

319028-01

표준기반

시설과수적용

ICT

패키지

통합운영시스템

산업화

2020

농림식품기술기획평가원

농림축산식품부

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

1세대 스마트 플랜트팜 산업화 2020년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003222-01

표준기반 시설과수 적용 ICT 패키지 통합운영시스템 산업화

2020. 7. 31.

주관연구기관 / 주식회사 지능
협동연구기관 / 코리아디지털(주)
협동연구기관 / 화성시농업기술센터

농림축산식품부
농림식품기술기획평가원

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “표준기반 시설과수 적용 ICT 패키지 통합운영시스템 산업화”(개발기간 : 2019. 1. 22 ~ 2020. 1. 21)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2020. 7. 31

주관연구기관명 : 주식회사 지농
협동연구기관명 : 코리아디지털(주)
협동연구기관명 : 화성시농업기술센터

(대표자) 박 혼 (인)
(대표자) 김 중 빈 (인)
(대표자) 이 명 차 (인)



주관연구책임자 : 이 세 용
협동연구책임자 : 김 봉 민
협동연구책임자 : 최 재 연

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

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<p>시설포도와 다양한 시설과수에 적용할 수 있는 KS표준 기반 ICT 기자재 제품화 및 이중 장비간 호환 및 확장이 용이한 패키지 통합운영시스템 연구개발</p>				
<p>연구개발성과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 표준 기반 시설과수 적용 ICT 기자재 고도화(1협동 - 코리아디지털(주)) <ul style="list-style-type: none"> - 11종* 센서연결 가능한 KS X 3266 표준 적용 센서노드 개발 <ul style="list-style-type: none"> * 온도, 지온, CO2, 토양수분, 유량계, 온습도, 일사, 풍향, 풍속, 강우감지 - 4종** 구동기 연결 가능한 KS X 3266 표준 적용 제어노드 개발 <ul style="list-style-type: none"> ** 천창, 측창, 관수모터, 관수밸브 - 농업기술실용화 재단에서 추진하는 스마트팜 기자재 검인증 획득 ○ 표준 적용 기자재를 활용한 패키지 통합운영시스템 산업화(주관 - 주식회사 지농) <ul style="list-style-type: none"> - 1협동(코리아디지털(주))에서 개발하는 기자재와 연동하기 위한 프로그램 개발 - 회원가입, 사용자 인증(로그인) 후 장비관리 기능을 통해 기자재를 연결하면 즉시 데이터 수집이 가능하게 기자재 연동 서비스 개발 - 천창, 측창, 관수기 등 구동기를 원격에서 제어하기 위한 모듈 개발 - 2협동(화성시 농업기술센터)에서 연구하는 관수제어 알고리즘을 반영한 지능 제어 프로그램 구현 ○ 표준 기반 ICT 기자재 현장 실증 및 고품질 포도 생산을 위한 최적 관수 알고리즘 고도화(2협동 - 화성시 농업기술센터) <ul style="list-style-type: none"> - KS 표준 기반 기자재 현장 실증 위한 테스트베드 구축 : 포도 실증시범포 1개소, 현지 포도 재배 농가 2개소 - 생육단계별 자동 관개 시스템 알고리즘을 집중 개선하여 효율적인 물 관리를 통한 포도 최적 생육모델을 개발 				
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 스마트팜 기자재 KS 표준 조기 정착 및 구동기, 센서 등 기기간 상호호환성 향상 ○ 스마트팜 도입을 꺼리는 이유(비표준화, A/S 미흡, 고가격, 활용성 미흡) 대폭 완화 ○ 표준이 적용된 스마트팜 ICT 기자재로 소모품 교체, 대체품 구매 등 사후관리 및 유지보수 효율화 ○ 스마트팜 보급, 확산 가속화로 데이터 기반의 과학영농 토대 강화 				
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	스마트팜	표준	센서	제어기	시설과수
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	SmartFarm	Standard	Sensor	Controller	Fruit protected cultivation

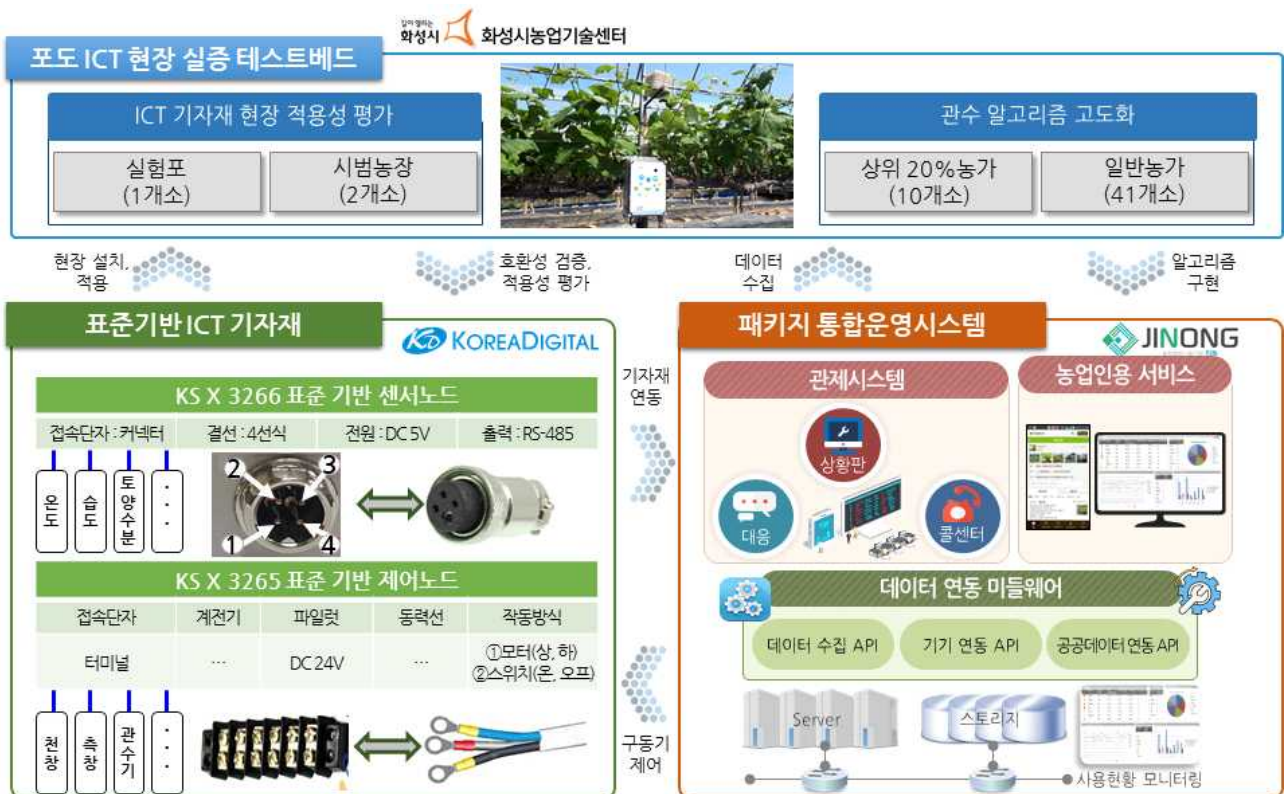
< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	1
2. 연구수행 내용 및 결과	36
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	79
4. 연구결과의 활용 계획 등	85
붙임. 참고 문헌	88

1. 연구개발과제의 개요

1-1. 연구개발 목적

- 본 연구의 목적은 2019년 12월 제정한 KS 표준을 적용한 스마트팜 기자재를 개발하고 농업 현장에서 적용성을 평가하는 것임
- 특히, 시설포도와 다양한 시설과수에 적용할 수 있는 KS표준 기반 센서노드, 구동기노드 15종을 제품화하는 것을 주된 목적으로 하고 있음
- 이번 연구개발을 통해 스마트팜 구동기와 센서 KS 표준에서 시설과수 재배에 최적화된 인터페이스를 구현하고 조기에 상업화하여 표준의 목적인 호환성을 높이고자 하였음
- 또한, 이종 회사 장비간 호환 및 확장이 용이한 패키지 통합운영시스템을 고도화하여 산업화 기반을 구축하고자 하였음
- 연구 영역은 표준 기반 ICT 기자재 개발, 패키지 통합운영시스템 개발, 포도 ICT 현장 실증 테스트로 구분되어 있으며 세부적인 역할 분담은 아래와 같음
 - 주관-1협동 : KS 표준 기자재 연동, 인터넷을 통한 구동기 원격제어
 - 주관-2협동 : 연구 및 관제를 위한 데이터 수집, 관수 알고리즘 프로그램 로직 구현
 - 1협동-2협동 : ICT 기자재 현장 설치 및 적용, 호환성 검증, 적용성 평가






<목표시스템 구성도>

1-2. 연구개발의 필요성

가. 연구개발 배경

○ 스마트팜 확산 추진

- 정부는 2014년부터 스마트팜 본격 확산 추진 중
- 문재인 정부 국정운영 5개년 계획 전략Ⅱ 83번 과제에 포함 (지속가능한 농식품 산업 기반조성 (스마트 농업))
- 농식품부는 제5차 경제관계장관회의에서 혁신성장 핵심 선도과제 중 하나로 “스마트팜 확산 방안”을 관계부처와 함께 발표
- 2022년까지 7,000ha, 5,750호까지 확대(2017년 현재 시설원예 4,010ha, 축사 790호) 하는 정책 목표 제시

비전	스마트팜에서 커가는 혁신농업의 미래			
목표	<ul style="list-style-type: none"> ◇ (농가보급) 22년까지 스마트팜 7,000ha, 축사 5,750호 ◇ (혁신거점) 22년까지 「스마트팜 혁신밸리」 4개소 구축 			
전략	<p>스마트팜 성공모델 확산으로 농업 혁신동력 창출</p> <table border="1"> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> ▷ 기존농가 ▷ 농업 ▷ 개별농가(법인) </td> <td>  </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 기존농가 + 청년 창업농 농업 + 전후방 산업 개별농가 + 혁신거점 </td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> ① 청년 창업생태계 + 산업 인프라 → 스마트팜 확산 ② 확산 거점 → 인력·기술 결합 혁신모델 창출 ③ 혁신 모델 → 신품목 발굴, 신시장 개척 	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 기존농가 ▷ 농업 ▷ 개별농가(법인) 		<ul style="list-style-type: none"> 기존농가 + 청년 창업농 농업 + 전후방 산업 개별농가 + 혁신거점
<ul style="list-style-type: none"> ▷ 기존농가 ▷ 농업 ▷ 개별농가(법인) 		<ul style="list-style-type: none"> 기존농가 + 청년 창업농 농업 + 전후방 산업 개별농가 + 혁신거점 		
추진 과제	<p>① 스마트팜 청년 창업생태계 조성</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 스마트팜 청년 창업보육 및 임대형 스마트팜 도입 ② 창업 자금과 농지 지원 및 실패에 대한 안전망 강화 <p>② 스마트팜 산업인프라 구축</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 스마트팜 실증단지 구축 및 R&D 체계화 ② 빅데이터 수집·활용 체계화 및 기자재·통신 표준화 ③ 전문인력 양성 ④ 시장·품목 다변화 <p>③ 확산 거점으로서 스마트팜 혁신밸리 조성</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 스마트팜 혁신밸리 사업계획 공모·선정 ② 스마트팜 혁신밸리 구축 추진 			

<스마트팜 확산 방안 (농림축산식품부·관계부처 합동, 2018. 4.)>

○ ICT 기반 한국형 스마트 팜 기술개발 로드맵

- 농업의 4차산업 기술혁신 시대를 맞아 농축산 ICT기자재 표준 개발의 중요성 지속 증대
- 농촌진흥청, 농업기술실용화재단, 한국전자통신연구원 중심으로 스마트팜 단체·국가·국제 표준 제정 추진 중

구분		2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년
센서 / 센싱 시스템	센서 시스템	보급형 표준 센서 인터페이스		첨단센서 및 제어 수용형 센서 시스템			
	환경 센서	보급형 기본센서 국산화 및 교정 체계 마련 (온·습도, 광, CO ₂)		고성능 센서 국산화			
	양액 센서	다량원소 검출 센서 국산화				미량원소 검출센서 국산화	
	병해 센서	영상기반 병해 진단 센서 기술 개발		보급형 병해 감지 센서 기술			
	생육 센서	2D/3D기반 생육 센서 기술			엽면적, 엽온/엽색, 스트레스, 수확기 판단 등 측정 센서 기술		
	실증				개발된 센서의 현장 실증 연구		
ICT 융합 기기	시설 제어기	단순/복합형 시설을 위한 저가·보급형 기기		첨단형 시설 고신뢰 통합 제어기기			
	통합 제어기	양액기, 보일러, 모터 등 보급, 개방형 중앙 제어 기술 플랫폼 기반 하이브리드(중앙/분산) 제어 기술				광역 무인 자동화 기술 데이터센터 기반 스마트팜 플랫폼	
	제어 및 관리 SW	IoT 클라우드 기반 장치 관리·제어 및 데이터 수집용 SW 개방형 작물생육 통합관리 SW				농업 SLA 기술 스마트팜 제어기 OS 및 저작도구 개발	
	실증				개발된 기자재의 현장 실증 연구		
첨단 재배 장치	스마트 배지	친환경 양액 배지 개발		나노 캡슐 기반 비료 성분 자동 조절 기술			
	양액관리 시스템	자동양액처방시스템 양액 회수 시스템		수분생리에 기반한 양수분관리시스템			
	스마트 재배 시스템	보온/냉각, CO ₂ , 양액 및 수분, 보광 등이 반영된 통합 활용 재배시스템 구축				보급형 첨단 스마트베드 기술	
표준 및 인증	표준	센서, 센서 시스템, ICT융합기기 표준화		재배장치 및 에너지 융합기기 표준화			
	인증	센서, 융합기기 시험 및 인증 규격 개발		지역 특화 공인 인증 센터 선정 및 지원 첨단 재배 및 에너지 관련 시험 및 인증 규격 개발			
	테스트 베드	호환성 시험 체계 구축 및 스마트팜 표준 ICT 교육 프로그램 개발		기업, 농가, 학생 등 교육을 통한 현장 보급			

<ICT 기반 한국형 스마트 팜 기술개발 로드맵 (농림축산식품부, 2015. 12.)>

나. 연구개발 필요성

○ 스마트팜 운영 농업인 현장 애로사항

- 농촌진흥청 주관으로 「스마트팜 빅데이터 활용 생산성 향상 모델 발표회 및 발전방안 간담회」 개최하여 농업인, 스마트팜 기업체, 협회 관계자 등 150여 명이 참석한 가운데 스마트팜 운영 현장 애로사항, 향후 발전 방안 등 논의(2018.12.20.)
- 스마트팜을 운영하고 있는 농업인들은 기자재의 비표준화로 인한 낮은 호환성, 기자재의 낮은 품질로 인한 활용도 저하를 사용상 애로사항으로 꼽고 있음



<스마트팜 빅데이터 활용 생산성 향상 모델 발표회 및 발전방안 간담회 행사 사진>



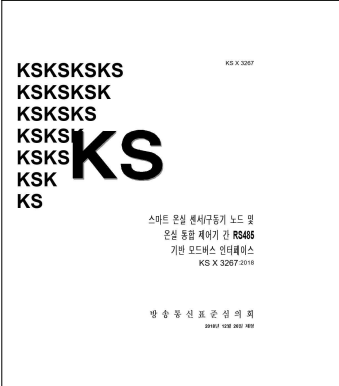
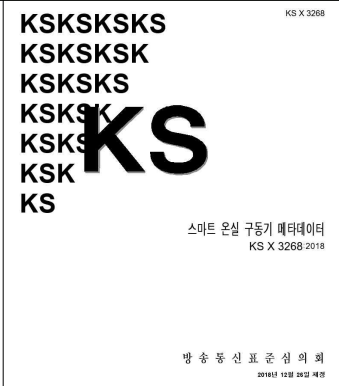

충청북도 한백베리 한현수 대표 건의사항	충청남도 주한호 대표 건의사항
<p>○애로사항</p> <ul style="list-style-type: none"> - 업체 회사들끼리 연계가 안 됨. 회사마다 각 제품의 품질은 제각각이라 필요한 제품들로 골라서 설치를 하려고 해도 제품 연동이 되지 않아 한 회사에 울며 겨자 먹기로 다 사야하고, 자기네 회사 제품이 아니면 프로그램 자체가 맞지 않아 새로 하나 설치하려면 기존에 갖고 있던 타 업체 제품과 맞지 않아서 그 회사 제품으로 다시 사야하므로 돈이 이중으로 듦 <p>○발전방안</p> <ul style="list-style-type: none"> - 다른 회사 제품끼리도 서로 연계해서 쓸 수 있으면 좋겠음. 설치 회사들의 미비한 점이 많은 것도 개선되어야 할 뿐만 아니라 부작용에 대해서도 많은 연구가 필요하다고 봄. 	<p>○애로사항</p> <ul style="list-style-type: none"> - 편리함과 효율성은 우수하나 제어기술력이 뒷받침 되어야 함 - 스마트팜 설치 기기의 표준화 - 농가마다 기기가 달라 의견 공유가 어려움 - 컴퓨터 활용능력이나 스마트팜 제어기술(활용능력) 부족 <p>○발전방안</p> <ul style="list-style-type: none"> - 스마트팜 기기 및 관리기술에 대한 체계적 교육이 필요함 - 스마트팜 도입 전이나 도입 후에도 활용능력 배양을 위한 주기적인 교육 필요

<스마트팜 빅데이터 활용 생산성 향상 모델 발표회 및 발전방안 간담회 농업인 의견 발취>

○ 스마트팜 표준화 현황

- 2015~2016년 스마트온실 ICT 핵심부품 및 기기 *25종을 단체표준(한국정보통신기술협회)으로 제정
 - * 센서 13종(2016년 6월), 구동기 9종(2015년 12월), 복합기 3종(2016년 12월)
- 농림축산식품부와 농촌진흥청은 이 중 스마트팜 기자재 22종을 2건의 KS 국가표준으로 등록(2018년 12월)
- 상기 표준에서는 스마트팜에서 활용되는 구동기(천·측창, 관수 등의 구동기 9종)와

- 센서(온도, 습도, 토양 함수율 등 13종)의 기계·전기적 연결 규격 등을 정의하고 있음
- 한국전자통신연구원에서도 센서, 구동기, 제어기 등 스마트팜 핵심 부품간의 통신에 적용되는 3건의 표준을 KS 국가표준으로 등록(2018년 12월)
 - 상기 표준에서는 통신 프로토콜, 데이터 규격 등 통신규격을 정의하고 있음

구분	원안작성	제정 표준		
HW (물리 규격)	농촌 진흥청	KS X 3265 스마트 온실을 위한 구동 기 인터페이스	KS X 3266 스마트 온실을 위한 센서 인터페이스	
				
SW (통신 규격)	한국 전자통신 연구원	KS X 3267 스마트 온실 센서/구동기 노드 및 온실 통합 제어기 간 RS485 기반 모드버스 인터페이스	KS X 3268 스마트 온실 구동기 메타 데이터	KS X 3269 스마트 온실 센서 메타데 이터
				

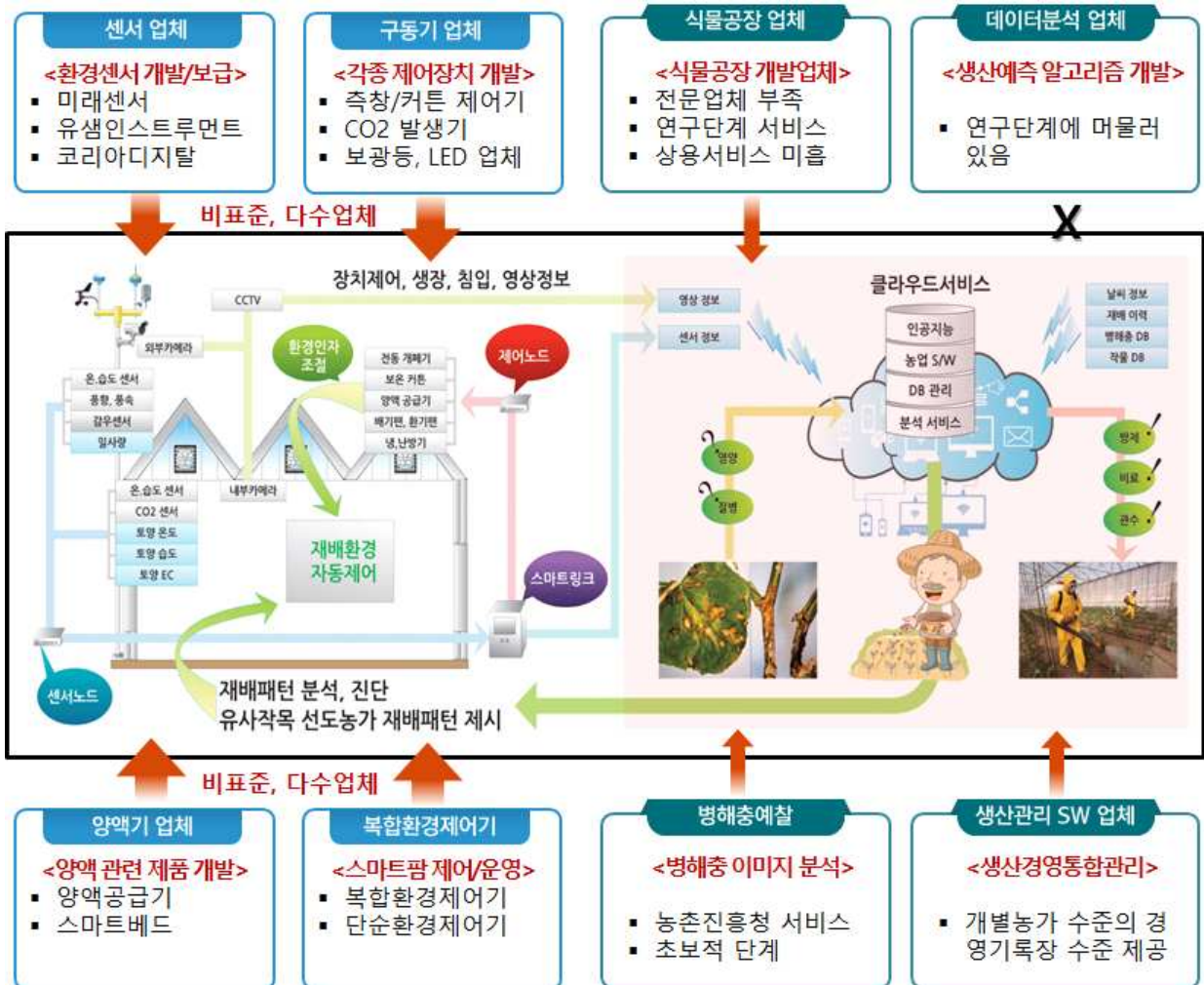
<스마트 온실 국가표준 제정 현황 (2018.12.26.)>

- 최근 제정된 스마트 온실 KS 표준의 최적화 모델 개발과 상업화
 - 구동기 인터페이스 관련 KS 표준(KS X 3265)에서 정의한 바에 따르면 840종의 인터페이스를 구성할 수 있으며, 이는 현재 시중에 출시되는 거의 모든 제품을 망라하고 있음
 - 같은 맥락에서 센서 인터페이스 관련 KS표준(KS X 3266)에서도 240종의 인터페이스를 구성할 수 있어, 국내 제품은 물론 해외에서 수입한 제품도 KS에 부합되고 있음
 - 이는 스마트팜 기자재 제조기업들이 현재 출시된 모든 제품이 KS 표준을 준수하는 것으로 오해할 수 있고, 이런 환경에서 제품 간 호환은 거의 불가능한 수준임
 - 금번 연구개발은 이미 제정된 구동기와 센서 인터페이스 관련 KS 표준에서 시설과수 재배에 최적화한 인터페이스를 구현하고 조기에 상업화하여 표준의 목적인 호환성을 이끌어 가야 할 것임

다. 국내 기술 수준 및 시장 현황

1) 기술현황

○ 스마트팜 생태계



<상용소프트웨어백서 중 농업분과, 2017, 박훈동 외>

○ (국내 원예 SW 분야 생태계) 스마트팜 온실, 노지, 식물공장 등을 운영하기 위해 필요한 요소 기술인 센서와 구동기, 양액기 등은 매우 많은 업체들이 난립되어 있지만 대부분 영세한 상태로 비표준화, 비인증된 제품으로 인한 서비스의 한계가 발생하고 있음

- 센싱된 데이터의 분석을 통한 생산성 효율화, 경영지원을 위한 데이터 기반 소프트웨어 산업은 아직 초기단계로 집중 투자가 필요한 상황임
- 반면, 센서업체와 구동기 업체, 복합환경제어기 업체들은 비표준화된 각자의 제품으로 현장에 적용되고 있어 제품간 호환, 교체 등이 어려운 상태로 스마트팜 확산에 제약 요인이 되고 있어 제품에 대한 표준화와 검인증 제도의 도입이 시급한 실정임

○ 스마트 센서 제조기술의 취약

- 스마트팜 환경에 최적화 센서 제조기술 부재 (예 : CO2 센서를 실내공기질 측정용 사용으로 고습환경에서 경시변화가 심함)
- 방수필터가 없는 습도센서 사용으로 FOG 발생 및 농약 분무에 취약함
- 아날로그 출력 타입의 센서를 사용함으로 자기진단 기능 등 스마트 센서 기능 구현이 어려움

○ 외부 기상장비 관련 표준의 문제점

- 외부 기상관측 관련 KS 표준(기상청)이 존재하지만, 스마트팜에서 외부기상 센서에 낮은 기술규격으로 KS 표준(농식품부)을 제정하여 품질을 떨어뜨리고 있음
- 현재 국내에서 사용하는 스마트 농업분야에 외부 기상장비는 저가용 수입품 사용이 만연하고, 제품의 장기적 신뢰성이 취약함

2) 시장현황

○ ICT 융복합 농업과 관련한 시장으로는 스마트팜, 식물공장, 지능형 농작업기를 들 수 있음

- 2012년 기준 지능형 농작업기, 정밀농업용 생산시스템 등 농업생산자동화, 시장규모는 약 24,295억 원이며 연평균 성장률은 14.5%로 2016년 약 41,699억 원으로 추정

○ 첨단농업의 시장규모: ('12) 24,295억원 ⇒ ('16) 41,699

○ 중소기업청에 따르면, 2012년 기준, 스마트팜은 ICT 융복합 농업 분야에서 가장 높은 시장규모이며, 2012년 13,378억원에서 2016년 17,340억원으로 연 평균 6.7% 시장규모가 증가할 것으로 전망됨 (중소기업청, 2013)

[국내 스마트팜, 식물공장, 지능형 농작업기 시장규모 (단위: 억원)]

구 분	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	CAGR(%)
생산시스템(스마트팜)	13,378	14,274	15,231	16,251	17,340	6.7
식물공장	500	767	1,175	1,800	2,759	53.3
지능형 농작업기	10,417	12,500	15,000	18,000	21,600	20.0
합 계	24,295	27,541	31,406	36,051	41,699	14.5

※ World Agricultural Equipment(2011), 중소기업청 재정리(2013), 2014년 이후 자료는 추정치임.

