

116116
-03-3-
CG000

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

발간등록번호

11-1543000-003016-01

시설원에 생산량 증대 및 경영비 절감을 위한 클라우드 기반 자율제어시스템 개발

최종보고서

2019

농림식품기술기획평가원
농림축산식품부

시설원에 생산량 증대 및 경영비절감을 위한 클라우드 기반 자율제어 시스템 개발 최종보고서

2019 . 11 . 28.

주관연구기관 / 주식회사 씨드림
협동연구기관 / 강원대학교
협동연구기관 / 충남농업기술원

농림축산식품부
농림식품기술기획평가원

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

‘시설 원예 생산량 증대 및 경영비 절감을 위한 클라우드 기반 자율제어시스템 개발’
(연구개발 기간 : 2016. 11. 29. ~ 2019. 11. 28.) 과제의 최종보고서 9부를 제출합니다.

2020 . 02 . 27 .

주관연구기관명 : 주식회사 씨드림 (대표자) 정재진

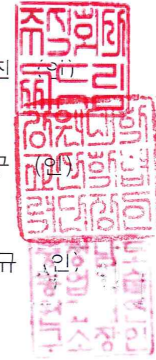
협동연구기관명 : 강원대학교 산학협력단 (대표자) 윤경구

참여기관명 : 충남농업기술원 (대표자) 김홍규

주관연구기관책임자: 정재진

협동연구기관책임자: 김화중

참여기관책임자: 이문행



국가연구개발사업의 관리 등에 대한 규정 제18조에 따라 최종보고서 열람에
동의합니다.

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

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

- 클라우드 기반 지식공유 농업플랫폼 구축(정보수집/보급 체계 확보)
 - 사용자가 농장 관리, 이력관리, 설정 값 입력 등을 통해 대시보드, 분석 보고서, 생육모델, 농가 커뮤니티 기능을 사용할 수 있는 농업 플랫폼 개발 완료
- 농업 빅데이터 기반 최적 생육조건 분석 솔루션 개발
 - 작물의 생육정도에 따라 제어 물을 자동으로 생성하는 자율제어시스템 개발
 - 온실 내·외부 환경정보 무선센서 개발(설치 및 수리 간편)
- 생육 룰 엔진 개발
 - 입력 데이터 기반 룰 제어를 위한 입출력 기능 개발 완료
- 농업 빅데이터 기반 최적 생육조건 분석 솔루션 개발
 - 농정원 빅데이터 및 씨드림 데이터 전처리 및 통합을 통한 데이터 셋 확보
 - 성장(육)량 및 생산량 예측 모델 개발 및 성능 평가(convLSTM 모델의 성장량 예측 평균 성능 0.8055, 생산량 예측 평균 성능 0.981 달성)
 - 농장별 학습 모델을 적용하여 전체 농가의 평균과 비교 분석하는 솔루션 개발 완료
- 농가 컨소시엄 운영
- 개발 기술 시범 보급
- 연구기반 지표
 - SCI논문 실적 목표/실적 (1/1건)
 - 비SCI논문 실적 목표/실적 (1/1건)
 - 학술발표 실적 목표/실적 (2/3건)
 - 교육지도 실적 목표/실적 (3/7건)
 - 인력양성 실적 목표/실적 (2/3건)
 - 정책활용 실적 목표/실적 (3/3건)
 - 홍보 실적 목표/실적 (5/0건)
 - 기타(연구활용 등) 실적 목표/실적 (2/2건)

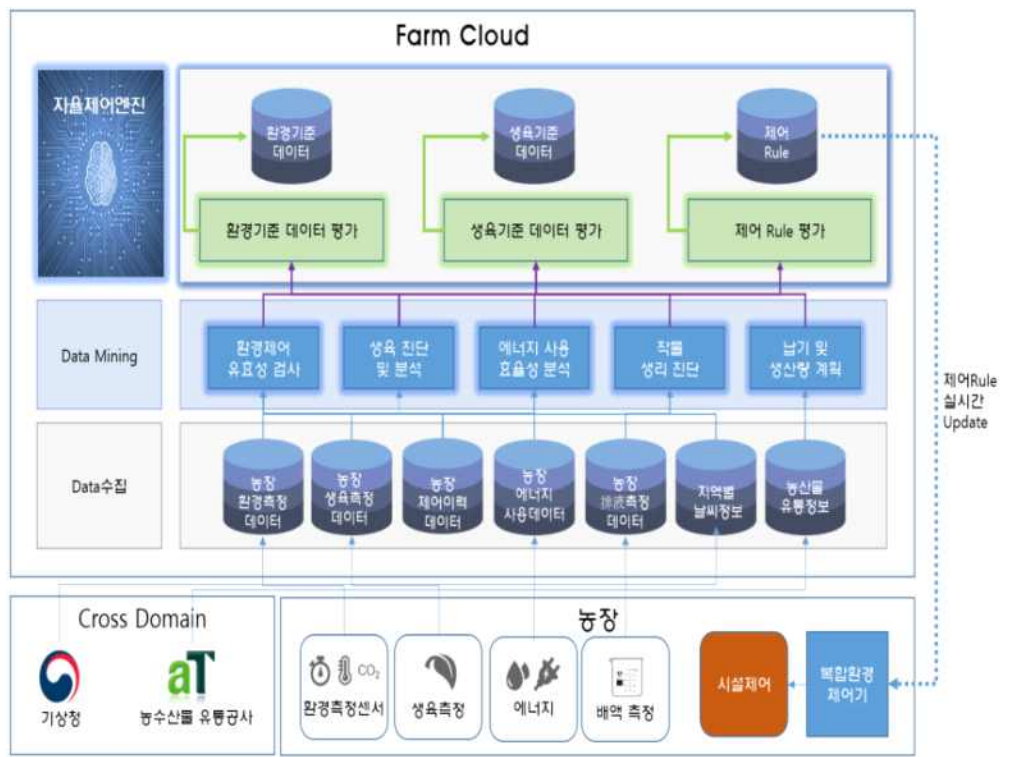
보고서 면수 : 767

〈요약문〉

코드번호	B-02
------	------

- 시설농가의 생산량 증대 및 경영비 절감을 위하여 온실 환경 데이터 및 생육정보를 공유하는 농업 플랫폼을 구축하고, 정식~출하까지 전체 작기 관리가 가능한 온실 환경 자율 제어시스템을 개발하고자 함.
- 농업플랫폼은 수집된 데이터의 데이터마이닝을 통해 분석 및 서비스가 가능한 농업 정보 공유 시스템
 - 자율제어 시스템은 환경제어기 스스로 온실의 내·외부 환경과 작물의 생육상태를 인지하여 생산량이 증대되는 최적 생육조건을 맞춰주는 시스템

연구개발
목표



< 자율제어 시스템 개념도 >

- 본 과제의 기술 개발 목표를 중심으로 다음의 핵심기술 개발을 진행함
- 생육 룰 엔진 기반 온실 환경 자율제어시스템 개발
 - 자율제어 시스템 개발
 - 생육룰 엔진 개발
 - 환경 정보 센싱 및 수집 기술
 - 클라우드 기반 농업 플랫폼 구축
 - 농업 빅데이터 기반 시설원예 최적 생육조건 발굴
 - 농업 빅데이터 전처리 및 유효성 검증
 - 최적 생육 조건 예측 모델 개발
 - 농장 맞춤형 자율제어 추천 모델 개발

<p>연구개발 내용</p>	<p>○ 생육 룰 엔진기반 온실 환경 자율제어 시스템 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> • 자율제어 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 생육 룰 엔진 기반의 모든 디바이스 자율제어 - 자율제어시스템(Autonomous Control System)은 온실 환경제어기가 온실의 내·외부환경과 작물의 생육상태를 인지하여 설정 값을 판단하고, 작동값을 계획하는 등 농업인의 제어 값 설정 어려움을 덜어주고 기기조작을 최소화하여 작업시간을 단축함은 물론이며, 스스로 생산량이 증대되는 최적생육조건을 맞춰주는 시스템 - 센서, 제어, 생육 데이터 입력 처리 기능 - 환경/생육 데이터와 생육 룰을 이용한 생육 상태 진단 기능 - 생육 상태에 따른 최적 제어 룰을 적용하는 기능 • 생육룰 엔진 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 생육데이터를 주1~2회 수집하고 분석하여 생육룰 엔진개발 - 생육 룰 엔진은 농업 빅데이터로 부터 데이터 마이닝을 통해 찾아진 시설원에 작물 최적 생육조건을 맞추기 위한 기기 조작의 핵심적이고 본질적인 기능을 수행하는 프로그램 - 빅데이터 기반의 최적생육조건 알고리즘 설계 - 생육을 위한 환경기준 데이터의 변화에 따라 최적의 제어 Rule 실시간 생성 • 환경 정보 센싱 및 수집 기술 <ul style="list-style-type: none"> - 실내 환경측정센서 : 온도, 습도, CO2 - 배지환경측정센서 : 배지 온도, 습도, EC - 양액 및 배액 측정 센서 : 양액, EC, pH - 외부기상대 : 외부 온도, 습도, 풍향, 풍속, 일조량, 감우 - LoRa 기반 (또는 LPWA) 무선통신 네트워크를 지원하는 디바이스와 GW기술개발 - 국제 표준규격인 oneM2M방식을 따르고 있어 국내외 모든 농업관련 사물인터넷 기반 장비와 쉽게 연계 할 수 있음 • 클라우드 기반 농업 플랫폼 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 분석 및 서비스가 가능한 농업정보 공유 플랫폼 구축 - 시설농가 사이의 데이터 소통이 불가능한 현실을 타파해 주며, 농가 간 데이터 공유 협력 체계 형성을 가능하게 하게 함 - 충청남도 스마트팜 15개 농가를 연결한 농업 플랫폼 구축 시범사업 추진 - 플랫폼을 통해 온실 환경 데이터 및 생육정보를 공유하고 최적 생육환경 룰을 공유함
--------------------	---

<p>연구개발 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 생산예측, 제어이력관리, 작물생육 관리 시스템이 통합된 지식공유 서비스를 개발하고자 함 - 환경, 생육 등 데이터 보기와 모니터링 기능 - 제어 현황 보기와 원격 제어 기능 - 환경데이터와 생육데이터를 분석하여 생육리포트 제공 기능 - 농장 관리, 경영관리 기능 - 개방형 서비스를 위한 인터페이스(API) 기능 - 웹/모바일 서비스를 위한 미들웨어 기능 <p>○ 농업 빅데이터 기반 시설원에 최적 생육조건 발굴</p> <ul style="list-style-type: none"> • 농업 빅데이터 전처리 및 유효성 검증 - 온실 재배 데이터베이스 자동화 실현 • 최적 생육 조건 예측 모델 개발 - 주변 환경이 토마토에 미치는 영향력을 빅데이터 기반으로 일반화 • 농장 맞춤형 자율제어 추천 모델 개발 - 농장 환경에 맞는 자율제어 규칙 생성 <p>○ 클라우드 기반 농업 플랫폼 개발 및 상용화 보급</p> <ul style="list-style-type: none"> • 충청남도 부여군 15개 스마트팜 컨소시엄 구성을 통한 데이터 연동 모델 정립 • 연동 데이터 분석 및 서비스가 가능한 농업 정보 지식기반의 오픈 플랫폼개발 • 클라우드 시스템 연동 및 자율제어 룰 시범테스트
<p>연구개발성 과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 클라우드 기반 지식공유 농업플랫폼 구축(정보수집/보급 체계 확보) ○ 농업 빅데이터 기반 최적 생육조건 분석 솔루션 개발 ○ 클라우드 기반 온실 환경 자율제어시스템 및 정보 수집 장치 개발 • 작물의 생육정도에 따라 제어 룰을 자동으로 생성하는 자율제어시스템 개발 • 온실 내·외부 환경정보 무선센서 개발(설치 및 수리 간편) ○ 농업 지식 공유 서비스 시스템 개발(Web, App)
<p>활용계획 및 기대효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국제 표준규격을 활용한 플랫폼을 통해 ICT융합 기술의 보급 및 확산 ○ 생육 룰 기반 자율제어기기 세계 시설원에 시장 신규 진입 및 보급 • 유효성 검증 모델을 통한 농업 빅데이터 수집 체계 제시 • 실제 데이터에 기반한 모델 개발로 스마트 팜 시대의 요구에 부합하는 농업 데이터 기반 서비스 모델로 활용 • 농장별 맞춤형 최적 생육 조건 분석을 통한 자율 제어 모델 확보로 토마토 이외의 작물에 대한 데이터 기반 서비스 모델 제시

<p>활용계획 및 기대효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 생육 룰 지식공유 서비스의 기반이 되며, 더 나아가 인공지능 기반 스마트팜 통합제어기술을 개발에 활용 가능 • 제어 룰은 복합제어장치의 종류에 상관없이 모든 시설원예농가에 적용 가능 ○ 클라우드 기반 농업 플랫폼 구축을 통한 농가 간 데이터 공유 협력체계 형성 • 클라우드 기반 농업플랫폼은 국내 최초로 시도되는 스마트팜 플랫폼으로 농업 빅데이터 및 유용 지식의 확산에 활용 가능하며, 전국적으로 빠른 확산 가능 ○ 최적 재배조건 확립으로 생산량 증대 및 경영비 절감을 통한 농가 소득증대 • 제어 값 분석 및 설정 자율화를 통한 농민 부담 경감 • 토마토 생산량 10% 증대 및 일평균 작업시간 1~2시간 단축 • 자체 기술 경쟁력 확보를 통한 세계시장 진출 가능성 향상 ○ 농업 데이터 서비스 산업의 발전을 통한 신규 일자리 창출 				
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>자율제어 시스템</p>	<p>지식공유 서비스</p>	<p>데이터 마이닝</p>	<p>농업 빅데이터</p>	<p>클라우드기반 스마트 팜</p>
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>Autonomous control systems</p>	<p>Knowledge-shar ing services</p>	<p>Data mining</p>	<p>Agriculture big data</p>	<p>Cloud-based Smart Farm</p>

〈 목 차 〉

제 1 장	연구개발 과제의 개요-----	1
제 1 절	연구개발 목적-----	1
1.	연구개발 목적-----	1
제 2 절	연구개발의 필요성 -----	1
1.	연구개발 개요-----	1
2.	연구개발 대상의 국내·외 현황-----	8
3.	연구개발의 중요성-----	41
4.	선행연구의 내용 및 결과-----	45
제 3 절	연구개발의 목표 및 내용-----	54
1.	연구개발의 최종목표-----	54
2.	연차별개발목표 및 내용-----	59
3.	연구개발 성과 및 평가방법-----	77
제 2 장	연구수행 내용 및 결과-----	78
제 1 절	주식회사 씨드림(주관연구기관)-----	78
1.	1차년도 연구내용-----	78
2.	2차년도 연구내용-----	91
3.	3차년도 연구 내용-----	113
제 2 절	강원대학교 데이터분석센터(협동연구기관)-----	236
1.	1차년도 연구내용-----	236
2.	2차년도 연구내용-----	259
3.	3차년도 연구 내용-----	266
제 3 절	충남농업기술원 과채연구소(협동연구기관)-----	316
1.	1차년도 연구내용-----	316
2.	2차년도 연구내용-----	328
3.	3차년도 연구 내용-----	331

제 3 장	목표 달성도 및 관련 분야의 기여도-----	559
제 1 절	목표 달성도 -----	559
제 2 절	관련분야 기여도-----	580
제 4 장	연구결과의 활용계획-----	580
제 1 절	실용화.사업화계획-----	580
제 2 절	교육.지도,홍보등 기술확산 계획-----	592
제 3 절	특허.논문등 지적재산권 활용계획-----	592
제 4 절	추가연구 및 타연구 활용계획-----	592
제 5 장	국내외 기술개발 현황-----	593
제 1 절	국내 기술개발 현황-->논문연구현황, 특허현황 -----	593
제 2 절	국외 기술개발 현황-->논문연구현황, 특허현황 -----	694
제 6 장	연구개발 성과의 보안등급-----	762
제 7 장	국가과학기술정보시스템에 등록된 연구시설.장비현황-----	762
제 8 장	연구개발 과제에 수행에 따른 연구실등의 안전조치 이행실적-----	762
제 9 장	참고문헌-----	763

제1장 연구개발 과제의 개요

제 1절 연구개발 목적

1. 연구개발 목적

- 농업이 안정적 식량공급이라는 임무를 다하기 위해서는 농업분야에서 각종 ICT(Information and Communication Technology) 기술을 적용하여 노동력을 절감하고, 적절한 생육환경을 자동으로 제공함으로써 생산량을 증가시키기 위한 다양한 연구들이 진행되어 왔다¹⁾. 최근의 조사에 의하면 농업과 IoT(Internet of Things) 융합은 미래농업에서 중요한 기술적 발전이며 식량부족, 인력난, 식품 안정성 문제의 해결 방안으로 주목 받고 있다.
- 따라서 본 연구개발의 목적은 시설농가의 생산량 증대 및 경영비 절감을 위하여 온실 환경 데이터 및 생육정보를 공유하는 농업 플랫폼을 구축하고, 정식에서 출하까지 전체 작기 관리가 가능한 온실 환경 자율제어시스템을 개발하여 미래 농업에서 중요한 기술적 발전을 도모하고자 한다.
- 본 연구과제의 농업플랫폼은 수집된 데이터의 데이터마이닝을 통해 분석 및 서비스가 가능한 농업 정보 공유 시스템을 구축하는 것이며, 자율제어 시스템은 환경제어기 스스로 온실의 내·외부 환경과 작물의 생육상태를 인지하여 생산량이 증대되는 최적 생육조건을 맞춰주는 시스템을 구축하는 것이다.

제 2절 연구개발의 필요성

1. 연구개발의 개요

- 현재 첨단 시설원예는 생산량 증대와 경영비 절감을 위해 컴퓨터에 의한 환경제어 및 양액 관리가 이루어지고 있으나, 국내·외 복합환경제어기의 소프트웨어는 온도, 습도, 광량 등 재배환경에 초점을 둔 환경제어 수준으로 작물의 생육과 연계성이 미흡함.
- 또한, 제어 값과 작물 생육 간 상호관계를 재배자 스스로 파악하여 제어 설정 값을 직접 찾아가야하는 어려움이 있고, 안정성과 신뢰성이 보장된 제어 설정 값의 부재로 제어기의 활용도가 점점 떨어져 생산량 증대나 경영비 절감에 큰 효과를 이루지 못하는 상황임.
- 본 연구는 이러한 문제를 해결하기 위한 방안으로 온실 환경 데이터 및 생육정보를 공유하는 농업 플랫폼을 구축하여, 정식~출하까지 전체 작기 관리가 가능한 온실 환경 자율제어시스템을 개발하고자 함. 이 자율제어 기술은 국내·외 시설농업에 첫 도입되는 기술로 시설원예농가의 생산량 증대 및 경영비 절감에 크게 이바지 할 것으로 기대됨.

1) 시설원예용 스마트 환경 제어 시스템, Journal of the KIECS. pp. 907-914, Vol.12 no.5, Oct. 31 2017, 김응곤

□ 연구개발 목표 및 내용

○ 생육 룰 엔진 기반 온실 환경 자율제어시스템 개발

- 생육 룰 엔진은 농업 빅데이터로 부터 데이터 마이닝을 통해 찾아진 시설원예작물 최적 생육조건을 맞추기 위한 기기조작의 핵심적이고 본질적인 기능을 수행하는 프로그램임
- 데이터 마이닝(Data mining)은 방대한 데이터와 데이터 베이스상의 노이즈를 여과해서 필요한 정보를 신속하게 찾아주는 기술임
- 자율제어시스템(Autonomous Control System)은 온실 환경제어기 스스로 온실의 내·외부 환경과 작물의 생육상태를 인지하여 설정 값을 판단하고, 작동 값을 계획하는 등 농업인의 제어 값 설정 어려움을 덜어주고 기기조작을 최소화하여 작업시간을 단축함은 물론이며, 스스로 생산량이 증대되는 최적 생육조건을 맞춰주는 시스템을 뜻함

○ 클라우드 기반 농업 플랫폼 구축

- 클라우드 기반 농업 플랫폼은 IoT 기반의 개방형 플랫폼을 활용 하며, 국제 표준규격인 oneM2M방식을 따르고 있어 국내외 모든 농업관련 사물인터넷 기반 장비와 쉽게 연계 할 수 있음
 - 각각 별도의 시스템을 운영하여 시설농가 사이의 데이터 소통이 불가능 한 현실을 타파 해 주며, 농가 간 데이터 공유 협력 체계 형성을 가능하게 하게 함
- 충청남도 스마트팜 15개 농가를 연결한 농업 플랫폼 구축 시범사업 추진
플랫폼을 통해 온실 환경 데이터 및 생육정보를 공유하고 최적 생육환경 룰을 공유함
또한 생산예측, 제어이력관리, 작물생육 관리 시스템이 통합된 지식공유 서비스를 개발하고자 함

○ 위의 두 가지 목표를 위해 3개의 전문 기관 및 사업체가 컨소시엄을 구성하여 각각의 역량에 맞는 분야를 연구 개발하여 목표를 이루고자 함.

- 1세부 : 농업회사법인 씨드림(주)
- 2세부 : 강원대학교 데이터분석센터
- 3세부 : 충남농업기술원

□ 연차별 연구 내용

구분		각 세부 목표 및 연구개발 내용	
1세부	씨드림㈜	과제명 : 생육 플랫폼 엔진 기반 온실 환경 자율제어시스템 개발	
		1차년	<ul style="list-style-type: none"> • 생육, 환경데이터 및 제어이력 수집을 위한 테스트베드 확보 • 무선센서 및 배액정보 자동측정 모듈 설계
		2차년	<ul style="list-style-type: none"> • 온실 내 외부 환경센서 및 수집기술 개발(SW+HW) • 배액정보 자동 측정 시스템 개발(SW+HW) 및 적용 • 개량 센서 및 배액 자동측정 시스템 테스트베드 적용
3차년	<ul style="list-style-type: none"> • 자율제어 테스트베드 적용 • 온실환경 자율제어시스템 제어 유효성 검사 • 생육 플랫폼 엔진 기반 자율제어 시스템 개발 및 사업화 • 클라우드 기반 농업 플랫폼 구축 및 서비스 		
2세부	강원대학교 데이터분석센터	과제명 : 농업 빅데이터 기반 시설원에 최적 생육조건 발굴	
		1차년	<ul style="list-style-type: none"> • 농업 빅데이터 전처리 및 모니터링 • 평가 별 환경변수 패턴 비교 분석 • 환경과 생육 데이터 간 관계 분석 및 데이터 분석 플랫폼 구축
		2차년	<ul style="list-style-type: none"> • 2차 데이터 전처리 및 모니터링 • 생육상태 세분화 및 생육상태에 따른 환경조건 추출 • 생육조건 생성 및 유효성 검증을 통한 최적의 생육조건 예측모델 개발
3차년	<ul style="list-style-type: none"> • 3차 데이터 전처리 및 모니터링 • 데이터간 복합적인 상관성 분석을 통한 생육상태 예측모델 평가 • 농장 맞춤형 자율제어 추천 모델 재평가 		
3세부	충남농업기술원	과제명 : 충남 15개 농가 컨소시엄 구성 및 개발 기술보급	
		1차년	<ul style="list-style-type: none"> • 농가 애로사항 사전조사 및 수요조사 • 충청남도 15개 스마트팜 컨소시엄 구성
		2차년	<ul style="list-style-type: none"> • 컨소시엄 농가대상 기술보급 • 심층농장 및 컨소시엄 구성 농가에 대한 당역/배액 분석
3차년	<ul style="list-style-type: none"> • 개발 기술(시스템 및 서비스) 시범 보급사업 		

□ 연구개발 대상 기술·제품 개요

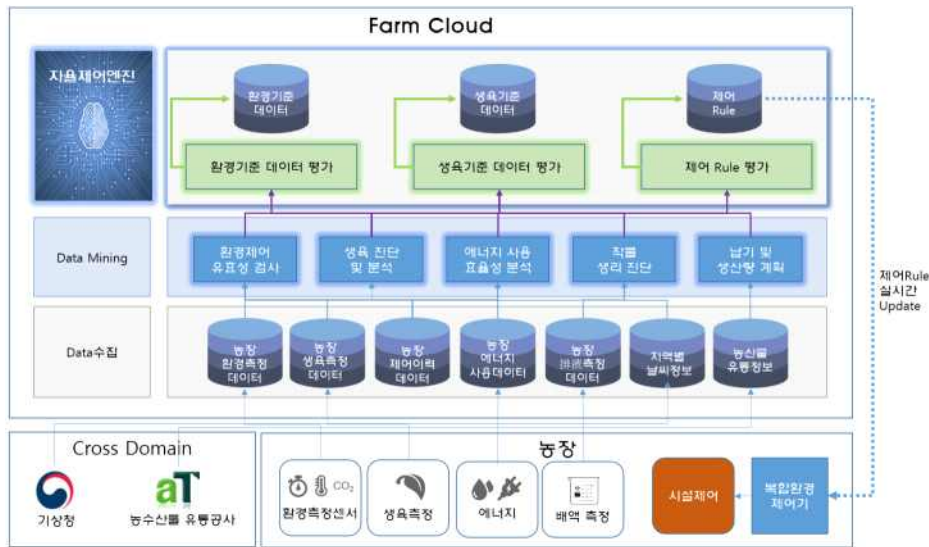
○ 개발 기술 및 제품 개념

- 복합환경제어기술과 농업 빅데이터 처리의 결합을 통해 농장의 자율제어 기술을 구현함

AS-IS : 모든 정보와 변수를 농민이 스스로 판단 후 농장환경 제어

TO-BE : 작물생육, 환경정보, 수요예측에 관련된 모든 변수 학습을 통한 농장 환경 자율제어





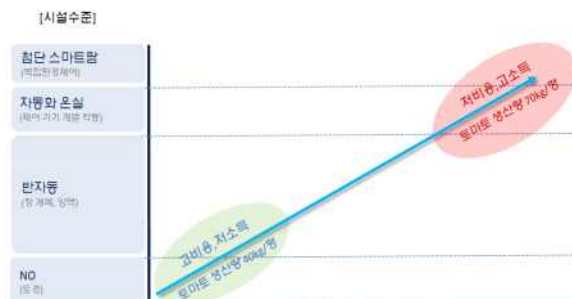
< 최종 개발 결과물 개념도 >

□ 핵심기술

- 빅데이터 분석 및 데이터 마이닝 기술 : 생육 룰 엔진
- 클라우드 기반 환경 모니터링 및 데이터 수집 기술 : 제어상태 및 환경 종합 처리
- 확장성, 범용성, 보안성 확보를 위한 통신기술 : 센서정보 통신모듈
- 디지털 맵핑 기술 : 빅데이터 및 신규 정보를 융합한 자료 생성 기술
- 시스템 위험 분석 및 고장 분석
- 맞춤형 자율제어 기술(농장규모, 형태, 제어기기 종류, 재배작물, 내·외부 정보 종합 분석/판단)
- 플랫폼과 통합 제어기 설계 기술
- 제어 값 유효성 분석 기술

□ 연구개발 대상의 활용 및 적용분야

- 반자동 및 자동화 온실에서 첨단 스마트팜에 이르기 까지 대부분의 시설농가가 주요 대상임
 - 지식공유 서비스 시스템 : 모든 농가 및 농업에 관심 있는 일반 사용자도 활용가능
 - 무선 센서 : 반자동 온실, 자동화 온실, 첨단 스마트팜 농가 적용가능
 - 클라우드 기반 자율제어 시스템 : 신규진입농장과 농장의 첨단화를 원하는 농장



- 따라서 본 연구를 통해 개발되는 자율제어시스템의 핵심 기술은 기존 영농 환경을 개선하고 농가소득 증대를 가져올 것이며, 개방형 농업 플랫폼을 통해 모든 농가에서 활용 가능한 지식공유 서비스를 제공함으로써 농업의 선진화를 이룩해 국가 발전에 이바지할 수 있을 것으로 기대

○ 시설농가 사전설문(충남농업기술원)

- 조사 목적 : 현대화된 시설농가들이 가지고 있는 전반적인 문제점과 요구사항 조사
- 설문 대상 : 충청남도 부여지역 시설 농가
- 설문 내용 : 복합제어기 사용 여부와 설치 수요 그리고 시설 투자 및 사용시의 장애요인 등(설문지 문항 자료 첨부)

< 설문 대상 및 시설요약 >

No	연령	영농경력	주요 수확작물	시설 형태	시설면적(m ²)	시설
1	58 세	22 년	딸기	단동 10, 연동	12,540	현대화
2	53 세	23 년	토마토	단동 13	13,200	현대화
3	57 세	30 년	토마토	단동 21	18,150	현대화
4	54 세	20 년	토마토, 오이	단동 13	11,880	현대화
5	55 세	30 년	토마토	단동 1	9,900	현대화
6	61 세	40 년	토마토, 메론	단동 11	7,920	현대화
7	51 세	16 년	토마토	단동 1	4,620	현대화
8	41 세	20 년	대추방울토마토	연동	3,960	현대화
9	34 세	14 년	토마토	단동 9	8,580	현대화
10	55 세	30 년	토마토	단동 19	19,800	현대화
11	34 세	11 년	파프리카	연동	11,220	현대화
12	38 세	10 년	파프리카	연동	6,600	현대화
13	38 세	3 년	토마토	연동	12,540	현대화
14	50 세	25 년	토마토	단동 15	9,900	현대화
15	43 세	16 년	대추방울토마토	단동 1, 연동	11,880	현대화
16	41 세	10 년	토마토	연동	3,300	현대화
17	38 세	10 년	대추방울토마토	단동 8, 연동	10,560	현대화
18	47 세	20 년	토마토	단동 4	3,960	현대화
19	40 세	15 년	파프리카	연동	11,550	스마트팜
20	58 세	30 년	파프리카	연동	13,200	스마트팜
21	38 세	18 년	토마토	단동 20, 연동	14,520	스마트팜
22	52 세	25 년	토마토	단동 1, 연동	14,190	스마트팜
23	49 세	18 년	토마토	단동 18	11,880	스마트팜
요약	평균 47 세	평균 20 년	토마토 18 호 파프리카 5호 딸기, 메론, 오이 각 1호	단동 11 호 연동7호 단동&연동5호	평균 10,689	스마트팜 5 (22%)

- 설문에 응답한 부여지역 시설 농가는 23 호로서 전체 농가가 현대화된 시설 농가이며, 그 중 5 호는 스마트팜 농가(전체 농가의 22%)
- 설문 응답 농가(23호)의 평균 연령은 47 세로서 비교적 젊은 층에 속하였으며, 영농경력은 평균 20년 이며, 토마토 재배 농가가 18 농가가 가장 많고, 시설 평균 면적 평균은 약 10,689m²이었음

○ 복합환경제어기 문제점 및 해결방안

- **문제점** : 고가의 설치비, 설치 업자 및 기기에 대한 신뢰성 부족, 급변하는 환경에 적시 대응 안됨, 기존 설치 기기와 연동이 안됨, 데이터 분석이 어려움, 작물생육정보 미비 등
- **해결방안** :
 - ① 농장의 실내·외 환경변화에 즉시 대응 가능한 지능적 제어 필요
 - ② 실시간(모바일) 모니터링 기능 강화 필요(시설환경, 제어상태, 작물생육정보)
 - ③ 농장 간 데이터 공유를 통한 지식공유필요
 - ④ 제어기기 및 제어 값에 대한 신뢰성 확보 필요

- 부여지역의 현대화 시설농가들은 현재 복합제어기의 편의성과 유용성에 대해서 5점 척도 기준 각각 4.7점, 4.8점으로 매우 높게 평가하고 있음
- 복합제어기를 설치하지 않은 농가는 복합제어기 가격(고가) 및 설비 회사와 설비에 대한 신뢰성 부족이 미설치의 요인으로 나타남.
- 복합제어기 사용 농가의 불편한 경험이 전반적으로 타농가의 시설 투자에 상당한 영향을 주고 있는 것으로 나타났으며, 복합제어기 사용농가의 복합제어기에 대한 불편 사항에 대한 의견으로는
 - 습도제어를 할 수 없음
 - 온도 제어를 정밀하게 할 수 없음
 - 항상 하우스에 사람이 있어야함(자리를 비울 시 날씨 변화에 대처를 하지 못해 피해를 봄)
 - 센서가 너무 단순함
 - 기존 설치 기기와 연동이 안됨
 - 지역환경에 맞지 않는 시스템 연동이 되어 환경변화에 따라가지 못함
 - 가격이 비쌈
- 그러나 복합제어기 시설 설치 업체가 믿을 수 있고, 적절한 서비스를 제공한다면, 설치하고자하는 니즈가 꽤 강함을 확인할 수 있음. 복합제어기 사용농가의 복합제어기에 대한 개선의견으로는
 - 기후에 따른 지능적으로 제어 필요
 - 원수의 수질변화, 배액 등의 수치가 변화되는 것을 실시간 모니터링 기능 필요
 - 온도 편차 자동보정 필요
 - 데이터 분석에 오랜 시간이 걸림(컨설팅 필요)
 - EC, pH의 측정값 및 오차 범위에 대한 개선(측정 센서에 대한 불신) 필요
- 이들 농가들의 경우에 온실 환경 모바일 통지 서비스 필요성과 작물 생육 정보 제공에

5점 척도로 각각 4.4점, 4.6점을 기록하여 모니터링 서비스에 대한 요구도가 매우 높음을 알 수 있음

- 현재 작물 생육정보가 충분히 확보되지 못하고 있음(3.3점) 이것은 비록 어떤 작물에 특화된 농가라 하더라도 다른 작물에 대한 재배 노하우를 터득하기 위해서는 또다시 새로운 학습과 경험이 필요함을 알 수 있음
- 또한 설문응답한 부여의 시설농가들은 현재는 정보가 활발하게 공유되지 못하지만(2.7점) 상호 상생 발전하기 위해 자신의 농가의 생육 및 환경정보를 상호 교류하는 것에 대해 매우 긍정적이었음(4.5점)

○ 데이터 분석 및 활용도

- 분석 : 자가 75%, 컨설턴트 활용 25%
- 분석 투자시간 : 1일(분석 및 검증에 많은 시간 투자 필요)
- 데이터 분석이 가장 필요한 부분 : 작물재배 관리
- 소득증대 : 작물 및 데이터 분석 컨설팅으로 농가소득 증가(10% 이상)
- 소요비용 : 월 100~500만원 (1~2회)
- 희망 비용 : 월 10~100만원 (2회)

- 복합제어기를 잘 활용하면서 농업데이터를 분석한 경험이 있는 설문응답농가는 4 호이였음

데이터는 주로 본인이 분석하고 있었으며, 전문컨설턴트의 도움을 받는 농가는 1 호임 본인의 경우에는 1일 이내 분석을 하고 있으나, 분석에 많은 시간 투자 필요
데이터 분석의 활용도의 정도에 대해서는 높은 의의를 부여하고 있음

- 농장 컨설팅 서비스를 받아본 경험이 있는 설문응답농가는 13 호이였음
농업컨설팅서비스를 가장 많이 받은 영역은 작물재배관리 부문이었고, 거의 대부분인 12 호가 해당

농업컨설턴트의 농장 방문 횟수는 평균적으로 월 1-2회로 나타나고 있음
농업컨설턴트에게 지급한 금액은 대부분 월 100만원 이하 이나, 경우에 따라서는 월 500만원 이하로 지급한 경우도 있음
농업컨설팅 서비스에 대한 만족도는 대체로 만족한 것으로 나타나고 있음
농업컨설팅 서비스에 대해 만족한 이유는 최소한 작물의 품질향상이나, 생산성 증대 등으로 농가소득이 10%이상은 증가하였기 때문인 것으로 나타남

- 농장 컨설팅 서비스를 받은 적이 없는 설문응답농가는 6 호이였음
농업컨설팅서비스를 받지 않는 가장 중요한 이유는 지불비용이 비싸다고 생각하기 때문임
그러나 데이터 분석에 대한 신뢰가 부족하다는 응답과 서비스를 받지 않았지만 받아야 한다는 응답도 있었음

- 농업컨설팅 서비스를 월 2회 정도 받을 때의 적정가격은 응답농가 14 호의 응답에서 최

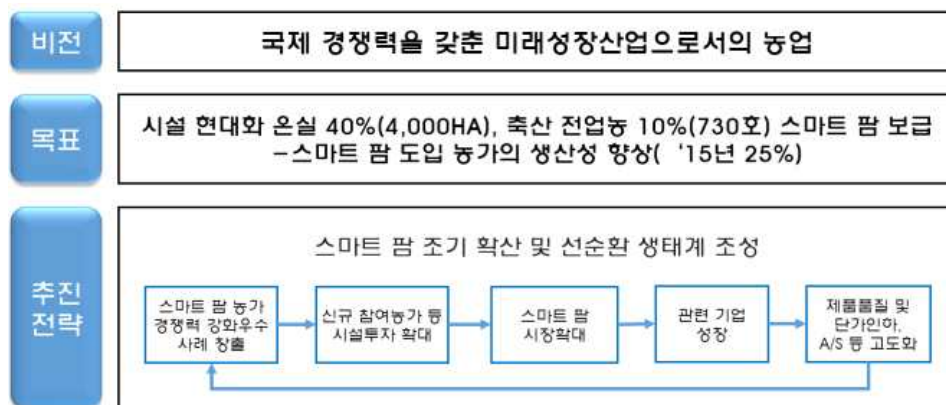
소 10만원에서 최대 100만원까지의 편차를 보이며, 평균은 50 만원임. 월 50만원 정도의 컨설팅 서비스는 시설농가들이 수용할 수 있는 수준인 것으로 나타나고 있음

2. 연구개발 대상의 국내·외 현황

□ 국내 기술 수준 및 시장 현황

정부 정책 방향

- 농림축산식품부는 스마트 팜 확산 정책 지속 추진 중으로 국제 경쟁력을 갖춘 미래 성장산업으로서의 농업 비전을 설정하여 선순환 생태계 조성 정책 시행중



- 지역·품목·유형을 고려한 빅 데이터 기반 정보 수집체계 구축 (농림축산식품부, 2016.3월)



○ 스마트팜 확산 본격화

- 농업생산 분야에 첨단 ICT 접목을 통한 농업의 경쟁력 제고 및 미래성장산업화를 위해 '14년부터 스마트팜 본격 확산 추진 중
- 스마트팜은 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 생육 환경 점검이 가능하고, 적기 처방을 함으로써 노동력·에너지·양분 등을 종전보다 덜 투입하고도 농업 생산성과 농산물 품질 향상 목표로 함

○ ICT 기반 한국형 스마트팜 기술개발 로드맵 (2015. 12.)

- 세계 각국에서도 ICT를 활용하여 산업 경쟁력을 높이고 부가가치를 창출하기 위해 사

물인터넷(IoT) 등 타 부문과의 융합 가속화 추세

- 2016년 2월 농림축산식품부 “스마트팜 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

○ 스마트 온실 주요 구성 요소(농림축산식품부)

구 분		세부 내역
환경 센서	내부	온도, 습도, CO ₂ , 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

○ 스마트 온실 주요 구성 요소(농림축산식품부)

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

○ 2016년 1월, 농림축산식품부 여론조사의 주요 결과

◇ 스마트팜 도입 걸림돌

: 초기투자 및 관리비용 부담(53.8%), ICT 기술 사용의 어려움(16.7%), 성과에 대한 불확신(12.8%), 업체 및 기술신뢰 부족(11.2%), 인터넷 등 기반시설 부족(5.5%)

◇ 스마트팜 확산을 위해 시급한 정책

: 스마트팜 기술 개발(34.3%), 시설자금 지원 강화(30.2%), 사후관리(A/S) 등 현장지원 강화(21.4%), 현장 체험형 교육(9.8%), 스마트팜 성과홍보 강화(4.3%)

- ICT 활용 분야가 자동개폐, 온·습도 조절 등 낮은 수준에 머물러 있음
- ICT 확산 장애요인으로 품목별 스마트팜 확산모델 개발 미흡”, “비표준화로 인한 낮은 호환성”, “업체의 AS 미흡” 등이 대두

- “현재 스마트팜에 있어 미흡한 점 및 선결과제”로 스마트팜 도입을 위해서는 온·습도 자동 제어장비, 자동개폐기 등 시설현대화가 선행되어야 하나, 자동화된 온실은 전체 온실의 20% 수준인 10,500ha에 불과
- 스마트팜 농가의 비율은 전체 시설농가 대비 0.9%, 면적은 1.4% 수준
- 투자확대 부담 시설원예, 양돈 등 일부 품목에 모델이 한정되어 있으며, 초기 투자비 문제로 설치에 미온적
- 스마트팜 도입 농가에서 설비 사용에 어려움, 재배자의 고령화로 인하여 IT장비/SW 사용 미숙
- 스마트팜은 재배자의 노동을 줄여주고 편리함을 가져다주는 효과는 있지만 생산성이나 품질 향상에는 크게 기여하지 못함

◆ 한국형 모델 미정립 : 우리 여건에 적합한 독자모델이 정립되지 못했으며, 핵심기술과 설비/시스템의 국산화, 표준화 미흡

◆ 개선방향 : 영농여건과 농가수준을 고려한 클라우드팜의 핵심기술 개발과 현장 확산 모델 정립

- 본사업과 스마트팜을 둘러싼 정부의 정책과 R&D 동향, 제품현황 및 시장의 요구와의 관계
 - 한국형 클라우드팜 시스템 연구/개발로 핵심 기술과 설비/시스템의 국산화를 선도하여 초기 투자 비용 절감
 - 본 사업의 목표 시스템은 농림축산식품부 정책인 ICT융합기기 분야의 IoT클라우드 기반 장치 관리·제어 및 데이터 수집용 SW, 개방형 작물생육 통합관리 SW 개발을 목표로 하는 ‘ICT기반 한국형 스마트팜 기술개발 로드맵’과 부합
 - 본 사업의 목표 시스템은 미래창조과학부의 ‘ICT R&D 투자로드맵 2020(안)’의 한국형 농산업 시장창출을 위한 서비스 및 제품 개발목표에 부합

첨단시설 농업 기반 기술 소개

- 첨단시설 농업은 농업현장에 ICT 기술을 접목해 작물의 생육환경을 적절히 제어하며, 개별 시설 하우스를 인터넷으로 연결해 최적의 생육환경 데이터를 공유하고 농장 경영에 필요한 생산량 예측, 에너지 비용 관리 등 종합 리포팅 수행가능

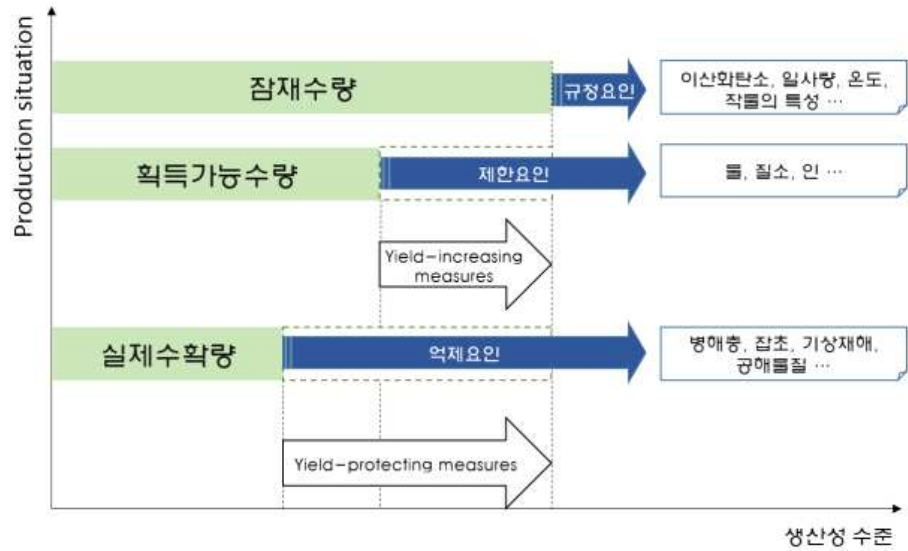


주요 특징	내역
토양 노출 방지	흙이 없는 작업 환경으로 바이러스, 병충해의 서식 월동 방지
배지상의 생육	코코넛, 암면 등을 주재료로 만든 배지위에서 양액을 공급하여 작물을 재배함
농작업기 활용	파스칼의 이동, 작물의 적엽, 측지제거 등 다양한 작업에 농업용 전동 리프트카를 활용하여 작업시간 및 노동력 절감
복합환경제어	온실 내부의 온도, 습도, 일사량을 종합적으로 제어하기 위해 환경요인을 복합적으로 제어하는 기능을 구현함
자동제어/예측제어	사전에 설정된 제어 값 뿐 아니라 그날의 온도 등 날씨에 따라 제어를 수행함
IoT 기반 센서	천창, 측창의 작동, 내·외부 환경 측정 등을 IoT 기반 센서 및 액츄에이터에 의해 전자동으로 작동됨
커넥티드 팜	네트워크를 통해 원격지의 농장의 환경 데이터를 수집, 분석하여 분석 정보 등을 제공함
생산량 예측	생육데이터 모델링을 통해 산출량에 영향을 미치는 주요 요인들을 추적, 관리함으로써 최종 작물 생산량을 예측하여 농장경영에 활용할 수 있음

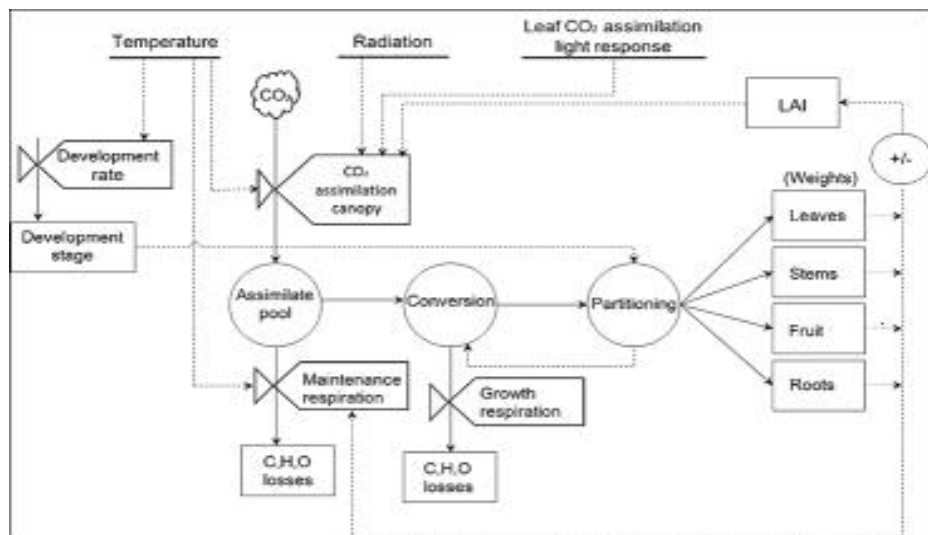
○ 토마토 생육 및 수량예측 모델

- 모델의 가정 : 토마토의 성장 및 발육속도를 지배하는 주요인을 온실의 기온, 습도, 일사량, 이산화탄소 농도로 결정
- 모델은 시간별 광합성량을 계산하고 이를 적산하여 일별 건물 축적속도와 각 기관의 수용부 강도 (Sink Strength)를 계산함
- 동화산물(assimilates) pool에 대한 각 기관의 수용부 강도 비율에 따라 각 기관으로 동화산물이 배분되도록 하여 각 기관의 성장을 계산함

- 출엽, 화방의 생성, 과실의 성숙 등에 대한 발육속도는 환경 요소로부터 매일 계산함
- 일별 성장 및 발육속도를 생육기간에 따라 적산하여 토마토 성장과 발육을 모의 (simulation)함



< 생산환경 별 토마토생육 시뮬레이션 모델 >



< 토마토 성장모델의 구조 >

□ 농업 빅데이터 동향

- 여러 기관의 보고서에 따르면 다국적 농업기업들이 빅데이터를 활용하고 있는 것으로 나타났음. 그 중 시장동향 중심의 경제·금융 전문사이트인 마켓워치 (Market-Watch)에 따르면 다국적 농업기업들은 향후 빅데이터를 활용한 농업혁명을 주도할 것으로 보고 있음
- 더불어 다국적 농업기업들은 새로운 농업 기술 개발에 많은 투자와 노력을 기울이고

- 있음. 농업 분야의 글로벌 기업들은 트랙터 등 다양한 농기구, 국제 곡물시장 농업과 관련된 정보들을 수집하여 빅데이터 시스템을 만들고, 생산성을 높이고 있음
- 특히 몬산토(Monsanto), 듀퐁(Dupont) 등 다국적기업들은 세계 전역에서 옥수수, 대두 등을 계약재배하고 있는 농부들에게 빅데이터를 활용한 '처방식 재배(prescriptive planting)' 방식을 보급하며, 증산에 성공을 거두고 있는 것으로 알려졌다
- 또, 몬산토의 경우 최근 10억 달러를 들여 기후 관련된 빅데이터 기업을 인수하였음

○ 빅데이터 중심의 스마트팜

- 빅데이터시스템 구축을 통한 차별화를 시급히 추진할 필요가 있음
 - 첨단 농업을 위한 생육 빅데이터 시스템에 의한 IoT구축이 필요함
 - 해외시장 진출을 위해 네덜란드 프리바와 경쟁하기 위해서는 빅데이터시스템 구축이 필수임
 - 빅데이터는 가격경쟁력이 있는 분야임
 - 정부3.0 정책에 의해 데이터 공유는 충분한 여건이 성숙되어 있음
- 외부에서 아웃소싱 할 수 없어 자체적으로 구축해야하는 농작물 생육 빅데이터 분석시스템 구축

빅데이터를 제외한 나머지 시스템은 SKT와 일부 스마트팜사업자 (㈜다이시스)가 완제품을 출시하고 있기 때문에 빅데이터 분석시스템은 차별화된 시스템임

SKT와 일부 스마트팜 사업자가 제공하는 시스템은 사람이 판단해서 시스템을 구동함

다품종 소량생산 농작물을 위한 스마트팜을 구축할 경우 딥러닝 기술이 적용될 수 있음

하나의 온실에서 다양한 농작물을 생육할 경우 복잡한 생육환경 분석과 바람 및 온도 습도 등의 환경요인과 수분 및 영양분 공급체계를 필요로 하기 때문에 최적의 공급체계 도출을 위해 딥러닝 기술이 필요함

스마트팜의 핵심은 농작물 생육 환경과 관련된 빅 데이터의 구축임

농작물이 최적의 환경에서 자랄 수 있는 온도, 습도 등의 정보를 통해 최적의 환경을 만들어 주는 원격 환경제어가 가능하도록 하는 것. 다시 말해 스마트팜은 농수산업과 같은 전통 산업에 IoT(Internet of Things, 사물인터넷; 인터넷을 기반으로 모든 사물을 연결해 사람과 사물, 사물과 사물 간의 정보를 상호 소통하는 지능형 기술 및 서비스)를 접목한 것을 말함

빅데이터는 DB구조, 생육관련 온실 환경 데이터(온도, 습도, 풍속, 토양수분함양, 토양영양분 함양 등), 식물의 생육상태 데이터(운영자의 육안판단으로 입력)의 구성

온실 환경 데이터와 식물생육상태 데이터 처리를 통해 온실 환경 및 토양성분을 변경하기 위한 수분 및 영양분 공급량 산정 알고리즘

○ 농업ICT 방향

- 농업은 환경 및 기후 조건 변화에 민감한 산업임. 이에 따라 농업 내 빅데이터를 결합한 ICT 융합 기반마련을 통해 농업의 환경변화를 예측할 수 있도록 생육자동측정과 농작물 생육환경 지식서비스 구축 및 개발이 시급함
- 농산물은 공급탄력성이 낮은 대표적인 상품임. 농작물에 대한 환경요인과 생육요인에 대한 Data를 수집하여 빅데이터로 관리, 공유할 수 있는 구조의 시스템 개발과 농가 내 맞춤형 정보를 제공해 농가의 품질향상에 도움을 줄 수 있는 클라우드기반 농업 플랫폼의 개발이 필요함

- 농가 간 지식 공유는 시설원에 농장 내 작물생육 환경을 개선하여 농가의 고소득창출과 지능농업의 시대를 열 수 있음.

○ 지능형 플랫폼

- 제 4세대 플랫폼의 패러다임은 방대한 데이터로부터 고수준의 지식창출이 가능한 인공지능 기반의 지능형 플랫폼으로 발전될 것으로 전망되고 있음
- 이미 글로벌 기업들은 각자 지능형 플랫폼에 대한 연구를 수행 중이며 일부 기업들에서는 사용자를 이해하고 의도에 맞는 지식을 제공하는 서비스를 제공하거나 상용화하기도 하였음

IBM의 Watson, Apple의 Siri(Speech Interpretation and Recognition Interface), Google의 Knowledge Graph가 대표적인 사례임

가트너와 IDC에서는 2013년 IT 기술의 메가트렌드중의 하나로 빅데이터 기반의 인공지능기술을 선정하였음

○ 농업빅데이터 처리의 진화

- 빅데이터 지식처리 인공지능의 개념은 빅데이터로부터 스스로 학습하고 지식을 축적하며 사용자와 의사소통을 하고 필요에 따라 자율협업을 통해 지식의 공유 및 진화가 가능한 차세대 SW기술을 의미함



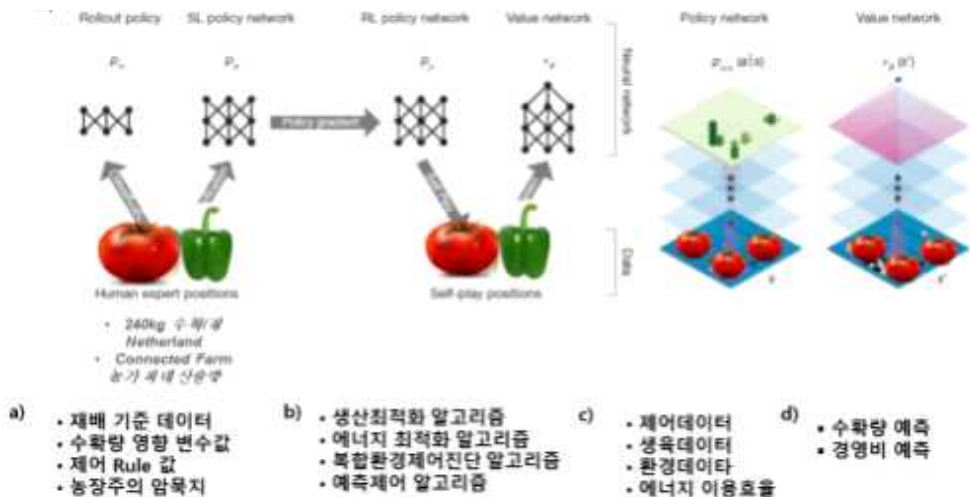
< 인공지능 컴퓨팅의 비전 >

- 빅데이터 지식처리 인공지능 SW는 첫째로 일반지식, 전문지식 등에 대한 분석/추론 및 심층학습을 통하여 전문가 수준의 문제 해결 및 의사결정을 지원할 수 있어야 함
- 둘째로 인간 수준의 지식, 지능 체계를 가지고 의사소통 및 자가 학습과 도메인 확장이 가능한 지식베이스를 스스로 구축하는 지능 진화형의 지식 생산능력이 있어야 함
- 셋째로 다양한 기기에 탑재되어 분산된 이종 지식베이스 및 기기 간의 자율협업을 기반으로 발현되는 협업지능을 통해 새로운 문제를 스스로 사고하고 해결하는 기능을 가져야 함



< 빅데이터 지식처리 농업 인공지능기술의 개념도 >

- 방대한 양의 빅데이터 그 자체에서 출발해 '가치 있는 정보'를 뽑아내고 분석해 활용하는 빅데이터분석 개념에서 빅데이터를 학습해 스스로 결과를 도출하는 인공지능기술을 결합하여 향상시킴
- 생육에 필요한 빛, 습도, 온도, 이산화탄소 농도, 물, 영양분 등과 관련한 방대한 양의 빅데이터를 수집 분석하여 생육환경 제어 데이터를 도출하여 적용한 다음 향후 유사 생육데이터 수집 시 학습된 제어데이터를 그대로 적용하여 효율적인 생육환경 제어시스템 구축
- 고품질 농작물 재배는 적시에 최적의 생육환경을 제공하는 것이 필요하기 때문에 농작물 생육관련 빅데이터 딥러닝기술을 적용한 시스템 구축이 효과적임
- 다품종 소량의 고품질 농작물 재배를 위해서는 복잡한 생육환경제공이 필요한 데 이를 효과적으로 구축하기 위해서는 빅데이터 딥러닝 기술을 적용한 시스템 구축이 효과적임
- 생산 농작물의 판매가능 수입에 따른 최적의 생육환경 도출을 위한 딥러닝기술 적용이 가능함



Rollout Policy : 초기 정책, 게임 룰

Supervised Learning(지도 학습) : 얻은 지식의 정당성이 외부 지식 원천으로부터의 반결합을 통하여 시험되는 학습 전략

Reinforcement Learning(정책망 강화학습) : 강화학습을 통해 정책망의 성능을 개선하는 단계

Policy network(정책망) : 다음에 바둑의 돌을 어디에 둘지 선택하는 알고리즘

Value network(가치망) : 승자를 예측하는 알고리즘

○ 자율제어 의미와 농업 적용가능성

- 자율제어는 스스로 주변 환경을 인지하여 위험을 판단하고, 작동 값을 계획하는 등 사용자의 조작을 최소화하며 스스로 안전하게 작동이 가능한 기능임

- 핵심기술

영상센서 기반 정보융합형 상황인지 기술 : 영상 + 센싱정보 + DB 정보

확장성, 범용성, 보안성 확보를 위한 통신기술 : 센서정보 통신모듈

디지털맵 생성 기술 : 이미 알고 있는 속성정보(빅데이터) 및 신규 정보를 융합한 자료 생성

시스템 위험 분석 및 고장 분석

맞춤형 자율주행 기술(운전자 성향, 성별, 특성, 내/외부 정보 종합 분석/판단)

모니터링 기술 : 제어상태 및 환경 종합 처리를 통한 자율제어 전략 수립

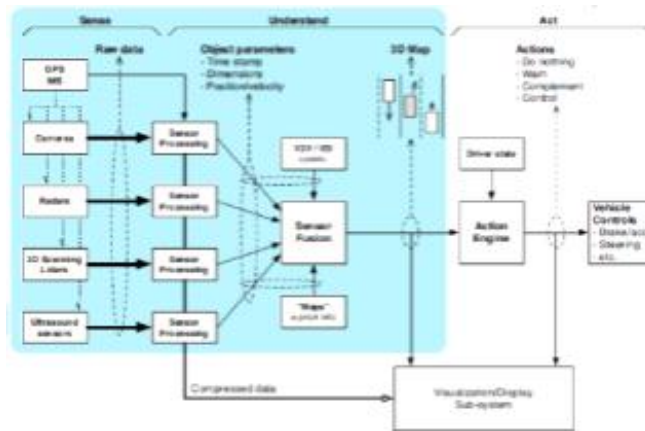
플랫폼과 통합 제어기 설계 기술

사고원인 규명 기술

- 자율제어 적용 예시_자율주행 자동차



< 센싱(인지) 및 작동부 >



< 자율제어 알고리즘 >

자율주행자동차 단계 구분

수준	정의	개요
Level 0	비자율 (No Automation)	- 운전자가 항상 브레이크, 속도조절, 조향 등 안전에 민감한 기능을 제어하고 교통 모니터링 등 안전 조작에 책임
Level 1	기능 특화 자동 (Function-specific Automation)	- 운전자가 정상적인 주행 혹은 충돌 임박 상황에서의 일부 기능을 제외한 자동차 제어권을 소유. 예) 스마트크루즈컨트롤, 차량 자세제어, 자동브레이크
Level 2	조합 기능 자동 (Combined Function Automation)	- 어떤 주행 환경에서 두 개 이상의 제어 기능이 조합됨. 단, 운전자가 여전히 모니터링 및 안전에 책임을 지고 자동차 제어권을 소유에) 스마트크루즈컨트롤과 차선중앙유지, 핸들과 페달 제어
Level 3	제한된 자율주행 (Limited Self-Driving Automation)	- 특정 교통 환경에서 자동차가 모든 안전 기능을 제어 - 자동차가 모니터링 권한을 갖되 운전자가 제어가 필요한 경우 경보신호 제공 - 운전자는 간헐적으로 제어
Level 4	완전 자율주행 (Full Self-Driving Automation)	- 자동차가 모든 안전 기능을 제어하고 상태를 모니터링 - 운전자는 목적지 혹은 운행을 입력 - 자율주행시스템이 안전 운행에 대해 책임

※ 출처 : 미교통국 도로교통안전국(NHTSA), 2013

- 환경 변수가 많고 제어대상의 대상물이 불균일 할 수록 고도화된 프로그래밍(알고리즘) 요구
- 농업빅데이터의 데이터 마이닝을 통한 자율제어 핵심 기술 발굴 및 개발 요구
- 온실 환경 자율제어에 대한 수준 정의 및 단계 구성을 통한 점층적 자율제어 도입 필요

□ 시장 및 경쟁환경

○ 환경제어시스템 시장현황

- 토마토, 파프리카 등 온실 ICT 보급 확산 중으로 네덜란드 제품과 경합, 기술력 열위상태
- 국내 환경에 적합한 제어시스템 개발로 수입대체 효과 및 글로벌 시장 개척 가능



- 국내 농식품 ICT 융복합 전문 기업은 중소기업체 30개사 수준
 - 자본금 규모 500만원에서 10억원 이내의 영세 규모
 - 시장 규모는 농업 및 과수재배분야 1,000억원 규모
 - 시설원에 관련 ICT업체들이 ‘한국 시설원에 ICT 융복합협동조합을 설립, 국내 경험을 기반으로 해외 진출 추진 중

- ICT 융복합 농업과 관련한 스마트팜, 식물공장, 지능형 농작업기계 등 시장규모 연 14.5% 증가 (중소기업청, 2013년)
 - ICT 융복합 농업과 관련한 시장으로는 스마트팜, 식물공장, 지능형 농작업기계를 들 수 있음
 - 첨단농업의 시장규모: (‘12) 24,295억원 ⇒ (‘16) 41,699억원
 - 중소기업청에 따르면, 2012년 기준, 스마트팜은 ICT 융복합 농업 분야에서 가장 큰 시장규모이며, 2012년 13,378억원에서 2016년 17,340억원으로 연 평균 6.7% 시장규모가 증가할 것으로 전망(중소기업청, 2013)

< 스마트팜, 식물공장, 지능형 농작업기 시장규모 > (단위: 억원)


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

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

- 농촌진흥청의 온실유형조사에 따르면 시설원에 7개 작물 재배농가 대상 스마트팜 도입 의향 조사 결과, 시장규모는 8,373억원으로 추정됨
- 시설유형별로는 보온제어형(Warming Control Type), 양액제어형(Nutrient Control

Type), 가온제어형(Heating Control Type), 환기제어형(Ventilation Control Type) 순으로 수요가 많은 것으로 나타남

○ 국내 복합제어기 및 양액 공급기 생산 및 판매 업체

대상 기업	사업 내용	주요 제품
(주)동우 (경남 창원)	- 복합환경제어 및 양액공급기 최다 일본 수출 - 양액공급제어기 개발.제조 - 복합환경제어시스템 개발.제조 - 근권정보 모니터링 시스템 개발.제조	
(주)우성하이텍 (경남 양산)	- 국내 농업기기 제조.판매 최대 규모 - 양액공급제어기 개발.제조 - 복합환경제어시스템 개발.제조 - 환기창 개폐시스템 개발.제조 - 근권정보 모니터링 시스템 개발.제조	
그린씨에스 (광주광역시)	- 복합환경제어기 및 양액공급기 국내 최다 판매 - 양액공급제어기 개발.제조 - 복합환경제어시스템 개발.제조 - 근권정보 모니터링 시스템 개발.제조	
대영지에스(주)	네덜란드 Hortimax사의 국내 협력사 온실시공, 냉난방시스템, 양액시스템 등 첨단 시설 농업관련 Total Consulting사업 추진	  <ul style="list-style-type: none"> ● CS500 : 사용자 편의성을 극대화 한 특화된관리시스템 - 사용자 편의성 극대화 <ul style="list-style-type: none"> · 사용자 지정 온도관리와 온도조절 자동 기능 · 사용자 지정 수조조절 온도관리 자동 제어 - 다양한 <ul style="list-style-type: none"> · 온도관리 자동 관리 - 온도관리와 온도조절 자동 제어 · 온도관리 자동 관리 기능 · 온도관리 자동 관리 기능 제어 · 온도관리 자동 관리 기능 제어 · 온도관리 자동 관리 기능 제어 · 온도관리 자동 관리 기능 제어 · 온도관리 자동 관리 기능 제어 - 사용자 편의성을 극대화 한 사용자 편의성 <ul style="list-style-type: none"> · 온도관리 자동 관리 - 온도관리와 온도조절 자동 제어 · 온도관리 자동 관리 기능 · 온도관리 자동 관리 기능 제어 · 온도관리 자동 관리 기능 제어 - 사용자 편의성을 극대화 한 사용자 편의성 <ul style="list-style-type: none"> · 온도관리 자동 관리 - 온도관리와 온도조절 자동 제어 · 온도관리 자동 관리 기능 · 온도관리 자동 관리 기능 제어 · 온도관리 자동 관리 기능 제어
Mifko	네덜란드 Priva사의 국내 협력사 Priva시스템의 국내 대리점 역할 및 시설농업에 필요한 수정 벌(bumble bees) 공급 등 특화된 사업 추진 중	

< 전체 조사농가 대상 품목별 스마트팜 시장 규모 > (단위: 백만원)

구 분	전체 조사농가 도입의향 기준							
	수박	참외	오이	토마토	풋고추	딸기	상추	합계
환기제어형	42,985	27,304	10,842	21,483	20,816	34,619	11,469	169,518
보온제어형	28,893	51,722	18,442	38,416	37,471	63,339	18,075	256,358
가온제어형	8,976	1,779	17,336	45,188	29,550	67,610	22,844	193,283
양액제어형	16,631	-	9,941	67,140	20,493	82,174	21,799	218,178
합계	97,485	80,805	56,561	172,227	108,330	247,742	74,187	837,337

※ 농촌진흥청, 「온실유형조사」

- 조사대상 농가 중, 전동제어시설이 구축되어 있어 스마트팜을 즉시 도입할 수 있는 농가로 대상을 한정할 경우 스마트팜 시장규모는 5,694억원으로 추정됨

< 도입 가능농가 대상 품목별 스마트팜 시장 규모 > (단위: 백만원)

구 분	전체 조사농가 도입의향 기준							
	수박	참외	오이	토마토	풋고추	딸기	상추	합계
환기제어형	32,163	17,208	10,842	16,960	6,940	30,246	3,823	118,182
보온제어형	20,309	32,597	18,442	29,986	11,268	56,101	3,621	172,324
가온제어형	7,118	836	17,336	36,035	7,899	57,735	7,615	134,574
양액제어형	8,164	959	9,941	41,330	9,060	66,218	8,734	144,406
합계	67,754	51,599	56,561	124,311	35,167	210,300	23,793	569,485

※ 농촌진흥청, 「온실유형조사」

○ 국내 사물인터넷의 시장규모 및 성장전망

- 2015년 현재 시장규모 약 3.8조원 규모로 추산 (2013년 약 2.3조원 비교 가파른 성장세)
- 2022년 시장규모 약 22.9조원으로 확대될 전망이며, 디바이스 사업뿐만 아니라 시스템 사업자와 서비스 및 애플리케이션 시장을 중심으로 영역 확대될 것으로 기대

○ 국내 통신 3사와 대기업을 중심으로 인터넷, 홈케어, 농업 등 다양한 분야에서 사물인터넷 시장 확대

- SKT 사물인터넷 서비스 현황
스마트폰을 통해 비닐하우스를 원격 제어할 수 있는 시스템인 ‘스마트팜’ 서비스 제공
‘M2M 플랫폼’ 개발로 협력회사에게 서비스를 무상 지원함으로써 해외진출을 원하는 협력사가 국제시장 진출에 유리하도록 지원



<국내 사물인터넷 시장 규모 전망>

자료: 임정선, IoT-가속화되는 연결의 빅뱅과 플랫폼 경쟁의 서막, 2015 ICT 10대 주목이슈, KT 경제경영연구소, Special Report, 2015

- 현재 개발된 농장 모니터링 시스템의 경우 유선 시리얼통신 (RS-485, 232), 단거리 무선통신(Wi-Fi, IEEE802.15.4) 등의 통신기술 사용으로 통신시설 구축을 위한 공사, 짧은 전송거리(<100m)로 인한 고가의 초기 시설비, 통신 중계기 필요로 인하여

LPWA 자가망 기반의 클라우드 팜 시스템이 필요

□ 재배 대상 작물의 시장동향

○ 토마토

- 가격동향

재배면적이 크게 늘고 과잉생산에 따라 지난 6년간 토마토와 방울토마토 전체의 가격의 하락세를 보임

(단위 : 원/1kg)

구분	'10	'11	'12	'13	'14	'15
토마토(상품)	5,153	5,036	5,387	4,928	4,453	3,978
방울토마토(상품)	6,758	6,530	6,467	6,248	5,509	5,561

* 자료 : 「가격정보」aT KAMIS, 기간 : '10년~'15년 도매가격(연 평균)

- 소비동향

구매형태는 '12년 기준 대형슈퍼, 소형슈퍼, 전통마트 순이고 소득별로는 고소득층의, 연령대별로는 완숙토마토 50~60대, 방울토마토 30~40대가 주 소비층으로 구매빈도가 높음
국내 소비자가 생식용으로 시중에서 신선토마토를 구입하는 시기는 주로 봄철(46%)에 집중되며 4월, 5월, 6월이 높게 나타남

< 연도별 신선토마토 월별 구입액 분포 >

(단위 : 원/1kg)

연도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
2013	1,064	1,597	4,825	7,103	9,040	9,155	5,383	3,057	1,526	1,215	1,203	866

* 자료 : 농촌진흥청, 2013 소비자 가구의 과채류 구매패턴

규격별 구매빈도는 완숙토마토 구입규격은 2kg초과가 주로 구입되는 단위이며, 방울토마토는 500g초과에서 1kg사이가 많이 구매됨

구분	전체	500g미만	500g	500g초과 1kg미만	1kg	1kg초과 2kg미만	2kg	2kg초과
완숙토마토	100	4.7	1.7	4.0	25.4	9.0	17.6	37.6
방울토마토	100	15.1	23.3	21.1	19.7	6.3	7.4	7.1

* 자료 : 농촌진흥청, 2013 소비자 가구의 과채류 구매패턴

○ 재배 · 생산동향

- 재배형태

토마토는 과채류 중에서 가장 낮은 온도에서 재배가 가능하기 때문에 한여름의 혹서기를 피하면 축성재배, 반축성재배, 노지재배와 억제재배 작형으로 1년 내내 재배되고 있음

재배면적, 생산량 추이

(단위 : ha, kg/10a, 톤)

구분		'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15
면적	시설	6008	5951	5270	5,850	6,344	6,054	7,070	7,190
	노지	136	237	-	-	-	-	-	-
	계	6,144	6,188	5270	5850	6,344	6,054	7,070	7,190
생산량	시설	402,923	376,088	324,806	368,224	432,779	388,624	499,960	460,000
	노지	5,247	7,680	-	-	-	-	-	-
	계	408,170	383,768	324,806	368,224	432,779	388,624	499,960	460,000

- 10a당 생산량은 네덜란드의 16%수준이나 일본 다음으로 높음
네덜란드는 장기간 수확 가능한 red계통, 가공용 품종을 유리온실에서 연중 전문적 양액재배 기술로 재배하여 생산량이 많으나, 한국은 식생활선호도, 수출가능성 등을 고려하여 pink계통(생식용, 단기재배)을 재배하여 생산량이 적음(수확기간 : 네덜란드 9개월, 한국 6개월)
- 10a당 생산비는 9,082천원으로 중국,미국보다 크게 높음
- 재배품종은 국내 품종이 30%, 외국 품종 70%를 차지하고 있음
- 수출동향
토마토 수출은 '2000년 이후 국내가격 호조, 일본의 안전성 관리 강화 등으로 크게 감소 추세였으나, 최근 파프리카, 장미 등 유사 시설재배 품목에서 토마토로 작목전환 농가와 제2의 파프리카 육성을 위한 정부정책에 힘입어 재배면적 증가와 생산량 증가로 수출량 증가
일본은 신선, 중국,러시아는 케첩, 주스 등 가공품 위주로 수출
국가별 수출실적(신선 냉장 토마토)

(단위 : 톤, 천\$, US\$/Kg)

국가	구분	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15
합계	물량	928	1,072	1,660	2,437	3,248	3,248	3,760
	금액	2272	4,000	6,746	9,483	9,895	9,620	9,595
일본	물량	916	1,034	1,625	2,323	3,225	3,210	3,751
	금액	2230	3,831	6,522	9,097	9,787	9,465	9,570
러시아	물량	2	5	11	2.4	3.4	3	7
	금액	17	51	97	17	26	11	18
홍콩	물량	3	30	16	9	13	35	2
	금액	9	106	78	33	53	144	7

* 자료 : KATI 수출입 실적, 토마토(신선), 2015 농림수산물 수출입동향 및 통계

지난 7년간 꾸준히 수출물량이 증가하고 있으나 수출의 95% 이상이 일본을 차지하며 대일 수출의존도가 매우 높음

- 토마토 수출단가는 4.06U\$였으나 엔저영향으로 지속적으로 하락
- 수출 단가(U\$/kg) : ('11) 4.06 → ('12) 3.9 → ('13) 3.04
- 일본 토마토 시장동향(출처 : KOTRA 해외비즈니스포털, 2014-10-31)
시장규모: 일본의 토마토 시장규모(출하량)는 2013년 기준 67만1200톤으로 전년 대비 4.14% 증가

<최근 3년간 일본 토마토 시장규모(출하량) 및 성장률>

(단위: t, %)

구분	'11		'12		'13	
	시장규모	증가율	시장규모	증가율	시장규모	증가율
시장규모 및 성장률	625,900	2.02	644,500	2.97	671,200	4.14

* 자료원: 일본 농림수산성

- 수요증대 예상요인

최근 들어 소비자의 건강 지향적인 성향이 강해지면서 야채 소비가 늘어나는 추세이므로 당분간 성장세는 지속될 것으로 전망됨.

주식회사 가루비(Calbee)에서 실시한 야채 선호도 조사에서 토마토가 57%로 가장 큰 비중을 차지하는 것으로 나타나, 토마토 소비량은 지속적으로 증가할 것으로 예상됨.

또한 전체 응답자의 54%가 야채섭취가 부족하다고 응답해 야채 소비욕구가 강한 것으로 판단됨.

- 수입동향

일본의 토마토 수입은 2013년 기준 3억4414만3200달러로 전년 대비 25.14% 성장함.

한국산 토마토의 연간 수입량은 전체 수입에서 28.98%를 차지하며, 미국에 이어 2위 수출국으로 매년 꾸준히 성장하고 있는 추세임.

식자재용 가공 토마토 수입량까지 고려한다면 일본의 한국산 토마토 수입량은 연평균 40% 이상의 급증세를 보이고 있음. 특히, 일본 내 패밀리레스토랑, 패스트푸드 전문점, 커피숍 등 외식업체에서 국산 일반 토마토 사용량을 늘리고 있어 한국산의 대일본 수출은 더욱 증가할 것으로 예상됨.

한국산 토마토는 거리가 가까운 지리적 이점에 따른 낮은 운송비용으로 인해 가격 경쟁력을 보유하고 있으며, 과즙이 거의 없고 경도가 적당해 생식용보다 식자재용 부자재로 많이 소비되고 있음.

- 일본의 국가별 토마토 수입동향

(단위: US\$ 백만, %)

순위	국가	금액			점유율			증감율
		'11	'12	'13	'11	'12	'13	13/12.
총계		11,730.82	27,499.70	34,414.32	100	100	100	25.14
1	미국	2,338.25	14,091.78	17,615.13	19.93	51.24	51.19	25
2	한국	6,757.29	9,207.74	9,973.75	57.6	33.48	28.98	8.32
3	네덜란드	0	1,337.13	2,873.28	0	4.86	8.22	111.67
4	캐나다	830.49	727.63	1,723.04	7.08	2.65	5.01	136.8
5	뉴질랜드	854.74	1,422.61	1,522.79	7.29	5.17	4.51	9.15
6	멕시코	950.05	713.00	719.31	8.1	2.59	2.09	0.88

* 자료원: 일본 농림수산성

- 한국제품 현지 인지도

한국산 토마토는 주로 가공 식재료용으로 수입되기 때문에 소비자에게 인지도는 낮은 편이나, 품질이 우수하기 때문에 수입업체 사이에 인지도가 높음

○ 파프리카

- 가격동향

'14년은 국내가격이 예년에 비해 최대 20% 가량 하락

(단위 : 원/kg)

연도	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15
파프리카(상품)	8,690	10,340	10,585	10,510	8,805	8,120	6,455
파프리카(중품)	7,105	8,040	7,605	8,975	7,590	6,610	5,690

* 자료 : KATI 도매정보(2009~2015) 연평균

'09년 이후로 꾸준한 가격이 상승하였으나, '13년 재배면적 확대로 공급량 과다와 일본의 엔저로 수출이 둔화되면서 국내가격 하락

해마다 주 출하시기(6~8월, 12월)에는 가격이 낮으나 특히, 파종시기(3월, 9월)에 높은 가격을 형성하며 평균가격 상승의 원인

○ 소비동향

- 파프리카 국내 소비는 수출량 증가보다 빠르게 증가 추세임

'13년 국내소비량은 40,555톤으로 '09년 대비 2배 이상 증가 했으며 '15년은 수출량의 증가로 다소 감소됨

국내 생산량 증가와 더불어 대형마트 등 유통업체들의 판매·홍보로 다이어트를 위한 샐러드, 영양분을 높이는 볶음요리 형태로 소비됨

연도	생산량(톤)	수출량(톤)	국내 소비량(톤)
2011	43,160	16,513	26,647
2012	50,642	20,765	29,877
2013	62,622	22,067	40,555
2014	64,363	23,138	41,225
2015	65,000	29,376	35,624

* 자료 : 농림축산식품, KATI자료, 국내소비량=생산량-수출량

○ 최근 파프리카 산업동향(출처 : 2014년 9월 경남지사 보고)

- 파프리카는 시설재배로 '13 기준 채소류 60,226ha의 0.95%인 575ha를 차지
매년 지속적으로 재배면적과 생산량이 증가하고 있으며 수출 중심의 생산에서 최근에는 내수
출하가 증가하고 있음

(단위 : ha, 톤)

구분	'08	'09	'10	'11	'12	'13
재배면적	367	410	424	429	430	575
생산량	32,778	36,023	41,396	43,160	50,642	62,622

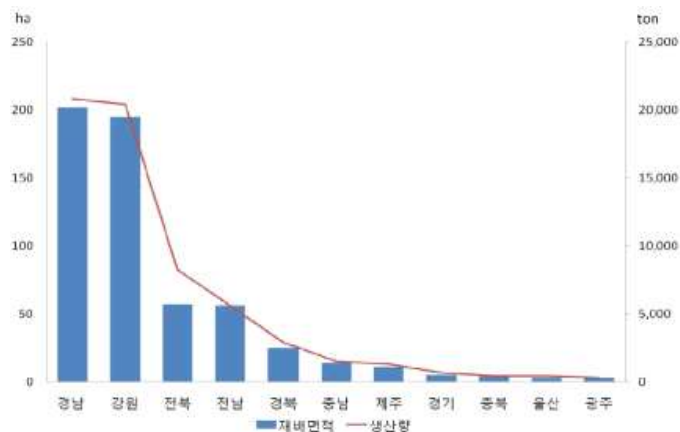
- 파프리카 단위면적당 소득이 높은 작물로 재배면적 지속 증가 중
최근 재배기술 향상, 우량 품종공급으로 단위면적당 생산량이 크게 증가('06년 84 톤/ha →
'10년 97 톤/ha → '13년)

연도	'06년	'10년	'13년
단위면적당 생산량	84 톤/ha	97 톤/ha	109 톤/ha

- '13년 지역별 재배면적: 경남 202ha(35%), 강원 195(34), 전북 57,전남 56, 기타 65

지역	경남	강원	전북	전남
재배면적(ha)	202ha	195	57	56

<'13년 지역별 파프리카 재배면적 및 생산량>



○ 파프리카 국내 생산 현황

- 대부분 시설재배이며, 과채류 시설면적 56,480ha의 0.8%인 424ha 차지
국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정, 제24조의 4에 해당되지 않음고소득 작물로 인식되면서 재배면적이 증가하고 있으며, '06년부터 도매시장에 본격 상장, 국내소비 지속 증가 추세
- 생산성 및 품질경쟁력(경쟁국과 비교)
주요 국가별 생산량 및 수출단가

구분	한국(A)	네덜란드, 뉴질랜드(B)	A/B(%)
생산량(단위면적)	150(겨울작형)	240	60
일본 수출단가(엔/kg)	489	597	82

단위면적당 생산량이 적은 것은 경쟁국에 비해 소규모 시설이 많은 것과 수출에 특화된 M사이즈가 주력인 것이 원인

대일본 수출시 네덜란드나 뉴질랜드에 비해 거리적 인접성으로 물류비가 낮고 신선도 유지가 용이하여 가격 및 품질에 경쟁력이 높음

○ 수출동향

- 국가별 수출실적

(단위 : 천불, 톤)

구분	'09		'10		'11		'12		'13	
	금액	물량	금액	물량	금액	물량	금액	물량	금액	물량
전 체	53,280	17,725	58,302	16,168	68,866	16,513	88,807	20,765	87,034	22,067
일 본	53,182	17,678	58,276	16,162	68,683	16,478	88,783	20,762	86,837	22,017
홍콩	0.6	0.3	8	3	1.7	0.5	1.8	0.4	23.2	5.1
러시아	5.6	0.7	7	1	62	7	14.5	1.5	7.6	1.1
대 만	84	42	71	30	13	5.3	-	-	13	4
호주	-	-	9	2.5	66	12	7	1.5	-	-
캐나다	-	-	-	-	39	10	-	-	-	-

* 자료 : KATI 품목의 국가별 수출입 실적

- '13년은 엔저로 인해 물량은 6% 증가했음에도 불구하고 금액은 2% 감소
- 수출시장이 일본에 집중(99% 이상)되어 있어 일본시장 변화에 민감
- 수출시장 다변화를 위해 홍콩, 러시아, 대만 등의 시장개척 노력 중

○ 파프리카 시장동향

- 한국 산 파프리카는 중국산 보다 가격경쟁력이 떨어지므로 품질위주의 전략으로 시장진입 필요

한국 산 파프리카는 생육에 필요한 영양소를 직접 공급하는 양액재배로 과육이 두껍고 단맛이 강해 경쟁력이 있음. 까다로운 일본 시장에서 70%에 가까운 점유율로 품질을 검증 받음. 수확 후 관리기술도 뛰어나 포장과 통관 현지 유통까지의 긴 시간동안 선도유지 가능

<일본시장의 국가별 수입실적>

(단위 : 톤)

	2000	2005	2010	2011	2012	2013
전 체	10,326	25,914	25,411	26,765	32,893	33771
한 국	2,023	17,764	16,252	16991	20,635	22417
네덜란드	6,192	5,087	5,416	5,998	7,798	6,474
뉴질랜드	1,990	3,061	3,727	3,773	4,442	4,828
기 타	121	2	16	3	18	52

* 자료 : 일본재무성 무역통계

- ‘2000년까지 네덜란드가 일본 수입시장의 60%를 차지하며 주도했으나 이후 일본내 파프리카 소비시장 확대 및 그간의 시장개척 노력에 힘입어 한국산 중심의 구조로 점차 변화함
- ‘2010년에는 한국산 중심 구조로 향상된 고품질과 높은 가격경쟁력으로 일본 파프리카 수입시장의 64%를 차지

□ 표준화 현황

○ 스마트 농업 국내 표준화 동향

- 2010년 1월부터 ETRI 등 10개 기관이 온실관제시스템 요구사항 프로파일 표준 등 4건을 공동으로 개발하여 TTA(Telecommunications Technology Association) 단체 표준으로 채택
- 이 표준들은 시설원예를 중심으로 표준화가 진행되고 있으며, 현재 시설원예를 구성하는 장치들의 구성, 구성요소들 간의 인터페이스 표준 등에 관한 내용을 표준으로 설정하고 있음
- TTA 단체 표준으로는 온실 관제시스템-제1부(센서 노드와 온실 통합 제어기간 인터페이스), 온실관제시스템-제2부(제어노드와 온실통합제어기간 인터페이스) 및 온실관제시스템-제3부(온실통합 제어기와 온실 운영시스템간 인터페이스)를 2012년 제정하였고, 온실관제시스템-제4부(온실운영시스템과 온실통합관리 시스템간 인터페이스)를 2013년에 제정하였음
- 식물공장과 관련한 표준은 국내의 RFID/USN 융합협회에서 식물공장 내부를 구성하는 에너지 관련 장치, 재배장치, 고아원, 환경제어, 양액, 자동화 로봇 등의 제어정보, 환경정보, 생육정보, 에너지 정보 수집절차 및 장치간 통신인터페이스, 생육 및 제어정보

를 위한 데이터베이스 및 식물공장간 광역 인터페이스 등의 표준화를 진행하고 있음

○ 사물인터넷 표준화 동향

- 사물인터넷 생태계는 글로벌 기업들 위주로 경쟁중이지만 시장의 지배적 사업자가 존재하지 않아 표준화의 중요성이 더욱 대두되며 우리나라도 글로벌 경쟁력 확보를 위해 정부 주도적인 지원정책 수립
- + 정부는 사물인터넷을 정부의 주요 수익창출 분야로 선정하고 사물인터넷 산업 육성과 지원을 위한 정책을 수립
- + 2013년 사물인터넷 준비지수에서 미국에 이어 2위를 차지하여 기술 분야에서 국제적 입지를 지님
- 또한 국제 표준화 기구 및 컨소시엄에서 활발한 활동을 통해 한국 중심의 사물인터넷 표준 체계를 구성하기 위해 시도 중
- + 우리나라는 2014년 ITU 전권회의의 의장국으로 채택되고 표준화 총국장에 한국인이 당선되는 등 ITU내 기술표준화 분야에서의 지위를 높여가고 있으며, ITU-T 내의 사물인터넷 워킹그룹인 SG20을 설립하는데 중심적인 역할을 수행
- + 국가기술표준원은 2014년 ISO 산하에 사물인터넷 표준화 워킹그룹 설립을 주도하고 관련 의장단을 수입하는 성과를 거두고 빅데이터 표준화 워킹그룹을 신설하는데 주도적 역할을 수행
- + oneM2M에서 제시하는 표준 프로토콜 기술(CoAP)의 개발, 국제 사물인터넷 플랫폼 표준화를 위해 국제 컨소시엄에 적극 참여하는 등의 노력

- 국내 글로벌 기업 및 연구기관들도 사물인터넷 시장의 선점과 지배적 지위 확보를 위해 기술협업, 표준화 컨소시엄을 구성하는 등 다양한 노력을 기울이고 있음
- + 삼성, LG는 기존에 확보하고 있던 역량을 바탕으로 사물인터넷 기능이 탑재된 가전기구를 선보임으로써 스마트홈 시장에 대한 지배력을 높이기 위한 시도 중
- + 그러나 기업들 간의 표준 플랫폼 확보를 위한 경쟁은 국가와 분야를 가리지 않고 나타나고 있으며, 사물인터넷 표준화 경쟁이 본격적으로 나타나기 시작
- + 삼성은 Intel, Atmel, Broadcom, DELL 등의 기업과 함께 사물인터넷 표준화 컨소시엄인 OIC를 결성하였고, LG는 Qualcomm, SHARP, Haier 등의 기업과 함께 AllSeen Alliance를 조직
- + 전 세계적으로 위 두 표준화 그룹 이외에도 글로벌 스마트홈 개발연합인 키비콘(QIVICON), 새로운 통신 프로토콜인 Thread를 중심으로 한 Thread Group(구글산하 스마트홈회사 Nest Labs, 삼성, ARM홀딩스 등), Apple 플랫폼 그룹이 표준화 경쟁에 참여
- + 다양한 표준화 그룹의 대립으로 인한 단일 표준의 부재는 중소기업 또는 스타트업 기업들의 시장참여를 어렵게 만들어 시장형성에 부정적 영향을 가져올 것이라는 견해가 존재
- + 한국전자통신연구원(ETRI)은 oneM2M에서 채택하고 있는 CoAP프로토콜을 개발하고 국제표준으로 승격시키기 위해 2014년부터 기술의 상호 운용성 시험을 수행 중
- + 2013년에는 사물인터넷 표준 선도를 위한 사물인터넷 표준화 협의회를 발족하고 표준 및 산업 활성화에 대한 자문역할을 수행하는 운영위원회와 요구사항, 구조, 프로토콜의 3개 기술위원회를 조직하여 운영 중
- + 2014년에는 oneM2M 기반 사물인터넷 단말기 및 플랫폼의 소스코드를 공개하여 사물인터넷

- 산업을 육성하고 산업 생태계를 기반을 조성하기 위한 오픈소스 연합체인 OCEAN(Open allianCE for iot stANdard)을 구성
- + OCEAN에는 전자부품연구원, 한국전력공사, SKT, LG CNS, 포스코 ICT, 네이버, 시스코 등 50여개의 기업들이 참여
- + 2014년 오픈소스 사물인터넷 개발자 포럼을 개최하여 개발자들이 오픈소스를 쉽게 이용할 수 있도록 활용법 및 활용사례 교육을 진행

○ 우리나라는 국제 사물인터넷 표준 분야에서 경쟁력 있는 위치를 확보하고 있으나, 사물인터넷 관련 법/규제의 미흡, 사물인터넷 원천기술 개발의 부족 등의 한계점이 존재

□ 국외 기술 수준 및 시장 현황

○ 농업시장 전망

- 농업이 미래 성장산업으로의 Repositioning 강화 예상
- + 인구 증가에 따른 식량 부족 현상으로 2050년까지 전 세계인구는 90억명에 도달, 농작물 생산량을 현재보다 70% 증산시켜야함.
- 세계 식량시장의 확대
- + 세계 식량시장 2014년 5조8000억달러 규모에서 2020년 6조 1000억달러로 커질 전망.
- + 2020년 ITR시장 3조5000억달러, 자동차시장 1조6000억달러에 비해 각각 1.5배, 3배 많은 수치
- 농업+IT 결합 가속, 글로벌 IT기업들의 농업 투자 열풍
- + 구글은 토양 데이터 등을 분석해 생산성 개선을 돕는 농업 IT 스타트업 “파머즈비즈니스네트 워크”에 1500만달러 투자(2015년5월)
- + 10월에는 물 사용량은 줄이되 생산량을 높이는 기술을 보유한 크롭엑스에 900만달러 투자
- + 소프트뱅크는 2015년 10월에 핫카이도에 농업생산법인을 설립, 첨단 IT를 이용해 토마토/아스파 라거스/양배추를 최적화된 환경에서 최고품질로 생산하여 소프트뱅크의 인터넷통신 판매망을 활용해 시장에 공급할 계획

○ 농업시장 기술트렌드

- 농업 생산성 향상 방안으로 Robotics/Automation, Intelligent Sensing, Big Data Analysis, Bio-Engineering 등이 활용되고 있음

분 야	주요 내용	구현 이미지
Robotics /Automation	트랙터 자동주행 시스템 드론 등 무인항공기를 이용한 노지 재배 관리시스템 자동수확 로봇(오이, 딸기 등)	
Intelligent Sensing	적외선을 이용한 당도측정 센서 작물과 잡초를 구분하는 영상처리 기술 위성이미지를 이용한 수분측정으로 수확시기 판단 기술	
Big Data Analysis	글로벌 환경변화에 따른 최적작물 생산을 위한 의사결정지원시스템(흙, 물, 작물, 기후 등 모델링) 데이터 분석과 Map을 이용한 증강현실 구현	
Bio-Engineering	환경변화에 따른 종자 개량 재배환경 맞춤형 종자 및 비료정보 제공	

□ 선진 농업국 현황

○ 네덜란드

- 첨단시설농업 현황

- + 대규모 산업단지화로 최소 5ha~30ha 규모의 유리온실 구축, 시설/종묘/재배/포장/유통 관련
- + 산업 Cluster화
- + 지역의 산업 인프라 활용으로 주변 지역의 열병합발전소를 통한 에너지/CO2 공급과 대규모
- + 간척지의 활용으로 구축비용 절감
- + 로봇 기술 활용을 통한 운영비 절감으로 수확 후 자동 컨테이너 운반기를 통한 선별장 이동으로 인력 감축
- + 농업지식 적극적 공유로 농장간 정보 공유, 토론 및 분석사이트 활성화, 재배지식 및 신기술의 지속적인 교육

○ Agriport A7

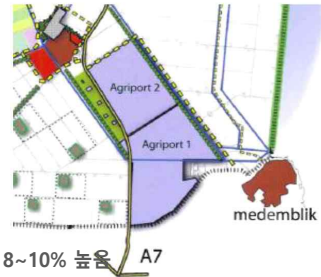
- 설립

- + 2007년 암스테르담 북쪽의 간척지에 구축

- : 규모 30ha(20ha에서 시작하여 2015년 10ha 증축)
- : 2007년 구축비용 30유로/1m² (West land 90유로/1m²)
- + West land 지역에서 이동한 이유는 첨단시설 농업의 챔피언이 되겠다는 비전이 주요 이유임

Agriport A7 농산업단지

- 북 홀란드 주 북부의 신선한 채소 경작, 처리, 물류의 중심지
- 채소 경작
 - 대규모 유리온실 재배 : 1,000ha(1차 450ha 개발 완료 및 2차 개발 시작)
 - 전체 경지 규모 : 40,000ha
- 처리, 물류 및 서비스 제공
 - Agriport A7 농장 부지 : 70ha



<경쟁 잇점>

- 대규모 온실, 일조량이 타 지역보다 높다. Westland 보다는 3%, 동쪽 지역보다는 8~10% 높음
- 채소 경작 클러스터 및 협력
- 에너지 시설 : 열병합 발전기

<투자규모>

- 초기 투자 : 400min 유로(토지구매, 기초공사, 온실, 설비, 광 반사 및 보온)
- 연간 소요비용(감가상각비 제외) : 150min 유로
- * 경작비용(1/3), 노임(1/3), 에너지(1/3)

< Agriport A7 농산업단지내 입주 예정업체 >

- 물류업체
- 농산물의 처리, 포장, 냉동 및 보관
- 농산물 도매업체
- 통신, 가스 및 전기시설
- 오수 배수 시설 등



<Agriport A7 전경>

- 운영 현황

- + 20ha 파프리카 농장 성수기 일일 생산량 30,000kg
- + 95% 수출(유럽, 미국, 일본 등)
- + Peak 시에 운영인력 200여명, 운영인력의 대부분이 폴란드 출신
- + 2기의 열병합 발전기를 통해 필요 전기 및 CO2 회수 이용
- + 작물에 대한 2차 가공으로 잼 등 다양한 형태의 제품을 지역 공동체에 판매
- + Agriport A7 방문인력이 2015년 6,000명 수준으로 올해는 더 증가할 전망이다
- + 주요 방문국은 미국, 한국, 일본 등임

- 시사점

대규모 농장 구축 및 주요 운영 시설의 자동화로 운영 경비 최소화

- 열병합발전기 자체 운영으로 비용 절감 및 CO2 생산 회수 등 주요 에너지 경비 절약
- 재배 작물 회수와 분류 시스템 자동화로 인력 및 아웃소싱 비용 절감과 생산에서 유통까지의 시간 최대로 단축하여 고품질 유지
- 네덜란드는 첨단 시설농업에 대한 산업 생태계가 완벽하게 갖추어져 있으며 전체 농지면적의 5%에 해당하지만 생산 총액은 21%로 국가적으로 주요 산업으로 자리매김 되어 있음

			
수확컨테이너 자동화 교체 장면	수확용자동화 시스템	자동 선별 및 포장시스템	열병합 발전기 2기

○ 네덜란드 첨단시설농업 솔루션 사업자

- Priva사

- 설립

- + 1959년 설립되었으며, 전 세계 직원은 464명으로 연매출 6,500만 유로로 약 900억 정도임
- + 온실에 관련된 사업 외에 주요한 사업으로 건물기후조절사업이 있으며, 세계무역센터, 고흐 박물관, 여러 대학, 호텔 등에 실내온습도 등을 제어하는 사업을 하고 있음.

구분	내용
Priva Process Solutions	원예농업과 온실 운영을 총체적으로 관리할 수 있는 복합환경제어시스템
Priva Climate Solutions	작물의 이상적인 재배환경 조성 및 재배시설 내부/외부 기후 모니터링 제어 시스템
Priva Water Solutions	순환식 배양액 조성 및 양액 공급시스템
Priva Business Solutions	효율적인 인력관리 및 작물의 수확 및 농작물 수확에서 유통까지의 과정을 모니터링 및 제어할 수 있는 시스템
Priva Energy Solutions	온실의 에너지 모니터링 및 제어를 통하여 에너지를 통합 관리할 수 있는 시스템

- 주요 성과

- + Priva System이 72개국에 공급되고 있으며, 매년 매출액의 약 18%를 R&D에 투자
- + 50년간 축적된 온실 환경제어 기술을 보유한 세계 최고의 환경제어 기술 보유
- + 온실 환경 제어를 위한 다양한 요소간의 상호 간섭을 고려한 알고리즘 개발력 보유
- + 온실 시공 자재부터 환경제어에 필요한 센서 및 제어기까지 모든 제품을 패키지화 함
- + 작물마다 작물이 필요한 모든 환경 조건에 대한 방대한 자료 축적

○ Hortimax(네덜란드)

- 설립

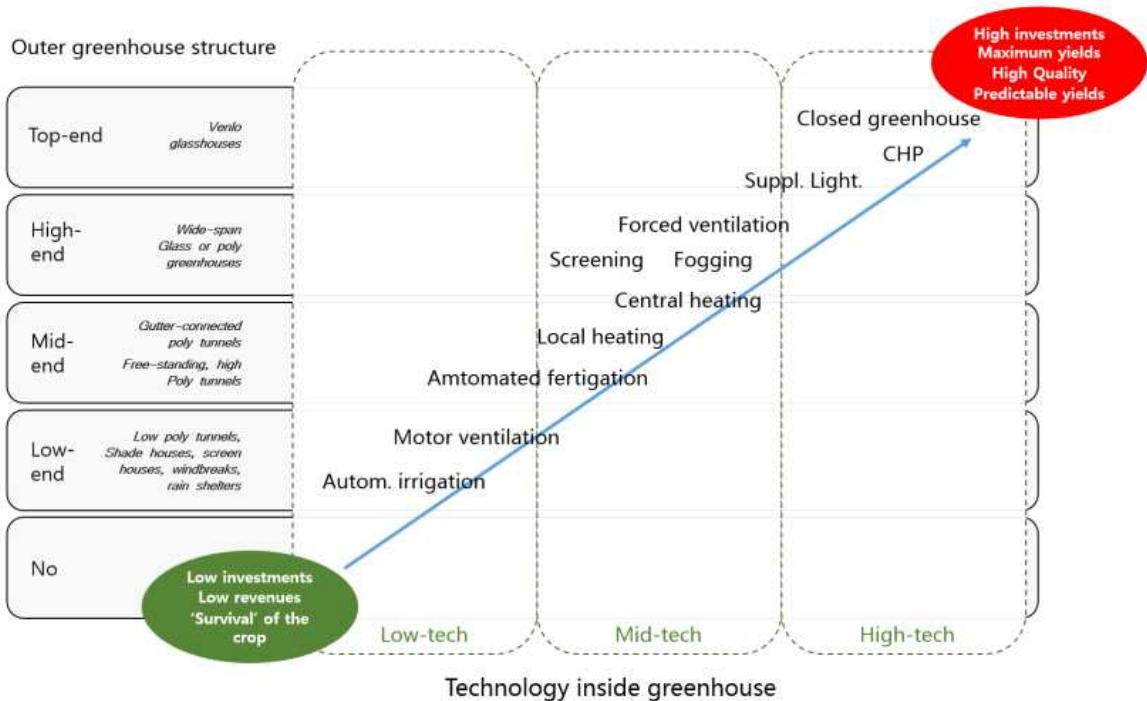
- + 세계 3위의 첨단시설농업 솔루션 제공사
- + 첨단 시설하우스에 대한 제반 솔루션을 개발, 보급하는 것을 주요 업으로 하는 회사

- 주요 Solution

Sektor	내 용	세 부 예시
Climate & Energy	내부 온실환경 제어용 위해 투광판, 조명, 난방 및 CO2 공급용과 역의 온실에서 사별	
Water & Nutrition	작물이 요구하는 최적의 양과 최적의 일체를 배합하여 자동적으로 제어, 공급하는 시스템	
Labour & Productivity	작업자별 업무량 통계 및 재래의 투입 비용 등에 대한 상관 분석을 통해 적정 수준의 인력 투입이 가능한 정도를 농민들에게 제공함	
Operation & Analysis	Hortimax 시스템 운영상 발생되는 모든 데이터를 수집, 분석하여 농장주가 안정적으로 농장을 경영하도록 지원함	

- 기술차별성

시장 세분화를 통해 첨단시설부터 보급형 제품까지 시장 및 고객 세분화 전략 추진



○ 일본

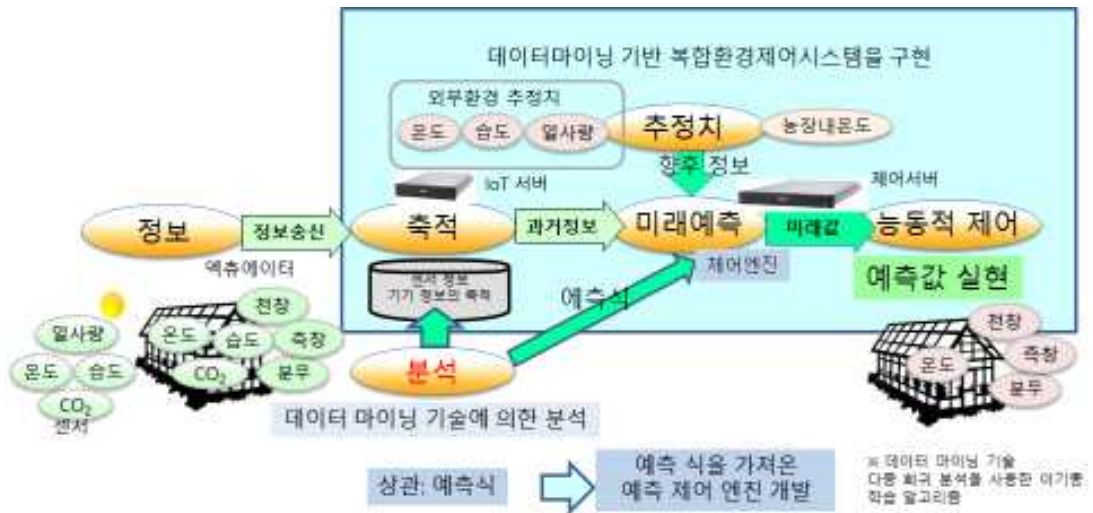
- 일본은 농업·ICT 융복합 기술인 Smartagri 시스템, 영농정보관리시스템(FARMS, Farm Management System)을 개발하여 농업의 기계화·자동화 구현
- + Smartagri 시스템 : 농업과 관련된 여러 가지 정보(환경, 생체 등) 수집, 분석 및 디지털화

를

- + 통해 식물 생육을 최적으로 제어하는 시스템
 - + 영농정보관리시스템(FARMS) : 농작업 이력 추적 및 DB화를 통해 GIS의 지도정보와 밀접하게
 - + 관련시키는 종합관리시스템
-
- 대규모 산학연 프로젝트를 통해 네덜란드 시스템과 경쟁하기 위한 국가적 “최첨단 농장 자동화 시스템(IGHS : Intelligent Green House System) 개발 중
 - + LED 기반의 식물공장의 데이터를 기반으로 빅데이터 생성(광, 양액, CO2 등) 5년간 10조 테라바이트 축적
 - + 지난 5년간 치바대학과 일본내 NEC 등 100개 기업이 공동으로 식물공장의 생산최대화, 고효율생산을 위한 복합환경제어시스템 개발 진행
 - + 네덜란드 Priva를 뛰어넘는 세계 최고의 그린하우스, 식물공장으로 가기 위한 국가적인 대규모 투자 진행 중
 - + 후쿠시마 원전 사고로 일본의 농작물은 식물공장 개념을 채택 보급 추진
-
- 예측제어를 위해 환경제어 주요 요소들에 대한 예측제어를 위해 데이터 마이닝 기술 적용
 - + 테스트 베드에서 수집된 생육데이터 및 제어데이터를 기반으로 빅데이터 처리에 의한 데이터 마이닝을 통해 예측제어 솔루션을 개발 중에 있음
 - + NEC 산하 정보기술연구소, 그린플랫폼연구소 및 NCOS 등이 참여하여 환경제어시스템 개발 중

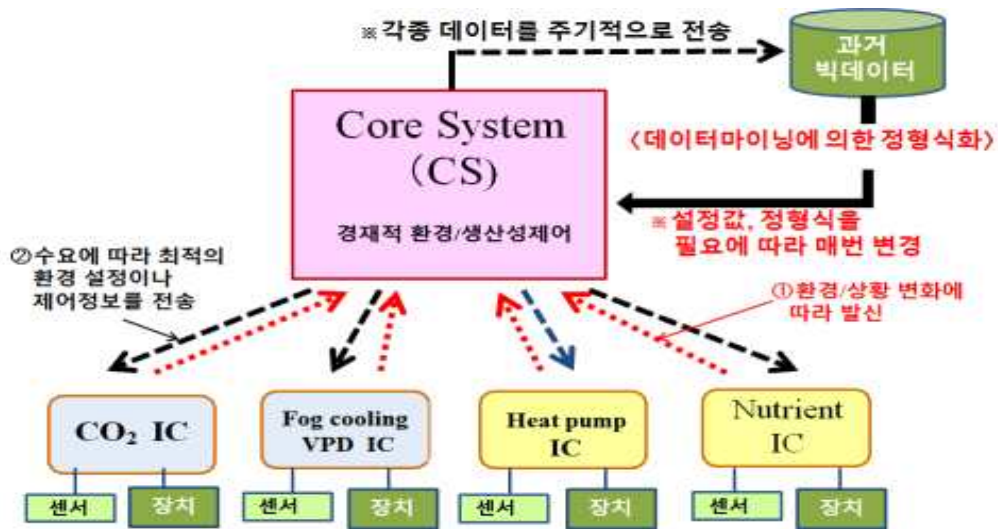


< 일본 치바대학 농장시설 >



< 데이터마이닝 기반의 생육모델링 및 예측제어시스템 구현 >

- 네덜란드 Priva 시스템을 3년~5년 내에 따라 잡는 것을 목표로 시설하우스 정밀제어 필요한 필수 변수의 상관관계식을 도출하는데 NEC 산하 연구소 등 100여개 기업이 참여하여 빅데이터 분석 중





< CO₂ 제어기 >



< Fog 시스템 >



< 양액 제어기 >

- Akisai Cloud System(일본 후지쓰)

- + 일본 후지쓰는 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 농업경영시스템 아키사이를 개발했음
- + 후지쓰는 농지에 날씨와 토양환경 등을 측정하는 센서를 설치하고 수집되는 빅데이터를 분석하여 최적의 파종, 농약살포, 수확 시점을 모바일로 제공할 수 있는 빅데이터 기술을 접목한 식품·농업 클라우드 서비스인 '아키사이'를 '12년 10월부터 개시하였음
- + 또한, 농수산물물 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 후지쓰 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



<식, 농 클라우드 Akisai 상품체계>

○ 미국

- 미국은 농업정보를 제공해주는 사업자들이 다수 출현하여 구글 등으로부터 투자를 받고 급속 성장 중에 있음

- OnFarm사

- + 실시간으로 센서를 통해 토양 습도, 날씨, 병충해 정보를 축적하여 해당 지역에서 농사를 짓는 고객들에게 맞춤형으로 정보 제공하는 농업특화기업
- + 제공가치: 용수 절감, 비료사용 감축, 영농 스트레스 해소, 최적 경작지 선정
- + 특화 서비스 : 제반 정보를 고객이 위젯 형태로 Web 상에서 구현할 수 있는 솔루션 제공
- + 수익모델 : 제공 받는 정보 및 컨설팅 포함 여부에 따라 \$1,000~\$1,750 /year



- Farmers Business Network사

- + 미국내 지역별 작물별 재배에 필요한 온·습도 및 작황정보 등을 제공하는 벤처 기업으로 2014년 구글 엔지니어인 Charles Baron이 창업
- + 구글벤처사로 부터 \$15 million 투자 유치하여 운영 중으로 개별 농장주들은 1년에 \$500을 지불하면 FBN의 네트워크 정보를 모두 이용할 수 있음

+ 현재 미국 서부지역의 700만 에이커 규모의 농장 분석을 위해 GPS로 연결된 각종 농기구에
서 전송되는 데이터를 축적하여 정확한 tool을 구축하고 있음

- 제공서비스

+ 가장 강력한 농사정보를 제공

- ① 해당 고객의 작황에 대한 다양한 진단
- ② 고객의 영농 활동에 대한 효과 분석
- ③ 채택된 작물의 지역별 작황 정보 등 제공

- 전체 농장 분석

- ① 고객의 농장에서 작황에 영향을 미치는 요인 추출, 현장 상황 제공
- ② 해당 농장의 구역별 현황 및 개선도 제공, 투입 최적화
- ③ 고객의 토양에 최적화된 작물 선정

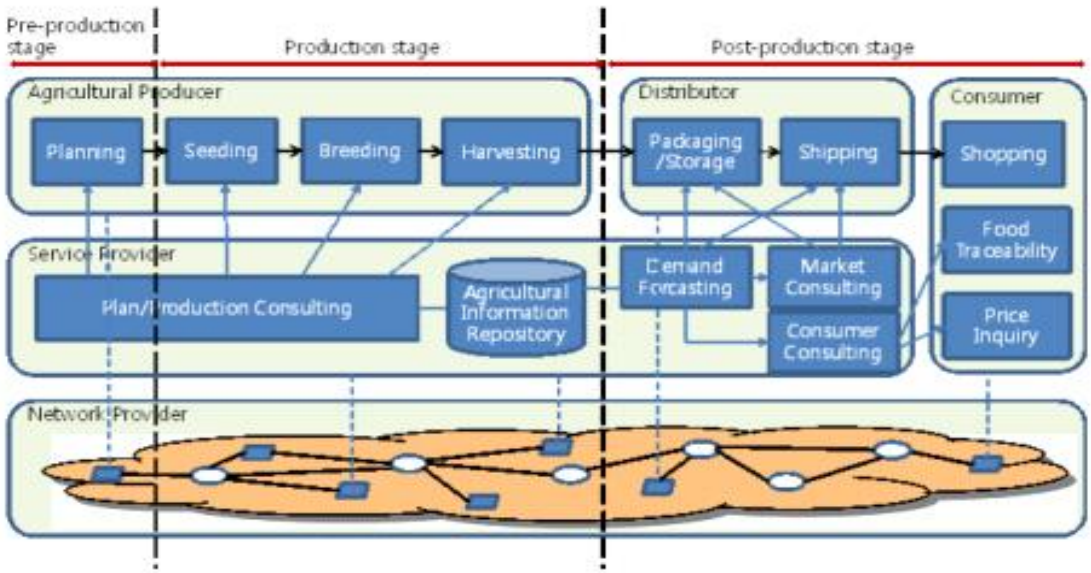
□ 표준화 현황

○ 2012년부터 ITU-T SG 13 Question 1에서 스마트 농업에 대한 기준모델, 서비스
능력, 네트워크 능력 등에 대한 표준화 추진하여 2015년 4월 권고안으로 승인

- 스마트 농업의 범위를 계획단계에서 시작하여 소비자가 농식품을 구매하는 단계까지 고
려

- 기존의 생산중심 개념에서 유통과 소비 단계까지 고려한 시장과 비즈니스 측면을 고려

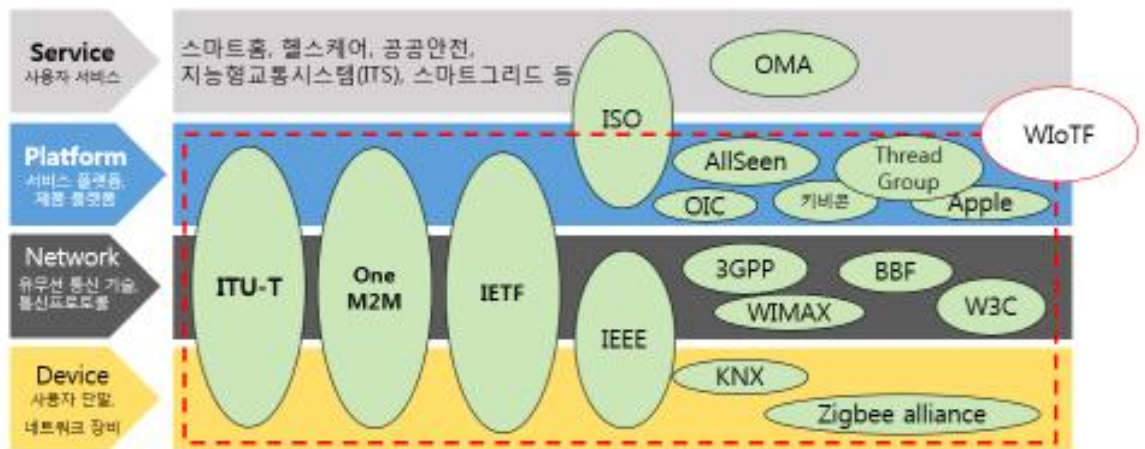
- 서비스 주체가 되는 서비스 역할을 농업생산자, 유통사업자, 소비자, 서비스제공자, 네
트워크 제공자의 5가지 로 분류하여 세부 내용을 규정



<네트워크 기반 스마트 농업의 기준 모델>

○ 사물인터넷 표준화 구도

- 사물인터넷 표준화를 위한 표준화 기구 및 컨소시엄은 다양한 영역에서 다양한 주체들에 의해 다양한 목적을 가지고 진행 되고 있어 기존 기술표준과 달리 어려움이 존재
- ITU-T와 IEEE P2413은 전체 사물인터넷 구조의 준거 모형(Reference Model)의 표준을 확립하기 위하여 유사한 기술군의 표준화를 진행
- oneM2M, AllSeen, OIC, OMA, BBF, 3GPP 등의 컨소시엄은 상호보완적인 기술의 표준화 경쟁을 통해 단일 표준을 구성
- 그러나 공적 표준화 기관 및 관련 기업들의 저조한 참여로 공적 표준화 기관이 제시한 표준이 실 제로 적용되는데 어려움이 존재하며 사물인터넷의 융합적인 특성상 다양한 성격의 단체가 표준화 과정에 참여하기 때문에 표준의 파편화 우려
- 이러한 파편화된 사물인터넷의 표준을 통합하고 융합하는 역할을 수행하기 위해 WIoTf가 설립되었으나 아직 두드러진 활동이 나타나지는 않고 있음



<국제 표준화 단체의 사물인터넷 표준화 영역>

- 플랫폼 표준화의 영역에서는 AllSeen과 OIC가 대립하고 있지만 두 단체 모두 개방형 플랫폼을 사용한다는 점에서 공통점을 보이며, 네트워크의 표준화 영역에서는 통신방식에 대한 표준화를 중심으로 경쟁구도 형성
- 네트워크 표준의 경우 현재 LTE 기술표준을 보유하고 있는 3GPP가 주도권을 쥐고 있는 상황 단말기 통신기술에 속하는 RFID, NFC, Zigbee 등의 네트워크 분야는 각각의 기술 표준이 어느 정도 정립된 상태이며, 실제로 서비스 제공자가 서비스의 형태와 목적에 따라 사용 가능

3. 연구개발의 중요성

□ 정부의 스마트 팜 확산 정책 구현 조기 실현에 기여

- 우리 농업의 경쟁력을 높이고, 미래성장산업으로 육성하기 위해서는 농업생산 분야에 첨단 ICT 접목을 통한 농업의 경쟁력 제고가 필수적임
- 기존에 유사 연구가 다수 진행되었으나 첨단시설농가에 보급 및 적용에는 기대에 못미친바, 직영농장을 구축하여 생산, 유통사업을 영위하는 씨드림이 본 과제를 통해 클라우드 기반 지식공유 농업플랫폼을 개발한다면 농가의 요구에 부응하는 시스템 개발 및 현장 적용이 용이해짐
- 생육모델링에 의한 인공지능 기반의 예측제어 알고리즘에 의한 농장내 환경제어가 가능해 진다면 세계적인 기업인 Priva 사를 뛰어넘는 경쟁력으로 세계 농업기술 시장에 조기 진입할 수 있으며, 외산 제품 사용에 따른 유지보수가 어려운 점과 설치비용에 비해 충분히 활용하지 못한 폐단을 일거에 치유할 수 있음

□ 기술적 측면

○ 클라우드 기반의 시스템 설계의 중요성

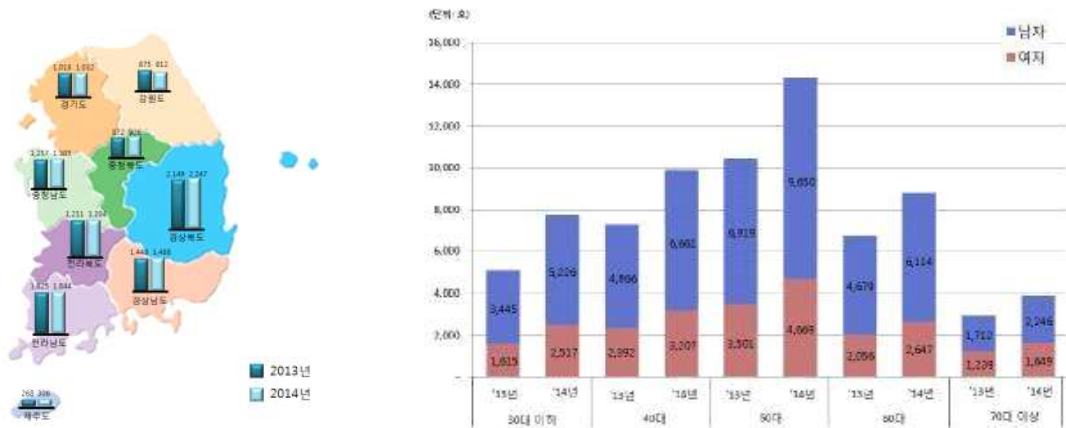
- 현재 스마트팜의 플랫폼을 구성하는 시스템은 Stand Alone 방식으로 1대 다수의 Server-Client구조로 구성되어 있어, 초기설치 및 제어 룰의 설정이 어려우며, 데이터 분석에 대한 컨설팅에 높은 비용이 발생 함
- 작물 생육 환경 제어를 위해 데이터의 상관관계 분석과 같은 통계적 분석 방식을 사용했으나 다변량, 다품종에 적용하기에는 한계가 있고 성능도 낮아 IoT 센서를 통해 수집된 빅데이터를 이용하여 자율제어 알고리즘으로 성능향상 및 자동화 적용필요

- ▶ 클라우드 기반의 스마트팜이 실현됨에 따라 연계되는 농가 및 재배 작물의 종류가 증가하게 되고, 필연적으로 방대한 량의 데이터 수집 가능
- ▶ 급변하는 재배 상황에 유연하게 대처할 수 있도록 시스템의 확장성과 빅데이터 처리가 가능한 클라우드 중심의 개방형 구조의 시스템 설계 필요
- ▶ 간단하고 고장이 적은 데이터 수집기기 공급필요(쉬운 설치 및 유지보수, 합리적인 가격)
- ▶ 수집된 데이터를 효율적으로 활용하기 위한 수집, 가공, 학습 플랫폼 기술 개발 및 도입이 타 산업에 비해 부진하므로 적극적인 연구 개발이 필요함
- ▶ Big Data 기반의 생육모델링과 데이터마이닝을 통한 생육 룰 필요
- ▶ 생육 룰에 기초한 자율제어시스템의 개발 필요

□ 클라우드 기반 플랫폼의 중요성

- 기존의 자동화 시설농가에서는 개별/폐쇄적 시스템을 사용하고 있어, 농작물별 최적 생육환경 데이터가 공유되지 않음
- 첨단시설농가의 생산성 및 품질 향상에 필요한 정보/지식을 DB화하고, 개방형 클라우드 시스템으로 구축할 필요가 있음

- 현장에서 수집된 Data를 통해 실시간으로 농장의 상황을 진단하고, 복합 환경 제어 상황에 대응
- 국내·외 시설 농가에 적용할 수 있는 제어 룰 값과 서비스 필요
- 통계청의 2013, 2014년도 9개 도별 귀농 가구 수 조사에 따르면, 절대적인 귀농 인구의 증가뿐 아니라 농업 분야의 경험이 상대적으로 부족한 젊은 계층의 유입의 비율이 높음. 따라서 시설농가의 건설과 소요되는 각종 장비에 대한 지식, 수확작물의 국내외 유통채널에 대한 지식, 수확량 예측을 통한 가격 정책방법에 대한 지식을 확보하여 Web서비스를 통해 일반인에게도 유용하게 제공할 수 있는 Knowledge Base의 플랫폼과 서비스 시스템이 필요



<2013, 2014년 도별 귀농가구 수>

<연령대별 남녀 귀농·귀촌가구 수>

자료 : 통계청(각 연도), 귀농귀촌인 통계

□ 경제적 측면

- 농가에 맞춤형 생육정보 제공으로 농장 경영혁신을 실현할 수 있음.
- 생산량을 10% 향상하고 경영비 5% 절감하여 초기 시설투자비를 조기에 회수할 수 있어 경영비 부담을 경감할 수 있음
- 농가의 매출 극대화하기 위해서는 작물 생육을 위한 최적의 환경 조건을 데이터마닝 기술로 도출하여 고품질 작물 생산 확률을 높이고, 수확량을 최대화하는 연구 개발이 필요함
- 자동 제어 시스템을 통해 농업 비용 중 큰 비중을 차지하는 경영비를 절감하여 농작물 생산 비용을 낮추고 농업 경영 구조를 개선할 수 있는 연구 개발이 필요함

□ 사회적 측면

- 현실의 벽에 가로막힌 첨단시설농업의 보급 확산

개인의 대규모 투자 여건 미초성

- 시설하우스에 대한 담보 풀인정으로 초기 금융부담
- 기술-재배지식-유통 마켓이 유기적인 연결 미구축
- 투자비 부담과 재배에 대한 정보 부족 등으로 진입을 주저함

대기업 진입에 농가의 반대

- 대기업의 시장 진입에 기존 시설농장주의 대규모 반대 시위
- 농업시장 진입을 Zero-Sum 관점으로 바라보는 기존 농가의 시각 상존

첨단시설농업에 대한 인식 미흡

- 기존의 스마트 팜을 첨단시설농업으로 인식
- 첨단시설농업의 발전단계에 대한 이해 부족



- 고령화와 '인구절벽' 현상으로 인한 인구 감소로 인해 농업 인구가 감소하고 있는 상황을 극복하기 위해서는 지능화된 자동 제어 시스템을 통해 1인당 농업 효율을 높이는 것이 중요함
- 전통적인 방식의 농업 산업의 낙후성으로 인한 이농현상을 억제하기 위해서는 선진화된 농업 기술력 확보를 통한 경쟁력 제고가 필요함
- 한국 농업의 혁신시대 도래

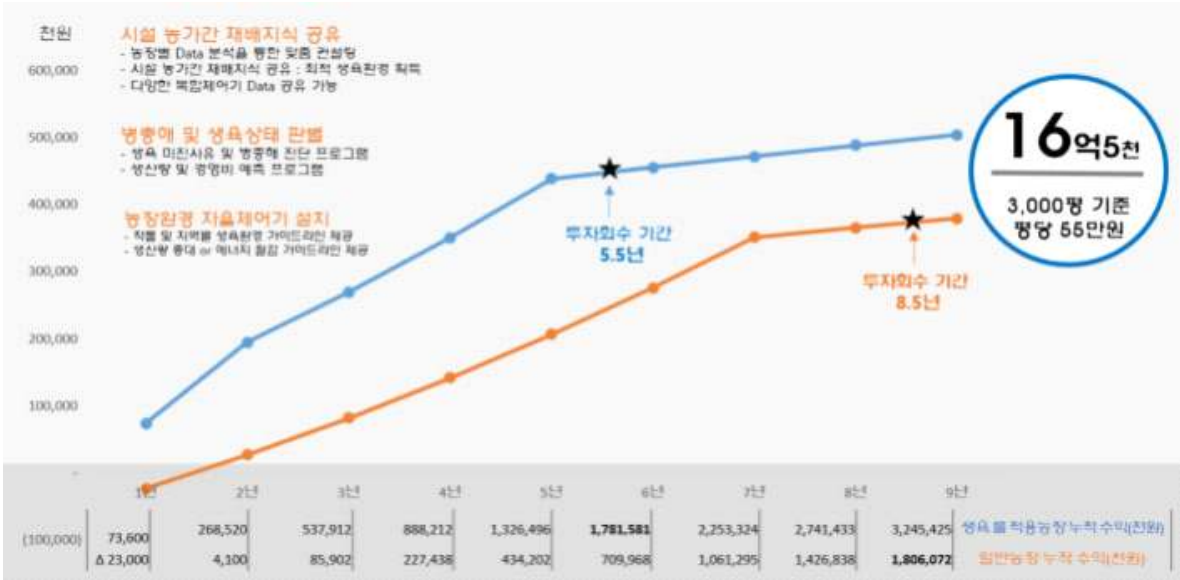
벽에 갇힌 스마트 영농

- 첨단 시설농장의 보급이 점진적으로 진행중
- VIP 의지에 의해 초국가적으로 확산 단계
- 미래창조과학부, 농림축산식품부 중심으로 기술의 최첨단화를 위한 다양한 R&D 진행중

첨단 시설농업 혁신의 시대 도래

첨단 시설농업 혁신을 주도

- 보다 정밀한 과학영농 실현
- 고부가가치 작물(토마토, 파프리카, 딸기) 중심으로 세계 최대의 생산량을 산출할 수 있는 지식을 농가에 보급
- 인공지능형 농장 시대 구현
- 제어시스템은 선진국의 50% 수준
재배지식은 30% 수준으로 추정됨
- 우리나라의 자량인 ICT 기술과 전세계적 열풍인 딥러닝 알고리즘 기반의 인공지능형 농장 시대 도래함

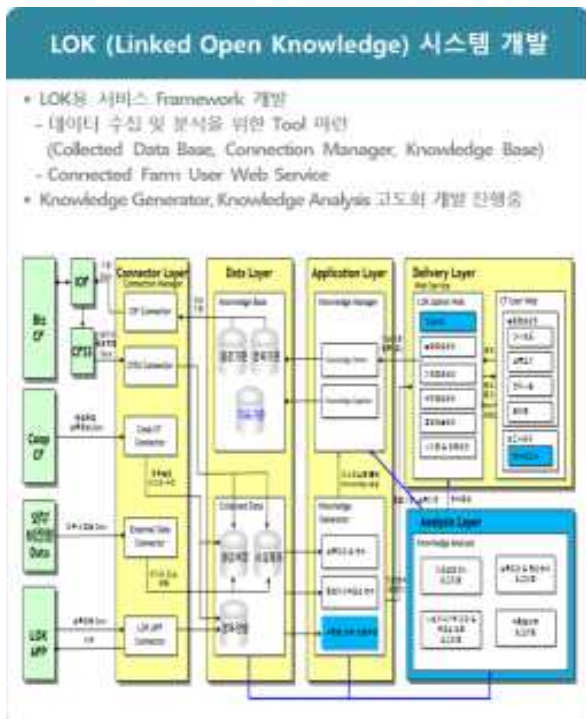


4. 선행연구의 내용 및 결과

□ 농업회사법인 씨드림(주)

○ 미래창조과학부 신산업창조프로젝트 수행(2014년 7월 ~ 2016년 6월)

- 사물인터넷 기반 농작물 최적 생육환경제어를 위한 개방형 IoF 핵심 플랫폼 개발



COOP CF 시스템 개발 (Co-Operation Connected Farm)

- 개발목적 : 상이한 시스템 농가의 환경 및 생육데이터 수집을 용이하게 하기 위함
- COOP 시스템 기본구성 : Air Sensor(온도, 습도, CO2), Soil Sensor(온도, 수분, EC), COOP Gateway, COOP DM app, COOP GM app
- 설치농장
 - Seedream 적령농장(충남 부여)
 - 조성완 방울토마토 농장(충남 부여)
 - 일본치바대 토마토농장
 - 중국농업대학 토마토농장





한국 농업대 CF구축
일본 치바대 CF구축

시범 농장 구축

- Connected Farm 모니터링 및 제어용 복합 센서/액추에이터 및 복결재어기 개발(Open IoT 공동 플랫폼 적용)

» 농장 개요

위 치 부여군 남면 송학리 681-3

공사기간 2015년 11월~2016년 3월

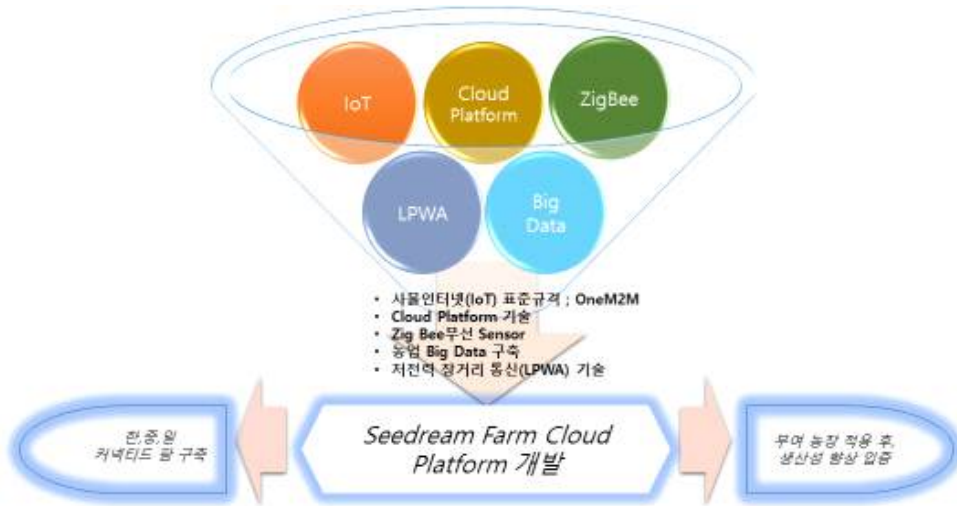
면 적 내채배구 810~820㎡(1헥타)
- 300㎡(3,300㎡, 관리면 57%)

시설비율 막간막(토지포화)



○ 과제 결과

- 국내 첫 커넥티드 팜인 IoF 시범농장은 ICT와 빅데이터 분석을 접목한 기술로 국내·외 여러 농장을 연결하여 작물 재배 및 생육에 관한 정보를 받는 획기적인 기술임
- 한·중·일을 연결하는 첫 Connected Farm의 탄생
- 사물인터넷 기반의 개방형 시스템이고 국제 표준규격인 oneM2M방식을 따르고 있어 국내외 모든 농업관련 사물인터넷 기반 장비와 쉽게 연계할 수 있음
- 테스트베드(토마토 농장_부여)에 개발 기술을 실 적용하여 생산성 향상 효과가 입증
농촌진흥청 재배매뉴얼 및 Text 데이터를 활용한 재배/생육 기준정보 작성
재배 및 생육 기준정보에 따른 온실 환경 제어 룰 적용(지속적 모니터링과 제어 룰 변경)
일반 스마트팜 생산량 35kg(재배 6개월) → 씨드림 테스트베드 생산량 40kg(재배 5개월)



○ 관련특허 출원 내역

출원번호	출원일	출원명	내 용
10-2015-0109070	2015.11.30	결정트리를 이용한 이상증상 정보 제공 방법 및 장치	결정트리 알고리즘과 Keyword 가중치를 적용하여 데이터마이닝을 통해 병 및 생리장해를 진단하며, 관련이미지와 발생원인 및 방제법을 제공하는 알고리즘
10-2015-0189877	2015.12.30	결정트리를 이용한 작물의 충해 증상정보 제공 방법 및 장치	결정트리 알고리즘과 Keyword 가중치를 적용하여 데이터 마이닝을 통한 시설원에 작물에 발생한 충해를 진단하며, 관련 이미지와 발생원인 및 방제법을 제공하는 알고리즘
10-2015-0189971	2015.12.30	작물의 수확량 영향요인 평가 방법 및 장치	다양한 온실의 구조 및 지역정보, 내·외부에서 수집되는 데이터 및 생육데이터를 파싱하고 파싱된 데이터를 알고리즘을 통하여 지식 후보 군으로 분류, 수확량 및 에너지 효율을 분석 수확량 대비 에너지 소비량 비교 및 농장 형태별/지역별 최적 재배모델을 발굴하는 데이터 파싱 알고리즘
10-2015-0189970	2015.12.30	에너지 이용효율 영향 요인 평가방법	사용자가 등록한 농장정보로 환기(환기율, 환기횟수, 환기량), CO2(탄산가스 사용량, 탄산가스 시비량), 양액(관수횟수, 사용량), 난방(최대난방부하, 기간난방 부하, 난방 디그리아워, 연료소비량, 에너지 소비율) 및 전력사용량을 계산하여 주간별 에너지 소비량 및 이용효율을 분석함

○ 추가 개발이 필요한 부분

- 수집된 데이터의 분석 기법이 및 자동 룰 생성 엔진 필요
- 생산성 증대를 위해 농작물생육에 기초한 제어 필요(정식~출하까지의 한 번에 커버하는 재배 룰 생성 필요)
- 농장정보 및 정식일, 초기 생육정보 입력만으로 작물 생육에 맞는 룰이 자동으로 생성되어 농민이 작물의 생육 및 환경정보를 보고 지속적으로 제어 룰을 변경해야하는 부담과 시간 절약

최적화된 생육정보를 통해 만들어진 생육 룰은 생산량 증대 및 농가 수익증대에 크게 기여 할 것으로 예상됨(10%이상 생산량 증대 기대)

- 데이터 및 생육정보를 공유 할 수 있는 협력체 및 플랫폼 구축 필요
 - 관계가 없는 농가간 재배지식 공유에 대한 배타적 성향 큼
 - 서로의 요구 및 필요에 의해 이루어진 공동체만이 재배 지식을 공유하며 서로 발전 하는 협력체 형성 가능

□ 강원대학교 데이터분석센터

○ 미래창조과학부 개방형 ICT융합과정 지원사업 수행 (2013.11월~2016년 현재)

- 환경, 바이오, 식량, 에너지, 의학, 경영 등 다양한 영역의 데이터를 분석하는 전문가인 데이터사이언티스트 양성을 위한 복수전공제 운영
- 복수전공제 운영과 더불어 기업, 공공기관, 학생, 일반인이 참여하는 ‘데이터 분석 오픈 플랫폼’을 운영하여 공공 및 민간의 현안 문제를 해결하는 문제해결 프로젝트를 진행함

○ PDA(Problem, Data, Analytics)로 구성된 오픈 플랫폼 운영 결과는 아래의 표와 같음.

