

320084-1

보안 과제( ), 일반 과제( O ) / 공개( O ), 비공개( )발간등록번호( O )  
1세대스마트플랜트팜산업화기술개발사업 2021년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003703-01

# 소규모 단동 온실용 개방형 통합제어시스템 표준화 및 산업화

2021.10.22

주관연구기관 / 주식회사 지농  
협동연구기관 / 한국전자통신연구원  
협동연구기관 / 인지시스템  
협동연구기관 / 유비엔  
협동연구기관 / 화성시농업기술센터

2021

농림축산식품부

농림식품기술기획평가원

농림축산식품부  
농림식품기술기획평가원

## 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “소규모 단동 온실용 개방형 통합제어시스템 표준화 및 산업화”(개발기간 : 2020. 7. 3 ~ 2021. 7. 2)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2022.10.22

주관연구기관명 : 주식회사 지농 (대표자) 박 훈 동 (인)



협동연구기관명 : 한국전자통신연구원 (대표자) 김 명 준 (인)



협동연구기관명 : 인지시스템 (대표자) 이 상 은 (인)



협동연구기관명 : 유비엔 (대표자) 안 은 기 (인)



협동연구기관명 : 화성시농업기술센터 (대표자) 차 재 문



주관연구책임자 : 주식회사 지농 박훈동

협동연구책임자 : 한국전자통신연구원 현욱

협동연구책임자 : 인지시스템 이상은

협동연구책임자 : 유비엔 김구조

협동연구책임자 : 화성시농업기술센터 김범기

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

최종보고서										보안등급	
										일반[ V ], 보안[ ]	
중앙행정기관명		농림축산식품부				사업명		사업명		1세대 스마트 플랜트팜 산업화	
전문기관명 (해당 시 작성)		농림식품기술기획평가원				내역사업명 (해당 시 작성)		내역사업명		1세대 스마트 플랜트팜 산업화	
공고번호		농축 2020-214호				총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)		연구개발과제번호		320084-1	
기술분류	국가과학기술 표준분류	LB0805	30%	LB0203	20%	LB2003	20%	EE0108	10%	EE1001	20%
	농림식품과학기술분류	RC0102	30%	SA0303	30%	CA0301	20%	AA0204	10%	AA0203	10%
총괄연구개발명 (해당 시 작성)		국문									
		영문									
연구개발과제명		국문		소규모 단동 온실용 개방형 통합제어시스템 표준화 및 산업화							
		영문		Standardization and Industrialization for Open Integrated Control System of Small-sized Greenhouse							
주관연구개발기관		기관명		주식회사 지농		사업자등록번호		207-81-56972			
		주소		(14067) 경기도 안양시 동안구 시민대로 248번길 25, 801호		법인등록번호		134111-0446133			
연구책임자		성명		박훈동		직위		대표			
		연락처		직장전화		휴대전화		010-2231-5729			
				전자우편		국가연구자번호		1094 8252			
연구개발기간		전체		2020. 7. 3 - 2021. 7. 2(1년 0개월)							
		단계		1단계		2020. 7. 3 - 2021. 7. 2(1년 0개월)					
연구개발비 (단위: 천원)		정부지원 연구개발비		기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금 지방자치단체 기타( )		합계		연구개발비 외 지원금	
		현금		현금		현금		현금		합계	
총계		400,000		9,601		123,732		409,601		123,732	
1단계		1년차									
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)		기관명		책임자		직위		휴대전화		전자우편	
		비고		역할		기관유형					
공동연구개발기관		한국전자통신 연구원		현욱		책임연구원		010-6427-7892		whyun@etri.re.kr	
		인지시스템		이상은		대표		010-5248-8119		ing@ingsys.co.kr	
		유비엔		김구조		연구소장		053-623-6001		gkim@ubncorp.kr	
		화성시농업기 술센터		김범기		농촌지도사		031-5189-2789		soilkbk@korea.kr	
연구개발담당자 실무담당자		성명		이세용		직위		본부장			
		연락처		직장전화		휴대전화		010-3840-7930			
				전자우편		국가연구자번호		1095 8745			

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

2021 년 7월 2일

연구책임자 : 박 훈 동 (인)

- 주관연구개발기관의 장: 주식회사 지농 (직인)
- 공동연구개발기관의 장: 한국전자통신연구원 (직인)
- 공동연구개발기관의 장: 인지시스템 (직인)
- 공동연구개발기관의 장: 유비엔 (직인)
- 공동연구개발기관의 장: 화성시농업기술센터 (직인)

## < 요약 문 >

사업명		1세대 스마트 플랜트팜 산업화				총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)							
내역사업명 (해당 시 작성)		1세대 스마트 플랜트팜 산 업화				연구개발과제번호		320084-1					
기술 분류	국가과학기술 표준분류	LB0805	30%	LB0203	20%	LB2003	20%	EE0108	10%	EE1001	20%		
	농림식품 과학기술분류	RC0102	30%	SA0303	30%	CA0301	20%	AA0204	10%	AA0203	10%		
총괄연구개발명 (해당 시 작성)													
연구개발과제명		소규모 단동 온실용 개방형 통합제어시스템 표준화 및 산업화											
전체 연구개발기간		2020. 7. 3 - 2021. 7. 2(1년 0개월)											
총 연구개발비		총 533,333천원 (정부지원연구개발비: 400,000천원, 기관부담연구개발비 : 133,333천원, 지방자치단체: 천원, 그 외 지원금: 천원)											
연구개발단계		기초[ ] 응용[ ] 개발[ V ] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[ ]				기술성숙도 (해당 시 기재)		착수시점 기준( ) 종료시점 목표( )					
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)													
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)													
연구개발 목표 및 내용	최종 목표	스마트온실용 국가통신 표준을 제·개정하고, 이를 근간으로 하는 오픈 소스 기반 개방형 복합환경제어시스템과 관련 기자재를 상용화하여 소 규모 농가에서 활용할 수 있는 통합제어시스템 보급											
	전체 내용												
	1단계	목표	소규모 단동 온실용 KS 표준 스마트팜 기자재 연구개발										
	내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 스마트온실 통신 표준 제·개정(안) 제안</li> <li>○ 스마트온실 표준기반 센서노드/구동기노드 개발 및 산업화</li> <li>○ 소규모 단동온실용 통합제어시스템 산업화</li> </ul>											
연구개발성과		KS 표준 기반 센서노드, 구동기노드, 복합환경제어기											
연구개발성과 활용계획 및 기대 효과		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ KSX 3267의 문제점을 보완하여 개정안 개발 및 자동인식을 위한 통신표준을 KS 표준화를 통해 표준제품의 확산</li> <li>○ 100만원 대의 저렴한 장비와 시스템을 완성하여 소규모 단동 농가에 서비스 및 오픈소스 기반 사업 모델 기반 마련</li> </ul>											
연구개발성과의 비공개여부 및 사유													
연구개발성과의 등록·기탁 건수		논문	특허	보고서 원문	연구 시설 ·장비	기술 요약 정보	소프트 웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
			2				2	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 (5개 이내)		스마트온실		국가 표준		통합제어시스템		모드버스		센서/구동기 노드			
영문핵심어 (5개 이내)		Smart Greenhouse		Korean Standard		Integrated Control System		Modbus		Sensor/Actuator Node			



## < 목 차 >

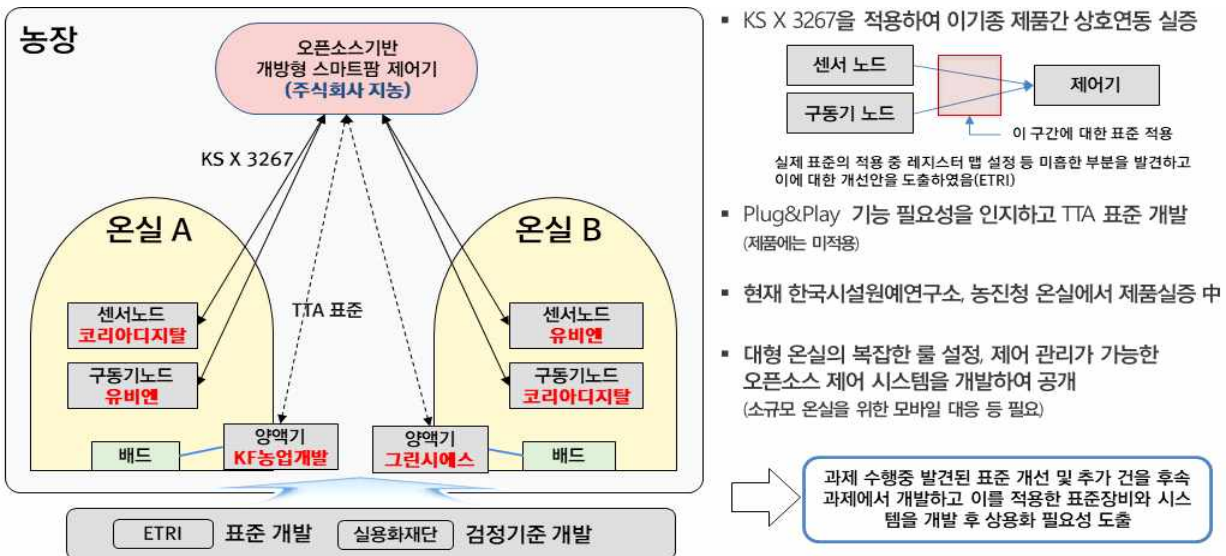
1. 연구개발과제의 개요
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도
4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성)
5. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

별첨1 참고 문헌

# 1. 연구개발과제의 개요

## 1) 연구의 배경


- 스마트온실 국가 통신표준(KS X 3267)을 고도화하는 한편, 표준 적용 기자재를 산업화 할 수 있게 실제 농가 환경에서 실증 필요
- 2019년도 “1세대 스마트팜 산업화 기술개발”과제의 일환으로 연구된 “오픈소스 기반 스마트팜 개방형 제어기 고도화 및 산업화(주관기관 : (주)지농, 주관책임자 : 박훈동)” 과제의 성과물을 계승하고, 추가 연구가 필요한 표준의 재/개정 및 이를 적용한 센서/구동기 노드, 소규모 단동온실용 제어시스템을 표준으로 적용하는데 있음
- 선행연구에서 KS X 3267 통신표준을 실제 적용하는 과정에서 도출된 문제점을 해결하고 이를 반영한 표준의 개정 및 신규 KS 표준을 개발할 필요가 제기되었음
- 이렇게 개정 및 제정될 KS 표준을 토대로 작동하는 센서 노드, 구동기노드, 제어기 시스템을 실증하고 이를 토대로 상용화하는 것이 필요해짐



- 특히, 절대 다수를 차지하는 단동하우스 등 소규모 농가에 맞는 통합제어시스템 연구개발 및 농가보급 필요
- 시설온실의 대부분인 비닐하우스 중 85.9%인 44천ha가 단동하우스로 상당히 영세한 구조임
- 단동형 온실의 스마트팜 도입율은 2020년 기준 12% 내외로 실적 저조
- 단동하우스는 대체로 폭 5~10m, 길이 80~100m로 설치되어 동당 면적이 최대 1,000㎡에 불과하여 정밀하고, 균일한 환경조절 어려움
- 복합환경제어가 어려운 단동하우스 환경에서 스마트농업을 지원할 수 있는 적정 기술을 적용한 맞춤형(센서 기반 병해충 예찰형, 지능형 관수 등) 스마트팜 기술 개발 필요

시설원예 스마트팜 시장 규모 추정

구분		2020년	2021년	2022년
유형별 재배면적(ha)	단동형	45,064	45,245	45,426
	연동형	6,915	7,108	7,307
	기타	1,030	1,006	983
	합계	53,009	53,359	53,716
스마트팜 도입면적(ha)	단동형	5,475	6,334	7,586
	연동형	5,947	6,397	6,869
	합계	11,422	12,732	14,455
스마트팜 도입율(%)	단동형	12.2%	14.0%	16.7%
	연동형	86.0%	90.0%	94.0%
	가중평균	21.5%	23.9%	26.9%




**타겟 농업인 현실**

귀농, 창농인들이 온실 운영 시 대부분 단동 중심  
(비용과 경험이 부족하여 작은 규모로 시작)

상위농가 대비 초보농업인의 생산성 차이

- (딸기) 상위20%농가 생산량은 하위80%농가 대비 약 1.9배
- (토마토) 상위20%농가 생산량은 하위80%농가 대비 약 1.7배



- 초기 비용은 최소로 스마트팜 접근 필요
- 단계별 제품 업그레이드가 가능해야 함
- 스마트팜을 통해 숙련농업인의 경험을 쉽게 따라할 수 있는 서비스 필요  
(생산성 향상 가이드/제어를 세팅)

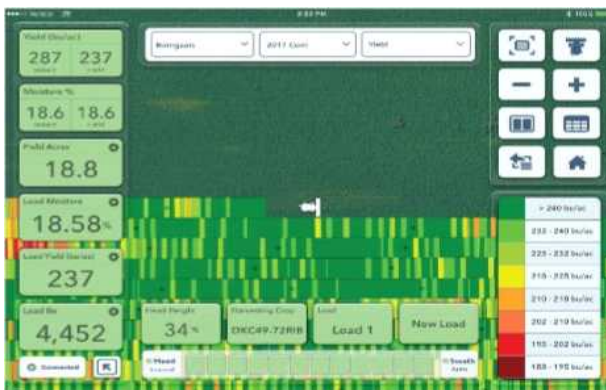
## 2) 기술 개발, 표준화 및 시장 현황

### (1) 기술 개발

#### □ 미국

- 미국 정부는 농업의 성장이 식량안보에 직접적인 해결책이 된다는 인식하에 1990년대부터 지속가능한 농업 및 환경 촉진을 주요 전략으로 설정
  - 2002년부터 미국 과학재단(NSF) 주도로 미래 과학기술은 Nano, Bio, Info, Cogno의 4개 기술을 초기 단계부터 수렴, 융합하여 연구하고 응용해야 한다는 ‘NBIC Converging Technology’를 수립하여 추진
  - 기후변화 대응, 에너지, 의료, 교육 등 사회 전반에 ICT 융복합을 촉진할 수 있는 R&D 영역이 확대되고 있음
  - 국가과학기술위원회(NSTC) 주도로 ICT 융합의 기반이 되는 원천기술에 2002년 18억 달러로부터 2012년 37억 달러로 투자 확대
  - 2000년에 들어 GPS를 이용한 무인주행 농작업과 조간 농자재 변량 살포기술이 이용되고 있으며, 실시간 센서개발과 정밀농업 취득 정보 농산물 생산이력 이용이 추진되고 있음
  - 2014년에는 국립 기상 서비스(National Weather Service)와 농무부(USDA)가 오픈 데이터 정책 추진을 통해 각종 농업 관련 서비스 개발을 촉진
- 농장의 최첨단화가 가능하게 된 이유는 기술 발전 덕분이며, 특히 이러한 기술들은 ‘농업의 실시간 관리’, ‘관리의 효율성 향상’에 중점을 두고 개발됨
  - 그 중 ‘스마트 스프레이 시스템’, ‘로봇’, ‘드론’, ‘센서’ 같은 기술이 현재 상용화되고 있음
  - 스마트 스프레이 시스템: 대단위 농지에 기계로 농약을 살포해야 하는 미국 등지에서 농약을 얼마나 뿌리면 되는지 조절할 수 있는 기술
  - 로봇 : 대형부터 소형 로봇까지 작황 상태를 진단하고 농업 공정의 자동화를 할 수 있게 도움

- 드론 : 드론 역시 농업 분야에서 상당한 역할을 해낼 것으로 기대되고 있으며, 상업용 드론으로 인한 매출 효과는 200~400만 달러에 이르고, 2020년까지 수 조원 대 규모로 커질 것으로 전망됨
- 농업용 센서 : 농가의 작황과 농장 기계 상태 등을 실시간 관리할 수 있어 많이 활용되고 있음
- 공기, 토양 센서를 비롯해 가축에 주입하는 GPS와 RFID 칩들도 유용함
- 작물용 센서를 부착하면 작황 상태에 대한 데이터를 수집하고, 이에 따른 비료 양을 조절하기 수월함. 특히 '소일 IQ(Soil IQ)'의 경우 사물인터넷 트렌드와 함께 가정용 토양센서를 개발해 눈길을 끈 바 있음. 태양열 판이 부착된 1만 2,140㎡ 규모의 토양센서는 무선인터넷이나 통신망 데이터를 이용해 데이터를 수집함. 이 데이터를 기반으로 농산물을 언제 심어야 하며, 수확시기는 언제가 좋은지 등을 추천해 준다. 이지 블룸(Easy Bloom), 플라워 파워(Flower Power) 등 몇몇 업체들이 비슷한 개념의 토양 센서를 개발했지만 소일 IQ 제품이 가장 큰 호응을 얻음
- 정밀농업
  - 미국에서 스마트 농업은 농업(Agriculture)와 기술(Technology)를 조합해 어그테크(AgTech)로 불림
  - 넓은 토지를 바탕으로 세계에서 가장 많은 농산품을 생산·수출하고 있는 만큼 스마트 농업 기술력은 세계 최고 수준
  - 첨단 농기계와 더불어 농작물의 생육상황이나 토양상태 등 빅데이터에 기반, 해당 지역에 최적의 농법을 처방하는 처방 농법이 발달
  - 몬산토(종자), 존 디어(농업장비), 듀폰(농자재, 비료)과 같은 대기업 중심으로 농업관련 데이터 처리 등 농업 정보망 구축 관련 투자 확대
  - 특히 몬산토는 클라이밋 코퍼레이션(Climate Corporation)을 통해 30년간 미국 전역 1,500억여 개의 토양 정보와 60년간 10조 개 이상의 기상 시뮬레이션 정보를 축적, 작물의 성장상황, 영양 및 질병 등 생리정보, 수확량 예측정보 등 세분화된 맞춤형 농업서비스 실시간 제공
  - 최근에는 자동운전 트랙터, 작물을 솟아내는 로봇 도입 등 최신의 ICT 기술을 개발해 농업에 적용하는 벤처기업 증가 추세



<몬산토 클라이밋 코퍼레이션(필드뷰)>



<존디어 필드 커넥트>

- 로봇팜
  - 미국 실리콘밸리 스타트업인 아이언 옥스는 2018년 10월 미국 캘리포니아주 샌 카를로스에서 세계 최초 로봇 운영 완전 자동화 농장을 개설

- 브랜드 알렉산더 CEO는 로봇들이 24시간 운영되어 기존 농장의 1/30에 불과한 면적에서 동일한 양의 작물을 생산할 수 있다고 언급
- 트랜스플랜터(Transplanter)라고 불리는 로봇 팔이 수경재배베드(Hydroponic grow beds)에서 식물을 개별적으로 뽑아서 크기가 증가한 식물을 새로운 베드로 옮겨 건강과 생산량을 극대화
- The Brain이라는 소프트웨어를 통해 로봇 운영을 통합. 농장 감시, 질소 레벨, 온도 및 로봇 위치 등을 모니터링



<아이언옥스의 로봇 팔(transplanter) >



<아이언옥스 수경재배베드>  
(Hydroponic grow beds)

## □ 유럽

- 2004년 ‘지식사회 건설을 위한 융합기술 발전전략’ 수립을 통해 2013년까지 진행되는 ‘7th Framework Programme 2007~2013’로 융합기술을 구체화하고 농업 분야를 여기에 포함시켰으며, 2014년부터 추진되는 ‘Horizon 2020’에서는 사회적 현안 해결을 위한 지속가능한 농업의 역할을 강조
- EU의 농업연구상임위원회(SCAR)에서 농업·ICT 융합 R&D 정책 추진
  - 세계화, 기후변화, 식량소비 등 향후 20년간 유럽 농업에 발생 가능한 위기 상황에 대비한 연구를 진행하여 8가지 - 기후변화(Climate change), 환경(Environment), 에너지(Energy), 사회변화(Social changes), 경제 및 무역(Economy and Trade), 건강(Health), 지역경제(Rural Economy), 과학기술 (Science and Technology)- 농업 관련 주요 이슈에 대한 자료 수집 및 분석 수행
  - 최근 EU의 농업·ICT 융합 R&D 정책은 농식품 분야에 대한 투자확대로 유럽의 지식 기반 바이오경제(Knowledge based Bio-economy)를 달성하는 것을 목표로 추진되고 있음
- EU, ICT-Agri 프로젝트 추진
  - EU에서 추진하는 ICT-Agri 프로젝트는 유럽연합집행기관(European Commission)의 기금(ERA-NET scheme)으로 운영되는 EU 차원의 농업분야 ICT 국제공동 연구 프로젝트임
  - 주요 목표
    - 정밀농업분야에 대한 EU 차원의 연구역량 및 회원국 간의 연구협력 네트워크 강화를 주요 목표로 함
    - EU 공통의 연구의제 설정을 통해 농업분야 ICT 및 로봇기술 연구개발의 효과성 및 효율성 제고
    - 농업분야 ICT와 로봇기술 연구개발 시 인적자원과 물질 자원 활용의 분절화 해소를 통한 연구개발의 효과성 및 효율성 제고



- 주요 연구 분야 : 정밀곡물농업, 정밀축산업, 실내기후통제 자동화, 품질통제 자동화, 농업분야 로봇활용, 농장관리 및 정보시스템 개발 등
- 주요 활동
  - '메타지식기반 (Meta Knowledge Base)' 이라는 온라인 정보플랫폼을 개발하여 공공기관과 연구기관들에게 기술·사회적 정보를 제공하여 당사자 간 협력이 활발하게 함
  - 국제공동연구 사업 주제를 발굴하여 기관 간의 전문 지식을 공유하고 부족한 점을 상호 보완하여 인적·물적 자원의 효과적이고 효율적인 사용 도모
  - 농업분야의 지속가능성을 높이고 혁신적인 기술개발을 촉진하기 위해 민관협력(Partnership)을 장려하여 민간기업과 사용자 (농부)들의 참여 촉진

○ EU, Smart Agri-Food 프로젝트 추진

- 미래 인터넷 민관 파트너십 프로그램(FI-PPP)의 일환으로 추진되고 있는 농업, 농업 물류, 식품정보 관련 R&D 프로젝트로 Smart Agrimatics에 종사하고 있는 중소기업, 기업 혹은 개인에 직접적으로 자금을 비롯한 지원 내용을 제공
  - 주로 농식품 부문에 대한 미래 인터넷 및 ICT의 응용 및 적용을 촉진하기 위함
  - 스마트 농업, 스마트 농업 물류 및 농식품에 대한 인식에 관련된 시스템에 중점을 두어 프로젝트를 수행하는 것을 주요 내용으로 함
  - 정교하고 강력한 광대역 감지 및 동물과 식물의 모니터링을 포함 한 스마트 농업
  - 농식품 제품의 지능형 수송 및 농식품 관련 실시간 물류를 포함한 스마트 농식품 물류·정보 안전, 건강, 환경에 미치는 영향, 동물 복지와 관련된 소비자에 중점을 둔 스마트 농식품에 대한 인식 제고
- Smart Agri-Food 프로젝트는 ICT 기술이 융합된 파일럿 프로그램을 소개
  - Greenhouse Management : 센서로부터 얻은 실제 데이터에 기반을 둔 농장 경영 시스템으로, 농장의 생산성 증가를 위해 필요시 되는 행동을 고려하여 더 나은 의사결정을 내릴 수 있도록 지원
  - Smart Spraying: 복잡성을 띠고 있는 정밀 방제 운영 관리를 위한 소비자의 직무 기획 및 수행에 관련된 서비스 구축 및 제공
  - Fresh Fruits and Vegetables: 농작물 기업들 간의 생산품을 관리하고, 중추적 수행 및 공급망 내의 농작물 품질 관련 정보를 제공하기 위한 웹 기반의 커뮤니케이션 인프라
  - Plants and Flowers: 화초 재배 공급망에 있는 화초의 품질 관리를 우선으로 하는 프로그램으로, 화초의 품질 향상, 폐기물의 절감, 수송 능력 활용의 향상 및 공급망 내의 리드 타임 감소를 목적으로 함
  - Tailored Information for Customers: 스마트폰을 활용하여 소비자가 식료품 쇼핑을 하기 전, 식료품에 관한 정확한 정보에 접근할 수 있도록 지원하는 메카니즘
  - Tracking, Tracing and Awareness Meat: 소비자가 육류 쇼핑을 하기 전, 육류에 관한 모든 정보에 접근 할 수 있도록 지원하는 스마트폰 애플리케이션

○ 네덜란드

- 각종 첨단 기술을 활용해 유럽 평균 대비 5배 높은 농업 생산성을 달성하는 등 네덜란드 농업은 ICT 선진국으로서의 위치를 점유
- 유럽의 농업·ICT 융합 R&D의 대표 사례로 네덜란드 농업의 정밀화사업(Programma Landbouw: PPL)을 꼽을 수 있음
- 한편 네덜란드 정부는 'EER-triptych'라는 농업 교육·보급·연구 기관이 긴밀히 협력하

여 농업 예산의 40%를 막대한 연구 자금을 농업의 경쟁력 강화를 위해 지원하고 있음  
- 복합환경제어

- 네덜란드를 대표하는 온실 솔루션 기업인 프리바(Priva)는 원래 온실 내부의 기온 관리 회사였음
- 1977년 원예농업과 온실운동을 관리할 수 있는 컴퓨터를 기반으로 온실내의 모든 환경을 복합제어하는 ICT 융복합 전문기업으로 탈바꿈
- 전 세계에서 가장 앞서나가는 온실/건물 환경제어 시스템을 개발해 세계 각국으로 수출해 큰 수익을 거두고 있음
- 우리나라(시설재배 농가)도 네덜란드의 프리바를 벤치마킹해 도입. 프리바는 시설재배에서 복합 환경 재배 제어기술(공정/기후/조명/ 이산화탄소/관개/운영 자동화)로 최적의 생육환경 조건을 제공하여 생산성을 높임



<프리바 복합환경 제어 시스템>

- 프리바의 주요 제품은 통합공정제어관리시스템, 생육관리모델, 데이터입력, 양액공급시스템, 질병관리 등이 있음
- 온실 데이터 기록 시스템(Privassist)은 온실에서 나온 각종 생산 및 운영 데이터를 기록하여 필요시 검색해 사용할 수 있으며, 모바일 단말기를 통해 기록 및 검색이 가능함
- 액체 비료 투여 시스템(Priva NUTRIFit)은 고농도의 액체 비료를 혼합하여 제공하며, 작물 별로 설정해 놓은 데이터에 맞추어 저장 용기에서 직접 혼합하여 투여하는 시스템임
- 관개용수 관리 시스템(Priva VIALux)은 기존의 시스템이 단순히 물을 펌프하여 사용했던 것과는 달리 관개용수를 효율적으로 소독한 뒤 물의 투과율을 측정하고 점검하는 시스템 임
- Priva는 50년 이상의 축적된 데이터와 기술력을 바탕으로 환경제어시스템을 제공함으로써 작물의 최적 생산조건을 만들어 최대의 효과를 제공함

제품명	기능	특징	제품사진
Priva Maximizer	온실기후, 관개 및 열관리 등 복합환경 제어	온실크기 무관	
Priva Connex	식물 생육환경 최적화를 위한 다양한 환경을 중앙에서 제어	모든 시스템과 연결 가능 (높은 호환성)	
PrivAssist	노동자 및 생산에 대한 개별정보 입력, 분석	고품질, 고생산성 달성 인건비 10~15% 절감	
PrivAssist Smartline	RFID를 통해 작업, 직원, 경로 및 온실내부를 인식	노동생산성 향상, 인건비 10~15% 절감	
Priva Nutri-line	작물 품질 관리를 위한 안정적인 비료주입 시스템	EC, pH, 빛, 외부조건 등을 고려한 비료 투입의 완전통제 가능	
Priva Vialux	관개용수의 살균을 통한 질병관리	소독 99.9%, 작물보호제의 최소 95% 분해	

- 관수관리

- 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
- HortiMaX-Go는 양액관리, 온실 자동제어, 환경모니터링, 복합환경자동제어가 가능한 시스템으로 양액의 공급량과 배액량, 작물의 증산량을 추적하여 최적 공급량을 결정할 수 있고, 배액의 EC, pH를 추적하여 공급 양액의 조성을 현재 작물상태에 맞추어 처방이 가능함
- HortiMax의 근권부 정보를 추출하여 모니터링 할 수 있는 시스템인 ProDrain(제품명) 임
- 근권부 정보를 추출하기위해 일정 크기의 배지 모듈을 만들고, 이 배지 모듈을 행잉거터를 이용하여 4개의 로드셀에 매달아 배지의 무게와, 배지내 함수량, 양액공급량, 공급 EC.pH, 배액량, 배액 EC.pH를 EC, pH, 배액량 등 배액 정보를 모니터링함



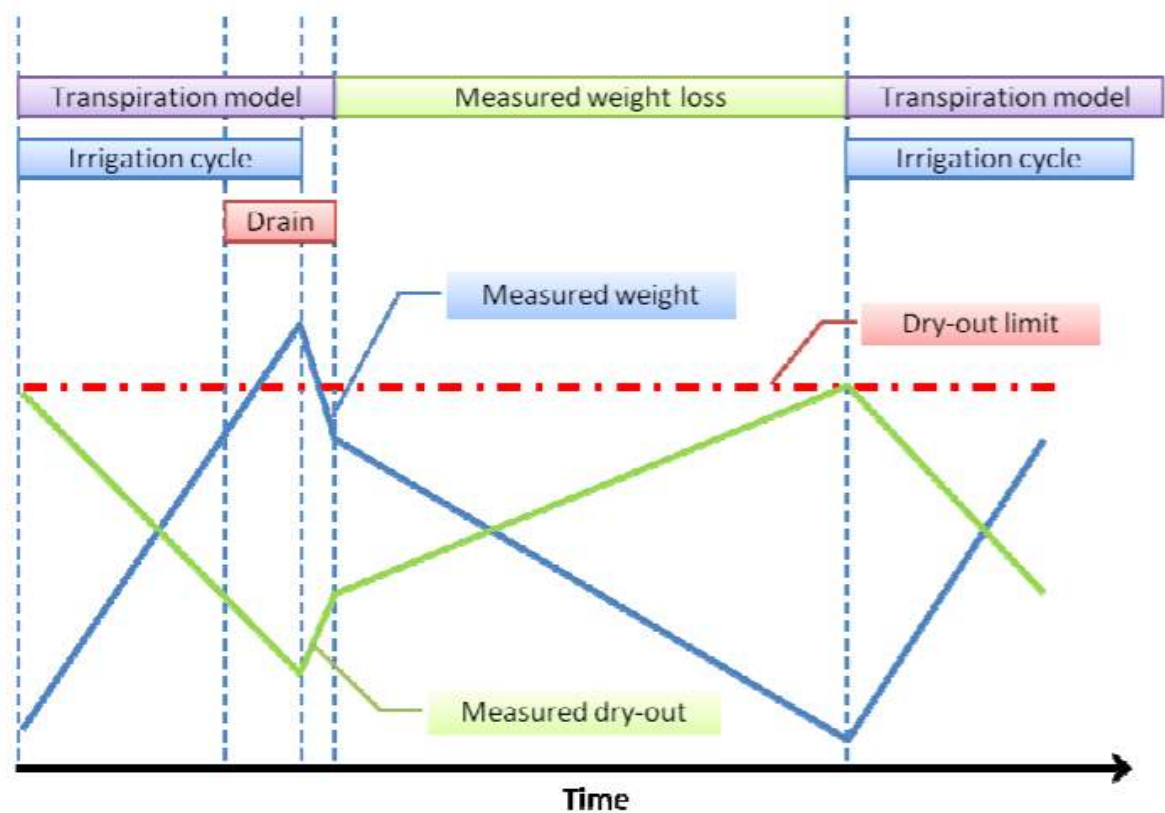
<HortiMaX Synopta>



<HortiMaX ProDrain>



- Priva의 Root Optimizer는 근권부 정보를 추출하여 모니터링 할 수 있는 시스템임
- 근권부 정보를 추출하기 위해 일정 크기의 배지 모듈을 만들고, 이 배지 모듈을 2개의 로드셀을 이용하여 배지의 무게와, 배지내 함수량, 양액공급량, 공급 EC.pH, 배액량, 배액 EC.pH를 EC, pH, 배액량 등 배액 정보를 모니터링 함



<Priva Root Optimizer 매뉴얼>

## □ 일본

- 2004년 ‘신산업 창조전략’을 통해 융합 신산업 창조전략을 추구하고, 2011년 i-Japan 전략을 수립하면서 농업을 ICT융합 기반의 신산업으로 육성하기 위한 6대 중점 분야로 선정
  - 일본의 농업·ICT 융합 기술은 기계화, 편리성 도모, 수익향상, 건강증대, 안정성 확보 등의 측면에서 광범위하게 적용되고 있음
  - 2000년대 이후 u-Japan 전략(2004년), i-Japan 전략(2011년) 등 ICT 융복합 정책이 추진되면서 농업에 유비쿼터스 기술 적용이 시도됨
  - 2011년 i-Japan 전략을 수립하면서 농업을 ICT융합 기반의 신산업으로 육성하기 위한 6대 중점분야 중 하나로 선정해 농업에 대한 R&D 투자 확대
  - 2010년 농업의 성장산업화 전략의 하나로 ‘농업 6차산업화’를 도입하였으며, 이를 제도적으로 뒷받침하기 위해 2011년 3월에 6차산업 관련법을 제정하였고 지역 활성화로 이어지도록 각종 지원을 하고 있음
  - 2014년 농림수산성을 주축으로 ‘농업 정보의 생성·유통 촉진 전략’(2014.6)을 수립하고 농업 관련 데이터의 수집 및 분석 활성화를 모색

- 총무성은 지능형 농작물 생산 시스템, ICT를 활용한 농업 생산지도 시스템, ICT 기반의 청과물 정보 유통 플랫폼 등 다양한 시범사업을 전개
- 농업·ICT 융복합 기술인 Smartagri 시스템, 영농정보관리시스템(FARMS, Farm Management System)을 개발하여 농업의 기계화·자동화 구현
  - Smartagri 시스템 : 농업과 관련된 여러 가지 정보(환경, 생체 등) 수집, 분석 및 디지털화를 통해 식물 생육을 최적으로 제어하는 시스템
  - 영농정보관리시스템(FARMS) : 농작업 이력 추적 및 DB화를 통해 GIS의 지도정보와 밀접하게 관련시키는 종합 관리시스템

## □ 소규모 단동 온실 유사 사례

- 일본 Bosch의 병해예찰서비스(Plantect)
  - 보쉬의 일본법인인 환경 모니터링과 AI 기술을 통해 병충해 감염 예측 기능을 제공하는 스마트 농업 서비스 Plantect를 2017년 출시
  - 하우스 내 설치된 센서로 환경 데이터를 측정. AI 기술을 구현한 알고리즘으로 병충해 감염 리스크를 92% 예측 가능
  - 머신러닝을 위해 Bosch의 FUJI(미래일본혁신기구)와 BCAI(보쉬 인공지능 연구소)가 수년간 방대한 데이터를 수집
  - Plantect가 온실에서 감염 위험을 감지하는 순간 태블릿(휴대폰)에 경고가 표시되고, 초기단계에서 질병에 대한 적절한 대응조치가 가능해짐
  - 일본에서 Plantect 장치에 대해 4,000건 이상의 주문이 접수되었고, 2019년 하반기 한국에도 판매 예정 (일본에서 월 이용료 5만원 수준)

### | Bosch社 Plantect |

#### → 간단한 센서장치 설비

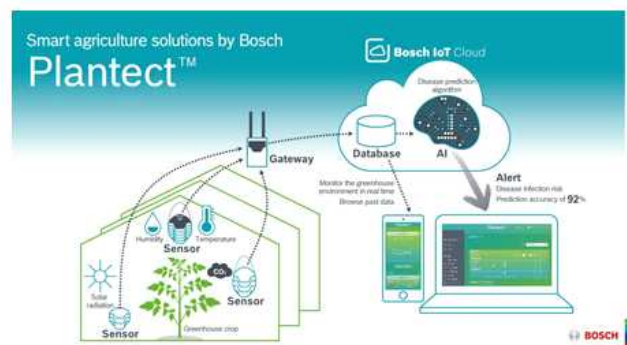
- 배터리 내장형, 무선통신 기반
- 농가가 직접 설치 / 도입비용 저렴

#### → 병해예찰 알고리즘을 통한 서비스

- 토마토 농가대상 92% 확률의 병해예찰 서비스 지원
- 향후 오이/딸기 등 작목확대 예정

#### → 상용화된 유료 서비스 제공

- 농가는 장비+통신료로 월 4,980엔 납부
- 병해진단 추가 시 매달 980엔 추가



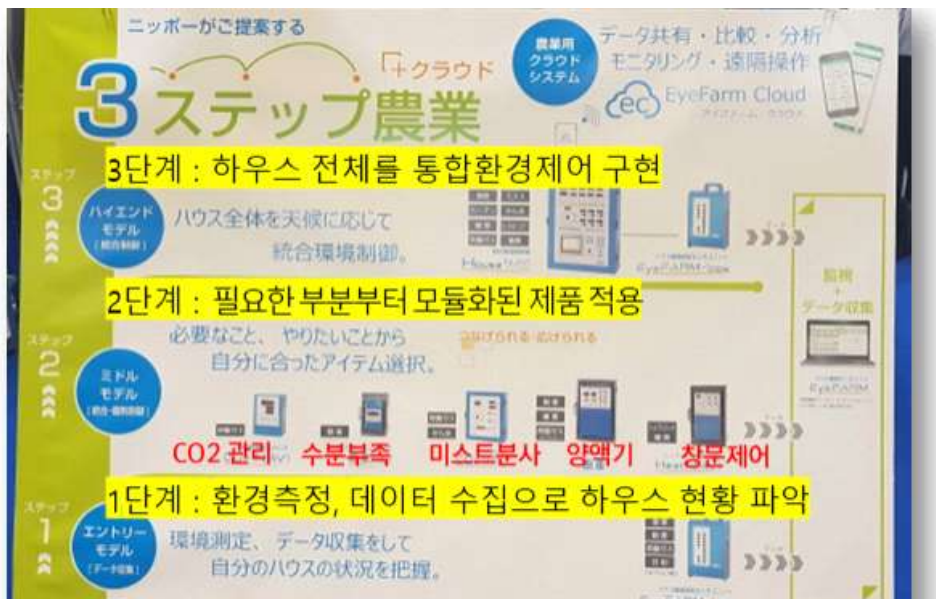
○ 택배로 배송받아 농가가 직접 설치, 월 사용료 모델 : 일본 미도리 클라우드 서비스

노지용 미도리 박스 PRO	온실용 미도리 상자 2 (3G 모델)	온실용 미도리 상자 2 (Wi-Fi 모델)
		
완전 방수 센서의 확장이 가능한 프로 버전. 노지 재배와 대규모 생산 시설에서 사용이 용이합니다.	통신 회선을 내장하여 전원 콘센트에 꽂는 것만으로 바로 사용할 수 있다. 필요한 센서가 세트된 입문 버전	포장 내에서 무선 LAN을 사용할 수 있다면 여기. 필요한 센서가 세트된 입문 버전
<b>초기 비용</b> 128,000 엔	<b>초기 비용</b> 89,000 엔	<b>초기 비용</b> 72,000 엔
<b>월액 비용 2,260 엔</b> (클라우드 이용료 1,280 엔 + 통신비 980 엔) ※ 2 번째 이후의 클라우드 이용료는 980 엔입니다.	<b>월액 비용 2,260 엔</b> (클라우드 이용료 1,280 엔 + 통신비 980 엔) ※ 2 번째 이후의 클라우드 이용료는 980 엔입니다.	<b>월액 비용 1,280 엔</b> (클라우드 이용료 만) ※ 2 번째 이후의 클라우드 이용료는 980 엔입니다.