○ 공급자 중심의 시장형성

- 스마트팜 복합제어장치 제조업체 및 시공업체에서 자신이 설치한 장비에 농업인이 임의로 타사 제품을 추가 설치할 경우, 사후관리의 문제를 내세워 원천봉쇄하고 있음

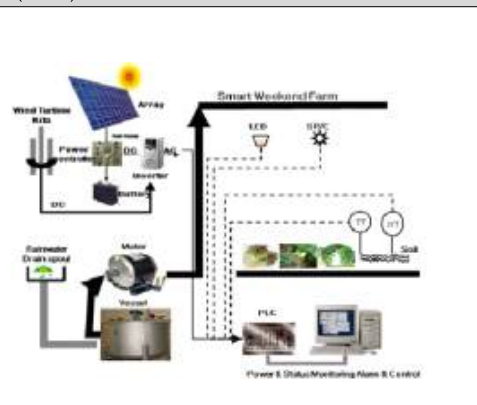
3) 경쟁기관현황



- 코리아디지털(주)는 200여 종 센서를 개발하여 국내 최다품종 센서 전문제조기업으로 당사에서 개발한 11종의 스마트팜 전용 센서를 국내 관련기업에 공급하고 있음
- 당사에서 개발한 팜스큐브(FARMSCUBE : 스마트팜 복합환경제어 시스템)을 농가에 보급함으로써 복합환경제어 시스템 제조하는 업체와 경쟁관계에 있지만, 당사의 스마트팜 전용 센서는 가성비가 높아 경쟁업체에서도 당사 센서를 활용하고 있음

4) 지식재산권현황

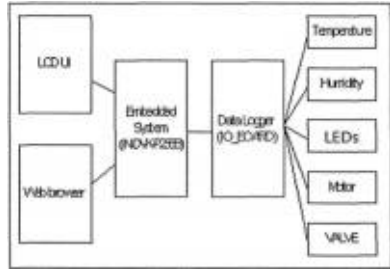

- 농업·IT 기술 기술영역에 대한 특허 출원은 해외가 활발한 반면, 핵심적인 기술을 포함하는 특허는 국내에 존재하므로, 해외대비 국내 지재권의 상대적 수준은 상당부분 높음
- 국내 중소기업의 특허 출원은 정부 R&D 자금으로 국내에만 출원하여, 중국과 인도의 CopyCat 들이 먼저 상품화하여 시장에 진출하거나 파생특허로 무장하고 있음

[스마트팜]

황두홍 (2010) 저탄소 녹색산업을 위한 스마트 팜 시스템에 관한 연구		
Keywords		<ul style="list-style-type: none"> · 지능형 식물재배농장 IT 융합기술 응용방안 및 효과규명 -녹색산업정책을 위한 국내외 스마트팜 기술 분석 -스마트팜에 접목가능한 IT 기술과 방안 -IT기술을 접목한 스마트팜 시스템 효과 및 개선 방안 -기술,경제,산업적 기대효과
<ul style="list-style-type: none"> · Green · Smart Farm · Information technology · Simulator · PLC 		
조규정 (2015) 온실 ICT 기술 적용 실태조사 및 랙피니언천장 내재해 단동 온실 설계		
Keywords	-	<ul style="list-style-type: none"> · 스마트 온실 기술 적용 실태와 문제점 파악 및 ICT 기술 적용을 위한 온실 구조 장애요인 개선 -ICT 기술 적용 실태 조사 -내재해 단동온실 설계 방향 제시
<ul style="list-style-type: none"> · 온실 · 랙피니언천장 · 내재해 단동온실 · ICT 		
이지용 (2014) 농업 ICT 융합기술 동향 및 발전 방향		
Keywords	-	<ul style="list-style-type: none"> · 농업 ICT 융합기술 개념과 국내·외 농업 ICT 융합 관련정책 및 연구동향 검토 -국내외 농업 ICT 융합 정책 동향 분석 -국내외 농업 ICT 융합기술 개발 동향 분석
<ul style="list-style-type: none"> · 농업 · ICT · 연구 동향 · 발전 방향 		
정승권 (2014) 지능형 경작관리를 위한 스마트팜 기술 개발		

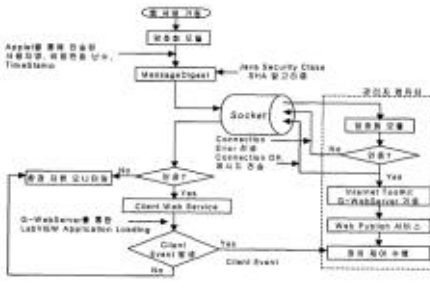
<p>Keywords</p> <ul style="list-style-type: none"> · 스마트팜 · 지능형 경작관리 · 팜패드 		<ul style="list-style-type: none"> · 스마트팜 기술 개발 연구 동향 조사 -국내·외 스마트팜 적용 기술 개발 관련 동향
<p>황성일 (2015) 수경인삼 식물공장 사례를 통한 ICT 기반 스마트팜 팩토리 시스템</p>		
<p>Keywords</p> <ul style="list-style-type: none"> · Smart Farm Factory · ICT · Plant factory · Hydroponic ginseng · Platform 		<ul style="list-style-type: none"> · 기존 식물공장과 수경인삼 식물공장의 분석 및 제안 기술 적용을 위한 스마트팜 팩토리 시스템의 향후 과제 분석 -기존 식물공장과 수경인삼 재배용 식물공장 비교 분석 -USN기술의 스마트팜 팩토리 적용

[모니터링 및 제어]

<p>김중만 (2011) 실시간 온실환경 조절을 위한 복합모니터링시스템</p>		
<p>Keyword</p> <ul style="list-style-type: none"> · Composite Monitoring system · Multi sensors · Physiological activity of sprouts 	 <p style="text-align: center;">임베디드 제어시스템의 전체 블록도</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 수분의 최적제어 및 인공광원 시스템의 설계 - 최적 지능 모니터링 프로그램 구현 - LED별 특성실험 통한 가능성 입증
<p>주희동 (2008) u-IT 기반의 정밀농업을 위한 수확량 모니터링 시스템 설계</p>		
<p>Keyword</p> <ul style="list-style-type: none"> · u-IT · RFID · USN · Greenhouse environment monitoring 		<ul style="list-style-type: none"> · 작물재배 및 수확을 위한 농산물 수확량 모니터링 시스템의 설계 - 환경정보를 RFID와 USN기술을 통해 실시간 모니터링
<p>이영동 (2013) 무선센서네트워크 기반 온실환경 모니터링 시스템 구현</p>		

Keywords	 <p>시스템 모니터링 및 제어 구성도</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 무선 센서 네트워크 기반 온실 환경 모니터링 시스템 설계
<ul style="list-style-type: none"> · Wireless sensor network · Greenhouse environment monitoring · Remote control · Integrated management system 		

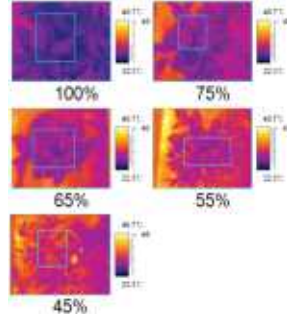
서정희 (2003) LabView를 이용한 실시간 온실 모니터링 및 원격 제어

Keywords	 <p>모니터링 및 원격 제어의 흐름도</p>	<ul style="list-style-type: none"> · LabView를 이용한 모니터링 및 원격 제어 시스템 설계 -다양한 언어로 구성된 모듈의 단점 극복위한 LabView 그래픽 언어 적용
<ul style="list-style-type: none"> · Automation control · real-time monitoring · web control · multimedia data processing 		

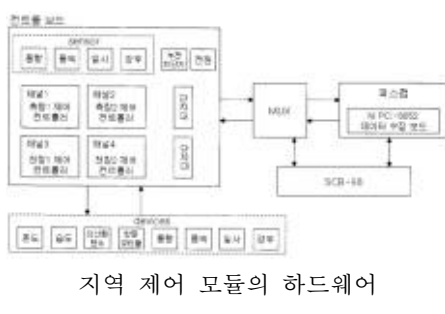
Kyeong Ah Ahn (2015) Data analysis of a multi-climate controller in tomato greenhouse production and the implications of ICT convergence: The TOMGRO model

Keywords		<ul style="list-style-type: none"> · multi-climate control system을 통한 온실 내 토마토 성장모델 평가 -줄기 신장율에 대한 평균대기 온도 및 이산화탄소 농도의 영향성 평가
<ul style="list-style-type: none"> · 기상 복합 조절기 · 토마토 온실 · TOMGRO · ICT 융합 		


J.Y. Kim (2015) Measurement of photosynthetic response to plant water stress using a multi-model sensing system

Keywords		<ul style="list-style-type: none"> · 광합성 속도에 있어서 가스 교환 시스템을 이용한 수분 스트레스의 비교 -작물 수분 스트레스에 따른 광합성 속도 측정 -Spectral sensor 이용한 Canopy 반사도 측정 · 분석 -Thermal imager 이용한 Canopy 온도 측정
<ul style="list-style-type: none"> · Apple trees · Leaves · Measurement · Sensors · Spectral analysis · Temperature · Water stress 		

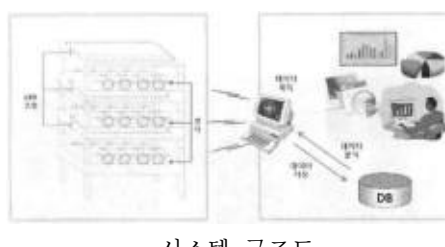
서정희 (2008) 온실환경 데이터의 효과적인 모바일 모니터링 시스템 구현

<p>Keyword</p>	 <p>지역 제어 모듈의 하드웨어</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 온실 환경 데이터 모니터링 시스템 구현 - 무선 모바일 어플리케이션 연동 - 웹기반 모니터링 및 제어
----------------	---	--

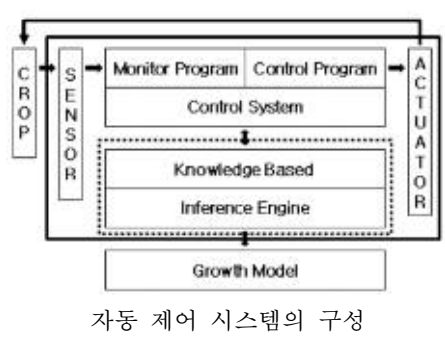
김순용 (2014) IoT 센서기반 온실천창 제어 시스템 설계

<p>Keywords</p>	 <p>센서를 이용한 천창자동화 시스템</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 자동화 시스템 · 작물성장 환경 · 압력센서 · 강우센서 <ul style="list-style-type: none"> · 센서를 이용한 온실천창의 자동화 시스템 설계
-----------------	---	---

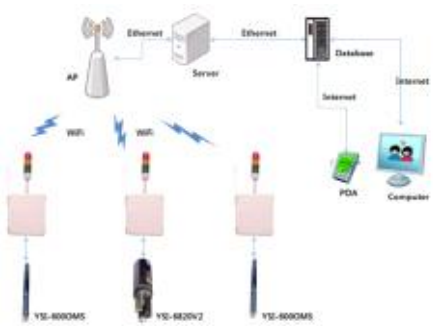
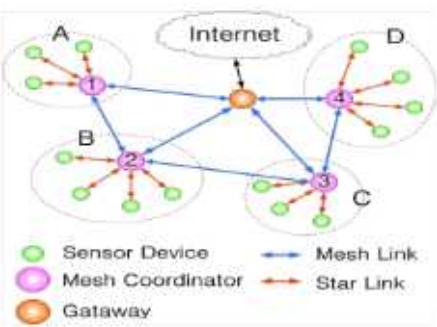

김보경 (2010) 센서네트워크를 이용한 인공광 이용형 유비쿼터스 식물공장 모니터링 시스템 테스트 베드 구축

<p>Keywords</p>	 <p>시스템 구조도</p>	<ul style="list-style-type: none"> · USN 기반 인공 광 이용형 식물공장의 모니터링 시스템 개발 -환경정보-조도, 온·습도의 주기적 실시간 모니터링 -데이터베이스화를 통한 최적 성장 조건 분석
-----------------	--	---

서광규 (2011) 유비쿼터스 식물공장의 통합환경관리를 위한 적응형 뉴로-퍼지 추론시스템 기반의 자동제어시스템 설계

<p>Keywords</p>	 <p>자동 제어 시스템의 구성</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 유비쿼터스 식물공장의 센서 네트워크 구성 -환경 변화 추론을 위한 적응형 뉴로-퍼지 추론 시스템 적용 -식물공장 재배 환경 제어 체계 설계
-----------------	--	---

예성빈 (2012) 컴포넌트 기반 환경정보모니터링시스템 개발

Keywords	 <p style="text-align: center;">환경정보모니터링시스템</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 효율적 컴포넌트 기반 환경 정보 모니터링시스템 제안 -센서 노드에서 실시간 정보수집
임혁진 (2008) 유비쿼터스 그린 하우스를 위한 무선 메쉬 네트워크 성능분석		
Keywords	 <p style="text-align: center;"> ● Sensor Device — Mesh Link ● Mesh Coordinator — Star Link ● Gateway </p>	<ul style="list-style-type: none"> · 유비쿼터스 센서 네트워크를 이용한 유비쿼터스 그린하우스 제안 -다중 경로를 통한 데이터 전송 안정성 개선
이명훈 (2009) 유비쿼터스 농업에서의 온실 환경 통합관리 시스템		
Keyword	 <p style="text-align: center;">온실 환경 정보 제공 동작 프로세스</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 유비쿼터스 농업환경을 위한 통합관리 시스템 개발 -온실 내 환경 특성 측정 위한 센서 네트워크 구성 -온실 제어를 위한 온실 환경 모니터링 시스템 제안
김영웅 (2011) 작물성장환경 모니터링을 위한 무선 가스 자동측정 및 인식 시스템 구현		

Keywords	<p style="text-align: center;">가스 측정 시스템 구성</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 작물 성장환경 요소 및 휘발성 유기화합물 가스 등의 측정 시스템 개발 -무선 센서 네트워크 기술을 접목한 구동회로 및 구동 드라이버 설계 -신경회로망 알고리즘 기술을 이용한 가스 인식 시스템 설계
----------	---	---



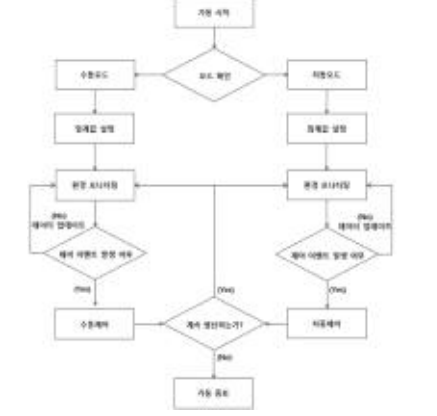
안병태 (2013) 유비쿼터스 기반의 농작물 원격 제어 시스템 연구

Keywords	<p style="text-align: center;">통합 시스템 구성</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 온실 내의 상태 정보의 유비쿼터스 센서 네트워크 기반의 실시간 모니터링 -농작물 원격 제어시스템 설계 -시나리오 및 인터페이스 시각화
----------	--	--

이은진 (2010) 통합 센서 모듈을 이용한 농업 환경 모니터링 시스템 개발

Keyword	<p style="text-align: center;">통합 센서 모듈 보드 구성</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 센서의 변환 및 제어 모듈의 특성을 고려한 통합 센서 모듈 개발 - 개발된 통합 센서 모듈의 동작 상태 검증 - 센서 모듈에 적합한 센서 네트워크 모니터링 시스템 개발
---------	---	---

고대식 (2011) 식물공장 성장환경 모니터링 시스템 설계에 관한 연구

<p>Keyword</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vertical Farm • Monitoring system • Growth environment • Sensor 	 <p>식물공장 모니터링 시스템 구성도</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 성장환경 관리 모니터링 시스템 설계 - 필요한 모니터링 변수 파악 - 성장 환경 모니터링 시스템 구조
<p>문애경 (2011) 식물공장을 위한 컴포넌트 기반 온실 통합관리 플랫폼에 대한 연구</p>		
<p>Keyword</p> <ul style="list-style-type: none"> • 지능형 온실 통합 관리 플랫폼 • 유비쿼터스 센서 네트워크 • 최적화 작물관리 		<ul style="list-style-type: none"> • 컴포넌트 기반의 지능형 온실 통합관리 플랫폼 개발 - 온실 통합 관리 시스템 - 온실 운영 시스템 개발 - 온실 통합 제어기 개발
<p>정호석 (2015) 완전제어형 식물공장 환경제어 시스템에 관한 연구</p>		
<p>Keyword</p> <ul style="list-style-type: none"> • 완전 제어형 식물 공장 • 최적 성장환경 	 <p>완전제어형 식물공장 시스템 프로세스</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ICT 기반 스마트온실 모니터링 및 제어기술 개발 - 센서를 활용한 밀폐 식물공장 모니터링

5) 표준화현황

□ 호환성 부재

- KS 표준 제정 당시 관-산-연이 주도하여 제정함으로써 사용자(농업인)의 의사가 반영되지 못했기에 『표준화의 핵심인 호환성 결여』가 발생하였음
- 현재 제정된 센서 인터페이스 표준 유형 240종과 구동기 표준 유형 840 종은 국내 출시된 스마트팜 기자재 전체를 수용하고 있어, 스마트팜 복합제어장치 제조업체에서 업체 간 호환성을 위한 노력 부재와 관련, 면죄부를 주고 있음

□ 스마트팜 관련 표준제정 현황

- 국내 농업·IT 융합 관련 표준화는 RFID/USN 융합협회를 통해 2010년부터 시설원예 및 식물공장을 중심으로 시작되어 일부 표준이 제정되었음
- 산·학·연 관련 전문가로 구성된 농식품ICT융합표준포럼이 2014년에 설립되어, 스마트농업 전반의 유즈케이스, 시설원예 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
- 시설원예 관련하여, 2010년부터 온실관제시스템 요구사항 프로파일 표준 등을 개발하여 TTA 표준으로 채택하였고, 온실관제시스템을 구성하는 장치들의 구성, 구성 요소들 간의 인터페이스, 장치와 운영시스템간의 인터페이스 표준들이 개발되었음.
 - 온실관제시스템 요구사항 프로파일 (TTAK.KO-06.0286, '12)
 - 온실관제시스템 - 제1부 센서 노드와 온실통합제어기 간 인터페이스 (TTAK.KO-06.0286-Part1, '15)
 - 온실관제시스템 - 제2부 제어 노드와 온실통합제어기 간 인터페이스 (TTAK.KO-06.0286-Part2, '15)
 - 온실관제시스템 - 제3부 온실통합제어기와 온실운영시스템 간 인터페이스 (TTAK.KO-06.0286-Part3, '12)
 - 온실관제시스템 - 제 4 부 온실운영시스템과 온실통합관리시스템 간 인터페이스 (TTAK.KO-06.0286-Part4, '13)
 - 스마트온실 유즈케이스 및 기능 요구사항 (TTAK.KO-10.0845, '16)
 - 스마트온실 기능 요소간 인터페이스 (TTAK.KO-10.0934, '16)
 - 상호운용성 제공을 위한 스마트온실 환경제어 시그널링 요구사항 (TTAK.KO-10.0936, '16)
 - 스마트팜 온실통합제어기와 센서-구동기 통합 노드 간 통신 프로토콜 (TTAK.KO-10.0943, '16)
 - 클라우드 기반 스마트팜 서비스 요구사항 (TTAK.KO-10.0937, '16)

- 농축산물 식품 메타데이터 모델링 가이드라인 (TTAK.KO-10.0940, '16)
- 팜클라우드 기반 병해충 대응 서비스 인터페이스 (TTAK.KO-10.1005, '17)
- 팜클라우드와 클라우드 장치간 데이터 전송 프로토콜 (TTAK.KO-10.1007, '17)
- 스마트온실용 온실운영시스템과 비순환식 양액시스템 간 통신 프로토콜 (TTAK.KO-10.1008, '17)
- 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)
- 스마트온실 센서 메타데이터 (TTAK.KO-10.1046, '18)
- 스마트온실 구동기 메타데이터 (TTAK.KO-10.1045, '18)
- 스마트온실 센서/구동기와 제어기간 RS485기반 MODBUS 인터페이스 (TTAK.KO-10.1044, '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)
- 클라우드기반 스마트팜 장치 관리를 위한 생애주기 관리 (TTAK.KO-10.1091, '18)
- 농장 빅데이터 서비스 제공자와 온실 관제 시스템 간의 인터페이스 (TTAK.KO-10.1092, '18)
- 축산 관련하여, 센서, 구동기에 대한 전기적/물리적 인터페이스에 대한 표준이 개발되었으며, 추가 개정작업을 진행 중에 있음
 - 스마트축사를 위한 외기 센서 인터페이스 (TTAK.KO-10.0979, '17)
 - 스마트축사를 위한 내기 센서 인터페이스 (TTAK.KO-10.0980, '17)
 - 스마트축사를 위한 안전 센서 인터페이스 (TTAK.KO-10.0981, '17)
 - 스마트온실을 위한 원격 감시용 스마트 영상 장치 (TTAK.KO-10.0945, '16)
 - 스마트축사 센서데이터에 대한 EPCIS 이벤트 스키마설계 지침서 (TTAK.KO-10.1004, '17)

□ KS표준 제정

○ KS표준 제정 경과

- 2015~2016년 스마트온실 ICT 핵심부품 및 기기 *25종을 단체표준(한국정보통신기술협회)으로 제정
 - * 센서 13종(2016년 6월), 구동기 9종(2015년 12월), 복합기 3종(2016년 12월)

- 농림축산식품부와 농촌진흥청은 이 중 스마트팜 기자재 22종을 2건의 KS 국가표준으로 등록(2018년 12월)
- 상기 표준에서는 스마트팜에서 활용되는 구동기(천·측창, 관수 등의 구동기 9종)와 센서(온도, 습도, 토양 함수율 등 13종)의 기계·전기적 연결 규격 등을 정의하고 있음
- 한국전자통신연구원에서도 센서, 구동기, 제어기 등 스마트팜 핵심 부품간의 통신에 적용되는 3건의 표준을 KS 국가표준으로 등록(2018년 12월)
- 상기 표준에서는 통신 프로토콜, 데이터 규격 등 통신규격을 정의하고 있음
 - 국가차원에서 단일화가 필요한 항목의 경우에는 국가표준원, 전파연구원등에서 국가표준 작업을 병행하고 있음. 개발된 단체표준들 중, 아래 5건은 2018년 12월 국가표준으로 제정되었음.
 - 스마트 온실을 위한 구동기 인터페이스 (KS X 3265)
 - 스마트 온실을 위한 센서 인터페이스 (KS X 3266)
 - 스마트 온실 센서/구동기 노드 및 온실통합제어기 간 RS485기반 모드버스 인터페이스 (KS X 3267)
 - 스마트 온실 구동기 메타데이터 (KS X 3268)
 - 스마트 온실 센서 메타데이터 (KS X 3269)

라. 국외 기술 수준 및 시장 현황

1) 기술현황

□ 스마트팜 관련 제품 현황

- 관련기술 동향을 보면 스마트 온실을 통합적으로 제어 관리하는 온실복합환경제어시스템 분야와 양액재배용 베드를 집약적으로 센싱하기 위한 스마트베드, 양액제어시스템 등이 포함되고 있으며 최근에는 인공지능 기반 제어알고리즘 기술이 대두되고 있음
- 온실복합환경제어 시스템(네덜란드 Priva)
 - 네덜란드 Priva사는 1959년 농업용 온실에 필요한 난방시스템을 수입 판매하는 단순한 무역회사에서 시작해, 1977년에 작물이 필요로 하는 조명, 온도, 수증, 영양요소 등 원에 농업과 온실 운영을 총체적으로 관리하는 컴퓨터를 출시하였고, 현재는 전 세계로 시설원예 관련 제품과 기술을 수출하고 있는 세계적인 기업으로 성장했음
 - Priva에서 제공하는 주요 제품들은 다음과 같다. 온실 환경 제어 시스템은 각종 환경 센서 및 원격 모니터링을 통해 온실 환경을 측정하고 최적의 생장 환경을 유지하는 복합환경제어시스템임
 - 관개용수 관리 시스템(Priva VIALux)은 기존의 시스템이 단순히 물을 펌프하여 사용했던 것과는 달리 관개용수를 효율적으로 소독한 뒤 물의 투과율을 측정하고 점검하는 시스템임
 - 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, 작물별로 설정해 놓은 데이터에 맞추어 저장 용기에서 직접 혼합하여 투여하는 시스템임
- Priva는 50년 이상의 축적된 데이터와 기술력을 바탕으로 환경제어시스템을 제공함으로써 작물의 최적 생산조건을 만들어 최대의 효과를 제공함



<Priva사 온실 환경 제어 시스템 및 관개용수 관리 시스템>

○ 네덜란드의 HortiMax의 근권 정보 추출시스템



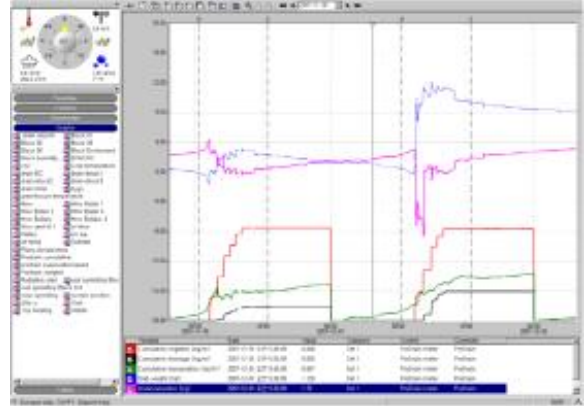
<배지 무게 측정용 로드셀>



<무게·배액정보 추출용 배지 모듈>



<배액 EC · pH · 유량 정보 추출>



<추출된 근권부 정보 모니터링 시스템>

- 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

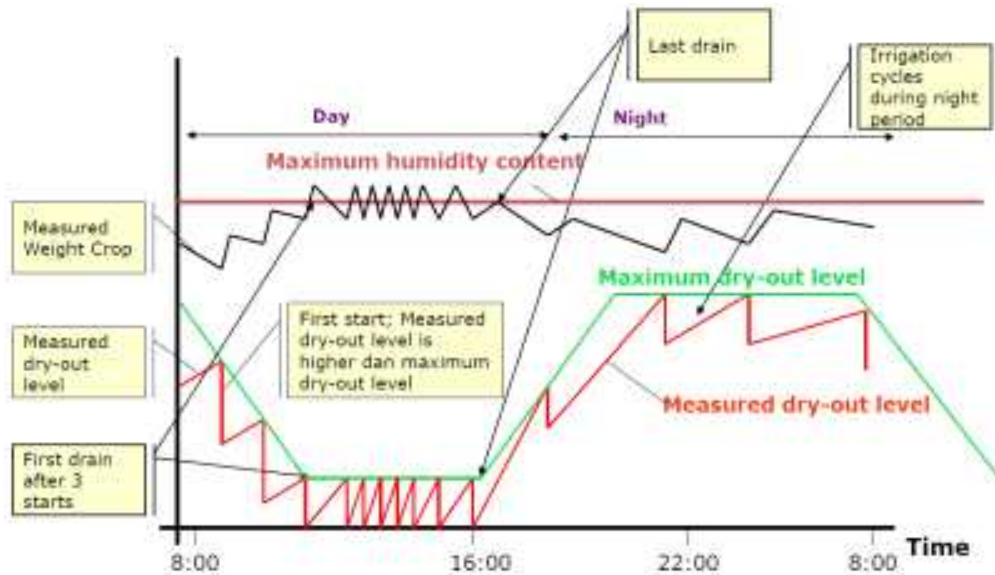
○ 네덜란드 Priva의 근권 정보 추출시스템



<Priva Root Optimizer (로드셀)>

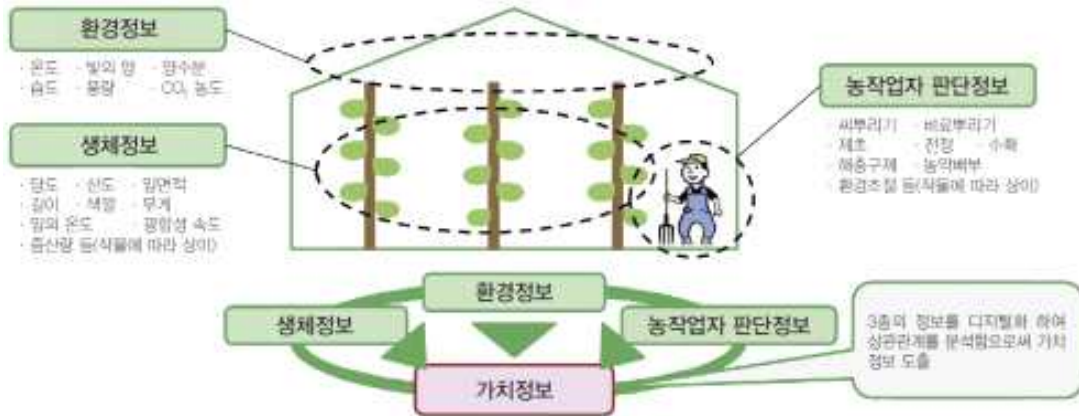


<Priva Root Optimizer(배액정보측정)>



<Priva Root Optimizer 교육 자료>

- Priva의 근권부 정보를 추출하여 모니터링 할 수 있는 시스템인 Root Optimizer(제품명) 임
 - 근권부 정보를 추출하기위해 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
 - HortiMax와 Priva의 근권부 정보 추출 시스템은 유사한 기능을 가지고 있으며, HortiMax는 배지 모듈을 로드셀에 매달아 측정하고 Priva는 배지 모듈을 로드셀에 올려놓고 측정하는 방식을 취하고 있음
- 일본은 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 종합관리시스템



< 일본의 스마트 농업 사례 >

○ 후지쯔의 농업 클라우드 서비스

- 대부분의 해외 선진국의 경우 PLC 보다 원격관리가 유용한 임베디드 환경으로 Smart Farm을 구성하였으며, 확장성과 유지보수의 편의성을 위하여 분산 처리 방식을 채택하고 있다.
- 후지쯔의 경우 유무선 통신을 활용하여 대규모 네트워크를 형성하여 분산 처리를 하는 방식은 본 제안사항과 매우 유사한데 반하여, 사용자 측면에서 시스템을 조합하는 형태는 본 제안사항과 상이하다.



[후지쯔의 농업 클라우드 서비스]

- 네덜란드의 PRIVA는 국내에 많이 보급 된 시스템으로, PLC 기반으로 구성 되어 있다. PRIVA의 경우 국내의 대부분의 PLC 업체와 비교했을 때 기술적인 측면에서 동등한 수준이지만, 고가의 제품이며 유지보수면서 즉각 대응이 어려워 국내 적용 농가에서 많은 애로 사항을 가지고 있다.

2) 시장현황

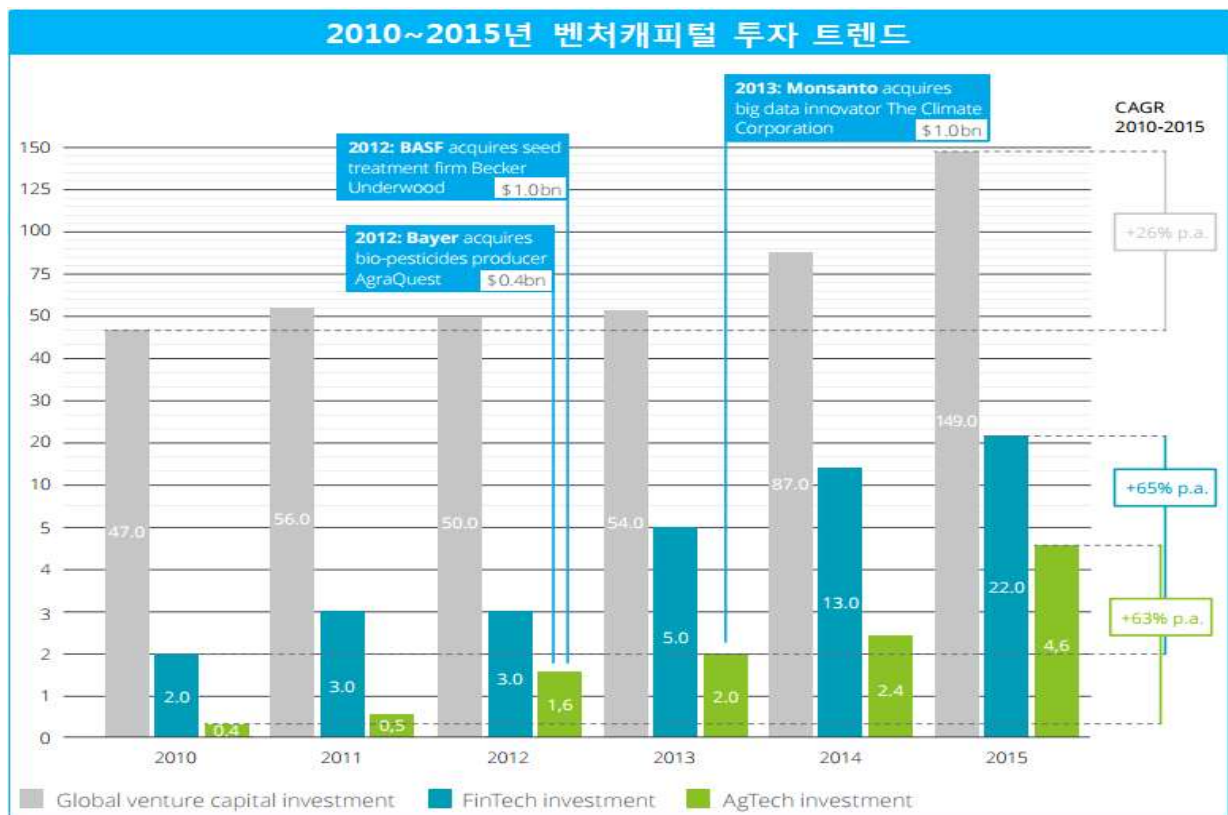
□ 시설채소 재배 현황

- 전 세계 128개국에서 상업용으로 시설채소를 재배하는 온실 면적은 414.127ha로 이 가운데 플라스틱온실이 90%이며, 유리온실이 10%임
- 전체 온실 중 유리온실이 차지하는 비율은 북유럽지역 61%, 북미지역 20%, 아시아지역은 2%에 불과하며, 네덜란드의 경우 전체 온실의 99%가 유리온실이고 복합환경제어가 가능한 시스템을 구비하고 있음

- 그리고 전체 온실의 23%인 95,000ha가 수경재배 온실이며, 주요 재배 작물은 토마토, 오이, 양상추, 파프리카, 고추, 허브, 가지, 딸기 등임

