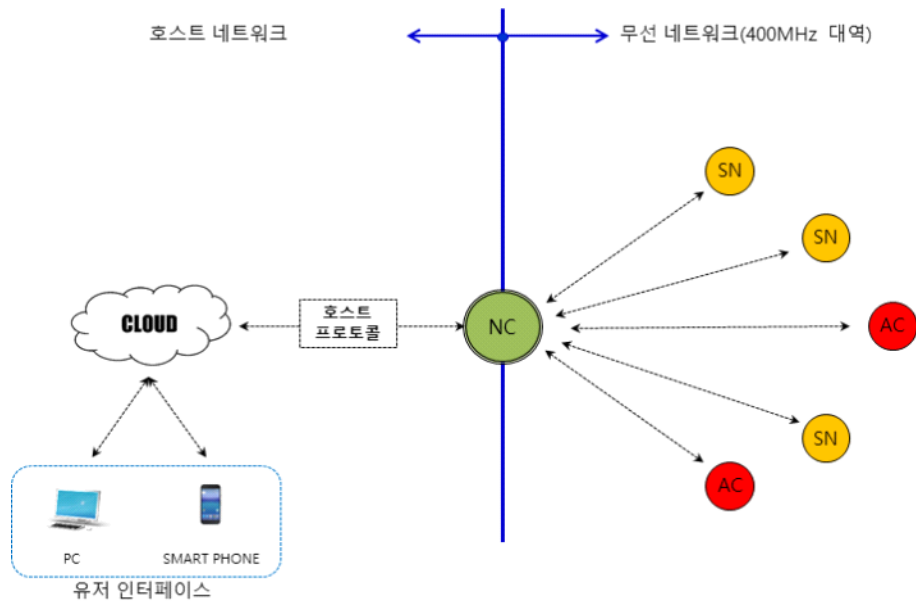


그림 75. 시스템 개략도

나) 하드웨어 개발

□ 설계

○ 설계 및 특징

- Cortex M0 기반의 MCU를 사용하여 소형 저전력 시스템 구성
- W5500 이더넷 IC를 통하여 인터넷 접속과, I2C, UART를 통하여 외부 소자와의 통신 지원
- 범용센서 인터페이스로 DIO, ADC, I2C등 지원
- RTC를 통한 내부 타이머 관리 기능
- 간단한 제어 기능 추가
- CC1110 기반의 SoC RF 트랜시버 적용

□ 개발

- 주요 회로도

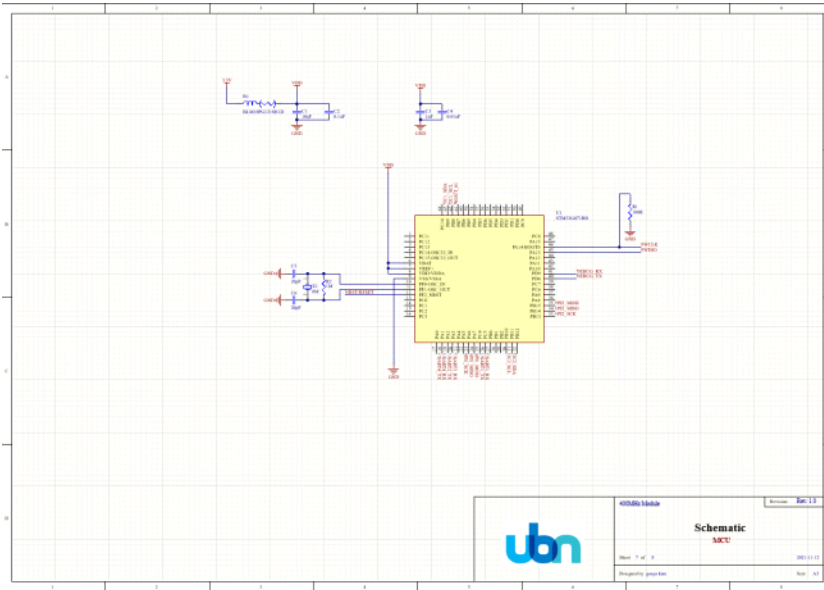


그림 76. 주요 회로도 (1)

- Cortex M0+ 기반의 ST社의 STM32G071 사용
- 64MHz 처리속도 및 128Kb Flash와 36Kb RAM 내장
- IO 60개에 1.7~3.6V의 전압 범위

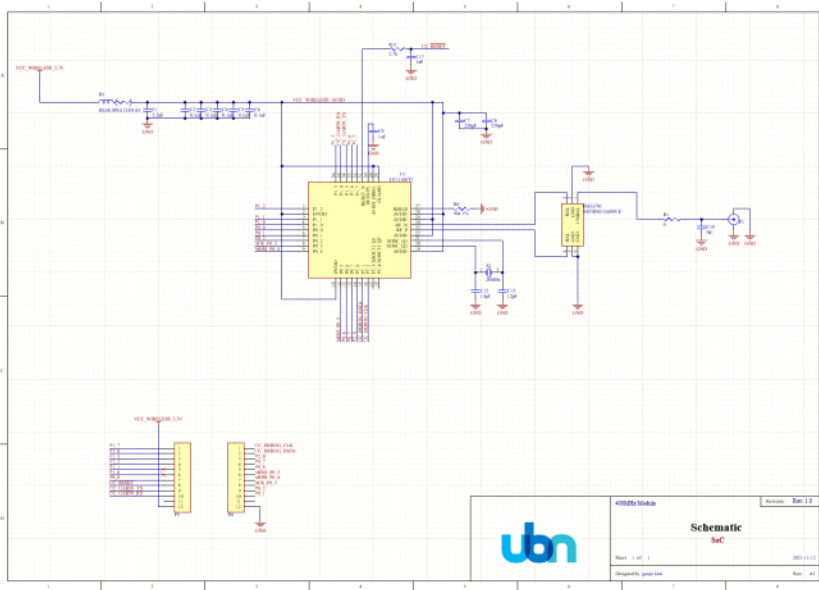


그림 77. 주요 회로도 (2)

- TI社CC1110 SoC 칩 기반의 코어 회로
- 50옴 메칭을 위한 트랜스미션 라인 기반 설계
- 임피던스 매칭회로 추가

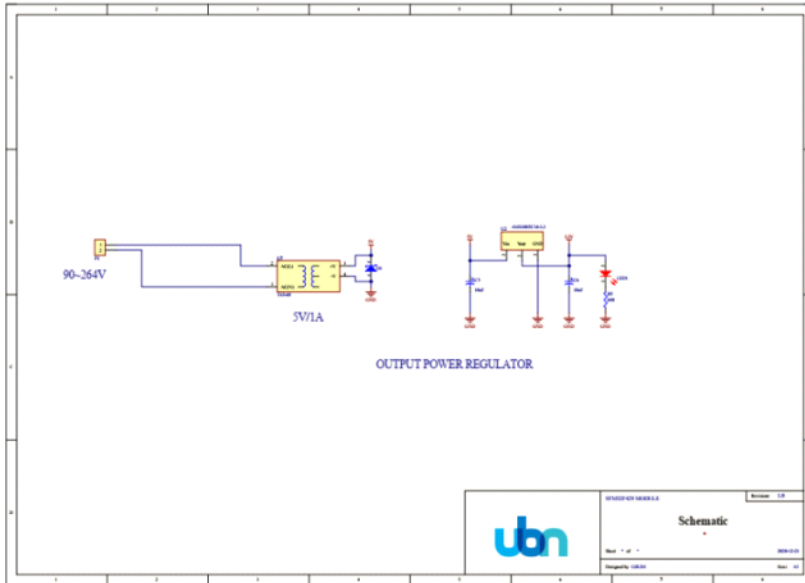


그림 78. 주요 회로도 (3)

- ACDC IC를 이용한 파워 구성
- OVP(Over Voltage Protection) 기능 내장

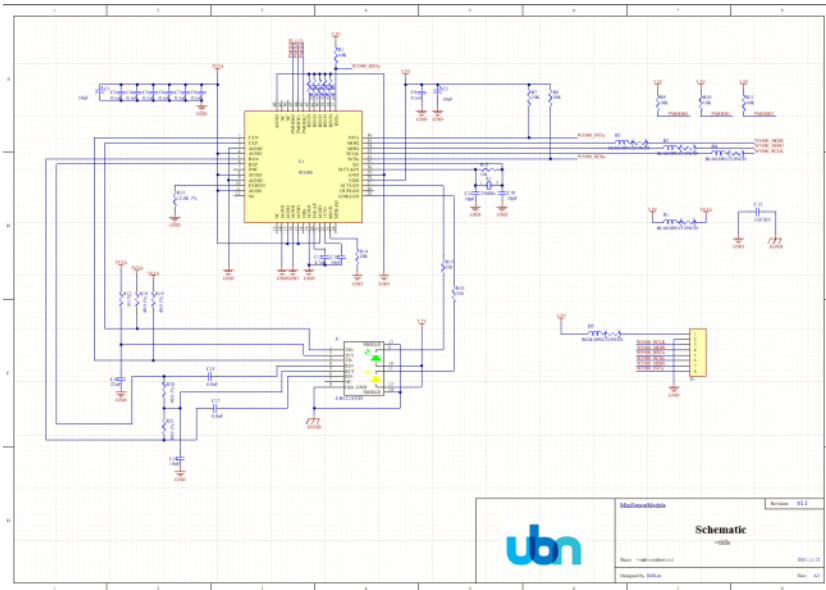


그림 79. 주요 회로도 (4)

- W5500 기반의 Ethernet 기능 구현
- 임피던스 매칭 회로 추가
- SPI 기반의 Ethernet 인터페이스

○ 라우팅 및 시제품 결과물

- PCB 라우팅은 2층 1.6T로 수행 하였으며, Clearance 0.2mm 기본으로 제작
- RF 임피던스 50옴 매칭

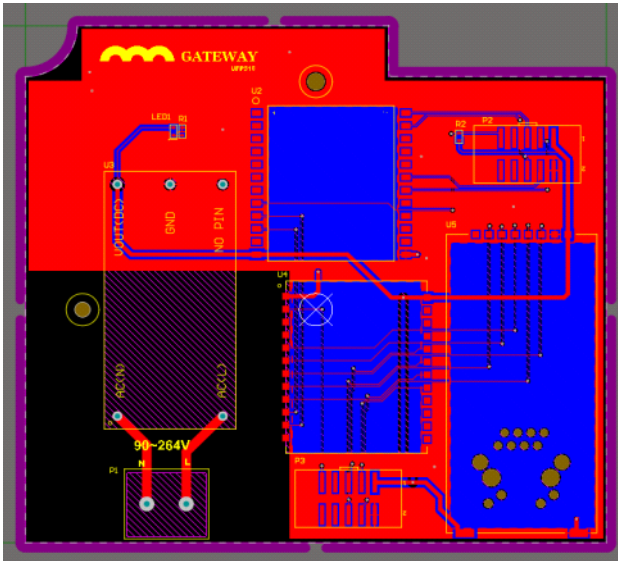


그림 80. 라우팅 결과

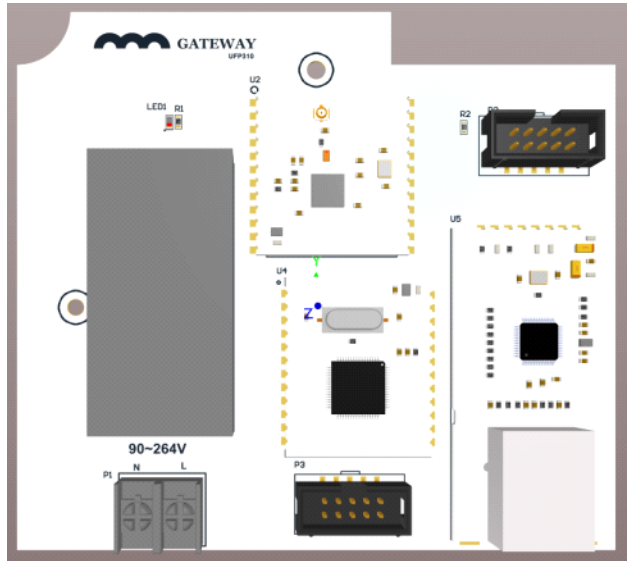


그림 81. 라우팅 결과 3D 화면

○ BOM 리스트

표 18. BOM 리스트

Designator	Description	Manufacturer	Part Number	Value	Q
B1, B2, B4, B5	AUTOMOTIVE FUSE HOLDER FOR PCB	ANY	-		4
B3	BEAD 1608(0603)	Murata	BLM18PG121SN1D	2000mA (120Ohm@100MHz)	1
BALUN1	433MHz Chip balun	JOHANSON TECHNOLOGY	0433BM15A0001E		1
C1	Capacitor 1608(0603) Size	-	-	1uF	1
C2	Capacitor 1608(0603) Size	-	-	1nF	1
C3	Capacitor 1608(0603) Size	-	-	NC	1
C4, C7, C8, C9, C10, C11, C12, C15, C17, C18	Capacitor 1608(0603) Size	-	-	0.1uF	10
C5, C6	Tantal A 3216(1206) size	-	-	10uF	2
C52	Capacitor 1005(0402) Size	-	-	1nF	1
C53	Capacitor 2012(0805) Size	-	-	2.2uF	1
C54, C55, C56, C57, C58	Capacitor 1005(0402) Size	-	-	0.1uF	5
C59, C60	Capacitor 1005(0402) Size	-	-	220pF	2
C61	Capacitor 1005(0402) Size	-	-	1uF	1
C62, C63	Capacitor 1005(0402) Size	-	-	15pF	2
D1	DIODE, TVS, 5V, 400W, UNI, SMA, RL	ST	SMAJ5.0A-TR	-	1
D2, D3, D4, D5	1 Amp General Purpose Rectifier	HORNBY	1N4007 SMD	-	4
K1, K2, K3, K4	Relay, PCB, SPDT, 5V NO40A	HANKUKRELAY	HR85CKSDC005, NT90NCS24SB, NT90NCS24SB, NT90NCS24SB	-	4
LED1, LED6	LED RED 1608 Size	-	-	-	2
LED2, LED4	LED GREEN 1608 Size	-	-	-	2
LED3, LED5	LED Blue 1608 Size	-	-	-	2

P1, P3, P6	Terminal block	BeeRyong	BR-762C(2)	-	3
P2	Pin Header, 2.54mm, 1x5, Straight, DIP	-	-	-	1
P4, P5	Terminal block	BeeRyong	BR-762C(4)	-	2
P10	SMA RF CONNECTOR ANGLE	HIROSE ELECTRIC	RF SMA-LR-PC(02)	-	1
P11	Pin Socket, 2.54mm, 2x6, DIP	-	-	-	1
Q1, Q2, Q3, Q4	NPN General Purpose Amplifier 600mA	Any Band	2N2222	-	4
R1, R2, R7, R12, R13, R24, R25, R29, R30, R31	Resistor 1608(0603) Size	-	-	10K	10
R3	Resistor 1608(0603) Size	-	-	124K	1
R4	Resistor 1608(0603) Size	-	-	20K	1
R5	Resistor 1608(0603) Size	-	-	680	1
R6, R34	Resistor 1608(0603) Size	-	-	0	2
R8, R9, R37, R38, R73, R74	Array Register SMD 0.08mm x4	BOURNS	CAT16-472J4LF	4.7K	6
R10, R11, R18, R19, R26	Resistor 1608(0603) Size	-	-	100	5
R14, R15, R16, R17, R27, R28	Resistor 1608(0603) Size	-	-	470	6
R20, R21, R22, R23	Resistor 1608(0603) Size	-	-	2.2k	4
R32, R33	Resistor 1608(0603) Size	-	-	4.7K	2
R35	Resistor 1608(0603) Size	-	-	15K	1
R36	Resistor 1608(0603) Size	-	-	44.2K	1
R58	Resistor 1005(0402) Size	-	-	2.7K	1
R59	Resistor 1005(0402) Size	-	-	56K 1%	1
S1, S4	DPDT6 3STEP	Woojin Elect.	WTS-6303	-	2
S2, S5, S9	DIP Switch, 8 Position, SMD	OTAX	KHS08C	-	3
S3	Tact Switch SMD (60x60x50(t))	Any Vendor	ITS-1105(5.0MM)	-	1
S6	SWITCH SLIDE	Any	IMMS-12V	-	1
U1	SUPERVISORY CCT, 3808G01, SOT-23-6	TI	TPS3808G01DBVT	-	1
U2	3A LOW DROPOUT VOLTAGE REGULATOR	AMS	AMS1085CM-3.3	-	1
U3	EEPROM 2K I2C EUI-48 SOT23	MICROCHIP	24AA025E48T-I/OT	-	1
U4	NANO TIMER WITH WATCHDOG 35nA	Texas Instrument	TPL5010DDCT	-	1
U5, U8, U21	8bit SHIFT REGISTER	Texas Instrument	SN74HC165PWR	-	3
U6	Single SCHMT-TRIG INVERT	TI	SN74LVC1G14DBVR	-	1
U7	ACDC, 100~240V-5V, 1A	ODP	TS5-05	-	1
U11	Multiplexer Quad 2:1 Multiplexer, 2 → 6 V, 16-Pin SOIC	ON SEMICONDUCTOR	MC74HC157ADG	-	1
U12	IC SOC RF TXRX W/8051 MCU 36-QLP	-	CC1110F32RSPR	-	1
X5	CRYSTAL 26.000 MHZ 10PF SMD (3.2x2.5)	NDK	NX3225GA-26MHZ-TI	-	1

□ 결과물

○ 시제품 결과물 및 사양

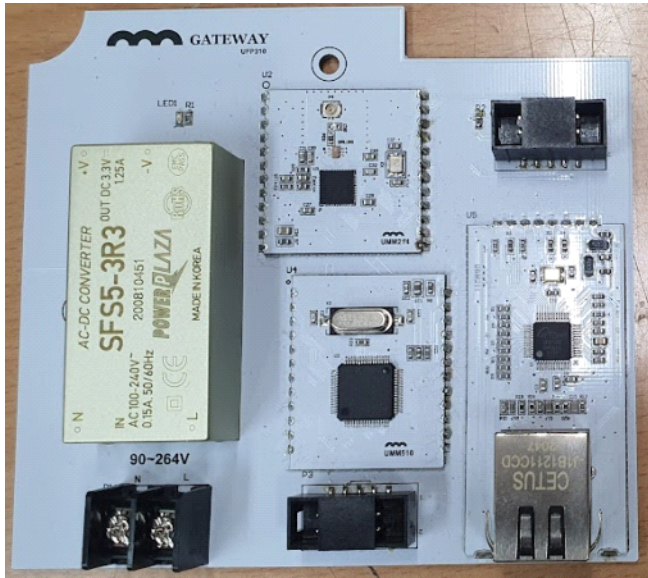


그림 82. 결과물

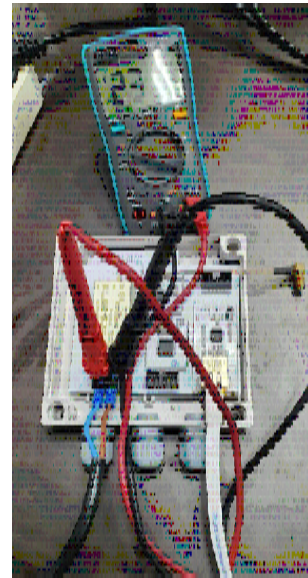


그림 83. 전기적 성능시험

표 19. 결과물 사양

No	구분	사양
1	Controller	STM32G071, CC1110 Transceiver
2	동작 전압	100~240VAC
3	소비 전류	약 120mA
4	통신 인터페이스	무선 & Ethernet
5	수신 민감도	-110dBm
6	최대 출력	10mW
7	주파수 대역	447.9MHz
8	동작 온도	-20 ~ 80°C

2) 공조기 연계를 위한 컨버터

가) 개요

□ 개발 목표

- RS485기반의 장비를 무선으로 변환하기 위한 데이터 컨버터 개발
- 상태 디스플레이를 위한 I2C 기반의 0.96 인치 디스플레이 내장
- OVP 기능이 내장된 파워 모듈 사용
- ESD 보호회로 내장
- 장거리(1Km 이상) 통신 가능한 제어 컨트롤러 설계

나) 하드웨어 개발

□ 설계

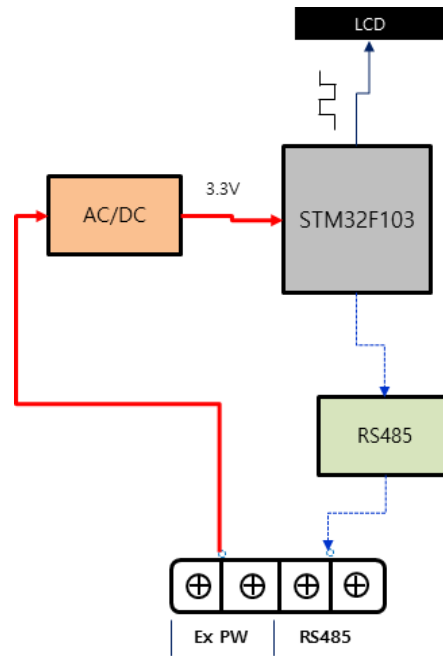


그림 84. 시스템 설계 개략도

○ 설계 및 특징

- TI社의 CC1110 SoC 기반의 IC를 사용하여 가격 절감 및 소형 사이즈로 구현
- 8051 코어 내장으로 32KByte Flash와 4KByte SRAM 내장
- 447.9MHz 중심 주파수의 50옴 RF 매칭 수행
- ESD 보호회로로 내장 된 THVD1419 RS485 트랜시버 내장

□ 개발

○ 주요 회로도

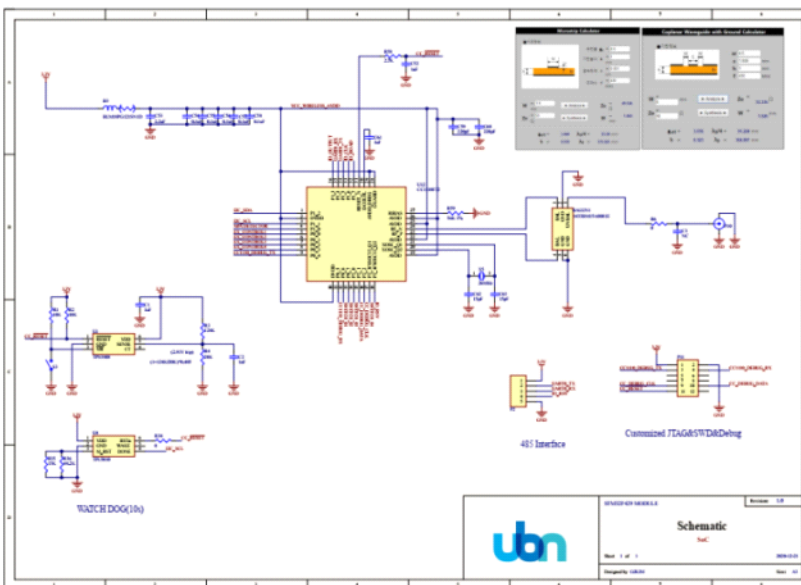


그림 85. 주요 회로도 (1)

- TI社CC1110 SoC 칩 기반의 코어 회로
- 50옴 매칭을 위한 트랜스미션 라인 기반 설계
- 임피던스 매칭회로 추가
- 외부 워치독과 브라운아웃 리셋 IC 적용

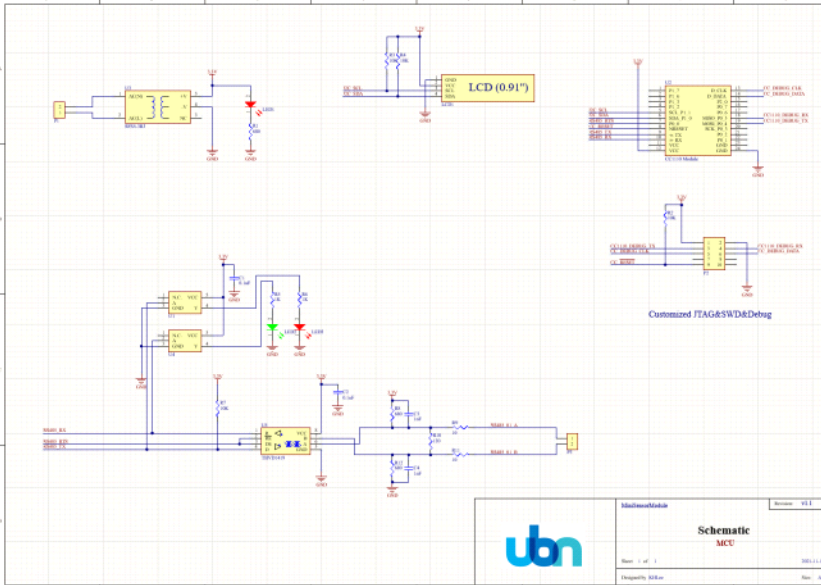


그림 86. 주요 회로도 (2)

- 0.91인치 디스플레이 내장
- TI사의 THVD1419 RS485 트랜시버 사용

○ 라우팅 및 시제품 결과물

- PCB 라우팅은 2층 1.6T로 수행 하였으며, Clearance 0.2mm 기본으로 제작
- RF 임피던스 50옴 매칭

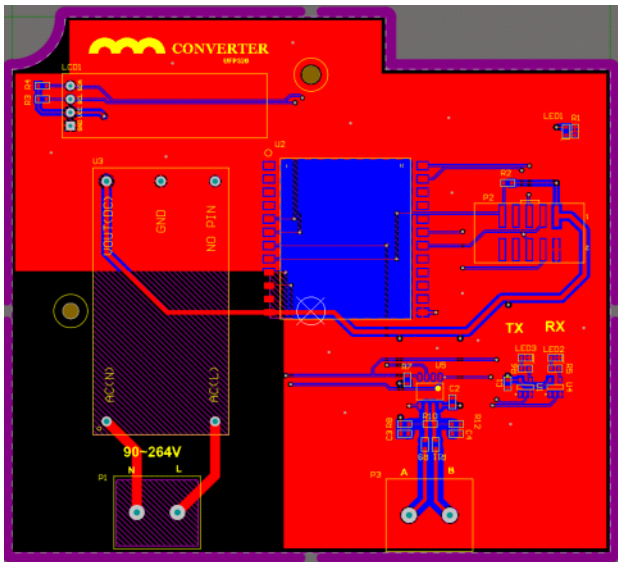


그림 87. 라우팅 결과

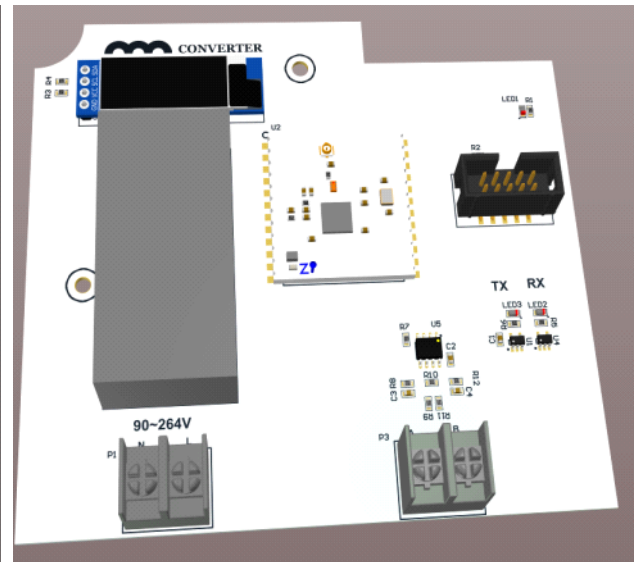


그림 88. 라우팅 결과 3D 화면

○ BOM 리스트

표 20. BOM 리스트

Designator	Description	Manufacturer	Part Number	Value	Q
B1, B2, B4, B5	AUTOMOTIVE FUSE HOLDER FOR PCB	ANY	-	-	4
B3	BEAD 1608(0603)	Murata	BLM18PG121SN1 D	2000mA(120 Ohm@100MHz)	1
BALUN1	433MHz Chip balun	JOHANSON TECHNOLOGY	0433BM15A0001 E	-	1
C1	Capacitor 1608(0603) Size	-	-	1uF	1
C2	Capacitor 1608(0603) Size	-	-	1nF	1

C3	Capacitor 1608(0603) Size	-	-	NC	1
C4, C7, C8, C9, C10, C11, C12, C15, C17, C18	Capacitor 1608(0603) Size	-	-	0.1uF	10
C5, C6	Tantal A 3216(1206) size	-	-	10uF	2
C52	Capacitor 1005(0402) Size	-	-	1nF	1
C53	Capacitor 2012(0805) Size	-	-	2.2uF	1
C54, C55, C56, C57, C58	Capacitor 1005(0402) Size	-	-	0.1uF	5
C59, C60	Capacitor 1005(0402) Size	-	-	220pF	2
C61	Capacitor 1005(0402) Size	-	-	1uF	1
C62, C63	Capacitor 1005(0402) Size	-	-	15pF	2
D1	DIODE, TVS, 5V, 400W, UNI, SMA, RL	ST	SMAJ5.0A-TR	-	1
D2, D3, D4, D5	1 Amp General Purpose Rectifier	HORNBY	1N4007 SMD	-	4
K1, K2, K3, K4	Relay, PCB, SPDT, 5V NO40A	HANKUKRELAY	HR85CKSDC005, NT90NCS24SB, NT90NCS24SB, NT90NCS24SB	-	4
LED1, LED6	LED RED 1608 Size	-	-	-	2
LED2, LED4	LED GREEN 1608 Size	-	-	-	2
LED3, LED5	LED Blue 1608 Size	-	-	-	2
P1, P3, P6	Terminal blkok	BeeRyong	BR-762C(2)	-	3
P2	Pin Header, 2.54mm, 1x5, Straight, DIP	-	-	-	1
P4, P5	Terminal blkok	BeeRyong	BR-762C(4)	-	2
P10	SMA RF CONNECTOR ANGLE	HIROSE ELECTRIC	RF SMA-LR-PC(02)	-	1
P11	Pin Socket, 2.54mm, 2x6, DIP	-	-	-	1
Q1, Q2, Q3, Q4	NPN General Purpose Amplifier 600mA	Any Band	2N2222	-	4
R1, R2, R7, R12, R13, R24, R25, R29, R30, R31	Resistor 1608(0603) Size	-	-	10K	10
R3	Resistor 1608(0603) Size	-	-	124K	1
R4	Resistor 1608(0603) Size	-	-	20K	1
R5	Resistor 1608(0603) Size	-	-	680	1
R6, R34	Resistor 1608(0603) Size	-	-	0	2
R8, R9, R37, R38, R73, R74	Array Register SMD 0.08mm x4	BOURNS	CAT16-472J4LF	4.7K	6
R10, R11, R18, R19, R26	Resistor 1608(0603) Size	-	-	100	5
R14, R15, R16, R17, R27, R28	Resistor 1608(0603) Size	-	-	470	6
R20, R21, R22, R23	Resistor 1608(0603) Size	-	-	2.2k	4
R32, R33	Resistor 1608(0603) Size	-	-	4.7K	2
R35	Resistor 1608(0603) Size	-	-	15K	1