- 미도리 클라우드 서비스는 온실/노지 모니터링 전용 장비로서 미도리박스(게이트웨이와 센서노드 통합 보드)에서 온습도, CO2, 일사, EC 등 필요한 센서를 옵션으로 추가
- 월 사용료를 통신비 포함 납부하는 방식으로 운영되고 있음
- 농가가 자동화 장비의 제어를 원할 경우 미도리 클라우드와 제휴된 스마트팜 장비업체들과 프로토콜을 공유하여 장비 추가가 가능한 방식으로 서비스되고 있음

○ 단계별 제품 라인업 추가 가능한 서비스(일본 Nippo사)

- 온습도센서를 이용한 수분부족분(또는 수증기압포차)을 적정상태로 관리함으로써 광합성 촉진 집중관리
  - 1단계(환경모니터링)
  - 2단계(포차, CO2 발생기, 창문제어)
  - 3단계(전체 하우스 통합제어)로 농가의 수준에 따라 맞춤 서비스 제공
- 소규모 농장에서 초기에 전체 스마트팜 라인업을 구축하기에는 비용과 활용수준에서 부족하기 때문에 단계별로 제품라인업을 구성할 수 있는 제품을 개발하여 제공



## ⇒ 본 과제에서의 시사점

- 소규모 단동온실 농가 중에 최근 귀농, 창업한 농업인들이 많고, 이들이 스마트팜을 초기부터 풀라인업을 구축하기에는 비용부담이 큼
- 따라서, 일본 사례처럼 초기에는 저렴한 비용으로 온실의 환경관리를 진행하고, 가장 기본적인 측장 제어, 난방기 제어 등 순차적으로 스마트팜을 적용할 수 있는 서비스가 필요함
- 이를 위해 개별 회사에 특정된 제품으로 라인업을 구성하기 보다 여러 회사들이 표준을 기반으로 작동이 되면 농가의 선택지가 늘고, 기업들도 경쟁하게 되어 좋은 제품이 시장에 보급되는 구조가 정착될 수 있음

## (2) 표준화

### □ 기본 현황

#### ○ 스마트팜 관련 표준제정 경과 내역

- 국내 농업·IT 융합 관련 표준화는 RFID/USN 융합협회를 통해 2010년부터 시설원에 및 식물공장을 중심으로 시작되어 일부 표준이 제정되었음
- 산·학·연 관련 전문가로 구성된 농식품ICT융합표준포럼이 2014년에 설립되어, 스마트 농업 전반의 유즈케이스, 시설원에 센서 인터페이스, 메타데이터 및 플랫폼, 생산유통 관련 표준들을 개발하였음
- 식물공장 관련하여, 식물공장 시스템 요구사항 프로파일, 농산물의 RFID 발급 규칙 및 표준 식별코드 체계, 생체삽입형 RFID 900MHz 이용한 서비스 프로파일 등 9건이 USN 포럼 표준으로 제정되었음
- 시설원에 관련하여, 2010년부터 온실관제시스템 요구사항 프로파일 표준 등을 개발하여 TTA 표준으로 채택하였고, 온실관제시스템을 구성하는 장치들의 구성, 구성 요소들 간의 인터페이스, 장치와 운영시스템간의 인터페이스 표준들이 개발되었음
- 팜클라우드와 써드파티 응용 서비스 간의 인터페이스 (TTAK.KO-10.1006, '17)
- 스마트온실을 위한 센서 인터페이스 (TTAK.KO-10.0903, '18)
- 스마트온실을 위한 구동기 인터페이스 (TTAK.KO-10.0845, '18)
- 스마트 온실용 센서/구동기 I/O 인터페이스 추상화 모듈 (TTAK.KO-10.1086, '18)
- 스마트 온실 관제를 위한 경량형 제어 프로토콜 (TTAK.KO-10.1087, '18)
- 스마트팜 센서 노드와 게이트웨이간 비연결형 통신 프로토콜 (TTAK.KO-10.1088, '18)
- 클라우드기반 스마트팜 영농작업관리 서비스 인터페이스 (TTAK.KO-10.1089, '18)
- 클라우드기반 스마트팜 온실의 장비 오작동 대응 서비스 인터페이스 (TTAK.KO-10.1090, '18)
- 농장 빅데이터 서비스 제공자와 온실 관제 시스템 간의 인터페이스(TTAK.KO-10.1092, '18)
- 스마트팜 용어 정의 - 제1부: 온실 (TTAK.KO-10.1164-part1, '19)
- 스마트온실 서비스 제어 프로토콜: 기본 서비스 절차 (TTAK.KO-10.1165, '19)
- 스마트온실 제어 스크립트 언어 정의 (TTAK.KO-10.1166, '19)
- 스마트온실 제어 스크립트 언어 정의 (TTAK.KO-10.1166, '19)
- 경량형 제어프로토콜(LCP)을 위한 IP적응 계층(IPAL) 동작 요구사항 (TTAK.KO-10.1167, '19)



- 스마트팜 장비 연동을 위한 디바이스 드라이버 어플리케이션 프로그래밍 인터페이스 (TTAK.KO-10.1170, '19)
  - 스마트온실에서 온실 통합 제어기와 양액기 노드 간 RS485 기반 모드버스 인터페이스 (TTAK.KO-10.1171, '19)
  - 모드버스/RS485 기반 스마트온실 노드/디바이스 등록 절차 및 기술 규격 (TTAK.KO-10.1172, '19)
  - 스마트 온실 ICT 융복합 장비규격 및 서비스 요구사항 (TTAK.KO-10.1173, '19)
  - 노지 분야 ICT 융복합 장비규격 및 서비스 요구사항 - 제1부: 스마트 채소밭 (TTAK.KO-10.1174-part1, '19)
  - 노지 분야 ICT 융복합 장비규격 및 서비스 요구사항 - 제1부: 스마트 과수 (TTAK.KO-10.1174-part2, '19)
  - UHF 대역 400MHz 무선링크 기반 스마트온실 제어 프로토콜 (TTAK.KO-10.1177, '19)
  - 스마트온실 설치 지침서 - 제1부: 통신기 (TTAK.KO-10.1178-part1, '19)
- 2010년부터 온실관제시스템 요구사항 프로파일 표준 등이 개발되어 TTA 표준으로 채택되었고, 온실관제시스템을 구성하는 장치들의 구성, 구성 요소 간의 인터페이스, 장치와 운영시스템간의 인터페이스 표준들이 개발됨
- 스마트온실 ICT 핵심부품 및 기자재 22종 관련 전기적/물리적 인터페이스 표준 2건, 환경정보 및 구동기 관련 메타데이터 표준 2건, 모드버스/RS485 통신 프로토콜 등 총 5건의 국가표준이 제정되었음(2018)

□ 본 과제와 관련된 KS X 3267 및 TTA 표준 현황


- 2019년 모드버스/RS485기반 스마트온실에 노드/디바이스 자동등록 관련 단체표준이 제정되었고, 국가표준으로 제안된 상태임

구분	원안작성	제정 표준	
SW (통신 규격)	한국 전자통신 연구원	스마트온실 센서/구동기 노드 및 온실 통합제어기간 RS485기반 모드버스 인터페이스 (KS X 3267, 2018)	모드버스 RS485기반 스마트온실 노드-디바이스 등록절차 및 기술규격 (TTAK.KO-10.1172)
		 <p>스마트 온실 센서/구동기 노드 및 온실 통합 제어기 간 RS485 기반 모드버스 인터페이스 KS X 3267:2018</p> <p>방송통신표준심의회 2018년 12월 25일 제정</p>	 <p>경보통신단체표준(국문표준) 제정일: 2019년 12월 11일 TTAK.KO-10.1171</p> <p>스마트온실에서 온실 통합 제어기와 양액기 노드 간 RS485 기반 모드버스 인터페이스</p> <p>RS485 MODBUS Interface between Greenhouse Controller and Nutrient Supply Node in Smart Greenhouse</p>

<스마트 온실 표준화 현황>

○ 모드버스/RS485기반 스마트온실 노드/디바이스 등록절차 및 기술규격 (TTA.KO-10.1172)

- 농업 및 산업분야에서 자동제어를 위해 사용하는 모드버스/RS485 방식은 시스템 구축 및 신규 노드 추가할 경우, 관리자가 일일이 셋팅을 해야 하는 번거로움이 있음
- 또한, 해당 시스템을 구축한 전문가만 관련 작업을 진행할 수 있으므로 농가에서는 유지보수에 대한 비용부담이 발생할 수 있음
- 이에, 2019년에 통합온실제어기, 구동기 노드, 센서 노드 등을 개발하는 업체들과 표준화 전문기관이 합동으로 TTA 국내 단체표준을 개발하였음(2019년 12월 11일 제정)

구분	원안작성	제정 표준
SW (통신 규격)	한국 전자통신 연구원	<p>모드버스/RS485기반 스마트온실 노드/디바이스 등록절차 및 기술규격 (TTA.KO-10.1172)</p>
		<div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; font-size: 2em; font-weight: bold; letter-spacing: 0.5em;">TTA Standard</div> <div style="text-align: right;"> <p>정보통신단체표준(국문표준) TTAK.KO-10.1172      제정일: 2019년 12월 11일</p> </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p>모드버스/RS485 기반 스마트온실 노드/디바이스 등록 절차 및 기술 규격</p> <p>Modbus/RS485-based Smart Greenhouse Node/Device Registration Procedures and Description Specification</p> </div> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;">  </div> </div>

⇒ 본 과제에서는 위의 KS X 3267 표준을 개정하는 것과 TTA.KO-10.1172 표준을 KS 표준으로 제정하는 것을 목표로 하고 있음

### (3) 시장 현황

#### □ 본 과제와 관련된 KS X 3267 및 TTA 표준 현황

##### ○ 글로벌 스마트농업 시장

- 최근 선진국 중심으로 스마트농업이 확산되면서 유럽, 아메리카, 아시아의 생산성 향상에 크게 기여하고 있음
- 4차산업 혁명으로 불리는 ICT 기술의 발전이 전 산업분야로 융합되면서 농업부문에 스마트농업으로 발전을 촉진하고 있음. 인력에 의한 관리의 어려움, 내외부 환경변화에 즉시적이며 자동화된 대응의 필요성 증가 및 각국 정부의 지원확대 등이 스마트농업의 발전 요인으로 손꼽을 수 있음

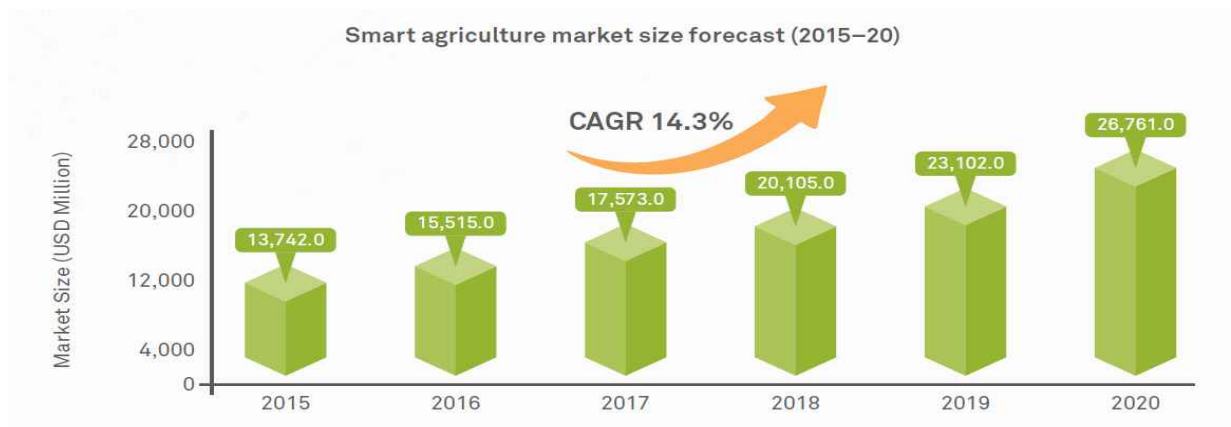


그림 4) Hawei wirelessLabs - 스마트농업 시장규모 예측(2015~2018)

- 다양한 기관에 제시한 스마트농업의 시장규모 자료를 비교하면 자료 편차가 매우 커 신뢰하기 어려움

<단위 : 백만불>

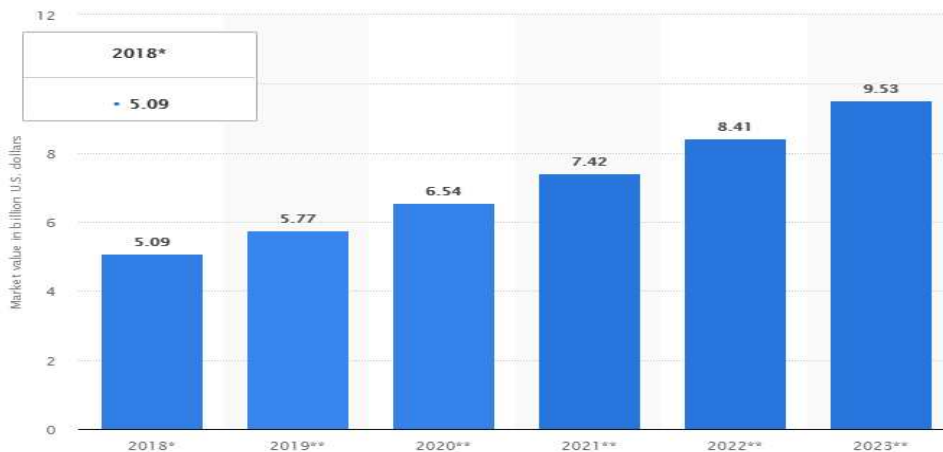
범위	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	자료
smart agriculture	13,742	15,515	17,573	20,105	23,102	26,761					화웨이
smart agriculture				7,530					13,500		marketsandMarkets (2019)
smart agriculture		7,000								20,000	VarientMarket research(2017)
smart agriculture										18,210	Grand View Research, Inc
smart agriculture			6,340	7,530					13,500		정보통신기술진흥센터,ICT Brief(2018-44),2018 (marketsandMarkets)
smart agriculture			9,580							23,140	statista

<기관별 스마트농업 시장규모 실적/전망 비교>

○ 스마트농업 분야별 시장규모 추정

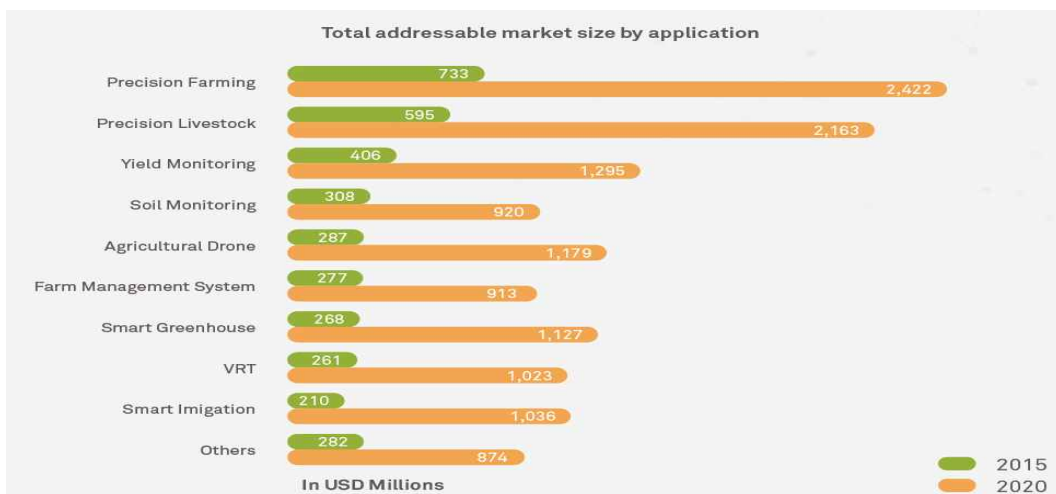
- 스마트농업은 하드웨어, 소프트웨어, 애플리케이션, 지리정보 등으로 구분되며, 하드웨어의 시장점유율이 가장 높음
- 하드웨어는 GPS, 드론, 센서, RFID, LED 조명, 자동화, GPS 시스템, VRT 등이 포함됨
- 스마트농업 중 정밀농업이 가장 큰 부문이며, 미국을 포함한 아메리카대륙이 지역적으로 가장 큰 시장으로 보고되고 있음
- 시장조사기관(MarketsandMarkets 등)에 따르면 2018년 정밀농업의 전 세계 시장규모는 51억불에서 2023년 95억불로 87% 성장하는 것으로 조사됨. 이는 스마트농업 전체의 50% 규모에 해당함

<단위 : 10억불>



<MarketsandMarkets - 정밀농업 시장 규모 및 전망 (2018~2023)>

- 화웨이는 통신회사가 스마트농업에 접근 가능한 시장을 산정하였는데 정밀농업분야가 가장 많고, 정밀축산분야가 뒤를 이었음
- 이를 역산하여 분야별 전체 스마트 시장 규모를 추정하면 2015년 총 스마트농업 시장규모 137억불 중 정밀농업이 28억불, 정밀축산이 23억불이며, 국내에서 스마트팜으로 대표되는 스마트온실부문은 10억불로 나타났음



<Hawei wirelessLabs - 통신업체가 접근 가능한 스마트농업 부문별 시장 규모(화웨이)>



## □ 주요국 스마트농업 시장규모

### ○ 미국

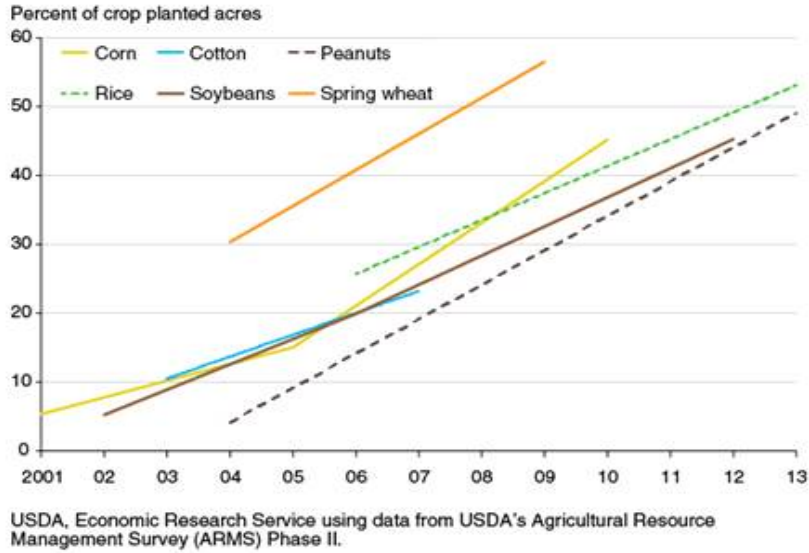
- 미국의 스마트농업은 대규모 노지재배 중심의 농업생산구조에 적합한 정밀농업에 초점이 맞춰져있음
- 시설원예에 초점이 맞춰져 있는 우리나라의 스마트팜과는 상당히 거리가 있음
- 미국의 정밀농업 시장은 2016년 34억불로 2024년까지 97억불로 성장할 것이며, 2016~2024년간 연간 14%로 빠르게 성장할 것으로 전망됨



<Global Market Insights - Statista estimates, 2016 >

- 분야별 시장규모는 하드웨어 부문이 11억불(80%), 소프트웨어 부문이 2.5억불(29%)임. 소프트웨어 부문은 2024년 7.3억불로 2016년 대비 198% 성장할 것으로 전망됨
- 주로 정밀농업이 가능한 농기계를 판매하던 전략이 농기계와 솔루션을 일괄 공급하거나, 이미 구비된 농기계에 정밀농업에 필요한 최소 장비만 도입하고, 솔루션 중심으로 공급하는 방향으로 변화됨
- GPS유도시스템(Guidance system)은 미국의 농장에서 가장 많이 사용 중인 정밀농업기술로 주요 작목인 옥수수, 쌀, 땅콩 등 재배시 45~55%가 이용할 정도로 보편화되고 있음. GPS를 이용한 토양지도 작성과 변량살포(Variable rate input application: VRT) 기술은 25% 수준까지 보급되었음
- 토양지도의 경우, 샘플의 분석비용으로 인해 낮은 이용률을 보였으나 개선된 토양 센서 기술과 분석기술로 인해 이용률이 증가하고 있음
- VRT 기술은 증가하는 추세를 보이고 있으며 더 많은 수확면적에 적용했을 때 비용효과가 더 높은 특성으로 인해 큰 농장에서의 이용률이 증가하고 있음

Guidance systems are used on about half of planted acres for several major crops



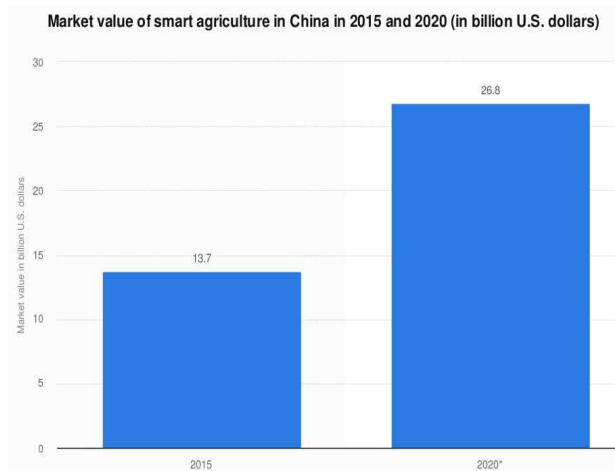
<정밀농업 주요 기술별 이용률>

○ 중국

- 중국의 스마트농업 시장규모는 2015년 137억불(한화 16조 4,400억원)이며, 2020년 268억달러(한화 32조 1,600억)로 96% 성장할 것으로 전망됨
- 인공지능, 사물인터넷, 빅데이터, 3S(RS, GIS, GPS) 3S 기술: 원격 탐사 기술(RS), 지리 정보 시스템(GIS), 위성 항법 장치(GPS) 기술 등을 결합하여 병충해를 예측하며, 사육 및 재배, 유통에 대한 최적조건을 도출하여 모니터링하는 시스템을 도입하고 지속적으로 업그레이드하고 있는 것으로 파악됨



<중국보고대청 전망>



<Forward Intelligence(Qianzhan)(statista)>

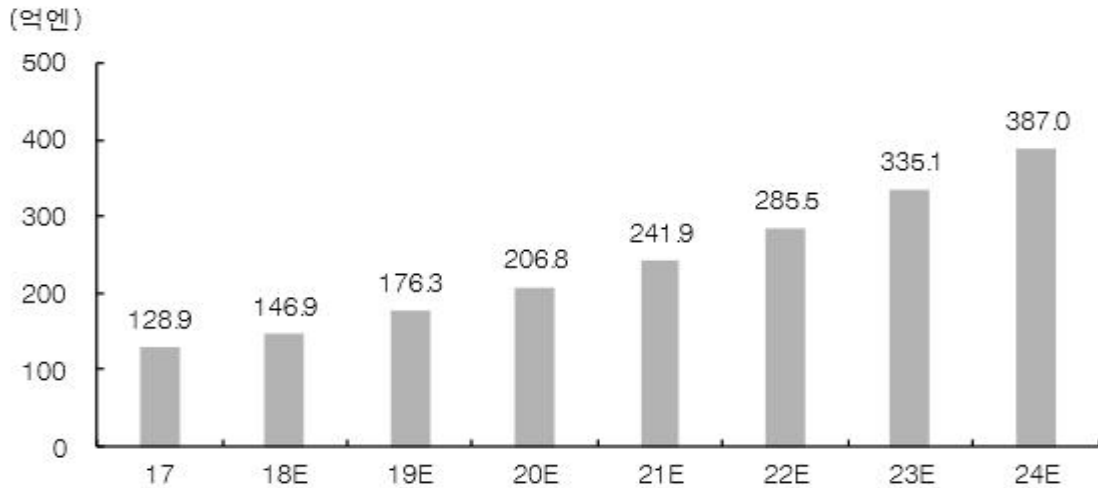
- 중국 스마트팜의 보급 분야는 빅데이터 플랫폼이 40%로 가장 높은 것으로 나타났으며, 드론을 활용한 농약 방제가 35%, 정밀사육시스템이 15%, 농기계 자율주행 시스템이 10%인 것으로 조사됨

	비중	시장규모 (억달러)	시장규모(억원)
빅데이터 플랫폼	40%	54.8	65,760
드론 농약방제	35%	48.0	57,540
정밀사육시스템	15%	20.6	24,660
농기계 자율주행	10%	13.7	16,440
합계	100%	137	164,400

<EO Intelligence - 중국 스마트농업 분야별 시장규모(2015)>

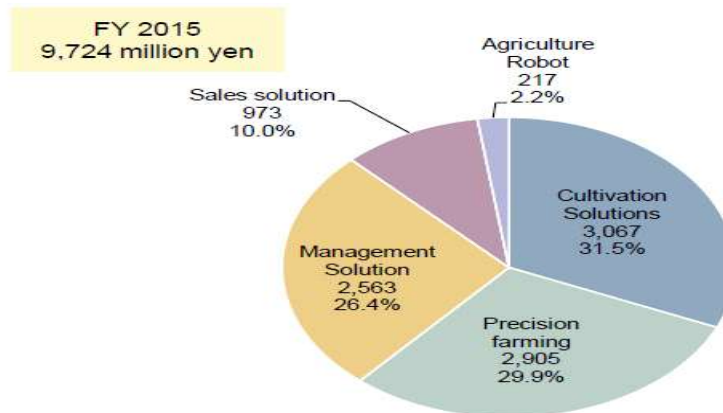
○ 일본

- 야노연구소에 따르면 일본 스마트농업의 매출액은 2017년 129억엔(한화 1,419억원)으로 2024년까지 387억엔(한화 4,257억원)로 200% 성장할 것으로 전망되었음



<야노 경제연구소 - 일본 스마트 농업 시장 규모 전망>

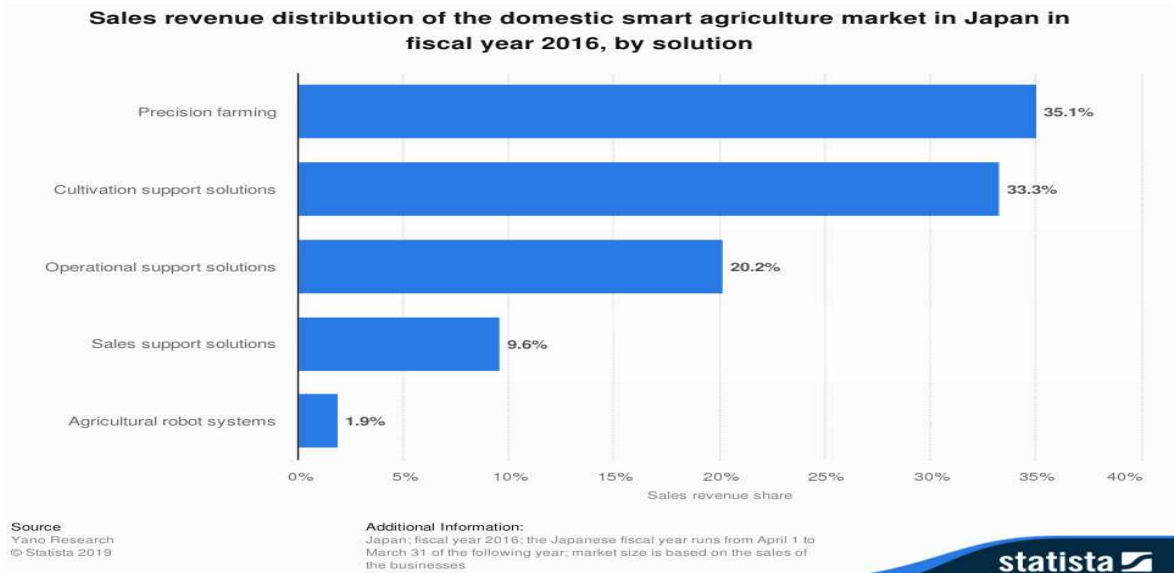
- 일본무역진흥기구는 보고서에서 2017년까지는 농장 작물생산 컨트롤 시스템과 같은 재배솔루션 부문이 가장 큰 시장이나, 2018년 이후에는 경영솔루션, 판매 솔루션 등 시장이 급속히 증가하고, 노동력 부족, 수익성 악화를 개선할 수 있는 정밀농업 부문도 크게 증가할 것으로 명시하였음



<JETRO(일본무역진흥기구) - 일본 스마트농업 부문별 시장규모 (2015) >

- 일본 야노연구소에 따르면 2016년 스마트농업 부문별 구성비는 정밀농업이 35.1%, 경영솔루션 20.2%로 조사되었음

- 2015년 동일기관의 자료에 비해 정밀농업이 3.6%p, 재배지원솔루션이 1.8%p 증가하였고, 경영솔루션이 6.4%p, 판매 솔루션이 0.4%p 감소함
- 2015년 전망대로 정밀농업부문은 크게 성장하였으나 운영, 판매지원솔루션은 아직 도입초기단계로 시장 확대 속도가 아직 느림

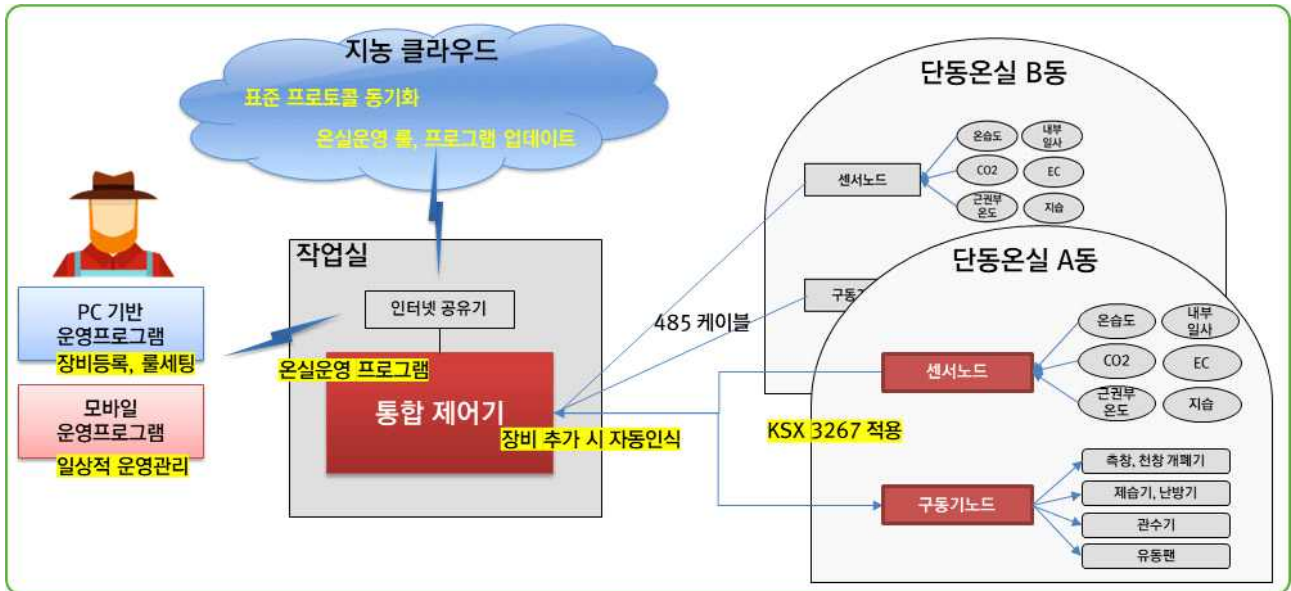


<Statista - 일본 스마트농업 부문별 시장점유율 (2016)>

### 3) 연구개발의 목표 및 내용

#### (1) 최종 목표

스마트온실용 국가표준을 제·개정하고, 이를 근간으로 하는 센서 및 구동기 노드를 개발하며, 오픈소스기반 개방형 통합제어시스템과 국가 표준을 통한 연동을 수행하여 소규모 농가에서 활용할 수 있는 통합제어시스템 보급한다.



<연구개발 목표시스템 구성도>

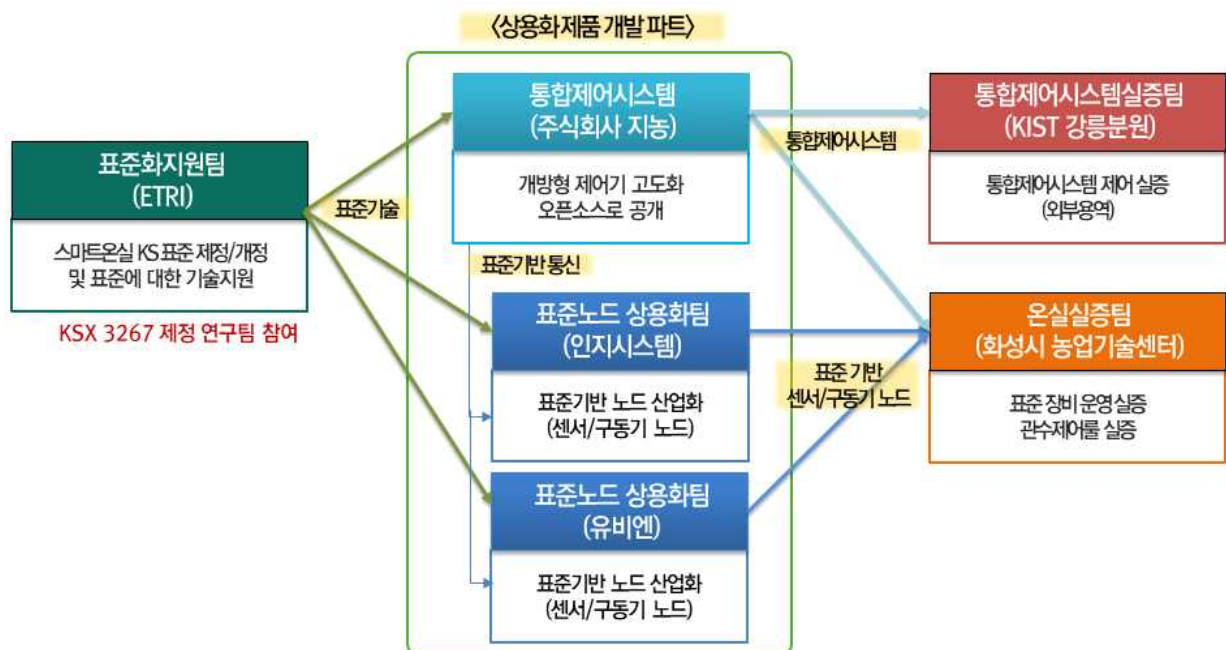
- KSX 3267의 문제점을 보완하여 개정안 개발 및 자동인식을 위한 KS 통신표준 개발
- 이 표준을 적용한 센서노드, 구동기노드 및 통합제어기 개발
- 통합제어기 내에 온실통합제어시스템을 개발하고 소규모 단동온실 운영에 적합하도록 PC버전와 모바일 프로그램으로 구성
- 클라우드 시스템과 통합제어시스템간 연동체계를 구성하여 장비 추가 시 자동인식 가능한 장비의 등록 및 각종 생산성 향상 제어를 관리가 가능하도록 기능 개발
- 100만원 대의 저렴한 장비와 시스템을 완성하여 소규모 단동 농가에 서비스 및 오픈소스 기반 사업모델로서 정기적 구독 서비스 제공

#### □ 연구성과물

- KSX 3267 개정안 1건, 스마트 온실 장비 자동인식을 위한 KS표준 제정 1건
- 이 통신 표준을 구현한 센서 및 구동기 노드용 프로그램 개발 2건
- 표준 기반 센서 노드 2식, 구동기 노드 2식 개발 및 제품화
- 개발된 제품의 검정(실용화재단)을 위한 검정 기준안 작성 1건

## (2) 세부 목표

- **[표준화지원팀]** 스마트 온실 장비간 통신을 지원하는 국가 표준을 제정 및 개정
  - ETRI는 KS X 3267의 잠재적 문제점을 보완하고, 표준 센서노드와 구동기노드의 자동 인식을 지원할 수 있도록 국가 표준을 제개정하고, 나아가 센서노드와 구동기노드의 표준 검증안 연구
  - ETRI 표준화지원팀은 KS X 3267의 제정(2018.12)을 진행한 연구진이 직접 참여
- **[통합제어시스템 구축팀]** 소규모 단동 온실용 통합제어시스템의 개발 및 산업화
  - 주식회사 지농은 오픈소스기반 개방형 스마트팜 제어기를 기반으로 센서노드와 구동기노드를 표준 통신으로 연동하여 소규모 단동 온실용 통합제어시스템을 개발하고 제품화하여 판매
  - 주관으로서 사업의 총괄 및 오픈소스 기반 사업화 모델 직접 수행
- **[표준노드 상용화팀]** 스마트 온실 표준기반 센서/구동기 노드의 개발 및 산업화
  - 유비엔과 인지시스템에서 새롭게 개정되는 표준에 따라 통신이 가능한 센서노드와 구동기노드를 개발하고 제품화하여 판매
- **[실증팀]** 표준기반 센서/구동기 노드와 통합제어시스템의 운영 실증
  - KIST 강릉분원은 본 과제에 주관기관(지농)의 외부용역으로 참여하며, 개발된 표준기반 통합제어기를 강릉분원 온실에 설치하고 각 제품간 상호연동 및 제어명령의 작동 등 스마트팜 기기의 연동에 대한 실증 진행
  - 화성시 농업기술센터는 표준기반의 센서 및 구동기 노드, 통합제어시스템을 온실에 설치하여 실제 환경에서 운영을 수행하고 문제점을 피드백하여 제품이 보완될 수 있도록 지원
  - 특히, 화성농업기술센터는 지능형 관수모형을 알고리즘을 개발해오고 있는데, 이 알고리즘을 본 과제에서 제공될 스마트팜제어시스템의 물 관리 기능을 통해 적용하고 실증



〈연구개발기관 책임과 역할(R&R)〉



## 2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용


### 1) 소규모 단동 온실용 개방형 통합제어시스템 표준화 및 산업화 - 주관연구기관(주식회사 지농)

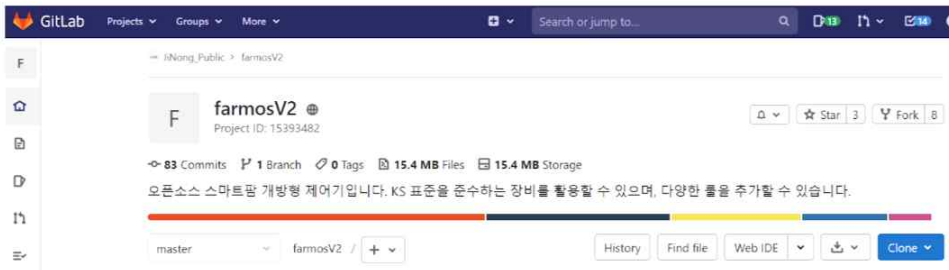
#### (1) 연구방향 설정

##### □ 선행 연구 연구자산 활용

- 전년도에 진행한 연구사업인 오픈소스 기반 개방형 스마트팜 제어기 연구에서 개발한 FarmOS V2를 기반으로 본 과제의 제안요청서에서 요구하는 항목을 중심으로 추가 연구
- 주식회사 지농은 2016년부터 오픈소스 기반 개방형 스마트팜 제어기를 MIT 라이선스로 공개하고 있으며, 이번 연구 결과물 또한 오픈소스로 공개(경영상 비밀유지가 필요한 일부 핵심 기능 제외)

- 2015 : CFlora ⇒ 이지팜 with 농촌진흥청
  - 오픈소스 하드웨어/소프트웨어로 구성된 온실환경관리 플랫폼
  - <https://github.com/ezfarm-farmcloud/cflora>
- 2016 : FarmOS ⇒ 지농
  - CFlora의 \*포크(fork) 프로젝트  
\*개발자들이 하나의 소프트웨어 소스 코드를 통째로 복사하여 독립적인 새로운 소프트웨어를 개발하는 것
  - <https://github.com/jinong-devteam/farmos>
- 2019 ~ 2020 : FarmOS V2 ⇒ 지농
  - 스마트팜 기자재 KS 표준을 지원하고, 연동 장치 확대, 강력한 룰 관리 기능을 고도화하여 리비전(revision)
  - [https://gitlab.com/JiNong\\_Public/farmosV2](https://gitlab.com/JiNong_Public/farmosV2)

