

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

농식품기술개발사업 제3차 연도 최종보고서

발간등록번호
11-1543000-002533-01

# 인공지능 기반 IoT 클라우드형 개방형 스마트 팜 통합제어장치 개발 및 산업화 최종보고서

2019.02.11.

주관연구기관 / (주)이지팜  
협동연구기관 / 서울대학교  
협동연구기관 / 서울대학교  
협동연구기관 / 경상남도농업기술원

농 립 축 산 식 품 부  
농림식품기술기획평가원

<제출문>

## 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “인공지능 기반 IoT 클라우드형 개방형 스마트 팜 통합제어장치 개발 및 산업화”(개발기간 : 2016. 09. 05 ~ 2018. 12. 31)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2019 . 02. 11.

주관연구기관명 : (주)이지팜

(대표자) 김 영



주관연구책임자 : 이 성 중



국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에  
동의합니다.

<제출문>

## 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “인공지능 기반 IoT 클라우드형 개방형 스마트 팜 통합제어장치 개발 및 산업화”(개발기간 : 2016. 09. 05 ~ 2018. 12. 31)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2019 . 02. 11.

참여기관명 : 서울대학교  
서울대학교산학협력단

(대표자) 윤 의 준 (인)



참여기관책임자 : 손 정 익



국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에  
동의합니다.

<제출문>

## 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “인공지능 기반 IoT 클라우드형 개방형 스마트 팜 통합제어장치 개발 및 산업화”(개발기간 : 2016. 09. 05 ~ 2018. 12. 31)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2019 . 02. 11.

참여기관명 : 서울대학교

(대표자) 윤 의 준 (인)



참여기관책임자 : 이 중 용



국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

<제출문>

## 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “인공지능 기반 IoT 클라우드형 개방형 스마트 팜 통합제어장치 개발 및 산업화”(개발기간 : 2016. 09. 05 ~ 2018. 12. 31)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2019 . 02. 11.

참여기관명 : 경남농업기술원

(대표자) 이 상 대 (인)



참여기관책임자 : 정 경 화



국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에  
동의합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	316077-03	해 당 단 계 연 구 기 간	2016.09.05. ~ 2018.12.31	단 계 구 분	3년차/ 3년차
연구사업명	단 위 사 업	농 식품 기술개발사업			
	사 업 명				
연구과제명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세 부 과 제 명	인공지능 기반 IoT 클라우드 개방형 스마트 팜 통합제어장치 개발 및 산업화			
연구책임자	이성중	해당단계 참여연구원 수	총: 47명 내부: 43명 외부: 4명	해당단계 연구개발비	정부: 500,000천원 민간: 167,000천원 계: 667,000천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 130명 내부: 118명 외부: 12명	총 연구개발비	정부:1,167,000천원 민간: 390,000천원 계:1,557,000천원
연구기관명 및 소속부서명	(주)이지팜 스마트 팜 연구소 서울대학교, 경상남도 농업기술원			참여기업명	(주)이지팜
국제공동연구 위탁연구	상대국명: 연구기관명:			상대국 연구기관명:	연구책임자:

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	
-------------------------	--

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 ·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호											

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입기관	연구시설· 장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다)

보고서 면수  
328

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<p><b>1) 연구개발 목적</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 업체별 비표준화, 비 호환 체계로 보급되고 있는 스마트 팜 생태계를 개방형 플랫폼에 기반한 클라우드 시스템을 구축함으로써, 현장의 주요 센서/구동기가 쉽게 호환되고, 복합환경 제어기 업체는 물론 작물별 전문기업들이 손쉽게 환경제어 프로그램을 개발하고 운영할 수 있는 플랫폼을 개발하고자 함.</li> <li>○ 클라우드로 모아진 데이터를 인공지능 기술을 적용한 생육모델을 탑재하여 알고리즘 개선, 작물컨설팅 고도화가 가능한 서비스 체계를 동시에 구축하고, 생산/유통/경영을 아우르는 도메인 융합형 응용프로그램이 온실운영프로그램과 연동되는 SoA 기반 서비스 모델을 개발하고자 함.</li> <li>○ 서비스 제공업체가 스마트 팜 서비스를 제공하고자 할 경우 네트워크, 서비스장비, 서비스 환경, 응용프로그램 등 모든 것을 준비해야 하나 해당 플랫폼을 사용할 경우 기 구축된 서비스 환경 및 서비스 개발에 필요한 다양한 서비스템플릿/단위모듈/서비스정보 등을 SDK 형태로 제공함으로써 서비스 개발 시 40% ~ 50%의 개발 생산성을 향상시킬 수 있음</li> </ul> <p><b>2) 연구개발 내용</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 스마트 팜용 Private Cloud를 위한 기술개발(IaaS)</li> <li>○ GIS, OpenAPI 등의 표준 데이터 수집용 미들웨어 개발</li> <li>○ 도메인 융합형 Farm Cloud 서비스 개발</li> <li>○ 클라우드 기반 온실 모니터링 및 제어 기술 개발</li> <li>○ 인공지능 기반 생육 알고리즘 기술 개발</li> <li>○ 상용화를 위한 현장 테스트베드 검증 및 구축</li> <li>○ 개발된 통합제어 장치의 사업화를 위한 현장 확산</li> </ul>
<p>연구개발성과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 본 과제의 최종 산출물로 클라우드 기반 온실환경 IoT 모니터링 시스템, DD컨버터, 스마트 팜용 사설 클라우드를 위한 모니터링 툴, 스마트 팜용 사설 클라우드를 위한 관리시스템, GIS, OpenAPI 등의 표준데이터 수집용 미들웨어, 인공지능 기반 생육 알고리즘이 개발됨</li> <li>○ 특허 출원 및 등록 3건, 제품화는 2건을 달성하고 이에 대한 기술을 현장에 확산하였다. 학술성과로는 SCI급 논문 1편과 비SCI 논문 4편을 게재하였으며, 학술발표 5건 및 4건의 성과 홍보 활동을 하였다</li> </ul>

<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 본 연구를 통해 농업인은 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현재의 각 업체별 비표준 시스템을 사용함으로써 벌어지는 센서 교체 시 기존 제품만 사용해야 되는 불편함과 A/S 문제들을 해소하고 온라인 등 쇼핑몰에서 호환 가능한 제품을 구매하여 교체</li> </ul> </li> <li>○ 복합환경제어 업체들은 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 복합환경제어기(H/W)를 만드는 업체, 복합환경제어프로그램(S/W)를 만드는 업체들로 분화되어 각자의 전문 역량에 맞게 사업을 영위</li> </ul> </li> <li>○ 센서, 구동기 업체들은 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 그동안 센서, 구동기 업체들은 별도의 응용 프로그램을 동시에 개발하지 않으면 독자적 시장 진출이 어려웠고, 기존 복합환경제어기 업체들에 부품을 납품하는 수준에서 그쳐 왔으나, 상호호환이 보장되는 플랫폼을 통해 안정된 시장 형성이 가능해지게 되면 온습도 센서, CO2센서, EC, PH 센서 등 센서 유형별 경쟁이 이루어지는 시장이 형성될 것임</li> </ul> </li> </ul>				
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>스마트 팜</p>	<p>지능형제어</p>	<p>인공지능</p>	<p>클라우드</p>	<p>도메인 할당</p>
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>Smart-Farm</p>	<p>Intelligent control</p>	<p>Artificial intelligence</p>	<p>Cloud</p>	<p>Cross-domain</p>

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)



## < 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요 .....	9
2. 연구수행 내용 및 결과 .....	80
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 .....	304
4. 연구결과의 활용 계획 등 .....	312
붙임. 참고 문헌 .....	317

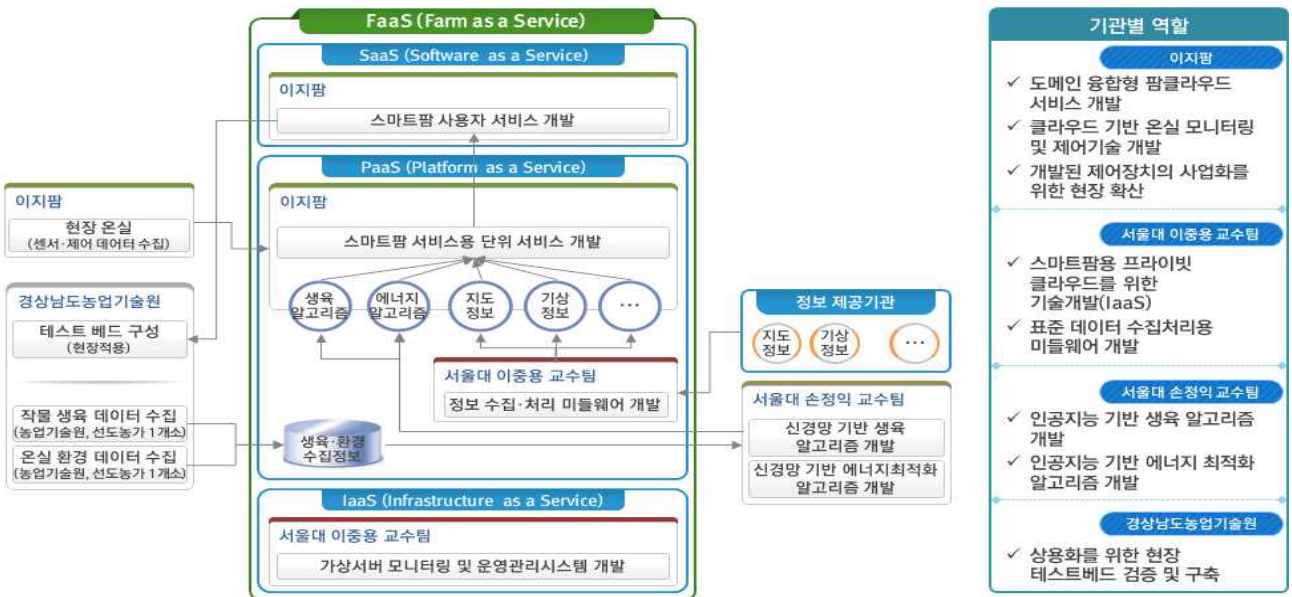
<별첨> 주관연구기관의 자체평가의견서

# 제 1장 연구개발과제의 개요

## 1절. 연구개발의 목적

### 1. 연구개발의 목적

- 가. 업체별 비표준화, 비호환 체계로 보급되고 있는 스마트 팜 생태계를 개방형 플랫폼에 기반한 클라우드 시스템을 구축함으로써, 현장의 주요 센서/구동기가 쉽게 호환되고, 복합환경 제어기 업체는 물론 작물별 전문기업들이 손쉽게 환경제어 프로그램을 개발하고 운영할 수 있는 플랫폼을 개발
- 나. 클라우드로 모아진 데이터를 인공지능 기술을 적용한 생육모델을 탑재하여 알고리즘 개선, 작물컨설팅 고도화가 가능한 서비스 체계를 동시에 구축하고, 생산/유통/경영을 아우르는 도메인 융합형 응용프로그램이 온실운영프로그램과 연동되는 SoA 기반 서비스 모델을 개발
- 다. 서비스 제공업체가 스마트 팜 서비스를 제공하고자 할 경우 네트워크, 서비스장비, 서비스 환경, 응용프로그램 등 모든 것을 준비해야 하나 해당 플랫폼을 사용할 경우 기 구축된 서비스 환경 및 서비스 개발에 필요한 다양한 서비스플랫폼/단위모듈/서비스정보 등을 SDK 형태로 제공함으로써 서비스 개발 시 40% ~ 50%의 개발 생산성 향상



[참여기관별 역할분담]

## 2. 연구개발의 필요성

### 가. 연구개발의 개요

#### (1) 연구개발 배경

##### (가) 스마트 팜 필요성 및 본 사업의 정책 부합성

□ 정부정책방향 - 『과학기술기반 농업혁신전략』

○ 추진배경 : 농가 고령화 심화, 고부가가치 기술농업 인프라 구축

- 2014년 12월 국가과학기술자문회의(VIP보고)를 통해 과학기술기반의 농업혁신전략을 발표에서 향후 10년 간 우리 농업은 현재의 규모 축소 및 농가인구 고령화 추세가 지속적으로 심화될 것으로 전망

○ 추진방향 : 다양한 정책대상 고려한 과학기술기반 발전전략 추진

- 농업은 국가존립의 필수 산업으로, 우리나라에 특화된 과학기술기반 농업발전 전략 추진 필요
- 선진국의 농업발전 경로와 철학 및 추진 방식의 다양성을 고려하여, 우리나라도 소농·영세농, 대농·선도농 등 다양한 정책대상을 고려한 발전 모델 추진 필요
- 농업의 혁신기반(R&D·교육·농정), 가치사슬 단계(투입→생산→가공·유통·소비) 및 정책대상(대농·선도농, 중소농, 영세농)별로 우리 농업을 진단해보면,



- 농업 R&D 확대와 더불어 농업 과학기술 수준이 발전하고 있으나, R&D 성과가 농가·농산업체 등 현장에서 충분히 발현되지 않고 있음

○ 정책적 제언 : 글로벌 수준의 ‘한국형 스마트 팜’ 개발로 생산성 제고 및 해외시장 확대

□ 국가과학기술연구회 융합연구단 “스마트 팜 상용화 통합 솔루션 기술 개발”

세부과제명(수행기관)	주요 내용
1. 생육계측 기반 식물생육모델링을 통한 수확량 예측 기술 개발(KIST)	①시설원에 작물 생육 계측 기술 개발(열화상, 엽록소 형광, 영상처리 등) ②작물생육 불균일성 원인 환경요인 분석 및 생육계측정보 기반 통합 제어로직 개발 ③식물생육센싱 및 센싱 생육정보 모델링을 통한 수확량 예측 기술 개발 ④생육 정보 빅데이터 기반 통합제어 프로토콜 개발 ⑤스마트 생산관리 매뉴얼 개발 및 농산학연 네트워킹 프로그램 개발
2. 표준기반 시설원에 복합환경제어 플랫폼 개발(ETRI)	①복합환경제어 SW플랫폼 기술 ②확장형 하드웨어 플랫폼 기술 ③신뢰성 시험 평가 및 실증
3. 노동효율 향상을 위한 스마트 온실 작업관리 시스템 개발(KITECH)	①스마트 작업관리시스템 및 표준화 ②농업용 작업보조 모듈 실용화 기술 개발 ③온실용 센서의 활용 편의성 강화 기술 개발
4. 스마트 팜 에너지 공급 및 관리 최적화 기술 개발(KIER)	①스마트 팜 열환경제어 ②스마트 팜 에너지관리시스템(GH-EMS) ③스마트 팜 최적설계 시뮬레이터 ④복합열원이용 히트펌프
5. 스마트 팜 작물 안정생산을 위한 복합센서/제어기술 개발 및 상용화를 위한 실증(KIST)	①연동 비닐하우스 센서/제어기술 개발/실증 ②대단지 유리온실 센서/제어기술 개발/실증 ③스마트 양액 재이용기술 개발 및 적용 ④양액 재처리 및 폐양액 처리기술 상용화
6. 생육환경/작업 정보 및 생산/유통 정보 분석(KFRJ)	①생육환경/작업정보/생산/유통환경 데이터 가시화 정보제공 인터페이스 개발 ②품질정보 DB화를 위한 지표개발 및 품질관리 체계 구축
7. 스마트 팜 경제성 분석 및 산업화 연계 수익모델 개발(KIST)	①스마트 팜 시스템 경제성분석 ②토마토/파프리카 추출/가공기술 개발을 통한 고부가 식품소재 개발 ③기능성작물 재배기술 개발을 통한 스마트 팜 식의약/향장 산업화 모델 개발

- 스마트 팜 융합연구단 실증 대상지는 강릉, 천안(토마토 온실), 충남대(연동온실), 전남대 및 농가(유리온실), 경북대 및 농가 중심
- 사업화를 위한 핵심 가치는 Priva 수준의 기술을 지향하며, 가격은 Priva의 반값 수준의 제공을 통한 글로벌 경쟁력 확보를 목표로 함




<스마트 팜 실증 연구 후보지 >



< 사업화 핵심가치 >

□ 미래창조과학부 로드맵 - 『ICT R&D 투자로드맵 2020』

- 2016년 2월 미래창조과학부는 ICT R&D의 선택과 집중을 강화하기 위해 ‘ICT R&D 투자로드맵 2020(안)’ 을 마련하고 ICT R&D 투자 생산성을 높일 계획을 발표, K-ICT 전략에 맞춰, K-ICT 9대 전략분야를 반영한 10대 기술분야를 선정하고 분야별 중점투자영역 도출과 투자전략 제시

구 분	2016	2017	2018	2019	2020
<b>산업목표</b>	<b>스마트 농업 생산기반확충</b>	<b>K-ICT 스마트 팜</b>	<b>한국형 농산업 시장창출</b>	<b>글로벌 농산업 시장진출</b>	<b>글로벌 농산업 선두권 도약</b>
<b>서비스 및 제품 (Market needs)</b>	표준형 1세대 스마트 팜 시제품 	스마트 팜 상용화 통합 솔루션 	팜 클라우드 및 IoT 베드 시스템 	AI 기반 농축융합시제품 	도메인 융합형 스마트 팜 시제품 
	이미지 경매 시스템 상용화 	농축산유통 클라우드 시제품 	생산-유통-소비 도메인융합 플랫폼 	농축산물 글로벌 수급조절 플랫폼 	해외연계 농산물 물류 SW 상용화 
	농업재해 통합관리 시스템 시제품 	농업피해 산정기술 상용화 	재난형 가축질병 체계 구축 	국가동물방역 시스템 고도화 	범아시아 농업재해 통합 정보 플랫폼 
	농업재해 통합관리 시스템 시제품 	농업피해 산정기술 상용화 	재난형 가축질병 체계 구축 	국가동물방역 시스템 고도화 	범아시아 농업재해 통합 정보 플랫폼 
<b>기술발전 전망</b>	이기종 농업용 센서시스템 표준화 현장 애로사항 해결형 시스템	한국형 스마트 팜(K-ICT스마트 팜) 원천 기술 발굴 및 개발 농축산 유통 플랫폼 지능화		해외 진출형 스마트 팜 도메인 융합형 글로벌 유통 시스템	
<b>주요 기능 (spec)</b>	센서 호환성 90% 노동력 10% 절감	센서 오차율 10% 이하 노동력 20% 절감 에너지 5% 절감	센서 오차율 5%미만 에너지 5% 절감 가격 경쟁력 20% 향상	에너지 10% 절감 가격 경쟁력 50% 향상 지능화율 50%	글로벌 제품 호환 생산성 및 에너지 최적화 세계최고수준 수급조절수 < 10 글로벌호환국가 > 5 이벤트정확도 > 95%
	예측 오차율 < 30% 글로벌 서비스 > 3건 이벤트정확도 > 70%	예측 오차율 < 20% 글로벌 서비스 > 5 이벤트정확도 > 80%	예측 오차율 < 10% 글로벌 서비스 > 10 이벤트정확도 > 90%	수급조절수 < 10 글로벌호환국가 > 5 이벤트정확도 > 95%	수급조절수 > 20 글로벌호환국가 > 10 이벤트정확도 > 99%
	재해예측 > 85% 피해평가 > 80% 손해평가 > 80%	재해예측 > 90% 피해평가 > 85% 손해평가 > 85%	재해예측 > 95% 피해평가 > 90% 손해평가 > 90%	정보지능화 > 60% 방지정확도 > 70%	재해예측 > 80% 피해평가 > 80%

□ 농림축산식품부 스마트 팜 정책 방향

○ 스마트 팜 확산 본격화

- 농업생산 분야에 첨단 ICT 접목을 통한 농업의 경쟁력 제고 및 미래성장산업화를 위해 '14년부터 스마트 팜 본격 확산 추진 중
- 스마트 팜은 ICT를 온실·축사 등에 접목하여 스마트폰, PC를 통해 원격·자동으로 작물·가축 생육환경을 적정하게 유지·관리할 수 있는 농장
- 작물 생육정보와 환경정보 등에 대한 정확한 데이터를 기반으로 언제 어디서나 작물, 가축의 생육환경 점검이 가능하고, 적기 처방을 함으로써 노동력·에너지·양분 등을 종전보다 덜 투입하고도 농업 생산성과 농산물 품질 제고 가능성을 목표로 함

< 스마트 온실 주요 구성 요소(농림축산식품부) >

구 분		세부 내역
환경 센서	내부	온도, 습도, CO <sub>2</sub> , 토양수분(토경), 양액측정센서(양액농도 EC, 산도 PH), 수분센서(배지) 등
	외부	온도, 습도, 풍향/풍속, 강우, 일사량 등
영상장비		적외선카메라, DVR(녹화장비) 등
시설별 제어 및 통합제어 장비		환기, 난방, 에너지 절감시설, 차광 커튼, 유동팬, 온수/난방수 조절, 모터제어, 양액기 제어, LED 등
최적 생육환경 정보관리시스템		실시간 생장환경 모니터링 및 시설물 제어 환경 및 생육정보DB 분석시스템 등

○ ICT 기반 한국형 스마트 팜 기술개발 로드맵 (2015. 12.)

- 세계 각국에서도 ICT를 활용하여 산업 경쟁력을 높이고 부가가치를 창출하기 위해 사물인터넷(IoT) 등 타 부문과의 융합 가속화 추세
- 2016년 2월 농림축산식품부 “스마트 팜 확산 추진현황 및 ‘16년 정책 방향”에서는 개방화와 고령화, 영세한 영농규모 등에 대응해 우리 농업의 경쟁력을 높이고 미래성장산업으로 육성하기 위해서는 우리나라가 가진 세계 최고 수준의 정보통신기술(ICT) 접목 필요성 강조

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

(나) 본 과제를 통한 해결 목표 도출

○ 스마트 팜을 둘러싼 정부의 정책과 R&D 동향, 제품현황 및 시장의 요구도를 분석한 결과 다음과 같은 현장이슈를 도출하고 이를 해결할 필요기술을 제시함

현장 이슈	해법	필요 기술
•Stand Alone 중심 → Cloud 중심	•쉬운 설치·관리·A/S •합리적 가격 •농장 내에는 간단하고 고장 없는 데이터 수집기 중심 설치 •모니터링, 제어는 클라우드를 통한 서비스	•오픈소스 기반 플랫폼 •oneM2M 기반 통신 설계 - 농장내 스마트링크 - LoRa통신망 활용 - 클라우드와 안정적 통신
•환경모니터링 중심 → 생육진단 계측	•작물생리특성에 맞는 생육정보 수집 •수집 데이터로 스스로 모델 고도화	•인공지능
•수집된 정보 활용미흡 → 생산-경영-유통 활용	•도메인 융합형 서비스 개발 •농업인에게 필요한 다양한 S/W 통합제공	•FaaS - 스마트 팜 제어 - 원격상황인지 가능 응급관리 - 생육정보 관리 - 작목반용 생산-유통-경영 지원 서비스
•농장만의 데이터 → 조직중심 접근	•작목반, 브랜드 조직을 위한 통합형 서비스 •작목반 소속 농가별 생산관리 비교분석, 차이발견을 통한 품질 개선 유도	

(2) 대상 작물의 선정 및 선정 사유

(가) 연구대상 작물

① 정부의 스마트 팜 확산 추진 현황 및 정책 방향

**국제 경쟁력을 갖춘 미래성장산업으로서의 농업**

목표	시설 현대화 온실40%, 축산 전업농10% 스마트 팜 보급		
과제	스마트 팜 확산 (R&D)	교육·홍보 및 현장애로 해소	기업 성장 지원
추진 방향	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 시설원예 : 다양한 모델 발굴 보급</li> <li>· 축산 : 적용대상 축종 확대</li> <li>· 노지 : 노지형 모델 개발 보급 (고추,인삼,마늘,양파 등)</li> <li>· 스마트 팜 업그레이드 지원</li> <li>· 세만금 등 대규모 수출전문 스마트 팜 조성</li> <li>· 민간투자 플랫폼 도입</li> <li>· 빅데이터 수집대상 농가 확대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 주요 품목 스마트 팜 선도 농가 및 다양한 모델발굴 홍보</li> <li>· 농가 기술 수준에 적합한 교육과정 확대</li> <li>· 사업 지침 등의 개편을 통한 현장활용 애로사항 지원</li> <li>· 시설위내중심 운영의 중앙지원단의 확대 개편</li> <li>· 전문 인력의 ICT역량강화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· IT기업 등이 포함된 수출협의회 운영으로 수출전략 수립</li> <li>· 시설농업 고도화를 위한 스마트 팜 H/W와 S/W동반 진출 추진</li> <li>· 한국형 스마트 팜 온실모델 시범보급 및 표준화</li> <li>· 품질인증제를 통한 기본적 역량검증 기업의 정부지원사업 참여 제도 정비</li> </ul>

② 스마트 팜 정책 시사점 분석

- 그동안 정부의 스마트 팜 도입 정책( '14)이후 스마트 온실과 축사는 2014년 대비 5 배 이상의 증가 되었고, 우수 사례의 확산을 통해 확산이 가속화 되고 있으며, 도입 농가의 생산량 증가 및 품질향상, 노동력 절감은 농가 총수입 31% 향상( '15.11, 서울)을 이루었으며, 이러한 규모화는 대형유통업체와의 직거래 및 수출 경쟁력 향상이 라는 결과를 가져왔음.
- 그러나 이러한 스마트 팜 도입을 위해서는 온·습도 자동 제어장비 등의 시설현대화가 선행되어야 하나 자동 제어 장비는 전체 온실의 20% 수준이며, 그나마 스마트 팜 농가비용은 전체 시설 농가 대비해서 그 규모가 극히 미미한 수준이라고 할 수 있음
- 본 연구는 지역· 품목· 유형을 고려한 작물의 실시간 근권부와 지상부의 생육데이터 및 온실의 환경 데이터를 활용하여, 생산량 결정의 핵심 요인인 관수와 양액 공급의 최적 투입량 및 시기 표준화를 통해, 생산성 향상을 위한 최적생육관리 모델형 스마



트 팜 통합제어장치 개발을 목표로 하고 있음

- 따라서 이러한 스마트 팜의 보급 확대를 위해서는 경쟁력 제고가 기대되어지는 분야부터 우선 적용, 확산거점의 마련이 필요함. 따라서 스마트 팜의 적용을 통해 경쟁력의 제고와 확산의 교두보 역할을 할 수 있는 작목의 선택이 필요함

### ③ 스마트 팜 정보 센싱 및 정보서비스 대상작물 선정

○ 스마트 팜 정보 센싱 및 정보 서비스 대상작물 : 파프리카, 멜론

○ 대상 작물 선정 사유

- 파프리카의 경우, 2017년까지 토마토, 화훼 등과 함께 약 40%이상 현대화 온실 보급을 목표로 하고 있으며, 이는 경쟁력 제고와 확산 거점의 역할을 충실히 할 수 있다는 장점이 있음
- 또한 시설과채류에 있어서 경영비가 같은 면적당 토마토나 딸기 등에 비교해서, 약 1.8~2.3배에 달하고 있어, 생산량 증대를 통한 경영비절감의 효과 클 것으로 예상
- 멜론의 경우 생육기간이 짧아 전업으로 재배 시 연간 4회작 재배가 가능한 작목으로, 우리나라에서는 동양계 멜론인 참외가 생산 및 출하 부진으로 판매량이 감소되고 있는 반면, 서양계 멜론(이하 멜론)은 재배면적 확대 및 출하량, 소비량이 늘고 있는 작목으로, 지역·품목·유형을 고려한 빅데이터 기반 정보 수집을 요구하는 정부 기대에 적합 하다고 할 수 있음
- 또한 경남의 경우 멜론의 육종을 통한 보급기반을 확대하고 있으며, 연간 재배가 가능하다는 이점으로 딸기, 토마토 등의 다른 작물 후작으로서 여름철 쉬는 온실의 재배작목이 가능하다는 이점이 있음
- 노지에서 일부 재배되었지만 효율적인 재배가 어려워 최근에는 거의 모든 시설에서 재배되고 있어 생육관리의 표준화가 매우 필요한 품목이며, 품질 및 생산성이 확대된다면 재배면적의 증가를 가져올 것으로 기대되어 짐

### 스마트 팜 정보 센싱 및 정보서비스 대상작물 선정

파프리카(대형온실), 멜론(중소형 온실)

(나) 대상 작물의 스마트 팜 도입 가능성 분석

① 파프리카

㉑ 파프리카 작물의 SWOT분석



㉒ SWOT분석에 근거한 파프리카 작물의 스마트 팜 도입 가능성 분석

- 파프리카는 높은 재배면적 증가율뿐만 아니라, 첨단재배 기술을 활용할 수 있는 ICT 융복합 기술이 많이 적용되어진 작목으로, 정부의 시책에 의해 2017년까지 토마토, 화훼 등과 더불어 유리온실 600ha가 첨단화 되어지는 품목 중의 하나임
- Priva 등 선진기업의 축적된 데이터를 활용하여 생육 알고리즘 및 생산성 향상 등을 유도하고 있지만, 국내 환경에 적합한 데이터의 축적부분이 미비, 이러한 사실은 곧 네덜란드 등과 같은 선진 국가와의 생산성과의 차이로 나타남
  - 파프리카 생산성 : (한국) 190톤/ha vs (네덜란드) 300톤
  - 노동 투입 시간 : (한국) 1,428h/10a vs (네덜란드) 629
- 재배기술에 따라 생산성의 차이를 나타낸다는 것은 적합한 제어환경 및 재배기술이 개발되어진다면 생산성의 향상을 가져올 것으로 기대되어지며, 또한 시설원예의 특성이라고도 할 수 있는 기술의 표준화를 시킬 수 있다면, 재배농가의 여건을 감안한 환경제어의 모델을 구축할 수 있을 것으로 기대되어짐. 따라서 국내 환경 여건에 최적화된 스마트 팜을 개발, 보급한다면 생산성 확대를 가져올 것으로 판단됨
- 농진청에서 행해진 스마트 팜 설치 농가 대상으로 본 결과, 스마트 팜의 도입유형은 환기제어형(35.3%)>양액제어형(30.8%)>보온제어형(26.3%),가온제어형(7.5%)순으로 나타났는데, 대부분 품목에서 환기제어형 비중이 높았지만, 토마토와 파프리카의 경우 양액제어형 비중이 가장 높게 나타남
- 또한 응답자 중 88.2%가 국산프로그램을 사용하고, 약 10%가 수입프로그램을 사용하는 것으로 나타났는데, 이 또한 주로 파프리카와 토마토에서 사용하고 있는 것으로 나타남. 이러한 조사결과에서 보면 파프리카의 경우 양액제어형 스마트 팜을 목표로 한국형 스마트 팜 프로그램 개발이 시급
- 따라서 이러한 조사 결과를 토대로 스마트저울과 스마트수분장력계를 활용, 근권부의 배지함수량, 급액량, 배액량, EC, pH, 온도와 토양수분장력 등의 데이터를 실시간 수

집합과 동시에 온실 내부의 환경 데이터를 함께 모니터링 한다면, 지상부뿐 아니라 근권부 환경과 함께 정보가 수집되어 이를 반영한 표준 매뉴얼이 개발, 한국형 스마트 팜의 하드웨어 뿐 아니라 소프트웨어 개발이 가능할 것으로 판단됨

- 나아가 이를 연계한 양액제어형 파프리카 스마트 팜 기술개발을 병행한다면, 농가의 경쟁력 제고는 물론 기술의 보급 확대에 기여할 것으로 사료됨

## ② 멜론

### ㉑ 멜론 작물의 SWOT분석



### ㉒ SWOT분석에 근거한 멜론 작물의 스마트 팜 도입 가능성 분석

- 멜론은 생육기간이 짧아서 연간 4회 재배가 가능한 작물이다. 그러나 이런 형태로 재배하는 농가는 없는데, 그 이유는 겨울의 난방비 부담과 함께 연작 장애 방지를 위한 토양 관리 방법이 제대로 정립되어 있지 않기 때문으로 환경제어 기술이 정립이 된다면, 남부 지방에서는 포복재배에 의한 겨울재배와 지주재배에 의한 여름 재배로 연중 생산이 가능한 작물임
- 재배방식은 봄과 여름재배가 주 방식이며, 주 재배인 봄 재배와 달리, 여름재배는 딸기, 토마토 등의 후작으로 주로 이용됨
- 전체 재배 면적은 1990년대 중반부터 500ha 전후를 맴돌았으나 최근 품질의 안정 등에 의해 약 1,500ha 이상으로 재배 면적이 증가하고 있는데, 이는 5,485ha 참외 재배 면적의 약 27%( '14, 통계청)로, 품질 향상 문제가 해결이 되면 더욱 확대될 것으로 전망되어짐
- 노지 14ha, 시설 1,486ha으로 대부분의 재배가 시설( '14, 통계청)에서 이루어지며, 중소형 온실에서 재배되어 지며, 단기간 착과, 일시 수확이 가능하므로 생육 단계에 따른 관리 노력이 집중되는 시기도 있으나, 전체적으로 보면 노력 배분에 여유가 있어 비교적 쉽게 경영할 수 있는 장점이 있음
- 그러나, 일부 지역에서 미숙과를 출하하거나, 작형별 적정 품종 선택과 재배기술의 부족으로 인한 비 규격품을 양산하고 있으며, 후작재배에 의한 토양 양수분 흡수 불균형 등으로 인한 문제점 등이 도출되고 있어 생육단계별 적정 토양 양수분, 온습도 관리 등의 기술 표준화가 시급함
- 재배환경에 민감하여 관리를 한번 그르치면 회복이 불가능하여 농사 실패에 직결될 수

있으므로, 정밀하고 정확한 재배환경의 모니터링이 필요하며, 이러한 재배환경의 스마트한 제어를 통해 생산성이 향상되고, 고품질의 멜론을 생산할 것으로 기대되어짐

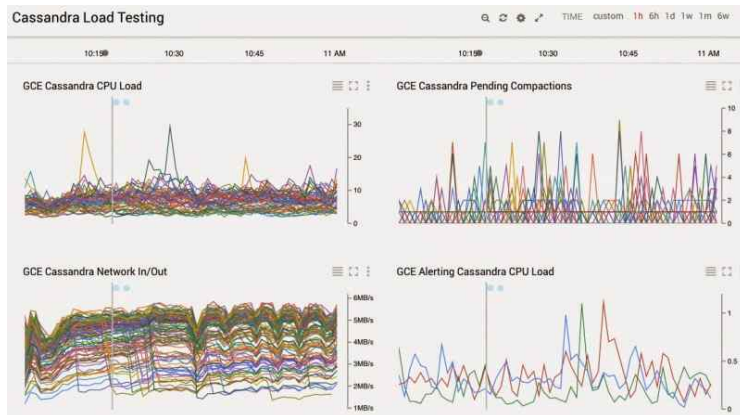
- o 또한 경남의 경우, 생산성이 좋고, 품질이 우수하며, 미관 또한 고급스러운 멜론의 육종으로 상품성이 좋은 다양한 멜론 생산의 기반이 되고 있어, 중소형 시설 내에서의 스마트 제어 기술이 상용화 되어 진다면, 농가의 경쟁력이 보다 향상되어 질 것으로 기대됨

### (3) 연구개발 기술

#### (가) 핵심 개발 기술

##### ① 스마트 팜용 Private Cloud를 위한 프레임워크 기술 : IaaS

- o 자원 구성, 관리, 운영, 성능, 유지관리, 자원기능 및 모니터링 툴 개발
  - 클라우드 모니터링 기술은 IaaS의 컴퓨팅 자원을 구성, 관리, 운영할 수 있도록 IaaS의 성능, 작업 상황들을 모니터링하는 기술
  - 구글, 마이크로 소프트 등의 클라우드 사업자들은 이 모니터링 기술을 기반으로 사용자에게 쉬운 UX(사용자 경험)를 제공하고 이를 통해 클라우드 경쟁에서 앞서 가고자 함



< 구글 클라우드 모니터링 데모 >

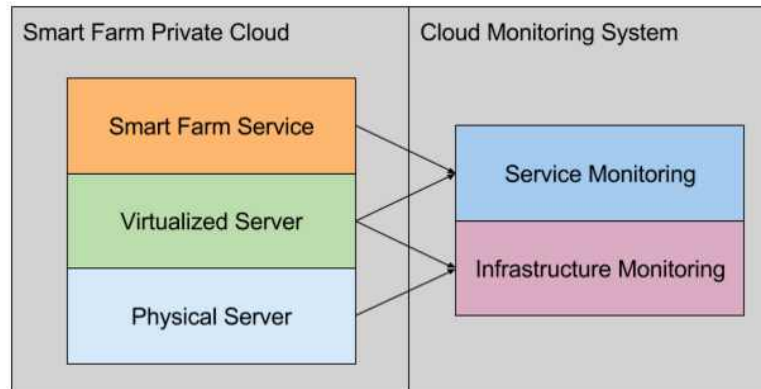
- 이 연구의 목적은 스마트 팜 서비스를 운영 관리할 수 있는 모니터링 정책을 설정하고, 이를 위한 모니터링 및 관리 시스템을 개발하는 것
- 이에 다음과 같은 모니터링 정책에 기반 하여 스마트 팜용 사설 클라우드 시스템을 관리하고자 함

#### ◆ 모니터링 조직에 대한 정책

- 인프라 모니터링 및 관리 : 인프라 모니터링은 클라우드에 대한 관리로 클라우드의 근간이 되는 물리 서버들에 대한 관리 및 클라우드 시스템 자체 를 관리함
- 서비스 모니터링 및 관리 : 서비스 모니터링은 클라우드에서 제공하는 서비스에 대한 관리로 스마트 팜 서비스의 운영에 관한 관리를 의미

◆ 모니터링 이슈에 대한 정책

- 물리서버레벨 : 하드웨어 레벨의 모니터링으로 시스템 자원 사용량 등에 대한 이슈를 관리
- 가상서버레벨 : 가상 서버들의 자원 상황을 고려하여 서버 마이그레이션 작업 등의 이슈를 관리
- 서비스레벨 : 스마트 팜 서비스 운영상에 발생할 수 있는 어플리케이션, 데이터베이스 등의 이슈를 관리



< 스마트 팜 사설 클라우드 관리시스템의 개요 >

o GIS 연계 분산 가상 클러스터 기반 표준정보 수집 처리 미들웨어 기술 개발

- 표준 데이터 수집을 위한 미들웨어의 대상이 될 수 있는 대표적인 표준 데이터는 두 가지로 하나는 농장 내 센서 데이터이고 다른 한 가지는 국가 정보시스템에서 제공하는 농업 정보
- 농업정보시스템 (AIS)는 농업인에게 정보를 제공하기 위해 만들어진 정보시스템으로 많은 연구자에 의해 연구가 되고 있음
- 예를 들어, 국가농작물병해충관리시스템(National Crop pest Management System, NCPMS)에서는 OpenAPI서비스들은 병해충 검색 OpenAPI 서비스, 병해충 예측OpenAPI서비스, 병해충 예찰 OpenAPI서비스 등의 서비스를 이용하여 병해충과 관련된 정보를 제공
- 이러한 정보는 Open API라 불리는 웹기반 기술들을 이용하여 노출되는데, 이는 사람들에게 직접 정보를 제공하는 것이 아니라 소프트웨어 간 정보 교환을 목적으로 설계됨
- 또한, “공공데이터포털”을 이용하면 다양한 Open API 서비스 검색하고 활용하는 것도 가능
- 하지만, 이를 통해 수집 가능한 데이터의 컨텐츠, 포맷, 구조 등이 차이가 많기 때문에, 이를 공통적으로 수행할 수 있는 일반적인 데이터 처리 과정을 만드는 것은 중요함
- 이 연구의 목적은 GIS, 센서측정값 등 다양한 데이터를 위한 공통 데이터 처리 모델을 개발하는 것과 이를 구현하여 표준 데이터 수집을 용이하게 할 수 있는 미들웨어를 개발하는 것

② 팜클라우드 서비스를 위한 FaaS 기술

o 클라우드 기반의 통합개발 환경 구성

- 통합 개발환경은 개발자 필수 기능, 선택 기능과 함께 모바일 개발환경이 포함 구성

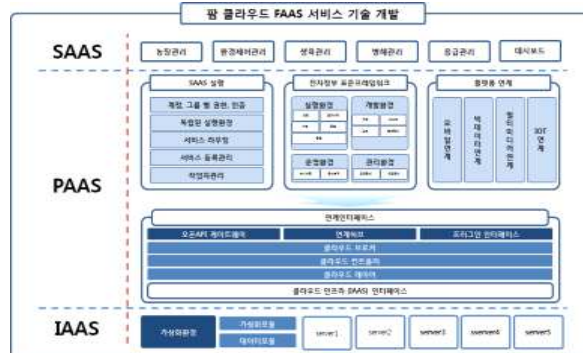


- Cloud기반 개발환경 배포 및 구성
- 배포 패키지를 관리하는 레파지토리 서버 구축
- Cloud 패키지 관리 모듈
- 개발된 Application Package 관리 모듈



o 팜 클라우드 기반의 FaaS 서비스 기술 개발

- 클라우드 환경 구성을 위한 SaaS 기반 시스템 구성
- 클라우드 인프라 연계처리 모듈 개발
- 클라우드 모니터링 연동 인터페이스 개발
- 응용서비스 개발을 위한 SaaS API개발
- 클라우드 기반 응용, 프레임워크, 서비스 연계 개발



< 팜 클라우드 기반 구축 및 개방형 인터페이스 구성 >

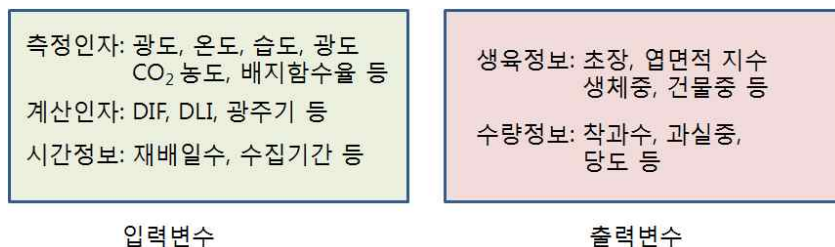
- o 팜 클라우드 운영관리 프로그램 개발
  - 팜 클라우드 서비스 모니터링 시스템 개발
  - Application의 상태를 관리하는 모니터링 모듈 구현
  - 클라우드 모니터링 연동 인터페이스 개발
  - 배포 Application에 대한 가용 Resource 모니터링



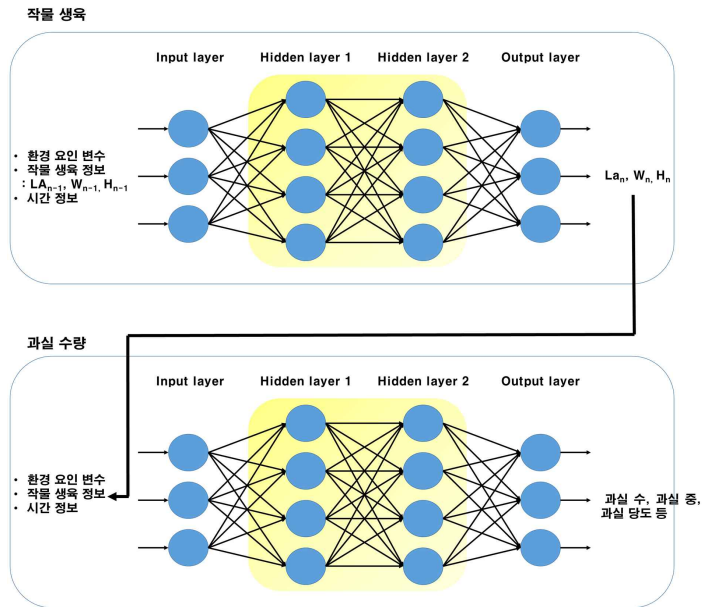
< 팜 클라우드 운영관리 서비스 모니터링 >

③ 인공지능 기반 생육 모델화 및 알고리즘 기술

- o 인공지능 기반 생육예측 알고리즘을 위한 환경 정보 및 생육정보 수집 체계 확립
  - 대상 작물 선정: 파프리카, 멜론
  - 생육 알고리즘 변수 선정 : (입력) 온실 내 환경 요인, 작물 생육 정보, 시간 정보  
(출력) 작물 생육 정보, 과실 수량 정보
  - 대상 작물의 환경정보 및 생육 정보의 연속 측정 체계 구성
  - 데이터 분석을 위한 인공지능망의 적정 구조, 입력 및 출력 변수 분석



- o 인공지능 기반 생육예측 알고리즘 학습 및 분석
  - 인공지능 기반 환경 및 생육정보 분석 시스템 구축



- 생육예측을 위한 인공지능 기반 데이터 학습 및 알고리즘 개발

o 인공지능 기반 작물 생육 예측 알고리즘의 적용

- 인공지능 기반 작물생육 예측 기술 개발
- 인공지능 기반 생육모델의 현장 적용

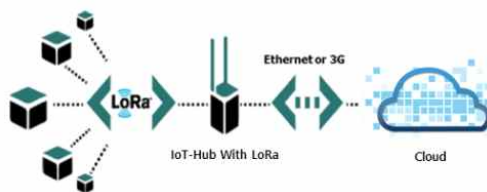
o 온실 환경 및 IoT 장비 모니터링 시스템 개발

- 온실 근권부 모니터링 시스템 구축
- 온실 지상부 모니터링 시스템 구축
- 스마트폰을 활용한 병해 이미지 정보 수집 시스템 구축
- 생육정보 모바일 입력 시스템 개발

o oneM2M 기반 농장-클라우드간 통신기술 개발

- IoT Node

- 표준 IoT기반의 인공지능 클라우드 시스템으로부터 양액, 측창, 천창, 온·습도, pH 등 데이터를 획득함에 있어 non-oneM2M IoT 노드를 포함하는 Area Network와 oneM2M 연동을 위해 IoT-Hub에서 저속 무선 네트워크 표준을 위한 LoRa 모듈을 사용하여 데이터를 수집하고 수집한 데이터를 oneM2M 리소스로 맵핑하여 클라우드 간의 통신을 하는 기술 개발임



< IoT-Hub Cloud >

- LoRa 모듈은 10마일 이상의 범위에서 10년 이상 지속되는 배터리 수명으로

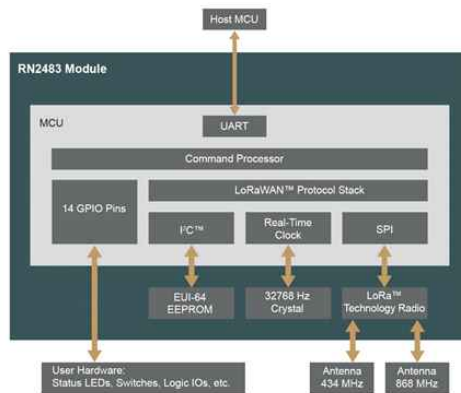


IoT/M2M 무선 통신을 구현하고 수백만 개의 무선 노드를 연결할 수 있으며 넓은 커버 범위와 낮은 전력 소비량 간에 하나만을 선택해야 했던 딜레마를 해결할 수 있음



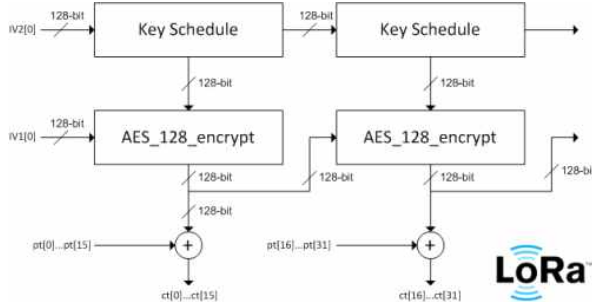
< LoRa Introduction >

- 433/868MHz의 LoRa 모듈은 유럽통신지침 관련 인증을 받은 무선 모듈로, 개발 시간을 단축시키고 개발 비용을 줄여주며 소형 모듈 폼팩터와 14개 GPIO를 결합해 높은 공간 활용성은 물론 수많은 센서와 액추에이터를 연결하고 제어할 수 있는 유연성을 제공함



< LoRa RN2484 Module >

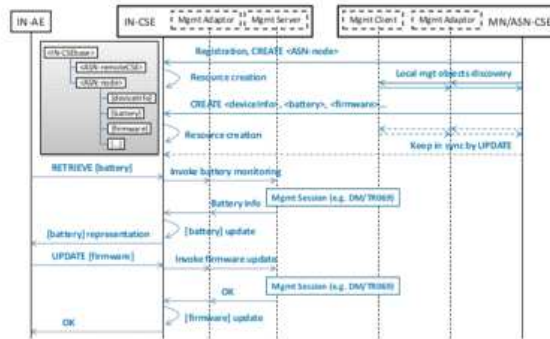
- LoRa 모듈은 AES-128 암호화를 이용해 네트워크 통신에 대한 보안 기능을 제공함



< AES-128 Encrypt >

- 농장의 모든 디바이스들은 전원이 켜지게 되면, 해당 디바이스가 등록되어야 하는 클라우드 서버를 찾아 등록 후 oneM2M 서비스를 이용할 수 있게 되는

데 oneM2M 클라우드 서버는 농장의 모든 디바이스들에 IoT 서비스 제공을 위해 다양한 IoT Device 정보를 관리하고, 이들 IoT 서비스를 위한 Device의 접근 제어, 인증, 사용자 관리, 복수의 IoT 서비스를 조합한 서비스를 제공함



< Management Flow >

- oneM2M의 공통서비스의 구독 및 통지기능을 이용하여 인공지능 클라우드 시스템에서 특정 조건의 변경을 구독하면 해당 자원이 변경되어 조건 만족 시 특정 조건의 변경을 구독하면 해당 자원이 변경되어 조건 만족 시 이를 통지하는 역할을 수행할 때 클라우드에 메시지 전달 관리 및 정책에 기반한 전송 QoS(Quality of Service)제어를 함

속성	설명
event NotificationCriteria	Subscribed-to 리소스에 발생하는 이벤트 중 특정 조건을 만족하는 Notification을 수신하고자 할 때 설정
expirationCounter	해당 Counter 만큼의 Notification 전송 시 Subscription 리소스 삭제됨
notificationURI	Notification이 전송되는 URI
batchNotify	특정 시간/개수의 Notification을 통합하여 Batch Notification으로 수신하고자 할 때 설정
notificationEventCat	Notification에 설정되는 QoS 카테고리 정보
pendingNotification	Reachability 및 Schedule에 의해 전송되지 못한 Notification을 재전송 하기 위한 Policy 정보
notification StoragePriority	Notification이 바로 전송되지 않고 저장될 때 저장 우선 순위 정보
notification ContentType	Notification 메시지에 포함되는 데이터 구성
rateLimit	특정 시간 동안 특정 개수 이상의 Notification 수신을 제한하기 위해 설정

< 구독 리소스의 주요 속성 정보 >

④ 국내 및 해외 상용화를 위한 체계 구축

- o IaaS 개발, 신경망 기반 생육 모델화 및 알고리즘 개발과 이를 활용한 FaaS 서비스, 테스트 베드에서 개발된 기술의 충분한 검증, 기존의 복합환경 제어장치 업체와 협력을 통하여 국내 및 해외 상용화를 이르고자 함



- 서울대학교 이중용 교수: 스마트 팜용 클라우드를 위한 IaaS를 운영하며 자원 구성, 관리, 운영, 성능, 유지관리 제공
- 이지팜: FaaS를 운영하며 클라우드 기반 생육 정보, 경영 관리 기술 제공
- 서울대학교 손정익 교수: 복합 성장 제어를 위한 인공지능 기반 생육 모델 및 알고리즘 제공
- 경남농업기술원: 생육 모델 및 알고리즘 개발을 위한 기초 데이터 수집, 기존 환경 제어장치를 이용하여 현장 테스트 베드 검증

(나) 목표 서비스 시나리오(연구개발 대상의 용도 및 적용 분야, 산업화 방향 등)

① 개발기술의 이용 타겟

- o 초기비용이 저렴한 클라우드 기반 개방형 스마트 팜이 구현되게 되면 국내 시설채소 작목중 수출량이 큰 파프리카 농가, 멜론 농가가 쉽게 스마트 팜을 도입할 수 있을 것임
- o 현재 다수 농가에 도입되고 있는 단순환경제어형 스마트 팜은 온습도 등 2~3 환경요소의 모니터링만 가능한 상태여서 생육모니터링 및 제어를 통한 생산성 향상에는 한계가 분명한 상태이나 본 연구를 통해 개발되는 oneM2M 기반 IoT 서비스로 기존 제품을 수용하고, 기능의 업그레이드 관리가 가능해질 것이므로 잠재적 수요자 층을 대거 흡수하여 시장을 형성할 수 있게 됨
- o 농가의 경영활동은 생산(생육, 환경, 병해)관리를 기본으로 경영관리(수확, 출하, 자재 사용), 커뮤니티 및 농산업을 지원하는 가치사슬의 복합체임, FaaS는 농가에 기존의 단편적 모니터링 위주에서 다양한 정보를 통합하여 클라우드 기반으로 제공하고자 함
- o 생산농가 및 조직(작목반)의 즉각적이고, 통합적인(생산, 경영, 보조금 관리 등 관련 사업 영역)현황모니터링 및 지도, 지원시스템 개발 지원
- o 클라우드 및 서비스 인터페이스 등의 국내 표준화를 통해 국내외 스마트 팜의 보급 및 실용화 활용

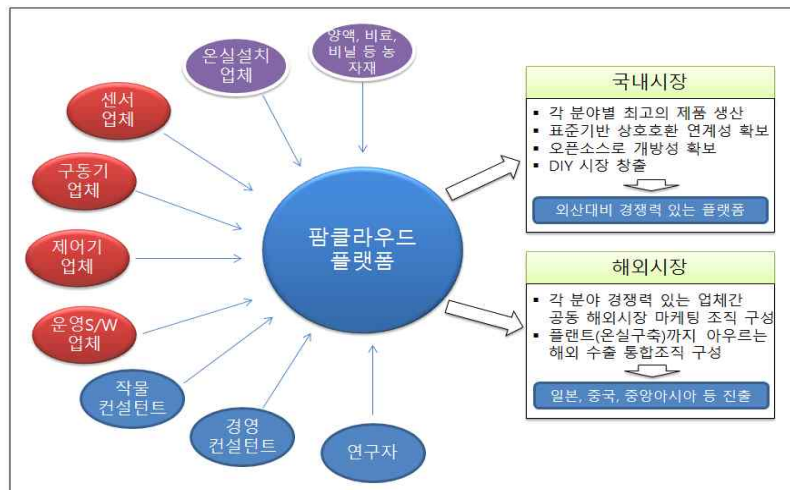
② 달라질 미래

- o 클라우드를 통해 농업인과 작목반이 체계적으로 생산과정의 데이터를 축적하고 이를 통해 품질향상을 도모할 수 있게 되어 스마트 팜을 도입하는 작목반의 품질상향 및

균일화가 가능하고, 소비유통채널에 생산이력정보를 제공할 수 있게 됨에 따라 소비자 수취가 향상 및 대일본, 대중국 수출 시 매우 유리해질 것임

- o 팜클라우드에 구축된 작물환경 공급자원 최적화 모델을 활용하여 단동 시설온실 스마트 베드와 연결된 양액제어기, 기존 레거시 장비(환기창 제어기, 냉난방제어기, 환풍제어기) 등에 활용 가능
- o 클라우드에 수집된 데이터를 서드파티(Third Party) 사업자에게 판매하거나 그 데이터를 정보화, 지식화 함으로써 플랫폼 기반의 정보제공형비즈니스 모델로 새로운 고부가가치 창출이 가능함

### ③ 산업화 방향



- ㉠ 시설원에 온실 비즈니스와 연관된 모든 업체들이 팜클라우드 플랫폼에 접속하여 자신만의 경쟁력 있는 비즈니스를 영위할 수 있는 플랫폼 서비스를 제공
- ㉡ 센서, 구동기, 제어기, 운영S/W 업체들은 표준, 개방형 플랫폼에서 제공하는 스마트링크 제품들을 사용하여 제품의 제작 또는 OEM 개발
  - 예를 들어 A업체가 클라우드 서비스를 목표로하는 복합환경제어기(H/W)와 운영프로그램을 이지팜이 판매하는 스마트링크(노드)를 OEM으로 발주하여 자신의 브랜드로 판매하고, 운영프로그램은 SDK를 이용하여 개발 또는 이지팜에 개발 의뢰
    - 저렴한 비용으로 시장에 진입할 수 있으므로 농가에 대한 영업과 관리, A/S에 집중할 수 있음
- ㉢ 컨설턴트 역시 기존 방식은 농가별 데이터 수집을 사전에 확보하지 못하여 양질의 컨설팅이 이루어지지 못했으나 본 SDK를 이용하여 자신만의 컨설팅 관리프로그램을 개발할 수 있음
  - 농가간 센싱 데이터 비교, 신경망 기반 알고리즘을 활용한 작물 생산 예측 서비스
- ㉣ 온실설치 업체, 농자재 업체들은 현재까지 스마트 팜 사업과는 거리를 두고 있었으나 이들이 직접 자신들이 가지고 있는 판매망을 활용하여 스마트 팜 제품의 판매, 또는 직접 운영프로그램을 개발하여 번들로 제공하는 서비스도 가능해짐

㉔ 해외시장의 개척 모델

- 현재 해외시장은 일부 복합환경제어기 와 양액기를 생산하는 업체(우성하이텍, 동우, 신한에이텍 등)들이 복합환경제어기 판매가 아닌 양액기 및 구동기 등을 판매하는 수준
- 기 개척 시장을 활용하여 클라우드 서비스로 단순환경제어 시장부터 조금씩 해외시장을 개척할 수 있음
- 온실 설치 업체, 농자재업체(비닐, 양액, 비료 등)들과 연합하여 해외시장에서 온실을 구축하고 운영, 교육, 컨설팅까지 통합 마케팅을 구현할 수 있음

나. 연구개발 대상의 국내·외 현황

(1) 국내 기술 수준 및 시장 현황

(가) 국내 기술현황

① 농촌의 Green u-IT를 활용한 수출 파프리카 성장환경관리 시스템 구축

(전라남도, 2009)

- o 파프리카 농가의 하우스 시설에 각종 센서 및 센서 네트워크를 활용하여 성장환경 값을 수집, 종합 분석하고 개·폐창 자동 제어 및 생장에 필요한 요소 값들을 조절 하여 최적의 성장환경을 유지할 수 있는 시스템 구축
  - 파프리카 재배온실의 최적의 광원(LED) 공급 시스템 개발
  - 온실 환경 계측 및 식물의 근권 환경 데이터 수집 시스템 개발
  - 단위면적 당 성장량 및 수확량을 예측할 수 있는 알고리즘 구현
  - 성장환경 데이터를 저장, 활용 및 공유하기 위한 데이터베이스 구축
  - 천/측창, 보온커튼, 차광커튼, 유동팬, 순환펌프, 인공광원(LED) 작동 정보 저장



< 수출 파프리카 성장환경관리 시스템 >

② 농촌진흥청 “ICT기반 스마트온실 산업화 표준화방안 연구”

- o 비표준화된 복합환경제어 시장의 표준화, 상호호환성, 알고리즘 고도화 등을 통해 장비중심사업에서 소프트웨어 중심으로 사업생태계 혁신을 목적으로 2014~2016 (3년간)

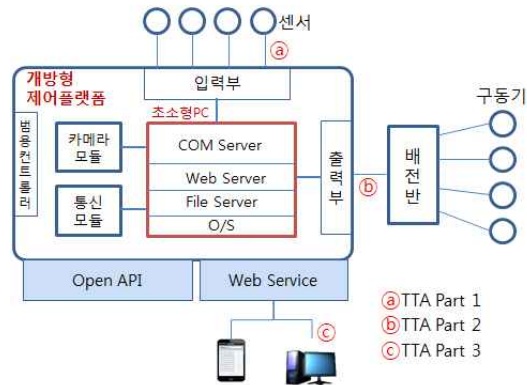
연구 수행

o (주)이지팜이 과제 책임으로 시설원예ICT협동조합사들과 함께 공동연구

**<연구내용>**






- o Open Source 기반의 개방형 설계
  - TTA 표준 적용 및 개정표준 적용
  - Open API 개발(각 협동조합사들의 센서, 구동기 연결)
- o 알고리즘 설계
- o 원격모니터링, 원격제어기술 개발
- o 센싱장치, 제어기 등 표준 범용 설계(모듈형) 및 운용시스템 제작
- o 센서개발 기업간의 정보 공유를 통한 범용장치 산업화

o 개발목표 블록다이어그램



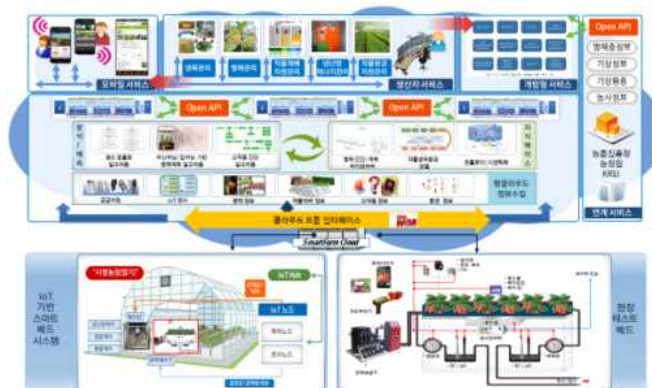
< 개방형 플랫폼의 개발목표 블록다이어그램 >

o 개방형 플랫폼기반 환경제어시스템 제품 구성

	<p>환경제어기</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기본제공프로그램과 라이브러리가 탑재됨</li> <li>- 제어프로그램은 개방형 플랫폼을 사용하는 업체에서 탑재</li> <li>- 인터넷과 연결되어 원격 모니터링 및 제어를 할 수 있는 환경 제공</li> <li>- 환경센서의 값을 읽어들이고 제어프로그램에 의해 제어연산을 수행하며, 동력제어함에 제어신호를 보냄</li> </ul>
	<p>동력제어함</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 환경제어기에서 제어신호를 받아 환기창 개폐모터, 난방기, 유동팬, 배기팬, CO2 공급기 등을 동작시키는 전원이 공급함</li> <li>- 환경제어기와 분리하여 환경제어기가 전기적인 노이즈에 영향을 덜 받도록 함</li> </ul>
	<p>파워서플라이</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 동력제어함과 환경제어기에 필요한 전원을 공급</li> <li>- 환경제어기와 분리하여 환경제어기가 전기적인 노이즈에 영향을 덜 받도록 함</li> </ul>
	<p>내부환경센서</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 건구온도센서 2개</li> <li>- 습구온도센서 2개</li> <li>- CO2 센서 1개</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 온도센서 : -40℃~80℃, 0.01℃, ±0.5℃</li> <li>■ CO2 : 0~3000ppm, 10ppm, ±2%, 0℃~50℃</li> </ul>
	<p>외부환경센서</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 일사센서 1개</li> <li>- 풍향/풍속센서 1개</li> <li>- 감우센서 1개</li> <li>- 온도센서 1개</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 일사 : 0~1800 W/m2, 1 W/m2, ±5%, -40℃~65℃</li> <li>■ 풍향 : 16방위각(22.5°), 1°, ±3°</li> <li>■ 풍속 : 0.5 ~ 89m/s, 0.1m/s, ±5%</li> <li>■ 온도센서 : -30℃~150℃, 0.01℃, ±0.3℃</li> <li>■ 감우센서 : Relay on/off, Delay Time 3sec, -40℃~80℃</li> </ul>

③ 미래부 “스마트 팜 확산을 위한 클라우드 기반 스마트베드 시스템 및 Farm-As-A-Service 기술 개발” (2016. 4 ~ 2018.12)

- o (주)이지팜의 과제 책임으로 연구 수행
- o 중소형 시설온실(단동)을 대상으로 쉬운 설치·관리·A/S, 합리적 가격으로 제공이 가능한 스마트 팜 시스템을 위하여 클라우드 기반의 IoT기반 스마트 베드, 인공지능 기반 지능형 병해 예측 엔진, FaaS기반 생산자원 최적화 기술 개발 및 표준화 목표로 함.
- o 딸기 농가를 대상으로 하는 현장 검증을 통한 상용화 모델 개발을 추진



o 주요 개발 내용

- 스마트 팜 생산공급자원 효율화를 위한 IoT 기반 스마트 베드 시스템
- 머신러닝/딥러닝기반 지능형 병해예측·관제, 오작동진단, 생산 효율화
- 팜클라우드 서비스를 위한 FaaS(Farm as a Service) 기술 개발
- 농가를 대상으로 하는 표준기반 현장 테스트베드 구축 및 시범 적용
- 농업 지식 활용을 위한 서비스 표준 개발

④ USN 기술을 활용한 원예작물의 품질향상 기술개발 (2010.4~2013.3)

- o 고부가가치 와인, 시설재배 토마토의 품질 및 생산량 증대를 위한 최적의 성장[숙성] 환경의 모니터링과 제어, 성장데이터 축적 및 품질을 예측하는 농업IT융합 원천기술 개발, 실용 시스템 및 통합 솔루션 개발 (ETRI 외)

o 주요 개발 내용

- 저 전력 고효율 성장환경 센서네트워킹 기술
- 고수준 성장/숙성 정보(Vineyard) 통합 처리 및 융합 서비스 기술
- 시설원예(토마토) 생산량 증대를 위한 첨단관수 및 인공광원제어
- 고수준 품질 예측, 생장이상 분석 및 가시화 기술
- 기술 검증을 위한 테스트베드 구축 기술



⑤ 차세대 Green성장환경 시스템 기술 개발 (2010.06~2013.03)

- o 고부가가치 원예 시설재배 산업(딸기, 시설 인삼)에서의 품질 향상, 생산량 증대를 위한 성장관리 지능화 플랫폼 기술, 에너지 효율적인 Green 성장환경 최적 제어 기술 및 생산물에 대한 소비자 신뢰성 및 성장서비스 확산을 위한 성장 통합 관제 및 서비스 기술 개발을 수행하였으며, Stand Alone형 개발에 중점을 둬 (ETRI 외)

o 주요 개발 내용

- USN기반 성장관리 지능화 플랫폼 기술 개발
- Green 성장환경 제어 기술 개발
- 성장정보 서비스 기술 개발
- 성장 통합 관제 시스템 기술 개발



- 성장정보 수집 및 제공 인터페이스 표준화



⑥ 지능형 그린 하우스 개발 (2010.01~2014.12)

o 산업화 과정에서 소외된 농업분야의 경쟁력 확보를 위하여 신재생에너지 및 농업IT 융합기술을 이용한 지능형 그린하우스 기술 개발 (ETRI 외)

o 주요 개발 내용

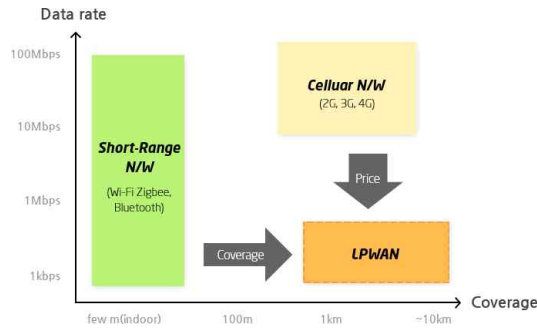
- 지능형 그린하우스 통합 관리 서비스 요구사항 정의 및 선별적 과장 투과 기술 개발
- 태양광 이용발전형 온실 환경제어시스템 설계, 환경제어프로토콜 표준화 및 광합성 유효과장 선별적 투과 염료 합성 및 1차 셀 시제품 개발
- 재배자 경험 기반 미기상 환경제어 임베디드 플랫폼 개발
- 예측모델 기반 미기상 환경제어 임베디드 플랫폼 개발
- 작물성장환경모델 기반 미기상 환경제어 임베디드 플랫폼 개발



⑦ SKT LoRa

- o SK텔레콤은 B2B 및 B2C서비스 적용이 용이한 표준 기반의 IoT 플랫폼을 구축
- o 이를 위하여 IoT 전용망과의 Seamless Interworking 지원, Key Vertical 공략을 위한 Domain Knowledge 및 Data 분석과 관련된 기능을 보강하여 IoT 사업을 지원
- o 소물 인터넷 LoRa 전국망으로 구축, 상용화하여 서비스
- o LoRa는 소물인터넷(Internet of Small Things : Focus to Massive Number of Low-Throughput Devices which are Ultra Low Coast and Low Power Consumption) 기

솔로 LPWA(Low Power Wide Area Network)에 적용되는 기술



- o LoRa는 LTE-M, LTE NB-IoT와 비교하여 비면허 대역에서 운영이 가능하고 표준화가 완료
- o Orange telecom 등 글로벌 네트워크 사업자에서 도입하여 상용화를 진행
- o SK텔레콤은 LTE-M 기술과 함께 하이브리드망으로 구축하여 국내 IoT 기술을 선도 중
- o SK텔레콤의 IoT 전용망은 이미 상용화를 완료한 LTE-M Cat.1보다 낮은 대역폭과 낮은 전력이 소모되는 Small and Micro packet network에 최적화된 서비스로 IoT 플랫폼 연동이 가능하여 더 낮은 비용으로 최적의 서비스를 구축할 수 있음



- o 또한 디바이스 MAC 프로토콜 처리, AES-128기반 데이터 암호화 ADR 등 다양한 보안 기술을 적용하여 전송 데이터의 위/변조 및 간섭, 분산 공격 등에 대응 가능한 안정성을 지원
- o SK텔레콤의 LoRa 기반 IoT 전용망은 높은 수준의 QoS, 상/하향 모든 서비스 수용 등을 고려하여 설계되어 전국망 완성 시 다양한 서비스가 즉시 수용 가능

LoRa 기반 IoT 전용망 특징	
<p><b>높은 수준의 QoS 보장으로 안정적 서비스 제공</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1회 전송성공률 90%, 재전송 3회 고려 시 99% 이상</li> <li>- 상·하향 모든 서비스 수용 가능</li> </ul>	1
<p><b>이동전화 수준의 Risk Mgmt. 기준 반영</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- NW서버 : 국사 인증화 및 국사 내 1:1 이중화</li> <li>- 기지국 : 3G+LTE Dual 모뎀을 활용 백홀 이중화</li> </ul>	2
<p><b>기술 기준 개정을 통한 단말 출력 상향</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 920MHz 대역의 대역 무선설비규칙</li> <li>- 26~32번 채널 공중선 절대 이득 포함 복사전력 상향</li> <li>- 기준 : 10mW → 변경 : 25mW</li> </ul>	3

**"LoRa 기반 안정된 IoT 전용망을 통해  
스몰인터넷(IoST)에 적합한  
다양한 서비스 개발이  
가능하도록 지원"**

⑧ oneM2M

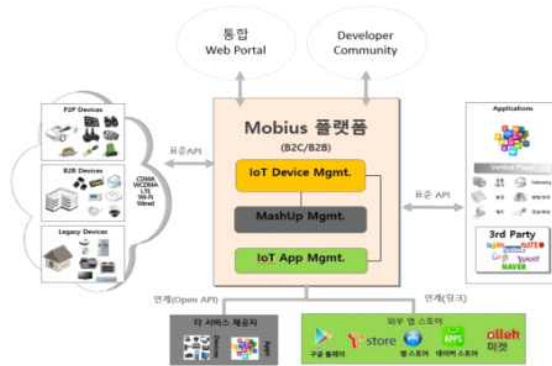
- o 최근까지 세계적으로 통합된 IoT 표준화기구가 없었으나 2012년에 TTA, ATIS, ETSI를

비롯한 미국·유럽·아시아 표준개발기관 및 주요 기업들로 구성 된 M2M 및 IoT 분야 국제 표준화 협력체인 oneM2M이 결성되었다. oneM2M이 2014년 8월 M2M/IoT 다양한 산업직군 간 연관 요구사항, 아키텍처, 프로토콜, 보안기술, 단말관리, 시맨틱 추상화 기술 관련된 9개 기술규격이 담겨있는 표준 후보 ‘Release 1.0’ 을 발표하였음

Reference	Version	Title	Date	ANSI	ATIS	CCSA	ETSI	TTC	TTA	TTT	TTT
TS-0001	1.0.1	Functional Architecture	01/2010	ATIS oneM2M T3000V101-2010		TS 118 101	TTC	TTT 100A	TS 1020A	TTT 100A	TTT 100A
TS-0002	1.0.1	Requirements	01/2010	ATIS oneM2M T3000V101-2010		TS 118 102	TTC	TTT 100A	TS 1020A	TTT 100A	TTT 100A
TS-0003	1.0.1	Security Solutions	01/2010	ATIS oneM2M T3000V101-2010		TS 118 103	TTC	TTT 100A	TS 1020A	TTT 100A	TTT 100A
TS-0004	1.0.1	Service Level Core Protocol Specifications	01/2010	ATIS oneM2M T3000V101-2010		TS 118 104	TTC	TTT 100A	TS 1020A	TTT 100A	TTT 100A
TS-0005	1.0.1	Appagement End-to-end (E2E)	01/2010	ATIS oneM2M T3000V101-2010		TS 118 105	TTC	TTT 100A	TS 1020A	TTT 100A	TTT 100A
TS-0006	1.0.1	Management End-to-end (E2E)	01/2010	ATIS oneM2M T3000V101-2010		TS 118 106	TTC	TTT 100A	TS 1020A	TTT 100A	TTT 100A
TS-0008	1.0.1	CoAP Protocol Binding	01/2010	ATIS oneM2M T3000V101-2010		TS 118 108	TTC	TTT 100A	TS 1020A	TTT 100A	TTT 100A
TS-0009	1.0.1	HTTP Protocol Binding	01/2010	ATIS oneM2M T3000V101-2010		TS 118 109	TTC	TTT 100A	TS 1020A	TTT 100A	TTT 100A
TS-0010	1.0.1	MQTT Protocol Binding	01/2010	ATIS oneM2M T3000V101-2010		TS 118 110	TTC	TTT 100A	TS 1020A	TTT 100A	TTT 100A
TS-0011	1.2.1	Common Terminology	01/2010	ATIS oneM2M T3000V101-2010		TS 118 111	TTC	TTT 100A	TS 1020A	TTT 100A	TTT 100A

< oneM2M Release 1.0 >

- o 이에 따라 SK 텔레콤은 이를 적용한 사용 수준의 ‘모비우스’ 개발을 완료했다. 모비우스 플랫폼은 B2B, B2C 영역의 다양한 IoT 기기를 지원하고, 누구나 자유롭게 사용할 수 있는 IoT 개방형 플랫폼이며 IoT 디바이스와 앱을 개발을 관리하는 서버에 탑재되는 일종의 미들웨어로 볼 수 있으며 디바이스와 앱 관리뿐 아니라 데이터를 수집, 사용자 인증, 매시업 API 관리 등도 가능함



< Mobius 플랫폼 구성도 >

- o SK텔레콤의 ‘스마트 팜’ 솔루션은 이동통신망과 스마트폰을 통해 장소에 구애받지 않고 원격으로 재배시설 개폐·제어, 개폐시설재배지의 자동 개폐 및 제어과정을 CCTV로 모니터링을 할 수 있는 서비스를 제공하고 있음

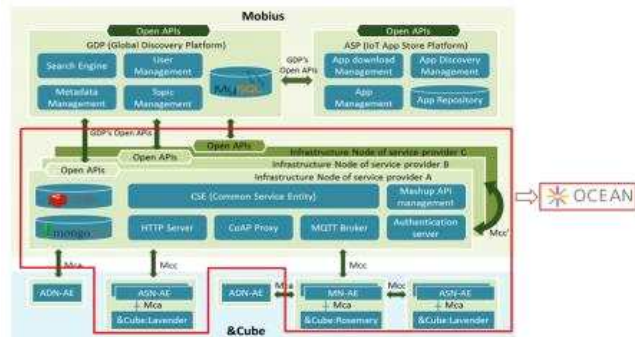


< SK텔레콤의 스마트 팜 솔루션 >

- o 이 솔루션은 국외에 비해 초기 단계로서 디바이스·회선에 대한 매출만이 발생하고 있지만 향후 생육 정보가 축적될 경우 지식기반 영농정보를 바탕으로 한 플랫폼 기반의 정보제공 형비즈 모델로 발전할 것으로 기대하고 있음

⑨ OCEAN(Open allianCE for iot stANdard)

- o OCEAN은 Open allianCE for iot stANdard의 줄임으로 표준기반 사물인터넷 오픈소스 연합체를 의미하며, OCEAN은 사물 인터넷 플랫폼, 제품, 서비스의 조기 개발 및 사용화를 촉진하기 위한 연합체
- o 표준 기반 사물인터넷 오픈소스 연합체(OCEAN)발족(2014.12.)
- o 사물인터넷 글로벌 표준(oneM2M)을 기반으로 개발된 소프트웨어 및 오픈소스를 공유하고 지속적인 기업간 협력을 통해 IoT산업 활성화 촉진
- o OCEAN 멤버는 정책상 기업 및 기관을 대상으로 하며 홈페이지를 통하여 무료로 가입할 수 있음
- o OCEAN에 공개된 소프트웨어를 오픈소스 라인선스 규정에 따라 자유롭게 상용화에 적용 할 수 있음
- o 3-clause BSD-style 라이선스에 따라, 소스코드 파일에 저작권 헤더를 유지하는 동안 OCEAN기반 오픈 소스 코드는 상업용 또는 비상업용 시스템에 자유롭게 사용 할 수 있음



< OCEAN을 통한 Open Source공개범위 >

⑩ 생육 관리를 위한 기 구축 시스템

- o 강릉시 한국과학기술연구원의 스마트 유관
  - 우리 땅에 맞는 고부가가치 작물 품종을 선발하고 분석하는 식물 공장 시범 플랜트. 단순한 생육데이터 뿐만 아니라 온도와 습도, 토양 등 식물이 성장하기 위해 필요한 환경 데이터를 찾아내고, 데이터를 기반으로 작물을 키우는 피노믹스 농업의 한 형태임. 즉, 재배 환경에 따른 식물생육특성 변화 정보를 ICT 기반 영상, 로봇, 사물인터넷 기술을 활용해 빅데이터 화하고, 이를 종자 및 작물 재배 농업 분야에 활용하려 함
- o 농촌진흥청 레이더파를 이용한 작물 생육상황을 실시간 관측 시스템 구축(2010)
  - 레이더 파를 이용해 벼 생육상황을 실시간 관측하고 예측할 수 있는 자동관측시스템. 벼에 레이더파를 쏘 반사돼 돌아오는 전파를 측정하는 것으로, 벼 생육시기에 따라 레이더파에서 얻어진 지수값과 실제 측정값을 비교·분석해 생육 추정모형식을 만들고 이 추정모형식을 적용해 잎과 이삭 무게 등 벼의 생육을 예측하는 방식
  - 인공위성의 레이더 영상을 이용해 기상상황에 구애 없이 벼 생육 추정할 수 있는 기술도 개발됐는데, 레이더파를 쏘 반사된 전파 값을 영상화해 벼의 생체중과 엽 면적지수 등을

추정하는 방식

- 이 기술 개발로 벼 생육상황을 실시간으로 관측할 수 있고, 벼의 이삭 무게를 추정할 수 있어 벼 수량예측과 농업정책자료 산출에 이용할 수 있게 됐다. 현재 이 기술은 벼 외에 콩, 밀 등에도 적용돼 작물생육추정모형이 개발된 상태며, 토양수분을 측정하는 데도 이용 됨

⑪ 농업 소프트웨어 - 생산관리 SW

o 육묘 매니저

- 육묘장을 위한 생산관리 웹 어플리케이션. 주문에 따라 파종, 접목, 출하 계획을 세우고 작업을 관리하는 기능을 제공. 간단한 생산량 예측 기능을 제공. ‘주문생산관리’, ‘출하관리’, ‘회계관리’, ‘예비묘’ 등의 메뉴로 구성됨



⑫ 농업 소프트웨어 - 자원관리 SW

o 산지유통센터(APC) 통합관리시스템

- 산지유통조직을 위한 ERP 웹 어플리케이션. 거래처, 상품, 자재, 저장고, 자산, 계약, 단가, 입출금, 수매, 정산, 차량, 운송 관리 기능을 제공. 산지유통조직 별로 구축되며 년 1천만원 사용료 납부



(나) 국내 시장현황

① 농업시설 환경시스템

- o 농산물 시장개방 확대로 경쟁이 심화되고, 국내 농업 생산액 감소 가속화로 새로운

- 부가가치 창출과 수출농업으로 체질개선 필요
  - FTA 체결국 농산물 비중 지속 확대 1.1%( '04) → 53.5(' 12)
  - 채소, 과수 등 원예작물 중심으로 국내 농업생산액의 최대 14% 감소 추정(' 12)
- 원예작물 시설재배면적이 증가하고, 기후변화 대응과 안전 농산물의 생산을 위해 시설환경제어, 공장형 생산시스템이 요구가 확대됨
  - 노지재배면적 감소에 따른 시설재배면적 증가 25천ha( '90) → 51천ha( '13)
- 식물공장관련 시장규모는 급성장하고 있는 추세이며 식물공장은 주로 산업체나 연구기관 등에 소규모로 설치가 많이 되어 있고, 업체류 재배에서 고부가 작물 개발로 방향을 전환 중에 있음
  - 식물공장관련 국내 시장규모 급성장 100억원( '13) → 345억원(' 15P)

② 농업생산자동화시스템

- 2012년 기준 지능형 농작업기, 정밀농업용 생산시스템 등 농업생산자동화 시장규모는 약 24,295억 원이며 연평균 성장률은 14.5%로 2016년 약 41,699억 원으로 추정
- 농업생산자동화 분야는 지능형 농작업기 분야가 2016년 21,600 억원으로 추정되며 연평균 성장률이 20%로 가장 큰 비중을 차지

< 농업생산자동화시스템 분야 시장현황 및 전망 >

구분		시장규모					성장률
		2012	2013	2014	2015	2016	CAGR(%)
국내 시장 (억원)	생산시스템	13,378	14,274	15,231	16,251	17,340	6.7
	식물공장	500	767	1,175	1,800	2,759	53.3
	지능형농작업기	10,417	12,500	15,000	18,000	21,600	20.0
	합계	24,295	27,541	31,406	36,051	41,699	14.5

출처: World Agri. Equip. 2011

③ 농산물 품질 계측 및 수확 후 관리시스템

- FTA 및 쌀시장 등 개방화가 확대됨에 따라 농산물의 건강성, 안전성 및 고품질에 대한 국민적 요구가 증대되고 있음
- 글로벌 농식품기업들의 해외 진출이 가속화될 전망이며, 이를 위해 농산물의 수확후 관리를 통한 국제경쟁력 강화가 더욱 필요
  - FTA 체결국 농식품 수출비중 32%(2011)→38%(2014) 지속적으로 증가
- 인구감소, 노령화 및 여성가구비율 증대 등 사회적 여건변화에 따라 식생활의 형태가 급속히 변화하고 있음
- 농산물의 소비형태도 다양화되고 있어 단순한 먹거리에서 벗어나 질병치유, 체질개선, 항산화성, 기능성 등 영양 및 기능성이 복합적인 건강식품으로 인식
  - 안정성(29.7%), 신선도 등 상품성(18.6%)이 중요한 소비패턴(농유공)
- GAP, HACCP 인증이 지속적으로 늘어나고 있고, 친환경 소비형태가 증가하고 있어 농산물의 신뢰성 제고가 지속적으로 필요

④ 종합정보관리시스템

- o ICT 융합 정보관리시스템 국내 시장규모는 2010년 390 억달러의 시장규모이지만 세계시장 보다 높은 연평균 16% 이상 고성장 전망되어 2020년 약 1,500억 달러 규모로 추정되며 농기계 분야 비중은 약 10% 추정





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

(다) 국내 경쟁기관 현황

① 국내 복합환경제어 및 양액공급기 기반 스마트 팜 서비스

- o 본 사업의 결과물로 개발될 FaaS 기반 스마트 팜 서비스를 활용하여 국내 시장 및 해외시장 개척을 함께 풀어갈 계획임

회원사명	대표자	주요 사업내용	지역	주요 제품
(주)그린씨에스	배임성	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 복합환경제어기 및 양액공급기 국내 최대 판매 기업</li> <li>- 양액공급제어기 개발·제조</li> <li>- 복합환경제어시스템 개발·제조</li> <li>- 근권정보 모니터링 시스템 개발·제조</li> </ul>	광주광역시	
(주)동우	구광모	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 복합환경제어 및 양액공급기 최대 일본 수출 기업</li> <li>- 양액공급제어기 개발·제조</li> <li>- 복합환경제어시스템 개발·제조</li> <li>- 근권정보 모니터링 시스템 개발·제조</li> </ul>	경남 창원	
(주)우성하이텍	이해완	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 농업기기 제조·판매 최대 규모 기업</li> <li>- 양액공급제어기 개발·제조</li> <li>- 복합환경제어시스템 개발·제조</li> <li>- 환기창 개폐시스템 개발·제조</li> <li>- 근권정보 모니터링 시스템 개발·제조</li> </ul>	경남 양산	

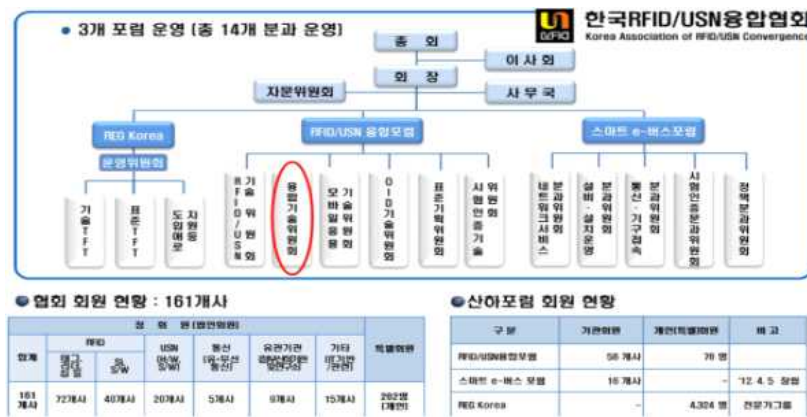
				
㈜이지팜	김영국	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 농식품 분야 정보화 역량 국내 최대 기업</li> <li>- 농수산사업 통합정보시스템 구축</li> <li>- u-화훼 생산환경 관리시스템 구축</li> <li>- 농축산물 이력추적시스템 구축</li> <li>- 오픈소스기반 개방형 환경제어 플랫폼 개발</li> </ul>	경기 안양	

(라) 지식재산권 현황

- o 농업·IT 기술 기술영역에 대한 특허 출원은 해외가 활발한 반면, 핵심적인 기술을 포함하는 특허는 국내에 존재하므로, 해외대비 국내 지재권의 상대적 수준은 상당부분 높음

(마) 표준화 현황

- ① 농업·ICT분야의 국내 표준은 2010년 당시 ETRI, 순천대, 농촌진흥청 등을 중심으로 하여 RFID/USN 포럼내에 농업·ICT 워킹 그룹을 통해 이뤄 졌으면 포럼에서 작성된 표준들이 TTA를 통해 표준화 되었음

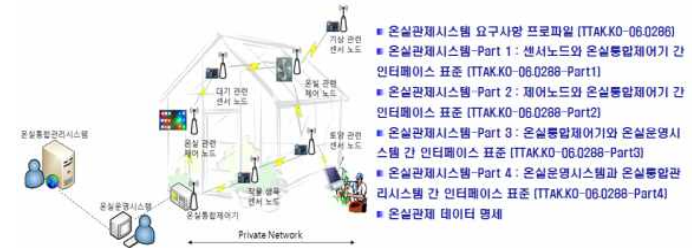


< 2010~2014년 국내 농업·ICT 표준화 워킹 그룹 현황 >

- ② TTA 단체 표준으로는 온실 관제 시스템에 관한 것으로 센서 노드와 온실 제어기 간 인터페이스, 제어 노드와 온실 통합제어기 간 인터페이스, 온실통합 제어기와 온실 운영 시스템 간 인터페이스, 온실운영시스템과 온실통합관리 시스템 간 인터페이스를 2012년, 2013년에 각각 제정함



- 2010년 11월 시작, 현재 5건 표준 완성
- 참여기관 : ETRI, 한국온실작물연구소(담양), 순천대학교, ㈜남도테크놀로지, 휴메이트, 정호컴넷, 옥타컴, 텔레릭스, 농촌진흥청(국립농업과학기술원), EPIS 등



- 온실관리시스템 요구사항 프로파일 (TTAKKO-06.0266)
- 온실관리시스템-Part 1 : 센서노드와 온실통합제어기 간 인터페이스 표준 (TTAKKO-06.0268-Part1)
- 온실관리시스템-Part 2 : 제어노드와 온실통합제어기 간 인터페이스 표준 (TTAKKO-06.0268-Part2)
- 온실관리시스템-Part 3 : 온실통합제어기와 온실운영시스템 간 인터페이스 표준 (TTAKKO-06.0268-Part3)
- 온실관리시스템-Part 4 : 온실운영시스템과 온실통합관리시스템 간 인터페이스 표준 (TTAKKO-06.0268-Part4)
- 온실관리 데이터 명세

TTA/USN포럼		농업 IT 분야	
USN 분야	생장(온실)	식물공장	식물공장
USNS-1-04 생체노드 프로토콜 구조 및 분리된 인터페이스	WD-USNS-01-025 온실환경시스템 요구사항 프로파일	온실 서비스 구조 및 서비스 분류 표준	식물 공장 시스템 요구사항 프로파일
USNS-1-05 USN 메타데이터 디렉토리 서비스	WD-USNS-01-026 Part 1 : 온실노드와 온실통합제어기 간 인터페이스 표준	온실 서비스 관리 플랫폼(구조) 표준	식물 공장 내부(Internal)용 통신 인터페이스 표준
USNS-1-06 USN 메타데이터 규격	WD-USNS-01-027 Part 2 : 제어노드와 온실통합제어기 간 인터페이스 표준	온실 서비스 배포를 위한 온실관리시스템 구조 표준	식물 공장 원격(External)용 통신 인터페이스 표준
USNS-1-07 생체노드용 공통 인터페이스	WD-USNS-01-028 Part 3 : 온실운영시스템과 온실통합제어기 간 인터페이스 표준	에너지 저장 및 관리를 위한 온실 통합 관리 시스템 인터페이스 표준	식물 공장 관제(제어)용 센서 모니터링 표준
TTAKKO-06.0168 USN 메타데이터	WD-USNS-01-029 Part 4 : 온실운영시스템과 온실통합제어기 간 인터페이스 표준	메타지 저장 및 관리를 위한 온실 데이터 명세 표준	식물 공장 제어 표준
TTAKKO-06.0169 USN 서비스 표현 언어	온실 원격 제어 데이터 명세	메타지 운영 및 관리를 위한 온실 데이터 명세 표준	식물 공장 제어 메타데이터 표준
TTAKKO-06.0163 USN 기반 원격제어 시스템	온실 원격 제어 데이터 명세	메타지 운영 및 관리를 위한 온실 데이터 명세 표준	식물 공장 운영 서비스 프로파일 표준
TTAKKO-06.0170 USN 서비스 미팅제어 플랫폼 상호 모델	온실 원격 제어 데이터 명세	메타지 운영 및 관리를 위한 온실 데이터 명세 표준	작물생육 모니터링을 위한 센서 인터페이스 표준

< 2010~2014년 농업관련 표준화 계획 >

- ④ 식물공장과 관련한 표준은 국내의 RFID/USN융합협회에서 식물공장 내부를 구성하는 에너지 관련 장치, 재배장치, 광원, 환경제어, 양액, 자동화 로봇 등의 제어 정보, 환경정보, 생육정보, 에너지 정보 수집절차 및 장치 간 통신 인터페이스, 생육 및 제어 정보를 위한 데이터베이스 및 식물공장 간 광역 인터페이스 등의 표준화를 진행함
- ⑤ 2014년부터 최근까지는 “TTA PG426” 및 농식품 ICT 융합표준포럼 (www.kaics.org)의 공식적 출범을 통해 현재 진행되고 있음. 순천대, ETRI 및 농업관련 기업을 중심으로 하여 현재 스마트 팜(생산) 분야 및 유통관련 분야로 나누어져 진행 중에 있음



< 농식품 ICT융합표준 포럼 >

- ⑥ 2015년 국내 표준화 활동을 통해 진행된 표준은 다음과 같음
  - 시설원에 생육 진단 메타데이터 표준(TTAK.KO-10.0851)
  - 네트워크기반 스마트 팜밍의 개요(ITU-T Y.2238, Overview of Smart Farming based on networks) 영문표준(TTAE.IT-Y.2238)
  - 농산물 유통관리 메타데이터

- 스마트 온실을 위한 구동 제어기 규격(TTAK.KO-10.0849)
  - ICT 융복합 시설원에 프레임워크
  - 스마트 온실 유즈케이스 및 기능 요구사항(TTAK.KO-10.0850)
- ⑦ TTA는 2015년 농업ICT분야의 원활한 진행 및 목표를 위하여, ICT 표준화 전략맵을 통해 ICT융합분야-스마트농업을 중심으로 하는 표준 로드맵 발표
- ICT 기술을 기반으로 농축산물, 식품의 생산, 유통, 판매, 소비 전주기 프로세스에 대한 생산성, 안전성, 경제성 및 품질 향상과 각 단계의 활동 주체(농가, 유통사업자, 판매자, 소비자)들 간에 상생의 생태계 구축을 위해 요구되는 융합 기술로 정의하고 비전 및 방향, 현황분석, 로드맵 등을 발표



< TTA 3개년 표준화 계획(2015~) >

- ⑧ 사물인터넷에 대한 협의된 표준화된 정의는 존재하지 않지만, 사물인터넷을 바라보는 각 기관들의 시선은 그동안 종적으로 개발되고 제공되던 서비스 (vertical services)들을 이제는 횡으로 모두 연계 (horizontal interconnection)하는 글로벌 인프라 (Internet of Things) 구축을 통해서 기존 산업의 부가가치를 높이고, 신산업, 스마트한 사회를 실현하는 것이 사물인터넷의 궁극적인 지향점이라는 데에는 인식을 같이 하고 있음
- ⑨ 현재는 국제 표준기구(de jure)인 ITU-T, ISO/IEC에서 사물인터넷 관련 표준 개발이 활발하며, 글로벌 사실상 표준기구(de facto) IETF, IEEE, OGC, OMA, ETSI, oneM2M 등에서

사물인터넷 관련 정의, 기술 분류 및 필요한 요소 기술들에 대한 표준들을 활발하게 개발하고 있으며, 이러한 표준단체 외에도 AllSeen 얼라이언스, OIC, Thread Group과 같은 얼라이언스들을 통해서도 영향력 있는 글로벌 기업들이 주도적으로 관련 표준을 개발하고, 이를 기업의 제품으로 내재화함으로써 사실상의 표준으로 확산시키고자하는 움직임도 활발

- ⑩ 현재까지는 ITU, ETSI, oneM2M에서 서비스 모델, 서비스 연동 등의 큰 구조 및 관련 기능 모듈 및 인터페이스 등에 대한 작업을 진행하고 있으며, IETF, IEEE, OGC 및 기타 얼라이언스 등을 통해서 특정 프로토콜에 대한 표준 개발을 진행하고 있음
- ⑪ 국내의 경우 oneM2M표준을 중심으로 OCEAM을 통해 보급하고 있으며, 최근 삼성 등 대기업을 중심으로 하는 표준 그룹도 등장하여 진행 중임
- ⑫ 사물인터넷포럼은 M2M/IoT포럼과 RFID/USN융합포럼을 통합하여 2014년 4월 창립되었으며 사물인터넷 표준 개발, 적용 및 확산, 사물인터넷 기반 IT 융합 서비스 확산 과 기술개발 촉진을 목표로 하고 있다. 현재 SKT, KT, ETRI, KISDI, KETI 등의 기관들이 참여
- ⑬ 또한, TTA를 중심으로 사물인터넷 기술에 대한 표준화가 진행되고 있음. ‘13년 사 물 인터넷 특별기술위원회(STC1)를 신설하여 사물인터넷 서비스 융합 PG(SPG1), 사물 인터넷 네트워킹 PG(SPG12), OneM2M PG(SPG13) 등을 운영하고 있으며 TTA-IoT 분 과에서는 ICT 표준화 전략맵 Ver.2015에 사물인터넷 분야를 추가하였음
- ⑭ TTA는 oneM2M 국내 대표 표준 기관으로서, oneM2M 후보 릴리즈 1.0에 대한 세미나를 개최하는 등 사물인터넷 관련 표준 개발 및 확산에 노력 중
- ⑮ 농작물의 생육 데이터 명세
  - 국내 농업 IT 융합 관련 표준화는 사물인터넷포럼(구 RFID/USN 융합포럼)을 통하 여 2010년부터 시설원예 및 식물 공장 관련 표준을 중심으로 작업 중
  - 생장/생육 데이터 관리에 대한 표준화는 현재 식물공장 시스템에 대해 제한적으 로 사물인터넷포럼(구 RFID/USN 융합포럼)에서 개발하고 있으며, 개발되는 표준 들은 향후 TTA 단체 표준으로 제정될 것으로 전망됨

구분	표준(안)명	개발연도	개발기구
단체 표준	식물공장 시스템 : 병충해 DB 스키마	2013	TTA PG311
	식물공장 시스템 : 생육 DB 스키마	2013	TTA PG311
	식물공장 시스템 : 생장 프로파일 다운로드 및 원격 설정 방법	2013	TTA PG311
	온실 관제 데이터 규격	2013	TTA PG311

- ⑯ 농산물 생장 상태 모니터링 요구사항
  - 국내의 농업 생산량 예측을 위한 농산물 생장 모니터링 분야는 아직 연구단계에 머물러 있어서 표준화가 이뤄진 사례는 아직 없음
- ⑰ 농산분야 재해 예방을 위한 ICT 요구사항
  - 주로 재난구조를 중심으로 표준화가 이루어져 왔고 농산분야의 재해 예방 방지에 국한 된 표준은 아직 제정되지 않았음
  - TTA PG316(공공안전통신 프로젝트그룹): ‘03년 10월 행자부(소방방재청)가 ‘국가통합 지휘무선통신망’ 으로 유럽의 TETRA망을 도 입하기로 함에 따라, 76건의 ETSI(유럽전기통

신표준협회의 TETRA를 국내표준으로 제정

- 소방방재청: 미국의 재난관리 프로그램 NFPA 1600을 우리 실정에 맞게 도입하여 ‘재해경감기업지원법’을 ’08년 1월에 제정

구분	표준(안)명	개발연도	개발기구
단체 표준	TTAS.KO-09.0037 한국형 디지털 TRS (TETRA) 기본 표준	2005	TTA PG316
	TTAS.ET-EN301 790-1 멀티미디어 재난구조 위성인프라 무선접속(물리계층)	2006	TTA PG316
	TTAS.ET-EN301 790-2 멀티미디어 재난구조 위성인프라 무선접속(매체접근제어계층)	2006	TTA PG316
	TTAK.ET-EN301 790-1/R1 멀티미디어 재난구조 위성인프라 무선접속(물리계층)	2008	TTA PG316
	TTAK.ET-EN301 790-2/R1 멀티미디어 재난구조 위성인프라 무선접속(매체접속제어계층)	2008	TTA PG316
	TTAE.ET-TR102 445 재난통신망 복구 및 대비 기술의 요구사항	2008	TTA PG316

⑱ 시설환경, 노지 분야의 원격 모니터링 및 제어

- 농산분야의 원격 모니터링에 직접 관련된 표준은 아직 제정되지 않았음
- TTA 사물인터넷 네트워킹 프로젝트그룹(SPG12)에서 센서를 통한 원격 모니터링에 대한 표준화는 아직 수행되지 않았으며, 구체적으로는 M2M 서비스 중에서 원격감사(비닐하우스관리·보안)에 대한 표준화와 관련 있음

구분	표준(안)명	개발연도	개발기구
단체 표준	TTAK.KO-04.0152 폐쇄회로텔레비전(CCTV) 시스템의 설계 및 설치	2012	TTA PG214
	TTAK.KO-06.0286 온실관제시스템 요구사항 프로파일	2012	TTA PG311
	TTAR-06.0032 USN기반 대기환경 모니터링 서비스 응용 요구사항프로파일	2008	TTA PG311
	TTAR-06.0033 USN기반 수질환경 모니터링 서비스 응용 요구사항프로파일	2008	TTA PG311
	TTAR-06.0083 USN 기반 농작물 생장환경 관리시스템 구축 및 운영 지침	2010	TTA PG311
	TTAK.KO-06.0288 온실 관제 시스템 - 제1부 센서 노드와 온실 통합 제어기 간 인터페이스	2012	TTA PG311
	TTAE.OT-10.0296 센서 관측 서비스	2011	TTA PG409

⑲ ICT기반 시설원에 통합 에너지 관리 기술표준

- 시설농업 보급이 초기 단계이기 때문에 아직 표준화 관련 논의 없음

⑳ 서비스 유스케이스 및 프레임워크

- 특정 단위 서비스에 대한 요구사항 도출과 국내 표준개발 작업이 추진되었으나 스마트 농업 전반의 생태계를 아우르는 거시적인 국내 표준화 시도는 아직 이루어지지 못한 상태임
- 시설재배(온실)을 중심으로 한 스마트농업 생산 단계에 대한 표준이 개발되어 있으나 국내 현황과는 맞지 않는 부분이 일부 있고, 메타데이터 등 추가 표준 개발이 요구됨. 따라서, ICT 융복합 시설원에 프레임워크에 대한 표준 개발 작업이 농식품ICT융합표준포럼을 통해

시작됨

- 또한, 스마트농업을 위한 유즈케이스 표준 개발 작업도 농식품ICT융합표준포럼을 통해 진행되고 있음

구분	표준(안)명	개발연도	개발기구
단체 표준	TTAK.KO-06.0286 온실관제시스템 요구사항 프로파일	2012	TTA PG426
	TTAK.KO-06.0288-Part1/R1 - 온실관제시스템 - 제1부: 센서노드와 온실통합제어기 간 인터페이스	2015	TTA PG426
	TTAK.KO-06.0288-Part2/R1 온실관제시스템 - 제2부: 제어노드와 온실통합제어기 간 인터페이스	2015	TTA PG426
	TTAK.KO-06.0288-Part3 온실관제시스템 - 제3부: 온실통합제어기와 온실운영시스템 간 인터페이스	2012	TTA PG426
	TTAK.KO-06.0288-Part4 온실 관제 시스템 - 제4부: 온실 운영 시스템과 온실 통합 관리 시스템 간 인터페이스	2013	TTA PG426
사실 표준	스마트 농업 서비스 유즈케이스	2015	TTA PG426
	ICT 융복합 시설원에 프레임워크	2015	TTA PG426

㉑ 시설원에 서비스 인프라 및 통신 구조

- 국내의 농업 IT 융합기술과 관련된 표준화는 RFID/USN융합협회를 통해 2010년부터 시설원에 및 식물공장을 중심으로 시작되어 일부 표준이 제정되고 있음. 시설 원예를 중심으로 하는 표준들은 시설원예를 구성하는 장치들의 구성, 구성요소들 간의 유무선 인터페이스, 장치와 운영 시스템간의 인터페이스 표준을 중심으로 하여 표준이 진행 중임
- 식물공장과 관련한 표준은 식물공장 내부를 구성하는 에너지 관련장치, 재배장치, 광원, 환경제어, 자동화로봇 등의 제어, 환경정보, 생육정보, 에너지 정보 수집절차 및 장치 간 통신 인터페이스, 생육 및 제어정보를 위한 데이터베이스 및 식물공장 간 광역 인터페이스 등 IT 중심의 표준화를 시작함. 또한 생산과 소비를 연결하는 에코시스템 환경에서는 센서 간 통신에 관한 표준 이외에도, 기후(온도/습도/CO2, 냉해/한해), 토양, 관수 등의 센서 기반 모니터링, 관수 장치, 재배시설, CCTV 등의 제어, 생장 데이터 수집 및 분석, 시설 최적 제어 관리, 병충해 모니터링 및 진단, 생육, 생산량, 품질 예측에 필요로 하는 통신 구조에 대한 use case, 요구사항 및 구조 등에 대한 표준이 필요할 것으로 전망됨

구분	표준(안)명	개발연도	개발기구
단체 표준	TTAK.KO-06.0288-Part1/R1 - 온실관제시스템 - 제1부: 센서노드와 온실통합제어기 간 인터페이스(재개정)	2015	TTA PG426
	TTAK.KO-06.0288-Part2 온실관제시스템 - 제2부: 제어노드와 온실통합제어기 간 인터페이스	2012	TTA PG426
	TTAK.KO-06.0288-Part3 온실관제시스템 - 제3부: 온실통합제어기와 온실운영시스템 간 인터페이스	2012	TTA PG426
	TTAK.KO-06.0288-Part4 온실 관제 시스템 - 제4부: 온실 운영 시스템과 온실 통합 관리 시스템 간 인터페이스	2013	TTA PG426
	TTAK.KO-10.0903 스마트온실을 위한 센서 인터페이스	2016	TTA PG426
	TTAK.KO-10.0845-스마트 온실을 위한 구동기 인터페이스	2015	TTA PG426

(2) 국외 기술 수준 및 시장 현황

(가) 국외 기술현황

- ① 미국 샐러드 채소의 80%를 생산하는 살리나스 벨리에 실리콘벨리의 첨단 ICT 산업을 접목하여 스마트 농업을 실현하는 프로젝트 추진

- ② 미국은 살리나스 밸리에서 생육환경이 센서를 통해 자동 모니터링되며 무인농업로봇을 개발하여 농사에 활용하고 있음



< 미국 살리나스 밸리 >



< 무인 농업 로봇 >

- ③ 네덜란드는 각종 첨단기술을 활용해 유럽 평균 대비 5배 높은 농업 생산성을 달성하는 등 ICT 선진국으로서의 위치를 점유

- 축산물과 화훼가 농업 총생산의 74%를 차지하여, 화훼부문은 대부분 수출
- 채광량, 온도, 이산화탄소 등을 컴퓨터를 통해 관리하는 하이테크 하우스 기술 보유



< 블레이스베이크의 유리온실 >



< 고설식 유리온실 농장 >

- ④ 이스라엘은 건조한 지역적 특성상 첨단 기술을 활용한 다양한 농업혁신기술을 개발하여 전 세계 농업기술을 선도

- 점적관수(Drip irrigation) : 자정(self-cleaning)기능, 수질 및 수압에 관계없이 일정한 흐름을 유지하는 것이 핵심 기술
- 사막화 등 불리한 환경적 여건의 극복을 위해 국가 물 수송시스템 구축



< 점적 관수 >

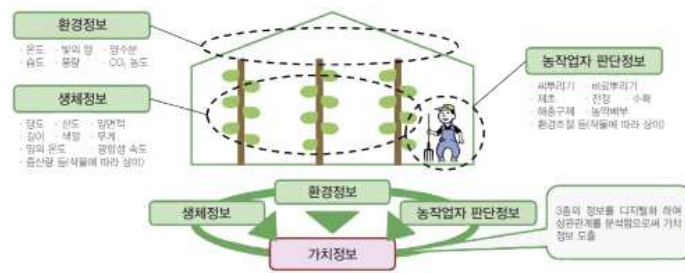


< 국가 물 수송 시스템 >

- ⑤ 일본은 농업·ICT 융복합 기술인 Smartagri 시스템, 영농정보관리시스템(FARMS, Farm Management System)을 개발하여 농업의 기계화·자동화 구현

- Smartagri 시스템 : 농업과 관련된 여러 가지 정보(환경, 생체 등) 수집, 분석 및 디지털화를 통해 식물 생육을 최적으로 제어하는 시스템
- 영농정보관리시스템(FARMS) : 농작업 이력 추적 및 DB화를 통해 GIS의 지도정보

## 와 밀접하게 관련시키는 종합관리시스템



### < 일본의 스마트 농업 사례 >

#### ⑥ MS 클라우드, ‘애저 머신러닝’

- 마이크로 소프트는 클라우드 서비스 ‘애저’에 머신러닝을 플랫폼을 엮고, 데이터 분석 서비스를 강화한 ‘애저 머신러닝’을 2014년에 6월에 출시하고, 2015년 4월에 ‘IoT 딸기 재배 시스템’을 개발 함
- 마이크로소프트의 애저는 빅데이터를 활용, 딸기 재배 주기에 따른 최적의 온도를 설정하고 해당 범위를 벗어나는 등 이상 징후가 발견되면 모바일 서비스를 통해 즉시 알림을 받게 함. 경작자는 이러한 정보를 바탕으로 온도 및 조명 제어, 침입자 감지, 물 주기 등의 농장 관리에 필요한 조치를 원격으로 제어할 수 있게 됨

#### ⑦ 네덜란드의 식물 공장 ‘터락’

- 미니 팔레놉시스 품종으로 소형분을 만들어 상품화한 네덜란드 ‘터락(Ter Laak)’은 서양란의 한 종인 팔레놉시스를 영상 이미지로 찍어 소비자가 원하는 색, 모양대로 정확하게 선별하고 포장해 소비자에게 판매 함. 즉, 수백만 서양란 식물체의 표현 특성 이미지를 주기적으로 정보화 하고, 소비자가 특정 화색과 크기를 주문하면 그 특성 정보에 근거하여 자동으로 선별 포장하여 판매함

#### ⑧ 독일의 LemnaTec

- 램나테크(LemnaTec)는 독일 아헨에 위치한 작물 특성정보 획득·분석 부문 글로벌 리더 기업이다. 램나테크는 2010년 분자유종회사와 협업을 통해 ‘스캐넬라이저’라는 ‘식물표현형 분석시스템’을 만들었다. 육종 연구 중인 식물들을 컨베이어벨트로 돌리면서 사진을 찍어 어느 개체가 원하는 형질을 지녔는지 선별하는 시스템이다. 몬산토, 듀폰, 바스프 등 세계 유수 육종회사들이 잇따라 도입하고 있다.

#### ⑨ Akisai Cloud System(일본 후지쯔)

- 일본 후지쯔는 축산 농장을 관리하는 시스템마다 농장 DB를 기관별로 관리하고 있어 연계 및 공동 활용의 문제 발생과 부정확한 농장 DB 및 탐문 중심의 역학조사 등으로 예방·예찰부터 진단 및 통제까지 프로세스의 비효율적인 문제가 발생하는 것을 보고 각 기관별로 나누어져 있는 농업관련 정보의 융합과 기관별로 산재해 있는 가축 방역 및 농장 정보 관련 데이터를 융합 분석할 수 있는 선제적 의사 결정 지원 기관의 필요하다고 판단하였음
- 이를 위해 농작물의 생산부터 판매까지 데이터로 관리하기 위하여 농작물 관련 데이터 수집과 분석을 통해 과학적으로 농작물을 재배 관리할 수 있는 효율적인 농업 경영 시스템 아키사이를 개발했음
- 후지쯔는 농지에 날씨와 토양환경 등을 측정하는 센서를 설치하고 수집되는 빅데

이터를 분석하여 최적의 파종, 농약살포, 수확 시점을 모바일로 제공할 수 있는 빅데이터 기술을 접목한 식품·농업 클라우드 서비스인 ‘아키사이’를 ‘12년 10월부터 개시하였음

- 또한, 농수산물을 스마트폰이나 태블릿 PC로 농작물 관련 데이터를 입력하고 확인할 수 있는 환경을 마련하여 날씨와 지도, 과거 수확실적 등도 참고해 업무 효율성을 향상시켰음
- 농장에서 작업자가 비료를 뿌리는 시간 등 작업 내용과 농작물 성장 상황을 사진으로 찍어 스마트폰에 기록하면 후지쯔 데이터 센터에 관련 데이터가 저장되어 컴퓨터를 통해 농장 당 작황과 비용, 수익성 등 각종 현황 정보 확인이 가능해졌고, 최적의 농약 살포시기를 제공받을 수 있게 되었음
- 2008년부터 농업 생산법인 등 10개 테스트베드를 통해 실증 실험 진행하여 양배추 수확이 30% 가량 늘어나는 성과를 가져왔음
- 아키사이를 통해 기관별 농장정보, 축산관계자, 가축이동 정보는 물론 해외 질병 발생, 출입국자, 농장방문 정보 등을 융합하여 농업 문제시 최적의 인력, 장비, 물자 등 대응자원을 확보하고 농장 방문 및 이동 통제, 위기 경보 등을 메뉴얼화 된 지령을 빠르게 전파할 수 있어 사전예방, 진단, 통제가 가능해졌음
- 또한, 유통이나 외식업체, 농산물 도매업체를 대상으로 정보 서비스를 제공함으로써 수확량 일괄관리가 가능함
- 아울러 농산물 조달 계획을 수립할 수 있어 유통기간을 감소시켜 신선한 농산물을 제공할 수 있음



### ⑩ 온실복합환경제어 시스템(네덜란드 Priva)

- 네덜란드 Priva사는 1959년 농업용 온실에 필요한 난방시스템을 수입 판매하는 단순한 무역회사에서 시작해, 1977년에 작물이 필요로 하는 조명, 온도, 수준, 영양요소 등 원에 농업과 온실 운영을 총체적으로 관리하는 컴퓨터를 출시하였고, 현재는 전세계로 시설원예 관련 제품과 기술을 수출하고 있는 세계적인 기업으로 성장했음
- Priva에서 제공하는 주요 제품들은 다음과 같다. 온실 환경 제어 시스템은 각종 환경센서 및 원격 모니터링을 통해 온실 환경을 측정하고 최적의 성장 환경을 유지하는 복합환경제어시스템임
- 관개용수 관리 시스템(Priva VIALux)은 기존의 시스템이 단순히 물을 펌프하여 사용했던 것과는 달리 관개용수를 효율적으로 소독한 뒤 물의 투과율을 측정하고 점



검하는 시스템임

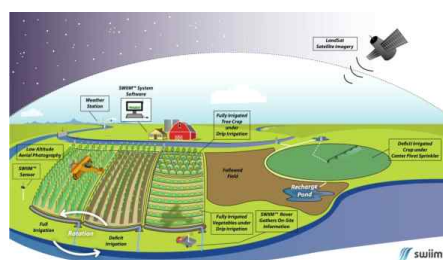
- 온실 데이터 기록 시스템(Privassist)은 온실에서 나온 각종 생산 및 운영 데이터를 기록하여 필요시 검색해 사용할 수 있으며, 모바일 단말기를 통해 기록 및 검색이 가능함
- 액체 비료 투여 시스템(Priva NUTRIFit)은 고농도의 액체 비료를 혼합하여 제공하며, 작물별로 설정해 놓은 데이터에 맞추어 저장 용기에서 직접 혼합하여 투여하는 시스템임
- Priva는 50년 이상의 축적된 데이터와 기술력을 바탕으로 환경제어시스템을 제공함으로써 작물의 최적 생산조건을 만들어 최대의 효과를 제공함



< Priva사 온실 환경 제어 시스템 및 관개용수 관리 시스템 >

#### ⑪ SWIIM system (미국 SWIIM)

- 미국의 SWIIM은 기후이상으로 인해 가뭄이 심각화 되고 있는 캘리포니아에서 물관리를 위한 솔루션을 제공한다. SWIIM 시스템은 농업용수를 관리하고 절약하여 농업 생산비를 절감하는데 일조하고 있으며, 지속적인 관개관리로 캘리포니아의 사막화를 막고 있음
- 주요 제품내용은 물의 흐름, 바람, 비, 토양 수분과 온도 등의 정보를 센싱하여 허브와 같은 역할을 하는 셀룰러 모뎀을 통해 전송
- 셀룰러 모뎀은 보내온 정보를 클라우드에 업데이트시키고 센서의 데이터와 위성에서 보낸 데이터를 결합해 모니터링 기능 제공
- 또한, 분석된 데이터를 바탕으로 농장주가 농작물을 변경하거나 새로운 관개전략의 종류를 결정하는 알고리즘을 제공해 효과적인 물 관리를 할 수 있음



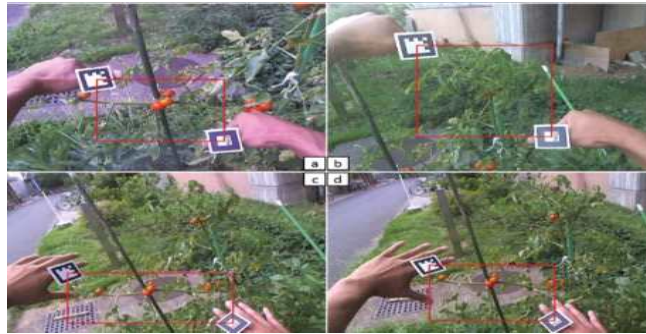
< the SWIIM System >

#### ⑫ 농업 현장의 모니터링을 위한 휴대용 카메라(일본 신슈대학교)

- 일본 신슈대학교는 농작업 수행과정에서 작물 상태를 모니터링 할 수 있는 휴대용 카메라를 개발했음
- 사용자가 랩탑 컴퓨터와 USB 카메라가 장착된 모자를 착용하고 AR마커를 손에 부착한뒤 카메라의 촬영 범위 안으로 손을 이동시켜 사진 촬영 영역을 지정하면 카

메라가 해당 영역을 촬영되는 방식임

- 특히 표시된 곳 및 손동작 인식을 위한 알고리즘을 통해 전체 사진에서 마커영역이 표시된 것과 마커영역만 저장된 것으로 분리, 저장하기 위한 이미지 처리를 가능하게 하였다.
- 저장된 이미지를 분석해 농작물의 상태를 점검해 필요한 조치를 취할 수 있게 되었고 농부가 직접 현장을 돌아다니며 필요한 부분을 바로 촬영해 전송할 수 있어 농사에 실질적 도움을 주고 있고 본 카메라를 통해 작물의 생육 상태를 쉽게 확인할 수 있게 되었다.