R36	Resistor 1608(0603) Size	-	-	44.2K	1
R58	Resistor 1005(0402) Size	-	-	2.7K	1
R59	Resistor 1005(0402) Size	-	-	56K 1%	1
S1, S4	DPDT6 3STEP	Woojin Elect.	WTS-6303	-	2
S2, S5, S9	DIP Switch, 8 Position, SMD	OTAX	KHS08C	-	3
S3	Tact Switch SMD (60x60x50(t))	Any Vendor	ITS-1105(5.0MM)	-	1
S6	SWITCH SLIDE	Any	IMMS-12V	-	1
U1	SUPERVISORY CCT, 3808G01, SOT-23-6	TI	TPS3808G01DBV T	-	1
U2	3A LOW DROPOUT VOLTAGE REGULATOR	AMS	AMS1085CM-3.3	-	1
U3	EEPROM 2K I2C EUI-48 SOT23	MICROCHIP	24AA025E48T-I/OT	-	1
U4	NANO TIMER WITH WATCHDOG 35nA	Texas Instrument	TPL5010DDCT	-	1
U5, U8, U21	8bit SHIFT REGISTER	Texas Instrument	SN74HC165PWR	-	3
U6	Single SCHMT-TRIG INVERT	TI	SN74LVC1G14DBVR	-	1
U7	ACDC, 100~240V-5V, 1A	ODP	TS5-05	-	1
U11	Multiplexer Quad 2:1 Multiplexer, 2 → 6 V, 16-Pin SOIC	ON SEMICONDUCTOR	MC74HC157ADG	-	1
U12	IC SOC RF TXRX W/8051 MCU 36-QLP	-	CC1110F32RSPR	-	1
X5	CRYSTAL 26.000 MHZ 10PF SMD (3.2x2.5)	NDK	NX3225GA-26MHZ-TI	-	1

□ 결과물

○ 시제품 결과물 및 사양

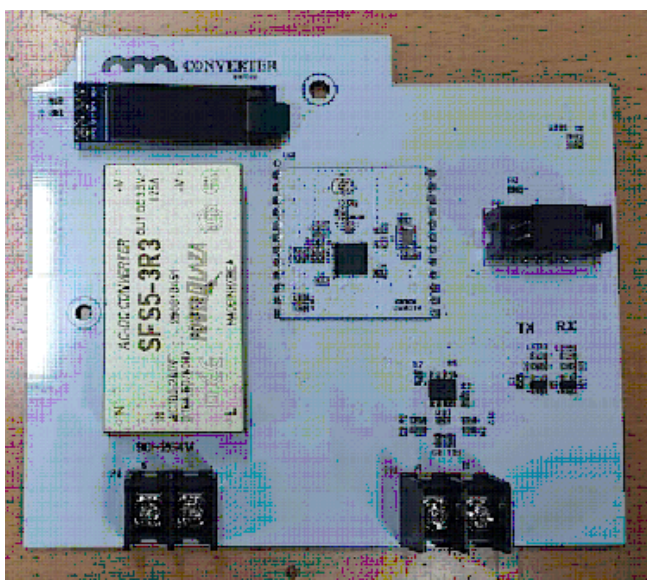


그림 89. 개발 결과물

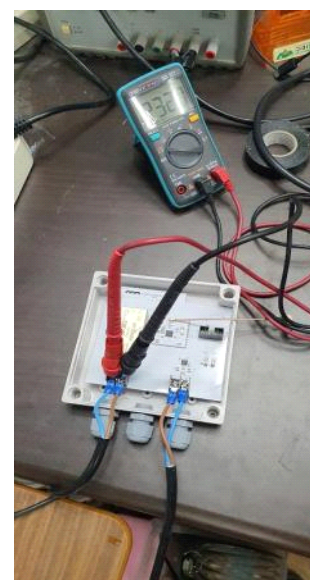


그림 90. 전기적 성능 시험

표 21. 결과물 사양

No	구분	사양
1	Controller	CC1110
2	동작 전압	100~240VAC
3	통신 인터페이스	무선
4	수신 민감도	-110dBm
5	최대 출력	10W
6	IIP3	-11dBm
7	주파수 대역	447.9MHz
8	동작 온도	-20 ~ 80 °C

○ 디바이스 드라이버 소프트웨어 개발

- 개발 환경

- * Source Insight 편집기
- * IAR 8051 컴파일러
- * CC Debug 퓨징 툴

- RS485 디바이스 드라이버

- * 9600 bps의 통신 속도
- * 반이중 데이터 전송 방식
- * RS485 데이터 패킷에 대해서 인터럽트 기반으로 데이터를 수신 받으며, 큐 버퍼 구현을 통하여 수신이 완료 처리 및 데이터 해석 수행 알고리즘 내장

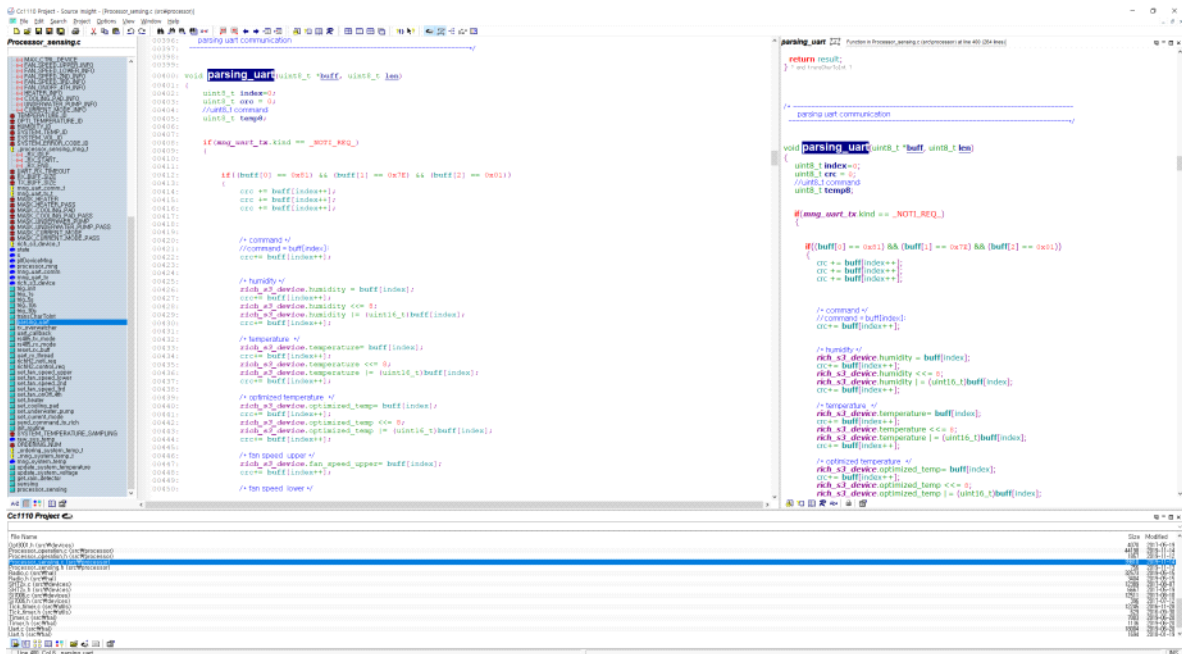


그림 91. 데이터 컨버터 구현

3) 사용자 맞춤형 대시보드 디자인 및 휴대폰 용 앱디자인

가) 사용자 맞춤형 대시보드 디자인

표 22. 사용자 맞춤형 대시보드 디자인 (시스템 접속)

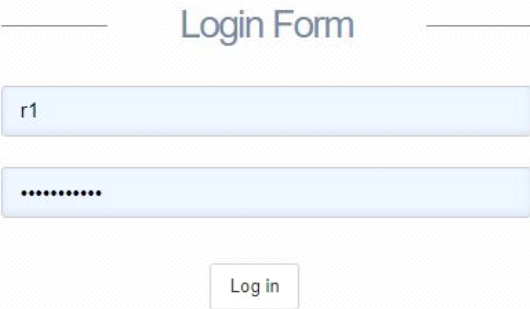
시험명	시스템 접속
시험절차	등록된 관리자 계정을 통한 시스템 접속
시험결과	<p>관리자 권한이 부여된 아이디 정보를 통해 정상적으로 로그인됨을 확인</p> 

표 23. 사용자 맞춤형 대시보드 디자인 (시스템에 등록된 구역(농가) 정보 조회)

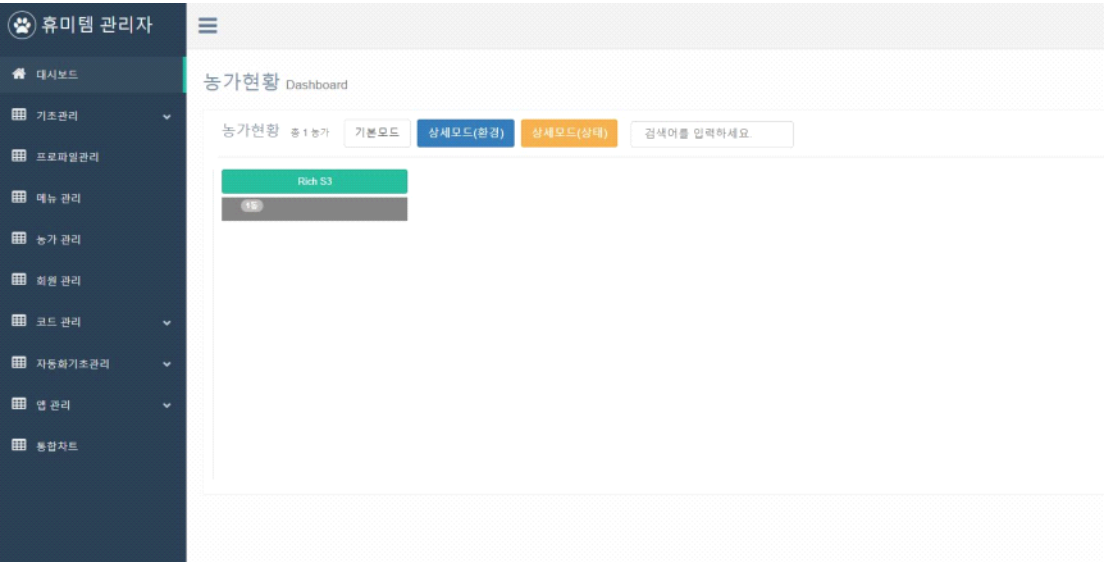
시험명	시스템에 등록된 구역(농가) 정보를 조회
시험절차	시스템에 등록된 구역(농가) 정보가 정확히 등록/조회 되는지를 확인한다.
시험결과	<p>시스템에 등록된 구역(농가) 이 조회 되며, 등록된 정보가 정확히 표출됨을 확인함.</p> 

표 24. 사용자 맞춤형 대시보드 디자인 (시스템에 등록된 구역(농가) 정보 조회)

시험명	시스템에 등록된 구역(농가) 정보를 조회
시험절차	시스템에 등록된 구역(농가) 정보가 정확히 등록/조회 되는지를 확인한다.
시험결과	<p>시스템에 등록된 구역(농가) 이 조회 되며, 등록된 정보가 정확히 표출됨을 확인함</p>

표 25. 사용자 맞춤형 대시보드 디자인 (시스템에 등록된 구역(농가) 정보 수정)

시험명	시스템에 등록된 구역(농가) 정보를 수정
시험절차	시스템에 등록된 구역(농가) 정보가 수정이 되는지를 확인한다.
시험결과	<p>시스템에 등록된 구역(농가) 이 조회 되며, 등록된 정보가 정확히 수정됨을 확인함</p>

표 26. 사용자 맞춤형 대시보드 디자인 (등록된 농가 장비(디바이스) 정보 조회)

시험명	등록된 농가의 장비(디바이스)정보 조회																																																							
시험절차	농가를 선택하여 농가에 해당된 장비 정보가 정확히 조회 되는지를 확인한다.																																																							
시험결과	<p>농가 목록이 출력되고 등록된 장비의 정보를 정확히 확인함</p> <p>프로파일 관리 프로파일 정보를 관리합니다.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>#</th> <th>PAN프로파일명</th> <th>ID_PAN_ID</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>212</td> <td>태스트 베드_기술연구소</td> <td>1 (0x0001)</td> <td>🔍</td> <td>✖</td> </tr> <tr> <td>211</td> <td>정확속 산발기</td> <td>1025 (0x0401)</td> <td>🔍</td> <td>✖</td> </tr> <tr> <td>210</td> <td>이영환 산발기</td> <td>1026 (0x0402)</td> <td>🔍</td> <td>✖</td> </tr> <tr> <td>209</td> <td>권오윤 산발기</td> <td>1027 (0x0403)</td> <td>🔍</td> <td>✖</td> </tr> <tr> <td>208</td> <td>양광중 산발기</td> <td>1028 (0x0404)</td> <td>🔍</td> <td>✖</td> </tr> <tr> <td>207</td> <td>이익형 산발기</td> <td>1029 (0x0405)</td> <td>🔍</td> <td>✖</td> </tr> <tr> <td>206</td> <td>이경희 산발기</td> <td>1033 (0x0409)</td> <td>🔍</td> <td>✖</td> </tr> <tr> <td>205</td> <td>김백순 산발기</td> <td>1034 (0x040A)</td> <td>🔍</td> <td>✖</td> </tr> <tr> <td>204</td> <td>김선호 가지</td> <td>1035 (0x040B)</td> <td>🔍</td> <td>✖</td> </tr> <tr> <td>203</td> <td>구문준 밭기</td> <td>1036 (0x040C)</td> <td>🔍</td> <td>✖</td> </tr> </tbody> </table> <p>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 다음 면 뒤</p>	#	PAN프로파일명	ID_PAN_ID			212	태스트 베드_기술연구소	1 (0x0001)	🔍	✖	211	정확속 산발기	1025 (0x0401)	🔍	✖	210	이영환 산발기	1026 (0x0402)	🔍	✖	209	권오윤 산발기	1027 (0x0403)	🔍	✖	208	양광중 산발기	1028 (0x0404)	🔍	✖	207	이익형 산발기	1029 (0x0405)	🔍	✖	206	이경희 산발기	1033 (0x0409)	🔍	✖	205	김백순 산발기	1034 (0x040A)	🔍	✖	204	김선호 가지	1035 (0x040B)	🔍	✖	203	구문준 밭기	1036 (0x040C)	🔍	✖
#	PAN프로파일명	ID_PAN_ID																																																						
212	태스트 베드_기술연구소	1 (0x0001)	🔍	✖																																																				
211	정확속 산발기	1025 (0x0401)	🔍	✖																																																				
210	이영환 산발기	1026 (0x0402)	🔍	✖																																																				
209	권오윤 산발기	1027 (0x0403)	🔍	✖																																																				
208	양광중 산발기	1028 (0x0404)	🔍	✖																																																				
207	이익형 산발기	1029 (0x0405)	🔍	✖																																																				
206	이경희 산발기	1033 (0x0409)	🔍	✖																																																				
205	김백순 산발기	1034 (0x040A)	🔍	✖																																																				
204	김선호 가지	1035 (0x040B)	🔍	✖																																																				
203	구문준 밭기	1036 (0x040C)	🔍	✖																																																				

표 27. 사용자 맞춤형 대시보드 디자인 (등록된 농가 장비(디바이스) 정보 삭제)

시험명	농가별 장비(디바이스) 상세정보 확인 및 수정 삭제																																																																																															
시험절차	농가별 장비 상세 정보가 출력되며 각 장비를 수정 및 삭제 할 수 있는지를 확인한다.																																																																																															
시험결과	<p>등록된 장비가 연계된 내역이 정확히 출력되고 각 장비의 추가, 수정, 삭제에 오류가 없음</p> <p>Profile 테스트 베드_기술연구소</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>#</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>Action</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>네트워크 컨트롤러[일반]</td> <td></td> <td></td> <td>✖</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td>7Segment_7x3(0x5100)</td> <td></td> <td>🔍 ✖ 🔄</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td>시스템 시간(0xA000)</td> <td></td> <td>🔍 ✖ 🔄</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td>무선 환경노드[배터리]</td> <td></td> <td>🔍 ✖ 🔄</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td></td> <td>온도 센서(0x0000)</td> <td>🔍 ✖ 🔄</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td></td> <td></td> <td>습도 센서(0x0100)</td> <td>🔍 ✖ 🔄</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td></td> <td></td> <td>조도 센서(0x0200)</td> <td>🔍 ✖ 🔄</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td></td> <td></td> <td>시스템 전압(0xA300)</td> <td>🔍 ✖ 🔄</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td></td> <td></td> <td>전파세기(0xA400)</td> <td>🔍 ✖ 🔄</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td></td> <td>무선 환경노드[배터리]</td> <td></td> <td>🔍 ✖ 🔄</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td></td> <td></td> <td>온도 센서(0x0000)</td> <td>🔍 ✖ 🔄</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td></td> <td></td> <td>습도 센서(0x0100)</td> <td>🔍 ✖ 🔄</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td></td> <td></td> <td>조도 센서(0x0200)</td> <td>🔍 ✖ 🔄</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td></td> <td></td> <td>시스템 전압(0xA300)</td> <td>🔍 ✖ 🔄</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td></td> <td></td> <td>전파세기(0xA400)</td> <td>🔍 ✖ 🔄</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td></td> <td></td> <td>지온 센서(0x0300)</td> <td>🔍 ✖ 🔄</td> </tr> <tr> <td>17</td> <td></td> <td></td> <td>지속 센서(0x0400)</td> <td>🔍 ✖ 🔄</td> </tr> <tr> <td>18</td> <td></td> <td></td> <td>EC센서(0x0D00)</td> <td>🔍 ✖ 🔄</td> </tr> </tbody> </table>	#	1	2	3	Action	1	네트워크 컨트롤러[일반]			✖	2		7Segment_7x3(0x5100)		🔍 ✖ 🔄	3		시스템 시간(0xA000)		🔍 ✖ 🔄	4		무선 환경노드[배터리]		🔍 ✖ 🔄	5			온도 센서(0x0000)	🔍 ✖ 🔄	6			습도 센서(0x0100)	🔍 ✖ 🔄	7			조도 센서(0x0200)	🔍 ✖ 🔄	8			시스템 전압(0xA300)	🔍 ✖ 🔄	9			전파세기(0xA400)	🔍 ✖ 🔄	10		무선 환경노드[배터리]		🔍 ✖ 🔄	11			온도 센서(0x0000)	🔍 ✖ 🔄	12			습도 센서(0x0100)	🔍 ✖ 🔄	13			조도 센서(0x0200)	🔍 ✖ 🔄	14			시스템 전압(0xA300)	🔍 ✖ 🔄	15			전파세기(0xA400)	🔍 ✖ 🔄	16			지온 센서(0x0300)	🔍 ✖ 🔄	17			지속 센서(0x0400)	🔍 ✖ 🔄	18			EC센서(0x0D00)	🔍 ✖ 🔄
#	1	2	3	Action																																																																																												
1	네트워크 컨트롤러[일반]			✖																																																																																												
2		7Segment_7x3(0x5100)		🔍 ✖ 🔄																																																																																												
3		시스템 시간(0xA000)		🔍 ✖ 🔄																																																																																												
4		무선 환경노드[배터리]		🔍 ✖ 🔄																																																																																												
5			온도 센서(0x0000)	🔍 ✖ 🔄																																																																																												
6			습도 센서(0x0100)	🔍 ✖ 🔄																																																																																												
7			조도 센서(0x0200)	🔍 ✖ 🔄																																																																																												
8			시스템 전압(0xA300)	🔍 ✖ 🔄																																																																																												
9			전파세기(0xA400)	🔍 ✖ 🔄																																																																																												
10		무선 환경노드[배터리]		🔍 ✖ 🔄																																																																																												
11			온도 센서(0x0000)	🔍 ✖ 🔄																																																																																												
12			습도 센서(0x0100)	🔍 ✖ 🔄																																																																																												
13			조도 센서(0x0200)	🔍 ✖ 🔄																																																																																												
14			시스템 전압(0xA300)	🔍 ✖ 🔄																																																																																												
15			전파세기(0xA400)	🔍 ✖ 🔄																																																																																												
16			지온 센서(0x0300)	🔍 ✖ 🔄																																																																																												
17			지속 센서(0x0400)	🔍 ✖ 🔄																																																																																												
18			EC센서(0x0D00)	🔍 ✖ 🔄																																																																																												

표 28. 사용자 맞춤형 대시보드 디자인 (장비의 설정을 위한 파라미터 값 설정)

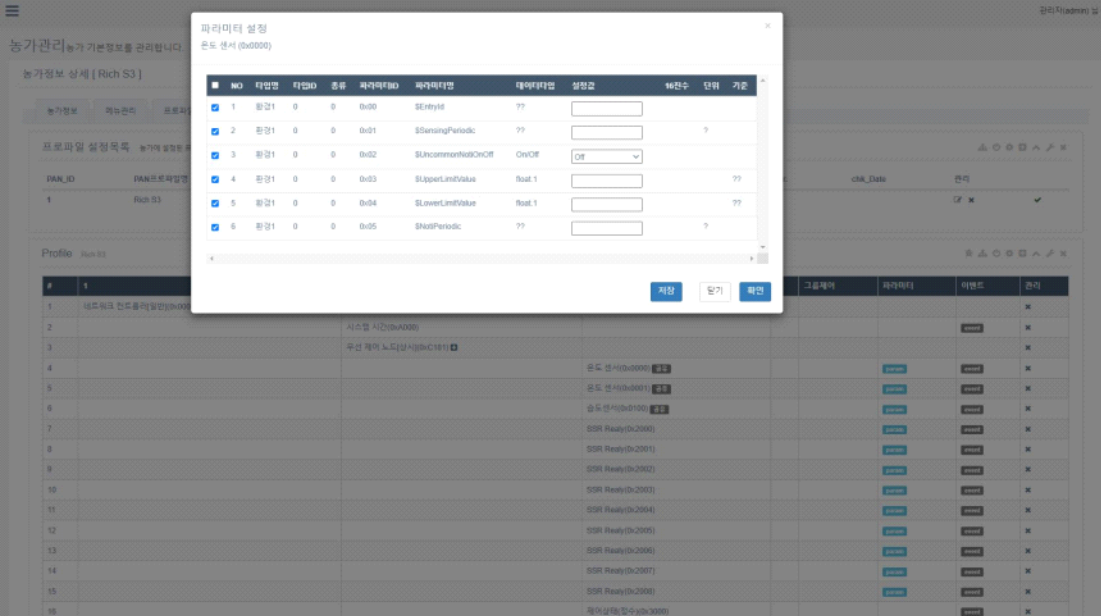
<p>시험명</p>	<p>장비의 설정을 위한 파라미터 값 설정</p>
<p>시험절차</p>	<p>장비 리스트에서 각 장비의 파라미터 값을 조회하고, 설정값의 수정이 가능한지를 확인한다.</p>
<p>시험결과</p>	<p>장비별 파라미터 목록이 정상적으로 조회되며 이미 설정된 파라미터 목록에서 설정값 수정이 정상적 이루어짐</p> 

표 29. 사용자 맞춤형 대시보드 디자인 (농가별 장비 특정조건 시 자율적 동작 설정)


<p>시험명</p>	<p>농가별로 장비가 특정조건이 될 경우 자율적으로 동작 하도록 설정</p>
<p>시험절차</p>	<p>지정한 농가의 온실에 있는 제어장비를 선택하여 자동화 목록 조회가 가능한지 확인한다.</p>
<p>시험결과</p>	<p>지정한 농가에 온실목록을 확인하고 온실별로 구축된 제어장비의 목록이 정상적으로 출력됨</p> 

표 30. 사용자 맞춤형 대시보드 디자인 (농가별 자동화 설정 관리)

<p>시험명</p>	<p>농가별 자동화 설정 관리</p>
<p>시험절차</p>	<p>농가에 등록된 제어항목을 등록, 수정, 삭제 할 수 있는지를 확인한다.</p>
<p>시험결과</p>	<p>농가 온실에 자동제어를 할 수 있는 장비 목록을 정상적으로 출력 되는지 확인하며 각 제어의 사용 여부 및 동작 상태 목록 등을 등록, 수정, 삭제 할 수 있음</p>  <p>The screenshot shows a web interface for farm management. At the top, there are navigation tabs for '농가정보', '농가관리', '표준화설정', '표준화설정', 'CCTV', '자동화설정', and '시스템설정'. Below this is a 'PAN 구성' section with a table of equipment. The table has columns for 'PAN_ID', '사용여부', 'PAN프로그램명', '영문번호', and '선택'. One row is visible with '1' in PAN_ID, '사용' in 사용여부, and 'Rich S3' in PAN프로그램명. Below the equipment table is a 'State Machine' configuration section with a table for 'state', 'libr', 'state_mode', 'cmd_mode', 'cmd', 'success true state', and 'fail false state'. A dropdown menu is open for 'state', showing '1' and '온도값'. Below this is a 'OP' section with a table for 'ENTRY_ID', 'DEVICE_ID', 'OPERAND_TYPE', and 'OPERAND'. A dropdown menu is open for 'DEVICE', showing 'DEVICE'.</p>

표 31. 사용자 맞춤형 대시보드 디자인 (제어 장비 자동화 설정에 필요한 파라미터 설정)

<p>시험명</p>	<p>제어 장비의 자동화 설정에 필요한 파라미터를 조회, 등록, 수정, 삭제</p>
<p>시험절차</p>	<p>장비별 파라미터의 종류를 등록, 수정, 삭제 하고 필수값 여부를 체크할 수 있는지를 확인한다.</p>
<p>시험결과</p>	<p>기존에 설정된 파라미터 종류를 선택하여 기타 자료를 작성, 등록, 수정, 삭제가 정상적으로 이루어짐</p>  <p>The screenshot shows a web interface for managing automation parameters. A modal window titled '자동화 파라미터 등록/수정' is open in the foreground. It has a dropdown menu for '파라미터 타입' (Parameter Type) with the value '[pan] 환풍기/환풍팬'. Below this are input fields for '파라미터명' (Parameter Name), '단위 타입' (Unit Type) with a dropdown set to '선택하세요', '데이터 타입' (Data Type) with a dropdown set to '선택하세요', and '데이터 기준' (Data Basis) with a dropdown set to '선택하세요'. There are also input fields for '기본값' (Default Value), '최대값' (Maximum Value), and '최소값' (Minimum Value). At the bottom of the modal are '취소' (Cancel) and '확인' (Confirm) buttons. In the background, a table of parameters is visible with columns for 'NO', '파라미터 타입', and '관리' (Management). The table has several rows, including one with '12' in NO and '[outWindow]외부창' in 파라미터 타입.</p>

표 32. 사용자 맞춤형 대시보드 디자인 (지정된 명령 기반 다양한 명령의 자동화 설정)


시험명	지정된 명령에 기반하여 다양한 명령이 시퀀스 적으로 동작하는 자동화 설정
시험절차	농가의 지정된 온실별로 시퀀스를 등록, 수정, 삭제가 가능한지 확인한다.
시험결과	<p>지정된 온실 목록 중 선택된 온실의 시퀀스를 등록, 수정, 삭제가 정상적으로 이루어짐</p>  <p>The screenshot shows a web interface for farm management. At the top, there are navigation tabs: '농가정보', '메뉴관리', '프로파일관리', '프로파일설정', 'CCTV', '자동화설정', and '시퀀스설정'. The '시퀀스설정' tab is active. Below the tabs, there is a section for '시퀀스 목록' (Sequence List) with a table containing columns for '#', '시퀀스 ID', '시퀀스 제목', '사용여부', '상태', 'ver', 'update date', 'chk ver', 'update date', '메뉴', '동작', and '관리'. A message 'PAN을 선택하세요.' (Please select PAN) is displayed above the table.</p>

표 33. 사용자 맞춤형 대시보드 디자인 (농가별 메뉴관리)

시험명	농가별 메뉴관리
시험절차	농가별 메뉴 노출 여부 확인
시험결과	<p>단계별 메뉴 노출 및 항목 정의가 정상적으로 노출이 되는지 확인함</p>  <p>The screenshot shows the '농가별 메뉴관리' (Farm-specific Menu Management) section. It features a dropdown menu for 'Rich S3'. Below it is a table with columns: 'NO', '1단계', '2단계', '3단계', '코드', '순서', and '관리'. The table lists 14 menu items with their respective stages, codes, and order numbers. For example, item 1 is '[원격제어]' at stage 1, code 2, order 2. Item 14 is '[출]' at stage 1, code 9, order 9.</p>

표 34. 사용자 맞춤형 대시보드 디자인 (기초 메뉴 관리)

시험명	기초 메뉴 관리
시험절차	시스템 기초가 되는 공통 코드 관리
시험결과	<p>센서 및 구동 부의 기본 공통 코드에 대한 정의가 정확히 표출됨을 확인</p>  <p>The screenshot shows the '기초메뉴관리' (Basic Menu Management) section. It includes a search bar and a table with columns: 'NO', '1단계', '2단계', '3단계', '코드', '순서', and '관리'. The table lists 9 basic menu items: 1. CCTV, 2. 제어, 3. 일반설정, 4. 자동화설정, 5. 외부서비스, 6. 통계, 7. 원격제어, 8. 시퀀스제어, 9. 출. Each item has a unique code and an order number.</p>