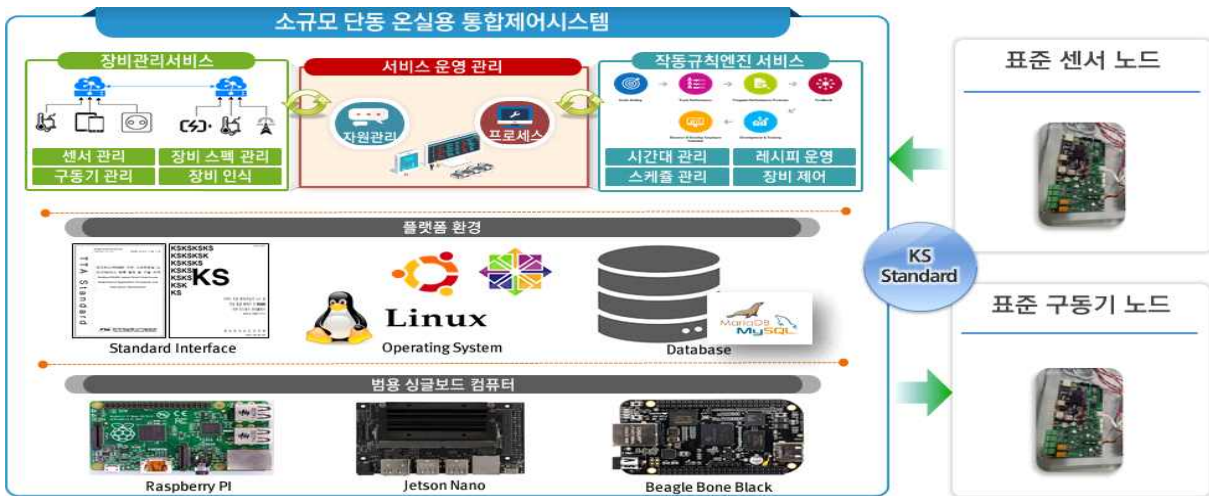




<FarmOS의 연구개발 역사>

##### □ 핵심 연구 성과물

- 본 사업 시작 전 FarmOS는 TTA 단체 표준을 준수하는데 초점을 맞추었는데, 본 연구를 통해 KS 국가 표준을 준수하도록 업그레이드 함
- 소규모 단동 온실 농가에 설치하고, 도입하기 적합하도록 산업용 임베디드 장비, 리눅스 환경에서 운영 가능한 통합제어시스템 채택
- 또한, 소규모 단동 온실의 농가 사용자 요구에 맞도록 표준 장비 자동인식 기능(Plug & Play), 룰 관리자 기능을 추가적으로 개발하고 모바일 단말까지 지원 디바이스를 확대함
- 주관기관이 고도화 개발하는 FarmOS 통합제어기는 표준노드 상용화팀에서 개발하는 장치와 함께 협동연구기관의 테스트베드에서 실증함



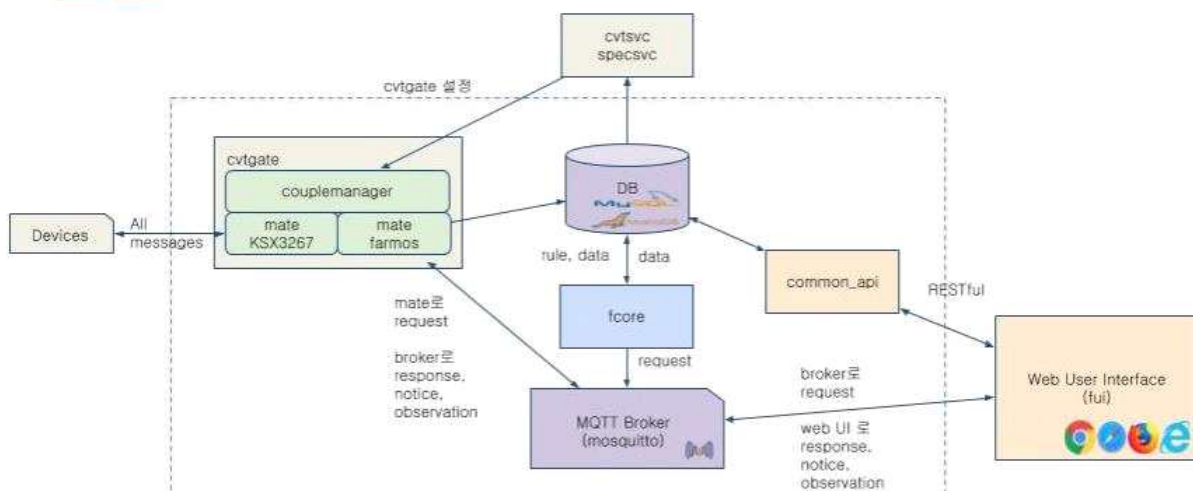
<FarmOS 시스템 구성 및 본 연구과제 추가 연구 모식도>

## (2) 소규모 단독 온실용 개방형 통합제어시스템 분석 및 설계

### □ 소규모 단독 온실 개방형 통합제어시스템 아키텍처

- FarmOS는 cvtgate, fcore, 그리고 common\_api와 Web User Interface 등의 모듈로 구성됨
- cvtgate 는 장비연동 프로그램으로 두 개의 mate를 설정에 따라 선별하여 연결할 수 있는 기능이 있음
- 또한, KS 기반 장비 이외의 장비도 적절한 mate를 추가하면 연동이 가능하여 다양한 장비연동을 지원하는 유연한 구조임
- fcore는 실시간 룰엔진으로 수집된 센서 데이터를 바탕으로 적절한 제어명령을 생성하거나 새로운 데이터를 집계 및 가공하는 일을 담당함
- common\_api와 Web User Interface는 웹기반의 사용자 인터페이스를 제공하는 프로그램으로, 사용자는 PC, 모바일 등의 단말에서 통합제어시스템을 사용함

## Architecture



<FarmOS 아키텍처>



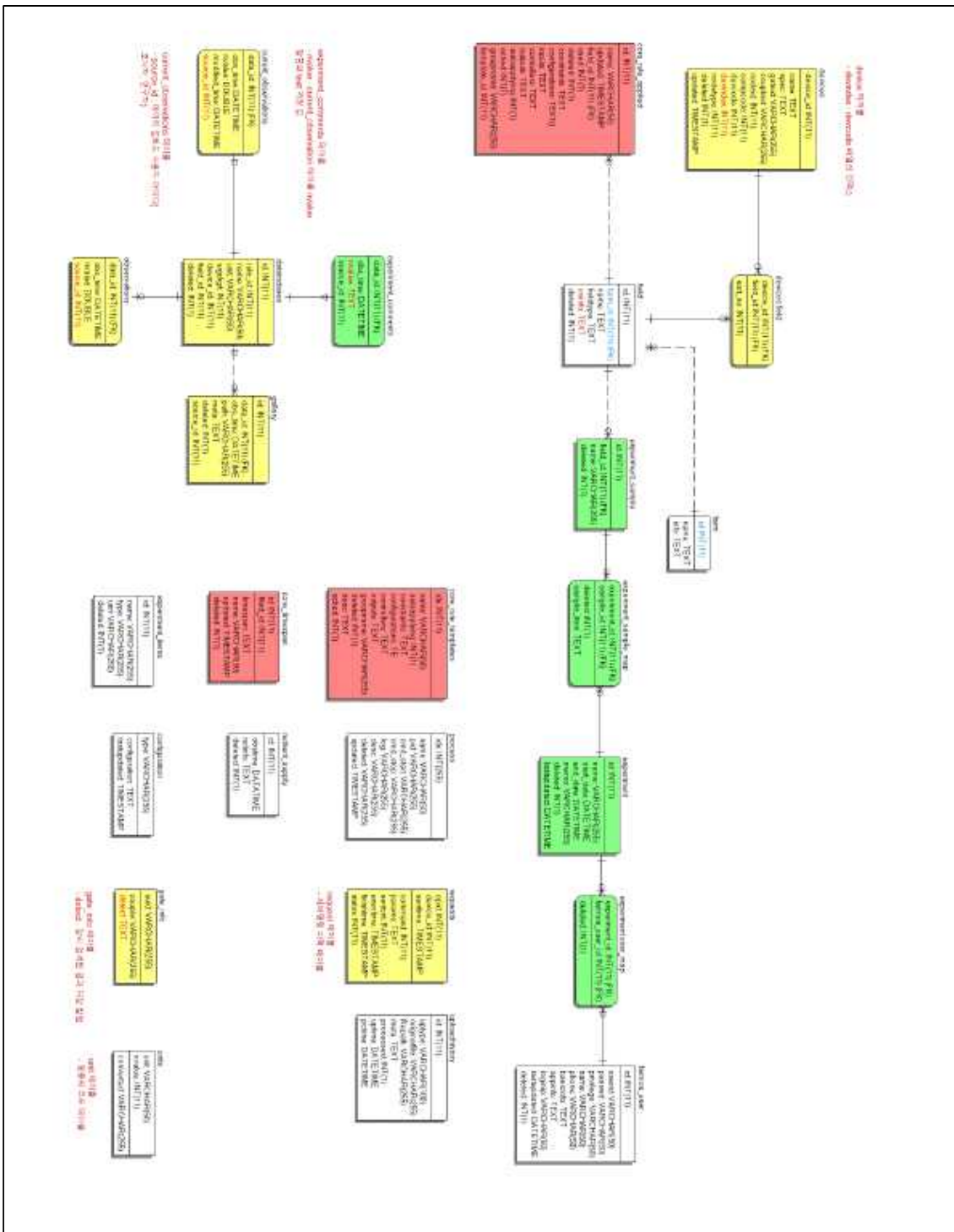
## □ 소규모 단동 온실 개방형 통합제어시스템 자료구조 설계

○ FarmOS의 Database는 아래 목록의 entity로 구성됨

- configuration, core\_rule\_applied, core\_rule\_template, core\_timespan, current\_observations, dataindexes, device\_field, devices, experiment, experiment\_comments, experiment\_items, experiment\_sample, experiment\_sample\_map, experiment\_user\_map, farm, farmos\_user, fields, gallery, gate\_info, nutrient\_supply, observations, process, requests, units, uploadhistory

○ FarmOS 전체 자료구조는 아래 그림과 같으며, 이번 연구를 통해 추가된 entity를 별색으로 표시함

- 를 엔진, 장치관리, 모바일 관련 table을 각각 붉은색, 노란색, 초록색으로 표시함



<FarmOS Database Scheme>

### (3) 소규모 단동 온실용 개방형 통합제어시스템 구현 및 결과

#### □ 국가 표준기반 장비 연동 기능 개발

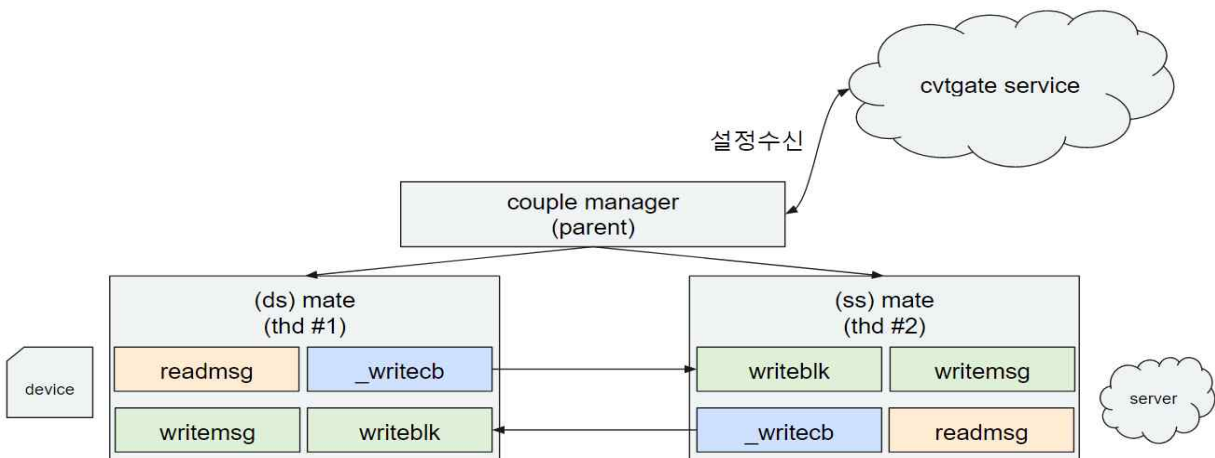
○ 연구개발 시작 시점에는 아래 TTA 단체표준을 준수하여 통신기술을 개발함

표준번호	표준 이름
TTAK.KO-10.1170	스마트팜 장비 연동을 위한 디바이스 드라이버 어플리케이션 프로그래밍 인터페이스
TTAK.KO-10.1171	스마트온실에서 온실 통합 제어기와 양액기 노드 간 RS485 기반 모드버스 인터페이스
TTAK.KO-10.1172	모드버스RS485 기반 스마트 온실 노드 디바이스 등록 절차 및 기술 규격
TTAK.KO-06.0288-Part3	온실 관제 시스템 - 제3부 온실 통합 제어기와 온실 운영 시스템 간 인터페이스
TTAK.KO-10.1088	스마트팜 센서 노드와 게이트웨이간 비연결형 통신 프로토콜

○ 본 연구의 성과로 협동연구기관인 한국전자통신연구원에서 제정 및 개정한 아래 KS 국가 표준을 통신 프로토콜로 구현함

구분	표준번호	표준 이름
개정	KS X 3267	스마트 온실 센서/구동기 노드 및 온실 통합 제어기 간 RS485 기반 모드버스 인터페이스
제정	KS X NEW	RS485/모드버스 기반 스마트 온실 노드/디바이스 등록 절차 및 기술 규격

- 국가 표준기반 장비 연동 연구개발을 담당한 지능의 게이트웨이 기술은 장비측 통신 기술과 서버측 통신기술로 구분됨
- 이번 연구에서는 장비측 통신부가 국가 표준을 준수하도록 수정하여 표준 통신 프로토콜을 구현함
- 국가 통신 표준 준수를 위해 신규 mate를 개발하고, 성능 향상, 안정성 향상 등 cvtgate의 기능 고도화를 진행함



<cvtgate service 구조>

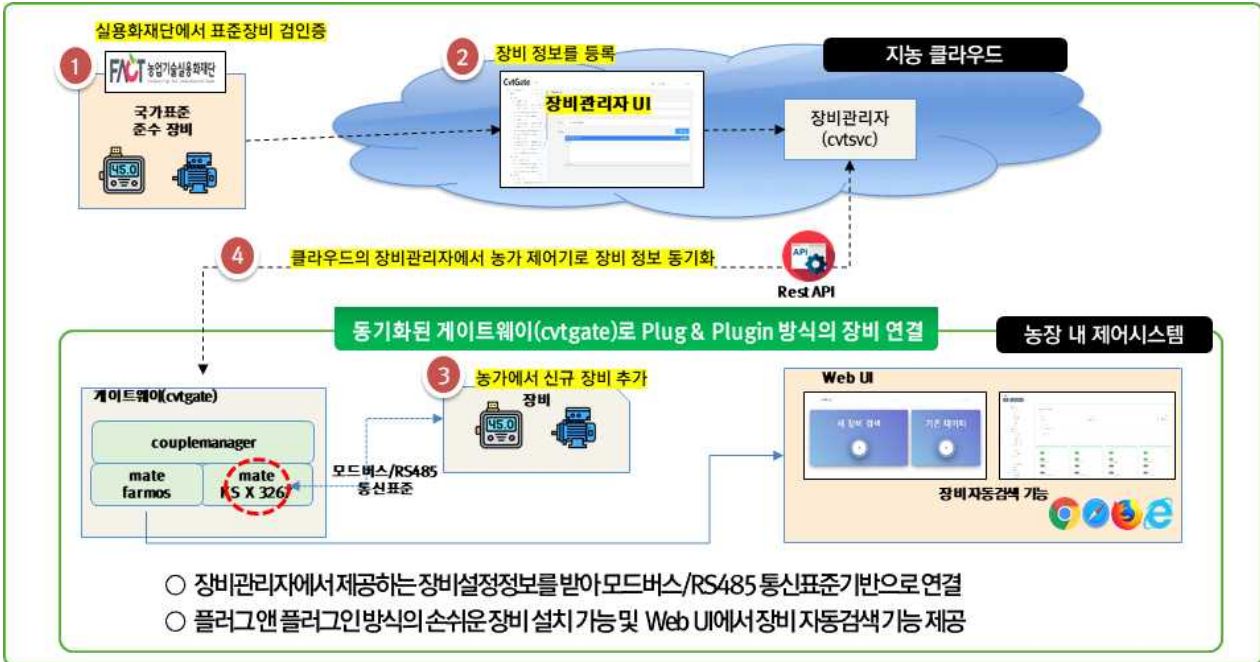
```

1  #!/usr/bin/env python
2  #
3  # -*- coding: utf-8 -*-
4  #
5  # Copyright (c) 2018 JiNong, Inc.
6  # All right reserved.
7  #
8
9  import struct
10 import time
11 import socket
12 import select
13 import traceback
14 import hashlib
15 import json
16 from enum import IntEnum
17 from threading import Thread, Lock
18 from pymodbus.client.sync import ModbusSerialClient
19 from pymodbus.client.sync import ModbusTcpClient
20
21 from .. import *
22
23 class NodeType(IntEnum):
24     SENNODE = 1
25     ACTNODE = 2
26     INTNODE = 3
27     NUTNODE = 4
28
29 class ProtoVer(IntEnum):
30     KS_X_3267_2020 = 10 # 표준화지연시열
31     KS_X_3267_2018 = 101
32     TTA_1 = 201
33
34 class KSX3267MateV2(DSMate):
35     _SLEEP = 0.5
36     _OBS_TIMEOUT = 50
37     _VERSION = "KSX3267_0.1"
38     _KEYWORDS = {"value": (2, "float"), "status": (1, "status"),
39                 "opid": (1, "short"), "state-hold-time": (2, "int"), "ratio": (1, "short"),
40                 "position": (1, "short"), "remain-time": (2, "int"),
41                 "control": (1, "control"), "area": (1, "short"), "alert": (1, "alert"),
42                 "hold-time": (2, "int"), "operation": (1, "operation"),
43                 "time": (2, "int"), "opentime": (1, "short"), "closetime": (1, "short"),
44                 "EC": (2, "float"), "pH": (2, "float"), "on-sec": (1, "short"),
45                 "start-area": (1, "short"), "stop-area": (1, "short"),
46                 "epoch": (2, "int"), "vfloat": (2, "float"), "vint": (2, "int")}
47     _DEVINFOREG = 2
48     _DEVCODEREG = 101
49
50     def __init__(self, option, devinfo, coupleid, quelist):
51         super(KSX3267MateV2, self).__init__(option, devinfo, coupleid, quelist)
52         self._timeout = 3 if "timeout" not in option else option["timeout"]
53         self._conn = {}
54         self._tempthd = []
55         self._isdetecting = False
56         self._detection = {"port": [], "saddr":0, "eaddr":0, "opid":0}
57         self._lock = Lock()
58         self._lastobstm = 0
59         self._lastnotitm = 0
60         self._reqinfo = {}
61         self.initreqinfo()
62         self._logger.info("KSX3267MateV2 Started.")
63
64     def initreqinfo(self):
65         for gw in self._devinfo:
66             for nd in gw["children"]:
67                 self._reqinfo[nd["id"]] = {}
68
69     def setreqinfo(self, node, dev, opid):
70         self._reqinfo[node["id"]][dev["id"]] = [opid, node, dev]
71
72     def getreqinfoopid(self, nid, devid):
73         if devid in self._reqinfo[nid]:
74             return self._reqinfo[nid][devid][0]
75         return None
76
77     def getreqinfofnode(self, nid):
78         return self._reqinfo[nid]
79
80     def delreqinfo(self, nid, devid):
81         if devid in self._reqinfo[nid]:
82             del self._reqinfo[nid][devid]
83
84     def detect_node(self, conn, unit, registers):
85         print("detect_node", unit, registers)
86         comcode = registers[0]
87         nodetype = registers[1]
88         nodecode = registers[2]

```

□ 표준 기반 장치 자동인식 기능 개발(Plug & Play)

- 실용화재단에서는 스마트팜 표준 확산 사업을 추진하고 있고, KS X 3265(구동기), KSX3266(센서)에 대한 검인증 업무를 2021년 개시함
- 농가에서 검인증된 센서와 구동기를 구매하여 노드에 연결하면 자동등록이 가능하도록 관리 기능을 개발하였음



<표준 스마트팜 장치 자동인식 서비스 모식도>

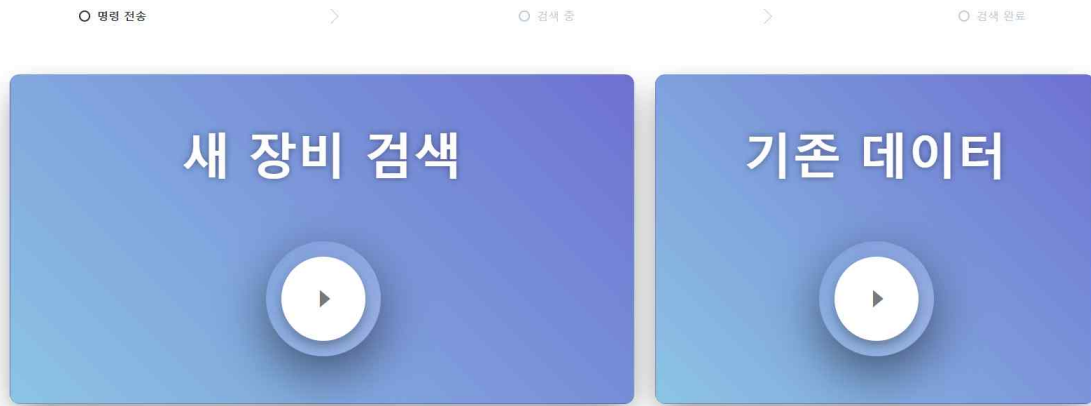
- 표준 기반 장치의 자동인식 서비스 절차는 아래와 같음

1. 실용화재단에서 표준장비 검인증
  - KS X 3265(구동기), KS X 3266(센서) 표준을 토대로 장비 검증이 진행되고 있으며, 검증 통과된 제품을 농가에서 구매하여 센서노드, 구동기노드에 추가 시 자동 연결 되도록 구현함
2. 지능 클라우드 시스템에 장비정보를 등록
  - 표준 검인증을 받은 센서와 구동기 정보를 클라우드 장비관리자 시스템에 등록
3. 농가에서 신규 장비 추가
  - 농가에서 장비 구매하여 노드에 추가
4. 클라우드의 장비관리자에서 농가 제어기로 장비 정보 동기화
  - 농가의 표준노드에 장비 추가 시 해당 장비 스펙을 클라우드에서 동기화하여 자동 인식

- 자동인식된 장비에 맞춰서 UI가 생성되는 기능을 개발하였음
  - 센서라면 센서데이터 및 관측치를 보여주도록 함
  - 구동기라면 구동기의 종류에 따라 적절한 제어가 가능하도록 함
  - 개폐기류 라면 열림, 닫힘, 정지가 가능해야 함
  - 스위치류 라면 작동, 정지가 가능해야 함

○ Plug & Play 주요 개발 화면

- 장비검색 명령전송 → 검색 중 → 검색 완료 순으로 진행



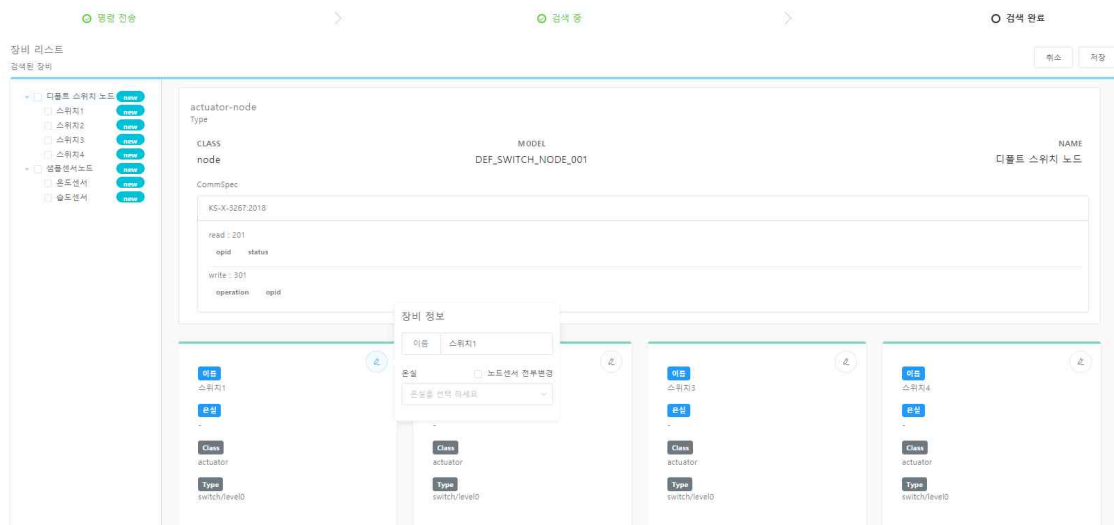
<장비 검색 화면>

- FarmOS(노드)에 설치되어있는 장치를 검색함



<장비 검색 중 화면>

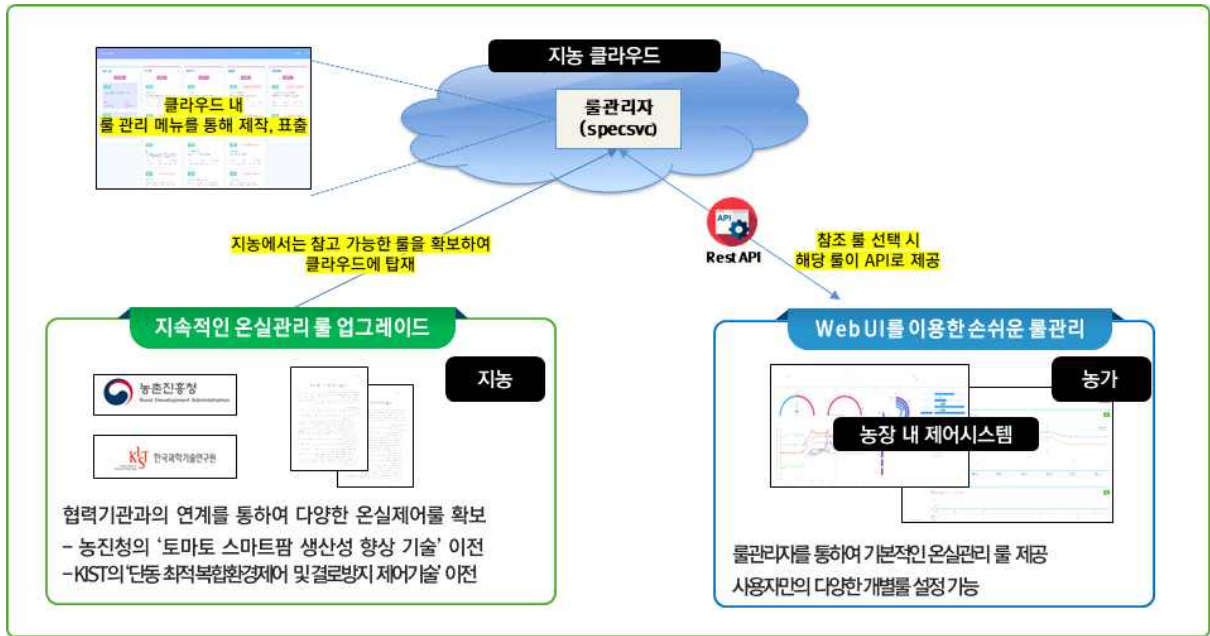
- 장비검색이 완료된 화면으로 검색된 장비 정보를 관리할 수 있음
- 검색한 장치의 상세 데이터를 확인할 수 있으며 명칭, 단위, 설치 온실 등의 정보를 등록, 수정, 관리함



<장비 검색 완료 화면>

□ 농가가 직접 룰 설정 및 참조 룰을 선택하여 적용하는 기능 개발

- FarmOS 통합제어시스템 내에 룰설정기능을 제공하여 농가 스스로 제어 룰을 설정할 수 있는 기능을 개발함
- 농진청, 시설원예연구소 등의 작물별 최적 생산모델을 클라우드에서 참조 룰로 개발하고 이를 농가가 선택할 수 있음



<농가 룰 설정 서비스 모식도>

- 농가에서 룰을 선택하고 설정하는 서비스 절차는 아래와 같음

1. 농가는 기본적으로 통합제어기에 탑재된 “온실운영프로그램”을 무상으로 사용
  - 오픈소스(MIT라이선스)이므로 기본 탑재 프로그램은 무상으로 제공
2. 보다 발전된 온실관리 룰을 받고자 할 경우 구독 서비스 신청
  - 구독 시 일간/주간 분석 보고서, 상위 농가와 비교한 농장 상태보고서 등 제공
  - 룰 실증, 농가 보급 확대를 우선 추진하고 룰 성능, 신뢰성 확보 후 유료 구독 서비스로 사업화 예정
3. 클라우드에 접속하여 자신에 맞는 룰을 탐색하여 내려받아 설정

- 주식회사 지능은 2019년 KIST 강릉분원에서 복합환경제어 알고리즘을 기술이전 받았는데 관련한 룰을 FarmOS에서 구현하여 온실운영 실증을 하며 성능을 개선하고 있음
  - 환기부하 : 온실을 환기해야하는 정도를 나타내는 지표로 0-100의 값. 100이면 환기를 꼭 해야하는 상황
  - 난방부하 : 온실에 난방이 필요한 정도를 0-100 사이의 값으로 나타낸 지표. 100이라면 난방이 꼭 필요함
  - 온도보상 : 어제(이틀전, 삼일전)의 온도 프로파일과 가이드 온도 프로파일을 비교한 값으로, 전날 온도가 낮았다면 오늘 보상해줘야 한다는 개념을 담고 있는 지표
  - 작물활성도 : 작물의 활성정도를 0-100 사이의 값으로 추정



이름	물 설명
> 기본지표	온실 기본 인자로 자동으로 추가되며, 사용자가 관리하지 않는 물
> 사용자정의	사용자가 정의하는 물
> 스위치제어	스위치 제어를 하는 물
> 주요지표	온실 내부의 주요한 인자를 확인할 수 있도록 하는 물
> 장치어	장치를 하는 물
▼ 특수지표	특별한 의미를 갖는 값을 계산하기 위한 물
Anti-Chill 계산	Anit-Chill 을 계산하고, 발아일을 결정한다. 발아일이 되기 전에는 예측 발아일을 추정한다.
❏ 환기부하	온실을 환기해야하는 정도를 나타내는 지표로 0-100의 값이다. 100이면 환기를 꼭 해야하는 상황이다.
수분부족분	현재 온도에서 공기중에 있을 수 있는 최대 수분량(Potential Water Vapor Content, PWVC, g/m <sup>3</sup> )와 최대 수분량에 도달하기위한 수분량인 수분부족분(Humidity Deficit, HD, g/m <sup>3</sup> )를 계산해준다.
❏ 난방부하	온실에 난방이 필요한 정도를 0-100 사이의 값으로 나타낸 지표이다. 100이라면 난방이 꼭 필요하다고 할 수 있다.
❏ 온도보상	어제(이물전, 상일전)의 온도 프로파일과 가이드 온도 프로파일을 비교한 값으로, 전날 온도가 낮았다면 오늘 보상을 해주어야 한다는 개념을 담고 있는 지표이다.
❏ 작물활성도	작물의 활성정도를 0-100 사이의 값으로 추정한다.

<KIST에서 기술이전 받아 구현한 복합환경제어 물>

- 협동기관으로 참여하여 테스트베드 실증을 담당한 화성 농업기술센터의 포도 지능형 관수 제어 모델을 물(작동규칙)로 구현하여 FarmOS 내에 탑재하였음
  - 포도 관수제어 : 온도 센서 측정값과 일기예보(강우), 온도예보(최저기온) 데이터를 종합해 관수 여부와 관수시간을 판단하여 정밀하게 관수기를 구동하는 로직

이름	물 설명
> 기본지표	온실 기본 인자로 자동으로 추가되며, 사용자가 관리하지 않는 물
> 사용자정의	사용자가 정의하는 물
▼ 스위치제어	스위치 제어를 하는 물
[함안] 유동팬 제어	온도기반으로 유동팬을 제어하는 물이다온도기반으로 유동팬을 제어하는 물이다
[함안] 포그 제어	온도기반으로 포그를 제어한다.
[농진청] 유동팬제어	낮시간대에 유동팬을 적당한 주기로 ON/OFF 제어를 수행한다.
[농진청] 온풍보일러	온도가 낮아지면 온풍보일러를 동작시킨다.
유동팬제어	내부 온도 혹은 습도가 높아지면 유동팬을 작동시키는 물이다.
❏ 포도관수제어	포도를 위한 관수률을 설정합니다.
외부환기	식물재배기의 외부환기팬을 제어합니다.
관수 제어	양액 분무 시점을 설정하여 양액을 공급한다.
정기사진촬영	정해진 시간에 사진을 촬영하여 저장한다.
작물활성도기반 유동팬제어	작물활성도에 따라 유동팬을 제어하는 물이다.

<화성 농업기술센터에서 연구한 포도 관수제어 물>

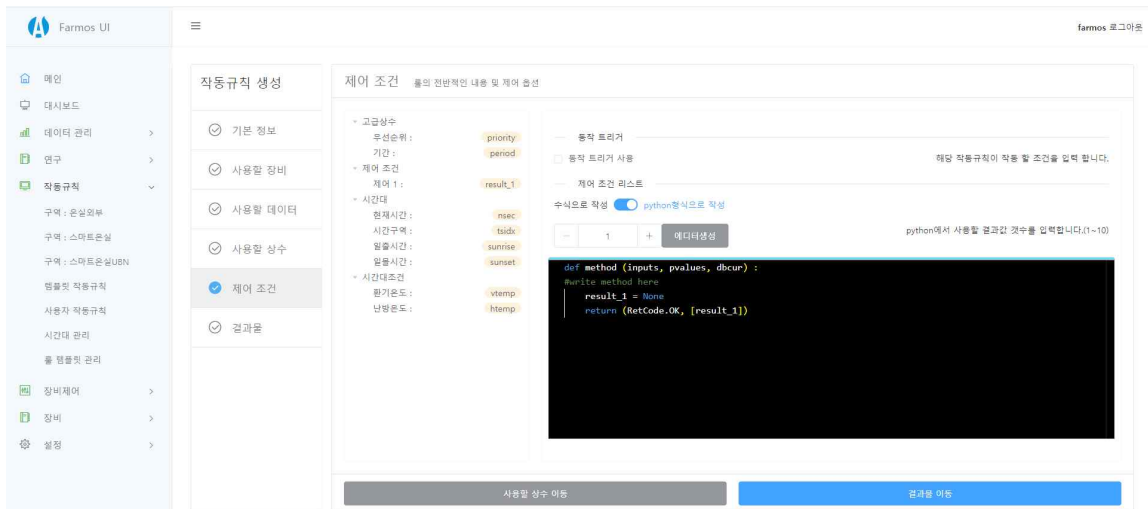
- 본 연구과제 수행기관 외에 농촌진흥청, 함안 시설원예연구소에서 연구개발한 온실 제어 로직도 프로그램으로 구현하고 물로 생성하여 FarmOS 시스템에 내재화 하였음
  - 농촌진흥청 개발 물 : 유동팬제어, 온풍보일러 제어, 스크린 제어, 보온커튼 제어, 1중창/2중창 제어 등
  - 함안 시설원예연구소 개발 물 : 유동팬 제어, 포그 제어, 차광스크린 제어, 측창제어, 천창제어, 다겹커튼 제어, 보온스크린 제어 등

스위치제어	스위치 제어를 하는 룰
주요지표	온실 내부의 주요한 인자를 확인할 수 있도록 하는 룰
장제어	장제어를 하는 룰
[함안] 차광스크린 제어	내부온도와 일사량을 기준으로 차광스크린을 제어한다.
[함안] 온도기반 측정제어	온도기준에 따라 측정을 제어한다. 기상대와 연동하여 비가 오는 경우 즉시 정을 끈다.
[함안] 온도기반 천장제어	온도기준에 따라 천장을 제어한다. 기상대와 연동하여 비가 오는 경우 즉시 정을 끈다.
[함안] 다검커튼 제어	상부 다검커튼(좌,우), 하부 다검커튼(좌,우),천후면 다검커튼을 제어한다 8시에 열고 17시에 닫으며 각 커튼은 offset을 설정해 닫히는 시간을 수정할 수 있다.
[함안] 부하기반 천장제어	환기,난방부하에 따라 천장을 제어한다. 기상대와 연동하여 비가 오는 경우 즉시 정을 끈다.
[함안] 부하기반 측정제어	환기,난방부하에 따라 측정을 제어한다. 기상대와 연동하여 비가 오는 경우 즉시 정을 끈다.
[함안] 보온스크린 제어	온도기반으로 보온스크린을 제어하는 룰이다. 11월부터 3월에 사용을 목적으로 한다.
[농진청] 스크린 제어	낮시간에 일사량이 많고 온도가 오르면 스크린을 닫아서 온도가 너무 올라가지 않도록 제어한다.
[농진청]보온커튼 시간제어	농진청의 요구사항에 따라 시간조건을 기반으로 보온커튼을 제어하는 규칙이다. 각 커튼별로 일출일몰시에 오프셋값을 부여해 동작시간을 조작할 수 있다.
[농진청] 보온커튼 제어	보온커튼(상단)은 낮시간대에 열려있고, 밤시간대에 닫히는 것을 기본으로한다. 보온커튼(전후)은 겨울철을 대비하여 설정온도를 둔다. 낮 시간이라도 설정온도 이하일 경우에는 닫힌다.
[농진청] 2중창 제어	기준온도에 따라 2중 천창, 측창을 제어한다.
[농진청] 1중창제어	환기부하에 따라 1중 천창, 측창을 제어한다. 감우센서와 연동하여 비가 오는 경우 즉시 정을 끈다.
기본환기제어	내부온도에 따라 좌측창과 우측창을 조절하는 기본적인 환기제어 룰이다. 천창에도 활용이 가능하다.
환기부하정제어	환기부하값을 기준으로 정을 제어하는 룰이다.
차광커튼제어	차광커튼 제어를 위한 룰 이다.
보온커튼제어	보온 커튼 제어를 위한 룰이다.

<농촌진흥청, 함안 시설원예연구소에서 개발한 환경제어 룰>



<작동규칙(룰) 생성 화면>



<프로그램 코드 작성을 통한 작동규칙(룰) 생성 화면>



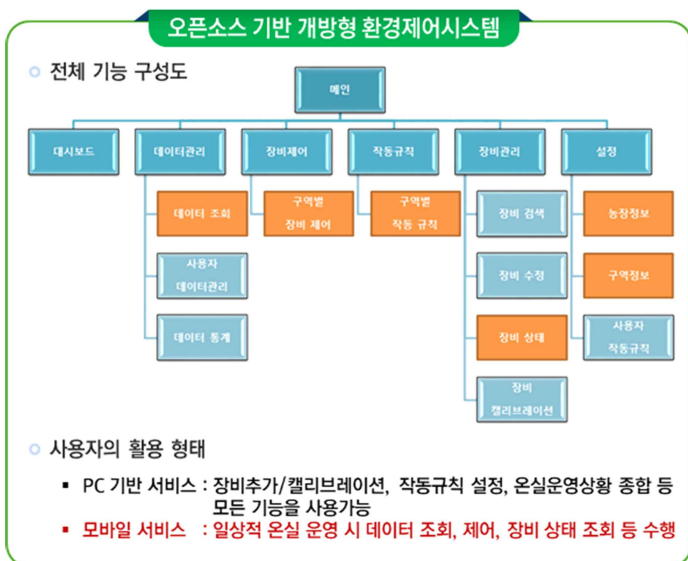
□ 소규모 단동 온실 사용자를 위한 모바일 지원 기능 개발

- FarmOS는 온실을 운영하기 위한 복합환경제어시스템으로 PC기반 웹 브라우저를 타겟으로 UI가 개발되어 있었음
- 본 연구를 통해 소규모 단동 온실 운영 농업인의 사용편의성을 고려하여 PC용 서비스와 모바일서비스를 동시에 제공하도록 개발하였음



<FarmOS PC Web 버전 대시보드 화면>

- 소규모 단동 온실에 최적화된 모바일 UI 구현
  - 대시보드의 경우 모바일에서 보기에는 복잡하고 정보량이 많기 때문에, 콘텐츠를 압축해 모바일 전용 대시보드로 컨버전 함
  - 농가에서 모든 정보를 확인하고, 미세한 작동규칙을 설정하기 위해서는 PC용 시스템에 접속하면 전체 기능 사용이 가능함
  - 특히, 초기 장비 세팅, 캘리브레이션, 작동규칙 설정, 온실운영상황에 대한 종합적 분석 시 PC용 Web UI가 유용함
  - 모바일 서비스는 일상적으로 온실 운영 시 필요한 데이터 조회, 제어 관리 등 수행



<FarmOS Mobile 지원 기능 및 구현 화면>

#### (4) 소규모 단동 온실용 개방형 통합제어시스템 연구 성과

##### ○ 목표 대비 실적

- 연구사업 협약시 프로그램 등록 1건, 학술발표 1건을 정량성으로 제시하였고, 아래 표에 정리한대로 모두 달성함
- 연구개발 종료 이후에도 학술발표, 매출액 거양 등 연구 결과물을 활용한 성과를 지속적으로 창출할 계획임

성과목표		목표	실적	비고
프로그램 등록	1차년도	1	1	
학술발표	1차년도	1	1	
	종료 1차년도	1		기간 미도래

#### <소규모 단동 온실용 개방형 통합제어시스템 정량목표 대비 실적>

##### ○ 프로그램 등록 실적 증빙

제 C-2021-028274 호

### 저작권 등록증

1. 저작물의 개요(명칭)      소규모 단동 온실용 개방형 통합제어시스템 표준화 및 산업화
2. 저작물의 종류          컴퓨터프로그램저작물>시스템프로그램>제어프로그램(OS)나 프로그램
3. 저작자 성명(법인명)      주식회사 지능경기도 연양사 동연구 시민대248번길
4. 생년월일(법인등록번호)    134111-0446133
5. 창작연월일                2021년06월30일
6. 공표연월일                2021년06월30일
7. 등록연월일                2021년07월14일
8. 등록사항                  저작자 : 주식회사 지능,      광각 : 2021.06.30, 공표 : 2021.06.30

\* 저작권법, 제53조에 따라 위와 같이 등록되었음을 증명합니다.