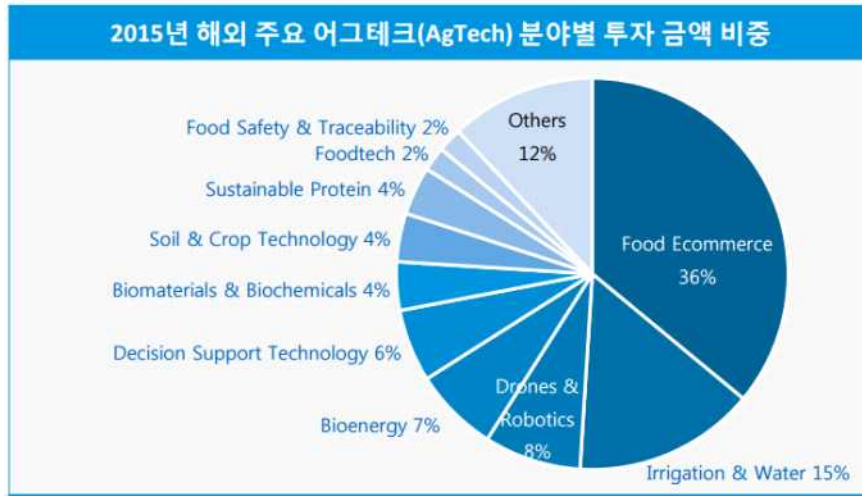
□ AgTech에 대한 투자 증가

- 벤처캐피털의 총 투자자금은 2010년 이후로 성장이 둔화되고 있으나 2014년 이후 핀테크와 어그테크의 성장세와 더불어 증가세로 전환되고 있음
- 핀테크와 어그테크 모두 2010년 이후 5년간 10배 가까운 성장을 이룩하고 있으며, 핀테크 분야의 투자 성장세가 둔화되는 것에 반해 어그테크의 투자 성장세는 가파르게 증가하고 있음



□ 정밀농업을 위한 관개 및 물 관련 기술에 대한 투자 증가

- 2015년 주요 어그테크 각 분야 중 투자가 집중되는 분야는 식품 전자상거래(food ecommerce), 관개 및 물기술(irrigation & water), 농업용 드론과 로봇(drones & robotics) 분야 순으로 나타났음
 - 식품 전자상거래 부문은 레스토랑 배달을 제외한 분야로, 관련 스타트업에만 2015년 16억 5,000만 달러에 달하는 투자가 집중됐으며 이는 전년 투자액 3억 7,000만 달러 대비 300% 이상 증가한 수준임
 - 관개 및 물 기술 관련 분야는 2015년 상반기에 대규모 소수거래가 해당 분야에서 이뤄지면서 투자액이 급증하여 총 5억 5,000만 달러의 투자가 이뤄졌음
 - 드론 및 로보틱스(drones & robotics)는 정밀농업에 널리 활용되는 기술로 관련 스타트업에 대해 3억 8,300만 달러의 투자(42건)가 이뤄진 것으로 분석됨



Source: AgFUNDER

<삼정KPMG 경제연구원 Issue Monitor 제62호 14쪽>

□ 오픈소스 시장동향

- 오픈소스 기술은 세계적으로 전 산업 및 기술 분야에 도입되어 활용되고 있으며, 세계 시장규모는 연평균 18.8%로 급성장중 임 (IDC, 2015)

업종	정부공공	의료	미디어	금융	자동차	소매	에너지	우주항공	기타
도입율	35.1%	15.2%	13.0%	8.9%	7.5%	5.9%	4.2%	2.2%	8.0%

※ Black Duck Software(2013), 「The 2013 Future of Open Source」

- 전세계 산업별 오픈소스 도입률

구분	클라우드 가상화	콘텐츠 관리	모바일	보안	협업	네트워크 관리	소셜 미디어	3D 프린팅	분석·BI	드론	게임	ERP
도입율	63%	57%	53%	51%	49%	48%	46%	27%	26%	13%	12%	10%

※ Black Duck Software(2014), 「The 2014 Future of Open Source」

- 전세계 기술별 오픈소스 도입률

- 국내 오픈소스 도입율은 2012년 웹서버 부문 기준 55%에 달하지만 국내기업의 오픈소스 총 매출은 2015년 기준으로 618억원으로 레드햇의 4.6%에 지나지 않음
- 국내외 주요 오픈소스 기업과 매출액

기업명		주요 제품 및 서비스	'13년 매출액
해외	레드햇	Linux, Fedora, JBoss, OpenShift 등	1조3,290억
	캐노니컬	Ubuntu, Launchpad, Bazaar 등	657억
	슈가CRM	SugarCRM	960억
국내	어니컴	오픈 플라밍고 등 외산SW유통 및 서비스	216억
	그루터	타조 기반 빅데이터 DW시스템 등	16억
	큐브리드	큐브리드 등	16억

※ 출처: 각 사 홈페이지 IR자료, 공개소프트웨어기업편람(2014)

□ 농업시설 환경시스템

- 세계 채소 시장은 증가추세이며, 유럽, 일본, 미국을 중심으로 경쟁력과 부가가치가 높은 작물 중심으로 차별화하여 집중 투자
 - 세계 채소 시장규모는 53조원 수준이며('14), 연간 10% 지속 성장
- 유럽이나 일본 등 탄소배출을 줄이기 위한 농업기술 개발과 기후변화에 대응한 미래 기술로 식물공장 보급이 증가되고 있으나, 식물공장의 시설비가 높아 시장경쟁력을 위한 저비용 식물공장 시장이 확대 추세임
 - 일본의 식물공장 시장규모 증가 추세 139억엔('09) → 300억엔('15P)
 - 네덜란드의 식물공장 재배면적 증가 추세 36%('05) → 50%('10)

□ 농업생산자동화시스템

- 전체 농업 장비 시장에서 생산자동화시스템이 차지하는 비중은 미약하지만, 성장 가능성은 타 분야 성장률보다 더 높은 것으로 추정
- 세계 시장규모는 2012년 1,198 억달러에서 연평균 성장률 13.3%로 2016년 1,974 억달러로 추정됨.

< 농업생산자동화시스템 분야 시장현황 및 전망 >

구분		시장규모					성장률 CAGR(%)
		2012	2013	2014	2015	2016	
세계시장 (억달러)	생산시스템	669	714	762	813	867	6.7
	식물공장	8	11	15	20	27	35.7
	지능형 농작업기	521	625	750	900	1,080	20.0
	합계	1,198	1,350	1,527	1,733	1,974	13.3

<출처: World Agri. Equip. 2011>

□ 농산물 품질 계측 및 수확 후 관리시스템

- 기후변화 등으로 농산물의 수급불균형이 지속되고 있고, 식량부족으로 곡물가격이 급등하는 등 농산물의 안보(security)가 강화되면서, 농산물의 국제간거래, 국제규약, 생산방식이나 제품 표준화가 확대되고 있어 수확후 관리시스템의 획기적인 변화가 요구
- 농산물의 공급체계 목표가 기존의 공급자 중심의 효율성, 경제성, 신속성에서 소비자 중심의 안정성, 품질유지로 변화하면서, 선진국을 중심으로 신선도와 완전성(wholesomeness)을 보존하여 농산물을 공급할 수 있는 공급체제로 패러다임이 변화

□ 종합정보관리시스템



< ICT 융합 정보관리시스템 국외 시장규모(KIET 2012) (단위: 억) >

- 주요 산업 분야의 ICT 융합산업 세계시장 규모는 2010년 1조 1,000 억달러 규모이지만 세계 경제성장률 예상치인 3% 수준을 상회하는 연평균 13%정도의 고성장 전망되어 2020년 3조 8,000 억 달러로 추정되며 기계, 자동차 분야가 더 빠른 성장세 유지 전망되며 농기계 분야 비중은 약 10%로 추정

< ICT 융합 산업 세계 시장 추이 (KIET 2012) >

(단위: 억 달러)

구분	자동차	조선	건설	섬유	의료	기계	조명	에너지	국방	합계
2010년	1,466	208	2,640	1,737	1,200	1,600	356	13	1,726	10,946
2015년	2,112	260	3,307	2,033	2,330	2,900	1,030	69	4,810	18,851
2020년	2,662	351	4,141	2,473	5,000	5,213	3,000	127	14,829	37,796

□ 일본 스마트팜 시장규모

- 원예 자동화 사업 및 관련 기술을 많이 보유한 일본의 농림수산성은 “스마트 농업의 미래상”에서 스마트 농업을 로봇 및 ICT 기술을 활용해 고품질 작물을 효율적으로 생산하는 새로운 농업으로 정의하고 있음
- 야노 경제연구소에 따르면 2013년 일본 스마트 농업 시장은 66억1400만 엔에서 2020년 308억 4900만 엔으로 2013년 대비 약 3.6배로 확대 될 것으로 전망함



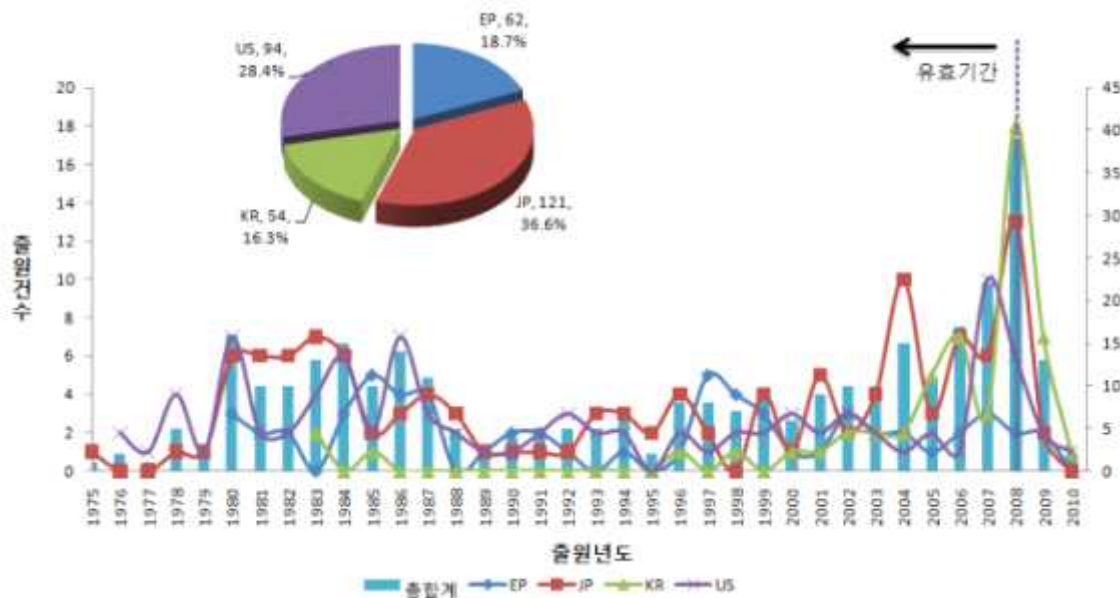
자료 : 야노경제 연구소

<일본 스마트 농업 시장 동향 및 전망>

3) 지식재산권현황

□ 국가별 지식재산권 현황

- 해외(미국, 일본 등)에는 농업·IT 기술 개발중 성장환경 관제 및 최적 제어 기술 전반에 관한 핵심특허들이 다양하게 출원/등록되어 있는 반면, 국내에는 이제 막 출원이 시작함
- 일본의 경우에는 히타치 제작소 1975년 관련 출원이 이루어진 이후 1994년 이후부터 소폭 증가하는 추세를 보이고 있음
- 미국의 경우 1976년 Integrated Development and Manufacturing Company에 의해 관련 출원이 시작된 이후 관련 출원이 지속적으로 증가
- 유럽의 경우 Ludvig Svensson International B.V. 등에 의해 1980년 관련 출원이 이루어진 이후 관련 출원이 지속적으로 이루어지고 있음
- 한국의 경우 1983년 관련 출원이 시작된 이후 관련 출원이 지속적으로 출원되고 있으며, 2007년에는 관련 출원이 급격히 증가함



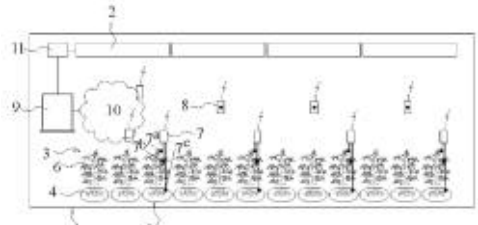
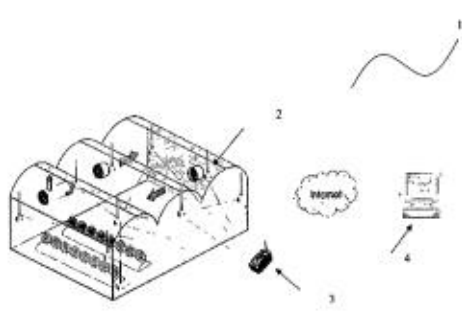
< 주요국의 연도별 특허출원 동향 >

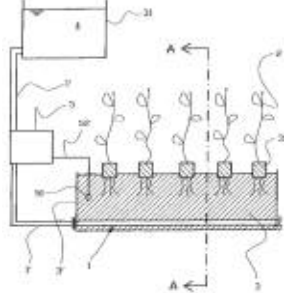
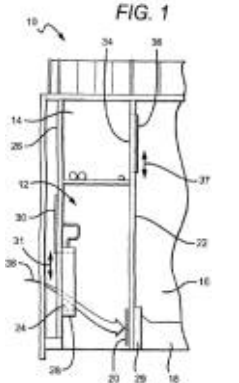
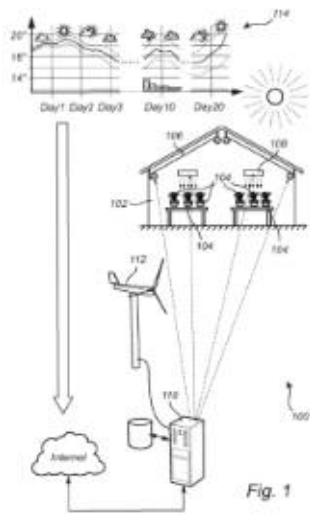
□ 국가별 스마트팜 관련 지식재산권 분석 시사점

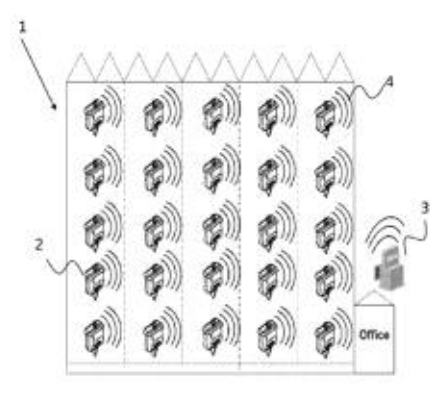
- 지능형 성장 예측 및 증대기술 관련해서는 농산물의 영상을 통한 성장예측 방법과 다양한 환경 센서로 부터 수집된 데이터를 이용하여 농작물의 성장상태 모니터링하고 최적의 성장환경을 제어하는 기술에 대해서는 국내외에 출원/등록되어 있으나 다양한 환경센서를 이용한 작물의 성장예측방법 및 생산량 예측기법과 환경조성용 기 모니터링 등 세부적인 성장환경 자율제어 방법에 관한 언급은 없음
- "IoT 기반 작물 재배 융합기술" 기술의 핵심기술영역에 대한 유사특허 출원수가 유사하고 유사도 또한 대등하므로, 해외대비 국내의 상대적 기술수준 차는 동등한 수준임
- 각 핵심기술과 유사한 특허가 국내외에 고루 분포되어 있어 해외기술 대비 한국의 기술수준 및 기술격차는 크지 않음

[모니터링 및 제어]

영문제목	Controlling device for a greenhouse (2007)	
국문제목	온실 제어 설비	국가/특허번호
		네덜란드/1020097013949 <ul style="list-style-type: none"> - 컴퓨터제어요소(20), 조명요소(30), 감지요소(40)를 가지는 제어설비 (10)와 관련이 있으며, 조명 요소(30)과 감지요소(40)는 컴퓨터 제어 요소(20)에 연결되어 있음 - 조명요소(30)는 적어도 하나의 발광수단(31)을 포함하고 있으며, 빛(32)은 온실에서 성장하는 식물(70)을 조명하는 역할을 함 - 온실제어 설비(10)로 감지 센서(40)로 부터 온실의 산소 부분압 및 발광요소(31)에 의하여 방사되는 빛(32)의 양을 측정할 수 있음

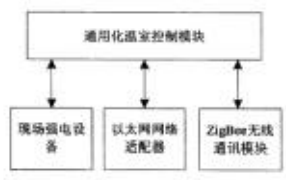
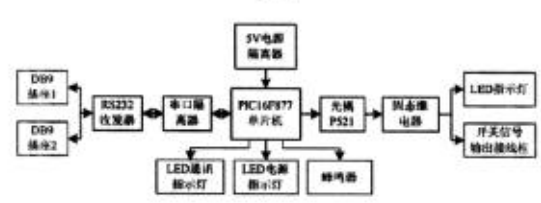
	<ul style="list-style-type: none"> - 또한 흙의 기질, 흙온도, 공기(33)의 온도 및 습도, 혹은 비료의 농도, 이산화탄소 부분압, 온실 공기 유출입량, 외부 태양광 플러스, 외부 태양광의 스펙트럼 측정이 가능함 - 발광수단은 LED, OLED, 가스방전램프, 백열등, 형광등, 고압나트륨램프 등 		
영문제목	Greenhouse system (2007)		
국문제목	온실 시스템	국가/특허번호	네덜란드/07117824.8
 <p style="text-align: center;">FIG. 1</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 본 시스템은 작물 생장의 이익을 위한 온실(1) 내 작물의 빛(3)을 위한 조명 수단(2), 성장과 직, 간접적인 다양한 사항들을 측정하기 위한 센서 (7,8), 조명 제어 수단 (9,11)으로 구성되어 있음 - 조명 및 제어 수단은 조명 수단에 의해 방출된 빛의 다양한 강도 및 스펙트럼 분포를 처리할 수 있음 - 상기 조명수단은, 식물의 성장과 관련한 스펙트럼 분포 조절, 해충 및 질병 조절이 가능한 SBLED 배열로 구성되어 있음 - 제어수단은 센서에 의하여 측정된 관련 변수를 해석하고 식물의 성장에 대하여 예측 및 평가함 - 배치결과에 따라 조명수단에 의하여 방출된 광의 스펙트럼 분포 및 강도를 제어함 - 조명 수단은 온실 내,외부의 냉난방 장치와 연결하여 열 회수장치를 구성할 수 있을 것임 		
영문제목	Wireless system for greenhouse monitoring and control (2008)		
국문제목	온실 모니터링 및 제어를 위한 무선시스템	국가/특허번호	이탈리아/ PCT/IT2008/000671
 <p style="text-align: center;">Fig. 1</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 온실 내 기후조건을 모니터링하고 자동 및 원격으로 액츄에이터를 조정하는데 사용되는 무선 시스템은 두 개의 계층으로 조직된 계층망에 기반하였으며, 경작시 해로운 상황에 적절히 사용됨 - 표준 IEEE 802, ZigBee 네트워크 기반으로 한 무선 네트워크 장치로 구성되어 있으며, 신축성 높은 자율배열을 특징으로 갖고 있음 - 중앙 처리 장치는 자율 리튬 이온 배터리 전원 공급 시스템으로 데이터를 전송 및 저장 함 - 무선 네트워크는 프로그램 가능한 시간간격으로 검출하기 위한 저소비 센서 노드를 사용하고 있으며, 최적의 배양을 위한 내외부 파라미터 값 (온도, 상대습도, 풍속, 풍향, PH, PAR 태양복사)을 알 수 있음 - 히트펌프, 팬의 공기 배출의 활성 및 비활성, 전기 관계 밸브를 제어 하기 위한 작동노드 구축 		
영문제목	Apparatus and method for temperature control of a growth medium in a greenhouse and use of same for control of plant-pathogenic organisms (2009)		
국문제목	온실 성장 배지의 온도조절 및 식물 병원성 생물의 제어를 위한 동일한 용도의 장치 및 방법	국가/특허번호	노르웨이/PCT/NO2009/000391

	<ul style="list-style-type: none"> - 온실 내 식물의 성장을 위한 온도조절장치(1)는 최소 하나의 관 (32, 33)으로 구성되어 있으며, 배지의 최소 영역을 통하여 작동하며, 성장 비지로부터 분리되어 유체를 이동시키기 위하여 배열되어 있음 - 성장 배지 내에서 진균의 감염을 조절하기 위한 기구와 동일한 방법으로 사용됨 		
영문제목	Greenhouse and forced greenhouse climate control system and method (2007)		
국문제목	온실과 강제 온실 기후 제어 시스템 및 방법	국가/특허번호	미국/14174043
	<ul style="list-style-type: none"> - 성장부와 성장 부(16, 56)에 인접한 기후 제어 시스템 (12, 52)을 포함하고 있는 온실 - 기후 제어 시스템은 온실 외부로부터 성장부로 외기를 유입함으로써 성장부 내 환경을 조절하며, 성장부로부터 성장부 뒤쪽으로 공기를 재순환 및 혼합시킴 - 위와 같은 공기 순환 방법을 통하여 온실 내 성장 부분의 온도를 제어함 		
영문제목	Method and system for controlling growth of a plant (2013)		
국문제목	식물의 성장 제어를 위한 시스템 및 방법	국가/특허번호	스웨덴/13175852.6
	<ul style="list-style-type: none"> - 식물(104)의 성장을 제어하기 위한 방법 - 통제된 환경(102)에서 자연 광과 인공 광의 혼합 조명을 받는 식물 제어 - 컴퓨터 프로그램으로부터 컴퓨터 관독성 매체를 포함하고 있으며, 자연 및 인공광의 혼합 조명이 배치되어 있으며 계획 기간 동안에 식물에 조명하기 위한 자연광의 예상 수량을 도출 하여 밝기를 결정하기 위한 코드를 전송할 수 있음 - 온실의 지붕에 배열된 제어 가능한 빛 흡수제 커튼(106)을 사용하여 광량을 조절하며, 광량을 증가시키기 위하여 온실(102)와 연계하여 다수의 제어 가능한 인공 점등(108)을 배치하여 제공 받을 수 있음 - 빛 흡수 커튼(106)은 제어장치(110)에 의하여 결합되고 구동되며, 온실로부터 원격조작이 가능 		
영문제목	Self-learning of plant growth strategy in a greenhouse (2012)		
국문제목	온실 내 성장 전략의 자기 학습	국가/특허번호	미국/14353702

 <p style="text-align: center;">Fig. 1</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 온실 내 식물을 모니터링 하기 위한 시스템 - 다수의 무게 측정 장치, 무게 측정 장치가 배치된 온실로 구성되어 있으며, 각각의 무게 측정 장치는 단일의 식물과 식물군에 부착되어 있음 - 측정 장치는 상승된 와이어로부터 격자모양으로 구성되어 있으며 식물의 상단부 및 식물군의 반대편 말단에 연결이 되어 있음 - 통신 네트워크는 계량 장치에서 중앙 장치로 식물군이나 식물의 중량을 통신하는 수단을 포함하고 있음 - 중앙장치는 무게측정 장치로부터 통신망에 수신된 데이터를 수신, 저장, 가공, 처리 및 분석을 하기위한 수단을 포함함
---	---

영문제목	Intelligent actuator of greenhouse based on Ethernet and wireless sensor network (2007)		
------	---	--	--

국문제목	Ethernet 및 무선 센서 네트워크에 기인한 온실의 지능형 액츄에이터	국가/특허번호	중국/200710067198.5
------	--	---------	-------------------

 <p style="text-align: center;">图 1</p>  <p style="text-align: center;">图 2</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 이더넷(Ethernet), 범용 온실 제어 모듈, 이더넷 네트워크 어댑터, Zigbee 무선 통신 모듈을 포함하는 무선 센서 네트워크 기반의 지능형 온실 액츄에이터 발명 - 범용 온실 제어모듈 내에서 5V 직류 전력 공급장치를 DB9 소켓과 연결하며, LED 통신 기기, LED 전원 표시기, 버저, RS232송수신기 등을 통해 출력이 가능함 - 본 연구는 이더넷과 Zigbee 무선 네트워크에 대한 액츄에이터의 Plug and play를 실현 가능한 방법으로 보다 간편한 구조 및 저비용, 쉬운 가동법, 유지보수에 용이하며, 보편화 및 모듈화가 가능함
---	---

영문제목	Automatic control device for greenhouse hot-water heating (2008)		
------	--	--	--

국문제목	온실 온수 난방 자동 제어 장치	국가/특허번호	중국/200810233690
------	-------------------	---------	-----------------

	<ul style="list-style-type: none"> - 온실난방에 적합한 온수 난방 자동화 조절 장치 제공 - 제어 시스템 내 단일 칩의 마이크로프로세서는 컴퓨터, 조절 밸브와 연결되어 있는 전기 액추에이터, 데이터 라인에 의거한 온도센서와 각각 전기적으로 연결되어 있으며, 컨트롤러는 내부적으로 단일칩 마이크로프로세서와 연결되어 있으며, 입력 키보드 및 디스플레이 너시관을 갖추고 있음 - 온도센서로 실시간 온도 측정을 하며, 단일칩 마이크로 컴퓨터에서 정기적으로 데이터를 수집, 데이터는 호스트 컴퓨터에 저장 및 전송되며, 너시관 디스플레이 요소를 통해 설정온도 및 측정온도 디스플레이가 가능하며, 이를 통해 전기적 작동기기의 작동 방향 및 작동 시간을 알 수 있음 - 또한 방사용 튜브로부터 온수의 유동 조절이 가능하고, 자동적으로 온실 내 온도를 조절하며, 극소형 소자를 통해 파라미터의 비교가 가능함
--	--

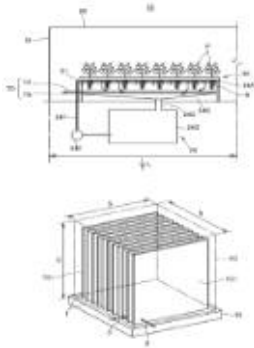
영문제목	System and method for monitoring greenhouse fine crops growing environment based on wireless sensor network (2008)		
------	--	--	--

국문제목	무선 센서 네트워크 기반 온실 모니터링	국가/특허번호	중국/200810031646.0
------	-----------------------	---------	-------------------

	<ul style="list-style-type: none"> - 무선 센서 네트워크를 기반으로 하는 온실작물을 위한 생육 환경 모니터링 시스템 - 본 시스템은 무선 센서 네트워크, 무선 게이트웨이 및 콘솔을 포함하고 있으며, 무선 센서 네트워크는 무선 센서 노드 및 테스트 지점에 위치해 있는 싱크노드를 포함하고 있음 - 무선 센서 노드는 싱크 노드를 통해 무선 게이트웨이에 접속 할 수 있으며, 무선 게이트웨이는 정보 송수신과 연결된 제어 플랫폼에 양방향으로 연결되어 있음 - 무선 센서 네트워크를 기반으로 온실의 식물성장 환경에 대하여 실시간으로 모니터링 적용이 가능함
--	---

영문제목	Temperature controlling device in greenhouse, and temperature controlling system in greenhouse (2008)		
------	---	--	--

국문제목	온실 내 온도 제어 장치 및	국가/특허번호	일본/20263035
------	-----------------	---------	-------------



- 일정한 온도를 유지할 수 있는 온실 단열장치 (90) 제공
- 온실은 팬(91) 및 공기를 순환 하는 덕트(7)를 포함하고 덕트(7)는 잠열 축열체로 가득한 축열 본체(92)를 포함하고 있음
- 덕트는 온실 내 흡입구와 하부에 배출구를 구비하고 있으며, 축열체를 송풍방향에 따라 배치되어 있음

영문제목

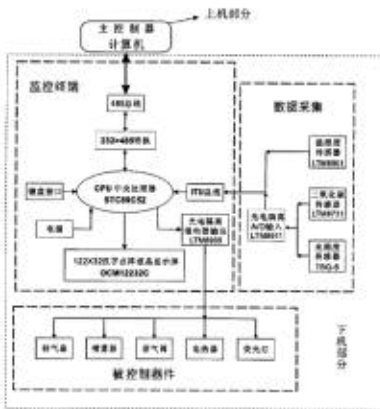
Greenhouse environment intelligent control device (2008)

국문제목

온실 환경 지능형 조절 장치

국가/특허번호

중국/200810071569.1



- 온실환경 지능형 조절장치는 상/하부 기기장치부분과 메탄 에너지를 공급하는 파이프 라인으로 구성되어 있음
- 상부 기기장치 부분은 제어를 담당하는 메인컴퓨터로 구성되어 있으며 하부 기기장치 부분은 모니터 단자, 데이터 수집 모듈 및 제어장치를 포함하고 있음
- 상부 메인 컴퓨터가 RS232/485컨버터에 의하여 하부 모니터 단말기의 CPU에 접속되며 CPU의 입력단자는 ITU 버스에 접속되고, CPU의 출력 부분은 광전자 분리 중계 장치에 의한 제어 장치와 연결되어 있어 다중인자 제어가 실현됨
- 데이터 수집모듈은 습도, 이산화탄소 및 조도 센서, 광전자 분리 A/D로 구성되어 있으며, ITU 버스를 통해 모니터 단말기의 CPU로 데이터 수집 모듈에서 획득한 신호를 입력함
- 에너지 공급을 위한 파이프 라인의 출력 포트는 제어장치의 메탄 밸브와 연결이 되어 있어 메탄 제어가 가능함

4) 표준화현황

○ 사실상 표준 주도

- 스마트팜 분야 선도 기업들의 경우, 세계시장에 수출하여 사실상 표준으로 자리매김
- 이들 선도 기업들의 입장에서 보면, 국가표준 또는 국제표준으로 위상저하 우려함

○ (ITU-T SG20) IoT 기반 스마트 온실 서비스를 위한 기능 구조 및 인터페이스를 정의하기 위한 스마트온실 서비스 프레임 워크 권고안(Y.ISG-FR) 및 스마트 가축 사육에 대한 참조 모델 및 서비스 요구사항에 대한 IoT 기반 스마트 축산 프레임워크 및 요구사항 권고안(Y.IoT-SLF)이 개발 중에 있음

- Y.ISG-FR: Framework of IoT-based Smart Greenhouse Service
- Y.IoT-SLF “Framework and capabilities for Smart Livestock Farming Based on Internet of Things”

○ (ITU-T SG11) 스마트 온실에서 발생된 데이터의 수집 및 배포 등에 활용될 수 있는 데이터 분산 스트리밍 요구사항 권고안(X.mp2p-srds) 및 라이브 데이터 소스 노드 제어 프로토콜 권고안(X.mp2p-ldmp)이 개발 중에 있음

- X.mp2p-srds : Signalling requirements for data streaming
- X.mp2p-ldmp : Management protocol for live data source

○ (ITU-T SG13) 동물과 가축을 대상으로 한 인적 요인, 자연재해, 감염 등의 위기로 인한 피해와 경제적인 손해를 줄이기 위한 위기완화 서비스의 프레임워크와 응용모델을 기술하는 네트워크 기반 위기 완화 서비스를 위한 프레임워크 및 응용 모델 권고안(Y.fams), 농업 정보를 위한 개념과 모델, 서비스 요구사항과 시나리오를 정의하는 컨버전스 서비스 기반 농업정보의 서비스 모델 권고안 (Y.saic), 생산이나 유통 관련 결정을 내리는 데 도움을 줄 생산 전단계 서비스 모델, 시나리오 및 요구 사항을 기술하는 생산 전단계 스마트 팜 서비스를 위한 서비스 모델 권고안 (Y.smpp)을 개발 중에 있음

- Y.farms: The framework and application model for risk mitigation service based on networks
- Y.saic: Service model of the Agriculture Information based Convergence Service
- Y.smpp: Service model for the pre-production stage on Smart Farming

○ (ISO/TC 23)에서는 농기계에 관련된 국제산업표준이 개발 중에 있으며, 산하에 19개의 SC로 구성되어 있음. 특히, SC19는 Agricultural Electronics에서는 농업용 트랙터 등 기계장치에 대한 데이터 네트워크 및 제어시스템 표준, 인터페이스 등에 대한 표준을 개발 중에 있으며, 향후 농장관리, 시설원예, 축산 등 그 영향력이 확대되고 있음