표 35. 사용자 맞춤형 대시보드 디자인 (이벤트관리)

시험명	이벤트관리																																																																																																																																			
시험절차	시스템에 사용되는 이벤트 관리																																																																																																																																			
시험결과	<p>The screenshot shows a web interface for event management. At the top, there is a breadcrumb '기초관리 > 이벤트관리' and a search bar. Below is a table with the following data:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ID</th> <th>다래어스타입명</th> <th>다래어스타입ID</th> <th>다래어스종명</th> <th>이벤트종명</th> <th>이벤트ID</th> <th>이벤트ID</th> <th>이벤트명</th> <th>데이터타입</th> <th>단위</th> <th>관리</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>46</td><td>완강1</td><td>0</td><td>0</td><td>20-000</td><td>다래어스타입이벤트</td><td>0-000</td><td>0-00000</td><td>상환가 이상 센터값 설정</td><td>float.1</td><td>km</td><td>CF ✖</td></tr> <tr><td>45</td><td>완강1</td><td>0</td><td>0</td><td>20-000</td><td>다래어스타입이벤트</td><td>0-001</td><td>0-00001</td><td>복합가 이하 센터값 설정</td><td></td><td></td><td>CF ✖</td></tr> <tr><td>44</td><td>완강1</td><td>0</td><td>1</td><td>20-000</td><td>다래어스타입이벤트</td><td>0-000</td><td>0-01000</td><td>상환가 이상 센터값 설정</td><td>float.1</td><td>km</td><td>CF ✖</td></tr> <tr><td>43</td><td>완강1</td><td>0</td><td>1</td><td>20-000</td><td>다래어스타입이벤트</td><td>0-001</td><td>0-01001</td><td>복합가 이하 센터값 설정</td><td></td><td></td><td>CF ✖</td></tr> <tr><td>42</td><td>완강1</td><td>0</td><td>2</td><td>20-000</td><td>다래어스타입이벤트</td><td>0-000</td><td>0-02000</td><td>상환가 이상 센터값 설정</td><td></td><td></td><td>CF ✖</td></tr> <tr><td>41</td><td>완강1</td><td>0</td><td>2</td><td>20-000</td><td>다래어스타입이벤트</td><td>0-001</td><td>0-02001</td><td>복합가 이하 센터값 설정</td><td></td><td></td><td>CF ✖</td></tr> <tr><td>40</td><td>완강1</td><td>0</td><td>3</td><td>20-000</td><td>다래어스타입이벤트</td><td>0-000</td><td>0-03000</td><td>상환가 이상 센터값 설정</td><td></td><td></td><td>CF ✖</td></tr> <tr><td>39</td><td>완강1</td><td>0</td><td>3</td><td>20-000</td><td>다래어스타입이벤트</td><td>0-001</td><td>0-03001</td><td>복합가 이하 센터값 설정</td><td></td><td></td><td>CF ✖</td></tr> <tr><td>38</td><td>완강1</td><td>0</td><td>4</td><td>20-000</td><td>다래어스타입이벤트</td><td>0-000</td><td>0-04000</td><td>상환가 이상 센터값 설정</td><td></td><td></td><td>CF ✖</td></tr> <tr><td>37</td><td>완강1</td><td>0</td><td>4</td><td>20-000</td><td>다래어스타입이벤트</td><td>0-001</td><td>0-04001</td><td>복합가 이하 센터값 설정</td><td></td><td></td><td>CF ✖</td></tr> </tbody> </table>	ID	다래어스타입명	다래어스타입ID	다래어스종명	이벤트종명	이벤트ID	이벤트ID	이벤트명	데이터타입	단위	관리	46	완강1	0	0	20-000	다래어스타입이벤트	0-000	0-00000	상환가 이상 센터값 설정	float.1	km	CF ✖	45	완강1	0	0	20-000	다래어스타입이벤트	0-001	0-00001	복합가 이하 센터값 설정			CF ✖	44	완강1	0	1	20-000	다래어스타입이벤트	0-000	0-01000	상환가 이상 센터값 설정	float.1	km	CF ✖	43	완강1	0	1	20-000	다래어스타입이벤트	0-001	0-01001	복합가 이하 센터값 설정			CF ✖	42	완강1	0	2	20-000	다래어스타입이벤트	0-000	0-02000	상환가 이상 센터값 설정			CF ✖	41	완강1	0	2	20-000	다래어스타입이벤트	0-001	0-02001	복합가 이하 센터값 설정			CF ✖	40	완강1	0	3	20-000	다래어스타입이벤트	0-000	0-03000	상환가 이상 센터값 설정			CF ✖	39	완강1	0	3	20-000	다래어스타입이벤트	0-001	0-03001	복합가 이하 센터값 설정			CF ✖	38	완강1	0	4	20-000	다래어스타입이벤트	0-000	0-04000	상환가 이상 센터값 설정			CF ✖	37	완강1	0	4	20-000	다래어스타입이벤트	0-001	0-04001	복합가 이하 센터값 설정			CF ✖
ID	다래어스타입명	다래어스타입ID	다래어스종명	이벤트종명	이벤트ID	이벤트ID	이벤트명	데이터타입	단위	관리																																																																																																																										
46	완강1	0	0	20-000	다래어스타입이벤트	0-000	0-00000	상환가 이상 센터값 설정	float.1	km	CF ✖																																																																																																																									
45	완강1	0	0	20-000	다래어스타입이벤트	0-001	0-00001	복합가 이하 센터값 설정			CF ✖																																																																																																																									
44	완강1	0	1	20-000	다래어스타입이벤트	0-000	0-01000	상환가 이상 센터값 설정	float.1	km	CF ✖																																																																																																																									
43	완강1	0	1	20-000	다래어스타입이벤트	0-001	0-01001	복합가 이하 센터값 설정			CF ✖																																																																																																																									
42	완강1	0	2	20-000	다래어스타입이벤트	0-000	0-02000	상환가 이상 센터값 설정			CF ✖																																																																																																																									
41	완강1	0	2	20-000	다래어스타입이벤트	0-001	0-02001	복합가 이하 센터값 설정			CF ✖																																																																																																																									
40	완강1	0	3	20-000	다래어스타입이벤트	0-000	0-03000	상환가 이상 센터값 설정			CF ✖																																																																																																																									
39	완강1	0	3	20-000	다래어스타입이벤트	0-001	0-03001	복합가 이하 센터값 설정			CF ✖																																																																																																																									
38	완강1	0	4	20-000	다래어스타입이벤트	0-000	0-04000	상환가 이상 센터값 설정			CF ✖																																																																																																																									
37	완강1	0	4	20-000	다래어스타입이벤트	0-001	0-04001	복합가 이하 센터값 설정			CF ✖																																																																																																																									

표 36. 사용자 맞춤형 대시보드 디자인 (코드관리)

시험명	코드관리
시험절차	시스템에 사용되는 공통 코드 관리
시험결과	<p>시스템에 사용되는 공통코드를 등록/수정을 통해 정보의 업데이트가 정확하진지 확인함</p> <p>The screenshot shows a web interface for code management. On the left is a tree view of code types, with '데이터타입' selected. On the right is a form for editing a code type named 'data'. The form includes fields for '코드명(관리자)', '코드명(사용자) 한글', '코드명(사용자) 영문', '코드명(사용자) 일본어', '코드명(사용자) 중국어', '코드순서', and '코드설명'. The '코드명(관리자)' field is set to '데이터타입'. At the bottom, there are radio buttons for '사용여부' (사용 / 미사용) and a '저장' button.</p>

표 37. 사용자 맞춤형 대시보드 디자인 (위치정보 관리)

시험명	위치정보 관리																																																																													
시험절차	위치정보 활용을 위한 위치정보 관리																																																																													
시험결과	<p>위치정보 활용을 위해 API를 등록하고 정상적으로 연동되는지 여부를 확인함</p> <p>위치정보 기상청 API를 조회하기 위한 위치정보를 관리합니다.</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>연번</th> <th>지역코드</th> <th>지역명</th> <th>위도 좌표(X)</th> <th>경도 좌표(Y)</th> <th>API_URL</th> <th>관리</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>37</td> <td>2723067100</td> <td>대구광역시 북구 복원동</td> <td></td> <td></td> <td>https://www.kma.go.kr/wid/query/DFSRSS.jsp?zone=2723067100</td> <td>🔗 ✖</td> </tr> <tr> <td>36</td> <td>4111565000</td> <td>경기도 수원시 팔달구</td> <td></td> <td></td> <td>https://www.kma.go.kr/wid/query/DFSRSS.jsp?zone=4111565000</td> <td>🔗 ✖</td> </tr> <tr> <td>35</td> <td>4159036000</td> <td>경기도 화성시 팔탄면</td> <td></td> <td></td> <td>https://www.kma.go.kr/wid/query/DFSRSS.jsp?zone=4159036000</td> <td>🔗 ✖</td> </tr> <tr> <td>34</td> <td>4276035000</td> <td>강원도 평창군 동명면</td> <td></td> <td></td> <td>https://www.kma.go.kr/wid/query/DFSRSS.jsp?zone=4276035000</td> <td>🔗 ✖</td> </tr> <tr> <td>33</td> <td>4311259000</td> <td>충청북도 청주시 서원구</td> <td></td> <td></td> <td>https://www.kma.go.kr/wid/query/DFSRSS.jsp?zone=4311259000</td> <td>🔗 ✖</td> </tr> <tr> <td>32</td> <td>4413134000</td> <td>충청남도 천안시 남동구 성남면</td> <td></td> <td></td> <td>https://www.kma.go.kr/wid/query/DFSRSS.jsp?zone=4413134000</td> <td>🔗 ✖</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>4415033000</td> <td>충청남도 공주시 계룡면</td> <td></td> <td></td> <td>https://www.kma.go.kr/wid/query/DFSRSS.jsp?zone=4415033000</td> <td>🔗 ✖</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>4423025300</td> <td>충청남도 논산시 연무읍</td> <td></td> <td></td> <td>https://www.kma.go.kr/wid/query/DFSRSS.jsp?zone=4423025300</td> <td>🔗 ✖</td> </tr> <tr> <td>29</td> <td>4713025600</td> <td>경상북도 경주시 건천읍</td> <td></td> <td></td> <td>https://www.kma.go.kr/wid/query/DFSRSS.jsp?zone=4713025600</td> <td>🔗 ✖</td> </tr> <tr> <td>28</td> <td>4713032000</td> <td>경상북도 경주시 양남면</td> <td></td> <td></td> <td>https://www.kma.go.kr/wid/query/DFSRSS.jsp?zone=4713032000</td> <td>🔗 ✖</td> </tr> </tbody> </table> <p>* 지역코드 변경 시 능가에 설정되어 있는 지역코드도 함께 변경됩니다.</p>	연번	지역코드	지역명	위도 좌표(X)	경도 좌표(Y)	API_URL	관리	37	2723067100	대구광역시 북구 복원동			https://www.kma.go.kr/wid/query/DFSRSS.jsp?zone=2723067100	🔗 ✖	36	4111565000	경기도 수원시 팔달구			https://www.kma.go.kr/wid/query/DFSRSS.jsp?zone=4111565000	🔗 ✖	35	4159036000	경기도 화성시 팔탄면			https://www.kma.go.kr/wid/query/DFSRSS.jsp?zone=4159036000	🔗 ✖	34	4276035000	강원도 평창군 동명면			https://www.kma.go.kr/wid/query/DFSRSS.jsp?zone=4276035000	🔗 ✖	33	4311259000	충청북도 청주시 서원구			https://www.kma.go.kr/wid/query/DFSRSS.jsp?zone=4311259000	🔗 ✖	32	4413134000	충청남도 천안시 남동구 성남면			https://www.kma.go.kr/wid/query/DFSRSS.jsp?zone=4413134000	🔗 ✖	31	4415033000	충청남도 공주시 계룡면			https://www.kma.go.kr/wid/query/DFSRSS.jsp?zone=4415033000	🔗 ✖	30	4423025300	충청남도 논산시 연무읍			https://www.kma.go.kr/wid/query/DFSRSS.jsp?zone=4423025300	🔗 ✖	29	4713025600	경상북도 경주시 건천읍			https://www.kma.go.kr/wid/query/DFSRSS.jsp?zone=4713025600	🔗 ✖	28	4713032000	경상북도 경주시 양남면			https://www.kma.go.kr/wid/query/DFSRSS.jsp?zone=4713032000	🔗 ✖
연번	지역코드	지역명	위도 좌표(X)	경도 좌표(Y)	API_URL	관리																																																																								
37	2723067100	대구광역시 북구 복원동			https://www.kma.go.kr/wid/query/DFSRSS.jsp?zone=2723067100	🔗 ✖																																																																								
36	4111565000	경기도 수원시 팔달구			https://www.kma.go.kr/wid/query/DFSRSS.jsp?zone=4111565000	🔗 ✖																																																																								
35	4159036000	경기도 화성시 팔탄면			https://www.kma.go.kr/wid/query/DFSRSS.jsp?zone=4159036000	🔗 ✖																																																																								
34	4276035000	강원도 평창군 동명면			https://www.kma.go.kr/wid/query/DFSRSS.jsp?zone=4276035000	🔗 ✖																																																																								
33	4311259000	충청북도 청주시 서원구			https://www.kma.go.kr/wid/query/DFSRSS.jsp?zone=4311259000	🔗 ✖																																																																								
32	4413134000	충청남도 천안시 남동구 성남면			https://www.kma.go.kr/wid/query/DFSRSS.jsp?zone=4413134000	🔗 ✖																																																																								
31	4415033000	충청남도 공주시 계룡면			https://www.kma.go.kr/wid/query/DFSRSS.jsp?zone=4415033000	🔗 ✖																																																																								
30	4423025300	충청남도 논산시 연무읍			https://www.kma.go.kr/wid/query/DFSRSS.jsp?zone=4423025300	🔗 ✖																																																																								
29	4713025600	경상북도 경주시 건천읍			https://www.kma.go.kr/wid/query/DFSRSS.jsp?zone=4713025600	🔗 ✖																																																																								
28	4713032000	경상북도 경주시 양남면			https://www.kma.go.kr/wid/query/DFSRSS.jsp?zone=4713032000	🔗 ✖																																																																								

나) 사용자 맞춤형 휴대폰용 앱 디자인

표 38. 사용자 맞춤형 휴대폰용 앱 디자인 (시스템 접속)

시험명	시스템 접속
시험절차	등록된 시스템 계정을 통한 접속
시험결과	<p>관리자 권한이 부여된 아이디 정보를 통해 정상적으로 로그인됨을 확인</p> 

표 39. 사용자 맞춤형 휴대폰용 앱 디자인 (동별 센서/액추에이터 데이터 수신)

시험명	동별 센서/액추에이터 데이터 수신
시험절차	시스템에서 구역별 센서/액추에이터 정보가 수신됨을 확인 한다.
시험결과	<p>구역별 센서/액추에이터 정보가 정상적으로 수신되고 있음을 확인함</p>

표 40. 사용자 맞춤형 휴대폰용 앱 디자인 (팬 원격 제어)

시험명	팬 원격 제어
시험절차	연결된 팬 제어 여부 확인
시험결과	<p>상부팬, 하부팬, 2차팬 등 연결된 팬관련 제어 파트에 대한 제어 신호</p>

표 41. 사용자 맞춤형 휴대폰용 앱 디자인 (난방/쿨링 패드/수중모터 원격 제어)

시험명	난방/쿨링 패드/수중모터 원격 제어
시험절차	난방 쿨링패드 수중모터 원격 제어 여부 확인
시험결과	<p>난방 쿨링패드 수중모터 에 대한 원격제어 및 자동모드 실행을 통해 정상 작동됨을 확인</p> 

표 42. 사용자 맞춤형 휴대폰용 앱 디자인 (데이터에 대한 그래프)

시험명	데이터에 대한 그래프
시험절차	년/월/일 및 시간별 데이터에 대한 그래프 표시
시험결과	<p>년/월/일 및 시간별 조회를 통해 정상적으로 데이터값 및 그래프가 정상적으로 표시되는 지를 확인함</p> 

다. (공동연구기관 2) 경상국립대학교 산학협력단

1) 환경정보 수집을 위한 실험돈사(테스트베드) 구축

□ 실험돈사 설계 및 제작, 구축

- 실험돈사는 경상국립대 내부 실험실습동 공간(위도 35°9' 6.14" N, 경도 128°5' 44.40" E, 고도 44 m)에 구축함
- 실험돈사는 ‘대한한돈협회 표준돈사 설계도(2009)’를 기준으로 설계, 제작하였으며, 표준돈사 설계도의 이유자돈사(25일령-80일령) 및 육성돈(60일령-116일령), 비육돈방(80일령, 116일령)을 기준으로 기하학적 상사법칙을 적용하여 약 5.4평 규모의 실험돈사를 설계, 제작함

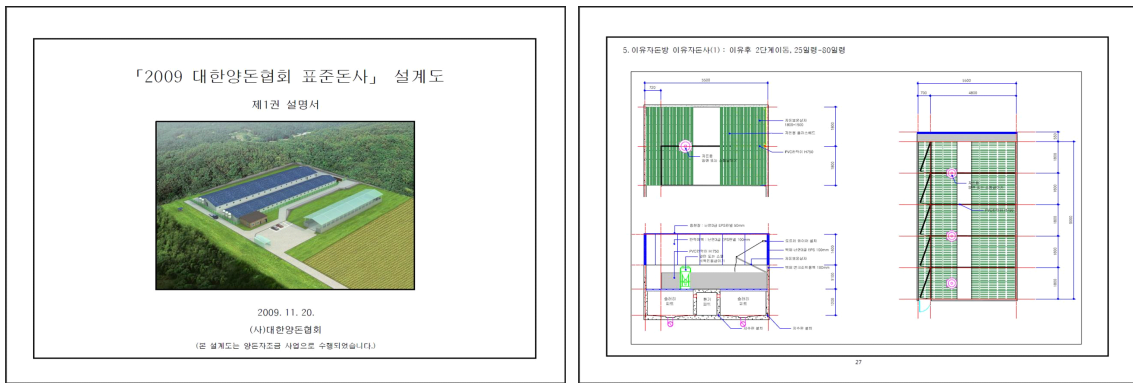


그림 92. 대한한돈협회 표준돈사 설계도(2009)

- 실험돈사의 크기는 폭 약 3.3 m, 길이 약 5.4 m, 높이는 측고 약 2.1 m, 동고 약 2.7 m이며, 측면과 지붕면은 EPS 패널 50T로 제작함, 바닥면은 콘크리트(방수우레탄)으로 구성됨
- 돼지 사육공간은 실험돈사 내부 작업 공간 등을 고려하여 폭 약 3.3 m, 길이 약 3.9 m로 구성함, 총 12.87 m²의 면적으로 실험 초기 입실 대상 비육돈 6마리의 평균 체중 약 30 kg 기준, 1두 당 약 2.15 m²의 활동 면적을 차지함, 또한 사육공간은 바닥면으로부터 약 0.3 m 높이의 슬랫베드를 설치하여 제작함

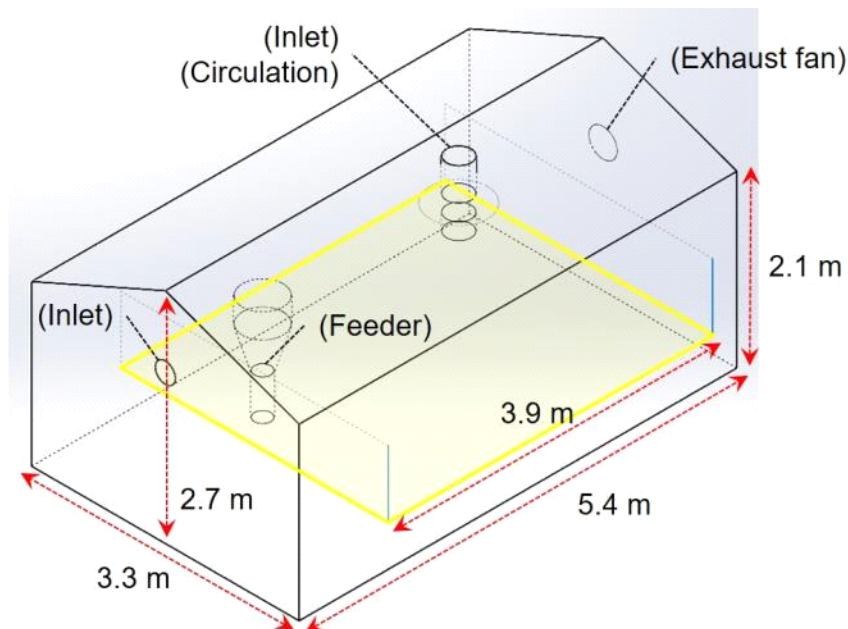


그림 93. 실험돈사 및 공조 시스템 구축

- 실험돈사 내부 비육돈 사육 및 관리를 위한 급이는 비육용 양면급이기(PSF28, KOCA Co. ltd) 설치를 통해 무제한 급이를 실시하였으며, 실험기간 특성상 난방은 실험돈사 측벽면에 난방용 보온파이프(3.0 m, 600W)를 설치하여 설정온도를 기준으로 난방을 실시함

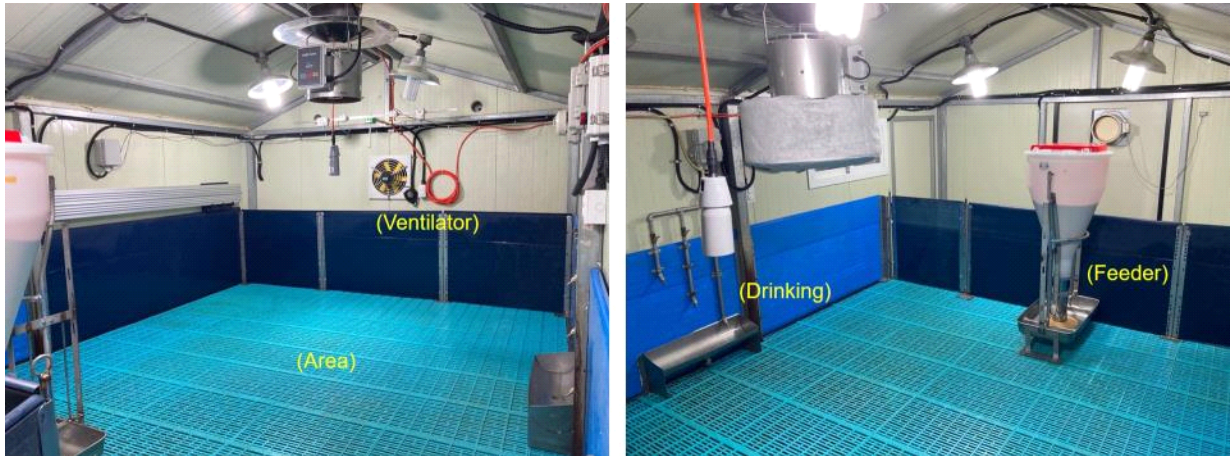


그림 94. 실험돈사 내부 돼지 사육 공간

□ 상대습도 기반 정밀 복합 환경제어 공조기 및 컨트롤러 적용

- 실험돈사 구축 후, 내부 환경관리를 위한 상대습도 기반 복합환경 제어 시스템을 적용함
- 실험돈사 내부 환경 관리를 위한 환기는 실험돈사 입구 정면을 기준으로 입기댐퍼 (Auto-Damper ϕ 250, Sanison Co., Ltd, Korea)와 반대편 기준 배기팬(EU-350, Euro-Housing Co., Ltd, Korea)을 설치하여 실시함
- 상대습도 기반 복합환경 제어를 위한 공조기는 실험돈사 중앙부 지붕면에 설치하였으며, 습도기반 복합 환경제어 컨트롤러(Rich H2, Humitem, Korea)를 사용하여 입기 및 순환팬의 가동범위 제어를 실시함

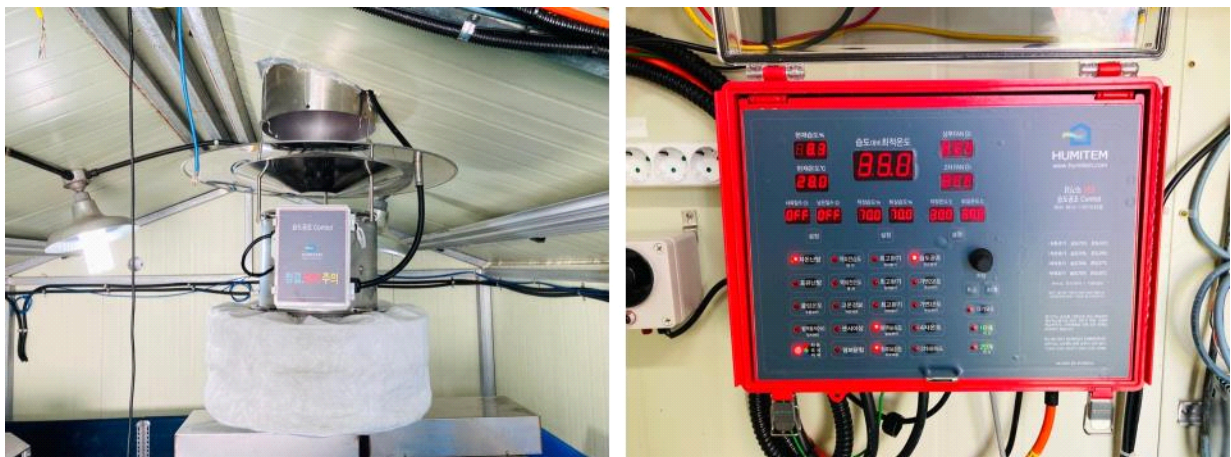


그림 95. 상대습도 기반 복합 환경제어를 위한 공조기 및 컨트롤러

□ 실험돈사 내부 환경정보 항목 설정 및 수집

- 실험돈사 내부 상대습도 기반 복합환경 제어를 위한 공조기 및 컨트롤러 설치 후, 실험돈사 내부 환경정보 수집 및 제어를 위한 온습도 센서(Humitem, Korea)를 설치함, 상대습도 기반 복합 환경제어 컨트롤러의 온습도 센서는 실험돈사 규모 및 돼지 사육에 따른 등부 높이를 고려하여 실험돈사 바닥으로부터 약 1.5 m 높이 기준, 실험돈사 중앙부에 설치하였으며, 또한 데이터의 비교 및 검증을 위해 온도 및 상대습도, CO2, NH3, 풍속 센서(LEMS, AGRIROBOTECH)를 배기팬 앞, 바닥으로부터 약 2.0 m 높이를 기준으로 설치함



그림 96. 환경정보 측정 센서

표 43. 환경정보 대표 인자 및 측정 방법

측정 변수		단위	측정 방법		측정시간	
환경 정보	1	온도	℃	자동	• 환경제어 컨트롤러 센서	1분 단위
	2	상대습도	%	자동	• 환경제어 컨트롤러 센서	1분 단위
	3	온도	℃	자동	• 온도 센서(LEMS)	1분 단위
	4	상대습도	%	자동	• 습도 센서(LEMS)	1분 단위
	5	CO2	ppm	자동	• CO2 센서(LEMS)	1분 단위
	6	NH3	ppm	자동	• NH3 센서(LEMS)	1분 단위
	7	유속	m/s	자동	• 유속 센서(LEMS)	1분 단위
	8	PM	µg	자동	• Raspberry Pi + Enviro 센서	1분 단위
	9	조도	Lux	자동	• Raspberry Pi + Enviro 센서	1분 단위

□ 실험돈 입실 및 사육을 위한 환경 관리

- 실험에 사용된 돼지는 요크셔*듀록 삼원 교잡종 품종으로 입실일(2021년 09월 28일) 기준 평균 체중 약 34.7 kg의 자돈 6마리를 대상으로 실험을 실시함

표 44. 실험돈사 입실 기준 평균 체중

구분	Pig 1	Pig 2	Pig 3	Pig 4	Pig 5	Pig 6	Avg.
체중(kg)	35.1	32.6	35.4	34.2	35.4	35.2	34.7

- 실험돈 입실 후 실험돈사 내부 환경관리를 위해 상대습도 기반 복합 환경제어 컨트롤러 설정은 최적 온도 28℃, 최적 상대습도 70%를 기준으로 입기 및 순환팬 최저 20%, 최대 100%로 각각 설정함