2021년 07월 14일

한국저작권위원회

##### ○ 학술발표 실적 증빙

### PREDICTION OF ALCOHOL CONCENTRATION OF MAKGEOLLI WITH MULTILAYER PERCEPTRON MODEL

Joonyong Kim<sup>1\*</sup>, Shin-Joung Rho<sup>2</sup>, Yun Sung Cho<sup>3</sup>, Seokkyu Kim<sup>4</sup>, EunSun Cho<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Research Institute for Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul, Republic of Korea  
<sup>2</sup>Center for Food and Bioconvergence, Department of Biosystems & Biomaterials Science and Engineering, Seoul National University, Seoul, Republic of Korea  
<sup>3</sup>Research Team, Jinyoung Inc., Anju-si, Gyeonggi-do, Republic of Korea  
<sup>4</sup>Quality Assurance Team, Woorim Co., LTD., Goyang-si, Gyeonggi-do, Republic of Korea

#### INTRODUCTION

Makgeolli, a traditional Korean fermented rice wine with an alcohol content of 2~8%, is also called "the golden rice" because it has a rich flavor (Kang et al., 2014).

Among the easily identifiable characteristics of Makgeolli, the alcohol content is most important ingredient, since it can affect the preservability and flavor of the wine product (Kang et al., 2014). Alcohol is produced during the fermentation process by yeast and microorganisms, and its content increases as the fermentation proceeds under the influence of temperature.

The objective of this research was to develop a Makgeolli production monitoring system. Since the alcohol concentration is the most important parameter and it is difficult to measure it, a prediction model was developed. This model uses environmental operation data: temperature, humidity, the production model could be used as a wireless control to ensure the consistency of the product.

#### MATERIALS & METHODS

##### FACTORY ENVIRONMENT QUALITY

The fermentation environment (temperature and pH, etc.) affects the activities of the saccharification enzyme and yeast, changing the alcoholic content and organic acid composition of content, which may affect the taste quality of the Makgeolli product. The most suitable temperature range inside the fermenter is 22-28°C.

If the fermentation temperature is too high, the yeast will not grow actively and will not ferment sufficiently. In contrast, if the fermentation temperature is too low, the yeast activity will slow down and it remains slowly. If the internal temperature of the fermenter rises above 32°C, the yeasts are dissolved and immediately stop the acidic and fermentation stages, while the yeasts become sour and are consequently spoiled products.

##### MULTILAYER PERCEPTRON

Multilayer Perceptron (MLP) is a supervised learning algorithm. MLP gives a sound answer with stability lower computational complexity after the initial learning process. Given a set of features and a target, it can learn a nonlinear function approximator for other classification (Chung et al., 2011; Omo et al., 2017) and regression (Berman et al., 2016; Heidreich and Muehle, 2011).

#### RESULTS & DISCUSSION

##### CHARACTERISTICS OF FERMENTATION TEMPERATURE

The temperature during fermentation is the most important variable in Makgeolli production. Figure 1 shows the temperature changes of four tanks as an example. The first fermentation started on 18th August, 2017 and the second fermentation was started two days later. After fermentation started, the temperature increased gradually. The fermentation tanks was controlled that the temperatures do not exceed 28°C for three days and 20°C for more days.

Figure 1 shows the temperature changes of four tanks as an example. The first fermentation started on 18th August, 2017 and the second fermentation was started two days later. After fermentation started, the temperature increased gradually. The fermentation tanks was controlled that the temperatures do not exceed 28°C for three days and 20°C for more days.

#### CONCLUSIONS

In this study, some concentration during fermentation was investigated. 402 samples were collected. MLP model was developed with 3 hidden layers, a back-propagation solver and the rectifier activation function. The RM of the best MLP model was 0.85. This model could help to predict alcohol concentration and to control production process of Makgeolli.

#### REFERENCES

Chang, S., Hwang, H., Hwang, S., Hwang, S., Kim, S. (2016). Effect of fermentation temperature on the alcohol content and organic acid composition of Makgeolli. *Food Chemistry*, 191, 1119-1125. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.11.083>

Choi, H., Park, E., Park, S., Kim, S., Kim, S., Kim, S. (2019). Characterization of the volatile compounds of Makgeolli. *Journal of Food Science and Technology*, 52(1), 103-108. <https://doi.org/10.1007/s11458-018-1181-5>

Choi, H., Kim, S., Kim, S., Kim, S., Kim, S., Kim, S. (2019). Characterization of the volatile compounds of Makgeolli. *Journal of Food Science and Technology*, 52(1), 103-108. <https://doi.org/10.1007/s11458-018-1181-5>

Choi, H., Kim, S., Kim, S., Kim, S., Kim, S., Kim, S. (2019). Characterization of the volatile compounds of Makgeolli. *Journal of Food Science and Technology*, 52(1), 103-108. <https://doi.org/10.1007/s11458-018-1181-5>

Choi, H., Kim, S., Kim, S., Kim, S., Kim, S., Kim, S. (2019). Characterization of the volatile compounds of Makgeolli. *Journal of Food Science and Technology*, 52(1), 103-108. <https://doi.org/10.1007/s11458-018-1181-5>

## 2) 스마트온실 통신 표준 제·개정 - 협동연구기관 1 (한국전자통신연구원)

### (1) 연구방향 설정

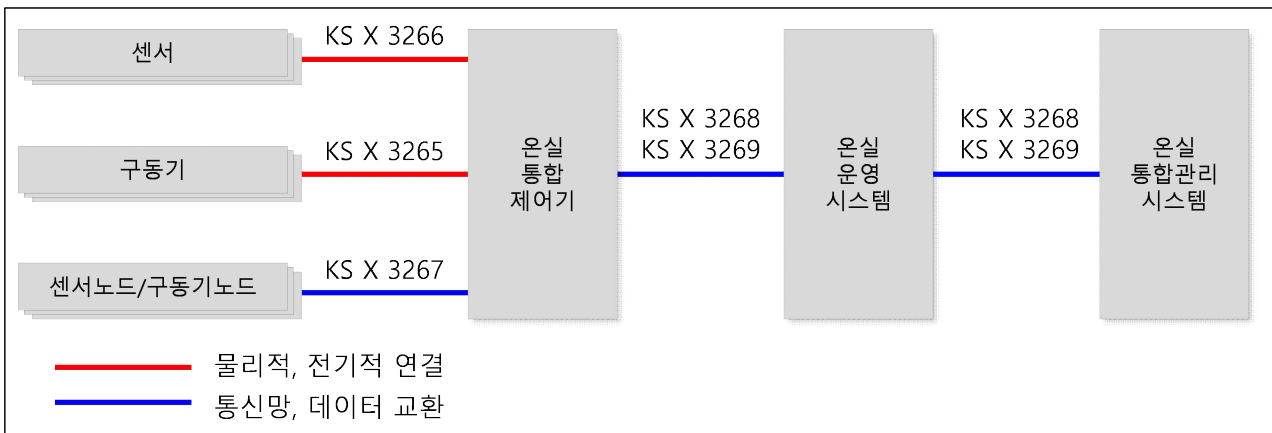
#### □ 국가표준 현황

- 스마트팜 국가표준은 '18년 12월 과학기술정보통신부-방송통신연구원을 통해 최초 제정되었음
- 스마트온실 기자재의 H/W 규격인 KS X 3265, 3266은 농촌진흥청·농업기술실용화재단에서 제안하였으며, 그 외 통신 프로토콜 및 메타데이터는 한국전자통신연구원(ETRI)에서 제안함

구분	원안 작성	제정 표준		
HW (물리규격)	농촌진흥청	<b>KS X 3265</b> 스마트 온실을 위한 구동기 인터페이스 	<b>KS X 3266</b> 스마트 온실을 위한 센서 인터페이스 	
SW (통신규격)	한국 전자통신연구원	<b>KS X 3267</b> 스마트 온실 센서/구동기 노드 및 온실 통합 제어기 간 RS485 기반 모드버스 	<b>KS X 3268</b> 스마트 온실 구동기 메타데이터 	<b>KS X 3269</b> 스마트 온실 센서 메타데이터 

<스마트팜 기자재 KS 표준 현황>

- 스마트팜 기자재 표준 5종과 스마트팜에서 활용되는 장치 간 연관관계는 아래 그림과 같음
- KS X 3265, 3266은 물리적(결선 구조, 결선 색깔), 전기적(전압) 표준으로 빨간색으로 표시함
- KS X 3267, 3268, 3269는 통신방식과 데이터 스키마를 정의한 표준으로 파란색으로 표시함



<스마트팜 기자재 KS 표준의 구조>

□ 스마트온실 통신 표준 제·개정 주요 내용

- 이번 연구로 스마트팜 기자재를 설치·운용하는데 있어, 현장에서 청취한 다양한 요구사항을 반영해 KS X 3267 표준 개정안을 마련하고, 스마트팜 장치를 컴퓨터의 주변 장치처럼 꼽으면 바로 사용할 수 있는 플러그 앤 플레이 지원을 위한 절차와 특성 정보를 표현하는 기술(Description) 규격을 정의한 국가 표준안을 도출함

구분	표준번호	표준 이름 및 주요 제·개정 내용
개정 (진행중, 행정고시 완료)	KS X 3267	스마트 온실 센서/구동기 노드 및 온실 통합 제어기 간 RS485 기반 모드버스 인터페이스 ⇒ 온실통합제어기와 센서/구동기 노드간 상호연동 기본 기능 뿐만 아니라 현장에서 제공되는 다양한 서비스 요구사항을 반영한 스마트온실에서의 정보조회 및 제어 기능을 반영하기 위해 개정
제정 (진행중, 행정고시 완료)	KS X NEW	RS485/모드버스 기반 스마트 온실 노드/디바이스 등록 절차 및 기술 규격 ⇒ 스마트팜 기자재의 PnP 기능을 구현하기 위해 제정하는 표준으로 이를 활용하면 센서, 구동기 등 장치의 설치, 드라이버 세팅 등 현장 업무를 간소화하고 자동화 할 수 있음

- 본 연구를 통해 개발한 제·개정 표준 2건은 현재 행정예고를 마치고 최종 정보기술 심의위원회 논의를 앞두고 있음
- 국립전파연구원의 행정예고 공고문을 발췌하여 아래에 붙이고, 본 연구에서 개발한 표준을 별색으로 표시함

● 국립전파연구원공고 제2021-31호

방송통신표준을 제정·개정·폐지함에 있어 「방송통신표준화지침」 제14조에 의하여 국민, 업계 및 관련기관에 미리 알려 의견을 듣고자 주요 내용을 다음과 같이 공고합니다.

2021년 5월 7일

국립전파연구원장

방송통신표준 개정 및 제정 예고

1. 표준번호 및 표준명

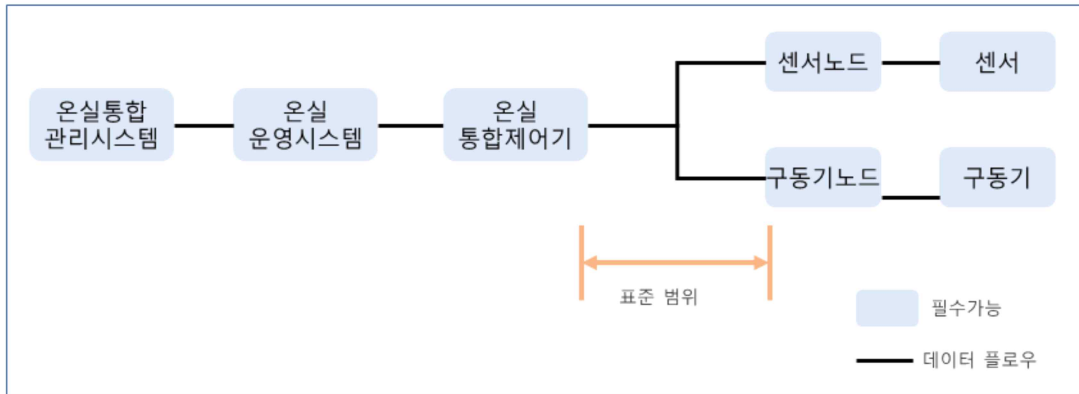
순번	기술분야	표준번호	표준명	구분
1	정보기술 (스마트팜)	KS X 3265	스마트 온실을 위한 구동기 인터페이스	개정
2		KS X 3266	스마트 온실을 위한 센서 인터페이스	
3		KS X 3267	스마트 온실 센서/구동기 노드 및 온실 통합 제어기 간 RS485 기반 모드버스 인터페이스	
4		KS X 3268	스마트 온실 구동기 메타데이터	
5		KS X 3269	스마트 온실 센서 메타데이터	
6		KS X NEW	스마트 온실 노드 메타데이터	
7		KS X NEW	RS485/모드버스 기반 스마트 온실 노드/디바이스 등록 절차 및 기술 규격	제정
8		KS X NEW	스마트 온실의 온실 통합 제어기와 양액기 노드 간 RS485 기반 모드버스 인터페이스	



(2) 스마트온실 국가 통신표준(KS X 3267) 보완 및 개정(안) 제출

□ 현행 표준의 문제점 및 개정 방향

- 2018년 제정된 KS X 3267 국가표준은 모드버스/RS485 환경에서 온실통합제어기에서 센서/구동기 노드에 대한 제어 프로토콜을 정의함



<KS X 3267 표준의 적용 범위>

- 현행 KS X 3267의 문제점을 분석하여 개정 방향을 도출함

종전(현행) KS X 3267 표준 내용	문제점
온실통합제어기가 센서 노드/구동기 노드/센서-구동기 통합 노드내 각 센서나 구동기에 대한 주소 정보를 사전에 알고 있다고 가정(6절)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 이종 제조사의 노드들은 상호호환이 되지 않음</li> <li>✓ 동종 제조사 제품이라 하더라도 설치 장소마다 개별적으로 설정을 해야 해서 작업이 어려움</li> </ul>
기본적인 모드버스 명령과 데이터 속성만을 정의(6절)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 구체적인 동작(디바이스 식별/등록, 제어 명령)을 명시하지 않음</li> <li>✓ 모드버스를 사용하는 제품군 끼리도 호환이 이뤄지지 않음</li> </ul>

- 또한, KS X 3267을 준용해 센서, 구동기 등 기자재를 제조·설치하는 스마트팜 기업들의 의견을 추가로 반영하여, 기존 표준의 한계를 개선하였음
  - 자동등록 기능을 이용한 지능형 레지스터 맵 확보 방법과 기초 호환성 확보를 위한 디폴트 레지스터 맵을 추가 정의함
  - 또한, 온실통합제어기의 각종 노드 데이터 확보기능과 제어명령 지정기능을 TTA.KO-10.1172 표준의 8절(노드 및 디바이스 규격), TTA.KO-10.1171 단체표준의 내용을 참조 및 반영하여 KS 표준 개정안을 마련함
- 특히, 2020년~2021년 추진한 “스마트팜 ICT 기자재 국가표준 확산지원 사업”을 통한 디폴트 레지스터 맵 합의안을 표준에 반영함

	<p style="text-align: center;"><b>디폴트 레지스터 맵 합의안</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 센서 노드 디폴트 레지스터 맵 포함 : 30개의 센서가 고정된 위치에 장착 가능한 센서 노드 지원</li> <li>✓ 구동기 노드 디폴트 레지스터 맵 : 16개의 스위치형 구동기와 8개의 개폐형 구동기가 장착 가능한 구동기 노드 지원</li> </ul>								
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>구분</td> <td>컨설팅</td> <td>개선지원(실증)</td> <td>검정바우처 발행</td> </tr> <tr> <td>지원기업</td> <td>70개사</td> <td>59(47)개사</td> <td>59개사</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">스마트팜ICT기기자재 국가표준 확산지원 사업 성과 (2020년 말 기준)</p>		구분	컨설팅	개선지원(실증)	검정바우처 발행	지원기업	70개사	59(47)개사	59개사
구분	컨설팅	개선지원(실증)	검정바우처 발행						
지원기업	70개사	59(47)개사	59개사						



## □ 제안한 KS X 3267 표준 개정안의 주요내용

### ○ KS X 3267 표준 목차 및 개정 내용

- 레지스터 값 구체화 및 맵 작성 : 어느 노드(센서/구동기 노드) 에 어떤 디바이스(센서/구동기)가 있는지에 대한 주소 정보 기술
- 노드 정보 조회 기능 보강 : 어떤 노드(센서/구동기/복합 노드)인지와 해당 노드는 어떤 수준의 노드인지(제어권을 가졌는지에 따라 레벨0/레벨1)에 대한 정보 기술
- 센서 상태 정보 조회 기능 보강 : 센싱 값 및 센서 상태 정보 조회 기능 기술
- 구동기 정보 조회 및 제어 기능 보강 : 구동기 타입(개폐형/스위치형)과 기능지원수준(기본기능, 시간제어 기능, 비율제어 기능 등에 따라 레벨0/레벨1/레벨2)에 따른 상태 정보 조회 및 제어 기능 기술



<KS X 3267 표준 목차 및 주요내용>

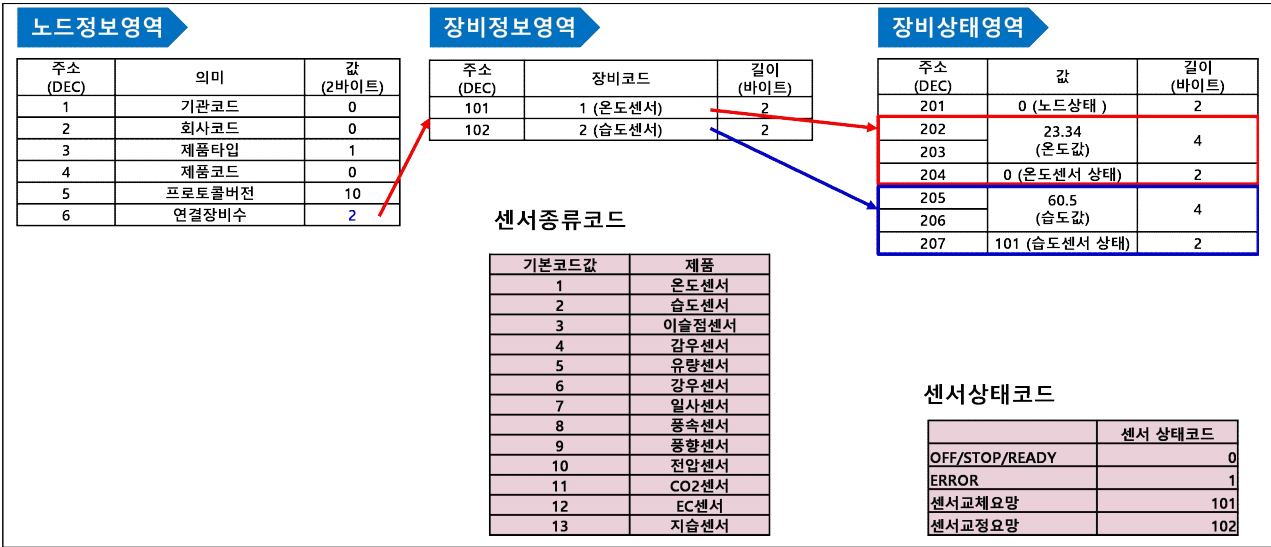
### ○ KS X 3267 표준 개정안에서 노드/디바이스 정보조회 및 제어 방법 기술

- KS X 3267 프로토콜을 통해 센서노드, 구동기노드와 표준으로 데이터를 통신함
  - KS X 3267은 하위 장치(센서노드, 구동기노드)의 레지스터에서 값을 읽거나 레지스터에 값을 쓰는 방식으로 작동하는데, 레지스터를 아래 4가지 구역으로 구분하여 관리함
1. 노드 정보 : (1)기관코드, (2)회사코드, (3)제품타입, (4)제품코드, (5)프로토콜버전 (6)연결장비수
  2. 장비 정보 : 101 번지부터 연결된 장비에 대한 코드 입력 영역
  3. 장비 상태 : (201 번지부터) 센서 관측치, 상태정보 등의 값을 읽기 위한 영역
  4. 장비 제어 : (501 번지부터) 구동기 제어 명령, 제어인자 등의 값을 쓰기위한 영역

구분	특징
센서 노드	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 상태정보 시작주소 : 201번</li> <li>• 1) 4바이트의 센싱값과 2) 2바이트의 센서상태 정보 포함</li> <li>• 1개 센서당 3개의 레지스터 사용(6바이트)</li> </ul>
구동기 노드	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 상태와 명령정보 시작주소 : 201번과 501번</li> <li>• 상태정보 : 1) OPID (2바이트), 2) 동작명령(2바이트), 3) 잔여시간(4바이트)</li> <li>• 명령정보 : 1) 동작명령(2바이트), 2) OPID (2바이트), 3) 설정시간 (4바이트)</li> <li>• 1개 구동기당 8개의 레지스터 사용(16바이트)</li> </ul>

- KS X 3267에서 센서 데이터 표준 통신 방법

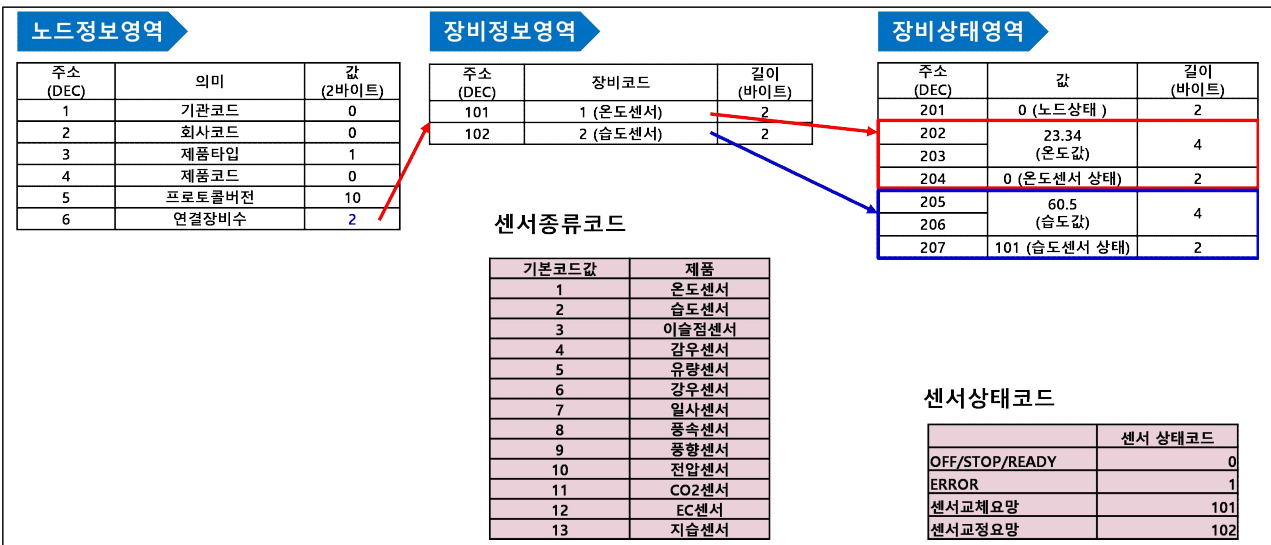
- ✓ KS X 3267을 활용하기 위해서는 레지스터의 구성을 아래와 같이 해야함
- ✓ 분홍색으로 표시된 부분은 코드값에 해당함
- ✓ 센서의 관측치는 실수형을 사용하기 때문에 특별한 변환이 필요 없음
- ✓ 아래 예시는 다음과 같이 해석 할 수 있음
- ☞ “센서노드에 2개의 하위 장치가 연결되어 있고, 프로토콜 버전은 10이며, 온도 센서는 값이 23.34도에 상태 정상이고, 습도 센서는 값이 60.5인데 센서 교체 요망함”



<KS X 3267 센서 데이터 통신 예시>

- KS X 3267에서 구동기 데이터 표준 통신 방법

- ✓ KS X 3267을 활용하기 위해서는 레지스터의 구성을 아래와 같이 해야함
- ✓ 분홍색으로 표시된 부분은 코드값에 해당함
- ✓ 구동기는 크게 스위치형과 모터형으로 구분되며, 각각 레벨0-2까지 분류됨.
- ✓ 아래 예시는 다음과 같이 해석 할 수 있음
- ☞ (case1) “구동노드에 2개의 하위 장치가 연결되어 있고, 프로토콜 버전은 10이며, 스위치는 대기상태이고, 개폐기는 여는중인데 동작 시간 50초 남음”
- ☞ (case2) “스위치는 200초 동안 켜는 동작을 실행하고 있고, 개폐기는 100초 동안 열기 동작을 실행하고 있음”



<KS X 3267 구동기 데이터 통신 예시>

○ KS X 3267 표준 개정안에서 센서 노드 디폴트 레지스터 맵을 기술함

레지스터 주소	의미	타입	값
1	기관코드	uint16	0
2	회사코드	uint16	0
3	제품타입	uint16	1(센서노드)
4	제품코드	uint16	0
5	프로토콜버전	uint16	10
6	채널수	uint16	30
7	노드 시리얼번호	uint32	0
8			
9-100	reserved		

주소	의미	타입	값(장치코드)
101	온도1	uint16	1
102	온도2	uint16	1
103	온도3	uint16	1
104	습도1	uint16	2
105	이슬점센서	uint16	3
106	감우센서	uint16	4
107	우량센서	uint16	5
108	강우센서	uint16	6
109	일사센서	uint16	7
110	풍속센서	uint16	8
111	풍향센서	uint16	9
112	전압센서	uint16	10
113	CO2센서	uint16	11
114	EC센서	uint16	12
115	광양자센서	uint16	13
116	트랑합수율 센서	uint16	14
117	트랑수분장력 센서	uint16	15
118	PH	uint16	16
119	지온	uint16	17
120	온도4	uint16	1
121	온도5	uint16	1
122	온도6	uint16	1
123	온도7	uint16	1
124	온도8	uint16	1
125	온도9	uint16	1
126	온도10	uint16	1
127	습도2	uint16	2
128	습도3	uint16	2
129	무게1	uint16	19
130	무게2	uint16	19

레지스터 주소	의미	타입
202	노드상태	uint16
203	온도#1 값	uint32
204		
205	온도센서상태	uint16
206	온도#2 값	uint32
207		
208	온도센서상태	uint16
209	온도#3 값	uint32
210		
211	온도센서상태	uint16
212	습도#1 값	uint32
213		
214	습도센서상태	uint16
215	이슬점 값	uint32
216		
217	이슬점 센서상태	uint16
218	감우 값	uint32
219		
220	감우 센서상태	uint16
221	우량 값	uint32
222		
223	우량 센서상태	uint16
224	강우 값	uint32
225		
226	강우 센서상태	uint16
227	일사 값	uint32
228		
229	일사 센서상태	uint16
230	풍속 값	uint32
231		
232	풍속 센서상태	uint16
233	풍향 값	uint32
234		
235	풍향 센서상태	uint16
236	전압 값	uint32
237		
238	전압 센서상태	uint16
239	CO2 값	uint32
240		
241	CO2 센서상태	uint16
242	EC 값	uint32
243		
244	EC 센서상태	uint16
245	광양자 값	uint32
246		
247	광양자 센서상태	uint16
248	트랑합수율 값	uint32
249		
250	트랑합수율 센서상태	uint16

레지스터 주소	의미	타입
251	트랑수분장력 값	uint32
252		
253	트랑수분장력 센서상태	uint16
254	PH 값	uint32
255		
256	PH 센서상태	uint16
257	지온 값	uint32
258		
259	지온 센서상태	uint16
260	온도#4 값	uint32
261		
262	온도센서상태	uint16
263	온도#5 값	uint32
264		
265	온도센서상태	uint16
266	온도#6 값	uint32
267		
268	온도센서상태	uint16
269	온도#7 값	uint32
270		
271	온도센서상태	uint16
272	온도#8 값	uint32
273		
274	온도센서상태	uint16
275	온도#9 값	uint32
276		
277	온도센서상태	uint16
278	온도#10 값	uint32
279		
280	온도센서상태	uint16
281	습도#2 값	uint32
282		
283	습도센서상태	uint16
284	습도#3 값	uint32
285		
286	습도센서상태	uint16
287	무게#1 값	uint32
288		
289	무게센서상태	uint16
290	무게#2 값	uint32
291		
292	무게센서상태	uint16

<KS X 3267 센서 노드 디폴트 레지스터 맵>



○ KS X 3267 표준 개정안에서 구동기 노드 디폴트 레지스터 맵을 기술함

레지스터 주소	의미	타입	값
1	기관코드	uint16	0
2	회사코드	uint16	0
3	제품타입	uint16	2(구동기노드)
4	제품코드	uint16	0
5	프로그래밍버전	uint16	10
6	채널수	uint16	24
7	노드 시리얼번호	uint32	0
8			
9-100	reserved		

레지스터 주소	의미	타입	값(장치코드)
101	스위치 #1	uint16	102
102	스위치 #2	uint16	102
103	스위치 #3	uint16	102
104	스위치 #4	uint16	102
105	스위치 #5	uint16	102
106	스위치 #6	uint16	102
107	스위치 #7	uint16	102
108	스위치 #8	uint16	102
109	스위치 #9	uint16	102
110	스위치 #10	uint16	102
111	스위치 #11	uint16	102
112	스위치 #12	uint16	102
113	스위치 #13	uint16	102
114	스위치 #14	uint16	102
115	스위치 #15	uint16	102
116	스위치 #16	uint16	102
117	개폐기 #1	uint16	112
118	개폐기 #2	uint16	112
119	개폐기 #3	uint16	112
120	개폐기 #4	uint16	112
121	개폐기 #5	uint16	112
122	개폐기 #6	uint16	112
123	개폐기 #7	uint16	112
124	개폐기 #8	uint16	112

레지스터 주소	의미	타입
201	OPID #0	uint16
202	노드 상태	uint16
203	OPID #1	uint16
204	스위치1 상태	uint16
205	스위치1	uint32
206	남은 동작시간	uint16
207	OPID #2	uint16
208	스위치2 상태	uint16
209	스위치2	uint32
210	남은 동작시간	uint32
211	OPID #3	uint16
212	스위치3 상태	uint16
213	스위치3	uint32
214	남은 동작시간	uint16
215	OPID #4	uint16
216	스위치4 상태	uint16
217	스위치4	uint32
218	남은 동작시간	uint32
219	OPID #5	uint16
220	스위치5 상태	uint16
221	스위치5	uint32
222	남은 동작시간	uint32
223	OPID #6	uint16
224	스위치6 상태	uint16
225	스위치6	uint32
226	남은 동작시간	uint16
227	OPID #7	uint16
228	스위치7 상태	uint16
229	스위치7	uint32
230	남은 동작시간	uint32
231	OPID #8	uint16
232	스위치8 상태	uint16
233	스위치8	uint32
234	남은 동작시간	uint32
235	OPID #9	uint16
236	스위치9 상태	uint16
237	스위치9	uint32
238	남은 동작시간	uint32
239	OPID #10	uint16
240	스위치10 상태	uint16
241	스위치10	uint32
242	남은 동작시간	uint16
243	OPID #11	uint16
244	스위치11 상태	uint16
245	스위치11 상태	uint32
246	남은 동작시간	uint32
247	OPID #12	uint16
248	스위치12 상태	uint16
249	스위치12	uint32
250	남은 동작시간	uint32

레지스터 주소	의미	타입
251	OPID #13	uint16
252	스위치13 상태	uint16
253	스위치13	uint32
254	남은 동작시간	uint16
255	OPID #14	uint16
256	스위치14 상태	uint16
257	스위치14	uint32
258	남은 동작시간	uint32
259	OPID #15	uint16
260	스위치15 상태	uint16
261	스위치15	uint32
262	남은 동작시간	uint32
263	OPID #16	uint16
264	스위치16 상태	uint16
265	스위치16	uint32
266	남은 동작시간	uint32
267	OPID #17	uint16
268	개폐기1 상태	uint16
269	개폐기1	uint32
270	남은 동작시간	uint32
271	OPID #18	uint16
272	개폐기2 상태	uint16
273	개폐기2	uint32
274	남은 동작시간	uint16
275	OPID #19	uint16
276	개폐기3 상태	uint16
277	개폐기3	uint32
278	남은 동작시간	uint32
279	OPID #20	uint16
280	개폐기4 상태	uint16
281	개폐기4	uint32
282	남은 동작시간	uint32
283	OPID #21	uint16
284	개폐기5 상태	uint16
285	개폐기5	uint32
286	남은 동작시간	uint32
287	OPID #21	uint16
288	개폐기6 상태	uint16
289	개폐기6	uint32
290	남은 동작시간	uint32
291	OPID #22	uint16
292	개폐기7 상태	uint16
293	개폐기7	uint32
294	남은 동작시간	uint32
295	OPID #23	uint16
296	개폐기8 상태	uint16
297	개폐기8	uint32
298	남은 동작시간	uint32

<KS X 3267 구동기 노드 디폴트 레지스터 맵>

**(3) 스마트온실 센서/구동기/복합 노드 자동인식을 위한 통신표준 제정(안) 제출**

**□ 신규 표준의 필요성 및 제정 방향**

- Modbus/RS485는 오랜 기간 검증된 통신 방식으로 안정성, 유지보수, 비용 등의 측면에서 우수성이 입증된 기술로 농업 및 산업에서 자동제어를 위해 보편화된 De Facto 표준임
- 하지만 Modbus/RS485는 시스템을 구축하거나 신규로 노드를 추가하는 경우, 관리자가 일일이 셋팅을 해야 하는 번거로움이 있음
  - Modbus 프로토콜은 Ring Topology 상에서 Master-Slave간 통신하는 방법만을 규정
  - 구체적인 제품간 호환성을 보장하기 위한 제어방식 표준 부재
  - 이종 벤더간 호환성 없음
  - 동종 벤더라도 노드 주소맵 수동 등록의 번거로움
- 또한, 해당 시스템을 구축한 전문가만 관련 작업을 진행할 수 있어, 농가에서는 유지보수에 대한 비용부담이 발생함
- 이러한 문제를 해결하기 위해 2019년에 통합온실제어기, 구동기 노드, 센서 노드 등을 개발하는 업체들과 표준화 전문기관이 합동으로 TTA 국내 단체표준을 개발하였음

표준 번호	표준명	제개정일	표준화 기구
TTAK.KO-10.1172	모드버스/RS485 기반 스마트온실 노드/디바이스 등록 절차 및 기술 규격	2019.12.11	한국정보통신 기술협회

**<관련 단체표준 현황>**

- 본 연구를 통해 위 국내 단체표준을 기반으로 더 많은 업체와 수요기관의 요구사항을 받아 내용을 고도화하고, 기존 유관 국가표준과의 호환성을 확보하기 위한 보정 등을 통해 국가표준 제정을 추진함
- 국가표준(안)으로 제정하기 위해 기존 국내 단체표준에서 아래 내용을 고도화 진행함
  - PnP(Plug & Play) 개념을 RS485기반 시리얼 통신 환경의 Modbus에서 적용하기 위한 방식 제시
  - 다양한 오류 상황 발생에 대한 동작 방법 규정
  - 국가표준과의 상호호환성을 위해 단위, 키워드, 메시지 코드, 파라미터 등을 기존 국가표준 및 개정 중인 국가표준과의 적합성을 유지하도록 수정
  - 센서/구동기 노드와 온실통합제어기간 RS485 기반 MODBUS 인터페이스 표준 및 메타데이터 국가 표준 등과의 상호 연계성 확보

표준 번호	표준명	제개정일	표준화 기구
KS X 3267	스마트 온실 센서/구동기 및 온실 통합 제어기 간 RS485 기반 모드버스 인터페이스	2018.12.26. (개정 진행중)	방송통신표준 심의회
KS X 3268	스마트 온실 구동기 메타데이터	2018.12.26. (개정 진행중)	방송통신표준 심의회
KS X 3269	스마트 온실 센서 메타데이터	2018.12.26. (개정 진행중)	방송통신표준 심의회
KS X NEW1	스마트 온실 노드 메타데이터	제정 진행중	방송통신표준 심의회
KS X NEW2	스마트 온실의 온실 통합 제어기와 양액기노드간 RS485 기반 모드버스 인터페이스	제정 진행중	방송통신표준 심의회

**<상호호환성 확보를 위해 검토한 표준 현황>**



□ 제안한 (KS X NEW) RS485/모드버스 기반 스마트 온실 노드/디바이스 등록 절차 및 기술 규격 표준 제정안의 주요내용

○ 스마트 온실 노드/디바이스 등록 절차 및 기술 규격 표준 목차 및 제정 내용

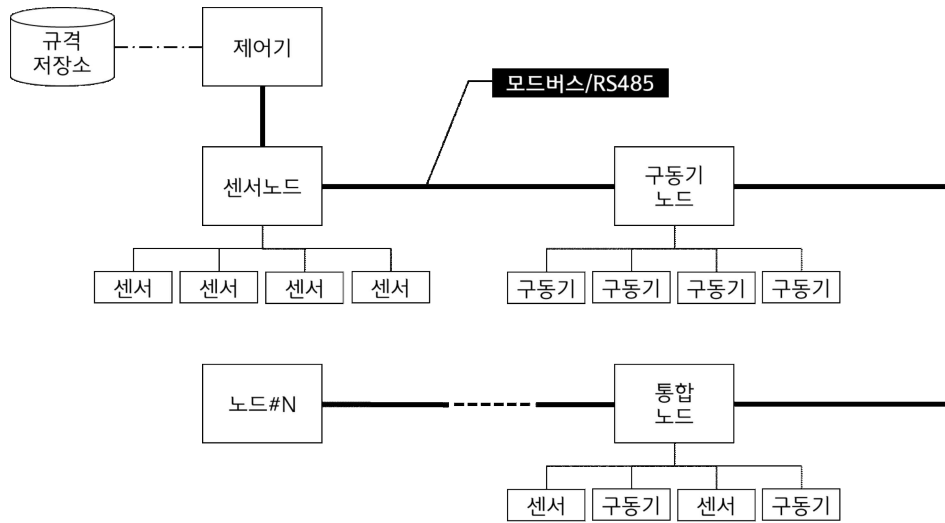
- RS485/모드버스 방식으로 구축된 스마트 온실 장비들에 자동 등록 기능을 제공하기 위한 절차와 규격의 기술 방법에 대해 서술
- 스마트 온실의 각 구성 요소와 전반적인 구조, 동작 개요 (4장)
- 제어기와 구동기의 동작 요구사항 (5장)
- 노드의 모드버스 프로토콜 레지스터 주소 맵의 구조 (6장)
- 노드의 자동등록을 위한 단계별 등록 절차 (7장)
- 노드 및 디바이스의 규격 표현 (8장~9장)