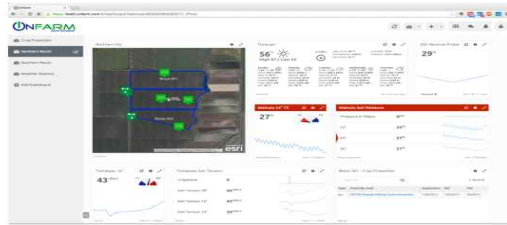
< AR마커 인식을 이용해 실제 촬영한 이미지 >

⑬ 통합 해충 관리 : 자동페로몬 해충 트랩(미국 SemiosBIO)

- 미국의 SemiosBIO사에서는 과수원에서의 해충 방지를 위한 시스템을 개발하였음
- 해충을 방지 하지 못하면 과수원의 과실피해가 심각하고, 이는 농가의 수익에 직결됨
- 해충 방지 시스템은 셀룰러 네트워크에 연결된 센서, 카메라, 곤충페로몬 상자로 구성되어 있고, 온라인을 통한 곤충의 짝짓기 정보 습득 및 카메라와 센서를 이용하여 모니터링 기능을 제공함
- 본 시스템은 해충의 양을 감소시키기 위한 페로몬 예약설정 기능을 포함하고 원격지에서의 농작물의 서리, 잎의 습기, 토양수분을 모니터링하며 실시간으로 정보를 관리자에게 알려주게 됨

⑭ 정밀농업을 위한 솔루션 (미국 ONFARM)

- 미국의 ONFARM사에서는 농사에 필요한 정보를 하나의 창에서 모두 관리하는 플랫폼을 개발하였음
- 이를 통해 시간과 장소에 구분 없이 농장의 정보 모니터링이 가능하며, 작물 생산에 따른 정보를 자동으로 습득하여 분석을 통한 재배전략을 제공할 수 있음
- 또한 센서, 날씨 등의 위젯을 추가하여 사용자가 본인에 맞게 설정이 가능하며, ESRI(Environmental Systems Research Institute)의 매핑 기능을 통해 미국 전체에 대한 USDA(미국 농무부) 토양정보를 제공함
- 그리고 사용자가 설정한 정보에 따라 서리, 수분부족, 높은 풍속 등 위험 상황 시 사용자에게 이메일 또는 메시지로 알림서비스를 제공함



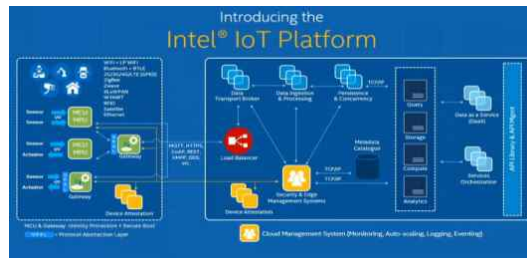
< ONFARM customized dashboards >

⑮ 병해예측·관계, 오작동진단, 생산 효율화 알고리즘

- 국외 스마트 팜을 위한 머신러닝 기반 기술은 대량의 이미지 처리 및 빅데이터 기반 기술로 주로 종자 개량 사업에 이용되며, 완전 자동화 시스템을 구축하므로 고비용이 소요되나, 최소 인력 및 에너지 극대화의 효과를 위해 많은 연구가 진행되고 있음.

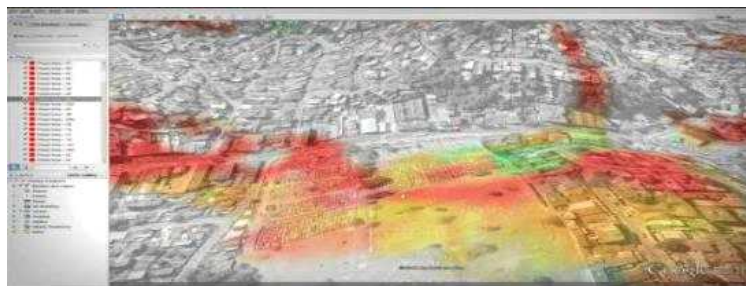
⑯ one M2M 기반 농업 서비스

- 국외의 경우 국내보다 활발하게 미국과 유럽을 중심으로 IBM, Intel, GE, 구글, 탈레스 등에서 개방형 IoT 플랫폼연구를 진행하고 있으며 Google Nest, Philips Hue, Jawbone, AllJoyn, oneM2M Platform 등이 있음



< Intel IoT Platform >

- IBM은 1~2km<sup>2</sup>의 좁은 지역들을 위한 정확한 지역 일기예보를 제공하는 ‘지역밀착형’ 일기예보를 제공하는 IBM의 딥썬더를 기반으로 작물의 재식, 재배, 추수, 운송 등 농업 전반에서 기상예측모델과 점목을 통한 작물 손실 25%축소를 통한 수확량 증가, 품질개선을 지원할 수 있는 시스템을 개발하였음



< IBM Deep Thunder >

⑰ 구글의 처방농업을 위한 연구

- ‘구글X프로젝트팀’에서는 농업 분야가 매우 유망하다 판단하여 토양, 수분, 작물건강에 대한 데이터를 수집하여 종자, 비료, 농약 살포에 도움을 주는 의사결정

지원 시스템 기술, 드론을 이용한 작물 모니터링과 관리 개선 기술, 파종, 관개, 수확, 휴경을 관리하는 로봇 기술 및 농업기술과 나노 기술의 융합을 통한 농약사용량을 최소화시켜 환경을 보호하고 작물 생산비용을 절감하는 나노농약, 나노 비료, 나노 센서 및 감별기(토양분석, 축산 번식관리, 스마트 유통시스템 등에 활용)등의 분야에 대한 연구개발에 집중하고 있음

⑱ 미국 블루리버 테크놀로지 사의 레터스 봇

- 수백만 장의 식물 이미지가 저장된 데이터베이스에 의해 실시간으로 농지를 촬영하면서 농작물과 잡초를 즉각적으로 구분하여 최소한의 제초제 주입만으로 잡초를 제거하고, 작물만을 선별하여 비료를 살포하였으며 레터스 봇을 통해 얻은 데이터를 바탕으로 3D 농작물 스캐너인 ZEA를 개발하였음



< Lettuce Bot >

⑲ 빅데이터 기반 농업 기술

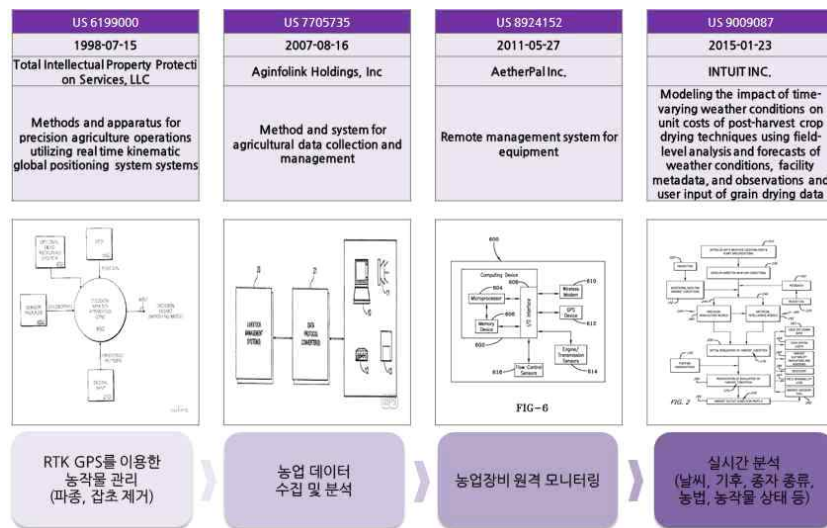
- 연도별 전체 특허동향을 살펴보면, 1980년대 후반부터 특허가 출원되기 시작했으며, 1990년대 후반부터 매우 높은 증가율을 나타내어 이 시기부터 본 분야에 대한 연구 개발이 활발히 전개된 것으로 사료됨
- 한국의 경우, 1990년대 중반부터 조금씩 증가하다가 2000년에 최다 출원건수를 나타내고 있으며, 이후 증감을 반복하고 있으며 최근 까지 활발한 출원활동을 나타냄
- 미국의 경우 10건 이하의 미미한 출원건수를 나타내면서 증감을 반복하고 있으며, 일본의 경우 타국에 비해 이른 1980년대 후반부터 특허출원이 활발하게 나타나며, 2000년대 중반 까지 일정한 출원수를 유지하다가 2000년대 중반 이후부터 감소하고 있음
- 유럽은 5건 이하의 미미한 출원수를 나타내고 있어 출원안정화가 이루어지는 다소 어려울 것으로 사료되며 2003년에 최다 출원건수를 나타내고 있음
- 미국의 DEERE & COMPANY가 총 16건의 특허를 출원하여 전체 다출원인 1위로 나타났으며, 그 뒤로 일본의 HITACHI가 15건의 특허를 출원하여 2위를 나타내고 있음
- 또한, 한국의 순천대학교 산학협력단, 대한민국(농촌진흥청) 및 일본의 NEC CORP, NTT, FUJITSU, NATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH ORGANIZATION, YANMAR CO LTD 등이 다출원인으로 나타나고 있음
- 이들 주요출원인들의 특허출원 증가율을 살펴보면 전반적으로 자국내 시장에서 활발한 특허활동을 하고 있는 것으로 나타남

출원인	출원인 국적	주요 IP 시상국(건수,%)					3국 제일건수 (건)	특허 승인 증가율 (최근5년)
		한국 KR	미국 US	일본 JP	유럽 EP	IP시상국 종합		
DEERE & COMPANY	미국	0 (100%)	12 (0%)	0 (0%)	4 (0%)	미국	0	-66.7%
HITACHI	일본	0 (0%)	1 (0%)	14 (0%)	0 (0%)	일본	0	0%
순천대학교 산학협력부합기관	한국	12 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	한국	0	0%
대한민국 (농촌진흥청)	한국	7 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	한국	0	500%
NEC CORP	일본	0 (0%)	0 (0%)	3 (100%)	0 (0%)	일본	0	-100%
NTT	일본	0 (0%)	0 (0%)	5 (100%)	0 (0%)	일본	0	-100%
FUJITSU	일본	0 (0%)	1 (25%)	3 (75%)	0 (0%)	일본	0	0%
NATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH ORGANIZATION	일본	0 (0%)	0 (0%)	4 (100%)	0 (0%)	일본	0	-66.7%
YANMAR CO LTD	일본	0 (0%)	0 (0%)	4 (100%)	0 (0%)	일본	0	-100%
Cadio, Inc.	미국	0 (0%)	3 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	미국	0	0%

< 빅데이터 기반 농산물 생산/소비 예측 기술 주요 출원인 >

② 농축수산ICT 기술 진화 분석

- 1998년에는 RTK, GPS를 이용한 파종, 잡초 제거 등의 농작물 관리 기술이 개발
- 2007년에는 농업 데이터를 수집하고 분석하는 기술이 개발
- 2011년에는 농업 장비의 원격 모니터링 기술이 개발
- 2015년에는 날씨, 기후, 종자 종류, 농법, 농작물 상태 등의 실시간 분석과 관련된 기술이 개발



< 미래창조과학부 ICT R&D 사업, 특허기술동향조사 보고서, 융합서비스분야 >

(나) 국외 시장현황

① 농업시설 환경시스템

- o 세계 채소 시장은 증가추세이며, 유럽, 일본, 미국을 중심으로 경쟁력과 부가가치가 높은 작물 중심으로 차별화하여 집중 투자
  - 세계 채소 시장규모는 53조원 수준이며('14), 연간 10% 지속 성장
- o 유럽이나 일본 등 탄소배출을 줄이기 위한 농업기술 개발과 기후변화에 대응한 미래 기술로 식물공장 보급이 증가되고 있으나, 식물공장의 시설비가 높아 시장경쟁력을

위한 저비용 식물공장 시장이 확대 추세임

- 일본의 식물공장 시장규모 증가 추세 139억엔( '09) → 300억엔(' 15P)
- 네덜란드의 식물공장 재배면적 증가 추세 36%( '05) → 50%( ' 10)

② 농업생산자동화시스템

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

< 농업생산자동화시스템 분야 시장현황 및 전망 >

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

출처: World Agri. Equip. 2011

③ 농산물 품질 계측 및 수확 후 관리시스템

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

④ 종합정보관리시스템



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

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

< ICT 융합 산업 세계 시장 추이 (KIET 2012) >

(단위: 억 달러)

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

(다) 국외 경쟁기관 현황

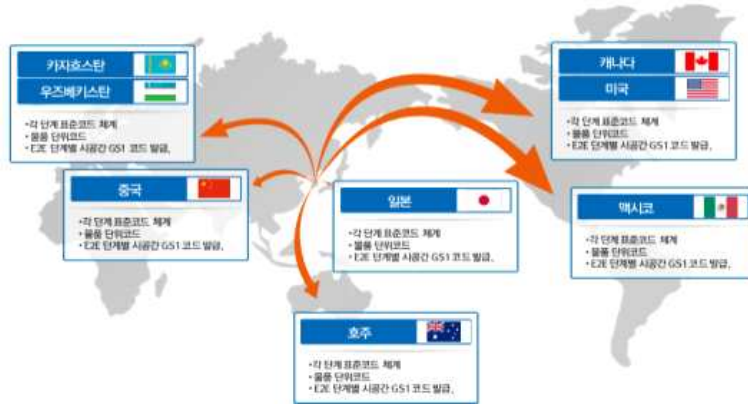
① 대표적 기업으로 네덜란드의 Priva

- 네덜란드 Priva사는 1959년 농업용 온실에 필요한 난방시스템을 수입 판매하는 단순한 무역회사에서 시작
- 현재는 전 세계로 시설원예 관련 제품과 기술을 수출하고 있는 세계적인 기업의 성장
- Priva는 50년 이상의 축적된 데이터와 기술력을 바탕으로 환경제어시스템을 제공함으로써 작물의 최적 생산조건을 만들어 최대의 효과를 제공함
- Priva에서 제공하는 주요 제품

구분	오로라
복합환경제어시스템	온실 환경 제어 시스템은 각종 환경센서 및 원격 모니터링을 통해 온실 환경을 측정하고 최적의 생산 환경을 유지관리
관개용수 관리 시스템(Priva VIALux)	존의 시스템이 단순히 물을 펌프하여 사용했던 것과는 달리 관개용수를 효율적으로 소독한 뒤 물의 투과율을 측정하고 점검하는 시스템
온실 데이터 기록 시스템(Privassist)	온실에서 나온 각종 생산 및 운영 데이터를 기록하여 필요시 검색해 사용할 수 있으며, 모바일 단말기를 통해 기록 및 검색
액체 비료 투여 시스템(Priva NUTRIFit)	고농도의 액체 비료를 혼합하여 제공하며, 작물별로 설정해 놓은 데이터에 맞추어 저장 용기에서 직접 혼합하여 투여하는 시스템

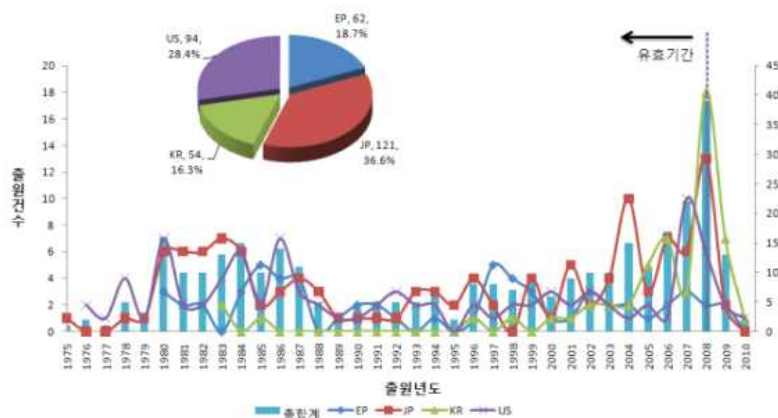
② 국내 복합환경제어 업체(그린CS, 우성하이텍, 동우)의 해외진출 상황

- 양액공급기 : 일본의 큐슈/시코쿠/쿠마모토, 호주
- 복합환경제어시스템 : 멕시코, 카자흐스탄, 우즈베키스탄
- 그 외 농자재 관련 : 중국, 미국, 헝가리, 캐나다 등



(라) 지식재산권 현황

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



< 주요국의 연도별 특허출원 동향 >

- 지능형 성장 예측 및 증대기술 관련해서는 농산물의 영상을 통한 성장예측 방법과 다양한 환경 센서로부터 수집된 데이터를 이용하여 농작물의 성장상태 모니터링하고 최적의 성장환경을 제어하는 기술에 대해서는 국내외에 출원/등록되어 있으나 다양한 환경 센서를 이용한 작물의 성장예측방법 및 생산량 예측기법과 환경조성용 기 모니터링 등



- 세부적인 성장환경 자율제어 방법에 관한 언급은 없음
- “IoT 기반 작물 재배 융합기술“ 기술의 핵심기술영역에 대한 유사특허 출원수가 유사하고 유사도 또한 대등하므로, 해외대비 국내의 상대적 기술수준 차는 동등한 수준임
- 각 핵심기술과 유사한 특허가 국내외에 고루 분포되어 있어 해외기술 대비 한국의 기술수준 및 기술격차는 크지 않음

(마) 표준화 현황

- 스마트농업의 국제표준화 동향은 ICT 기반의 스마트 농업에 관한 기술, 서비스 표준화는 ITU-T(ITU TelecommunicationStandardization Sector) 및 ISO/IEC JTC1(Joint technical committee of the ISO and the IEC)를 중심으로 진행함
- 2015년 4월 20일부터 5 월 1 일까지 스위스 제네바에서 개최된 ITU-T SG13 회의에서 ICT와 농업을 결합한 스마트농업 서비스 관련 국제 표준을 우리나라가 주도하게 되었다. 승인된 ‘네트워크 기반의 스마트 농업 개요(ITU-T Y.2238, Overview of Smart Farming based on networks)’에 대한 권고안은 세계적으로 추진하고 있는 스마트농업 체계에 대한 기본 방안을 선도적으로 주도
- 2012년부터 ITU-T SG13 Question 1에서 스마트농업에 대한 기준모델, 서비스 능력, 네트워크 능력 등에 대한 표준화 작업을 추진하여 2015년 4월 회의에서 권고안으로 승인되었음

다. 연구개발의 중요성

(1) 기술적 측면의 중요성

- (가) FaaS용 개방형 정보제공 표준, 서비스 전주기 관리 표준 및 스마트 팜 내 정보 수집, 제어 표준을 통한 농업 지식 활용을 위한 서비스 표준 개발은 국내, 국외 타 스마트 팜의 시스템과 상호 운용이 가능하며, 이를 통해 스마트 팜의 IoT 확산 및 기후, 먹거리 등이 유사한 중국 및 동남아 수출 시장 개척 및 장악을 통한 시설온실 농업 가능성 확대
- (나) 스마트 팜 시스템을 위하여 클라우드 기반의 생산자원 최적화를 통해 국가 필수 산업인 농업 분야에서 작물의 생산 중심에서 생산 시스템 산업 중심의 방향 전환 및 이를 위한 SW 및 HW에 이르는 전 방위 기술 확보
- (다) 스마트 팜 클라우드 시스템의 IoT 기반 개방형 시스템 및 스마트 팜 모바일 서비스등을 이용하여 농민 스스로의 다양한 의사결정시스템 활용을 높이고, 경험을 공유하도록 하여 농가의 생산성 향상을 기대
- (라) 기존의 보급형 스마트 팜인 농업 현장에서 편의성 보조 위주의 제품 도입이 진행되고 있으나, 유럽 선진 기술과의 경쟁을 위한 원천 기술 개발에는 부족한 상황에서 국내 열악한 농업·ICT관련 중소기업의 해당 기술 활용을 높이고 유럽 등과 해외에서 경쟁 가능할 수 있도록 클라우드 기반 스마트 팜 소프트웨어, 개발환경, 분산형 미들웨어, 인공지능망 지식 서비스 및 지능형 베드 시스템 중심의 토털 솔루션지원으로 기술 경쟁력 강화

- (마) 중소형 시설온실을 대상으로 한 클라우드 기반 스마트 팜 시스템을 통하여 농가의 대 부분을 차지하는 소농·영세농을 위한 생산자원을 최적 관리함으로써 세계 최고 수준의 농업·ICT 기술 지원을 통한 산업화 및 농업 경쟁력을 강화
- (바) 2세대 스마트 팜을 구축하기 위하여 본 과제에서 개발하는 생체 계측, 생육 모델, 지능제어가 중요 기술임. 또한 한국형 스마트 팜 모듈화와 플랫폼 화 기술은 향후 글로벌 수출을 위한 3세대 스마트 팜을 이루는데 중요함

개발 단계		1세대	2세대	3세대
지향 목표		편이성 향상	생산성 증대	글로벌 수출
핵심 기술		인터넷 연결 원격 감시 간편 제어	생체 계측 생육 모델 지능 제어	한국형 모델 모듈, 플랫폼 글로벌 표준
적용 분야	노지	정밀농업, 스마트농기계, 작황·재해 관측 RS		
	원예	한국형 스마트 온실, 스마트 저장·가공·유통		
	축산	중소규모 스마트 축사 모델, 지능형 방역시스템		
기본 기술		환경계측, IoT, 모듈화·시스템화·산업화 기술		
인프라		통신·클라우드 인프라, 테스트베드, 법·제도		
적용 범위		생산	소비	유통
				농촌

< 김상철, ICT 융합 한국형 스마트 팜 개발 전략 >

(2) 경제산업적 측면의 중요성

(가) 스마트 팜 활용 농가 수익 향상

- ① 도입농가의 생산량 증가 및 품질향상, 노동력 절감 등 효과 확인
- ② 경제적 효과 분석결과( '15.11, 서울대) : 생산량 25%, 품질 12% 향상 및 고용 노동비 9.5% 절감 → 농가 총수입 31% 향상
- ③ 본 연구를 통해 개발된 스마트 팜의 확산으로 농가의 생산성 및 수익향상을 기대해 볼 수 있음

(나) 농업 인적자원 기반과 관련한 농가 고령화에 선제적인 대응 가능

- ① 스마트 팜을 도입한 농가의 노동시간은 도입 전과 비교하여 37.5% 감소한 것으로 나타남
- ② 단위시간당 생산량으로 확산한 노동생산성으로 비교 시 도입 전과 비교하여 2배 이상(121.3%)가 향상된 것으로 조사됨

(다) 스마트 팜 성공사례로 타 품목 확대 기반 마련

- ① 본 연구를 통해 한국형 파프리카, 멜론의 재배기술이 개발·보급·확산되면 이러한 품목 사례를 기반으로 타 시설작물(토마토, 오이 등)로 빠르게 응용·확산이 가능해짐
- ② 기존 정부의 많은 예산이 투입되어 육성되고 있는 통합마케팅조직(연합 사업단, 조합 공동 사업법인, 광역유통주체 등)와의 수요자 창출 연계로 효율성 확대
- ③ 이러한 성공사례 창출은 시설작물 타 품목까지 확대되어 국내 시설원예작물 전반의 경쟁력이 강화될 것으로 기대됨

(3) 사회문화적 측면의 중요성

(가) 안전 농산물에 대한 소비자 인식의 확대

- ① 기존 안전 농산물에 대한 소비자의 인식은 친환경농산물, GAP(농산물우수품질관리인증)에 대한 인식이 높음
- ② 친환경 농산물 생산 및 소비는 연평균 65% 증가하고 있음(2000~2010년 기준, 통계청)
- ③ 본 연구를 통해 통합제어장치가 보급되면 농가의 생산 관련 데이터 수집이 용이하게 되어 GAP 또는 이력 추적제 인증이 용이해짐
- ④ 스마트 팜 사업이 확대되고 산지단계의 조직화가 이루어져 마케팅 활동을 집중하게 되면 소비자의 안전 농산물에 대한 인식이 ‘스마트 팜 재배 품목’으로 확대될 것으로 예상됨. 이러한 마케팅활동을 다양하게 추진할 수 있도록 함

(나) 귀농·귀촌 인구의 확대로 농촌 지역 활성화 기반 조성

- ① 베이비부머 720만명이 은퇴에 직면하고 있으며, 귀농·귀촌 인구가 급증하고 있음 ( ‘09: 4080호 => ’ 13: 44,586)
- ② 하지만, 농업분야는 기술집약적 산업으로 다시 귀농 후 도시지역으로 복귀하는 사례도 다수 발생하고 있음
- ③ 스마트 팜이 활성화되면 귀농 인구의 생산 편차를 최소화하여 소득을 조기에 안정화시킬 수 있어 중장기적으로 농촌지역 활성화에 기여할 수 있음

(4) 정부지원의 필요성

(가) 정부정책방향 부합 및 선제적 대응

- ① 농가고령화가 심화되고 고부가가치 기술농업 확산을 위한 인프라가 구축됨에 따라 ‘과학기술기반 농업혁신전략’을 구축하는데 농업분야 정부정책 방향을 설정하고, 이에 대한 예산, 인적역량, R&D에 집중 투자
- ② 하지만, 농업 R&D 확대와 더불어 과학기술 수준이 발전되고 있으나, 성과가 현장에서 충분히 발현되지 않고 있는 실정임
- ③ 본 연구를 통해 네덜란드와 같은 대표적인 ICT 우수국가의 글로벌 수준의 ‘한국형 스마트 팜’ 개발로 생산성 제고 및 해외시장 확대 전략 현실화

(나) 기존 스마트 팜 확산의 한계점 보완으로 현장 확산이 용이한 도입 시점 도래

- ① 스마트 팜 확산 지연의 이유 : 고가, A/S 어려움, 데이터 수집 어려움
- ② 상기 사유로 스마트 팜 확산이 지연됨에 따라 전체 시설농가 대비 0.9%, 재배면적 대비 1.4% 수준에 그치고 있음
- ③ 또한, 스마트 팜 농가의 활용 역량 한계로 성과 사례가 부족한 부분이 있어 수요자의 투자대비 효과가 불확신
- ④ 현재 스마트 팜은 도입 초기 시점으로 독자적인 모델이 구축되지 않아 핵심기술과 기 자재에 대한 국산화와 표준화가 미흡함
- ⑤ 본 연구를 통해 기자재, 소프트웨어 등 핵심기술을 국산화, 표준화하여 현장 적용이 용이하고 수요 창출, 관리가 용이한 한국형 스마트 팜 모델 정립으로 공급 단가 현실화 필요

(다) 정부와 산업체의 협력이 필요함

핵심 분야	공통기반 기술 개발	현장 맞춤형 스마트 모델	스마트팜 실증 및 확산	산업화 체계 구축
세부 추진 과제	<ul style="list-style-type: none"> <li>농업용 ICT 기기 영농 규격화 기술</li> <li>동식물용 센서</li> <li>생육·생체 제어 모델</li> <li>토양 계측기술</li> <li>스마트 농기계</li> <li>Big-Data 활용 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>한국형 스마트 온실 모델 개발</li> <li>스마트 축산시설</li> <li>스마트 노지농업</li> <li>스마트 농촌모델</li> <li>스마트 컨설팅</li> <li>스마트 저장가공</li> <li>스마트 유통모델</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>세대별 스마트 팜 테스트 베드 구축</li> <li>실증 및 평가</li> <li>1세대모델: 편이성</li> <li>2세대모델: 생산성</li> <li>3세대모델: 수출</li> <li>보급 및 확산</li> <li>검정, 인증제도</li> <li>인력양성 및 교육 훈련</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>국내표준 제정 및 국제화 적용</li> <li>ICT 표준 Open 소스 라이브러리</li> <li>ICT 플랫폼 및 기기 모듈화</li> <li>ICT 응용 생산 및 산업화 기술</li> <li>클라우드 서비스 시스템</li> </ul>
역할	농진청	농식품부 농진청	정부+지자체 대학, 출연연	출연연 산업체

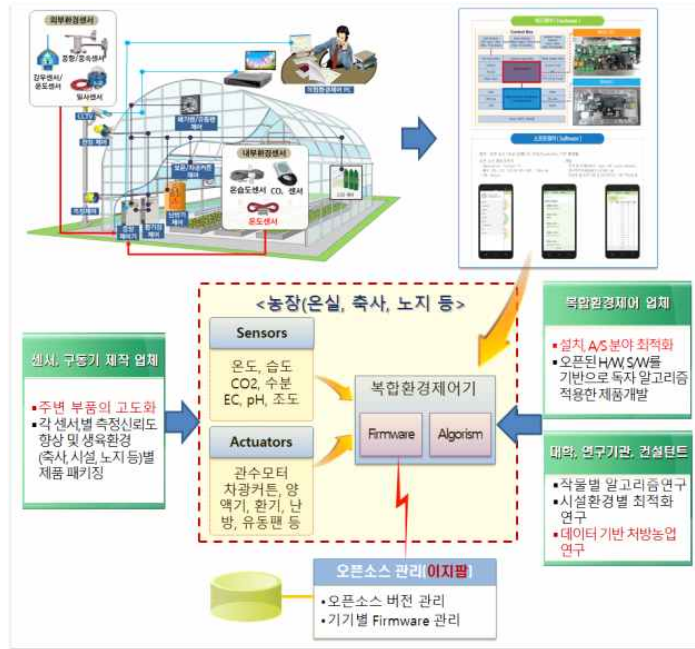
< 김상철, ICT 융합 한국형 스마트 팜 기술 개발 >

라. 선행 연구의 내용 및 결과

(1) 개방형 스마트 팜 통합제어장치 개발 (이지팜)

(가) 오픈소스 기반 스마트 팜 생태계 구축을 위한 연구

- 농식품부의 스마트 팜 확산 정책에 맞추어 농촌진흥청의 “ICT기반 스마트온실 모니터링 및 제어기술개발” 과제를 수행했으며 이 과제의 결과로 오픈소스 기반 복합 환경제어 플랫폼을 개발하여 복합환경제어기 업체들에게 기술이전을 하고 있음
- 이지팜은 본 오픈소스 플랫폼의 개발회사로서 센서 및 구동기업체들의 각종 센서류, 액츄에이터류의 Firmware 버전관리, 하드웨어 개발을 지속적으로 수행하여 복합환경 제어 업체들이 알고리즘 중심의 사업이 진행되도록 협업체계를 구현하고 있음



o 오픈소스기반 개방형 환경제어시스템 개발 및 상용화

- 개방형 플랫폼기반 환경제어시스템 H/W 개발

- 환경제어기, 동력 제어함, 파워서플라이, 환경측정센서, CCTV로 구성됨
- 시설하우스의 재배환경인 온도와 습도, CO<sub>2</sub>, 풍향, 풍속, 일사, 감우를 측정하여 환기창, 보온재, 유동팬, 배기팬, 보일러, CO<sub>2</sub> 공급기 등 환경기기를 제어함

- 응용소프트웨어와 TTA part3 표준적용을 위한 라이브러리 개발

- gosui : 웹기반의 사용자 인터페이스 개발
- gos : 온실 운영 시스템 개발
- gcg : 온실 통합 제어기 개발
- node : 센서 및 제어노드 (설정파일)
- ttap3\_base : TTA P3 메세지 구조를 처리할 수 있는 데이터 타입, 상수 및 함수를 정의한다.
- ttap3\_util : libtp3 라이브러리에서 사용할 유틸리티 함수 및 관련 데이터 타입을 정의한다.
- ttap3\_process : TTA P3 메세지 처리를 위한 콜백함수 관련 데이터 타입 및 함수를 정의한다.
- ttap3\_gcg : 온실통합제어기에서 사용할 API를 정의한다.
- ttap3\_gos : 온실운영시스템에서 사용할 API를 정의한다.

o 개발된 오픈소스 기반 스마트 온실 복합환경제어 플랫폼을 복합환경제어기 개발업체들과의 공유

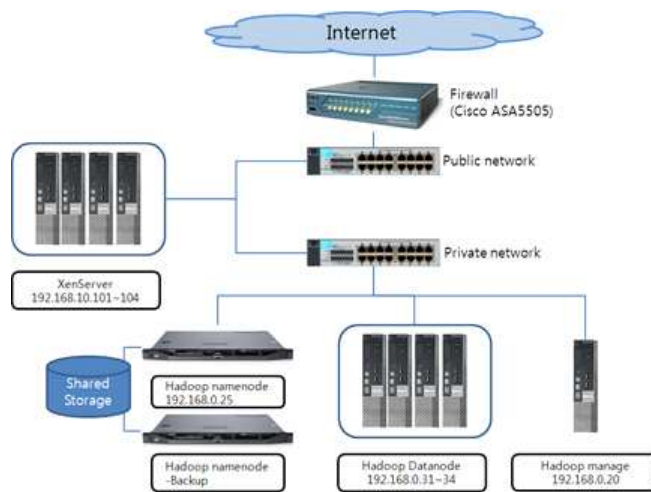
- 연구개발의 목적이 단일 제품을 개발하는 것이 아니라 공개플랫폼을 개발하여 여러 제어기 회사들이 도입하여 자사제품으로 업그레이드 활용할 수 있는 생태계를 만드는 것임

- 이를 위해 2016.2.29. 농촌진흥청에서 “2016 시설원예분야 ICT융합산업화 포럼 1 차회의” 를 개최하여 복합환경제어기 개발사들에게 제품설명회를 개최

(2) 농업인용 클라우드 서비스 (서울대 이중용 교수팀)

(가) 클라우드 하드웨어 인프라

- o 총 11 대의 서버로 구성된 클라우드 시스템이 구축되어 노지과수생산관리시스템의 인프라 역할을 함
- o 구성된 클라우드 시스템은 공용네트워크와 사설네트워크로 구분되며, 방화벽을 통해 인터넷 접근이 가능하도록 구성
- o 분산데이터저장환경은 가상머신을 통해서만 접근이 가능하도록 구성하여 보안기능을 더 강화



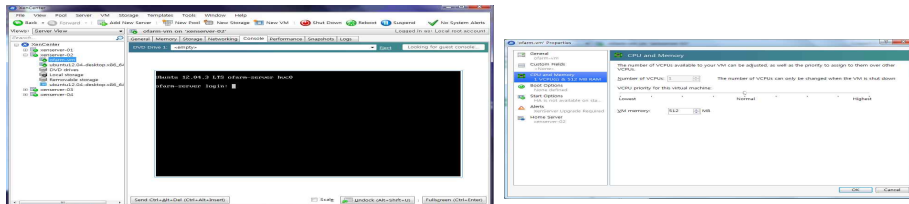
< 노지과수생산관리시스템의 네트워크 구성 >

(나) 클라우드 가상화 구축기술

- o 가상화 구축 기술로는 Bochs, QEMU, VMware, KVM, Xen, UML 등이 있음
  - 지원하는 기술적인 특성뿐만 아니라 가격이나 성능에도 차이가 있음
  - Bochs는 x86 컴퓨터 시뮬레이터로 x86, PowerPC, Alpha, SPARC 등을 포함한 다양한 플랫폼에서 실행되며, 프로세서뿐만 아니라 키보드, 마우스 등 여러 다른 주변기기를 포함해 전체 시스템을 시뮬레이션 함
  - QEMU는 전체 시스템 에뮬레이션 모드와 사용자 모드 에뮬레이션모드를 지원. 전체 시스템 에뮬레이션 모드는 Bochs와 비슷하며, 동적변환 기능으로 속도가 빨라 다른 OS등을 설치할 수 있음. 사용자 모드 에뮬레이션은 리눅스에서만 사용할 수 있으며 이 모드에서는 다른 아키텍처용 바이너리도 지원.
  - VMware는 전가상화를 이용하여 만든 상용솔루션으로 하이퍼바이저가 추상레이어로 게스트OS와 하드웨어 사이에 위치하는데, 이러한 추상 레이어 덕분에 게스트OS들이 실제 하드웨어를 사용하는 것처럼 동작함. 따라서 OS 수정 없이 설치 및 사용이 가능함.
  - KVM은 리눅스 커널 2.6.20부터 등장하여 최근에는 리눅스 커널에 기본적으로 탑재되어 배포되고 있음. 전가상화방식의 솔루션이며 단일 PC혹은 서버에서 동일한 유형의 여러 OS를

설치 및 운영할 수 있음.

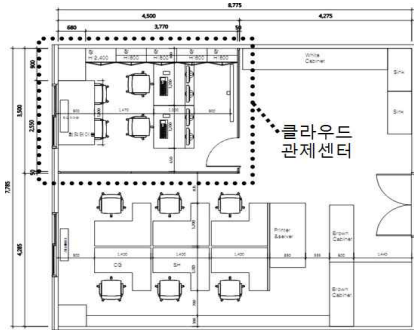
- Xen은 반가상화 방식을 이용한 오픈소스솔루션. 반가상화이기 때문에 OS의 커널을 수정해야 사용할 수 있지만 성능은 실제 단일 시스템으로 구성된 것만큼 우수함. 노지과수생산관리시스템의 클라우드는 Xen 가상화 구축기술기반의 XenServer를 클라우드 가상화 기술로 사용하고 있음.



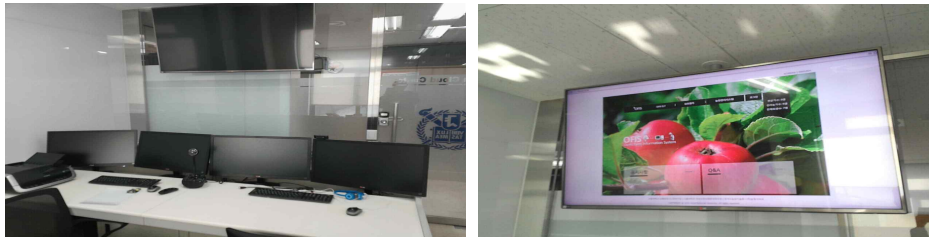
< 구축되어 운영 중인 가상머신 >

#### (다) 클라우드 관제센터

- o 클라우드 시스템의 활성화를 위하여서는 클라우드 관제센터를 구축하고 이를 통하여 서비스를 효율적으로 운용하고 유지보수하는 것이 매우 중요
- o 문제가 발생하는 경우 서비스 이용에 장애가 발생하기 때문에 관제센터에서 모니터링하며 시스템을 관리
- o 서버의 경우 초기 설치 단계에서 전력공급, 화재예방 등을 고려하여 설치하게 되지만 갑작스러운 정전이나 화재 발생 등으로 인하여 대책이 필요한 경우 관제센터에서 대응하여 처리
- o 가상머신의 경우 프로그램 제작과정에서 예상하지 못한 오류 등이 발생할 수 있으므로 에러 발생 시 프로그램 수정 및 복구를 담당
- o 최근 증가하고 있는 해킹이나 DDOS와 같은 외부 공격에 대한 대비책을 마련하고 시스템이 외부의 공격으로부터 노출되지 않는지 감시하며 비상상황 발생 시 적절한 조치를 수행할 관제센터가 요구됨
- o 서울대학교 생물환경시스템 연구실 내부에 공사를 진행하여 클라우드 관제센터를 구축
- o 1면은 환기 등을 위하여 창문에 접하게 하였고, 1면은 전원 및 인터넷 연결을 위하여 기존의 벽을 이용
- o 나머지 두면의 경우 외부 공간과의 차단을 위하여 유리벽을 설치
- o 내부에 컴퓨터용 테이블과 회의용 테이블을 설치하고 기존의 벽과 연결된 곳에는 수납장 설치 및 선들이 외부로 노출되어 지저분하지 않도록 배선 정리 작업을 수행하여 포트만 노출되도록 조정
- o 클라우드 시스템을 적용하고, 회의 등을 진행하기 위하여 스마트 TV를 천장에 설치



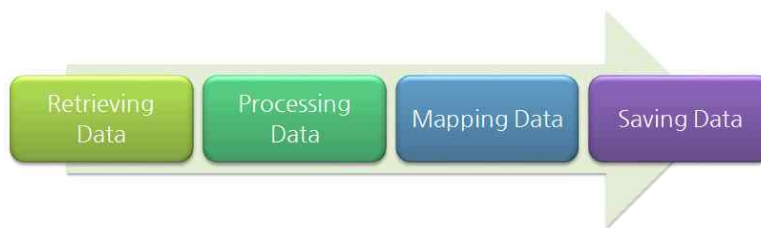
< 클라우드 관제센터 평면도 >



< 관제모니터링 시스템 전경 및 OFIS 사이트 화면 >

(3) 노지과수생산관리시스템용 데이터 수집 서비스 개발 (서울대 이종용 교수팀)

- (가) 노지과수생산관리시스템은 다양한 농업정보시스템으로부터 데이터 수집이 가능할 수 있도록 설계
- o 수집되는 데이터의 형식이 공통적이지 않기 때문에, 일반적인 데이터 처리 과정을 만드는 것은 중요함.
  - o 이 연구의 목적은 데이터 처리 모델을 개발하는 것과 여러 종류의 데이터 소스를 모으는 소프트웨어로써의 모델을 실행하는 것.
  - o 여러 종류의 데이터 소스는 분석되었고 데이터 처리 모델의 네 단계가 확인됨.



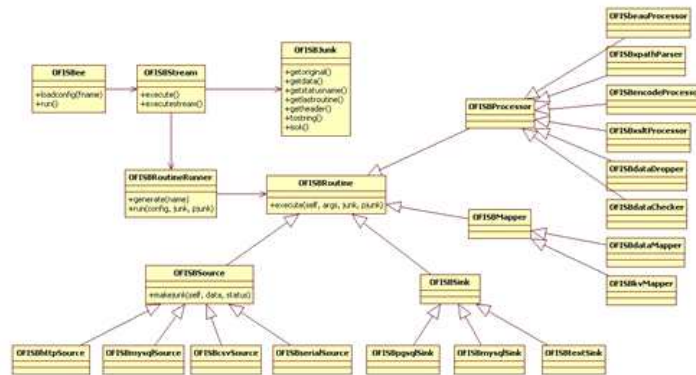
< 데이터 수집 서비스의 데이터 수집 절차 모델 >

- (나) 데이터 수집 절차모델에 따라 데이터 수집 서비스가 개발.
- o 데이터 수집 절차 모델은 네 단계로 구분되는데, 마지막 단계를 제외한 각각의 단계는 다음 단계로 데이터를 전달해야만 함.
  - o OFISBJunk는 다음 단계로 데이터를 전달하기 위한 데이터에 대한 클래스.
  - o 이는 데이터를 저장하고 마지막으로 실행된 경로와 그 결과를 기억.

(다) 모든 단계의 패턴은 동일하도록 설계



- o 모든 단계들은 이전 단계에서 데이터정크(OFISBJunk)를 받고 가공된 데이터정크(OFISBJunk)를 되돌려줌.
- o 각각의 단계는 OFISBRoutine이라 불리는 같은 부모 클래스를 지닐 수 있음.
- o OFISBRoutine은 네 가지 하위 클래스들을 지님
  - OFISBSource, OFISBProcessor, OFISBMapper, OFISBSink.
  - OFISBSource는 여러 데이터 소스로부터 데이터를 수집하는 클래스들의 부모.
  - OFISBProcessor는 데이터 처리하는 클래스로, 데이터의 분석, 제거를 수행하거나, XML 데이터 형식을 파악하거나 데이터 인코딩을 변화시키는 클래스들을 의미.
  - OFISBdataMapper는 하나의 단위 데이터에 메타정보를 연결해주는 기능을 수행.
  - OFISSink는 수집, 처리, 맵핑된 데이터를 저장할 수 있는 클래스들을 대표. 데이터는 두 개의 데이터베이스 또는 텍스트 파일로 저장될 수 있음.
- o OFISBee는 설정 파일을 읽고 해당 설정내용을 실행할 수 있는 메인 클래스.
- o OFISBStream은 하나의 데이터 수집 절차를 처리하는 클래스로, 메인 클래스는 다수의 OFISBStream을 순차적으로 실행.



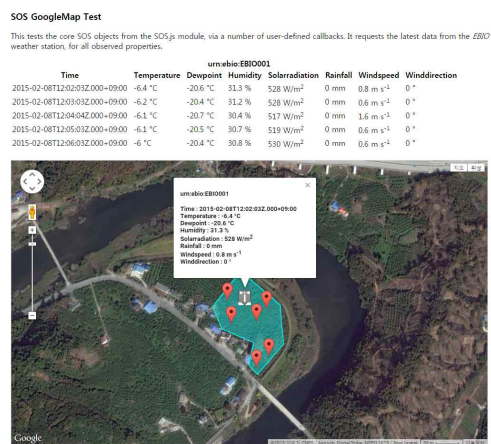
< 데이터 수집 서비스의 클래스 설계 >

(4) GIS 표준서비스에 대한 구현 (서울대 이중용 교수팀)

- (가) OGC는 약 500여개의 회사, 정부기관, 대학으로 이루어진 국제 산업 컨소시움으로 공 용으  
로 GIS와 관련된 인터페이스 표준을 개발하는 프로세스를 권장
  - o Sensor Web Enablement (SWE) initiative는 OGC가 소개한 프레임워크로 이종의 센서  
네트워크를 실시간으로 통합하는 것을 가능하게 함
  - o 웹 베이스 인터페이스를 사용하고 있어 웹 어플리케이션의 통합에 적합
  - o Sensor Observation Service (SOS) 는 SWE의 한 가지 표준으로 GIS 기반 센서에서 측정된  
값, 센서의 메타데이터, 측정된 값의 표현 등에 관한 질의응답이 가능한 웹 서비스 인터페  
이스를 정의
- (나) 본 연구팀에서는 GIS 기반 표준인 SOS를 지원하는 농업기상대용 미들웨어를 개발
  - o 해당 미들웨어는 5가지 클래스로 되어있는데, 5가지 클래스는 각각 SensorObservationService,  
WebServer, ObservationCache, SDClass, Configuration
    - SensorObservationService 클래스는 SOS 메시지를 처리하고 XML을 이용하여 적절

한 응답을 만드는 역할

- WebServer 클래스는 HTTP 프로토콜을 다루는데, HTTP 요청을 파싱하고 SOS 처리를 위하여 SensorObservationService 클래스에 요청을 전달. 전달된 요청을 SensorObservationService 가 처리하여 응답을 보내면 그것을 소비자에게 전달하는 역할도 담당
- ObservationCache 클래스는 60개의 관측값을 메모리상에 유지.
- WeatherStation클래스는 ObservationCache 클래스에게 관측값 저장을 요청하고, SensorObservationService 클래스는 ObservationCache 클래스에게 관측값의 조회를 요청
- SDClass 클래스는 SD 카드에 구성된 파일시스템에 대한 접근 인터페이스를 제공
- Configuration 클래스는 시스템 동작을 위한 설정정보를 처리



< 미들웨어의 GIS 정보와 구글지도가 연계되어 동작하고 있는 화면 >

## (5) 농업인/농기업을 위한 도메인 융합형 응용서비스 (이지팜)

### (가) 산지유통센터(APC)를 위한 ERP 서비스 개발 및 보급

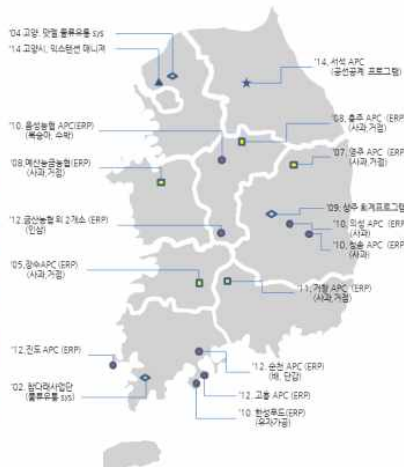
- o 이지팜은 농업현장의 핵심 거점 조직인 산지유통센터(APC : Agricultural Products Processing Center)의 수매, 선별, 저장, 출하, 영업, 농가지원 등을 통합관리하는 솔루션으로 ez-APC ERP를 개발 보급 중임
- o 현재, 클라우드 기술을 적용한 SaaS 패키지로 전환 개발을 진행중임

**ezfarm  
APC ERP 구축 MAP('16 현재)**

- 전국 154개 시군 중 설치 결재시도율 권역시군 10.4%
- 400여 양돈농가 APC 중 15개소 구축률(3%)
- 양돈지원 기술 APC 중 30%의 ERP 구축 결함
- 익스텐션 매니저, 공산공계 프로그램 확산 필요



**범례**  
 ● APC ERP    □ APC ERP(거점)    ▲ 익스텐션 매니저    ☆ 공산공계 프로그램    ● 공휴일유동기라



<APC-ERP 기능모듈>



<출하조절 의사결정 대시보드 시스템>

(나) 농업인(양돈)을 위한 생산경영관리프로그램 개발 및 보급

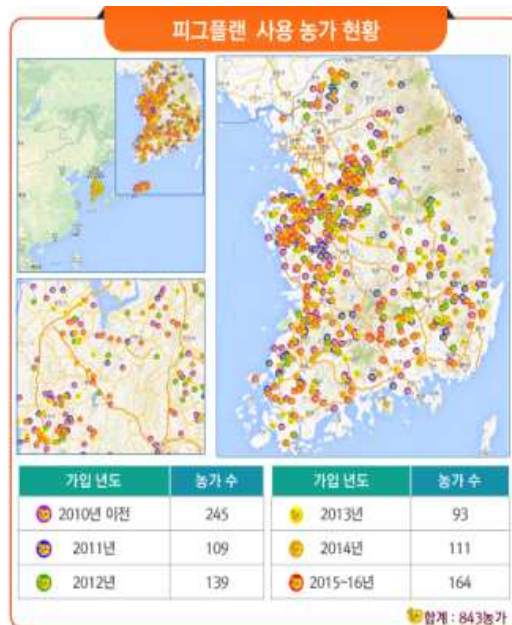
- o 회사 창업 때부터 Stand-Alone방식으로 보급하였던 농가용 프로그램을 Web기반 프로그램으로 재개발(2005년)하여 현재 845 양돈농가가 사용 중이며, 매월 55,000원을 사용료로 납부
  - 피그플랜(양돈생산경영관리프로그램)과 양돈장의 각종 IoT 기자재들을 통합하여 이기종 장비 연계 게이트웨어(미래부 지원 개발)를 통해 사양관리 데이터와 센싱데이터가 통합된 서비스를 진행중
- o 이외에도, 농가용 영농플랜(농가의 생산, 경영, 인증관리) 앱(안드로이드용), 소발정 탐지관리 프로그램(웹, 앱) 등 농업인을 위한 프로그램을 개발 보급

**연혁**

- 1995년 서울대학교 농업정보체계실
- 1998년 ㈜이자팜 피그플랜 초기버전 개발
- 1999년 도드람 양돈조합 제휴 도드람플랜 개발
- 2000~2005년 피그플랜 PC버전 보급
- 2005년 피그플랜 웹서비스 개시

**발전방향**

- 홈페이지 리뉴얼로 사용자 맞춤형 홈페이지, 양돈관련 빅데이터분석 서비스 제공
- 피그플랜 서비스 다각화로 ICT 생산성 분석, 질병연계생산성 분석, 리얼타임생산성 분석 제공



<양돈생산경영관리프로그램 모듈>



<피그플랜과 양돈 ICT 융합 시설장비와의 통합 서비스>

(6) 생육 알고리즘 기술 개발(서울대 손정익 교수팀)

(가) 수경재배 배액관리 지원시스템 개발 - 인공신경망(ANN)에 의한 배양액 EC 예측

- o 수경재배의 양분관리의 기본이 되는 배양액의 전기전도도(EC)는 배양액 내의 각 성분의 종료 및 농도의 영향을 받기 때문에 모델 구축이 매우 어려움.
- o 따라서 이를 인공신경망을 사용하여 예측하고자 하였음(손 등, 1992, 생물생산시설환경, (현)시설원예-식물공장)

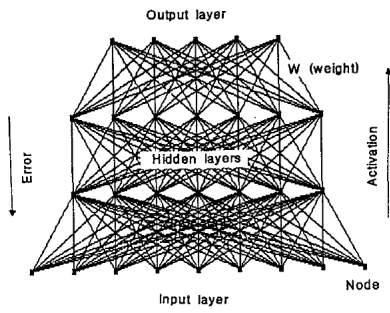


Fig.1. A typical structure of a multilayer perceptron neural network.

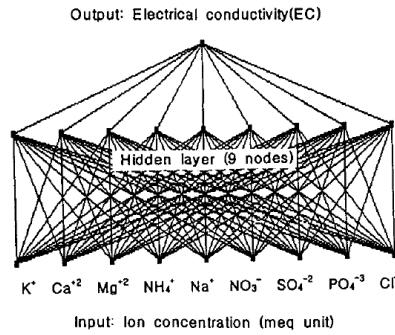


Fig.5 A selected neural network for EC prediction.

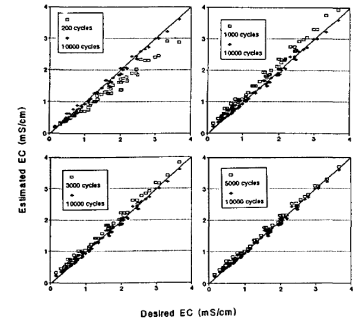
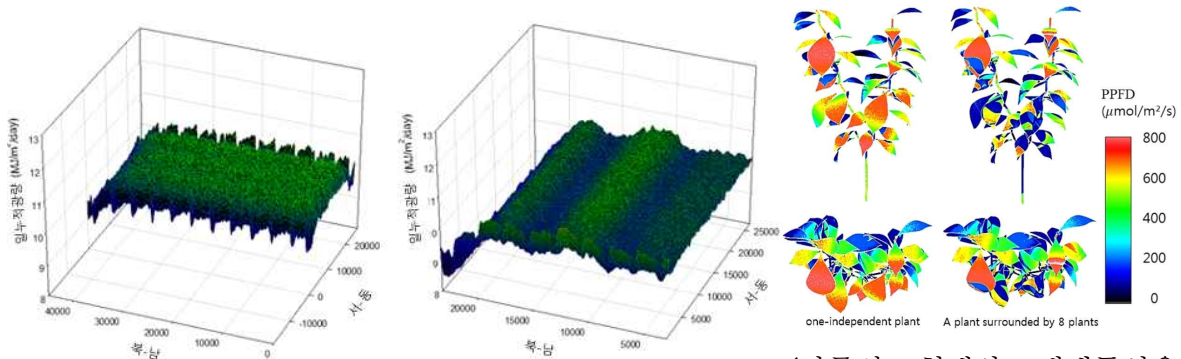


Fig.6. Comparisons among desired EC and trained one after 200, 1000, 3000, 5000 and 10000 learning cycles.

(나) 농촌진흥청 “온실 환경설계 기준 연구 - 광환경 및 관수시스템 해석 및 설계 기준”

- 시설원예 생산의 체계화를 위해서는 온실의 환경설계 기준 정립이 필요하며, 이 중에서 작물생육 및 모델링에 직접적으로 영향을 주는 광환경 해석과 관수시스템 부분의 연구를 세부협동 책임자로 2013~2015(3년간) 수행하였음
- 온실 내 작물의 생육특성 분석을 위하여 온실내 광도 분포 및 작물 수광량을 분석-제시하였음

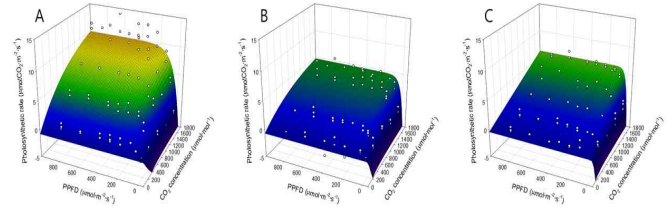
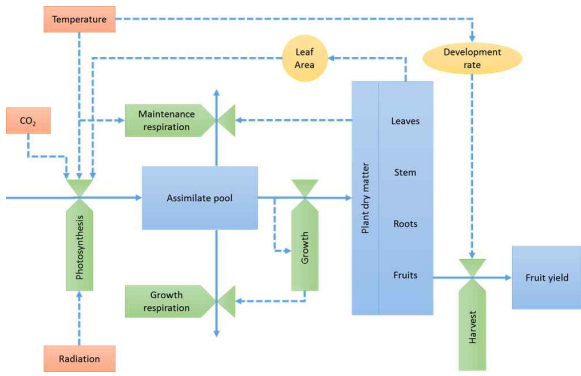


<온실 내 광환경 특성 분석>

<작물의 형태와 재배특성을 반영한 엽 수광량 분석 >

(다) 산업통산자원부 “발전소 온배수 및 이산화탄소 활용 스마트 시스템 테스트 베드 개발 - 온실 내 작물의 이산화탄소 소비량 추정”

- 온실 내 광조건, 작물의 수광량, 광합성 속도 등을 기반으로 작물의 이산화탄소 소비량 추정 연구의 공동연구책임자로 2015~2017(3년간) 연구 수행 중임
- 최적 IoT 융합 스마트 생육 플랫폼 구축의 기초 데이터로 작물의 생육 최적환경 요인 도출, 생육 모델 구축 및 모델 기반 환경요인에 따른 이산화탄소 소비량을 추정함

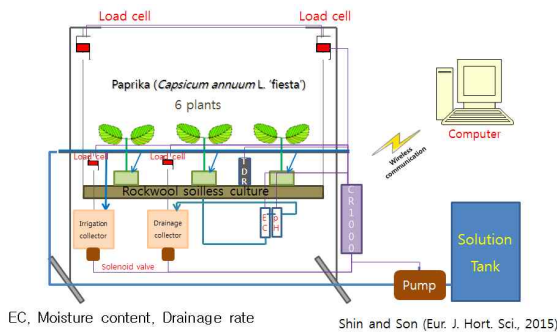


<작물생육 모델에서의 탄소 및 정보 흐름>

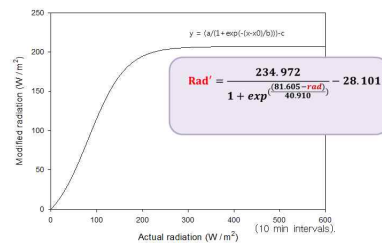
<환경 요인에 대한 광합성 속도 2 변수 모델 회귀분석>

(라) IPET “최적 관수제어시스템 개발 - 실시간 관수측정 시스템 및 적정 광보정 알고리즘 적용”

- o 수경재배 과채류의 관수 제어 식물생산시스템 개발을 위해 온실 내 작물의 관수량 추정 기술 개발에 대해 위탁 책임자로 2012~2014(3년간) 연구 수행하였음
- o 실시간 환경정보와 생육정보를 측정하는 시스템을 구축하였음
- o 여러 환경 요인들에 대하여 작물의 관수량 추정하고 관수량에 영향을 주는 환경 요인들에 대하여 시계열 데이터를 분석하여 관수제어 알고리즘을 구축하고 적용하였음



Calibrated Model of Momentary Radiation



EC, Moisture content, Drainage rate

Shin and Son (Eur. J. Hort. Sci., 2015)

Shin and Son (Agr. Water Manage., 2014)

<작물정보 실시간 측정 시스템>

<증산량 추정을 위한 유효적산광 보정 알고리즘 적용>

(마) 최근 논문 실적

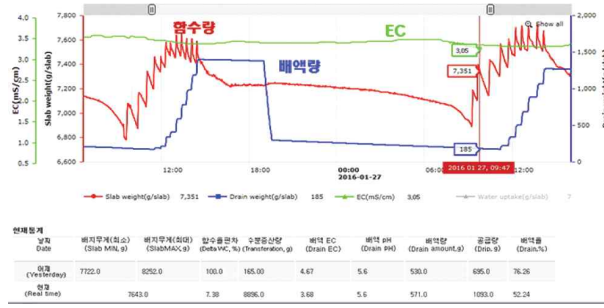
- o D.H. Jung, D. Kim, H.I. Yoon, K.S. Park, J.E. Son\* (2016) Modelling of canopy photosynthetic rate of Heuk romaine lettuce with CO2 concentration and growth stage. Hort. Environ. Biotechnol. (accepted)
- o M.K. Cha, Y.A. Jeon, J.E. Son, Y.Y. Cho (2016) Development of Planting-density Growth Harvest (PGH) Charts for Quinoa and Sowthistle Grown Hydroponically in Closed-type Plant Production Systems. Hort. Environ. Biotechnol. 57:213-218.
- o K.S. Park, S.K. Kim, Y.Y. Cho, M.K. Cha, D.H. Jung, J.E. Son\* (2016) A coupled

- model of photosynthesis and stomatal conductance for the ice plant, a facultative CAM plant. Hort. Environ. Biotechnol. 57:259-256.
- o K.S. Park, K. Bekhzod, J.K. Kwon, J.E. Son\* (2016) Development of a coupled photosynthetic model of basil hydroponically grown in plant factories Hort. Environ. Biotechnol. 57:20-26.
  - o J.S. Kim, W.H. Kang, T.I. Ahn, J.H. Shin, J.E. Son\* (2016) Real-time, precise measurement method of fresh weight of lettuce with growth stage in a plant factory using nutrient film technique. Korean. J. Hortic. Sci. Technol. 33:77-83.
  - o W.H. Kang, F. Jang, K.S. Park, J.E. Son\* (2016) Improvement of canopy light distribution, photosynthesis, and growth of lettuce using diffuse glass in LED plant factory. Korean J. Hortic. Sci. Technol. 33:84-93.
  - o J.H. Shin, J.E. Son\* (2016) Application of a modified irrigation method using compensated value of accumulated radiation with substrate moisture content and electrical conductivity in soilless culture of paprika. Sci. Hortic. 198:170-175.
  - o J.H. Shin, J.E. Son\* (2015) Development of a real-time irrigation control system considering transpiration, substrate electrical conductivity, and drainage rate of nutrient solutions in soilless culture of Paprika. Eur. J. Hortic. Sci. (eJHS) 80:271-279.
  - o D.H. Jung, Y.Y. Cho, J.E. Son\* (2015) Development of two-variable spatial leaf photosynthetic models of Iewin mango grown in greenhouse. Proteced Hortic. Plant Factory 24:161-166
  - o J.H. Shin, J.S. Park, J.E. Son\* (2014) Estimating the actual transpiration rate with compensated levels of accumulated radiation for the efficient irrigation of soilless cultures of paprika plants. Agr. Water Manage. 135:9-18.

(7) 스마트 팜 정보 센싱 및 정보 서비스(경남농업기술원)

(가) 시설원예용 IoT 장비 개발 현황

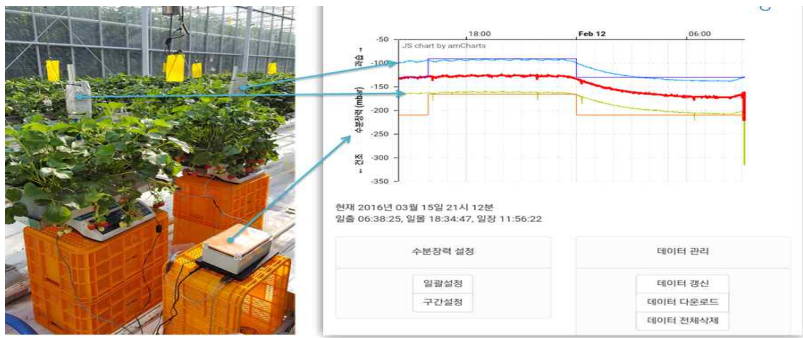
- ① 스마트스케일(SmartScale) : 유무선 IoT 정밀 생육 및 성장환경측정 장치
  - o 다중센서 연동 SCB장치를 활용, 다양한 생육 및 환경 데이터 실시간 모니터링
    - 생체중, 함수량(g%), 증산량(g%), 급액량(g%), 배액량(g%), EC, pH, 배지온도 등
    - 데이터 관리 가능 (데이터 1초 간격 측정 1분단위 저장, 1g 단위 정밀측정)
  - o 편리한 누적 정보저장 및 분석값 그래프로 표기
  - o 실시간 작물 및 환경을 모니터링하여 정밀제어를 가능하게 함.



< 스마트스케일 설치 현황 >

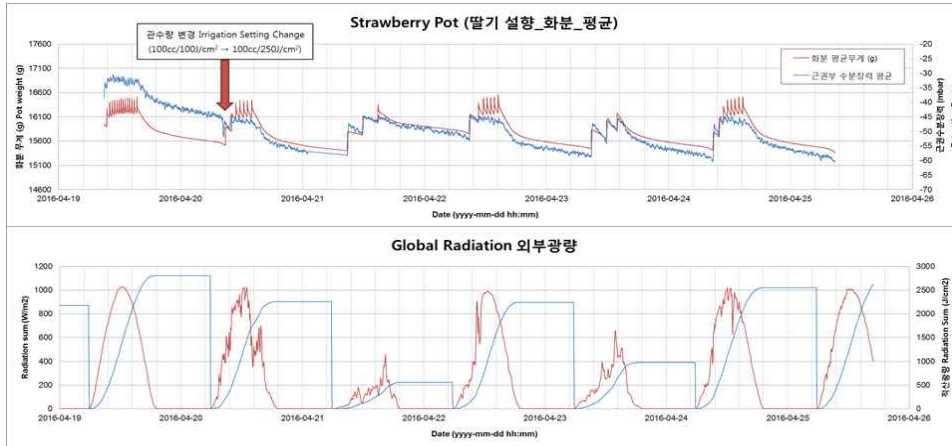
② 스마트 수분 장력계(SmartTens) : 유무선 IoT 정밀 근권환경측정 장치

- o 정밀 토양/근권 수분장력 모니터링 (데이터 1초 간격측정 1분단위 저장, 0.1 mbar 단위 정밀측정)
- o 편리한 그래프 표기 기능
- o 적용 가능 작물 및 환경:
  - 시설딸기 토경/배지경 고설재배
  - 각종 시설과채류를 위한 토경/배지경 재배 → 파프리카, 토마토, 박과류(멜론, 수박, 참외, 애호박 등), 아스파라거스 등
  - 각종 시설화훼류를 위한 토경/배지경 재배 → 국화, 거베라, 수국, 안개꽃, 카네이션
  - 각종 온대·열대 과수류 (사과, 블루베리, 망고 등)를 위한 토경, Bag/화분재배



< 스마트수분장력계를 이용한 모니터링1 >





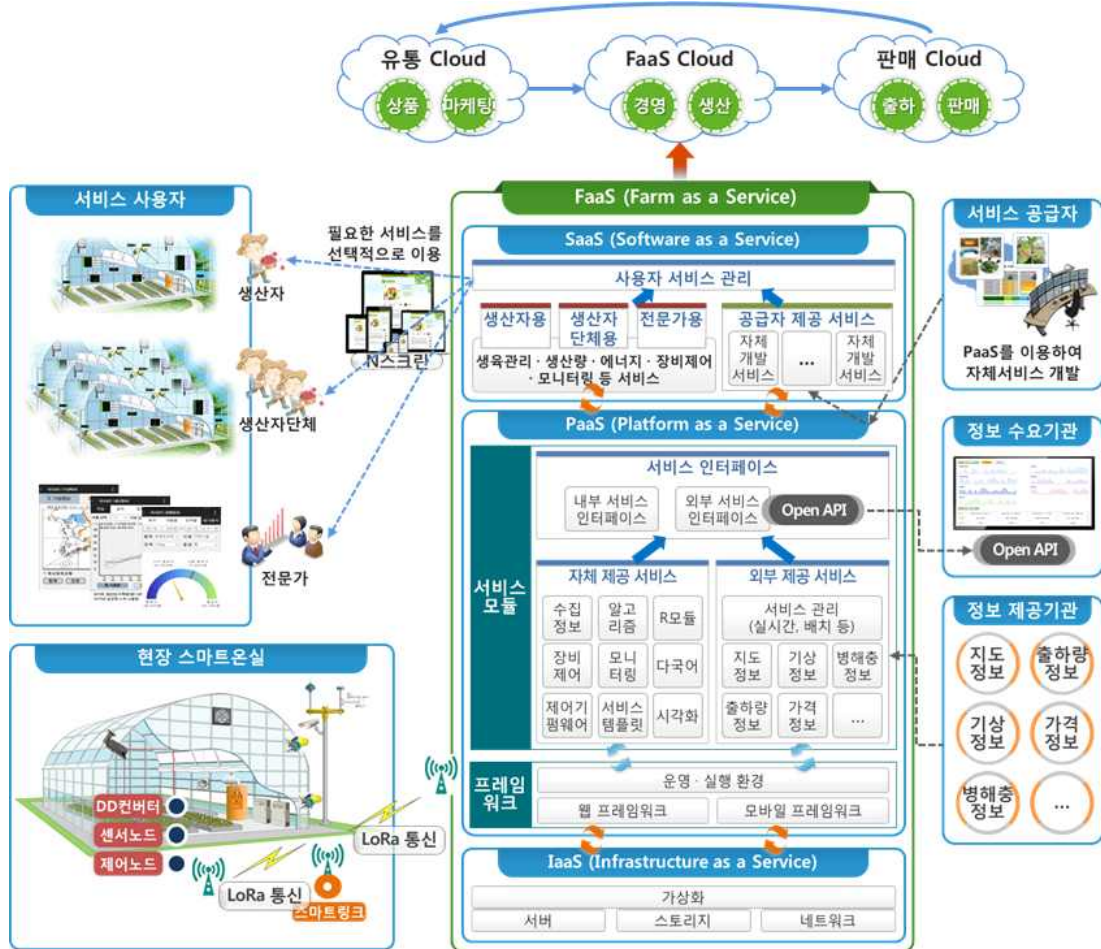
< 스마트수분장력계를 이용한 모니터링2 >

- 스마트스케일은 토마토 등을 중심으로 일부 적용되고 있으며, 근권부 정보를 모니터링 하며, 데이터 유무선 통신 및 관비기/양액기 피드백 기능까지 확대 활용 요구도 증가.
- 스마트 수분 장력계를 이용하여 멜론의 시설 내 토경재배 근권 환경 데이터를 실시간 수집하여, 활용 수집 항목으로서는 토양 수분장력, 토양 유효수분 내 pH, EC 등으로 스마트스케일이 적용될 수 없는 재배방식의 근권부 환경데이터를 수집할 수 있음
- 양액의 변화에 따른 함수량변화 뿐 아니라, EC, pH, 배지온도 등의 근권부 환경을 모니터링하는 기능이 있어, 근권부 변화에 따른 환경제어의 가능성을 보임

### 3. 연구개발 범위

#### 가. 연구개발의 최종 목표

- (1) 온실 내 ICT 기술 도입 비용을 줄이고 데이터의 효율적 관리, 복합환경 제어 등을 위해 인공지능 기반 IoT 클라우드형 스마트 팜 통합제어장치 개발 및 산업화



< 클라우드 기반 IoT 개방형 스마트 팜 시스템 개념도 >

- (2) 본 과제의 기술 개발 목표를 중심으로 다음 6개의 핵심 기술 개발을 진행함
- (가) 스마트 팜용 Private Cloud를 위한 기술개발(IaaS) (서울대 이중용 교수팀)
  - (나) GIS, OpenAPI 등의 표준 데이터 수집용 미들웨어 개발 (서울대 이중용 교수팀)
  - (다) 도메인 융합형 Farm Cloud 서비스 개발 (이지팜)
  - (라) 클라우드 기반 온실 모니터링 및 제어 기술 개발 (이지팜)
  - (마) 인공지능 기반 생육 알고리즘 기술 개발 (서울대 손정익 교수팀)
  - (바) 상용화를 위한 현장 테스트베드 검증 및 구축 (경남농업기술원)
  - (사) 개발된 통합제어 장치의 사업화를 위한 현장 확산 (이지팜)

(3) End Product

- (가) 도메인 융합형 Farm Cloud 시스템 (이지팜)
- (나) 서비스 시스템 개발용 SDK (이지팜)
- (다) 클라우드기반 온실환경 IoT 모니터링 시스템 (이지팜)
- (라) 디지털센서 표준화 컨버터(DD컨버터) (이지팜)
- (마) 스마트 팜용 사설 클라우드를 위한 모니터링 툴 (서울대 이중용 교수팀)
- (바) 스마트 팜용 사설 클라우드를 위한 관리 시스템 (서울대 이중용 교수팀)
- (사) GIS, OpenAPI 등의 표준데이터 수집용 미들웨어 (서울대 이중용 교수팀)
- (아) 인공지능망 기반 생육 알고리즘 (서울대 손정익 교수팀)
- (자) IoT 기반 스마트베드를 활용, 작물의 양수분 정밀관리 및 생장 최적조건 개발 (경남농업기술원)
- (차) 농가 실증을 통한 최적모델의 검증 (경남농업기술원)

나. 연구개발의 세부 목표

(1) 스마트 팜용 Private Cloud를 위한 기술개발(IaaS)

(가) 주요기능

- ① 스마트 팜용 클라우드 동작상태를 점검하기 위한 모니터링 기능
- ② 스마트 팜용 클라우드 서비스 관리를 위한 관리 기능

(나) 핵심 기술

- ① 가상화 솔루션에서 제공하는 API 활용 기술

(2) GIS, OpenAPI 등의 표준 데이터 수집용 미들웨어 개발

(가) 주요기능

- ① XML, JSON, HTML 등의 다양한 문서 형식에 대한 지원
- ② Mysql, PostgreSQL 등의 다양한 데이터베이스로의 저장

(나) 주요 성능치

성능 항목	단위	세계최고 수준	국내수준	최종 개발 목표
지원하는 문서의 형식	종	국내외 농업분야 최초 적용	국내외 농업분야 최초 적용	5종
지원하는 저장 방식	종	국내외 농업분야 최초 적용	국내외 농업분야 최초 적용	3종
지원하는 OpenAPI 혹은 표준의 개수	종	국내외 농업분야 최초 적용	국내외 농업분야 최초 적용	5종

(다) 핵심 기술

- ① GIS 표준 (OGC 표준) 처리 기술
- ② OpenAPI 수집 기술

(3) 도메인 융합형 Farm Cloud 서비스 개발

(가) 주요기능

- ① FaaS 제공 기능
- ② FaaS 개발을 위한 서비스모듈 제공 기능
- ③ 농가별 생육, 생산량, 에너지 사용량 등 모니터링 및 시각화 기능
- ④ 개방형 서비스를 위한 인터페이스(API) 서비스 기능
- ⑤ 모바일 서비스를 위한 미들웨어 기능
- ⑥ 서비스 사용자용 대시보드 기능

(나) 주요 성능치

① 주요 성능치 정의

주요 성능지표	정의	성능목표치 근거
평균 처리시간	각종 현장장비에서 FaaS 시스템 간 정보를 처리하는 평균시간	FaaS 시스템은 다수의 현장장비에서 발생하는 이벤트 데이터를 지연 없이 처리해야 함 이를 위해 최소 지연시간이 요구되며, 이는 프랑스 AFNIC 쿼리 지연시간에 대한 개념을 수용하여 작성.
현장 적용	과제 결과물의 운용이 가능한 현장 적용 개수	다양한 환경을 비교실험하기 위한 지역 2개 이상 선정

② 성능치 개발 목표

성능 항목	단위	세계최고 수준	국내수준	최종 개발 목표
평균 처리시간	초/건	Akisai, 일본 (객관적 성능측정치 없음)	국내외 최초 적용	< 5초
현장 테스트베드 적용	건수	-	-	2개소 이상

(다) 핵심 기술

- ① FaaS 개발을 위한 서비스 모듈화 기술
- ② 개방형 서비스를 위한 인터페이스(API) 제작 기술

③ 모바일 서비스를 위한 미들웨어 구축 기술

(라) 적용범위

- ① 서비스 공급자 : 생산자, 생산자단체, 전문가 등 수요자의 요구를 충족할 수 있도록 다양한 서비스 공급자가 PaaS 서비스를 이용해 자체 서비스 개발 및 서비스 제공
- ② 전문가 : 알고리즘 전문가, R 전문가 등 특정분야 전문가가 서비스 모듈을 개발하여 서비스 제공
- ③ 서비스 수요자 : 파프리카, 메론 생산농가의 경영 효율화 및 생산성 향상을 위한 본인의 상황에 맞는 서비스를 선택적으로 활용
- ④ 클라우드 및 서비스 인터페이스 등의 국내 표준화를 통해 국내외 스마트 팜의 보급 및 실용화 활용

(4) 클라우드 기반 온실 모니터링 및 제어 기술 개발

(가) 주요기능

- ① 디지털 센서와 스마트링크와 연동을 위한 DD컨버터 기능
- ② 스마트링크와 FaaS 간 펌웨어 자동 동기화 기능
- ③ 온실에 설치된 장비별 카탈로그 관리 기능
- ④ 온실에 설치된 장비별 데이터 변환 기능
- ⑤ 온실에 설치된 장비별 장비제어 기능
- ⑥ 온실에 설치된 장비별 오작동 진단 기능

(나) 주요 성능치

- ① 제어노드 : 제어노드에 대한 오작동 진단을 위한 기준정보

종류	기능
유동팬	온실 내부에 설치된 온습도 센서에 센싱된 값을 수집하여 환기제어 * 자동제어 여부 확인은 CCTV 등 외부에서 확인 가능(option)
측창개폐기	온실 내·외부 온습도 센서에 의해 얻어진 정보를 토대로 측창제어 - 온실 측창의 좌우 개폐 정도가 다르게 제어 * 좌우 개폐가 일체형인 경우 제외 - 환기창 제어는 천장, 측창을 바람 부는 방향과 반대방향의 창으로 분리하여 제어 * 천창과 측창의 작동주기를 작물의 특성에 따라 단계별로 설정가능 * 창의 개폐 시 미리 설정된 값과 외부온도센서가 자동으로 연동, 외부온도에 따라 개폐범위를 조정하고 편차가 생길 경우 추가 제어 온실 외부의 감우센서에 의해 얻어진 감우 정보에 의해 온실 천창과 측창의

종류	기능
	개폐를 제어
보온커튼개폐기	온실 외부일사값 및 온도값, 실내온습도값에 의해 식물의 보온을 위한 커튼조절
차광커튼개폐기	- 온실 외부일사값 및 온도값, 실내온습도값에 의해 차광커튼 개폐 - 일사량 센서에 의해 얻어진 광량정보는 온실 재질과 재질의 투과율을 감안하여 차광커튼 개폐
Co2 공급기	온실 내 Co2센서에 의해 얻어진 Co2정보에 따라 적합한 Co2농도를 유지할 수 있도록 Co2발생기를 제어하거나 천측창의 개폐, 환기팬이 작동되도록 제어
양액기 (양액 재배의 경우)	- 양액정보센서 중 배지정보센서(배지 함수율, 배지 EC센서)에 의해 얻어지는 배지정보는 투여되는 양액의 정보를 농업인이 파악하여 양액제어기를 조절할 수 있도록 제어 - 배액통에 설치되는 배액정보센서(배액EC센서, 배액pH센서, 배액온도센서)에 의해 얻어지는 배액정보는 투여되는 양액의 정보를 농업인이 파악하여 양액제어기를 조절할 수 있도록 제어
관수·관비 공급기	온실 내부에 설치된 토양수분센서에 센싱된 값을 수집하여 각 동별로 관수·관비 공급이 가능하도록 제어
냉·난방기	온실 외부 일사 값 및 온도 값, 실내온습도 값에 의해 냉·난방기의 가동을 제어

② 센서노드 : : 센서노드에 대한 오작동 진단을 위한 기준정보

구분	측정범위	해상도 (정밀도) (분해능)	오차범위	운용환경
온도	-40℃ ~ +60℃	0.1℃	상온에서±0.2℃	-50℃ ~ +60℃
습도	0 ~ 100%	±2% RH	±2.0 %(0 ~ 90 %), ±3.0 %(90 ~ 100%)	-40℃ ~ +60℃
풍향	0 ~ 360°	5°	±3° 이내	순간풍속 : 75ms-1이상 기온 : -50℃ ~ +50℃
풍속	0 ~ 60 ms-1	0.1 <sup>m</sup> s	10 ms-1 미만에서 ± 0.3 ms-1 이내 10 ms-1 이상에서 3%이내	순간최대풍속 : 100ms-1 기온 : -50℃ ~ +50℃
일사	0 ~ 2,000W/m <sup>2</sup>	민감도 : 15 μV/Wm <sup>2</sup>	95% 신뢰수준	-40℃~+80℃
강우	1전도(Bucket)당 0.5 ~ 1.0mm/ 1000mm 이상	1회 전도량 0.5mm	0~100mm/hr 강우강도에서 ±3% 이내	0℃ ~ +50℃

구분	측정범위	해상도 (정밀도) (분해능)	오차범위	운용환경
감우	비, 눈, 우박 등 강수현상		±1분	- 50 ~ +50℃
CO <sub>2</sub>	0 ~ 3,000ppm		±50ppm이내	온도 : 0 ~ 60℃ 습도 : 0 ~ 95% RH
조도	0 ~ 200 klx	4%이내	0.5 ~ 1.5mV/klx	
지온	-40℃ ~ +120℃		상온에서 ±0.3℃	-40℃ ~ +120℃
지습	0 ~ 100% VWC	0.002 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	모든 토양에서 ±3%	-40℃ ~ +120℃
EC	0 ~ 20ms/cm	0.1ms/cm	±0.1ms/cm이내	0℃ ~ +50℃
pH	pH 1 ~ 11	0.1pH	pH ±0.1이내	0℃ ~ +50℃
함수율	0 ~ 100%		0.4%	
줄기변화	0 ~ 160mm	0.002mm		
작물온도/ 엽온측정	5 ~ 50℃	0.1℃	0.5℃	
수액흐름	±3ml/heat	0.01mL/h		

(다) 핵심 기술

- ① 다양한 센서와 손쉽게 연동할 수 있는 온실통합제어 기술
- ② 온실에 설치된 장비별 데이터 변환 기술
- ③ 온실에 설치된 장비별 장비제어 기술
- ④ 온실에 설치된 장비별 오작동 진단 기술

(라) 적용범위

- ① 각종 IoT 장비에서 수집된 데이터를 수집/가공하여 생산자, 생산자단체, 전문가 등 정보서비스를 필요로 하는 사용자에게 유효한 정보를 제공할 수 있는 서비스 시스템을 구축·제공함으로써 정보 제공 형 비즈니스 모델로 새로운 고부가가치 창출 가능
- ② 스마트 온실 관제를 위한 생산자 및 생산자 단체
- ③ 스마트 온실의 효율적인 관제를 위한 스마트링크 공급업체

(5) 인공지능 기반 생육 알고리즘 기술 개발

(가) 주요기능

- ① 환경요인에 대한 작물(파프리카, 멜론)의 생육 예측 기능
- ② 작물 생육 최적 환경 요인 결정

(나) 주요 성능치

성능 항목	단위	세계최고 수준	국내수준	최종 개발 목표
파프리카 생육 예측	kg/주	예측 자료 없음	예측 자료 없음	< 70%
멜론 생육 예측	kg/주	예측 자료 없음	예측 자료 없음	< 70%

(다) 핵심 기술

- ① 인공신경망 기반 파프리카의 생육 예측 알고리즘
- ② 인공신경망 기반 멜론의 생육 예측 알고리즘

(라) 적용범위

- ① 파프리카 농가의 환경 제어 전략 및 생육 예측에 활용 가능
- ② 멜론 농가의 환경제어 전략 및 생육 예측에 활용 가능

(6) 상용화를 위한 현장 테스트베드 구축 및 생육데이터 수집 (경남농업기술원)

(가) 생육데이터 수집을 위한 테스트베드 구축 : 파프리카, 멜론 재배온실

(나) 스마트 측정시스템의 활용한 멜론, 파프리카의 생육 및 환경데이터 수집

- ① 1차 수집 : 경남도원 ATEC 교육실습장, 연구시설 활용
- ② 2차 수집 : 농가 실증을 통한 수집데이터의 검증 및 적용

(다) 작물별 테스트베드 구축 실증

작물	기간	장소	비고
파프리카	‘16.9월 ~ ‘17.6월	ATEC	테스트베드 구축 (데이터 수집)
	‘17.8월 ~ ‘17.12월	농가	
	‘18.1월 ~ ‘18.10월		실증 및 문제점 보완
멜론	‘17.2월 ~ ‘17.12월	연구용온실	테스트베드 구축 (데이터 수집)
		농가	
	‘18.2월 ~ ‘18.10월	농가	실증 및 문제점 보완

(라) 테스트베드 구축 핵심기술

- ① 작물별 특성에 적합한 온실 내 스마트베드 구축(대형, 중소형, 선도농가 등)
- ② 기존 내·외부 환경요인 이외의 근권부 환경과 생육상태와의 연계성 도출
- ③ 시설재배 선도농가 데이터 축적을 통해 수량 증대 모델 탐색
- ④ 실증농가 재배를 통한 알고리즘의 실증 및 문제점 보완

(마) 파프리카, 멜론 환경 데이터 실시간 수집

- ① CO<sub>2</sub>, 내부 온습도, 기상(풍향, 풍속, 실외 온습도) 등 환경데이터
- ② 배지함수량, 증산량, 급액량, 배액량, 배액 EC, 배액 pH, 배지온도 등 근권부 환경

(바) 그 외 시설 내·외부 환경에 따른 생장/생육 모니터링 및 데이터 수집

- ① 엽장, 엽 폭, 생체중 등 작물 생육 상태 조사
- ② 과중, 수확량 등 수량성 및 과실 특성조사



## 제 2장 연구수행 내용 및 결과

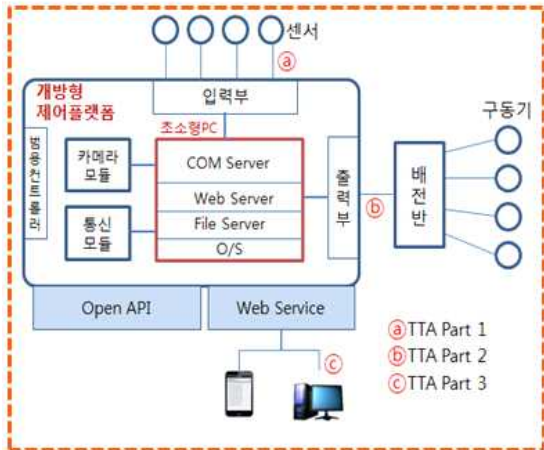
### 1절. 연구개발 추진전략·방법 및 추진체계

#### 1. 연구개발 추진전략·방법

##### 가. 연구개발 추진전략

##### (1) 스마트 팜 관련 타 R&D 과제의 성과물의 활용 및 고도화

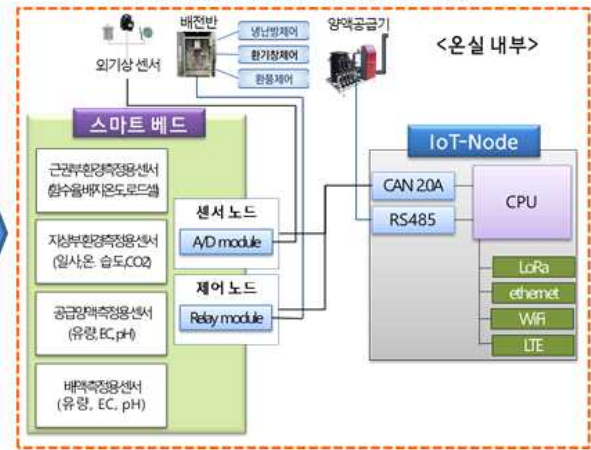
<농진청 연구과제 : 2014~2016(이지팜 세부책임)>  
ICT융합 스마트 원예시설 산업화 모델 개발



① TTA Part 1  
② TTA Part 2  
③ TTA Part 3

- 오픈소스 기반 복합환경제어 플랫폼 완성 (TTA 1, 2, 3 표준을 준용한 제품으로 개발)
- 라즈베리파이 스펙을 이용하여 센서개발 기업간의 정보공유를 통한 범용장치 개발

<미래부 연구과제 : 2016~2018(이지팜 주관)>  
스마트팜 확산을 위한 클라우드 기반 스마트베드 시스템 및 Farm-As-A-Service 기술 개발



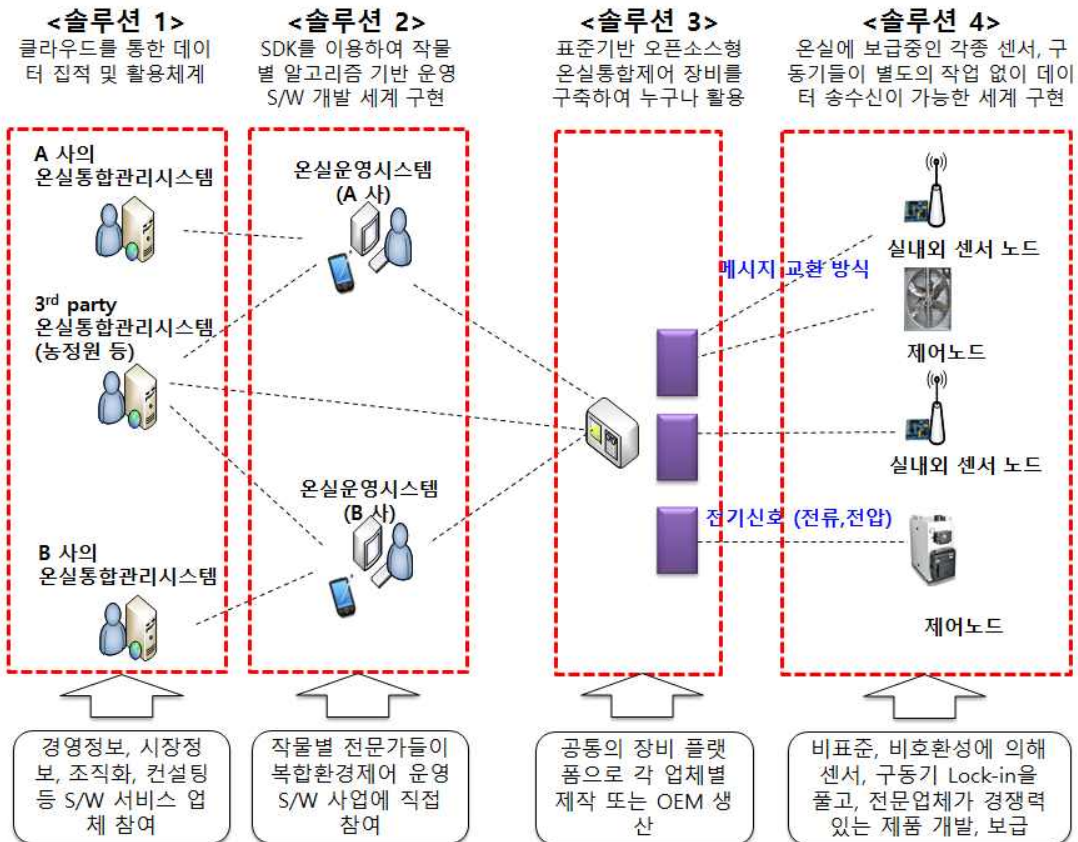
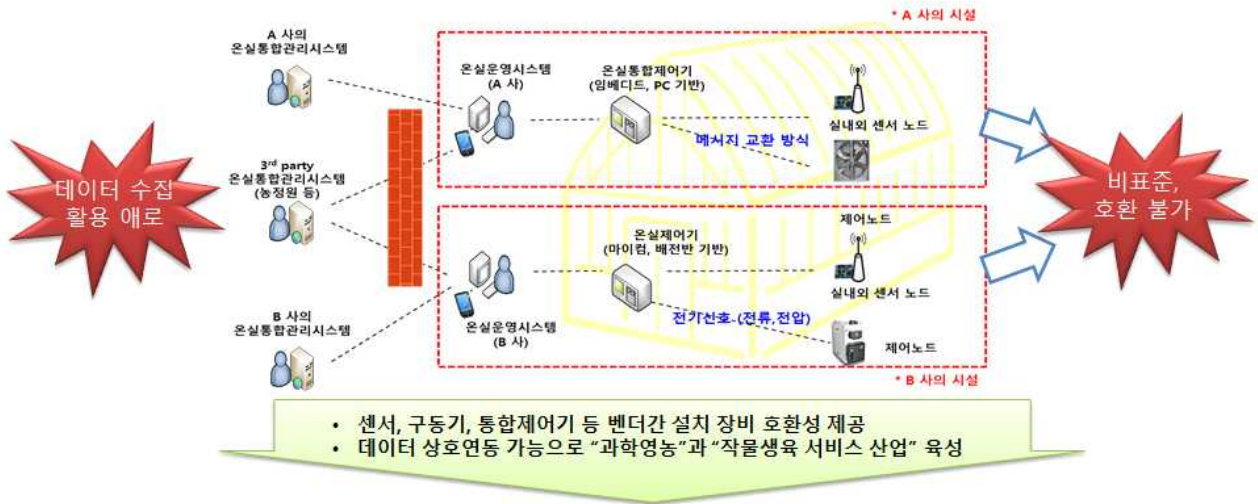
- 중소형온실(딸기 대상)을 위한 클라우드 서비스를 구축하고, 농장 내 센서노드, 제어노드, IoT 노드를 개발하여 센서와 구동기 데이터 송수신 체계 구축

- 본 연구과제에 포함된 “클라우드 기반 온실 내부 및 외부 환경 정보 센싱 및 정보 수집 기술 개발”을 위해 별도의 디바이스를 개발하지 않고 기존 연구의 성과물을 토대로 본 과제에 적용
- 각종 디지털 센서를 농업현장에서 원활히 사용할 수 있도록 데이터 포맷 표준을 맞출 수 있는 “디지털 센서 표준화 컨버터 :D/D 컨버터”를 별도로 추가 개발

- 그간 스마트 팜 기술 개발과 관련한 많은 연구과제들이 진행되어오며 따라 성과물들이 도출되고 있으므로 본 연구과제에서는 그러한 성과물들을 이어받아 고도화함으로써 목적하는 연구를 비용 효율적이면서 중복되지 않도록 설계함
- 특히, (주)이지팜은 2014년부터 농촌진흥청의 “시설농업 ICT융합 산업화 모델 개발” 과제에 참여하면서 <제3협동과제 : ICT기반 스마트온실 산업화 표준화방안 연구>의 책임을 맡아 오픈소스 기반 복합환경제어 플랫폼을 개발하였으며, 함안의 시설원예연구소 온실에 적용하여 제품의 효과를 검증함
- 또한, 미래부의 “스마트 팜 확산을 위한 클라우드 기반 스마트베드 시스템 및 FaaS 기술 개발” 과제의 주관책임기관으로서 참여하였으며, 이를 통해 농장의 기존 Stand Alone 방식의 복합환경 제어기를 센서노드, 제어노드, IoT 노드로 모듈화하여 클라우드로 전송하는 제품을 개발하였음

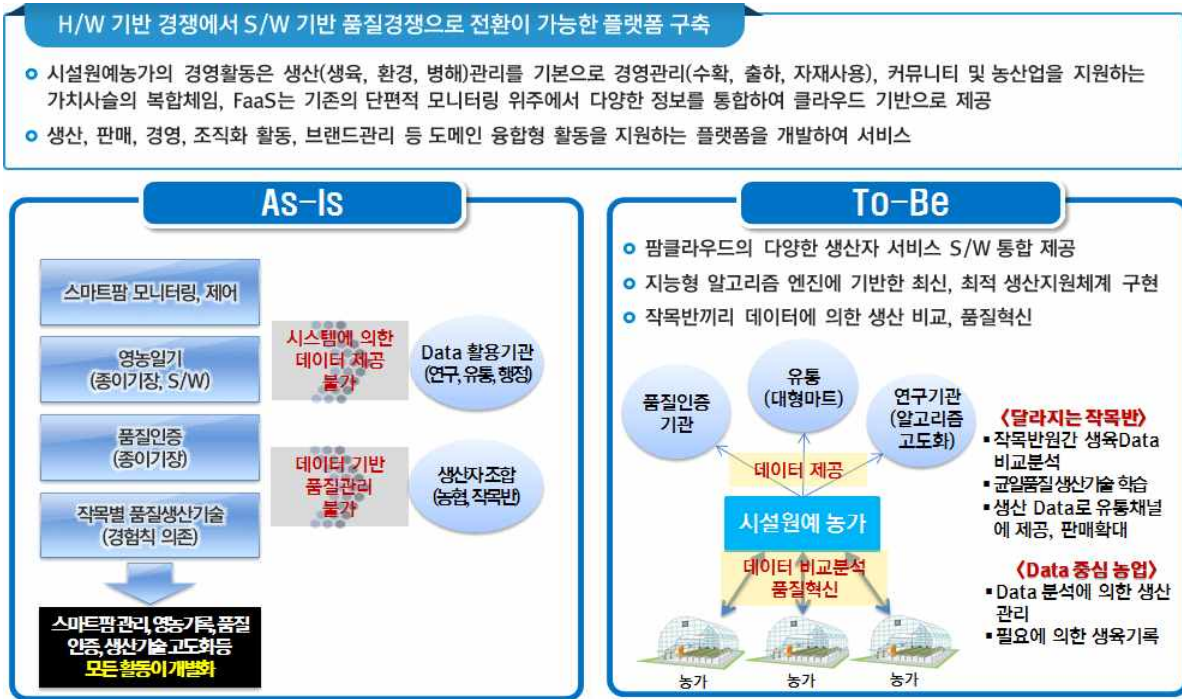
o 따라서, 본 연구에서는 그간의 온실 내부 및 외부 환경 정보 센싱 및 정보 수집 기술 개발을 위해 개발되어온 연구성과물을 최대한 활용하여 본 연구에 중복성 없이 개발되도록 함

(2) 표준기반 스마트 팜 기술업체간 상생 플랫폼 구축



\* SDK(Software Development Kit)특정한 소프트웨어 꾸러미, 소프트웨어 프레임워크, 하드웨어 플랫폼, 컴퓨터 시스템, 게임기, 운영 체제 등을 위한 응용 프로그램을 만들 수 있게 하는 개발 도구의 집합(위키피디아)

(3) H/W 기반 경쟁에서 S/W 기반 품질경쟁으로 전환이 가능한 도메인 융합형 플랫폼 구축



- 그간 스마트 팜 서비스 시장은 농장의 환경을 모니터링하고 이를 PC 또는 모바일에서 확인하고 측량, 커튼 개폐 및 난방기를 구동하는 수준에 머물러 있어 농업인들은 일시적으로 편리함을 느끼고 도입하였으나 추가적 효용성을 가지지 못하여 재구매 또는 확산에 애로가 발생하고 있음
- 대부분의 시설원예 농업인들은 작목반 또는 영농조합 형식으로 공동의 조직체를 결성하여 공동브랜드 농산물을 만들어 시장에 내고 있는데, 이들이 고품질 브랜드 농산물을 생산하고 투입되는 자재 및 생산관리(환경제어, 양액 조정 등)를 데이터에 기반하여 진행되지 못하고 암묵적 경험에 기반한 관리가 되고 있는 형편임
- 반면, 일본의 AKISAI 서비스는 작물별, 축종별 생산관리, 경영분석, 조합관리, 판매관리 등을 통합한 서비스가 진행되고 있으며, 생산현장의 환경, 제어 데이터를 기반으로 고품질 생산과 생산비 절감 모델을 찾아가고 있음
- 따라서, 본 연구에서는 생산, 판매, 경영, 조직화 활동, 브랜드관리 등 도메인 융합형 활동을 지원하는 플랫폼을 개발하여 서비스가 가능한 클라우드 기반 시설원예 스마트 팜을 개발함
- 이를 위하여
  - 가장 근본적인 스마트 팜 모니터링 및 제어 서비스는 기존 시장에 진입해 있는 복합환경 제어 업체들 또는 작물별 알고리즘 전문가(연구자, 작물 컨설턴트)들이 클라우드에서 서비스가 가능한 서비스 플랫폼을 구축하고,
  - S/W 업체들이 클라우드 플랫폼의 개발 규칙(Open API 등 SOA 기반 메시업 서비스 기술 적용)을 활용하여 농장경영관리, 도매시장정보 서비스, 조합용 품질관리 대시보드, 컨설

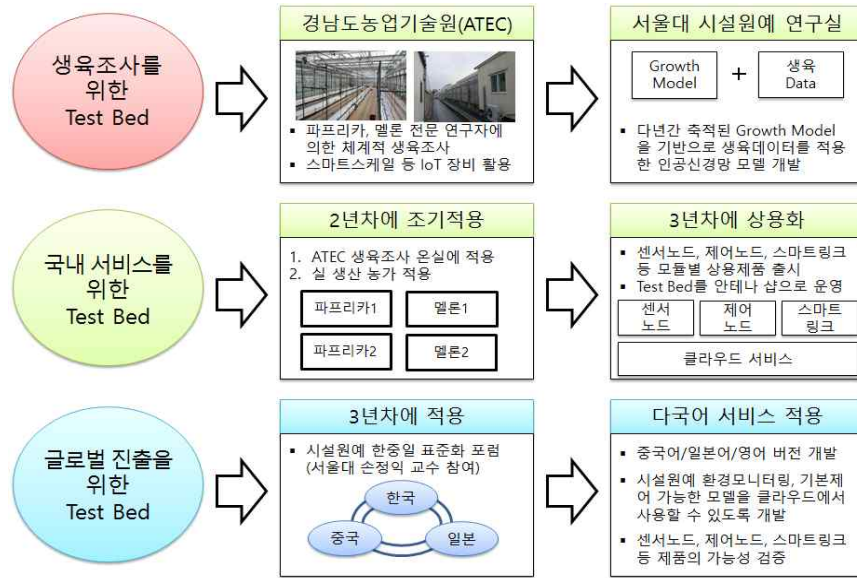
- 턴트용 농가관리 서비스 등 다양한 응용프로그램을 개발할 수 있는 환경을 제공함
- 본 연구에서는 클라우드 플랫폼이 초기에 잘 작동될 수 있도록 이지팜에서 시설원예 농가가 필요로하는 가장 중요한 응용서비스들을 개발하여 제공하고 복합환경제어 업체들이 ASP 방식으로 서비스 가능한 체계를 구축함

(4) 전문가 네트워크 구축 및 연구 전주기적 활용

- o 개발 목표 달성을 위하여 산학연 자문단을 구성함. 파프리카, 멜론을 재배하는 농업경영체 및 브랜드의 임원들과 학계의 농업분야 빅데이터 분석과 모델링, 정보통신분야 교수, 그리고 ICT융복합확산사업의 한 축을 담당하고 있는 농촌진흥청 소속의 성주과채류시험장, 도 농업기술원의 연구관 및 연구사 들을 자문위원으로 위촉하여 자문위원단을 구성하고 연구 방향 및 결과물에 대하여 수시로 자문을 받음

구분	이름	소속	직위	전문 분야
스마트 팜 업체	배임성	그린씨에스	대표	복합환경제어기 전문업체
	박철수	(주)동우	이사	복합환경제어기 전문업체
	심정옥	우성하이텍	상무	복합환경제어기 전문업체
	김태완	한국시설원예ICT융복합 협동조합	이사장	시설원예 ICT 업체간 협동조합
대학	최영찬	서울대학교	교수	농업분야 빅데이터
	전하준	대구대학교	교수	시설원예, 수경재배
	류관희	충북대학교	교수	정보통신
연구소	신용습	성주과채류시험장	장장	시설원예 연구 및 보급
	김덕현	전라남도농업기술원	연구사	농업 ICT 담당
	정구현	경기도농업기술원	연구관	농업 ICT 담당

## 나. 테스트베드 구축



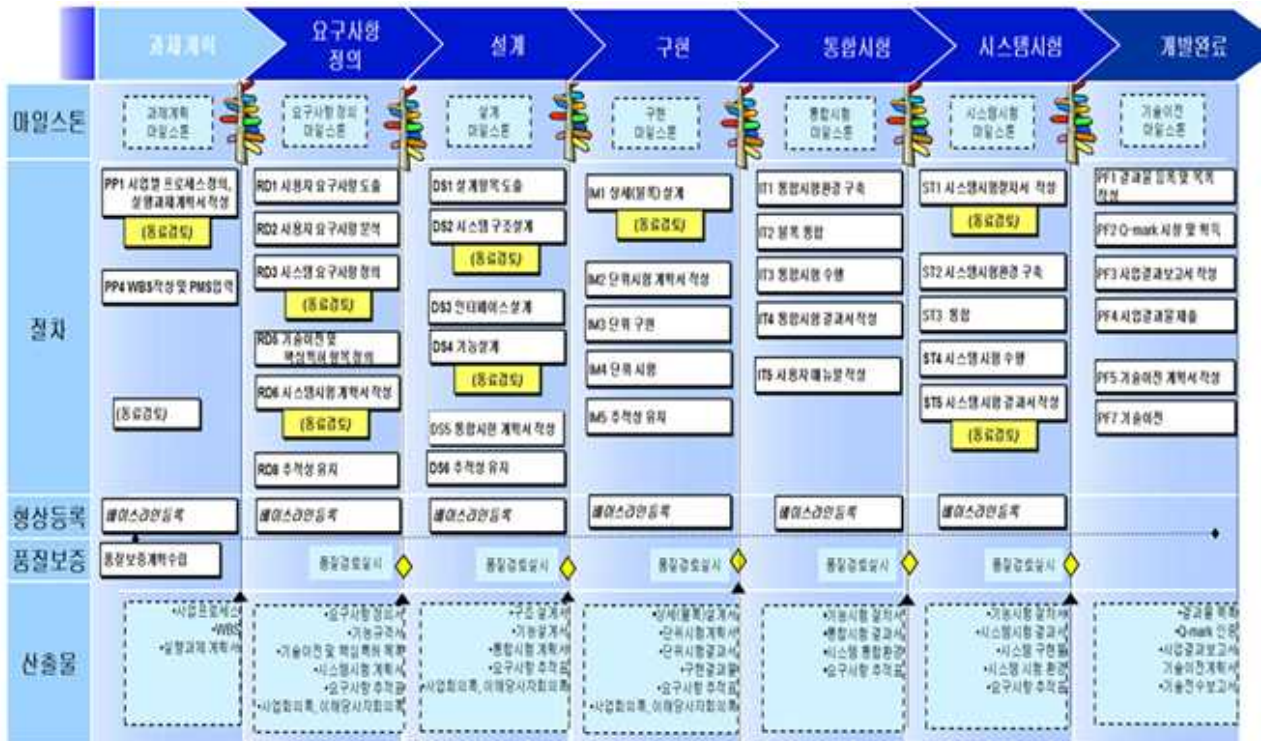
- 본 연구는 “인공지능 기반 IoT 클라우드형 개방형 스마트 팜 통합제어장치 개발 및 산업화”를 목표로 하고 있으므로 이를 잘 수행하기 위해서는 3가지 유형의 테스트베드가 필요함
  - 첫째, 인공지능 기반의 알고리즘을 개발하기 위하여 대상작물인 파프리카와 멜론을 대상으로 생육데이터를 체계적으로 조사하기 위한 테스트베드
  - 둘째, 클라우드형 스마트 팜 통합제어장치 및 서비스를 산업화하기 위하여 국내 농가를 대상으로 제품의 성능과 문제점 진단 및 개선을 위한 사용자 테스트용 테스트베드
  - 셋째, 글로벌 진출을 위하여 본 과제에서 개발될 다국어 버전의 서비스를 기반으로 하는 스마트 팜 통합제어장치 및 서비스의 가능성을 테스트하기 위한 테스트베드
- 이를 위하여
  - 전문 생육조사 연구자에 의해 통제된 환경에서 체계적으로 조사가 필요하므로 경남도농업기술원이 생육조사를 맡아 도농업기술원 내 ATEC에 설치된 유리온실, 연동온실 등 각종 온실환경에서 파프리카와 멜론을 대상으로 스마트스케일 등 IOT기반 생육조사 장비를 활용하여 조사
  - 2년차에 클라우드 서비스 기본형을 개발하여 센서노드, 제어노드, 스마트링크 제품과 사용성 테스트를 거쳐 실제 농장에 설치하여 현장 도입 가능성 검증
  - 3년차에는 테스트를 거쳐 문제점을 개선 후 실제 제품 출시를 목표로 연구 설계를 진행
  - 글로벌 진출을 위하여 본 과제 2년차부터 개발할 다국어 서비스(영어, 중국어, 일본어 버전)를 적용한 클라우드 서비스를 서울대 손정익 교수(시설원예 연구실)가 참여하고 있는 한중일 시설원예표준화포럼의 참여대학과의 교류와 학술 대회, 대학내 연구온실에 제품 설치 등을 실시하여 해외 판매 가능성 검증

## 다. 시스템개발방법론 적용 및 품질관리

- 한국전자통신연구원(ETRI)의 연구개발 프로세스를 테일러링하여 품질관리 실시
  - 표준개발방안, SW품질 확보방안, 제품품질 관리방안, 품질관리 조직 및 수행방안, 과제수

행 활용도구 등으로 구성

- 이지팜(주관기관)은 ETRI와 1실1기업 지원협약을 맺고 상시적으로 기술지원 및 프로세스 관리기술 지원 등을 받고 있음



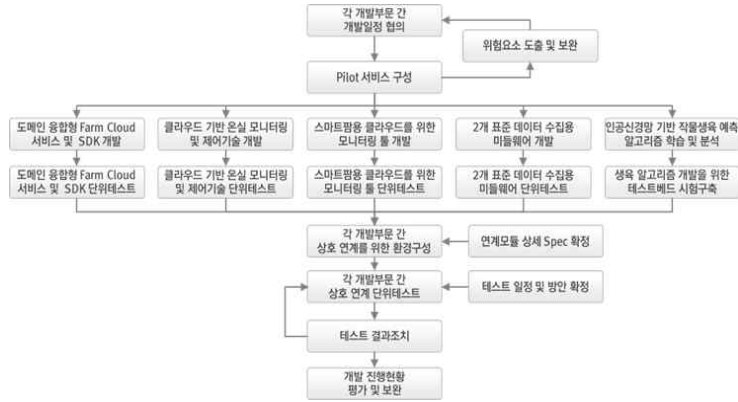
## 2. 연구개발 추진체계

### 가. 연차별 기술개발 추진 프로세스

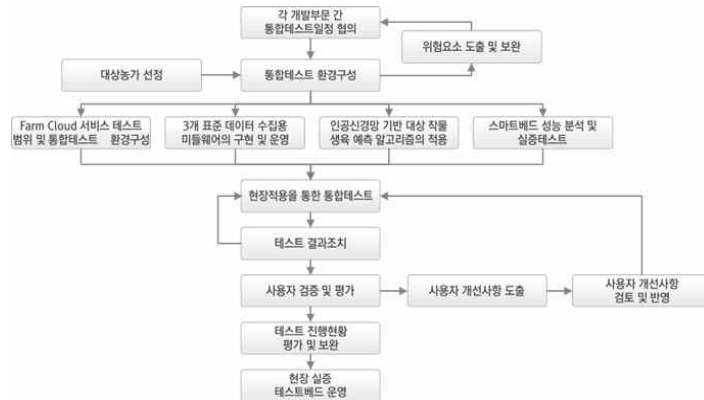
#### (1) 1차 년도



#### (2) 2차 년도



#### (3) 3차 년도



나. 연구개발 추진체계

주 관 기 관	참여연구원	담당기술내용
(주)이지팜	총괄책임자(이성중)외 10명	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 사업총괄관리</li> <li>- 요구사항 및 기능 정의</li> <li>- 시스템 설계 및 시험</li> <li>- 팜클라우드 서비스를 위한 FaaS 기술</li> <li>- IoT 노드 설계 및 제작</li> <li>- 표준기반 현장 테스트</li> <li>- 베드 구축 및 시범 적용</li> </ul>
<b>협동기관</b> (수행기간:16.8.1~18.12.31)  서울대학교 (이중용 교수팀)	<b>참여연구원</b>  연구책임자(이중용)외 5명	<b>담당기술내용</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 스마트 팜용 Private Cloud를 위한 기술개발(IaaS)</li> <li>- GIS, OpenAPI 등의 표준 데이터 수집용 미들웨어 개발</li> </ul>
<b>협동기관</b> (수행기간:16.8.1~18.12.31)  서울대학교 (손정익 교수팀)	<b>참여연구원</b>  연구책임자(손정익)외 5명	<b>담당기술내용</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인공지능경망 기반 파프리카의 생육 예측 알고리즘</li> <li>- 인공지능경망 기반 멜론의 생육 예측 알고리즘</li> </ul>
<b>협동기관</b> (수행기간:16.8.1~18.12.31)  경남도농업기술원	<b>참여연구원</b>  연구책임자(정경희)외 9명	<b>담당기술내용</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 생육데이터 수집을 위한 테스트베드 구축</li> <li>- 스마트 측정시스템의 활용한 멜론, 파프리카의 생육 및 환경데이터 수집</li> </ul>