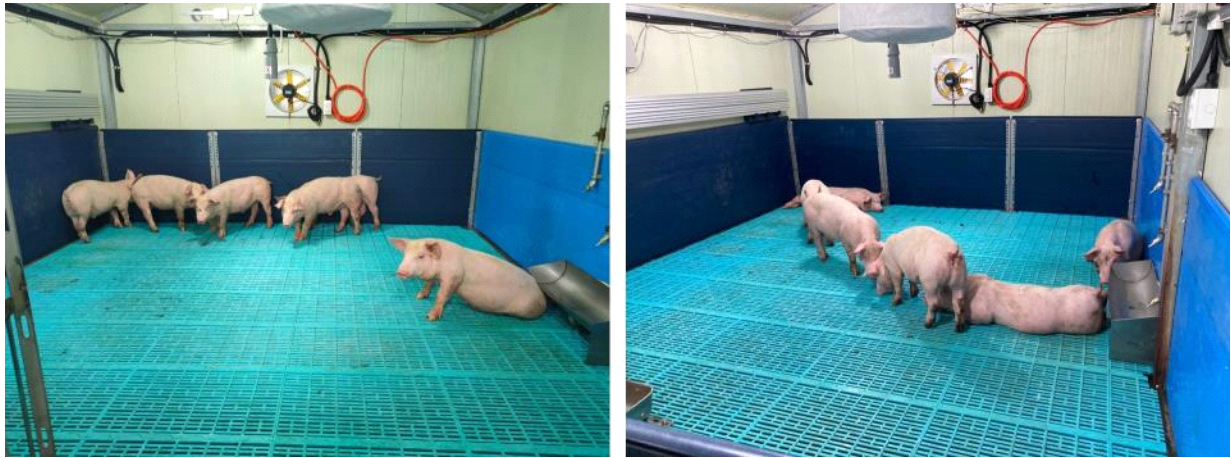


그림 97. 실험돈사 내 돼지 입실

2) 실험돈사(테스트베드) 내부 환경정보 수집 및 분석

□ 실험돈사 내부 온도 및 상대습도 데이터 수집

- 실내 온도(Indoor Air Temperature; IAT) 뿐만 아니라 실내 상대습도(Indoor Relative Humidity; IRT)는 대표적인 환경변수임
- 일반적으로 실내 온도 약 16~25℃, 실내 상대습도 약 60~80%가 최적 환경조건으로 제시됨, 이러한 환경을 열환경중립(Thermal Neutral Zone; TNZ)이라고 함
- 실험돈사 내 최적 온도 및 상대습도 범위를 유지하기 위해 상대습도 기반 복합 환경 제어 시스템(Rich H2, Humitem, Korea)을 적용함 <그림 80>
- 실험돈사 내 실험돈 입실 후 상대습도 기반 복합환경 제어 컨트롤러를 통한 제어 시, 컨트롤러의 온습도 센서를 통해 수집된 온도 및 상대습도, 적합 온도 뿐만 아니라 입기팬(Upper), 순환팬(Under), 배기팬(Second) 각각 가동률 데이터를 수집함
- 환경 및 가동률 데이터는 실험일 기준 약 14일 간(Day 1~7, 2회) 데이터를 수집함
- 상대습도 기반 복합환경 제어 컨트롤러의 온습도 데이터를 포함한 입기팬, 순환팬, 배기팬 각각의 가동률 데이터는 컨트롤러 간 RS485 통신 기반 데이터를 1분 단위로 수집하였으며 수집된 데이터는 Microsoft Access를 통해 실시간 저장됨

ID	IN2_Hour	IN2_Minute	IN2_Day	IN2_Hour	IN2_Minute	IN2_Hum	IN2_Temp	IN2_Cover	IN2_Upper	IN2_Secare	IN2_Threid	IN2_Fourth	IN2_Overt	IN2_Damp	IN2_D
2	2021	10	20	12	28	47.7	26.4	33.3	0	0	0	0	0	0	0
3	2021	10	20	12	29	47.9	26.4	33.3	0	0	0	0	0	0	0
4	2021	10	20	12	30	48.2	26.5	33.2	0	0	0	0	0	0	0
5	2021	10	20	12	31	48.5	26.6	33.2	0	0	0	0	0	0	0
6	2021	10	20	12	32	48.8	26.7	33.1	0	0	0	0	0	0	0
7	2021	10	20	12	33	49	26.7	33.1	0	0	0	0	0	0	0
8	2021	10	20	12	34	49.1	26.8	33.1	0	0	0	0	0	0	0
9	2021	10	20	12	35	49.2	26.9	33.1	0	0	0	0	0	0	0
10	2021	10	20	12	36	49.3	26.9	33.1	0	0	0	0	0	0	0
11	2021	10	20	12	37	49.4	27	33	0	0	0	0	0	0	0
12	2021	10	20	12	38	49.5	27	33	0	0	0	0	0	0	0
13	2021	10	20	12	39	49.6	27.1	33	0	0	0	0	0	0	0
14	2021	10	20	12	40	49.7	27.1	33	0	0	0	0	0	0	0
15	2021	10	20	12	41	49.9	27.2	33	0	0	0	0	0	0	0
16	2021	10	20	12	42	49.9	27.3	33	0	0	0	0	0	0	0
17	2021	10	20	12	43	50	27.4	33	0	0	0	0	0	0	0
18	2021	10	20	12	44	50.1	27.5	32.9	0	0	0	0	0	0	0
19	2021	10	20	12	45	50.1	27.5	32.9	0	0	0	0	0	0	0
20	2021	10	20	12	46	50	27.6	33	0	0	0	0	0	0	0
21	2021	10	20	12	47	50	27.7	33	0	0	0	0	0	0	0
22	2021	10	20	12	48	50	27.8	33	0	0	0	0	0	0	0
23	2021	10	20	12	49	50.1	27.9	32.9	0	0	0	0	0	0	0
24	2021	10	20	12	50	50.1	27.9	32.9	0	0	0	0	0	0	0
25	2021	10	20	12	51	50.1	28	32.9	0	0	0	0	0	0	0
26	2021	10	20	12	52	50.1	28.1	32.9	0	0	0	0	0	0	0
27	2021	10	20	12	54	50.1	28.1	32.9	0	0	0	0	0	0	0
28	2021	10	20	12	55	50.1	28.1	32.9	0	0	0	0	0	0	0
29	2021	10	20	12	56	50	28.2	33	0	0	0	0	0	0	0
30	2021	10	20	12	57	50	28.2	33	0	0	0	0	0	0	0
31	2021	10	20	12	58	49.9	28.2	33	0	0	0	0	0	0	0
32	2021	10	20	12	59	49.8	28.3	33	0	0	0	0	0	0	0
33	2021	10	20	13	0	49.7	28.3	33	0	0	0	0	0	0	0
34	2021	10	20	13	1	49.6	28.3	33	0	0	0	0	0	0	0
35	2021	10	20	13	2	49.4	28.4	33	0	0	0	0	0	0	0

그림 98. 수집된 데이터

표 45. 복합 환경제어 컨트롤러 기반 수집 데이터

항목	Temperature	Relative Humidity	Correct temp. ¹	Upper Speed ²	Under Speed ³	Second Speed ⁴
단위	deg. C	%	deg. C	%	%	%

- 1 : 온도 및 상대습도 기반 적합 온도(℃)
- 2 : 입기팬 가동율(20~100%)
- 3 : 순환팬 가동율(20~100%)
- 4 : 측벽면 배기팬 가동율(20~100%)

□ 상대습도 기반 체감온도 제어를 위한 측사 적합 온도 계산

- 상대습도 기반 복합환경 제어 컨트롤러를 통해 수집된 온도 및 상대습도를 바탕으로 계산된 상대습도 기반 측사 체감 온도 제어를 위한 적합 온도(Correct temperature) 값을 분석함
- 측사 적합 온도는 상대습도 기반 복합 환경제어 컨트롤러를 통해 개발된 알고리즘을 통해 계산 및 분석을 수행함(휴미템, 2021)
- 상대습도 기반 측사 체감 온도 제어를 위한 적합 온도 계산 알고리즘은 측사 내 컨트롤러를 통해 설정된 최적 온도 값 및 상대습도 값과 센서를 통해 측정된 온도 및 상대습도 값을 기반으로 계산을 수행함

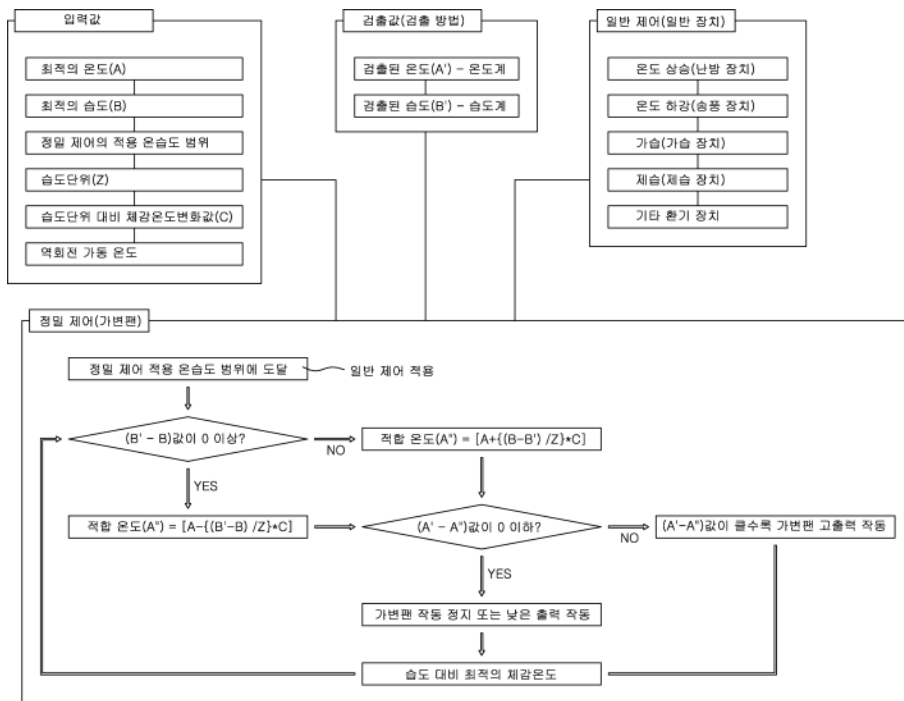


그림 99. 상대습도 기반 최적 체감 온도 제어 방법 (휴미템, 2013)

- 측사로부터의 입력값(환경제어를 위한 영향인자)
 - * 사용자에게 의해 설정된 최적 온도(A)와 최적 습도(B)
 - * 현재 측사 내부에서 측정된 온도(A')와 습도(B')
 - * 정밀 제어를 위한 온습도의 적용 범위
 - * 온도를 변경하는 기준이 되는 습도(Z; 5)
 - * 습도 단위 대비 체감온도 변화 값(C; 0.5)

- 최적의 체감온도를 맞추기 위한 적합 온도 계산
 - * 측정된 습도(B')가 최적 습도(B)보다 같거나 높은 경우($B \geq B'$)
 - 적합 온도 " $[A - ((B' - B) / Z \times C)]$ (Eq. 1)
 - * 측정된 습도(B')가 최적 습도(B)보다 낮은 경우($B < B'$)
 - 적합 온도 $A'' = [A + ((B - B') / Z \times C)]$ (Eq. 2)

□ 상대습도 기반 및 온도 기반 환경제어 비교 분석

- 본 연구개발 목표인 축사 내 상대습도 기반 복합환경 제어 시스템 적용 시, 내부 온도 및 상대습도 값을 통해 적합 온도 계산에 따른 제어 전략의 검증이 필요함, 따라서 이를 위해 대부분 축사에서 활용하고 있는 온도 기반 환경제어 컨트롤러 간 비교, 분석을 실시함
- 상대습도 기반 복합환경 제어 시스템은 축사 내 최적 온도 및 상대습도 설정 값을 기반으로 측정된 온도 및 상대습도 값을 통해 체감 온도를 계산, 이를 통해 환경 관리를 위한 제어를 실시함, 온도 기반 환경 제어 시스템은 온도 값을 통해 환경 제어를 실시함
- 축사 내부 최적 온도 범위를 약 18~30℃로 가정, 목표 온도 값 설정은 30.0~18.0℃의 범위 내 24시간마다 2.0℃ 변경에 따른 상대습도 기반 축사 내부 적합 온도 계산 및 이를 통한 제어 값 변화를 확인함, 실험 전 실험돈사 최적 온도는 약 27℃ 설정함

표 46. 축사 적합 온도 계산을 위한 실험기간별 설정온도 값

구분	실험기간 및 설정온도 값(℃)						
상대습도 기반 환경제어	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6	Day 7
	30.0	28.0	26.0	24.0	22.0	20.0	18.0
온도 기반 환경제어	Day 8	Day 9	Day 10	Day 11	Day 12	Day 13	Day 14
	30.0	28.0	26.0	24.0	22.0	20.0	18.0

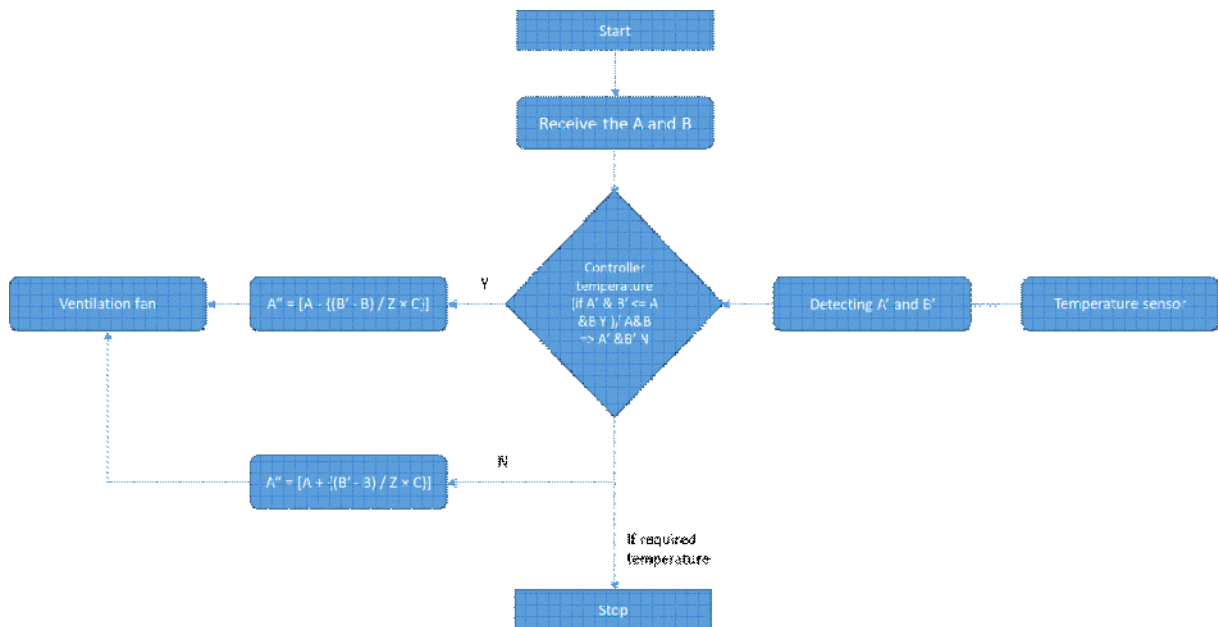


그림 100. 상대습도 기반 복합 환경 제어 시스템 개념도

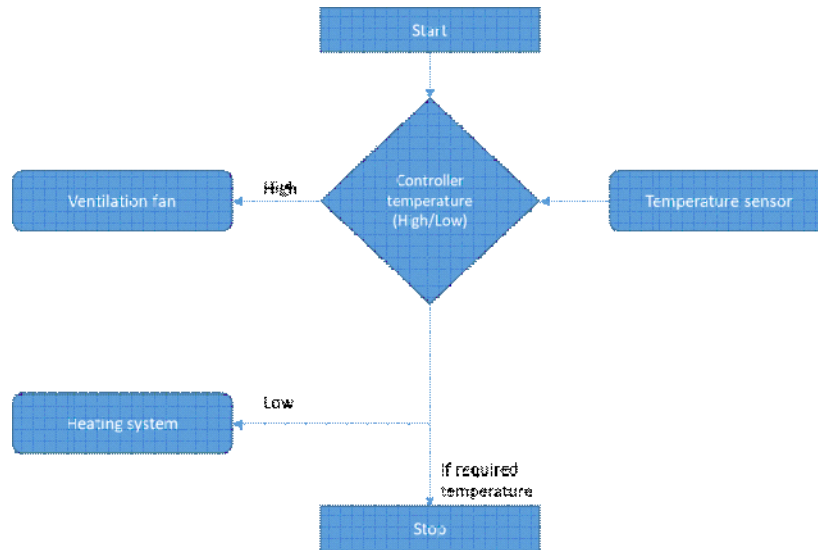


그림 101. 온도 기반 환경 제어 시스템 개념도

- 상대습도 기반 복합환경 제어 컨트롤러 적용을 통해 실험돈사 내 온도 및 상대습도, 그리고 이를 바탕으로 계산된 적합 온도, 입기팬, 순환팬, 배기팬 가동 결과는 <그림 87, 표 45>와 같음
- 실험은 상대습도 기반 환경제어를 수행한 Day 1~7을 대상으로 데이터를 수집, 분석을 수행함
- 상대습도 기반 및 온도 기반 환경제어 컨트롤러 적용을 통한 데이터 분석을 위해 입기팬과 순환팬은 컨트롤러 상 가동되어 데이터는 수집하였으나, 실제 공조기에서는 가동하지 않음
- 실험돈사 상부에 위치한 입기팬(Upper)과 공조기 하단부에 위치한 순환팬(Under)은 실험 계획 상 입기 및 가동을 차단하였기 때문에 입기에 의한 영향은 없을 것으로 판단됨
- 상대습도 기반 복합환경 제어 컨트롤러 적용을 통해 실험기간 동안 실험돈사 내부 온도는 최고 약 31.6℃, 최저 약 17.7℃로 측정되었으며 평균 약 23.8±3.99℃로 측정됨
- 실험돈사 내부 상대습도 결과는 최고 약 60.4%, 최저 약 35.4%, 평균 약 52.1±5.45%로 측정됨, 이는 실험돈사 내부 상대습도 최적 설정값 70% 보다 낮음을 알 수 있음
- 실험돈사 내부 최적 온도 및 상대습도 설정값과 측정된 온도 및 상대습도 값을 통해 계산된 적합 온도는 실험기간 중 약 최고 35.0℃, 최소 약 19.7℃, 평균 26.6±4.11℃로 측정됨
- 실험돈사 내부 배기팬(Second) 가동은 설정 값인 최저 20%에서 최고 100%로 각각 가동됨을 알 수 있음, 최적 온도 설정 값을 2.0℃ 단위로 낮춤에 따라 배기팬 가동 시간이 늘어나는 경향을 알 수 있음

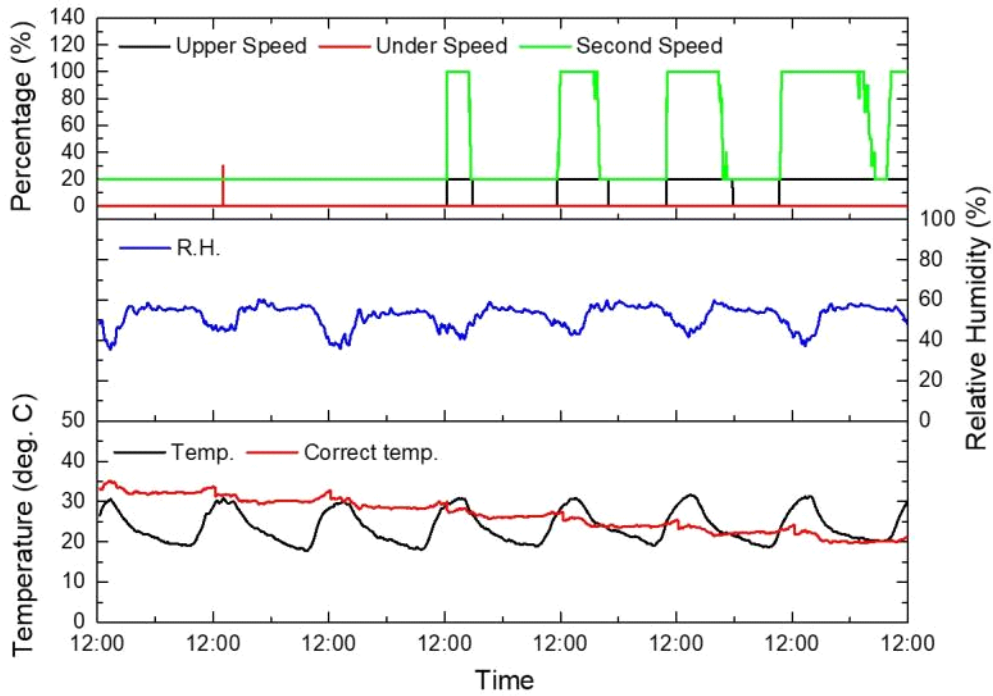


그림 102. 실험돈사 환경정보 및 가동을 결과 (Day 1~7)

표 47. 상대습도 기반 복합 환경제어 컨트롤러를 통한 데이터 분석 결과 (Day 1~7)

구 분	온도(℃)	상대습도(%)	적합 온도(℃)	입기팬(%)*	순환팬(%)*	배기팬(%)
최대값(Max.)	31.6	60.4	35.0	30.0	30.0	100.0
최소값(Min.)	17.7	35.4	19.7	0.0	0.0	20.0
평균값(Avg.)	23.8	52.1	26.6			
표준편차(S.D.)	3.99	5.45	4.11			
표준오차(S.E.)	0.04	0.06	0.04			

* 입기팬 및 순환팬은 공조기에서 가동하지 않음

- 온도 기반 환경제어 컨트롤러 적용을 통해 실험돈사 내 온도 및 상대습도, 그리고 이를 바탕으로 계산된 적합 온도, 배기팬 가동 결과는 <그림 88, 표 46>과 같음
- 실험은 온도 기반 환경제어를 수행한 Day 8~14를 대상으로 데이터를 수집, 분석을 수행함
- 마찬가지로, 온도 기반 환경제어 컨트롤러 적용 시 입기팬(Upper)과 순환팬(Under)은 컨트롤러 상 가동되어 데이터는 수집하였으나, 실제 공조기에서는 가동하지 않음

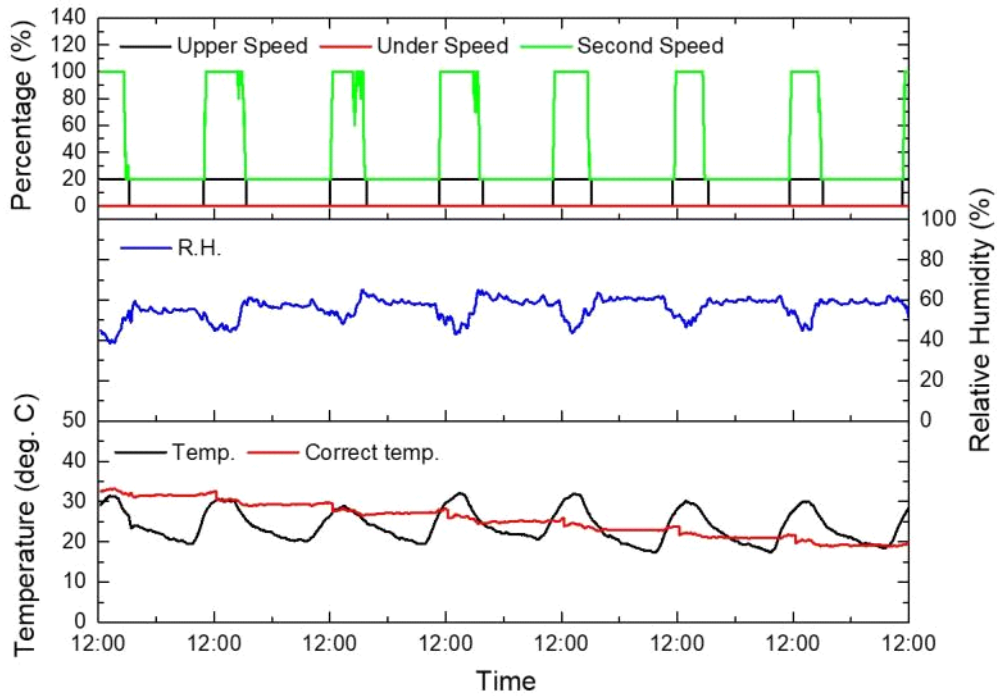


그림 103. 실험돈사 환경정보 및 가동율 결과 (Day 8~14)

- 온도 기반 환경제어 컨트롤러 적용을 통해 실험기간 동안 실험돈사 내부 온도는 최고 약 32.0℃, 최저 약 17.4℃로 측정되었으며 평균 약 23.9±3.96℃로 측정됨
- 실험돈사 내부 상대습도 결과는 최고 약 65.1%, 최저 약 38.5%, 평균 약 56.0±5.15%로 측정됨
- 온도 기반 환경제어 컨트롤러의 경우, 수집된 온도 및 상대습도 값을 바탕으로 적합 온도를 계산하여 분석을 수행함
- 실험돈사 내부 최적 온도 및 상대습도 설정값과 측정된 온도 및 상대습도 값을 통해 계산된 적합 온도는 실험기간 중 약 최고 33.2℃, 최소 약 18.8℃, 평균 25.4±4.17℃로 측정됨
- 실험돈사 내부 배기팬(Second) 가동은 설정 값인 최저 20%에서 최고 100%로 각각 가동됨을 알 수 있음

표 48. 온도 기반 환경제어 컨트롤러를 통한 데이터 분석 결과 (Day 8~14)

구분	온도(℃)	상대습도(%)	적합 온도(℃)	입기팬(%)*	순환팬(%)*	배기팬(%)
최대값(Max.)	32.0	65.1	33.2	20.0	0.0	100.0
최소값(Min.)	17.4	38.5	18.8	0.0	0.0	20.0
평균값(Avg.)	23.9	56.0	25.4			
표준편차(S.D.)	3.96	5.15	4.17			
표준오차(S.E.)	0.04	0.05	0.04			

* 입기팬 및 순환팬은 공조기에서 가동하지 않음

□ 온습도지수(THI) 기반 돼지 등부 표면온도(PBT) 분석

- 가축더위지수 혹은 온습도지수(THI; Temperature-Humidity Index)는 기온과 상대습도를 이용하여 가축이 받는 열 스트레스를 지수로 표현함(국립축산과학원, 2021; Ekine-Dzivenu et al., 2020; NRC, 1971)
- 온습도지수 계산 식은 아래 <Eq. 3>와 같음

$$HI = (1.8 \times T + 32) - [(0.55 - 0.0055 \times RH) \times (1.8 \times T - 26.8)] \dots\dots\dots (Eq. 3)$$

where, RH : Relative Humidity (%); T : Temperature ()

- 국립축산과학원(2021)에 따르면, THI 지수 64~72 범위는 주의, 73~82 범위는 경계, 83~92 범위는 위험, 93~ 범위는 심각으로 판단함

표 49. 온도 및 상대습도 기반 돼지 가축더위지수(THI) (농촌진흥청, 2021)

H \ T	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
40	65	66	67	69	70	71	72	73	75	76	77	78	79	81	82	83	84	85	87	88	89
45	65	66	68	69	70	71	73	74	75	77	78	79	80	82	83	84	85	87	88	89	90
50	65	67	68	69	71	72	73	75	76	77	79	80	81	82	84	85	86	88	89	90	92
55	66	67	68	70	71	72	74	75	77	78	79	81	82	83	85	86	89	89	90	91	93
60	66	67	69	70	72	73	74	76	77	79	80	81	83	84	86	87	88	90	91	93	94
65	66	68	69	71	72	73	75	76	78	79	81	82	84	85	87	88	89	91	92	94	95
70	66	68	69	71	72	74	76	77	79	80	82	83	85	86	88	89	91	92	94	95	97
75	67	68	70	71	73	74	76	78	79	81	82	84	85	87	88	90	92	93	95	96	98
80	67	69	70	72	73	75	77	78	80	81	83	85	86	88	89	91	93	94	96	97	99
85	67	69	71	72	74	75	77	79	80	82	84	85	87	89	90	92	94	95	97	99	100
90	67	69	71	73	74	76	78	79	81	83	85	86	88	90	91	93	95	96	98	100	102
95	68	69	71	73	75	76	78	80	82	84	85	87	89	91	92	94	96	98	99	101	103
100	68	70	72	73	75	77	79	81	82	84	86	88	90	91	93	95	97	99	100	102	104
THI	주의(64~72)			경계(73~82)					위험(83~92)					심각(93~)							

- 실험기간 내 Day 1~7, 8~14의 내부 온도 및 상대습도를 이용한 THI 지수 결과는 <그림 89, 표 48>과 같음
- 상대습도 기반 환경제어를 수행한 Day 1~7의 THI 지수 최대값은 77~80, 최소값은 63~66, 평균값은 70~71의 범위로 주의 혹은 경계 범위 내 있는 것으로 계산됨
- 온도 기반 환경제어를 수행한 Day 8~14의 THI 지수 최대값은 78~81, 최소값은 62~67, 평균값은 70~73의 범위로 마찬가지로 주의 혹은 경계 범위 내 있는 것으로 계산됨

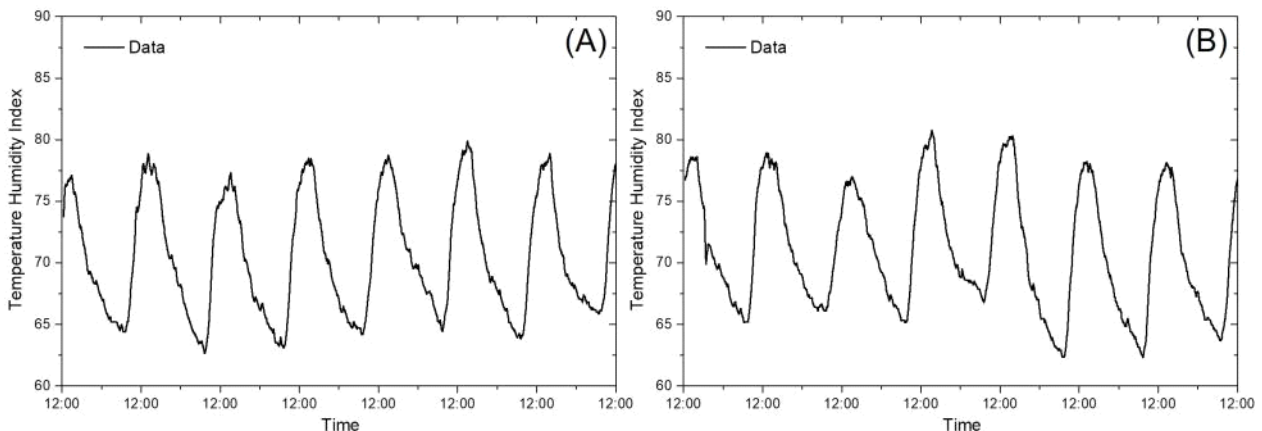


그림 104. 실험기간 내 THI 지수 결과; (A) Day 1~7, (B) Day 8~14

표 50. 실험기간 내 THI 지수 결과 (Day 1~7, 8~14)

구 분	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6	Day 7
최대값(Max.)	78	79	77	78	79	80	79
최소값(Min.)	64	63	63	64	64	64	66
평균값(Avg.)	70	70	70	70	71	71	71
구 분	Day 8	Day 9	Day 10	Day 11	Day 12	Day 13	Day 14
최대값(Max.)	79	79	79	81	80	78	78
최소값(Min.)	65	66	65	67	62	62	64
평균값(Avg.)	71	71	71	73	70	70	70