- ISO/TC 23의 국내 COSD 기관과 협력하여 농업용 기자재(센서, 구동기, 제어기 등)에 대한 국제 표준화 추진 예정(19~21). 또한, 신규 워킹그룹 신설 및 국내 대응 위원회(Mirror Committee)를 구성하기 위한 논의를 진행 중에 있음

1-3. 연구개발 범위

- 시설과수 전용 표준 ICT 기자재 ⇒ 1협동(코리아디지털(주))
 - KS표준(KS X 3265 : 구동기 인터페이스)를 반영한 시설과수 ICT 기자재 개발
 - KS표준(KS X 3266 : 센서 인터페이스)를 반영한 시설과수 ICT 기자재 개발
 - 구동기노드 (구동기 4종 인터페이스) 프로토콜 표준적용
 - 센서노드 (센서 11종 인터페이스) 프로토콜 표준적용
- 농업실용화재단으로부터 ICT 기자재 검인증 획득

- 시설과수 ICT 패키지 통합운영시스템 ⇒ 주관(주식회사 지농), 2협동(화성시 농업기술센터)
 - 1협동에서 개발한 ICT 기자재를 실험포, 스마트팜 농가 등 현장 설치
 - 현장 적용을 통해 KS표준 반영 기자재 간 호환성 검증
 - 시설과수용 1세대 스마트 온실 패키지 통합운영시스템 현장 적용성 평가
 - 현장에 설치한 기상센서, 내부센서, 토양센서로부터 환경 계측 데이터 수집
 - 현장에 설치된 제어기로 제어 신호 전달 및 작동 상태 데이터 수집
 - 수집한 데이터 모니터링 및 원격제어가 가능한 PC 및 스마트폰 서비스 개발



<연구개발 범위>

2. 연구수행 내용 및 결과

2-1. 표준 기반 시설과수 적용 ICT 기자재 고도화

○ 표준화 대상 ICT 기자재 정의

- 시설과수 농장 운영에 필요한 센서, 구동기를 표준화 대상 ICT 기자재로 정의
- 현업에서 포도 스마트팜 농가 지도 업무를 담당하는 화성시 농업기술센터 포도명품화사업소 최재연 팀장 감수를 받아 시설과수에 필요한 표준화 적용 대상 ICT 기자재 15종 선정
- 제안 단계에서 연구개발계획 수립시에는 pH센서를 표준화 대상 기자재에 포함하였으나 농가 보급이 많지 않아 유량계 센서로 대체하여 연구를 진행함

구분	대상 기자재	선정 기자재	선정 이유
센서	온도, 습도, 이산화탄소(CO2), 일사, 풍향, 풍속, 감우, 광양자, 토양 함수율, 토양 수분장력, 전기전도도(EC), 수소이온농도(pH), 지온 등 13종	11종 : 온도, 습도, 지온, 이산화탄소(CO2), 일사, 풍향, 풍속, 감우, 토양함수율, 전기전도도(EC), 유량계	- 토양 수분장력 센서는 기기가 고가이고 농가에서 설치 및 운용이 어려워 선정 제외 - 광양자 센서는 노지재배에서는 일사량 센서 사용으로 선정 제외 - pH 센서는 농가 보급이 많지 않아 선정 제외
구동기	천창, 축창, 보온 덮개, 차광막, 환풍기, 유동팬, 관수 모터, 관수 밸브, 냉난방기 등 9종	4종 : 천창, 축창, 관수모터, 관수밸브 등	- 농가에 많이 보급된 치마식 비가림 하우스에 주로 설치된 창문 개폐, 관수기 기자재 적용

<표준화 적용 대상 ICT 기자재>

○ KS 표준 기자재 컨셉 설계

- 스마트팜 센서의 경우 대부분의 케이블 또는 원형커넥터 형태이며 2p~16p 다양한 규격으로 되어있어 표준화되지 않았으며, 출력포맷 또한 제조사별로 다르기 때문에 센서 인터페이스가 어려움
- 센서 인터페이스 KS 표준은 센서 한 품목당 240 유형으로 호환성에 역행
- 본 과제에서는 커넥터 방식, 4선식, DC 5V, RS485로 구성된 1가지 유형의 단일 센서 인터페이스를 선택하여 기자재를 개발함
- 구동기 인터페이스 KS 표준은 총 840 유형의 규격이 발생하여 호환성에 역행
- 본 과제에서는 터미널 단자, 계전기 3종, 파일럿 신호 24V, 동력선 전원 4종, 작동 방식 2종 등 총 24유형을 지원하는 구동기 인터페이스를 선택하여 기자재를 개발함



<스마트팜 기자재 예시 사진>

구분	기계적 연결 인터페이스 규격				전기적 연결 인터페이스 규격	
	접속 단자	결선 형식	결선 식별	단자 순서	전원전압	출력 신호 형태 및 범위
표준 내용	① 커넥터 ② 터미널 단자	<2선식> ① W(백색) ② Bk(흑색) <3선식> ① R(적색) ② Y(황색) ③ Bk(흑색) <4선식> ① R(적색) ② Y(황색) ③ G(녹색) ④ Bk(흑색)	<2선식> ① W(백색): (+) ② Bk(흑색): (-) <3선식> ① R(적색): 전원 ② Y(황색): 신호 ③ Bk(흑색): 접지 <4선식> ① R(적색): 전원 ② Y(황색): 신호1 ③ G(녹색): 신호2 ④ Bk(흑색): 접지	<2선식> ① 전원 ② 접지 <3선식> ① 전원 ② 신호 ③ 접지 <4선식> ① 전원 ② 신호1 ③ 신호2 ④ 접지	<직류> ① 5 V ② 12 V ③ 24 V ④ 48 V <교류> ① 220 V 60 Hz	<아날로그> (1) 전압신호 ① 0 V ~ 3 V ② 0 V ~ 5 V ③ 0 V ~ 10 V <아날로그> (2) 전류 신호 ① 4 mA ~ 20 mA ② 0 mA ~ 20 mA <디지털> ① RS232 ② RS485 ③ CAN
적용 방안	① 커넥터	<4선식> 결선식별, 단자순서 적용			<직류> ① 5 V	<디지털> ② RS485
적용 이유	- 커넥터를 사용하면 결선형식, 결선식별, 단자순서 등 불필요한 표준 요소가 사라짐 - 커넥터를 사용하면 농업인이 센서 PnP 기능으로 센서 유지 보수 용이, 증설 및 재배치 용이 - RS485는 4선식 결선 형식으로 구성하여 신호선과 더불어 전원을 같이 공급함으로 결선용이				- 센서 공급전압은 낮을수록 자기 가열이 작고, 통상 센서는 DC 5V 이하로 작동 - 스마트 센서의 경우 자기 진단 등 기능으로 센서 디지털화는 세계적 추세	

<센서 인터페이스 규격 적용 방안>

구분	기계적 연결 인터페이스 규격				전기적 연결 인터페이스 규격		작동 방식
	접속 단자	계전기 형식	파일럿 신호 결선 식별	동력선 식별	파일럿 신호 전원 전압	동력선 전원 전압	
표준 내용	① 커넥터 ② 터미널 단자	<직류> ① 1A ② 1A1B ③ 2A2B <교류> ① 220 V 단상 ② 220 V 삼상 ③ 380 V 삼상	<직류> ① R(적색): (+) ② B(흑색): 접지 <교류> ① O(오렌지색): 신호 ② G(녹색): 접지	<직류> ① R(적색): (+) ② B(흑색): 접지 <교류 단상> ① W(백색): R상 ② B(흑색): T상 <교류 삼상> ① W(백색): R상 ② B(갈색): S상 ③ B(흑색): T상	<직류> ① 5 V ② 12 V ③ 24 V ④ 48 V <교류> ① 220 V 60 Hz	<직류> ① 5 V ② 12 V ③ 24 V ④ 48 V <교류> ① 220 V 단상 ② 220 V 삼상 ③ 380 V 삼상	① 스위치 방향 (상 하) ② 스위치 작동 모드(ON, OFF)
적용 방안	① 터미널 단자	① 1A ② 2A2B ③ 380 V 삼상	① R(적색): (+) ② B(흑색): 접지	동력선 식별은 원안유지	① 24 V	① DC 24 V ② 220 V 단상 ③ 220 V 삼상 ④ 380 V 삼상	① 스위치 방향 (상 하) ② 스위치 작동 모드(ON, OFF)
적용 이유	<ul style="list-style-type: none"> - 통상 구동기는 구동 전류가 커서 커넥터를 사용할 경우 가격이 고가 - 계전기는 교류에서 사용할 수 있는 제품으로 구성하면 AC/DC 구분의 필요성이 없음 - 파일럿 신호 전압은 현재 산업계에서 가장 범용으로 사용하는 DC24V 활용 - 작동 방식은 모터 개폐기의 정역회전과 릴레이 ON/OFF 접점으로 제작 - 급변 과제에서는 가장 수요가 많은 채널 수를 표준으로 제작 						

<구동기 인터페이스 규격 적용 방안>

- 스마트팜 기자재의 물리 규격을 정하는 센서 인터페이스 표준(KS X 3266), 구동기 인터페이스 표준(KS X 3265) 외에 스마트팜 데이터 포맷을 통일하기 위한 통신 규격 표준인 스마트 온실 센서/구동기 노드 및 온실 통합 제어기 간 RS485기반 모드버스 인터페이스 표준(KS X 3267)까지 본 연구에서 적용하여 기자재를 개발함
- KS X 3276 표준 프로토콜 적용으로 RS485 Modbus 통신을 사용해 센서값을 읽고, 구동기를 제어할 수 있게 됨

  스마트 온실 센서/구동기 노드 및 온실 통합 제어기 간 RS485 기반 모드버스 인터페이스 KS X 3267:2018	센서노드 : 기본센서 11종 지원(온도, 습도, Co2, 일사, 풍향, 풍속, 감우, 토양함수율, 지온, pH, EC) 구동기노드: 제어레벨 2지원 (기본 on, off 제어와 구동시간을 지정하여 작동하는 기능 지원) 개폐형(12개), 스위치형(24개) 모두 지원 현장제어용 수동스위치 지원
--	--

<KS X 3267 표준 적용>

○ KS 표준 센서노드 개발

- KS X 3266 표준 규격을 준수하는 센서노드를 개발하였음

KSX3266 표준(센서 인터페이스) : 센서 당 240 가지 유형에서 선택하도록 제정

기계적 연결 인터페이스 규격				전기적 연결 인터페이스 규격		
접속단자	결선형식	결선식별	단자순서	전원전압	출력범위	
① 커넥터 ② 터미널단자 2	2선식	① W (백색) ② B (흑색)	① R (적색) : 전원 ② Y (황색) : 신호1 ③ G (녹색) : 신호2 ④ B (흑색) : 접지	① 전원 ② 신호1 ③ 신호2 ④ 접지	<직류> ① 5V ② 12V ③ 24V ④ 48V <교류> ① 220V, 60Hz	<아날로그 1> ① 5V ② 12V ③ 24V <아날로그 2> ① 4~20mA ② 0~20mA <디지털> ① RS-232 ② RS-485(Mod) ③ CAN
	3선식	① R (적색) ② Y (황색) ③ B (흑색)		5	8	
	4선식	① R (적색) ② Y (황색) ③ G (녹색) ④ B (흑색)				

2 x 3 x 5 x 8 = 240유형

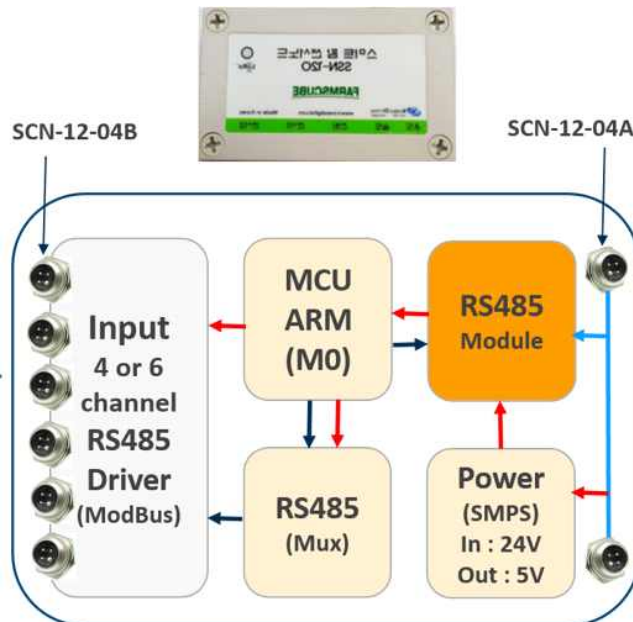
금번 과제 : 센서 당 240 유형을 1가지 유형으로 선정

기계적 연결 인터페이스 규격				전기적 연결 인터페이스 규격	
접속단자	결선형식	결선식별	단자순서	전원전압	출력범위
커넥터 채용 : SCN-12-4B 1	4선식 1	① R (적색) ② Y (황색) ③ G (녹색) ④ B (흑색)	① R (적색) : 전원 ② Y (황색) : 신호1 ③ G (녹색) : 신호2 ④ B (흑색) : 접지	① 전원 ② 신호1 ③ 신호2 ④ 접지	직류 채용 : DC 5V 1 디지털 출력 채용 : RS-485 (Mod Bus) 1

현재 출시되는 산업용 센서의 95% 이상이 디지털 통신을 채택, 아날로그 센서는 5% 이하

<KS X 3266 표준 적용>

- KS X 3266(센서 인터페이스) 표준을 적용하여 개발한 센서노드는 4채널의 센서 연결이 가능함



<KS X 3266 표준을 적용한 센서노드 구조도>

- 센서노드 커넥터는 KS X 3266 규격을 준수하는 4핀 커넥터를 선정하여 센서와 쉽게 연결할 수 있도록 함



<KS X 3266 표준을 적용한 센서노드 커넥터>

- KS 표준을 준수하는 센서노드로 최대 4개의 센서를 연결할 수 있으며, 내장 DIP 스위치를 사용하여 장치ID를 설정하여 최대 8개 센서노드를 병렬로 연결할 수 있음
- KS 표준인 KS X 3267 통신프로토콜을 지원하여 타 회사의 제어장치에서 쉽게 센서값을 읽어볼 수 있음

제품사진	주요기능
	<ul style="list-style-type: none"> - KS 표준적용(KSX3266, KSX3267) - 각 센서마다 고유 ID 부여로 센서노드에서 자동 센서 인식 (PnP) - 센서 노드에 개별 ID 설정용 DIP 스위치 내장(최대 8개 연결지원) - RS485통신을 통한 펌웨어 업데이트 지원 - 스마트팜 센서 11종 지원
<p><센서노드SSN-220></p>	<p style="text-align: center;">주요성능</p> <ul style="list-style-type: none"> - RS485 통신속도 (최대 921.6kpbs) 지원 - 센서포트 4개 - RS485 통신포트 2개 - 입력전원 12V 1A - SMBus digital sensor 지원 - RS485 Sensor 지원 - 저전력 동작(0.2W 미만)

- 시설과수 농장에서 많이 사용하는 전용 유량계 센서를 개발하였고 기존 센서의 성능향상 등 고도화 연구를 진행함

성능 항목	단위	최종 개발 목표	달성성능	성능개선 및 고도화
온도	℃	○ 측정범위 : -20℃ ~ 80℃ ○ 해상도 : 0.1℃ ○ 오차범위 : 상온에서 ±0.5℃	개발목표달성	오차범위 : 상온에서 ±0.25℃ 개선 고도화
습도	%	○ 측정범위 : 0 ~ 100% ○ 해상도 : 0.1%RH ○ 오차범위 : ±2.5%	개발목표달성	필터내장형 멀티센서로 구현하여 내구성 향상 및 정밀도를 개선함
일사량	W/m ²	○ 측정범위 : 0 ~ 2,000 W/m ² ○ 해상도 : 1W / m ² ○ 오차범위 : ±5%	개발목표달성	100 W 이하 낮은영역에서 센서정확도를 개선, 보정알고리즘 개선함
강우	mm/hr	○ 측정범위 : Rain On- Off ○ 해상도 : ○ 오차범위 : 1분 이내 (Heater 사용시)	개발목표달성	센서내부 수분증발용 히터 제어시 내부 온도센서에 의한 능동제어 알고리즘 추가로 고도화
풍향	°	○ 측정범위 : 0 ~ 360도 ○ 해상도 : 1도 ○ 오차범위 : ±2.5도	개발목표달성	
풍속	m/s	○ 측정범위 : 0 ~ 75m/s ○ 해상도 : 0.1m/s ○ 오차범위 : ±5%	개발목표달성	
CO ₂	ppm	○ 측정범위 : 0 ~ 3000ppm ○ 해상도 : 1ppm ○ 오차범위 : ±3%	개발목표달성	
지온	℃	○ 측정범위 : -20℃ ~ 80℃ ○ 해상도 : 0.1℃ ○ 오차범위 : 상온에서 ±0.5℃	개발목표달성	오차범위 : 상온에서 ±0.25℃ 개선 고도화
토양수분	%	○ 측정범위 : 0 ~ 100% ○ 해상도 : 0.1%VWC ○ 오차범위 : ±5%	개발목표달성	EC 센싱부분 교정방법개선으로 신뢰성 향상
유량계	l/m		- 측정범위 : 0 ~ 10000L - 해상도 : 10l/m - 오차범위 : ±1%	관수제어용으로 신규센서를 개발함.
EC	dS/m	○ 측정범위 : 0 ~ 5dS/m ○ 해상도 : 0.1dS/m ○ 오차범위 : ±2% F.S		본과제 미사용
pH	pH	○ 측정범위 : 2 ~ 12pH ○ 해상도 : 0.1pH ○ 오차범위 : ±2% F.S		본과제 미사용

○ KS 표준 구동기노드 개발

- KS X 3265 표준 규격을 준수하는 구동기노드를 개발함

KSX3265 표준 : 구동기 인터페이스를 840 가지 유형에서 선택하도록 제정

접속 단자	기계적 연결 인터페이스 규격			전기적 연결 인터페이스 규격		작동 방식
	계전기 형식	파일럿 신호 결선 식별	동력선 식별	파일럿 신호 전원 전압	동력선 전원 전압	
① 커넥터 ② 터미널단자	<직류> ① 1A ② 1A1B ③ 2A2B	<직류> ① R(적색): (+) ② Bk(흑색): 접지	<직류> ① R(적색): (+) ② Bk(흑색): 접지	<직류> ① 5 V ② 12 V ③ 24 V ④ 48 V	<직류> ① 5 V ② 12 V ③ 24 V ④ 48 V	① 스위치 방향: (상, 하) ② 스위치 작동 모드: (ON, OFF)
	<교류> ① 220 V 단상 ② 220 V 삼상 ③ 380 V 삼상	<교류> ① 이(오렌지색): 신호 ② G(녹색): 접지	<교류 단상> ① W(백색): R상 ② Bk(흑색): T상 <교류 삼상> ① W(백색): R상 ② Br(갈색): S상 ③ Bk(흑색): T상	<교류> ① 220 V 60 Hz	<교류> ① 220 V 단상 ② 220 V 삼상 ③ 380 V 삼상	
2 x 6 x 5 x 7 x 2 = 840 유형						

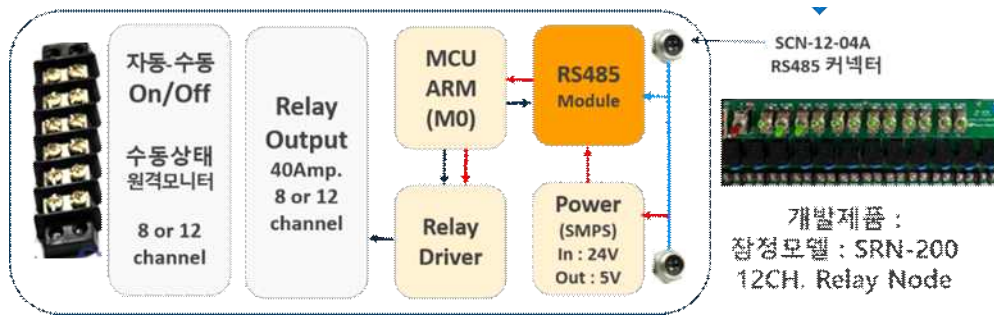
금번 과제 : 구동기 인터페이스를 최소 유형으로 축소하여 표준을 개선

접속 단자	기계적 연결 인터페이스 규격			전기적 연결 인터페이스 규격		작동 방식
	계전기 형식	파일럿 신호 결선 식별	동력선 식별	파일럿 신호 전원 전압	동력선 전원 전압	
터미널 단자	<직류> ① 1A ② 2A2B ③ 380 V 삼상	<직류> ① R(적색): (+) ② Bk(흑색): 접지	<직류> ① R(적색): (+) ② Bk(흑색): 접지	<직류> ③ 24 V	<직류> ③ 24 V	① 스위치 방향 (상, 하) ② 스위치 작동 모드 (ON, OFF)
	<교류> ① 이(오렌지색): 신호 ② G(녹색): 접지	<교류> ① W(백색): R상 ② Bk(흑색): T상 ③ Br(갈색): S상		<교류> ① 220 V 단상 ③ 380 V 삼상		
1 x 3 x 1 x 3 x 2 = 18 유형						

현재 코리아디지털에서 구동기 인터페이스를 작동방식에 따른 2가지 유형으로 공급 중

<KS X 3265 표준 적용>

- KS X 3265(구동기 인터페이스) 표준을 준수하는 스위치(ON-OFF)형 구동기 노드를 개발함
- 릴레이 접점 출력 : 무전압 접점만 출력하여 각각의 부하용량에 적합하도록 설계
- 배선릴레이 접점용량을 40A로 높여 트러블 방지
- 12채널 이상 구동기 제어 : 유동팬, 환기팬, 냉방기, 난방기, 관수공급기, 양액공급기, 펌프, 관수밸브, CO2발생기



<KS X 3265 표준을 적용한 구동기노드(스위치형) 구조도>

- KS X 3265(구동기 인터페이스) 표준을 준수하는 모터개폐(상, 하)형 구동기 노드를 개발함
- 배선릴레이 접점용량을 16A로 높여 트러블 방지
- 외부에서 DC24V SMPS 전원공급 유닛 결선 : 사용 부하에 따라 SMPS 전원용량 교체



<KS X 3265 표준을 적용한 구동기노드(모터형) 구조도>

- 구동기 노드 커넥터는 KS X 3265 규격을 준수하는 터미널 단자를 선정하여 제어설비와 쉽게 연결할 수 있도록 함




<KS X 3265 표준을 적용한 구동기노드 커넥터>

- KS 표준을 준수하는 구동기노드로 릴레이포트 24개와 개폐기전용 포트 12를 연결 할 수 있음
- 자동/수동제어 변경 스위치와 수동제어를 위한 토글스위치를 내장하여 별도의 제어패널 없이 사용할 수 있음
- 개폐기 전용 SMPS를 내장하여 개폐기 모터 설치시 2선만 결선하면 됨으로 장비 설치가 용이함

제품사진	주요기능
	<ul style="list-style-type: none"> - KS 표준적용(KSX3266, KSX3267) - 표준제어 Level 2 지원 - 수동제어용 스위치내장 - 구동기 노드에 개별 ID 설정용 DIP 스위치 내장(최대 8개 연결가능) - 누전차단기 및 낙뢰(서지) 보호 회로 내장 - 개폐기전용 릴레이 및 무전압 접점 릴레이 지원 - RS485통신을 통한 펌웨어 업데이트 지원
	주요성능
	<ul style="list-style-type: none"> - RS485 통신속도 (최대 921.6kpbs) 지원 - 개폐기 전용포트 12개(개폐기 12개 연결가능) - 릴레이 포트 24개 (220AC, 10A) - 개폐기 내장전원 24V 80A - 릴레이 전원용량 각포트당 16A

○ KS 표준 외부기상대 개발

- KS X 3266 표준 규격을 준수하는 외부기상대노드를 개발함
- 외부 기상관측용 장비로 온도, 습도, 풍향, 풍속, 일사, 감우감지 등 6종 센서를 운영할 수 있으며 일체형 브라켓을 사용하여 설치가 용이함

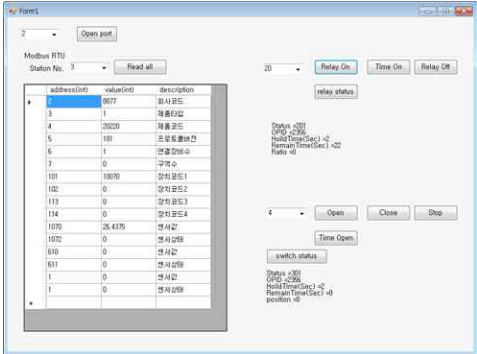
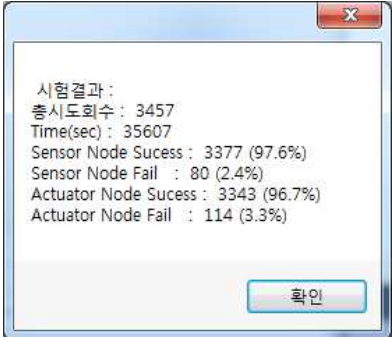
제품사진	주요기능
 <p data-bbox="295 967 454 992">외부기상장비</p>	<ul style="list-style-type: none"> - KS 표준적용(KSX3266, KSX3267) - RS485 통신지원 - 낙뢰(서지) 보호 회로 내장 - RS485통신을 통한 펌웨어 업데이트 지원 - 소비전력 1W 미만 - 외장배터리와 태양전지 부착하여 노지에서 사용가능. - LoRa 통신지원(방송기능 1:N 수신) - 포함센서 : 풍향, 풍속, 일사, 온도, 습도, 감우감지



<KS X 3266 표준을 적용한 외부기상대 설치 사진>

○ KS 표준 기자재 성능 및 실증 시험


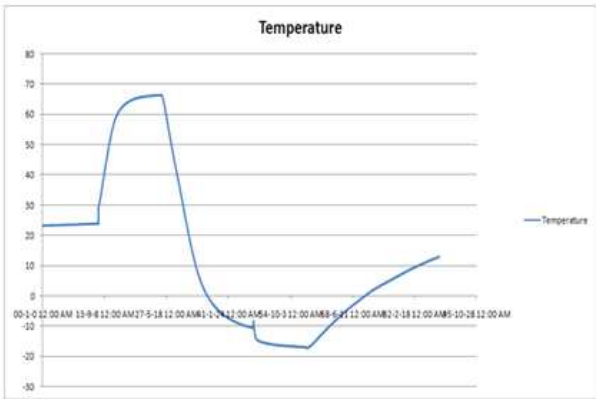
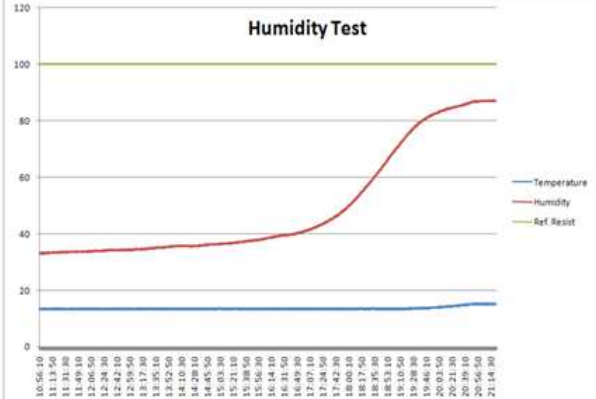
- 센서노드, 구동기 노드의 주요기능인 RS485(표준통신프로토콜) 통신에 대한 성능을 테스트하여 통신 신뢰성을 확보함

시험 화면	시험 설계
 <p><통신테스트 App></p> 	<p>시험내용 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 온습도센서를 연결한 센서노드와 구동기노드를 RS485 케이블로 연결하고 센서값 읽기와 구동기 On/Off 제어를 주기적 통신하여 통신연결 상태를 확인함 <p>시험방법 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 센서노드 읽기주기 10초, 구동기제어 주기 10초 로하여 약 10시간동안 반복시험함
	시험 결과
	<p>시험 결과 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 센서노드 통신 성공률 97.6 % <ul style="list-style-type: none"> · 3377(통신성공횟수)/3457(총시도횟수) - 구동기노드 통신 성공률 96.7 % <ul style="list-style-type: none"> · 3343(통신성공횟수)/3457(총시도횟수) <p>특이사항</p> <ul style="list-style-type: none"> - 센서노드와 구동기 노드를 공통선으로 연결할 경우 통신 에러 발생 빈도가 2%늘어남


- 챔버를 사용하여 고온/고습환경 조건에 대한 성능 시험을 통해 제품의 내구성 및 안정성을 확인함

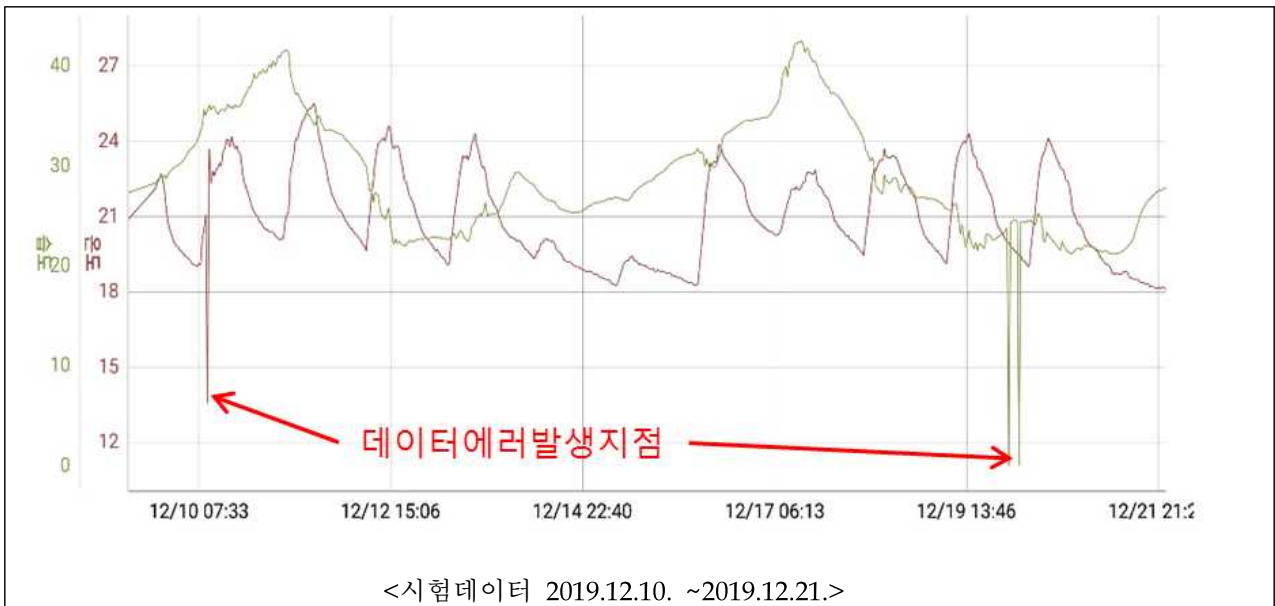
시험 화면	시험 설계
 <p data-bbox="341 981 480 1010"><시험챔버></p>	<p>시험내용 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 온도습도챔버(TH-ME)를 사용하여 온도, 습도 구간별 시험을 진행, 통신상태와 센서측정값을 확인하여 기기가 고온고습환경에서 정상 작동함을 시험함 <p>시험방법 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 시험챔버 온도, 습도 구간을 상한, 하한으로 설정한 후 최소 1시간동안 유지하면서 측정함. 최소 3회 반복 실험함
	<p data-bbox="970 584 1094 613">시험 결과</p> <p>시험 결과 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 온도 습도 시험구간에서 센서노드 정상 작동함 - 온도 구간(-20℃ ~ +70℃)에서 약 20시간을 시험한 결과 아래와 같은 안정된 동작 결과를 보였으며, 동작 중 제어기(PC)와 센서노드(SSN-220)의 특이사항 없음 - 습도 구간(30% ~90%)에서 약 10시간을 시험한 결과 아래와 같은 안정된 결과를 보였으며 동작 중 제어기(PC)와 센서노드(SSN-220)의 특이사항 없음 <p>특이사항</p> <ul style="list-style-type: none"> - 해당 없음

- 센서 성능 시험 결과 특이사항 없이 안정적으로 환경 데이터를 측정하였음

 <p data-bbox="336 1518 576 1547"><측정 Application></p>	<ul style="list-style-type: none"> - RS485 Modbus를 통한 센서연결 - 센서설정 및 데이터 수집주기 설정 - 로컬DB에 데이터저장 - 측정데이터 그래프로 표시 및 확대축소 - 측정데이터 엑셀파일로 export 지원(csv포맷)
 <p data-bbox="236 1982 715 2011"><온도 센서 성능 테스트 결과 그래프></p>	 <p data-bbox="874 1982 1353 2011"><습도 센서 성능 테스트 결과 그래프></p>

- 자체 제작한 미니온실에 센서, 센서노드, 구동기노드, 통합제어기를 설치하여 본 연구에서 개발한 KS 표준 기자재의 성능을 검증함

시험 화면	시험 설계
	<p>시험장비 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 센서노드 1개(SSN-220) - 구동기노드 1개(SFU-2900A) - 통합제어기 1개(Embedded PC) <p>센서 : 온도, 습도, 토양수분, 토양EC, 토양온도, Co2</p> <p>구동기 : 촉창좌, 촉창우, 천창 스크린, 유동팬, LED 램프</p> <p>소프트웨어 : 스마트관수시스템 어플리케이션</p> <p>설치일자 : 2019.10.17</p> <p>시험기간 : 2019.11.10~ 2019 계속</p> <p>장소 : 코리아디지털 화순공장 내 실험동</p> <p>기타 : 상시전원사용, 인터넷 , AWS Server</p> <hr/> <p style="text-align: center;">시험 결과</p> <p>시험결과 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 약 50일 동안 센서데이터 안정적으로 측정 저장되었음. 매 10초에 1회씩 측정 2분에 1회씩 데이터를 저장함. 최근 2주일간 오류데이터(0.5% 이하), 누락데이터 (5.2% 이하) <p>특이사항 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 구동기 노드에 대한 시험은 원격 수동제어 100% 성공 및 안정적으로 동작함 - 센서에 의한 자동제어는 알고리즘 미흡으로 오작동 발생 빈도 높음. 자동제어 알고리즘과 UI 개선중임.