머 리 말.....	ii	
개 요.....	iii	
1 적용범위.....	1	노드/디바이스 등록 절차 및 기술규격 목적 센서/구동기 및 제어기 간 RS485 기반 모드버스 인터페이스로 자동 등록 기능을 제공하기 위한 방법 서술
2 인용표준.....	1	
3 용어 정의 및 약어.....	1	
3.1 용어 정의.....	1	
3.2 약어.....	2	
4 구성 요소 및 동작 개요.....	3	
5 동작 요구사항.....	3	
5.1 제어기 동작 요구사항.....	3	
5.2 노드 동작 요구사항.....	4	노드의 모드버스 레지스터 주소 맵 구조와 주소 노드 정보 주소, 디바이스 코드 목록 주소와 상태 정보 주소, 제어 정보 주소
6 노드의 모드버스 레지스터 주소 맵 구조.....	7	
7 노드 등록 절차.....	5	제어기가 노드/디바이스의 규격을 취득하는 절차 노드 정보/규격 취득, 디바이스 코드/규격 취득, 디바이스 규격 취득
7.1 노드 정보 취득.....	5	
7.2 노드 규격 취득.....	6	
7.3 디바이스 코드 취득.....	7	
7.4 디바이스 규격 취득.....	7	
8 노드/디바이스 규격을 이용한 레지스터맵 계산.....	7	슬레이브 노드의 레지스터맵을 계산하여 구성하는 방법 노드규격을 이용한 레지스터맵 계산 방법
9 노드 및 디바이스 규격(Descriptive Specification).....	10	노드 및 디바이스의 규격을 표현하는 데 필요한 키워드 정의 공통 필드, 데이터 필드, 통신 관련 필드, 기타 필드
9.1 노드 및 디바이스 규격 표현 필드.....	11	
9.2 CommSpec 필드 세부 항목.....	16	
부속서 A (참고).....	21	
A.1 다플트 레지스터맵 준용 센서 노드 규격.....	21	
A.2 다플트 레지스터맵 준용 구동기 노드 규격.....	29	
참고문헌.....	37	
KS X NEW:20xx 해 설.....	38	
1 제정의 취지.....	38	
2 제정의 경위.....	38	
3 특허권 등에 관한 사항.....	38	

<스마트 온실 노드/디바이스 등록 절차 및 기술 규격 표준 목차 및 주요내용>

○ 표준 구성 요소 및 동작 개요

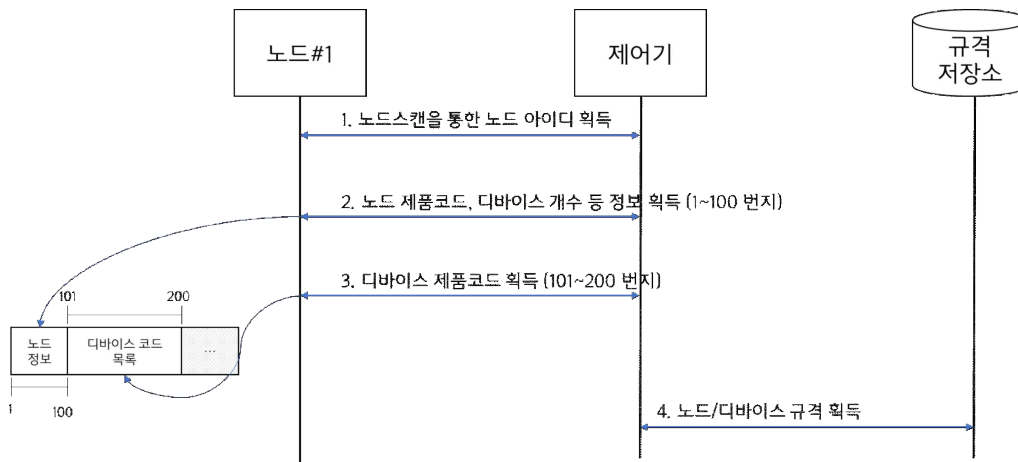
- 제어기와 센서 노드, 구동기 노드들은 RS485 시리얼 통신 네트워크로 구축되며, 사용되는 기본 프로토콜은 KS X 3267에 정의된 모드버스 사용
- 디바이스들의 제품 코드들은 제어기의 노드 탐색(discovery) 과정을 통해 자동으로 취득
- 제어기는 이 코드들을 이용하여 규격저장소에 위치한 규격(specification)을 가져와 내부에 자동으로 등록



<모드버스/RS485 기반 온실 제어를 위한 네트워크 구조 예>

○ 제어기에 각 장치가 등록되기 위한 등록 절차 규정

- ① 제어기가 관리자에 의해 지정된 노드 주소를 스캔
- ② 각 노드들에 대해 레지스터주소 1 ~ 100에 있는 노드 정보 획득
- ③ 노드에 연결가능한 디바이스 수만큼 레지스터 값을 읽어 각 연결된 디바이스들에 대해 제품 코드 획득
- ④ 획득된 제품 코드를 이용하여 노드 규격, 디바이스 규격 취득



<노드 등록 동작 절차>

○ 각 장치에 대한 기능 키워드, 파라미터 정의

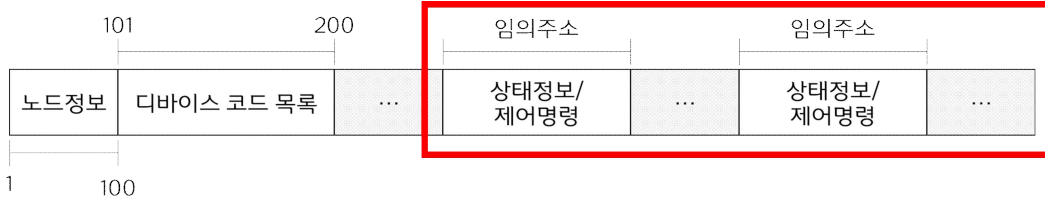
- 노드 및 디바이스의 규격을 표현하기 위한 기능 키워드와 파라미터를 정의하고 있으며, 아래의 개폐형 구동기의 제어 기능을 기술한 예시임

Keyword	변수타입	Size	Level/지 원			상세 설명
			0	1	2	
operation	uint16	1 Word	M	M	M	제어 명령으로 상세한 제어 코드는 관련 프로토콜 규격에 정의되어 있다.
opid	uint16	1 Word	-	M	M	명령을 특정하기 위한 ID 값으로 0 이상의 값을 사용해야 하며, 매 명령시 변경한다.
time	uint32	2 Word	-	M	M	작동 시간을 초 단위로 기재
position	uint16	1 Word	-	-	M	개방도 지정
opentime	uint16	1 Word	-	-	M	0 %에서 100 %까지 여는 데 소요되는 시간(초)
closetime	uint16	1 Word	-	-	M	100 %에서 0 %까지 닫는 데 소요되는 시간(초)

<CommSpec 필드 세부 항목 - 개폐형 구동기 제어>

○ 장치 특성을 고려한 Modbus 주소맵(Address map) 자율성 부여

- 제안한 표준에서는 노드의 모드버스 레지스터 주소 맵 구조와 주소 영역을 정의함
- 노드 정보 주소, 디바이스 코드 목록 주소, 상태 정보 주소, 제어 정보 주소들을 기술함
- 노드 정보와 디바이스 코드 목록은 정해진 주소에 기재되어야 하며, 상태 정보/제어 정보는 제조사가 자율적으로 정할 수 있도록 함(아래 그림 빨간색 박스 영역)



<노드의 모드버스 레지스터 주소 맵 구조>

○ 규격기반 레지스터 맵 구축방법 정의

- KS X 3267 표준 장비는 상태조회를 위한 읽기(read) 주소와 제어를 위한 쓰기(write) 주소를 분리하여 각 영역별 조회/제어 대상 항목들을 나열하며, 이를 통해 온실통합제어기는 별도의 어드레스맵 지정 작업 없이도 노드와 디바이스의 연결과 동시에 활용 가능함
- 또한, 각 디바이스별 레지스터 주소를 사전에 지정하지 않고 유연하게 사용할 수 있도록, 읽기(read)와 쓰기(write) 필드의 starting-register 항목은 노드 규격에는 반드시 포함되어야 하지만 디바이스 규격에는 포함되지 않을 수 있도록 하였음

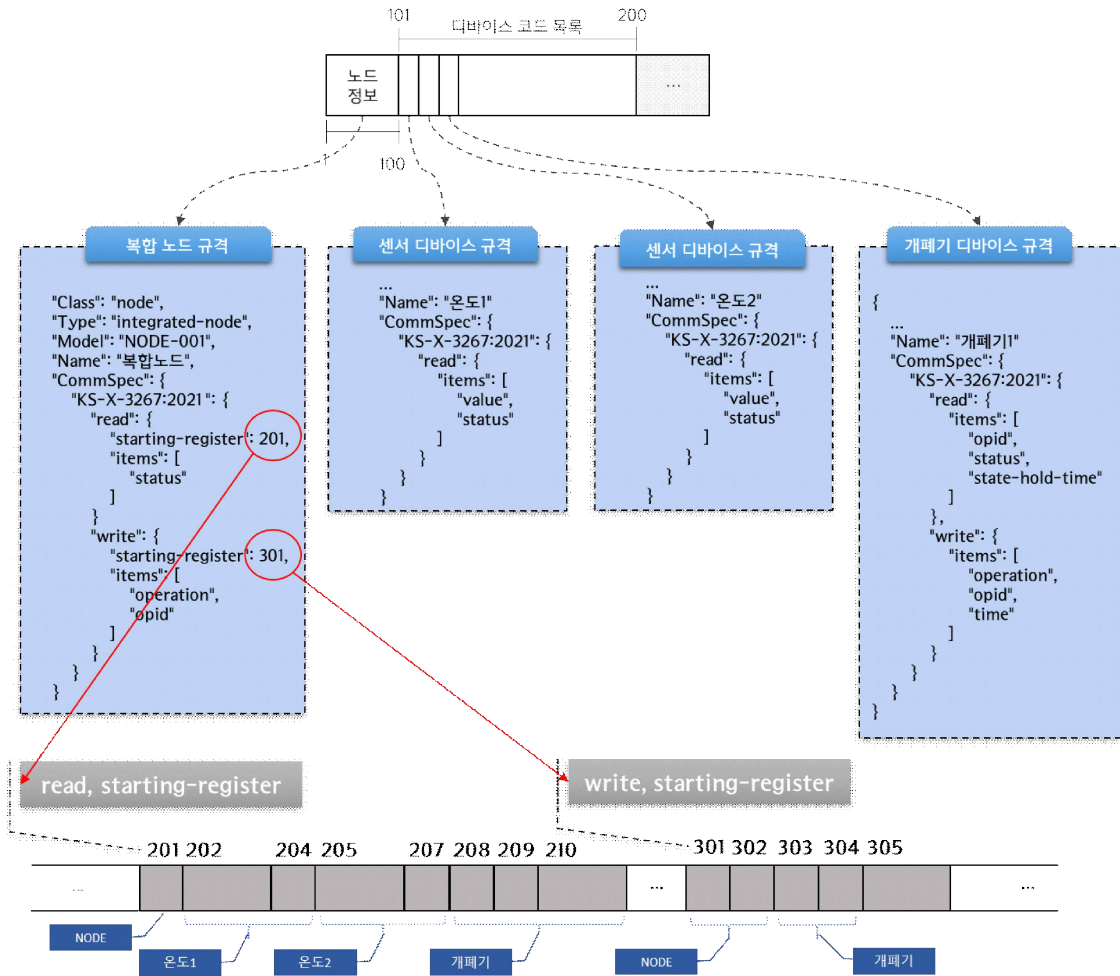
```

1: {
2:   "Class": "node",
3:   "Type": "actuator-node",
4:   "Model": "NODE-001",
5:   "Name": "노드",
6:   "CommSpec": {
7:     "KS X 3267": {
8:       "read": {
9:         "starting-register": 201,
10:        "items": [
11:          "status"
12:        ]
13:      }
14:      "write": {
15:        "starting-register": 301,
16:        "items": [
17:          "operation",
18:          "opid"
19:        ]
20:      }
21:    }
22:  }
23: }
```

대상	읽기주소			쓰기주소		
	주소	값	크기	주소	값	크기
노드	201	status	1	301	operation	1
				302	opid	1

<노드의 모드버스 레지스터 주소 맵 구조>

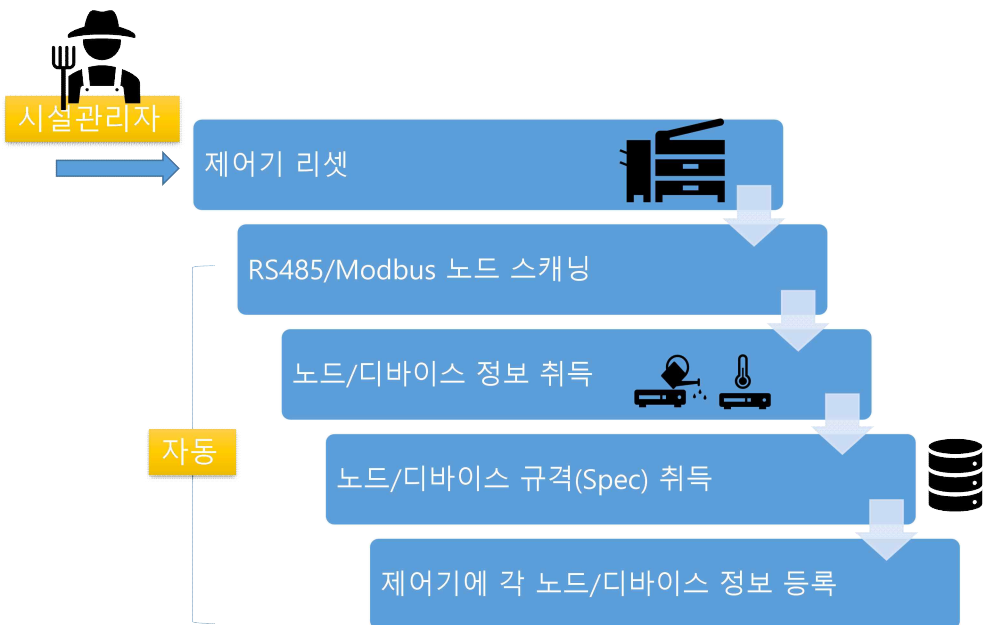
- 디바이스 규격에 starting-register 필드가 없는 경우, 이전에 계산된 레지스터맵에 이어 연속적으로 레지스터맵 주소를 사용한다. 즉, 101 ~ 200번지 사이에 위치한 디바이스 코드의 순서에 따라 자동 계산함
- 다음 예시와 같이 노드 규격에 명시된 시작 주소값을 기준으로 디바이스 코드 목록의 순서에 맞춰 연속적인 레지스터맵을 구축하여 사용함



<노드규격을 이용한 레지스터맵 계산 방법 예시(디바이스 규격에 시작주소 없는 경우)>

○ 표준에 따른 개선사항

- 온실 내 양액기, 센서노드, 구동기 노드 등 각종 장비들이 제어기에 자동으로 등록되고 운영할 수 있어 편의성 향상
- 각 장비간 상호호환성이 높아지고 이중 장비간 자유로운 연동과 손쉬운 교체가 가능하여 스마트팜 사용 농가의 만족도 향상



<스마트 온실 노드/디바이스 등록 절차 및 기술 규격 표준 사용에 따른 개선 효과>

□ 표준 제품 검정기준(안) 수립

○ 연구 수행 방법

- 각 참여 기관의 제품개발 과정에서 표준에 대한 해석 제공 및 표준 보완
- 표준에 대한 해석 제공 관련 표준 기술 지원을 통해 표준의 내용을 명확히 설명하기 위한 표준 설명부 보완



<표준 검정기준 수립 절차>

○ 검정기준 주요내용

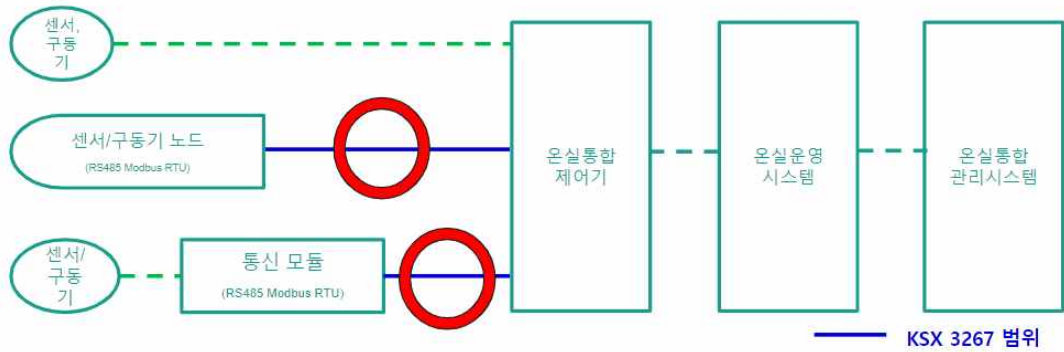
- 검정 대상 장비, 검정 시험 종류, 레지스터 맵 구성, 표준 적합성 시험, 시험 방법, 대상 장비별 시험 시나리오, 검정 시스템의 구성, 검정 시나리오로 내용 구성

번호	목차	주요 내용
1	개요	문서의 목적, 범위, 구성
2	검정 대상 장비	센서 노드, 구동기 노드, 온실 통합 제어기, 복합 노드 정의
3	검정 시험 종류	표준적합성 시험, 상호운용성 시험, 성능 시험, 내고장성 시험, 신뢰성 시험 등 정의
4	레지스터 맵 구성	노드 정보, 장비 정보, 장비 상태, 장비 제어 등 맵 영역 정의
5	표준 적합성 시험	정상 상황 시험, 비정상 상황 시험 정의
6	시험 방법	장치 연결 시험, 장치 정보 확인, 데이터 읽기, 작동 명령 확인 등 시험 방법 정의
7	대상 장비별 시험 시나리오	센서노드, 구동기노드, 디스플레이 로거형 제어기, 제어 가능형 제어기 등의 장치별로 6장의 시험 시나리오 적용 방법 정의
8	검정 시스템의 구성	검정 서비스와 검정 장비로 구분해 시스템 구성 정의
9	검정 시나리오	검정이 이루어 지는 절차를 순차적으로 설명

<표준 검정안 문서 목차>

- 통합제어기, 센서노드, 구동기노드가 KS X 3267 통신 표준에 적합하게 개발되었는지 검정하기 위한 시험 업무 가이드를 제공함





<검정기준 적용 범위>

6.2.2 스마트온실 통신 표준 (KS X 3267) 기반 표준검정안	5. 표준 적합성 시험
<p><b>1. 개요</b></p> <p>본 문서는 스마트온실용 통신 표준인 KS X 3267 기반의 장비를 검정하기 위한 검정안에 대해서 다룬다. 본 문서는 검정대상 장비, 검정 시험 방법을 구체적으로 다루고 있으며, 이를 위한 하드웨어 및 소프트웨어의 개발에 대한 내용도 설명한다.</p> <p><b>1.1 스마트온실 표준의 구성</b></p> <p>스마트 온실 관련 KS 표준은 총 5종으로 다음과 같다.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. KS X 3265 스마트온실을 위한 구동기인터페이스</li> <li>2. KS X 3266 스마트온실을 위한 센서인터페이스</li> <li>3. KS X 3267 스마트온실 센서구동기노드 및 온실통합제어기간 RS485 기반 모드버스인터페이스</li> <li>4. KS X 3268 스마트온실 구동기 메타데이터</li> <li>5. KS X 3269 스마트온실 센서 메타데이터</li> </ol> <p>위 5가지 표준 중 KS X 3267은 센서노드-온실통합제어기, 구동기 노드-온실통합제어기 간 통신방식이 상이한 RS485 통신을 하는 경우 상호연동이 어려우므로 RS485 MODBUS 방식 인터페이스를 정의하여 상호 연동을 제공하는 것이 목적이다.</p> <p><b>1.2 본 문서의 범위</b></p> <p>KS X 3267에서 정의하고 있는 부분은 아래 그림의 붉은색 원에 해당하는 부분이다. 센서, 구동기가 전기적 신호로 제어기에 연결되는 경우나 제어기와 센서 및 구동기 노드가 분리되어 있지 않은 경우는 본 문서의 범위에 해당하지 않는다.</p> <p>KSX 3268, 3269 범위 (구동기 메타데이터)      - - - KSX 3265, 3266 범위  <span style="color: blue;">—</span> KSX 3267 범위</p>	<p><b>5.1 정상 상황 시험</b></p> <p>정상 상황에서 주고 받는 메시지에 문제가 없는지 확인한다. 간단히 말하면 레지스터명의 4 영역에 대해서 각각 올바른 데이터를 주고 받을 수 있는지를 검정한다고 보면 된다.</p> <p><b>5.2 비정상 상황 시험</b></p> <p>정상적인 상황에서 나오기 힘든 메시지를 전송하거나 수신하도록 하여 해당 오류에 대해서 적절히 대응하는지를 확인한다. 예를 들어 존재하지 않는 데이터 영역을 읽는다거나, 존재하지 않는 장비에 제어명령을 전달하는 경우가 이에 해당한다.</p> <p><b>6. 시험 방법</b></p> <p>본 장에서 제시되어 있는 시나리오가 아무 문제 없이 수행되면 해당 시나리오 검정을 통과한 것으로 간주한다. 특정 항목에서 문제가 생기면 해당 항목을 표기하고 시나리오는 종료되며, 검정을 통과하지 못한 것으로 간주한다.</p> <p><b>6.1 노드 공통 시험</b></p> <p><b>6.1.1 노드 연결 시험</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. 검정장비와 시험대상 노드를 RS485 케이블로 연결한다.</li> <li>b. 시험대상 노드의 설정값을 확인하여 검정장비에 통신 설정값을 세팅한다. (포트정보, 보레이트:9600)</li> <li>c. 검정장비에 시험대상 노드의 슬레이브 아이디를 입력한다.</li> <li>d. 검정장비와 시험대상 장비의 통신 연결을 수행한다.</li> </ol> <p><b>6.1.2 디플트 레지스터명 노드 정보 확인 시험</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. 6.1.1 노드 연결 시험을 통해 노드 연결이 된 상태에서 진행한다.</li> <li>b. 검정장비에 연결노드를 설정한다. (디플트 레지스터명 센서노드, 디플트 레지스터명 구동기노드)</li> <li>c. 노드정보 (1~6)를 읽고, 해당 값이 디플트 값과 동일인지 확인한다. <ol style="list-style-type: none"> <li>i. 1: 기관코드 - 0</li> <li>ii. 2: 회사코드 - 0</li> <li>iii. 3: 제품타입 - 1 또는 2</li> <li>iv. 4: 제품코드 - 0</li> <li>v. 5: 프로토콜 버전 - 10</li> <li>vi. 6: 연결장비수 - 제품타입이 1이면 40, 제품타입이 2이면 24</li> </ol> </li> <li>d. 연결장비수를 활용하여, 장비 정보 영역(100번지부터)을 연결장비수 만큼 읽는다.</li> <li>e. 장비코드를 확인하여 장비 종류와 연결상태를 확인한다. <ol style="list-style-type: none"> <li>i. 대상 노드에서 제시한 장비가 연결되어 있는지 확인한다.</li> </ol> </li> </ol>

<표준검정안 문서 발췌 화면>

○ 검정기준 활용

- 농업기술실용화재단 검정시험 전문팀인 ICT 기자재 검정팀에 전달
- 현재 스마트팜 기자재 표준 검정 업무에 활용하고 있음



<표준 적합성 검정서비스 업무도>

(4) 스마트온실 통신 표준 제·개정 연구 성과

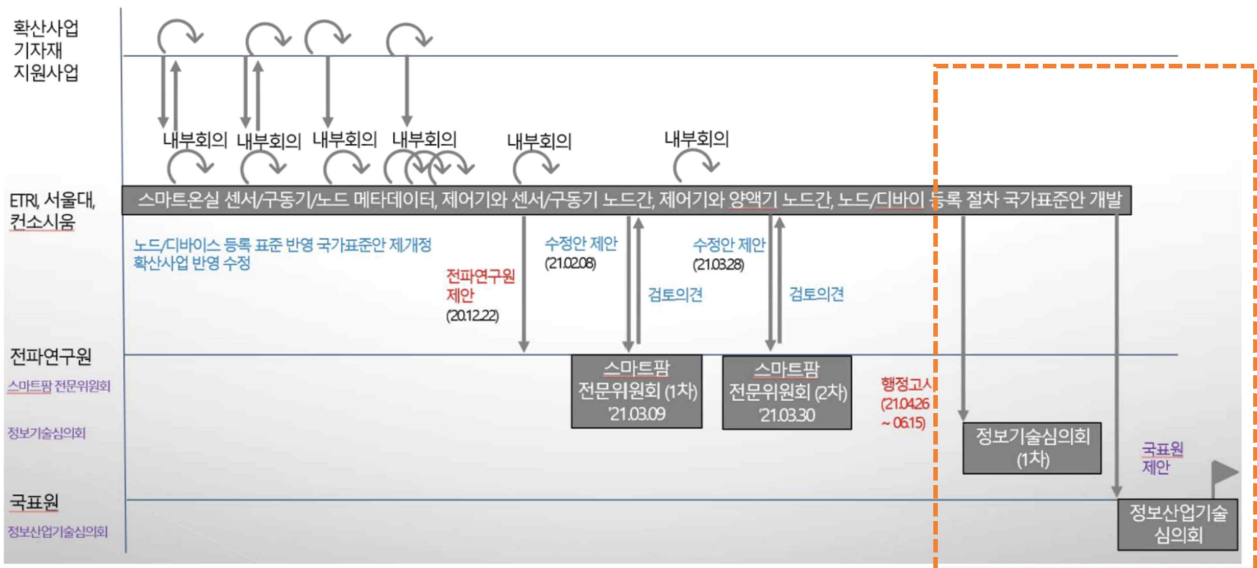
□ 표준화

○ 목표 대비 실적

- 연구사업 협약시 국가표준 제정 및 개정 2건을 정량 목표로 제시하였고, 현재 행정예고 까지 완료함
- 연구개발기간 종료일 현재 기준, 제안한 2건의 표준안은 최종 정보기술 심의위원회 논의 를 앞두고 있음

성과목표		목표	실적	비고
표준화	1차년도	2	KS 표준 2건 제·개정 진행중	행정예고 완료

<스마트온실 통신 표준 연구 정량목표 대비 실적>



<표준 제·개정 추진 실적>

○ 목표화 실적 증빙

<p><b>KSKSKSKS</b> KS X 3267</p> <p><b>KSKSKSK</b> <b>KSKSKS</b> <b>KSKSK</b> <b>KS</b></p> <p>스마트 온실 센서/구동기 노드 및 온실 통합 제어기 간 RS485 기반 모드버스 인터페이스 KS X 3267:20xx</p> <p>방 송 통 신 표 준 심 의 회 20xx년 xx월 xx일 개정</p>	<p><b>KSKSKSKS</b> KS X NEW</p> <p><b>KSKSKSK</b> <b>KSKSKS</b> <b>KSKSK</b> <b>KS</b></p> <p>RS485/모드버스 기반 스마트 온실 노드/ 디바이스 등록 절차 및 기술 규격 KS X NEW:20xx</p> <p>방 송 통 신 표 준 심 의 회 20xx년 x월 x일 제정</p>
--	---

### 3) 스마트온실 표준기반 센서/구동기노드 개발 및 산업화 - 협동연구기관 2 (인지시스템)

#### (1) 연구방향 설정

##### □ KS 표준 규격의 확장이 가능한 스마트팜 기자재 제품 개발

- KS 표준 규격으로 확장이 용이한 센서노드 및 구동기노드 제품을 만들어 소규모 농가에 보급할 수 있는 기술 기반을 마련함
- 표준기반 확장형 센서노드
  - 소규모 단동온실에서필요한 센서들을 선별적으로 장착할 수 있는 센서 노드 제품화
  - 표준 출력을 제공하는 센서들을 바로 연결 가능한 확장성 확보
  - 센서 보호 및 오차 감소를 위한 보급형 하우징 제품화

**표준기반 확장형 센서노드**

- ✓ 기존의 대표적인 사용 센서들을 연결하여 RS485 Modbus 표준방식으로 변환하여 출력
- ✓ 농가에서 쉽게 구할 수 있는 주요 센서 부품을 설치할 수 있도록 해 줌
- ✓ 센서노드는 KS기준으로 장비별 주소를 선언하여 장비가 가지고 있는 센서의 종류 및 연결되어있는 개수를 파악할 수 있도록 구성

**표준기반 확장형 센서노드 구성**

온도센서    습도센서  
지습센서    감우센서

**[표준기반 센서 통합 보드]**

**[KS기준 센서노드 주소 선언]**

장비정보	2	3	4	5	6	7
정보	회사코드	제품타입	제품코드	프로토콜버전	연결장비수	구역수
Type	Uint 16bit	Uint 16bit	Uint 16bit	Uint 16bit	Uint 16bit	Uint 16bit
Value	7	3	1	101	16	0

##### ○ 표준기반 모터용 정역제어 및 ON/OFF형 구동기노드

- 소규모 단동온실에 적합한 정역제어, ON/OFF 제어가 가능한 구동기 노드 제품화
- KS표준인 통신모듈 RS485(Modbus RTU)을 이용하여 보드 확장
- 실외서 고장없이 사용이 가능한 컨트롤박스 구성

**표준기반 모터용 정역제어 및 ON/OFF형 장비제어(구동기노드)**

- ✓ 4포인트의 정역제어를 기본으로 하며 필요에 따라 추가 장착할 수 있도록 설계
- ✓ 디스위치를 이용하여 제어보드의 출력 Address를 변경할 수 있도록 구성
- ✓ KS기준으로 장비별 주소를 선언하여 사용하도록 구성
- ✓ KS표준에 따라 조건에 따라 모터 정역 제어 및 ON/OFF 제어 수행

**[구동기 노드의 구성]**

전원 (220V AC 또는 12V DC) → MCU ↔ Modbus RTU → 통신 (RS485)

DI 6ch, DO 2ch, AI 4ch, AO 4ch, Re.O 2ch

**구동기 노드**

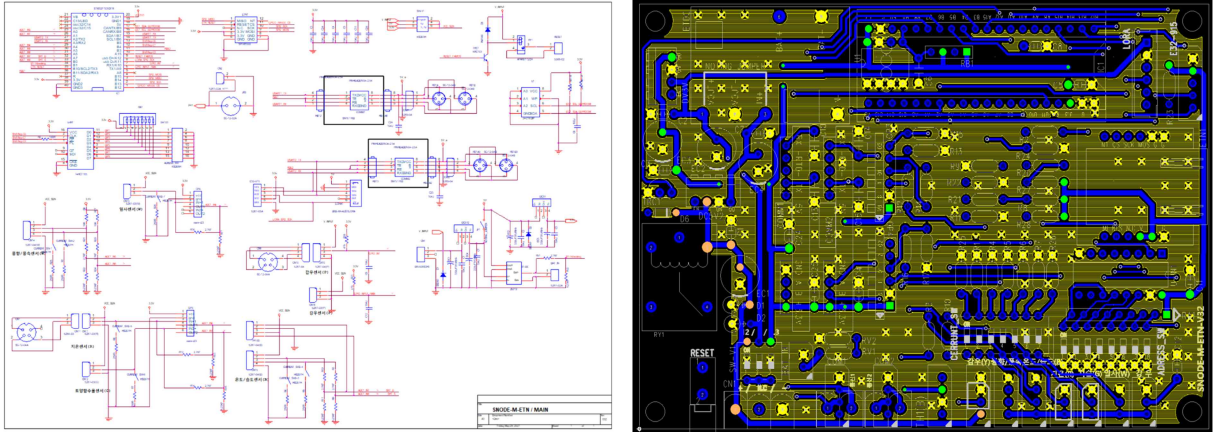
- DI : 디지털 입력
- DO : 디지털 출력
- AI : 아날로그 입력
- AO : ON/OFF 출력
- Re.O : 정역 출력

난방
 환기
 창개폐
 관수

## (2) 표준기반 확장형 복합센서노드 개발 및 제품화

### ○ 센서노드 회로설계

- 멀티 센서노드 회로 설계를 하였으며 설계도 및 Artwork 결과물을 아래 수록함
- 온도, 습도, 일사량, 지온, 지습, 강우 등 농업에서 많이 사용하는 센서들을 연동 할 수 있으며 본 연구에서 요구하는대로 KS 표준 출력을 제공하는 센서들과 연결이 가능함



<센서노드의 회로 및 Artwork>

### ○ 센서노드 구현 및 개발

- 본 연구에서 개발한 센서노드 제품의 실물 사진을 아래 수록함
- KS X 3267 표준 규격에 따라 여러 개의 센서를 연결 할 수 있는 멀티 센서노드로, 하나의 센서노드에 기상센서 3개, 환경센서(온·습도), 지온, 지습 4개를 연결 할 수 있음



[기상대]

[온실환경]

[센서노드]

KS X 3267

<센서노드 제품화 결과물>

- 복사열을 차단하여 정확한 온도 데이터를 계측하기 위한 보호 장치인 백엽상을 개발하여 센서 하우징으로 제품화함
- 소규모 단동온실의 실정에 맞게 보급형 컨셉으로 개발하여 단일 부품으로 하나의 하우징 결합이 가능한 구조로 설계함
- 백엽상 내에 센서노드 보드 장착이 가능한 공간을 마련함

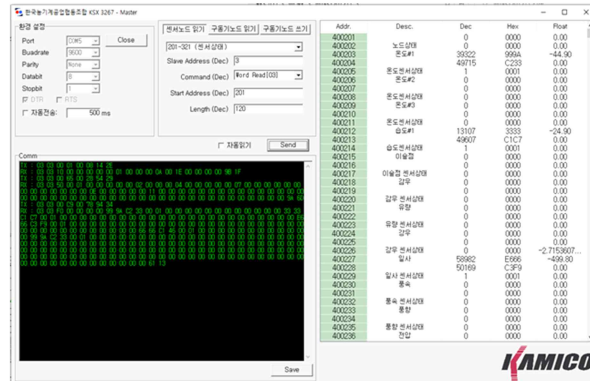




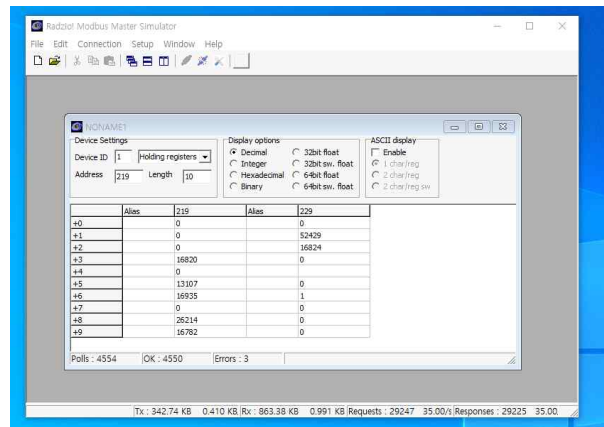
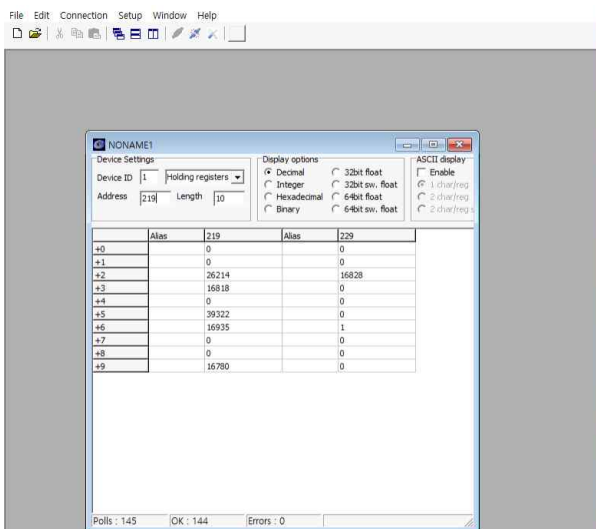
<센서하우징 제품화 결과물>

○ 센서노드 성능 테스트

- 실험기간 : 21.4.5 ~ 21.4.6
- 실험항목 : 통신 성공/실패, 통신 속도
- 실험조건 : 협동연구기관인 화성시 농업기술센터 실증온실에서 테스트 하였고 실험 결과는 MODBUS TCP-IP 프로그램에서 수집함
- 실험결과 : 5,000ms(5초) 동안 4,554건 데이터 통신하여, 이 중 4,550건 성공
- 결과해석 : 통신 처리시간 1.09ms/건, 통신 성공률 99.9%



<센서노드 데이터통신 실험 작업 및 프로그램>



<데이터통신 실험 결과>



### (3) 표준기반 복합 구동기노드 개발 및 제품화

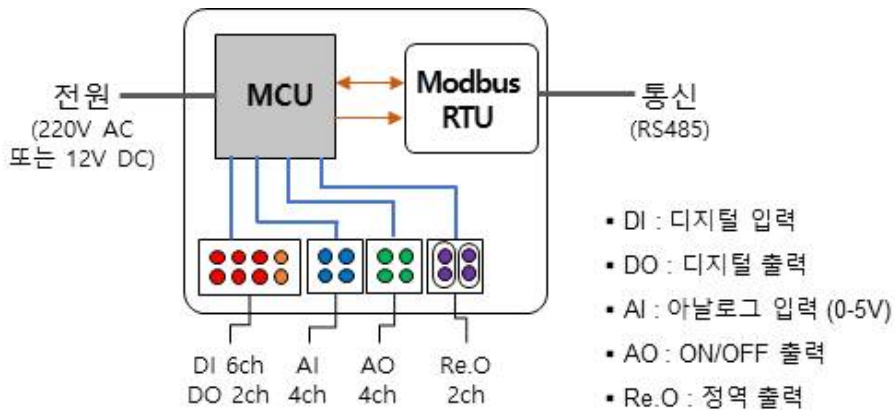
#### ○ 구동기노드 회로설계

- 구동기노드 회로 설계를 하였으며 설계도 및 Artwork 결과물을 아래 수록함
- 관수펌프, 천창, 측창 등 농업에서 많이 사용하는 구동기들을 연동 할 수 있으며 본 연구에서 요구하는대로 KS 표준 구동기들과 연결이 가능함
- 4포인트의 정역제어를 기본으로 하며 필요에 따라 추가 장착할 수 있도록 설계함
- KS X 3267 표준의 레지스터맵에 규정한대로 장비별 주소를 선언하여 사용하도록 설계하였고, RS485(Modbus RTU)를 이용하여 구동기 보드 확장이 가능함
- ON/OFF/TIME 상태 등을 송수신하여 컨트롤할 수 있게 설계함

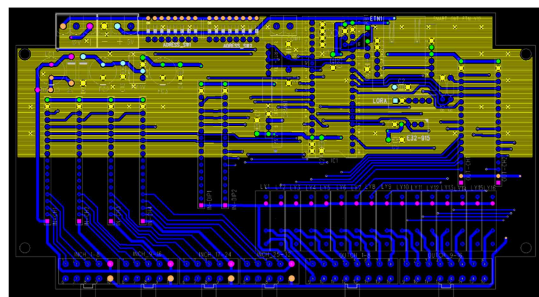
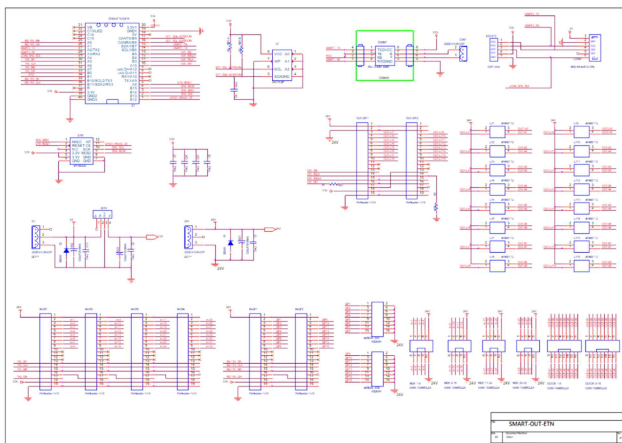
좌우천창제어명령	45011	45012	45013	45014	...
정보	(좌천창)명령코드	opid#2	작동시간		
Type	Uint16bit	Uint16bit	Uint32bit		

