

발 간 등 록 번 호

11-1543000-001405-01

농작물 생장환경 모니터링 센서 및
제어기 범용 통합 장치 개발

최종보고서

2016 . 10

주관연구기관 / (주)유샘인스트루먼트

1협동연구기관 / 한경대학교

2협동연구기관 / 비제이멜론

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “농작물 생장환경 모니터링 센서 및 제어기 범용 통합 장치 개발”
(개발기간 : 2014. 7. 29 ~ 2016. 7.28)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2016 . 10

주관연구기관명 : (주)유셈 인스트루먼트 한 중 필
1협동연구기관명 : 한경 대학교 정 유 진
2협동연구기관명 : 농업회사법인 비제이멜론 박 범 순

주관연구책임자 : 한 중 필
연 구 원 : 서 유 택
연 구 원 : 유 경 희
연 구 원 : 노 영 신
1협동연구책임자 : 정 유 진
연 구 원 : 이 효 주
연 구 원 : 마 랄
연 구 원 : 경 정 호
2협동연구책임자 : 박 범 순
연 구 원 : 박 윤 정
연 구 원 : 양 윤 희
연 구 원 : 서 효 연
연 구 원 : 양 해 주
연 구 원 : 김 달 심

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

보고서 요약서

과제고유번호	314039-2	해당 단계 연구 기간	2015.7.29. ~2016.7.28	단계 구분	2차년도:2015.7.29. ~ 2016.7.28 2014.7.29. ~ 2016.7.28
연구사업명	중사업명	농림수산식품 연구개발사업			
	세부사업명	첨단생산기술개발사업			
연구과제명	대과제명	농작물 성장환경 모니터링 센서 및 제어기 범용 통합 장치 개발			
	세부과제명	스마트센서 및 제어기 통합장치 개발			
연구책임자	한종필	해당단계 참여 연구원 수	총: 8 명 내부: 8 명 외부: 명	해당단계 연구개발비	정부:150,000천원 민간: 50,000천원 계:200,000천원
		총연구기간 참여 연구원 수	총 : 14 명 내부: 14 명 외부: 명	총 연구개발비	정부:300,000천원 민간:100,000천원 계:400,000천원
연구기관명 및 소속부서명				참여기업명 (주)유샘 인스트루먼트	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	
<p>요약</p> <p>●시설재배 농업현장에 적합하면서 확산사업이 가능한 ICT융합 스마트팜용 장치의 개발이 목적이며, 주요 개발내용은 농업현장에 적합한 센서의 개발과 센서장치 및 제어장치를 개발하며, 사용자는 스마트폰으로 센서데이터 및 제어설정 과 제어현황을 확인할 수 있도록 서버시스템 구축과 앱을프로그램을 개발함. 개발장치를 현장에 설치하여 센서 및 장치의 비교시험을 하며 현장 성능시험을 하는데 있음.</p> <p>또한 서버는 농림수산식품교육문화정보원의 서버와 연계 되도록 하여 관련부서에서 장비설치 현황 및 빅데이터의 저장에 활용함</p> <p>●개발과제를 통하여 논문게재2,특허출원3 등록1,사업화1,학술</p>				<p>보고서 면수</p>	

<p>발표3,홍보전시8,정책활용1 의 연구개발성과를 하였음</p> <p>개발과제를 통하여 2건의 추가 개발을 하였으며,1차년도에 딸기 시험장의 협력으로 [딸기작물의 병해예찰 예측 측정장치]의 개발과 2차년도에 토경재배농가에서 필요로 하는 [자동 관수제어장치]를 개발하여 농업현장에서 실증시험하고 있음.</p> <p>●개발과제의 추진에서 장치의 설치 및 동작시험과 농가섭외등 농업현장의 업무를 대부분 2협동기관에서 했으며, 개발제품의 비교성능 시험등 논문개게와 학술발표등 성과에 1협동기관에서 많은 수고를 해주었음</p>	
---	--

〈 요약 문 〉

		코드번호	D-01
연구의 목적 및 내용	<p>1.연구의 목적</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 시설재배농가에서 쉽고 편리하게 사용할 수 있는 센서를 포함한 스마트 센서장치 및 통합제어장치의 개발 ○ 개발한 센서 및 장치에 대한 타 센서 및 장치의 비교시험 연구 ○ 개발제품의 농가 실증시험을 통한 성능시험 ○ 매뉴얼 개발 <p>2.연구내용</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 1차년도 <ul style="list-style-type: none"> - 농가현장의 조사를 통한 농업현장에 적합한 센서와 장치의 개발추진 - 개발제품의 협동기관 및 농가에 설치하여 성능시험 및 연구 - 개발제품의 문제점 발취 및 제품개선 진행 - 개발제품의 실증시험을 농가 및 농업현장 섭외 ○ 2차년도 <ul style="list-style-type: none"> - 서버프로그램 및 애플리케이션 개발 - 제품개선 완료 및 전시홍보 - 10여곳 이상의 농업현장 실증시험 - 매뉴얼 개발 		
연구개발성과	<p>1. 정량적 성과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 논문 2편, 특허출원2건 등록1건,사업화 1건, 학술발표 3회, 전시홍보 8회, 정책협의 1건 ○ 병해예찰 장치 및 관수제어장치의 추가개발 2건 ○ 현장실증시험 10곳 이상 ○ 매뉴얼 개발 <p>2. 정성적 성과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 장치간 통신은 2선의 RS-485 유선통신으로 최대거리 1.2km까지 통신이 가능하여, 무선통신의 문제점인 전파장애로 인한 통신의 문제 및 거리 제한의 문제등의 해결 ○ 개발한 센서 및 스마트센서장치의 동작전원은 무선중계기로부터 공급하고 있어 별도의 전원이 필요 없음 ○ 무선중계 및 스마트센서장치는 방수형의 컴팩트한 구조로 되어있어 누구나 쉽게 설치가 가능함 ○ 무선중계기는 3G통신의 컴팩트한 WCDMA모듈을 채용하여 인터넷 통신을 하고 있어 인터넷설치와 상관없이 동작 가능함 ○ 스마트센서장치의 센서부는 삽입형의 모듈러잭으로 되어있어 쉽게 		

	<p>사용 가능함</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 스마트센서장치는 자동으로 센서의 종류별 인식을 하고 있어 별도의 조작기능이 필요 없음 ○ 개발장치는 별도의 조작기능이 필요 없으며 전원만 연결하면 동작함 ○ 과제를 통하여 개발된 장치의 활용으로 딸기작물의 병해의 예찰 병의 진행도 를 쉽게 알 수 있는 장치의 추가개발 하였음 ○ 과제를 통하여 개발된 장치의 응용으로 토경재배농가의 관수의 어려움을 해결하고자 간편하면서 저렴한 자동관수제어장치를 추가 개발 하였음 				
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 과제를 통하여 개발한 무선중계기와 스마트센서장치는, 사용이 편리 하며 저렴한 가격으로 연구소 및 학교에서 연구시험용 많이 사용하고 있는 외국제품에 대한 수입대처효과가 클것으로 예상됨 ○ 개발한 장치는 시설재배지 뿐만 아니라 노지재배, 축산분야 및 기상 환경 분야등 센서측정 및 제어를 필요로 하는 다양한 분야에서 활용 가능한 장치로 적극적인 마케팅을 통하여 판매를 증진 하려고 함 ○ 개발 장치는 센서 모니터링 뿐만 아니라 병해예찰 및 관수제어를 할 수 있는 장치로 실증시험의 농가를 늘려 시.군ICT담당 관계자의 관심을 증가시켜 ICT확산사업으로 추진할 수 있는 기대효과가 큼 				
<p>중심어 (5개 이내)</p>	<p>스마트센서</p>	<p>원격단말장치</p>	<p>정보통신기술</p>	<p>CDMA통신</p>	<p>근거리무선</p>

< SUMMARY >

		코드번호	D-02
Purpose& Contents	<p>1. Research Objects</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Development of smart-sensor equipment including convenient sensors particularly for structure cultivation farms and Universal integrated-controllers. ○ Research on difference test between our own developed sensors or equipments and other sensors or equipments. ○ Performance tests completed by farm verification tests of developed products. ○ Manual development. <p>2. Research Contents</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 1st year-term <ul style="list-style-type: none"> - Development promotion of appropriate sensors and equipments for agricultural sites that have been passed through farm needs. - Installation at farms and cooperative institutions of developed products for performance tests and research. - Proceed developed products' extracts of problems and improvement. - Make contacts with more than 10 farms and agricultural sites for farm verification tests of final developed products. ○ 2nd year-term <ul style="list-style-type: none"> - Development of Server Programs and App Programs. - Completion of products improvement and exhibitions promotion. - Farm verification tests of approximately more than 10 agricultural sites. - Manual development. 		
Results	<p>1. Quantitative Achievements</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Two theses, two patent applications and one patent registration, one commercialization, three scholarship presentations, eight exhibitions promotions, one policy consultation. ○ Two additional developments of disease forecast equipment and irrigation - controller. ○ Performance tests of over 10 sites. ○ Manual development. 		

	<p>2. Qualitative Achievements</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Communication between devices is composed of two lines of RS-485 wire communication with a communication capacity up to maximum 1.2km. There are no such problems in communication due to radio interference or a lack of distance limit which are found with wireless communication. ○ Developed sensors and smart sensor equipment are not in need of any kind of additional operating power since they are initially provided with Router. ○ Routers and smart sensor equipment consisted of a compacted water proof typed structure in which everyone is able to simply install on their own. ○ Routers adopt the compacted WCDMA module of 3G communication for the use of internet communication in which can be operated regardless of internet setup. ○ The sensor parts of smart sensor equipment are made up of insertional type of modular jack which helps it more simple for operators to use. ○ Smart sensor equipment automatically acknowledge what types of the sensors type are, thereby there is no need of additional operational functions. ○ Developed products do not need any other special operational functions, only their power should be connected to operate. ○ With a previously developed device that was introduced on an assignment, an additional device which can detect any possible diseases and the progress of a disease of strawberry is developed. ○ With the practical use of a formerly developed device of the assignment, a new convenient automatic irrigation-controller is additionally developed in order to solve the irrigation problems of soil cultivation farms.
<p>Expected Contribution</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ The routers and smart sensor equipment developed by the assignment are expected to bring a high efficiency of import substitution for foreign products which have been widely used for research tests by many research institutes and colleges due to their convenience as well as low price. ○ Developed devices are not only useful for areas of structure

	<p>cultivation but also for a variety of areas in which need sensors measurement and control such as open field cultivation, animal husbandry, and meteorological environment. Therefore, a sales enhancement is promoted through positive marketing strategies</p> <p>○ Developed devices are not only limited to operate a sensor monitoring function but also are able to forecast diseases and control irrigation. It is expected to promote a ICT diffusion business by increasing the number of farm verification tests as well as the level of attention by people in charge of provincial and regional ICT</p>				
Keywords	Smart Sensor	Remote Terminal Unit	Information and Communication Technology	CDMA Communication	Local Wireless Communication

CONTENTS

Chapter1. Research genreal	1
Section1. Research purpose	1
Section2. Research necessary	2
Section3. Research scope	9
Chapter2. Development status of technologies at local and abroad	10
Chapter3. Research contents and result	13
Section1. Promotion strategy and method of research	13
Section2. Promotion system of research	15
Section3. Promotion schedule of research	16
Section4. Content of research	17
Chapter4. Goal achievement and contribution to related fields	135
Section1. Goal attainment	135
Section2. Contribution of related field	137
Chapter5. Application plan of Research result	138
Chapter6. Foreign technology information obtained during research progress	139
Chapter7. Security level of research performance	140
Chapter8. Present equipments of research facilities	141
Chapter9. The result of safety perform at laboratory on during research progress	142
Chapter10. The typical point of research result on research progress	143
Chapter11. The others	144
Chapter12. Reference	145

목 차

제1장. 연구개발과제의 개요	1
제1절. 연구개발의 목적	1
제2절. 연구개발의 필요성	2
제3절. 연구개발의 범위	9
제2장. 국내외 기술개발 현황	10
제3장. 연구수행 내용 및 결과	13
제1절. 추진 전략·방법	13
제2절 연구 추진체계	15
제3절. 연구개발 추진일정	16
제4절. 연구개발 내용	17
제4장. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	135
제1절. 목표 달성도	135
제2절. 관련분야 기여도	137
제5장. 연구결과의 활용계획 등	138
제6장. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보	139
제7장. 연구개발성과의 보안등급	140
제8장. 연구시설·장비 현황	141
제9장. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적	142
제10장. 연구개발과제의 대표적 연구실적	143
제11장. 기타사항	144
제12장. 참고문헌	145

제 1장. 연구개발과제의 개요

코드번호

D-03

제1절. 연구개발 목적

1. 스마트 센서 장치 및 제어기 통합 장치 개발

- 가. 센서의 자동인식 가능한 스마트 센서장치 개발 및 온실컨트롤러간 신호전송 컴팩트화에 따른 ICT접목 원격제어관리 구현
- 나. 관수장치,양액공급기 및 CO2공급기등 장치와 온실컨트롤러간 연계동작 가능한 인터페이스화 기술개발에 따른 범용통합장치 개발 구현
- 다. 국산화 장치개발에 따른 국산센서 사용 확대 및 국내 제작 유통되고 있는 온실컨트롤러에 범용으로 적용할 수 있는 장치보급 확대 가능
- 라. 범용 통합장치의 생산 및 사용 매뉴얼 개발

2. 센서 및 제어기 범용 통합장치 사용 성능에 대한 비교 시험 연구

- 가. 범용 통합장치(시제품)의 시설온실 토양환경 (온도, 수분 CO2) 정보의 수집 및 분석
- 나. 범용 통합장치(시제품)의 시설온실 성장환경 (온도/습도, 일사량, 엽온, CO2) 정보의 수집 및 분석
- 다. 범용 통합장치 활용 온실내 토마토 재배 및 성장상 분석

3. 센서 및 제어기 범용 통합장치 사용 농가의 농가 실증 시험 연구

- 가. 범용 통합장치의 시제품 개발시 1차년도 농가 실증시험 연구 (5개 농가)
- 나. 범용 통합장치의 개선제품 개발시 2차년도 농가 실증시험 연구 (10개 농가)

제2절. 연구개발의 필요성

1. 국내외 시설재배의 현황

가. 국내의 현황

국내의 시설원예 농가는 대다수 비닐온실 농가로 자동화 기반 시설 및 제어가 취약한 실정임. 유리온실의 경우 각종 센서기반의 복합환경 제어를 위한 자동화 시스템 제어를 하고 있으나, 비닐 온실의 경우 자동화 설비 및 센서기반 제어 시스템이 미흡한 상태로, 소형 배전반 컨트롤러에 온도센서를 사용하여 온도컨트롤러에 의한 창개폐용 및 환풍기 동작용으로 주로 사용하고 있음



그림 1. 원예하우스 내부 전경

또한 양액공급기, 관수장치 및 CO2공급기 등은 개별적으로, 특히 관수장치는 펌프와 점적 호스등 기본적인 자재만을 사용하고 있는 실정으로 과학적인 물관리 제어를 할 수 없는 실정임



그림 2. 온실 컨트롤러(분전반)의 외형 및 내부구성

일부, 습도센서, 광량센서 및 CO2센서, 토양수분센서 및 EC센서 등 각종 센서를 보유하고 있는 농가의 경우, 배전반 컨트롤러에 연결하여 사용할 수 있는 제어기능이 거의 없기 때문에 무용지물인 실정임. 그림3.은 세계적으로 유명한 이스라엘의 네타핌사의 제품으로 온실컨트롤러가 매우 컴팩트 하면서 각종 컨트롤러를 할 수 있는 기능으로 온도, 습도, CO2, 풍향 풍속 및 광량센서 등 각종 센서를 연결 사용할 수 있도록 되어있음. 고객은 기능과 가격을 고려해서 선택 구입할 수 있도록 몇 가지 모델이 있으며, 본인이 직접 설치가 가능하도록 손쉽게 되어있음.

나. 차이점 및 문제점

이스라엘은 세계적인 선진 농업 국가로서, 농가는 자동화 및 과학영농에 대한 인식과 습성이 되어있어, 센서 및 컨트롤러의 사용에 익숙하며 필수적으로 자동화 장치를 사용해야 한다는 의식을 갖고 있음. 한편 우리 농가는 과학영농 및 자동화의 필요성은 인지하나, 제어 및 조작방법에 대한 두려움과 자동동작에 대한 불안감을 갖고 있음. 우리농가의 온실 컨트롤러도 이스라엘의 컨트롤러만큼은 콤팩트 하지 못하나, 수동과 자동으로 스위치 전환하여 사용하도록 되어있음. 그러나 농가는 일부 국산 자동화 장치의 오동작 내지 잦은 고장 등으로 자동화에 대한 회피 현상이 잔재하고 있는 실정임



그림 3. 이스라엘 네타핌사의 양액제어장치 및 스마트형 온실제어장치

다. 전망

최근 국산 장치의 개발과 센서의 국산화 많이 진행 되고 있으며, 외국의 고가의 복합환경 제어장치 및 센서류를 사용하고 있는 농가를 주변의 농가가 보면서, 점차 센서 및 자동 장치에 대한 관심이 증대하고 있음. 국내 IT산업 및 인터넷의 발달로, 농가에 대한 ICT 장치보급을 위한 정부의 많은 지원책이 나오면서 농가의 관심이 많아지고 생각이 변하고 있음. 젊은 농업인이 주축이 되는 작목반의 현상과, 그들이 스마트폰으로 센서의 데이터 및 경보, 알람 등의 메시지를 받아 보는 것을, 주변의 농가에서 쉽게 관찰할 수 있어 온실 자동화에 대한 센서 및 장치의 국산화 개발 전망이 밝음

본 개발을 통하여 이스라엘의 장치와 같이 콤팩트한 장치의 개발 및 다수의 센서를 하나의 인터페이스등 콤팩트한 모듈로 스마트하게 구성하며, 기존 컨트롤러와 호환성을 갖는 기능의 센서 개발로 농가에서 쉽게 사용할 수 있도록 할 필요 있음

또한 ICT접목으로 원격 센싱 및 원격제어가 가능하도록 하여, 스마트폰으로 어디서나 농가의 상황을 확인할 수 있는 안심 기능의 제공으로, 센서 및 장치의 자동화 필요에 대한 요구 등 과학영농의 편리성에 따른 농가의 소득 증대를 기여할 수 있음

2. 기술적 측면

가. 스마트 센서장치

과학영농의 한 축으로 활용할 수 있는 것이 센서이며, 센서를 활용함으로써 온실 내 환경을 작물생육에 적합하도록 쾌적한 환경을 조성함으로써 병해를 예방하고 적절한 물관리를 통한 생산성 증진이 가능하도록 함. 농가의 경우 영농에 과학을 접목하여 작물 재배에 적절하게 응용함으로써 생산성 향상과 품질향상에 기여할 수 있음. 센서 활용을 통해 온실 내 환경을 원격으로 진단하고 조절함으로써 쉽게 적절한 환경제어가 가능함으로써 합리적인 영농 구현이 수행될 수 있으며, 사회적 인식도 확산되고 있으나, 센서의 종류가 다양하고 용도에 따른 활용방법이 보급되어 있지 않아 사용을 기피하는 경향이 큼. 이러한 문제점을 개선하기 위하여 센서의 역할에 대해 잠재적 수요층인 농가현장에서 교육하고, 간단하게 사용할 수 있는 스마트 센서 장치의 개발이 필요함.

현재 농가에서 중 대형 온실에 사용되고 있는 수입산 센서의 경우는 가격이 고가이므로 대중화되기 어려운 측면이 많으나 이를 국산화할 경우 보급형의 대중화된 센서로 사용자에게 저렴하게 공급할 수 있도록 국산 스마트 센서를 개발하고자 한다.

용도별로 분류할 경우 표 1과 같으며, 몇 가지 센서를 하나의 장치로 연결하여 사용할 수 있는 스마트 센서 장치를 농업에 활용할 경우 편의성과 정밀성을 향상시켜 고품질의 농작물 생산에 기여할 수 있을 것으로 보인다.

표 1. 센서의 용도별 분류

센서류	용도설명
실내온도	온도 모니터링 및 천창,측창등 창개폐 및 환풍기 제어.
지중 온도	지온의 온도모니터링 및 관수 및 지중난방등 제어
실내습도	시설내의 습도 모니터링 및 환기팬 및 관수제어
토양수분 센서	자동관수 제어
토양EC 센서	액비공급 제어
양액 EC센서	배지의 EC 모니터링
양액 pH 센서	배지의 pH 모니터링
CO2센서	CO2 공급기 제어
광량센서	시설내 일조량등 광합성 모니터링
일사량센서	수경재배 경우 일사량 제어 사용
조도센서	주로 화훼작물의 재배환경 모니터링
감우센서	비감지에 의한 창개폐

나. 범용 통합장치

농가의 각종 장치에 대한 제어를 담당하는 것은 컨트롤러로 온실의 모든 기계장치를 제어하는 분전반이며 주로 천창, 측창 및 보온 커튼 등의 온실 개폐장치 조절에 국한되어 있으며, 이외의 환기팬 및 관수장비, 양액 공급기나 CO2 공급기 등의 환경제어적 측면

에서는 아직 통합제어가 이루어지지 못하는 실정임. 유리 온실, 대형 온실의 경우 양액 제어나 온풍기 제어, CO2 공급 등의 복합적인 환경제어 장치의 경우 배전반을 달리 쓰고 있는 실정임.

표 2에서 제시하는 바와 같이 정부는 USN 기반 센서와 접목 제어기능에 대한 개발 보급 사업을 진행해 오고 있으며, 이와 같은 연구개발 결과를 통하여 자동화 장치의 보급 및 활용을 통해 농가 소득향상에 기여하고 있는 측면을 배제할 수는 없다.

현재에는 이런 자동화 기기에 IT가 접목된 생장환경관리 및 원격제어가 가능한 기상 환경 IT기술을 반영한 시스템으로 더욱 발전하고 있고, 스마트폰을 활용하여 원격 감시, 원격 제어, 원격 모니터링 기능을 확대하고자 하는 추세에 있다. 따라서 농가별로 설정에 맞는 소형화된 범용장치를 선택적으로 사용할 수 있도록 개발하는 것이 필요함.

표 2. USN 기반 농작물 생장환경 관리시스템 구축 및 운영 가이드라인

구분	세부항목	설 명
생장환경 모니터링	전체 센서정보 조회	시설내의 수집된 센서 정보와 제어장치의 현황을 GUI 형태의 사용자 편의성 제공
	실내/외 생장환경 정보	시설내의 센서를 이용한 신뢰성 있는 실내/외 생 장환경 데이터 수집을 통해서 분석 가시화를 지원
	원격 온실상황 모니터링	원격지에서 시설내의 영상 제공을 통해서 현장 중심의 재배관리 지원
	센서 상태 정보 확인	생장 환경을 센싱하는 센서 관리의 신뢰성 확보와 센서의 신속한 장애 요인 파악 지원
	센서 노드 데이터	효과적인 재배 작물의 생장정보 수집 정보 관리 기능 지원
생장환경 제어	환기 창 제어	생장 환경 모니터링과 연계하여 시설의 지능화된 환기 제어 기능 확보
	커튼 제어	생장 환경 모니터링과 연계하여 시설의 지능화된 보온 및 차광 제어 기능 확보
	기타 추가 장치 제어 (필요시 4개 이상 제어 가능-기존시설에 한함)	시설내의 환기와 커튼 제어 기능 이외의 기능과 각종 표시 기능 확보
시스템관리	센서관리	각 센서의 상태관리를 통해서 시설내의 생장 환경 모니터링 기능의 신뢰성 확보 지원
	센서망관리	시설내의 센서망 관리를 통해서 생장 환경 모니터링 기능의 신뢰성 및 연속성 지원
이상상황 알림	SMS 등	특정 생장환경에서의 경보 기능(SMS)을 통해서 이상 발생에 대한 대응력 확보를 위한 서비스제공

재배농가의 경우 대부분 입구쪽에 컨트롤러가 설치되어 있어 센서를 온실 전체에 다양하게 설치하기 어려운 실정이다. 예를 들어 기본적으로 사용하고 있는 온도센서의 경우 온실 내 작물재배지 가운데 설치하려고 하더라도 컨트롤러가 멀리 떨어져 있어 입구에서 수 미터 정도에 설치할 수밖에 없다. 특히 센서에 따라 동작전원이 필요한 경우가 많으며

동작전원이 각각 달라 센서선과 전원선의 설치가 복잡하고 배선작업까지 신경을 써야 하는 불편함 및 농작업중 선을 절단하는 경우가 많아 센서를 사용할수 없을 뿐만 아니라 전원선에 대한 위험성등 애로점이 많다. 이러한 애로사항을 해결하기 위해 스마트화 센서장치를 개발하여 다수의 센서를 하나의 센서장치에 쉽게 접속 할수 있도록 하며 센서장치는 전원선과 통신선 및 통신선이 필요없는 무선방식으로 간단히 해결하고자 한다. 통신의 경우는 RS232와 같은 시리얼 통신방식으로 150~200m 까지 가능하며 무선방식의 경우는 Zigbee 통신방식으로 100~300m 의 통신이 가능하다. 입구의 기존 컨트롤러까지 간편하고 안전하게 센서데이터를 전송할 수 있으므로 이에 대한 심도 있는 연구개발을 통하여 복잡한 배선작업에서 간단한 작업설치에 따른 경제적 효과와 노동력절약의 효과 및 어려운 사용법에서 손쉽고 편리한 사용으로 친환경적 농작업의 기대효과를 가져올 수 있음



그림 4. CDMA 방식 무선행 데이터 로거 및 Zigbee 근거리 무선 데이터 로-거

컨트롤러는 CDMA 방식으로 원격 통신을 할 수 있도록 하거나 인터넷이 설치된 곳은 인터넷을 사용하여 언제 어디서나 스마트폰으로 온실 내 환경의 모니터링과 경보, 알람 등 메시지를 받아볼 수 있으며 스마트폰으로 원격제어가 가능하도록 편의성, 안전성, 정확성을 더욱 향상시켜 사용자가 정보를 받을 수 있도록 ICT와의 접목이 가능한 연구를 병행하여 수행할 필요성이 있다.



그림 5. 원격제어장치

3. 경제적, 산업적 측면

IT기반의 네트워크 환경이 점진적으로 구축되고 있는 시대에 모바일 기기를 이용하여 원거리에서 시설 재배 통합관리를 실현함으로써 시설재배 농가 농민에게 보다 나은 이동의 자유를 보장 할 뿐만 아니라 최적의 제어를 통한 생산성 증대를 구현할 수 있다.

지구온난화에 따른 농업피해가 증대하고 있는데, 2000년대 들어 연평균 농작물의 피해액은 전국적으로 2조원 정도로, 일부지역의 경우 피해보상액이 1000억 정도 되고 있는 실정이다. 원격 감지를 통한 예방 및 언제 어디서나 원격제어를 통한 하우스 관리의 실현으로 미리 위험방지 및 피해를 줄일 수 있게 되었다.

전국적으로 시설온실의 면적을 살펴보면 2009년 50,024ha에서 2012년 47,924ha로 4.3% 감소하는 경향을 나타내었고, 고유가로 인한 수익성 악화와 온실내 작업의 효율성 악화가 주요 원인인 것으로 추정된다.

시설온실 면적 감소는 가장 많은 비중을 차지하고 있는 비닐하우스 면적의 감소에 따른 것으로 보이며 특히 2011년에서 2012년에 접어들어 큰 폭의 감소를 나타낸 것을 알 수 있다.(표 3)

표 3. 연도별 전국 시설 온실 면적 추이 (단위 : ha)

구분	총 면적	비닐하우스면적	경질판온실면적	유리온실 면적
2012년	47,924	47,556	90	278
2011년	49,537	49,175	88	274
2010년	48,835	48,465	98	272
2009년	50,024	49,605	133	286

(농림축산식품부 시설채소 온실현황 및 채소류 생산실적 발췌)

시설온실 면적의 확대를 위해서는 작업환경의 개선 및 시설의 자동화를 통한 노동생산성 향상 및 작업의 효율성을 높이는 것이 반드시 선행되어야 할 것으로 보인다. 따라서 농업 시설에 대한 스마트 센서를 적용하여 이와 연계된 원격제어를 통합함으로써 온실 내 작업 성과 효율성의 향상뿐만 아니라 생산량 증대와 품질 향상도 기대할 수 있다.



그림 6. 한라봉 재배 하우스 및 감귤노지에 설치된 무선형 데이터 로거

그리고 온실 작업의 효율성을 증대시킴으로써 사용자의 편의성은 높아지는 반면 생산 비용은 절감됨으로써 농가의 수익성 향상이 가능하다. 자동화 및 센싱의 기법을 통한 농가 노력 및 비료절감, 병해충 발생감소의 효과 및 수량 및 품질증대의 효과를 가져올 수 있음. 시설재배 농가에 최적의 제어 기준 및 옵션화를 제시함을 물론 국산화, 자동화를 통한 시설원에 관리 비용을 절감함으로써 국제경쟁력을 높여 농민의 시설원에 재배 의욕을 높일 수 있음.

4. 사회 문화적 측면

국내 IT산업의 발전으로 스마트폰 활용에 대한 사회문화적 통합이 되고 있는 실정임. 농가는 일상적인 활동을 하면서 안심하고 하우스의 센서값을 확인할 수 있어 현황을 쉽게

파악할 수 있으며, 제어기의 동작 상황을 언제 어디서나 알 수 있는 사회적 기반이 될 수 있음.

농가의 삶의 질의 향상과 생활의 활력을 추구할 수 있는 사회문화적 가치를 창출한다. 시설 농가에서는 작업시간을 단축함으로써 여가생활을 즐길 수 있으며, 실시간으로 하우스 내 상황을 파악할 수 있어 더욱 정밀한 농작업이 가능하다.

기상 환경제어기술을 시설농업에 적용함으로써 정밀농업의 새로운 개념이 농업기술뿐만 아니라 농업문화의 큰 축으로 자리잡을 수 있을 것으로 보여진다.



그림 7. 수경재배, 토경재배 하우스 전경 및 온실컨트롤러

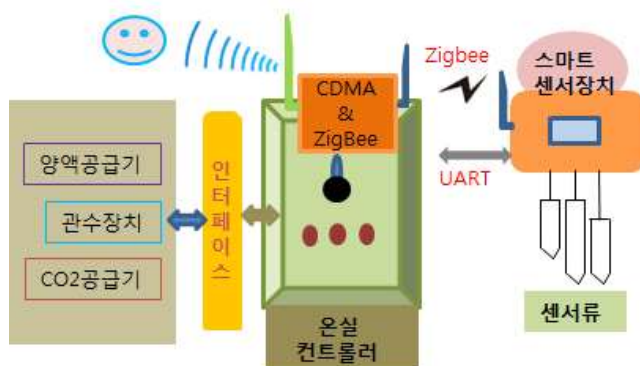


그림 8. 범용 통합 장치 개념도

제3절. 연구개발 범위

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
주관기관 (스마트화 센서장치 개발)	실험적 접근방법 (스마트센서의 활용도)	<p>-선진국은 오래전부터 ISS 라는 장치 ISS(Integrated Sensor Suit)를 개발 및 판매해오고 있었음. 즉, 온도, 습도, 강수량 등 각각의 센서를 하나의 패키지로 하여 현재 기상 시스템 등에 적용되고 있으며, 2~3가지 센서를 하나로 패키지로 하여 식물생육정보센서 및 농약살포정보 센서 등 명칭으로 개발프로그램과 동시에 장치를 함께 판매해오고 있으며, 특히 병해예찰을 위하여 국내의 학교와 연구소에서 프로그램을 활용하기 위하여 본 장치를 구입하여 각종 병해 모델링을 개발해오고 있는데, 외국의 프로그램과 센서의 동작을 보면 다음과 같이 매우 간단함</p> <p>* 탄저병 예찰 경우: forecasted DI= $-1.82 + (0.0028 * B2 * C2)$ B2=LW, C2=WetTemp</p> <p>-온도, 습도센서와 결로센서에 의한 데이터 수집 및 결과산출인데, 수천만원대의 기상장치를 활용하는 등 낭비가 되고 있어 2~3가지의 센서를 스마트화 하면 수십만원으로 되며, 전문가가 아닌 일반 농민이 쉽게 볼 수 있는 스마트화형 센서장치를 개발할 수 있게 되었음</p>
주관기관 (통합제어장치 개발)	실험적 접근방법 (ICT 통합장치의 활용도)	<p>-상기의 병예찰 뿐 아니라 관수제어 또한 스마트센서의 센서데이터 데이터를 통합제어장치가 판독하여 제어 및 사용자 스마트폰으로 알림을 보낼 수 있게 되었음</p> <p>-통합제어장치는 단순히 시설내 개폐기 동작뿐만 아니라, 자동관수와 환기조절을 자동으로 할수있도록 프로그램을 입력하여 사용자가 편리하게 응용할 수 있음</p>
제1협동기관 (시설온실의 성장환경 정보의 수집, 분석)	실험적 접근방법	<p>-정보를 수집하기 위하여 온도센서, 습도센서로 구성되는 기상센서 적재적소에 배치</p> <p>-개발 중인 센서와 타회사 센서의 비교</p> <p>-환경데이터분석 및 개선제품 적용</p>
제1협동기관 (조기 시험에 적합한 작물 선정)	실험적 접근방법	<p>-엽채류(상추)와 과채류(토마토)의 성장상 분석</p> <p>-센서 설치 온실 내에서 재배</p> <p>-생체중, 건물중, 엽장, 엽폭, 수량성 등 분석</p>
제2협동기관 (센서 및 제어기 범용 통합장치 사용 농가 실증 연구)	실험적 접근방법	<p>-개발제품에 대한 자체 온실내 시험</p> <p>-자체온실내 양액장치 및 관수장치 설치하여 가능한 다양한 센서류 적용하여 비교실험</p> <p>-개발제품에 대한 농가별 실증 시험 연구 (10개소)</p>

제2장. 국내외 기술개발 현황

코드번호

D-04

1. 국외 스마트농업 현황

네덜란드는 우리나라 면적의 1/2에 불과하지만, ICT를 활용해 한계를 극복한 대표적인 농업 수출국으로서 농산물 수입액의 1.5배를 수출(세계 2위의 농산품 수출국, 2013년 기준 1,115억불)하고 있으며, 유리온실 등 스마트팜이 크게 발달함. 네덜란드 Priva사는 세계 최고 수준의 온실 환경제어 시스템을 생산하고 있으며, 수십년간의 수집 데이터를 분석 및 활용하여 스마트 농업을 실현함

일본의 스마트 농업 시장 규모는 2013년 66억1400만 엔에서 2020년 308억4900만 엔으로 2013년 대비 3.6배 정도 확대될 전망. 일본에서는 2009년 농지법이 개정돼 다른 업종의 농업 진출이 가능해지면서 일반 기업의 진출이 증가하는 추세임. 일본 농림수산성에 따르면 농업에 진출한 일반법인 수는 2010년 6월 기준 175개사에서 2014년 12월 1,712개로 대폭 증가임.

미국은 농기계와 농경지 이곳저곳에 센서를 최대한 장착하고 이들이 쏟아내는 방대한 자료를 ‘빅 데이터’기법으로 분석하여 농부들에게 토양정보, 일기예보 등 해당 지역에 최적화된 다양한 정보를 제공함. 미 국무부에서는 IT기술을 접목한 농법을 일부분만 채용하더라도 물 사용량을 50%나 줄이면서도 수확량은 15% 이상 늘릴 수 있다고 밝힘

표 4. 주요국별 시설원에 면적

국가	한국	일본	중국	네덜란드	미국	스페인	이스라엘	멕시코
면적	51,829ha (2010)	49,049ha (2009)	2,194,000 ha(2008)	9,960ha (2012)	7,980ha (2007)	66,000ha (2012)	13,000ha (2012)	9,948ha (2010)
주요 시설 형태	플라스틱 필름피복 하우스	플라스틱 필름피복 하우스	플라스틱 필름피복 하우스	유리온실	플라스틱 필름피복 하우스	플라스틱 필름피복 하우스	플라스틱 필름피복 하우스	플라스틱 필름피복 하우스
주요 작물	과일, 야채	토마토, 딸기	육묘채소, 과수, 버섯재배	과일, 야채	화단용 묘목포 트류, 토마토	상추, 오이, 토마토	토마토 등	과일, 야채, 토마토 등

2. 국내 농업 현황

현재 우리 농촌은 논밭 중심의 전통적인 농가의 영농 환경이 악화됨에 따라, 고소득 작물의 안정적인 재배가 가능한 비닐하우스의 보급이 급증하는 추세임.

국내 스마트 온실 적용 가능 면적은 50,598ha로 세계 3위이고, 이 중에서 단동형 82%(41,462ha), 연동형 15%(7,595ha)이며, 스마트온실(환경복합제어 적용 가능) 면적은 15%(7595ha), 스마트하우스(일반제어) 적용 가능 면적은 38%(19,111ha)임

국내 시설원예 생산액은 5조7000억원으로 전체 농업 생산액의 13%를 차지한다. 수출은 파프리카, 딸기, 토마토 등의 6개 품목을 통해 2억1000만 달러임.

농가 수는 '01년 1,354천호에서 '12년 1,151천호로 15.0% 감소., 전체 가구 중 농가의 비중은 6.4% 차지. 농가인구는 '01년 3,933천명에서 '12년 2,912천명으로 26.0%감소, 전체 인구 중 농가인구의 비중은 5.8% 차지(농가인구 중 65세 이상은 '01년 24.4%에서 '12년 51.3%로 크게 증가). 농가당 평균 가구원수는 '01년 2.0명에서 '12년 2.5명으로 지속감소 추세에 있음

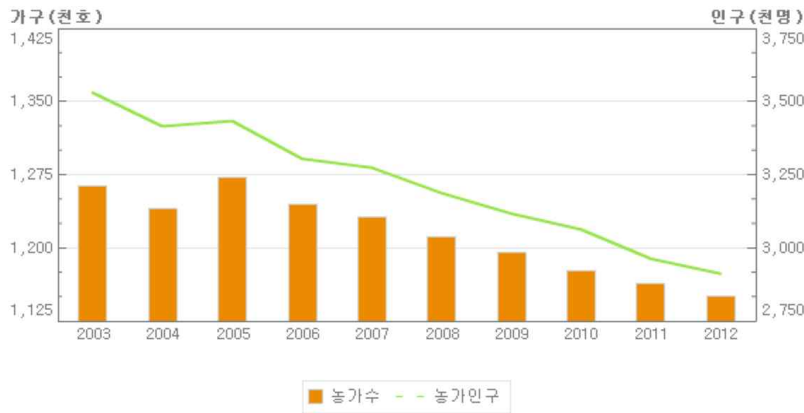


그림 9. 농가 수 및 농가인구 추이

지속적인 탈농 현상 : 전체 인구 중 농업인구 비중 8.6%('00) → 6.2%('10)

농업 선진국 1인당 경지 면적 : 캐나다(81.0ha), 미국(31.5ha), 네델란드(2.6ha)

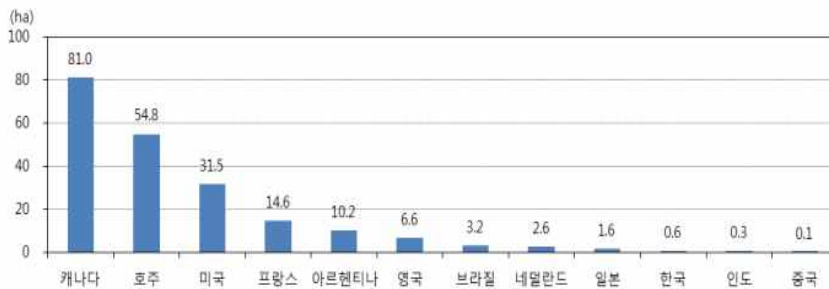


그림 10. 농업 인구 1인당 경지면적('09)

3. 국가별 출원 특허 동향

스마트 팜이 적용된 원예분야에 있어서 한국에서 186건(43%)으로 가장 많은 출원이 이루어지고 있고, 뒤를 이어 일본에서 108건(25%), 미국에서 86건(20%), 유럽에서 32건(7%),

국제 출원 23건(5%)이 출원되었음.

한국은 측정장치 분야에 가장 많은 출원 건수를 보유하고 있음. 원격제어분야는 상대적으로 출원 건수가 적는데, 출원된 건들도 실제 등록까지 연결되지 않고, 거절된 경우가 많음

미국은 원격제어 분야에 가장 많은 출원 건수를 보유하고 있으며, 측정장치분야 역시 많은 출원 건수를 보유하고 있는 것으로 나타남

일본은 스마트 팜이 적용된 농기계 분야에 특히 출원 건수가 상대적으로 많으며, 미국과 마찬가지로 원격제어 분야에 가장 많은 출원 건수를 보유하고 있으며, 다음으로 측정장치 분야에도 많은 출원 건수를 보유하고 있는 것으로 나타남

기술시장 성장단계 관점에서 보면, 스마트 팜이 적용된 원예 분야는 전체적으로 발전기(R&D)의 급격한 증가와 경쟁의 격화, 그리고 특허와 특허출원인의 빠른 증가를 나타냄)를 나타내고 있음. 한국과 미국, 그리고 일본의 경우 특허 출원 건수와 출원인수가 계속 증가하는 발전기를 나타내고 있으나, 유럽의 경우 특허 출원 건수와 출원인수가 모두 감소하는 퇴조기를 나타내고 있음

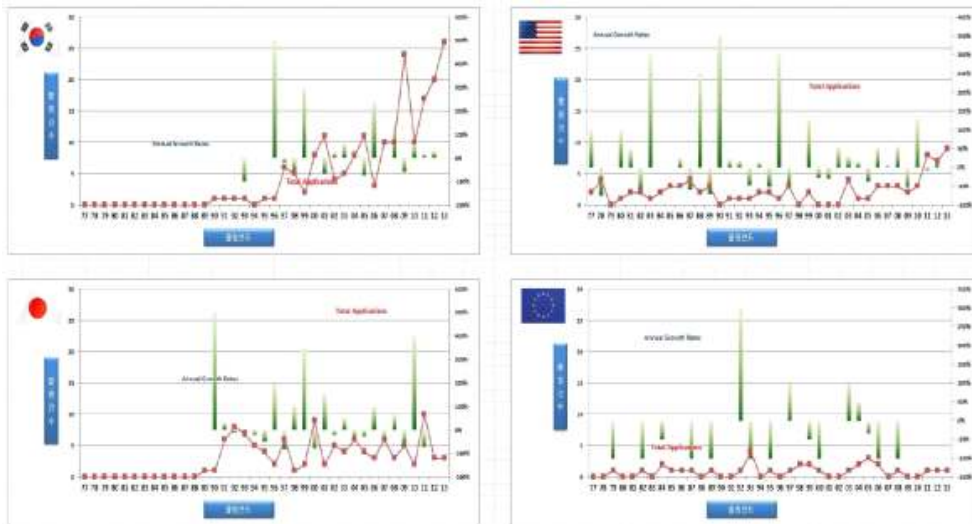


그림 11. 국가별 특허출원건수

4. 스마트농업 표준화 현황

스마트농업의 국내 표준화 동향은 2010년 11월부터 ETRI 등 10개 기관이 온실 관제시스템 요구사항 프로파일 표준 등 공동으로 개발하여 TTA 단체 표준으로 채택.

한국형 스마트 팜의 정착과 실용화를 위한 ‘스마트 온실 정보통신기술(ICT) 기기 및 부품’에 대한 단체표준 마련하고 있고, ICT 기기의 온실 도입을 위한 센서 13종의 전기 연결 규격 측정 범위, 제어장치 10종의 전기 연결 규격과 작동 규칙 등이 포함.