- 환경문제(온도 및 수질), 보건 의료(식중독), 의약(대사체 물질), 관광(SNS, 기사) 및 상업의 6개 영역의 8개 주제를 선정하여 문제해결을 도출함
- 영역별 다양한 유형의 데이터를 목적에 맞는 여러 분석방법을 적용하여 의사결정을 할 수 있는 기반을 마련함

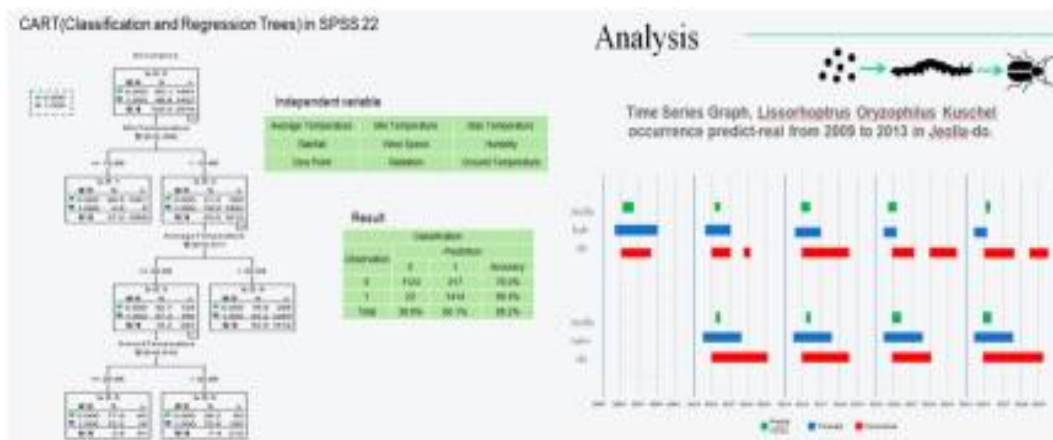
< 오픈문제해결 프로젝트 현황 >

NO	주제	협력 업체 및 기관
1	온도 데이터 분석을 통한 병해충 발생 예측	<ODA 프로젝트> 강원대학교 경영대학, 베트남 다낭 IT 대학
2	데이터분석을 통해 베트남 현지 상황에 맞게 커스터마이징한 식중독 지수개발	
3	데이터 분석을 통한 산업화 지역의 수질 오염 원인 파악	
4	인스타그램 데이터를 통한 베트남 관광 분석	
5	대사체 물질 분석	강원대학교 약학대학
6	도민일보 기사분석 - 관광편	강원도민일보
7	도민일보 기사분석 - 교통편	강원도민일보
8	소상공인 부도예측모형	신용보증재단 중앙회

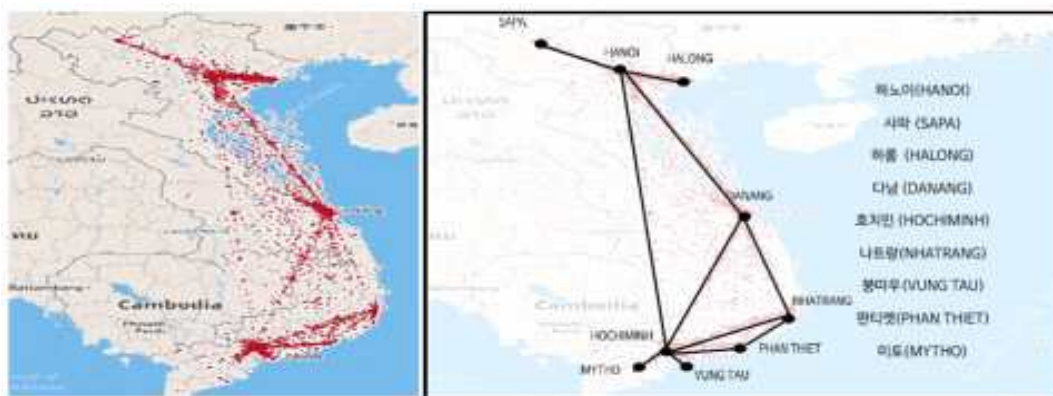
○ 베트남 ODA프로젝트: 강원대학교 데이터분석센터와 글로벌비즈니스학과 예비사업

단과 협업하여 ODA 성격의 국제 단기 교육 프로젝트를 진행하게 되었으며, 강원대학교 학생들과 다낭 IT대학 학생들이 베트남의 문제를 데이터 기반으로 분석하고 해결 방법을 도출하는 프로젝트를 협업으로 진행함

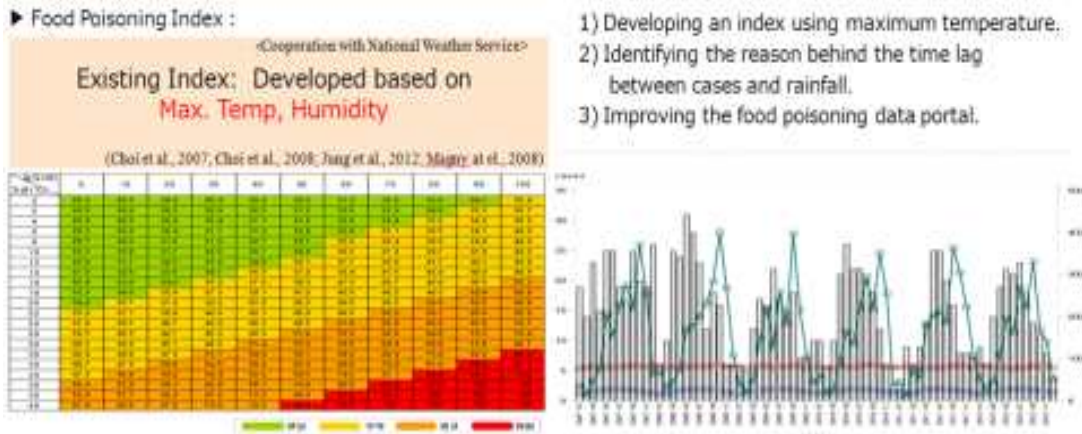
- 온도 데이터 분석을 통한 병해충 발생 예측: 작물 해충 관리 시스템의 일환으로 온도 데이터를 통해 해충의 활동정도를 예측하여 작물관리에 도움이 될 수 있는 근거를 마련함. 데이터분석방법으로는 CART(Classification and Regression Trees) 알고리즘을 활용하여 병해충 발생 모델을 구축함
- 인스타그램 데이터를 통한 베트남 관광 분석: 베트남을 방문한 한국인의 인스타그램 데이터를 크롤링하여 그들의 심리상태에 따른 여행경로를 파악하고, 목적별 패턴을 파악함.



< 온도에 따른 해충의 활동정도 예측을 통한 작물 해충 관리 시스템 >

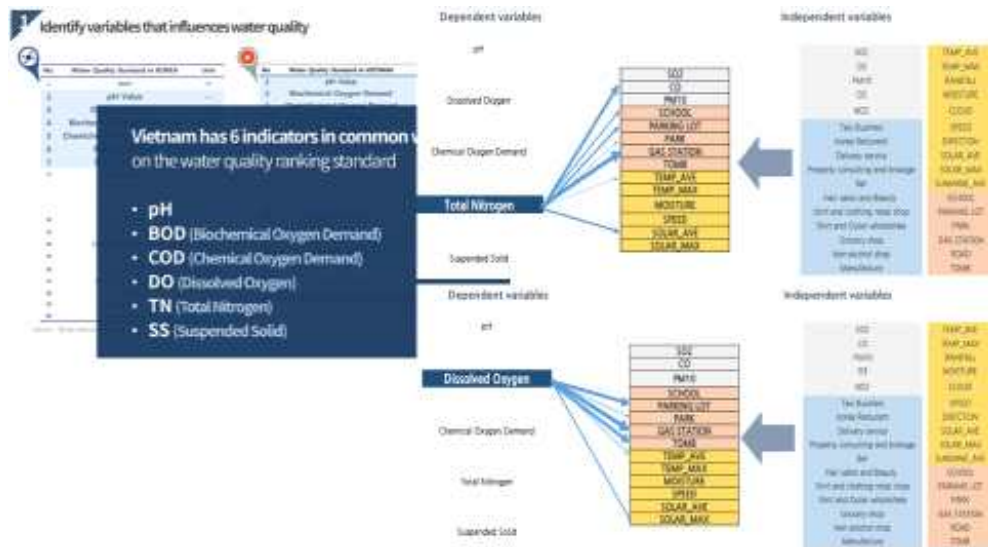


< 인스타그램 소셜 분석을 통한 여행 경로별 목적지 패턴 분석 >



- 1) Developing an index using maximum temperature.
- 2) Identifying the reason behind the time lag between cases and rainfall.
- 3) Improving the food poisoning data portal.

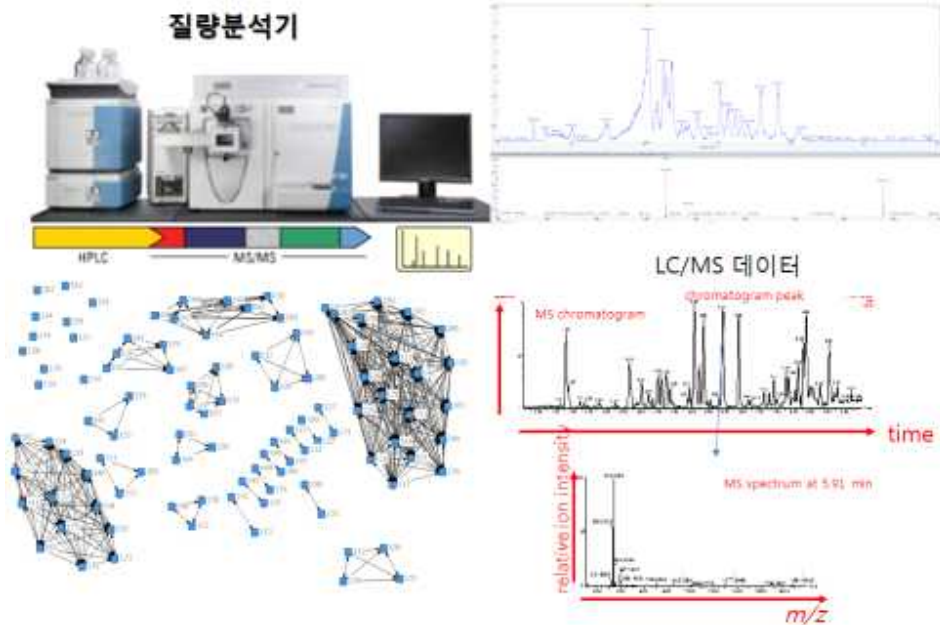
< 베트남 환경을 고려한 식중독 지수 개발 >



< 6가지 수질 결정 요인에 미치는 수질오염원인 분석 >

- 데이터분석을 통해 베트남 현지 상황에 맞게 커스터마이징한 식중독 지수개발: 베트남의 환경적 특성을 고려하여 식중독 지수의 측정 방법을 연구한 것으로, 환경적인 요인(기온, 강수량)이 식중독에 영향을 미치는 것이 확인됨
- 데이터 분석을 통한 산업화 지역의 수질 오염 원인 파악: 수질오염의 원인을 파악하기 위해 다중회귀분석을 활용하여 수질을 결정하는 6가지 요소에 영향을 미치는 여러 요인들을 파악함. 이 결과를 통하여 수질과 환경과의 상관관계가 매우 밀접함을 확인함

○ 강원대학교와 약학대 공동연구(대사체 프로젝트): 특정 물질을 질량분석기를 통해 분석하였을 때 물질의 질량인 m/z와 그에 따른 강도가 시간에 따라 측정되게 됨. 이 중 강도가 낮은 m/z에 관심을 갖고 이 성분의 물질에서의 패턴을 파악하여 패턴사이의 군집을 파악.



< 대사물질의 유사 패턴 관계 네트워크를 통한 그룹핑 >

- 도민일보 기사분석: 언론진흥재단에서 제공하는 뉴스빅데이터(기사자료, 텍스트데이터)와 정부 3.0에서 제공하는 연차별 관광수요 데이터를 통합하여 텍스트마이닝과 통계적 데이터분석을 함께 수행함. 관광과 교통의 관점에서 언론에 노출된 키워드를 분석하여 강원도 관광이 자연에 의존한 '휴양' 중심으로 고착화 되어있음을 확인함



< 강원도 내 관광지 홍보 TO12 (2005~2015년) >

- 소상공인 부도예측모형: 소상공인만을 위한 신용평가 체제와 이들을 지속적으로 관리하기 위한 방안을 마련하기 위해 신용보증재단중앙회의 데이터를 활용하여 의사결정트리를 사용하여 "부도 예측 모델"을 구축함



< 의사결정트리를 이용한 소상공인 사고예측 모델 개발 >

□ 충남농업기술원

○ 농림수산식품부 창조농업촉진과제 농업에너지절감 모델개발 사업 수행 중

- 수행기간 : 2014년 6월 ~ 2017년 6월

- 측면 알루미늄 커튼, 전기보일러를 이용한 국부 냉난방을 통해 29.1%의 에너지 절감 효과



국부냉난방 전기보일러



국부 냉난방 장치



보온커튼+알루미늄커튼



재배 전경

- 농림수산물식품부 첨단생산기술개발 사업, ICT 기반 시설재배의 양액 재활용 및 환경 제어 복합형 양액 시스템 개발 과제 수행 중
 - 수행기간 : 2015년 12월 ~ 2018년 12월
 - 주요 과제류 작형, 생육단계별 양액 요구량 시험 및 시작품 현장 실증
 - 토마토, 딸기 작형 및 생육단계별 양액 요구량 구멍 및 배액 분석을 통한 양액 재활용 처방 수행

- 농촌진흥청 융복합 핵심기술개발 연구 과제 수행 중
 - 수행기간 : 2016년 3월 ~ 2017년 12월
 - 토마토 ICT 융복합 1세대 스마트팜 기술 현장 실증연구
 - 토마토 생육 단계별 데이터 수집 및 관리, 측정 데이터 분석 및 현장 컨설팅을 통한 스마트팜 기술 보급 확산으로 농가 생산성 향상 기대

제 3절 연구개발의 목표 및 내용

1. 연구개발의 최종목표

□ 최종 목표

○ 클라우드 기반 자율제어시스템 개발

- 충청남도 15개 농장 컨소시엄 구성 및 농업플랫폼 구축
- 농업빅데이터 분석을 통한 최적 생육 생육조건 발굴(방울토마토)
- 생육 룰 엔진 기반의 온실 자율제어시스템 개발
- IoT 기반 개방형 클라우드 재배지식 공유 서비스

○ 결과물

- (농업플랫폼) 충남 15개 스마트팜 농업 컨소시엄 구성
- (데이터 분석) 농업빅데이터 기반 정보수집 체계 확보
- (제어기기) 클라우드 기반 온실 환경 자율제어시스템
- (데이터 수집) 온실 내·외부 환경 정보 무선센서
- (데이터 수집) 배액정보 자동측정 시스템
- (서비스) 사용자용 서비스화면_Web, App

○ 연차별 기술 보급을 대상 농가 수 및 상품 매출액(과제종료 향후 3년)

구분	사업화 1년	사업화 2년	사업화 3년	합 계
클라우드 서비스	100 호	500 호	1,000 호	1,600 호
기존 농가	20 호	100 호	200 호	320 호
신규 농가	80 호	400 호	800 호	1,280 호
서비스 매출	600 백만원	3,000 백만원	6,000 백만원	9,600 백만원
토털 패키지	10 호	50 호	100 호	160 호
기존 농가	2 호	10 호	20 호	32 호
신규 농가	8 호	40 호	80 호	128 호
패키지 매출	300 백만원	1,500 백만원	3,000 백만원	4,800 백만원
계	900 백만원	4,500 백만원	9,000 백만원	14,400 백만원

□ 세부 목표

○ 세부 연구개발 목표

- [1세부 : 씨드림]

세부 과제명 : 생육 룰 엔진 기반 온실 환경 자율제어시스템 개발

- 1) 자율제어시스템 개발
- 2) 생육 룰 엔진 개발(방울토마토)
- 3) 온실 내·외부 환경정보 센싱 및 수집 기술개발
- 4) 배액정보 자동 측정 시스템 개발
- 5) 클라우드 기반 농업 플랫폼 구축
- 6) 사업화

- [2세부 : 강원대학교 데이터분석센터]

세부 과제명 : 농업 빅데이터 기반 시설원에 최적 생육조건 발굴

- 1) 농업 빅데이터 전처리 및 유효성 검증
- 2) 데이터 마이닝 기법을 통한 최적생육조건 예측모델 개발

3) 농장 맞춤형 자율제어 추천 모델 개발

- [3세부 : 충남농업기술원]

세부 과제명 : 충남 15개 농가 컨소시엄 구성 및 개발 기술 보급

1) 농가 컨소시엄 구성 및 운영

2) 기술보급

□ 기술개발 단계(2016~2019)

단계	단계별 계획		결과물/수준	평가방법
1단계	시스템 설계	기술 수요조사(농민현장 조사)	설문지	-
		자율제어 시스템 설계	시스템 및 화면 설계서	기능요구사항 자체 평가
		테스트베드 구축		
		농업 빅데이터 수집 및 환경과 생육간 관계분석 플랫폼 구축		
		농업 빅데이터 기반 생육 룰 엔진 설계		
		환경 센서 설계		
		배액정보 자동측정 모델 설계		
		사용자 서비스화면 설계		
2단계	기술개발	자율제어 시스템 개발 및 생육 룰 연동 모델 설계	알고리즘, 시제품	기능요구사항 자체 평가
		데이터 마이닝 기법을 통한 최적생육조건 예측모델 개발	알고리즘	
		농업 빅데이터 기반 생육 룰 엔진 개발	시제품	
		환경 센서 및 수집기술 개발	시제품	
		배액정보 자동측정 시스템 개발	시제품	
		사용자 서비스화면 개발 Web, App 개발	서비스 Web 화면	
3단계	시험적용을 통한 개발기술 검증	농장 맞춤형 자율제어 추천모델 개발	테스트베드 적용	제어 분석 보고서
		생육 룰 엔진 기반 온실 자율제어 시스템 테스트베드 적용	자율제어 > 80%	
		환경 센서 테스트베드 적용	Zig Bee 무선통신 저전력 장거리 통신 방식(LPWA, LoRa) 지원	클라우드 기반 이벤트 처리시간 < 5초
		배액정보 자동측정 시스템 테스트베드 적용		
		사용자 서비스 Web, App 시범 테스트	서비스 매뉴얼	자체평가
4단계	customizing & optimizing	생육 룰 엔진 기반 온실 자율제어 시스템 customizing & optimizing	상용화 제품/ 자율제어 Level 3	제어 Level 평가
		농장 맞춤형 자율제어 추천 모델 재평가 customizing & optimizing	자율제어 작동 값	적용결과 분석 보고서
		환경 센서 customizing & optimizing	상용화 제품	공인시험
		기반 배액정보 자동측정 시스템 customizing & optimizing	상용화 제품	공인시험
		사용자용 서비스화면(Web, App) customizing & optimizing	상용화 서비스/ 3.7이상(5점 척도)	서비스 만족도 조사

□ 자율제어 단계구분

- 자율제어시스템(Autonomous Control System)은 온실의 내·외부 환경과 작물의 생육상태를 인지하여 설정 값을 판단하고, 작동 값을 계획하여 연결된 모든 디바이스를 조작하는 시스템을 뜻함
 - 예측할 수 없는 모든 상황을 입력하는 것은 불가능 하지만 수많은 상황의 수를 분석함으로써 인해 상황에 대처 할 수 있는 법을 깨닫고, 주변 상황을 사람보다 더 빨리 인식하여 반응 할 수 있음
- 자율제어의 단계는 농민의 복합제어기 조작 개입 정도에 따라 5단계(Level 0~Level 4)로 구분

<자율제어 단계 구분>

수 준	정 의	개 요
Level 0	비자동 (No Automation)	농민 스스로가 작물 생애 및 생육환경을 모니터링 및 분석하여 온실환경 제어 값을 설정함
Level 1	기능특화 자동 (Function-specific Automation)	농민이 설정한 제어 값으로 제어기 작동 중 특별한 상황 발생 시 알림 및 제어(양액부족, 충해발생 예찰, 기기오작동)
Level 2	조합 기능 자동 (Combined Function Automation)	두 개 이상의 제어 기능이 조화롭게 작동. 단, 농민이 여전히 모니터링 및 제어권 소유(Level 1 + 천창, 측창, 스크린 등)
Level 3	제한된 자율제어 (Limited Self-Control Automation)	생육 률 엔진 기반의 모든 디바이스 자율제어. 단, 농민의 제어가 필요한 경우 경고 신호 제공, 농민의 간헐적 제어
Level 4	완전 자율제어 (Full Self-Control Automation)	자율제어 시스템이 모든 상황을 제어하고 생애를 모니터링 농민은 재배목표(고수익, 저비용) 및 작기 시작/종료일만 입력

□ 기술보급 및 사업화 단계(2017~2024)

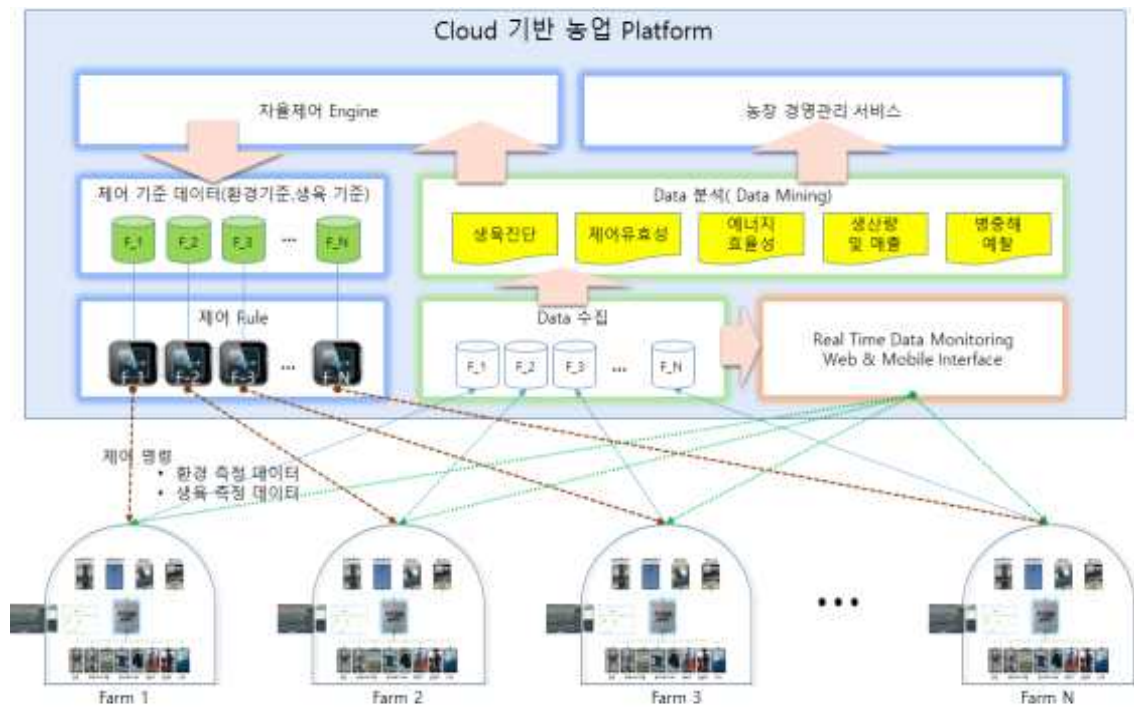
단계	단계별 계획		결과물	평가방법
1단계	정부 및 농가 협의	기술수요조사 (농민현장조사)	애로사항 및 요구사항	협의내용 이행 수준
		농림부/관련기관 협의	MOU 체결	
		농정원 농작물 Data 활용 협상	농정원 Data	
		충청남도 15개 농가 컨소시엄 구성	참여확약서	
2단계	서비스 시범 보급	서비스 시범보급 : 15개 농장	서비스 보급 농가 수	보급률 및 만족도 설문
		보급사업 확대 적용		
3단계	상용화 센서 시범보급	상용화 센서 시범보급 : 15개 농장	상용화 센서(환경, 배액) 보급 농가 수	
		보급사업 확대 적용		
4단계	사업화	무상 서비스	서비스 계약 농가 수	
		유료 서비스		
		상용화 제품	제품 설치 농가 수	

□ 핵심기술

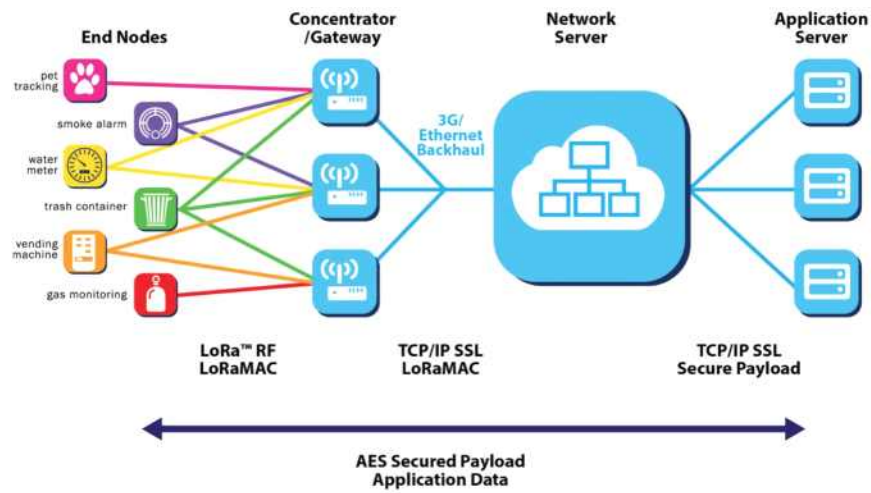
- 빅데이터 분석 및 데이터 마이닝 기술 : 생육 룰 엔진 개발
- 클라우드 기반 환경 모니터링 및 데이터 수집 기술 : 제어상태 및 환경 종합 처리
- 확장성, 범용성, 보안성 확보를 위한 통신기술 : 센서정보 통신모듈(LPWA, LoRa 적용)
- 디지털 맵핑 기술 : 빅데이터 및 신규 정보를 융합한 자료 생성 기술
- 시스템 위험 분석 및 고장 분석
- 맞춤형 자율제어 기술(농장규모, 형태, 제어기기 종류, 재배작물, 내/외부 정보 종합 분석/판단)
- 플랫폼과 통합 제어기 설계 기술
- 제어 값 유효성 분석 기술

□ 적용범위

- 생육 룰 기반의 시설환경 자율제어 시스템은 국내 시설 농업에 최초로 적용되는 기술로 국내·외 적으로 기술적/경제적/산업적 파급효과가 큰 기술임.
 - 만들어진 생육 룰 지식공유 서비스의 기반이 되며, 더 나아가 인공지능 기반 스마트팜 통합제어기술을 개발에 활용 가능
 - 제어 룰은 복합제어장치의 종류에 상관없이 모든 시설원예농가에 적용 가능
 - 농가의 노동력 및 노동시간 단축을 통한 인건비 절감과 삶의 질 향상에 기여
- 클라우드 기반 농업플랫폼은 국내 최초로 시도되는 스마트팜 플랫폼으로 농업 빅데이터의 수집 및 유용 지식의 확산에 활용 가능하며, 전국적으로 빠른 확산 가능



< 클라우드 기반 농업플랫폼 >



< LPWA 네트워크 아키텍처 >

2. 연차별 개발 목표 및 내용

가) 1차년도

□ 개발목표

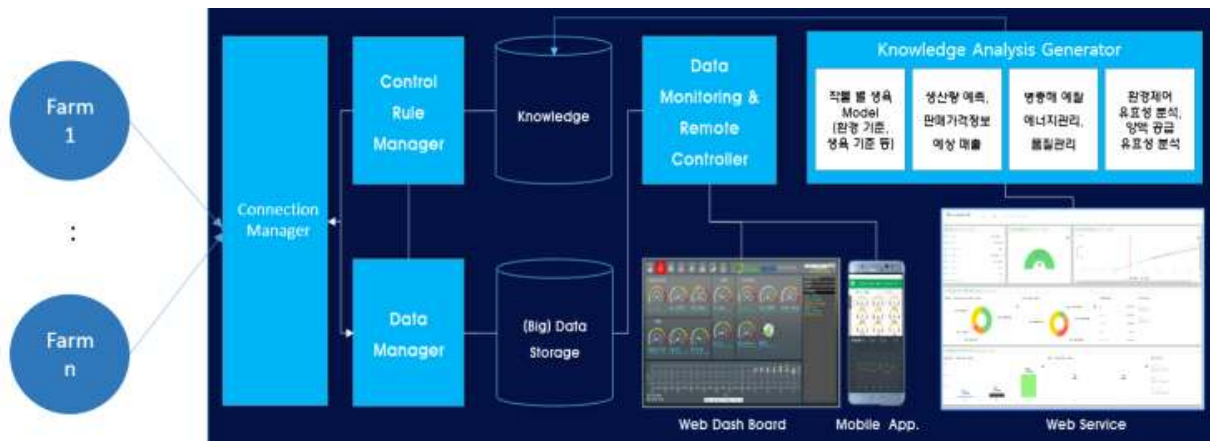
- ▶ 1세부(씨드림) : 온실 환경 자율제어 시스템 및 기반기술 설계
데이터 수집 및 기술 실증을 위한 테스트베드 확보
- ▶ 2세부(강원대학교 데이터분석센터) : 농업 빅데이터 수집 및 유효성 검증
- ▶ 3세부(충남농업기술원) : 농가 애로사항 조사 및 컨소시엄 구성

□ 개발내용 및 범위

○ 1세부 개발 내용 및 적용 범위

도메인 융합 기반 생산자 및 전문가 서비스를 위한 클라우드 프레임워크 기술 개발
스마트팜용 Private Cloud를 위한 자원구성, 관리, 운영, 성능, 유지관리 및 자원기능 및 모니터링 툴 개발

- Private Cloud 통합개발 환경 구성
- 클라우드 기반 오픈 API 및 프레임워크 설계
- 모바일서비스 프레임워크 설계
- 원격지에서 농장 관리/제어/모니터링을 위한 웹/앱 기술 설계
 - : 농장관리 요구 사항 발굴 및 인터페이스 설계
 - : 모바일 app 화면 설계
 - : 재배기준 및 그래프 화면 설계



< 시스템 구성도 >

- + Connection Manager : 농장의 접속 관리
- + Data Manager : 데이터의 수신 및 저장 관리
- + Control Rule Manager : 제어 Rule의 생성 및 관리
- + Data Monitoring & Remote Controller : 데이터 표시 및 원격제어

+ knowledge Analysis Generator : 생육 지식 관리, 에너지 관리 등

- 온실 내·외부 무선 환경 센서 모델 설계

+ 1분 단위 센싱 및 데이터 전송

- 실내 환경측정센서 : 온도, 습도, CO2

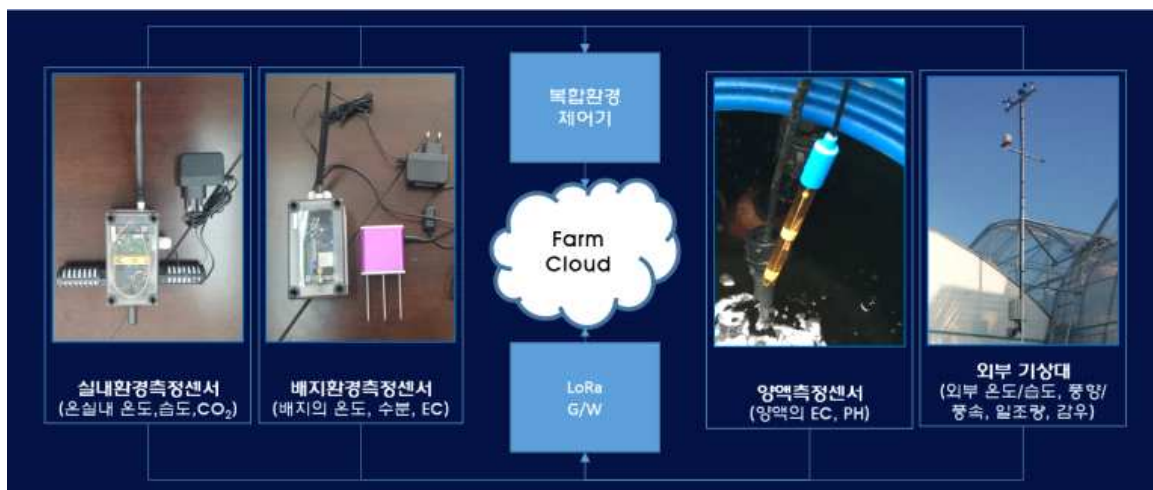
- 배지환경측정센서 : 배지 온도, 습도, EC

- 양액 및 배액 측정 센서 : 양액, EC, pH

- 외부기상대 : 외부 온도, 습도, 풍향, 풍속, 일조량, 감우

- 적용범위

+ Zig Bee 무선통신방식과 저전력 장거리 통신 방식(LPWA, LoRa)지원



< 무선 센서 시스템 >

- 배액정보 자동측정 모델 설계

+ 슬라브 배액 라인에 흘러나오는 배액량 실시간 자동 측정

- 배액 라인별로 모두 설치

- 배액주기 모니터링

- 양액 적정 공급조건 발굴

- 적용범위

+ 임펠러 유량계(Impeller flow meters) : 터빈 및 외륜형 등 삽입형, 소형, 경량, 간편설치

+ Zig Bee 무선통신방식과 저전력 장거리 통신 방식(LPWA, LoRa)지원



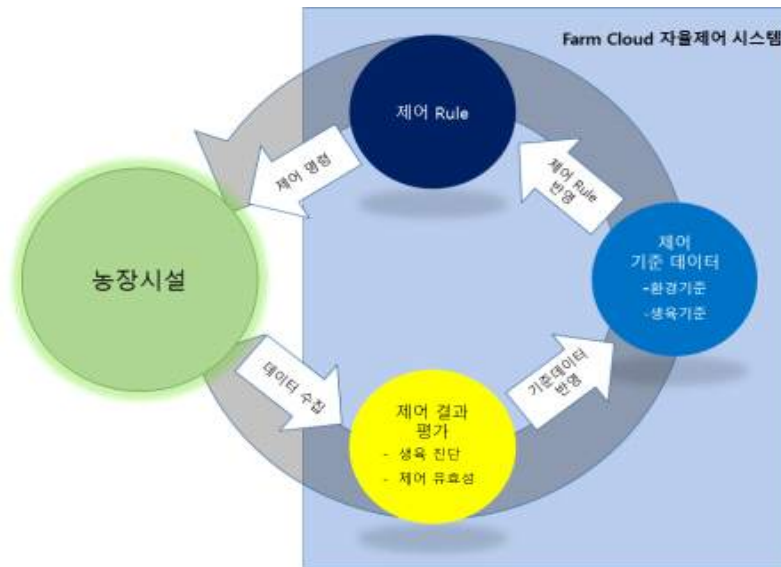
슬라브 1개 라인 전체의 배액 방측정



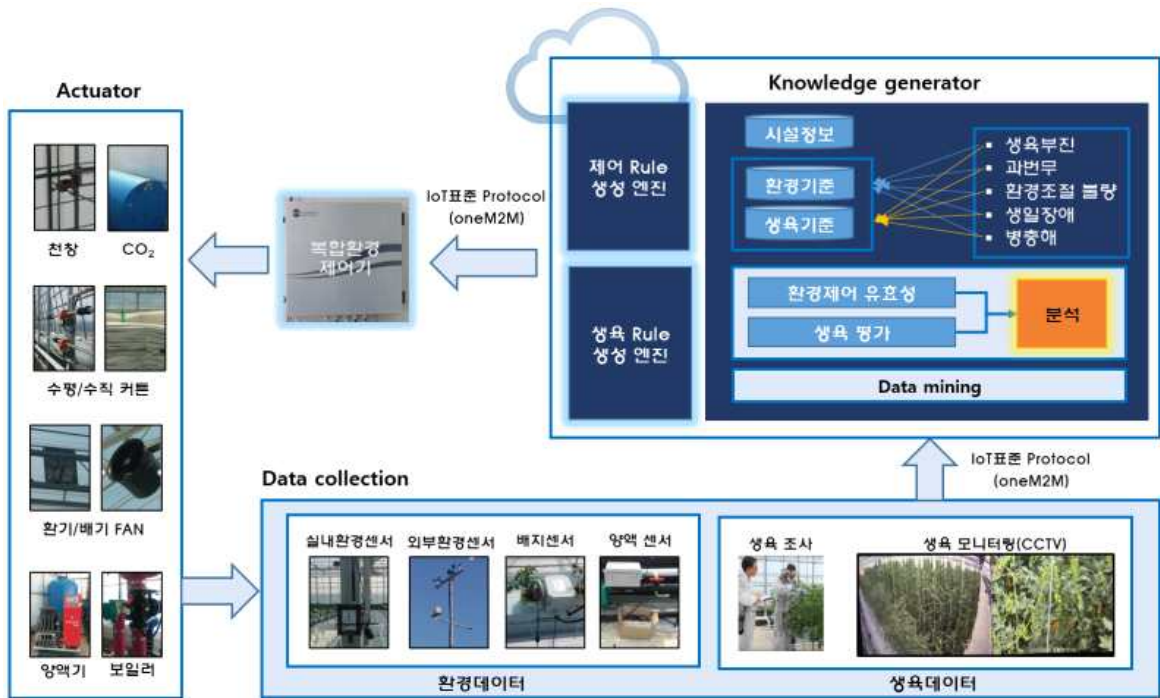
라인 볼 배액 파이프에 설치
 터빈 및 외륜형 등 삽입형 유량계 활용
 [장점: 소형, 경량, 간편설치]

< 배액정보 자동측정 시스템 >

- 생육 룰 엔진 및 자율제어시스템 설계
 - + 환경제어 유효성은 환경데이터가 들어오는 1분 간격으로 실시간 분석
 - + 환경기준 변경 대기시간 5분
 - 5분간 같은 이상증상이 지속되면 환경기준 정보를 변경하여 제어 룰을 새로 생성함)
- 생육평가 분석 결과는 생육데이터가 업데이트 되는 주기에 맞추어 주 1~2회 분석을 통해 환경기준 및 생육기준을 변경함



< 클라우드 기반 자율제어 시스템 개념 >



< 생육 룰 엔진 및 자율제어 시스템 구성 >

- 적용범위

+ Rule 생성 : 작물 정식~출하까지 작기 전반

Actuator : 농장 별 설치된 시설정보를 기준으로 제어기기 적용

+ Data collection : 시설정보, 생육정보(생육모니터링 화면), 환경정보, 제어이력

Platform : IoT표준 플랫폼(oneM2M)

디바이스와 클라우드 서버 간의 연동을 위하여 데이터 구조는 xml 형태의 데이터를 전송하며 아래와 같은 데이터 구조를 제공함

```

<Device>
  <device_id>0.2.481.1.0001.001.999</device_id>
  <passcode>1234</passcode>
  <device_name>Maxfor_Complex</device_name>
  <location_alt>38.123111122</location_alt>
  <location_lon>48.123111122</location_lon>
  <keyword>Maxfor, Complex, Sensors</keyword>
  <description>This device is Maxfor's Complex Sensor device ...</description>
  <public_yn5>Y</public_yn>
  <discovery_yn>Y</discovery_yn>
  .....
</Device>

```

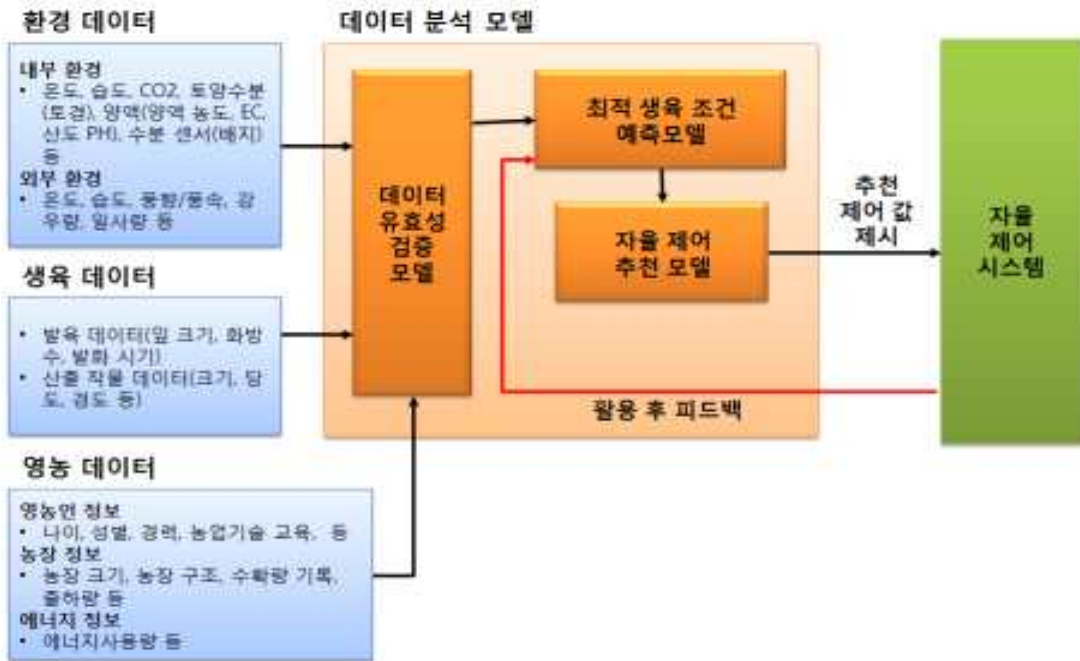

- 데이터 수집 및 실증을 위한 테스트 베드 구축(1개)
 - + 생육정보 주 2회, 환경정보 1분 단위, 제어이력 1일 1회 수집
 - + 적용범위 : 토마토 첨단 시설농가
- 생육정보 : 전담요원이 주 2회 생육조사 실시를 통해 데이터의 오차를 최소화함. 초장, 경경, 잎 길이, 잎 폭, 마디 길이, 화방 간격, 화방 수, 화방별(개화, 착과, 생산량, 과중), 당도, 생육모니터링 영상 등
 - + 환경정보 : 온실 내·외부 환경 센싱 정보, 배지 EC, pH
 - + 제어이력 : 기기제어이력, 양액 공급이력(급액 및 배액) 등
- 데이터 수집 테스트 베드 확보(15개)
 - + 생육정보 주 1회, 환경정보 1분 단위, 제어이력 수집 1분 단위
 - + 적용범위 : 토마토, 파프리카 첨단 시설농가
 - 생육정보 : 전담요원이 주 2회 생육조사 실시를 통해 데이터의 오차를 최소화함. 초장, 경경, 잎 길이, 잎 폭, 마디 길이, 화방 간격, 화방 수, 화방별(개화, 착과, 과중), 당도 등
 - 환경정보 : 온실 내부 환경 센싱 정보, 배지 EC, pH
 - 제어이력 : 기기제어이력, 양액 공급이력(급액 및 배액) 등
- 전국 60개 스마트팜 데이터(농정원 DB 활용) 확보 : 토마토, 파프리카 첨단시설 농가 및 단동하우스
 - + 대상농가 : 2015년 우수농가 벤치마킹서비스 사업에 참여한 정보제공 농가 60개소
- + 대상농가 및 데이터 수집 정보

재배작물	농가 수	규모	수집데이터 항목	수집기간
토마토	43	3,300m ² ~ 16,500m ²	<ul style="list-style-type: none"> • 환경 데이터 : 내부 습구온도, 건구온도(최저, 최고, 평균), 외부기상(일출, 일몰, 최저기온, 최고기온, 일사, 누적광량, 일평균 일사 등) • 수분관리 일지 : 양액 1회 공급량, 횟수, 공급 EC • 생육 데이터 : 착과수, 엽장, 엽폭, 화방간격, 초장, 줄기 굵기, 과실무게, 화방수, 화방발생 속도 등 	8개월~1년 환경 및 양액 일 1회, 생육데이터 주 1회
파프리카	7			
딸기	7			
기타	3			

○ 2세부 개발 내용 및 적용 범위

- 전체 추진 계획
 - + 1차년도 : 1세부에서 수집될 '환경데이터', '생육데이터', '영농데이터' 등 토마토 수확과 관련된 데이터를 데이터 분석이 가능한 형태로 변환하고 이에 대한 유효성을 검증
 - + 2차년도 : 다양한 데이터 마이닝 기법을 활용하여 최적의 생육 조건 예측 모델을 구축

+ 3차년도 : 최적의 생육 조건 예측 모델을 기반으로 농장 맞춤형 자율제어 추천 모델을 구축



< 데이터 분석 전체 추진 계획 >

- 농업 빅데이터 전처리 및 모니터링
- + 토마토 수확과 관련된 모든 수집 데이터를 분석이 가능한 형태로 변경
- + 15개 토마토 농가에 설치된 온실 내·외부 환경센서로부터 자동으로 측정·기록되는 데이터를 주기적으로 관찰하여 데이터의 오류 최소화



< 자율제어 환경 최적화에 필요한 데이터 요소 >

- 환경 최적화 분석에는 ‘환경데이터’, ‘생육데이터’, ‘영농데이터’ 등이 관여됨
- + 환경데이터 : 환경데이터에는 작물에 직접적으로 영향을 주는 ‘실내환경’과 에너지 효율성 분석을 위한 ‘실외환경’으로 구분됨
- 온실 내부 환경 변수 : 온도, 습도, CO2, 양액pH, 양액EC, 배액EC 등 모두 수치형 데이터로 수집됨(제동으로 제어되는 환경의 변화를 측정하며, 작물의 성장에 직접적인 영향을 보이는

변수들로 구성)

- + 온실 외부 환경 변수 : 온도, 습도, 풍속, 광량 등 모두 수치형 데이터로 수집됨(단, 풍향의 경우 8방위를 함께 고려함. 광량의 경우 작물의 성장에 중요한 변수이나, 해당 센서가 온실 내부에 없으므로 외부 센서에 의존해야함)

내부환경												외부환경				
일	시	온도	습도	CO2	양액 PH	양액 EC	배지 온도	배지 습도	배액 EC	배액 EC	외부 온도	외부 습도	외부 풍향	외부 풍속	외부 광량	외부 강우
1	1	28	75	350	6.5	2	-	-	2.1	-	17	75	N	0.1	200	0
1	2	28	75	350	6.5	2	-	-	2.1	-	16	75	N	0.1	400	0
1	3	28	75	350	6.5	2	-	-	2.1	-	15	75	NW	0.2	600	0
1	4	28	75	350	6.5	2	-	-	2.1	-	14	75	N	0.2	600	0
...																

< 환경데이터 예시 >

- + 생육데이터 : 작물이 성장하는 정도 측정하는 '작물생육' 정보와 최종 결과물인 '수확'에 관한 정보로 구분됨

작물 생육 변수 : 식물길이, 줄기굵기, 화방간격, 잎길이, 잎수, 잎폭, 마디간격, 화방수, 개화수, 수확수, 착색수 등 수치형 데이터로 구성(작물의 성장 정도 및 속도의 변화를 관찰하기 위해 사용)

수확 변수 : 수확수 관련 데이터(농사를 통한 최종 수확물의 측정하는데 사용되는 변수)

작물생육										수확	
일	식물길이	줄기굵기	잎길이	잎폭	잎수	마디간격	화방간격	화방수	개화수	수확수	출현 화방 번호
12	17	3.5	15	10	5	3.0	0.0	1	-	-	1
4	18	3.5	15	10	5	3.0	0.0	1	-	-	-
8	19	3.5	15	10	6	4.0	0.0	1	-	-	-
11	20	3.5	15	10	6	4.0	0.0	2	-	-	2
...											

< 생육데이터 예시 >

- + 영농데이터 : 초기 자동제어 설정은 각 농가 별로 사용되고 있는 설정값을 사용하며, 이로 소비되는 에너지량을 주기적으로 측정하여 데이터로 생성 (에너지 정보는 농가 별 설비 상태에 따른 특성을 파악하는데 활용, 농가별 시설 정보 고려)

에너지 소비와 관계있는 데이터 : 농장 크기, 설비 시설 등의 농가 데이터(병동량 확인)

기타 적용 가능한 데이터 : 농약 종류별 살포 시기 및 투여량(현 상황 확인)

- 농가 별 환경변수 패턴 비교 분석

- + 각 농가별 상황에 따른 특징과 환경 변수와의 영향력 분석

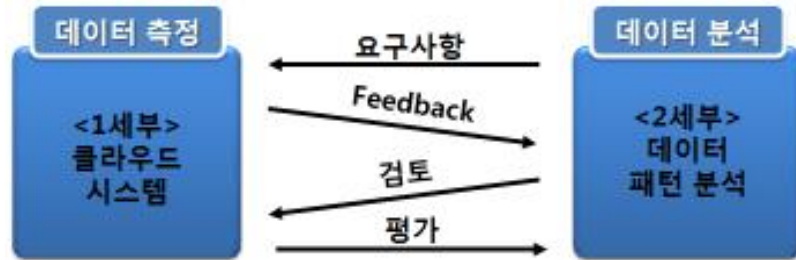
- 초기 각 농가에 적용될 온실 환경은 모두 동일하게 적용되나, 농가의 설비 상태에 따라 차이를 보임(차후, 자동제어 설정의 오차를 줄이는데 활용 가능)

- + 데이터 전처리 플랫폼 구축

- 명확한 정보 추출을 위한 데이터 전처리 플랫폼 구축

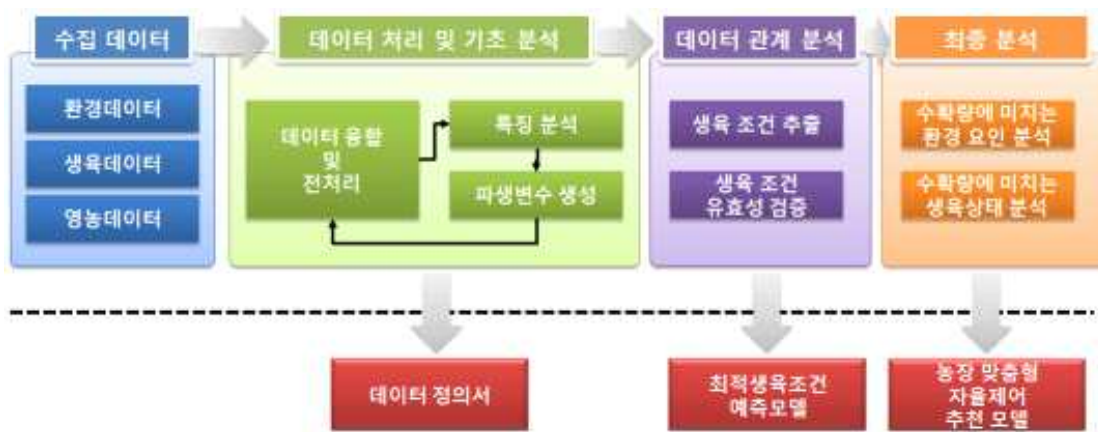
- 명확한 정보 추출을 위해서는 다양한 환경 패턴의 정보가 필요하며, 이를 위해 다음과 같은 4가지 단계를 주기적으로 적용함 (1세부와 협업)

- 요구사항 : 2세부는 다양한 환경 정보 구축에 필요한 환경 조건을 발견하고 이를 구분할 수 있는 조건을 1세부에 전달
- Feedback : 1세부는 환경 조건의 적용 가능성을 판단하여 2세부에 전달
- 검토 : 수정 보안된 환경 조건에 대하여 적용 여부 검토
- 평가 : 변경된 환경 조건으로 수집된 데이터를 평가



< 데이터 전처리 플랫폼 >

- 환경과 생육 데이터 간 관계 분석 및 데이터 분석 플랫폼 구축
- + 환경데이터와 생육데이터 간의 관계성을 다양한 각도로 검증하고 데이터의 유효성을 검토
- + 데이터 분석 도구 : Python, R, SPSS, SAS 등 다양한 도구를 사용
- + 데이터 분석 플랫폼 구축
 - 수집된 데이터의 활용성 및 다양한 분석을 위한 플랫폼을 구축
 - 데이터의 다양한 분석을 위해서는 데이터 제어가 자유로워야 하며, 정확한 비교 분석을 위해서는 비교군과 대조군의 구분이 명확해야 함



< 데이터 분석 플랫폼 >

- 데이터 처리 및 기초 분석 : 데이터를 융합하고 특징을 찾아 파생변수를 생성하는 과정을 반복적으로 수행하며, 이에 대한 최종 결과물로 '데이터 정의서'를 작성함
- 데이터 관계 분석 : 생육상태에 따른 환경조건을 추출하고 생육 조건을 검증
- 최종 분석 : 환경요인과 생육상태가 수확량에 미치는 요인을 분석하여 농장 맞춤형 자율제어 추천 모델을 개발

○ 3세부 개발 내용 및 적용 범위

- 농가 애로사항 사전 조사 및 수요조사(연구개발 개요에 포함 및 자료 첨부)
- + 충남 도내 시설농가를 대상으로 일반적인 재배 현황 및 애로사항 파악
- + 설문대상 농가 개요
 - 총 23개 농가 설문 참여
 - 평균연령 47 세
 - 평균 영농 경력 20년
 - 재배작물 : 토마토 18호, 파프리카 5호, 딸기 1호, 메론 1호, 오이 1호
 - 시설형태 : 단동 11호, 연동 7호, 단동+연동 5호
 - 평균 규모 : 3,200평(10,578.5m²)
 - 복합환경제어기 도입농가 : 5호(22%)
- + 농가 개별 방문을 통해 복합 환경제어에 대한 직접적인 의견 청취
- + 설문지를 통한 농가의 현황 및 애로사항 등을 파악해 기초자료로 활용

- 충청남도 15개 스마트팜 컨소시엄 구성 및 운영
- + 충남도내 토마토 재배 농가 중 스마트팜 관련 농가를 대상으로 컨소시엄 구성
 - 최초 15개 농가를 대상으로 컨소시엄 구성
 - 23개 농장의 컨소시엄 구성 동의서가 기 확보된 상태이며, 그중 데이터 수집이 가능한 농가의 데이터를 적극 활용할 계획임.(23개 농가 컨소시엄 구성 동의서 첨부)
 - 정기적인 모임으로 농가간 관련 정보교환 및 의견 청취의 기회로 활용

< 컨소시엄 운영계획 >

구 분	운영 횟수	비 고
정기모임	월 1회	양액, 온실환경 및 재배정보 교환 및 의경 청취
세미나	년 2회	클라우드 기반 정보공유 협력 네트워크 수집 정보 분석내용 공유
교 육	년 4회	농업 빅데이터 수집 및 활용(2회) 글로벌 첨단시설 농업(1회) 에너지 절감방안(1회)

나) 2차년도

□ 개발목표

- ▶ 1세부(씨드림) : 생육 롤 엔진 개발(방울토마토)
클라우드 기반 센서 개발 및 테스트 베드 적용
- ▶ 2세부(강원대학교 데이터분석센터) : 데이터 마이닝 기법을 통한 최적생육조건 예측모델 개발
- ▶ 3세부(충남농업기술원) : 컨소시엄 농가대상 기술보급 및 양액/배액 분석

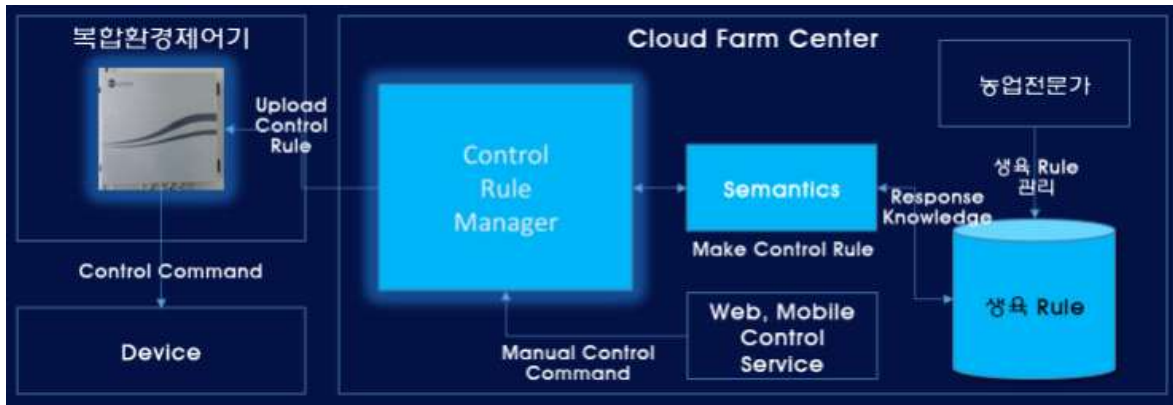
□ 개발내용 및 범위

○ 1세부 개발 내용 및 적용 범위

- 생육 룰 엔진 개발

+ 적용범위

- Cloud Farm 제어 Rule관리기능은 재배 환경 변화에 유연하게 대응할 수 있는 구조로 설계
- 복합환경제어기내의 시설 제어를 관장하는 복합환경제어기는 Cloud Farm Center의 Control Rule Manager로부터 제어Rule이 10분 단위로 갱신
 - 빅데이터 기반의 최적생육조건 알고리즘 설계
- 생육을 위한 환경기준 데이터의 변화에 따라 최적의 제어 Rule이 실시간으로 생성



< 생육룰 엔진 시스템 구성도 >

< 생육제어의 관계함수 알고리즘 개발 >

- 각 변수

- un : 식물의 생장Data군(줄기 굵기, 줄기 길이, 잎 면적, 과실 크기 등)
- wn : 속도 변수군(증산속도, 광합성 속도, 환기회수 등)
- xn : 제어 가능 환경치군(실내 온도, 습도, CO2, 포차 등)
- yn : Actuator조작군(Heat Pump, Fog, CO2 공급기 등)
- zn : 제어 불능 환경치(일사, 외기 온도/습도/CO2 등)
- cn : 사용 Cost군(전기료, Gas료)

- 공식1: t 시점의 식물의 생장(u) a: 정식시기, b: 일정 시간전

$$u1t=f(\sum[t-1...a]u1, \sum[t1...1]wn, \sum[t-1...a]xn, \sum[t...a]zn, u1(t-1), wn(t-1),n(t-1)...wn(t-b),xn(t-b),zn(1-b))$$

- 공식2: 정식부터의 적산 Cost($\sum[t...a]c$) a: 정식시간

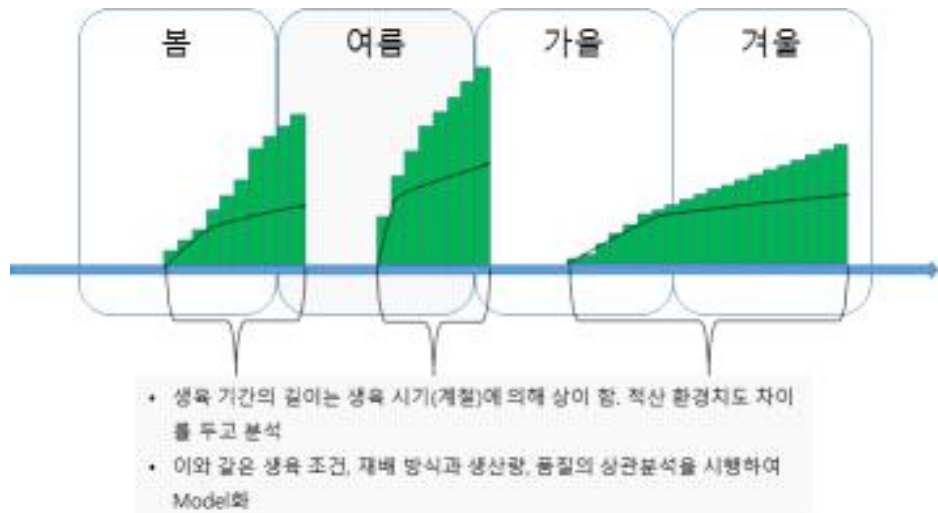
$$\sum[t...a]c1=f(yn(t-1)...yna,(xn(t-1)-zn(t-1))...(xna-zna))$$

$$\sum[t...a]c1=f(\sum[t-1...a](xn-zn))$$

- t시점의 속도 변수(w) >

$$w1t = \text{실측치(MKV식 증산속도)} \text{ and } \text{속도변수Model}$$

- t시점의 환경치(x) b: 일정 시간전 >
 - $x_{1t} = f(x_n(t-1), z_{nt}, y_{nt} \dots x_n(t-b), z_n(t-b), y_n(t-b))$
- t시점의 Cost(c) b: 일정 시간전 >
 - $c_{1t} = f(c_n(t-1), x_{nt}(t-1), z_{nt}, y_{nt} \dots c_n(t-b), x_n(t-b), x_n(t-b), y_n(t-b))$



< 생육제어의 관계함수 모델화 >

- 클라우드 기반 센서 개발 및 테스트베드 적용
 - + 적용범위
 - IoT 기반 노드 설계 및 시제품 개발
 - (Zig Bee 무선통신방식과 저전력 장거리 통신 방식(LPWA, LoRa)지원)
 - 클라우드 기반 데이터 연동 시험
 - 테스트 베드 현장 요구사항 발굴 및 반영
 - 배액정보 자동측정 시스템 개발 및 테스트베드 적용
 - + 적용범위
 - IoT 기반 노드 설계 및 시제품 개발
(Zig Bee 무선통신방식과 저전력 장거리 통신 방식(LPWA, LoRa)지원)
 - 클라우드 기반 데이터 연동 시험
 - 테스트 베드 현장 적용을 통한 데이터 수집 주기 및 배액총량 확인
 - 양액 공급량 및 작물생육과의 연관성 검토
- 2세부 개발 내용 및 적용 범위
- 2차 데이터 전처리 및 모니터링
 - + 농장을 실험군과 대조군으로 설정하고 수집된 데이터를 분석 가능한 형태로 전처리
 - 1차 데이터 분석 결과를 통하여 생육상태를 구분하고, 생육상태에 따른 환경 조건의 변화를 분석하여 2차년도에 적용

- 최대한 다양한 환경 조건에 따른 생육상태를 구분하기 위하여 농가를 실험군과 대조군으로 구분하고 생육 조건을 적용
- 생육상태 세분화 및 생육상태에 따른 환경 조건 추출
 - + 농작물의 생육상태를 기간별로 세분화하여 발육상태를 구분할 수 있도록 함
 - 모든 농장의 생육데이터를 기반으로 작물의 발육 상태와 환경 변화의 관계를 분석함
 - 발육상태에 따라 어떤 환경 조건이 최적인지를 다양한 마이닝 기법을 활용하여 추출



< 생육제어의 관계함수 모델화 >

- + 데이터 마이닝 기법을 활용하여 생육상태 예측에 사용 가능한 파생변수(추가속성)를 생성
 - k-means, EM 등 클러스터링 기법을 활용하여 생육상태를 구분
 - 의사결정트리(DT) 기법을 활용하여 생육상태 변화에 따른 환경요인을 규칙으로 추출
 - 실험군과 대조군 비교를 통하여 생성된 규칙의 유효성 검증
- 생육조건 생성 및 유효성 검증을 통한 최적의 생육조건 예측모델 개발
 - + 생육상태 예측모델 개발
 - 환경 조건에 따라 변화하는 생육상태를 예측하는 모델 개발
 - + 생육상태 예측모델을 기반으로 생육조건 추출
 - + 추출된 생육조건에 대한 검증 실시
- 3세부 개발 내용 및 적용 범위
 - 컨소시엄 대상 농가 기술 보급(희망농가 대상 무상보급)
 - + 무선 센서
 - 적용범위 : 실내 환경 무선센서, 센싱 정보 확인 및 그래프화가 가능한 App
 - + 배액량 자동측정 시스템
 - 적용범위 : 구역당 1~2개
 - 양액/배액 분석
 - + 실증 농장 및 컨소시엄 구성 농가에 대한 양액 분석
 - 공급 양액의 조성 분석을 통한 양액 조성 및 공급의 적정 여부 확인

- 배액량 및 배액주기 체크, 성분 분석을 통한 최적의 작물 생육 조건 확립
- + 분석 주기 : 작물 개화기, 착과기, 수확기(3회/작기)

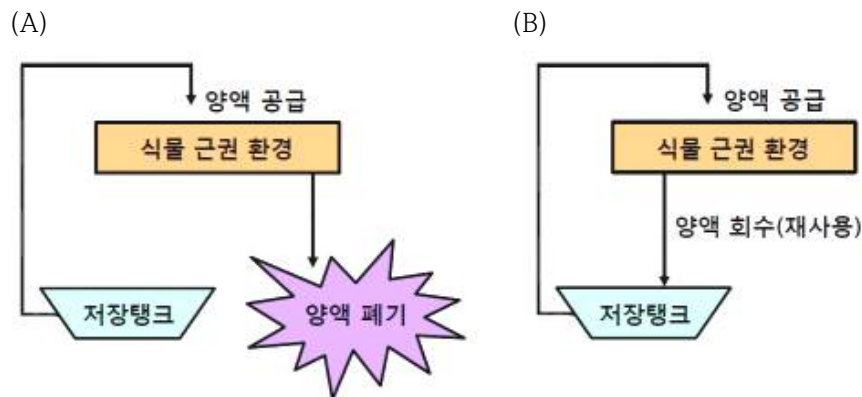
- 활용방안

+ 배액량 자동측정 결과 활용

- 생육자료와 더불어 최적 생육조건 예측 모델 분석 자료로 활용
- 배액 주기 모니터링 및 라인(구역) 별 배액량 비교를 통한 이상증상 예측 가능
(배꼽썩이, 뿌리썩음, 병발생, 양액 밸브 잠김, 양액 공급량 부족 및 과잉 등)
- 작물생육에 따른 최적 배액조건 발굴을 통한 비료 및 수자원 적정공급 가능

+ 양액/배액 분석 결과 활용

- 생육자료와 더불어 최적 생육조건 예측 모델 분석 자료로 활용
- 양액/배액과 관련하여 분석된 자료를 공유하여 컨소시엄 농가간 비교 자료로 활용
- 순환식 재배 시스템 보급의 기초 자료로 활용(순환식 재배 시스템 정부 확산사업 진행 중)
- o 배액의 이온균형 및 성분 수준 확인
 - 재활용을 위해서는 어느 정도의 비료 가감이 필요한지 분석(EC 값을 통해서 어느 성분이 얼마나 사용되고 얼마나 배출되는지 확인 불가)



< 비순환식 수경재배 >

이온 균형을 갖춘 배양액 공급 가능
 급액량의 20~50% 비료손실
 하천, 토양 등 환경오염 발생 우려

< 순환식 수경재배 >

이온 균형 불확실(보정필요)
 병 발생(Disease outbreak)
 생육장애(Problem with growth)

출처 : 순환식 수경재배 양수분 관리 2014. 최기영외 3인

□ 3차년도

○ 개발목표

- ▶ 1세부(씨드림) : 자율제어 상용화 제품 개발
- ▶ 2세부(강원대학교 데이터분석센터) : 농장 맞춤형 자율제어 추천 모델 개발
- ▶ 3세부(충남농업기술원) : 개발기술(시스템 및 서비스) 시범 보급사업

○ 개발내용 및 범위

- 자율제어 테스트베드 적용을 통한 기술 실증

+ 적용범위 : 자율제어 Level 3

- 생육 룰 엔진 기반의 자율제어

- 적용 디바이스 : 복합환경제어기, 천창, 수평스크린, 수직스크린, 양액공급기, 보일러, 환기
 웬, 내부 유동웬, CO2공급장치

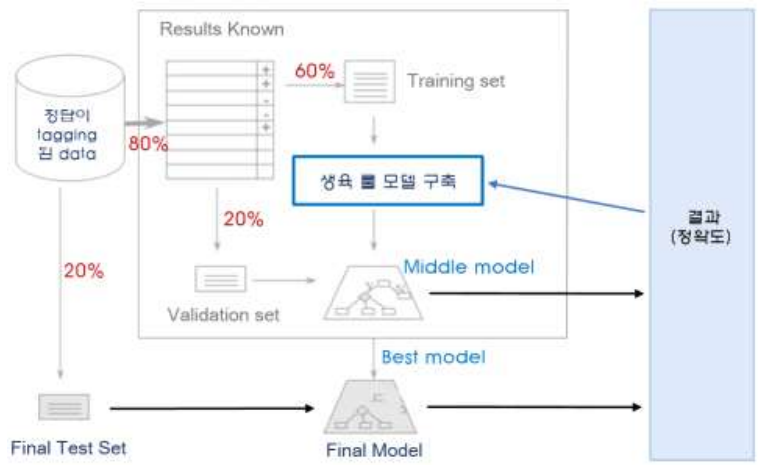
- 환경 센싱용 기기 : 온실 내·외부 환경센서, 배지센서, CCTV

 <p><복합환경제어기></p>	 <p><천창, 환기웬></p>	 <p><스크린, 내부 유동웬></p>
 <p><제어판 1></p>	 <p><제어판 2></p>	 <p><제어판 3></p>
 <p><양액공급기></p>	 <p><전기보일러></p>	 <p><CO2공급장치></p>
 <p><온실 내·외부 환경센서></p>	 <p><배지센서></p>	 <p><CCTV></p>

- 자율제어시스템 제어 값 유효성 검사

+ 유효성 검사 : Train, Validation, Test split 을 6:2:2로 분할

- 정확도가 낮을 경우 : 정답을 알고 있는 유용한 데이터의 수를 늘리거나 학습 알고리즘 개선
 작물의 종류에 따라 그에 맞는 생육 룰 모델 구축 필요



- 자율제어 상용화 제품 개발
- + 적용범위 : 자율제어 Level 3
 - 생육률 엔진 기반의 모든 디바이스 자율제어
 - 단, 농민의 제어가 필요한 경우 경고 신호 제공
 - 사용자(농민)의 간헐적 제어 : 초기 설정 값 - 작물 종류 파종일, 정식일, 작기 종료일

<자율제어 단계의 정의 및 디바이스 구성>

수준	정의	구성
Level 0	비자동	수동조작
Level 1	기능특화 자동	일부 디바이스 자동 제어 - 양액, 보일러, 천창, 측창, 스크린 등
Level 2	조합 기능 자동	복합환경제어기 활용을 통한 온실 통합 제어 - 복합환경제어기 - 제어기와 연동이 되어있는 온실 환경 제어용 디바이스 (천창, 측창, 수평스크린(1,2,3), 수직스크린, 양액공급장치, CO2공급장치, 냉난방시스템 등) - 온실 내·외부 및 배지, 양액 센서
Level 3	제한된 자율제어	복합환경제어기 + 생육률 엔진 - 클라우드 기반 복합환경제어기 - 제어기와 연동이 되어있는 온실 환경 제어용 디바이스 - 온실 내·외부 및 배지, 양액 센서 - 생육 모니터링용 CCTV
Level 4	완전 자율제어	인공지능

+ 복합 환경제어기와 연동되는 온실 환경 제어용 디바이스들의 종류 및 제어기와의 연동 상태에 따라 자율제어 적용 대상이 정해짐.

- 사용자용 서비스화면
- + 적용범위
스마트팜용 Private Cloud를 위한 자원구성, 관리, 운영, 성능, 유지관리 및 자원기능 및 모

니터링 톨 통합 서비스

- Private Cloud 서비스
- 스마트 팜 모바일서비스
- 원격지에서 농장 관리/제어/모니터링을 위한 웹/앱 기술 통합 서비스
- + 클라우드 기반 생육정보, 경영관리 서비스 기획 및 개발(개별 농가별 생육환경, 생산량, 에너지 사용량 등) 대시 보드시스템 개발
- 농가의 생산량 예측, 예상 수익, 에너지 이용, 재배 작물별 생육 모델링 정보 등 농가 경영 관리시스템 개발
- 작기 시작 시점에 농장의 생산량과 매출, 수익 등의 목표 관리 개발
- 이를 실현하기 위한 각종 지표 설정 관리 개발
 - 생육, 환경 및 양액제어, 품질관리, 판매 및 매출, 에너지사용, 병충해관리 등
- 농부용 대시보드 개발
 - 일별, 주별, 월별로 목표 대비 진행상황 실시간 제공

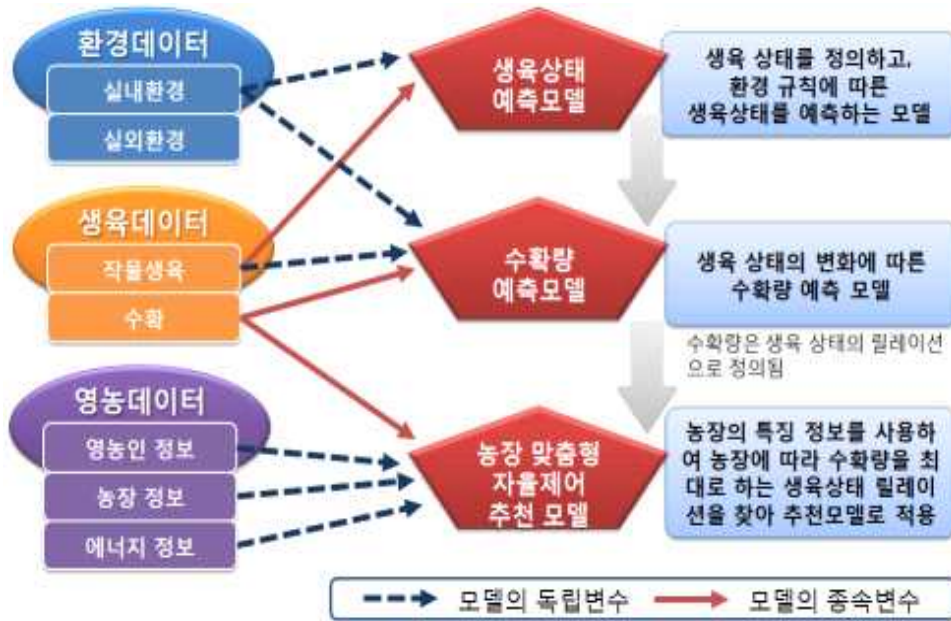


< 농부용 대시보드 화면 사례 >

- + GIS 연계 분산 가상 클러스터 기반 표준정보 수집 처리 미들웨어 기술 통합 시험
 - GIS Platform 아키텍처 프레임 워크 Pilot 검증
 - 부하 분산을 고려한 수집 서버 End-to-End 기능 테스트
- + 다국어 지원 시스템을 통한 글로벌 서비스 통합 시험
 - 모바일 및 웹화면 다국어 지원(중국어, 일본어) 서비스 현장 시험
- + 모바일 기반의 Cross-Domain 정보 융합 분석 기술 통합 시험
- + SoA(Service-oriented architecture) 기반 서비스 매쉬업(mash-up) 기술 개발

- 2세부 개발 내용 및 적용 범위
 - 3차 데이터 전처리 및 모니터링

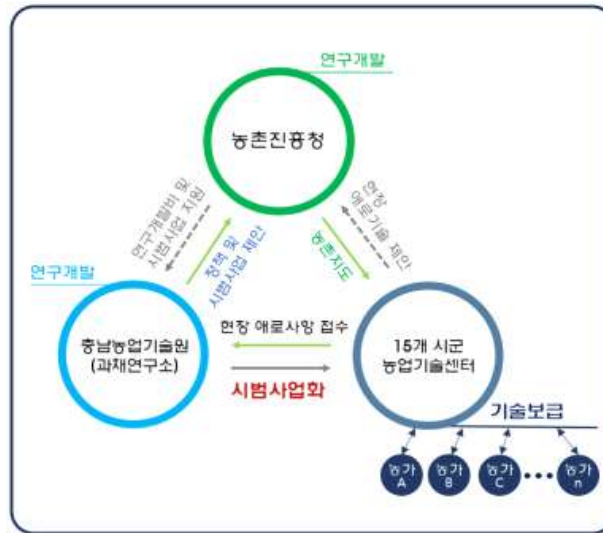
- + 생육상태 예측모델에 의해 추출된 생육조건을 적용
- + 환경과 생육상태가 최종 수확량에 미치는 영향력을 분석할 수 있도록 함



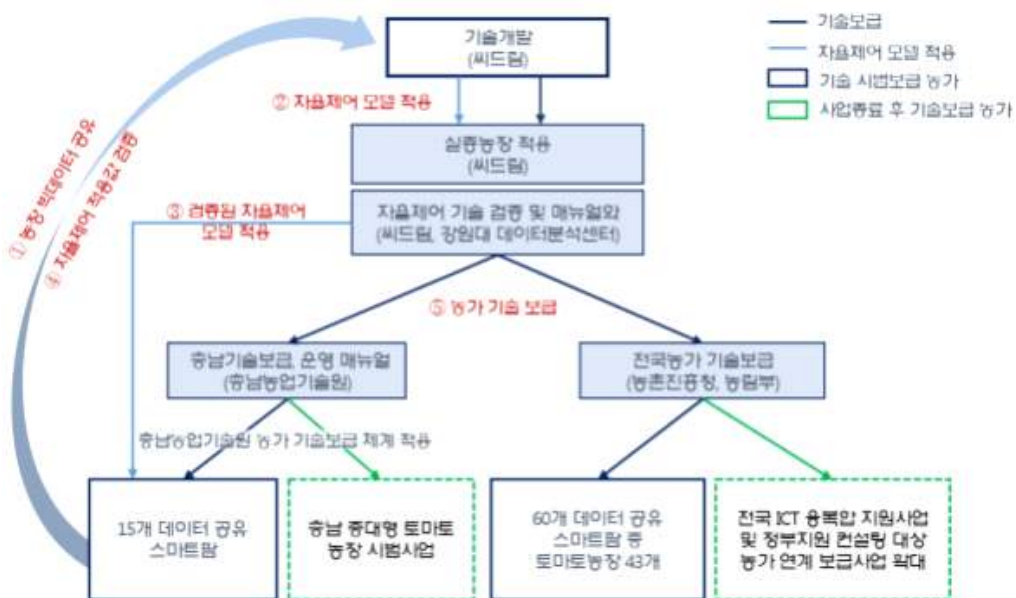
< 모델 생성 관계 데이터 흐름도 >

- 데이터 간의 복합적인 상관성을 분석을 통한 생육상태 예측모델 평가
 - + 수확량에 미치는 환경요인과 생육상태 분석
 - 생육상태는 환경 조건에 영향을 받게 되지만, 최종 결과물인 수확량의 경우 환경 조건과의 관계성이 상대적으로 낮게 나타나는 경향이 있음
 - 따라서, 수확량과 생육상태 간의 비교 분석을 통하여 수확량을 예측하는 모델을 구축하고, 예측 모델에 대한 유효성을 판단함
 - + 추가로 수집된 데이터를 기반으로 생육상태 예측모델 수정 및 보완
 - + 수확량을 기반으로 생육상태 예측모델 재평가
 - 환경 제어를 통해 작물의 발육 상태를 좋은 방향으로 유도하고, 결과적으로 수확량을 높일 수 있는 방향으로 예측 모델을 재평가 함
- 농장 맞춤형 자율제어 추천 모델 개발
 - + 농장 마다 크기, 구조, 시설 환경 등의 차이가 있으며, 이는 자율제어 성과와 관계됨
 - + 따라서, 단순 제어가 아닌 각 농장의 특성을 반영하여 농장 맞춤형 자율제어 규칙을 추천할 필요가 있음
 - 작물이 동일한 생육 상태에 있다 하더라도 농장 상태에 따라 생육조건이 다르게 적용
 - + 또한, 추천 모델은 에너지 효율성을 감안하기 위하여 내부와 외부 환경의 차이 정보를 활용
- 3세부 개발 내용 및 적용 범위
 - 개발 기술(시스템 및 서비스) 시범 보급 사업
 - + 클라우드 기반 자율제어 시스템 농가 보급

- 스마트팜 선진 농가를 대상으로 클라우드 기반 자율제어 시스템 보급
- + 자율제어 시스템에 대한 주기적인 농가 컨설팅
 - 농가별 월 1회 이상 방문을 통해 시스템 운영 지원
 - 작물 재배 및 병해충에 대한 컨설팅도 병행 실시하여 최적의 작물 생육 유지
- + 시범 사업 농가에 대한 교육 실시
 - 월 1회 주기적인 교육을 통해 자율제어 시스템에 대한 전반적인 운영 숙지
 - 교육 중 개별 모임을 통한 농가간 정보 교류 확대



< 기술보급 체계 >



< 기술보급 계획 >

3. 연구개발 성과 및 평가 방법

□ 성과 평가 척도(세부추진 목표 및 가중치)

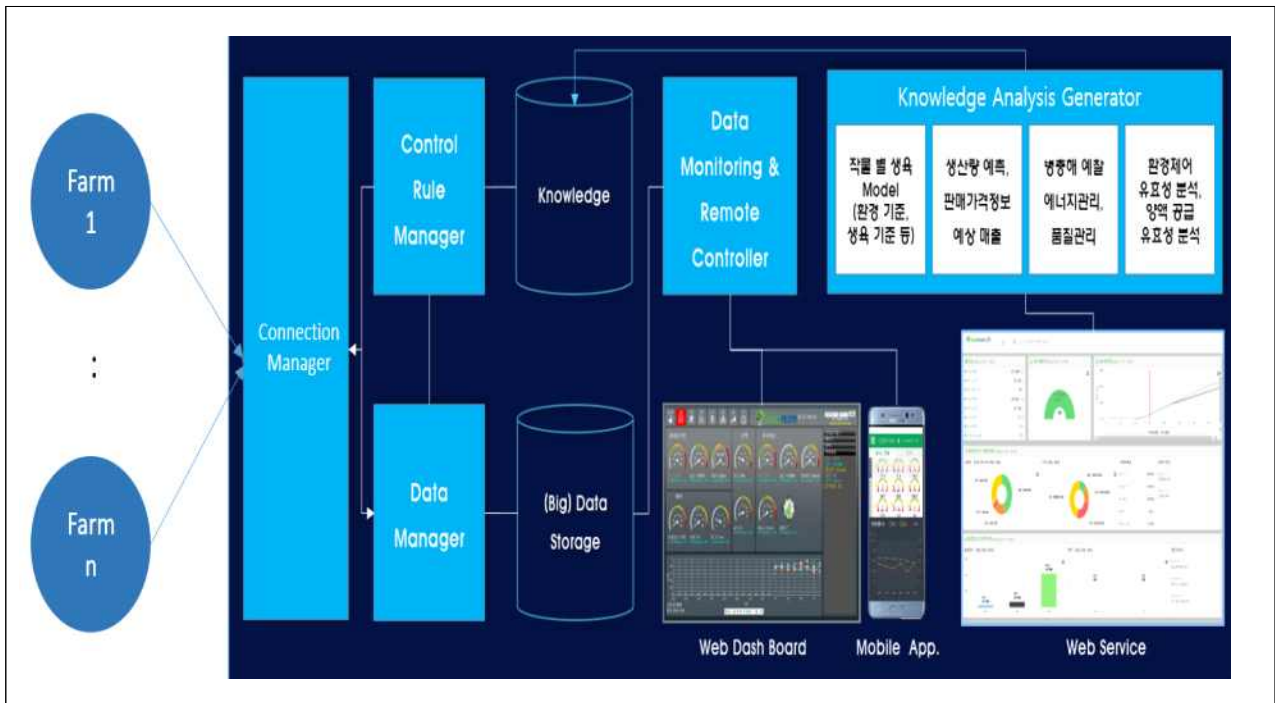
년도	세부구분	세부 추진 목표	가중치(%)	평가
1차년도	1세부	테스트베드 구축 및 확보(15개 농장)	40 %	테스트베드 수
		무선센서 단말 및 게이트웨이 설계 및 개발	30 %	설계서
		클라우드기반 센서 및 배액정보 자동측정 모델 설계	30 %	설계서
	2세부	농업 빅데이터 전처리 및 모니터링	50%	농가별 환경/생육 데이터(1)
		농가 별 환경변수 패턴 비교 분석	20%	데이터 정의서
		환경과 생육 데이터 간 관계 분석 및 분석 플랫폼 구축	30%	데이터 분석 플랫폼
	3세부	농가 애로사항 사전 조사 및 수요조사	50 %	설문지
농가 컨소시엄 구성 및 운영(충남 15개 스마트팜)		50 %	참여확약서	
2차년도	1세부	클라우드 기반 온실 내·외부 환경센서 개발	35 %	시제품, 공인시험성적서
		클라우드 기반 배액정보 자동측정 시스템 개발	35 %	시제품, 공인시험성적서
		개발 센서 및 배액 측정 시스템 테스트 베드 적용	30 %	자체 평가
	2세부	2차 데이터 전처리 및 모니터링	30%	농가별 환경/생육 데이터(2)
		생육상태 세분화 및 생육상태에 따른 환경 조건 추출	30%	생육조건
		최적의 생육조건 예측모델 개발	40%	생육조건 예측모델
	3세부	농가 컨소시엄 운영	50 %	운영 건수
배액정보 자동측정 시스템 시범 보급 및 양액/배액 분석		50 %	보급 건수, 분석보고서	
3차년도	1세부	자율제어 시스템 테스트 베드 적용	30 %	보고서(자체)
		온실환경 자율제어시스템 제어 유효성 검사	30 %	보고서(자체)
		생육률 엔진기반 자율제어 시스템 개발	40 %	상용화 제품
	2세부	3차 데이터 전처리 및 모니터링	30 %	농가별 환경/생육 데이터(3)
		생육상태 예측모델 평가	30 %	결과보고서
		농장 맞춤형 자율제어 추천모델 개발	40 %	맞춤형 자율제어 추천모델
	3세부	농가 컨소시엄 운영	50 %	운영 건수
개발기술(시스템 및 서비스) 시범보급		50 %	보급 건수	

제2장 연구수행 내용 및 결과

제 1절 주식회사 씨드림(주관연구기관)

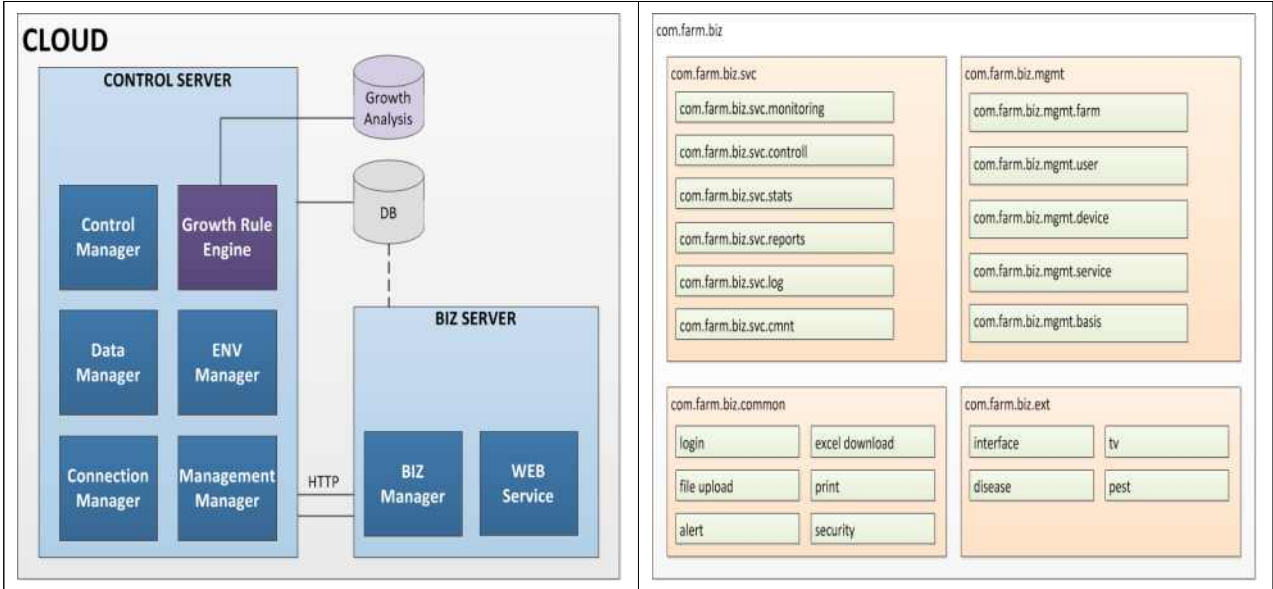
1. 1차년도 연구내용

- 가) 도메인 융합 기반 생산자 및 전문가 서비스를 위한 클라우드 프레임워크 기술 개발
- 스마트팜용 Private Cloud를 위한 자원구성, 관리, 운영, 성능, 유지관리 및 자원기능 및 모니터링 툴 개발
 - Private Cloud 통합개발 환경 구성
 - 클라우드 기반 오픈 API 및 프레임워크 설계
 - 모바일서비스 프레임워크 설계
 - 원격지에서 농장 관리/제어/모니터링을 위한 웹/앱 기술 설계
 - : 농장관리 요구 사항 발굴 및 인터페이스 설계
 - : 모바일 app 화면 설계
 - : 재배기준 및 그래프 화면 설계



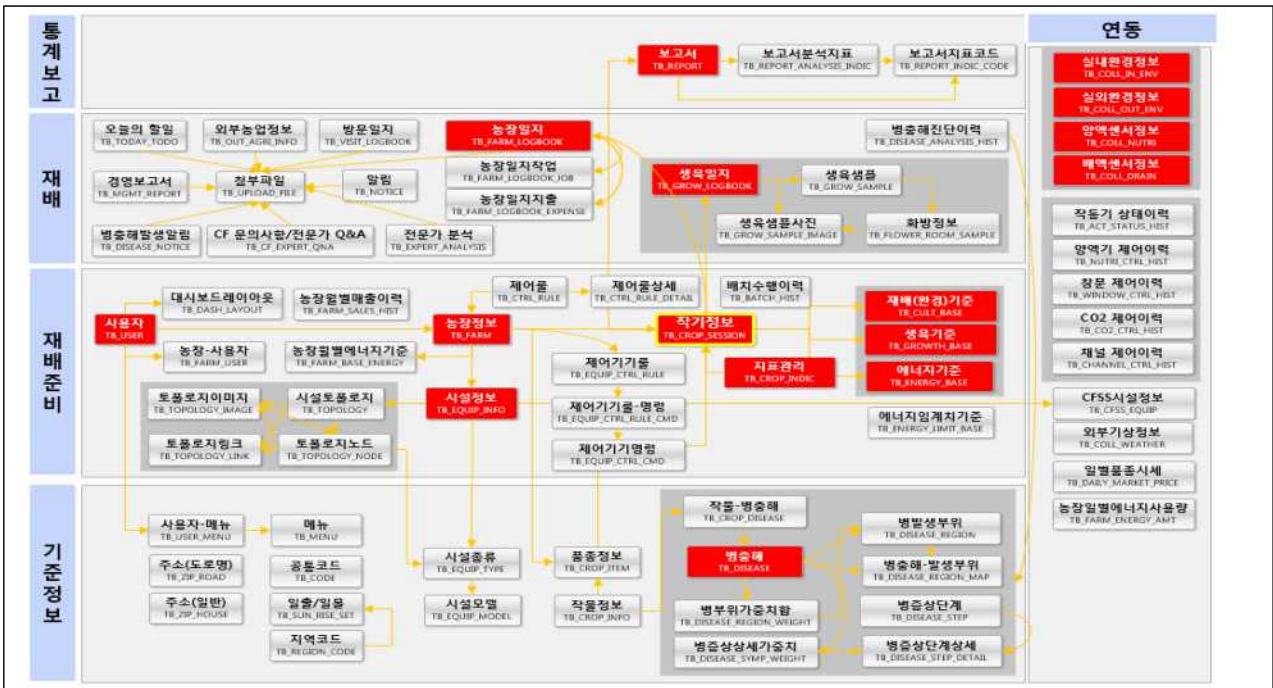
- Connection Manager : 농장의 접속 관리
- Data Manager : 데이터의 수신 및 저장 관리
- Control Rule Manager : 제어 Rule의 생성 및 관리
- Data Monitoring & Remote Controller : 데이터 표시 및 원격제어 (Web Dash Board, Mobile App.)
- Knowledge Analysis Generator : 생육 지식 관리, 에너지 관리 등 (Web Service)

< 전체 시스템 구성도 >



<클라우드 시스템 구성도>

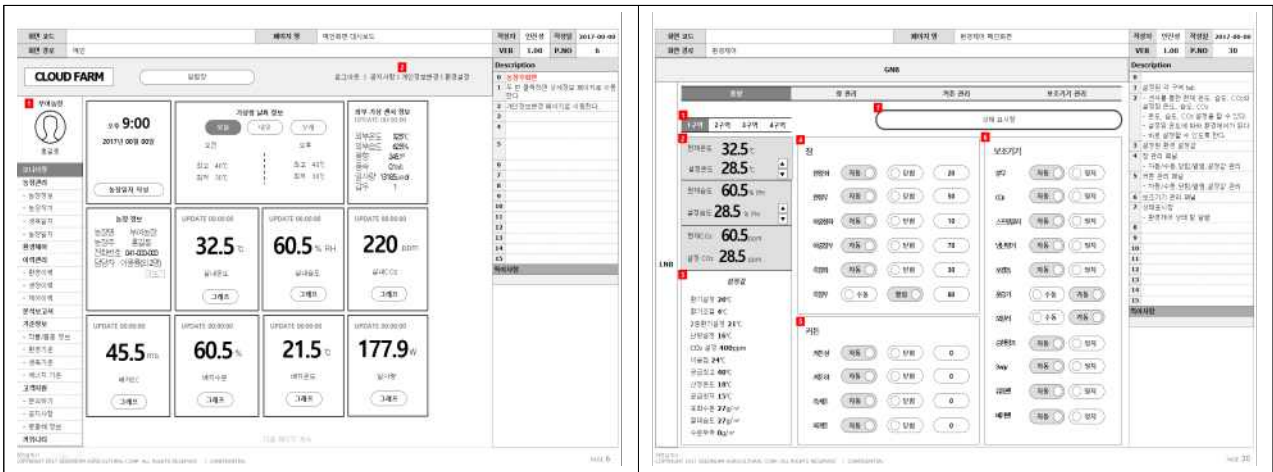
<BIZ Server 컴포넌트>



<전체 ERD>

사용자 관리	기준정보 관리	제어물 관리	모니터링	농장관리	환경제어	이력관리	분석보고서	농장주 지원	커뮤니티
사용자 ID 관리	작물/품종 관리	생육물 관리		농장 ID 관리		환경 이력	유효성검사현황	긴급알림	
농장 담당 현황	환경기준관리	환경제어물관리		담당농장관리		생장 이력	리포트 작성	공지사항	
	생육기준관리			농장설비관리		제어 이력		문의사항	
	에너지기준관리			농장작기관리				병충해 정보	
				생육일지 조회					
				농장일지 조회					

<WEB 메뉴>



<사용자 화면 설계>

나) 온실 내·외부 무선 환경 센서 모델 설계

□ 1분 단위 센싱 및 데이터 전송

- 실내 환경측정센서 : 온도, 습도, CO2
- 배지환경측정센서 : 배지 온도, 습도, EC
- 외부기상대 : 외부 온도, 습도, 풍향, 풍속, 일조량, 감우

- LoRa 자가 망 구성

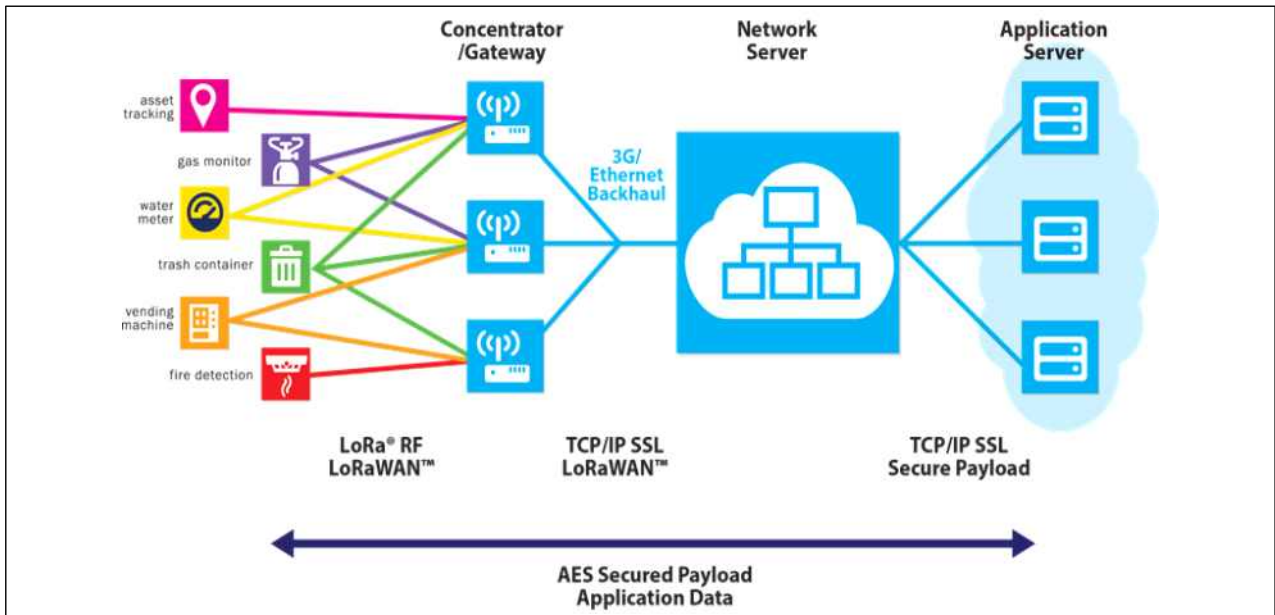
- + 단말(End Device) : 센서데이터를 암호화/복호화 하여 전송하는 기능을 수행
- + 게이트웨이(GateWay) : 단말-네트워크 서버간의 데이터를 전달하는 기능

○ 적용범위

- 저전력 장거리 통신 방식(LPWA, LoRa)지원
- 센서 게이트웨이와 센서 디바이스 상호간에는 LoRa 기반 (또는 LPWA) 무선통신 네트워크 구축 기술을 개발, 적용하며, 클라우드 팜 지원을 위한 통신 프로토콜은 표준 사물인터넷 기반의 IoT서비스를 활용

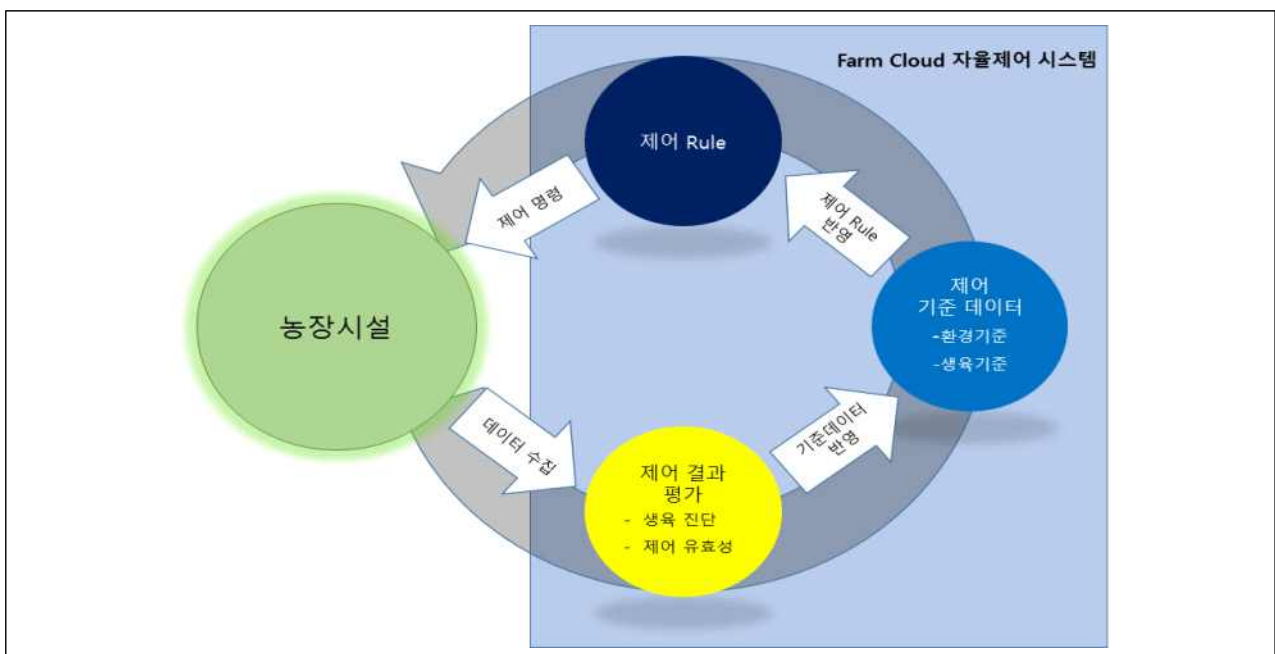
다) 생육 룰 엔진 및 자율제어시스템 설계

□ 환경제어 유효성은 환경데이터가 들어오는 1분 간격으로 실시간 분석

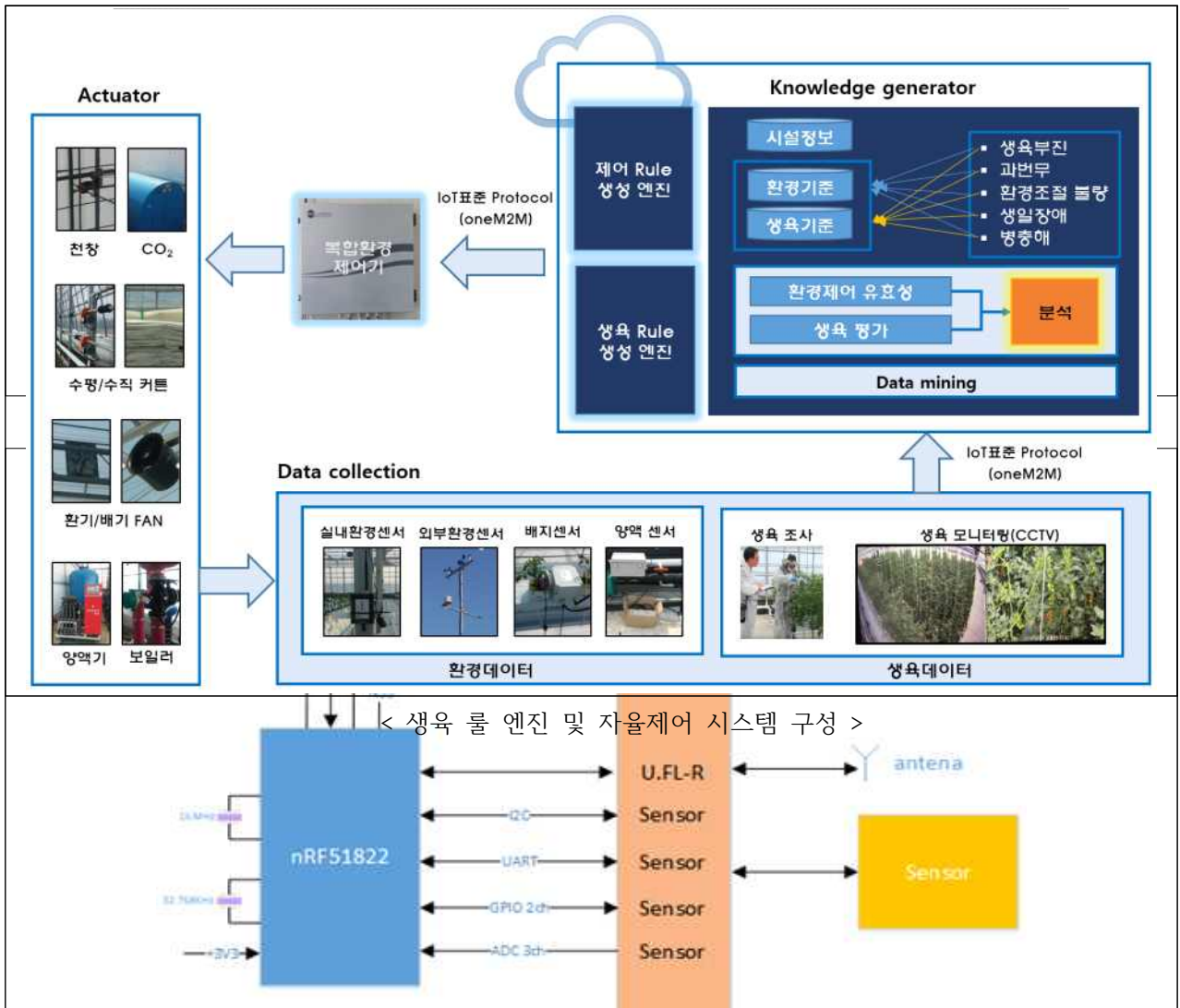


< LoRa, LPWA 네트워크 아키텍처 >

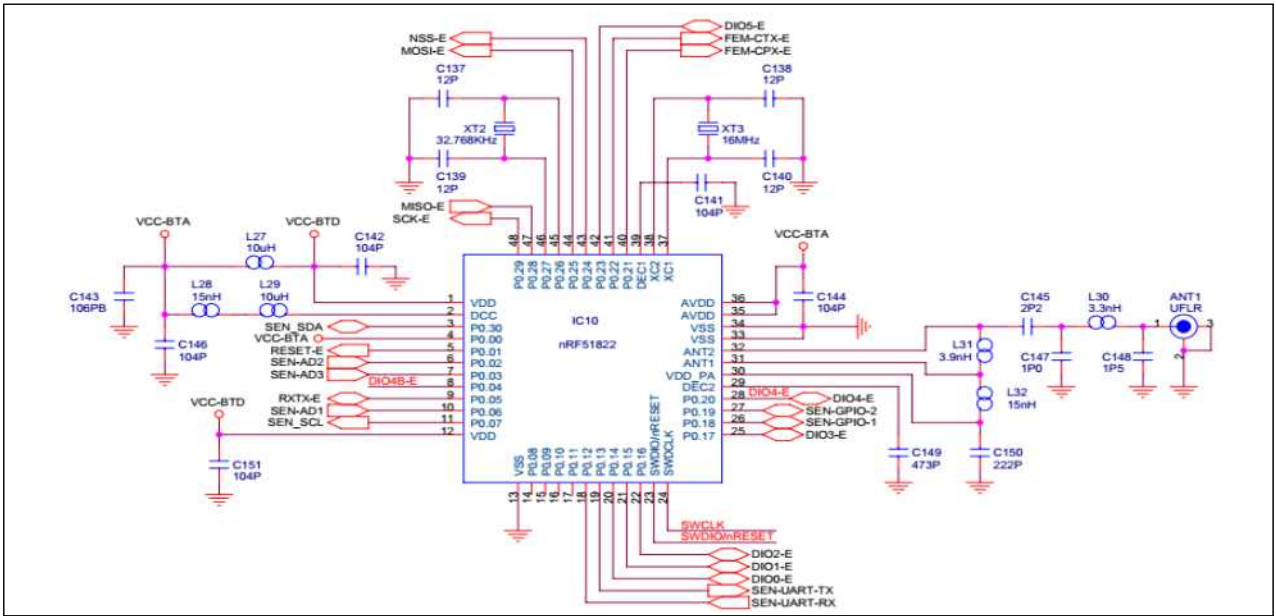
- 환경기준 변경 대기시간 5분
 - 5분간 같은 이상증상이 지속되면 환경기준 정보를 변경하여 제어 룰을 새로 생성함
- 생육평가 분석 결과는 생육데이터가 업데이트 되는 주기에 맞추어 주 1~2회 분석을 통해 환경기준 및 생육기준을 변경함



< 클라우드 기반 자율제어 시스템 개념 >



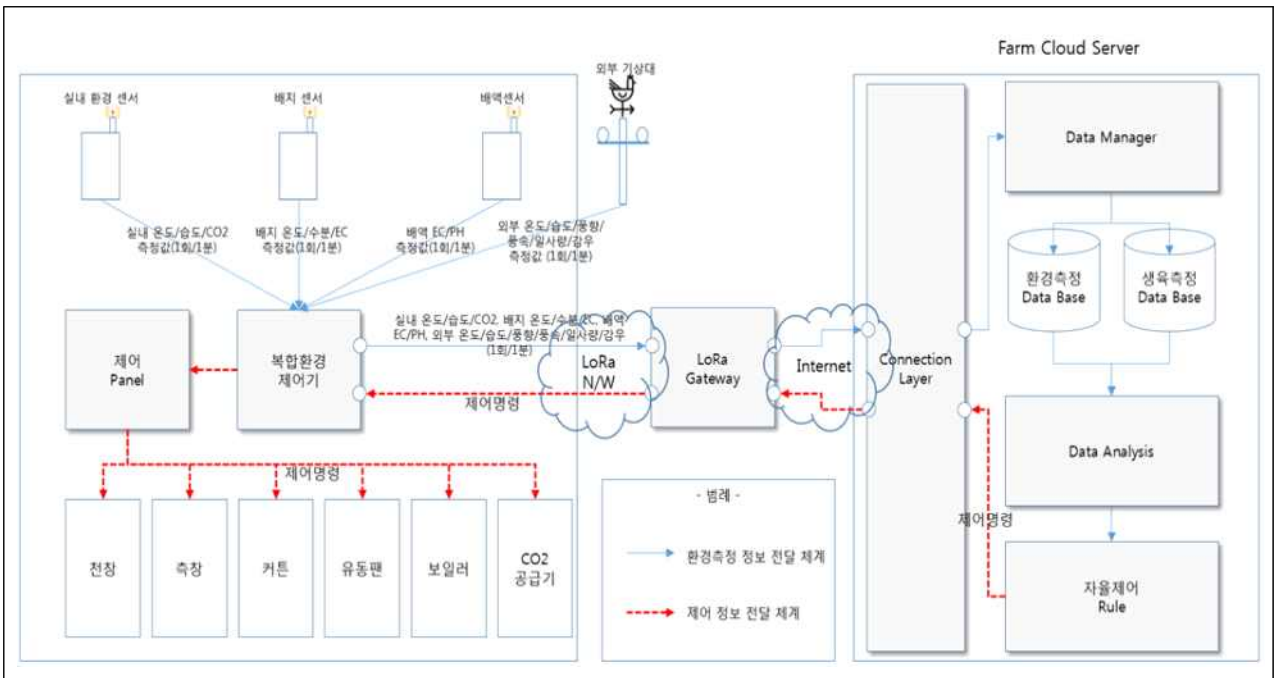
< 환경정보 수집 디바이스 블록다이어그램 >



< 마이크로 컨트롤러부 회로 >

□ 적용범위

- Rule 생성 : 작물 정식~출하까지 작기 전반
- Actuator : 농장 별 설치된 시설정보를 기준으로 제어하기 적용
- Data collection : 시설정보, 생육정보(생육모니터링 화면), 환경정보, 제어이력



< 클라우드 정보전달 체계 >

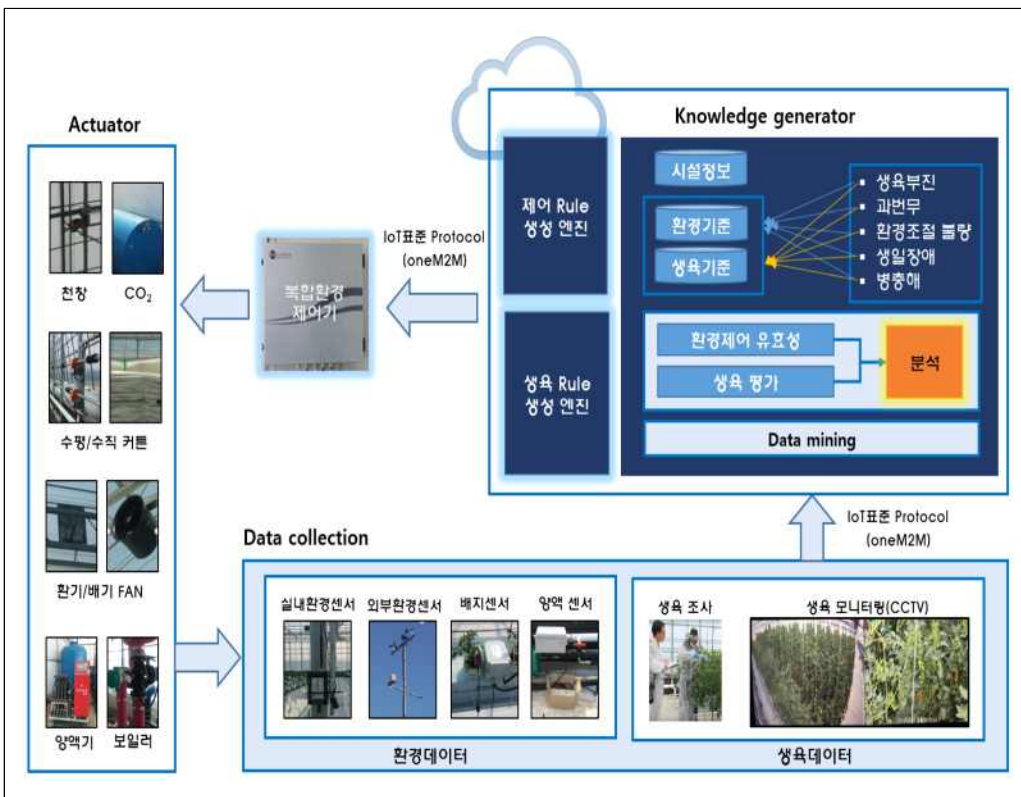
○ 디바이스와 클라우드 서버 간의 연동

- 재배에 필요한 환경 데이터를 제공하는 REST API 제공

기능	Method	URL
환경정보	POST	http://ip:port/webservice/rest/env/{id}/{gatewayId}
배지정보	POST	http://ip:port/webservice/rest/drain/{id}/{gatewayId}
광합성 유효광 정보	POST	http://ip:port/webservice/rest/photosynthesis/{id}/{gatewayId}

- json 형식의 환경 정보 전송 메시지 규격

Field	Type	Description
{id}	String	농장 ID
{gatewayId}	String	Gateway ID
equipServceld	String	장비 ID
temp	Float	온도
humid	Float	습도
co2	Float	CO2
datetime	long	시간