좌우천창제어명령	45031	45032	45033	45034	...
정보	(좌측창)명령코드	opid#4	작동시간		
Type	Uint16bit	Uint16bit	Uint32bit		

좌우천창제어명령	45051	45052	45053	45054	...
정보	(커튼)명령코드	opid#6	작동시간		
Type	Uint16bit	Uint16bit	Uint32bit		



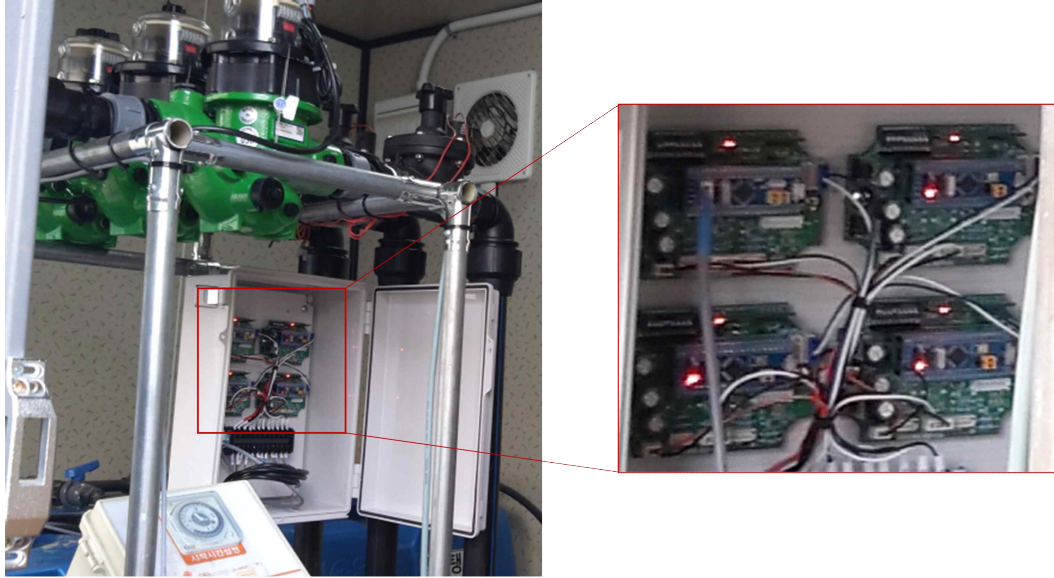
<구동기노드의 구성>



<구동기노드의 회로 및 Artwork>

○ 구동기노드 구현 및 개발

- 본 연구에서 개발한 구동기노드 제품의 실물 사진을 아래 수록함
- DIP스위치를 이용하여 제어보드의 출력 Address를 변경할 수 있도록 구성함



<구동기노드 제품화 결과물>

○ 구동기노드 실증

- 본 연구에서 개발한 구동기노드 실증을 위해 협동연구기관인 화성시농업기술센터 실증 온실에 제품을 설치하여 운영함
- 주관연구기관인 지능에서 개발한 FarmOS 복합환경제어기와 연동하여 설치하였고 전환 스위치를 작동하여 협동연구기관인 (주)유비엔의 센서/구동기노드로 제어권 변경이 가능함
- 즉, KS 표준으로 개발한 인지시스템 센서/구동기노드와 (주)유비엔의 센서/구동기노드를 FarmOS 복합환경제어기에 교대로 연결하는 전환 실험을 통해 KS 표준을 통한 이기종 제품간의 상호호환성을 확인함



FarmOS 기반의  
복합환경제어기  
로 교체

KS 기반 복합환경제어기 제작 및 설치

<구동기노드 실증 실험>

#### (4) 스마트온실 표준기반 센서/구동기노드 개발 및 산업화 연구 성과

##### ○ 목표 대비 실적

- 연구사업 협약시 특허 출원 1건, 기술 이전 1건, 제품화 2건을 정량성으로 제시하였고, 아래 표에 정리한대로 모두 달성함
- 특히, 특허 출원은 당초 목표 1건대비 실적 2건으로, 제품화는 당초 목표 2건대비 실적 4건으로 초과 달성하였고, 기술인증은 종료 1차년도 진행에서 연구개발기간 1차년도 달성으로 조기에 완료하였음

성과목표		목표	실적	비고
특허 출원	1차년도	1	2	초과 달성
기술 이전	1차년도	1	1	
제품화	1차년도	2	4	초과 달성
기술인증	1차년도		2	조기 달성
	종료 1차년도	2		


##### <스마트온실 통신 표준 연구 정량목표 대비 실적>

##### ○ 특허 출원 실적 증빙

출원번호통지서	출원번호통지서
<p>출원 일자 2021.06.29</p> <p>특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)</p> <p>출원 번호 10-2021-0084538 (접수번호 1-1-2021-0748023-01) (DAS접근코드9AC2)</p> <p>출원인 명칭 주식회사 인지시스템(1-2021-050615-1)</p> <p>대리인 성명 이충현(9-2013-001988-2)</p> <p>발명자 성명 이상은 이세영 함명희</p> <p>발명의 명칭 외부 삽입 설치형 센서 하우징</p>	<p>출원 일자 2021.06.29</p> <p>특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)</p> <p>출원 번호 10-2021-0084531 (접수번호 1-1-2021-0747954-14) (DAS접근코드E2E5)</p> <p>출원인 명칭 주식회사 인지시스템(1-2021-050615-1)</p> <p>대리인 성명 이충현(9-2013-001988-2)</p> <p>발명자 성명 이상은 이세영 함명희</p> <p>발명의 명칭 보호 케이스 교체형 센서 하우징</p>
특 허 청 장	특 허 청 장


##### ○ 기술 이전 실적 증빙


##### 실시기업 의견서

실시기업	(주)인지시스템	대표자	이상은
사업자등록번호	667-87-01439	국가연구자번호	10934257
기업유형	<input type="checkbox"/> 대기업 <input checked="" type="checkbox"/> 중소기업 <input type="checkbox"/> 농업인(단체) <input type="checkbox"/> 기타( )	업태	제조업
		종목	농업 및 영농용 기계
창업일시	2018.10.18	조직 및 인원	4명
사업장주소	전라북도 전주시 덕진구 공취팔취로 1515, 1층 101호(창업보육센터2관)	담당자	이상은
		연락처/팩스	031-406-8153 031-406-8154
자본금	50백만원	연간매출액	1,400백만원
주생산제품	스마트팜, HMI, ICT융복합제어및설비, 자동제어		
이전희망기술	센서 및 센서노드		
기술료 감면 사유	중소기업으로 과제 참여를 했고, 일시불로 기술료를 납부할 예정입니다.		
이전기술 활용 계획	소규모 단동 온실에 적합한 센서 및 센서노드를 제품화하여, 스마트팜 시장을 창출할 예정입니다.		
귀 기관에서 수행한 과제의 기술에 대해 기술료 감면을 통한 기술이전을 받고자 상기와 같이 의견서를 제출합니다.			
첨부 1. 사업자등록증 사본 1부 2. 중소기업임을 증명할 수 있는 서류 1부. 끝.			
2021년 8월 6일			
실시기업의 대표자 : (주)인지시스템 			
주관연구개발기관장 귀하			


○ 제품화 실적 증빙


**농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서**

과제명	스마트온실 표준기반 센서노드 개발 및 산업화			
주관연구기관	(주)농	참여기관	(주)인지시스템	
연구책임자	이상은	연구기간	2020년 07월~ 2021년 07월(총 1년)	
총 정부출연금	107,333,000 원			
해당 기술의 제품출시 유형				
시제품(제품출시 예정)	( )	기존 제품 공정개선	( )	
신제품(제품출시 완료)	(✓)	기 타	( )	
제품 출시 실적				
제품명	제품사진	제품용도	제품 출시일	해당 기술의 제품출시 기여율(%)
센서 노드		물리적인 현상을 관찰할 수 있는 센서와 온도, 습도, 이산화탄소 농도의 변화를 측정하는 센서	2020.11.15	50%
* 첨부: 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등) **식품R&D는 품목제조보고서 제출 필수 상기와 같이 R&D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다.				


2021년 07월 13일  
연구책임자: 이상은 (서명: )


**농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서**

과제명	스마트온실 표준기반 센서노드 개발 및 산업화			
주관연구기관	(주)농	참여기관	(주)인지시스템	
연구책임자	이상은	연구기간	2020년 07월~ 2021년 07월(총 1년)	
총 정부출연금	107,333,000 원			
해당 기술의 제품출시 유형				
시제품(제품출시 예정)	( )	기존 제품 공정개선	( )	
신제품(제품출시 완료)	(✓)	기 타	( )	
제품 출시 실적				
제품명	제품사진	제품용도	제품 출시일	해당 기술의 제품출시 기여율(%)
기온 센서		근원의 온도(°C)를 측정하는 센서로, 배기, 양액 등의 온도를 측정	2020.11.25	10%
* 첨부: 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등) **식품R&D는 품목제조보고서 제출 필수 상기와 같이 R&D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다.				


2021년 07월 13일  
연구책임자: 이상은 (서명: )


**농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서**

과제명	스마트온실 표준기반 센서노드 개발 및 산업화			
주관연구기관	(주)농	참여기관	(주)인지시스템	
연구책임자	이상은	연구기간	2020년 07월~ 2021년 07월(총 1년)	
총 정부출연금	107,333,000 원			
해당 기술의 제품출시 유형				
시제품(제품출시 예정)	( )	기존 제품 공정개선	( )	
신제품(제품출시 완료)	(✓)	기 타	( )	
제품 출시 실적				
제품명	제품사진	제품용도	제품 출시일	해당 기술의 제품출시 기여율(%)
토양 함수율 센서		토양의 수분 함량(KPa)을 측정하는 센서	2020.11.20	10%
* 첨부: 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등) **식품R&D는 품목제조보고서 제출 필수 상기와 같이 R&D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다.				

2021년 07월 13일  
연구책임자: 이상은 (서명: )

**농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서**

과제명	스마트온실 표준기반 센서노드 개발 및 산업화			
주관연구기관	(주)농	참여기관	(주)인지시스템	
연구책임자	이상은	연구기간	2020년 07월~ 2021년 07월(총 1년)	
총 정부출연금	107,333,000 원			
해당 기술의 제품출시 유형				
시제품(제품출시 예정)	( )	기존 제품 공정개선	( )	
신제품(제품출시 완료)	(✓)	기 타	( )	
제품 출시 실적				
제품명	제품사진	제품용도	제품 출시일	해당 기술의 제품출시 기여율(%)
온도/습도 센서		덥고 한 정도(온도, °C)를 측정하는 센서 / 공기 중의 상대 습도(%)를 측정하는 센서	2020.12.10	30%
* 첨부: 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등) **식품R&D는 품목제조보고서 제출 필수 상기와 같이 R&D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다.				

2021년 07월 13일  
연구책임자: 이상은 (서명: )



○ 기술 인증 실적 증빙

방송통신기자재등의 적합등록 필증 Registration of Broadcasting and Communication Equipments	
상호 또는 성명 Trade Name or Registrant	주식회사 인지시스템
기자재명칭(제품명칭) Equipment Name	센서노드(6채널)
기기부호/추가 기기부호 Equipment code /Additional Equipment code	IND
기본모델명 Basic Model Number	ING-SN-201
파생모델명 Series Model Number	
등록번호 Registration No.	R-R-iNG-ING-SN-201
제조사/제조국가 Manufacturer/Country of Origin	주식회사 인지시스템 / 한국
등록연월일 Date of Registration	2021-06-01
기타 Others	
<p>위 기자재는 「전파법」 제58조의2 제3항에 따라 등록되었음을 증명합니다. It is verified that foregoing equipment has been registered under the Clause 3, Article 58-2 of Radio Waves Act.</p> <p style="text-align: right;">2021년(Year) 06월(Month) 01일(Day)</p> <p style="text-align: center;">국립전파연구원장 </p> <p style="text-align: center;">Director General of National Radio Research Agency</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">※ 적합등록 방송통신기자재는 반드시 "적합성평가표시" 를 부착하여 유통하여야 합니다. 위반시 과태료 처분 및 등록이 취소될 수 있습니다.</p>	

방송통신기자재등의 적합등록 필증 Registration of Broadcasting and Communication Equipments	
상호 또는 성명 Trade Name or Registrant	주식회사 인지시스템
기자재명칭(제품명칭) Equipment Name	온도/습도 센서
기기부호/추가 기기부호 Equipment code /Additional Equipment code	IND
기본모델명 Basic Model Number	THS-C-IG-KS01-PDIG
파생모델명 Series Model Number	
등록번호 Registration No.	R-R-iNG-THSCIGKS01PDIG
제조사/제조국가 Manufacturer/Country of Origin	주식회사 인지시스템 / 한국
등록연월일 Date of Registration	2021-06-01
기타 Others	
<p>위 기자재는 「전파법」 제58조의2 제3항에 따라 등록되었음을 증명합니다. It is verified that foregoing equipment has been registered under the Clause 3, Article 58-2 of Radio Waves Act.</p> <p style="text-align: right;">2021년(Year) 06월(Month) 01일(Day)</p> <p style="text-align: center;">국립전파연구원장 </p> <p style="text-align: center;">Director General of National Radio Research Agency</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">※ 적합등록 방송통신기자재는 반드시 "적합성평가표시" 를 부착하여 유통하여야 합니다. 위반시 과태료 처분 및 등록이 취소될 수 있습니다.</p>	



#### 4) 스마트온실 표준기반 센서/구동기노드 개발 및 산업화 - 협동연구기관 3 ((주)유비엔)

##### (1) 연구방향 설정

- KS 표준 규격을 준수하는 센서노드 및 구동기노드 제품을 개발하고 실증함
- 아래 4가지 개발 방향을 고려해 제품을 설계하고 개발함
  1. 소규모 단독 온실에 적용 가능한 소형 및 범용화
  2. 주 사용자인 농가에서 쉽게 사용가능한 실용성
  3. KS 표준기반, 상호 운용이 가능한 호환성
  4. 필드의 열악한 환경에서 안정적으로 동작 할 수 있는 신뢰성

##### (2) 국가 표준기반 경량 센서노드 및 구동기노드 개발

- 센서 및 구동기 노드 요구사항
  - 가격, 신뢰성, 범용성을 고려해 센서노드와 구동기노드의 요구사항을 아래와 같이 도출하여 설계에 반영하였음

요구사항 속성	요구사항 세부내용
가격	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 가격 경쟁력 확보를 위한 소형(부품 직접도 향상) 및 범용 IC(Cotext M0) 사용</li> <li>• PCB에 부품의 단면 실장</li> <li>• 추가 IC 없이 MCU 내장 기능 최대 활용</li> </ul>
신뢰성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 열악한 필드 환경(낙뢰, 고온, UV등)에서 신뢰성 확보를 위한 설계</li> <li>• 입출력의 TVS 실장</li> <li>• Over Voltage 및 Current 보호회로 실장 및 전원 그라운드 분리</li> <li>• 케이스 UV 처리 및 PCB 코팅</li> </ul>
범용성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 범용성 확보를 위한 다양한 센서 지원</li> <li>• 범용 통신 인터페이스 및 센서 공급 전원 선택적 지원</li> <li>• 소프트웨어 적으로 변경 가능한 단자함의 기능</li> </ul>

##### <센서노드 요구사항 분석>

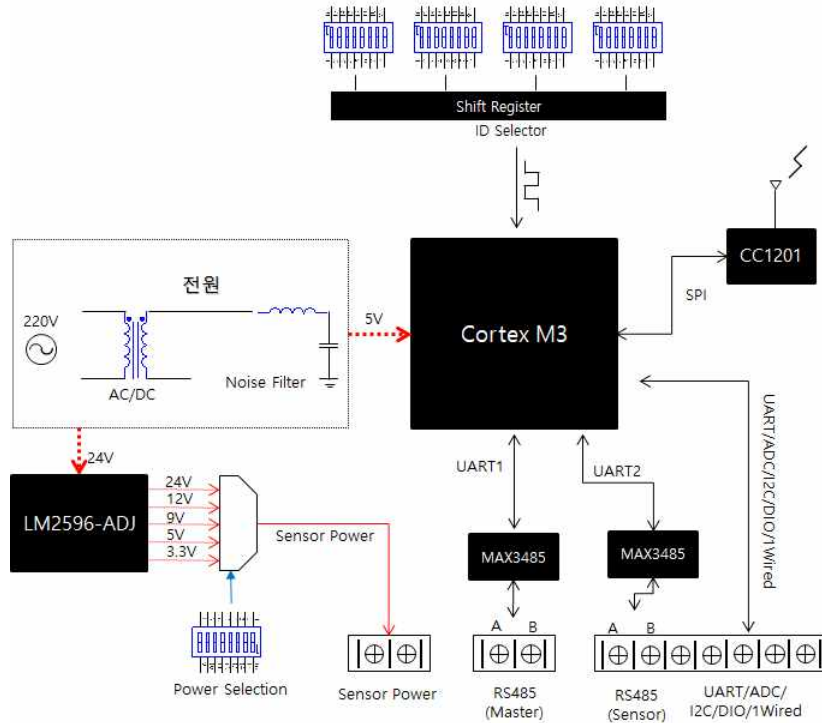
요구사항 속성	요구사항 세부내용
가격	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 가격 경쟁력 확보를 위한 PCB 기반으로 제작 및 범용 IC(Cotext M0) 사용</li> <li>• 구동기 고압 전원 공급을 위한 PCB 패턴 설계의 최적화</li> <li>• 생산 단가 최소화를 위한 조립 절차 간소화</li> </ul>
신뢰성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 열악한 필드 환경(낙뢰, 고온, UV등)에서 신뢰성 확보를 위한 설계</li> <li>• 입출력의 TVS 실장</li> <li>• Over Voltage 및 Current 보호회로 실장 및 전원 그라운드 분리</li> <li>• 철재 케이스 사용 및 PCB 코팅</li> </ul>
범용성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 범용성 확보를 위한 제어 채널 구성</li> <li>• 다양한 구동기 제어가 가능한 릴레이셋 구성</li> </ul>

##### <구동기노드 요구사항 분석>

- 경량 토양 환경 측정용 EC 센서 노드 개발
  - 센서노드 요구사항에 맞춰 범용 IC를 적용하여 제품을 개발하였고 ST社의 STM32F030 Cotext M0 IC를 사용함
  - 센서 데이터를 획득하기 위하여 UART를 사용하며 I2C, 1Wired, DIO, ADC 등 추가적

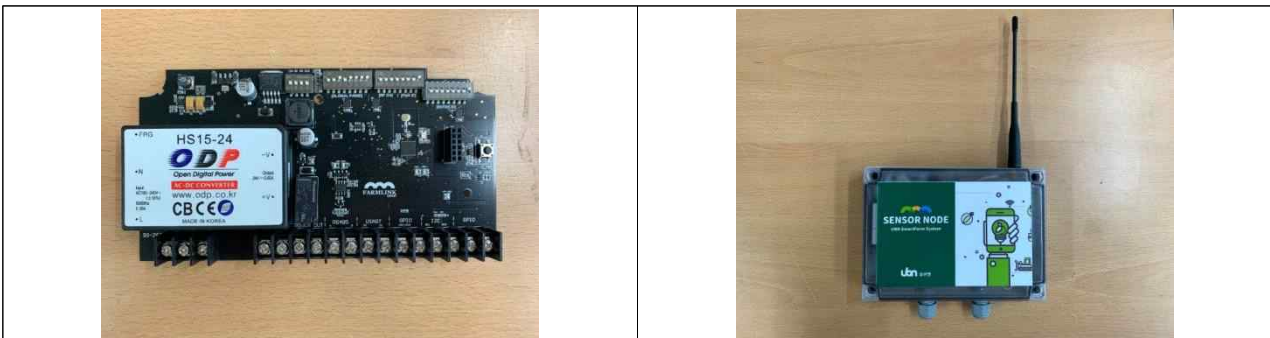
인 통신 방식도 지원함

- EC 센서는 미래센서社의 WT1000B 센서를 채택하였음
- 개별 노드에 고유한 ID를 부여하기 위하여, 보드에 실장 된 DIP 스위치를 사용하여 사용자가 설정하거나, 내장된 EUI48 IC를 사용하여 자동으로 할당될 수 있으며, 해당 ID는 노드별 구별을 위한 유니크한 ID를 활용함



<센서노드 시스템 블록도>

- 경량 토양 환경 측정용 EC 센서 노드 제품의 실물 사진을 아래에 수록함
- 토양 EC 센서노드 제품의 규격을 아래에 표로 정리함



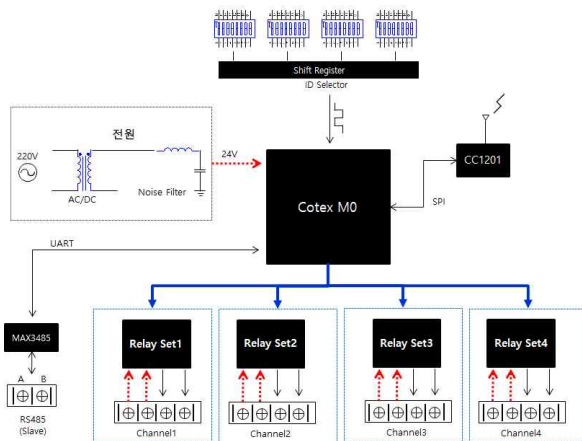
<토양 EC 센서노드 제품 실물 사진>

번호	구분	사양
1	MCU	STM32F030
2	동작 전압	96V~260VAC
3	통신 인터페이스	RS485 MODBUS 400MHz
4	크기(mm)	170 x 100 x 150
5	동작 온도(°C)	-40 ~ 85
6	동작 습도(%)	0% ~ 99%
7	지온	측정범위 : 0~60°C 정확도 : ±5°C
8	토양수분	측정범위 : 0~99.9% 정확도 : ±1%
9	EC	측정범위 : 0~6.0dS/m 정확도 : ±0.1 dS/m

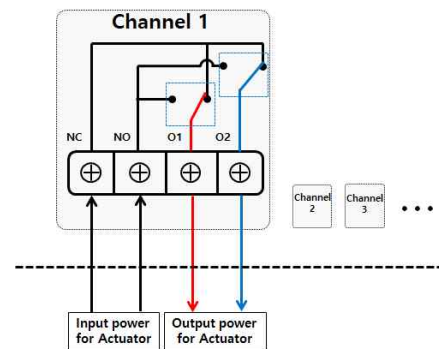
<토양 EC 센서노드 사양>

○ 다목적 소형 4채널 구동기노드 개발

- 구동기노드 요구사항에 맞춰 범용 IC를 적용하여 제품을 개발하였고 ST社의 STM32F030 Cortex M0 IC를 사용함
- 4채널을 지원하여 온실에서 사용되는 다양한 구동기(DC/AC 모터, 환풍팬, 관수모터, 솔레노이드 등)를 개별로 제어함
- 개발한 제품의 개별 채널은 모터의 양방향을 지원하기 위하여 2개의 릴레이가 셋으로 구성되어 있으며, On/Off만으로 동작하는 순환팬이나 전등은 8채널까지 지원 가능함
- 추가적으로 무선을 활용할 수 있도록 TI社의 CC1201를 지원함
- 개별 노드에 고유한 ID를 부여하기 위하여, 보드에 실장 된 DIP 스위치를 사용하여 사용자가 설정하거나, 내장된 EUI48 IC를 사용하여 자동으로 할당될 수 있으며, 해당 ID는 노드별 구별을 위한 유니크한 ID를 활용함

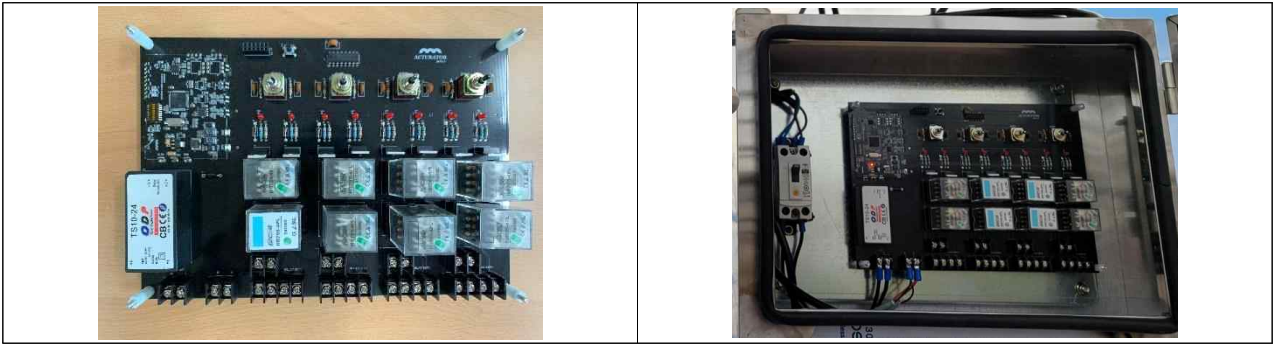


<시스템 블록도>



<개별 채널 구성(릴레이셋)>

- 다목적 소형 4채널 구동기노드 제품의 실물 사진을 아래에 수록함
- 다목적 소형 4채널 구동기노드 제품의 규격을 아래에 표로 정리함



<4채널 구동기노드 제품 실물 사진>

번호	구분	사양
1	MCU	STM32F030
2	동작 전압	96V~260VAC
3	통신 인터페이스	RS485 MODBUS
4	크기(mm)	230 x 170
5	동작 온도(°C)	-40 ~ 85
6	동작 습도(%)	0% ~ 99%

<4채널 구동기노드 사양>

### (3) 표준기반 센서/구동기 노드 실증

#### ○ 실증 연구 환경

- 경기도 화성시 과수명품화 사업소 포도 실증시험포에서 실증을 진행함
- 센서 6종 12개, 제어기 9종 11개 구성으로 테스트함

#### 포도 실증시험포 시설



#### 실증 실험 소재지



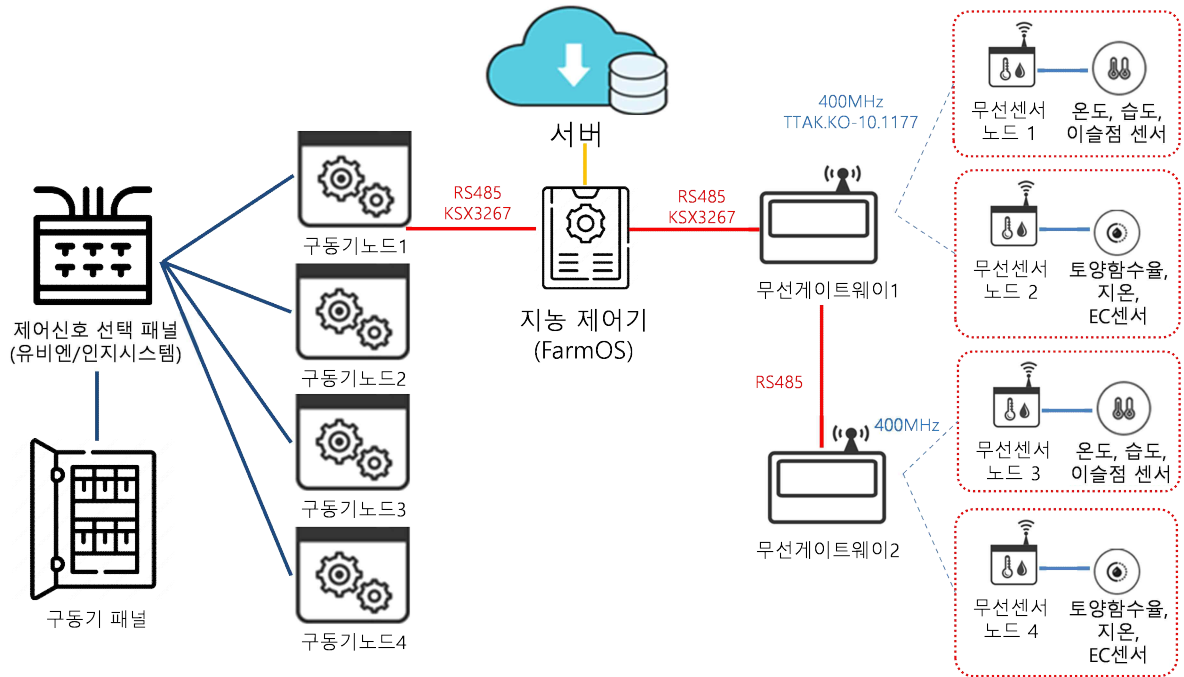
<화성 실증시험포 사진 및 위치>

노드	장치	용도	노드	장치	용도
디폴트 구동기 노드	개폐기	천창(좌)	디폴트 센서 노드	센서	온도센서(우측)
	개폐기	천창(우)		센서	습도센서(우측)
	개폐기	측창(좌)		센서	이슬점센서(우측)
	개폐기	측창(우)		센서	토양함수율센서(우측)
	개폐기	보온측창(양옆)		센서	지온센서(우측)
	개폐기	보온측창(앞뒤)		센서	EC센서(우측)
	개폐기	스크린		센서	온도센서(좌측)
	개폐기	커튼		센서	습도센서(좌측)
	스위치	환기팬		센서	이슬점센서(좌측)
	스위치	관수		센서	토양함수율센서(좌측)
	스위치	포그	센서	지온센서(좌측)	
			센서	EC센서(좌측)	

<실증 시험 대상 장치>

○ 실증실험 구성도

- 주관연구기관인 지농에서 개발한 FarmOS 복합환경제어기와 연동하여 실증하였고 전환 스위치를 작동하여 협동연구기관인 (주)인지시스템의 센서/구동기노드로 제어권 변경이 가능함
- 즉, KS 표준으로 개발한 (주)유비엔 센서/구동기노드와 (주)인지시스템의 센서/구동기노드를 FarmOS 복합환경제어기에 교대로 연결하는 전환 실험을 통해 KS 표준을 통한 이기종 제품간의 상호호환성을 확인함



<실증 시험 장치 구성도>

○ 실증 실험 설치

- 본 연구에서 개발한 제품의 실증을 위해 협동연구기관인 화성시농업기술센터 실증온실에 제품을 설치하여 운영함





<실증 시험 장치 설치 모습>

#### (4) 스마트온실 표준기반 센서/구동기노드 개발 및 산업화 연구 성과

○ 목표 대비 실적

- 연구사업 협약시 프로그램 등록 1건, 기술 이전 1건, 제품화 2건을 정량성파로 제시하였고, 아래 표에 정리한대로 모두 달성함
- 특히, 고용창출은 종료 1차년도 진행에서 연구개발기간 1차년도 달성으로 조기에 완료하였음

성과목표		목표	실적	비고
프로그램 등록	1차년도	1	1	
기술 이전	1차년도	1	1	
제품화	1차년도	2	2	
고용창출	1차년도		1	조기 달성
	종료 1차년도	1		

<스마트온실 통신 표준 연구 정량목표 대비 실적>

○ 프로그램 등록

제 C-2021-026126 호



## 저작권 등록증

**1. 저작물의 제목(명칭)**      **다목적 소형 4채널 구동기노드 소프트웨어**

**2. 저작물의 종류**            **컴퓨터프로그램저작물>응용프로그램>산업용 S/W>공정제어용 S/W**

**3. 저작자 성명(법인명)**      **주식회사 유비엔  
대구광역시 수성구 알파시티1로**

**4. 생년월일(법인등록번호)**    **170111-0350992**

**5. 창작연월일**                **2021년03월08일**

**6. 공표연월일**                **2021년03월08일**

**7. 등록연월일**                **2021년06월29일**

**8. 등록사항**                    **저작자 : 주식회사 유비엔,  
창작 : 2021.03.08, 공표 : 2021.03.08**

\* 저작권법 제53조에 따라 위와 같이 등록되었음을 증명합니다.

2021년 07월 14일

**한국저작권위원회**



○ 기술 이전


실시기업 의견서

실 시 기 업	㈜유비엔	대표자	안 은 기
사업자등록번호	503-81-79475	국가연구자번호	10943793
기 업 유 형	<input type="checkbox"/> 대기업 <input type="checkbox"/> 중소기업 <input type="checkbox"/> 농업인(단체) <input type="checkbox"/> 기타( )	업 태	서비스
		종 목	소프트웨어개발
창 업 일 시	2008.03.10	조직 및 인원	26명
사업장주소	대구광역시 수성구 알파시티1로 160, 501호	담당자	서재석
		연락처/팩스	053-623-6001/ 053-623-6205
자 본 금	100백만원	연간매출액	1,300백만원
주생산제품	스마트팜		
이전희망기술	토양환경 센서노드 및 구동기노드		
기 술 료 감 면 사 유	중소기업으로 과제 참여를 했고, 일시불로 기술료를 납부할 예정입니다.		
이 전 기 술 활 용 계 획	소규모 단동 온실에 적합한 토양센서 및 구동기노드를 제품화하여, 스마트팜 시장을 창출할 예정입니다.		

귀 기관에서 수행한 과제의 기술에 대해 기술료 감면을 통한 기술이전을 받고자 상기와 같이 의견서를 제출합니다.

첨 부 1. 사업자등록증 사본 1부  
2. 중소기업임을 증명할 수 있는 서류 1부, 끝.


2021년 8월 6일

실시기업의 대표자 : (주)유비엔 

주관연구개발기관장 귀하


○ 제품화

농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서


과 제 명	소규모 단동 온실용 개방형 통합제어시스템 표준화 및 산업화		
주관연구기관	주식회사 지농	참여기관	㈜유비엔
연구책임자	김구조	연구기간	20년 07월 ~ 21년 07(총 1년)
총 정부출연금	50,000,000원		
해당 기술의 제품출시 유형			
시제품(제품출시 예정)	( )	기존 제품 공정개선	( )
신제품(제품출시 완료)	( O )	기 타	( )
제품 출시 실적			
제품명	제품사진	제품용도	제품 출시일
국가 표준 기반 경량 토양 환경 측정용 센서노드		국가표준기반 토양 환경 측정용 센서노드	2021
			해당 기술의 제품출시 기여율(%)
			80

\* 첨부 : 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등)  
\*\*식품R&D는 품목제조보고서 제출 필수

상기와 같이 R&D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다.


2021년 05월 25일  
연구책임자 : 김 구조 (서명 )

농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서

과 제 명	소규모 단동 온실용 개방형 통합제어시스템 표준화 및 산업화		
주관연구기관	주식회사 지농	참여기관	㈜유비엔
연구책임자	김구조	연구기간	20년 07월 ~ 21년 07(총 1년)
총 정부출연금	50,000,000원		
해당 기술의 제품출시 유형			
시제품(제품출시 예정)	( )	기존 제품 공정개선	( )
신제품(제품출시 완료)	( O )	기 타	( )
제품 출시 실적			
제품명	제품사진	제품용도	제품 출시일
국가 표준 기반 다목적 소형 4채널 구동기노드		국가표준기반 구동기 제어 노드	2021
			해당 기술의 제품출시 기여율(%)
			80

\* 첨부 : 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등)  
\*\*식품R&D는 품목제조보고서 제출 필수

상기와 같이 R&D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다.