다. 추진 일정

1차년도															연구 개발비 (단위: 천원)	책임자 (소속 기관)
일련 번호	연구내용	월별 추진 일정														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	Private Cloud기반 통합 개발 환경 구성															박헌동 (이지팜)
2	서비스 공급자를 위한 SDK 설계															박헌동 (이지팜)
3	생육정보, 생산량정보, 에너지 사용량정보, 모니터링 등 사용자 서비스 설계															박헌동 (이지팜)
4	클라우드 기반 온실환경 IoT 모니터링 시스템 설계															박헌동 (이지팜)
5	클라우드 기반 온실 장비 제어 시스템 설계															박헌동 (이지팜)
6	이전 연구과제인 스마트링크 HW 및 SW 분석															박헌동 (이지팜)
7	스마트링크와 연계한 디지털센서 표준화 컨버터 설계															박헌동 (이지팜)
8	스마트 팜용 클라우드 기획 및 특성검토															이중용 (서울대)
9	가상서버구축방식에 대한 검토 및 설계															이중용 (서울대)
10	클라우드 구축을 위한 하드웨어 및 네트워크 설계															이중용 (서울대)
11	가상화 솔루션의 설치 및 클라우드 구성															이중용 (서울대)
12	표준 데이터의 특성 조사															이중용 (서울대)
13	수집 후 데이터 저장 방식에 대한 검토															이중용 (서울대)
14	표준 데이터 수집용 미들웨어의 요구사항 정의 및 설계															이중용 (서울대)
15	작물 생육 특성 조사															손정익 (서울대)
16	신경회로망 시스템 설계															손정익 (서울대)
17	입력 및 출력 변수 데이터 수집															손정익 (서울대)

18	작물 특성 및 자료조사														정경희 (경남농업기술원)
19	테스트베드 구축 (1개소)														정경희 (경남농업기술원)
20	데이터 수집														정경희 (경남농업기술원)
2차년도															
일련 번호	연구내용	월별 추진 일정												연구 개발비 (단위: 천원)	책임자 (소속 기관)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	서비스 공급자를 위한 SDK 개발														박훈동 (이지팜)
2	생육정보, 생산량정보, 에너지 사용량정보, 모니터링 등 사용자 서비스 개발														박훈동 (이지팜)
3	클라우드 기반 온실환경 IoT 모니터링 시스템 개발														박훈동 (이지팜)
4	클라우드 기반 온실 장비 제어 시스템 개발														박훈동 (이지팜)
5	디지털센서 표준화 컨버터 개발														박훈동 (이지팜)
6	OneM2M 연동 기술 및 프로토콜 연동기술(LoRa) 개발														박훈동 (이지팜)
7	가상화 솔루션의 API분석														이중용 (서울대)
8	대시보드 기반의 클라우드 모니터링 툴 설계														이중용 (서울대)
9	스마트 팜용 클라우드 모니터링 툴 개발														이중용 (서울대)
10	스마트 팜용 클라우드 모니터링 툴 테스트														이중용 (서울대)
11	2개의 목표 표준 데이터 선정														이중용 (서울대)
12	목표 표준 데이터를 수집하는 미들웨어의 개발														이중용 (서울대)
13	미들웨어 운영을 통한 목표 표준 데이터의 수집														이중용 (서울대)
14	작물 생육 특성 조사														손정익 (서울대)
15	신경회로망 시스템 설계														손정익 (서울대)
16	입력 및 출력 변수 데이터 수집														손정익 (서울대)

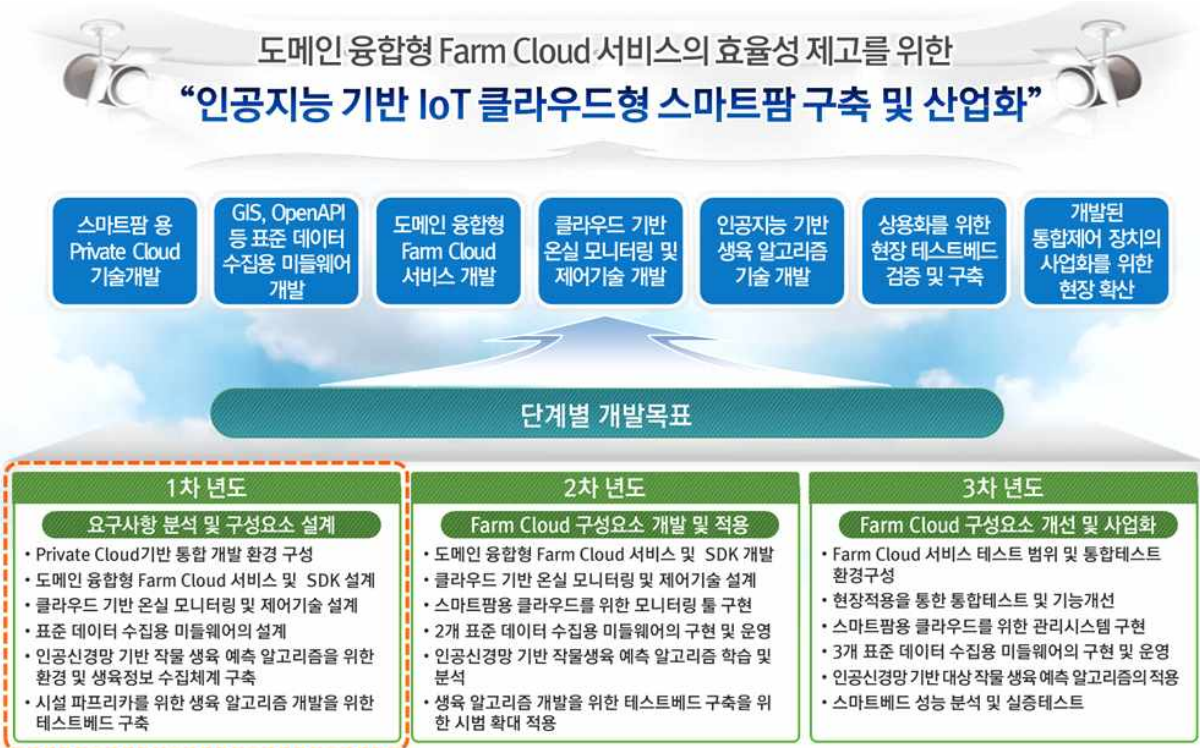
17	신경회로망 학습	[Progress Bar]												손정익 (서울대)	
18	개발 알고리즘 1차 평가	[Progress Bar]												손정익 (서울대)	
19	계획수립	[Progress Bar]												정경희 (경남농업기술원)	
20	테스트베드 구축 (4개소)	[Progress Bar]												정경희 (경남농업기술원)	
21	피드백에 따른 보정 협의	[Progress Bar]												정경희 (경남농업기술원)	
22	데이터 수집 및 양수분관리기술	[Progress Bar]												정경희 (경남농업기술원)	
3차년도															
일련 번호	연구내용	월별 추진 일정												연구 개발비 (단위: 천원)	책임자 (소속 기관)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	현장설치 및 적용 (장비제작)	[Progress Bar]													박훈동 (이지팜)
2	서비스 공급자를 위한 SDK 고도화	[Progress Bar]													박훈동 (이지팜)
3	생육정보, 생산량정보, 에너지 사용량정보, 모니터링 등 사용자 서비스 고도화	[Progress Bar]													박훈동 (이지팜)
4	클라우드 기반 온실환경 IoT 모니터링 시스템 고도화	[Progress Bar]													박훈동 (이지팜)
5	클라우드 기반 온실 장비 제어 시스템 고도화	[Progress Bar]													박훈동 (이지팜)
6	디지털센서 표준화 컨버터 고도화	[Progress Bar]													박훈동 (이지팜)
7	스마트 팜 사업화를 위한 홍보	[Progress Bar]													박훈동 (이지팜)
8	스마트 팜용 클라우드 관리시스템 설계	[Progress Bar]													이중용 (서울대)
9	스마트 팜용 클라우드 관리시스템 개발	[Progress Bar]													이중용 (서울대)
10	스마트 팜용 클라우드 관리시스템과 모니터링 툴의 통합	[Progress Bar]													이중용 (서울대)
11	스마트 팜용 관리시스템 테스트	[Progress Bar]													이중용 (서울대)
12	3개의 목표 표준 데이터 선정	[Progress Bar]													이중용 (서울대)
13	목표 표준데이터를 수집하는 미들웨어의 개발	[Progress Bar]													이중용 (서울대)

14	미들웨어의 운영을 통한 목표 표준 데이터의 수집														이중용 (서울대)
15	입력 및 출력 변수 데이터 수집														손정익 (서울대)
16	신경회로망 학습														손정익 (서울대)
17	개발 알고리즘 2차 평가														손정익 (서울대)
18	작물 생육 예측 모델 개발 및 응용														손정익 (서울대)
19	스마트 베드 농가 실증 (2개소)														정경희 (경남농업기 술원)
20	데이터 정리														정경희 (경남농업기 술원)

## 2절. 연구수행 방법

### 1. 1차년도

#### 가. 개발 목표



#### (1) 주관연구기관(이지팜)

##### (가) 도메인 융합형 Farm Cloud 서비스 개발

- Private Cloud 기반 통합 개발 환경 구성
- 서비스 공급자를 위한 SDK 설계
- 생육정보, 생산량정보, 에너지 사용량정보, 모니터링 등 사용자 서비스 설계

##### (나) 클라우드 기반 온실 모니터링 및 제어 기술 개발

- 클라우드 기반 온실환경 IoT 모니터링 시스템 설계
  - . 클라우드 기반 온실환경 IoT 모니터링 시스템 설계
  - . 클라우드 기반 온실 장비 제어 시스템 설계
- 이전 연구과제인 온실통합제어기와 연계한 DD컨버터 설계
  - . 이전 연구과제인 온실통합제어기 HW 및 SW 분석
  - . 이전 연구과제인 온실통합제어기와 연계한 DD컨버터 설계

#### (2) 협동연구기관(서울대 이중용 교수팀)

##### (가) 스마트 팜용 클라우드 모니터링 툴 및 관리시스템 개발을 위한 클라우드 노드 세팅 및 환경설정

- 스마트 팜용 클라우드 모니터링 툴 및 관리 시스템을 개발하기 위한 테스트 클라우드 환경을 구축하기 위해 클라우드 노드 세팅 및 환경 설정

(나) 표준 데이터 수집용 미들웨어의 설계

- 클라우드 외부에서 존재하는 데이터 소스들에서 수집된 데이터는 클라우드 내부에 저장되고, 이를 활용하는 데이터 모델들에 의해 변환되어 스마트 팜 서비스들이 이를 적절히 표출하여 사용자(농업경영인, 연구자, 시스템 관리자)들이 활용할 수 있도록 함

(3) 협동연구기관(서울대 손정익 교수팀)

(가) 인공지능기반 작물 생육 예측 알고리즘을 위한 환경 및 생육정보 수집체계 구축

(4) 협동연구기관(경남농업기술원)

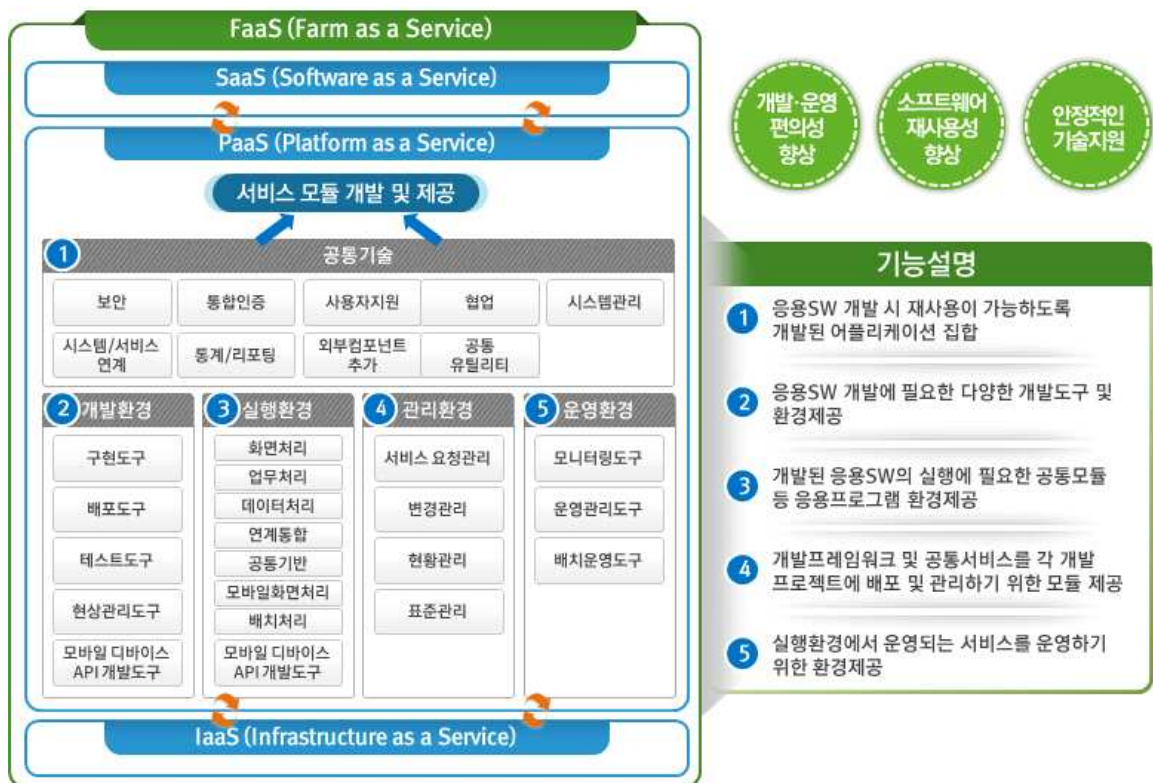
(가) 시설 파프리카를 위한 생육 알고리즘 개발을 위한 테스트베드 구축

나. 개발 내용 및 범위

(1) 주관연구기관(이지팜)

(가) 도메인 융합형 Farm Cloud 서비스 개발

- Private Cloud기반 통합개발환경 구성

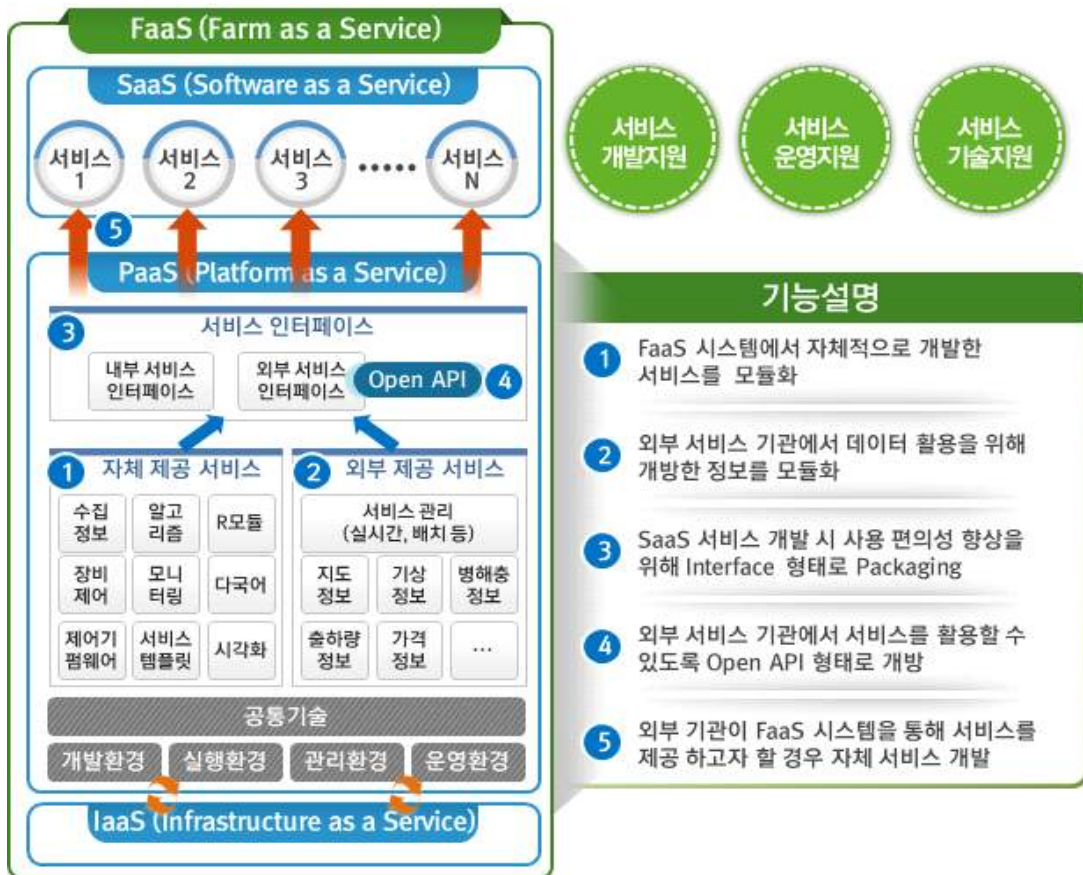


< Private Cloud 기반 통합개발환경 >

- 개발 생산성 향상 및 안정적인 서비스 운영을 위한 통합개발환경 구성
- 단순한 라이브러리 수준이 아닌 아키텍처, 개발 툴, 디자인 패턴 등을 담고 있는 어플리케이션 개발·운영 플랫폼 제공
- 표준프레임워크의 공통컴포넌트 활용으로 재사용성 향상

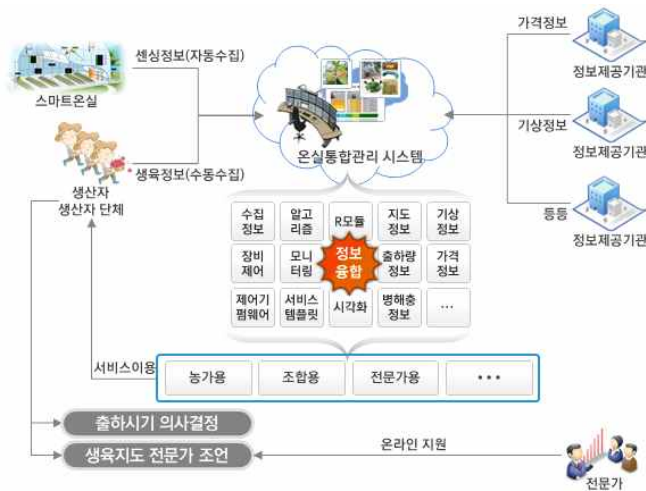
- 계층기반 구성으로 개발 모듈 간 상호 운용성 향상
- 장기간에 걸쳐 축적된 자사만의 특정 노하우에 대한 기술지원

○ 서비스 공급자를 위한 SDK 설계



< 서비스 공급자를 위한 SDK 구성 >

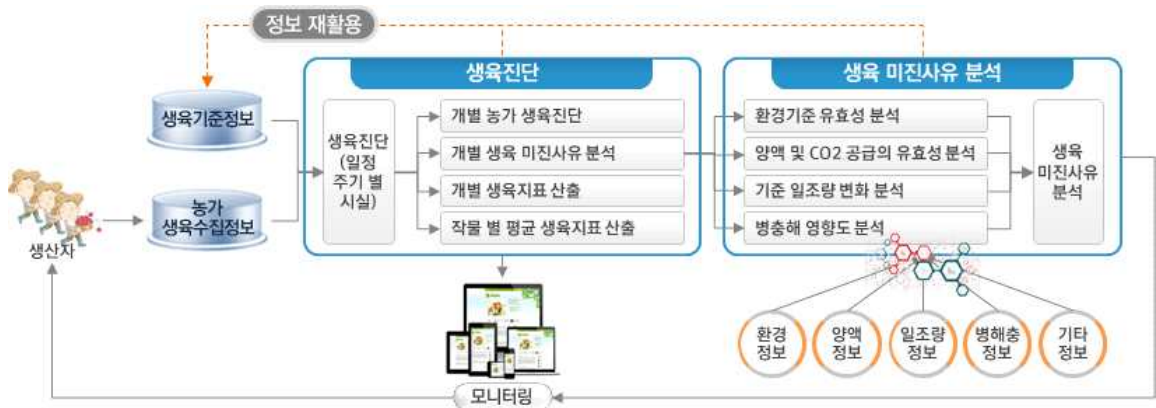
○ 생육정보, 생산량정보, 에너지 사용량정보, 모니터링 등 사용자 서비스 설계



< 모니터링 서비스 구성 >

- 스마트온실 및 생산자에게 수집된 정보는 외부 정보제공기관에서 수집된 정보와 온실 통합 관리시스템에서 융합되어 다양한 형태의 정보서비스로 제공

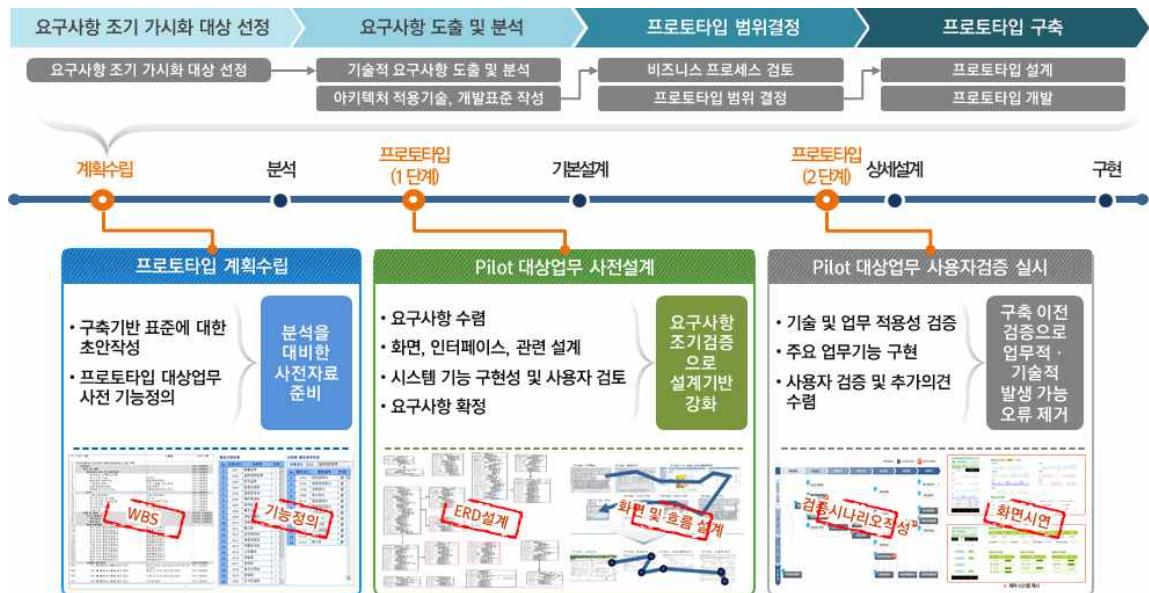
- 서비스 이용자는 다양한 서비스제공자가 제공하는 서비스를 선택적으로 사용
- 서비스별 세부 프로세스 도출을 통한 최적의 서비스 구성



< 생육진단 프로세스 >

- 생육진단을 위해 수집된 생육기준정보와 농장에서 수집된 생육관찰 Data의 비교분석을 통해 생육정도 평가 및 미진사유 분석
- 지속적인 생육지표 관리를 통한 예측생산량 변화 도출
- 생육진단 결과에 대한 조회기능 제공 및 향후 데이터 정확도 확보를 위한 기준정보로 활용

- 요구사항 조기검증을 위한 프로토타입 실시로 실효성 있는 시스템 구축



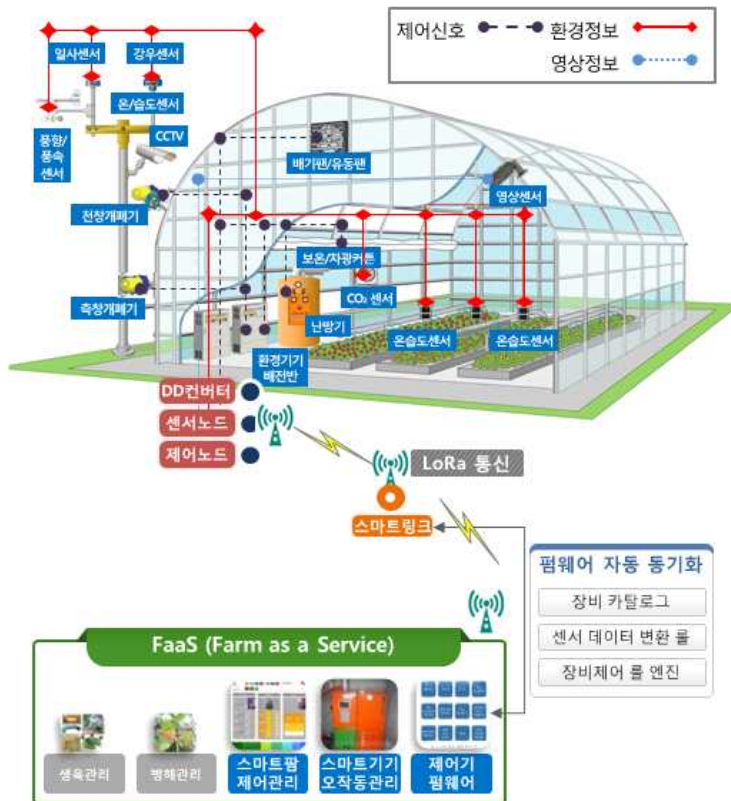
< 프로토타입 수행절차 >

- 시스템 구축 시 핵심이 되는 내용에 대한 프로토타입을 진행하기 위한 대상 업무 설정 및 사전 설계

(나) 클라우드 기반 온실 모니터링 및 제어 기술 개발

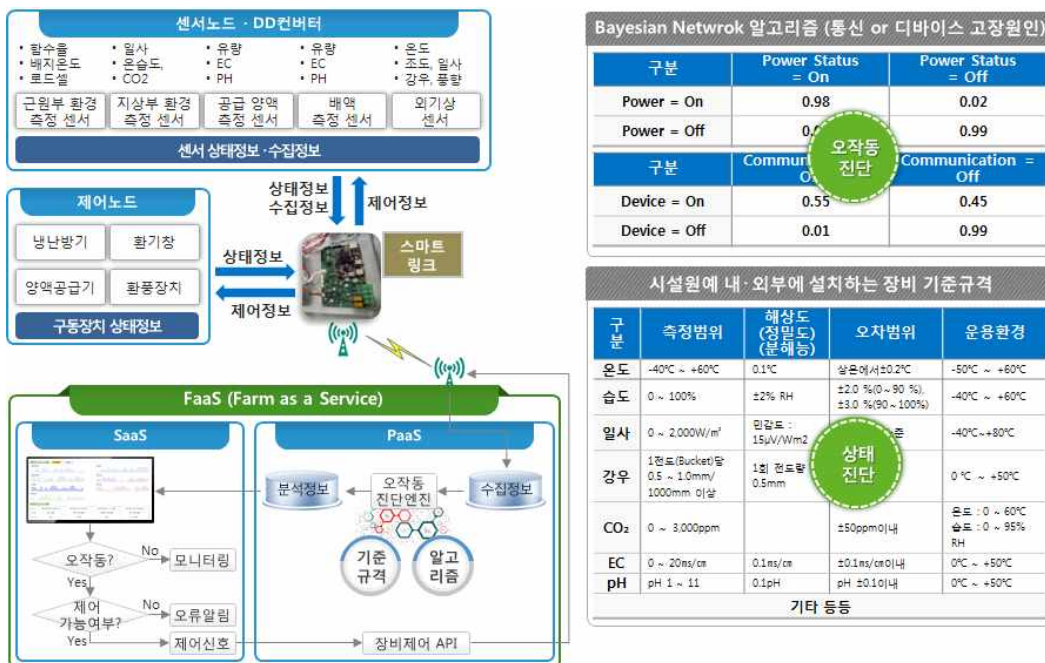
- 구성도





< 온실 관제시스템 개념도 >

○ 클라우드기반 온실환경 IoT 모니터링 시스템 설계



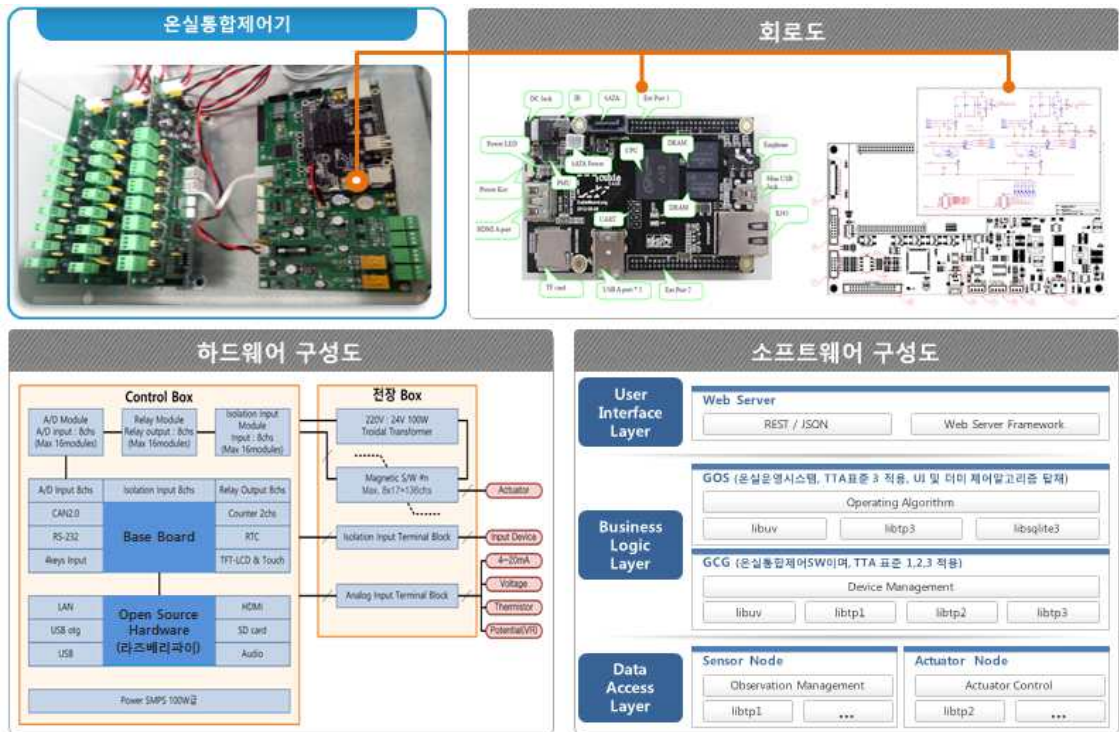
- 클라우드 기반 온실환경 IoT 모니터링 시스템 설계

- 클라우드 기반 시스템 환경 요구사항 발굴 및 인터페이스 설계

- 온실 근권부 모니터링 시스템 화면 설계
  - 온실 근권부 모니터링 시스템 DB 설계
  - 온실 근권부 모니터링 시스템 프로그램 설계
    - ※ 온실 근권부 센서 데이터(함수율, 배지온도, 배지 EC, 급액량(EC,PH), 배액량(EC,PH), 함수량 등) 모니터링 시스템 설계
  - 온실 지상부 모니터링 시스템 화면 설계
  - 온실 지상부 모니터링 시스템 DB 설계
  - 온실 지상부 모니터링 시스템 프로그램 설계
    - ※ 온실 지상부 센서 데이터(일사량, 온도, 습도, CO2, 당도) 등
- 클라우드 기반 온실 장비 제어 시스템 설계
- 클라우드 기반 시스템 환경 요구사항 발굴 및 인터페이스 설계
  - IoT 장비 제어 시스템 화면 설계
  - IoT 장비 제어 시스템 DB 설계
  - IoT 장비 제어 시스템 프로그램 설계

○ 이전 연구과제인 온실통합제어기와 연계한 DD컨버터 설계

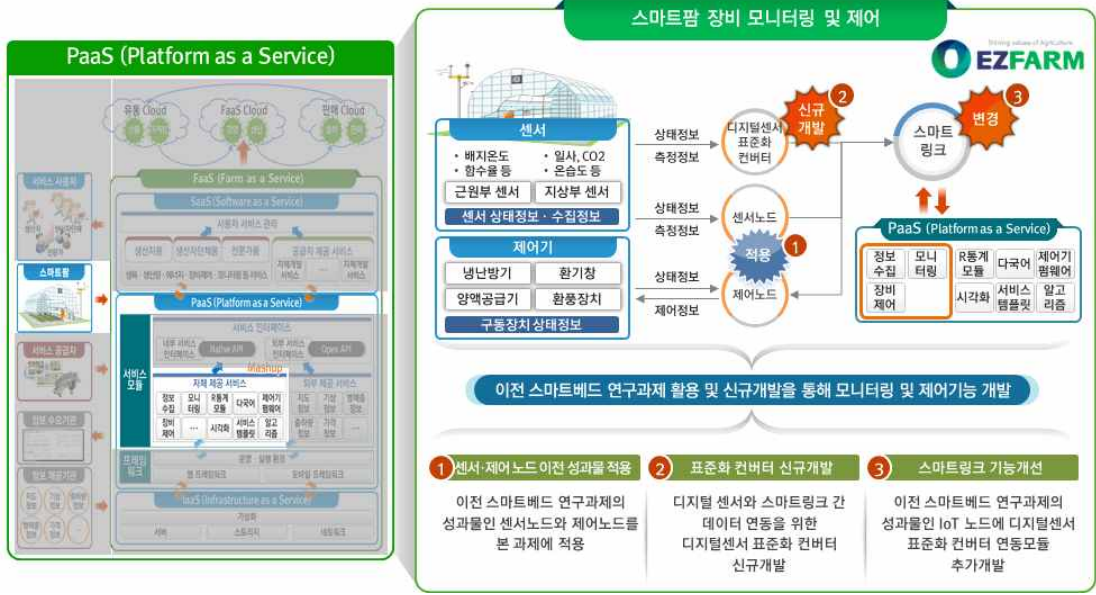
- 이전 연구과제인 온실통합제어기 HW 및 SW 분석
- 이전 연구과제인 온실통합제어기 구성



< 온실통합제어기 구성도 >

- 구성 : 개방형 플랫폼 본체, 제어 프로그램
  - 입력채널 : 아날로그 및 디지털 입력, 고속카운터 2채널
  - 출력채널 : 신호출력 8채널
  - 환경센서 8개(확장가능), 제어채널 8개(확장가능)
  - 통신포트 : LAN, RS-485 1개, RS-232 1개, CAN 0.2A
- 이전 연구과제인 온실통합제어기와 연계한 DD컨버터 설계

스마트팜에 설치된 다양한 기기에 대한 상태·측정 정보 모니터링을 통해 기기 오작동 진단 및 제어를 위한 “디지털센서 표준화 컨버터” 및 “스마트링크” 개발



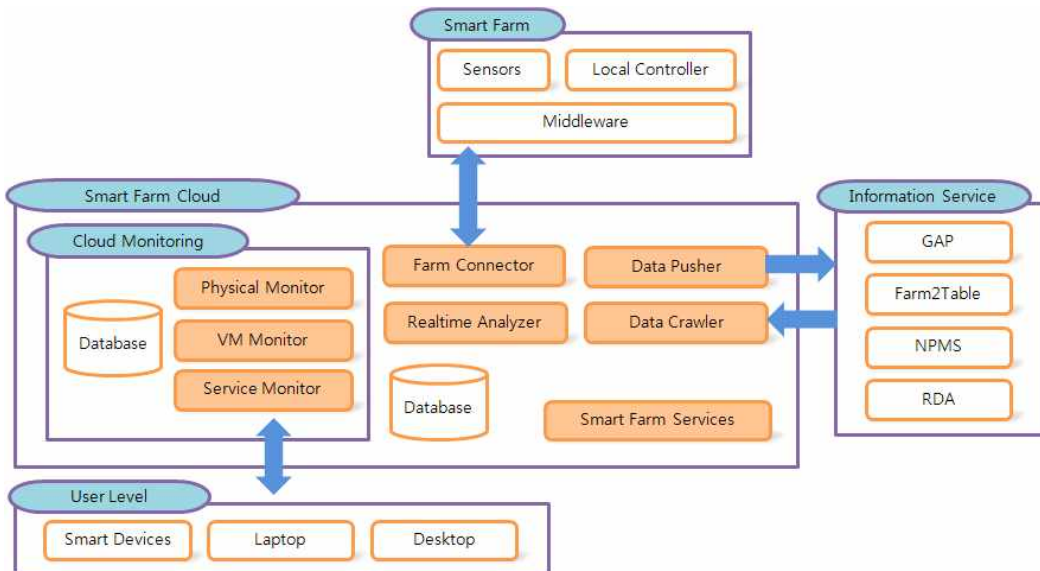
• DD컨버터 제어를 위한 스마트링크 SW 설계

(2) 참여기관(서울대 이중용 교수팀)

(가) 스마트 팜용 클라우드 모니터링 툴 및 관리시스템 개발을 위한 클라우드 노드 세팅 및 환경설정

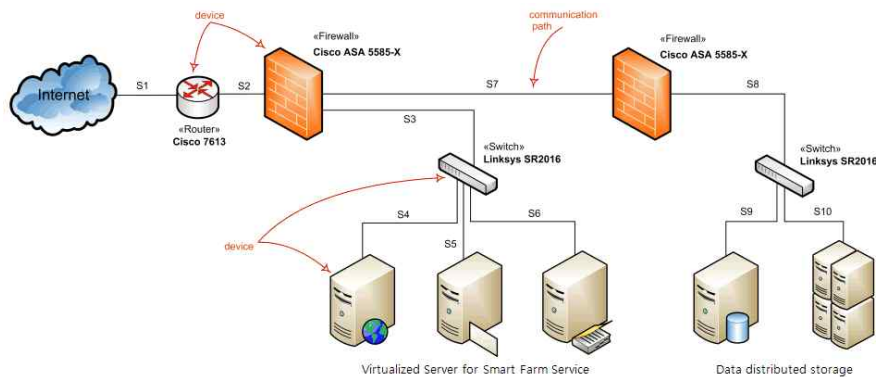
○ 스마트 팜용 클라우드 기획 및 특성에 대한 검토

- 스마트 팜용 클라우드의 요구사항 분석
- 유사 프로젝트의 보고서 혹은 논문 특허 등의 자료 검토



< 스마트 팜용 사설 클라우드를 위한 관리시스템 및 표준 데이터 수집 미들웨어의 최종목표 >

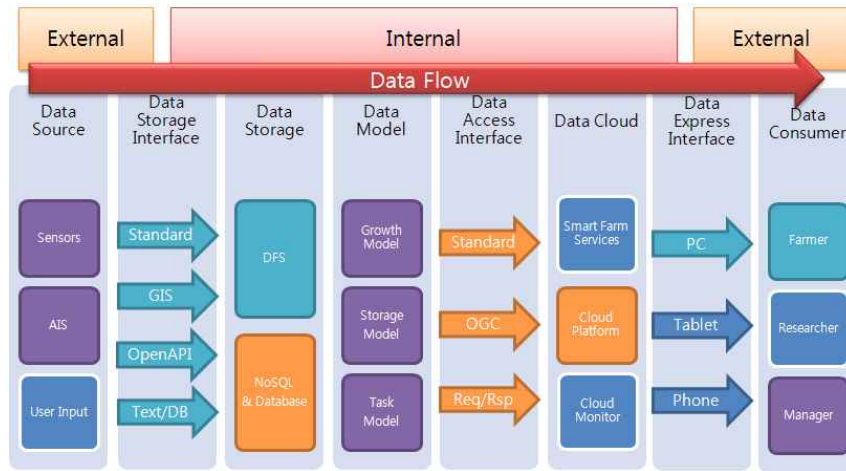
- 가상 서버 구축 방식에 대한 검토 및 설계
  - 적용 가능한 가상화 솔루션에 대한 검토
  - 연구에 적합한 솔루션을 선정하여 시스템 설계
- 클라우드 구축을 위한 하드웨어 및 네트워크 설계
  - 가상화 솔루션을 적용한 클라우드 시스템을 구성하기 위하여 필요한 하드웨어 구성안 도출
  - 클라우드 노드간 네트워크 구성안 도출
- 가상화 솔루션의 설치 및 테스트 클라우드 구성
  - 하드웨어와 네트워크 구성안을 기반으로 가상화 솔루션 설치 및 셋업
  - 테스트 IaaS 환경 구축 완료



< 스마트 팜용 사설클라우드 테스트용 IaaS 구성 컨셉 >

(나) 표준 데이터 수집용 미들웨어의 설계

- 표준 데이터 특성 (문서의 형식, 접근 방법)에 대한 기초 조사
  - 스마트 팜과 관련된 표준들에 대한 형식 및 데이터 전송 방법에 대한 기초 조사
  - 공공데이터포털 (<http://www.data.go.kr>)등에 구현된 적용 가능한 공공데이터 조사
- 표준 데이터 수집 후 처리 및 저장 방식에 대한 검토
  - 표준 데이터 수집 후 필요한 처리 (파싱, 맵핑 등)에 대한 알고리즘 검토
  - 표준 데이터 처리 후 저장 방식 (디비, 분산파일시스템 등)에 대한 검토 및 저장 구조 검토
- 표준 데이터 수집용 미들웨어의 요구사항 정의 및 설계
  - 표준 데이터별 특성과 표준 데이터 수집 후 처리, 저장 방식을 기반으로 요구사항 정리
  - 정의된 요구사항을 기반으로 표준 데이터 수집용 미들웨어 설계

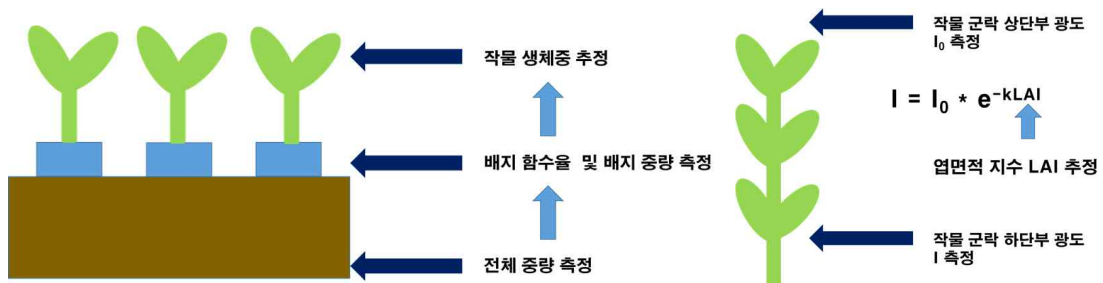


< 스마트 팜용 클라우드 내부 데이터 흐름도 >

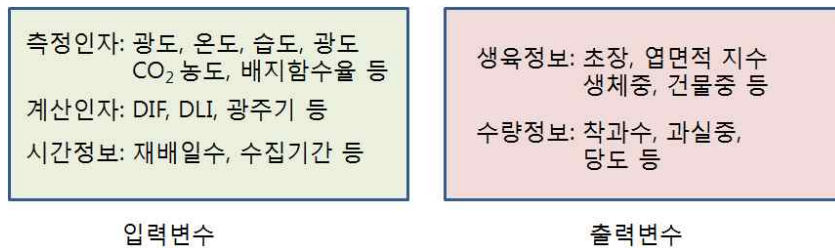
(3) 참여기관(서울대 손정익 교수팀)

(가) 작물의 환경 요인들에 대한 생육 특성 분석

- 환경 요인들에 대한 작물의 반응 경향성 분석 (문헌 조사 및 실증 실험)
- 파프리카 및 멜론의 환경정보(광도, 온도, 습도, 함수율, CO<sub>2</sub> 농도) 및 생육 정보(생체중, LAI 등) 연속 측정 체계 구성(선행 연구의 시스템 수정 적용)
- 환경요인에 대한 작물의 생육 지표 변화가 나타나는 시계열 데이터 시간 단위 산출

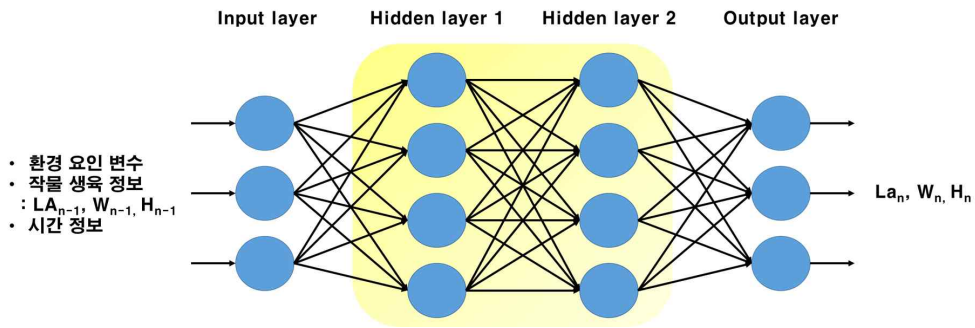


< 예, 작물 생체중 및 작물 엽면적지수 연속 측정 장치 모식도 >



(나) 인공지능망 적용성 분석

- 인공지능망의 적정 구조, 입력 및 출력 변수 분석
- 실측 환경 및 생육 정보에 적합한 인공지능망 학습 알고리즘 분석



(4) 협동연구기관(경남농업기술원)

(가) 시설 파프리카를 위한 생육 알고리즘 개발을 위한 테스트베드 구축

- 생육알고리즘 개발을 위한 테스트베드 설치
  - 대상작물 : 파프리카(1개소)
  - 기 간 : 2016. 9~ 12월
  - 장 소 : 경남 농업기술원 내 교육온실(ATEC)
  - 시설형태 : 유리온실(총고 6m 이상의 벤로타입)



< ATEC 외부(벤로형 자동화온실) >



< 파프리카가 정식된 내부 모습 >

- 환경데이터 및 생육 정보 수집
  - CO<sub>2</sub>, 내부 온습도, 기상(풍향, 풍속, 실외 온습도) 등 환경데이터
  - 배지함수량, 증산량, 급액량, 배액량, 배액 EC, 배액 pH, 배지온도 등 근권부 환경
  - 엽장, 엽폭, 생체중 등 작물생육 및 과중 등 과실 특성 조사
    - 생육조사(1회/주), 과실풍성(수확시기)

## 2. 2차 년도

### 가. 개발 목표



#### (1) 주관연구기관(이지팜)

##### (가) 도메인 융합형 Farm Cloud 서비스 개발

- 서비스 공급자를 위한 SDK 개발
- 생육정보, 생산량정보, 에너지 사용량정보, 모니터링 등 사용자 서비스 개발

##### (나) 클라우드 기반 온실 모니터링 및 제어 기술 개발

- 클라우드 기반 온실환경 IoT 모니터링 시스템 개발
- 클라우드 기반 온실환경 IoT 모니터링 시스템 개발
- 클라우드 기반 온실 장비 제어 시스템 개발
- 이전 연구과제인 온실통합제어기와 연계한 DD컨버터 개발
  - DD컨버터 개발
  - OneM2M 연동 기술 및 프로토콜 연동 기술 (LoRa) 개발

#### (2) 협동연구기관(서울대 이중용 교수팀)

##### (가) 스마트 팜용 클라우드를 위한 모니터링 톨 구현

- 스마트 팜용 클라우드를 구성하고 있는 물리 서버들과 물리 서버들에서 구동되는 가상 서버들에 대한 시스템 리소스 및 네트워크 사용량 모니터링
- 물리서버 및 가상 서버는 대시보드 기반의 모니터링 톨로 모니터링

(나) 2개 표준 데이터 수집용 미들웨어의 구현 및 운영

- 임의의 표준 데이터를 수집하기 위한 수집, 처리 모듈이 개발

(3) 협동연구기관(서울대 손정익 교수팀)

(가) 인공지능기반 기반 작물생육 예측 알고리즘 학습 및 분석

(4) 협동연구기관(경남농업기술원)

(가) 생육 알고리즘 개발을 위한 테스트베드 구축을 위한 시범 확대 적용(파프리카, 멜론)

나. 개발 내용 및 범위

(1) 주관연구기관(이지팜)

(가) 도메인 융합형 Farm Cloud 서비스 개발

- 서비스 공급자를 위한 SDK 개발

- 생육정보, 생산량정보, 에너지 사용량정보, 모니터링 등 사용자 서비스 개발

- 서비스 공급자를 위한 SDK 개발

- 온실 복합환경제어 사업자 등 서비스 시스템 구축 능력이 부족한 사업자가 보다 쉽게 서비스 시스템을 구축/운영 할 수 있도록 모듈화 된 서비스 제공

- 기타의 외부 기관에서 제공하는 서비스를 일일이 찾아볼 필요 없이 FaaS 시스템에서 서비스 제공

- FaaS 시스템에서 공급자들이 필요로 하는 서비스를 발굴 및 연계하여 제공

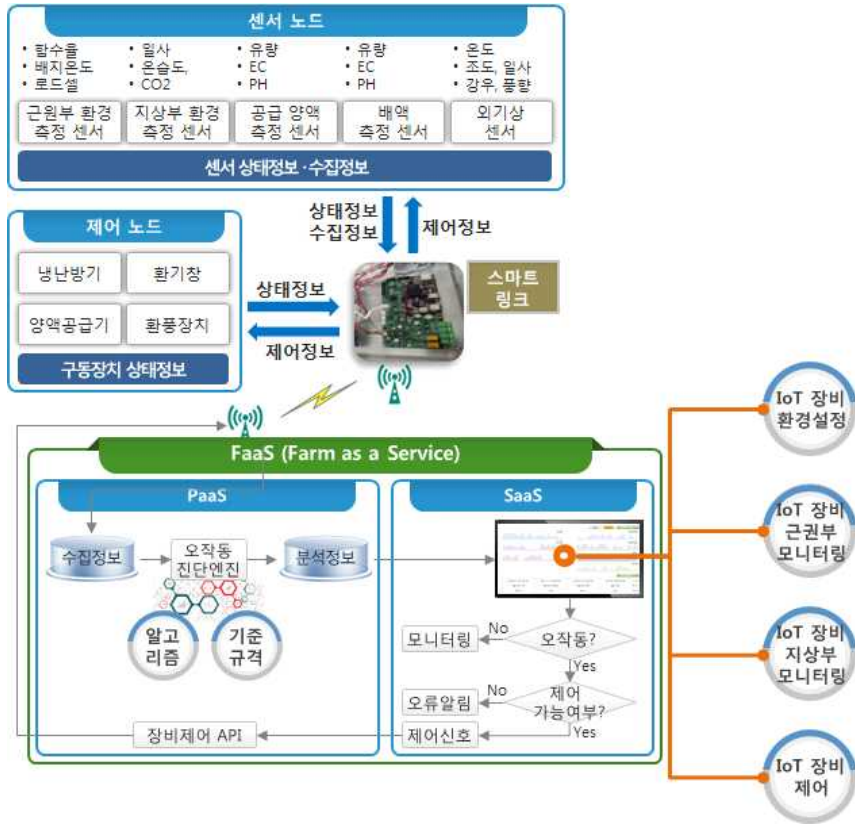
- 서비스 모듈 제공뿐만 아니라 서비스 모듈을 활용한 서비스 템플릿을 제공함으로써 공급자의 서비스 접근성 향상

- 수집정보 융합을 통한 생육관련 서비스정보 구성

(나) 클라우드 기반 온실 모니터링 및 제어 기술 개발

- 클라우드기반 온실환경 IoT 모니터링 시스템 개발





- 클라우드 기반 온실환경 IoT 모니터링 시스템 개발



- 사용자 편의성 제고를 위해 웹 버전과 모바일 버전 동시 개발
- 장비 별 수집/관리 항목에 대한 기준값, 하한값, 상한값을 관리하여 모니터링 시 판단기준으로 사용

< IoT 장비 환경설정 >



- 사용자 편의성 제고를 위해 웹 버전과 모바일 버전 동시 개발
- 온실 근권부 센서에서 함수율, 배지 온도, 배지 EC, 급액량(EC,PH), 배액량(EC,PH), 함수량 등을 모니터링 할 수 있도록 시스템 개발

< IoT 장비 근권부 모니터링 >



- 사용자 편의성 제고를 위해 웹 버전과 모바일 버전 동시 개발
- 온실 지상부 센서에서 일사량, 온도, 습도, CO2, 당도 등을 모니터링 할 수 있도록 시스템 개발

< IoT 장비 지상부 모니터링 >

- 클라우드 기반 온실 장비 제어 시스템 개발

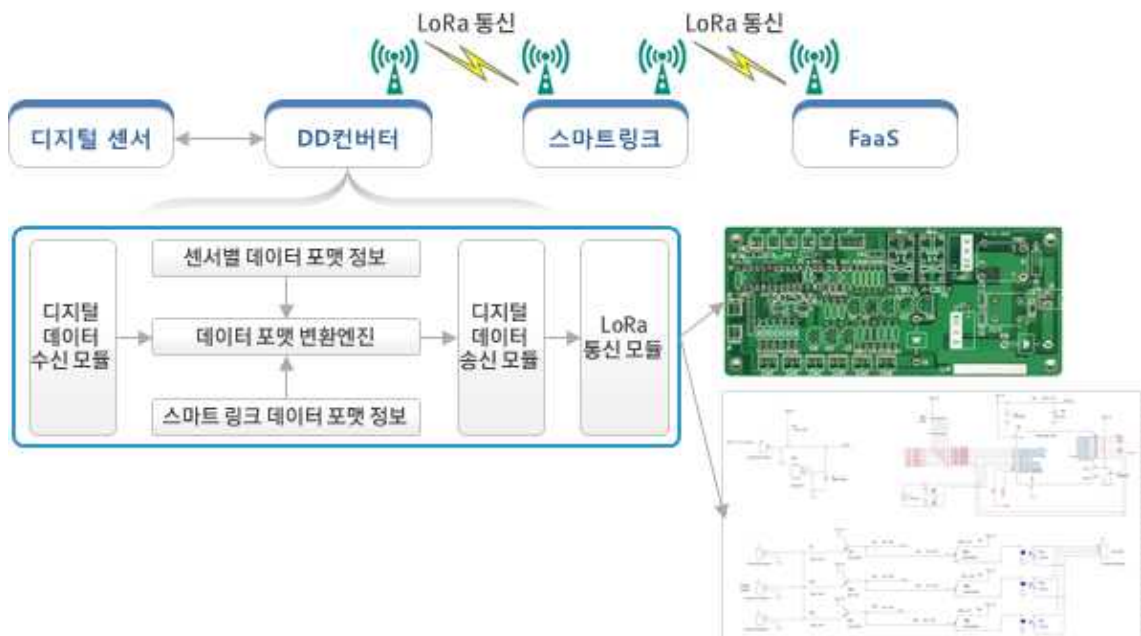


- 사용자 편의성 제고를 위해 웹 버전과 모바일 버전 동시 개발
- 온실구동장비(양액기, 환기창, 냉난방, 환풍기 등) 제어를 위해 각 구동기와 통신을 위한 표준프로토콜 개발
- 자동/수동제어 선택 기능 개발 : 복합환경제어를 위한 비례제어 기법 (ICT 융복합 협동조합의 복합환경제어 알고리즘) 적용 및 지능형 추론에 의한 알고리즘 적용

< IoT 장비 제어 >

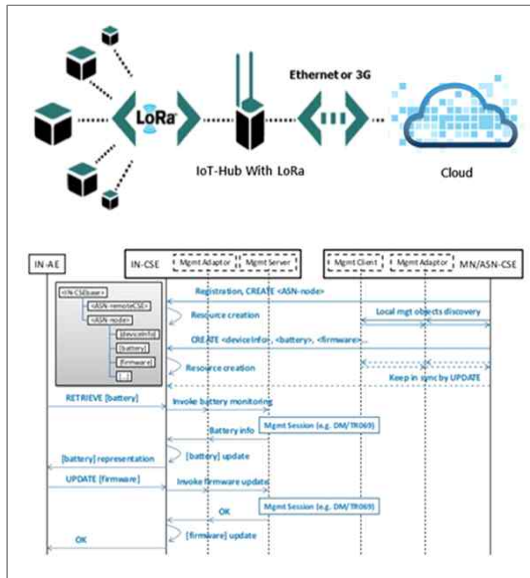
○ 이전 연구과제인 온실통합제어기와 연계한 DD컨버터 개발

- DD컨버터 개발



- OneM2M 연동 기술 및 프로토콜 연동 기술 (LoRa) 개발

- OneM2M 연동 기술 개발 및 프로토콜 연동 기술 (LoRa) 개발



- 기존 단동에서 근거리에서 사용하는 게이트웨이가 아니라 원거리의 비닐하우스까지 관리할 수 있도록 LPWA(LoRa) 통신 장치 개발
- 대부분의 LoRa 통신 노드 장치는 국내 주파수 대역에 맞지 않음
- 917.1MHz ~ 923.5MHz 지원이 가능한 LoRa 통신 노드 장치 개발
- RFID/USN 주파수 대역의 LoRa 통신 노드 장치 설계 및 개발
- BSP 및 Protocol API 개발

< 국내 주파수 대역 LoRa 통신 노드 장치 구성도 >

- 농가 현장 적용을 위한 OneM2M 분석 및 설계
  - 플랫폼의 기능/성능/특성을 고려해 구조 분석
  - I/F 관점에서 구조 분석
  - 사물인터넷 게이트웨이 기능 분석 및 역할 분석

(2) 참여기관(서울대 이중용 교수팀)

(가) 스마트 팜용 클라우드를 위한 모니터링 툴 구현

- 가상화 솔루션의 API 에 대한 분석
  - 선정된 가상화 솔루션의 모니터링 툴 구현을 위해 API 분석 및 학습
- 대시보드 기반의 클라우드 모니터링 툴 설계
  - 물리 서버에 대한 모니터링 툴 설계
  - 가상 서버에 대한 모니터링 툴 설계
- 스마트 팜용 클라우드 모니터링 툴 개발
  - 모니터링 툴 공통 모듈 개발
  - 물리 서버용 모듈 개발
  - 가상 서버용 모듈 개발
- 스마트 팜용 클라우드 모니터링 툴 테스트
  - 단위 테스트 수행 및 피드백을 통한 수정
  - 기능 테스트 수행 및 피드백을 통한 수정

(나) 표준 데이터 수집용 미들웨어의 구현

○ 2개의 목표 표준 데이터의 선정

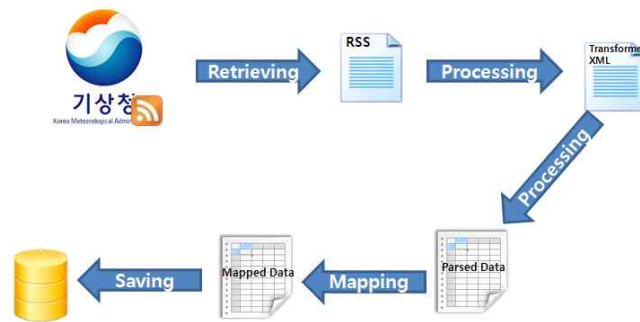
- 표준 데이터 특성 조사 결과 및 처리, 저장 방식 검토 결과를 토대로 n개의 목표 표준 데이터 선정
- 선정된 목표 표준 데이터의 활용 방안을 검토하여 2개의 목표 표준 데이터 선정

○ 목표 표준 데이터를 수집하는 미들웨어의 개발

- 선정된 목표 표준 데이터의 특성을 기반으로 미들웨어 설계
- 설계를 기반으로 미들웨어의 구현

○ 미들웨어의 운영을 통한 목표 표준 데이터의 수집

- 개발된 미들웨어의 테스트
- 개발된 미들웨어를 통한 목표 표준 데이터의 수집, 처리, 저장



< 표준 데이터 수집 절차 컨셉 >

(3) 참여기관(서울대 손정익 교수팀)

(가) 작물의 환경 요인들에 대한 생육 특성 분석

- 작물의 생육 특성상 1년차 연구내용 연속 (상업적인 1년 작기 완성)

(나) 인공지능망 기반 환경 및 생육정보 분석 시스템 구축

- 인공지능망 학습을 위한 구조, 입력 및 출력 변수 결정

(다) 생육예측을 위한 인공지능망 기반 데이터 학습 및 알고리즘 개발

- 실시간 환경정보 및 생육정보 측정 시스템을 이용한 학습 및 알고리즘 개발
- 통합 클라우드 및 테스트베드 실험 데이터를 이용한 학습 및 알고리즘 개발

(4) 협동연구기관(경남농업기술원)

(가) 생육 알고리즘 개발을 위한 테스트베드 구축을 위한 시범 확대 적용(파프리카, 멜론)

- 생육알고리즘 개발을 위한 테스트베드 설치 및 데이터 수집 : 2작물 4개소
- 환경데이터 및 생육 정보 수집

작물	기간	장소	비고
파프리카	‘17.1월 ~ ‘17.6월	ATEC	데이터 수집
	‘17.8월 ~ ‘17.12월	농가	데이터수집 및 실증
멜론	‘17.2월 ~ ‘17.12월	연구용온실, 농가	데이터수집 및 실증

- 환경정보 data 수집 : 파프리카, 멜론

구분	측정항목	측정장치	측정 주기
내부환경	온도, 습도, CO2,	내부 환경센서	실시간
외부환경	온도, 습도, 풍향/풍속, 감우, 일사량 등	외부 환경센서	
근권부환경	생체중, 함수량, 증산량, 급액량, 배액량 EC, pH	스마트스케일	

- 생육정보 data 수집 : 파프리카

구분	측정항목	측정방법	측정주기
작물 생육 정보	초장,엽장,엽폭	자, 줄자	1회/주
	경경	버니어캘리퍼스	
	엽수,화방(분지),개화수, 착과수, 수확량	count	
	엽온, 균락온도	열화상카메라	
과실 특성	엽면적지수	광도 이용	수확시
	과중	저울	
	과장,과경	자, 버니어캘리퍼스	
	당도	당도계	

- 생육정보 data 수집 : 멜론

구분	측정항목	측정방법	측정주기
작물 생육 정보	엽장,엽폭,과측지	자, 줄자	1회/성과
	(수정)마디수	count	
	네트지수	달관	
과실 특성	과중	저울	수확시
	과장,과경,과육두께	자, 버니어캘리퍼스	
	과육색	달관	

- 연구온실과 선도재배 농가 환경 비교를 통한 생육 및 수량성 향상 최적 조건 탐색
- 경남농업기술원 외 외부농가에서 데이터 수집
  - 파프리카 및 멜론 농가의 실 데이터 수집을 통한 알고리즘 정확도 향상
- 배지함수율/배액 측정시스템을 활용한 양수분 정밀관리
  - 성장단계별 일일 급액량에 따른 급액 함수율 규명
  - 배지내 함수율과 급액 개시시기 상관관계 연구
  - 일사량 기준과 근권부 함수율에 따른 관수관리 방법 비교 검증

### 3. 3차 년도

#### 가. 개발 목표



(1) 주관연구기관(이지팜)

- 도메인 융합형 Farm Cloud 서비스 개발
  - 테스트 범위 및 통합테스트 환경구성
  - 현장적용을 통한 통합테스트 및 기능개선

(2) 클라우드 기반 온실 모니터링 및 제어 기술 개발

- 테스트 범위 및 통합테스트 환경구성
- 현장적용을 통한 통합테스트 및 기능개선

(3) 협동연구기관(서울대 이중용 교수팀)

- 스마트 팜용 클라우드를 위한 관리시스템 구현
  - 스마트 팜용 서비스를 관리할 수 있는 모듈을 개발하고, 물리 서버 및 가상 서버 모니터링 톨과 통합하고, 최종적으로 실 클라우드 환경에서 관리 시스템 운영
- 추가 3개 표준 데이터 수집용 미들웨어의 운영 및 스마트 팜 서비스와의 연동
  - 활용 가능성이 높은 추가 3종의 표준 데이터 수집
  - 수집된 데이터를 활용할 수 있도록 RESTful 기반 인터페이스 설계, 구현, 연동

(4) 협동연구기관(서울대 손정익 교수팀)

- 인공지능경망 기반 대상 작물 생육 예측 알고리즘의 적용

(5) 협동연구기관(경남농업기술원 )

- IoT 정밀 근권측정 장치를 이용한 현장실증
- 스마트 팜 제품 성능 분석 및 실증테스트

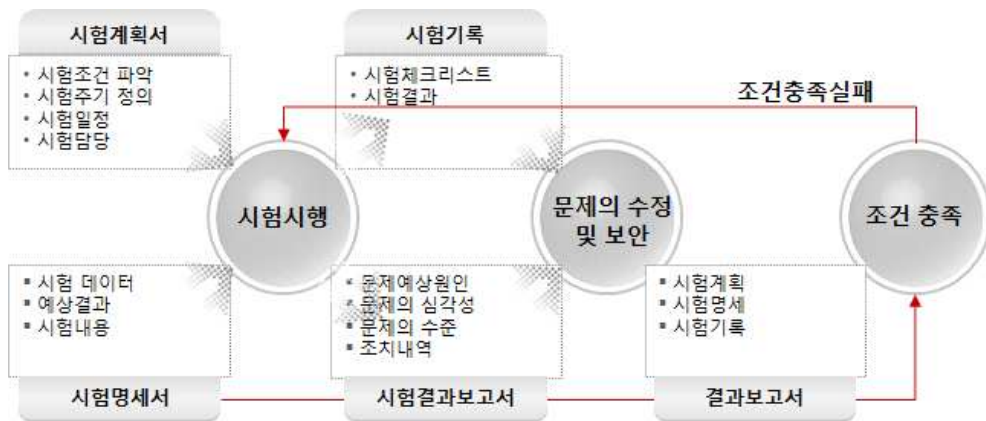
나. 개발 내용 및 범위

(1) 주관연구기관(이지팜)

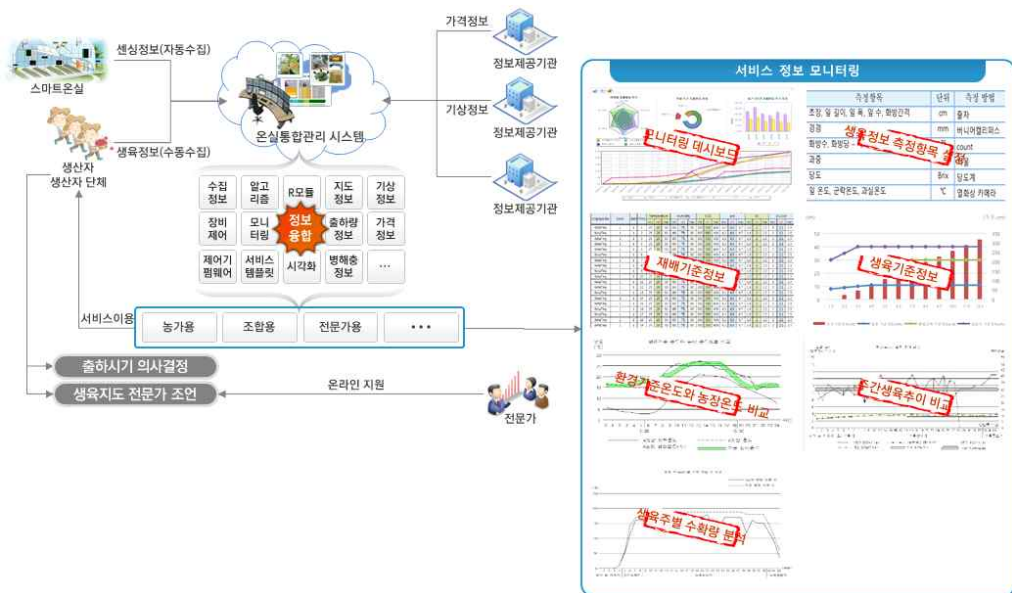
(가) 도메인 융합형 Farm Cloud 서비스 개발

○ 테스트 범위 및 통합테스트 환경 구성

- SaaS 시스템을 사용자 입장에서 검증하기 위한 테스트 환경 구성 및 테스트 시나리오 작성



< 시험절차 >

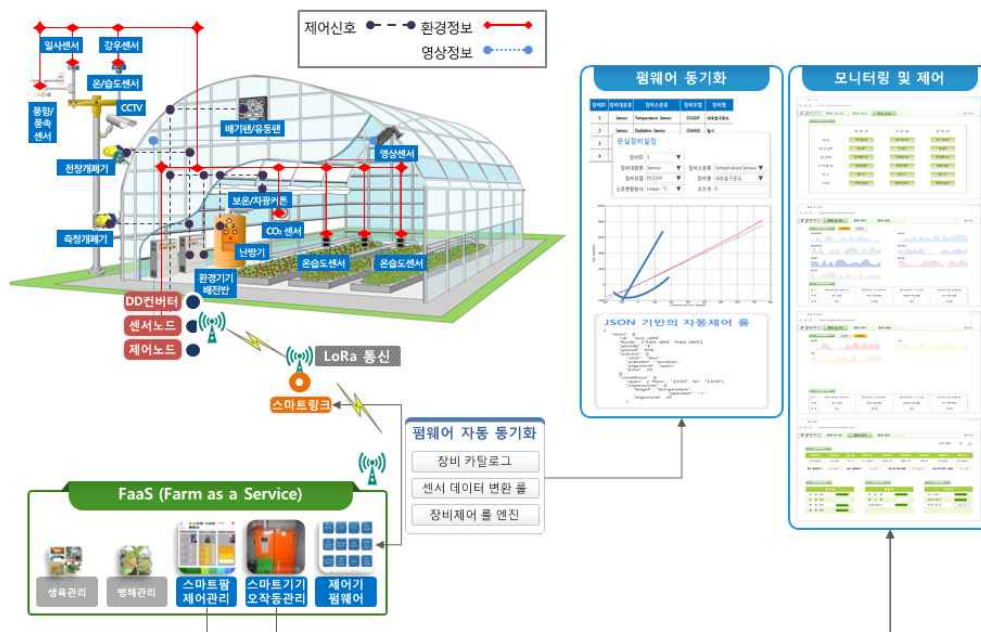


< 시험내용 구성 >

- 현장적용을 통한 통합테스트 및 기능개선
  - 실제 온실에 장비를 설치한 후 테스트를 수행
  - 실제 사용자의 사용경험을 통한 기능 개선

(나) 클라우드 기반 온실 모니터링 및 제어 기술 개발

- 테스트 범위 및 통합테스트 환경 구성
  - 펌웨어 자동 동기화(장비 카탈로그, 센서 데이터 변환 툴, 장비제어 툴 엔진), 모니터링 및 제어(환경설정, 근권부 모니터링, 지상부 모니터링, 장비제어)를 위한 테스트 환경 구성 및 테스트 시나리오 작성



< 시험내용 구성 >

- 현장적용을 통한 통합테스트 및 기능개선
  - 실제 온실에 장비를 설치한 후 테스트를 수행
  - 실제 사용자의 사용경험을 통한 기능 개선

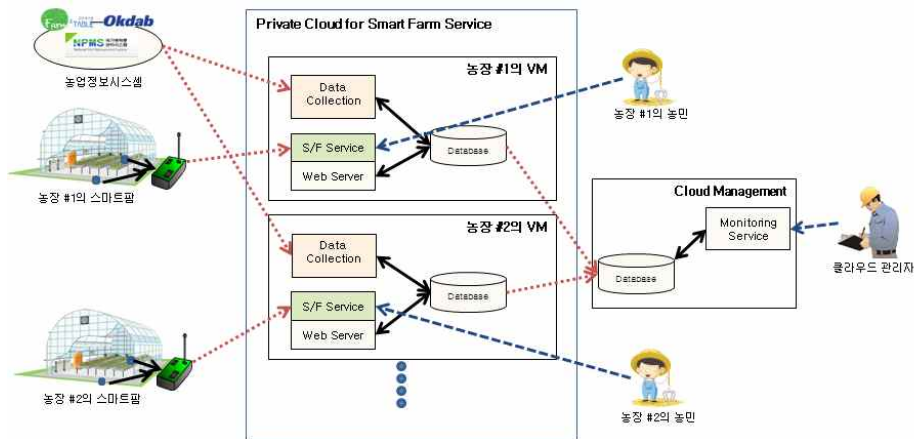
(2) 참여기관(서울대 이종용 교수팀)

(가) 스마트 팜용 클라우드를 위한 관리 시스템 구현

- 스마트 팜용 클라우드 관리 시스템 설계
  - (이지팜에서 개발한) 스마트 팜 서비스에 대한 학습 및 특성 조사
  - 스마트 팜 서비스에 대한 관리 요구사항 정의
  - 스마트 팜 서비스에 대한 관리 시스템 설계
- 스마트 팜용 클라우드 관리 모듈 개발
  - 스마트 팜 서비스별 관리 모듈 개발
  - 스마트 팜 서비스별 관리 모듈 통합



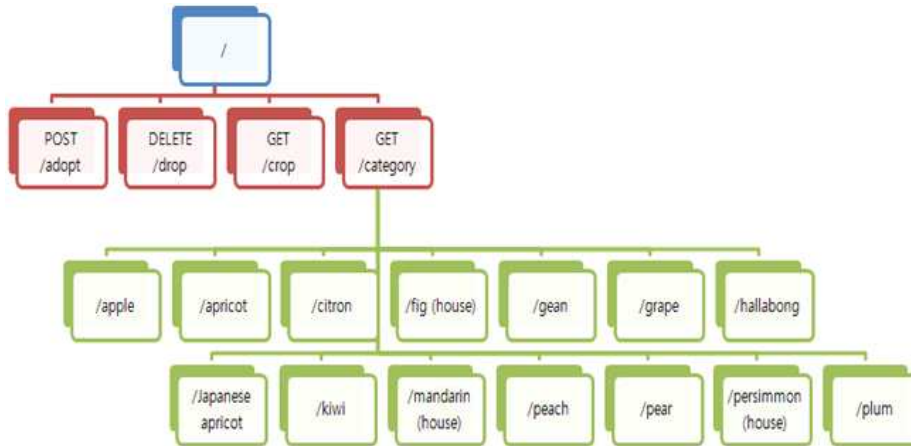
- 스마트 팜용 클라우드 관리 모듈과 모니터링 툴 통합
  - 물리 서버, 가상 서버 모니터링 툴과 스마트 팜 서비스 관리 모듈 통합
  - 스마트 팜용 클라우드 관리 시스템에 대한 기능 테스트
  
- 스마트 팜용 클라우드 관리시스템 운영
  - 개발 서비스 모듈을 스마트 팜용 클라우드로의 이전
  - 구현된 스마트 팜용 클라우드 관리시스템을 통한 스마트 팜용 클라우드 운영 테스트



< 스마트 팜용 클라우드 모니터링 툴의 개요 >

(나) 표준 데이터 수집용 미들웨어의 구현

- 3개의 목표 표준 데이터의 선정
  - 목표 표준 데이터의 활용 방안을 검토하여 추가로 3개의 목표 표준 데이터 선정
  
- 목표 표준 데이터를 수집하는 미들웨어의 개발 및 운영
  - 새로 선정된 목표 표준 데이터의 특성 검토
  - 기 개발된 미들웨어에 새로운 목표 표준 데이터의 특성을 기반으로 일반화된 미들웨어 설계
  - 설계를 기반으로 미들웨어의 구현 및 테스트
  - 총 5개의 목표 표준 데이터의 수집, 처리, 저장
  
- 스마트 팜 클라우드 서비스와의 데이터 연동
  - 미들웨어로 수집된 데이터의 공유 인터페이스 설계
  - 표준 데이터 공유 API 개발
  - 스마트 팜 클라우드 서비스에서 수집된 데이터 활용이 가능하도록 API 적용



< RESTful 기반 인터페이스로 스마트 팜 서비스와 연동 >

(3) 참여기관(서울대 손정익 교수팀)

(가) 인공지능 기반 작물 생육예측 기술 개발

- 작물 생육예측 모델 개발 (알고리즘 완성)
- 작물 생육예측 모델 검증

(나) 인공지능 기반 생육예측 모델의 현장 적용

- 현장에 적합한 생육예측 알고리즘 형태 보정
- 현장에 적합한 생육예측 모델의 적용

(4) 참여기관(경남농업기술원)

(가) IoT 정밀 근권 측정 장치를 이용한 현장실증

- 작목별 농가 현장 실증
  - 농가 현장 실증 : 2개소(작목별 각 1개소)
  - 기 간 : 2018. 1월~10월
  - 실증농가 : 파프리카(대형온실), 멜론(중소형온실)

(나) 스마트 팜 제품 성능 분석 및 실증테스트

- 배지함수율/배액 측정시스템을 활용한 양 수분 정밀관리기술 실증
  - 작물별 양 수분 정밀관리 기술 실증
  - 생산성 최적모델의 농가 적용 및 검증
- 스마트 팜 제품 성능 분석 및 실증테스트
  - 시스템과의 연동 테스트
  - 피드백을 통한 성능 개선
  - 서비스 연동을 통한 문제점 해결

### 3절. 연차별 연구 수행 결과

#### 1. 1차년도 연구 수행 결과

#### 가. Private Cloud기반 통합 개발 환경 구성

##### (1) 개요

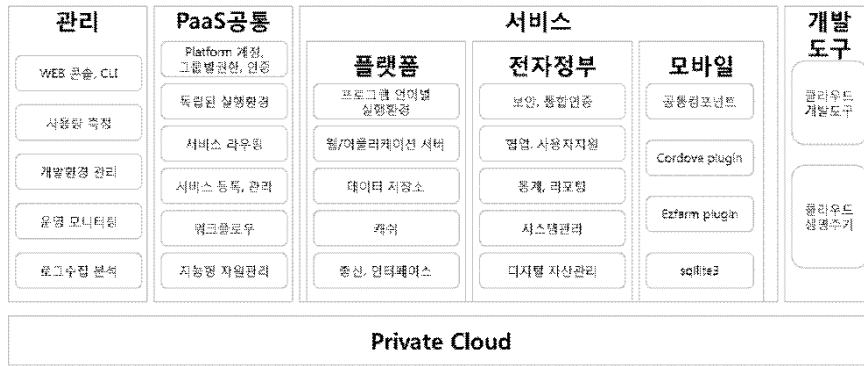


< Private Cloud 기반 통합개발환경 개요도 >

- (가) 개발 생산성 향상 및 안정적인 서비스 운영을 위한 통합개발환경 구성
- (나) 단순한 라이브러리 수준이 아닌 아키텍처, 개발 툴, 디자인 패턴 등을 담고 있는 어플리케이션 개발·운영 플랫폼 제공
- (다) 표준프레임워크의 공통컴포넌트 활용으로 재사용성 향상
- (라) 계층기반 구성으로 개발 모듈 간 상호 운용성 향상
- (마) 장기간에 걸쳐 축적된 자사만의 특정 노하우에 대한 기술지원

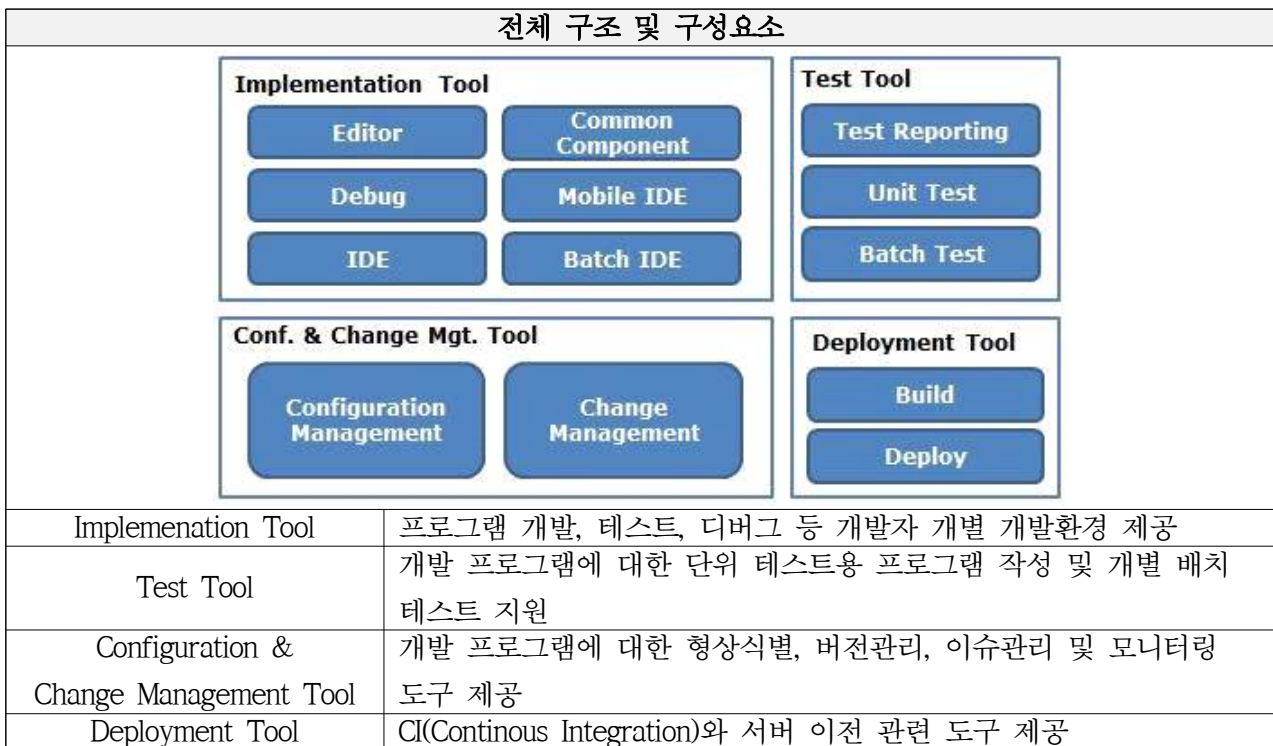
##### (2) 개발환경 구성

Private cloud기반 통합 개발 환경은 개발자 필수 기능, 선택 기능과 함께 모바일 개발 환경이 포함 구성되며 효율적 정보 수집을 위해 전자정부 프레임워크를 이용한다. 또한 개발자의 편의성을 위한 eclipse IDE기반의 템플릿 및 웹 표준소스코드, 공통 컴포넌트(로그인, 게시판 등)를 제공한다



< Private cloud기반 통합 개발 환경 구성 >

(가) 개발자 개발환경 구성도



(나) 기본환경

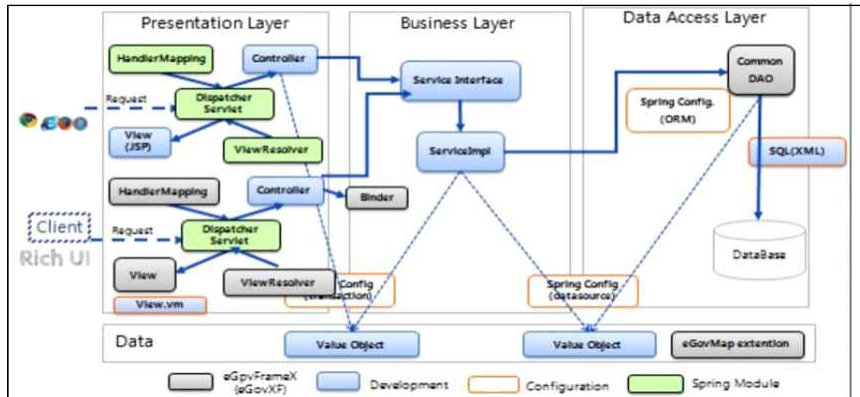
항목	버전
Java Development Kit	7.0
Servlet	2.4
Eclipse IDE for JAVA EE Development	4.3

(다) WAS

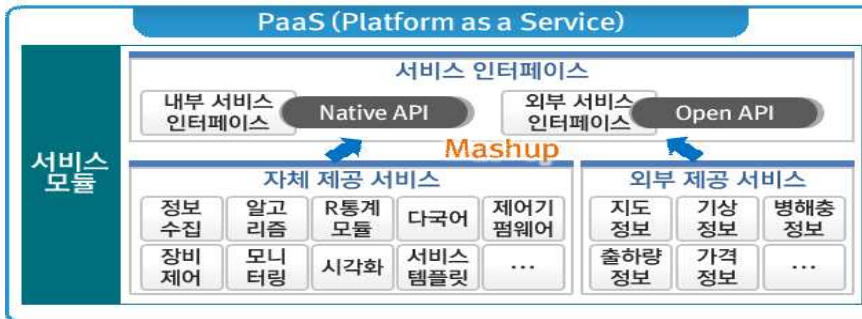
항목	버전
Apache Tomcat	8
JBoss application platform	7
WebLogic	12c

(라) DBMS

항목	버전
Mysql	5.1
Oracel	11



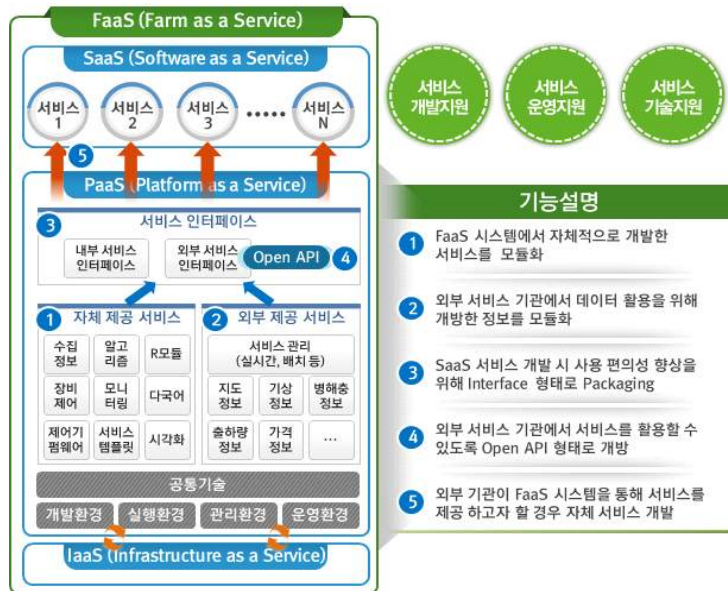
< 표준프레임워크 아키텍처 >



< 서비스모듈 구성 >

## 나. 서비스 공급자를 위한 SDK 설계

### (1) 개요



< SDK 설계 개요도 >

### (2) ezSDK

ezSDK는 스마트 팜 관련 IT개발자들이 주로 사용하는 스마트 팜의 각종서비스(장비제어, 센서 모니터링 등)를 손쉽게 사용할 수 있는 클라우드 기반 서비스로 REST API를 통해 구현한다. ezSDK는 비동기식으로 API를 제공하고 있으며 그 규칙은 동사(Verb)+“InFarm“의 형태로 구현된다.

#### (가) Entity

ezSDK에서 저장되는 모든 데이터들은 Entity로 각 Entity는 Key와 Value의 쌍으로 구성된 Property들을 가지고 있으며 각 Entity는 Type이라는 속성을 가지고 있다. 이러한 같은 Type의 Entity들의 집합을 Collection(컬렉션)이라고 한다. 다음은 간단한 Entity의 예시이다.

#### (나) Property

Entity에 속하는 속성들을 지칭하는 단어로 하나의 Entity는 여러 속성을 가질 수 있다. 속성정보는 사용자가 Custom할 수 있다.

Property	Type	설명
id	id	Entity의 고유 id로 자동부여된다
type	string	Entity의 타입으로 반드시 정의되어야 한다
name	string	Entity의 고유명

#### (다) type

각 entity는 type이라는 필수 property를 가지고 있으며 이러한 type은 collection의 이름

을 결정하며 type의 복수형으로 결정 된다 즉 sensor라는 type을 가진 entity는 sensors 라는 collection에 속하게 된다

type	collection	설명
sensor	/sensors	센서정보
control	/controls	제어정보

(라) ezSDK REST API

ezAPI는 제공하는 Entity, Collection과 다른 데이터에 접근하기 위한 REST 기반의 구조를 제공하며 각 자원들은 URL 경로로 표현된다. application 내에서는GET/POST/PUT/DELETE와 같은 HTTP 메소드를 사용하여 각 URL로 되어있는 API를 호출하게 된다. 다음은 API를 이용하여 접근 가능한 앱 관련 Entity 예시이다

entity	collection	설명
sensor	/sensors	sensor entity
control	/controls	control entity

아래 테이블은 각 entity에 관한 endpoint의 예시이다

■ Sensor

method	uri	content type	내용
GET	/sensors/{id}	application/json	센서측정값 조회
GET	/sensors/{id}? fromdate&today	application/json	기간별 센서측정값 조회

■ Control

method	uri	content type	내용
GET	/controls/{id}? fromdate&today	application/json	제어이력 조회
POST	/controls/{id}? argument	application/json	장비제어

■ 센서정보 서비스

생성한 어플리케이션에서 스마트 팜의 각종 센서정보를 조회할 수 있다. 이러한 기능은 EzSmartSensor 클래스가 담당한다

EzSmartSensor클래스는 “Sensor“ collection으로 관리되며, “Sensor“ collection으로 “sensor“ entity를 조회할 수 있다

>> 센서정보 가져오기(get)

```
EzSmartSensor entity = new EzSmartSensor ();
entity.setId(id);           // Sensor의 uid
entity.getInFarm(
    new EzCallback<EzGroup>() {

        @Override
        public void onException(EzException e) {
            // 실패
        }

        @Override
        public void onResponse(EzGroup response) {
            if (response != null) {
                // 성공
                String path = response.getPath(); // Group path
            }
        }
    });
```

#### ■ 구동기 제어

>> 구동기 제어정보 입력(post)

```
EzControl entity = new EzControl()
```

```
entity.setArgument(argument); // 입력하려는 제어정보 인자
```

```
entity.addInFarm(
    new EzCallback<EzContol>(){

        @Override
        public void onException(EzException e) {
            // 실패
        }

        @Override
        public void onResponse(EzEntity response) {
            if (response != null) {
                // 성공
                // 제어정보 입력 확인결과값
                String controlResult = response.getControlResult()
            }
        }
    });
```



>> 구동기 제어이력조회(get)

```
EzControl entity = new EzControl()
```

```
entity.setFromdate(fromdate) // 입력하려는 제어정보 인자
```

```
entity.setFromdate(fromdate) // 입력하려는 제어정보 인자
```

```
entity.addInFarm(
```

```
    new EzCallback<EzControl>(){
```

```
        @Override
```

```
        public void onException(EzException e) {
```

```
            // 실패
```

```
        }
```

```
        @Override
```

```
        public void onResponse(EzEntity response) {
```

```
            if (response != null) {
```

```
                // 성공
```

```
                // 제어정보 입력 확인결과값
```

```
                String controlResult = response.getControlResult()
```

```
            }
```

```
        }
```

```
    });
```

## ■ 서비스목록

### ① Sensor 서비스

method	uri	content type	내용
GET	/sensors/{id}	application/json	센서측정값 조회
GET	/sensors/{id}? fromdate&todate	application/json	기간별 센서측정값 조회

### ② Control 서비스

method	uri	content type	내용
GET	/controls/{id}? fromdate&todate	application/json	제어이력 조회
POST	/controls/{id}? argument	application/json	장비제어정보 입력

### ③ 알고리즘 서비스

method	uri	content type	내용
GET	/algorithm/{id}	application/json	알고리즘정보 조회
POST	/algorithm	application/json	알고리즘정보 입력
PUT	/algorithm/{id}	application/json	알고리즘정보 수정
DELETE	/algorithm/{id}	application/json	알고리즘정보 삭제

④ 모니터링 서비스

method	uri	content type	내용
GET	/monitoring/{info_id}?fromdate&today	application/json	모니터링 정보조회

⑤ 다국어 서비스

method	uri	content type	내용
GET	/language/{language}	application/json	다국어 조회 (korean, english)

⑥ 서비스 템플릿

method	uri	content type	내용
GET	/template/{id}	application/json	템플릿 조회
POST	/template/{id}	application/json	적용 템플릿 삭제

⑦ 지도정보 서비스

method	uri	content type	내용
GET	/map/latitude	application/json	경도정보를 조회한다
GET	/map/longitude	application/json	위도정보를 조회한다
POST	/map?latitude&longitude	application/json	경도, 위도정보를 입력한다
GET	/map/doname	application/json	주소의 시/도정보를 조회한다
GET	/map/siname	application/json	주소의 시/군/구 정보를 조회한다
GET	/map/dongname	application/json	주소의 읍/면/동 정보를 조회한다

⑧ 기상정보 서비스

method	uri	content type	내용
GET	/weather?fromdate&todate	application/json	날씨정보를 조회한다

⑨ 도매시장가격정보 서비스

method	uri	content type	내용
GET	/price/{code}?fromdate&todate	application/json	품목코드에 따른 도매시장 가격정보를 조회한다

⑩ 출하량정보 서비스

method	uri	content type	내용
GET	/amount/{farm_id}	application/json	농장 출하량정보 조회
POST	/amount/	application/json	농장 출하량정보 입력

⑪ 병해충정보 서비스

method	uri	content type	내용
GET	/disease/{farm_id}	application/json	병해충정보 조회

다. 생육정보, 생산량정보, 에너지 사용량정보 모니터링 등 사용자 서비스 설계

(1) 인공지능 기반 IoT 클라우드형 개방형 스마트 팜 서비스 구상도

(가) web 기반 관리시스템

- 회원관리, 메뉴관리
- 회원가입, 농가정보 관리
- 농가정보 대시보드
- 환경정보 모니터링
- 원격수동제어
- 복합환경제어(작복별 알고리즘 적용)
- 농가경영관리(농가경영관리, 회계관리, 농가생산예측정보, 도매시장가격)
- 병해충 예측진단 결과 조회

(2) 모바일 app

(가) 스마트 팜 app

- 농가 환경정보 조회 및 원격수동제어
- 농가 장비 오작동 알림
- 농가 병해사진 전송 및 예측진단결과 조회

(3) 사용자별 제공 서비스




	농가	전문가	생산자단체
기본기능	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ WEB</li> <li>① 회원가입</li> <li>② 농가기본 정보 및 장비 정보 관리 (장비오작동 알림)</li> <li>③ 환경정보 대시보드                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 경영정보 (수입, 지출, 순이익)</li> <li>- 날씨정보 (온도, 습도)</li> <li>- 센서정보 (온도, 습도, co2, 일조, 강우, 풍속, 풍향 등)</li> <li>- 주간온도변화 추이</li> <li>- 주간습도변화 추이</li> </ul> </li> <li>④ 환경정보 모니터링                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 품목별 환경 가이드라인</li> <li>- 일간, 주간, 월간, 기간별, 시간별 환경정보 (시계열)</li> <li>- 설정값대비 환경정보 (시계열, 사분위편차)</li> <li>- 설정값대비 일교차</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ WEB</li> <li>1) 환경정보 모니터링                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 품목별 환경 가이드라인</li> <li>- 일간, 주간, 월간, 기간별, 시간별 환경정보(시계열)</li> <li>- 설정값대비 환경정보(시계열, 사분위편차)</li> </ul> </li> <li>▶ Mobile APP</li> <li>① 환경정보 조회                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 품목별 환경 가이드라인</li> <li>- 일간, 주간, 월간, 시간별</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ WEB</li> <li>① 회원가입</li> <li>② 농가기본 정보 및 장비정보 관리(장비오작동 알림)</li> <li>③ 환경정보 대시보드                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 경영정보 (수입, 지출, 순이익)</li> <li>- 날씨정보 (온도, 습도) - 센서정보(온도, 습도, co2, 일조, 강우, 풍속, 풍향 등)</li> <li>- 주간온도변화 추이</li> <li>- 주간습도변화 추이</li> </ul> </li> <li>④ 환경정보 모니터링                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 품목별 환경 가이드라인</li> <li>- 일간, 주간, 월간, 기간별, 시간별 환경정보(시계열)</li> <li>- 설정값대비 환경정보(시계열, 사분위편차)</li> <li>- 설정값대비 일교차 (시계열, 사분위편차)</li> </ul> </li> </ul>

	농가	전문가	생산자단체
	(시계열, 사분위편차) - 환경요인 대비 양액공급 (EC, PH 등) - 환경요인 대비 생육데이터(줄기 굵기 등) - 강우에 따른 co2, 일사량 변화 - 환경 가이드라인 준수율 ⑤ 원격수동제어  ▶ Mobile APP ① 환경정보 조회 - 품목별 환경 가이드라인 - 일간, 주간, 월간, 시간별 ② 원격수동제어 ③ 장비오작동 알림		- 환경요인 대비 양액공급(EC, PH 등) - 환경요인 대비 생육 데이터(줄기 굵기 등) - 강우에 따른 co2, 일사량 변화 - 환경 가이드라인 준수율 ③ 원격수동제어  ▶ Mobile APP ① 환경정보 조회 - 품목별 환경 가이드라인 - 일간, 주간, 월간, 시간별 ② 원격수동제어 ③ 장비오작동 알림
옵션기능 (과금)	▶ WEB 1) 복합환경제어 - 환경요소 및 제어기 연계를 통한 복합환경제어 - 작목별 알고리즘 제공  2) 농가경영관리 - 농가경영정보 관리 - 농가경영관련 보고서 및 시 각자료 - 알고리즘을 통한 농가 생산량 및 효율성 예측 - 생육정보 대비 농가 생산량 및 소득분석  3) 병해 예측/진단 - 병해충 예측/진단결과 조회 - 환경요인 대비 병해 증감량  ▶ Mobile APP 1) 병해 예측/진단 - 모바일 앱을 통한 병해사 진 전송 - 모바일 앱을 통한 병해충 예측/진단결과 조회	1) 환경정보 모니터링 - 설정값대비 일교차 (시계열, 사분위편차) - 환경요인 대비 양액공급 (EC, PH 등) - 환경요인 대비 생육데이터(줄기 굵기 등) - 강우에 따른 co2, 일사량 변화 - 환경 가이드라인 준수율 - 전체농장 평균 대비 개별농장 요소정보 - 환경 가이드라인 준수율 - 요소간 산포도  2) 농가경영관리 - 농가경영정보 관리 - 농가경영관련 보고서 및 시 각자료 - 알고리즘을 통한 농가 생산량 및 효율성 예측 - 생육정보 대비 농가 산량 및 소득분석 - 병해충 대비 농가 생산량 및 소득분석  3) 생육정보 및 병해충관리	▶ WEB 1) 복합환경제어 - 환경요소 및 제어기 연계를 통한 복합환경제어 - 작목별 알고리즘 제공  2) 농가경영관리 - 농가경영정보 관리 - 농가경영관련 보고서 및 시 각자료 - 알고리즘을 통한 농가 생산량 및 효율성 예측 - 생육정보 대비 농가생산량 및 소득분석  3) 병해 예측/진단 - 병해충 예측/진단결과 조회 - 환경요인 대비 병해 증감량  ▶ Mobile APP 1) 병해 예측/진단 - 모바일 앱을 통한 병해사 진 전송 - 모바일 앱을 통한 병해충 예

	농가	전문가	생산자단체
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 농가생육정보 관리</li> <li>- 생육정보 모니터링</li> <li>- 품목별 생육정보 가이드 라인</li> <li>- 일간, 주간, 월간, 기간별, 시간별 생육정보(시계열)</li> <li>- 설정값대비 생육정보 (시계열, 사분위편차)</li> <li>- 환경요인 대비 생육정보(당도 등)</li> <li>- 생육관리 진단 및 알림</li> <li>- 병해충 예측/진단결과 조회</li> <li>- 병해충 발생 추이</li> </ul>	<p>측/진단결과 조회</p>

(4) 서비스 화면

메뉴명	화면
메인	
농가 관리	

장비 관리	 
장비 제어	

(5) 생육정보, 생산량정보, 에너지 사용량정보 모니터링 시스템 기능 설명서

1차 기능	2차 기능	3차 기능	상세설명
IOT 모니터링	생육정보 모니터링	생육정보 조회	측정한 1~3개의 샘플 생육정보를 기간별로 조회한다
		생산량 조회	측정한 농가생산량 정보를 기간별로 조회한다
		에너지사용량 조회	측정한 농가 에너지사용량 정보를 기간별로 조회한다



번호	농장명	온실명	운영상태	면적(평)	온실유형
1	이도농장명1	스마트베드 온실1	<input checked="" type="radio"/> 운영 <input type="radio"/> 비운영	500	단층(비닐)온실
2	이도농장명2	스마트베드 온실2	<input type="radio"/> 운영 <input type="radio"/> 비운영	300	단층(유리)온실


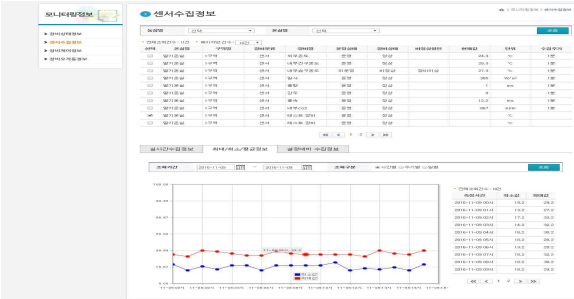
순번	재입일	정식일	주정입일수	외재입일수	외재입일량	관부재량	외재입일량수	수확제시일	누적수확량	
1	2016.09.31	2016.09.11	0	100	130	10	0	1	2016.12.23	75
2	2016.10.1	2016.09.12	0	150	150	12	0	2	2016.12.26	70
3	2016.10.2	2016.09.15	10	120	150	11	1	1	2016.12.29	80

라. 클라우드기반 온실환경 IoT 모니터링 시스템 서비스 설계

(1) 클라우드기반 온실환경 IoT 모니터링 시스템 기능 설명서

1차 기능	2차 기능	3차 기능	상세설명
IOT 모니터링	온실센서 모니터링	온실센서 최근 측정값 조회	온실 내 센서들의 최근 측정값 정 보를 센서정보 수집주기별로 나 타낸다
		온실센서 실시간 정 보값 조회 차트	선택한 온실센서의 실시간 측정 값을 차트형식으로 조회한다
		온실센서 최대, 최소 값 조회 차트	선택한 온실센서의 최대, 최소측 정값을 차트형식으로 조회한다
		설정값 대비 온실센 서 측정값 조회 차 트	선택한 온실센서의 측정값을 설정 값과 대비하여 차트형식으로 조회 한다

(2) 클라우드기반 온실환경 IoT 모니터링 시스템 화면설계서

메뉴명	화면
센서 측정값 실시간 모니터링	
센서 측정 최대값, 최소값 모니터링	



## 마. 클라우드 기반 온실 장비 제어 시스템 설계

### (1) 클라우드 기반 온실 장비 제어 시스템 기능 설명서

1차 기능	2차 기능	3차 기능	상세설명
온실장비 제어시스템	온실장비 제어시스템	온실장비 제어	온실 내 제어장비들을 수동으로 제어할 수 있다
		온실장비 제어이력 조회	온실 내 제어장비들의 제어이력 내역을 조회할 수 있다

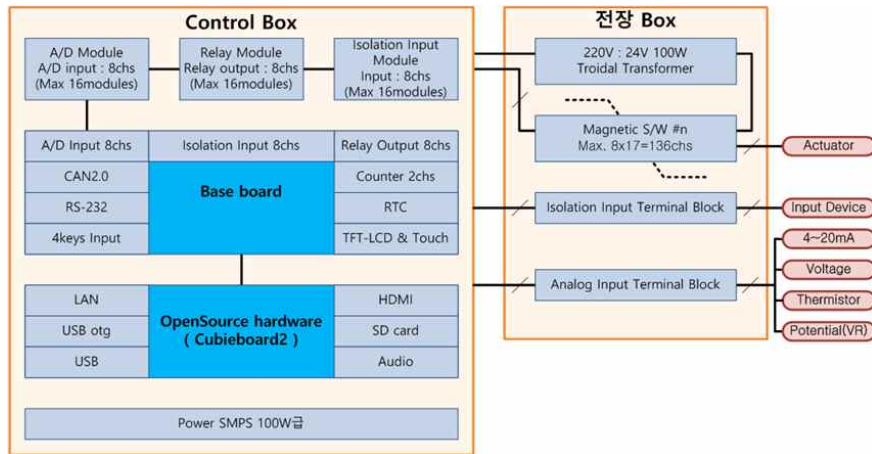
The screenshot displays the '장비제어정보' (Equipment Control Information) page. It features a sidebar with navigation options like '모니터링정보', '장비상태정보', '센서수집정보', '장비제어정보', and '장비오류동향정보'. The main content area is titled '장비제어정보' and contains two sub-sections:

- 장비구동기상태정보 (Equipment Operation Status Information):** This section is titled '온실장비 제어' (Greenhouse Equipment Control). It includes a search bar and a table with columns: 상태 (Status), 온실명 (Greenhouse Name), 구역명 (Zone Name), 장비분류 (Equipment Type), 장비명 (Equipment Name), 운영상태 (Operation Status), 장비상태 (Equipment Status), 비정상상인 (Abnormal Status), 제어상태 (Control Status), and 최종작동일시 (Last Operation Time). The table lists several '말기온실' (End Greenhouse) units with their respective details.
- 장비구동기제어이력정보 (Equipment Operation Control History Information):** This section is titled '온실장비 제어이력' (Greenhouse Equipment Control History). It includes a date range selector (2016-09-20 to 2016-09-20) and a search bar. The table has columns: 온실명 (Greenhouse Name), 구역명 (Zone Name), 장비명 (Equipment Name), 최종작동일시 (Last Operation Time), 동작연번 (Operation Number), and 동작결과 (Operation Result). It shows a list of control actions performed on the '말기온실' units.

바. 이전 연구과제인 온실통합제어기 HW 및 SW 분석

(1) 온실통합제어기 HW 구성도



하드웨어는 베이스보드, 오픈소스가 탑재된 하드웨어(큐비보드), A/D Input 모듈, 릴레이 Output 모듈, Isolation Input 모듈로 구성된다.



< 개방형 플랫폼 환경제어기 하드웨어 전체구성 >

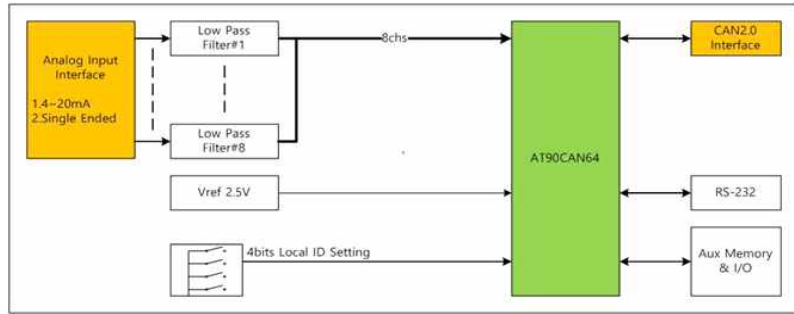
(가) 베이스보드

연산을 수행하는 MCU와 AD 입력, Isolation 입력, Relay 출력, RS232, 카운터, CAN통신 등으로 구성되어 있다.

<p>Cubeiboard2 Expansion</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- RTC : I2C Interface, with Backup Battery</li> <li>- RS-232 : 3chs</li> <li>- Buzzer</li> <li>- Keypad : 4keys(Tact Switch)</li> <li>- Digital TFT-LCD &amp; Touch Screen Interface</li> <li>- LVDS Type TFT-LCD Interface</li> </ul>
<p>MCU Expansion</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Isolation Digital Input : 8chs, 24V input level</li> <li>- Analog Input : 8chs, 4~20mA, Volatage(5V range), Thermistor(NTC 10K), Potential Input</li> <li>- Relay Output : 8chs, Magnetic SW On/Off Output, AC24V 0.5A</li> <li>- 16bits Counter : 2chs, 24V input level</li> <li>- RS-232 : 2chs</li> </ul>

(나) A/D 모듈 보드

각 모듈은 CAN 2.0B를 지원하는 Cortex-M3를 기반으로 함	- 4bits Local ID Setting
A/D Converter Input	- Channel Num : 8 - Resolution : 12bits - Input Range : 5V
보조 장치	- RS-232 : 2chs



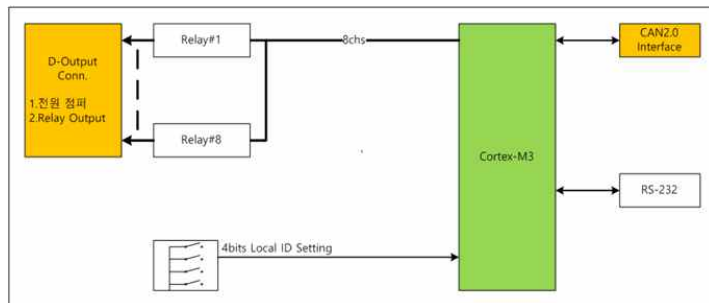
< A/D 모듈보드의 구성 >

Analog Connector Map	전압입력	Potential Input	Thermistor Input	4~20mA Input
+5V AIN+ AIN-(G) JMP1 JMP2 JMP3	0~5V input JMP1 : Open JMP2 : Open JMP3 : Close	JMP1 : Open JMP2 : Open JMP3 : Close	JMP1 : Open JMP2 : Close JMP3 : Close	4~20mA JMP1 : Close JMP2 : Open JMP3 : Open

< 센서의 출력특성에 따른 A/D입력 선택가능 >

(다) 릴레이 보드

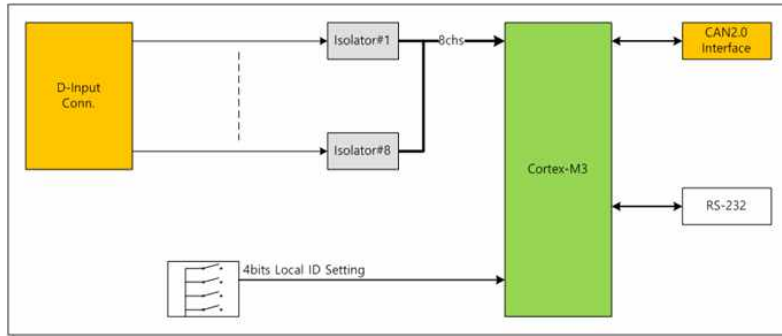
각 모듈은 CAN 2.0B를 지원하는 Cortex-M3를 기반으로 함	- 4bits Local ID Setting
Relay Output	- Channel Num : 8 - Operation : AC24V, up to 500mA (Magnetic SW on/off)
보조 장치	- RS-232 : 2chs



< 릴레이 보드의 구성 >

(라) Isolation 입력보드

각 모듈은 CAN 2.0B을 지원하는 Cortex-M3를 기반으로 함	- 4bits Local ID Setting
Isolation Input	- Channel Num : 8 - Input Voltage : up to 24V - Logic “H” : ≥ 3.5V
보조 장치	- RS-232 : 2chs



< Isolation 입력보드 구성 >

(2) 온실통합제어기 S/W 구성도

소프트웨어는 User Interface Layer, Business Logic Layer, Data Access Layer로 구성된다.