농업ICT융합 기술 관련해서는 농·식품IT융합 표준포럼의 시설원예분과위원회가 2014년 10월 발족하여 활동중

제 3장. 연구수행 내용 및 결과

			코드번호	D-05
<p>제 1절. 추진전략 · 방법</p> <p>1. 스마트 센서 장치 및 제어기 통합 장치 개발(주관기관)</p> <p>가. 스마트 센서 장치 개발</p> <p>(1) 농가의 센서류(온도, 습도, CO₂, 광량, EC 등)의 기능 및 성능분석 후 하드웨어 및 소프트웨어 알고리즘 설계.</p> <p>(2) 스마트 센서장치 개발을 위한 자사의 장치와 농가의 센서 접목을 통하여 인터페이스 기능 및 동작 등 기술적 문제점 해결 및 제품 설계</p> <p>나. 농가 온실컨트롤러와 센서류의 통합기술 설계</p> <p>(1) 온실컨트롤러의 구성 및 동작분석 후 각종 센서류와 접목가능한 인터페이스 기술 확보</p> <p>(2) 자사의 장치와 농가센서를 사용하여 온실컨트롤러와 접목 동작실험을 통한 개발완성도 확보</p> <p>(3) 온실컨트롤러와 양액공급기, CO₂공급기 및 관수장치 등의 병합 기술 연구개발</p> <p>다. 범용통합 장치 개발</p> <p>(1) 스마트화 센서장치와 온실컨트롤러간 UART(RS232통신)유선통신 및 Zigbee무선통신의 신호체계 동작실험에 따른 모델별 스마트 센서장치의 개발제작</p> <p>(2) 양액공급기, CO₂공급기 및 관수장치 등과 온실컨트롤러와 병합 동작을 위한 최적의 인터페이스 장치 개발 및 스마트 센서장치의 연동에 의한 통합장치 개발</p> <p>(3) 통합장치 및 온실컨트롤러에 RTU모드 기능 탑재하여 원격 리모트센싱 및 원격제어 가능한 장치 개발로 스마트폰으로 센서데이터 확인 및 알람 등 SMS 수신가능한 장치 개발</p> <p>(4) 자사의 서버시스템을 통한 농가별 데이터 취합가능 및 컨설팅 자료로 활용</p> <p>2. 센서 및 제어기 범용 통합장치 사용 성능에 대한 비교 시험 연구(제1협동과제)</p> <p>가. 범용 통합장치 기반 시설 하우스 재배환경 최적화</p> <p>시설온실의 생장환경 정보의 수집, 분석 및 제어를 통한 재배환경 최적화: 정보를 수집하기 위하여 온도센서, 습도센서로 구성되는 기상센서 군과 양액 측정 센서 등을 적재적소에 배치함</p> <p>(1) 내부온도감지센서 : 난방, 에너지관리용 센서 설치</p> <p>(2) 이산화탄소 (CO₂) 측정센서 : 광합성 원활화를 위한 CO₂ 관리센서 설치</p> <p>(3) 생체정보(엽온)센서 : 식물의 잎의 상부온도 측정 센서 설치</p> <p>(4) 근권부(뿌리부위)센서 : 근권부부분의 양액의 상태가 중요하므로 근권부의 센서 설치</p> <p>(5) 작물의 수량 증대, 생산비 절감, 품질 편차를 줄이기 위해 환경 제어, 생체정보수집</p>				

나. 범용 통합장치 기반 시설 하우스 토마토의 성장상 분석

(1) 범용 통합장치 활용 하우스 토마토 재배 및 성장상 분석

3. 범용 통합장치 개발 관련 농가 실증 시험 연구(제2협동과제)

(주)유샘 인스트루먼트에서 개발된 모니터링 센서 및 제어기 범용 통합장치의 시제품과 개선제품에 대해 1차년에는 자사의 온실에 CO2공급기, 양액 공급기 및 관수장치 등과 동작시험 및 센서를 연계하여 정상적으로 작동하는지에 대한 유무를 확인하고 자료를 분석하여 이전 사용 장비와 비교하여 사용 편의성과 적정성을 분석함. 2차년도에는 10개 농가를 선정하여 개선된 제품을 설치한 후 연계하여 이전의 제품과 비교하고 분석하여 사용 적정성과 편의성을 분석함

제 2절. 연구 추진체계

1. 주관기관인 (주)유셈 인스트루먼트에서 농작물 성장환경 모니터링 센서 및 제어기 범용 통합장치를 개발
2. 제1협동과제인 한경대학교 원예학과에서 센서 및 제어기범용 통합장치 사용성능에 대한 비교 시험 연구를 진행
3. 제2협동과제인 농업회사법인 비제이멜론에서 개발된 센서 및 제어기 통합장치에 대한 농가 실증시험 진행

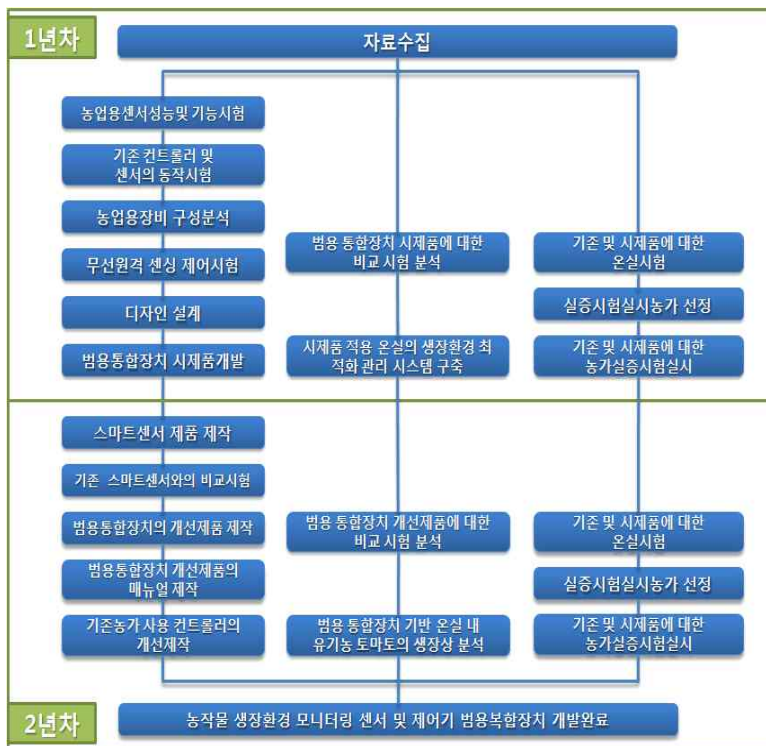


그림 12. 추진체계 공정도



그림 13. 연구 추진체계

제 3절. 연구개발 추진일정

1. 1차년도 추진일정

세부과제명	세부연구내용	월 단위 추진계획												소요 연구비
		8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	
센서개발 / 스마트센서 장치개발	일정수립 및 시제품 제작	■	■	■	■									20,000
	시제품 개선 및 현장설치	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
현장조사 및 통합장치개발	문제점보완/ 통합제어 장치개발	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	10,000
통합제장치 및 센서장치 실증 시험	협동기관 포함 시설재배농가 실증시험									■	■	■	■	20,000

2. 2차년도 추진일정

세부과제명	세부연구내용	월 단위 추진계획												소요 연구비
		8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	
통합제어장치 개발	콘솔장치 개발 개발 및 무선 중계기 개발	■	■	■	■									20,000
	서버시스템 및 웹프로그램 개 발	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
스마트센서 개발	스마트센서장치 개선 개발 (현장실증시험)	■	■	■	■	■	■	■	■					10,000
농가실증 시험 (시험용 장치 제작 및 설치)	협동기관 포함 농가현장 시험 10곳이상		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	20,000

제 4절 연구개발 내용

1. 1차년도 개발내용

1차년도는, 국내개발 센서와 수입센서와의 정밀도 및 내구성등 성능 비교시험을 하여 우리 농가환경에 사용 적합한지에 대한 시험분석과, 센서 데이터가 무선통신을 통하여 무선중계기가 안정적 이면서 정확한 측정 데이터를 취득할 수 있는지에 대한 성능시험을 목표로 하여 센서류와 센서장치를 개발하여 협동기관들의 농가에 설치하여 동작시험 함

센서류와 제어장치의 현황을 파악하기 위해 2협동기관과 함께 농업현장을 조사한 결과 보유하거나 사용중인 센서류와 장치는 다음과 같다

가. 온도센서는, 온실컨트롤러와 함께 사용되기 때문에 대다수 농가가 사용중에 있으나, 장치에 대한 메뉴얼이 없어 정확한 센서의 모델을 알기 힘들. 일반적으로 그림 19와 같은 철심형 온도계, 써미스터, pT100센서로 파악됨. 농업연구소는 현장에 별도의 기록장치로 온도등 센서값을 측정하여 데이터를 분석하고 있으나, 농가는 별도의 온도측정기등 센서값을 측정하는 장치가 없어 현장의 온도값은 온실컨트롤러의 온도 표시값으로 판단하고 있음



그림 14. 사진 농가현장의 온도센서

온실제어장치에 사용하는 온도센서는 대다수 판매사마다 다르며, 규격을 알수 없어 개발 장치에 당장 호환하여 사용할 수 없는 상황 이었음. 농가는 온도센서가 고장 나거나 교환 해야할 경우 쉽게 구입할 수 있는 센서가 아니기 때문에 판매사에 연락을 해도 판매사가 잘 모르거나 컨트롤러가 오래되어 다시 동일제품을 구입할 수 없는 경우가 많다고 한다.



그림 15. 온실제어장치에 부착되어 사용되는 온도측정

나. 습도센서는 거의 농가현장에서 사용하고 있지 않으며, 일부 농가에 설치되어있는 센서를 확인할 수 있었으며 센서의 규격을 알수는 있으나 측정값이 주파수 출력형으로 일반적으로 호환할 수 있는 센서는 아님



그림 16. 정전용량형 습도센서, 수입센서

다. CO2센서는 일반적인 시재배농가의 경우 대부분 사용을 하지 않고 있으며, 사용하는 농업현장의 경우 그림 23과 같이 탄산가스통을 구입하여 수작업으로 사용하고 있다



그림 17. 농가의 탄산가스통 과 농업연구소의 탄산가스시설 및 컨트롤러

라. 일사센서 및 광량센서는 대다수 사용을 하지 않고 있으며, 그림 24는 양액재배의 농가에서 구입한 고가형 일사센서 구입한 것으로, 초기에 양액제어장치와 사용 후 현재는 국산 양액제어장치를 사용하면서 사용하지 않고 보관하고 있음



그림 18. 고가의 수입형 일사센서

마. EC 및 pH센서는 양액제어장치를 사용하는 양액재배농가의 경우 사용하고 있으며, 센서는 양액제어기 내부에 설치되어있어 규격의 확인 및 호환성이 어렵다.

토경재배 시설농가의 경우는 액비통에 관행적인 방법으로 액비를 혼합하여 사용하고 있어 EC 및 PH센서를 사용하고 있지 않음



그림 19. 양액제어농가 양액제어기 및 토경재배의 액비혼합기

상기와 같이 농가에서 사용하는 몇가지 센서류와 측정장치에 대하여 다음과 같음

표5. 시설재배농가의 센서현황

센서	사용 현황	호환성	문제점
온도센서	대다수 온실컨트롤러에 사용	가능	규격을 잘 알수 없음
습도센서	일부농가 사용(유리온실)	어려움	컨트롤러 장치내부에 설치
CO2센서	일부농가 사용(유리온실)	어려움	컨트롤러 장치내부에 설치
일사.광량 센서	일부농가 사용(유리온실)	가능	규격을 잘 알수 없음
EC.PH 센서	양액재배농가의 양액제어기	어려움	양액제어장치 내부에 설치

2. 1차년도 개발장치의 구성 및 동작

가. 1차개발 센서장치와 통합제어장치의 데이터 통신방식은 CDMA무선 통신과 Zigbee무선 통신에 의한 각각의 장치를 개발하여, 센서 및 센서장치와 무선중계기를 협동기관과 농가 현장에 설치하여 타 센서와의 성능비교 및 동작 성능시험을 하였음.



< CDMA무선 센서장치 >

<CDMA 무선중계기>

< CDMA&Zigbee 통합제어장치 >

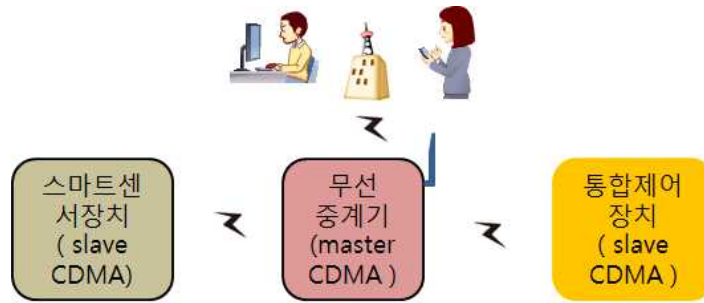


그림 20. CDMA 무선 데이터 통신 구성도



그림 21. Zigbee무선 센서장치 및 무선중계기

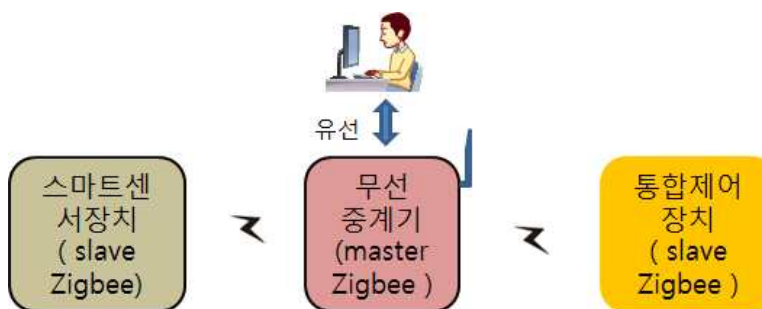


그림 22. Zigbee 무선 데이터 통신 구성도

표 6. CDMA 통신 과 Zigbee 통신의 차이

통신방식	장 점	단 점	데이터 확인 방법
CDMA	거리의 제한 없이 사용할 수 있어, 시설재배지의 어떤 지점에 설치해도 동작이 가능함. 센서데이터 및 알람등의 데이터를 스마트폰상에서 확인가능 함	통신비용으로 인한 실시간 데이터 통신의 어려움이 있음. 기지국을 통한 데이터 통신으로 기지국의 전파장애	장치를 동작하거나, 데이터를 확인 할때, 프로그램을 사용하여 장치의 시작 및 데이터 다운로드의 조작을 해야함
Zigbee	통신비용이 없기 때문에 실시간 데이터 통신에서 유리함 장치를 소형화할 수 있음	수십M의 거리 제한이 있으며, 시설구조 및 작물에 의한 전파굴절등 전파장애가 많음. 스마트폰으로 데이터 확인이 불가능.	CDMA방식과 동일함

협동기관 및 농가는 1차개발 장치를 통하여, ICT 융복합 시스템의 구성과 스마트폰으로 센서의 데이터 확인등 편리성과 스마트팜의 필요성을 확인하게 되었음

개발장치로 1협동기관에서는 센서의 성능 및 타 센서와의 비교시험을 할수있 었으며, 2협동 기관에서는, 데이터 통신의 방법에서 Zigbee 통신방식 보다 CDMA통신 방식이 보 안정적이고 스마트폰으로 데이터를 확인할 수 편리성등 장치의 성능시험을 할수 있었음

1차개발 장치는 사용자가 PC를 사용하여 프로그램의 동작으로 장치의 동작 및 데이터를 다운로드 받아야 하는 것을 농가 및 협동기관인 일반 사용자 입장에서는 불편한 점이 있었 으며 빠른 시일내 서버시스템 과 웹프로그램 개발을 추진하여, 우선 센서모니터링의 동작 을 실시간 모바일앱을 통하여 확인 할수 있도록 1차년도 10월까지 완료하며, 통합제어장치 와 함께 원격제어기능은 2차년도 4월까지 완료하여 실증시험 하는 것으로 계획을 추가 및 변경하였음.



그림 23. 1협동기관과 2협동기관의 장치 설치 동작시험



스마트 센서장치

1:CDMA무선모듈 2:센서포트
3:전원잭 4:보조배터리 5:표시기

무선중계기

센서류

그림 24. 1차년도 1차개발된 센서장치 와 센서류

나. 1차개발 장치 규격 및 회로

(1). 스마트센서장치 하드웨어 구성

MCU : PIC Microcontroller 8bit

A/D 변환기 : 12bit / 분해능 0.7mV

통신방식 : CDMA (또는 Zigbee)통신 및 RS-485통신

I/O 입출력 : 센서 전원 ON/OFF 및 온도습도 센서 입출력

LCD표시기 : Customer용 4자리 표시

회로동작전압 : 2.5V ~ 5.3V / DC5V Regulator 사용

슬립 기능 : 보조 배터리 1.5Vx3로 정전시 sleep 기능으로 전환

입력전원 : DC9V/1A 상용 아답터

센서입력 : 온습도일체형 및 아나로그 8점

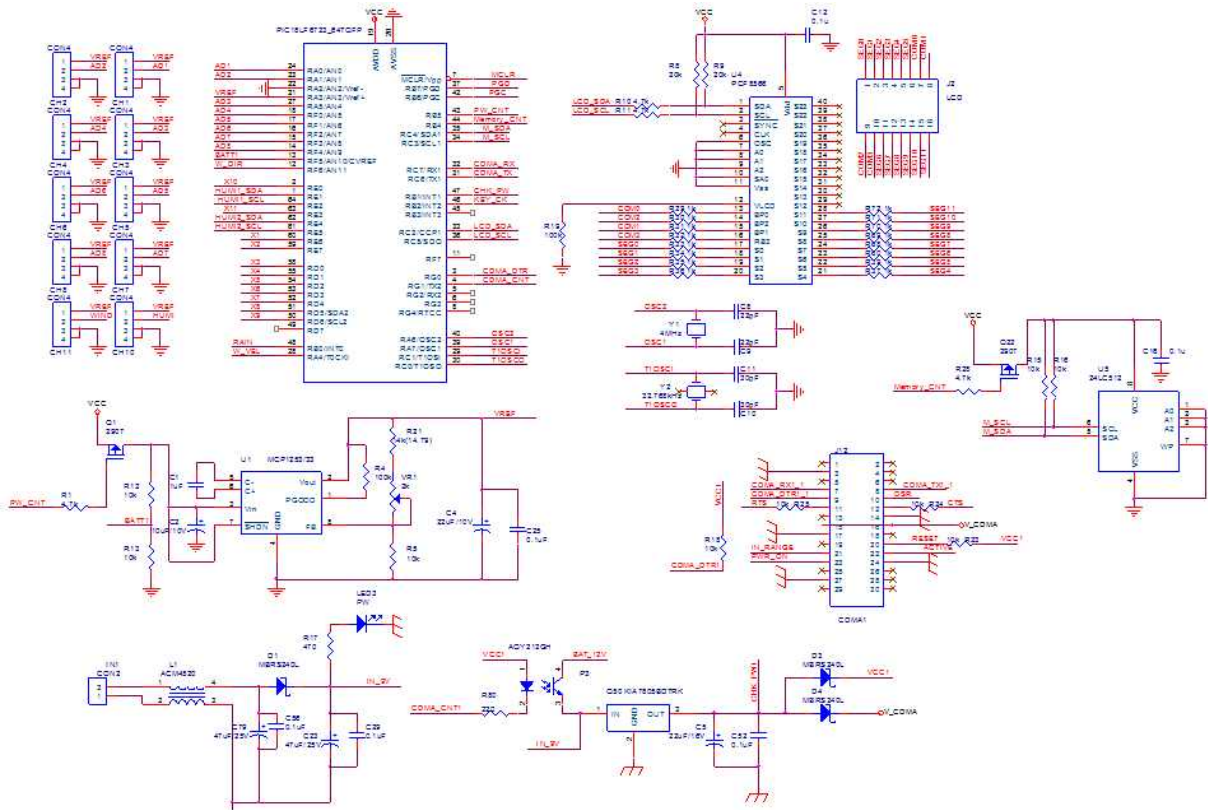
센서연결단 : Modular 잭

데이터메모리 : 512kbyte(32,000데이터)

케이스 : 소형 방수형

설치부 : 일반 파이프에 부착 설치형

(2) 회로도



(3). CDMA(또는 Zigbee) 통신프로토콜 및 프로우

Master → Slave (Router 에서 Slave 전송)

STX	ADD	DL	CMD	Data	CS	ETX
0x02	0x10~	0x01	0xFF	0xFF		0x03

Slave → Master (Slave에서 Router 전송)

STX	ADD	DL	CMD	Data	CS	ETX
0x02	0xFF	0x01	0xFF	24Byte(?)		0x03

Master : Router 장치

Slave : Smart 센서 및 범용통합장치

STX : 시작 0x02

ADD : Address 로서 각 스마트장치의 번지명 (ID 명)

DL : 전체 데이터 길이 (data enngth)1byte

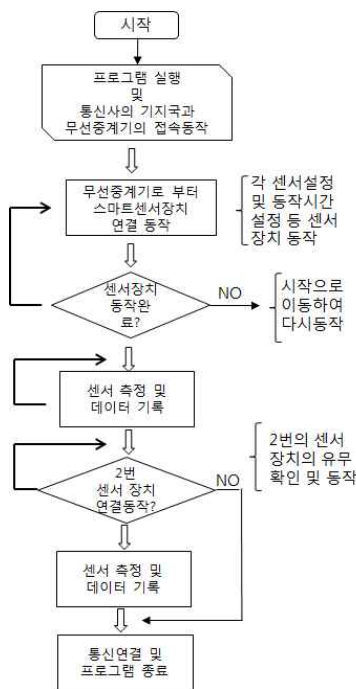
CMD : 포트별 센서명, 측정시간 설정 (command)

Data : 데이터 (data) 1byte 별로 다수의 데이터 통신

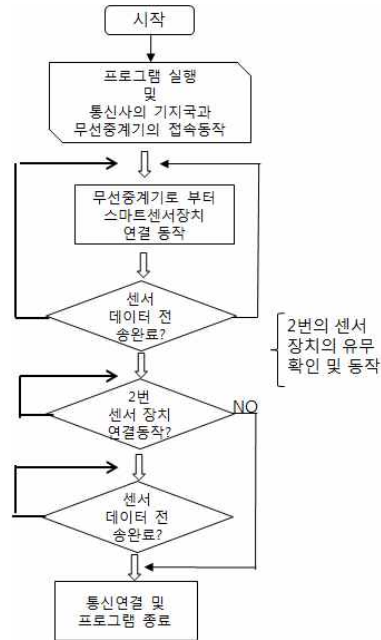
CS : 총 데이터수 확인 (check sum)

ETX : 종료 0x03

(4) 스마트센서장치 동작 프로우



< 센서측정 동작 >



< 센서 데이터 읽어오기 >

라. 통합제어장치

(1). 시설재배 농가의 하우스는 보통 3~5 단동하우스와 연동하우스 많은 것으로 조사 되었다. 이런 시설재배 하우스는 1대 이상의 온실컨트롤러를 사용하고 있으며, 컨트롤러의 기능은 주로 창을 열고 닫는 동작을 하는 개폐기의 사용을 몇 개까지 동작할 수 있는지에 따라 크기와 가격의 차이가 있음. 환기팬 및 순환팬등 추가 기능을 필요 할 때는 구입처에 별도 주문하여 구입 사용하기 때문에, 표준화된 온실컨트롤러는 없다. 자동기능은 온도센서에 의한 온도제어로 개폐기를 동작하며, 타이머에 의한 반자동과 스위치의 ON-OFF 만으로 동작하는 수동의 장치들이 있다.



< 자동식 컨트롤러 >



구동기 연결 단자

< 구동기 연결 단자 >



< 반자동 컨트롤러 >

그림.25 농가현장의 온실 제어장치 종류

온실 컨트롤러는 보통 개폐기의 구성에 따라 컨트롤러의 사이즈와 전력용량이 결정되며 개폐기는 천창,측창,보온커튼등의 용도로 사용된다

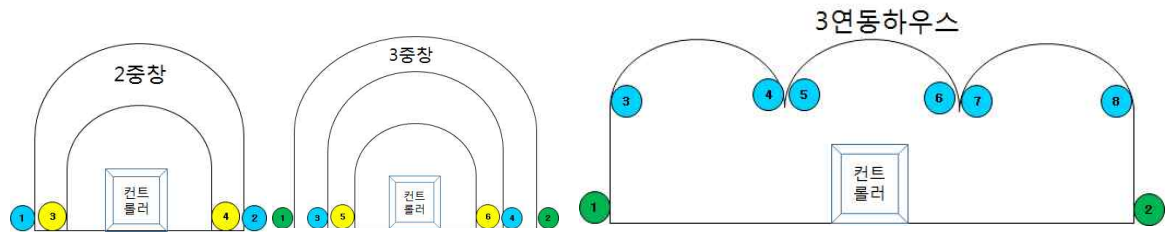


그림 26. 2중/3중창 단독하우스와 3연동하우스의 개폐기 설치 형태

그림과 26과 같이 단독하우스 경우 최하 4이상, 연동하우스 경우 최하 8개이상 으로 되며 개폐기를 동작시키는 트랜스의 용량은 개폐기의 수량이 많아 질수록 커지고 무거워져 컨트롤러의 전체의 사이즈와 무게는 트랜스의 용량이 대부분 차지하고 있다

개폐기는 +/-의 극성의 모터로 일반적 사양에 의하면 DV24V/5A로 되어 있으며, 초기 기동 동작시 4~5A의 전류로 동작하며 동작시 2~3A의 전류로 동작한다.

8개의 개폐기를 동작시, 전류= $8 \times 5A = 40A_{max}$ 이며 전력(W)= $40A \times 24V = 960W$ 가 됨 실제 트랜스의 용량은 이것보다 약 2배 이상의 용량으로 설계해야 하기 때문에 약 2KW의 트랜스를 사용하게 된다.



< 천창에 설치된 개폐기 >



< 순환팬 >



< 펌프 >

그림 27. 온실 개폐기 모터, 팬, 펌프

또한 온실내의 환기팬,순환팬등의 구동기를 사용할 경우 온실컨트롤러는 큰 용량의 전력을 필요로 하기 때문에 용도별 사이즈와 동작의 구성등 종류가 다양하며, 큰 컨트롤러를 농가가 직접 설치하기에 어려운 점이 많으며, 또한 새로 구입하여 설치할 경우 용도에 따라 동일 장치가 아닌 경우가 많아, 한 농가의 경우에 여러 가지의 컨트롤러를 사용하고 있어 온실 컨트롤러의 표준화 장치를 구성하는 것은 대단히 어려운 상황임

표 7. 시설재배 온실의 구동기 종류 및 용도

구동기 종류	사용 전압	온실컨트롤러 사용법	용도	중요도
온실 개폐기	DC24V	1온실컨트롤러	온실 창개폐	기본사항
전자벨브	AC24V	별도 제어	물 공급	관수 경우만
환기팬	AC220V, 단상	1온실컨트롤러	온실 환기	기본사항
순환팬	AC220V, 단상	1온실컨트롤러	온실 환기	기본사항
온풍기	AC380V, 삼상	별도 제어	온실 난방	사용자 선택
펌프	AC380V, 삼상	별도 제어	관수펌프	기본사항
양액제어기	AC220/380V	별도 제어	양액제어	양액제어 농가만
기타 실내등외	AC220V, 단상	별도 사용	기타	기본 사항



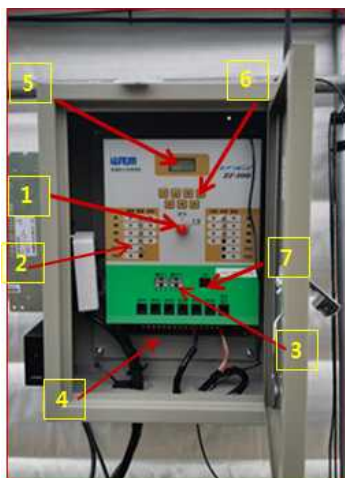
그림 28. 컨트롤러 단자대



그림 29. 컨트롤러 구동기동작용 전자스위치

(2). 개발 통합제어 장치의 구성 및 사양

개발 통합제어 장치는 설치의 간편화와 컨트롤러의 사이즈를 작게하기 위해 일반적인 컨트롤러와 달리 내부에 트랜스 설치를 하지 않고, 외부에서 아답터를 사용하여 개폐기를 동작 할수 있도록 하였음. 또한 스위치를 일반적인 것보다 작은 것을 사용하였으며, 내부의 구동기 동작용 전자스위치등을 사용하는 대신 회로보드에 릴레이를 부착하여 릴레이에 의한 개폐기의 열림-중지-단힘의 동작을 하였으며, 타 장치와 동일한 방식으로 단자대를 사용하여 제어 출력선을 결선 하도록 하였다.



- <각부 기능 설명 >
1. 자동-정지-수동 기능모드 전환스위치
: 자동은 원격제어로 동작하는 모드임
: 수동은 관행적인 수동조작의 동작임
 2. 열림-정지-단힘 표시 및 스위치
: 수동모드에서 ON/OFF사용 하며, 자동모드에서는 사용불가
 3. 외부 통신단자(프로그램 업데이트용, 사용자는 조작금지)
 4. 출력단자
: 터미널단자로 구성되며, 기존의 컨트롤러와 병행하여 사용가능함
: 결선시 단자별 출력을 확인하여 주의하여 결선바람
 5. 동작중 상태표시 LCD
: 동작중 숫자표시 등 (설명서 참조바람)
 6. 각종 키조작 (현재 사용않음)
 7. USB통신포트
: 사용자용 PC와 연결하여 제어동작설정등

그림 30. 1차개발 통합제어장치



- <사양>
- ❖ 출력 총 12개
 - 창개폐기 8개, DC24V출력
 - 환풍기,순환팬용 4개, AC220V
 - 각 출력단자 용량: AC220V, 7Amax
 - ❖ 자동,정지, 수동 동작기능
 - ❖ 개폐기 열림정지, 닫힘 스위치 및 상태 표시 LED장착
 - ❖ 동작상태 표시 LCD액정 및 동작스위치 장착
 - ❖ 기존 제어장치와 병행사용가능
 - ❖ 콤팩트 사이즈, 간편설치
 - 본체: 290(L)x190(W)x80(D)mm
 - 외부케이스: 350(L)x 250(W) x 120(D)mm
 - ❖ 동작전원
 - 장치 전원 AC220V 단상
 - 개폐기 전원 DC24V 7A 스위칭 파워 또는 아답터
 - 보조 배터리 DC12V 장착

그림 31. 통합제어장치 및 마트센서장치의 딸기재배 농가 설치

개발 통합제어장치는 기존의 컨트롤러의 개폐기의 동작을 병행하여 사용할 수 있게 되어 있으며 사용자는 결선의 극성만 주의하여 개폐기 결선하면 되는 구성임.

개발 통합제어장치를 병행하여 사용함으로써, 기존의 장치를 사용하다가 원격제어의 동작을 하거나 기존의 컨트롤러가 고장시 개발장치를 사용할 수 있게 구성 되어 있음

마. 센서 및 프로그램

(1) 센서류

표8. 스마트센서장치 적용 센서의 규격

센서명	측정범위	사용전원	센서 특징	용도	국산화
온도,습도 일체형 센서	온도:-20~+80℃ 오차: ±0.3℃ 습도: 0~100%RH 오차: 2%RH	센서인터페이스 또는 DC3~5V	온습도 일체형 선길이: 3~5m 모듈라잭 타입	실내,외 온도,습도	당사
지온 센서	-20℃~+80℃ 오차: ±0.3℃	센서인터페이스 또는 DC3~5V	선길이: 7~10m 스텐레스스틸 봉 모듈라잭 타입	지온,수온, 대기온도	당사
CO2 센서	0~3000 ppm 오차: ±30ppm	센서인터페이스 또는 DC5V	NDIR 타입 선길이: 5m 이상 모듈라잭 타입	실내 CO2	국내
일사량 센서	0~2000W/m ² 오차: ±3%FF	센서인터페이스 또는 DC3V	300~1100nm 모듈라잭 타입	실내,외 일사량	수입 (반제품)
광량 센서	0~2000umol 오차: ±3%FF	센서인터페이스 또는 DC3V	400~700nm 모듈라잭 타입	실내,외 광량	수입 (반제품)
토양 수분장력계 (텐시오미터)	0~-100kPa(bar) 오차: ±1kPa	센서인터페이스 또는 DC3V	센서선: 10m 모듈라잭 타입	농업용 관수제어 및 토양수분측정	당사
EC 센서	0~10ds/m 오차: ±0.3%	센서인터페이스 또는 DC5V	감지부 2cm 모듈라잭 타입	수질 EC측정	당사
pH 센서	0~14pH	센서인터페이스	유리 감지부	수질 pH측정	당사

	오차: ± 0.3		모듈라잭 타입		
엽수분 센서	0~15 (0~100%) 오차: $\pm 2\%$	센서인터페이스 또는 DC3V	정전용량형 모듈라잭 타입	작물병 진단	당 사
강우량 센서	Daily 0~999mm 오차: 0.2mm	센서인터페이스 또는 DC3V	트립형 모듈라잭 타입	외부기상 측정	수 입
풍향 풍속센서	풍향: 0~360도 오차: 7도 풍속: 1~67m/s 오차: 5%	센서인터페이스 또는 DC3V	마그네틱형 모듈라잭 타입	외부기상 측정	수 입



그림 32. 센서류

센서류의 규격은 ICT기기 단체표준인 TTA 표준 규격에 준하고 있으며, 정밀도는 표준안에서 별도로 정한것은 없으나 고가의 외국센서와 비교하여 가격대비 성능이 우수함. 사용전원 및 센서잭 등 TTA 규격에 적용하고 있음

계획서의 평가지표의 센서의 정밀도와 응답성에 대하여, 표 7과 같이 측정범위 Full Rang에 대하여 온도, 습도, 토양수분센서, CO2, EC, pH 센서류는 1%범위에 해당하며, 일사량 및 광량 센서는 3%범위에 해당함. 응답성은 모두 100%/ 5sec 내에 충분히 동작함. 단, 토양수분센서는 30분정도임. 센서의 성능에 대한 검증은, 정밀급 고가센서와 비교 검증하는 방법으로 하며 다음과 같이 방법으로 진행함.

온도, 습도센서 : 바이사라 온·습도HMP45 센서를 포화염통에 함께 넣어 5초내 응답성 및 측정값을 확인

CO₂센서: 바이사라 GM80 센서와 비교, 비닐봉지에 봄배통의 CO₂량을 조절 입력하면서 상호간 아날로그 출력값으로 응답성 및 측정값을 계산

EC, pH센서: 판매하는 EC시약과 pH시약을 구입하여 응답성과 측정값을 확인

토양수분센서: 토양포트에 센서를 매설하여 수분을 공급한 후 이미 매설되어있는 센서와 측정값을 확인하며, 응답성은 텐시오미터에 공기를 주입한 후 다시 공기를 차단한 원래의 측정값으로 복귀하는 시간으로 봄

광량 및 일사량 센서 : 할로겐 램프 300W로 빛을 투과하여 응답성 및 측정값을 확인

결로센서 : 센서면에 수분을 적시고, 시간이 경과하면서 출력값과 경과시간을 계산하여 염수분의 결로점을 계산함

센서의 보정방법 대한 정해진 규격은 없으며, 당사는 상기와 같은 방법에 의해 복수의 센서를 반복 시험하여 각각의 정밀도에 대한 계산값 으로 마이컴에 프로그램 되어있음.

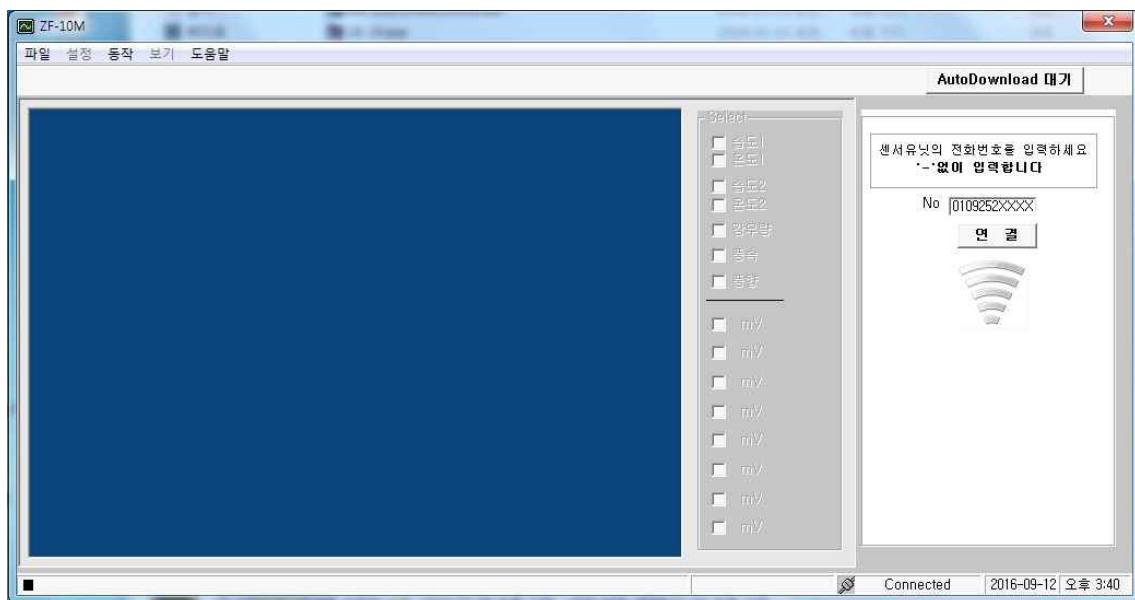


그림 33. PC프로그램 실행 초기 화면 >

1차개발 장치의 동작프로그램은 상기와 같으며, 처음에 무선중계기(마스터)와 센서장치 (슬레이브) 및 제어장치(슬레이브)간 통신연결 접속을 실행함. 화면 설명은 다음과 같음

No: 박스에 센서장치 및 제어장치의 통신번호를 입력하며, 연결버튼을 클릭하여 장치간 무선통신 접속을 실행함. 접속이 성공되면 아래의 통신표시가 녹색으로 변함

설정: 센서포트 , 센서설정 및 센서 기록시간등 센서의 동작기능 설정과 제어포트 및 제어설정등 장치의 동작기능 설정을 함

동작: 데이터 다운로드 및 장치시작 기능

3. 1협동기관 1차년도 연구

- 연구 기간 : 2014년 8월 1일 ~ 2015년 7월 31일
- 시설재배는 노지재배와는 달리 시설 내 온도, 습도, 조도 등의 재배환경 정보를 자동으로 수집하고, 작물의 종류, 기후 및 계절에 따라 성장하는데 적합한 조건을 최적으로 관리한다. 시설재배는 비닐온실이나 유리온실을 대부분 이용 하며, 원격화, 무인화, 자동화를 바탕으로 기존 농업에 IT기술을 접목하여 노동력을 최소화하고 있다. 또한 생산량과 질 개선을 통한 친환경, 안전 먹거리 확보 등으로 신기술 적용을 농업분야에도 적용하고 있다. 작물의 생장은 환경의 영향을 받는데 대표적인 토양, 수분, 공기, 온도, 광에 의해 작물의 성장정도가 달라 질수 있기에 온실의 내부와 외부 온도, 습도, 조도 등을 이용한 작물 관리 장치를 설계한다. 또한, 스마트센서를 이용한 작물 모니터링 시스템을 구현하였으며, 온·습도, 조도, 수분 센서를 이용하여 재배 환경의 정보를 습득하고 이를 통하여 재배지 환경에 대한 정보 활용이 가능하여 작물에 대한 최적의 환경 개선에 대한 연구가 진행되고 있다.
- 따라서 본 연구는 스마트센서 기반을 이용하여 온실의 환경제어를 가능하게 함으로써 작물의 생장을 모니터링하여 효율적인 작물 관리를 통한 신뢰성확보 및 상품성과 생산성을 향상시키는데 그 목적이 있다.
- 연구 수행 결과
 - 1) 시설온실의 성장환경 정보의 수집, 분석
 - 2014년 8월부터 12월까지 한경대학교 부속농장 유리온실에 USEM에서 개발한 스마트 센서 장치를 설치하여 연구를 수행하기 위하여 스마트 센서를 설치하기 전, 온실 내 환경을 조사하였다 (그림 34). 스마트 센서를 설치하기 전 온실 내부는 일반 농가의 유리온실과 같이 양액공급장치와 온도, 습도 센서 그리고, 환기팬과 외부기상 측정기 및 이들을 제어하는 배전반이 설치되어 있는 것을 확인 하였다. 일차 실험 장소인 한경대학교 부속농장 내 유리온실은 일반 농가에 비하여 비교적 온실컨트롤러 및 각종 센서들이 잘 설치되어 작동하고 있었다.

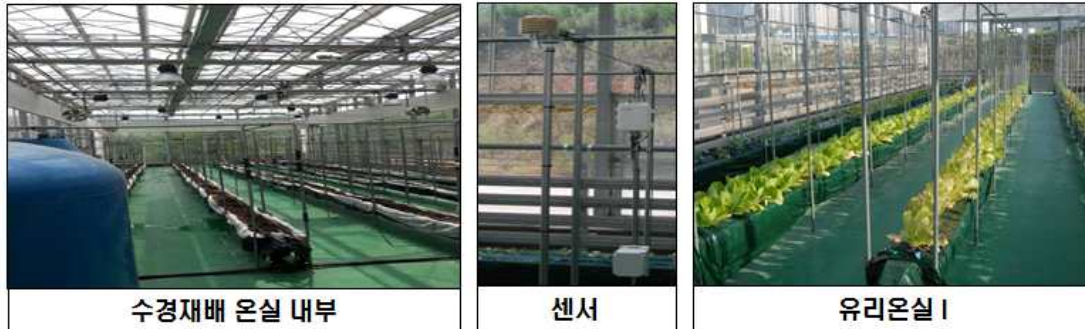
-한경대학교 부속농장(경기도 안성시 보개면 양북리 274-4)



그림 34. 한경대학교 부속농장 내 유리온실의 현황

- 위와 같은 온실에 본 과제에 주관기관인 USEM에서 개발한 스마트 센서의 유용성을 연구하고자 온도, 습도 및 지온 센서를 설치한 후 대표적인 엽채류인 상추를 재배하였다. 재배하는 동안 온실 내 온도와 습도 및 지온을 측정하여 실시간으로 스마트폰으로 전송받아 온실 환경 변화를 인식하고 작물을 생육시켰다.
- 스마트 센서의 측정값은 485통신장치와 Zigbee를 이용하여 정보를 전송받아서 실시간으로 온실 내 환경 상황을 감지할 수 있었다 (그림 35)

-한경대학교 부속농장(경기도 안성시 보개면 양복리 274-4)



수경재배 온실 내부

센서

유리온실 I

그림 35. 한경대학교 부속농장 내 유리온실에 스마트 센서 설치 및 상추 재배 현황

- 2015년 3월부터 6월까지 한경대학교 교내 유리온실에 USEM에서 개발한 스마트 센서 장치를 설치하여 연구를 수행하기 위하여 스마트 센서를 설치하기 전, 온실 내 환경을 조사하였다 (그림 36). 스마트 센서를 설치하기 전 교내 온실 내부는 일반 농가의 보편적인 현황과 같이 각종 장치들과 배전반 등이 낙후되어 있었다. 따라서 이와 같은 온실에서 재배할 시 재배자의 관심과 관리가 높게 요구된다.

-한경대학교 교내 유리온실 (경기도 안성시 중앙로 327)



유리온실 외부 전경

온실 양액 제어장치

온실 컨트롤러

그림 36. 한경대학교 교내 유리온실의 현황

- 위와 같은 온실에 본 과제에 주관기관인 USEM에서 개발한 스마트 센서의 유용성을 연구하고자 온도, 습도 및 지온 센서를 설치한 후 대표적인 과채류인 토마토를 재배하였다. 재배하는 동안 온실 내 온도와 습도 및 지온을 측정하여 실시간으로 스마트폰으로 전송받아 온실 환경 변화를 인식하고 작물을 생육시켰다.
- 스마트 센서의 측정값은 485통신장치와 Zigbee를 이용하여 정보를 전송받아서 실시간으로 온실 내 환경 상황을 감지할 수 있었다 (그림 37).

-한경대학교 교내 유리온실 (경기도 안성시 증양로 327)



그림 37. 한경대학교 교내 유리온실에 스마트 센서 설치 및 토마토 재배 현황

2) 성장환경 정보장치 동작시험

- 스마트 센서의 작동을 시험하기 위하여 온실 내 설치된 온도, 습도 및 지온센서의 수치를 실시간으로 전송받은 자료를 바탕으로 각각 오전9시와 오후 2시, 그리고 밤 10시대의 측정값을 분석하여 센서작동의 정확성과 유용성을 확인하였다 (그림 38).