2021년 05월 25일  
연구책임자 : 김 구조 (서명 )

○ 고용창출

4대 사회보험 사업장 가입자 명부						
발급번호	20210629465263	발급일시	2021-06-29 10:20	사업장 관리번호	50381794750	
구분	국민연금	건강보험	산재보험	고용보험		
사업자등록번호	503-81-79475	503-81-79475	503-81-79475	503-81-79475		
사업장 명칭	(주)유비엔	(주)유비엔	(주)유비엔	(주)유비엔		
■ 가입 내역(발급일자 현재기준)						1 / 2
연번	주민(외국인) 등록번호	성명	자격취득일			
			국민연금	건강보험	산재보험	고용보험
1	Blind					
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20	960208-2*****	배미애	2021.04.01	2021.04.01	2021.04.01	2021.04.01

5) 표준기반 센서/구동기노드와 통합제어시스템의 실증 - 협동연구기관 4 (화성시농업기술센터)

(1) 표준기반 센서 / 구동기 노드와 통합제어시스템의 실증

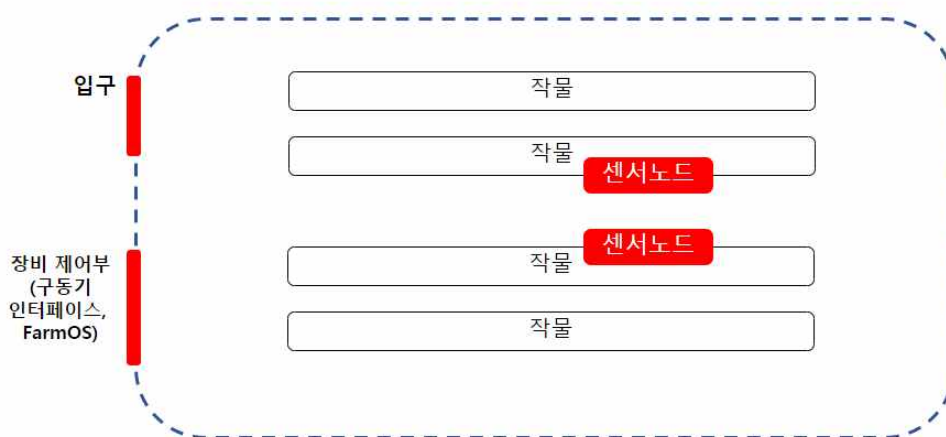
- 화성시 농업기술센터에서 보유한 포도 실증포를 실증 연구에 활용함
  - 협동연구기관으로 참여하는 화성시 농업기술센터 실증 시범포에 테스트베드를 구축함
  - 아래 포도 실증 시범포에서 주식회사 지농, 인지시스템, 유비엔의 통합제어기와 센서노드, 구동기노드를 실증함

구분	포도 실증시범포	
사진		
소재지	경기도 화성시 송산면 사강로 92	
현황	자동화 온실 360.8 m <sup>2</sup> , 비가림시설 374.3 m <sup>2</sup> 재배 규모 : 18품종 69주	

<화성시 농업기술센터 포도 실증 실험포>

- 실증 내용
  - 주식회사 지농에서 개발한 통합환경제어기(FarmOS)
  - 인지시스템에서 개발한 센서 노드 및 구동기 노드
  - 유비엔에서 개발한 센서 노드 및 구동기 노드
  - 센서 (온도, 습도, 이산화탄소 등) 데이터 비교 검증
  - 구동기 구동 이력 (명령이력, 응답속도 등) 비교 검증
  - 통합제어기 작동규칙 검증 (관수제어 알고리즘 기반)

온실 구조



<실증 온실 구성도>

- 스마트팜 보급·확산에 기여하기 위해 표준 기자재 실증 외에 아래 두 가지 추가 연구를 진행함
  - 토양수분센서 설치 기준 수립 연구
  - 노지 포도 정밀 관수에 특화된 지능형 관수 알고리즘 연구

## (2) 토양수분센서 설치 기준 연구

### □ 연구의 필요성

#### ○ 토양수분 센서 사용시 고려사항

- 모래, 미사, 점토 등 토성별로 토양 입자의 크기가 다른데, 토양 입자가 작을수록 표면적이 늘어나고, 토양 입자에 결합하는 물 분자가 많아지게 됨
- 따라서 토양수분함량을 용량 또는 중량 %로 측정한 값으로는 토양의 토성(soil texture)에 따라 적절한 수분 값인지, 과하거나 모자라는 값인지 정확히 알 수 없음
- 예를 들어 토양수분함량 20%는 사양토(sandy loam)에서는 과습하고 식양토(clay loam)에서는 건조한 상태임
- 토양 수분함량 측정은 토양수분장력(kPa)으로 표시하는 것이 가장 정확함
- 토양수분장력 측정은 대부분 텐시오미터를 사용하는데 수 시간씩 걸리는 긴 측정 시간과 장비 관리의 어려움으로 농업 현장에서 농업인이 사용하기에는 쉽지 않음
- TDR(Time Domain Reflectometry) 또는 FDR(Frequency Domain Reflectometry) 같은 토양수분함량을 %로 나타내는 측정 센서를 사용하는 경우 아래 표의 토성별 토양수분장력에 따른 토양수분함량(%)을 적용해야 함

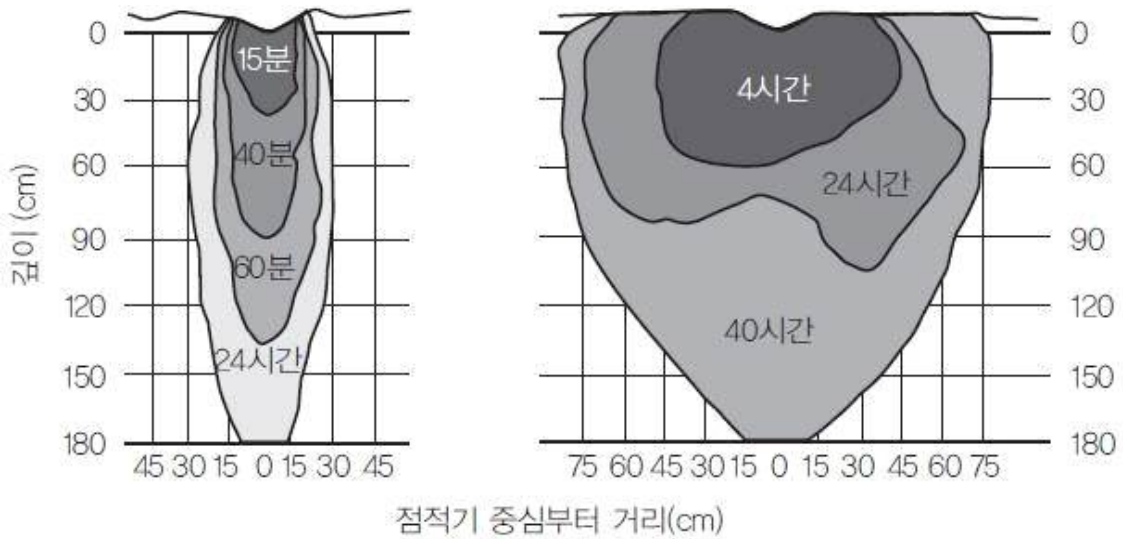
토성(soil texture)	토양 수분 장력(kPa)					
	10	20	33	50	100	1500
사토(sand)	8.2	7.0	6.3	5.9	5.0	2.6
양질 사토(loamy sand)	12.5	10.6	9.6	9.0	7.7	4.3
사양토(sandy loam)	22.3	19.2	17.0	15.5	13.1	6.3
양토(loam)	29.4	25.3	22.5	20.6	17.3	8.7
미사질 양토(siltly loam)	35.1	30.5	27.1	24.9	21.3	10.4
사질 식양토(sandy clay loam)	27.3	23.4	20.6	19.1	16.8	10.6
식양토(clay loam)	33.0	28.9	26.2	24.5	21.4	12.8
미사질 식양토(silty clay loam)	37.8	33.4	30.9	29.0	26.0	15.7
미사질 식토(silty clay)	42.5	38.3	35.7	33.7	31.2	23.5
식토(clay)	44.0	40.0	38.1	36.2	33.7	26.2

<토성별 토양수분장력(kPa)별 토양수분함량(%)>

#### ○ 노지 스마트팜에서 토양수분 센서 사용시 현장 애로사항

- 노지 스마트팜의 경우 시설 스마트팜과 달리 제어할 수 있는 것이 많지 않아 관수 제어가 일반적이면서도 불구하고 토양수분함량 측정 센서 측정값에 의해 자동제어를 사용하는 농업인은 거의 없음
- 토양수분함량 측정 센서는 대부분 TDR, FDR을 사용하는데 이 센서들의 경우 토양 내 전기장 및 편극률 또는 전기용량을 측정하여 토양수분함량을 계산하는 방식으로 나타내기 때문에 토양 EC(electrical conductivity), 토양 유기물 함량 등에 영향을 받을 수밖에 없어 실제 토양수분함량과는 오차가 생길 수 있기 때문임
- 또한 센서값에 의해 자동제어를 하는 경우 센서 설치 위치와 점적호스의 거리에 따라 센서의 반응 시간이 다르므로, 이를 기반으로 한 관수량이 크게 차이날 수밖에 없음
- 토성별 물빠짐 특성상 모래가 많은 토양은 물이 아래로, 점토가 많은 토양은 물이 옆으로 이동하므로 센서 설치 위치에 따라 토양수분함량 측정값이 크게 달라짐





점적기 중심부터 거리(cm)  
 <토성별 관수 후 수분 분포 양상>

○ 노지 스마트팜에서 토양수분 센서의 중요성

- 토성과 점적호스와의 거리에 따른 정확한 토양수분센서 설치 기준이 마련되어야 토양수분센서 측정값에 의한 정밀한 관수제어가 이루어 질 수 있는데, 현재 토양수분함량 측정 센서의 설치기준이 없음
- 또한, 토성에 따라 관수량, 관수주기, 관수량 등 관수 방법이 달라져야 하고 점적호스 간격 등의 설계도 달라져야 함
- 이러한 현장 애로를 해결하기 위해 본 연구에서는, 토성이 같고 점토 함량이 비슷한 포도 스마트팜 농가 3곳을 대상으로, 관수 시 토양수분함량 측정 센서 변화에 대한 데이터를 분석하여 토성이 양토(loam)인 과수원의 토양수분함량 측정 센서 설치 기준을 도출하였음

□ 재료 및 방법

○ 테스트베드 설치

- 토성별 물빠짐이 다르므로 토성에 맞게 토양수분함량 측정 센서를 설치한 뒤 토양수분함량에 맞춰 관수를 해야 함
- 현재 토양수분함량 측정 센서 설치 기준이 없어 기준을 제시하고자 센서 시험 적용을 위해 테스트베드를 화성시 관내 농가 중 토성이 양토(loam)인 농가 3개소에 설치하였음

농가명	위치(지번)	시설형태	토성(soil texture)	포도품종	수 령
노**	화성시 송산면 고정리 569-1	비가림하우스	양토(loam)	샤인머스켓	4년생
이**	화성시 송산면 신천리 33	비가림시설	양토(loam)	캠벨얼리	10년생
이**	화성시 송산면 고정리 749	비가림하우스	양토(loam)	캠벨얼리	10년생

<테스트베드 현황>

○ 시험 설계

- 토양수분함량 측정 센서는 ECH20 센서(model EC-5, DECAGON DEVICES, USA)를 사용하였고 3.3V Mineral soil 모델 계산식을 적용하였으며 변화식은 아래와 같음

$$\text{토양 용적토양수분함량}(\%, \text{Mineral Soil}) = 9.015 \times 10^{-4} \times \text{mV} - 0.401$$

- 4년생 샤인머스켓, 10년생 캠벨얼리 비가림시설에서 실험을 진행하였음
- 각 농가별 점적호스로부터 각각 거리 10cm, 20cm, 30cm, 깊이 10cm, 20cm, 30cm 에 토양수분센서를 9개씩 설치하여 3반복으로 실험하였음
- 4월 24일부터 6월 1일까지 38일간 실험을 시행함



<깊이, 거리별 토양수분함량 측정 센서 설치>

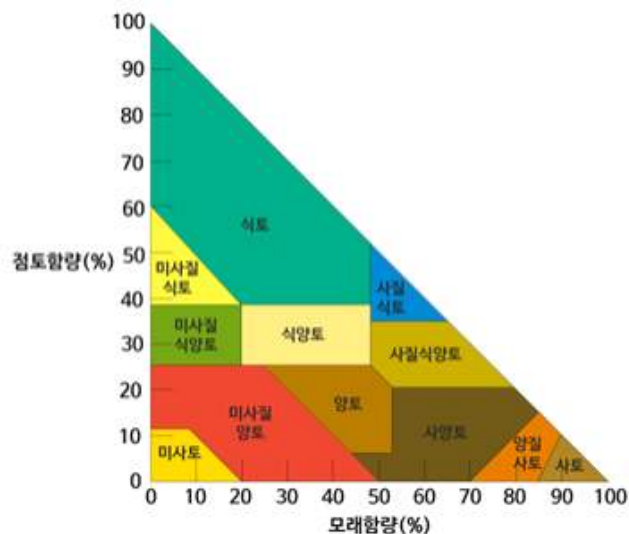
## □ 결과 및 고찰

### ○ 토양 물리성 분석 결과

- 토성(soil texture) 분석은 농촌진흥청 토양물리성 분석방법의 비중계법(Hydrometer Method)을 사용하였고 토성 분류 방법은 미국농무부 USDA 분류법을 따랐음
- 토성 분석 결과 각각 모래 34.6%, 38.7%, 36.7% 미사 49.8%, 42.7, 43.5%, 점토 15.6%, 18.5%, 19.8% 인 양토(loam)로, 용적밀도는 각각  $1.26 \text{ Mg m}^{-3}$ ,  $1.31 \text{ Mg m}^{-3}$ ,  $1.29 \text{ Mg m}^{-3}$ 로 나타났음

농 장	모래	미사	점토	토성(Soil texture)	용적밀도( $\text{Mg m}^{-3}$ )
노**	34.6%	49.8%	15.6%	양토(Loam)	1.26
이**	38.7%	42.7%	18.5%	양토(Loam)	1.31
이**	36.7%	43.5%	19.8%	양토(Loam)	1.29

<토성 분석 결과>



<미국 농무부 토성(soil texture) 분류 기준>

○ 토양 수분 변화 데이터 측정

- 4. 24. 부터 6. 1. 까지의 관수 데이터를 분석하였으며 농가별 관수방법은 조금씩 차이가 있었으나 크진 않았음
- 농가별 포도 생육단계가 같아 평균 관수주기는 4.2일, 평균 관수량은 3.94 t 1,000m<sup>-2</sup>, 평균 관수시간은 63분 이었음
- 각 위치별 토양수분함량 측정 센서의 측정값 변화 분석은 각 센서 위치별 1) 토양수분함량 변화량(WCV: Water content variance), 관수 시작 시 센서가 반응하기까지의 시간인 2) 관수반응시간(IRT: Irrigation reaction time), 센서 반응 시작부터 반응 종료까지 걸린 시간인 3) 센서반응시간(SRT: Sensor reaction time), 4)토양수분함량 측정 결과(soil water contents)를 분석하였음
- 통계처리방법은 던칸 분석법, 통계프로그램은 R을 사용하여 분석하였음

No	Site(depth × distance)	<sup>x</sup> WCV	<sup>y</sup> IRT	<sup>z</sup> SRT
	cm	%	min	min
1	10 × 10	2.58 aa	24.17 aaa	63.36 ac
2	10 × 20	0.66 bc	142.57 bca	130.71 ac
3	10 × 30	0.49 ca	279.50 daa	87.86 ac
4	20 × 10	1.18 ba	67.73 aba	107.14 ac
5	20 × 20	0.40 ca	122.67 bca	182.14 ac
6	20 × 30	0.39 ca	195.45 caa	482.14 ab
7	30 × 10	1.18 ba	68.60 aba	680.71 bc
8	30 × 20	2.30 aa	109.27 abc	1,082.14 cc
9	30 × 30	0.69 bc	146.23 bca	944.29 bc

<sup>x</sup>WCV: Water content variance, <sup>y</sup>IRT: Irrigation reaction time; <sup>z</sup>SRT: Sensor reaction time  
Mean separation within column by Duncan's multiple range test, 5% level.

<토양수분함량 측정 센서값(깊이별)>

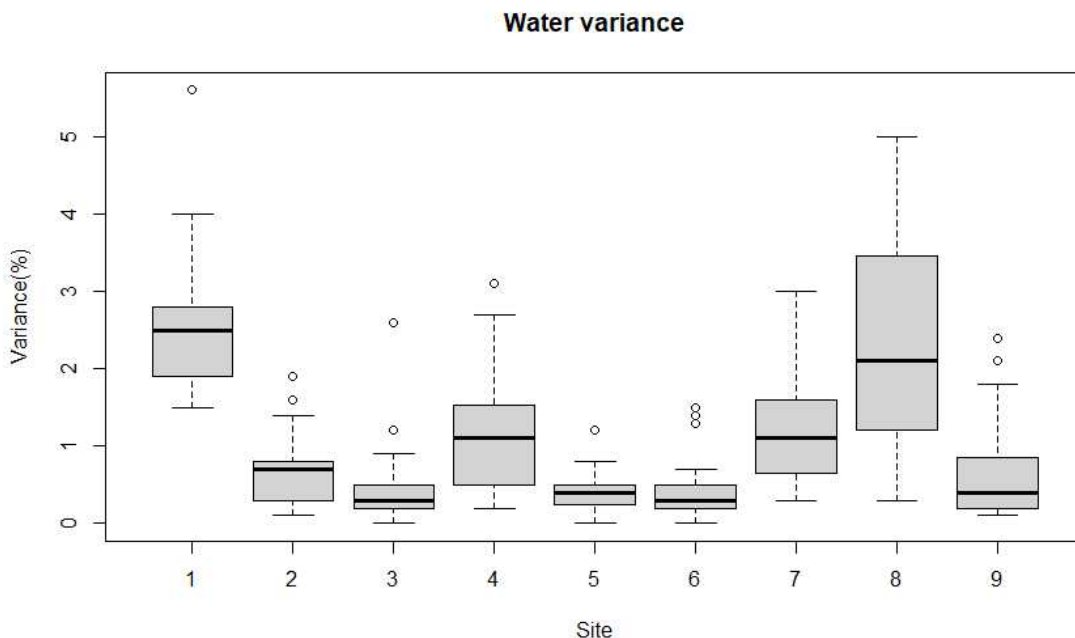
No.	Site(depth × distance)	<sup>x</sup> WCV	<sup>y</sup> IRT	<sup>z</sup> SRT
	cm	%	min	min
1	10 × 10	2.58 aa	24.17 aaa	63.36 ac
4	20 × 10	1.18 ba	67.73 aba	107.14 ac
7	30 × 10	1.18 ba	68.60 aba	680.71 bc
2	10 × 20	0.66 bc	142.57 bca	130.71 ac
5	20 × 20	0.40 ca	122.67 bca	182.14 ac
8	30 × 20	2.30 aa	109.27 abc	1,082.14 cc
3	10 × 30	0.49 ca	279.50 daa	87.86 ac
6	20 × 30	0.39 ca	195.45 caa	482.14 ab
9	30 × 30	0.69 bc	146.23 bca	944.29 bc

<sup>x</sup>WCV: Water content variance, <sup>y</sup>IRT: Irrigation reaction time; <sup>z</sup>SRT: Sensor reaction time  
Mean separation within column by Duncan's multiple range test, 5% level.

<토양수분함량 측정 센서값(거리별)>

1) 토양수분함량 변화량(xWCV: Water content variance)

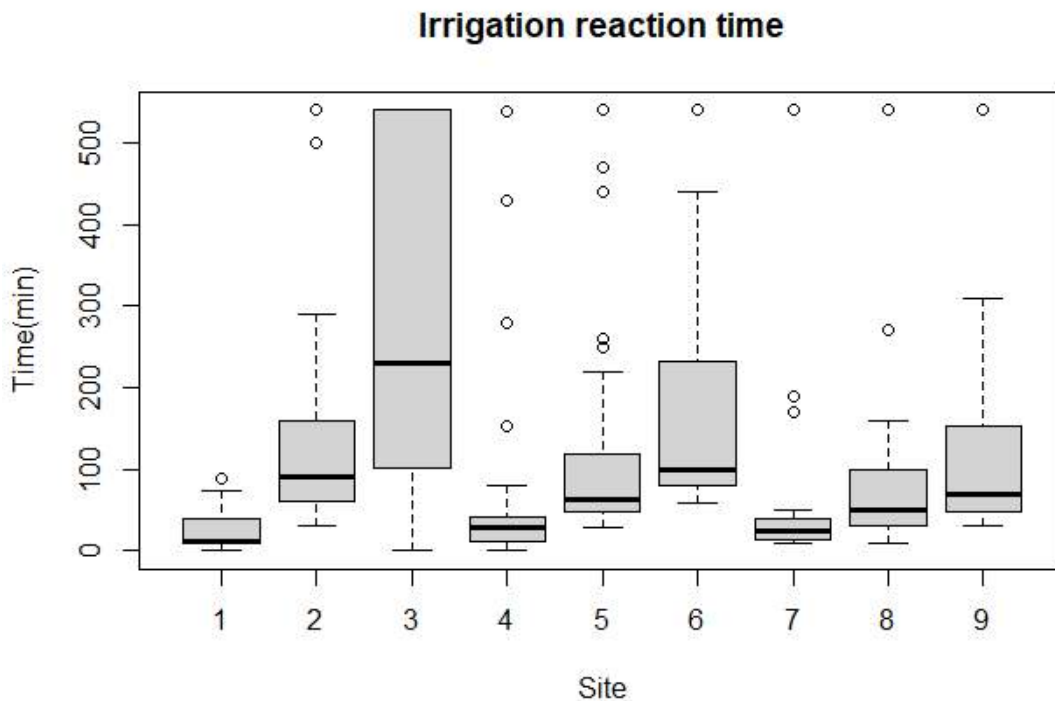
- 각 센서별 토양수분함량 변화량(WCV)을 분석한 결과 깊이 10cm 거리 10cm 센서의 토양수분함량 변화폭이 2.58a % 로 가장 컸고 깊이 20cm 거리 10cm 2.30a %, 깊이 10cm 거리 30cm 센서는 1.22b %, 깊이 10cm 거리 20cm 센서 1.06bc % 로 나타남
- 각 센서별 토양수분함량 변화량(WCV)을 분석한 결과 깊이 10 cm 거리 10 cm 센서(1번)의 토양수분함량 변화폭이 2.58a % 로 가장 컸고 깊이 20 cm 거리 10 cm 센서(4번) WCV는 1.18b %, 깊이 30 cm 거리 10 cm 센서(7번) WCV는 1.18b %로 나타남
- 점적호스와 거리 10 cm의 토양은 관수 시 토양수분이 잘 이동함
- 거리 20 cm, 깊이 30 cm(8번) 센서는 2번, 5번 센서보다 WCV가 2.30a %로 높게 나타났는데 이는 경작지 깊이 30 cm 부근에서 불투수층이 나타나 토양 수분이 수직 방향으로 흐르지 못하고 수평 방향으로 흘러 들어간 것으로 추정됨
- 불투수층은 주로 토양 다짐 현상으로 생기는데, 토양 다짐은 경운에 의한 쟁기바닥층 형성, 농기계 사용 등으로 형성됨
- 불투수층은 우리나라 토양의 수문학적 토양군 분류로 구분할 때 D 유형(토양 내 수분 침투속도  $1.27 \text{ mm hr}^{-1}$  이하)으로 이 유형의 토양은 토양 내 물 이동성이 크게 낮아져 배수가 불량해 진다(한 외 7, 2017)는 연구결과가 있음
- 점적호스와의 거리 30 cm의 센서들(3번, 6번, 9번)은 깊이별 차이가 크지 않았고 각각 WCV 값은 0.49c %, 0.39c %, 0.69bc %로 나타남
- 9번 센서의 경우 불투수층으로 토양 수분이 수평으로 이동하여 3번, 6번 센서보다 WCV 값이 높게 나타난 것으로 추정됨
- WCV 분석 결과 점적호스와 토양의 거리 10 cm 일 경우 깊이 30 cm 까지 토양수분 이동이 원활하였고 토양의 거리 20 cm 이상일 경우 토양수분 이동량이 적었고 거리가 멀어질수록 토양에 수분 이동량이 줄어드는 것을 확인함



<토양수분함량 변화량(wcv: Water content variance)>

2) 관수반응시간(yIRT: Irrigation reaction time)

- 관수반응시간(IRT)은 관수 시작 직후부터 각 위치별 센서의 수분함량 변화가 시작되기까지의 시간으로 관수 이후 해당 위치의 토양이 물에 젖을 때 까지 걸리는 시간DLA
- 즉 IRT이 작을수록 관수 시 토양 내 수분 이동이 빠르다는 것을 의미함
- IRT 분석한 결과 토양수분함량 측정 센서 위치가 점적호스와 가까울수록 IRT이 작았음
- 거리 10 cm, 깊이 10 cm 센서(1번)의 평균 IRT은 24.17a분으로 가장 빠르게 반응하였고 거리 10 cm, 깊이 20 cm 센서(4번), 거리 10 cm, 깊이 30 cm 센서(7번) IRT은 각각 67.73ab분, 68.60ab분으로 짧은 순이었음
- 거리 20 cm의 센서들은 각 깊이별 142.57bc, 122.67bc, 109.27abc분으로 나타났고 거리 30 cm의 센서들은 각 깊이별 279.50d 195.45c 146.23bc분으로 거리 10 cm의 IRT보다 긴 반응시간을 보였음
- 즉 점적호스에서 거리가 멀어질수록 토양에 수분이 도달하는데 까지 시간이 오래 걸리고 특히 점적호스와 거리 20cm 이상일 때 관수 시점부터 약 2시간이 지난 후 토양이 물에 젖는 것으로 나타났음
- 이는 양토의 경우 수분의 확산폭이 약 20cm로 나타났고 물의 이동은 중심을 따라 사양토에 비해 천천히 진행되었다는 김 외 8(2009), 김 외 7(2013)의 연구결과와 비슷한 경향이였음



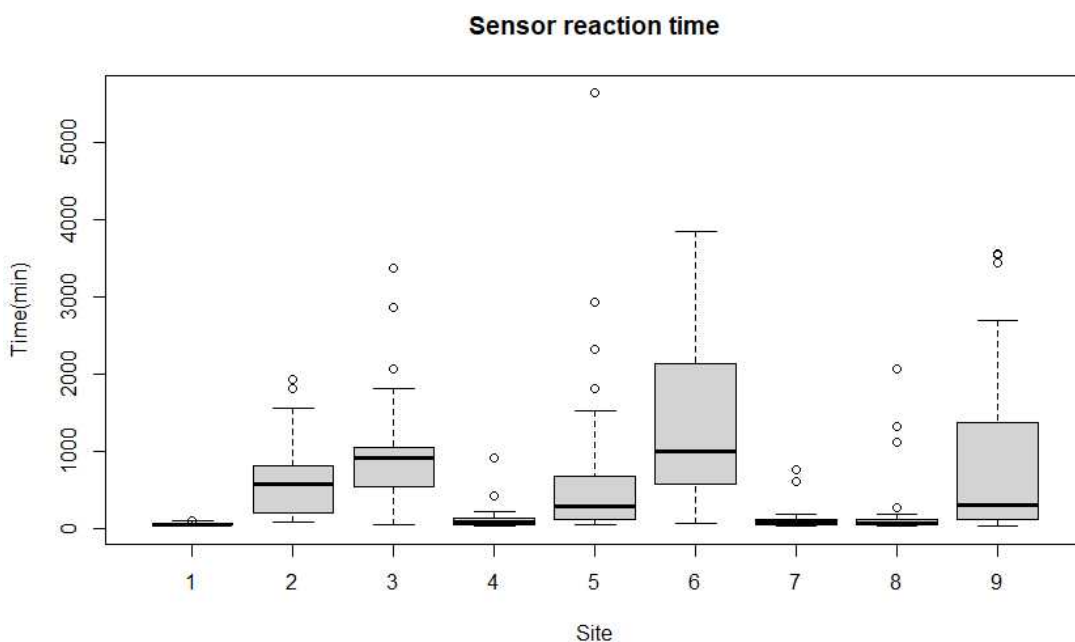
<관수반응시간(IRT: Irrigation reaction time)>

### 3) 센서반응시간(SRT: Sensor reaction time)

- 센서반응시간(SRT)은 관수 시작 이후 센서가 토양 수분에 반응한 시간부터 토양수분함량이 줄어드는 시점까지의 센서 반응 종료까지의 시간으로 SRT값이 작을수록 관수 시작과 중단 시 바로 반응하므로 해당 위치 센서 토양에 수분 이동이 빠름
- 이와는 반대로 SRT 값이 클수록 관수 제어 이후 물이 해당 위치 센서까지 이동하는데 시간이 오래 걸린다는 것을 의미함



- 따라서 토양수분함량 측정 센서에 의한 관수 제어를 할 때 SRT 값이 큰 곳에 센서를 설치하면 관수 이후 토양수분함량 측정 센서가 늦게 반응하여 필요한 관수량보다 실제 관수량이 많아 질 수 있음
- SRT을 분석한 결과 깊이 10 cm 거리 10 cm 센서(1번)의 평균 센서반응시간(SRT)은 63.36a분으로 가장 짧았음
- 1회 평균 관수시간이 63분인 것을 감안하면 점적호스와 가장 가까운 깊이 10 cm 거리 10 cm 센서는 관수 시작과 동시에 반응하고 종료 시 바로 반응이 멈추는 것을 의미함
- 깊이 10 cm 거리 20 cm 센서(2번), 깊이 10 cm 거리 30 cm 센서(3번)의 SRT은 각각 130.71a분, 87.86a분으로 나타났음
- 깊이 20 cm 이상에 위치한 센서들(4번, 5번, 6번)은 깊이 10 cm의 센서들(1번, 2번, 3번)과 SRT 값의 큰 차이를 보이지 않았으나 깊이 20 cm 거리 30 cm 센서(6번)는 SRT 이 수배 이상 크게 나타났음
- 특히 깊이 30 cm의 센서들(7번, 8번, 9번)은 관수 후 SRT 값이 680.71bc ~ 1,082.14c 분까지 나타났음
- 이는 양토에서 관수 시 깊이 30 cm 까지 물이 이동하는데 10시간 이상이 소요된다는 의미로, 깊이 20 cm 거리 20 cm 이상부터는 관수 시 배수 속도 및 토양수분 반응 시간이 현저히 느려지는 현상은 양토의 공극이 사양토에 비해 상대적으로 작고, 불포화류의 이동이 빠르는데 비해 중력에 의한 포화류(Saturated flow)의 하방이동이 느림을 의미한다는 연구결과(김 외 8, 2009)와 일치하였음
- 따라서 노지 과수 스마트팜의 센서에 의한 관수 제어 시 토성이 양토(loam)인 토양에서는 깊이 20 cm 거리 20 cm 이하에 토양수분함량 측정 센서를 설치해야 토양수분함량 변화 추이에 따른 즉각적인 관수량 조절이 가능할 것으로 판단됨

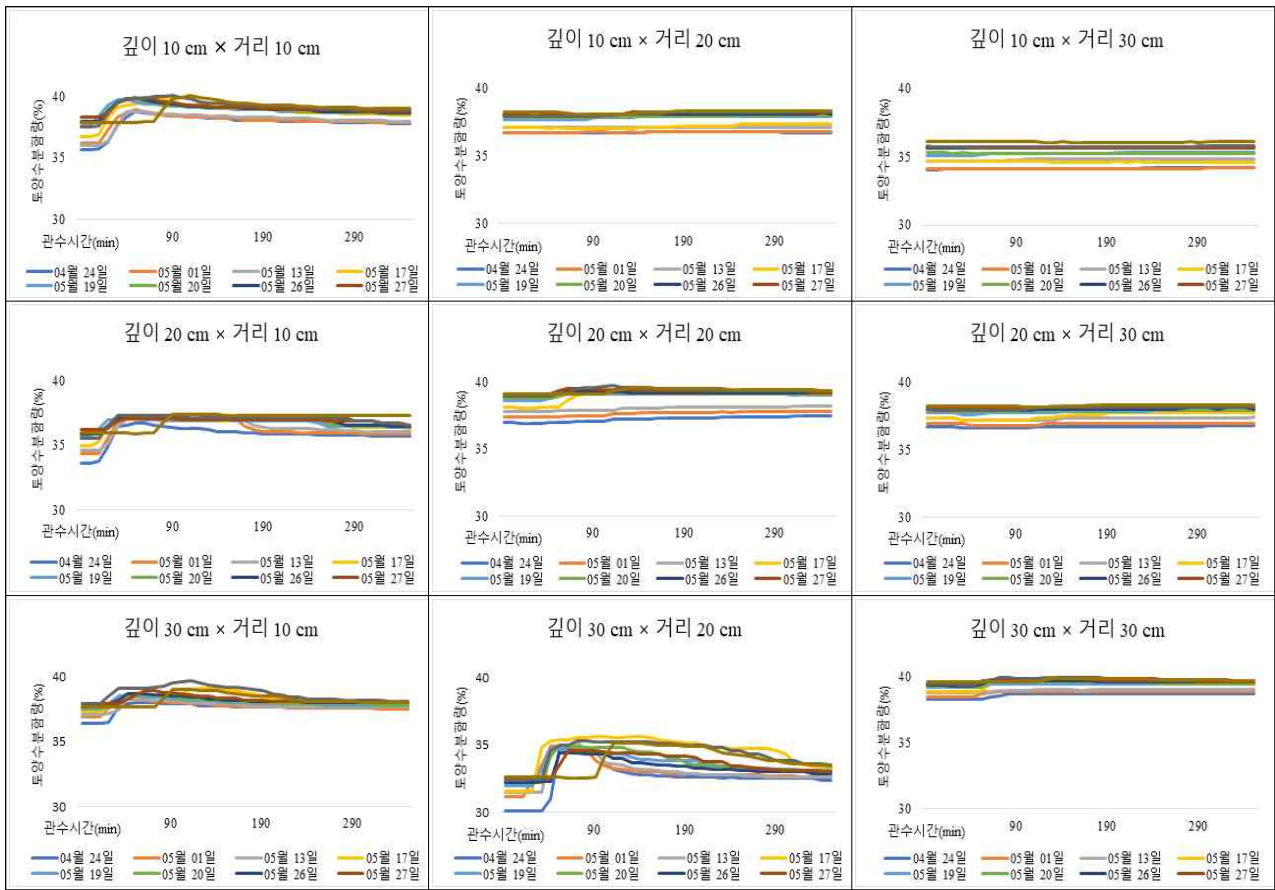


〈센서반응시간(SRT: Sensor reaction time)〉

#### 4) 토양수분함량 측정 결과(soil water contents)

- 각 토양수분함량 측정 센서 관수 후 6시간 동안의 토양수분함량 변화 관찰 결과, 깊이

- 10cm 거리 10cm 센서의 반응 시간이 가장 빠르고 토양수분함량 변화폭이 가장 컸음
- 깊이가 깊어질수록, 점적호스와의 거리가 멀어질수록 관수 후 토양수분함량 측정 센서의 반응시간이 길어지거나 반응하지 않았음
- 토양수분함량 측정 센서의 반응은 주로 깊이 10 cm 거리 10cm(1번), 깊이 20 cm 거리 10 cm(4번), 깊이 30 cm 거리 10cm(7번), 깊이 30 cm 거리 20cm(8번) 센서 4개의 반응이 컸고 그 외 센서는 관수 시 토양수분함량 변화가 매우 적거나 없었음
- 이는 토성이 양토인 경우 깊이 20 cm에서 관수 후 약 80분이 지난 후 수분함량 변화가 거의 없었고 깊이 30 cm에서는 변화가 나타나지 않았다는 연구결과(김 외 8, 2009)와 일치하는 경향이었음



<깊이, 거리별 토양수분 함량 변화>

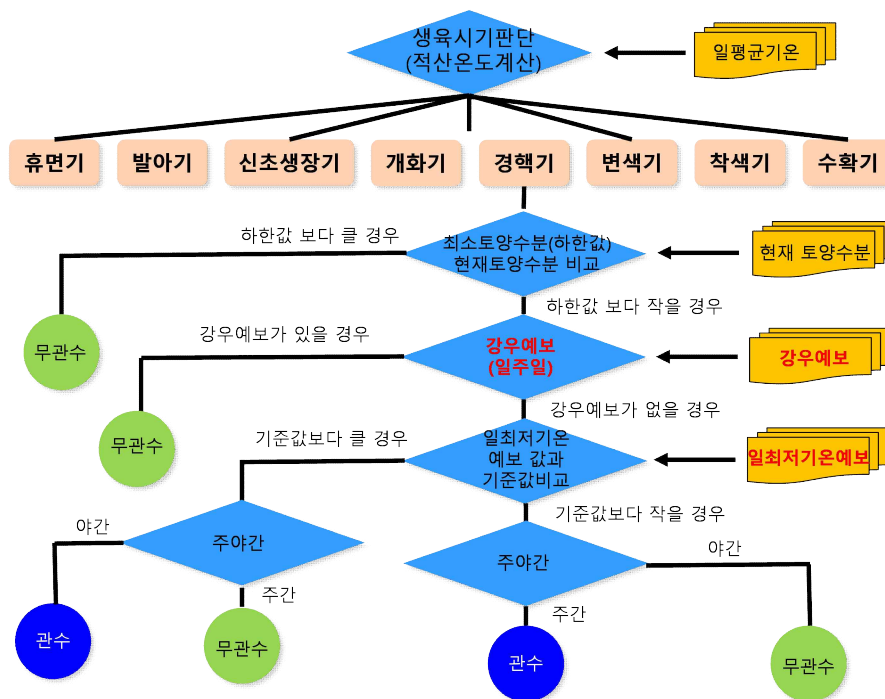
□ 연구의 한계 및 후속 연구 계획

- 본 연구를 통해 토성(soil texture) 양토(loam) 토양에서 토양수분함량 변화량(WCV), 관수반응시간(IRT), 센서반응시간(SRT) 데이터를 분석하여 점적호스로부터 깊이 20cm, 거리 20cm 이하 위치를 적정 설치 지점으로 도출하였음
- 다만, 본 연구는 스마트팜 표준 기자재 개발 및 실증이 주목적인 사업으로, 토양수분센서 실험은 별건의 연구주제에 해당하여 많은 예산을 배정하지 못 하였고, 테스트베드 농가 3개소에서 소규모로 실험을 진행하여 본 연구의 결과를 일반화 하기는 어려움
- 추후 후속 연구를 통해 실험 필지를 대규모로 확대하고, 본 과제에서 배제된 다른 토성(soil texture), 용적밀도, 물빠짐 등의 다른 변수를 고려한 연구가 필요하며 이를 통해 토성별 토양수분센서 설치 기준을 보다 정확히 정립할 수 있음

- 토양수분 스트레스와 토양수분 함량 변화가 적을수록 고품질 과수 생산이 가능하므로 (Grant et al., 2012; Idso et al., 1981; Jackson, 1982) 정밀한 관수 방법을 반영한 자동 관수 알고리즘 고도화 연구가 필요함
- 후속 연구를 통해 포도 품질조사 데이터를 추가로 분석하고, 관수 알고리즘과 포도 품질간의 관련성을 규명해 최적의 관수 알고리즘을 도출하기 위한 연구를 추진하겠음

### (3) 관수제어 알고리즘 작동규칙 적용

- 화성 농업기술센터에서 연구개발한 관수제어 알고리즘
  - 본 연구에 적용한 관수 알고리즘은 화성 농업기술센터에서 2016년부터 연구하여 개선하고 있는 지적 자산으로 주식회사 지농의 FarmOS 복합환경제어기에 로직을 구현하여 실증하였음
  - 포도 관수 알고리즘은 생육기(경핵기)에 특화된 알고리즘으로 특정 생육기별로 최소 토양수분값과 강우예보를 확인하여 관수 결정을 하는데, 주요 내용을 아래에 그림으로 표현함
  - 관수제어 알고리즘을 프로그램으로 구현하기 위해서는 생육시기 계산식, 토양수분 기준값, 강우 예보 데이터, 일 최저기온 예보 데이터가 필요한데 FarmOS 작동규칙 기능을 이용해 로직을 구현하였음



<화성 포도 관수제어 알고리즘 모식도>

- 관수제어 작동규칙 설계
  - 센서에서 수집하는 일일 온도 통계값을 바탕으로 Ca(Anti-Chill days)를 계산하여 생육기(발아기)를 판단함
  - Ca는 아래 규칙에 의해 계산함
    - ① 일 최저기온 > 8℃ : Ca = 일 평균기온 - 8도
    - ② 일 최저기온 < 8℃ and 일 최고기온 > 8℃ :  $Ca = \frac{(\text{일 최고기온} - 8)^2}{2(\text{일 최고기온} - \text{일 최저기온})}$
    - ③ 일 최고기온 < 8℃ : Ca = 0

- 발아일은 Ca 값을 1월 1일부터 누적하여 155이 되는 날로, 생육기 판단의 기준점 (D-day)이 되며 아래 정리한 표에 의해 판정함

생육기	생육 기간	관수관리 목표
휴면기	전년 양분축적기 ~ (발아일 - 7일)	30kPa
발아기	(발아일 - 7일) + (발아일 + 30일) ※ 발아일 = Anti Chill-day 값이 155가 되는 날	30kPa
개화기	(발아일 + 30일) ~ (발아일 + 40일)	단수
과립비대기	(발아일 + 40일) ~ (발아일 + 92일)	30kPa
착색기	(발아일 + 93일) ~ (발아일 + 132일)	40kPa
수확기	(발아일 + 132일) ~ (발아일 + 150일)	50kPa
양분축적기	(발아일 + 150일) ~ 11월 20일	※30kPa

〈포도 생육시기 및 목표 토양수분〉

- 생육기 판정에서 문제가 하나 있는데, 휴면기의 종료일과 발아기의 시작일을 알기 위해서는 발아일이 필요한데, 현재값을 측정하는 센서 데이터 만으로는 제때 계산이 불가능하기 때문에 대략적인 발아일 예측이 필요함
- 이를 보완하기 위해 발아일을 예측하는 로직을 개발하였으며, Ca 값이 155이 안 될 때는 선형 보간하여 발아일을 예측하여 작동규칙에 적용하였음
- 토양수분장력 환산에도 통계 기법을 적용하여 토성별 토양수분 장력값(kPa)과 토양수분 함량(%) 특성표를 토대로 구간 선형 기법으로 계산하여 사용하였음

토성	토양 수분 장력별 토양수분함량 (%)					
	10kPa	20kPa	33kPa	50kPa	100kPa	1,500kPa
사토	8.2	7.0	6.3	5.9	5.0	2.6
양질 사토	12.5	10.6	9.6	9.0	7.74	4.3
사양토	22.3	19.2	17.0	15.5	13.1	6.3
양토	29.4	25.3	22.5	20.6	17.3	8.7
미사질 양토	35.1	30.5	27.1	24.9	21.3	10.4
사질 식양토	27.3	23.4	20.6	19.1	16.8	10.6
식양토	33.0	28.9	26.2	24.5	21.4	12.8
미사질 식양토	37.8	33.4	30.9	29.0	26.0	15.7
미시질 식토	42.5	38.3	35.7	33.7	31.2	23.5
식토	44.0	40.0	38.1	36.2	33.7	26.2

〈토성별, 토양수분 장력과 토양수분 함량 비교〉

- 관수제어 프로그램에 적용한 작동규칙은 아래 표와 같으며, 생육기별 목표 수분값을 맞추기 위해 강우 데이터, 기온 데이터를 관수 결정에 반영하여 자동으로 관수기를 구동함

휴면기	발아기	개화기	과립비대기	착색기	수확기	양분축적기
30 kPa	30 kPa	-	30 kPa	40 kPa	50 kPa	30 kPa

〈포도 생육시기별 목표 수분값〉

항목	판단 기준	
토양수분	토양수분장력 < 목표 수분값 (적정, 과습)	토양수분장력 > 목표 수분값 (부족, 건조)
강우예보	80% 이상 확률 and 10mm 이상 비 예보	80% 미만 확률 or 10mm 미만 비 예보
일 최저기온	일 최저기온 예보값 > 기준온도(25°C)	일 최저기온 예보값 < 기준온도(25°C)
관수 판단	무관수	관수
관수 시점		야간(밤) 관수      주간(낮) 관수
관수 시간		10분 작동, 20분 대기

<화성 포도 관수제어 프로그램 적용 규칙>

○ 관수제어 작동규칙 구현

- 앞서 서술한 관수제어 알고리즘과 작동규칙은 주관기관인 주식회사 지농에서 개발한 FarmOS 복합환경제어시스템에 프로그램 코드로 구현하였으며 아래 화면 경로에서 확인 할 수 있음



<화성농업기술센터 작동규칙 목록 화면>



일반 설정

이름	전체 시간
<input checked="" type="checkbox"/> 설정 사용 강수확률 강수확률(%) 기준을 설정합니다.	- 80 +
<input checked="" type="checkbox"/> 설정 사용 예상강우량 예상강우량(mm)을 설정합니다.	- 10 +
<input checked="" type="checkbox"/> 설정 사용 최저기온 주간 야간 관수를 위한 최저기온 기준을 설정합니다.	- 25 +

출력 설정 물을 처리결과로 만들어진 데이터의 이름과 단위를 변경 할 수 있습니다. 저장

환경 설정 물을 구동하기 위한 필요한 장비나 데이터를 선택합니다. 저장

관수기를 선택해주세요. 장비 필수 선택 65	내일 최저기온을 선택해주세요. 데이터 필수 선택 내일 최저온도	내일 강수확률을 선택해주세요. 데이터 필수 선택 내일 강수확률
내일 예상강우량을 선택해주세요. 데이터 필수 선택 내일 예상강우량	모레 강수확률을 선택해주세요. 데이터 필수 선택 모레 강수확률	모레 예상강우량을 선택해주세요. 데이터 필수 선택 모레 예상강우량