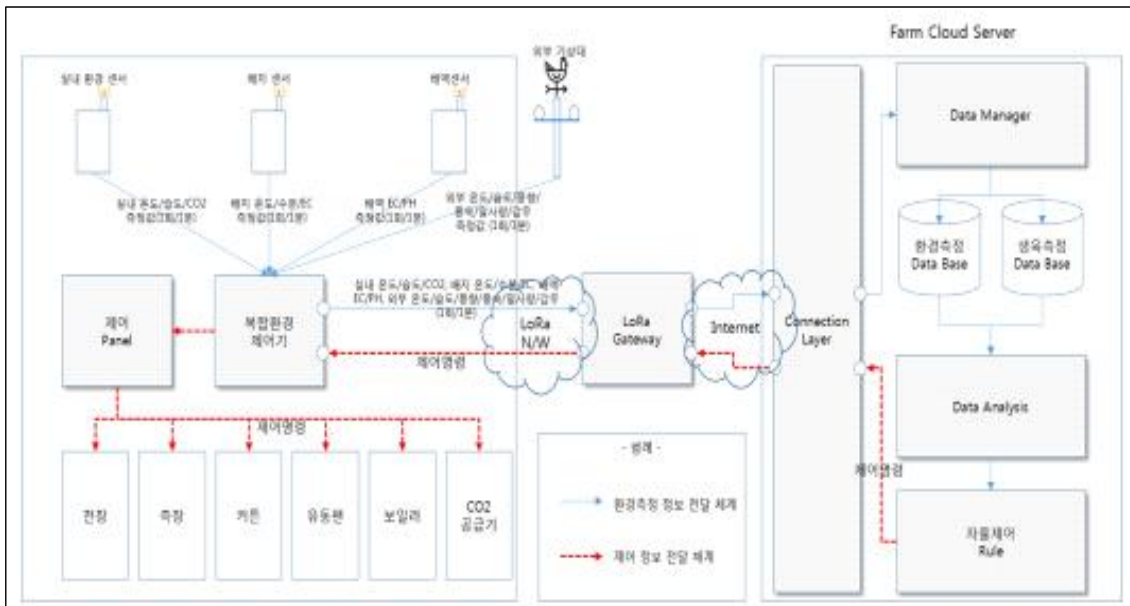


< 생육 룰 엔진 및 자율제어 시스템 구성 >

□ 디바이스와 클라우드 서버 간의 연동

- 재배에 필요한 환경 데이터를 제공하는 REST API 제공
- json 형식의 환경 정보 전송 메시지 규격

기능	Method	URL
환경정보	POST	http://ip:port/webservice/rest/env/{id}/{gatewayId}
배지정보	POST	http://ip:port/webservice/rest/drain/{id}/{gatewayId}
광합성유효광 정보	POST	http://ip:port/webservice/rest/photosynthesis/{id}/{gatewayId}



< 클라우드 정보전달 체계 >

Field	Type	Description
{id}	String	농장 ID
{gatewayId}	String	Gateway ID
equipServceld	String	장비 ID
temp	Float	온도
humid	Float	습도
co2	Float	CO2
datetime	long	시간

라) 데이터 수집 및 실증을 위한 테스트 베드 구축(1개)

□ 생육정보 주 1회, 환경정보 1분 단위, 제어이력 수집

□ 환경정보 : 외부기상센서, 내부센서 5개를 활용하여 데이터수집 (1분단위)

○ 수집항목 ① 내부센서 : 온도, 습도, 이산화탄소

② 외부센서 : 온도, 습도, 풍향, 풍속, 감우, 일사량

○ 수집기간 : 2016년 10월 ~ 2017년4월(부여농장 방울토마토 재배기간)

○ 생육정보 : 생육조사 전담요원이 주 1~2회 조사 (샘플 6개 선정)

- 수집항목 : 초장, 주간생육길이, 줄기 굵기, 잎길이, 잎폭, 잎수, 개화화방위치, 화방 경
경, 꽃과 줄기거리, 화방간 거리, 개화수, 착과수, 개화 화방번호, 착과 화방번호, 수확
종료 화방번호 등

- 수집기간 : 2016년 10월 ~ 2017년 4월 (부여농장 방울토마토 재배 기간)

1	EQUIP_ID	YYYYMMDD	HHMMSS	TEMP	HUMID	CO2	COLL_LIN	REG_DATE	INSOLATX	INSOLATY	GATEWAY_ID
102184	308	20161209	32500	17	83.2	396	BIZ	2016-12-09 3:25	0		
102185	308	20161209	32600	16.9	83.1	391.4	BIZ	2016-12-09 3:26	0		
102186	308	20161209	32700	16.9	83.1	391.4	BIZ	2016-12-09 3:27	0		
102187	308	20161209	32800	16.9	83.1	391.4	BIZ	2016-12-09 3:28	0		
102188	308	20161209	32900	16.9	83.2	395.4	BIZ	2016-12-09 3:29	0		
102189	308	20161209	33000	16.9	83.2	395.4	BIZ	2016-12-09 3:30	0		
102190	308	20161209	33100	16.9	83.2	395.4	BIZ	2016-12-09 3:31	0		
102191	308	20161209	33200	16.9	83.2	389.5	BIZ	2016-12-09 3:32	0		
102192	308	20161209	33300	16.9	83.2	389.5	BIZ	2016-12-09 3:33	0		
102193	308	20161209	33400	16.9	83.2	389.5	BIZ	2016-12-09 3:34	0		
102194	308	20161209	33500	16.9	83.2	393	BIZ	2016-12-09 3:35	0		
102195	308	20161209	33600	16.9	83.2	393	BIZ	2016-12-09 3:36	0		
102196	308	20161209	33700	16.9	83.2	393	BIZ	2016-12-09 3:37	0		
102197	308	20161209	33800	16.8	83.1	396.8	BIZ	2016-12-09 3:38	0		
102198	308	20161209	33900	16.8	83.1	396.8	BIZ	2016-12-09 3:39	0		
102199	308	20161209	34000	16.8	83.1	396.8	BIZ	2016-12-09 3:40	0		
102200	308	20161209	34100	16.8	83.1	396.8	BIZ	2016-12-09 3:41	0		
102201	308	20161209	34200	16.8	83.1	390.8	BIZ	2016-12-09 3:42	0		
102202	308	20161209	34300	16.8	83.1	390.8	BIZ	2016-12-09 3:43	0		
102203	308	20161209	34400	16.8	83.1	390.8	BIZ	2016-12-09 3:44	0		
102204	308	20161209	34500	16.8	83.2	396.2	BIZ	2016-12-09 3:45	0		
102205	308	20161209	34600	16.8	83.2	396.2	BIZ	2016-12-09 3:46	0		
102206	308	20161209	34700	16.8	83.2	396.2	BIZ	2016-12-09 3:47	0		
102207	308	20161209	34800	16.7	83.5	402.4	BIZ	2016-12-09 3:48	0		

<내부센서 데이터 수집>

1	FARM_NO	EQUIP_ID	YYYYMMCHHMMSS	WIND_DIR	WIND_SPE	RAIN_FAL	LIGHT_AM	REG_DATE	TEMP	HUMID
104884	1	7	20161211	201300	64.1	0	0	2016-12-11 20:13	-3.3	68.8
104885	1	7	20161211	201400	79.5	0	0	2016-12-11 20:14	-3.3	69.2
104886	1	7	20161211	201500	79.5	0	0	2016-12-11 20:15	-3.3	69.2
104887	1	7	20161211	201600	79.5	0	0	2016-12-11 20:16	-3.3	69.2
104888	1	7	20161211	201700	214.7	0	0	2016-12-11 20:17	-3.5	69.7
104889	1	7	20161211	201800	214.7	0	0	2016-12-11 20:18	-3.5	69.7
104890	1	7	20161211	201900	214.7	0	0	2016-12-11 20:19	-3.5	69.7
104891	1	7	20161211	202000	206.1	0.3	0	2016-12-11 20:20	-3.3	68.4
104892	1	7	20161211	202100	206.1	0.3	0	2016-12-11 20:21	-3.3	68.4
104893	1	7	20161211	202200	206.1	0.3	0	2016-12-11 20:22	-3.3	68.4
104894	1	7	20161211	202300	121.9	0	0	2016-12-11 20:23	-3.2	67.3
104895	1	7	20161211	202400	121.9	0	0	2016-12-11 20:24	-3.2	67.3
104896	1	7	20161211	202500	121.9	0	0	2016-12-11 20:25	-3.2	67.3
104897	1	7	20161211	202600	171.4	0.1	0	2016-12-11 20:26	-3.2	68
104898	1	7	20161211	202700	171.4	0.1	0	2016-12-11 20:27	-3.2	68
104899	1	7	20161211	202800	171.4	0.1	0	2016-12-11 20:28	-3.2	68
104900	1	7	20161211	202900	171.4	0.1	0	2016-12-11 20:29	-3.2	67
104901	1	7	20161211	203000	68.2	0	0	2016-12-11 20:30	-3.2	67
104902	1	7	20161211	203100	68.2	0	0	2016-12-11 20:31	-3.2	67
104903	1	7	20161211	203200	68.2	0	0	2016-12-11 20:32	-3.3	67
104904	1	7	20161211	203300	112.1	0	0	2016-12-11 20:33	-3.3	69.8
104905	1	7	20161211	203400	112.1	0	0	2016-12-11 20:34	-3.3	69.8
104906	1	7	20161211	203500	112.1	0	0	2016-12-11 20:35	-3.3	69.8
104907	1	7	20161211	203600	198.4	0	0	2016-12-11 20:36	-3.4	68.8

<외부센서 데이터 수집>

번	위치	종류(종)	공급(mm)	일일리(mm)	일 폭(종)	확형(No.)	개화 수(개)	착과 수(개)	확형간격 (cm)	일 수 (개)	상위 일 온도 (°C)	중위 일 온도 (°C)	하위 일 온도(°C)	군락온도(°C)	수확량(개)	무게(g)	당도
585																	
586	2-3	177.0	8.0	13.5	6.3	1	0	12	18.0	19							8.7
587						2	0	12	17.0								7.6
588						3	0	13	19.0								7.6
589						4	0	26	22.0								8.8
590						5	0	21	22.0								7.9
591						6	0	11	18.0								13.2
592						7	0	9	19.5								
593						8	0	5									
594	8-3	215.5	8.0	23.8	15.5	1	0	12	20.0	17							
595						2	0	22	22.0								
596						3	0	19	28.0								
597						4	0	12	28.0								
598						5	1	20	28.0								
599						6	2	16	29.0								
600						7	0	5									
601	8-4	205.5	7.0	26.0	18.3	1	0	14	18.0	16							
602						2	0	16	25.0								
603						3	0	22	24.0								
604						4	0	12	23.0								
605						5	0	8	27.0								
606						6	0	8	28.5								
607						7	0	5									
608	8-1	194.5	8.0	14.3	10.0	1	0	14	17.0	18							
609						2	0	14	25.0								
610						3	0	13	29.0								
611						4	0	23	30.0								
612						5	1	13	22.5								
613						6	1	8	27.0								
614						7	0	5									

<생육 데이터 수집>



<샘플별 사진 데이터 수집 (2016.12.13. 샘플2)>

○ 제어정보 : 양액 공급이력 (급액 및 배액) 자료 수집

- 수집항목 : 급수량, 배액량, 양액기 측정 자료

- 수집기간 : 2016년 10월 ~ 2017년 4월 (부여농장 방울토마토 재배 기간)

		양액/배액 측정 일지							2016. 1. 2 ~ 1. 8	
구분	요일	월(1/2)	화(1/3)	수(1/4)	목(1/5)	금(1/6)	토(1/7)	일(1/8)		
급 수 량	3-1	EC 2.35 20.2℃	2.42 23.1℃	2.35 23.5℃	2.38 19.2℃	2.58 16.9℃	2.35 20℃	2.41 22.1℃		
		pH 6.18 20.1℃	6.26 22.0℃	6.23 23.7℃	6.30 19.4℃	6.55 17.0℃	6.18 18.9℃	6.31 22.1℃		
		수량 600 ml	650 ml	600 ml	450 ml	500 ml	550 ml	300 ml		
	9-1	EC 2.41 20.3℃	2.39 23.9℃	2.38 20.5℃	2.39 19.4℃	2.48 16.3℃	2.31 20.6℃	2.48 22.7℃		
		pH 6.12 20.4℃	6.26 23.7℃	6.26 24.5℃	6.21 19.5℃	6.36 16.6℃	6.19 20.5℃	6.46 22.2℃		
		수량 300 ml	100 ml	550 ml	450 ml	550 ml	500 ml	550 ml		
배 액 량	12-1	EC 2.41 20.1℃	2.39 23.8℃	2.31 24.2℃	2.38 19.3℃	2.59 16.9℃	2.31 20.5℃	2.59 22.7℃		
		pH 6.13 20.4℃	6.29 23.9℃	6.31 24.4℃	6.21 19.4℃	6.42 16.6℃	6.22 20.8℃	6.41 22.4℃		
		수량 300 ml	650 ml	580 ml	400 ml	500 ml	450 ml	500 ml		
		EC 2.86 19.5℃	2.68 22.3℃	2.56 23.1℃	2.59 18.9℃	2.58 19℃	2.57 19.2℃	2.51 20.1℃		
		pH 5.34 19.6℃	5.36 22.4℃	5.55 22.1℃	5.58 18.1℃	6.04 18℃	5.58 18℃	6.32 20.1℃		
		수량 1600 ml	2000 ml	1000 ml	1200 ml	1100 ml	1000 ml	1000 ml		
마 그 마 기 측 정	1주당 배액량	X ml	460 ml	380 ml	200 ml	240 ml	220 ml	200 ml		
	배액율	%	56.9%	39.5%	53.3%	%	%	%		
	누적일수량	225 l/day	1002 l/day	216 l/day	491 l/day	704 l/day	638 l/day	701 l/day		
	총급액량	360 ml	540 ml	400 ml	360 ml	420 ml	420 ml	400 ml		
	총급액횟수	6 회	9 회	1 회	6 회	7 회	7 회	7 회		
	급액시작시간	8:41	8:41	8:40	8:40	8:40	8:40	8:40		
기 타	급액종료시간	15:19	15:19	15:20	15:21	15:21	15:20	15:20		
	주요 내용	병, 미산채 1/1	미산채 1회 30분 산채.	11월 20일 1회 미산채 1/1	미산채 1/1	미산채 1/1	미산채 1/1	미산채 1/1		

* 1주당 배액량 : 총량/식물체 수, 배액율 : 1주당 배액량 / 측정된 평균 급수량 * 100, 총급액량 : 기기설정값(33ml/1분) * 총 급액시간

<양액 / 배액 데이터 수집>

□ 데이터 수집 테스트 베드 확보(15개)

- 데이터 수집을 위한 테스트 베드 확보를 위하여 충남농업기술원 과채연구소와의 협업으로 15농가 구성 완료
- 데이터 수집을 위한 센서 개발이 완료되는 시기에 맞추어서 컨소시엄 구성 농가에 대한 기본적인 자료 수집 완료 (재배품종, 규모, 시설현황 등)
- 컨소시엄 농가의 요청에 의하여 수집되는 환경 / 생육 데이터에 대한 기초적인 분석자료를 제공하며, 이러한 분석자료도 강원대학교 데이터분석센터와의 협업을 통해 추가적인 자료로 활용할 예정
- 데이터 수집을 위한 센서 설치 농가 : 5농가 (1차년도 계획분)

순번	농장주	형태	면적(평)	주소
1	조성완	단동	200	충남 부여군
5	차근배	단동	250	충남 부여군
6	차영호	단동	300	충남 부여군
7	정택준	연동	1100	충남 부여군
8	최형남	연동	3000	충남 부여군

○ 데이터 수집 방법

- 생육정보 : 전담요원이 주 1회 생육조사 실시를 통해 데이터의 오차를 최소화함
초장, 주간생육길이, 줄기굵기, 잎길이, 잎폭, 잎수, 개화화방위치, 화방 경경, 꽃과 줄기거리, 화방간 거리, 개화수, 착과수, 개화 화방번호, 착과 화방번호, 수확종료 화방번호 등
- 환경정보 : 온실 내부 환경 센싱 정보, 배지 EC, pH
- 제어이력 : 기기제어이력, 양액 공급이력(급액 및 배액) 등

○ 데이터 수집 시기

- 생육정보 : 2017년 10월 10일 ~ 작기 종료일 까지
- 환경정보 : 2017년 10월 16일 ~ 지속 (센서 설치 일정에 따라 변경될 수 있음)
- 제어이력 : 2017년 10월 10일 ~ 작기 종료일 까지

○ 전국 60개 스마트팜 데이터(농정원 DB 활용) 확보 : 토마토, 파프리카 첨단시설 농가 및 동하우스

○ 대상농가 : 우수농가 벤치마킹서비스 사업에 참여한 정보제공 농가 60개소

○ 확보된 데이터는 강원대학교 데이터분석센터에서 기초분석용 자료로 활용

재배작물	농가 수	규모	수집데이터 항목	수집기간
토마토	43	3,300m ² ~ 16,500m ²	환경 데이터 : 내부 습구온도, 건구온도(최저, 최고, 평균), 외부기상(일출, 일몰, 최저기온, 최고기온, 일사, 누적광량, 일평균 일사 등) 수분관리 일지 : 양액 1회 공급량, 횟수, 공급 EC 생육 데이터 : 초장, 주간생육길이, 줄기 굵기, 잎길이, 잎폭, 잎수, 개화화방위치, 꽃과 줄기거리, 화방간 거리, 화방 경경, 개화수, 착과수, 개화화방번호, 착과화방번호, 수확종료화방번호 등	8개월~1년 환경 및 양액 일 1회, 생육데이터 주 1회
파프리카	7			
딸기	7			
기타	3			

주차	표본	growLength	flowerTop	stemDiameter	leavesLength	leavesWidth	leavesNum	flowerPosition	fruitsPosition	fruitsNum	harvestPoint
		생장길이 (cm)	꽃방높이 (cm)	줄기직경 (mm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	잎수 (개)	꽃위치 (cm)	착과위치 (cm)	열매수 (개)	수확고 (cm)
16년도 12주	4	17.25	14.75	8.49	38.25	27	12.75	8.9	7.9	92	0
16년도 11주	1	18.75	22.5	9.4	33.25	29.75	16	8.86	7.75	96	0
16년도 11주	2	18.75	22.5	9.4	33.25	29.75	16	8.86	7.75	96	0
16년도 11주	3	18.75	22.5	9.4	33.25	29.75	16	8.86	7.75	96	0
16년도 11주	4	18.75	22.5	9.4	33.25	29.75	16	8.86	7.75	96	0
16년도 10주	1	17.75	25.25	9.44	37.63	32.5	15.25	8.86	7.82	85	0
16년도 10주	2	17.75	25.25	9.44	37.63	32.5	15.25	8.86	7.82	85	0
16년도 10주	3	17.75	25.25	9.44	37.63	32.5	15.25	8.86	7.82	85	0
16년도 10주	4	17.75	25.25	9.44	37.63	32.5	15.25	8.86	7.82	85	0
16년도 09주	1	20.25	25.5	9.56	41.25	32.25	16.25	8.7	7.68	89	0
16년도 09주	2	20.25	25.5	9.56	41.25	32.25	16.25	8.7	7.68	89	0
16년도 09주	3	20.25	25.5	9.56	41.25	32.25	16.25	8.7	7.68	89	0
16년도 09주	4	20.25	25.5	9.56	41.25	32.25	16.25	8.7	7.68	89	0
16년도 08주	1	21.5	26.75	8.37	42	34.25	17.5	7.65	6.4	75	0
16년도 08주	2	21.5	26.75	8.37	42	34.25	17.5	7.65	6.4	75	0
16년도 08주	3	21.5	26.75	8.37	42	34.25	17.5	7.65	6.4	75	0
16년도 08주	4	21.5	26.75	8.37	42	34.25	17.5	7.65	6.4	75	0
16년도 07주	1	28.5	32	10.1	42.38	39	13	7.16	6.26	64	0
16년도 07주	2	28.5	32	10.1	42.38	39	13	7.16	6.26	64	0
16년도 07주	3	28.5	32	10.1	42.38	39	13	7.16	6.26	64	0
16년도 07주	4	28.5	32	10.1	42.38	39	13	7.16	6.26	64	0

<수집된 스마트팜 생육데이터>

스마트팜 농장ID	물어코드	특정일시yyyyMMDDHH	특정데이터	항목코드	품목코드	분류코드
facilityId	tblCode	meanDate	senVal	tblrCode	itemCode	senCode
FF_000006_01	FG	2016010100		0	SR	80300_60
FF_000006_01	FG	2016010100		-1	TE	80300_60
FF_000006_01	FG	2016010100		14	TI	80300_60
FF_000006_01	FG	2016010100		0	WS	80300_60
FF_000006_01	FG	2016010100		0	RP	80300_60
FF_000006_01	FG	2016010100		94	HE	80300_60
FF_000006_01	FG	2016010100		236	WD	80300_60
FF_000006_01	FG	2016010100		89	IE	80300_60
FF_000006_01	FG	2016010100		94	HE	80300_60
FF_000006_01	FG	2016010101		90	IE	80300_60
FF_000006_01	FG	2016010101		236	WD	80300_60
FF_000006_01	FG	2016010101		0	WS	80300_60
FF_000006_01	FG	2016010101		-1	TE	80300_60
FF_000006_01	FG	2016010101		0	RP	80300_60
FF_000006_01	FG	2016010101		14	TI	80300_60
FF_000006_01	FG	2016010101		0	SR	80300_60
FF_000006_01	FG	2016010102		-1	TE	80300_60
FF_000006_01	FG	2016010102		236	WD	80300_60
FF_000006_01	FG	2016010102		0	WS	80300_60
FF_000006_01	FG	2016010102		0	RP	80300_60
FF_000006_01	FG	2016010102		0	SR	80300_60
FF_000006_01	FG	2016010102		90	IE	80300_60
FF_000006_01	FG	2016010102		94	HE	80300_60
FF_000006_01	FG	2016010102		14	TI	80300_60
FF_000006_01	FG	2016010103		90	IE	80300_60
FF_000006_01	FG	2016010103		0	RP	80300_60
FF_000006_01	FG	2016010103		94	HE	80300_60

< 스마트팜 환경데이터 >

2. 2차년도 연구 내용

가) 생육률 엔진 개발

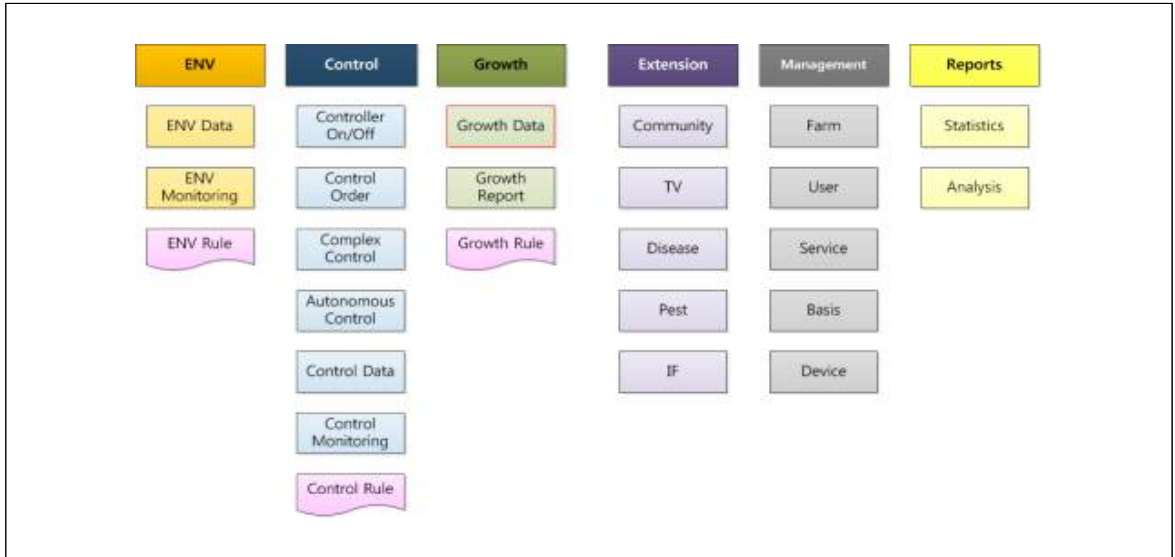
□ 적용범위

- Cloud Farm 제어 Rule관리기능은 재배 환경 변화에 유연하게 대응할 수 있는 구조로 설계
- 복합환경제어기내의 시설 제어를 관장하는 복합환경제어기는 Cloud Farm Center의 Control Rule Manager로부터 제어Rule이 10분 단위로 갱신
- 빅데이터 기반의 최적생육조건 알고리즘 설계
- 생육을 위한 환경기준 데이터의 변화에 따라 최적의 제어Rule이 실시간으로 생성

□ 생육 룰 사용 기준

- Growth Rule : 생육률 (생육 기준). 작물의 일(주)차별 생육기준
- ENV Rule : 환경률 (환경 기준). 작물의 생육단계별 환경 기준 정보
- Growth Correction Rule : 생육 교정 기준. 작물의 현재 상태가 생육 기준표와 다를 경우에 대한 교정값 기준 정보
- Control Rule : 제어를 (제어기준). 제어방법과 제한 조건이 설정된 기준정보
- Validity Verification : 유효성검사. 현재 생육상태를 진단하고 제어방법을 검증
- Farm Control Rule : 농장의 제어를. 농장에 customizing된 제어를

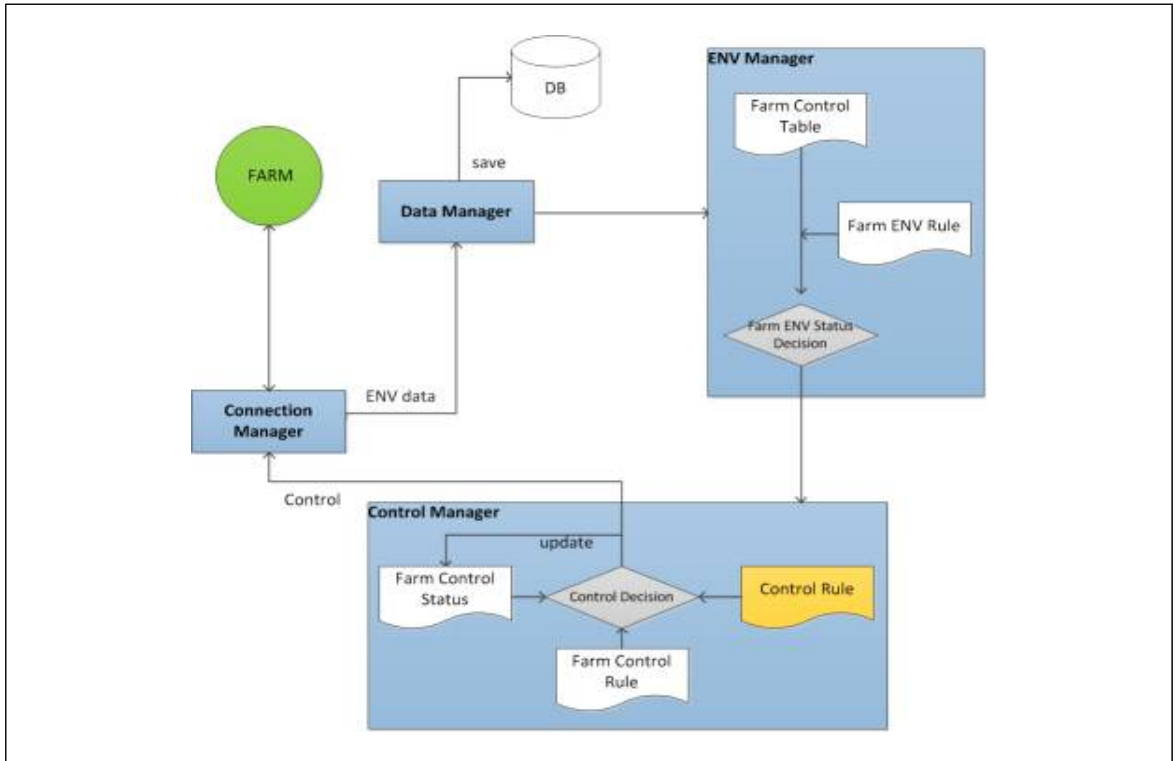
- Farm Control Table : 농장의 제어표. 농장의 제어 시간표
- Farm Control Status : 농장의 제어상태. 현재 제어되고 있는 설비의정보와 상태표
- Farm ENV Rule : 농장의 환경룰. 농장에 customizing된 환경룰



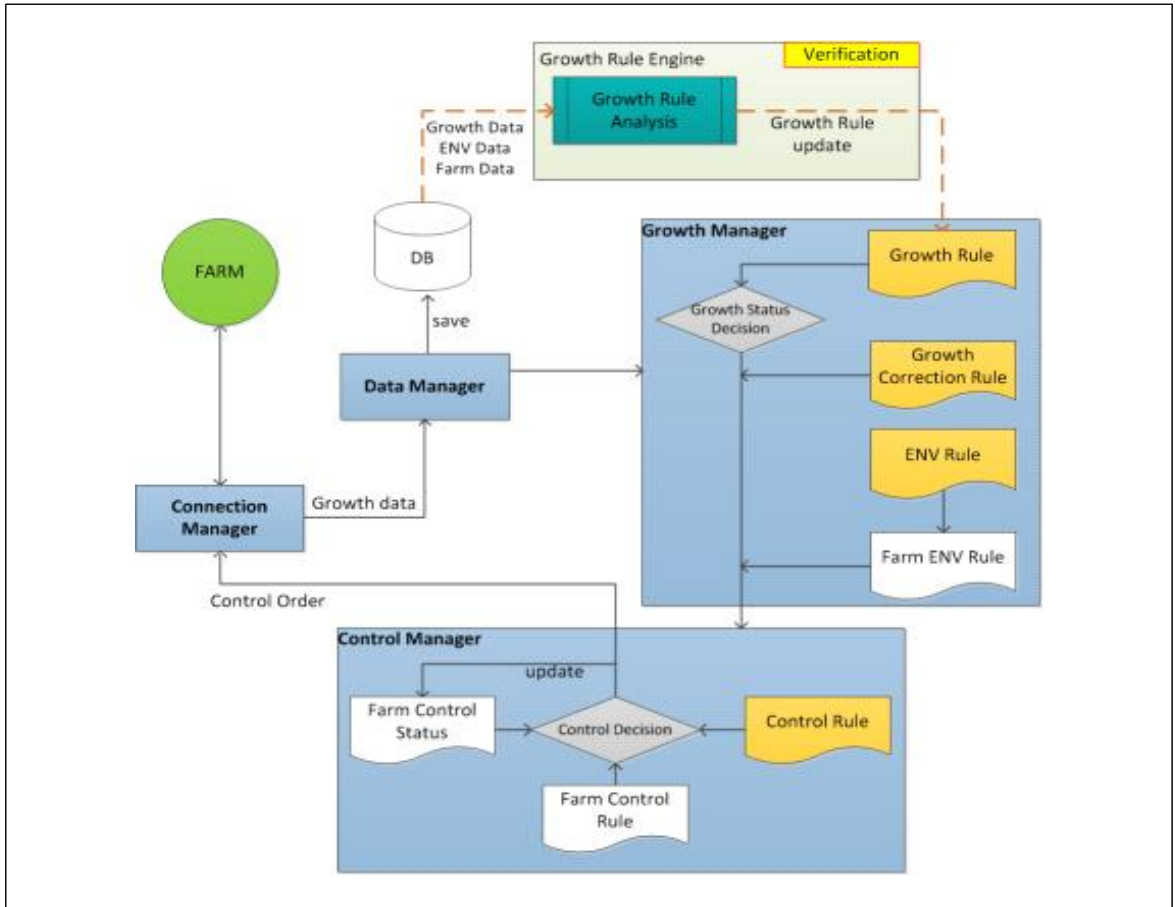
< 자율 제어 시스템 기능 목록 >

□ 자율제어 처리 플로우

- Connection Manager : 농장의 센서 데이터가 자율제어 시스템으로 전달됨
- Data Manager : 센서 데이터를 DB에 저장하고 ENV Manager로 전달
- ENV Manager : 입력된 센서 데이터와 Farm Control Table, Farm ENV Rule 을 비교하고 검증하여 최적의 제어 방법을 제시
- Control Manager : ENV Manager에서 제시된 환경 제어 방법을 농장에 적용하기 위한 제어 명령을 결정. Control Rule, Farm Control Rule, Farm Control Status를 비교하여 최적의 제어 명령을 결정하고 Connection Manager를 통해 제어 명령을 농장의 제어로 전달



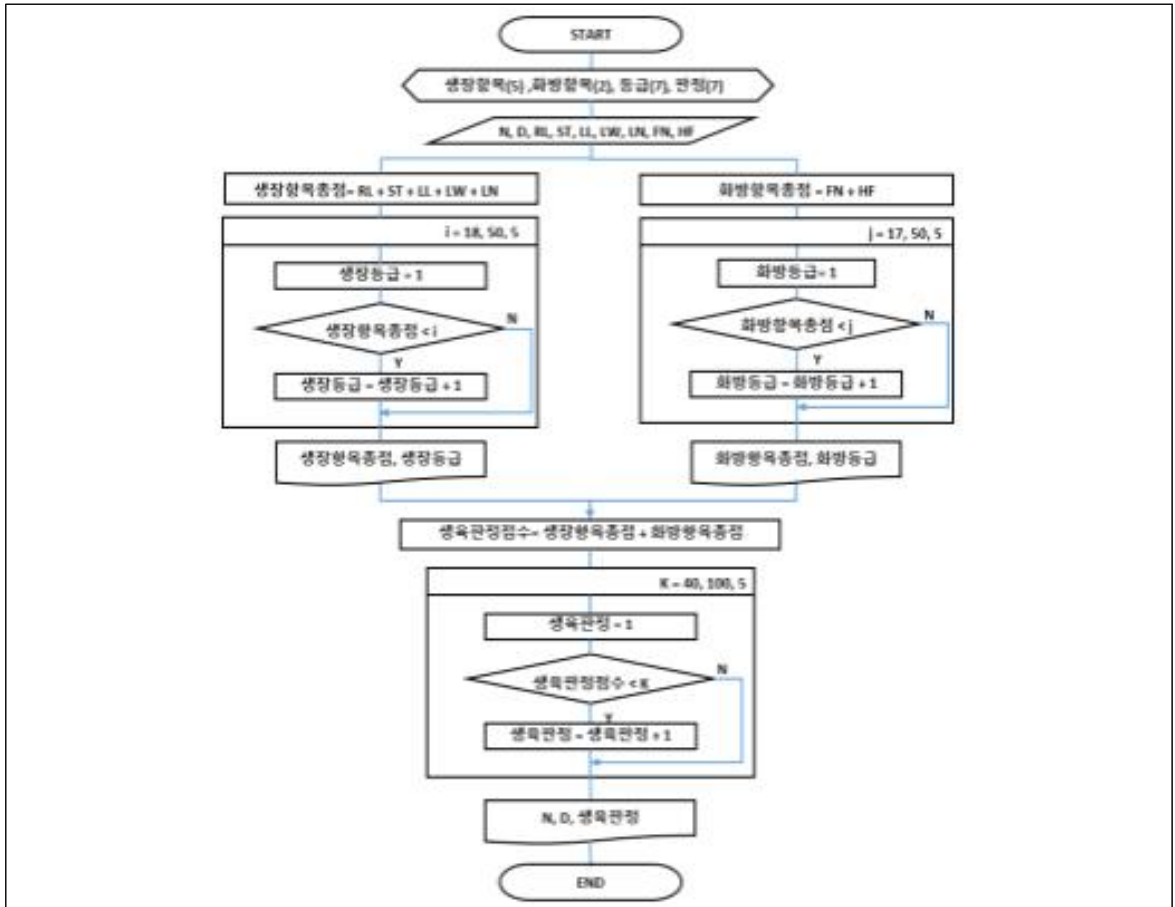
< 자율제어 처리 플로우 >



< 생육 룰 엔진 관리 플로우 >

○ 생육 룰 엔진 관리 플로우

- Connection Manager : 농장의 생육 데이터가 자율제어 시스템으로 전달됨
- Data Manager : 생육 데이터를 DB에 저장하고 Growth Rule Engine으로 전달
- Growth Rule Engine : 생육 데이터를 생육룰 엔진에 대입하여 현재 생육상태 분석과 농업 빅데이터를 분석한 결과를 통하여 최적의 생육조건을 찾아 생육룰을 update
- Growth Manager : 생육데이터와 생육룰을 비교하고 생육교정기준과 환경룰을 적용하여 작물의 최적생육을 위한 환경 값을 제시
- Control Manager : Growth Manager에서 제시된 환경 제어 방법을 농장에 적용하기 위한 제어 명령을 결정. Control Rule, Farm Control Rule, Farm Control Status를 비교하여 최적의 제어 명령을 결정하고 Connection Manager를 통해 제어 명령을 농장의 제어로 전달



< 생육 최적화 룰 생성을 위한 생육판단 플로우 >

□ 생육 최적화 룰 생성을 위한 생육판단 플로우

- 생육판정 : 1주간의 농장 생육데이터중 생육기준지표를 바탕으로 생육등급을 판정
- 생장항목 : 주간생육길이, 줄기 굵기, 잎길이, 잎폭, 엽수
- 화방항목 : 개화수, 개화화방위치
- 등급 : A등급 판정시 생육률이 최적화 된 것으로 판정, A+등급 판정시 새로운 최적화 생육정보의 등장으로 작물의 생육데이터와 농장의 환경데이터를 분석하여 새로운 생육 룰 생성, B, C, D등급 판정 시 생육데이터와 농장의 환경데이터를 분석하여 새로운 제어 룰 생성
- 등급판정에 사용되는 생육데이터와 환경데이터의 분석은 강원대학교에서 실시

□ 생육데이터 분석을 위한 생육조사 항목

구분		단위	내용
생장	주간생육길이	cm	지난주 생육조사시 표시된 지점 부터 최상단까지의 길이
	줄기굵기	mm	지난주 생육조사 표시지점의 줄기 굵기
	잎길이	cm	최상단의 개화한 화방 아래 3번째 잎의 길이
	잎폭	cm	잎길이를 측정한 잎의 가장 넓은 폭
	엽수	개	최상단의 개화한 화방 아래 잎의 수
화방	개화화방위치	cm	식물체 최상단 ~ 가장 가까운 개화 화방까지의 길이
	꽃과 줄기거리	cm	최상단 개화한 화방의 첫번째 꽃과 식물체 줄기와의 길이
	화방간거리	cm	최상단 개화한 화방 ~ 바로 아래 화방까지의 길이
	화방경경	mm	꽃과 줄기거리를 측정하는 중간 부위의 굵기
	개화수	개	화방별 개화수
	착과수	개	화방별 착과수
	개화화방번호		개화된 화방 중 최상단의 화방 번호 (재배단계판단)

□ 생육 률 적용을 위한 재배 단계 설정

구분		생육기간	실제 재배일	정식 이후 재배일	주차
파종기		파종 ~ 정식	1 ~ 40	-	-
유묘기	Step 1	정식 ~ 순화	40 ~ 50	1 ~ 10	1
	Step 2	순화 ~ 03화방 개화	50 ~ 70	11 ~ 30	2~4
개화착과기(Step 3)		03화방 개화 ~ 07화방 개화	70 ~ 100	31 ~ 70	5~10
수확기	Step 4	08화방 개화 ~ 14화방 개화	100 ~ 150	71 ~ 120	11~17
	Step 5	15화방 개화 ~ 21화방 개화	150 ~ 200	121 ~ 170	18~24
	Step 6	22화방 개화 ~	200 ~	171 ~	24~
종료기(Step 7)		적심 ~ 재배종료	적심 후 ~ 50	적심 후 ~ 50	-

- 컨소시엄 농가별 방울토마토 재배 현황 조사 결과 자가육묘는 0건으로 육묘장에서 육묘하여 정식하기 때문에 실제 농가에서 재배되는 일수는 유묘기 이후 부터임
- 정식 시기 및 재배법에 따라 재배일은 변동이 있을 수 있으므로, 생육기간에 표기된 화방의 개화일에 따라 재배단계를 적용함

□ 생육 률 적용을 위한 재배단계별 생육 기준지표 및 생육기준 값 설정

구분	Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	Step 5	Step 6	Step 7
주간생육길이(cm)	-	12~15	13~20	17~24	20~25	20~25	-
줄기굵기(mm)	4~6	6~8	8~10	9~11	9~11	9~11	-
잎길이(cm)	8~10	18~25	24~35	25~35	25~35	25~35	25~35
잎 폭(cm)	5~6	15~19	18~25	18~25	18~25	18~25	18~25
엽수(개)	4~5	7~11	9~12	12~15	12~15	12~15	12~15
개화화방위치(cm)	-	13~17	15~20	15~20	15~20	15~20	-
개화수(개)	-	5~10	10~12	12~16	12~16	12~16	-

- 생육상태를 확연히 알 수 있도록 성장과 관련된 것(5종류)과 화방에 대한 것(2종류)
- 을 기준지표로 설정
- 성장과 관련된 기준지표는 일주일간의 작물의 생육상태에 대하여 정확하게 판단할 수 있으며, 주차별 변화에 따라 생육판단이 가능한 지표임
- 화방과 관련된 기준지표는 개화된 화방의 위치 및 개화수 이며, 개화된 화방의 위로는 생육대비 화방의 출현이 정상적인지 판단할 수 있으며, 개화수는 화방별 개 수를 합한값으로 샘플의 총 개화수를 말하며 영양/생식 성장 여부를 판단할 수 있음
- 재배 단계별 생육 기준값은 컨소시엄 농가의 데이터를 활용하여 각 단계별로 정의 됨
- Step 1 및 Step 7의 경우는 생육판단을 위한 기준값이 없는 지표가 있기 때문에 해당 단계에서는 생육판단을 하지 않고, Step 2 ~ 6단계에서만 생육판단을 실시함

<농가별 생육조사 Data>

□ 생육기준 지표에 따른 점수구간 및 등급판정 기준 설정

- 각 재배단계에 적합한 생육기준값에 대하여 초과, 정상, 미달로 구분하였으며 초과 및 미달에 대해서는 3개의 단계로 구분하였음

각 생육기준 지표	구분		점수
	각 생육기준 지표	초과	
10%이상 ~ 20%미만			6
10%미만			10
미달		10%미만	8
		10%이상 ~ 20%미만	7
		20%이상	4

<생육기준 지표에 따른 점수구간>

- 생육등급 판정은 생장항목 및 화방향목에 대하여 생육등급 기준에 따라 각각 등급을 생성하고, 그 점수를 합하여 최종 생육등급을 결정

구분	생장	화방	계
A+	48~50	47.5~50	95.5~100
A	43~47	42.5~45	85.5~95
B+	38~42	37.5~40	75.5~85
B	33~37	32.5~35	65.5~75
C+	28~32	27.5~30	55.5~65
C	23~27	22.5~25	45.5~55
D	20~23	20	40~45

<생장 및 화방 점수에 따른 생육등급 기준>

□ 생육기준지표에 따른 주간 생육등급평가 예시자료 (2018년 4월 1일 ~ 4월 28일, 4주간)

○ A 황정현 농장

주차	주간생육길이	줄기굵기	잎길이	잎폭	잎수	개화화방위치	개화수	개화화방번호	재배단계
13주(04/05)	30.83	8.47	39.5	34.83	10	19.33	16.84	7.67	Step 4
생육점수	5	8	6	5	7	12.5	25		
14주(04/12)	26.5	7.68	37.2	28.5	11	13.17	13.67	8.67	Step 4
생육점수	6	7	10	6	8	17.5	22.5		
15주(04/18)	19.67	7.75	31.8	22.33	11.33	8.33	13.17	9.67	Step 4
생육점수	9	7	9	9	8	10	22.5		
16주(04/26)	23.33	7.32	35.1	27.75	13	17.83	17.5	10.17	Step 4
생육점수	9	7	10	6	9	22.5	25		
기준	17~24	9~11	25~35	18~25	12~15	15~20	12~16		Step 4

주차	생장등급		화방등급		생장/화방	총 평점	최종등급
	생장	화방	생장	화방			
13주(04/05)	31	C+	37.5	B+	C+ / B+	68.5	B
14주(04/12)	37	B+	40	B+	B+ / B+	77	B+
15주(04/18)	42	B+	32.5	B	B+ / B	74.5	B
16주(04/26)	41	B+	47.5	A+	B+ / A+	88.5	A

○ B 명성호 농장

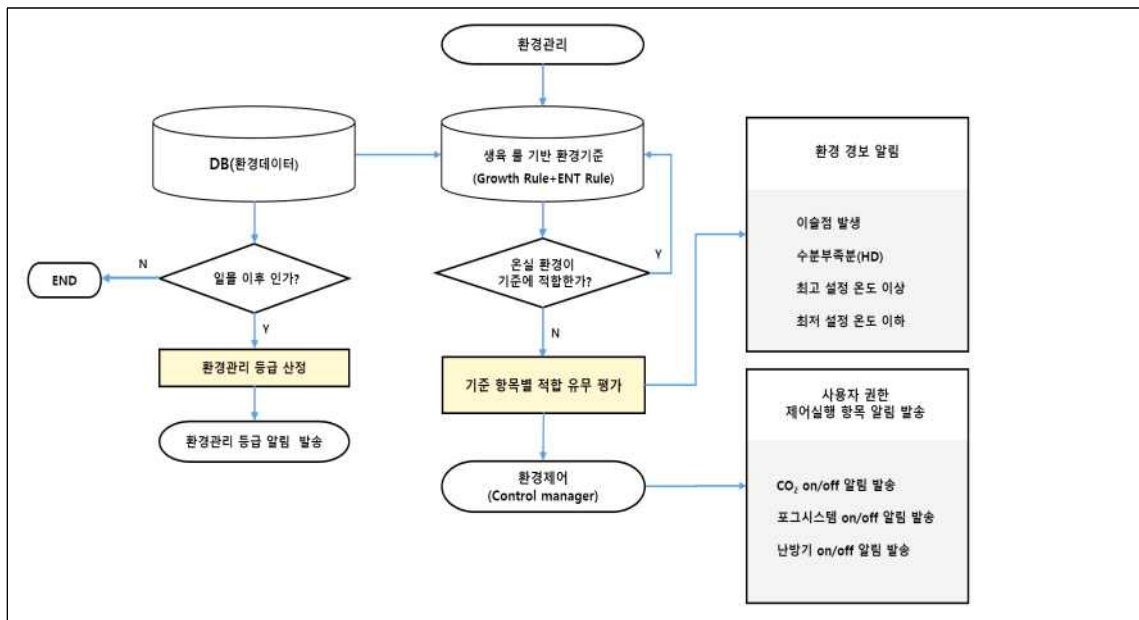
주차	주간생육길이	줄기굵기	잎길이	잎폭	잎수	개화화방위치	개화수	개화화방번호	재배단계
9주(04/02)	12.69	6.54	16.84	11.28	11.63	7.81	7.75	4	Step3
생육점수	8	7	4	4	9	10	10		
10주(04/09)	14.19	5.21	14	8.8	14.44	7.62	7.5	5	Step3
생육점수	9	4	4	4	5	10	10		
11주(04/16)	25.31	5.86	19.06	11.16	16.25	10.69	5.31	5	Step3
생육점수	5	4	4	4	5	10	10		
12주(04/23)	24.25	5.35	21.75	13.44	15.81	12.12	5.44	6	Step3
생육점수	5	4	7	4	5	17.5	10		
기준	13~20	8~10	24~35	18~25	9~12	15~20	10~12		Step3

주차	생장등급		화방등급		생장/화방	총 평점	최종등급
	생장	등급	화방	등급			
9주(04/02)	32	C+	20	D	C+ / D	52	C
10주(04/09)	26	C	20	D	C / D	46	C
11주(04/16)	22	D	20	D	D / D	42	D
12주(04/23)	25	C	27.5	C+	C / C+	52.5	C

○ C천정웅농장

주차	주간생육길이	줄기굵기	잎길이	잎폭	잎수	개화화방위치	개화수	개화화방번호	재배단계
25주(04/03)	32.25	8.2	30.25	23.38	12.25	14.75	22.75	10.75	Step 4
생육점수	5	8	9	9	9	20	12.5		
26주(04/10)	28.75	6.33	33.12	23.25	14	14	18.25	11.76	Step 4
생육점수	6	4	9	9	9	20	15		
27주(04/17)	25.5	6.98	33.12	21.88	16	18.25	7.75	12.6	Step 4
생육점수	10	4	9	9	10	22.5	10		
28주(04/24)	25.5	6.15	27.25	19.38	21	10.25	10.25	13.76	Step 4
생육점수	10	4	9	9	5	10	17.5		
기준	17~24	9~11	25~35	18~25	12~15	15~20	12~16		Step 4

주차	생장등급		화방등급		생장/화방	총 평점	최종등급
	생장	등급	화방	등급			
25주(04/03)	40	B+	32.5	B	B+ / B	72.5	B
26주(04/10)	37	B	35	B	B / B	72	B
27주(04/17)	42	B+	32.5	B	B+ / B	74.5	B
28주(04/24)	37	B	27.5	C+	B / C+	64.5	C+



< 제어를 적용 환경관리 플로우 >

□ 제어를 적용 환경관리 플로우

- 제어를 적용 환경관리 플로우는 재배단계별 생육지표를 활용한 생육률(Growth Rule)과 환경기준(ENT Rule)을 활용하여 농장의 환경관리를 함에 있어서 환경데이터를 환경기준과 비교하여 복합환경제어기를 통해 온실 환경을 제어함
- 환경등급 : 농장의 수분부족분(HD) 환경기준과 실제 데이터를 비교하여 환경관리 등급산정
- 기준항목 : 수분부족분(HD), 온도(최저, 최고), 습도, CO2, 광, 이슬점 등
- 환경 정보 알림 : 설정된 환경기준을 벗어나는 항목에 대한 알람 전송
- 사용자 권한 제어실행 항목 알림 : 복합환경제어기를 통해 환경제어를 실시함에 있어서 사용자가 직접 제어명령을 내리기를 원하는 항목에 대한 작동 실행여부 문의 알람 발송

□ 제어를 적용을 위한 환경기준(ENT Rule)

구분	물종명	제어단계시작일	제어단계종료일	환경요인	시작시간	종료시간	최저값	최저값	최고값	단위	생육단계구분
유요기 (Step 1)	방울프다포	1	10	온도	00:00	06:00	21	19	23	℃	정식 - 순화
	방울프다포	1	10	온도	06:00	18:00	26	24	28	℃	
	방울프다포	1	10	온도	18:00	24:00	21	19	23	℃	
	방울프다포	1	10	습도	00:00	24:00	75	65	80	%	
	방울프다포	1	10	CO2	00:00	24:00	400	250	550	ppm	
	방울프다포	1	10	pH	00:00	24:00	6.5	6.0	6.7		
	방울프다포	1	10	EC(급액)	00:00	24:00	2.5	2.3	2.7	dS/m	
유요기 (Step 2)	방울프다포	11	30	온도	00:00	06:00	20	18	22	℃	순화 - 3화방 개화
	방울프다포	11	30	온도	06:00	12:00	25	23	27	℃	
	방울프다포	11	30	온도	12:00	18:00	28	25	31	℃	
	방울프다포	11	30	온도	18:00	24:00	20	18	22	℃	
	방울프다포	11	30	습도	00:00	24:00	75	65	80	%	
	방울프다포	11	30	CO2	00:00	24:00	400	250	550	ppm	
	방울프다포	11	30	pH	00:00	24:00	6.5	6.0	6.7		
개화착과기 (Step 3)	방울프다포	31	70	온도	00:00	06:00	20	18	22	℃	3화방 - 7화방 개화
	방울프다포	31	70	온도	06:00	12:00	25	23	27	℃	
	방울프다포	31	70	온도	12:00	18:00	28	25	31	℃	
	방울프다포	31	70	온도	18:00	24:00	20	18	22	℃	
	방울프다포	31	70	습도	00:00	24:00	75	65	80	%	
	방울프다포	31	70	CO2	00:00	24:00	400	250	550	ppm	
	방울프다포	31	70	pH	00:00	24:00	6.5	6.0	6.7		
수확기 (Step 4)	방울프다포	71	120	온도	00:00	06:00	20	18	22	℃	7화방 - 14화방 개화
	방울프다포	71	120	온도	06:00	12:00	26	24	28	℃	
	방울프다포	71	120	온도	12:00	18:00	28	26	30	℃	
	방울프다포	71	120	온도	18:00	24:00	18	16	20	℃	
	방울프다포	71	120	습도	00:00	24:00	75	65	80	%	
	방울프다포	71	120	CO2	08:00	10:00	800	600	1000	ppm	
	방울프다포	71	120	CO2	10:00	08:00	400	250	550	ppm	
수확기 (Step 5)	방울프다포	121	170	온도	00:00	06:00	18	16	20	℃	14화방 - 21화방 개화
	방울프다포	121	170	온도	06:00	12:00	26	24	28	℃	
	방울프다포	121	170	온도	12:00	18:00	28	26	30	℃	
	방울프다포	121	170	온도	18:00	24:00	16	14	18	℃	
	방울프다포	121	170	습도	00:00	24:00	75	65	80	%	
	방울프다포	121	170	CO2	08:00	10:00	800	600	1000	ppm	
	방울프다포	121	170	CO2	10:00	08:00	400	250	550	ppm	
수확기 (Step 6)	방울프다포	171	250	온도	00:00	06:00	18	16	20	℃	21화방 개화 -
	방울프다포	171	250	온도	06:00	12:00	26	24	28	℃	
	방울프다포	171	250	온도	12:00	18:00	28	26	30	℃	
	방울프다포	171	250	온도	18:00	24:00	16	14	18	℃	
	방울프다포	171	250	습도	00:00	24:00	75	65	80	%	
	방울프다포	171	250	CO2	08:00	10:00	800	600	1000	ppm	
	방울프다포	171	250	CO2	10:00	08:00	400	250	550	ppm	
종료기 (Step 7)	방울프다포	적심	적심	온도	00:00	06:00	18	16	20	℃	적심 - 50일
	방울프다포	적심	적심	온도	06:00	12:00	26	24	28	℃	
	방울프다포	적심	적심	온도	12:00	18:00	28	26	30	℃	
	방울프다포	적심	적심	온도	18:00	24:00	16	14	18	℃	
	방울프다포	적심	적심	습도	00:00	24:00	75	65	80	%	
	방울프다포	적심	적심	CO2	00:00	24:00	400	250	550	ppm	
	방울프다포	적심	적심	pH	00:00	24:00	6.5	6.0	6.7		
종료기 (Step 7)	방울프다포	적심	적심	EC(급액)	00:00	24:00	2.0	1.8	2.2	dS/m	
	방울프다포	적심	적심	EC(배액)	00:00	24:00	3.0	2.8	3.2	dS/m	

○ 농장 환경등급 산정을 위한 수분부족분(Humidity Deficit, 온실 내 온도와 상대습도에 따른 식물의 수분부족량) 단계 및 점수 기준 산정

수분부족분 단계		점수
HD 15 ≤	심각한 증산	20
HD 11 ≤	매우 많은 증산 < HD 15	60
HD 6.0 ≤	많은 증산 < HD 11	80
HD 2.8 ≤	적합 < HD 6.0	100
HD 1.1 ≤	적은 증산 < HD 2.8	40
HD 0 ≤	아주 적은 증산 < HD 1.1	0

< 수분부족분 단계 >

□ 농장 환경등급 기준 설정

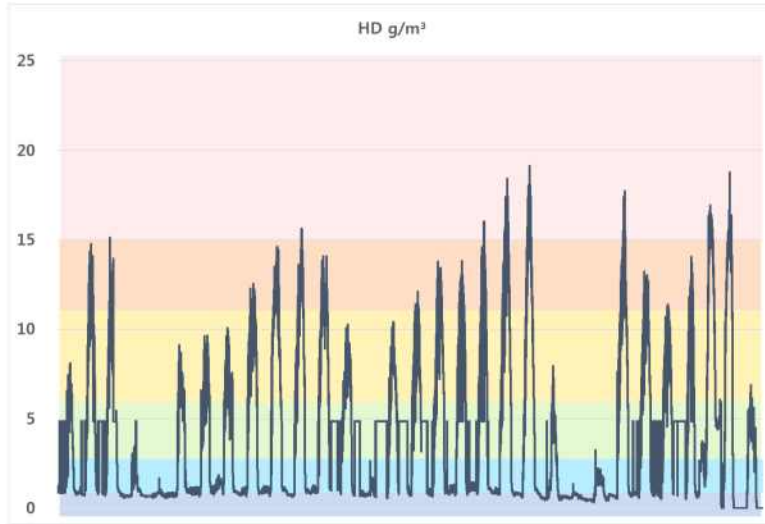
- 농장의 환경등급은 분단위로 수집되는 농장 환경데이터(온도, 습도)를 활용하여 수분 부족분을 계산하며, 일출~일몰까지 수분부족분 단계별 비율을 산정함
- 산정된 수분부족분 비율과 단계별 점수로 최종 합산 점수를 계산하여 각 점수 구간에 맞는 환경 등급을 부여함

구분	점수
A+	90~100
A	80~89
B	60~79
C	40~59
D	20~39
E	0~19

< 환경 등급별 점수기준 >

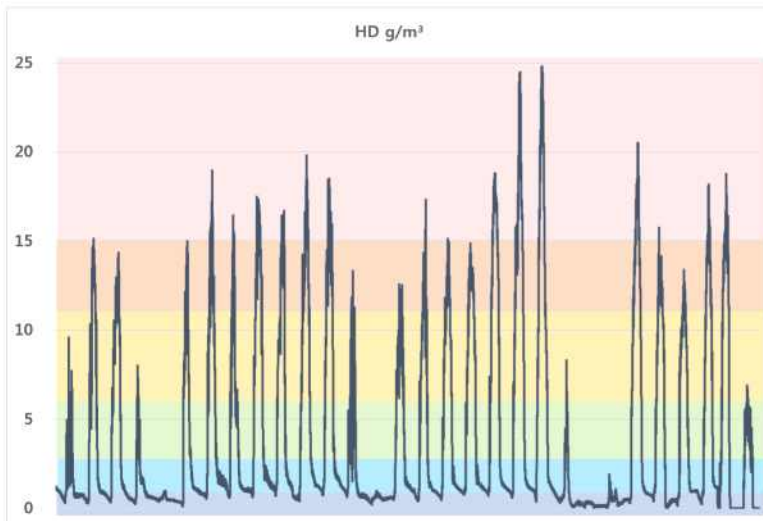
- 수분부족분에 따른 주간 환경등급평가 예시자료 (2018년 4월 1일 ~ 4월 28일, 4주간)

○ A 황정현 농장



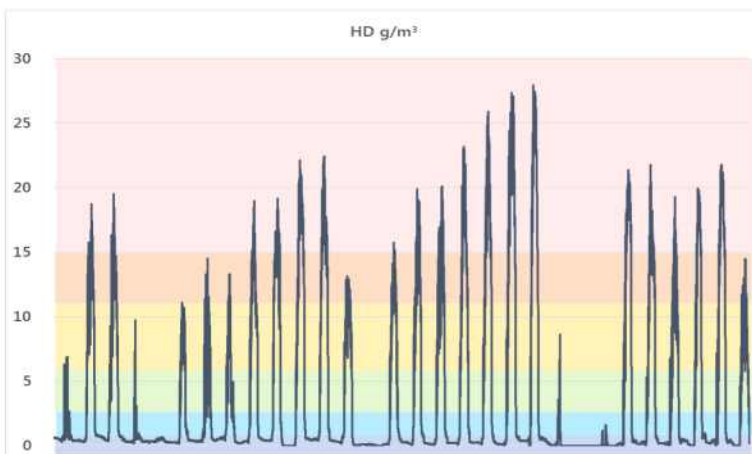
주간_중산비율 (%)	1주	2주	3주	4주
아주적은중산	31	22	13	29
적은중산	13	9	5	10
적합	26	15	18	19
많은중산	23	36	37	25
매우많은중산	7	18	22	12
심각한중산	0	0	5	5
합계	100	100	100	100
환경점수	72점	78점	85점	69점
환경관리등급	B	B	A	B

○ B 명성호 농장



주간_중산비율 (%)	1주	2주	3주	4주
아주적은중산	38	29	19	51
적은중산	17	8	5	5
적합	13	13	10	8
많은중산	20	24	26	15
매우많은중산	12	16	22	15
심각한중산	0	10	18	6
합계	100	100	100	100
환경점수	57점	62점	66점	43점
환경관리등급	C	B	B	C

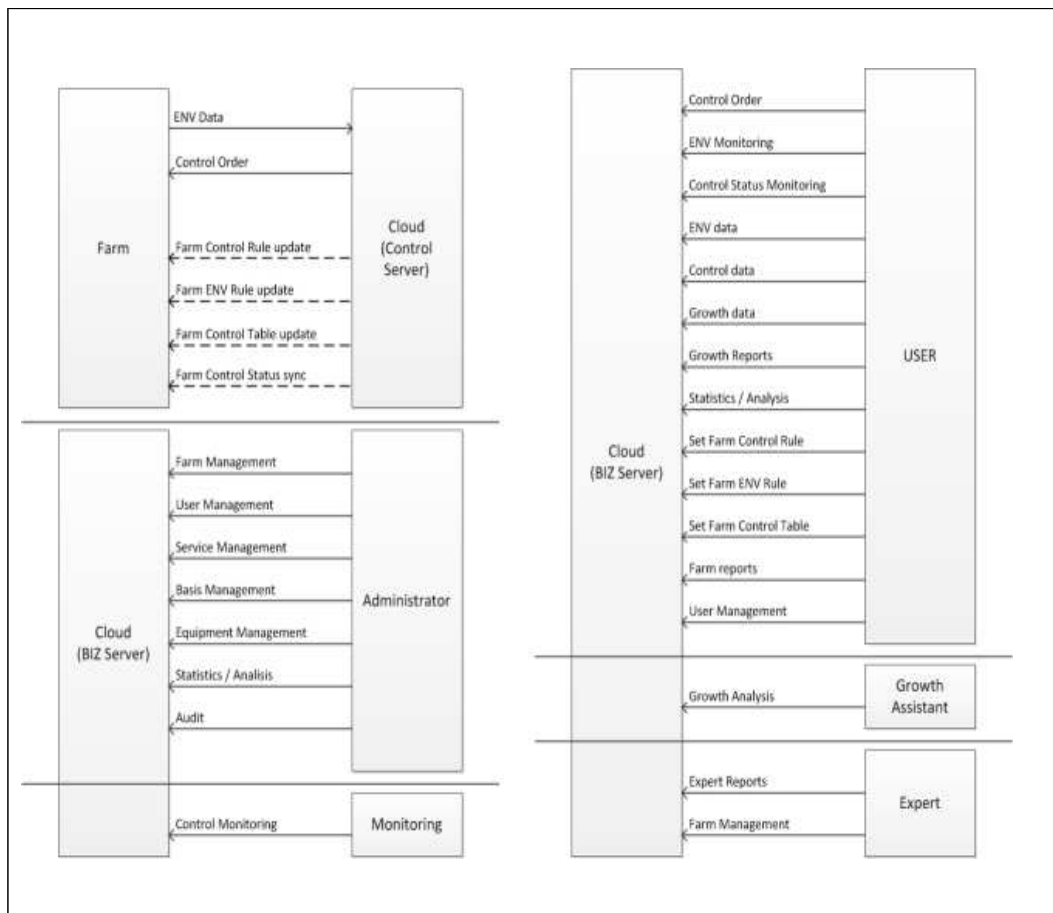
○ C 천정웅 농장



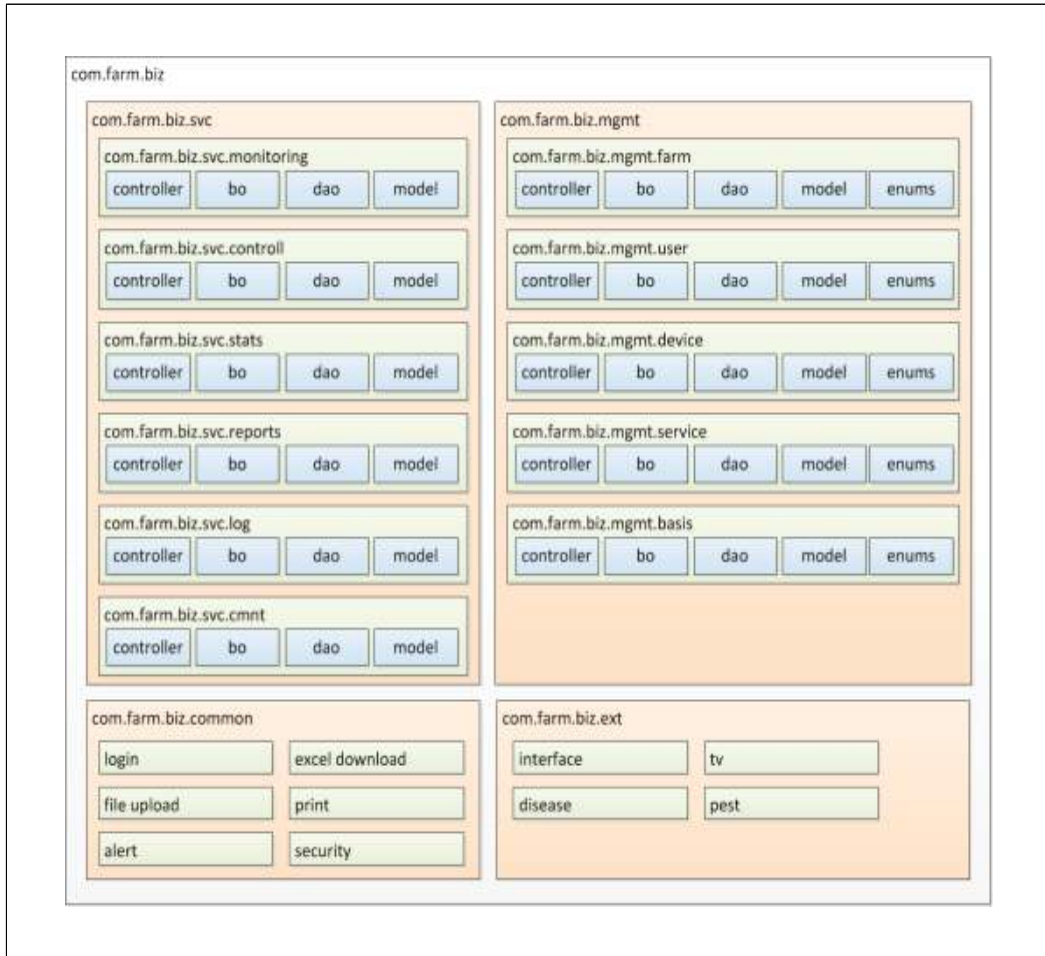
주간_중산비율 (%)	1주	2주	3주	4주
아주적은중산	57	38	30	60
적은중산	8	7	6	5
적합	8	7	6	6
많은중산	17	20	13	7
매우많은중산	7	14	16	9
심각한중산	3	16	29	13
합계	100	100	100	100
환경점수	39점	48점	45점	29점
환경관리등급	D	C	C	D

나) 클라우드 기반 농업 플랫폼 구축

- 연동 데이터 분석 및 서비스가 가능한 농업 정보 지식기반의 오픈 플랫폼
- 국제 표준규격인 oneM2M 방식을 따르고 있어 국내외 모든 농업관련 사물인터넷 기반 장비와 연계 가능
- 각각 별도의 시스템을 운영하여 시설농가 사이의 데이터 공유 협력 체계 형성
- 플랫폼을 통해 온실 환경 데이터 및 생육정보를 공유하고 최적 생육환경 룰을 공유함
- 생산예측, 제어이력관리, 작물생육 관리 시스템이 통합된 지식공유 서비스



< 클라우드 농업 플랫폼 기능 목록 >



< 클라우드 농업 플랫폼 컴포넌트 구조 >

	mgmt		management component
	farm		farm component
		farm info	farm information component
		manager	farm manager component
	device	device	device component
		crop device	crop device component
		farm control rule	farm control rule component
		farm env rule	farm environment rule component
		farm control timetable	farm control timetable component
		work status	work status component
		audit	audit component
		farm service	farm service component
	user		user management component
	service		service management component
	base		base management component
		crop	crop component
		culture	culture component
		control rule	control rule component
		env rule	environment rule component
		growth rule	growth rule component
		growth correction rule	growth correction rule component
		energy base	energy base component
		survey device	survey device info component
		device info	device info component
	device		device management component
		sensor	sensor component
		actuator	actuator component
		gate	gate component
		alarm	alarm component

farm base info			base component
	sec		security component
		monitoring	monitoring component
		env	environment component
		ctrl	control status component
	control		control component
		env	environment control component
		nutri	nutrition control component
	stats		statistics component
		env history	environment history component
		ctrl history	control history component
		growth history	growth history component
	reports		reports component
		analysis	analysis component
		export report	export report component
	log		log component
		growth log	growth log component
		farming log	farming log component
	comm		community component
		notice	notice component
		Q&A	Q&A component
		alarm	alarm component
		device alert	device alert component

< 클라우드 농업 플랫폼 컴포넌트 상세 >



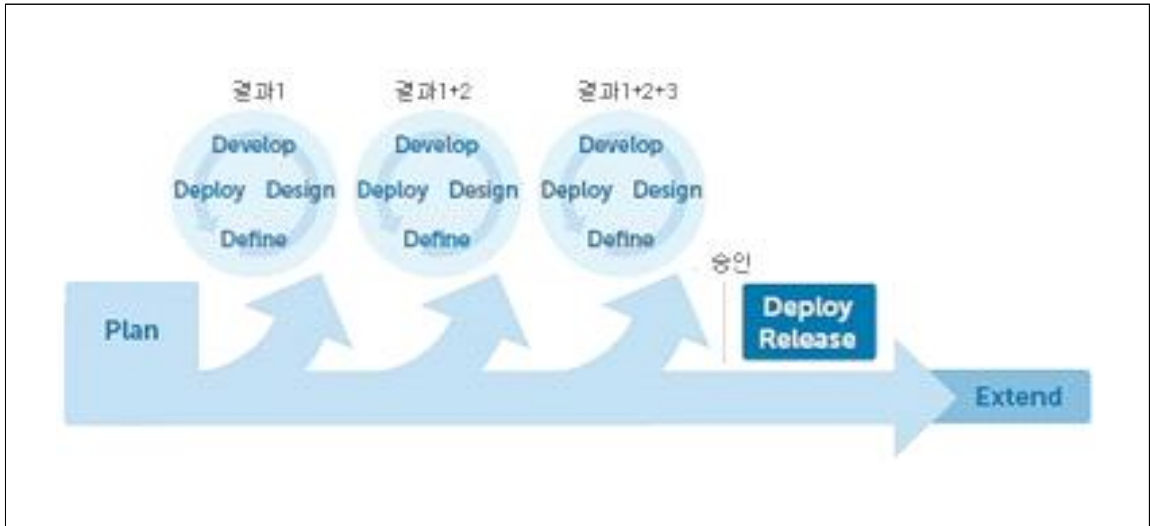
< 클라우드 농업 플랫폼 상태 화면 예시 >

□ 작업 단계

- 애자일 방식(Agile Approach)을 이용하여 개발
- 변화를 잘 반영할 수 있는 유연하고 민첩한 개발 방식
- 개발 버전을 여러 개로 분리하여 각 단계 완료 시마다 오픈/배포

□ 세부 작업 단계

- Plan(기획) : 전체 전략, 접근방식, 팀 구성
- Define(정의) : 프로젝트 요구사항 수집 및 정의
- Design(디자인) : 인터랙션 및 콘셉트 설정, 세부 사양 정의
- Develop(개발) : 개발, 테스트, 수정
- Deploy(배포/출시) : 홍보 및 교육 등으로 배포, 정식 출시
- Extend(사후 점검) : 개선방향 제안



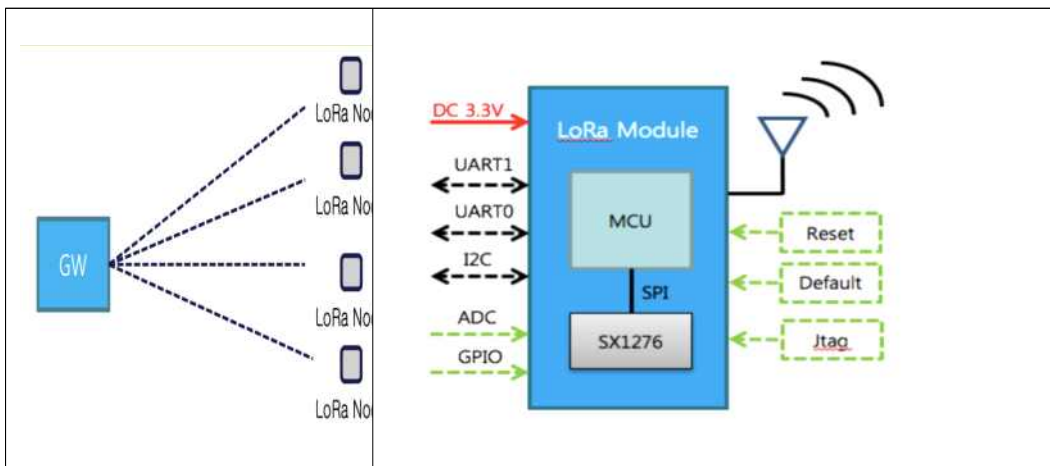
< 개발 작업 단계 >

다) 클라우드 기반 센서 개발 및 테스트베드 적용

□ 적용범위

○ IoT 기반 노드 설계 및 시제품 개발

- (Zig Bee 무선통신방식과 저전력 장거리 통신 방식(LPWA, LoRa)지원



< 로라 네트워크 구성과 로라 노드 상세 스펙 >

- 클라우드 기반 데이터 연동 시험

```

27.179.151.239 - - [12/Jul/2018:08:00:02 +0900] "POST /LOKWebservice/lok/rest/photosynthesis/10/140C5BFFFF000F1F HTTP/1.1" 200 36
27.179.92.141 - - [12/Jul/2018:08:00:02 +0900] "POST /LOKWebservice/lok/rest/photosynthesis/10/140C5BFFFF000F16 HTTP/1.1" 200 36
27.179.151.239 - - [12/Jul/2018:08:00:04 +0900] "POST /LOKWebservice/lok/rest/drain/10/140C5BFFFF000F1F HTTP/1.1" 200 36
27.179.92.141 - - [12/Jul/2018:08:00:05 +0900] "POST /LOKWebservice/lok/rest/drain/10/140C5BFFFF000F16 HTTP/1.1" 200 36
27.179.92.141 - - [12/Jul/2018:08:00:11 +0900] "POST /LOKWebservice/lok/rest/env/10/140C5BFFFF000F16 HTTP/1.1" 200 36
223.57.99.236 - - [12/Jul/2018:08:00:13 +0900] "POST /LOKWebservice/lok/rest/photosynthesis/10/140C5BFFFF000F1B HTTP/1.1" 200 36
223.57.166.74 - - [12/Jul/2018:08:00:13 +0900] "POST /LOKWebservice/lok/rest/photosynthesis/10/140C5BFFFF000F1A HTTP/1.1" 200 36
223.57.98.173 - - [12/Jul/2018:08:00:20 +0900] "POST /LOKWebservice/lok/rest/photosynthesis/10/140C5BFFFF000F1D HTTP/1.1" 200 36
223.56.16.93 - - [12/Jul/2018:08:00:20 +0900] "POST /LOKWebservice/lok/rest/photosynthesis/10/140C5BFFFF000F1C HTTP/1.1" 200 36
223.57.166.287 - - [12/Jul/2018:08:00:20 +0900] "POST /LOKWebservice/lok/rest/photosynthesis/10/140C5BFFFF000F18 HTTP/1.1" 200 36
223.57.166.74 - - [12/Jul/2018:08:00:26 +0900] "POST /LOKWebservice/lok/rest/env/10/140C5BFFFF000F1A HTTP/1.1" 200 36
223.57.166.74 - - [12/Jul/2018:08:00:27 +0900] "POST /LOKWebservice/lok/rest/drain/10/140C5BFFFF000F1A HTTP/1.1" 200 36
223.52.243.157 - - [12/Jul/2018:08:00:29 +0900] "POST /LOKWebservice/lok/rest/env/10/140C5BFFFF000F22 HTTP/1.1" 200 36
223.57.98.173 - - [12/Jul/2018:08:00:29 +0900] "POST /LOKWebservice/lok/rest/drain/10/140C5BFFFF000F1D HTTP/1.1" 200 36
223.52.243.157 - - [12/Jul/2018:08:00:32 +0900] "POST /LOKWebservice/lok/rest/env/10/140C5BFFFF000F22 HTTP/1.1" 200 36
223.52.243.157 - - [12/Jul/2018:08:00:35 +0900] "POST /LOKWebservice/lok/rest/env/10/140C5BFFFF000F22 HTTP/1.1" 200 36
223.57.166.74 - - [12/Jul/2018:08:00:36 +0900] "POST /LOKWebservice/lok/rest/drain/10/140C5BFFFF000F1A HTTP/1.1" 200 36
223.57.166.74 - - [12/Jul/2018:08:00:36 +0900] "POST /LOKWebservice/lok/rest/drain/10/140C5BFFFF000F1A HTTP/1.1" 200 36
223.57.166.74 - - [12/Jul/2018:08:00:37 +0900] "POST /LOKWebservice/lok/rest/drain/10/140C5BFFFF000F1A HTTP/1.1" 200 36

```

```

Jul 12 08:41:15 syslog: [LORA] node(140C5BFFFF0003AD).
Co2(0),온도(12.7),습도(85.5),RF신호세기(-65)
Jul 12 08:41:15 syslog: [REST] <--- URL = http://169.56.92.21:9000/LOKWebservice/
lok/rest/env/10/140C5BFFFF000F18 --->
Jul 12 08:41:16 syslog: [REST] RES: 200(OK)
Jul 12 08:41:33 syslog: [LORA] node(140C5BFFFF0003AF). LORA정보(
0900),RF신호세기(-46)
Jul 12 08:42:09 syslog: [LORA] node(140C5BFFFF0003AF). 일사량(0),RF신호세기(-46)
Jul 12 08:42:09 syslog: [REST] <--- URL = http://169.56.92.21:9000/LOKWebservice/
lok/rest/photosynthesis/10/140C5BFFFF000F18 --->
Jul 12 08:42:09 syslog: [REST] RES: 200(OK)
Jul 12 08:42:18 syslog: [LORA] node(140C5BFFFF000396).
습도(58.5),EC(2.68),지온(14.9),RF신호세기(-59)
Jul 12 08:42:18 syslog: [REST] <--- URL = http://169.56.92.21:9000/LOKWebservice/
lok/rest/drain/10/140C5BFFFF000F18 --->

```

< 데이터 연동 메시지 로그 >

- 센서 시제품 컨소시엄 농가(테스트베드) 현장 적용



< 클라우드 기반 센서 테스트베드 적용 >

○ 센서 사양

- 온습도 센서

항목	내용
Measurement Range	Temperature: -40 ~ 80°C RH: 0 ~ 99.9%
Accuracy	Temperature: ±0.5°C RH: ±2%
Resolution	Temperature: ±0.1°C RH: 0.1%
Response Time	Temperature: 10초이내 (1/e (63%)) RH: 5초이내 (1/e (63%))

- CO2 센서

항목	내용
Measurement Range	0 ~ 5000 ppmvol
Accuracy	±30 ppm ±3% of reading
Response Time (T1/e)	20 sec diffusion time
OUT	D/A Resolution: 10 mV (10 bit) Linear Conversion Range: 0 to 4 V = 0 to 2000 ppm Electrical Characteristics: ROUT < 100 Ω RLOAD > 5 kΩ

- 배지 센서

항목	내용
Measurement Range	Moisture: 0 ~ 99.9% EC: 0 ~ 9.99dS/m Temperature: 0 ~ 60 °C
Accuracy	Moisture: ± 3% EC: ± 0.1 dS/m Temperature: ± 0.5 °C
Sensor Type	FDR2
OUT	Digital serial TTL level 9600,N,8,1(RS-232c) 전압: 0 - 5V, 1 - 5V, 0 - 1V, 0 - 2.5V(linear output) 전류: 4 - 20mA(linear output)

3. 3차년도 연구내용

가) 생육률 엔진기반 자율제어 시스템 개발

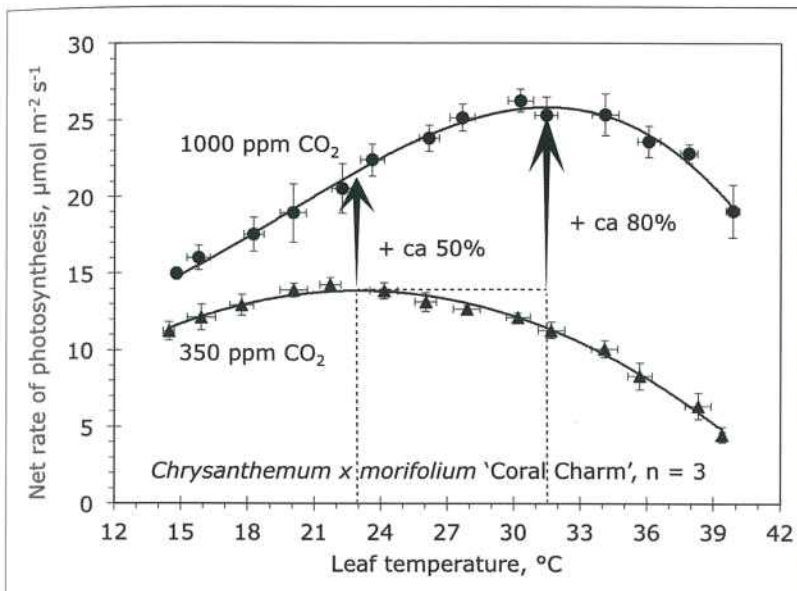
□ 생육률 엔진 모델 개발

- 생육률에 따라 자율제어할 수 있도록 시스템 입력을 받아 출력을 내주는 함수 개발 수행
- 파이썬 환경에서 아래와 같은 표에 대한 항목에 대한 결과를 제공할 수 있도록 함

Humidity Deficit (g/m ³) at different temperature and relative humidity																														
RH [%]	Temperature [°C]																													
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30											
40	6.4	6.8	7.2	7.7	8.2	8.7	9.2	9.8	10.4	11.0	11.7	12.4	13.1	13.8	14.6	15.5	16.3	17.3	18.2											
45	5.9	6.2	6.6	7.1	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.1	10.7	11.3	12.0	12.7	13.4	14.2	15.0	15.8	16.7											
50	5.3	5.7	6.0	6.4	6.8	7.2	7.7	8.2	8.7	9.2	9.7	10.3	10.9	11.5	12.2	12.9	13.6	14.4	15.2											
55	4.8	5.1	5.4	5.8	6.1	6.5	6.9	7.3	7.8	8.3	8.7	9.3	9.8	10.4	11.0	11.6	12.3	12.9	13.7											
60	4.3	4.5	4.8	5.1	5.5	5.8	6.2	6.5	6.9	7.3	7.8	8.2	8.7	9.2	9.8	10.3	10.9	11.5	12.1											
65	3.7	4.0	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.1	6.4	6.8	7.2	7.6	8.1	8.5	9.0	9.5	10.1	10.6											
70	3.2	3.4	3.6	3.9	4.1	4.3	4.6	4.9	5.2	5.5	5.8	6.2	6.5	6.9	7.3	7.7	8.2	8.6	9.1											
75	2.7	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.1	4.3	4.6	4.9	5.1	5.4	5.8	6.1	6.4	6.8	7.2	7.6											
80	2.1	2.3	2.4	2.6	2.7	2.9	3.1	3.3	3.5	3.7	3.9	4.1	4.4	4.6	4.9	5.2	5.4	5.8	6.1											
85	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.2	2.3	2.4	2.6	2.8	2.9	3.1	3.3	3.5	3.7	3.9	4.1	4.3	4.6											
90	1.1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.1	2.2	2.3	2.4	2.6	2.7	2.9	3.0											
95	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5											
99	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3											
100	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0											

extreme evaporation	high evaporation	low evaporation
very high evaporation	normal evaporation	very low evaporation

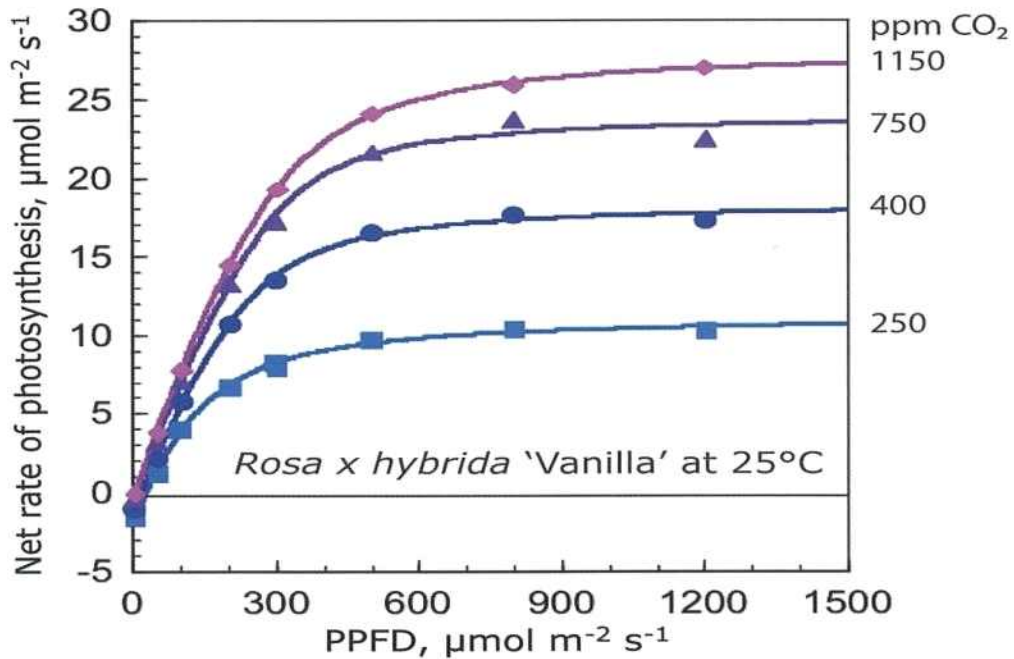
<온도와 상대습도의 변화에 따른 습도 부족분 >



The effect of a higher CO₂ concentration is substantially increased if the temperature is also raised.

<온도와 광합성과의 관계>

- 1000ppm의 탄산가스 농도일 때 광합성의 잎의 최적 온도는 32°C 정도이나 일반적인 공기 중 탄가스 농도인 350ppm에서는 22°C에서 최적의 광합성 효율을 보임

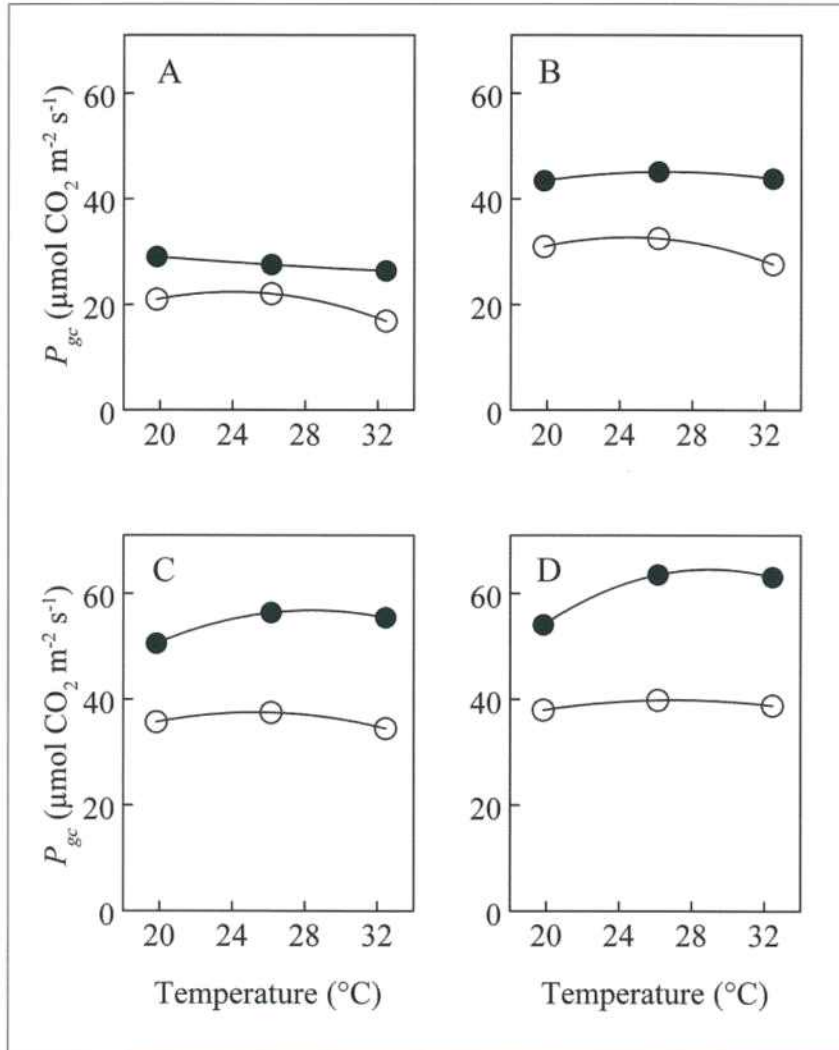


<탄산가스 농도와 광합성량>

- 광합성에서 탄산가스 농도와 PAR(광합성유효광)과의 관계를 보면 광량이 광량이 증가하면 탄산가스의 농도가 높아짐에 따라 광합성이 증가하나 광량이 낮은 경우는 탄산가스의 농도가 증가해도 광합성량이 증가하지 않는다 반대로 광량이 증가해도 탄산가스의 농도가 낮으면 광합성량은 증가하지 않는다.

Figure 3.6.3-3B Gross CO₂ absorption, PAR level, temperature and CO₂ concentration for tomato (for a total crop).

Source: Journal of Horticultural Science & Biotechnology (2009) 84 (2) 233 - 239.



The effect of a higher CO₂ concentration is substantially increased if the temperature is also raised.

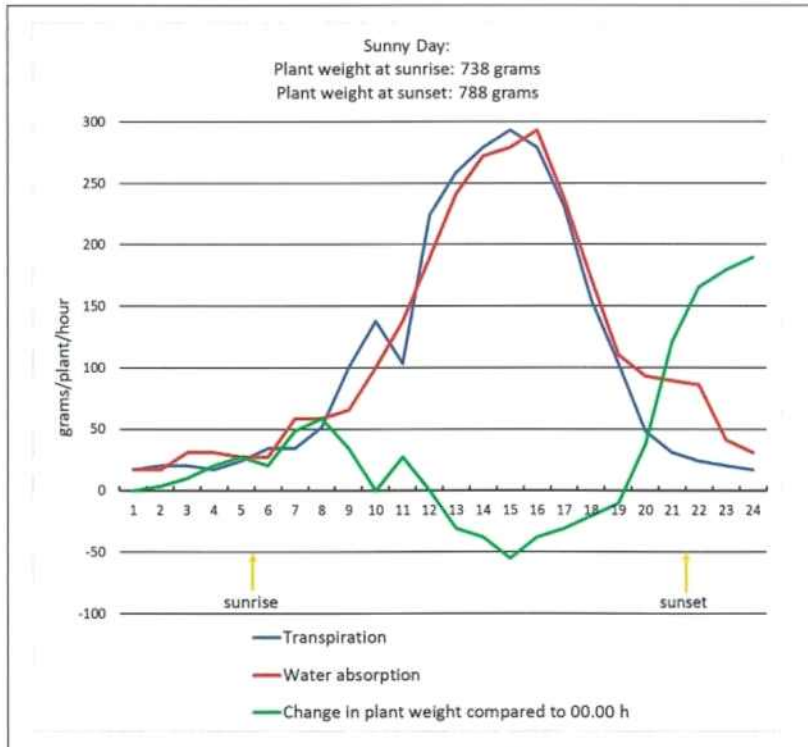
The gross crop photosynthesis of a tomato crop increases with CO₂ values from 400 to 1000 ppm. This increase is highest (50 %) at 32 $^{\circ}\text{C}$.

Measured and fitted (negative-exponential) gross crop photosynthesis (P_{gc}) values for tomato as a function of temperature at two CO₂ concentrations (400 (o) or 1000 (•) ppm CO₂) at four photosynthetic photon flux densities (lppfd): 300 (Panel A), 600 (Panel B), 900 (Panel C), or 1200 (Panel D) micromol/m².s. Data were fitted using quadratic functions. Standard errors (\pm SE) were smaller than the symbols used.

<온도와 광합성량의 관계>

- 탄산가스의 농도가 높고 온도가 높으며 광량도 많으면 광합성량이 증가하나 만약 하나라도 부족하면 최소율의 법칙에 의해 제일 적은 것의 영향을 받아 광합성량이 증가하지 않는다. D의 광량은 1200micro mole로 광량이 제일 높으며 탄산가스가 1000ppm이면서 온도도 30-32 $^{\circ}\text{C}$ 일 때 가장 높은 것을 볼 수 있다.

Figure 3.5.15-1A Relationship between water uptake and growth on a sunny day

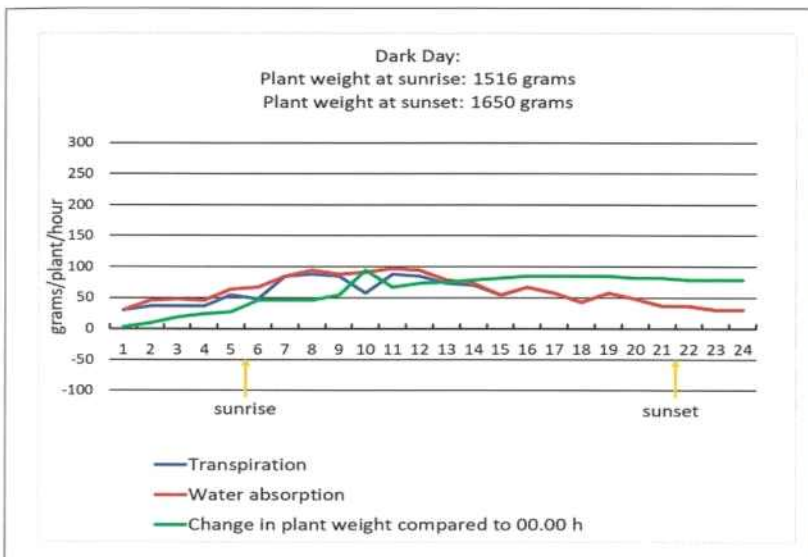


On a sunny day growth can become negative if evaporation/transpiration exceeds the uptake of water. Growth is often maximal during the pre-night.

<햇빛이 드는 날의 광합성 량 증감>

- 광합성 량의 증가를 보면 맑은 날은 오전과 오후에 늘어나지 않고 저녁때부터 새벽까지 증가한다.

Figure 3.5.15-1B Relationship between water uptake and growth on a dark day



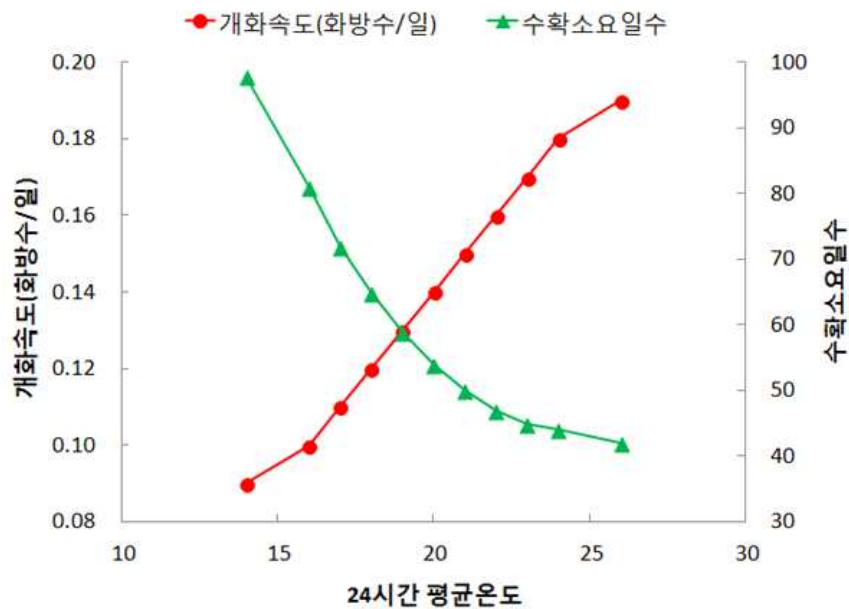
On a dark day, growth occurs mainly during the morning

<햇빛이 들지 않는 날의 광합성 량 증감>

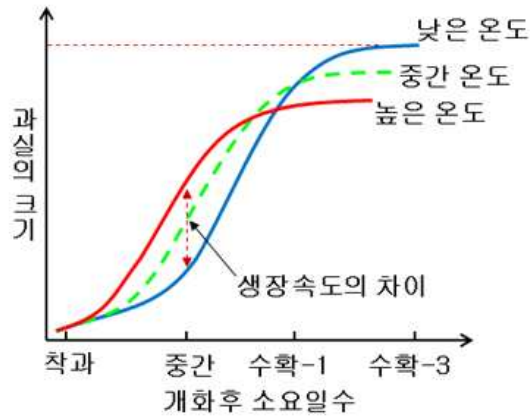
○ 흐린날 광합성에 의한 생체중은 하루 종일 조금씩 증가한다.

24시간 평균온도	개화속도 (화방/주)	수확소요일수 (일)
16°C	0.6	81
17°C	0.7	72
18°C	0.8	65
19°C	0.9	59
20°C	1.0	54
21°C	1.1	50
22°C	1.2	47
23°C	1.2	45

- 일평균 온도가 20°C일 때 일반적으로 7일에 1화방이 출현하나 15°C일 때는 14일에 1화방이 출현한다. 온도가 낮을수록 화방출현속도가 떨어진다.
- 수확일도 온도가 높을수록 빨리 토마토가 익어 수확할 수 있다.



<온도에 따른 개화속도, 수확 소요일 수>



<온도와 과실크기, 성장과의 관계>

○ 온도와 과실크기, 성장과의 관계

- 과실 크기에는 온도가 가장 크게 관여한다.
- 고온기에는 과실이 충분히 비대되기 전에 성숙되므로 과실이 작아지기 쉽다.
- 고온일수록 개화 속도가 빨라서 화방 내 과실들의 크기가 비슷하다.
- 저온일수록 개화 속도가 느려서 화방 내 과실 크기에 차이가 큰데, 1번과가 특히 크다.

광	온도	광합성	호흡	순광합성	성장속도	성장강도
↓	↑	↓	↑	↓	중간	약
↑	↑	↑	↑	변화	빠름	변화
↓	↓	↓	↓	변화	느림	변화
↑	↓	변화	↓	변화	중간	변화

※변화: 광 및 온도 중 어느 것이 더 크게 영향을 미치는 지에 따라 결과에 차이가 생기는 것을 의미함.

<광 및 온도 상태와 순 광합성 및 성장과의 관계>

요 인	영양 생장	생식 생장
광	-	많이
온도편차	작게	크게
공기습도	다습	건조
배양액 농도	낮게	높게
함수량	높게	낮게
1회 관수량	적게	많게
함수편차	작게	크게
급액지속시간	짧게	길게
급액빈도	자주	드문
일중급액개시시각	일찍	늦게
일중급액마감시각	늦게	일찍
측지제거	늦게	일찍
유인	느슨히	자주

- 영양생장 : 줄기가 두꺼워지고 잎이 커지는 현상
- 생식생장 : 꽃이 많이 피고 과일이 빨리 비대해지는 현상

제어 요소	온도	습도	광	CO2
환기	+++	+++		++
냉 난방	+++	++		
커튼	++	++	+++	+
가습/제습	++	+++		+
CO2 공급				+++
보광	++	++	+++	
공기 유동	+	++		+

- 환경제어의 방법 예시
- 환기를 하면 온도와 습도, 탄산가스 농도에 영향을 줌
- 커튼을 사용하면 온도, 습도, 광에 영향을 줌

```

# In[1]:

import numpy as np
import pandas as pd
import enum

# In[2]:

|
class Eva(enum.Enum):
    VERY_LOW = 0
    LOW = 1
    NORMAL = 2
    HIGH = 3
    VERY_HIGH = 4
    EXTREME = 5

def rndRH(a) : #습도 설정
    rtn = 0
    if a < 40 :
        rtn = 40
    elif a > 100:
        rtn = 100
    elif a == 99 :
        rtn = 99
    elif a%5 >= 2.5 :
        rtn = (a - a%5) + 5
    else :
        rtn = (a - a%5)
    return rtn

def rndTemp(a) : #온도 설정
    rtn = 0
    if a < 12 :
        rtn = 12
    elif a > 30 :
        rtn = 30
    else :
        rtn = round(a)
    return rtn

def rndNew(a, b) : #온도와 습도를 입력으로 받아 튜플로 반환
    rtna = rndRH(a)
    rtnb = rndTemp(b)
    return int(rtna), int(rtnb)

def checkIloc(i, j) : #합수 테이블에서 해당 확인하는 합수
    if i == 99 :
        i = 100
    elif i == 100 :
        i = 105
    i = int((i-40)/5)
    j = j-12

    return int(i), int(j)

```

```

def findEva(a,b): # 테이블에서 수분 부족도를 찾는 함수
    i, j = rndNew(a,b)
    enumEva = findEvaState(i,j)
    i, j = checkIloc(i, j)
    return hum.iloc[i, j], enumEva

def findEvaState(i,j) : # 수분 부족 정도를 판단하는 함수
    if i == 40 :
        if j <= 20 :
            return Eva.HIGH
        elif j <= 26 :
            return Eva.VERY_HIGH
        else :
            return Eva.EXTREME

    elif i == 45:
        if j == 12:
            return Eva.NORMAL
        elif j <= 22 :
            return Eva.HIGH
        elif j <= 27 :
            return Eva.VERY_HIGH
        else :
            return Eva.EXTREME

    elif i == 50:
        if j == 30:
            return Eva.EXTREME
        elif j <= 13:
            return Eva.NORMAL
        elif j <= 24:
            return Eva.HIGH
        else :
            return Eva.VERY_HIGH

    elif i == 55:
        if j <= 15 :
            return Eva.NORMAL
        elif j <= 25 :
            return Eva.HIGH
        else :
            return Eva.VERY_HIGH

    elif i == 60:
        if j <= 17 :
            return Eva.NORMAL
        elif j <= 28 :
            return Eva.HIGH
        else :
            return Eva.VERY_HIGH

    elif i == 65:
        if j <= 19 :
            return Eva.NORMAL
        else :
            return Eva.HIGH

    elif i == 70:
        if j <= 22 :
            return Eva.NORMAL
        else :

```

```

elif i == 75:
    if j ==12 :
        return Eva.LOW
    elif j <= 25 :
        return Eva.NORMAL
    else :
        return Eva.HIGH

elif i == 80:
    if j <= 16 :
        return Eva.LOW
    elif j <= 29 :
        return Eva.NORMAL
    else :
        return Eva.HIGH

elif i == 85:
    if j <= 20 :
        return Eva.LOW
    else:
        return Eva.NORMAL

elif i == 90:
    if j <= 28 :
        return Eva.LOW
    else:
        return Eva.NORMAL

elif i == 95:
    if j <= 23 :
        return Eva.VERY_LOW
    else :
        return Eva.LOW

else : # 99, 100
    return Eva.VERY_LOW

# In[3]:

def call_humidity(): #수분 부족도 테이블에서의 실제 값이 담긴 테이블
    Temp = np.array(range(12,31,1))
    Temp = Temp.tolist()
    RH = np.array(range(40,100,5))
    RH = RH.tolist()
    RH.append(99); RH.append(100)

    humlist = []
    humlist.append(np.array([[6, 4], [6, 8], [7, 2], [7, 7], [8, 2], [8, 7], [9, 2], [9, 8], [10, 4],
    [11, 0], [11, 7], [12, 4], [13, 1], [13, 8], [14, 6], [15, 5], [16, 3], [17, 3], [18, 2]]))
    humlist.append(np.array([[5, 9], [6, 2], [6, 6], [7, 1], [7, 5], [8, 0], [8, 5], [9, 0], [9, 5],
    [10, 1], [10, 7], [11, 3], [12, 0], [12, 7], [13, 4], [14, 2], [15, 0], [15, 8], [16, 7]]))
    humlist.append(np.array([[5, 3], [5, 7], [6, 0], [6, 4], [6, 8], [7, 2], [7, 7], [8, 2], [8, 7],
    [6, 2], [9, 7], [10, 3], [10, 9], [11, 5], [12, 2], [12, 9], [13, 6], [14, 4], [15, 2]]))
    humlist.append(np.array([[4, 8], [5, 1], [5, 4], [5, 8], [6, 1], [6, 5], [6, 9], [7, 3], [7, 8],
    [8, 3], [8, 7], [9, 3], [9, 8], [10, 4], [11, 0], [11, 6], [12, 3], [12, 9], [13, 7]]))
    humlist.append(np.array([[4, 3], [4, 5], [4, 8], [5, 1], [5, 5], [5, 8], [6, 2], [6, 5], [6, 9],
    [7, 3], [7, 8], [8, 2], [8, 7], [9, 2], [9, 8], [10, 3], [10, 9], [11, 5], [12, 1]]))
    humlist.append(np.array([[3, 7], [4, 0], [4, 2], [4, 5], [4, 8], [5, 1], [5, 4], [5, 7], [6, 1],
    [6, 4], [6, 8], [7, 2], [7, 6], [8, 1], [8, 5], [9, 0], [9, 5], [10, 1], [10, 6]]))
    humlist.append(np.array([[3, 2], [3, 4], [3, 6], [3, 9], [4, 1], [4, 3], [4, 6], [4, 9], [5, 2],
    [5, 5], [5, 8], [6, 2], [6, 5], [6, 9], [7, 3], [7, 7], [8, 2], [8, 6], [9, 1]]))

```

```

humlist.append(np.array([[2, 7], [2, 8], [3, 0], [3, 2], [3, 4], [3, 6], [3, 8], [4, 1], [4, 3],
                        [4, 6], [4, 9], [5, 1], [5, 4], [5, 8], [6, 1], [6, 4], [6, 8], [7, 2], [7, 6]]))
humlist.append(np.array([[2, 1], [2, 3], [2, 4], [2, 6], [2, 7], [2, 9], [3, 1], [3, 3], [3, 5],
                        [3, 7], [3, 9], [4, 1], [4, 4], [4, 6], [4, 9], [5, 2], [5, 4], [5, 8], [6, 1]]))
humlist.append(np.array([[1, 6], [1, 7], [1, 8], [1, 9], [2, 0], [2, 2], [2, 3], [2, 4], [2, 6],
                        [2, 8], [2, 9], [3, 1], [3, 3], [3, 5], [3, 7], [3, 9], [4, 1], [4, 3], [4, 6]]))
humlist.append(np.array([[1, 1], [1, 1], [1, 2], [1, 3], [1, 4], [1, 4], [1, 5], [1, 6], [1, 7],
                        [1, 8], [1, 9], [2, 1], [2, 2], [2, 3], [2, 4], [2, 6], [2, 7], [2, 9], [3, 0]]))
humlist.append(np.array([[0, 5], [0, 6], [0, 6], [0, 6], [0, 7], [0, 7], [0, 8], [0, 8], [0, 9],
                        [0, 9], [1, 0], [1, 0], [1, 1], [1, 2], [1, 2], [1, 3], [1, 4], [1, 4], [1, 5]]))
humlist.append(np.array([[0, 1], [0, 1], [0, 1], [0, 1], [0, 1], [0, 1], [0, 2], [0, 2], [0, 2],
                        [0, 2], [0, 2], [0, 2], [0, 2], [0, 2], [0, 3], [0, 3], [0, 3], [0, 3]]))
humlist.append(np.array([[0, 0], [0, 0],[0, 0],[0, 0],[0, 0],[0, 0],[0, 0],[0, 0],[0, 0], [0, 0],
                        [0, 0],[0, 0],[0, 0],[0, 0],[0, 0],[0, 0],[0, 0],[0, 0],[0, 0]]))
tmp = np.array(humlist)
tmp = np.concatenate(tmp, axis=0 )
tmp = tmp.reshape(14,19,2)

hum = pd.DataFrame([], index=RH, columns=Temp)
for i in range(14):
    for j in range(19) :
        hum.iloc[i,j] = tmp[i,j]
return hum
hum = call_humidity()

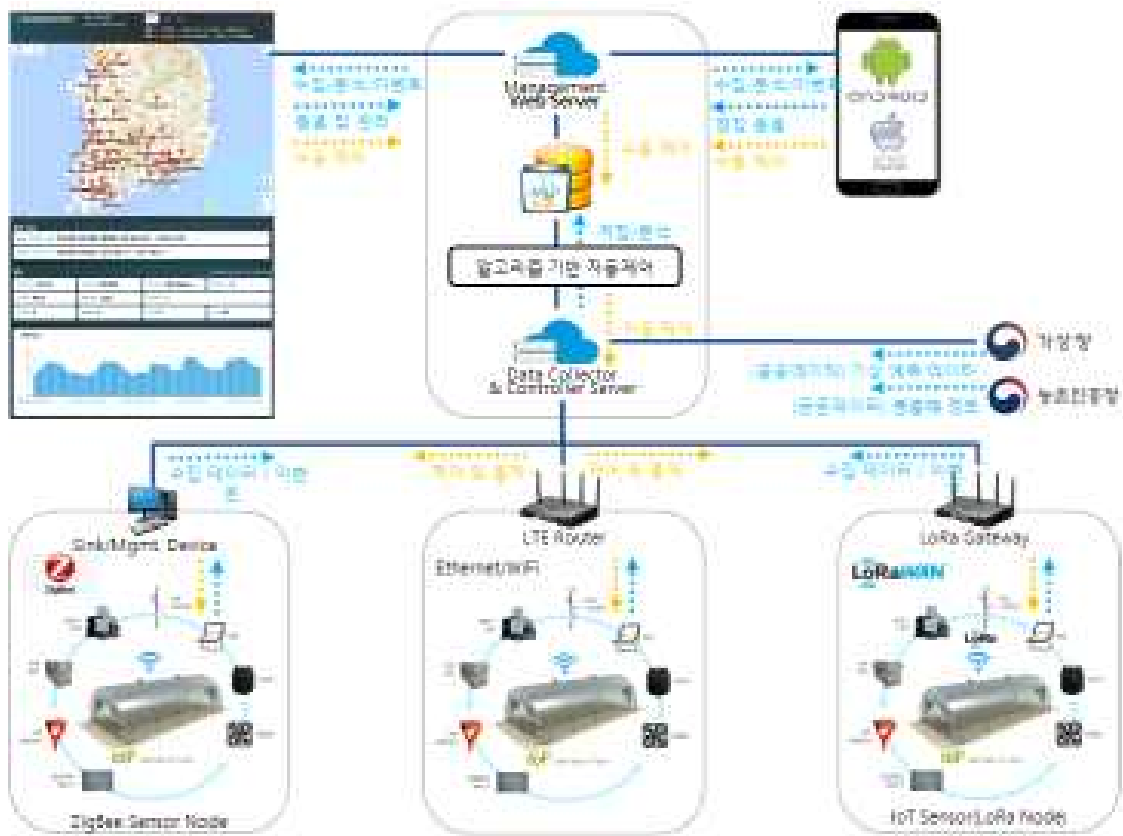
# In[4]:

findEva(99, 22.51)

```

나) 온실 내·외부 환경 정보 센싱 및 수집 기술 개발

□ 센싱 데이터 수집 아키텍처



- 농가 온실은 LTE 라우터나 PC등으로 인터넷에 연결되어 있음
- 농가 온실에 설치된 센서로 부터 주기적으로 내/외부의 온도, 습도 및 CO2 정보를 수집
- 수집된 온도, 습도, CO2 데이터를 분석 및 생육률 엔진에 적용하여 최적의 생육 환경을 예측
- 수동 및 자동 제어를 통해 온도, 습도 등을 제어
- 센서 데이터 이외에 기상청 및 농촌진흥청과 기상 및 병충해 정보를 제공된 Open API 연동을 통해 수집
- 수집된 결과는 PC, Mobile 환경에서 모니터링

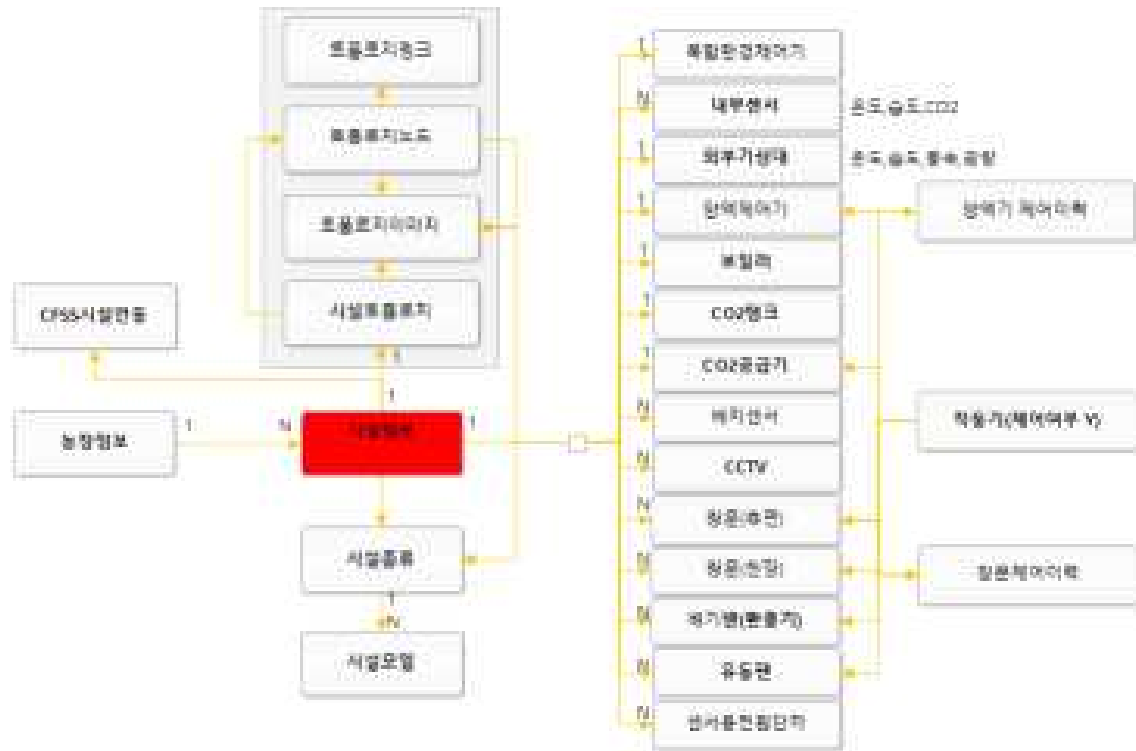
□ 센서 수집 대상 범위 및 실 수집 대상

센서 수집 범위		
구분	센서 항목	단위
실내온도	실내온도	도
실외온도	실외온도	도
실내습도	실내습도	퍼센트
실외습도	실외습도	퍼센트
실내PM10	실내PM10	μg/m³
실외PM10	실외PM10	μg/m³
실내PM2.5	실내PM2.5	μg/m³
실외PM2.5	실외PM2.5	μg/m³
실내CO2	실내CO2	ppm
실외CO2	실외CO2	ppm
실내VOC	실내VOC	ppb
실외VOC	실외VOC	ppb
실내HCHO	실내HCHO	ppb
실외HCHO	실외HCHO	ppb
실내NOx	실내NOx	ppb
실외NOx	실외NOx	ppb
실내SO2	실내SO2	ppb
실외SO2	실외SO2	ppb
실내O3	실내O3	ppb
실외O3	실외O3	ppb
실내광도	실내광도	lx
실외광도	실외광도	lx
실내조도	실내조도	lx
실외조도	실외조도	lx
실내진동	실내진동	mm/s
실외진동	실외진동	mm/s
실내소음	실내소음	dB
실외소음	실외소음	dB
실내태양복사	실내태양복사	W/m²
실외태양복사	실외태양복사	W/m²
실내태양에너지	실내태양에너지	kWh
실외태양에너지	실외태양에너지	kWh
실내온도	실내온도	도
실외온도	실외온도	도
실내습도	실내습도	퍼센트
실외습도	실외습도	퍼센트
실내PM10	실내PM10	μg/m³
실외PM10	실외PM10	μg/m³
실내PM2.5	실내PM2.5	μg/m³
실외PM2.5	실외PM2.5	μg/m³
실내CO2	실내CO2	ppm
실외CO2	실외CO2	ppm
실내VOC	실내VOC	ppb
실외VOC	실외VOC	ppb
실내HCHO	실내HCHO	ppb
실외HCHO	실외HCHO	ppb
실내NOx	실내NOx	ppb
실외NOx	실외NOx	ppb
실내SO2	실내SO2	ppb
실외SO2	실외SO2	ppb
실내O3	실내O3	ppb
실외O3	실외O3	ppb
실내광도	실내광도	lx
실외광도	실외광도	lx
실내조도	실내조도	lx
실외조도	실외조도	lx
실내진동	실내진동	mm/s
실외진동	실외진동	mm/s
실내소음	실내소음	dB
실외소음	실외소음	dB
실내태양복사	실내태양복사	W/m²
실외태양복사	실외태양복사	W/m²
실내태양에너지	실내태양에너지	kWh
실외태양에너지	실외태양에너지	kWh

실제 수집 대상		
구분	센서 항목	단위
실내온도	실내온도	도
실외온도	실외온도	도
실내습도	실내습도	퍼센트
실외습도	실외습도	퍼센트
실내PM10	실내PM10	μg/m³
실외PM10	실외PM10	μg/m³
실내PM2.5	실내PM2.5	μg/m³
실외PM2.5	실외PM2.5	μg/m³
실내CO2	실내CO2	ppm
실외CO2	실외CO2	ppm
실내VOC	실내VOC	ppb
실외VOC	실외VOC	ppb
실내HCHO	실내HCHO	ppb
실외HCHO	실외HCHO	ppb
실내NOx	실내NOx	ppb
실외NOx	실외NOx	ppb
실내SO2	실내SO2	ppb
실외SO2	실외SO2	ppb
실내O3	실내O3	ppb
실외O3	실외O3	ppb
실내광도	실내광도	lx
실외광도	실외광도	lx
실내조도	실내조도	lx
실외조도	실외조도	lx
실내진동	실내진동	mm/s
실외진동	실외진동	mm/s
실내소음	실내소음	dB
실외소음	실외소음	dB
실내태양복사	실내태양복사	W/m²
실외태양복사	실외태양복사	W/m²
실내태양에너지	실내태양에너지	kWh
실외태양에너지	실외태양에너지	kWh

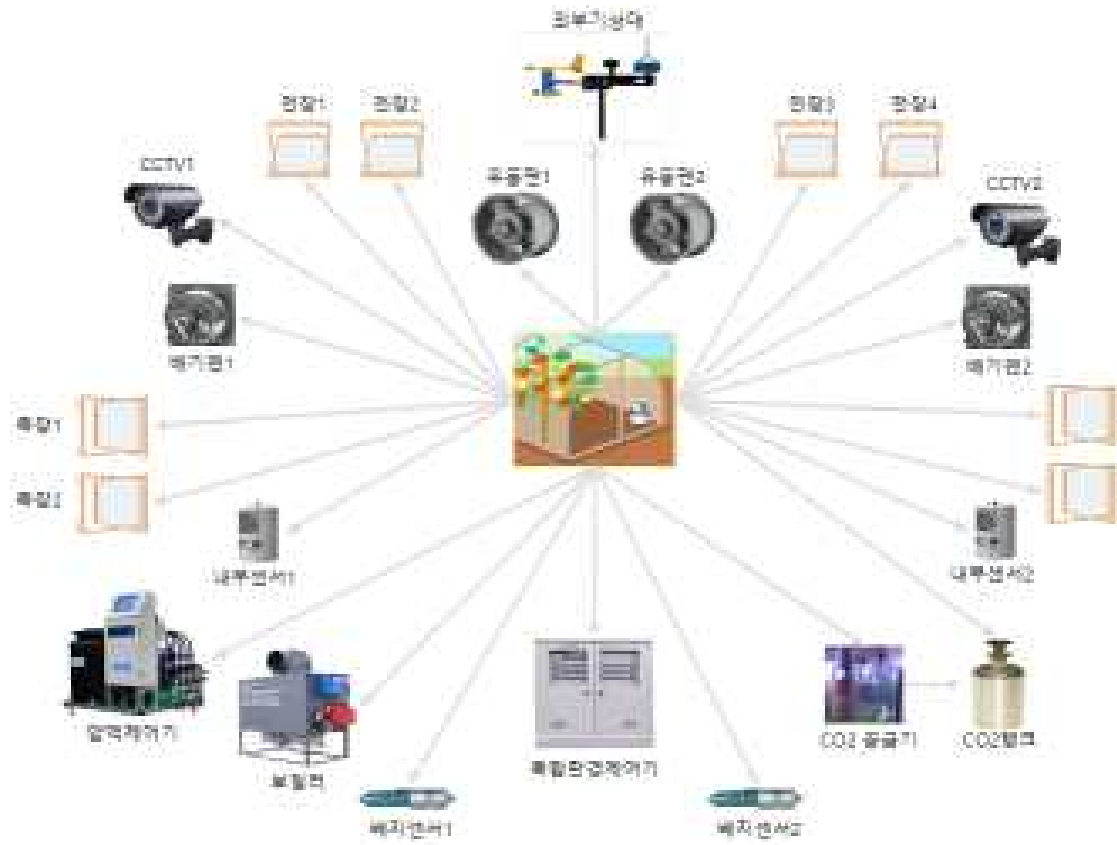
- 내부환경, 외부환경, 수경, 양액, 토양 등의 수집 환경에서 센서값 수집
- 본 클라우드 기반 자율제어시스템은 내부/외부 환경에서 수집할 수 있는 항목을 대상으로 선정
- 일정 주기로 해당 값을 지속적으로 수집

□ 센싱값에 기반한 온실 제어 모델



- 관리되는 모든 시설은 [시설정보]에서 관리
- 각각의 시설테이블에서 관리한[시설정보]에는 모든 시설의 공통정보만을 관리하며 각 시설의 특성정보
- 토폴로지에 포함되는 시설은 [시설정보]에 존재해야 한다

□ 농장 온실 제어 토폴로지 구성



시설종류	수량
복합환경제어기	
양액제어기	
보일러	
CO2탱크	
CO2공급기	
외부기상대	
내부센서	
배지센서	
CCTV	
창문(천장)	
창문(측면)	
배기팬(환풍기)	
유동팬	
커튼	

□ 농장 온실 제어 토폴로지 구성 (복합환경제어기, CFSS 기준)

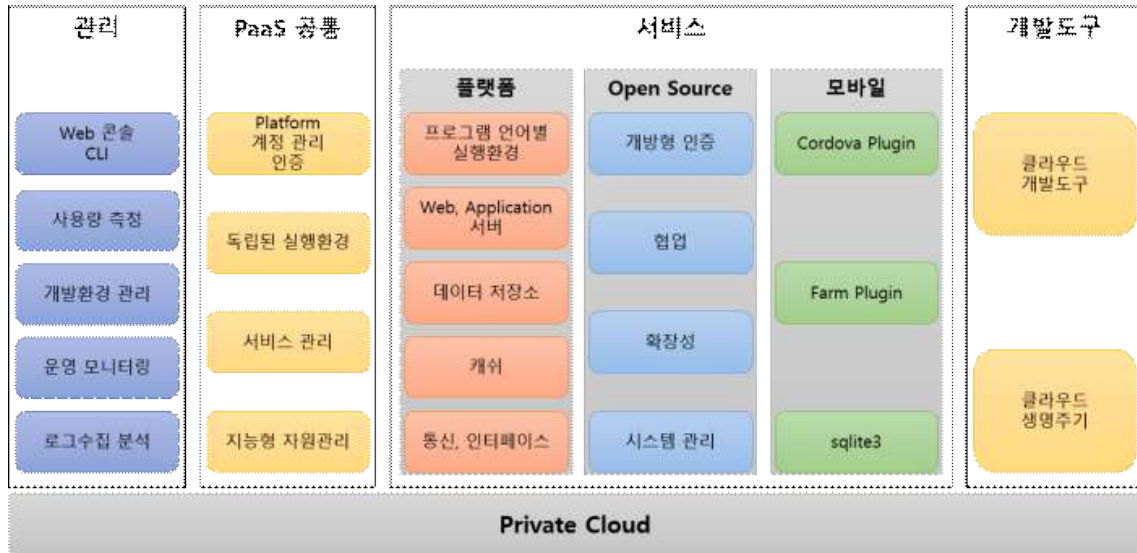


시설종류	수량
복합환경제어기	1
양액제어기	1
보일러	1
CO2탱크	1
CO2공급기	1
외부기상대	1
CFSS 시스템	1
내부센서	
배지센서	
CCTV	
창문(천장)	
창문(측면)	
배기팬(환풍기)	
유동팬	
커튼	

다) 클라우드 기반 농업 플랫폼 구축

□ 클라우드 기반 통합 개발 환경 구성

○ Private Cloud 기반 통합 개발 환경 구성



<Private Cloud 기반 통합 개발 환경 구성>

전체 구조 및 구성 요소	
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">Implementation Tool</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;">Editor</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;">Common Component</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;">Debug</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;">Mobile IDE</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;">IDE</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;">Batch IDE</div> </div> </div>
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">Conf. & Change Mgt. Tool</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;">Configuration Management</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;">Change Management</div> </div> </div>
Implementation Tool	프로그램 개발, 테스트, 디버깅 등 개발자 개별 개발 환경 제공
Test Tool	개발 프로그램에 대한 단위 테스트용 프로그램 작성 및 개별 배치 테스트 지원
Configuration & Change Management Tool	개발 프로그램에 대한 형상 식별, 버전 관리, 이슈 관리 및 모니터링 도구 제공
Deployment Tool	CI (Continuous Integration)와 서버 이전 관련 도구 제공