○ Basak et al. (2020)은 실험돈사 내 온도 및 상대습도, 돼지 등부 표면온도 측정 데이터를 통해 온습도지수(THI)와 돼지 등부 표면온도(PBT) 간 연관성을 분석함(Basak et al., 2020)

$$PBT = 0.19THI + 19.20 \quad \dots\dots\dots (Eq. 4)$$

where, *PBT*: Predicting Pig's Body Surface Temperature (),
THI: Temperature Humidity Index

- Basak et al. (2020)은 연구를 통해 온도(T) 모델, 상대습도(H) 모델, 온습도(TH) 모델, 온습도지수(THI) 모델 중 온습도지수(THI) 모델이 훈련($R^2=0.72$, RMSE=0.80, RSE=0.26, MAPE=2.08) 및 검증($R^2=0.74$, RMSE=1.10, RSE=0.40, MAPE=2.80) 단계에서 모두 돼지 등부 표면온도(PBT)를 정확히 예측하기 위한 가장 적합한 모델로 선정함
- 따라서 실험기간 동안 계산된 THI 지수를 통해 돼지 등부 표면온도(PBT) 예측 결과를 분석함
- 실험기간 내 돼지 등부 표면온도(PBT) 예측 결과는 Day 1~7 내 최대값 33.9~34.4℃, 최소값 31.1~31.7℃, 평균값 32.4~32.8℃와 같음, Day 8~14 내 최대값 34.0~34.5℃, 최소값 31.0~31.9℃, 평균값 32.5~33.0℃와 같음

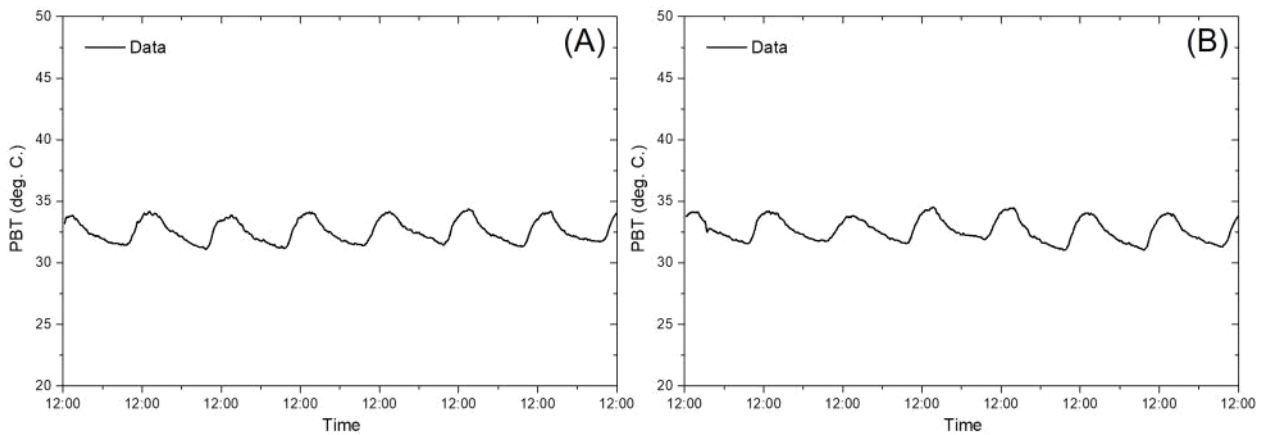


그림 105. 실험기간 내 PBT 결과; (A) Day 1~7, (B) Day 8~14

표 51. 실험기간 내 PBT 결과 (Day 1~7, 8~14)

구분	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6	Day 7
최대값(Max.)	34.0	34.2	33.9	34.1	34.2	34.4	34.2
최소값(Min.)	31.4	31.1	31.2	31.4	31.4	31.3	31.7
평균값(Avg.)	32.4	32.6	32.4	32.5	32.8	32.6	32.7
구분	Day 8	Day 9	Day 10	Day 11	Day 12	Day 13	Day 14
최대값(Max.)	34.1	34.2	34.1	34.5	34.5	34.1	34.0
최소값(Min.)	31.6	31.8	31.6	31.9	31.0	31.0	31.3
평균값(Avg.)	32.8	32.7	32.8	33.0	32.5	32.5	32.5

- 실험돈사 내부 측정된 온도 및 상대습도와 온습도지수(THI)를 통해 계산된 돼지 등부 표면 온도(PBT) 간 관계를 분석함 <그림 91, 100>
- Day 1~7, 8~14 내 실험돈사 내부 측정된 온도 및 PBT 간 결정계수(R^2)는 0.99, 0.99, 상대습도 및 PBT 간 결정계수(R^2)는 0.58, 0.51로 각각 분석됨

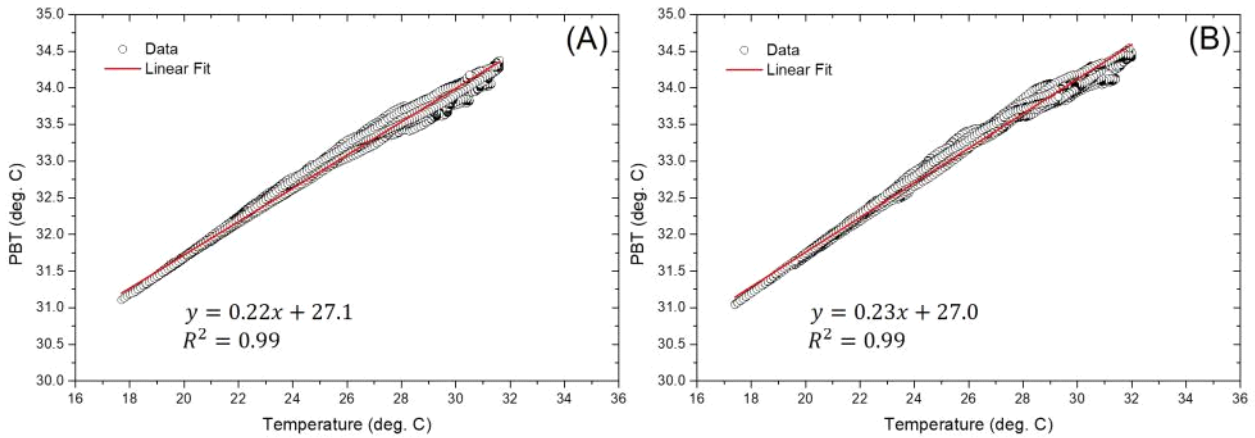


그림 106. 실험돈사 내부 온도 및 PBT 예측값 간 분석; (A) Day 1~7, (B) Day 8~14

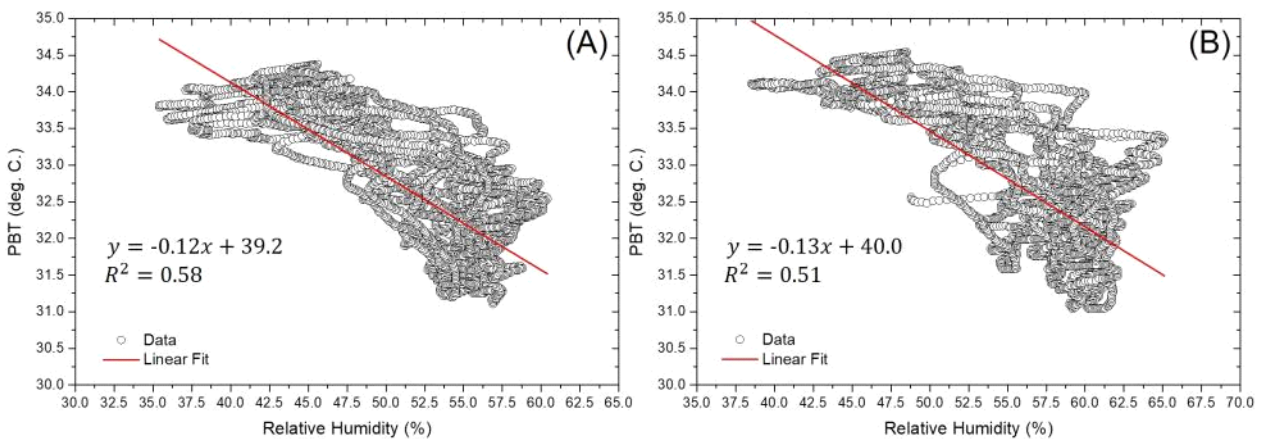


그림 107. 실험돈사 내부 상대습도 및 PBT 예측값 간 분석; (A) Day 1~7, (B) Day 8~14

- 실험돈사 내부 최적 온도 및 최적 상대습도 설정값과 측정된 온도 및 상대습도 값을 통해 계산된 실험돈사 적합 온도를 통해 PBT 예측값 간 분석함 <그림 93>
- 실험돈사 적합 온도 및 PBT 예측값 간 비선형적 관계를 나타냄, Day 1 및 Day 7의 결정계수(R^2)는 각 0.74, 0.81로 분석됨

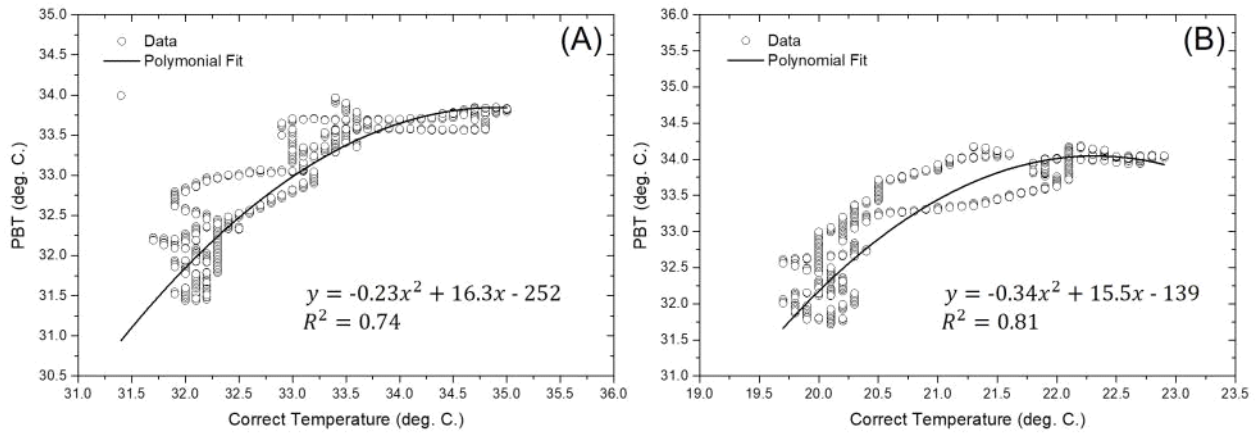


그림 108. 실험돈사 내부 적합온도 및 PBT 예측값 간 분석; (A) Day 1, (B) Day 7

3) 실증 축산 농가 대상 분석

□ 실증 축산 농가(비육돈사 A, B) 대상 내부 환경정보 분석

- 실증 축산 농가는 경남 고성군 소재의 비육돈사 2동(A, B)를 대상으로 실험을 수행함 (34°57'32.9" N, 128°08'03.0" E)
- 실증 비육돈사 A, B의 크기는 폭 11.9 m, 길이 14.4 m, 측고 2.4 m, 동고 3.9 m와 같음
- 환경관리는 상대습도 기반 복합 환경 제어 시스템이 적용된 비육돈사(A)의 경우, 온습도 센서를 통해 수집된 데이터를 바탕으로 비육돈사 천장 위치에 설치된 환기팬 3개(Φ350)의 제어를 통해 수행함
- 마찬가지로, 비육돈사 B는 관행의 온도 기반 환경 제어 시스템을 통해 천장 위치에 설치된 환기팬 3개(Φ350)의 제어를 실시함
- 비육돈사 내부 환기를 위한 입기는 비육돈사 A의 경우 입구로부터 설치된 약 10.9 m의 사각 덕트를 통해 음압식 환기를 수행함
- 비육돈사 B는 돈사 입구 및 출구 벽면으로부터 각각 설치된 5.4 m 크기의 사각덕트를 통해 음압식 환기를 수행함
- 비육돈사(A, B)는 돈사별 비육돈 사육 공간 6칸으로 구성되었으며, 칸당 약 20~25두의 비육돈 사육 가능함
- 실증 실험에 따른 실험 대상 비육돈은 요크셔*듀록 삼원 교잡종 품종으로 입실 시 평균 약 50 kg의 비육돈을 대상으로 하였음
- 실증 실험에 따른 비육돈사(A, B) 내 사육 두수는 실험기간 동안 각각 120두를 사육함

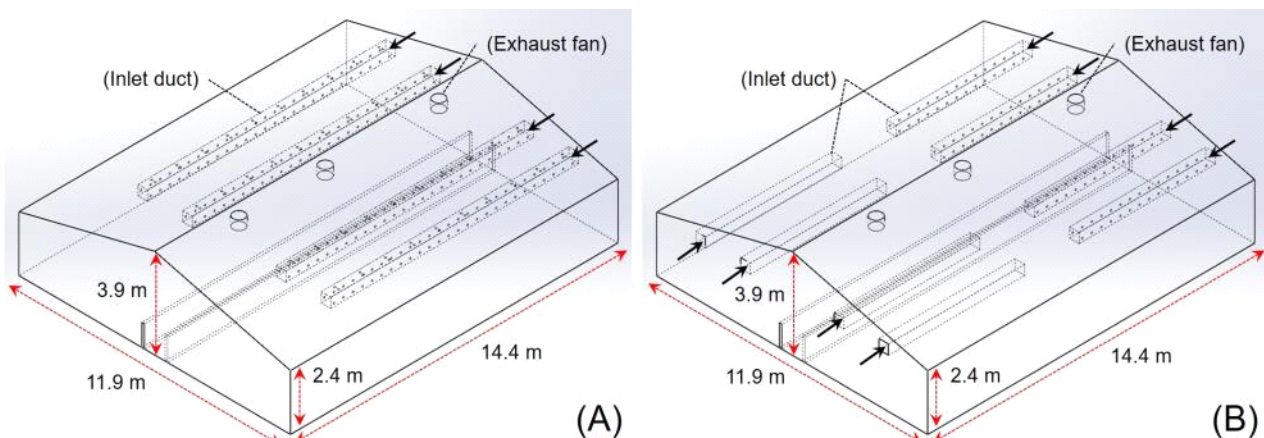


그림 109. 실증 축산 농가 개략도; (A) 비육돈사 A, (B) 비육돈사 B

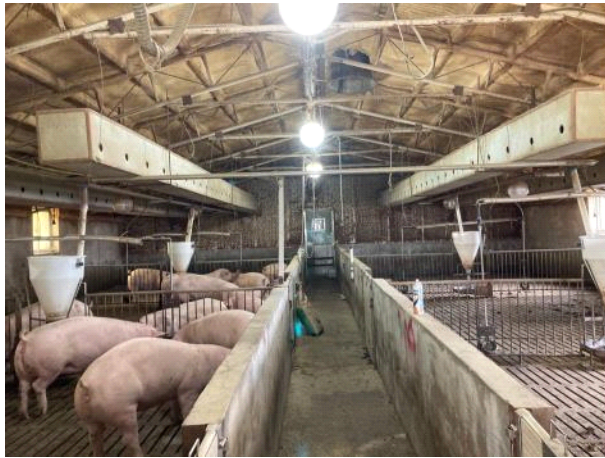


그림 110. 실증 축산 농가 내부 사진 (1)

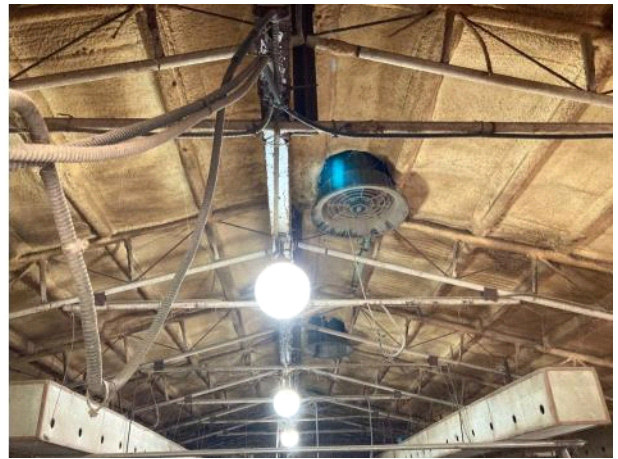


그림 111. 실증 축산 농가 내부 사진 (2)

- 실증 축산 농가 내 비육돈사(A, B)를 대상으로 온도 및 상대습도, CO₂ 환경정보 수집을 위해 환경 센서를 설치함
- 환경 센서는 A, B 비육돈사별 3지점(A-1, A-2, A-3, B-1, B-2, B-3), 총 6개를 설치함
- 환경 센서는 비육돈사 구조 및 돼지 간섭을 방지하기 위해 <그림 97>과 같이 비육돈사 사육 칸막이를 지지대로 약 1.2 m 높이에 설치함
- 환경 센서를 통해 수집된 데이터는 무선을 통해 데이터 수집기 및 서버로 송신, 저장됨
- 환경 데이터는 10분 간격으로 수집을 실시함



그림 112. 실증 축산 농가 내 환경 센서 설치 (A)



그림 113. 실증 축산 농가 내 환경 센서 설치 (B)

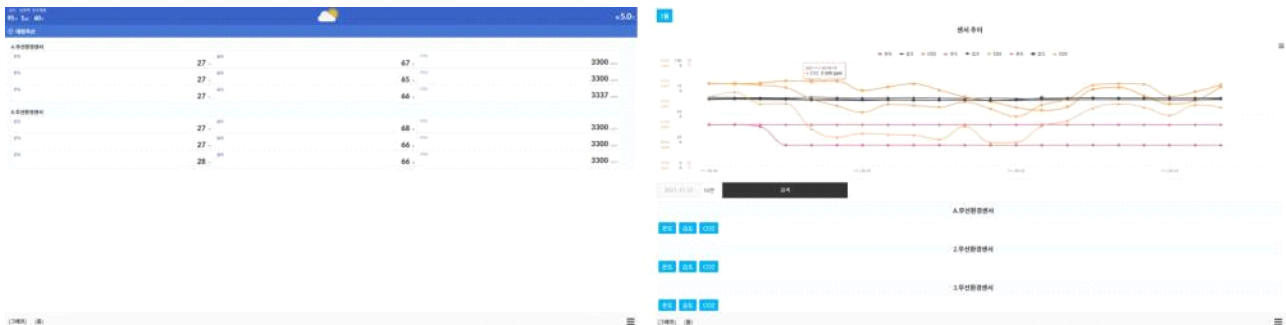


그림 114. 실증 축산 농가 환경 데이터 수집 및 저장

- 수집된 데이터를 통해 실험기간(Day 1~10) 중 온도 및 상대습도, CO₂ 농도 분포를 분석함
- 실험 기간 중 비육돈사 A, B의 온도 및 상대습도, CO₂ 농도는 <그림 100>과 같음
- 실험 기간 중 비육돈사 A, B의 온도는 최고 약 28.0℃, 최저 20.2, 21.4℃, 평균 약 25.1±1.50℃, 26.3±0.95℃로 비육돈사 설정 온도 값 27.0℃와 유사한 분포로 측정됨
- 실험기간 중 비육돈사 A, B의 상대습도는 최고 약 93.0, 92.5%, 평균 약 61.0±4.08%, 62.0±6.68%로 각각 측정됨, 비육돈사 상대습도 목표 설정 값 70%보다 약 평균 10% 낮게 분포함을 알 수 있음
- 실험기간 중 비육돈사 A, B의 CO₂ 농도는 최고 약 3,312 ppm, 3,338 ppm, 평균 약 2,278.8±416.69 ppm, 2,550.9±446.78 ppm으로 각각 측정됨, 비육돈사 B의 평균 CO₂ 농도가 약 270 ppm 높은 것으로 나타남
- 실험기간 동안의 비육돈사 A, B의 온도 분포는 온도 기반 제어 시스템이 적용된 비육돈사 B가 목표 설정 온도 값인 27.0℃로 일정하게 유지됨을 알 수 있으나, 상대습도의 편차는 더 큰 것으로 나타남, 이는 비육돈사 A에 적용된 상대습도 기반 복합 환경 제어 시스템을 통해 검출된 온도 및 상대습도 결과를 고려한 제어가 이루어졌기 때문인 것으로 판단되며 각 비육돈사 내부 데이터를 바탕으로 온도 및 상대습도를 고려한 체감온도를 분석할 예정임

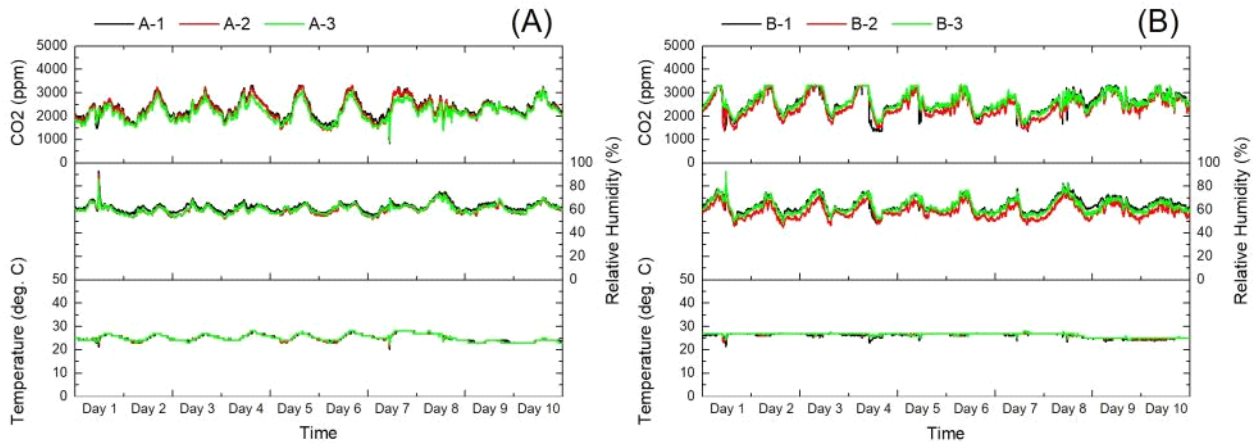


그림 115. 실증 축산 농가 환경 데이터; (A) 비육돈사 A, (B) 비육돈사 B

표 52. 실증 축산 농가 데이터 분석 (Day 1~10)

구 분	Temperature (°C)		Relative Humidity (%)		CO ₂ (ppm)	
	A	B	A	B	A	B
최대값(Max.)	28.0	28.0	93.0	92.5	3312.0	3338.0
최소값(Min.)	20.2	21.4	51.6	44.7	831.0	1340.0
평균값(Avg.)	25.1	26.3	61.0	62.0	2278.8	2550.9
표준편차(S.D.)	1.50	0.95	4.08	6.68	416.69	446.78
표준오차(S.E.)	0.02	0.01	0.06	0.10	6.34	6.80

- 실험기간 중 Day 1, 2의 비육돈사 A, B 각각 내부 온도 및 상대습도, CO₂ 농도 분포 결과는 <그림 101>과 같음
- 실험 기간 중 Day 1의 비육돈사 A, B의 온도는 최고 약 27.0°C, 평균 25.2±1.12°C, 26.7±0.72°C로 각각 측정됨, 상대습도는 최고 약 93.0%, 92.5%, 평균 약 62.1±4.68%, 62.6±8.31%로 측정됨, CO₂ 농도는 최고 약 2,760 ppm, 3,315 ppm, 평균 약 2,163.7 ppm, 2,422.4 ppm으로 측정됨
- 실험 기간 중 Day 2의 비육돈사 A, B의 온도는 최고 약 27.0°C, 27.2°C, 평균 24.9±1.26°C, 26.9±0.33°C로 각각 측정됨, 상대습도는 최고 약 65.2%, 75.4%, 평균 약 58.3±2.86%, 60.0±6.31%로 측정됨, CO₂ 농도는 최고 약 3,252 ppm, 3,315 ppm, 평균 약 2,183.4 ppm, 2,593.4 ppm으로 측정됨

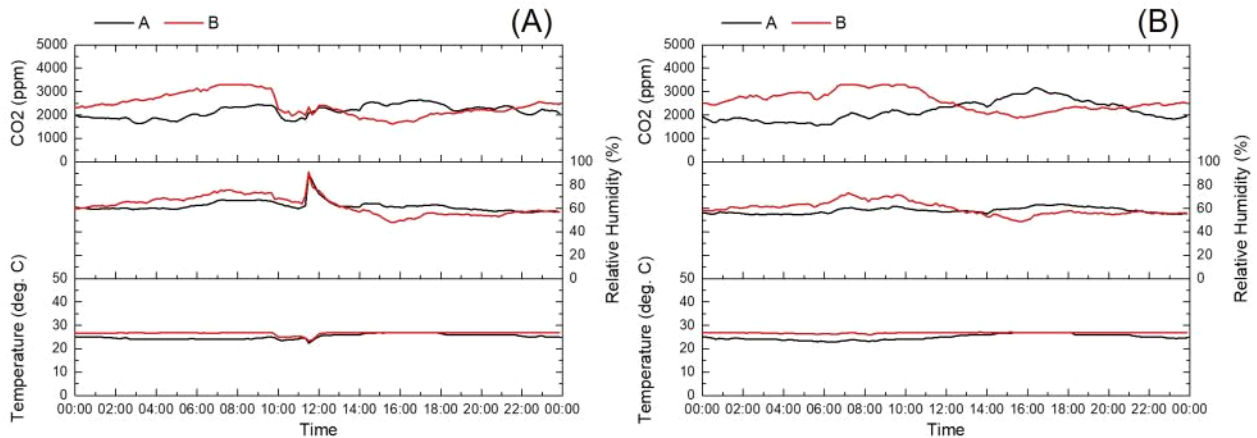


그림 116. 실증 축산 농가 환경 데이터; (A) Day 1, (B) Day 2

표 53. 실증 축산 농가 데이터 분석 (Day 1)

구 분	Temperature (°C)		Relative Humidity (%)		CO ₂ (ppm)	
	A	B	A	B	A	B
최대값(Max.)	27.0	27.0	93.0	92.5	2760.0	3315.0
최소값(Min.)	21.4	21.4	55.6	45.7	1469.0	1367.0
평균값(Avg.)	25.2	26.7	62.1	62.6	2163.7	2422.4
표준편차(S.D.)	1.12	0.72	4.68	8.31	286.53	491.09
표준오차(S.E.)	0.05	0.03	0.23	0.40	13.79	23.63

표 54. 실증 축산 농가 데이터 분석 (Day 2)

구 분	Temperature (°C)		Relative Humidity (%)		CO ₂ (ppm)	
	A	B	A	B	A	B
최대값(Max.)	27.0	27.2	65.2	75.4	3252.0	3315.0
최소값(Min.)	23.0	25.9	52.9	44.7	1502.0	1679.0
평균값(Avg.)	24.9	26.9	58.3	60.0	2183.4	2593.4
표준편차(S.D.)	1.26	0.33	2.86	6.31	438.07	427.10
표준오차(S.E.)	0.06	0.02	0.14	0.30	21.08	20.55

- 실험기간 중 Day 3, 4의 비육돈사 A, B 각각 내부 온도 및 상대습도, CO₂ 농도 분포 결과는 <그림 102>과 같음
- 실험 기간 중 Day 3의 비육돈사 A, B의 온도는 최고 약 27.0°C, 27.5°C, 평균 25.0±1.17°C, 26.8±0.34°C로 각각 측정됨, 상대습도는 최고 약 69.5%, 77.8%, 평균 약 59.9±3.47%, 62.3±6.95%로 측정됨, CO₂ 농도는 최고 약 3,250 ppm, 3,328 ppm, 평균 약 2,302.1 ppm, 2,690.1 ppm으로 측정됨
- 실험 기간 중 Day 4의 비육돈사 A, B의 온도는 최고 약 28.0°C, 27.0°C, 평균 25.7±1.36°C, 26.5±0.71°C로 각각 측정됨, 상대습도는 최고 약 68.4%, 76.0%, 평균 약 60.4±3.29%, 61.1±6.82%로 측정됨, CO₂ 농도는 최고 약 3,304 ppm, 3,322 ppm, 평균 약 2,427.4 ppm, 2,478.8 ppm으로 측정됨

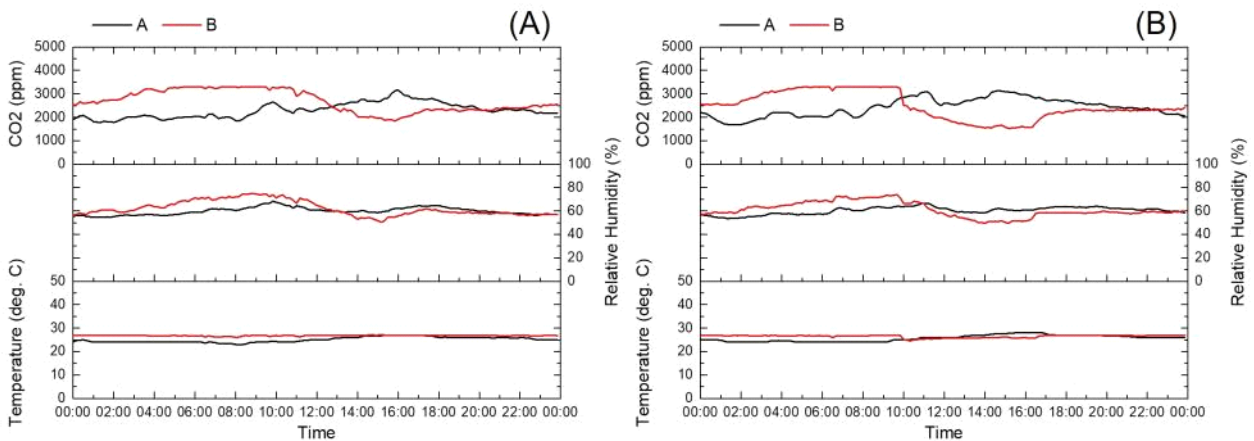


그림 117. 실증 축산 농가 환경 데이터; (A) Day 3, (B) Day 4

표 55. 실증 축산 농가 데이터 분석 (Day 3)