- 온실 내 설치된 센서를 이용한 습도, 온도, 지온 분석에 의한 온실 내 환경 예측

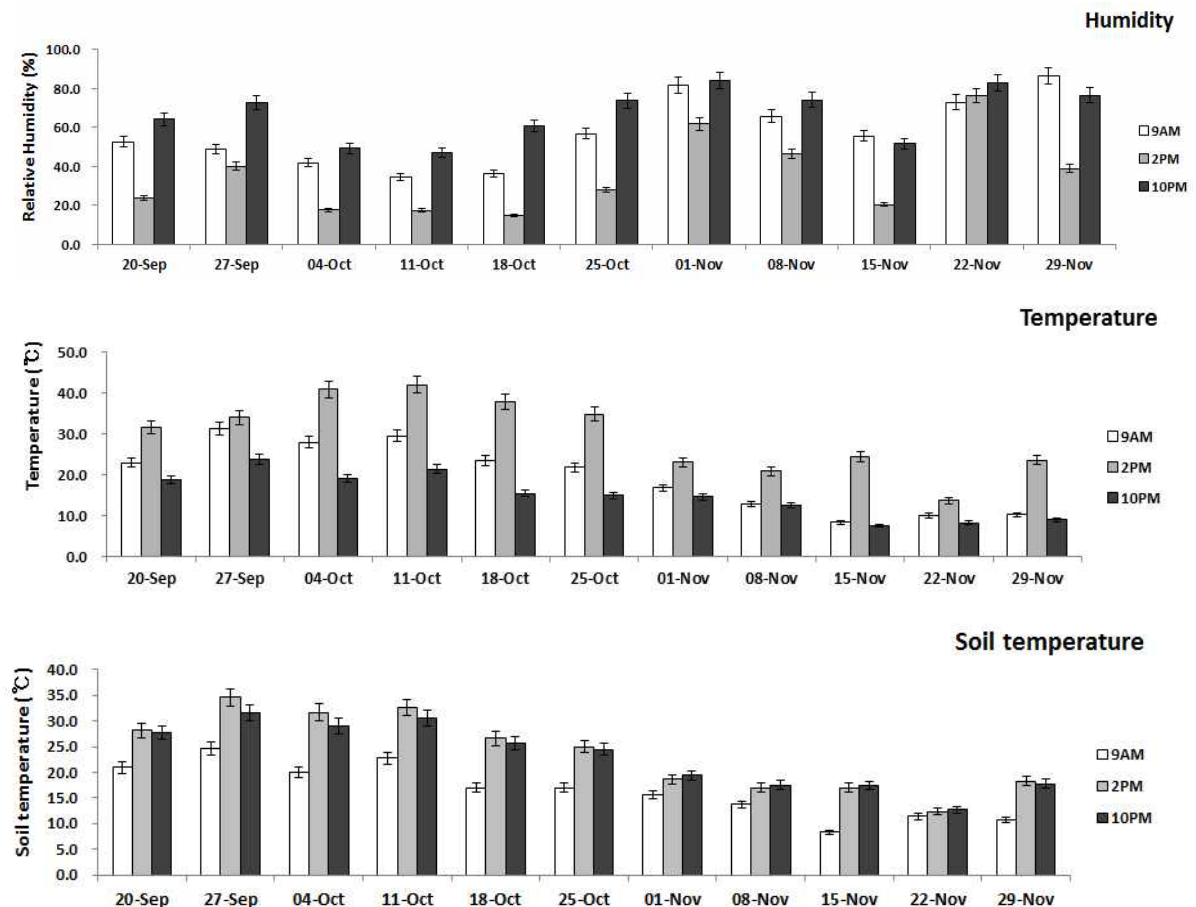


그림 38. 온실환경 예측이 가능하도록 개발된 USEM 스마트센서의 수치 분석

3) 개발 중인 센서와 타회사 센서의 비교

○ 센서의 동작시험

- 한경대 교내유리온실, 2015년도 수행, 시험작물-토마토
- 온습도 및 광량, CO₂, 지온을 4월 한 달 간 측정하여 오전, 오후, 밤 시간대의 평균수치 분석
- 온도와 습도 센서는 개발중인 USEM 센서와 사용화 되고 있는 외국 회사인 Vaisala 센서를 비교
- 기존에 개발되어 사용 중인 USEM 센서는 안정화 되어 있고, 센서의 수치와 작물생육이 고름
- 그러나, 개발 및 시험중인 USEM 센서는 수치 측정의 급변화가 있어 보완이 필요함
- Vaisala 온도 센서 보다 USEM 온도 센서의 수치가 안정화 되어 있고, 우수하다고 판단됨
- 습도센서는 USEM 센서와 Vaisala 센서에서 모두 안정화 된 수치를 확보 함

○ 본 연구에서 개발한 USEM 스마트 센서의 습도, 온도, CO₂, 광량, 지온 분석을 통한 온실내 환경 예측

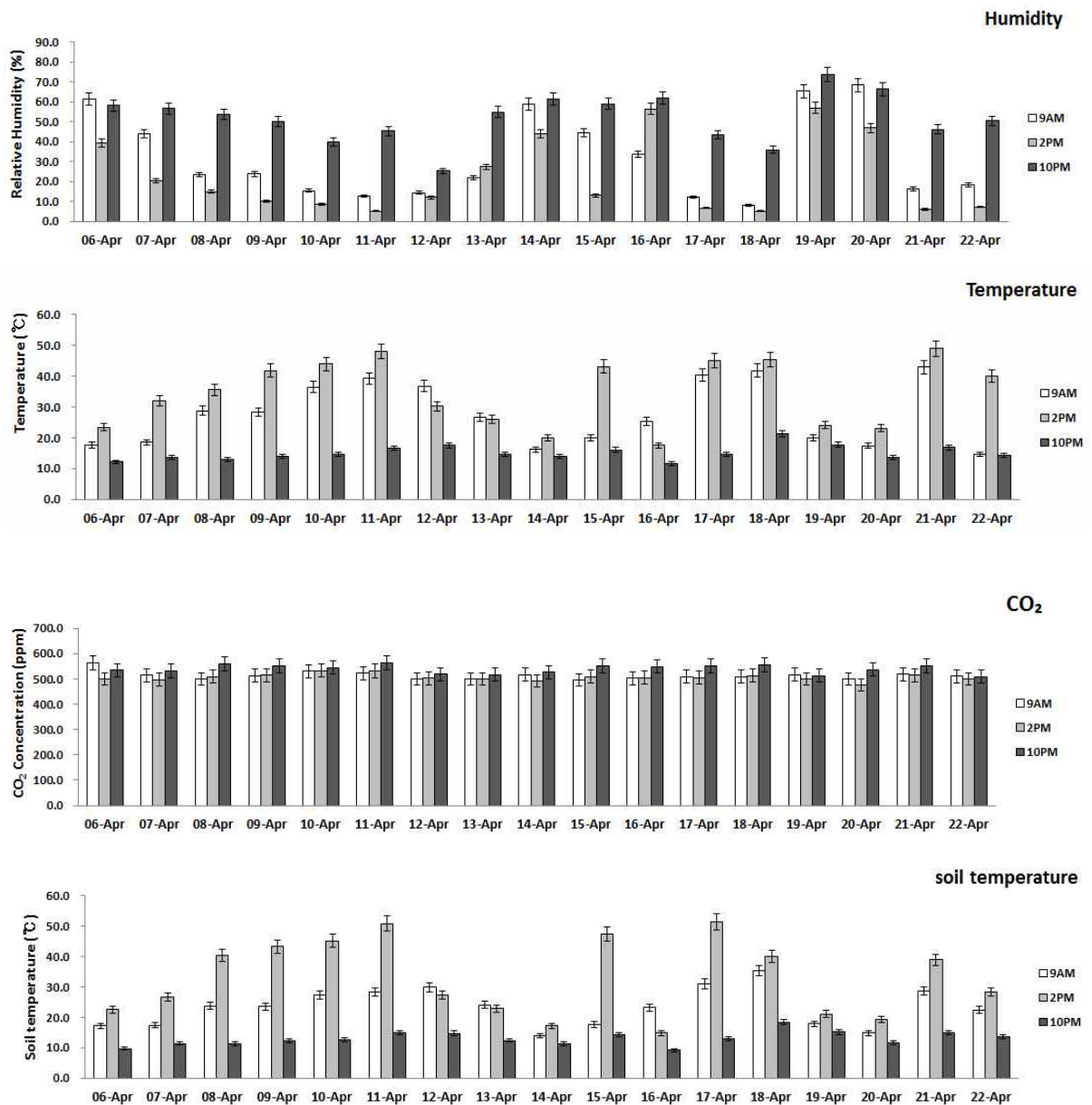


그림 39. 본 연구에서 개발한 USEM 스마트 센서의 측정 수치 분석

○ 타회사 Vaisala 센서의 습도, 온도, CO₂, 광량, 지온 분석을 통한 온실 내 환경 예측

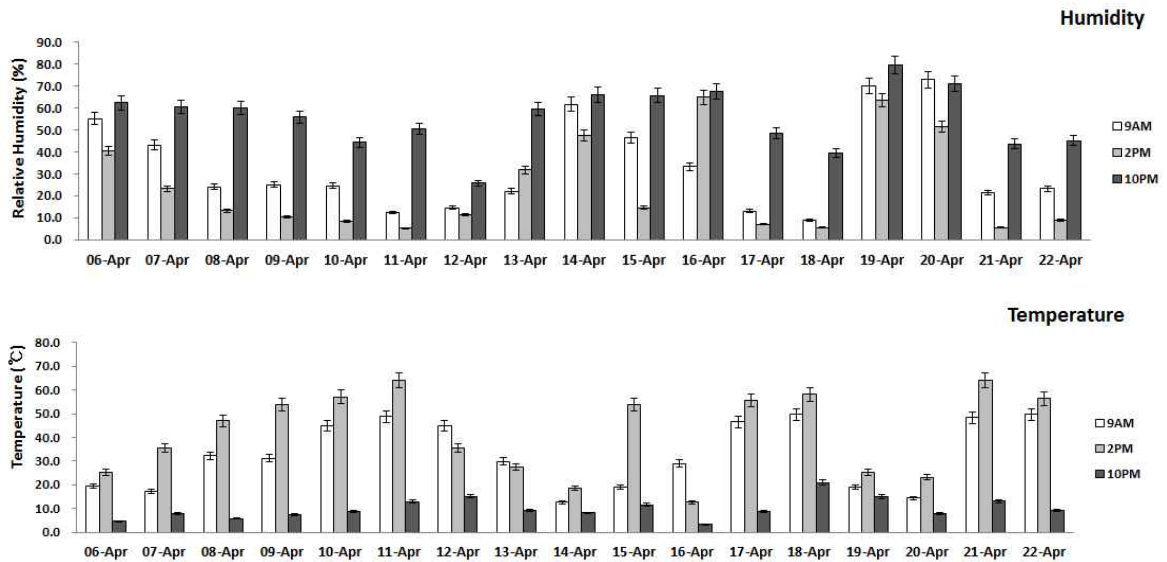


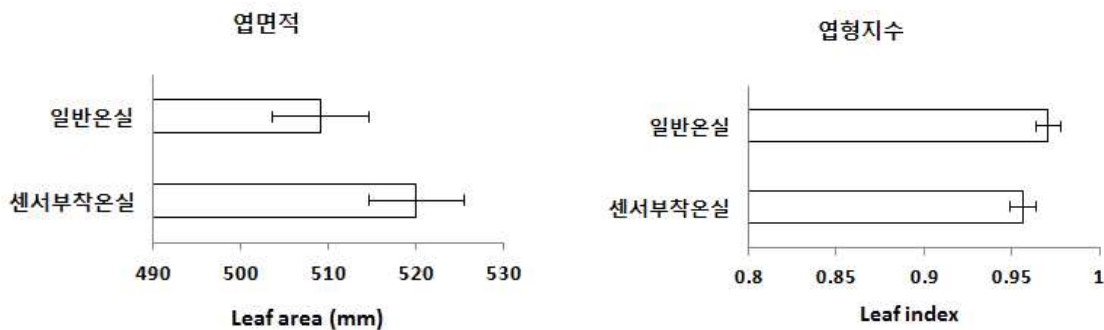
그림 40. 타회사 Vaisala 센서의 측정 수치 분석

- 본 연구에서 개발한 USEM의 스마트 센서는 타회사인 Vaisala 센서와 비교해볼 때 비교적 안정화 되어 있다. 측정값을 전송해주는 Zigbee 시스템은 아직 환경변화에대하여 측정이 불안정한 상태이긴 하지만, USEM의 RS485통신장치는 효율성이 높고, 이용가치가 크다.

4) 조기 시험에 적합한 작물 선정

- 엽채류(상추)와 과채류(토마토)의 성장상 분석
- 센서 설치 온실 내에서 재배
- 생체중, 건물중, 엽장, 엽폭, 수량성 등 분석
- 일반온실과 개발 중인 센서가 부착되어 환경 예측이 가능한 온실에서의 작물 생육 비교 분석

○ 센서 설치온실에서 엽채류(상추) 재배 및 성장상 분석



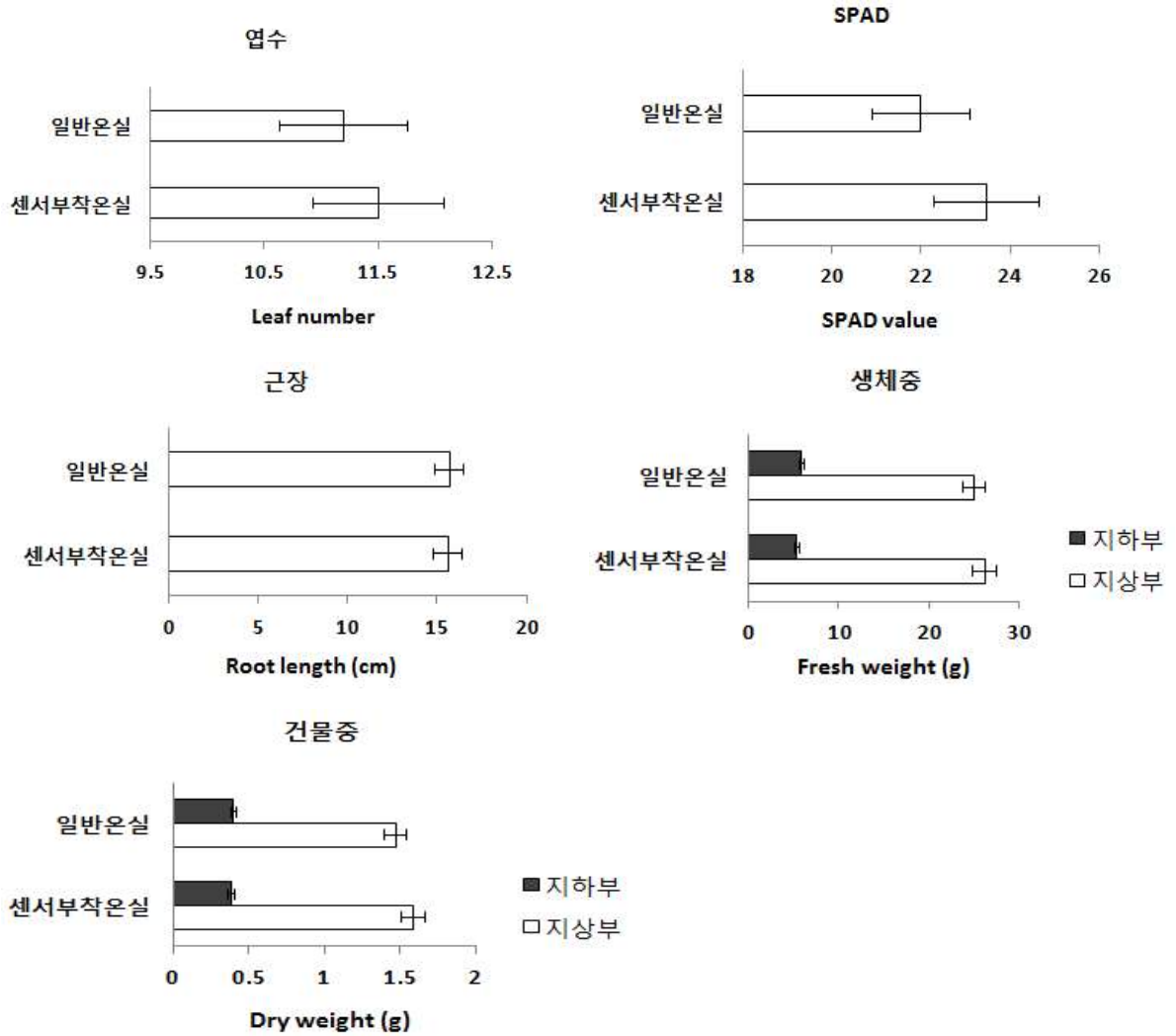


그림 41. 본 연구에서 개발한 USEM의 스마트 센서 부착온실과 센서가 설치되지 않은 일반 온실에서 상추 성장상 분석.

- 본 연구에서 개발한 USEM의 스마트 센서 부착온실과 센서가 설치되지 않은 일반 온실에서 상추 성장상 분석을 10개체씩 3반복 측정된 결과는 그림 8과 같다.
- USEM 스마트 센서 부착온실에서 재배한 상추의 생육과 일반 온실에서 생육한 상추의 생체중과 건물중, 엽수, 엽면적, 근장, 엽형지수, SPAD의 통계적 생육의 차이는 나타나지 않았으나(SAS 통계프로그램 분석), 스마트 센서를 이용한 온실에서의 재배가 환경을 실시간으로 예측할 수 있어서 재배자에게는 작물 생육 평가가 적제 적시에 관리가 가능하다 (그림 41).

○ 센서 설치온실에서 과채류(토마토) 재배 및 성장상 분석

- 본 연구에서 개발한 USEM의 스마트 센서 부착온실과 센서가 설치되지 않은 일반 온실에서 토마토 생육을 비교 분석한 결과는 그림 41, 그림 42과 같다.

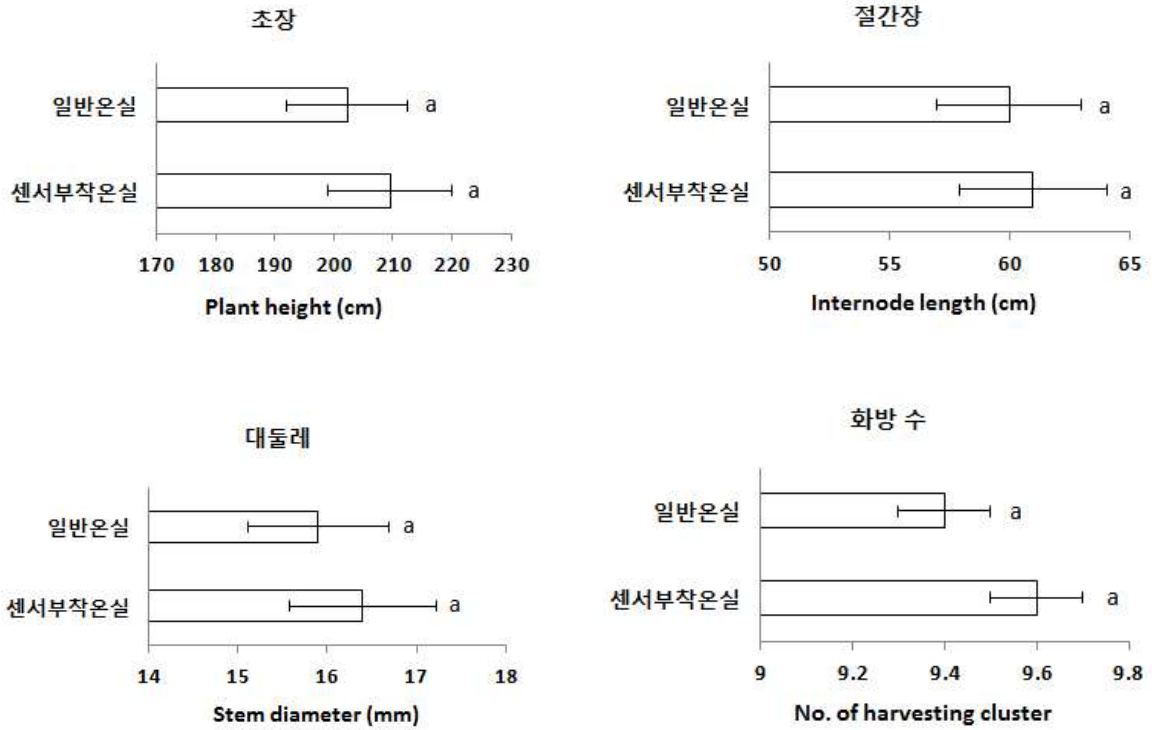
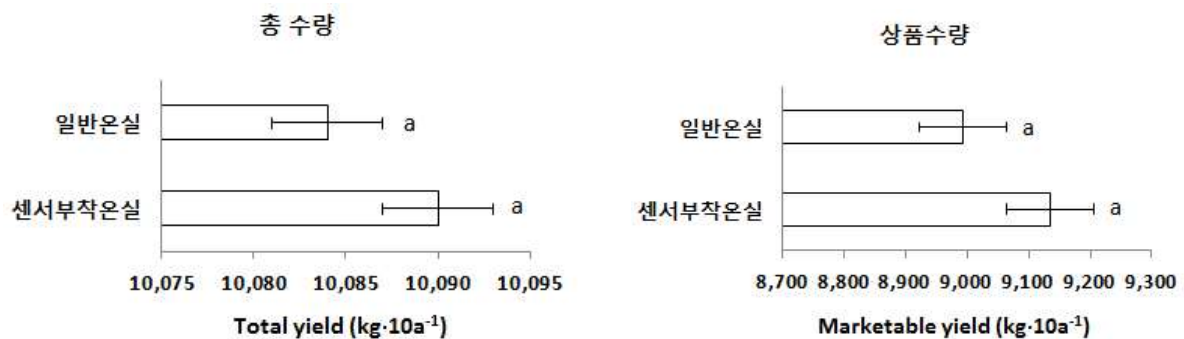


그림 42. 본 연구에서 개발한 USEM의 스마트 센서 부착온실과 센서가 설치되지 않은 일반 온실에서 토마토 생육을 비교 분석.

- 센서 설치에 따른 토마토의 생육특성을 조사한 결과 초장은 일반온실과 스마트 센서가 부착된 온실에서 큰 차이를 보이지 않았으나 일반 온실에서 토마토 생육이 조금 작았다. 통계적 유의차는 없었는데 절간장도 이와 같은 경향이였다. 대둘레(식물 줄기의 굵기)에 있어서는 일반온실에서 재배된 것이 15.9mm로 측정 되었고 전체적으로 스마트 센서가 설치된 온실에서 재배된 토마토보다 약간 작았다 (그림 42).
- 이와 같은 이유는 시설내 양액재배는 근권이 제한되어 있어 지상부가 과도한 영양생장으로 전환되지 않았기 때문인 것으로 생각되며, 온실재배에서 대둘레(경경)이 가장 굵고 초장이 짧은 이유는 과도한 영양생장으로 인하여 발생하는 이상줄기 때문인 것으로 생각된다.
- 따라서 작물의 생육에 중요한 요소인 온실 내부 환경을 측정하고, 실험자가 실시간 확인 할 수 있도록 스마트 센서를 이용하여 재배된다면 환경제어가 가능하고, 스마트 센서가 측정한 값을 실시간으로 485통신장치를 이용하여 재배자에게 정보의 전송이 가능하므로 민감하게 온실 내 환경을 감지하고 제어할 수 있어서 이용 가치가 크다고 생각한다.



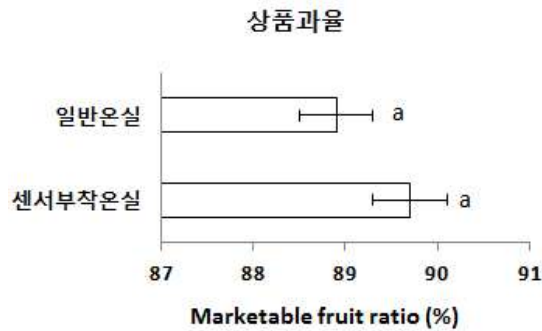


그림 43. 본 연구에서 개발한 USEM의 스마트 센서 부착온실과 센서가 설치되지 않은 일반 온실에서 토마토 상품성 비교 분석.

- 본 연구에서 개발한 USEM의 스마트 센서 설치에 따른 토마토의 총수량을 분석한 결과 센서가 부착되지 않은 일반온실에서 재배한 것은 $10,084\text{kg}\cdot 10\text{a}^{-1}$ 이었으며, 본 연구에서 개발한 USEM의 스마트 센서가 설치된 온실에서 재배된 토마토의 총 수량은 $10,090\text{kg}\cdot 10\text{a}^{-1}$ 로 나타나 통계적 유의적 차이가 발생하지 않았다 (그림 43).
- 상품과율은 센서가 부착되지 않은 일반 온실 재배에서 88.9%로 나타나서 본 연구에서 개발한 USEM의 스마트 센서를 설치한 온실에서 재배한 토마토의 상품과율에 비하여 약간 낮았는데, 이는 스마트 센서가 설치된 온실이 아닌 기존의 분전반과 불량한 양액 및 온습도 측정 시스템 하의 환경에서 재배자가 적시에 토마토의 생육환경을 인식하고 개선해 주지 못하여 배양액 공급량의 부족으로 인한 수분 stress에 의하여 과실이 충분히 비대하지 못한 것으로 생각된다.
- 본 연구에서 개발한 USEM의 스마트 센서를 이용한 온실에서는 토마토 재배가 재배자가 적시에 온실 내부 환경을 예측할 수 있기에 효율적이고 안정적인 수확량과 상품성을 기대되며, 스마트 센서 및 범용 장치의 안정성 연구를 통해서 농가에 보급되면 농작물의 생산성 및 상품성과 경제성이 높아질 것으로 생각된다.

4. 2협동기관 1차년도 연구

스마트센서 및 제어기 범용 통합장치의 농가 실증 시험 연구

1) 1차년도는 1차 개발장치 및 센서의 성능 시험을 통한 결과 토출

- 2014년도 11월부터 유리온실에 개발한 CDMA무선통신장치와 무선중계기 및 온도, 습도, CO2센서 및 지온센서를 설치하여 동작의 이상 유무와 지속적인 데이터 수집이 되는지 성능시험을 하였으며 농업현장 실증시험 및 농가섭외를 하였음.

2) 1차년도 개발장치의 성능시험 연구내용

- 문제점
 - 측정시간별 주기적인 데이터 값이 상이한 오류가 발견되어 부품교체
 - 로그인과 아웃시 재설정을 해야 되는 문제점
 - 설정 값 입력시 편차가 큰 값을 입력하면 재설정 권고 또는 오류의 알림기능 필요
- 개선할 사항
 - 데이터 값의 상이한 오류문제로 신규 프로그램 대체 및 장치개선 필요함

○ 스마트센서 사용 실증내용

- 데이터값의 오류문제가 발생하여 완벽한 현장 실증시험의 어려운 단계임
- 온실의 온습도 광량, 등 각종 데이터 값이 수치로서 정확하게 표현이 되어 스크린이나 보일러 등 재배중 필요한 자재를 보다 정확한 타이밍에 사용하였음.
- 온습도 광량 등 데이터화된 자료 값으로 멜론을 재배하는데 영양생장과 생식생장을 부분을 정확 하게 구분할 수 있었고 시기별 필요한 생장을 세밀하게 유도하여 스마트센서의 사용전에 비하여 작물의 품질개선 가능했음.

3) 2차 개발 개선제품에 대한 요구사항

- 작고 소형화되어 한눈에 제어장치가 들어올 수 있는 장치
- 기존의 온도와 강우뿐 아니라 습도, 일사, CCTV 등 다양한 관측이 가능하여 보다 과학적인 농업이 가능하게 해주는 장치
- 바쁜 농번기에 원격으로 제어하고 확인 할 수 있는 장치
- 급작스런 정전이나 내부의 변화에 자동으로 농가에 알려줄 수 있는 장치
- 기존 장치에 비해서 효율적이면서 가격이 저렴한 장치
- 남자뿐만 아니라 여자도 쉽게 다룰 수 있는 장치
- 어떤 센서와도 쉽게 호환되어 장기적으로도 오랫동안 사용할 수 있는 장치
- 온실 특성상 고온이나 다습에 부식되거나 마모되지 않는 내구성 좋은 장치

4) 농림축산식품부의 비제이멜론 방문 및 회의(정책협의)

방문일자: 2015.5.7.

방 문 자: 농식품정책관,과학기술정책과(안형근),창조농식품정책과(서봉열),전북도청3명
농촌진흥청(권준국)외 총 14명

회의 내용 : 품목별/온실형태별 ICT접목 현황 및 핵심기술 요소 개발
최적피복재 발굴 및 현장의 문제점 기술개발 요소 발굴

방문현장: 비제이멜론 첨단유리온실 및 남원시 주생면 일대 농가3곳



그림 44. 회의 사진



그림 45. 현장 실증 농가시설하우스 방문(좌 : 하종오, 우 : 장길봉)

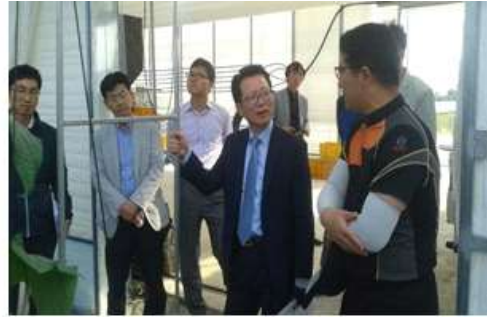


그림 46. 현장 실증 농가시설하우스 방문(좌 : 장기영, 우 : 오춘익)



그림 47. 현장 실증 농가시설하우스 방문(좌 : 방종운, 우 : 비제이멜론)

5. 1차년도 개발장치의 평가 및 개선사항

가. 협동기관 및 농가의 평가

- (1) 센서의 연결부를 삽입형으로 하고있어 교환등 편리하나, 농가는 PC의 프로그램 동작으로 센서의 설정 및 동작기능의 조작을 해야 하는 부분을 불편해 하고 있음
- (2) 개발장치는 스마트센서 장치와 제어장치가 별도로 데이터 통신해야 하는 불편함이 있음. 장치는 각각 사용할 수 있으나 데이터 통신을 하나의 무선중계기로 처리하도록 개선 필요함
- (3) 최대한 농가에서 쉽게 사용할 수 있는 장치가 되어야 하며, 고장이 났을 경우 손쉽게 조치 가능한 장치로 해야 함. 개발한 제어장치의 경우는 외부의 아답터 전원을 사용하고 있어 전원 결선등은 편리하나, 내부의 고장이 있을 경우 장치를 분해 해야 하며 또한 내부의 릴레이가 회로기관에 부착되어 있어 농가에서 수리조치가 불가하기

때문에 기존의 컨트롤러와 같은 형태의 컨트롤러의 제작이 바람직함

- (4) 개발한 컨트롤러는 기존의 컨트롤러와 호환 사용가능한 구성은 바람직하나, 컨트롤러와 센서를 연결해서 사용하다 보니, 센서선의 길이의 한정이 있어 센서 측정지점을 온실 중간지점으로 할 경우는 불가하기 때문에 이 점을 개선해야 한다
- (5) 무선중계기 및 센서장치등 방수형의 콤팩트 하며 설치가 간편하다
- (6) 농가는 대다수 인터넷이 없는 환경이기 때문에, 개발장치는 인터넷이 없는 농가는 CDMA무선통신에 의한 원격제어 및 데이터통신을 할수 있어 매우 좋다고 생각하며, 가능한 통신료의 부담이 없는 시스템 구성이 되도록 해야 한다

나. 장치개선 및 추가 개발내용

- (1) 무선중계기 와 스마트센서장치 및 통합제어장치의 통신방식을 RS485 유선통신 으로 개선 변경 하였음.
- (2) 무선중계를 인터넷망 통신이 가능한 WCDMA의 무선통신으로 개선 변경 하였음
- (3) 서버시스템 및 웹프로그램 개발을 하였으며, 스마트폰으로 실시간 데이터 확인 및 원격 제어설정 및 제어확인이 가능한 모바일앱을 개발 하였음
- (4) 통합제어 컨트롤러는 일반적인 형태로 수정 하였으며, 구동기 동작을 일반 적으로 판매 하는 릴레이를 사용하여, 고장시 릴레이 및 휴즈만의 교환으로 농가에서도 쉽게 고장 조치가 가능하도록 하였음.
- (5) 토경재배 농가의 경우 대다수 관수제어기 와 온실제어기를 별도로 사용하길 희망하는 것으로 조사되어 새로운 ICT융복합 관수컨트롤러를 개발하였음
- (6) 서버 웹프로그램을 개발하면서 탄저병과 잿빛곰팡이병의 병해예찰 프로그램을 개발 하여 농가 현장에서 바로 병의 진행도를 보면서 농약살포를 올바르게 할수 있도록 ICT 융복합 병해예찰 장치 및 프로그램을 개발하였음

5. 2차년도 개발내용

개발장치의 브랜드명을 젓팜스라 하였음(상표등록)

개발장치 시스템 구성은 무선중계기,스마트센서장치 및 통합제어장치로 구성됨



그림 48. 젓팜스 시스템 구성

1차년도 부터 개발 진행하던 서버시스템 및 웹프로그램의 개발을 완료하여 센서모니터링 및 통합제어 원격제어시험등 각 개발 장치별 및 시스템의 시험을 하게 되었음.

가. 무선중계기 와 스마트센서 장치 및 통합제어 장치간 RS-485통신 인터페이스

(1) RS-485통신은 신호 2선을 사용하며, RS-485통신은 마스터(Master)와 슬레이브 (Slave)장치로 구분하고 있으며, 하나의 마스터와 다수의 슬레이브 장치간 상호연결 하는 Drop방식으로 사용할 수 있어 다수의 장치간 통신의 편리성이 있음.

통신속도는 그다지 빠르지 않으나 농업현장에 사용하는 데는 문제가 되지 않으며, 시설 재배 현장에서 무선데이터 통신의 문제가 되는 전파장애가 없으며 안정적 이면서 저렴한 비용으로 사용할 수 있음.

개발장치의 구성은 무선중계기를 마스터로 하며, 스마트센서장치 및 통합제어장치를 슬레이브로 하고 있음

(2)개발장치는 통신선 2선과 전원선2선으로 구성되는 쉴드선이 포함된 4선의 케이블을 사용 하였으며, 선은 시중에서 구입 가능한 선으로 각 선마다 색깔로 구분되어 있음 RS-485통신은 마스터와 슬레이브간 최대 1.2Km의 데이터 통신이 가능하기 때문에 슬레이브가 되는 장치를 수백M의 거리까지 설치 및 결선이 가능함

(3)스마트센서장치를 시설재배내의 중간 지점등 원거리 지점에 설치가능하게 되어, 문제가

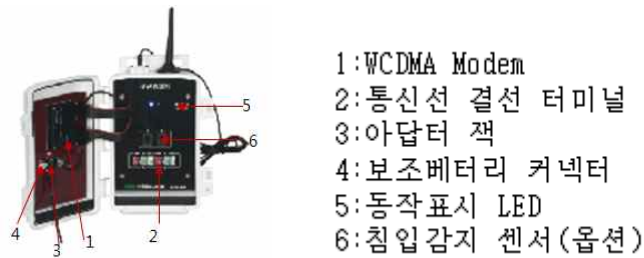
되었던 센서선의 길이제한에 의한 센서측정의 어려움이 없어지게 되었음
 사용자는 스마트센서 장치를 원하는 지점에 설치하여 센서장치로 부터 각종 센서를 연결하여 센서측정을 할수 있게 되었음
 또한 일반적으로 센서노드를 사용할 때 각센서의 동작전원이 필요하나, 개발장치는 센서 구동전원을 스마트센서 장치에서 공급하고 있어 별도의 전원선이 필요없음

표 9. RS485 와 Zigbee 통신 비교

특징	RS485 통신	Zigbee 통신
1. 통신규약	특별규격 없이 데이터 스위트 참조 사용	IEEE준수사항, 각사 규격이 다름
2. 부 품	일반 시장 입수가능, 저가	제조사에서 구입
3. 전 원	- 전원 DC5V로서 일반 아답터등 사용가능 - 건전지 사용 가능	- 대다수 3.3V로서 별도의 전원필요 - 건전지 사용 불가(상시동작 해야함)
4. 통신선	2가닥	필요없음
5. 통신방식	RS485 통신선 연결로 복수사용	Zigbee 통신간 복수연결 사용
6. 통신 간섭	통신 방해 및 잡섭 없음	전파장애 있음(환경에 따라 차이)
7. 통신거리	1 KM	수십 M 이내
8. 고장수리	칩교환으로 간단	모듈교체 및 모듈에 ID 입력등 필요
9. 가 격	천원 정도	십만원대
10. 설 치	선결선이 간편함	전파장애 고려하여 설치함

나. 무선중계기

(1) 무선중계기는 WCDMA를 사용하며 인터넷의 유.무와 상관없이 기지국을 통한 인터넷 통신이 가능함



- 1:WCDMA Modem
- 2:통신선 결선 터미널
- 3:아답터 잭
- 4:보조배터리 커넥터
- 5:동작표시 LED
- 6:침입감지 센서(옵션)

그림 49. 무선중계기 외형

통신선 연결단자는 선의 색깔과 동일한 색으로 되어있어 선의 색깔별로 단자에 꽂기만 하면 되는 Plug 방식임

(2) 무선중계기의 규격

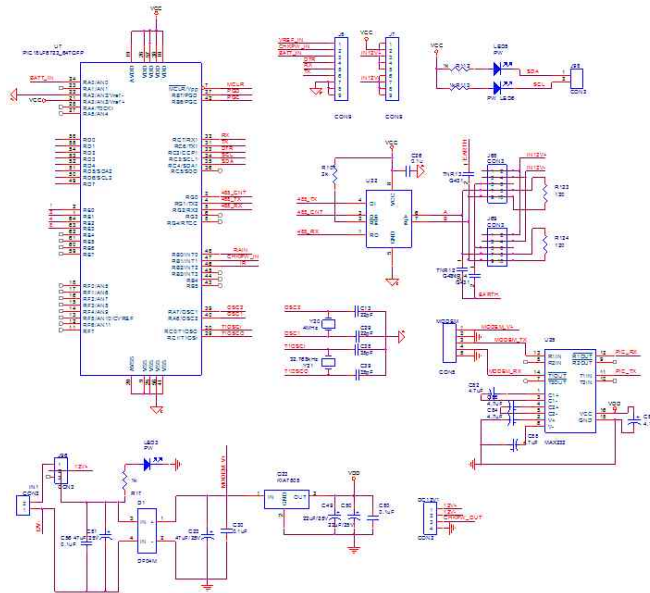
- 인터넷이 없는 장소에서 사용가능
- 무선중계기 1대와 다수의 스마트센서장치 및 통합제어장치가 데이터 통신
- 서버와 데이터 통신으로 빅데이터 수집 및 스마트폰상 모바일앱 사용
- 현장의 전원 차단시 알람메시지 전송

- 통신기능, WCDMA무선통신 및 RS-485통신
- One Chip Microcontroller 사용
- LED 동작표시
- 색깔별 구분된 2조의 Plug-In 타입 통신선 결선 단자
- 침입자 감지용 센서부(옵션)
- 사용전원 DC12V/3A 아답터 사용
- 컴팩트한 방수형케이스 및 설치가 간편

Master	RS485_TX_delay	Max485_RX_delay	Delay_us ()	Putc() 6byte	Delay_ms()	Max485_TX_delay	wait(200 ms)	Next Slave Call_delay()	
Slave				RS485_TX_delay	Delay_ms()	RS485_RX_delay	Putc() 29byte	Delay_ms()	RS485_RX_delay

그림 50. RS-485통신의 Master와 Slave간 데이터 Timing

(3) 회로도



다. 스마트센서 장치

(1) 주요 특징

- 스마트센서장치는 무선중계기 및 통합제어장치간 RS-485통신방식의 데이터 통신함.
- 장치의 동작전원은 4선의 통신선과 함께 구성되어 있어 별도의 외부전원이 불필요.
- 센서장치는 사용하는 센서를 자동인식하고 있어 사용자는 온습도를 제외한 7개의 (Port 1~8)센서 포트에 임의의 센서를 연결 하기만 되는 Plug-Play타입.