- 통합 개발 환경은 개발자 필수 및 선택 기능과 모바일 개발 환경이 포함 구성
- 효율적 정보 수집을 위한 Open Source 프레임워크 활용
- 모바일 어플리케이션 개발시 개발자 편의성을 위한 모바일 사이트 템플릿 제공

○ 기본 환경

항목	버전
Java Development Kit	8.0
Eclipse IDE	4.10

○ WAS

항목	버전
Apache Tomcat	8

○ DBMS

항목	버전
MariaDB	10.4

○ Cloud 기반 개발환경배포 및 구성

- Continuous Integration (점진적 통합, 이하 CI) 툴인 Jenkins 서버를 클라우드에 설치하여 사용
 - + 소스 코드 일관성 유지
 - + 테스트 자동화
 - + 빌드 자동화
 - + 빌드 및 배포 스케줄링 체계 유지

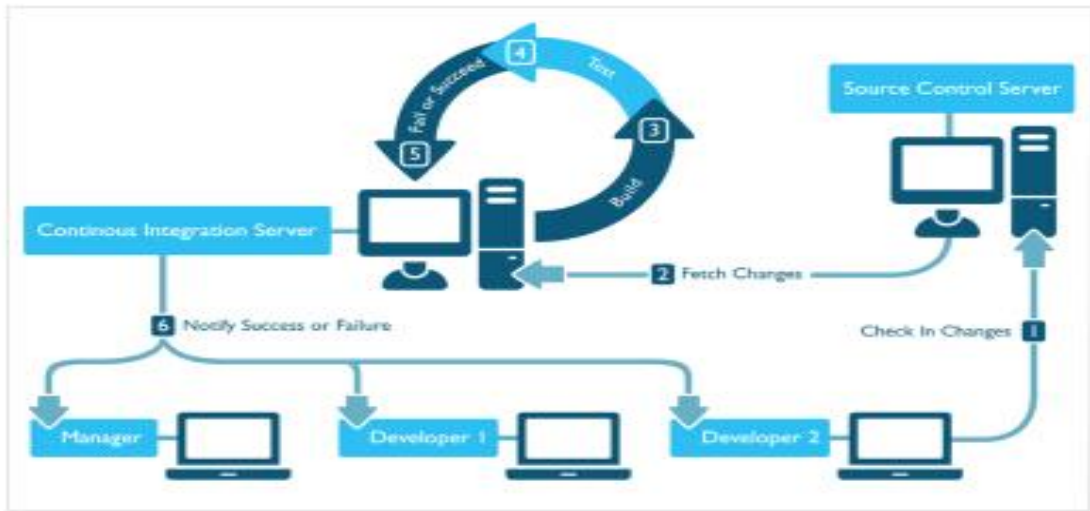
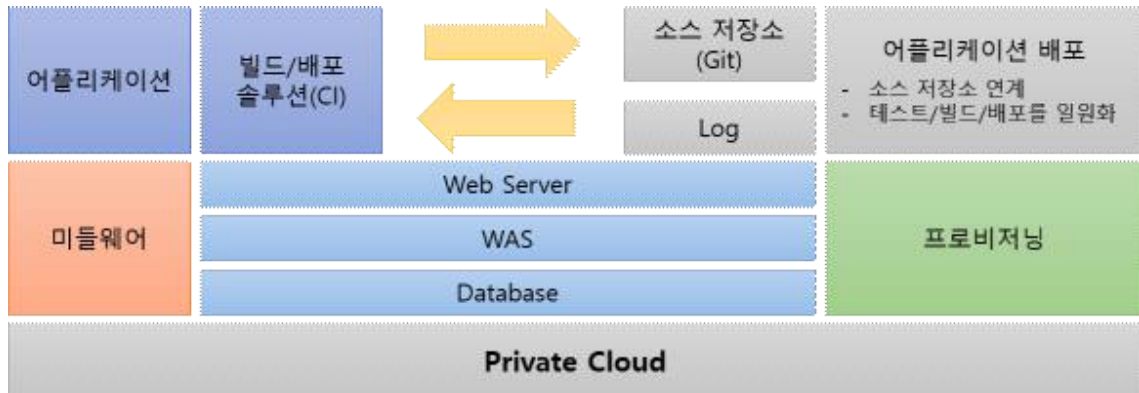
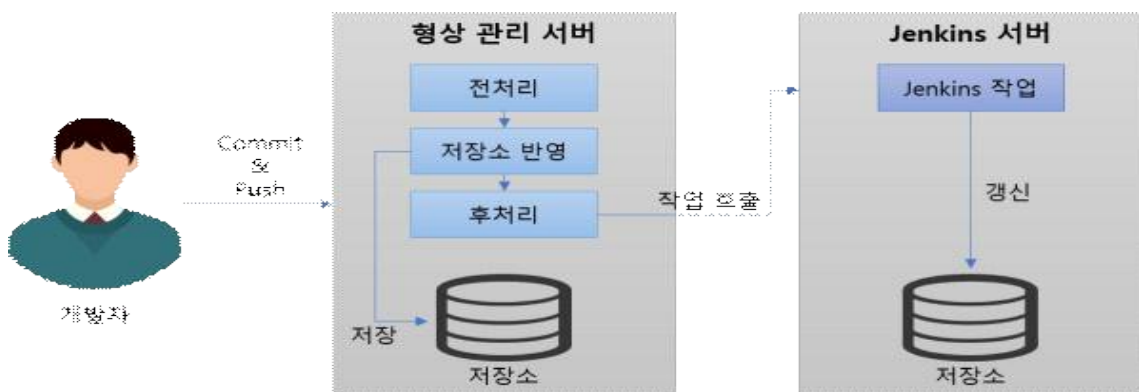


그림 2.4.2 CI 프로세스



<Cloud 기반 개발환경 배포 및 구성도>



<형상관리 서버와 Jenkins 서버를 이용한 자동빌드 구성도>

- 스마트팜 모바일 서비스 아키텍처 설계
- 스마트팜 모바일 서비스 아키텍처 설계

- Web App으로 기본 비즈니스 로직 구성
- HTML Rendering Engine과 Plugin을 사용하여 모바일폰 네이티브 기능구현
- Cordova(HTML5, Javascript, CSS를 사용하여 디바이스 하이브리드 어플리케이션을 구축하기 위한 오픈소스 프레임워크) 구성에 사용자가 정의한 커스텀 플러그인을 통한 추가 기능 확장

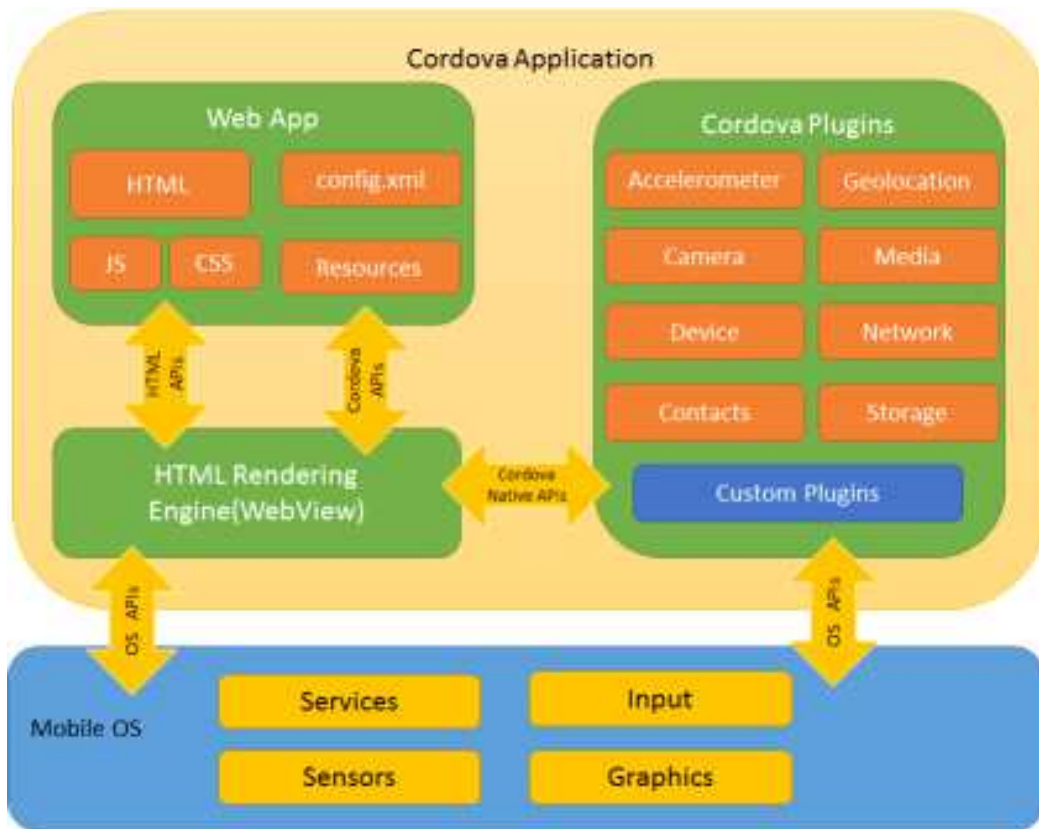


<모바일웹앱 구성도>

구분	설명
Mobile Web Application	HTML, JavaScript, CSS로 구성
Cordova JavaScript Engine	Device API 제어를 위해JavaScript로 구현되어 제공
	cordova.js
Cordova Native Engine	플랫폼 별 WebView를 상속받아 Mobile Web Application과 연계를 위한 Native Code
	cordova.jar, cordova.framework
Cordova Custom Plug-In	기능 확장을 위해 추가된 Plug-In을 위한 JavaScript 코드
	사용자 정의 JavaScript Plug-In을 포함
	플랫폼 별로 플러그인을 위한 Native 코드 구성이 상이함에 따라 JavaScript 구성 또한 다를 수 있음
Cordova Custom Native Plug-In	기능 확장을 위해 추가된 Plug-In을 위한 플랫폼 Native 코드

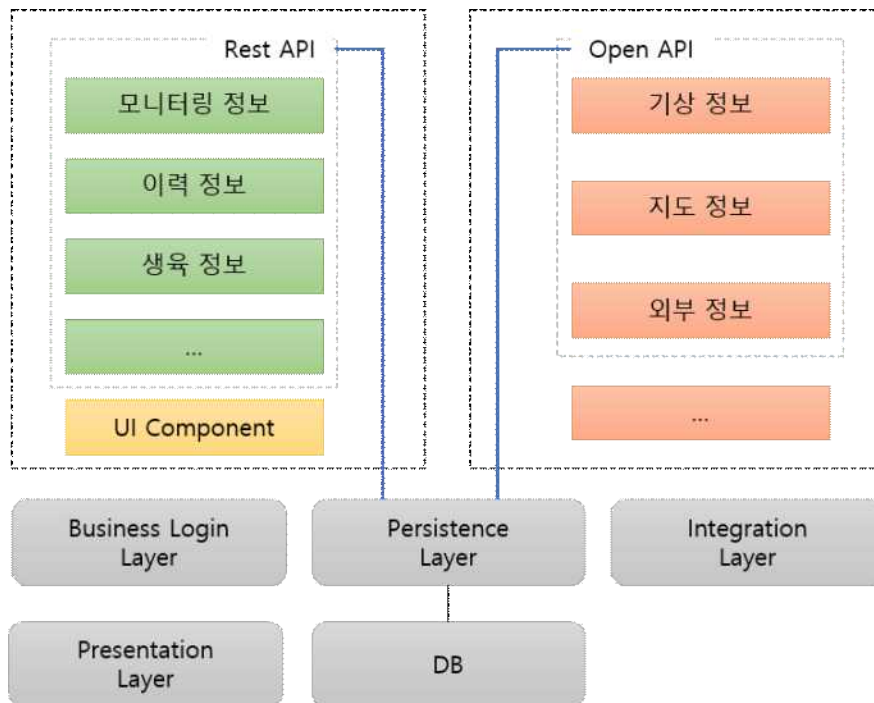
<모바일웹앱 구성 컴포넌트 설명>

- Cordova의 HTML Rendering engine과 API를 통해 Mobile OS별 개발 없이 동일한 서비스 가능



<모바일 아키텍처 구성도>

○ 스마트팜 모바일 어플리케이션 제작 기본 구성도



<스마트팜 적용 모바일 구성도>

○ 스마트팜 모바일 서비스

구분	상세 내용
모니터링 서비스	모니터링 정보 조회
농장 서비스	농장 정보 조회
	농장 일지 작성
이력 서비스	센서 측정값 조회
	기간별 센서 측정값 조회
생육 정보	생육 정보 조회
	환경/생육 예측 모델 조회
	병충해 정보 조회

□ 생육관리 SW 개발

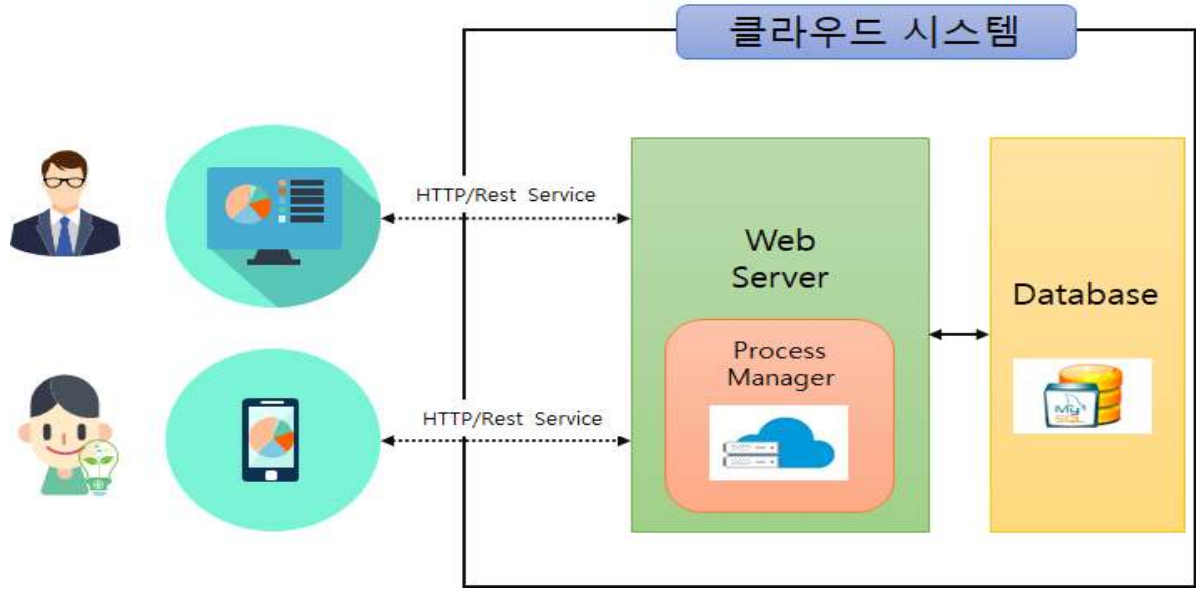
○ 생육정보 수집 및 모니터링 시스템 설계 및 개발

- 생육정보 수집 입력 서비스 정의
 - + 농가에서 키우는 작물의 생육 정보를 입력하고 관리하는 서비스
 - + 작물 생육 데이터를 모니터링하고 가시화하여 관리하는 서비스
- 주요 개념
 - + 생장관리 데이터: 작물의 재배 관리에서 직접적으로 수집, 획득, 관리되는 데이터
 - + 생육상태 데이터: 작물이 성장함에 따라 작물을 구성하는 각 부분(기관)이 변화를 하게 되는 데 이러한 변화의 양을 측정하는 것에 대한 데이터



<생육정보 입력 및 수정화면>

□ 클라우드기반 자율제어 시스템 구성

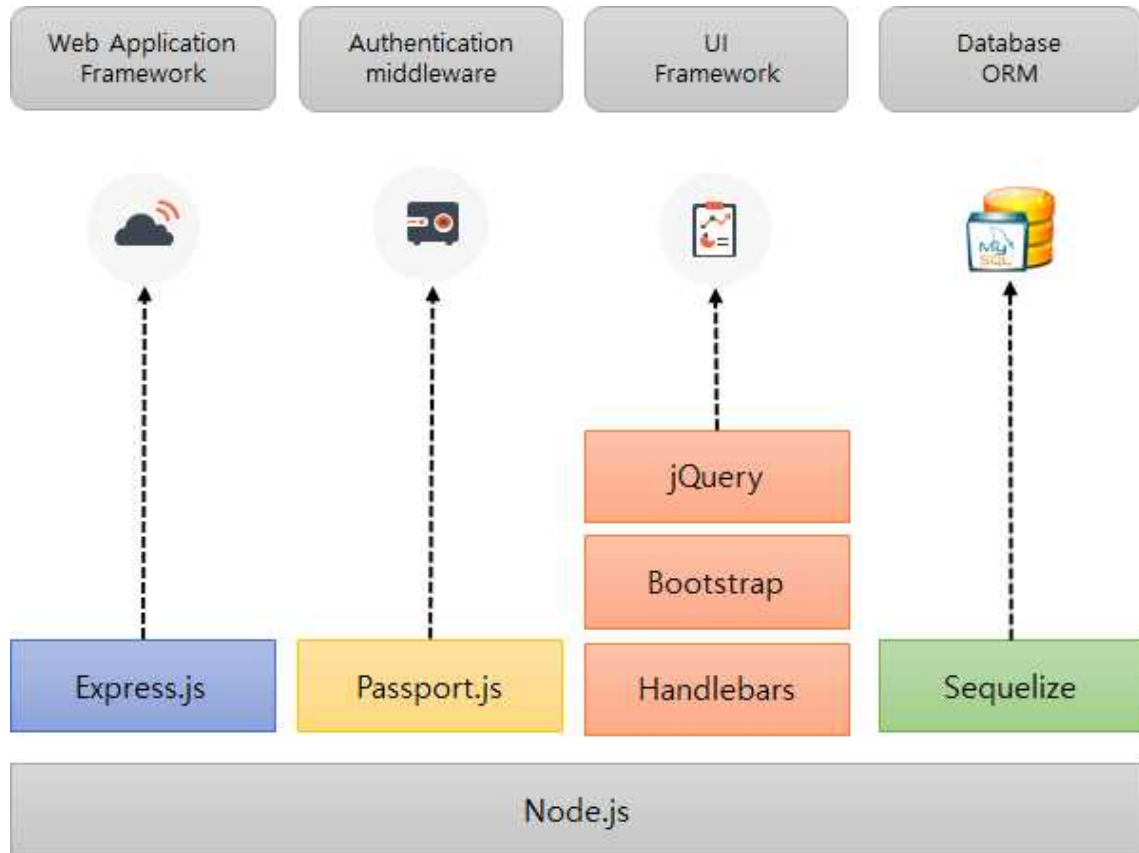


<클라우드기반 시스템 구성도>

- 자율제어 시스템은 클라우드 기반 환경에 구축 한다.
- 시스템은 Web Server, Database로 구성 된다.
- Web Server는 Process Manager에 등록/관리 한다.

- [확인] Process Manager는 Web Server의 상태를 관리, 모니터링 하고 확장성을 제공한다.
- 관리자와 사용자는 인터넷이 연결이 가능한 환경에서 접속 가능 하다.
- 자율제어 시스템은 PC, Mobile 환경에서 모니터링 하고, 수동 및 자동 제어 한다.

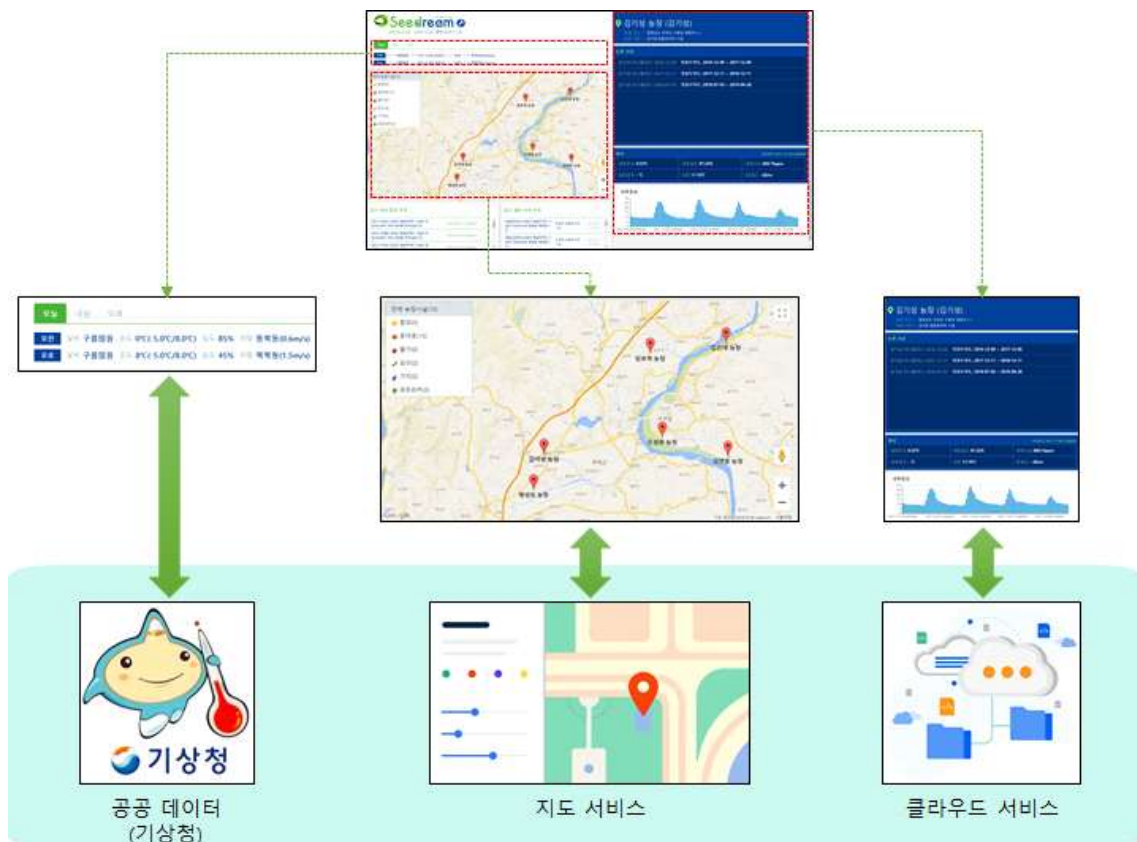
□ 클라우드기반 자율제어 시스템 S/W구성



<클라우드기반 자율제어시스템 SW구성도>

- 확장 가능한 네트워크 애플리케이션인 Node.js 기반으로 구성 한다.
- Node.js 기반으로 가볍고 유연한 웹 어플리케이션 프레임워크인 Express.js로 http/Rest 서비스를 제공 한다.
- 인증 미들웨어인 passport.js로 PC, Mobile 환경의 다양한 인증을 지원하고 소셜 인증을 제공한다.
- Handlebars로 템플릿 엔진으로 UI 를 템플릿화 하고, 서버 사이드 렌더링을 지원 한다.
- Bootstrap 기반 Theme로 반응형 UI와 jQuery 등 다양한 플러그인을 제공 한다.
- Database는 ORM(Object-Relational Mapping)을 기반으로 하는 Sequelize로 다양한 DB를 유연하게 지원하고 데이터 모델링하고 관리 한다.

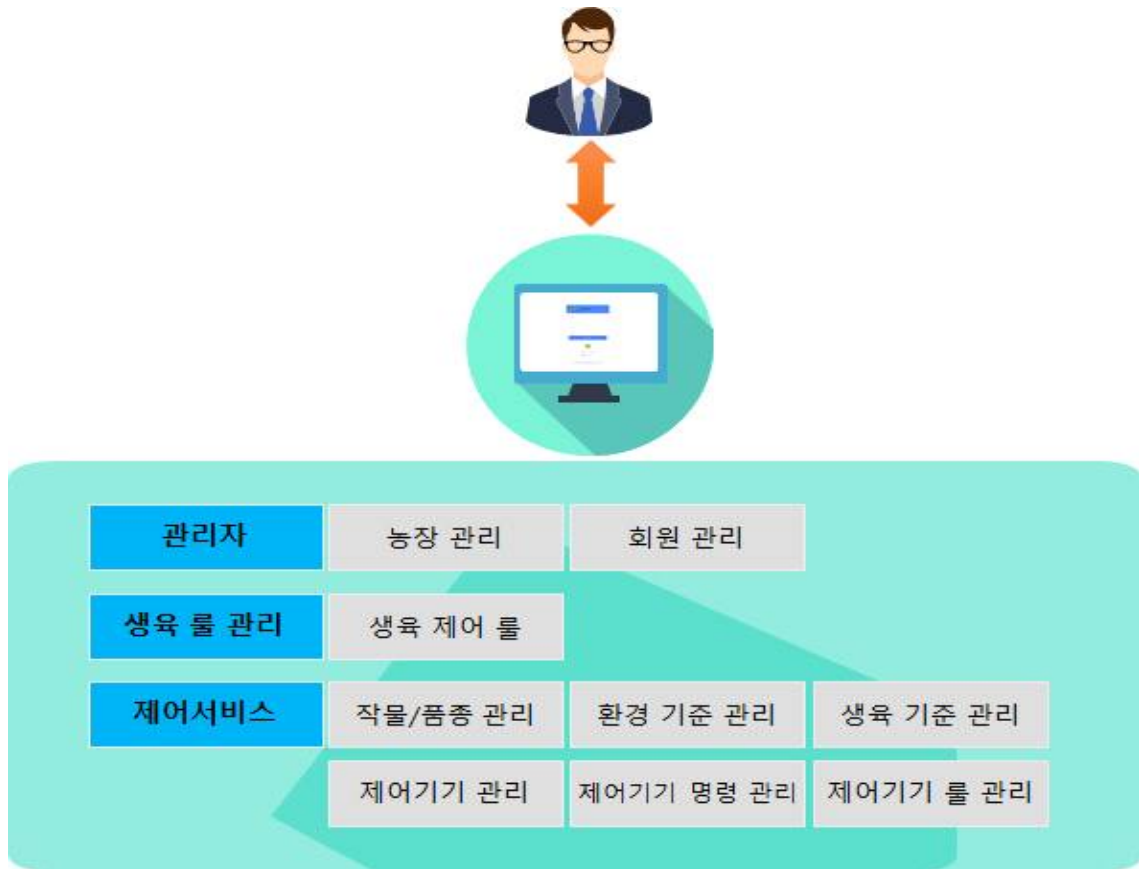
□ 클라우드기반 자율제어 시스템 대시보드 연동



<클라우드기반 자율제어시스템 대시보드 연동>

- 대시보드 화면의 주요 내용 구성은 날씨, 지도, 농장 정보를 표시 한다.
해당 내용을 표시하기 위한 주요 외부 연동은 공공 데이터(기상청), 지도, 클라우드 서비스 이다.
- 날씨는 선택한 농장의 위치를 기반으로 날씨 및 기상 정보를 표시 한다.
날씨 정보는 기상청에서 제공하는 공동 데이터를 연동한다.
- [확인]날씨는 오늘, 내일, 모레 정보를 보여준다.
- 농장의 위치 정보를 바탕으로 농장의 위치를 지도로 표시 한다.
- 지도 서비스는 연동 서비스(API 또는 SDK)를 지원하는 지도 서비스에 연동하고 확장 한다.
- 농장 정보는 본 시스템인 클라우드 기반 자율제어 시스템에 연동하여 정보를 표시 한다.
- 본 시스템에서 제공하는 Rest Service를 적용 한다.

□ 관리자메뉴



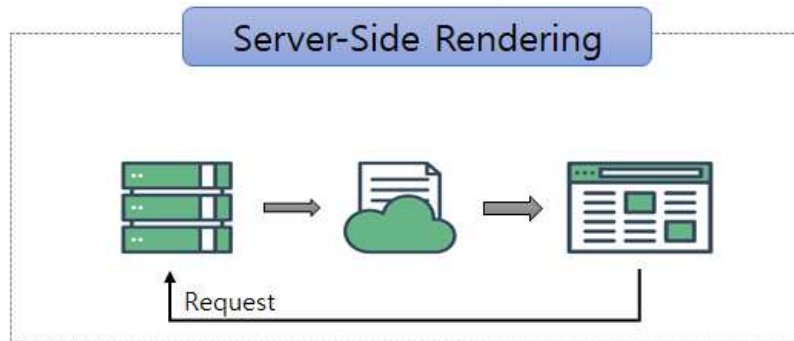
- 관리자는 PC의 브라우저를 통해 접속 한다.
 - [확인] 관리자의 계정은 기본으로 제공 되며, 시스템에 나타나지 않는다.
 - 아이디는 admin이고, 초기 비밀번호는 password로 제공한다.
- 관리자 메뉴는 농장을 관리 하고, 농장과 매핑 관계가 있는 회원을 관리 한다.
- 생육 룰 관리 메뉴는 ‘환경 데이터’, ‘생육 데이터’의 예측 모델이 운영되기 위한 기초 데이터를 관리 한다.
- 제어 서비스 메뉴는 자율제어 시스템 기준 데이터를 관리 하고, 제어기기 관련 데이터를 관리 한다.
 - [확인] 관리자는 사용자의 메뉴도 동일하게 제공하며 조회 조건은 전체 농장을 기준으로 한다.

□ 사용자메뉴



- 사용자는 PC의 브라우저와 Mobile을 통해 접속 한다.
 - [확인]Mobile은 안드로이드 앱(APK) 파일로 제공 한다.
 - Mobile로 접속하는 경우 설정 값 입력, 생육모델 메뉴를 추가로 보여준다.
- PC의 대시보드 메뉴는 위치(지도)기반 농장 정보를 대시보드 형태로 제공 한다.
- Mobile의 대시보드는 모바일 UI 기반 농장 정보를 제공하고 지난주 농장 리포트를 보여준다.
- 농장 관리 메뉴는 농장과 시설, 작기 정보를 관리하고, 일지를 작성한다.
- 이력 관리는 농장과 센서로 수집한 정보를 조회 한다.
- 분석보고서는 환경, 생육 이력 정보를 그래프 형태로 제공한다.
- 농가 커뮤니티는 공지 사항과 병충해 정보를 조회하고, 전문가 Q&A를 제공한다.
- 생육 모델은 환경/생육 예측 모델과 수집된 데이터를 기반으로 그래프 형태로 제공한다.

□ 기능 및 권한



```

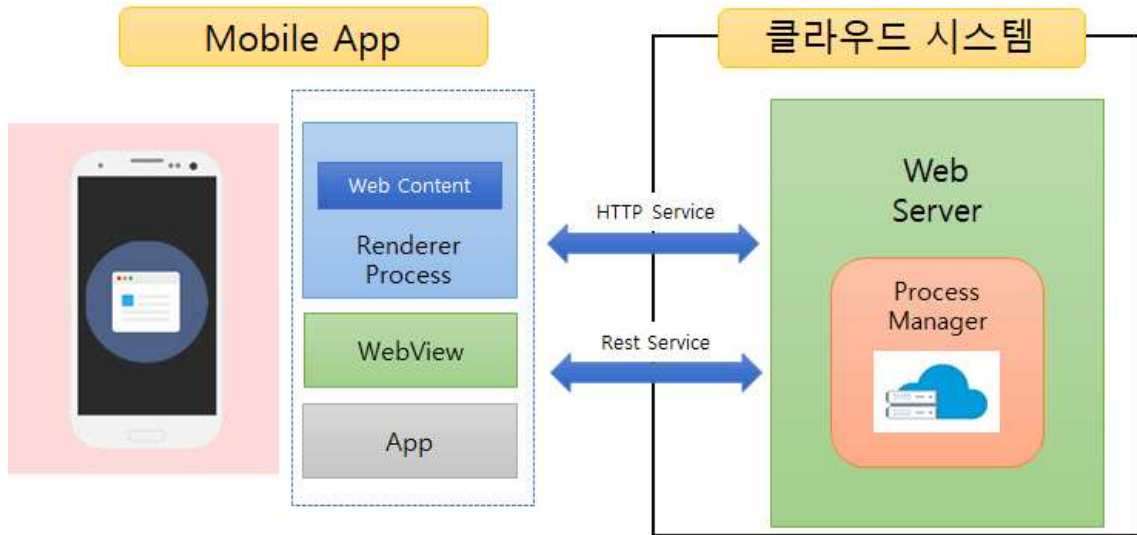
{{#ifCond user.type '===' 'ADMIN'}}
<li class="has-sub expand" >
<a class="sidenav-item-link" data-toggle="collapse" data-target="#envMgmt" aria-expanded="false">
<i class="mdi mdi-vector-square"></i>
<span class="nav-text">생육 룰 관리</span><b class="caret"></b>
</a>
<ul class="collapse" id="envMgmt" data-parent="#sidebar-menu">
<div class="sub-menu">
<li>
<a class="sidenav-item-link" href="/view/algorithm"><span class="nav-text">생육 제어 룰</span></a>
</li>
</div>
</ul>
</li>
</ifCond}}

```



- 접속자의 구분(관리자/사용자)와 권한에 따른 기능 제한은 ‘Server-Side Rendering’ 방식으로 처리 한다.
 - [확인]Server-Side Rendering 처리는 Handlebars 라이브러리의 서버 사이드 렌더링 기능을 활용 한다.
- 브라우저의 리퀘스트를 받은 서버는 접속자의 정보를 확인 후 해당권한에 해당하는 정보만을 템플릿에 맞게 렌더링 후 결과를 브라우저에 전달한다.
- 코드는 관리자가 접속한 경우 생육 룰 관리 메뉴를 보이도록 처리하는 예시 이다.

□ 모바일서비스



<클라우드기반 자율제어시스템 모바일 시스템 구성도>

- Mobile App (APK) 파일의 배포는 클라우드 기반 자율제어 시스템에서 제공한다.
 - [확인] 기본 배포 화면은 로그인 화면에서 제공 한다.
 - PC 또는 Mobile 브라우저로 로그인 화면에 접속하는 경우, 다운 받을 수 있다.

- Mobile APP은 Hybrid App 형태로 구성 한다.
 - [확인] WebView 모듈을 기반으로 App을 구성한다.

- Mobile 콘텐츠는 WebView 기반으로 Web Server의 http Service를 적용 한다.
- 기능 개선 및 버그 해결 등의 사유로 인해 App 재배포 없이 Web Server의 반영으로 적용됨을 장점으로 한다.
- Mobile 기능은 Web Server의 Rest Service를 적용 한다.
- 자원기반 구조 설계인 Rest Service를 적용 하여, 추후 확장성을 고려한다.

○ 데이터베이스 정의

- ① 알림정보관리 테이블

TB_ALERT_HISTORY		알림 정보를 관리하는 테이블				
Name	Datatype	Is Null	Is PK	Is FK	Comment	Description
ID	VARCHAR(255)	N,N	Yes		ID	
ALERT	VARCHAR(255)				알림	
ALERT_DATE	VARCHAR(255)				알림 일시	
FARM_ID	VARCHAR(255)				농장ID	
FACILITY_ID	VARCHAR(255)				시설ID	
REG_DATE	DATE				등록일	
UPDATE_DATE	DATE				수정일	

- ②생육제어 룰 관리 테이블

TB_ALGORITHM		생육 제어 룰을 관리하는 테이블				
Name	Datatype	Is Null	Is PK	Is FK	Comment	Description
ID	VARCHAR(255)	N,N	Yes		ID	
CRON_EXPRESSION	VARCHAR(255)				스케줄	
NAME	VARCHAR(255)				제어 룰명	
DESCRIPTION	VARCHAR(255)				설명	
ITEM_CODE	VARCHAR(255)				작물코드	
ITEM_NAME	VARCHAR(255)				작물명	
PYTHON_FILE	VARCHAR(255)				파일명	
REG_DATE	DATE				등록일	
UPDATE_DATE	DATE				수정일	

- ③공통 코드 테이블

TB_CODE		공통코드 테이블				
Name	Datatype	Is Null	Is PK	Is FK	Comment	Description
ID	VARCHAR(255)	N,N	Yes		코드ID	
CODE	VARCHAR(255)				코드	
NAME	VARCHAR(255)				값	
DESCRIPTION	VARCHAR(255)				설명	
GROUP_ID	VARCHAR(255)				코드 그룹	
ORDERED	INT				정렬	
REG_DATE	DATE				등록일	
UPDATE_DATE	DATE				수정일	

- ④제어이력 목록 테이블

TB_CONTROL_HISTORY		제어이력 목록 테이블				
Name	Datatype	Is Null	Is PK	Is FK	Comment	Description
ID	VARCHAR(255)	N,N	Yes		ID	
CAUSE	VARCHAR(255)				제어내역	
START_DATE	DATE				시작일시	
END_DATE	DATE				종료일시	
RESULT	VARCHAR(255)				결과	
TYPE	VARCHAR(255)				제어코드	
TYPE_NAME	VARCHAR(255)				제어코드명	
FARM_ID	VARCHAR(255)				농장ID	
FACILITY_ID	VARCHAR(255)				시설ID	
REG_DATE	DATE				등록일	
UPDATE_DATE	DATE				수정일	

- ⑤ 제어 이력 룰 관리 테이블

TB_CONTROL_RULE 제어이력 룰 관리 테이블						
Name	Datatype	Is Null	Is PK	Is FK	Comment	Description
ID	VARCHAR(255)	N,N	Yes		ID	
BASE_VALUE	VARCHAR(255)				제어기준값	
NAME	VARCHAR(255)				제어물정책명	
OPERATOR	VARCHAR(255)				수식	
PRIORITY	INT	N,N			제어우선순위	
USE_YN	VARCHAR(255)				사용유무	
EQUIP_CTRL_ID	VARCHAR(255)				제어기기 명령 ID	
FARM_ID	VARCHAR(255)				농장ID	
FACILITY_ID	VARCHAR(255)				시설ID	
REG_DATE	DATE				등록일	
UPDATE_DATE	DATE				수정일	

- ⑥ 품종 정보 테이블

TB_CROP_ITEM 품종정보						
Name	Datatype	Is Null	Is PK	Is FK	Comment	Description
ID	VARCHAR(255)	N,N	Yes		ID	
CROP_NO	VARCHAR(255)				작물번호	
ITEM_CODE	VARCHAR(255)				작물코드	
ITEM_NAME	VARCHAR(255)				작물명	
KIND_NAME	VARCHAR(255)				품종명	
CULT_DAY	VARCHAR(255)				재배일수	
GROW_STEP	VARCHAR(255)				생육단계	
CULT_UNIT	VARCHAR(255)				재배기준최소단위	
UNIT_WEIGHT	VARCHAR(255)				개당무게	
BRIX_DEGREE	VARCHAR(255)				당도	
REG_DATE	DATE				등록일	
UPDATE_DATE	DATE				수정일	

- ⑦ 작기 관리 테이블

TB_CROP_SEASON 작기관리						
Name	Datatype	Is Null	Is PK	Is FK	Comment	Description
id	VARCHAR(255)	N,N			id	
cal_cultivation_area	VARCHAR(255)				재배면적(m2)	
cal_plant_num	VARCHAR(255)				식재된 총 작물의 수	
cropping_date	VARCHAR(255)				m2당 식재된 작물의 수	
cropping_end_date	VARCHAR(255)				종료일	
cropping_season_name	VARCHAR(255)				작기이름	
cropping_system	VARCHAR(255)				재배방식	
cultivation_area	VARCHAR(255)				재배면적(PY)	
floodlight_dec	VARCHAR(255)				투광율	
item_code	VARCHAR(255)				작물코드	
item_name	VARCHAR(255)				작물명	
kind_name	VARCHAR(255)				품종명	
leaf_area	VARCHAR(255)				엽면적기준	
plan_slab_num	VARCHAR(255)				배지 1개당 작물의 수	
plant_density	VARCHAR(255)				재식밀도	
plant_num	VARCHAR(255)				식재된 총 작물의 수	
sfk_farm_id	VARCHAR(255)					
standard_plant_density	VARCHAR(255)				기준 재식밀도	
stem_slab_num	VARCHAR(255)				배지 1개당 작물의 줄기 수	
stnd_meta	VARCHAR(255)				기초대사	
stnd_solar	VARCHAR(255)				기준광	
stnd_temp	VARCHAR(255)				기준온도	
stnd_weight	VARCHAR(255)				기준과중	
facility_id	VARCHAR(255)				시설ID	
farm_id	VARCHAR(255)				농장ID	
reg_date	DATE				등록일	
update_date	DATE				수정일	

- ⑧ 품종별 생육기준 템플릿 관리 테이블

TB_CULTV_BASE 품종별 생육기준 템플릿을 관리하는 테이블						
Name	Datatype	Is Null	Is PK	Is FK	Comment	Description
id	VARCHAR(255)	NN			id	
appear_flower_room_no	VARCHAR(255)				출현화방번호	
day_no	VARCHAR(255)				일자	
flower_fruit_cnt	VARCHAR(255)				숙과수	
flower_open_cnt	VARCHAR(255)				개화수	
flower_room_cnt	VARCHAR(255)				화방수	
flower_room_distance_max	VARCHAR(255)				화방간격최대값	
flower_room_distance_min	VARCHAR(255)				화방간격최소값	
flower_room_distance_opt	VARCHAR(255)				화방간격최적값	
fruit_color_cnt	VARCHAR(255)				착색수	
harvest_cnt	VARCHAR(255)				수확수	
item_code	VARCHAR(255)				작물코드	
item_name	VARCHAR(255)				작물명	
joint_distance_max	VARCHAR(255)				마디간격최대값	
joint_distance_min	VARCHAR(255)				마디간격최소값	
joint_distance_opt	VARCHAR(255)				마디간격최적값	
kind_name	VARCHAR(255)				품종	
leaf_cnt_max	VARCHAR(255)				잎수최대값	
leaf_cnt_min	VARCHAR(255)				잎수최소값	
leaf_cnt_opt	VARCHAR(255)				잎수최적값	
leaf_length_max	VARCHAR(255)				잎길이최대값	
leaf_length_min	VARCHAR(255)				잎길이최소값	
leaf_length_opt	VARCHAR(255)				잎길이최적값	
leaf_width_max	VARCHAR(255)				잎폭최대값	
leaf_width_min	VARCHAR(255)				잎폭최소값	
leaf_width_opt	VARCHAR(255)				잎폭최적값	
name	VARCHAR(255)				원경기준명	
plant_length_max	VARCHAR(255)				식물길이최대값	
plant_length_min	VARCHAR(255)				식물길이최소값	
plant_length_opt	VARCHAR(255)				식물길이최적값	
stem_thickness_max	VARCHAR(255)				줄기굵기최대값	
stem_thickness_min	VARCHAR(255)				줄기굵기최소값	
stem_thickness_opt	VARCHAR(255)				줄기굵기최적값	
reg_date	DATE				등록일	
update_date	DATE				수정일	

- ⑨ 병충해 정보 정의 테이블

TB_DISEASE 병충해의 일반적인 정보를 정의한 테이블						
Name	Datatype	Is Null	Is PK	Is FK	Comment	Description
id	VARCHAR(255)	NN	Yes		id	
disease_name	VARCHAR(255)				병충해명	
occur_env	TEXT				발생환경	
pathogen	TEXT				병원체	
pest_control	TEXT				방제방법	
photo_url01	VARCHAR(255)				사진id	
photo_url02	VARCHAR(255)				사진id	
photo_url03	VARCHAR(255)				사진id	
photo_url04	VARCHAR(255)				사진id	
photo_url05	VARCHAR(255)				사진id	
symptom_desc	TEXT				증상설명	
file_id_01	VARCHAR(255)				파일id	
file_id_02	VARCHAR(255)				파일id	
reg_date	DATE				등록일	
update_date	DATE				수정일	

- ⑩ 생육이력테이블

TB_CULTV_HISTORY		생육 이력 테이블				
Name	Datatype	Is Null	Is PK	Is FK	Comment	Description
id	VARCHAR(255)				id	
budding	VARCHAR(255)				출뢰(일자)	
first_flower_num	VARCHAR(255)				1화방꽃수	
first_fruits_num	VARCHAR(255)				1화방착과수	
flower_length	VARCHAR(255)				화방길이	
flower_position	VARCHAR(255)				개화군	
flower_top	VARCHAR(255)				화방높이	
fruit_cluster_num	VARCHAR(255)				주당 화방수	
fruits_num	VARCHAR(255)				열매수	
fruits_position	VARCHAR(255)				착과군	
fruits_weight	VARCHAR(255)				평균과중	
grow_length	VARCHAR(255)				생장길이	
harvest_position	VARCHAR(255)				수확군	
item_code	VARCHAR(255)				작물코드	
item_name	VARCHAR(255)				작물명	
leaves_cut_weight	VARCHAR(255)				적엽량	
leaves_length	VARCHAR(255)				잎길이	
leaves_num	VARCHAR(255)				잎수	
leaves_width	VARCHAR(255)				잎넓이	
meas_date	VARCHAR(255)				일시	
ped	VARCHAR(255)				PED	
petiole_length	VARCHAR(255)				엽병장	
sample_num	VARCHAR(255)				표본수	
second_flower_num	VARCHAR(255)				2화방꽃수	
second_fruits_num	VARCHAR(255)				2화방착과수	
solar_correction	VARCHAR(255)				수광량	
stem_diameter	VARCHAR(255)				줄기직경	
theca_diameter	VARCHAR(255)				관부직경	
third_flower_num	VARCHAR(255)				3화방꽃수	
third_fruits_num	VARCHAR(255)				3화방착과수	
crop_season_id	VARCHAR(255)				작기id	
facility_id	VARCHAR(255)				등록일	
farm_id	VARCHAR(255)				수정일	
reg_date	DATE				등록일	
update_date	DATE				수정일	

- ⑪ 병충해 가중치 연동 테이블

TB_DISEASE_MAPPER		병충해와 가중치와 발생부위를 매핑한 테이블				
Name	Datatype	Is Null	Is PK	Is FK	Comment	Description
id	VARCHAR(255)	NN	Yes		id	
item_code	VARCHAR(255)				작물코드	
item_name	VARCHAR(255)				작물명	
weight	INT				가중치	
disease_id	VARCHAR(255)				병충해id	
disease_step_id	VARCHAR(255)				병충해증상id	
reg_date	DATE				등록일	
update_date	DATE				수정일	

- ⑫ 병충해 발생 부위와 병증상 단계 테이블

TB_DISEASE_STEP 병충해 발생 부위와 병증상 단계 테이블						
Name	Datatype	Is Null	Is PK	Is FK	Comment	Description
id	VARCHAR(255)	NN	Yes		id	
detail_name	VARCHAR(255)				증상단계상세명	
order_no	INT	NN			정렬	
region_id	VARCHAR(255)				발생부위ID	
region_name	VARCHAR(255)				발생부위명	
step_id	VARCHAR(255)				단계ID	
step_level	INT	NN			단계레벨	
step_name	VARCHAR(255)				단계명	
reg_date	DATE				등록일	
update_date	DATE				수정일	

- ⑬ 품종별 환경기준 템플릿 관리테이블

TB_ENV_BASE 품종별 환경기준 템플릿을 관리하는 테이블						
Name	Datatype	Is Null	Is PK	Is FK	Comment	Description
id	VARCHAR(255)	NN	Yes		id	
co2max	VARCHAR(255)				CO2최소값	
co2min	VARCHAR(255)				CO2최적값	
co2opt	VARCHAR(255)				CO2최대값	
day_no	VARCHAR(255)				일자	
ec_in_max	VARCHAR(255)				양액EC최대값	
ec_in_min	VARCHAR(255)				양액EC최소값	
ec_in_opt	VARCHAR(255)				양액EC최적값	
ec_out_max	VARCHAR(255)				배액EC최대값	
ec_out_min	VARCHAR(255)				배액EC최소값	
ec_out_opt	VARCHAR(255)				배액EC최적값	
hour	VARCHAR(255)				시간	
humid_max	VARCHAR(255)				온도최대값	
humid_min	VARCHAR(255)				습도최소값	
humid_opt	VARCHAR(255)				습도최적값	
humid_out_max	VARCHAR(255)				배액습도최대값	
humid_out_min	VARCHAR(255)				배액습도최소값	
humid_out_opt	VARCHAR(255)				배액습도최적값	
item_code	VARCHAR(255)				작물코드	
item_name	VARCHAR(255)				작물명	
kind_name	VARCHAR(255)				품종명	
light_max	VARCHAR(255)				광량최대값	
light_min	VARCHAR(255)				광량최소값	
light_opt	VARCHAR(255)				광량최적값	
name	VARCHAR(255)				환경기준명	
ph_in_max	VARCHAR(255)				양액PH최대값	
ph_in_min	VARCHAR(255)				양액PH최소값	
ph_in_opt	VARCHAR(255)				양액PH최적값	
ph_out_max	VARCHAR(255)				배액PH최대값	
ph_out_min	VARCHAR(255)				배액PH최소값	
ph_out_opt	VARCHAR(255)				배액PH최적값	
temp_max	VARCHAR(255)				온도최대값	
temp_min	VARCHAR(255)				온도최소값	
temp_opt	VARCHAR(255)				온도최적값	
temp_out_max	VARCHAR(255)				배액온도최대값	
temp_out_min	VARCHAR(255)				배액온도최소값	
temp_out_opt	VARCHAR(255)				배액온도최적값	
reg_date	DATE				등록일	
update_date	DATE				수정일	

- ⑭ 환경센서 수집정보 테이블

TB_ENV_HISTORY						
환경센서수집정보						
Name	Datatype	Is Null	Is PK	Is FK	Comment	Description
id	VARCHAR(255)	N.N	Yes		id	
fatr_code	VARCHAR(255)				항목코드	
fatr_name	VARCHAR(255)				항목명	
fld_code	VARCHAR(255)				분야코드	
fld_name	VARCHAR(255)				분야명	
item_code	VARCHAR(255)				작물코드	
item_name	VARCHAR(255)				작물명	
meas_date	DATE				측정일시	
sect_code	VARCHAR(255)				분류코드	
sect_name	VARCHAR(255)				분류명	
sen_val	VARCHAR(255)				수집값	
crop_season_id	VARCHAR(255)				작기id	
facility_id	VARCHAR(255)				시설id	
farm_id	VARCHAR(255)				농장id	
reg_date	DATE				등록일	
update_date	DATE				수정일	

- ⑮ 제어기기에서 제공되는 제어 명령들을 정의하는 테이블

TB_EQUIP_CTRL_CMD						
제어기기에서 제공되는 제어명령들을 정의한 테이블						
Name	Datatype	Is Null	Is PK	Is FK	Comment	Description
id	VARCHAR(255)	N.N	Yes		id	
command	VARCHAR(255)				명령	
control_action	VARCHAR(255)				동작유형	
control_action_name	VARCHAR(255)				동작유형명	
control_target	VARCHAR(255)				제어대상	
control_target_name	VARCHAR(255)				제어대상명	
description	VARCHAR(255)				설명	
equip_id	VARCHAR(255)				제어기기id	
reg_date	DATE				등록일	
update_date	DATE				수정일	

TB_EQUIP_CTRL_CMD						
제어기기에서 제공되는 제어명령들을 정의한 테이블						
Name	Datatype	Is Null	Is PK	Is FK	Comment	Description
id	VARCHAR(255)	N.N	Yes		id	
event_yn	VARCHAR(255)				이벤트 여부	
main_type_name	VARCHAR(255)				메인타입명	
model_name	VARCHAR(255)				모델명	
purpose	VARCHAR(255)				용도	
sub_type_name	VARCHAR(255)				서브타입명	
topology_yn	VARCHAR(255)				토폴로지여부	
use_yn	VARCHAR(255)				사용 여부	
vendor_name	VARCHAR(255)				벤더명	
reg_date	DATE				등록일	
update_date	DATE				수정일	

- ⑩ 농장에 설치된 시설정보를 관리하는 테이블

TB_FACILITY						
Name	Datatype	Is Null	Is PK	Is FK	Comment	Description
id	VARCHAR(255)	NN	Yes			id
coil_link_method_type_name	VARCHAR(255)					수집연동방식명
close_cause	VARCHAR(255)					시설폐쇄사유
close_date	DATE					시설폐쇄일
coil_link_method_type	VARCHAR(255)					수집연동방식
farm_sheath_type	VARCHAR(255)					피복지체
farm_sheath_type_name	VARCHAR(255)					피복지체명
farm_type	VARCHAR(255)					온실형태
farm_type_name	VARCHAR(255)					온실형태명
item_code	VARCHAR(255)					작물코드
item_name	VARCHAR(255)					작물명
kind_name	VARCHAR(255)					종종
name	VARCHAR(255)					시설명
open_date	DATE					시공성립일
stk_farm_id	VARCHAR(255)					
use_yn	VARCHAR(255)					사용여부
farm_id	VARCHAR(255)					농장id
reg_date	DATE					등록일
update_date	DATE					수정일

- ⑪ 제어기기 관리테이블

TB_FACILITY_EQUIP						
Name	Datatype	Is Null	Is PK	Is FK	Comment	Description
id	VARCHAR(255)	NN	Yes			id
channel_id	VARCHAR(255)					채널id
main_type_name	VARCHAR(255)					메인타입명
model_name	VARCHAR(255)					모델명
sub_type_name	VARCHAR(255)					서브타입명
use_yn	VARCHAR(255)					사용여부
wendor_name	VARCHAR(255)					벤디명
equip_id	VARCHAR(255)					제어기기id
facility_id	VARCHAR(255)					시설id
farm_id	VARCHAR(255)					농장id
reg_date	DATE					등록일
update_date	DATE					수정일

- ⑫ 농장 정보 관리 테이블

TB_FARM						
Name	Datatype	Is Null	Is PK	Is FK	Comment	Description
id	VARCHAR(255)	NN	Yes			id
address	VARCHAR(255)					주소
close_cause	VARCHAR(255)					시설폐쇄사유
close_date	DATE					시설폐쇄일
contact_no	VARCHAR(255)					연락처
farmer	VARCHAR(255)					농장주명
latitude	VARCHAR(255)					위도
longitude	VARCHAR(255)					경도
name	VARCHAR(255)					농장명
open_date	DATE					설립일
zip_code	VARCHAR(255)					우편번호
area_id	VARCHAR(255)					지역id
reg_date	DATE					등록일
update_date	DATE					수정일

- ⑬ 농장 일지관리 테이블

TB_FARM_DAILY_LOG 농장별 일지를 관리하는 테이블						
Name	Datatype	Is Null	Is PK	Is FK	Comment	Description
id	VARCHAR(255)	NN	Yes		id	
content	TEXT				내용	
feedback	VARCHAR(255)				전문가의견	
feedback_date	VARCHAR(255)				전문가의견등록일	
log_type	VARCHAR(255)				일지구분	
title	VARCHAR(255)				제목	
crop_season_id	VARCHAR(255)				작기id	
facility_id	VARCHAR(255)				시설id	
farm_id	VARCHAR(255)				농장id	
file_id_01	VARCHAR(255)				파일id	
file_id_02	VARCHAR(255)				파일id	
reg_date	DATE				등록일	
update_date	DATE				수정일	

- ㉔ 첨부파일 관리 테이블

TB_FILE 첨부파일을 관리하는 테이블						
Name	Datatype	Is Null	Is PK	Is FK	Comment	Description
id	VARCHAR(255)	NN	Yes		id	
name	VARCHAR(255)				파일명	
path	VARCHAR(255)				파일경로	
url	VARCHAR(255)				url	
reg_date	DATE				등록일	
update_date	DATE				수정일	

- ㉕ 알림정보 관리 테이블

TB_NOTICE 긴급 또는 공지 등의 알림정보를 관리하는 테이블						
Name	Datatype	Is Null	Is PK	Is FK	Comment	Description
id	VARCHAR(255)	NN	Yes		id	
end_date	DATE				종료일	
notice	VARCHAR(255)				내용	
start_date	DATE				시작일	
title	VARCHAR(255)				제목	
file_id_01	VARCHAR(255)				파일id	
file_id_02	VARCHAR(255)				파일id	
reg_date	DATE				등록일	
update_date	DATE				수정일	

- ㉖ 사용자정보 관리 테이블

TB_USER 농장을 관리운영하는 사용자 정보를 관리하는 테이블						
Name	Datatype	Is Null	Is PK	Is FK	Comment	Description
id	VARCHAR(255)	NN	Yes		id	
address	VARCHAR(255)				주소	
email	VARCHAR(255)				이메일	
name	VARCHAR(255)				사용자명	
password	VARCHAR(255)				패스워드	
phone_no	VARCHAR(255)				연락처	
type	VARCHAR(255)				사용지구분	
zip_code	VARCHAR(255)				우편번호	
farm_id	VARCHAR(255)				농장id	
reg_date	DATE				등록일	
update_date	DATE				수정일	

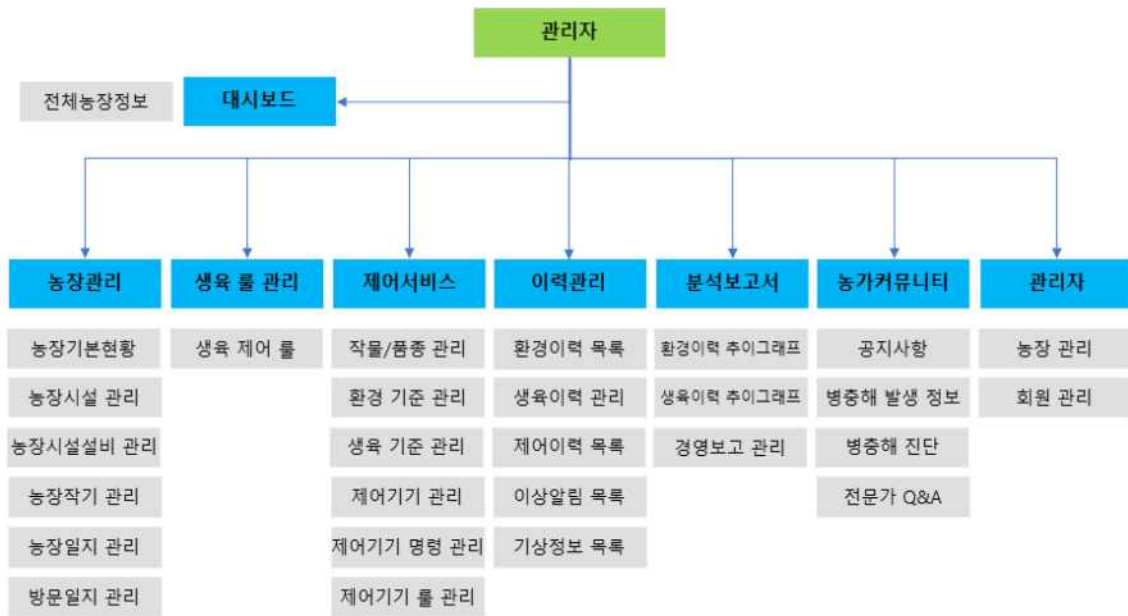
- ㉗ 전국지역 코드 테이블

TB_WEATHER_AREA						
전국 지역(도)/시/군 정보를 코드화하여 관리하는 테이블						
Name	Datatype	Is Null	Is PK	Is FK	Comment	Description
id	VARCHAR(255)	NN	Yes		id	
address01	VARCHAR(255)				지역1	
address02	VARCHAR(255)				지역2	
address03	VARCHAR(255)				지역3	
address04	VARCHAR(255)				지역4	
latitude	VARCHAR(255)				위도	
longitude	VARCHAR(255)				경도	
rs	VARCHAR(255)				위치1	
ry	VARCHAR(255)				위치2	
reg_date	DATE				등록일	
update_date	DATE				수정일	

- ㉔ 제어명령 정의 테이블

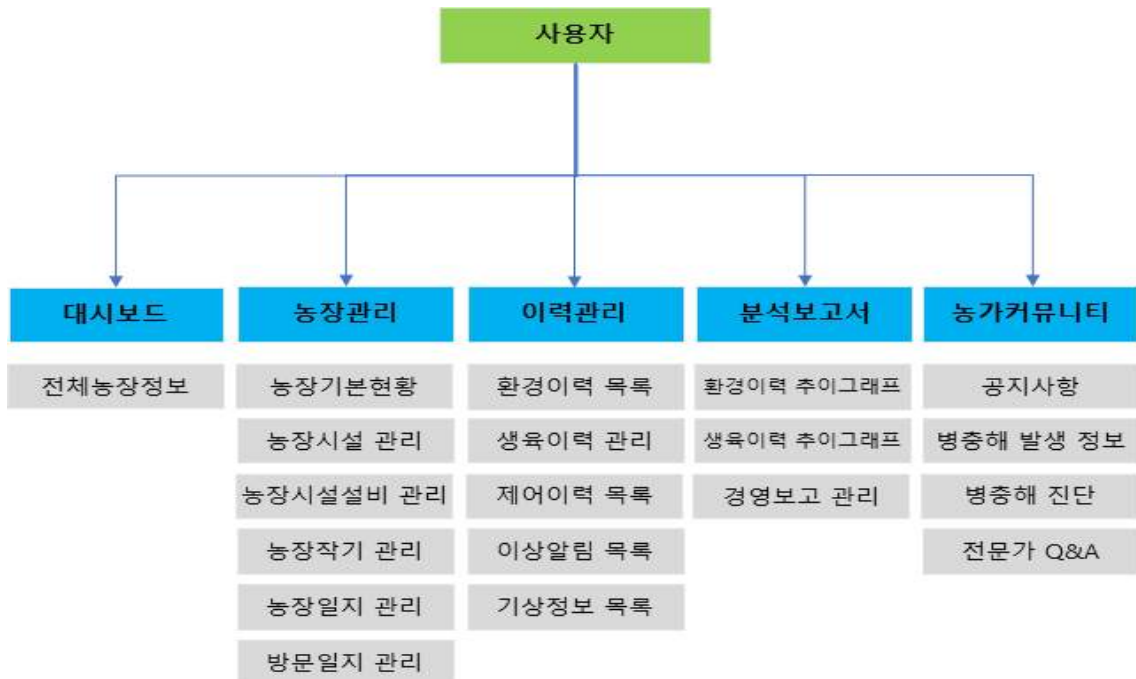
TB_EQUIP_CTRL_CMD						
제어기기에서 제공되는 제어명령들을 정의한 테이블						
Name	Datatype	Is Null	Is PK	Is FK	Comment	Description
id	VARCHAR(255)	NN	Yes		id	
event_yn	VARCHAR(255)				이벤트 여부	
main_type_name	VARCHAR(255)				메인타입명	
model_name	VARCHAR(255)				모델명	
purpose	VARCHAR(255)				용도	
sub_type_name	VARCHAR(255)				서브타입명	
topology_yn	VARCHAR(255)				토폴로지여부	
use_yn	VARCHAR(255)				사용 여부	
vendor_name	VARCHAR(255)				벤더명	
reg_date	DATE				등록일	
update_date	DATE				수정일	

○ 공통
- 관리자메뉴



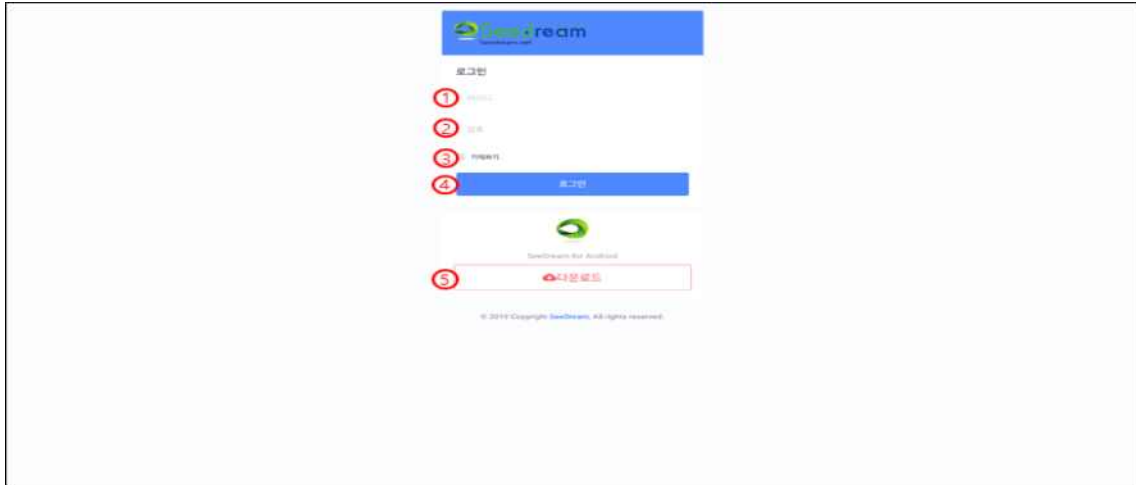
<자율제어시스템 관리자메뉴>

- 사용자메뉴



<자율제어시스템 사용자 메뉴>

- 로그인



<로그인 화면>

- + 1.아이디를 입력 한다.
 - + 2.암호를 입력 한다
 - + 3.기억하기'에 체크를 하고 로그인을 하면 다음 로그인 시 로그인 했던 아이디와 암호를 자동으로 입력 한다.
 - + 4.아이디와 암호를 입력 후 로그인 버튼을 클릭 하면 로그인 한다.
 - + 5.다운로드 버튼을 클릭 하면 안드로이드 앱을 다운로드 받는다.
- [확인]다운 받은 안드로이드 앱은 안드로이드 스마트폰에 전송하여 설치 할 수 있다.

- 로그아웃



<로그아웃 화면>

- + 1.로그인 상태에서 로그인한 사용자의 이름을 우측에 보여주고, 이름을 클릭 하면 하위 메뉴를 보여준다.
- + 2.기본 정보를 클릭 하면 로그인한 사용자 정보 수정 화면으로 이동한다.
- + 3.로그아웃 버튼을 클릭 하면 로그아웃 한다.

- 대시보드
- + 전체농장정보



<대시보드>

- + 1. 현재 날짜와 시간을 표시 한다. 날짜는 양력과 음력을 표시 한다.
- + 2. 메뉴 아이콘을 클릭 하면, 농장 관리 메뉴로 이동 한다.
- + 3. 농장이 위치한 지역의 날씨를 표시 한다.
[확인] 지도에 표시된 농장을 클릭하면 선택한 농장이 변경 된다.
- + 4. 작물에 따른 농장 목록을 표시 한다.
- + 5. 농장의 위치를 지도 위에 표시 한다. 농장을 클릭 하면 농장과 시설 상세 정보를 우측에 표시 한다.
- + 6. 최근 이상 알림 목록을 표시 한다.
- + 7. 최근 제어 이력 목록을 표시 한다.
- + 8. 선택한 농장의 상세 정보를 표시 한다.

+ 전체농장정보 상세

①

김기성 농장 (김기성)

농장 주소 | 충청남도 부여군 구룡면 태양리 5-1
농장 시설 | 김기성 방울토마토 시설

②

농장 시설

김기성-티니플러스-2016-12-09	방울토마토, 2016-12-09 ~ 2017-12-09
김기성-티니플러스-2017-12-11	방울토마토, 2017-12-11 ~ 2018-12-11
김기성-티니플러스-2018-07-03	방울토마토, 2018-07-03 ~ 2019-06-28

③

센서

UPDATE 2017-12-08 23:00:00

내부온도 9.53°C	내부습도 97.24%	내부CO2 600.74ppm
외부온도 - °C	지온 11.19°C	토양EC - dS/m

④

내부온도

<개별농장 상세정보>

+ 1.농장 정보를 표시 한다.

[확인] 농장명, 농장주명, 주소, 시설 등

+ 2.농장 시설의 작기 목록을 표시 한다.작기를 선택 하면 최신 센서 정보를 센서 영역에 표시 한다.

+ 3.최신 센서 정보를 표시 한다.센서를 클릭 하면 하단의 그래프 영역에 추이 그래프를 표시 한다.

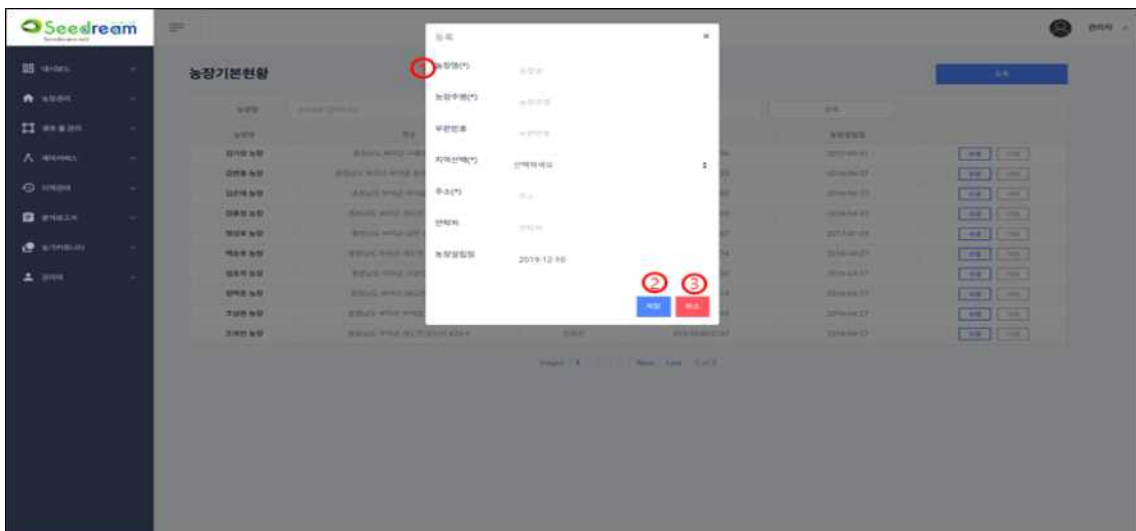
+ 4.수집한 센서의 추이 그래프를 표시 한다.선택한 시설의 작기 기간을 기준으로 추이 그래프를 표시 한다.

○ 농장관리
- 농장기본현황



<개별농장 기본정보>

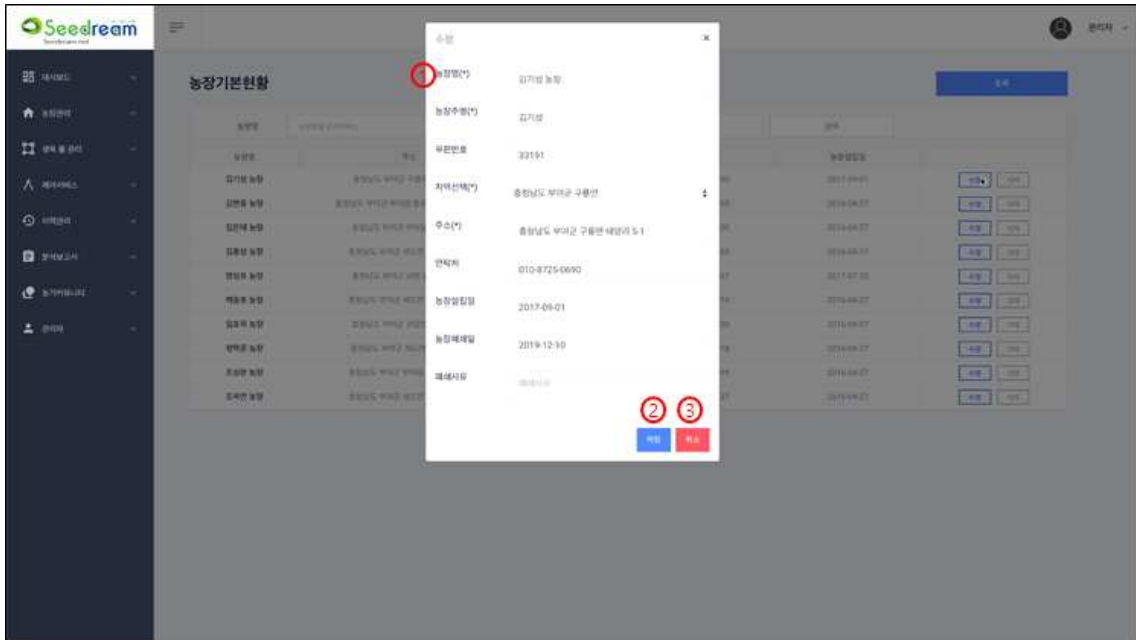
- + 1. 검색 조건을 선택 한다.
- + 2. 검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 농장 기본 현황 목록을 보여 준다.
- + 3 등록 버튼을 클릭 하면 농장 기본 정보 등록 팝업이 나타난다.
- + 4. 수정 버튼을 클릭하면 선택한 농장 기본 정보 수정 팝업이 나타난다.
- + 5. 삭제 버튼을 클릭하면 삭제 확인 팝업이 나타나고 예를 선택 하면 선택한 농장이 삭제된다.
- + 6. 등록, 수정, 삭제 버튼은 권한에 따라 표시 된다.



- + 1. 농장 기본 정보 등록 팝업이 나타나고 입력할 수 있다.
- + 2. 저장 버튼을 클릭하면 농장 기본 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.

[확인] 농장 등록 후 관리자는 관리자 > 회원관리 메뉴에서 농장과 사용자 정보를 연결 할 수 있다.

+ 3.취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.

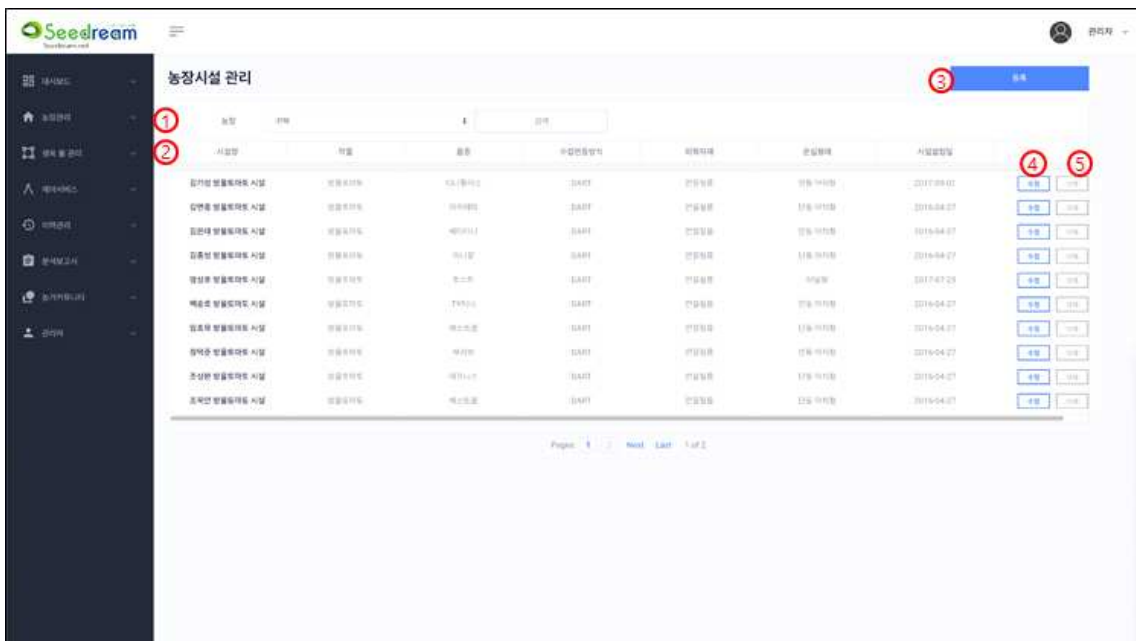


+ 1.농장 기본 정보 수정 팝업이 나타나고 선택한 농장 기본 정보가 표시된다.

+ 2.저장 버튼을 클릭하면 수정한 농장 기본 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.

+ 3.취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.

- 농장시설 관리



<개별농장 시설정보>

- + 1.검색 조건을 선택 한다.
- + 2.검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 농장시설 목록을 보여준다.
- + 3.등록 버튼을 클릭 하면 농장 시설정보 등록 팝업이 나타난다.
- + 4.수정 버튼을 클릭하면 선택한 농장 시설 정보 수정 팝업이 나타난다.
- + 5.삭제 버튼을 클릭하면 삭제 확인 팝업이 나타나고 예를 선택 하면 선택한 농장 시설이 삭제 된다.
- + 6.등록, 수정, 삭제 버튼은 권한에 따라 표시 된다.



- + 1.농장 시설 등록 팝업이 나타나고 입력할 수 있다.
- + 2.저장 버튼을 클릭하면 농장 시설 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3.취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.



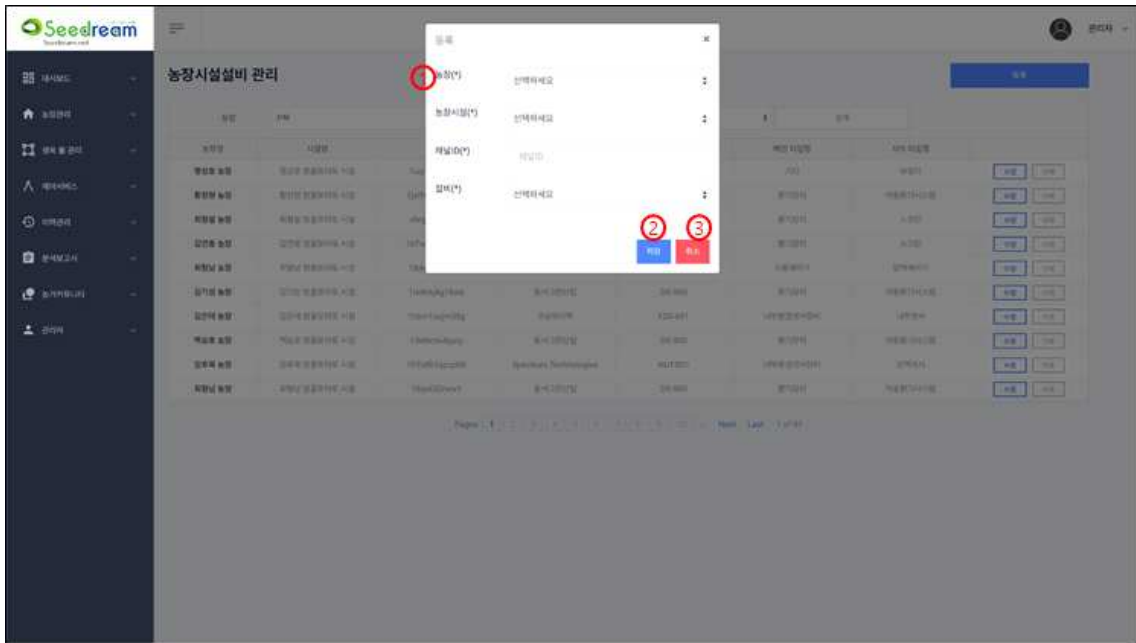
- + 1.농장 시설 정보 수정 팝업이 나타나고 선택한 농장 시설 정보가 표시된다.
- + 2.저장 버튼을 클릭하면 수정한 농장 시설 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3.취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.

- 농장시설설비 관리

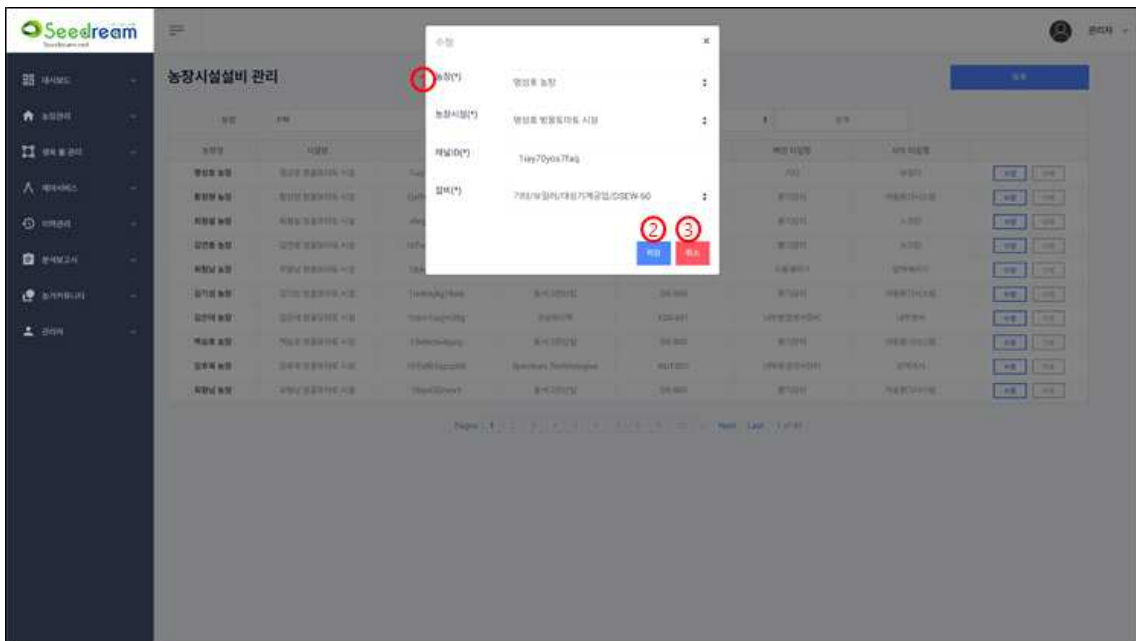


<개별농장 시설설비관리>

- + 1.검색 조건을 선택 한다.
- + 2.검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 농장 시설 설비 목록을 보여 준다.
- + 3.등록 버튼을 클릭 하면 농장 시설설비 정보 등록 팝업이 나타난다.
- + 4.수정 버튼을 클릭하면 선택한 농장 시설 설비 정보 수정 팝업이 나타난다.
- + 5.삭제 버튼을 클릭하면 삭제 확인 팝업이 나타나고 예를 선택 하면 선택한 농장 시설 설비가 삭제 된다.
- + 6.등록, 수정, 삭제 버튼은 권한에 따라 표시 된다.

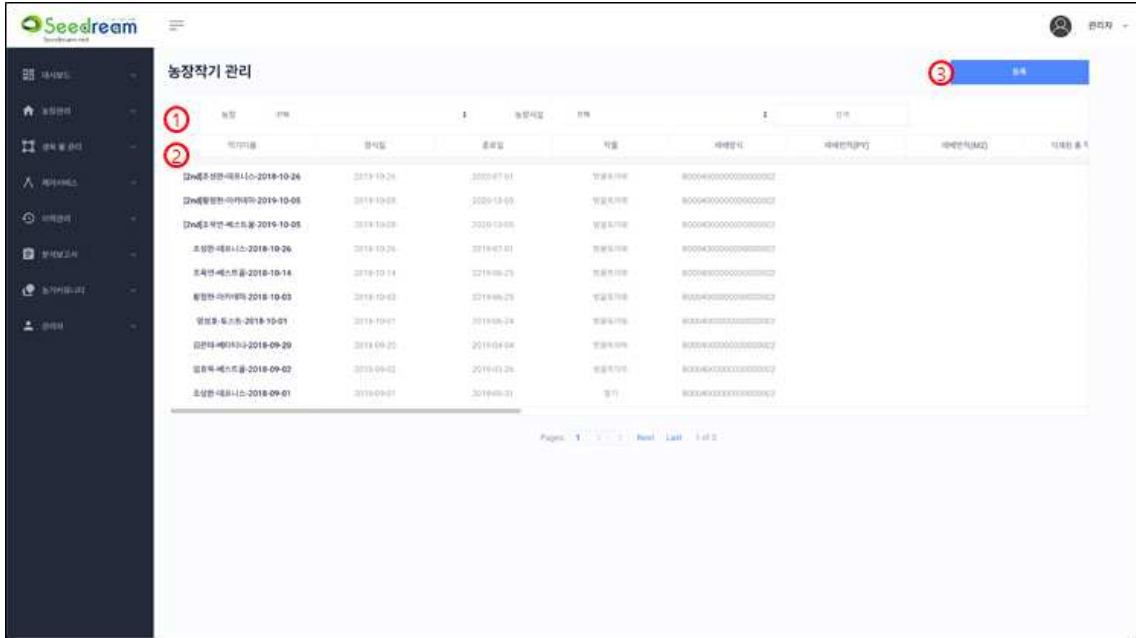


- + 1.농장 시설 설비 등록 팝업이 나타나고 입력할 수 있다.
- + 2.저장 버튼을 클릭하면 농장 시설 설비 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3.취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.



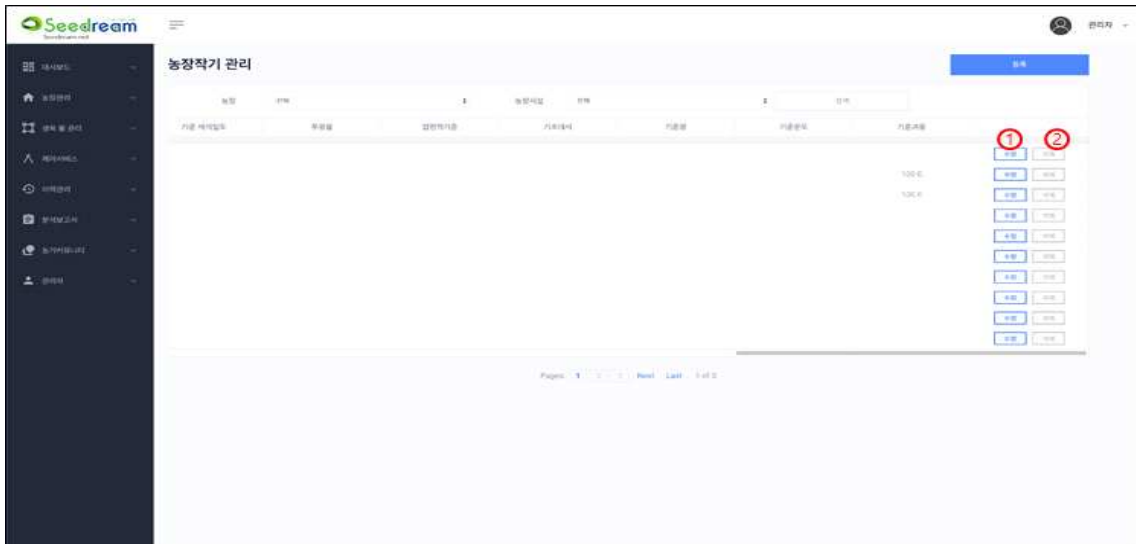
- + 1.농장 시설 설비 정보 수정 팝업이 나타나고 선택한 농장 시설 설비 정보가 표시된다.
- + 2.저장 버튼을 클릭하면 수정한 농장 시설 설비 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3.취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.

- 농장작기 관리

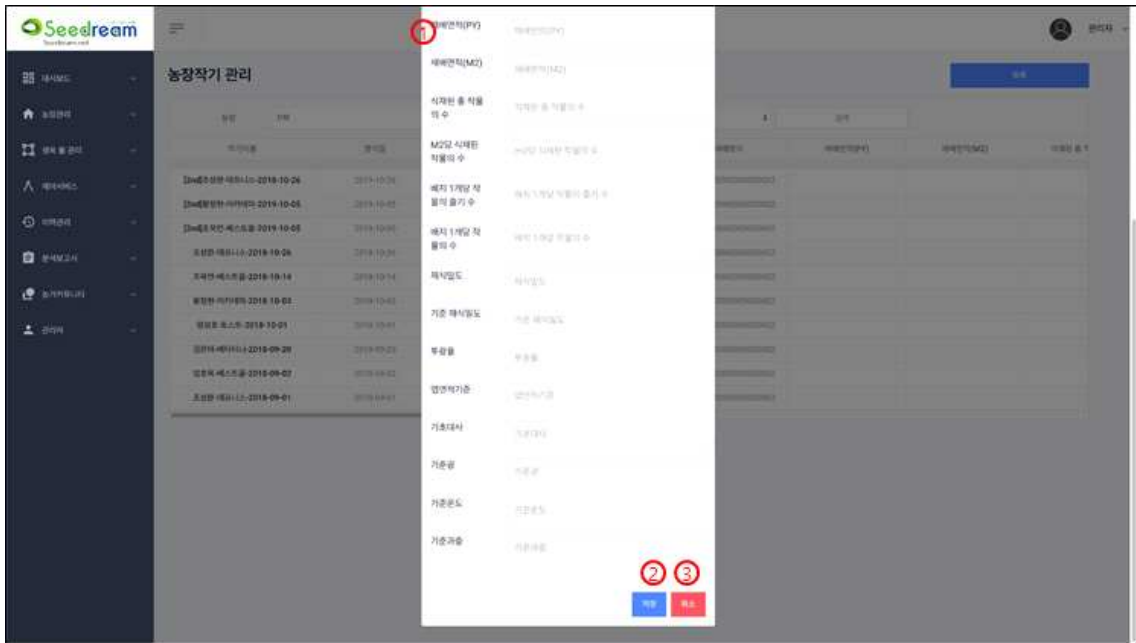


<농장 작기관리>

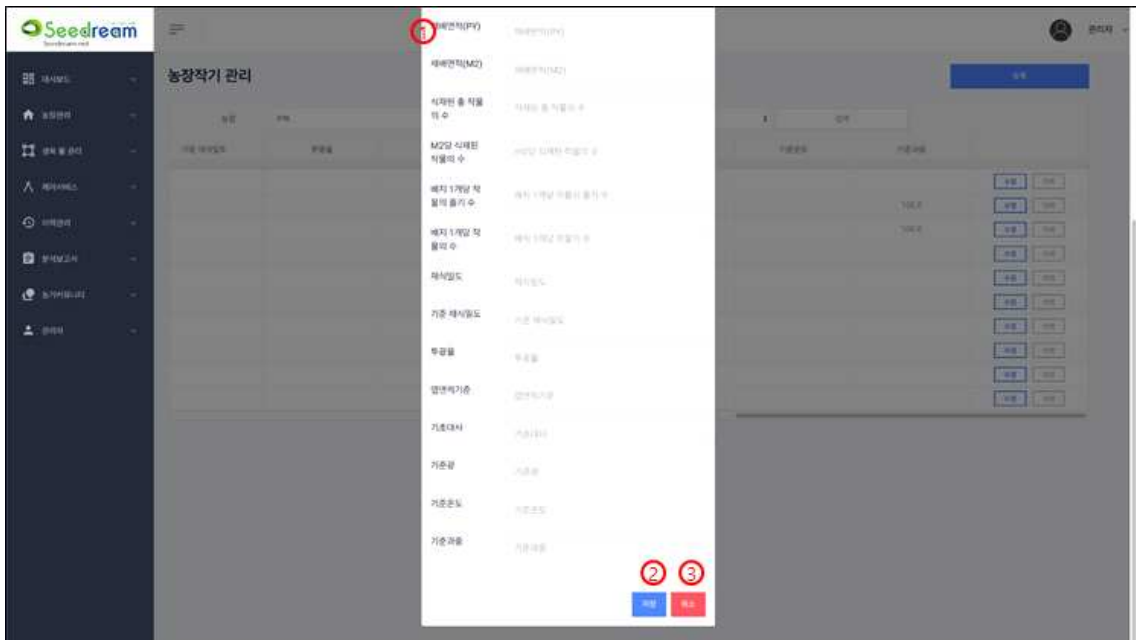
- + 1. 검색 조건을 선택 한다.
- + 2. 검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 농장 작기 목록을 보여준다.
- + 3. 등록 버튼을 클릭 하면 농장 작기 정보 등록 팝업이 나타난다.
- + 4. 등록 버튼은 권한에 따라 표시 된다.



- + 1. 수정 버튼을 클릭하면 선택한 농장 작기 정보 수정 팝업이 나타난다.
- + 2. 삭제 버튼을 클릭하면 삭제 확인 팝업이 나타나고 예를 선택 하면 선택한 농장 작기가 삭제 된다.
- + 3. 수정, 삭제 버튼은 권한에 따라 표시 된다.



- + 1.농장 작기 등록 팝업이 나타나고 입력할 수 있다.
- + 2.저장 버튼을 클릭하면 농장 작기 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3.취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.



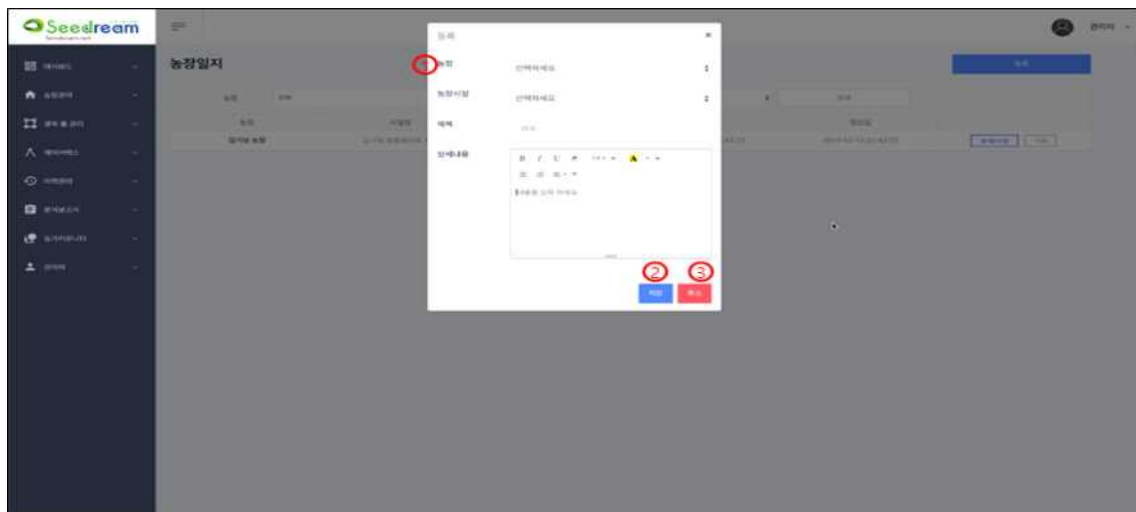
- + 1.농장 작기 정보 수정 팝업이 나타나고 선택한 농장 작기 정보가 표시된다.
- + 2.저장 버튼을 클릭하면 수정한 농장 작기 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3.취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.

- 농장일지

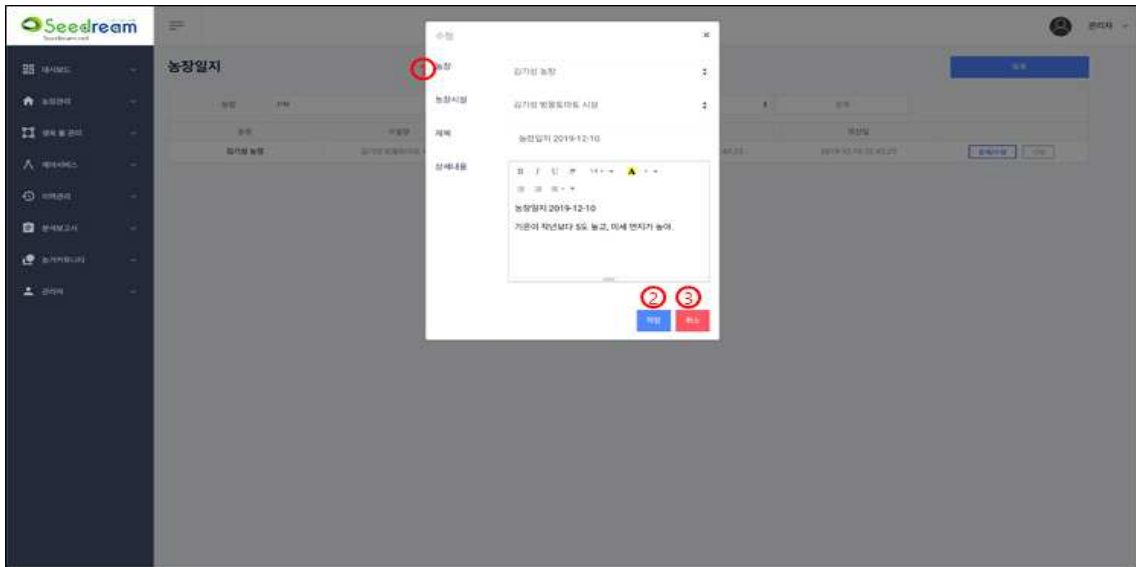


<농장일지>

- + 1. 검색 조건을 선택 한다.
- + 2. 검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 농장 일지 목록을 보여준다.
- + 3. 등록 버튼을 클릭 하면 농장 일지 정보 등록 팝업이 나타난다.
- + 4. 상세/수정 버튼을 클릭하면 선택한 농장 일지 정보 수정 팝업이 나타난다.
- + 5. 삭제 버튼을 클릭하면 삭제 확인 팝업이 나타나고 예를 선택 하면 선택한 농장일지가 삭제 된다.
- + 6. 등록, 상세/수정, 삭제 버튼은 권한에 따라 표시 된다.

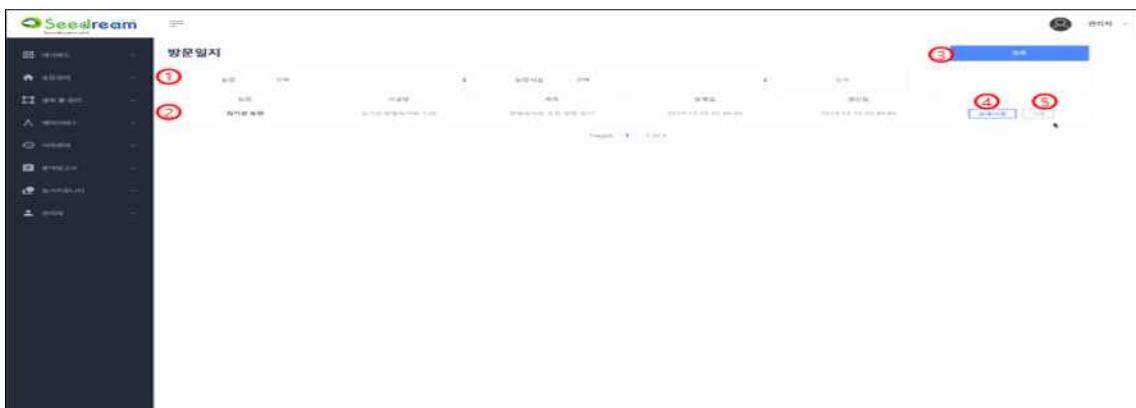


- + 1. 농장 일지 등록 팝업이 나타나고 입력할 수 있다.
- + 2. 저장 버튼을 클릭하면 농장 일지 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3. 취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.



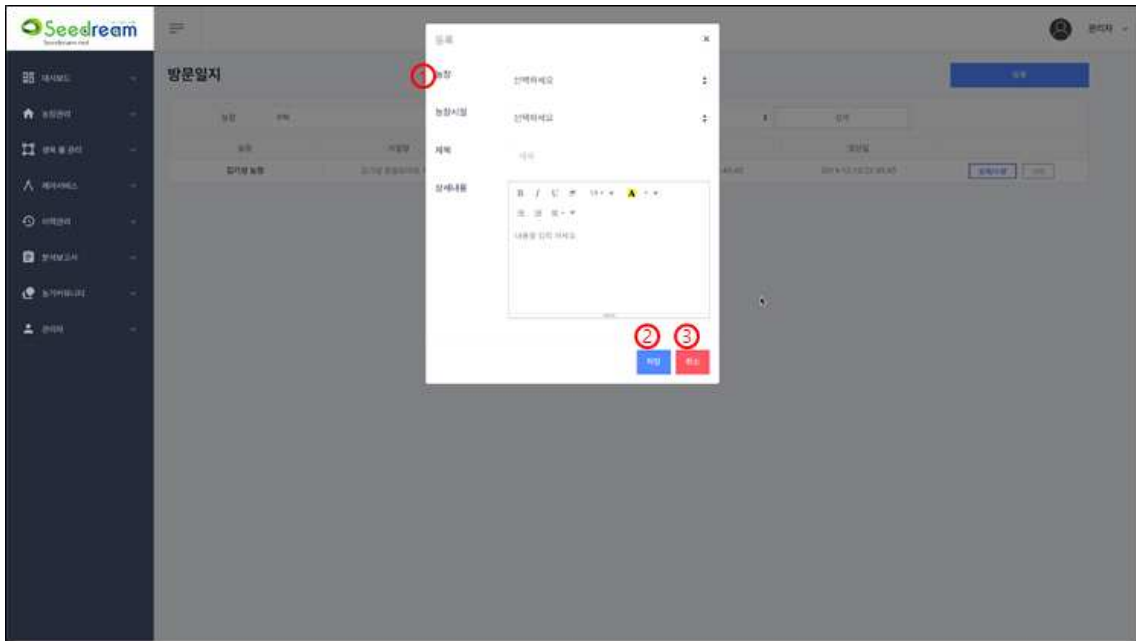
- + 1.농장 일지 정보 수정 팝업이 나타나고 선택한 농장 일지 정보가 표시된다.
- + 2.저장 버튼을 클릭하면 수정한 농장 일지 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3.취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.

- 방문일지

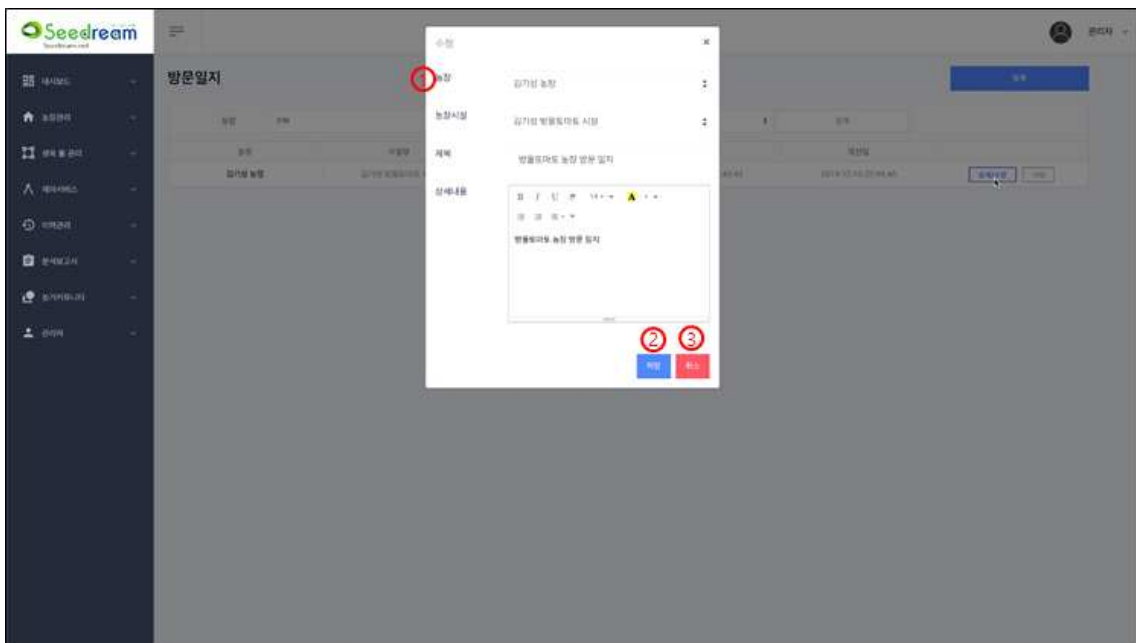


<방문일지>

- + 1.검색 조건을 선택 한다.
- + 2.검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 방문 일지 목록을 보여 준다.
- + 3.등록 버튼을 클릭 하면 방문 일지 정보 등록 팝업이 나타난다.
- + 4.상세/수정 버튼을 클릭하면 선택한 방문 일지 정보 수정 팝업이 나타난다.
- + 5.삭제 버튼을 클릭하면 삭제 확인 팝업이 나타나고 예를 선택 하면 선택한 방문일지가 삭제 된다.
- + 6.등록, 상세/수정, 삭제 버튼은 권한에 따라 표시 된다.



- + 1.방문 일지 등록 팝업이 나타나고 입력할 수 있다.
- + 2.저장 버튼을 클릭하면 방문 일지 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3.취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.



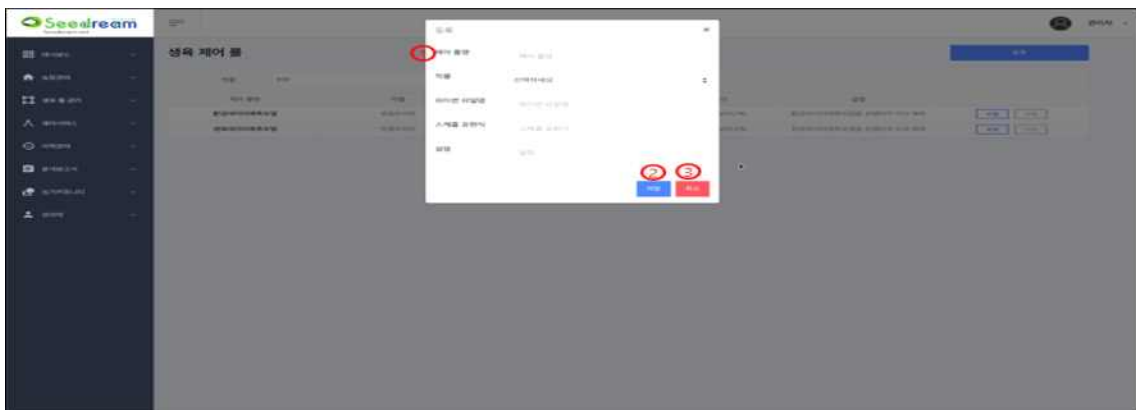
- + 1.방문 일지 정보 수정 팝업이 나타나고 선택한 방문 일지 정보가 표시된다.
- + 2.저장 버튼을 클릭하면 수정한 방문 일지 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3.취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.

- 생육 룰 관리
- + 생육 제어 룰

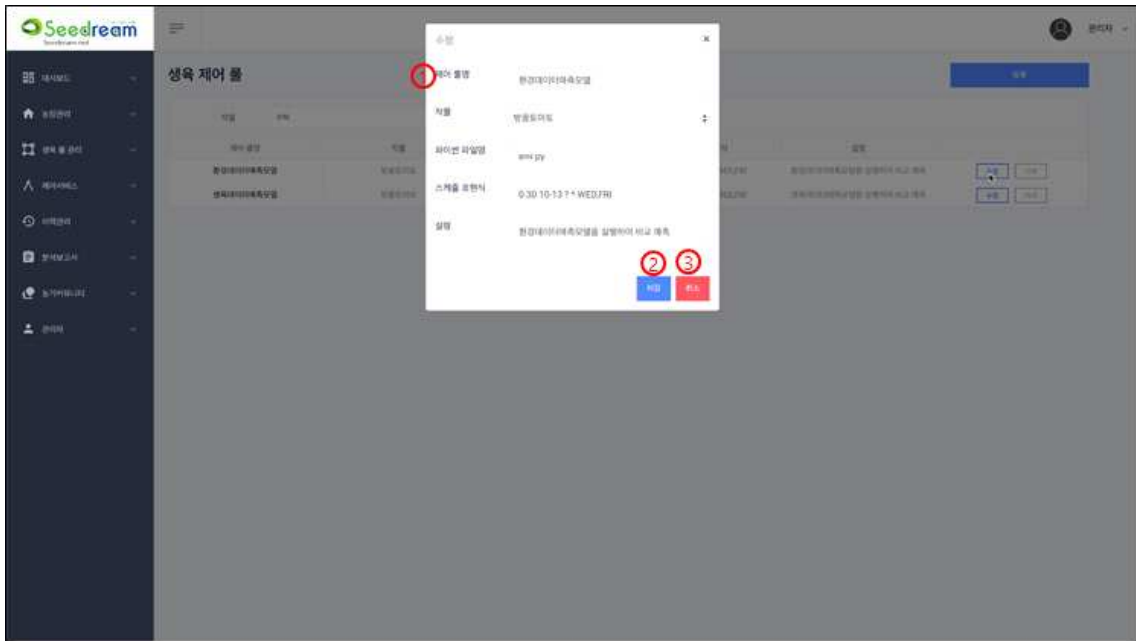


<생육제어 룰>

- + 1.검색 조건을 선택 한다.
- + 2.검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 생육 제어 룰 목록을 보여준다.
- + 3.등록 버튼을 클릭 하면 생육 제어 룰 정보 등록 팝업이 나타난다.
- + 4.수정 버튼을 클릭하면 선택한 생육 제어 룰 정보 수정 팝업이 나타난다.
- + 5.삭제 버튼을 클릭하면 삭제 확인 팝업이 나타나고 예를 선택 하면 선택한 생육 제어 룰이 삭제 된다.
- + 6.등록, 수정, 삭제 버튼은 권한에 따라 표시 된다.

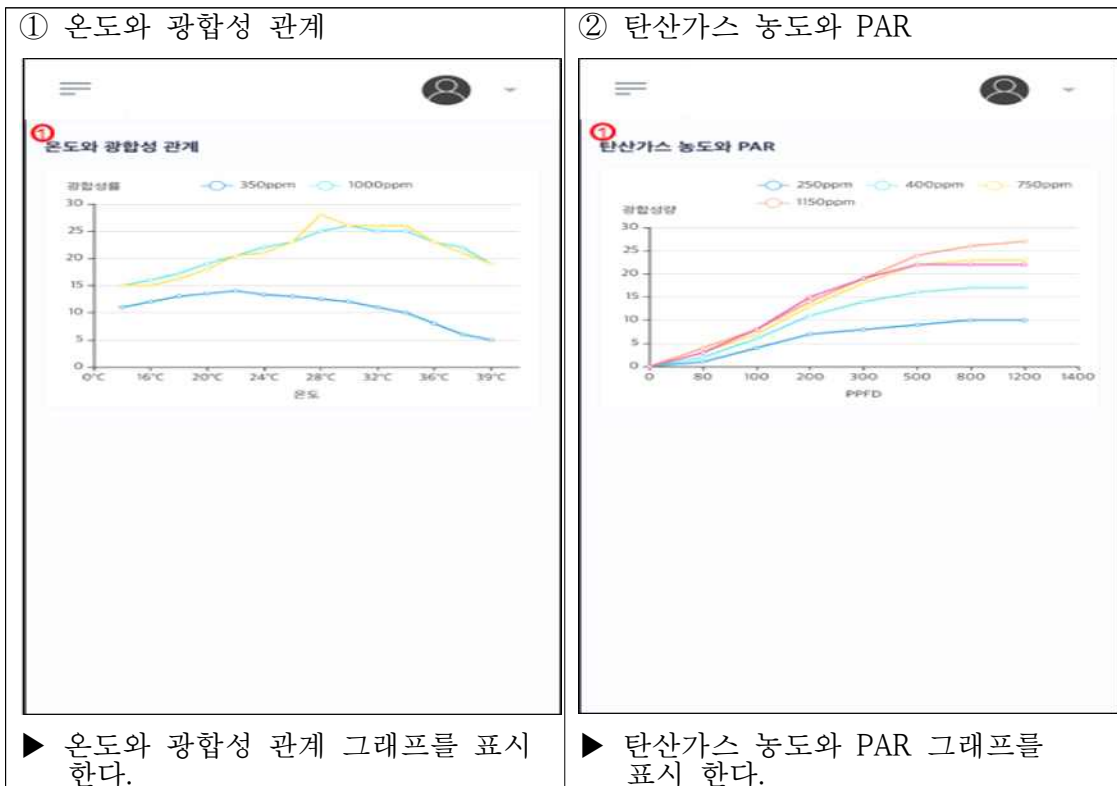


- + 1.생육 제어 룰 등록 팝업이 나타나고 입력할 수 있다.
- + 2.저장 버튼을 클릭하면 생육 제어 룰 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + [확인]파일썬 파일은 서버에 먼저 저장 되어있어야 한다. 스케줄 표현식은 CRON 형식으로 작성 되어야 한다.
- + 3.취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.

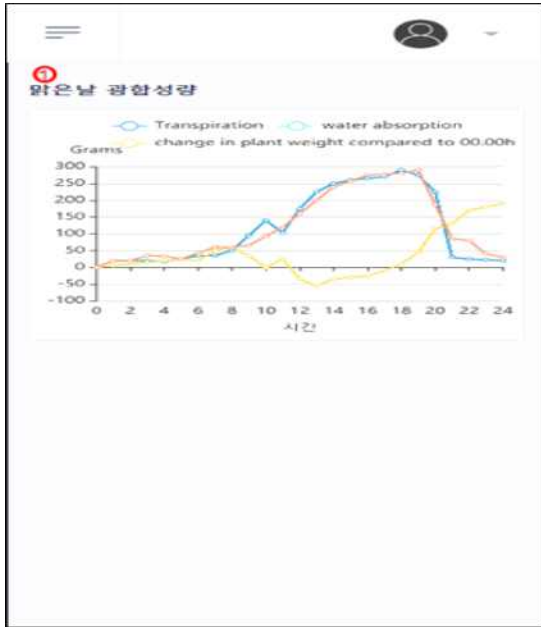


- + 1. 생육 제어 룰 정보 수정 팝업이 나타나고 선택한 생육 제어 룰 정보가 표시된다.
- + 2. 저장 버튼을 클릭하면 수정한 생육 제어 룰 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3. 취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.

(2) 생육 모델

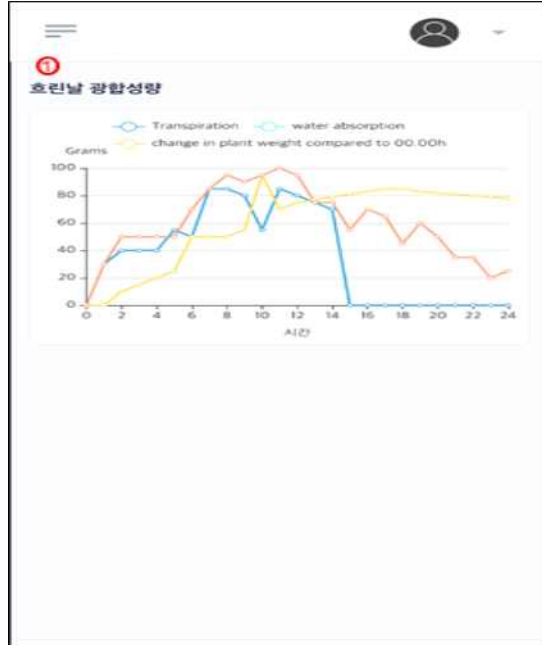


③ 맑은날 광합성량



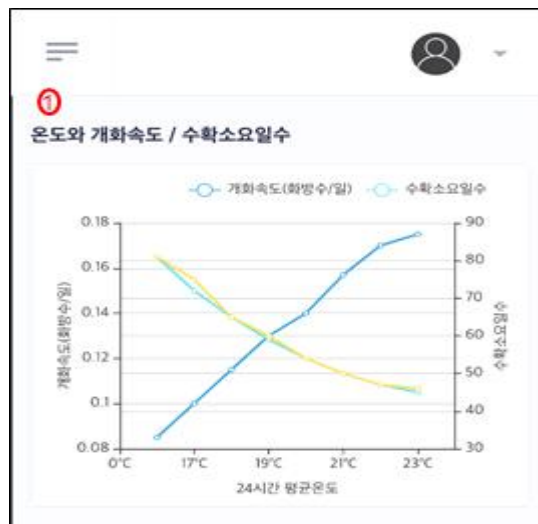
▶ 맑은 날 광합성량 그래프를 표시 한다.

④ 흐린날 광합성량



▶ 흐린 날 광합성량 그래프를 표시 한다.

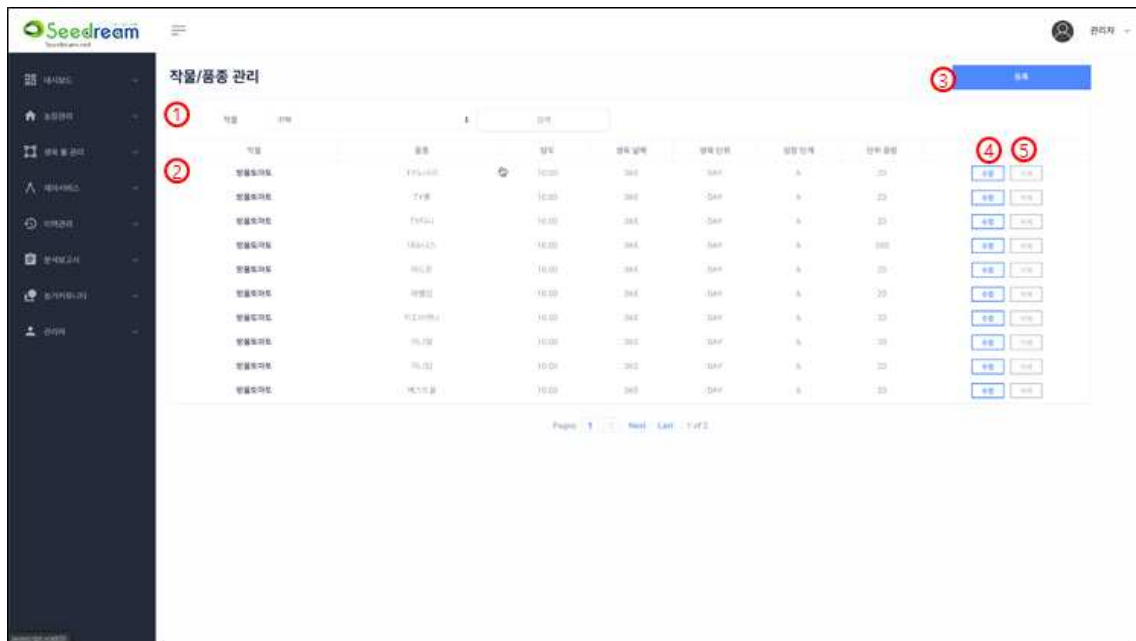
⑤ 온도와 개화속도/수확소요일수



▶ 온도와 개화속도/수확소요일수 그래프를 표시 한다.

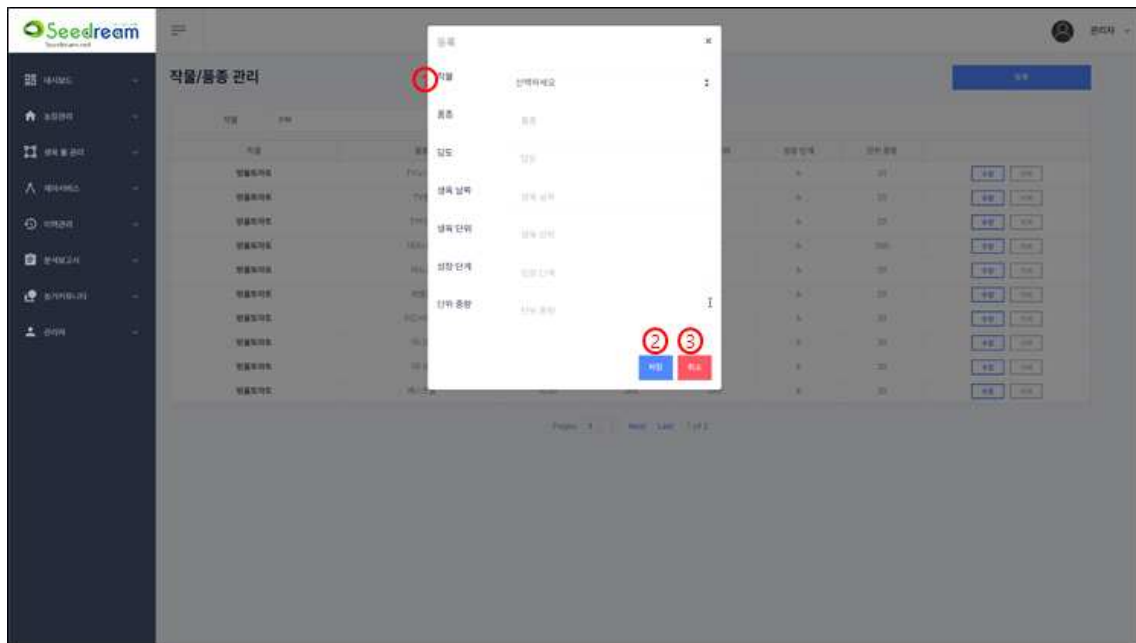
○ 제어서비스

- 작물/품종 관리

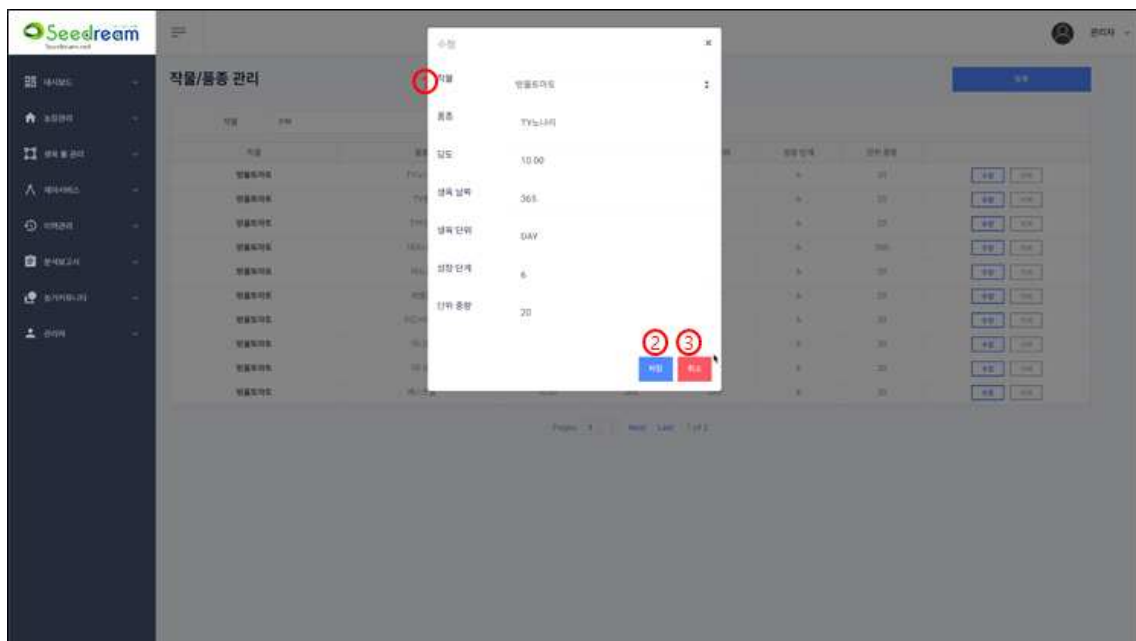


<작물 품종 관리>

- + 1.검색 조건을 선택 한다.
- + 2.검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 작물/품종 목록을 보여준다.
- + 3.등록 버튼을 클릭 하면 작물/품종 정보 등록 팝업이 나타난다.
- + 4.수정 버튼을 클릭하면 선택한 작물/품종 정보 수정 팝업이 나타난다.
- + 5.삭제 버튼을 클릭하면 삭제 확인 팝업이 나타나고 예를 선택 하면 선택한 작물/품종이 삭제 된다.
- + 6.등록, 수정, 삭제 버튼은 권한에 따라 표시 된다.



- + 1.작물/품종 등록 팝업이 나타나고 입력할 수 있다.
- + 2.저장 버튼을 클릭하면 작물/품종 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3.취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.



- + 1.작물/품종 정보 수정 팝업이 나타나고 선택한 작물/품종 정보가 표시된다.
- + 2.저장 버튼을 클릭하면 수정한 작물/품종 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3.취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.