구 분	Temperature (°C)		Relative Humidity (%)		CO ₂ (ppm)	
	A	B	A	B	A	B
최대값(Max.)	27.0	27.5	69.5	77.8	3250.0	3328.0
최소값(Min.)	23.0	25.2	52.8	46.1	1676.0	1641.0
평균값(Avg.)	25.0	26.8	59.9	62.3	2302.1	2690.1
표준편차(S.D.)	1.17	0.34	3.47	6.95	340.26	475.34
표준오차(S.E.)	0.06	0.02	0.17	0.33	16.37	22.87

표 56. 실증 축산 농가 데이터 분석 (Day 4)

구 분	Temperature (°C)		Relative Humidity (%)		CO ₂ (ppm)	
	A	B	A	B	A	B
최대값(Max.)	28.0	27.0	68.4	76.0	3304.0	3322.0
최소값(Min.)	24.0	23.0	51.8	47.5	1605.0	1340.0
평균값(Avg.)	25.7	26.5	60.4	61.1	2427.4	2478.8
표준편차(S.D.)	1.36	0.71	3.29	6.82	403.80	605.70
표준오차(S.E.)	0.07	0.03	0.16	0.33	19.43	29.14

- 실험기간 중 Day 5, 6의 비육돈사 A, B 각각 내부 온도 및 상대습도, CO₂ 농도 분포 결과는 <그림 103>와 같음
- 실험 기간 중 Day 5의 비육돈사 A, B의 온도는 최고 약 28.0°C, 27.0°C, 평균 25.4±1.18°C, 26.7±0.49°C로 각각 측정됨, 상대습도는 최고 약 66.6%, 74.1%, 평균 약 59.9±2.86%, 62.3±4.93%로 측정됨, CO₂ 농도는 최고 약 3,312 ppm, 3,310 ppm, 평균 약 2,215.5 ppm, 2,567.4 ppm으로 측정됨
- 실험 기간 중 Day 6의 비육돈사 A, B의 온도는 최고 약 28.0°C, 27.4°C, 평균 25.4±1.63°C, 26.8±0.37°C로 각각 측정됨, 상대습도는 최고 약 67.6%, 76.7%, 평균 약 60.5±3.61%, 61.6±6.90%로 측정됨, CO₂ 농도는 최고 약 3,303 ppm, 3,338 ppm, 평균 약 2,161.8 ppm, 2,456.3 ppm으로 측정됨

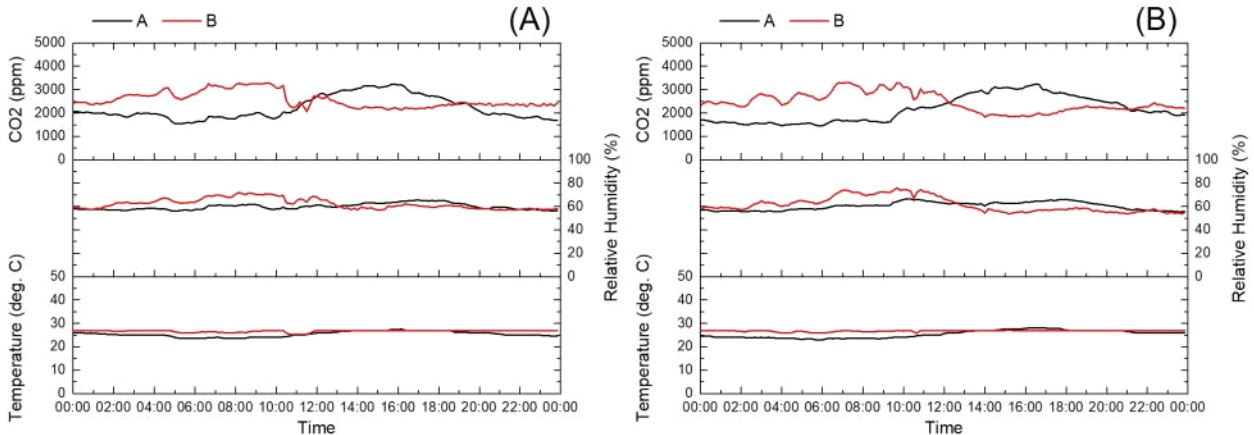


그림 118. 실증 축산 농가 환경 데이터; (A) Day 5, (B) Day 6

표 57. 실증 축산 농가 데이터 분석 (Day 5)

구 분	Temperature (°C)		Relative Humidity (%)		CO ₂ (ppm)	
	A	B	A	B	A	B
최대값(Max.)	28.0	27.0	66.6	74.1	3312.0	3310.0
최소값(Min.)	23.0	24.0	54.8	52.2	1440.0	1657.0
평균값(Avg.)	25.4	26.7	59.9	62.3	2215.5	2567.4
표준편차(S.D.)	1.18	0.49	2.86	4.93	509.27	365.52
표준오차(S.E.)	0.06	0.02	0.14	0.24	24.50	17.59

표 58. 실증 축산 농가 데이터 분석 (Day 6)

구 분	Temperature (°C)		Relative Humidity (%)		CO ₂ (ppm)	
	A	B	A	B	A	B
최대값(Max.)	28.0	27.4	67.6	76.7	3303.0	3338.0
최소값(Min.)	23.0	25.6	54.0	49.9	1369.0	1652.0
평균값(Avg.)	25.4	26.8	60.5	61.6	2161.8	2456.3
표준편차(S.D.)	1.63	0.37	3.61	6.90	571.47	424.08
표준오차(S.E.)	0.08	0.02	0.17	0.33	27.49	20.40

- 실험기간 중 Day 7, 8의 비육돈사 A, B 각각 내부 온도 및 상대습도, CO₂ 농도 분포 결과는 <그림 104>와 같음
- 실험 기간 중 Day 7의 비육돈사 A, B의 온도는 최고 약 28.0°C, 평균 26.4±1.47°C, 26.9±0.40°C로 각각 측정됨, 상대습도는 최고 약 69.8%, 77.6%, 평균 약 60.6±3.89%, 59.1±6.01%로 측정됨, CO₂ 농도는 최고 약 3,243 ppm, 3,127 ppm, 평균 약 2,325.4 ppm, 2,229.9 ppm으로 측정됨
- 실험 기간 중 Day 8의 비육돈사 A, B의 온도는 최고 약 28.0°C, 27.9°C, 평균 25.9±1.27°C, 26.3±0.83°C로 각각 측정됨, 상대습도는 최고 약 75.3%, 82.6%, 평균 약 64.5±5.39%, 65.7±7.66%로 측정됨, CO₂ 농도는 최고 약 2,912 ppm, 3,242 ppm, 평균 약 2,302.7 ppm, 2,517.8 ppm으로 측정됨

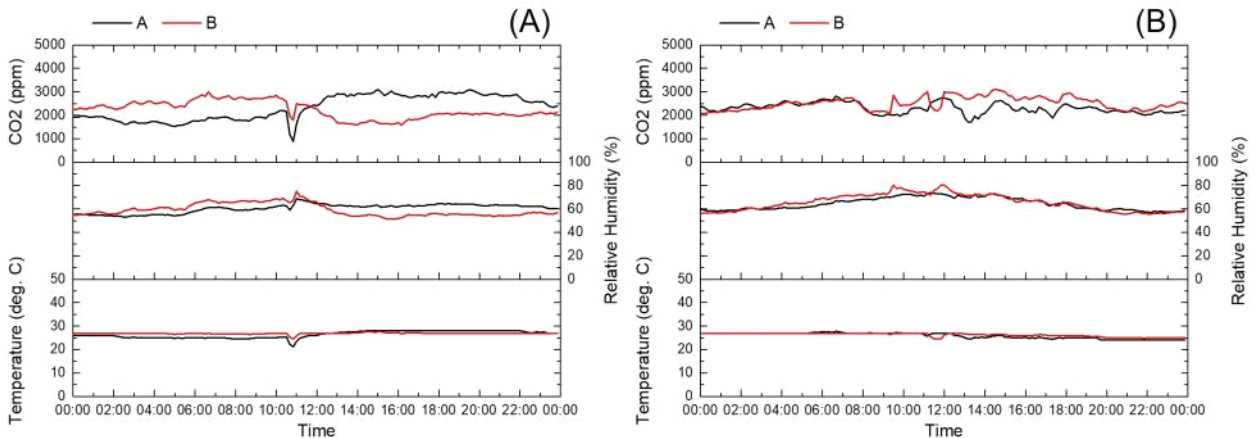


그림 119. 실증 축산 농가 환경 데이터; (A) Day 7, (B) Day 8

표 59. 실증 축산 농가 데이터 분석 (Day 7)

구 분	Temperature (°C)		Relative Humidity (%)		CO ₂ (ppm)	
	A	B	A	B	A	B
최대값(Max.)	28.0	28.0	69.8	77.6	3243.0	3127.0
최소값(Min.)	20.2	23.9	51.6	46.8	831.0	1345.0
평균값(Avg.)	26.4	26.9	60.6	59.1	2325.4	2229.9
표준편차(S.D.)	1.47	0.40	3.89	6.01	552.96	390.48
표준오차(S.E.)	0.07	0.02	0.19	0.29	26.60	18.79

표 60. 실증 축산 농가 데이터 분석 (Day 8)

구 분	Temperature (°C)		Relative Humidity (%)		CO ₂ (ppm)	
	A	B	A	B	A	B
최대값(Max.)	28.0	27.9	75.3	82.6	2912.0	3242.0
최소값(Min.)	23.3	23.4	55.4	49.9	1383.0	1657.0
평균값(Avg.)	25.9	26.3	64.5	65.7	2302.7	2517.8
표준편차(S.D.)	1.27	0.83	5.39	7.66	248.26	304.36
표준오차(S.E.)	0.06	0.04	0.26	0.37	11.94	14.64

- 실험기간 중 Day 9, 10의 비육돈사 A, B 각각 내부 온도 및 상대습도, CO₂ 농도 분포 결과는 <그림 105>와 같음
- 실험 기간 중 Day 9의 비육돈사 A, B의 온도는 최고 약 24.0℃, 26.0℃, 평균 23.5±0.48℃, 24.8±0.43℃로 각각 측정됨, 상대습도는 최고 약 69.9%, 72.9%, 평균 약 61.6±3.00%, 63.2±5.41%로 측정됨, CO₂ 농도는 최고 약 2,692 ppm, 3,316 ppm, 평균 약 2,281.0 ppm, 2,776.2 ppm으로 측정됨
- 실험 기간 중 Day 10의 비육돈사 A, B의 온도는 최고 약 25.0℃, 25.7℃, 평균 23.6±0.59℃, 24.8±0.38℃로 각각 측정됨, 상대습도는 최고 약 70.7%, 70.6%, 평균 약 62.4±3.56%, 62.1±4.22%로 측정됨, CO₂ 농도는 최고 약 3,278 ppm, 3,320 ppm, 평균 약 2,425.9 ppm, 2,776.4 ppm으로 측정됨

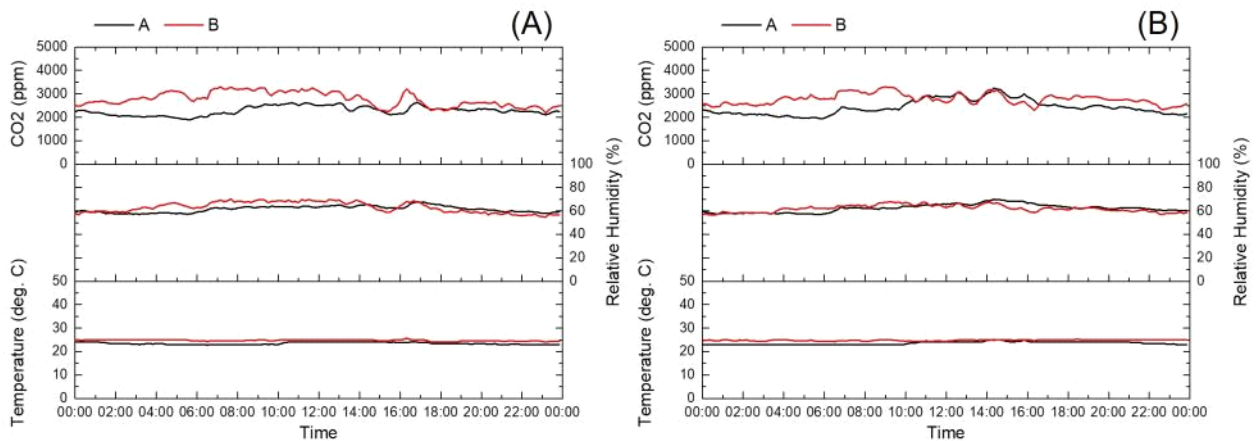


그림 120. 실증 축산 농가 환경 데이터; (A) Day 9, (B) Day 10

표 61. 실증 축산 농가 데이터 분석 (Day 9)

구 분	Temperature (°C)		Relative Humidity (%)		CO ₂ (ppm)	
	A	B	A	B	A	B
최대값(Max.)	24.0	26.0	69.9	72.9	2692.0	3316.0
최소값(Min.)	22.6	23.3	54.4	48.1	1794.0	1900.0
평균값(Avg.)	23.5	24.8	61.6	63.2	2281.0	2776.2
표준편차(S.D.)	0.48	0.43	3.00	5.41	196.33	323.48
표준오차(S.E.)	0.02	0.02	0.14	0.26	9.45	15.56

표 62. 실증 축산 농가 데이터 분석 (Day 10)

구 분	Temperature (°C)		Relative Humidity (%)		CO ₂ (ppm)	
	A	B	A	B	A	B
최대값(Max.)	25.0	25.7	70.7	70.6	3278.0	3320.0
최소값(Min.)	23.0	23.6	55.8	51.8	1874.0	2121.0
평균값(Avg.)	23.6	24.8	62.4	62.1	2425.9	2776.4
표준편차(S.D.)	0.59	0.38	3.56	4.22	324.92	244.88
표준오차(S.E.)	0.03	0.02	0.17	0.20	15.63	11.78

- 실증 농가 대상 상대습도 기반 복합 환경 제어 시스템 적용에 따른 내부 온도 및 상대습도, CO2 분석을 위해 센서를 설치, 데이터를 수집, 분석함
- 실험 기간 중 비육돈사 A, B의 온도는 최고 약 28.0℃, 최저 20.2, 21.4℃, 평균 약 25.1±1.5 0℃, 26.3±0.95℃로 비육돈사 목표 설정 온도 값 27.0℃와 유사한 분포로 측정됨
- 비육돈사 A, B의 상대습도는 평균 약 61.0±4.08%, 62.0±6.68%로 각각 측정됨, 비육돈사 상대 습도 목표 설정 값 70%보다 약 평균 10% 낮게 분포함을 알 수 있음
- 비육돈사 A, B의 CO2 농도는 최고 약 3,312 ppm, 3,338 ppm, 평균 약 2,278.8±416.69 ppm, 2,550.9±446.78 ppm으로 각각 측정됨, 비육돈사 B의 평균 CO2 농도 더 높은 것으로 나타남
- 비육돈사 A, B의 온도 분포는 온도 기반 제어 시스템이 적용된 비육돈사 B가 목표 설정 온도 값 인 27.0℃로 일정하게 유지됨을 알 수 있으나, 상대습도의 편차는 더 큰 것으로 나타남

□ 비육돈사 내부 환경정보 기반 제어를 위한 체감 온도 기반 적합 온도 분석

- 비육돈사(A, B) 내 상대습도 기반 복합 환경제어 컨트롤러를 통해 수집된 온도 및 상대습도 정보를 바탕으로 축사 내 체감 온도 기반 적합 온도 값을 분석함
- 축사 내부 적합 온도는 상대습도 기반 복합 환경제어 컨트롤러를 통해 개발된 알고리즘을 통해 계산, 분석을 수행함
- 상대습도 기반 적합 온도 계산 알고리즘은 축사 내 설정된 최적 온도 및 상대습도 값과 실제 측정된 온도 및 상대습도 값을 기반으로 계산됨 <Eq. 1~2>
- 축사 내부 체감 온도 기반 적합 온도는 실험기간(Day 1~10, 24H)을 대상으로 분석을 수행함
- 돈사 내부 최적 온도 설정을 위한 최적 온도(27.0℃) 및 최적 상대습도(70%) 설정값과 측정된 온도 및 상대습도 값을 통해 체감 온도 기반 내부 적합 온도를 계산함
- Day 1, 2의 돈사 내부 측정 온도 및 체감 온도 기반 적합 온도는 <그림 106>와 같음
- Day 1의 비육돈사 A, B 적합 온도는 평균 약 27.8±0.45℃, 27.7±0.80℃와 같으며, 돈사 내부 측정된 온도 값과 비교하여 약 2.6℃, 1.0℃ 각각 높은 것으로 나타남
- 그러나 비육돈사 내부 난방을 위한 보온등 혹은 히팅파이프 등의 시스템은 설치되어 있지 않아 온도 상승은 이루어지지 않음
- Day 2의 비육돈사 A, B 적합 온도는 평균 약 28.2±0.26℃, 28.0±0.56℃와 같으며, 돈사 내부 측정된 온도 값과 비교하여 약 3.3℃, 1.1℃ 각각 높은 것으로 나타남

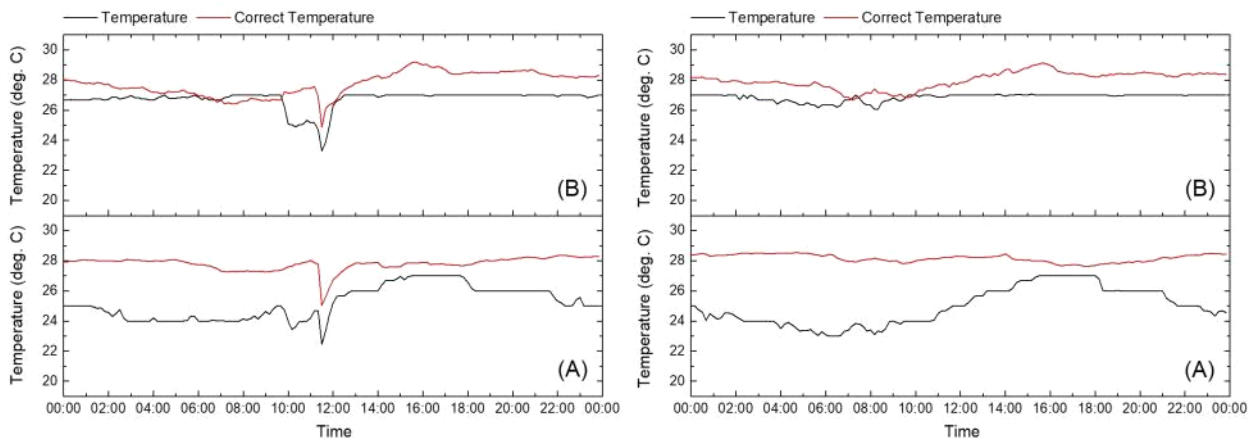


그림 121. 돈사 내부 측정 온도 및 적합 온도 결과(Day 1, 2); (A) 비육돈사 A, (B) 비육돈사 B

표 64. 돈사 내부 측정 온도 및 체감 온도 기반 적합 온도 결과 (Day 1, 2)

구 분		비육돈사 A		비육돈사 B	
		온도 (°C)	적합 온도 (°C)	온도 (°C)	적합 온도 (°C)
Day 1	최대값(Max.)	27.0	28.4	27.0	29.2
	최소값(Min.)	22.5	25.0	23.3	24.9
	평균값(Avg.)	25.2	27.8	26.7	27.7
	표준편차(S.D.)	1.08	0.45	0.62	0.80
	표준오차(S.E.)	0.09	0.04	0.05	0.07
Day 2	최대값(Max.)	27.0	28.5	27.1	29.1
	최소값(Min.)	23.0	27.6	26.1	26.7
	평균값(Avg.)	24.9	28.2	26.9	28.0
	표준편차(S.D.)	1.24	0.26	0.24	0.56
	표준오차(S.E.)	0.10	0.02	0.02	0.05

- Day 3, 4의 돈사 내부 측정 온도 및 체감 온도 기반 적합 온도는 <그림 107>과 같음
- Day 3의 비육돈사 A, B 적합 온도는 평균 약 $28.0 \pm 0.31^\circ\text{C}$, $27.8 \pm 0.63^\circ\text{C}$ 와 같으며, 돈사 내부 측정된 온도 값과 비교하여 약 3.0°C , 1.0°C 각각 높은 것으로 나타남
- Day 4의 비육돈사 A, B 적합 온도는 평균 약 $28.0 \pm 0.31^\circ\text{C}$, $27.9 \pm 0.64^\circ\text{C}$ 와 같으며, 돈사 내부 측정된 온도 값과 비교하여 약 2.3°C , 1.4°C 각각 높은 것으로 나타남

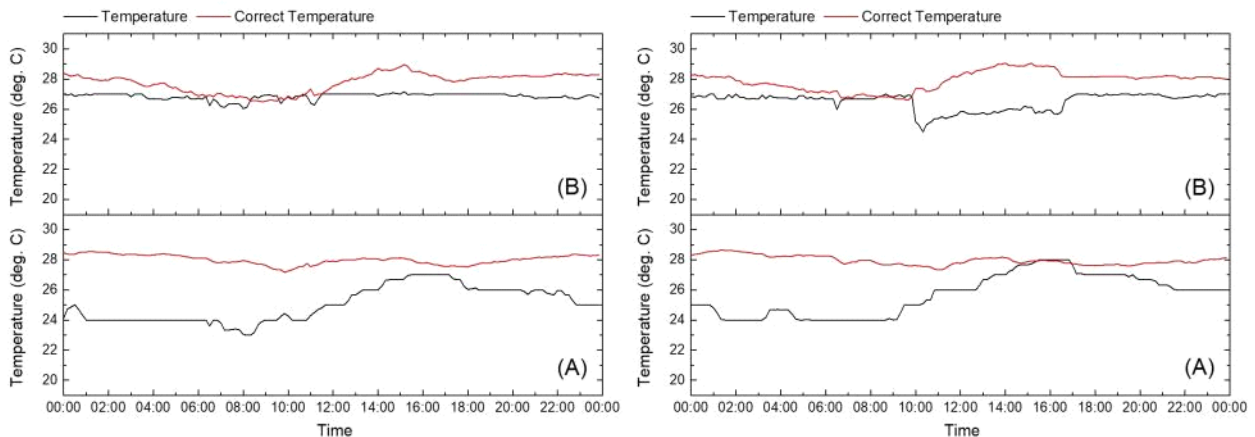


그림 122. 돈사 내부 측정 온도 및 적합 온도 결과(Day 3, 4); (A) 비육돈사 A, (B) 비육돈사 B

표 65. 돈사 내부 측정 온도 및 체감 온도 기반 적합 온도 결과 (Day 3, 4)

구 분		비육돈사 A		비육돈사 B	
		온도 (°C)	적합 온도 (°C)	온도 (°C)	적합 온도 (°C)
Day 3	최대값(Max.)	27.0	28.5	27.2	29.0
	최소값(Min.)	23.0	27.2	26.0	26.5
	평균값(Avg.)	25.0	28.0	26.8	27.8
	표준편차(S.D.)	1.15	0.31	0.22	0.63
	표준오차(S.E.)	0.10	0.03	0.02	0.05
Day 4	최대값(Max.)	28.0	28.6	27.0	29.1
	최소값(Min.)	24.0	27.3	24.5	26.6
	평균값(Avg.)	25.7	28.0	26.5	27.9
	표준편차(S.D.)	1.35	0.31	0.57	0.64
	표준오차(S.E.)	0.11	0.03	0.05	0.05

- Day 5, 6의 돈사 내부 측정 온도 및 체감 온도 기반 적합 온도는 <그림 108>과 같음
- Day 5의 비육돈사 A, B 적합 온도는 평균 약 $28.0 \pm 0.26^\circ\text{C}$, $27.8 \pm 0.44^\circ\text{C}$ 와 같으며, 돈사 내부 측정된 온도 값과 비교하여 약 2.6°C , 1.1°C 각각 높은 것으로 나타남
- Day 6의 비육돈사 A, B 적합 온도는 평균 약 $28.0 \pm 0.34^\circ\text{C}$, $27.8 \pm 0.65^\circ\text{C}$ 와 같으며, 돈사

내부 측정된 온도 값과 비교하여 약 2.6℃, 1.0℃ 각각 높은 것으로 나타남

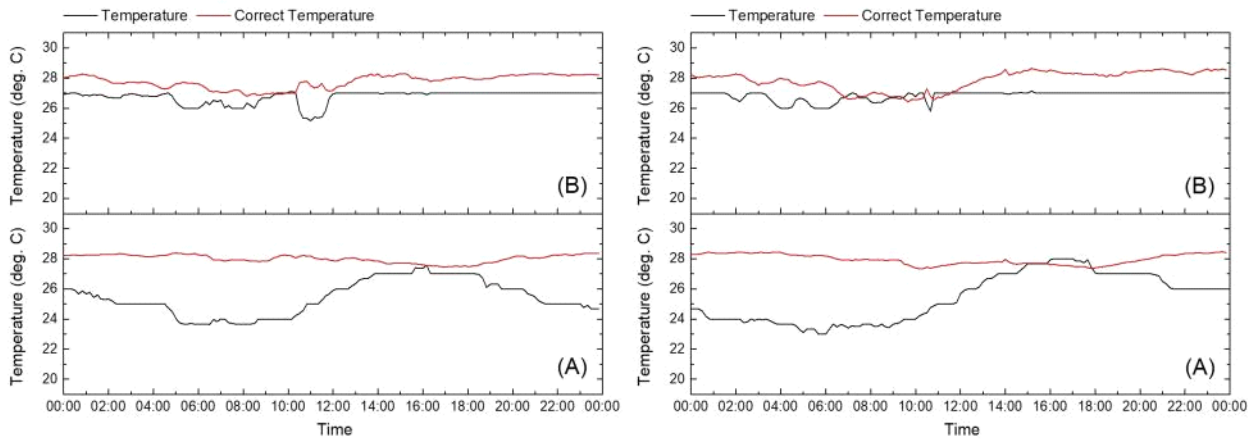


그림 123. 돈사 내부 측정 온도 및 적합 온도 결과(Day 5, 6); (A) 비육돈사 A, (B) 비육돈사 B

표 66. 돈사 내부 측정 온도 및 체감 온도 기반 적합 온도 결과 (Day 5, 6)

구 분		비육돈사 A		비육돈사 B	
		온도 (℃)	적합 온도 (℃)	온도 (℃)	적합 온도 (℃)
Day 5	최대값(Max.)	27.6	28.4	27.0	28.3
	최소값(Min.)	23.6	27.4	25.2	26.8
	평균값(Avg.)	25.4	28.0	26.7	27.8
	표준편차(S.D.)	1.15	0.26	0.44	0.44
	표준오차(S.E.)	0.10	0.02	0.04	0.04
Day 6	최대값(Max.)	28.0	28.5	27.1	28.6
	최소값(Min.)	23.0	27.3	25.8	26.4
	평균값(Avg.)	25.4	28.0	26.8	27.8
	표준편차(S.D.)	1.60	0.34	0.31	0.65
	표준오차(S.E.)	0.13	0.03	0.03	0.05

- Day 7, 8의 돈사 내부 측정 온도 및 체감 온도 기반 적합 온도는 <그림 109>과 같음
- Day 7의 비육돈사 A, B 적합 온도는 평균 약 27.9±0.37℃, 28.1±0.53℃와 같으며, 돈사 내부 측정된 온도 값과 비교하여 약 1.5℃, 1.2℃ 각각 높은 것으로 나타남
- Day 8의 비육돈사 A, B 적합 온도는 평균 약 27.6±0.53℃, 27.4±0.70℃와 같으며, 돈사 내부 측정된 온도 값과 비교하여 약 1.7℃, 1.1℃ 각각 높은 것으로 나타남

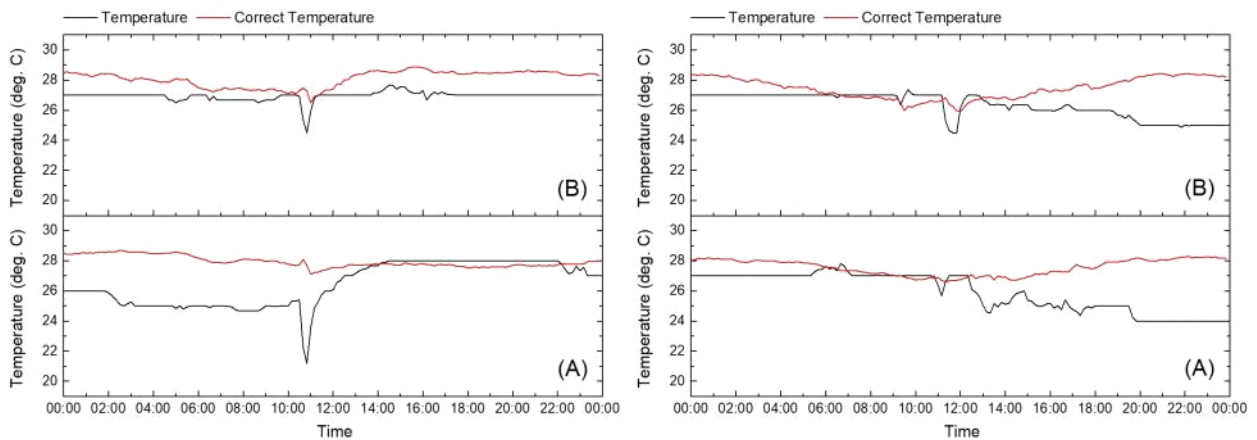


그림 124. 돈사 내부 측정 온도 및 적합 온도 결과(Day 7, 8); (A) 비육돈사 A, (B) 비육돈사 B

표 67. 돈사 내부 측정 온도 및 체감 온도 기반 적합 온도 결과 (Day 7, 8)