그림 51. 스마트센서장치 구성

(2) 통신선 단자 및 전선

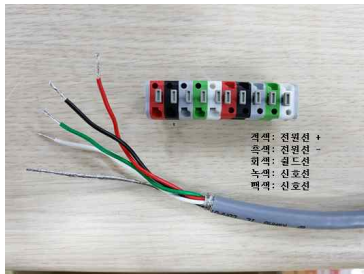


그림 52. 단자대 외형과 4선 케이블

적색: 전원선 +
 흑색: 전원선 -
 회색: 실드선
 녹색: 신호선
 백색: 신호선

- 4선연결 단자는 또 다른 장치와 통신선을 연결할 수 있도록 2조의 병렬로 구성
- 단자대는 전선의 피복을 벗긴후 단자의 위쪽을 손으로 눌러 전선을 삽입하는 Plug-In타입 의 구조로 되어있어 쉽게 결선 가능함

(3) 타 센서사용 가능한 젠더

- 당사에서 취급하지 않는 타 센서를 사용할 경우 그림과 같은 젠더선을 사용하여 스마트센서 장치에 사용할 수 있음



그림 53. 타센서 연결용 젠더

(4) 스마트센서 장치 규격

- 센서의 자동인식 기능에 의한 별도의 설정이 필요없음

- 센서입력 포트는 온습도 포트를 포함한 총 8포트
- 4선의 전선을 사용하여 수백M지점 까지 설치가능
- 센서연결잭은 탈착식 구조로 되어있어 손쉽게 연결 사용할 수 있음
- 장치의 동작전원은 4선과 함께 구성 되어있어 별도의 전원장치가 불필요
- 센서의 동작전원은 스마트센서 장치로부터 공급하고 있어 전원이 불필요
- 콤팩트한 방수형의 케이스로 U볼트등을 사용하는 구조로 되어있어 설치가 간편함

(5) 무선중계기와 스마트센서장치간 통신프로토콜(기본동작사항)

타사 에서는 본 프로토콜을 이용하여 개발한 스마트센서 장치를 응용하여 사용할 수 있음

Hex	F	C	3	6	2	0	5	1	6	6	9	5	2	5	0	0	0	1	0	0	0	0
명칭	Header		길이		송신주소(012-2051-6695)							Version		명령		Device No		Data[0]		Data[n]		
	Field		설명										비고									
	Header		0xFC 고정																			
	길이		Byte 단위										최대값 0x36(54) Header포함									
	송신 주소		010-2231-0201->0x22 0x31 0x02 0x01										010을 제외한 값을 4bit를 한 묶음으로 십진수 표기									
	Version		2.0 -> 0x20, 2.5 -> 0x25 3.0 -> 0x3										점을 제외한 값을 4bit를 한 묶음으로 십진수 표기									
	명령		명령 및 상태										최대값 0x3F(63)									
	Data[n]		n은 최대45 (센서정보15byte + 센서데이터30byte)										길이 최대값(54)-9(Header) = 45(최대 송신 데이터 길이)									

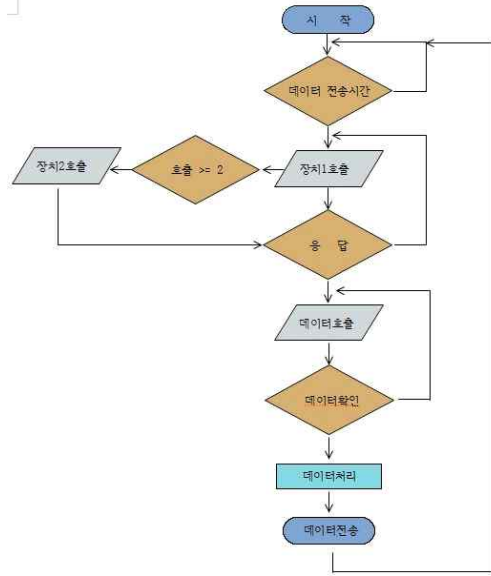
번호	1	2	3	4	5
센서명	습도D	온도D	강우량	풍속	풍향
코드	0x01	0x02	0x03	0x04	0x05
데이터 & 단위	38.7 %	24.5 °C	2.2 mm	1.5 m/s	157 도

번호	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
센서명	지온	일사	광량	텐시오미터	수분함량	CO2	토중산소	pH	엽수분	조도	토중Eh	EC	습도A	전압
코드	0x06	0x07	0x08	0x09	0x0A	0x0B	0x0C	0x0D	0x0E	0x0F	0x10	0x11	0x12	0x13
데이터 & 단위	23.7 °C	1500 W	1500 umol	30.1 kPa	15.1 %	450 ppm	20.1 %	7.1 pH	9.8 inx	2000 lux	1500 mV	2.5 dS	38.5 %	500.1 mV

(6) 무선중계기와 스마트센서 장치간 동작 플로우 및 메인루틴 프로그램

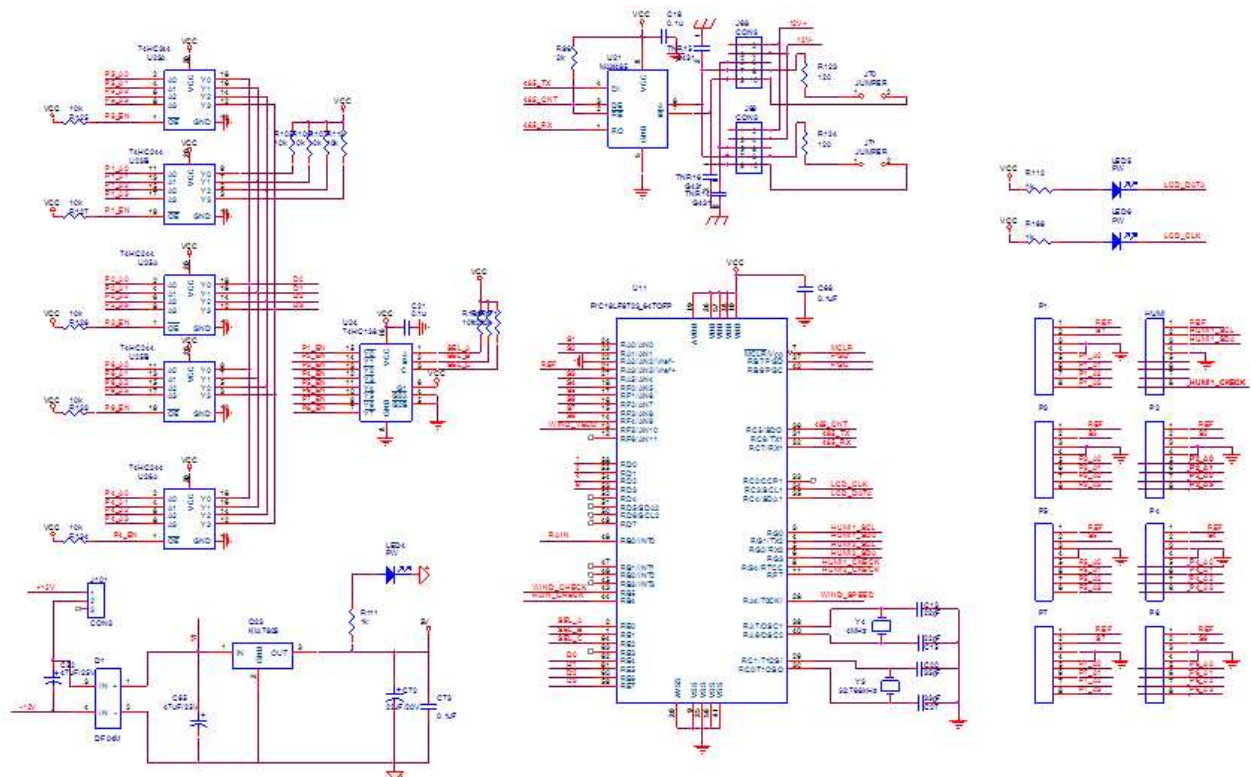
```

void main ()
{ int16   idx_id ; init_system () ;
sensor_read() ;Reset_RXD () ; dtBF_cnt_max485 = 0 ;
for(;;) {
    stand_by () ; read_octal_sw () ;
    if(btRX_cp_max485) {
        btRX_cp_max485 = 0 ;
        if(RX_ADD == (ADD+ 0x10)) {
            if(RX_CMD == (TRS+ 0x10)) { set_clock () ; }
            else if(RX_CMD == (STP+ 0x10)) { }
            else {
                data_serve () ;
                delay_ms(30) ;
                MAX485_TX ; delay_us(500) ;
                for (idx_id = 0;idx_id <= tot_data;idx_id++) { putc[] ; }
                delay_ms(50) ; MAX485_RX ;
                rain_fall = 0 ;
            }
        }
    }
}
} delay_ms(500) ; }
    
```



Router Sensing Unit의 Flow Chart

(7) 회로도



라. 통합제어 장치

- 통합제어장치는 1차년도에서 개발한 컨트롤러의 동작방법은 동일하게 하였으며, 농가에서 일반적으로 사용해오고 있는 온실컨트롤러와 그 형태를 유사하게 개선하여 농가가 관행적으로 사용하던 동작 방식에서 스마트폰 동작에 의한 원격제어기능을 추가 하였다
- 개발장치는 모델을 구분하여 8점출력용과 16점출력용의 2가지 모델로 제품을 개발 완성 하였다
- 2협동기관에서 조사한바 토경재배 농가의 경우는 관수작업을 할 때 타이머동작에 의한 반자동 방식의 관수 작업을 하거나 수작업으로 관수작업을 하는 경우가 많아 작업의 어려움이 많다고 한다.
- 따라서 농가는 온실컨트롤러 보다 관수컨트롤러 제품을 사용하기를 원하고 있어 추가적으로 관수제어컨트롤러를 개발하게 되었으며, 농가실증시험을 할수 있게 되었다
- 따라서 통합제어장치의 개발은 관수제어장치와 함께 2가지의 개발 내용을 작성함

(1) 통합제어 장치의 주요특징

- 스마트폰 활용에 의한 ICT 융복합 온실컨트롤러
- 스마트센서장치와 연결하여 각종 센서에 의한 각종 자동제어 가능
- 컨트롤러의 동작중 구동기의 빈번한 동작으로 인한 출력단 고장과 휴즈단선의 경우가 많은데, 출력단을 마그네트스위치로 동작하는 장치의 경우는 손쉽게 수리할수 없는 경우가 있어, 육안으로 쉽게 고장의 유무를 확인할 수 있는 램프동작형 릴레이를 사용하여 고장시 시중에서 쉽게 구입하여 수리가능 하도록 개발제작 하였다
- 가격이 저렴하다(기존의 장치보다 30%이상 저렴함)



1: 동작기능 전환스위치
2: 토글 스위치 3: 휴즈

그림 54. 통합제어장치 외형

(2) 통합제어장치 기능설명 및 규격



그림 55. 전면 스위치부 회로기판



그림 56. 컨트롤러 출력단

- 그림55의 스위치부 회로기판부는 타 회사에서도 응용 사용 가능함
(단, 내부 회로기판을 타회사에서 사용할 경우 통신 프로토콜을 함께 사용해야함)
- 내부 출력단자부와 출력릴레이 구성부는 개폐기의 동작의 경우 2개가 1조로 구성되어 열림-중지-단힘의 동작을 함
- 릴레이는 구동기가 동작시 LED표시가 됨
- 결선은 일반적으로 사용하는 온실컨트롤러와 동일하게 단자대로 구성 되어있어 기존 온실컨트롤러와 병행하여 사용 가능함
(기존컨트롤러와 병행하여 결선시 개폐기의 극성을 주의하여 결선해야 함)
- 동작전환 스위치는 원격.중지.현장의 전환으로 되어 있으며, 현장은 종래의 수동의 조작 기능과 동일하며 원격은 스마트폰으로 제어 및 설정하는 기능 임

규 격 (16점출력형)

전원전압 : AC220V/50A 단상

동작기능 : 현장(수동),정지, 원격(스마트폰 제어)

동작출력 : 개폐기 기준 16점 출력

(벨브 및 환기팬등 동작시 결선을 전환하여 사용함)

토글스위치: 열림.정지.단힘 또는 동작.중지로 사용함

트렌스용량: 입력AC220V, 출력DC27V/2kw

외형사이즈: 650(H)x550(W)x300(D)mm, 외부유리창 부착

재 질: 스텝

- 제어설정

Hex	F	E	D	2	2	0	5	1	6	6	9	5	2	5	0	3	0	1	0	0	0	0
명칭	Header	길이	송신주소(012-2051-6695)									Version	명령	Device No	Data[0]	Data[n]						
	Field	설명									비고											
	Header	0xFE 고정																				
	길이	Byte 단위									최대값 0xD2(210) Header포함											
	송신주소	010-2041-2873->0x20 0x41 0x28 0x73									010을 제외한 값을 4bit를 한 묶음으로 십진 수 표기											
	Version	2.0 -> 0x20, 2.5 -> 0x25 3.0 -> 0x3									점을 제외한 값을 4bit를 한 묶음으로 십진 수 표기											
	명령	명령 및 상태																				
	Data[n]	n은 최대219byte									길이 최대값(219)-9(Header) = 210(최대 송신 데이터 길이)											

- 센서정보

000000001000000010000000110000001000000010100000011000000111000010000000001001000010100																			
0	1	0	2	0	3	0	4	0	5	0	6	0	7	0	8	0	9	0	A
Data[0]	Data[1]	Data[2]	Data[3]	Data[4]	Data[5]	Data[6]	Data[7]	Data[8]	Data[9]										
0000101110000110000000110100001110000001111000100000001000100010001000010011000101000																			
0	B	0	C	0	D	0	E	0	F	1	0	1	1	1	2	1	3	1	4
Data[10]	Data[11]	Data[12]	Data[13]	Data[14]	Data[15]	Data[16]	Data[17]	Data[18]	Data[19]										

- 제어정보

0000000010000000100000100100001001000010001000000100000001000000010000000100000010100																			
0	1	0	2	0	9	0	9	0	9	0	8	0	8	0	8	0	8	0	A
Data[20]	Data[21]	Data[22]	Data[23]	Data[24]	Data[25]	Data[26]	Data[27]	Data[28]	Data[29]										
000010111000010100000010010000100100001000100010001000100010001000100010001000100010001																			
0	B	0	A	0	A	0	9	0	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Data[30]	Data[31]	Data[32]	Data[33]	Data[34]	Data[35]	Data[36]	Data[37]	Data[38]	Data[39]										

[하한값 설정]

000																			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Data[40]	Data[41]	Data[42]	Data[43]	Data[44]	Data[45]	Data[46]	Data[47]	Data[48]	Data[49]										

000																			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Data[50]	Data[51]	Data[52]	Data[53]	Data[54]	Data[55]	Data[56]	Data[57]	Data[58]	Data[59]										

제어5			제어6			제어7			제어8		
시	분	초	시	분	초	시	분	초	시	분	초
0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
Data [172]	Data [173]	Data [174]	Data [175]	Data [176]	Data [177]	Data [178]	Data [179]	Data [180]	Data [181]	Data [182]	Data [183]

제어9			제어10			제어11			제어12		
시	분	초	시	분	초	시	분	초	시	분	초
0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
Data [184]	Data [185]	Data [186]	Data [187]	Data [188]	Data [189]	Data [190]	Data [191]	Data [192]	Data [193]	Data [194]	Data [195]

제어13			제어14			제어15			제어16		
시	분	초	시	분	초	시	분	초	시	분	초
0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
Data [196]	Data [197]	Data [198]	Data [199]	Data [200]	Data [201]	Data [202]	Data [203]	Data [204]	Data [205]	Data [206]	Data [207]

(4) 동작 플로우 및 메인루틴 프로그램

```

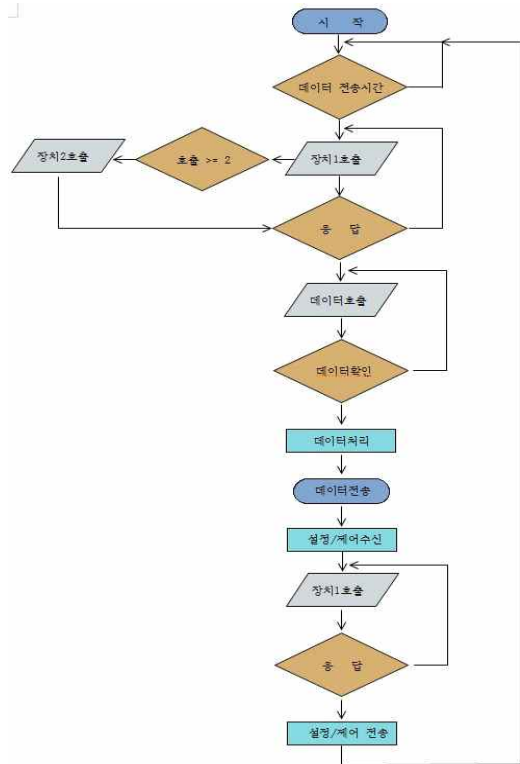
void main ()
{int16 idx_id ;

init_system () ;
for(idx_id = eeprom_base ; idx_id <= 700 ; idx_id ++ )
{
write_eeprom(idx_id,0xFF) ;
}
for(;;) {
stand_by () ;
if(btRX_cp_max485) {
btRX_cp_max485 = 0 ;
if(RX_ADD == (ADD+ 0x10)) {
if(RX_CMD == (SPR+ 0x10)) { set_parameter() ; }
else if(RX_CMD == (STP+ 0x10)) { }
else if(RX_CMD == (SCR+ 0x10)) { cnt_parameter () ; }
else if(RX_CMD == (RCR+ 0x10))
{
remote_cnt_parameter () ;
}

else if(RX_CMD == (CCR+ 0x10)) {
cont_data_serve () ;
delay_ms(30) ;
MAX485_TX ; delay_us(500) ;
for (idx_id = 0 ; idx_id <= tot_data ; idx_id++)
{ fputc (tx_data [idx_id]) ; }
delay_ms(50) ; MAX485_RX ;
}

else {
if(pre_chk) { data_serve() ; }
else { pre_data_serve() ; }
delay_ms(30) ;
MAX485_TX ; delay_us(500) ;
for (idx_id = 0 ; idx_id <= tot_data ; idx_id++) { fputc (tx_data [idx_id]) ; }
delay_ms(50) ; MAX485_RX ;
}
}
}
}

```



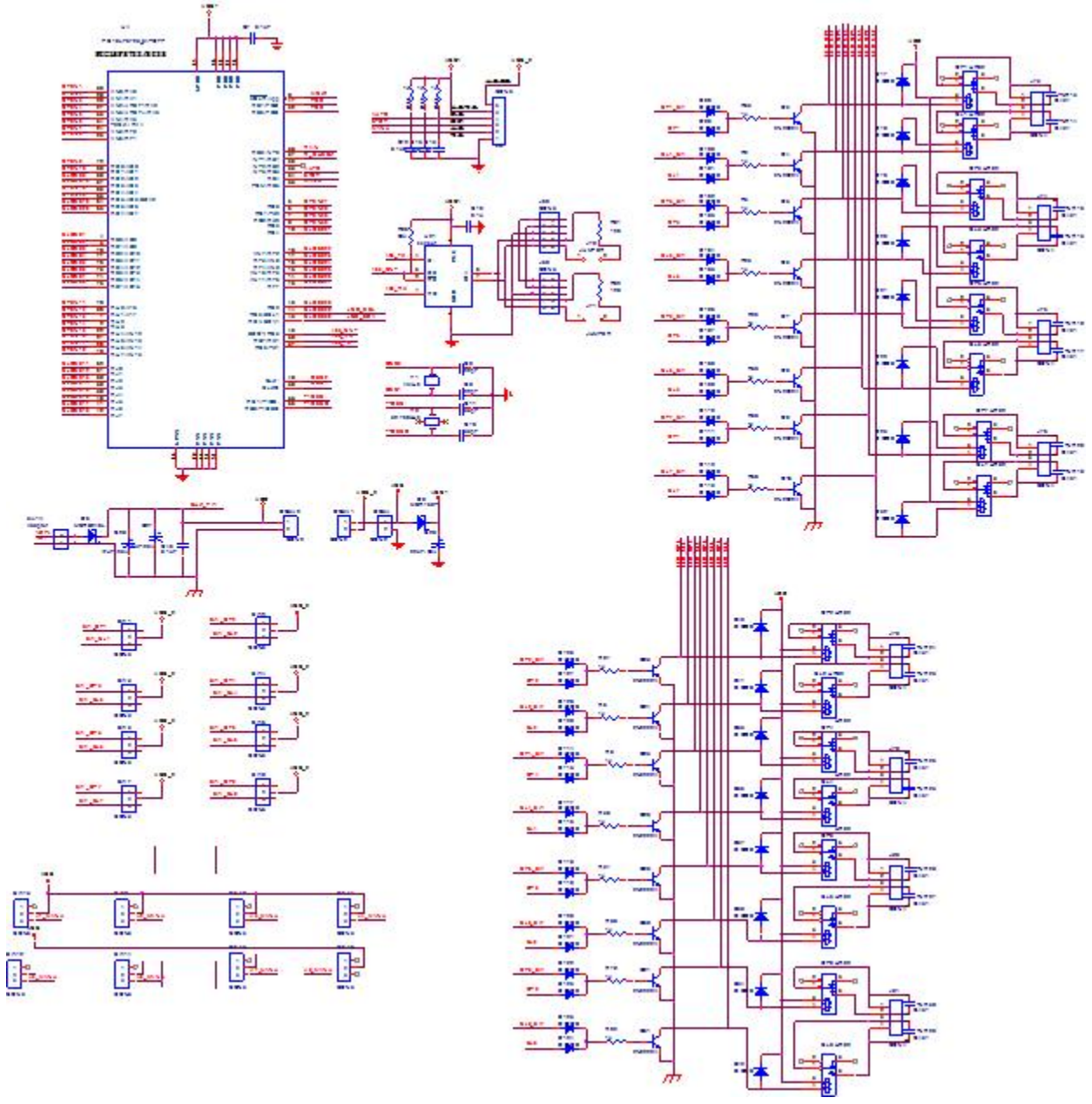
Router Control Unit Flow Chart

```

    }
    on_sig_reset () ;
    off_sig_reset () ;
}
}

```

(5) 회로도 (8점출력)



마. 병해예측 장치화 개발 (1차년도 추가 개발내용)

개발 배경의 개요

- 충남농업기술원 딸기시험장에 실증시험 장치를 설치 및 동작시험 하면서 시험장에서 연구하고 있는 딸기작물의 탄저병 및 잣빛곰팡이병에 대한 농가에서 활용가능한 장치개발에 대한 회의를 하게 되었음
- 시험장에서는 그동안 딸기의 탄저병등 병해예찰시험에 대한 농가현장의 시험을 미국의 소형 데이터 로거와 온도,습도센서 및 엽수분센서를 사용하여 데이터측정을 하고 제공하는 프로그램을 이용하여 병해발생을 및 진행도등 연구를 해오고 있었음

개발내용

- 미국의 데이터 로거와 같이 장치에 프로그램하여 탄저병 과 잣빛곰팡이병에 대한 병의 진행도를 예측할수 있게 개발하였음
- 미국 데이터 로거 장치의 측정 결과 다음과 같으며, 결과로 no 표시는 약제살포가 필요 없다는 것과 적색의 spray 표시가 약제살포를 해야 한다는 것을 보여주고 있다

	LW (Hrs)	Wet Temp (C)	Forecasted DI	Forecasted %Inf	Forecasted % Inf > 0.25
09/4/22	2	5.3	-1.79032	0.1430335	no
09/4/23	11	4.8	-1.67216	0.1581364	no
09/4/24	0	-17.8	-1.82	0.1394339	no
09/4/25	13	12	-1.3832	0.2004956	no
09/4/26	2	6.9	-1.78136	0.1441353	no
09/5/17	22	13.9	-0.96376	0.27612601	spray
09/5/18	10	8.9	-1.5708	0.17210238	no
09/5/19	4	10.1	-1.70688	0.15356883	no
09/5/20	11	13.9	-1.39188	0.1991078	no
09/5/21	12	15.8	-1.28912	0.2160018	no

- 프로그램의 요약으로, LW(Leaf Wet, 엽수분센서)의 센서와 Wet Temp(온도센서)를 측정 센서로 사용하여 Forecasted DI(병 감염율)의 공식을 발췌하는 것이 가장 중요한 일이었음. 미국은 이미 각종 작물병의 감염율에 대한 모델링을 개발하여 활용하고 있으며, 개발한모델링은 공개하고 있어 누구나 사용할 수 있다고 함
- 모델링을 활용하여 최종 병발생율을 구현하여 사용자가 그 값을 통하여 약제살포에 대한 결정을 할수 있도록 장치로 개발하는 것이 중요한 개발 내용임.
- 딸기시험장의 협조로 탄저병 및 잣빛곰팡이병 프로그램을 개발하였으며, 과제를 통하여 개발한 엽수분센서를 이용 하였으며 스마트센서 장치에 프로그램을 추가하여 국내에서는 최초로 관련 장치를 개발 하였음.바라노지딸기 작물의 병해예찰을 실증시험하고 있음
- 과제를 통하여 개발한 모바일앱의 데이터를 통하여 시험장은 노지딸기 작물의 병해예찰 실증시험하고 있음



그림.57 스마트폰의 병해예찰 표시

바. 관수컨트롤러 (2차년도 추가 개발내용)

개발배경의 개요:

- 토경재배 농가의 경우 물관리가 제일중요하다고 한다
물관리는 관수하는 것을 말하며, 관수를 언제 얼마의 물을 관수해야 하는지 자 결정해야만 작물의 품질이 좋아지고 다음해에 농사할 때 병해 및 토양장애를 막을 수 있다고 한다
- 양액재배 농가는 대다수 양액제어장치 또는 액비혼합기 와 온실컨트롤러를 각각 사용하고 있다. 이와 같이 시설재배 토경재배 농가도 대다수 관수제어와 온실컨트롤을 각각 사용하고 있는 실정임
- 농가의 관수제어는 대부분 관행적인 방법에 의해 행해지고 있으며, 관수시설은 양액재배 농가에서 배지에 점적호스를 설치하여 사용하듯이, 점적호스를 사용하는 농가가 많으며 또는 스프링클러를 상부에 달아 상부에서 관수하는 두상관수방법으로 하는 농가도 많이 있는 것으로 판단 되었음
- 당사는 이전부터 연구용 관수컨트롤러를 제작해오고 있었으며 시험용 관수방법은 대부분 동일한 방식으로 하고 있어 하나의 표준화 기법이라 할수도 있다
그런데 농가의 경우는 재배작물에 따라 재배방식에 따라 각기 다른 방식의 관수장치를 생각하고 있었음

(1) 개발 관수장치의 기능 (4점출력)

- 연구소는 관수시험을 할 때 대다수 텐시오미터라는 토양수분을 사용하여 센서에 의한 자동관수 시험을 해오고 있으며, 보통 3반복 이상의 시험을 하고 있으며 3반복 시험은 구역을 3곳으로 구분하여 각 구역별 물관리 시험을 달리하는 것으로 각 구역마다 센서를 2개이상 매설하여 그 평균값으로 관수제어를 하고 있다
- 자동관수의 기법에 대하여 알고 있는 농가도 있지만 토양수분센서인 텐시오미터가 어떤 것인지 대다수 모르고 있었음



그림 58. 시설재배 농가용으로 개발한 관수컨트롤러 >



그림 59. 관수컨트롤러 내부

기능 및 규격:

- 스마트폰상 모바일앱으로 동작하는 ICT융복합 관수제어
- 전자밸브 동작 4~7개 출력 접점
- 펌프동작 1~2개 출력 접점(밸브동작이 1개이상 이면 동시 동작)
- 자동 및 수동 동작기능 전환 (자동은 원격제어기능 임)
- 스마트센서장치 및 토양수분센서와 함께 사용
- 무선중계기는 장치에 포함 되어있음
- 센서1개로 전자밸브별 각각 ON/OFF 제어 기능
- 각 전자밸브별 각각의 센서에 의한 ON/OFF 제어 기능
- 각 전자밸브별 관수 ON시간 OFF시간 각각 설정 및 동작
- 관수시점 설정에 의한 수분센서 감지로 자동 관수개시 및 관수중지 동작
(관수점의 상한.하한값 설정,단위 kPa)
- 전자밸브 동작전원 AC24V
- 장치전원 : AC220V/2A,단상
- 펌프 구동기용 전원 : AC220V/20A,삼상

(2) 시설재배농가의 관수시스템

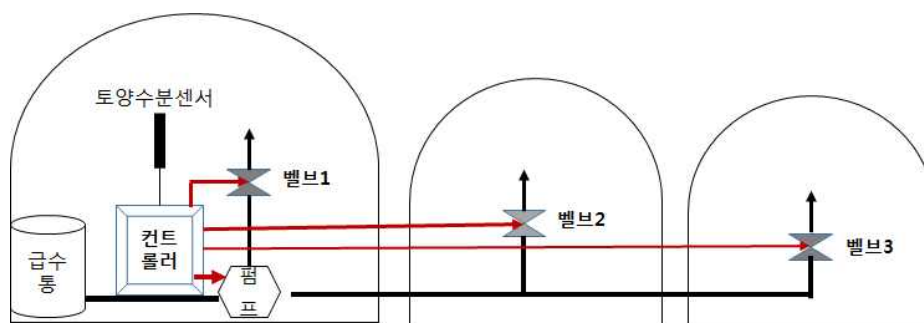


그림 60. 농가관수 시스템

- 농가는 센서1개로 3곳의 하우스별 각각의 관수제어를 해야함
- 컨트롤러 1대로 다수의 각 하우스별 밸브를 동작해야 함
- 때로는 액비제어기를 함께 동작해야 함



그림.61 스마트폰의 관수 원격제어 화면

사. 서버시스템 및 모바일앱 프로그램



그림 62. 서버 시스템 모니터링 화면(<http://server.usem.kr>)

(1) 젯팜스 시스템 구성

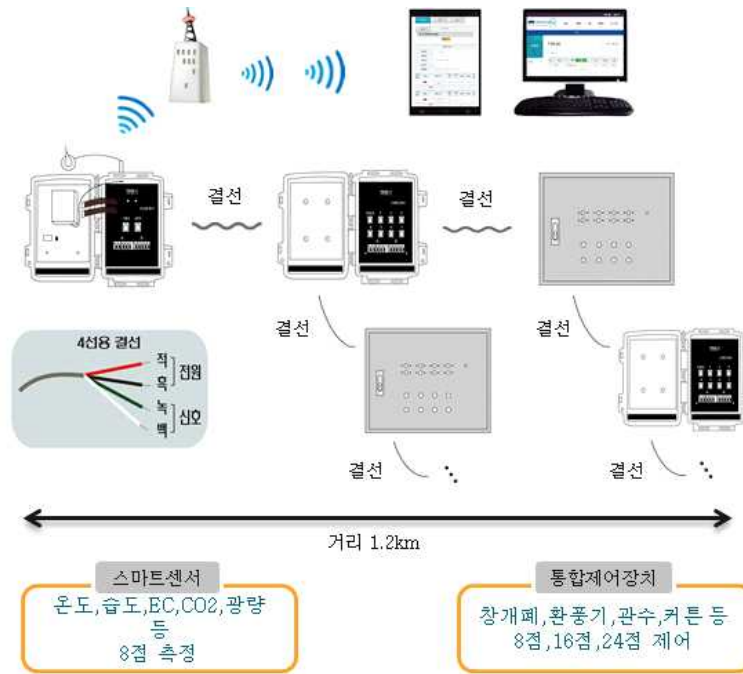


그림 63. 개발완료 장치의 시스템 구성도



그림 64. 모바일 및 서버화면

6. 1협동기관 2차년도 연구

1) 연구 기간 : 2015년 8월 1일 ~ 2016년 7월 28일

2) 연구 재료 및 방법

가. 시설 하우스 및 센서 선정

- 연구에 사용된 시설 하우스 위치는 경기도 안성시 중앙로 327 한경대학교 내 유리온실 두 곳을 사용하여 센서가 미 설치된 관행재배 온실과 센서가 설치된 온실에서 실험 기간 동안 두 반복으로 식물을 재배하였다.
- 연구에 사용된 센서는 본 과제를 위해 개발된 (주) 유셈 인스트루먼트사 (USEM)의 범용통합장치 시스템인 Z-Farms를 사용하여 식물 재배 시 시설 하우스의 환경 관리에 이용하였으며, 개발된 센서 및 범용통합장치의 정확도 및 측정값의 비교를 위하여 기 개발되어 상용화 된 핀란드 바이살라 (Vaisala)사의 통합장치 및 환경계측 센서를 이용하여 비교 분석하였다.

나. 식물 식재

- 연구에 사용된 작물은 토마토로 소과는 농우종묘의 '미니찰', 중과는 다끼이종묘의 '모모타로' 품종을 선정하였다. 토마토 재배는 경기도 안성의 육묘장으로부터 플러그 육묘 트레이 50구에 종자를 파종하였고, 육묘를 2015년 8월 20일과 2016년 4월 10일에 두 차례 정식하였다. 재식거리는 60×30cm로 2열 재배하였다. 양액재배에 있어서 급액방법은 타이머를 이용하여 07:15, 08:00, 08:45, 09:30, 10:15, 11:00, 11:45, 12:30, 13:15, 14:00, 14:45, 16:45일때 각 2분씩(2조×4ℓ/h) 비순환식으로 주당 1일 1.6ℓ 정도를 공급하였다. 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 실시하였다. 배양액은 한국 원시 배양액 (N-P-K-Ca-Mg 9-2-5-4-2me/ℓ)을 100배 농축액으로 조성하여 이용하였다. 정식초기 양액은 EC농도를 0.8~1.2dS/m², pH는 5.5~7.0수준으로 조절하여 공급하고 녹숙기 이후 양액공급은 일사량이 300Wh/m²에 도달 시 EC농도를 1.5~2.0dS/m² 수준으로 공급하였다. 시험처리는 수정 후 20일, 30일, 40일에 각각 표준액에 NaCl 4.6kg을 첨가하여 공급하였다. 그 밖의 모든 재배는 농촌진흥청에서 제시한 토마토 재배 방법을 준수 하였다.

다. 조사항목

- 본 연구의 조사항목은 범용통합장치 기반 시설하우스 재배 환경 설계 및 시설 내 센서의 위치 선정을 통하여 개발된 국내 USEM 센서와 Vaisala 센서 간의 비교를 하였으며, 센서 이용에 따른 작물의 성장상 분석을 위하여 토마토의 생육조사는 육묘 후 10일에 생체중과 건물중, 엽수, 엽면적, 근장, 엽형지수, SPAD를 조사하였으며, 육묘 후 40일에 초장, 화방수, 절간장, 줄기 직경과 엽수분 등을 조사하였고, 수확 후 과실의 경도와 당도, 총수량, 상품수량, 상품과율, 기형과율, 배꼽썩음병 발생을 등을 조사하였다. 모든 조사항목은 두 반복 재배를 통하여 각각 10개체씩 3반복 측정하였다.

3) 연구 결과 및 고찰

가. 범용장치 기반 시설 하우스 재배 환경 설계

- 본 연구는 국내에서 개발한 온실 환경 제어 시스템인 범용통합장치가 수입제품에 비하여 각종 센서의 성능과 환경제어의 안정성 및 실용성을 검토하고, 개발된 통합장치가 설치된 환경제어 온실에서 환경 데이터 수집 및 분석과 작물의 성장 정보를 분석하여 통합장치 사용 성능에 대한 비교시험 연구를 수행하였다.

2015년 8월부터 2차 년도 과제 수행을 위하여 한경대학교 내 유리온실에 USEM에서 개발한 스

마트 센서가 장착된 범용 통합장치인 Z-Farms를 설치 위치를 선정하고, 개발된 통합장치의 안정성과 성능을 비교 검토하기 위하여 타회사인 Vaisala 센서의 위치를 선정하여 각각 설치하였다. 또한 통합장치의 실용성을 검토하고자 환경제어 온실에서의 작물 성장 정보와 센서가 미 설치된 온실에서 관행재배를 통한 작물의 성장 정보를 수집하여 분석하였다.



그림 65. 한경대학교 내 유리온실에 센서 미 설치 온실과 센서 설치 온실에서 토마토 재배 현황

나. 센서의 위치 선정

- 교내 유리온실에 설치된 장치는 ㈜ 유샘 인스트루먼트사 (USEM)에서 개발한 센서인 온도, 습도, 지온, 광량, CO₂ 및 엽수분 센서를 범용통합장치인 Z-Farms에서 제어하는 것으로 온실 중앙부에 설치하였다. 이와 비교 분석할 타회사인 Vaisala 센서는 이미 국내에서도 많이 사용되고 있으며, 정확도가 높은 것으로 평가받고 있어서 성능과 안정성 분석을 위해서는 비교대상으로 적절하다고 판단되며, 동일한 온실 내 가장자리에 설치하였다.

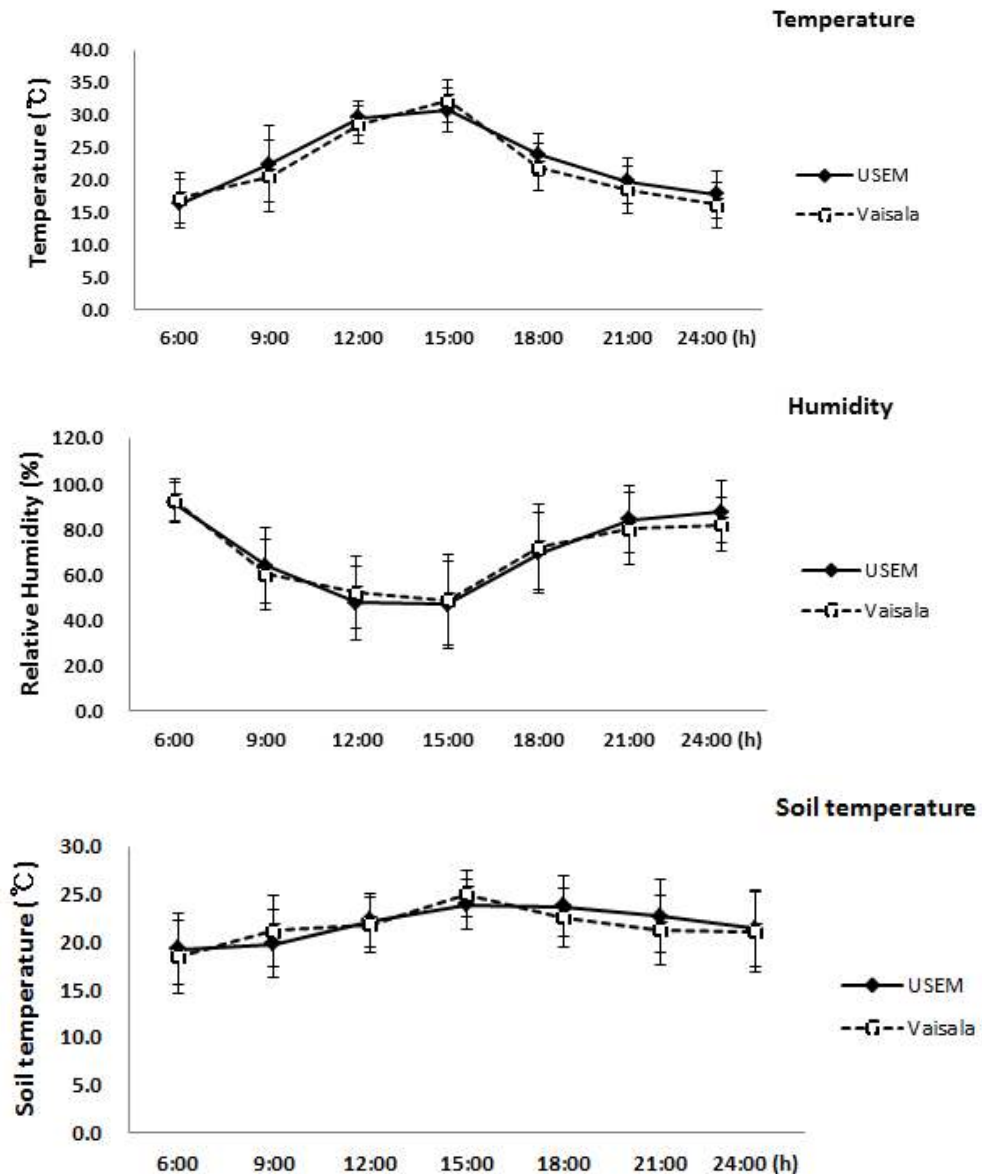


그림 66. 센서 및 범용통합장치 설치 온실에서 센서의 위치 선정 및 토마토 재배 현황

다. 조사항목

① 센서 간의 비교 및 온실 내 환경 예측

- 스마트 센서의 작동을 비교 시험하기 위하여 온실 내 설치된 USEM과 Vaisala 사의 온도, 습도, 지온, 광량 및 CO₂ 센서의 수치를 실시간으로 전송받은 자료를 바탕으로 **춘, 하, 추, 동절기의 측정값에 대하여 24시간 중 센서의 변화값이 큰 시간대를 선정하여 6시부터 24시의 측정값을 분석하여 센서 작동의 정확성과 안정성을 확인하였다** (그림 3). 그 결과 두 회사의 센서 모두 동 시간대 동일 온실 내에서 유사한 측정값을 얻음으로써 환경을 예측 할 수 있었다.
- 센서의 측정값 분석에 대한 통계는 SAS 통계프로그램을 이용하여 **Duncan's multiple range test at 5% level**로 분석하였다.



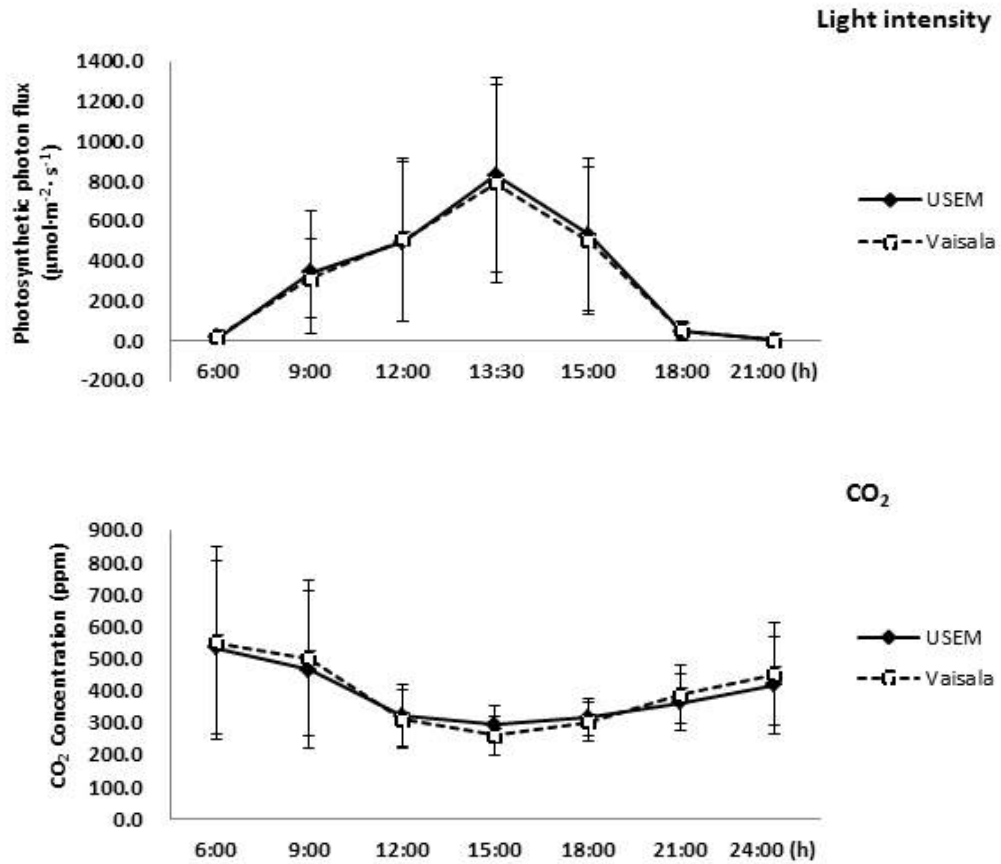
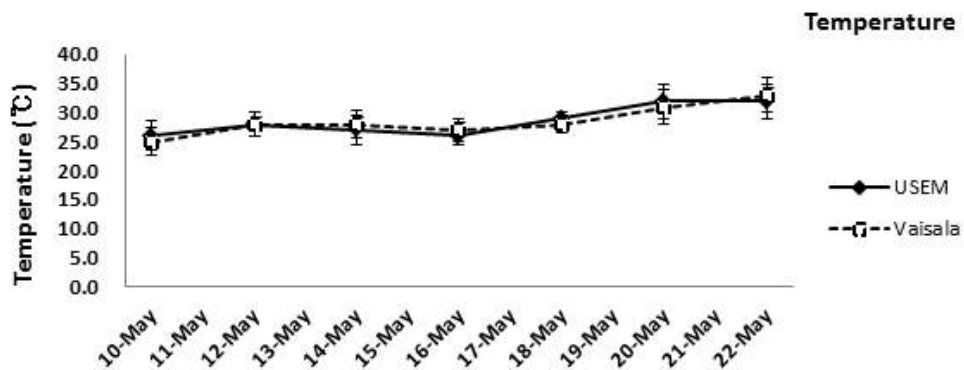


그림 67. 센서 그래프

그림 67은 본 연구에서 개발한 USEM 스마트 센서와 Vaisala 센서의 측정 수치 비교 분석 - 스마트 센서의 작동에 대하여 환경 측정값에 대하여 연속적인 수치 출력을 바탕으로 온실 내 환경의 변화를 예측하고 안정적인 작물재배를 하기 위하여 온실 내 설치된 USEM과 Vaisala 사의 온도, 습도, 지온, 광량 및 CO₂ 센서의 수치를 실시간으로 전송받은 자료를 바탕으로 5월의 12시, 정오 시간대의 측정값에 대하여 센서 작동의 정확성과 안정성을 확인하였다 (그림 3-1). 그 결과 두 회사의 센서 모두 동 시간대 동일 온실 내에서 유사한 측정값을 얻음으로써 환경을 예측 할 수 있었다. 센서의 측정값 분석에 대한 통계는 SAS 통계프로그램을 이용하여 분석하였다.