- 환경 기준 관리

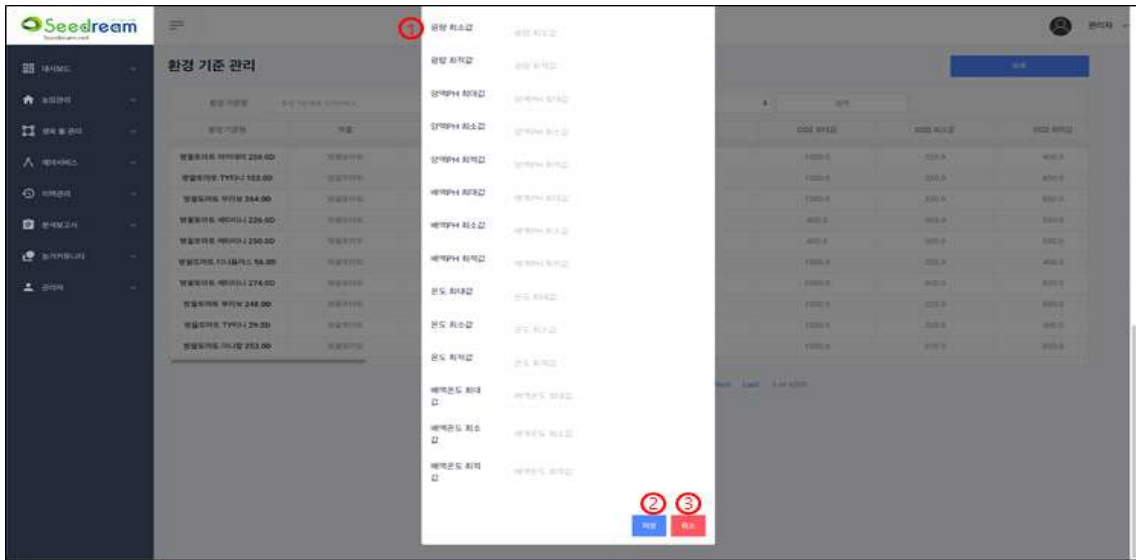


<환경기준 관리>

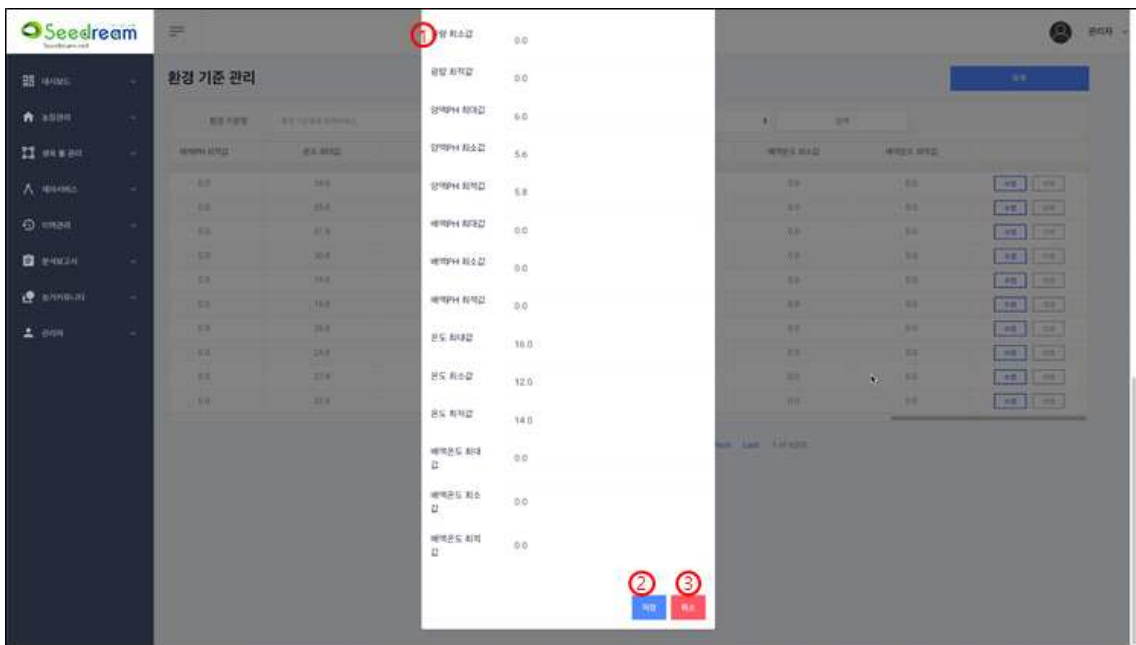
- + 1. 검색 조건을 선택 한다.
- + 2. 검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 환경 기준 목록을 보여준다.
- + 3. 등록 버튼을 클릭 하면 환경 기준 정보 등록 팝업이 나타난다.
- + 4. 등록 버튼은 권한에 따라 표시 된다.



- + 1. 수정 버튼을 클릭하면 선택한 환경 기준 정보 수정 팝업이 나타난다.
- + 2. 삭제 버튼을 클릭하면 삭제 확인 팝업이 나타나고 예를 선택 하면 선택한 환경 기준이 삭제 된다.
- + 3. 수정, 삭제 버튼은 권한에 따라 표시 된다.

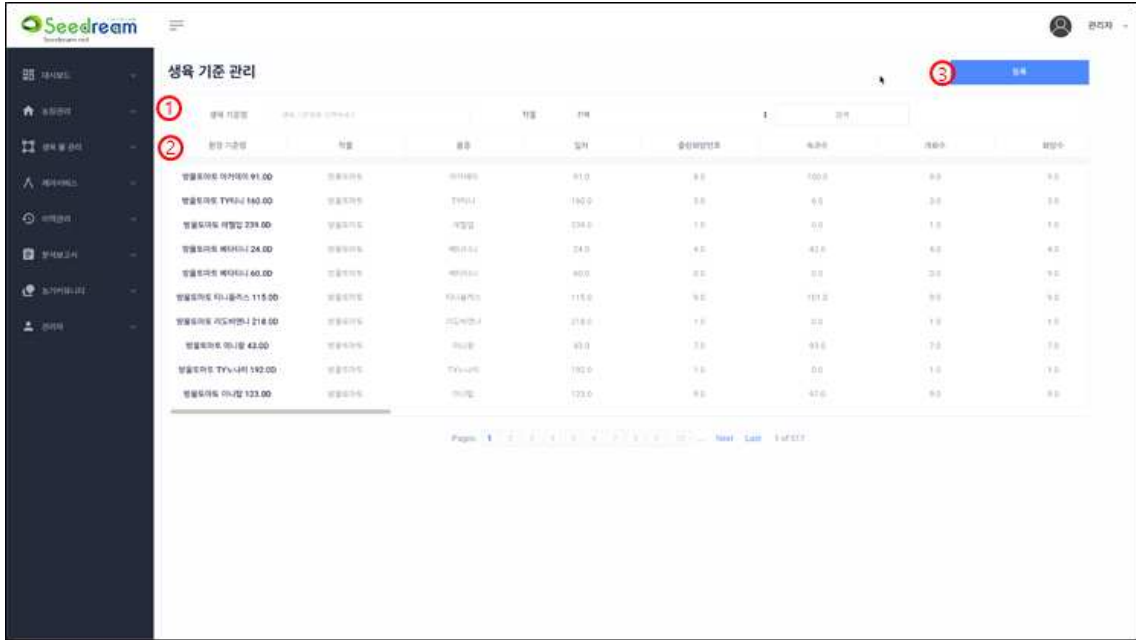


- + 1.환경 기준 등록 팝업이 나타나고 입력할 수 있다.
- + 2.저장 버튼을 클릭하면 환경 기준 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3.취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.



- + 1.환경 기준 정보 수정 팝업이 나타나고 선택한 환경 기준 정보가 표시된다.
- + 2.저장 버튼을 클릭하면 수정한 환경 기준 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3.취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.

- 생육 기준 관리

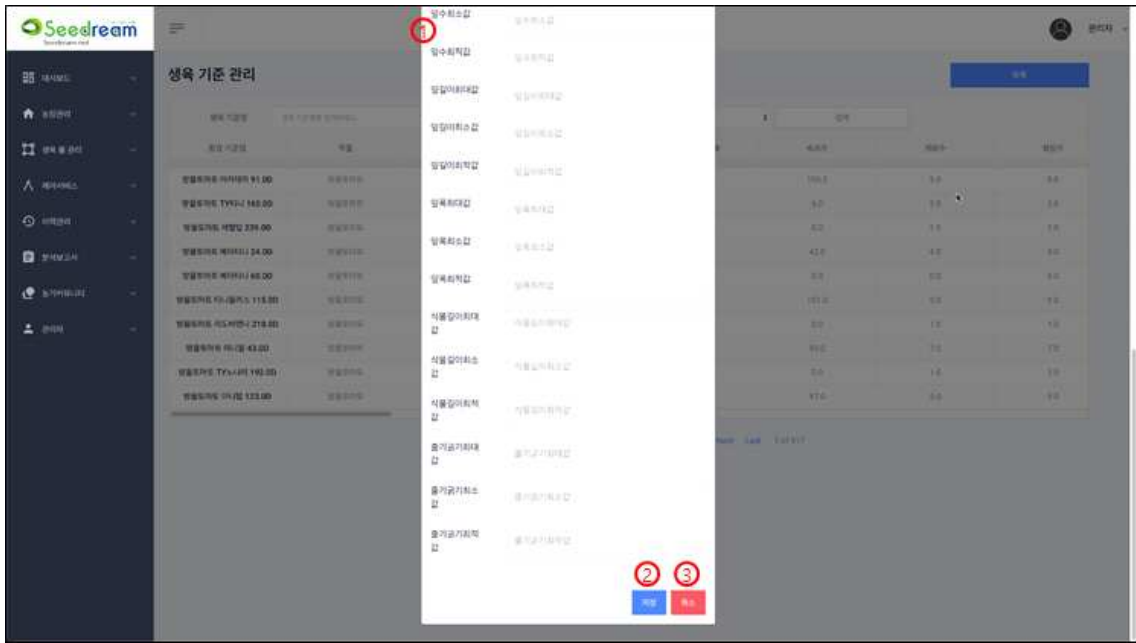


<생육 기준 관리>

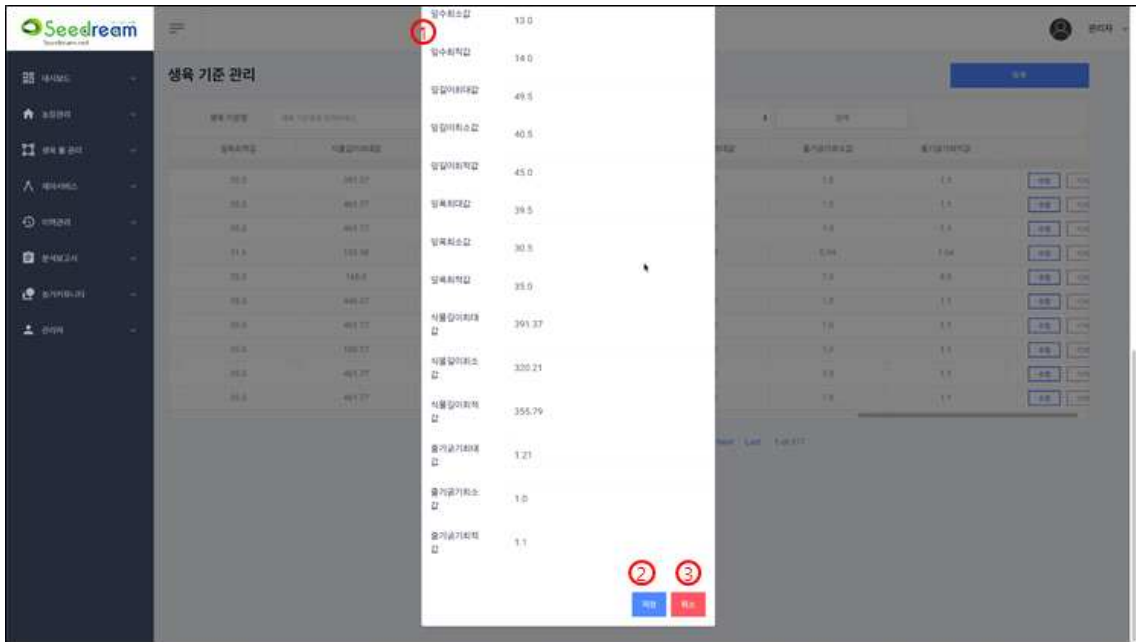
- + 1. 검색 조건을 선택 한다.
- + 2. 검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 생육 기준 목록을 보여준다.
- + 3. 등록 버튼을 클릭 하면 생육 기준 정보 등록 팝업이 나타난다.
- + 4. 등록 버튼은 권한에 따라 표시 된다.



- + 1. 수정 버튼을 클릭하면 선택한 생육 기준 정보 수정 팝업이 나타난다.
- + 2. 삭제 버튼을 클릭하면 삭제 확인 팝업이 나타나고 예를 선택 하면 선택한 생육 기준이 삭제 된다.
- + 3. 수정, 삭제 버튼은 권한에 따라 표시 된다.



- + 1. 생육 기준 등록 팝업이 나타나고 입력할 수 있다.
- + 2. 저장 버튼을 클릭하면 생육 기준 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3. 취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.



- + 1. 생육 기준 정보 수정 팝업이 나타나고 선택한 생육 기준 정보가 표시된다.
- + 2. 저장 버튼을 클릭하면 수정한 생육 기준 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3. 취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.

- 제어기기 관리

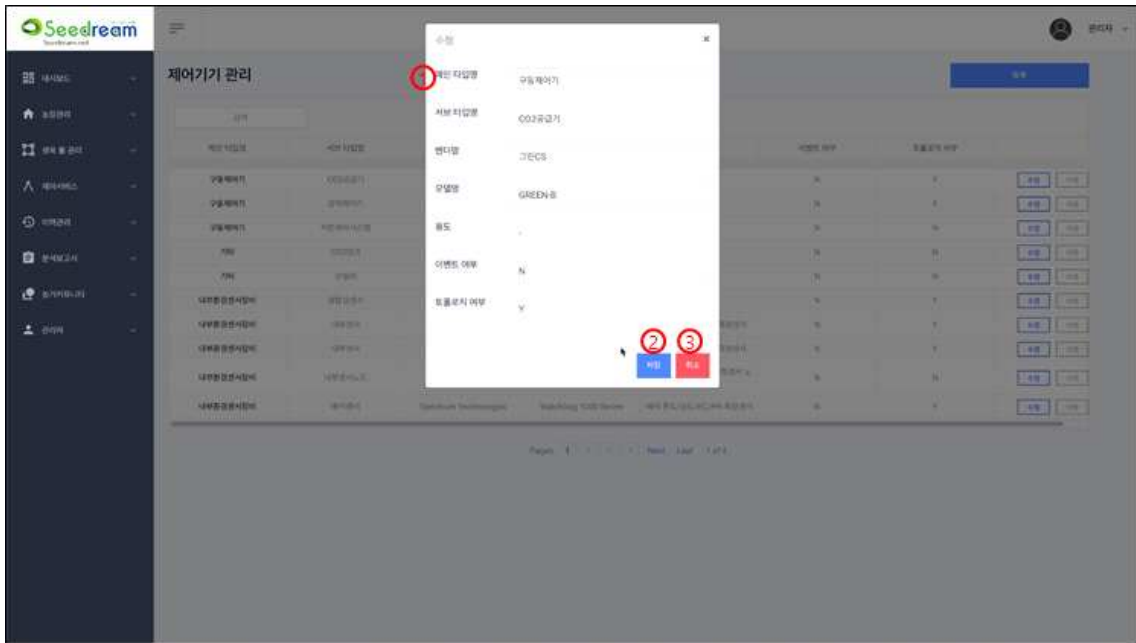


<제어 기기 관리>

- + 1. 검색 조건을 선택 한다.
- + 2. 검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 제어기기 목록을 보여준다.
- + 3. 등록 버튼을 클릭 하면 제어기기 정보 등록 팝업이 나타난다.
- + 4. 수정 버튼을 클릭하면 선택한 제어기기 정보 수정 팝업이 나타난다.
- + 5. 삭제 버튼을 클릭하면 삭제 확인 팝업이 나타나고 예를 선택 하면 선택한 제어기기가 삭제 된다.
- + 6. 등록, 수정, 삭제 버튼은 권한에 따라 표시 된다.



- + 1. 제어기기 등록 팝업이 나타나고 입력할 수 있다.
- + 2. 저장 버튼을 클릭하면 제어기기 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3. 취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.



- + 1.제어기기 정보 수정 팝업이 나타나고 선택한 제어기기 정보가 표시된다.
- + 2.저장 버튼을 클릭하면 수정한 제어기기 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3.취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.

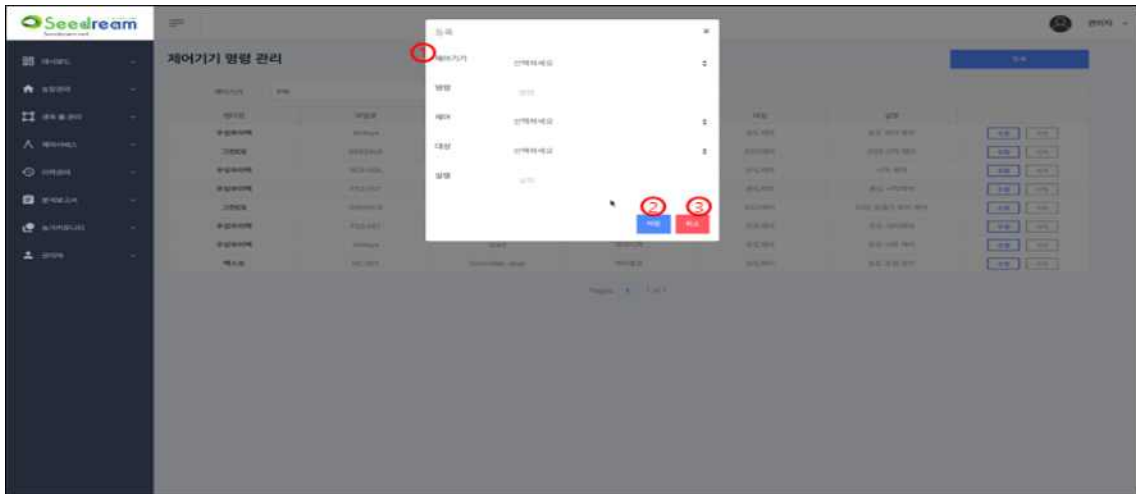
- 제어기기 명령 관리



<제어 기기 명령 관리>

- + 1.검색 조건을 선택 한다.

- + 2.검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 제어기기 명령 목록을 보여 준다.
- + 3.등록 버튼을 클릭 하면 제어기기 명령 정보 등록 팝업이 나타난다.
- + 4.수정 버튼을 클릭하면 선택한 제어기기 명령 정보 수정 팝업이 나타난다.
- + 5.삭제 버튼을 클릭하면 삭제 확인 팝업이 나타나고 예를 선택 하면 선택한 제어기기 명령이 삭제 된다.
- + 6.등록, 수정, 삭제 버튼은 권한에 따라 표시 된다.

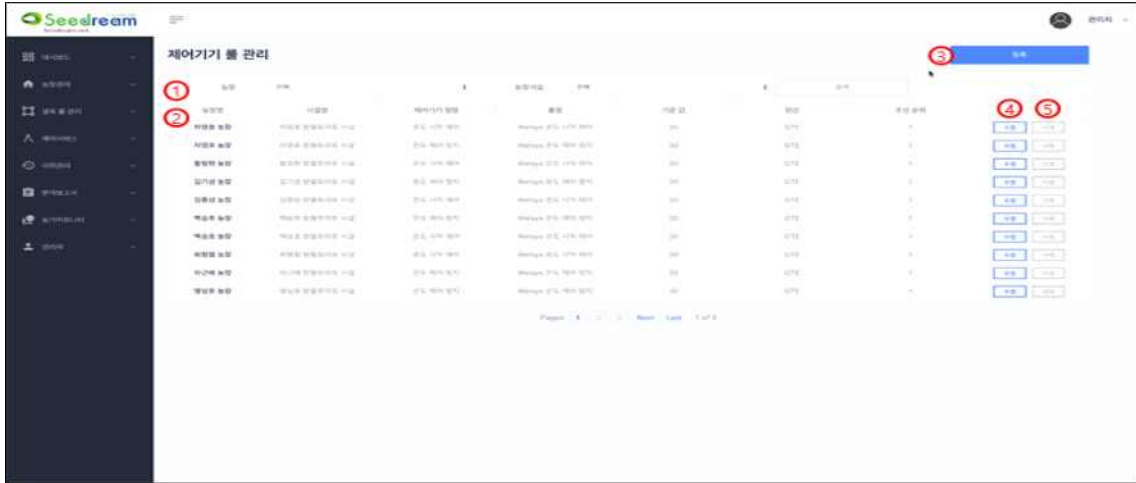


- + 1.제어기기 명령 등록 팝업이 나타나고 입력할 수 있다.
- + 2.저장 버튼을 클릭하면 제어기기 명령 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3.취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.



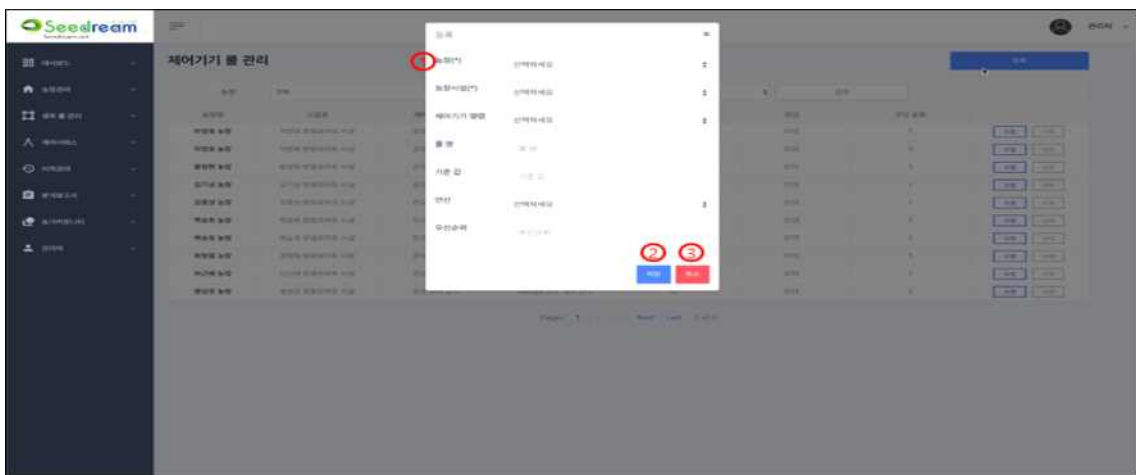
- + 1.제어기기 명령 정보 수정 팝업이 나타나고 선택한 제어기기 정보가 표시된다.
- + 2.저장 버튼을 클릭하면 수정한 제어기기 명령 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3.취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.

- 제어기기 를 관리

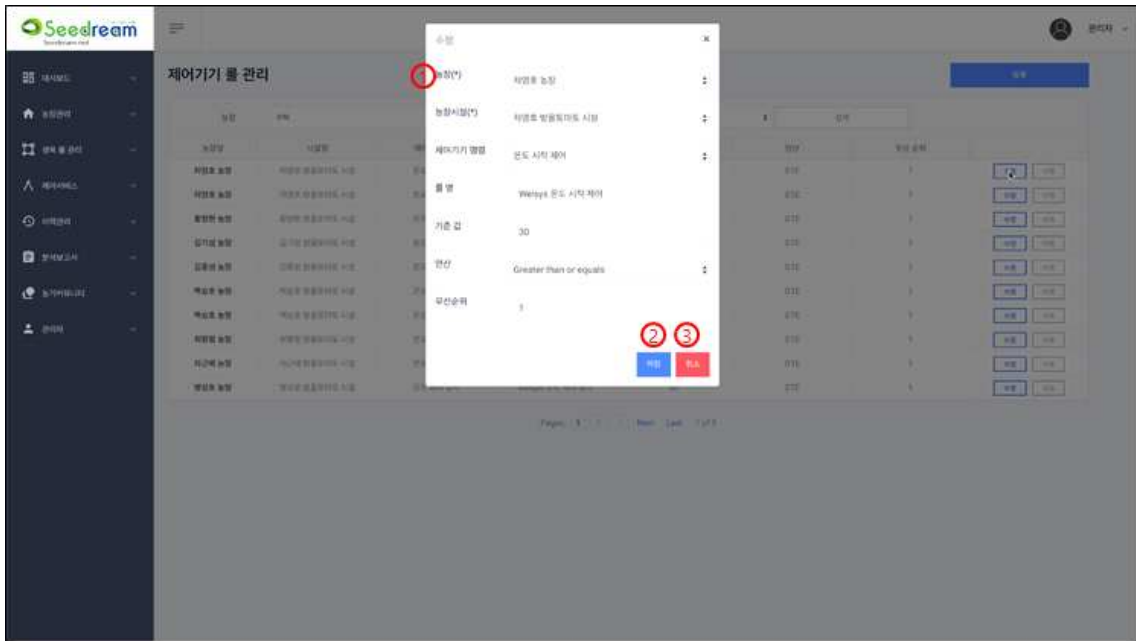


<제어 기기 를 관리>

- + 1.검색 조건을 선택 한다.
- + 2.검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 제어기기 를 목록을 보여준다.
- + 3.등록 버튼을 클릭 하면 제어기기 를 정보 등록 팝업이 나타난다.
- + 4.수정 버튼을 클릭하면 선택한 제어기기 를 정보 수정 팝업이 나타난다.
- + 5.삭제 버튼을 클릭하면 삭제 확인 팝업이 나타나고 예를 선택 하면 선택한 제어기기 를이 삭제 된다.
- + 6.등록, 수정, 삭제 버튼은 권한에 따라 표시 된다.



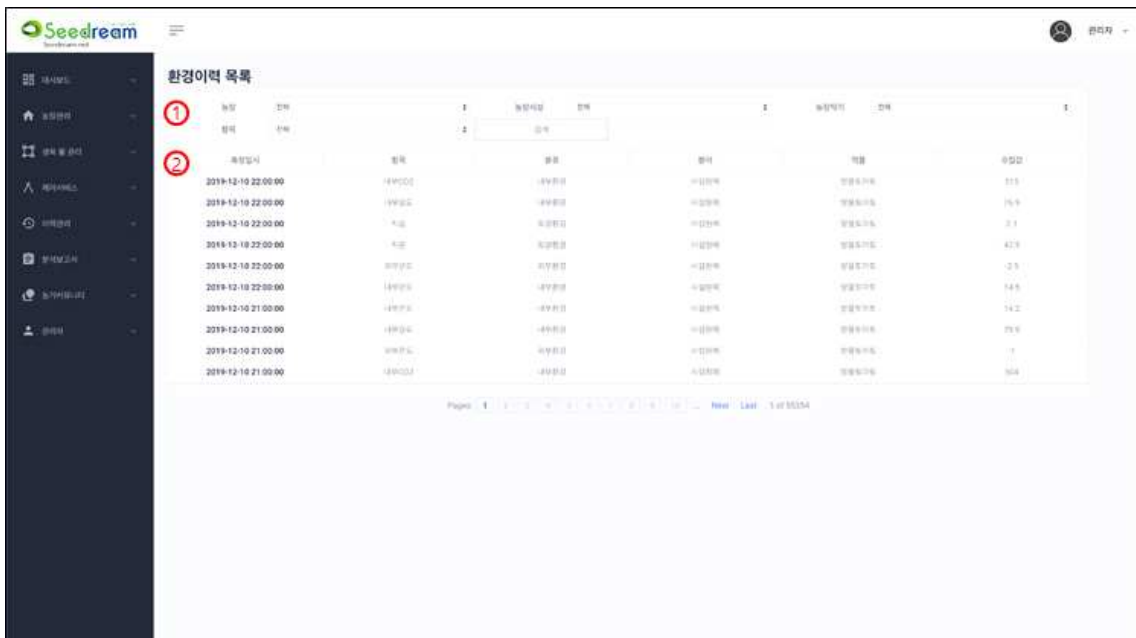
- + 1.제어기기 를 등록 팝업이 나타나고 입력할 수 있다.
- + 2.저장 버튼을 클릭하면 제어기기 를 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3.취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.



- + 1.제어기기 를 정보 수정 팝업이 나타나고 선택한 제어기기 정보가 표시된다.
- + 2.저장 버튼을 클릭하면 수정한 제어기기 를 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3.취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.

○ 이력관리

- 환경이력 목록



<환경이력 목록>

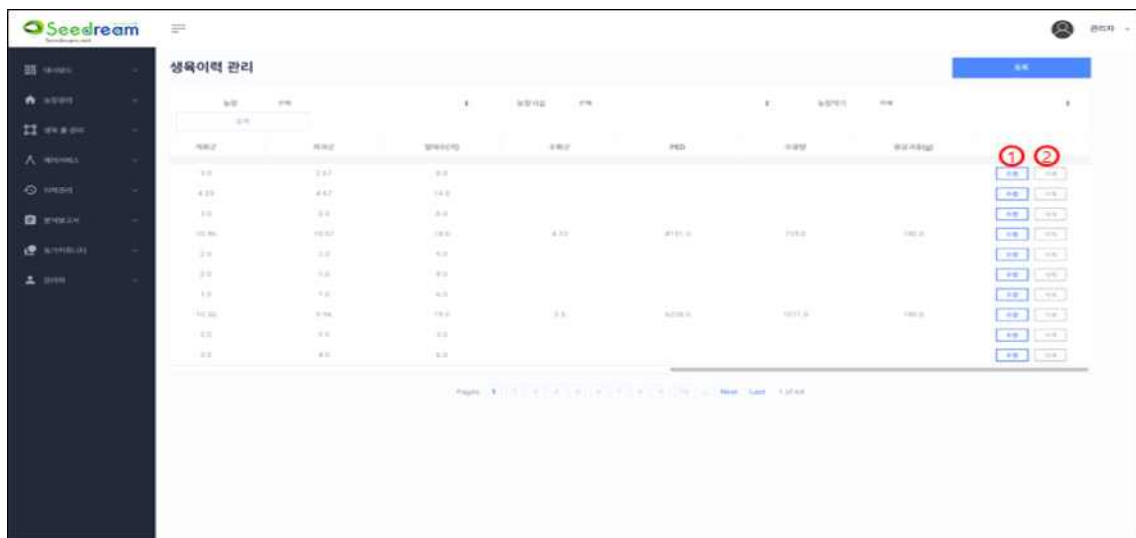
- + 1.검색 조건을 선택 한다.
- + 2.검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 환경이력 목록을 보여준다.

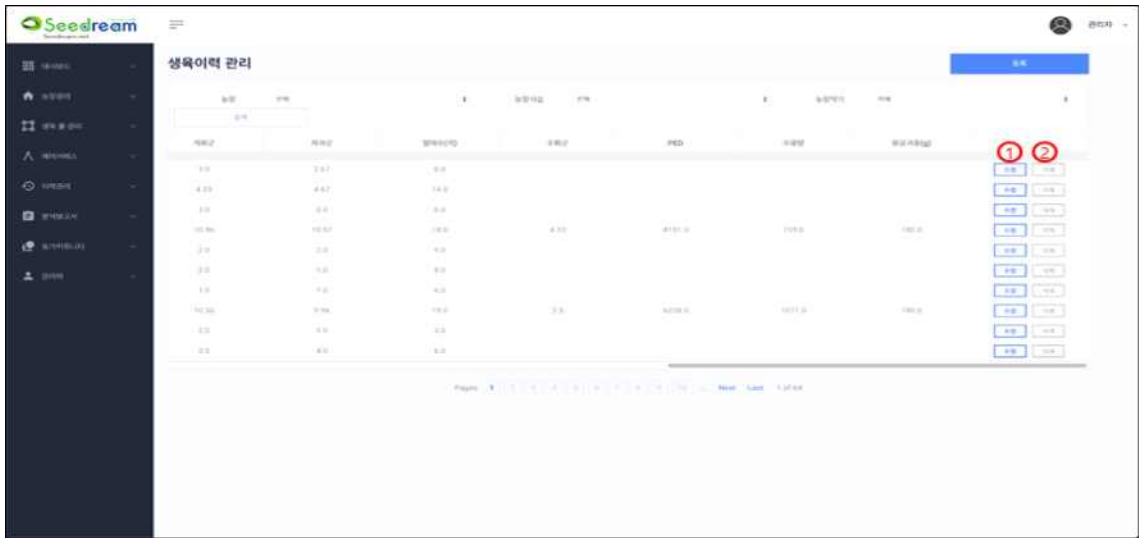
- 생육이력 관리



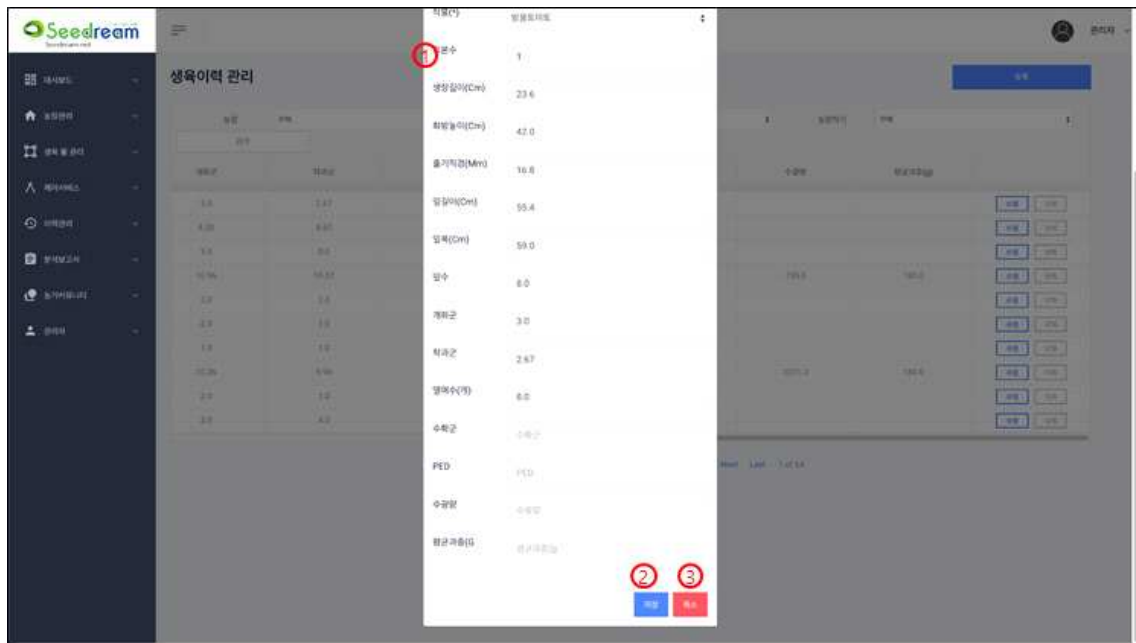
<생육이력 관리>

- + 1. 검색 조건을 선택 한다.
- + 2. 검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 생육이력 목록을 보여준다.
- + 3. 등록 버튼을 클릭 하면 생육이력 정보 등록 팝업이 나타난다.
- + 4. 등록 버튼은 권한에 따라 표시 된다.

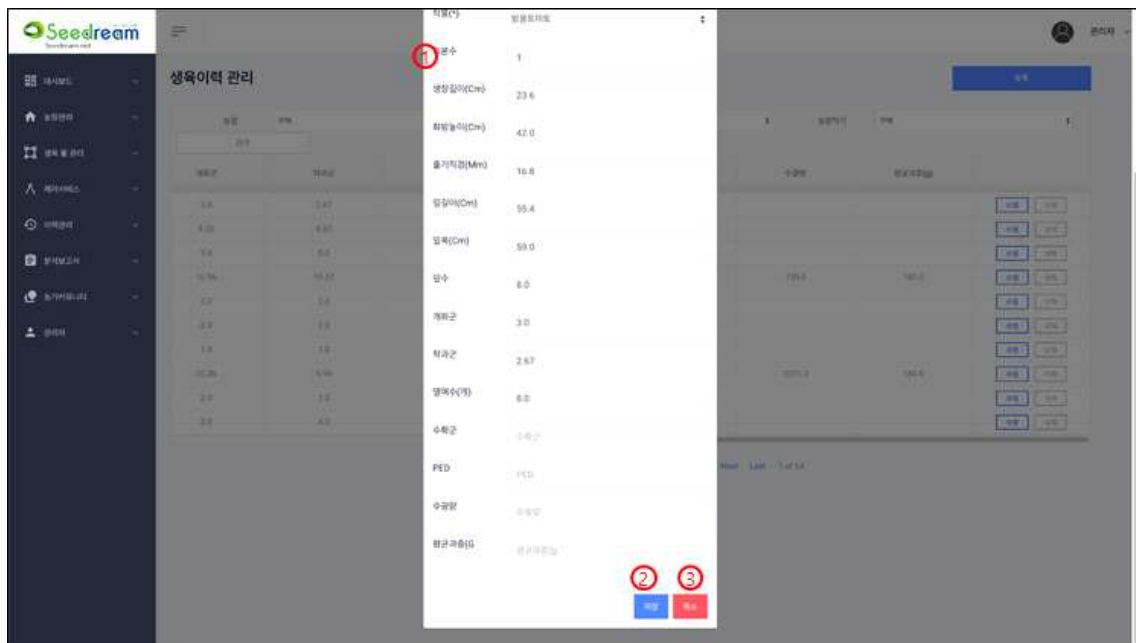




- + 1.수정 버튼을 클릭하면 선택한 생육이력 정보 수정 팝업이 나타난다.
- + 2.삭제 버튼을 클릭하면 삭제 확인 팝업이 나타나고 예를 선택 하면 선택한 생육이력이 삭제 된다.
- + 3.수정, 삭제 버튼은 권한에 따라 표시 된다.



- + 1. 생육이력 등록 팝업이 나타나고 입력할 수 있다.
- + 2. 저장 버튼을 클릭하면 생육이력 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3. 취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.



- + 1. 생육이력 정보 수정 팝업이 나타나고 선택한 생육이력 정보가 표시된다.
- + 2. 저장 버튼을 클릭하면 수정한 생육이력 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3. 취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.

- 제어이력 목록

제어이력시간	농장	농장번호	농장이름	제어이력	제어이력시간
2019-06-17 21:00:00	계룡호	110124	계룡호	계룡호 계룡호의 수온	2019-06-17 21:00:00
2019-06-14 20:00:00	계룡호	110124	계룡호	계룡호 계룡호의 수온	2019-06-14 20:00:00
2019-05-22 23:00:00	계룡호	110124	계룡호	계룡호 계룡호의 수온	2019-05-22 23:00:00
2019-05-07 07:00:00	계룡호	110124	계룡호	계룡호 계룡호의 수온	2019-05-07 07:00:00
2019-04-27 06:00:00	계룡호	110124	계룡호	계룡호 계룡호의 수온	2019-04-27 06:00:00
2019-04-24 18:00:00	계룡호	110124	계룡호	계룡호 계룡호의 수온	2019-04-24 18:00:00
2019-04-20 18:00:00	계룡호	110124	계룡호	계룡호 계룡호의 수온	2019-04-20 18:00:00
2019-05-04 09:00:00	계룡호	110124	계룡호	계룡호 계룡호의 수온	2019-05-04 09:00:00
2019-02-28 13:00:00	계룡호	110124	계룡호	계룡호 계룡호의 수온	2019-02-28 13:00:00
2019-02-13 10:00:00	계룡호	110124	계룡호	계룡호 계룡호의 수온	2019-02-13 10:00:00

<제어이력 관리>

- + 1. 검색 조건을 선택 한다.
- + 2. 검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 제어이력 목록을 보여준다.

- 이상알림 목록

농장	농장번호	농장이름	이상알림	이상알림시간
계룡호	110124	계룡호	계룡호 계룡호의 수온	2019-06-17 21:00:00
계룡호	110124	계룡호	계룡호 계룡호의 수온	2019-06-14 20:00:00
계룡호	110124	계룡호	계룡호 계룡호의 수온	2019-05-22 23:00:00
계룡호	110124	계룡호	계룡호 계룡호의 수온	2019-05-07 07:00:00
계룡호	110124	계룡호	계룡호 계룡호의 수온	2019-04-27 06:00:00
계룡호	110124	계룡호	계룡호 계룡호의 수온	2019-04-24 18:00:00
계룡호	110124	계룡호	계룡호 계룡호의 수온	2019-04-20 18:00:00
계룡호	110124	계룡호	계룡호 계룡호의 수온	2019-05-04 09:00:00
계룡호	110124	계룡호	계룡호 계룡호의 수온	2019-02-28 13:00:00
계룡호	110124	계룡호	계룡호 계룡호의 수온	2019-02-13 10:00:00

<이상 알림 관리>

- + 1. 검색 조건을 선택 한다.
- + 2. 검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 이상알림 목록을 보여준다.

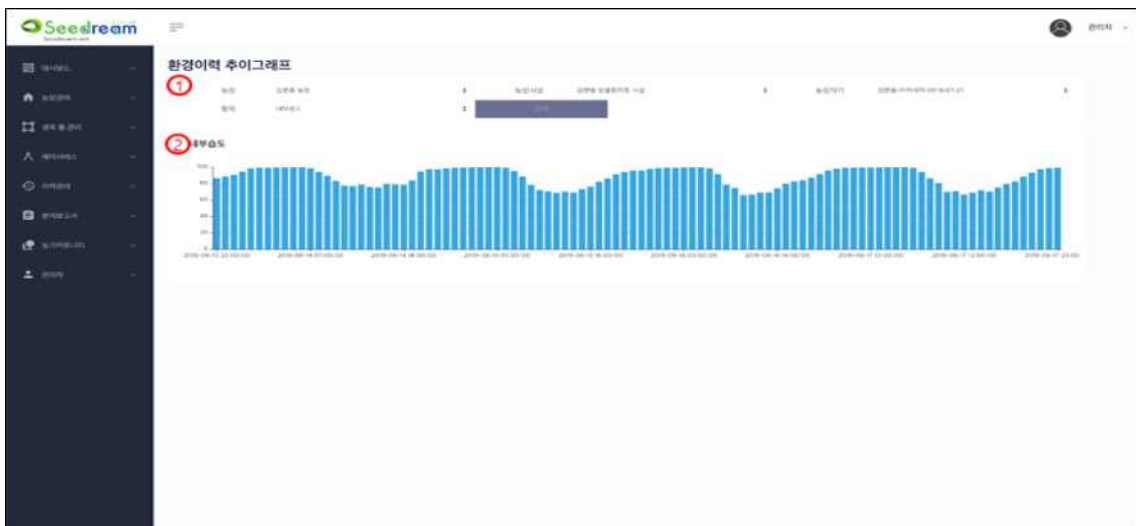
- 기상정보 목록

지역	연도	계보일시	기온(°C)	풍속(°C)	풍향(°C)	습도(D)	비율(%)
충청남도	부안군	2019-12-13 00:00:00	3			85	조기
충청남도	부안군	2019-12-13 00:00:00	3			85	양호
충청남도	부안군	2019-12-13 00:00:00	4			85	조기
충청남도	부안군	2019-12-13 00:00:00	4			85	양호
충청남도	부안군	2019-12-13 00:00:00	3			85	양호
충청남도	부안군	2019-12-13 21:00:00	3			75	양호
충청남도	부안군	2019-12-13 21:00:00	3			75	양호
충청남도	부안군	2019-12-13 21:00:00	3			75	양호
충청남도	부안군	2019-12-13 21:00:00	3			80	양호
충청남도	부안군	2019-12-13 21:00:00	3			75	양호

<기상정보 목록관리>

- + 1. 검색 조건을 선택 한다.
- + 2. 검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 기상정보 목록을 보여준다.

○ 분석 보고서
- 환경이력 추이 그래프



<환경이력 추이 그래프>

- + 1. 검색 조건을 선택 한다.

- + 2.검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 환경이력 그래프를 보여준다.

- 생육이력 추이 그래프



<생육이력 추이 그래프>

- + 1.검색 조건을 선택 한다.
- + 2.검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 생육이력 그래프를 보여준다.

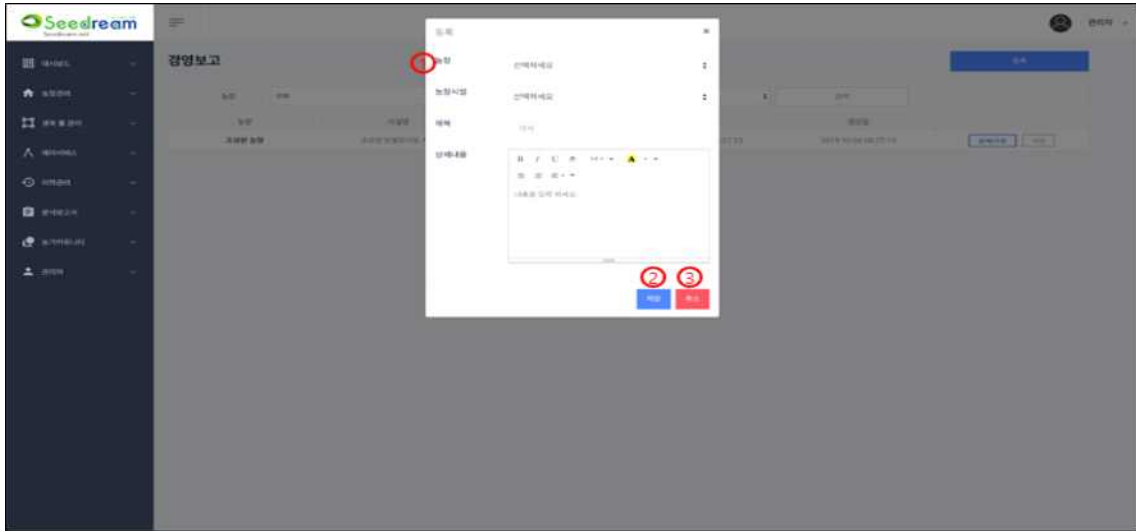
- 경영보고관리



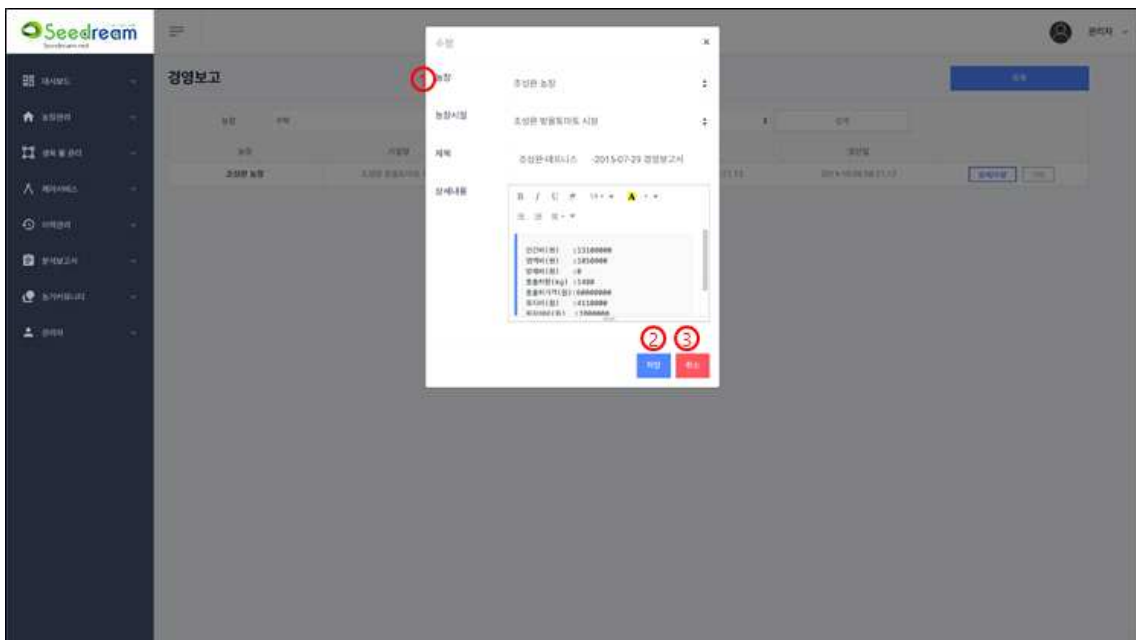
<경영보고>

- + 1.검색 조건을 선택 한다.
- + 2.검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 경영 보고 목록을 보여준다.

- + 3.등록 버튼을 클릭 하면 경영보고 정보 등록 팝업이 나타난다.
- + 4.수정 버튼을 클릭하면 선택한 경영보고 정보 수정 팝업이 나타난다.
- + 5.삭제 버튼을 클릭하면 삭제 확인 팝업이 나타나고 예를 선택 하면 선택한 경영보고가 삭제 된다.
- + 6.등록, 상세/수정, 삭제 버튼은 권한에 따라 표시 된다.

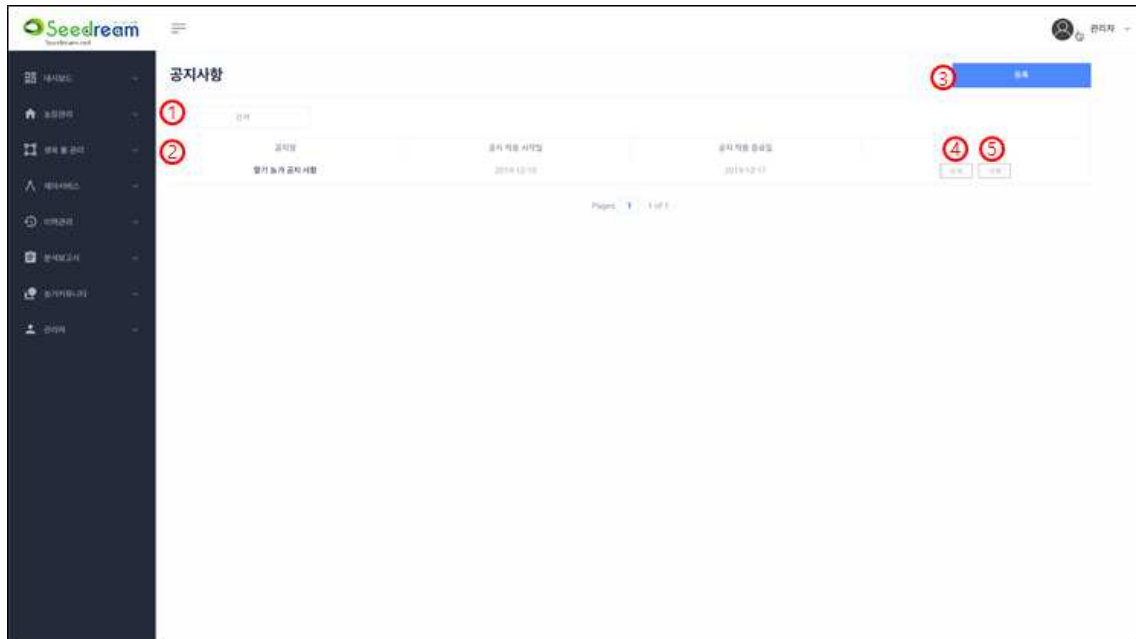


- + 1.경영보고 등록 팝업이 나타나고 입력할 수 있다.
- + 2.저장 버튼을 클릭하면 경영보고 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3.취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.



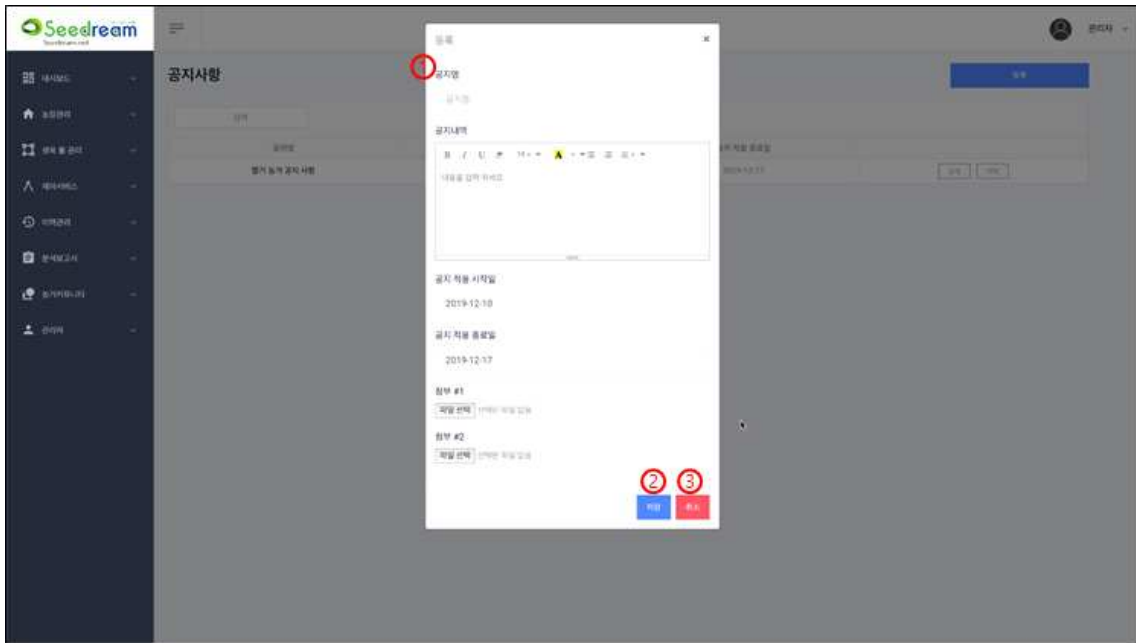
- + 1.경영보고 정보 수정 팝업이 나타나고 선택한 경영보고 정보가 표시된다.
- + 2.저장 버튼을 클릭하면 수정한 경영보고 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3.취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.

○ 농가 커뮤니티
- 공지사항

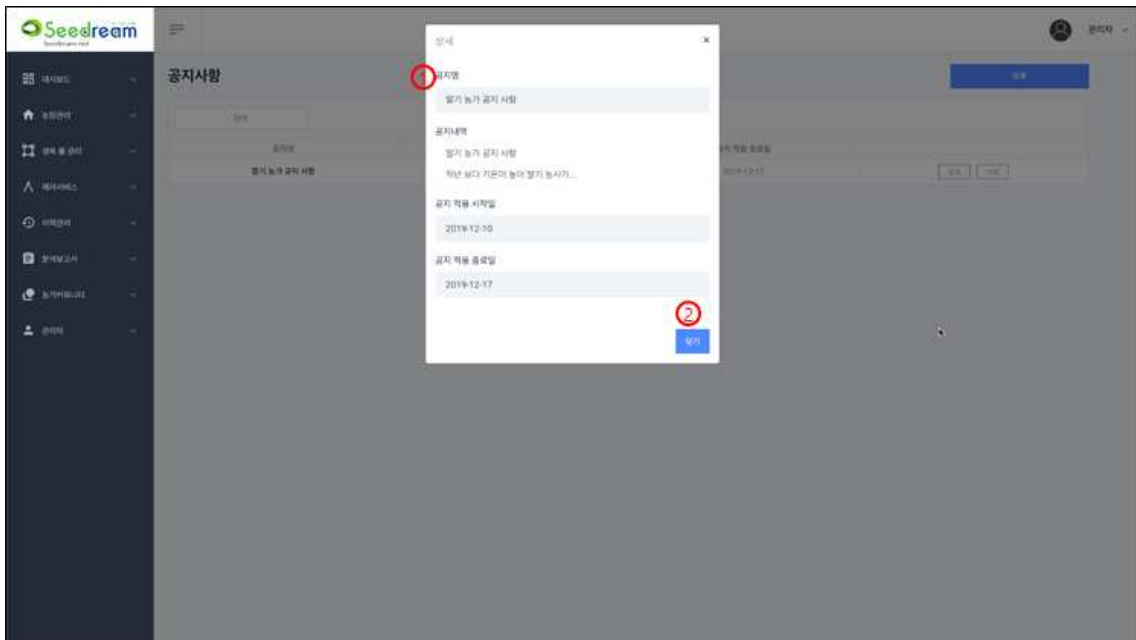


<공지사항관리>

- + 1.검색 조건을 선택 한다.
- + 2.검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 공지사항 목록을 보여준다.
- + 3.등록 버튼을 클릭 하면 공지사항 정보 등록 팝업이 나타난다.
- + 4.상세 버튼을 클릭하면 선택한 공지사항 정보 상세 팝업이 나타난다.
- + 5.삭제 버튼을 클릭하면 삭제 확인 팝업이 나타나고 예를 선택 하면 선택한 공지사항이 삭제 된다.
- + 6.등록, 삭제 버튼은 권한에 따라 표시 된다.



- + 1. 공지사항 등록 팝업이 나타나고 입력할 수 있다.
- + 2. 저장 버튼을 클릭하면 공지사항 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3. 취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.



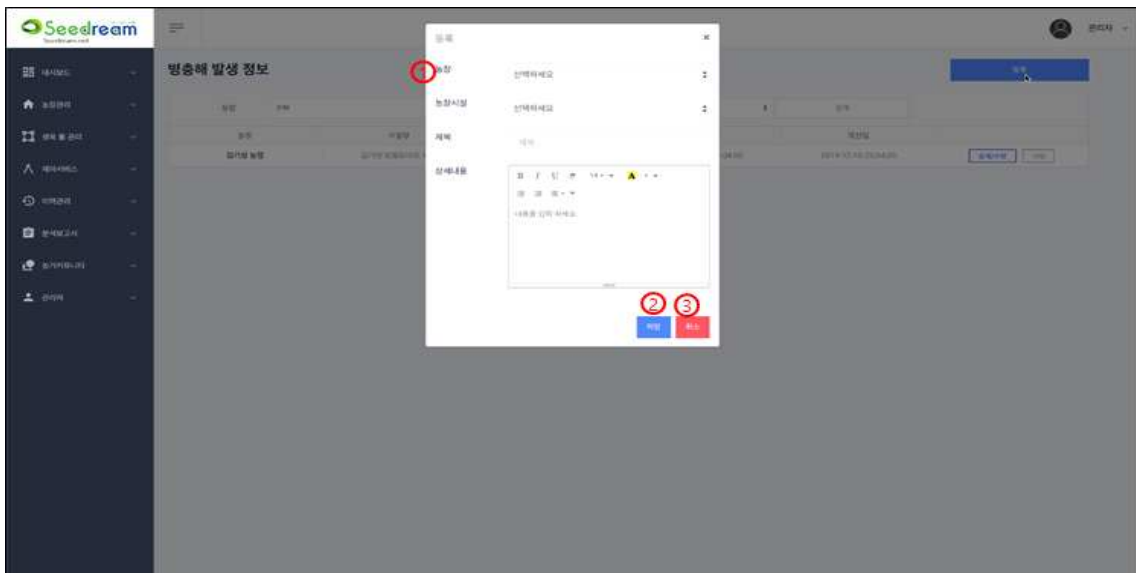
- + 1. 공지사항 상세 팝업이 나타나고 선택한 공지사항 정보가 표시된다.
- + 2. 닫기 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.

- 병충해 발생 정보

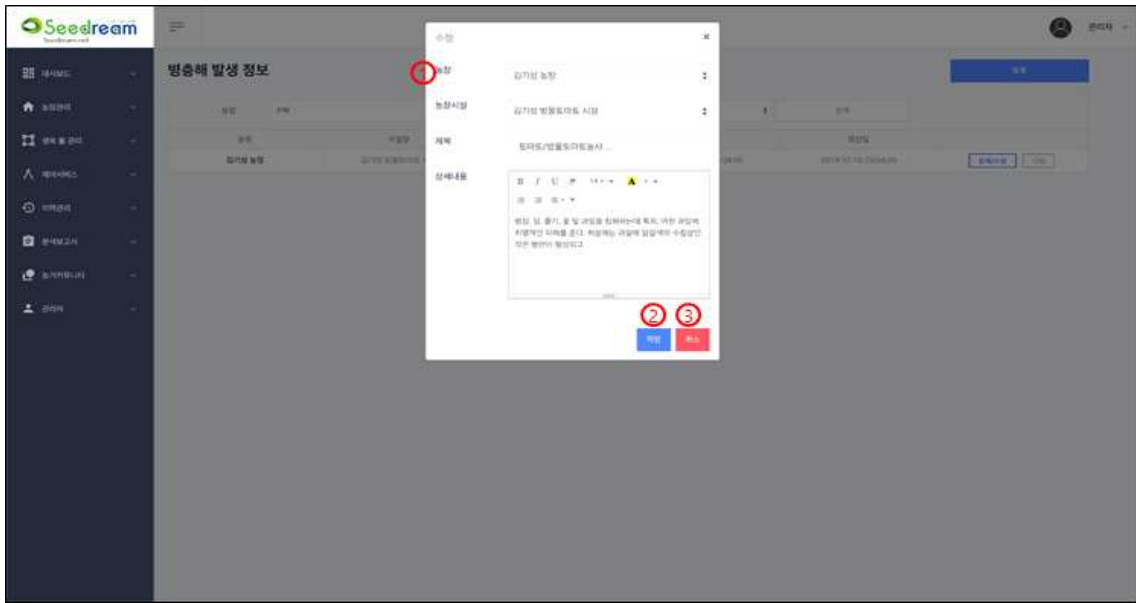


<병충해 발생정보>

- + 1.검색 조건을 선택 한다.
- + 2.검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 병충해 발생 정보 목록을 보여준다.
- + 3.등록 버튼을 클릭 하면 병충해 발생 정보 등록 팝업이 나타난다.
- + 4.상세/수정 버튼을 클릭하면 선택한 병충해 발생 정보 상세 팝업이 나타난다.
- + 5.삭제 버튼을 클릭하면 삭제 확인 팝업이 나타나고 예를 선택 하면 선택한 병충해 발생 정보가 삭제 된다.
- + 6.등록, 상세/수정, 삭제 버튼은 권한에 따라 표시 된다.



- + 1.병충해 발생 정보 등록 팝업이 나타나고 입력할 수 있다.
- + 2.저장 버튼을 클릭하면 병충해 발생 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3.취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.



- + 1. 병충해 발생 정보 수정 팝업이 나타나고 선택한 병충해 발생 정보가 표시된다.
- + 2. 저장 버튼을 클릭하면 수정한 병충해 발생 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3. 취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.

- 병충해 정보



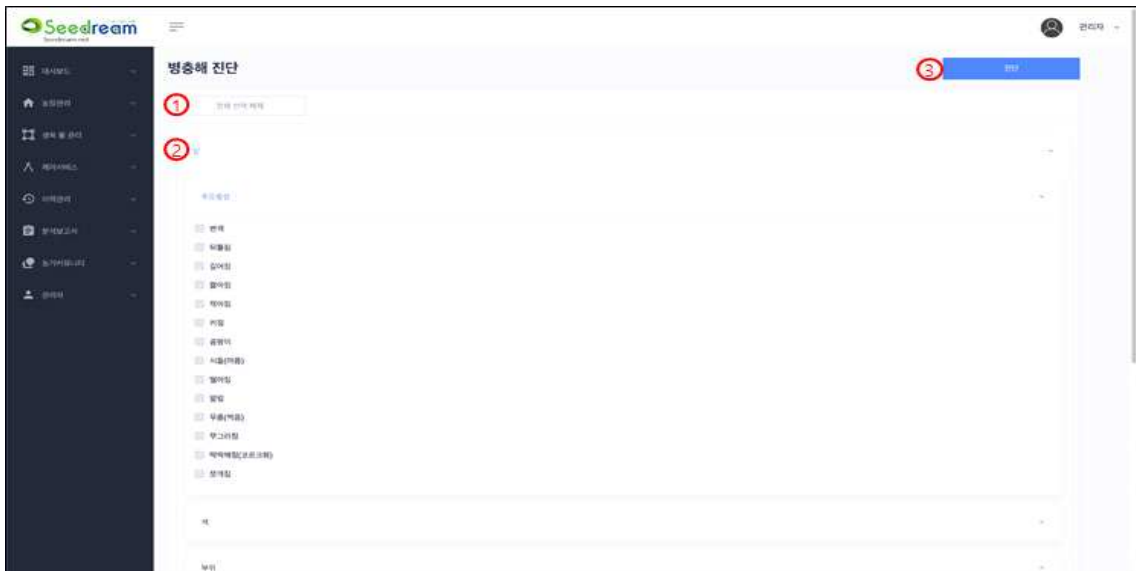
<병충해 정보>

- + 1. 검색 조건을 선택 한다.
- + 2. 검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 병충해 정보 목록을 보여준다.
- + 3. 상세 버튼을 클릭하면 선택한 병충해 정보 상세 팝업이 나타난다.



- + 1. 병충해 정보 상세 팝업이 나타나고 선택한 병충해 정보가 표시된다.
- + 2. 닫기 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.

- 병충해 진단



<병충해 진단정보>

- + 1. 병충해 진단 선택 정보를 초기화 한다.
- + 2. 병충해 발생 부위와 증상을 선택 한다.
[확인]발생 부위와 증상은 여러 개 복수 선택 가능 하다.
- + 3. 진단 버튼을 클릭하면 선택한 병충해 부위와 증상을 바탕으로 병충해 정보 상세 팝업이 나타난다.



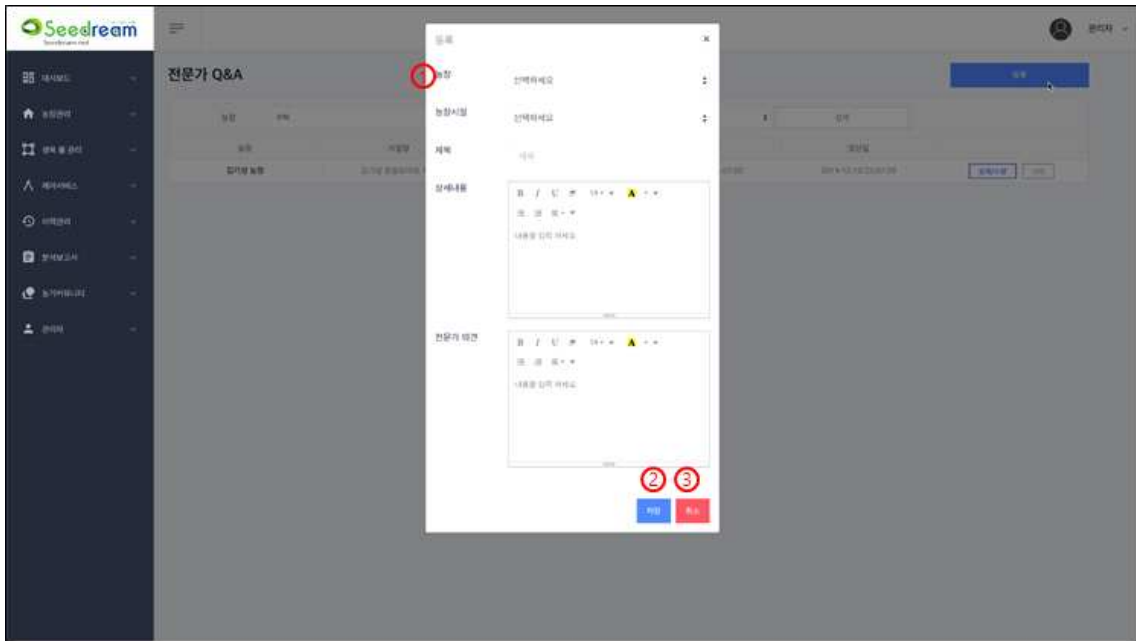
- + 1. 병충해 정보 상세 팝업이 나타나고 진단된 병충해 정보가 표시된다.
- + 2. 닫기 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.

- 전문가 Q&A

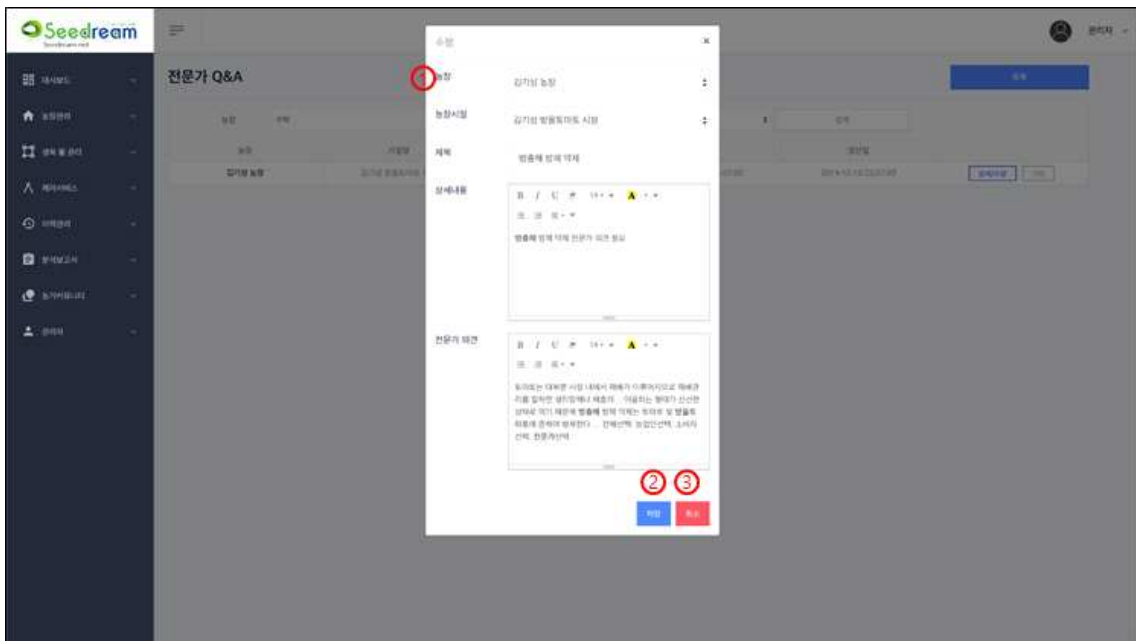


<전문가 질의 응답>

- + 1. 검색 조건을 선택 한다.
- + 2. 검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 전문가 Q&A 정보 목록을 보여준다.
- + 3. 등록 버튼을 클릭 하면 전문가Q&A 정보 등록 팝업이 나타난다.
- + 4. 상세/수정 버튼을 클릭하면 선택한 전문가 Q&A 정보 상세 팝업이 나타난다.
- + 5. 삭제 버튼을 클릭하면 삭제 확인 팝업이 나타나고 예를 선택 하면 선택한 전문가 Q&A 정보가 삭제 된다.
- + 6. 등록, 상세/수정, 삭제 버튼은 권한에 따라 표시 된다.

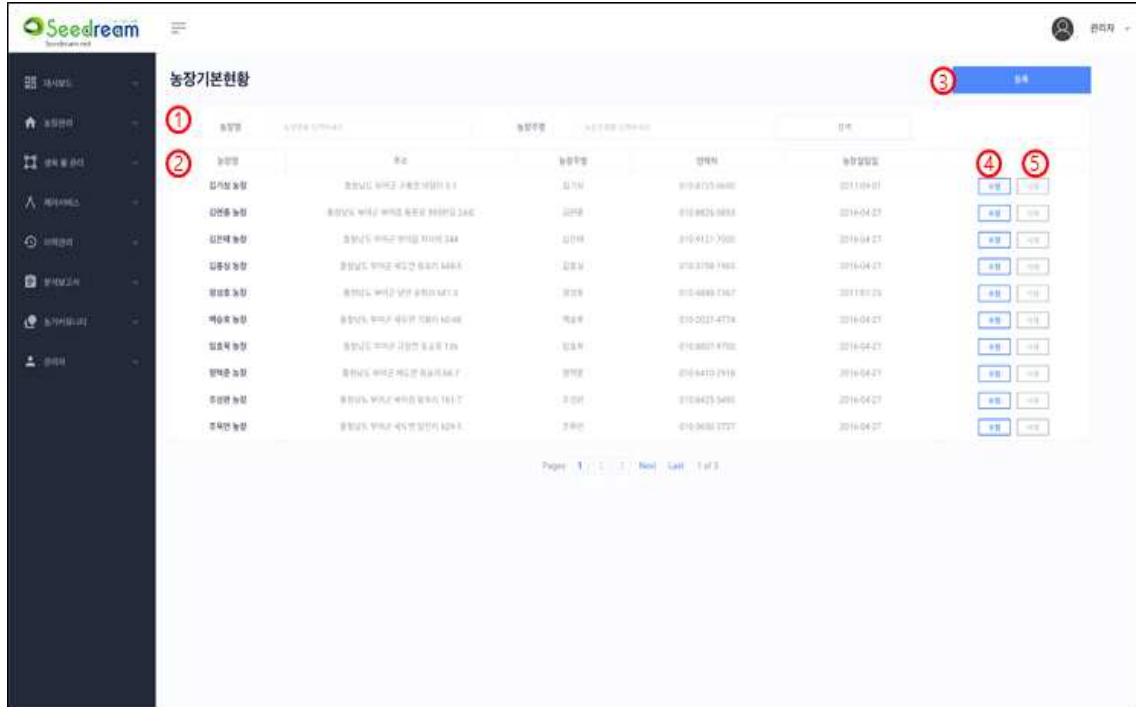


- + 1.전문가 Q&A 정보 등록 팝업이 나타나고 입력할 수 있다.
- + 2.저장 버튼을 클릭하면 전문가 Q&A 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3.취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.



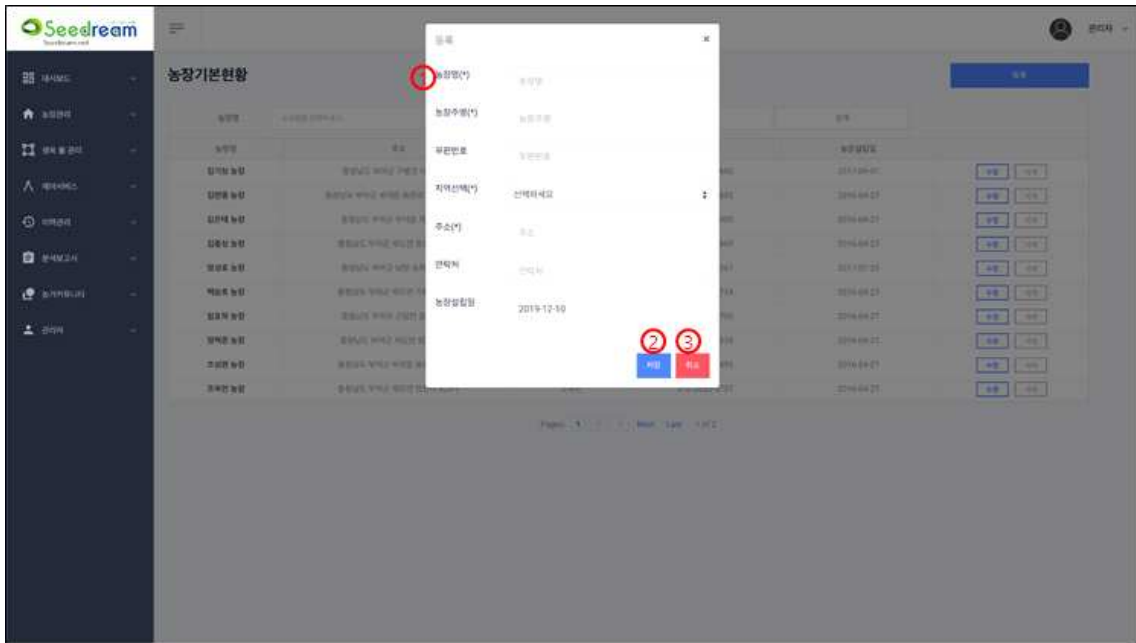
- + 1.전문가 Q&A 수정 팝업이 나타나고 선택한 전문가 Q&A 정보가 표시된다.
- + 2.저장 버튼을 클릭하면 수정한 전문가 Q&A 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3.취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.

- 관리자
- 농가기본현황

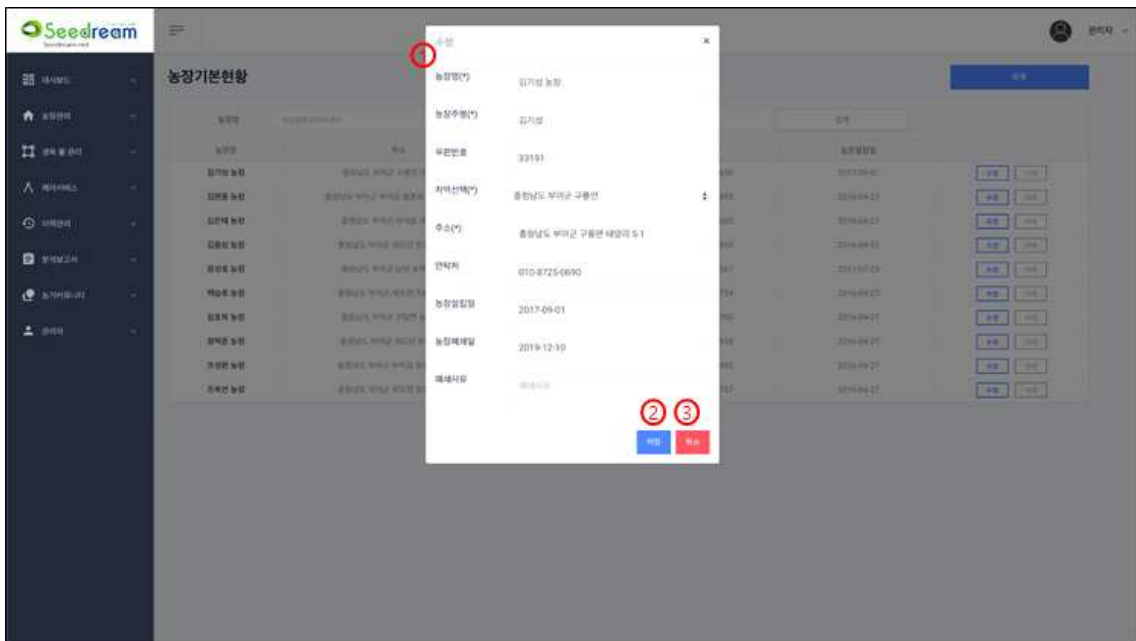


<농장 기본현황 관리>

- + 1. 검색 조건을 선택 한다.
- + 2. 검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 농가 정보 목록을 보여준다.
- + 3. 등록 버튼을 클릭 하면 농가 정보 등록 팝업이 나타난다.
- + 4. 수정 버튼을 클릭하면 선택한 농가 정보 상세 팝업이 나타난다.
- + 5. 삭제 버튼을 클릭하면 삭제 확인 팝업이 나타나고 예를 선택 하면 선택한 농가 정보가 삭제 된다.
- + 6. 등록, 수정, 삭제 버튼은 권한에 따라 표시 된다.



- + 1. 농가 정보 등록 팝업이 나타나고 입력할 수 있다.
- + 2. 저장 버튼을 클릭하면 농가 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
[확인]농장 등록 후 관리자는 관리자 > 회원관리 메뉴에서 농장과 사용자 정보를 연결 할 수 있다.
- + 3. 취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.



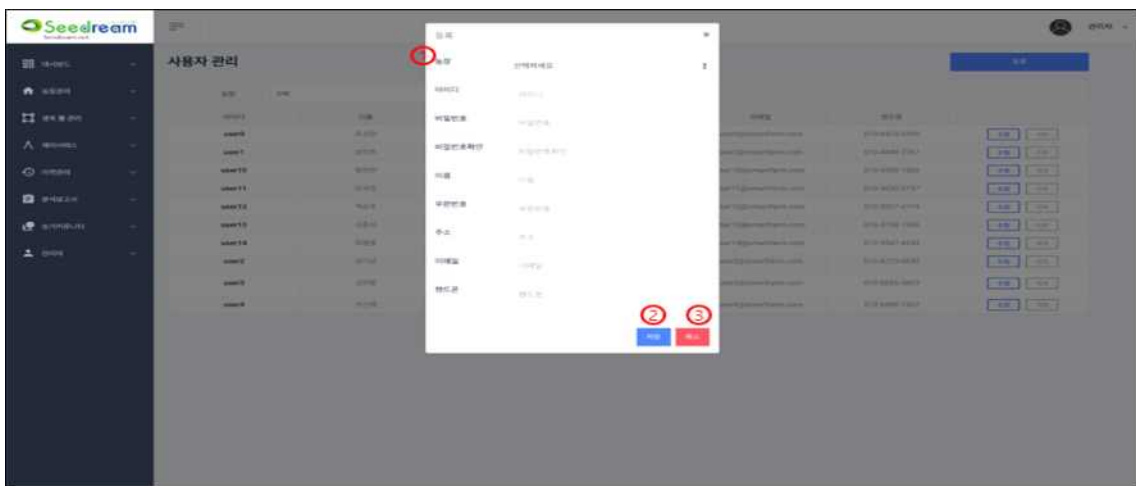
- + 1. 농가 수정 팝업이 나타나고 선택한 농가 정보가 표시된다.
- + 2. 저장 버튼을 클릭하면 수정한 농가 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3. 취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.

- 사용자 관리

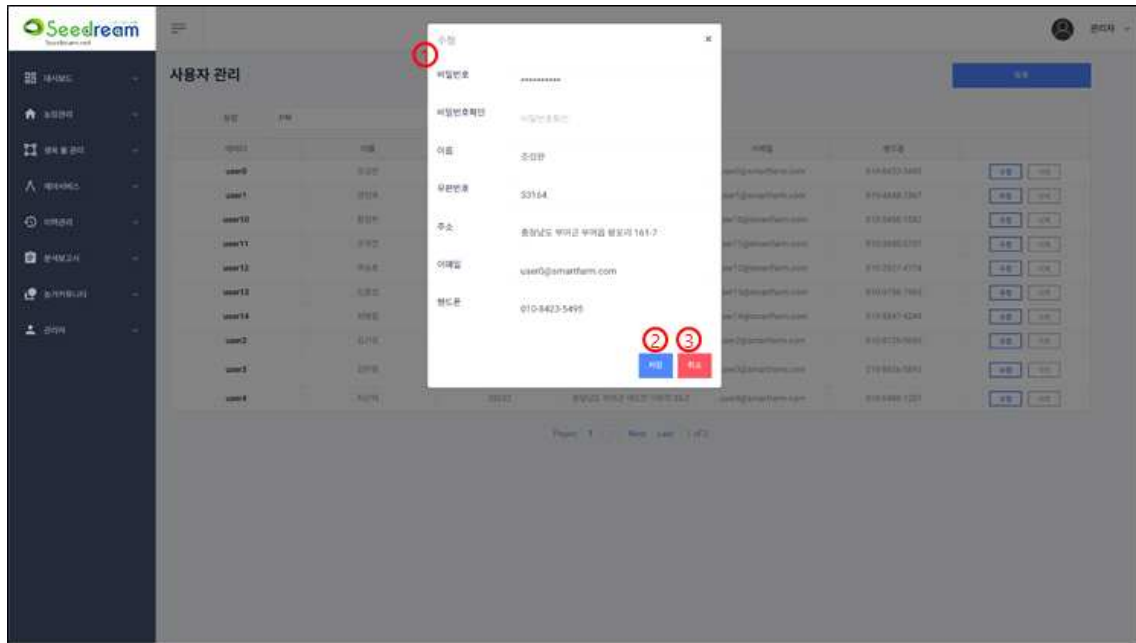


<사용자 관리>

- + 1.검색 조건을 선택 한다.
- + 2.검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 사용자 정보 목록을 보여준다.
- + 3.등록 버튼을 클릭 하면 사용자 정보 등록 팝업이 나타난다.
- + 4.수정 버튼을 클릭하면 선택한 사용자 정보 상세 팝업이 나타난다.
- + 5.삭제 버튼을 클릭하면 삭제 확인 팝업이 나타나고 예를 선택 하면 선택한 사용자 정보가 삭제 된다.
- + 6.등록, 수정, 삭제 버튼은 권한에 따라 표시 된다.

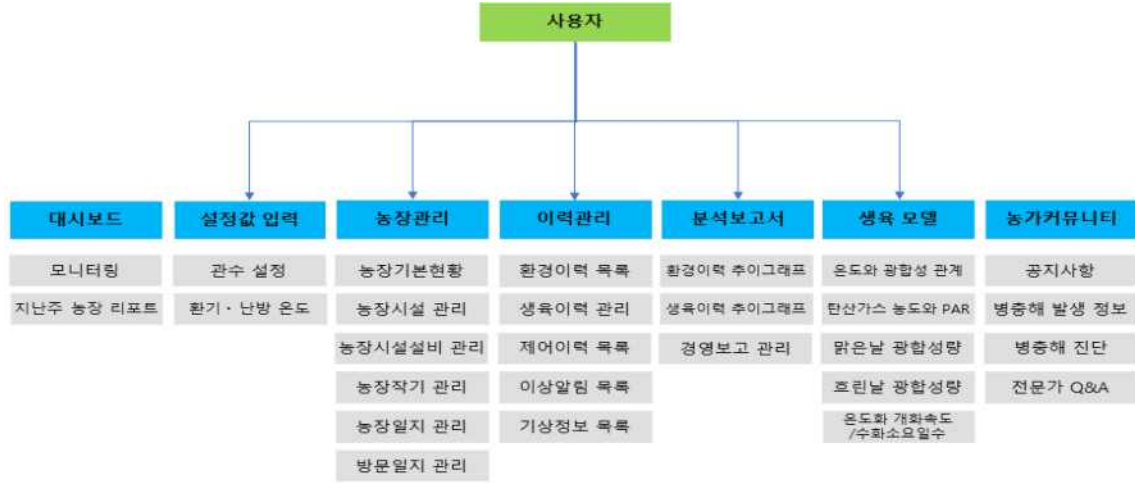


- + 1.사용자 정보 등록 팝업이 나타나고 입력할 수 있다.
- + 2.저장 버튼을 클릭하면 사용자 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3.취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.



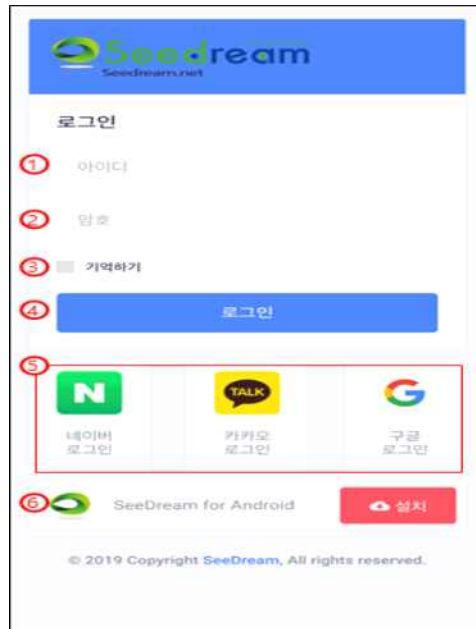
- + 1. 사용자 수정 팝업이 나타나고 선택한 사용자 정보가 표시된다.
- + 2. 저장 버튼을 클릭하면 수정한 사용자 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3. 취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.

○ 사용자 메뉴



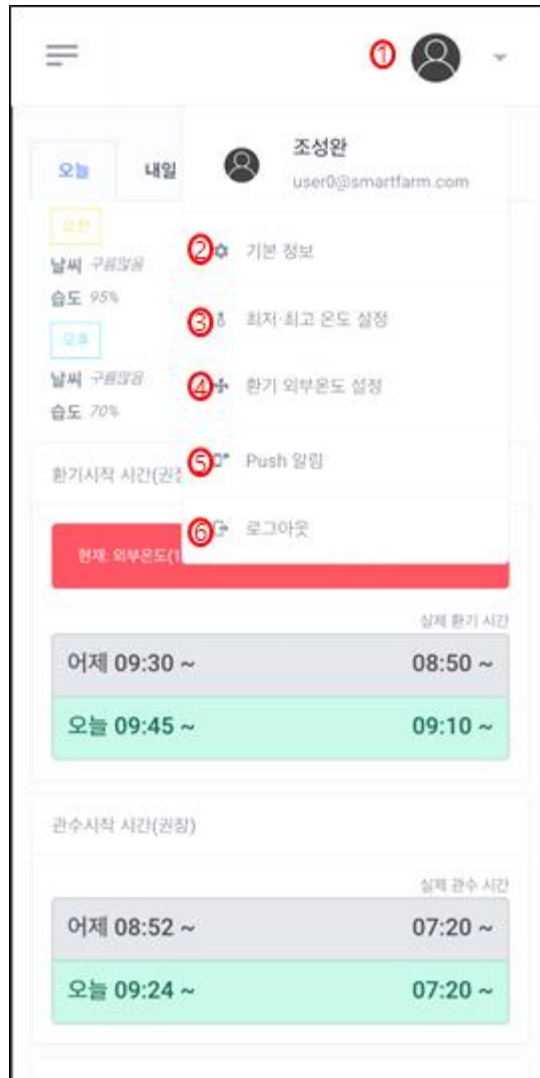
<전체 사용자 메뉴>

<사용자 메뉴 구성도>



<모바일시스템 로그인>

- + 1. 아이디를 입력 한다.
- + 2. 암호를 입력 한다
- + 3. '기억하기'에 체크를 하고 로그인을 하면 다음 로그인 시 로그인 했던 아이디와 암호를 자동으로 입력 한다.
- + 4. 아이디와 암호를 입력 후 로그인 버튼을 클릭 하면 로그인 한다.
- + 5. 아이콘을 클릭 후 소셜 연동 로그인을 통해 로그인을 진행 한다.
- + 6. 설치 버튼을 클릭 하면 안드로이드 앱을 다운로드 받는다.



<모바일시스템 초기정보>

- + 1.로그인 상태에서 로그인한 사용자를 우측에 보여주고, 이미지를 클릭 하면 하위 메뉴를 보여준다.
- + 2.기본 정보를 클릭 하면 로그인한 사용자 정보 수정 화면으로 이동한다.
- + 3.최저/최고 온도 설정을 클릭 하면 최저/최고 온도 설정 화면으로 이동한다.
- + 4.환기 외부 온도 설정을 클릭하면 환기 외부 온도 설정 화면으로 이동 한다.
- + 5.Push 알림을 클릭 하면 앱 Push 알림 설정 화면으로 이동 한다.
- + 6.로그아웃 버튼을 클릭 하면 로그아웃 한다.

이메일
user0@smartfarm.com

핸드폰
010-8423-5495

우편번호
33164

기존 암호

새로운 암호

새로운 암호 확인

저장

- + 1.로그인한 사용자 정보를 표시하고, 수정할 내용을 입력 한다.
- + 2.저장 버튼을 클릭하면 사용자 정보를 저장한다.

최저·최고 온도 설정

농장 내부 온도

농장 내부에 온도가 최저 이하로 떨어지거나, 최고 이상으로 올라갈 경우, 알림이 울립니다.

① 최저 온도 10 °C

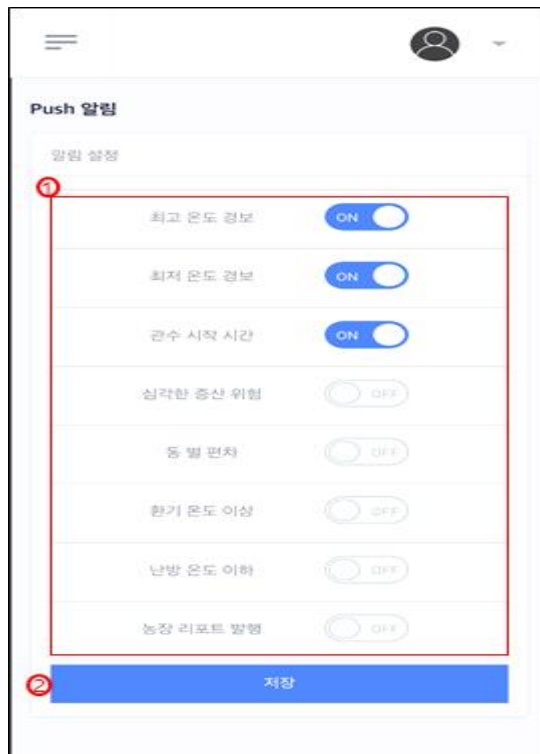
② 최고 온도 35 °C

저장

- + 1.농장 최저 온도 알림 값을 입력 한다.
- + 2.농장 최고 온도 알림 값을 입력 한다.
- + 3.저장 버튼을 클릭 하면 최저, 최고 온도 설정 값이 저장 된다.



- + 1. 환기를 시작할 외부 최저 온도 값을 입력 한다.
- + 2. 저장 버튼을 클릭 하면 최저 온도 설정 값이 저장 된다.



- + 1. 앱에서 Push 알림을 받을 항목을 선택 한다.
- + 2. 저장 버튼을 클릭 하면 선택한 Push 항목을 저장 한다.

□ 대시보드

○ 총괄 모니터링

- 모니터링



<모바일시스템 모니터링정보>

- + 1.농장이 위치한 지역의 날씨를 표시한다.
- + 2.권장되는 환기 시작 시간을 표시 한다.
- + 3.권장되는 관수 시작 시간을 표시 한다.

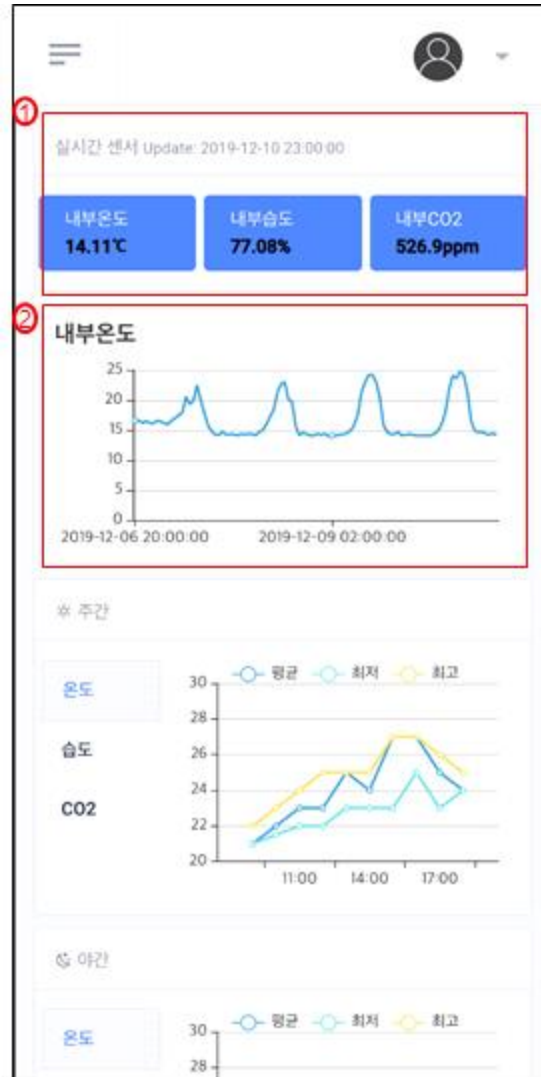
- 증산정보



<모바일시스템 농장 증산정보>

- + 1. 오늘 일출부터 현재까지의 증산 비율 차트를 표시 한다.
- + 2. 처음 심각한 증산이 된 시각과 마지막 심각한 증산 시각을 표시 한다. 누적 시간은 심각한 증산을 유지했던 누적시간을 표시 한다.
- + 3. 현재 농장의 정보를 표시 한다. 시설과 작기를 표시 하고, 작기를 선택하면 하단의 실시간 센서 정보를 표시 한다.

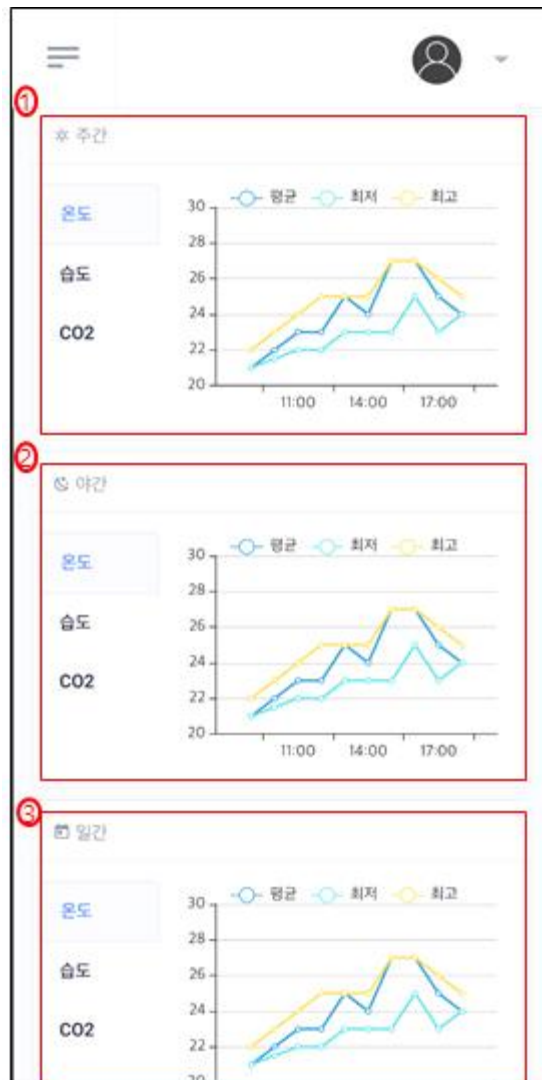
- 온.습도정보



<모바일시스템 센싱 제공정보>

- + 1. 최신 센서 정보를 표시 한다. 센서를 클릭 하면 하단의 그래프 영역에 추이 그래프를 표시 한다.
- + 2. 수집한 센서의 추이 그래프를 표시 한다. 선택한 시설의 작기 기간을 기준으로 추이 그래프를 표시 한다.

- 온.습도 센서 그래프



<모바일시스템 온.습도 그래프>

- + 1.주간 시간대 기준의 센서 추이 그래프를 표시 한다.
- + 2.야간 시간대 기준의 센서 추이 그래프를 표시 한다.
- + 3.일간 기준의 센서 추이 그래프를 표시 한다.

- 지난주 농장 리포팅



<모바일시스템 증산환경 정보>

- + 1.현재를 기준으로 지난 주간 기준의 권장 관수 시작 시간을 표시 한다.
- + 2.증산 환경과 실제 관수 횟수를 표시 한다.



- + 1.지난 주 기준의 증산 비율 차트를 표시 한다.
- + 2.지난 주 기준의 성장 추이 그래프를 표시 한다.
- + 3.지난 주 기준의 엽면적 지수 추이 그래프를 표시 한다.

○ 설정값 입력

- 관수 설정

<관수설정 제어관리>

+ 1.일사 제어를 통한 양액기 설정 값을 입력 한다. 전날 입력 값과 같은 경우에는 동일 버튼을 클릭 한다.

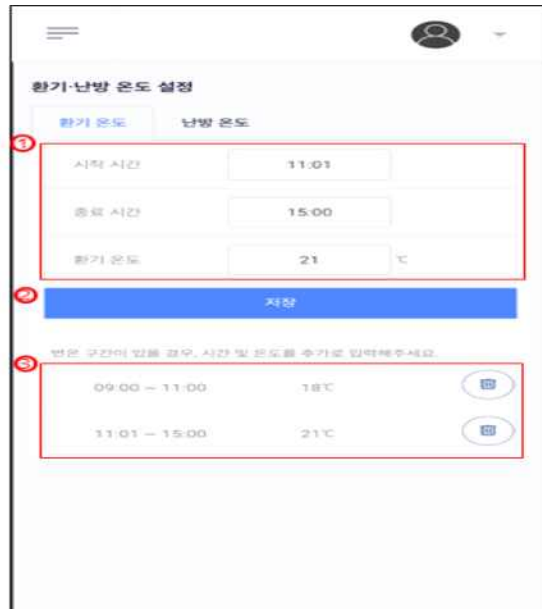
+ 1.일사 제어를 통한 관수될 시간을 입력 한다. +아이콘을 클릭 하면 추가 입력이 나타난다.
+ 2.저장 버튼을 클릭하면 관수 시간을 저장 한다.



+ 1.수동 제어를 통한 양액기 설정 값을 입력 한다. 전날 입력 값과 같을 경우에는 동일 버튼을 클릭 한다.



+ 1.수동 제어를 통한 관수된 시간을 입력 한다.+아이콘을 클릭 하면 추가 입력이 나타난다.
 + 2.저장 버튼을 클릭하면 관수 시간을 저장 한다.
 - 환기 난방 온도 설정



<환기 난방 온도 설정>

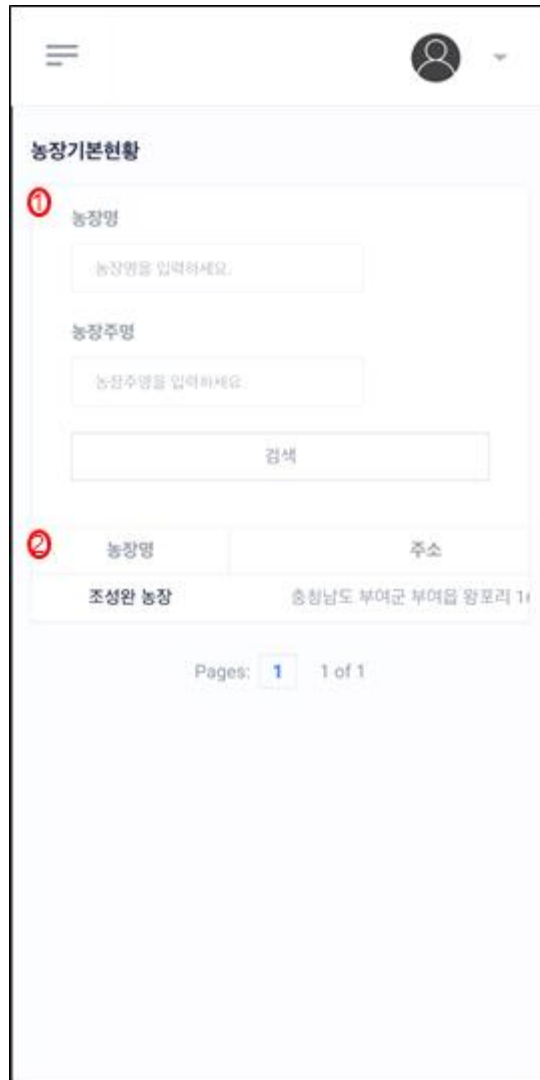
- + 1. 환기 시작/종료 시간과 온도 설정 값을 입력 한다.
- + 2. 저장 버튼을 클릭 하면 입력한 내용이 저장 되고, 하단에 저장 된 목록을 표시 한다.
- + 3. 저장된 환기 시작/종료 시간과 온도 설정 값을 표시 한다. 휴지통 아이콘을 클릭 하면 입력한 값을 삭제 한다.



- + 1. 난방 시작/종료 시간과 온도 설정 값을 입력 한다.
- + 2. 저장 버튼을 클릭 하면 입력한 내용이 저장 되고, 하단에 저장 된 목록을 표시 한다.
- + 3. 저장된 난방 시작/종료 시간과 온도 설정 값을 표시 한다. 휴지통 아이콘을 클릭 하면 입력한 값을 삭제 한다.

○ 농장 관리

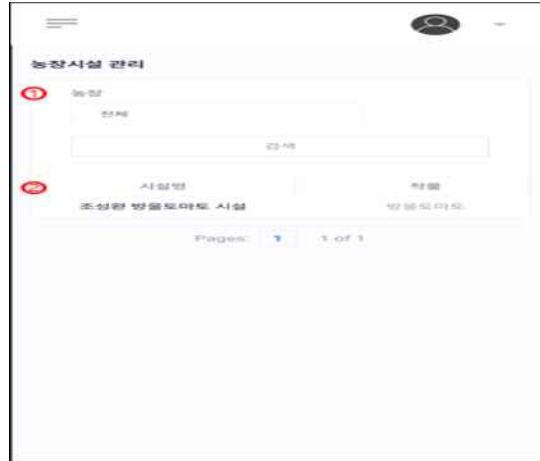
- 농장기본현황



<농장 기본 현황>

- + 1. 검색 조건을 선택 한다.
- + 2. 검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 농장 기본 현황 목록을 보여 준다.

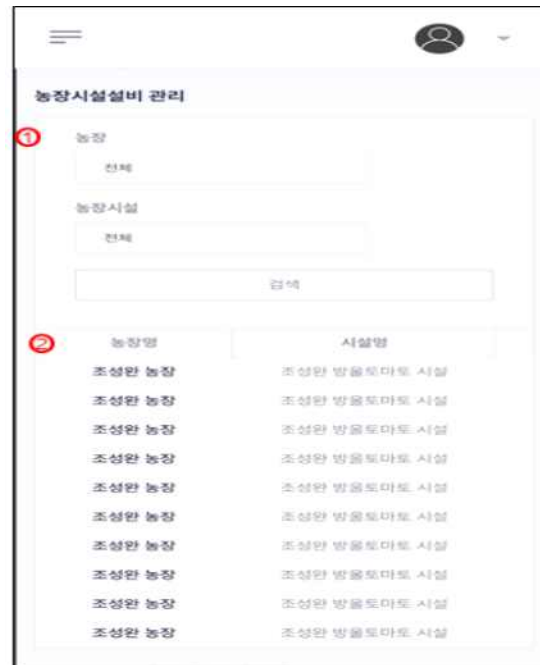
- 농장시설 관리



<농장시설관리>

- + 1. 검색 조건을 선택 한다.
- + 2. 검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 농장시설 목록을 보여준다.

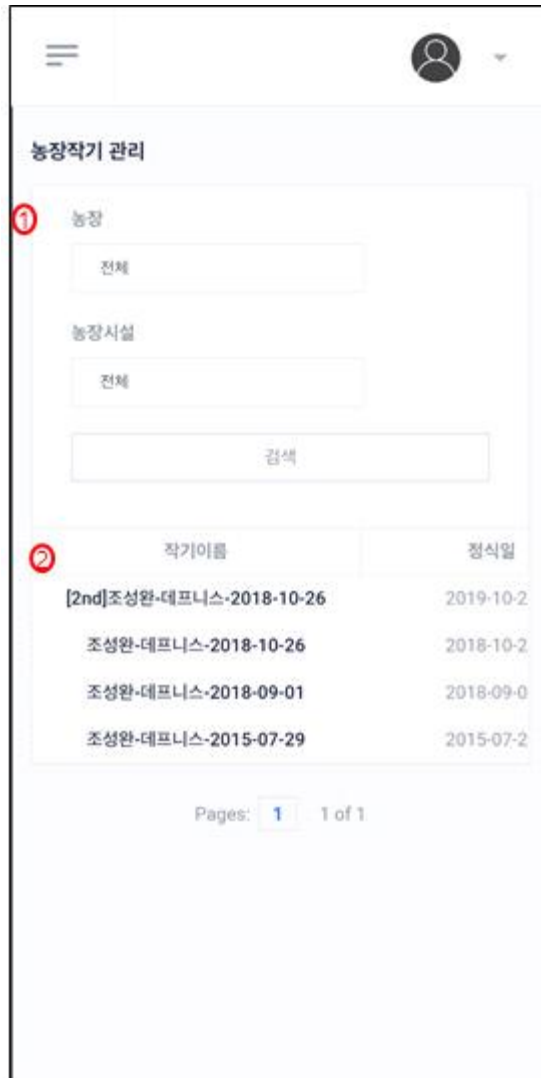
- 농장시설설비 관리



<농장시설 설비관리>

- + 1. 검색 조건을 선택 한다.
- + 2. 검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 농장 시설 설비 목록을 보여준다.

- 농장작기 관리



<농장 작기 관리>

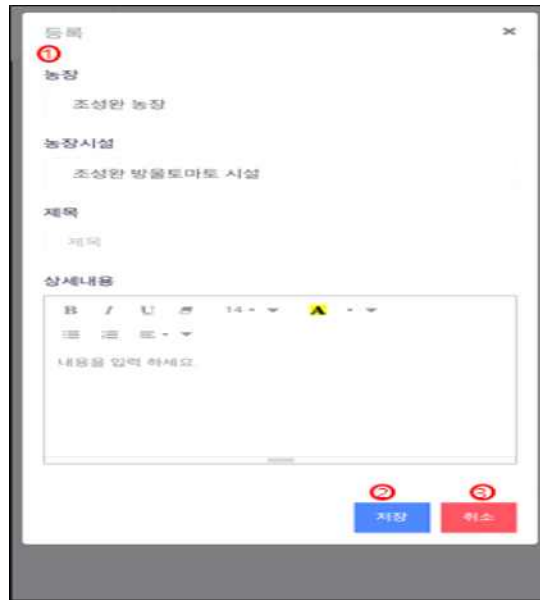
- + 1. 검색 조건을 선택 한다.
- + 2. 검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 농장 작기 목록을 보여준다.

- 농장일지

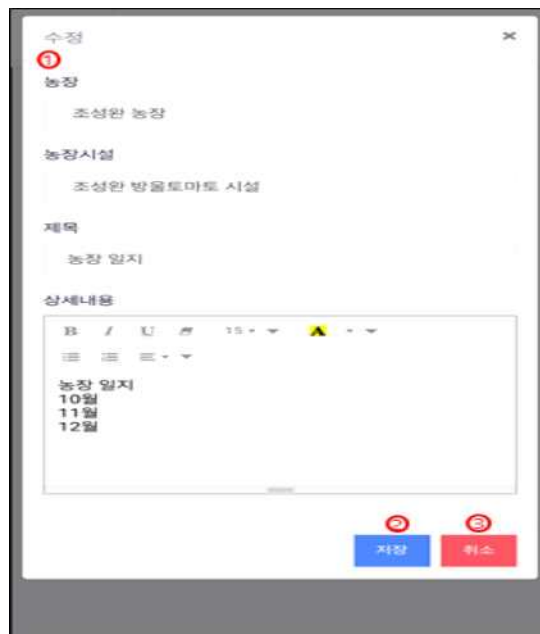


<농장일지>

- + 1.검색 조건을 선택 한다.
- + 2.검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 농장 일지 목록을 보여준다.
- + 3.등록 버튼을 클릭 하면 농장 일지 정보 등록 팝업이 나타난다.
- + 4.상세/수정 버튼을 클릭하면 선택한 농장 일지 정보 수정 팝업이 나타난다.
- + 5.삭제 버튼을 클릭하면 삭제 확인 팝업이 나타나고 예를 선택 하면 선택한 농장 일지가 삭제 된다.
- + 6.등록, 상세/수정, 삭제 버튼은 권한에 따라 표시 된다.

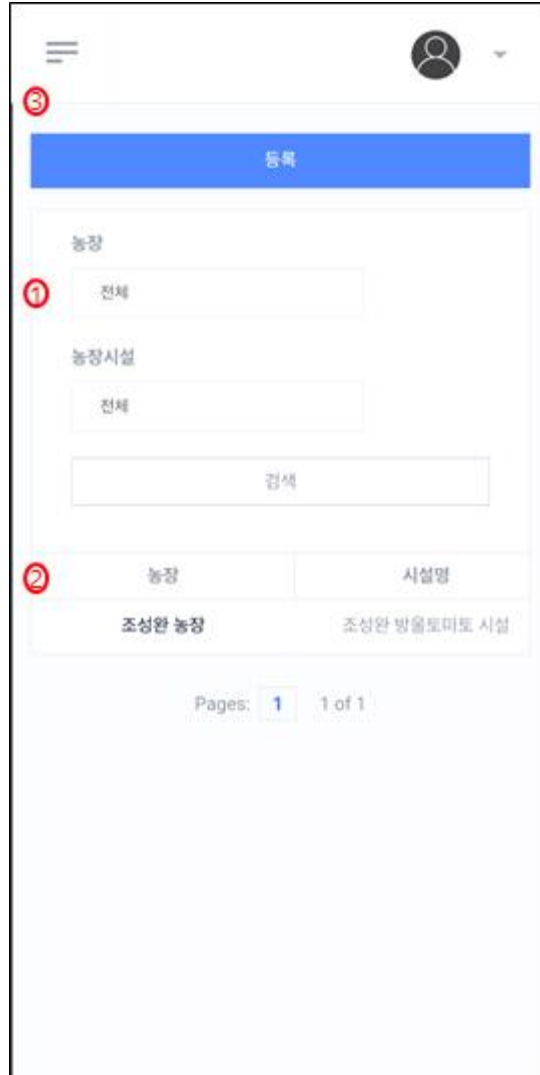


- + 1.농장 일지 등록 팝업이 나타나고 입력할 수 있다.
- + 2.저장 버튼을 클릭하면 농장 일지 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3.취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.



- + 1.농장 일지 정보 수정 팝업이 나타나고 선택한 농장 일지 정보가 표시된다.
- + 2.저장 버튼을 클릭하면 수정한 농장 일지 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3.취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.

- 방문일지



<방문일지>

- + 1.검색 조건을 선택 한다.
- + 2.검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 방문 일지 목록을 보여준다.
- + 3.등록 버튼을 클릭 하면 방문 일지 정보 등록 팝업이 나타난다.
- + 4.상세/수정 버튼을 클릭하면 선택한 방문 일지 정보 수정 팝업이 나타난다.
- + 5.삭제 버튼을 클릭하면 삭제 확인 팝업이 나타나고 예를 선택 하면 선택한 방문 일지가 삭제 된다.
- + 6.등록, 상세/수정, 삭제 버튼은 권한에 따라 표시 된다.



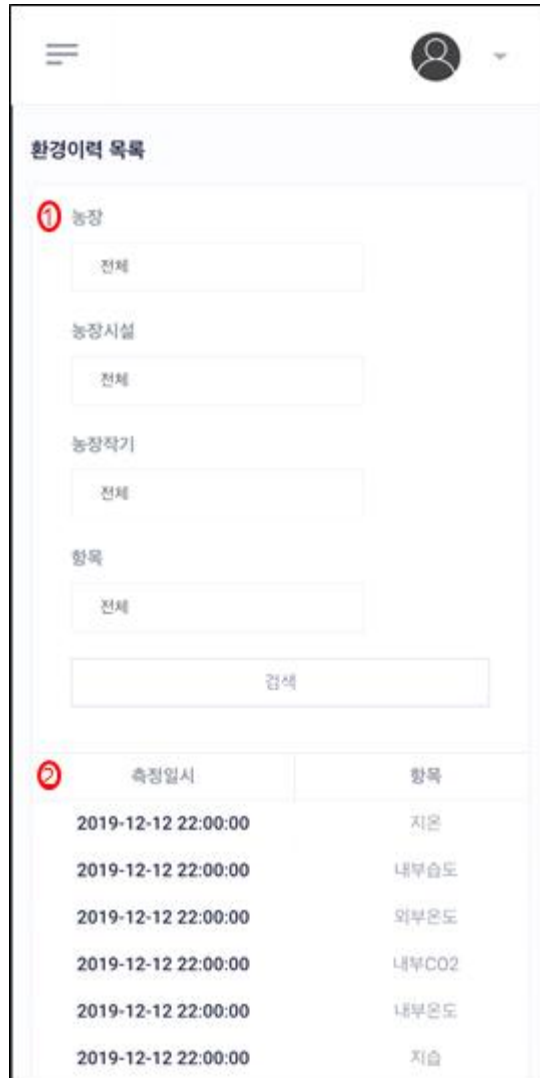
- + 1.방문 일지 등록 팝업이 나타나고 입력할 수 있다.
- + 2.저장 버튼을 클릭하면 방문 일지 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3.취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.



- + 1.방문 일지 정보 수정 팝업이 나타나고 선택한 방문 일지 정보가 표시된다.
- + 2.저장 버튼을 클릭하면 수정한 방문 일지 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3.취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.

○ 이력관리

- 환경이력 목록



<환경 이력 목록>

- + 1. 검색 조건을 선택 한다.
- + 2. 검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 환경이력 목록을 보여준다.

- 생육이력 관리

일시	작물
2019-12-10 00:00:00	방울토마토
2019-12-06 00:00:00	방울토마토
2019-12-03 00:00:00	방울토마토
2019-11-29 00:00:00	방울토마토
2019-11-26 00:00:00	방울토마토
2019-11-22 00:00:00	방울토마토
2019-11-19 00:00:00	방울토마토
2019-11-18 00:00:00	방울토마토

<생육 이력관리>

- + 1. 검색 조건을 선택 한다.
- + 2. 검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 생육이력 목록을 보여준다.

- 제어이력 목록



<제어 이력관리>

- + 1.검색 조건을 선택 한다.
- + 2.검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 제어이력 목록을 보여준다.

- 이상알림 목록



<이상 알림 목록>

- + 1. 검색 조건을 선택 한다.
- + 2. 검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 이상알림 목록을 보여준다.

- 기상정보 목록



<기상정보 목록>

- + 1. 검색 조건을 선택 한다.
- + 2. 검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 기상정보 목록을 보여준다.

○ 분석 보고서

- 환경이력 추이 그래프



<환경이력 그래프>

- + 1. 검색 조건을 선택 한다.
- + 2. 검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 환경이력 그래프를 보여준다.

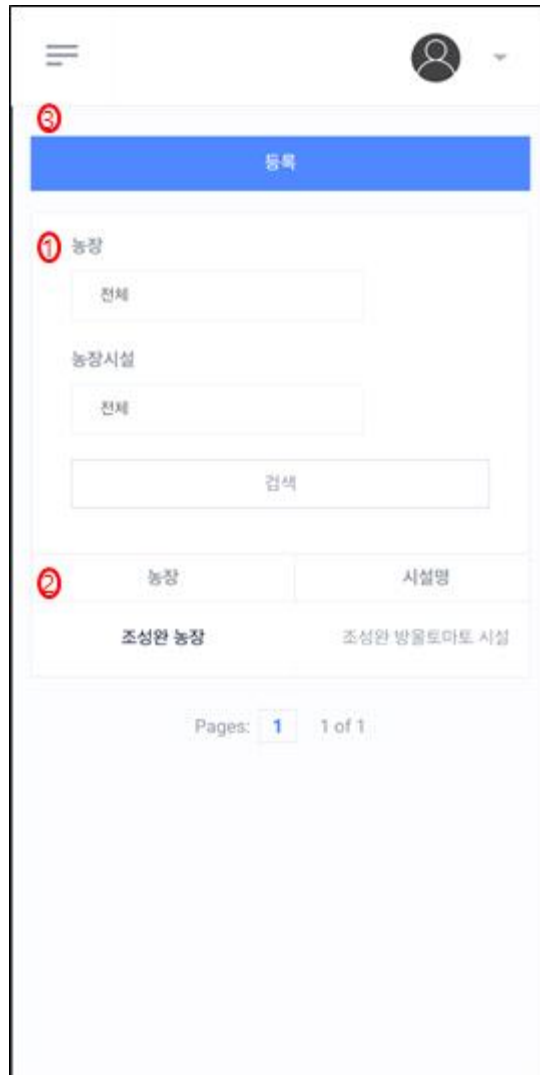
- 생육이력 추이 그래프



<생육이력 그래프>

- + 1. 검색 조건을 선택 한다.
- + 2. 검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 생육이력 그래프를 보여준다.

- 경영보고관리



<경영보고관리>

- + 1.검색 조건을 선택 한다.
- + 2.검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 경영 보고 목록을 보여준다.
- + 3.등록 버튼을 클릭 하면 경영보고 정보 등록 팝업이 나타난다.
- + 4.수정 버튼을 클릭하면 선택한 경영보고 정보 수정 팝업이 나타난다.
- + 5.삭제 버튼을 클릭하면 삭제 확인 팝업이 나타나고 예를 선택 하면 선택한 경영보고가 삭제 된다.
- + 6.등록, 상세/수정, 삭제 버튼은 권한에 따라 표시 된다.

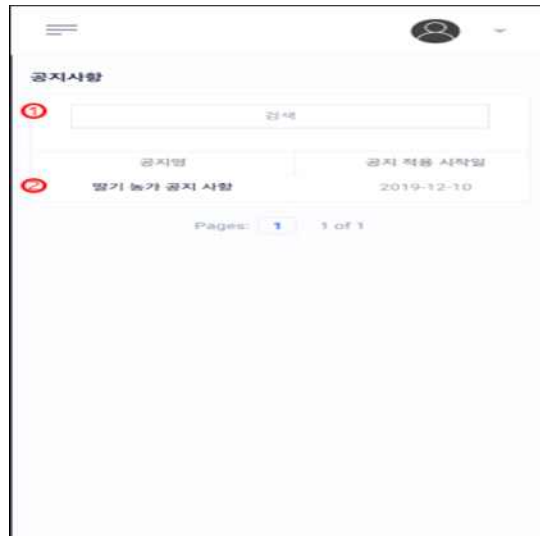


- + 1.경영보고 등록 팝업이 나타나고 입력할 수 있다.
- + 2.저장 버튼을 클릭하면 경영보고 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3.취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.



- + 1.경영보고 정보 수정 팝업이 나타나고 선택한 경영보고 정보가 표시된다.
- + 2.저장 버튼을 클릭하면 수정한 경영보고 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3.취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.

- 농가 커뮤니티
- 공지사항



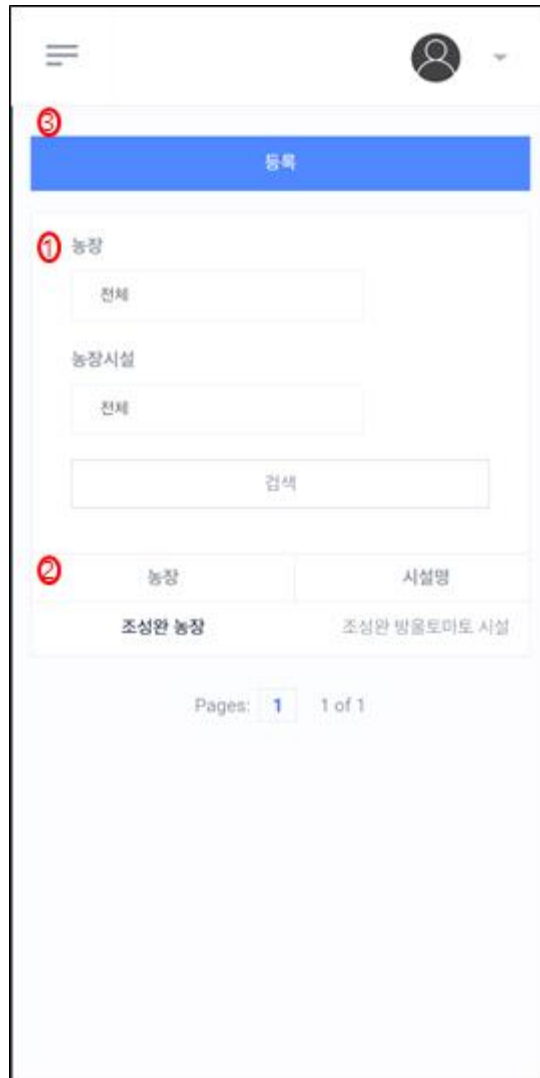
<공지사항관리>

- + 1.검색 조건을 선택 한다.
- + 2.검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 공지사항 목록을 보여준다.
- + 3.상세 버튼을 클릭하면 선택한 공지사항 정보 상세 팝업이 나타난다.



- + 1.공지사항 상세 팝업이 나타나고 선택한 공지사항 정보가 표시된다.
- + 2.닫기 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.

- 병충해 발생 정보



<병충해발생 정보관리>

- + 1.검색 조건을 선택 한다.
- + 2.검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 병충해 발생 정보 목록을 보여준다.
- + 3.등록 버튼을 클릭 하면 병충해 발생 정보 등록 팝업이 나타난다.
- + 4.상세/수정 버튼을 클릭하면 선택한 병충해 발생 정보 상세 팝업이 나타난다.
- + 5.삭제 버튼을 클릭하면 삭제 확인 팝업이 나타나고 예를 선택 하면 선택한 병충해 발생 정보가 삭제 된다.
- + 6.등록, 상세/수정, 삭제 버튼은 권한에 따라 표시 된다.



- + 1. 병충해 발생 정보 등록 팝업이 나타나고 입력할 수 있다.
- + 2. 저장 버튼을 클릭하면 병충해 발생 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3. 취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.



- + 1. 병충해 발생 정보 수정 팝업이 나타나고 선택한 병충해 발생 정보가 표시된다.
 - + 2. 저장 버튼을 클릭하면 수정한 병충해 발생 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
 - + 3. 취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.
- 병충해 정보



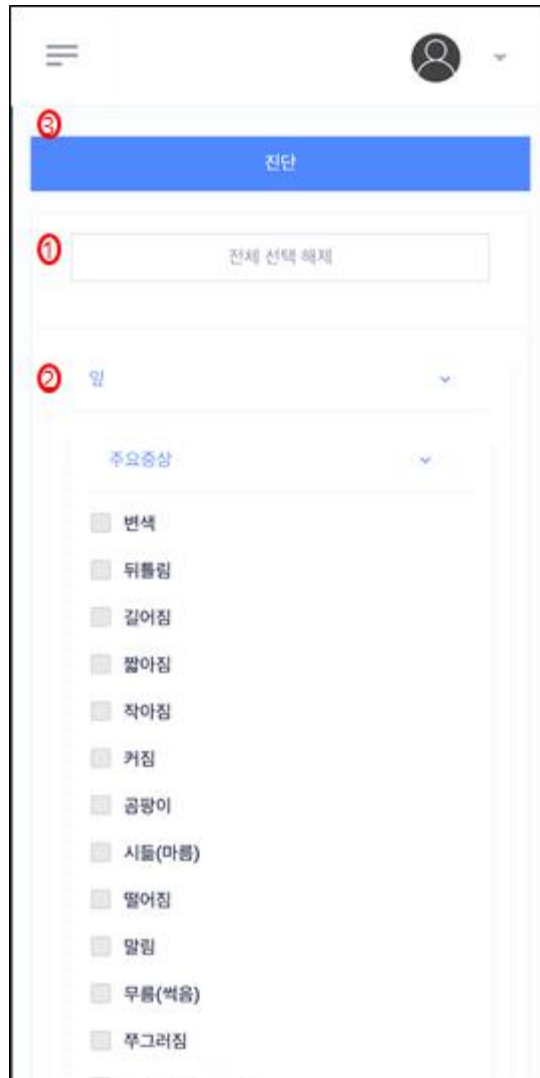
<병충해정보>

- + 1.검색 조건을 선택 한다.
- + 2.검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 병충해 정보 목록을 보여준다.
- + 3.상세 버튼을 클릭하면 선택한 병충해 정보 상세 팝업이 나타난다.



- + 1. 병충해 정보 상세 팝업이 나타나고 선택한 병충해 정보가 표시된다.
- + 2. 닫기 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.