구 분		비육돈사 A		비육돈사 B	
		온도 (°C)	적합 온도 (°C)	온도 (°C)	적합 온도 (°C)
Day 7	최대값(Max.)	28.0	28.7	27.7	28.9
	최소값(Min.)	21.2	27.1	24.5	26.5
	평균값(Avg.)	26.4	27.9	26.9	28.1
	표준편차(S.D.)	1.45	0.37	0.32	0.53
	표준오차(S.E.)	0.12	0.03	0.03	0.04
Day 8	최대값(Max.)	27.8	28.3	27.4	28.4
	최소값(Min.)	24.0	26.6	24.5	25.9
	평균값(Avg.)	25.9	27.6	26.3	27.4
	표준편차(S.D.)	1.25	0.53	0.80	0.70
	표준오차(S.E.)	0.10	0.04	0.07	0.06

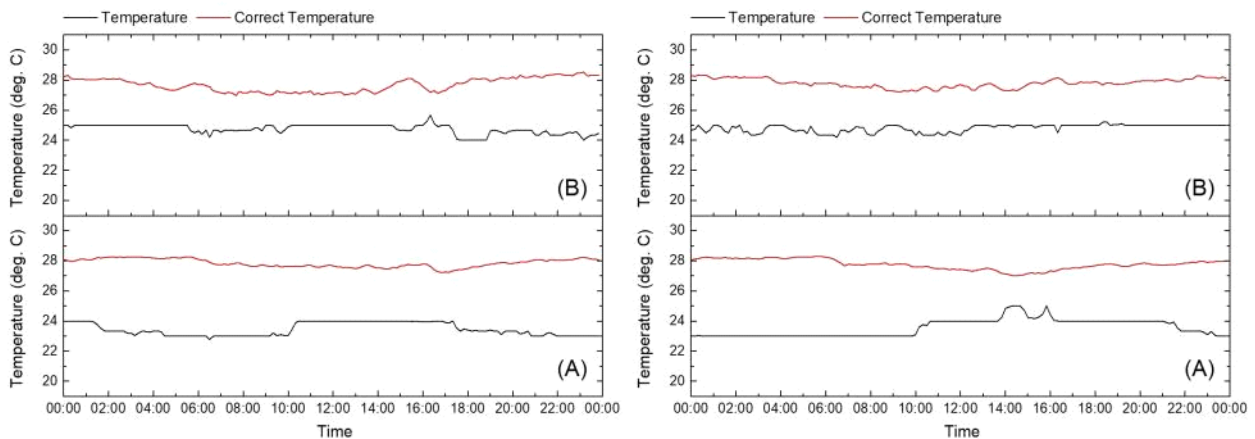


그림 125. 돈사 내부 측정 온도 및 적합 온도 결과(Day 9, 10); (A) 비육돈사 A, (B) 비육돈사 B

- Day 9, 10의 돈사 내부 측정 온도 및 체감 온도 기반 적합 온도는 <그림 110>과 같음
- Day 9의 비육돈사 A, B 적합 온도는 평균 약 $27.8 \pm 0.28^\circ\text{C}$, $27.7 \pm 0.45^\circ\text{C}$ 와 같으며, 돈사 내부 측정된 온도 값과 비교하여 약 4.3°C , 2.9°C 각각 높은 것으로 나타남
- Day 10의 비육돈사 A, B 적합 온도는 평균 약 $27.8 \pm 0.34^\circ\text{C}$, $27.8 \pm 0.30^\circ\text{C}$ 와 같으며, 돈사 내부 측정된 온도 값과 비교하여 약 4.2°C , 3.0°C 각각 높은 것으로 나타남

표 68. 돈사 내부 측정 온도 및 체감 온도 기반 적합 온도 결과 (Day 9, 10)

구 분		비육돈사 A		비육돈사 B	
		온도 (°C)	적합 온도 (°C)	온도 (°C)	적합 온도 (°C)
Day 9	최대값(Max.)	24.0	28.3	25.7	28.5
	최소값(Min.)	22.8	27.2	24.0	27.0
	평균값(Avg.)	23.5	27.8	24.8	27.7
	표준편차(S.D.)	0.43	0.28	0.31	0.45
	표준오차(S.E.)	0.04	0.02	0.03	0.04
Day 10	최대값(Max.)	25.0	28.3	25.2	28.3
	최소값(Min.)	23.0	27.0	24.2	27.2
	평균값(Avg.)	23.6	27.8	24.8	27.8
	표준편차(S.D.)	0.58	0.34	0.25	0.30
	표준오차(S.E.)	0.05	0.03	0.02	0.02

4. 연구개발과제의 목표 달성 정도

가. 연구수행 결과

1) 정성적 연구개발성과

가) 시제품 제작 5건

- 정밀 제어기 메인보드 설계 및 동작 펌웨어 개발 1건
- 정밀 제어기 디스플레이 설계 및 동작 펌웨어 개발 1건
- 정밀 공조 PCB 설계 및 동작 펌웨어 개발 1건
- 개별 온도센서 시제품 1건
- 정밀 공조 분배기 PCB 시제품 1건

나) 현장 실증 2건

- 경북 상주 XX 농장 : 제어기 및 환경 센서 설치 1건
- 경북 군위 XX 농장 : 제어기 및 환경 센서 설치 1건

다) 공인 인증기관 시험 결과

- 사육환경 제어기 동작 환경
 - 시험 진행 기관 : 한국건설생활환경시험연구원 (KCL)
 - 목표 : -30°C ~ 85°C 환경에서 제어기 정상 작동
 - 결과 : 정상 동작 확인 완료

- 온도센싱 정확도, 습도센싱 정확도, 상대습도 측정 정밀도
 - 시험 진행 기관 : 한국센서연구소 (K-Sensor)
 - 목표
 - 온도 : $\pm 1^{\circ}\text{C}$
 - 습도 : $\pm 1.0\%$
 - 상대습도 : $\pm 2.5\%$ RH
 - 결과 : 오차 범위 내 정확도 시험 완료
 - 온도 : -0.00286°C
 - 습도 : 0.5426%
 - 상대습도 : 2.342% RH

- 모터 방진방수
 - 시험 진행 기관 : 한국건설생활환경시험연구원 (KCL)
 - 목표 : IP67 등급 방진 방수
 - 결과 : IP67 등급 확인 완료


- 폐사율
 - 시험 진행 기관 : 화산농장 자체 진행
 - 목표 : 실증 농장 폐사율 5% 이내 달성
 - 결과 : 4.76% 폐사율 달성
 - 기간 : 21.03.02 ~ 21.06.30
 - 구분 : 육성돈 초기 ~ 비육돈 후기
 - 두수 : 252두 / 폐사 12두
 - 폐사 원인 : 호흡기 질병, 출혈성 위궤양, 회장염

라) 공인 인증기관 시험 결과 증빙 서류

□ 증빙 서류 1. 사육환경 제어기 동작 환경

the way to trust **KCL**

4049-8190-1331-4245



시험성적서

1. 성적서 번호 : CT21-074544K

2. 의뢰자
 업체명 : 휴미템
 주소 :

3. 시험기간 : 2021년 07월 05일 ~ 2021년 07월 26일

4. 시험성적서의 용도 : -

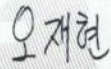
5. 시료명 : 복합환경 제어기

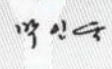
6. 시험방법
 (1) 시험표준없음

7. 시험결과

1) 복합환경 제어기


시험항목	단위	시험방법	시험결과	비고
열충격(-30℃ 30min, 85℃ 30min, 1cycle)	-	(1)	정상동작 함	(24.4 ± 0.2) °C. (42.5 ± 0.1) % R.H.

확인	작성자명	오재현	
----	------	-----	---



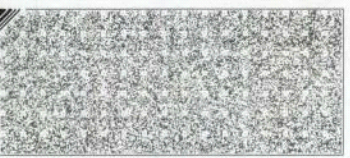
기술책임자명	박인욱	
--------	-----	---

비고 : 1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명에 한정된 결과로서 전체제품에 대한 품질을 보증하지는 않습니다.
 2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용으로 사용될 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
 3. 이 성적서의 일부만을 발췌하여 사용한 결과는 보증할 수 없습니다.
 4. 이 성적서의 진위여부는 홈페이지(www.kcl.re.kr)에서 확인 가능합니다.

2021년 07월 26일

한국건설생활환경시험연구원 

총 3페이지 중 1페이지

시험 성적서

Test Report



1. 의뢰자 Client
 기관명 Name : 휴미텨
 주소 Address :
2. 시험성적서의 용도 Use of Report : 외부 제출용
3. 시험대상품목/물질/시료명 Test Sample : 온습도센서(Sens HT2)
4. 시험기간 Date of Test : 2021.08.10. ~ 2021.08.13.
5. 시험방법 Test Method Used : 의뢰자가 제시한 시험 방법 참조
6. 시험환경 Test Environment : 온도 Temperature : (27 ± 3) ℃, 습도 Humidity : (57 ± 8) % R.H.
 시험장소 Test Location : 대전

7. 시험결과 Test Results

시험항목 Test Items	단위 Unit	결과 Result	측정불확도(신뢰수준 약 95%, k=2) Measurement Uncertainty
온도값 정확도 외 2 건	-	표 11 ~ 표 13 참조	-

확인 Affirmation	작성자 Tested by 성명 Name : 양 신 우 (서명)	기술책임자 Technical Manager 성명 Name : 이 희 덕 (서명)
-------------------	--	--



2021. 8. 25.
한국센서연구소 대표이사 (인)

Chief Executive Officer of Korea Sensor Lab Co., Ltd.
 본 성적서는 의뢰자가 제공한 시료를 가지고 한국센서연구소에서 실시한 시험결과임을 증명합니다.
 본 성적서의 시험 결과는 당 공인시험기관의 KOLAS 인정 분야와 관련이 없습니다.
 이 성적서는 지정된 용도 이외의 사용을 엄격히 금지합니다.

This test report proves that the results have been obtained through the test conducted by
 Korea Sensor Lab using the sample(s) provided by the client.
 The test results of this report are not accredited by KOLAS.
 It is strictly prohibited to use this report for purposes other than the usage specified above.

KS-QP-15-01-02(A)





시험성적서

1. 성적서 번호 : CT21-074545K
2. 의뢰자
 - 업체명 : 휴미템
 - 주소 :
3. 시험기간 : 2021년 07월 05일 ~ 2021년 08월 26일
4. 시험성적서의 용도 : -
5. 시료명 : 축사용 AC모터 외 1건
6. 시험방법
 - (1) KS C IEC 60529:2013

확인	작성자 성명	서종현	기술책임자 성명	신현철
비고 : 1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명에 한정된 결과로서 전체제품에 대한 품질을 보증하지는 않습니다. 2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용으로 사용될 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다. 3. 이 성적서의 일부만을 발췌하여 사용한 결과는 보증할 수 없습니다. 4. 이 성적서의 진위여부는 홈페이지(www.kcl.re.kr)에서 확인 가능합니다.				

2021년 08월 26일

한국건설생활환경시험연구원



총 4페이지 중 1페이지



화 산 농 장

문서번호 2021-공-0802-01
제 출 일 2021년 8월 2일
수 신 자 휴미템
발 신 자 농장
제 목 비육 실증 돈사 폐사율 현황 공유


농림부 1세대 농림부 산업화기술개발사업의 “상대습도 기반 최적 체감온도 제어 스마트 애니멀팜 개발” 과제 비육 실증 돈사 폐사율 현황 공유 드립니다.

과 제 명 : 상대습도 기반 최적 체감온도 제어 스마트 애니멀팜 개발
실증농장 :

구분	전입일자	전출일자	전입두수	폐사두수	폐사율	전출두수	비고
비육사	21.03.02	21.06.30	252두	12두	4.76%	240두	

- 폐사 원인 : 호흡기 질병, 출혈성 위궤양, 회장염 등
- 첨부 자료로 비육사 관리 일지 공유 드립니다.

위와 같이 비육사 폐사 현황을 공유 드립니다.

농장 대표 임 종 기 

담당 대표 박지성

시행

접수

우

전화

팩스

/공개

□ 행정 서류 4. 폐사명 (2)

- 비육사 관리 일지
 - 관리동 : 1동
 - 전입 : 2021년 3월 02일 / 252두
 - 전출 : 2021년 6월 30일 / 240두

담당	대표
	

번호	구분	일자	전입	전출	총 두수	폐사	폐사율	합계	비고
1	21년 3월	1주령	252	-	252	-	-	252	
2		2주령	-	-	252	1	0.40%	251	호흡기 질병
3		3주령	-	-	251	1	0.40%	250	호흡기 질병
4		4주령	-	-	250	1	0.40%	249	출혈성 위궤양
5	21년 4월	1주령	-	-	249	1	0.40%	248	출혈성 위궤양
6		2주령	-	-	248	1	0.40%	247	출혈성 위궤양
7		3주령	-	-	247	1	0.40%	246	회장염
8	21년 5월	4주령	-	-	246	2	0.81%	244	호흡기 질병, 출혈성 위궤양
9		1주령	-	-	244	-	0.00%	244	
10		2주령	-	-	244	1	0.41%	243	호흡기 질병
11		3주령	-	-	243	1	0.41%	242	호흡기 질병
12	21년 6월	4주령	-	-	242	-	0.00%	242	
13		1주령	-	-	242	-	0.00%	242	
14		2주령	-	-	242	1	0.41%	241	회장염
15		3주령	-	-	241	1	0.41%	240	출혈성 위궤양
16	총 합계		-	240	-	-	-	-	
						12	4.76%	240	

(2) 정량적 연구개발성과

(단위 : 건, 천원)

성과지표명		연도	1단계 (2021~2021)	2단계 (2022~2026)	계	가중치 (%)
전담기관 등록·기탁 지표 ¹⁾	비SCIE	목표(단계별)	1		1	-
		실적(누적)	0		0	
	학술발표	목표(단계별)	1	1	2	10
		실적(누적)	1	0	1	
	특허출원	목표(단계별)	2		2	10
		실적(누적)	2		2	
	특허등록	목표(단계별)		2	2	-
		실적(누적)		0	0	
	저작권 (소프트웨어)	목표(단계별)	2	1	3	15
		실적(누적)	2	0	2	
연구개발과제 특성 반영 지표 ²⁾	기술실시 (이전)	목표(단계별)	1		1	-
		실적(누적)	4		4	
	제품화	목표(단계별)	3	2	5	25
		실적(누적)	6	0	6	
	매출액	목표(단계별)	40,000	1,550,000	1,590,000	20
		실적(누적)	49,780	0	49,780	
	고용창출	목표(단계별)	2	7	9	10
		실적(누적)	3	0	3	
	홍보전시	목표(단계별)	2	5	7	10
		실적(누적)	2	0	2	
계		목표(단계별)	14 (40,000)	18 (1,550,000)	32 (1,590,000)	100
		실적(누적)	20 (49,780)	0	20 (49,780)	

* 1) 전담기관 등록·기탁 지표: 논문[에스시아이 Expanded(SCIE), 비SCIE, 평균Impact Factor(IF)], 특허, 보고서원문, 연구 시설·장비, 기술요약정보, 저작권(소프트웨어, 서적 등), 생명자원(생명정보, 생물자원), 표준화(국내, 국제), 화합물, 신물질 등을 말하며, 논문, 학술발표, 특허의 경우 목표 대비 실적은 기재하지 않아도 됩니다.

* 2) 연구개발과제 특성 반영 지표: 기술실시(이전), 기술료, 사업화(투자실적, 제품화, 매출액, 수출액, 고용창출, 고용효과, 투자 유치), 비용 절감, 기술(제품)인증, 시제품 제작 및 인증, 신기술지정, 무역수지개선, 경제적 파급효과, 산업지원(기술지도), 교육지도, 인력양성(전문 연구인력, 산업연구인력, 졸업자수, 취업, 연수프로그램 등), 법령 반영, 정책활용, 설계 기준 반영, 타 연구개발사업에의 활용, 기술무역, 홍보(전시), 국제화 협력, 포상 및 수상, 기타 연구개발 활용 중 선택하여 기재합니다 (연구개발과제 특성별로 고유한 성과지표를 추가할 수 있습니다).

평가 항목 (주요성능 ¹⁾)	단위	전체 항목에서 차지하는 비중 ²⁾ (%)	세계 최고		연구개발 전 국내 성능수준	연구개발 목표치	목표설정 근거
			보유국/보유기관	성능수준	성능수준	1단계 (2021~2021)	
1 사육환경 제어기 동작 환경	℃	20	네덜란드/FANCOM	-30 ~ 85	0 ~ 50	-30 ~ 85	인증기관 (한국기계전기전자시험연구원)의 시험 성적서 제출 및 시험성적서의 증빙 제시
2 온도센싱 정확도	℃	10	네덜란드/FANCOM	±1℃ / ±3.0 %	± 2℃ / ±5.0 %	±1℃ / ±3.0 %	
3 습도센싱 정확도	%	15	네덜란드/FANCOM	0 ~ 99%/ ± 1.0 %	0 ~ 90%/ ± 3.0 %	0 ~ 99%/ ±1.0 %	
4 상대습도 측정	%RH	15	네덜란드/FANCOM	±2.5% RH (25℃, 10~90% RH)	±5% RH (25℃, 10~90% RH)	±2.5% RH (25℃, 10~90% RH)	
5 모터 방진방수	IP등급	20	네덜란드/FANCOM	67	54	67	
6 폐사율	%	20	네덜란드/FANCOM	3%	12%	5%	실증 농장에서 자체평가

* 1) 정밀도, 인장강도, 내충격성, 작동전압, 응답시간 등 기술적 성능판단기준이 되는 것을 의미합니다.

* 2) 비중은 각 구성성능 사양의 최종목표에 대한 상대적 중요도를 말하며 합계는 100%이어야 합니다.

(3) 세부 정량적 연구개발성과

[과학적 성과]

□ 논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율
1	THI 지수 및 체감 온도 기반 축사 내부 최적 적합 온도 분석	농업생명과학연구	문병은	-	-	경상국립대학교 농업생명과학연구원	비SCIE	(투고 및 심사 진행 중)	-	100

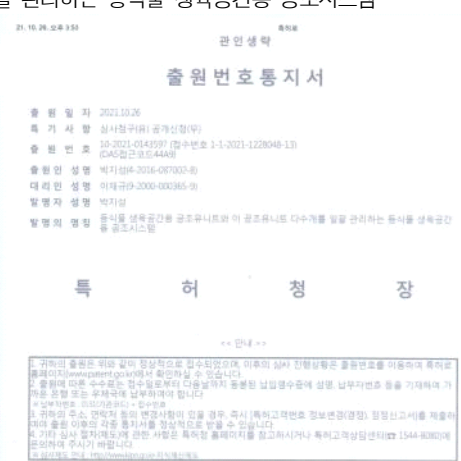
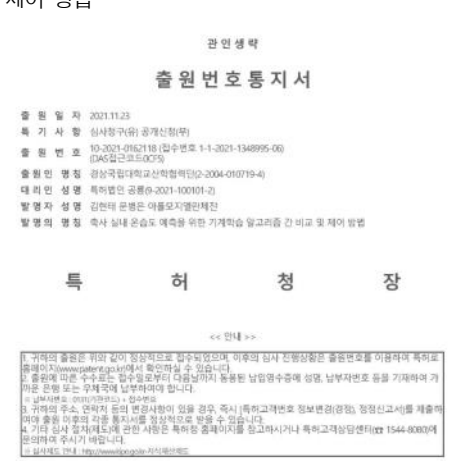
□ 국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	(사)한국농업기계학회 2021년 춘계 공동학술대회	Elanchezhian Arulmozhi	2021.04.30	국립농업과학원	대한민국

[기술적 성과]

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

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록			기여율	활용 여부
			출원인	출원일	출원번호	등록번호	등록인	등록일	등록번호		
1	특허 (동식물 생육공간용 공조유닛와 이 공조유닛 다수개를 일괄 관리하는 동식물 생육공간용 공조시스템)	대한민국	박지성	2021.10.26	10-2021-014397	43597	-	-	-	100	0
2	특허 (축사 실내 온습도 예측을 위한 기계학습 알고리즘 간 비교 및 제어 방법)	대한민국	경상국립대학교 산학협력단	2021.11.23	10-2021-016218	62118	-	-	-	100	0
3	컴퓨터프로그램 저작물 (축산-영상및생육환경-정보수집)	대한민국	-	-	-	-	주식회사 유비엔	2021년 09월30일	C-2021-039997	100	0
4	컴퓨터프로그램 저작물 (축산-스마트팜-사용자앱)	대한민국	-	-	-	-	주식회사 유비엔	2021년 09월30일	C-2021-039995	100	0

<p>- 특허명 : 동식물 생육공간용 공조유닛와 이 공조유닛 다수개를 일괄 관리하는 동식물 생육공간용 공조시스템</p> 	<p>- 특허명 : 축사 실내 온습도 예측을 위한 기계학습 알고리즘 간 비교 및 제어 방법</p> 
--	---

○ 지식재산권 활용 유형

번호	제품화	방어	전용실시	통상실시	무상실시	매매/양도	상호실시	담보대출	투자	기타
1	√									
2					√					
3	√									
4	√									

[경제적 성과]

□ 시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작 업체명	설치 장소	이용 분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)
1	정밀 제어기 메인보드 설계 및 동작 펌웨어 개발	20.12.21	오즈라이프	휴미템	양돈 축사 애니멀팜	1년	-	-
2	정밀 제어기 디스플레이 설계 및 동작 펌웨어 개발	21.02.23	오즈라이프	휴미템	양돈 축사 애니멀팜	1년	-	-
3	정밀 공조 PCB 설계 및 동작 펌웨어 개발	21.03.11	위드텍	휴미템	양돈 축사 애니멀팜	1년	-	-
4	개별 온도센서 시제품	21.04.26	한샘디지텍	휴미템	양돈 축사 애니멀팜	1년	-	-
5	정밀 공조 분배기 PCB 시제품	21.05.17	위드텍	휴미템	양돈 축사 애니멀팜	1년	-	-
6	데이터 송수신을 위한 게이트웨이 시제품 및 공조기 연계를 위한 컨버터 시제품	-	-	유비엔	양돈 축사 애니멀팜	1년	-	-

□ 사업화 현황

번호	사업화 방식 ¹⁾	사업화 형태 ²⁾	지역 ³⁾	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명 ⁴⁾
							국내 (천원)	국외 (달러)		
1	자기실시	신제품 개발	국내	양돈 축사 애니멀팜 개발	습도대비 체감온도 제어 기술을 활용한 애니멀팜 개발	-	-	-	-	10년
2	자기실시	기존제품 개선	국내	정밀 공조 시스템 고도화	개별 동작 공조 시스템 적용	-	8,000	-	2021	10년
3	자기실시	기존제품 개선	국내	개별 온습도센서 고도화	분리형 온습도 센서 개발	-	4,780	-	2021	10년
4	자기실시	신제품 개발	국내	정밀 공조 분배기 개발	공조기 분배 시스템 개발	-	-	-	-	10년

- * 1) 기술이전 또는 자기실시
- * 2) 신제품 개발, 기존 제품 개선, 신공정 개발, 기존 공정 개선 등
- * 3) 국내 또는 국외
- * 4) 기술수명 : 축종별, 기술별 특허 인용에 의한 기술수명 주기 참고하여 결정
(출처: 축산분야 농업기술의 현장수요와 기술수명주기 분석을 통한 R&D 투자전략 및 효율성 제고방안 연구)

(단위 : 년)

구 분	한육우	낙 농	양 돈	산란계	육 계	5종평균	축산평균
유전육종	7.13	9.02	6.62	7.13	7.13	8.21	7.13
사양관리	평 균	10.59	10.30	8.95	10.66	10.75	10.28
	변 식	5.77	5.77	5.77	5.77	5.77	6.87
	사료영양	6.91	6.91	6.91	6.91	6.91	9.87
	시설환경	11.04	10.87	9.47	10.74	10.85	10.63
	위생질병	10.15	9.84	7.90	8.39	8.39	9.47
가 공	9.67	8.26	8.65	8.65	8.65	8.31	8.65
경영기타	9.07	9.07	9.07	9.07	9.07	8.19	9.07
계	11.04	10.87	12.40	12.47	12.47	10.63	9.07

<축종별, 기술(군)별 특허 인용에 의한 기술수명주기>

□ 매출 실적(누적)

사업화명	발생 연도	매출액		합계	산정 방법
		국내(천원)	국외(달러)		
정밀 공조 시스템 고도화	2021	8,000	-	8,000	제품판매
개별 온습도 센서 고도화	2021	4,780	-	4,780	제품판매
스마트팜 시스템	2021	37,000	-	37,000	제품판매
합계		49,780	-	49,780	-

□ 사업화 계획 및 무역 수지 개선 효과

성과		기존 제품 개선, 신제품 개발			
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	20.10.10 ~ 21.10.10			
	소요예산(천원)	424,000			
	예상 매출규모(천원)	현재까지	3년 후	5년 후	
		400,000	1,000,000	2,000,000	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후	5년 후
		국내	0.2	3	5
국외		-	-	-	
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획		양돈 뿐만 아니라 양계, 원예, 곤충 분야 정밀 제어 시스템을 개발하여 보급할 계획			
무역 수지 개선 효과(천원)	수입대체(내수)	현재	3년 후	5년 후	
		10,000	12,000	15,000	
	수출	-	20,000	100,000	

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			2021년 이전	2021년	
1	상대습도 기반 최적 체감온도 제어 스마트 애니멀팜 개발	휴미템	-	2	2
2	상대습도 기반 최적 체감온도 제어 스마트 애니멀팜 개발	유비엔	-	1	1
합계			-	3	3

□ 고용 효과

구분			고용 효과(명)
고용 효과	개발 전	연구인력	2
		생산인력	2
	개발 후	연구인력	2
		생산인력	4

□ 경제적 파급 효과

(단위: 천원/년)

구분	사업화명	수입 대체	수출 증대	매출 증대	생산성 향상	고용 창출 (인력 양성 수)	기타
해당 연도	상대습도 기반 최적 체감온도 제어 스마트 애니멀팜 개발	-	-	12,780	-	2	-
	상대습도 기반 최적 체감온도 제어 스마트 애니멀팜 개발	-	-	37,000	-	1	-
기대 목표	-	-	-	10,000	-	3	-

[사회적 성과]

□ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일
1	매체 홍보	월간 농기계	현장에서 필요로 하는 '한국형 스마트팜' 기술 개발에 매진 인터뷰 홍보	월간 농기계 9월호
2	박람회 홍보	2021 스마트팜 코리아	한국스마트팜산업협회 공동관 전시 및 홍보	2021.06.17.~06.19.