< 개방형 플랫폼 환경제어기 소프트웨어 전체구성 >

(가) User Interface Layer

① REST/JSON

REST는 ROA (Resource Oriented Architecture)를 따르는 웹 서비스 아키텍처로 온실 통합제어기의 User Interface Layer는 REST방식을 사용하여 HTTP Method 로 해당 콘텐츠를 JSON 방식으로 지원 한다

○ 농장 및 온실

Order	HTTP Verb	Path	Action	Used for
1	GET	/farm	show	display farm information
2	PUT	/farm	update	update farm information
3	GET	/farm/fields/:id	show	display information of a field
4	POST	/farm/fields	add	add a greenhouse
5	PUT	/farm/fields/:id	update	update greenhouse information
6	DELETE	/farm/fields/:id	delete	delete a greenhouse

○ 장비(센서 / 액추에이터)

Order	HTTP Verb	Path	Action	Used for
1	GET	/farm/devices(/:id)	show	display all devices in a farm (or a device)
2	POST	/farm/devices	add	add a device
3	PUT	/farm/devices/:id	update	update device information
4	DELETE	/farm/devices/:id	delete	delete a device
5	GET	/farm/devices(/:id)/status	show	display status of all (or a) devices
6	GET	/farm/devicemap	show	display relations between devices and fields
7	PUT	/farm/devicemap	update	update the relations
8	GET	/catalog/devices	show	display lists of devices

○ 기상정보

Order	HTTP Verb	Path	Action	Used for
1	GET	/weather	show	display local weather
2	GET	/weather?q=querystring&offset=os&limit=lm	search	search weather history

○ 온실환경정보

Order	HTTP Verb	Path	Action	Used for
1	GET	/environment	show	display environments of a greenhouse
2	GET	/environment?q=querystring&offset=os&limit=lm	search	search environments of sensors

○ 온실장비제어정보

Order	HTTP Verb	Path	Action	Used for
1	POST	/control/:actuator_id? arg=argument	execute	execute an actuator manually
2	PUT	/control/:actuator_id/ :execid	update	make continue the execution
3	GET	/control/history?q=querystring&offset=offset &limit=limit	search	search history of actuators

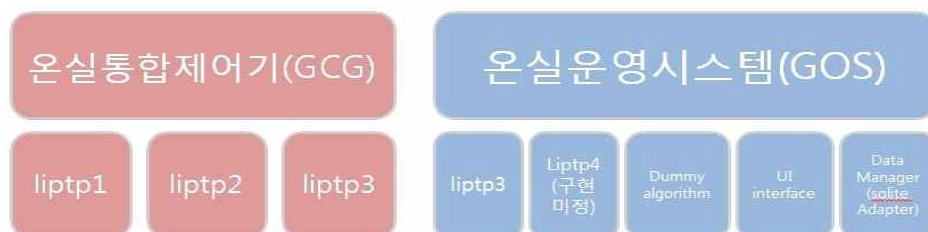
○ 온실자동제어 룰 정보

Order	HTTP Verb	Path	Action	Used for
1	GET	/ules	show	display rules for greenhouse control
2	POST	/rules	add	add a rule
3	PUT	/rules/:id	update	update a rule

② Web Server Framwork

Apache	월드와이드웹(WWW:World Wide Web) 서버용 소프트웨어로 세계에서 가장 많이 사용되며 오픈소스 라이선스에 의해 무료로 배포된다
PHP	하이퍼텍스트 생성 언어(HTML)에 포함되어 동작하는 스크립팅 언어로 별도의 실행 파일없이 HTML 문서 안에 직접 포함시켜 사용하며 오픈소스이다
MySQL	공개 소스의 관계형 데이터베이스 관리 시스템(RDBMS). 매우 빠르고, 유연하며, 사용하기 쉬우며 아파치(Apache) 서버 프로그램, MySQL, PHP 스크립트 언어와 상호 연동이 잘된다

(나) Business Logic Layer



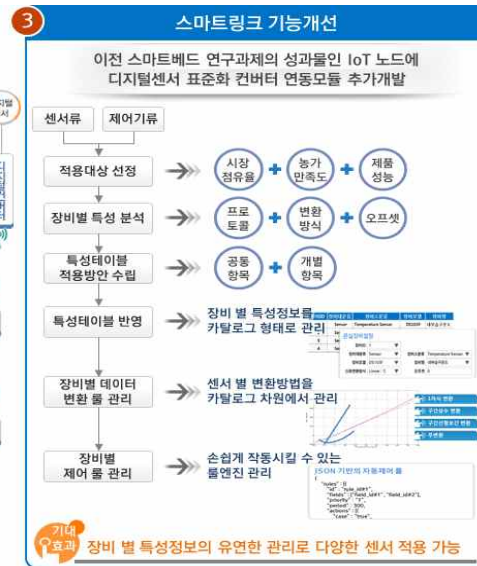
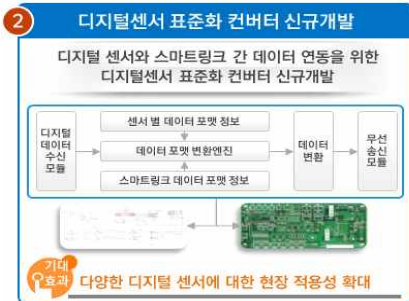
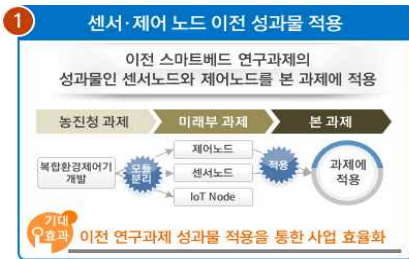
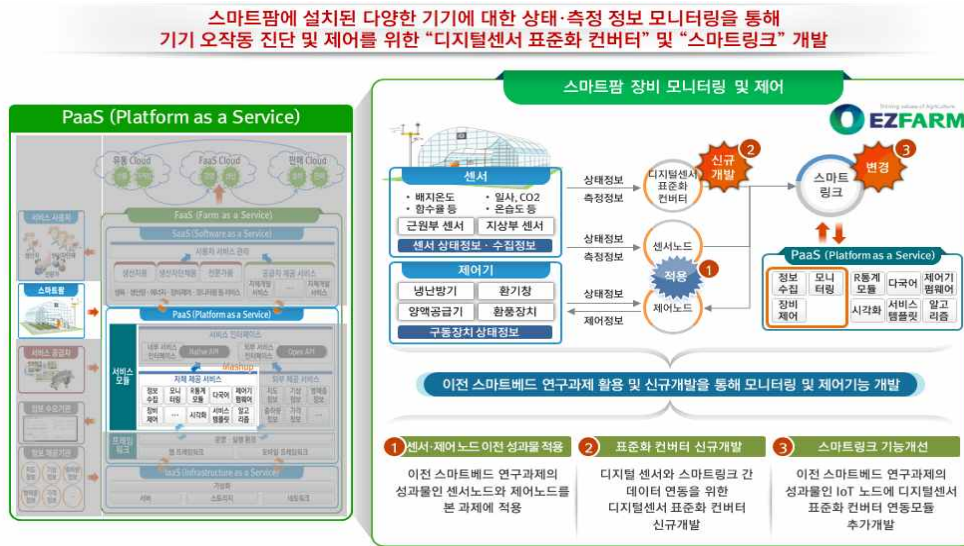
< GOS(온실 운영 시스템)와 GCG(온실 통합 제어기)의 상세 구성도 >

① GOS(온실 운영 시스템)와 GCG(온실 통합 제어기)의 상세 구성도

GOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>① libtp3 : 온실통합제어기(GCG)와 TTA3 데이터 패킷을 이용하여 센서 정보와 구동기 정보를 전달 받고 구동 명령을 전달 한다</li> <li>② Dummy algorithm : 설정 온도를 기준으로 환기창과 난방기를 제어하는 알고리즘</li> <li>③ UI Interface : web으로 부터 전달된 명령을 온실운영시스템으로 전달하고 정보를 데이터베이스를 통해 UI로 전달한다.</li> <li>④ data manager : 데이터베이스를 관리 한다</li> </ul>
GCG	<ul style="list-style-type: none"> <li>① libtp1 : TTA1이 적용된 센서 노드로 부터 센서 정보와 데이터를 수집한다</li> <li>② libtp2 : TTA2가 적용된 구동기 노드의 상태 정보를 전송 받고 구동기를 제어 한다</li> <li>③ libtp3 : TTA1, TTA2로 부터 수집된 정보를 온실운영시스템(GOS)로 TTA3 데이터 패킷을 전달하고 온실운영시스템(GOS)에서 전달된 구동 명령을 구동기 노드로 전달 한다</li> </ul>
libtp3 (TTA 표준 적용)	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 온실운영시스템(GOS)과 온실통합제어기(GCG) 사이의 통신규약 라이브러리</li> <li>② ttap3_base : TTA P3 메세지 구조를 처리할 수 있는 데이터 타입, 상수 및 함수를 정의한다.</li> <li>③ ttap3_util : libtp3 라이브러리에서 사용할 유틸리티 함수 및 관련 데이터 타입을 정의한다.</li> <li>④ ttap3_process : TTA P3 메세지 처리를 위한 콜백 함수 관련 데이터 타입 및 함수를 정의한다.</li> <li>⑤ ttap3_gcg : 온실통합제어기에서 사용할 API를 정의한다.</li> <li>⑥ ttap3_gos : 온실운영시스템에서 사용할 API를 정의한다.</li> </ul>

# 사. 이전 연구과제인 온실통합제어기와 연계한 DD컨버터 설계

## (1) 개요



< 이전 연구과제인 온실통합제어기와 연계한 DD컨버터 개요도 >

## (2) DD컨버터 제어를 위한 스마트링크 SW 설계

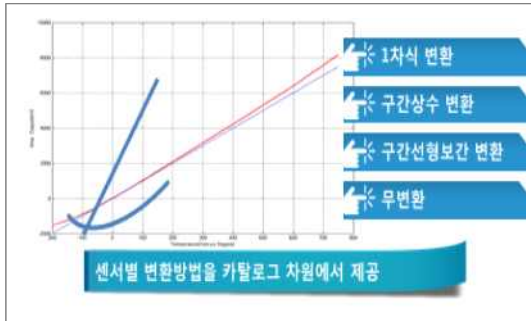
장비ID	장비대분류	장비소분류	장비모델	장비명
1	Sensor	Temperature Sensor	DS103F	내부습구온도
2	Sensor	Radiation Sensor	D56450	일사
3	<b>온실장비설정</b>			
4	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>장비ID 1</div> <div>장비대분류 Sensor</div> <div>장비소분류 Temperature Sensor</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> <div>장비모델 DS103F</div> <div>장비명 내부습구온도</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> <div>신호변환방식 Linear: °C</div> <div>오프셋 0</div> </div>			

개별장비에 대한 상세정보를 카탈로그 형태로 관리

- 스마트링크 내부에 개별 장비에 대한 세부정보를 카탈로그 형태로 관리함으로써 장비 추가 및 변경에 대한 유연한 확장성 보장

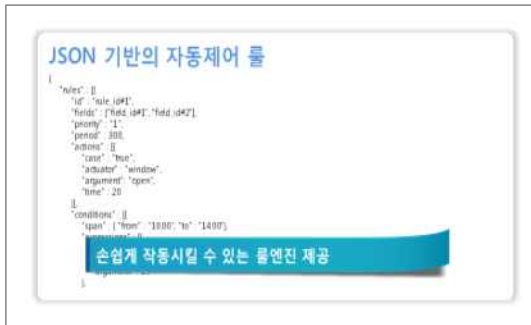
< 온실에 설치된 장비별 카탈로그 관리 >





- 개별 장비에서 발생하는 신호에 대해 다양한 형태의 변환기술 적용 및 장비별 오프셋 설정을 통해 유효한 값을 추출

< 온실에 설치된 장비별 데이터 변환 기능 >



- JSON 기반의 자동제어 룰을 적용함으로써 누구나 손쉽게 장비를 제어할 수 있는 룰엔진 개발

< JSON 기반의 자동제어 룰 엔진 >

(3) 스마트링크 & FaaS 클라우드 간 펌웨어 자동 동기화



- FaaS 클라우드에서는 스마트링크에 대한 기기별 펌웨어를 관리하며, 펌웨어가 업데이트 될 경우 기기별로 자동 동기화를 수행하여 스마트링크에 대한 관리 효율성 제고
- LoRa 통신의 특성을 고려하여 최소한의 데이터만 송수신
- 온실별로 설치된 장비에 대한 카탈로그 관리 및 장비별 설치버전을 관리
- 현재 온실에 설치된 버전과 FaaS에 등록된 버전이 다를 경우 해당 장비에 대한 펌웨어 자동 동기화

< 스마트링크 펌웨어 자동 동기화 >

(4) DD컨버터 제어를 위한 스마트링크 S/W 설계

(가) DD컨버터 제어를 위한 스마트링크 S/W 기능 설명서

1차 기능	2차 기능	3차 기능	상세설명
DD컨버터 제어	장비카탈로그 관리	장비카탈로그 정보 관리	농장에 설치하는 각 장비들에 대한 카탈로그 정보를 관리한다
	데이터 변환	데이터 변환정보 및 오프셋 정보 입력	농장의 각 장비에 대한 다양한 변환식 및 장비별 오프셋 설정을 관리한다
		데이터 변환	농장의 각 장비의 측정정보에 다양한 형태의 변환식 및 장비별 오프셋 설정을 통해 유효한 정보로 변환
	장비별 제어를 관리	장비별 제어를 관리	농장의 각 장비에 대한 제어를 정보를 관리한다



(5) 자동제어를 인터페이스 규약

이름	설명	
id	자동제어를 id	
filed_id	농장구역 id	
priority	자동제어를 우선순위	
period	자동제어를 작동주기	
action group (자동제어를 작동방법정보 그룹)	case	자동제어를 작동여부(true/false)
	actuator_id	자동제어를 id
	argument	제어동작 구분(열림, 닫힘)
	time	구동기 작동시간
condition group (자동제어를 작동조건 정보그룹)	spqn	자동제어를 작동기간
	sensor_id	자동제어를 적용 센서 id
	operator	연산자( > , < , <=, >=, !=)
	argumnet	자동제어를 작동측정값

(6) DD컨버터 제어를 위한 스마트링크 S/W (장비 카탈로그 및 변환식 관리)

모니터링정보

- > 장비상태정보
- > 센서수집정보
- > 장비제어정보
- > 장비오작동정보
- > **생략정보**

온실설치장비

홈 > 모니터링정보 > 생략정보

농장명 선택

온실명 선택

조회

온실설치장비

온실설치장비

전체조회건수: 11건 \* 페이지당 건수: 10건

선택	장비ID	장비종류(대분류)	장비종류(소분류)	장비명(모델명)	이름	장비상태	동작/중지
<input checked="" type="checkbox"/>	50	actuator	dc motor	DCMOTOR	1번과속창	activated	<input checked="" type="radio"/> 동작 <input type="radio"/> 중지
<input type="checkbox"/>	51	actuator	dc motor	DCMOTOR	2번과속창	activated	<input type="radio"/> 동작 <input type="radio"/> 중지
<input type="checkbox"/>	52	actuator	dc motor	DCMOTOR	3번과속창	activated	<input type="radio"/> 동작 <input type="radio"/> 중지
<input type="checkbox"/>	53	actuator	fan	Fan100	1번팬	activated	<input type="radio"/> 동작 <input type="radio"/> 중지
<input type="checkbox"/>	54	actuator	fan	Fan100	2번팬	activated	<input type="radio"/> 동작 <input type="radio"/> 중지
<input type="checkbox"/>	8	sensor	temperature sensor	DS103F	외부온도	activated	<input type="radio"/> 동작 <input type="radio"/> 중지
<input type="checkbox"/>	9	sensor	temperature sensor	DS103F	내부건구온도	activated	<input type="radio"/> 동작 <input type="radio"/> 중지
<input type="checkbox"/>	10	sensor	temperature sensor	DS103F	내부습구온도	activated	<input type="radio"/> 동작 <input type="radio"/> 중지
<input type="checkbox"/>	11	sensor	radiation sensor	DS6450	일사	activated	<input type="radio"/> 동작 <input type="radio"/> 중지
<input type="checkbox"/>	12	sensor	wind direction sensor	DS7911	풍향	activated	<input type="radio"/> 동작 <input type="radio"/> 중지

1
2

온실장비정보

장비설정정보  
입력화면

1 2

저장

삭제

장비대분류	<span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">actuator</span>	장비소분류	<span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">dc motor</span>	장비모델	<span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">DCMOTOR</span>
장비Node	<span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">ACTUATOR_NODE_0</span>	장비ID	<span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">50</span>		
장비명	<span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">1번과속창</span>				

## 아. 스마트 팜용 프라이빗 클라우드

### (1) 테스트용 프라이빗 클라우드 구축

#### (가) 배경

##### ① 클라우드 컴퓨팅의 정의

클라우드 컴퓨팅에 대한 정의는 매우 다양하게 나타난다. 아래의 표는 다양한 클라우드의 정의를 보여준다.

출처	정의
가트너	인터넷 기술을 활용하여 확장 가능하고 탄력적인 IT 자원들을 서비스로 제공하는 컴퓨팅 스타일
위키피디아	개인이 가진 단말기를 통해서 주로 입/출력 작업만 이루어지고, 정보분석 및 처리, 저장, 관리, 유통 등의 작업은 클라우드라고 불리는 제3의 공간에서 이루어지는 컴퓨팅 시스템 형태라고 할 수 있다.
포레스터 리서치	서비스, 소프트웨어, 인프라 등 표준화된 IT 기반 기능들을 인터넷 표준 기능을 통해 사용량 기반의 과급과 셀프 서비스 형식으로 제공해 주는 서비스
클라우드 발전법	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. “클라우드 컴퓨팅”(Cloud Computing)이란 집적·공유된 정보통신기기, 정보통신설비, 소프트웨어 등 정보통신자원(이하 “정보통신자원”이라 한다)을 이용자의 요구나 수요 변화에 따라 정보통신망을 통하여 신축적으로 이용할 수 있도록 하는 정보처리체계를 말한다.</li> <li>2. “클라우드컴퓨팅기술”이란 클라우드컴퓨팅의 구축 및 이용에 관한 정보통신기술로서 가상화 기술, 분산처리 기술 등 대통령령으로 정하는 것을 말한다.</li> <li>3. “클라우드컴퓨팅서비스”란 클라우드컴퓨팅을 활용하여 상용(商用)으로 타인에게 정보통신자원을 제공하는 서비스로서 대통령령으로 정하는 것을 말한다.</li> <li>4. “이용자 정보”란 클라우드 컴퓨팅서비스 이용자(이하 “이용자”라 한다)가 클라우드 컴퓨팅서비스를 이용하여 클라우드 컴퓨팅서비스를 제공하는 자(이하 “클라우드 컴퓨팅서비스 제공자”라 한다)의 정보통신자원에 저장하는 정보(「국가정보화 기본법」 제3조제1호에 따른 정보를 말한다)로서 이용자가 소유 또는 관리하는 정보를 말한다.</li> </ol>

#### < 클라우드 정의 >

각각의 정의에 포함된 공통적인 부분을 살펴보면 클라우드 컴퓨팅이란 표준 기능을 통해서 IT자원들을 탄력적으로 제공할 수 있는 서비스라고 할 수 있다.

## ② 클라우드의 구분

클라우드는 크게 서비스 모델에 의한 구분과 배치 모델에 의한 구분이 나뉘어진다. 서비스 모델에 의한 구분은 IaaS (Infrastructure-as-a-Service), PaaS(Platform-as-a-Service), SaaS (Software-as-a-Service)로 나뉜다.

구분	내용
IaaS	서버, 스토리지, 네트워크, 보안 같은 IT 자원을 네트워크를 통해 제공하는 서비스 형태
PaaS	응용 소프트웨어를 개발하기 위한 환경(OS, 언어, 도구, 미들웨어 등등)을 제공하는 서비스 형태
SaaS	서비스 제공자가 네트워크를 통해 사용자에게 적합한 응용 소프트웨어를 제공하는 서비스 형태

### < 클라우드 서비스 모델 >

배치 모델에 의한 구분은 퍼블릭 클라우드, 프라이빗 클라우드, 커뮤니티 클라우드, 하이브리드 클라우드의 4가지로 나뉜다. 이용 대상을 제한하지 않고 서비스를 제공하는 클라우드를 퍼블릭 클라우드라 하고, 아마존이 대표적인 기업이고, 국내에서는 KT가 퍼블릭 클라우드 서비스를 하고 있다. 프라이빗 클라우드는 기업 혹은 단체에서 제한된 내부 사용자를 대상으로 제공하는 클라우드 서비스를 지칭한다. 그리고, 이 두 가지 형태를 동시에 사용하는 방식을 하이브리드 클라우드라고 한다. 커뮤니티 클라우드는 공통의 관심사를 갖는 조직을 대상으로 하는데 프라이빗 클라우드보다는 조금 큰 범위로 대기업이 계열사를 통합하여 클라우드 서비스를 제공한다면 커뮤니티 클라우드라 할 만하다.

## ③ 프라이빗 클라우드 서비스

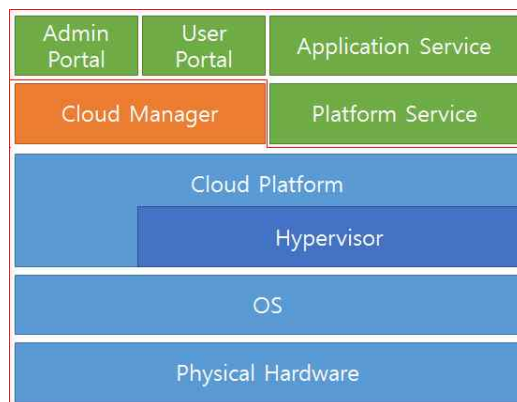
프라이빗 클라우드 서비스와 퍼블릭 클라우드 서비스에서 제공하는 서비스 유형은 클라우드 인프라에 대한 운영의 책임을 누가 갖느냐와 관련되어 있다. 퍼블릭 클라우드 서비스에서는 퍼블릭 클라우드 사업자가 인프라의 운영에 대한 책임을 갖는다. 하지만 프라이빗 클라우드 서비스에서는 응용 서비스의 제공자가 인프라의 운영에 대한 책임까지를 담당한다. 따라서 프라이빗 클라우드는 퍼블릭 클라우드에서 제공하는 클라우드 인프라 서비스 영역을 포함하고 응용 소프트웨어를 위한 클라우드 서비스 활용 영역까지를 포함한다.

클라우드 인프라 서비스 영역이란 클라우드 서비스를 제공하는데 필요한 물리적인 하드웨어와 가상화 소프트웨어, 클라우드 플랫폼, 클라우드 포털을 포함한다. 클라우드 서비스 활용 영역이란 클라우드 인프라 서비스 영역에서 제공하는 가상머신 서비스, 스토리지 서비스 등을 활용하여 플랫폼 서비스 혹은 어플리케이션 서비스를 제공하는 영역이다.

(나) 스마트 팜용 프라이빗 클라우드의 설계

① 프라이빗 클라우드의 구성

프라이빗 클라우드를 구성하기 위해서 클라우드 인프라 서비스 영역과 클라우드 서비스 활용 영역을 도식화 하면 다음과 같다. 주황색과 파란색으로 되어 있는 영역이 클라우드 인프라 서비스 영역이고, 나머지 녹색으로 되어 있는 영역이 클라우드 서비스 활용 영역에 해당한다. 클라우드 인프라 서비스 영역은 물리적인 하드웨어, 하드웨어를 운영하는 운영시스템, 가상화를 제공하는 하이퍼바이저와 클라우드 플랫폼 소프트웨어, 그리고 클라우드 관리 소프트웨어를 포함한다. 클라우드 관리 소프트웨어는 경우에 따라 클라우드 플랫폼에 포함되기도 하지만 별도의 시스템으로 분리하여 관리자 포털과 사용자 포털을 지원하기도 한다. 본 연구팀의 연구 주제인 클라우드 모니터링 및 관리시스템에서 주요하게 다루게 될 부분이기도 하다. 클라우드 서비스 활용영역은 클라우드에서 제공하는 플랫폼 서비스 혹은 응용 서비스와 클라우드의 관리를 위한 관리자 포털, 클라우드 사용자의 셀프서비스를 위한 사용자 포털로 구성된다. 클라우드 관리자 포털과 클라우드 사용자 포털의 경우 클라우드 인프라 서비스 영역으로 포함되기도 하지만 실제로 사용자가 활용하는 응용서비스에 가깝기 때문에 서비스 활용 영역으로 간주하는 것이 타당하다고 판단된다.



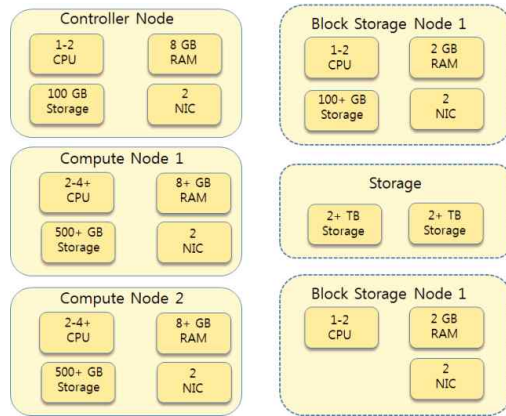
< 프라이빗 클라우드의 구성 >

스마트 팜용 프라이빗 클라우드를 설계하기 위해서는 각각의 구성요소에 대한 설계가 필요하다. 하지만, 본 연구팀의 연구과제는 스마트 팜용 프라이빗 클라우드 전체를 구성하고 개발하는 것이 아니라 스마트 팜용 클라우드 구성을 위해 필요한 클라우드 모니터링 툴 및 관리 시스템을 개발하는 것이기 때문에 이에 적합한 형태로 테스트용 프라이빗 클라우드를 설계 및 구축하였다.

② 물리적 하드웨어 및 운영체제

클라우드 인프라를 구축하기 위에 필요한 물리적 하드웨어를 구축하기 위해서는 사용할 서버의 계산능력, 디스크 및 메모리 용량, 네트워크의 구성을 검토하고, 서버를 구

축할 데이터센터의 장소 등을 검토하여야 한다. 하지만, 과제 제안 시 물리적 하드웨어는 이전 과제에서 구축하였던 장비를 활용하기로 하여, 물리적 하드웨어에 대한 검토는 별도로 수행하지 않았고, 기본적인 수준의 물리적 하드웨어 요구사항을 수립하였다.



< 물리적 하드웨어 구성 요구사항 >

테스트용 프라이빗 클라우드의 물리적 하드웨어에 설치 가능한 운영체제는 리눅스와 윈도우이다. 리눅스 운영체제는 종류별로 RedHat, SUSE, Debian, FreeBSD 등이고, 각각 버전별, 라이선스별, CPU별로 구분된다. 윈도우 운영체제는 종류는 한가지이지만 역시 버전별, 라이선스별, CPU별로 구분된다. 프라이빗 클라우드 구축 시 필수적으로 검토해야할 사항이 운영체제의 라이선스 체계와 유지보수 지원이다. 윈도우 서버의 경우 일반적으로 라이선스비용이 높아 연구과제용으로는 적합하지 않다. 리눅스 서버의 라이선스도 모두 무료는 아니지만 Ubuntu나 CentOS 등의 경우 충분히 안정적이며 무료이기 때문에 사용할만 하다. 본 연구팀에서는 Ubuntu 16.04 LTS 버전을 사용하였다.

### ③ 하이퍼바이저

서버 가상화에 사용되는 가상화 소프트웨어를 하이퍼바이저라 한다. 최근 들어 컨테이너 기술이 각광을 받고 있기는 하지만 현재까지는 가상화를 위해 하이퍼바이저를 사용하는 것이 일반적이다. 하이퍼바이저로는 Bochs, QEMU, VMware, KVM, Xen 등이 있는데, 지원하는 기술적인 특성뿐만 아니라 가격이나 성능에도 차이가 있다.



Bochs는 x86 컴퓨터 시뮬레이터로 x86, PowerPC, Alpha, SPARC 등을 포함한 다양한 플랫폼에서 실행되며, 프로세서뿐만 아니라 키보드, 마우스 등 여러 다른 주변기기를 포함해 전체 시스템을 시뮬레이션 하는 특징이 있다. QEMU는 전체 시스템 에뮬레이션 모드와 사용자 모드 에뮬레이션모드를 지원한다. 전체 시스템 에뮬레이션 모드는 Bochs와 비슷하며, 동적변환 기능으로 속도가 빨라 다른 OS등을 설치할 수 있다. 사용자 모드 에뮬레이션은 리눅스에서만 사용할 수 있으며 이 모드에서는 다른 아키텍처용 바이너리도 지원한다. VMware는 전가상화를 이용하여 만든 상용솔루션으로 하이퍼바이저가 추상레이어로 게스트OS와 하드웨어 사이에 위치하는데, 이러한 추상 레이어 덕분에 게스트OS들이 실제 하드웨어를 사용하는 것처럼 동작하여 OS 수정 없이 설치 및 사용이 가능한 것이 특징이다. KVM은 리눅스 커널 2.6.20부터 등장하여 최근

에는 리눅스 커널에 기본적으로 탑재되어 배포되고 있다. 전가상화방식의 솔루션이며 단일 PC혹은 서버에서 동일한 유형의 여러 OS를 설치 및 운영할 수 있다. Xen은 반가상화 방식을 이용한 오픈소스솔루션으로, 반가상화이기 때문에 OS의 커널을 수정해야 사용할 수 있지만 성능은 실제 단일 시스템으로 구성된 것만큼 우수하다. 과거에 많이 사용되었으나 최근에는 사용이 주춤하고 있다.


본 연구팀은 이전 과제에서 Xen 가상화 구축기반 기술의 XenServer를 클라우드 구축을 위해 활용하였으나 XenServer가 유료화 되어 연구용으로는 활용하기 어렵기 때문에, QEMU 하이퍼바이저를 사용하기로 하였다.

#### ④ 클라우드 플랫폼

클라우드 서비스에서 가장 중요한 소프트웨어는 클라우드 플랫폼이다. 클라우드 플랫폼이란 클라우드 환경을 구축하고 운영할 수 있도록 필요한 구성 요소들을 제공하는 소프트웨어 묶음을 지칭한다. 클라우드 플랫폼은 클라우드 서비스 구성 및 운영을 위한 다수의 서비스 컴포넌트들로 구성되는데, 클라우드를 관리하기 위한 컨트롤러 서비스, 하이퍼바이저를 이용하여 가상서버를 제공하기 위한 컴퓨트 서비스, 스토리지 제공을 위한 스토리지 서비스, 네트워크 서비스를 위한 네트워킹 서비스 등이 이에 해당한다. 대표적인 클라우드 플랫폼은 클라우드 스택, 유칼립투스, 오픈 스택의 3가지이다.

플랫폼 로고	설명
	<p>클라우드 스택은 데이터센터 컴퓨팅 리소스를 관리하기 위한 콘솔이다. 징가(Zynga), 노키아 리서치 센터(Nokia Research Center) 및 클라우드 센트럴(Cloud Central)과 같은 잘 알려진 정보 기반 업체들이 클라우드스택을 사용한 클라우드를 도입했다. 클라우드스택 플랫폼은 자체 API를 보유하고 있지만, 그 외에도 클라우드브리지 아마존 EC2를 지원하므로 아마존 API를 클라우드스택 API로 변환할 수 있다.</p>
	<p>소니, 퓨마, 나사, 트렌드 마이크로를 비롯한 많은 기업들이 유칼립투스를 사용해 프라이빗 클라우드를 구축했다. 유칼립투스는 무료 버전과 상용 버전으로 나뉜다. 물론 상용 버전이 훨씬 더 다양한 기능을 제공한다. 이 플랫폼의 뛰어난 편의성을 가능하게 해주는 커다란 장점 가운데 하나는 유칼립투스 API가 아마존 API와 완벽하게 호환된다는 점이다. 따라서 아마존 API를 기반으로 하는 모든 스크립트와 소프트웨어 제품을 손쉽게 프라이빗 클라우드에 사용할 수 있다.</p>



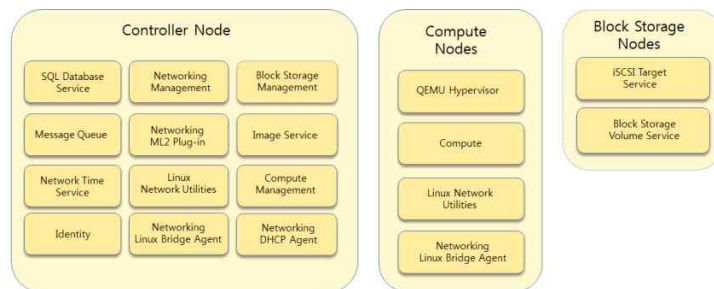
	<p>클라우드 배포를 위한 오픈소스 플랫폼이다. 이 프로젝트에는 세 가지 제품이 포함되는데, 노바(Nova: 아마존 EC2에 해당), 스윙프트 (Swift: 아마존 S3에 해당), 그리고 글렌스(Glance: 가상 디스크 이미지를 위한 검색, 등록, 전달 서비스를 제공하는 API 서버)다. 테스트에는 노바만 사용했지만 확장 가능한 페타바이트급 데이터 오브젝트 스토리지를 제공하는 스윙프트에도 관심을 가질 만하다. 전문가 커뮤니티에서 인기가 많고 시스코, 델, 나사, 인텔, AMD, 시트릭스, 랙스페이스, 라이트스케일과 같은 기업들의 지지를 받고 있다. 이 제품의 코어는 나사가 개발한 것이다.</p>
---	---

< 클라우드 플랫폼 비교 >

프라이빗 클라우드를 구성하는데 있어 물리적 하드웨어에 대한 의존성이 적은 것이 매우 중요하다. 따라서 선택하고자 하는 클라우드 플랫폼을 지원하는 벤더 수가 중요한 선택의 기준이 된다. 최근 오픈소스 참여 벤더의 수는 오픈스택이 월등히 높은데다 개발도 활발하게 이루어지고 있어, 오픈 스택을 구축하고자 하는 프라이빗 클라우드의 클라우드 플랫폼으로 채택하였다.

⑥ 클라우드 플랫폼의 레이아웃

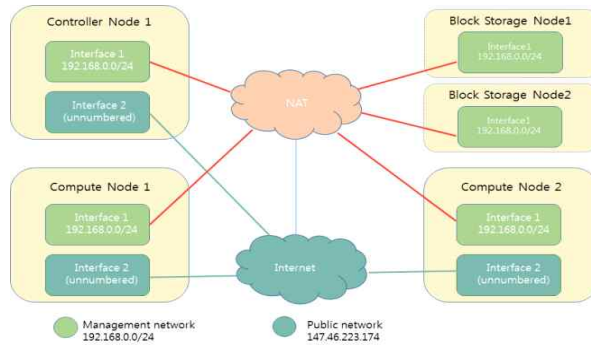
오픈스택의 기본 구조는 컨트롤러 노드와 컴퓨트 노드로 구성된다. 여기에 스토리지 노드와 네트워크 노드를 추가하여 구성할 수 있다. 스토리지 노드를 구성하지 않는 경우에는 컴퓨트 노드에 설치된 하드 디스크를 직접 활용할 수 있다.



< 프라이빗 클라우드 플랫폼 레이아웃 설계 >

컨트롤러 노드는 이미지 서비스, 컴퓨트 노드 제어, 네트워킹 제어, 인증, 대시보드, 데이터베이스와 메시지 큐, NTP 서버와 같은 클라우드 제어와 운영을 위한 서비스를 제공한다. 컨트롤러 노드를 단일 노드로 구성하는 것이 가능하긴 하지만 컨트롤러 노드가 단일 장애점이 될 수 있기 때문에 HA 구성을 하는 것이 좋다. 다만 본 연구에서 구성하는 프라이빗 클라우드는 테스트용이기 때문에 단일 컨트롤러를 사용한다. 네트워크 노드는 별도로 구성할 수도 있고 컨트롤러 노드에 통합될 수도 있다. 네트워크 노드가 제공하는 다양한 고급 네트워크 기능을 사용하기 위해 네트워크 노드를 구성하고, 단일 장애점 이슈와 성능 이슈 때문에 노드를 분산시키기도 한다. 본 연구에

서는 네트워크 노드를 컨트롤러 노드에 통합하였다.



< 프라이빗 클라우드 네트워크 구성 설계 >

컴퓨터 노드는 가상화를 지원하는 하이퍼바이저를 핸들링하는 서비스이다. 가상 머신의 라이프사이클(생성, 폐기, 스케줄링 등)을 관리한다. 별도의 컨트롤러 노드와 별도로 구성되는 것이 일반적이며, 가장 많은 하드웨어로 구성된다. 설계 구성도에는 2개로 표시되어 있지만 실제로는 8대의 블레이드형 서버에 설치되었다.

다음은 테스트용 프라이빗 클라우드 구축에 사용된 하드웨어의 스펙으로, 랙형 서버 3대, 블레이드형 서버 8대로 구성되었다. 테스트 프라이빗 클라우드 데이터 센터는 서울대학교 바이오시스템공학과 실험실에 구축하였다.

CPU	Intel(R) Xeon(R) Processor E3-1220
NIC	One Broadcom 5716 dual-port Gigabit Ethernet
RAM	16GB 메모리 (2X8GB) 1333MHz 듀얼 랭크 LV UDIMM(1 프로세서)
HDD	500GB 3.5-inch 7.2K RPM SATA II Hard Drive - Non Hotplug
ODD	8x SATA slim DVD-ROM Drive

< 랙형 서버의 스펙 >

CPU	인텔®코어™i7-3770 프로세서
M/B	Intel®Q77 Express Chipset
RAM	16GB 2133MHz DDR3 메모리 Non-ECC
HDD	500GB x 2 3.5인치 직렬 ATA(7,200Rpm) 하드 드라이브
NIC	Integrated Intel(R) 82579LM Gigabit Ethernet LAN 10/100/1000

< 블레이드형 서버의 스펙 >

#### ⑦ 테스트용 프라이빗 클라우드 구축

오픈스택을 활용하여 향후 스마트 팜용 클라우드를 위한 모니터링 및 관리 시스템을 개발하기 위한 테스트용 프라이빗 클라우드를 구축하였다. 클라우드 플랫폼 컴포넌트로 컴퓨터 서비스를 담당하는 노바(nova), 이미지 서비스를 담당하는 글랜스(glance), 네트워크 서비스를 담당하는 뉴트론(neutron), 아이덴티티 서비스를 담당하는 키스톤(keystone) 이 설치되었다.

```
ebio@ebioctrl:~$ openstack service list
```

ID	Name	Type
423f6156beb2412e8f6d447d4e302d5f	nova	compute
4c748275e8e044829cfbf78536aa0d65	keystone	identity
a3e35037cc414c00b055a120cce3b97f	glance	image
ba9cf9fa783b4624806974175bb3b77e	neutron	network

< 프라이빗 클라우드 서비스 컴포넌트 >

테스트용 프라이빗 클라우드의 사용자는 각 서비스의 대표 사용자와 admin, 그리고 본 과제를 위한 사용자인 ebio로 구성하였다.

```
ebio@ebioctrl:~$ openstack user list
```

ID	Name
243e79f86718462e82e24456ca8296fb	glance
59998556f6f94cb5bd8c5e7d67c38709	neutron
5b29d02e2e57443a894f56fbd6b970fd	nova
7e38f767bc694e2aa8b7c55975c23bd8	ebio
8b883f08c8774845b2068f1ad46ce3d2	admin

< 프라이빗 클라우드 사용자 리스트 >

이미지 서비스인 글랜스에는 오픈스택 테스트용 OS인 cirros 와 본 과제에서 연구개발을 위해 사용할 OS 인 ubuntu 16.04 LTS의 이미지를 준비하였다.

```
ebio@ebioctrl:~$ openstack image list
```

ID	Name	Status
b6404ecf-12f2-4918-b54e-2e57aab906ff	ubuntu	active
47bfc63f-7f59-42b4-9688-e3e838c72af6	cirros	active

< 프라이빗 클라우드에서 사용할 이미지 >

네트워크의 경우 네트워크 설계에서 반영한대로 내부적으로 192.168.10.0/24 대역을 구성하였다.

```
ebio@ebioctrl:~$ openstack subnet list
```

ID	Name	Network	Subnet
c24065cf-4f23-4872-ac1f-ccc08e02e347	provider	3d3de16d-ab37-4a5f-ad1a-8e6ff7282636	192.168.10.0/24

< 프라이빗 클라우드의 네트워크 >

과제 수행을 위해 aiproject라는 프로젝트를 생성하고, 해당 프로젝트의 가상서버들을 관리할 리전을 RegionAI 라는 명칭으로 생성하였다.

```
ebio@ebioctrl:~$ openstack project list
```

ID	Name
37d605f34bad4b659a7d71e63a98f196	aiproject
e99716685b7c4911ad2ef1e688933ba8	admin

```
ebio@ebioctrl:~$ openstack region list
```

Region	Parent Region	Description
RegionAI	None	

< 프라이빗 클라우드 프로젝트와 리전 >

과제를 위해 준비한 프로젝트와 리전에 2대의 가상서버 인스턴스를 글래스에서 제공하는 서로 다른 운영체제의 이미지로 생성하고, 그 결과를 확인하였다.

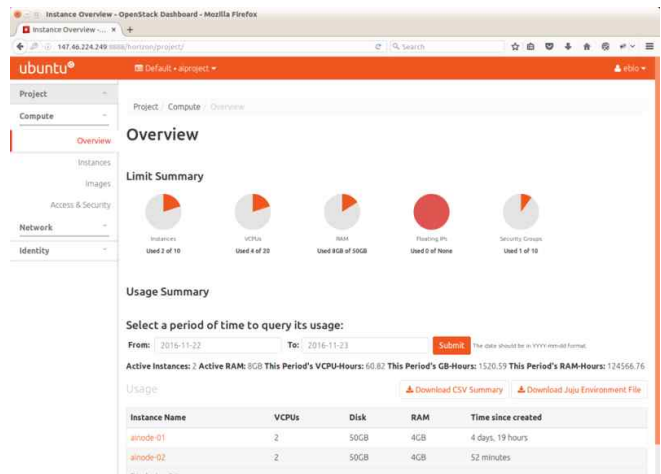
```

eblo@ebloctrl:~$ openstack server list
+-----+-----+-----+-----+-----+
| ID | Name | Status | Networks | Image Name |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| bef43e51-cc0a-48cd-b655-69fa74136a3e | atnode-01 | ACTIVE | provider=192.168.10.108 | cirros |
| bef43e51-cc0a-48cd-b655-69fa74136a3e | atnode-02 | ACTIVE | provider=192.168.10.104 | ubuntu |
+-----+-----+-----+-----+-----+
eblo@ebloctrl:~$ openstack server show atnode-02
+-----+-----+
| Field | Value |
+-----+-----+
| OS-DCF:diskConfig | AUTO |
| OS-EXT-AZ:availability_zone | nova |
| OS-EXT-STS:power_state | Running |
| OS-EXT-STS:task_state | None |
| OS-EXT-STS:vm_state | active |
| OS-SRV-USG:launched_at | 2016-11-23T04:39:38.000000 |
| OS-SRV-USG:terminated_at | None |
| accessIPv4 | |
| accessIPv6 | |
| addresses | provider=192.168.10.104 |
| config_drive | |
| created | 2016-11-23T04:38:54Z |
| flavor | atFlavor (cad74f2a-34db-4c45-a688-6ec06c5989b1) |
| hostid | a43bdc1ca834ba21b08f665b95b6d22806ff7b827476bde016126b |
| id | bef43e51-cc0a-48cd-b655-69fa74136a3e |
| image | ubuntu (b6404ecf-12f2-4918-b54e-2e57aab906ff) |
| key_name | atkey |
| name | atnode-02 |
| os-extended-volumes:volumes_attached | [] |
| progress | 0 |
| project_id | 37d605f34bad4b659a7d71e63a98f196 |
| properties | |
| security_groups | [[{'name': 'u'default'}]] |
| status | ACTIVE |
| updated | 2016-11-23T04:39:39Z |
| user_id | 7e38f767bc694e2aa8b7c55975c23bd8 |
+-----+-----+

```

< 프라이빗 클라우드 인스턴스 >

오픈스택의 대시보드 서비스인 호라이즌(Horizon)은 웹을 통해 사용자나 관리자가 오픈스택의 자원과 서비스를 이용할 수 있도록 사용자 인터페이스를 제공하는 서비스이다. 이 서비스를 이용하여 구축된 테스트용 프라이빗 클라우드를 확인하면 다음과 같은 화면을 볼 수 있다. 구축된 테스트용 프라이빗 클라우드에서 동작하고 있는 인스턴스는 2개이며 각각 2개의 가상CPU와 50GB의 디스크공간, 4G의 메모리를 할당받아서 사용하고 있음을 알 수 있다.



< 프라이빗 클라우드 대시보드 >

오픈스택에서 제공하는 호라이즌을 이용하면 기본적인 클라우드 운영은 가능하다. 그러나 서비스 카탈로그 기능, 사용자 관리기능 등이 부족하기 때문에 추가적인 개발을 통해 클라우드 포털을 개발해야 한다.

## 자. 농업 공공데이터 수집 연구

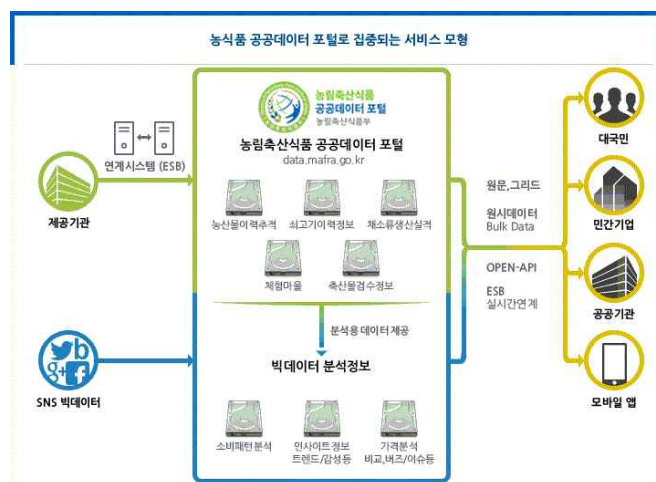
### (1) 농업 공공데이터 조사

#### (가) 현황

##### ① 농업 공공데이터 포털

농림축산식품 공공데이터 포털(이하 “포털”)에서 농업 분야의 공공데이터를 제공하고 있다. 농림축산식품부 관련기관으로부터 수집한 공공데이터를 민간에서 활용할 수 있도록 포털을 통해 서비스하고 있다. 포털은 개방된 농림축산식품 분야의 공공데이터를 수집 - 저장 - 분석을 통해 공동 활용 관리 체계를 제공하는 시스템이다. 또한, 빅데이터 분석을 통해 소비자 패턴별 정보를 제공하여 수요자 중심의 맞춤형 농림축산식품 구매정보 서비스를 구현하여 제공하고 있다.

포털은 ‘공공데이터’, ‘분석데이터’, ‘활용 분석 서비스’ 로 구성되어 있다. ‘공공데이터’는 농림축산식품부에서 제공하는 공공데이터를 그리드형태, 엑셀, 한글, txt문서 등의 파일 다운로드 형태, 링크형태, 오픈API, 원시데이터의 형태로 제공하고 있다. ‘분석데이터’는 ‘공공데이터’에서 제공하고 있는 데이터를 분석, 가공하여 제공하는 서비스로 농수축산물 품목별 소셜미디어 언급추이, 농수축산물 품목별 소셜미디어 연관어, 농식품 주제어별 소셜미디어 언급추이, 농식품 주제어별 소셜미디어 연관어, 소비자 유형별 선호 메뉴, 소비자 유형별 선호 농산물, 소비자 유형별 농수축산물 품목별 소비량, 지자체 농수축산물 물가조사를 서비스하고 있다. 마지막으로 ‘활용 분석 서비스’는 포털에서 가장 많이 활용되는 가격정보와 품목정보를 중심으로 정보를 편집하여 제공하고 있으며 농식품 가격동향, 소비자유형별 구매분석, 농식품 인사이트를 서비스 하고 있다.



<농식품 공공데이터 포털 서비스 모형>

##### ② 농업 공공데이터 통계

농업 공공데이터는 농산, 축산, 유통 등 16개 분류별로 구분되어 제공되고 있으며 Grid, LINK, FILE, OpenAPI, Raw Data, MAP, CHART 등 다양한 형식으로 제공되고 있다.

구분	Grid	LINK	FILE	OpenAPI	Raw Data	MAP	CHART	계
농촌복지	47	4	23	47	25	3	8	157
말산업	11	2	1	11	4	1	0	30
교육	12	9	16	12	3	2	1	55
식품산업	18	2	11	18	17	0	5	71
농산	20	19	20	20	19	0	14	112
축산	16	1	3	16	9	0	9	54
시설장비	6	1	2	6	6	0	0	21
농수축산	2	0	2	16	2	0	2	24
농지용수	13	0	5	14	13	0	8	53
품질관리	20	17	7	20	1	3	0	68
산림	1	11	12	1	0	0	0	25
검역	10	4	9	10	9	2	0	44
농업정책	1	0	1	1	1	0	0	4
농축산기술	69	32	58	69	53	3	13	297
식품안전	18	5	11	19	11	9	2	75
유통	69	14	35	69	49	2	13	251

### ③ 농업 공공데이터 제공 목록

포털은 농림축산식품부 등 18개 기관에서 공개한 데이터를 수집하여 제공하고 있으며, 101종의 시스템으로부터 472건의 데이터를 받아 서비스 하고 있다.

#### (나) 활용사례

##### ① 농업 공공데이터 활용 경진대회

농림축산식품 분야 데이터 활용을 촉진하고 서비스 모델 발굴에 있어 대국민의 관심과 참여 확산을 위해 농림축산식품 공공데이터 활용 경진대회를 추진하고 있다. 경진대회는 오픈 이노베이션 전략을 취하고 있으며 이를 통해 대학생, 1인창업자, 기업 등 다수의 아이디어와 신규 비즈니스 발굴을 도모하고 있다.



##### ② 파밍

농업 공공데이터 활용 사례로 파밍 서비스가 있다. 파밍은 스마트폰을 이용해 영농일지를 편리하게 작성할 수 있는 서비스이다. 스마트폰 클릭 몇 번으로 손쉽게 정확하게 영농일지를 작성할 수 있다. 스마트폰에서 작성한 영농일지는 우수농산물 인증에 필요한 영농일지 포맷으로 출력할 수도 있어 활용도가 높다. 파밍 서비스는 카카오톡 또는 구글 로그인과 연동하여 사용자 인증이 편리하며 영농일지 공유 기능을 통해 다른 농

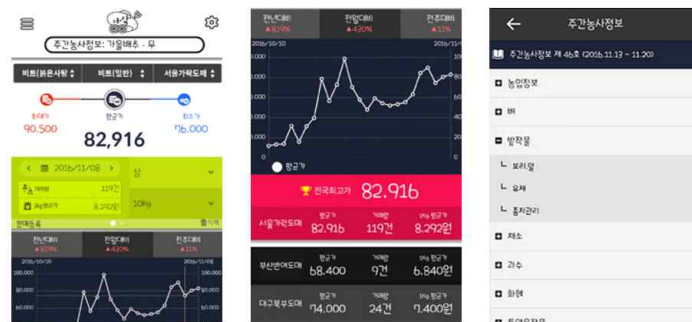
민이 기록한 영농일지를 참고하여 영농활동에 활용할 수도 있다.



### ③ 아삭

아삭은 도매시장 경락정보 비교분석정보를 제공하는 서비스이다. 전국 공영도매시장 농수산물 경락정보를 분석 재가공하여 도매시장별 품목별 가격 비교 및 개인 맞춤형 정보 제공과 관련 농사정보를 제공하고 있으며 모바일 앱 서비스도 지원하고 있다.

전국 35개 공영도매시장에서 일 평균 12만건의 농수산물 경매가 이루어지고 있어 출 하자, 유통인, 소비자는 일별 경매가격과 최근 가격 변동 추세를 확인하는데 한계가 있다. 이러한 문제 점을 해결하기 위해 도매시장 경락정보를 도매시장별, 품목별, 등급 별로 재가공하여 최고, 평균, 최소 경매가격 정보와 전년, 전월, 전주대비 가격 변동 추이를 그래프로 제공함으로써 생산자에게 높은 가격이 형성된 도매시장 출하로 소득증대를 꾀할 수 있고 유통효율화와 규모에 맞는 합리적인 농수산물 소비까지 기대할 수 있다.



## (2) 농업 공공데이터 수집기 요구사항

### (가) 사용자 요구사항

#### ① 농업 공공데이터 소재 파악

농업 정보 서비스 구성에 필요한 공공데이터를 조사하였다. 국가기관, 지방자치단체, 기타 산하기관등이 보유, 관리하고 데이터를 조사 범위로 하였으며 서비스 구현 시 활용할 수 있는 있도록 자세한 소재 정보를 정리하였다. 이번 연구를 통해 조사, 정리한 농업 공공데이터 및 세부 소재 정보를 아래와 같다.

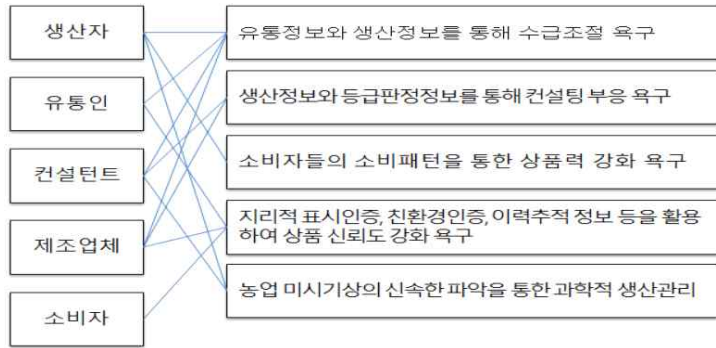
데이터 명칭	중요도	데이터 소스	수집 데이터	데이터 활용	수집 주기
전국 도매시장 일별 경락가격	1	<a href="http://data.mafra.go.kr:7080/opnapi/sample/xml/Grid_2014111900000000012_1/1/5">http://data.mafra.go.kr:7080/opnapi/sample/xml/Grid_2014111900000000012_1/1/5</a>	경락일, 도매시장명, 법인 상품명, 품목명, 품종명, 등 코디, 품종코디, 등급, 규격, 규격 코드, 거래량, 거래량, 최소가, 평균가, 최대가, 경매건수	시기별/이벤트별 농 산물 도매가격 패턴	일
전국 도매시장 일별 실시간 경락가격	1	<a href="http://data.mafra.go.kr:7080/opnapi/sample/xml/Grid_20150401000000000216_1/1/5">http://data.mafra.go.kr:7080/opnapi/sample/xml/Grid_20150401000000000216_1/1/5</a>	경락일, 도매시장명, 법인 상품명, 품목명, 품종명, 등 코디, 품종코디, 등급, 규격, 규격 코드, 거래량, 거래량, 최소가, 평균가, 최대가, 경매건수	경락일, 도매시장명, 품 종명, 품목명, 품종명, 등 코디, 품종코디, 등급, 규격, 규격 코드, 거래량, 거래량, 최소가, 평균가, 최대가, 경매 건수	실시간
중국농산물 가격정보	2	<a href="http://data.mafra.go.kr:7080/opnapi/sample/xml/Grid_20150827000000000225_1/1/5">http://data.mafra.go.kr:7080/opnapi/sample/xml/Grid_20150827000000000225_1/1/5</a>	거래일, 도매시장명, 도매 시장코드, 품목명, 품목 코드, 품종명, 품종코디, 등 급, 등급코드, 최저가, 평균가, 최고가	해외 농산물 유통동 향 분석	일
농축산물 소득정보	2	<a href="http://www.nongsaro.go.kr/portals/ps/psb/psbf/frmprdIncomeInfoNew.ps?menuId=PS03610">http://www.nongsaro.go.kr/portals/ps/psb/psbf/frmprdIncomeInfoNew.ps?menuId=PS03610</a>	년도, 지역, 품목, 소득 (주산물, 가액, 부산물, 총 가액, 총묘비중사, 총묘비 중요, ...)	농업 생산 의사결정 분석	연
농수축산물 소매가격	1	<a href="http://data.mafra.go.kr:7080/opnapi/sample/xml/Grid_20141225000000000163_1/1/5">http://data.mafra.go.kr:7080/opnapi/sample/xml/Grid_20141225000000000163_1/1/5</a>	조사일자, 농산물 부류명, 품목명, 품종명, 품종코디, 등 급, 등급코드, 조사단위, 지역명, 지 역코드, 시장명, 시장코드, 가격	농산물 소비단계 유 동향 분석	일
농수축산물 도매가격	1	<a href="http://data.mafra.go.kr:7080/opnapi/sample/xml/Grid_20150406000000000217_1/1/5">http://data.mafra.go.kr:7080/opnapi/sample/xml/Grid_20150406000000000217_1/1/5</a>	조사일자, 농산물 부류명, 품목명, 품종명, 품종코디, 등 급, 등급코드, 조사단위, 지역명, 지 역코드, 시장명, 시장코드, 가격	농산물 도매단계 유 동향 분석	일
농협 공판장 경락가격	1	<a href="http://data.mafra.go.kr:7080/opnapi/sample/xml/Grid_20141217000000000086_1/1/5">http://data.mafra.go.kr:7080/opnapi/sample/xml/Grid_20141217000000000086_1/1/5</a>	경매일자, 공판장, 공판장 코드, 품목명, 품종명, 품종 코디, 품종코디, 등급, 규격, 규격 코드, 거래량, 거래량, 최소가, 평균가, 최대가, 경매건수	농산물 도매단계 유 동향 분석	일
관측보 원문	2	<a href="http://aglook.krei.re.kr/jsp/pc/front/observe/orgReport.jsp">http://aglook.krei.re.kr/jsp/pc/front/observe/orgReport.jsp</a>	연도, 월, 부류, 원문	농산물 관측정보 분 석 기초자료로 활용	월
관측속보	2	<a href="http://aglook.krei.re.kr/jsp/pc/front/observe/quickReport.jsp">http://aglook.krei.re.kr/jsp/pc/front/observe/quickReport.jsp</a>	연도, 날자, 제목, 요약, 원 문	농산물 관측정보 분 석 기초자료로 활용	일
농민신문 뉴스	3	<a href="http://www.nongmin.com/article/ar_list_today.htm">http://www.nongmin.com/article/ar_list_today.htm</a>		농업 분야 언론 보도 량 분석	일
농수축산신 문 뉴스	3	<a href="http://www.aflnews.co.kr/rss/allArticle.xml">http://www.aflnews.co.kr/rss/allArticle.xml</a>		농업 분야 언론 보도 량 분석	일
소비패턴	2	<a href="http://aglook.krei.re.kr/jsp/pc/front/consumer/consumerPatternList.jsp">http://aglook.krei.re.kr/jsp/pc/front/consumer/consumerPatternList.jsp</a>	등록일, 제목, 원문	농산물 소비 동향 분 석 기초자료로 활용	연
농진청 패널 소비패턴	2	<a href="http://www.nongsaro.go.kr/portals/ps/pst/trendYearStats.ps?menuId=PS00211">http://www.nongsaro.go.kr/portals/ps/pst/trendYearStats.ps?menuId=PS00211</a>	연간/월간/구입처별, 품목, 구입액, 구입빈도, 평균가 격, 구매가구비율	농산물 소비 동향 분 석 기초자료로 활용	월



데이터 명칭	중요도	데이터 소스	수집 데이터	데이터 활용	수집 주기
육류수출입 월별통계	1	<a href="http://www.kmta.or.kr/html/sub6-1.html?scode=212">http://www.kmta.or.kr/html/sub6-1.html?scode=212</a>	연도, 월, 품목, 국가, 냉장/냉동, 부위, 몰량 등	축산물 수출입 단계 유통동향 분석	월
관세청역통 수입무역계	2	<a href="http://www.customs.go.kr/kcsweb/user.tdf?a=user.newTradestatistics.NewTradestatisticsApp&amp;c=1003&amp;mc=STATS_INQU_TRADE_020">http://www.customs.go.kr/kcsweb/user.tdf?a=user.newTradestatistics.NewTradestatisticsApp&amp;c=1003&amp;mc=STATS_INQU_TRADE_020</a>	연도, 월, 품목, 국가, 물량, 금액 등	농산물 수출입 단계 유통동향 분석	월
축산물 등급판정 몰량, 가격 통계	1	<a href="https://www.data.go.kr/subMain.jsp#/L3B1YnIvdXNIL3ByaS9Jcm9zT3BlbkFwaURldGFpbC9vcGVuQXBpTGldzFBhZ2UkQF4wMDIkQF5wdWJsaWNEYXRhUGs9MTUwMDA4MjUkQF5icm1DZD1PQzAwMTQkQF5yZXF1ZXN0Q291bnQ9MTA0JEBeb3JnSW5kZXg9T1BFTkFQSQ==">https://www.data.go.kr/subMain.jsp#/L3B1YnIvdXNIL3ByaS9Jcm9zT3BlbkFwaURldGFpbC9vcGVuQXBpTGldzFBhZ2UkQF4wMDIkQF5wdWJsaWNEYXRhUGs9MTUwMDA4MjUkQF5icm1DZD1PQzAwMTQkQF5yZXF1ZXN0Q291bnQ9MTA0JEBeb3JnSW5kZXg9T1BFTkFQSQ==</a>	연도, 월, 일, 품목, 도축장, 몰량, 가격 등	축산물 수급예측 기초자료로 활용	일
축산물이력 정보	2	<a href="https://www.data.go.kr/subMain.jsp#/L3B1YnIvdXNIL3ByaS9Jcm9zT3BlbkFwaURldGFpbC9vcGVuQXBpTGldzFBhZ2UkQF4wMDIkQF5wdWJsaWNEYXRhUGs9MTUwMDA0ODMkQF5vcmdJbmlleD1PUeUQVBJJEBedmlld0ZsYWw9LTUkQF5icm1DZD1PQzAwMTQkQF5yZWxhdGVGVGFnPVk=">https://www.data.go.kr/subMain.jsp#/L3B1YnIvdXNIL3ByaS9Jcm9zT3BlbkFwaURldGFpbC9vcGVuQXBpTGldzFBhZ2UkQF4wMDIkQF5wdWJsaWNEYXRhUGs9MTUwMDA0ODMkQF5vcmdJbmlleD1PUeUQVBJJEBedmlld0ZsYWw9LTUkQF5icm1DZD1PQzAwMTQkQF5yZWxhdGVGVGFnPVk=</a>	품종, 성별, 출생, 이동정보(농장주소), 도축장, 축일, 등급, 가공장 등	가축이동및집중통계, 생산및유통지통계분석	일
중기예보 정보조회서 비스	2	<a href="https://www.data.go.kr/subMain.jsp#/L3B1YnIvcG90L215cC9Jcm9zTXlQYWdlL29wZW5EZlZlHdWlkZVBhZ2UkQF4wMTJtMSRAXnB1YmxpY0RhdGFQaz0xNTAwMDQ5NSRAXnB1YmxpY0RhdGFEXRhaWxQaz11ZGRpOmVhN2Y1OWI4LTlyOTAtNDdiNy04MjAwLTlkM2U4ZDMYyJA2ZSRAXm9wcnRpb1NlcU5vPTMwMjlkQF5tYWluRmxhZz10cnVl">https://www.data.go.kr/subMain.jsp#/L3B1YnIvcG90L215cC9Jcm9zTXlQYWdlL29wZW5EZlZlHdWlkZVBhZ2UkQF4wMTJtMSRAXnB1YmxpY0RhdGFQaz0xNTAwMDQ5NSRAXnB1YmxpY0RhdGFEXRhaWxQaz11ZGRpOmVhN2Y1OWI4LTlyOTAtNDdiNy04MjAwLTlkM2U4ZDMYyJA2ZSRAXm9wcnRpb1NlcU5vPTMwMjlkQF5tYWluRmxhZz10cnVl</a>	2~10일 후 최저기온, 날씨(구름/비)	입고량, 가격예측시기 상예보상황을반영	일
농업 주산지 기상정보	2	<a href="https://www.data.go.kr/subMain.jsp#/L3B1YnIvdXNIL3ByaS9Jcm9zT3BlbkFwaURldGFpbC9vcGVuQXBpTGldzFBhZ2UkQF4wMTJtMSRAXnB1YmxpY0RhdGFQaz0xNTAwNzA5NyRAXmJybUNkPU9DMDAxMyRAXnJlcXVlc3RDb3VudD0zMSRAXm9yZ0luZGV4PU9QRU5BUk=">https://www.data.go.kr/subMain.jsp#/L3B1YnIvdXNIL3ByaS9Jcm9zT3BlbkFwaURldGFpbC9vcGVuQXBpTGldzFBhZ2UkQF4wMTJtMSRAXnB1YmxpY0RhdGFQaz0xNTAwNzA5NyRAXmJybUNkPU9DMDAxMyRAXnJlcXVlc3RDb3VudD0zMSRAXm9yZ0luZGV4PU9QRU5BUk=</a>	36개 품목 주산지 일/월 통계, 동네예보, 특보 등	전국 단위 시각화 서비스에서 기상정보 제공용으로 활용	일

## ② 수요자별 농업 정보 요구(Needs)

농업 정보 수요자는 농어인, 유통인, 농식품 가공업체, 컨설턴트가 있다. 정보 수요자들은 농업 정보에 대한 서로 다른 요구(Needs)를 가지고 있다. 그리고 같은 정보 수요자들 안에서도 소속한 그룹에 따라 보다 세부적인 정보를 요구할 수 있다. 예를 들어 농업인 안에서도 경종, 과수, 축산 등 품목별로 요구하는 정보의 내용과 성격이 다르다. 유통인의 경우도 온라인, 오프라인 등 업체별 업무 특징에 따라 필요한 정보유형이 다르게 나타난다. 주요 정보 수요자별 농업 정보 요구를 아래 그림으로 간략히 정리하였다.



### ③ 농업 공공데이터 분류체계

농업 생산, 유통에 있어 작목 선택 단계부터, 생산, 수확 후 관리까지 다양한 영농 행위를 거치게 되며 이를 효율적으로 하기 위해 가격정보, 수급정보, 기술정보, 출하정보 등 종합적인 농업 정보가 필요하다. 농업 가치 사슬을 계획단계, 생산 단계, 수확 후 단계로 구분하여 각 단계별로 필요한 농업 정보의 분류체계를 아래 그림으로 정리하였다.



#### (나) 기술적 요구사항

##### ① 데이터 수집관리

데이터 수집 규칙을 관리하는 수집관리 기능을 제공해야 한다. 수집기 시스템에서 제공하는 설정 기능을 이용해 사용자가 데이터 소스, 수집주기 등 수집방법을 지정 할 수 있어야 한다.

항목	요구기능	고려사항
소스 위치	- 내부 시스템일 경우 특정 RDB의 IP, PORT 정보 관리 - 외부 시스템일 경우 URI 관리	여러 소스가 있을 경우 중요한 소스별로 모두 기술돼야 한다.
데이터 담당자	- 소스 데이터의 데이터 담당자와 연락처 정보 관리	
주기설정	- 배치, 실시간 등 데이터 수집 주기 관리	수집실패 시 재수집 정책을 수립할 필요가 있다.
용량관리	- 1회 수집 데이터의 양 관리	수집 시스템의 저장

	- 총 트래픽량 모니터링, 용량 제한 관리	소의 용량을 예측한다.
--	-------------------------	--------------

② 데이터 품질관리

획득한 데이터의 정확성, 무결성, 결측치 등을 확인하고 관리할 수 있는 품질관리 기능을 제공해야 한다.

검토사항	요구기능
데이터세트 누락	- 원본 데이터 요청 후 확인 - 재수집을 통해 누락데이터 세트 확인
소스 데이터와 비교	- 파일일 경우 사이즈 비교 - 수집한 데이터와 개수 비교

③ 수집 방법별 수집기능 정의

㉠ HTTP 수집

HTTP 수집은 크게 두가지 기술로 분류된다. 먼저 웹에서 텍스트 정보를 가져오는 크롤링 수집기술과 웹을 운영하는 운영주체가 정보를 제공하는 Open API 수집기술로 분류할 수 있다.

□ 크롤링 기술

기능	기능항목 요건
환경 설정기능	수집할 사이트의 URL 목록을 관리 하는 기능
	수집주기를 설정하는 기능
	URL, 설정값을 에이전트에 전달하는 기능
	설정의 수동/자동 조작을 통해 관리할 수 있는 기능
데이터 처리 에이전트 기능	에이전트별 관리기능
	에이전트 운영 기능
	웹문서, 콘텐츠 수집기능
	수집한 웹문서에서 URL 추출기능
	머신러닝 기능
	URL 리스트 탐색 기능
	스크랩한 문서를 DB에 업로드하는 기능
	병렬 크롤링 기능
불가역 데이터를 수집하므로 불필요 데이터를 전처리하는 기능	
접근제어기능	에이전트가 웹 사이트에 접근하는 것을 방지하기 위한 로봇 배제 표준규약 권고안을 준수하도록 robots.txt를 탐지하는 기능

□ OpenAPI 기술

기능	기능항목 요건
환경 설정기능	수집할 사이트의 URL 목록을 관리 하는 기능
	수집주기를 설정하는 기능
	URL, 설정값을 에이전트에 전달하는 기능
	설정의 수동/자동 조작을 통해 관리할 수 있는 기능
데이터 처리	에이전트별 관리기능

에이전트 기능	에이전트 운영 기능
	에이전트가 mash-up이 가능하도록 RESTFUL 방식의 API 제공기능
	콘텐츠 자원에 유일한 URI를 부여하는 기능
	CRUD를 에이전트의 메소드로 제공하는 기능
	반정형 데이터(XML, JSON, RSS)의 정보 제공방식을 지원
	수집 데이터의 성공/실패에 대한 응답기능
테이블 매핑기능	수집한 반정형 데이터의 요소와 수집 시스템의 컬럼에 대해 매핑하는 기능

㉔ 로그/센서 수집

로그/센서 데이터 수집방법은 데이터 처리 에이전트의 구별을 통해 로그 수집기술과 실시간 처리가 주를 이루는 머신정보 수집기술로 분류된다.

□ 로그 수집기술

기능	기능항목 요건
환경 설정기능	수집할 사이트의 URL 목록을 관리 하는 기능
	수집주기를 설정하는 기능
	URL, 설정값을 에이전트에 전달하는 기능
	설정의 수동/자동 조작을 통해 관리할 수 있는 기능
데이터 처리 에이전트 기능	에이전트별 관리기능
	에이전트 운영 기능
	수집한 파일을 Chunk 단위로 전송하는 기능
	주기/블록 단위로 잘라서 전송하는 기능
	압축지원 기능
콜렉터기능	수집대상 파일 체크기능
	다수의 에이전트로 받은 데이터를 직렬화된 chunk에 분산 파일시스템의 시퀀스 파일로 전송하는 기능
	트래픽 밸런싱을 자동 조정하거나 수동으로 관리할 수 있는 기능
	파일 전송 모니터링 기능

□ 센서 데이터 수집기술

기능	기능항목 요건
환경 설정기능	수집할 사이트의 URL 목록을 관리 하는 기능
	수집주기를 설정하는 기능
	URL, 설정값을 에이전트에 전달하는 기능
	설정의 수동/자동 조작을 통해 관리할 수 있는 기능
데이터 처리 에이전트 기능	에이전트별 관리기능
	에이전트 운영 기능
	수집 시스템의 콘텐츠 자원에 접속가능한 표준 API기반의 서비스 제공
	다양한 외부 애플리케이션을 지원하는 기능
	센서 데이터 검색 메소드를 지원하는 기능

	최적 라우팅 경로를 탐색하는 기능
콜렉터기능	에이전트 모듈에서 수집한 하위 머신의 정보와 센서 데이터를 실시간으로 서버로 전송하는 기능

㉔ DBMS 수집

DBMS 수집은 DB에 직접 연결해 데이터를 수집하는 것이다.

기능	기능항목 요건
환경 설정기능	수집할 사이트의 URL 목록을 관리 하는 기능
	수집주기를 설정하는 기능
	URL, 설정 값을 에이전트에 전달하는 기능
	설정의 수동/자동 조작을 통해 관리할 수 있는 기능
데이터 처리 에이전트 기능	에이전트별 관리기능
	에이전트 운영 기능
	DBMS 메타 정보에서 테이블을 선택하는 기능
	DBMS 메타 정보에서 컬럼을 선택하는 기능
	레코드 단위로 수집해 분산파일시스템으로 전송하는 기능
	수집의 성공/실패시 응답 기능
클린징기능	수집한 데이터를 타겟시스템에 맞게 정제하여 로드하는 기능

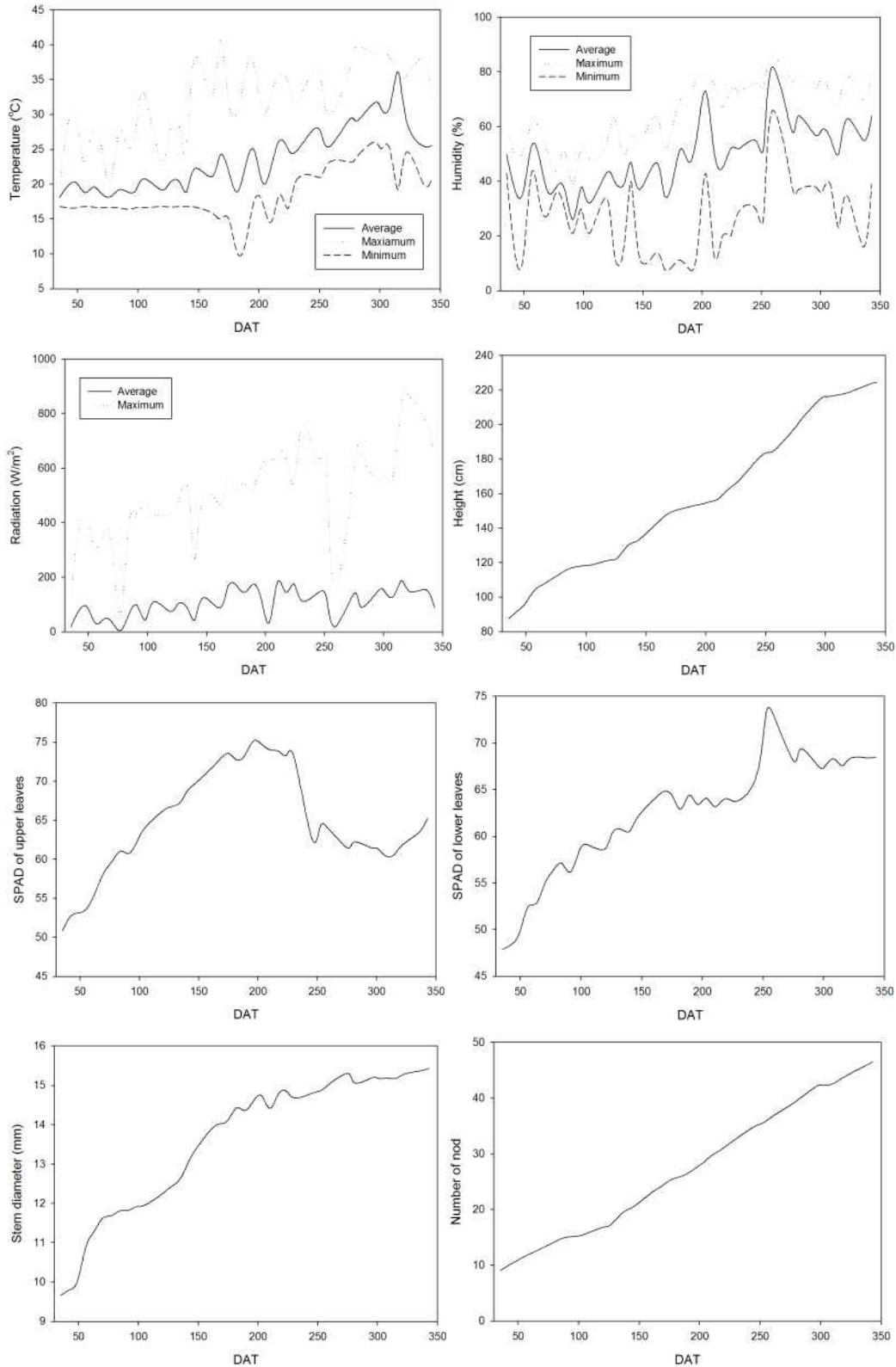
㉕ FTP 수집

대용량 파일을 수집하기 위해 클라이언트 서버 간 연결 및 파일전송, FTP 보안기능이 제공되어야 한다.

기능	기능항목 요건
환경 설정기능	수집할 사이트의 URL 목록을 관리 하는 기능
	수집주기를 설정하는 기능
	URL, 설정 값을 에이전트에 전달하는 기능
	ACTIVE, PASSIVE 연결에 필요한 통신포트 설정기능
데이터 처리 에이전트 기능	에이전트별 관리기능
	에이전트 운영 기능
	클라이언트 방화벽 운영시 액티브, 패시브 모드 변환기능
	액티브 연결기능
	패시브 연결기능
	파일전송 연결기능
파일전송기능	ASCII, BINARY 파일 전송기능
	Get, put, mget, mput 명령기능
	수집파일에 대한 무결성 확인기능

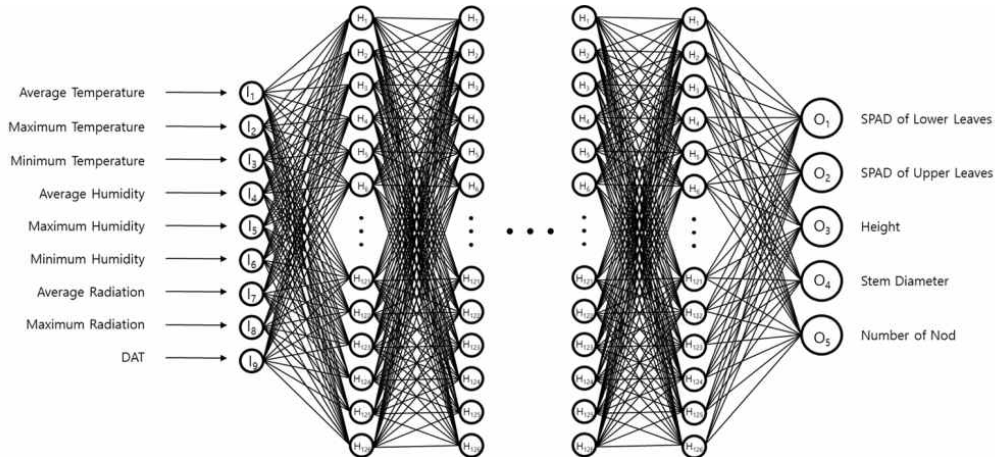
#### 차. 작물 생육 예측 알고리즘을 위한 인공신경망 적용성 분석

(1) 비파괴적인 파프리카 생육 측정을 위한 생육 정보 (초장, SPAD, 줄기 직경, 마디수) 및 온실 내 측정된 환경 데이터 (온도, 습도, 광도)를 이용하여 신경회로망을 학습 (그림 10-1)

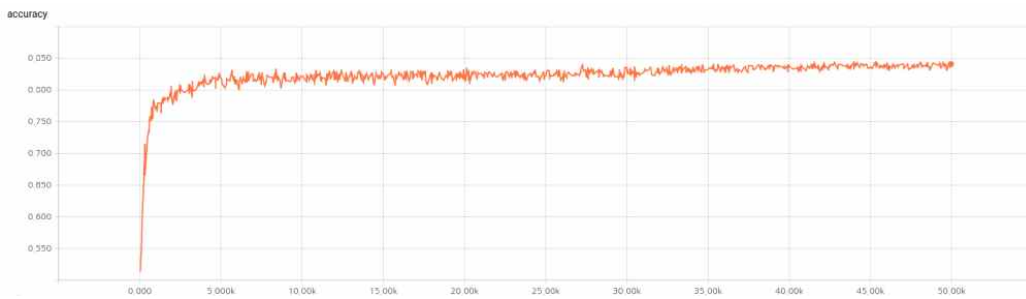


< 정식 후 재배 일수 (DAT)에 따른 온실 내 환경 데이터 및 작물 생육 정보 >

(2) 인공지능경망 S/W (Alyuda, NeroIntelligence, USA)과 오픈소스 라이브러리 인공지능경망 (TensorFlow, Google, USA)을 이용하여 학습 및 분석 (그림 10-2)



< 온실 내 환경변수에 대한 작물의 생육 변수 예측 알고리즘 인공지능경망 기본 구조 >



< 작물의 생육 변수 예측 알고리즘 인공지능경망의 학습 과정 >

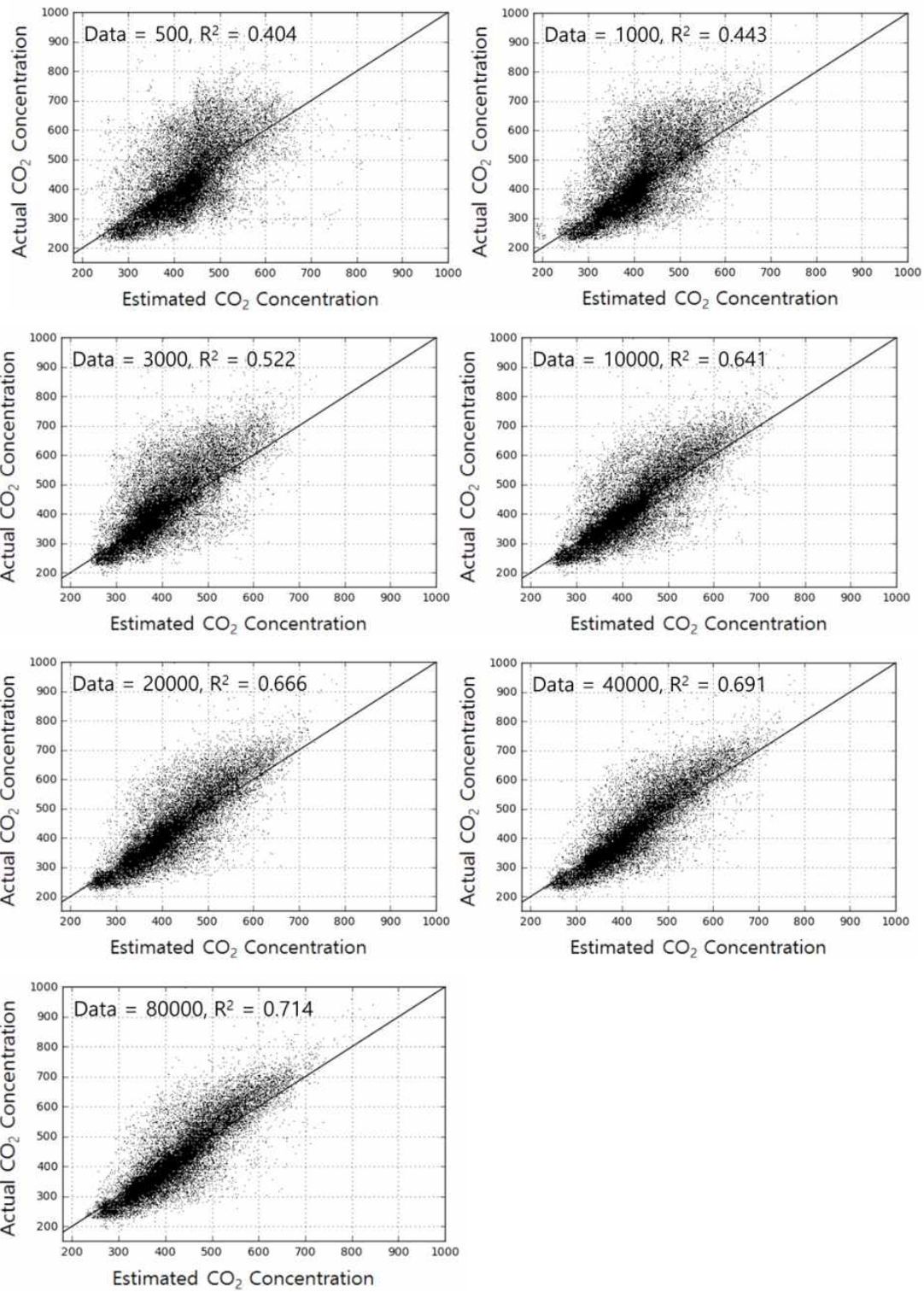
(3) 오픈소스 라이브러리를 활용한 인공지능경망의 학습 결과의 정확도가 상용 S/W에 비하여 높은 것으로 확인됨 (표 10-1)

< 상용 프로그램 (Alyuda) 및 오픈소스 라이브러리 (TensorFlow)를 이용한 인공지능경망 학습 결과의 정확도 비교 >

	초장	상엽 SPAD	하엽 SPAD	줄기 직경	마디수
상용 프로그램	0.919	0.605	0.543	0.663	0.970
오픈소스 라이브러리	0.953	0.718	0.670	0.729	0.895

(4) 오픈 소스 라이브러리 기반 인공지능경망은 구조 및 학습 방식을 커스터마이징 할 수 있으며, GPU를 사용하여 병렬처리 방식으로 매우 빠르게 작업할 수 있고, 모든 자료가 공개되어 최신 빅데이터 분석 기술에 빠르게 적용되고 있음

(5) 그림 10-4는 온실 내 다른 환경 요인들 (온도, 습도, 대기압, UV, 광도, 측정 위치)에 따른 이산화탄소 농도의 양을 학습시킨 결과로 학습에 사용한 데이터의 수가 많아짐에 따라 인공지능경망의 예측 정확도가 증가하였음.

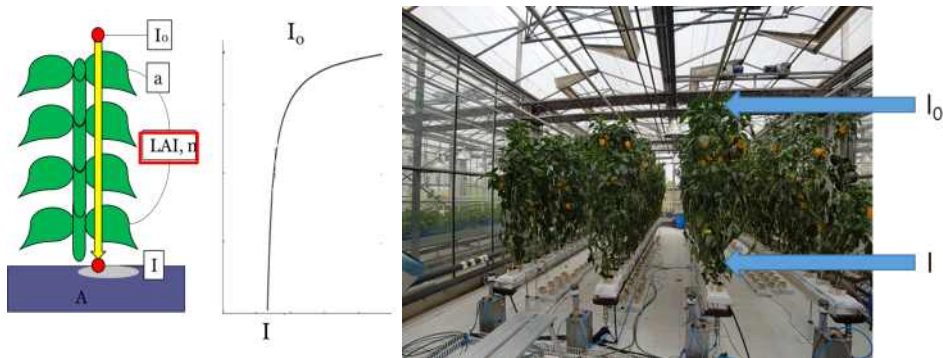


< 학습에 활용한 데이터 양에 따른 인공신경망의 정확도 변화 >



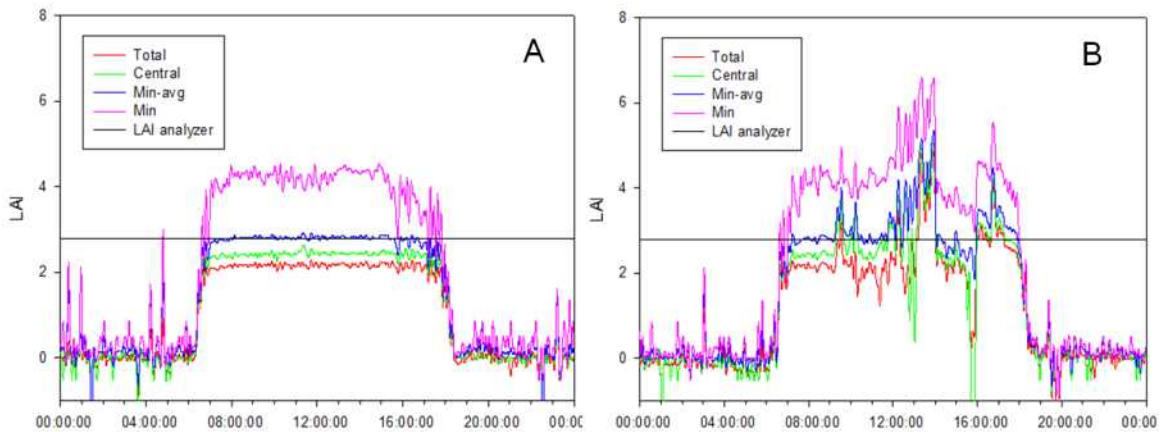
### 카. 인공지능망 기반 생육예측 알고리즘을 위한 환경 정보 및 생육정보 수집 체계 정립

- (1) 생육 예측 알고리즘을 위한 인공지능망 적용성 분석을 위하여, 작물 생육 정보 (초장, SPAD, 줄기직경, 마디수)는 모두 비파괴적인 방법으로 측정 가능하지만, 주요 생육 지표인 엽면적 및 생체중은 현행 파괴조사를 통해서만 측정이 가능함. 따라서 비파괴, 연속으로 다량의 데이터를 측정할 수 있는 시스템 구성이 필요함
- (2) 1년차에서 Lambert-Beer 법칙에 따라 작물 군락의 엽면적을 비파괴, 연속으로 추정할 수 있는 시스템을 구상함

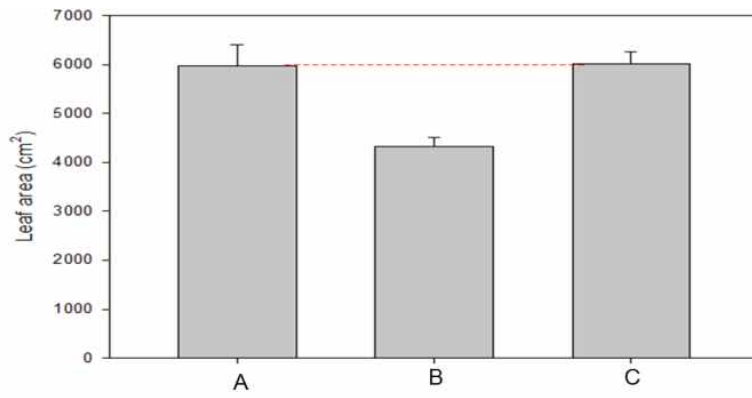


< 엽면적 연속 측정 장치 기본 원리 및 광도 측정 위치 >

- (3) 현재 개발된 시스템을 온실에 설치하여 생육단계 중에서는 휴대용 엽면적 지수 측정장치 (LAI-2200, Li-cor, USA) 결과와 비교하였고, 생육 종료 후 파괴조사 결과와 비교하여 시스템의 정확도를 향상시키는 과정을 수행함



< 흐린 날(A)과 맑은 날(B)에서 추정된 엽면적 지수 >



< 실제 작물의 엽면적 (A), 휴대용 엽면적지수 측정 장치를 이용하여 계산된 엽면적(B), 개발 중인 비파괴 엽면적 연속 측정 장치를 이용하여 계산된 엽면적 (C)의 비교 >

(4) 휴대용 엽면적 측정 장치에 비해 높은 정확도를 나타내고 있지만 외부 기상 조건, 실내 광환경 제어 장치, 작물 생육 단계 등을 고려한 시스템을 개발

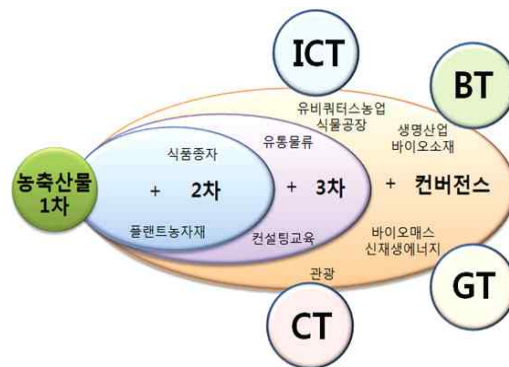
타. 스마트 팜 상용화를 위한 테스트베드 구축

(1) 스마트 팜 상용화를 위한 테스트베드 구축

(가) 스마트 농업

① 개념

지속가능한 농업 실현 및 경쟁력 확보를 위한 농업의 6차산업화 과정에서 보다 적극적으로 첨단 과학기술과의 융복합을 시도, 전통적 농업과 ICT, BT, CT, GT 등 다양한 과학기술과의 융합을 의미하는 개념으로 스마트 화를 통해 농업의 범위 확장과 동시에 새로운 부가가치와 일자리 창출을 목적으로 한다.

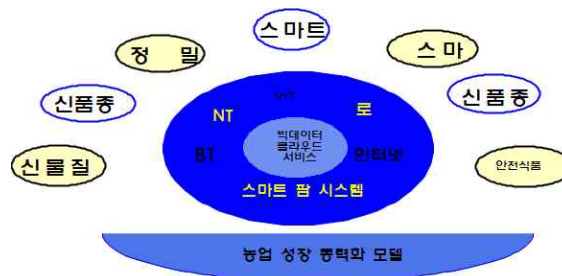


< 스마트 농업 개념도( 출처 : 한국과학기술기획평가원 2015) >

② 스마트 농업의 기대효과

스마트 농업은 농축산물 및 식품의 생산, 유통, 소비 전 과정에 걸쳐 효율성, 품질향상 등 고부가가치 창출에 기여할 것으로 기대되어 진다. 생산부부분에선 각종기술과 다양한 정보를 활용하여 농업생산의 효율성을 제고하고, 전문가와의 실시간 피드백을 통해 문제를 해결함으로써 효율성을 지니게 된다. 또한 새로운 유통방식의 확장을 통해 실시간 이력을 추적, 생산자와 소비자 간의 정보 비대칭성 감소를 통해 효율적 소비와 도·농간의 친밀을 제공하여 농촌 관광 등 수요증대로 지역경제 활성화를 기대할 수 있다.

수많은 기대효과 중에서 이번 과제에서는 농산물 생산의 효율성, 그리고 고부가가치 창출을 위한 한국형 스마트 농업의 표준을 만들고자 수행되었으며, 이의 일환으로 작물환경 및 작물생육 정보를 수집하였다.



< 스마트 농업의 기대효과 및 발전방향 >

## (나) 스마트 팜

### ① 개념

농촌고령화, 노동력부족, 영세한 경지면적, 낮은 식량 자급, 농업시장의 개방 등 농업이 직면한 수많은 취약성 등으로 어려워진 농업기반의 활로를 찾고자 농업노동력은 최소화하고, 그에 대해 생산성을 높이고자 하는 대안으로 주목받고 있는 것이 스마트 농업, 즉 스마트 팜이다. 스마트 팜의 정의로서는 ICT를 비닐하우스, 축사, 과수원 등에 접목하여 원격, 자동으로 작물과 가축의 생육환경을 적절하게 제어(유지, 관리)할 수 있는 농장을 말하고 있는데, 정부에서는 2020년까지 한국형 스마트 팜 표준모델 개발 및 수출 산업화 기반조성 등 세계 최고 수준의 한국형 스마트 팜 모델 및 기반구축을 목표로 하고 있는 것으로 보아 초기의 온실의 자동화 개념에서 좀 더 포괄적이고 정책적인 방향으로 나아가고 있음을 알 수 있다.

이번 과제에서 중점적으로 수행하고자 하는 부분은 이러한 정책에 부합하고, 농가의 노동력 절감과 소득 향상을 위한 스마트 생산효율 증대를 위한 작물 생육 모델링 부분이다. 작물 생육 환경의 실시간 정보수집과 작물의 생육상태를 조사, 다양한 환경 내에서의 작물 생육환경을 데이터베이스 하여, 환경에 따른 식물생장을 예측함으로써 지능형 생육 예측 모델의 알고리즘 개발의 기초자료로 활용하였다.

### ② 정부 정책

정부는 농업의 미래성장산업화 가속화 및 경쟁력 제고와 성장동력 창출을 위해 “스마트 팜 확산대책”을 마련했는데, 우선 2017년까지 시설원예 4,000ha(시설현대화 면적의 40%) 축산농가 700호(전업농의 10%) 및 과수농가 600호(과원규모화 25%)에 스마트 팜을 보급하고, 싸고 효율적인 한국형 스마트 팜 보급 및 소프트웨어 수입대체를 위하여, 참외, 수박재배에 적합한 단동간편형 온실, 오이, 딸기에 적합한연동복합형, 뿐만 아니라 파프리카, 토마토와 같은 수출침단형 등 온실 유형별로 차별화된 모델 개발 및 확산을 염두해 두고, 전문인력 육성, 실습교육, 사후관리 강화 등의 인프라 구축에 주력하고 있다.

이번 테스트베드 구축의 작물재배 모델링에 파프리카를 선정한 이유는 바로 이와 같은 이유로 가장 많은 부분이 계측화되어 있고, 모델링화 되어 있는 수출작목을 선택함으로써 스마트 팜 국산화 거점화의 기본자료로 활용하고자 하는 데 있다. 또한 멜론의 경우는 딸기 후작, 혹은 다른 주요 작물의 가격하락에 따른 농가 재배가 늘어남에 따라, 유형별로 차별된 모델 개발로 활용하고자 하는 것에 그 의의가 있다고 할 것이다.

### ③ 한국형 스마트 팜 모델 개발전략

지금 추진 중인 한국형 스마트 팜 모델 개발 전략을 보면 우리나라 환경과 여건에 최적화된 한국형 스마트 온실의 수준 및 단계별로 고도화하고, 국내보급 확산 및 수출산업으로 견인이다. 이에 의해 재배 작목, 온실유형 및 시설수준에 따른 개발 현황을 보면 아래의 표와 같으며, 수준에 따라 개발의 방향도 다소 상이한 것을 알 수 있다.

< 시설원예 한국형 스마트 팜 모델 개발 >

구분	단동간편형	연동복합형	첨단수출형
시설형태	일반 단동	일반연동, 대형단동	유리온실, 대형 연동
제어방식 및 요소	시설현대화+간편제어 (환기+보온+관비 등)	복합제어 (단동간편형+양액+에너지절감시설 등)	복합·지능형제어 (연동복합형+신재생에너지시설 등)
적용작물	참외, 수박 등	오이, 딸기, 멜론 등	파프리카, 토마토, 화훼 등
단가인하 (만원/0.3ha)	720 → 500이하	2,000 → 1,000~1,500	4,000~20,000→2,000~3,000

편리성증진, 노동력 경감이 목적인 단동간편형에서 작물별 최적환경제어 알고리즘이 탑재되어 온실자동관리가 가능한 모델로 생산성향상, 경영비절감형 정밀농업 구현이 목적인 연동복합형과 생리 정보에 근거한 재배환경제어와 지능형 진단 및 처방이 필요한 첨단수출형의 모델에 적합한 개발을 위하여 본 과제를 수행하였다.

(다) 테스트베드 구축

① 테스트베드 구축

경상남도는 시설재배 면적이 9,613ha(전국 51,787ha)로 전국 면적의 약 18.6%로 전국 1위의 시설재배지로 파프리카를 비롯한 첨단수출 농작물들이 재배되고 있다. 1년차 연구로 테스트베드는 경상남도 농업기술원의 교육기관인 ATEC에서 구축하였다. ATEC은 벤로형 온실로 10,196㎡로 동북아 원예산업의 거점 및 농업인 교육의 교두보 역할을 하는 곳이다. 파프리카를 비롯한 주요 작물들이 교육용, 연구용으로 상시 재배되고 있어서 테스트베드 구축으로는 가장 적합한 적지로 여겨지고 있다. 외부 환경과 내부환경은 실시간으로 저장되고 있으며, 작물의 근권부 환경과 생육조사를 위한 스마트 스케일을 루니크, 스텔스 2품종에 나누어 설치, 정밀한 환경정보를 수집하였다.



< ATEC 내부 파프리카 재배 및 스마트스케일 설치 현황 >

② 환경 모니터링 및 수집

온실의 내·외부 환경과, 근권부 환경을 실시간 모니터링 하며, 이렇게 모니터링한 정보는 CSV파일로 저장되어져, 주기적으로 측정되어진 생육환경과 함께 작물 생육 예측 알고리즘 개발의 기초 데이터로 활용되어진다.

1. 버튼 및 LCD 표시 설명



1.1 LCD 표시 설명  
 - LCD에는 SLAB 무게, BRAM 무게, EC 측정 데이터가 표시됨  
 > 무게의 단위는 kg이며, EC 측정 단위는  $\mu\text{S/cm}$  등

1.2 Touch 버튼 설명

- 버튼 touch 할당하여 3초 동안 touch 대기한 후의 소리의 발음 음치 및
- A** (SLAB zero calibration)  
 - 장민승까지 무게 값을 (0kg)로 조정해주시 위한 버튼
- B** (BRAM zero calibration)  
 - 브래임 수조 무게 값을 (0kg)로 조정해주시 위한 버튼
- C** (Water open)  
 - 브래임 수조에 연결되어 있는 밸브를 open 하기 위한 버튼  
 - 브래임 수조가 무게가 1kg 이하일 경우 open 되거나 바로 close 됨
- D** (Water close)  
 - 브래임 수조에 연결되어 있는 밸브를 close 하기 위한 버튼  
 - 브래임 수조가 무게가 1.5kg 이상이면 close 되지 않음

2. 장치 연결 단자 설명



- 1<->2  
 - 온/후진 통신 선에 스위치  
 - 온도 노드와 후진 통신을 하고자 할 경우 1번에  
 - 온도 노드와 후진 통신을 하고자 할 경우 2번에  
 - 선에 후에는 일차의 전원을 접하기 하여 절당대로 동작됨
- LED**  
 >  
**P-TEMP**  
 - 온도 센서 연결 단자  
 - 선에 후진 스위칭
- S-TEMP**  
 - 온도 센서 연결 단자  
 - 단말에 temperature를 연결하여 습기까지 온도를 측정
- RS485**  
 - 센서 모듈 연결 단자  
 - 한두 개로 가능한 센서 모듈과 게이트 모듈을 위한 단자
- SINK**  
 - 후진 통신으로 사용할 경우 온도 노드와 일차 간 사이언 통신을 위한 연결 단자  
 - 온도 노드와 동일한 단자에 1:1 연결로 라인 데이터 통신이 가능함
- ANT**  
 - 안테나 연결 단자  
 - 무선 통신을 사용할 경우 제공되는 안테나를 연결함

< 스마트스케일 장치 >

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
23801	"meas radiation";"meas grh temp";"meas HD";"meas RH";"radiation";"radiation sum";"outside temp"														
23802	";VP9508:START PRG 4";";VP9508:Cmp 4";";VP9508:Cmp 4";";VP9508:Cmp 4";";VP9508:WEATHER RAD SENS";";VP9508:WEATHER RAD SENS";";VP9508:WEATHER"														
23803	";W/m2";";C";";g/m3";";%";";W/m2";";J/cm2";";C"														
23804	16-11-2016 15:05:00;360.8;24.12;5.92;73;360.8;1015.2;15.96														
23805	16-11-2016 15:10:00;363.8;24.16;6.06;72.2;363.8;1026.6;16.24														
23806	16-11-2016 15:15:00;378.6;24.18;6.34;71.2;378.6;1037.8;16.3														
23807	16-11-2016 15:20:00;329.8;24.12;6.47;1;329.8;1047.2;16.38														
23808	16-11-2016 15:25:00;250.6;23.94;6.56;69.4;250.6;1053.8;16.32														
23809	16-11-2016 15:30:00;231.6;23.66;6.28;70.6;231.6;1059.8;16.22														

< 내 · 외부 환경 CSV파일 >

	A	B	C	D	E	G	H	I	J	K	L	M
123034	datetime	device id	valve	slab weigt	drain weigt	Temp	pH	drain setti	drain setti	data coun	water uptake	
123035	2016-11-22 21:46	1	0	11470.83	1211.33	18	null	3500	1211.33	10	0.94	
123036	2016-11-22 21:47	1	0	11468.5	1210	18	null	3500	1210	10	0.73	
123037	2016-11-22 21:48	1	0	11468.8	1210	18	null	3500	1210	10	0.75	
123038	2016-11-22 21:49	1	0	11467.2	1210.8	18	null	3500	1210.8	10	0.68	
123039	2016-11-22 21:50	1	0	11467.83	1210	18	null	3500	1210	10	0.82	
123040	2016-11-22 21:51	1	0	11467.2	1210.8	18	null	3500	1210.8	10	1.12	
123041	2016-11-22 21:52	1	0	11465.33	1210	18	null	3500	1210	10	0.98	
123042	2016-11-22 21:53	1	0	11464.8	1210	18	null	3500	1210	10	0.86	
123043	2016-11-22 21:54	1	0	11462.83	1210	18	null	3500	1210	10	0.61	
123044	2016-11-22 21:55	1	0	11462	1210	18	null	3500	1210	10	0.68	
123045	2016-11-22 21:56	1	0	11462	1210.8	18	null	3500	1210.8	10	0.68	
123046	2016-11-22 21:57	1	0	11461.17	1210	18	null	3500	1210	10	0.56	
123047	2016-11-22 21:58	1	0	11461.33	1210	18	null	3500	1210	10	0.53	
123048	2016-11-22 21:59	1	0	11461.17	1210	18	null	3500	1210	10	0.42	

< 근권부 환경 CSV파일 >



< 근권부 환경 관련 그래프(스마트스케일) >

내·외부 환경으로는 일사량과 온습도, 근권부 환경으로서는 배지의 무게를 통한 함수율, 배지의 온도, 급액량, 배액량, 그리고 배액의 EC와 증산량 등이 측정되어진다. pH와 엽온의 센서는 아직 스케일에 내장되어져 있지 않은 상태라 좀더 실시간적인 환경의 변화를 측정하기 위해서는 도입되어져야 할 것으로 보인다.

생육알고리즘 개발을 위해서는 무엇보다도 다양한 환경의 수많은 변수가 필요할 것으로 판단되어 루니크, 스텔스 2개의 품종에 총 4대의 저울이 설치, 근권부 환경을 측정하도록 하였다. 내년의 과제 수행에 있어서는 경상남도농업기술원의 중소형 온실에서 멜론의 생육환경데이터 및 생육조사가 행해짐과 동시에, 파프리카, 멜론 농가에서의 실증도 행해지게 되므로, ATEC내에서의 환경모니터링 및 정보수집을 통해 보완점을 찾아야 할 것으로 판단된다.

### ③ 생육조사

식물성장모형이란 실험을 통해 얻어진 자료들이나 이제까지 밝혀진 사실들을 근거로 외부환경조건들의 변이에 따른 변수들의 변이, 변수들 상호간의 관계를 수식으로 표현하고 체계적으로 정리하여 시간에 따른 식물성장상태를 예견하는 수식들의 집합이라고 할 수 있다. 작물이 자라는 시스템을 잘 분석하고 그 기작이나 과정이 수치적으로 계산되어서 양적인 변화를 나타낼 수 있어야 한다. 따라서 올바르게 정확한 모형을 만들고 예측하기 위해서는 외부 환경 조건 뿐 아니라 작물의 생육을 정확하게 조사하는 과정이 필요하다. 파프리카의 경우 1990년대부터 선진국의 식문화로 정착, 우리나라도 현재 소비량이 괄목할 만큼 커져, 중요한 작물로 매김 되고 있다. 또한 시설재배에 있어서 첨단 수출형에 해당된다고 할 만큼 재배관리부분이 계량화되고, 환경이 체계화되어 있는 것도 사실이다. 따라서 모델로 정형화하기에 가장 적합한 작물이기도 하다. 이번 과제를 수행하기 위하여 선택한 경상남도농업기술원의 ATEC은 파프리카를 비롯한 수많은 수출작물이 재배되고 있어 환경 및 생육의 변화를 관찰하기에 적합한 장소이다. 보통 파프리카 선호 색깔의 비율로는 주로 적색 : 황색이 6 : 4~ 7 : 3으로 적색의 선호가 높은 편이다. 따라서 이번 과제를 위해서 적색과 황색 품종 2가지의 품종을 가지고 수행하고자 하였다. 파종은 7월 25일(재파종 8.16), 정식은 8월 29일(재정식 9.5)로 실시되었으며, 주요 조사항목으로는 초장, 주경장, 경경, 엽장, 엽폭, 엽병장, SPAD 등의 생육조사와 과중, 과장, 과경, 과병경, 과병장, 과육두께, 당도, 경도, 색도 등의 과실적 특성으로 이루어졌다. 2차년도에 시험에서는 품종 이외의 처리과정을 위하여 관수량의 변화를 통한 생육환경과 농가 실증을 통하여 좀 더 다양한 변화를 기록하였다.

#### < 파프리카 생육특성 >

품종	초장 (cm)	주경장 (cm)	경경 (mm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	분지수	착과수	SPAD
루니크	134.2	19.9	12.7	26.0	13.5	9.5	20.4	6.8	56.9
스텔스	134.1	19.0	13.0	27.1	14.4	8.8	21.5	7.5	58.8

(2016. 11.24자)

〈 파프리카 과실특성 〉

(2016. 11.24자)

품종	과중 (g)	과장 (mm)	과경 (mm)	과병경 (mm)	과병장 (cm)	과육두께 (mm)	당도	경도 (최대응력 g)	색 도		
									L	a	b
루니크	196.0	86.6	75.3	11.1	6.1	6.7	6.6	1,711.8	56.3	4.4	17.8
스텔스	215.5	92.6	80.9	12.8	6.4	6.7	6.8	1,927.1	49.2	12.5	6.4

평균값으로 나타난 두품종간의 생육과 1그룹 착과특성의 차이는, 루니크에 비해 스텔스의 생육과 과실 특성이 다소 높게 나타났지만, 그다지 차이를 보이고 있지는 않다.



〈 파프리카 과실 특성(루니크, 스텔스) 〉

(라) 과제 수행 방향

작물 생육 알고리즘의 성공적인 모델 정립을 위해서는 작물의 생육의 순간 변화율이 적산되어 시스템 전체의 변화를 수치적으로 나타내어져야 한다. 다양한 생산기작들이 광, 온도, 수분 등과 같은 환경요인과 함께 적당한 관계식으로 이루어져야 한다는 것이다. 날씨가 작물의 생육에 절대적인 영향을 미치는 것처럼 일사, 기온, 지온 등의 다양한 환경자료 등은 작물모형을 구축하는데 있어서 필수 에너지원이 아닌가 한다. 또한 식물체의 생육에 관계되는 자료, 즉 급액, 식물체나 배양액의 분석자료 등이 필요할 것이다. 따라서 이러한 다양한 정보의 축적을 위하여 연구온실 뿐 아니라 농가조사를 통해 작물생육에 관계하는 수많은 환경과 생육 정보 수집을 할 예정이다. 또한 생육의 연속적인 변화추이 관찰을 위하여 초기 생육의 경우 조사 간격을 좁혀서 정보의 내실과 공동연구기관과의 협의를 통해 과실의 생체중과 엽면적 등의 연속적 변화 정보 수집 방법을 모색, 정보의 가치효율을 높이하고자 한다. 공동연구기관의 연구결과를 중심으로 피드백을 통한 상호보완을 통하여 좀 더 완벽한 인공지능형 생육 예측 프로그램이 설계되어질 수 있도록 할 예정이다.