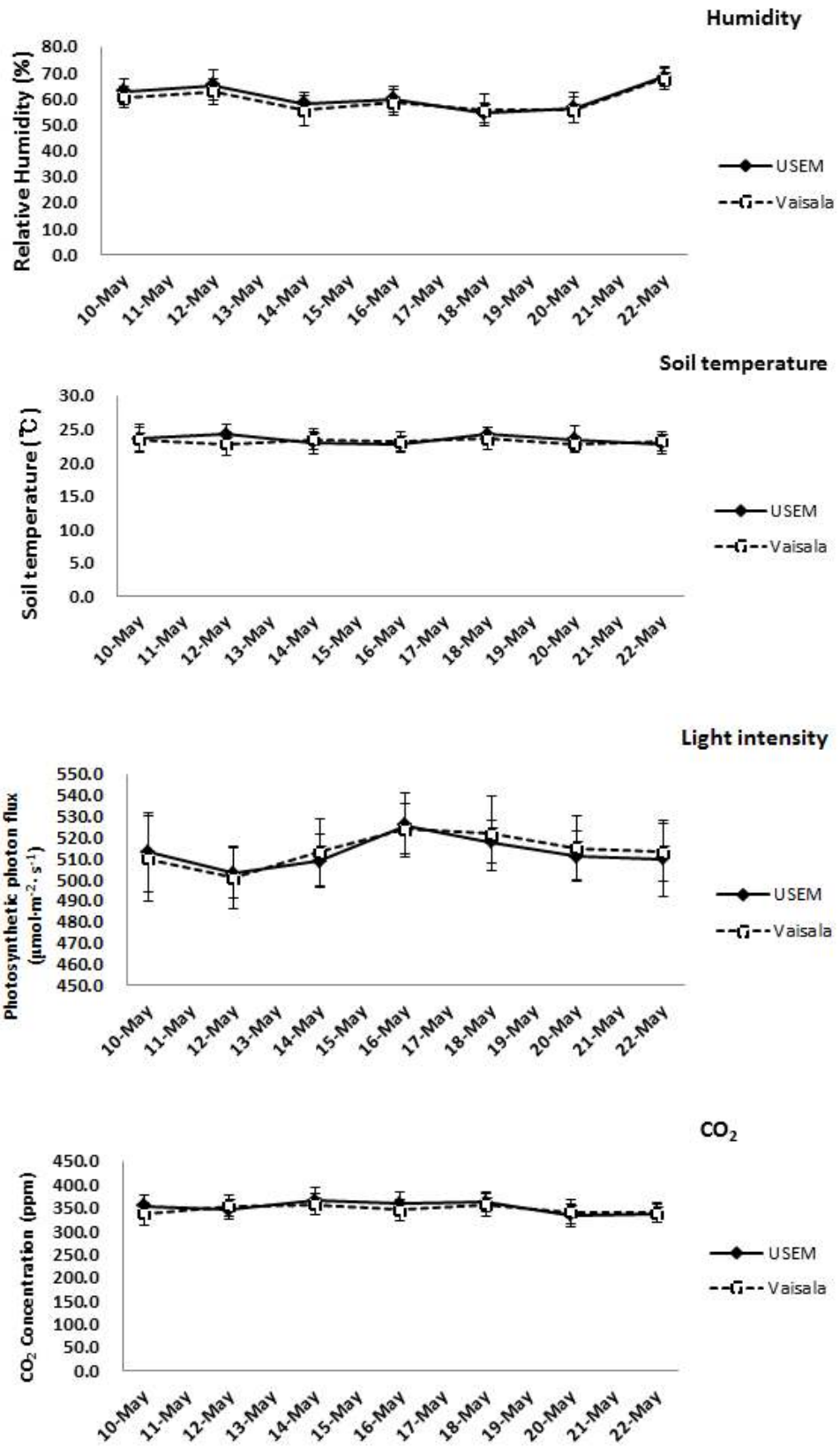


그림 67-1. 연속적 USEM 스마트 센서와 Vaisala 센서의 측정 수치 비교 분석

- 본 연구에서 개발된 USEM의 센서 및 범용장치는 현재 널리 사용되고 있는 핀란드 사 Vaisala의 센서 값과 비교해도 온실 내 환경 측정의 정확도와 안정성에서 유사한 성능을 보였다고 판단된다. 1단계 연구에서 활용한 몇몇 센서의 불안정한 측정도 보완되었다.
- 2단계에 적용한 Z-Farms 범용통합장치는 안정성과 성능면에서 우수하며, 사무실이나 원거리 혹은 모바일로도 접속 가능하여 언제든지 온실 내 환경 측정값을 확인 할 수 있어서 향후 농가에서 국내 센서 및 범용통합장치를 이용하여 안정적인 작물의 생산이 가능함을 확인하였다.

② 센서이용 식물 엽수분을 이용한 병해충 예찰

- 병해충의 발생은 연도나 지역에 따라 차이가 크다. 따라서 적기에 정확하게 방제하려면 그 발생을 미리 살피고, 일찍 발견함으로써 유효적절한 방제대책을 실시해야한다. 따라서 작물에 큰 피해를 끼칠 병해충에 대해서는 그 번식과 관계가 깊은 작물의 생육상황과 기상 등을 조사하여 병해충의 발생에 관한 정보를 미리 파악하는 것을 병해충 발생예찰이라 한다.
- 일반적인 병해충 예찰은 개체군 변동 메커니즘을 파악하거나, 기상조건, 천적의 활동 등 자연적 요인과 농작물의 품종, 재배시기, 시비, 기타의 재배조건이나 방제 등 인위적인 요인이 있다. 정확한 병해충의 예찰을 위해서는 이들 요인과 연관시킨 축적된 자료를 바탕으로 통계적으로 검토하여 상관관계가 높은 요인을 분석하여 그것과 발생량, 발생시기의 회귀관계를 구하여 예찰하거나 병해충의 생리, 생태적 상태와 관련된 실험적 변화를 유도하여 예찰하는 방법이 있다.
- 본 연구에서는 엽수분 센서를 이용한 병해충 예찰을 시도해 보았다. 엽수분을 이용한 병해충 예찰은 생육에 관계하는 것으로 작물의 생리생태적 특성, 기상조건, 농작물의 재배 조건등과 관련되어 있다.
- 대부분의 병원균은 토양이나 공기 등으로 농작물의 상처난 조직을 통해서 접근 가능하며, 농작물의 잎의 기공이나 수공으로 침입하여 세포간극에서 증식하며, 주변세포의 영양을 흡수하며 증식한다. 이 때 작물 내 수분과 온도가 병원균의 증식과 침입에 중요한 영향을 미친다. 수분은 식물체가 생명을 유지하는 기본적인 성분으로 작물의 성장, 생리, 과실 수량 및 품질에 중요한 역할을 한다. 또한 엽수분은 기공개폐 및 광합성과 토양의 수분장력과의 깊은 관련이 있다.
- 본 연구에서 토마토 재배 기간동안 USEM의 엽수분 센서를 이용하여 24시간 중 엽수분 변화값이 큰 시간대를 선정하여 6시부터 24시의 측정값을 분석하였다 (그림 68). 그 결과 증산작용이 가장 활발한 낮 시간대를 제외한 저녁 6시 이후부터 다음날 오전 9시까지 엽수분이 증가하였다. 이 때 토마토의 잎에서의 병해충의 예찰은 센서 미설치 온실과 거의 유사한 결과를 얻었다. 재배 작물의 엽수분이 증가하면 기타 환경적 요인에 기인하여 병해충에 노출될 가능성이 있으므로, 엽수분 센서로 미리 작물의 상태를 파악하여 조기에 예방하거나 대책을 세울 수 있을것이라 판단된다. 본 실험은 단기 시설재배에서 토마토의 엽수분을 이용한 병해충을 예찰해 본 것으로 다년간 연작재배를 한다면 엽수분 센서는 반드시 필요하며, 이를 이용하여 병해충 예찰이 가능할 것으로 판단된다.

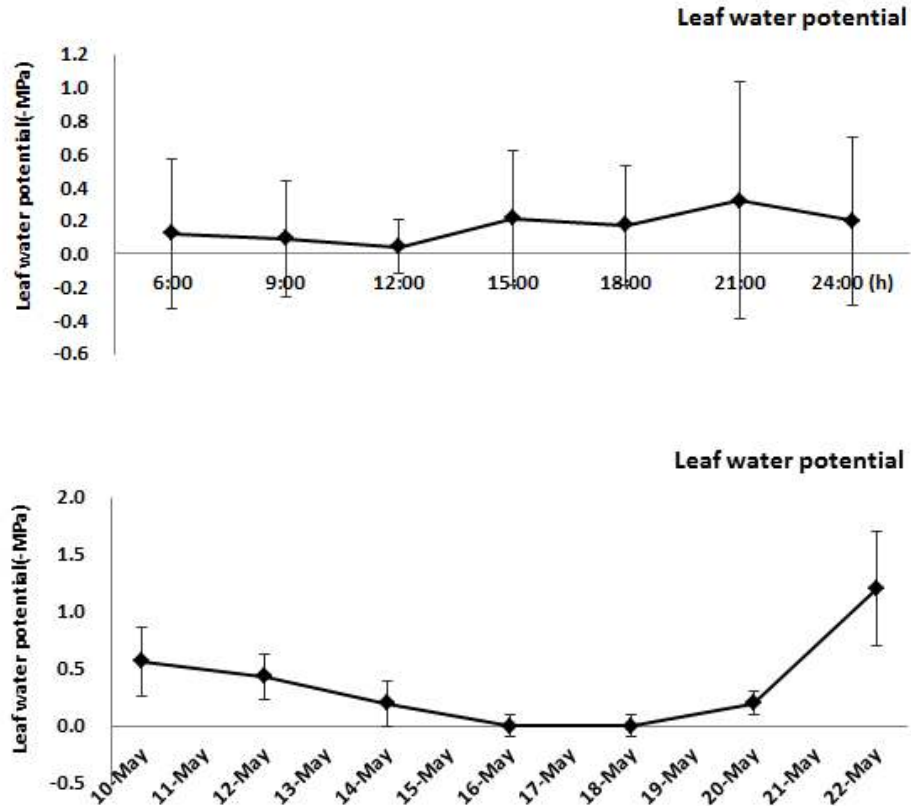


그림 68. USEM의 엽수분 센서를 이용한 토마토 잎의 수분 변화 측정

③ 센서에 따른 작물의 성장상 분석 (비파괴)

- 센서가 설치된 온실과 센서 미설치 온실에서 작물의 성장상 분석을 통하여 시설하우스 내 작물재배 시 센서 및 범용통합장치 사용의 유용성을 검토하기 위하여 USEM의 스마트 센서 이용 범용장치인 Z-Farms와 핀란드사 Vaisala의 센서를 설치한 온실과 센서가 설치되지 않은 온실에서 관행재배를 통하여 토마토를 재배하였다. 토마토의 성장상 분석은 육묘 후 10일째와 40일, 그리고 수확 후로 이루어졌으며, 두 반복 재배를 통하여 각각 10개체씩 3반복 측정하였다.
- 스마트 센서가 설치된 온실과 미설치 온실에서 재배한 토마토의 육묘 후 10일째 생체중과 건물중, 엽수, 엽면적, 근장, 엽형지수 및 SPAD의 통계적 생육의 차이는 나타나지 않았으나(SAS 통계프로그램 분석), 스마트 센서를 이용한 온실에서의 재배는 관리자에게 비상 시 SMS통보 및 컴퓨터나 모바일로 온오프제어 및 원격제어를 가능하게 하여 온실 내 작물 생육 환경을 실시간으로 예측할 수 있어서 재배나 관리 시 작물 생육 평가가 적제 적시에 가능하여 편리하였다 (그림 69).

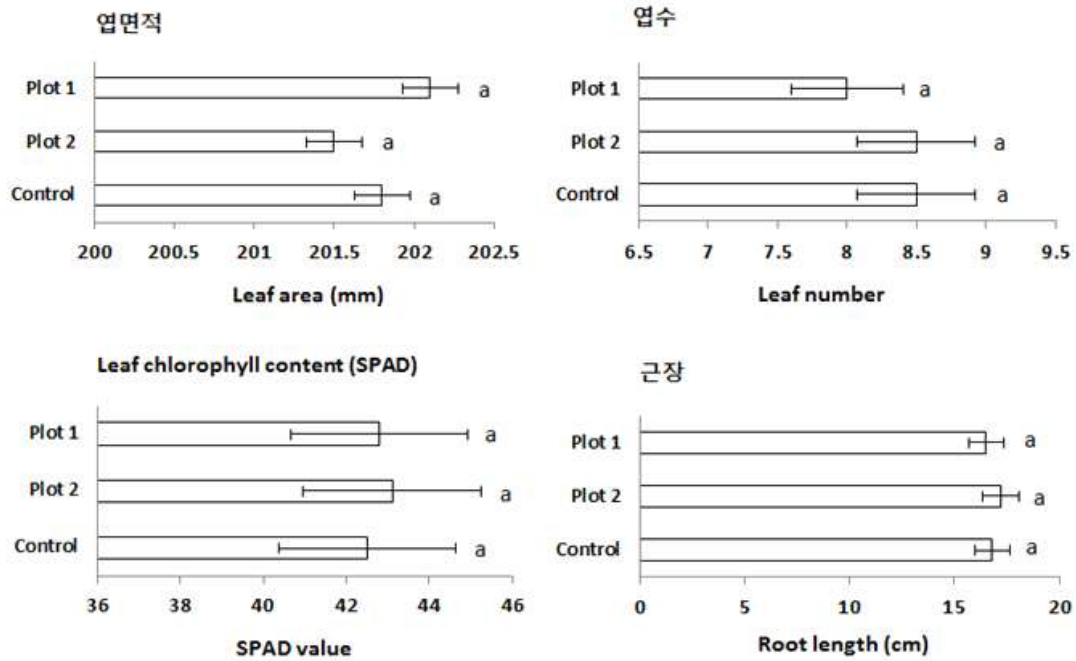


그림 69. 센서에 따른 토마토 초기 생장 분석. Plot 1: 센서 설치 온실 (USEM), Plot 2: 센서 설치 온실 (Vaisala), Control: 센서 미설치 온실.

- 스마트 센서가 설치된 온실과 미설치 온실에서 재배한 토마토의 육묘 후 40일째 생육특성을 조사한 결과 소과(방울토마토)의 경우, 초장은 168~172 cm, 화방수는 9~9.5개, 줄기직경(경경)은 15.8~16.2 mm이며 절간장은 58~63 cm로 측정 되었으며, 센서가 설치된 온실과 미설치 온실에서 통계적 유의차는 없었다 (그림 70).
- 과중은 21.0~22.5 g, 과실직경은 3.0~3.1로 측정되었고 과실의 색이나 형태는 그림 7에서 보는 바와 같이 처리구간 균일성을 보였다. 이 또한 센서가 설치된 온실과 미설치 온실에서의 통계적 유의차는 없었다.

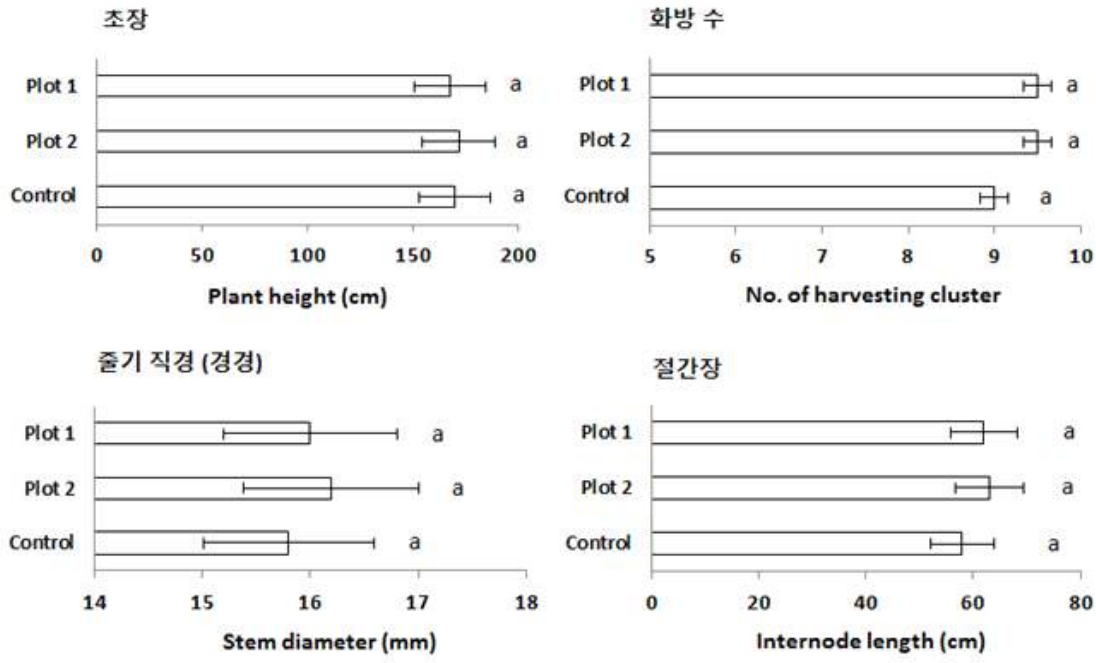


그림 70. 센서에 따른 토마토 소과(방울)의 성장상 분석. Plot 1: 센서 설치 온실 (USEM), Plot 2: 센서 설치 온실 (Vaisala), Control: 센서 미설치 온실.

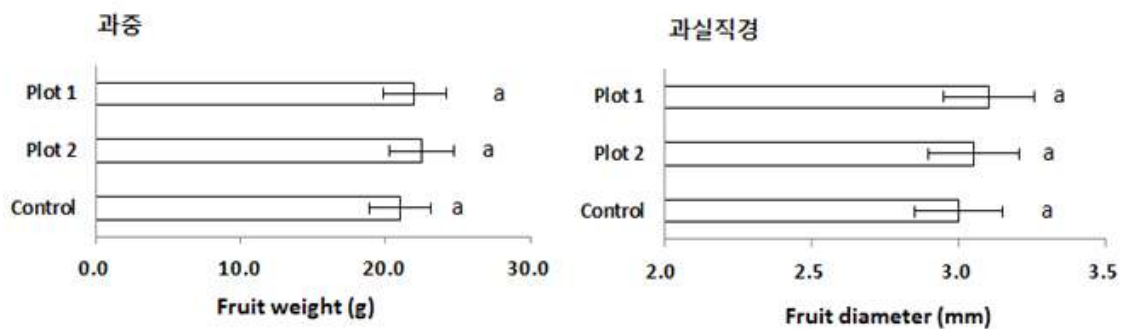


그림 71. 센서에 따른 토마토 소과(방울)의 과중 및 과실직경 분석. Plot 1: 센서 설치 온실 (USEM), Plot 2: 센서 설치 온실 (Vaisala), Control: 센서 미설치 온실.

- 중과의 경우는, 스마트 센서가 설치된 온실과 미설치 온실에서 재배한 토마토의 육묘 후 40일째 생육특성을 조사한 결과 초장은 152~172 cm, 화방수는 5.5~6개, 줄기직경(경경)은

13.8~14.8 mm이며 절간장은 63~68 cm로 측정 되었으며, 초장을 제외하고 센서가 설치된 온실과 미설치 온실에서 통계적 유의차는 없었다 (그림 71).

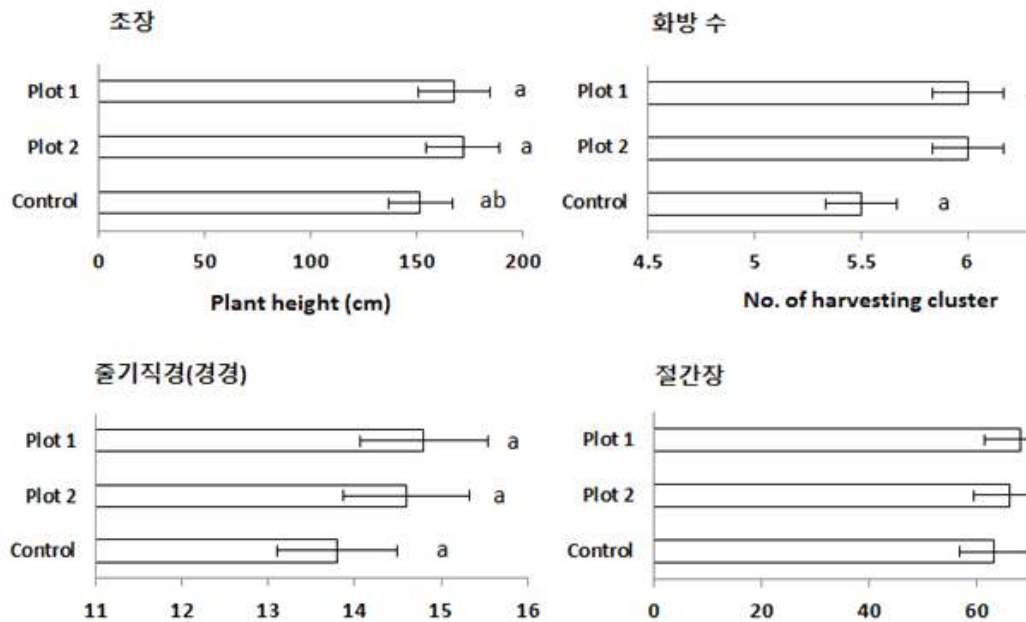


그림 72. 센서에 따른 토마토 중과의 성장상 분석. Plot 1: 센서 설치 온실 (USEM), Plot 2: 센서 설치 온실 (Vaisala), Control: 센서 미설치 온실.

- 과중은 132~138 g, 과실직경은 6.2~6.5로 측정되었고 과실의 색이나 형태는 그림 72에서 보는 바와 같이 균일성을 보였다. 이 또한 센서가 설치된 온실과 미설치 온실에서의 통계적 유의차는 없었다.
- 전반적인 토마토의 생육은 센서 사용과 관계없이 양호한 것으로 나타났으나 관리자는 온실의 모든 환경 제어가 센서와 연결된 범용통합장치를 이용하여 수집된 정보의 데이터베이스화, 모니터링, 제어 서비스를 통하여 최적 생육환경을 유지함으로써 농가의 노동력을 절감할 수 있으며, 기상 변화에도 안정적인 고품질 생산이 가능하여 우수한 품질의 작물을 생산 판매함으로써 경쟁력 확보를 기대할 수 있다.
- 따라서 작물의 생육에 중요한 요소인 온실 내부 환경을 측정하고, 실험자가 실시간 확인 할 수 있도록 스마트 센서를 이용하여 재배된다면 환경제어가 가능하고, 스마트 센서가 측정한 값을 실시간으로 통신장치를 이용하여 재배자에게 정보의 전송이 가능하므로 민감하게 온실 내 환경을 감지하고 제어할 수 있어서 이용 가치가 크다고 생각한다.

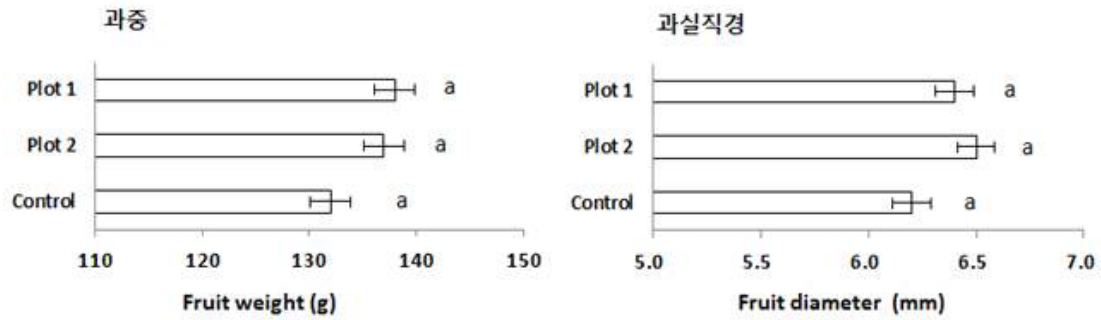
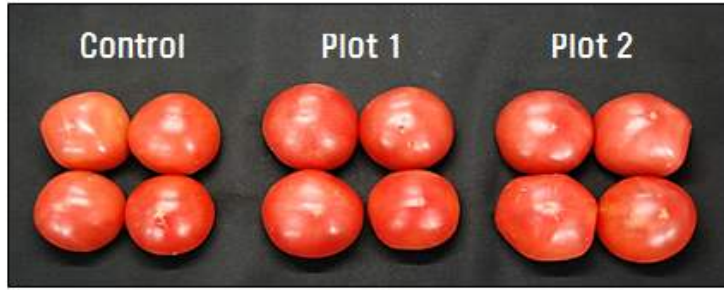


그림 73. 센서에 따른 토마토 중과의 과중 및 과실직경 분석. Plot 1: 센서 설치 온실 (USEM), Plot 2: 센서 설치 온실 (Vaisala), Control: 센서 미설치 온실.

④ 센서에 따른 작물의 성장상 분석 (파괴)

- 센서가 설치된 온실과 센서 미설치 온실에서 토마토를 재배하였을 때, 토마토의 경도와 당도를 측정된 결과는 표 1과 2와 같다. 소과(방울)의 경우, 경도는 1.49 ~1.51 kg/cm² 로 나타났으며, 당도는 6.7~6.8 °Brix 로 조사되어 센서 설치 유무에 따른 통계적 유의차는 보이지 않았다.
- 중과의 경우에는, 센서 설치 온실에서는 경도가 1.42 ~1.43 kg/cm² 로 나타났으며, 센서 미설치 온실에서는 경도가 1.36 kg/cm² 로 나타났다. 당도는 센서 설치 온실에서 6.6~6.7 °Brix 로 조사되었으며, 센서 미설치 온실에서는 6.3 °Brix 로 조사되었다. 중과의 경우 경도와 당도 모두 통계적으로 유의적 차이는 근소하게 나타났다.

표10. Characteristics in fruit quality of cherry tomato 'Minichal' by suppling amount of nutrient solution.

Treatment plot	Fruit firmness (kg/cm ²)	Sugar content (°Brix)
Plot 1	1.51 a	6.8 a ^y
Plot 2	1.49 a	6.7 a
Control	1.50 a	6.8 a

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level
 Plot 1: 센서 설치 온실(USEM), Plot 2: 센서 설치 온실 (Vaisala), Control: 센서 미설치 온실.

표11. Characteristics in fruit quality of tomato 'Momotaro' by suppling amount of nutrient solution.

Treatment plot	Fruit firmness (kg/cm ²)	Sugar content (°Brix)
Plot 1	1.42 a	6.6 a ^y
Plot 2	1.43 a	6.7 a
Control	1.36 ab	6.3 ab

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level
 Plot 1: 센서 설치 온실(USEM), Plot 2: 센서 설치 온실 (Vaisala), Control: 센서 미설치 온실.

⑤ 센서에 따른 작물의 생산량 및 경제성 분석

- 센서가 설치된 온실과 센서 미설치 온실에서 토마토를 재배하였을 때, 생산량과 상품과율 및 경제성 등을 분석한 자료는 소과(방울)의 경우는 표10, 중과의 경우는 표 4와 같다. 센서에 따른 토마토의 총수량을 분석한 결과 소과(방울)의 경우는 센서 미설치 온실에서 재배한 것은 10,010 kg·10a⁻¹이었으며, USEM과 Vaisala의 스마트 센서가 설치된 온실에서 재배된 토마토의 총 수량은 각각 10,089 kg·10a⁻¹ 와 10,104 kg·10a⁻¹ 으로 나타났다. 중과의 경우는 센서 미설치 온실에서 재배한 것은 14,400 kg·10a⁻¹이었으며, USEM과 Vaisala의 스마트 센서가 설치된 온실에서 재배된 토마토의 총 수량은 각각 14,850 kg·10a⁻¹ 와 14,820 kg·10a⁻¹ 으로 나타났다.
- 상품과율은 소과(방울)와 중과 모두 센서가 설치된 온실에서 재배된 것이 약 5%씩 높게 나타났으며, 중과의 경우 기형과나 중량미달, 배꼽썩음병이 발생한 과실의 비율이 센서 설치 온실에서 약간씩 낮았으나 통계적 유의차는 없었다.

표12. Characteristics in yield of cherry tomato 'Minichal' by suppling amount of nutrient solution.

Treatment plot	Total yield (kg·10a ⁻¹)	Marketable yield (kg·10a ⁻¹)	Marketable fruit ratio (%)
Plot 1	10,089 a	9,092 a	90.1
Plot 2	10,104 a	9,096 a	90.0
Control	10,010 a	8,509 a	85.1

Plot 1: 센서 설치 온실(USEM), Plot 2: 센서 설치 온실 (Vaisala), Control: 센서 미설치 온실.

표13. Characteristics in yield of tomato 'Momotaro' by suppling amount of nutrient solution.

Treatment plot	Total yield (kg·10a ⁻¹)	Marketable yield(kg·10a ⁻¹)	Marketable fruit ratio(%)	Malformed fruit ratio(%)	Small fruit ratio ^z (%)	Blossom-rot ratio(%)
Plot 1	14,850 a ^y	13,365 a	90.0	5.0	5.4	1.8
Plot 2	14,820 a	13,339 a	90.2	4.9	5.6	1.9
Control	14,400 ab	12,242 b	85.1	4.8	5.8	2.1

^zSmall fruit : <100g

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level

Plot 1: 센서 설치 온실(USEM), Plot 2: 센서 설치 온실 (Vaisala), Control: 센서 미설치 온실.

- 전반적으로 본 연구를 통하여 센서가 설치된 온실과 센서 미설치 온실에서 토마토를 재배하였을 때, 센서 및 범용통합장치로 자동 환경 제어가 가능한 온실과 기존 농가의 배전반을 이용하여 관리자의 수시 점검으로 재배 및 관리된 온실에서의 토마토 생산량 및 상품과율 등은 통계분석 결과 유의적 차이는 보이지 않았다. 다만 최종 생산물의 상품 가능한 수량과 과실을 살펴보면 센서 및 범용통합장치를 이용하여 환경제어를 자동적으로 조절한 온실에서 약간의 통계적 차이를 보이는 것을 확인할 수 있었다.
- 스마트 센서를 이용한 온실에서는 토마토 재배가 재배자가 적시에 온실 내부 환경을 예측할 수 있기에 효율적이고 안정적인 수확량과 상품성이 기대되며, 스마트 센서 및 범용 장치의 안정성 연구를 통해서 농가에 보급되면 농작물의 생산성 및 상품성과 경제성이 높아질 것으로 생각된다.

7. 2협동기관 2차년도는 연구

주요업무

- 개선된 장치의 센서 데이터 및 제어등 스마트폰상 실시간 동작 확인
- 개선된 장치의 농가 설치 및 사용의 편리성 동작 시험
- 농가섭외 및
- 농가실증시험
- 매뉴얼 개발

(가) 현장은 현재 각자의 제어장치를 사용하고 있어, 섭외한 대다수 농가는 실증을 위한 개발 통합제어장치 동작에 대한 불안감이 있어, 통합제어장치의 시험보다 센서장치의 데이터 통신의 편리성과 안정성에 대한 실증시험을 위주로 하였음

(나)농업현장 실증시험의 목적은, 현장에 설치한 개발장치와 센서가 정확하게 동작하는지와 데이터 통신이 문제없이 안정적으로 서버에 전송되는지의 성능시험을 목적으로 합니다

(다) 각 농가 현장을 섭외 하였으며, 주기적인 현장방문 및 유선상으로 장치의 설치상태를 확인하거나 동작법 및 활용도에 대한 설명을 하였음

(라) ICT 전문가 초청 교육

일 시 : 2016. 4. 5(화) 13:00 ~ 16:00

장 소 : (주)비제이멜론 회의실

참 석 자 : 6명(엠 원예기술연구소(문병우), 한경대학교 교수(정유진), (주)유샘 인스트루먼트(한종필, 서유탉) (주)비제이멜론(박윤정, 양윤희))

주요내용

- ICT융복합의 이해 및 각종 시스템의 설치 및 구성요소
- 환경관리의 구분 및 시설원에 분야의 연계사업








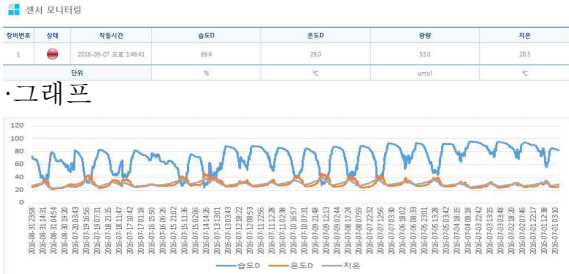
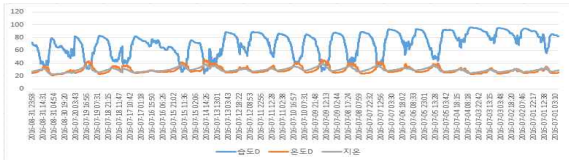
그림 74. ICT 전문가 초청 교육




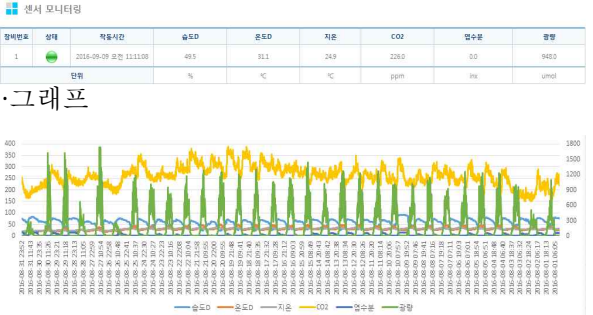
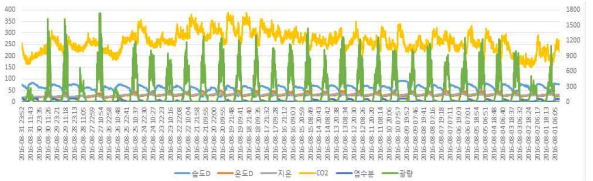


(마) 10여곳 이상의 가능한 다양한 시설재배 농업현장으로 하였으며, 장치가 문제없이 동작 하는지는 서버에 데이터 수집이 지속적으로 되는지와 스마트폰에서 데이터 확인으로 하였음







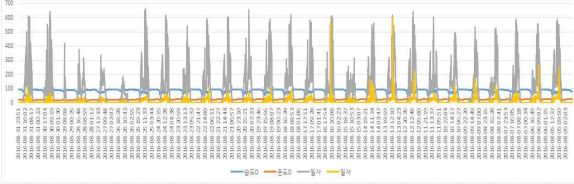
(바) 현장실증시험 장소는 다음과 같이 총 12곳이며, 10분 간격으로 데이터 통신하고 있음
1협동기관 (한경대학교), 2협동기관 (비제이멜론), 전남 고추재배 농가(토경)
경기 소득작물연구소 인삼(토경), 경기도 농업기술원 가지 (토경)
충남 논산 딸기농가 양액재배 (양액), 충남 논산 딸기 시험장 (토경)
경남 거창 딸기 농가(양액), 제주 감귤 시설재배 농가(토경)
전북 남원 오이재배 농가(토경), 전북 남원 토마토재배 농가(토경)
전북 남원 오이, 토마토재배 농가(토경) 의 총12곳






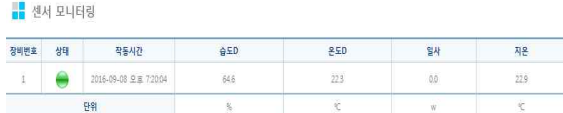
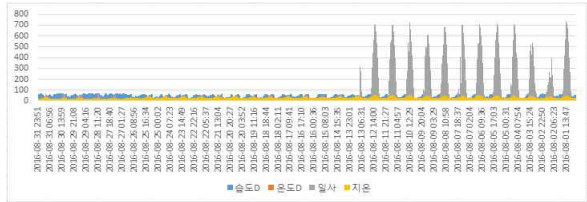
(사) 현장 성능실증 시험 내용

- 데이터 통신 10분간격 서버전송 함
- 다음의 그래프와 최대,최소값 내용은 8월 1개월간의 데이터 결과로서 웹모니터링의 동작을 정리 하였음
- 현재 까지 사용중인 장치는 정상 동작하며 안정적인 데이터 통신의 동작을 하고 있음
- 장치의 사용이 쉽고, 설치 또한 편리하여 농가에서 충분히 사용가능함






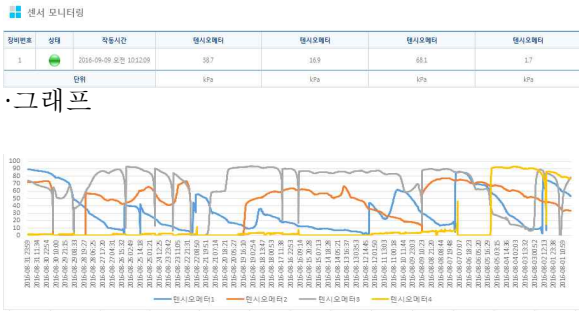
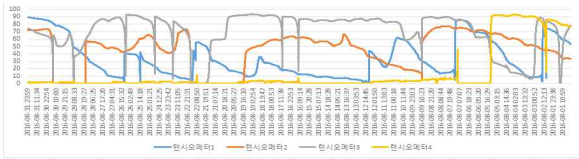
번호	현장명	농가현황	시설현황	농가 내부 및 장치 설치 사진															
1	·전북 남원시 주생면 요천로 ·비제이멜론 ·김xx	· 양액재배 · 메론작물 · 100평, 1단동	·온실제어장치 1 ·난방기 1 ·양액기 1 ·관수펌프 1 ·관비기 1 ·Co2공급기 1	·온실 내부  ·온실제어장치  ·관수 시설, 펌프 등 															
사진	실증시험용 장비 설치내역 ·무선 중계기 1 ·스마트센서기 1 ·온·습도 1 ·지온 1	실증시험용 설치사진 ·무선중계기  ·스마트센서기 	그래프 및 평균, 최소, 최대값 ·센서 모니터링  ·그래프  ·한달 평균, 최대, 최소값 <table border="1" data-bbox="778 1868 1299 2011"> <thead> <tr> <th></th> <th>습도D</th> <th>온도D</th> <th>지온</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>평균값</td> <td>70.3</td> <td>29.6</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>최대값</td> <td>95.6</td> <td>46.3</td> <td>39</td> </tr> <tr> <td>최소값</td> <td>24.1</td> <td>21.3</td> <td>22.8</td> </tr> </tbody> </table>		습도D	온도D	지온	평균값	70.3	29.6	30	최대값	95.6	46.3	39	최소값	24.1	21.3	22.8
	습도D	온도D	지온																
평균값	70.3	29.6	30																
최대값	95.6	46.3	39																
최소값	24.1	21.3	22.8																





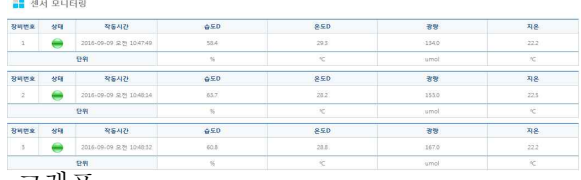
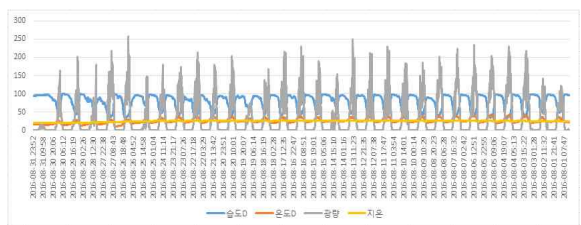
번호	현장명	농가현황	시설현황	농가 내부 및 장치 설치 사진																												
2	·경기 안성시 중양로 ·한경대학교	· 양액재배 · 방울토마토작물 · 30평, 1단동	·온실 제어장치 1 ·양액기 1 ·관수펌프 1 ·관수제어기 1	·온실 내부  ·온실제어장치  ·관수 시설, 펌프 등 																												
사진	실증시험용 장비 설치내역	실증시험용 설치사진	그래프 및 평균, 최소, 최대값	·센서 모니터링  ·그래프  ·한달 평균, 최대, 최소값 <table border="1" data-bbox="798 1865 1394 1966"> <thead> <tr> <th></th> <th>습도D</th> <th>온도D</th> <th>지온</th> <th>CO2</th> <th>엽수분</th> <th>광량</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>평균값</td> <td>57.5</td> <td>30.8</td> <td>30.6</td> <td>258.9</td> <td>3.6</td> <td>198.2</td> </tr> <tr> <td>최대값</td> <td>90.4</td> <td>50.6</td> <td>38.5</td> <td>388</td> <td>15</td> <td>1740</td> </tr> <tr> <td>최소값</td> <td>21.9</td> <td>16.7</td> <td>20.4</td> <td>146</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>		습도D	온도D	지온	CO2	엽수분	광량	평균값	57.5	30.8	30.6	258.9	3.6	198.2	최대값	90.4	50.6	38.5	388	15	1740	최소값	21.9	16.7	20.4	146	0	0
		습도D	온도D	지온	CO2	엽수분	광량																									
평균값	57.5	30.8	30.6	258.9	3.6	198.2																										
최대값	90.4	50.6	38.5	388	15	1740																										
최소값	21.9	16.7	20.4	146	0	0																										
·무선 중계기 1 ·스마트센서기 1 ·온·습도 1 ·지온 1 ·엽수분 1 ·광량 1 ·Co2 1	·무선중계기  ·스마트센서기 																															







번호	현장명	농가현황	시설현황	농가 내부 및 장치 설치 사진																			
3	·전북 ·남원시 ·주생면 ·요천로 ·임xx	· 토경재배 · 오이작물 · 800평, 4연동	·온실 제어장치 1 ·난방기 1 ·난방제어기 1 ·양액기 1 ·관수펌프 1	·온실 내부  ·온실 제어장치  ·관수 시설, 펌프 등 																			
사진	실증시험용 장비 설치내역	실증시험용 설치사진	그래프 및 평균, 최소, 최대값																				
	·무선 중계기 1 ·스마트센서기 1 ·온·습도 1 ·일사 2	·무선중계기  ·스마트센서기 	·센서 모니터링  ·그래프  ·한달 평균, 최대, 최소값 <table border="1" data-bbox="805 1850 1310 1977"> <thead> <tr> <th></th> <th>습도D</th> <th>온도D</th> <th>일사</th> <th>일사</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>평균</td> <td>86.1</td> <td>26.8</td> <td>79.7</td> <td>10.3</td> </tr> <tr> <td>최대값</td> <td>96.4</td> <td>34.6</td> <td>664</td> <td>604</td> </tr> <tr> <td>최소값</td> <td>45.7</td> <td>17.7</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>		습도D	온도D	일사	일사	평균	86.1	26.8	79.7	10.3	최대값	96.4	34.6	664	604	최소값	45.7	17.7	0	0
	습도D	온도D	일사	일사																			
평균	86.1	26.8	79.7	10.3																			
최대값	96.4	34.6	664	604																			
최소값	45.7	17.7	0	0																			

번호	현장명	농가현황	시설현황	농가 내부 및 장치 설치 사진																			
4	·전북 남원시 주생면 상동리 ·이xx	· 토경재배 · 오이작물 · 800평, 4연동	·온실제어장치 1 ·난방기 1 ·난방제어기 1 ·양액기 1 ·관수펌프 1 ·관비기 1	·온실 내부  ·온실제어장치  ·관수 시설, 펌프 등 																			
사진	실증시험용 장비 설치내역	실증시험용 설치사진	그래프 및 평균, 최소, 최대값																				
	·무선 중계기 1 ·스마트센서기 1 ·온·습도 1 ·일사 1 ·지온 1	·무선중계기  ·스마트센서기 	·센서 모니터링  ·그래프  ·한달 평균, 최대, 최소값 <table border="1" data-bbox="805 1870 1396 2004"> <thead> <tr> <th></th> <th>습도D</th> <th>온도D</th> <th>일사</th> <th>지온</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>평균값</td> <td>46.8</td> <td>29.6</td> <td>67</td> <td>30.6</td> </tr> <tr> <td>최대값</td> <td>71.3</td> <td>52.2</td> <td>737</td> <td>54.9</td> </tr> <tr> <td>최소값</td> <td>21.3</td> <td>16.3</td> <td>0</td> <td>17.1</td> </tr> </tbody> </table>		습도D	온도D	일사	지온	평균값	46.8	29.6	67	30.6	최대값	71.3	52.2	737	54.9	최소값	21.3	16.3	0	17.1
	습도D	온도D	일사	지온																			
평균값	46.8	29.6	67	30.6																			
최대값	71.3	52.2	737	54.9																			
최소값	21.3	16.3	0	17.1																			





번호	현장명	농가현황	시설현황	농가 내부 및 장치 설치 사진																			
5	·전북 남원시 주생면 제천리 ·장xx	· 토경재배 · 오이작물 · 800평, 4연동	·온실 제어장치 1 ·난방기 1 ·난방제어기 1 ·양액기 1 ·관수펌프 1 ·관비기 1 ·Co2공급기 1	·온실 내부  ·온실제어장치  ·관수 시설, 펌프 등 																			
사진	실증시험용 장비 설치내역	실증시험용 설치사진	그래프 및 평균, 최소, 최대값																				
	·무선 중계기 1 ·스마트센서기 1 ·온·습도 1 ·일사 1 ·지온 1	·무선중계기  ·스마트센서기 	·센서 모니터링  ·그래프  ·한달 평균, 최대, 최소값 <table border="1" data-bbox="818 1854 1394 1995"> <thead> <tr> <th></th> <th>습도D</th> <th>온도D</th> <th>일사</th> <th>일사</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>평균값</td> <td>81.8</td> <td>27.6</td> <td>81</td> <td>12.3</td> </tr> <tr> <td>최대값</td> <td>94.5</td> <td>38</td> <td>723</td> <td>203</td> </tr> <tr> <td>최소값</td> <td>44.4</td> <td>18.3</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>		습도D	온도D	일사	일사	평균값	81.8	27.6	81	12.3	최대값	94.5	38	723	203	최소값	44.4	18.3	0	0
	습도D	온도D	일사	일사																			
평균값	81.8	27.6	81	12.3																			
최대값	94.5	38	723	203																			
최소값	44.4	18.3	0	0																			