○ 제품규격 인증

- 농업기술실용화 재단에서 추진하는 스마트팜 기자재 검인증을 획득하려고 하였으나 연구 기간동안 사업을 시작하지 않아 진행하지 못함
- KC 적합등록은 계획대로 진행하여 본 연구에서 개발한 KS 표준 센서노드, KS 표준 구동 노드에 인증 획득함

<p style="text-align: center;">적합성평가기준에 부합함을 증명하는 확인서 [CONFORMITY DECLARATION LETTER]</p> <p style="text-align: right;">(일격)</p> <p>※ 1. 국은 확인되는 것에 노후를 합니다.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">당사자명 (Person in Charge)</td> <td style="width: 25%;">전화번호 (KCC No.)</td> <td style="width: 25%;">전화번호 (Telephone No.)</td> <td style="width: 25%;">등록번호 (Registration No.)</td> </tr> <tr> <td>제품모델번호 (Product ID)</td> <td>모델명 (Model Name)</td> <td>기기부호(형식기호) (Type Code by KCC)</td> <td>등록번호 (Registration No.)</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> 제품사진  </td> <td colspan="2" style="text-align: center;"> 대체모델명 (Derivative Model) * 규격번호가 불이행인 경우 별도등록 가능 </td> </tr> <tr> <td>제조사 (Manufacturer)</td> <td>제조사명 (Name of Manufacturer)</td> <td>제조국가 (Country of Origin)</td> <td>등록번호 (Registration No.)</td> </tr> <tr> <td>시험기관 (Name of Lab.)</td> <td>시험기관명 (Name of Lab.)</td> <td>시험책임자 (Responsible Person for test)</td> <td>노출일 (Date of Issue)</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 50%;">적합성평가 기준기준 (Test Standard)</td> <td style="width: 25%;">적합성평가 결과 (Result)</td> <td style="width: 10%;">표시사항의 구분명 (Marking Item)</td> <td style="width: 15%;">등록기준 호출번호 (Registration on KCC)</td> </tr> <tr> <td> KS21 스마트팜기어기 전파로 적합성 시험방법 (사) KS21 스마트팜기어기 전파로 적합성 시험방법 (사) KS21000-4-2 KS21000-4-3 KS21000-4-4 KS21000-4-5 KS21000-4-6 KS21000-4-11 </td> <td style="text-align: center;"> ■ 적합 ■ 적합 ■ 적합 ■ 적합 ■ 적합 ■ 적합 ■ 적합 </td> <td style="text-align: center;"> ■ 제 1호 ■ 제 2호 ■ 제 3호 ■ 제 4호 ■ 제 5호 ■ 제 6호 ■ 제 7호 </td> <td style="text-align: center;"> □ 제 1호 □ 제 2호 □ 제 3호 □ 제 4호 □ 제 5호 □ 제 6호 □ 제 7호 </td> </tr> </table> <p style="font-size: small;"> 상기서 적합등록 신청기어기는 해당 적합성평가기준에 적합함을 확인합니다. (We hereby declare that the equipment above is comply with the related KCC Standard.) </p> <p style="text-align: right;">2019년(Year) 11월(Month) 12일(Date)</p> <p style="text-align: right;"> 신청자 (Applicant) </p> <p style="text-align: right;"> 국립전파연구원장 귀하 (To the chief of RRA) </p>	당사자명 (Person in Charge)	전화번호 (KCC No.)	전화번호 (Telephone No.)	등록번호 (Registration No.)	제품모델번호 (Product ID)	모델명 (Model Name)	기기부호(형식기호) (Type Code by KCC)	등록번호 (Registration No.)	제품사진 		대체모델명 (Derivative Model) * 규격번호가 불이행인 경우 별도등록 가능		제조사 (Manufacturer)	제조사명 (Name of Manufacturer)	제조국가 (Country of Origin)	등록번호 (Registration No.)	시험기관 (Name of Lab.)	시험기관명 (Name of Lab.)	시험책임자 (Responsible Person for test)	노출일 (Date of Issue)	적합성평가 기준기준 (Test Standard)	적합성평가 결과 (Result)	표시사항의 구분명 (Marking Item)	등록기준 호출번호 (Registration on KCC)	KS21 스마트팜기어기 전파로 적합성 시험방법 (사) KS21 스마트팜기어기 전파로 적합성 시험방법 (사) KS21000-4-2 KS21000-4-3 KS21000-4-4 KS21000-4-5 KS21000-4-6 KS21000-4-11	■ 적합 ■ 적합 ■ 적합 ■ 적합 ■ 적합 ■ 적합 ■ 적합	■ 제 1호 ■ 제 2호 ■ 제 3호 ■ 제 4호 ■ 제 5호 ■ 제 6호 ■ 제 7호	□ 제 1호 □ 제 2호 □ 제 3호 □ 제 4호 □ 제 5호 □ 제 6호 □ 제 7호	<p style="text-align: center;">방송통신기자재등의 적합등록 필증 Registration of Broadcasting and Communication Equipments</p> <p style="text-align: right;">F79C-41000-0141-0203</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">상호 또는 성명 (Trade Name or Surname)</td> <td style="width: 50%;">코리아디지탈(주)</td> </tr> <tr> <td>기자재명칭(제품명칭) (Equipment Name)</td> <td>스마트팜 컨트롤러 (SmartFarm Controller)</td> </tr> <tr> <td>기본모델명 (Base Model Number)</td> <td>SFC-2900MA</td> </tr> <tr> <td>파생모델명 (Sub Model Number)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>등록번호 (Registration No.)</td> <td>R-R-KDY-SFC-2900MA</td> </tr> <tr> <td>제조사(제조(조립)국가) (Manufacturer/Country of Origin)</td> <td>코리아디지탈(주) / 한국</td> </tr> <tr> <td>등록연월일 (Date of Registration)</td> <td>2019-11-27</td> </tr> <tr> <td>기타 (Others)</td> <td></td> </tr> </table> <p style="font-size: small;"> 이 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;">2019년(Year) 11월(Month) 27일(Date)</p> <p style="text-align: center;">  국립전파연구원장 Director General of National Radio Research Agency </p> <p style="font-size: x-small; text-align: center;"> * 적합등록 대상품(기자재)은 반드시 "적합성평가표지"를 부착하여 사용하여야 합니다. (The registered equipment must be marked with the "Conformity Evaluation Marking" for use.) </p>	상호 또는 성명 (Trade Name or Surname)	코리아디지탈(주)	기자재명칭(제품명칭) (Equipment Name)	스마트팜 컨트롤러 (SmartFarm Controller)	기본모델명 (Base Model Number)	SFC-2900MA	파생모델명 (Sub Model Number)		등록번호 (Registration No.)	R-R-KDY-SFC-2900MA	제조사(제조(조립)국가) (Manufacturer/Country of Origin)	코리아디지탈(주) / 한국	등록연월일 (Date of Registration)	2019-11-27	기타 (Others)	
당사자명 (Person in Charge)	전화번호 (KCC No.)	전화번호 (Telephone No.)	등록번호 (Registration No.)																																										
제품모델번호 (Product ID)	모델명 (Model Name)	기기부호(형식기호) (Type Code by KCC)	등록번호 (Registration No.)																																										
제품사진 		대체모델명 (Derivative Model) * 규격번호가 불이행인 경우 별도등록 가능																																											
제조사 (Manufacturer)	제조사명 (Name of Manufacturer)	제조국가 (Country of Origin)	등록번호 (Registration No.)																																										
시험기관 (Name of Lab.)	시험기관명 (Name of Lab.)	시험책임자 (Responsible Person for test)	노출일 (Date of Issue)																																										
적합성평가 기준기준 (Test Standard)	적합성평가 결과 (Result)	표시사항의 구분명 (Marking Item)	등록기준 호출번호 (Registration on KCC)																																										
KS21 스마트팜기어기 전파로 적합성 시험방법 (사) KS21 스마트팜기어기 전파로 적합성 시험방법 (사) KS21000-4-2 KS21000-4-3 KS21000-4-4 KS21000-4-5 KS21000-4-6 KS21000-4-11	■ 적합 ■ 적합 ■ 적합 ■ 적합 ■ 적합 ■ 적합 ■ 적합	■ 제 1호 ■ 제 2호 ■ 제 3호 ■ 제 4호 ■ 제 5호 ■ 제 6호 ■ 제 7호	□ 제 1호 □ 제 2호 □ 제 3호 □ 제 4호 □ 제 5호 □ 제 6호 □ 제 7호																																										
상호 또는 성명 (Trade Name or Surname)	코리아디지탈(주)																																												
기자재명칭(제품명칭) (Equipment Name)	스마트팜 컨트롤러 (SmartFarm Controller)																																												
기본모델명 (Base Model Number)	SFC-2900MA																																												
파생모델명 (Sub Model Number)																																													
등록번호 (Registration No.)	R-R-KDY-SFC-2900MA																																												
제조사(제조(조립)국가) (Manufacturer/Country of Origin)	코리아디지탈(주) / 한국																																												
등록연월일 (Date of Registration)	2019-11-27																																												
기타 (Others)																																													
<KC 인증 - 센서노드 SSN-220>	<KC 인증 - 구동기노드 SFC-2900MA>																																												

- 온도, 습도, 일사량, 토양수분 등 주요 센서에 대해 성능인증을 획득함

센서	인증내용	인증서																																														
	<p>제 M-2019-2576호 온습도계 KSH-R1910-1001호 2019년 11월 13일 2022년 11월 12일</p>	<p>제 M-2019-2576 호 기상측기검정증명서</p> <table border="1"> <tr> <td rowspan="3">신청인</td> <td>단체명</td> <td>코리아디지털(주)</td> <td>사업자등록번호 (생년월일)</td> <td colspan="2">118-81-17631</td> </tr> <tr> <td>성명(대표자)</td> <td>김종빈</td> <td>전화번호</td> <td colspan="2">02-2109-8877</td> </tr> <tr> <td>주소</td> <td colspan="4">서울 구로구 디지털로 273, (에이스트원타워 2차 804호 코리아디지털)</td> </tr> </table> <p>기상측기명 2종 이상의 기상측기가 구조상 하나로 구성된 기상측기</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>검정요소</th> <th>제조회사</th> <th>규격(모델)</th> <th>제조연월일</th> <th>제번호</th> <th>비고 (설치장소)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>로거</td> <td>코리아디지털(주)</td> <td>SWS-500</td> <td>2018. 05. 16.</td> <td>SWS-R1805-1001</td> <td>코리아디지털(주)</td> </tr> <tr> <td>온도</td> <td>코리아디지털(주)</td> <td>KSH-7310</td> <td>2019. 10. 21.</td> <td>KSH-R1910-1001</td> <td></td> </tr> <tr> <td>습도</td> <td>코리아디지털(주)</td> <td>KSH-7310</td> <td>2019. 10. 21.</td> <td>KSH-R1910-1001</td> <td></td> </tr> <tr> <td>강수량</td> <td>코리아디지털(주)</td> <td>SWAP-7400</td> <td>2019. 10. 21.</td> <td>SWAP-R1910-1001</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>이 하 여 백</p> <p>※ 붙임 : 기상측기검정성적서</p> <p>위 기상측기는 「기상관측표준화법」 제13조제1항 본문 및 제2항 단 및 같은 법 시행령 제6조제3항에 따라 검정한 결과 검정에 합격한 것임을 증명합니다.</p> <p>2019년 11월 13일</p> <p><input type="checkbox"/> 기상청장 <input checked="" type="checkbox"/> 한국기상산업기술원장</p> <p>※ 이 증명서의 유효기간은 증명발행일부터 3년입니다.</p> <p><한국기상산업기술원></p>	신청인	단체명	코리아디지털(주)	사업자등록번호 (생년월일)	118-81-17631		성명(대표자)	김종빈	전화번호	02-2109-8877		주소	서울 구로구 디지털로 273, (에이스트원타워 2차 804호 코리아디지털)				검정요소	제조회사	규격(모델)	제조연월일	제번호	비고 (설치장소)	로거	코리아디지털(주)	SWS-500	2018. 05. 16.	SWS-R1805-1001	코리아디지털(주)	온도	코리아디지털(주)	KSH-7310	2019. 10. 21.	KSH-R1910-1001		습도	코리아디지털(주)	KSH-7310	2019. 10. 21.	KSH-R1910-1001		강수량	코리아디지털(주)	SWAP-7400	2019. 10. 21.	SWAP-R1910-1001	
신청인	단체명	코리아디지털(주)		사업자등록번호 (생년월일)	118-81-17631																																											
	성명(대표자)	김종빈		전화번호	02-2109-8877																																											
	주소	서울 구로구 디지털로 273, (에이스트원타워 2차 804호 코리아디지털)																																														
검정요소	제조회사	규격(모델)	제조연월일	제번호	비고 (설치장소)																																											
로거	코리아디지털(주)	SWS-500	2018. 05. 16.	SWS-R1805-1001	코리아디지털(주)																																											
온도	코리아디지털(주)	KSH-7310	2019. 10. 21.	KSH-R1910-1001																																												
습도	코리아디지털(주)	KSH-7310	2019. 10. 21.	KSH-R1910-1001																																												
강수량	코리아디지털(주)	SWAP-7400	2019. 10. 21.	SWAP-R1910-1001																																												
	<p>제2019-04-004호 토양수분 센서 KDSM001 호 2019년 06월 28일 2024년 06월 27일</p>	<p>수문조사기기 검정증명서</p> <p>(검정증명서 번호 : 2019-04-004)</p> <table border="1"> <tr> <td rowspan="2">의뢰자</td> <td>기관명</td> <td>코리아디지털(주)</td> </tr> <tr> <td>주소</td> <td>서울시 구로구 디지털로 273, (에이스트원타워 2차) 804호</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">검정(시험) 대상품목</td> <td>기기명</td> <td>토양수분측정기기</td> </tr> <tr> <td>제조회사</td> <td>코리아디지털(주)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>제조연월일</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td></td> <td>모델 및 기기번호</td> <td>KSM8900, KDSM001</td> </tr> <tr> <td>검정(시험) 일자</td> <td colspan="2">2019년 6월 28일</td> </tr> <tr> <td>검정(시험) 방법</td> <td colspan="2">한강홍수통제소 고시 제2009-20호 (수문조사기기의 검정기준에 대한 검사방법 및 허용오차)</td> </tr> <tr> <td>검정(시험) 결과</td> <td colspan="2">합격, 일반검정 세부사항은 수문조사기기 검정성적서 참고</td> </tr> <tr> <td>검정 유효기간</td> <td colspan="2">2019년 6월 28일부터 2024년 6월 27일까지(5년간)</td> </tr> </table> <p>위 수문조사기기는 「수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률」 제12조에 따라 검정한 결과 검정에 합격한 것임을 증명합니다.</p> <p>2019년 6월 28일</p> <p>한국수자원조사기술원장</p> <p><한국수자원조사기술원></p>	의뢰자	기관명	코리아디지털(주)	주소	서울시 구로구 디지털로 273, (에이스트원타워 2차) 804호	검정(시험) 대상품목	기기명	토양수분측정기기	제조회사	코리아디지털(주)		제조연월일	-		모델 및 기기번호	KSM8900, KDSM001	검정(시험) 일자	2019년 6월 28일		검정(시험) 방법	한강홍수통제소 고시 제2009-20호 (수문조사기기의 검정기준에 대한 검사방법 및 허용오차)		검정(시험) 결과	합격, 일반검정 세부사항은 수문조사기기 검정성적서 참고		검정 유효기간	2019년 6월 28일부터 2024년 6월 27일까지(5년간)																			
의뢰자	기관명	코리아디지털(주)																																														
	주소	서울시 구로구 디지털로 273, (에이스트원타워 2차) 804호																																														
검정(시험) 대상품목	기기명	토양수분측정기기																																														
	제조회사	코리아디지털(주)																																														
	제조연월일	-																																														
	모델 및 기기번호	KSM8900, KDSM001																																														
검정(시험) 일자	2019년 6월 28일																																															
검정(시험) 방법	한강홍수통제소 고시 제2009-20호 (수문조사기기의 검정기준에 대한 검사방법 및 허용오차)																																															
검정(시험) 결과	합격, 일반검정 세부사항은 수문조사기기 검정성적서 참고																																															
검정 유효기간	2019년 6월 28일부터 2024년 6월 27일까지(5년간)																																															



일 사 계
 SWSR-R1804-1001호
 2018 년 04 월 18 일
 2021 년 04 월 17 일

제 M-2018-1114 호

기상측기검정증명서

신 청 인	단 체 명	코리아디지털(주)	사업자등록번호 (생년월일)	118-81-17631
	성명(대표자)	김종빈	전화번호	02-2109-8877
	주 소	서울특별시 구로구 디지털로 273, 804호(구로동,에이스트원타워2차)		

검 정 내 용	기상측기명 2종 이상의 기상측기가 구조상 하나로 구성된 기상측기					
	검정요소	제조회사	규격(모델)	제조연월일	제조번호	비고 (설치장소)
	로 거	코리아디지털(주)	SWS-500	2018. 05. 14.	SWS-R1805-1001	
	품 향	코리아디지털(주)	SWWD-7300	2018. 04. 18.	SWWD-R1804-1001	
	일 사	코리아디지털(주)	SWSR-7500F	2018. 04. 18.	SWSR-R1804-1001	

※ 붙임 : 기상측기검정성적서

위 기상측기는 「기상관측표준화법」 제13조제1항 본문 및 제2항 전 단 및 같은 법 시행령 제6조제3항에 따라 검정한 결과 검정에 합격한 것임을 증명합니다.

2018년 06월 15일

[] 기상청장
 [V] 한국기상산업기술원장



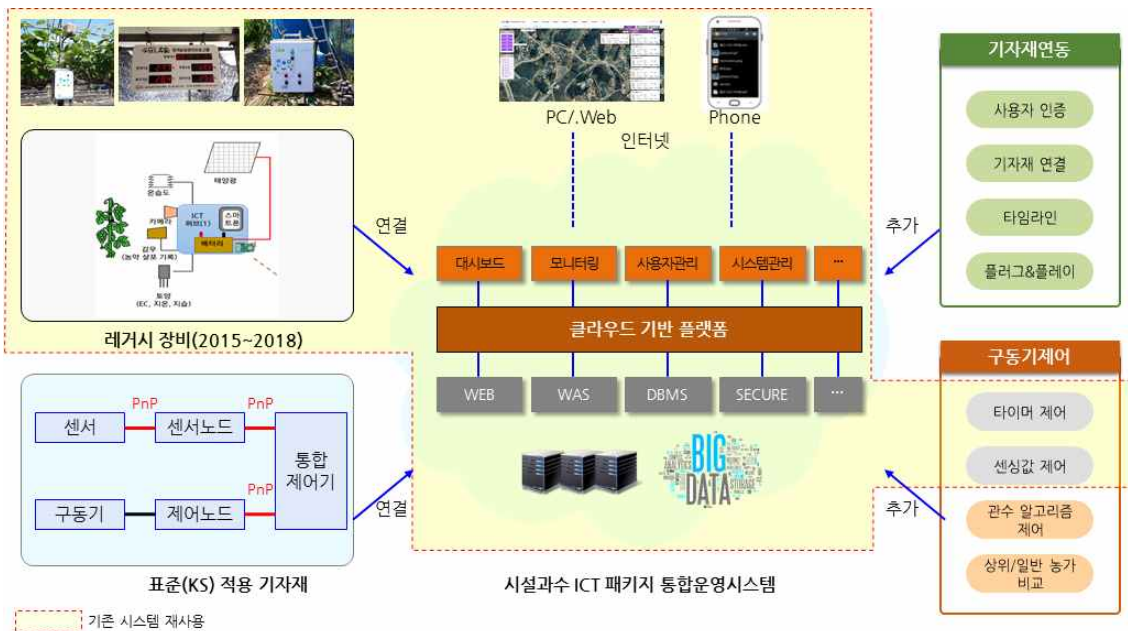
※ 이 증명서의 유효기간은 증명발행일부터 3년(일사 5년)입니다.

<한국기상산업기술원>

2-2. 표준 적용 기자재를 활용한 패키지 통합운영시스템 산업화

○ 시설과수 ICT 패키지 통합운영시스템 컨셉 설계

- ICT 패키지 통합운영시스템은 1협동기관(코리아디지털)에서 개발하는 표준 기자재와 연동하여 데이터를 수집하고 구동기를 제어하기 위한 프로그램 집합을 의미함
- 테스트베드를 제공하는 화성시 농업기술센터에서는 2017~2018년 포도 스마트팜 통합관제 시스템을 구축하여 운영하고 있는데 본 연구에서는 기구축 인프라를 연구에 활용하였음
- 대시보드, 모니터링, 사용자관리, 시스템관리 등 기본기능은 화성 포도 스마트팜 통합관제 시스템을 이용하였고 KS 표준 기자재와 연동하기 위한 기자재 연동 기능과 관수 알고리즘 실험을 위한 제어 로직 고도화 연구를 진행하였음
- 기자재 연동 모듈을 추가 함으로서 사용자 인증, 기자재(센서, 구동기) 연결, 타임라인, 플러그&플레이 등의 기능을 고도화하여 구현함
- 관수 알고리즘을 구현하고 테스트베드에서 실증 시험을 하기 위해서는 화성 스마트팜 통합관제시스템에 있는 타이머(시간) 제어, 센싱값 제어 외에 복잡한 제어 로직을 프로그램화하여 내재화 할 필요가 있어 본 연구에서 반영하였음



<표준 적용 기자재를 연동하는 시설과수 ICT 패키지 통합운영시스템>

○ KS 표준을 적용한 데이터 구조 설계 및 DB 구현

- KS X 3269 표준 메타데이터

. 요구 수준에 대한 표기법은 다음과 같다.

M : 필수 항목(mandatory)을 의미한다.

O : 선택 항목(optional)을 의미한다.

. 발생 횟수에 대한 표기법은 다음과 같다.

1 : 하나의 인스턴스를 의미한다.

0-1 : 0 또는 하나의 인스턴스를 의미한다.

엘리먼트	정의/의미	지원	타입
DeviceID	센서를 구분하는 식별자를 기술한다.	M(1)	xs:ID
DeviceClass	디바이스의 클래스를 기술한다. - 0x01 : sensor(센서) - 0x02 : actuator(구동기)	M(1)	xs:NMTOKEN enumeration
DeviceType	디바이스 클래스별 센싱 디바이스 종류를 기술한다. - 0x01 : temperature sensor(온도 센서) - 0x02 : humidity sensor (습도 센서) - 0x03 : CO2sensor(CO2센서) - 0x04 : pyranometer sensor (일사 센서) - 0x05 : wind direction sensor (풍향 센서) - 0x06 : wind speed sensor (풍속 센서) - 0x07 : rain detector sensor (감우 센서) - 0x08 : quantum sensor (광양자 센서) - 0x09 : soil moisture sensor (토양 함수율 센서) - 0x10 : tensiometer sensor (토양 수분 장력 센서) - 0x11 : EC sensor (EC 센서) - 0x12 : pH sensor (pH 센서) - 0x13 : soil temperature sensor (지온 센서)	M(1)	xs:NMTOKEN enumeration
Description	센서에 대한 설명을 기술한다.	O(0-1)	xs:string
Location	센서가 설치된 위치를 기술한다. 온실 내에서의 상세 위치, 온실 밖의 상세 위치 등 다양한 정보가 기술될 수 있다.	O(0-1)	xs:string
Target	센서가 센싱하고자 하는 대상을 기술한다. 온실 내 대기, 배지(토양), 작물의 줄기, 잎, 과실, 뿌리 등 다양한 정보가 기술될 수 있다.	O(0-1)	xs:string
ValueUnit	센싱 값의 단위, 기본(default)은 표준에서 정한 단위, 센싱 값의 단위에 대한 디폴트 값 선택 시, 디바이스 종류별 표 2에서 정한 단위가 사용된다. - 0x01 : °C(celsius) - 0x02 : %(percentage) - 0x03 : μmol/mol(PPM) - 0x04 : W/m2 - 0x05 : °(방향각) degree - 0x06 : m/s - 0x07 : NoUnit(ON/OFF) - 0x08 : μmol/m2/s	O(0-1)	xs:NMTOKEN enumeration

엘리먼트	정의/의미	지원	타입
	<ul style="list-style-type: none"> - 0x09 : % vol - 0x10 : kPa - 0x11 : dS/m - 0x12 : pH - 0x13 : °C(celsius) 		
ValueType	센싱 값의 타입을 기술한다. 기본값은 실수형(float)을 사용한다. <ul style="list-style-type: none"> - 0x00 : 정수형(integer) - 0x01 : 실수형(float) 	O(0-1)	xs:NMTOKEN enumeration

<KS X 3269 표준_센서 메타정보>

분류	데이터 측정 범위	데이터 단위	데이터 타입
온도	-20 ~ 80	°C	xs:float
습도	0 ~ 100	%	xs:float
CO2	0 ~ 3 000	μmol/mol(PPM)	xs:float
일사	0 ~ 2 000	W/m2	xs:float
풍향	0 ~ 360	o(방향각)	xs:float
풍속	0 ~ 40	m/s	xs:float
감우	ON/OFF	—	xs:Integer
광양자	0 ~ 2 000	μmol/m2/s	xs:float
토양 함수율	0 ~ 50	% vol.	xs:float
토양 수분 장력	0 ~ 100	kPa	xs:float
EC	0 ~ 10	dS/m	xs:float
pH	2 ~ 12	pH	xs:float
지온	-20 ~ 80	°C	xs:float

<KS X 3269 표준_센서 데이터 메타정보>

엘리먼트	정의/의미	지원	타입
DeviceID	구동기를 구분하는 식별자를 기술한다.	M(1)	xs:ID
DeviceClass	디바이스의 클래스를 기술한다. <ul style="list-style-type: none"> - 0x01: sensor(센서) - 0x02: actuator(구동기) 	M(1)	xs:NMTOKEN enumeration
DeviceType	디바이스 클래스별 디바이스 종류를 기술한다. <ul style="list-style-type: none"> - 0x01 : top window(천창) - 0x02 : side wall window(측창) - 0x03 : insulation cover(보온 덮개) - 0x04 : shading screen(차광막) - 0x05 : ventilator(환풍기) - 0x06 : flow fan(유동 팬) - 0x07 : irrigation motor(관수 모터) - 0x08 : irrigation valve(관수 밸브) 	M(1)	xs:NMTOKEN enumeration

엘리먼트	정의/의미	지원	타입
	- 0x09 : cooling and heater(냉난방기)		
Description	구동기에 대한 설명을 기술한다.	O(0-1)	xs:string
Location	구동기가 설치된 위치를 기술한다. 온실 내에서의 상세 위치, 온실 밖의 상세 위치 등 다양한 정보가 기술될 수 있다. - 북쪽/남쪽	O(0-1)	xs:string
Target	구동기 종류별 필요에 따라 추가적으로 기술하고자 하는 대상 정보를 기술한다. - 천창과 측창의 경우, 구체적인 대상 정보 - 1중창/2중창/3중창/4중창/5중창	O(0-1)	xs:string
SpeedUnit	구동기에 대한 동작 속도값의 단위. - 0x01 : %/s (초당 개폐 정도) - 0x02 : %/m (분당 개폐 정도)	O(0-1)	xs:NMTOKEN enumeration

<KS X 3269 표준_구동기 메타정보>

엘리먼트	정의/의미	지원	타입
DeviceID	구동기를 구분하는 식별자를 기술한다.	M(1)	xs:IDREF
OperationStatus	구동기의 동작 상태값을 기술한다 - 스위치형 구동기 동작 상태 정보 0x00 : ON(작동) 0x01 : OFF(정지) - 개폐형 구동기 동작 상태 정보 0x10 : OPENING(열리는 중) 0x11 : CLOSING(닫히는 중) 0x12 : OPEN(열림) 0x13 : CLOSED(닫힘) b	M(1)	xs:NMTOKEN enumeration
OperationDuration	DeviceOperationStatus의 엘리먼트 - 동작유지기간 : 날짜와 시간 정보를 'P4Y2M2DT2H2M2S' 형태로 기술한다. 스위치형 구동기에 사용된다.	O(0-1)	xs:Duration
OperationTime	DeviceOperationStatus의 엘리먼트 - 동작유지시간 : 시(hour), 분(minute), 초(second) 정보를 기술한다. 스위치형 구동기에 사용된다.	O(0-1)	xs:Time
OperationPosition	DeviceOperationStatus의 엘리먼트 원하는 동작 위치 정보, 0 ~ 100 - 0x00 : 0%(완전히 닫힌 상태) - 0x64 : 100%(완전히 열린 상태) 개폐형 구동기에 사용된다.	O(0-1)	xs:integer
OperationSpeed	DeviceOperationStatus의 엘리먼트 동작 속도, 시간당 개폐 정도 개폐형 구동기에 사용된다.	O(0-1)	xs:integer

<KS X 3269 표준_구동기 동작상태 메타정보>

엘리먼트	정의/의미	지원	타입
DeviceID	구동기 식별자를 기술한다.	M(1)	xs:IDREF
OperationCommand	구동기에 대한 동작 제어 명령 - 스위치형 구동기 동작 제어 명령 정보 0x00 : ON(작동) 0x01 : OFF(정지) - 개폐형 구동기 동작 제어 명령 정보 0x10 : OPEN(열기) 0x11 : CLOSE(닫기)	M(1)	xs:NMTOKEN enumeration
OperationDuration	동작 기간 - 날짜와 시간 정보를 'P4Y2M2DT2H2M2S' 형태로 기술한다. 스위치형 구동기에 사용된다.	O(0-1)	xs:Duration
OperationTime	동작 시간 - 시(hour), 분(minute), 초(second) 정보를 기술한다. 스위치형 구동기에 사용된다.	O(0-1)	xs:Time
OperationPosition	동작 위치 정보(0 ~ 100) - 0x00 : 0%(완전히 닫힌 상태) - 0x64 : 100%(완전히 열린 상태) 개폐형 구동기에 사용된다.	O(0-1)	xs:integer
OperationSpeed	동작 속도, 시간당 개폐 정도 개폐형 구동기에 사용된다.	O(0-1)	xs:integer

<KS X 3269 표준_구동기 제어명령 메타정보>

<장비 메타데이터 관리화면>

- . 시스템에서 장비메타정보를 관리하는 화면으로 장비메타정보 마스터와 장비메타정보 디테일 테이블에 등록된 정보를 조회한다.
- . 시스템에 등록된 정보를 조회한 후 데이터 미 등록 시 해당 데이터를 등록한다.