파. 센서·구동기 유형별 선호도 조사, 선호도가 높은 센서·구동기별 신호 특성 분석

(1) 스마트 팜 장비 공급업체 시장동향

- (가) 농림축산식품부(2016) 자료에 따르면 스마트 팜 장비 공급 참여업체는 총 34개가 있으며, 시설원예(16개소)와 축산(15개소) 부문에 업체가 다수 분포
  - 보급 농가 수는 시설원예농가(926호)가 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 과수(453호), 축산(261호) 순임
- (나) 시설원예 농가에 공급되는 스마트 팜은 간편형, 복합형, 첨단형으로 구분할 수 있으며, 복합형과 간편형은 국내 스마트 팜 참여기업이 공급하고 있으며, 첨단형은 외산형 시스템이 다수 차지
  - 국내 스마트 팜 참여기업 : 11개소  
(대표기업 : 그린씨에스, 우성하이텍, 나래트랜드 등)
  - 해외 스마트 팜 참여기업 : 4개소 (대표기업 : 프리바, 홀티맥스 등)
- (다) 업체당 보급 농가 수는 과수(151.0호/업체)가 가장 높았으며, 시설원예(57.8호/업체), 축산(17.4호/업체) 순임

<스마트 팜 장비 공급 참여업체 및 보급농가 수>

[단위: 개소, %]

구 분	시설원예		과수		축산		계	
	개소	비중	개소	비중	개소	비중	개소	비중
참여업체 수(A)	16	47.1%	3	8.8%	15	44.1%	34	100.0%
보급농가 수(B)	926	56.5%	453	27.6%	261	15.9%	1,640	100.0%
개소당 보급수(B/A)	57.8	-	151.0	-	17.4	-	48.2	-

자료 : 농림축산식품부(2016) 내부자료 재가공

(2) 시설원예 부문 스마트 팜 공급업체별 보급실적 및 공급장비

- (가) 농림축산식품부(2016)에서 제시한 스마트 팜 공급업체 보급실적에는 총 16 공급업체의 내용 포함
  - 스마트 팜 보급실적에 따라 구분할 경우 실적보유 업체 12개소이며, 미 보유업체 4개소임
  - 그린씨에스는 총 234농가를 대상으로 시설원예 스마트 팜을 공급한 것으로 나타나 전체 16개 업체 중 가장 많은 보급실적 보유
  - 상위 2개업체가 전체 보급실적의 약 50%를 차지하고 있으며, 상위 4개업체의 보급실적 합산은 3/4 수준을 차지하고 있음
- (나) 16개 업체별로 공급가능한 센서장비와 구동기는 업체별 전문분야에 따라 상이하게 나타났으나, 대부분의 업체들이 온도, 습도, 일사량, 풍향, 풍속 센서는 취급하고 있는 것으로 나타남
- (다) 구동기는 유동팬, 측창, 천창 등의 장비가 있으며, 우성하이텍, 신한하이텍 등의 업체들이 해당 제품을 주로 공급하고 있는 것으로 나타남

〈시설원에 스마트 팜 공급업체별 보급실적〉

구분	업체명	보급실적	비율(%)	누적비율(%)
1	그린씨에스	234	25.3%	25.3%
2	나래트랜드	228	24.6%	49.9%
3	다이시스	131	14.1%	64.0%
4	농정사이버	100	10.8%	74.8%
5	대영지에스	68	7.3%	82.2%
6	우성하이텍	57	6.2%	88.4%
7	신한에이텍	31	3.3%	91.7%
8	TLC테크놀로지	31	3.3%	95.0%
9	KT	20	2.2%	97.2%
10	맥스포	10	1.1%	98.3%
11	아그리씨엔에스	10	1.1%	99.4%
12	퓨처텍	6	0.6%	100.0%
13	동우	0	0.0%	100.0%
14	미푸코그린	0	0.0%	100.0%
15	영남온실	0	0.0%	100.0%
16	팜스코	0	0.0%	100.0%
합 계		926	100.0%	

자료 : 농림축산식품부(2016) 내부자료 재가공

〈 시설원에 스마트 팜 공급업체별 센서장비 및 구동기 현황 〉

업체명	환경 센서장비		구동기
	외부환경 센서장비	내부환경 센서장비	
그린씨에스	온도, 습도, 풍향, 강우, 일사센서 등	온도, 습도, CO2, 토양, 양액센서	-
나래트랜드	온도, 습도, 풍향, 풍속, 우적센서	온습도, CO2 센서	-
다이시스	우적센서	온도, 습도센서	-
농정사이버	외부온습도, 풍향, 풍속, 일사, 강우센서	온습도, CO2 센서	천창좌우, 측창내외좌우, 스크린, 유동팬, 환풍기, 냉난방 등
대영지에스	온도, 풍향, 풍속, 강우, 광도, 습도센서	온도, 습도, 탄산가스, 유속, 수위, EC, PH 센서 등	출력보드
우성하이텍	감우, 일사, 풍향/풍속, 온도/습도 센서	온도, 습도, CO2, 토양, 수분, EC, PH 센서	환기창, 보온/차광커튼, 배기팬, 유동팬, CO2, 관수제어 등
신한에이텍	풍향/풍속, 일사, 광센서 등	온습도, CO2, 토양함수율, EC, PH 센서 등	제어판넬, 커넥스트, ISII
TLC테크놀로지	외부기상대	통합센서(온습도, CO2), 토양, 양액센서	-
KT	온도, 습도, 풍향, 강우, 일사 센서 등	온도, 습도, CO2, 배액EC, 배액PH 센서 등	구동제어기
맥스포	우적센서, 기상관측장비	온도, 습도, CO2, 토양수분온도센서	-
아그리씨엔에스	정보 확인 불가	정보 확인 불가	정보 확인 불가
퓨처텍	정보 확인 불가	정보 확인 불가	정보 확인 불가
동우	온도, 습도, 풍향, 강우, 일사센서 등	온도, 습도, CO2, 양액, 배액EC, 배액PH 센서 등	구동제어기
미푸코그린	풍향, 풍속, 감우, 광센서 등	온습도, CO2, 수온, 드레인 센서 등	유동팬 등
영남온실	풍향, 풍속, 감우, 습도, 광센서 등	온도, CO2 센서 등	-
팜스코	풍향, 풍속, 강우, 온도, 일사, 습도 센서	CO2, 수온, EC, 온습도 센서	-

자료 : 농림축산식품교육문화정보원, 스마트 팜코리아 홈페이지([www.smartfarmkorea.net](http://www.smartfarmkorea.net)) 참여기업안내 업체별 자료 정리

(3) 스마트 팜 센서 및 조사대상 센서 유형 선정

- (가) 농림수산물교육문화정보원(2016)에 규정하고 있는 스마트 팜 센서 및 시설 장비는 크게 ① 환경센서, ② 영상장비, ③ 시설별 제어 및 통합제어 장비, ④ 최적 생육환경 정보관리 시스템으로 분류
- (나) 본 세부연구는 유형별 센서에 대한 선호도 및 특성을 분석하는 것이 주요 목적이기 때문에 농림수산물교육문화정보원에서 제시하고 있는 환경센서 리스트를 전체 Pool로 구성

<스마트 팜 시설장비 및 정보시스템 구성 요소>

구분		세부 내역
환경 센서	내부	온도, 습도, CO2, 토양수분(토경), 양액측정센서(양액농도 EC, 산도 PH), 수분센서(배지) 등
	외부	온도, 습도, 풍향/풍속, 감우, 일사량 등
영상장비		CCTV, 웹카메라, DVR 등
시설별 제어 및 통합제어 장비		환기, 난방, 에너지 절감시설, 차광 커튼, 유동팬, 관수조절, 모터제어, 양액기 제어 등
최적 생육환경 정보관리시스템		실시간 생장환경 모니터링 및 시설물 제어 환경 및 생육정보DB 분석시스템

자료 : 농림수산물교육문화정보원(2016), ICT융복합 설치규격 및 서비스 범위 시설원예분야

- (다) 본 세부연구 조사·분석 대상 센서는 농림수산물교육문화정보원에서 제시한 센서 리스트 중 시설원예농가에서 중요하게 판단하는 중점 환경관리 요인을 고려하여 5개 센서 추출
- (라) 5개 센서 선정 기준은 서울대학교(2016) ‘빅데이터 기반 시설원예 농가 컨설팅 지원 체계 수립’ 연구 결과를 기초로 선정하였으며, 해당 연구는 시설원예 농가의 중점 관리항목으로는 실내온도, 습도, 일사량, 풍향 요인이 중요한 요소임을 밝힘
- (마) 해당 관리항목을 고려하여 조사대상 센서 유형을 온도, 습도, 일사량, 풍향, 풍속 센서 5가지를 설정함

<시설원예 농가의 중점 환경관리 항목(서울대학교, 2016)>

품목	1순위 항목	2순위 항목	중간 발생 결과(1)	중간 발생 결과(2)	최종 발생 결과
토마토	실내온도	습도	병해충 발생	과실품질 감소	생산량 감소
	습도	실내온도	병해충 발생		생산량 감소
	일사량	실내온도	착과감소	과실품질 감소	생산량 감소
딸기	습도	실내온도	병해충 발생	과실품질 감소	생산량 감소
	일사량	실내온도	병해충 발생	과실품질 감소	생산량 감소
파프리카	실내온도	습도	병해충 발생	과실품질 감소	생산량 감소
	습도	풍향	병해충 발생		

구분	실내온도			습도			
	토마토	딸기	파프리카	토마토	딸기	파프리카	
① 항목 중요성	공통	광합성 필수요인으로 작물생육에 중요 봄, 가을에 큰 일교차로 실내온도 관리 중요			광합성 필수요인, 병해충 발생과 긴밀한 연관		
	품목	-	딸기 저온작물로 적정온도관리 중요	약 25℃에서 가장 광합성을 높임	-	-	가온으로 습도 하강 시 광합성량 감소
② 관리 미흡 시 증상	순생장 저하 (고온일 경우 순생장 장애발생)	딸기 생육 저하	온도관리 실패 시 흰가루병 발생	90% 이상 3시간 유지 시 병해충 발생 (잎곰팡이병, 세균성 후지럼 등)	습도가 낮을 경우 증산작용 저하	습도가 높을 경우 병해충(갯빛곰팡 이병) 발생	
③ 관리활동	온도 상승 시 → 환기창 조절 온도 하강 시 → 가온, 보온			습도 상승 시 → 가온, 환기창 조절 (토마토는 조조가온을 실시하여 습도 70% 수준으로 유지, 파프리카는 습도 70-80% 수준 유지) 습도 하강 시 → 수분 보충, 미스트라인(파프리카)			
④ 기타사항	10~11월에 가온이 완벽하게 실시되지 않음			때문에 병해충 다수 발생			

자료 : 서울대학교(2016), 빅데이터 기반 시설원예 농가 컨설팅 지원체계 수립

#### (4) 주요 업체별 조사 대상 센서 사양 (Specification)

##### (가) 온·습도 센서

- 16개 업체 중 주요 업체 3개사를 선정하여 해당업체에서 ICT 농가에 공급하고 있는 온·습도, 일사, 풍향·풍속 센서 사양을 조사함
- 센서사양(Specification)은 센서제조업체, 재질, 측정범위, 정밀도 등을 조사하였으며, 공급 센서에 대한 정보는 시설원예 스마트 팜 장비 공급 해당업체를 통해 내용을 수집함
- 온·습도 센서는 3개 공급업체 모두 국내산 제조업체를 통해 센서를 공급받고 있는 것으로 나타났으며, 세부 사양은 아래표와 같음
- 3개 업체의 온·습도 센서 작동온도는 3개 센서 모두 -40℃에서 +120℃까지 작동이 가능한 것으로 조사됨
- 온도 측정범위는 A사 온도 센서의 경우 -20℃에서 80℃까지 측정이 가능한 사양을 보유하고 있으며, B사와 C사의 제품은 A사 센서와 비교 시 측정범위가 더욱 큰 것으로 나타남
- 습도 측정범위는 A사와 B사 제품이 0~100%까지 측정이 가능한 것으로 나타났으며, B사 습도센서의 경우 5~100%까지 측정이 가능함
- 3사의 온·습도 센서 모두 최대 1km까지 무선 데이터 전송 가능

##### <주요 업체별 온·습도 센서 사양 (Specification)>

구분	A사	B사	C사
제조업체	영인전자 (국내)	우성하이텍 (국내)	센서테크 (국내)
재질	스테인레스 스틸	스테인레스 스틸	스테인레스 스틸
작동온도	-40℃~120℃	-40℃~120℃	-40℃~120℃
측정범위	온도 : -20℃~80℃ 습도 : 0~100%	온도 : -40℃~80℃ 습도 : 5~100%	온도 : -39.9℃~80℃ 습도 : 0~100%
정밀도	온도센서 : 1.00% 습도센서 : 미확인	온도: ±0.5%(Min)~±1.5%(Max) 습도: ±2.5%(Min)~±3.0%(Max)	온도 : ±0.5(Min)~±1.5(Max) 습도 : ±2.5(Min)~±3.0(Max)

사이즈	6cm	-	-
무게	7g	-	-
기타	습도값은 습구에서 데이터 계산, 온·습도 데이터 무선 1km까지 데이터 전송 가능	지그비 모듈을 이용한 최대 1km까지 무선으로 데이터 전송	복합환경제어시스템 설치 시 기본장착 센서, 최대 1km까지 무선 데이터 전송

자료 : 공급업체 3개사 내부자료

(나) 일사량 센서

- 일사량 센서 3개 공급업체 중 1개 업체는 국내산 센서를 공급받아 농가에 공급하고 있으나, 2개 업체는 미국 Davis Instrument와 일본 고텐샤 센서를 수입하여 공급하고 있음
- 3개 업체의 일사량 센서 작동온도는 A사는 -40℃에서 +65℃까지 작동이 가능하며, B와 C업체의 일사량 센서는 -40℃에서 +80℃까지 작동이 가능하여 작동온도범위가 상대적으로 더 큰 것으로 나타남
- 일사량 측정범위는 B사 일사 센서(0~3000w/m<sup>2</sup>)가 가장 큰 것으로 나타났으며, 다음으로 C사(0~2500w/m<sup>2</sup>), A사(0~1800w/m<sup>2</sup>) 순임
- 일사량 측정 정밀도는 3개사 일사량 센서 모두 ±20w/m<sup>2</sup> 수준으로 나타남

<주요 업체별 일사량 센서 사양 (Specification)>

구분	A사	B사	C사
제조업체	Davis Instruments (미국)	우성하이텍 (국내)	고텐샤 (일본)
측정방식	실리콘포토다이오드 (SiliconPhotodiode)	-	-
작동온도	-40℃ ~65℃	-40℃ ~80℃	-40℃ ~80℃
재질	UV 저항성 PVC 플라스틱	UV 저항성 PVC 플라스틱	UV 저항성 PVC 플라스틱
측정범위	0~1800w/m <sup>2</sup>	0~3000w/m <sup>2</sup>	0~2500w/m <sup>2</sup>
정밀도	±20w/m <sup>2</sup>	±20w/m <sup>2</sup>	±20w/m <sup>2</sup>
사이즈	L51mmxW70mmxH57mm	-	-
무게	226g	-	-

(다) 풍향·풍속 센서

- 풍향·풍속 센서 3개 공급업체 중 2개 업체는 Davis Instrument사의 제품을 수입하여 공급하고 있으며, 1개 업체는 국내산 센서를 공급받아 농가에 공급하고 있음
- 풍향·풍속 센서 작동온도는 3개 업체 모두 -40℃에서 +80℃ 범위에서 작동이 가능함
- 측정범위는 Davis Instrument에서 제작한 풍향 센서의 경우 0~359° 범위에서 측정이 가능한 것으로 나타났으며, 국내산 풍향 센서는 16단계로 측정범위가 설정되어 있음
- 3개 업체 풍향·풍속 센서 오차범위는 ±5% 수준임
- 풍향·풍속 센서의 케이블 길이는 국내산 풍향 센서가 15m로 가장 길었으며, 미국 Davis Instrument 센서는 12m 길이 제공

<주요 업체별 풍향·풍속 센서 사양 (Specification)>

구분	A사	B사	C사
제조업체	Davis Instruments (미국)	우성하이텍 (국내)	Davis Instruments (미국)
작동온도	-40℃~80℃	-40℃~80℃	-40℃~80℃
재질	컨트롤 헤드 : UV 저항성 ABS 윈드캡 : 폴리카보네이트 풍속계 걸이 : 블랙 산화막 알루미늄	-	컨트롤 헤드 : UV 저항성 ABS 윈드캡 : 폴리카보네이트 풍속계 걸이 : 블랙 산화막 알루미늄
측정범위	풍향 : 0~359 풍속 : 0.5~89m/s	풍향 : 1~16 풍속 : 0~70m/s	풍향 : 0~359 풍속 : 0~78m/s(풍속)
정밀도	±5%(풍향), ±5%(풍속)	±5%(풍향), ±5%(풍속)	±5%(풍향), ±5%(풍속)
케이블	12m	15m	12m
사이즈	L470mmxH191mmxL121mm	-	-
무게	1.332kg	-	-

#### (4) 주요 센서 선호도 조사 결과

##### (가) 온도 센서

###### ① 만족도 · 활용도 · 정확도

- 온도 센서별 만족도는 C센서(6.00)가 가장 높았으며, B센서(4.00)가 가장 낮은 것으로 나타났으며, 활용도는 C센서(7.00)와 A센서(6.55), 정확도는 C센서(7.00)가 높은 것으로 나타남

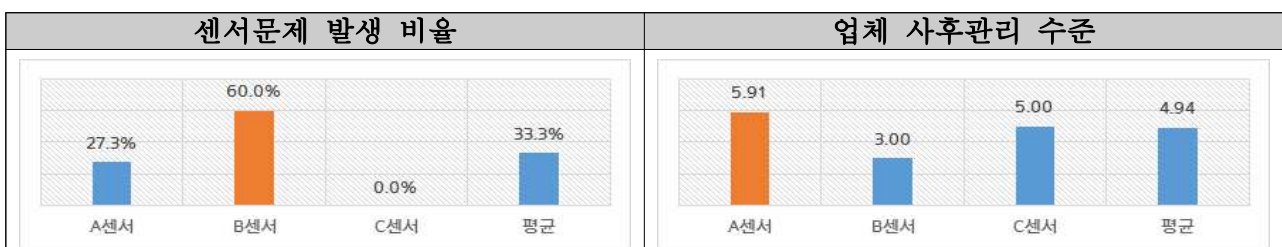
구분	A센서	B센서	C센서	평균
만족도	5.91	4.00	6.00	5.39
활용도	6.55	4.20	7.00	5.89
정확도	5.64	3.40	7.00	5.11



###### ② 센서문제 발생 및 업체 사후관리 수준

- 온도 센서 중 B센서(60.0%)가 가장 높은 비율로 문제가 발생한 것으로 나타남
- 센서 문제발생 사항으로는 센서고장에 따른 오작동 및 정확도가 떨어지는 문제가 많았으며, 제품 설치 후 업체의 사후관리는 A사가 가장 적극적으로 추진하는 것으로 조사됨

구분	A센서	B센서	C센서	평균
센서문제 발생 비율	27.3%	60.0%	0.0%	33.3%
업체 사후관리 수준	5.91	3.00	5.00	4.94



③ 타 농가 추천 및 교체 의향

- 타 농가 추천의향은 A사의 온도센서(5.64)가 가장 높았음
- 무상 교체의향은 높게 나타난 반면, 유상 교체의향은 상대적으로 낮았음. C사 제품을 이용하는 농가의 경우 제품에 대한 만족도가 높아 교체 필요성을 적게 인지하는 것으로 나타남

구분	A센서	B센서	C센서	평균
타 농가 추천의향	5.64	3.20	4.00	4.78
교체의향(무상)	6.00	6.20	2.00	5.72
교체의향(유상)	4.82	3.00	2.00	4.11

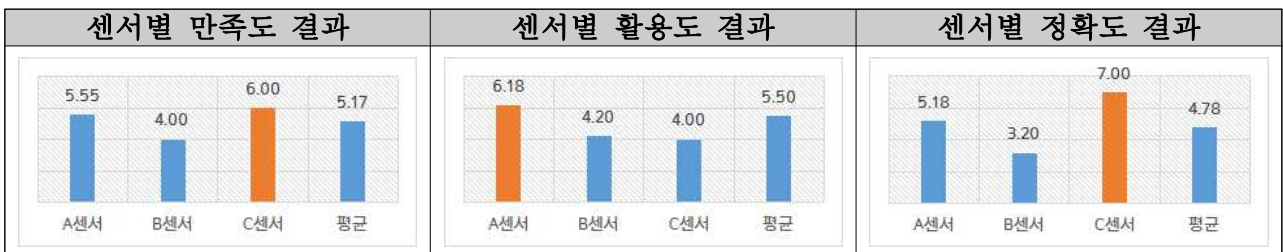


(나) 습도 센서

① 만족도 · 활용도 · 정확도

- 습도 센서별 만족도는 C센서(6.00)가 가장 높았으며, B센서(4.00)가 가장 낮은 것으로 나타났으며, 활용도는 A센서(6.18), 정확도는 C센서(7.00)가 높은 것으로 나타남

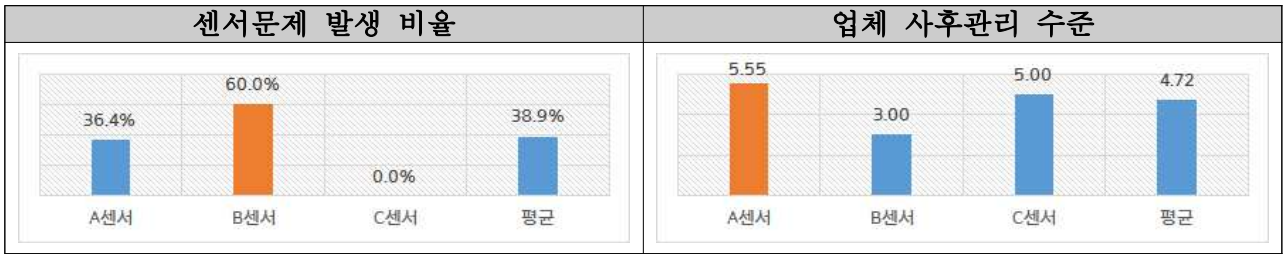
구분	A센서	B센서	C센서	평균
만족도	5.55	4.00	6.00	5.17
활용도	6.18	4.20	4.00	5.50
정확도	5.18	3.20	7.00	4.78



② 센서문제 발생 및 업체 사후관리 수준

- 습도 센서 중 B센서(60.0%)가 가장 높은 비율로 문제가 발생한 것으로 나타남
- 습도 센서 문제발생 사항으로는 습기로 인한 센서고장 및 오작동이 많았으며, 제품 설치 후 업체의 사후관리는 A, C사가 가장 적극적으로 추진하는 것으로 조사됨

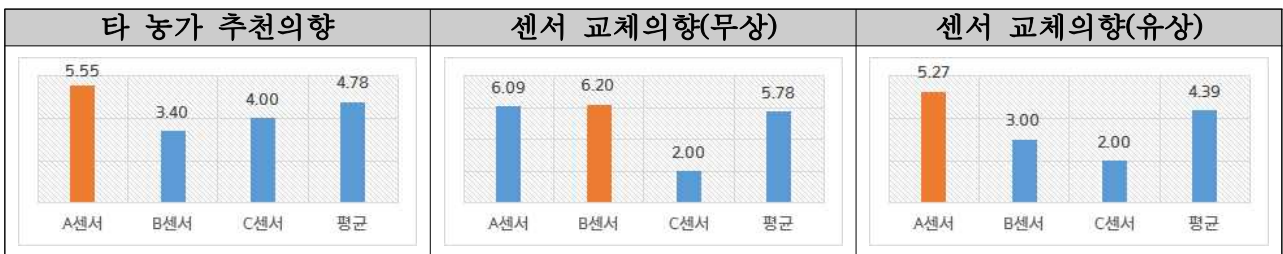
구분	A센서	B센서	C센서	평균
센서문제 발생 비율	36.4%	60.0%	0.0%	38.9%
업체 사후관리 수준	5.55	3.00	5.00	4.72



③ 타 농가 추천 및 교체 의향

- 타 농가 추천의향은 A사의 습도센서(5.55)가 가장 높았음
- 온도 센서와 유사한 결과로 C사 제품을 이용하는 농가의 경우 제품에 대한 만족도가 높아 교체 필요성을 적게 인지하는 것으로 나타남

구분	A센서	B센서	C센서	평균
타 농가 추천의향	5.55	3.40	4.00	4.78
교체의향(무상)	6.09	6.20	2.00	5.78
교체의향(유상)	5.27	3.00	2.00	4.39



(다) 일사량 센서

① 만족도 · 활용도 · 정확도

- 일사량 센서별 만족도는 A센서(6.09)와 C센서(6.00)가 가장 높았으며, B센서(4.00)가 가장 낮은 것으로 나타났으며, 활용도는 A(6.73) 센서, 정확도는 C센서(7.00)가 높은 것으로 나타남

구분	A센서	B센서	C센서	평균
만족도	6.09	4.00	6.00	5.47
활용도	6.73	4.80	6.00	6.12
정확도	6.00	3.80	7.00	5.41



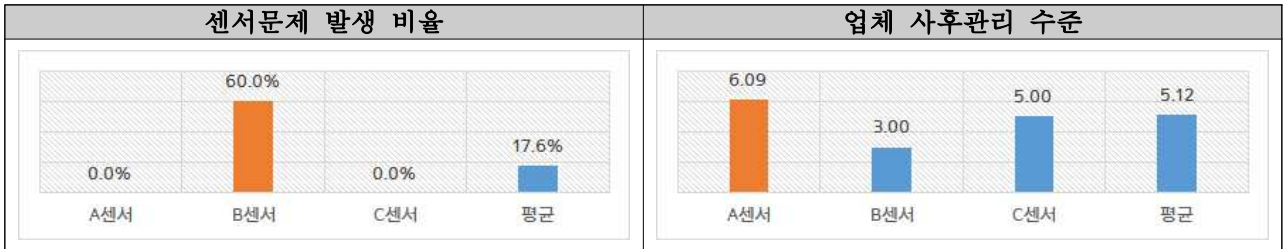
② 센서문제 발생 및 업체 사후관리 수준

- 일사량 센서 중 B센서(60.0%)가 가장 높은 비율로 문제가 발생한 것으로 나타남



- 일사량 센서 문제발생 사항으로는 정확도에 대한 언급이 많았으며, 제품 설치 후 업체의 사후관리는 A사가 가장 적극적으로 추진하는 것으로 나타남

구 분	A센서	B센서	C센서	평균
센서문제 발생 비율	0.0%	60.0%	0.0%	17.6%
업체 사후관리 수준	6.09	3.00	5.00	5.12



③ 타 농가 추천 및 교체 의향

- 타 농가 추천의향은 A사의 일사량 센서(5.82)가 가장 높았음
- 무상 교체의향은 높게 나타난 반면, 유상 교체의향은 상대적으로 낮았음. C사 제품을 이용하는 농가의 경우 제품에 대한 만족도가 높아 교체 필요성을 적게 인지하는 것으로 나타남

구 분	A센서	B센서	C센서	평균
타 농가 추천의향	5.82	3.20	4.00	4.94
교체의향(무상)	6.00	6.20	2.00	5.82
교체의향(유상)	5.18	3.00	2.00	4.35



(라) 풍향 센서

① 만족도 · 활용도 · 정확도

- 풍향 센서별 만족도는 A센서(6.09)와 C센서(6.00)가 가장 높았으며, B센서(3.80)가 가장 낮은 것으로 나타났으며, 활용도는 A센서(6.64), 정확도는 C센서(7.00)가 높은 것으로 나타남

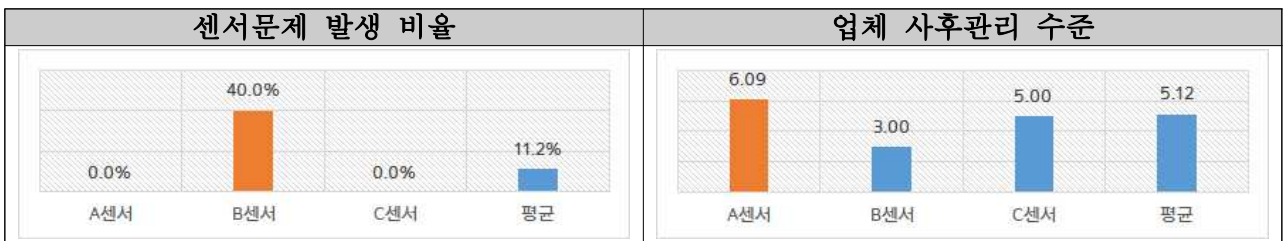
구 분	A센서	B센서	C센서	평균
만족도	6.09	3.80	6.00	5.41
활용도	6.64	3.40	6.00	5.65
정확도	5.82	3.20	7.00	5.12



② 센서문제 발생 및 업체 사후관리 수준

- 풍향 센서 중 B센서(40.0%)가 가장 높은 비율로 문제가 발생한 것으로 나타남
- 풍향 센서 문제발생 사항으로는 센서 고장에 대한 언급이 많았으며, 제품 설치 후 업체의 사후관리는 A사가 가장 적극적으로 추진하는 것으로 나타남

구분	A센서	B센서	C센서	평균
센서문제 발생 비율	0.0%	40.0%	0.0%	11.2%
업체 사후관리 수준	6.09	3.00	5.00	5.12



③ 타 농가 추천 및 교체 의향

- 타 농가 추천의향은 A사의 풍향 센서(5.82)가 가장 높았음
- C사 제품을 이용하는 농가의 경우 제품에 대한 만족도가 높아 교체 필요성을 적게 인지하는 것으로 나타났으며, B사 제품의 경우 설치시점이 오래된 농가는 단순 센서 교체로 해결되는 문제에서 벗어나 시스템까지 종합적으로 교체해야 하기 때문에 유상 교체의향이 낮게 나타남

구분	A센서	B센서	C센서	평균
타 농가 추천의향	5.82	3.00	4.00	4.88
교체의향(무상)	6.09	6.20	2.00	5.88
교체의향(유상)	5.18	2.80	2.00	4.29



(마) 풍속 센서

① 만족도 · 활용도 · 정확도

- 풍속 센서별 만족도는 A센서(6.09)와 C센서(6.00)가 가장 높았으며, B센서(3.80)가 가장 낮은 것으로 나타났으며, 활용도는 A센서(6.73), 정확도는 C센서(7.00)가 높은 것으로 나타남

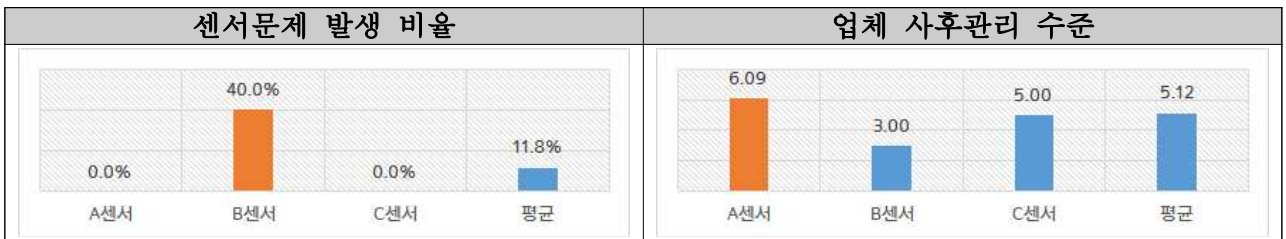
구분	A센서	B센서	C센서	평균
만족도	6.09	3.80	6.00	5.41
활용도	6.73	3.60	6.00	5.76
정확도	6.00	3.20	7.00	5.24



② 센서문제 발생 및 업체 사후관리 수준

- 풍속 센서 중 B센서(40.0%)가 가장 높은 비율로 문제가 발생한 것으로 나타남
- 풍속 센서 문제발생 사항으로는 센서 고장에 대한 언급이 많았으며, 제품 설치 후 업체의 사후관리는 A사가 가장 적극적으로 추진하는 것으로 나타남

구분	A센서	B센서	C센서	평균
센서문제 발생 비율	0.0%	40.0%	0.0%	11.8%
업체 사후관리 수준	6.09	3.00	5.00	5.12



③ 타 농가 추천 및 교체 의향

- 타 농가 추천의향은 A사의 풍향 센서(5.82)가 가장 높았음
- C사 제품을 이용하는 농가의 경우 제품에 대한 만족도가 높아 교체 필요성을 적게 인지하는 것으로 나타났으며, B사 제품의 경우 설치시점이 오래된 농가는 단순 센서교체로 해결되는 문제에서 벗어나 시스템까지 종합적으로 교체해야 하기 때문에 유상 교체의향이 낮게 나타남

구분	A센서	B센서	C센서	평균
타 농가 추천의향	5.82	3.00	4.00	4.88
교체의향(무상)	6.00	6.20	2.00	5.82
교체의향(유상)	5.18	2.80	2.00	4.29



(바) 주요 센서 선호도 분석 결과 (종합)

- 온도 센서 : A사(만족도, 활용도, 업체 사후관리 수준, 추천의향)와 C사(만족도, 활용도, 정확도, 센서 문제발생 비율) 제품에 대해 높은 선호도
  - 만족도·활용도·정확도 : A, C사 제품 / 업체 사후관리 및 타 농가 추천의향 : A사 제품 / 낮은 센서문제 발생 : C사
- 습도 센서 : A사(만족도, 활용도, 업체 사후관리 수준, 추천의향)와 C사(만족도, 정확도, 센서 문제발생 비율) 제품에 대해 높은 선호도
  - 만족도·활용도·정확도 : A, C사 제품 / 업체 사후관리 및 타 농가 추천의향 : A사 제품 / 낮은 센서문제 발생 : C사
- 일사량 센서 : A사(만족도, 활용도, 업체 사후관리 수준, 추천의향)와 C사(만족도, 활용도, 정확도, 센서 문제발생 비율) 제품에 대해 높은 선호도
  - 만족도·활용도·정확도 : A, C사 제품 / 업체 사후관리 및 타 농가 추천의향 : A사 제품 / 낮은 센서문제 발생 : C사
- 풍향 센서 : A사(만족도, 활용도, 업체 사후관리 수준, 추천의향, 센서 문제발생 비율)와 C사(만족도, 활용도, 정확도, 센서 문제발생 비율) 제품에 대해 높은 선호도
  - 만족도·활용도·정확도 : A, C사 제품 / 업체 사후관리 및 타 농가 추천의향 : A사 제품 / 낮은 센서문제 발생 : C사
- 풍속 센서 : A사(만족도, 활용도, 업체 사후관리 수준, 추천의향)와 C사(만족도, 정확도, 센서 문제발생 비율) 제품에 대해 높은 선호도
  - 만족도·활용도·정확도 : A, C사 제품 / 업체 사후관리 및 타 농가 추천의향 : A사 제품 / 낮은 센서문제 발생 : C사

<주요 업체 센서별 선호도 분석 결과 (종합)>

구 분	온도			습도			일사량			풍향			풍속			비고
	A사	B사	C사	A사	B사	C사	A사	B사	C사	A사	B사	C사	A사	B사	C사	
만족도	고	저	고	고	저	고	고	저	고	고	저	고	고	저	고	
활용도	고	저	고	고	저	저	고	저	고	고	저	고	고	저	중	
정확도	중	저	고	중	저	고	중	저	고	중	저	고	중	저	고	
업체 사후관리 수준	고	저	중	고	저	중	고	저	중	고	저	중	고	저	중	
타 농가 추천 의향	고	저	중	고	저	중	고	저	중	고	저	중	고	저	중	
교체의향(무상)	고	고	저	고	고	저	고	고	저	고	고	저	고	고	저	
교체의향(유상)	고	중	저	고	중	저	고	중	저	고	저	저	고	저	저	
센서문제 발생 비율	중	고	저	중	고	저	저	고	저	저	고	저	저	고	저	낮을수록 긍정적 지표

(5) 센서노드와 제어노드에 연결될 센서 및 구동기 종류별 3종 이상의 특성값 조사를 통해 특성테이블 관리 시스템 구축을 위한 제품분석

(가) 연구방법론

① 선호도 조사·분석

○ 조사개요

- 조사일정 : 2016년 10월 2주차
- 조사대상 : ICT 시설을 도입한 시설원예 16농가 (토마토 6, 딸기 6, 파프리카 4)

○ 조사내용 및 분석방법

- 조사범위 : 주요 센서·구동기 만족도, 활용도, 정확도, 문제 발생여부, 업체 사후 관리 수준, 타 농가 추천의향, 교체의향
- 조사형태 : 구조화된 설문지와 조사지를 기반으로 농가 현장 방문 심층 인터뷰 실시
- 분석방법 : Likert 7점 척도, SPSS를 활용한 교차분석 실시

○ 조사대상 인구통계적(Demographic) 특성

- 16농가에 대한 인구통계적 특성은 아래 표와 같음

<조사대상 인구통계적 특성 - 일반현황>

[단위: 3.3㎡, m]

구분	농가 수	재배면적	ICT 도입 여부	자동제어 여부	시설규모 (연동)	온실높이 (아치)	온실높이 (솔더)
토마토	6	2100	1	1	11.5	5.52	3.25
딸기	6	2400	1	1	7.3	5.97	4.58
파프리카	4	4125	1	1	17.5	6.83	5.25
평균	16	2794	1	1	11.9	5.98	4.26

<조사대상 인구통계적 특성 - 시설유형 및 재배방식>

구분	시설유형				재배방식		
	단동형	연동형	유리온실	합계	토경	양액	합계
토마토	0	6	0	6	3	3	6
딸기	1	5	0	6	0	6	6
파프리카	0	4	0	4	0	4	4
합계	1	15	0	16	3	13	16

<조사대상 인구통계적 특성 - 센서>

구분	온실외부 환경센서			온실내부 환경센서			배지정보센서			배액센서		
	설치	미설치	합계	설치	미설치	합계	설치	미설치	합계	설치	미설치	합계
토마토	6	0	6	6	0	6	2	4	6	1	5	6
딸기	6	0	6	6	0	6	1	5	6	1	5	6
파프리카	4	0	4	4	0	4	3	1	4	2	2	4
합계	16	0	16	16	0	16	6	10	16	4	12	16

<조사대상 인구통계적 특성 - 온도조절 장비>

구분	보온커튼			차광커튼			난방기		
	설치	미설치	합계	설치	미설치	합계	설치	미설치	합계
토마토	6	0	6	5	1	6	6	0	6
딸기	6	0	6	5	1	6	6	0	6
파프리카	4	0	4	4	0	4	4	0	4
합계	16	0	16	14	2	16	16	0	16

<조사대상 인구통계적 특성 - 환기장비>

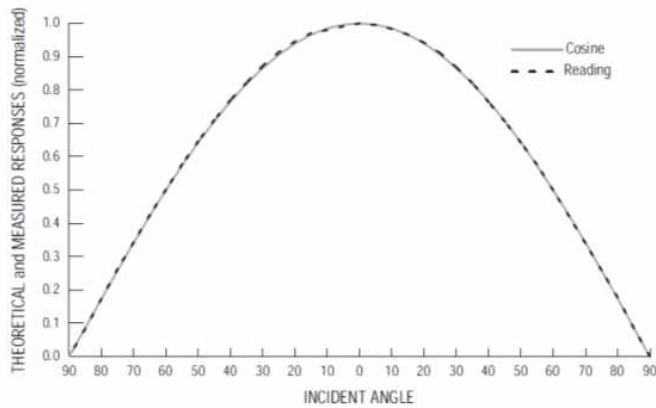
구분	천창개폐기			측창개폐기		
	설치	미설치	합계	설치	미설치	합계
토마토	6	0	6	6	0	6
딸기	5	1	6	6	0	6
파프리카	4	0	4	4	0	4
합계	15	1	16	16	0	16

② 특성 값 조사·분석

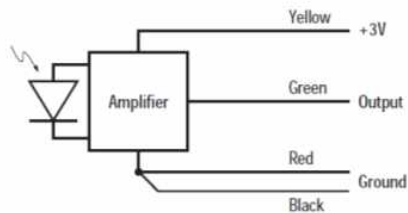
- o 조사방법 : 3사 업체별 주요 센서에 대한 데이터시트 자료 수집
- o 분석방법 : 데이터 시트 분석 전문가 판단 (Expert Judgement)

<A사 일사량 센서 데이터시트 - Cosine Response>

**Cosine Response (typical)**



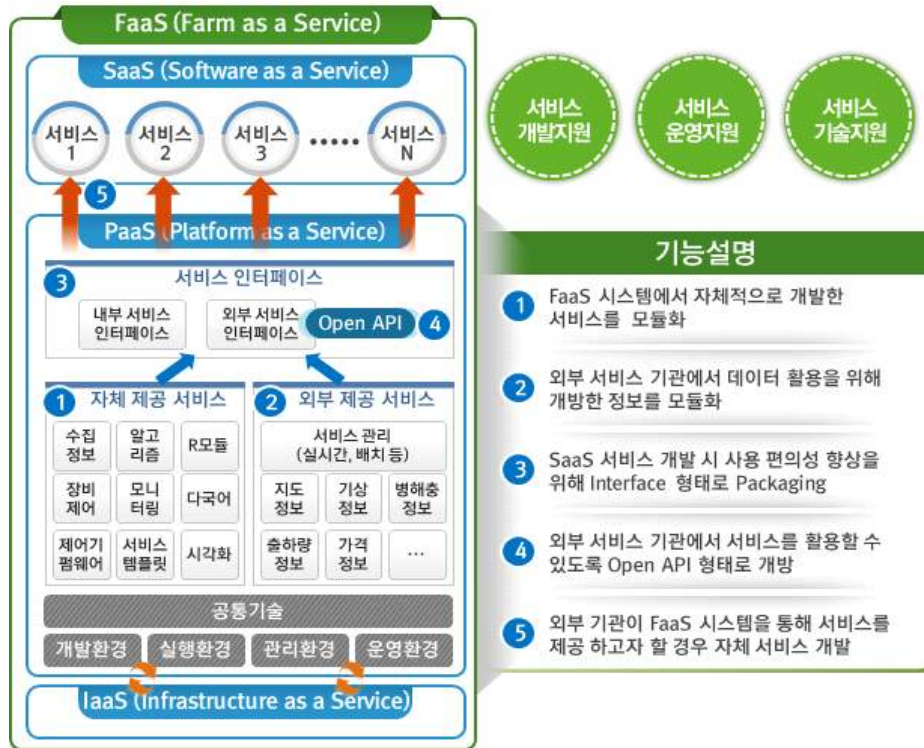
**Connections**



## 2. 2차 년도 연구 수행 결과

### 가. 서비스 공급자를 위한 SDK 개발

#### (1) ezSDK 개요



< SDK 설계 개요도 >

(가) ezSDK는 스마트 팜 관련 IT개발자들이 주로 사용하는 스마트 팜의 각종서비스(장비제어, 센서 모니터링 등)를 손쉽게 사용할 수 있는 클라우드 기반 서비스로 REST API를 통해 구성

(나) ezSDK는 REST API로 구성되었기 때문에 서비스 공급자가 인터넷 환경에서 개발환경(플랫폼)에 구애받지 않고 제공된 ezSDK를 통해 원하는 서비스를 다음 환경에서 구현 가능

- 모바일/PC 웹 환경 Javascript 및 다양한 환경(Java, Ruby, Python 등), 웹 서버
- iOS, Android 등 다양한 모바일 환경

(다) ezSDK는 다음의 환경을 기준으로 작성되었으며, 서비스 공급자의 시스템 환경에 따라 구성이 다를 수 있음

- WINDOWS 10
- Internet Explorer10, Chrome(33.0.1750.146), Firefox(28.0) browser
- eGovFrame 3.2 (전자정부 프레임워크 3.2, Eclipse Kepler Service Release 2)
- Java 1.7 version

(라) REST API 구성은 URL, HOST, METHOD로 구성되어 있으며 ezSDK는 REST API의 표준구성 규칙을 따르며 JavaScript에서 다음과 같은 예시로 사용할 수 있음  
예시)

- 호출부분 :

```
$.ajax({
  type: "GET",
  url: "http://210.92.91.248:8090/" + "/ezcloud/common/fmPlants/" + "fmPlantID";
  dataType: "json",
  success: function(jObj){
    alert(jObj);
  },
  error: function(request,status,error){}
});
```

- 응답부분 :

```
[
  msg : { "success" },
  list :
  [{"fmplant_owner_id": "lhh1***", "fmplant_unqno": "40", "fmplant_nm": "이지팜농장", "post_no": "13929",
  "basic_addr": "경기도 안양시 동안구 동편로***", "d_addr": "이지팜 3층 ***",
  ...중간생략...
  "fmplant_area": "123.00", "mngmt_status_cd": "001009001", "expt": "", "cult_type_nm": "노지"}]
]
```

(마) ezSDK의 제공 기능은 다음과 같으며 REST API 서비스 특성 상 서비스 제공자가 서비스를 추가함에 따라 서비스 종류가 증가하는 구조

- 사용자 및 농장주 관리 서비스
- 농장 관리 서비스
- 온실 관리 서비스
- 구역 관리 서비스
- 센서 관리 서비스
- 장비 관리 서비스
- 생육정보 관리 서비스
- 영농일지 관리 서비스
- 도매시장 가격정보 서비스
- 기상정보 서비스
- 병해충 정보 서비스
- 기타 서비스

(바) ezSDK는 REST API를 비롯한 디자인 시안도 함께 제공함으로써 서비스 공급자가 보다 쉬운 화면 구성을 할 수 있게 도움

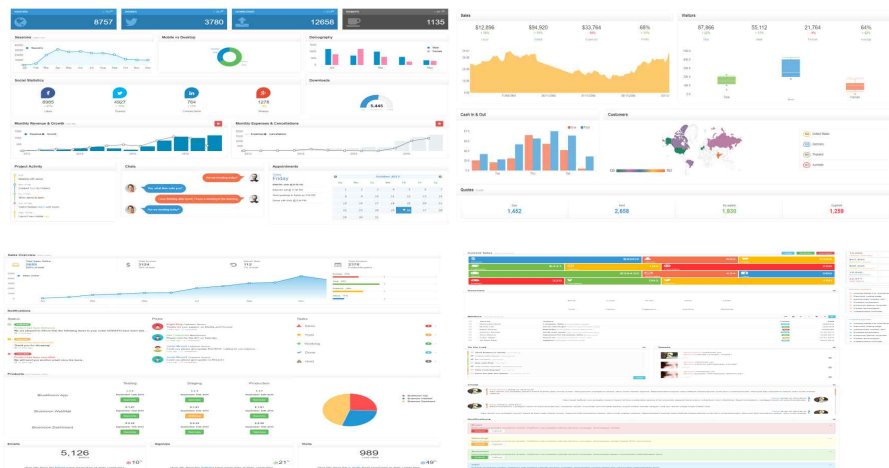


(2) ezSDK 서비스 구성

- (가) 사용자 및 농장주 관리 서비스
- (나) 농장 관리 서비스
- (다) 온실 관리 서비스
- (라) 구역 관리 서비스
- (마) 센서 관리 서비스
- (바) 장비 관리 서비스
- (사) 생육정보 관리 서비스
- (아) 영농일지 관리 서비스
- (자) 도매시장 가격정보 서비스
- (차) 기상정보 서비스
- (카) 병해충 정보 서비스
- (타) 기타 서비스

(3) ezSDK 디자인

- (가) ezSDK에서 제공하는 디자인은 서비스 제공자로 하여금 반응형 웹페이지를 보다 쉽고 빠르게 만들 수 있도록 도움을 제공
- (나) ezSDK는 다음 환경을 기준으로 디자인을 개발. 디자인은 HTML, JPS 등 파일로 제공
  - HTML 5, BootStrap, JavaScript, JQuery
  - Flot Graphs, Vector Maps, Google Graphs, wysihtml5 등 플러그인 요소
- (다) 대시보드 디자인



나. 생육정보, 생산량정보, 에너지 사용량정보, 모니터링 등 사용자 서비스 개발

(1) 인공지능 기반 IoT 클라우드형 개방형 스마트 팜 서비스 구상도

(가) 웹 기반 클라우드 사용자 시스템

- 컨설턴트 통합 대시보드, 농가정보 대시보드
- 농장정보 관리
- 장비관리  
(구동장비 제어[수동, 자동운전설정], 센서장비 모니터링, 온실별 센서장비 가이드)
- 영농관리(영농일지, 생육정보, 도매시장 가격정보)

(2) 모바일 app

(가) 스마트 팜 app

- 농가 환경정보 조회 및 원격수동제어
- 농가 장비 오작동 알림
- 농가 병해사진 전송 및 예측진단결과 조회

(3) 사용자별 제공 서비스

농가용 서비스
<p>▶ 웹</p> <p>1) 농가정보 대시보드</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 농장정보 위치(지도)</li> <li>- 날씨정보 (기온, 습도)</li> <li>- 환경정보 (센서정보) : 온실 내 (온도, 습도, CO<sub>2</sub>, 급액, 배지, 함수율, 일사 등), 온실 외 (온도, 일사, 풍향, 강우, 풍속 등) 의 센서정보 실시간 모니터링 정보 제공</li> <li>- 장비상태정보 (팬, 모터) 구동 및 정지, 진행상태 실시간 모니터링 정보 제공</li> <li>- 환경정보(센서) 모니터링 실시간 데이터 제공(이력 데이터포함) 및 데이터 미 수신 여부 제공</li> <li>- 장비 상태 최근 한 달간의 이력 데이터 모니터링 제공</li> <li>- 도매시장 가격정보 제공 (최근 7일간 가격정보 이력 및 최저, 최고값 정보 제공)</li> <li>- 영농작업 정보 제공(농가에서 등록한 영농일지의 정보를 년, 월별로 간략하게 정보 제공)</li> </ul> <p>2) 농장정보 관리</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 농장정보 등록 /수정 및 삭제 기능 제공</li> <li>- 온실정보 등록/수정 및 삭제 기능 제공</li> <li>- 구역정보 등록/수정 및 삭제 기능 제공</li> <li>- 구역의 재배품목 조회 및 등록/수정 및 삭제기능 제공</li> <li>- 설치장비정보 등록/수정 및 삭제기능 제공 (장비분류 : 센서, 구동기, 통신허브, 통신노</li> </ul>

## 농가용 서비스

드 등), (장비분류에 따른 모델 제공), (상위 장비, 채널, 설치위치 등록 기능 제공)

### 3) 구동장비 제어

- 환경정보(센서) 실시간 데이터 제공
- 장비의 상태 조회 및 설정 값 입력에 따라 구동 및 정지를 할 수 있는 화면 제공
- 운전상태 변경 기능 제공 (자동 : 자동운전설정에 따름, 수동 : 사용자가 설정한 값에 따름)
- 구동 시 내부 DB 설정 값에 맞는 계산식에 의해 종료시간 예측 및 표시 기능 제공, 새로고침 및 화면 이동 후 복귀 시 시간 동기화 기능 제공

### 4) 자동운전설정

- 환기창, 유동팬, 난방기의 자동운전 설정화면 등록/수정 및 삭제 기능 제공

### 5) 센서장비 모니터링

- 환경정보(센서) 실시간 데이터 제공
- 센서정보 실시간 모니터링 기능 제공
- 생육정보 가이드 라인 정보 제공
- 일간, 주간, 월간, 기간별 센서정보 모니터링 화면 제공
- 일간 모니터링 화면의 기상청정보 데이터 모니터링 제공
- 비교센서 선택 및 일간, 주간, 월간, 기간별로 비교차트 모니터링 제공
- 화면별 센서 이력정보 제공

### 6) 온실별 센서장비 가이드

- 기간별, 센서 항목별로 가이드 시간을 설정하는 화면을 제공

### 7) 영농일지

- 농장, 품목, 작업유형, 기간에 따른 일지 작성 화면 제공(단계별 등록)
- GAP 인증 관련하여 필요한 입력 항목으로 구성
- 일정 등록/수정 및 삭제 기능 제공, 드래그로 기간 변경 기능 제공

### 8) 생육정보

- 온실의 구역단위 별로 품목 정보 제공
- 품목 별 생육정보 리스트 제공 및 입력화면 제공 (엽수, 엽장, 관부직경, 화방수, 수확량, 당도 등)
- 생육정보 조사일시 별로 최초 등록 시 영농일지에 기타 농업활동 생육정보로 자동 등록 기능 제공

### 9) 도매시장 가격정보

### 농가용 서비스

- 농가의 관심품목 등록/수정 및 삭제기능 제공
- 관심시장 리스트 등록/수정 및 삭제기능 제공
- 품목별, 기간별 시장의 가격정보 제공

#### ▶ 모바일 APP

##### 1) 병해 예측/진단

- 모바일앱을 통한 병해사진 전송
- 모바일 앱을 통한 병해충 예측/진단결과 조회

### 컨설턴트용 서비스

#### ▶ 웹

##### 1) 컨설턴트 통합 대시보드

- 농가별 농장의 센서정보, 장비정보 모니터링 제공
- 대시보드 이동 클릭 시 각 농가의 권한으로 농가정보 대시보드 화면으로 이동할 수 있는 권한 변경 기능 제공

#### ▶ 모바일 APP

##### 1) 병해 예측/진단

- 모바일앱을 통한 병해사진 전송
- 모바일 앱을 통한 병해충 예측/진단결과 조회

### 생산자단체용 서비스

#### ▶ 웹

##### 1) 농가정보 대시보드

- 농장정보 위치(지도)
- 날씨정보 (기온, 습도)
- 환경정보 (센서정보) : 온실 내 (온도, 습도, CO<sub>2</sub>, 급액, 배지, 함수율, 일사 등), 온실 외 (온도, 일사, 풍향, 강우, 풍속 등) 의 센서정보 실시간 모니터링 정보 제공
- 장비상태정보 (팬, 모터) 구동 및 정지, 진행상태 실시간 모니터링 정보 제공
- 환경정보(센서) 모니터링 실시간 데이터 제공(이력 데이터포함) 및 데이터 미 수신 여부 제공
- 장비 상태 최근 한 달간의 이력 데이터 모니터링 제공
- 도매시장 가격정보 제공 (최근 7일간 가격정보 이력 및 최저, 최고값 정보 제공)
- 영농작업 정보 제공(농가에서 등록한 영농일지의 정보를 년, 월별로 간략하게 정보 제공)

##### 2) 농장정보 관리

- 농장정보 등록 /수정 및 삭제 기능 제공

## 생산자단체용 서비스

- 온실정보 등록/수정 및 삭제 기능 제공
- 구역정보 등록/수정 및 삭제 기능 제공
- 구역의 재배품목 조회 및 등록/수정 및 삭제기능 제공
- 설치장비정보 등록/수정 및 삭제기능 제공 (장비분류 : 센서, 구동기, 통신허브, 통신노드 등), (장비분류에 따른 모델 제공), (상위 장비, 채널, 설치위치 등록 기능 제공)

### 3) 구동장비 제어

- 환경정보(센서) 실시간 데이터 제공
- 장비의 상태 조회 및 설정 값 입력에 따라 구동 및 정지를 할 수 있는 화면 제공
- 운전상태 변경 기능 제공 (자동 : 자동운전설정에 따름 , 수동 : 사용자가 설정한 값에 따름)
- 구동 시 내부 DB 설정 값에 맞는 계산식에 의해 종료시간 예측 및 표시 기능 제공, 새 로고침 및 화면 이동 후 복귀 시 시간 동기화 기능 제공

### 4) 자동운전설정

- 환기창, 유동팬, 난방기의 자동운전 설정화면 등록/수정 및 삭제 기능 제공

### 5) 센서장비 모니터링

- 환경정보(센서) 실시간 데이터 제공
- 센서정보 실시간 모니터링 기능 제공
- 생육정보 가이드 라인 정보 제공
- 일간, 주간, 월간, 기간별 센서정보 모니터링 화면 제공
- 일간 모니터링 화면의 기상청정보 데이터 모니터링 제공
- 비교센서 선택 및 일간, 주간, 월간, 기간별로 비교차트 모니터링 제공
- 화면별 센서 이력정보 제공

### 6) 온실별 센서장비 가이드

- 기간별, 센서 항목별로 가이드 시간을 설정하는 화면을 제공

### 7) 영농일지

- 농장, 품목, 작업유형, 기간에 따른 일지 작성 화면 제공(단계별 등록)
- GAP 인증 관련하여 필요한 입력 항목으로 구성
- 일정 등록/수정 및 삭제 기능 제공, 드래그로 기간 변경 기능 제공

### 8) 생육정보

- 온실의 구역단위 별로 품목 정보 제공
- 품목 별 생육정보 리스트 제공 및 입력화면 제공 (엽수, 엽장, 관부직경, 화방수, 수확량, 당도 등)

### 생산자단체용 서비스

- 생육정보 조사일시 별로 최초 등록 시 영농일지에 기타 농업활동 생육정보로 자동 등록 기능 제공

#### 9) 도매시장 가격정보

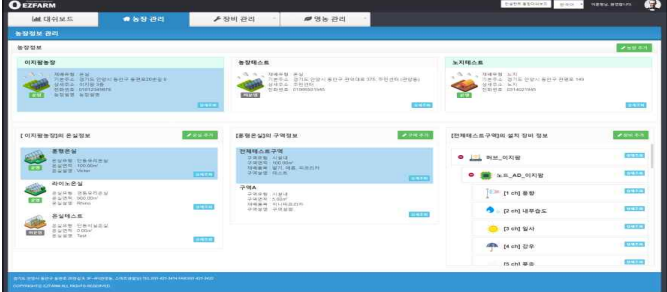
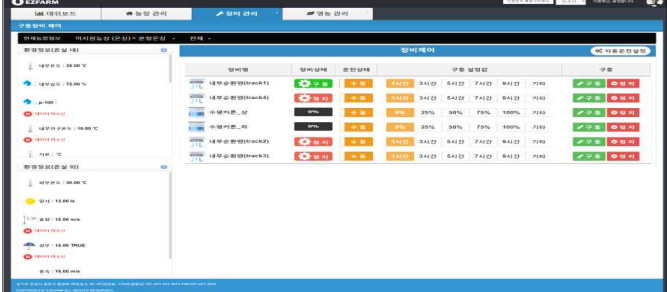
- 농가의 관심품목 등록/수정 및 삭제기능 제공
- 관심시장 리스트 등록/수정 및 삭제기능 제공
- 품목별, 기간별 시장의 가격정보 제공

#### ▶ 모바일 APP

#### 1) 병해 예측/진단

- 모바일 앱을 통한 병해사진 전송
- 모바일 앱을 통한 병해충 예측/진단결과 조회

#### (4) 사용자별 제공 서비스 화면

메뉴명	기능	화면
농가정보 대시보드	농가의 센서, 장비, 일지 등 각종 정보들을 실시간으로 볼 수 있는 대시보드 화면	
농장정보 관리	농장, 온실, 구역, 품목, 설치장비의 정보를 등록할 수 있는 화면	
구동장비 제어	장비의 상태, 제어, 설정 등을 할 수 있는 화면	

자동운전 설정

자동운전 설정 항목을 확인하고 등록할 수 있는 화면



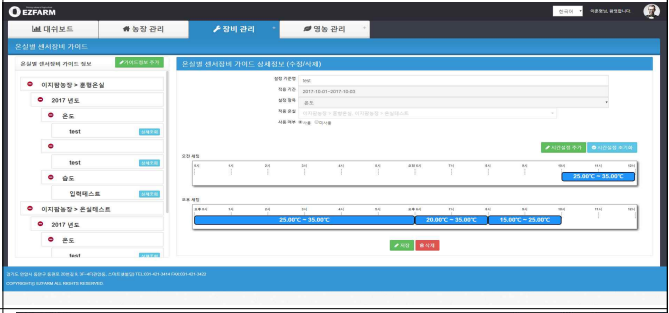
센서장비 모니터링

센서장비를 실시간, 월간, 주간, 기간별로 조회하고 센서를 데이터를 비교할 수 있는 화면



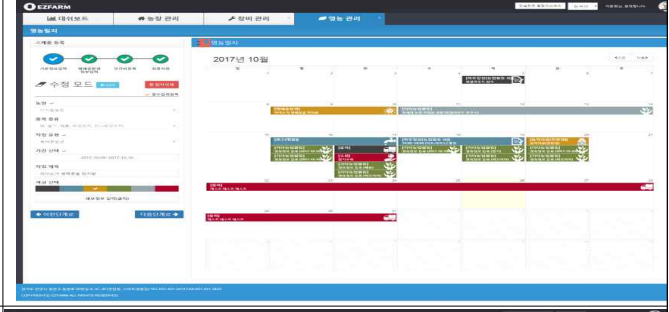
온실별 센서장비 가이드

센서의 정보를 가이드를 직접 지정할 수 있는 화면 (기간별 항목에 시간정보를 등록하여 시간대 별로 가이드를 할 수 있음)



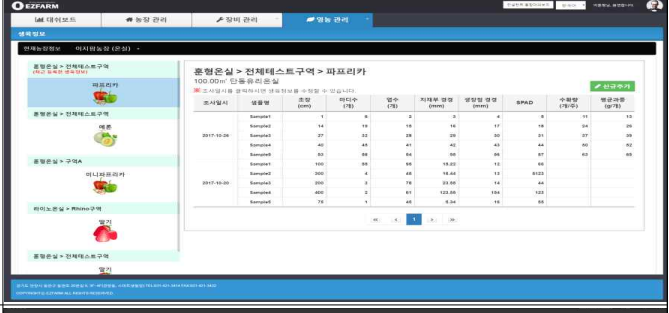
영농일지

GAP 인증의 영농일지 입력양식으로 구성되었으며 작업 유형별로 일지를 등록할 수 있는 화면



생육정보 (메인)



생육정보를 조회할 수 있으며 등록된 품목들을 확인할 수 있는 화면



생육정보 (상세)

생육정보를 등록할 수 있는 팝업화면, 조사일자를 선택하고 샘플별로 항목을 입력하고 등록이 가능

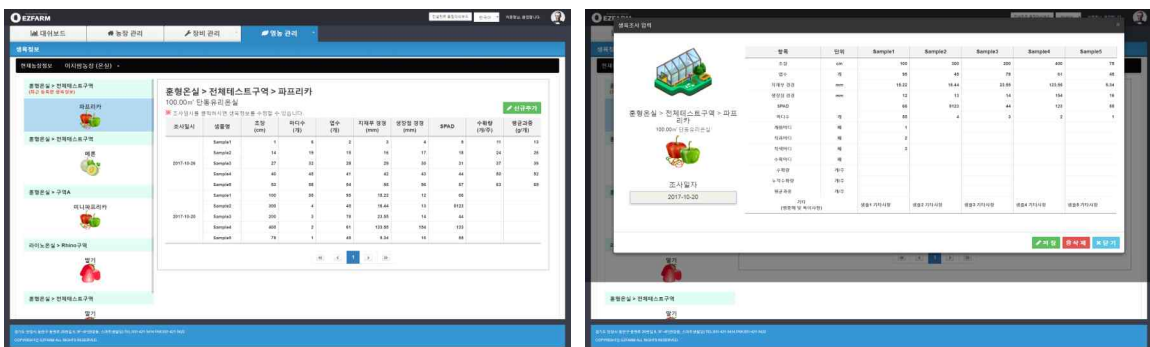


<p>도매시장 가격정보</p>	<p>로그인한 사용자의 관심품목, 관심시장리스트를 등록할 수 있으며, 시장가격정보를 하루에 한번 씩 연계함</p>	
<p>컨설턴트 통합 대시보드</p>	<p>컨설턴트가 볼 수 있는 대시보드 화면으로 농가, 농장별 센서정보와 장비정보 표</p>	

(5) 생육정보, 생산량정보, 에너지 사용량정보 모니터링 시스템 기능 설명서

1차 기능	2차 기능	3차 기능	상세설명
<p>IOT 모니터링</p>	<p>생육정보 모니터링</p>	<p>생육정보 조회</p>	<p>측정한 1~5개의 샘플 생육정보를 기간별로 조회한다</p>
		<p>생산량 조회</p>	<p>측정한 농가생산량 정보를 기간별로 조회 한다</p>
		<p>에너지사용량 조회</p>	<p>측정한 농가 에너지사용량 정보를 기간별로 조회한다</p>

(6) 생육정보, 생산량정보, 에너지 사용량정보 모니터링 시스템 화면





## 다. 다국어 버전 개발

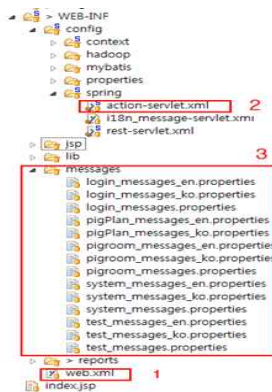
### (1) 적용환경

- spring-4.3.7 / JAVA1.8 / JSP

### (2) 적용순서

- spring 에서 메시지 사용할 수 있도록 설정
- 메시지 프로퍼티 파일 작성
- java / jsp 코드에서 다국어 메시지 사용
  - \* 메시지 프로퍼티 파일은 언어별로 존재하여야 함.

### (3) 파일구조



#### (가) web.xml 설정

- 파일 위치 : webapp > WEB-INF

```
<!-- Processes application requests -->+>+>
<servlet>+>
<servlet-name>action</servlet-name>+>
<servlet-class>org.springframework.web.servlet.DispatcherServlet</servlet-class>+>
<init-param>+>
  <param-name>contextConfigLocation</param-name>+>
  <param-value>/WEB-INF/conf/spring-action-servlet.xml</param-value>+>
</init-param>+>
<load-on-startup>1</load-on-startup>+>
</servlet>+>
<servlet-mapping>+>
  <servlet-name>action</servlet-name>+>
  <url-pattern>*.do</url-pattern>+>
</servlet-mapping>+>
```

#### (나) action-servlet.xml 설정

- 파일 위치 : webapp > WEB-INF > config > spring

```
<!-- bean의 정보를 위쪽에 작성하여 주시면 됩니다. -->+>
<beans:bean id="localeResolver" class="org.springframework.web.servlet.i18n.SessionLocaleResolver">+>
  <beans:property name="defaultLocale" value="ko" />+>
</beans:bean>+>
<!-- bean의 위치와가 해당 인터셉터를 등록 -->+>
<mvc:interceptors>+>
  <beans:bean class="org.springframework.web.servlet.i18n.LocaleChangeInterceptor">+>
    <beans:property name="paramName" value="locale" />+>
  </beans:bean>+>
</mvc:interceptors>+>
<!-- 메시지 소스의 위치를 지정합니다. message 소스(properties) 파일을 등록합니다. -->+>
<beans:bean id="messageSource"
class="org.springframework.context.support.ReloadableResourceBundleMessageSource">+>
  <beans:property name="basenames">+>
    <beans:list>+>
      <beans:value>/WEB-INF/messages/test_messages</beans:value>+>
      <beans:value>/WEB-INF/messages/system_messages</beans:value>+>
      <beans:value>/WEB-INF/messages/login_messages</beans:value>+>
    </beans:list>+>
  </beans:property>+>
</beans:bean>+>
```

(다) message 파일 생성

- ① 메시지 파일은 언어별로 생성
- ② 파일 위치 : webapp > WEB-INF > messages
- ③ messages 규칙 (키=값)
  - 한국어 (login\_messages\_ko.properties)
    - Login.Slogan1 = 환경정보(온실 내)
    - Login.Slogan2 = 환경정보(온실 외)
  - 영어 (ogin\_messages\_en.properties)
    - Login.Slogan1 = Environmental condition (indoor)
    - Login.Slogan2 = Environmental condition (outdoor)

(라) JAVA코드에서 사용

```
import java.util.Locale;
import javax.servlet.http.HttpServletRequest;
import org.slf4j.Logger;
import org.slf4j.LoggerFactory;
import org.springframework.beans.factory.annotation.Autowired;
import org.springframework.context.MessageSource;
import org.springframework.web.servlet.i18n.SessionLocaleResolver;
import org.springframework.stereotype.Controller;
import org.springframework.ui.Model;
import org.springframework.web.bind.annotation.RequestMapping;
import org.springframework.web.bind.annotation.RequestMethod;

@Controller
public class HomeController {
    private static final Logger logger = LoggerFactory.getLogger(HomeController.class);

    @Autowired
    SessionLocaleResolver localeResolver;

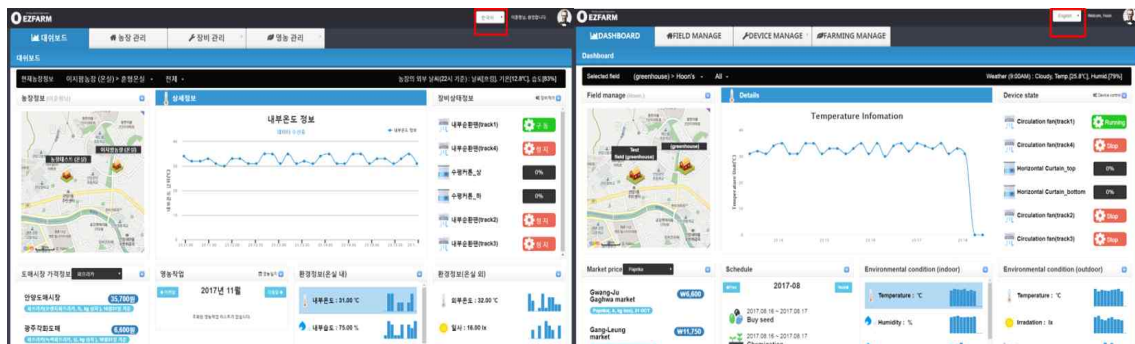
    @Autowired
    MessageSource messageSource;

    @RequestMapping(value = "/118/indo", method = RequestMethod.GET)
    public String i18n(Locale locale, HttpServletRequest request, Model model) {

        // @MessageSource와 @MessageProperties는 이리 사용한다.
        // @MessageSource는 @MessageProperties와 같이 사용한다.
        // @MessageProperties는 @MessageSource와 같이 사용한다.
        // @MessageSource와 @MessageProperties는 이리 사용한다.

        return "118n";
    }
}
```

(마) 화면

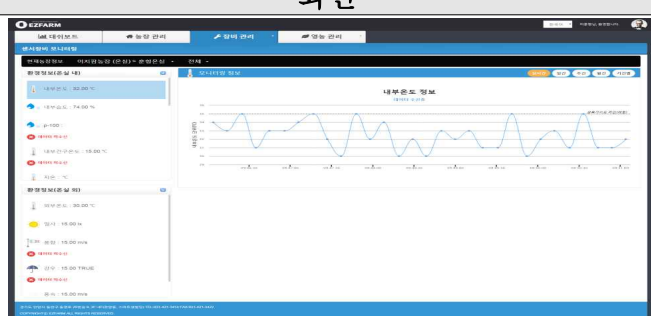



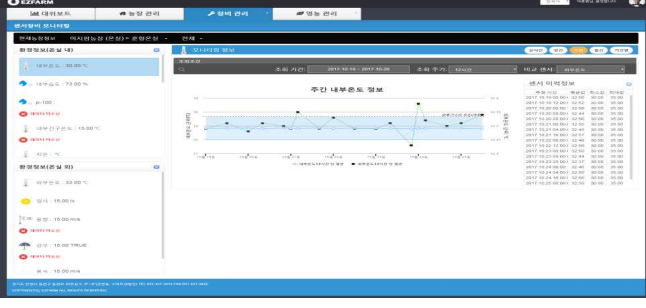
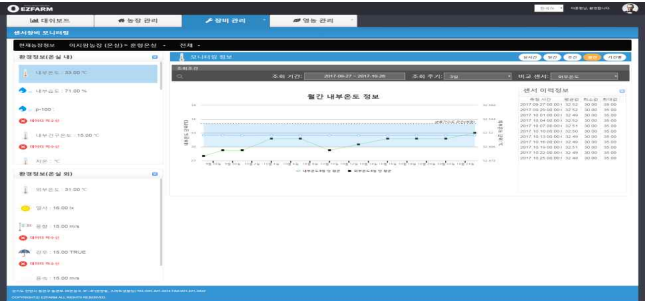

라. 클라우드기반 온실환경 IoT 모니터링 시스템 및 온실 장비 제어 시스템 개발

(1) 클라우드기반 온실환경 IoT 모니터링 시스템 기능 설명서

1차 기능	2차 기능	3차 기능	상세설명
IOT 모니터링	온실센서 모니터링	모니터링 정보(실시간)	온실 내 센서의 실시간 데이터를 보여주고 데이터 미 수신 시 표기된다.
		모니터링 정보(일간)	선택한 온실센서의 조회 일자를 기준으로 일간 데이터를 차트형식으로 조회한다. 또한 당일 기상청 정보를 차트형식으로 조회한다. (센서이력, 최대값, 최소값 포함)
		모니터링 정보(주간,월간)	선택한 온실센서의 조회 일자를 기준으로 주간, 월간 데이터를 조회하고, 비교센서 선택 시 센서의 데이터도 차트형식으로 조회할 수 있다. (센서이력, 최대값, 최소값 포함)
		모니터링 정보(기간별)	선택한 온실센서의 조회 일자를 기준으로 기간별 센서 정보를 차트형식으로 조회할 수 있으며 비교기간, 비교일, 조회 주기를 조건으로 차트를 조회할 수 있다.

(2) 클라우드기반 온실환경 IoT 모니터링 시스템 화면설계서


메뉴명	기능	화면
모니터링 정보 (실시간)	온실 내 센서의 실시간 데이터를 보여주고 데이터 미 수신 시 표기된다	
모니터링 정보 (일간)	온실센서의 조회 일자를 기준으로 일간 데이터를 차트형식으로 조회한다. 또한 당일 기상청 정보를 차트형식으로 조회한다. (센서이력, 최대값, 최소값 포함)	

<p>모니터링 정보 (주간, 월간)</p>	<p>온실센서의 조회 일자를 기준으로 주간, 월간 데이터를 조회하고, 비교센서 선택 시 센서의 데이터도 차트형식으로 조회할 수 있다. (센서이력, 최대값, 최소값 포함)</p>	 
<p>모니터링 정보 (기간별)</p>	<p>온실센서의 조회 일자를 기준으로 기간별 센서 정보를 차트형식으로 조회할 수 있으며 비교기간, 비교일, 조회 주기를 조건으로 차트를 조회할 수 있다.</p>	

(3) 클라우드기반 온실 장비 제어 시스템 기능 설명서

1차기능	2차기능	3차기능	상세설명
<p>온실장비 제어시스템</p>	<p>온실장비 제어시스템</p>	<p>온실장비 수동 제어</p>	<p>온실 내 제어장비들을 구동 설정 값에 따라 수동으로 제어 할 수 있다</p>
		<p>온실장비 자동 제어</p>	<p>온실 내 제어장비들의 운전상태가 자동인 장비에 대하여 환기창, 유동팬, 난방기로 구분하여 설정할 수 있다.</p>

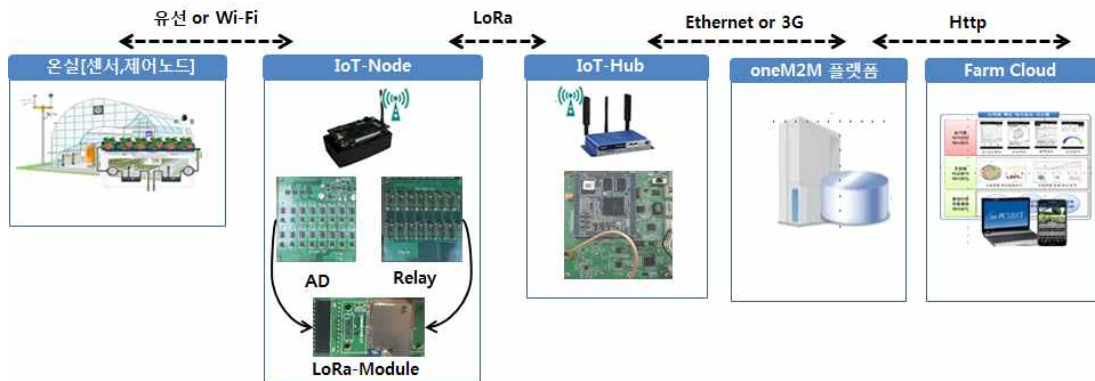
(4) 클라우드기반 온실 장비 제어 시스템 화면설계서

메뉴명	기능	화면
<p>장비제어</p>	<p>온실 내 제어장비들을 구동 설정 값에 따라 수동으로 제어 할 수 있다</p>	

<p>장비제어</p>	<p>온실 내 제어장비들의 운전상태가 자동인 장비에 대하여 환기창, 유동팬, 난방기로 구분하여 설정할 수 있다.</p>	
<p>장비제어</p>	<p>온실 내 제어장비 정보를 대시보드 화면을 통해서도 볼 수 있다.</p>	

마. 이전 연구과제인 온실통합제어기와 연계한 DD컨버터 개발

(1) 온실통합제어기 및 장비[Node, Hub] 간 통신을 통한 데이터 수집 및 제어 프로세스 개요도



(2) OneM2M 연동 기술 및 프로토콜 연동 기술 (LoRa) 개발

(가) 프로토콜

① oid

사물인터넷 용 객체 식별자 {0 2 481} 의 객체식별자는 한국인터넷진흥원(KISA)이  
 사물인터넷 디바이스용 객체식별자 {0 2 481 1} 의 객체식별자는 전자부품연구원(KETI)  
 이 관리를 담당

Prefix(KETI에서발급)	대분류 번호	소분류 번호	모델 번호	시리얼 번호
0.2.481.1.1015201606210306	2B	2B	2B	4B

② LoRa Address

- DevEUI - Device EUI - 64 bit end-device identifier, EUI-64 (unique) ::: LoRa ED(End Device)의 장비 식별로 사용하며 IEEE MAC Address를 기반으로 EUI-64로 변환하여 사용
- DevAddr - Device Address - 64bit EUI에서 하위 4byte를 추출하여 사용
- LoRa를 사용하는 End Device의 경우 메시지 프로토콜에 Sender ID 및 Receiver ID를 사용하지 않고 LoRa MAC에 Device Address를 설정하여 전송

③ 전체 프로토콜 Message Frame

요청	Header[5 Byte]					Body[60 Byte]
	Msg Code	Msg Type	msg function	sequence number	Reserved	payload
	1B	1B	1B	1B	1B	60B

응답	Header					Body
	Msg Code	Msg Type	msg function	sequence number	MRC	payload
	1B	1B	1B	1B	1B	60B

- 프로토콜 패킷 Header[ Message Code] 상태 값

Message Code	Value	설명
registration	1	로라디바이스 등록을 위한 메시지
read	2	로라디바이스가 가지고 있는 자원의 값을 읽는 메시지
write	3	로라디바이스가 가지고 있는 자원의 값을 설정하는 메시지
observe	4	로라디바이스가 가지고 있는 자원의 값을 보고하는 메시지

- 프로토콜 패킷 Header[ message Type] 상태 값

message Type	value	설명
request	1	요청메시지
response	2	응답메시지
notify	3	로라디바이스에서로라게이트웨이로전송하는보고메시지
ack	4	notify메시지에대한응답메시지

- 프로토콜 패킷 Header[ message Function] 상태 값

message Function	value	설명
registration	1	등록
registration update	2	등록갱신
deregistration	3	등록해지
sensing	4	센싱
device status	5	디바이스상태
control	6	제어
control status	7	제어결과상태

- 프로토콜 패킷 Header[ message response code(MRC)] 결과 값

message response code	value	설명
성공	0x0	정상적으로 잘 처리되었음
메시지코드오류	0x1	메시지코드가 존재하지않음
인자오류	0x2	메시지에필요한인자값이없거나잘못되어있음
기타오류	0xff	그외의모든오류

- 등록 요청 메시지 파라미터

message response code	parameters	설명
등록요청	Gateway OID	로라게이트웨이OID
	Device OID	로라디바이스OID

- 센싱 요청 메시지 파라미터

이름	타입	길이(byte)	설명
센서개수	integer	1	측정하려고하는센서개수
SensorID	integer	1	로라디바이스에설치된센서ID

- 센싱 응답 메시지 파라미터

이름	타입	길이(byte)	설명
센서개수	integer	1	측정하려고하는센서개수
SensorID	integer	1	로라디바이스에설치된센서ID
SensingValue	integer	2	센서로부터수집된센싱값

- 제어 메시지 파라미터

이름	타입	길이(byte)	설명
제어명령ID	integer	2	장비제어 :00,00 장비제어 :00,01
제어기ID	integer	1	01
제어기타입	integer	1	제어기타입(1:on/off타입,2:통신타입)
제어기프로토콜	integer	1	00
제어인자길이	integer	1	장비제어 :제어대상 개수 장비제어 :06
제어인자배열	integer	n	장비제어 :제어 대상 장비제어 :(년/월/일/시/분/초[11,08,04,01,00,00]) [예]17/10/10/05/30/30

- 제어인자 배열 구조

이름	타입	길이(byte)	설명
제어채널	integer	1	1~16채널숫자
제어상태	integer	1	1 : Relay ON, 0 : Relay OFF
ex) 1번 채널 ON, 3번 채널 OFF - 제어인자길이 : 4, 제어인자 배열 : 01,01,03,00			

- Observe 메시지 파라미터

이름	타입	길이(byte)	설명
observe type	integer	1	0x01:LoRa Sensor Node 센싱관찰 0x02:LoRa Actuator Node 상태관찰
observe time	integer	2	관찰보고주기,Unit:second

- 제어요청/응답 프로토콜

해당 프로토콜을 장비제어 와 장비 타임세팅 모듈와 같이 사용한다. 제어명령 ID에 00[장비제어], 01[타임설정]으로 구분하여 사용한다.

요청	제어	Header					Body						
		Msg Code	Msg Type	msg function	sequence number	Reserved	제어명령 ID	제어기 ID	제어기 타입	제어기 프로토콜	제어인자 길이	제어인자 배열	여분
		0x3	0x01	0x06	1B	1B	2B	1B	1B	1B	1B	nB	(60-6-n)B
응답	제어 결과	Header					Body						
		Msg Code	Msg Type	msg function	sequence number	MRC	제어명령 ID	제어기 ID	제어기 타입	제어기 프로토콜	제어인자 길이	제어인자 배열	여분
		0x03	0x02	0x06	1B	1B	2B	1B	1B	1B	1B	nB	(60-6-n)B



- 센싱/옵저브정보 요청/응답 프로토콜

Notify	센싱	Header					Body					
		Msg Code	Msg Type	msg function	sequence number	Reserved	센서개수	SensorID	Sensing Value	SensorID	Sensing Value	...
		0x04	0x3	0x04	1B	1B	1B	1B	2B	1B	2B	
Ack	센싱	Header					Body					
		Msg Code	Msg Type	msg function	sequence number	MRC	Blank					
		0x04	0x4	0x04	1B	1B	60B					

- 옵저브[수집주기]정보 등록/응답 프로토콜

요청	등록/센싱	Header					Body			
		Msg Code	Msg Type	msg function	sequence number	Reserved	observe type	observe time	Blank	
		0x04	0x01	0x01	1B	1B	0x01	2B	(60-3)B	
응답	등록/센싱	Header					Body			
		Msg Code	Msg Type	msg function	sequence number	MRC	Blank			
		0x04	0x02	0x01	1B	1B	60B			

- 장비상태 정보 등록/응답 프로토콜

요청	장비상태	Header					Body					
		Msg Code	Msg Type	msg function	sequence number	Reserved	장비개수	DeviceID (Sensor/actuator)	Blank	DeviceID (Sensor/actuator)	Blank	...
		0x02	0x01	0x05	1B	1B	1B	1B	1B	1B	1B	nB
응답	장비상태	Header					Body					
		Msg Code	Msg Type	msg function	sequence number	MRC	장비개수	DeviceID (Sensor/actuator)	상태	DeviceID (Sensor/actuator)	상태	...
		0x02	0x02	0x05	1B	1B	1B	1B	1B	1B	1B	nB



번호	HTTP Verb	범례	설명	API 포맷
6	GET	<p>http://211.253.24.33:7599/ [허브]10.10.50.1/ [노드]10.10.10.1/ val?</p> <p>[적용 인자값] - ty: device type   (2: ae, 3: container,   4: contentInstance,   23: subscription) - cra: createAfter (ex &gt;   20170619T080000) - crb: createBefore (ex   &gt; 20170620T200000) - lim: 응답 리소스 개수   지정 (최대 1000개)</p>	<p>장비[노드] 센싱 값 요청/응답</p> <p>센싱정보 기간별로 최대 1000건 조회</p>	<pre>[요청 Request] http://211.253.24.33:7599/[허브]10.10.50.1/ [노드]10.10.10.1/val/latest  [응답 body] &lt;?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?&gt; &lt;m2m:rsp xmlns:m2m="http://www.onem2m.org/xml/protocols" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"&gt; &lt;m2m:cin rn="4-201710312317358029UQO"&gt; &lt;ri&gt;H1GOW8W8R-&lt;/ri&gt; &lt;cr&gt;10.10.10.4&lt;/cr&gt; &lt;cs&gt;130&lt;/cs&gt;  &lt;con&gt;프로토콜[040304000010101100110000123a0113e703143102152400 16c800175b0018b6091900001a2c001b06001c04001d41001e4b001f200000 0000000000000000000000000000000000]K&lt;/con&gt; &lt;pi&gt;S1MQKTav9Z&lt;/pi&gt; &lt;ty&gt;4&lt;/ty&gt; &lt;ct&gt;20171031T231735&lt;/ct&gt; &lt;lt&gt;20171031T231735&lt;/lt&gt; &lt;et&gt;20191031T141735&lt;/et&gt; &lt;st&gt;61928&lt;/st&gt; &lt;/m2m:cin&gt; &lt;m2m:cin rn="4-20171031231835817yw0v"&gt; &lt;ri&gt;ByzNS8WIRW&lt;/ri&gt; &lt;cr&gt;10.10.10.1&lt;/cr&gt; &lt;cs&gt;130&lt;/cs&gt;  &lt;con&gt;프로토콜[040304000010000000010000020000030000040000050000 0600000700000800000900000a00000b00000c00000d00000e00000f000000 0000000000000000000000000000000000]K&lt;/con&gt; &lt;pi&gt;S1MQKTav9Z&lt;/pi&gt; &lt;ty&gt;4&lt;/ty&gt; &lt;ct&gt;20171031T231835&lt;/ct&gt; &lt;lt&gt;20171031T231835&lt;/lt&gt; &lt;et&gt;20191031T141835&lt;/et&gt; &lt;st&gt;61929&lt;/st&gt; &lt;/m2m:cin&gt; &lt;/m2m:cin&gt;</pre>
7	POST	<p>http://211.253.24.33:7599/ [허브]10.10.50.1/ [노드]10.10.10.1/ statusreq</p>	<p>장비[노드] 상태 조회 요청</p> <p>[장비 정상작동 여부]</p>	<pre>[요청 body] &lt;?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?&gt; &lt;m2m:cin xmlns:m2m="http://www.onem2m.org/xml/protocols" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"&gt; &lt;con&gt;프로토콜[020105140000100 00 0000000000000000000000000000000000]K&lt;/con&gt; &lt;/m2m:cin&gt;</pre>
8	GET	<p>http://211.253.24.33:7599/ [허브]10.10.50.1/ [노드]10.10.10.1/ statusres/latest</p>	<p>장비[노드] 상태 조회 응답</p> <p>[장비 정상작동 여부]</p>	<pre>[응답 body] &lt;?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?&gt; &lt;m2m:cin xmlns:m2m="http://www.onem2m.org/xml/protocols" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" rn="4-20171101102754211BxfU"&gt; &lt;pi&gt;HJ9mYa6wqb&lt;/pi&gt; &lt;ty&gt;4&lt;/ty&gt; &lt;ct&gt;20171101T102754&lt;/ct&gt; &lt;ri&gt;SkMz7XiUC-&lt;/ri&gt; &lt;lt&gt;20171101T102754&lt;/lt&gt; &lt;et&gt;20191101T012754&lt;/et&gt; &lt;st&gt;158&lt;/st&gt; &lt;cs&gt;130&lt;/cs&gt; &lt;cr&gt;10.10.10.1&lt;/cr&gt;  &lt;con&gt;프로토콜[020205140000100 00 0000000000000000000000000000000000]K&lt;/con&gt; &lt;/m2m:cin&gt;</pre>
9	POST	<p>http://211.253.24.33:7599/ [허브]10.10.50.1/ [노드]10.10.10.1/ ctrlreq</p>	<p>장비[노드] 제어명령 등록</p>	<pre>[요청 body] &lt;?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?&gt; &lt;m2m:cin xmlns:m2m="http://www.onem2m.org/xml/protocols" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"&gt; &lt;con&gt;프로토콜[ 030106EE00000001010001020100 00 00000000]K&lt;/con&gt; &lt;/m2m:cin&gt;</pre>

번호	HTTP Verb	범례	설명	API 포맷
10	GET	http://211.253.24.33:7599/ [허브]10.10.50.1/ [노드]10.10.10.1/ ctrlreq/latest	장비[노드] 제어명령 결과 응답	[응답 body] <?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?> <m2m:cin xmlns:m2m="http://www.onem2m.org/xml/protocols" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" rn="4-20171101102754211BxfU"> <pi>HJ9mYa6wqb</pi> <ty>4</ty> <ct>20171101T102754</ct> <ri>SkMz7XiUC-</ri> <lt>20171101T102754</lt> <et>20191101T012754</et> <st>158</st> <cs>130</cs> <cr>10.10.10.1</cr> <con>프로토콜[030206EE00000001010001020100000000000000000000 00 00 </con> </m2m:cin>
11	GET	http://210.92.91.248:8090/e zcloud/common/deviceList	팜클라우드에 세팅된 장비 oid와 고유 eui 정보를 모비우 스 공유	{ "deviceList": [ { "oid": "10.10.10.4", "eui": "333934376c358512" }, { "oid": "10.10.10.2", "eui": "3339343754358512" }, { "oid": "10.10.10.3", "eui": "3339343767358512" } ]
12	POST	http://210.92.91.248:8090/e zcloud/common/deviceList ?oid=10.50.50.3	[ 팜클라우드 정보] oid 인자 값은 허브의 oid를 적용하여 하위 디바이스 oid를 조회한 다.	{ "deviceList": [ { "oid": "10.10.10.5", "eui": "3339343760355e12" }, { "oid": "10.10.10.6", "eui": "3339343772357613" } ]
13	POST	http://210.92.91.248:8090/e zcloud/common/10.10.10.1/ devicerunreq/	[ 팜클라우드 정보] 하위 디바이스 장비 ON이 되 었다는 신호를 클라우드에 신 호를 보낸다	"deviceList": [ { "INSTAL_MNGMT_STATUS_CD": "1" } ]

\* 요청, 응답 body 에서 <con> 속성 외의 것은 메타 데이터로서, 유의적인 중요성이 없으며, 통신 내용은 <con> 속성에 모두 담겨 있음.

단 [lt]는 최근 수정일자로 센싱정보 조회 시에 센싱정보 수신일시로 사용한다.

\* 공통 HTTP Headers 는 다음과 같음.

Accept : application/xml / application/json

X-M2M-RI : 12345

X-M2M-Origin : /0.2.481.1.21160310105204806

Content-Type : application/vnd.onem2m-res+xml;ty=4 or

application/vnd.onem2m-res+json;ty=4



③ 모바일 플랫폼 <-> Farm\_Cloud 연동 프로그램 개발

- 모바일 플랫폼과 Farm\_Cloud간 데이터 송.수신 연결은 자바 데몬으로 일정 실행 주기를 주입하여 실시간으로 플랫폼과 통신한다.
- 데몬 프로그램 구조

폴더명	파일명	기능
Conf	common.properties	데몬 컨트롤 항목을 설정한다.
	log4j.properties	데몬 실행 시 생성되는 로그 종류와 로그파일 생성 경로를 설정한다.
Lib	log4j-1.2.13-ext.jar log4j-1.2.9.jar mysql-connector-java-5.1.42-bin.jar ojdbc14-10.2.0.4.0.jar spring-batch-infrastructure-3.0.5.RELEASE.jar spring-core-3.2.9.RELEASE.jar spring-web-3.2.9.RELEASE.jar	db연동 및 HTTP 통신에 필요한 각종 라이브러리를 이용한다.
Logs	Database.log	데몬 실행 시 디비, 리포트, 서비스 등 일별로 로그파일이 생성된다.
	Reporter.log	
	Service.log	
	sql.log	
connect	Connection_Get	HTTP GET 으로 데이터를 가져오는 정보는 해당 로직으로 공통으로 이용하여 통신을 한다.
	Connection_Post	HTTP POST 으로 데이터를 전달하는 정보는 해당 로직으로 공통으로 이용하여 통신을 한다.
parsing	Processor_Decimal	수신프로토콜패킷10진수변환하여 헤더 5byte 바디 65byte 총 65byte 형태의 프로토콜 패킷을 정의된 패킷 형태에 따라 분리 하여 ID 별 VALUE 값을 추출하여 데이터베이스에 저장할수 있는 구조로 데이터를 리턴한다.
	Processor_Hexadecimal	추출된 장비제어 명령과 노드에 적용할 수집주기, 서버일시 동기화 정보 등을 16진수로 변환하여 헤더 5byte 바디 65byte 총 65byte 형태로 분리 하여 프로토콜 패킷을 생성하여 리턴한다.
dao	Sql	기능별 쿼리
get	JobService_Device_status_Get JobService_Gtw_Dve_Info_Get JobService_observe_Get JobService_platform_Get JobService_Sensing_Get JobService_Sensing_Section_Get	센싱정보 및 제어결과 HTTP GET 하여 DB에 저장한다.
post	JobService_Divce_Cnt_Post JobService_Divce_State_Post JobService_Divce_oid_Modify_Post JobService_observe_Post JobService_Observe_Time_Set_Post JobService_Sensing_Req_Post	장비제어 명령 및 장비별 수집주기, 시간동기화 데이터를 HTTP POST 이용하여 하여 모바일에 전송하는 역할을 한다.
root	jobMain	서버에서 데몬을 작동시 실행하는 파일이며 센싱조회 및 제어대상 정보 등을 1초에 한번씩 체크할수 있도록 모든 기능의 시작점의 역할을 한다.

- 데몬 실행 화면

```
[root@localhost OneM2M_receiver]# ./start_batch.sh
```

[데몬 실행 명령]

```

RUN_HOME=/usr/demon/OneM2M_receiver
cd $(RUN_HOME)

CLASS_PATH=""
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/classes"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/altibase-jdbc-driver-6.3.1.0.9.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/commons-collections-3.2.1.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/commons-dbcp-1.2.2.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/commons-lang-2.6.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/commons-pool-1.4.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/commons-logging-1.1.1.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/ibatis-2.3.4.726.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/commons-beanutils-1.9.3.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/commons-httpclient-3.1.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/egovframework.rte.psl.dataaccess-2.7.0.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/emorph-1.0.4.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/logging-1.0.4.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/ibatis-2.3.4.726.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/log4j-1.2.9.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/log4j-1.2.13-ext.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/jdom.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/json-lib-2.2.2-jdk15.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/objdbc14-10.2.0.4.0.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/spring-core-3.2.9.RELEASE.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/spring-web-3.2.9.RELEASE.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/spring-batch-infrastructure-3.0.5.RELEASE.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/mysql-connector-java-5.1.42-bin.jar"

java -cp $(CLASS_PATH) -Drun.home=$(RUN_HOME) demon.JobMain
    
```

[데몬 실행 스크립트]

```
[root@localhost OneM2M_receiver]# ./stop.sh
```

[데몬 정지 명령]

```

RUN_HOME=/usr/demon/OneM2M_receiver
cd $(RUN_HOME)

CLASS_PATH=""
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/classes"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/altibase-jdbc-driver-6.3.1.0.9.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/commons-collections-3.2.1.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/commons-dbcp-1.2.2.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/commons-lang-2.6.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/commons-pool-1.4.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/commons-logging-1.1.1.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/ibatis-2.3.4.726.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/commons-beanutils-1.9.3.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/commons-httpclient-3.1.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/egovframework.rte.psl.dataaccess-2.7.0.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/emorph-1.0.4.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/logging-1.0.4.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/ibatis-2.3.4.726.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/log4j-1.2.9.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/log4j-1.2.13-ext.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/jdom.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/json-lib-2.2.2-jdk15.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/objdbc14-10.2.0.4.0.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/spring-core-3.2.9.RELEASE.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/spring-web-3.2.9.RELEASE.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/spring-batch-infrastructure-3.0.5.RELEASE.jar"
CLASS_PATH=$(CLASS_PATH):$(RUN_HOME)/lib/mysql-connector-java-5.1.42-bin.jar"

java -cp $(CLASS_PATH) -Drun.home=$(RUN_HOME) -Xmx
    
```

[데몬 정지 명령]

```

2017-11-01 21:39:40 [INFO] [JobService_observe_Post_run(1201) - *데이터행 대량업로드*
2017-11-01 21:39:40 [INFO] [JobService_observe_Post_run(1257) - 20171101213940 x [JobSe
2017-11-01 21:39:40 [INFO] [JobService_observe_Post_run(1188) - OneM2M 디바이스 상태가 0
2017-11-01 21:39:40 [INFO] [JobService_observe_Post_run(1272) - OneM2M 디바이스 상태가 0
2017-11-01 21:39:40 [INFO] [JobService_observe_Post_run(1278) - OneM2M 디바이스 위치정보 업
}
2017-11-01 21:39:44 [INFO] [JobService_observe_Post_run(1281) - 20171101213944 x [JobSe
2017-11-01 21:39:44 [INFO] [JobService_observe_Post_run(1180) - OneM2M 디바이스 위치정보 업
2017-11-01 21:39:44 [INFO] [JobService_observe_Post_run(1208) - *데이터행 대량업로드*
2017-11-01 21:39:44 [INFO] [JobService_observe_Post_run(1208) - *데이터행 대량업로드*
2017-11-01 21:39:44 [INFO] [JobService_observe_Post_run(1273) - 20171101213944 x [JobSe
2017-11-01 21:39:44 [INFO] [JobService_observe_Post_run(1187) - OneM2M 디바이스 위치정보 업
}
2017-11-01 21:39:47 [INFO] [JobService_observe_Post_run(1184) - OneM2M 디바이스 위치정보 업
2017-11-01 21:39:47 [INFO] [JobService_observe_Post_run(1184) - OneM2M 디바이스 위치정보 업
2017-11-01 21:39:47 [INFO] [JobService_observe_Post_run(1184) - OneM2M 디바이스 위치정보 업
2017-11-01 21:39:47 [INFO] [JobService_observe_Post_run(1208) - *데이터행 대량업로드*
2017-11-01 21:39:47 [INFO] [JobService_observe_Post_run(1273) - 20171101213947 x [JobSe
2017-11-01 21:39:47 [INFO] [JobService_observe_Post_run(1188) - OneM2M 디바이스 상태가 0
2017-11-01 21:39:47 [INFO] [JobService_observe_Post_run(1278) - OneM2M 디바이스 위치정보 업
}
2017-11-01 21:39:48 [INFO] [JobService_observe_Post_run(1201) - *데이터행 대량업로드*
2017-11-01 21:39:48 [INFO] [JobService_observe_Post_run(1184) - OneM2M 디바이스 위치정보 업
2017-11-01 21:39:48 [INFO] [JobService_observe_Post_run(1184) - OneM2M 디바이스 위치정보 업
2017-11-01 21:39:48 [INFO] [JobService_observe_Post_run(1184) - OneM2M 디바이스 위치정보 업
2017-11-01 21:39:48 [INFO] [JobService_observe_Post_run(1208) - *데이터행 대량업로드*
2017-11-01 21:39:48 [INFO] [JobService_observe_Post_run(1273) - 20171101213948 x [JobSe
2017-11-01 21:39:48 [INFO] [JobService_observe_Post_run(1188) - OneM2M 디바이스 상태가 0
2017-11-01 21:39:48 [INFO] [JobService_observe_Post_run(1278) - OneM2M 디바이스 위치정보 업
}
2017-11-01 21:39:49 [INFO] [JobService_observe_Post_run(1184) - OneM2M 디바이스 위치정보 업
2017-11-01 21:39:49 [INFO] [JobService_observe_Post_run(1184) - OneM2M 디바이스 위치정보 업
2017-11-01 21:39:49 [INFO] [JobService_observe_Post_run(1184) - OneM2M 디바이스 위치정보 업
2017-11-01 21:39:49 [INFO] [JobService_observe_Post_run(1208) - *데이터행 대량업로드*
2017-11-01 21:39:49 [INFO] [JobService_observe_Post_run(1273) - 20171101213949 x [JobSe
2017-11-01 21:39:49 [INFO] [JobService_observe_Post_run(1188) - OneM2M 디바이스 상태가 0
2017-11-01 21:39:49 [INFO] [JobService_observe_Post_run(1278) - OneM2M 디바이스 위치정보 업
}
    
```

[모비우스 통신 데몬 실행 Report 로그]

(다) LoRa 통신모듈 적용한 IoT-Node

① 개요

EL-LoRa는 IEEE802.15.4(e) MAC 호환 LoRaTM RF module 로서 센서 네트워크, 원격 검침, 스마트그리드 등 IoT 응용에 적용 가능한 무선 통신을 제공한다. 저전력 MCU 와 LoRa RF Transceiver 를 내장하고 있으며 IEEE802.15.4(e) MAC, 6LoWPAN,IPv6, RPL, CoAP 등 여러 프로토콜을 지원하며 다양한 환경에서 보다 쉬운 적용을 가능하게 한다.

② LoRa Hardware규격

EL-LoRa는 Sub-GHz Wireless Connectivity 를 제공하기 위한 LoRa 무선부와 이를 제어하기 위한 MCU 부분으로 구성되어 있으며, Host MCU(CPU)와 연결을 위한 UART 인터페이스를 제공한다.

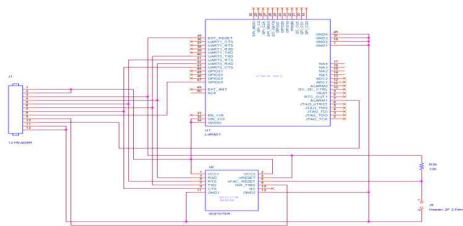
No.	Name	Direction	Description
1	RESET_N	Input	External Reset,Input: Active low. You may leave this pin unconnected. - GND
2	GND	Power	- GND
3	SF_SEL	Input	Factory test only. Do not connect.
4	VDD_3V3	Power	Do not connect. 3.3V
5	Reserved	Power	Do not connect.
6	VDD_3V3	Power	Do not connect. 3.3V
7	Reserved	Power	Do not connect.
8	GND	Power	- GND
9	UART2_TX	Output	UART2 TX. 3.3V TTL level.
10	UART2_RX	Input	UART2 RX. 3.3V TTL level.
11	GND	Power	- GND
12	GPIO4	In/Out	Can be used UART2_TX enable output.
13	GPIO5	Output	GPIO5
14	UART0_TX	Output	Factory test only. Do not connect.
15	UART0_RX	Input	Factory test only. Do not connect.
16	Reserved	Power	Do not connect.
17	Reserved	Power	Do not connect.
18	Reserved	Power	Do not connect.
19	Reserved	Power	Do not connect.
20	Reserved	Power	Do not connect.
21	Reserved	Power	Do not connect.
22	SPI_MISO	Input	Do not connect.
23	SPI_MOSI	Output	Do not connect.
24	SPI_CS_N	Input	SPI CS_N
25	SPI_CS_N	Input	SPI CS_N
26	PROGRAM	Input	SPI chip select. Active low. Factory test only. Do not connect.

< LoRa H/W구성 >

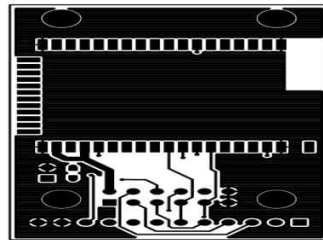
③ LoRa 모듈 Interface

Daughter Board 형태로 연결할 수 있도록 구성됨

④ LoRa 통신 모듈 설계도

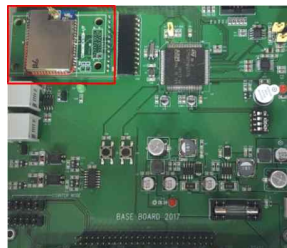


< LoRa 통신 모듈 설계도 >



< LoRa 통신 모듈 거버 >

⑤ LoRa 통신 노드 시제품

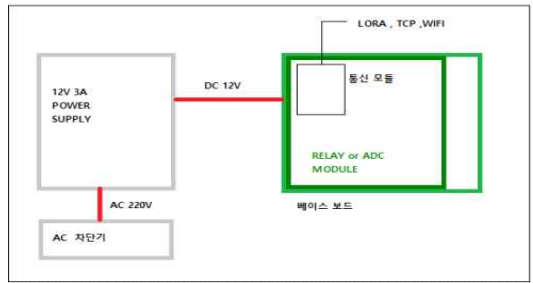


< LoRa 통신 노드 시제품 >



(라) IoT-Node HW 와 SW 설계 및 시제품 개발

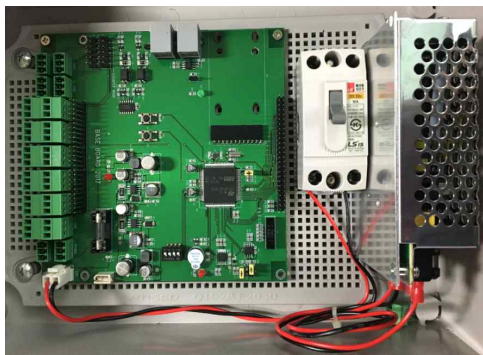
① HW 합체 연결 블록도



< 합체 연결 블록도 >

② IoT-Node 설계도면 및 시제품 개발

- Base Board, AD\_module, relay\_module 시제품



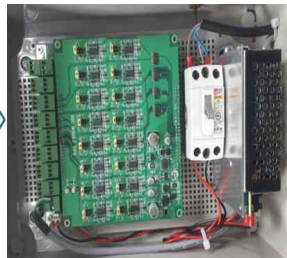
[Base Board]



[LoRa 적용된 Board 에 Relay\_module 결합]



[LoRa 적용된 Board 에 Ad\_module 결합]



[IoT-Node Case]

- IoT-Node SW 프로그램 폴더 구조 및 파일 목록

폴더명	파일명	기능
config	arm_comm.h startup_stm32f4xx.s stm32f4xx.h stm32f4xx_conf.h stm32f4xx_flash.icf stm32f4xx_it.c stm32f4xx_it.h ...	프로그램 실행 시 필요한 기본적인 항목들을 정의함 노드의 전체적인 공통 모듈로서 데이터형 타입 정의 와 장비의 작동 상태 와 프로세스별 단계 코드등 자주 사용되는 항목명과 타입을 정의하였다.
Debug	m4_cecs.map 각종 기록 파일포함	프로그램 개발 중 및 후 각각의 모듈의 오류사항을 체크하여 기록될 수 있도록 하였고 각 디버그 기본적인 오류항목을 코드로 정의 및 수시 버전

		업그레이드 하여 문제 발생 시 원인과 해결방안을 찾는 데 도움을 줄 수 있도록 개발되었다.
include	LoRApacket.h m4_application.h m4_cecs_analog.h m4_cecs_can.h m4_cecs_io_base.h m4_cecs_isoin.h m4_cecs_relay.h m4_cecs_uart1.h m4_cecs_uart3.h m4_cecs_uart6.h m4_evkit_define.h m4_evkit_message.h	보드의 통신타입[RS485 등] 모듈에 대한 Control 기능 프로그램과 장비가 Daughter Board 형태로 연결할 수 있도록 구성되어 있어 LoRa 모듈에 대한 Message code, type, function response code에 대한 기능을 적용 하였으며 relay, Ad 모듈에 대한 프로토콜 패킷 메시지 input, out 관리와 해당 메시지의 사이즈를 확인하여 정의된 프로토콜 패킷인지를 확인한다.
m4_std_library	misc.c stm32f4xx_adc.c stm32f4xx_can.c stm32f4xx_crc.c stm32f4xx_cryp.c stm32f4xx_cryp_aes.c stm32f4xx_cryp_des.c stm32f4xx_cryp_tdes.c stm32f4xx_dac.c외 다수 파일	암호화 프로세서 컨텍스트 저장 및 복원 온도 센서 및 Vrefint 및 VBAT 관리 일반 채널 구성 아날로그 - 디지털 컨버터 (ADC) 주변기기의 기능 등 범용으로 사용되는 많은 function이 정의 되어 있으며 필요시 필요한 라이브러리 파일을 적용하여 프로그램 개발시 유용한 기능을 구현 할수 있음
settings	m4_cecs.cspy.bat m4_cecs.dbgdt m4_cecs.dni m4_cecs.wsd m4_cecs_Debug.jlink m4_cecs_EncodingOverride.xml	프로그램 초기 세팅하는 bat 파일과 초기 세팅시 필요한 인자 값들을 정의함
root	LoRApacket.c m4_cecs.dep m4_cecs.ewd m4_cecs.ewp m4_cecs.eww m4_cecsCustomSfr.sfr m4_cecs_analog.c m4_cecs_base.c m4_cecs_can.c m4_cecs_io_base.c m4_cecs_isoin.c m4_cecs_relay.c m4_cecs_uart1.c m4_cecs_uart3.c m4_cecs_uart6.c m4_evkit_define.c m4_evkit_message.c m4_std_library	프로그램 Main Control 에 해당하는 부분이며 -대표적으로 NODE 디바이스 등록 -TCPIP packet 노드 제어 프로토콜 -로라 설정 응답 -노드 제어 프로토콜 등을 구분한다. 보드상의 DIP 스위치 설정에 따라 동작 모드 구분 - LoRA 통신모듈 초기화 - LoRA 모듈 정상 운영 모드 - TCPIP 모듈 정상 운영 모드 - OID 기록 모드 - 시리얼 I/F 디버깅 모드 - 485 통신 디버깅 모드 서버데몬 예외처리 사항 - 센서값을 주기적으로 전송하였는데 10번 이상 응답패킷이 없을경우 로라네트워크 및 서버데몬 비정상 동작으로 간주하여 시스템을 리셋한다. 리셋되어진 시스템은 로라기기 등록절차 부터 다시 시작하기 때문에 로라네트워크 및 서버데몬이 정상동작되어야만 노드의 기능을 수행하게 된다. 센서별 처리 로직 - 함수, 온도, ec(공급,배액), ph(ec(공급,배액) 등 ) 여러 센서정보 처리 로직

(마) IoT-Node 시제품의 설치

IoT 노드는 경기도농업기술원에 실험 온실에 설치



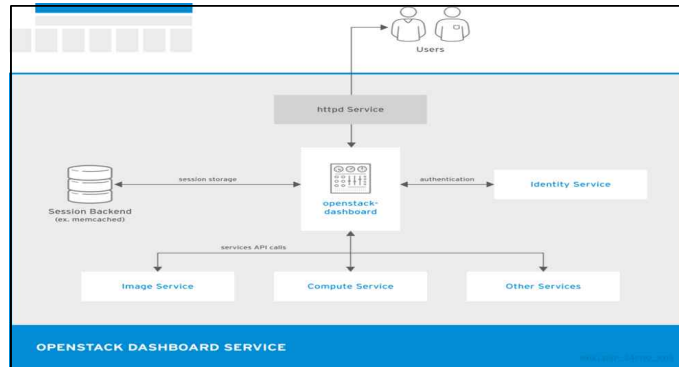
< 경기도농업기술원 현장 방문 >

## 바. 스마트 팜용 클라우드 모니터링 툴 개발

### (1) openstack 대시보드 Horizon 분석

- openstack 대시보드 서비스인 Horizon은 사용자가 웹 UI를 통하여 인스턴스 생성, 삭제 및 관리 등을 쉽고 빠르게 처리할 수 있도록 해 주는 웹 서비스로 아파치 웹 서버를 사용하며 파이썬 장고 프레임워크로 구성되어 있다.

#### ■ HORIZON 아키텍처



< openstack 대시보드 Horizozn 아키텍처 개요도 >

- Horizon에서 제공하는 대시보드 컴포넌트에서 인스턴스 생성 및 삭제, IP관리 등의 기본기능은 제공되나 클라우드 서버에 대한 모니터링 시각화 기능 결여 등 사용자 편의성 부분에서 몇가지 미흡한 부분이 있기 때문에 기존의 Horizon에 클라우드 오픈소스 기반의 서버 모니터링 기능을 추가하여 스마트 팜용 클라우드에 최적화된 모니터링 툴을 개발함.

오픈소스 모니터링툴	설 명	장 점	단 점
Cacti	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 업계 표준 오픈 소스 데이터 로깅 도구인 RRDtool에 대한 프론트 엔드용 응용 프로그램으로 설계된 오픈 소스 웹 기반 네트워크 모니터링 및 그래프 도구</li> <li>- 각자의 그래프 세트를 가진 복수의 사용자 처리 가능</li> <li>- 셸 스크립트 실행을 통해 다양한 소스 모니터링 가능</li> <li>- 단순 네트워크 관리 프로토콜 (SNMP)를 통해 네트워크 스위치 또는 라우터 인터페이스를 폴링하여 네트워크 트래픽을 감시</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 대부분의 기능에 아름답고 심플한 웹 인터페이스를 제공</li> <li>- 자바 스크립트를 사용한 강력한 그래프 기능</li> <li>- 시스템 권한에 대한 미세한 설정이 가능하여 사용자 별 권한 부여가 가능</li> <li>- 원하는 정보만 정확하게 볼 수 있게 자유로운 그래프가 배치가 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 다수의 시스템을 설치하거나 다양한 템플릿을 설정할 때 웹 인터페이스에서 그 만큼의 많은 설정을 해야 함</li> <li>- 일부 서드파티 템플릿의 품질이 좋지 않음</li> </ul>
Nagios	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 오픈 소스 소프트웨어 어플리케이션으로 시스템, 네트워크 및 인프라스트럭처를 모니터링</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 다양한 사용자 커뮤니티를 구성</li> <li>- 설치하기 쉬운 강력한 플러그인들을 다수 보유</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수집된 모니터링 데이터를 그래프로 만들 수 없는 경우가 있어 다른 툴을 이용해야 하는 경우가 있음</li> </ul>

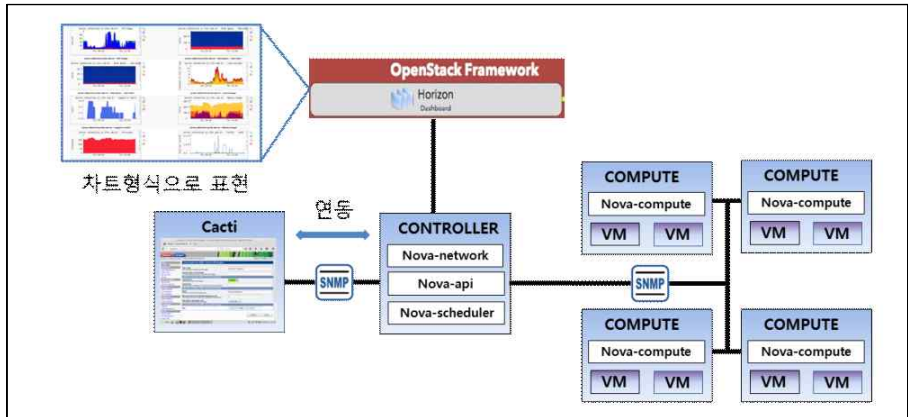
오픈소스 모니터링툴	설 명	장 점	단 점
	<ul style="list-style-type: none"> <li>하머 서버, 스위치, 어플리케이션과 서비스에 대한 모니터링과 알람 서비스를 제공한다.</li> <li>- GNU 일반 공중 사용 라이선스(GPL) 버전2의 조건에 따라 배포되는 무료 소프트웨어</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 웹 프론트 엔드에서 사용하기 편리</li> <li>- 디버깅 플러그인이 단순</li> <li>- 호스트 그룹 설정이나 알람 옵션 등의 세심한 설정이 가능</li> <li>- 인터랙티브 편집 플러그인을 만들 수 있다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 복잡한 텍스트로 구성된 설정 방식 때문에 설정에 무리가 있고 매개 변수를 자주 확인해야 함</li> <li>- 서드파티 플러그인의 경우 잘못된 문서를 제공해주는 경우가 있음</li> <li>- 직관적이지 않은 웹 인터페이스</li> <li>- 대부분의 플러그인에 구성 항목이 없어 직접 작성하는 데 시간이 소요됨</li> <li>- 플러그인의 모든 파라미터에 별개의 구성 항목이 필요</li> <li>- 대부분의 체크가 Nagios 서버에서 이뤄지므로 서버에 부하가 걸리는 경우가 있음</li> <li>- 모든 경고 알람이 기본적으로 설정되어 있어 적절히 설정하지 않으면 알람 스팸을 받을 수 있음</li> </ul>
Zenoss	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zope 서버에 기초한 어플리케이션, 서버 및 네트워크 관리용 오픈 소스 플랫폼</li> <li>- GNU 일반 공중 사용 라이선스(GPL) 버전 2의 조건에 따라 무료로 배포</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 구글 맵 등을 통해 설치된 서버의 위치를 세계 지도에서 표현하는 기능</li> <li>- 일부 매개변수를 시스템에서 자동으로 검색할 수 있음</li> <li>- 통상의 SNMP 모니터링에서 잘 동작</li> <li>- 네이티브 WMI를 통해 윈도우를 모니터링 할 수 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 웹 인터페이스가 느림</li> <li>- 한 개만 지원되는 대시보드</li> <li>- 설정 및 데이터가 MySQL, 내부 Zope 데이터베이스 스토리지 및 RRD 파일이 저장된 디스크의 전역에 퍼져 있음</li> <li>- 플래시 기반의 그래프들이 시스템이 연결된 상황을 표시하지만 시스템에 대한 세부 사항을 표시하지 않음</li> <li>- 제한적인 오픈 소스 버전이며, 풀 버전을 이용하려면 제품 구매가 필요</li> </ul>
Zabbix	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 다양한 모니터링 옵션제공</li> <li>- 간단한 검사는 모니터링 할 호스트에 소프트웨어를 설치하지 않고도 SMTP나 HTTP와 같은 표준 서비스의 가용성과 응답성을 검증하여 실행가능</li> <li>- GNU 일반 공중 사용 라이선스(GPL) 버전2의 조건에 따라 배포되는 무료 소프트웨어</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 알람에 대해 구성을 고도화 할 수 있음</li> <li>- 기본적으로 30초 마다 지표를 수집하며, 인터벌을 조정할 수 있음</li> <li>- 수집 된 데이터를 유연하지 못한 RRD 파일 대신 MySQL 등의 데이터베이스에 저장</li> <li>- 다양한 스크린과 슬라이드 쇼를 이용하여 대시보드를 구현</li> <li>- 셸 스크립트를 사용하여 알람을 쉽게 스크립팅</li> <li>- Zabbix 프록시를 사용하여 원격 모니터링을 쉽게 할 수 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 알람 설정 부분에서 다량의 임계치 설정이 필요</li> <li>- 웹 인터페이스 기능이 너무 많고 복잡</li> <li>- 맵 편집기를 이용해 설정하는 시간이 많이 소요</li> <li>- 아이템 당 하나의 값만을 리턴 받을 수 있음</li> <li>- 같은 종류의 개별 자산을 모니터링 할 때 템플릿이 적용되지 않아 일일이 트리거 설정이 필요해 번거로움</li> <li>- 모니터링 서버에서 사용할 수 있는 자산을 자동으로 검색하지 않음</li> <li>- 디버깅하기 어려움</li> </ul>

< 오픈소스 모니터링 툴 비교표 >

- 다음과 같은 오픈소스기반의 모니터링툴 분석결과 업계 표준 오픈 소스 데이터 로깅 도구인 RRDtool을 사용하며 막강한 그래프 기능 및 개발이 손쉬운 Cacti를 선택하여 Horizon과 연결하여 스마트 팜용 클라우드모니터링 툴을 개발함

(2) 대시보드 기반의 클라우드 모니터링 툴 설계

- Horizon에서 각 서버정보를 Cacti와 연동하여 차트형식으로 보여준다. 각 서버의 정보는 snmp를 통하여 Cacti로 수집되며 Horizon과 Cacti는 서로 연결되어 있다.