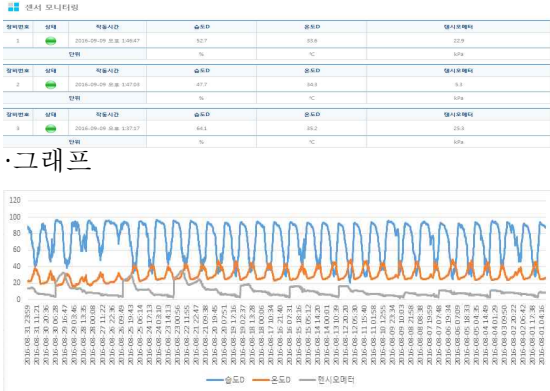
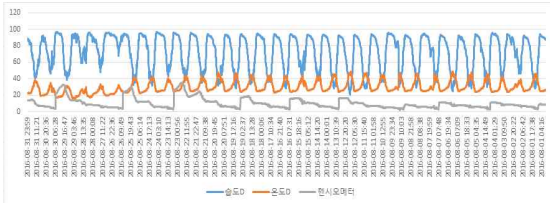
번호	현장명	농가현황	시설현황	농가 내부 및 장치 설치 사진																		
6	·경기 화성시 병점중앙로 ·경기도농업기술원	· 토경재배 · 콩작물 · 50평, 1단동	·온실제어장치 1 ·관수펌프 1	·온실 내부  ·온실제어장치  ·관수 시설, 펌프 등 																		
사진	실증시험용 장비 설치내역	실증시험용 설치사진	그래프 및 평균, 최소, 최대값																			
	·무선 중계기 1 ·스마트센서기 1 ·관수 제어장치 1 ·텐시오미터 4	·무선중계기  ·스마트센서기 		·센서 모니터링  ·그래프  ·한달 평균, 최대, 최소값 <table border="1" data-bbox="817 1890 1398 2011"> <thead> <tr> <th></th> <th>텐시오미터1</th> <th>텐시오미터2</th> <th>텐시오미터3</th> <th>텐시오미터4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>평균값</td> <td>33.7</td> <td>45.5</td> <td>70.4</td> <td>14.3</td> </tr> <tr> <td>최대값</td> <td>89.4</td> <td>77.5</td> <td>93.5</td> <td>92.7</td> </tr> <tr> <td>최소값</td> <td>2.2</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>		텐시오미터1	텐시오미터2	텐시오미터3	텐시오미터4	평균값	33.7	45.5	70.4	14.3	최대값	89.4	77.5	93.5	92.7	최소값	2.2	0
	텐시오미터1	텐시오미터2	텐시오미터3	텐시오미터4																		
평균값	33.7	45.5	70.4	14.3																		
최대값	89.4	77.5	93.5	92.7																		
최소값	2.2	0	0	0																		



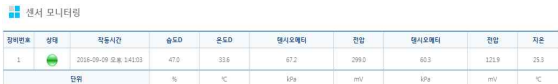
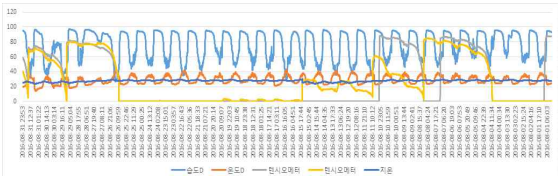
번호	현장명	농가현황	시설현황	농가 내부 및 장치 설치 사진																		
7	·경기 연천군 신서면 도신로 ·소득자원연구소	· 토경재배 · 인삼작물 · 500평, 10단동	·온실제어장치 1 ·관수펌프 1	·온실 내부  ·관수 시설, 펌프 등 																		
사진	실증시험용 장비 설치내역	실증시험용 설치사진	그래프 및 평균, 최소, 최대값																			
	·무선 중계기 3 ·스마트센서기 10 ·온·습도 10 ·지온 9 ·광량 9 ·강우량 4	·무선중계기  ·스마트센서기 	·센서 모니터링  ·그래프  ·한달 평균, 최대, 최소값 <table border="1" data-bbox="813 1870 1396 2004"> <thead> <tr> <th></th> <th>습도D</th> <th>온도D</th> <th>광량</th> <th>지온</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>평균값</td> <td>77.2</td> <td>26.7</td> <td>35.6</td> <td>25.5</td> </tr> <tr> <td>최대값</td> <td>99.7</td> <td>41.9</td> <td>258</td> <td>27.9</td> </tr> <tr> <td>최소값</td> <td>32</td> <td>10.6</td> <td>0</td> <td>19.4</td> </tr> </tbody> </table>		습도D	온도D	광량	지온	평균값	77.2	26.7	35.6	25.5	최대값	99.7	41.9	258	27.9	최소값	32	10.6	0
	습도D	온도D	광량	지온																		
평균값	77.2	26.7	35.6	25.5																		
최대값	99.7	41.9	258	27.9																		
최소값	32	10.6	0	19.4																		

번호	현장명	농가현황	시설현황	농가 내부 및 장치 설치 사진																																																	
8	·충남 논산시 부적면 신교리 ·정xx	· 양액재배 · 딸기작물 · 1000평, 5단동 중 1동	·온실제어장치 1 ·난방기 1 ·난방제어기 1 ·양액기 1 ·관수펌프 1	 <p>·온실 내부</p>  <p>·관수 시설, 펌프 등</p> <p>·양액기</p> 																																																	
사진	실증시험용 장비 설치내역	실증시험용 설치사진	그래프 및 평균, 최소, 최대값																																																		
	·무선 중계기 1 ·스마트센서기 1 ·온·습도 1 ·지온 1 ·광량 1 ·엽수분 1 ·Co2 1	·무선중계기  ·스마트센서기 	·센서 모니터링 ■ 센서 모니터링 <table border="1"> <thead> <tr> <th>장비번호</th> <th>상태</th> <th>작동시간</th> <th>습도D</th> <th>온도D</th> <th>엽수분</th> <th>CO2</th> <th>지온</th> <th>광량</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td></td> <td>2016-09-09 오후 4:40:59</td> <td>56.6</td> <td>28.6</td> <td>1.2</td> <td>508.0</td> <td>28.4</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td colspan="3">단위</td> <td>%</td> <td>℃</td> <td>‰</td> <td>ppm</td> <td>℃</td> <td>umol</td> </tr> </tbody> </table> ·그래프  ·한달 평균, 최대, 최소값 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>습도D</th> <th>온도D</th> <th>엽수분</th> <th>CO2</th> <th>지온</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>평균값</td> <td>67.5</td> <td>31</td> <td>1</td> <td>586.9</td> <td>32.6</td> </tr> <tr> <td>최대값</td> <td>93.8</td> <td>52</td> <td>8.6</td> <td>2998</td> <td>58.1</td> </tr> <tr> <td>최소값</td> <td>18</td> <td>16</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>19.1</td> </tr> </tbody> </table>	장비번호	상태	작동시간	습도D	온도D	엽수분	CO2	지온	광량	1		2016-09-09 오후 4:40:59	56.6	28.6	1.2	508.0	28.4	0.0	단위			%	℃	‰	ppm	℃	umol		습도D	온도D	엽수분	CO2	지온	평균값	67.5	31	1	586.9	32.6	최대값	93.8	52	8.6	2998	58.1	최소값	18	16	0	0
장비번호	상태	작동시간	습도D	온도D	엽수분	CO2	지온	광량																																													
1		2016-09-09 오후 4:40:59	56.6	28.6	1.2	508.0	28.4	0.0																																													
단위			%	℃	‰	ppm	℃	umol																																													
	습도D	온도D	엽수분	CO2	지온																																																
평균값	67.5	31	1	586.9	32.6																																																
최대값	93.8	52	8.6	2998	58.1																																																
최소값	18	16	0	0	19.1																																																

번호	현장명	농가현황	시설현황	농가 내부 및 장치 설치 사진																																													
9	·충남 논산시 부적면 계백로 ·논산 딸기시험장	· 토경재배 · 딸기작물 · 60평, 1단동	·온실제어장치 1 ·관수펌프 1 ·난방기 1 ·Co2공급기 1	·온실 내부  ·관수 시설, 펌프 및 온실제어장치 																																													
사진	실증시험용 장비 설치내역	실증시험용 설치사진	그래프 및 평균, 최소, 최대값																																														
	·무선 중계기 1 ·스마트센서기 1 ·온·습도 1 ·지온 2 ·수분함량 1 ·엽수분 1	·무선중계기  ·스마트센서기 	·센서 모니터링 <table border="1" data-bbox="813 1444 1380 1534"> <thead> <tr> <th>장비번호</th> <th>상태</th> <th>작동시간</th> <th>습도D</th> <th>온도D</th> <th>광수량</th> <th>지온</th> <th>수분함량</th> <th>지온</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>●</td> <td>2018-09-09 오전 11:58:41</td> <td>97.0</td> <td>30.1</td> <td>0.0</td> <td>28.6</td> <td>16.7</td> <td>27.4</td> </tr> <tr> <td>단위</td> <td></td> <td></td> <td>%</td> <td>℃</td> <td>lux</td> <td>℃</td> <td>%</td> <td>℃</td> </tr> </tbody> </table> ·그래프  ·한달 평균, 최대, 최소값 <table border="1" data-bbox="813 1825 1380 1971"> <thead> <tr> <th></th> <th>습도D</th> <th>온도D</th> <th>광량</th> <th>지온</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>평균값</td> <td>77.2</td> <td>26.7</td> <td>35.6</td> <td>25.5</td> </tr> <tr> <td>최대값</td> <td>99.7</td> <td>41.9</td> <td>258</td> <td>27.9</td> </tr> <tr> <td>최소값</td> <td>32</td> <td>10.6</td> <td>0</td> <td>19.4</td> </tr> </tbody> </table>	장비번호	상태	작동시간	습도D	온도D	광수량	지온	수분함량	지온	1	●	2018-09-09 오전 11:58:41	97.0	30.1	0.0	28.6	16.7	27.4	단위			%	℃	lux	℃	%	℃		습도D	온도D	광량	지온	평균값	77.2	26.7	35.6	25.5	최대값	99.7	41.9	258	27.9	최소값	32	10.6	0
장비번호	상태	작동시간	습도D	온도D	광수량	지온	수분함량	지온																																									
1	●	2018-09-09 오전 11:58:41	97.0	30.1	0.0	28.6	16.7	27.4																																									
단위			%	℃	lux	℃	%	℃																																									
	습도D	온도D	광량	지온																																													
평균값	77.2	26.7	35.6	25.5																																													
최대값	99.7	41.9	258	27.9																																													
최소값	32	10.6	0	19.4																																													

번호	현장명	농가현황	시설현황	농가 내부 및 장치 설치 사진																																																		
10	·경남 거창군 거창읍 대동리 ·권xx	· 토경재배 · 딸기작물 · 300평, 5단동	·온실제어장치 1 ·관수펌프 1 ·양액기 1 ·난방기 1	<p>·온실 내부</p>  <p>·온실제어장치</p>  <p>·관수 시설, 펌프 등</p> 																																																		
사진	실증시험용 장비 설치내역	실증시험용 설치사진	그래프 및 평균, 최소, 최대값																																																			
	·무선 중계기 1 ·스마트센서기 2 ·온·습도 2 ·지온 2	<p>·무선중계기</p>  <p>·스마트센서기</p> 	<p>·센서 모니터링</p> <table border="1" data-bbox="815 1491 1374 1603"> <thead> <tr> <th>장비번호</th> <th>상태</th> <th>적용기간</th> <th>습도D</th> <th>온도D</th> <th>지온</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td></td> <td>2024-09-09 오전 11:09:08</td> <td>89.9</td> <td>29.1</td> <td>28.7</td> </tr> <tr> <td></td> <td>단위</td> <td></td> <td>%</td> <td>℃</td> <td>℃</td> </tr> <tr> <th>장비번호</th> <th>상태</th> <th>적용기간</th> <th>습도D</th> <th>온도D</th> <th>지온</th> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td>2024-09-09 오후 10:20:21</td> <td>89.5</td> <td>30.7</td> <td>24.8</td> </tr> <tr> <td></td> <td>단위</td> <td></td> <td>%</td> <td>℃</td> <td>℃</td> </tr> </tbody> </table> <p>·그래프</p>  <p>·한달 평균, 최대, 최소값</p> <table border="1" data-bbox="815 1861 1337 1995"> <thead> <tr> <th></th> <th>습도D</th> <th>온도D</th> <th>지온</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>평균값</td> <td>74.9</td> <td>27.9</td> <td>28.2</td> </tr> <tr> <td>최대값</td> <td>92.7</td> <td>40</td> <td>43.9</td> </tr> <tr> <td>최소값</td> <td>38.8</td> <td>16.4</td> <td>15.7</td> </tr> </tbody> </table>	장비번호	상태	적용기간	습도D	온도D	지온	1		2024-09-09 오전 11:09:08	89.9	29.1	28.7		단위		%	℃	℃	장비번호	상태	적용기간	습도D	온도D	지온	2		2024-09-09 오후 10:20:21	89.5	30.7	24.8		단위		%	℃	℃		습도D	온도D	지온	평균값	74.9	27.9	28.2	최대값	92.7	40	43.9	최소값	38.8	16.4
장비번호	상태	적용기간	습도D	온도D	지온																																																	
1		2024-09-09 오전 11:09:08	89.9	29.1	28.7																																																	
	단위		%	℃	℃																																																	
장비번호	상태	적용기간	습도D	온도D	지온																																																	
2		2024-09-09 오후 10:20:21	89.5	30.7	24.8																																																	
	단위		%	℃	℃																																																	
	습도D	온도D	지온																																																			
평균값	74.9	27.9	28.2																																																			
최대값	92.7	40	43.9																																																			
최소값	38.8	16.4	15.7																																																			

번호	현장명	농가현황	시설현황	농가 내부 및 장치 설치 사진														
11	·전남 나주군 산포면 덕례리 ·김xx	· 토경재배 · 고추작물 · 450평, 3단동	·온실제어장치 1 ·관수펌프 1 ·양액기 1 ·난방기 1	·온실 내부  ·관수 시설, 펌프 등 														
사진	실증시험용 장비 설치내역	실증시험용 설치사진	그래프 및 평균, 최소, 최대값															
	·무선 중계기 1 ·스마트센서기 3 ·온·습도 3 ·텐시오미터 3	·무선중계기  ·스마트센서기 	·센서 모니터링  ·그래프  ·한달 평균, 최대, 최소값 <table border="1" data-bbox="817 1841 1369 1975"> <thead> <tr> <th></th> <th>습도D</th> <th>온도D</th> <th>텐시오미터</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>평균값</td> <td>72.1</td> <td>29.9</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>최대값</td> <td>97</td> <td>48.7</td> <td>35.3</td> </tr> <tr> <td>최소값</td> <td>20.2</td> <td>16.1</td> <td>2.1</td> </tr> </tbody> </table>		습도D	온도D	텐시오미터	평균값	72.1	29.9	10	최대값	97	48.7	35.3	최소값	20.2	16.1
	습도D	온도D	텐시오미터															
평균값	72.1	29.9	10															
최대값	97	48.7	35.3															
최소값	20.2	16.1	2.1															

번호	현장명	농가현황	시설현황	농가 내부 및 장치 설치 사진																							
12	·제주 서귀포시 남원읍 신흥리 ·강xx	· 토경재배 · 감귤작물 · 500평, 12연동 중 1동	·온실제어장치 1 ·관수펌프 1 ·난방기 1 ·난방제어기 1	·온실 내부 ·온실제어장치 ·난방기 ·난방제어기																							
사진	실증시험용 장비 설치내역	실증시험용 설치사진	그래프 및 평균, 최소, 최대값																								
	·무선 중계기 1 ·스마트센서기 1 ·온·습도 1 ·지온 1 ·텐시오미터 2	·무선중계기  ·스마트센서기 	·센서 모니터링  ·그래프  ·한달 평균, 최대, 최소값 <table border="1" data-bbox="818 1832 1378 1944"> <thead> <tr> <th></th> <th>습도D</th> <th>온도D</th> <th>텐시오미터</th> <th>텐시오미터지온</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>평균값</td> <td>75.8</td> <td>29.1</td> <td>27</td> <td>27.1</td> <td>27.8</td> </tr> <tr> <td>최대값</td> <td>97.1</td> <td>43.4</td> <td>88.1</td> <td>84.9</td> <td>30.3</td> </tr> <tr> <td>최소값</td> <td>27.3</td> <td>14.3</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>23.9</td> </tr> </tbody> </table>				습도D	온도D	텐시오미터	텐시오미터지온	평균값	75.8	29.1	27	27.1	27.8	최대값	97.1	43.4	88.1	84.9	30.3	최소값	27.3	14.3	0	0
	습도D	온도D	텐시오미터	텐시오미터지온																							
평균값	75.8	29.1	27	27.1	27.8																						
최대값	97.1	43.4	88.1	84.9	30.3																						
최소값	27.3	14.3	0	0	23.9																						

8. 매뉴얼 개발

다음의 매뉴얼은 개발장치에 대한 사양 , 동작방법 및 센서에 대한 내용임

< 목 차 >

1. 제품 소개
2. 동작 설명
3. 센서 설명
4. 스마트온실 TTA 표준규격

1. 제품 소개

1) 제품 개요

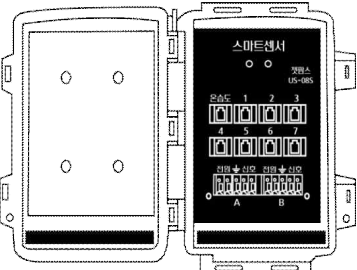
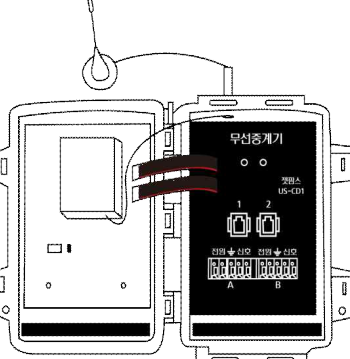
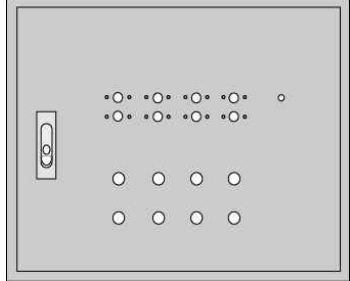
- 본 제품의 품명은 젯팜스 (Z-Farms)입니다.
- 젯팜스는 무선중계기 1대와 다수의 스마트센서·통합제어장치를 사용합니다.
- 젯팜스는 4가닥의 전선을 사용하여, 무선중계기와 다수의 센서 장치·통합제어장치를 상호간 연결-연결하는 방식입니다.
(*4가닥의 전선은 시판하는 것으로 색깔로 구분되어 있는 선을 사용함)
- 젯팜스는 스마트폰으로 모든 동작을 하며 현황확인 및 제어설정을 할 수 있습니다.
- 온도, 습도 전용포트 외에도 7개의 일반 포트를 사용하여 많은 수의 센서를 동시에 측정할 수 있습니다.



주의사항

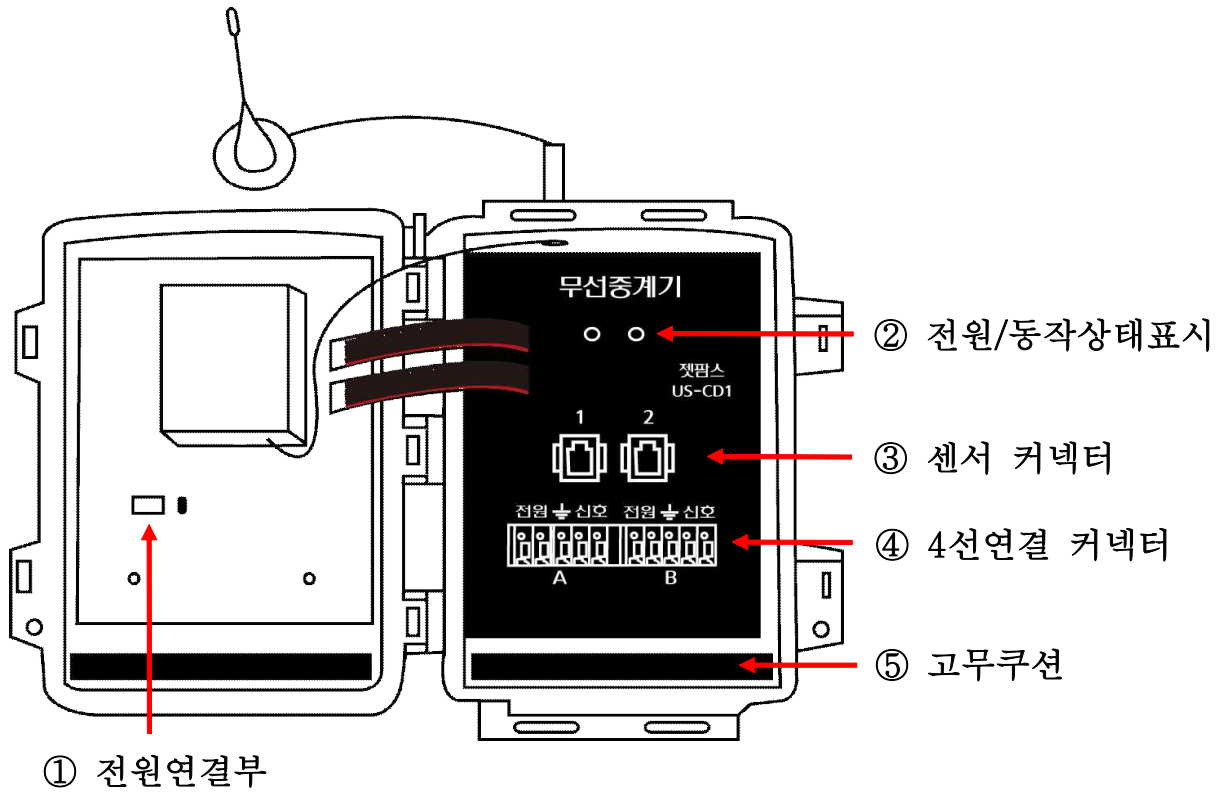
- 항상 기기의 뚜껑은 닫혀있는 상태를 유지하여 주시고, 제품에 물기가 들어가지 않도록 주의하여 주시기 바랍니다.
- 기기주변에서 작업 시, 케이블 파손에 주의하여 주시기 바랍니다.
- 사용하시기전에 설명서를 읽어보시고, 사용법을 숙지해주시기 바랍니다.
- 제품 사용시 설명서에 제시된 방법을 따라 주시기 바랍니다.
- 설명서의 안전 지침을 따라주시기 바랍니다.

2) 제품별 사양

모 델	스마트 센서	무선중계기	통합제어장치
기 능	<ul style="list-style-type: none"> • 센서의 자동인식으로 센서, 설정 등 불필요 • 병예찰 및 자동관수 등 센서에 의한 판단 및 제어 • 수백M의 장소에 설치가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 인터넷 없는 곳 사용가능 • 서버장치와 통신하여 일괄 데이터 저장 및 분석 • 전원 단락시 경보 전송 및 침입 감지기능 • DC 12V/5A 아답터 사용 	<ul style="list-style-type: none"> • 수동/자동 모드 선택가능 • 개폐기 기준으로 모델별 8구,16구로 됨 • 온실의 각종 제어 및 평균제어 가능 • 관수제어 및 수막제어 밸브와 펌프동작 가능
외 형			
센서 포트	<p>온습도센서 P1~P7: 범용센서 (센서 사양 참조)</p>	<p>1 : 정전/알람 기능 2 : 침입/알람 기능</p>	

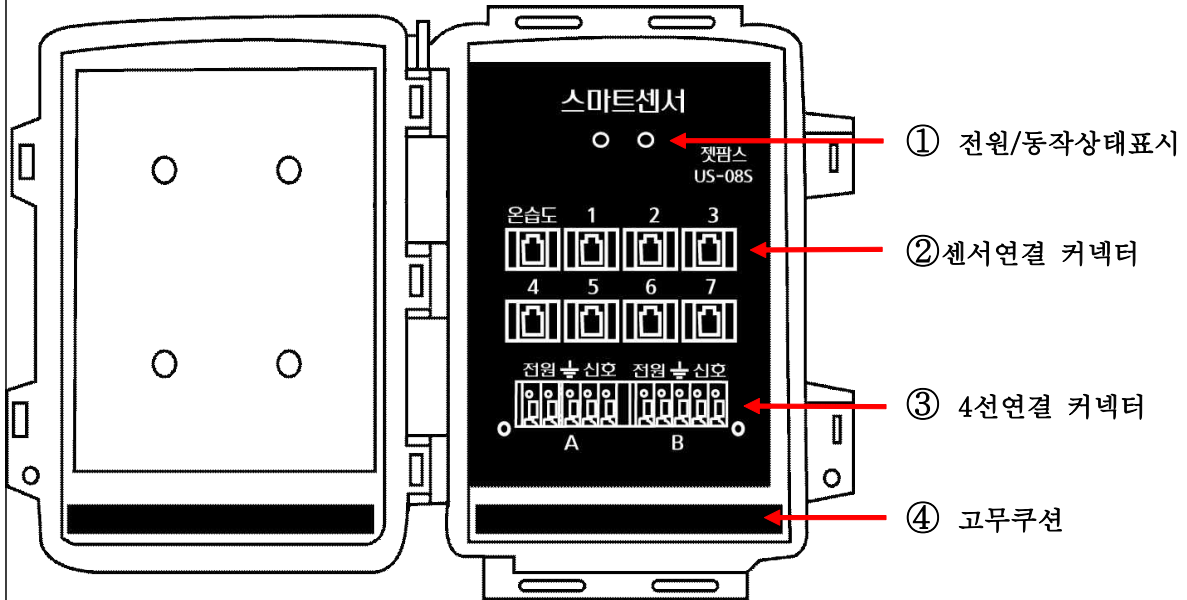
3) 제품별 기능

① 무선중계기



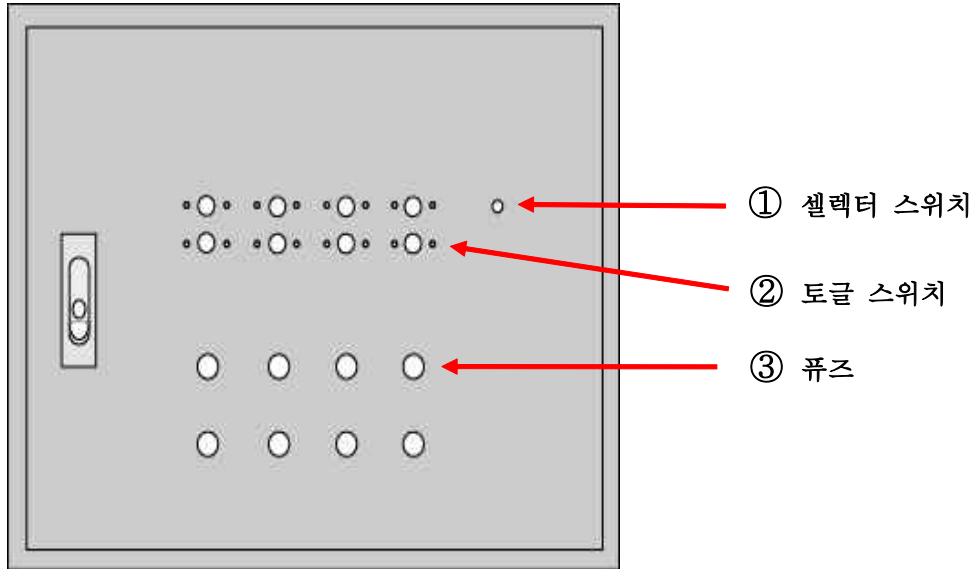
- ① 전원 연결부 : DC 12V/5A
- ② L E D : 전원 / 동작상태 표시
- ③ 모듈 커넥터 : (1)정전/알람, (2)침입/알람
- ④ 와구 커넥터 : 4선연결 커넥터
- ⑤ 고무쿠션 : 고무패드

② 스마트 센서장치



- ① L E D : 전원 / 동작상태표시
- ② 모듈러 커넥터 : 센서 커넥터
- ③ 와구 커넥터 : 4선연결 커넥터
- ④ 고무쿠션 : 고무패드

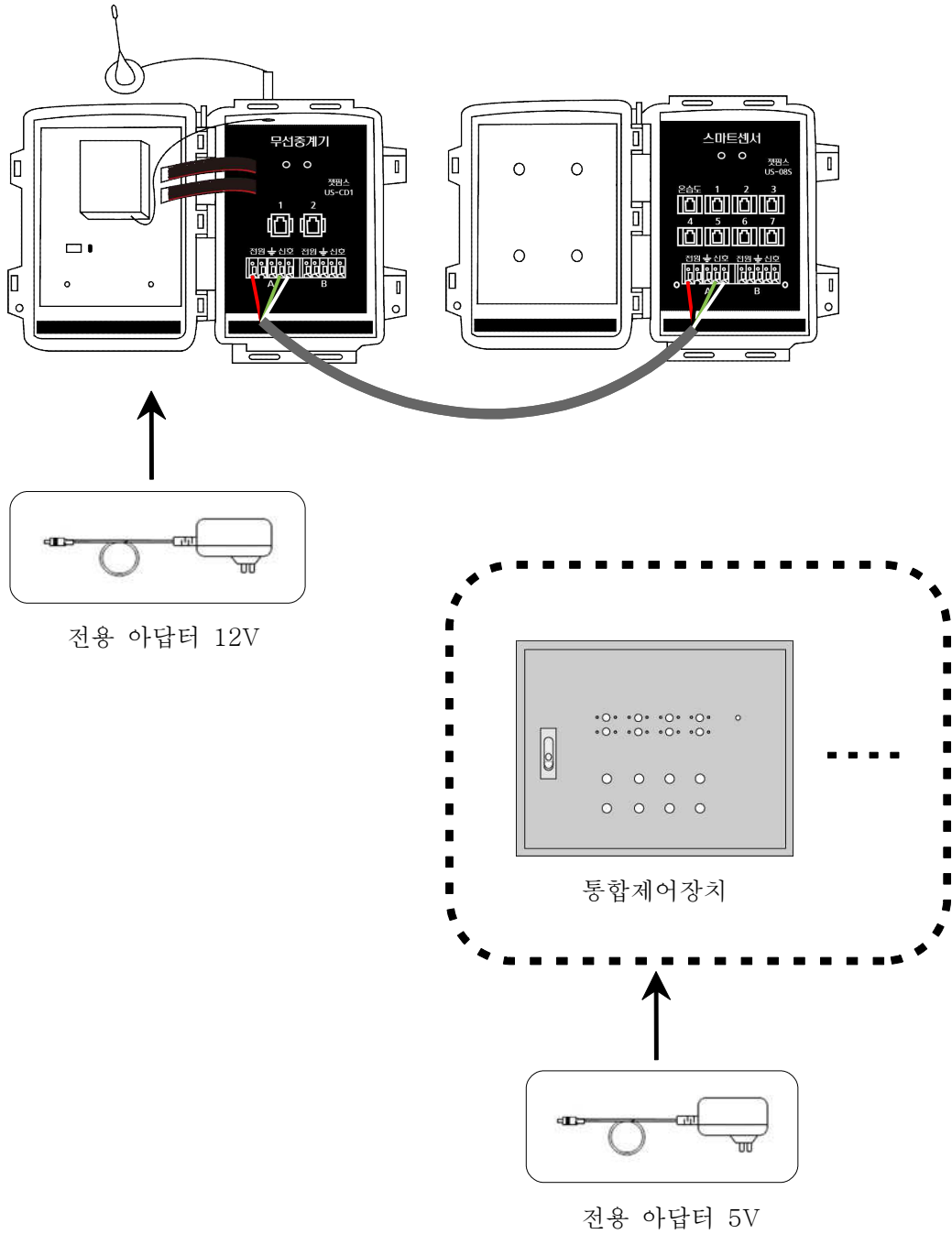
③ 통합제어장치



- ① 셀렉터 스위치 : 현장/정지/원격 기능모드 선택에 의한 동작
 - (1) 현장기능 : 수동에 의한 스위치 조작 동작
 - (2) 정지기능 : 제어동작 정지
 - (3) 원격기능 : 스마트폰에 의한 동작
 - ② 토글 스위치 : 닫힘-정지-열림 과 같이 3단 동작을 함
 - ③ 퓨즈 : 장비보호의 역할을 함
- (* 제품별 8구,16구 장치가 있음)

2. 동작 설명

1) 장치 구성도

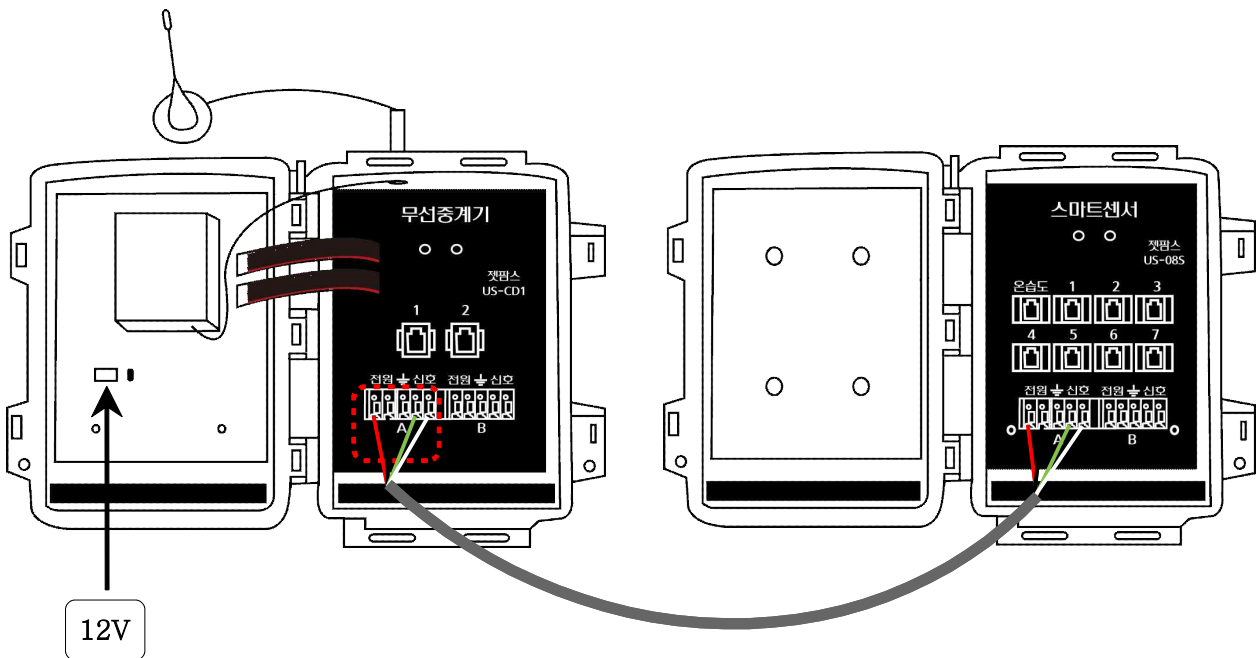


2) 스마트센서 사용법

⚠ 경고

- DC 12V/5A 아답터를 사용 하십시오.
- 무선중계기에 전원을 중지하고 선을 연결하십시오.

- (1) 전선을 그림과 같이 색깔별로 결선 하십시오.
전선은 적색/흑색/녹색/백색/실드 (없어도 상관없음) 의 4가지 색으로 꼬여있는 전선을
사용하십시오. (시중에 판매하고 있음)



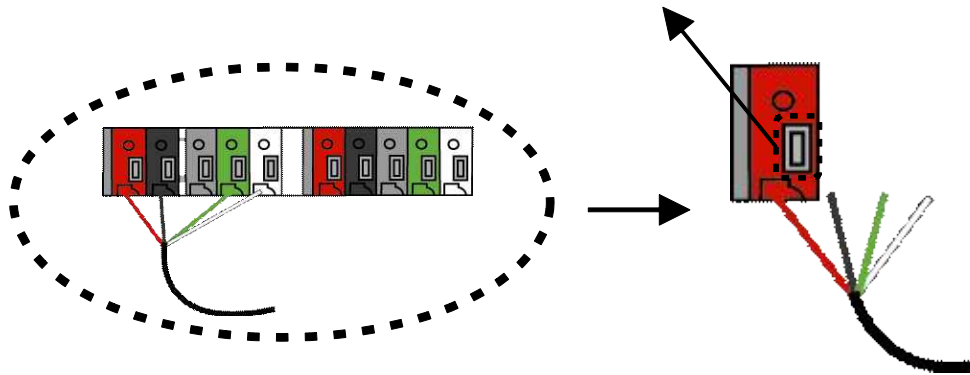
⚠ 주의

적색선 과 흑색선 은 전원선 이기 때문에, 선을 결선 하기전에 반드시 무선단말기의 전원을 끄고 결선해주십시오.

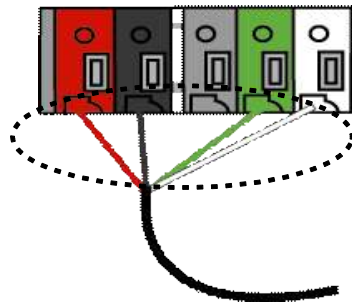
- (2) 색깔별로 터미널에 결선 하십시오.

터미널은 전선의 색깔과 동일한 색으로 되어있으며, 결선이 쉬운 누름형 방식으로 되어있는 터미널 입니다.

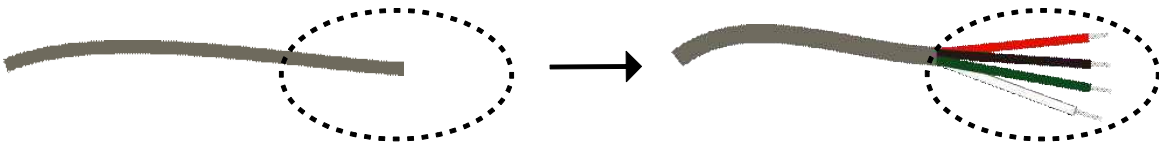
(3) 그림과 같이 손으로 또는 드라이버 등으로 윗부분을 눌러 선을 삽입하면 됩니다.



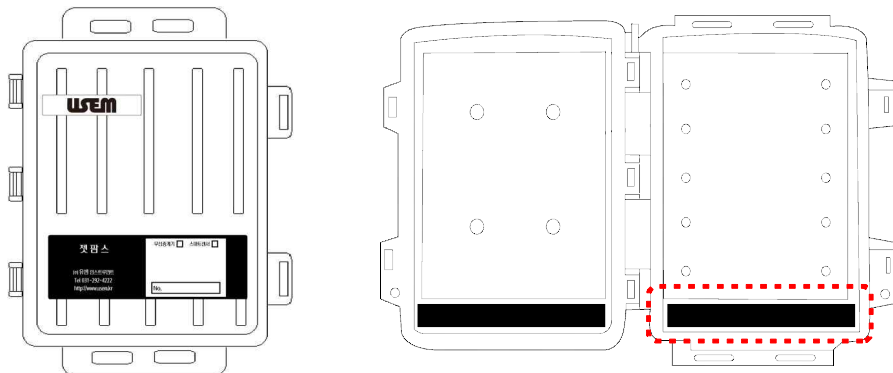
(4) 선을 삽입 후, 잘 결선이 되었는지 한번 당겨봐 주시기 바랍니다.



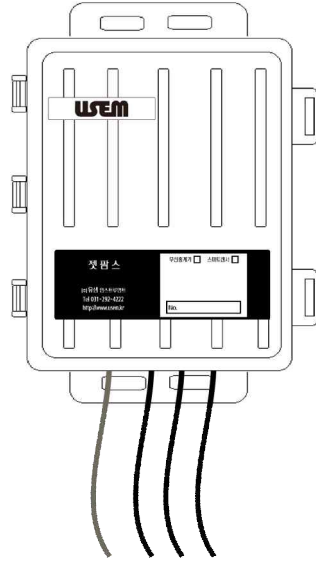
(5) 전선은 그림과 같이 약 10~15cm 정도로 여유있게 피복을 벗겨, 4가닥의 선이 케이스 내부로 들어가도록 하시기 바랍니다.



(6) 케이스는 방수형 케이스이며, 선이 외부로 나오는 부위가 고무쿠션에 의하여 눌러지게 되어있습니다.



(7) 따라서 케이스의 외부로 4가닥의 전선과 센서 선이 나오도록 해야 하며, 만일 전선이 피복이 있는 상태로 케이스로 들어가면 케이스의 뚜껑이 닫히지 않아 방수가 되지 않으니 주의해 주시기 바랍니다.



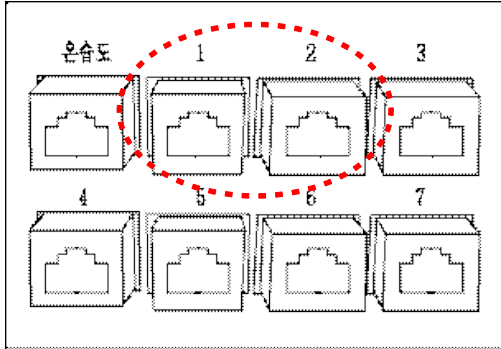
 주의

결선은 센서장치 와 무선중계기 또는 제어장치와 여러장치의 상호간 전체
사용하려는 장치로 연결이 완료 되도록 합니다.

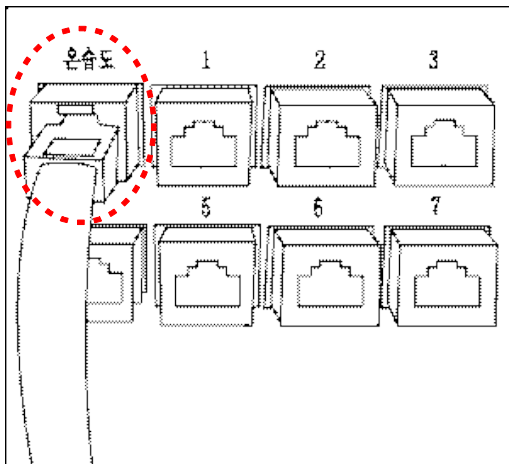
(8) 이후 무선중계기의 전원을 동작 시킵니다.

3) 장치 설명

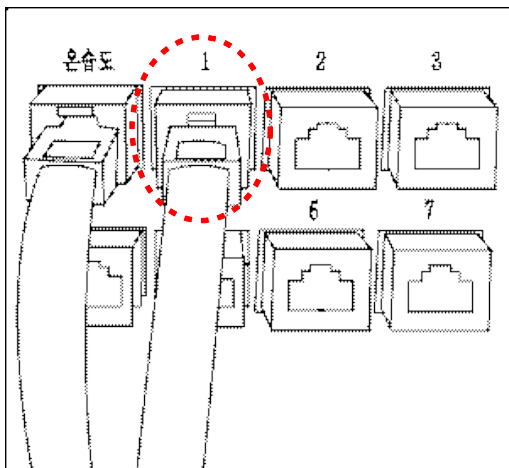
(1) 센서를 1,2 의 순서로 꽂아 사용합니다.



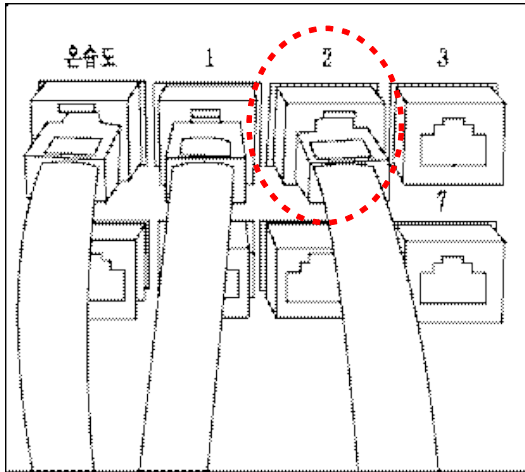
(2) 만일 온습도센서 1개 , 지온센서를 1개, 광센서를 1개 사용할 경우, 온습도센서는 “온습도센서”가 표시된 커넥터에 연결합니다.



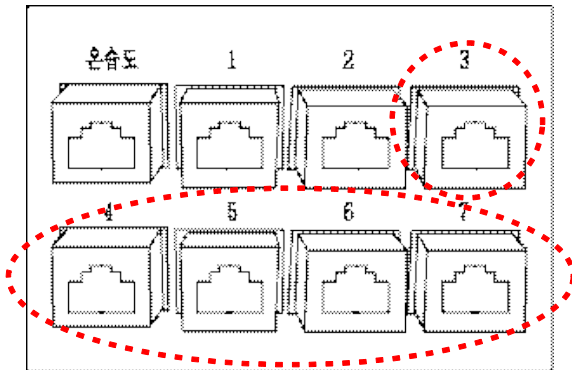
(3) 다음은 지온센서 또는 광센서를 “1” 로 표시된 커넥터에 연결합니다.