- 병충해 진단



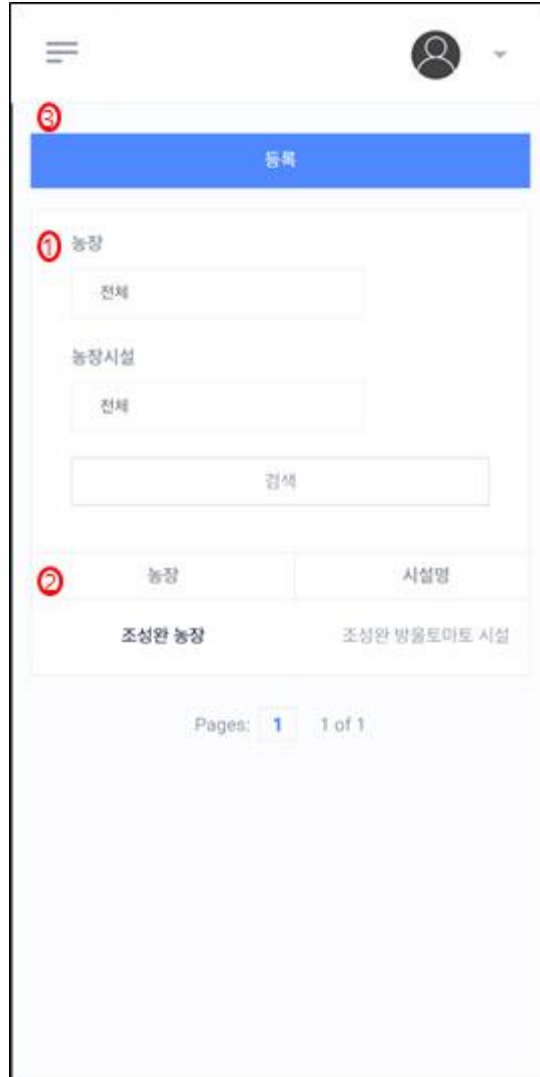
<병충해진단>

- + 1. 병충해 진단 선택 정보를 초기화 한다.
- + 2. 병충해 발생 부위와 증상을 선택 한다.
[확인]발생 부위와 증상은 여러 개 복수 선택 가능 하다.
- + 3. 진단 버튼을 클릭하면 선택한 병충해 부위와 증상을 바탕으로 병충해 정보 상세 팝업이 나타난다.



- + 1. 병충해 정보 상세 팝업이 나타나고 진단된 병충해 정보가 표시된다.
- + 2. 닫기 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.

- 전문가 Q&A

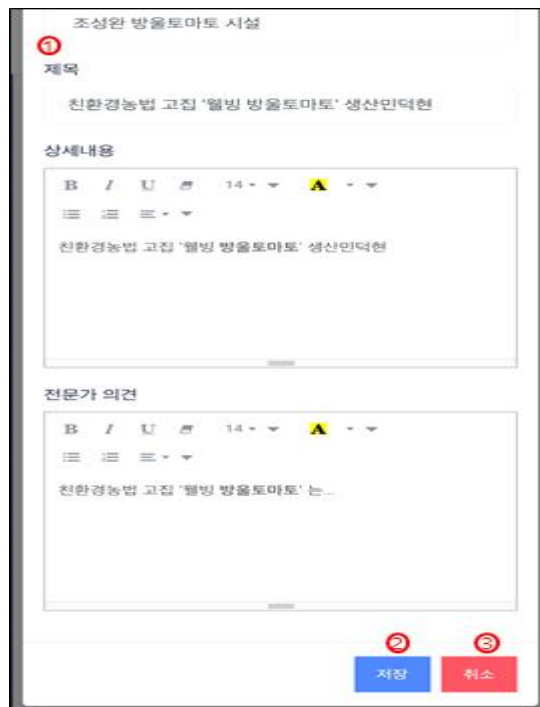


<전문가 질의응답>

- + 1.검색 조건을 선택 한다.
- + 2.검색 조건을 선택 후 검색 버튼을 클릭 하면 조건에 일치하는 전문가 Q&A 정보 목록을 보여준다.
- + 3.등록 버튼을 클릭 하면 전문가Q&A 정보 등록 팝업이 나타난다.
- + 4.상세/수정 버튼을 클릭하면 선택한 전문가 Q&A 정보 상세 팝업이 나타난다.
- + 5.삭제 버튼을 클릭하면 삭제 확인 팝업이 나타나고 예를 선택 하면 선택한 전문가 Q&A 정보가 삭제 된다.
- + 6.등록, 상세/수정, 삭제 버튼은 권한에 따라 표시 된다.



- + 1.전문가 Q&A 정보 등록 팝업이 나타나고 입력할 수 있다.
- + 2.저장 버튼을 클릭하면 전문가 Q&A 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3.취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.



- + 1.전문가 Q&A 수정 팝업이 나타나고 선택한 전문가 Q&A 정보가 표시된다.
- + 2.저장 버튼을 클릭하면 수정한 전문가 Q&A 정보가 저장 되고 팝업이 닫힌다.
- + 3.취소 버튼을 클릭하면 팝업이 닫힌다.

제 2절 강원대학교 데이터분석센터(협동연구기관)

1. 1차년도 연구내용

가) 농업 빅데이터 전처리 및 모니터링

□ 1세부 부여농가 2작기 표준 생육/환경 데이터 수집

- 1세부 농가로부터 1, 2작기 총 두 작기의 생육 및 환경 데이터를 받았으며, 그 중 1작기 데이터는 과제 수행 전 수집된 데이터이고 2작기 데이터는 과제 수행 중에 주기적으로 수집하였음
- 1작기 데이터는 2016년 03월부터 2016년 07월까지 약 5개월 동안 수집된 데이터이고, 2작기 데이터는 2016년10월부터 2017년06월까지의 약 9개월간 수집한 데이터임
- 이후 10월부터 1세부 부여농가 이외에 5개의 농가로부터 생육 및 환경 데이터 수집이 진행될 예정이며, 이 역시 주기적으로 데이터를 수집하기로 함
- 데이터 중 생육 데이터는 1세부에서 전담용원을 파견하여 1주 1~2회 주기적으로 조사를 실시한 데이터로 데이터 속성은 다음 표와 같음

속성	내용	속성	내용
위치	작물의 샘플 구분	잎 수 (개)	작물의 전체 잎 수
초장(cm)	작물의 길이	상위 잎 온도(°C)	작물의 상위 잎 온도
경경(mm)	작물의 두께	하위 잎 온도(°C)	작물의 하위 잎 온도
잎길이(cm)	작물의 잎 길이	과실 온도(°C)	수확한 과실의 평균온도
잎 폭(cm)	작물의 잎 폭	균락온도(°C)	해당 균란의 온도
화방(No.)	화방 번호	수확량(개)	수확한 과실의 수량
개화 수(개)	화방 별 개화 수	무게(g)	수확한 과실의 총무게
착과 수(개)	화방 별 착과 수	당도	수확한 과실의 평균당도
화방간격 (cm)	다음 화방까지의 거리	-	

: 표의 속성은 1작기에 선정된 속성을 정의한 것으로, 속성 중 상위 잎 온도와 하위 잎 온도, 균락온도는 측정되지 않았고 과실온도와 당도는 몇 개의 과실만 샘플링하여 측정

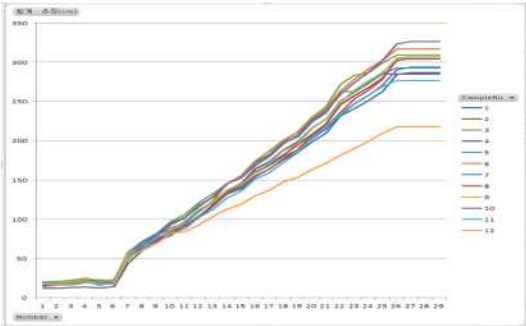
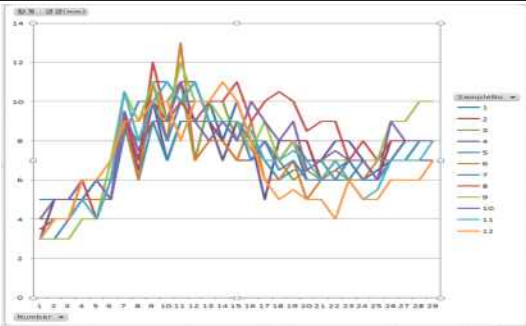
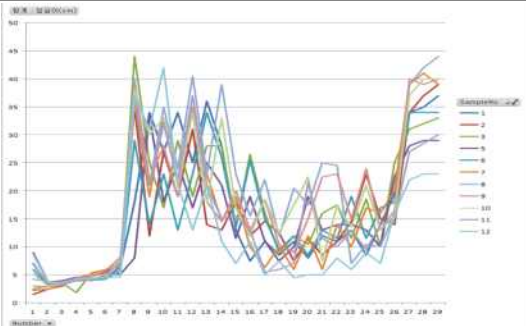
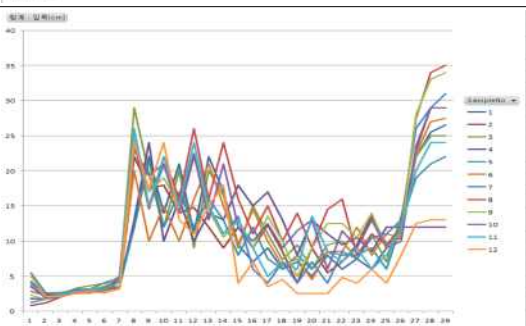
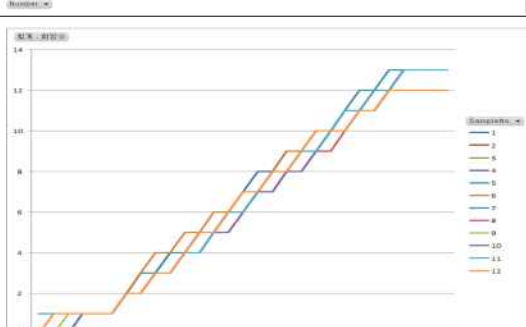
: 2작기의 경우 1작기에서 측정하지 않았거나 일부만 측정되었던 온도 관련 속성은 측정에서 제외하였으며, 당도 역시 측정하지 않음

- 데이터 중 환경데이터는 1세부에서 개발한 자동 측정 장비를 통해 시간 단위로 자동 수집되는 데이터로 데이터 속성은 다음 표와 같음

속성	내용	속성	내용
내부온도(1~5)	5개의 센서로부터 개별적으로 수집된 온도	외부온도	하우스 외부의 온도
내부습도(1~5)	5개의 센서로부터 개별적으로 수집된 습도	외부습도	하우스 외부의 습도
내부CO2	5개의 센서로부터 개별적으로 수집된 CO2	외부풍향	하우스 외부의 풍향
배지온도	작물의 배지온도	외부풍속	하우스 외부의 풍속
배지습도	작물의 배지습도	외부감우	하우스 외부의 감우량
배지CE	작물의 배지CE	외부일사량	하우스 외부의 일사량

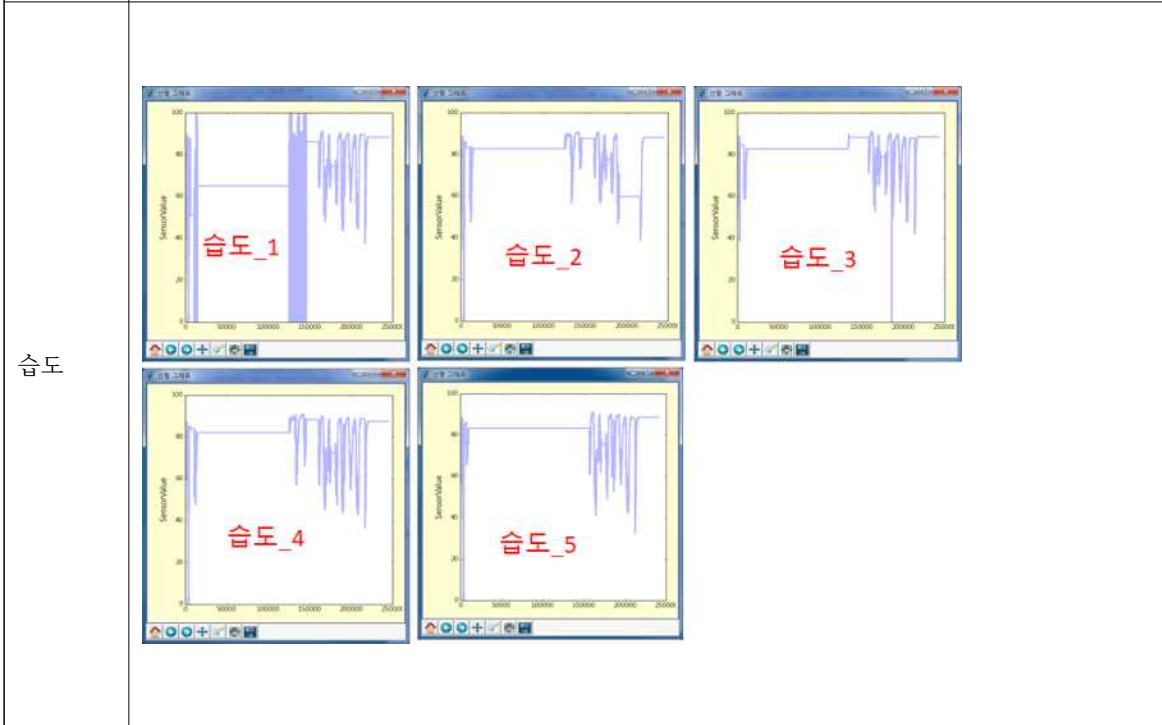
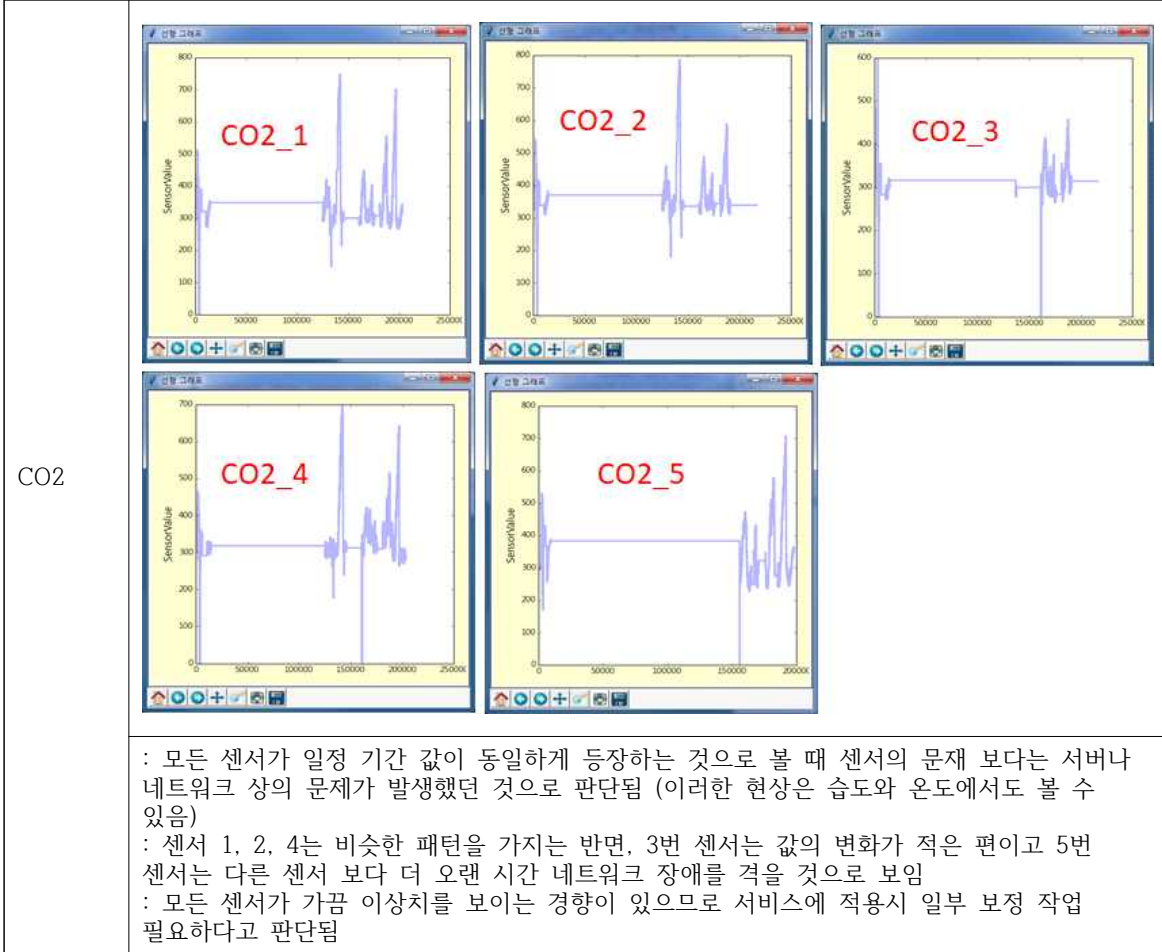
: 위 속성은 자동으로 수집되지만 하나의 기기로부터 수집되는 것이 아니기 때문에 시간이 모 두 동일하지 않으므로 분석이나 서비스 적용시 이를 고려해야만 하는 어려움이 있음

□ 생육 및 환경데이터 모니터링 수행

속성	모니터링	모니터링 결과
초장		<p>: (형태) 12개 샘플 모두 지속적으로 커지는 경향을 보임</p> <p>: (샘플 간 특성) 대부분 비슷한 크기를 보이거나 일부 잘 자라지 않는 샘플이 존재함</p> <p>: (결과) 보편적으로 작물의 성장을 단계적으로 구분하는 것이 가능한 속성이라고 판단됨</p>
경경		<p>: (형태) 12개 샘플 비슷한 주기를 보이지만 세부적으로 많은 차이를 보임</p> <p>: (샘플 간 특성) 기간에 따른 샘플 간의 차이가 크게 나타남</p> <p>: (결과) 목표를 분류하는 데는 좋은 속성이라고 판단할 수도 있으나, 값 측정시 보편성이 유지되었는지 확인할 필요가 있음</p>
잎길이		<p>: (형태) 12개 샘플 비슷한 주기를 보이지만 세부적으로 많은 차이를 보임</p> <p>: (샘플 간 특성) 기간에 따른 샘플 간의 차이가 크게 나타남</p> <p>: (결과) 목표를 분류하는 데는 좋은 속성이라고 판단할 수도 있으나, 값 측정시 보편성이 유지되었는지 확인할 필요가 있음</p>
잎폭		<p>: (형태) 12개 샘플 비슷한 주기를 보이지만 세부적으로 많은 차이를 보임</p> <p>: (샘플 간 특성) 기간에 따른 샘플 간의 차이가 크게 나타남</p> <p>: (결과) 목표를 분류하는 데는 좋은 속성이라고 판단할 수도 있으나, 값 측정시 보편성이 유지되었는지 확인할 필요가 있음</p>
화방수		<p>: (형태) 12개 샘플 모두 비슷한 간격으로 늘어나는 경향을 보임</p> <p>: (샘플 간 특성) 샘플 별로 큰 차이를 보이지 않음</p> <p>: (결과) 초장과 마찬가지로 작물의 성장을 단계적으로 구분하는데 유용한 속성이라고 판단됨</p>

<1작기 기준 생육데이터 모니터링 수행 결과 (12개 샘플에 대하여 비교)>

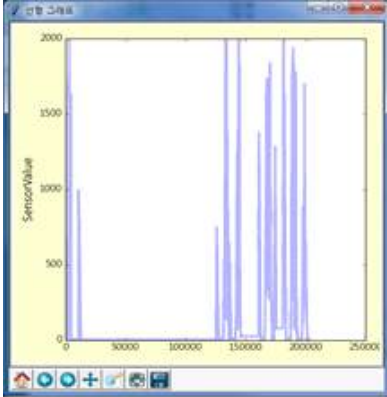
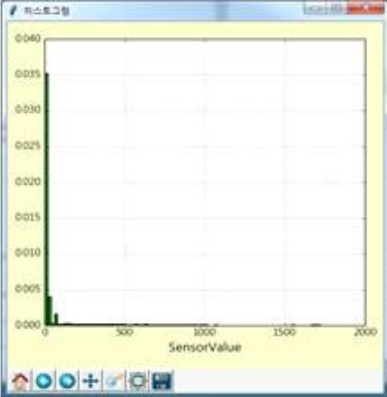
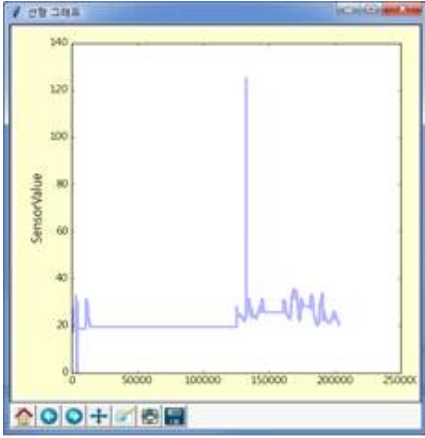
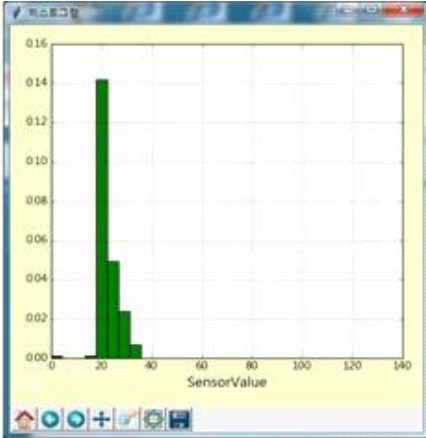
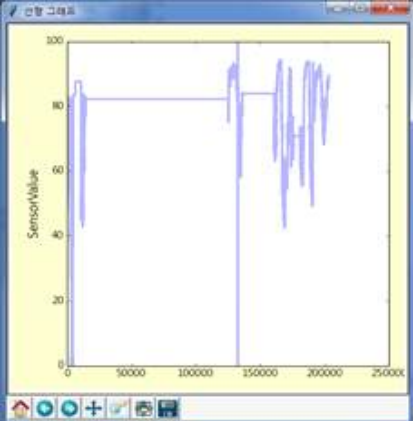
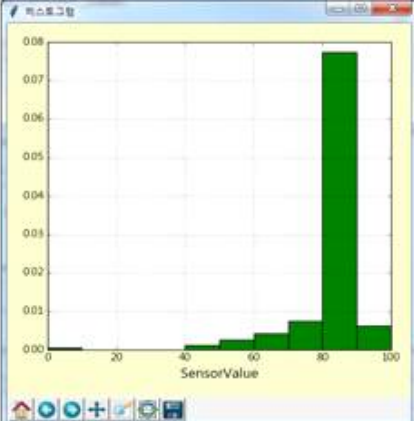
속성 내부 센서별 모니터링 및 모니터링 결과

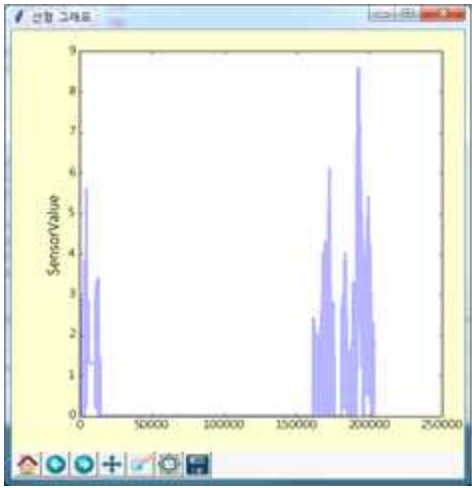
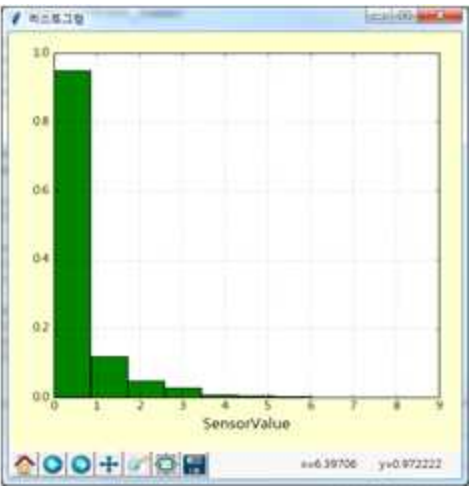
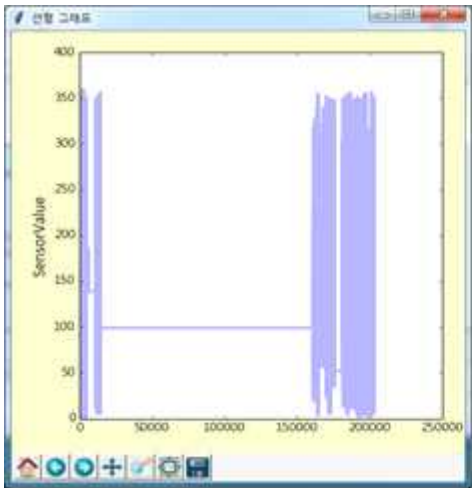
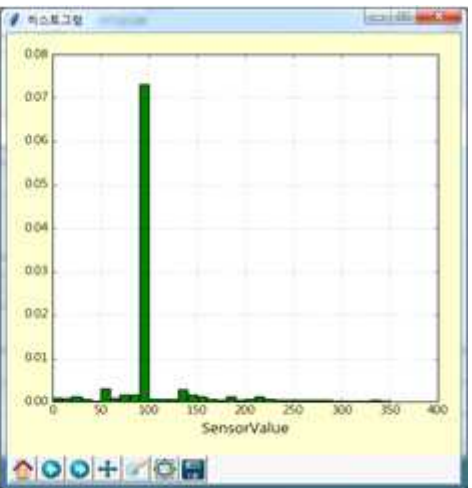


	<p>: 습도센서 전체가 비슷한 패턴을 보이나, 1번 센서의 경우 값의 변화가 크고 2번 센서의 경우 값이 비교적 안정적인 것을 확인할 수 있음</p> <p>: 습도 역시 가끔 이상치가 발견됨</p>
<p>온도</p>	
	<p>: 온도센서 전체가 비슷한 패턴을 보이나, 습도와 마찬가지로 1번 센서는 값의 변화가 크게 나타나는 것으로 볼 때 1번 센서의 온·습도에 이상치가 많이 발생하고 있음을 확인할 수 있음</p> <p>: 온도의 경우 습도 센서 보다 이상치가 좀 더 자주 발생함</p>

<1작기 기준 내부 환경데이터 모니터링 수행 결과>

<p>속성</p>	<p>외부 센서 모니터링 및 모니터링 결과</p>
<p>강우량</p>	
	<p>: 0 값이 많이 발생함</p> <p>: 이는 국내 비가 오지 않는 날 보다 비가 오는 날이 적기 때문에 판단됨</p>

	<p>: 작기 기간 동안 이 지역의 강우량은 비가 내릴 때 마다 비슷 량이 기록됨을 확인할 수 있음</p>
<p>일사량</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>: 0값이 많이 발생함 (이는 일정기간 동안 통신상의 문제가 발생하여 생긴 현상으로 보이므로 네트워크 상태를 수시로 확인할 필요가 있다고 판단됨) : 값의 편차가 매우 큼 (맑은날과 흐린날의 구분이 명확하기 나타는 것으로 보이며, 이러한 현상은 작물에 많은 영향을 끼칠 것으로 판단됨)</p>
<p>외부온도</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>: 약 20~25도 사이의 값이 많이 발생함 (작기 기간의 계절성을 잘 나타내고 있음) : 가끔 이상치가 발생함으로 일부 보정이 필요함</p>
<p>외부습도</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>

	<p>: 상대적으로 온도보다 편차가 크게 나타나는 것을 확인할 수 있으며 온도와 같은 기간에 이상치가 발생한 것을 확인할 수 있음 : 약 80~90도 사이가 가장 오래 유지되고 있음을 확인할 수 있음</p>
<p>풍속</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>: 이 지역의 바람은 대부분 잔잔한 편임을 알 수 있음</p>
<p>풍향</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>: 풍향의 변화 폭은 매우 큰 것을 알 수 있음 : 그러나 전반적으로 100~110도 각도로 바람이 부는 것을 확인할 수 있음</p>

<1작기 기준 외부 환경데이터 모니터링 수행 결과>

- 나) 농가별 환경변수 패턴 비교 분석
 - 다) 환경과 생육 데이터간 관계분석 및 데이터 분석 플랫폼 구축
- 농가별 환경변수 패턴 비교분석
- 생육데이터의 속성 간 관계분석
 - 생육데이터 전처리 및 정의

- 데이터 전처리 및 분석은 순환적으로 계속해서 진행되고 있으며 앞으로도 지속적인 관찰이 필요한 부분임 (따라서, 앞으로도 변경될 수 있음)
- 생육상태를 인식하는데 유용한 변수를 찾기 위해 1차적으로 약 100여개의 속성을 파생 변수로 생성하고 비교분석을 수행함

속성	내용
Pk	고유 식별을 위해 생성 (파생)
년	생육정보 측정 해당 년도
월	생육정보 측정 해당 월
요일	생육정보 측정 해당 일
일	생육정보 측정 해당 요일

<고유코드(pk) 및 시간 관련 속성 정의>

속성	내용
SampleNo	샘플 개체 번호 [1, 12]
위치	샘플 위치 레이블 (#-#)
초장(cm)	개체 성장 길이
경경(mm)	개체 성장 굵기
앞길이(cm)	개체 입 길이
앞폭(cm)	개체 입 폭
잎수(개)	개체 잎 개수
상위잎온도(°C)	잎 위쪽 온도의 평균 (파생)
상위잎온도(°C)표준편차	잎 위쪽 온도의 표준편차 (파생)
하위잎온도(°C)	잎 아래쪽 온도의 평균 (파생)
하위잎온도(°C)표준편차	잎 아래쪽 온도의 표준편차 (파생)
과실온도(°C)	과실 온도의 평균 (파생)
과실온도(°C)표준편차	과실 온도의 표준편차 (파생)
군락온도(°C)	군락 온도의 평균 (파생)
군락온도(°C)표준편차	군락 온도의 표준편차 (파생)

<생육 변화 상태 속성 정의>

속성	내용
1화방개화수(개)	1화방에서의 개화 개수 (파생)
1화방착과수(개)	1화방에서의 착과 개수 (파생)
1화방화방간격(cm)	1화방과 2화방의 간격 (파생)
1화방수확량(개)	1화방에서의 방울토마토 수확 개수 (파생)
1화방수확무게(g)	1화방에서의 방울토마토 수확 총무게 (파생)
...	생성된 화방 수 만큼 반복 생성 (현재 최대 13화방까지 진행)

<화방 별 상태 변화 속성 정의>

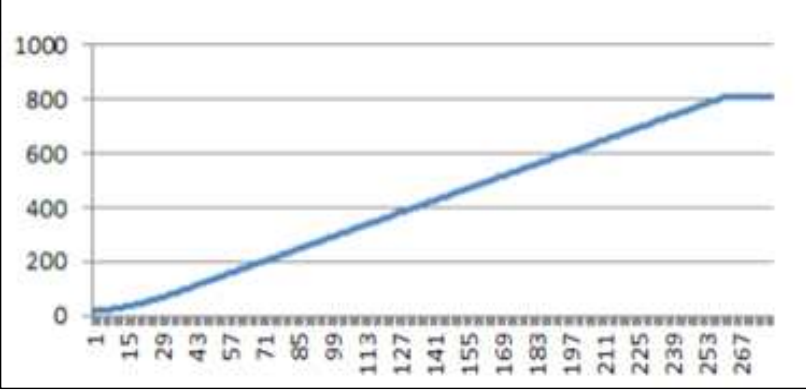
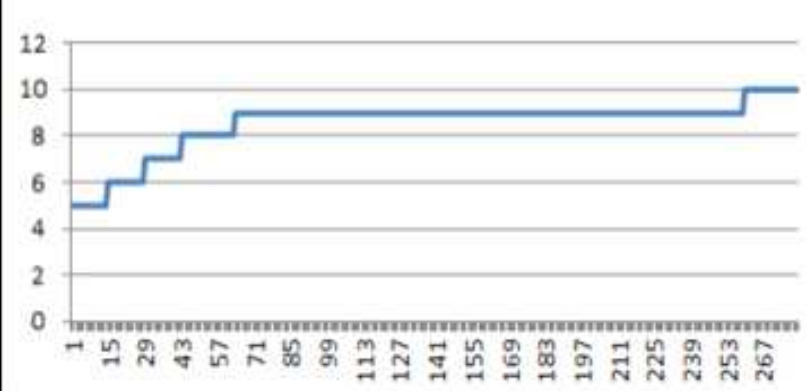
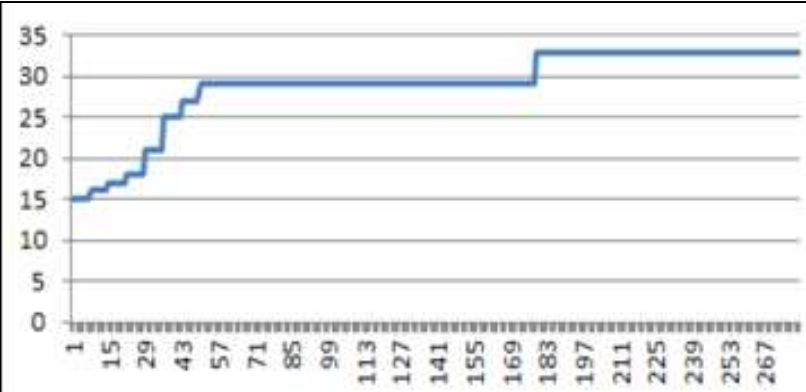
속성	내용
당도	해당 개체에서 생산된 토마토 당도의 평균 (파생)
당도표준편차	해당 개체에서 생산된 토마토 당도의 표준편차 (파생)
화방수	해당 개체의 화방 출현 개수 (파생)
총수확량(개)	해당 개체에서 생산된 토마토의 개수 (파생)
총수확무게(g)	해당 개체에서 생산된 토마토의 총무게 (파생)

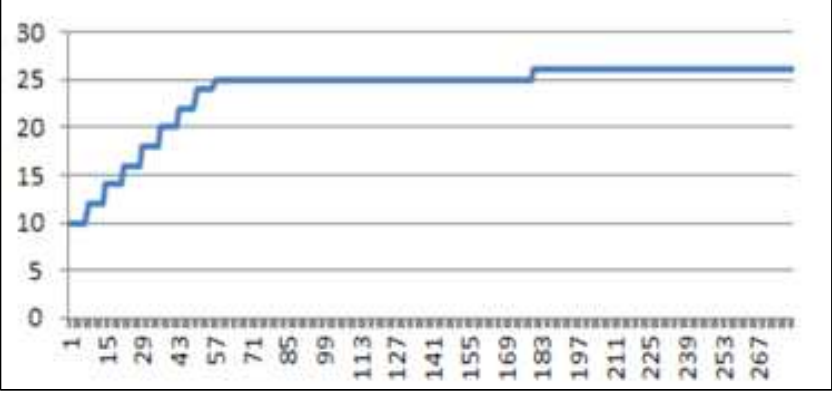
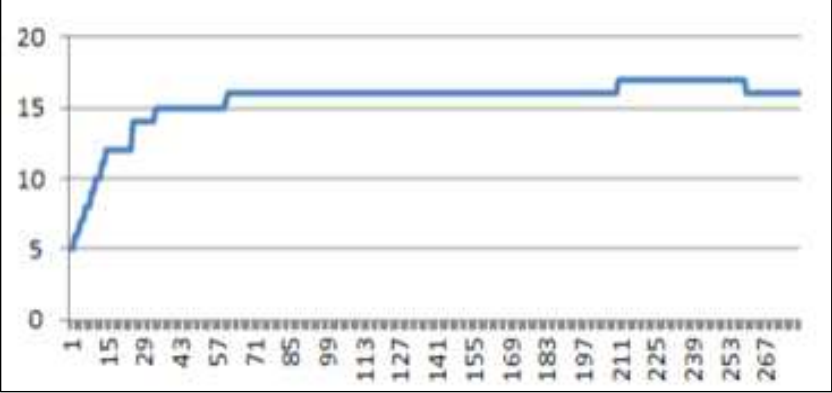
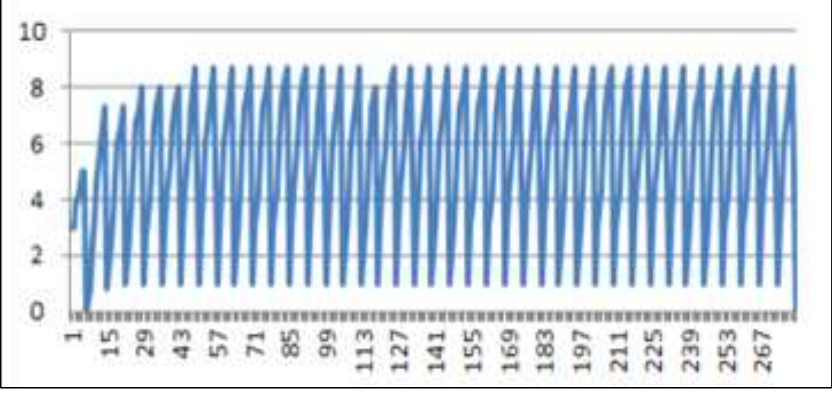
<상태 판별을 위한 주요 속성 정의>

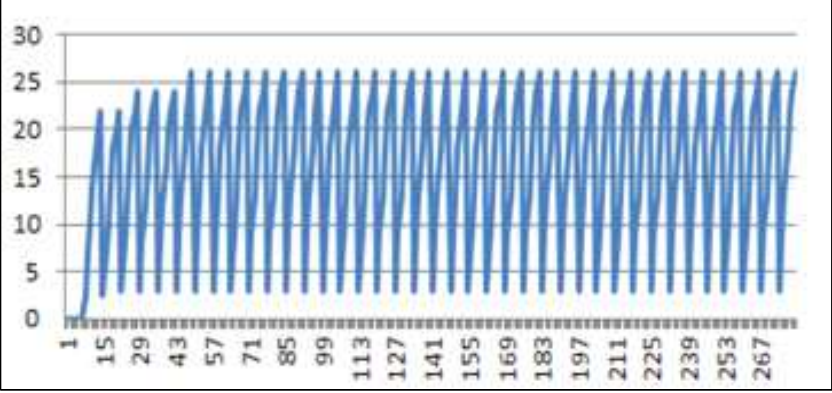
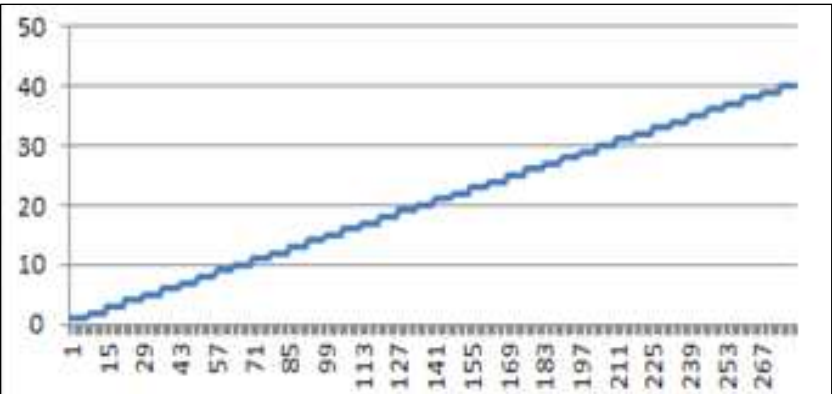
- : 현재 보유하고 있는 데이터는 1세부 부여농가 데이터 한정적이므로 총 12개의 샘플을 추적하는 방식으로 진행하였으나 일반화된 생육상태를 정의하기에 부족한 상태임
- : 따라서 추가적으로 1세부 농가에서 생성한 생육기준지표를 활용하여 유동한 변수 및 상태인식 모델을 만들어보고자 진행함
- 생육기준지표 표
- : 1세부 부여농장의 이전 데이터를 기반으로 생성한 작물 생산 단계를 정의한 표
- : 일자별로 1일에서 280일까지 예상 생육 상태를 정의함

속성	내용
초장	작물의 길이에 범위를 구분할 수 있도록 최소값, 최적값, 최대값으로 다시 구분하여 정리함
경경	작물의 굵기에 범위를 구분할 수 있도록 최소값, 최적값, 최대값으로 다시 구분하여 정리함
잎길이	작물의 잎길이 범위를 구분할 수 있도록 최소값, 최적값, 최대값으로 다시 구분하여 정리함
잎폭	작물의 잎폭 범위를 구분할 수 있도록 최소값, 최적값, 최대값으로 다시 구분하여 정리함
잎수	작물의 잎수 범위를 구분할 수 있도록 최소값, 최적값, 최대값으로 다시 구분하여 정리함
마디간격	작물의 마디간격 범위를 구분할 수 있도록 최소값, 최적값, 최대값으로 다시 구분하여 정리함
화방간격	작물의 화방간격 범위를 구분할 수 있도록 최소값, 최적값, 최대값으로 다시 구분하여 정리함
화방수	작물의 진행 화방수를 기록
출현화방번호	작물의 화방수 출현 시점을 기록

<생육 기준지표 정의>

속성	속성별 상태 그래프
초장	 <p data-bbox="416 745 1225 808">: 일수에 따라 일정한 크기로 성장하는 그래프를 보임 : 따라서 해당 속성을 기간별로 균집화 하는데 매우 용이한 속성이라 판단됨</p>
경경	 <p data-bbox="416 1238 1225 1377">: 일수에 따라 비교적 일정한 성장을 보임이나 어느 정도 성장 후에는 거의 크기 변화를 보이지 않음 : 따라서 크기가 커지는 동안은 균집을 형성에 유용할 수 있으나 일정 기간이 지나면 균집 형성에 방해가 될 수도 있음</p>
앞길이	 <p data-bbox="416 1812 1225 1951">: 경경과 마찬가지로 초기에는 빠른 성장세를 보이지만 일정 기간이 지나면 크기 변화를 보이지 않음 : 따라서 크기가 커지는 동안은 균집을 형성에 유용할 수 있으나 일정 기간이 지나면 균집 형성에 방해가 될 수도 있음</p>

<p>외폭</p>	 <p>: 경경, 입길이와 마찬가지로 초기에는 빠른 성장세를 보이지만 일정 기간이 지나면 크기 변화를 보이지 않음 : 따라서 이 속성 역시 크기가 커지는 동안은 군집을 형성에 유용할 수 있으나 일정 기간이 지나면 군집 형성에 방해가 될 수도 있음</p>
<p>앞수</p>	 <p>: 경경과 마찬가지로 초기에는 빠른 성장세를 보이지만 일정 기간이 지나면 크기 변화를 보이지 않음 : 따라서 이 속성 역시 크기가 커지는 동안은 군집을 형성에 유용할 수 있으나 일정 기간이 지나면 군집 형성에 방해가 될 수도 있음</p>
<p>마디간격</p>	 <p>: 일정한 간격으로 성장해 가는 것을 확인할 수 있음 : 따라서 해당 속성을 기간별로 군집화 하는데 방해가 되는 속성이라 판단됨</p>

<p>화방간격</p>	 <p>: 일정한 간격으로 성장해 가는 것을 확인할 수 있음 : 따라서 해당 속성을 기간별로 군집화 하는데 방해가 되는 속성이라 판단됨</p>
<p>화방수</p>	 <p>: 초장과 마찬가지로 일수에 따라 일정한 크기로 성장하는 그래프를 보임 : 따라서 해당 속성을 기간별로 군집화 하는데 매우 용이한 속성이라 판단됨</p>

<생육기준지표에 따른 속성 별 그래프>

□ 생육기준지표로부터 선별된 속성 정의

- 위 생육기준지표 그래프에 의해 기간별 군집화에 유용한 변수를 다음과 같이 선별하였으며, 뒤에서 이를 기반으로 군집화에 대한 영향력 분석을 수행함
- 초장, 경경, 잎길이, 잎폭, 잎수, 화방수

□ 클러스터링(Clustering)기법을 이용한 생육상태 정의

- 클러스터링은 다차원 벡터로 구성된 데이터 집합을 유사한 k개의 그룹으로 분할하는 기법이며 상황에 속성간 거리나 각도 또는 데이터들의 밀집도 등 척도를 사용함
- k-means 학습알고리즘
 - 클러스터링 기법 중 하나로 다차원 속성 간의 거리를 척도로 사용하는 대표적인 알고리즘
- 사용자가 군집의 수 k를 선정하면 거리가 유사한 k개의 군집을 생성함
 - 데이터 p에서 q까지의 거리를 d(p,q)로 표현되며, 이는 모든 데이터 벡터에 대해 차의 제곱에 합을 구한 후 그에 제곱근을 구하여 얻을 수 있음

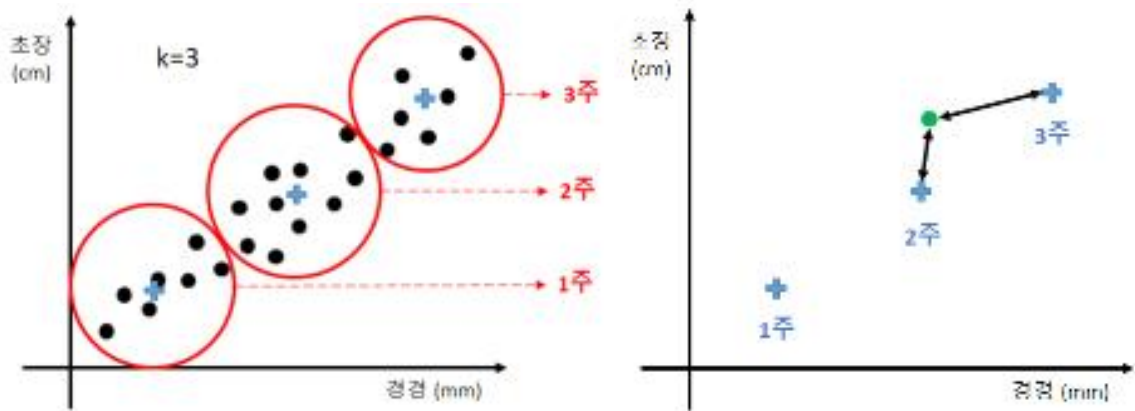
$$\begin{aligned}d(p,q) = d(q,p) &= \sqrt{(q_1 - p_1)^2 + (q_2 - p_2)^2 + \dots + (q_n - p_n)^2} \\ &= \sqrt{\sum_{i=1}^n (q_i - p_i)^2}\end{aligned}$$

- 알고리즘

- ① 군집수 k를 설정(사용자)
- ② 데이터 집합에서 임의로 k개의 데이터를 선택
- ③ 임의로 선택된 k개의 데이터와 모든 데이터 간의 거리를 계산하여 가장 가까운 군집으로 할당하고, k개의 각 군집에 중심점을 구함
- ④ 새로 얻은 k개의 중심점과 모든 데이터 간의 거리를 계산하여 각 데이터를 가까운 군집으로 할당하고, 다시 각 군집의 중심점을 구함
- ⑤ 새로 얻은 군집의 중심점과 이전의 중심점에 차이를 계산하여 차이가 0이면 종료하고 그렇지 않으면 차이가 0이 될 때까지 4번을 반복 수행함

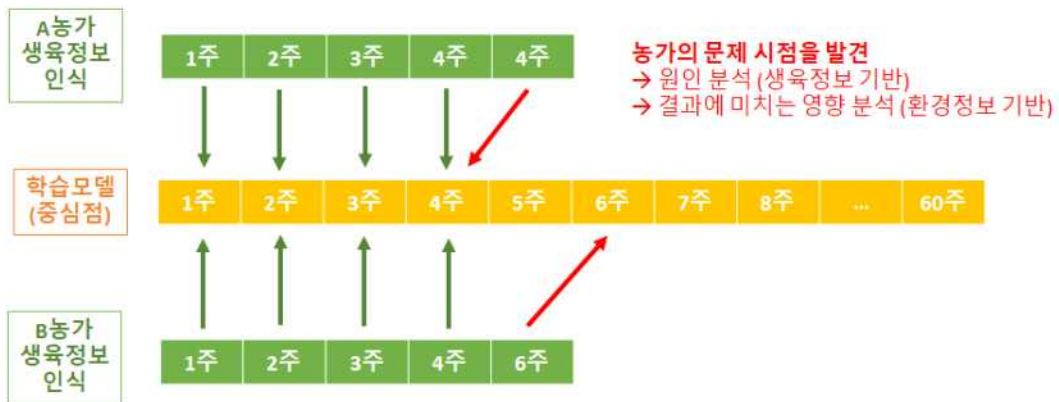
- k-means를 활용한 단계별 군집 생성

생육데이터 속성 중 지속적으로 커지는 속성을 선별하여 구분을 원하는 k개 만큼 군집을 생성하고 각 군집에 생장주기를 나타내는 이름표를 붙임 (이때 알고리즘으로 생성된 모델은 k개의 군집에 중심점을 가짐)



이후 새로운 데이터가 들어왔을 때, 새로운 데이터와 각 군집의 중심점과의 거리를 계산하여 가장 가까운 거리에 있는 군집으로 새로운 데이터를 인식하게 됨(즉, 새로운 데이터의 생장 주기를 인식)

계속적으로 인식되는 생장주기는 일련의 스트림을 형성하게 되고 이러한 패턴의 변화를 이용하여 상태의 변화를 인식하도록 함

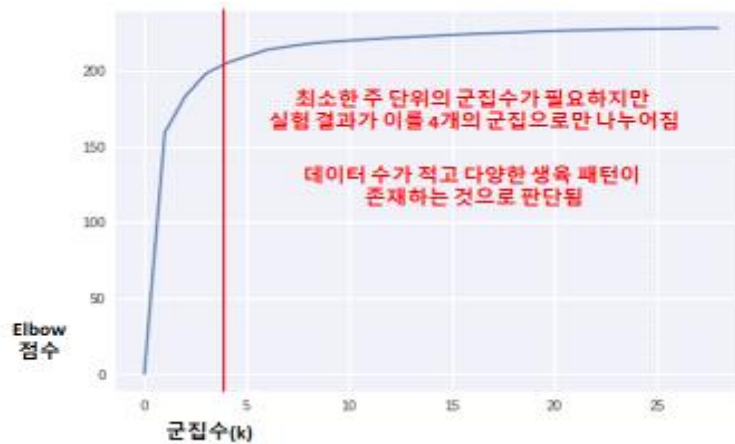


- 임의 군집 평가 방법

k-means 군집화 기법의 경우 최적의 군집수 k를 구하기 위해 엘보우(Elbow) 평가 방법을 사용함

엘보우 평가 방법은 클러스터의 수를 순차적으로 늘려가면서 결과를 모니터링 하는데 만약 하나의 클러스터를 추가했을 때 이전보다 훨씬 더 나은 결과를 나타내지 않는다면 이전의 클러스터의 수를 구하고자 하는 클러스터의 수로 설정함

생육기준지표에 대한 엘보우 평가 결과 그래프는 다음과 같음



이 그래프에서 점선의 기울기가 갑자기 완만해지는 시점은 k=5인 경우로 군집수는 4가 가장 적당한 상황임을 알 수 있음
 그러나 이 경우 생육상태를 4단계로만 인식하는 상황이므로 엘보우 평가를 가지고 군집수를 선정하게 되면 군집의 활용성이 떨어지게 됨
 따라서 군집수를 안정적으로 보다 세분화하기 위하여 군집에 따라 속성별 군집 영향력을 평가하는 방법을 제안함

- 군집 분석을 통한 속성 별 군집 영향력 평가 (진행중)

군집수를 k를 늘려가면서 각 군집의 순도 변화를 측정함 (각 군집의 데이터 D에 대한 순도는 군집 내 인식된 상태가 얼마나 일률적인지를 비율로 계산한 것임)

$$\text{순도}(D) = -p \log_2 p - (1-p) \log_2 (1-p)$$

- 작물의 성장 정도를 가장 잘 표현하는 식물길이를 주 속성으로 하고, 나머지 속성 마디간격, 잎길이, 잎수, 잎폭, 줄기굵기, 화방간격 등을 번갈아가며 삽입하여 순도의 차이를 비교 평가함

군집평균순도 평가 : 초장 + [기타속성]

속성	k=4	k=5	k=10	k=28	k=40
마디간격	0.992473	0.989477	0.741235	-	-
잎길이	0.748526	0.424523	0.541757	-	-
잎수	0.674434	0.597049	-	-	-
잎폭	0.712087	0.549182	-	-	-
경경	0.610979	0.676712	-	0.740844	-
화방간격	0.744833	0.791695	0.820722	-	-
화방수	-	-	-	-	-

- 환경데이터 모니터링 결과를 바탕으로 생육상태를 설명하기 위한 유용한 속성 정의 (군집분석 완료 후 실험 진행)

□ 환경과 생육 데이터간 관계분석 및 데이터 분석 플랫폼 구축

○ 이전 생육모델 연구자료 수집 및 검토

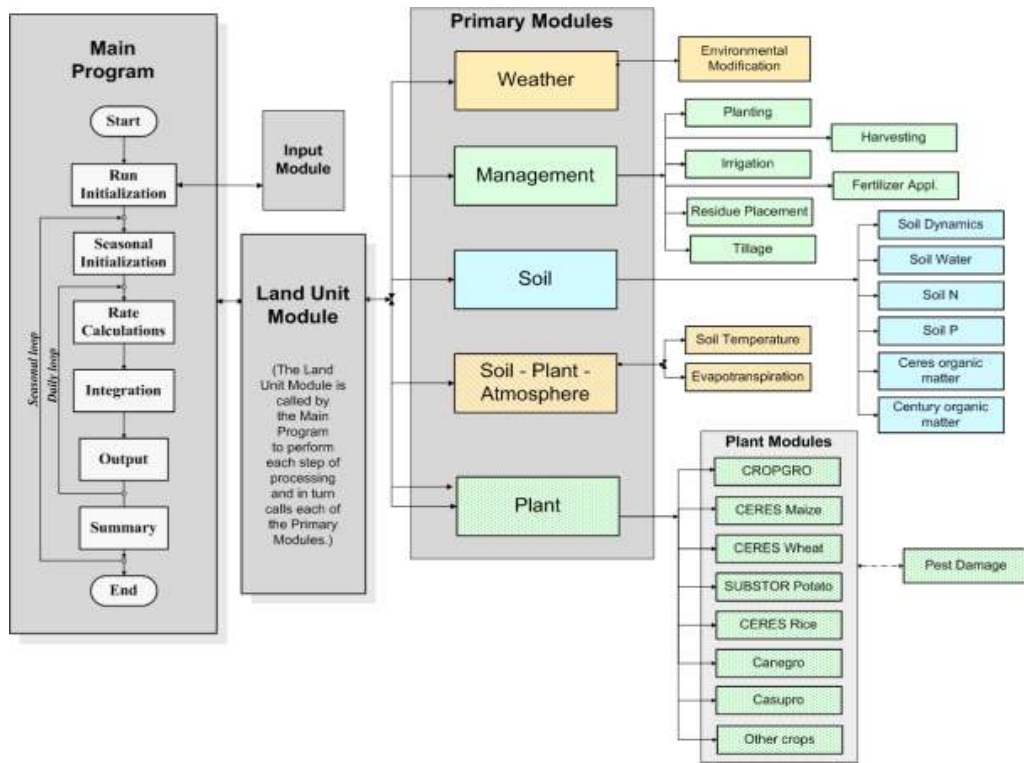
- 목적

데이터 속성에 대한 유효성 검증은 데이터 전처리에 앞서 가장 먼저 선행되어야 할 과정으로 이를 위해 대표적인 생육모델을 분석함으로써 유효한 데이터를 검증하는데 활용하고자 함
기존 생육모델을 분석하여 유효한 데이터를 검증하고 부여농장에 맞는 생육모델로 개량하여 이후 들어오는 데이터에 대한 결측치를 보간 하는 것에 활용함

- 과정

국내 생육모델을 이용한 생산량 예측 연구는 주로 벼에 국한 되어 있어 해외에서 많이 사용되는 생육모델을 기준으로 잡음

여러 생육 모델 중 보편적으로 사용되는 모델인 DSSAT 모델과 WOFOST 모델을 연구함
해당 모델 관련 논문 및 응용프로그램을 기반으로 어떠한 입력값을 이용하여 출력값을 만들고 출력값은 무엇에 대한 지표로 사용되는 지를 연구함



<DSSAT 모델 구성도>

- DSSAT(Decision Support System for Agrotechnology Transfer)

생육 시뮬레이션 모델로써 전반적인 작물의 성장뿐만 아니라 토양의 수분 함량, 온도 역학, 총 탄소 및 질소량 등 생산량 예측에 도움을 줄 수 있는 여러 출력값을 가짐

아래 그림과 같이 메인 프로그램과 여러 모듈들로 구성되어 있음

WOFOST모델에 비해 더욱 다양한 작물과 환경을 제공하며 수치값에 대한 출력 뿐만 아니라 그래프를 활용한 시각자료를 제공하며 주로 선그래프와 산점도 활용

모델에서 요구하는 입출력 속성과 수집된 데이터를 맞추는 작업 필요함(예; 수집된 데이터인 잎길이와 잎폭을 엽면적지수(LAI)로 바꾸는 등의 작업)

이후 바뀐 데이터를 이용하여 모델에 적용하고 생육 상태를 예측

옵션에서 대한민국의 토양데이터를 적용할 수 있으며, 이 경우 대한민국의 평균 토양을 기준으로 적용할 경우 어느 정도의 오차가 있을 것으로 예상

- DSSAT 모델의 입력데이터

실험 데이터, 토양 데이터 및 재배 데이터 등으로 구분되며, 이를 기반으로 시뮬레이션 입력을 준비함

토양파일에는 서브 모듈에서 정보를 가져오는데 서브모듈은 토양수분모듈, 토양 탄소 및 질소 모듈, 토양역학모듈로 3개로 구성됨

토양수분모듈은 일차원 모델로써 토양층의 강우, 관개, 수직배수, 불포화흐름, 토양 증발 및 뿌리 수분 섭취과정으로 인한 일일 토양 수분 변화를 계산함

토양역학모듈은 육지 단위에 대한 토양 매개변수를 읽고 경작, 토양 탄소의 장기간 변화 또는 다른 현장작업에 기초하여 토지 매개변수를 수정하도록 설계됨

이러한 값들의 설정이 완료된 파일 또한 제공하며 이를 이용하여 기존에 분석된 파일도 열람이 가능함

다양한 나라의 토양과 날씨 데이터가 제공되며 이중 대한민국에 관련한 데이터 또한 제공되고 있음

토마토, 녹두, 옥수수, 파인애플, 수수 콩 감자, 피망 등 다양한 작물을 지원함

- DSSAT 출력데이터

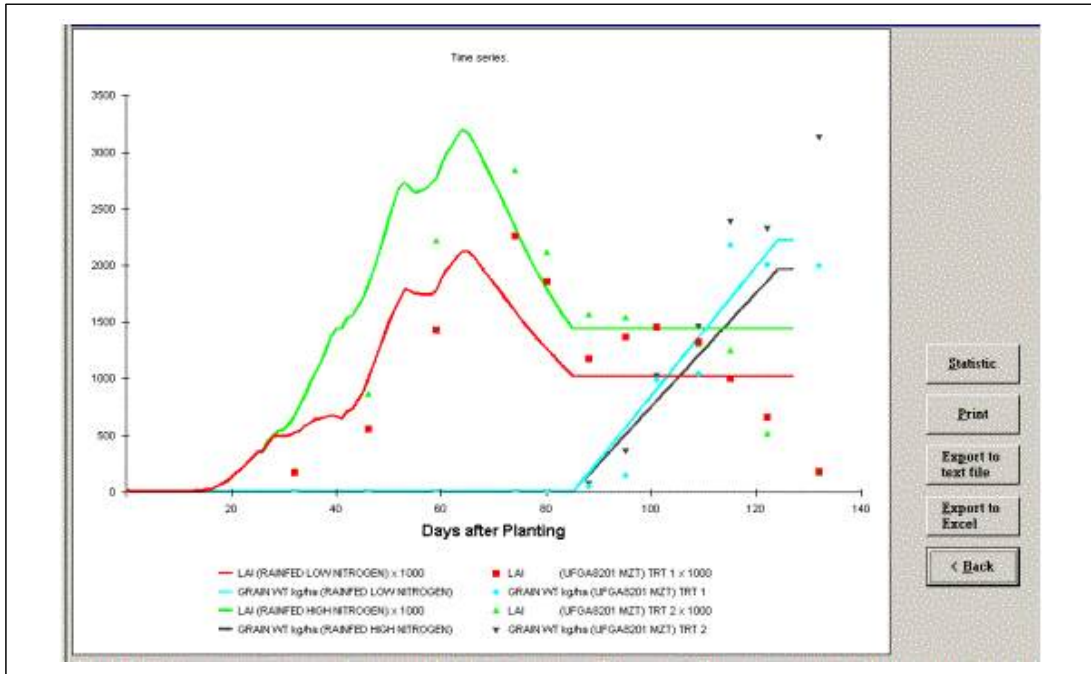
출력은 수치형과 그래프 형태로 출력 가능함

다양한 형태의 결과 출력이 가능하며 선택이 가능함

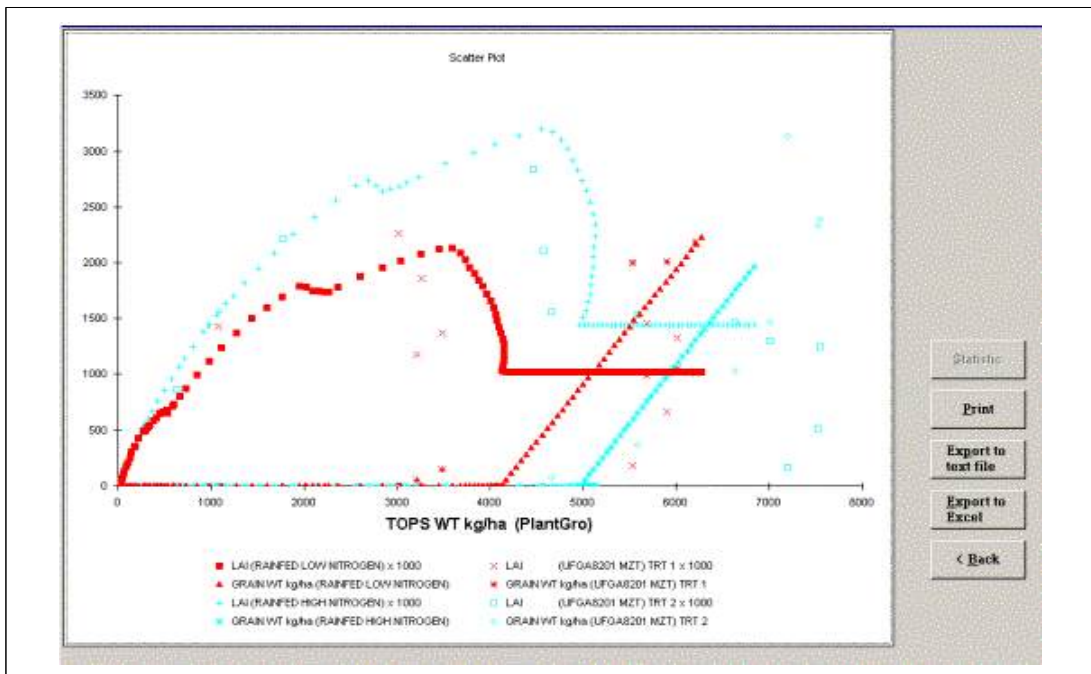
이중 그래프 형은 시계열 그래프와 산점도를 옵션값으로 선택할 수 있음

YEAR	DOW	DAS	DAP	LA50	GS50	LA10	LWAD	SWAD	GWAD	PRAD	NWAD	CWAD	HWAD	PWAD	NSPD
1995	072	29	0	4.1	0	0.003	1	1	0	1	2	2	0	0	0.000
1995	073	30	1	4.5	0	0.005	2	1	0	1	3	3	0	0	0.000
1995	074	31	2	4.9	0	0.009	3	2	0	2	5	5	0	0	0.000
1995	075	32	3	5.3	0	0.011	4	2	0	2	6	6	0	0	0.000
1995	076	33	4	5.7	0	0.014	4	3	0	3	7	7	0	0	0.000
1995	077	34	5	6.1	0	0.017	5	3	0	3	9	9	0	0	0.000
1995	078	35	6	6.4	0	0.021	7	4	0	4	10	10	0	0	0.000
1995	079	36	7	6.8	0	0.026	8	4	0	4	13	13	0	0	0.000
1995	080	37	8	7.1	0	0.031	10	5	0	5	15	15	0	0	0.000
1995	081	38	9	7.4	0	0.037	12	7	0	6	19	19	0	0	0.000
1995	082	39	10	7.8	0	0.046	15	8	0	7	23	23	0	0	0.000
1995	083	40	11	8.2	0	0.057	19	10	0	8	29	29	0	0	0.000
1995	084	41	12	8.6	0	0.073	25	12	0	9	35	35	0	0	0.000
1995	085	42	13	9.0	0	0.091	28	15	0	11	43	43	0	0	0.000
1995	086	43	14	9.3	0	0.101	33	18	0	15	51	51	0	0	0.000
1995	087	44	15	9.6	0	0.122	40	22	0	17	62	62	0	0	0.000
1995	088	45	16	10.1	0	0.152	47	27	0	19	74	74	0	0	0.000

<수치형 출력값>



<시계열 그래프>



<산점도>

시계열 그래프는 사용자가 시간에 따른 시뮬레이션 데이터를 파악할 수 있게 도와줌
 오른쪽 버튼을 통해 통계값과 인쇄 또는 export기능을 수행할 수 있음
 예측 평가를 위한 통계값으로 MAE(Mean Absolute Error)와 RMSE(Root Mean Square Error)등이 출력 가능

$$MAE = N^{-1} \sum_{i=1}^N |P_i - O_i|$$

$$SE = \left[N^{-1} \sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2 \right]^{0.5}$$

N 은 관측된 값의 개수이고, O_i 와 P_i 는 i 에 대한 데이터의 관측값과 예측값임

- WOFOST(WORLD FOOD STUDIES)

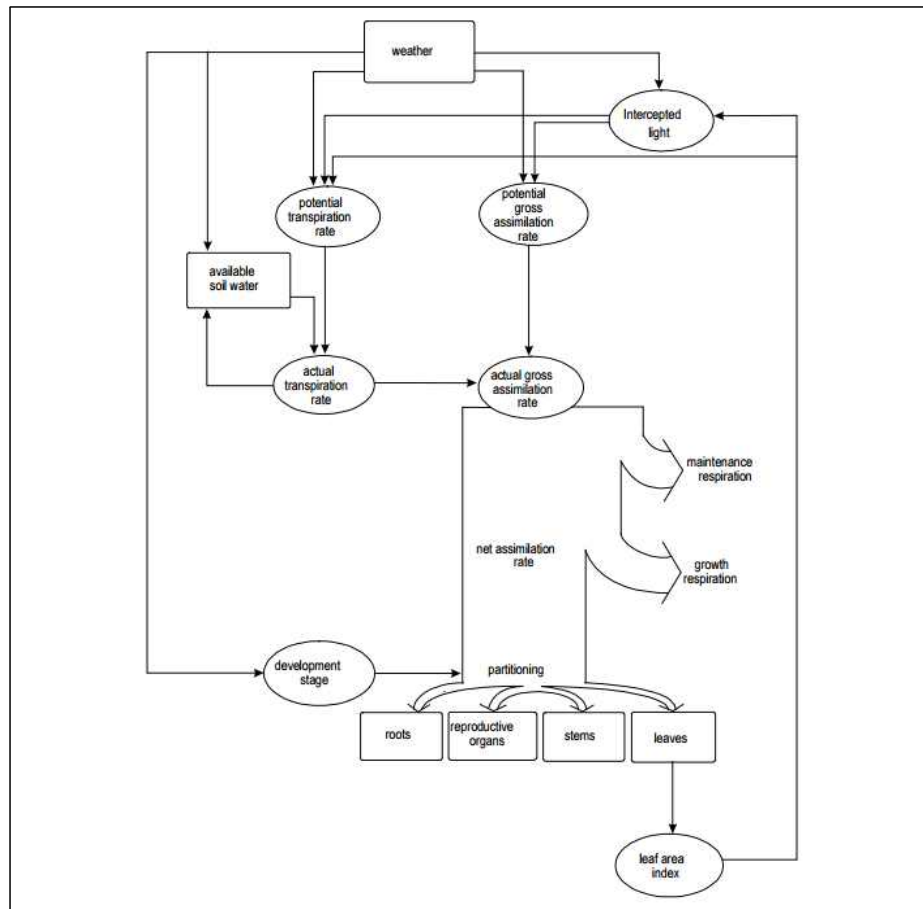
네덜란드 와게닝겐 대학에서 개발하였으며 때문에 환경 및 날씨데이터가 네덜란드 기준으로 되어있음

간단하고 쉽게 생육량을 예측할 수 있도록 개발되었으나 주로 곡류의 품종을 지원하기 때문에 이 모델을 직접 활용하기 보다는 생육모델의 개괄적인 형태를 파악하는데 초점을 맞춰야 함
제한요인으로 물과 토양의 영양소를 기준으로 잡을 수 있으며 영양소로 질소, 인, 포타슘과 겐보기 회수율을 입력으로 받을 수 있음

토양에서는 지하수와 배수 깊이까지 고려함

DSSAT모델과 마찬가지로 출력형태로 수치와 그래프 모두 제공하며 선그래프와 막대그래프 형태를 지원함

본 프로그램은 프로그램 언어 중 Fortran으로 작성되었으며 오픈소스로 제공되고 최근 다양한 분석에 활용되고 있는 언어인 Python과도 연동이 가능함



<WOFOST 모델 구성도>

- WOFOST 입력데이터

입력 데이터로는 일반, 생육, 날씨, 타이머, 토양, 영양분 등으로 구분되며, 각각을 관리하는 화면이 탭의 형태로 제공됨

- WOFOST의 일반탭(General)

기본값인 생육성장 예측시물레이션에 추가 옵션으로 '물을 제한 예측'과 '영양소 제한 예측' 선택 적용할 수 있음

먼저, '영양소 제한 예측'을 선택하면 '물 제한'요건에 추가적으로 '영양소 제한'요건을 선택할 수 있게 됨

작물의 일일 총 CO2 흡수율은 햇빛 흡수량에 의해서 계산되고 햇빛 흡수량은 태양상수와 태양과 지구의 각도를 이용하여 계산되며 수식은 아래와 같음

$$I_0 = I \sin \beta$$

여기서 I_0 는 작물의 햇빛 흡수량이고 I 는 태양상수, 그리고 β 는 지구와 태양사이의 각도

- WOFOST의 생육탭(Crop)

왼쪽 Available crops란에서 시물레이션 할 수 있는 작물들이 표시됨

작물이 선택되면 오른쪽 Selected crop file란에 작물 파일에 대한 파라미터 정보 출력됨

작물 정보는 W41파일 포맷 형태로 존재하며 CROPD 디렉토리에 들어가면 확인 가능

```

SORGHUM - 메모장
파일(F) 편집(E) 서식(O) 보기(V) 도움말(H)
12.00, 1.00 ! as function of low min. temp. [cel; -]

** conversion of assimilates into biomass
CVL = 0.720 ! efficiency of conversion into leaves [kg kg-1]
CVO = 0.740 ! efficiency of conversion into storage org. [kg kg-1]
CVR = 0.720 ! efficiency of conversion into roots [kg kg-1]
CVS = 0.690 ! efficiency of conversion into stems [kg kg-1]

** maintenance respiration
Q10 = 2.0 ! rel. incr. in resp. rate per 10 Cel temp. incr. [-]
RML = 0.0300 ! rel. maint. resp. rate leaves [kg CH2O kg-1 d-1]
RMO = 0.0100 ! rel. maint. resp. rate stor.org. [kg CH2O kg-1 d-1]
RMR = 0.0100 ! rel. maint. resp. rate roots [kg CH2O kg-1 d-1]
RMS = 0.0150 ! rel. maint. resp. rate stems [kg CH2O kg-1 d-1]
RFSETB = 0.00, 1.00, ! red. factor for senescence
2.00, 1.00 ! as function of DVS [-; -]

** partitioning
FRFB = 0.00, 0.20, ! fraction of total dry matter to roots
0.85, 0.20, ! as a function of DVS [-; kg kg-1]
1.45, 0.00,
2.00, 0.00,
FLTB = 0.00, 0.60, ! fraction of above-gr. DM to leaves
0.55, 0.60, ! as a function of DVS [-; kg kg-1]
    
```

< 입력 데이터 >

emergence는 출수(이삭이 나오는 것)에 관련한 파라미터를 가지며 TBASEM, TEFFMX, TSUMEM으로 구성되는데 이는 각각 하한 임계온도, 출수를 위한 최대 유효온도, 그리고 파종에서 출수까지 온도 합계를 말함

최적 온도는 다음과 같은 수식 관계를 가짐

$$\begin{cases} T_e = 0 & (T \leq T_b) \\ T_e = T - T_b & (T_b < T < T_{max,e}) \\ T_e = T_{max,e} - T_b & (T \geq T_{max}) \end{cases}$$

여기서 T_b 는 하한 임계온도, $T_{max,e}$ 는 최대 유효온도, T_e 는 유효온도를 말함. 즉 유효온도는 하한 임계온도보다 낮을때 온도에 상관없이 0이되고, 최대 유효온도가 넘어가게 되면 더 온도가 올라가더라도 유효온도는 일정 온도에서 고정되게 됨

TSUM1은 출현부터 개화까지 온도 합계를 의미하고 TSUM2는 개화부터 성숙까지의 온도 합계를 말함

IDSL은 사전 개화발달이 어디에 의존하는지 보여주는데 이 값은 0부터 2사이 정수값으로 주어지며 0은 온도, 1은 하루길이, 그리고 2는 두 개 모두 값에 의존하는 것을 말함

DVS는 Dimensionless state Variable development State의 약자로 무차원 상태변수 개발 단계란 뜻으로 해석됨. 이는 작물에 상태에 대한 값을 의미하며 0은 발아, 1은 개화, 2는 성숙단계를 말함. 따라서 DVSI는 DVS Initial로 작물 초기값을 말하며, DVSEND는 DVS end로 수확값을 말함. 가령 DVSI가 0이고 DVSEND 값이 2이면 상태변수 개발단계가 0일 때 시작하여 2인 성숙단계 때 수확한다는 의미로 해석됨

LAIEM은 출수시 엽면적 지수(LAI)를 뜻하고 RGRLAI는 LAI최대 상대적 증가량을 말함. 엽면적 지수란 어떤 군락에서, 단위 면적에 대하여 잎의 전 면적의 비율을 숫자로 나타낸 것으로 광합성량 연구, 수분소모량 추정 등에 유용한 지표로 이용됨

Assimilation은 구성대사를 말하는데 이는 식물체가 섭취한 물질을 스스로 이용하는 물질로 변화시키는 제작용을 의미하며, 이 타입의 속성인 KDIFTB는 확산 가시광선에 대한 흡광계수를 의미함

- WOFOST의 수분 데이터탭(Water)

수분데이터 탭에서는 먼저 날씨 포맷을 선택할 수 있으며 아래 Available stations에서 필요한 날씨데이터 지역이 표시됨

오른쪽에는 해당 데이터의 이용 가능한 기간이 표시됨

- WOFOST의 토양 데이터탭(Soil)

토양 탭에서 토양의 타입과 수분관련한 값을 선택할 수 있는데, 사용가능한 토양의 타입은 왼쪽 Available soil types란에서 선택할 수 있음

Hydrology란에서 지하수의 유무를 선택할 수 있으며, 지하수의 영향을 선택하지 않을 경우 수분공급은 토양의 물 저장능력, 초기 토양 수분 함량, 생육기간동안의 강수량에 의존하게 됨 만약 지하수의 영향을 받는다면 배수깊이값을 파라미터로 가질 수 있음

- WOFOST 영양 데이터탭(Nutrients)

0~100kg/ha를 기준으로한 질소, 인, 포타슘의 양을 입력인자로 가짐

오른쪽 Apparent recovery fraction에서 겉보기 회수율을 지정할 수 있는데 겉보기 회수율이란 비료 사용으로 인한 작물의 추가 영양소의 양으로 이를 이용하여 균형잡힌 영양 섭취량 상태를 계산할 수 있음

- WOFOST 출력데이터

수치형 자료와 시각화 자료를 출력값으로 제공하며 수치형 자료는 엑셀 형태로 변환이 가능하며, 총 동화량과 유지호흡량을 제공하므로써 특정 환경에서 작물의 생육량이 어떻게 변화해 가는지 알 수 있음

다음 그래프를 통해 1980년부터 3년간 시간에 따른 작물 상태값의 변화를 알 수 있음

작물의 성장률(DVR)은 온도를 이용하여 아래와 같이 구할 수 있음

$$F_{pr} = \frac{P - P_c}{P_0 - P_c}; 0 \leq F_{pr} \leq 1$$

$$DVR = F_{pr} \frac{T_e}{T_{req}}$$

T_e 는 일일 유효온도이고 T_{req} 는 다음 개발단계를 위한 열 시간을 말하는데 작물 생장률은 광주기에 의해서도 영향을 받게 됨. F_{pr} 는 광주기 감소인자로서 기초량인 P 와 임계일장인 P_c 를 이용하여 계산함. 임계일장이란 식물의 출수 또는 개화를 촉진하거나 늦추게 하는 고비가 되는 낮 시간의 길이를 말하며 한계일장이라고도 함
수치형 출력값은 날짜를 기준으로 생산량 수치를 보여주는데 잎, 줄기, 저장조직 등을 이용함



<그래프형 출력값>

Detailed output - WCC

RUNNAM: WCC YEAR: 1980 RAIN: [Open... Graph... Close]

Potential Water-limited Water balance Nutrients

WEATHER: Netherlands, Wageningen (meteo\Wcabowe\Wh1.)
 RAIN: belonging to weather station
 CROP: Cotton, (Van Heemst, 1988) (cropd\Wcotton.w41)
 SOIL: EC1-coarse (soild\Wec1.new)
 START: fixed sowing date
 sowing date: 1 emergence date: 165 [Excel]

POTENTIAL CROP PRODUCTION

YEAR	DAY	IDSEM	DVS	TSUM	WLV	WST	WSO	TAGP	LAI	TRA	GASS	MRES	DMI
				degrd	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	m2/m2	mm/d	CH2O	CH2O	kg/ha/d
1980	165	0	0.00	0.	3.	2.	0.	5.	0.00	0.01	1.2	0.1	0.8
1980	166	1	0.02	12.	3.	2.	0.	5.	0.00	0.01	1.1	0.1	0.7
1980	167	2	0.03	24.	3.	2.	0.	6.	0.01	0.01	0.7	0.1	0.4
1980	168	3	0.04	30.	4.	2.	0.	6.	0.01	0.01	0.5	0.1	0.3
1980	169	4	0.05	36.	4.	2.	0.	6.	0.01	0.01	0.6	0.1	0.3
1980	170	5	0.05	41.	4.	3.	0.	6.	0.01	0.01	0.4	0.1	0.2
1980	171	6	0.06	46.	4.	3.	0.	7.	0.01	0.01	0.3	0.1	0.1
1980	172	7	0.06	49.	4.	3.	0.	7.	0.01	0.01	0.1	0.1	0.0
1980	173	8	0.07	52.	4.	3.	0.	7.	0.01	0.01	0.3	0.1	0.1
1980	174	9	0.07	55.	4.	3.	0.	7.	0.01	0.01	0.1	0.1	0.0

SUMMARY

HALT	ANTH	TWRT	TWLV	TWST	TWSO	TAGP	HINDEX	TRANSP	TRC	GASST	MREST
365	-99	126.	304.	203.	0.	506.	0.00	1.8	348.	1059.	177.

<수치형 출력값>

구분	DSSAT	WOFOST
특징	100여개 국가에서 적용된 사례가 있으며, 농업부문 기후변화 적응을 위해 전 방위적으로 활용되고 있음 DSSAT-CSM이라 불리는 모델을 모듈 접근 방법 활용 실행 및 입출력을 위한 메인 프로그램, 온도·관리·토양·작물 모듈 등의 기본모듈 및 서버 모듈로 이루어져 있음	작물 생육기간 동안의 작물별 토양 유형, 수분 조건과 날씨에 의한 물리적인 측면을 고려한 모델임 연간 작물의 성장과 생산량을 추정하는데 주로 활용 시간, 날씨, 작물, 수분, 토양 영양에 관한 값 등을 입력값으로 받으며 출력값은 수치뿐만 아니라 그래프로도 제공
지원 작물	토마토, 녹두, 옥수수, 파인애플, 수수 콩 감자, 피망 등 다양한 작물	목화, 감자, 쌀, 보리, 수수, 해바라기, 콩, 녹두, 카사바 등 주로 곡류를 중심으로 한 작물
입력값	기후: 일일 최고/최대 온도, 강수량, 일사량 등 토양: 성장 가능한 토양 최저 수분함량, 토양 수분 최대 배수량, 식물 뿌리 기준 토양 깊이, 토양반사계수 등 생육: 수소, GDD, 광주기 민감도, 잎면적지수(LAI) 등	기후: 최대/최소 기온, 습도, 풍속, 강수량 등 토양: 토양 유형, 최대 뿌리깊이, 토양 수분 특성, 토양 수분 전도도, N,P,N비료 등 생육: 초기 건조중량, 잎의 수명, 사망률, 기관 당 최대/최소 영양 농도 등
출력값	수량, 질소 섭취량, 토양 수분 및 온도, 온도역학, 총 탄소 및 질소 등	잎, 줄기, 저장기관의 건조중량, 잎 면적지수, 작물 증산률, 유지호흡률, 토양수분함량 등
장점	여러가지 작물을 다뤄주며 또한 다양한 나라의 기후와 토양을 지원하고 있음	비교적 모델이 단순하고 오픈소스로 제공되어 사용이 쉽고 간편함
단점	비교적 사용법이 어려우며 기능이 다양한 만큼 사용법을 익혀야 함 범용모델이기 때문에 지역적인 특성을 반영하기 어려움	지원하는 작물이 적고 주로 옥수수나 쌀 등의 곡류 연구에 활용되고 있음 토양이나 기후 등의 환경 요인이 제한적이라 신뢰도 높은 결과를 얻기 어려움

<DSSAT모델과 WOFOST모델 비교표>

모델에서 사용하는 속성 변수가 씨드림 농장에서 관측하는 속성 변수와 차이가 있기에 비교 모델로 사용하기 보다는 함수관계를 파악하여 모델 구축에 활용하는 방향으로 설정

- 생육상태에 따른 환경의 변화 분석
 - (생육상태 인식 모델 생성후 진행)
- 데이터분석에 필요한 플랫폼 정의
 - (위 평가 끝난후 진행)

2. 2차년도

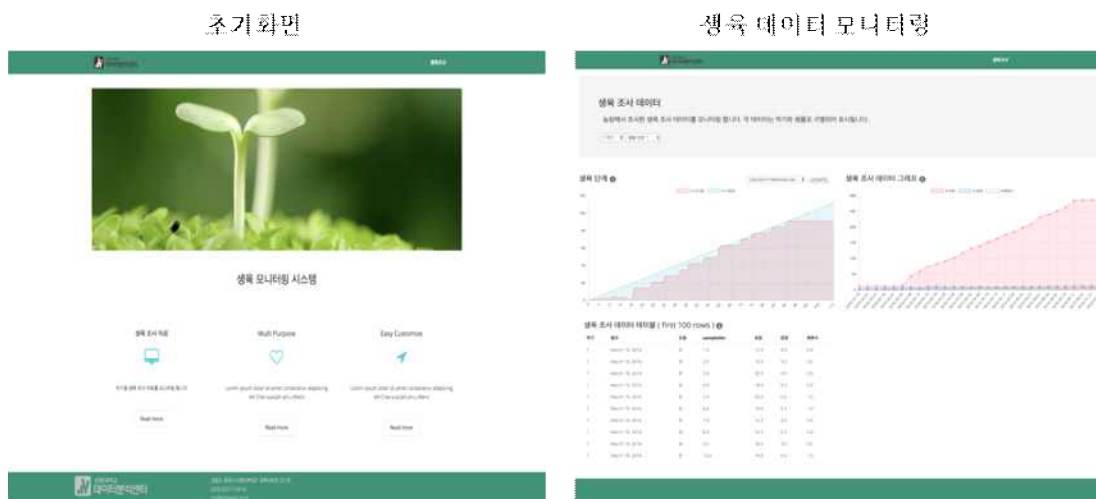
- 가) 2차 데이터 전처리 모니터링
- 나) 생육상태 세분화 및 생육 상태에 따른 환경 조건 추출
- 다) 생육 조건 생성 및 유효성 검증을 통한 최적의 생육조건 예측 조건 개발

□ 2차 데이터 전처리 및 모니터링

○ 2차 데이터 전처리 개요

- 농장에서 수집되는 환경데이터를 분석 가능한 형태로 전처리하여 이를 기반으로 실시간 모니터링을 가능하도록 함
- 수집되는 데이터 농가가 증가함에 따라 농가와 샘플별로 구분하여 데이터를 구분하여 분석을 실시하고 있으며 시간을 기준으로 한 생육상태 인식
- 센서에서 들어오는 원시 데이터를 그대로 사용하기 보다는 실질적으로 작물의 생육에 영향을 미칠 수 있는 변수로 변환하여 사용하려 하며 이를 위해 기존에 연구된 확률모델의 수식에 대한 추가적인 연구 중에 있음
- 특히 일사량과 온도에 영향을 받는 증산량 등의 변수를 파생 변수로 확보하여 예측모델의 성능을 높이기 위한 연구 진행
- 센서 데이터 이상치 파악을 위해 환경 기준지표를 활용하며 단위 일수로 분류가 아닌 범위 파악을 통해 이상치를 파악하여 이상치의 측정 전후 일자의 값의 평균을 이용하여 보간
- 기기별 센서 데이터에 대한 차이 보정을 위해 추가적 연구가 필요하며 센서 데이터 패턴 파악을 통해 데이터 보정에 관한 연구 진행

□ 2차 생육 데이터 모니터링



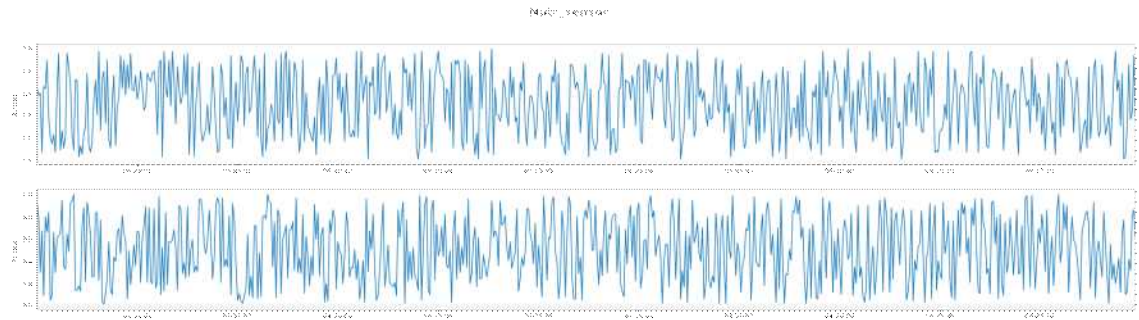
< 생육데이터 분석 플랫폼 >

- 웹 환경의 모니터링 환경을 통한 분석 효율 가속화
- 1세부 데이터베이스 연동을 통한 실시간 생육데이터 모니터링
- 생육 모델 선택을 통한 작물데이터 상태 파악

□ 2차 배액센서 데이터 모니터링

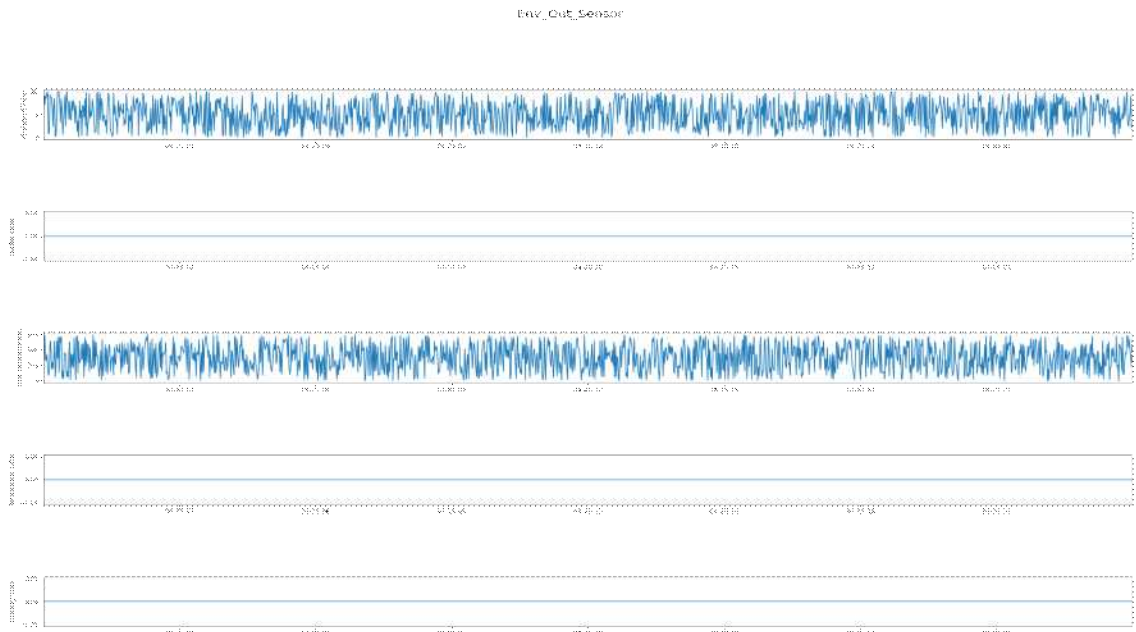
- 배액센서는 배액 농도를 측정하는 EC센서와 PH값을 측정하는 PH센서로 구성되며 측정된 값 중 EC값은 1.5에서 2.0 사이의 값으로 구성되며 PH의 경우 8.0에서 9.0 사이의 값으로 측정이 됨

- 센서 값은 초단위의 불규칙한 형태로 수집이 되며 EC센서와 PH센서의 시간축을 맞추기 위해 분(minute)단위로 시간 간격을 통일함



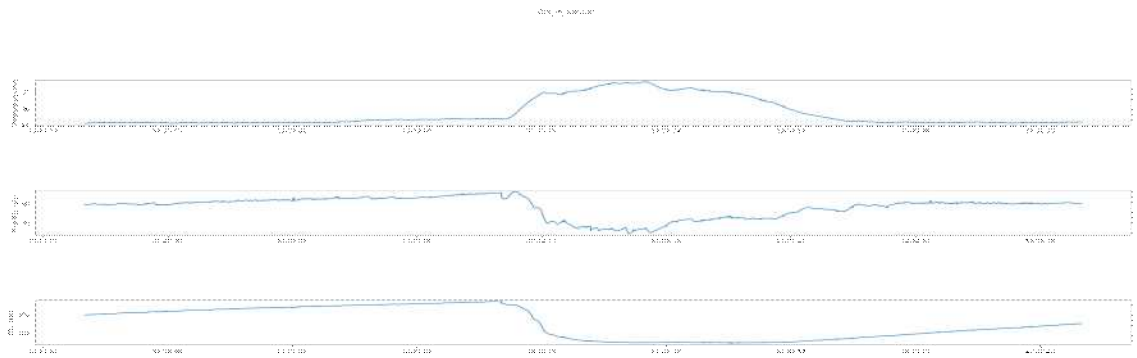
< 2016년 4월25일 배액센서 측정값 그래프 >

□ 2차 외부 환경 데이터 모니터링



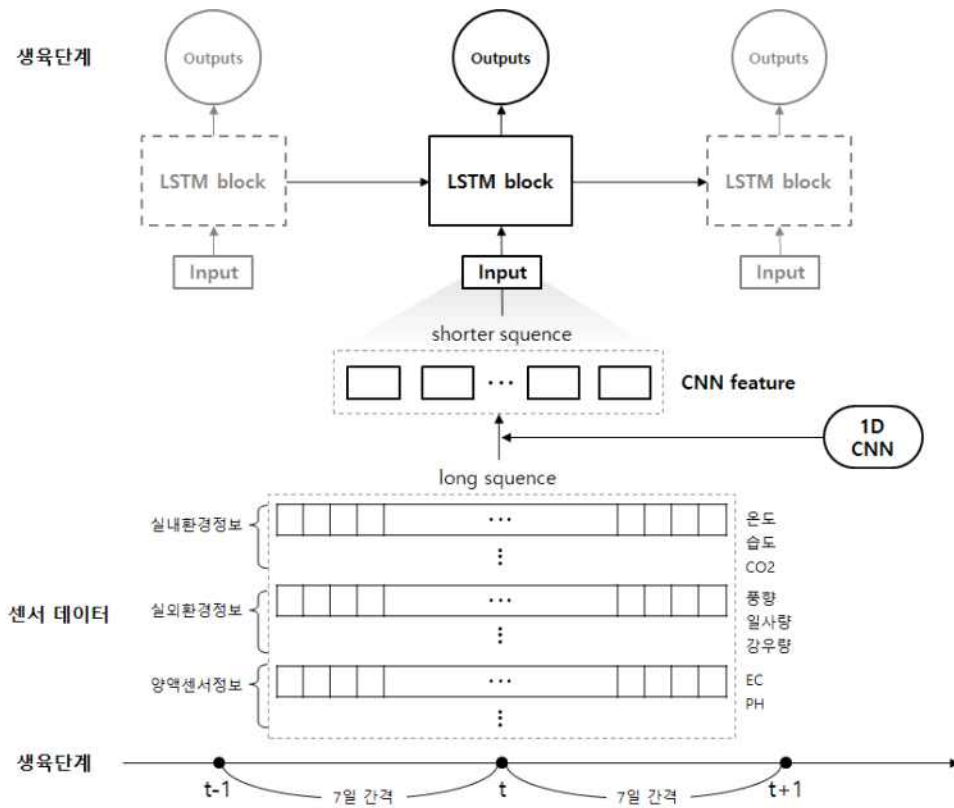
< 2016년 4월5일 외부환경센서 측정값 그래프 >

- 농가별 보유 장비 차이에 따른 측정값 누락은 유사한 환경을 가진 타 농가의 값을 통한 보간 과정이 필요
- 수집되는 데이터의 양이 적어 활용을 위해 더 많은 시간이 걸릴 것으로 예상
- 2차 내부 환경 센서 데이터 모니터링

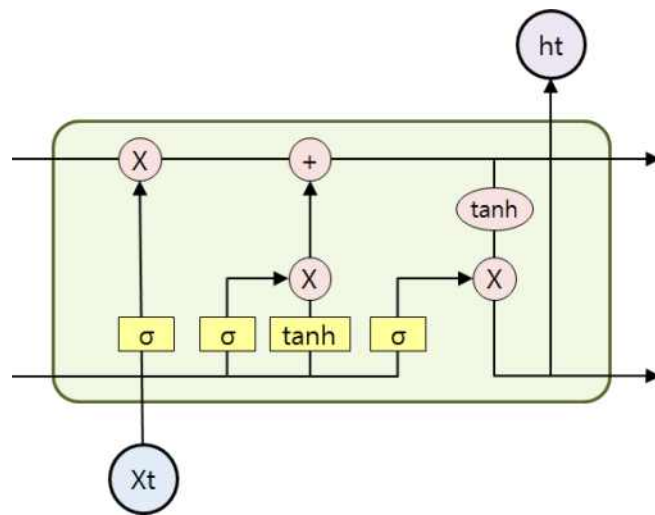


< 2017년 12월22일 내부환경센서 측정값 그래프 >

- 생육상태 세분화 및 생육상태에 따른 환경 조건 추출
 - 외부 환경과 작물의 생장은 큰 상관관계가 없는 것으로 보이며 이는 온실 작물 특성상 외부 환경이 아닌 내부 환경에 영향을 더 받기 때문인 것으로 예상됨
 - 1차년도에 다차원 변수를 통한 생육 상태를 정의하는 연구를 진행하였으며 이를 활용하여 내부 환경 데이터에 집중하여 증산량 등의 파생변수를 추출하고 이를 통해 분석 결과의 신뢰도를 높이는 방안에 관한 연구 진행 중
 - 시간과의 상관 관계 파악을 통해 추가 변수를 분석하고 생육 상태 세분화
 - 생육 기준지표를 기반으로 정확도를 파악하며 이를 기준으로 추가 변수 파악 및 파생변수 추출
 - 파생변수는 시간에 종속적인 변수를 기준으로 하며 마디길이 등의 주기 패턴을 보이는 데이터에 관해서는 생육상태 정의보다는 패턴 인식을 통해 식물의 상태 모니터링에 활용하는 방안에 대해 연구 중에 있음
- 생육조건 생성 및 유효성 검증을 통한 최적의 생육조건 예측모델 개발
 - 생육상태 예측모델 개발
 - 특수 상황(병충해 등)을 제외했을 때 생육단계는 시간에 종속적인 시계열 데이터의 형태를 띄며 전반적으로 증가하는 추세를 보임
 - 이에 따라 기존에 설계하였던 HMM(Hidden Markov Model) 모델이 아닌 시계열 데이터 분석에 강한 성능을 보이는 LSTM(Long Short-Term Markov Model) 모델을 활용하여 예측모델 설계



< 생육 예측모델 구조도 >



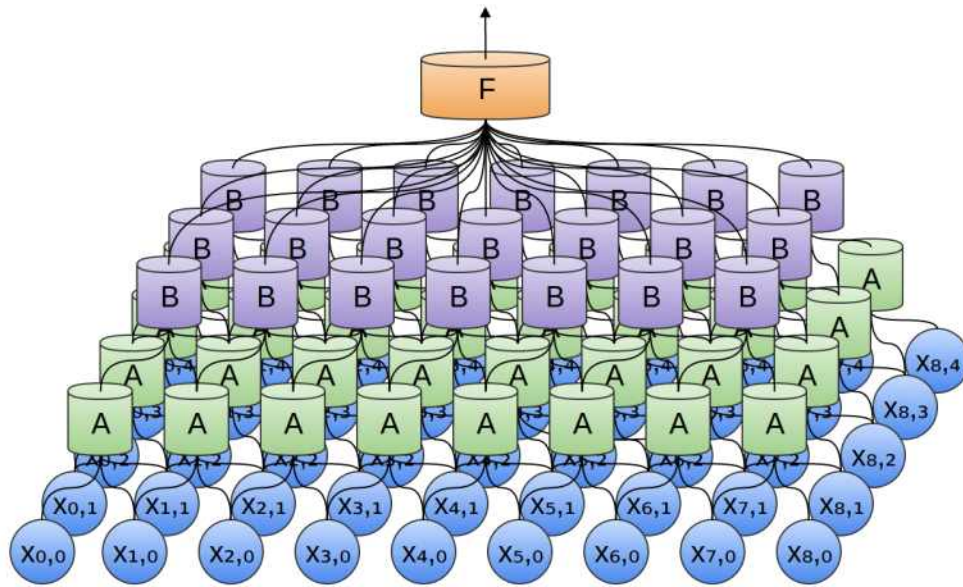
< LSTM 모델 구조도 >

- 기존 RNNs 모델의 히든 state에 cell-state를 추가한 구조로써, 과거의 입력값을 어느 정도 반영할 지에 대한 파라미터 값이 추가하여 여러 가지 요인을 효과적으로 잡아냄
- 기존 LSTM 모델에 사용되는 하이퍼볼릭탄젠트(tanh) 함수를 softsign함수를 활용하여 속도 및 Gradient Vanishing 이슈를 해결하기 위한 연구 진행

- LSTM을 통한 모델과 LSTM과 유사하나 더 간단하고 적은 데이터에서도 잘 작동하는 GRUs를 활용하여 더 신뢰도 있는 모델을 선택하는 방식으로 연구 진행

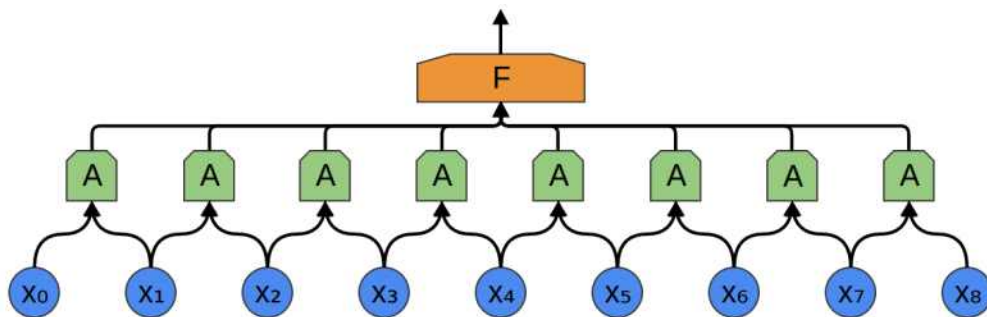
○ 예측모델 변수 데이터 축소를 위한 CNN(Convolution Neural Network)의 활용

- CNN(Convolution Neural Network)
- CNN은 하나의 뉴런을 여러번 복사해서 사용하는 Neural Network로, 뉴런의 형태를 보여주는 파라미터(parameter)의 개수를 적은 수로 유지하면서도 방대한 계산을 가지고 방대한 계산을 필요로 하는 모델을 표현할 수 있다.



<2차원 CNN의 모델 도식 예시>

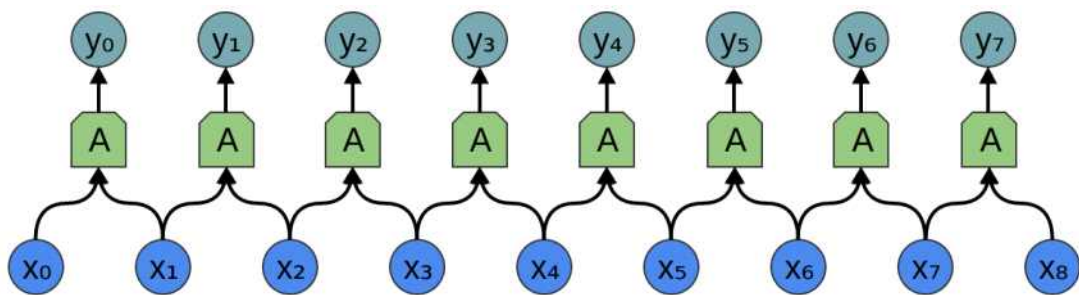
- CNN은 시간에 따라 다른 정보를 가지고 있는 데이터, 즉 일정한 간격의 데이터에 자주 쓰이는 알고리즘임. 따라서 CNN의 구조는 데이터를 기존의 신경망(neural network)에 1 대 1로 적으로 연결하는 방식이 아니라 데이터들의 시간 상 흐름을 반영하기 위해 t_{i-1}, t_i, t_{i+1} 과 같이 여러 개의 데이터를 하나의 신경망에 연결하여 그 정보를 반영하는 방식을 사용함.



<단순화된 CNN 모델 예시>

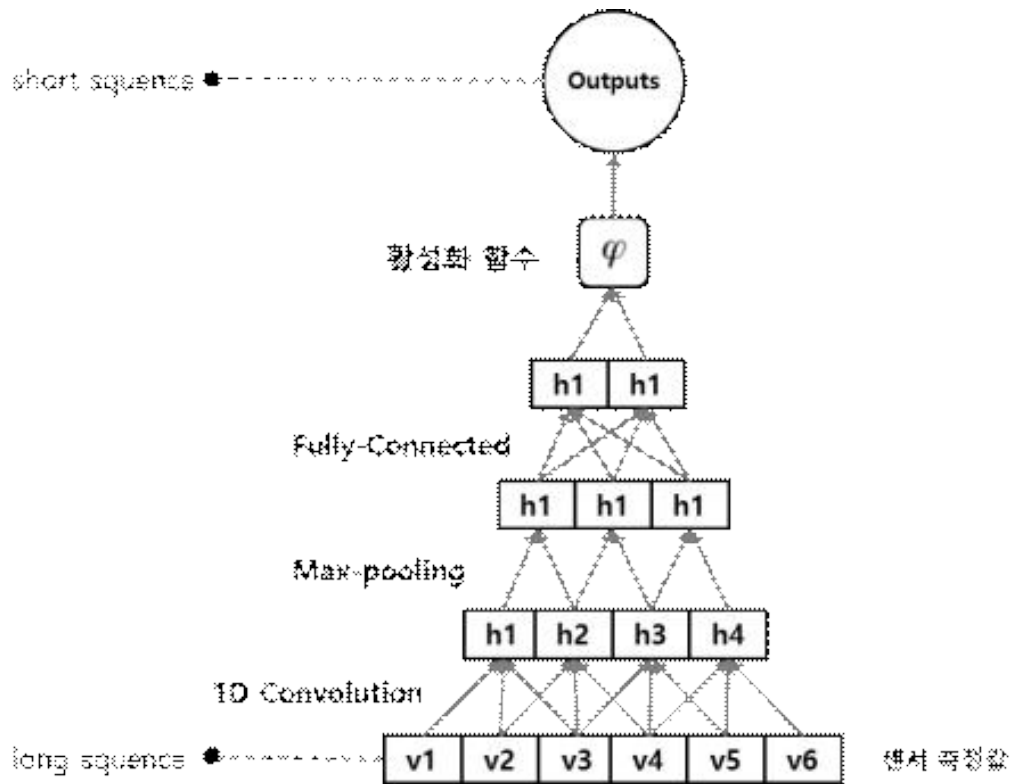
- 이러한 데이터간의 연결 및 layer를 다층화하는 구조의 반복을 통해 데이터간의 흐름에

- 서 유추할 수 있는 정보를 추상화할 수 있게 되며, 추상화된 정보는 사람이 판단하기에 중요한 정보가 아닐 가능성 또한 존재함.
- 그러나 이러한 분석의 과정 속에서 어느 한 시간대의 정보가 신경망을 통해 그룹화되는 과정에서 의도치 않게 영향력을 크게 발휘할 때가 있는데, 이러한 오진을 막기 위해서 사용되는 것이 max-pooling이라는 기법이다. 이 기법은 현재 위치한 레이어의 바로 직전 레이어의 정보만 확인하고 그 중 가장 큰 값만 취하여 특성을 가려낸다. 이 과정을 통해 max-pooling layer에서 생성된 output은 이전 레이어의 어느 부분에 그러한 특성이 있는지 확인할 수는 없지만, 전체적인 대략적인 특성을 가지게 됨.
 - 1D convolutional layer의 input이 $\{x_n\}$ 이고 output이 $\{y_n\}$ 이라고 표기할 때 해당 도식은 다음과 같다.



<1D convolutional layer 도식 예시>

- 이 도식의 output을 수식으로 표현하면 $y_n = A(x_n, x_{n+1}, \dots)$ 이며 각 convolutional layer를 수식으로 표현하면 다음과 같다. $y_0 = A(x_0, x_1), y_1 = A(x_1, x_2), \dots$ 인 형태가 된다. 이러한 과정을 통해 convolutional layer는 neural network의 계산량을 현저하게 줄여주고 공식에 필요한 불필요한 수식을 감소시킴으로서 데이터가 표현하고 있는 분포 등의 의미를 해당 신경망을 통해 설명할 수 있는 장점이 있다.



< CNN을 활용한 시계열 데이터 축소 예시 구조도 >

- 생육 측정 데이터는 일주일(7일)에 한번 수집되나 센서 데이터의 경우 분/초 단위로 수집되며 이로 인해 수집되는 생육변수와 환경변수의 시간 간격이 차이남
- 시간간격을 맞추기 위해 센서 데이터에서 수집된 데이터를 단순히 7일치 평균값으로 처리할 수 있으나 이러한 방식은 이상치에 민감하며 손실되는 데이터의 양이 많아 예측모델의 성능 저하를 일으킴
- 이에 따라 단순 평균치로 데이터를 축소하기 보다는 1차원 CNN(1D CNN)을 활용하여 데이터를 축소함으로써 데이터의 손실률을 줄이는 방식으로 연구 진행
- CNN의 효과적 사용을 위한 파라미터 설계에 관한 연구 진행

3. 3차년도 연구내용

- 가) 3차 데이터 전처리 및 모니터링
- 나) 데이터 간 복합적인 상관성 분석을 통한 생육 상태 예측모델 평가
- 다) 농장 맞춤형 자율제어 추천 모델 재평가

□ 3차 데이터 전처리 및 모니터링

○ 관련 연구

- 생육 모델 작성 간에 필요한 변수 관련 내용
- + 나명환, 박유하의 연구에서는 스마트팜 토마토 농가에서 실제로 수집된 자료를 이용하여 수

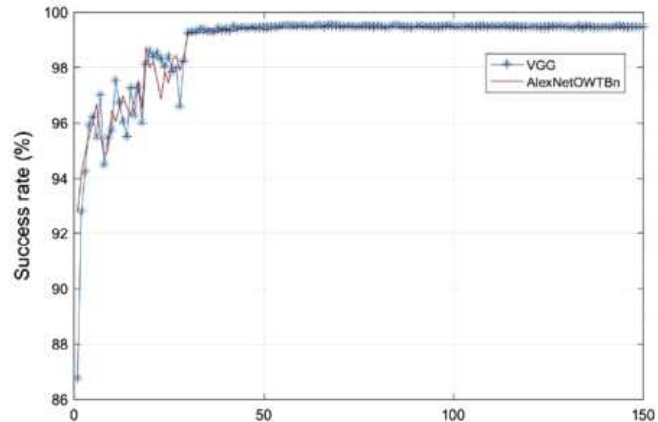
확률과 환경 변수의 연관성을 알아보고 이를 예측하기 위한 다중회귀 분석을 실시하였다. 해당 연구에서는 다중 회귀 분석을 사용하여 결과를 제시하였으며, 일주일 단위로 누적 평균을 계산하여 타겟 변수와의 상관 관계를 계산하였다. 해당 연구는 실제 데이터를 수집하였을 뿐만 아니라 외부 온도 관련 인자, 내부 온도 관련 인자, 광 관련 인자, 이산화탄소관련 인자, 수분 관련 인자, 양액 관련 인자 등 총 26개의 인자를 수집하여 해당 연구에 사용하였다. 그 와중에서도 도드라지는 점은 단순히 해당 주치의 환경 데이터와 타겟 변수인 수확량을 비교 하는 것이 아니라 특정 환경 변수가 몇 주 후 어느 정도의 영향을 주었는지 시간 값을 고려한 상관관계를 고려했다는 점을 눈여겨볼만 하다.

Table 3.2 Correlations between yield and lagged variables

		x_{t-1}	x_{t-2}	...	x_{t-6}	x_{t-7}	...
x_1	Average outside temperature	0.551	0.451		0.395	0.217	
x_2	Highest outside temperature	0.352	0.539		0.456	0.351	
x_3	Lowest outside temperature	0.582	0.414		0.248	0.153	
x_4	Weekly cumulative solar radiation	0.004	0.088	...	0.483	0.632	...
x_5	Average inside temperature	0.298	0.273		0.401	0.353	
x_6	Average inside temperature	0.003	0.006		0.408	0.248	
x_7	Highest inside temperature	0.388	0.239		0.296	0.100	
...							

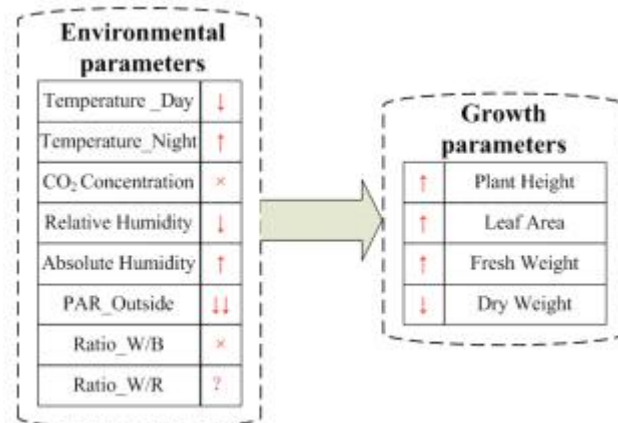
<해당 변수 간 주차별 상관성 분석, 나명환, 2017>

- + 해당 연구에서는 R^2 는 0.841, $adj-R^2$ 는 0.814였으며 가장 의미 있는 변수로는 수확 1주 전의 평균 온도, 개화시기인 7주 전의 일사량, 5주 전의 물흡수량, 7주 전의 공급 PH농도였다.
- + 홍영복, 오세종의 경우 토마토 온실재배를 위한 환경 제어에 필요한 기준표를 제시하였는데, 해당 기준표에서는 온도, 습도, 양액, 이산화탄소, 광선 등 생육 환경의 최적 환경 설정 데이터를 제시하였으며, 주목할 점은 생육 단계를 5단계, 그리고 변화가 심한 온도의 경우 24시간을 5단계로 나누어 해당 표를 제작하였다. 해당 표를 확인할 때 토마토의 최적 온도는 25~28도였으며, 일출과 일몰 시에는 12~13도, 야간에는 8~15도의 범위를 보였다. 탄산가스 (Co2)의 경우 대부분의 생육 과정에서 영향을 끼치지 않았지만 3화방 개화 이후부터는 500~1500ppm을 유지해야한다는 것을 확인하였다.
- + Tenzin, Sarika는 옥수수의 질병 여부를 기계학습을 통해 진단하는 내용을 연구하였는데, 식물의 잎이 병들거나 곤충에 의한 피해를 입는 것에 SVM, quadratic SVM, 결정 트리를 이진 분류 시스템을 이용하여 이를 진단하였으며 각각 0.94, 0.76, 0.95의 성능이 나왔다.
- + Konstantinos는 신경망을 이용하여 식물의 질병을 탐지하였으며 해당 식물은 사과, 바나나, 양배추 등 총 14개의 식물의 이미지 데이터를 수집하여 CNN 알고리즘을 통해 해당 식물의 질병 여부를 탐지하였으며 해당 신경망의 파라미터는 epoch = 10000, batch size = 32, Momentum = 0.9, Weight decay = 0.0005, Learning rate = 0.01이다. 잎 관련 질병에서는 97% 이상의 진단율을 보였으나 바나나의 경우 85%로 그 성능이 급감하였으며, 콩의 경우도 83%로 황변이 아닌 갈변하는 경우 정확도가 상대적으로 감소하였다.



<학습 epoch간 질병 진단 성공 그래프, Konstantinos, 2018>

+ Q.Qin, K.shi는 상관 분석을 통해 온실 토마토의 성장 모델을 작성하고 이를 통해 주요 환경 변수를 선정하였다. 해당 연구에서는 주간 온도와 야간 온도의 차이가 적을수록, 상대 습도가 낮되, 절대습도가 높을수록 해당 잎 면적 및 식물의 길이, 생중량은 증가하지만 건조 중량은 감소한다는 점을 언급하였다. 해당 연구에서 주목 할만한 점은 특정 온도를 지속적으로 유지시켜야한다는 것과 대기과 지면 간 습도의 차이가 적어야하며, Co2의 영향이 상대적으로 적었다는 점이다. 단 Co2의 경우 과다할 시 광합성을 통해 잎이 피해를 받을 수 있다는 점을 언급하였으며, 생육과는 별개로 병해에 관련이 있는 요소라는 점을 확인할 수 있었다.



<토마토 생육에 영향을 끼치는 환경 변수, Q.Qin, 2016>

○ 딥러닝 관련 내용

- Bashar, Alhnaity의 연구에서는 토마토 생산량과 성장량을 모두 예측하는데 서포트 벡터 회귀SVR(Support Vector Regression), 랜덤 포레스트, LSTM(Long Short Term Memory)모델을 사용하였다. 사용된 데이터는 벨기에 Destelbergen에 위치한 Ornamental Plante Research Centre(PCS) 90m²의 온실에서 측정된 줄기의 직경을 타겟 데이터로 입력 데이터는 온실에 장착된 센서들로 Co₂, (photosynthetic active radiation)PAR, 내부 온도를 수집했다. 토마토 생산량 예측을 위해서는 UK Greenhouse farm으로부터 수집된 환경정보 Co₂, 습도, 일사량, 외부온도, 내부온도

데이터를 입력 변수로 사용하고, 실제 측정된 생산량을 타겟 변수로 사용하여 토마토 생산량을 예측하는데 학습되었다. 60%를 훈련 데이터로 15%를 검증데이터로 나머지 25%를 테스트 데이터로 사용하였으며, LSTM모델이 MSE=0.002, RMSE=0.047, MAE 0.03으로 모든 경우에 좋은 성능을 보이므로 LSTM을 선택하였다.

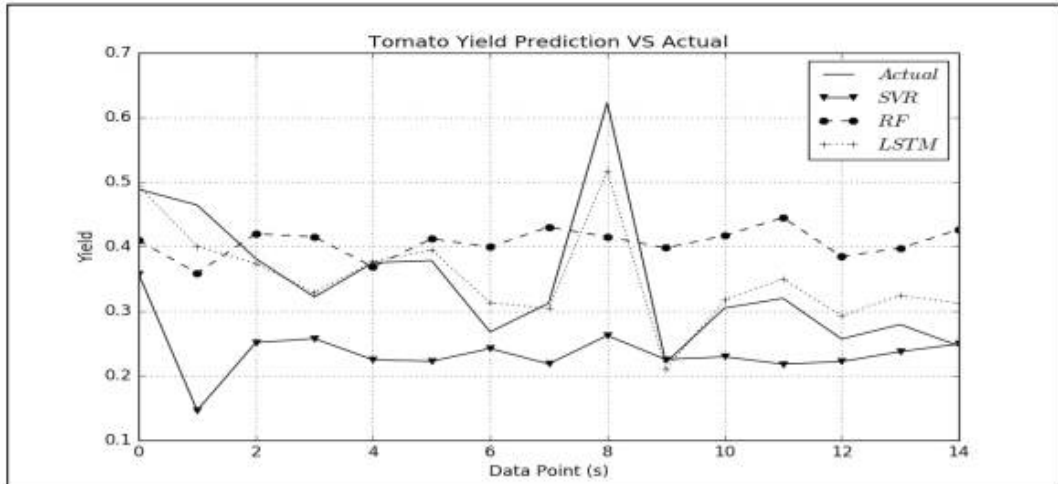


Figure 2. Testing results and performance comparison of Tomato Yield predictions.

<SVR, RF, LSTM 성능 비교 그래프, Bashar, 2019>

- + 본 연구와 동일한 방식으로 예측을 수행하는 가장 유사한 논문이라고 볼 수 있다. 이 연구에서 제시하고 있는 성능 비교 그림에 actual 값과 예측 값이 모두 0과 1사이의 값으로 나타나 있을 것을 보았을 때, 오차 측정에 있어 주어진 데이터의 스케일링 변환 없이 그대로 사용한 것이 아니라 학습하기 위해 [0,1]사이의 값으로 스케일링한 데이터를 그대로 사용하여 최종 성능평가 및 그래프를 도출하였기에 지나치게 성능이 좋게 나타난 것으로 보이며 이러한 성능평가로 지나치게 좋은 성능이 도출되었거나 확실하지 않은 성능 평가 결과를 도출했을 것으로 예상된다. 또한 영국과 벨기에의 지역적 차이가 있고 다른 데이터를 분석하여 어떠한 연구 성과가 있는지 알 수 없다. 반면 우리의 연구는 동일한 나라와 지역의 토마토 농장의 생산량 및 생산량을 예측한다는 면에서 가치가 있다.
- + W. C. Lin과 B. D. Hill의 연구에서는 상업용 온실에서 재배되는 파프리카의 주간 생산량 예측을 위한 신경망 모델에 대한 연구를 수행하였다. 캐나다 British Columbia의 2000년부터 2005년까지 총 6년간 파프리카의 주간 생산량을 데이터로 사용하였다. 입력 데이터는 주간 빛 누적 량(KJm^2), 주간 24시간 평균 온도, 이전 주간 생산량 1주 이전~ 3주 이전까지 속성으로 6년간 총 156개의 샘플 데이터를 사용하였다. 학습 모델은 인공 신경망을 사용하였으며, 1주 후, 2주후의 생산량을 예측하였다. 1주 후 예측 성능을 R^2 으로 구했을 때, 매년 성능의 차이가 꽤 있지만, 평균 R^2 은 0.66, RMSE는 0.25의 성능을 보인다. 또한 2주 후 R^2 은 0.59, RMSE는 0.29의 성능을 보인다. 2008년도의 연구로 기존 기계학습 알고리즘과의 비교가 없고, 인공 신경망만을 사용하여 다른 알고리즘과 비교가 없다는 한계가 있다. 또한 생산량은 패턴이 있긴 하지만, 일정하지 않고 값의 변화가 큰 것을 고려하면 꽤 좋은 성능을 얻었다고 말할 수 있다. 인공 신경망 즉, 딥러닝 기술이 더욱 발달한 현재에서는 본 연

구보다 더 좋은 성능을 보일 것으로 예상된다.

- + Kim Sung Kyeom의 연구에서는 대한민국에서 농가의 소득원으로 가장 영향이 있는 고추의 생육 예측 및 수량 추정 모델을 개발하였다. 고추의 수량 및 품질은 일조량, 강우량, 기온 등과 같은 기상환경 및 재배지의 토양 조건에 의해 큰 영향을 받기에 이런 조건의 데이터를 수집하여 생육 및 수량을 예측하는 연구를 수행하였다. 국립원예특작과학원의 비가림 하우스에서 고추를 파종하고 유리 온실의 평균기온인 25°C로 설정하였고, 토양 수분 함량을 30%로 유지하고, 양액은 과채류 전용 양액을 pH6.5 500ml를 매주 주었다. 생육 및 수량 특성에 대한 데이터 수집은 생체 중, 건물 중, 엽 수, 엽 면적을 2주 간격으로 154일 까지 총 12회를 조사하였다. 생산량 조사는 6주부터 2주 간격으로 총8회를 실시하여 데이터를 수집 구축하였다. 생육 모델의 성능 평가로는 MSE(Mean Standard Error)를 사용하였고 R^2 값의 평균 대략 0.98의 모델을 개발하였으며, 생육 모델은 생체 중, 건물 중, 초장 및 엽 면적의 예측 회귀 방정식을 정의하였고, 수량 추정 모델은 해당 재배일의 날씨와 비가림 시설 내의 평균 온도를 사용하여 추정하였다. 이 연구는 생육 예측 및 수량 추정을 위한 실험 환경을 구축하고 실험 환경에서 발생하는 데이터를 수집하여 모델을 개발한 연구로 실제 농가에서 수집되는 데이터보다 데이터 품질이 높아 좋은 연구결과로 도출 될 수 있었다. 하지만 수량 추정의 연구 부분은 해당 재배 일의 일부 날씨 값을 데이터화 하지 않고 수량을 추정하는 방법을 택하여 연구 데이터의 구축에 미흡함을 드러냈다.
- + Lee Jing Hyoung의 연구에서는 대한민국의 농산물 중 중요한 비중을 차지하는 배추를 연구 대상작물로 삼았다. 봄 배추와 가을배추의 정식시기에 따라 실시간으로 측정되는 생육지표 값과 재배기간 중의 기상요소를 기반으로 생육 모델 및 생산량 예측 연구를 수행하였다. 이 연구에서는 배추 작물의 특성상 생육 및 품질에 영향을 끼치는 기상요소를 활용하였다. 봄배추는 국립원예특작과학원의 비가림 시설에 2016년 3월 9일부터 4월 7일까지, 가을배추는 8월 9일에서 9월 21일까지 2주 간격으로 파종하였다. 데이터는 기온, 지온, 상대습도, 토양 수분 및 광량을 한 시간 간격으로 측정하였다. 또한 생육 정보는 2주 간격으로 5주씩 생체 중, 건물 중, 엽 장, 엽 폭, 잎 수, 엽 면적, SPAD(엽록소 측정 값) 등의 생육 특성을 조사하였다. 또한 온도 관련 요소인 GDD(Growing Degree Days) 변수를 추가하여 생육도일의 차이에 대한 회귀분석을 실시하였으며, 시그모이드 회귀 모형을 사용하여 모델을 생성하였다. 모델의 성능은 R^2 값으로 평가하였으며, 봄과 가을의 배추 생육 모델의 회귀 성능은 봄배추는 평균, 0.98 가을배추는 0.985의 성능을 보여 좋은 성능을 나타냈다.
- + 총 4개의 관련 연구를 살펴보았고 토마토와 관련된 생장 및 생산량 예측 연구는 거의 찾아볼 수 없었으며, 특히 토마토의 경우에는 국내 연구는 거의 찾아볼 수가 없다. 국외의 연구에는 토마토의 생육 및 생장량 예측 연구는 이미지를 사용한 예측에 대한 연구들만 존재하였음.
- + 이러한 이유는 여러 가지가 있다. 실제 환경에서 데이터를 수집할 때 센서의 오류로 인해 오차가 많이 발생한다. 또한 직접 데이터를 측정해야하지만 해당 농가나 직원이 일정기간 동안 지속적으로 측정하기 어렵다는 것이다. 그렇기에 국외 연구에서는 작물에 카메라를 달아 사람이 직접 측정하는 것이 아닌 기계가 측정한 결과를 사용하는 연구가 진행되는 것으로 고려된다. 앞서 언급한 첫 번째 이유를 해결하기 위해 센서 데이터의 측정을 보정하기 위해 인공 신경망 기법을 사용한 연구도 있었다.
- + 27관련 연구 조사를 미루어보아 국내 스마트 팜의 보급률 향상을 위한 목표와 달리 토마토 작물에 대한 생장 및 생산량 예측 모델 연구가 미흡하다는 것을 파악하였다. 또한 빅데이터

및 딥러닝 기술의 진보에도 불구하고 다른 연구에서는 통계적 모델을 도출하는 연구에 머물러 있다는 것이 농업 연구 분야의 한계로 고려된다. 본 논문의 연구자는 실제 농장에서 수집되는 데이터(농정원 스마트팜 빅데이터)에 기반하여 농장 별 데이터 분석에 최신 기술을 적용하여 성장, 생산량 예측 모델을 개발하는 연구를 수행하게 되었다. 농정원 데이터의 경우 주관기관에서 수집한 데이터 이후에 계속하여 기술하였음.