[Horizon + Cacti 아키텍처]

대시보드 기반의 클라우드 모니터링 화면	설명
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 설치된 서버(node 및 instance) 정보를 확인할수 있는 화면으로 Host Name, IP address, 서버상태를 확인할 수 있다.</li> <li>- hostName과 IpAddress 정보 입력후 create버튼 클릭시 openstack api를 통해 생성된 서버정보를 cacti와 연계하여 cacti의 mysql DB에 저장후 기본적인 템플릿을 통해 차트를 생성한다</li> <li>- cacti의 snmp에도 자동 등록되어 해당 ip에 따른 서버정보를 수집한다</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 생성된 host정보는 snmp를 통해 자동으로 mysql DB에 수집되며 cacti api를 통해 화면에 차트형식으로 보여준다</li> <li>- horizo에서는 이러한 cacti 화면을 iframe을 이용하여 호출후 보여준다</li> </ul>

[대시보드 기반의 클라우드 모니터링 툴 화면]

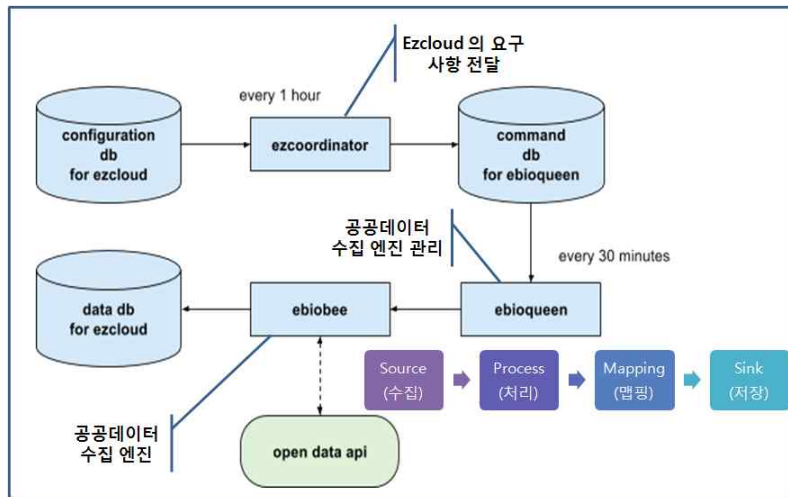
## 사. 공공데이터 수집용 미들웨어 개발

### (1) 개요

- ebiobee는 이전에서 수행했던 u-IT 노지과수생산관리시스템 프로젝트에서 개발했던 OFISBEE 의 업데이트 버전이다. python (2.7) 기반으로 동작한다.
- ebiobee는 단일 테이블 형태로 저장된 데이터의 처리를 기본으로 한다. 현재 웹, 텍스트 파일, 데이터베이스 등에서 데이터를 수집하는 것이 가능하며, 데이터 처리과정을 거쳐 원하는 형태(csv 파일, 데이터베이스 등)로 데이터를 저장하는 것이 가능하다.
- ebioqueen은 ebiobee를 작동시키는 일종의 매니저이다. ebiobee가 설정 파일을 기반으로 동작하는 것과 달리 ebioqueen은 데이터베이스에 저장된 명령을 읽어서 실행하는 구조로 되어있다. 현재는 개발되어 있지 않지만 추후 많은 데이터를 처리하게 되는 경우 셀러리 등을 활용하여 분산형으로 동작시키는 것을 고려할 수 있을 것이다.
- ebiobee 와 ebioqueen 은 ezCloud 와의 연동과는 상관없이 개별적으로 동작하는 틀이다. 이들을 연동하기 위해서 ezCoordinator를 개발한다. 코디네이터는 ezCloud에서 원하는 정보에 대한 설정을 읽어서 ebioqueen이 처리할 수 있도록 명령을 입력해주는 역할을 수행한다.

### (2) 작동

- ezCoordinator는 매시간 ezCloud의 설정 데이터베이스에서 데이터 수집 요구사항을 확인한다. ezCloud의 요구사항은 ebioqueen이 구동할 명령으로 저장되고, ebioqueen은 매 30분마다 명령이 있는지 확인한다. 수행할 명령이 있다면 ebioqueen은 ebiobee에게 작업 수행을 지시한다. 이 작업은 데이터 소스로부터 데이터 수집, 데이터 처리, 데이터 맵핑, 데이터 저장의 단계로 이루어지며 최종 결과는 ezCloud의 데이터베이스에 저장된다.



(3) 작업 명령 관련 테이블 스키마

(가) ebiobee\_command

name 항목은 type/key 로 명령에 대한 확인용 값으로 활용되는데, 기상정보의 경우 weather/ADSTRD\_CD, 경락정보의 경우 price를 name 의 값으로 한다.

column	type	description
id	integer, auto_increment	아이디 값
name	text	명령에 대한 확인용 문자열
variables	text	스트림을 작동시키기 위한 변수값(json)
stream_id	integer, fk(ebio_stream)	스트림 설정에 대한 id
reserved_time	datetime	작동 예약시간
exec_time	datetime	실제 작동시작시간
elapsed_time	double	소요시간
result	integer	결과코드 ERR_NONE=0, ERR_NOROUTINE, ERR_CONNECTION, ERR_COMMUNICATION, ERR_OPEN, ERR_READ, ERR_PARSE, ERR_TRANSFORM, ERR_SAVE, ERR_UNKNOWN

(나) ebiobee\_stream

스트림에 대한 내용은 variable 과 함께 움직이기 때문에 코디네이터 차원에서 관리하는 것이 옳다.

column	type	description
id	integer, auto_increment	아이디 값
stream	text	스트림 설정

(4) 작업 명령 설정 관련 테이블 스키마

직접적으로 공공데이터 수집용 미들웨어에서 다루는 테이블은 아니지만 데이터 수집의 설정정보로 활용되는 테이블이다. 수집될 공공데이터에 따라 변경이 가능하며 추가될 수 있는 테이블들이다. 여기서는 2개의 테이블을 사용하여 날씨정보와 가격정보를 수집하는데 사용한다.

(가) SERVC\_WEATHER\_ADSTRD

날씨정보를 얻고자 하는 시군구의 정보를 담고 있는 테이블이다. 날씨정보의 API 호출에는 X, Y 좌표가 사용되지만 입력데이터에는 행정동 코드가 필요하다. 사용여부가 Y 인 것들만 골라서 사용한다.

column	type	description
ADSTRD_CD	char(10)	행정동 코드
ADSTRD_NM	varchar(40)	행정동 명
COORDI_X	decimal(3,0)	X 좌표
COORDI_Y	decimal(3,0)	Y 좌표
LEGALDONG_CD	char(10)	법정동
USE_YN	char(1)	사용여부

(나) SERVC\_API\_SETUP

날씨정보와 경락정보를 얻기 위한 기본 설정 값 들이 들어있는 테이블이다. 날씨정보의 경우 API\_SETUP\_CD의 값이 0이고, 경락정보의 경우 API\_SETUP\_CD의 값이 1이다. 사용여부가 Y 인 것들만 골라서 사용한다.

column	type	description
SETUP_SEQ	decimal(3,0)	순번
API_SETUP_CD	char(1)	API 설정 코드
API_SETUP_VALUE	varchar(200)	API 설정 값
VALUE_EXPT	varchar(50)	값에 대한 설명
USE_YN	char(1)	사용여부

(5) 데이터 저장용 테이블

데이터를 사용하기위한 데이터 저장용 테이블은 ezCloud에서 직접 관리하며 테이블 스키마는 별도로 정리하는 것으로 한다.

(6) 날씨정보 수집을 위한 설정

(신)동네예보정보조회서비스			
End Point	http://newsky2.kmago.kr/service/SecndSrtpdFrstInfoService2		
데이터포맷	XML	API 유형	REST
활용신청 건수	4834	심의유형	개발계정: 자동승인 운영계정: 자동승인
등록일	2015-12-01	수정일	2017-06-28
이용허락범위	이용허락범위 제한 없음		

(7) 도매시장 정보 수집을 위한 설정

농수축산물 도매시장 상세 경락가격 서비스			
End Point	http://apis.data.go.kr/B552895/openapi/service/OrgPriceAuctionService		
데이터포맷	JSON+XML	API 유형	REST
활용신청 건수	92	심의유형	개발계정: 자동승인 운영계정: 자동승인
등록일	2016-01-06	수정일	2016-01-07
이용허락범위	이용허락범위 제한 없음		

(8) 데이터 수집 확인

```

mysql> select prod_nm, count(*) from SERVC_MSDAL_MSTT_DATA group by prod_nm;
+-----+-----+
| prod_nm | count(*) |
+-----+-----+
| 물      | 641      |
| 사과    | 2551     |
| 사과박  | 1209     |
+-----+-----+
1 row in set (0.02 sec)

mysql> select std_nm, count(*) from SERVC_MSDAL_MSTT_DATA group by std_nm;
+-----+-----+
| std_nm  | count(*) |
+-----+-----+
| 20170726 | 789      |
| 20170802 | 450      |
| 20170803 | 410      |
| 20170804 | 490      |
| 20170805 | 112      |
| 20170807 | 432      |
| 20170808 | 494      |
| 20170809 | 454      |
| 20170810 | 407      |
+-----+-----+
1 row in set (0.01 sec)

```



## 아. 작물의 생육 특성상 1년차 연구내용 연속

### (1) 파프리카 재배 (정식: 2017년 8월 4일) 및 환경, 생육 변수 수집



< 파프리카 재배 시스템 >

### (2) 작물 생육 관련 환경 데이터 8월~11월 기간 내 데이터 수집(그림 2)

### (3) 측정 항목 : 배지 EC, 배액 EC, 배액 pH, 온도, 습도, CO<sub>2</sub> 농도, 일사량

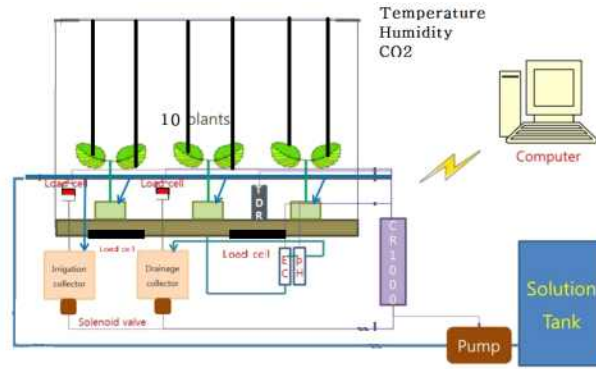


< 수집된 작물 생육 관련 지상부 및 지하부 환경 데이터 >

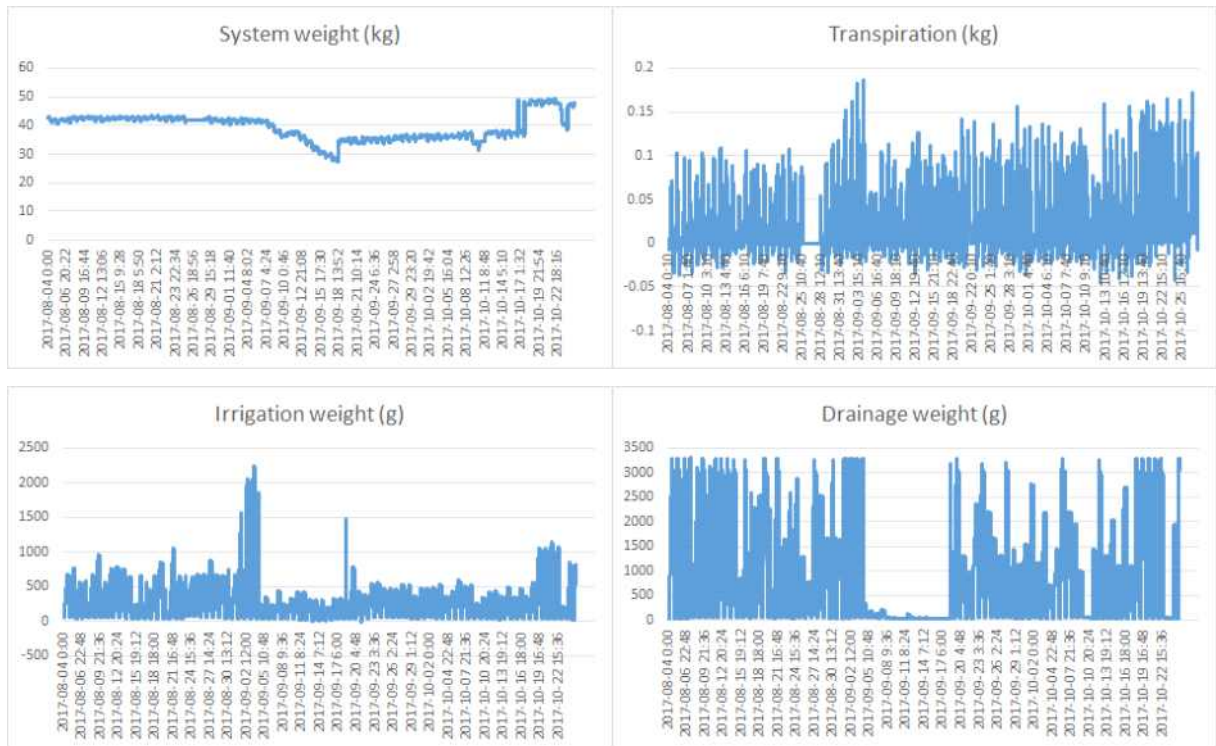
### (4) 작물 생육 변수 데이터 수집: 1주일 간격 비파괴조사, 1달 간격 파괴 조사

### (5) 측정 항목 : 경장, 경경, 경중, 엽수, 엽장, 엽폭, 엽병장, SPAD, 엽중, 엽면적, 과실 수, 과고, 과폭, 과실중

- (6) 생체중 추정 장치 설계 제작(그림 3) 및 데이터 수집(그림 4)
- (7) 측정 항목 : 배액 무게, 급액 무게, 시스템 무게(배지 무게 + 작물 생체중 + 수분 무게)
- (8) 시스템 무게에는 작물의 생체 중 이외에 매시간 관수, 배수, 증산 등에 의해 변동하는 수분의 무게가 포함  
 → 생체중만을 추정할 수 있는 별도 알고리즘 개발 필요 (상대생장률 추정 알고리즘)



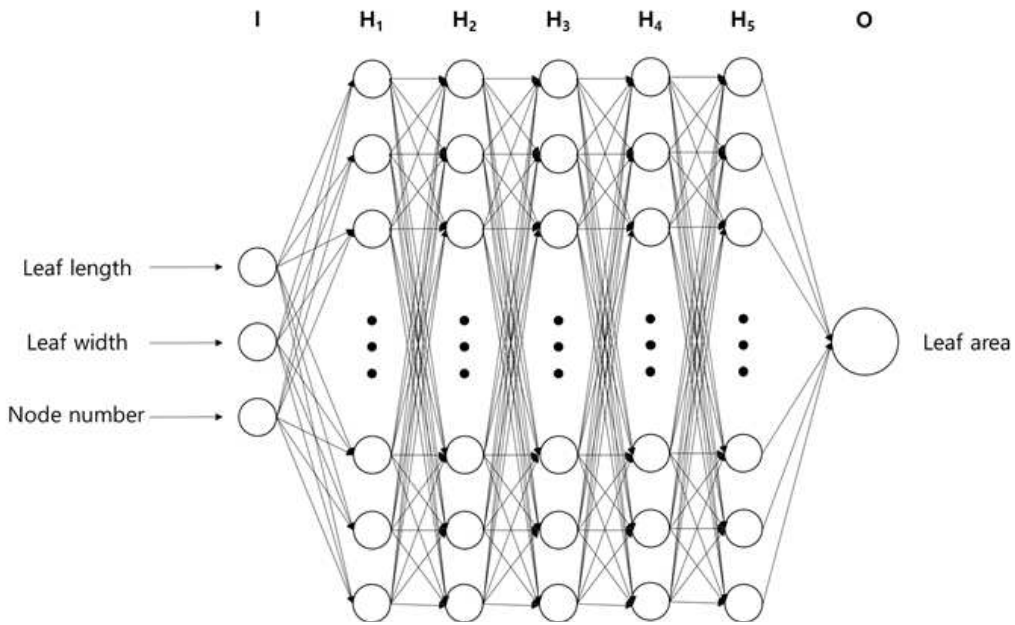
< 생체중 추정을 위한 재배 및 측정 장치 모식도 >



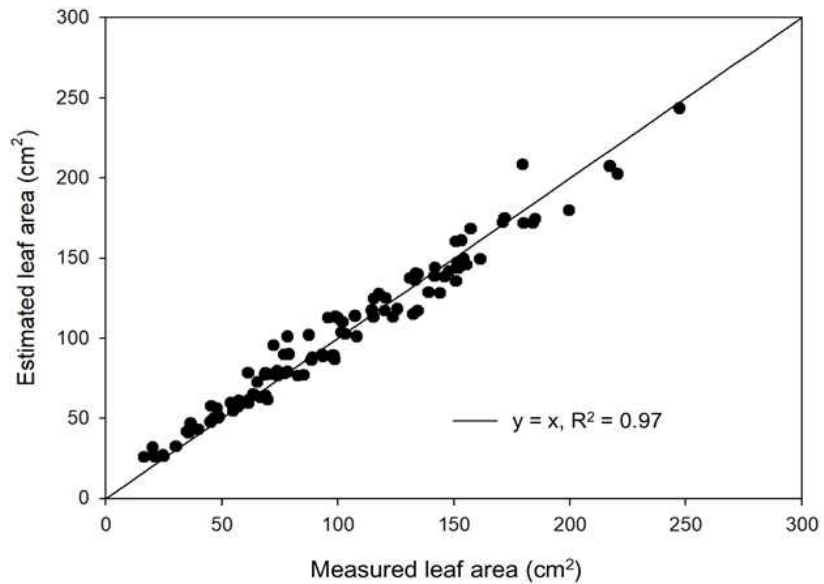
< 측정된 재배시스템 중량, 관수, 배수 및 증산량 데이터 >

자. 인공신경망 학습을 위한 구조, 입력 및 출력 변수 결정

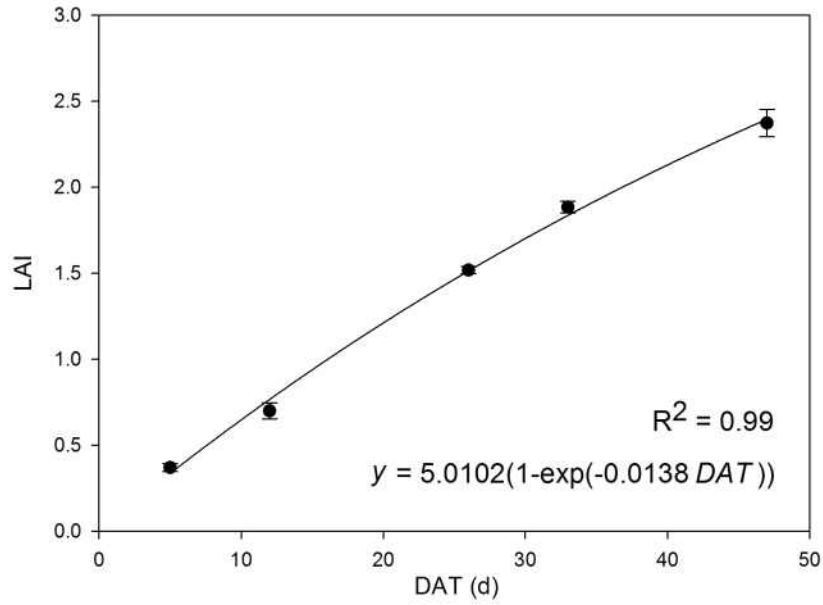
- (1) 엽면적지수 추정 방법론 개발
- (2) 작물의 엽면적을 비파괴적으로 추정할 수 있는 지표인 엽장, 엽폭, 엽이 달린 마디 번호에 따른 엽면적 추정 인공신경망(artificial neural network, ANN) 알고리즘 설계 및 검증
- (3) 추정된 엽면적을 Boltzman sigmoid equation을 응용하여 DAT에 따른 LAI 곡선 회귀



< 엽면적 추정을 위한 ANN 알고리즘 구조 >



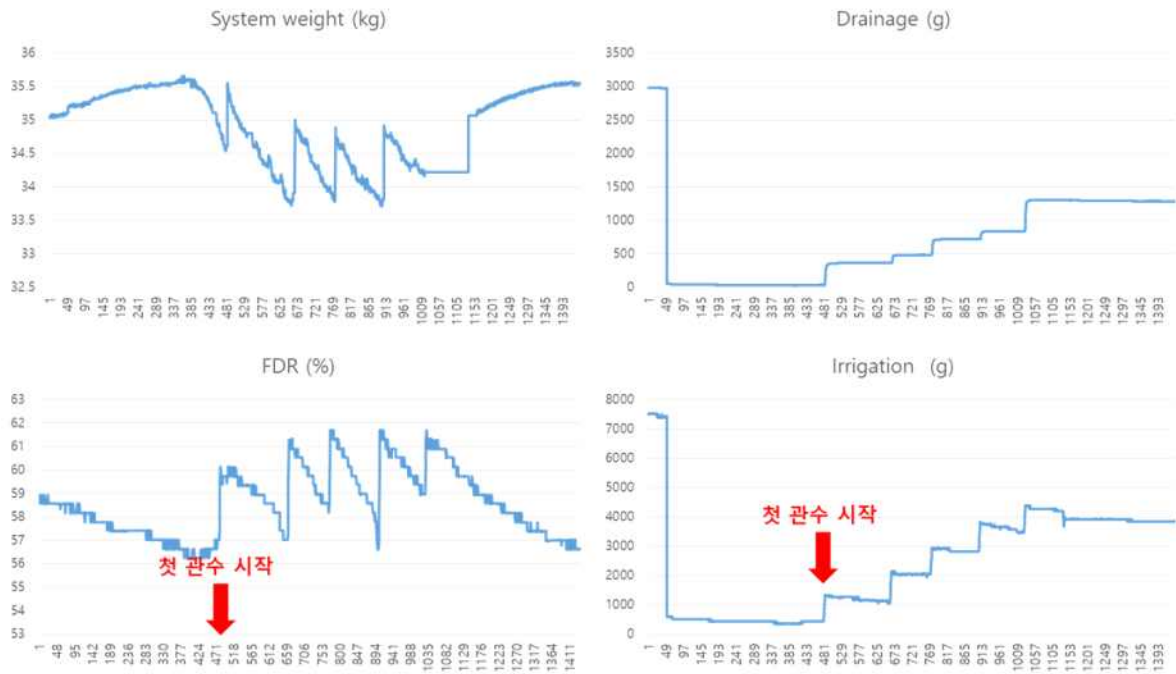
< 개발된 엽면적 추정 알고리즘의 검증 결과 >



< 정식 후 시기(DAT)에 따른 LAI 변화 회귀 결과 >

(4) 작물의 상대성장률 (RGR) 추정 방법론 개발

(5) 일중 첫 관수가 진행되는 구간에서 급액량과 배액량, 함수율, 시스템 전체 무게 사이 관계 규명

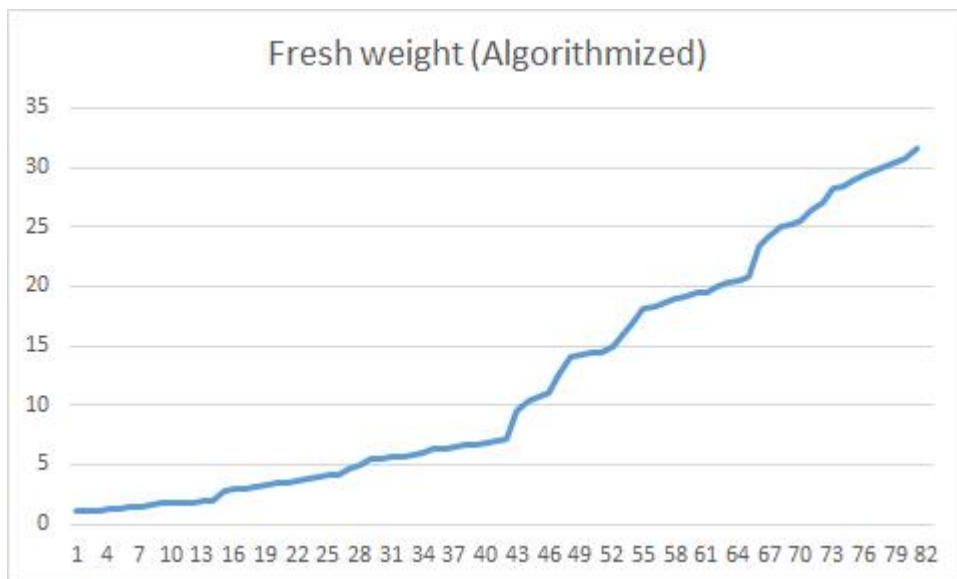


< 일중 수분 이동 패턴에 따른 시스템 무게 및 함수율, 급액량, 배액량의 변화 >

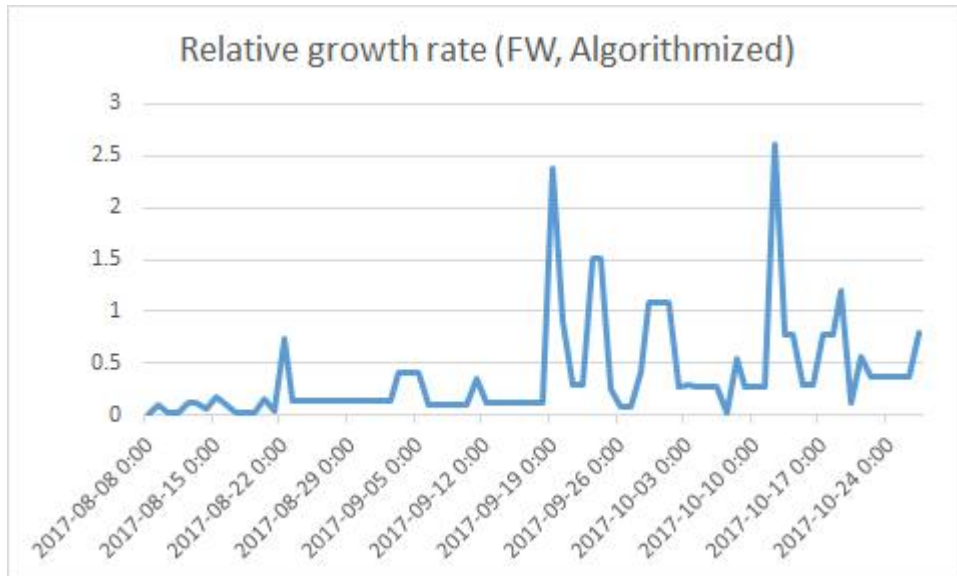


< 일중 첫 관수 시점에서의 함수율에 따른 무게 비율 추정 >

- (6) 본 실험 조건에 대하여 규명된 관계를 통해 시스템 전체 무게 중 추정된 수분의 무게 및 고정 하중을 제외하여 하루 중 작물의 생체중을 간접적으로 추정할 수 있는 값을 도출하고 이를 지표로 활용 및 작물 생육 조사 결과와 비교
- (7) 추정된 작물의 생체중을 이용하여 작물의 상대성장률 (RGR)을 계산 및 인공지능망 알고리즘의 출력 값으로 사용



< 개발된 알고리즘을 통한 정식 후 시기(DAT)별 추정된 생체중 변화 추정 >



< 개발된 알고리즘을 통한 정식 후 시기(DAT)별 추정된 생체중의 상대 성장률 >

(8) ANN 구조 결정

(9) 작물의 생육 모델의 기본 원리

$$: \text{작물의 성장} = \text{동화율} * \text{순광합성량} * \text{LAI}$$

여기서 광합성 산물의 동화율 및 순광합성량은 외부 환경 요인 및 작물의 생육 단계에 따라 결정됨. 따라서 다양한 환경 조합에 대한 동화율 및 순광합성량을 인공지능으로 판단하여 이를 이용하여 일간 작물 성장량을 추정할 수 있는 ANN 기반 알고리즘 구조를 구성

(10) 기본 ANN 구조(그림 12)

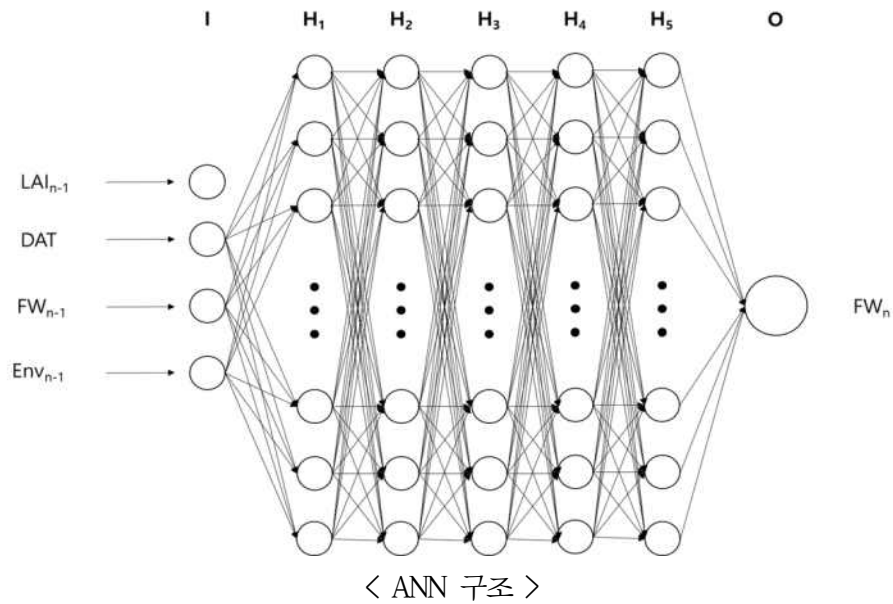
(11) 입력층과 출력층의 데이터가 1:1로 상응해야하는 ANN의 특성 상 일간 성장량 추정하기 위해 환경 변수 역시 일중 환경 변수를 대표할 수 있는 가공된 환경 변수를 학습에 입력 변수로 사용

(12) 환경 변수 : 주/야간 평균 온도, 주/야간 최대 온도, 주/야간 최소 온도, 주/야간 평균 상대습도, 주/야간 최대 상대습도, 주/야간 최소 상대습도, 주/야간 평균 이산화탄소 농도, 주/야간 최대 이산화탄소 농도, 주/야간 최소 이산화탄소 농도, 주간 평균 광도, 주간 최대 광도 등

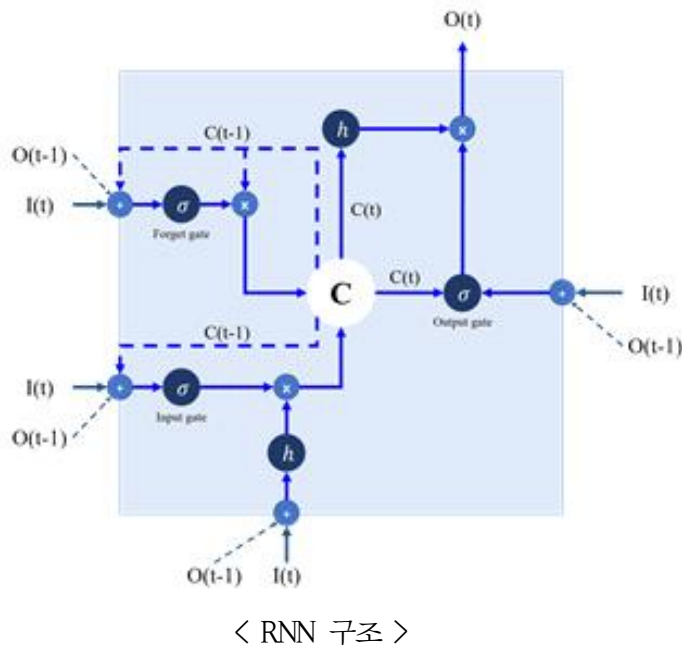
입력층 : DAT, 이전 LAI<sub>n-1</sub>, 이전 작물 생체중(W<sub>n-1</sub>), 이전 일간 대표 환경(Env<sub>n-1</sub>)

은닉층 : 512개의 퍼셉트론으로 구성된 5개의 층

출력층 : 현재 작물 생체중(W<sub>n</sub>)



(13) 순환 신경망 (recurrent neural network, RNN) 구조



(14) 제공된 데이터(입력값)와 학습되어야 할 데이터(출력값) 정보 입력 간격이 큰 조건에 대하여서도 학습이 가능한 RNN을 이용하여 입력 환경 변수들을 별도의 가공 없이 실시간 데이터를 바로 입력 변수로 활용 가능

(15) 환경 변수 : 10분 간격으로 측정된 온도, 상대습도, 이산화탄소 농도, 광도, EC, pH, 지하부 온도를 바로 입력 변수로 사용

입력층 : DAT, 이전 LAI<sub>n-1</sub>, 이전 작물 생체중(W<sub>n-1</sub>), 이전 환경변수(Env<sub>n-1</sub>)

은닉층 : 64개의 퍼셉트론으로 구성

출력층 : 현재 작물 생체중(W<sub>n</sub>)

## 차. 실시간 환경정보 및 생육정보 측정 시스템을 이용한 인공지능망 학습 및 알고리즘 개발

(1) 인공지능망 학습

(2) 기본 ANN 및 RNN은 AdamOptimizer를 사용하여 mean square error(MSE)를 낮추는 방향으로 학습을 진행

Parameter	Value	Description
<u>Minibatch size</u>	5000	Number of training cases over which each stochastic gradient descent update is computed.
Learning rate	0.001	Learning rate used by Adams optimizing method.
$\beta_1$	0.9	Exponential decay rate for the moment estimates.
$\beta_2$	0.999	Exponential decay rate for the moment estimates.
$\epsilon$	1e-0.8	A constant for numerical stability.
Dropout probability	0.7	Probability of dropping out units in the neural network.
Training epoch	Various	Number of training iteration.

< AdamOptimaizer의 학습계수 >

(3) 학습은 Python 언어 기반 수치 계산 라이브러리인 Tensorflow 1.2.1 version 사용

(4) 기본 ANN pseudo code

#파이썬 라이브러리 패키지 로딩

```
import time

import tensorflow as tf
from tensorflow.contrib import rnn

import numpy as np
from sklearn.metrics import r2_score

import matplotlib
import matplotlib.pyplot as plt
%matplotlib inline
matplotlib.rcParams['figure.figsize'] = (20, 16)

print("Package is ready.")
```

#데이터 로딩

```
l = np.load("../Data/ANN_proc.npz")

print (l.files)

# get data
train_data = l['traindataset']
train_label = l['trainlabel']
```



```

test_data = I['testdataset']
test_label = I['testlabel']

mins = I['mins']
maxs = I['maxs']

labelmins = I['labelmins']
labelmaxs = I['labelmaxs']

explanation = "MLP"
EX_PRED = 0 #Sorry, it's not automated yet.

print(train_data[:5])
print(train_label[:5])
print(test_data[:5])
print(test_label[:5])

print(train_data.shape)
print(train_label.shape)
print(test_data.shape)
print(test_label.shape)

```

## #과라미터 세팅

```

# Parameters
learning_rate = 0.001
training_epochs = 30000
batch_size = n_train
display_step = 500

# Network Parameters
n_hidden_1 = n_hidden # 1st layer num features
n_hidden_2 = n_hidden # 2nd layer num features
n_hidden_3 = n_hidden # 3rd layer num features
n_hidden_4 = n_hidden # 4th layer num features
n_hidden_5 = n_hidden # 5th layer num features

# tf Graph input
x = tf.placeholder("float", [None, n_input], name = "Input_x")
y = tf.placeholder("float", [None, n_output], name = "target_y")
dropout_keep_prob = tf.placeholder("float", name = "dropout")

# Store layers weight & bias
stddev = 0.1
with tf.variable_scope("WEIGHTS"):
    weights = {
        'h1': tf.Variable(tf.random_normal([n_input, n_hidden_1], stddev=stddev)),
        'h2': tf.Variable(tf.random_normal([n_hidden_1, n_hidden_2], stddev=stddev)),
        'h3': tf.Variable(tf.random_normal([n_hidden_2, n_hidden_3], stddev=stddev)),
        'h4': tf.Variable(tf.random_normal([n_hidden_3, n_hidden_4], stddev=stddev)),
        'h5': tf.Variable(tf.random_normal([n_hidden_4, n_hidden_5], stddev=stddev)),
        'out': tf.Variable(tf.random_normal([n_hidden_5, n_output], stddev=stddev))
    }

```

```

with tf.variable_scope("BIASES"):
    biases = {
        'b1': tf.Variable(tf.random_normal([n_hidden_1])),
        'b2': tf.Variable(tf.random_normal([n_hidden_2])),
        'b3': tf.Variable(tf.random_normal([n_hidden_3])),
        'b4': tf.Variable(tf.random_normal([n_hidden_4])),
        'b5': tf.Variable(tf.random_normal([n_hidden_5])),
        'out': tf.Variable(tf.random_normal([n_output]))
    }
print("parameters are ready")

```

## #인공신경망 정의

```

# Create model
def multilayer_perceptron(_X, _weights, _biases, _keep_prob):
    with tf.variable_scope("LAYER_1"):
        layer_1 = tf.nn.dropout(tf.nn.relu(tf.add(tf.matmul(_X, _weights['h1']), _biases['b1'])), _keep_prob)
    with tf.variable_scope("LAYER_2"):
        layer_2 = tf.nn.dropout(tf.nn.relu(tf.add(tf.matmul(layer_1, _weights['h2']), _biases['b2'])), _keep_prob)
    with tf.variable_scope("LAYER_3"):
        layer_3 = tf.nn.dropout(tf.nn.relu(tf.add(tf.matmul(layer_2, _weights['h3']), _biases['b3'])), _keep_prob)
    with tf.variable_scope("LAYER_4"):
        layer_4 = tf.nn.dropout(tf.nn.relu(tf.add(tf.matmul(layer_3, _weights['h4']), _biases['b4'])), _keep_prob)
    with tf.variable_scope("LAYER_5"):
        layer_5 = tf.nn.dropout(tf.nn.relu(tf.add(tf.matmul(layer_4, _weights['h5']), _biases['b5'])), _keep_prob)

    return (tf.matmul(layer_5, _weights['out']) + _biases['out'])

# Construct model
pred = multilayer_perceptron(x, weights, biases, dropout_keep_prob)

print ("Network Ready")

```

## #학습 파라미터 정의

```

# Define loss and optimizer
cost = tf.reduce_sum(tf.square(tf.subtract(y, pred))) #RMS
optimizer = tf.train.AdamOptimizer(learning_rate=learning_rate).minimize(cost) # Adam Optimizer

# Accuracy
ymean = tf.reduce_mean(y)
SSE = tf.reduce_sum(tf.square(tf.subtract(y, pred)))
SSR = tf.reduce_sum(tf.square(tf.subtract(pred, ymean)))
#accuracy = tf.reduce_mean(tf.sub(pred, y))
r_squared = SSR/(SSE+SSR)
accuracy = r_squared

# Initializing the variables
init = tf.global_variables_initializer()
saver = tf.train.Saver()

# Do some optimizations
sess = tf.Session(config=tf.ConfigProto(gpu_options=tf.GPUOptions(allow_growth=True)))
sess.run(init)

```

## #학습 진행

```
num_data = train_data.shape[0]
ex_test_acc = EX_PRED

# Training cycle
for epoch in range(training_epochs):
    avg_cost = 0.
    total_batch = int(num_data/batch_size)

    # Loop over all batches
    for i in range(total_batch):
        batch_xs = train_data[batch_size*i:batch_size*(i+1)]
        batch_ys = train_label[batch_size*i:batch_size*(i+1)]
        # Fit training using batch data
        summary, _ = sess.run([merged, optimizer], feed_dict={x: batch_xs, y: batch_ys, dropout_keep_prob: 0.7})
        # Compute average loss
        avg_cost += sess.run(cost, feed_dict={x: batch_xs, y: batch_ys, dropout_keep_prob:1.})/total_batch

    summary_writer.add_summary(summary, epoch*total_batch+i)

test_x = test_data.reshape(-1, n_input)
test_acc = sess.run(accuracy, feed_dict={x: test_x, y: test_label, dropout_keep_prob:1.})
if test_acc > ex_pred_acc:
    if test_acc == 0.500:
        break
    bestpath = "./models/best_trained_" + explanation + ".ckpt"
    save_path = saver.save(sess, bestpath)
    ex_test_acc = test_acc

# Display logs per epoch step
if epoch % display_step == 0:
    print ("Epoch: %04d/%04d cost: %.6f, best: %.3f" % (epoch, training_epochs, avg_cost, ex_test_acc))
    train_acc = sess.run(accuracy, feed_dict={x: batch_xs, y: batch_ys, dropout_keep_prob:1.})

    test_x = test_data.reshape(-1, n_input)
    test_acc = sess.run(accuracy, feed_dict={x: test_x, y: test_label, dropout_keep_prob:1.})
    print ("Training Acc: %.3f, Test Acc: %.3f" % (train_acc, test_acc))

end = time.time() - start
print ("Optimization Finished\ntraining time: %.2f sec." % (end))
```

## #테스트 종료

```
sess.close()
```

- RNN pseudo code

## #파이썬 라이브러리 패키지 로딩

```
import time

import tensorflow as tf
from tensorflow.contrib import rnn

import numpy as np
from sklearn.metrics import r2_score
```

```

import matplotlib
import matplotlib.pyplot as plt
%matplotlib inline
matplotlib.rcParams['figure.figsize'] = (20, 16)

print("Package is ready.")

```

## #데이터 로딩

```

TIME_STEP = 432 + 432 + 144

# Load them!
l = np.load("./Data/processed_data.npz")

# See what's in here
print (l.files)

# get data
train_data = l['traindataset']
train_label = l['trainlabel']
test_data = l['testdataset']
test_label = l['testlabel']

mins = l['mins']
maxs = l['maxs']

labelmins = l['labelmins']
labelmaxs = l['labelmaxs']

explanation = "Weight_7day"
DELETE = []
EX_PRED = 0 #Sorry, it's not automated yet.

train_data = np.delete(train_data, DELETE, axis=1)
test_data = np.delete(test_data, DELETE, axis=1)
train_label = train_label.reshape(-1,1)
test_label = test_label.reshape(-1,1)

print(train_data[:5])
print(train_label[:5])
print(test_data[:5])
print(test_label[:5])

print(train_data.shape)
print(train_label.shape)
print(test_data.shape)
print(test_label.shape)

```

## #텐서플로우 파라미터 세팅

```

# Parameters
learning_rate = 0.001
training_epochs = 165

```

```

batch_size = n_train
display_step = 500

# Network Parameters
n_steps = TIME_STEP # 1.5 day
n_hidden = 16 # hidden layer num of features

# tf Graph input
x = tf.placeholder("float", [None, n_steps, n_input])
y = tf.placeholder("float", [None, n_output])

# Define weights
weights = {
    'out': tf.Variable(tf.random_normal([n_hidden, n_output]))
}
biases = {
    'out': tf.Variable(tf.random_normal([n_output]))
}

print("parameters are ready")

```

## #순환신경망 정의

```

def RNN(x, weights, biases):

    # Prepare data shape to match `rnn` function requirements
    # Current data input shape: (batch_size, n_steps, n_input)
    # Required shape: 'n_steps' tensors list of shape (batch_size, n_input)

    # Unstack to get a list of 'n_steps' tensors of shape (batch_size, n_input)
    x = tf.unstack(x, n_steps, 1)

    # Define a lstm cell with tensorflow
    lstm_cell = rnn.BasicLSTMCell(n_hidden, forget_bias=1.0)

    # Get lstm cell output
    outputs, states = rnn.static_rnn(lstm_cell, x, dtype=tf.float32)

    # Linear activation, using rnn inner loop last output
    return tf.matmul(outputs[-1], weights['out']) + biases['out']

pred = RNN(x, weights, biases)

print("parameters are ready")

```

## #학습 파라미터 정의

```

# Define loss and optimizer
cost = tf.multiply(tf.reduce_sum(tf.square(tf.subtract(pred, y))),1/batch_size)
optimizer = tf.train.AdamOptimizer(learning_rate=learning_rate).minimize(cost)
# Evaluate model
ymean = tf.reduce_mean(y)
SSE = tf.reduce_sum(tf.square(tf.subtract(y, pred)))
SSR = tf.reduce_sum(tf.square(tf.subtract(pred, ymean)))

```

```

r_squared = SSR/(SSE+SSR)
accuracy = r_squared
# Initializing the variables
init = tf.global_variables_initializer()
saver = tf.train.Saver()
# Do some optimizations
sess = tf.Session(config=tf.ConfigProto(gpu_options=tf.GPUOptions(allow_growth=True)))
sess.run(init)
print("session start")

```

## #학습 진행

```

num_data = train_data.shape[0]
ex_pred_acc = EX_PRED

# Keep training until reach max iterations
start = time.time()

for epoch in range(training_epochs):
    avg_cost = 0
    total_batch = 1

    for i in range(total_batch):
        batch_x = train_data[n_steps*batch_size*i:n_steps*batch_size*(i+1), :]
        batch_y = train_label[batch_size*i:batch_size*(i+1), :]

        # Reshape data
        batch_x = batch_x.reshape((batch_size, n_steps, n_input))
        # Run optimization op (backprop)
        summary, _ = sess.run([merged, optimizer], feed_dict={x: batch_x, y: batch_y})
        avg_cost += sess.run(cost, feed_dict={x: batch_x, y: batch_y})/total_batch
        summary_writer.add_summary(summary, epoch*total_batch+i)
        test_x = test_data.reshape((-1, n_steps, n_input))
        pred_x = test_x
        pred_acc = sess.run(accuracy, feed_dict={x: pred_x, y: pred_label})

    if pred_acc > ex_pred_acc:
        bestpath = "./models/best_trained_" + explanation + ".ckpt"
        save_path = saver.save(sess, bestpath)
        ex_pred_acc = pred_acc

    if epoch % display_step == 0:
        print ("Epoch: %04d/%04d cost: %.6f, best: %.3f" % (epoch, training_epochs, avg_cost, ex_pred_acc))
        train_acc = sess.run(accuracy, feed_dict={x: batch_x, y: batch_y})

        test_x = test_data.reshape((-1, n_steps, n_input))
        pred_x = test_x
        test_acc = sess.run(accuracy, feed_dict={x: test_x, y: test_label})
        pred_acc = sess.run(accuracy, feed_dict={x: pred_x, y: pred_label})
        print ("Training Acc: %.3f, Validation Acc: %.3f, Test Acc: %.3f" % (train_acc, test_acc, pred_acc))

print ("Epoch: %04d/%04d cost: %.6f" % (epoch+1, training_epochs, avg_cost))
train_acc = sess.run(accuracy, feed_dict={x: batch_x, y: batch_y})

```

```

test_x = test_data.reshape((-1, n_steps, n_input))
test_acc = sess.run(accuracy, feed_dict={x: test_x, y: test_label})
print ("Training Acc: %.3f, Validation Acc: %.3f, Test Acc: %.3f" % (train_acc, test_acc, pred_acc))

end = time.time() - start
print ("Optimization Finished\ntraining time: %.2f sec." % (end))

```

## #텐서플로우 종료

```
sess.close()
```

### (5) 기본 ANN 및 RNN 학습 결과 비교

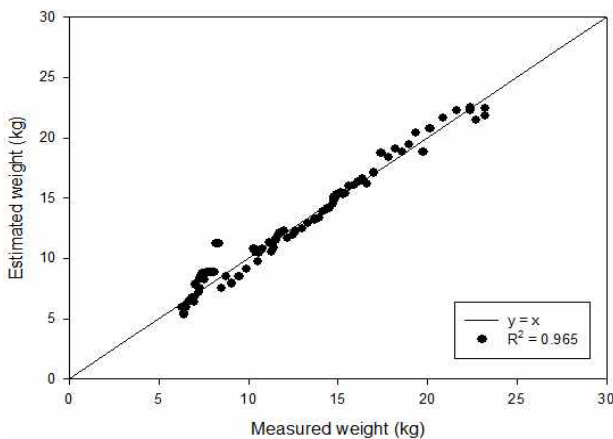
(6) 기본 ANN과 RNN의 학습 결과는 각각 그림 15 및 16와 같이 높은 수준의 정확도를 나타냄

(7) RNN이 기본 ANN에 비해 다소 정확도가 높은 것으로 나타났으나 크게 유의미한 수준의 차이를 보이지 않았음

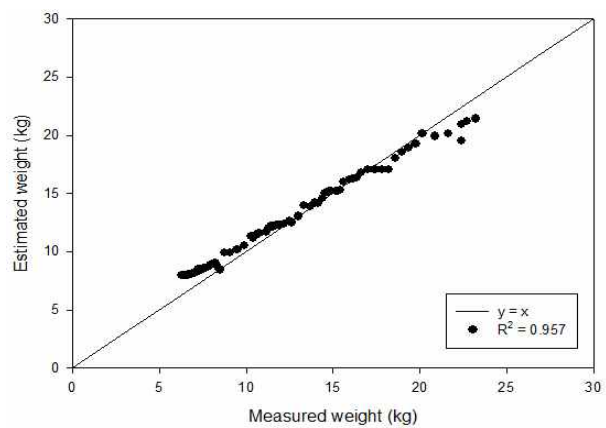
: RNN의 경우 정확도도 높으며 실시간으로 받아지는 환경 데이터에 대하여 연속적으로 작물 생육량을 예측할 수 있는 장점이 있으나 센서 및 데이터 송신 등의 문제로 축적되는 데이터 내에 손실이 있을 경우 정확한 학습을 못한다는 단점을 갖고 있음

: 기본 ANN의 경우 반대로 불연속적인 데이터라도 해당 날의 환경을 대표할 수 있는 환경 지표만을 이용하여 작물의 생육량을 예측할 수 있는 장점을 가지고 있음

: 따라서 시계열의 연속적인 데이터가 수집되는 조건에서는 RNN을 중심으로, 데이터 수집이 불연속적이거나 데이터 손실이 있는 구간에서는 기본 ANN으로 이를 보완하는 방향의 설계가 필요



< RNN의 작물 생체중 추정 학습 결과 >



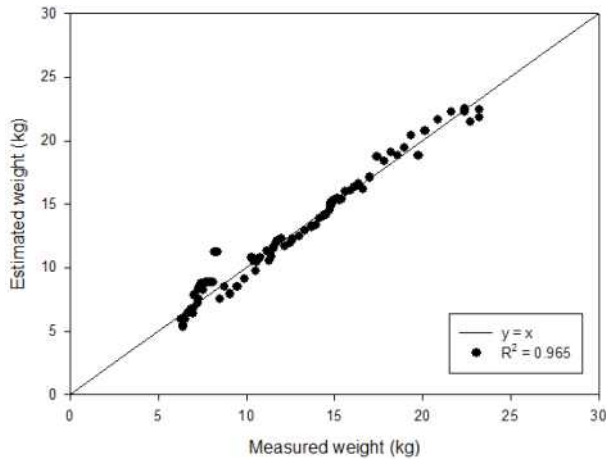
< 기본 ANN의 작물 생체중 추정 학습 결과 >

(8) RNN에서 일간 작물 상대 성장률에 영향을 주는 환경 요인 수집 구간 결정

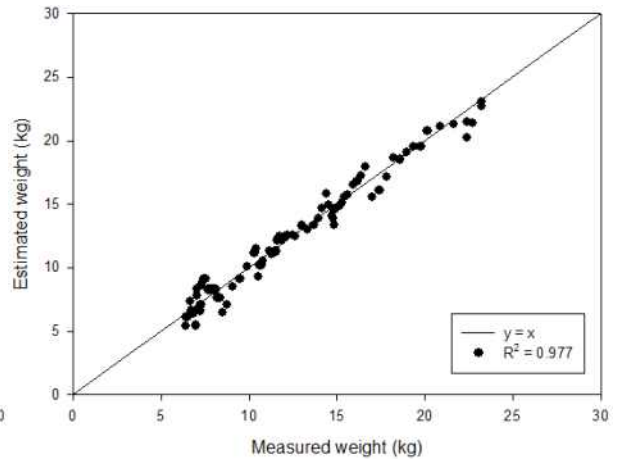
(9) 학습의 입력 층에 과거 1일 부터 3, 5, 7일 전부터의 환경 데이터를 활용한 결과 학습에 사용하는 환경 데이터가 과거 3일을 넘을 때부터는 크게 정확도 증가하지 않음

: 입력변수의 값이 일정하게 연속적이어야 하는 RNN의 특성상 입력 환경 변수의 범위가 늘어날 수록 손실된 데이터를 보간 하는 과정이 필요하므로 환경변수의 입력 값은 과거 3일치를 넘지 않는것이 유리함

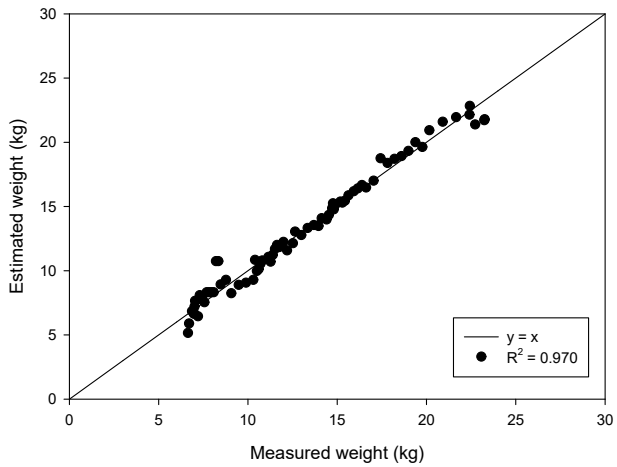
<과거 1일 환경 데이터>



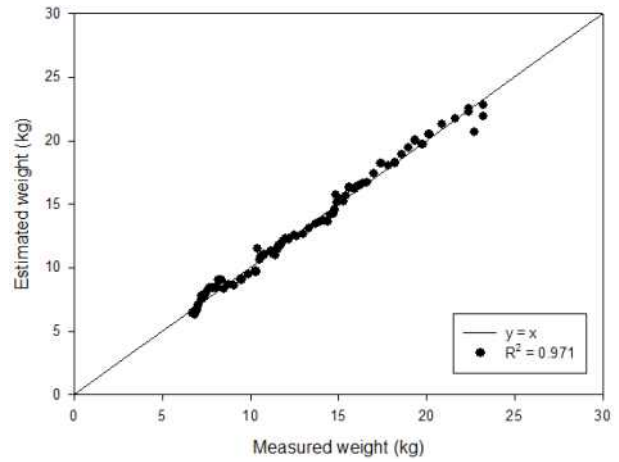
<과거 3일 환경 데이터>



<과거 5일 환경 데이터>



<과거 7일 환경 데이터>



< 환경 데이터의 일수에 따른 RNN의 추정 정확도 변화 >



카. 중·대형 온실을 활용한 작물 생육정보 및 환경정보 수집

(1) 작물의 환경에 따른 생육 패턴을 알기 위하여, 파프리카는 경상남도 농업기술원 내 벤로형 대형온실(ATEC)에서, 멜론은 중소형 온실을 이용하여 정보를 수집함

(가) 정보 수집을 위한 온실 환경은 다음과 같음

	파프리카	멜론
장소	경남농업기술원(ATEC)	경남농업기술원
온실 형태	벤로형 유리온실	벤로형 유리온실
온실 총면적(m <sup>2</sup> )	10,350	726
재배면적(m <sup>2</sup> )	3,020	250
제어프로그램	프리바	맥시마이저
공시품종	루니크, 스텔tm	피크닉
재배배지	암면	암면
재배경종(과중/정식/종료)	2016.7.21/8.26/6.28	2017.4.19./5.11/7.27

(나) 환경정보 수집은 온도, 습도, CO<sub>2</sub>, 일사량과 근권부 환경을 수집하였으며, 계측간격 은 1~10 분 간격으로 측정, 주기적으로 수동으로 저장하였음



< 환경 계측용 기기 설치 내용(파프리카-좌, 멜론-우) >

(2) 시험 1. 파프리카 생육정보 및 환경 수집

(가) 생육조사 : 1회/주(2016. 12.4 ~ 2017. 6.27), 품종별(2품종- 루니크, 스틸스) 3개체

(나) 환경조사 : 고정형 복합환경센서(aM-21ALS, WISE Sensing Inc.), 스마트스케일

(다) 비파괴적인 방법으로 초장, 직경, 마디수, SPAD, 엽수 등의 생육지표와 개화, 착색, 착과 마디 등의 생육 속도 측정을 함께 진행하였으나, 엽면적 및 생체중과 같은 주요 생육지표는 비파괴적인 방법으로 측정이 어려워, 추가적 측정 방법이 요구됨



< 온실 외부 전경 >

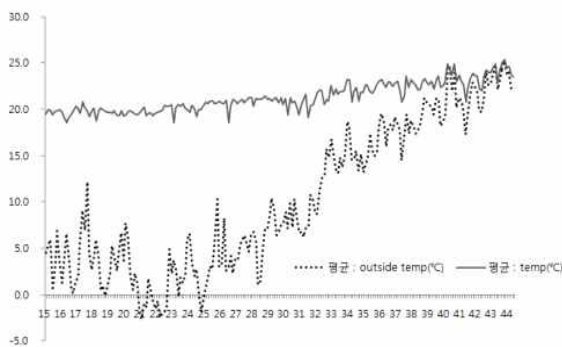


< 온실 내부 전경 >

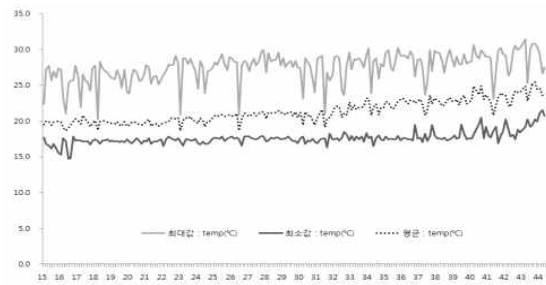
(3) 연구 수행 내용

(가) 온실환경 정보 수집 : CSV 파일

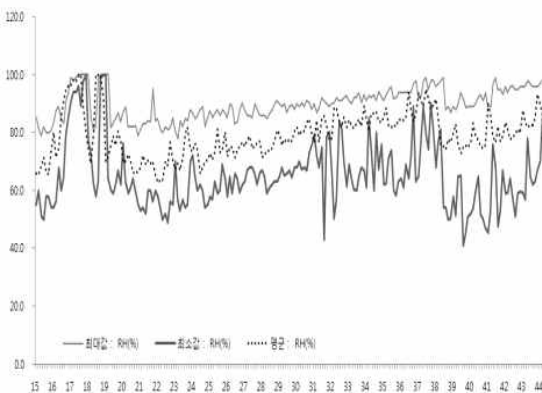
- 온실 내부 환경 변화(2016. 12.4. ~2017.6.27/ 정식 후 15~44주차)



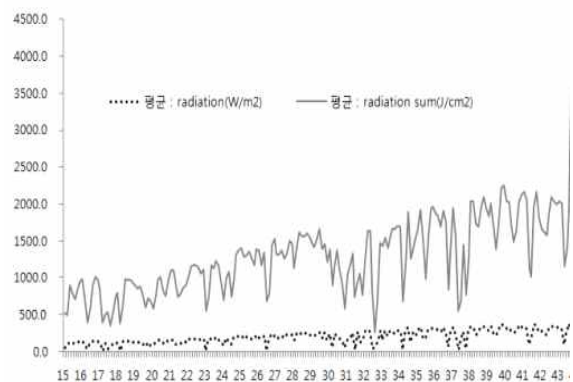
< 일별 내·외부 온도변화 >



< 일별 온도 변화(최대,최소,평균) >

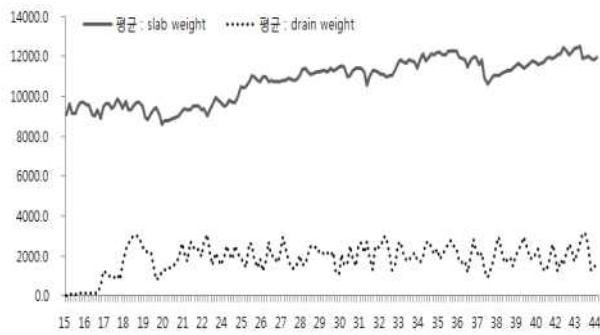


< 일별 습도 변화(최대,최소,평균) >

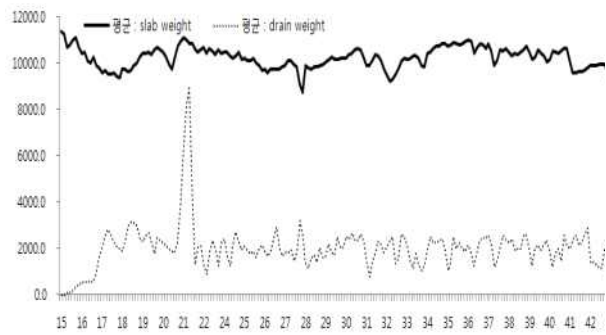


< 일별 일사량 및 누적일사량 변화 >

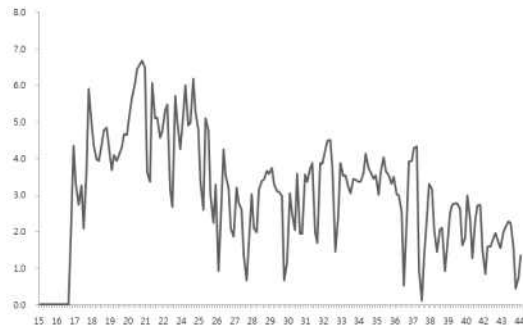
- 근권부 변화 (2016. 12.8. ~2017.6.27/ 정식 후 15~44주차)



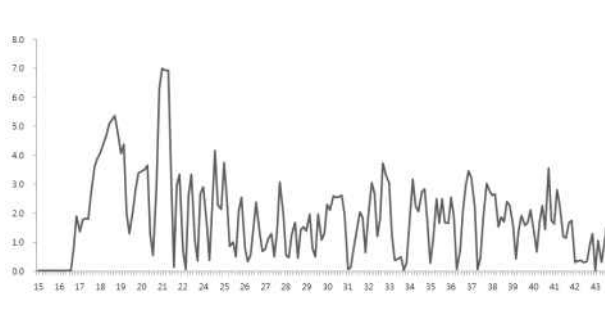
< 슬래브 무게 및 배액 변화(루니크) >



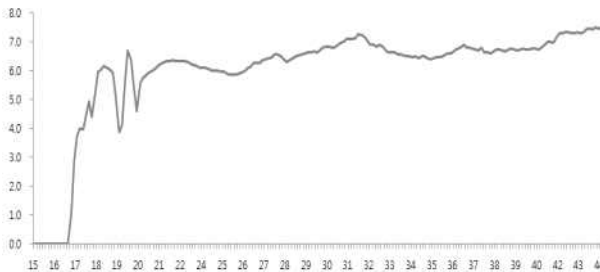
< 슬래브 무게 및 배액 변화(스텔스) >



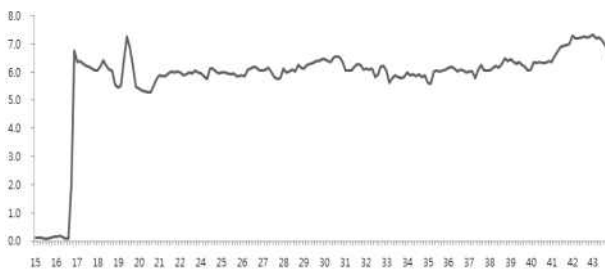
< 배지 내 EC 변화(루니크) >



< 배지 내 EC 변화(스텔스) >



< 배지 내 pH 변화(루니크) >



< 배지 내 pH 변화(스텔스) >

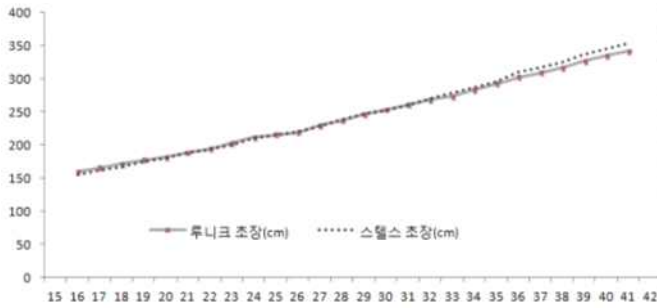
(나) 단계별 생육 정보 수집 : 주별 생육 측정 DATA

- 수집기간 : 2016. 12.4. ~2017.6.27/ 정식 후 15~44주차

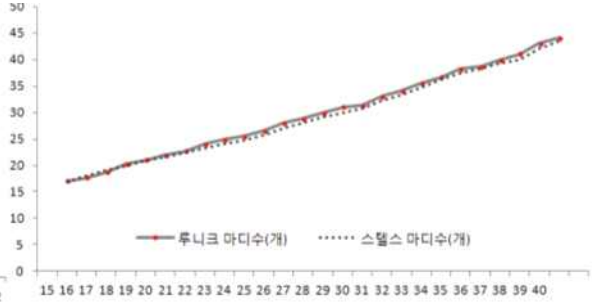
- 1회/주 수집 : 초장, 마디 수, 엽수, 경경, SPAD, 개화마디, 착과마디, 착색마디 등 생육변화 측정

구분	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
초장	158.7	149.5	172.5	181.0	185.0	193.0	198.0	209.0	218.0	224.0	233.0	242.0	252.0	257.0	269.0	274.0	280.0	284.0	293.0	293.0	310	317	325	332	340	348	359	369	380	
마디 수	196.5	181	168	174	178	185.4	180	189	206	211	214	219	222	222	229	234	240	245	256	257	277	282	287	292	299	308	314	320	325	329
엽수	167	171	173	178	180	190	194	200	207.5	213.0	214.0	222.0	223.0	224.0	233.0	233.0	239.0	242.0	252.0	252.0	269	271	282	287	292	299	311	318	324	324
경경	120.40	116.03	121.17	127.67	131.67	138.90	144.00	150.30	151.28	151.08	153.90	158.00	162.17	166.67	170.83	171.00	176.17	177.50	183.67	183.67	193.67	196.67	203.67	205.50	211.33	216.33	220.33	224.67	228.50	230.67
SPAD	3.7	3.8	3.9	3.2	3.2	3.3	3.3	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9
개화마디	3.0	3.7	3.8	3.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
착과마디	1.8	1.8	1.8	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
착색마디	17.00	17.67	18.67	20.33	21.00	22.00	22.67	24.00	24.67	25.67	26.67	28.00	28.67	29.67	31.00	31.33	33.00	34.00	35.67	36.67	38.67	39.67	41.67	42.67	44.00	44.67	44.67	44.67	44.67	44.67
총합	475.90	465.67	507.83	516.67	524.67	538.67	552.67	566.67	580.67	594.67	608.67	622.67	636.67	650.67	664.67	678.67	692.67	706.67	720.67	734.67	748.67	762.67	776.67	790.67	804.67	818.67	832.67	846.67	860.67	874.67
비율	14.32	13.42	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32

- 품종에 따른 생육 변화



< 초장 변화(정식 후 15~42주) >

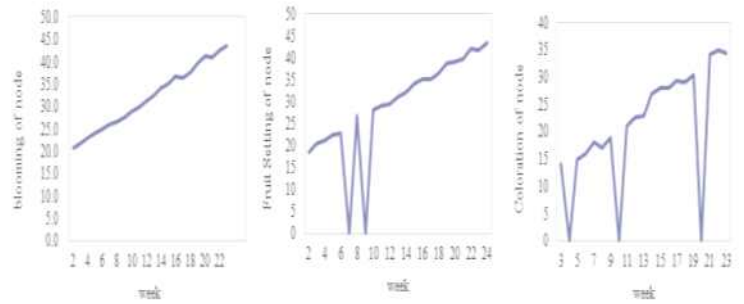


< 마디수 변화(정식 후 15~42주) >

- 과실 및 엽의 생육 변화 수집



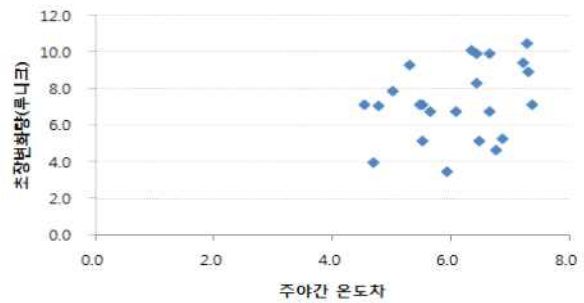
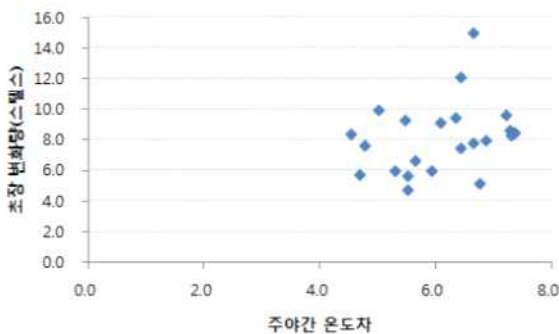
< 과실 및 엽의 성장 변화  
이미지정보(스텔스) >



< 주별 개화, 착과, 착색 변화 >

(4) 연구 수행 결과

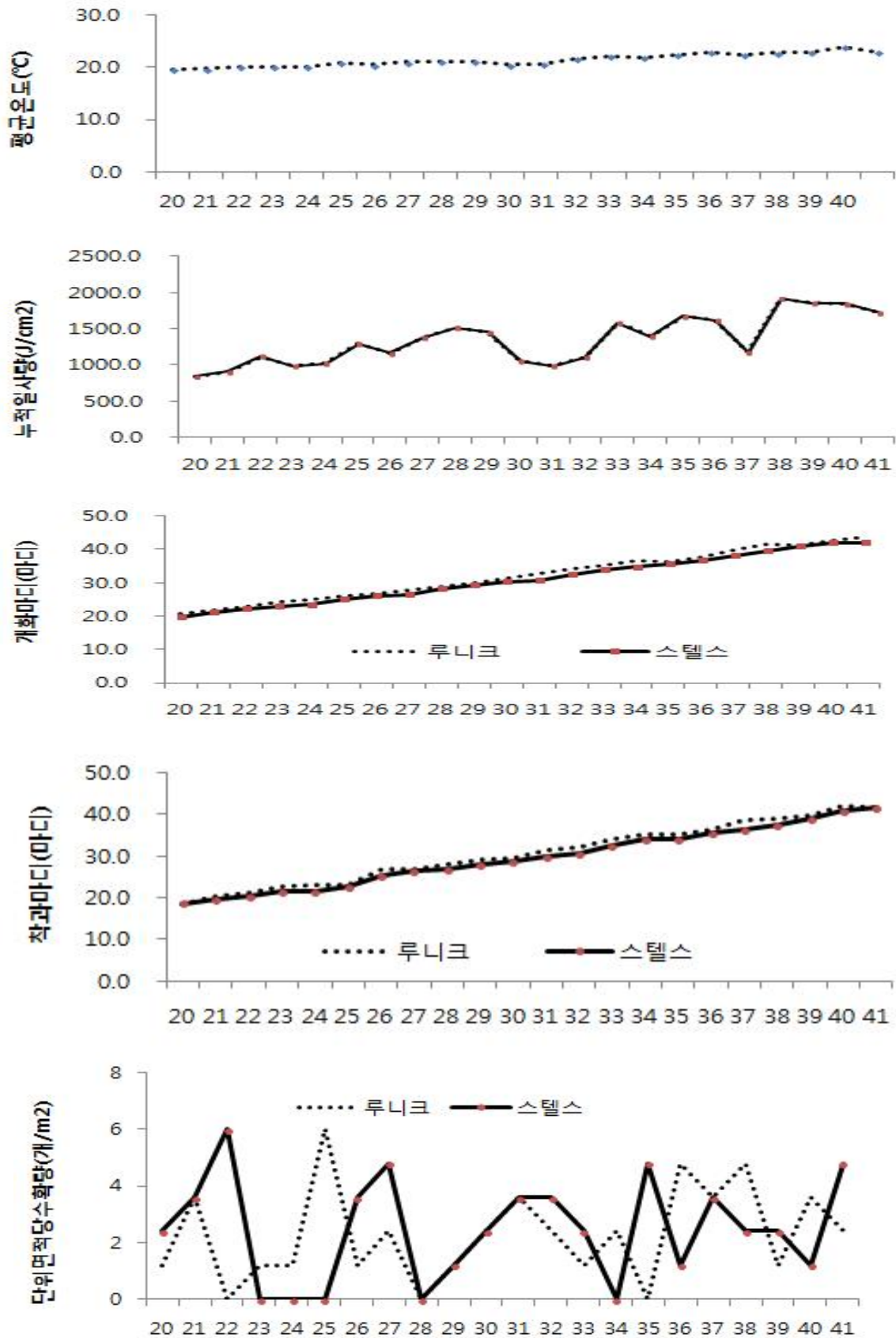
- (가) 루니크의 주당 평균 초장의 변화는 4.0~10.5cm, 평균 마디 증가 수는 0.9~4.1개, 개화는 주당 0.9~ 2.1마디, 착과는 0.1~2.25마디 속도로 전개되었음
- (나) 스텔스의 주당 평균 초장의 변화는 4.8~15.0cm, 평균 마디 증가 수는 0.6~4.9개, 개화는 주당 0.2~ 1.8마디, 착과는 0.6~1.8마디 속도로 전개되었음
- (다) 주야간 온도차에 의한 초장 변화량을 보면 스텔스, 루니크 모두 주야간 편차가 6~8℃에서 초장 변화량이 크게 나타났으나, 그보다 낮은 온도차에서도 변화량이 커 다른 요소들과의 분석이 필요함



<주야간 온도차에 의한 초장 변화량(스텔스)> <주야간 온도차에 의한 초장 변화량(루니크)>

- (라) 다른 환경요인과 생육정보 등의 상관관계를 통한 생육 패턴 분석이 요구되어짐

- (마) 온실 환경과 생육정보를 시각화한 환경요소에 따른 생육 변화는 아래와 같음  
 (바) 온실 환경 변화에 따른 파프리카 품종별 생육 변화(정식 후 20~41주)



(5) 시험 2. 멜론 정보 수집(2017. 5.11 ~ 7.27)

(가) 생육조사: 1회/주(2017. 5.26 ~ 2017. 7.27), 비파괴 4개체, 파괴 4~8개체

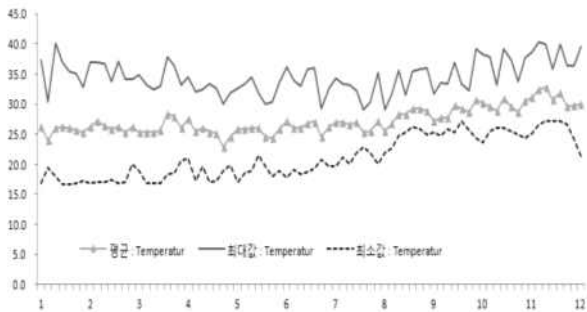
(나) 환경조사: 고정형 복합환경센서(aM-21ALS, WISE Sensing Inc.ALMEMO MA 5690-2 ), 스마트스케일

(다) 주요 비파괴 조사 항목은 초장, 경경, 마디수, SPAD, 엽수, 엽장, 엽폭 등이었으며, 주요 생육 지표 측정을 위하여 지상부 생체중, 건물중, 엽면적 등을 파괴 조사하였음. 과실의 경우 로드셀을 이용하여 연속적 데이터의 축적 및 매주 파괴조사를 통한 조사하였으며, 과고, 과폭, 과중 등 과실의 생육 변화를 수집하였음

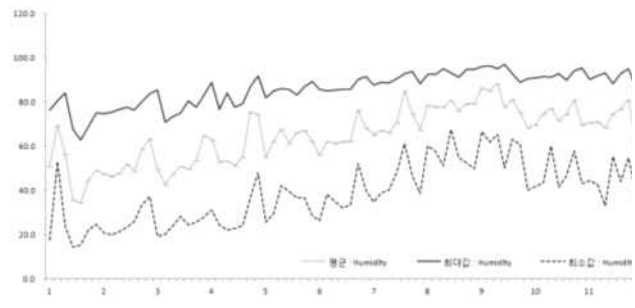
(6) 연구 수행 내용

(가) 온실환경 정보 수집 : CSV 파일

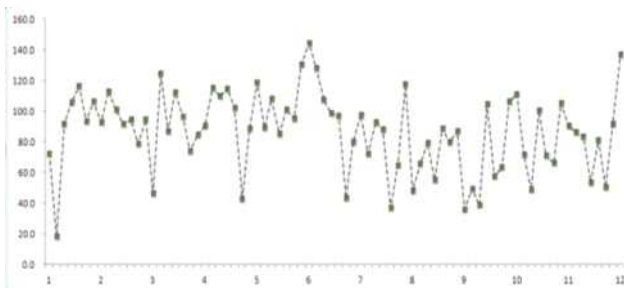
- 온실 내부 환경 변화(2017.5.11 ~ 2017.7.27/ 정식 후 1~12주차)



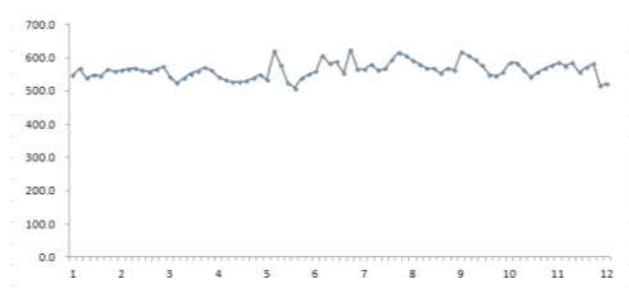
< 일별 온도변화(최대, 최소, 평균) >



< 일별 습도변화(최대, 최소, 평균) >

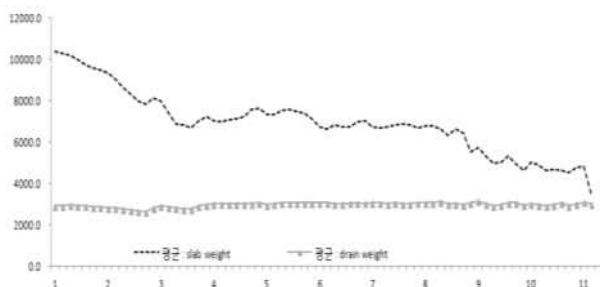


< 일별 일사량 변화 >

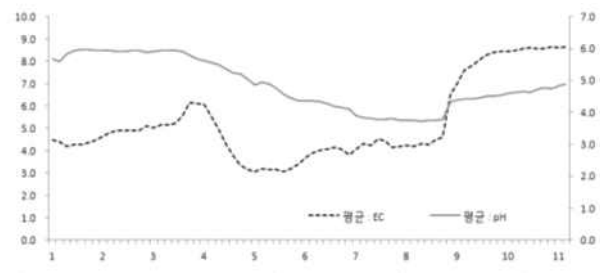


< 일별 CO<sub>2</sub> 변화 >

- 근권부 변화 (2017. 5.11. ~2017.7.27/ 정식 후 1~12주차)



< 슬래브 무게 및 배액 변화 >



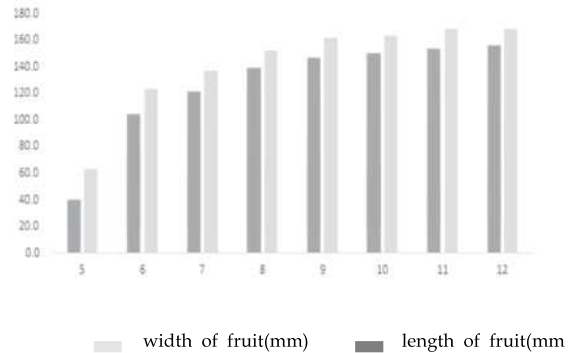
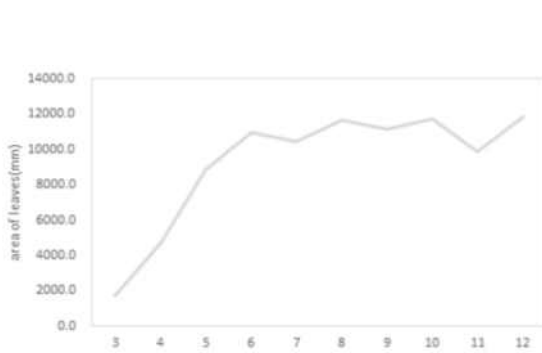
< 배지 내 EC , pH 변화 >

(나) 작물 생육 정보 수집 : 주별 생육 측정 DATA

- 생육정보 수집 : 2017. 5.11. ~2017.7.27(정식 후 1~12주차)
- 과실 발달 과정의 이미지 정보 수집

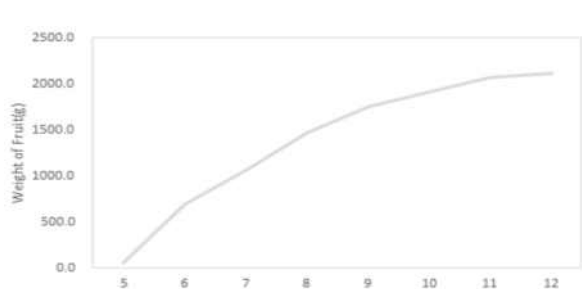
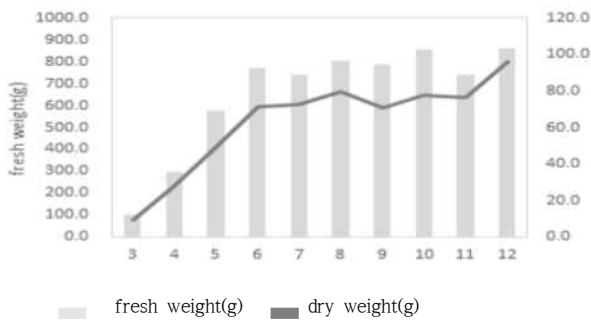


- 정식 후 주수에 따른 멜론의 생육 변화



< 엽면적 변화 >

< 과고, 과장 변화 >



< 생체중 및 건물중 변화 >

< 과중 변화 >

(7) 연구 수행 결과

- (가) 온실 내부 일평균 온도는 7월에 최대치인 32.7℃, 5월에 최저치인 20.4℃로 멜론 생육적온인 25~30℃를 다소 벗어나 관리되었으며, CO2는 556ppm 수준으로 공급되었음
- (나) 초장, 엽수, 엽병장, 엽장 등은 정식 후 5주까지 높은 증가율을 보임
- (다) 과중은 수정 후 약 2~3주에 가장 큰 증가율을 보였으며, 이후 증가율이 점점 완만하게 변하다 수확기 부근에서는 완만하게 진행됨

타. 농가 적용을 통한 테스트베드 시범 확대

(1) 연구실내 구축된 테스트베드의 시범 확대를 위하여, 파프리카, 멜론 재배농가에서 온실환경과 작물의 생육정보를 수집하였음

- 정보 수집을 위한 작물별 농가의 온실 환경은 다음과 같음

	파프리카	멜론
농가위치	진주	창원
온실형태	벤로형 유리온실	밀양식 광폭형 비닐하우스
면적(m <sup>2</sup> )	15,000	2,520
제어프로그램	프리마	마그마
공시품종	마나렐로	얼스 크리스탈
재배배지	암면	코이어 배지(1년 재사용)
파종/정식/수확종료	7.4/7.31/	육묘장에서 구입/7.3/9.27

- 정보 수집방법 : 중 · 대형 온실을 활용한 작물 생육정보 및 환경정보 수집에 준하여 실시함

(2) 시험 1. 멜론 재배 농가 정보 수집

- 생육조사 : 광폭형 온실의 중심부와 창가 두지점으로 나누고, 매주 지점별 8개체 파괴 조사
- 환경조사 : 기본 제어센서, 고정형 복합환경센서(aM-21ALS, WISE Sensing Inc), 스마트스케일
- 멜론 정보 수집 농가 전경



< 온실 중앙부 조사구 >



< 온실 창가쪽 조사구 >



< 로드셀 설치 >



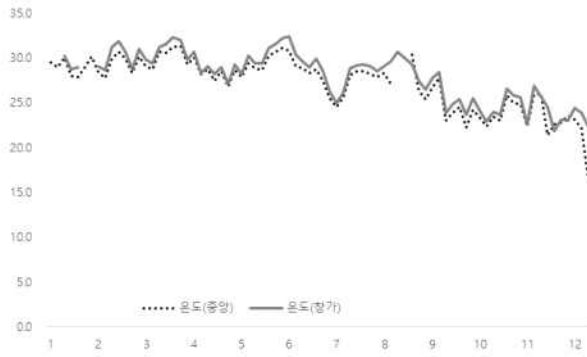
< 환경 측정용 계측기 설치 >

(3) 연구 수행 결과

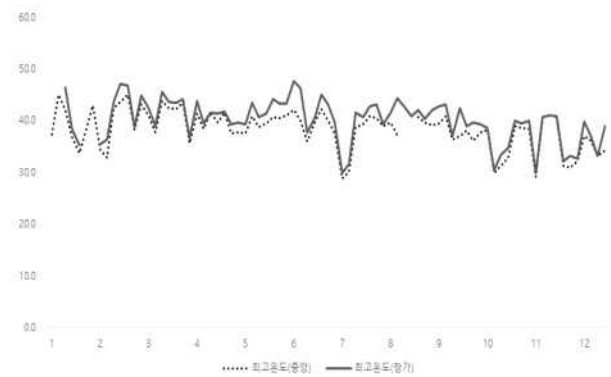
(가) 온실환경 정보 수집 : CSV 파일



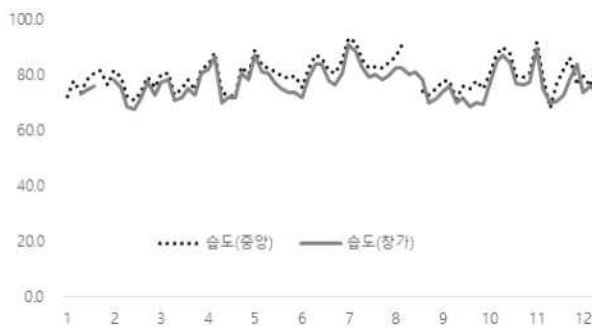
- 온실 내부 환경 변화(2017. 7.3 ~9.21/ 정식 후 1~12주차)



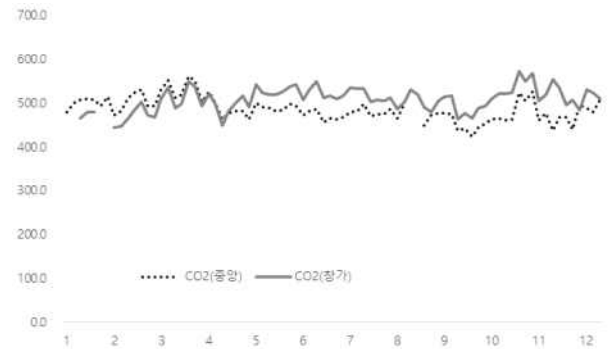
< 온도 일변화(중양, 창가) >



< 최고 온도 일변화(중양, 창가) >



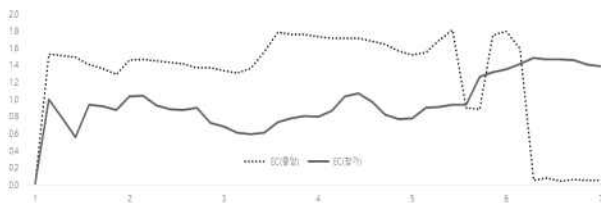
< 습도 일변화(중양, 창가) >



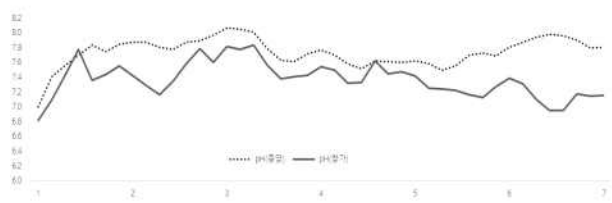
< CO2 일변화(중양, 창가) >

- 밀양식 광폭형 온실에서 중양과 창가의 온도, 습도의 일변화를 정식 후 비교했을 때 유의적으로 차이가 없었음. 이는 여름철 높은 온도를 피하기 위하여 설치한 쿨네트 효과로 보임. CO2의 일변화는 창가쪽에서 높은 경향치를 보였는데, 외부의 공기유입에 의한 것으로 판단됨

- 근권부 환경 : 배지 내 EC, pH변화



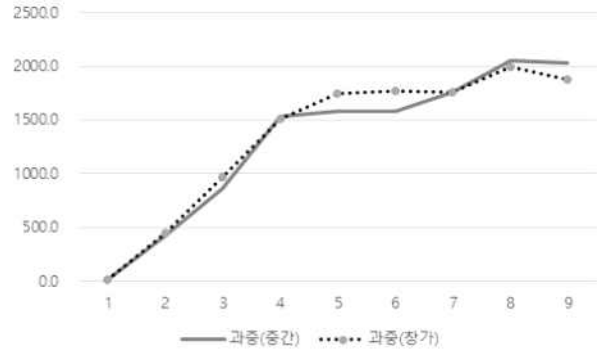
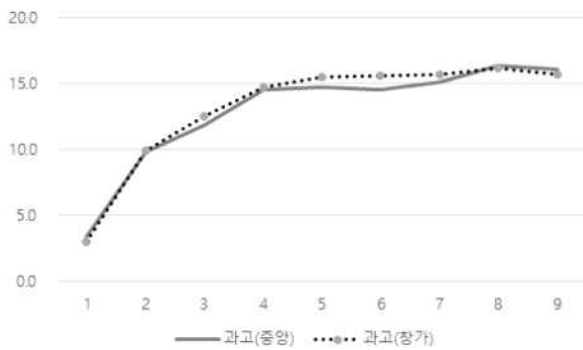
< 배지 내 EC 일변화(중양, 창가) >



< 배지 내 pH 일변화(중양, 창가) >

(나) 작물 생육 정보 수집 : 주별 생육 측정 DATA

- 작물생육 : 2017. 7.17 ~9.21/정식 후 2 ~11주차



< 수정 후 주수에 따른 과실 길이 변화 >

< 수정 후 주수에 따른 과실의 무게 변화 >

- 농가의 경우 벌을 이용하여 수분 하였으며 착과절위는 온실 중앙부근에서는 16번째 마디에서, 창가 부근에선 16.9마디에서 형성되었음
- 정식 후 6주째부터 과측지 아래 잎을 제거하여, 식물체의 생체 중, 엽수 등이 줄어들었음
- 수정 후 적심은 위치에 상관없이 약 27.3~27.8마디 정도 었음
- 수정 후 과실 길이(과고) 및 과실 무게(과중)은 3~4주차까지 급격하게 증가하다, 점차 완만하게 증가하였음

(4) 시험 2. 파프리카 재배 농가 정보 수집 : 조사진행 중

(가) 생육조사 : 1회/주(2017. 9.7 ~ ), 비파괴 6개체, 파괴 5개체

(나) 환경조사 : 기본 제어센서, 고정형 복합환경센서(aM-21ALS, WISE Sensing Inc), 스마트스케일

(다) 파프리카 정보 수집 농가



< 재배온실 외부전경 >



< 재배온실 내부전경 >

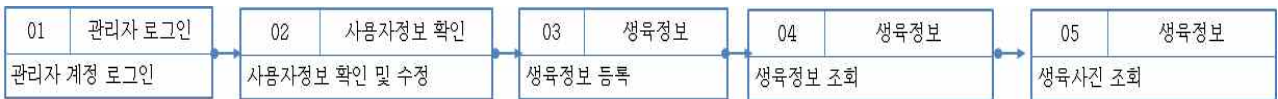
### 3. 3차 년도 연구 수행 결과

#### 가. 도메인 융합형 Farm Cloud 서비스 개발

##### (1) 테스트 범위 및 통합테스트 환경구성

- SaaS시스템을 사용자 입장에서 검증하기 위한 테스트 환경 구성 및 시나리오

##### (가) 생육정보 통합테스트 시나리오

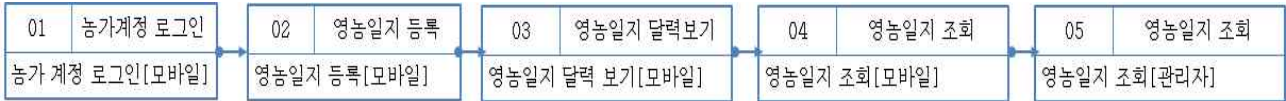


[생육정보 통합 테스트 흐름도]

- 생육정보 상세 통합 테스트 시나리오

NO	테스트 시나리오	테스트 Data	테스트 결과
01	01.인공지능 기반 IoT 클라우드 시스템 으로 접속한다. 02.관리자 아이디/비밀번호로 로그인한다.	01.인공지능 기반 IoT 클라우드 시스템으로접속 - [ http://220.90.128.177:7070/ ] 02.시스템로그인-관리자 권한 - [ testuser / 1 ]	01.인공지능 기반 IoT 클라우드 시스템 로그인화면 이보여진다. 02.로그인 후 대시보드화면으로 전환된다.
02	01.로그인후우측상단에서 사용자정보를확인및수정한다.	01.수정할 사용자정보를 수정한다. - 이메일 : test@test.com	01.“test@test.com” 정보로 정상 수정 되었다.
03	01.상단메뉴“생육정보“메뉴를 선택한다. 02.화면 오른쪽 중간에 “생육조사등록“버튼을 클릭하여 생육정보를 등록한다. - 조사 일자를 선택한다. - 농장을 선택한다. - 작물을 선택한다. - 샘플번호를 선택한다.	01.상단메뉴“생육정보“메뉴를 선택한다. 02.초장, 마디수, 엽수, 지재부경경, 생장점 경경, SPAD, 수확량, 과중, 과장, 과고 항목을 입력한다.	01.생육조사조회 화면으로 전환된다. 02.입력한 생육정보가 정상적으로 등록되었다.
04	01.등록된 생육조사정보를 농가단위로 조회한다. - 농가별 조회일자 범위를 선택하여 조회 한다.	01.농가별 생육조사정보 조회 - 농가 : 전체 - 농장 : 전체 - 조회일자 범위 :2018-06-09-06-12	01.농가별 생육조사 정보가 정상 조회되었다.
04	01.농가별 생육사진 정보를 조회한다. - 농가별 찍힌 농장의 생육사진을 농장, 태그, 조사일자 별로 조회 한다. 02.사진을 확대/축소하여 사진을 확인한다.	01.농가별 생육사진정보 조회 - 농가 : 전체 - 농장 : 전체 - 태그 : - 조회일자 범위 :2018-06-09-06-12 02.사진을 확대/축소 - 사진 선택 - 마우스 스크롤	01.농가별 생육사진정보가 정상 조회되었다. 02.사진을 확대/축소 정상적으로 반응했다.

(나) 영농일지 통합테스트 시나리오



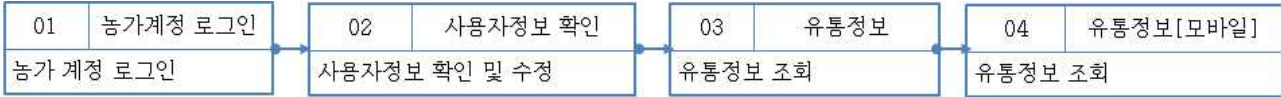
[영농일지 통합테스트]

- 영농일지 상세 통합 테스트 시나리오

NO	테스트 시나리오	테스트 Data	테스트 결과
01	01.인공지능 기반 IoT 클라우드 시스템으로 접속한다. 02.관리자에게 할당받은 농가권한의아이디/비밀번호로 로그인한다.	01.인공지능 기반 IoT 클라우드 시스템으로 모바일 버전으로 접속 - [http://220.90.128.177:8100/] 02.시스템로그인-농가권한 - [ gnares / gnares]	01.인공지능 기반 IoT 클라우드 시스템 모바일버전 로그인 화면이 보여진다. 02.로그인 후 대시보드화면으로 전환된다.
02	01.화면하단“영농일지“를 선택한다. 02.영농일지 버튼 프레임을 선택한다. - 날짜 선택, 농장선택, 날씨정보, 농작업정보, 인건비관리, 메모, 사진등을 입력 및 선택한다. - 저장 버튼을 클릭한다.	01.영농일지 메인화면으로 전환된다. 02.영농일지정보 등록 - 날짜 선택 : 2018-06-18 - 농장 선택 : 경남도원 온실 - 날씨 정보 : 자동 설정됨[ 현 날씨정보 활용] - 농작업 정보 : 꽃송이 다듬기 - 인건비 관리: 남성작업, 여성작업, 자기작업 등 작업시간, 인건비 입력 - 메모 : 영농일지 최초작업	01.영농일지 메인화면으로 정상 전환되었다. 02.입력된 날짜선택, 농장선택, 날씨정보, 농작업정보, 인건비관리, 메모, 사진등의 정보들이 정상 등록되고 달력보기 화면으로 전환되어 해당 날짜에 표시되었다.
03	01.영농일지메인화면“달력보기“프레임을 선택한다. 02.달력에 일자별로 등록된 영농작업이 표시되어 있는 날짜를 선택한다.	01.달력 보기 화면으로 전환된다. 02.영농작업 등록 내역확인 - 2018년 6월 16일짜를 선택한다.	01.달력보기화면으로 전환되어 영농작업 등록된 날짜에 숫자로 몇건 등록되었는지 표시되었다. 02.2018년6월16일짜 등록된 영농일자 작업타이틀이 조회되고 수정 및 삭제할 수 있는 버튼의 활성화되었다.
04	01.영농일지 “영농일지 검색“ 을 선택한다. 02.연도별 보기 검색을 한다. - 년도를 선택한다. 03.작업별 보기 검색을 한다. - 조회된 작업 목록중 하나를 선택한다. 04.농장별 보기 검색을 한다. - 농장을 선택한다.	01.영농일지 “영농일지 검색“ 을 선택한다. 02.연도별 보기 검색을 한다. - 2018 년도 선택 03.작업별 보기 검색을 한다. - 꽃송이 다듬기를 선택 04.농장별 보기 검색을 한다. - 경남도원 온실 을 선택한다.	01.연도별보기,작업별보기,농장별보기탭으로 구분되어 화면이 전환된다. 02.연도별보기 검색을 한다. - 2018년 6월 16일짜 등록된 영농일자 작업 타이틀이 조회되고 수정 및 삭제 할 수 있는 버튼의 활성화 되었다. 03.작업별 보기검색을 한다. - 2018년 6월 16일 짜 등록된 영농일자 작업 타이틀이 조회되고 수정 및 삭제 할 수 있는 버튼의 활성화 되었다. 04.농장별보기 검색을 한다. - 등록된 영농일자 작업 타이틀이 조회되고 수정 및 삭제 할수 있는 버튼의 활성화 되었다.
05	01.인공지능 기반 IoT 클라우드 시스템으로 접속한다.	01.인공지능 기반 IoT 클라우드 시스템으로 접속	01.인공지능 기반 IoT 클라우드 시스템 로그인화면이 보여진다.

02. 관리자 아이디/비밀번호로 로그인한다. 03. 화면상단 메뉴 “영농일지” 메뉴를 선택한다. 04. 농장명, 농가, 농장, 조회일자범위 등 입력 및 선택하여 농가별 영농일지 등록내역을 조회한다.	- [ http://220.90.128.177:7070/ ] 02. 시스템로그인-관리자 권한 - [ testuser / 1 ] 03. 화면상단 “영농일지” 메뉴 선택 04. 영농일지 등록내역 조회	02. 로그인 후 대시보드 화면으로 전환된다. 03. 영농일지 조회 화면 전환. 04. 모바일에서 등록한 “진주농장1” 영농일지 등록내역이 조회되었다.
--	---	--

(다) 유통정보 통합테스트 시나리오



[유통정보 통합테스트 흐름도]

- 유통정보 상세 통합 테스트 시나리오

NO	테스트 시나리오	테스트 Data	테스트 결과
01	01. 인공지능 기반 IoT 클라우드 시스템으로 접속한다. 02. 관리자에게 할당받은 농가 권한의 아이디/비밀번호로 로그인한다.	01. 인공지능 기반 IoT 클라우드 시스템으로 접속 - [ http://220.90.128.177:7070/ ] 02. 시스템로그인-농가 권한 - [ gnares/ gnares ]	01. 인공지능 기반 IoT 클라우드 시스템 로그인 화면이 보여진다. 02. 로그인 후 대시보드 화면으로 전환된다.
02	01. 로그인 후 우측 상단에서 사용자 정보를 확인 및 수정한다.	01. 수정할 사용자 정보를 수정한다. - 이메일 : 15da@naver.com	01. “15da@naver.com” 정보로 정상 수정 되었다.
03	01. 상단 “유통정보” 메뉴를 클릭한다. 02. 도매시장별 유통정보 조회조건을 입력 또는 선택한다.	01. 유통정보 화면으로 전환된다. 03. 도매시장별 유통정보 조회 - 도매시장 : 전체 - 품종: 전체 - 규격 : 전체 - 시작일자 범위 : 2018-05-01 ~2018-06-14	01. 유통정보 화면으로 전환된다. 02. 도매시장별 유통정보가 조회된다.
04	01. 모바일 웹으로 접속한다. 02. 모바일 버전으로 로그인한다. 03. 도매시장별 유통정보 조회조건을 입력 또는 선택한다.	01. 모바일 웹으로 접속한다. [http://220.90.128.177:8100/] 02. 모바일 버전으로 로그인한다. - gnares / gnares 03. 도매시장별 유통정보 조회 - 도매시장 : 전체 - 품종: 전체 - 규격 : 전체 - 시작일자 범위 : 2018-05-01 ~2018-06-14	01. 유통정보 화면으로 전환된다. 02. 도매시장별 유통정보가 조회된다.

(라) 시스템 설정 정보 통합테스트 시나리오



[시스템 설정 정보 통합테스트 흐름도]

- 시스템 설정 정보 상세 통합 테스트 시나리오




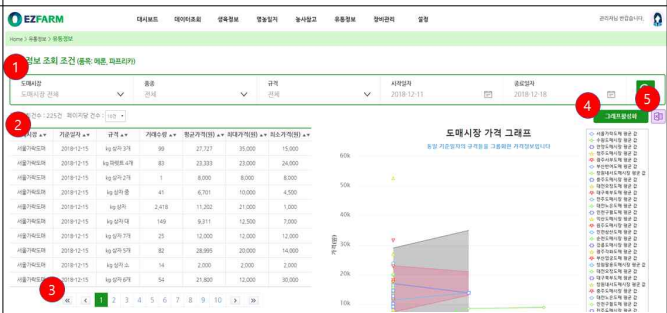
NO	테스트 시나리오	테스트 Data	테스트 결과
01	01.인공지능 기반 IoT 클라우드 시스템으로 접속한다. 02.관리자 아이디/비밀번호로 로그인한다.	1.인공지능 기반 IoT 클라우드 시스템으로 접속 - [ http://220.90.128.177:7070/ ] 02.시스템로그인-관리자권한 - [ testuser / 1 ]	01.인공지능 기반 IoT 클라우드 시스템 로그인화면이 보여진다. 02.로그인 후 대시보드화면으로 전환된다.
02	01.화면상단메뉴“정정>사용자관리“메뉴를 선택한다. 02.신규 등록 버튼을 클릭하여 신규사용자 정보를 저장한다. - 사용자 구분, 아이디, 사용자이름,생년월일,비밀번호,비밀번호확인,휴대전화번호,사무실번호,이메일,사용여부,우편번호,기본주소,상세주소, 입력 및 선택 후 저장한다.	01.화면상단메뉴“정정>사용자관리“메뉴선택 02.신규등록버튼을클릭하여신규사용자정보를저장한다. - 사용자 구분 : 일반농가 - 아이디:hw5 - 사용자이름:hw5 - 생년월일:2018-05-09 - 비밀번호:01099999999 - 비밀번호확인:1 - 휴대전화번호:1 - 사무실번호:1 - 이메일:l@ll.com - 사용여부:Y - 우편번호:14910 - 기본주소:경기도 시흥시호련로22번길26 - 상세주소:99	01.정정>사용자관리화면으로 전환되어 등록된 사용자의 정보목록이 조회되었다. 02.“hw5”신규사용자가 등록되어 사용자목록에 조회되었다.
03	01.화면상단메뉴“정정>그룹변경“메뉴를 선택한다. 02.조회된 사용자목록 중 그룹 변경할 사용자를 선택하고 그룹변경 저장한다. - hw4 사용자를 선택하고 그룹변경 버튼을 클릭한다.	01.화면상단메뉴 “그룹변경” 메뉴를 선택. 02.그룹 변경할 사용자를 선택 - hw4 선택 체크 - 관리자 변경	01.그룹변경화면으로 전환되고 그룹 및 사용자목록이 조회되었다. 02.hw4 사용자가 관리자그룹으로 변경되었다.
04	01.화면상단메뉴“정정>그룹설정“메뉴를 선택한다. 02.그룹을 추가한다. - 그룹 추가 버튼을 클릭하여 새로운 그룹을 추가 한다. - 그룹명, 사용여부를 선택하고 저장 한다.	01.화면상단메뉴“정정>그룹설정“메뉴선택 02.그룹을 추가한다. - 그룹추가 버튼 클릭 - 그룹명 : 영농조합 사용여부 Y 입력 후 저장 버튼 클릭한다.	01.그룹설정화면으로 전환되고 그룹 목록이 조회되었다. 02.영농조합그룹의 정상 등록되었다.
05	01.화면상단메뉴“정정>농장관리“메뉴를 선택한다. 02.조회된농가목록을선택하여해당농가의농장정보및농장의구역정보를등록및수정한다.	01.화면상단메뉴“정정>농장관리“메뉴선택 02.농장정보 등록 및 수정 농가 선택 - 농가 목록 “경남도원” 선택 - 농가정보 농가명 : 경남도원, 농가주소 : 진주시 남양읍 시청로 159, 전화번호:01000000000, 휴대전화번호: 01000000000 입력 - 농장 정보: 농장명 : 경남도원_농가, 주소 : 진주시 남양읍 시청로 159, 전화번호 : 01000000000 입력 - 경남도원 농가 구역 정보 :	01.농장관리화면으로 전환되고 농가목록이 조회되었다. 02.“경남도원” 농가에 대한 농장 및 구역정보가 등록되었다.

		구역명 : 경남도원 농가, 설명: 1구역 입력	
06	01.화면상단메뉴“정정>프로그램관리“ 메뉴를 선택한다. 02.메뉴에 대한 프로그램 경로를 저장한다. - 신규 등록 버튼을 클릭 하여 프로그램ID, 프로그램명,URL, 사용여부를 등록한다.	01.화면상단메뉴“정정>프로 그램관리“메뉴선택 02.메뉴에 대한 프로그램 경로를 저장 - 프로그램 ID : 011 - 프로그램명 : 지도보기 - URL : /dashboard/dashboard.do - 사용여부 :Y 등을 입력 및 선택후 저장한다.	01.프로그램관리화면으로 전환되고 프로그램 관리목록이 조회되었다. 02.지도보기 프로그램 관리가 등록되었다.
07	01.화면상단메뉴“정정>메뉴관리“메뉴 를 선택한다. 02.시스템 전반적인 메뉴등록을 한다. - 메뉴ID, 메뉴명, 상위메뉴, 프로그램, 정렬순서, 사용여부 등을 입력 및 선택 후 저장한다.	01.화면상단메뉴“정정>메뉴 관리“메뉴선택 02.시스템 전반적인 메뉴 등록을 한다. - 메뉴ID: 11 - 메뉴명: 지도보기 - 상위메뉴:대시보드 - 프로그램 : 지도보기 - 정렬순서 : 11 - 사용여부 : Y	01.메뉴관리화면으로 전환되고 메뉴관리관리목록이 조회되었다. 02.지도보기 메뉴가 등록되었다.
08	01.화면상단메뉴“정정>공지사항“메뉴 를 선택한다. 02.시스템에 대한 공지사항을 등록한다. - 공지사항 버튼 클릭 후 제목, 내용을 등록하고 저장한다.	01.화면상단메뉴“정정>공지 사항“메뉴선택 02.시스템에 대한 공지사항을 등록한다. - 제목 : 테스트 시스템 오픈일자 공지 - 내용 : 테스트 시스템 오픈일자 공지	01.공지사항화면으로전환되고공지 사항목록이조회되었다. 02.“테스트시스템 오픈일자 공지 “에 대한 공지사항이 등록 되었다.  *농가권한으로 로그인 후 설정>공지사항이 등록되었다.