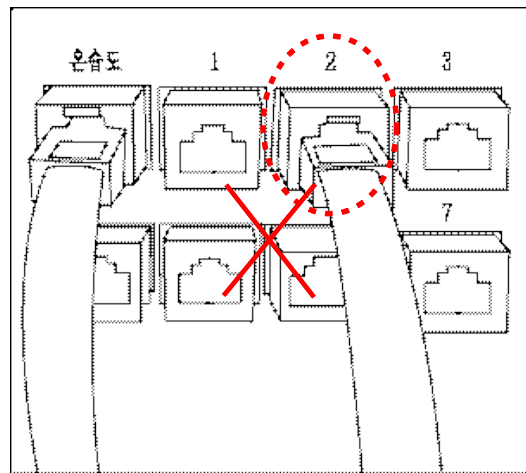
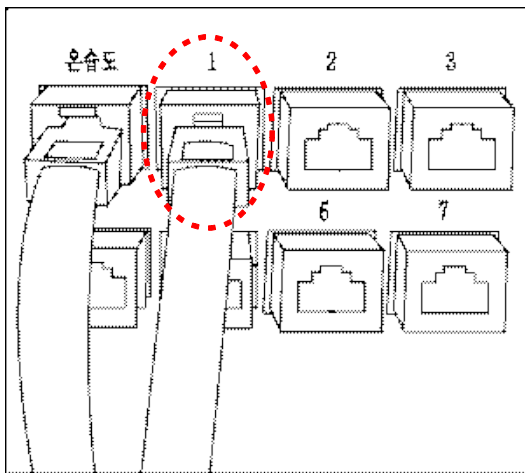
(4) 그다음 센서를 “2”로 표시된 커넥터에 연결합니다.



(5) 이와 같이 사용하려는 센서를 커넥터 1,2,3 ~ 6,7의 순서로 연결하시기 바랍니다.



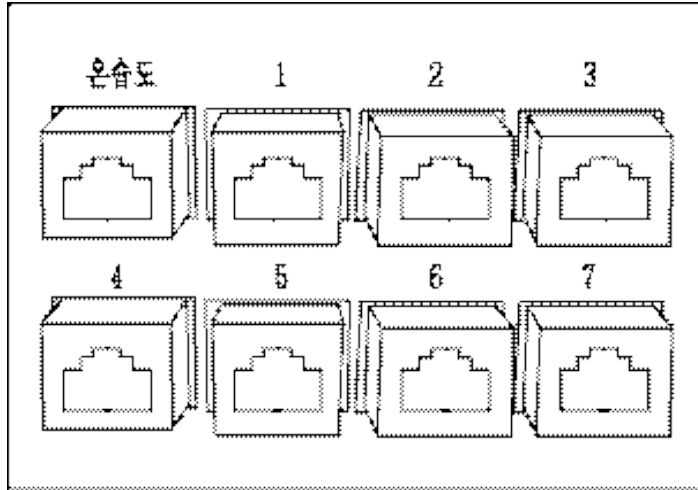
(6) 만일 커넥터 “1”을 사용하지 않고, 건너서 커넥터 “2”에 사용하면 잘못된 측정을 하게 됩니다.



* 장치는 자동으로 센서의 유, 무를 판단하며, 어떤 센서인지 판단합니다. 따라서 사용자는

센서를 설정하는 등 별도의 조작용 할 필요가 없습니다.

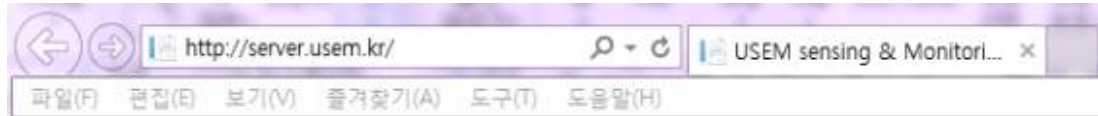
- (7) 센서는 그림과 8핀 잭으로 되어있으며, 커넥터에 삽입할 때 "탁"하는 소리가 들리도록 연결 하십시오. 연결이 정확히 되어있지 않으면 올바른 센서값을 측정할 수 없습니다.



4) 컴퓨터 및 스마트폰 사용법

① 서버 화면

(1) <http://server.usem.kr> 접속합니다.



(2) 다음 화면과 같이 무선중계기 번호를 ID에 입력하여 로그인을 합니다.



(3) 첫 화면에서 지역별 모니터링과 현장명을 볼 수 있습니다. 현장 상황을 동작상태LED로 확인 할 수 있습니다. 녹색불일 경우 통신이 잘 연결 되어 있음을 나타내고, 적색불일시 통신이 원활하지 않고 데이터가 들어오고 있지 않다는 신호입니다.

(4)

이다.

모니터링 > 모니터링 정보관리

현장명: 상태: 전체 정상 통신이상

번호	현장명	동작상태	상세보기	현장주소
1	화서			경기도 수원시 팔달구 화서2동 436-3번지..

제주도 지역 장비수 : 0 광주 지역 장비수 : 0 경상남도 지역 장비수 : 2

(5) 모니터링 정보화면에서 현재 동작상태, 담당자 정보, 기간별 센서 정보를 확인할 수 있습니다. 기간별 센서 정보에서는 원하는 날짜를 지정하여 엑셀파일로 받아보시거나 프린터로 인쇄하실 수 있습니다.

센서 모니터링

장비번호	상태	작동시간
1		2016-01-10 오후 12:16:35
단위		

기본 정보

test(코드) 정보						
현장명	test(코드)	담당자	서유탉	담당자 연락처	담당자 휴대폰	
팩스		이메일	ngc4298@usem.kr	등록일	2016-01-18 오후 1:43:15	장비수
주소				도로명주소		센서 : 1 제어 : 1
이미지				메모		

기간별 센서 정보

2016-01-20 >=< 검색조건 < 2016-01-21

장비번호	센서명	평균	최대값	최소값
1	습도D	0	0	0
1	온도D	0	0	0
1	지은	0	0	0
1	광량	0	0	0
1	CO2	0	0	0
1	염수분	0	0	0

(6) 통계화면에는 센서 통계와 병예찰 등을 확인할 수 있습니다. 통계화면에서는 원하는 날짜를 지정하여 데이터를 확인할 수 있고, 병예찰에서 원하는 날짜 지정 후 엑셀파일로 받아보실 수 있습니다.

The screenshot displays the WSEM Sensing & Monitoring System interface. The top navigation bar includes '모니터링', '제어', '통계', '시스템관리', and '공지사항'. The main content area is divided into two sections: '병예찰 (탄저병)' and '병예찰 (젯빛곰팡이)'. Each section shows a '통계' (Statistics) sidebar with a date range selector (e.g., 2015-11-11 to 2015-11-12) and three line graphs for '습도' (Humidity), '온도' (Temperature), and '지온' (Soil Temperature). To the right of each graph is a '병예찰' (Disease Detection) panel with a progress bar and status indicators (무위험, 주의보, 경보) and a table of detection results.

(7) 시스템 관리에서는 센서 선택과 사용자가 정보를 변경할 수 있습니다. 센서 선택에는 센서 유, 무를 선택할 수 있습니다. 사용하고자 하는 센서를 체크 후 등록버튼을 꼭 눌러주셔야 적용됩니다.

The screenshot shows the '코드관리' (Code Management) screen in the WSEM Sensing & Monitoring System. The left sidebar has '시스템관리' (System Management) selected, with sub-options for '센서선택', '제어코드선택', '원격제어설정', and '관리자'. The main area is titled '제어코드선택' (Control Code Selection) and includes a '장비번호' (Equipment No.) field with a search icon and a '고유번호' (Unique No.) field with the value '012'. Below this is a message: '체크박스를 체크하면 센서를 사용, 체크하지 않으면 센서를 사용하지 않습니다.' (If you check the checkbox, you will use the sensor; if not, you will not use the sensor). A '등록' (Register) button is next to the message. A table lists various sensors with checkboxes for selection:

<input checked="" type="checkbox"/>	측정좌
<input checked="" type="checkbox"/>	측정우
<input checked="" type="checkbox"/>	천장좌
<input checked="" type="checkbox"/>	천장우
<input checked="" type="checkbox"/>	보온커튼
<input checked="" type="checkbox"/>	환기팬
<input checked="" type="checkbox"/>	순환팬
<input checked="" type="checkbox"/>	펌프
<input checked="" type="checkbox"/>	밸브
<input checked="" type="checkbox"/>	양액장치
<input checked="" type="checkbox"/>	온풍기
<input checked="" type="checkbox"/>	전조등

(8) 관리자 등록에서는 사용자 정보를 수정할 수 있습니다.

WSEM Sensing & Monitoring 시스템 | 모니터링 | 제어 | 통계 | 시스템관리 | 공지사항

관리자 등록 | 현장관리

*는 필수입력입니다. 현장관리

* ID (장비고유번호)	012	예) 012-0000-0000	
* 사용자 아이디	<input type="text"/>	* 사용자 비밀번호	<input type="text"/>
* 사용자 성함	<input type="text"/>	사용자 휴대폰번호	<input type="text"/>
사용자 이메일	<input type="text"/>		<input type="button" value="등록"/>

검색 게시물 : 1 건

번호	고유번호 / 회사명	성함	아이디	비밀번호	핸드폰번호	이메일	편집
2	012 화서	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="button" value="수정"/> <input type="button" value="삭제"/>

(9) 현재 사용자의 각종 정보를 확인할 수 있습니다.

WSEM Sensing & Monitoring 시스템 | 모니터링 | 제어 | 통계 | 시스템관리 | 공지사항

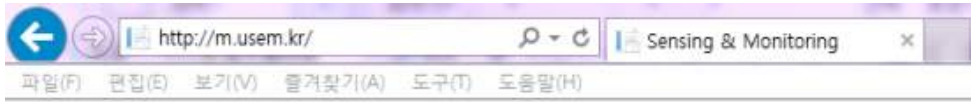
현장관리 | 관리자 등록

검색 : 1 건

번호	현장명	현장주소	지번 / 도로명	분류	고유번호	등록일
1	화서	경기도 수원시 팔달구 화서2동 436-3번지 농민회관 별관 2층		기관	012	2015-07-21

② 모바일 화면

(1) <http://m.usem.kr> 접속합니다.



(2) 다음 화면과 같이 무선중계기 번호를 ID에 입력하여 로그인을 합니다.

(3) 로그인 후 첫 화면인 기본정보에 담당자 정보와 현재 사용자의 센서 현황이 표시됩니다. 센서 현황에서 통신상태 LED를 확인하실 수 있습니다. 녹색불일 경우 통신이 잘 연결되어 있음을 나타내고, 적색불일시 통신이 원활하지 않고 데이터가 들어오고 있지 않다는 신호입니다.

기본정보 통계 제어 설정

탄저병 잿빛공공어

로그아웃

012 

성주

현장명	성주
담당자	문세근
연락처	
장비수	2
등록일	2016-01-07 오후 5:13:59

장비번호	상태	작동시간	습도 D	온도 D	지온	염수 분	CO2	광량
1		2016-01-20 오후 2:44:27	16.4	20.9	22.6	1	1268	1
단위			%	℃	℃	inx	ppm	umol

장비번호	상태	작동시간	습도D	온도D	지온	CO2	CO2
2		2016-01-20 오후 2:44:52	16.1	19.8	22.8	1291	1218
단위			%	℃	℃	ppm	ppm

(4) 통계에서는 사용자가 사용하고 있는 센서에 대한 통계를 확인해 볼 수 있습니다.



(5) 병예찰에 관한 정보를 실시간으로 볼 수 있고, 원하는 날짜를 지정해 조회 할 수 있습니다.

(* 모바일에서 pc버전으로 화면을 볼 경우 데이터를 열어볼 수 있습니다.)

The screenshot displays the '병예찰' (Disease Monitoring) page. It is split into two columns for '탄저병 병예찰' (Anthracnose) and '젯빛곰팡이 병예찰' (Gray Rot). Each section includes a risk level indicator (무위험, 주의보, 경보) and a table of monitoring data.

탄저병 병예찰

범례: ● 무위험 ● 주의보 ● 경보

무위험 (0.25 미만) 주의보 (0.25 ~ 0.4 미만) 경보 (0.4 이상)

예측발병률 (0) 으로 무위험 상태입니다.

일자	LW(Hrs)	Wet Temp	예측발병률	상태
2015-12-08	0	0	0	●

젯빛곰팡이 병예찰

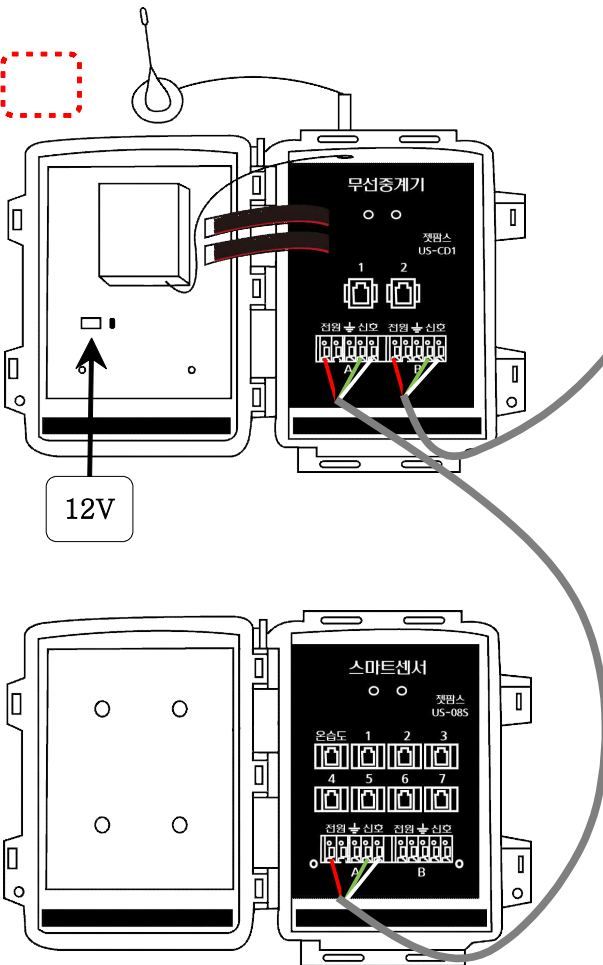
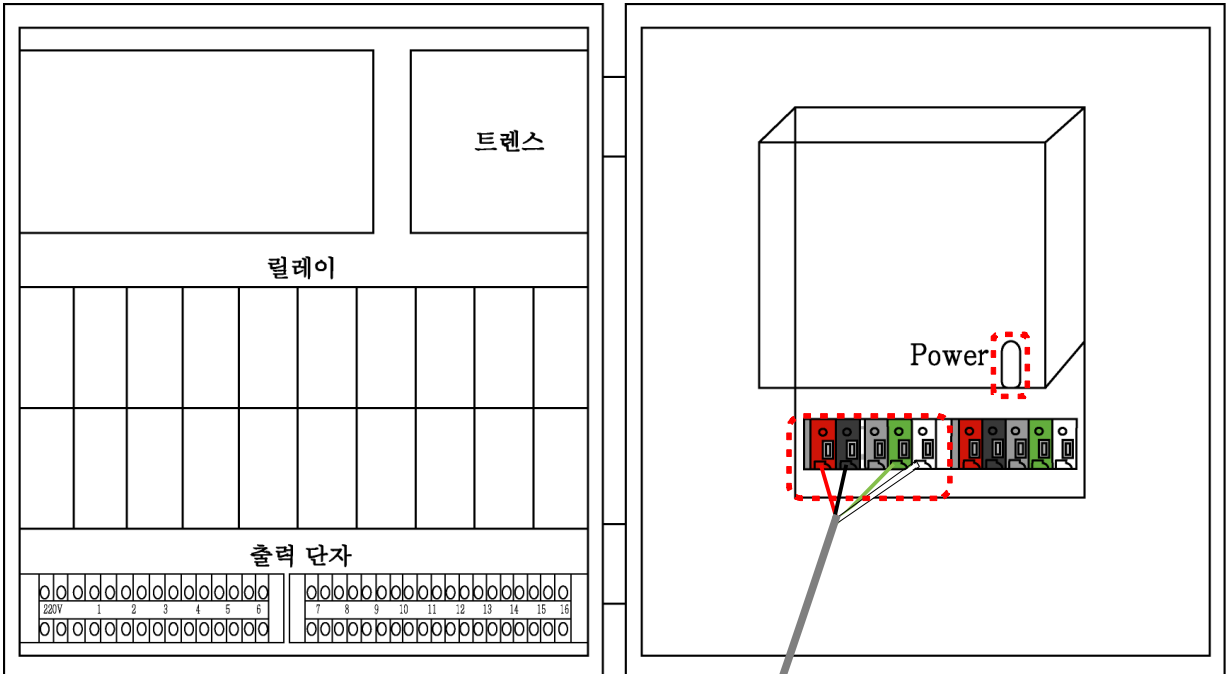
범례: ● 무위험 ● 주의보 ● 경보

무위험 (0.5 미만) 주의보 (0.5 ~ 0.7 미만) 경보 (0.7 이상)

예측발병률 (0) 으로 무위험 상태입니다.

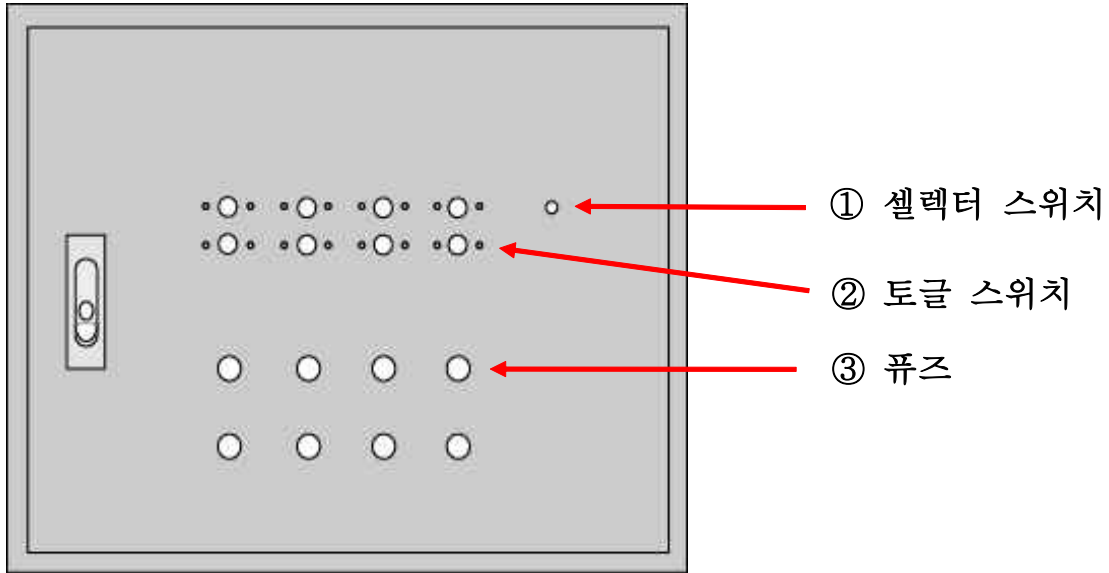
일자	LW(Hrs)	예측발병률	상태
2015-12-08	0	0	●

5) 통합제어장치 셋팅 방법



1. 파워 전원을 연결하여 장치를 켭니다.
2. 스마트센서를 통합제어장치에 485 통신선을 그림대로 연결합니다.

6) 통합제어장치 기능

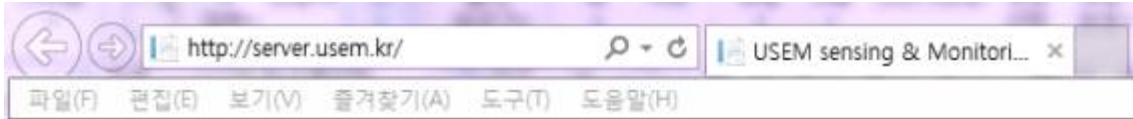


- ① 셀렉터 스위치 : 현장/정지/원격 기능모드 선택에 의한 동작
 - (1) 현장기능 : 수동에 의한 스위치 조작 동작
 - (2) 정지기능 : 제어동작 정지
 - (3) 원격기능 : 스마트폰에 의한 동작
 - ② 토글 스위치 : 닫힘-정지-열림 과 같이 3단 동작을 함
 - ③ 퓨즈 : 장비보호의 역할을 함
- (* 제품별 8구,16구 장치가 있음)

7) 통합제어장치 제어 설정방법

① 서버 화면

(1) <http://server.usem.kr> 접속합니다.



(2) 다음 화면과 같이 무선중계기 번호를 ID에 입력하여 로그인을 합니다.



(3) 화면 메뉴에서 제어를 클릭하고 원격제어설정을 클릭합니다.



(4) 사진처럼 원격제어설정 화면이 보여 집니다.
 (* 모바일 버전과 화면 구성은 다릅니다.)

원격제어 설정

검색수 (장치번호 - 제어번호) 를 선택 후 다음의 순서로 설정하세요

고유번호 장치번호 선택 출력단자번호

1단계

2단계 평균제어 사용여부 사용안함

3단계 제어 하한값 제어 상한값

4단계 동작시간 (시) 동작시간 (분) 동작시간 (초)

5단계 정지시간 (시) 정지시간 (분) 정지시간 (초)

검색수 0 건 [임시저장]

선택	장치번호	제어번호	제어항목	센서항목	평균제어	하/상한값	동작시간	정지시간

검색수 1 건 [저장완료]

장치번호	제어번호	제어항목	센서항목	평균제어	하/상한값	동작시간	정지시간
2	1	측정과	온도D	X	15 ~ 17	0 시 1 분 30 초	0 시 0 분 30 초

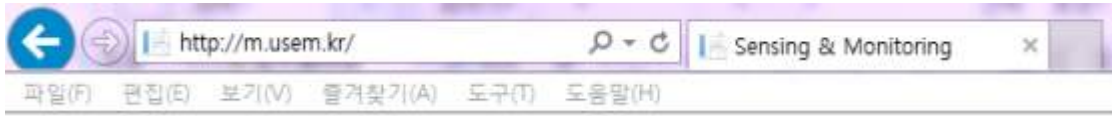
- ① 고유번호 - 사용자 ID를 나타냅니다.
- ② 검색 - 사용자가 이전에 설정했던 내용을 볼 수 있습니다.
- ③ 장치번호 - 사용자가 제어하고자 하는 장치를 선택할 수 있습니다.
- ④ 출력단자번호 - 번호대로 사용자가 지정 센서를 지정할 수 있습니다.
- ⑤ **1단계**
구동장치 선택 : 제어하고자 하는 구동장치를 선택 할 수 있습니다.
제어센서 선택 : 제어하고자 하는 센서를 선택 할 수 있습니다.
- ⑥ **2단계**
설정했던 센서값을 평균제어 여부를 선택 할 수 있습니다.
- ⑦ **3단계**
제어 하한값 - 제어가 중지되는 센서값을 나타냅니다.
제어 상한값 - 제어가 시작되는 센서값을 나타냅니다.
- ⑧ **4단계**
값이 상한값까지 도달했을 때 동작할 수 있게 해주는 시간
- ⑨ **5단계**
값이 상한값에서 하한값으로 내리고자 할 경우의 대기시간
- ⑩ 하나의 출력단자에 대해 설정이 끝나면 임시저장을 누릅니다.
- ⑪ 모든 출력단자에 대한 임시저장이 완료되면 저장완료를 누릅니다.
- ⑫ 하단에 사용자가 제어설정된 현황을 볼 수 있고 선택을 누르면 내용에 대한 설정화면을 확인 하고 삭제 하실 수 있습니다.

예) 구동장치를 펌프로, 제어할 센서를 텐시오미터 센서로, 출력단자번호를 제어1로 설정, 평균적으로 제어하고자 하고 제어 하한값을 5분으로 설정, 상한값을 10분으로 상한값으로 도달했을 때 동작할 시간을 20분으로, 하한값으로 내리고자 정지할 시간을 30분으로 설정할 경우 다음의 순서대로 합니다.

장치번호에서 제어번호 선택 → 출력단자번호에서 제어1 선택 → 이전에 저장했던 내역이 있는지 검색 클릭 → 구동장치 펌프로 선택 → 제어센서는 텐시오미터로 선택 → 평균제어 사용함 클릭 → 하한값 5분 입력 → 상한값 10분 입력 → 동작시간 20분 입력 → 정지시간 30분 입력 → 임시저장 클릭 후 → 저장완료 클릭

② 모바일 화면

(1) <http://m.usem.kr> 접속합니다.



(2) 다음 화면과 같이 무선중계기 번호를 ID에 입력하여 로그인을 합니다.

A screenshot of the login page for the USEM Sensing & Monitoring System. The page features the USEM logo and the text 'Sensing & Monitoring 시스템' and 'Complex sterilization Disinfection system Of Remote Monitoring'. Below this is a 'LOGIN' form with two input fields: '아이디' (ID) containing '012-0000-0000' and '비밀번호' (Password) with masked characters. A '로그인' (Login) button is at the bottom.

(3) 모바일 화면에서 설정 탭을 클릭하면 원격제어설정 화면이 나옵니다.

선택	장치번호	제어번호	제어항목	센서항목	평균제어	하/상한값
선택	2	1	출력용	온도D	X	15 ~ 20

- ① 고유번호 - 사용자 ID를 나타냅니다.
 - ② 검색 - 사용자가 이전에 설정했던 내용을 볼 수 있습니다.
 - ③ 장치번호 - 사용자가 가지고 있는 제품의 장치 개수를 나타냅니다.
 - ④ 출력단자번호 - 번호대로 사용자가 지정 센서를 지정할 수 있습니다.
 - ⑤ 구동장치 선택 : 제어하고자 하는 구동장치를 선택 할 수 있습니다.
 - ⑥ 제어센서 선택 : 제어하고자 하는 센서를 선택 할 수 있습니다.
 - ⑦ 평균제어 사용여부 : 설정했던 센서값을 평균제어 할지 하지 않을지 선택 할 수 있습니다.
- (* 8번,9번,10번은 직접 값을 입력하거나 좌, 우 이동하면서 값 조정 가능)
- ⑧ 제어 하한값 - 제어가 중지되는 센서값을 나타냅니다.
제어 상한값 - 제어가 시작되는 센서값을 나타냅니다.
 - ⑨ 값이 상한값까지 도달했을 때 동작할 수 있게 해주는 시간
 - ⑩ 값이 상한값에서 하한값으로 내리고자 할 경우의 대기시간
 - ⑪ 모든 것을 설정했을 경우 먼저 임시저장을 눌러주세요.
 - ⑫ 임시저장을 눌렀다면 저장완료를 눌러주세요.
 - ⑬ 하단에 사용자가 제어설정현황을 볼 수 있고 선택을 누르면 내용에 대한 설정화면을 확인 하고 삭제 하실 수 있습니다.

8) 통합제어장치 원격·수동 설정방법

① 서버 화면

(1) <http://server.usem.kr> 접속합니다.



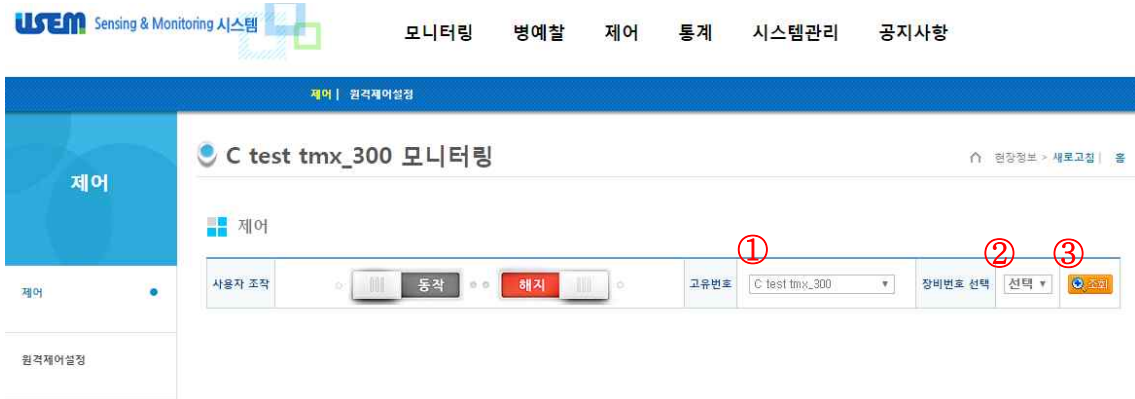
(2) 다음 화면과 같이 무선중계기 번호를 ID에 입력하여 로그인을 합니다.



(3) 메뉴에서 제어를 클릭합니다.



(4) 고유번호와 장비번호를 선택 후 조회를 클릭합니다.



(5) 조회를 하면 제어설정 화면에서 센서들이 표시되어 있습니다. 제어할 센서를 ON/OFF 로 선택해줍니다.

(* 제어부분에서 원격설정을 했을 경우 데이터 수신전 화면에는 구동장치 이름이 제어이며 모두 off 상태입니다.)

1	제어	on off stop	4	제어	on off stop	7	제어	on off stop
2	제어	on off stop	5	제어	on off stop	8	제어	on off stop

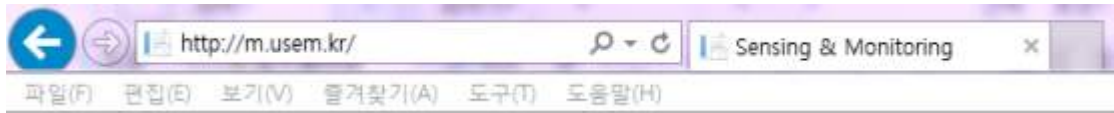
예) 원격제어설정 화면에서 측창좌와 측창우를 선택했을 경우
 사용자 조작 동작 클릭 → 제어하고자 했던 장비번호 선택 → 측창좌 ON선택
 → 측창우 ON선택 → 그 외 장치는 변경사항 없으므로 따로 선택 안하셔도 됩니다.



(6) 사용을 중지 하실려면 stop을 클릭하시고 사용자 조작 탭에서 해지 버튼을 누르시면 됩니다.

② 모바일 화면

(1) <http://m.usem.kr> 접속합니다.



(2) 다음 화면과 같이 무선중계기 번호를 ID에 입력하여 로그인을 합니다.

A screenshot of the mobile login page for the "USEM Sensing & Monitoring 시스템". The page features a blue header with the "LOGIN" title. Below the header, there are two input fields: one for the ID, which contains the text "012-0000-0000", and another for the password, which is masked with five asterisks. At the bottom of the form is a blue button labeled "로그인". The background of the page shows the system logo and the text "Complex Distribution system Of Remote Monitoring".

(2) 메뉴에서 제어를 클릭하면 제어할 구동장치와 센서에 대해 ON/OFF로 설정할 수 있습니다.
 (* 서버 화면과 동일합니다.)

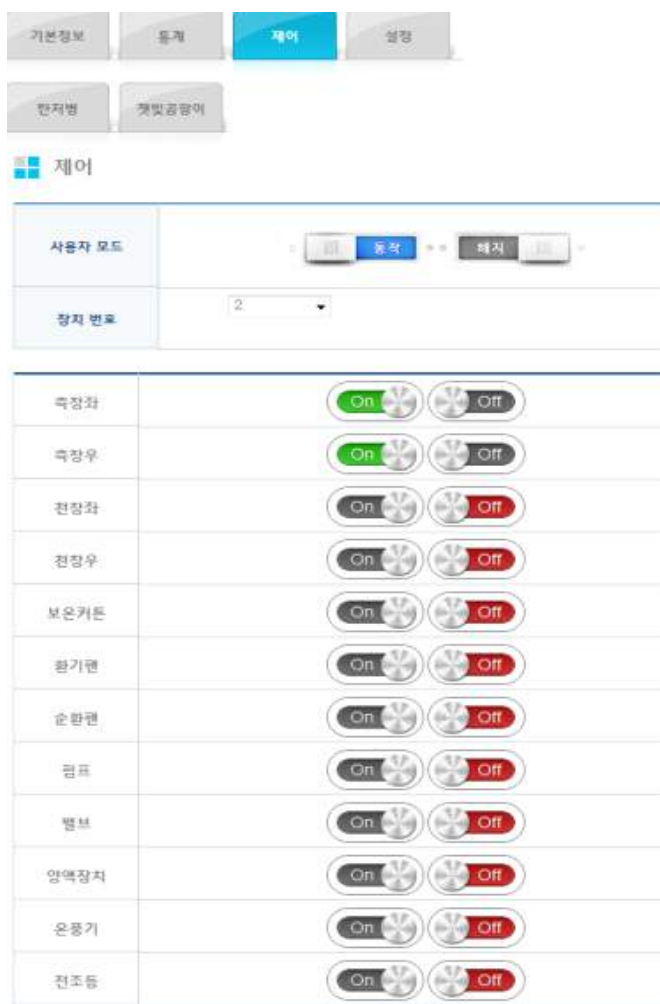
예) 제어설정 화면에서 측창좌, 측창우를 선택 했을 경우 (* 아래 사진 참조)
 사용자 모드 → 동작 선택 → 측창좌 ON 선택 → 측창우 ON 선택
 → 그 외 구동장치는 변동사항 없으므로 따로 설정 안하셔도 됩니다.

< 원격제어설정에서의 화면 >

(설정되기 전)



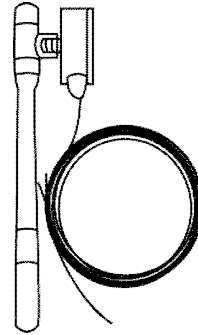
(설정 후)



3. 센서

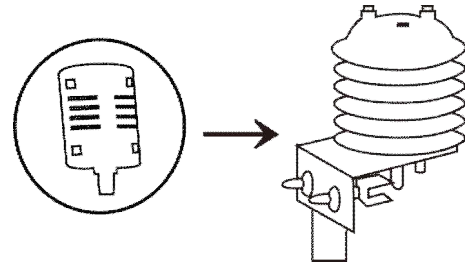
1) 텐시오미터 센서

- model : UE-3023
- range : 0 ~ -100kPa
- length : 10m



2) 온습도 센서

- model : UE-H100
- range : -20 ~ 80°C, 0 ~ 100RH
- length : 3m



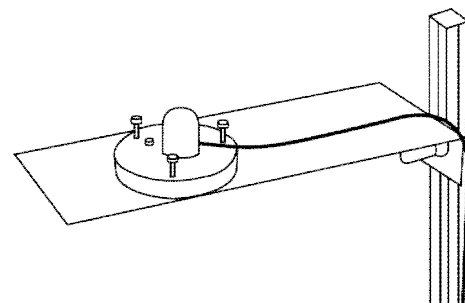
3) 지온 센서

- model : UE-T100
- range : -20 ~ 70°C
- length : 7~10m



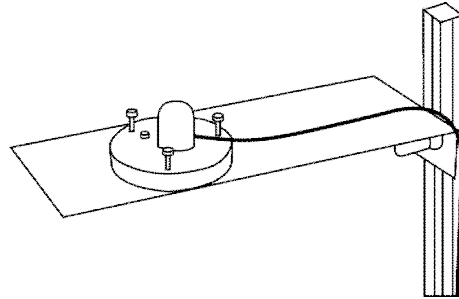
4) 광량 센서

- model : UE-150
- range : 0 ~ 2,000 μ mol
- length : 5m



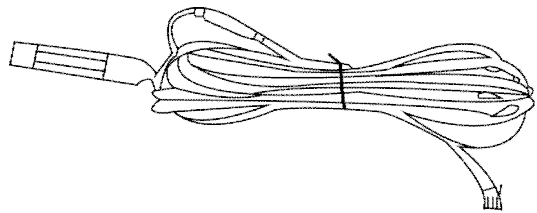
5) 일사 센서

- model : UE-130
- range : 0 ~ 2,500w/m²
- length : 5m



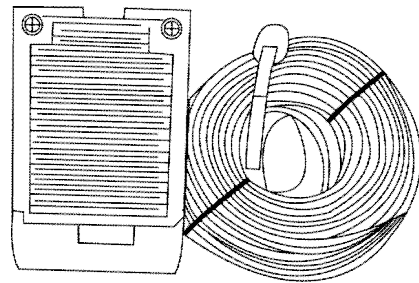
6) 토양 수분함량 센서

- model : UE-M05
- range : 0~50%vol
- length : 5m



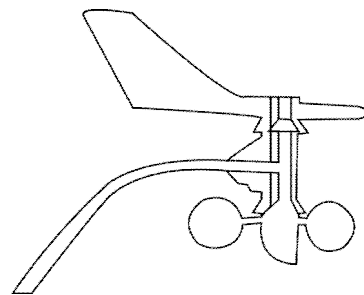
7) 엽수분 센서

- model : UE-6420
- range : 0(Dry) ~ 15(Wet)
- length : 10m



8) 풍향풍속 센서

- model : UE-6410
- range : 풍향 0 ~ 360°
 풍속 1 ~ 67m/s
- length : 10m



4. 스마트온실 TTA 표준규격

1) 다음과 같이 농수산부 산하 농촌진흥청과 ETTRI 에서는 스마트온실용 센서 인터페이스 및 구동기 인터페이스에 대한 규격을 정하였음(2016년)



그림 75. TTA표준규격 표제

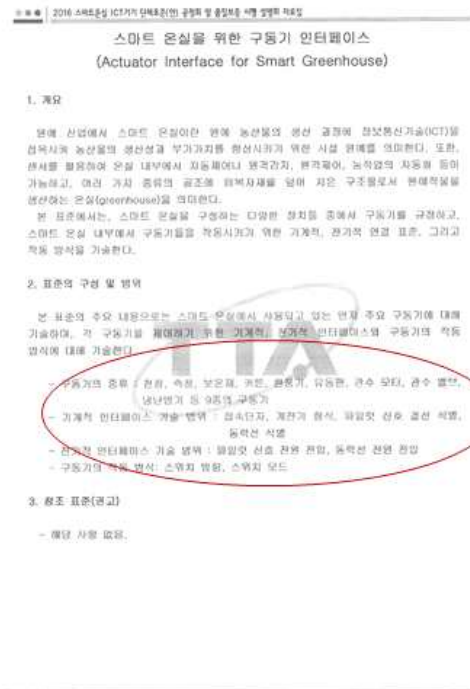
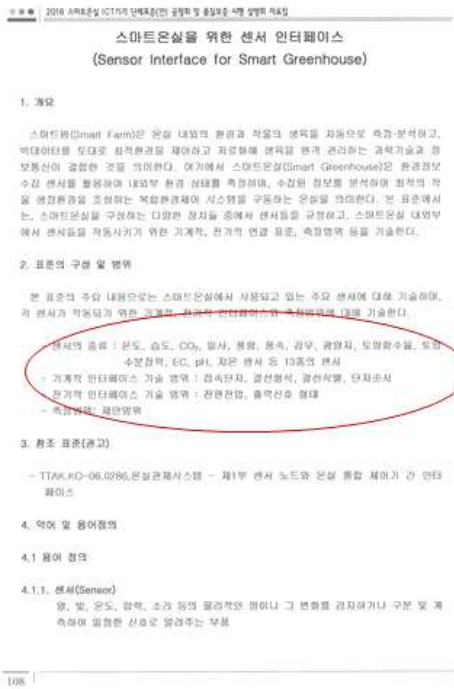


그림 76. 스마트온실의 센서류 및 구동기 종류

4.1.12. 토양습수물량센서(Soil-moisture Sensor)
단위 부피당 토양의 포함된 수분량(%)을 측정하는 센서. 실시간 관수 제어에 주로
용되며, 작물 생육에 적합한 작량 영위와 관련한다.

4.1.13. 토양수분장력센서(Tensiometer)
토양의 수분장력(pF)을 측정하는 센서. 토양습수물량센서와 다른 수분포배를 직
접 측정하는 방식이며, 작물 생육에 적합한 작량 영위와 관련한다.

4.1.14. EC센서(Electrical Conductivity Sensor)
수용액 중의 전기전도도(μS/cm)를 측정하는 센서. 해리된 이온이 많을수록 전기전
도도가 증가하며, 양분농도의 간접적 지표로 사용한다.

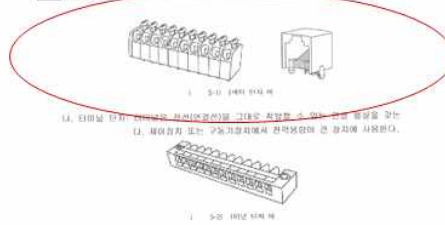
4.1.15. pH센서(pH Sensor)
수용액 중의 수소이온농도(pH)를 측정하는 센서. 양분의 흡수에 밀접한 관계가
있으며, 작물 생육에 적합한 작량 영위와 관련한다.

4.1.16. 지온센서(Soil-temperature Sensor)
공간의 온도(1)를 측정하는 센서. 작물, 비닐, 하우스 등의 온도를 측정한다. 작물
생육의 생육에 영향을 주며, 작량 영위와 관련한다.

4.1.17. RS485 통신(RS485 Communication)
저리용 통신 방식으로, 장거리, 고가용의 선을 사용하며 온실내 최대 1.2km 까지 선
호전송이 가능하며, 다수의 장치를 간단하게 2선으로 쉽게 연결하여 사용할 수
있으며, 센서노드와 중앙제어장치간 유선통신 방식으로 통신하는 방식이다.

4.2. 인터페이스

- SPI (Serial Peripheral Interface)
- EC (Electrical Conductivity)
- CAN(Controller Area Network)



5.1.2. 결선방식

다중의 결선방식은 <핀5-1>의 내폭을 설계규격 내외로 하고 있으며, 선의 굵기에 대한
검열이 용이하게 한다. 사용하는 핀은 <65-1>에 기술된 18와 같은 견본선 및 선호선
을 용이하게 식별할 수 있도록 서로 다른 색깔의 선을 사용하며, 각 선의 굵기를 최대
허용할 수 있도록 명칭을 기입하거나 표방으로 표시한다. 4선식 이상의 경우도 선의 굵
기를 용이하게 식별할 수 있도록 한다.

- 과, 2선식의 경우, 아래와 같은 결선방식을 채택할 수 있다.
 - W(백색)
 - B(흑색)
- 나, 3선식의 경우, 아래와 같은 결선방식을 채택할 수 있다.
 - R(적색)
 - W(백색)
 - B(흑색)
- 다, 4선식의 경우, 아래와 같은 결선방식의 채택을 권고한다.
 - R(적색)
 - W(백색)
 - G(녹색)
 - B(흑색)

그림 77. 인터페이스 485통신 및 결선단자의 규격 표시

표준 작성 공헌자

표준 번호 : TTA.KO-10.0903

이 표준의 제정과정 및 발간을 위해 아래와 같이 여러분들이 공헌하셨습니다.

구분	성명	위원회 및 직위	연락처 (E-mail 등)	소속사
표준(표준) 제안	이현	스마트농업PG 위원	yhyun@scnu.kr	순천대학교
	김성철	-	skim@rda.go.kr	농촌진흥청 국립농업과학원
	김신각	스마트농업PG 위원	sgkang@etri.re.kr	한국전자통신연구원
	김현환	-	hhkim@rda.go.kr	농촌진흥청 국립농업과학원
	문예경	스마트농업PG 간사	akmoon@etri.re.kr	한국전자통신연구원
	민재훈	스마트농업PG 위원	jhmin@etri.re.kr	한국전자통신연구원
	손철익	-	sjeomy@snu.ac.kr	서울대학교
	이영춘	-	iesmh777@suncheon.ac.kr	순천대학교
	정석기	-	nongjung@naver.com	농정사이버
	정희창	스마트농업PG 의장	gyoonchung@naver.com	동원대학교
표준 초안 검토 및 심의	한종필	-	paul@usem.kr	USEM 인스트루먼트
	홍미경	스마트농업PG 위원	myuh@etri.re.kr	한국전자통신연구원
표준 초안 예타	이현	스마트농업PG 위원	yhyun@scnu.kr	순천대학교
	김신각	스마트농업PG 위원	sgkang@etri.re.kr	한국전자통신연구원
표준 초안 검토 및 표방적그림 위안	정희창	스마트농업PG 의장	gyoonchung@naver.com	동원대학교
	유동식	정보기술융합 기술위원회 의장	dsyoo@etri.re.kr	한국전자통신연구원
표준안 심의	김종호	-	kim@tta.or.kr	TTA
	이영훈	-	joey2k@tta.or.kr	TTA

그림 78. TTA표준규격 개정에 당사 참여 실적

2) 표준안에서 정의한 몇가지 센서별 규격은 다음과 같다.