○ 3차 데이터 전처리 개요

- 인수 데이터 내역
- 주관 기관과 연계된 농장에서 수집한 데이터를 전달받았으며, 해당 데이터의 명세는 다음과 같음.

데이터	설명	세 부 사 항	타입
환경 데이터 (독립 변수)	식물에 영향을 미치는 환경 데이터	일자, 기온, 습도, Co2, HD	Float64
생육 데이터 (종속 변수)	식물의 성장 및 생육 데이터	일자, 식물 길이, 경경, 화방 관련 수 등	Float64
수확량 데이터 (종속 변수)	식물의 생육 후 과실 관련 데이터	일자, 수확량	Float64

<시드림 데이터 명세서>

- 기록된 데이터 명세를 기준으로 확인한 결과, 해당 데이터들의 작기별 세부내역은 다음과 일치함을 확인하였음.

데이터	내역	세 부 사 항	타입
환경 데이터	1,2,3,4작기	각 작기 별 칼럼 기록	Float64
생육 데이터	2작기	일자, 식물 길이, 경경, 화방 관련 수 등	Float64
수확량 데이터	1,2,3,4작기	일자, 수확량	Float64

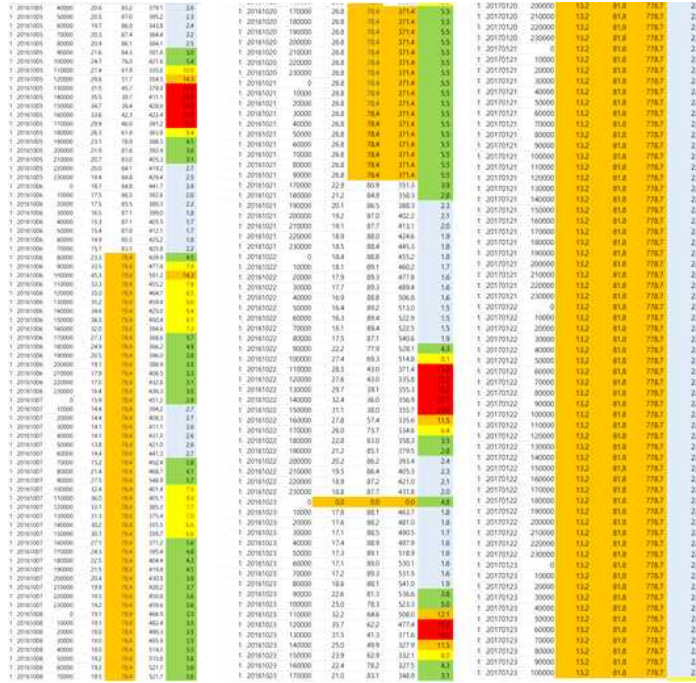
<시드림 데이터별 작기 구분>

- 시드림 보유 환경 데이터

칼럼	1작기(길이)	2작기	3작기	4작기	결측치
날짜	1562	4010	4666	3447	0
시간	1562	4010	4666	3447	0
온도	1562	4010	4666	3447	0
습도	1562	4010	4666	3447	0
Co2	1562	4010	4666	3447	0
HD	1562	4010	4666	3447	0

<각 작기 별 보유 환경데이터 량>

- 또한 독립 변수인 환경 데이터의 이상치를 확인한 결과 센서 이상으로 인한 이상치가 다수 분포해있는 점을 확인하였음.



<시드림 데이터 중 이상치 확인 결과>

- 위 그림에서 보이는 데이터 중 연속적으로 황색으로 처리된 데이터는 센서 이상으로 인하여 특정 값이 반복되는 경우로 확인하였으며, 해당 길이를 측정된 결과의 표는 다음과 같음.

칼럼	길이	이상치	결측치
날짜	4010	0	0
시간	4010	0	0
온도	4010	343	0
습도	4010	704	0
Co2	4010	386	0
HD	4010	1433	0

<시드림 데이터 이상치 개수>

- 시드림 보유 생육 데이터

또한 종속변수인 생육 데이터의 경우 이상치 확인 결과 결측된 부분을 확인하였으며 해당 데이터의 결측치는 다음 표와 같이 확인하였음.

TB_GROW_FACTOR				
샘플생장요소				
필드 이름	타입	설명	예시	결측치
GROW_LOGBOOK_ID	varchar(128)	생육일지ID	1-64-102	0/ 5,903
SAMPLE_ID	varchar(64)	샘플ID	10-2-30-1	0/ 5,903
FARM_NO	int(11)	농장번호	1	0/ 5,903
PLANT_LENGTH	float(6,2)	식물길이/초장	0	0/ 5,903
STEM_THICKNESS	float(6,2)	줄기굵기	8	0/ 5,903
LEAF_LENGTH	float(6,2)	잎길이	33	0/ 5,903
JOINT_DISTANCE	float(6,2)	마디간격	0	5,157/ 5,903
LEAF_WIDTH	float(6,2)	잎폭	24	0/ 5,903
LEAF_CNT	smallint(6)	잎수	19	0/ 5,903
FLOWER_ROOM_CNT	smallint(6)	화방수	9	5,157/ 5,903
ACIDITY	float(6,2)	산도	0	5,157/ 5,903
HARDNESS	float(6,2)	경도	0	5,157/ 5,903
FLOWER_ROOM_LENGTH	float(6,2)	화방장	0	5,157/ 5,903
WEEK_GROW_LENGTH	float(6,2)	주간생육길이	11.1	743/ 5,903
FLOWER_OPEN_FLOWERROOM_POSITION	float(6,2)	개화화방위치	3.00	743/ 5,903
FLOWER_STEM_DISTANCE	float(6,2)	꽃과줄기거리	4.00	743/ 5,903
FLOWER_ROOM_DISTANCE	float(6,2)	화방간거리	3.00	743/ 5,903
FLOWER_BOUNDARY	float(6,2)	화방경계	4.00	743/ 5,903
FLOWER_OPEN_CNT	smallint(6)	개화수	4	743/ 5,903
FLOWER_FRUIT_CNT	smallint(6)	착과수	4	743/ 5,903
FLOWER_OPEN_FLOWERROOM_NO	smallint(6)	개화화방번호	0	743/ 5,903
FLOWER_FRUIT_FLOWERROOM_NO	smallint(6)	착과화방번호	0	743/ 5,903
HARVEST_END_FLOWERROOM_NO	smallint(6)	수확종료화방번호	12	743/ 5,903
FRUIT_CNT	smallint(6)	수량	0.00	743/ 5,903
FRUIT_SIZE	float(6,2)	크기	0.00	743/ 5,903
FRUIT_BRIX	float(6,2)	당도	0.00	743/ 5,903
FRUIT_WEIGHT	float(6,2)	무게	0.00	743/ 5,903
DISEASE_YN	char(1)	병충해여부	Y	743/ 5,903
DISEASE_NAME	varchar(128)	병충해명	마름이 병	5,832/ 5,903
DISEASE_STEP	char(1)	병충해단계	1	5,832/ 5,903
DISEASE_DISCRIPTION	text	병충해내용	마름이 병	5,832/ 5,903

<시드림 생육 데이터 결측치 확인>

- 시드림 보유 수확량 데이터

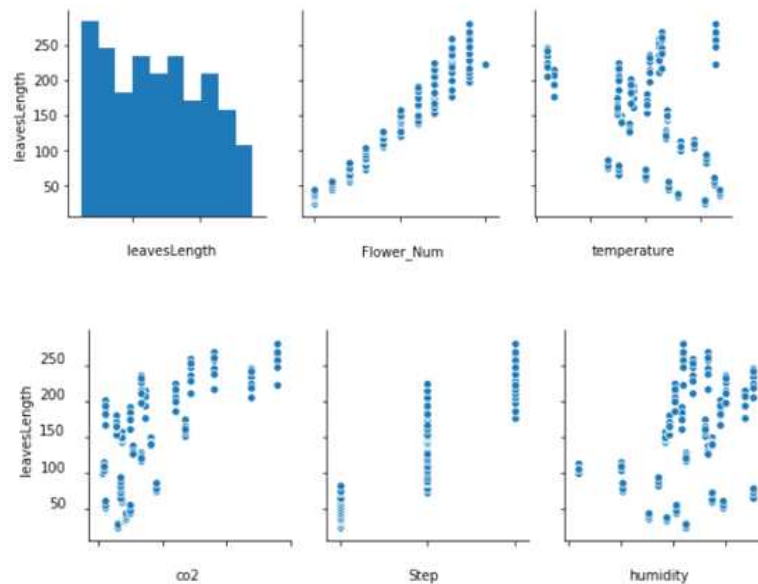
생육 데이터의 경우 확인 결과 결측된 부분을 확인하였으며 다음과 같이 확인하였음.

작기	작기 기간	실제 기간	길이	결측치
1작기	16.03.18 ~ 16.07.22	16.05.09 ~ 16.07.22	75	8
2작기	16.10.01 ~ 17.04.05	16.12.11 ~ 17.04.05	83	34
3작기	17.09.13 ~ 18.04.02	17.11.15 ~ 17.04.02	138	62
4작기	18.01.31 ~ 18.06.11	17.04.26 ~ 17.06.11	48	12

<시드림 보유 수확량 데이터의 작기 기간 및 결측치 확인>

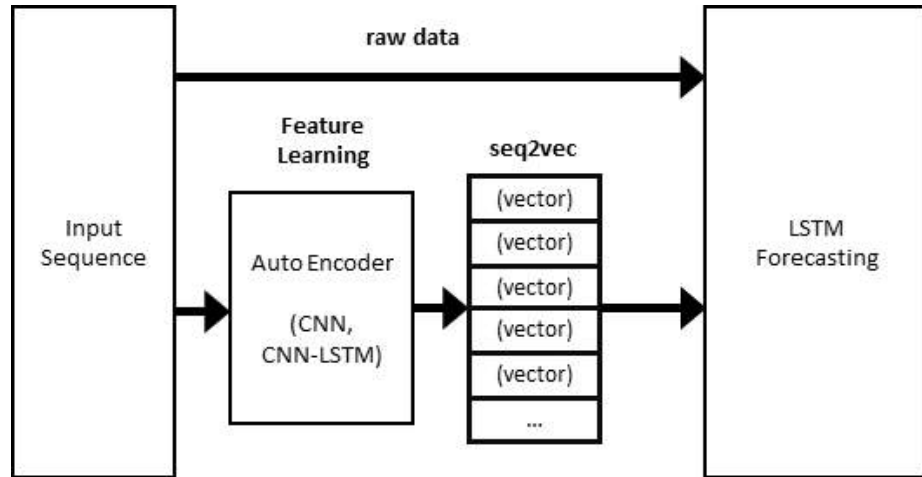
- 해당 데이터의 결측치는 보유한 작기 기간 동안 일정하게 수확이 일어나지 않고, 농가 간의 임의적인 수확으로 인해 발생한 사항임
- 임의적인 수확이란, 농가 수확 인력 부족, 날씨 등 농가마다 다름
- 해당 문제는 내부 미팅 간 확인된 문제였으나, 해결되지 못함
- 시드림 데이터 정리
- 독립변수(환경 데이터)와 종속변수(생육, 수확량 데이터)의 일자가 중복되지 않아 단순한 회귀분석으로도 사용되기 어려운 데이터가 대부분임을 확인
- 일자가 중복되는 작기의 경우 생육 데이터 및 수확량과 기간이 일치하지 않음

- 해당 작기의 경우 데이터의 1/4가 센서 이상으로 인한 이상치 문제가 있으며, 대체가 불가능.
 - 수확량 데이터의 경우 각 농가별 수확의 기준이 명확하지 않으며, 해당 농가의 개인사정으로 인한 결측이 존재함.
 - 시드림 데이터 시각화
 - 제공 받은 데이터 중 이용 가능한 기간의 생육 및 환경 데이터를 활용함.
 - 이상치 보간 및 정리 후 일 단위로 데이터 통합 후 시각화를 진행하여 환경 변수와 생육 변수간의 연계 여부를 확인하고자 함.
- 시드림 데이터 이상치에 대한 문제 확인 및 개선 시도
- 위에서 언급한 시드림 데이터의 경우 18년 10월 이후 계속해서 발생했던 문제 사항으로, 1세부에 지속적으로 해당 문제에 대한 부분을 수정 건의하였으나 해당 부분에 대한 수정이 이루어지지 않음
 - 또한 19년 3월 이후 1세부의 내부 문제로 인하여 과제 종료 시까지 해당 데이터에 대한 수정 건의가 불가능하였음
 - 때문에 기존에 전달받았던 환경 변수 및 생육 변수를 이용한 시각화 시도를 통하여 보유한 데이터의 문제점 및 특징을 확인한 뒤, 해당 문제점을 보완 또는 극복할 수 있는 새로운 데이터 셋을 찾는 것이 유의미한 과정이라고 판단함.

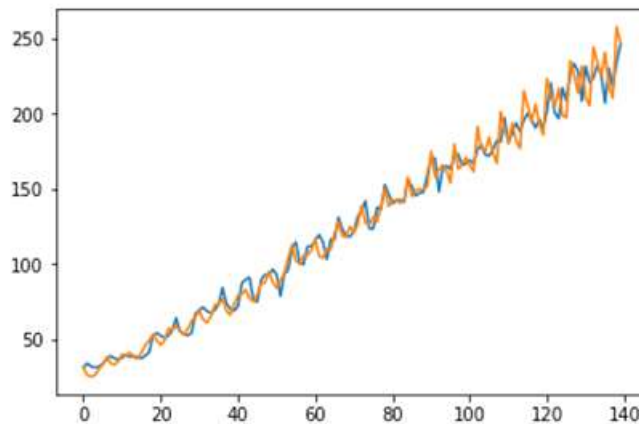


- 시드림 데이터 실험 진행
- 시퀀스 데이터의 타겟변수를 예측하는 LSTM 모델로 우선적으로 실험을 수행하였음
- 학습 모델의 RMSE=8.86으로 추정값에 대한 전체 잔차가 약 8~9인 것을 확인할 수 있음.
- 하단 우측의 예측 모델 성능 시각화에는 파란색이 원본, 노란색이 예측결과로 거의 유사한 형태로 예측 가능함을 알 수 있음

- 이 분석 모델을 통해 생육정보를 이용하여 다음 생육 정도의 예측이 증명 가능함을 확인함.



<실험 LSTM 모델 설계 도식>



<실험 결과 예측 그래프>

- 위 그래프는 가로축은 일자, 세로축은 잎의 생장에 대한 그래프이며, 해당 데이터들은 한 식물의 데이터가 아닌 4개의 샘플 데이터를 일자별로 정렬하여 입력 데이터로 예측한 LSTM의 모델 결과임.
- 단, 해당 실험을 통해 LSTM을 이용하여 식물의 변화 정도를 추측할 수 있다는 결과를 얻었으나, 환경 데이터가 생육 데이터에 어떠한 영향을 끼치는지 LSTM 알고리즘을 이용하는 방법은 시드림 데이터의 이상치로 인해 해당 데이터로는 평가가 불가능하였음.
- 이후 파싱한 공개 데이터 중 농림수산물교육문화정보원(이하 농정원)의 OPEN API 서비스 중인 스마트팜 빅데이터를 수집하여 성능을 개선시키기로 결정함.

□ 농정원 데이터 개요

- 농정원의 OPEN API 서비스 중인 스마트팜 빅데이터를 수집하여 활용하기로 결정

함.

- 해당기관 링크는 <https://www.smartfarmkorea.net>이며 API 신청 이후 해당 API 를 사용할 수 있게 되어 있음



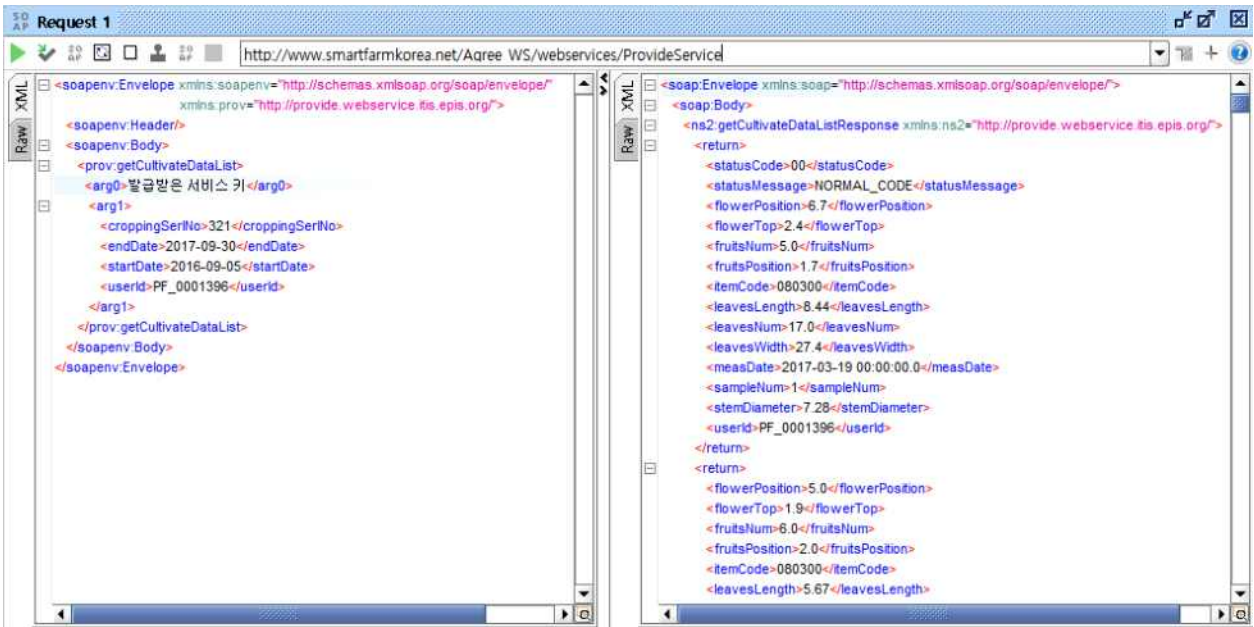
<농정원 스마트팜 코리아 메인화면>

| 오픈 API 서비스 목록

구분	기관	서비스유형	공공데이터명	신청	확인	기술문서
스마트 팜	농림수산물교육 문화정보원	SOAP/RESTful	스마트팜 빅데이터 제공 서비스	API신청	신청확인	다운로드

<현재 제공 중인 API 서비스 목록>

- 해당 데이터는 충남 부여군 인근에 위치한 13개 토마토 농장에서 수집된 데이터들임.
- API의 기술 문서에 명시된 XML 형식의 로우 데이터 형태는 다음과 같음.



<농정원 스마트팜 코리아 데이터 조회 화면>

- 환경 데이터 및 생육 데이터 항목은 다음과 같음

분류코드	코드명	코드	코드명	단위
EO	외부환경	SR	일사량	w/m ²
EI	내부환경	TI	내부온도	도
EI	내부환경	HI	내부습도	%
EI	내부환경	CI	내부CO2	ppm
EI	내부환경	IR	광량	μmol/m ² ·s
EI	내부환경	IS	일사량	W/m ² ·s
EI	내부환경	LI	내부조도	lux
EO	외부환경	TE	외부온도	도
EO	외부환경	HE	외부습도	%
EO	외부환경	WD	외부풍향	도
EO	외부환경	WS	외부풍속	m/s
EO	외부환경	RP	강우감지	Y/N
EO	외부환경	RF	외부강우	mm
EL	토양환경	HL	지습	%
EL	토경정보	TL	지온	도
EL	토경정보	AI	관수량	liter
EL	토양환경	EL	토양EC	dS/m
EL	토양환경	PL	토양PH	ph
NT	양액정보	EI	(양액)공급EC	dS/m
NT	양액정보	PI	(양액)공급PH	ph
NT	양액정보	SI	(양액)총급액	ℓ

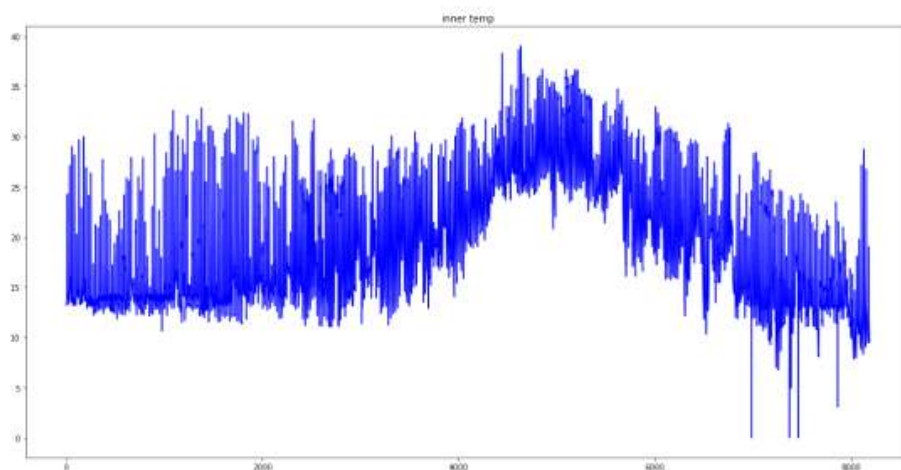
<환경 데이터 명세표>

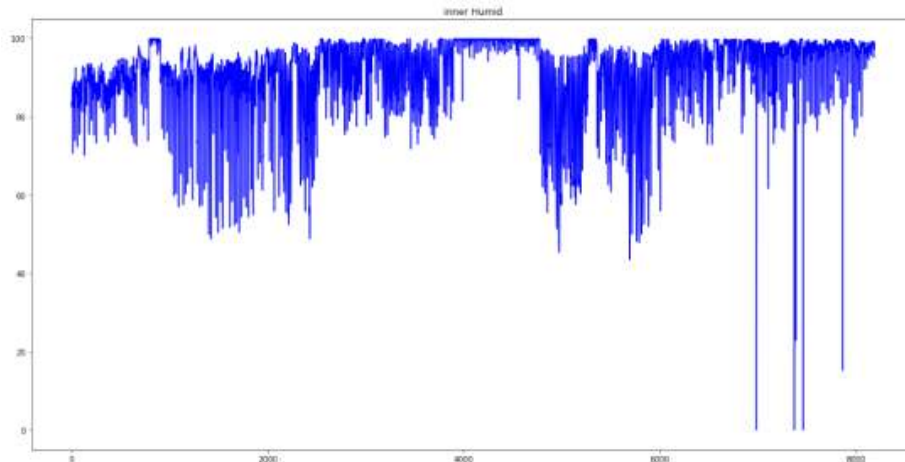
항목명	항목크기	항목구분	샘플데이터	항목설명
측정일	String(20)	필수	2016-04-03 00:00:00	측정일자
사용자ID	String(20)	필수	PF_0000006	사용자 농가 ID
품목코드	String(20)	필수	080300	품목코드
표본번호	String(1)	필수	1	샘플4개중 순번
생장길이(Cm)	Double(10)	선택	18.75	작물의 생장길이
화방높이(Cm)	Double(10)	선택	3.5	작물의 화방높이
줄기직경(mm)	Double (10)	선택	3	작물의 줄기직경
잎길이(Cm)	Double (10)	선택	39.0	작물의 잎길이
잎폭(Cm)	Double (10)	선택	32.75	작물의 잎폭
잎수(개)	Double (10)	선택	11.75	작물의 잎수
개화군	Double (10)	선택	7.5	작물의 개화군 환산수치
착과군	Double (10)	선택	7.2	작물의 착과군 환산수치
열매수(개)	Double (10)	선택	85.0	작물의 열매수
수확군	Double (10)	선택	0	작물의 수확군 환산수치
PED	Double (10)	선택	0.0	작물의 에너지량(수요)
수광량	Double (10)	선택	0.0	작물의 에너지량(공급)
평균과중 (g)	Double (10)	선택	0.0	작물의 평균과중

<생육 데이터 명세표>

- 전체 데이터는 환경 데이터, 생육 데이터로 나누어져 있으며 환경 데이터는 시간별, 생육 데이터는 일주일을 기준으로 입력 되어있음.
- 각 데이터들은 농가별로 구분되어있으며 해당 농가 ID를 통해 시간별 데이터에 접근할 수 있도록 설정되어있음.
- 환경 데이터의 경우 1시간, 생육 데이터의 경우 일주일 간격으로 입력되어있으며, 각 농가의 환경 데이터와 생육 데이터는 수집된 칼럼 및 길이가 차이가 있음.

○ 농정원 환경 데이터 EDA(탐색적 데이터 분석)

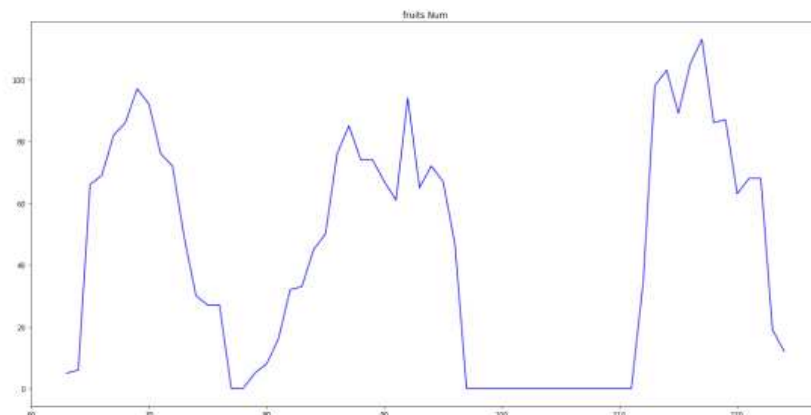


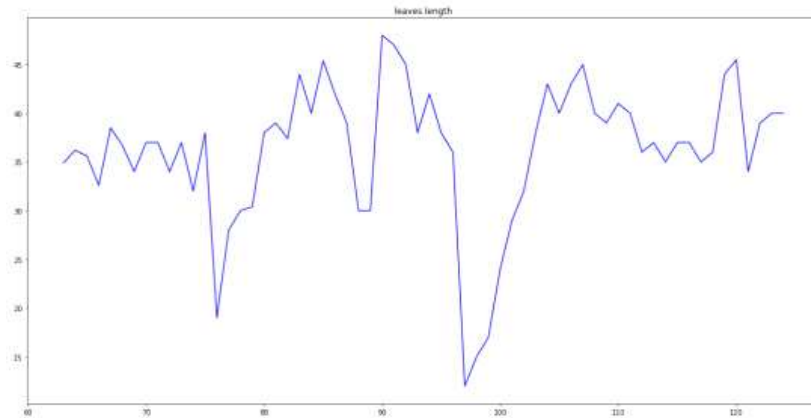


<수집된 데이터 환경 데이터 시각화>

- 각 농장 간 수집된 데이터의 전체 길이를 파악한 결과, 짧은 농장의 경우 1작기, 긴 농장의 경우 약 3작기로 그 차이가 뚜렷함.
- 수집된 데이터가 긴 농장의 환경 데이터의 경우 계절 변화를 확인할 수 있으며, 센서 오류로 인한 최대, 최소, 특정값 반복 현상으로 인한 이상치의 숫자가 일부 존재하였음.
- 해당 이상치의 경우 일주일 간 최대, 최소, 평균값 처리를 통해 식물의 환경 변화에 따른 반응을 고려함
- 또한 해당 전처리를 통해 이상 수치에 대한 부분을 해소할 수 있을 것이라 예상하였음.
- 각 농가별 보유 장비 차이 또는 센서 수집 간 발생한 이상치의 경우 해당하는 작기에 따라 보간 또는 처리하는 방식이 필요할 것으로 판단함.
- 참여 기관 회의 간, 환경 변수 중 일사량이 상관성이 높다는 의견이 있어, 해당 지역의 국가 데이터 수집을 시도하였으나 데이터의 신뢰성이 떨어져 도입하기 어려운 것으로 결정됨.
- 해당 과정을 통해 확인한 유의미한 환경 변수는 분석 모델에 도입을 시도하였음.

○ 농정원 생육 데이터 EDA





<수집된 데이터 생육 데이터 시각화>

- 선행 연구를 통해 확인한 결과 해당 데이터 중 종속 변수로 볼 수 있는 것은 열매의 개수와 잎의 크기임. 열매의 개수의 경우 해당 식물이 얼마나 특정 조건을 만족하였을 때 얼마나 열매를 맺는지를 확인할 수 있으며, 잎의 크기의 경우 커질 경우 병충해에 취약해진다는 단점이 있으나 식물의 생육 정도를 파악할 수 있는 지표라는 점을 고려할 때 해당 종속 변수로 적합하다는 판정을 내림.
- 열매 수의 경우 휴지기의 경우 측정되지 않은 부분이 있다는 단점이 있음.
- 잎 크기의 경우 농장주가 작물의 상태를 고려하여 잎 크기를 조절할 수 있다는 점을 고려해볼 때 종속 변수로는 열매 수가 보다 적합함.

○ 농정원 데이터 EDA 결과

- 센서에서 들어오는 원시 데이터를 그대로 사용하기 보다는 실질적으로 작물의 생육에 영향을 미칠 수 있는 변수로 변환 후 사용하고 함. 이에 따라 식물의 누적 성장량의 유의미한 변화를 확인할 수 있는 기간은 약 일주일로 확인되어²⁾ 해당 정보를 데이터 정제 간 사용함.
- 데이터 정제 간 수집된 정보를 활용하기 위해 각 독립 변수를 일주일 간 최대, 최소, 평균으로 세분화하여 각 칼럼 간 보유하고 있는 특징을 파악하고자 하였음.
- 종속 변수로 열매 수와 잎 크기가 있으나, 농장주의 판단으로 인해 데이터가 왜곡될 가능성이 보다 높은 잎 크기보다 열매 수 데이터가 보다 신뢰도가 높을 것으로 보임.

□ 데이터 간 상관성 분석을 통한 생육 상태 예측모델 평가

○ 데이터 간 다중 공선성 확인

- 농정원 데이터 정제 이후 변형된 독립변수 간 상호 영향을 주는지 확인하기 위한 절차임.
- 해당 과정을 통해 독립변수 간 상관관계 해소 및 회귀 결과에 대한 과최적화 해소

2) 스마트팜 데이터를 이용한 토마토 최적인자에 대한 연구, 나명환, 한국데이터정보과학회, 2017

- VIF Factor를 검사함으로써, 상관성이 높은 중요 독립 변수를 확인하였음.

변수명	VIF(분산 팽창 요인) factor	설명
avg_내부CO2	2082.576110	일주일 간 내부 CO2 평균값
max_내부CO2	692.447637	일주일 간 내부 CO2 최대값
min_내부CO2	122.609140	일주일 간 내부 CO2 최소값
avg_내부습도	3456.369137	일주일 간 내부 습도 평균값
max_내부습도	1192.218023	일주일 간 내부 습도 최대값
min_내부습도	713.458317	일주일 간 내부 습도 최소값
avg_내부온도	4497.914430	일주일 간 내부 온도 평균값
max_내부온도	1406.519415	일주일 간 내부 온도 최대값
min_내부온도	1347.661221	일주일 간 내부 온도 최소값
avg_지온	4273.586481	일주일 간 내부 지온 평균값
max_지온	2609.293795	일주일 간 내부 지온 최대값
min_지온	491.179154	일주일 간 내부 지온 최소값
avg_외부온도	567.320541	일주일 간 외부 온도 평균값
max_외부온도	297.425457	일주일 간 외부 온도 최대값
min_외부온도	160.547116	일주일 간 외부 온도 최소값

<1차 VIF Factor 검증 간 지수>

변수명	VIF(분산 팽창 요인) factor	설명
max_내부CO2	131.847222	일주일 간 내부 CO2 최대값
min_내부CO2	28.206437	일주일 간 내부 CO2 최소값
min_내부습도	71.922570	일주일 간 내부 습도 최소값
min_지온	113.509669	일주일 간 내부 지온 최소값
avg_외부온도	422.258773	일주일 간 외부 온도 평균값
max_외부온도	190.609377	일주일 간 외부 온도 최대값
min_외부온도	102.766053	일주일 간 외부 온도 최소값

<2차 VIF Factor 검증 간 지수>

변수명	VIF(분산 팽창 요인) factor	설명
min_외부 온도	1.014982	일주일 간 외부 온도 최소값
min_지온	1.014982	일주일 간 내부 지온 최소값

<3차 VIF Factor 검증 간 지수>

- Target Data인 열매 개수를 대상으로 전체 변수를 사용한 다중 선형 회귀 모델, VIF Factor 검증을 통한 변수를 사용한 다중 선형 회귀 모델을 작성하여 모델을 비교하였음.

- 해당 회귀 모델은 이하 생육 모델 평가에서 언급하였음.

□ 농장 맞춤형 자율제어 추천 모델 재평가

○ 생육 모델 평가 기준

- 생육 모델을 평가하기 위한 기준으로 3가지의 기준을 두고, 이를 기준으로 실험을 진행

하여 모델을 평가하였음.

- 정확성 : 모델이 타겟 데이터의 수치를 얼마나 잘 예측하는지의 여부
- 예측 값과 실제 값의 오차의 양을 계산하기 위한 손실함수를 선정하여 정확성을 평가하였으며, 선정한 손실함수는 다음과 같음.
- R-square: 결정 계수라고도 불리며, 추정된 모델이 주어진 데이터에 적합한 정도를 재는 척도이다. 종속 변수의 변동량 중에서 적용한 모형으로 설명가능한 부분의 비율을 가리키며, 값은 0에서 1 사이에 존재함. 종속 변수와 독립 변수 사이에 상관관계가 높을수록 1에 가깝다는 특성이 있음. SSR, SSE, SST는 각각 Sum of square Total, Sum of square Error, Sum of square Regression를 가리킴.

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} = 1 - \frac{SSE}{SST}$$

$$SSR = \sum (\hat{y}_i - \bar{y})^2$$

$$SSE = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$SST = \sum (y_i - \bar{y})^2$$

<R-square 수식>

- MAE: Mean Absolute Error의 줄임말로 절대 오차의 평균을 가리킴. 모델의 예측값과 실제값의 차이를 전부 더해 평균을 냄으로서 직관적인 지표를 가지고 있으며 숫자가 작을수록 정확한 예측이라는 점을 알 수 있음. 특이치에 민감하다는 장점이 있으나 절대치라는 특성 상 모델이 실제보다 낮은 값으로 예측했는지, 높은 값으로 예측했는지 알 수 없기 때문에 타겟 데이터의 값의 범위와 비교하여 해당 수치를 평가해야함.

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|}{n}$$

<Mean Absolute Error 수식>

- RMSE: Root Mean Square Error의 줄임말로 예측값과 평균 값의 차이를 제곱한 값들을 전부 더한 다음, 전체 크기로 나눈 후 제곱근을 구함. 표준편차와 공식이 같으며 특이값에 민감한 MSE에 제곱근 처리를 했기 때문에 실제 값과 유사한 단위로 변환되어 해석이 쉽다는 장점이 있음. 값이 작을수록 해당 모델의 성능이 높음.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (y - \hat{y}_i)^2}{n}}$$

<Root Mean Square Error 수식>

- 설명력 : 해당 모델을 이용하여 각 독립변수들의 가중치가 얼마나 되는지, 모델 분석 결과를 해석하여 실제 농업에 적용할 수 있는지 여부.
- 실용성 : 실제 서비스가 가능하도록 모델 학습 및 결과 출력 간 걸리는 시간

○ 다중 회귀 모델

- 하나의 종속 변수와 여러 개의 독립변수의 관계를 선형(직선 형태)이라고 가정하고 각 독립변수의 회귀 계수를 찾는 것을 다중 회귀 분석이라고 하며, 모든 변수를 사용하는 것이 아니라 어떠한 변수가 의미 있는지를 찾아내어 이를 이용하는 과정을 일컫는 말임. 이를 이용하여 만든 분석 모델을 다중 회귀 모델이라고 함.

$$y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_dx_d + \epsilon$$

<다중 회귀 분석 수식 예시>

- 여기서 y 는 종속 변수, $x_1, x_2, x_3 \dots x_d$ 는 독립 변수를 가리킴. 선형 회귀는 이러한 독립변수들 간의 관계를 선형으로 가정하는데, 이때 β 로 표현되는 회귀 계수를 구하는 것이 목표이며, 이는 독립 변수가 1단위 증가할 때 종속 변수가 얼마나 변화하는지를 보여주는 지표를 상관관계라고 함.
- 다중 회귀 분석의 경우 변수가 여러 개이기 때문에 이 변수들이 통계적으로 서로 독립이어야 하나, 종속 변수와 독립 변수끼리는 서로 관계가 있어야 함. 단 현실적으로 독립 변수끼리 관계가 없다는 가정은 불가능하다고 볼 수 있음.
- 분석 간 적합한 변수를 선택하는 방법은 모델의 적합도를 판단한 후 평가되며, 이러한 적합도를 판단하는 기준은 결정 계수, 손실 함수 등을 통해 결정됨.
- 적합도 판단 이후 변수를 선택하는 과정에서 고려되는 기법들은 전진, 후진, 양방향선택법 총 3가지로, 각각의 특징은 다음과 같음.
- 전진 선택법의 경우 전체 변수들의 집합 중 가장 유의미한 변수를 추가해나가는 방법임. 유의미한 변수의 기준은 MSE, 종속 변수의 평균 또는 잔차를 기준으로 각 변수들을 평가함. 모델의 성능을 평가하고 변수를 추가해나가는 과정을 반복하며, 모델의 개선이 되지 않으면 이를 멈추는 방식임.
- 후진 선택법의 경우 모든 변수를 사용하되 학습한 모델에서 유의미하지 않은 변수를 하나씩 제거해나가는 방법이며, 한번 제거된 변수는 다시 선택되지 않는다는 특징이 있음.
- 양방향 선택법(Bidirectional Elimination)은 설명 변수(각 독립변수)가 하나도 없는 모델에서 전진 선택법과 후진 선택법을 번갈아가며 수행하는 기법임. 앞서 언급된 두 방법보다 시간이 오래 걸릴 수 있으나, 고려하는 사항이 많아져 좋은 변수 그룹을 찾을 수 있는 가능성이 높아짐. 이는 전, 후진 선택법과는 다르게 한번 선택된 변수라고 하더라도 삭제되거나 선택될 수 있는 가능성이 있음.
- 해당 모델에서는 우선적으로 후진 선택법을 선택하여 분석을 진행하였으며 각 변수 간 다중공선성과 해당 변수를 이용하여 분석한 결과인 R^2 결정 계수를 통해 적합 여부를 판단하였음.
- 전체 데이터 대상으로 다중 선형 회귀 모델을 작성한 결과, R-square 값은 0.96으로 높으나, 다중 공선성 문제가 의심되어 해당 모델의 설명력을 신뢰할 수 없다고 평가하였음.

OLS Regression Results

Dep. Variable:	fruits_num	R-squared:	0.961
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.924
Method:	Least Squares	F-statistic:	26.01
Date:	Mon, 23 Dec 2019	Prob (F-statistic):	2.04e-06
Time:	15:09:58	Log-Likelihood:	-86.537
No. Observations:	31	AIC:	203.1
Df Residuals:	16	BIC:	224.6
Df Model:	15		
Covariance Type:	nonrobust		

	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
avg_내부C02	0.3880	0.094	4.112	0.001	0.188	0.588
max_내부C02	-0.1061	0.043	-2.484	0.024	-0.197	-0.016
min_내부C02	-0.1486	0.033	-4.503	0.000	-0.218	-0.079
avg_내부습도	0.4220	0.748	0.564	0.580	-1.163	2.007
max_내부습도	-0.1754	0.390	-0.449	0.659	-1.003	0.652
min_내부습도	0.3976	0.411	0.969	0.347	-0.473	1.268
avg_내부온도	-5.0988	4.018	-1.269	0.223	-13.617	3.420
max_내부온도	1.5416	1.653	0.933	0.365	-1.963	5.046
min_내부온도	-1.1224	2.650	-0.423	0.678	-6.741	4.496
avg_지온	-1.5324	1.487	-1.030	0.318	-4.665	1.620
max_지온	-0.0946	0.947	-0.100	0.922	-2.102	1.913
min_지온	0.4720	0.674	0.700	0.494	-0.957	1.901
avg_외부온도	5.3218	2.254	2.361	0.031	0.543	10.101
max_외부온도	-0.5153	1.123	-0.459	0.653	-2.897	1.866
min_외부온도	-4.5297	1.597	-2.836	0.012	-7.916	-1.144

Omnibus:	0.225	Durbin-Watson:	1.707
Prob(Omnibus):	0.893	Jarque-Bera (JB):	0.076
Skew:	-0.111	Prob(JB):	0.963
Kurtosis:	2.905	Cond. No.	4.41e+03

Warnings:
 [1] Standard Errors assume that the covariance matrix of the errors is correctly specified.
 [2] The condition number is large, 4.41e+03. This might indicate that there are strong multicollinearity or other numerical problems.

<전체 데이터 대상 다중 선형 회귀 분석 결과>

- 이후 앞서 언급한 1,2,3차 VIF Factor 검증을 통해 최종 2개 변수를 설정하여 회귀 모델을 수정함.

OLS Regression Results

Dep. Variable:	fruits_num	R-squared:	0.809
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.796
Method:	Least Squares	F-statistic:	61.59
Date:	Mon, 23 Dec 2019	Prob (F-statistic):	3.63e-11
Time:	17:08:06	Log-Likelihood:	-110.97
No. Observations:	31	AIC:	225.9
Df Residuals:	29	BIC:	228.0
Df Model:	2		
Covariance Type:	nonrobust		

	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
min_지온	0.5405	0.050	10.799	0.000	0.438	0.643
min_외부온도	0.2553	0.207	1.231	0.228	-0.169	0.680

Omnibus:	2.947	Durbin-Watson:	0.671
Prob(Omnibus):	0.229	Jarque-Bera (JB):	2.573
Skew:	-0.620	Prob(JB):	0.276
Kurtosis:	2.326	Cond. No.	4.18

Warnings:
 [1] Standard Errors assume that the covariance matrix of the errors is correctly specified.

<3차 검증 후 다중 선형 회귀 분석 결과>

- 분석 결과 해당 R-square 값은 0.809로 최초 선형 회귀 모델과 비교했을 때 0.16 가량 수치가 낮으나, 일주일 간 최소 지온, 일주일 간 최소 외부 온도가 종속변수인 일주일 간 맺힌 열매 개수를 가장 잘 설명하는 것임을 확인할 수 있었음.
- 전체 농장 중 데이터 수집 상태가 양호하여 전처리 과정을 거친 4개 농장으로 실험한 결과는 다음과 같음.

농장 분류	R2	MAE	RMSE
Total Farm	0.691	11.144	15.220
Farm A	0.934	1.162	1.807
Farm B	0.946	1.005	1.261
Farm C	0.726	3.638	4.445
Farm D	0.934	1.162	1.807

<다중 회귀 모델 분석 결과>

- 해당 결과를 볼 때 각각의 농장 데이터로 학습한 모델은 R-square 기준 0.7~0.9의 분포를 보이지만 전체 데이터를 기준으로 했을 때는 설명력이 0.69로 감소하는 모습을 보임. 때문에 해당 문제는 다중 공선성이 해결되지 않아 각 농장에 모델이 과적합화된 문제로 판단할 수 있으나, 앞서 실험하였던 다중 공선성 문제를 해결한 후 확인하였던 해당 2개의 칼럼이 모든 농장에서 수집된 것이 아니라는 것을 고려할 때 현실적으로 모든 농장에 대한 다중 회귀 직선의 최적화는 어렵다는 문제가 발생함.

○ 결정 트리(Decision Tree) 모델

- 데이터 마이닝에서 일반적으로 사용되는 방법으로, 다중 회귀 모델과 비슷하게 독립 변수를 바탕으로 목표 변수의 값을 예측하는 모델임. 모든 속성들이 유한한 이산값으로 구성된 정의역을 가지고 있으며, 해당 정의역을 통해 값들을 분류하는 과정을 거침. 이러한 과정을 거쳐 만들어진 것들을 결정 트리라고 함.
- 해당 기법의 경우 지도 분류 학습에서 쓰이는 주요 기법 중의 하나이며 분류 트리와 회귀 트리 모델로 나뉘며, 분류 트리의 경우 입력 데이터를 미리 설정한 클래스로 분류하는 기법이며, 회귀 트리의 경우 클래스 대신 특정 의미를 지니는 실수 값을 출력하는 식으로 값이 출력됨.
- 지니 계수는 분류용 결정 트리 모델 중 학습 간 기준 지표 중 하나임. 데이터들을 특정 구역으로 구분한 뒤 각 영역에 순도, 즉 다른 것으로 분류되는 데이터가 최대한 적게 하도록 하는 방향으로 학습을 진행함.
- 예를 들어 2개의 클래스가 있다고 할 때, 각 영역에 서로 다른 것으로 분류되어야 하는 데이터의 비율이 50%라면 두 클래스가 전혀 구분이 되어있지 않은 상태이며, 0인 경우 다른 데이터가 섞이지 않아 높은 순도를 가지고 있는 상태임.
- 이러한 지니계수를 확인하는 과정을 정보획득이라고 하는데, 각 영역의 순도가 증가하되, 불순도가 감소시키는 방향으로 학습을 진행하는 것이 주된 목표임.

$$G = \sum_{k=1}^K \hat{p}_{mk}(1 - \hat{p}_{mk})$$

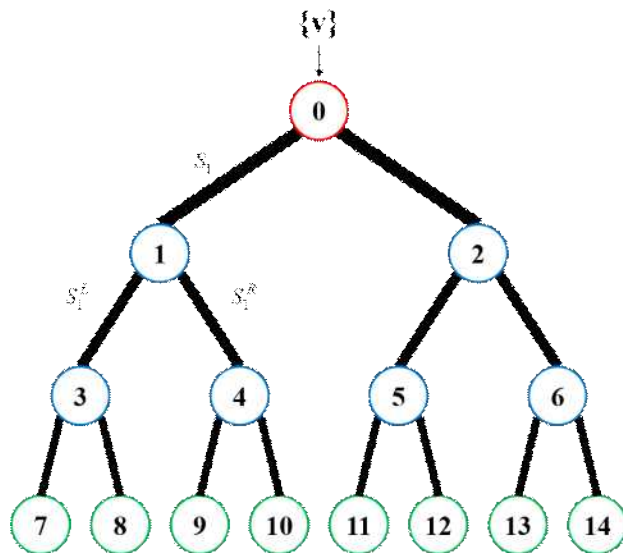
<분류용 결정 트리 모델의 지니 계수 수식 >

- RSS는 회귀용 결정 트리 모델의 학습 간 기준 지표이며, 일반적인 회귀 분석의 RSS 식과 의미는 동일함. 전체 영역을 R이라고 할 때, 변수 X에 대한 J만큼 중복되지 않는 범위를 설정한 뒤, 각 범위를 R_j 라 명하고, 각 R_j 에 대한 \hat{y} 을 구하여 SSE(Sum of square Error)를 구함. 이후 \hat{y} 을 구하기 위해 영역의 개수인 J로 나누어 평균을 산출함.

$$\sum_{j=1}^J \sum_{i \in R_j} (y_i - \hat{y}_{R_j})^2$$

<회귀용 결정 트리 모델의 RSS 수식>

- 결정 단계는 크게 훈련 단계와 테스트 관계는 나누어볼 수 있으며, 다음과 같은 과정을 거침.



<결정 트리 훈련 단계 도식 예시>

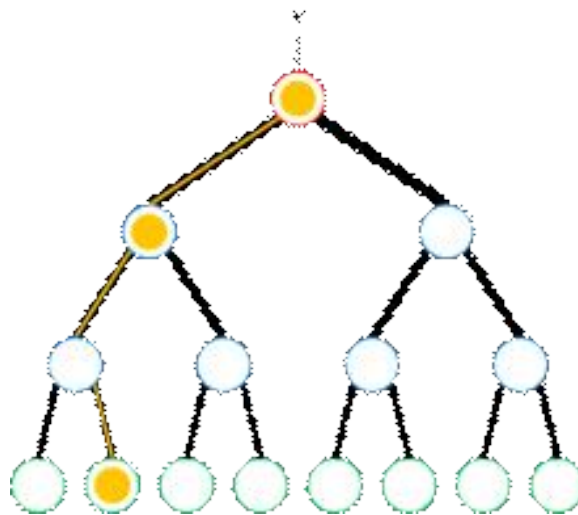
- 훈련단계에서는 종단 노드에 대한 매개변수와 내부 노드와 관련된 노드 분할 함수(split function)의 매개변수를 최적화하는 작업이 진행된다. 트리의 훈련 과정을 이해할 때,

훈련 데이터의 부분집합을 트리의 가지들과 연관시켜 생각하는 것이 편하다. 예를 들어, 노드 1(그림에서와 같이 0부터 너비-우선순위로 각 노드에 숫자가 부여된다)에 도달하는 훈련 데이터의 부분집합을 S_1 이라고 하고, 노드 1의 왼쪽과 오른쪽의 자식 노드를 각각, S_1^L, S_1^R 라고 하자. 이 때, 각 분할 노드 j 는 다음과 같은 관계식을 갖는다.

$$S_j = S_j^L \cup S_j^R, S_j^L \cap S_j^R = \emptyset, S_j^L = S_{2j+1}, S_j^R = S_{2j+2}.$$

<결정 트리 훈련단계 관계식>

- 데이터 포인트 $\{v\}$ 의 훈련집합 S_0 실제 데이터 레이블(ground truth label)이 주어졌을 때, 트리의 매개변수는 정의한 목적 함수를 최소화 하도록 선택된다. 트리의 성장을 언제 멈출지 결정하기 위해 미리 정의된 여러가지 멈춤 조건이 적용된다. T 개의 트리로 구성된 하나의 포레스트의 경우, 일반적으로 훈련 과정은 각 트리에 대해 독립적으로 T 반복된다. 랜덤 트리 또는 포레스트에서 주목할 사실은 랜덤성(randomness)이 오직 훈련 과정에만 존재한다는 것이다. 트리가 형성된 후 고정되어 있다면 테스트 단계에서는 완전히 결정론적인 특성을 보인다. 즉, 결정 트리 알고리즘은 트리가 고정될 경우 동일한 입력 데이터에 대해 항상 동일한 결과를 내는 것이 특징이다.



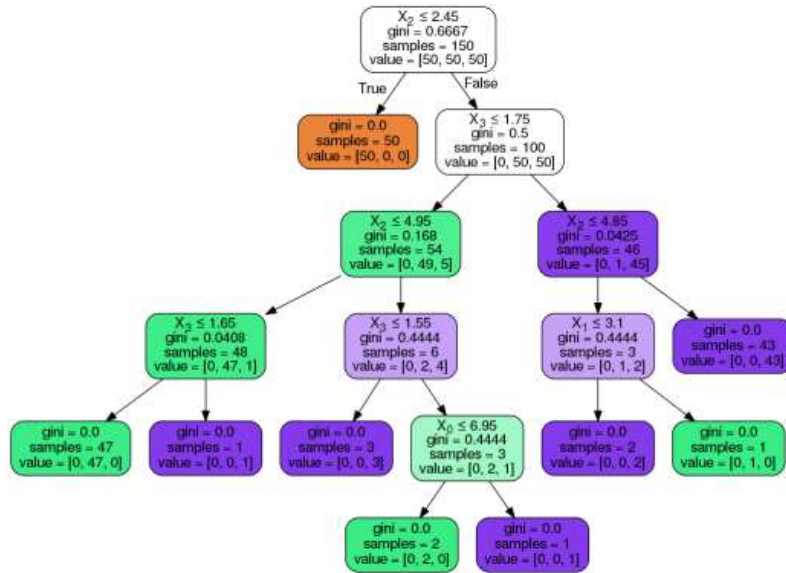
<결정 트리 테스트 단계 도식 예시>

- 테스트 단계에서는 이전에 본 적 없는 데이터 v 가 입력으로 주어졌을 때, 각 결정 트리는 사전에 정의된 많은 테스트 값을 계층적으로 적용한다. 루트 노드에서 시작해, 각 노드의 분할 함수를 입력 데이터 v 에 적용한다. 입력 데이터는 이전 테스트의 결과에 따라 오른쪽 또는 왼쪽의 자식 노드로 보내진다. 이 과정은 입력 데이터가 단말 노드에 도달할 때까지 반복된다.

트리에서 단말 노드는 대개 입력 v 에 대한 출력 값을 내는 예측기(분류기(classifier) 또는 회귀기(regressor))를 갖는다. 이러한 트리들을 모은 것이 포레스트이며, 각 트리 조

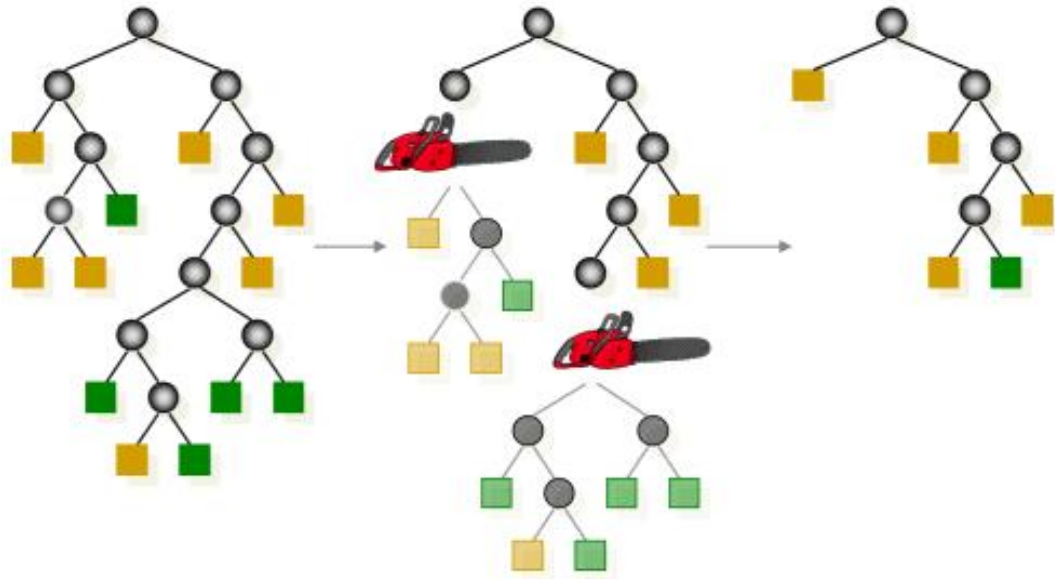
함으로 단일 예측치를 만드는 방식임.

- 본 연구에서 쓰인 기법은 해당 기법을 발전시킨 Random Forest 모델로, 여러 개의 결정트리를 만들어 분류 성능을 비교하고, 그 중 가장 높은 분류 성능을 보이는 트리를 채택하는 기법임. 단, 이 과정에서 모든 변수를 학습하는 것이 아닌 일부 변수만 학습한다는 특성 때문에 모든 변수가 고려되지 않는다는 특이 사항이 있음.



<결정 트리 알고리즘 예시 그래프>

- 재귀적 분기(Recursive partitioning)는 모든 경우의 수 가운데 가장 정보 획득이 큰 변수와 그 지점을 택해 첫 번째 분기를 거침. 이후 동일한 작업을 반복하여 해당 데이터들을 분류하는 것이 해당 과정임.
- 가지치기(pruning)은 학습된 모델이 과적합을 막기 위한 것으로 결정 트리류 모델들이 분기 수가 증가할수록 오분류율이 감소하지만 일정 수준 이상에서는 오분류율이 증가하는 현상이 발생함. 이는 분기가 과다하게 생성되어 모델이 새로운 데이터에 대해서 오진을 하는 경우인데, 이를 해결하기 위해 일정 분기 이후로 추가적인 분기를 만들지 않음으로서 해결하는 방법임.



<가지치기(pruning) 예시>

- 해당 기법은 결과를 해석 가능하고 이해하기 쉬우며, 데이터 크기에 비해 합리적인 분석시간을 가진다는 장점이 있음.
- 단, 동시에 여러 변수를 고려할 수 없어 특정 변수가 구분되지 않는 경우 분류율이 떨어지고 결정 트리가 복잡해지는 문제가 발생하여 특정한 경우에만 작동하는 과적합 문제가 발생함. 이와는 반대로 트리가 너무 단순하면 대부분의 경우 해당 트리의 분류가 작동하지만, 실질적으로 분류를 하지 못하는 과소적합 문제가 발생함.
- 이러한 문제를 해결하기 위해 배깅(bagging)과 랜덤 노드 최적화(randomized node optimization)이 자주 사용됨.
- 배깅(bagging)은 bootstrap aggregating의 약자로, 부트스트랩(bootstrap)을 통해 조금씩 다른 훈련 데이터에 대해 훈련된 기초 분류기(base learner)들을 결합(aggregating)시키는 방법임. 부트스트랩이란, 주어진 훈련 데이터에서 중복을 허용하여 기존 데이터 셋과 같은 크기의 데이터 셋을 만드는 과정을 말함. 이를 통해 랜덤 포레스트를 훈련시키는 과정은 다음과 같음.
 1. 부트스트랩 방법을 통해 중복이 허용된 N개의 훈련 데이터를 생성한다.
 2. 1을 이용해 N개의 결정 트리를 훈련시킨다.
 3. 2에서 생성된 트리들을 하나의 모델로 결합한다.
- 기존의 결정 모델이 훈련 데이터의 노이즈에 민감한 특성이 있었다면 이 경우 기존의 데이터셋을 이용한 데이터 셋을 임의로 만들어 학습시킴. 이를 통해 만들어진 모델들이 서로 상관성화(correlated)되어 있지 않다면 이러한 모델들의 평균은 결정 트리 모델에 비해서 노이즈가 있음에도 불구하고 이를 정상적으로 분류할 수 있는 가능성이 높아짐.
- 랜덤 노드 최적화(randomized node optimization)는 각 결정 트리 모델(이하 트리)의

노드마다 분할용 함수를 가지고 있으며, 이는 거짓 혹은 참을 분류하는 함수임. 이 함수는 다음과 같이 나타낼 수 있음.

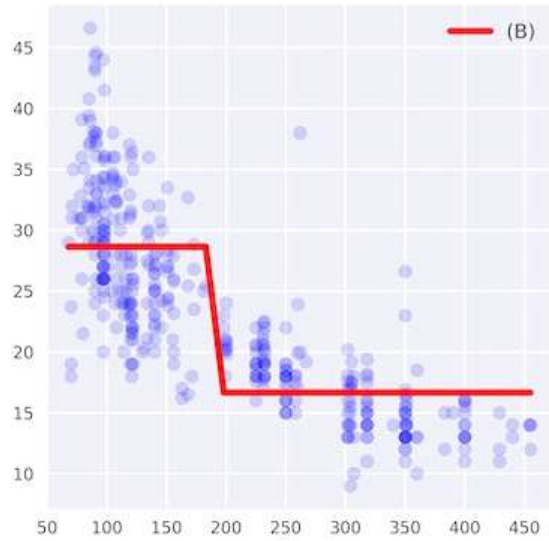
$$h(\mathbf{v}, \theta_j) \in \{0, 1\}$$

<랜덤 노드 최적화용 분할용 함수>

$$\theta = (\phi, \psi, \tau)$$

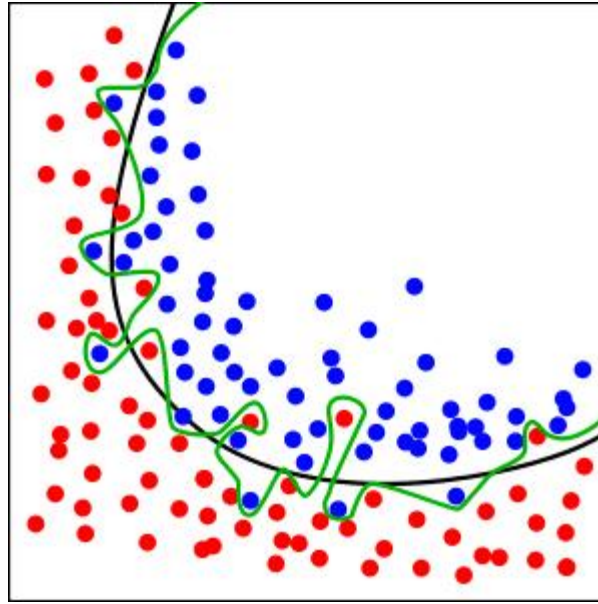
<분할용 함수 내 매개변수 θ >

- 매개변수 θ 는 각각 특징 벡터를 선택하는 ϕ , 분할 함수의 기하학적 특성을 명시하는 ψ , 이진 테스트의 부등식에서 임계값으로 설정되는 매개변수 τ 로 이루어져 있음. 이 함수를 통해 얼마나 트리가 랜덤하게 생성되었는지를 따지게 되며, $|\tau_j|/|\tau|$ 로 그 정도를 결정함.
- 만약 p 값이 $|\tau|$ 과 동일할 경우 모든 트리가 동일하게 되는 결과가 나타나며 p 가 1인 경우, 모든 트리가 서로 다른 형태로 생성됨.
- 이 외에 랜덤포레스트에 영향을 미치는 매개변수들은 다음과 같음.
 1. 트리의 크기(트리의 개수, T)
 2. 최대 허용 깊이(D)
 3. 훈련 목적 함수의 정의
 4. 실제 적용에서의 특징 벡터(feature)의 선택
- 이 중 T 의 경우 총 포레스트를 몇 개의 트리로 구성할 지를 결정하는 매개변수임. 포레스트가 작으면 트리들을 구성하고 테스트 하는데 걸리는 시간이 짧은 대신, 일반화 능력이 떨어져 임의의 입력 데이터 포인트에 대해 틀린 결과를 내놓을 확률이 높다. 반면에 포레스트의 크기가 크다면 훈련과 테스트 시간은 증가하지만, 포레스트의 결과값은 각 트리의 결과들에 평균을 취한 것으로 큰 포레스트의 결과값은 작은 포레스트보다 비교적 연속적이며 일반화 능력이 우수함.
- 최대 허용 깊이는 D , depth라고도 하는데, 하나의 트리에서 루트 노드부터 종단 노드까지 최대 몇개의 노드(테스트)를 거칠 것인지를 결정하는 매개변수이다. 최대 허용 깊이가 작으면 과소적합(underfitting)이 일어나고, 최대 허용 깊이가 크면 과대적합(overfitting)이 일어나기 때문에 적절한 값을 설정하는 것이 중요함.
- 과소적합은 랜덤포레스트와 같은 기계 학습 알고리즘에서 데이터의 복잡도에 비해 모델이 너무 간단하게 생성되는 현상을 뜻한다. 즉 모델이 너무 간단한 모델이라 대략적인 경우는 맞지만, 실제적으로 모델이 무언가를 예측하기에는 부족한 현상을 나타낸다.



<과소적합 예시 그래프>

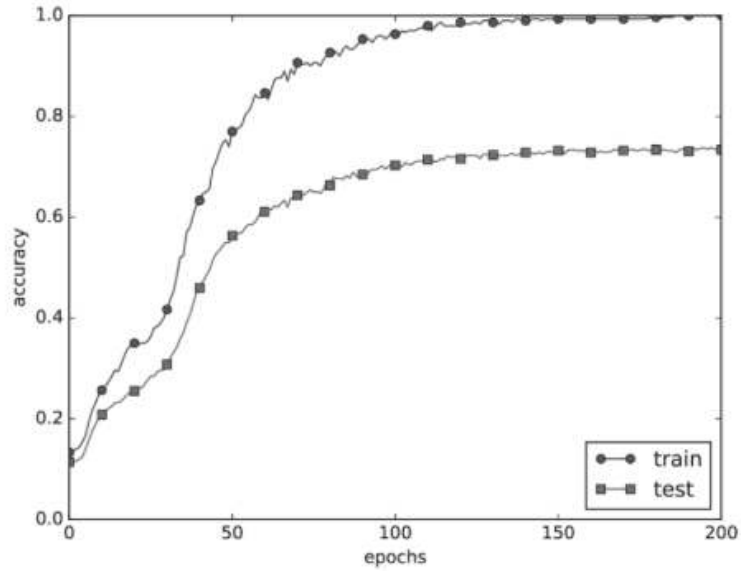
- 예시에서 볼 수 있듯이 적색 그래프는 데이터의 분포를 표현을 하고 있지만, 해당 데이터의 분포를 예측에 필요할 정도로 표현을 하지 못하고 있다. 이러한 과소적합의 문제는 일반적으로 다음과 같은 상황에서 발생한다.
 1. 모델의 학습에 투입한 파라미터(feature)가 과다할 경우
 2. 모델의 학습 간 단순화(규제)를 과도하게 했을 경우
 3. 학습 데이터 중 이상치가 과도하여 모델의 분포를 정확하게 학습하지 못했을 경우
- 과대적합이란 학습 데이터를 과하게 학습하는 것을 뜻한다. 일반적으로 학습 데이터는 실제 데이터의 부분 집합이므로 학습 데이터를 과하게 학습할 경우 학습한 데이터에 대해서는 오차가 감소하지만 실제 데이터에 대해서는 오차가 증가하게 된다.



<과대적합 예시 그래프>

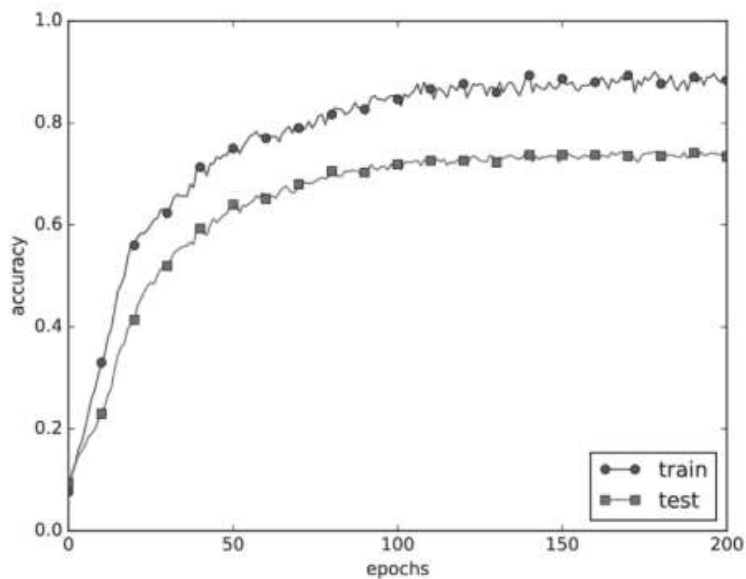
- 위 그림 중 흑색 선은 일반적으로 학습된 알고리즘 모델을, 초록색 선은 과대적합된 모델을 나타낸다. 해당 모델에서 볼 수 있는 현상은 초록색 모델의 경우 학습으로 제공된 모델은 잘 분류하고 있지만 실제 데이터의 부분 집합이며, 실제 데이터를 모두 수집하는 것은 불가능한 점에서 고려해볼 때 초록색 데이터는 새로운 데이터가 들어올 경우 해당 데이터들을 제대로 분류하지 못할 가능성이 크며, 이렇게 발생하는 오차를 예측하는 것은 거의 불가능하다고 볼 수 있다.
- 이러한 과대적합을 해결하기 위해 다양한 방법을 쓰는데, 가능한 데이터를 더 수집하는 방법이 최우선적이거나 이러한 경우가 어려울 경우 모델을 단순화하는 방법(규제)를 쓰거나 신경망의 경우 학습 과정 중 랜덤하게 학습한 특성을 0으로 만들어 제거하는 dropout이라는 방법을 사용하기도 한다.
- 이러한 규제는 각각 L1, L2 규제가 있는데, 이러한 규제들의 공통된 특성은 학습하는 과정에서 얻어내는 가중치에 페널티를 부과하는 방식이다. 이는 가중치에 영향을 끼치는 특정 매개변수(Parameter)의 값이 크기 때문에 발생하는 경우 잦기 때문이라고 볼 수 있다.
- L2 규제란 각 가중치의 각 가중치 제곱의 합에 규제 강도(Regularization Strength) λ 를 곱한다. 그 값을 손실함수(Loss function)에 더한다. λ 를 크게 하면 가중치가 더 많이 감소되고, λ 를 작게 하면 가중치가 증가한다. 가중치를 갱신할 때, 손실함수의 미분 값을 이전 가중치에서 빼서 다음 가중치를 계산한다. 따라서 가중치가 크면 손실 함수가 커지고, 다음 가중치가 크게 감소되지만 0이 되지는 않는다.
- L1 규제는 L1 규제는 가중치의 제곱의 합이 아닌 가중치의 합을 더한 값에 규제 강도(Regularization Strength) λ 를 곱하여 오차에 더한다. 이렇게 하면 L2 규제와는 달리 어떤 가중치는 실제로 0이 된다. 이 점이 L2 모델과의 차이라고 볼 수 있다. 즉, 모델에

서 완전히 제외되는 특성이 생기는 것이다. 일부 계수를 0으로 만듦으로써 모델을 이해하기 쉬워지고, 모델의 가장 중요한 특성이 무엇인지 드러나는 것이다. 그러나 L2 규제가 L1 규제에 비해 더 안정적이라 일반적으로는 L2규제가 더 많이 사용되는 경향이 있음.



<규제 전 과대 학습된 모델 예시>

- 해당 그림에서 볼 때 각 epoch(반복된 학습 단계)에 따라 학습 데이터의 경우 accuracy(정확도)가 증가하여 100%에 가깝지만, 실험 데이터는 이러한 경우를 잘 따라가지 못하여 정확도의 차이가 큰 상황이 발생한다. 이러한 경우 규제를 통해 해당 방법을 해소할 수 있으며, 이를 해소한 경우는 다음과 같다



<규제 후 모델 변화 예시>

- 해당 그림에서 볼 때 규제를 사용하기 전과 사용하기 후의 정확도의 차이가 유의미하게 감소되었다는 점을 확인할 수 있다.
- Random Forest 알고리즘을 이용한 실험 결과는 다음과 같음. 랜덤포레스트의 하이퍼 파라미터는 `test_size=20%`, `random_state=43`, `n_estimators=100`, `min_samples_split=2`, `min_samples_leaf=1`, `max_features='auto'` 로 설정하였음.
- 각 농장에서의 Loss Function 값은 높은 편이지만, 전체적으로 결정계수(R-square) 값이 0.99라는 점에서 과적합의 소지가 의심됨. C 농장의 경우 결정계수가 0.86으로 양호한 편에 속하지만, RMSE가 2.8로 예측한 열매 개수가 2개 이상 오차가 발생하였으며 C 농장 데이터를 합친 전체 농장 데이터를 볼 때 예측 값과 실제 값이 약 7.6이 차이난다는 점을 볼 때 C 농장의 데이터에 대하여 재검토할 필요가 있음.

농장 분류	R2	MAE	RMSE
Total Farm	0.932	4.161	7.655
Farm A	0.995	0.268	0.488
Farm B	0.996	0.218	0.400
Farm C	0.865	1.881	2.803
Farm D	0.995	0.268	0.488

<Random Forest 실험결과>

□ 딥러닝 모델(LSTM)

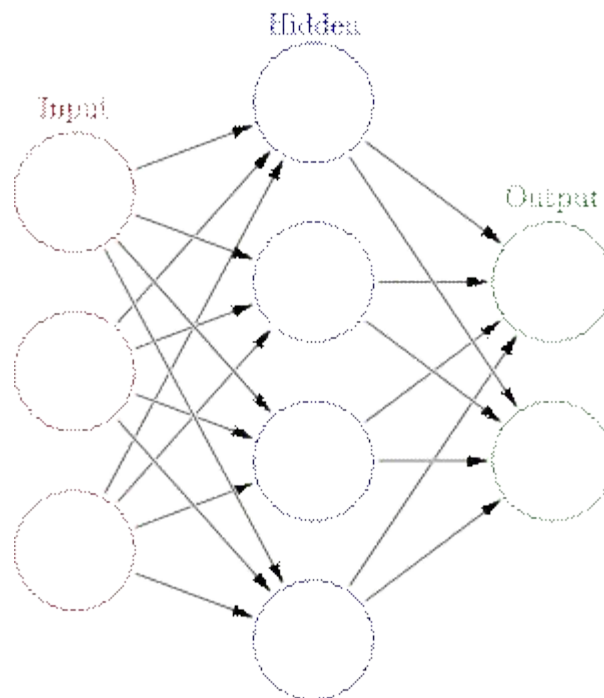
○ 인공신경망

- 인공신경망이란 인공 뉴런이 학습을 통해 시냅스의 결합 세기(가중치)를 변화시켜 문제 해결을 가지는 모델 전반을 가리킴. 그러나 통계학적인 모델의 집합이 다음과 같은 특징을 지닐 경우, 해당 집합을 신경이라고 칭함.
 1. 조정이 가능한 가중치들의 집합(학습 알고리즘에 의해 조정이 가능한 숫자형 매개변수)
 2. 입력의 비선형 함수 유추 가능
- 통상 서로 다른 층의 뉴런들 사이의 연결 패턴, 연결의 가중치를 갱신하는 학습 과정, 뉴런의 가중 입력을 활성화하여 출력으로 바꿔주는 활성화 함수라는 3가지 인자를 사용하여 모델을 정의함.
- 신경망이 관심을 받는 제일 큰 요소는 바로 학습이 가능하다는 것이며, 이는 주어진 과제와 함수 f 의 집합이 주어졌을 때 과제를 어떠한 최적화된 방법으로 $f^* \in F$ 를 관측한 값을 이용하여 해결하는 것임.
- 인공신경망은 데이터로부터 원하는 함수를 추론하는데 사용할 수 있으며, 인자를 조정

함으로서 다음과 같은 종류로 사용될 수 있음

1. 함수 추론, 회귀 분석, 시계열 예측, 근사 모델링
2. 패턴 인식 및 순서 인식 그리고 순차 결정 같은 분류 알고리즘
3. 필터링, 클러스터링, 압축 등의 데이터 처리
4. 인공 기관의 움직임 조정 같은 로봇 제어
5. 컴퓨터 수치 제어

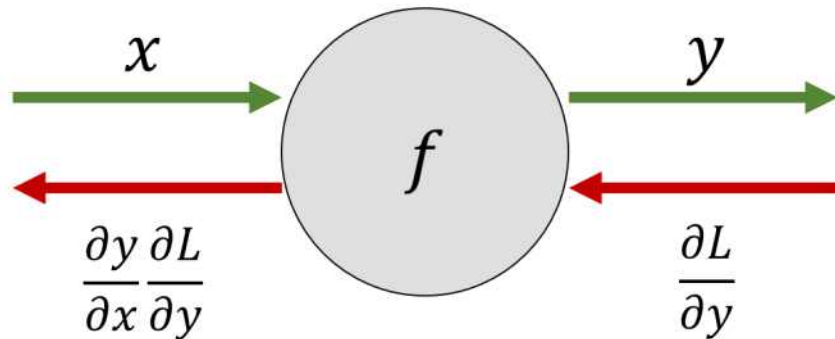
- 이러한 활용을 통해 원하는 함수를 '추론'할 때 사용할 수 있으며, 사람의 주관적인 판단이 필요하거나 다량의 변수들을 가진 고차원 데이터 활용에 유용하게 사용될 수 있음.
- 단, 계산 과정에 있어 다량의 하드웨어 자원을 필요로 하며 학습시간이 상대적으로 회귀 분석 및 기계학습에 비해 매우 긴 편임.
- 또한 입력한 데이터에 비해 Output은 확인할 수 있지만 내부의 가중치들이 어떻게 변화하는지를 확인하기 어려운 특성을 가지고 있어 설명력이 떨어지는 단점이 있음.



<인공신경망 예시 도식>

○ 오차역전파법

- 오차 역전파법은 인공신경망의 3가지 인자 중 연결의 가중치를 갱신하는 학습 과정에 사용되는 알고리즘임. 이는 함수의 $y = wx + b$ 중 가중치인 w 의 기울기를 미분을 이용해 구하는 것으로, 계산 그래프와 chain rule을 이용하여 해당 값을 구한다.



- 계산그래프에서 계산을 왼쪽에서 오른쪽으로 진행하는 단계를 순전파(forward propagation)라고 함. 위 그림 기준으로는 녹색 화살표이며 입력값 x 는 함수 f 를 거쳐 y 로 순전파되고 있는 점을
- 반대로 계산을 오른쪽에서 왼쪽으로 진행하는 단계를 역전파(backward propagation)라고 합니다. 빨간색 화살표가 역전파를 가리킵니다.
- 여기에서 $\partial L / \partial y$ 의 의미에 주목할 필요가 있습니다. 지금은 예시이기 때문에 노드를 하나만 그렸지만, 실제 뉴럴네트워크는 이러한 노드가 꽤 많은 큰 계산그래프입니다. 이 네트워크는 최종적으로는 정답과 비교한 뒤 Loss를 구합니다.
- 우리의 목적은 뉴럴네트워크의 오차를 줄이는 데 있기 때문에, 각 파라미터별로 Loss에 대한 그래디언트를 구한 뒤 그래디언트들이 향한 쪽으로 파라미터들을 업데이트합니다. $\partial L / \partial y$ 는 y 에 대한 Loss의 변화량, 즉 Loss로부터 흘러들어온 그래디언트라고 이해하면 좋을 것 같습니다.
- 이제는 현재 입력값 x 에 대한 Loss의 변화량, 즉 $\partial L / \partial x$ 를 구할 차례입니다. 이는 미분의 연쇄법칙(chain rule)에 의해 다음과 같이 계산할 수 있습니다.

$$\frac{\delta L}{\delta x} = \frac{\delta y}{\delta x} \frac{\delta L}{\delta y}$$

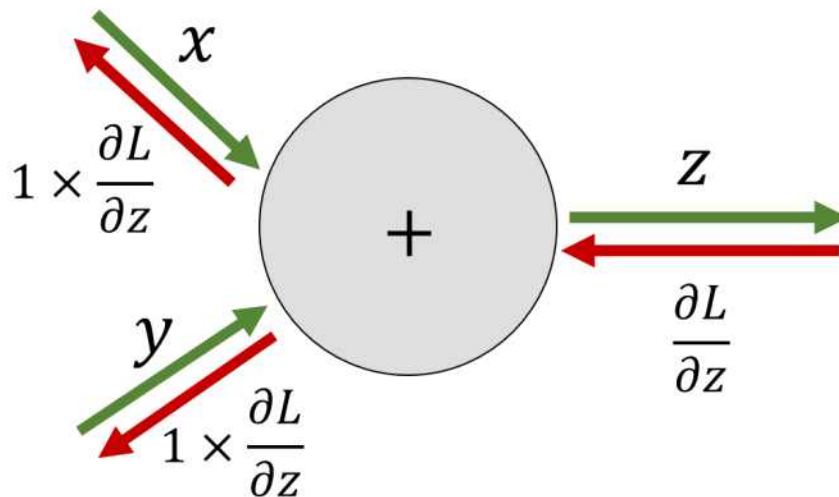
<미분 연쇄법칙 예시>

- 이미 설명드렸듯 $\partial L / \partial y$ 는 Loss로부터 흘러들어온 그래디언트입니다. $\partial y / \partial x$ 는 현재 입력값에 대한 현재 연산결과의 변화량, 즉 로컬 그래디언트(Local Gradient)입니다.
- 다시 말해 현재 입력값에 대한 Loss의 변화량은 Loss로부터 흘러들어온 그래디언트에 로컬 그래디언트를 곱해서 구한다는 이야기입니다. 이 그래디언트는 다시 앞쪽에 배치돼 있는 노드로 역전파됩니다.
- 덧셈 노드
- 덧셈노드의 수식 $z = f(x, y) = x + y$

- 덧셈 노드의 그래디언트 $\frac{\delta z}{\delta x} = \frac{\delta(x+y)}{\delta x} = 1$

$$\frac{\delta z}{\delta y} = \frac{\delta(x+y)}{\delta y} = 1$$

- 덧셈 노드의 계산그래프는 아래와 같습니다. 현재 입력값에 대한 Loss의 변화량은 로컬 그래디언트에 흘러들어온 그래디언트를 각각 곱해주면 됩니다. 덧셈 노드의 역전파는 흘러들어온 그래디언트를 그대로 흘러보내는 걸 확인할 수 있습니다.



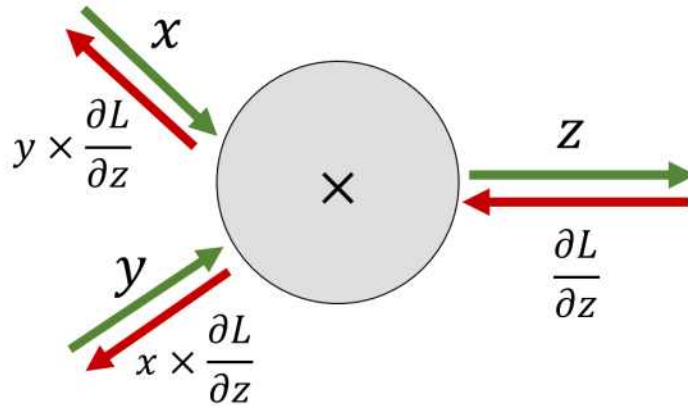
- 곱셈노드

- 곱셈 노드 수식 $z = f(x,y) = xy$

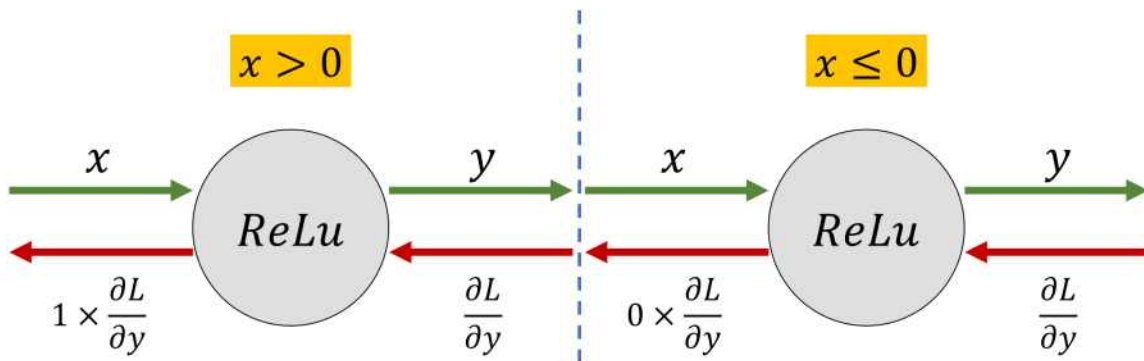
- 곱셈 노드의 로컬 그래디언트 $\frac{\delta z}{\delta x} = \frac{\delta(xy)}{\delta x} = y$

$$\frac{\delta z}{\delta y} = \frac{\delta(xy)}{\delta y} = x$$

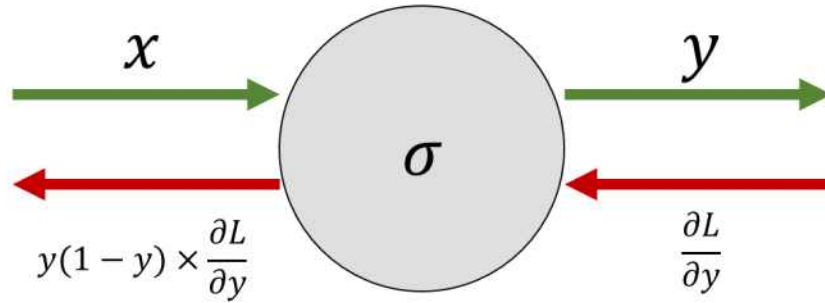
- 곱셈 노드의 계산그래프는 아래와 같습니다. 현재 입력값에 대한 Loss의 변화량은 로컬 그래디언트에 흘러들어온 그래디언트를 각각 곱해주면 됩니다. 곱셈 노드의 역전파는 순전파 때 입력 신호들을 서로 바꾼 값을 곱해서 하류로 흘러보내는 걸 확인할 수 있습니다.



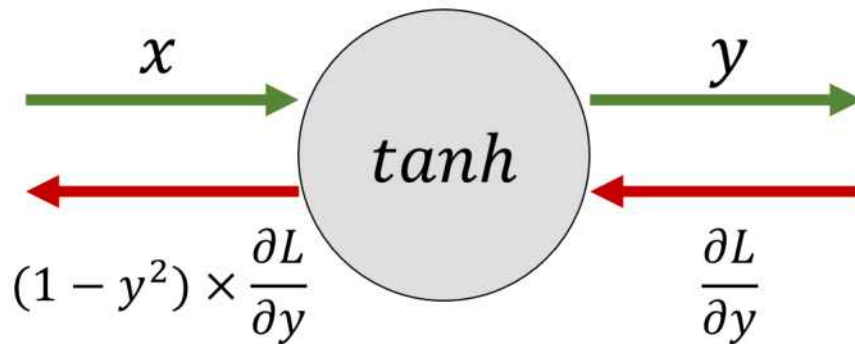
- ReLU 노드
- 활성화함수(activation function)로 사용되는 ReLU는 다음 식처럼 정의됩니다.
- $y = x (x > 0)$
- $y = 0 (x \leq 0)$
- ReLU 노드의 로컬 그래디언트는 아래와 같습니다.
- $\frac{\delta y}{\delta x} = 1 (x > 0)$
- $\frac{\delta y}{\delta x} = 0 (x \leq 0)$
- 계산그래프 그림은 다음과 같음



-
- Sigmoid 노드
- $y = \frac{1}{1 + \exp(-x)}$
- 시그모이드 노드의 로컬 그래디언트는 다음과 같음
- $\frac{\delta y}{\delta x} = y(1 - y)$



- 하이퍼볼릭탄젠트 노드
- 하이퍼볼릭탄젠트 노드 $y = \tanh(x)$ 의 로컬 그래디언트는 다음과 같습니다.
- $\frac{\delta y}{\delta x} = 1 - y^2$



- Hadamard product 노드
- Hadamard product란 요소별 곱셈을 뜻합니다. 기호로는 \odot 등을 씀. 두 벡터에 해당 연산을 적용한 그래디언트는 다음과 같은 모습을 가짐.

Derivative of the Hadamard product of two vectors

eg)

$$z_t \odot h_{t-1} = \begin{bmatrix} z_t^1 h_{t-1}^1 \\ \vdots \\ z_t^n h_{t-1}^n \end{bmatrix}$$

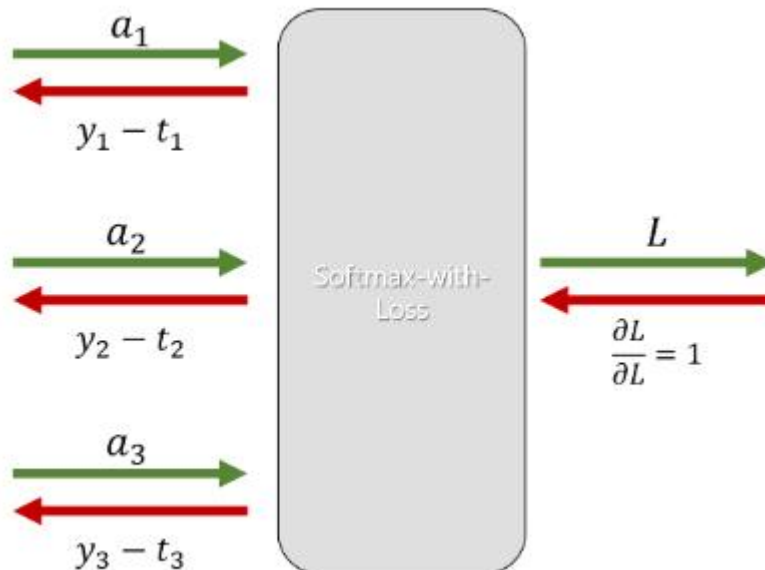
$$\frac{\partial z_t \odot h_{t-1}}{\partial z_t} = \begin{bmatrix} \frac{\partial z_t^1 h_{t-1}^1}{\partial z_t^1} & \dots & \frac{\partial z_t^1 h_{t-1}^1}{\partial z_t^n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial z_t^n h_{t-1}^n}{\partial z_t^1} & \dots & \frac{\partial z_t^n h_{t-1}^n}{\partial z_t^n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{t-1}^1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & h_{t-1}^n \end{bmatrix}$$

<Hadamard product 노드 연산 예시>

- Hadamard product 노드 또한 다른 노드와 마찬가지로 위 로컬 그래디언트에 흘러들어온 그래디언트를 내적(inner product)해서 현시점의 그래디언트를 계산합니다. 그런데 흘러들어온 그래디언트 또한 벡터일 경우 Hadamard product 노드 로컬 그래디언트의 대각성분과 요소별 곱셈을 하여도 같은 결과가 나옴.
- 소프트맥스 함수 Softmax-with-Loss 노드
- 뉴럴네트워크 말단에 보통 Softmax-with-Loss 노드를 둡니다. Softmax-with-Loss 란 소프트맥스 함수와 교차 엔트로피(Cross-Entropy) 오차를 조합한 노드를 뜻합니다. 소프트맥스 함수와 교차 엔트로피의 수식은 아래와 같습니다.
- a_k 는 노드의 입력 값, L 은 노드의 출력값(Loss), t_k 는 정답 레이블, n 은 정답 범주 개수를 뜻함

- 엔트로피 수식 $y_k = \frac{\exp(a_k)}{\sum_{i=1}^n \exp(a_i)}$

$$L = - \sum_k t_k \log y_k$$

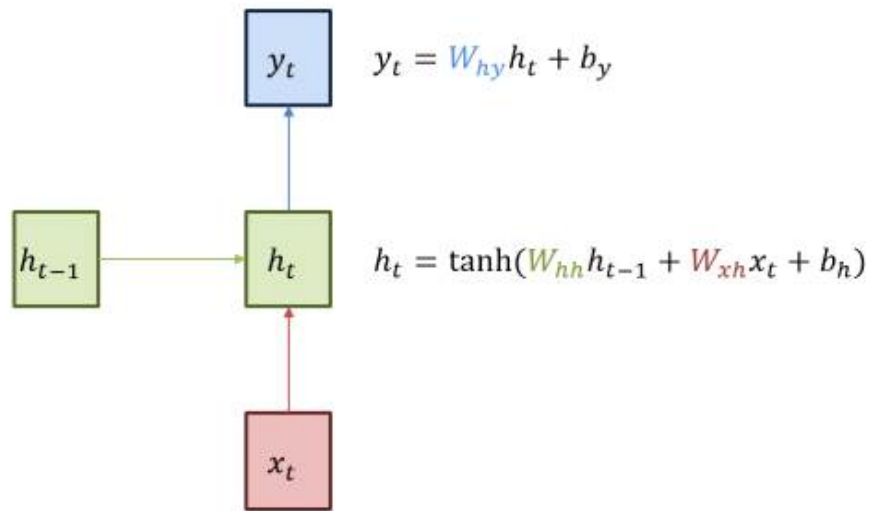


<소프트 맥스 노드 계산 그래프>

- 위 그림을 설명하자면 이렇습니다. Softmax-with-Loss 노드는 a 를 입력으로 받아서 Loss L 을 출력합니다. 역전파하는 그래디언트는 $y_k - t_k$ 가 됩니다. 예컨대 정답이 t_3 이라면 역전파되는 그래디언트는 각각 $y_1, y_2, y_3 - 1$ 이 됩니다.
- 요컨대 Softmax-with-Loss 노드의 역전파 그래디언트를 구하려면 입력값에 소프트맥스 확률값을 취한 뒤, 정답 레이블에 해당하는 요소만 1을 빼서 값을 출력함.

○ RNN

- RNN 모델은 Recurrent Neural Networks의 줄임말로, 히든 노드가 방향을 가진 엣지로 연결되어 순환 구조를 이루는 인공 신경망의 종류 중 하나이다.
- 순차적으로 입력되는 데이터, 음성, 대화, 문자 등의 데이터 처리에 적합한 모델이며, 이미지를 처리하는 Convolutional Neural Networks(CNN)과 더불어 인공신경망의 대표적인 알고리즘임. 기본적인 구조는 다음 그림과 같음.

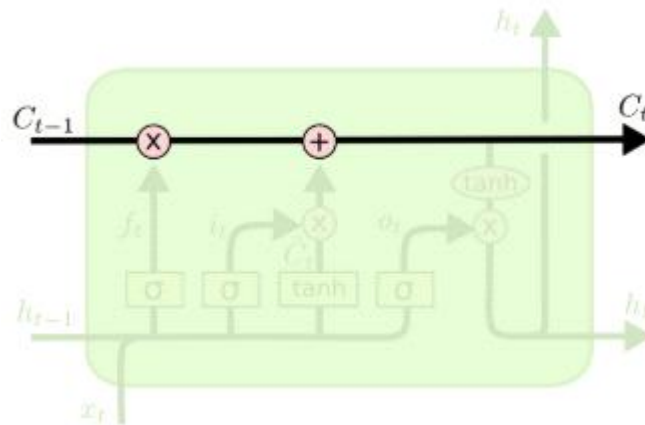


<RNN 구조도>

- 해당 그림에서 녹색 박스는 hidden State를, 빨간 색 박스는 인풋 데이터, 파란색 박스는 아웃풋 데이터이다. 현재 상태인 녹색 박스 h_t 는 직전 시점의 h_{t-1} 를 받아 갱신됨. 또한 hidden state의 활성화 함수는 하이퍼볼릭탄젠트(tanh)임.
- 인풋 데이터는 hidden state를 통해 선형 함수인 $W_{hh}h_{t-1} + W_{xh}x_t + b_h$ 의 값을 갱신하는데 쓰이며, 갱신된 h_t 는 아웃풋 데이터 y_t 의 W_{hy} 를 갱신하는데 쓰이는데, 이때 W_{hy} 를 파라미터(Parameter)라고 함.
- 이러한 과정을 다수 거쳐 얻어진 최종 모델로 값을 예측하는데 사용할 수 있는데, 입력 데이터가 순차가 있는 시계열 데이터의 경우 그 변화를 추적할 수 있어 시계열 데이터에 유용한 인공신경망이라고 할 수 있음.
- 가장 최근 입력된 입력 데이터에 영향을 많이 받는다는 특징이 있으나, hidden state가 여러개 존재할수록 입력 데이터에 대한 역전파가 점점 작아져 이후의 단계에서 가중치의 유의미한 변화가 없을 경우 무의미한 학습이 될 수도 있음.
- 즉 입력과 출력 단계가 점점 멀어질수록 그 관계를 학습하기 어려워짐. 이러한 문제를 vanishing gradient problem이라고 함.
- 이러한 RNN의 문제를 해결하기 위해 만들어진 모델이 LSTM 모델임.

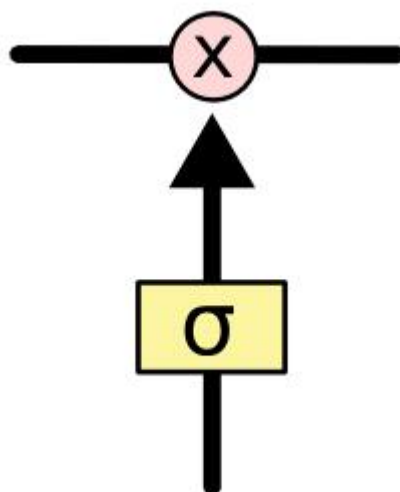
○ LSTM(Long Short Term Memory networks)

- LSTM은 RNN의 hidden state에 cell state를 추가한 구조로서, 기존 RNN의 구조가 그래디언트(gradient)가 점차 소실되는 문제를 가지고 있었다면 cell state를 이용하여 그래디언트가 잘 유지되게 하는 특징을 가지고 있음.
- cell state는 LSTM의 핵심적인 구조로, 컨베이어 벨트의 형태를 가지고 있음. 해당 과정은 연속적인 전체구조 간 선형 연산을 실행되는데, 이 구조로 인해 정보가 큰 변화 없이 다음 단계에 전달되게 됨.



<LSTM의 연속적 구조 간 선형 연산 예시>

- cell state는 gate라는 요소를 활용하며, 이는 선택적으로 정보를 더하거나 제거하는 기능을 가지고 있음.
- 게이트는 Sigmoid neural net layer(이하 시그모이드 레이어)와 scalar의 곱하기 연산으로 이루어져 있으며 해당 도식은 다음과 같음.

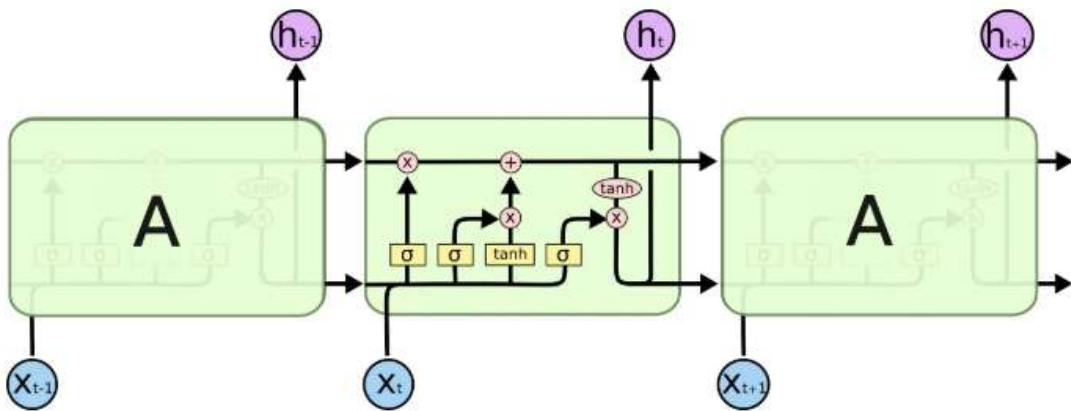


<시그모이드 레이어 예시>

- 시그모이드 레이어는 0 또는 1의 값을 출력하며, 각 구성 요소가 얼마나 영향을 주게 될지를 결정하는 역할을 함. 0이라는 값을 가지게 된다면, 해당 구성 요소의 영향력을 0으로 만들며, 1이라는 값을 가지게 되면 예측 결과에 반드시 영향을 주는 식으로 데이터를 조정함.
- cell state는 forget gate, input gate, output gate를 가지고 있으며 해당 수식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 f_t &= \sigma(W_{xh_f}x_t + W_{hh_f}h_{t-1} + b_{h_f}) \\
 i_t &= \sigma(W_{xh_i}x_t + W_{hh_i}h_{t-1} + b_{h_i}) \\
 o_t &= \sigma(W_{xh_o}x_t + W_{hh_o}h_{t-1} + b_{h_o}) \\
 g_t &= \tanh(W_{xh_g}x_t + W_{hh_g}h_{t-1} + b_{h_g}) \\
 c_t &= f_t \odot c_{t-1} + i_t \odot g_t \\
 h_t &= o_t \odot \tanh(c_t)
 \end{aligned}$$

<LSTM 수식>



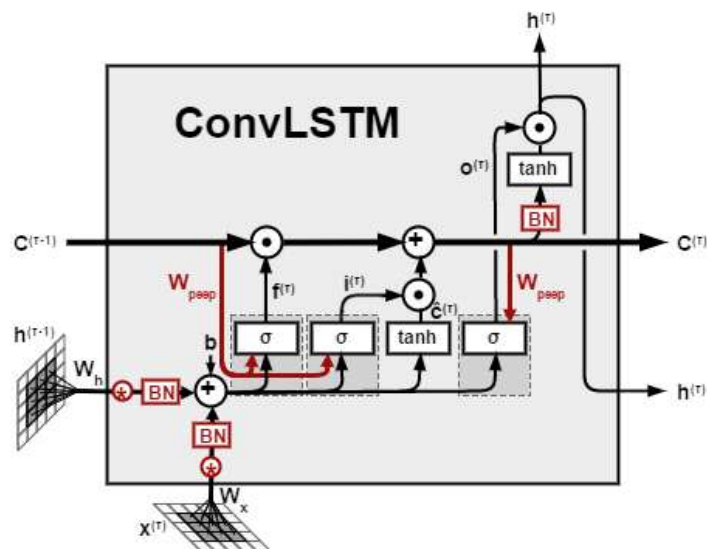
<LSTM 도식 예시>

- f_t 의 경우 forget gate로 과거 정보를 잊기 위한 게이트이며, 출력 범위는 0과 1사이로 해당 값이 0이라면 이전 상태의 정보는 잊고, 1이라면 이전 상태의 정보를 그대로 가져옴.
- $i_t \odot g_t$ 는 현재 정보를 기억하기 위한 게이트이며, 기존 cell state의 값과 x_t 를 받아 하이퍼볼릭탄젠트를 취한 후, Hadamard product 계산을 한 값임. 이를 이용하여 새로운 값들을 cell state에 입력하도록 변형함
- c_t 는 이전 cell state의 값인 c_{t-1} 과 f_t 를 곱함으로써 기존 값을 업데이트할지를 결정하고, $i_t \odot g_t$ 를 더해줌으로써 새로 들어온 벡터가 얼마나 영향이 있는지를 파악한 후 기존 값에 이를 더하는 과정임.
- o_t 는 이전 hidden state의 값인 h_{t-1} 과 x_t , 그리고 활성화함수를 통한 c_t 를 계산함

- 로서 이번 hidden state에서 어떤 값을 출력, 즉 output할 것인지를 결정하는 과정임. 즉 이번 state에서 예측한 값이 어떤 값인지를 결정하여 제시함.
- 이러한 과정을 거쳐 LSTM은 다음과 같이 작동한다.
 1. 새로운 데이터가 들어올 경우 해당 데이터와 타겟 데이터에 대하여 가중치와 그 정도를 산출함
 2. 산출된 가중치 벡터를 이용하여 forget gate로 잊을 것인지 결정한다.
 3. 새로 들어온 정보와 기존에 가지고 있었던 가중치 벡터를 이용하여 새로 들어온 값들을 이번 cell state에 입력한다.
 4. cell state에 이를 업데이트한다.
 5. cell state에 업데이트된 값을 가지고 직전 cells state에서 가져온 hidden state와 곱하여 output으로 업데이트된 hidden state를 내보낸다.
 - 이러한 과정을 거친 LSTM 모델은 기존의 시계열 정보를 보존한 채로 새로 들어온 데이터에 대해 판단하여 타겟 벡터가 어떠한 벡터일지를 예측할 수 있게 됨.
 - 이러한 LSTM 모델은 연구를 거쳐 개량되었는데, 본 연구에서 사용한 모델은 LSTM의 cell state 이전, 시계열 데이터의 입력 길이를 조절하기 위하여 이미지 처리를 위한 딥러닝 기법인 CNN의 Convolution 레이어를 추가한 ConvLSTM 기법을 사용하였음. 이는 해당 레이어 추가를 통해 일정 주기별로 패턴을 학습하도록 하여 최상의 주기를 찾아내기 위함임.

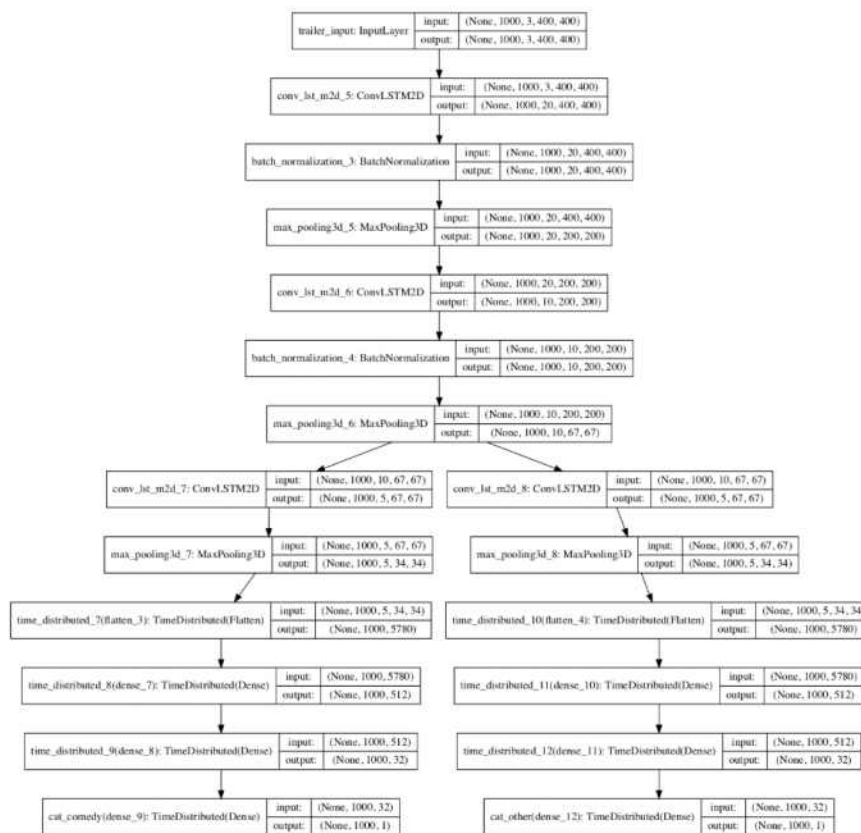
○ ConvLSTM 모델

- 기존의 ConvLSTM 모델은 기존 LSTM과 마찬가지로 Recurrent 레이어이나, 내부의 요소들 간의 곱셈은 컨볼루션 연산으로 처리된다. 즉, 데이터들이 cell state에 입력될 때 1차원 벡터가 아닌 입력한 차원과 동일하게 처리되는 것이다. 통상 이미지를 처리하기 때문에 이 경우에는 3D 차원으로 입력된다.



<일반적인 ConvLSTM cell State 예시>

- 그러나 이러한 접근 방식과는 다르게 획득한 특징 값(feature)들을 통해 해당 값들을 1차원 배열로 평면화시킬 수 있으며, 이러한 과정을 통해 데이터들의 특징적인 면을 추려낸 뒤 LSTM 모델에 대입시키는 것이 본 모델에서 사용한 LSTM의 대략적인 설명이라고 볼 수 있다.
- LSTM의 cell state의 입력은 3D tensor로 그 내용은 (sample, time_step, features)이다. 즉 시간의 흐름과 값, 그리고 칼럼이 포함되어 있지만 일반적인 ConvLSTM의 경우 이미지가 입력 시간이 지남에 따라 변화하기 때문에 (samples, time_steps, channels, rows, cols)가 한 cell에 동시에 입력된다. 5D tensor를 입력하는 과정을 통해 ConvLSTM은 이미지의 세부적인 값 또한 LSTM에 반영시킬 수 있다.
- 일반적인 LSTM의 cell state의 출력은 앞서 언급하였듯 입력한 것과 동일하게 3D tensor나 time_step을 고려하지 않은 2D tensor이며, ConvLSTM 또한 입력한 tensor와 동일하게 5D tensor이거나 time_step을 고려하지 않은 4D tensor로 출력된다.

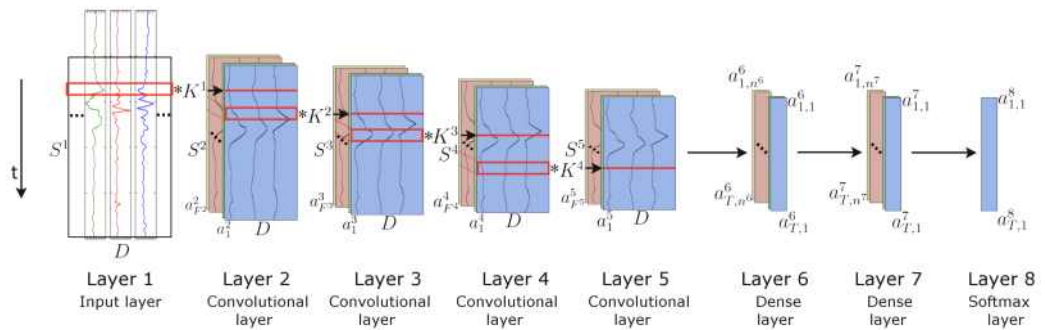


<ConvLSTM 예시 구조 도식>

- 해당 도식은 데이터를 2개로 분류하는 모델의 구조이며 2개의 ConvLSTM 레이어로 시작하며 각 레이어 뒤에 BatchNormalization과 MaxPooling이 있습니다. 순서대로 각 카테고리마다 하나씩 분기로 분할됩니다. 모든 브랜치는 동일하며 하나의

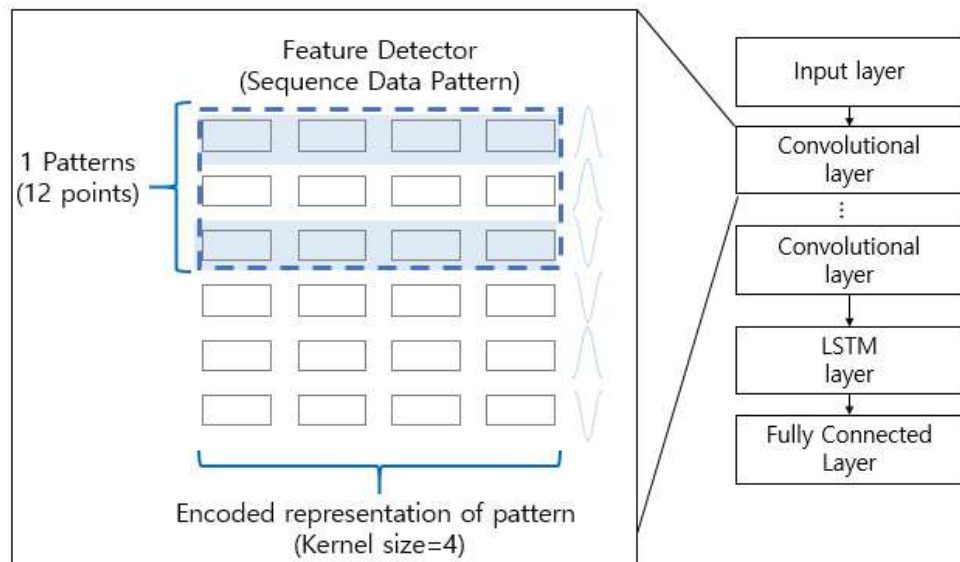
ConvLSTM 계층으로 시작한 다음 MaxPooling으로 시작합니다. 그런 다음이 출력은 완전히 연결된 Dense 네트워크에 연결됩니다. 마지막 레이어는 단일 셀이 있으며 최종적인 출력은 두 가지 범주 (comedy 및 other) 만 있는 단순화 된 모델을 보여줍니다.

- 이러한 ConvLSTM과 같은 모델을 2단계 모델링 접근법이라고 하며, 이러한 모델링 기법은 깊이가 깊어질수록 특정 정보를 잘 찾아낼 수 있는 효과가 있지만, 오차역전파법과 마찬가지로 특정 정보의 가중치가 너무 작아져 의미가 없어질 가능성 또한 존재함. 때문에 레이어의 수를 잘 조절하는 것이 중요하며, 이러한 이미지 간 시간의 흐름을 인지할 수 있는 ConvLSTM 모델은 인간의 행동 패턴 파악, 뇌과학 등에서도 연구 중인 알고리즘임.



<DeepConvLSTM 모델의 데이터 변화 과정 예시>

- 이러한 deepConvLSTM의 경우 CNN Layer를 여러번 사용하여 예시 데이터처럼 특정 부분의 특징을 추출하고, 이 작업을 반복하여 이를 tensor로 변환하는 과정임.



<본 연구에서의 ConvLSTM 모델 학습 흐름도>

- 본 연구에서는 ConvLSTM의 모델의 경우 3개월 단위의 재배 기간을 1작기로 고려하기 위해 전체 크기를 3개월(12개의 데이터)를 하나의 입력 데이터로 고려하였다.

ConvLayer에서는 filter 크기와 kernel 크기를 입력으로 주어야하는데 우리는 filter 크기를 1로, kernel 크기를 4로 설정하였다. 또한 시퀀스 데이터 학습을 위해 그림에 표현되어 첫 번째 사용된 4개의 데이터를 제외한 후 다음을 학습하는 것이 아니라 첫 번째 데이터만을 제외하고 그다음 4주, 그다음 4주 이런 식으로 학습되게 되어있다. 4주로 기간을 잡은 이유는 데이터가 주 단위로 수집되었기에 학습할 데이터의 개수가 적은 문제와 동반되어 8주~12주의 재배 기간으로 학습하였을 경우, convLSTM 모델이 제대로 학습이 되지 않았고, 4주로 하였을 경우 최적의 성능과 모델의 학습이 이루어졌기 때문이다.

- 실제 모델 코드는 다음과 같음.

```

from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler
# normalize features
values = values.astype('float32')
scaler = MinMaxScaler(feature_range=(0, 1))
scaled = scaler.fit_transform(values)
# specify the number of lag hours
# frame as supervised learning
reframed = series_to_supervised(scaled, 1, 1)
# drop columns we don't want to predict
reframed.drop(reframed.columns[[0, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44]], axis=1, inplace=True)
print(reframed.head())

```

	var2(t-1)	var3(t-1)	var4(t-1)	var5(t-1)	var6(t-1)	var7(t-1)	#
1	0.309756	0.195238	0.056667	0.477083	0.602632	0.809524	
2	0.151220	0.311905	0.066667	0.067500	0.636842	0.428571	
3	0.756098	0.085714	0.733333	0.054792	0.621053	0.571429	
4	0.036585	0.159524	0.226667	0.052708	0.542105	0.571429	
5	0.219512	0.535714	0.266667	0.043750	0.697368	0.619048	

	var8(t-1)	var9(t-1)	var10(t-1)	var11(t-1)	...	var19(t-1)	#
1	0.252874	0.658915	0.496100	0.289241	...	1.000000	
2	0.489655	0.577089	0.398012	0.208744	...	0.963087	
3	0.455172	0.596038	0.620970	0.172170	...	1.000000	
4	0.172414	0.645995	0.597094	0.086333	...	1.000000	
5	0.379310	0.747631	0.508336	0.124987	...	0.951901	

	var20(t-1)	var21(t-1)	var22(t-1)	var23(t-1)	var24(t-1)	var25(t-1)	#
1	1.000000	0.978290	0.954090	0.0	0.751222	0.212977	
2	0.900002	0.944079	0.914824	0.0	0.972969	0.429985	
3	0.900002	0.982236	0.991060	0.0	0.874945	0.298021	
4	0.300003	0.918421	0.914824	0.0	0.741120	0.605572	
5	0.300003	0.884868	1.000000	0.0	0.805784	0.633798	

	var26(t-1)	var27(t-1)	var1(t)
1	0.715671	0.473053	0.047619
2	0.448858	0.433654	0.523810
3	0.584923	0.435631	0.547619
4	0.814201	0.703127	0.650794
5	1.000000	0.826274	0.682540

<ConvLSTM 데이터 전처리 코드>

- 각각의 칼럼의 low 데이터들을 0 ~ 1사이의 값들로 변환하여 정보를 추출함. 이 과정을 통해 각각의 칼럼들 중에 해당 low가 어떤 영향을 끼치고 있는지를 드러내는 효과가 있음.

```

: values = reframed.values

train = values[0:120, :]
test = values[120:, :]
# split into input and outputs
train_X, train_y = train[:, :-1], train[:, -1]
test_X, test_y = test[:, :-1], test[:, -1]
# reshape input to be 3D [samples, timesteps, features]
train_X = train_X.reshape((train_X.shape[0], 1, train_X.shape[1]))
test_X = test_X.reshape((test_X.shape[0], 1, test_X.shape[1]))
print(train_X.shape, train_y.shape, test_X.shape, test_y.shape)

```

(120, 1, 26) (120,) (20, 1, 26) (20,)

<훈련 데이터 및 실험 데이터 할당 코드>

- 전처리한 데이터들 중 어떤 데이터를 훈련 데이터와 실험 데이터로 할당할 것인지를 설정하였음. 해당 코드에서는 기존 수집한 데이터를 통해 미래의 수확량 또는 식물 성장량을 추측해야되기 때문에 values[0:120, :] 부분을 통해 과거의 데이터를 학습시켰으며, test = values[120:, :]에서는 이후 부분을 예측하도록 설정함.

```

from keras.layers import LSTM
from keras.models import Sequential, Model
from keras.layers import Dense, Conv1D, InputLayer, MaxPooling1D, Flatten, RepeatVector
import keras.backend as K
from keras.callbacks import EarlyStopping
# design network
n_timesteps, n_features = train_X.shape[1], train_X.shape[2]
model = Sequential()
model.add(Conv1D(64, 3, activation="relu", padding="same", input_shape=(n_timesteps, n_features)))
model.add(Conv1D(64, 3, activation="relu", padding="same"))
model.add(Dropout(0.5))
model.add(LSTM(13, activation='relu'))
model.add(Dense(6, activation='relu'))
model.add(Dense(1, activation='relu'))
model.compile(loss='mae', optimizer='adam')
model.summary()

```

Using TensorFlow backend.

Layer (type)	Output Shape	Param #
conv1d_1 (Conv1D)	(None, 1, 64)	5056
conv1d_2 (Conv1D)	(None, 1, 64)	12352
dropout_1 (Dropout)	(None, 1, 64)	0
lstm_1 (LSTM)	(None, 13)	4056
dense_1 (Dense)	(None, 6)	84
dense_2 (Dense)	(None, 1)	7
Total params: 21,555		
Trainable params: 21,555		
Non-trainable params: 0		

<ConvLSTM 모델 코드 1>

- keras API를 이용하여 LSTM 모델을 작성하였음. 활성화함수로는 Relu, Loss 함수로는 MAE, 최적화 함수로는 Adam를 사용하였고 시간축과 feature를 길이가 2인 차원으로 이를 구분하였음

```

from keras.layers import LSTM
from keras.models import Sequential, Model
from keras.layers import Dense, Conv1D, InputLayer, MaxPooling1D, Flatten, RepeatVec
import keras.backend as K
from keras.callbacks import EarlyStopping
# design network
n_timesteps, n_features = train_X.shape[1], train_X.shape[2]
model = Sequential()
model.add(LSTM(50, activation='relu', input_shape=(n_timesteps, n_features)))
model.add(Dense(1))
model.compile(loss='mae', optimizer='adam')
model.summary()

```

Layer (type)	Output Shape	Param #
lstm_2 (LSTM)	(None, 50)	15400
dense_3 (Dense)	(None, 1)	51

Total params: 15,451
 Trainable params: 15,451
 Non-trainable params: 0

<ConvLSTM 모델 코드 2>

- 이후 LSTM layer를 다시 거쳐 정보를 재추출함.

```

history = model.fit(train_X, train_y, epochs=500, batch_size=64, validation_data=(test_X, test_y), verbose=2, shuffle=False)

```

```

Epoch 491/500
- 0s - loss: 0.0440 - val_loss: 0.0767
Epoch 492/500
- 0s - loss: 0.0436 - val_loss: 0.0756
Epoch 493/500
- 0s - loss: 0.0442 - val_loss: 0.0778
Epoch 494/500
- 0s - loss: 0.0442 - val_loss: 0.0756
Epoch 495/500
- 0s - loss: 0.0455 - val_loss: 0.0822
Epoch 496/500
- 0s - loss: 0.0454 - val_loss: 0.0758
Epoch 497/500
- 0s - loss: 0.0446 - val_loss: 0.0775
Epoch 498/500
- 0s - loss: 0.0433 - val_loss: 0.0759
Epoch 499/500
- 0s - loss: 0.0430 - val_loss: 0.0770
Epoch 500/500
- 0s - loss: 0.0427 - val_loss: 0.0769

```

<ConvLSTM 모델 학습 과정 코드>

- 해당 과정은 500번의 반복학습을 실시하였으며 최종적인 loss function 값은 0.047, 평균 loss function 값은 0.0769였음.
- 다른 loss function을 통해 확인한 본 LSTM 모델의 성능은 다음과 같음.


```

: yhat = model.predict(train_X)
  re_train_X = train_X.reshape((train_X.shape[0], train_X.shape[2]))
  # invert scaling for forecast
  inv_yhat = concatenate((yhat, re_train_X[:, :26]), axis=1)
  inv_yhat = scaler.inverse_transform(inv_yhat)
  inv_yhat = inv_yhat[:,0]
  # invert scaling for actual
  re_train_y = train_y.reshape((len(train_y), 1))
  inv_y = concatenate((re_train_y, re_train_X[:, :26]), axis=1)
  inv_y = scaler.inverse_transform(inv_y)
  inv_y = inv_y[:,0]
  # calculate RMSE
  rmse = sqrt(mean_squared_error(inv_y, inv_yhat))
  r2 = r2_score(inv_y, inv_yhat)
  print('Test RMSE: %.3f' % rmse, 'Test R2: %.3f' % r2)

```

Test RMSE: 9.199 Test R2: 0.928

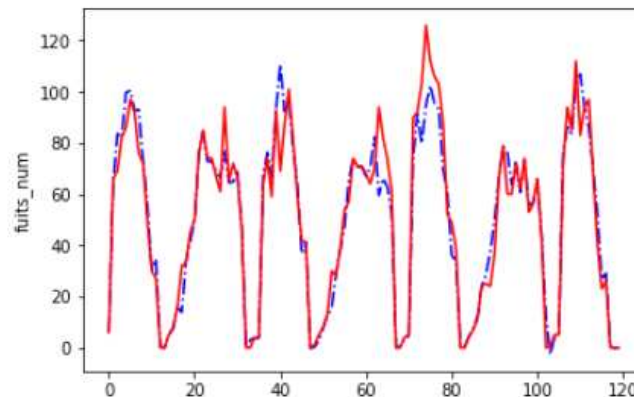
<ConvLSTM 모델의 추가 Loss function 결과>

- 추가 Loss function은 모델의 정확도가 몇인지를 확인할 수 있는 수치로 RMSE의 경우 10이하, R2의 경우 1에 가까울수록 정확도가 높은 것을 의미함.

```

plt.plot(inv_yhat, 'b', linestyle='dashdot')
plt.plot(inv_y, 'r', linestyle='solid')
plt.ylabel('fruits_num')
plt.show()

```



<과실 수 예측 ConvLSTM 모델 그래프 >

- 해당 도식의 파란색 그래프가 학습한 모델이 예측한 그래프이며, 붉은 색이 실제 값을 볼 때 실제 타겟 데이터의 값을 LSTM 모델이 잘 예측함을 확인할 수 있음.
- 해당 모델의 최종 하이퍼 파라메타는 epochs=500, batch_size=64, learning rate=0.001임

농장 분류	R2	MAE	RMSE
Total Farm	0.978	3.588	4.559
Farm A	0.987	2.178	2.760
Farm B	0.992	0.464	0.542
Farm C	0.978	0.742	0.919
Farm D	0.972	0.750	0.990

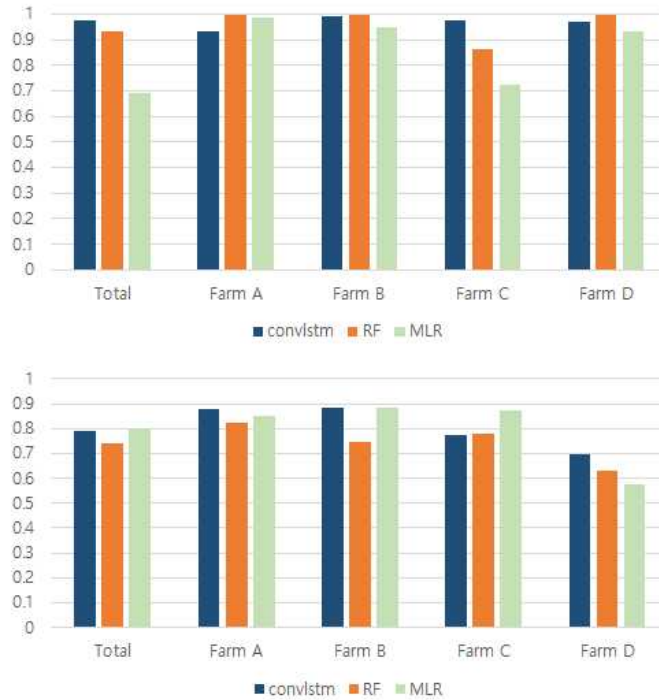
<ConvLSTM 실험 결과>

- C 농장 데이터에서 다소 예측력이 떨어졌던 다른 기법들과는 다르게 해당 기법은 C 농장 데이터 및 병합된 전체 데이터에서도 잘 작동하였으며 MAE와 RMSE값 또한 안정적인 수치를 보임.
 - 단 해당 모델은 기계학습 및 회귀 분석에 비해 시간 및 하드웨어 자원을 많이 소모하여 실시간 서비스가 필요한 경우에는 다소 부적합할 수 있는 가능성이 있음.
- 타겟 데이터 변환을 통한 모델 유연성 확인

농장 분류	모델	MAE	RMSE	R2
Total Farm	MLR	2.871	3.491	0.802
	RF	2.390	3.902	0.741
	ConvLSTM	2.780	3.659	0.792
Farm A	MLR	2.252	3.284	0.852
	RF	2.913	3.715	0.822
	ConvLSTM	2.003	2.697	0.881
Farm B	MLR	1.627	2.052	0.883
	RF	2.523	3.398	0.748
	ConvLSTM	1.301	1.943	0.884
Farm C	MLR	2.261	2.946	0.871
	RF	2.239	2.881	0.781
	ConvLSTM	3.154	4.073	0.771
Farm D	MLR	2.331	3.196	0.576
	RF	2.179	2.766	0.631
	ConvLSTM	1.796	3.019	0.698

<생장량 예측 모델 성능 비교표(leavesLength)>

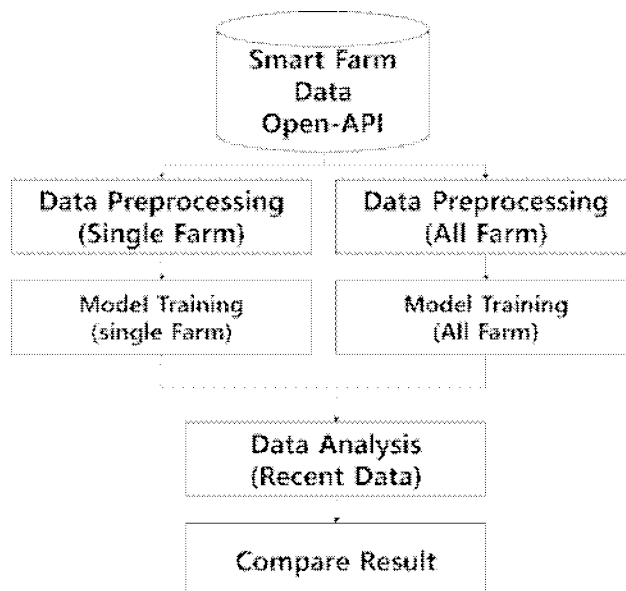
- 성장량 데이터는 생산량 데이터에 비해 일련의 패턴을 찾기 힘든 데이터였기 때문에 비교하는 모델들의 성능이 전반적으로 하락한 것을 확인할 수 있었음. ConvLSTM 모델의 성능이 총 5번중 3번이나 성능이 높은 것을 주목할만함.