[그 밖의 성과] : 해당사항 없음

(4) 계획하지 않은 성과 및 관련 분야 기여사항 : 해당사항 없음

2) 목표 달성 수준

추진 목표	목표값	달성 내용	측정값	달성도(%)
사육환경 제어기 동작 환경	-30~85℃ 에서 정상 작동	-30~85℃ 열충격 시험 통과	PASS	100
온도센싱 정확도	±1℃	평균 오차 범위내 달성	-0.00286 ℃	100
습도센싱 정확도	±1.0 %	평균 오차 범위내 달성	0.5426 %	100
상대습도 측정	±2.5% RH	평균 오차 범위내 달성	2.342 % RH	100
모터 방진방수	IP67	IP67 등급 완료	IP67	100
폐사율	5% 이내	실증 농장 폐사율 달성	4.76%	100

* 공인시험기관 : 한국건설생활환경시험연구원 (KCL), 한국센서연구소 (K-Sensor)

* 폐사율 측정 농장 : 경북 상주 화산농장

5. 목표 미달 시 원인분석 (해당 시 작성)

1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

- 해당사항 없음

2) 자체 보완활동

- 해당사항 없음

3) 연구개발 과정의 성실성

- 해당사항 없음

6. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

- 본 결과물의 상대습도 기반의 최적 체감온도 제어 스마트 애니멀팜은 가축/작물의 최적의 생육 환경을 만들어 주는 시스템으로 농약과 향상재의 사용을 줄일 수 있어, 그로 인하여 농가의 소득 향상과 소비자의 안전한 먹거리를 기대 할 수 있는 시스템임
- 또한, 완전 무선기반의 조합형 스마트팜으로 다양한 온실 환경에 최적으로 적용 가능한 시스템으로 국내외 표준화에 등록 중에 있으며, 이는 범용성과 확장성에 우수한 시스템임을 나타냄
- 사용자 친화적인 시스템으로 사용자 맞춤형 서비스를 제공하며, 복합 환경 자동제어 프로그램은 스크립트형태로 사용자별로 적용 될 수 있는 우수한 공유기능을 가지고 있음
- 종합적으로, 기존의 국내 애니멀팜 시스템의 레벨을 한 단계 높은 시스템으로, 국내 뿐만 아니라 수출이 가능한 스마트팜으로 기대 할 수 있다고 판단 됨

7. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

- 연구개발 과제 수행 기간 내 달성 목표 및 과제 종료 후 계획 연구성과의 지속적 관리 및 보완 수행
- 본 연구개발성과인 상대습도 기반 최적 체감온도 제어 스마트 시스템을 통해 스마트 애니멀팜 적용 및 실증, 분석을 통한 학술적, 경제적 효과 증대 관리
- 개발 및 시제품 제작 시스템의 테스트베드 및 실증 농가 대상 적용, 분석 및 관리를 통한 개선 수행
- 학술논문 및 발표 등의 학술적 연구개발성과, 시제품 제작 및 기술이전, 매출 증대, 고용 창출 등 경제적 효과의 중점 관리를 통해 과제 종료 후 계획에 대한 지속적 관리 수행
- 연구 과제 종료 후 실증 농장과의 지속적인 교류를 통해 객관적인 데이터 확보하여 분석 수행
 - > 본 연구의 애니멀팜을 설치할 수 있는 돈사에 대한 폐사율 비교
 - > 증체량, 등표면온도, 체감온도와 실제 환기팬의 동작간의 상관관계 분석
 - > 환기팬 소비 전력량 대비 발육 지수간의 연관성에 대한 분석 진행

1) 제품 요소기술/목표제품/서비스 정의

□ 제품화 목표 형상

구분	제품의 형태			
정밀 제어 기자재 (보유제품)				
	[정밀 환기제어 AC 모터] - 홀센서로 회전속도 정밀 제어 - 고온, 다습, 가스가 많은 축사 환경에 적합한 방진, 방수(IP67 등급) - 고효율 코어로 10% 에너지 절감	[정밀 냉난방기 제어기] - 복합 환경 제어기 연동으로 정밀제어 수행 -> 냉방기: 동작온도, 수중모터 동작 설정 -> 난방기: 생육 구간별 정밀 설정 (포유, 자돈)	[무동력 정밀 댐퍼] - 모터 회전에 의한 유속으로 댐퍼 정밀 제어 - 기존 시스템 환경에 쉽게 적용 - 무동력, 스테인레스재질로 반영구적 사용	[클링 자동 입기시스템] - 단열성, 난연, 내부식성이 뛰어난 클링패드 셔터 - 자동/수동 설정으로 돈사 내부 환경 정밀 제어 - 설치 및 유지보수 용이
정밀 복합 환경 제어 시스템				
	[정밀복합환경제어기] - 상대습도 대비 체감온도를 활용한 정밀 환경 제어 - 개체별, 생육 구간별 자동화로 최적 환경 제어 - 올인원(환풍기, 난방기, 냉방기) 통합 제어 - 정전 및 시스템 이상 상황 긴급 제어	[정밀 공조기] - 간접정밀공조 : 내외부 유입 공기 혼합 공조 - 환경필터망으로 돈사악취 저감 - 이상시 비상팬 동작, 댐퍼 자동 개방 - 개별 온도 센서를 활용한 내부 정밀 공조 제어	[클라우드 서비스 플랫폼] - 클라우드 서비스 기반 데이터베이스에 돈사 내부 환경정보 및 생육 정보 수집 - 빅데이터 분석을 활용한 영농의사결정 지원	
정밀 복합 제어 애니멀팜 (통합 솔루션)				[정밀 복합 제어 애니멀팜 구성] - 내 상대습도 대비 최적온도를 계산하여 생육 최적의 환경을 제공 - 개별 온도 센서를 적용한 정밀 공조 시스템으로 돈사 내부의 정밀 공조로 생산성을 극대화 - 환경/생체정보 분석을 기반으로 AI 융합 정밀 복합 환경 제어 시스템 개발 - 클라우드 기반의 서비스 플랫폼을 활용 - 빅데이터 분석을 통해 영농의사결정 지원 - 축산 환경의 자동화 및 통합 관리 기능 제공

2) 사업화를 위한 시장환경 및 경쟁력 분석(SWOT 분석)

□ SWOT 분석에 따른 시장환경 분석

강 점	약 점
<p>S1. 40년간의 양돈 농가 운영으로 노하우 축적 - 양돈 환경에 필요한 최적의 정보 확보</p> <p>S2. 정밀 환경 제어에 필요한 기술 및 특허 보유 - 정밀 제어 부분의 독자적 기술 보유 - 개체별, 생육구간별 자동화 알고리즘 개발 - 올인원 통합 제어 (환풍기, 난방기, 냉방기)</p> <p>S3. 국내 200여 양돈 농가 보급으로 효과 입증 - 피드백을 반영해 정밀 환경 제어 기술 고도화 ☞ 영업/마케팅의 기반으로 활용</p>	<p>W1. 중소기업으로써의 인력/자금력 부족 - 공격적인 기술 개발에 어려움</p> <p>W2. 기업 인지도에 따른 신뢰성 부족 - 안정성 및 기능에 대한 저평가 경향</p> <p>W3. 마케팅, 영업 부분의 역량 부족 - 주변 관계자와 인맥을 통한 소극적 영업 ☞ 체계적인 마케팅 계획 및 실행</p> <p>W4. 각 분야의 기술 및 협업 관계 부족 ☞ 전문가 집단과의 협업 강화</p>
<p>O1. 정부의 정밀농업 분야 확대 지원 강화</p> <p>O2. 정밀농업 시장의 매년 10%대 지속 성장 전망 - 우리나라는 아직 기술경쟁력이 약함</p> <p>O3. 외국 선진 기술의 국내 적용 후 어려움 호소 - 불편한 유지보수와 고비용 발생 - 국내 정밀농업 환경과 맞지 않는 부분 있음 ☞ 국내 환경에 맞는 정밀농업 국산화 필요</p>	<p>T1. 국내 기술 부족으로 외국 기술의 시장 선점 - 해외 선진국 기술의 빠른 발전 속도 - 글로벌 벤더의 국내 마케팅 강화</p> <p>T2. 급격한 기후변화와 농업 노동 인구의 노령화 ☞ 정밀농업의 필요성 더욱 증대</p> <p>T3. 국내 양돈 농가 정밀농업 시장 규모가 작음 - 4,400여 농가 (국가통계포탈 기준) ☞ 다른 농업 분야로 사업 확대 ☞ 글로벌 시장으로 사업 확대</p>
기 회	위 험

S W O T 분 석 에 따 른 전 략	[SO전략] 강점 활용 기회 활용	<p>- 200여 양돈 농가 보급으로 정밀제어, 자동화 기술 효과 입증 ☞ 입증된 기술 경쟁력 기반으로 영업/마케팅에 적극 활용</p> <p>- 정부의 정밀농업의 확대 지원에 따른 국내 환경에 최적화된 시스템 개발 ☞ 현업노하우+선도적환경제어기술+정밀복합제어+AI융합기술 개발</p>
	[ST전략] 강점 활용 위험 극복	<p>- 급격한 기후변화에 적합한 환경 제어 기술로 제품 경쟁력 극대화 ☞ 국내 맞춤형 선도적 기술 확보와 동시에 특허출원, 경쟁력 강화</p> <p>- 양돈 농가를 기반으로 다른 농업 분야, 글로벌 시장으로 사업 확대 ☞ 개체별 자동화 알고리즘 고도화로 다양한 분야/환경에 적용 추진</p>
	[WO전략] 기회 활용 약점 극복	<p>- 정밀농업 국산화로 시장 선도적 입지 확보 ☞ 실증 농가 사례 확보와 다양한 채널을 통한 마케팅 확대</p> <p>- 국내 환경에 맞는 정밀농업 체계와 컨설팅, 교육 콘텐츠 제공 ☞ 정밀농업의 경쟁력(가격/기술 우위성) 확보로 투자자 유치 추진</p>
	[WT전략] 위험 회피 약점 극복	<p>- 급격한 기후 변화에도 쉽게 적용할 수 있는 정밀농업 기술 확보 ☞ 국내 환경에서의 정밀농업 성공을 기반으로 해외시장 진출</p> <p>- R&D 과제의 성공적 수행과 이후 발전 모델 지속 연구 개발 ☞ 관련 전문가 집단과의 협업 지속 추진으로 기술 경쟁력 제고</p>

3) 사업화 전략

□ 농업 분야 현업 사업화 방안

분야	단계	목표	세부 목표
농업 분야	[Step1]	자사 제품 사용 양돈 농가에 우선 적용	<p>[농가 기반 전략적 접근]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 제품 사용 농가(200여) 대상 ○ 프로모션 시행 (가격 인하, 지속 서비스 혜택 제공) <ul style="list-style-type: none"> - 지역별 대표 모델링 농가 선정 <ul style="list-style-type: none"> * (홍보 농가 약정) <ul style="list-style-type: none"> · 견학, 홍보 영상 제작 등에 협조 · 주변 홍보 및 소개 활동 적극 참여 · 분석과 시용합을 위한 데이터 수집 등의 * 견학 제공 농가에 인센티브 기자재 보상(센서, 필터망) ○ 개발된 수준까지의 시모델 적용 ○ 현업 농가 데이터 수집으로 시모델 고도화 <p>☞우호 농가를 기반으로 시장 확대 기반 마련</p> <p>[우호 농가 대상 추가 매출 기회 확보]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 정밀계측과 시기술을 적용하여 보다 나은 생산성과 효율성 향상 기술 제공 <p>☞추가 매출 기회 확보</p>
	[Step2]	신규 농가 확대	<p>[일반 농가 대상 맞춤형 접근 방안]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 농가의 직면한 문제점 파악 <ul style="list-style-type: none"> ☞자사 시스템을 활용한 해결 방안 컨설팅 ○ 시스템 우수성 설명 방안 <ul style="list-style-type: none"> - 객관적 데이터(증체량, 출하일령, 폐사율) 제공 - 신규 농장 지역 우호 농가 견학 유도 <ul style="list-style-type: none"> * 실제 제품 설치 및 활용 방법을 보여줌 * 우호 농가의 긍정적인 피드백 전달 ○ 환경 제어기 설치 단계별 확대 방안 <ul style="list-style-type: none"> - 가장 저조한 생육 구간에 설치하여 효과 입증 - 단계별 확장 설치 및 전체 생육 구간에 확대 설치 ○ 신규 농장에 맞는 정밀농업 설계/설치와 사후관리 <ul style="list-style-type: none"> - 농장 맞춤형 최적의 설정값 세팅 및 사용방법 교육 - 설치 후 지속적인 관리로 사용자 만족도 향상 ○ 주변 농가 추천 소개시 프로모션 인센티브 제공 <p>☞농가 맞춤형 접근 방안으로 시장 확대</p>
농업 분야	[Step3]	시설업체 기반 신규 농가 확대	<p>[시설 업체를 활용한 신규 농가 확대 방안]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 시설업체 요구사항: 객관적 데이터, 설치의 용이성 <ul style="list-style-type: none"> - 객관적 데이터(증체량, 출하일령, 폐사율 등) 제공 - 제품 설치가 용이하게 제조 (필요시 구조 개선 제공) - 신축/리모델링에 따라 적합한 제품 추천 가이드 ○ 시스템 설치 후 유지관리 체계 정립 (A/S, 업그레이드 등) ○ 지역별 우호 농가를 활용한 영업 전3략 공유 <ul style="list-style-type: none"> - 시설 업체가 추천하는 우호 농가 프로모션 진행 ○ 시설업체와의 상생 협력 관계 유지 <ul style="list-style-type: none"> - 설치/운영에 관한 정기적인 교육 진행 - 요청시 현장 시스템 설치 지원 - 다양한 프로모션 계획으로 시장 확대 및 이익 공유
	[Step4]	관련 농업 분야 사업 확대	<ul style="list-style-type: none"> ○ 계사, 우사 등으로 사업 영역 확대 ○ 하우스/도시농업 분야로 정밀농업 환경 관리 사업 확대 ○ 초기 시범 모델 농장 확보가 우선적으로 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 현장 실증으로 개체별 생육 알고리즘 개발 - 지속적인 관리로 모델 농장을 우호 농장으로 이용 ○ 우호 농장을 기반으로 개체별 시장 확대 <ul style="list-style-type: none"> - [Step1] ~ [Step3]의 단계로 사업 진행
	[Step5]	추가 시장 확대 방안	<ul style="list-style-type: none"> ○ 데이터를 연계하여 상대습도 기반 체감온도 제어 기술 고도화 진행 <ul style="list-style-type: none"> - 정밀 계측기를 활용해 정확한 생육정보와 제어 핵심 기술 연동 ○ 모델하우스 직접 운영하여 브랜드화 추진 <ul style="list-style-type: none"> - 자사 기술이 결합된 스마트그린하우스 모델 출시 ○ 대규모 단지의 스마트팜 단지 조성시 초기 설계 참여 <ul style="list-style-type: none"> - 사찰 소유 산이나 농지의 스마트팜 니즈 -> 제안중 ○ 국내/해외 정밀농업 표준화 제정시 참여 <ul style="list-style-type: none"> - 표준화 확산 지원 사업에 참여하여 신규 시장 확보

□ 주관연구기관(휴미템) 환경제어기술 지역별 우호 농가

구 분	양돈 농가
경기	현덕농장, 고세농장, 도드람농장, 강인농장, 안성농장, 대화농장, 동신농장, 양주축산, 미림농장, 대월종돈청안지 피, 동임영농 청남농장, 대비육종 등
강원	정진영농조합법인, 호황농장 등
충북	다산육종
충남	푸른 FND, 희망농장 등
전북	잠미네농장, 인술농장, 분동농장, 청수농장, 삼양농장, 행운농장, 신성농장, 오봉농장, 신평농장, 두지팜, 오수농장, 늘푸른농장, 신미루농장, 세광농장, 진흥농장 등
전남	마이피그팜, 로덤축산, 승준농장 등
경북	새들농장, 명일농장, 화산농장, 오복농장, 우곡단지, 오성농장, 유리팜, 경일농장, 안심농장, 한화그린, 수월농장, 부성농장, 계림축산, 경북농장, 엄지농장, 송림축산, 최신농장, 황금농장, 경태농장, 상임농장, 국민축산 등
경남	도방육종, 이례농장, 그린농장, 나무골농장, 다산농장, 해들이농장, 은비축산, 천령영농조합법인, 안의농장, 인담농장, 무안축산, 카길에그리퓨리나, 신성농장 등
제주	송천농원, 새천년축산, 동부축산, 한빛축산, 한솔농장 등

- 기 제품을 사용하고 있는 200여 농가 중 지역별 우호 농가 선정
- 우호 농가 선정 기준
 - 최근 1년간 소모성 기자재(센서, 필터망)를 지속적으로 구매
 - 제품에 대한 기본 원리를 완벽히 이해하여 활용도가 높음
 - 실제 제품 사용 후 만족도가 높아 추가 설치를 요청
 - 지속적인 교류를 통해 제품에 대한 피드백 제공

□ 농업 분야 마케팅 방안

구분	목표	세부 목표
마케팅 전략	양돈 정밀농업의 기준 확립	<ul style="list-style-type: none"> ○ 환경에서의 양돈 정밀농업의 자체 기준 수립 <ul style="list-style-type: none"> - 돼지 생육구간(이유, 자돈, 육성, 비육)별 생육 환경 기준 - 돼지 일령에 따른 단계별 생육 환경 기준 등 - 기준 정립에 따른 제어기, 계측기, 주변기기 연동 기준 ☞ 양돈 환경 최적화의 기준 모델이 되도록 목표 ○ 기준 정립에 따른 정밀 환경제어 기술 고도화 <ul style="list-style-type: none"> - 외부환경 변화에도 내부는 일정한 환경 자동 조절 ☞ AI기술 융합으로 정밀농업 방안 더욱 고도화 ○ 기술 적용 이전과 이후에 대한 객관적 비교 검증 ☞ 실제적인 데이터를 통한 신뢰성 확보
	교육 콘텐츠 제작 및 활용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 성공적인 양돈 시스템 교육 콘텐츠 제작 및 배포 <ul style="list-style-type: none"> - 기존 농가 및 귀농인에게 유용한 교육 콘텐츠 제작 ○ 학교 및 정부 기관의 교육 콘텐츠가 될 수 있도록 제작 ○ 컨설팅 서비스를 통해 고객 신뢰성 제고 ○ 자사 기술이 결합된 정밀농업 데이터 플랫폼 구축 ☞ 온라인 콘텐츠 서비스 유통 Biz로 확대
	영업망 확대	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시설업체 및 관련 제조업체의 채널화 ☞ 시설업체를 통한 영업 유통망 확대 ☞ 자사 기술 기반의 스마트그린하우스 시설 협력 ○ 유통 가격 체계 수립 / 유지보수 체계 수립 ○ 채널 대상 세미나 진행 / 관련 전시회 지속 참가
	글로벌 확대	<ul style="list-style-type: none"> ○ 각종 해외 박람회를 통한 글로벌 시장 진출 기회 모색 ○ 국내의 글로벌 진출 업체와의 제휴 추진 ○ 해외 파트너 발굴을 위한 시장 조사

□ 핵심 수요처별 접근 방안

구분	상세구분	핵심 수요처	비즈니스 방향
양돈농가	0~1000두	2,776 농가	기 확보된 양돈농가 관계 활용 지역별 대표 모델링 농가 선정후 개발 제품의 교두보 확보 ☞신규 양돈 농가로 사업 확대
	1000~5000 두	2,953 농가	
	5000두~	405 농가	
시설원예 회사	돈사/하우스 신축, 리모델링 시설회사	태우축산 대건산업개발 서창산업 대운아이엔디 현대축산 등	기 관계 정립된 우호 시설원예회사와 공동 영업 진행 (채널 확대 / 공동 영업) ☞영업 채널 유통망 구축
사료회사	사료제공 및 컨설팅	선진 팜스코 도드람 이지바이오 뉴트리나 카길애그리퓨리나 CJ feed & Care 등	선진 등 우호업체와의 관계를 기반으로 양돈 농가 환경/생체 정보 수집/분석을 통한 AI 융합 모델 개발 협력 ☞선진의 기술과 융합하여 컨설팅 사업 및 지능형 정밀농업 분야 공동 사업 기회 확대
종돈	종돈 제공 및 컨설팅	다비육종 가야육종 경북종돈 우리돼지연구소 국일농원 등	종돈의 유지관리에 필요한 지능형 환경제어기술 협력 ☞종돈 제공 농가에 공동 영업
제조업체	환경 관리용 제품 제조 납품 설치	환경관리기, 사양관리기, 환기, 난방기, 냉방기 등 제조회사	이기종 환경 관리용 제품과의 연계 협력 ☞영업 채널 유통망 구축
ICT 업체	스마트팜 관련 ICT 업체	이지팜 엑스퍼넷(드론 정밀농업) 이코스모스 그랙터 메이팜소프트 등	정밀농업 분야의 자사 기술과 시너지가 나는 기술 협력 각 사의 고객사 영업 협력 ☞기술/영업 협력 파트너로 신규 Biz 창출
조합	양돈농협	부경양돈농협 도르람양돈농협 대전충남양돈농협 서울경기양돈농협 등	지역의 양돈관련 종합 경영체로 조합원 대상으로 교육, 컨설팅 진행 ☞새로운 시장 확대 가능
공공기관	농축산 관련 공공기관	농촌진흥청 한국농어촌공사 농림수산물교육문화정보원 등	정부 주도의 스마트팜 지원 사업에 참여 ☞정부의 정밀산업 육성정책에 따른 기술개발과 사업기회 확대
교육기관	귀농,귀촌, 농업교육 등	귀농귀촌 교육 연암대학교 교육 산수유교육농장 등	교육 콘텐츠 제작 교육 프로그램에 참여 ☞교육과 컨설팅을 통한 사업기회 확대

< 별첨 자료 >

별첨 자료

별첨 1. 자체평가의견서

별첨 2. 연구성과 활용계획서

별첨 3. 연구개발성과 증빙자료

별첨 4. 참고문헌

[별첨 1]

자체평가의견서

1. 과제 현황

		과제번호		120107-1	
사업구분	농림축산식품 연구개발사업				
연구분야	농림축산식품			과제구분	단위
사업명	1세대 스마트 애니멀팜 산업화				주관
총괄과제	(기재하지 않음)			총괄책임자	(기재하지 않음)
과제명	상대습도 기반 최적 체감온도 제어 스마트 애니멀팜 개발			과제유형	개발
연구개발기관	휴미템, (주)유비엔, 경상국립대학교			연구책임자	박지성
연구기간 연구개발비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	2020.10.12. ~ 2021.10.11	424,000	142,000	566,000
	계	-	424,000	142,000	566,000
참여기업	-				
상대국	-	상대국연구개발기관	-		

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2021년 12월 03일

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
휴미템	대표	박지성

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

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

확약	
----	---

1. 연구개발실적

1. 연구개발결과의 우수성/창의성 (■ 등급 : 우수)

- 본 결과물인 상대습도 기반 최적 체감온도 제어 스마트 애니멀팜은 기존의 단순 온도 기반의 환경제어와 달리 가축 사육에 있어 가장 최적의 생육 환경을 제공하는 시스템으로 그 우수성은 인정받고 있음
- 뿐만 아니라, 기존 무선기반의 통신방식으로 기성품에 비해 설치 및 도입 가격적인 면에서 경쟁력을 가지고 있으며, 성능적인 면에서 사용자 편의성과 기술 고도화에 그 우수성을 가지고 있음

2. 연구개발결과의 파급효과 (■ 등급 : 우수)

- 본 결과물인 스마트 애니멀팜은 축산 분야 이외에도 시설원예, 곤충 등 살아있는 작물이나 가축 분야에 적용 가능함은 광범위한 파급효과를 기대 할 수 있음
- 또한, 무선기반의 애니멀팜의 국내외 표준화 진행을 통하여 범용성 확보는 추후 타 기업과 연계를 할 수 있어, 다양한 파급효과는 기대 할 수 있음

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성 (■ 등급 : 우수)

- 본 연구 결과물은 축사 분야 뿐만 아니라 시설원예, 곤충 등의 분야에서 적용 가능함
- 또한, 조합형 시스템은 인터넷 판매 형태를 가능하게 할 수 있으며, 이는 사용자가 직접 설치 할 수 있어 도시농업, 주말농장 등 사용자 친화적인 시스템으로도 활용 가능함

4. 연구개발 수행노력의 성실도 (■ 등급 : 우수)

- 본 연구를 수행하면서 기술의 완성도 및 제품화 부분에는 다양한 공인된 기관의 성적서나 특허 부분에서 확인 할 수 있으며, 우수한 논문으로 학술분야에서도 뛰어난 성과를 냄

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등) (■ 등급 : 우수)

- 본 연구는 1년간의 길지 않은 기간 동안 신규 제품 개발, 기존 제품 고도화, 현장 실증, 연구 성과에 많은 노력을 기울여 각종 논문이나 특허 성과를 우수하게 달성함

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
사육환경 제어기 동작 환경	20	100%	<ul style="list-style-type: none"> 공인된 기관을 통해 -30℃~80℃에서 제어기 정상 동작을 확인하여 국내외 다양한 환경에서도 활용이 충분히 가능함
온도센싱 정확도	10	100%	<ul style="list-style-type: none"> 온도와 습도를 활용하여 동식물의 성장에 최적의 환경을 제공하는데 있어 온습도 센서의 정확도는 가장 중요한 요소임, 이에 대해 공인된 기관에서 시험 결과 목표 이상의 정확도를 얻어 추후 다양한 농업 환경에 활용이 가능하다고 판단함
습도센싱 정확도	15	100%	
상대습도 측정	15	100%	
모터 방진방수	20	100%	<ul style="list-style-type: none"> 수심 1 m에서 30분간 있어도 완전 방수가 가능한 모터로 가스가 많고 습도가 많고 온도가 높은 열악한 축사 환경에 사용하기 적합함
폐사율	20	100%	<ul style="list-style-type: none"> 최근 아프리카돼지열병이나 각종 질병으로 인해 현장실증 농장 선정이 어려웠음에도 불구하고 성공적으로 현장실증을 하였음. 그 결과 폐사율이 4.76%를 달성하여 농가 소득 향상에 큰 효과를 줄 수 있다고 보임
합계	100점	100점	-

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

<ul style="list-style-type: none"> 본 결과물의 상대습도 기반의 최적 체감온도 제어 스마트 애니멀팜은 가축/작물의 최적의 생육 환경을 만들어 주는 시스템으로 농약과 항생제의 사용을 줄일 수 있어, 그로 인하여 농가의 소득 향상과 소비자의 안전한 먹거리를 기대 할 수 있는 시스템임 또한, 완전 무선기반의 조합형 스마트팜으로 다양한 온실 환경에 최적으로 적용 가능한 시스템으로 국내외 표준화에 등록 중에 있으며, 이는 범용성과 확장성에 우수한 시스템임을 나타냄 사용자 친화적인 시스템으로 사용자 맞춤형 서비스를 제공하며, 복합 환경 자동제어 프로그램은 스크립트형태로 사용자별로 적용 될 수 있는 우수한 공유기능을 가지고 있음 종합적으로, 기존의 국내 애니멀팜 시스템의 레벨을 한 단계 높은 시스템으로, 국내 뿐만 아니라 수출이 가능한 스마트팜으로 기대 할 수 있다고 판단 됨

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

<ul style="list-style-type: none"> 1년간의 길지 않은 연구 기간 동안 신제품 개발, 기존 제품 고도화, 현장 실증, 연구 분석 등 뛰어난 연구 성과를 내기 위해 많은 노력을 기울였음. 그리고 최근 아프리카돼지열병 이나 각종 질병으로 인해 실증 농장에 외부인이 출입 하는 것은 현실적으로 쉽지 않음 연구 과제 종료 이후에도 실증 농장과의 지속적인 교류를 통해 효율적인 실증 방안에 대해 체계를 수립해야 하며, 농업 현장의 의견을 적극 반영하여 제품 고도화에 끊임없는 노력을 기울여야 함
--

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

- 본 과제의 결과물은 가축이나 작물 등 생물을 다루는 어떤 분야에도 적용을 하면 최적의 생육 환경을 만들어 준다는 장점을 가지고 있기에 이를 적극 활용하여 다양한 분야에서도 연구 개발이 진행 되어야 한다고 판단 됨
- 농업 현장에 필요로 하는 혁신 적인 기술에 대해 마케팅 홍보를 통해 보급 속도를 가속 시켜야 되며, 사용자의 도입 비용을 낮추기 위한 정부 지자체의 정책적인 지원이 반드시 필요함

IV. 보안성 검토 (보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함)

- 해당사항 없음

1. 연구책임자의 의견

- 해당사항 없음

2. 연구개발기관 자체의 검토결과

- 해당사항 없음

[별첨 2]
연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input checked="" type="checkbox"/> 자유응모과제 <input type="checkbox"/> 지정공모과제		분야	농림축산식품
연구과제명	상대습도 기반 최적 체감온도 제어 스마트 애니멀팜 개발			
주관연구개발기관	휴미템		주관연구책임자	박지성
연구개발비	정부지원 연구개발비	기관부담연구개발비	기타	총연구개발비
	424,000,000	142,000,000	-	566,000,000
연구개발기간	2020.10.12. ~ 2021.10.11.			
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
① 사육환경 제어기 동작 환경	<ul style="list-style-type: none"> 공인된 기관을 통해 -30℃~80℃에서 제어기 정상 동작을 확인하여 국내외 다양한 환경에서도 활용이 충분히 가능함 온도와 습도를 활용하여 동식물의 생장에 최적의 환경을 제공하는 데 있어 온습도 센서의 정확도는 가장 중요한 요소임, 이에 대해 공인된 기관에서 시험 결과 목표 이상의 정확도를 얻어 추후 다양한 농업환경에 활용이 가능하다고 판단함
② 온도센싱 정확도	
③ 습도센싱 정확도	
④ 상대습도 측정	
⑤ 모터 방진방수	<ul style="list-style-type: none"> 수심 1 m에서 30분간 있어도 완전 방수가 가능한 모터로 가스가 많고 습도가 많고 온도가 높은 열악한 축사 환경에 사용하기 적합함
⑥ 폐사율	<ul style="list-style-type: none"> 최근 아프리카돼지열병이나 각종 질병으로 인해 현장실증 농장 선정이 어려웠음에도 불구하고 성공적으로 현장 실증을 하였음. 그 결과 폐사율이 4.76%를 달성하여 농가 소득향상에 큰 효과를 줄 수 있다고 보임

* 결과에 대한 의견 첨부 가능

3. 연구목표 대비 성과

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과목표	사업화지표											연구기반지표								
	지식재산권				기술실시(이전)		사업화					기술인종	학술성과			교육지도	인력양성	정책·활용		기타 (타연구활용액) (%)
	특허출원	특허등록	특허출원료	SMART	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		학술발표			정·활용	정책·활용	
													SCI	비SCI						
단위	건	건	건	건	건	백만원	백만원	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	명	건	건			
가중치	10						25	20		10				10				10	15	
최종목표	2	2			1		5	1,590		9			1	2				7	3	
당해년도	목표	2			1		3	40		2			1	1				2	2	
	실적	2			4		6	49.78		3			0	1				2	2	
달성률(%)	100				400		200	125		150			0	100				100	100	

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	상대습도 기반의 체감온도 제어 스마트 애니멀팜 시스템
②	개별 온도 센서가 적용된 정밀 공조 시스템 고도화
③	사용자 편의성이 고려된 클라우드 기반의 서비스 플랫폼
④	생육정보 및 환경정보 수집, 분석 모델에 기반 생육 알고리즘

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계최초	국내최초	외국기술복제	외국기술소화·흡수	외국기술개선·개량	특허출원	산업체이전(상품화)	현장애로결	정책자료	기타
①의 기술	✓									
②의 기술	✓					✓				
③의 기술		✓								
④의 기술		✓				✓				

* 각 해당란에 v 표시

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	상대습도 기반의 최적 생육 환경 스마트 애니멀팜 수입 대체 효과
②의 기술	축사 뿐만 아니라 시설원예, 곤충 등 다양한 농업 분야에 활용 가능
③의 기술	스마트 농업을 위한 센서, 제어기 등의 표준 기술 개발로 농업 u-IT 관련 국내·외 표준 선점과 특허 대응 및 역량 강화
④의 기술	양돈 축사 농장에 배포 및 확산을 통한 농민의 애로 해소 및 생산성 향상

7. 연구종료 후 성과창출 계획

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과목표	사업화지표											연구기반지표								
	지식재산권				기술실시(이전)		사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책활용		기타 (타연구활용비)
	특허출원	특허등록	특허등록비	SMART	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		학술발표			정채활용	홍보전시	
												SCI	비SCI	학술발표		정채활용	홍보전시			
단위	건	건	건	평년건수	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	명	건	건			
가중치	10						25	20		10				10			10	15		
최종목표	2	2			1		5	1590		9			1	2			7	3		
연구기간내 달성실적	2				4		6	49.78		3			0	1			2	2		
연구종료후 성과창출 계획		2					2	1550		7			1	1			5	1		

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함) : 해당사항 없음

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 1세대스마트애니멀팜산업화연구개발사업 ‘상대 습도 기반 최적 체감온도 제어 스마트 애니멀팜 개발’ 연구개발과제 최종보고서이다.
2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부(농림식품기술기획평가원)에서 시행한 1세대 스마트 애니멀팜 산업화 연구개발사업의 결과임을 밝혀야 한다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다.