센서류	전원전압	출력신호	측정범위
1.온도센서	DC5~24V	아나로그 0~5V / 4~20mA	-20~80℃
2.습도센서			0~100%RH
3.CO2 센서			0~3000ppm
4.일사량 센서			0~2000W/m
5.토양장력 센서			0~-100kPa
6.풍향풍속 센서			0~40m/s 0~360°방위각

표 14. 대표적 센서별 표준 규격

당사가 제공하는 센서의 상기 표 와 같은 센서를 개발한 스마트센서장치와 결합시 다음과 같이 당사가 제공하는 젠더를 사용하여 결합하여 사용 가능함.



그림 79. 젠더

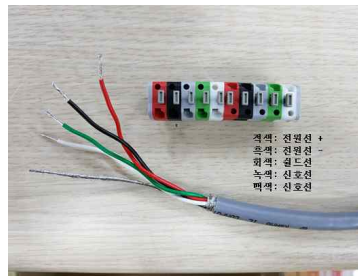


그림 80. 각선별 기능

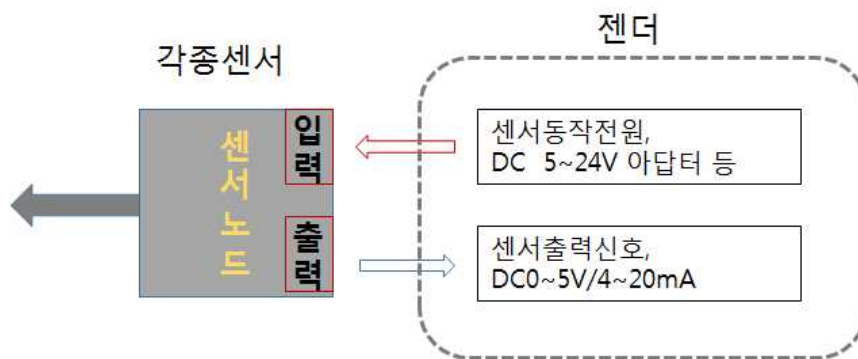


그림 81. 타 센서류와 젠더간 결선 블록도

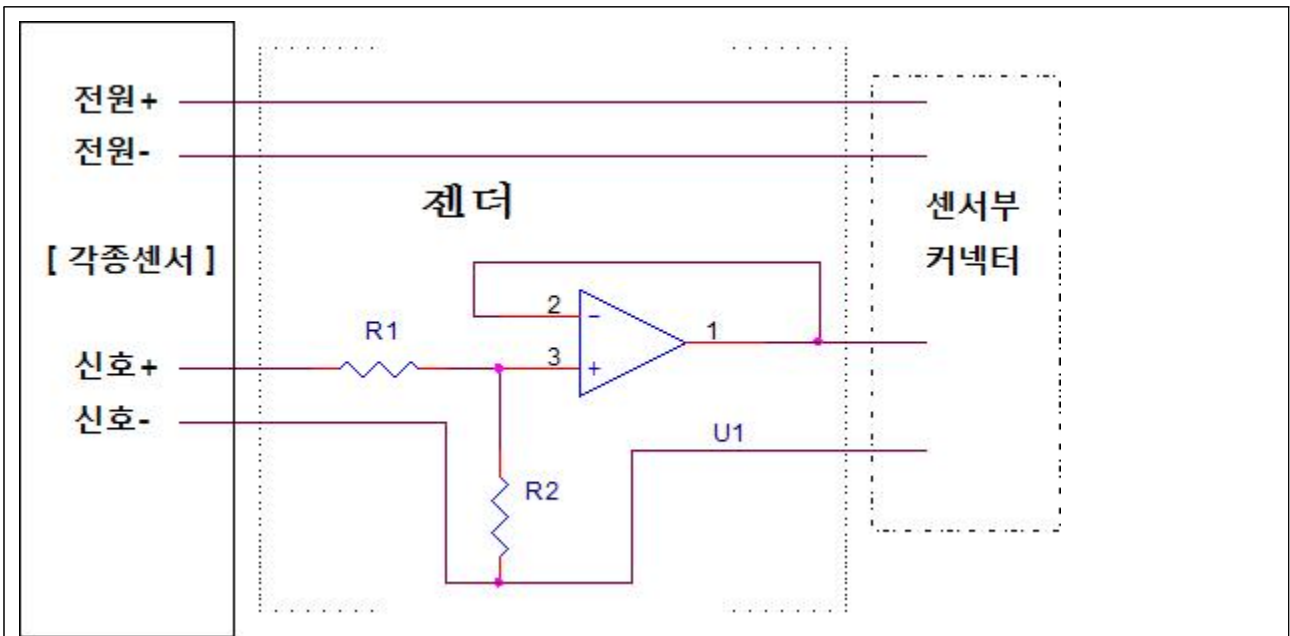


그림 82. 제너부 회로

9. 연구개발성과

가. 지식재산권 성과

특허 출원 성과 -1

발명의 명칭 : 농가 재배시설용 스마트 컨트롤 센서장치

출원번호 : 10-2015-0030992

주요 내용 : 본 발명은 농가 재배시설용 스마트 컨트롤 센서장치에 관한 것으로 그 기술 구현의 목적은, 다수개의 센서를 복합적으로 사용할 수 있는 복합센서유닛을 마련하여, 센서 상호 간 전원선 연결관계를 배제되도록 하고, 복합센서유닛과 복합센서유닛 또는 복합센서유닛과 통합제어기, 또는, 통합제어기와 통합제어기를 RS485통신에 의한 드롭 방식에 의해 연결하여, 자동 및 수동은 물론 무선원격제어 또한 가능하도록 하며, 여기에 더하여, 상기 통합제어기를 기존에 마련되어있는 농가 재배시설용 컨트롤러와 연계 사용할 수 있도록 하여, 일련의 구성을 간소화함과 동시에, 경제성 또한 극히 향상시킬 수 있도록 한 농가 재배시설용 스마트 컨트롤 센서장치를 제공함

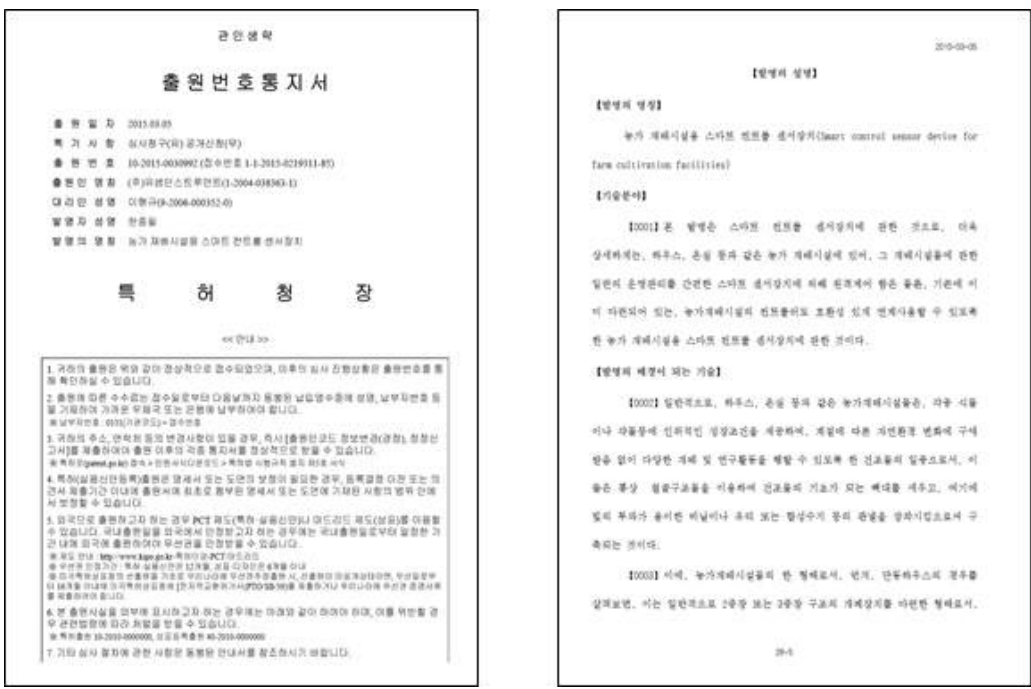


그림 83. 특허 출원증

특허 출원 성과 -2

발명의 명칭 : 센서장치를 이용한 딸기작물 병해 예찰 및 약제살포 결정시스템

출원번호 : 10-2016-0098591

주요 내용 : 본 발명은 센서장치를 이한 딸기작물 재배 현장의 병해 예찰 및 약제살포 결정시스템에 관한 것으로 그 기술구현의 목적은, 통합감지센서와 엽수분 감지센서에 의해 감지된 온도 측정값 및 엽수분 측정값을 설정된 시간범위로 누적시켜 평균 수치로 산출하고, 이와 같이, 산출된 정보에 의해 딸기작물의 대표적인 병해, 예컨대, 탄저병과 잿빛곰팡이병의 진행도를 예찰 감지하며, 재차, 이와 같이, 감지된 예찰 정보에 의해 농약살포시점을 결정되게 하여, 적시에 농약살포작업을 행할 수 있게 함으로서, 딸기작물의 병해 전염을 미연에 방지할 수 있도록 함은 물론, 맹독성 농약의 오, 남용또한 최소화되게 하여, 환경오염의 문제점을 개선시킬 수 있도록 한 센서장치를 이용한 딸기작물 병해 예찰 및 약제살포 결정시스템을 제공함



그림 84. 특허 출원증

상표등록출원 및 등록 성과 -3

상표권 명칭 : 젯팜스(z.Farms)

출원번호 : 40-2015-0025427

주요 내용 : 데이터 로거, 텐시오미터, 라우터, 환경측정기기, 환경계측기에 대한 일반상표로 젯팜스(z.Farms) 명칭으로 등록함



그림 85. 상표등록결정서 및 상표 견본

나. 논문게재 성과

비SCI논문 성과 -1

논문지 : J Plant Biotechno (2016) 43:21-29, ISSN 2384-1397

제목 : ICT원격제어 system 이용 식물진단, Phenomics 연구현황 및 전망

저자 : 정유진, 노일섭, 김용권, 김희택, 강권규

주요 내용 : Remote sensing는 각종 센서를 이용하여 지표면, 물, 대기 현상에 대해 비접촉, 비파괴적인 방법으로 필요한 정보를 얻어내는 기술임. 이들 기술은 센서 등의 요소 기술뿐만 아니라, 센서를 탑재하는 플랫폼과 정보 통신 기술 (ICT) 등을 복합적으로 이용함. 특히 농업 분야에서는 ICT를 중개로 기상이나 토양 등의 환경 정보와 작물 정보를 측정하여 수치화하고 클라우드 컴퓨팅에 의해 생산 단계뿐만 아니라 유통 및 소비 단계까지 관리하는 스마트 농업에 크게 기여함. 식물을 측정하기 위해서는 비파괴 비접촉 bioimaging (remote imaging)을 포함한 식물 기능 remote sensing 기술개발이 필요하다. 또한 식물 과학 분야에서도 유전자·세포 수준에서 개체 수준까지를 대상으로 한 bioimaging 연구가 활발히 진행되고 있음. 최근 들어 표현형 연구를 통해 환경과 유전자형의 관계를 구명하는 phenomics 연구가 활발히 진행되고 있다. 따라서 본 논문에서는 식물기능 원격탐사의 기술동향, 식물 진단 및 식물환경응답해석과 식물 phenomics 연구현황에 대해 고찰하였음

비SCI논문 성과 -2

논문지 : J Plant Biotechno (2015) 42:104-110, ISSN 2384-1397

제목 : 상추에서 LED광질에 따른 플라보노이드 생합성 관련 유전자들의 발현 및 이차대사 산물의 성분 분석

저자 : 정유진, 강대현, Maral Tsevelkhoroloo, 문준관, 강권규

젯팜스 장치 시리즈 (z-Farms)

- 젯팜스는 인터넷이 없는 곳에서 사용가능
- 젯팜스는 무선중계기 1대와 다수의 스마트센서·통합제어장치를 사용함
- 젯팜스는 스마트폰으로 모든 동작을 하며 현황확인 및 제어설정을 함
- 젯팜스의 설치는 4선의 전선을 사용하여, 무선중계기와 다수의 센서장치·통합제어장치를 상호간 선으로 연결-연결하는 방식임
- 무선중계기로부터 각 장치간의 거리는 최대 1200m까지 결선사용 가능함
- 장치에 선결선 및 센서설치는 모두 찰탁식의 터미널을 사용하고 있어 취부가 편리함
- 병예찰 확인 및 자동 관수제어 기능이 있음
- 각 장치의 동작 및 설치 취급이 간편



그림 90 . 젯팜스 카다로그

마. 홍보 성과

(1) 행사명: ICT 설명회

장소 : 경상남도 농업기술원

주관 : 농림수산식품교육정보원

기간 : 2014.8.28

내용 : 센서장치, 센서류 및 원격제어장치



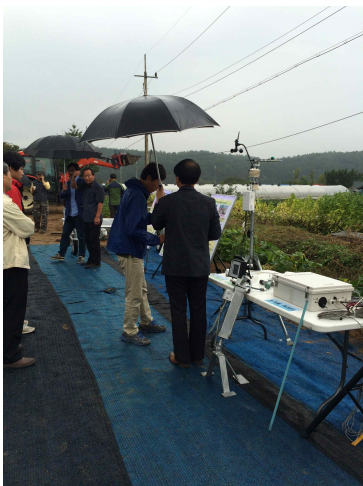
(2) 행사명: 춘천시 ICT융복합 사업 설명회

장소 : 춘천시

주관 : 농촌진흥청 국립농업과학원

기간 : 2014.10.02

내용 : 춘천시 농업기술센터 및 농업인 대상으로 ICT 제품 홍보



(3) 행사명: 한국원예학회 기기전시

장소 : 농촌진흥청

주관 : 한국원예학회

기간 : 2015.05.10.

내용 : ICT 기기전시회



(4) 행사명: 2015 창조농생명과학대전

장소 : 렛츠런파크 서울(경기도 과천시)

주관 : 농림축산식품부, 농림수산식품기술기획평가원, 농촌진흥청, 산림청,
한국식품연구원, 농업기술실용화재단 등

기간 : 2015.7.14. ~ 16

내용 : ICT 관련 기기 전시



(5) 행사명: 2015 첨단농업기술박람회

장소 : 킨텍스 제2전시장 10홀 A, ICT스마트농업관

주관 : 경기도, 킨텍스

기간 : 2015.11.18. ~ 21

내용 : ICT스마트농업 전시



(6) 행사명: 성주군청 시설원예분야 ICT융복합 확산사업 제안 설명회

장소 : 성주군청 대회의실 5층

주관 : 성주군

기간 : 2016.1.8, 14:00 ~ 18:00

내용 : 성주군 관계자 및 농업인 대상으로 시설원예분야 ICT융복합 확산사업 제안 설명회에 참여하여 (주)유셈 인스트루먼트 제품에 대해 홍보 및 소개



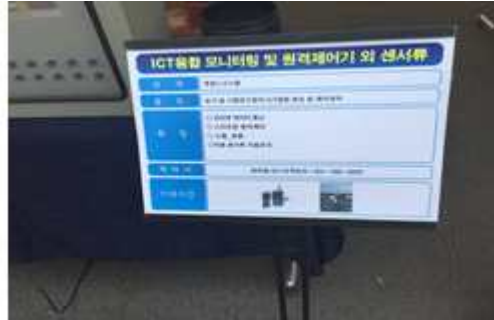
(7) 행사명: 2016년 ICT기술 확산을 위한 정밀농업기계 전시회

장소 : 농촌진흥청

주관 : 농촌진흥청, 한국농업기계학회, 한국정밀농업학회

기간 : 2016.3.23~24

내용 : 관계자 및 농업인, 농업전공 학생 대상으로 ICT융복합 정밀농업기계 중 시설 원예기계 분야로 참여하여 (주)유셈 인스트루먼트 젯팜스에 대해 홍보 및 소개



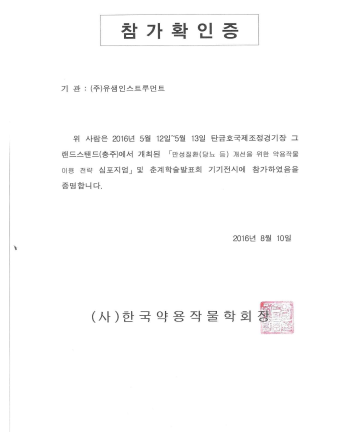
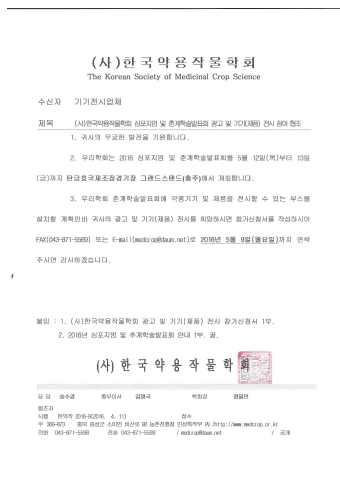
(8) 행사명: 한국약용작물학회 기기전시

장소 : 탐금호국제조정경기장 그랜드스탠드

주관 : 한국약용작물학회

기간 : 2016.05.12~13

내용 : ICT융복합 젯팜스장치 홍보 및 소개



10. 연구결과

(1) 스마트센서장치 개발

종래의 센서는 입력(전원선)선과 출력선이 각각 있으며, 센서마다 입력 및 출력의 범위가 다른 경우가 많아 선의 결선이 복잡해지며, 이런 센서가 연결되는 센서인터페이스 장치 및 컨트롤러의 구조 또한 복잡 해지고 조작방법도 어려운 경우가 많다.

이런 문제점을 간소화 하기위해 1차개발 및 시험장치는 Zigbee 근거리 무선통신 방식과 CDMA무선통신 방식의 두가지 장치를 개발하여 현장에 설치 및 시험을 하였다.

Zigbee 및 CDMA무선통신은 많이 사용해오고 있는 것으로 특별한 것은 아니며, 개발장치는 하나의 인터페이스에서 다양한 센서를 8개정도 사용할 수 있다는 것과, 사용 가능한 다양한 센서를 국산화 개발했다는 차이점이 있다.

1차개발 장치의 근거리무선통신은 시설재배환경에서 시설구조와 작물 및 관수시에 전파의 흡수 및 굴절등 전파간섭의 영향과 통신거리의 제한으로 사용의 문제점이 있었으며, CDMA무선통신은 전파 간섭의 영향이 없으며 센서선의 길이 제한 없이 임의 지점에 센서를 설치할 수 있어 CDMA통신방식의 장치로 개발 하였음.

개발한 CDMA통신방식은 무선중계기와 스마트센서장치 및 통합제어장치마다 CDMA모듈을 장착 해야 하기 때문에 장치의 수가 많아지면 모든 장치마다 CDMA를 장착해야 하는 경제적인 문제가 있었다. 또한 각 장치를 동작할 때 프로그램을 사용하여 하나씩 동작해야 하며 측정데이터를 다운로드 받아야 하는 번거로움이 있었다.

이와 같은 문제점을 해결하기 위해 서버시스템의 구축과 프로그램 개발 및 애플리케이션 개발과 무선중계기와 서버간 WCDMA무선통신으로 하여 인터넷통신이 가능하도록 하고, 스마트센서장치 및 통합제어장치의 장치간 통신은 데이터의 통신의 안정성과 경제성을 고려하여 RS-485유선통신에 의한 데이터 통신방식으로 개선하였다. 스마트센서장치는 별도의 전원을 사용하지 않고 통신2선과 전원2선을 함께 하는 4선을 사용하여 무선중계로부터 전원을 공급받도록 하였으며 4선식은 통합제어장치도 함께 사용 하는 것으로 각 장치의 하드웨어 결선부를 개선하였다. 또한 스마트센서장치는 센서의 사용시 사용자가 별도의 조작없이 사용가능하도록 센서의 자동인식기능을 추가하였으며, 타 센서와 호환 가능할수 있도록 센서연결부인 젠더를 다시 개선하였다. 또한 스마트센서장치에 결선되는 센서의 동작전원은 스마트센서장치로부터 공급되어 별도의 전원장치가 필요없다.

이와 같이 개발한 장치는 무선중계기의 전원만 동작하면 스마트센서장치 및 센서의 측정이 즉시 동작하며, 실시간 측정데이터는 무선중계의 WCDMA와 서버장치간 인터넷 통신으로 무선데이터 통신하며 스마트폰의 모바일앱 동작으로 언제 어디서나 데이터 확인이 가능한 별도의 어려운 프로그램 동작등 기능조작이 전혀 필요 없는 편리한 장치로 개발하였다.

(2) 통합제어 장치 및 추가 장치개발

시설재배온실의 제어장치는 대다수 수동과 타이머에 의한 반자동과 온도센서가 함께 사용되는 온도컨트롤러에 의한 자동기능의 장치로 구분 된다. 1차개발 장치는 수동 동작 및 무선에 의한 원격제어동작의 전환으로 사용 하며, 내부에 트랜스를 사용하지 않고 외부에서 아답터를 사용하여 콤팩트 하면서 설치가 간편한 장치로 개발하였다. 개발 장치를 현장에서 사용 하면서 사용자의 입장에서 몇가지 문제점이 있었다. 사이즈가 작고 설치가 간편점은 타 장치에 비해 우수하나, 원격제어동작시 PC상의 프로그램에 의한 사용상 어려움이 있었 으며, 고장에 대한 수리조치시 전문가가 장치를 분리해서 부품교환등 수리해야 하는 문제점 이 있었다. 이와 같은 문제점을 개선한 2차개발 장치는 서버프로그램의 개발로 사용자는 스마트폰에 의한 원격제어로 편리하게 동작 사용할수 있게 되었으며, 수리조치를 쉽게 하기 위해 일반적인 제어장치 케이스를 사용하여 내부를 쉽게 볼수 있게 하였으며, 빈번히 동작 하는 구동기 출력단에 육안으로 고장의 유무를 쉽게 볼 수 있는 시판하는 LED표시 릴레이 를 사용하여 릴레이의 고장시 쉽게 수리 가능하도록 개선하였다. 개발 장치의 데이터 통신 은 RS485통신으로 하며, 스마트센서 장치와 함께 4선 결선으로 하여 센서 측정값에 의한 자동기능 동작을 한다. 제어설정 및 제어현황의 데이터는 무선중계기와 서버간 인터넷통신 으로 행함.

개발과제를 통하여 토경재배 시설재배농가에서 편리하게 사용할 수 있는 자동관수제어장치를 추가 개발 하였으며, 농가는 토양수분센서에 의한 자동관수제어에 대하여 많은 관심을 갖 게 되었다. 특히 관수제어에 사용하는 텐시오미터 토양수분센서의 기능과 사용방법에 대하여 매우 많은 관심을 갖게 되어 점차 농가의 활용도가 증가할 것으로 기대됨.

또한 개발과제를 통하여 딸기작물의 병해예찰과 진행도를 측정하는 프로그램을 딸기시험장의 협조하에 프로그램 개발하여 장치에 구성하였다. 농가는 관련 센서를 사용하여 해당작물 에 대한 탄저병 및 잿빛곰팡이병에 대한 병해의 진행도를 스마트폰으로 확인 하면서 약제 살포에 대한 결정을 할수 있게 되었다. 진행도 및 약제살포 판정에 대한 정확도의 발체를 위해 딸기 딸기시험장에서 개발제품을 현장에서 설치 및 실증시험을 행하고 있음

(3) 사업화 성과 및 계획

항 목	세부 항목		성과(단위:백만원)	
사업화 성과	매출액	개발제품	개발후 현재까지	약 5,000
			향후 3년간 매출	약 200,000
		관련제품(센서 및 데이터 로거)	개발후 현재까지	약 2,000
			향후 3년간 매출	약 30,000
	시장 점유율	개발제품	개발후 현재까지	국내: 1%
			향후 3년간 매출	국내: 20%
		관련제품(센서 및 데이터 로거)	개발후 현재까지	국내: 2%
			향후 3년간	국내: 5%
세계시장	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위			
경쟁력 순위	3년후 제품 세계 시장경쟁력 순위			

항 목	세부 항목	성 과			
사업화 계획	사업화 소요기간(5년)	ICT 융복합 시범사업 및 확산사업			
	소요예산(백만원)	30,000			
	예상 매출 규모 (억원)	현재까지	3년후	5년후	
		1	20	30	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후	5년후
		국내	1%	20%	30%
국외					
향후 관련기술,제품응용 제품등		관수제어컨트롤러, 병해예찰 및 진단장치			

(4). 국내외 제품 비교

국내: 현재 시설재배분야 ICT사업에 참여하고 있는 업체수는 약20여개 사업체로 조사됨
(농림수산식품정보교육문화원, 2016년8월10일 조사)

국내 ICT융복합 사업의 대표적인 사업체의 제품 및 개발장치의 특징 비교

업 체	데이터 통신	센서장치 기능	통합제어장치	자체 센서	비 고
나래 트렌드	인터넷 설치 필요	-RS485통신 센서 인터페이스 사용 -별도 동작전원필요 -센서전원별도 필요	-제어장치에 센서연결하여 사용 -터치패널 장착	자체 개발 제품 없음	-아웃소싱 판매 -통합제어장치 위주 판매
우성 하이텍	인터넷 설치 필요	별도의 센서인 터페이스 없음	-제어장치와 각 종 센서의 연결 -그래픽 터치패 널 장착	자 체 개 발 온도, 습도 및 감우센 서 보유	- 자체제작 - 복합환경제어 장치 위주 판매
KT	인터넷 설치 필요	-RS485통신 센서 인터페이스 사용 - 센서부 온도, 습도 등 고정	-제어장치와 센 서인터페이스 통 신 사용	자 체 개 발 제품 없음	-아웃소싱 판매 -통합제어장치 위주 판매
유비엔	무선인터넷	-RS232방식의 센서 인터페이스로 거리제 한 있음 -온도, 습도센서고정 -별도전원 필요	- 제어장치와 센서인터페이스 간 통신사용 - LCD화면 표시 기 부착	자 체 개 발 온도, 습도, 감우 센서 보유	- 자체제작 - 통합제어장치 위주 판매
유샘 인스 트루먼트	WCDMA	-RS485통신 센서인 터페이스 사용 -센서 자동인식에 의한 센서별 고정 불필요 -별도 전원 불필요	- 제어장치와 스마트센서장치 간 데이터 통신 - 표시기 없음 - 스마트폰상 제어	자 체 개 발 각종 센서 보유	- 자체제작 - 스마트센서장 치 와 통합제 어장치 각각 모델별 판매

국 외: 세계적인 농업 토탈 솔루션을 공급하는 회사와 센서 및 데이터 로거 위주 판매사로 구분하였음

네덜란드의 Priva사는 온실의 제작을 함께 하면서 및 복합환경제어 시스템을 의 함께 공급하는 세계적인 회사로 국내는 유리온실의 양액제배농가에 복합환경제어 장치가 많이 판매되어 있음. 토탈 솔루션의 판매사로 각종 센서 및 제어장치는 스마트폰 제어 동작하고 있음

이스라엘의 Netafim사는 온실의 관수제어 및 양액제어 시스템의 공급사로 국내에서는 상기 Priva사와 함께 가장 많이 알려진 회사이며, 국내의 대다수의 양액제배하는 농업현장은 이 회사의 양액제어장치를 사용하고 있음. 복합환경 시스템 공급사로 스마트폰상의 각종제어 및 센서데이터 통신이 가능함

미국 Spectrum Technology사는 WatchDog 이라는 상표로 소형 데이터 로거의 위주 판매하는 세계적인 회사임

국내의 연구소 및 학교에서 많이 사용하고 있으며, 특히 병해충 예찰프로그램을 개발하여 과수작물의 각종 병해충에 대한 예찰 및 방제에 대한 결과를 데이터 수집한 내용으로 그 결과를 나타내고 있음. 무선통신기능은 미국내의 CDMA통신은 가능하며 국내에서 사용 불가하며 스마트폰상 데이터 확인이 가능한 앱은 아직 없음

미국 Onset Computer사는 Hobo라는 상표로 Spectrum Technology사와 동일한 소형 데이터 로거 및 미기상측정기를 위주로 판매하는 세계적인 회사임

국내의 연구소 및 학교에서 중소형 데이터 로거중 가장 많이 사용하고 있는 제품이며, 최근에는 Bluetooth 통신과 스마트폰상 앱을 개발하여 근거리 무선통신용 데이터 로거의 판매가 많아 지고 있음.

당사는 상기 Spectrum Technology사 와 Onset Computer사의 제품과 동일한 데이터 수집의 기능을 하고 있으며, 차이점은 당사가 개발한 장치는 하나의 무선중계기로 다수의 장치간 센서모니터링을 실시간 하여 서버에 데이터 저장되며, 실시간 스마트폰에서 데이터 확인이 가능하며, 센서장치의 센서 자동인식기능이 있어 별도의 조작이 필요 없으나, 미국제품은 프로그램 동작으로 장치의 기능을 설정하며, 측정 후 데이터 다운로드 받아야 하는 일반적인 데이터 로거 방식이라는 차이점이 있다. 최근에 농가 및 연구소는 개발한 스마트센서 장치를 사용해 보면서 개발장치의 편리성과 설치 및 센서 취급이 간편하여 좋은 제품으로 인정하고 있으며 저렴한 가격에 만족해 하고 있다. 앞으로 성능 테스트를 계속 하면서 보다 우수한 장치로 개선하며, 적극적인 홍보와 마케팅을 통하여 국내의 센서 모니터링 장치의 선두가 되고자 함.

○ 총괄과제가 있는 경우 세부과제별 결과를 종합 분석하고 고찰한 결론을 기술

제 4장. 목표달성도 및 관련분야 기여도

코드번호

D-06

제 1절. 목표달성도

본 연구개발은 농업ICT확산사업을 위한 하나의 연구과제로서 시설재배농가에서 적극 활용 가능한 ICT융복합 장치의 개발이 목표임. 이를 위해서 세부과제는 센서 및 스마트센서장치의 개발과 통합제어장치를 개발하며 1협동기관인 학교는 개발장치 사용을 통한 시험연구를 하며 2협동기관은 개발장치를 다수의 농업현장에 설치하여 동작 성능시험 및 매뉴얼 개발의 목적으로 수행되었다. 주요 연구내용으로 농가현장에서 사용하고 있는 센서 및 장치의 현황을 조사하여 농가에서 사용하고 있는 센서의 호환성이 가능한 센서인터페이스를 개발하며 농가에서 사용이 편리한 다양한 센서를 개발하여 하나의 스마트센서장치화의 개발, 농가에서 사용하고 있는 기존의 제어장치와 병행 가능한 ICT융합 통합제어장치의 개발과, 이를 위하여 서버장치를 구축하여 서버프로그램 개발과 앱프로그램 개발, 개발장치의 사용을 통한 시험연구와 농가실증시험 및 매뉴얼 개발을 수행하였다.

연구의 내용은 가능한 연차별 계획에 의거 수행하려 했으며 초기 계획에는 없었던 서버프로그램개발 및 앱개발에 따른 장치의 수차례 변경과 실증시험을 위한 농가섭외의 변경등 개발 장치의 실증시험이 늦게 수행 되었으나 다양한 농업현장에서 성능시험을 하게 되었고 시험을 통하여 농가 및 농업현장에서 사용이 편리하고 취급이 간편하다는 평을 받아 농가용 ICT 융복합 장치로서 개발목표를 획득 할 수가 있었다. 보다 좋은 제품을 목적으로 지속적인 현장 성능 평가를 통한 개발장치의 성능을 개선하고 사용자 요구사항을 지속적으로 반영할 예정이며 타사의 앱프로그램과 비교하여 개발한 앱프로그램을 지속적으로 보완해 가면서 완전한 수준의 스마트센서 모니터링 및 ICT융복합 시스템으로 보완할 예정이다

구 분	연구개발 목표	착안 사항	가중치(%)	달성도
1차년도	농가활용 센서개발	센서의 측정범위 및 정밀도는 스마트온실 ICT기기 표준안에 적합함	10	100
	스마트센서장치 개발	기존의 타센서 호환 가능한 센서 젠더개발 및 센서자동인식 기능설치. RS485통신에 의한 무선중계 및 장치간 4선식 결선. 스마트폰상 실시간 데이터 확인가능	15	100
	센서 및 장치성능 비교시험	시험을 통한 논문1건 및 학술발표1건 특허출원1건	10	100
	개발장치의 현장실증 시험	농가1곳,협동기관 2곳에 설치동작 시험하여 문제점 발췌 및 제품개선 개발장치 전시 및 홍보 3건	10	100
2차년도	통합제어장치 개발	시설재배 온실에서 기본적으로 사용하는 개폐,펜 및 벨브의 동작 가능하며 기존장치와 병행하여 사용할수 있으며 스마트폰상 원격제어가 가능한 장치임	15	100
	ICT 융복합 시스템	서버프로그램 개발 및 웹프로그램 개발 사용자 스마트폰상 원격제어설정 및 실시간 데이터 확인등 기능	10	100
	센서 및 장치성능 비교시험	시험을 통한 논문1건 및 학술발표1건 특허출원1건 및 상표등록1건	10	100
	개발장치의 현장실증 시험 10여개 이상 및 매뉴얼 개발	농가 및 협동기관 포함 12개소에 다수의 장치 및 센서설치하여 동작시험 수행 매뉴얼개발 개발장치 전시 및 홍보 5건	15	100
	장치의 최적화	동일업계 장치에 비해 30%이상 저렴 설치 및 취급이 간편함 방수형의 콤팩트 사이즈	5	100

제 5장. 연구결과의 활용계획

코드번호

D-07

본 연구개발을 통하여 상품화 판매를 하고 있는 장치의 연구활용계획은 다음과 같음

1. 과제를 통하여 도출한 스마트센서장치, 통합제어장치 및 관수제어장치는 노지작물 및 축산분야의 ICT융복합 장치로 활용할 수 있기 때문에 다방면으로 홍보를 할 예정임
2. 과제를 통하여 도출한 병해예찰 기술 및 토양수분센서를 사용한 자동관수제어장치의 성능 입증에 위한 실증시험 농가를 늘려 ICT융복합 실증사업 및 보급사업화로 추진할 예정임
3. 주관기관인 (주)유셈 인스트루먼트는 연구과제 기간동안 1건의 매출 발생의 사업화 실적을 했으며 향후 사업화 발전을 위한 사업화 계획을 작성하여 목표달성 예정임

항 목	세부 항목	성 과			
사업화 계획	사업화 소요기간(5년)	ICT 융복합 시범사업 및 확산사업			
	소요예산(백만원)	30,000			
	예상 매출 규모 (억원)	현재까지	3년후	5년후	
		1	20	30	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후	5년후
		국내	1%	20%	30%
국외					
	향후 관련기술,제품응용 제품등	관수제어컨트롤러, 병해예찰 및 진단장치			
무역수지 개선효과	(단위 : 백만원)				
	수입대체(내수)				
	수 출				

제 6장. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

코드번호	D-08
<input type="radio"/> 해당사항 없음	

제 7장. 연구개발결과의 보안등급

코드번호	D-09
<input type="radio"/> 해당사항 없음	

제 8장. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입 기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	코드번호		D-10	
					구입 가격 (천원)	구입처 (전화번호)	비고 (설치 장소)	NTIS장비 등록번호
○ 해당사항 없음								

제 9장. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

코드번호	D-11
<ul style="list-style-type: none">○ 연구개발 기간중 자체적으로 소방 및 작업기 사용 등 안전관리에 주의하였음○ 계측장비 와 치공구등 문제점이 없는지 수시로 자체 점검하면서 안전성 있게 연구를 수행하였음	

제 10장. 연구개발과제의 대표적 연구실적

번호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문게재지/ 특허등록국 가	코드번호		D-12	
						Impact Factor	논문게재일 /특허등록일	사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/인 용횟수 등)
1	논문	ICT원격제어 system이용 식물진 단 Phenomics연구 현황 및 전망	환경 대학교	1협동	J Plant Biotechno (2016)43: 21-29		2016.03.22	단독사사	비SCI
2	논문	상추에서 LED광질 에 따른 플라보노이 드 생합성관련 유전 자들의 발현 및 이 차대사산물의 성분 분석	환경 대학교	1협동	J Plant Biotechno (2015)42: 104-110		2015.07.22	단독사사	비SCI
3	특허	농가재배시설용 스 마트컨트롤 센서장 치	(주)유샘 인스트루 먼트	주관	대한민국		2015.03.05		
4	특허	센서장치를 이용한 딸기작물 병해예찰 및 약제살포 결정시 스템	(주)유샘 인스트루 먼트	주관	대한민국		2016.08.02		
5	특허	젯팜스(상표등록)	(주)유샘 인스트루 먼트	주관	대한민국		2015.04.07		

제 11장. 기타사항

코드번호	D-13
○	

제 12장. 참고문헌

코드번호	D-14
○ References	
Berger B, Parent B, Tester M (2010) High-throughput shoot imaging to study drought responses. <i>Journal of Experimental Botany</i> 61:3519-3528	
D. Stevenson, Information and Communications Technology in UK schools: An Independent Inquiry, Independent ICT in Schools Commission, pp. 41, 1997.	
D.K. Nam, "Development of Machine to Machine and Future Service Model," <i>Information and Communications Magazine</i> , Vol. 27, Issue 7, pp. 3-9, 2010.	
Furbank RT (2009) Plant phenomics. <i>Funct Plant Biol</i> 36:845-1026	
Granier C, Aguirrezabal L, Chenu K, Cookson SJ, Dauzat M, Hamard P, Thioux JJ, Rolland G, Bouchier-Combaud S, Lebaudy A, Muller B, Simonneau T, Tardieu F (2006) PHENOPSIS, an automated platform for reproducible phenotyping of plant responses to soil water deficit in <i>Arabidopsis thaliana</i> permitted the identification of an accession with low sensitivity to soil water deficit. <i>New Phytologist</i> 169:623-635	
Hartmann A, Czauderna T, Hoffmann R, Stein N, Schreiber F (2011) HTPPheno: An image analysis pipeline for high-throughput plant phenotyping. <i>BMC Bioinformatics</i> 12:148	
Ishimura A, SHimizu Y, Rahimzadeh Bajairan P, Omasa K (2011) Remote sensing of Japanese beech forest decline using an improved Temperatur Vegetation Dryness Index(iTVDI). <i>iForest</i> 4:195-199	
Iyer-Pascuzzi AS, Symonova O, Mileyko Y, Hal Y, Belcher H, Harer j, Weitz JS, Benfey PN (2010) Imaging and Analysis Platform for Automatic Phenotyping and Trait Ranking of Plant Root Systems. <i>Plant Physiology</i> 152:1148-1157	
J.G. Ko, S.G. Hong, B.B. Lee, and N.S. Kim, "Trends of Converging Smart Devices with IoT Technology," <i>Electronic and Telecommunication Trends</i> , Vol. 28, Issue 4, pp. 79-85, 2013.	
Jones HG (2004) Application of thermal imaging and infrared sensing in plant physiology and ecophysiology. <i>Adv Bot Res</i> 41:107-163	
Jones HG, Morison J (2007) Imaging Stress Responses in Plants. <i>J Exp Bot</i> 58:743-898	
Jones HG, Serraj R, Loveys BR, Xiong L, Wheaton A, Price AH (2009) Thermal infrared imaging of crop canopies for the remote diagnosis and quantification of plant responses to water stress in the field. <i>Functional Plant Biology</i> 36:978-989	
Kim JW (2010) Trend and direction for plant factory system. <i>J Plant Biotechnol</i> 37:442-455	

- Kolukisaoglu U, Thurow K (2010) Future and frontiers of automated screening in plant sciences. *Plant Science* 178:476-484
- Lee JY, Kim SH, Lee SB, Choi HJ, Jung JJ (2014) A study on the necessity and construction plan of the internet of things platform for smart agriculture. *J Korea Multimedia Society* 17(11):1313-1324
- Lee SY, Kim JM, Hwang DH (2014) A Study of Big-Data System Based on Data Stream. *J Korea Multimedia Society* 18(1):8-15
- McKinsey Global Institute, *Disruptive Technologies: Advances That will Transform Life, Business, and the Global Economy*, 2013.
- Megan AH, Amit KS, Parvesh S, Scott CB, Brij MM (2011) Nanoparticles as contrast agents for in-vivo bioimaging: current status and future perspectives. *Anal Bioanal Chem* 399:3-27
- Montes JM, Technow F, Dhillon BS, Mauch F, Melchinger AE (2011) High-throughput non-destructive biomass determination during early plant development in maize under field conditions. *Field Crops Research* 121:268-273
- National Agricultural Cooperatives Federation, *Agricultural Yearbook Republic of Korea, The Agriculture, Fisheries & Livestock News*, 2011.
- Omasa K (2014) Remote sensing of plant functioning –Applications in plant diagnosis and phenomics researches. *Eco-Engineering* 26(2):51-61
- Omasa K, Hashimoto Y, Aiga I (1981) A quantitative analysis of the relationships between O₃ Sorption and its acute effects on plant leaves using image instrumentation. *Environ Control Biol* 19:85-92
- Omasa K, Onoe M, Yamada H (1985) NMR imaging for measuring root system and soil water content. *Environ Control Biol* 23:99-102
- Omasa K, Shimazaki K, Aiga I, Larcher W, Onoe M (1987) Image analysis of chlorophyll fluorescence transients for diagnosing the photosynthetic system of attached leaves. *Plant Physiol* 84:748-752
- Omasa K, Takayama K (2003) Simultaneous measurement of stomatal conductance, non-photochemical quenching, and photochemical yield of photosystem II in intact leaves by thermal and chlorophyll fluorescence imaging. *Plant Cell Physiol* 44:1290-1300
- P. Lopez and Ismael, *Classifying Information And Communication Technology(ICT) Services*, WPIIS DSTI/ ICCP/IIS 2007.
- P.G. Kang, J.H. Kim, J.S. Chae, W.I. Choi, "A Design and Implementation of Facility Management System Using Portable RFID," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 10,

No.4, pp. 492-505, 2007.

Promotion Plan for Creative Vitamin Project, Ministry of Science, ICT and Future Planning, 2013.

Riedelsheimer C, Czedik-Eysenberg A, Grieder C, Lisek J, Technow F, Sulpice R, Altmann T, Stitt M, Willmitzer L, Melchinger AE (2012) Genomic and metabolic prediction of complex heterotic traits in hybrid maize. *NATURE GENETICS* 44:271-222

Robert AH, Rebecca LP (2009) Hypertriglyceridemia: phenomics and genomics. *Mol Cell Biochem* 326:35-43

S.C. Park, "Domestic Plant Factory Cases based on Convergence with Green Farming and IT," *Journal of Advanced Information Technology and Convergence*, Vol.9, Issue.1, pp. 73-80, 2011.

S.E. Yoon and S.J. Kim, "Agricultural Status in Netherland," *World Agriculture*, Vol 160, Issue 12, pp.183-209, 2013.

S.K. Rho, Uniform Pork Growth Management System, *Ubiquitous magazine*, vol.45, pp.118-123, 2009.

S.Y. Lee, J.M. Kim, and D.H. Hwang, "A Study of Big-Data System Based on Data Stream," *Korea Multimedia Society*, Vol. 18, Issue 1, pp. 8-15, 2014.

Sirault XRR, James RA, Furbank RT (2009) A new screening method for osmotic component of salinity tolerance in cereals using infrared thermography. *Functional Plant Biology* 36:970-977

Tracy SR, Roberts JA, Black CR, McNeill A, Davidson R, Mooney SJ (2010) The X-factor: visualizing undisturbed root architecture in soils using X-ray computed tomography. *Journal of Experimental Botany* 61:311-313

Y.J. Kim, S.Y. Gouk, Y.R. Kim, M.G. Kim, J.S. Kim, Y.H. Kim, et al. *The Present Status and Development Direction of Smart Agriculture*, Korea Rural Economic Institute, 2013.

Y.J. Kim, B.S. Kim, G,H, Park, J,J, Kim, H,S, Han, and S,H, Lim, *Study on Artificial Light type Plant Factory Management Model*, Korea Rural Economic Institute, 2013.

Y.K. Hong, M.K. Shin, and H.J. Kim, "A Study on Internet of Things(IoT/M2M) of Standardization," *OSIA Standards & Technology Review*, Vol. 26, No. 2, pp. 8-17, 2013.