[시스템에 등록된 KS X 3269 장비 메타데이터 조회]

장비구분	엘리먼트	정의/의미	지원(필수여부)	데이터타입
센서	DeviceID	센서를 구분하는 식별자	필수	string
센서	DeviceClass	장비를 구분하는 식별자 (센서, 구동기 등)	필수	enumeration
센서	DeviceType	디바이스 클래스별 센싱 디바이스 종류	필수	enumeration
센서	Description	센서에 대한 설명	옵션	string
센서	Location	센서가 설치된 위치	옵션	string
센서	Target	센서가 센싱하고자 하는 대상	옵션	string
센서	ValueUnit	센싱 값의 단위, 기본(default)은 표준에서 정한 단위	옵션	enumeration
센서	ValueType	센싱 값의 타입, 기본값은 실수형(float)을 사용	옵션	enumeration

엘리먼트	바이너리	JSON	정의/의미
DeviceType	0x01	temperature sensor	temperature sensor (온도 센서)
DeviceType	0x02	humidity sensor	humidity sensor (습도 센서)
DeviceType	0x03	CO2sensor	CO2sensor (CO2센서)
DeviceType	0x04	pyranometer sensor	pyranometer sensor (일사 센서)
DeviceType	0x05	wind direction sensor	wind direction sensor (풍향 센서)
DeviceType	0x06	wind speed sensor	wind speed sensor (풍속 센서)
DeviceType	0x07	rain detector sensor	rain detector sensor (강우 센서)
DeviceType	0x08	quantum sensor	quantum sensor (광양자 센서)
DeviceType	0x09	soil moisture sensor	soil moisture sensor (토양 함수율 센서)
DeviceType	0x10	tensiometer sensor	tensiometer sensor (토양 수분 경력 센서)
DeviceType	0x11	EC sensor	EC sensor (EC 센서)
DeviceType	0x12	pH sensor	pH sensor (pH 센서)
DeviceType	0x13	soil temperature sensor	soil temperature sensor (기온 센서)

[KS X 3269 장비 메타데이터 마스터 정보 등록]

[KS X 3269 장비 메타데이터 디테일정보 등록]

Home > 시스운영화 > 장비메타데이터관리

장비메타데이터관리

장비구분: @인제 @센서 @구동기

메타데이터 상세정보 등록

메타데이터 상세정보

장비구분	센서
엘리먼트	DeviceType
바이너리	<input type="text"/>
JSON	<input type="text"/>
엘리먼트 정의의미	<input type="text"/>

등록

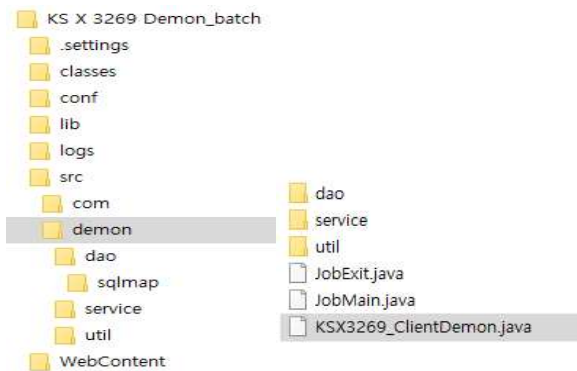
장비구분	엘리먼트	타입
센서	DeviceID	센서ID
센서	DeviceClass	장비종류
센서	DeviceType	장치종류
센서	Description	센서설명
센서	Location	센서위치
센서	Target	센서대상
센서	ValueUnit	센싱 값의 단위, 기본(Default)은 표준에서 정한 단위
센서	ValueType	센싱 값의 타입, 기본값은 실수형(float)을 사용

엘리먼트	바이너리	JSON	정의의미
DeviceType	0x01	temperature sensor	temperature sensor(온도 센서)
DeviceType	0x02	humidity sensor	humidity sensor(습도 센서)
DeviceType	0x03	CO2sensor	CO2sensor(CO2센서)

<장비 메타데이터를 이용한 데이터 처리>

- . 농장에 설치된 센서노드와 제어노드에는 각각의 고유번호가 부여되어 있다.
- . 개별 장비 (센서노드, 제어노드)에서는 KS X 3269 메타데이터 표준규격에 따라 장비고유번호와 처리시간, DeviceType을 JSON 형태로 송신한다.
- . 데이터 처리 데몬에서는 수신된 JSON 데이터를 파싱한 후 메타정보관리 테이블에 저장된 정보와 비교하여 어떤 장비에서 수신된 데이터 인지를 구분한다.
- . 처리 데몬을 통해 식별된 데이터는 설치장비 측정정보 및 제어정보 테이블에 저장된다.

[KS X 3269 처리데몬 디렉토리구조 및 주요소스]



```

private void mqttToSave(MqttMessage mqttMessage) {
    ArrayList<String> sensorKeyList = new ArrayList<String>(); // 노드별 키값 배열
    JSONArray sendArray = new JSONArray(); // API 전송 JSONArray
    JSONObject sendInfo = new JSONObject(); // API 전송 JSONObject

    String device_id = ""; //
    String module = ""; //
    String name = ""; //
    String unit = ""; //
    String strTime = ""; // 측정시간
    String strValue = ""; // 측정값

    try {
        JSONArray arrMqtt = new JSONArray("[ "+new String(mqttMessage.getPayload(), "UTF-8")+"]");
        System.out.println("시작값 : "+arrMqtt);
        JSONObject objMqtt = (JSONObject) arrMqtt.get(0);

        String strNid = objMqtt.get("nid").toString(); // 노드번호 추출
        String strType = objMqtt.get("type").toString(); // 메시지 종류코드 100 : Observation, 200 : Request, 300 : Response, 400 : Notice

        if (strType.equals("100")) {
            //if (strNid.equals("41-1") && strType.equals("100")) {

                JSONArray obserListArr = new JSONArray("[ "+objMqtt.get("content").toString()+"]");

                //System.out.println("obserListArr : "+obserListArr);

                JSONObject obserListObj = (JSONObject) obserListArr.get(0);

                Iterator iterkey = obserListObj.keys(); //obserListObj 리스트의 키값받기
                strTime = obserListObj.get("time").toString(); // 관측시간 담기

                while(iterkey.hasNext()){
                    device_id = "";

                    String sensorKey = iterkey.next().toString(); // 키값 추출
                    sensorKeyList.add(sensorKey); // 키값배열에 담기

                    //System.out.println(sensorKey);

                    if(sensorKey.equals("time")){ // 한 노드에 관측값중 측정값이 다른형태로 중간에 섞여있어서 걸러냄
                        JSONArray obserArr = new JSONArray(obserListObj.get(sensorKey).toString()); //관측값 추출
                        // 관측값이 [관측값,상태] 이란식으로 오기때문에 arr 1번째 상태값이 READY인것만 저장
                        //if(obserArr.get(1).toString().equals("StatCode.READY")){
                    }
                }
            }
        }
    }
}
    
```

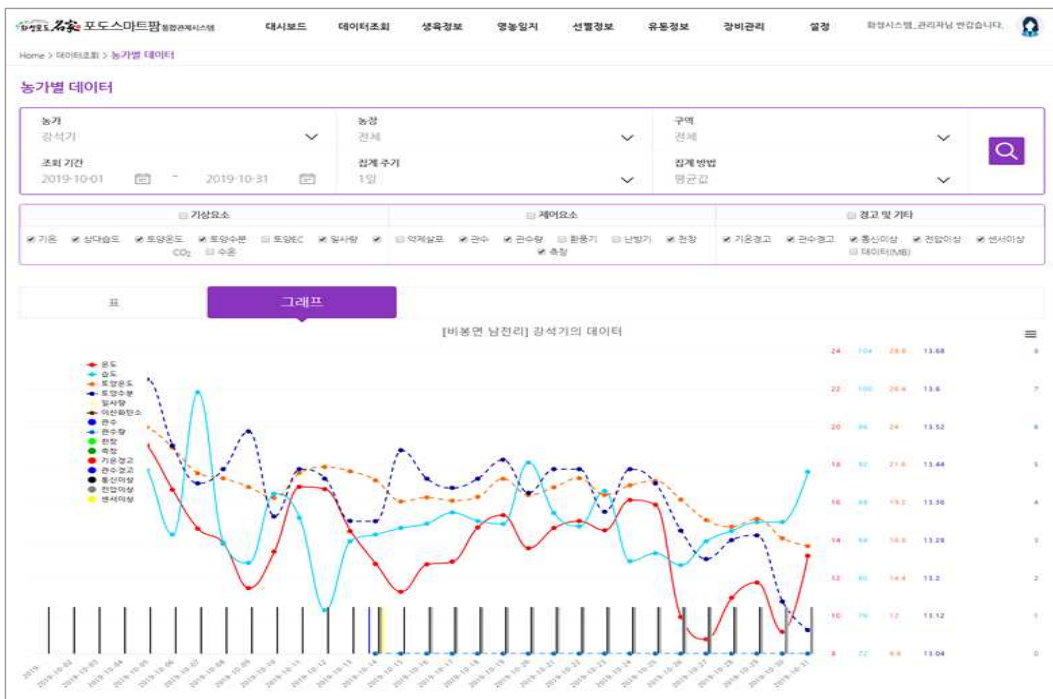
<수집된 데이터 조회화면>

- . 개별 장비 (센서, 제어기)에서 KS X 3269 메타데이터 표준규격에 따라 수신된 데이터는 데이터 처리 데몬에서 등록된 메타정보에 따라 설치장비 측정정보 및 제어정보 테이블에 저장된다.
 - . 저장된 센서 측정정보 및 구동기 제어정보는 아래의 화면을 통해 조회할 수 있다.
- [수집된 센싱정보 및 제어정보를 조회조건에 따라 표 형태로 조회]

The screenshot shows the '농가별 데이터' (Data by Farm) page. It includes a search bar with filters for farm name, area, and time period. Below the search bar are tabs for '표' (Table) and '그래프' (Graph). The table below shows data for 31 farms, with columns for time, farm name, area, and various sensor readings.

시간	농가	농장	구역	기온	상대습도	토양온도	토양수분	일사량	CO ₂	관수	관수량	천창	축창	기온경고	관수경고	통신이상	전압이상	센서이상
2019-10-31	강석기	강석기_농가	강석기_농가	13.16	91.23	16.43	13.09	-	-	N	0.00	N	N	N	N	Y	Y	N
2019-10-30	강석기	강석기_농가	강석기_농가	9.15	85.91	16.92	13.15	-	-	N	0.00	N	N	N	N	Y	Y	N
2019-10-29	강석기	강석기_농가	강석기_농가	11.75	85.89	18.14	13.29	-	-	N	0.00	N	N	N	N	Y	Y	N
2019-10-28	강석기	강석기_농가	강석기_농가	10.95	84.97	17.65	13.28	-	-	N	0.00	N	N	N	N	Y	Y	N
2019-10-27	강석기	강석기_농가	강석기_농가	8.76	83.88	18.07	13.24	-	-	N	0.00	N	N	N	N	Y	Y	N
2019-10-26	강석기	강석기_농가	강석기_농가	9.94	81.35	19.37	13.30	-	-	N	0.00	N	N	N	N	Y	Y	N
2019-10-25	강석기	강석기_농가	강석기_농가	15.87	82.61	20.55	13.40	-	-	N	0.00	N	N	N	N	Y	Y	N

[수집된 센싱정보 및 제어정보를 조회조건에 따라 차트 형태로 조회]



○ 통합운영시스템 프로그램 구현

- 기자재 연동

- 1협동기관(코리아디지털(주))에서 개발하는 기자재와 연동하기 위한 프로그램 개발
- 화성 농업기술센터에서 2017~2018년 기 구축한 포도스마트팜 통합관제시스템을 토대로 시설과수 ICT 패키지 통합운영시스템 연구개발
- 기존 화성 포도농가에 보급된 노지 과원 전용장비외에 이번 연구를 통해 개발하는 KS 표준 적용 ICT 기자재를 시스템에 연동
- 회원가입, 사용자 인증(로그인) 후 장비관리 기능을 통해 기자재를 연결하면 즉시 데이터 수집이 가능하게 Easy Setup 기자재 연동 서비스 개발
- 센서, 센서노드, 제어노드, 통합제어기 등 장치를 농장에 설치하면 별도의 사용자 조작이나 프로그램 설치 없이 바로 사용이 가능하도록 Plug & Play 기능 구현

농가 목록

개인정보 삭제

• 농가명 : 강석기 주소 : 화성시 비봉면 남전리 487-2

• 메인노드 정보

장비구분	장비명	사용여부	휴대폰번호	설정
센서노드	센서 노드	사용	01091039049	센서 노드 기본 설정 노드 재시작 노드 업데이트 사전수동동력
선택 제어노드	제어 노드	사용	01035139049	제어 노드 기본 설정 노드 재시작 노드 업데이트

• 구동기 정보 구동기 추가

장비구분	장비명	사용여부	설치일	설치위치	설명	장비번호	예비번호	검정번호	트립번호
관수(1구역)	관수(1구역)	사용	2018-06-02	내부		40005	선택	20106	20108
관수(2구역)		사용	2019-01-13	내부		40005	선택	20106	20108

[최종 저장](#)

<기자재 연동을 위한 장비관리>

• **센서 정보** 센서 추가

장비구분	장비명	사용여부	설치일	설치위치	설명
온도센서	온도	사용	2018-04-27	내부	
습도센서	습도	사용	2018-04-27	내부	
지온센서	지온	사용	2018-04-27	내부	
지습센서	지습	사용	2018-04-27	내부	
감우센서	감우	사용	2018-04-27	내부	
전압센서	전압	사용	2018-04-27	내부	
유량센서	유량	사용	2019-06-19	내부	

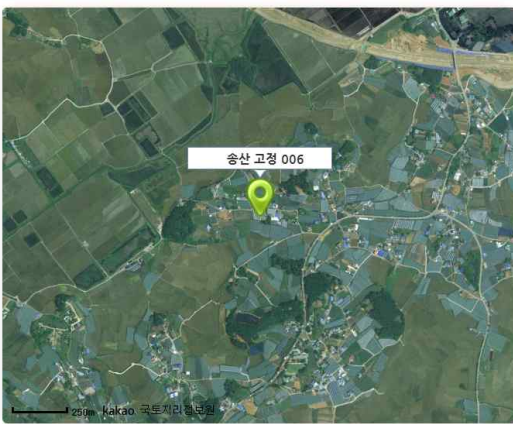
<KS 표준 적용 센서 정보 관리>

• 구동기 정보

구동기 추가

장비구분	장비명	사용여부	설치일	설치위치	설명	장비번호	예비번호	접점번호	트립번호
관수(다구역)	관수(다구역)	사용	2018-07-26	내부		40005	40003	20106	20108
몸골	몸골	사용	2019-01-29	내부		40053	40051	선택	선택
천창	천창	사용	2019-03-01	내부		40057	40055	선택	선택
축창	축창	사용	2019-03-01	내부		40059	40061	선택	선택
커텐1	커텐1	사용	2019-03-01	내부		40071	40073	선택	선택
커텐2	커텐2	사용	2019-03-01	내부		40063	40065	선택	선택

<KS 표준 적용 구동기 정보 관리>



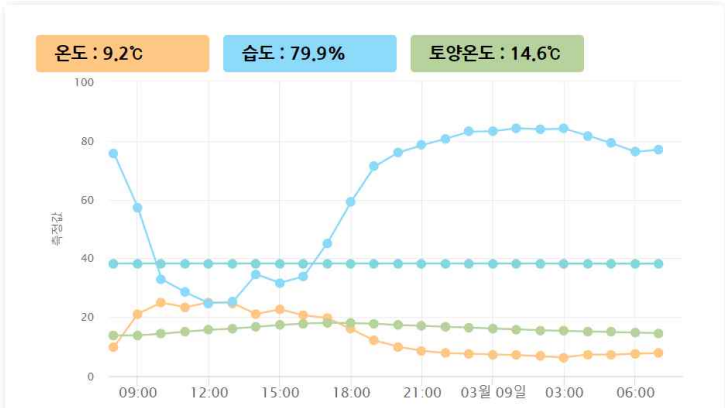
송산 고정 006

화성시 송산면

센서: 온도, 토양온도, 토양수분 구동기: 관수기, 포그, 천창/축창

구분	실측값	임계값	비고	관수	포그	천창	축창
온도	현재	9.2℃		😊	-	-	-
	최고	8.9℃	-20.0~38.0℃	😊	-	열림	-
	최저	6.2℃		😊	-	열림	-
토양	토양온도	14.6℃	-20.0~33.0	😊	-	-	-
	토양수분	38.2%	10.0~50.0	😊	-	-	-
감우	36.0	5000.0~0.0	😊	-	-	-	

센서: 온도, 토양온도, 토양수분
구동기: 관수기, 포그, 천창/축창



<센서 정보, 구동기 상태이력 모니터링을 위한 대시보드>

- 구동기 제어

- 천창, 측창, 관수기 등 구동기를 원격에서 제어하기 위한 모듈 개발
- 수동 제어, 타이머 제어, 센싱값 제어 등의 단순한 제어 기능은 선행사업인 포도스마트팜 통합관제시스템 구축 시 개발한 모듈을 연계하여 연구에 활용
- 2협동기관(화성시 농업기술센터)에서 연구하는 관수제어 알고리즘을 반영한 지능제어 프로그램 구현
- 토양수분 등 센싱값 및 관수기 제어이력을 수집하여 관수기 제어 알고리즘 고도화 연구에 활용

농장 환경정보

- 온도 9.3℃
- 습도 79.3%
- 지온 14.6℃
- 지습 38.2%
- 감우 36.0
- 전압 13.7

장비제어 새로고침

구역명	제어기명	동작모드	현재상태	제어설정	구동
개인정보 삭제	관수(다구역) 1구역	수동 제어		10분 20분 30분 40분 50분 기타	정지 <input checked="" type="checkbox"/> 구동
	몽골	수동 제어		열림 닫힘 중지	
	천창	수동 제어		열림 닫힘 중지	
	측창	수동 제어		열림 닫힘 중지	
	커튼1	수동 제어		열림 닫힘 중지	
	커튼2	수동 제어		열림 닫힘 중지	

<구동기 제어를 위한 장비제어>

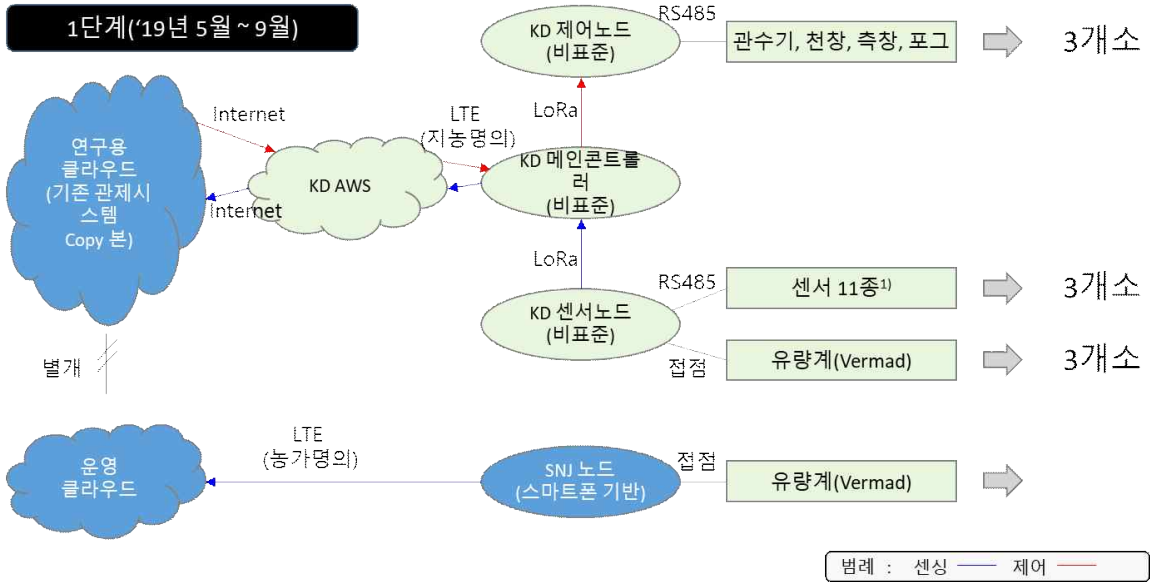
구역명	제어기명	동작모드	현재상태
개인정보 삭제	관수(다구역) 1구역	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 지능 제어 수동 제어 센싱값 제어 스케줄 제어 지능 제어 로컬 제어 </div>	
	몽골		
	천창		
	...		

<장비제어 동작모드>

○ 관수제어 알고리즘 기능 구현

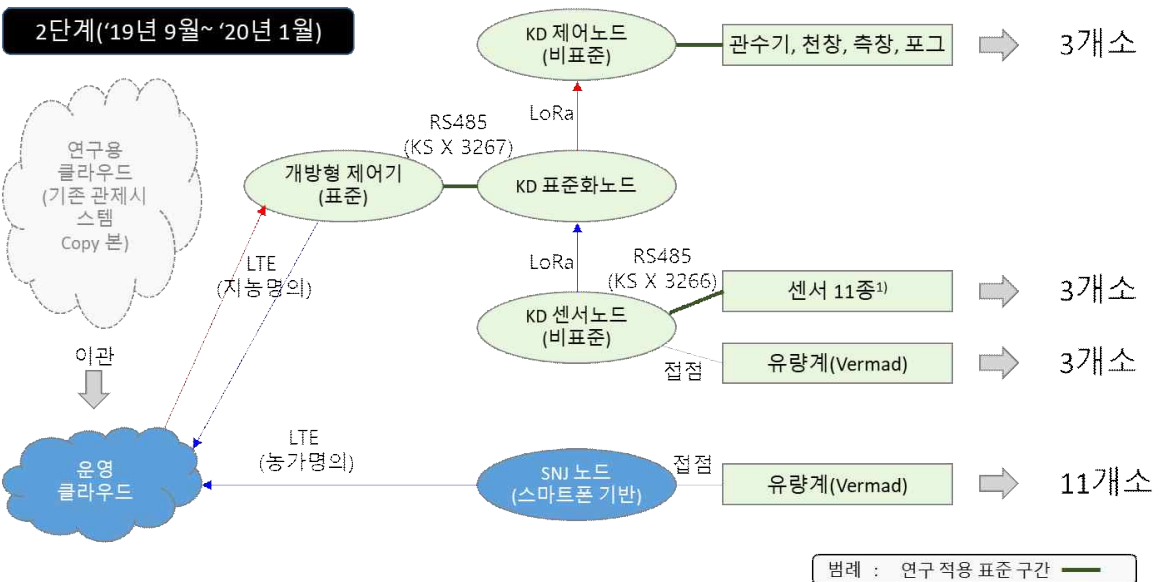
- 알고리즘 연구용 데이터 수집 체계 구성

- 화성 농업기술센터에 기구축된 통합관제시스템을 이용해 연구용 데이터를 수집함
- KS 표준 기자재(센서, 구동기) 개발은 2019년 9월 이후 완료되는 일정이었기 때문에 비표준 장비를 테스트베드에 우선 설치하였고 데이터 수집을 위한 별도의 클라우드를 구축해 환경 및 관수기 제어이력 데이터를 수집함



<구동기 제어를 위한 장비제어>

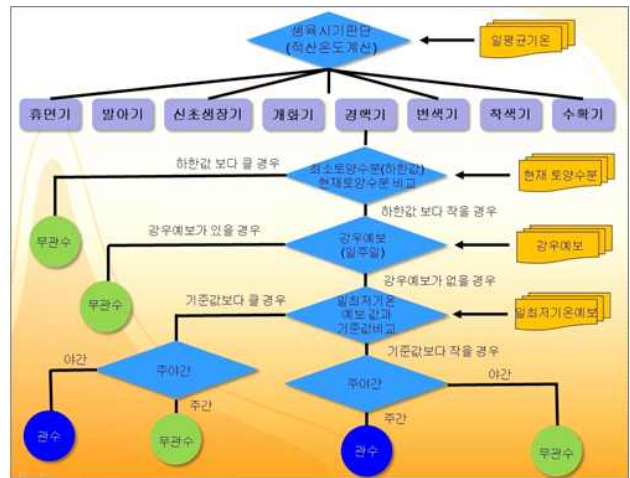
- KS 표준 센서, 구동기 시제품이 개발된 9월 이후 기존 비표준 설치 장비를 표준 장비로 변경하여 실증 테스트를 진행함
- 연구용 클라우드는 운영 클라우드로 이관하여 데이터를 연속하여 수집하고 있고 이후 고도화 연구 기반으로 활용할 예정임



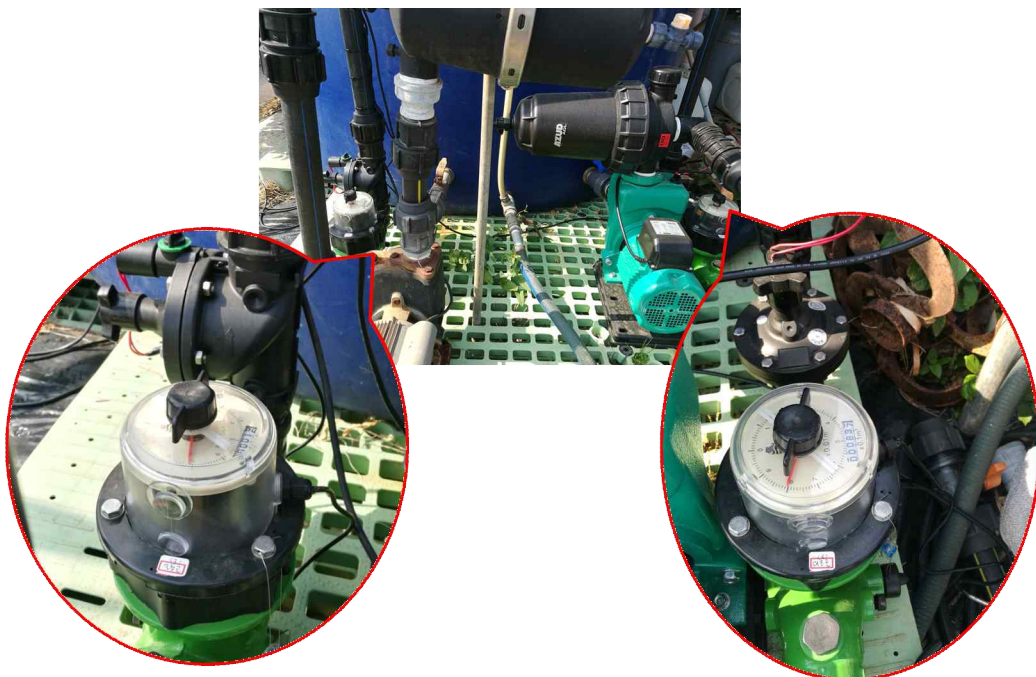
<구동기 제어를 위한 장비제어>

- 관수제어 알고리즘 고도화 연구

- 화성 스마트팜 관제시스템 내에 스케줄, 센싱값, 알고리즘 등 다양한 원격 제어 기능이 구현되어 있음
- 2017~2018년 사업 진행 시 적산온도, 실시간 환경 계측값, 기상 예보 데이터를 바탕으로 최적의 관수시점을 결정하는 지능 제어 알고리즘 연구 및 프로그래밍 구현
- 화성시 농업기술센터 포도명품화사업소 내 포도 실증시범포 온실에 적용하여 테스트하고 있는 α 버전 단계
- 본 연구를 통해 생육단계별 자동 관개 시스템 알고리즘을 집중 개선하여 효율적인 물 관리를 통한 포도 최적 생육모델을 개발하였음
- 기존 포도 스마트팜 구축 농가 51개소를 상위와 일반농가로 구분하여 생산량, 포도 품질과 관수기 작동이력(관수시점, 관수량 등)간의 연관성 비교 분석



<관수제어 로직 흐름 및 프로그램 구현 화면>



<관수 알고리즘 연구용 실험골, 대조골 유량계 설치 사진>

- 적산온도를 이용한 생육단계(휴면기, 발아기, 개화기) 판정 로직 구현
- 저온요구도(chills day)와 적산온도에 따른 발아시기, 개화기 계산 모델을 프로그램으로 구현

1. 일최저기온이 8°C 보다 높을 경우
: Ca= 일평균기온 - 8°C
2. 일최저기온이 8°C보다 낮고
일최고기온이 8°C보다 높을 경우
$$C_a = \frac{(T_x - T_c)^2}{2(T_x - T_n)}$$
3. 일최고기온이 8°C보다 낮을 경우
: Ca= 0°C

휴면기, 발아기, 개화기, 착색기, 수확기, 양분축적기 6단계로 구분

C_d = Chill days
 C_a = anti-chill days
 T_x = maximum temperature
 T_n = minimum temperature
 T_c = Threshold (8도)
 T_M = mean daily temperature

**1월 1일부터 매일 계산하여 Ca(Anti-chill days)의
누적 값이 155일 때 발아 시작(발아일)**

<포도 생육시기 판정 로직>

- 포도 생육단계를 휴면기, 발아기, 신초생성기, 개화기, 경색기, 변색기, 착색기, 수확기로 구분하여 미세 관리
- 생육시기별 토성, 토양밀도에 따른 적정한 토양수분 함량 기준값 설정 기능 구현