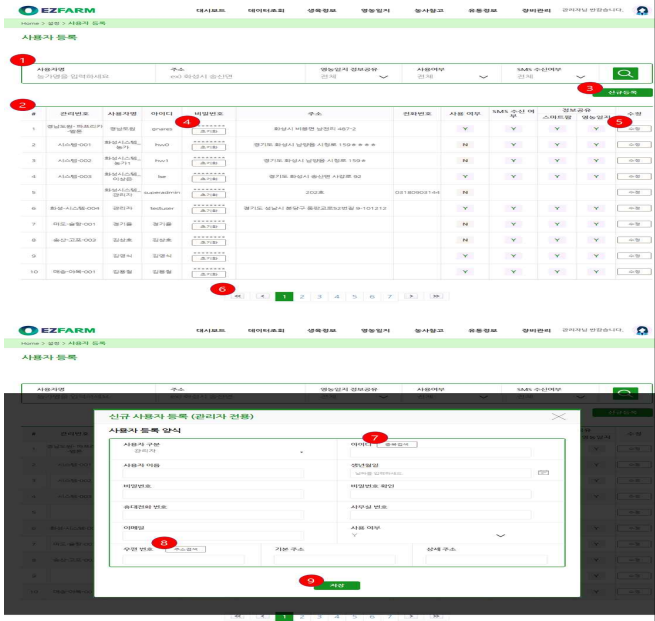
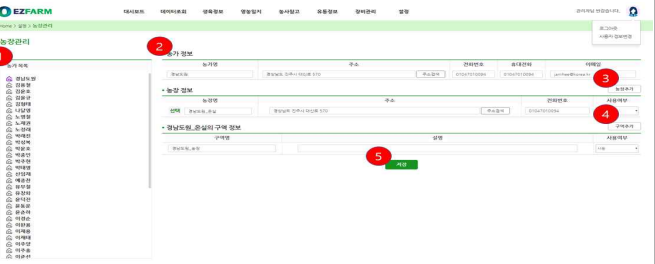


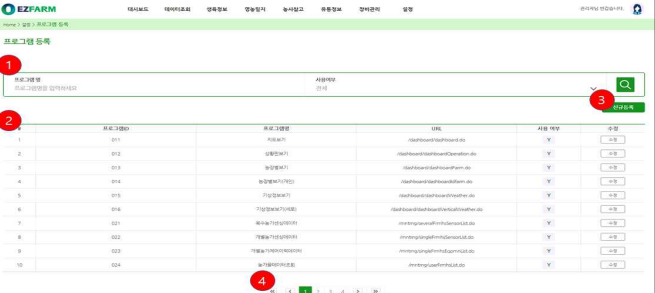
## (2) 현장적용을 통한 통합테스트 및 기능개선

- 사용자의 사용 경험을 통한 통합 테스트 및 기능 개선

메뉴명	기능	화면
로그인	인공지능 기반 IoT 클라우 드에 로그인	

<p>생육정보</p>	<p>생육정보 등록/조회/수정</p>	 <p>EZFARM 생육조사 조회 조건</p> <p>농경 관제, 관제, 생면 관제</p> <p>전체조회건수: 12건</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>농경명</th> <th>관제명</th> <th>조사일자</th> <th>생면(㎡)</th> <th>조경(㎡)</th> <th>해당(㎡)</th> <th>관제(㎡)</th> <th>기재부량 (㎏)</th> <th>생량량 (㎏)</th> <th>SFAD</th> <th>수확량(%)</th> <th>관제(㎡)</th> <th>조경(㎡)</th> <th>관제</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>생육조사</td> <td>관제</td> <td>2018-12-13</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>수정</td> </tr> <tr> <td>생육조사</td> <td>관제</td> <td>2018-12-06</td> <td>1</td> <td>12</td> <td>21</td> <td>23</td> <td>32</td> <td>34</td> <td>43</td> <td>333</td> <td>54</td> <td>56</td> <td>65</td> </tr> </tbody> </table>	농경명	관제명	조사일자	생면(㎡)	조경(㎡)	해당(㎡)	관제(㎡)	기재부량 (㎏)	생량량 (㎏)	SFAD	수확량(%)	관제(㎡)	조경(㎡)	관제	생육조사	관제	2018-12-13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	수정	생육조사	관제	2018-12-06	1	12	21	23	32	34	43	333	54	56	65																																			
농경명	관제명	조사일자	생면(㎡)	조경(㎡)	해당(㎡)	관제(㎡)	기재부량 (㎏)	생량량 (㎏)	SFAD	수확량(%)	관제(㎡)	조경(㎡)	관제																																																																		
생육조사	관제	2018-12-13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	수정																																																																		
생육조사	관제	2018-12-06	1	12	21	23	32	34	43	333	54	56	65																																																																		
<p>생육사진</p>	<p>수집된 생육사진 조회</p>	 <p>EZFARM 생육사진 조회 조건</p> <p>농경 관제, 관제, 태그, 조회 시작, 조회 종료</p> <p>전체조회건수: 10건, 페이지당 건수: 10</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>일기</th> <th>시간</th> <th>농경명</th> <th>관제명</th> <th>태그</th> <th>시간</th> <th>가라</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2018-12-20</td> <td>08:58:07</td> <td>생육조사</td> <td>관제</td> <td>태그</td> <td></td> <td>태그</td> </tr> <tr> <td>2018-12-20</td> <td>08:58:06</td> <td>생육조사</td> <td>관제</td> <td>태그</td> <td></td> <td>태그</td> </tr> <tr> <td>2018-12-20</td> <td>08:58:01</td> <td>생육조사</td> <td>관제</td> <td>태그</td> <td></td> <td>태그</td> </tr> <tr> <td>2018-12-20</td> <td>08:58:16</td> <td>생육조사</td> <td>관제</td> <td>태그</td> <td></td> <td>태그</td> </tr> </tbody> </table>	일기	시간	농경명	관제명	태그	시간	가라	2018-12-20	08:58:07	생육조사	관제	태그		태그	2018-12-20	08:58:06	생육조사	관제	태그		태그	2018-12-20	08:58:01	생육조사	관제	태그		태그	2018-12-20	08:58:16	생육조사	관제	태그		태그																																										
일기	시간	농경명	관제명	태그	시간	가라																																																																									
2018-12-20	08:58:07	생육조사	관제	태그		태그																																																																									
2018-12-20	08:58:06	생육조사	관제	태그		태그																																																																									
2018-12-20	08:58:01	생육조사	관제	태그		태그																																																																									
2018-12-20	08:58:16	생육조사	관제	태그		태그																																																																									
<p>영농일지</p>	<p>사용자가 등록한 영농일지 조회/확인</p>	 <p>EZFARM 영농일지 조회 조건</p> <p>농경관제, 관제, 농경관제, 관제, 조회 시작, 조회 종료</p> <p>전체조회건수: 10건, 페이지당 건수: 10</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>계정일자</th> <th>농경명</th> <th>농경관제</th> <th>영농일지</th> <th>사용량(원)</th> <th>사용량(원)</th> <th>건수</th> <th>현재잔량</th> <th>건수</th> <th>현재잔량</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2018-12-14</td> <td>green</td> <td>관제</td> <td>영농일지</td> <td>12</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2018-12-13</td> <td>green</td> <td>관제</td> <td>영농일지</td> <td>100</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2018-12-11</td> <td>green</td> <td>관제</td> <td>영농일지</td> <td>12</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2018-12-17</td> <td>green</td> <td>관제</td> <td>영농일지</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2018-12-18</td> <td>green</td> <td>관제</td> <td>영농일지</td> <td>150</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2018-12-12</td> <td>green</td> <td>관제</td> <td>영농일지</td> <td>4</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	계정일자	농경명	농경관제	영농일지	사용량(원)	사용량(원)	건수	현재잔량	건수	현재잔량	2018-12-14	green	관제	영농일지	12	1	0	0	0	0	2018-12-13	green	관제	영농일지	100	1	0	0	0	0	2018-12-11	green	관제	영농일지	12	1	0	0	0	0	2018-12-17	green	관제	영농일지	1	1	0	0	0	0	2018-12-18	green	관제	영농일지	150	1	0	0	0	0	2018-12-12	green	관제	영농일지	4	0	0	0	0	0							
계정일자	농경명	농경관제	영농일지	사용량(원)	사용량(원)	건수	현재잔량	건수	현재잔량																																																																						
2018-12-14	green	관제	영농일지	12	1	0	0	0	0																																																																						
2018-12-13	green	관제	영농일지	100	1	0	0	0	0																																																																						
2018-12-11	green	관제	영농일지	12	1	0	0	0	0																																																																						
2018-12-17	green	관제	영농일지	1	1	0	0	0	0																																																																						
2018-12-18	green	관제	영농일지	150	1	0	0	0	0																																																																						
2018-12-12	green	관제	영농일지	4	0	0	0	0	0																																																																						
<p>유통정보</p>	<p>전국에 있는 도매시장 데이터를 확인하고 가격 추세 조회</p>	 <p>EZFARM 유통정보 조회 조건</p> <p>도매시장, 도매시장, 품종, 관제, 품격, 관제, 시작일자, 종료일자</p> <p>전체조회건수: 225건, 페이지당 건수: 10</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>도매시장</th> <th>시작일자</th> <th>종료일자</th> <th>가격</th> <th>가격</th> <th>가격</th> <th>가격</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>서울/가평</td> <td>2018-12-15</td> <td>2018-12-15</td> <td>27,327</td> <td>35,000</td> <td>15,000</td> <td>65%</td> </tr> <tr> <td>서울/가평</td> <td>2018-12-15</td> <td>2018-12-15</td> <td>23,333</td> <td>23,000</td> <td>24,000</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>서울/가평</td> <td>2018-12-15</td> <td>2018-12-15</td> <td>8,000</td> <td>8,000</td> <td>8,000</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>서울/가평</td> <td>2018-12-15</td> <td>2018-12-15</td> <td>47</td> <td>4,701</td> <td>10,000</td> <td>4,500</td> </tr> <tr> <td>서울/가평</td> <td>2018-12-15</td> <td>2018-12-15</td> <td>2,418</td> <td>11,202</td> <td>21,000</td> <td>1,000</td> </tr> <tr> <td>서울/가평</td> <td>2018-12-15</td> <td>2018-12-15</td> <td>148</td> <td>9,311</td> <td>12,000</td> <td>3,000</td> </tr> <tr> <td>서울/가평</td> <td>2018-12-15</td> <td>2018-12-15</td> <td>25</td> <td>13,000</td> <td>12,000</td> <td>12,000</td> </tr> <tr> <td>서울/가평</td> <td>2018-12-15</td> <td>2018-12-15</td> <td>82</td> <td>28,999</td> <td>20,000</td> <td>14,000</td> </tr> <tr> <td>서울/가평</td> <td>2018-12-15</td> <td>2018-12-15</td> <td>14</td> <td>2,000</td> <td>2,000</td> <td>2,000</td> </tr> <tr> <td>서울/가평</td> <td>2018-12-15</td> <td>2018-12-15</td> <td>54</td> <td>21,800</td> <td>12,000</td> <td>35,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>도매시장 가격 그래프</p>	도매시장	시작일자	종료일자	가격	가격	가격	가격	서울/가평	2018-12-15	2018-12-15	27,327	35,000	15,000	65%	서울/가평	2018-12-15	2018-12-15	23,333	23,000	24,000	50%	서울/가평	2018-12-15	2018-12-15	8,000	8,000	8,000	50%	서울/가평	2018-12-15	2018-12-15	47	4,701	10,000	4,500	서울/가평	2018-12-15	2018-12-15	2,418	11,202	21,000	1,000	서울/가평	2018-12-15	2018-12-15	148	9,311	12,000	3,000	서울/가평	2018-12-15	2018-12-15	25	13,000	12,000	12,000	서울/가평	2018-12-15	2018-12-15	82	28,999	20,000	14,000	서울/가평	2018-12-15	2018-12-15	14	2,000	2,000	2,000	서울/가평	2018-12-15	2018-12-15	54	21,800	12,000	35,000
도매시장	시작일자	종료일자	가격	가격	가격	가격																																																																									
서울/가평	2018-12-15	2018-12-15	27,327	35,000	15,000	65%																																																																									
서울/가평	2018-12-15	2018-12-15	23,333	23,000	24,000	50%																																																																									
서울/가평	2018-12-15	2018-12-15	8,000	8,000	8,000	50%																																																																									
서울/가평	2018-12-15	2018-12-15	47	4,701	10,000	4,500																																																																									
서울/가평	2018-12-15	2018-12-15	2,418	11,202	21,000	1,000																																																																									
서울/가평	2018-12-15	2018-12-15	148	9,311	12,000	3,000																																																																									
서울/가평	2018-12-15	2018-12-15	25	13,000	12,000	12,000																																																																									
서울/가평	2018-12-15	2018-12-15	82	28,999	20,000	14,000																																																																									
서울/가평	2018-12-15	2018-12-15	14	2,000	2,000	2,000																																																																									
서울/가평	2018-12-15	2018-12-15	54	21,800	12,000	35,000																																																																									




<p>설정 (사용자 관리)</p>	<p>신규 사용자 등록 등록 및 사용자 관리</p>	 <p>The screenshot shows the 'EZFARM 사용자 등록' (EZFARM User Registration) page. It features a table with columns for '관리번호' (Management No.), '사용자명' (User Name), '대역명' (Zone Name), '비밀번호' (Password), '주소' (Address), '연락처' (Contact), '사용 여부' (Usage), 'SMS 수신 여부' (SMS Reception), and '등록일' (Registration Date). A modal window titled '사용자 등록 상세' (User Registration Details) is open, showing fields for '사용자 이름' (User Name), '비밀번호' (Password), '비밀번호 확인' (Confirm Password), '휴대전화 번호' (Mobile Phone Number), '이메일' (Email), '사용 여부' (Usage), and '주소' (Address).</p>
<p>설정 (농장 관리)</p>	<p>사용자의 농장 또는 구역 관리</p>	 <p>The screenshot shows the 'EZFARM 농장 관리' (EZFARM Farm Management) page. It includes a sidebar menu on the left and a main content area with a '농장 정보' (Farm Information) section. The '농장 정보' section contains fields for '농장명' (Farm Name), '주소' (Address), '연락처' (Contact), and '비밀번호' (Password). There are also buttons for '등록' (Register) and '삭제' (Delete).</p>
<p>설정 (이상값 관리)</p>	<p>각 장비에 대한 이상값 정보를 설정</p>	 <p>The screenshot shows the 'EZFARM 이상값 설정' (EZFARM Abnormal Value Setting) page. It displays a table with columns for '관리번호' (Management No.), '장비명' (Equipment Name), '관리자명' (Manager Name), '단위' (Unit), '정상값' (Normal Value), and '이상값' (Abnormal Value). The table lists various equipment types like '센서' (Sensor), '펌프' (Pump), '제초기' (Mower), '기중기' (Aerial), '관개' (Irrigation), '관수' (Watering), '포집기' (Collector), '수확기' (Harvester), '탈곡기' (Thresher), '압착기' (Press), and '분무기' (Sprayer).</p>
<p>설정 (그룹 변경)</p>	<p>사용자 그룹 변경</p>	 <p>The screenshot shows the 'EZFARM 그룹 변경' (EZFARM Group Change) page. It features a table with columns for '관리번호' (Management No.), '그룹명' (Group Name), '사용자명' (User Name), '주소' (Address), '연락처' (Contact), '사용 여부' (Usage), and 'SMS 수신 여부' (SMS Reception). The table lists various user groups like '관리자' (Admin), '농부' (Farmer), '노동자' (Worker), '판매사' (Sales), '농민' (Farmer), '농부' (Farmer), '노동자' (Worker), '판매사' (Sales), and '농민' (Farmer).</p>
<p>설정 (프로그램 관리)</p>	<p>시스템 프로그램의 정보 관리</p>	 <p>The screenshot shows the 'EZFARM 프로그램 등록' (EZFARM Program Registration) page. It displays a table with columns for '프로그램명' (Program Name), '주소' (Address), '연락처' (Contact), '사용 여부' (Usage), and '등록일' (Registration Date). The table lists various system programs like '프로그램명' (Program Name), '주소' (Address), '연락처' (Contact), '사용 여부' (Usage), and '등록일' (Registration Date).</p>



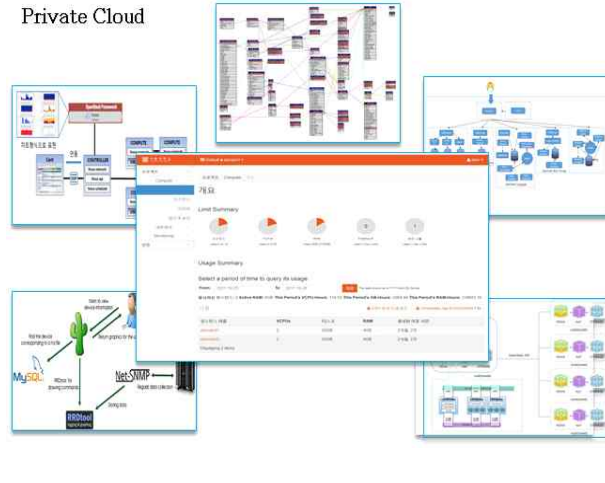
<p>설정 (메뉴 관리)</p>	<p>메뉴 정보 관리</p>	
<p>설정 (그룹 설정)</p>	<p>시스템의 그룹을 관리하고, 그룹별 메뉴의 권한 관리</p>	
<p>설정 (공지 사항)</p>	<p>공지 사항 관리</p>	

- 공공데이터 개방을 통해 추가로 수집된 정보에 대한 서비스 연계 및 구축

메뉴명	기능	화면
<p>농약정보</p>	<p>멜론, 파프리카와 관련한 농약정보를 조회</p>	
<p>병해정보</p>	<p>멜론, 파프리카와 관련한 병해정보 조회</p>	

<p>토양 정보</p>	<p>전국의 토양상태 확인</p>	
--------------	--------------------	--

- 기 개발된 서비스에 대한 스마트 팜용 프라이빗 클라우드 적용  
web서비스와 Mobile 서비스로 구성되어 있는 스마트 팜 시스템을 private cloud 에 적용하여, 시스템 전체 자원관리와 생성된 nstace에 대한 정보 확인이 가능하여 효율적인 시스템 운영이 가능

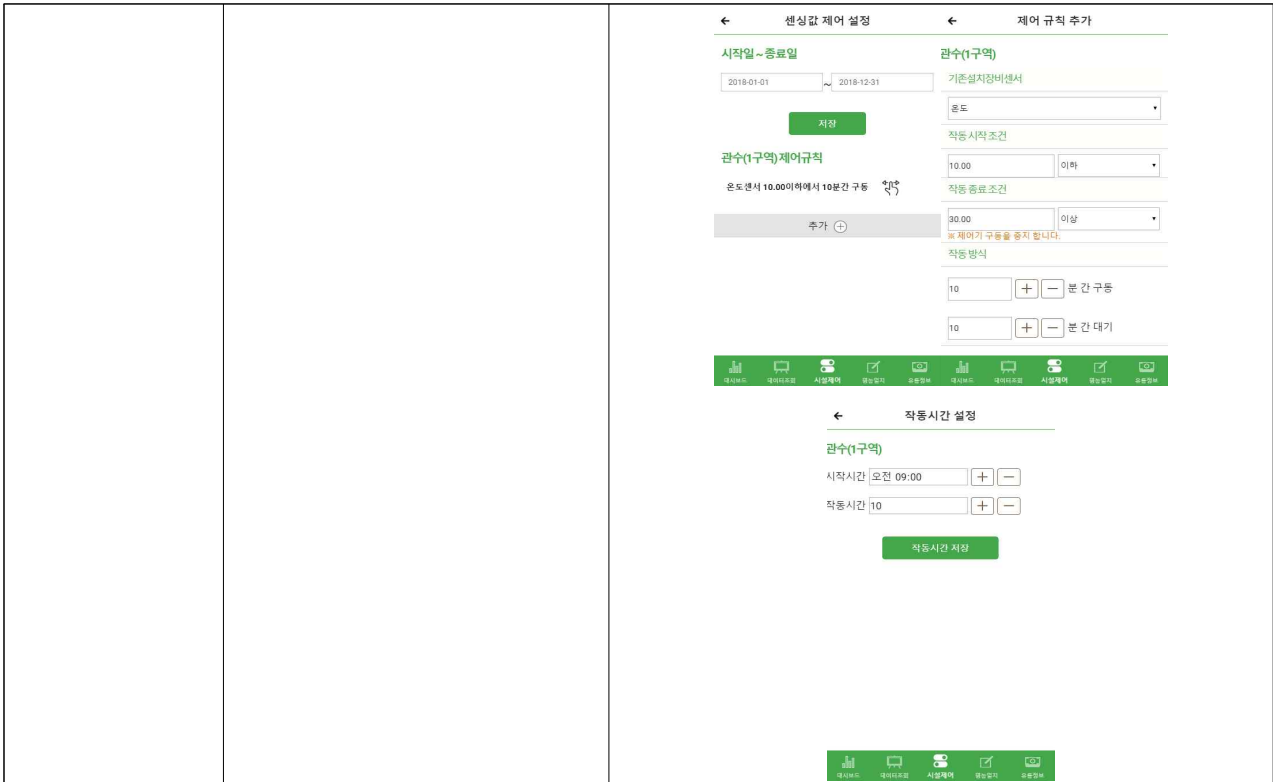
스마트 팜 시스템	스마트 팜용 Private Cloud
<p>Web 서비스</p>  <p>Mobile 서비스</p> 	<p>Private Cloud</p> 
<ul style="list-style-type: none"> <li>- web 서비스를 통해 농장의 센서 및 제어 장비정보를 보다 상세하게 활용 할 수 있다</li> <li>- mobile 서비스를 통해 어디서든 농장의 센서 및 제어 정보, 날씨, 도매시장 정보 등 확인가능하며 영농일지 기능을 통해 농장 경영 관리를 할 수 있다</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전체 자원현황 및 생성된 instace에 대한 정보 확인</li> <li>- instance명 클릭스 각 instance에 대한 상세 정보와 콘솔을 통해 개별적으로 접속 및 모니터링</li> </ul>

[스마트 팜 시스템 Private Cloud 적용]

- 온실운영을 위한 모바일 서비스 구축

사용자 편의성을 도모하기 위해 웹 형태로 제공되는 온실 환경 관리 및 제어 서비스를 모바일에서도 동일하게 제공하도록 모바일 서비스를 구축하였다. 다음은 모바일에서 제공되는 서비스의 기능과 화면이다.

메뉴명	기능	화면										
로그인	사용자 로그인											
대시보드	농가별 각종 정보를 대시보드 형태로 표시											
데이터 조회	농장의 센서정보를 기간, 집계주기, 방법들을 선택하여 조회	 <table border="1" data-bbox="981 1205 1198 1249"> <thead> <tr> <th>시간</th> <th>온도</th> <th>습도</th> <th>토양수분</th> <th>토양EC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2018-12-18</td> <td>20.6</td> <td>60.9</td> <td>58.0</td> <td>3.8</td> </tr> </tbody> </table>	시간	온도	습도	토양수분	토양EC	2018-12-18	20.6	60.9	58.0	3.8
시간	온도	습도	토양수분	토양EC								
2018-12-18	20.6	60.9	58.0	3.8								
시설 제어	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 농장에 설치된 장비를 수동 또는 자동제어 할 수 있는 화면</li> <li>- 장비의 현황 정보와 상태를 확인</li> <li>- 자동제어를 위한 설정 값 입력</li> </ul>											



영농 일지

영농일지 등록/수정/삭제

### 작업별보기

[달력보기](#) | [영농일지 등록](#) | [영농일지 검색](#)  
[연도별 보기](#) | [작업별 보기](#) | [농장별 보기](#)

#### 작업별 상세 리스트

- 관수작업 1건 >
- 병해충방제 15건 >
- 비료작업 1건 >

### 작업별상세보기

[달력보기](#) | [영농일지 등록](#) | [영농일지 검색](#)  
[연도별 보기](#) | [작업별 보기](#) | [농장별 보기](#)

#### 농장별 상세 리스트

- 관수작업 2018-12-05 / 경남도원\_온실 [수정](#) [삭제](#)

---

### 연도별보기

[달력보기](#) | [영농일지 등록](#) | [영농일지 검색](#)  
[연도별 보기](#) | [작업별 보기](#) | [농장별 보기](#)

2018년 17건 >

### 연도별상세보기

[달력보기](#) | [영농일지 등록](#) | [영농일지 검색](#)  
[연도별 보기](#) | [작업별 보기](#) | [농장별 보기](#)

#### 농장별 상세 리스트

2018-12-04	경남도원_온실 / 병해충방제	<a href="#">수정</a>	<a href="#">삭제</a>
2018-12-05	경남도원_온실 / 관수작업	<a href="#">수정</a>	<a href="#">삭제</a>
2018-12-07	경남도원_온실 / 병해충방제	<a href="#">수정</a>	<a href="#">삭제</a>
2018-12-03	경남도원_온실 / 비료작업	<a href="#">수정</a>	<a href="#">삭제</a>
2018-12-06	경남도원_온실 / 병해충방제	<a href="#">수정</a>	<a href="#">삭제</a>
2018-12-12	경남도원_온실 / 병해충방제	<a href="#">수정</a>	<a href="#">삭제</a>
2018-12-14	경남도원_온실 / 병해충방제	<a href="#">수정</a>	<a href="#">삭제</a>
2018-12-13	경남도원_온실 / 병해충방제	<a href="#">수정</a>	<a href="#">삭제</a>

---

### 농장별보기

[달력보기](#) | [영농일지 등록](#) | [영농일지 검색](#)  
[연도별 보기](#) | [작업별 보기](#) | [농장별 보기](#)

경남도원\_온실 17건 >

### 농장별상세보기

[달력보기](#) | [영농일지 등록](#) | [영농일지 검색](#)  
[연도별 보기](#) | [작업별 보기](#) | [농장별 보기](#)

#### 농장별 상세 리스트

경남도원_온실	2018-12-04 병해충방제	<a href="#">수정</a>	<a href="#">삭제</a>
경남도원_온실	2018-12-05 관수작업	<a href="#">수정</a>	<a href="#">삭제</a>
경남도원_온실	2018-12-07 병해충방제	<a href="#">수정</a>	<a href="#">삭제</a>
경남도원_온실	2018-12-03 비료작업	<a href="#">수정</a>	<a href="#">삭제</a>
경남도원_온실	2018-12-06 병해충방제	<a href="#">수정</a>	<a href="#">삭제</a>
경남도원_온실	2018-12-12 병해충방제	<a href="#">수정</a>	<a href="#">삭제</a>
경남도원_온실	2018-12-14 병해충방제	<a href="#">수정</a>	<a href="#">삭제</a>
경남도원_온실	2018-12-13 병해충방제	<a href="#">수정</a>	<a href="#">삭제</a>

---

### 영농일지등록

[달력보기](#) | [영농일지 등록](#) | [영농일지 검색](#)

#### 날짜선택

날짜선택: 2018-12-21

#### 농장선택

농장선택: [경남도원\_온실]

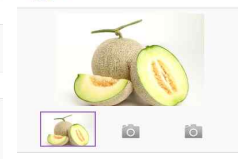
#### 날씨정보

날씨: 먼지(황사)  
최고온도: 8.4  
최저온도:

### 메모

병해충방제

#### 사진정보



[수정](#) [수정내역지정](#)

유통 정보	도매시장 가격 정보 확인	
-------	---------------	--

-.알고리즘 연동을 통한 컨설팅 서비스 보완

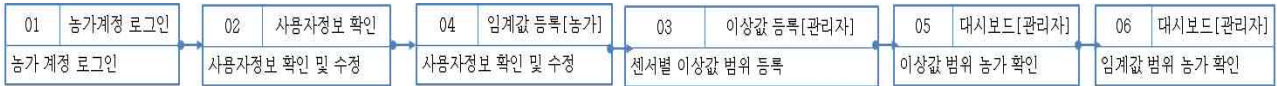
메뉴명	기능	화면
생육 예측 (성장속도 예측)	멜론, 파프리카와 관련한 성장속도 예측 정보를 그 래프로 조회	
생육 예측 (수확량 예측)	멜론, 파프리카와 관련한 수확량 예측 정보를 그래 프로 조회	
생육 예측 (작물 생체중 예측)	멜론, 파프리카와 관련한 작물 생체중 정보를 그래 프로 조회	

## 나. 클라우드 기반 온실 모니터링 및 제어 기술 개발

### (1) 테스트 범위 및 통합테스트 환경 구성

- SaaS 시스템을 사용자 입장에서 검증하기 위한 테스트 환경 구성 및 테스트 시나리오

#### (가) 대시보드 통합테스트 시나리오



#### [대시보드 통합테스트 흐름도 ]

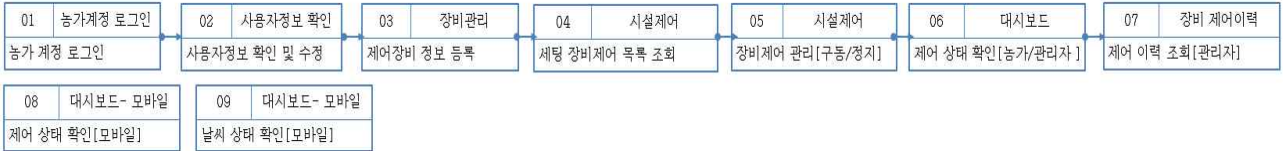
- 대시보드 정보 상세 통합 테스트 시나리오

NO	테스트 시나리오	테스트 Data	테스트 결과
01	01.인공지능 기반 IoT 클라우드 시스템으로 접속한다. 02.관리자에게 할당받은 농가권한의아이디/비밀번호로 로그인한다.	01.인공지능 기반 IoT 클라우드 시스템으로 접속 - [ http://220.90.128.177:7070/ ] 02.시스템로그인-농가권한 - [ gnares/ gnares ]	01.인공지능 기반 IoT 클라우드 시스템 로그인 화면이 보여진다. 02.로그인 후 대시보드화면으로 전환된다.
02	01.로그인후우측상단에사용자정보를확인및수정한다.	01.수정할 사용자 정보를 수정한다. - 이메일 : 15da@naver.com	01.“15da@naver.com“ 정보로 정상 수정 되었다.
03	01.화면상단 설정>임계값설정메뉴를 선택한다. - 현 장비관리에서 등록된 센서 목록 중 임계값 등록할 센서를 선택한다. - 온도 선택 후 임계값 설정명, 적용기간, 임계값 범위 등을 입력한다. - 저장버튼을 클릭 하여 최종 임계값을 저장한다.	01.센서별 임계값 등록..	01.센서별 임계값이 모두 등록 되었다.
04	01.관리자 계정으로 로그인한다. 02.화면상단 설정>이상값 설정메뉴를 선택한다. - 센서별 최소, 최대 이상값을 입력한다. - 설정값 수정 버튼을 클릭하여 센서별 이상값을 저장한다.	01.관리자계정으로로그인. - testuser / 1. 02.센서별 이상값 등록	01.관리자 계정으로 정상 로그인되었다. 02.센서별 이상값이 모두정상 등록 되었다.
05	01.관리자 계정으로 로그인한다. 02.관리자 계정 로그인이 되면 대시보드-지도보기로 전환된다. 03.이상값 설정 농가센서 정보가 이상값이 체크 됐는지 확인한다. - 농가관리번호 “관리-번호-001“을 확인	01.관리자 계정으로 로그인 - testuser / 1. 02.대시보드-지도보기화면으로 전환되어 농가들의 상태 정보가 표시된다. 03.이상값 설정 농가 센서상태 확인 - 농가관리번호 “관리-번호-001“을 확인한다.	01.관리자 계정으로 정상 로그인 되었다. 02.대시보드-지도보기화면으로 전환되어 농가들의 상태 정보가 표시되었다. 03.이상농가박스에 “관리-번호-001“인 농가에 센서 이상 표시로 연두색 네모박스가 표시되었다.
06	01.관리자 계정으로 로그인한다. 02.관리자 계정 로그인이 되면 대시보드-지도보기로 전환된다.	01.관리자계정으로 로그인 - testuser / 1. 02.대시보드-지도보기화면	01.관리자 계정으로 정상 로그인 되었다. 02.대시보드-지도보기화면으로전환되



<p>03.임계값 설정 농가센서 정보가 임계값 체크 됐는지 확인한다. - 농가관리번호 “관리-번호-001”를 확인</p>	<p>으로 전환되어 농가들의 상태 정보가 표시된다.  03.임계값 설정 농가 센서상태 확인 - 농가관리번호 “관리-번호-001”을 확인한다.</p>	<p>어 농가들의 상태 정보가 표시되었다  03.이상농가박스에 “관리-번호-001” 인농가에 임계값 경고 표시로 녹색 네모박스가 표시되었다.</p>
---	--	--

(나) 장비제어 통합테스트 시나리오



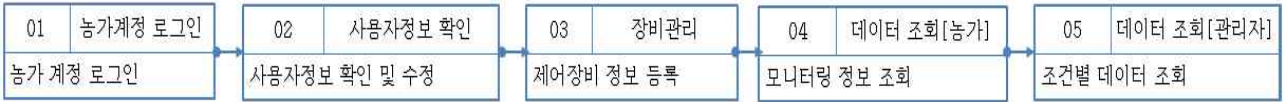
[장비제어 통합 테스트 흐름도]

- 장비제어 통합 테스트 시나리오

NO	테스트 시나리오	테스트 Data	테스트 결과
01	01.인공지능 기반 IoT 클라우드 시스템으로 접속한다.  02.관리자에게 할당받은 농가권한의 아이디/비밀번호로 로그인한다.	01.인공지능 기반 IoT 클라우드 시스템으로 접속 - [ http://220.90.128.177:7070/ ]  02.시스템로그인-농가권한 - [ gyeongnam / 1 ]	01.인공지능 기반 IoT 클라우드 시스템 로그인 화면이 보여진다.  02.로그인 후 대시보드화면으로 전환된다.
02	01.로그인후우측상단에사용자정보를확인및수정한다.	01.수정할 사용자 정보를 수정한다. - 이메일 : 15da@naver.com	01.“15da@naver.com” 정보로 정상 수정 되었다.
03	01.상단메뉴“장비관리”메뉴를 클릭한다.  02.농가에 설치할 제어노드 정보를 등록한다. - 메인노드 정보의 제어노드 추가 버튼을 클릭한다. - 제어노드기본 정보를 입력한다.  03.제어노드 하위 장비 정보를 등록한다. - 메인노드 정보의 장비구분의 제어노드를 선택한다. - 구동기 추가 버튼을 클릭하고 - 포그기, 관수기, 측장, 천창등의 장비 정보를 입력한다.  04.제어장비의 모든 정보 입력이 되었으면 저장 한다. - 최종저장 버튼을 클릭 장비 정보를 등록한다.	01.장비 관리화면으로 전환된다.  02.제어노드추가 - 장비명 : 제어장비 - 사용여부 : 사용 선택 - 휴대폰번호 : 03180903142 - 제어노드 기본정보 > 동작주기 : 60 초  03.제어노드하위장비정보입력 - 장비구분 : 관수기 - 장비명 : 포그기 - 사용여부 : 사용 선택 - 설치일 : 2018-06-14 - 설치 위치 : 내부 선택 - 설명 : 농장 내부 관수 장비  04.제어장비최종등록 - 최종 저장 버튼 클릭	01.장비관리화면으로 전환된다.  02.“03180903142”번호의 제어노드 설정 정보가 정상 등록되었다  03.제어노드 하위 “관수기” 장비가 정상 등록 되었다.  04.“장비정보가 정상 등록 되었습니다.”라는 메시지와 함께 화면이 재로딩되어 등록된 장비를 보여준다.
04	01.상단메뉴“시설제어”메뉴를 클릭한다.  02.장비 관리에서 추가한 장비 목록을 조회한다.	01.상단메뉴“시설제어”메뉴를 클릭.  02.장비관리에서 추가한 장비 목록 확인	01.장비제어화면으로 전환되었다.  02.장비관리에서 등록한 장비 목록이 정상적으로 조회되었다.
05	01.관수기 장비의 동작모드를 수동 모드로 변경한다. - 동작모드를 수동제어로 선택한다.	01.관수기 장비 동작모드 선택 - 동작모드: 수동제어	01.관수기 장비동작모드가 “수동제어”로 변경되었다.  02.제어설정에 구동시간 “10분”이

	<p>02.제어설정에 출력된 시간을 선택한다. - 구동할 시간을 선택한다.</p> <p>03.시간 선택 후 구동항목에 구동여부를 선택한다. - 구동 을 클릭하여 작동 시킨다.</p> <p>04.시간 선택 후 구동항목에 구동여부를 선택한다. - 구동중인 장비를 정지 시킨다.</p>	<p>02.제어설정에 출력된 시간을 선택 - 제어설정 : 10 분 선택</p> <p>03.관수기구동 - 구동 클릭</p> <p>04.관수기정지 - 정지 클릭</p>	<p>선택 되었다.</p> <p>03.관수기 구동이 시작되고 제어설정 창에 “장비를 구동하고 있습니다. 남은시간 00:09:31”라는 메시지 창이 출력되어 현재 남은 시간이 실시간으로 출력되었다.</p> <p>04.구동중인 관수기가“관수제어기가 정지되었습니다”라는 메시지가 출력되고 작동이 멈추었다</p>
06	<p>01.관수제어상태가 대시보드에 표시되는지 확인한다. - 상단 메뉴의 “대시보드” 메뉴를 클릭한다. - 우측 제어장비 상태가 마지막 제어 상태인지 확인한다.</p> <p>02.관수제어상태가 관리자 대시보드-지도보기에서 현 제어농가의 제어상태를 확인한다. - 관리자 계정으로 로그인 한다. - 대시보드 지도보기에서 제어농가의 관수기 상태를 확인한다.</p>	<p>01.관수제어상태대시보드확인 - 상단 메뉴의 “대시보드” 메뉴 클릭. - 관수기 마지막 제어 상태 확인</p> <p>02.관수제어 상태가 관리자 대시보드-지도보기에서 현 제어농가의 제어상태를 확인 - 관리자 계정으로 로그인[testuser / 1 ] - 대시보드 지도보기에서 제어농가의 관수기 상태 확인</p>	<p>01.대시보드에 관수기 현 제어상태가 “작동”으로 출력되어 있다.</p> <p>02.관리자 대시보드-지도보기“관리-번호-003”의 농가에 관수기 작동여부가 “Y”상태로 표시되어 있다.</p>
07	<p>01.관리자 권한인 장비제어 이력 데이터 조회에서 제어이력을 확인한다. - 관리자계정으로 로그인 한다. - 상단 메뉴의 데이터조회 &gt; 개별농가 제어이력 데이터 메뉴를 선택한다. - 조회할 농가와 제어기 및 조회구간을 선택 후 조회한다.</p>	<p>01.개별농가 제어 이력데이터 조회 조건 - 농가 : 테스트 농가 - 제어기: 관수기 - 조회기간 : 20180609 ~ 20180615</p>	<p>01.조회기간 동안 조회한 관수기 제어이력 목록 및 래프가 출력되어 관수기 작동 이력이 확인되었다.</p>
08	<p>01.모바일 웹으로 접속한다.</p> <p>02.모바일 버전으로 로그인한다.</p> <p>03.관수제어상태가 대시보드에 표시되는지 확인한다. - 장비현황 및 상태 마지막 제어 상태인지 확인한다.</p>	<p>01.모바일 웹으로 접속한다. -http://220.90.128.177:8100/</p> <p>02.모바일 버전으로 로그인한다. - gyeongnam / 1</p> <p>03.관수제어상태가 대시보드에 표시되는지 확인한다. - 장비현황 및 상태 마지막 제어 상태인지 확인한다.</p>	<p>01.모바일 웹으로 접속되어 로그인화면으로 전환됐다</p> <p>02.해당 농가의 계정으로 로그인 되었다.</p> <p>03..대시보드에 관수기 현 제어상태가 “구동”으로 출력되어 있다.</p>
09	<p>01.모바일 웹으로 접속한다.</p> <p>02.모바일 버전으로 로그인한다.</p> <p>03.날씨정보를 확인하여 제어구동 여부를 판단한다.</p>	<p>01.모바일 웹으로 접속한다. -http://220.90.128.177:8100/</p> <p>02.모바일 버전으로 로그인한다. - gyeongnam / 1</p> <p>03.날씨정보를 확인하여 제어구동 여부를 판단한다.</p>	<p>01.모바일 웹으로 접속되어 로그인 화면으로 전환됐다</p> <p>02.해당 농가의 계정으로 로그인 되었다.</p> <p>03..현 농가의 지역날씨 예보가 그래프를 통해 조회되었다.</p>

(다) 센서데이터 조회 통합테스트 시나리오



[센서데이터 조회 통합테스트 흐름도]

- 장비제어 통합 테스트 시나리오

NO	테스트 시나리오	테스트 Data	테스트 결과
01	01.인공지능 기반 IoT 클라우드 시스템으로 접속한다. 02.관리자에게 할당받은 농가권한의아이디/비밀번호로 로그인한다.	01.인공지능 기반 IoT 클라우드 시스템으로 접속 - [ http://220.90.128.177:7070/ ] 02.시스템로그인-농가권한 - [ gyeongnam / 1 ]	01.인공지능 기반 IoT 클라우드 시스템 로그인 화면이 보여진다. 02.로그인 후 대시보드화면으로 전환된다.
02	01.로그인 후 우측상단에 사용자 정보를 확인 및 수정한다.	01.수정할 사용자 정보를 수정한다. - 이메일 : 15da@naver.com	01.“15da@naver.com” 정보로 정상 수정 되었다.
03	01.상단메뉴“장비관리”메뉴를 클릭한다. 02.농가에 설치할 센서노드 정보를 등록한다. - 메인노드 정보의 센서노드 추가 버튼을 클릭한다. - 센서노드 기본 정보를 입력한다. 03.센서노드 하위 장비정보를 등록한다. - 메인노드 정보의 장비구분의 센서노드를 선택한다. - 센서 추가 버튼을 클릭하고 - 온도, 습도, 지온, 지습, 감우, 전압 정보를 등록한다. 04.센서장비의 모든 정보 입력이 되었으면 저장을 한다. - 최종저장 버튼을 클릭 장비정보를 등록한다.	01.장비 관리화면으로 전환된다. 02.센서노드 추가 - 장비명 : 센서노드 - 사용여부 : 사용 선택 - 휴대폰번호 : 03180903142 - 센서노드 기본정보 03.센서노드 하위 장비 정보 입력 04.센서장비 최종 등록 - 최종 저장 버튼 클릭	01.장비 관리화면으로 전환된다. 02.“03180903142” 번호의 센서노드 설정 정보가 정상 등록되었다 03.센서노드 하위 센서 장비들이 정상 등록되었다. 04.“장비 정보가 정상 등록되었습니다.” 라는 메시지와 함께 화면이 재로딩되어 등록된 장비를 보여준다.
04	01.상위메뉴“데이터조회”메뉴를 선택한다. 02.세팅된 온도별 센싱정보를 실시간,일간,주간,월간,기간별 단위로 조회한다.	01.모니터링 화면 센싱 정보 목록을 확인 - 온도 선택 02.일간 버튼을 클릭. - 조회일자 : 2019-01-08 - 조회주기 : 1시간	01.모니터링 화면에 온도의 실시간 센싱값이 그래프로 표현된다. 02.일간별로 1기간 주기로 관수기 제어 이력과 같이 그래프로 표현된다.
05	01.관리자 계정으로 로그인한다. 02.상위메뉴“데이터조회”메뉴를 선택한다. 03.농가별 데이터에서 농가 센싱 정보를 조회한다. 04.요소별 데이터에서 농가 센싱정보를 조회한다. 05.보정 데이터에서 해당 설치농가 센싱정보를 조회한다. 06.원시 데이터에서 해당 설치농가 센싱정보를 조회한다. 07.복수 농가데이터에서 설치 농가 센싱정보를 조회한다.	01.관리자계정으로로그인 - testuser / 1 02.상위메뉴 “데이터조회” 메뉴를 선택한다. 03.농가별 데이터에서 농가 센싱정보를 조회한다. 04.요소별 데이터에서 농가 센싱정보를 조회한다. 05.보정데이터에서 해당 설치 농가 센싱정보를 조회한다. 06.원시 데이터에서 해당 설치 농가 센싱정보를 조회한다.	01.관리자계정으로 로그인 되었다 02.상위메뉴 “데이터조회” 선택시 농가별 데이터 조회화면으로 전환되었다. 03.농가별 데이터에서 농가 센싱정보가 정상적으로 조회 되었다 04.요소별 데이터에서 농가 센싱정보가 정상적으로 조회되었다 05.보정데이터에서 농가별 센싱정보가 정상적으로 조회되었다

<p>08.장비별 데이터에서 설치 농가 센싱정보를 조회한다.</p> <p>09.모바일 사용량 데이터에서 설치된 모바일 데이터 사용량을 조회한다.</p>	<p>07.복수 농가 데이터에서 설치 농가 센싱정보를 조회한다.</p> <p>08.장비별 데이터에서 설치 농가 센싱정보를 조회한다.</p> <p>09.농가에 설치된 모바일 데이터 사용량을 조회한다.</p>	<p>06.원시 데이터에서 농가별 센싱정보가 정상적으로 조회되었다</p> <p>07.복수 농가데이터에서 설치 농가 센싱정보가 정상적으로 조회되었다.</p> <p>08.장비별 데이터에서 설치 농가 센싱정보가 정상적으로 조회되었다</p> <p>09.농가별 모바일 데이터 사용량이 정상적으로 조회되었다</p>
--	--	---

(2) 현장적용을 통한 통합테스트 및 기능개선

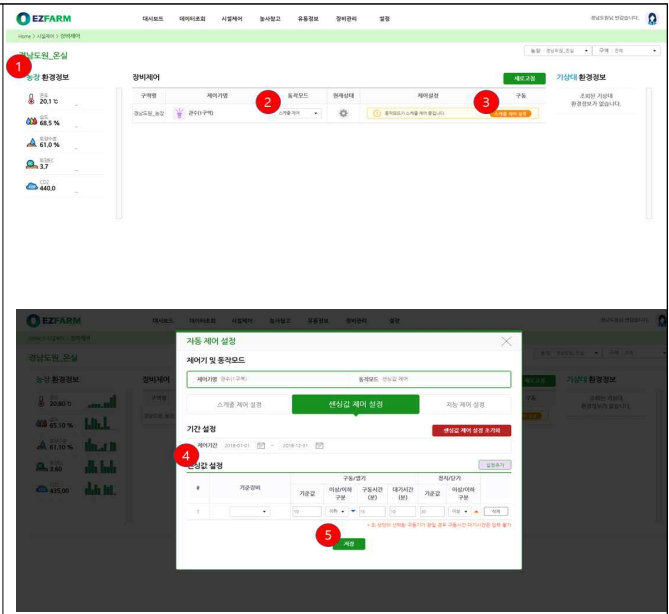
- 사용자의 사용 경험을 통한 통합 테스트 및 기능 개선

메뉴명	기능	화면
<p>대시보드 (지도보기)</p>	<p>각 농가의 위치 정보 표시 및 각 농가의 상황 (농가 장비의 이상 유무)표시</p>	
<p>상황판 보기</p>	<p>각 농가의 상황 표시 - 환경 경고, 장비이상, 관수, 약제 살포, 기타 총 5개의 항목 상태 분류표시</p>	
<p>농가별 보기</p>	<p>각 농가의 요약 정보 확인 - 생육사진 - 장비정보(온·습도, 토양 EC, 토양수분)</p>	
<p>데이터 조회 (농가별)</p>	<p>농가별 데이터 조회 - 기상요소, 제어요소, 경고 및 기타의 요소들에 대한 집계 데이터 표시 - 표, 차트 형태 표시</p>	

<p>데이터 조회 (요소별)</p>	<p>요소 기준 복수 농가의 데이터 조회</p>	
<p>데이터 조회 (원시 데이터)</p>	<p>장비에서 수집된 각 농가의 원시 데이터 조회</p>	
<p>데이터 조회 (모바일 데이터 사용량)</p>	<p>각 농가별 모바일 데이터 사용량 조회</p>	
<p>장비 제어 (수동 제어)</p>	<p>장비를 수동으로 제어하기 위한 제어 값 설정</p>	

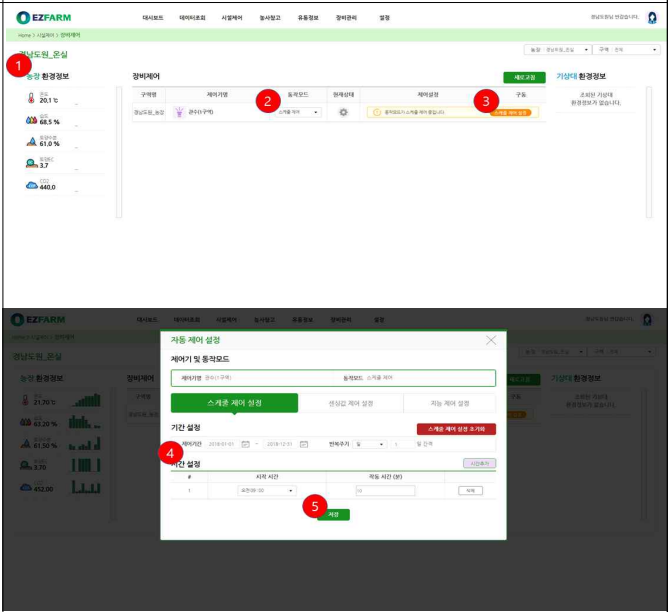
장비 제어  
(센싱값 제어)

설정되어 있는 각종 센서 장비의 측정값으로 장비를 제어



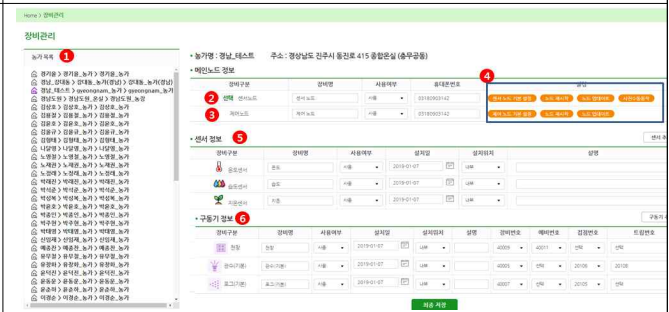
장비 제어  
(스케줄 제어)

제어에 대한 스케줄 설정  
- 시작시간 과 작동 시간 설정한다.  
- 일 과 요일 단위로 반복 주기를 설정하여 지정된 일자에만 실행되도록 설정



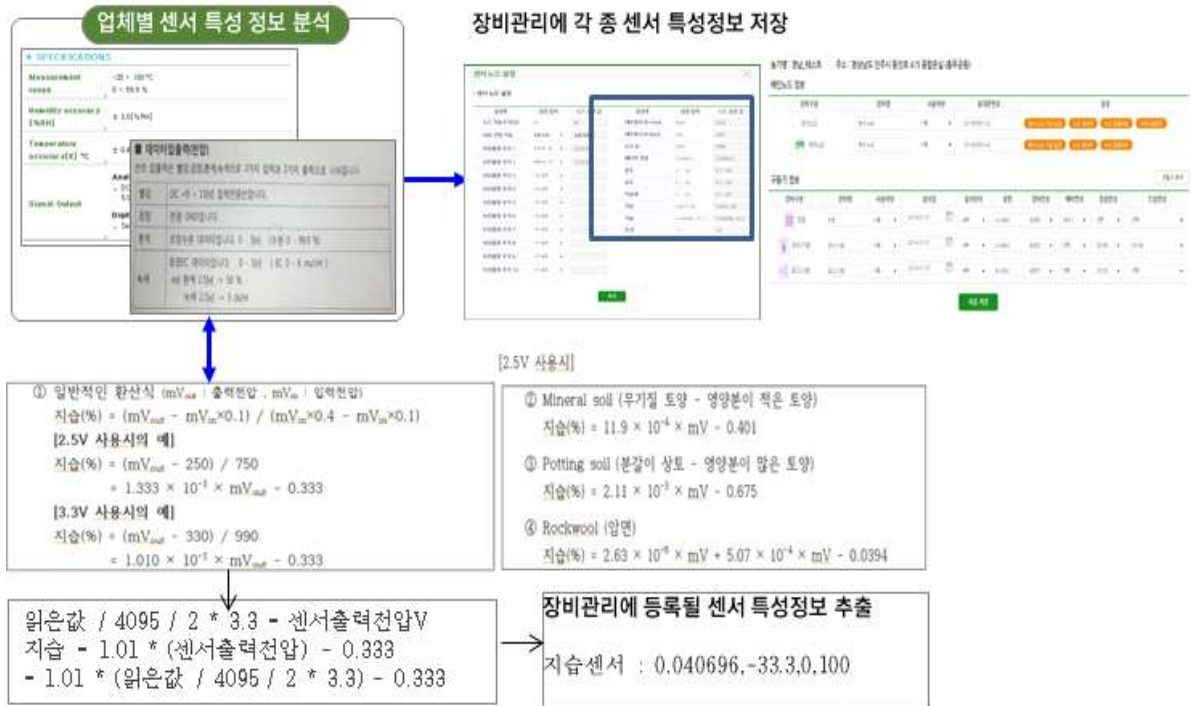
장비 관리  
(센서 및 제어 장비 관리)

농가별 설치 장비 설정



- 이기종 IoT 센서 장비를 통한 데이터 수집

- 센서 종류별 규격 및 데이터 입출력 특성을 분석하여 서로 다르게 표현되는 데이터의 형식을 하나의 형태로 표현될 수 있도록 공식화하고 이를 농가별 장비관리에 등록하여 농가별로 서로 다른 종류의 온·습도 등의 센서들을 적용하여도 수신되는 측정값을 변환하여 하나의 데이터로 관리 할 수 있도록 함으로써 이기종 장비들이 연계되도록 하였음



<센서별 특성정보 추출 및 등록 과정>

- 센서노드 포트는 각 종 센서를 구분하여 사용자가 결속이 용이하도록 하였고 확장 포트를 통하여 채널 수를 늘릴 수 있도록 구성
- 각 농가에서 서로 다른 종류의 센서장비를 통해 측정값 수신 되어도 시스템의 측정값 변환 기능은 장비관리를 통해 기 등록된 각종 센서특성 정보를 이용하여 값을 변환하여 활동 가능한 데이터로 저장함.
- 위 과정을 통해 축적된 정보는 농가 및 지도 관제형 대시보드, 농가별 데이터, 요소별 데이터, 원시 데이터를 조회가 가능함.
- 센서모니터링 조회를 통해 온/습도 와 같은 센서장비의 측정정보와 측창, 천창 등의 제어장비 등의 제어정보를 혼합하여 창이 열림 및 닫힘 등 장비제어 시점에 온도/습도 등의 센서데이터와 그래프를 통해 추이를 혼합적으로도 확인이 가능함.

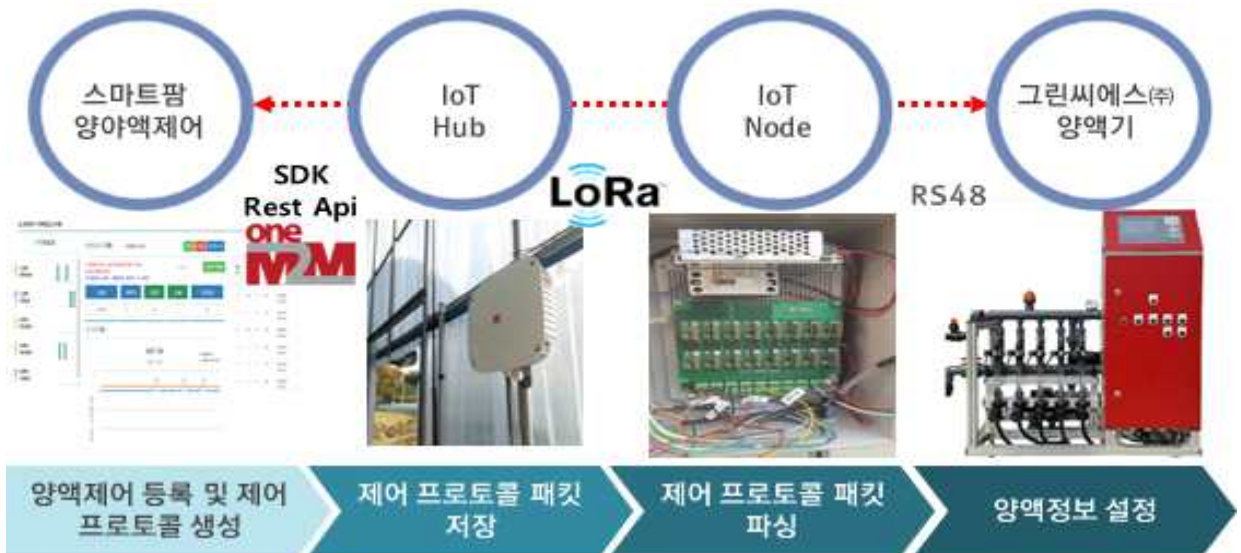


<이기종 IoT 센서 장비를 통한 데이터 수집 및 활용 구성도>



- 클라우드 서비스 SDK를 적용한 제어기 개발 시스템

- 양액제어관리는 스마트팜 시스템(Farm as aService)의 일부 기능으로 본 연구과제에서는 클라우드 상에서 사용자가 직접 온실의 양액정보를 설정하도록 그린씨에스(주) 양액제어기를 대상으로 연계 개발하였으며, 제어관리 화면에서는 현재 EC, PH 센서값을 확인하고 온실 내 구역별로 EC, PH, 주당 공급량을 직접 설정하고 이에 대한 설정값이 양액 제어기에 구역별로 적용될 수 있도록 하였음



< IoT 장치 간 양액제어 제어명령 흐름도 >

- 스마트팜 시스템과 양액제어기간 통신은 클라우드-> IoT Hub -> IoT Node -> 양액제어기 순으로 진행되며 각 구간마다 사용하는 통신방식을 상이하다. SDK를 적용한 양액제어 기능은 스마트팜 시스템과 IoT Hub 간의 HTTP 통신방식으로 제어명령을 허브로 전송함.
- 허브는 해당 제어명령을 저장하여 LoRa 통신을 이용하여 IoT Node 로 제어명령 패킷을 전송하고 IoT Node는 해당 제어명령을 파싱하여 양액기에 RS485 통신을 이용하여 제어 메시지를 세팅됨
- 양액제어명령을 위해 경령형 프로토콜을 개발하였으며 65 byte 길이에 Header 와 Body 두 분류로 구분되어 사용되고 있으며 이에 Header 는 제어타입 형태로 사용하였으며 Body 의 항목별로 코드와 값을 추가하여 양액제어에 활용 할 수 있도록 하였음

Header					Body						
Msg Code	Msg Type	msg function	sequence number	Reserved	제어명령 ID	제어기ID	제어기 타입	제어기 프로토콜	제어인자 길이	제어인자 배열	여분
0x03	0x01	0x06	1B	1B	2B	1B	1B	1B	1B	nB	(60)

< 경량형 프로토콜 제어명령 기본구조 >

Body Field	length	value
제어명령ID	2B	00,02
제어기ID	1B	01
제어기타입	1B	02[양액제어]
제어기프로토콜	1B	00
제어인자길이	1B	05
제어인자배열	5B	12, 50, 50, 01, 01

<표 2 양액제어 통신 프로토콜 Body >

- [표2]는 양액제어 프로토콜 정의를 위해 Body 부분에 제어기 타입에 “양액제어”타입 [02]를 적용 하였으며 제어인자길이는 스마트 팜시스템에서 전송하는 인자 구분은 구역, EC, PH, 주간관수량(하위), 주간관수량(상위) 등으로 구분되어 05로 정의 하였으며 제어 인자배열 또한1:구역선택, 2: EC값, 3:PH값, 4:주간관수량(하위), 5:주간관수량(상위) 순으로 5byte 형태로 정의 하여 스마트팜 시스템에서 양액제어 적용 이벤트 발생시 해당 프로토콜 패킷을 허브 -> 제어노드 -> 양액제어기 등의 흐름으로 전송함.

## 다. 공공데이터 수집용 미들웨어의 구현

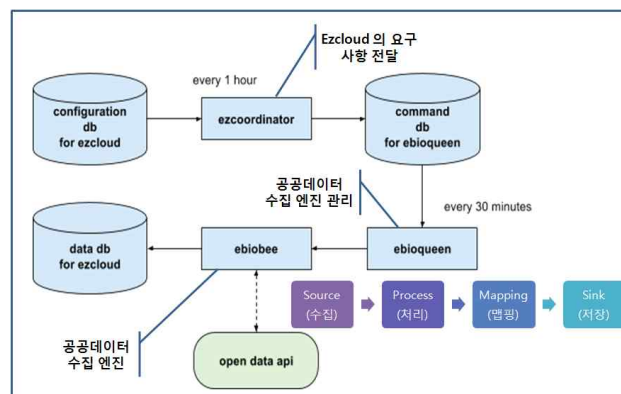
### (1) 개요

2차년도에 개발한 미들웨어를 통해 3개의 공공데이터를 추가로 수집할 수 있도록 보완하고, 총 5개의 공공데이터가 적절히 수집되어 시스템에서 운영될 수 있도록 함

### (2) 미들웨어 구성

미들웨어는 python (2.7) 기반으로 동작하며, ezCoordinator, ebioqueen, ebiobee 로 구성

- ebiobee는 단위 데이터 수집에 특화된 모듈로 실제 데이터 수집을 담당한다. OpenAPI, 웹, 텍스트파일, 데이터베이스 등에서 데이터를 수집하는 것이 가능하며, 데이터 처리과정을 거쳐 원하는 형태(csv 파일, 데이터베이스 등)로 데이터를 저장하는 것이 가능하다.
- ebioqueen은 ebiobee를 작동시키는 일종의 매니저이다. ebioqueen은 데이터베이스에 저장된 명령을 읽어서 ebiobee에게 일감을 나눠주는 방식으로 작동한다.
- ebiobee와 ebioqueen은 특정 시스템(ezCloud)에 종속되지 않도록 설계되었다. 따라서 ezCloud와의 연동을 처리할 수 있는 별도의 모듈 ezCoordinator가 개발되었다. ezCoordinator는 ezCloud에서 원하는 정보에 대한 설정을 읽어서 ebioqueen이 처리할 수 있도록 명령을 입력해주는 역할을 수행한다.
- ezCoordinator는 매시간 ezCloud의 설정 데이터베이스에서 데이터 수집 요구사항을 확인한다. ezCloud의 요구사항은 ebioqueen이 구동할 명령으로 저장되고, ebioqueen은 매 30분마다 명령이 있는지 확인한다. 수행할 명령이 있다면 ebioqueen은 ebiobee에게 작업 수행을 지시한다. 이 작업은 데이터 소스로부터 데이터 수집, 데이터 처리, 데이터 맵핑, 데이터 저장의 단계로 이루어지며 최종 결과는 ezCloud의 데이터베이스에 저장된다.



(3) 국가농작물병해충관리시스템의 통합검색서비스 API 데이터 수집 설정

4.1.2 병해충검색 - 통합검색 서비스

- 요청 URL (Request URL)
  - <http://ncpms.rda.go.kr/npmsAPI/service>
- 제공방식 : REST(XML), AJAX(병해충 검색은 모두 동일)
- 요청 변수(Request Parameters)

요청변수	값	설명
apiKey	String(필수)	Open API 이용신청을 통해 받은 key
serviceCode	String(필수):SVC01	병 검색 서비스코드
serviceType	String(필수) [AA001:XML,AA002:Ajax]	서비스 타입 코드
displayCount	Integer:기본값 10, 최대 50	검색결과 출력건수(최대 50건)
startPoint	Integer:기본값 1, 최대 500	검색 시작 위치
searchName	String(선택)	검색명(작물코드, 작물명, 한글명, 영문명(학명))
divCode	String(선택)	병해충잡초 구분코드
cropCode	String(선택)	작물코드
cropName	String(선택)	작물명
korName	String(선택)	한글명
oprName	String(선택)	영문명(학명)

- 응답 결과(Response Element)

응답변수	값	설명
buildTime	Datetime	검색결과 생성시간
totalCount	Integer	검색결과 총 개수
startPoint	Integer	검색결과 중 시작점
displayCount	Integer	검색된 결과의 개수
divCode	String	병해충잡초 구분코드
divName	String	병해충잡초 구분명
cropCode	String	작물코드
cropName	String	작물명
korName	String	한글명
oprName	String	영문명(학명)
thumbImg	String	대표이미지썸네일
detailUrl	String	상세키정보

- 이외의 병해충 검색 서비스의 레퍼런스는 국가농작물병해충관리시스템의 [OpenAPI](#) 이 [용안내](#)를 참조하십시오

(4) 농약정보서비스의 농약정보API 데이터수집 설정

4. API 레퍼런스

4.1 농약검색 목록 서비스

- 요청 URL (Request URL)  
- <http://pis.rda.go.kr/openApi/service.do>
- 요청 변수(Request Parameters)

요청변수	값	설명
apiKey	String(필수)	Open API 이용신청을 통해 받은 key
serviceCode	String(필수):SVC01	농약 검색 목록 서비스코드
serviceType	String(필수) [AA001:XML,AA002:Ajax]	서비스 타입 코드
displayCount	Integer: 기본값 10, 최대 50	검색결과 출력건수(최대 50건)
startPoint	Integer	검색 시작 위치
userName	String	용도 검색어
cropName	String	작물명 검색어
diseaseWeedName	String	적용병해충 검색어
pestiKorName	String	품목명 검색어
pestiBrandName	String	상표명 검색어
compName	String	회사명 검색어

- 응답 결과(Response Element)

응답변수	값	설명
cropName	String	작물명
diseaseWeedName	String	적용병해충
userName	String	용도
pestiKorName	String	품목
pestiBrandName	String	상표명
compName	String	회사명
pestiCode	String	농약품목코드 (상세정보 조회키 1)
diseaseUseSeq	String	병해충사용방법 (상세정보 조회키 2)

(5) 휴토람 토양검정정보 데이터 수집 설정

The screenshot shows the '휴토람' website interface. At the top, there is a search bar and navigation links. The main content area is titled '비료사용처방' (Fertilizer Prescription) and includes a sub-section for '토양검정' (Soil Test). Below this, there is a table of soil test results for '강원도 강릉시 화학생 평균' (Average of Hwasung in Gangwon-do Gangneung-si).

pH (1:5)	유기물 (g/kg)	유효인산 (mg/kg)	치환성 칼륨 (mg/kg)	양이온 교환능력 (cmol/kg)	전기전도도	유효규산 (mg/kg)
5.7	23.5	481.0	0.6	4.8	1.4	60.7

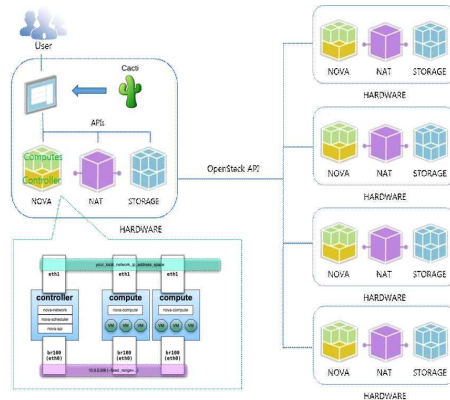
## 라. 스마트 팜용 클라우드를 위한 관리시스템 구현

### (1) 개요

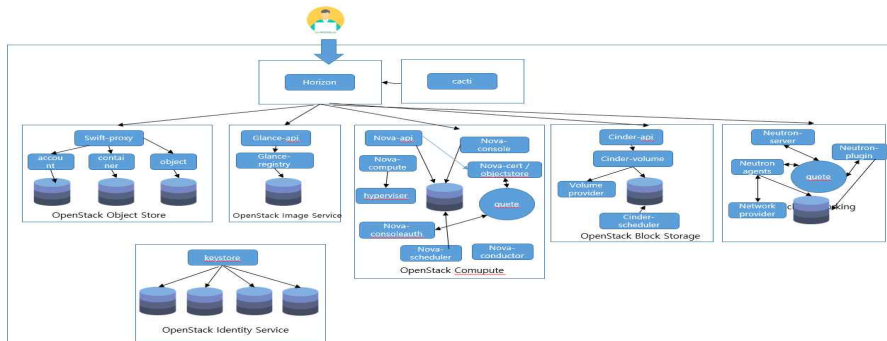
현재 농업생산 분야에 첨단 ICT 접목을 통한 농업의 경쟁력 제고 및 미래 성장산업화를 위해 스마트 팜이 본격적으로 확산 추진 중이다. 그러나 초기투자 및 관리비용 부담, ICT 기술 사용의 어려움, 성과에 대한 불확신, 인터넷 등 기반시설 부족 등의 이유로 스마트 팜 확산에는 여러 가지 한계점이 발생하였으며 이러한 한계점을 극복하고자 현재 국내의 영농 여건과 농가 수준을 고려한 한국형 스마트 팜 구축하고자 기존의 Stand Alone 중심으로 구축되었던 서버를 설치 및 A/S가 용이한 오픈소스 기반의 cloud 서버로 변경하는 기술을 도입할 필요성이 대두되었다. 이러한 필요성 때문에 스마트 팜용 Private Cloud를 위한 프레임워크 기술(IaaS)을 개발하게 되었으며 본 프로젝트는 이러한 기술중 클라우드 시스템에서 스마트 팜 서비스를 운영 관리할 수 있는 관리시스템을 구현하는 것이 그 목적이다. 현재 IaaS 클라우드 컴퓨팅 오픈소스인 openstack으로 구축된 스마트 팜용 Private Cloud에 대한 자원을 openstack의 대시보드 서비스인 horizon과 오픈소스 모니터링 SW인 cacti를 사용하여 관리할 수 있게 구현하였다.

### (2) 아키텍처

Horizon에서 각 서버정보를 Cacti와 연동한후 RRDtool을 사용하여 차트형식으로 보여준다. 각 서버의 정보는 snmp agent를 이용하여 snmp manager에게 수집되며 Horizon과 Cacti는 하이퍼 링크로 서로 연결되어 있다.



< 전체 시스템 아키텍처 구성 >



< 스마트 팜용 Private Cloud 모니터링 툴 테크니컬 아키텍처 >

### (3) snmp 설치 및 설정

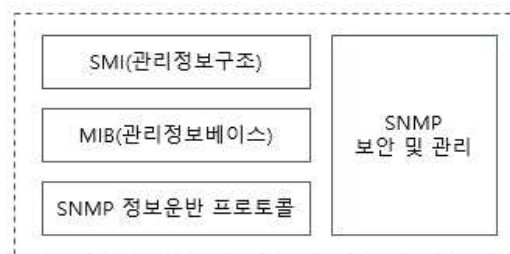
#### (가) snmp

네트워크 장비 요소 간에 네트워크 관리 및 전송을 위한 프로토콜로 UDP / IP 상에서 동작하는 교환형 네트워크 관리 프로토콜이다.

##### ① 특징

- ㉠ 단순하고 구현이 용이하다
- ㉡ 정보 지향적 동작 구조로 특정 정보 변수에 대한 요청/응답 메카니즘(Get / Set)을 가지고 있다.
- ㉢ Manager/Agent 형태로 동작한다

##### ② snmp 프레임워크



##### ㉠ 정보 운반 프로토콜

- 수송용 프로토콜 : UDP (User Datagram Protocol)
- 포트 번호 : 161번, 162번
  - UDP 161번 : Get, Set 등 통상의 메시지
  - UDP 162번 : 트랩 메시지
- 3가지 주요 동작 패턴 : Get, Set, Trap

##### ㉡ '관리 정보' 프로토콜

- 정보 구조 : SMI 및 MIB 라는 다른 2개의 정보 구조를 설명하는 프로토콜과 함께 사용
  - SMI (Structure of Management Information) : 관리정보구조
  - MIB (Management Information Base) : 관리 대상을 규격화한 정보 모음
- 정보 식별 (망관리 대상 객체 식별 체계)
  - OID : 트리 형태의 계층구조 (Tree Hierarchy)

#### (나) snmp 설치 (centOS 7 기준)

##### ① snmp 설치 확인

```
# yum list | grep snmp
```

```

Last login: Fri Feb 12 06:48:08 2016 from 10.10.11.140
[root@localhost ~]# yum list | grep snmp
cluster-snmpp.x86_64                0.12.1-11.el5.centos      base
net-snmpp.x86_64                   1:5.3.2.2-25.el5_11      updates
net-snmpp-devel.i386               1:5.3.2.2-25.el5_11      updates
net-snmpp-devel.x86_64             1:5.3.2.2-25.el5_11      updates
net-snmpp-libs.i386                 1:5.3.2.2-25.el5_11      updates
net-snmpp-libs.x86_64              1:5.3.2.2-25.el5_11      updates
net-snmpp-perl.x86_64              1:5.3.2.2-25.el5_11      updates
net-snmpp-utils.x86_64            1:5.3.2.2-25.el5_11      updates
php-snmpp.x86_64                   5.1.6-45.el5_11          updates
php53-snmpp.x86_64                 5.3.3-26.el5_11          updates
rsyslog-snmpp.x86_64               3.22.1-7.el5             base
rsyslog5-snmpp.x86_64              5.8.12-7.el5_11          updates
[root@localhost ~]#

```

## ② snmp 설치

# yum -y install net-snmpp.x86\_64

# yum -y install net-snmpp-util.x86\_64

```

[root@localhost ~]# yum -y install net-snmpp.x86_64
Loaded plugins: fastestmirror
Loading mirror speeds from cached hostfile
 * base: data.nicehosting.co.kr
 * extras: data.nicehosting.co.kr
 * updates: data.nicehosting.co.kr
Setting up Install Process
Resolving Dependencies
--> Running transaction check
--> Package net-snmpp.x86_64 1:5.3.2.2-25.el5_11 set to be updated
--> Processing Dependency: net-snmpp-libs = 1:5.3.2.2-25.el5_11 for package: net-snmpp
--> Processing Dependency: libnetsnmplib.so.10()(64bit) for package: net-snmpp
--> Processing Dependency: libnetsnmppagent.so.10()(64bit) for package: net-snmpp
--> Processing Dependency: libnetsnmpptrapd.so.10()(64bit) for package: net-snmpp
--> Processing Dependency: libnetsnmpp.so.10()(64bit) for package: net-snmpp
--> Processing Dependency: libnetsnmp.so.3()(64bit) for package: net-snmpp
--> Processing Dependency: libnetsnmphelpers.so.10()(64bit) for package: net-snmpp
--> Running transaction check
--> Package lm_sensors.x86_64 0:2.10.7-9.el5 set to be updated
--> Package net-snmpp-libs.x86_64 1:5.3.2.2-25.el5_11 set to be updated
--> Finished Dependency Resolution

```

```

[root@localhost ~]# yum -y install net-snmpp-util.x86_64
Loaded plugins: fastestmirror
Loading mirror speeds from cached hostfile
 * base: centos.tt.co.kr
 * extras: centos.tt.co.kr
 * updates: mirror.oasis.onnetcorp.com
Setting up Install Process
No package net-snmpp-util.x86_64 available.
Nothing to do
[root@localhost ~]# yum -y install net-snmpp-utils.x86_64
Loaded plugins: fastestmirror
Loading mirror speeds from cached hostfile
 * base: data.nicehosting.co.kr
 * extras: data.nicehosting.co.kr
 * updates: data.nicehosting.co.kr
Setting up Install Process
Resolving Dependencies
--> Running transaction check
--> Package net-snmpp-utils.x86_64 1:5.3.2.2-25.el5_11 set to be updated
--> Finished Dependency Resolution

```

## ③ snmp 설정

㉠ snmpd.conf 수정

# nano /etc/snmp/snmpd.conf

㉡ # sec.name source community 부분 추가

com2sec notConfigUser default public

com2sec ebio 192.168.1.0/24 public // SNMP 허용 아이피와 community name 입력

com2sec ebio default public

㉢ # Second, map the security name into a group name 부분 추가

group notConfigGroup v1 notConfigUser

group notConfigGroup v2c notConfigUser

group ebioGroup v1 ebio // 그룹추가



```
group ebioGroup v2c ebio
group ebioGroup usm ebio
```

㉔ # Finally, grant the group read-only access to the systemview view 부분 추가  
# access choGroup "" any noauth exact all all all // 접근허용

㉕ snmp 재시작  
# service snmpd restart

㉖ snmp 정상작동 확인

snmpwalk -v -2c -c public 192.168.0.100 system // snmpwalk-v 2c -c public 허용 IP system

```
[root@localhost snmp]# snmpwalk -v 2c -c public localhost system
SNMPv2-MIB::sysDescr.0 = STRING: Linux localhost.localdomain 2.6.18-238.el5 #1 SMP Thu Jan 13 15:51:15 EST 2011 x86_64
SNMPv2-MIB::sysObjectID.0 = OID: NET-SNMP-MIB::netSnmpAgentOIDs.10
DISMAN-EVENT-MIB::sysUpTimeInstance = Timeticks: (50642) 0:08:28.43
SNMPv2-MIB::sysContact.0 = STRING: Root <root@localhost> (configure /etc/snmp/snmp.local.conf)
SNMPv2-MIB::sysName.0 = STRING: localhost.localdomain
SNMPv2-MIB::sysLocation.0 = STRING: Unknown (edit /etc/snmp/snmpd.conf)
SNMPv2-MIB::sysORBitChange.0 = Timeticks: (1) 0:00:00.01
SNMPv2-MIB::sysORID.1 = OID: SNMPv2-MIB::snmpMib
SNMPv2-MIB::sysORID.2 = OID: TCP-MIB::tcpMIB
SNMPv2-MIB::sysORID.3 = OID: IP-MIB::ip
SNMPv2-MIB::sysORID.4 = OID: UDP-MIB::udpMIB
SNMPv2-MIB::sysORID.5 = OID: SNMP-VIEW-BASED-ACM-MIB::vacmBasicGroup
SNMPv2-MIB::sysORID.6 = OID: SNMP-FRAMEWORK-MIB::snmpFrameworkMibCompliance
SNMPv2-MIB::sysORID.7 = OID: SNMP-MPD-MIB::snmpMpdCompliance
SNMPv2-MIB::sysORID.8 = OID: SNMP-USER-BASED-SM-MIB::usmMibCompliance
SNMPv2-MIB::sysORDescr.1 = STRING: The MIB module for SNMPv2 entities
SNMPv2-MIB::sysORDescr.2 = STRING: The MIB module for managing TCP implementations
SNMPv2-MIB::sysORDescr.3 = STRING: The MIB module for managing IP and ICMP implementations
SNMPv2-MIB::sysORDescr.4 = STRING: The MIB module for managing UDP implementations
SNMPv2-MIB::sysORDescr.5 = STRING: View-based Access Control Model for SNMP.
SNMPv2-MIB::sysORDescr.6 = STRING: The SNMP Management Architecture MIB.
SNMPv2-MIB::sysORDescr.7 = STRING: The MIB for Message Processing and Dispatching.
SNMPv2-MIB::sysORDescr.8 = STRING: The management information definitions for the SNMP User-based Security Model.
SNMPv2-MIB::sysORUpTime.1 = Timeticks: (1) 0:00:00.01
SNMPv2-MIB::sysORUpTime.2 = Timeticks: (1) 0:00:00.01
SNMPv2-MIB::sysORUpTime.3 = Timeticks: (1) 0:00:00.01
SNMPv2-MIB::sysORUpTime.4 = Timeticks: (1) 0:00:00.01
SNMPv2-MIB::sysORUpTime.5 = Timeticks: (1) 0:00:00.01
SNMPv2-MIB::sysORUpTime.6 = Timeticks: (1) 0:00:00.01
SNMPv2-MIB::sysORUpTime.7 = Timeticks: (1) 0:00:00.01
SNMPv2-MIB::sysORUpTime.8 = Timeticks: (1) 0:00:00.01
[root@localhost snmp]#
```

#### (4) cacti 설치 및 설정

##### (가) cacti

업계 표준 오픈 소스 데이터 로깅 도구인 RRDtool에 대한 프론트 엔드용 응용 프로그램으로 설계된, 오픈 소스 웹 기반 네트워크 모니터링 및 그래프 도구로 사용자가 소정의 간격으로 서비스를 폴링하고 그 결과 데이터를 그래프로 표시 할 수 있는 무료 오픈소스 SW 이다.

##### (나) cacti 설치

- Apache2 : PHP 및 RRDTool로 만든 네트워크 그래프를 표시하는 웹 서버
- Mysql : cacti 정보를 저장하는 데이터베이스
- php : RRDTool을 사용하여 그래프를 만드는 스크립트 모듈
- php-snmp / net-snmp
- RRDTool : CPU로드 , 네트워크 대역폭 등의 시계열 데이터를 관리 및 검색하는 데이터베이스 도구

##### ① 필요 패키지 설치

```
# yum -y install httpd httpd-devel
# yum -y install mysql mysql-server
```

```
# yum -y install php-mysql php-pear php-common php-gd php-devel  
php php-mbstring  
# yum -y install php-snmp  
# yum -y install net-snmp-utils net-snmp-libs  
# yum -y install rrdtool
```

② cacti 설치

```
# yum -y install cacti
```

③ mysql cacti DB 생성

```
# mysql -u root -p  
mysql> create database cacti;  
mysql> GRANT ALL ON cacti.* TO cacti@localhost IDENTIFIED BY 'tecmint';  
mysql> FLUSH privileges;  
mysql> quit;
```

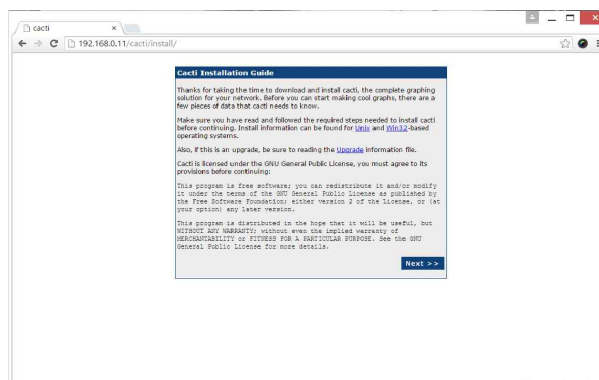
(다) cacti 설정

```
# nano include/config.php  
$database_type = "mysql";  
$database_default = "cacti";  
$database_hostname = "localhost";  
$database_username = "cactiuser";  
$database_password = "cacti";  
$database_port = "3306";  
$database_ssl = false;
```

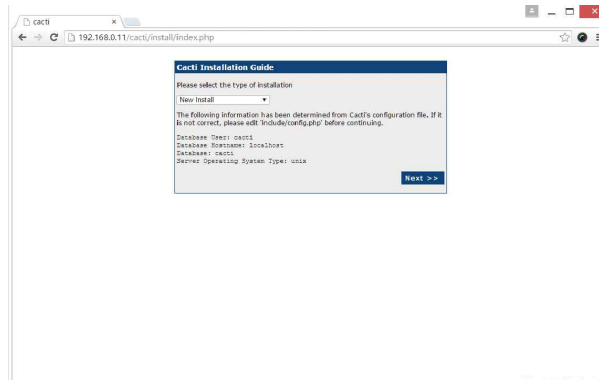
```
chmod 777 rra log
```

(라) cacti 접속후 install

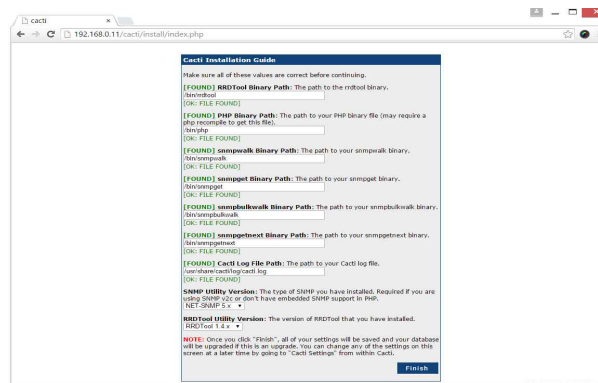
http://ip\_address/cacti 로 접속



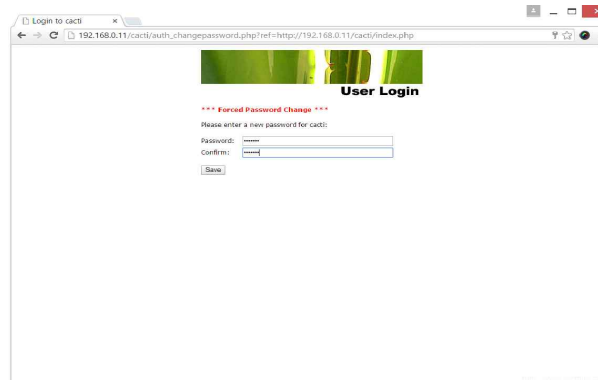
- next를 클릭한다



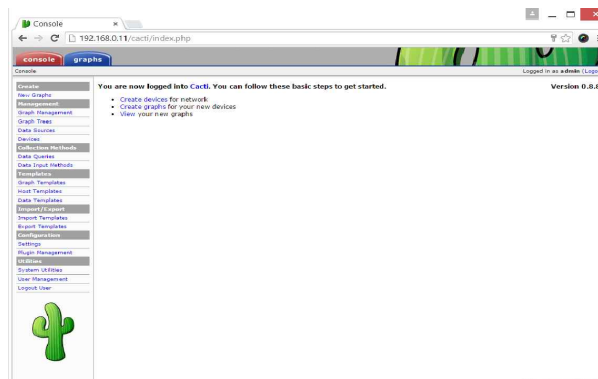
- new install를 선택한다



- finish를 선택한다

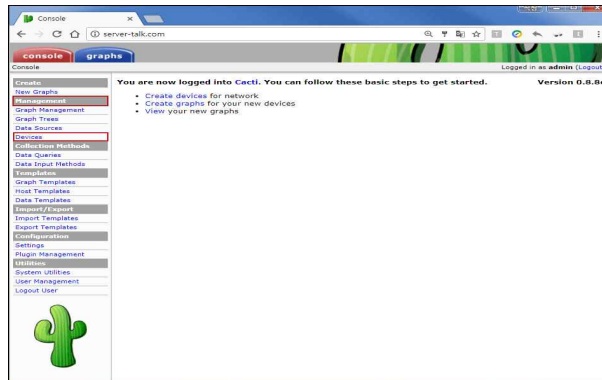


- admin / admin으로 로그인

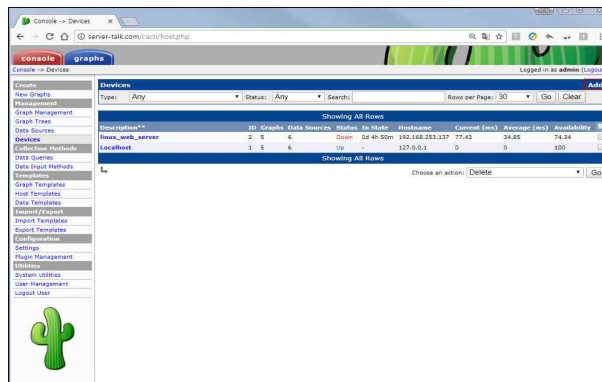


- cacti 설치 완료

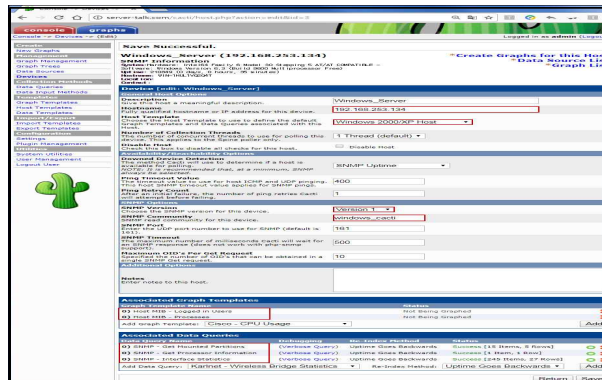
(마) cacti에 자원관리 할 instance 등록



- Management -> Devices를 선택한다

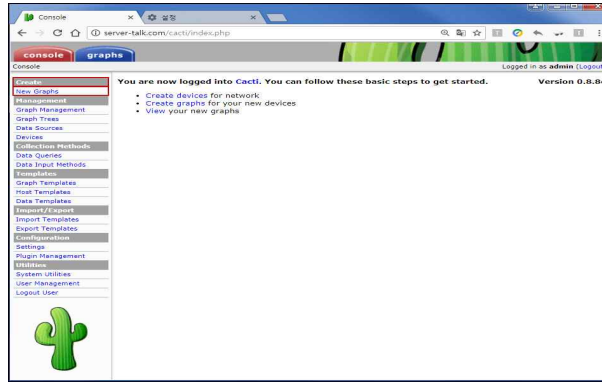


- add 클릭한다

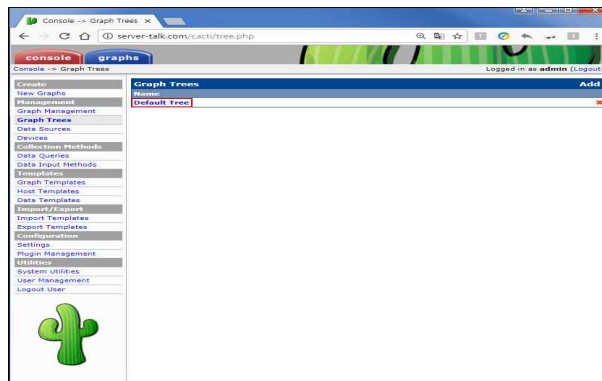


- 서버명, IP, 템플릿, Monitor Host 설정, SNMP 커뮤니티명을 설정 후 Create를 선택 한다

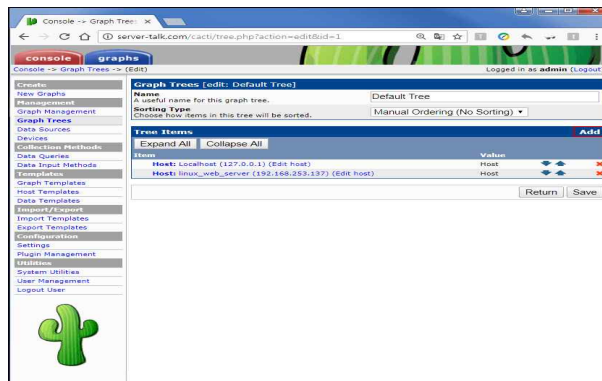
- Hostname : 모니터링 서버의 IP
- Associated Graph Templates : 그래프에 표기할 성능.
- SNMP - Interface Statistics : SNMP 인터페이스를 통한 통계를 이용하는 부분



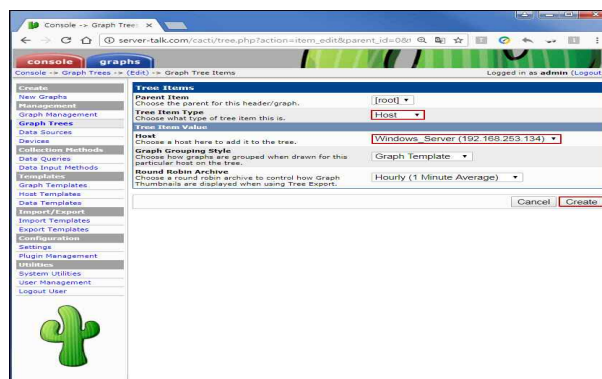
- Create -> New Graphs를 선택한다



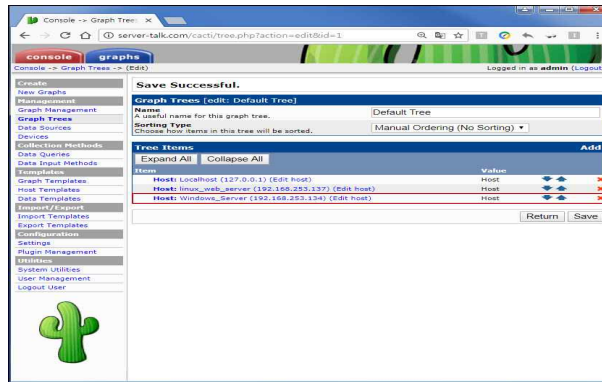
- 추가할 그래프 선택 후 Management -> Graph Trees 선택하신 후에 Default Tree를 선택 한다



- 우측상단의 add를 클릭한다



- 서버의 그래프 형식은 Host를 선택하고 Host는 위에서 생성한 Devices(서버)의 이름을 지정하신 후의 Create를 선택한다.



- 추가한 서버를 확인한다.

(바) cacti에 수정한 소스 적용

① # cd var/www/html/cacti 로 이동

② include 폴더

global\_arrays.php 수정 => 화면 메뉴 생성

```

.....

$menu = array(
  "Test_Menu" => array(
    "test.php" => "Test Menu",
    "test2.php" => "Test2 Menu",
    "test3.php" => "Test3 Menu",
    "test4.php" => "Test4 Menu"
  ), // 추가
)
.....

```

```

.....

if (basename($_SERVER["PHP_SELF"])=="test.php" ||
    basename($_SERVER["PHP_SELF"])=="test2.php" ||
    basename($_SERVER["PHP_SELF"])=="host2.php" ||
    basename($_SERVER["PHP_SELF"])=="test3.php") {
  $_SESSION["sess_user_id"] = 1; // 추가
}
.....

```

auth.php 수정 => 로그인 처리로직 수정

③ cacti 폴더

test.php => 모니터링 소스

```

.....

$hosts_id_ex = 0;

if(get_request_var_request('ip')){
  $ip = get_request_var_request('ip');

  $hosts = db_fetch_assoc("SELECT host.id, host.hostname,
                           host.snmp_port
                           FROM host
                           WHERE
                           host.hostname = '". $ip ."'");

  foreach ($hosts as $host) {
    $host_id_ex = $host[id];
  }
}

.....

/* graph permissions */
if (read_config_option('auth method') != 0) {

```

```

        $sql_where = 'where ' .
get_graph_permissions_sql($current_user['policy_graphs'],
$current_user['policy_hosts'], $current_user['policy_graph_templates']);

        $sql_join = 'left join host on (host.id=graph_local.host_id)
        left join graph_templates on
(graph_templates.id=graph_local.graph_template_id)
        left join user_auth_perms on
((graph_templates_graph_local_graph_id=user_auth_perms.item_id and
user_auth_perms.type=1 and user_auth_perms.user_id=' . $_SESSION['sess_user_id'] . ')
OR (host.id=user_auth_perms.item_id and user_auth_perms.type=3 and
user_auth_perms.user_id=' . $_SESSION['sess_user_id'] . ') OR
(graph_templates.id=user_auth_perms.item_id and user_auth_perms.type=4 and
user_auth_perms.user_id=' . $_SESSION['sess_user_id'] . ')');

        $sql_where = '';
        $sql_join = '';

.....

html_start_box('', '100%', "", '3', 'center', '');

        // $nav = html_nav_bar($nav_url, MAX_DISPLAY_PAGES,
get_request_var_request("page"), get_request_var_request("rows"), $total_rows,
get_request_var_request("columns"), "Graphs", 'page', 'main');

        // html_graph_thumbnail_area($graphs, '', 'graph_start=' .
get_current_graph_start() . '&graph_end=' . get_current_graph_end(), '',
get_request_var_request("columns"));

        if (get_request_var_request("thumbnails") == 'true') {
            // html_graph_thumbnail_area_ex($graphs, '', 'graph_start=' .
get_current_graph_start() . '&graph_end=' . get_current_graph_end(), '',
get_request_var_request("columns"));
            html_graph_area_ex($graphs, '', 'graph_start=' .
get_current_graph_start() . '&graph_end=' . get_current_graph_end(), '',
get_request_var_request("columns"));

            html_graph_area_ex($graphs, '', 'graph_start=' .
get_current_graph_start() . '&graph_end=' . get_current_graph_end(), '',
get_request_var_request("columns"));

.....

```

### test3.php => 리스트 소스

```

.....

$display_text = array(
    "description" => array("Community Nmae", "ASC"),
    // "id" => array("ID", "ASC"),
    "hostname" => array("IP address", "ASC"),
    "status" => array("Status", "ASC"));

    html_header_sort_ex($display_text, get_request_var_request("sort_column"),
get_request_var_request("sort_direction"), false);

    $i = 0;
    if (sizeof($hosts) > 0) {
        foreach ($hosts as $host) {
            if(substr($host["description"], 0, 6) == 'ebnode'){

                form_alternate_row('line' . $host["id"], true);
form_selectable_cell(htmlspecialchars($host["description"]));
                // form_selectable_cell(round(($host["id"]), 2),
$host["id"]);
form_selectable_cell(htmlspecialchars($host["hostname"]));

form_selectable_cell(get_colored_device_status(($host["disabled"] == "on" ? true :
false), $host["status"]), $host["id"]);
                form_end_row();

                /* put the nav bar on the bottom as well */

                print "<tr><td><em>No Hosts</em></td></tr>";

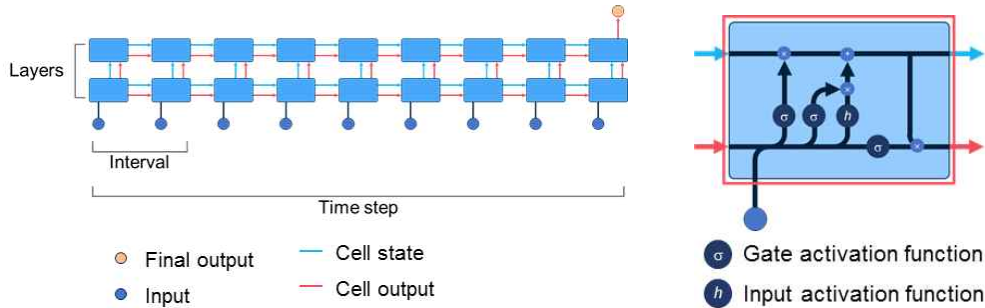
                html_end_box(false);

.....

```

## 마. 작물 생육예측 알고리즘 개발

### (1) 작물 생육예측 RNN (Recurrent neural network, 순환신경회로망) 알고리즘 선정

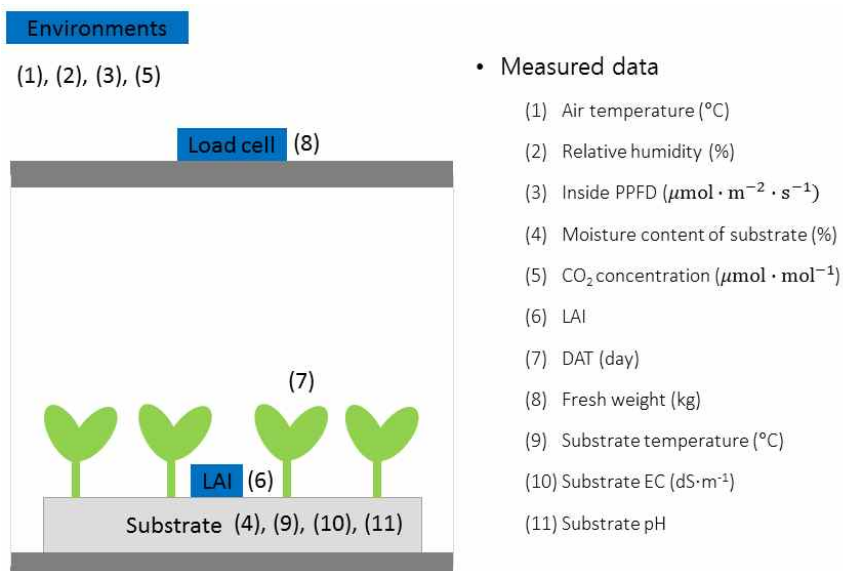


[ RNN 알고리즘 기본 구조 ]

- RNN 선정 이유 :

1. 제공된 데이터(입력 값, 환경 요인 및 작물 생육 정보)와 학습되어야 할 데이터(출력값, 작물 생육 증가량) 사이의 시간적 간격 존재하는 조건에서 RNN은 활용 가능한 인공신경망 기반 알고리즘
2. 작물 생육 증가는 작물이 경험해온 환경 요인들의 누적치에 대한 반응이며 이렇게 누적된 환경 요인에 대한 반응 분석하는 데에 있어 RNN이 특화됨
3. 기존의 인공신경망은 알고리즘 학습을 위해 많은 양의 데이터(수십만 개 이상)가 요구되지만 시간의 따른 누적치를 해석하는 RNN은 상대적으로 적은 데이터를 활용하여 알고리즘 학습이 가능
4. 완성된 RNN 알고리즘을 활용하여 과거 정보로부터 미래의 생육량을 예측하는 것으로 활용이 가능

### (2) 작물 생육예측 알고리즘 입력 변수 수집 시스템



[ 작물 생육 예측 알고리즘 학습을 위해 수집한 입력 변수 ]

- 작물 생육 예측 알고리즘을 완성하기 위해 수집된 입력 변수는 그림과 같다.
- 입력 변수 중 환경 요인으로는 대표적인 작물 생육 예측 수식 모델들 (HORTSIM, TOMGRO 등)



에서 사용하는 주요한 환경 요인인 온도, 광도, 이산화탄소 농도와 간단한 센서를 통하여 측정이 가능한 환경 요인인 습도, 배지 함수율, 배지 EC, 배지 pH를 추가적으로 수집하였다.

- 입력 변수 중 생육 요인으로는 기본적으로 정식 후 일수 (DAT, days after transplant)와 작물 군락 광합성에 주요한 영향을 미치는 엽면적 지수 (LAI, leaf area index), 작물의 상대 생장률을 논하기 위한 작물의 생체 중을 수집하였다.

### (3) 작물 생육예측 알고리즘 출력 변수 결정

- 일반적으로 작물 생육 예측 모델들에서는 작물의 건조중을 생육 변화량으로 선정하는데, 작물의 건조중을 측정하기 위해선 작물을 파괴해서 조사하기 때문에 연속적인 변화량을 수집하는 것이 불가능하여 인공신경망을 학습하기 위한 충분한 데이터를 확보하는 것이 부족하다.
- 따라서 본 연구에서 작물 생육예측 알고리즘의 출력 변수는 작물의 생체중의 증가량을 선정하고 연속적인 재배 조건에서 생체중의 변화를 측정하였다.
- 작물의 생체중의 변화는 매일 일 변화량을 추정하여 수집하였지만 실제 RNN 학습에서는 1주일 간 증가량을 출력 변수로 사용하였다. 이는 본 연구에서 일반적인 원예작물 연구에서 생육조사를 1주일 간격으로 진행하기 때문에 이러한 측정 결과들과의 연계성을 높이기 위함이다.

### (4) 최적 작물 생육 예측 알고리즘 구조 결정

- RNN 학습은 2차년도에서 수행한 Python 언어 기반 수치 계산 라이브러리인 Tensorflow 1.2.1의 버전업인 Tensorflow 1.12을 사용하였으며 마찬가지로 AdamOptimizer를 사용하여 mean square error (MSE)를 낮추는 방향을 학습을 진행하였다.
- 작물 생육 예측을 위한 RNN 알고리즘의 구조는 2차년도에서 결정한 구조를 기반으로 출력층을 생체중의 변화량으로 변환하여 사용하였다.

입력층 : DAT, LAI, 생체중, 환경변수

은닉층 : 64개의 퍼셉트론

출력층 : 생체중의 증가량

- 다양한 RNN 알고리즘 종류 중 Long short-term memory (LSTM), Gated recurrent unit (GRU), Multi-layered LSTM, Multi-layered GRU에 대한 학습 정확도에 대한 테스트를 진행하였으며 그 결과 본 연구에서 최적의 RNN 알고리즘으로 LSTM을 선정하였다.

Type of RNN	Test accuracy ( $R^2$ )	Test RMSE
Long short-term memory (LSTM)	0.78	0.01
Gated recurrent unit (GRU)	0.68	0.03
Multi-layered LSTM	0.70	0.02
Multi-layered GRU	0.71	0.01

< RNN 알고리즘 종류에 따른 정확도 테스트 결과 >

(5) 입력변수들의 기여도 평가

- 다양한 변수들의 비선형적인 상호 작용에 대한 관계성을 분석하는데 최적화된 인공신경망 특성 상 입력변수의 종류가 늘어남에 따라 정확도가 감소하는 경향을 나타내진 않지만, 수집되어야 할 입력변수의 종류가 늘어나면 이를 측정하기 위한 센서 종류가 늘어나 데이터 수집을 위한 비용이 증가하게 된다.
- 따라서 입력변수로 사용한 각 요인들에 대한 작물 생육 예측 알고리즘에 대한 기여도에 대한 평가를 수행하였다.

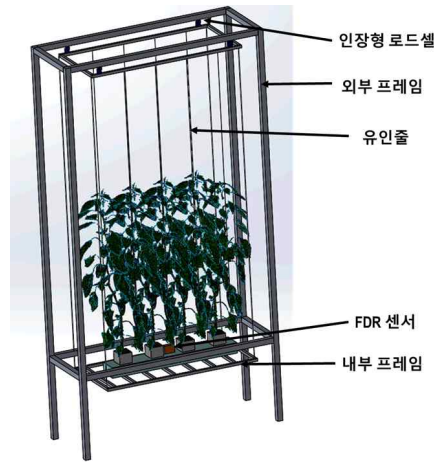
< 각 입력변수 들의 작물 생육 예측 기여도 평가 >

Input data (unit)	Test accuracy (change)
Atmospheric temperature (°C)	0.75 (-0.03)
Relative humidity (%)	0.73 (-0.04)
CO <sub>2</sub> concentration (μmol·mol <sup>-1</sup> )	0.76 (-0.02)
Solar radiation (W/m <sup>2</sup> )	0.75 (-0.03)
Moisture content of substrate (%)	0.73 (-0.05)
Substrate temperature (°C)	0.77 (-0.01)
Electrical conductivity (EC) of substrate (dS·m <sup>-1</sup> )	0.77 (-0.01)
Drainage pH	0.77 (-0.01)
Day after transplanting (DAT)	0.77 (-0.01)
Leaf area index (LAI)	0.74 (-0.04)
Fresh weight (kg)	0.75 (-0.03)

- 입력변수에 대한 작물 생육 예측 알고리즘에 대한 기여도 평가 결과 지상부 환경 변수 조건은 온도, 광도, 습도, 이산화탄소 농도 모두 높은 기여도를 나타내었으며 지하부 환경 변수 조건은 배지 함수율이 높은 기여도를 나타내는데 반해 배지 EC 및 배액 pH, 배지 온도는 상대적으로 낮은 기여도로 나타났다. 생육 정보에서는 LAI와 생체중은 높은 기여도를 나타내는 데에 비해 DAT는 상대적으로 낮은 기여도로 나타났다.
- 입력 변수 추가에 따른 센서 구입 비용 증가를 고려하여 최종 알고리즘에서는 온도, 광도, 배지 함수율, 습도, 이산화탄소 농도, LAI, 생체중 데이터만을 이용하며 별다른 센서가 필요하지 않은 DAT 역시 입력 변수로 추가하는 것으로 결정하였다. 또한 변수들이 손실 없이 연속적으로 입력 되는 조건에서만 학습이 가능한 RNN의 특성상 데이터 안정성 측면에서 상기 입력 변수들은 최종 알고리즘에 포함시키지 않는 것으로 결정하였다.

## 바. 작물 생체중 추정 시스템 개발

### (1) 작물 생체중 추정 시스템 구조



[ 작물 생체중 추정 시스템 모식도 ]



[ 작물 생체중 추정 실제 설치 예시 ]

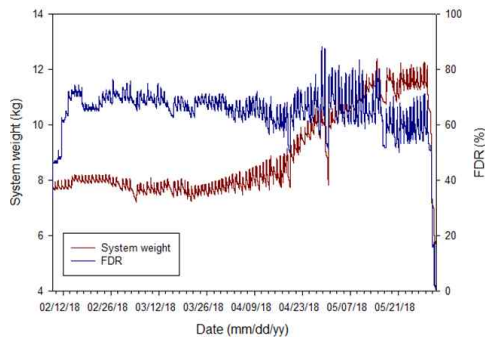
- 작물 생체 중 추정 장치는 로드셀을 이용하여 작물과 재배 시스템의 무게를 동시에 측정하는 구조로 제작하였다. 전체적인 구조물은 알루미늄 프로파일을 이용하여 제작하였다.
- 기존의 작물의 생체 중 추정 장치 또는 무게 기반 증산량 추정 장치의 경우 거터 밑에 로드셀을 설치하여 작물 및 재배 시스템이 로드셀에 가하는 압력을 측정한다. 하지만 이러한 구조에서는 작물이 줄기가 달려 있는 유인줄에 의해 지탱되는 무게를 고려할 수 없다. 따라서 본 시스템에서는 작물의 유인과 배지 및 거터, 작물을 모두 지탱하는 내부 프레임과 이러한 내부 프레임을 드는 외부 프레임으로 구분 지었으며 외부 프레임과 내부 프레임 사이에 장력 측정 로드셀을 설치하여 유인줄에 걸린 무게까지 포함한 작물 재배 시스템 전체의 무게를 측정할 수 있는 방식으로 제작되었다.
- 개발된 본 작물의 생체중 추정 장치에서는 측정 목적으로 하는 작물의 무게와 재배 시스템의 고정적인 무게 뿐만 아니라 배지에 들어오고 나가는 수분의 무게가 포함되기 때문에 이러한 배지 내 수분 함량을 측정하기 위해 FDR 센서를 설치하였다.

(2) 작물 생체중 추정 시스템 데이터 수집

- 개발된 작물 생체중 추정 장치를 서울대학교 농업생명과학대학 부속농장의 연구용 온실에 설치하여 작물을 정식하고 생육을 진전시키면서 데이터를 수집하였다.
- 서울대학교 부속농장 연구용 온실
  - : 벤로형 유리 온실
  - : 재배 기간 - 2018.02~2018.06
  - : 재식 밀도 - 3 개체/m<sup>2</sup>
- 안성 재배
  - : 농우 종묘 육종 벤로형 유리 온실 (안성 1), 플라스틱 온실 (안성 2)
  - : 재배 기간 - 2018.08~2018.12
- 개발된 장치에서 수집된 작물의 생체중 값의 보정을 위하여 재배 기간 중 2주일 간격으로 파괴 조사를 수행하였다.
- 파괴조사 항목 : 엽수, 마디수, 초장, 과실 위치, 과경, 과폭, 엽면적, 엽 생체중, 마디 생체중, 과실 생체중

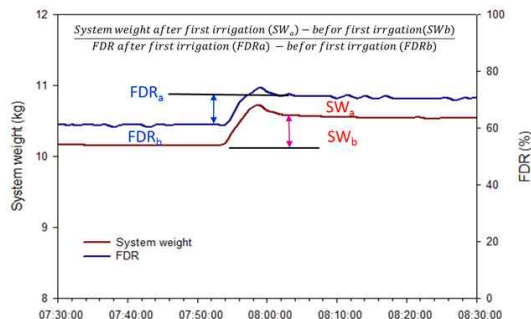
(3) 배지 함수율에 따른 수분 무게 보정

- 로드셀에서 측정되는 전체 시스템 무게 값에서 배지 내 수분의 무게의 변화 폭이 큰 것으로 나타났다.



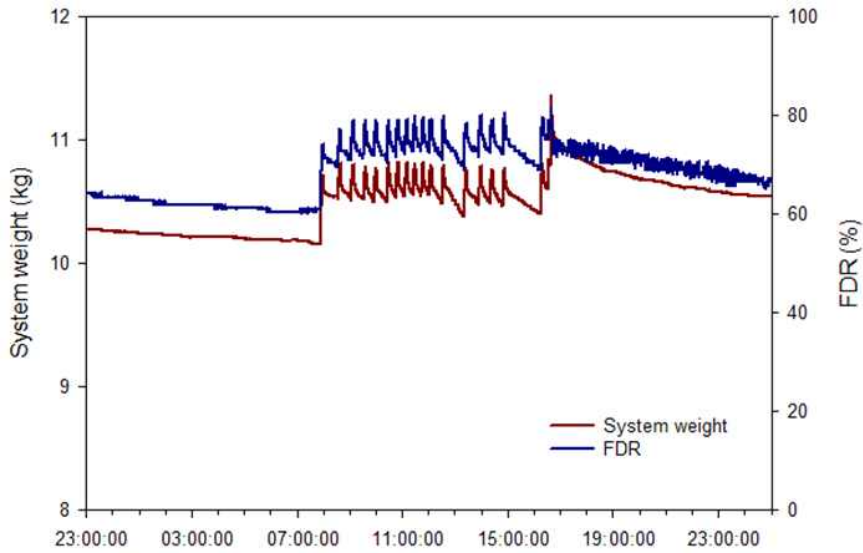
[ 재배 시스템 무게 및 배지 함수율의 변화 ]

- 이러한 배지 내 수분의 무게의 변화량을 배제하기 위하여 매일 첫 관수 전후에 따른 배지 함수율 및 시스템 무게의 변화량을 이용하여 FDR-로드셀 보정 작업을 수행하였다.



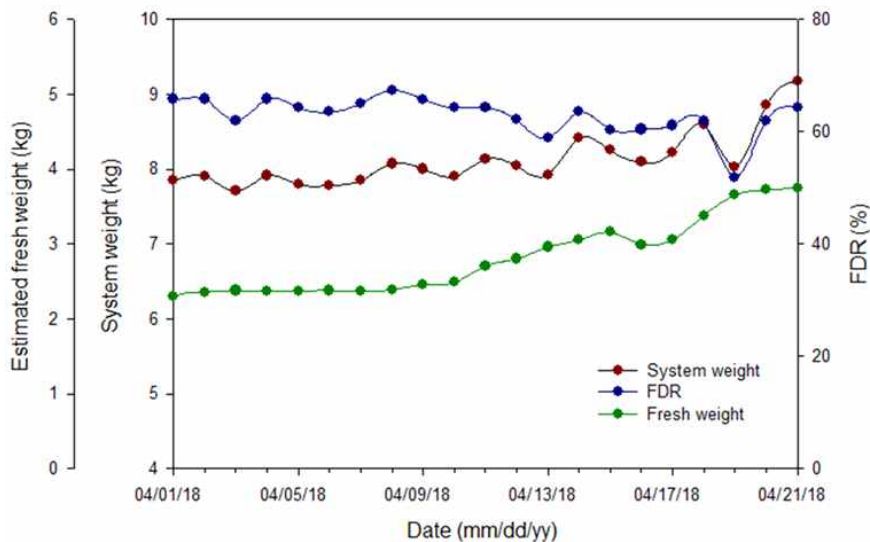
[ 첫 관수 전후 재배 시스템 무게 및 배지 함수율 변화 ]

- 배지 내 수분의 무게를 배제한 작물의 생체중을 추정하기 위해 도출된 배지함수율에 대한 수분 무게 관계를 야간에 배지 내 수분량이 일정하게 감소하는 구간에 적용시켜 배지 내 수분 무게를 배제하였다.



[ 일중 재배 시스템 무게 및 배지 함수율 변화 ]

- 배지 내 수분의 무게를 배제한 작물의 생체중을 추정하기 위해 도출된 배지함수율에 대한 수분 무게 관계를 야간에 배지 내 수분량이 일정하게 감소하는 구간에 적용시켜 배지 내 수분 무게를 배제하였다.



[ 재배 시스템 무게, 배지 함수율, 도출된 생체중 ]

- 최종적으로 하루 중 생체중을 대표할 수 있는 값을 이용하여 일간 생체중의 변화를 도출한 결과, 일반적으로 야간 배지 함수율이 일간 일정하지 않기 때문에 재배 시스템 전체 무게가 이러한 배지 내 함수율의 패턴을 따라가는 데에 비해 도출된 생체중은 이러한 배지 내 수분의 무게가 배제되어 일정한 증가 패턴을 나타내었다.