<화성 포도 관수제어 프로그램 설정 화면>

- 관수제어 알고리즘 구동에 필요한 포도생육기 판정, 토양수분장력센서 계산, Anti-Chill 계산은 템플릿 작동규칙으로 구현하였고, 후속 연구 진행시 다른 테스트베드에 손쉽게 적용할 수 있음

Farmos UI		farmos 로그아웃																																									
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>☰</span> <span>템플릿 작동규칙 추가</span> </div>																																											
<ul style="list-style-type: none"> <li>메인</li> <li>대시보드</li> <li>데이터 관리 &gt;</li> <li>연구 &gt;</li> <li>작동규칙 &gt; <ul style="list-style-type: none"> <li>구역 : 온실외부</li> <li>구역 : 스마트온실(인지)</li> <li>구역 : 스마트온실(UBN)</li> <li>템플릿 작동규칙</li> <li>사용자 작동규칙</li> <li>시간대 관리</li> <li>룰 템플릿 관리</li> </ul> </li> <li>장비제어 &gt;</li> <li>장비 &gt;</li> <li>설정 &gt;</li> </ul>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>이름</th> <th>룰 설명</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>~ 기본지표</td> <td>온실 기본 인자로 자동으로 추가되며, 사용자가 관리하지 않는 룰</td> </tr> <tr> <td>주간야간확인</td> <td>주간인지 야간인지 확인하는 룰이다.</td> </tr> <tr> <td>포도생육기</td> <td>포도 생육기를 계산한다.</td> </tr> <tr> <td>장비 가동룰</td> <td>장비들의 가동룰을 리프하게 측정한다.</td> </tr> <tr> <td>데이터 요약</td> <td>데이터들의 간단한 통계치를 생성한다. 룰을 설정하기 이전의 데이터에 대한 통계치는 생성하는데 시간이 오래 걸릴 수 있기 때문에 관리자에게 별도로 문의하여 생성하도록 한다.</td> </tr> <tr> <td>&gt; 사용자정의</td> <td>사용자가 정의하는 룰</td> </tr> <tr> <td>&gt; 스위치제어</td> <td>스위치 제어를 하는 룰</td> </tr> <tr> <td>~ 주요지표</td> <td>온실 내부의 주요한 인자를 확인할 수 있도록 하는 룰</td> </tr> <tr> <td>내외부온도차(기상대)</td> <td>내외부온도차를 계산하는 규칙이다. 외부온도를 온도센서가 아닌 기상대 API를 사용해 관측할 때 사용한다</td> </tr> <tr> <td>도양수분장력계산</td> <td>도양습수율을 이용해서 도양수분장력을 추정합니다.</td> </tr> <tr> <td>누적일사</td> <td>일사센서를 이용하여 일간 누적일사를 계산한다.</td> </tr> <tr> <td>풍상풍하</td> <td>온실을 기준으로 바람의 방향을 확인한다.</td> </tr> <tr> <td>내외부온도차</td> <td>온실 내부와 외부의 온도차를 계산한다.</td> </tr> <tr> <td>결로가능성(이슬점센서)</td> <td>이슬점 센서를 사용하여 결로 가능성을 0-100 사이의 값으로 표현한다. 가이드 온도를 잘 설정해야 한다.</td> </tr> <tr> <td>결로가능성(추정이슬점)</td> <td>추정 이슬점을 사용하여 결로가능성을 0-100 사이의 값으로 표시한다. 가이드 온도를 잘 설정해야 한다.</td> </tr> <tr> <td>이슬점추정</td> <td>온도센서와 습도센서를 사용하여 이슬점을 추정한다.</td> </tr> <tr> <td>&gt; 장치제어</td> <td>장치제어를 하는 룰</td> </tr> <tr> <td>~ 특수지표</td> <td>특별한 의미를 갖는 값을 계산하기 위한 룰</td> </tr> <tr> <td>Anti-Chill 계산</td> <td>Anit-Chill 을 계산하고, 발아일을 결정한다. 발아일이 되기 전에는 예측 발아일을 추정한다.</td> </tr> <tr> <td>환기부하</td> <td>온실을 환기해야하는 정도를 나타내는 지표로 0-100의 값이다. 100이면 환기를 꼭 해야하는 상황이다.</td> </tr> </tbody> </table>	이름	룰 설명	~ 기본지표	온실 기본 인자로 자동으로 추가되며, 사용자가 관리하지 않는 룰	주간야간확인	주간인지 야간인지 확인하는 룰이다.	포도생육기	포도 생육기를 계산한다.	장비 가동룰	장비들의 가동룰을 리프하게 측정한다.	데이터 요약	데이터들의 간단한 통계치를 생성한다. 룰을 설정하기 이전의 데이터에 대한 통계치는 생성하는데 시간이 오래 걸릴 수 있기 때문에 관리자에게 별도로 문의하여 생성하도록 한다.	> 사용자정의	사용자가 정의하는 룰	> 스위치제어	스위치 제어를 하는 룰	~ 주요지표	온실 내부의 주요한 인자를 확인할 수 있도록 하는 룰	내외부온도차(기상대)	내외부온도차를 계산하는 규칙이다. 외부온도를 온도센서가 아닌 기상대 API를 사용해 관측할 때 사용한다	도양수분장력계산	도양습수율을 이용해서 도양수분장력을 추정합니다.	누적일사	일사센서를 이용하여 일간 누적일사를 계산한다.	풍상풍하	온실을 기준으로 바람의 방향을 확인한다.	내외부온도차	온실 내부와 외부의 온도차를 계산한다.	결로가능성(이슬점센서)	이슬점 센서를 사용하여 결로 가능성을 0-100 사이의 값으로 표현한다. 가이드 온도를 잘 설정해야 한다.	결로가능성(추정이슬점)	추정 이슬점을 사용하여 결로가능성을 0-100 사이의 값으로 표시한다. 가이드 온도를 잘 설정해야 한다.	이슬점추정	온도센서와 습도센서를 사용하여 이슬점을 추정한다.	> 장치제어	장치제어를 하는 룰	~ 특수지표	특별한 의미를 갖는 값을 계산하기 위한 룰	Anti-Chill 계산	Anit-Chill 을 계산하고, 발아일을 결정한다. 발아일이 되기 전에는 예측 발아일을 추정한다.	환기부하	온실을 환기해야하는 정도를 나타내는 지표로 0-100의 값이다. 100이면 환기를 꼭 해야하는 상황이다.
이름	룰 설명																																										
~ 기본지표	온실 기본 인자로 자동으로 추가되며, 사용자가 관리하지 않는 룰																																										
주간야간확인	주간인지 야간인지 확인하는 룰이다.																																										
포도생육기	포도 생육기를 계산한다.																																										
장비 가동룰	장비들의 가동룰을 리프하게 측정한다.																																										
데이터 요약	데이터들의 간단한 통계치를 생성한다. 룰을 설정하기 이전의 데이터에 대한 통계치는 생성하는데 시간이 오래 걸릴 수 있기 때문에 관리자에게 별도로 문의하여 생성하도록 한다.																																										
> 사용자정의	사용자가 정의하는 룰																																										
> 스위치제어	스위치 제어를 하는 룰																																										
~ 주요지표	온실 내부의 주요한 인자를 확인할 수 있도록 하는 룰																																										
내외부온도차(기상대)	내외부온도차를 계산하는 규칙이다. 외부온도를 온도센서가 아닌 기상대 API를 사용해 관측할 때 사용한다																																										
도양수분장력계산	도양습수율을 이용해서 도양수분장력을 추정합니다.																																										
누적일사	일사센서를 이용하여 일간 누적일사를 계산한다.																																										
풍상풍하	온실을 기준으로 바람의 방향을 확인한다.																																										
내외부온도차	온실 내부와 외부의 온도차를 계산한다.																																										
결로가능성(이슬점센서)	이슬점 센서를 사용하여 결로 가능성을 0-100 사이의 값으로 표현한다. 가이드 온도를 잘 설정해야 한다.																																										
결로가능성(추정이슬점)	추정 이슬점을 사용하여 결로가능성을 0-100 사이의 값으로 표시한다. 가이드 온도를 잘 설정해야 한다.																																										
이슬점추정	온도센서와 습도센서를 사용하여 이슬점을 추정한다.																																										
> 장치제어	장치제어를 하는 룰																																										
~ 특수지표	특별한 의미를 갖는 값을 계산하기 위한 룰																																										
Anti-Chill 계산	Anit-Chill 을 계산하고, 발아일을 결정한다. 발아일이 되기 전에는 예측 발아일을 추정한다.																																										
환기부하	온실을 환기해야하는 정도를 나타내는 지표로 0-100의 값이다. 100이면 환기를 꼭 해야하는 상황이다.																																										

<화성농업기술센터에 설치한 FarmOS 작동규칙 목록>

### 3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

#### 1) 연구수행 결과

##### (1) 정성적 연구개발성과

###### ○ 주식회사 지농

- 주관으로서 연구사업 총괄
- 오픈소스기반 개방형 스마트팜 제어기를 기반으로 센서노드와 구동기노드를 표준 통신으로 연동하여 소규모 단동 온실용 통합제어시스템을 개발
- 오픈소스 기반 사업화 모델 직접 수행 및 제품화, 사업화
- 스마트팜 복합환경제어시스템 기술공개로 오픈소스 생태계 조성에 기여

###### ○ 한국전자통신연구원

- 스마트팜 산업계 의견 수렴 통해 센서노드와 구동기노드의 문제점 조사 및 분석
- KS X 3267의 잠재적 문제점을 보완하고 표준 개정 제안
- 센서노드와 구동기노드의 자동인식을 지원하는 신규 국가 표준 제정 제안
- KS X 3267 통신 표준 적합성 가이드를 제정하여 실용화재단에서 검정업무에 활용

###### ○ 인지시스템

- KS 표준 규격으로 확장이 용이한 센서노드 및 구동기노드 제품을 만들어 소규모 농가에 보급할 수 있는 기술 기반 마련
- 표준기반 확장형 센서노드 개발 및 제품화
- 표준기반 모터용 정역제어 및 ON/OFF형 구동기노드를 개발하고 제품화

###### ○ 유비엔

- 국가 표준기반 경량 센서노드 및 구동기노드 개발
- 소규모 단동 온실에 적용 가능한 소형 및 범용화
- 주 사용자인 농가에서 쉽게 사용가능한 실용성 확보
- KS 표준기반, 상호 운용이 가능한 호환성 강화
- 필드의 열악한 환경에서 안정적으로 동작 할 수 있는 신뢰성 보장

###### ○ 화성시농업기술센터

- 실증 온실에 새로 개발한 표준 기반 센서노드, 구동기노드를 설치하고 각 제품간 상호연동 및 제어명령의 작동 실증
- 실제 환경에서 센서노드, 구동기노드, 복합환경제어기 운영을 수행하고 문제점을 피드백하여 제품이 보완될 수 있도록 지원
- 지능형 관수모델 알고리즘을 스마트팜 제어시스템의 물 관리 기능을 통해 적용하고 실증

## (2) 정량적 연구개발성과

< 정량적 연구개발성과표 >

(단위 : 건, 천원)

성과지표명		연도	1단계 (2020~2021)	계	가중치 (%)
전담기관 등록·기탁 지표 <sup>1)</sup>	논문	목표(단계별)			
		실적(누적)			
	특허 출원	목표(단계별)	1	1	10
		실적(누적)	2	2	10
	프로그램 등록	목표(단계별)	2	2	20
		실적(누적)	2	2	20
연구개발과제 특성 반영 지표 <sup>2)</sup>	기술실시	목표(단계별)	2	2	20
		실적(누적)	2	2	20
	제품화	목표(단계별)	4	4	10
		실적(누적)	6	6	10
	매출액	목표(단계별)			5
		실적(누적)			
	수출액	목표(단계별)			5
		실적(누적)			
	고용창출	목표(단계별)	0	0	
		실적(누적)	1	1	5
	기술인증	목표(단계별)	0	0	
		실적(누적)	2	2	5
	표준제안	목표(단계별)	2	2	20
		실적(누적)	2	2	20
	학술발표	목표(단계별)	0	0	10
		실적(누적)	1	1	10
	계	목표(단계별)	11	11	100
		실적(누적)	18	18	100

< 연구개발성과 성능지표 >

평가 항목 (주요성능 <sup>1)</sup> )	단위	전체 항목에서 차지하는 비중 <sup>2)</sup> (%)	최종 개발목표	달성 성능	목표설정 근거
			(2020~2021)		
1	%	50	99%	99.9%	개방형 복합환경제어기-표준 기반 양액기간 통신 오류율 측정
2	초/건	50	<초	1.09ms/건	제어 명령 실행 후 급액량, EC, pH 등의 정상 작동 유무 측정

## (3) 세부 정량적 연구개발성과

### [과학적 성과]

#### □ 국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	한국농업기계학회 2021년 춘계학술대회	최은채	2021.4.3	국립농업과학원 농업공학부 강당(6층)	KS X 3267 기반 스마트온실 디폴트 센서노드 및 구동기노드 개발

[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	출원 번호	등록 번호	등록인	등록일	등록 번호		
1	외부 삽입 설치형 센서 하우징	대한민국	인지시스 템 이상은 이세영 함명희	2021.6. 29	10-2021- 008453 8				100%	여	
2	보호 케이스 교체형 센서 하우징	대한민국	인지시스 템 이상은 이세영 함명희	2021.6. 29	10-2021- 008453 1				100%	여	

○ 지식재산권 활용 유형

※ 활용의 경우 현재 활용 유형에 √ 표시, 미활용의 경우 향후 활용 예정 유형에 √ 표시합니다(최대 3개 중복선택 가능).

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

□ 저작권(소프트웨어, 서적 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호	저작권자명	기여율
1	다목적 소형 4채널 구동기노드 소프트웨어	2021.3.8	주식회사 유비엔	2021.6.29	C-2021-02612 6호	주식회사 유비엔	100%
2	소규모 단동 온실용 개방형 통합제어시스템	2021.6.30	주식회사 지농	2021.7.14	C-2021-02827 4호	주식회사 지농	100%

□ 기술 및 제품 인증

번호	인증 분야	인증 기관	인증 내용		인증 획득일	국가명
			인증명	인증 번호		
1	KC인증	국립전파연구원	ING-SN-201	R-R-ING-ING-SN-201	2021.6.1	대한민국
2	KC인증	국립전파연구원	THS-C-IG-KS01-P DIG	R-R-ING-THSCIGK S01PDIG	2021.6.1	대한민국

□ 표준화

○ 국내표준

번호	인증구분 <sup>1)</sup>	인증여부 <sup>2)</sup>	표준명	표준인증기구명	제안주체	표준종류 <sup>3)</sup>	제안/인증일자
1	KS	제안	스마트 온실 센서/구동기 노드 및 온실 통합 제어기 간 RS485 기반 모드버스 인터페이스	방송통신표준심의회	한국전자통신 연구원	개정	2021.5.7. (행정 예고 공고)
2	KS	제안	RS485/모드버스 기반 스마트 온실 노드/디바이스 등록 절차 및 기	방송통신표준심의회	한국전자통신 연구원	제정	2021.5.7. (행정 예고 공고)



[경제적 성과]

□ 기술 실시(이전)

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황
1	직접 실시	센서 및 센서노드	인지시스템	2021.8.31	980,000	
2	직접 실시	국가 표준 기반 경량 토양 환경 측정용 센서노드 등	유비엔	2021.8.31	700,000	

□ 사업화 현황

번호	사업화 방식 <sup>1)</sup>	사업화 형태 <sup>2)</sup>	지역 <sup>3)</sup>	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내 (천원)	국외 (달러)		
1	자기 실시	기존 제품 개선	국내	센서 및 센서노드	KS 센서 제품화 및 판매	인지시스템			2021년 이후 예정	
2	자기 실시	기존 제품 개선	국내	토양환경 센서노드	KS 표준 토양센서 제품화 및 판매	유비엔			2021년 이후 예정	

□ 사업화 계획 및 무역 수지 개선 효과

성과					
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	5년			
	소요예산(천원)				
	예상 매출규모(천원)	현재까지	3년 후	5년 후	
		0	75,000	75,000	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후	5년 후
			국내	1	5
국외					
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획					
무역 수지 개선 효과(천원)	수입대체(내수)	현재	3년 후	5년 후	
	수출				

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			2021년	yyyy년	
1	토양환경 센서 개발 및 실증	유비엔	1		1
합계			1		

## 2) 목표 달성 수준

추진 목표	달성 내용	달성도(%)
○ 소규모 온실용 개방형 통합제어시스템 개발	○ 오픈소스 기반 소규모 온실용 개방형 통합제어시스템 개발	100
○ 오픈소스 기반 사업 모델 추진	○ 스마트팜 복합환경제어시스템 기술공개	100
○ KS X 3267 표준 개정 제안	○ KS X 3267의 잠재적 문제점을 보완하고 표준 개정	100
○ Plug & Play 지원 KS 표준 제정	○ 센서노드와 구동기노드의 자동인식을 지원하는 신규 국가 표준 제정	100
○ 표준 제품 검정기준(안) 수립	○ KS X 3267 통신 표준 적합성 가이드를 제정하여 실용화재단에서 검정업무에 활용중	100
○ 표준기반 확장형 센서노드 개발 및 제품화	○ 표준기반 확장형 센서노드 개발 및 제품화	100
○ 표준기반 구동기노드를 개발하고 제품화	○ 표준기반 모터용 정역제어 및 ON/OFF형 구동기노드를 개발하고 제품화	100
○ 국가 표준기반 경량 센서노드 개발	○ 소규모 단동 온실에 적용 가능한 소형 및 범용성의 센서노드, 구동기노드 개발	100
○ 국가 표준기반 구동기노드 개발	○ KS 표준기반으로 제품을 개발하여 상호 운용이 가능한 호환성 강화	100
○ KS 표준 기자재 실증	○ 주관 및 협동기관에서 개발한 제품을 테스트베드 온실에서 실증	100
○ 지능형 관수모델 알고리즘 실증	○ 지능형 관수모델을 지능의 FarmOS에서 실증	100

## 4. 목표 미달 시 원인분석 - 해당사항 없음

## 5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

### □ 기술적 측면

- 개방형 제어기를 위한 공통 프레임워크 기술 개발을 오픈소스기술을 통해 진행함으로써 농업 지능화를 위한 스마트팜 핵심 기술을 공유하게 되고, 선진 기술의 도입이 용이해져 유럽의 대형 업체들과도 견줄 수 있는 대외 경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 기대됨
- 농업 지식 활용을 위한 서비스 표준 개발을 통해 다양한 스마트 농업 플랫폼 기술 선도를 통해 통합 플랫폼의 구현을 주도하고 개방형 생태계 구축을 통해 제 3의 서비스 활성화를 기대할 수 있음
- 미국, 유럽 등과는 다른 중소형 시설 온실 대상 한국형 농업에 최적화된 기술 확보를 통해 쉬운설치·관리·A/S 제공이 가능한 개방형 시스템 개발을 통해 국내 열악한 농업·ICT관련 기업의 기술 활용을 높일 수 있음
  - 스마트팜 도입을 꺼리는 이유(비표준화, A/S 미흡, 고가격, 활용성 미흡) 대폭 완화
- 개방형 제어기를 이용하여 표준화된 방식으로 농업전문가의 경험을 축적하여 정보 활용에 대한 숙련도를 높여 농업 생산성의 향상 도모할 수 있음
  - 본 연구결과 개발될 개방형 제어기를 통해 생육데이터의 축적 및 영농기록 데이터 등을 조직경영체 들이 농가 수준의 데이터를 확보하여 작목반의 고품질 브랜드 생산에 과학적 관리가 가능해짐
  - 시설원에 컨설턴트 역시 축적된 데이터를 통해 비교분석 및 문제점 발견 등 기존 암묵적 컨설팅에서 과학적 진단, 처방으로 일대 혁신이 가능해짐

### □ 경제적·산업적 측면

- 현재 다수 농가에 도입되고 있는 단순환경제어형 스마트팜은 온습도 등 2~3 환경요소의 모니터링만 가능한 상태여서 생육모니터링 및 제어를 통한 생산성 향상에는 한계가 분명한 상태이나 본 연구를 통해 개발되는 개방형 제어기를 이용하게 되면 장비간 호환성이 확보되어 신규 장비 장비의 추가 및 온실의 확장 시 기존 스마트팜 제품을 견어내지 않고도 새로운 제품을 설치하거나 노드들을 확장하여 업그레이드 모델을 이용할 수 있게 됨
- 개방형 제어기가 클라우드를 통해 연결된다면 농업인과 작목반이 체계적으로 생산과정의 데이터를 축적하고 이를 통해 품질향상을 도모할 수 있게 되어 스마트팜을 도입하는 작목반의 타겟 작물의 품질상향 및 균일화가 가능하고, 소비유통채널에 생산이력정보를 제공할 수 있게 됨에 따라 소비자 수취가 향상 및 대일본, 대중국 수출 시 매우 유리해질 것임

### □ 사회적 측면

- 안전 농식품에 대한 소비자의 불안이 높아지는 상황에서 생산과정부터 과학적 데이터에 기반한 생산관리가 소비자까지 공유되게 되면 시설원예에 의한 양액재배 농산물에 대한 신뢰도가 더욱 높아질 것임

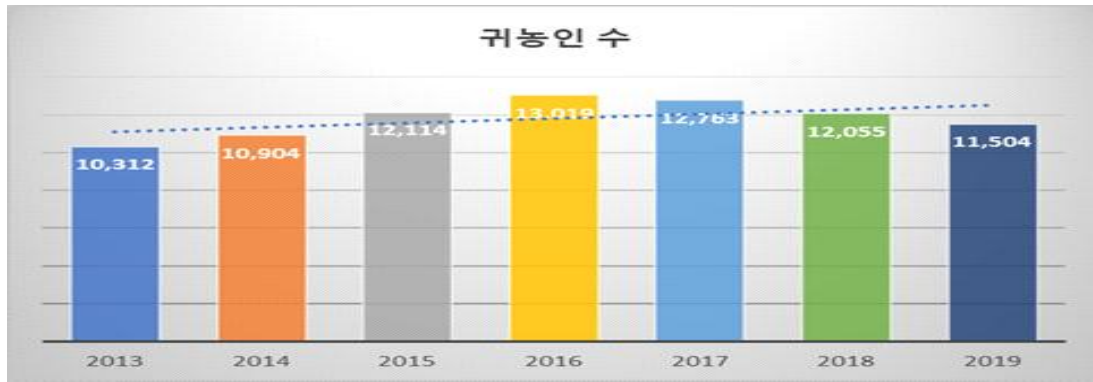
## 6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

- 본 과제를 통해 센서노드, 구동기노드, 복합환경제어기를 KS 표준을 기반으로 고도화 개발하였으며, 연구과제 종료 이후 성능과 신뢰성을 더욱 개선하여 국내외 시장을 창출하는 등 사업화를 이어나갈 계획임

< 연구개발성과 활용계획표(예시) >

구분(정량 및 정성적 성과 항목)		연구개발 종료 후 5년 이내	
국외논문	SCIE	매년 목표치	
	비SCIE		
	계		
국내논문	SCIE		
	비SCIE		
	계		
특허출원	국내		
	국외		
	계		
특허등록	국내		
	국외		
	계		
인력양성	학사		
	석사		
	박사		
	계		
사업화	매출액	300백만원	
	수출액	30백만원	
제품개발	시제품개발		
비임상시험 실시			
임상시험 실시 (IND 승인)	의약품	1상	
		2상	
		3상	
	의료기기		
진료지침개발			
신의료기술개발			
성과홍보			
포상 및 수상실적			
정성적 성과 주요 내용			

- 집중화 전략 채택 및 2가지 목표 시장
  - 자원이 제한되어 있는 중소기업은 집중화 전략을 주로 채택하며, 사업화를 담당할 주관기관인 주식회사 지농 또한 집중화 전략을 선택하겠음
  - 집중화 전략은 Main Market과는 다른 특성을 가지고 있는 틈새시장(niche market)을 대상으로 고객의 니즈를 원가 우위 혹은 차별화 전략을 통해 충족시키는 전략임
  - 집중화 전략은 큰 시장에서 낮은 점유율을 추구하기 보다는 한 개 혹은 소수의 하위 세분 시장에서 높은 점유율을 확보함
  - 지농은 전체 농가수 1,007,158호(2019년 통계청 자료 기준 농가수) 중 아래 2가지 시장인 16,362가구를 표적화하여 집중적으로 제품과 서비스를 개발하고 공급하겠음
- ① 창농 초기 단계 농가 : 농장 창업 후 3년이 안 된 농가들로 농업기술은 부족하지만 IT 역량이 있고 데이터기반 농업에 대한 갈망이 있으며, 농사로 생존해야 하는 절박감을 느끼고 있음. 2019년 기준 11,422가구의 귀농인이 신규로 농업 분야로 진입함



<전국 귀농인수 - 출처 : 통계청(2013~2019)>

- ② 1ha 이상 시설채소 온실 운영 농가 : 농업을 주업으로 하며 전문 농업기술을 갖추고 있음.
- ※ 높은 투자비용을 부담했기 때문에 정밀한 환경조절, 생산성 향상, 품질 향상 등 기대치도 높음, 비교적 짧은 기간 내에 투자금을 회수해야 목표하는 자본 수익을 달성할 수 있음. 1ha 이상 영농 규모화를 달성한 시설채소 농가 4,858가구를 목표 시장으로 겨냥함(아래 표 빨간색 영역)
- ※ 1ha(3천평) 기준 비닐온실 12억원, 유리온실 30억원 수준의 투자비용 발생
- ※ 비닐의 경우 기대수명 4~5년

시설농가	1ha 미만	1~2ha 미만	2ha 이상	계
전국 - 가구수 (비율)	119,547 (94.2%)	6,009 (4.7%)	1,297 (1.0%)	126,853
채소 - 가구수 (비율)	53,692 (91.7%)	4,040 (6.9%)	818 (1.4%)	58,550

<시설면적 규모별 농가 - 출처 : 통계청(2019)>

- 매출 목표
  - 본 연구의 성과물을 제품화하여 상용화 완성시를 기준으로 매출 목표를 산정함
  - 창농 초기단계 농가 시장 1억 3천만원/년, 1ha 이상 시설채소 온실 농가 5억 8천만원/년으로 연간 총 7억 2천만원 규모의 시장을 창출하겠음

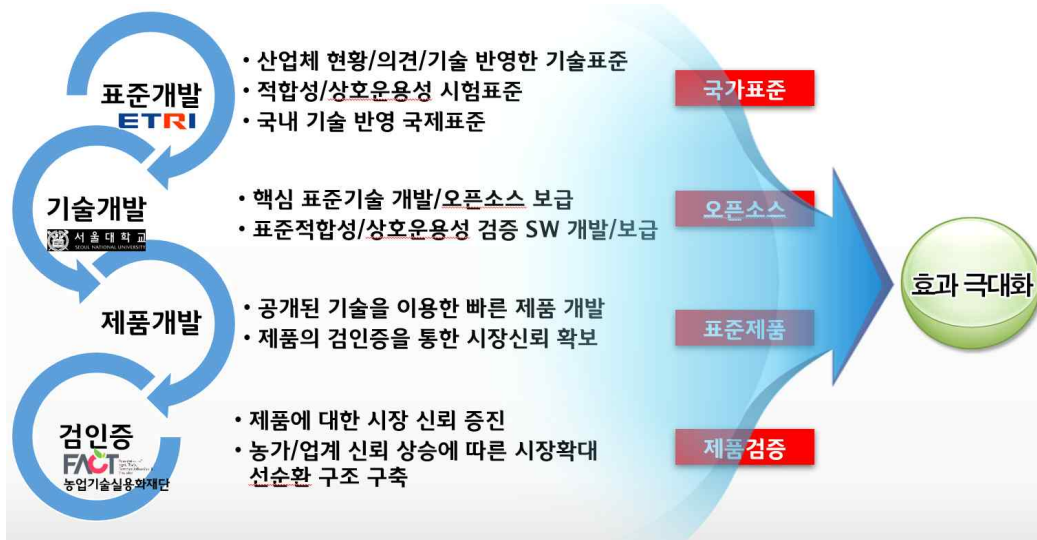


매출	표적시장	창농 초기단계 농가	1ha 이상 시설채소 온실 농가
전체 시장 규모 (*TAM)		11,504 농가/년	4,858 농가
시장 점유율 (Market Share)		10%	10%
객단가 (**AOV)		1만원/월	10만원/월
유효 시장 규모 (***SAM)		138,048,000원/년	582,960,000원/년
시장 규모 산출식		11,504 농가 × 10% × 1만원 × 12개월	4,858 농가 × 10% × 10만원 × 12개월

<온실 생산환경 관리 서비스 시장 규모 산정>

- ※ Total Addressable Market : 전체시장으로 제품/서비스의 카테고리 영역을 포함하는 비즈니스 도메인 크기
- ※ Average Order Value : 고객 1명이 결제하는 평균 금액
- ※ Service Available Market : 유효시장이라고 하며, TAM 내의 기업이 추구하는 비즈니스 시장 규모

- 표준화 발전 정책 제안 : 장기적인 표준화 추진 전략 및 안정적인 과제 필요
  - 표준/기술 보급, 검인증 연계 병행 추진으로 효과적인 표준제품 확산 가능



- 단체표준에서 국가표준까지 소요되는 시간: 평균 2.5년 ~ 3년 소요
- ※ 시설원예 분야 추가 기자재(제어형 구동기 등) 확장 국가표준 개발 등
- ※ 산업체에서 기 개발된 국가표준 기반 제품 개발 시 검정을 위한 시험 표준 및 자체 기능 검증 오픈 소스 개발
- 축산 및 노지 분야의 전기적,물리적인 인터페이스 뿐만 아니라 통신 프로토콜 표준화 병행 필요
- ※ 노지분야 관수 제어 프로토콜 표준화 개발 시급
- 지속적인 표준화를 위한 장기적인 표준화 추진 전략 및 과제 필요

**농업·농촌 및 식품산업 기본법 (2019.07.16. 시행)**

**제36조의2(정보통신기술 융복합 기반의 농업·농촌 및 식품산업 육성)**

② 정부는 농업·농촌 및 식품산업 분야의 육성·발전을 위하여 정보통신기술 표준화에 관한 다음 각 호의 업무를 추진할 수 있다.

1. 국내외 정보통신기술 표준의 조사·연구 및 개발
2. 그 밖에 정보통신기술의 표준화에 필요한 사업

- 스마트팜 전분야에 걸쳐서 단체표준, 국가표준 뿐만 아니라 국제표준화 전략 필요
- 개발된 표준은 서비스 적용을 위해 지속적인 검증 작업을 통해 꾸준한 개정 등 유지보수 작업 필요

※ 패키지 사업 및 여러 과제에 포함된 결과물로 다양한 형태의 표준이 양산될 예정임

※ 기 개발된 표준과 국가표준과의 불일치 발생, 기 개발된 표준들의 개정 및 향후 개발되는 국가표준은 기존에 개발된 국가표준과 일치하는 방향으로 유도

- 표준화는 단기간에 이루어지지 않으므로 선도적으로 표준기반 기능검증 및 오픈소스 체계가 이루어지도록 장기적인 과제 필요 (예, ARC 과제)

**< 별첨 자료 >**

중앙행정기관 요구사항	별첨 자료
1. 농림축산식품 연구개발사업 관련 규정 준수	1) 자체평가의견서
	2) 연구성과 활용계획서

# 자체평가의견서

## 1. 과제현황

		과제번호		320084-1	
사업구분					
연구분야				과제구분	단위
사업명	1세대 스마트 플랜트팜 산업화				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	소규모 단동 온실용 개방형 통합제어시스템 표준화 및 산업화			과제유형	개발
연구개발기관	주식회사 지능, 한국전자통신연구원, 인지시스템, 유비엔, 화성시농업기술센터			연구책임자	박흔동
연구기간 연구개발비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	2020. 7. 3 - 2021. 7. 2	400,000	133,333	533,333
	2차년도				
	3차년도				
	4차년도				
	5차년도				
	계				
참여기업	주식회사 지능, 인지시스템, 유비엔				
상대국			상대국연구개발기관		

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2021.8.30

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
주식회사 지능	대표이사	박흔동

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

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

확 약



## I. 연구개발실적

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

### 1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량)

- 연구 목표인 스마트 온실용 국가 표준 제·개정, 이를 지원하는 센서노드, 구동기노드, 복합환경제어기 제품 개발 모두 달성하였고, 연구 종료 이후 실험포 온실 및 테스트베드 농장에서 운영이 되고 있어 연구를 적절하게 수행하였다고 판단함
- 특히, 연구개발한 복합환경제어시스템 프로그램 소스를 오픈소스로 공개하여 스마트팜 산업의 기술 발전에 이바지 하였음

### 2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : 우수

- 본 연구에서 개발한 센서노드와 구동기노드는 KS 표준을 적용한 제품으로 이기종 스마트팜 회사간에 상호호환성을 높여 개발비용 절감, 사후관리 편의성 증대 등 스마트팜 산업의 경쟁력 강화에 이바지 할 수 있어 파급효과가 크다고 판단함

### 3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : 우수

- 주관기관 지농과 협동기관으로 참여한 인지시스템, 유비엔은 스마트팜 전문기업으로 스마트팜 제품 보급을 핵심사업으로 회사를 운영하고 있음
- 이번 연구를 통해 KS 표준이 적용된 제품을 선제적으로 개발하였으며 향후 스마트팜 혁신밸리, 스마트팜 확산사업 추진시 경쟁사와 비교해 상대우위 요소로 활용 할 수 있음

### 4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : 우수

- 코로나 19로 오프라인 미팅을 자주 하지는 못 하였지만, 이슈 발생시 언택트 미팅을 통해 필요한 실무협의회를 진행하였으며 계획대로 일정을 준수하여 연구를 수행하였음
- 특히, 대부분의 정량적 연구성과를 초과달성하여 연구를 성실하게 수행하였다고 판단함

### 5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : 우수

- 본 연구에서 달성한 연구개발성과는 특허 출원 1건, 프로그램 등록 2건, 기술실시 2건, 제품화 6건, 고용창출 1건, 기술인증 2건, 표준 제안 2건, 학술발표 1건 등으로 대부분의 성과를 조기 달성하였거나 초과 달성하여 성과가 우수하다고 판단함

## II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
○ 소규모 온실용 개방형 통합제어시스템 개발	10	100	○ 오픈소스 기반 소규모 온실용 개방형 통합제어시스템 개발
○ 오픈소스 기반 사업 모델 추진	5	100	○ 스마트팜 복합환경제어시스템 기술공개
○ KS X 3267 표준 개정 제안	10	100	○ KS X 3267의 잠재적 문제점을 보완하고 표준 개정
○ Plug & Play 지원 KS 표준 제정	10	100	○ 센서노드와 구동기노드의 자동인식을 지원하는 신규 국가 표준 제정
○ 표준 제품 검정기준(안) 수립	5	100	○ KS X 3267 통신 표준 적합성 가이드를 제정하여 실용화재단에서 검정업무에 활용중
○ 표준기반 확장형 센서노드 개발 및 제품화	10	100	○ 표준기반 확장형 센서노드 개발 및 제품화
○ 표준기반 구동기노드를 개발하고 제품화	10	100	○ 표준기반 모터용 정역제어 및 ON/OFF형 구동기노드를 개발하고 제품화
○ 국가 표준기반 경량 센서노드 개발	10	100	○ 소규모 단동 온실에 적용 가능한 소형 및 범용성의 센서노드, 구동기노드 개발
○ 국가 표준기반 구동기노드 개발	10	100	○ KS 표준기반으로 제품을 개발하여 상호 운용이 가능한 호환성 강화
○ KS 표준 기자재 실증	10	100	○ 주관 및 협동기관에서 개발한 제품을 테스트베드 온실에서 실증
○ 지능형 관수모델 알고리즘 실증	10	100	○ 지능형 관수모델을 지능의 FarmOS에서 실증
합계	100점	100%	



### III. 종합의견

#### 1. 연구개발결과에 대한 종합의견

- 2018년 제정된 스마트팜 표준의 문제점을 분석하여 기능과 사용성이 보완된 개정 표준을 개발하여 제안하였음
- 또한, 현장에서 스마트팜 제품 설치시 유용하게 사용할 수 있는 Plug&Play 기술을 적용할 수 있는 신규 표준을 제정하여 제안하였음
- 이들 표준을 반영하여 기존에 기업들이 보유한 비표준 센서노드, 구동기노드, 복합환경제어기를 신규 제·개정 표준으로 업그레이드하여 개발하고 실증하는데 성공하였음
- 연구 계획 수립시 설정한 연구 목표를 적절하게 달성하였음

#### 2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

“해당사항 없음”

#### 3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

- KS 표준을 반영한 스마트팜 제품 개발 및 확대로 국내 스마트팜 산업이 한 단계 도약하는데 초석이 되었다고 판단함
- 향후 KS 표준 적용 스마트팜 제품을 핵심 제품군으로 육성하여 품질 경쟁력을 높이고 스마트팜을 운영하는 농업인들이 보다 편리하고 효율적으로 첨단과학기술을 영농에 활용하도록 지원하겠음

### IV. 보안성 검토

“해당사항 없음”



### 3. 연구목표 대비 성과

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과 목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화				기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		표준 제· 개정 제안
	특허 출원	특허 등록	프로그 램 등록	S M A R T	건 수	기술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출		투 자 유 치	논문				학 술 발 표	정 책 활 용	
											SCI		비 SCI	논 문 평 관 I F					
단위	건	건	건	건	건	백 만 원	건	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	명	건	건		
가중치	10		20		20		10	5	5					10					20
최종 목표	1		2		2		4	300	30	1	2			2					2
당해 년도	목표	1		2		2	4							1					2
	실적	2		2		2	6			1	2			1					2
달성률 (%)	200		100		100		150			100 (조 기)	100 (조 기)			100					100

### 4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	KS 표준을 적용한 센서노드
②	KS 표준을 적용한 구동기노드
③	KS 표준을 적용한 복합환경제어기

### 5. 연구결과별 기술적 수준

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

\* 각 해당란에 v 표시

### 6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	KS 표준 센서노드를 회사의 주력 제품군으로 육성하여 사업 확대
②의 기술	KS 표준 구동기노드를 회사의 주력 제품군으로 육성하여 사업 확대
③의 기술	KS 표준 기자재간 상호 연동을 쉽게 설정할 수 있도록 지원하는 미들웨어 기술을 기반으로 이기종 스마트팜 회사와 파트너십을 강화하고 이를 통해 시장 선도

7. 연구종료 후 성과창출 계획

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과 목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화				기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		표준 제· 개정 제안
	특허 출원	특허 등록	프로그램 등록	S M A R T 평 가 제 도	건 수	기술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출		투 자 유 치	논문				학 술 발 표	정 책 활 용	
											SCI		비 SCI	논 문 평 균 I F					
단위	건	건	건	건	건	건	백만원	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	명	건	건		
가중치	10		20		20		10	5	5					10				20	
최종목표	1		2		2		4	300	30	1	2			2				2	
연구기간내 달성실적	2		2		2		6			1	2			1				2	
연구종료후 성과창출 계획								300	30					1					

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술명 <sup>1)</sup>	센서 및 센서노드		
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input checked="" type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	980천원
이전방식 <sup>2)</sup>	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input checked="" type="checkbox"/> 기타(자체 실시)		
이전소요기간	해당사항 없음	실용화예상시기 <sup>3)</sup>	2021년
기술이전시 선행조건 <sup>4)</sup>	해당사항 없음		

핵심기술명 <sup>1)</sup>	국가 표준 기반 경량 토양 환경 측정용 센서노드 등		
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input checked="" type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	700천원
이전방식 <sup>2)</sup>	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input checked="" type="checkbox"/> 기타(자체 실시)		
이전소요기간	해당사항 없음	실용화예상시기 <sup>3)</sup>	2021년
기술이전시 선행조건 <sup>4)</sup>	해당사항 없음		

#### 주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 1세대 스마트 플랜트팜 산업화 사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 1세대 스마트 플랜트팜 산업화 사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.