휴면기 : 일평균기온 7°C 이상일 때 날짜 부터
 발아기 7일전, 30kPa
 발아기 : anti chill-day 값 155일 때 날짜, 30kPa
 개화기 : (발아기 + 30일) - (발아기 + 40일) : 단수
 과립비대기 : (발아기 + 40일) - (발아기 + 92), 30kPa
 착색기 : (발아기 + 93) - (발아기 + 132일) : 40kPa
 수확기 : (발아기 + 132) - (발아기 + 150) : 50kPa
 양분축적기 : (발아기 + 150) - 11월 20일 : 30kPa
 농장에 따라 상이 하므로 농장별로 토양 수분값 적용
 아래에 칸을 추가하여 상한값, 하한값 지정
 80%이상
 10mm이상

<관수 구동 기준 정보 로직>

- 기상청에서 날씨 예보 데이터를 수집하여 관수제어 로직에 반영함
- 휴서기 등 관수 시점을 미세하게 관리할 필요가 있을 때 시간(주간, 야간)을 지정하여 관수기를 작동 시킬 수 있도록 관수를 미세 설정 기능 구현

제어기 및 동작모드

제어기명 관수 동작모드 지능 제어

스케줄 제어 설정 센싱값 제어 설정 **지능 제어 설정**

기간 설정 지능 제어 설정 초기화

제어기간 01-01 ~ 12-31

1. 생육시기 기준 2. 관수구동 기준 **3. 예보값 기준** 4. 관수기 설정

실시간 현황정보

장비상태	누적적산온도	토양수분	강수확률	강수량	일최저기온
정지	4102.92 °C	22.50 %	42.1 %	4.1 mm	20 °C

예보 적용 기간 01-01 ~ 12-31

관수기준 예보 기준값(°C) 주간관수시간 오전 09:00 야간관수시간 오후 06:00

(발아일+85일) - (발아일 + 100일) → 아침 7시부터
 → 25°C 이상
 → 저녁 7시부터

* 일최저기온 예보값 < 예보 기준값 : 현재시간이 주간관수시간 이상 조건 성립
 * 일최저기온 예보값 > 예보 기준값 : 현재시간이 야간관수시간 이상 조건 성립

저장

<날씨(기상) 데이터를 반영한 예보 기준값 설정 로직>

- 관수기 작동 시 구동시간과 대기시간을 설정 할 수 있도록 프로그램 구현
- 관수 후 토양수분 센서값이 변경되기 까지 시차가 있어 목표 수분값 도달까지 기다렸다 관수 여부를 결정하는 로직 구현

사중 제어 설정

제어기 및 동작모드

제어기명 관수 동작모드 지능 제어

스케줄 제어 설정 센싱값 제어 설정 **지능 제어 설정**

기간 설정 지능 제어 설정 초기화

제어기간 01-01 ~ 12-31

1. 생육시기 기준 2. 관수구동 기준 3. 예보값 기준 **4. 관수기 설정**

실시간 현황정보

장비상태	누적적산온도	토양수분	강수확률	강수량	일최저기온
정지	4102.92 °C	22.50 %	42.1 %	4.1 mm	20 °C

구동/대기 시간 관수결정 조건 충족 시 구동시간(분) 대기시간(분)

10분 20분

생육단계	휴면기	발아기	신초생장기	개화기	경색기	변색기	착색기	수확기
목표토양수분(%)	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상

삭제

<관수기 동작 설정 로직>

2-3. 테스트베드 구축 및 관수제어 알고리즘 개발

○ 연구개요

- 2014년부터 스마트팜 기술개발 및 보급 사업을 본격적으로 추진해온 정부는 문재인 정부에서 국정운영 5개년 계획 전략과제 II 83번 과제 「지속가능한 농식품 산업 기반 조성(스마트 농업)」을 선정하여 농업 분야의 혁신성장과제로 추진하고 있음
- 그 결과 시설원예 작목인 파프리카, 토마토, 딸기 등을 중심으로 4,510ha 까지 면적이 확대되었지만, 노지과수 스마트팜은 재배면적의 0.3% 수준으로 보급 실적이 저조한 편이며, 그나마도 시설과수인 감귤 등에 집중되어 있어 사과, 배, 포도 등 일반 노지과수에 스마트팜이 적용된 사례는 극히 드문 실정임
- 노지과수 작목에 스마트팜 보급이 저조한 이유는 아래와 같음
- 첫째, 스마트팜을 통해 환경을 제어할 수 있는 제어 부문이 시설원예에 비해 극히 적고 시설원예는 관수, 관비, 양액, 천창, 측창, 커튼, 환풍기, 난방, CO2 등 다양한 제어를 할 수 있는 반면 노지과수는 관수 제어, 해충 트랩을 이용한 예찰, 무인 방제 정도만이 가능함
- 둘째, 시설을 제어할 수 있다하더라도 시설제어에 의한 정밀한 환경관리가 어려워 시설원예 만큼 생산성 향상의 효과가 크지 않음. 일반적으로 노지과수에서는 관수 제어를 설치하여 활용하고 있지만, 토양의 수분특성이나 강우 등으로 인해 정밀하게 제어하여 관리하기가 거의 불가능하며, 영년생 작목인 과수의 특성상 그 성과를 분석하기에도 상당한 시간과 노력이 필요함. 그러나 포도는 간이 비가림 형태의 시설을 갖추고 있어 천·측창 개폐, 관수제어, 난방기나 환풍기를 통한 온도 제어 등 다른 과수에 비해 시설제어의 요소가 많은 편이며, 이러한 시설제어를 통해 환경관리가 보다 정밀하게 이루어지면 개화기 냉해피해 또는 고온피해, 수확기 열과 등의 농작물 피해를 획기적으로 줄일 수 있는 장점이 있음
- 본 연구에서는 노지과수인 포도를 대상으로 관수제어 알고리즘을 만들고, 현장 적용을 위한 테스트베드를 설치하여 그 효과를 분석하는데 목적이 있음

○ 재료 및 방법

1) 테스트베드 선정

- 관수제어 알고리즘 시험 적용을 위한 테스트 베드는 3개소로 아래 표와 같음

농가명	위치(지번)	시설형태	포도품종	수령
포도명품화사업소	화성시 송산면 사강로 92	비가림하우스	캠벨얼리	4년생
이○○ 농장	화성시 송산면 육일리	비가림하우스	캠벨얼리	15년생
김○○ 농장	화성시 송산면 독지리	비가림하우스	캠벨얼리	10년생

<테스트 베드 현황>

2) 토성(soil texture) 분석

- 작물이 필요로 하는 수분은 토양수분장력 값으로 표현할 수 있으며, 토양수분장력 값은 일반적으로 텐시오미터(Tensiometer)를 이용하여 측정하게 됨. 그러나 스마트팜에서 사용하는 토양수분센서는 대부분 토양 용적수분함량 측정 센서를 사용하는데, 이는 텐시오미터(Tensiometer)와 비교하여 가격과 편의성 등에서 우수하기 때문임. 텐시오미터(Tensiometer)는 투명관과 다공질 컵으로 되어 있고 그 안에 증류수가 들어있음. 토양수분에 따라 다공질 컵을 통해 토양수분이 이동하게 됨으로서 투명관 안의 압력이 달라지게 되며 그 압력을 측정하여 토양수분장력을 측정하게 됨. 때문에 물이 어는 겨울철에는 활용하기가 어렵고, 설치도 어려워서 농업 현장에서는 사용하기에는 한계가 있음
- 반면에 스마트팜에서 많이 사용하는 용적수분함량센서는 토양수분함량을 %로 표시하여 사용하기가 편한 반면에 작물이 필요로 하는 정확한 수분량을 측정하기 어려움. 왜냐하면 같은 토양수분함량(%)이라 하더라도 토성에 따라 토양수분장력이 다르기 때문임. 같은 20%의 토양수분함량일지라도 사양토에서는 과습하고 식양토에서는 건조함. 따라서 과수원에서 포도나무가 필요로 하는 토양수분을 정확하게 측정하여 관수하기 위해서는 먼저 과수원 토양의 토성을 알아야 함. 아울러 작물이 필요로 하는 용적수분함량 값은 토성뿐만 아니라 토양용적밀도, EC에 의해서도 달라지기 때문에 토양밀도와 EC 값을 고려하여 그 과수원의 적정 용적수분함량 값의 기준으로 삼아야 함.
- 이를 위해 시험포장으로 선정한 포도과원 2개소와 포도명품화사업소 실증시험포장 1개소에 대해 토성 분석을 실시하였음. 농가의 포도 과원 2개소, 포도명품화사업소 실증시험포장 1개소의 토양 시료를 채취하여 비중계법을 이용해 토성을 측정하였음. 토성분석 기준은 미국농무부의 USDA 분류법을 이용했다. 토양용적밀도를 측정하여 농촌진흥청 국립농업과학원에서 제공한 '용량수분센서 이용 자동관수 시 용적수분함량 조건표'를 활용하여 각 포장별 적정 토양 용적수분함량을 적용하였음. EC에 의한 용적수분함량은 적용기준이 없고 과원 토양 내 EC 센서 측정 시 토양수분함량에 따라 오차가 커 본 시험에서는 고려하지 않았음.

3) 관수 알고리즘 개선

- 토양수분센서를 이용한 자동관수를 할 때 고려해야 할 사항은 관수 시작 시점과 종료 시점을 어떻게 적용할 것인가임. 일반적으로 관수 시작 시점은 일정 수분 함량이 안 되었을 때 관수를 시작하며, 일정 수분함량 이상이 되면 관수를 중단하게 됨. 그러나 실제 농업 현장에서 이를 그대로 이용할 경우 수분이 토양수분센서까지 이동하는데 시간이 걸리므로 토양이 과습하거나 건조해 질 수 있는 위험성이 있음. 따라서 이를 개선하기 위해 관수 시작 시점과 종료 시점 사이에 수분이 이동할 수 있는 충분한 시간을 두어 토양 수분이 적정하게 유지 될 수 있도록 알고리즘을 개선하고자 하였음.
- 또한 노지 포장의 경우 강우에 의해 토양수분이 변동될 수 있으므로 기상청 동네 예보자료의 강우 예보를 관수 알고리즘에 적용하여 강우 예보 시 관수가 되지 않도록 알고리즘을 개선하였으며, 여름철 고온기에는 저녁에 관수가 되어 야간기온을 낮출 수 있도록 관수시간을 조정할 수 있도록 하였음.

4) 품질분석

- 농가 2개소와 포도 명품화사업소 내 실증시범포 1개소 등 총 3개소에 개선된 관수 알고리즘을 적용한 포장과 적용하지 않은 포장의 수확 후 포도 품질을 비교 분석하였음
- 포도 품질분석은 탐푸르트 기준값을 활용하여 CIRG 값을 적용한 착색도, 과방중, 당도를 분석하여 점수를 책정하여 순위를 나타냄

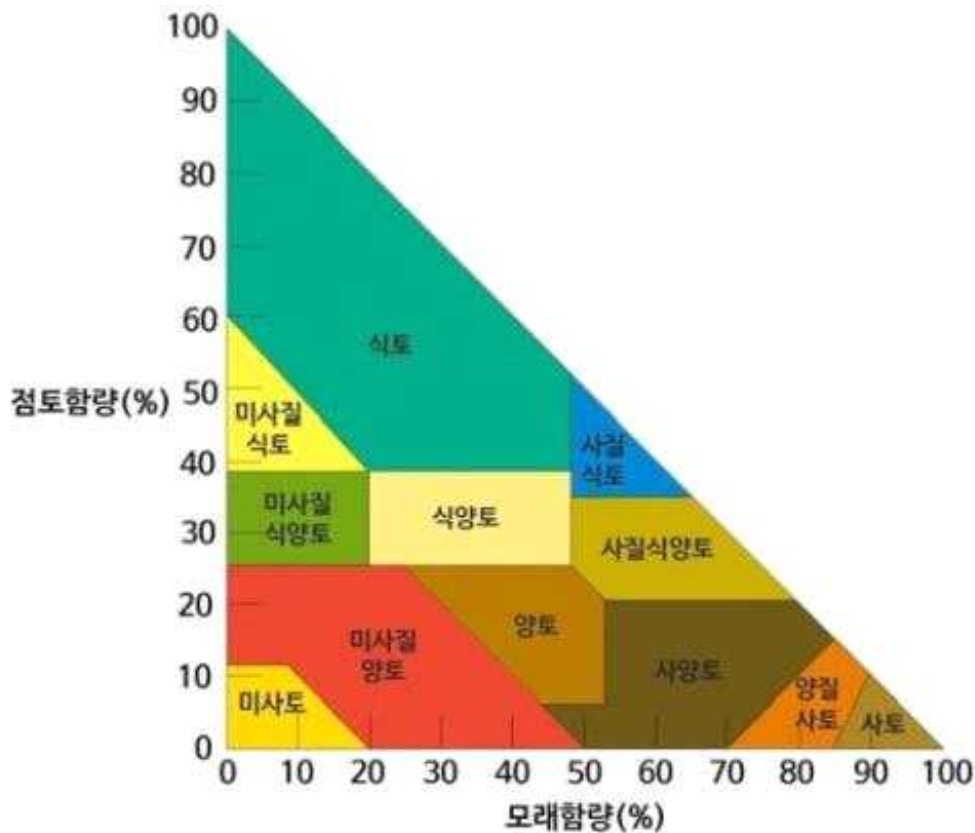
○ 결과 및 고찰

1) 토성분석 결과

- 토성 분석 결과 실증시범포 모래함량 34.6%, 점토함량 14.5%, 김○○ 농장 모래함량 27.4%, 점토함량 7.5% 인 미사질양토(Silt Loam), 이○○ 농장은 모래함량 62.7%, 점토 함량 4.9%인 사양토로 나타났음

농장	모래	미사	점토	토성 (soil texture)
실증시범포	34.6%	50.8	14.5	미사질양토 (Silt Loam)
김○○	27.4%	65.1%	7.5%	미사질양토 (Silt Loam)
이○○	62.7%	32.4%	4.9%	사양토 (Sandy Loam)

<토성분석 결과>



<미국농무부의 USDA 분류법>

- 국립농업과학원 영농활용자료와 국립원예과학원 자료를 참고하여 포도 생육단계별 적정 토양수분 장력에 따른 용적수분함량 % 값을 알아냈음

구분	용적밀도	토양수분장력에 따른 용적수분함량 (%)					
	Mg m ⁻³	10kPa	20kPa	33kPa	50kPa	75kPa	100kPa
사질 (모래 70% 이상)	1.0	8.2	7.0	6.3	5.9	5.0	4.8
	1.1	9.0	7.7	6.9	6.5	5.5	5.3
	1.2	9.8	8.4	7.6	7.1	6.0	6.8
	1.3	10.7	9.1	8.2	7.7	6.5	6.3
사양질 (점토 18% 이하)	1.0	22.3	19.1	17.0	14.9	13.3	12.7
	1.1	24.5	21.1	18.7	16.3	14.6	14.0
	1.2	26.8	23.0	20.4	17.8	15.9	15.3
	1.3	29.0	24.9	22.1	19.3	17.2	16.5
식양질 (점토 18% 이상)	1.0	32.5	28.3	25.5	23.6	21.4	20.6
	1.1	35.8	31.1	28.0	26.0	23.5	22.6
	1.2	39.0	34.0	30.6	28.3	25.6	24.7
	1.3	42.3	36.8	33.1	30.7	27.7	26.7

<토양수분장력에 따른 용적수분함량>

생육단계	생육기	착색기	성숙기	수확기
토양수분장력	30kPa	40kPa	50kPa	30kPa

<포도 생육단계별 적정 토양 수분 장력>

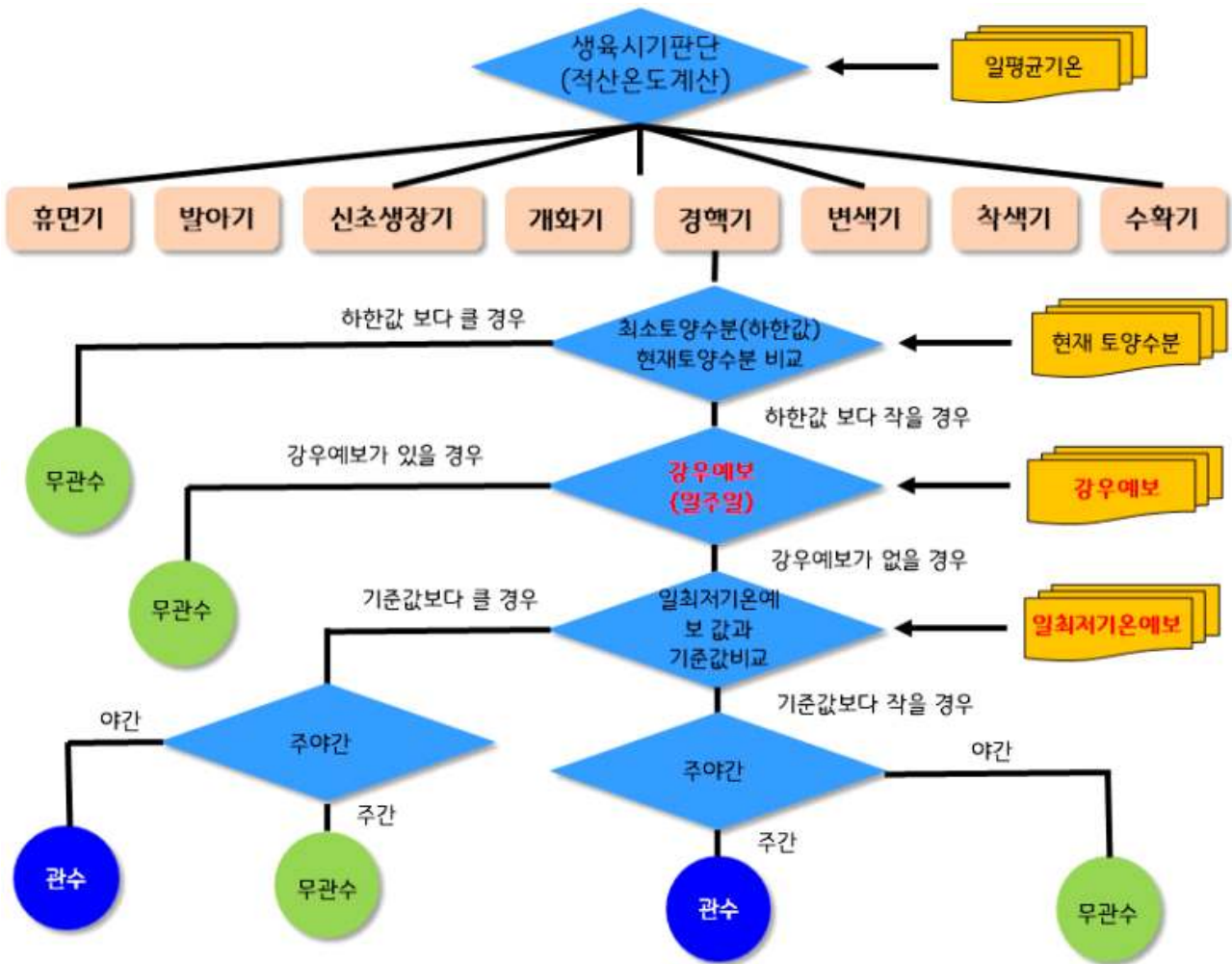
- 토성별 토양 수분장력별 토양수분함량(%) 특성표를 참고하여 본 실험 포장 3곳의 포도 생육단계별 적정 토양수분함량값을 구하여 토양 수분을 관리하였음. 김○○농가, 실증시범포 2개소는 토성이 미사질양토로 같아 생육기 27.1%, 착색기 26%, 성숙기 24.9%, 수확기 27.1%로 관리하였고, 이○○ 농가는 사양토로 생육기 17%, 착색기 16.3%, 성숙기 15.5%, 수확기 17.0%로 토양수분을 관리하였으나 장비 설치 및 관수 프로그램 개발이 늦어져 7월부터 적용되어 수확 후 품질조사 비교를 실시하기에 무리가 있다고 판단하였음.

토성	토양 수분 장력별 토양중량수분함량 (%)					
	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 토양 수분장력별 토양수분함량(%)>

구분	토성 (soil texture)	생육기 (30kPa)	착색기 (40kPa)	성숙기 (50kPa)	수확기 30kPa)
실증시범포	미사질양토 (Silt Loam)	27.1%	26.0%	24.9%	27.1%
김○○	미사질양토 (Silt Loam)	27.1%	26.0%	24.9%	27.1%
이○○	사양토 (Sandy Loam)	17.0%	16.3%	15.5%	17.0%

<포장별 포도 생육단계별 적정 용적수분함량>



<포도 자동관수 알고리즘>

2) 포도 자동관수 알고리즘

- 자동 관수 알고리즘은 생육시기판단, 현재 토양수분값 비교, 기상 확인, 관수 총 4단계로 구성된됨

① 생육시기 판단

- Cesaraccio et al. (2004)가 제시한 낙엽과수의 휴면-발아모형에 따르면 낙과 혹은 수확 직 후부터 매일 최고 및 최저기온과 품종별 기준온도에 의해 Chill-days (Cd)가 계산되어 누적되는데, 일정량의 저온요구도(chill requirement)가 채워지면 다시 "Anti Cd" 값(Ca)이 계산되어 저온요구도 값으로부터 빠져나감. 저온요구도에 도달했다는 것은 내생휴면이 해제되었다는 뜻이며, Ca 에 의해 누적 Cd 값이 "0"에 도달했다면 발아가 시작되었다고 간주함.

- 포도 생육단계는 휴면기, 발아기, 신초생장기, 개화기, 경핵기, 변색기, 착색기, 수확기로 총 8단계로 나눌 수 있는데 각 생육단계별로 물 요구량이 달라 관수량을 달리해야 고품질 포도를 생산할 수 있음

- Chill-days 이론을 적용하여 포도 발아일을 예측하고 발아기 이후의 생육단계는 발아기로부터의 일수를 계산하여 예측하여 포도 자동관수 알고리즘을 적용하였음

경우	기온	chill days (C_d)	anti-chill days (C_a)
1	$0 \leq T_c \leq T_n \leq T_x$	$C_d = 0$	$C_a = -(T_m - T_n)$
2	$0 \leq T_n \leq T_c \leq T_x$	$C_d = \left[(T_m - T_n) - \frac{(T_x - T_c)^2}{2(T_x - T_n)} \right]$	$C_a = \frac{(T_x - T_c)^2}{2(T_x - T_n)}$
3	$0 \leq T_n \leq T_x \leq T_c$	$C_d = T_m - T_c$	$C_a = 0$
4	$T_n \leq 0 \leq T_x \leq T_c$	$C_d = -\left(\frac{T_x}{T_x - T_n} \right) \left(\frac{T_x}{2} \right)$	$C_a = 0$
5	$T_n \leq 0 \leq T_c \leq T_x$	$C_d = -\left[\left(\frac{T_x}{T_x - T_n} \right) \left(\frac{T_x}{2} \right) - \frac{(T_x - T_c)^2}{2(T_x - T_n)} \right]$	$C_a = \frac{(T_x - T_c)^2}{2(T_x - T_n)}$
6	$T_x \leq 0$	$C_d = 0$	$C_a = 0$

T_x : 최고온도, T_n : 최저온도, T_c : 임계온도(0℃), T_m : 평균기온

<6가지 경우의 chill days 계산 공식>

생육단계	적정 토양수분장력	구분
휴면기	30kPa	일평균기온 7℃ 이상일 때 날짜부터, 발아기 7일전
발아기	30kPa	anti chill-day 값 155
개화기	단수	(발아기 + 30일) - (발아기 + 40일)
과립비대기	30kPa	(발아기 + 40일) - (발아기 + 92일)
착색기	40kPa	(발아기 + 93일) - (발아기 + 132일)
수확기	50kPa	(발아기 + 133일) - (발아기 + 150일)
양분축적기	30kPa	(발아기 + 151일) - 11월 20일

<포도 생육단계 구분과 각 단계별 토양수분장력>

② 현재 토양 수분값 비교

- 실제 과수원은 토성, 토양용적밀도 등의 물리성에 따라 물빠짐이 각기 다르다. 또한 포도 수령, 나무 수세, 토양 피복 등 다른 변수가 많음. 따라서 같은 양의 물을 공급해도 과원 특성에 따라 토양 내 남아있는 수분함량을 고려하여 관수해야하므로 현재의 토양수분함량 측정을 통해 최소 토양수분함량 이하일 때 관수가 되도록 설계하였음

③ 강우 예보

- 본 시험은 노지과수 포도에 적용하므로 침수 시 포도 생육에 일어나는 지상부 생장 등의 악역향(강석범 외 3, 2010)을 배제하고자 3일 이내 강우예보 시 관수를 생략하는 것으로 설계하였음. 강우량은 10mm 이상, 강수확률 80% 일 때 관수를 보류하였음

④ 최저기온 예보

- 여름철 고온은 안토시아닌을 주요 색소로 갖는 사과, 포도 등의 과종에서 과피색 불량 피해의 주요 원인중의 하나로, 포도는 변색기에 고온을 맞이하면 과피의 착색이 진행되다가 멈추는 현상이 나타나고(착색 정지), 이는 숙기 지연 및 과실 품질을 하락시켜 소득을 감소시키는 요인이 되고(류수현 등, 2019) 포도 시설하우스 재배 시 이상고온은 포도에서 옷자람, 생육연장, 과실의 착색불량 등을 야기하며 성숙기 고온은 포도에서 착색불량(적숙과)을 발생 시킴. 특히 야간고온에 의한 호흡량 증가는 당의 손실이 발생하여 과실품질과 상품가치를 저하시키고 안토시아닌 형성이 감소하여 착색 불량과가 발생하기 때문에(류수현 등, 2018) 여름철 고온을 낮추어야 착색 불량을 낮출 수 있음
- 관수 시 물 온도는 대부분 포도 온도보다 낮음. 따라서 일 최저기온 값이 생육단계 포도 최적 온도 기준값보다 높을 경우(여름) 야간에 관수하여 포도 온도를 낮추도록 유도하였음

3) 포도 품질분석 결과

- 본 실험 설계와 시험농장에 장비 및 시설 설치가 늦어져 8월에 설치되어 당초 설계한 시험 목적인 관수 알고리즘 적용 후 포도 품질 비교 분석이 불가능하였음. 이에 시험 목적을 달성하고자 추가 대조군으로 화성시 관내 포도 스마트팜 시설 설치 농가 46개소의 포도 품질조사를 실시하여 관수 알고리즘을 꾸준히 적용했던 포도 명품화사업소 실증시험포 포도와 품질을 비교 분석하였음.
- 포도 품질 분석은 탐푸르트 기준의 과중, 당도 항목을 적용하였고 착색도는 CIRG(color index for red grapes)값을 적용하였음. 본 기준을 세분화하여 점수를 내어 농가별 포도 품질을 비교하였음.

과중(g)	당도(Bx°)	착색도	안정성
380~420g	15(Bx°) 이상	칼라차트 10	농약잔류허용기준 통과

<탐푸르트 기준>

과중(g)	점수	당도(Bx°)	점수	착색도	점수
319g 이하	7점	12(Bx°)	14점	-	-
340g 이하	9점	13(Bx°)	16점	CIRG 5	8점
360g 이하	13점	14(Bx°)	18점	CIRG 6	9점
380g 이하	15점	15(Bx°)	20점	CIRG 7	10점
380~419g	20점	16(Bx°)	22점	CIRG 8	11점
420g 이상	15점	17(Bx°)	24점	CIRG 9	12점
440g 이상	13점	18(Bx°)	26점	CIRG 10	13점
460g 이상	9점	19(Bx°)	28점	-	-
480g 이상	7점	20(Bx°)	30점	-	-

<포도 품질조사 점수기준>

- 포도 품질조사 결과 관수 알고리즘을 적용한 실증시범포 포도 품질 순위는 포도 품질 조사한 전체 47개소(농가 46개소, 실증시범포 1개소) 중 21위로 나타났음.