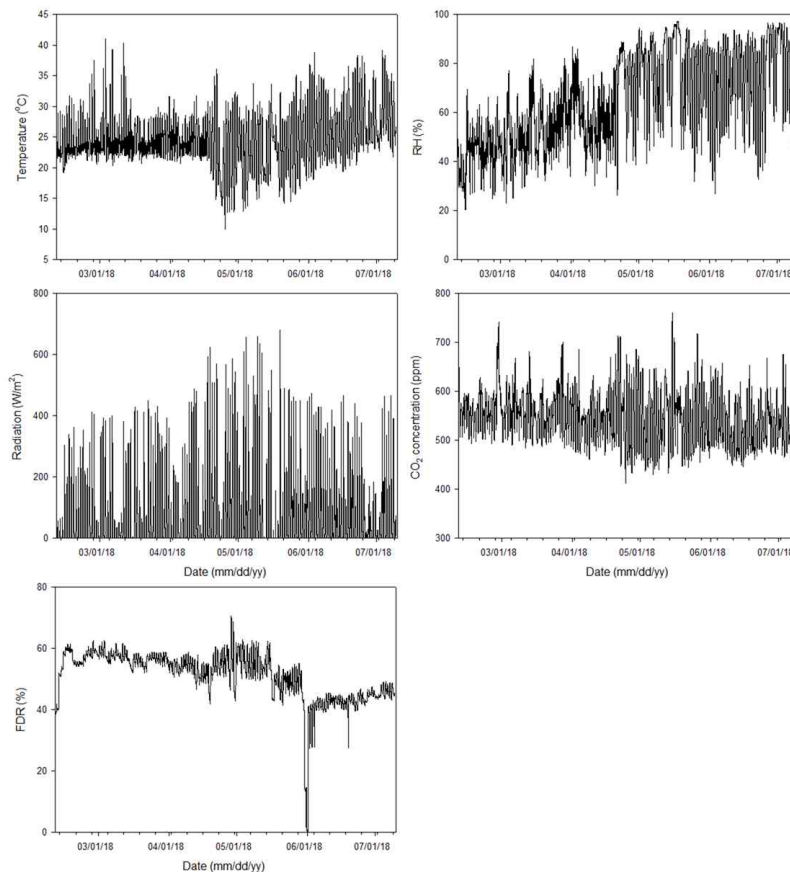
## 사. 작물 생육 예측 알고리즘 검증

### (1) 작물 생육 예측 알고리즘 검증 적용 온실 선정

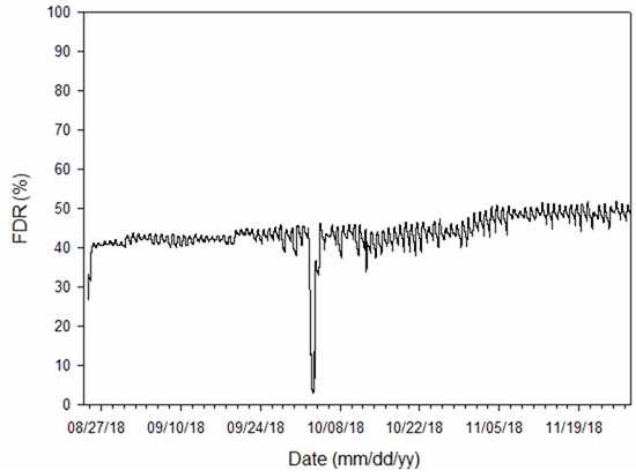
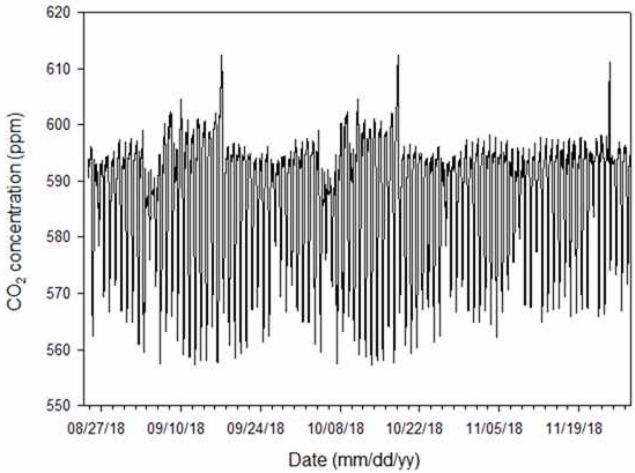
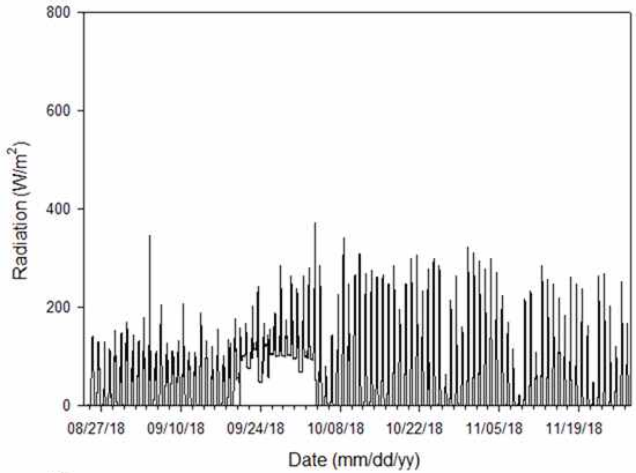
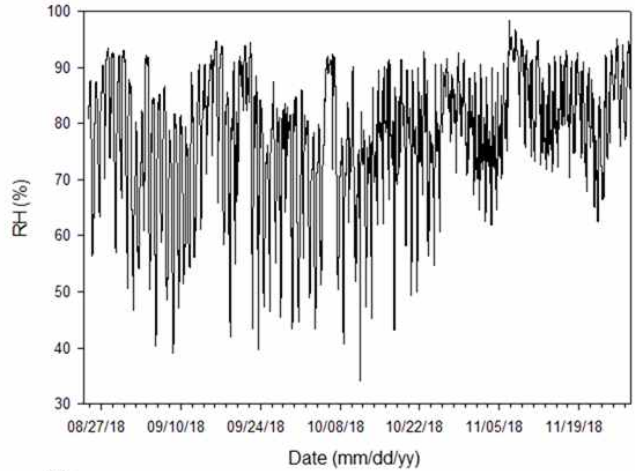
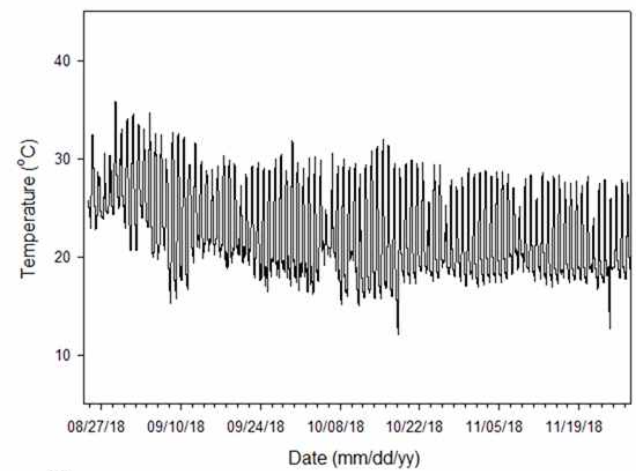
- 개발된 작물 생체중 추정 장치를 서울대학교 농업생명과학대학 부속농장의 연구용 온실 및 농우 종묘 육종 재배 실험 온실 2종에 설치하여 작물을 정식하고 생육을 진전시키면서 데이터를 수집하였다.
- 데이터를 수집한 각 온실별 재배 기간은 다음과 같다.
- 수원 재배  
: 서울대학교 부속농장 벤로형 유리 온실  
: 재배 기간 - 2018.02~2018.06
- 안성 재배  
: 농우 종묘 육종 벤로형 유리 온실 (안성 1), 둥근 지붕형 플라스틱 온실 (안성 2)  
: 재배 기간 - 2018.08~2018.12 (유리 온실), 2018.09~2018.12

### (2) 알고리즘 검증 적용 온실 환경 변수 수집

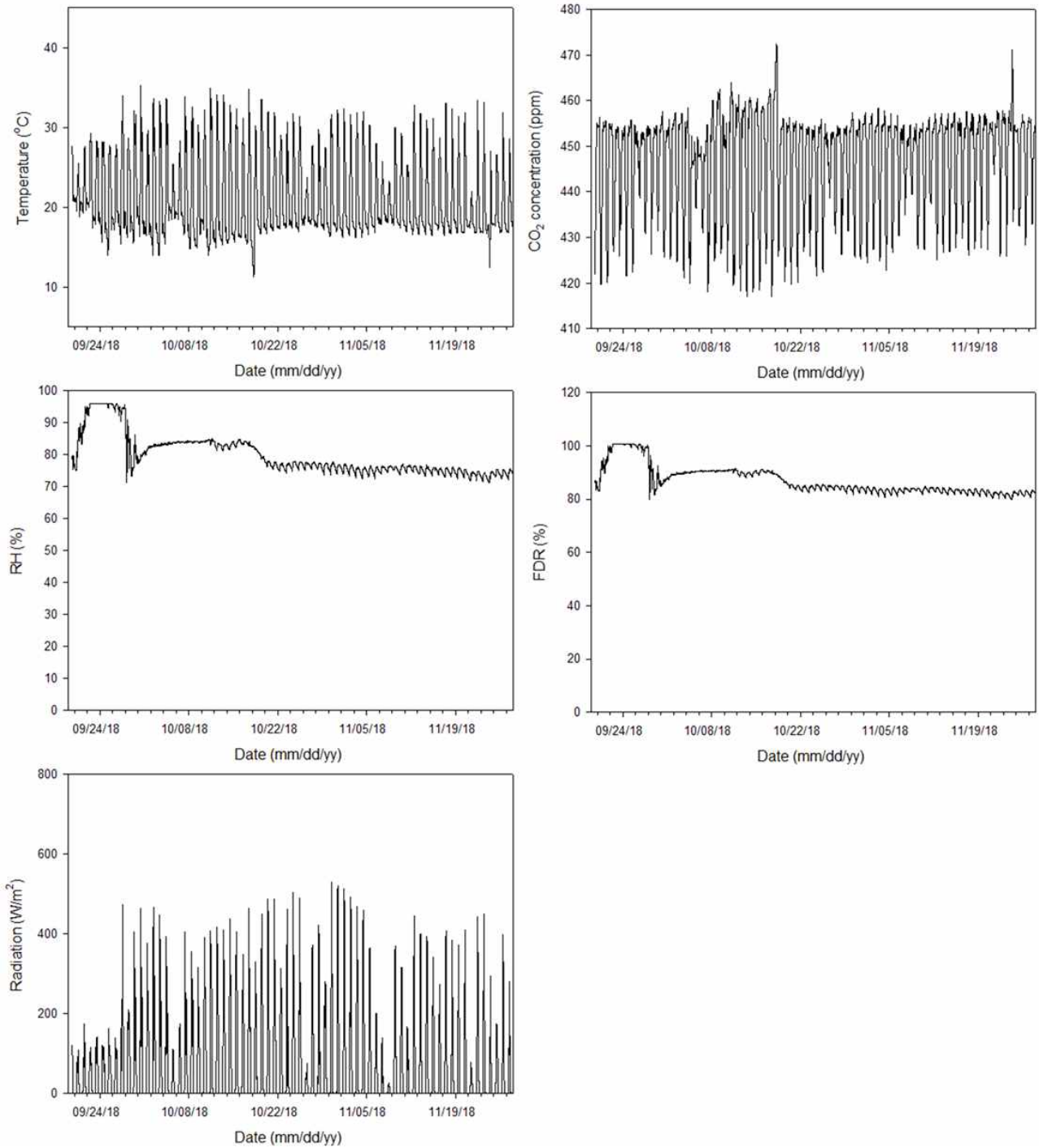
- 선정된 각 환경 센서들 (온도, 습도, 광도, 이산화탄소 농도, 배지 함수율)을 서울대학교 농업생명과학대학 부속농장의 연구용 온실 및 농우 종묘 육종 재배 실험 온실 2종에 설치하여 데이터를 수집하였다.



[ 수원 벤로 온실 수집 환경 데이터 ]



[ 안성 유리 온실 수집 환경 데이터 ]

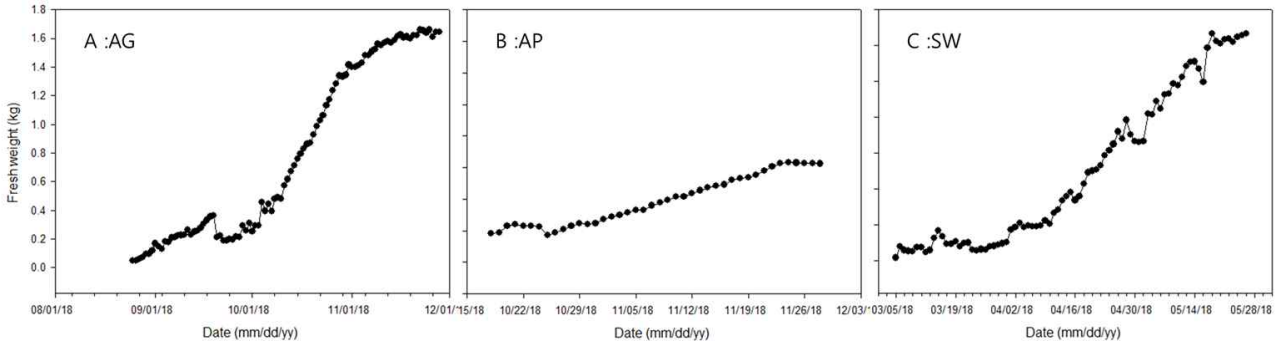


[ 안성 플라스틱 온실 수집 환경 데이터 ]

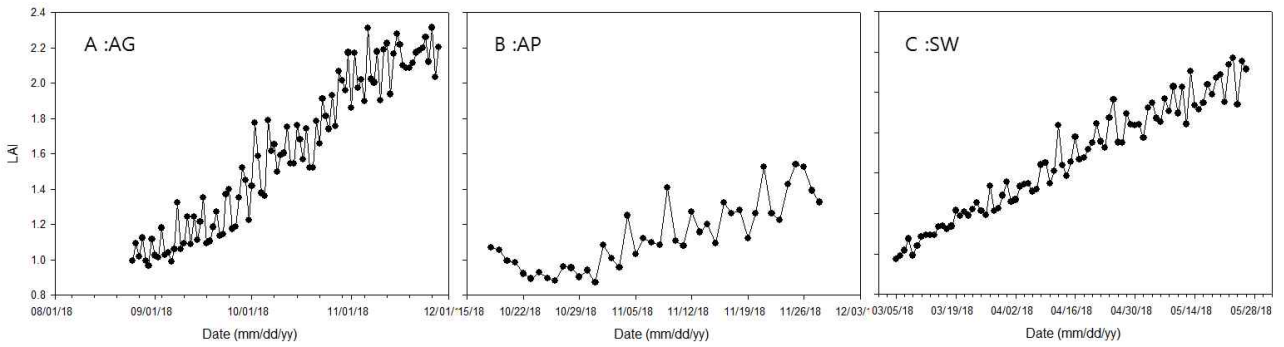
### (3) 알고리즘 검증 적용 온실 생육 변수 수집

- 개발된 장치를 서울대학교 농업생명과학대학 부속농장의 연구용 온실 및 농우 종묘 육종 재배 실험 온실 2종에 설치하여 생육 변수를 수집하였다.
- 장치에서 추정된 생체중에 과실의 수확, 적심, 낙과 등을 고려하여 보정된 생체중을 계산하고 이러한 보정된 생체중의 변화를 이용하여 1주일 간의 생체중의 변화를 계산하였다.

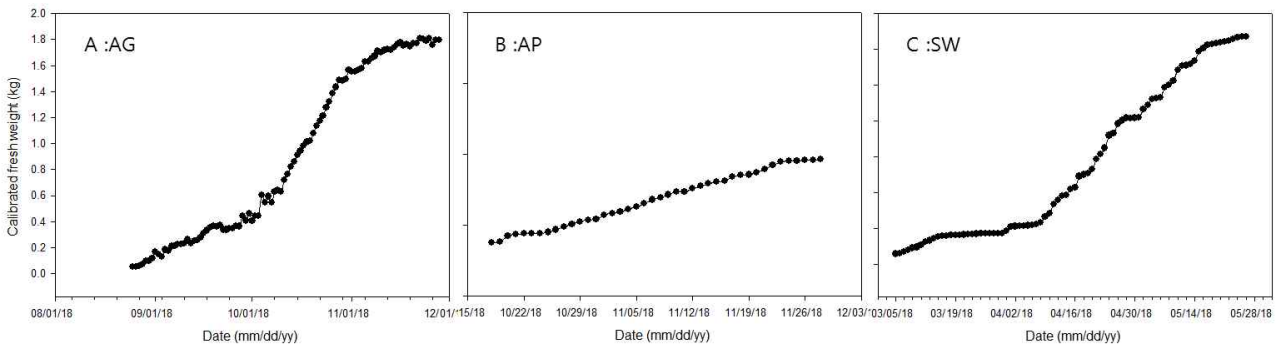




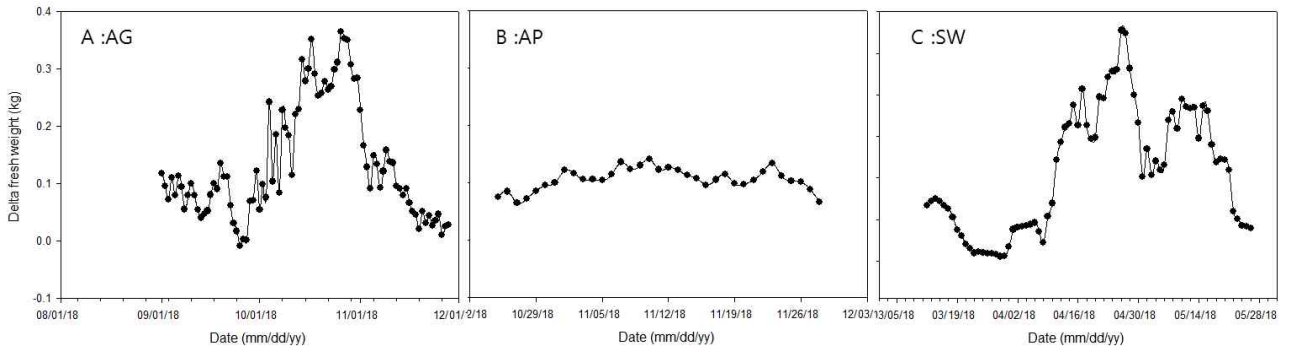
[재배 일에 따른 수집된 작물 생체중 (AG : 안성 유리 온실, AP : 안성 플라스틱 온실, SW : 수원 온실)]



[재배 일에 따른 수집된 작물 엽면적지수 (AG : 안성 유리 온실, AP : 안성 플라스틱 온실, SW : 수원 온실)]



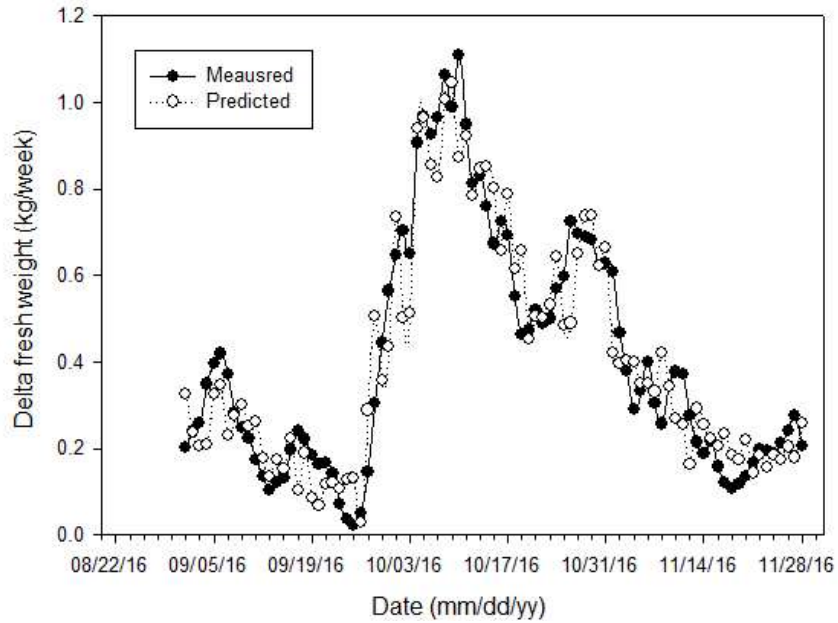
[재배 일에 따른 보정된 작물 생체중 (AG : 안성 유리 온실, AP : 안성 플라스틱 온실, SW : 수원 온실)]



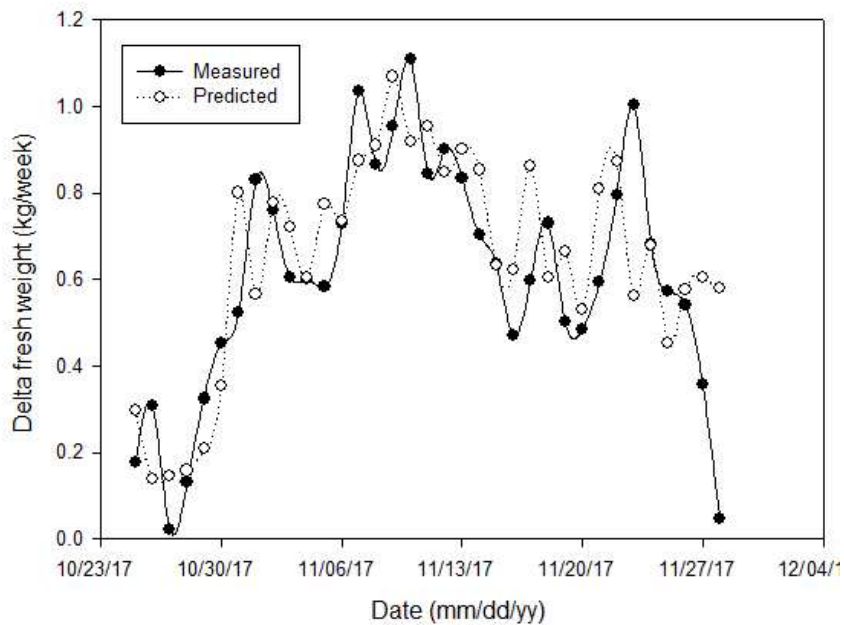
[재배 일에 따른 작물 생체중의 변화량 (AG : 안성 유리 온실, AP : 안성 플라스틱 온실, SW : 수원 온실)]

(4) 생육 예측 정확도 검증

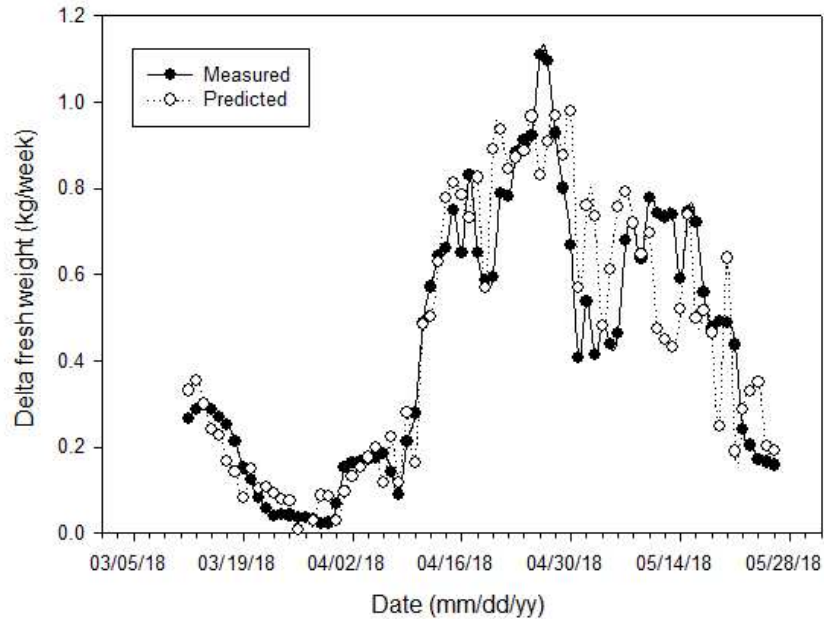
- 수집된 환경 및 생육 데이터를 개발된 RNN 기반 작물 생육 예측 알고리즘 학습에 적용하였다.
- 장치에 의해 측정된 생체중의 증가량과 작물 생육 예측 알고리즘이 예측한 생체중의 증가량을 비교한 결과는 다음 그림 17~20.과 같다.



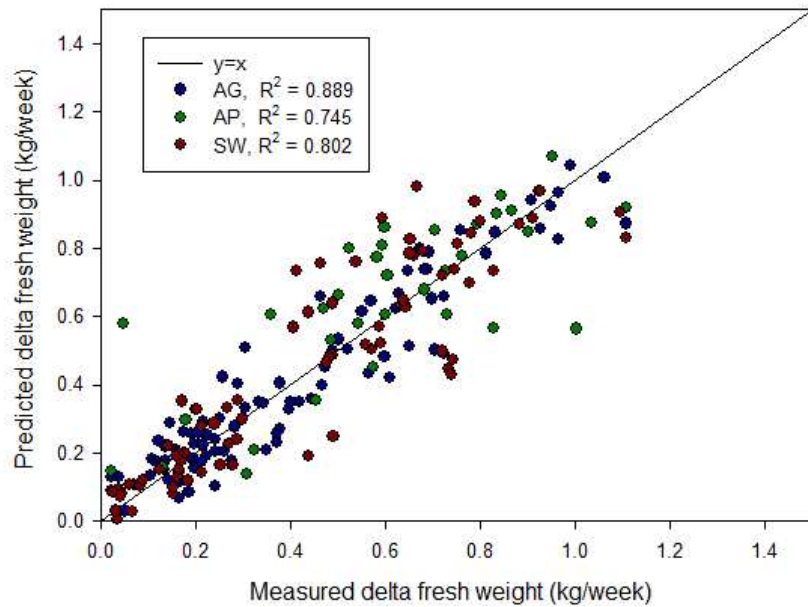
[ 생육 일수에 따른 측정된 생체중 증가량 및 추정된 생체중 증가량의 변화 (안성 유리 온실) ]



[ 생육 일수에 따른 측정된 생체중 증가량 및 추정된 생체중 증가량의 변화 (안성 플라스틱 온실) ]



[ 생육 일수에 따른 측정된 생체중 증가량 및 추정된 생체중 증가량의 변화 (수원 온실) ]



[ 측정된 생체중 증가량 및 추정된 생체중 증가량의 변화 비교 (AG : 안성 유리 온실, AP : 안성 플라스틱 온실, SW : 수원 온실) ]

- 광도, 온도, 습도, 이산화탄소 농도, 배지 함수율, LAI, 작물 생체중을 입력변수로 하여 작물의 생체중의 변화량을 예측한 RNN 기반 작물 생육 예측 알고리즘은 전반적으로  $R^2 = 0.838$ 로 비교적 높은 정확도를 나타내었다.
- 학습에 사용된 데이터를 수집한 온실에 따라 정확도를 비교해본 결과 수원 온실 및 안성 유리 온실에서는 상대적으로 높은 정확도를 나타낸 것에 반해 안성 플라스틱 온실에서는 정확도가 낮게 나타났다. 이는 안성 플라스틱 온실에서 학습에 사용된 입력변수-출력변수 조합이 36개로 수원 온실 (76개) 및 안성 유리 온실 (78개)에 비해 수가 적어 상대적으로 낮은 가중치가 부여된 것으로 판단된다.

## 아. 현장에 적합한 생육예측 알고리즘 형태 보정

### (1) 작물 생육 정보의 연속적인 변화 추정 필요성

- 본 연구에서 개발된 작물 생육 예측 알고리즘의 추가적인 개선을 위해선 다양한 환경 조건, 품종, 재배 기술 등에 대한 작물의 생육 정보의 변화를 연속적으로 수집할 수 있는 체계를 성립하는 것이 중요하다. 하지만 대부분의 농가 및 농업 관련 연구 기관에서는 작물의 생육 정보를 수집하는 방법으로는 파괴조사 및 비파괴조사를 활용하고 있다. 따라서 본 연구에서 개발된 작물 생육 정보 수집 장치(LAI, 생체중)의 보급과 별도로 기존에 수집되어 있는 파괴조사 및 비파괴조사를 통한 생육정보 정보들을 작물 생육 예측 알고리즘에 활용할 수 있는 방법론 개발이 필요하다.
- 일반적으로 생육 조사를 통해서 연속적으로 수집되는 생육 정보는 다음과 같다.  
비파괴 조사 : 초장, 마디수, 엽수, 과실수, 경경, 경장, 엽장, 엽폭, 과경, 과폭, SPAD  
파괴 조사 : 비파괴 조사 항목, 엽면적, 기관별 생체중 및 건물중
- 위의 생육 조사 항목 중 비파괴 조사 항목에 해당하는 생육 정보들은 작물이 생육이 진전됨에 따라 변화하는 값을 연속적으로 수집하는 것이 가능하지만 작물의 생육 예측 알고리즘에서 가장 주요한 생체중 및 엽면적지수 괴리가 있는 특성이 있다. 또한 파괴 조사 항목에서는 작물의 생체중과 엽면적을 직접적으로 측정하는 것이 가능하지만 조사 시점으로부터 해당 작물 또는 기관은 파괴되어 연속적인 변화량을 수집하는 것이 불가능하다.
- 따라서 비파괴 조사 결과값과 파괴 조사 결과값의 관계를 통하여 생체중과 엽면적의 연속적인 변화를 추정할 수 있는 방법론 개발을 수행하였다.

### (2) 농가 수집 생육 정보 엽면적 지수 변환

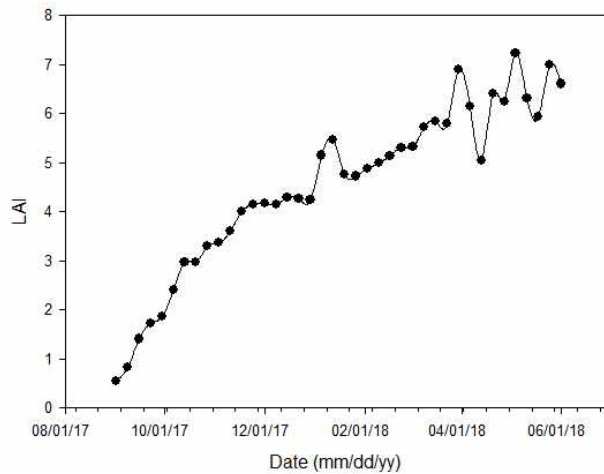
- 농가에서 재배되는 작물의 엽면적지수를 연속적으로 추정하기 위해 비파괴 생육 조사 항목인 엽장과 엽폭 값과 엽면적 사이의 관계를 다음 표 3.과 같이 9가지 식에 대하여 회귀 분석을 진행하였으며 최적식 ‘ $\text{엽면적} = a + b * \text{엽장} * \text{엽폭}$ ’ 을 도출하였다.

[ 엽면적 추정 회귀식 선정 ]

Equation No.	Regression model	R <sup>2</sup>	RMSE	F-value
(1)	$LA = -66.560 + 9.898 * L$	0.83	24.132	1454.66
(2)	$LA = -66.791 + 18.038 * W$	0.85	22.354	1746.22
(3)	$LA = 9.304 + 0.291 * L^2$	0.84	23.013	1630.31
(4)	$LA = 7.713 + 0.979 * W^2$	0.88	19.829	2302.85
(5)	$LA = 3.054 + 0.573 * L * W$	0.92	16.301	3555.17
(6)	$LA = -74.770 + 4.486 * L + 10.769 * W$	0.88	19.899	1142.75
(7)	$LA = -28.061 + 4.042 * L + 0.641 * W^2$	0.91	16.906	1642.27
(8)	$LA = -38.648 + 9.985 * W + 0.150 * L^2$	0.90	17.917	1445.39
(9)	$LA = 2.988 + 0.128 * L^2 + 0.609 * W^2$	0.92	16.406	1763.49

- 도출된 최적식을 1주일 간격으로 농가에서 개체당 전체 엽에 대하여 측정된 엽장, 엽폭 데이터

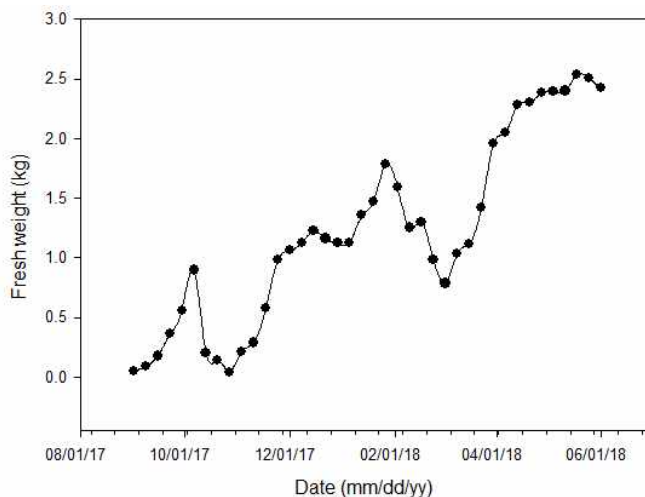
에 적용시켜 1주일 간격으로 엽면적의 변화를 추정하였고 재식밀도를 고려하여 최종적으로 엽면적지수의 변화를 추정하였다.



[ 비파괴 조사를 통해 추정된 엽면적지수의 변화 ]

### (3) 농가 수집 생육 정보 생체중 변환

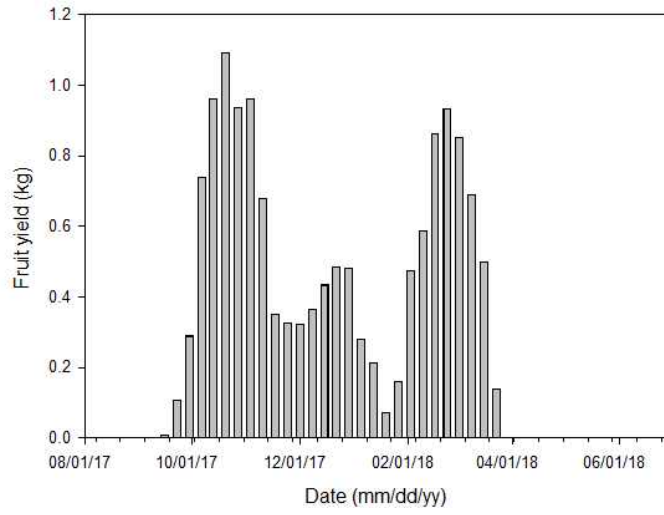
- 농가에서 재배되는 작물의 생체중을 연속적으로 추정하기 위해 다음과 같은 두 가지 가정을 정하였다.
  1. 작물 재배가 이뤄진 온실 내에서 과실을 제외한 생체중(마디 생체중, 엽 생체중)은 개체 간에 동종한(homogeneous) 성장 패턴을 갖는다.
  2. 과실의 생체중은 과경과 과폭에 의해 결정된다.
- 위 두 가정에 따라 비 과실 생체중은 1주일 간격으로 진행된 파괴조사의 개체의 비 과실 생체중의 변화량과 동일한 변화를 보이는 것으로 설정하였으며, 마찬가지로 1주일 간격으로 측정된 모든 과실에서 전수 조사된 과경과 과폭을 이용하여 과실 생체중을 계산하여 최종적으로 생체중의 변화를 추정하였다.



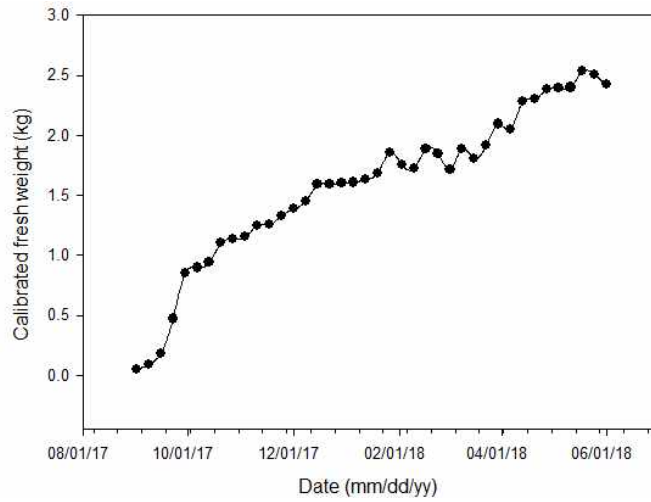
[ 파괴 조사 및 비파괴 조사를 통해 추정된 생체중의 변화 ]

- 추정된 생체중에 일주일 간격으로 무게를 측정된 낙과 또는 수확된 과실의 수확량(그림을 보정

하여 보정된 생체중을 추정하였다.



[ 주간 과실 수확량 및 낙과량 ]

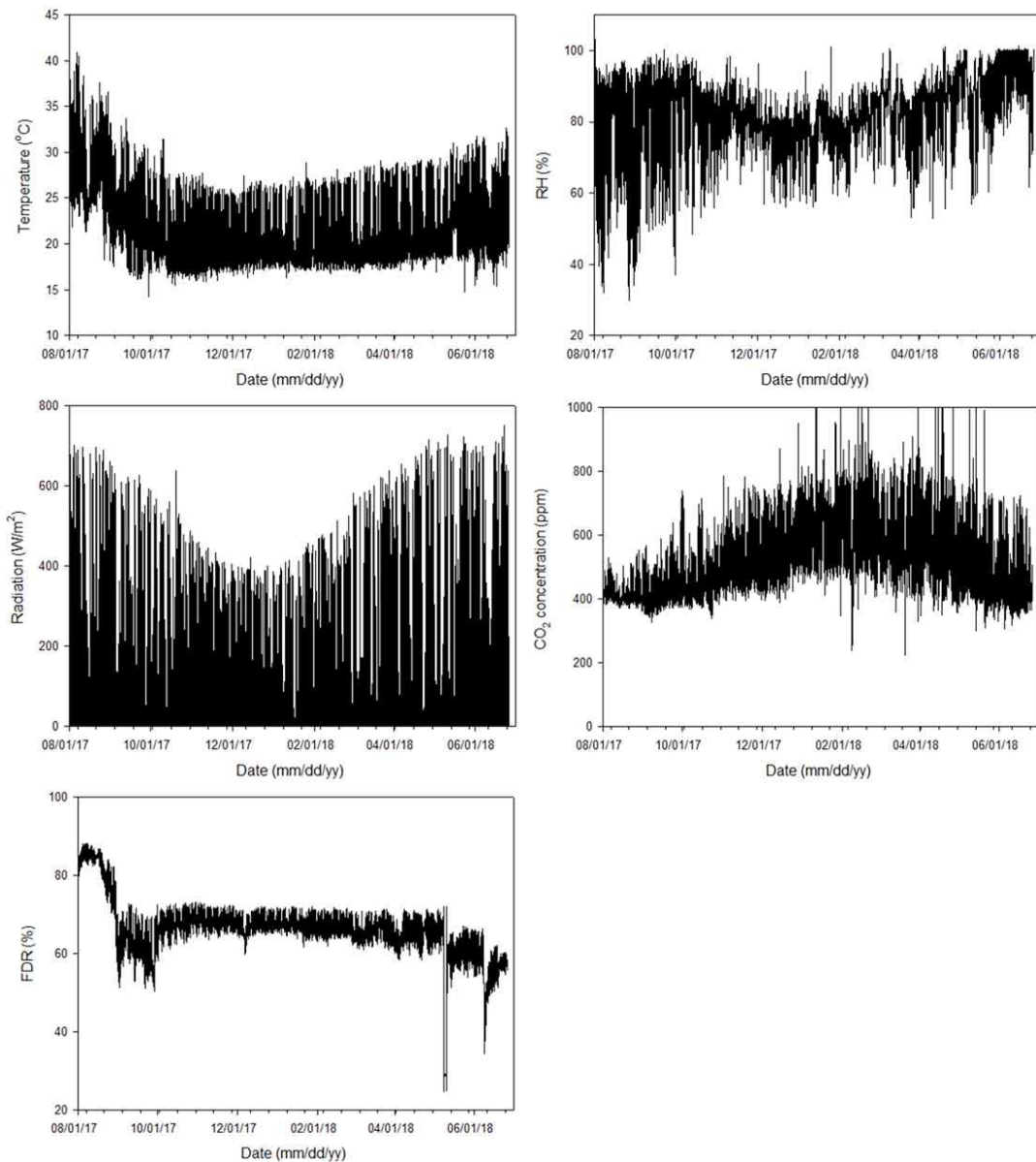


[ 낙과 및 수확량 보정 생체중 변화 ]

## 자. 현장에 적합한 생육예측 알고리즘 적용

### (1) 작물 생육 알고리즘 구조

- 현장에 적합한 생육예측 알고리즘 적용에 대하여 ‘**마. 작물 생육예측 알고리즘 개발**’ 에서 선정 한 RNN 기반 작물 생육 예측 알고리즘을 활용하였다.
- 환경 요인 중 알고리즘 정확도에 기여가 큰 온도, 습도, 광도, 이산화탄소 농도, 배지 함수율을 수집하여 알고리즘의 입력변수로 사용하였다.



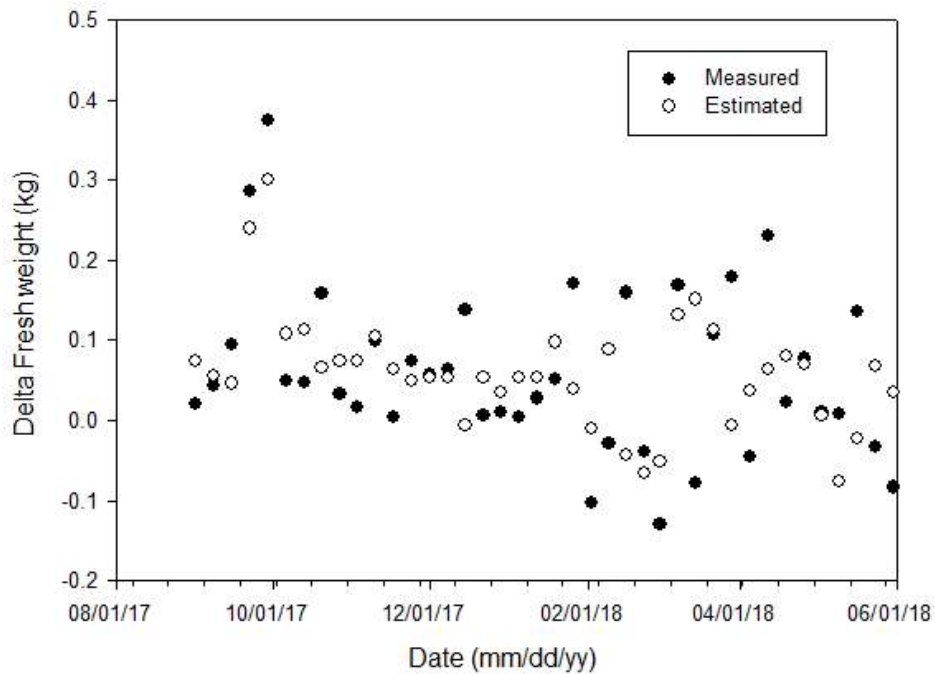
[농가 현장 수집 환경 데이터]

- 생육요인으로는 DAT 이외에 추가적으로 ‘**아. 현장에 적합한 생육예측 알고리즘 형태 보정**’ 에서 추정된 엽면적지수와 생체중을 알고리즘의 입력 변수 사용하였다.
- 출력 변수는 ‘**마. 작물 생육예측 알고리즘 개발**’ 와 동일하게 1주일간 작물의 생체중의 증가량

을 사용하였다.

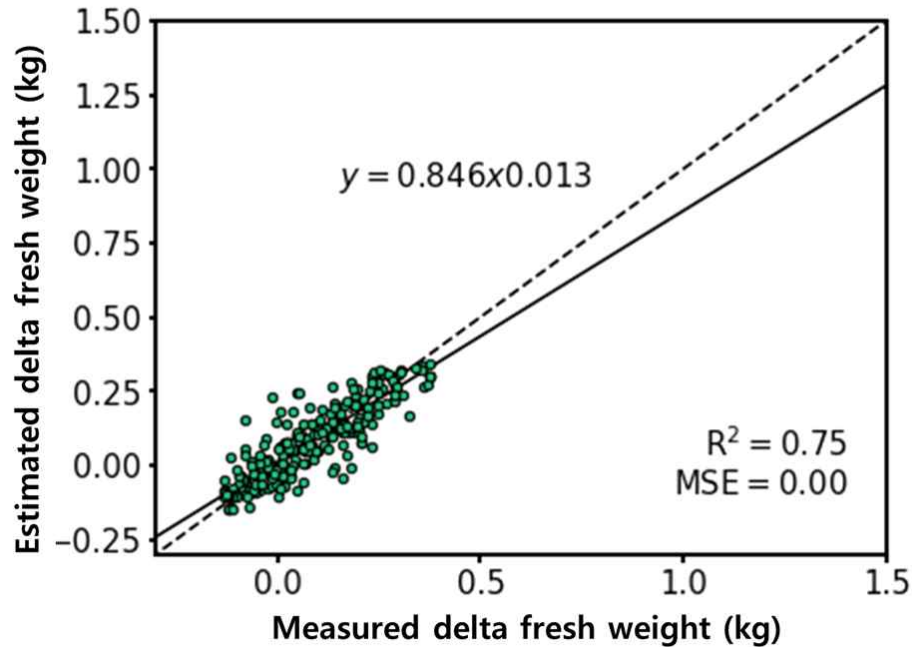
(2) 작물 생육 알고리즘 추정 결과

- 수집된 환경 및 생육 데이터를 개발된 RNN 기반 작물 생육 예측 알고리즘 학습에 적용하였다.
- 장치에 의해 측정된 생체중의 증가량과 작물 생육 예측 알고리즘이 예측한 생체중의 증가량을 비교한 결과는 다음 그림과 같다.
- 연구실 수준에서는 장치를 이용하여 데이터를 수집하여 매일 연속적인 작물의 생육 증가를 추정하는 것이 가능하지만 실증 농가에서는 일주일 간격으로 진행된 생육 조사 결과를 이용하여 생육 정보를 추정하였기 때문에



[ 생육 일수에 따른 실제 생체중 증가량 및 추정된 생체중 증가량의 변화 (실증 농가) ]





[ 실증 농가 현장에서 실제 생체중 증가량 및 추정된 생체중 증가량의 변화 비교 ]

- 광도, 온도, 습도, 이산화탄소 농도, 배지 함수율, LAI, 작물 생체중을 입력변수로 하여 작물의 생체중의 변화량을 예측한 RNN 기반 작물 생육 예측 알고리즘은  $R^2 = 0.75$ 로 비교적 높은 정확도를 나타내었다.
- ‘**마. 작물 생육예측 알고리즘 개발**’ 에서 수원 및 안성에서 추정된 결과에 비해 정확도가 감소하는 것을 확인할 수 있었는데, 이는 연구실 수준에서는 본 과제에서 개발된 장치 및 알고리즘을 이용하여 데이터를 수집하여 작물의 생육의 증가량을 매일 연속적으로 추정하는 것이 가능하였지만 실증 농가에서는 일주일 간격으로 진행된 생육 조사 결과를 이용하여 생육 정보를 추정하였기 때문에 학습에 활용된 데이터 수에 차이에 의한 것으로 판단된다.
- 하지만 본 과제가 종료됨에 따라 추가적인 장치 제작 및 보급이 어렵기 때문에, 추가적으로 과거에 다양한 온실에서 수집된 환경 데이터 및 생육정보를 ‘**아. 현장에 적합한 생육예측 알고리즘 형태 보정**’ 에 적용하여 알고리즘 학습을 위한 데이터로 확보할 경우 보다 정확도 향상이 가능할 것으로 예상된다.

## 차. 작물 생육예측 알고리즘 개발 (멜론)

### (1) 작물 생육예측 RNN (Recurrent neural network, 순환신경회로망) 알고리즘 선정

- 멜론의 생육예측 알고리즘은 마. ‘**작물 생육예측 알고리즘 개발**’ 같이 온실 내 환경 요인과 작물의 생육 정보 데이터의 시간적 간격이 존재하는 조건에서 최적의 인공신경망의 일종인 RNN을 사용하였다.

### (2) 작물 생육예측 알고리즘 입력 변수 설정

- 인공신경망 기반 작물 생육 예측 알고리즘의 입력 변수 중 환경 요인으로는 경남농업기술원에서 센서를 이용하여 수집한 온도, 광도, 습도를 활용하였다.
- 입력 변수 중 관수 처리에 대한 항목으로 경남농업기술원에서 설정한 관수량 조절 전략에 따른 급액량, 급액 EC, 급액 pH, 배액량, 배액 EC, 배액 pH를 활용하였다.
- 입력 변수 중 생육 요인으로는 경남농업기술원에서 1주일 간격으로 생육 조사를 통해 수집한 SPAD, 초장, 지재부 경경, 생장부 아래 경경, 마디 수, 엽수, 정식 후 일수, 착과 마디, 수정 후 일수를 활용하였다.

### (3) 작물 생육예측 알고리즘 출력 변수 결정

- 인공신경망 기반 작물 생육 예측 알고리즘의 출력 변수는 수확된 멜론의 과실중과 당도로 결정하였다. 이는 멜론의 경우 한 작물 개체에서 마디에 따라 영양 성장 단계와 생식 성장 단계가 연속적으로 이루어지는 파프리카의 재배 방식과 다르게, 다른 화방을 제거하여 한 작물에서 한 개의 과실만 수확하는 일반적인 멜론의 재배 방식에서 기인한다. 목표로 하는 과실이 수확되기 까지 경험한 환경 정보와 생육 정보를 통해 과실의 수확량을 예측하기 위함이다.

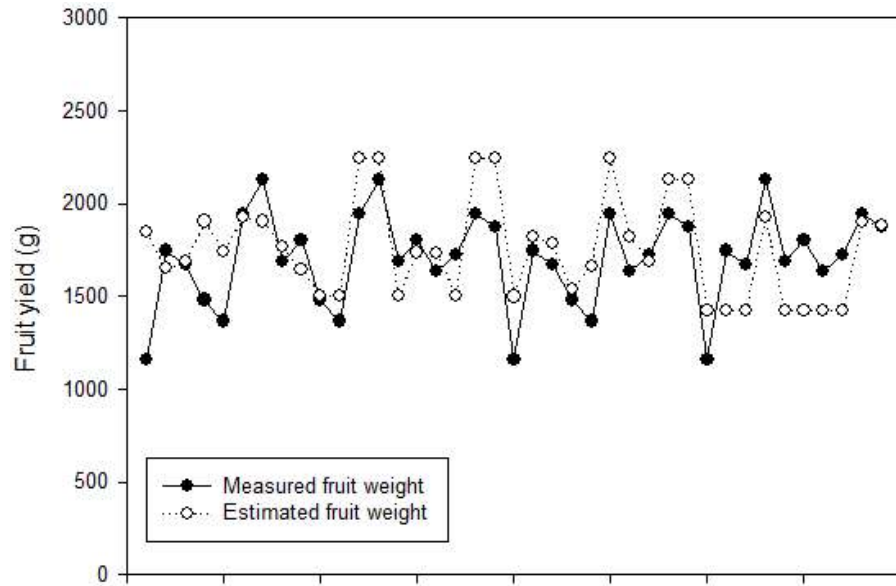
### (4) 작물 생육 예측 알고리즘 구조 결정

- RNN 학습은 2차년도에서 수행한 Python 언어 기반 수치 계산 라이브러리인 Tensorflow 1.2.1의 버전업인 Tensorflow 1.12을 사용하였으며 마찬가지로 AdamOptimizer를 사용하여 mean square error (MSE)를 낮추는 방향을 학습을 진행하였다.

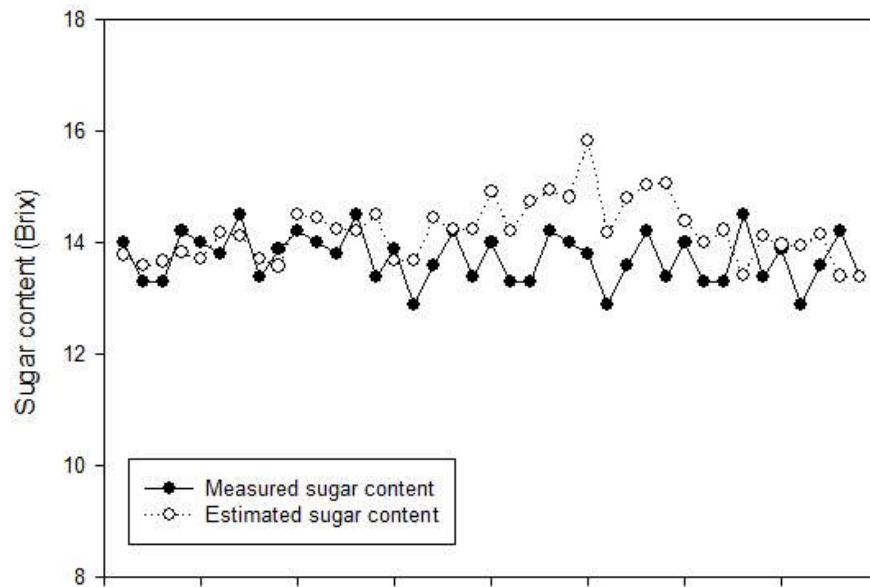
### (5) 작물 생육 알고리즘 학습 결과

- 수집된 환경 및 생육 데이터 중 2017년 재배된 4개체와 2018년 재배된 9개체의 재배 중 환경 변수와 관수 처리 조건, 생육 조사 결과를 선정된 RNN 기반 작물 생육 예측 알고리즘 학습에 적용하였다.
- 최종 수확 시점에서 측정된 과실의 생체중 및 당도에 대한 작물 생육 예측 알고리즘의 학습 결

과는 다음과 같다. 각 수확량 및 당도의 학습 정확도는  $R^2$ 는 0.971, 0.981로 나타났다.



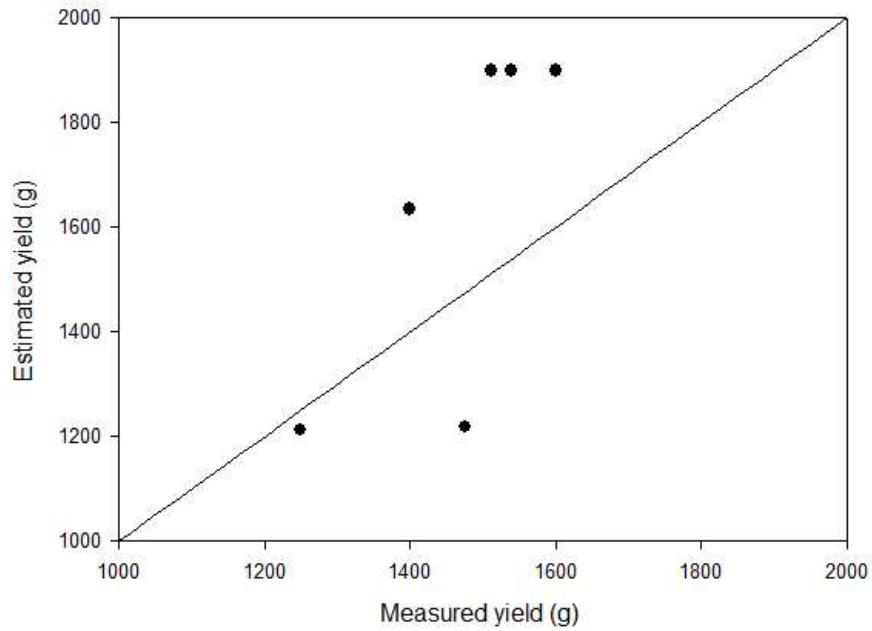
[멜론 수확량 추정 알고리즘 학습 결과]



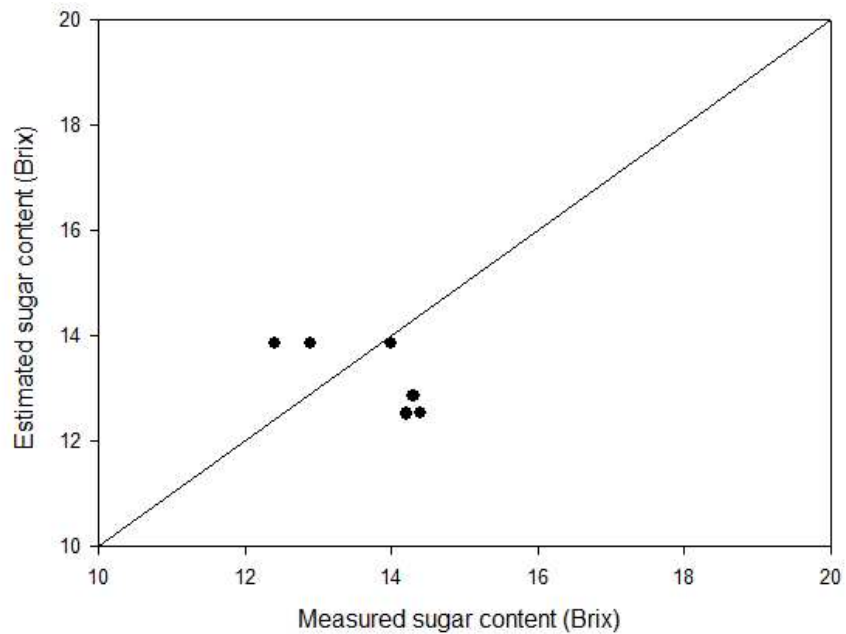
[멜론 당도 추정 알고리즘 학습 결과]

#### (6) 작물 생육 알고리즘 추정 결과

- 수집된 환경 및 생육 데이터 중 2018년 재배된 6개체의 재배 중 환경 변수와 관수 처리 조건, 생육 조사 결과를 학습된 RNN 기반 작물 생육 예측 알고리즘 학습에 적용하였다.
- 최종 수확 시점에서 측정된 과실의 생체중 및 당도에 대한 작물 생육 예측 알고리즘의 예측 결과는 다음과 같다.



[멜론 수확량 추정 결과]



[멜론 당도 추정 결과]

- 학습된 알고리즘이 추정한 멜론의 수확량 및 당도의 정확도는 각각  $R^2$  0.918, 0.959로 상대적으로 높은 수치로 나타났다. 하지만 이는 많은 양의 빅데이터를 처리하는데 최적인 인공지능망의 특성상 상대적으로 적은 수의 데이터를 이용하여 학습한 결과 과적합 (over-fitting)이 일어난 것으로 추정된다. 따라서 추가 실험을 통해 보다 다양한 조건에서 많은 양의 데이터를 확보하여 보완되어야 할 것이다.

카. 작물의 생육 및 환경정보 수집

(1) 파프리카 생육 정보 및 환경 정보 수집

(가) 파프리카 생육 및 환경 정보 수집 개요

- 유리온실 내 파프리카의 생육패턴 및 수확량 변화를 분석하여 작물 생산관리 및 수량 예측을 위한 자료로 활용하고자 수행하였음
- 경남에 소재한 벤로형 유리온실에서 수행하였으며, 과실의 착과에서 수확까지 걸린 수확소요일수 및 필요한 광량을 조사 분석하여 생육에 따른 생산량을 예측코자 함
- 연구에 사용된 품종은 적색계인 'Cupra'와 황색계인 'Fiesta' 로 정식 후 42주까지의 생육을 조사 하였으며, 수확조사는 47주까지 실시함(파종 '17. 7. 5./정식 '17. 8. 10.)
- 조사는 매주 1회 수행하였으며, 과실 수확량은 온실 전체의 수확량을 대상으로 조사 하여 월별로 10a당 생산량으로 표시하였음

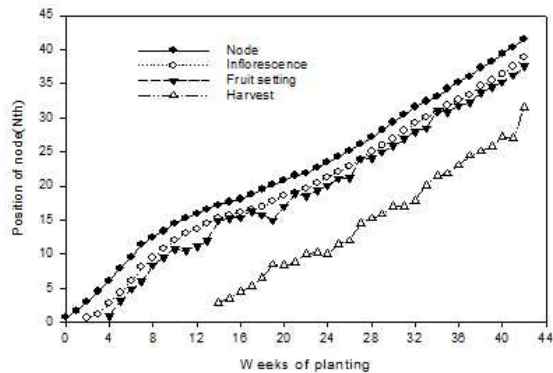


< 파프리카 재배 농가 및 생육 측정 >

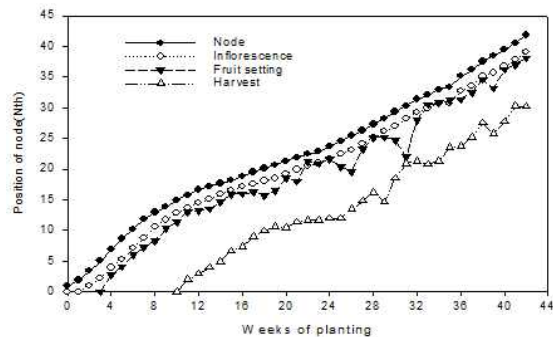
(나) 파프리카 생육 및 착과 특성

- 파프리카의 마디전개, 개화, 착과 및 수확까지의 전개에서 첫수확은 'Cupra'는 정식후 14주에, 'Fiesta'는 정식 후 11주로, 'Fiesta'가 빨랐음

<Cupra>



<Fiesta>



< 과실 착과 특성 >

(다) 과실 착과에서 수확까지의 소요일수와 누적광량

- 두 품종의 수확소요일수는 모두 1월까지 증가하다 2월부터 감소하기 시작하였으며, 수확소요일 동안의 누적 광량은 수확이 시작된 10월부터 점차적으로 증가
- 두 품종 모두 1월까지 수확소요일이 늘어남에 따라 누적광량이 많은 정의 관계였으나, 그 이후로는 수확소요일은 줄었으나, 누적광이 늘어나는 부의 관계를 가졌는데, 이는 2월 이후 늘어난 일일 광량의 영향으로 보임
- 수확소요일수와 누적 온도와의 관계에서는 소요일수와 같은 증감의 가치는 정의 관계였는데, 이는 늘어난 소요일수만큼 온도가 누적되었기 때문으로 판단됨

< 월별 수확소요일수 >

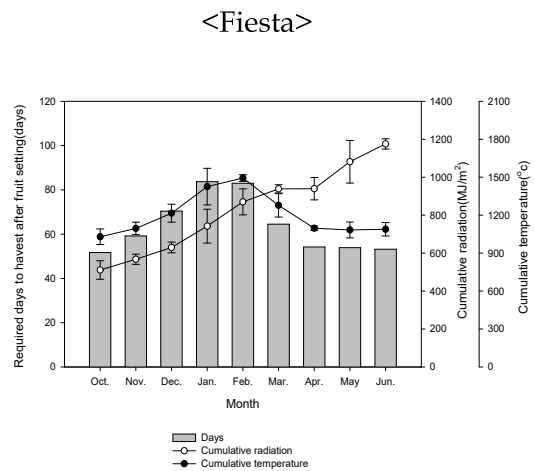
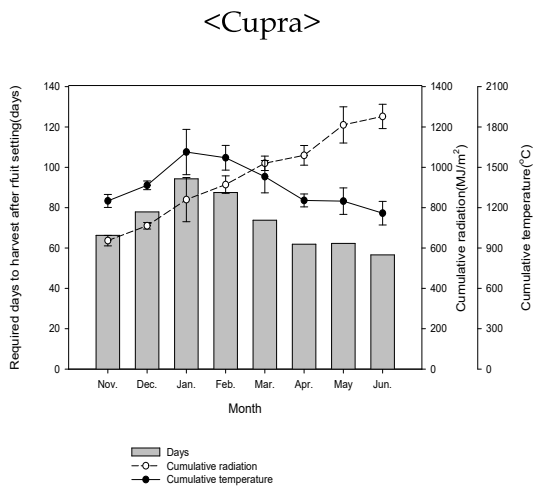
Cultivar	Variation	Required days to harvest after fruit setting (days)									
		Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Average
Cupra	Days		66.3	77.9	94.3	87.5	73.8	61.9	62.3	56.6	72.6
	SD <sup>z</sup>		3.80	2.81	9.11	6.99	8.74	2.55	4.90	3.38	13.29
	CV <sup>y</sup> (%)		5.7	3.6	9.6	7.9	11.8	4.1	7.8	5.9	18.3
Fiesta	Days	51.7	59.2	70.4	83.7	83.0	64.5	54.2	53.9	53.2	63.8
	SD	3.80	3.60	4.84	7.76	0.67	5.81	1.18	2.98	1.71	12.63
	CV(%)	7.3	6.0	6.8	9.2	0.8	9.0	2.1	5.5	3.2	19.3

<sup>z</sup>Standard deviation (n=4~5).

<sup>y</sup>Coefficient of variation (SD/Days\*100).

< 수확소요일에 따른 월별 누적광량 >

Month	누적광량 (MJ/m <sup>2</sup> )		누적광 지수 (A/B*100)
	품종		
	Cupra(A)	Fiesta(B)	
Nov.	636.6 <sup>z</sup> ±25.7	567.5±26.8	112.1
Dec.	710.2±16.2	629.7±28.4	112.7
Jan.	839.8±109.4	742.0±89.3	113.1
Feb.	914.3±43.4	875.9±57.3	104.3
Mar.	1019.9±36.8	938.7±21.7	108.6
Apr.	1059.3±48.8	939.4±58.9	112.7
May	1210.2±89.7	1081.5±112.5	111.9
Jun.	1252.2±60.1	1175.5±27.0	106.5



< 수확소요일수와 누적광, 누적온도와의 관계 >

(라) 파프리카 상품과 생산량 및 과중에 따른 수확 패턴 비교

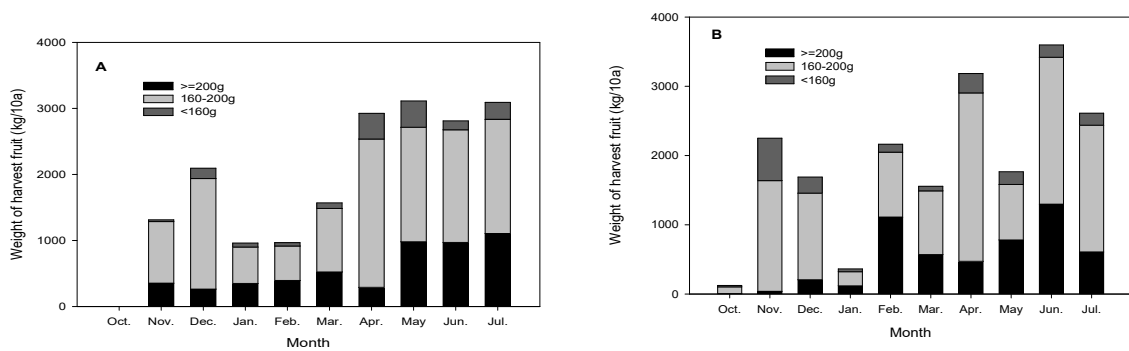
- 재배 종료 시까지의 10a당 상품과 생산량과 과중에 따른 비율을 보면, 전체 수확량 대비 12월까지의 초기 수확량이 'Fiest'가 21.0%로 높았으나, 160g 이상의 상품과 비율은 'Cupra'가 91.7%로 'Fiest'에 비해 높게 나타남
- 전체적인 과중에 따른 수확량 비율은 두 품종이 비슷하게 나타났으나, 200g 이상의 수확량은 'Cupra'는 7월에 21.1%로 가장 높았고, 'Fiest'는 6월에 24.9%로 높음
- 이러한 생산량의 알게 된다면 200g이상의 L사이즈를 선호하는 중국이나 그보다 작은 사이즈를 선호하는 일본의 수요에 대한 공급량 예측이 가능할 것으로 판단됨

< 월별 상품과 생산량 >

품종	상품과 생산량(kg/10a)										
	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Total
Cupra	0	1,313	2,095	961	967	1,570	2,925	3,113	2,812	3,091	18,848
Fiesta	123	2,251	1,690	363	2,164	1,556	3,185	1,766	3,597	2,612	19,307

< 과중에 따른 생산량 비율 >

품종	과중에 따른 비율(%)		
	≥ 200g	160-200g	< 160
Cupra	27.7	64.0	8.3
Fiesta	27.0	63.1	9.9



< 월별 과중에 따른 생산 비율 >

○ 연구 성과

- 파프리카 단계별 생육 및 착과 특성 분석
- 월별 착과에서 수확에 필요한 수확소요일수 및 누적 광량, 누적 온도 탐색
- 월별 상품과 생산량 및 과중에 따른 수확 분포 탐색
- 온실의 환경(광, 온도)과 작물의 생육패턴 및 수확량 변화의 분석을 통한 작물생산 관리 및 수량 예측의 기초 자료로 활용 가능

(2) 멜론 생육 정보 수집

(가) 멜론 생육 및 환경정보 수집 개요

- 코이어 배지를 활용한 멜론 수정재배 시 수확전 양액 공급량 감액정도에 따른 멜론의 과실 특성 및 생육 정보 수집을 위하여 경남 농업기술원 내 벤로형 유리온실에서 수행함
- 멜론 토경재배 시, 과실의 당도를 증가시키기 위하여서는 수확 전 단수의 방법을 사



용하는데, 수경재배에서는 한정된 근권부의 용적에 의해, 단수 등의 방법은 잘 사용하지 않고 있음

- 수확 15일전의 양액 공급액을 기준으로 15일전-10일전-5일전-3일전에 공급량을 0%-0%-50%-100%/50%-50%-50%-50%/30%-50%-70%-70%수준으로 감액 처리한 멜론의 과실특성 및 생육을 조사함
- 재배품종은 경남도 육성 품종인 K3를 사용하였으며, 2월 7일 파종한 다음 3월 2일 정식하였으며, 교배 및 적심은 4월 9일에서 13일 사이에 실시하였음



< 클라우드형 개방형 환경정보 수집장치와 로드셀에 의한 과중 정보 수집 >

(나) 멜론 생육 특성

- 교배 후 10일 이후 과중의 증가는 초기 비대 10일에서 15일에서 급격히 이루어졌으며, 과형비는 30일 이후 약 1.1정도를 나타냄

< 교배 후 일수에 따른 과실 생육 특성 >

교배 후 일수	과고(mm)	과폭(mm)	과형비 (과고/과폭)	과중 (kg)	과중증가 률(%)
10일	101.0 <sup>z</sup> ±6.1	76.3±2.2	1.3	0.56	
15일	121.0±2.8	98.3±1.1	1.2	0.83	48.2
20일	128.4±4.6	110.0±1.6	1.2	1.04	25.3
25일	138.2±4.6	120.1±2.9	1.2	1.23	18.3
30일	146.2±5.0	127.6±1.8	1.1	1.39	13.0
35일	150.4±5.5	132.0±2.5	1.1	1.52	9.4
40일	152.8±5.4	134.2±2.8	1.1	1.56	2.6

(다) 수확 전 양액 공급량 조절에 따른 과실 특성

- 수확 전 양액 공급량 조절에 따른 과실 생육 특성에서 양액 공급 감액률에 따른 과중 및 과실의 크기는 유의성이 없었음
- 과실의 당도 변화 및 과실의 생육에 있어서는 처리에 따른 유의적인 차이를 볼 수

없었는데, 과실 당도 변화를 위한 수경재배에서의 양액 공급방법은 수확 15일을 기점으로 50%를 감액하거나, 수확 5일전 50% 감액 후 수확 3일전 100% 단수, 그리고 5일 간격으로 30-50-70%로 점진적으로 줄여 공급하여도 당도 면에서는 차이를 나타내지 않음

- 세 처리에서 당류의 변화는 거의 유사한 패턴을 보였는데, 수확 시까지의 단당류인 Fructose와 Glucose는 점차 감소하였으며, Sucrose는 증가하는 패턴을 보임

< 수확 전 양액 공급량 조절에 따른 과실 생육 특성(비과과 연속 측정) >

일시	양액 공급 감액률 (%)	과고 (mm)	과폭 (mm)	과형비 (과고/과폭)	과중 (kg)
15일전	0-0-50-100	154.2	134.4	1.1	1.6
	50-50-50-50	157.5	130.7	1.2	1.6
	30-50-70-70	144.9	137.6	1.1	1.7
10일전	0-0-50-100	155.5	136.7	1.1	1.7
	50-50-50-50	157.5	133.6	1.2	1.7
	30-50-70-70	145.1	139.2	1.0	1.7
5일전	0-0-50-100	155.7	137.6	1.1	1.7
	50-50-50-50	158.8	135.0	1.2	1.7
	30-50-70-70	146.3	140.1	1.0	1.7

< 공급률에 따른 과실 당도 변화 >

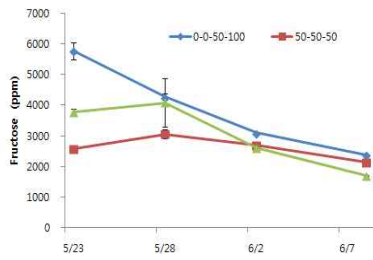
양액 감액률(%)	당도(Brix)				당도증가률 (%)
	처리구간				
	15일전	10일전	5일전	수확후	
0-0-50-100	9.5a <sup>z</sup>	10.4a	12.8a	13.5a	41.0
50-50-50-50	8.0b	9.1b	11.8a	13.2a	62.5
30-50-70-70	8.5b	10.9a	12.5a	13.3a	54.1

<sup>z</sup>DMRT(5%)

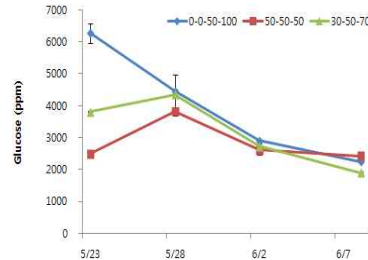
< 수확 후 과실 특성 >

<sup>z</sup>DMRT(5%)

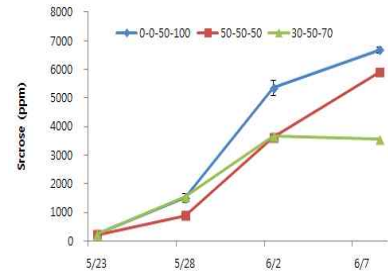
양액 감액률(%)	과고 (mm)	과폭 (mm)	과중 (g)	당도 (Brix)	생산수량 (kg/10a)
0-0-(50-100)	163.8a <sup>z</sup>	139.0a	1,681a	13.5a	3,362
50-50-50	157.5a	139.5a	1,630a	13.2a	3,260
30-50-70	157.7a	139.9a	1,642a	13.3a	3,284



Fructose 변화



Glucose 변화



Sucrose 변화

< 양액 공급 감액에 따른 당류 변화(수확 전 15일 - 10일 - 5일 - 수확 시) >

○ 연구 성과

- 수경재배에서의 수확 전 양액 공급량 줄이는 시기는 수확 전 15일 전부터로, 이 시기의 양액 공급 방법 제시
- 이때의 양액 공급은 직전 공급액의 절반, 또는 5일 간격으로 30-50-70% 감액하거나, 수확 5일전 50% 감액하다 3일전에 100% 단수하는 방법이 있음
- 당도 증진 면에서 세 방법 모두 같은 효과를 보이며, 양액 비료 절감 측면에서는 수확 3일전 100% 단수보다는 나머지 두 처리가 유리할 것으로 보임
- 수확 전 양액 공급 방법 제시로 인한 멜론 수경재배법 확립

## 타. 스마트베드 성능 분석 및 실증 테스트

### (1) 클라우드형 개방형 환경정보 수집 장치 실증

(가) 장비 구축 : 2018. 02. 13./ 경상남도 농업기술원 연구온실

- 클라우드형 개방형 환경정보 수집 장치 실증을 위하여 주관연구기관에서 만든 시제품을 경상남도 농업기술원 연구온실인 벤로형 유리온실에 설치함
- 시제품은 센서의 정확도의 의미보다는 클라우드를 이용한 정보의 안정적 수집이 목적이므로, 안정적 수집여부에 주안점을 두었음
- 시제품 실증은 기존 연구온실에서 사용하는 환경계측기와의 센싱 비교, 안정적 정보 수집 여부, 그리고 실증 상에 도출된 문제점과 애로점의 피드백을 통한 보완점 제시로 진행됨
- 계측기의 센서는 비교 계측기와의 같은 위치에서 계측이 가능토록 함
  - ※ 파프리카 농가 등에서는 수집 장치 실증에 대해 부정적 소견을 보여, 경남농기원에서 실증기로 함

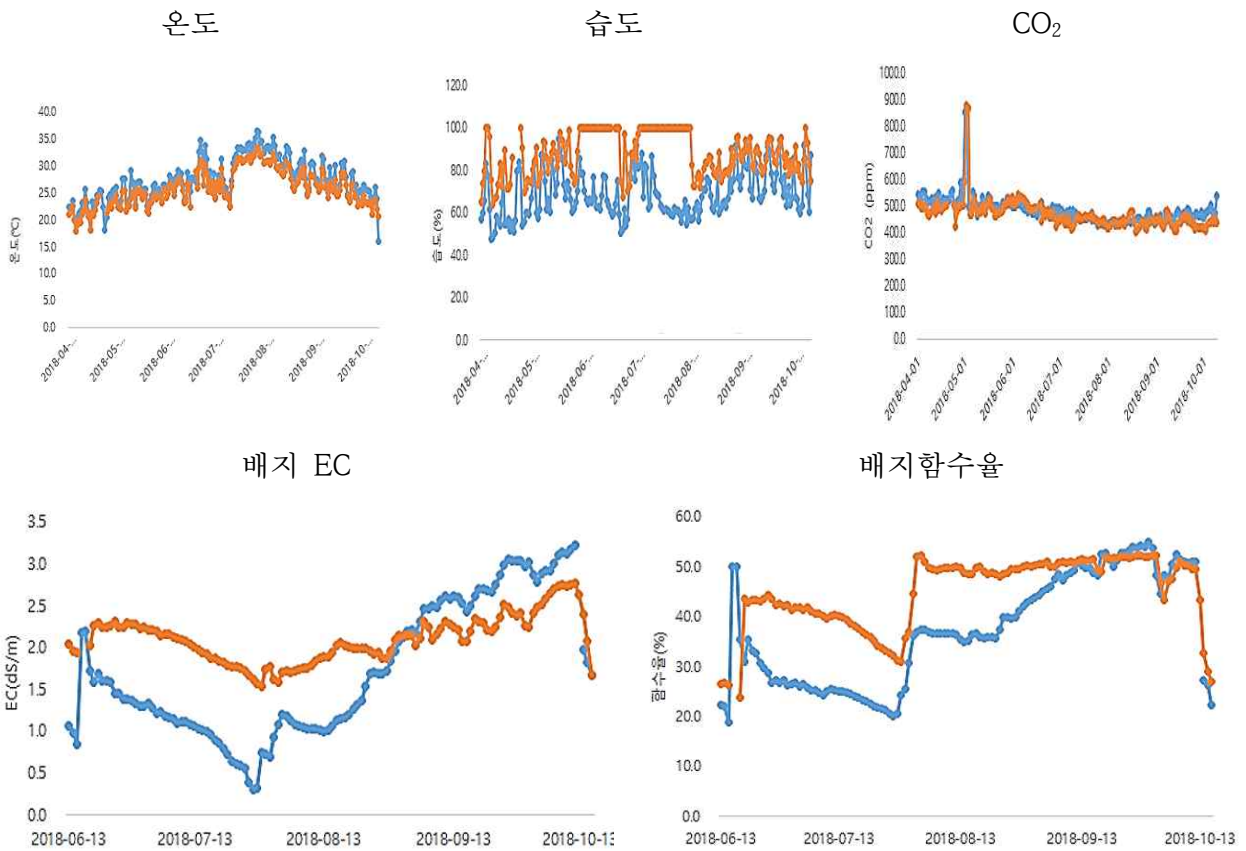


< 클라우드형 개방형 환경정보 수집 장치 구축 현장 >

(나) 클라우드형 개방형 환경정보 실증 내용

① 기존 센싱 장비와의 비교

- 시제품의 환경정보 수집 센서는 온도, 습도, CO<sub>2</sub>, 배지EC, 배지함수율 5가지임
- 비교 센서로 사용한 것 온도, 습도, CO<sub>2</sub>는 ALMEMO, 그리고 배지 EC, 배지함수율은 시제품과 동일하게 미래센서의 것을 사용함
- 환경 정보는 4월 ~ 10월 기간 수집하여 비교센서와 비교하였음
- 대조구의 평균 측정값과의 온도 -1.1, 습도 +13.7, Co2 -19.9의 편차를 보임
- 비교적 대조구의 센서 값과 일치하는 온도, CO<sub>2</sub>와 달리 습도값은 많은 차이를 보였는데, 이는 습도심지가 담긴 용기의 면적이 작아 고온 시 용기 내 수분의 증발로 인한 데이터의 왜곡으로 판단됨
- 배지 EC와 함수율은 같은 센서를 사용함에도 불구하고, 배지의 위치에 따라 큰 차이를 보이는데, 이는 배지의 칩과 더스트 비율에 따른 근권 환경이 일률적이지 않은 것에서 기인한 것을 보임



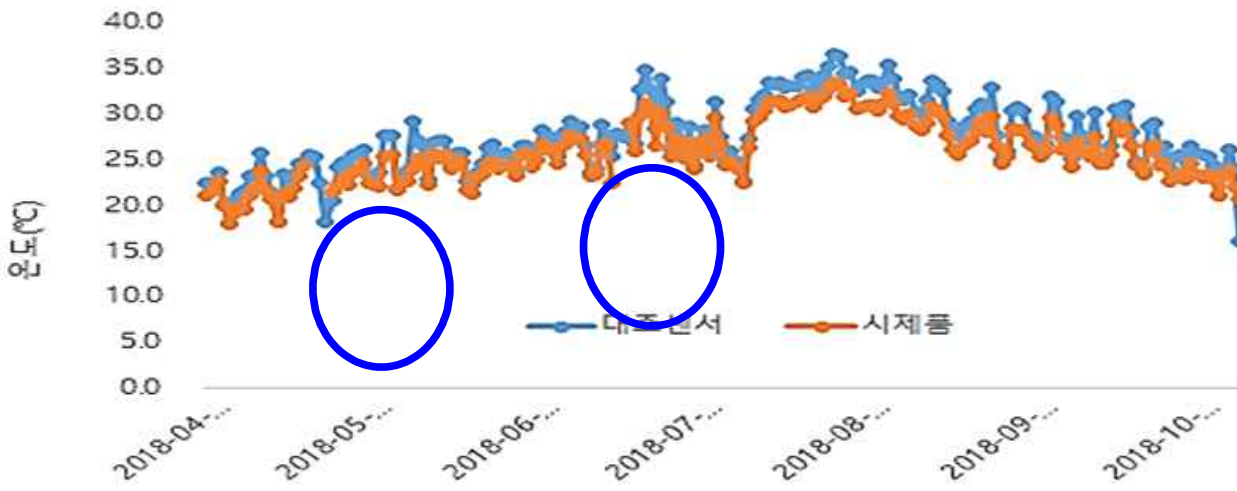
< 기존 센서와의 센싱값 비교( — 비교센서, — ) >

② 클라우드형 개방형 환경정보 장치의 안정적 정보 수집 여부

- 정보수집에 있어서 정보 저장 시 끊김 현상 발생
- 유선장치와 달리 클라우드 개방형 장치에 있어서 정보 송수신의 끊김 발생 시

data 결측 발생의 문제

- 유선의 측정방식이 아닌 이상 결측 문제는 항상 존재 : 2중적 보완 기능 필요



< 환경정보의 결측치 >



44	1구역	온도	2018-03-01 23:20:02.0	10.20
45	1구역	온도	2018-03-01 23:30:02.0	10.40
46	1구역	온도	2018-03-01 23:40:02.0	10.40
47	1구역	온도	2018-03-01 23:50:02.0	10.40
48	1구역	습도	2018-03-01 00:00:50.0	89.70
49	1구역	습도	2018-03-01 00:10:50.0	86.90
50	1구역	습도	2018-03-01 00:20:50.0	88.80
51	1구역	습도	2018-03-01 00:30:50.0	91.40
52	1구역	습도	2018-03-01 00:40:50.0	82.90
53	1구역	습도	2018-03-01 00:50:50.0	88.30
54	1구역	습도	2018-03-01 01:00:50.0	82.90
55	1구역	습도	2018-03-01 01:10:50.0	84.00
56	1구역	습도	2018-03-01 01:20:50.0	87.70



날짜	시간	구역	내부온도(°C)	상태습도(%)	CO2(ppm)	배지황수용 배
2017-07-01	0:00:00	1	24	100	419.17	75.68
2017-07-01	0:05:00	1	24	100	424	75.62
2017-07-01	0:10:00	1	23.92	100	422.5	75.6
2017-07-01	0:15:00	1	23.9	100	422.83	75.6
2017-07-01	0:20:00	1	23.9	100	419.69	75.52
2017-07-01	0:25:00	1	23.82	100	424.79	75.42
2017-07-01	0:30:00	1	23.88	100	422.69	75.4
2017-07-01	0:35:00	1	23.9	100	422	75.4

< 네트워크 오류 내용 및 데이터 수집의 애로 사항 제시 >

## 파. 생육 알고리즘 학습을 위한 데이터 수집 보완 계획

### (1) 생육 및 환경 정보 수집 계획

#### (가) 생육 알고리즘 개발을 위한 데이터 수집 현황

- 인공지능기반 생육 알고리즘 개발 시 전체 작기를 대상으로 생육과 환경정보를 수집하다 보니, 긴 수집기간 대비 수집데이터의 양은 한정적인 결과를 가져옴
- 생육 알고리즘 개발을 위하여, 2년에 걸쳐 선도농가와 농업기술원에서 생육 정보 및 환경데이터 수집하였으나, 인공지능 알고리즘의 학습을 위해서 데이터의 추가 확보가 필요할 것으로 판단됨

#### (나) 생육 알고리즘 개발을 위한 데이터 수집 계획

- 공동 연구기관의 알고리즘 학습에서 input값으로 광도, 온도, 습도, 이산화탄소 농도, 배지 함수율, LAI, 작물 생체중 등의 인자를 사용하였는데, input값을 변화를 유도하여 환경과 연계시킨다면 좀 더 다양하고 많은 데이터의 수집이 가능할 것으로 보임
- 농가의 경우 input값의 변화를 유도하기가 쉽지는 않으나, 연구온실에서는 권근부 환경이라든지 온도, 습도, CO2 등의 환경 변화값을 유도 가능함. 본과제의 진행에 있어서도 멜론의 경우 근권부 환경에 변화를 주어 생육정보를 수집, 알고리즘 학습을 시킴
- 생육환경을 다양하게 변화시켜 생육정보와 연계한 데이터를 수집한다면 좀 더 효율적으로 알고리즘 학습을 위한 데이터 수집이 가능할 것으로 판단됨
- 또한 전주기 데이터뿐 아니라 재배 주기를 세분화하여 다양한 환경 하에서의 데이터를 이용, 학습 할 수 있도록 할 예정이며 경남농업기술원에서는 환경변화에 따른 작물 생육과 환경 수집정보를 공동 연구기관과의 공유를 통해 좀 더 완성도 있는 알고리즘이 되도록 노력할 예정임

# 제 3장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

## 1절 목표 및 달성 여부

### 1. 과제 목표 달성

구분	세부과제명	세부연구목표	연구개발 내용 및 범위	달성도
1차 년도	인공지능 기반 IoT 클라우드형 개방형 스마트 팜 통합제어장치 개발 및 산업화 (주 이지팜)	도메인 융합형 Farm Cloud 서비스 개발	Private Cloud기반 통합 개발 환경 구성	100
			서비스 공급자를 위한 SDK 설계	100
		클라우드 기반 온실 모니터링 및 제어 기술 개발	생육정보, 생산량정보, 에너지 용량정보, 모니터링 등 사용자 서비스 설계	100
			클라우드기반 온실환경 IoT 모니터링 시스템 설계	100
			클라우드 기반 온실 장비 제어 시스템 설계	100
			이전 연구과제인 온실통합제어기와 연계한 DD컨버터 설계	100
	스마트 팜용 Private Cloud를 위한 기술 및 표준 데이터 수집용 미들웨어 개발 (서울대 이중용)	스마트 팜용 클라우드 모니터링 툴 및 관리시스템 개발을 위한 클라우드 노드 세팅 및 환경설정	테스트 클라우드 환경을 구축하기 위해 클라우드 노드를 세팅하고 환경을 설정	100
		표준 데이터 수집용 미들웨어의 설계	스마트 팜서비스에서의 활용을 위하여 표준 데이터들의 수집과 저장방법 설계	100
	인공지능 기반 생육 알고리즘 기술 개발 (서울대 손정익)	인공신경망 기반 작물 생육 예측 알고리즘을 위한 환경 및 생육정보 수집체계 구축	작물 생육 예측 알고리즘을 위한 인공신경망 적용성 분석	100
			인공신경망 기반 생육예측 알고리즘을 위한 환경 정보 및 생육정보 수집 체계 정립	100
인공지능형 스마트 팜 상용화를 위한 현장 테스트베드 검증 및 구축 (경남농업기술원)	시설 파프리카를 위한 생육 알고리즘 개발을 위한 테스트베드 구축	파프리카 내·외부 환경, 근권부 환경 모니터링 및 데이터 수집을 위한 스마트스케일 세팅 환경 모니터링 및 환경 데이터 수집 생육데이터 수집	100	



	현장에 보급된 스마트 팜 센서 및 구동기 특성값 조사 (주)한국농산업조사연구소	센서노드와 제어노드에 연결될 센서 및 구동기 종류별 3종 이상의 특성값 조사를 통해 특성테이블 관리 시스템 구축을 위한 제품분석	센서, 구동기 유형별 선호도 조사 선호도가 높은 센서/구동기별 신호 특성 분석	100
2차 년도	인공지능 기반 IoT 클라우드형 개방형 스마트 팜 통합제어장치 개발 및 산업화 (주)이지팜	도메인 융합형 Farm Cloud 서비스 개발	서비스 공급자를 위한 SDK 개발 생육정보, 생산량정보, 에너지 사용량정보, 모니터링 등 사용자 서비스 개발	100
			다국어 버전 개발	100
		클라우드 기반 온실 모니터링 및 제어 기술 개발	클라우드기반 온실환경 IoT 모니터링 시스템 및 온실 장비 제어 시스템 개발	100
			이전 연구과제인 온실통합제어기와 연계한 DD컨버터 개발	100
	스마트 팜용 Private Cloud를 위한 기술 및 표준 데이터 수집용 미들웨어 개발 (서울대 이종용)	스마트 팜용 클라우드를 위한 모니터링 툴 구현	openstack 대시보드 Horizon 분석 모니터링 툴 비교 분석 Horizon & Catci 연동 모니터링 툴 설계 및 구현	100
			농업용 공공데이터에 대한 평가 기상청 OpenAPI 분석 농정원 도매시장 가격정보 OpenAPI 분석 미들웨어 설계 및 구현 2개 공공데이터 수집 및 연동 테스트 완료	100
	인공지능 기반 생육 알고리즘 기술 개발 (서울대 손정익)	작물의 환경 요인들에 대한 생육 특성 분석	작물의 생육 특성상 1년차 연구내용 연속	100
		인공신경망 기반 환경 및 생육정보 분석 시스템 구축	인공신경망 학습을 위한 구조, 입력 및 출력 변수 결정	100
		생육예측을 위한 인공신경망 기반 데이터 학습 및 알고리즘 개발	실시간 환경정보 및 생육정보 측정 시스템을 이용한 인공신경망 학습 및 알고리즘 개발	100
	인공지능형 스마트 팜 상용화를 위한	생육 알고리즘 개발을 위한 테스트베드 구축을 위한 시범	스마트 팜 기술현장 테스트베드 구축 : 2농가 온실 환경 연속 데이터 수집	100

	현장 테스트베드 검증 및 구축 (경남농업기술 원)	확대 적용(파프리카, 멜론)	작물 생육 전작기 생육 정보 수집 및 분석	
			중·대형 온실을 활용한 작물 생육정보 및 환경정보 수집	100
			농가 적용을 통한 테스트베드 시범 확대	100
3차 년도	인공지능 기반 IoT 클라우드형 개방형 스마트 팜 통합제어장치 개발 및 산업화 (주 이지팜)	도메인 융합형 Farm Cloud 서비스 개발	테스트 범위 및 통합테스트 환경 구성	100
			현장적용을 통한 통합테스트 및 기능개선	100
		클라우드 기반 온실 모니터링 및 제어 기술 개발	테스트 범위 및 통합테스트 환경구성	100
			현장적용을 통한 통합테스트 및 기능개선	100
	스마트 팜용 Private Cloud를 위한 기술 및 표준 데이터 수집용 미들웨어 개발 (서울대 이중용)	스마트 팜용 클라우드를 위한 관리시스템 구현	스마트 팜용 클라우드 관리 시스템 설계	100
			스마트 팜용 클라우드 관리 모듈 개발	100
			스마트 팜용 클라우드 관리 모듈과 모니터링 툴 통합	100
			스마트 팜용 클라우드 관리시스템 운영	100
	표준 데이터 수집용 미들웨어의 구현	표준 데이터 수집용 미들웨어의 구현	3개의 목표 표준 데이터의 선정	100
			목표 표준 데이터를 수집하는 미들웨어의 개발 및 운영	100
			스마트 팜 클라우드 서비스와의 데이터 연동	100
	인공지능 기반 생육 알고리즘 기술 개발 (서울대 손정익)	인공신경망 기반 작물 생육 예측 기술 개발	작물 생육예측 모델 개발 (알고리즘 완성)	100
			작물 생육예측 모델 검증	100
		인공신경망 기반 생육예측 모델의 현장 적용	현장에 적합한 생육예측 알고리즘 형태 보정 현장에 적합한 생육예측 모델의 적용	100 100
	인공지능형 스마트 팜 상용화를 위한 현장	작물 생육 및 환경정보 수집	작목별 정보 수집 : 파프리카(대형 선도농가), 멜론(경상남도 농업기술원 재배온실)	100

테스트베드 검증 및 구축 (경남농업기술 원)			생육예측 모델 적용을 통한 검증	일부 적용됨
	협동연구기관 개발 시제품 성능 실증 및 분석		개발시제품 현장 적용 : 2개소(경상남도 농업기술원내, 농가)	50% (농가 설치 거부에 의한 일부 설치)
			개발시제품 성능 분석	100

## 2. 정량적 목표 달성

### 가. 정량적 목표 대비 달성 여부

성과목표	정량지표										정성지표								
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍 보		기 타 (타 연 구 활 용 등)
	특 허 출 원	특 허 등 록	품 종 등 록	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논 문		학 술 발 표			정 책 활 용	홍 보 전 시	
												SCI	비 SCI						
단위	건	건	건	건	백만 원	건	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건		
가중치	5	5		5		30			30				15					10	
최종목표	3	3		1		2			4			2	1	3				2	
1 차 년 도	목 표																		
	실 적																		
2 차 년 도	목 표	1			1	1			2			1	1	2				1	
	실 적	1			1	1	40 5		2			1	2	3				2	
3 차 년 도	목 표	2	3			1			2			1						1	
	실 적	2	3			1			4				2	2				2	
합 계	목 표	3	3		1	2			4			2	1	3				2	
	실 적	3	3		1	2	40 5		6			1	4	5				4	

나. 정량적 목표 달성 세부 내역

- (1) 특허
- (가) 출원

No	출원일	출원기관	발명의 명칭
1	2017.10.27	(주)이지팜	클라우드 컴퓨팅을 이용한 스마트 팜 제어 방법
2	2018.03.24	(주)이지팜	클라우드 컴퓨팅과 원격 센서를 이용한 스마트 팜 제어 방법
3	2018.09.06	(주)이지팜	클라우드 컴퓨팅과 원격 센서를 이용한 스마트 팜 제어기

- (나) 등록

No	등록일	등록기관	발명의 명칭
1	2018.07.29	(주)이지팜	클라우드 컴퓨팅을 이용한 스마트 팜 제어 방법
2	2018.12.28	(주)이지팜	클라우드 컴퓨팅과 원격 센서를 이용한 스마트 팜 제어기
3	2018.12.28	(주)이지팜	클라우드 컴퓨팅과 원격 센서를 이용한 스마트 팜 제어 방법

- (2) 기술실시(이전)

No	기술이전 유형	기술실시계약명	기술실시 대상기관	기술실시 발생일자	기술료 (당해연도 발생액)	누적 징수현황
1	직접실시	클라우드 기반 스마트팜 데이터 수집 기술	(주)이지팜	2018.03.19	-	-

- (3) 사업화(제품화)

No	사업화 방식	사업화 형태	지역	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내	국외		
1	자가실시	신제품개발	국내	클라우드 기반의 센서/구동기 데이터 보정을 위한 장비특성정보관리 소프트웨어	이지팜 개발 소프트웨어 납부	(주)이지팜	405 백만원		2017	2년
2	자가실시	신제품개발	국내	클라우드 기반의 온실 운영 모바일서비스 소프트웨어 상용화	이지팜 개발 소프트웨어 납부	(주)이지팜				

- (4) 고용창출

2차년도(2017년) 2명, 3차년도(2018년) 4명

(5) 논문

(가) SCI

No	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	게재일	등록번호
1	Estimation of Leaf Areas of Paprika via Leaf Length and Width and Node Number Using Regression Model and Artificial Neural Network	원예과학기술지	이준우		대한민국	한국원예학회	2018.04	

(나) 비SCI

No	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	게재일	등록번호
1	Multilayer perceptron model to estimate solar radiation with a solar module	Engineering in Agriculture, Environment and Food	Joonyong Kim		international	Asian Agricultural and Biological Engineering Association	2017.12	
2	A Three-Layers Sensor System Architecture Implemented to Automated Weather Station for Smartfarm	International Journal of Agriculture and Environmental Research	Joonyong Kim	Vol. 3 Issue 6	international	Malwa Int. Journals Publication	2017.12.31	ISSN: 2455-6939
3	Analysis of Growth Characteristics and Yield Pattern of ‘Cupra’ and ‘Fiesta’ Paprika for Yield Prediction	Protected Horticulture and Plant Factory	Kyong Hee Joung				2018.10	
4	Building a Private Cloud-Computing System for Greenhouse Control	Journal of Biosystems Engineering	Joonyong Kim	Vol. 43 Issue 6	international	The Korean Society for Agricultural Machinery	2018.12	eISSN : 2234-1862 pISSN : 1738-1266

(6) 학술발표

No	회의명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	2017년 (사)한국생물환경조절학회 정기총회 및 춘계 학술대회	이준우	2017.05.10	전남대학교	대한민국
2	2017 한국농업기계학회 추계학술대회	김준용	2017.10.27	전라남도 광주	대한민국
3	(사)한국생물환경조절학회	정경희	2017.10.20	경상대학교	대한민국
4	9th International Symposium on Machinery and Mechatronics for Agriculture and Biosystems Engineering (ISMAB)	박동혁	2018.05.28	제주	대한민국
5	한국원예학회 추계학술발표회	정경희	2018.10.17	여수엑스포컨벤션센터	대한민국

(7) 홍보전시

No	행사명칭	일시	장소
1	농업·헬스케어·스마트팜 분야 IoT플랫폼 적용사례 세미나 및 기술 상담회	2017.09.19	코엑스 402호
2	2017 진주국제농식품박람회	2017.11.11.~12.	진주종합경기장
3	‘한국형 스마트 온실’ 특별 전시	2018.8.14~8.24	농촌진흥청 농업과학관 1층
4	2018 농업기술박람회	2018.7.18.~7.21	창원 컨벤션센터

(8) 기타 (저작권)

No	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록번호	저작권자명	기여율
1	스마트 팜용 시설 클라우드를 위한 모니터링 톨 연계 시스템	2017.08.11	서울대학교 산학협력단	2017.11	C-2017-0 28541	서울대학교 산학협력단 외 1인	100%

## 2절 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등)

### 1. 생육 예측 모델을 통한 검증

- 사유 : 인공지능형 생육 예측 모델 개발을 위하여 측정 생육 및 환경정보가 공유되었으나, 연구개발 기간 동안의 짧은 기간 안에서의 데이터로는(1~2년의 짧은 기간, 적은 조사 범위) 이에 대한 모델을 완벽히 검증하기에는 한계가 있었음
- 대책 : 추가적인 빅데이터의 수집을 통해 인공지능형 생육예측 모델을 확립하고, 이를 농업기술원내의 온실 및 농가에 적용하여 추가 검증할 예정임

### 2. 개발 시제품 현장 적용

- 사유 : 클라우드형 개방형 환경 정보 측정 장치를 조사 농가에 설치하여 적용하려고 했으나, 대부분의 농가에서는 기존 시스템 이외의 시설이 들어오는 것을 꺼려서 적용하기가 어려웠음.
- 대책 : 파프리카 등의 온실 이외의 중소 농가 및 스마트 팜 기술이 적용되지 않은 농가를 대상으로 추후 설치하여 검증토록 할 예정임. 일부 포도, 딸기 등의 재배 농가에 적용하여 일부 기능에 대해서는 검증을 진행하고 있음.

### 3. SCI 논문

- 사유 : 본 연구과제 수행에서 이룬 성과에 대해 다음과 같이 투고하였으나, 해당 저널의 경우 평균 게재 여부 결정 소요 기간이 12.1주로 본 과제 평가 전 최종 게재 여부 확인 및 최종 출편이 어려운 상황이나 최종 게재에는 어려움이 없을 것으로 사료 됨.

투고일 : 2019년 1월 10일

Journal: Agricultural Water Management

Title: Predicting transpiration rates of hydroponically-grown paprika via an artificial neural network using environmental and growth factors in greenhouses Corresponding

Author: Jung Eek Son (서울대학교 손정익교수)

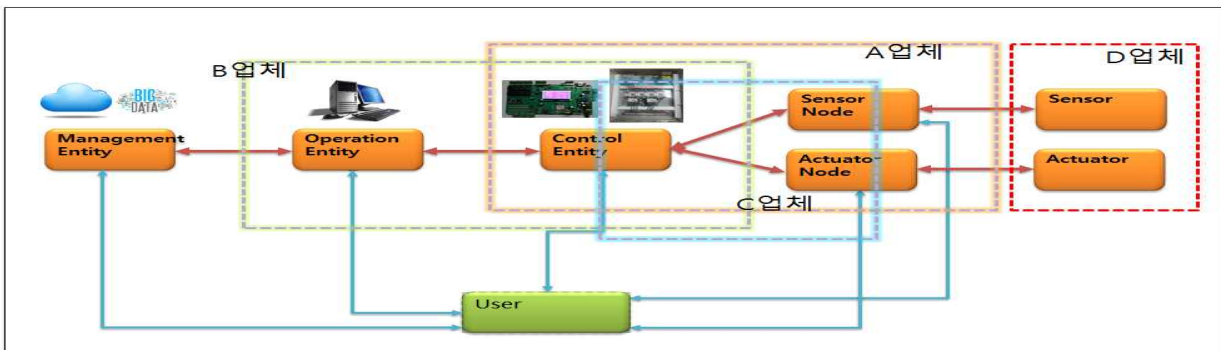
(해당 저널은 SCI 저널로 impact factor는 3.182임)

# 제 4장 연구결과의 활용 계획 등

## 1절. 연구개발 결과의 활용 방안

### 1. 개발결과물을 통한 기업간 상생플랫폼의 구축

- 가. 센서노드, 제어노드에 연결되는 센서 및 구동기 특성테이블 관리시스템을 통해 현장의 주요 센서, 구동기들이 별도의 작업 없이 바로 사용할 수 있는 서비스 체계를 구현
- 나. 복합환경제어기 업체 또는 작물별 알고리즘과 관리기술을 가지고 있는 연구자, 컨설팅 기업이 본 연구의 결과물을 활용하여 스마트 팜 환경관리프로그램을 개발하여 상용화
- 다. 대형온실, 중소형 온실에서의 파프리카, 멜론의 생육환경 데이터의 수집을 통해 인공지능 기반 생육 예측 알고리즘 개발의 기초 자료로 활용
- 라. 시제품 실증을 통한 상호 피드백으로 문제점 도출 및 보완점 제시
- 마. 이를 통해 농업인은
  - 현재의 각 업체별 비표준 시스템을 사용함으로써 벌어지는 센서 교체 시 기존 제품만 사용해야되는 불편함과 A/S 문제들을 해소하고 온라인 등 쇼핑몰에서 호환가능한 제품을 구매하여 교체
- 바. 복합환경제어 업체들은
  - 복합환경제어기(H/W)를 만드는 업체, 복합환경제어프로그램(S/W)를 만드는 업체들로 분화되어 각자의 전문 역량에 맞게 사업을 영위
- 사. 센서, 구동기 업체들은
  - 그동안 센서, 구동기 업체들은 별도의 응용 프로그램을 동시에 개발하지 않으면 독자적 시장 진출이 어려웠고, 기존 복합환경제어기 업체들에 부품을 납품하는 수준에서 그쳐왔음
  - 상호호환이 보장되는 플랫폼을 통해 안정된 시장 형성이 가능해지게 되면 온습도 센서, CO2센서, EC, PH 센서 등 센서 유형별 경쟁이 이루어지는 시장이 형성될 것임



<각 기업별로 전문역량에 맞게 비즈니스 영역을 설정하여 경쟁하는 체계 구현>



## 2. 실용화, 제품화 방안

- 가. SDK(소프트웨어 개발 도구)를 제공하여 기존 복합환경제어기 업체 또는 연구자, 컨설팅 업체들이 자신이 가지고 있는 산지 네트워크를 활용하여 작물별, 조직별 영업망을 구축하고 스마트 팜 시장에 진출하도록 유도
- 나. 클라우드 기반 온실 내부 및 외부 환경 정보 센싱 및 정보수집 기술인 오픈소스 기반 센서노드, 제어노드, 스마트링크 등의 제품의 스펙을 공개함으로써 누구나 제품제작이 가능하도록 플랫폼 형성

### (1) 제품화 방안

- 한국농식품ICT융복합산업협회(회원사 34개소), 한국시설원예ICT융복합협동조합(회원사 6개소) 등과 함께 오픈소스 기반 통신모듈(센서/제어노드, 스마트링크 등)을 공동 제작
- 1,000개 이상 제작 시 제작 비용이 저렴해질 수 있으므로 여러 업체들과 공동의 컨소시엄을 통해 공동제작
- 클라우드 서비스는 이지팜이 주도로 계속 운영하고 스마트 팜 운영 프로그램을 각 기업 별로 개발하도록 기술 지원 및 클라우드 과금(B2B 모델)
- 이지팜은 이들 기업이 농업인에게 부가적인 서비스 제안이 가능한 다양한 응용프로그램을 개발하여 스마트 팜 운영 프로그램 보급업체들에 번들로 제공
- 일부 중소형 온실을 운영중인 젊은 농업인들을 타겟으로 온라인 쇼핑몰을 구축하여 DIY 서비스로 자가 설치 후 클라우드 연결하여 월 사용료를 내는 B2C 모델은 이지팜이 직접 운영하되 장기적으로는 이들이 생산성 향상과 연계된 서비스를 받을 수 있도록 “스마트 팜 운영 프로그램” 제공업체들에게 연결하는 상생 플랫폼 비즈니스 구현

## 3. 클라우드 공유 플랫폼 모델

- 가. 본 과제에서 개발된 클라우드는 Farm as a Service (FaaS)로 내부에 SaaS, PaaS, IaaS로 구성되어 있음.
- 나. FaaS는 경영과 생산에 방점을 두고 구현된 클라우드로, 유통과 판매를 위한 클라우드와는 구분이 되며 서로 상호보완관계로 관리되고 운영될 필요가 있음.
- 다. SaaS 는 사용자에게 제공되는 서비스로 생산자, 생산자 단체, 전문가 (컨설턴트)를 주요 사용자로 하는 서비스 임.
- 라. 장비제조사의 경우 기업간 상생플랫폼에서 설명한 바와같이 SDK를 통하여 FaaS와 연동되는 장비를 개발할 수 있으며, 장비공급자로서 FaaS 서비스 참여가 가능함. 이때 장비는 PaaS를 통해서 연동될 수 있음.
- 마. 장비공급업체 이외에도 씨드파티 서비스 개발업체에서 서비스 런칭이 가능함. PaaS를 통해 FaaS에 적재된 데이터를 이용하여 가공된 콘텐츠를 생산할 수 있으며, 이러한 콘텐츠를 기반으로 별도 과금이 가능한 서비스를 개발하여 런칭할 수 있음.
- 바. 클라우드 운영자 입장에서는 사용자, 서비스 제공자, 장비 공급자등의 상황에 맞춰 IaaS를 효율적으로 운영할 수 있게 됨.

#### 4. 해외시장

가. 경쟁업체들의 핵심 경쟁력 : 클라우드 서비스 및 이와 결합된 IoT 디바이스 연합

(1) 네덜란드 프리바는 50년 이상의 축적된 데이터와 네덜란드 공공건물의 50% 이상 공조관리를 맡고 있는 노하우를 바탕으로 매우 규모화된 온실에 대한 최적 서비스를 창출하고 있음

- 이 시스템이 필요한 농가는 국내에 1%도 안되는 유리온실 정도이므로 이를 벤치마킹하기 보다는 일본 아키사이 서비스가 경쟁이 될 것으로 판단됨

(2) 일본의 아키사이는 축산, 양돈, 시설원예, 노지과수 등 서비스 작물의 범위가 넓고, 경영관리부터 생산, 판매까지 도메인융합형 클라우드 서비스를 구현하고 있음

나. 글로벌 선두기업인 네덜란드의 Priva와 후지쯔에서 서비스하는 아키사이 서비스 등 해외시장에 대한 조사 및 분석을 하였으며, 이를 근간으로 한국형 팜클라우드와 관련 업체들간의 네트워크가 구성되고, 상호 이해를 바탕으로 표준기반, 개방형 H/W와 S/W 등을 내세워 시장 진입 시 아키사이와의 경쟁에서 우위점 있는 플랫폼으로 발전할 수 있을 것임

(1) 현재 해외시장은 일부 복합환경제어기 와 양액기를 생산하는 업체(우성하이텍, 동우, 신한에이텍 등)들이 복합환경제어기 판매가 아닌 양액기 및 구동기 등을 판매하는 수준

(2) 기 개척 시장을 활용하여 클라우드 서비스로 단순환경제어 시장부터 조금씩 해외시장을 개척할 수 있다고 판단됨

(3) 온실 설치 업체, 농자재업체(비닐, 양액, 비료 등)들과 연합하여 해외시장에서 온실을 구축하고 운영, 교육, 컨설팅까지 통합 마케팅을 구현할 수 있을거라고 판단됨

## 2절. 기대성과 및 파급효과

### 1. 기술적 측면

- 가. 인공지능망 기반 지능형 스마트 팜 서비스를 위한 공통 프레임워크 기술 개발을 통해 농업 지능화를 위한 스마트 팜 핵심 기술 확보함에 따라 농업 선진국인 유럽과의 대외 경쟁력 확보
- 나. 농업 지식 활용을 위한 서비스 표준 개발을 통해 다양한 스마트 농업 플랫폼 기술 선도를 통해 통합 플랫폼의 구현을 주도하고 개방형 생태계 구축을 통해 제 3의 서비스 활성화를 기대할 수 있음.
- 다. 미국, 유럽 등과는 다른 중소형 시설 온실 대상 한국형 농업에 최적화된 기술 확보를 통해 쉬운설치·관리·A/S 제공이 가능한 스마트 팜 시스템 개발을 통해 국내 열악한 농업·ICT관련 기업의 기술 활용을 높일 수 있음
  - 스마트 팜 도입을 꺼리는 이유(비표준화, A/S 미흡, 고가격, 활용성 미흡) 대폭 완화
- 라. 클라우드 기반의 개방형 시스템을 이용하여 표준화된 방식으로 농업전문가의 경험을 축적하여 정보 활용에 대한 숙련도를 높여 농업 생산성의 향상 도모할 수 있음
  - 본 연구결과 개발될 팜클라우드를 통해 생육데이터의 축적 및 영농기록 데이터 등을 조직경영체 들이 농가 수준의 데이터를 확보하여 작목반의 고품질 브랜드 생산에 과학적 관리가 가능해짐
  - 시설원에 컨설턴트 역시 축적된 데이터를 통해 비교분석 및 문제점 발견 등 기존 암묵적 컨설팅에서 과학적 진단, 처방으로 일대 혁신이 가능해짐
- 마. 파프리카, 멜론의 생육환경 및 생육정보 제공을 통한 생육 모델링 기술 개발
- 바. 파프리카 단계별 생육 및 착과 특성 분석, 수확소요일수 및 누적 광량, 누적온도와의 관계구명, 상품과 생산량 및 과중에 따른 수확 분포 탐색으로 온실환경과 작물의 생육패턴 및 수확량 변화 분석으로 작물생산 관리 및 수확 예측의 기초자료로 활용 가능
- 사. 코이어 배지를 활용한 멜론 수경재배에서의 수확 전 양액 공급 방법 제시를 통한 멜론 수경재배방법 확립

### 2. 경제적·산업적 측면

- 가. 현재 다수 농가에 도입되고 있는 단순환경제어형 스마트 팜은 온습도 등 2~3 환경요소의 모니터링만 가능한 상태여서 생육모니터링 및 제어를 통한 생산성 향상에는 한계가 분명한 상태이나 본 연구를 통해 개발되는 클라우드 서비스를 이용하게 되면 권근부 생육모니터링/제어 장비의 추가 및 온실의 확장 시 기존 스마트 팜 제품을 견어내고 새로운 제품을 설치하지 않고 노드들을 확장하여 업그레이드 모델을 이용할 수 있게 됨



〈스마트 팜을 도입하는 발전 프로세스 단계별 맞춤형 제품 라인업〉

나. 클라우드를 통해 농업인과 작목반이 체계적으로 생산과정의 데이터를 축적하고 이를 통해 품질향상을 도모할 수 있게 되어 스마트 팜을 도입하는 작목반의 타겟 작물의 품질상향 및 균일화가 가능하고, 소비유통채널에 생산이력정보를 제공할 수 있게 됨에 따라 소비자 수취가 향상 및 대일본, 대중국 수출 시 매우 유리해질 것임

※ (가격경쟁력)

기존 복합환경제어기를 온실에 설치할 경우 Vs 클라우드 기반 스마트 팜 시스템 적용 시

항 목	기존 방식	클라우드 방식	비고
•운영PC	1,500,000		클라우드에서는 필요없음
•제어 SW(운영PC용)	5,000,000		클라우드에서는 필요없음
•복합환경제어기	2,000,000		클라우드에서는 필요없음
•제어기 SW	2,000,000		클라우드에서는 필요없음
•센서 · 제어 Node		200,000	개별농장내유선연결용
•스마트링크		700,000	여러 하우스 사용 시
•환경센서류(풍향, 풍속, 일사, 감우, 온도, 내부온습도, CO2, 수분)	4,000,000	5,000,000	외기상,하우스내기상 센서 포함10여종 기준
•설치비(센서 및 제어기)	2,000,000	1,500,000	
•양액공급기			기설치 활용
•배전반			기설치 활용
<b>합 계</b>	<b>16,500,000</b>	<b>7,400,000</b>	<b>가격 차이 : 9,100,000</b>
•월 사용료(통신 및 클라우드)		40,000	

### 3. 사회적 측면

- 가. 안전 농식품에 대한 소비자의 불안이 높아지는 상황에서 생산과정부터 과학적 데이터에 기반한 생산관리가 소비자까지 공유되게 되면 시설원예에 의한 양액재배 농산물에 대한 신뢰도가 더욱 높아질 것임
- 나. 기후변화에 따른 CO2 규제(탄소배출권 제도)가 현실화된 지금 고투입 에너지 산업인 시설원예 농업은 스마트 팜에 의한 고정밀 농업으로의 전환이 매우 시급하며, 본 클라우드 기반 스마트 팜 서비스를 통해 탄소감쇄까지 가능해질 것으로 예상됨

## 붙임. 참고문헌

Ahn, J. and H. Lee, 2015. Smart farm using IoT that change the lives of rural people. *Planning and Policy*. 5:19-26.

Heuvelink, E. and H. Challa. 1989. Dynamic optimization of artificial lighting in greenhouse. *Acta Hort*. 206:401-402.

Heuvelink, E., L.F.M. Marcelis, and O. Korner. 2004. How to reduce yield fluctuations in sweet pepper. *Acta. Hort*. 633:649-355.

Jang D.C., K.Y. Choi, J.Y. Heo, and I.S. Kim. 2016. Comparison of growth and fruit setting characteristics for selecting the optimum winter-planted paprika cultivars. *Korean Journal of Horticultural Science & Technology*. 34(3):424-432.

Jeong E.M., W.T. Kim, S.R. Kim, and S.H. Yun. 2008. The state and urgent problem of sweet pepper in Korea. Korea Rural Economy Institute, Seoul, Korea.

Jeong W.J., D.J. Myoung and J.H. Lee. 2009a. Comparison of climatic conditions of sweet pepper's greenhouse between Korea and the Netherlands. *Journal of Bio-Environment Control*. 18(3):244-252.

Jeong W.J., J.H. Lee, H.C. Kim, and J.H. Bae. 2009b. Dry matter production, distribution and yield of sweet pepper grown under glasshouse and plastic greenhouse in Korea. *Journal of Bio-Environment Control*. 18(3):258-265.

Kati. 2016. Domestic production trends and future prospects of current industrial trend in paprika, Company report, Korea Agricultural Trade Information, Korea.

Kim H.C., Y.G. Ku, J.H. Lee, J.G. Kang, and J.H. Bae. 2012. Comparison plant growth and fruit setting among sweet pepper cultivars of red line. *Journal of Bio-Environment Control*. 21(3):247-251.

Lee J.N., K.Y. Shin, J.O. Lee, U.H. Lee, and Y.S. Kwon. 2001. Selection of paprika varieties suitable for soil-culture under rain-shelter in highland. *Horticulture Environment and Biotechnology*. 42(2):163-166.

Lee J.H., and J.C. Cha. 2009. Effects of removed flowers on dry mass production and photosynthetic efficiency of sweet pepper cultivars 'Derby' and

'Cupra'. Korean Journal of Horticultural Science & Technology. 27(4): 584-590.

Myung D.J., J.H. Bae, J.G. Kang, and J.H. Lee. 2012. Relationship between radiation and yield of sweet pepper cultivars. Journal of Bio-Environment Control. 21(3): 243-246.

Na M.H., Y.H. Park, and W.H. Cho. 2017. A study on optimal environmental factors of tomato using smart farm data. Journal of the Korean Data And Information Science Society. 28(6):1427-1435.

Park S.M., H.C. Kim, Y.G. Ku, S.W. Kim, and J.H. Bae. 2012. Relation between temperature and growth of sweet pepper by growing areas in greenhouse. Korean Journal of Horticultural Science & Technology. 30(6):680-685.

Rylski, I. and M. Spigelman. 1982. Effects of different diurnal temperature combinations on fruit set of sweet pepper. Sci. Hort. 17:101-106.

Um Y.C., C.S. Choi, T.C. Seo, J.G. Lee, Y.A. Jang, S.G. Lee, S.S. O, and H.J. Lee. 2013. Comparison of growth characteristics and yield by sweet pepper varieties at glass greenhouse in reclaimed land and farms. Journal of Agriculture & Life Science 47(6):33-41

Won J.H., B.C. Jeong, J.K. Kim, and S.J. Jeon. 2009. Selection of suitable cultivars for the hydroponics of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) in the alpine area in summer. Journal of Bio-Environment Control. 18(4):425-430.

## 주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 인공지능 기반 IoT 클라우드 개방형 스마트 팜 통합제어장치 개발 및 산업화 사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 인공지능 기반 IoT 클라우드 개방형 스마트 팜 통합제어장치 개발 및 산업화 사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.