이름	이○○	이○○	이○○	강○○	이○○	박○○	정○○	전○○	홍○○
순위	1	2	3	4	5	6	7	8	9
점수	54.32	52.67	52.65	51.3	51.02	50.49	50.44	49.93	49.69
이름	차○○	유○○	신○○	홍○○	김○○	진○○	박○○	박○○	현○○
순위	12	13	14	15	16	17	18	19	20
점수	48.93	48.75	48.59	48.58	48.35	48.05	47.48	47.46	47.31
이름	실증시범포	김○○	박○○	김○○	윤○○	김○○	윤○○	이○○	이○○
순위	21	22	23	24	25	26	27	28	29
점수	47.1	46.79	46.57	46.29	45.67	45.66	45.38	44.75	44.68
이름	차○○	유○○	이○○	예○○	이○○	이○○	이○○	홍○○	홍○○
순위	30	31	32	33	34	35	36	37	38
점수	44.64	44.54	44.51	43.54	43.25	43.21	43.03	42.81	42.62
이름	박○○	이○○	이○○	정○○	안○○	윤○○	한○○	김○○	박○○
순위	39	40	41	42	43	44	45	46	47
점수	42.43	41.71	41.55	41.11	39.86	39.29	38.58	38.18	38.05

<포도 품질조사 순위 결과>

구분	상위그룹	하위그룹
모래 (%)	46.59 ^{ns}	51.26 ^{ns}
미사 (%)	32.49 ^{ns}	30.47 ^{ns}
점토 (%)	20.92 ^{ns}	18.27 ^{ns}
관수주기 (일)	5.784a	9.220b

<포도 품질 조사 그룹별 모래, 미사, 점토 함량 및 관수주기>

- 상위 그룹 9농가의 토성은 사양토 1, 양토 5, 사질식양토 2, 식양토 1곳으로 양토가 가장 많았고, 하위 그룹 9농가 토성은 사양토 5, 양토 4곳으로 사양토가 가장 많았음. 각 그룹별 모래, 미사, 점토 평균 함량은 상위그룹 46.59%, 32.49%, 20.92%, 하위그룹 51.26%, 30.47%, 18.27%로 유의적 차이는 없었음
- 관수 평균 주기는 상위그룹 5.784a일, 하위그룹은 9.220b일로 큰 유의적 차이를 보였음. 관수량을 적게, 자주 관수한 농가의 포도 품질이 좋았다는 것을 확인할 수 있었음. 이는 토양수분 변화폭이 클수록 열과발생율이 현저하게 높아지고, 관수량을 적게 하고 관수간격을 줄여 토양 수분함량 변화를 적게한 처리에 열과 발생율이 경감된다는(김병삼 외 4, 2006) 연구결과와 토양수분함량이 적을수록 증산속도가 줄어든다(최영민 외 4, 2015)는 보고와 일치하였음

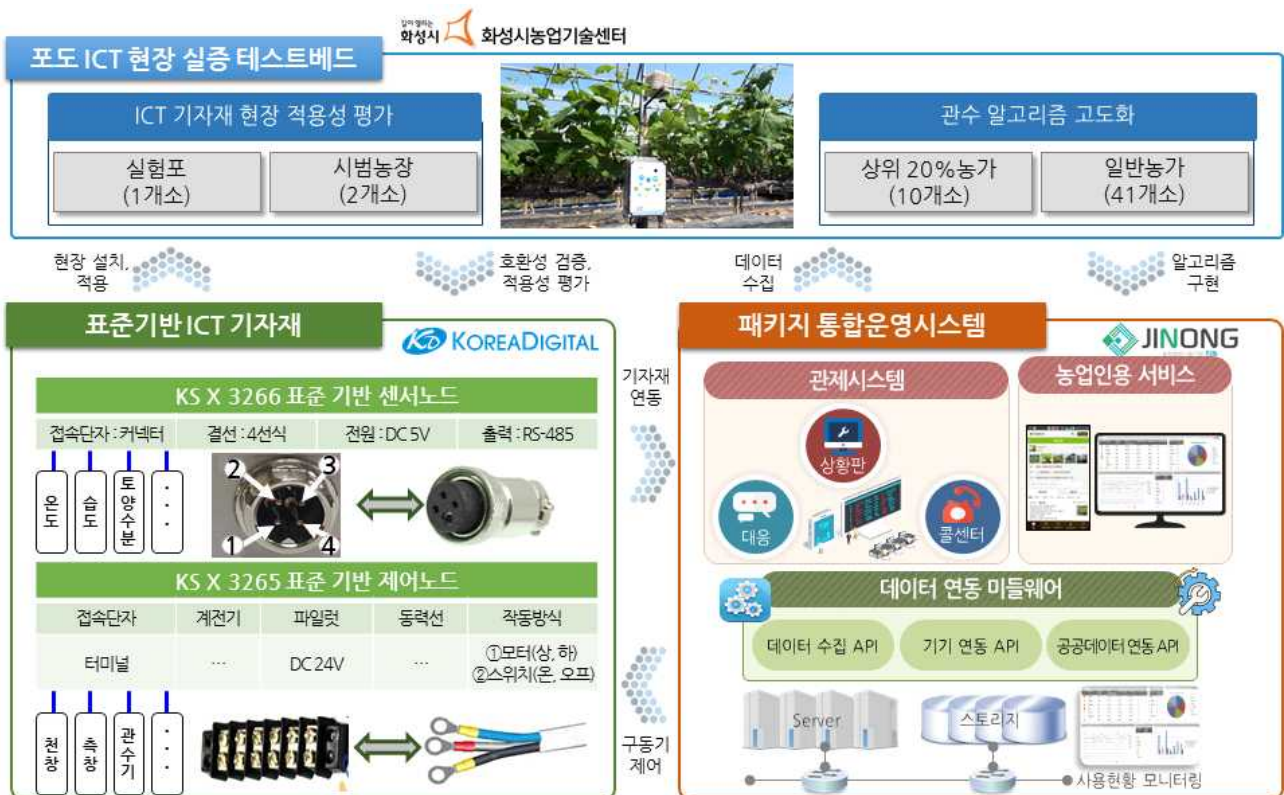
○ 결론

- 화성시농업기술센터에서 개발한 포도 자동관수제어 알고리즘의 효과를 구명하기 위해 알고리즘을 적용한 포도 실증시범포와 포도 스마트팜 농가의 품질을 비교 분석을 실시하였음. 포도 실증시범포 품질 조사 결과는 전체 47개소 중 21위를 차지했음. 포도 스마트팜 농가 중 품질 조사 상위그룹 9농가, 하위그룹 9농가를 비교 분석한 결과 토성, 토양이화학성은 유의한 차이를 보이지 않았으나 관수 평균 주기는 상위그룹 5.784a일, 하위그룹은 9.220b일로 큰 유의적 차이를 보였음.
- 본 연구과제 종료 이후에도 시험을 위해 설치한 농가 2곳에 토양수분스트레스와 수분함량 변화를 적게 하는 방법을 반영한 관수 알고리즘을 적용하여 관행구간과 포도 품질조사 후 비교분석을 통해 최적 관수 알고리즘을 개선해 나갈 예정임

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

3-1. 목표

- 본 연구는 다양한 시설 과수에 적용할 수 있는 KS표준 기반 ICT 기자재 패키지 통합 운영시스템을 산업화 하는 과제로 구체적인 세부 연구 목표는 아래와 같음
 - KS X 3266 표준 기반 센서노드 *11종 제품화
 - * 온도, 지온, CO2, 토양수분, 유량계, 온습도, 일사, 풍향, 풍속, 강우감지
 - KS X 3265 표준 기반 구동기노드 **4종 제품화
 - ** 천창, 측창, 관수모터, 관수밸브
 - 이종 장비간 호환 및 확장이 용이한 패키지 통합운영시스템 고도화 개발
 - ICT 기자재 현장 설치 및 적용, 호환성 검증, 적용성 평가
- 상위 연구 목표 모두 100% 달성하였으며 제안요청서(RFP)에 지정된 연구내용 외에 통신 규격 표준 적용, 포도 알고리즘 연구 등 추가적인 연구를 수행하였음
 - KS X 3267 표준을 적용하여 통신규격 표준화
 - KS X 3268 표준을 적용하여 구동기 메타데이터 표준화
 - KS X 3269 표준을 적용하여 센서 메타데이터 표준화
 - 포도 지능형 관수제어 알고리즘 고도화 개발



<연구목표 구성도>

3-2. 목표 달성여부

가. 정량적 성과 목표

- 본 연구에서 제시한 정량 성과 목표는 프로그램 등록 2건, 제품화 1건, 매출액 3억원, 기술인증 2건, 교육지도 2건, 홍보전시 2건이며 모두 초과 달성 하였음
- 최종 달성한 정량적 성과 목표는 프로그램 등록 2건, 기술실시 2건, 제품화 2건, 매출액 3억원, 기술인증 2건, 교육지도 2건, 홍보전시 4건임

성과목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시(이전)		사업화					기술인증	학술성과				교육지도	인력양성	정책 활용		기타(타연구활용등)
	특허출원	특허등록	프로그램등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		학술발표	정책 활용용			홍보전시		
												SCI	비SCI						논문평균IF	
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	명	건	건				
목표			2	-		1	300		2		2				2		2			
실적			2	2		2	298		2		2				2		1			

나. 항목별 세부 내역

- 프로그램 등록 : 목표 2건 ⇒ 실적 2건



○ 매출액 : 목표 300백만원 ⇒ 실적 298백만원

- 매출액 실적은 목표에서 다소 부족한 298백만원을 달성하였음(99.33%)

전자세금계산서				승인번호	
등록번호	207-81-56972	회사명	주식회사 지농	등록번호	127-83-02887
사업장주소	경기도 안양시 동안구 시민대로248번길25-0 (관양동, 1104호)	사업장명	경기도 친환경 농산물 생산판매사업부	사업장명	경기도 친환경 농산물 생산판매사업부
업종	서비스	종목	소프트웨어개발	업종	서비스
이메일	ace@jnonng.co.kr	이메일	ky51@korea.kr	이메일	ky51@korea.kr
작성일자	2019-04-11	공급가액	61,363,637	세액	6,136,363
통일번호	04	월	11	품목	스마트농업 관제시스템 기반조성 관제시스템 개발용역
합계금액	67,500,000	합금	67,500,000	수표	

본 인쇄물은 국세청 홈택스(www.hometax.go.kr)에서 발급 또는 전송 입력된 전자(세금)계산서입니다. 발급사실 확인은 상기 홈페이지의 '조회/발급' 전자세금계산서) > 3자 발급사실 조회'를 이용하시기 바랍니다.

전자세금계산서				승인번호	
등록번호	207-81-56972	회사명	주식회사 지농	등록번호	123-86-41730
사업장주소	경기도 안양시 동안구 시민대로248번길 25, 801호(관양동, 경기환경조산업양생센터)	사업장명	경기도 친환경 농산물 생산판매사업부	사업장명	경기도 친환경 농산물 생산판매사업부
업종	서비스	종목	소프트웨어개발	업종	서비스
이메일	ace@jnonng.co.kr	이메일	invako77@hometax.go.kr	이메일	invako77@hometax.go.kr
작성일자	2019-11-26	공급가액	40,909,090	세액	4,090,910
통일번호	11	월	26	품목	스마트 플랫폼 - FarmOS
합계금액	45,000,000	합금	45,000,000	수표	

본 인쇄물은 국세청 홈택스(www.hometax.go.kr)에서 발급 또는 전송 입력된 전자(세금)계산서입니다. 발급사실 확인은 상기 홈페이지의 '조회/발급' 전자세금계산서) > 3자 발급사실 조회'를 이용하시기 바랍니다.

전자세금계산서 (공급자용)				승인번호	
등록번호	408-85-10223	회사명	미래센터	등록번호	404-01-28866
사업장주소	전라남도 화순군 능주면 능주동길 36	사업장명	전라북도 정읍시 용흥2길 5-5 (상행동)	사업장명	전라북도 정읍시 용흥2길 5-5 (상행동)
업종	제조, 도매	종목	전자기기	업종	제조, 도매
이메일	kd118@ecount.co.kr	이메일	chilm11@naver.com	이메일	chilm11@naver.com
작성일자	2019-12-26	공급가액	27,676,000	세액	2,767,600
통일번호	12	월	26	품목	SFC-2000M(이더넷)
합계금액	27,676,000	합금	27,676,000	수표	

전자세금계산서 (공급받는자용)				승인번호	
등록번호	408-85-10223	회사명	미래센터	등록번호	404-01-28866
사업장주소	전라남도 화순군 능주면 능주동길 36	사업장명	전라북도 정읍시 용흥2길 5-5 (상행동)	사업장명	전라북도 정읍시 용흥2길 5-5 (상행동)
업종	제조, 도매	종목	전자기기	업종	제조, 도매
이메일	kd118@ecount.co.kr	이메일	chilm11@naver.com	이메일	chilm11@naver.com
작성일자	2019-12-26	공급가액	27,676,000	세액	2,767,600
통일번호	12	월	26	품목	SFC-2000M(이더넷)
합계금액	27,676,000	합금	27,676,000	수표	

○ 고용창출 : 목표 2명 ⇒ 실적 2명

고용창출	
* 과제종료년도	2019년
* 고용창출 인력명(이름)	오세환
* 고용형태	정규직
* 고용창출 내용	패키지통합시스템 프로그램 개발자 *최대 1000 자/ 현재()자
* 연구과제 참여여부	참여
* 증빙자료	4대보험 가입자명부 - 지농.pdf □삭제

고용창출	
* 과제종료년도	2020년
* 고용창출 인력명(이름)	임운용
* 고용형태	정규직
* 고용창출 내용	연구성과 목표에 따른 신규인력 채용 *최대 1000 자/ 현재()자
* 연구과제 참여여부	참여
* 증빙자료	4대보험_가입확인서.pdf □삭제

○ 기술인증 : 목표 2건 ⇒ 실적 2건

CSBI-A729-60CE-15E3

방송통신기자재등의 적합등록 필증

Registration of Broadcasting and Communication Equipments

상호 또는 성명 Trade Name or Registrar	주식회사 지농
기자재명칭(제품명칭) Equipment Name	농장산책
기본모델명 Base Model Number	FWS100
파생모델명 Series Model Number	
등록번호 Registration No.	R-R-JNa-FWS100
제조사/제조(조합)국가 Manufacturer/Country of Origin	코리아디지털(주) / 한국
등록연월일 Date of Registration	2019-10-29
기타 Others	

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.

2019년(Year) 10월(Month) 29일(Day)

국립전파연구원장
Director General of National Radio Research Agency

* 적합등록 방송통신기자재는 반드시 "적합성평가표시"를 부착하여 유통하여야 합니다.
위반시 과태료 처분 및 등록이 취소될 수 있습니다.

F7BC-E5EE-3741-6285

방송통신기자재등의 적합등록 필증

Registration of Broadcasting and Communication Equipments

상호 또는 성명 Trade Name or Registrar	코리아디지털(주)
기자재명칭(제품명칭) Equipment Name	스마트팜 컨트롤러 (SmartFarm Controller)
기본모델명 Base Model Number	SFC-2900MA
파생모델명 Series Model Number	
등록번호 Registration No.	R-R-KDY-SFC-2900MA
제조사/제조(조합)국가 Manufacturer/Country of Origin	코리아디지털(주) / 한국
등록연월일 Date of Registration	2019-11-27
기타 Others	

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.

2019년(Year) 11월(Month) 27일(Day)

국립전파연구원장
Director General of National Radio Research Agency

* 적합등록 방송통신기자재는 반드시 "적합성평가표시"를 부착하여 유통하여야 합니다.
위반시 과태료 처분 및 등록이 취소될 수 있습니다.

○ 교육지도 : 목표 2건 ⇒ 실적 2건



- 홍보전시 : 목표 2건 ⇒ 실적 1건
- 홍보전시는 목표에 미달하여 1건의 실적을 달성하였음

	<h3>“스마트팜 덕분에 워라밸 찾았죠”</h3> <p>화성=주애진 기자 입력 2019-08-12 03:00 수정 2019-08-12 04:55</p> <p>[스마트팜, 농촌의 4차 산업혁명]6년전 귀농한 포도농부 홍승혁 씨 “직장 때보다 아이들과 시간 많아져... 물 자동공급된 품질개선 매출 늘어”</p>
	<h3>화성 포도 산업 미래는 '스마트팜'</h3> <p>시의외 경제관광국, 포도명품화사업소 현장 점검</p> <p>서만규 기자 기사입력: 2019/08/23 [20:54]</p> <p>▲ 경제관광위원회 위원들이 농업기술센터 관계자로부터 품질관리에 대한 설명을 청취하고 의견을 나누고 있다. © 화성신문</p>

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

- 해당사항 없음

4. 연구결과의 활용 계획 등

4-1. 연구개발 결과의 활용방안

○ KS 표준 연동 제품 확대

- 본 연구에서는 KS 표준으로 고도화 개발한 코리아디지털의 센서노드, 구동기노드와 연동하는 패키지 통합시스템 소프트웨어를 연구개발하였음
- 국내에 200여개의 스마트팜 회사들이 사업을 영위하고 있는 것으로 알려져 있고 대부분 자체규격(비표준)으로 데이터를 수집, 축적하여 상호연동이 안됨
- 스마트팜 회사들이 많고 규격이 통일되어 있지 않아 모든 스마트팜 회사들과 호환성을 확보할 수는 없지만 KS 표준을 지키는 회사의 제품과는 상호연동할 수 있도록 패키지 통합시스템을 고도화 개발 하겠음
- 특히, 유의미한 스마트팜 농가 보급 실적을 갖고 있는 선도 기업들과 협력하여 사실상 시장을 선점하고 있는 제품 위주로 KS 표준 기반으로 데이터를 연동할 수 있는 체계가 구축되도록 후속 연구를 진행하겠음

○ 현장적용 시험

- 본 연구기간 동안 화성시 농업기술센터 실험포와 시범적용 농장을 테스트베드로 활용하여 제품 현장 적용성 및 성능 시험
- 본 연구 종료 후 정부에서 시행하는 스마트팜 ICT기자재 국가표준 확산지원 사업에 참여하여 KS 표준에 부합하는 제품들과의 호환성을 더욱 높이고 제품 성능 개선 작업을 지속적으로 진행하겠음

- 화성시 농업기술센터 포도명품화사업소 실증시험포에서 운영실증 수행 계획
- 개선된 FarmOS에 다양한 표준준수 제품을 구입, 연동하여 검증할 계획
 - 센서 (온도, 습도, 이산화탄소 등) 데이터 비교 검증
 - 구동기 작동 이력 (명령이력, 응답속도 등) 비교 검증



구분	화성시 농업기술센터 포도명품화사업소 실증시험포
소재지	화성시 송산면 사강로 92
현황	천창, 측창, 앞창, 뒷창, 관수기, 포그기 자동화 온실 360.8 m ² 재배 규모 : 18품종 69주

<연구기간 종료 후 운영실증 방안>

○ 실용화 및 제품화

- 코리아디지털(주) 화순 공장 내에 자체 테스트 환경구축
- 금번 개발된 스마트팜 복합환경제어 시스템을 당사 화순공장에 설치하고, 국내 중소기업에서 제작된 각종 구동기를 부착하여 자체 구동기 신뢰성 시험 실시함
- 자체 품질보증 시스템 구축
- 코리아디지털(주) 화순공장의 품질보증팀에서 금번 개발된 제품을 상시 운용하고, 생성된 데이터를 기반으로 품질보증 기초데이터로 활용
- 외부기상장비(SWS-600) 현장적용 시험
- 코리아디지털(주)에서 제조하는 SWS-600를 시험 운영하는 현장에 설치하여 현장적용 시험
- 1분 단위로 기상데이터를 LoRa 통신으로 방송하는 기능과 AWS(아마존 웹 서비스)에 저장된 기상데이터의 활용방안
- 기상방송 수신기를 센서노드와 동등한 표준 프로토콜을 적용하여 현장적용 테스트 할 것임

○ 사업화

- 설계부터 고품질 제조, 사후관리 원스톱 서비스 실행
- 본 개발 제품의 상품성 제고를 위한 디자인 및 금형비 투자
- 구동기 노드는 필요한 릴레이를 PCB 형태로 제작, 수작업 전기배선이 일체 없음
- 제어 배전반을 사용하지 않으므로 가격 경쟁력 및 부가가치가 높음
- 본사 연구소에서 제품 개발, 화순공장에서 전공정 생산으로 가성비가 높음
- 코리아디지털(주)의 스마트센서는 장수명, 정확도가 높아서 전체 시스템 마케팅에 강점으로 작용
- 현장설치 간편, 농업인의 DIY 사후관리 추진 등 사후관리 요건 최소화로 경쟁력 제고
- 표준화 제품 시장확대
- 2020년 스마트팜 정부지원사업에 적극 참여
- 정보통신 공사업 면허 취득 및 지방 대리점 영업 활성화
- 스마트팜 관련 국내외 전시참여로 표준화 제품 홍보에 주력
- 스마트팜 혁신 벨리 사업 추진
- 스마트팜 테스트베드에 설치 운영시험으로 품질 및 가성비의 경쟁력을 홍보

○ 추가 연구 필요성 및 후속 계획

4-2. 기대성과 및 파급효과

○ 기술적 측면

- 국가표준인 KS 표준을 적용한 스마트팜 ICT 기자재 보급, 확산
- 스마트팜 구동기, 센서 등 기기간 상호호환성 향상
- 스마트팜 기업들의 기술 개발 역량 향상

○ 경제적·산업적 측면

- 스마트팜 도입을 꺼리는 이유(비표준화, A/S 미흡, 고가격, 활용성 미흡) 대폭 완화
- 영농의 편의성 향상과 함께 스마트팜 기술의 산업화 촉진
- 농가는 자신의 농장에 맞게 구동기 및 센서 기자재를 선택하여 맞춤형 스마트팜 구축이 가능
- 환경 계측 장비를 저가로 설치할 수 있기 때문에 경제성이 맞지 않는 노지환경에도 부담없이 설치 가능
- 스마트팜 기자재 부품 교환 등 A/S 편의성 증대
- 표준이 적용된 스마트팜 ICT 기자재는 소모품 교체 시에도 여러 업체로부터 대체품을 손쉽게 구할 수 있어 사후관리나 유지보수 비용도 경감
- 주요 기자재의 규격이 표준화됨으로 제품 설계 및 개발비용이 감소
- 센서, 구동기 등 요소 부품공급 기업을 자유롭게 선택할 수 있게 되어 생산비용 절감
- 표준을 통해 스마트팜 구축비용이 절감되고, 농가의 투자부담 완화
- 스마트팜 기자재 표준화로 국산 제품의 가격 경쟁력과 신뢰성향상
- 노지 스마트팜 활용 농가 수익 향상 효과
- 본 연구를 통해 개발된 시설과수 스마트팜 모델의 확산으로 농가의 생산성 및 수익향상을 기대해 볼 수 있음

○ 사회적 측면

- 스마트팜 보급, 확산 가속화로 데이터 기반의 과학영농 토대 강화
- 안전성 대한 소비자의 불만이 높아지는 상황에서 생산과정의 데이터를 신뢰성 있게 축적하고 소비자와 정보를 투명하게 공유 함으로서 과학적 데이터에 기반한 안전한 농산물의 소비지 공급 체계를 구축 할 수 있음
- 지구온난화로 인한 물 부족으로 농업용수가 부족한 상황에서 정밀한 노지 농업 환경 센싱 및 제어 기술 확산으로 물 절약과 물의 생산성 증대 효과를 기대할 수 있음

붙임. 참고문헌

- 강석범 외 3, 2010 : 침수조건이 캠벨얼리 포도나무의 생육, 뿌리활성과 수체 무기성분 함량에 미치는 영향 (한국원예학회, 28(2):172-179)
- 김병삼 외 4, 2006 : 관수방법이 대립계 포도 열과 발생에 미치는 영향
- 류수현 외 4, 2018 : 변색기 고온에 의한 '거봉' 및 '흑보석' 포도의 과피 안토시아닌 조성 변화 ((사)한국생물환경조절학회, 7:213-221)
- 류수현 외 4, 2019 : 착색기 고온에 의한 포도 거봉의 과피색 불량 및 내생 호르몬의 변화 (한국원예학회 학술발표요지 5:117)
- 엄기철 외 4, 1995 : Scaling Factor를 이용한 토양수분특성곡선 추정모형 (한국토양비료학회 28:227-232)
- 우리나라 대표토양의 물리성에 관한 연구 (1967. 농촌진흥청. 농사시험연구보고)
- 장용선, 2017 : 용량수분센서 이용 자동 관수 시 용적수분함량 조건표 활용 (영농활용자료, 국립농업과학원 토양비료과)
- 정석재, 1990 : 우리나라 토양의 토성별 유효수분 (한국토양비료학회. 23:167-172)
- 정유란 외 2, 2008 : 최저기온과 휴면 심도기반의 동해 위험도를 활용한 CampbellEarly 포도의 내동성 지도 제작 (한국농림기상학회, 10:121-131)
- 정성민, 2011 : 포도 캠벨얼리의 주요생육단계 판단기준 (영농활용자료, 국립원예특작과학원 과수과)
- 최영민, 2016 : 토양 과습스트레스가 포도 '진옥'와 '캠벨얼리'의 생리반응 및 과실품질에 미치는 영향 (한국원예학회 학술발표요지 10:143)
- 최재연, 2014 : 포도 과피색의 평가를 위한 CIRG 값의 적용 ((사)한국생물환경조절학회, 23(3):244-249)

[별첨 1]

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 표준기반 시설과수 적용 ICT 패키지 통합운영시스템 산업화 (영문) Standardized Fruit protected cultivation ICT Package Integrated Operation System Industrialization				
주관연구기관	주식회사 지농		주 관 연 구	(소속) 주식회사 지농	
참 여 기 업	코리아디지털		책 임 자	(성명) 이세용	
총연구개발비 (400,000천원)	계	400,000,000	총 연 구 기 간	2019. 1. 22 ~ 2020. 1. 21 (12개월)	
	정부출연 연구개발비	300,000,000	총 참 여 연 구 원 수	총 인 원	19명
	기업부담금	100,000,000		내부인원	19명
	연구기관부담금			외부인원	
<p>○ 연구개발 목표 및 성과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 시설포도와 다양한 시설과수에 적용할 수 있는 KS표준 기반 ICT 기자재 제품화 및 이종 장비간 호환 및 확장이 용이한 패키지 통합운영시스템 연구개발 <p>○ 연구내용 및 결과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 표준 기반 시설과수 적용 ICT 기자재 고도화(1협동, 코리아디지털(주)) - 11종* 센서연결 가능한 KS X 3266 표준 적용 센서노드 개발 <ul style="list-style-type: none"> * 온도, 지온, CO2, 토양수분, 유량계, 온습도, 일사, 풍향, 풍속, 강우감지 - 4종** 구동기 연결 가능한 KS X 3266 표준 적용 제어노드 개발 <ul style="list-style-type: none"> ** 천창, 측창, 관수모터, 관수밸브 - 농업기술실용화 재단에서 추진하는 스마트팜 기자재 검인증 획득 - 표준 적용 기자재를 활용한 패키지 통합운영시스템 산업화(주관, 주식회사 지농) - 1협동(코리아디지털(주))에서 개발하는 기자재와 연동하기 위한 프로그램 개발 - 회원가입, 사용자 인증(로그인) 후 장비관리 기능을 통해 기자재를 연결하면 즉시 데이터 수집이 가능하게 기자재 연동 서비스 개발 - 천창, 측창, 관수기 등 구동기를 원격에서 제어하기 위한 모듈 개발 - 2협동(화성시 농업기술센터)에서 연구하는 관수제어 알고리즘을 반영한 지능제어 프로그램 구현 - 표준 기반 ICT 기자재 현장 실증 및 고품질 포도 생산을 위한 최적 관수 알고리즘 고도화(2협동, 화성시 농업기술센터) - KS 표준 기반 기자재 현장 실증 위한 테스트베드 구축 : 포도 실증시범포 1개소, 현지 포도 재배 농가 2개소 - 생육단계별 자동 관개 시스템 알고리즘을 집중 개선하여 효율적인 물 관리를 통한 포도 최적 생육 모델을 개발 <p>○ 연구성과 활용실적 및 계획</p> <ul style="list-style-type: none"> - 스마트팜 기자재 KS 표준 조기 정착 및 구동기, 센서 등 기기간 상호호환성 향상 - 스마트팜 도입을 꺼리는 이유(비표준화, A/S 미흡, 고가격, 활용성 미흡) 대폭 완화 - 표준이 적용된 스마트팜 ICT 기자재로 소모품 교체, 대체품 구매 등 사후관리 및 유지보수 효율화 - 스마트팜 보급, 확산 가속화로 데이터 기반의 과학영농 토대 강화 					

[별첨 2]

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호		319028-01	
사업구분					
연구분야				과제구분	단위
사업명	1세대 스마트 플랜트팜 산업화 기술개발				주관
총괄과제				총괄책임자	기재하지 않음
과제명				과제유형	개발
연구기관	주식회사 지농			연구책임자	이세용
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차연도	2019. 1. 22 ~ 2020. 1. 21	300,000	100,000	400,000
	2차연도				
	3차연도				
	4차연도				
	5차연도				
	계				
참여기업	코리아디지털				
상대국		상대국연구기관			

※ 총 연구기간이 5차연도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2020.1.22

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
주식회사 지농	실장	이세용

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

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

확약	
----	--

I. 연구개발실적

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

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (우수)

본 과제를 통해 11종의 센서 연결이 가능한 KS 표준 센서노드, 4종의 구동기 연결이 가능한 KS 표준 구동기노드, 스마트팜 농장 모니터링 및 관리를 위한 패키지 통합운영시스템을 연구개발 하였으며 연구 종료 이후 실험포 온실 및 테스트베드 농장에서 운영이 되고 있어 연구를 적절하게 수행하였다고 판단함

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 지농, 협동기관 코리아디지털은 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 있을 것으로 판단함

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (우수)

매월 정례적으로 연구팀 실무협의회를 진행하였으며 계획대로 일정을 준수하여 연구를 수행하였음. 특히, 대부분의 정량적 연구성과를 초과달성하여 연구를 성실하게 수행하였다고 판단함.

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지식소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (우수)

본 연구에서 달성한 연구개발성과는 프로그램 등록 2건, 기술실시 2건, 제품화 2건, 매출액 3억원, 기술 인증 2건, 교육지도 2건, 홍보전시 4건임 등으로 공개발표된 성과가 우수하다고 판단함.

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
표준 적용 기자재를 활용한 패키지 통합운영시스템 산업화	40	100	KS 표준 기자재(센서, 구동기)와 인터페이스하여 데이터 모니터링, 원격제어 등 스마트팜을 관리할 수 있는 패키지 프로그램을 개발하여 상용화 하였음
표준 기반 시설과수 적용 ICT 기자재 고도화	40	100	KS 통신 표준을 준수하면서 장비 인식까지 가능한 센서노드, 구동기 노드를 개발하여 상용화하였음
표준 기반 ICT 기자재 현장 실증 및 고품질 포도 생산을 위한 최적 관수 알고리즘 고도화	20	100	KS 표준으로 개발한 스마트팜 기자재와 패키지 통합운영 프로그램을 실험포 1개소, 테스트베드농장 2개소에 설치하고 운영하여 이기종 장비가 서로 호환되어 운영이 가능함을 실증하였음
합계	100점		

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

<ul style="list-style-type: none"> - KS 표준을 적용한 스마트팜 기자재와 농장운영 프로그램을 개발하여 상용화까지 성공하였음 - 연구 계획 수립시 설정한 연구 목표를 적절하게 달성하였음

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

“해당사항 없음”

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

<ul style="list-style-type: none"> - 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”

[별첨 3]

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제		분 야	1세대 스마트 플랜트팜 산업화 기술개발
연구과제명	표준기반 시설과수 적용 ICT 패키지 통합운영시스템 산업화			
주관연구기관	주식회사 지농		주관연구책임자	이세용
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	300,000,000	100,000,000		400,000,000
연구개발기간	2019. 1. 22 - 2020. 1. 21 (12개월)			
주요활용유형	<input checked="" type="checkbox"/> 산업체인전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타() <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
①표준 적용 기자재를 활용한 패키지 통합운영시스템 산업화	KS 표준 기자재(센서, 구동기)와 인터페이스하여 데이터 모니터링, 원격제어 등 스마트팜을 관리할 수 있는 패키지 프로그램을 개발하여 상용화 하였음
②표준 기반 시설과수 적용 ICT 기자재 고도화	KS 통신 표준을 준수하면서 장비 인식까지 가능한 센서노드, 구동기노드를 개발하여 상용화하였음
③표준 기반 ICT 기자재 현장 실증 및 고품질 포도 생산을 위한 최적 관수 알고리즘 고도화	KS 표준으로 개발한 스마트팜 기자재와 패키지 통합운영 프로그램을 실험포 1개소, 테스트베드농장 2개소에 설치하고 운영하여 이기종 장비가 서로 호환되어 운영이 가능함을 실증하였음

* 결과에 대한 의견 첨부 가능

3. 연구목표 대비 성과

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과				교육 지도	인력 양성	정책 활용-홍보		기 타 (타 연 구 활 용 등)
	특 허 출 원	특 허 등 록	프 로 그 램 등 록	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논문		논 문 평 균 IF	학 술 발 표			정 책 활 용	홍 보 전 시	
												SC I	비 SC I							
단위	건	건	건	건	백 만 원	백 만 원	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치			10		20	20		20		10				10			10			
최종목표			2		1	3600		2		2				2			2			
연구기간내 달성실적			2	2	2	298		2		2				2			1			
달성율(%)			100 %	초 과	200 %	8.2 %		100 %		100 %				100 %			50 %			

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	KS 표준 기반 센서노드 구현 기술
②	KS 표준 기반 구동기노드 구현 기술
③	KS 표준 기자재 인터페이스 연동 기술

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		v					v	v		
②의 기술		v					v	v		
③의 기술		v					v	v		

* 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

성과목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권		기술실시 (이전)		사업화						기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용-홍보		기타 (타연구활용등)
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		학술발표			정책활용	홍보전시	
												SCI	비SCI						
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명				
가중치			10			20	20		20		10					10		10	
최종목표			2			1	3600		2		2					2		2	
연구기간내 달성실적			2	2		2	298		2		2				2			1	
연구종료후 성과창출 계획							3302												

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술명 ¹⁾	KS 표준 스마트팜 패키지 통합운영시스템		
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input checked="" type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	2,100천원
이전방식 ²⁾	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input checked="" type="checkbox"/> 기타(자체실시)		
이전소요기간	해당사항 없음	실용화예상시기 ³⁾	2019년
기술이전시 선행조건 ⁴⁾	해당사항 없음		

핵심기술명 ¹⁾	KS 표준 스마트팜 센서/구동기		
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input checked="" type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	1,400천원
이전방식 ²⁾	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input checked="" type="checkbox"/> 기타(자체실시)		
이전소요기간	해당사항 없음	실용화예상시기 ³⁾	2019년
기술이전시 선행조건 ⁴⁾	해당사항 없음		

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 1세대 스마트 플랜트팜 산업화 사업의 연구 보고서입니다.
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.