<농장 분류와 모델에 따른 R2 점수 그래프>

- 해당 그래프의 상단은 열매 수 예측 성능, 하단은 잎길이를 타겟데이터로 한 예측 성능을 나타낸다. 두 타겟 데이터에 대하여 convLSTM의 예측 성능이 전반적으로 높은 것을 확인할 수 있음.

- 최종 완성 모델
- 모델 도식



<최종 완성 모델 도식>

- 위 도식은 최종 완성된 모델에 대한 알고리즘 도식이며 과정은 다음과 같음.

1. 농정원 API에서 전체 농가의 데이터를 가져옴
2. 전체 농가용과 개별 농가용으로 데이터를 각각 전처리함
3. 각 모델에 데이터 학습 후 최근 입력된 환경 값으로 타겟 예측
4. 3에서 수집된 환경 데이터 및 도출된 환경 데이터 Data Base 저장
5. 저장된 값을 이용한 개별 및 전체 농가간 상호 비교

최근 값을 비교하는 과정을 통해 데이터를 제공하는 농가들은 다음을 얻을 수 있음.

1. 개별 농가의 예측치
2. 전체 농가의 평균 환경 데이터 및 예측치
3. 1,2를 이용한 각 농장 간 환경 데이터 및 예측치 비교

○ 전처리 과정

- 전처리 과정은 크게 2가지 과정을 거치며, 수집 과정과 정렬 과정으로 나뉨.
- 수집 과정의 경우 농정원 데이터를 타겟 데이터이자 종속변수인 생육 및 열매 수 데이터, 학습 데이터이자 독립변수인 환경 데이터로 구분하여 수집하며, 이를 일자 데이터로 우선적으로 정렬함.
- 원시 데이터의 경우 환경 데이터는 시간별, 타겟 데이터는 일주일간의 시간 간격이 있음.

환경 값의 경우 관련 연구를 통해 식물의 반응까지 최소 일주일이라는 시간 간격이 있어야 한다는 것을 이용하여, 환경 데이터의 일주일간 평균, 최대, 최소 값을 계산하였음.

	id	flower_position	flower_top	fruits_num	fruits_position	grow_length	item_code	item_name	leaves_length	leaves_num
63	F_PF_0000227_01_2017-03-19 00:00:00_320	12.7	8.2	5.0	1.7	229.0	C080300	방울로마토	34.9	21.0
64	F_PF_0000227_01_2017-03-26 00:00:00_320	6.2	13.1	6.0	2.0	32.4	C080300	방울로마토	36.2	13.0
65	F_PF_0000227_01_2017-04-02 00:00:00_320	31.0	3.6	66.0	22.0	26.3	C080300	방울로마토	35.6	16.0
66	F_PF_0000227_01_2017-04-09 00:00:00_320	1.5	6.7	69.0	6.8	25.3	C080300	방울로마토	32.6	16.0
67	F_PF_0000227_01_2017-04-16 00:00:00_320	9.0	22.5	82.0	8.0	21.0	C080300	방울로마토	38.5	17.0

<전처리 전 타겟 데이터 Sample>

	measDate	내부CO2	내부습도	내부온도	토양EC	지습	지온	외부온도
0	2017-01-01 00:00:00	764.62	83.43	13.2	9.91	91.38	13.53	-1.92
1	2017-01-01 01:00:00	818.48	83.36	13.27	9.9	95.04	13.8	-2.1
2	2017-01-01 02:00:00	874.71	83.73	13.26	9.9	99	14.2	-2.54
3	2017-01-01 03:00:00	918.54	83.63	13.25	9.9	99	14.07	-2.63
4	2017-01-01 04:00:00	936.72	82.96	13.28	9.9	95.04	13.36	-2.91

<전처리 전 환경 데이터 Sample>

	id	flower_position	flower_top	fruits_num	fruits_position	grow_length	item_code	item_name	leaves_length	leaves_num	min_토양EC	avg_지습	max_지습	min_지온	avg_지온	max_지온	min_외부온도	avg_외부온도	max_외부온도	
63	F_PF_0000227_01_2017-03-19 00:00:00_320	12.7	8.2	5.0	1.7	229.0	C080300	방울토마토	34.9	21.0	9.80	94.732	99.0	87.58	19.550	27.57	14.19	7.836	19.77	-2.42
64	F_PF_0000227_01_2017-03-26 00:00:00_320	6.2	13.1	6.0	2.0	32.4	C080300	방울토마토	36.2	13.0	9.47	96.397	99.0	84.33	17.964	21.78	15.47	6.732	11.24	3.50
65	F_PF_0000227_01_2017-04-02 00:00:00_320	31.0	3.6	66.0	22.0	26.3	C080300	방울토마토	35.6	16.0	9.80	95.661	99.0	90.64	16.735	21.63	13.40	6.787	15.59	-0.10
66	F_PF_0000227_01_2017-04-09 00:00:00_320	1.5	6.7	69.0	6.8	25.3	C080300	방울토마토	32.6	16.0	9.80	94.657	99.0	84.33	18.808	24.02	14.93	14.284	22.92	8.29
67	F_PF_0000227_01_2017-04-16 00:00:00_320	9.0	22.5	82.0	8.0	21.0	C080300	방울토마토	38.5	17.0	9.37	95.142	99.0	91.38	20.696	26.26	16.08	17.735	28.86	9.06

<전처리 후 생육 및 환경 데이터 예시>

○ 모델 훈련 과정

- 모델 훈련 과정에서는 전처리한 데이터를 통해 모델을 훈련하는 과정이며, 연구 간 가장 높은 예측력을 보이는 것은 딥러닝 모델인 convLSTM이나, 하드웨어 자원이 많이 소모되는 관계로 상대적으로 자원 소모가 적으며 성능이 비슷한 기계학습 모델인 RandomForest 알고리즘을 서비스용 모델로 채택하였음.

```
#일찍한 값에 대한 예상 열매 갯수 또는 길이
def RF_regression_prediction(fileData,Target,values):
    if Target == True:
        Target = 'fruits_num'
    else:
        Target = 'leaves_length'
    X = fileData[['avg_내부CO2', 'max_내부CO2', 'min_내부CO2', 'avg_내부습도', 'max_내부습도', 'min_내부습도',
        'avg_내부온도', 'max_내부온도', 'min_내부온도', 'avg_지온', 'max_지온', 'min_지온', 'avg_지온',
        'flower_position', 'flower_top', 'fruits_position', 'grow_length', 'leaves_num', 'leaves_width', 'stem_diameter',
        'avg_외부온도', 'max_외부온도', 'min_외부온도']].values
    y = fileData[''+Target+''].values
    X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X,y,test_size = 0.2)
    forest = RandomForestRegressor(n_estimators=100)

    forest.fit(X_train,y_train)

    values = values.reshape(1,-1)
    prediction = forest.predict(values)
    a = round(prediction[0])

    return a
```

<RandomForest 알고리즘을 이용한 모델 학습 코드>

○ 모델 예측력 확인

- 무작위로 결정 트리가 생성되는 모델인 RandomForest의 특성 상 Test 결과가 다소 변동이 있을 수 있으나, 예측 정도는 0.8 ~ 0.9 사이로 준수한 결과를 보였으며 이를 이

용한 타겟 데이터 예측 또한 가능함. 하단 그림에서 볼 수 있는 실제 예측 값은 해당 농장의 환경 데이터로 학습한 모델에 동일 농장의 최근 값을 환경 데이터로 입력하였을 때, 그 주차에 열매가 얼마나 열릴지, 그 예측력이 얼마나 되는지를 확인할 수 있음. 이하 성능 지표는 0 ~ 1의 값으로 계산되며, 1에 가까울수록 예측 성능이 높으나 과적합이 될 수 있는 가능성 또한 존재함.

```
#최근 농장 데이터 선정
feature=select_recent_Data(0)
#개별 농장 학습 및 갯수
first_farm_data=select_farm_Data(0)
RF_regression(first_farm_data, True)
```

R2-train: 0.969, Test: 0.876

<RandomForest 알고리즘 예측 결과>

```
#전체 농장
#학습: 전체 농장 / 타겟 환경 데이터 : 개별 농장 / 타겟 : 열매 수
def recent_all_training(farm_num):
    feature=select_recent_Data(farm_num)
    all_farm_data = Allfarm(cultvInfoArray)
    num = RF_regression_prediction(all_farm_data, True, feature)
    return num
a = recent_all_training(0)
print(a)
```

```
/usr/local/lib/python3.5/dist-packages/ipykernel_launcher.py:6: FutureWarning:
future version
of pandas will change to not sort by default.

To accept the future behavior, pass 'sort=False'.

To retain the current behavior and silence the warning, pass 'sort=True'.
```

20.0

<학습된 모델을 이용한 실제 예측값 도출 결과>

제 3절 충남농업기술원 과채연구소(협동연구기관)

1. 1차년도 연구내용

□ 농가 애로사항 사전 조사 및 수요조사

○ 2016년 10월 시설농가 설문조사 (1차) 완료

○ 조사 목적 : 현대화된 시설농가에서 도출되는 전반적인 문제점과 요구사항 조사

○ 조사결과

No	연령	영농경력	주요 수확작물	시설 형태	시설면적(m2)	시설
1	58 세	22 년	딸기	단동 10, 연동	12,540	현대화
2	53 세	23 년	토마토	단동 13	13,200	현대화
3	57 세	30 년	토마토	단동 21	18,150	현대화
4	54 세	20 년	토마토, 오이	단동 13	11,880	현대화
5	55 세	30 년	토마토	단동 1	9,900	현대화
6	61 세	40 년	토마토, 메론	단동 11	7,920	현대화
7	51 세	16 년	토마토	단동 1	4,620	현대화
8	41 세	20 년	대추방울토마토	연동	3,960	현대화
9	34 세	14 년	토마토	단동 9	8,580	현대화
10	55 세	30 년	토마토	단동 19	19,800	현대화
11	34 세	11 년	파프리카	연동	11,220	현대화
12	38 세	10 년	파프리카	연동	6,600	현대화
13	38 세	3 년	토마토	연동	12,540	현대화
14	50 세	25 년	토마토	단동 15	9,900	현대화
15	43 세	16 년	대추방울토마토	단동 1, 연동	11,880	현대화
16	41 세	10 년	토마토	연동	3,300	현대화
17	38 세	10 년	대추방울토마토	단동 8, 연동	10,560	현대화
18	47 세	20 년	토마토	단동 4	3,960	현대화
19	40 세	15 년	파프리카	연동	11,550	스마트 팜
20	58 세	30 년	파프리카	연동	13,200	스마트 팜
21	38 세	18 년	토마토	단동 20, 연동	14,520	스마트 팜
22	52 세	25 년	토마토	단동 1, 연동	14,190	스마트 팜
23	49 세	18 년	토마토	단동 18	11,880	스마트 팜
요약	평균 47 세	평균 20 년	토마토 18 호 파프리카 5호 딸기, 메론, 오이 각 1호	단동 11 호 연동7호 단동&연동5호	평균 10,689	스마트 팜 5 (22%)

< 1차 설문 응답자 기본자료 요약 >

- 설문에 응답한 부여지역 시설 농가는 23 호로서 전체 농가가 현대화된 시설 농가이며, 그 중 5 호는 스마트팜 농가(전체 농가의 22%)
- 설문 응답 농가(23호)의 평균 연령은 47 세로서 비교적 젊은 층에 속하였으며, 영농경

력은 평균 20년이며, 토마토 재배 농가가 18 농가가 가장 많고, 시설 평균 면적 평균은 약 10,689m²이었음

- 복합환경제어기 문제점 및 해결방안

- **문제점** : 고가의 설치비, 설치 업자 및 기기에 대한 신뢰성 부족, 급변하는 환경에 적시 대응 어려움, 기존 설치 기기와 연동이 안됨, 데이터 분석이 어려움, 작물생육정보 미비 등
- **해결방안** :
 - ① 농장의 실내·외 환경변화에 즉시 대응 가능한 지능적 제어 필요
 - ② 실시간(모바일) 모니터링 기능 강화 필요(시설환경, 제어상태, 작물생육정보)
 - ③ 농장 간 데이터 공유를 통한 지식공유필요
 - ④ 제어기기 및 제어 값에 대한 신뢰성 확보 필요

- 부여지역의 현대화 시설농가들은 현재 복합제어기의 편의성과 유용성에 대해서 5점 척도 기준 각각 4.7점, 4.8점으로 매우 높게 평가하고 있음

- 복합제어기를 설치하지 않은 농가는 복합제어기 가격(고가) 및 설비 회사와 설비에 대한 신뢰성 부족이 미설치의 요인으로 나타남.

- 복합제어기 사용 농가의 불편한 경험이 전반적으로 타농가의 시설 투자에 상당한 영향을 주고 있는 것으로 나타났으며, 복합제어기 사용농가의 복합제어기에 대한 불편 사항에 대한 의견으로는

- 습도제어를 할 수 없음
- 온도 제어를 정밀하게 할 수 없음
- 항상 하우스에 사람이 있어야함(자리를 비울 시 날씨 변화에 대처를 하지 못해 피해를 봄)
- 센서가 너무 단순함
- 기존 설치 기기와 연동이 안됨
- 지역환경에 맞지 않는 시스템 연동이 되어 환경변화에 따라가지 못함
- 가격이 비쌈

- 그러나 복합제어기 시설 설치 업체가 믿을 수 있고, 적절한 서비스를 제공한다면, 설치하고자하는 니즈가 꽤 강함을 확인할 수 있음. 복합제어기 사용농가의 복합제어기에 대한 개선의견으로는

- 기후에 따른 지능적으로 제어 필요
- 원수의 수질변화, 배액 등의 수치가 변화되는 것을 실시간 모니터링 필요
- 온도 편차 자동보정 필요
- 데이터 분석에 오랜 시간이 걸림(컨설팅 필요)
- EC, pH의 측정값 및 오차 범위에 대한 개선(측정 센서에 대한 불신) 필요

- 이들 농가들의 경우에 온실 환경 모바일 통지 서비스 필요성과 작물 생육 정보 제공에

- 5점 척도로 각각 4.4점, 4.6점을 기록하여 모니터링 서비스에 대한 요구도가 매우 높음을 알 수 있음
- 현재 작물 생육정보가 충분히 확보되지 못하고 있음(3.3점) 이것은 비록 어떤 작물에 특화된 농가라 하더라도 다른 작물에 대한 재배 노하우를 터득하기 위해서는 또다시 새로운 학습과 경험이 필요함을 알 수 있음
- 또한 설문응답한 부여의 시설농가들은 현재는 정보가 활발하게 공유되지 못하지만(2.7점) 상호 상생 발전하기 위해 자신의 농가의 생육 및 환경정보를 상호 교류하는 것에 대해 매우 긍정적이었음(4.5점)

- 데이터 분석 및 활용도

- 분석 : 자가 75%, 컨설턴트 활용 25%
- 분석 투자시간 : 1일(분석 및 검증에 많은 시간 투자 필요)
- 데이터 분석이 가장 필요한 부분 : 작물재배 관리
- 소득증대 : 작물 및 데이터 분석 컨설팅으로 농가소득 증가(10% 이상)
- 소요비용 : 월 100~500만원 (1~2회)
- 희망 비용 : 월 10~100만원 (2회)

- 복합제어기를 잘 활용하면서 농업데이터를 분석한 경험이 있는 농가는 4호

- 데이터는 주로 본인이 분석하고 있었으며, 전문컨설턴트의 도움을 받는 농가는 1호임
- 본인의 경우에는 1일 이내 분석을 하고 있으나, 분석에 많은 시간 투자 필요
- 데이터 분석의 활용도의 정도에 대해서는 높은 의의를 부여하고 있음

- 농장 컨설팅 서비스를 받아본 경험이 있는 농가는 13 호

- 농업컨설팅서비스를 가장 많이 받은 영역은 작물재배관리 부문이었고, 거의 대부분인 12 호가 해당
- 농업컨설턴트의 농장 방문 횟수는 평균적으로 월 1-2회로 나타나고 있음
- 농업컨설턴트에게 지급한 금액은 대부분 월 100만원 이하 이나, 경우에 따라서는 월 500만원이하로 지급한 경우도 있음
- 농업컨설턴트 서비스에 대한 만족도는 대체로 만족한 것으로 나타나고 있음
- 농업컨설턴트 서비스에 대해 만족한 이유는 최소한 작물의 품질향상이나, 생산성 증대 등으로 농가소득이 10%이상은 증가하였기 때문인 것으로 나타남

- 농장 컨설팅 서비스를 받은 적이 없는 농가는 6 호

- 농업컨설팅서비스를 받지 않는 가장 중요한 이유는 지불비용이 비싸다고 생각하기 때문임
- 그러나 데이터 분석에 대한 신뢰가 부족하다는 응답과 서비스를 받지는 않았지만 받아야 한다는 응답도 있었음

- 농업컨설팅 서비스를 월 2회 정도 받을 때의 적정가격은 응답농가 14 호의 응답에서 최

소 10만원에서 최대 100만원까지의 편차를 보이며, 평균은 50 만원임. 월 50만원 정도의 컨설팅 서비스는 시설농가들이 수용할 수 있는 수준인 것으로 나타나고 있음

- 농가 컨소시엄 구성의 변동에 따라 신규농가에 대한 설문조사 실시 중
- 농가 컨소시엄 구성 및 운영 (15개 스마트팜)
- 2017년 1월 1차 농가 컨소시엄 구성 완료 (5개 농가)

순번	농장주	형태	면적(평)	농장주소
1	김영신	연동	1,800	충남 부여군
2	최형남	연동	3,300	충남 부여군
3	정택준	연동	3,500	충남 부여군
4	김경식	연동	3,300	충남 부여군
5	차근배	단동	2,100	부여군 세도면



<김영신 농가>



<차근배 농가>



<정택준 농가>



<김경식 농가>



<최형남 농가>

- 2017년 6월 2차 농가 컨소시엄 구성 완료 (15개 농가)

순번	농장주	형태	면적(평)	농장주소
1	김영신	연동	1,800	충남 부여군
2	최형남	연동	3,300	충남 부여군
3	정택준	연동	3,500	충남 부여군
4	김경식	연동	3,300	충남 부여군
5	차근배	단동	2,100	충남 부여군
6	류재훈	연동	5,500	충남 부여군
7	김기성	연동	1,000	충남 부여군
8	백동석	연동	3,000	충남 부여군
9	조성완	단동	1,200	충남 부여군
10	김면종	연동	1,400	충남 부여군
11	표종길	단동	1,200	충남 부여군
12	최종길	연동	4,500	충남 부여군
13	김학범	연동	3,000	충남 부여군
14	차영호	단동	1,300	충남 부여군
15	백승민	연동	3,500	충남 부여군

- 2017년 9월 농가 컨소시엄 구성 변경 완료 (15개 농가)

+ 컨소시엄 구성 농장주의 개인사정 등으로 컨소시엄 구성원 변경 및 최종 확정

순번	농장주	형태	면적(평)	농장주소
1	조성완	단동	200	충남 부여군
2	명성호	연동	1,309	충남 부여군
3	김기성	연동	1,000	충남 부여군
4	김면종	연동	1,400	충남 부여군
5	차근배	단동	250	충남 부여군
6	차영호	단동	300	충남 부여군
7	정택준	연동	1,100	충남 부여군
8	최형남	연동	3,000	충남 부여군
9	김은태	연동	1,000	충남 부여군
10	임효묵	단동	300	충남 부여군
11	황정현	단동	200	충남 부여군
12	조욱연	연동	3,400	충남 부여군
13	백승호	연동	1,400	충남 부여군
14	김종성	연동	1,000	충남 부여군
15	최형필	연동	1,000	충남 부여군

- 15개농가 전체 모임



1차 모임 (2017.06.22.)



2차 모임 (2017. 09. 12)

- + 농가별 재배 및 하우스 경영 관련 애로사항 논의
- + 생육조사 방법 및 센서 수집 데이터 활용방법 토의
- + 자율제어 시스템 개발 관련 질의응답

○ 농가 현장컨설팅 실시 (10회)

- 김영신 농가

농가정보	성명	김영신		생년월일	79. 10. 31	
	주소	충남 부여군			성별	남
	토마토 재배품종	TY브라보		토마토 재배경력	10년	
영농규모	총 재배면적(m ²)	시설 및 생산 현황		ICT 시설 보유현황		
		측고(m)	생산성 (kg/3.3m ²)	제조사 및 종류	설치년도	
	6,000	2.5	40	토양재배		
컨설팅결과 요약	<p>□ 현장 컨설팅</p> <p>○ 일자 : 4월 3일</p> <ul style="list-style-type: none"> - 문제점 앞이타는 증상 - 원인분석 결로에 의해 저온장애를 받고 잎이 괴사함 - 기술지도 조조가온을 실시해서 잎에 결로가 생기지 않게 관리할 것 - 특이사항 보일러 열량이 부족함 추가적인 열량 확보 필요 <p>○ 일자 : 5월 20일</p> <ul style="list-style-type: none"> - 문제점 과일어깨가 익지 않음 - 원인분석 강광에 의한 장애 - 기술지도 측지를 남겨 과일을 가리고 스크린 차광실시할 것 					

- 최형남 농가

농가정보	성명	최형남		생년월일	75. 7. 20	
	주소	충남 부여군			성별	남
	토마토 재배품종	TY브라보		토마토 재배경력	10년	
영농규모	총 재배면적(m ²)	시설 및 생산 현황		ICT 시설 보유현황		
		측고(m)	생산성 (kg/3.3m ²)	제조사 및 종류	설치년도	
	10,000	5.5	-	Hortimax		2017
				신축온실		
컨설팅결과	<p>○현장 컨설팅(기존온실)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 양액기계를 광량에 따라 재설정할 것 - 정식 초기 과도한 관수로 뿌리 발달이 좋지 않음 - 정식 후 뿌리가 배지에 완전히 내릴 때 까지는 건조하게 관리 <p>○현장 컨설팅(신축온실)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 배양액은 앞에서 뒤쪽으로 관수하게 하는 것이 관리에 편리함 - 양액설치시 배액구를 구역별로 3곳이상 확보할 것 - 보일러 배관 설치 시 온수 순환시간을 10-15분으로 맞출 것 - 포밍베드 설치 시 구배는 3-5% 둘것 - 2-10형 내재형 온실로 광부족 우려됨 2중 커튼을 산란광 필름 사용으로 광부족을 보충할 것 					

- 정택준 농가

농가정보	성명	정택준	생년월일	74. 08. 19	
	주소	충남 부여군		성별	남
	토마토 재배품종	TY브라보	토마토 재배경력	12년	
영농규모	총 재배면적(㎡)	시설 및 생산 현황		ICT 시설 보유현황	
		측고(m)	생산성 (kg/3.3m ²)	제조사 및 종류	설치년도
	11,000	42.5	50kg	수경재배(마그마, 2016)	
컨설팅결과	<p>○ 2017년 4월25일</p> <ul style="list-style-type: none"> - 문제점 토마토가 시드는 증상 잎이 위축되고 작아짐 - 원인분석 과습에 의해 시들음병 발생 하였음 햇빛이 강하고 공기가 건조하여 잎이 작아지는 현상 발생 - 기술지도 강이 광한 11시부터 14시까지 커튼을 이용해서 차광 정식초기 줄기가 경화 될때까지 관리할 것 <p>○ 일자 : 5월 20일</p> <ul style="list-style-type: none"> - 문제점 과일어깨가 익지 않음 - 원인분석 강광에 의한 장애 - 기술지도 촉지를 남겨 과일을 가리고 스크린 차광실시할 것 				

- 차근배 농가

농가정보	성명	차 근 배		생년월일	84. 1. 9	
	주소	충남 부여군			성별	남
	토마토 재배품종	TY브라보		토마토 재배경력	10년	
영농규모	총 재배면적(m ²)	시설 및 생산 현황		ICT 시설 보유현황		
		측고(m)	생산성 (kg/3.3m ²)	제조사 및 종류	설치년도	
	7,000	2.0	40kg	수경재배		
컨설팅결과	<p>○ 2017년 2월 9일</p> <ul style="list-style-type: none"> - 문제점 생육이 느리고 착과 후 90일 지났으나 수확이 시작되지 못함 잎이 자색으로 변하고 작음 - 원인분석 저온관리로 일평균 온도가 낮아 생육과 과일 수확이 늦어짐 오전 2, 3중 비닐을 외부온도가 낮은상태에서 개방하여 저온장애 - 기술지도 난방을 충분히 해서 내부 온도가 올라가 다음 2,3중 비닐 올릴 것 <p>○ 2017년 4월25일</p> <ul style="list-style-type: none"> - 문제점 11월 정식하였으나 현재 3화방 수확됨 잎이 위축되고 작아짐 - 원인분석 저온관리로 일평균 온도가 낮아 생육과 과일 수확이 늦어짐 햇빛이 강하고 공기가 건조하여 잎이 작아지는 현상 발생 - 기술지도 강이 광한 11시부터 14시까지 커튼을 이용해서 차광 <p>○ 2017년 7월3일</p> <ul style="list-style-type: none"> - 문제점 잎이 시드는 증상, 잎에 점이 찍힘 - 원인분석 정식 초기 뿌리가 발달하지 못한 상태에서 강광으로 인해 증발량이 많음. 일부식물체에서는 TSWV 발생 - 기술지도 강이 광한 11시부터 14시까지 커튼을 이용해서 차광 이병포기 제거하고 총채벌레 적용약제 살포할 것 					

- 김경식 농가

농가정보	성명	김 경 식		생년월일	75. 09. 10	
	주소	충남 부여군			성별	남
	토마토 재배품종	TY브라보		토마토 재배경력	10년	
영농규모	총 재배면적(m ²)	시설 및 생산 현황		ICT 시설 보유현황		
		측고(m)	생산성 (kg/3.3m ²)	제조사 및 종류	설치년도	
	10,000	4.5	60kg	마그마		2016
				수경재배		
컨설팅결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2017년 4월25일 <ul style="list-style-type: none"> - 적심 완료 되었음 - 생육이 매우 좋으며 6월 초 수확이 종료될 것으로 생각됨 - 재배관리 방법 <ul style="list-style-type: none"> 탄산가스를 400ppm 이하로 관리할 것 ○ 2017년 7월10일 <ul style="list-style-type: none"> - 수확 종료 되었음 - 페로산으로 파이프 및 커텐, 기구 소독할 것 - 다음 작기 품종 선택 : 생산량보다는 품질위조이며TSWV, TYLCV 저항성 품종이 TY티니 선택 					

2. 2차년도 연구내용

가) 컨소시엄 대상 농가 기술 보급(희망농가 대상 무상보급)

□ 무선 센서

- 적용범위 : 실내 환경 무선센서, 센싱 정보 확인 및 그래프화가 가능한 App
- 1세부 씨드림에서 제작한 무선센서 및 휴대폰용 App 활용



< 컨소시엄 대상 농가 센서 보급 >



< 휴대폰용 App >

- 분석 주기 : 작물 단계별 배양액 분석보다 관개수 분석이 먼저 이루어져야 함

(주)미래덴한
Mirae denHaan
전라남도 담양군 수북면 한수동로 362 전화(061)381-2891 / 팩스(061)381-3645

시험 성적서

1. 시료 내용

회사명	의뢰자	사비터전영농조합
소재지	검수번호	17-8-986
분석목적	검수일자	2017년 8월 14일
시료명	분석일자	2017년 8월 16일

귀하께서 미래덴한에 의뢰한 시료에 대한 분석결과는 다음과 같습니다.

2. 분석 결과

분석 이온	분석 항목	분석 결과	단위	분석 결과	단위
pH		7.2			
	전기전도도(EC)	0.3	mS/cm		
음이온	질산이온(NO ₃)	0.7	m mol/L	10	ppm(NO ₃ -N)
	염소이온(Cl)	1.0	m mol/L	37	ppm
	황(S)	0.3	m mol/L	10	ppm
	중탄산이온(HCO ₃)	1.9	m mol/L	113	ppm
	인(P)	0.06	m mol/L	2	ppm
양이온	암모늄이온(NH ₄)	0.2	m mol/L	3	ppm(NH ₄ -N)
	칼륨(K)	0.4	m mol/L	16	ppm
	나트륨(Na)	3.2	m mol/L	75	ppm
	칼슘(Ca)	0.4	m mol/L	14	ppm
	마그네슘(Mg)	<0.2	m mol/L	<5	ppm
미량원소	규소(Si)	0.22	m mol/L	6	ppm
	철(Fe)	3.3	μ mol/L	0.18	ppm
	망간(Mn)	0.5	μ mol/L	0.03	ppm
	아연(Zn)	0.4	μ mol/L	0.03	ppm
	붕소(B)	4.8	μ mol/L	0.05	ppm
	구리(Cu)	<0.2	μ mol/L	<0.01	ppm
	몰리브덴(Mo)	<0.2	μ mol/L	<0.02	ppm

비고 이 원수는 pH를 5.3/5.9로 조정하여 사용할 수 있습니다.

(주)미래덴한
Mirae denHaan
2017년 8월 17일
미래덴한은 농업분석 전문회사인 네덜란드 덴한사와 합작회사입니다.

배양액 조성표

문서번호	17-8-986	검수일자	2017년 8월 14일
발송일자	2017년 8월 17일	분석일자	2017년 8월 16일
의뢰인	사비터전영농조합		
재배작물(배양액 종류)	토마토(표준처방) - EC 3.0 적용, pH 5.4 적용		영양생장용

	비 표 액	비 표	100배 농액 (1000L 당)
A행크	5[Ca(NO ₃) ₂ ·2H ₂ O]NH ₄ NO ₃	질산칼슘10수염	128 kg
	Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	(또는) 질산칼슘 4수염	(142 kg)
	KNO ₃	질산칼륨	18 kg
	Fe-DTPA 6%	킬레이트철	2300 g = 1768.7 mL
	Fe-EDTA 13%	(또는)	(1062 g = 816.32 mL)
B행크	KNO ₃	질산칼륨	45 kg
	MgSO ₄ ·7H ₂ O	황산마그네슘	59 kg
	K ₂ SO ₄	황산칼륨	18 kg
	Mg(NO ₃) ₂ ·6H ₂ O	질산마그네슘	0 L
	KH ₂ PO ₄	계 1인산 칼륨	21 kg
	MnSO ₄ ·H ₂ O	황산망간	153 g
	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	황산아연	118 g
	H ₃ BO ₃	붕산	157 g = 109 mL
	CuSO ₄ ·5H ₂ O	황산구리	17 g
	Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O	몰리브덴산나트륨	4 g

비고 비표의 총량은 원수 100배에 적합한 양입니다. pH 조정은 질산(60% 14kg=11L B행크 또는 산형크 투입)으로 하십시오. 본 처방은 2주간 사용하십시오.

주) 본 조성표는 소용이나 기타 업적인 자료로 사용할 수 없으니 광고로 활용하시기 바랍니다.

(주) 미래덴한 (인)

(본 사) 전남 담양군 수북면 한수동로 362 전화: 061-381-2891 팩스: 061-381-3645
㈜미래덴한 온라인 계좌번호: (농협) 125-01-166690 / 예금주: ㈜미래덴한

< 최형남 농장 원수 분석결과에 따른 배양액 조성표 >

나) 농가 컨소시엄 운영
- 농가 모임 활성화



2017.12.11



2017. 12. 28



2018.01.31



2018.03.27

- + 농가 모임을 통한 겨울철 시설하우스 관리 방법, 병해충 정보 등 토마토 재배 정보 공유
- + 씨드림 자율제어 시스템관련 질의 응답
- + 농가모임 활성화 방안 및 요구사항 논의

다) 농가 컨설팅 실시

- 컨소시엄 농가 대상 토마토 재배 컨설팅 실시 (월 2회)

3. 3차년도 연구내용

가) 빅데이터를 활용한 재배 기준설정

- 평균온도 20°C 기준으로 1주에 1화방식 출현이 되며 온도가 낮아질수록 화방 출현이 늦어진다. 과일의 수확소요일수도 평균온도가 높아질수록 짧아진다(표1).
- 따라서 광량이 낮은 겨울철에는 주야간 온도를 낮추어 개화속도를 늦추게 하고 광이 좋은 봄에는 온도를 높여 개화속도를 높여야 생산성을 높일 수 있다.

<평균온도에 따른 개화속도 및 수확소요일수>

24시간 평균온도	개화속도 (화방/주)	수확소요일 수 (일)
16°C	0.6	81
17°C	0.7	72
18°C	0.8	65
19°C	0.9	59
20°C	1.0	54
21°C	1.1	50
22°C	1.2	47
23°C	1.2	45

<온도에 따른 적정 줄기 두께>

줄기두께 (mm)	야간온도 (°C)	일평균온도 (°C)
16	19.0	22.0
14	18.0	21.0
12	17.0	20.0
10	16.0	19.0
9	15.5	18.5
8	15.0	17.5
7	14.0	17.0

- 온도가 높고 광이 풍부할 때에는 줄기두께가 두꺼운 것이 생산성이 높으나 약광기에는 상대적으로 줄기두께가 얇아야 한다. 그러나 재배현장에서는 반대의 현상이 발생한다.

▶ 광합성량 및 호흡속도

- 광합성량이 충분할 경우 : 호흡속도를 높여야 개화속도가 지속적으로 빨라짐.
- 광합성량이 부족할 경우 : 호흡속도가 높으면 개화속도가 나빠지므로 광합성량을 많게 하든지, 호흡속도를 낮춰 개화속도를 느리게 함.

▶ 작물의 활력

- 온실의 습도 : 70~80%일 때 가장 활력이 좋음.
- 근권의 환경 : 수분, 양분, 산소 조건이 좋을 때 활력이 좋음.

- 토마토는 꽃이 피는 영양생장과 생식생장이 동시에 진행된다. 따라서 생식색장과 영양생장의 균형을 맞추는게 중요하다. 표 3은 영양생장과 생장의 형태적 모습을 표현한 것으로 영상정보로 참고하며 온실을 제어한다.

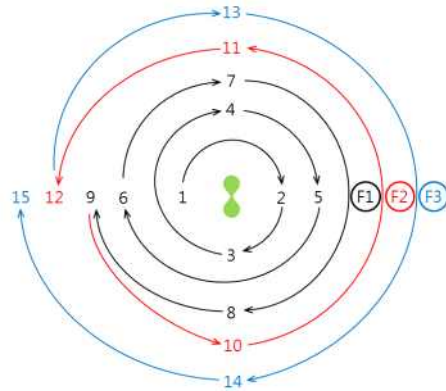
<영양생장과 생식생장 판별표>

구분	영양 생장	중간	생식 생장
생장점	굵고 강하다. 색이 옅다.	연녹색	가늘고 약하다. 색이 진하다.
줄기	굵고 보라색		가늘고 색이 옅다.
생장 길이	많다	일주일에 20cm	적다
잎	크고, 평평하고, 넓고, 부드럽다. 광택이 있다. 연녹색 생육반점이 많다. 엽맥 사이의 엽육이 볼록한 모양, 엽맥의 중앙이 상향		작고, 오그라지고, 가늘고, 단단하다. 잎의 형태가 우산형이다. 광택이 약하다. 생육 반점이 적다. 엽맥이 하향
잎의 방향	잎의 끝은 하향		잎의 끝은 상향
엽장	길다	38~43cm	짧다

구분	영양 생장	중간	생식 생장
엽색	짙다	녹색	옅다
화방사이엽수	많다	3매	적다
건물울	낮다		높다
화방 위치	멀다	생장점에서 개화 화방까지의 거리: 15cm	짧다
화경 길이	길다	3~4cm	짧다
화경	가늘다	3mm	굵다
화방 방향	위를 향한다. 빛자루형	약간 구부러짐	아래를 향함 낙시형 화방
화방 간 거리	길다	20~25cm	짧다. 절간장이 불균일

○ 잎과 화방의 출현

- 토마토는 일반적으로 본잎이 7장 나온 후에 첫 화방이 생성된다. 그 이후부터는 잎이 3장 나온 후에 화방이 생성된다.



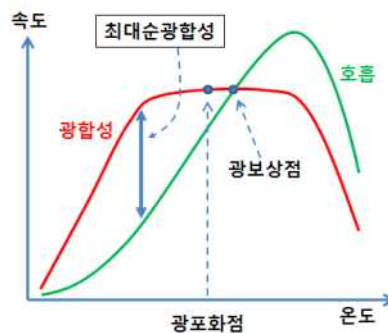
○ 토마토 생장의 이해

- 토마토는 영양 성장과 생식 생장이 동시에 일어나는 작물이다.
- 꽃이 피기 이전까지는 영양 성장만 한다.
- 과실이 성숙해갈 때에는 경엽의 성장 즉 영양 성장과 개화 결실 즉 생식 생장이 동시에 계속 일어난다.
- 토마토는 영양 성장과 생식 성장을 동시에 균형 있게 관리해야 해야 한다.

○ 식물의 생명 유지

- 사람은 음식을 섭취하고, 호흡하면서 살아간다.
- 식물은 잎에서 광합성을 하고, 뿌리로부터 물과 무기 양분을 흡수하고, 식물 전체에서 호흡하면서 살아간다.
- 사람의 음식물 섭취에 해당하는 것이 식물의 광합성과 양수분흡수이다.
- 사람이나 식물은 똑같이 호흡하면서 살아간다. 호흡은 체내의 에너지를 소비하여 생명을 유지하고 성장하는 과정이다. 호흡함으로써 비로소 살아간다고 볼 수 있다.

○ 순광합성량



- 광합성이나 호흡을 별도로 생각해서는 올바르게 식물을 성장시킬 수 없다.
- 광합성과 호흡은 서로 상관성이 크므로 함께 생각해야 한다.
- 광합성량이 호흡량보다 많아야 성장한다. 즉, 순광합성량이 중요하다.

$$\text{순광합성량} = \text{총 광합성량} - \text{총 호흡량}$$

○ 광보상점과 광포화점

- 광보상점

- + 광합성 속도와 호흡 속도가 같아져서 순광합성량이 “0”이 될 때의 광도를 지칭한다. 즉, 생존을 위한 최소한의 광도이다.
- + 토마토: 30~80 $\mu\text{einstein}/\text{m}^2/\text{초}$ 혹은 1,700~4,000 lux 정도이다.

○ 광포화점

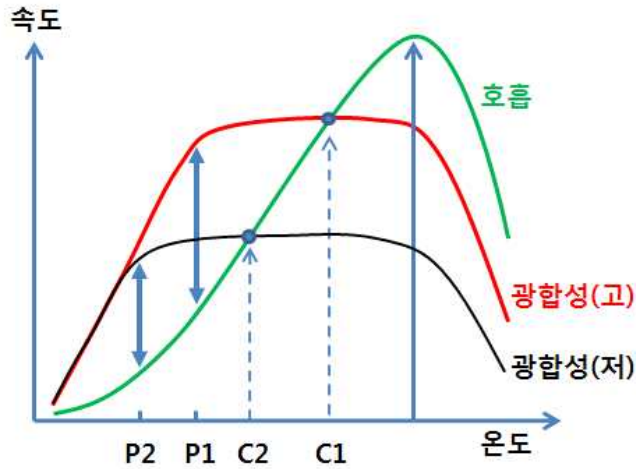
- 광합성이 최대가 될 때의 광도이다.
- 토마토: 850 $\mu\text{einstein}/\text{m}^2/\text{초}$ 혹은 70,000 lux 정도이다.

○ 광보상점과 광포화점의 이해

- 광보상점 부근의 광도에서는 재배하는 데 경제성이 없으므로 광보상점은 의미가 거의 없다.
- 광보상점 및 광포화점은 고정된 값이 아니라 환경과 작물 상태에 따라 달라진다.
- 온도가 높을 때에는 호흡량이 많아지므로 광보상점이 높아진다.
- 이산화탄소농도나 온도가 높을 경우에는 광합성속도가 더 높아질 수 있기 때문에 광포화점이 높아진다.
- 어릴 때는 광합성량과 호흡량의 절대량이 적기 때문에 광보상점과 광포화점이 모두 낮다.
- 과실이 적을 때에는 광합성 산물을 적게 만들기 때문에 광포화점이 낮다.
- 한 개의 잎의 광포화점보다 그루 전체의 광포화점이 항상 높다. 그 이유는 그늘이 있기 때문이다.

○ 광합성과 호흡의 관계

- 광합성에는 광, 온도, 이산화탄소가 필요하지만, 호흡에는 온도만 관여한다.
- 광합성은 낮에만 이루어지고, 호흡은 항상 일어난다. 따라서 밤 온도를 잘 조절하면 순광합성량을 조절할 수 있어서, 생장 조절에 유용하게 사용한다.
- 호흡은 온도가 높을수록 많아지고, 광합성은 적정 온도가 있으므로, 온도가 너무 높으면 나쁘다.
- 광이 부족한데 온도가 지나치게 높으면 광합성량은 적는데 비해 호흡량이 많으므로 순광합성량이 감소하여 작물 생장이 불량해진다.
- 야간 온도가 높아서 호흡이 많아지면 체내에 축적해둔 광합성 산물이 소비되는 동시에, 생장하게 되므로 생장 속도가 빠르고 영양 생장이 강해진다.
- 흐리면 광합성은 안 되지만 호흡은 계속 되므로 생장이 나빠진다.
- 대기 중 상대습도가 아주 높으면 광합성은 적지만 호흡에는 상관이 없어서 순광합성량이 줄어들어 생장이 나빠진다.
- 광, 온도, 이산화탄소 등을 조절해서 순광합성량을 어떻게 관리할 것인지를 고려해야 한다.



<온도 및 광과 광합성 및 호흡과의 관계 (P1 및 P2: 최대순광합성, C1 및 C2: 광보상점)>

- 호흡 속도는 같은데 광이나 이산화탄소가 부족하여 광합성 속도가 작아지면 순광합성량도 작아지고, 생육 적정 온도도 낮아진다.

[광 및 온도상태와 순광합성 및 성장과의 관계]

광	온도	광합성	호흡	순광합성	성장속도	성장강도
↓	↑	↓	↑	↓	중간	약
↑	↑	↑	↑	변화	빠름	변화
↓	↓	↓	↓	변화	느림	변화
↑	↓	변화	↓	변화	중간	변화

※변화: 광 및 온도 중 어느 것이 더 크게 영향을 미치는지에 따라 결과에 차이가 생기는 것을 의미함.

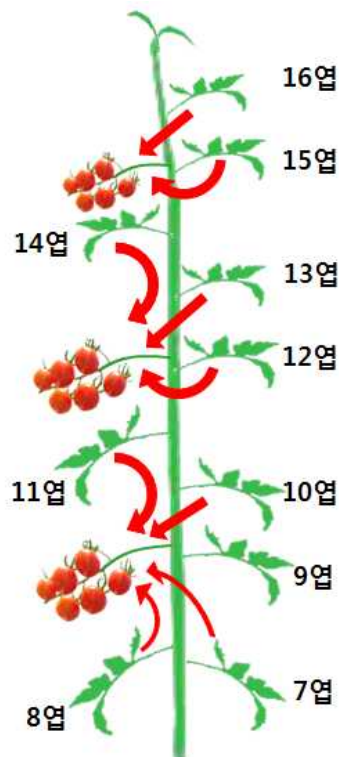
○ 토마토 과실 생산의 원리

- 잎에서 만들어진 광합성 산물과 뿌리에서 흡수한 물과 무기 양분이 과실로 이동해서 과실이 생산된다.
- 광합성 산물이 과실로 많이 이동하도록 관리해야 좋은 품질의 과실을 많이 수확할 수 있다.

○ 광합성 산물의 체내 이동

- 꽃이나 과실과 같은 생식 기관이 있을 때는 생식 기관으로 이동이 잘 되고, 온도가 높은

- 부위로 이동이 잘 된다. 즉, 광합성 산물을 많이 요구하는 곳으로 이동이 많이 된다.
- 제8엽보다 하위 엽들은 뿌리로 주로 분배된다. 따라서 뿌리의 성장을 위해서는 아래쪽의 잎들이 필요하다.
 - 과실에의 이동은 화방 위의 잎에서 주로 이루어진다.
 - 1화방과 2화방 사이에는 9~11엽이 존재하는데, 9엽은 뿌리, 줄기에 분배된다.
 - 10~11엽은 제1화방에의 분배가 가장 많다.
 - 제2화방은 제12, 13, 14엽에서 주로 분배된다.
 - 제3화방은 제15, 16엽에서 주로 분배된다.



<광합성 산물의 체내 이동>

- 광합성 산물의 체내 이동의 변화
 - 각 잎에서 만들어진 광합성 산물은 정해진 화방으로만 분배되는 것이 아니라, 어떤 화방에서 과실의 개수가 적으면 그 주위의 과실들로도 분배된다.
 - 적화 혹은 적과를 하면 생성되는 광합성 산물이 소비되는 양보다 많아서 초세를 강하게 할 수 있다.
 - 화방에 과실을 많이 착과시키면 광합성 산물의 소비가 너무 많아져서 초세가 약해진다.
- 토마토 생산의 성공 조건
 - 광합성 산물이 생산에 필요한 곳으로 잘 분배되도록 한다.
 - 제1화방 보다 아래의 잎들을 잘 키워서 뿌리를 튼튼하게 한다.

- 제1화방 보다 아래의 잎들이 부실할 경우에는 제1화방을 적과해서 초세를 조절해야 한다.
 - 수확하고 있는 화방보다 아래의 잎들은 과실에 기여하는 정도가 작으므로 적엽하는 것이 좋다.
 - 적심할 때에는 화방 위에 잎을 두 매 정도 남기는 것이 최상위 화방의 생장에 좋다.
 - 오후에는 온도를 급하게 떨어뜨리는 것이 과실 생장에 좋다. 이는 기온과 품온 차이 때문
- 과채류의 80~90%는 물로 구성된다.

○ 식물체 내의 물의 역할

- 원료의 기능
 - + 광합성 반응에 물이 필요하다.
 - + 식물체의 구성 요소에 물이 포함된다. 예를 들어 탄수화물, 단백질, 지질 등의 구성 요소는 물을 모두 포함하고 있다.

- 식물의 구조 유지

- + 식물 세포는 적정 팽압을 유지해야지만 살아갈 수 있는데, 물이 세포의 팽압을 유지한다.

- 냉각기능

- + 식물은 증산 작용을 통해, 흡수한 수분의 약 10%만을 흡수하고, 대부분인 90% 정도를 배출한다.
- + 증산을 통해서 엽온을 냉각시킨다.
- + 증산하는 잎은 그렇지 않은 잎(아래 그림에서 작물센서)에 비해 온도가 2~6°C 낮다. 따라서 잎의 활력은 엽온을 통해서 알 수 있다.

- 성장 속도의 의미

- + 성장의 빠른 정도를 의미한다. 하루에 2cm 자라는 것보다 4cm 자라는 것이 2배 빠른 것이다.
- + 호흡량이 많으면 성장 속도가 빨라진다. 광합성량이 많아도 결국 성장 속도가 빨라지지만 광합성 산물이 호흡을 통해서 생장에 사용되므로 호흡 속도가 더 중요하다.
- + 성장 속도는 개화 속도로 측정한다.

○ 개화한 꽃에 번호 붙이는 방법

- 화방당 10개의 꽃을 가지는 경우

- + 지난주에 1화방의 3번째 꽃까지 완전히 개화했다면, 0.3이라고 번호를 매긴다. 6개가 피면 0.6이라고 매긴다. 10개의 꽃이 모두 개화했다면 “1”이 되어서 1화방의 개화가 완성되는 것이다.
- + 금주에 2화방의 첫 번째 꽃이 피어 있다면 1.1이 되며, 4번째 꽃이 피어 있으면 1.4라 표기한다.

○ 화방당 꽃의 수가 다른 경우

- 화방당 5개의 꽃을 가지는 경우에는 하나의 꽃당 0.2를 증가시키고, 화방당 20개의 꽃을 가지는 경우에는 하나의 꽃당 0.05를 증가시키면 된다.
- 화방에 따라서 꽃의 수가 변화하는 경우가 많은데, 이 경우에는 수확 목표의 개수를 계산한다. 수확 목표가 화방당 5개라면 꽃당 0.2를 증가시키면 된다.

○ 생장 속도(개화 속도)의 측정

- 개화 속도 측정의 필요성
- 개화 속도를 작물의 생장 속도와 동일시한다.
- 정기적으로 개화 속도를 측정함으로써 작물의 생장이 빨라지는지 또는 느려지는지를 판단할 수 있으며, 이를 통하여 작물을 효율적으로 관리할 수 있다.

○ 개화 속도의 측정 방법

- 1ha를 4구역으로 나눈다.
- 구역당 무작위로 5그룹을 정해둔다.
- 일주일에 한 번씩 같은 시간에 완전히 개화된 꽃 수를 측정한다.
- 마지막 꽃에 표시한다.

+ 꽃 수 = 금주의 개화 수 - 전주의 개화 수

예) $1.1 - 0.3 = 0.8$ (개화속도)

- 개화 속도의 기준
- 일일 적산일사량이 800J 이상일 경우, 0.7/주 (유럽계 완속토마토)
- 품종에 따라 다르다.
- 환경에 따라 차이가 있다.

○ 개화 속도의 해석 방법

- 전체 구역에서 측정된 값의 평균을 가지고 매주간의 변화를 보면서 판단한다.
- 개화 속도가 빨라지면 생장 속도가 빨라지고 있는 것이며, 늦어지면 생장 속도가 느려지고 있는 것이다.
- 구역별 측정값의 차이가 클 경우는 온실 내 환경의 편차가 크기 때문인 경우가 많은데, 원인을 찾아 개선해야 한다(특히 온도 편차).

○ 개화 속도에 영향을 주는 요소

- 온도(24시간 평균온도)
- 광합성량 및 호흡속도
- 작물의 활력
- + 온실의 습도
- + 근권의 환경
- 과일의 부하 정도 등

○ 온도

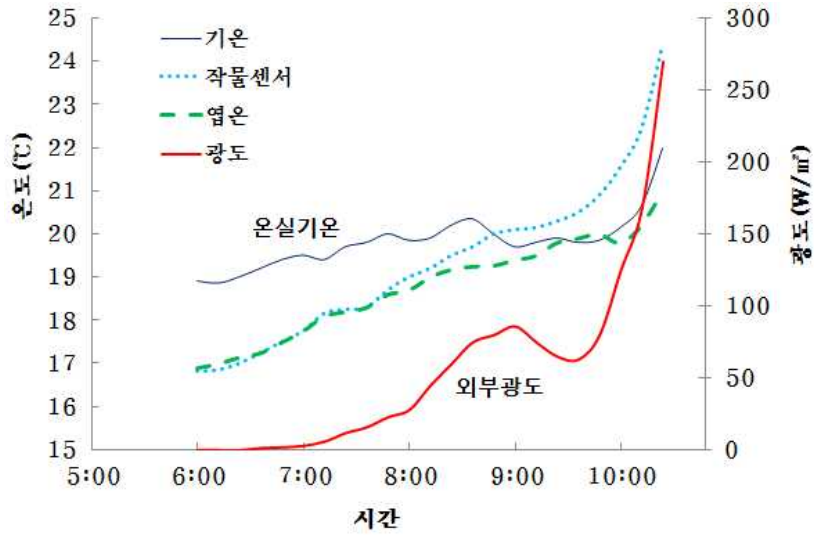
- 평균 온도와 관련이 있다.
- 유럽계의 경우 적정 범위 안에서는 온도가 1°C 높아질수록 착과 속도도 0.1/주 높아진다(0.1은 한 화방에 있는 꽃수의 10%).

24시간 평균온도	개화속도 (화방/주)	수확소요일수 (일)
16°C	0.6	81
17°C	0.7	72
18°C	0.8	65
19°C	0.9	59
20°C	1.0	54
21°C	1.1	50
22°C	1.2	47
23°C	1.2	45

- 줄기가 굵어서 생장 강도가 강할 경우에는 온도를 올려서 개화 속도를 빠르게 한다.
- 생장 강도가 약할 경우에는 온도를 내려서 개화 속도를 느리게 한다.

- 광합성량 및 호흡 속도
 - + 광합성량이 충분할 경우에는 호흡 속도를 높여야 개화속도가 지속적으로 빨라진다.
 - + 광합성량이 부족할 경우에는 호흡 속도가 높으면 개화 속도가 나빠지므로 광합성량이 많게 하든지 호흡 속도를 낮춰서 개화 속도를 느리게 한다.

- 작물의 활력
 - + 온실의 습도: 습도가 70~80%일 때 가장 활력이 좋다.
 - + 근권의 환경: 수분, 양분, 산소 조건이 좋을 때 활력이 좋다.



<아침의 온실, 작물, 광도의 변화(Peter Stradiot 자료를 변형)>

○ 운반의 기능

- 체내에 있는 모든 무기물 및 유기물은 물을 이용하여 운반된다.
- 뿌리를 통해서 양분이 흡수되는 것도 모두 물에 녹아서 이루어진다.

○ 물과 생장

- 작물이 커가는 것은 광합성에서 얻어진 고형 물질이 뿌리에서 흡수한 영양소와 상호 작용을 해서 작물의 골격을 만들고, 그 안에 물이 들어감으로써 행해지는 것이다.
- 따라서 적절한 생장을 위해서는 광합성, 양분 흡수, 물 흡수가 조화를 이루어야 한다.
- 겨울철에 관수를 많이 하면서 한편으로는 광이 부족하면 품질이 떨어지고, 열과가 생기는 등의 문제가 발생하는 것은 이러한 조화가 깨지기 때문이다.

<표. 흡수된 물의 식물체 사용 비율 >

사용처	사용비율
증산작용	90~95%
작물의 생육	5~10%
광합성	0.1% 내외

○ 체내 수분 함량과 생장

- 체내에 수분이 부족할 경우
- + 기공의 폐쇄, 광합성 기관의 영구적 손상 등에 의해 광합성이 저해된다.

+ 세포의 팽압 저하에 따른 생장이 저해된다.

- 수분이 과다할 경우

+ 면역력이 저하된다.

+ 과도한 영양 생장을 한다.

+ 과일의 품질이 저하된다.

○ 증산

- 정의

+ 식물이 기공을 통해 체내의 수분을 배출하는 것을 증산이라 한다.

- 증산의 역할

+ 뿌리로부터 물과 양분을 흡수할 수 있게 한다.

+ 식물의 온도를 낮춘다.

+ 시설 내 습도를 높인다.

- 증산 속도

+ 증산 속도는 식물의 활력, 지상부 환경과 지하수 환경에 의존한다.

+ 식물의 활력: 식물의 활력이 클수록 증산속도가 빠르다.

+ 지하부 환경: 유효수분함량에 의존한다.

+ 지상부 환경: 광도, 온도, 습도, 바람 등에 의존한다.

+ ※ 토마토의 일일최대증산속도: 4~6L/일/m²

- 증산 속도와 환경과의 관계

+ 광량이 약 150~200W/m²이 되면 증산을 시작한다.

+ 온도가 낮으면 증산이 늦고 또 적게 된다.

+ 습도가 낮을 때(포차가 클 때와 같은 의미) 증산이 잘 된다.

+ 바람이 적당히 불면 증산이 잘 된다.

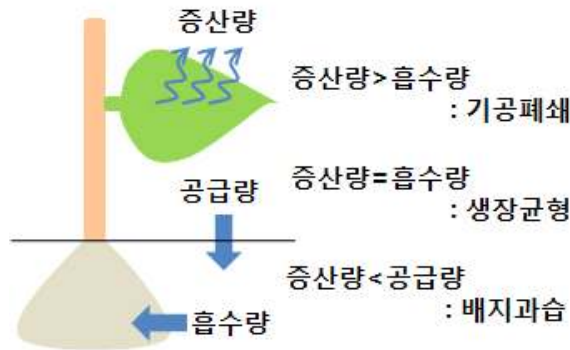
- 증산 속도와 관수량과의 관계

+ 뿌리로부터의 수분 흡수량이 증산량보다 적으면 식물은 자신을 보호하기 위해 기공을 닫고 증산량이 감소한다. 토마토의 경우 3mL/J 정도의 흡수량을 공급할 수 있어야 한다.

+ 증산량과 수분흡수량이 같을 때 생장이 좋다.

+ 관수량이 증산량보다 많으면 배지가 과습해져서 생장이 나빠진다.

+ 배지나 토양의 수분은 아침에 증가시켜서, 낮에 최대로 하고, 오후 늦게부터는 감소시키는 것이 관리의 기준이다.



※ 배지수분변화

아침	낮	늦은오후
증가	최대	감소

나) 클라우드 정보 수집을 위한 농장 컨설팅 결과

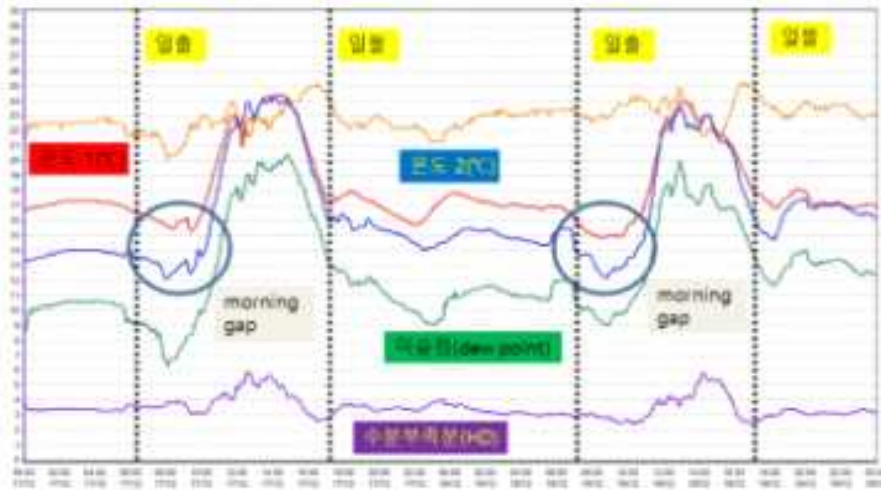
(1) 동부팜 컨설팅 결과

○ 잎곰팡이병, 잿빛곰팡이 발생원인 분석

- 환경데이터 분석 결과 온실 내 결로가 장기간 발생하고 있음

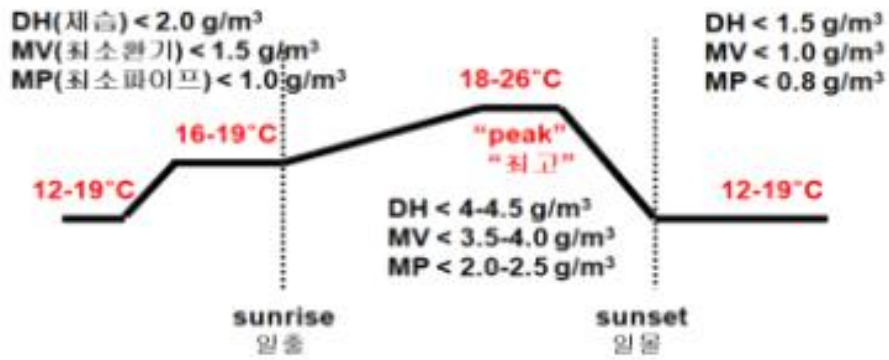
○ 보일러 난방부하에 의한 결로

- 절대습도가 높고 온도가 낮으면 이슬점 온도와 기온이 비슷해짐
- 토마토 잎과 줄기의 수분함량은 70~80%, 과일은 95~97%임
- 일출 후 햇빛에 의해 온실 내 온도가 올라가면 공기는 빠르게 온도가 상승
- 하나 식물체는 물이 많아 천천히 온도가 상승함
- 절대습도가 높은 상태에서 공기가 따뜻하고 식물체 표면이 차가워져 이슬점에 도달하게 되면 식물체에 결로가 발생함
- 특히 커튼을 개방하면서 충분히 난방을 하지 못하면 morning gap이 발생하고 햇빛의 자연열에 의해 공기온도가 급상승하면 계속해서 공기의 온도가 식물체의 온도보다 높기 때문에 결로 시간이 길어짐
- 온도센서가 온실의 중앙부에 위치하여 온실의 주변부위는 온도가 더 낮음
- 결로를 막기 위해서는 가장 추운 일출 2시간부터 난방을 최대한 실시하여 온도를 높여 놓고 천천히 커튼을 열면서 온도를 서서히 올려야 함(그림 2)
- 우일팜의 경우 지열히팅펌프의 용량이 부족하여 충분한 열량을 공급할 수 없어 결로가 발생하고 있음

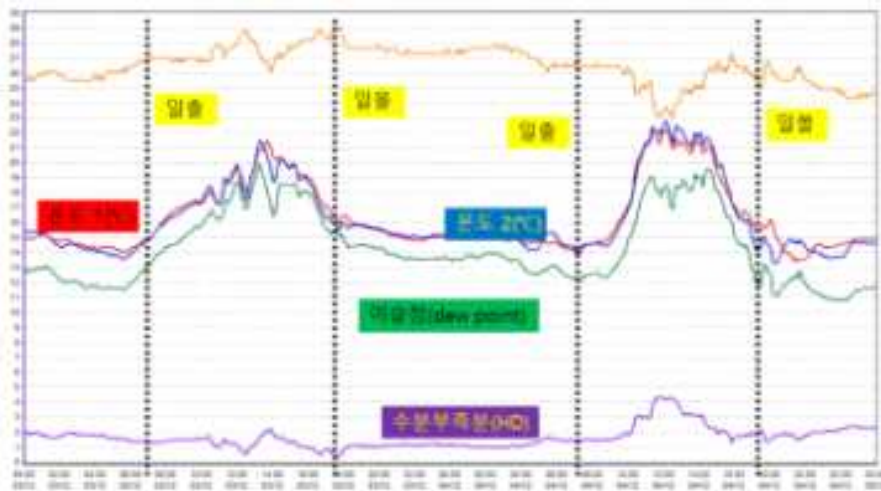


<동부팜 잘못된 환경관리 온도 중심(17.12. 1 ~ 3)>

온도 전략 토마토



<토마토 재배온실의 적절한 온도 관리>



<우일팜 잘못된 환경관리 수분부족분 중심(17.12. 3 ~ 4)>

○ 낮은 수분부족분(HD)에 의한 결로 발생

- 절대습도(AH)를 측정하여야 하나 우일팜 절대습도 자료가 없어 수분부족분을 중심으로 원인을 분석하였음(그림 3)
- 12월 3일부터 4일까지는 데이터로 보면 흐린날로 추정됨
- 수분부족분은 대부분 2g이하로 광합성을 하기 어려운 조건임
- 절대습도가 높아 온도가 비교적 관리가 잘되었음에도 불구하고 결로가 발생한 것으로 추정됨
- 또한 수분부족분이 낮아 적엽 등 식물체에 상처를 주는 행위 시 상처부위가 마르지 않아 잿빛곰팡이 발생이 우려됨
- 흐린날씨에는 경우 온실 내 난방을 충분히 실시 후 천창을 개폐하여 수분부족분을 높여야 곰팡이병의 위험을 낮출 수 있음

○ 공기난방에 의한 결로

- 온실난방에서는 튜브레일 등을 이용한 난방을 권장함
- 튜브레일을 이용한 난방은 복사열을 만들어 공기보다 식물체의 체온을 먼저 올리나 온풍난방의 경우는 식물체보다 공기를 덥힘
- 튜브레일의 경우 식물체의 온도가 공기보다 높으나 온풍난방은 식물체가 공기보다 낮은 체온을 나타냄 → 결로 위험을 높임
- 우일팜의 지열난방장치는 공기난방 방식으로 곰팡이병 발생 우려가 높음



<튜브레일 난방>



<온풍 난방>

○ 결로방지를 위한 종합적인 대책방안

- 지열히팅펌프의 공기열 난방을 튜브레이일 난방으로 교체할 것
- 축열탱크 2000톤을 설치(최소 1000톤) → 비용 15억원 예상됨
- 축열탱크의 물을 덮혀 튜브레이일을 통해 난방 실시
 - + 현재 지열히팅펌프의 효율성을 30% 이상 올릴 수 있음
- 겨울철 부족한 열량은 가스보일러를 이용해서 한낮에 축열탱크에 저장
 - + 낮에 가스보일러 가동 시 발생하는 CO2는 온실 내 탄산시비 활용
 - + 가스보일러 활용 탄산시비의 경우 연간 탄산시비 비용(6,000만원)을 절약할 수 있으며 정부의 탄산가스 저감 정책에도 일조할 수 있음
- 저온기 온실운영 시 온도 뿐 아니라 수분부족분 또는 절대습도를 우선 시 하는 온실관리방법 컨설팅 필요

○ 시들음병 발생 원인 분석

- 뿌리의 발달 상태로 보아 전체적으로 배지의 습도가 높게 관리됨
- 약광기에는 광량을 참고로 하여 배지의 EC와 초세를 기준으로 관리하여야하는데 광량과 배액률을 위주로 하여 관리함
 - + 약광기 배지 내 EC와 초세를 기준으로 한 양액관리 기술 컨설팅 필요
- 배액구의 위치가 잘못된 것이 많았음(약 20% 정도)
 - + 재배초기에 배액구가 잘못된 것을 찾아 교정 필요



잘못된 배액구

올바른 배액구

<배액구 비교>

- 수경재배에서 시들음병, 풋마름병은 뿌리의 습해에서 시작하는 것이 대부분임
- (2) 스마트팜 측정빅데이터 분석 및 컨설팅 결과

스마트팜 측정빅데이터 분석 및 컨설팅 계획

2019. 5. 9.(수)

보고자

농업연구관 심근섭

1. 배경 및 목적

- 스마트팜 농가의 애로사항을 데이터 분석관점에서 해결방안 모색
- 스마트팜 측정빅데이터 분석활용 템플릿 작성 및 컨설팅 활성화
- ※ 목표 : 측정빅데이터 활용도 및 농가의 데이터 인사이트 능력 향상

2. 세부추진 계획

□ 대상농가 및 주요 요구사항

- 장운성농가(전북 완주, 토마토 2,871㎡, 연동온실, 환경제어 마그마)
 - 주간 생장길이·경경·생장점과 화방거리 등 생육 최적 환경설정관리 가이드
- 정흥기농가(전남 화순, 토마토 15,840㎡, 연동온실, 환경제어 프리바)
 - 양액비 절감과 작물 최적 생육관리를 위하여 6~7월(고온기) 및 장마철 적정 양액공급량과 양액공급 횟수, EC 및 pH농도 등 생육과 환경 관리정보
- 김창희농가(경남 사천, 토마토 2,970㎡, 연동온실, 환경제어 마그마)
 - 엽온, 과온, 지온, 온실내 온도 및 광 등의 생육 최적환경 조건?
 - 증산작용, 광합성, 동화산물 등에 최적 환경조건 및 영양생장과 생식생장 적합조건

□ 세부 일정

- 농가요구 해결방안 설계 전문가 협의회 개최(5. 14 ~ 17, 농가별 개최)
 - 요구사항 관련 전문가와 상세분석 설계서 작성(농가별 2~3명 전문가 배정)
- 데이터 분석 설계서 작성 및 분석 작업(5. 15 ~ 31)
 - 데이터 확보(도원과 농가 협조), 데이터 전처리 및 분석(농진청)
- 분석결과 타당성 검토 및 현장 컨설팅(6. 3 ~ , 도원과 전문가 협조)

※ 참여전문가 : 전남대 이정현교수, 충남도원 이문행박사, 나루농업컨설팅 이정필대표

써브스트라투스코리아 박문상컨설턴트, 온실작물연구소 서범석소장

스마트팜 측정빅데이터 활용 컨설팅

단 계	해결방안 설 계	지 역 경영주	완 주 강운성	작 목 면적(m ²)	토마토(데이로 스) 2,871	정식일 현재 화방	18.10.24(파종 9.7) 19~20(05.01)
사용자 관점에서 문 제 정 의		측정 데이터를 활용한 문제해결 관점에서 문제정의(5월1일 문제정의 확인, 유영석 박사)					
주간 생장 길이·경경·생장점과 화방거리 등 생육 최적 환경설정관리 가이드 요구 ○ 복합 환경설정 및 작물관리에 참조하고자 함 ○ 경영주의 데이터관점에서 적합한 설정 참조하고자 함							
해결방안		요구사항 해결을 위하여 어떤 요인을 어떻게 분석 및 고려사항 등					
<ol style="list-style-type: none"> 1. 주간 생장 길이 최적 생육환경 설정을 위하여 <ul style="list-style-type: none"> ○ 영향을 미치는 요인 : ○ 주요 분석 구간설정 : (예) 시기별, 시간대별, 생육단계별, 화방별 ... ○ 주요 분석 및 시각화방법 : (예) 평균, 최대, 최저, 표준편차, 요인 간 상관관계, 생육에 미치는 영향 및 최적조건(회귀분석) 등 ○ 주요 고려사항 : 2. 경경 최적 생육환경 설정을 위하여 <ul style="list-style-type: none"> ○ 영향을 미치는 요인 : ○ 주요 분석 구간설정 : (예) 시기별, 시간대별, 생육단계별, 화방별 ... ○ 주요 분석 및 시각화방법 : (예) 평균, 최대, 최저, 표준편차, 요인 간 상관관계, 생육에 미치는 영향 및 최적조건(회귀분석) 등 ○ 주요 고려사항 : 3. 생장점과 화방간의 거리 최적 생육환경 설정을 위하여 <ul style="list-style-type: none"> ○ 영향을 미치는 요인 : ○ 주요 분석 구간설정 : (예) 시기별, 시간대별, 생육단계별, 화방별 ... ○ 주요 분석 및 시각화방법 : (예) 평균, 최대, 최저, 표준편차, 요인 간 상관관계, 생육에 미치는 영향 및 최적조건(회귀분석) 등 ○ 주요 고려사항 : 4. 토마토재배 상위20% 농가와 해당농장의 설정관리 비교분석 ※ 전문가의 경험적 및 문헌조사에 의한 설정값 참조 							
기 타		협조사항, 기타참고 사항 등					
<ol style="list-style-type: none"> 1. 요구사항 해결을 위하여 수집해야 할 자료 : 2. 협조사항 : 							

스마트팜 측정빅데이터 활용 농가요구 해결방안 정의서

단 계	해결방안 설 계	지 역 경영주	완 주 강윤성	작 목 면적(m ²)	토마토(데이로 스) 2,871	정식일 현재 화방	18.10.24(파종 9.7) 19~20(05.01)
사용자 관점에서 문 제 정 의		측정데이터를 활용한 문제해결 관점에서 문제정의(5월1일 문제정의 확인, 유영석박사)					
주간 생장 길이·경경·생장점과 화방거리 등 생육 최적 환경설정관리 가이드 요구 ○ 복합 환경설정 및 작물관리에 참조하고자 함 ○ 경영주의 데이터관점에서 적합한 설정 참조하고자 함							
해결방안		요구사항 해결을 위하여 어떤 요인을 어떻게 분석 및 고려사항 등					
<p>1. 주간 생장 길이 최적 생육환경 설정을 위하여</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 영향을 미치는 요인 : ○ 주요분석 구간설정 : (예) 시기별, 시간대별, 생육단계별, 화방별 ... ○ 주요 분석 및 시각화방법 : (예) 평균, 최대, 최저, 표준편차, 요인간 상관관계, 생육에 미치는 영향 및 최적조건(회귀분석) 등 ○ 주요 고려사항 : <p>2. 경경 최적 생육환경 설정을 위하여</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 영향을 미치는 요인 : ○ 주요 분석 구간설정 : (예) 시기별, 시간대별, 생육단계별, 화방별 ... ○ 주요 분석 및 시각화방법 : (예) 평균, 최대, 최저, 표준편차, 요인 간 상관관계, 생육에 미치는 영향 및 최적조건(회귀분석) 등 ○ 주요 고려사항 : <p>3. 생장점과 화방간의 거리 최적 생육환경 설정을 위하여</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 영향을 미치는 요인 : ○ 주요 분석 구간설정 : (예) 시기별, 시간대별, 생육단계별, 화방별 ... ○ 주요 분석 및 시각화방법 : (예) 평균, 최대, 최저, 표준편차, 요인간 상관관계, 생육에 미치는 영향 및 최적조건(회귀분석) 등 ○ 주요 고려사항 : <p>4. 토마토재배 상위20% 농가와 해당농장의 설정관리 비교분석 ※ 전문가의 경험적 및 문헌조사에 의한 설정값 참조</p>							
기 타		협조사항, 기타참고 사항 등					
<p>1. 요구사항 해결을 위하여 수집해야 할 자료 :</p> <p>2. 협조사항 :</p>							

- 환경제어에 의한 생장조절은 절대 값이 아닌 상대 값으로 측정하여야 하며 모든 제어는 광량을 중심으로 다른 요인들을 제어한다.
- 주간 생장 길이 최적 생육환경 설정을 위하여 영향을 미치는 요인 : 평균온도(주요인), 배지 내 함수량, 배지 EC, 광량
 - + 주요인은 일평균 온도로 일평균 온도가 높을수록 생장 길이는 길어진다.
 - + 평균온도가 비슷한데 주야간온도 차가 크면 줄기와 잎이 가늘어지고 착과와 과일비대가 촉진된다.
 - + 광량이 풍부하면서 평균온도가 높으면 생육이 생장 길이가 길어지고 생육이 빨라진 다(화방전개속도), 그러나 광이 부족한 환경에서 평균온도가 높으면 생육길이는 길어지고 경경 등은 가늘어져 생육이 급격하게 나빠진다(도장).
 - + 배지 내 함수량이 높고, EC가 낮으면 생장 길이가 길어진다. 생육 초기에는 함수량을 낮추어 화방위치를 낮게 만들고 생식생장을 촉진한다. 정식초기에 높은 함수량과 낮은 EC는 생장 길이를 길게 하고 화방의 위치를 높게 형성시켜 생산성을 떨어뜨린다.
 - + 생육초기 및 육묘기에 특히 중요한 관리방법이다.
 - + 광이 풍부하고 평균온도를 높게 하여 생장 길이가 길어질 경우 화방출연을 빠르게 하기 위해서는 배지 내 EC를 올리면 화방출연을 빠르게 하여 생산성을 향상시킬 수 있다.
- 주요 분석 구간설정 : 약 광기, 강 광기 생장 길이가 달라져야 한다.
 - 약 광기에는 평균온도를 낮게 유지하여 길이생장 및 화방전개 속도를 천천히 하며 초세가 약해지지 않게 관리한다.
 - 예) 겨울철 맑은 날 주간 20°C 야간 14°C, 흐린 날 주간 18°C, 야간 12°C
 - 약 광기 생육속도를 떨어뜨리기 위한 낮은 온도관리는 줄기가 두꺼워지며 극단적인 영양생장으로 토마토를 유도하므로 배지함수율을 떨어뜨리고 EC를 높여 생식생장을 유도한다.
 - ※ 지나친 영양생장은 화방출현을 방해하고 착과율을 떨어뜨린다.
 - 강광기에는 평균온도를 높게 하여 생장길이 및 화방전개 속도를 빠르게 하여 생산성을 높인다.
 - 강광기에 평균온도를 높이면 지나친 생식생장의 위험이 있으므로 배지 내 함수율을 올리고 EC를 낮추어 영양생장을 유도한다.
- 주요 분석 및 시각화방법 :
 - 평균온도에 따른 생장 길이 정도 상관관계
 - 평균온도와 광량에 따른 생장 길이 및 경경의 두께
 - 배지함수율에 따른 생장 길이 정도
 - 배지 내 EC에 따른 생장 길이 정도
 - 평균온도와 주야간 온도차에 따른 생장 길이 및 경경의 두께
- 주요 고려사항
 - 품종에 따라 길이생장 정도가 다르다
 - 대추방울토마토가 일반적으로 생장 길이가 길고, 일반토마토가 짧으며
 - 대추방울토마토 중에도 유럽에서 육종된 것이 더 긴 편이다.
- 경경 최적 생육환경 설정을 위하여

- 영향을 미치는 요인 : 주야간온도차, 평균온도, 배지내 함수율, EC, 광량, HD
- 주요 분석 구간설정 :
 - 경경이 두껍다는 것은 세력이 강하다는 것으로 강한 영양생장임
 - 약 광기에 경경의 두께가 두꺼우면 화방출현이 안되고 과일이 작아지는 경향이 있음
 - 강 광기에 경경의 두께가 가늘면 초세가 급격하게 떨어져 재배를 일찍 종료하여야함
 - 약 광기는 강 광기보다 경경을 가늘게 하고 강 광기는 두껍게 제어 함
 - 경경을 두껍게 만드는 방법은
 - 평균온도를 낮추어 길이생장을 억제하면 경경이 두꺼워짐
 - 주야간온도차를 크게 만들면 경경이 가늘어지고 작게 만들면 두꺼워짐
 - 함수율을 올리고 배지 내 EC를 낮추면 경경이 두꺼워짐
 - 강한적엽은 경경을 가늘게 만들
 - ※ 경경 두께의 적정 여부는 화방출현과 과일의 착과 및 비대를 보고 판단하여야 함
 - 4,5월 광환경이 좋은 시기 경경이 두꺼우나 꽃이 생장점에 가까이 나온다는 것은 정상적인 관리임
- 주요 분석 및 시각화방법 :
 - 배지 내 함수율과 경경과의 상관관계 분석
 - 배지 내 EC와 경경과의 상관관계 분석
 - 평균온도와 경경과의 상관관계 분석
 - 경경과 잎면적과의 상관관계 분석
 - 주야간온도차와 경경과의 상관관계 분석
 - 약광기 경경과 화방과의 상관관계 분석
 - 강광기 경경과 화방과의 상관관계 분석
- 주요 고려사항 :
 - 품종에 따라 경경이 다름
 - 광환경에 따라 적정 경경이 달라져야 함
 - 경경이 두꺼워도 잎이 작을 수도 있으며 경경이 가늘어도 클 수도 있음
 - 공기중 습도는 상대습도가 아닌 수분부족분으로 계산
- 생장점과 화방간의 거리 최적 생육환경 설정을 위하여영향을 미치는 요인 :
 - 품종, 평균온도, 주야간온도차, 광량, 배지내 함수율, 배지내 EC, HD, 육묘
- 주요분석 구간설정 : (예) 시기별, 시간대별, 생육단계별, 화방별 ...
 - 약광기 및 강광기를 나누어 설정하여야 함
 - 육묘기에 스트레스 정도에 따라 1화방 개화 위치가 달라짐
 - 공기가 건조하면(HD가 높으면) 화방간 거리가 짧아짐
 - 약광기에는 꽃이 늦게 피려고 하여 생장점과 화방간 거리가 멀어지고 영양생장이 강해짐
 - 강광기에는 꽃이 너무 빠르게 피려고 하는 경향이 있으며 특히 초세가 약할 경우 생장점 부근에서 꽃이 발생함
 - 초세가 강한데 꽃이 생장점 부근에서 피는 것은 문제가 되지 않음

○ 주요분석 및 시각화방법 :

- 평균온도와 꽃과 생장점의 거리
- 주야간온도차와 꽃과 생장점 거리 분석
- 배지내습도와 생장점 꽃 거리 분석
- 배지 내 EC와 생장점 꽃 거리 분석
- HD값과 생장점 꽃 거리 분석
- 광량에 따른 생장점과 꽃 거리 분석

○ 주요 고려사항 :

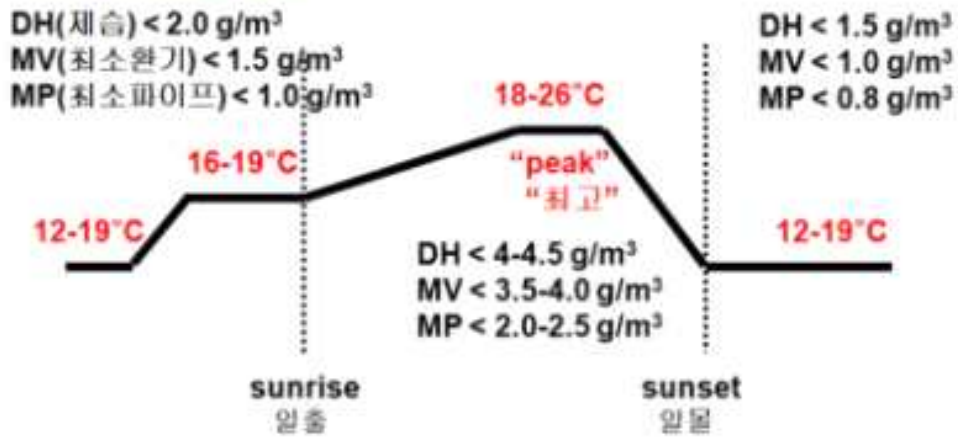
- 품종에 따라 차이가 큼
- 생장점과 꽃과 거리가 가까워도 화방전개와 생육만 양호하면 생산성이 오름
- 따라서 생장점과 꽃과의 거리만 분석해서는 생육판단에 오류가 있음
- 생장점 꽃 거리는 일반적으로 생식생장과 영양생장을 판단하는 기준이기는 하나 절대적 기준은 아님

○ 토마토재배 상위20% 농가와 해당농장의 설정관리 비교분석

- 상위농가들은 광량에 따라 평균온도, 배지내 함수량, EC를 조절한다
- 조절방법도 절대적인 숫자를 사용하지 않고 상대적인 개념을 활용한다
- 예) 주간 20°C, 야간 12°C관리하였으나 초세가 강하면 주간 25°C로 올려서 초세를 약하게 만들고 꽃을 빨리 개화하게 만들
- + 초세가 약하면 주간 18°C 야간 12°C로 낮추어 줄기길이를 짧게 만들고 경경을 두껍게 만들
- 온도관리

24시간 평균온도	개화속도 (화방/주)	수확소요일수 (일)
16°C	0.6	81
17°C	0.7	72
18°C	0.8	65
19°C	0.9	59
20°C	1.0	54
21°C	1.1	50
22°C	1.2	47
23°C	1.2	45

온도 전략 토마토



- 적엽방법 : 품종, 측고높이, 커텐, 피복자재, 유인방법 등에 따라 잎의 갯수는 달라짐

+ 토마토 엽면적지수 가이드라인:

500-1000 J/cm²/day 낮은 적상광 -> LAI 2-2.5

-> 32-40 leaves per m² winter

1000-1500 J/cm²/day 중간 적상광 -> LAI 2.5-3.5

-> 40-56 leaves per m²

1500-2500 J/cm²/day 높은 적상광 -> LAI 3.5-4.5

-> 56-72 leaves per m² summer

다 자란 잎(착과된 트러스 아래) 제거할 것

너무 많은 잎 = 너무 작은 과실, 과습 (습도를 줄이는 것은 많은 에너지 소요)

- 초세조절방법

조절항목	강하게하는 법	약하게 하는법
광합성속도	○	-
CO ₂ 시비	○	-
24시간 평균온도	○	○
착과량	○(적화, 적과)	○
측지	남김	제거
관수량	○	○
EC	○	○
질소	○	○(암모니아대 제거)
생장 속도	○	○

스마트팜 측정빅데이터 활용 컨설팅

단 계	해결방안 설 계	지 역 경영주	사 천 김창희	작 목 면적(m ²)	토마토 2,970	정식일 현재 화방	
사용자 문제정의		측정데이터를 활용한 문제해결 관점에서 문제정의(5월2일 문제정의 확인, 박길석팀장)					
		엽온, 과온, 지온, 온실내 온도 및 광 등의 생육 최적환경 조건? ○ 증산작용, 광합성, 동화산물 등에 최적 환경조건? ○ 영양생장과 생식생장 적합조건 ※ 고려사항 : 엽온, 과온, 지온, 온도, CO ₂ , 습도, 광 등과 증산작용·동화산물·광합성 등 간의 관계 및 최적 조건					
해 결 방 안		요구사항 해결을 위하여 어떤 요인을 어떻게 분석 및 고려사항 등					
		1. 엽온과 지온·온도·습도·광·CO ₂ 등 간의 관계 및 증산작용과 동화산물에 미치는 영향은? ○ 일일구간 등 시기별 엽온과 관련요인간의 상관관계 및 최적조건 - 주요분석 구간설정별 관련요인 및 최적은? (예) 시기별, 시간대별, 생육단계별, 화방별, ... ○ 시기별 엽온이 증산작용과 동화산물에 미치는 영향 및 최적 조건 - 엽온이 생육의 어떠한 요인에 영향을 미치는지? - 엽온과 근권 EC, pH 및 생육환경요인간의 관계를 분석해야 하는지 ○ 주요분석 및 시각화방법 : (예) 평균, 최대, 최저, 표준편차, 요인간 상관관계, 생육에 미치는 영향 및 최적조건(회귀분석) 등 ○ 주요 고려사항은? 2. 과온과 지온·온도·습도·광·CO ₂ 등 간의 관계 및 증산작용과 동화산물에 미치는 영향은? ○ 일일구간 등 시기별 엽온 최적조건 및 관련요인 적합조건 등 - 주요분석 구간설정은? (예) 시기별, 시간대별, 생육단계별, 화방별 ... ○ 시기별 엽온이 증산작용과 동화산물에 미치는 영향 및 최적 조건 - 엽온이 생육의 어떠한 요인에 영향을 미치는지? - 엽온과 근권 EC, pH 및 생육환경요인간의 관계를 분석해야 하는지 ○ 주요분석 및 시각화방법 : (예) 평균, 최대, 최저, 표준편차, 요인간 상관관계, 생육에 미치는 영향 및 최적조건(회귀분석) 등 ○ 주요 고려사항은? 3. 영양생장과 생식생장 진단 및 적정 환경·양액 등 관리방법 ○ 초장과 경계 및 화방 등을 통한 생장 진단방법 - 진단 구간, 진단 기준, 분석방법 등 ○ 최적 생육관리 목적에 적합한 생장을 위한 환경·양액관리 방법 4. 토마토재배 상위20% 농가와 해당농장의 설정관리 비교분석 ※ 전문가의 경험적 및 문헌조사에 의한 설정값 참조					
기 타		금후계획, 협조사항, 기타참고 사항 등					
		1. 요구사항 해결을 위하여 수집해야 할 자료 : 2. 협조사항 :					

스마트팜 측정빅데이터 활용 농가요구 해결방안 정의서

단 계	해결방안 설 계	지 역 경영주	화 순 정흥기	작 목 면적(m ²)	대프니스 15,840	정식일 현재 화방	'18.10.17 18(4월11일)
요 구 사 항		측정데이터를 활용한 문제해결 관점에서 문제정의					
		<p>양액비 절감과 작물 최적 생육관리를 위하여 6~7월(고온기) 및 장마철 적정 양액공급량과 양액공급 횟수, 양액 공급 EC, pH 농도, 배액 EC, pH 농도 및 배액량, 배지온도 등 생육, 환경제어에 필요한 정보 획득이 필요(검토완료 5월3일 김덕현연구관)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 목표는 32화방, 정식(2018. 10. 17), 4월 11일 조사 시점에 17 ~ 18화방, 열매 3개 					
해 결 방 안		요구사항 해결을 위하여 어떤 요인을 어떻게 분석 및 고려사항 등					
		<p>1. 6~7월(고온기) 및 장마철 생육에 적합한 양액공급 량과 횟수, 양액공급 EC 및 pH농도, 배액 EC와 pH농도 및 배액량, 적정 배지온도는</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 양액공급과 관계가 높은 생육 및 환경요인은? ○ 적정 생육관리를 위한 환경조건별 양액공급과 배액농도 및 횟수? ○ 배지온도에 따른 양액공급과 배액 농도 및 배액량은? ○ 주요분석 구간설정 : (예) 시기별, 시간대별, 생육단계별, 화방별 ... ○ 주요분석 및 시각화방법 : (예) 평균, 최대, 최저, 표준편차, 요인간 상관관계, 생육에 미치는 영향 및 최적조건(회귀분석) 등 ○ 주요 고려사항 : <p>2. 토마토재배 상위20% 농가와 해당농장의 설정관리 비교분석</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 주요 고려사항 : ※ 전문가의 경험적 및 문헌조사에 의한 설정값 참조 					
기 타		금후계획, 협조사항, 기타참고 사항 등					
		<p>1. 요구사항 해결을 위하여 수집해야 할 자료 :</p> <p>2. 협조사항 :</p>					

- 양액비 절감과 작물 최적 생육관리를 위하여 6~7월(고온기) 및 장마철 적정 양액공급량과 양액공급 횟수, 양액 공급 EC, pH 농도, 배액 EC, pH 농도 및 배액량, 배지온도 등 생육, 환경제어에 필요한 정보 획득이 필요
 - 양액을 공급하는 것은 식물에 공급하는 것이 아니라 식물이 살고 있는 배지에 양분을 공급하는 것이다.
 - 따라서 양액의 공급량, EC, pH는 기본적으로 배지 내를 기준으로 한다.
 - + 예) 공급EC가 1.5dS/m라 하더라도 배지 내 EC가 4.5dS/m이면 식물은 4.5dS/m로 반응한다.
 - 광이 많고 온도가 높을 때에는 배지 내 함수량을 높이고 EC는 낮추는 방향으로 관리를 하되 식물체가 실제로 생육하는 것을 보면서 변경한다.
 - 장마철 착과가 되지 않고 극단적인 영양생장으로 갈 때에는 공급 배양액의 EC를 높이고 배액을 나오지 않게 관리하여 배지를 건조하게 만들고 EC를 올려 생식으로 유도한다.
 - 장마철 낮은 근권 EC와 높은 함수량은 뿌리를 썩게 만들어 시들음병, 청고병의 원인이 되며 삼투압에 의해 열과가 발생한다.
- 양액공급 시 고려할 것들에 대해서 일사제어를 기본으로 한다.
 - 그러나 같은 일사량이라도 공기 중 습도, 온도, 작물의 생육정도, 엽면적, 식물체의 생육 등에 따라 식물이 흡수하는 양은 달라진다.
 - 따라서 배지 내 함수량도 계속해서 관찰하여 관리자가 일사량제어를 한 예상보다 배지가 가벼우면 관수량을 늘리고 예상보다 무거우면 관수량을 줄인다.
 - 광이 많고 온도가 높으며 공기가 건조하여 생식생장으로 치우치는 환경에서는 기본적으로 영양생장으로 관리되도록 조절한다.
 - 생식생장이 강할 때 양액공급방법은 소량다회 방식이다.
 - 고온, 건조, 강광 조건에서는 배지 내 함수량을 증가시키고 장마철 같이 습하고 광이 약하면 배지 내 함수량을 감소시킨다.
 - 광이 강하고 건조하면 배지 내 EC를 떨어뜨리는 것이 원칙이고 광이 약하고 습하면 배지 내 EC를 올리는 것이 안전하다.
 - 온도가 극단적으로 높은 시기에는 배액량을 40% 정도로 늘려서 배지 내 온도를 떨어뜨린다. 소액다회 관수가 유리하다.
 - 배지에 따라서도 양액공급 시 고려할 것이 많다.
 - 일반적으로 배지의 크기가 크면 1회 관수량을 늘리고 관수 간격을 벌리고 배지가 작으면 1회 관수량을 줄이고 관수 간격을 줄인다.
 - 수분보유력이 뛰어난 배지는 1회 관수량을 늘리고 관수 간격은 벌리고 수분보유력이 낮으면 소량다회 관수한다. 예) 코이어 배지는 다량소회, 펄라이트는 소량다회 관수한다.
 - 코이어배지의 볼륨이 30리터이면 다량소회, 볼륨이 20리터이면 소량다회
- 주요분석 구간설정 :
 - 코이어배지에서 일사제어 간격에 따른 엽면적, 경경
 - 암면배지에서 일사제어 간격에 따른 엽면적, 경경
 - 펄라이트비지에서 일사제어 간격에 따른 엽면적, 경경

(3) 예산 토마토연구회 교육 및 현장컨설팅 결과

예산토마토연구회 교육 및 현장컨설팅 결과

- 일 시 : 2017. 10. 1(일), 18:00~20:00
- 장 소 : 신례원 토마토 작목반 사무실
- 대상 및 인원 : 예산군토마토연구회원 12명
- 교육내용
 - pH용지를 이용한 배양액 및 배액 pH측정방법
 - 대추형 방울토마토 품종 특성 및 선택 방법
 - TSWV, TYLCV 예방 및 방제 방법
- 질의내용
 - pH의 중요성에 대하여?
 - ⇒ pH측정을 통해 영양 및 생식생장 추정
 - pH가 낮을 경우 암면 손상 및 식물체 생육부진
 - pH가 높을 경우 Fe, P 결핍 우려
 - 대추형 방울토마토 품종 선택 방법
 - ⇒ 시기에 따라 중요하며 바이러스가 우려되는 시기에는 저항성을 그렇지 않고 방제가 가능하
 - 다면 비저항성 선택이 유리
 - 품종교체시에는 100주 정도 시험재배 후 교체하는게 안전함
 - TSWV에 대하여?
 - ⇒ 총채벌레가 매개충으로 접촉전염은 되지 않음
 - 토마토만 재배할 때보다 주변에 오이, 고추를 재배할 때 피해가 큼
 - 2017년 발생동향을 보면 전 작기 양배추, 양상추, 상추 등을 재배 후 토마토를 정식한 경우 많
 - 이 발생 최근 전국적으로 피해가 확산되고 있음
 - 암면배지의 적정 부피
 - ⇒ 4포기 기준 11ℓ 내외면 적합
- 현장컨설팅
 - 농 가 : 박범수
 - 질 의 : 코이어 배지 사용방법
 - 문제점 및 대책
 - + 코이어배지로 교체 하였음
 - + 홀란드 토마토 전용액 EC3.0으로 포습한 후 사용할 것
 - + 암면배드보다 습해 우려가 있으므로 배액구를 크게 만들 것

예산토마토연구회 교육 및 현장컨설팅 결과

- 일 시 : 2018. 6. 1(금), 18:00~20:00
- 장 소 : 신례원 토마토 작목반 사무실
- 대상 및 인원 : 예산군토마토연구회원 12명
- 교육내용
 - pH용지를 이용한 배양액 및 배액 pH측정방법
 - 대추형 방울토마토 품종 특성 및 선택 방법
 - TSWV, TYLCV 예방 및 방제 방법
- 질의내용
 - pH의 중요성에 대하여?
 - ⇒ pH측정을 통해 영양 및 생식생장 추정
 - pH가 낮을 경우 암면 손상 및 식물체 생육부진
 - pH가 높을 경우 Fe, P 결핍 우려
 - 대추형 방울토마토 품종 선택 방법
 - ⇒ 시기에 따라 중요하며 바이러스가 우려되는 시기에는 저항성을 그렇지 않고 방제가 가능하
다면 비저항성 선택이 유리
 - 품종교체시에는 100주 정도 시험재배 후 교체하는게 안전함
 - TSWV에 대하여?
 - ⇒ 총채벌레가 매개충으로 접촉전염은 되지 않음
 - 토마토만 재배할 때보다 주변에 오이, 고추를 재배할 때 피해가 큼
 - 2017년 발생동향을 보면 전 작기 양배추, 양상추, 상추 등을 재배 후 토마토를 정식한 경우 많
이 발생 최근 전국적으로 피해가 확산되고 있음
 - 암면배지의 적정 부피
 - ⇒ 4포기 기준 11ℓ 내외면 적합
- 현장컨설팅
 - 농 가 : 박범수
 - 질 의 : 코이어 배지 사용방법
 - 문제점 및 대책
 - + 코이어배지로 교체 하였음
 - + 홀란드 토마토 전용액 EC3.0으로 포습한 후 사용할 것
 - + 암면배드보다 습해 우려가 있으므로 배액구를 크게 만들 것



(5) 우일팜 재배기술 컨설팅

- 일 시 : 2018년 11월 26일
- 면 적 : 11ha
- 재배품종 : 데이로스(일반토마토, 몬산토)
- 기 타
 - 수경재배, 코이어 재배
 - 특이점 : 흐린날 주간 16°C, 야간 16°C 관리
 - ⇒ 난방비용이 증가하더라도 가격이 좋은 지금 출하 하려는 의도
 - ※ 일반적으로 흐려서 광이 부족한 경우 주간 16-18°C 야간 12°C 관리
 - 탄산가스 시비 : 600ppm
- 이상증상
 - 잎이 타는 증상
 - 시들고 죽는 증상

□ 원인 및 대책

- 잎이 타는 증상은 진단결과 궤양병으로 나타남
 - + 잠복기는 저온기 20-30일 정도임
 - + 상처 주는 작업은 자제하고 30일 정도 이상증상 식물체는 제거
 - + 궤양병이 발생한 구역은 갈, 가위, 작업차량 별도 관리
 - + 농용마이신으로 방제
- 시드는 증상은 시들음병(Fusarium wilt)로 진단
- 전체 포장에서 0.1% 미만을 발생해서 경제성에는 문제없음
- 시들음병이 발생한 식물체의 뿌리 발달이 좋지 않았음
 - ⇒ 과습에 의해 뿌리가 발달하지 않은 것으로 판단됨



<배지 속에 뿌리가 보이지 않음>

○ 포장관리 문제점

- 전체적으로 배지 습도가 높게 관리되고 있음
 - ⇒ 과습으로 잎굴곡과 growth mottle 발생하였음



<growth mottle>

<잎굴곡 현상>

- 배액을 10-20% 실시하고 있으나 배액률은 식물체의 생장과 광량에 따라 달라져야 하며 특히 약광기에는 강광기보다 건조하고 EC를 높게 관리하는게 생육에 유리함

(6) 병충해 및 문제 상황 관련컨설팅 결과

□ 보온다겹커튼의 말림위치에 발생한 결로에 의해 꽃에 병 발생 후 낙화

○ 발생

- 지역 : 전남 담양
- 시기 : 4월

○ 이상증상

- 잿빛곰팡이에 의하여 과일이 낙과됨

○ 원인규명

- 3중 피복 비닐하우스이며 3중피복은 보온다겹커튼이 설치되어 있음
- 토마토 과일의 위치가 3중 보온다겹커튼의 개폐가 끝나는 부분과 같음
- 3중 보온다겹커튼의 말리는 부분에 결로가 발생하여 아래로 떨어지는 물에 의해 과일에 잿빛곰팡이 발생
- 잿빛곰팡이병에 의해 꽃이 죽은 것이 아니라 물이 떨어져 역병이 발생하여 꽃이 죽고, 죽은 자리에 잿빛곰팡이병이 발생

○ 기술지도

- 보온다겹커튼이 말리는 끝부분이 토마토 화방과 만나지 않게 관리
- 결로된 물이 떨어져 죽은 조직은 제거하여 다른 병이 발생하지 않게 관리



□ 쥐며느리가 발생하여 토마토를 가해

- 발생
- 지역 : 충남 공주
- 시기 : 3월
- 이상증상
 - 벌레가 토마토 과일, 줄기, 잎을 파먹음
- 원인 규명
 - 쥐며느리가 토마토 과일과 줄기 잎을 파먹음
 - 유기농 재배로 토양에 하얗게 곰팡이가 필 정도로 미숙유기물을 많이 투입
- 쥐며느리와 공벌레 비교
 - 공벌레는 토양속 유기물을 먹이로 사용하지만 쥐며느리는 식물체를 가해함
 - 공벌레는 공처럼 말 수 있지만 쥐며느리는 말지 못함
 - 쥐며느리는 흐린 잿빛인데 공벌레는 진한 잿빛
 - 쥐며느리는 다리가 갑옷 바깥쪽에 나와 있지만 공벌레는 안쪽에 있음
 - 쥐며느리는 꼬리 끝에 한 쌍의 꼬리마디가 선명하지만 공벌레는 꼬리마디를 찾을 수 없음
- 기술지도
 - 피복비닐을 벗겨서 토양을 건조하게 유지
 - 미숙유기물을 토양에 과도하게 넣지 않음



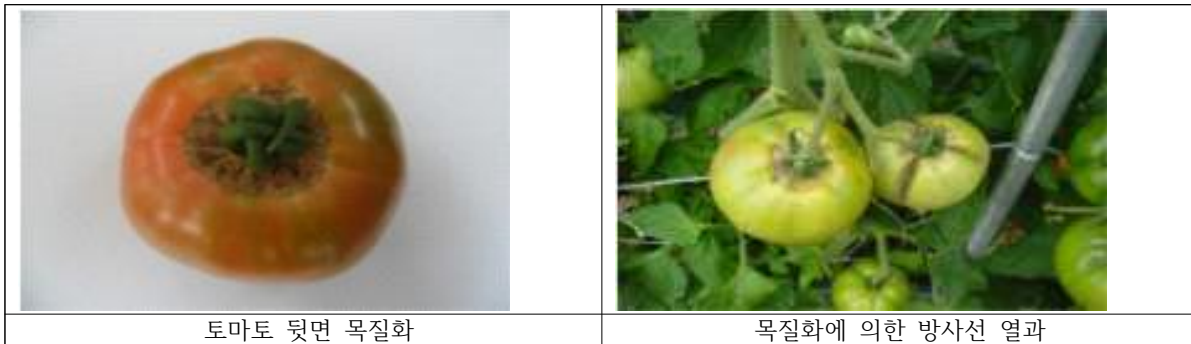
□ 과일 뒤쪽의 목질화와 결로에 의한 열과

- 발생
 - 지역 : 경기도 가평
 - 시기 : 10월
- 이상증상
 - A농가는 전체 수확량의 40%, B농가는 30% 정도가 열과 되었음
- 원인규명

- 질소과다로 과일 목질화에 의한 피해
- + 200평 하우스에 우분을 15톤 넣은 포장은 40%, 10톤 넣은 포장은 30% 정도 발생
- 과일 결로에 의하여 열과 피해가 가중 됨
- + 야간온도가 떨어지고 습도가 높음에도 가운을 하지 않아 과일과 잎에 결로 발생
- ※ 야간에 유동팬을 가동하면 야간온도가 떨어진다고 생각하여 유동팬 가동을 중지함

○ 기술지도

- 과일 목질화 방지
 - + 과일의 목질화는 붕소결핍에 의해 발생
 - + 붕소 자체 결핍보다는 저온, 질소과다, 과습 등에 의해서 붕소 결핍이 유발
 - + 저온기엔 최저온도를 15°C이상으로 관리하고, 우분 등 유기물을 과다하게 사용하지 않음
- 결로방지
 - + 고온기 재배시에도 일교차가 큰 시기에는 난방기를 가동하여 과습을 예방
 - + 유동팬을 가동하여 시설내 결로를 예방



□ 난방기 공기밸브 이상 및 온풍기 노통 파손에 의한 난방기 가스피해

○ 발생

- 지역 : 충남 부여 2농가
- 시기 : 1~2월

○ 이상증상

- 잎이 하얗게 변하면서 아랫잎이 떨어지고, 꽃이 하얗게 변색되어 떨어짐

○ 원인규명

- 공기밸브
 - + 보일러 공기밸브가 닫혀 공기가 충분히 공급되지 않아 가스가 발생
- 노통파손에 의한 피해
 - + 노통이 노후화 되어 구멍이 뚫려 가스가 하우스내로 들어와 피해가 발생

○ 기술지도

- 연통이 없는 난방기 사용을 금지
- 공기밸브 조절 시 보일러 점화 후 30분 이상 가동상태를 확인
- 사용기간이 오래된 온풍기는 노통을 정기적으로 확인



<난방기 가스피해>

□ 노래기에 의한 토마토 피해

○ 발생

- 지역 : 충남 부여
- 시기 : 7월

○ 이상증상

- 토마토가 시들음

○ 원인규명

- 고운까막노래기가 발생하여 뿌리를 가해하고, 2차 피해로 시들음병이 발생
- 전년도에 침수되었던 곳으로 유기물이 많고 토양이 매우 습하였음

○ 기술지도

- 피복비닐을 벗겨서 토양을 건조하게 유지
- 미숙유기물을 토양에 과도하게 투입하지 않음



노래기의 토마토 뿌리 가해

□ 인근 옥수수 및 콩밭에서 작물 수확후 노린재가 토마토하우스로 들어와 피해

○ 발생

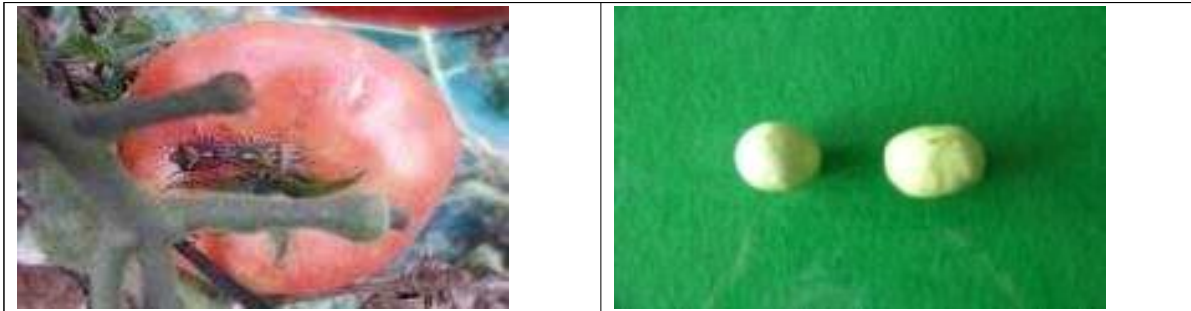
- 지역 : 충남 당진
- 시기 : 9월

○ 이상증상

- 토마토 과일에 흰색반점 같은 것이 발생하였으며 흰색반점 가운데 구침자국이 있음

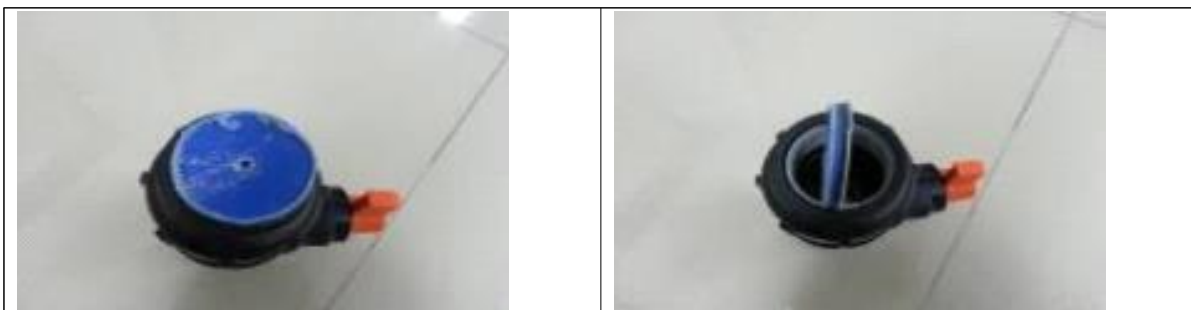
○ 원인규명

- 알락수염노린재로 동정되었음
- 하우스 주변에 옥수수 및 콩이 재배되고 있었음
- 기술지도
 - 토마토 하우스 주변에 콩이나 옥수수 등을 재배하지 않고 멀칭을 함
 - 노린재 등이 하우스로 들어올 경우 적용약제를 살포



알락수염노린재의 토마토 가해

- PE물통의 조각이 볼밸브에 들어가 수경재배 관수장치 이상 발생
 - 발생
 - 지역 : 충남 부여
 - 시기 : 2월
 - 이상증상
 - 수경재배시설을 신규로 설치하여 재배중에 물량이 충분히 관수되지 않음
 - 원인구명
 - PE물통에 밸브를 설치하기 위하여 구멍을 뚫은 PE조각이 볼밸브 안으로 들어가 막아 관수가 되지 않음
 - PE조각이 1자 형태로 될 때는 관수가 정상적으로 이루어졌음
 - 기술지도
 - 기계설치나 농작업 시 순서에 맞추어 작업을 한다.
 - 물통에 구멍을 뚫을때 발생한 잔재물 조각은 반듯이 제거하고 확인한다.



PE조각이 볼밸브를 막음

볼밸브를 막지 않음

□ 수막재배 농장에서 역병 발생

○ 발생

- 지역 : 충남 공주
- 시기 : 4월

○ 이상증상

- 잎과 줄기에는 이상증상이 없으나, 과일에 둥근무늬가 생기고 부분적으로 검게 되는 증상 발생
- 과일을 며칠 상온에 보관하자 둥근무늬에서 흰색포자 발생

○ 원인규명

- 토마토 뿌리역병으로 진단
- ※ 토마토에서 쉽게 발생하는 잎마름역병(Pytophthora infestance)이 아닌 주로 고추에서 발생하는 뿌리역병으로 동정됨

○ 기술지도

- 토마토에서 수막재배는 역병 및 다른 곰팡이병을 유발하기 쉬워 수막난방을 지양
- 역병 적용약제를 살포하고 하우스를 건조하게 관리



과일에 역병 발생

역병균의 흰색 포자

□ 2·3중 비닐의 말림부분에 발생한 물방울 떨어짐에 의한 잎의 냉해 피해

○ 발생

- 지역 : 충남 부여
- 시기 : 4월

○ 이상증상

- 잎 조직이 괴사하는 증상 보이고, 2·3중 비닐이 말리는 끝부분에서 피해가 특히 심함

○ 원인규명

- 2·3중 비닐이 말리는 끝부분에서 떨어지는 물방울에 부딪히는 토마토 잎에 냉해가 발생함

○ 기술지도

- 괴사한 잎을 제거하여 잿빛곰팡이 발생 등 2차 피해를 방지
- 2·3중 비닐 개폐기가 멈추는 곳이 고랑에 위치하도록 조절



천장에서 떨어지는 물방울에 의한 냉해

□ 건조 후 관수에 의한 토마토 줄기 표면 터짐 피해

○ 발생

- 지역 : 충남 부여
- 시기 : 5월

○ 이상증상

- 줄기를 잘라 내부를 확인 한 결과 토마토 줄기의 표면만 터지고 내부에는 상처가 발생하지 않음

○ 원인규명

- 건조 후 급격하게 관수하여 표면이 터지는 현상 발생

○ 기술지도

- 줄기의 터진 부분에 물이 들어가 썩지 않게 주의한다.



줄기 표면이 터지는 증상

□ 큰 일교차에 의한 하우스 내부 과습으로 과일에 결로와 미세열과

○ 발생

- 지역 : 경기 평택, 충남 청양
- 시기 : 5월

○ 이상증상

- 경기 평택 : 과일에 그물 같이 경화된 무늬가 발생
- 충남 청양 : 과일의 뒷면에 작은 상처가 발생하고 그 부분이 검게 변함
- 원인규명
 - 큰 일교차에 의해 하우스 내부가 과습하여 토마토에 결로가 발생하고 이로인해 미세열과가 발생
 - 미세열과가 된 부위가 코르크화되면서 치유가 됨
- 기술지도
 - 환절기 특히 새벽에 난방을 실시하여 과일에 결로가 발생하지 않도록 한다.
 - 유동팬을 가동하여 결로 발생을 예방한다.



- 펄라이트 수경재배에서 잘못된 배액구 설치로 뿌리역병 발생
 - 발생
 - 지역 : 충남 논산
 - 시기 : 1월
 - 이상증상
 - 뿌리가 썩고 줄기를 타고 올라가 줄기 내부 썩어 무름병 증상을 보였으며 발병한 줄기는 검정 및 갈색으로 변하였음
 - 원인 규명
 - 펄라이트자루배지를 이용한 수경재배 포장이었음
 - 펄라이트 자루배지의 배액구가 잘못 설정되어 배지의 수분함량이 과도하였음
 - 발병 식물체를 분리 동정한 결과 뿌리역병으로 밝혀짐
 - 기술지도
 - 배액구는 배지의 가장 낮은 위치에 설치하여 습해 및 병해를 예방한다.



뿌리역병 피해 증상

□ 줄기가 물러지면서 고사하는 무름병 발생

○ 발생

- 지역 : 충남 논산
- 시기 : 3월

○ 이상증상

- 뿌리가 썩고 줄기를 타고 올라가 줄기 내부 썩어 무름병 증상을 보였으며 발병한 줄기는 검정 및 갈색으로 변화하였음
- 과일이 무르고 썩는 증상이 발생

○ 원인규명

- 피복제 사용이 오래되어 결로가 많이 생기는 온실이였음
- 천장에서 떨어지는 결로 속의 세균이 토마토의 상처를 통해 침입하여 병이 발생
- 토마토에 침입한 세균이 증식하여 작업 시 상처를 통해 건전 식물로 전염됨

○ 기술지도

- 천장에서 결로가 떨어지지 않게 관리
- 이병된 포기는 즉시 제거



무름병 피해 증상

□ 토마토 잎이 빨강게 변하면서 서서히 고사하는 괴양병 발생

○ 발생

- 지역 : 충남 부여, 전북 익산
- 시기 : 1월

○ 이상증상

- 11월 중순 정식한 토마토가 서서히 시들어죽었음

- 처음병이 발생한 묘는 접목묘였으며 실생묘로 점차 전이됨
- 다른곳에서 구입한 인근의 다른 포장까지 병이 전염됨

○ 원인규명

- 토마토괘양병으로 동정됨. 작업을 통해서 다른 건전주로 이병된 것으로 판단

○ 기술지도

- 접촉전염이 쉽게 되므로 기구소독을 철저히 한다.
- 출처가 불분명한 종자를 사용하지 않는다.
- 동수화제 및 스트렙토마이신을 살포한다.

		
앞의 한쪽방향으로 고사	아랫잎부터 고사	괘양병 발생 잎
		
괘양병 발생 과일	괘양병 발생 줄기표면	괘양병 발생 줄기내부

□ 인근 고추밭의 총채벌레가 이동하여 토마토반점위조바이러스(TSWV) 발생

○ 발생

- 지역 : 충남 서산시
- 시기 : 7월

○ 이상증상

- 인근 고추밭에서 이상증상이 먼저 발생하였으며 토마토로 전염됨
- 과일에 동심원상 반점이 발생하고 착색이 되지 않고, 잎에 반점이 생기며 탈색이 되는 증상이 발생함

○ 원인규명

- 토마토반점위조바이러스(TSWV)병은 총채벌레가 매개충임
- 고추포장이 주변에 있으면 총채벌레 발생이 많음
- 30m 떨어진 인근 고추재배지에서 총채벌레가 날아와 TSWV 발생

○ 기술지도

- 토마토 재배온실 주변에 총채벌레 발생이 많은 고추를 재배하지 않음

- 피해경감 방법 : 이병주를 제거하고 총채벌레 적용 약제 살포



□ 인근 매실나무에서 날아온 진딧물에 의해 오이모자이크바이러스(CMV) 발생

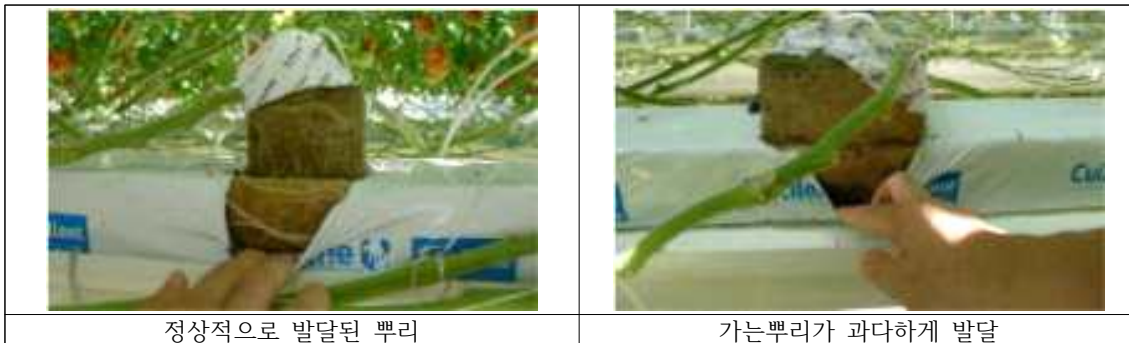
- 발생
 - 지역 : 강원도 철원군
 - 시기 : 8월 중순
- 이상증상
 - 토마토 신초가 위축되며 줄기가 뒤틀리는 증상을 보임
- 원인규명
 - 주로 온실의 바깥쪽 특히 매실나무가 재배되고 있는 곳에 진딧물 발생이 많았음
 - 진딧물이 매개충인 오이모자이크바이러스로 판정되었으며 매실나무에 진딧물이 발생하고 다시 토마토로 전파된 것으로 판단됨
- 기술지도
 - 온실주변에 진딧물을 유인하는 식물을 재배하지 않으며 잡초 등을 제거함
 - 피해경감 방법 : 이병주 제거하고 진딧물 적용 살충제를 처리



□ 암면 수경재배 토마토에 가는뿌리가 과도하게 발생하며 초세가 약해짐

- 발생

- 지역 : 전남 화순
- 시기 : 8월 중순
- 이상증상
 - 가는 뿌리가 과다하게 발생하였으며 초세는 정상적인 것보다 약해짐
- 원인규명
 - Agrobacterium 감염에 의한 Crazy root으로 밝혀짐
- 기술지도
 - 대부분 수경재배 암면에서 발생하기 쉬우며 배지는 1회 사용 후 교체한다.
 - 외부 방문객이 온실안에 들어올 땐 소독을 실시한다.



□ 온실 천창 밑 일부에서부터 토마토잎마름역병 발생

- 발생
 - 지역 : 충남 서천
 - 시기 : 3월
- 이상증상
 - 역병은 대부분 온실의 바깥쪽에서 부터 발생이 시작되는데 온실의 가운데서 잎마름역병이 발생
- 원인규명
 - 온실의 천창 공사 부실로 천장에서 물이 떨어지면서 잎마름역병이 발생
- 기술지도
 - 먼저 잎마름역병이 발생한 포기를 제거
 - 온실 천창을 수리해서 물이 떨어지지 않게 함



□ 토마토 잎에 연한 녹색의 반점이 전체적으로 발생(Growth mottle spot)

- 발생
 - 지역 : 충남 논산시
 - 시기 : 11월
- 이상증상
 - 상위엽부터 하위엽까지 동시에 마그네슘(Mg) 결핍과 유사한 증상이 발생
 - 마그네슘(Mg) 결핍은 보통 아랫잎에서부터 발생하나 이번증상은 전체적으로 발생하였음
- 원인규명
 - Growth mottle spot”으로 지하부위가 습하고 광이 부족할 때 발생함
- 기술지도
 - 배지나 토양 내 습도를 낮게 관리
 - 수경재배에서는 마지막 관수를 빨리 해주며 배액량을 줄여서 배지 내 습도를 내려 주고 배지 내 EC는 높여줌



토마토 잎의 Growth mottle spot 증상

- 연통 없는 난방기에서 발생한 가스에 의한 장애
 - 발생
 - 지역 : 강원도 철원
 - 시기 : 10월
 - 이상증상
 - 2~3일 사이에 전체적으로 잎이 타는 증상이 발생하였음
 - 온실에 들어 갔을 때 매쾌한 냄새가 느껴짐
 - 원인규명
 - 연통이 없는“대포”라 불리는 난방기 사용에 의한 CO 및 NOx 등의 가스 피해
 - 기술지도
 - 연통 없는 난방기 사용을 금지
 - 피해가 발생한 잎은 곰팡이발생 등 2차 피해를 예방하기 위해 제거함



가스장애 증상

- 계분 및 유박에서 발생한 가스에 의한 장애
 - 발생
 - 지역 : 충남 부여
 - 시기 : 11월
 - 이상증상
 - 정식 후 2~3일 만에 온실 전체적으로 잎이 타는 증상 발생

○ 원인규명

- 이상증상이 발생된 포장에서 흙을 채취하여 토마토를 재배한 결과 동일한 증상 발생
- 정식 20일 전 10a당 1,000kg의 유박 시용
- 계분과 유박이 들어간 미숙퇴비 시용에 의한 NOx 가스 피해로 진단

○ 기술지도

- 온실 내 계분, 유박 등 질소성분이 많은 유기물 퇴비 사용을 자제
- 미숙퇴비 사용을 금지



가스장애 증상

□ 뿌리발달 부진에 의한 시들음 증상

○ 발생

- 지역 : 충남 부여, 논산, 청양
- 시기 : 3월

○ 이상증상

- 과일이 착과 된 생육 중반기 이후 시들기 시작함
- 도관부위를 잘라서 관찰한 결과 갈변된 흔적은 보이지 않음

○ 원인규명

- 토마토 직근이 발달하지 못하고 뿌리 발생이 매우 불량함
- 정식 초기 잦은 관수로 토양이 과습하여 뿌리 발달이 불량하였음

○ 기술지도

- 이번 작기는 시드는 식물체는 과일 비대가 완료된 부분 위쪽에서 적심하여 증발량을 줄이고 수확기간 동안 고사하지 않게 관리
- 다음 작기부터는 정식 후 건조하게 관리한다. 비가 오고 흐리면 난방을 해서 토마토의 증산을 유도

□ 잘록병에 걸린 후 치료가 되었으나 뿌리가 약해 시드는 증상

○ 발생

- 지역 : 경북 경주
- 시기 : 10월

○ 이상증상

- 과일이 착과 된 생육 중반기 이후 시들기 시작함
- 도관부위를 잘라서 관찰한 결과 갈변된 흔적은 보이지 않았으며 잘록병 걸렸던 흔적이 나타남

○ 원인규명

- 잘록병에 걸린 후 치료되었으나 잘록병에 걸렸던 부위의 뿌리가 발달하지 못해 전체적으로 발근량이 부족함
- 발근량이 부족한 상태에서 착과가 되면서 부하가 걸려 시들음증이 유발됨

○ 기술지도

- 잘록병은 토양이 과습할 때 많이 발생하므로 정식 초기에 과습하지 않도록 관리
- 정식 할 때 정식구는 크게 뚫어 줌
- 잘록병에 걸린 포기는 치료가 되었어도 제거하고, 새로운 식물체를 정식



□ 코이어 배지를 교체하지 않고 사용하여 습해가 발생하고 시들음

○ 발생

- 지역 : 전북 무주
- 시기 : 10월
- 재배방법 : 수경재배, 코이어 배지 사용

○ 이상증상

- 토마토가 착과 후 시드는 증상이 발생함

○ 원인규명

- 배지를 3년 이상 사용하여 배지의 물리성이 매우 나빠짐
- 물리성이 나빠진 배지를 습하게 관리하여 뿌리가 썩음

○ 기술지도

- 코이어 배지는 최대 2년 이상 사용하지 않음
- 코이어 배지는 습해에 취약하므로 배액률 EC, pH를 수시로 조사



□ 수정벌에 의해 토마토 꽃의 꽃가루통이 갈변되는 증상

○ 발생

- 지역 : 전북 담양
- 시기 : 11월~2월

○ 이상증상

- 토마토 꽃의 꽃가루통이 갈변되는 증상

○ 원인규명

- 꽃에 비해서 벌이 많으면 수정벌이 과다하게 꽃가루통을 물어 갈변됨
- 1화방 개화기에 정상적으로 벌통을 넣으면 꽃수에 비해 벌이 많음
- 약광기 등 환경에 의해 꽃가루 발생이 적으며 벌이 과다하게 꽃가루통을 물게 되어 꽃가루통이 갈변되는 피해 발생됨

○ 기술지도

- 1화방을 수정할 때에는 토마토톤 등 착과제로 수정하거나 벌통을 적게 넣음
- 약광기에 꽃의 꽃가루통이 갈변되면 벌 수정을 중지하고 착과제로 수정을 실시
- 꽃가루가 잘 발생되도록 환경을 개선
- + 약광, 저온, 고온, 다습할 경우 꽃가루 발생이 적음



- 저온 다습한 환경에 의한 유령점(ghost spot) 발생
 - 발생
 - 지역 : 경북 경주
 - 시기 : 10월
 - 이상증상
 - 과일에 물집 같은 흰색반점이 발생함
 - 원인규명
 - 과거에 총채벌레로 알려져 있으나 최근 잣빛곰팡이에 의한 유령점으로 알려짐
 - 잣빛곰팡이 포자가 과일의 큐티클층으로 들어가 이상증상이 발생함
 - 기술지도
 - 시설내 습도가 너무 높지 않도록 환기를 실시
 - 저온기에는 적절한 온도를 난방을 실시



토마토 과일의 유령점(ghost spot)

- 배지내 양이온 과다 침착에 의한 golden spot 발생
 - 발생
 - 지역 : 경남 진주
 - 시기 : 5월
 - 이상증상
 - 과일에 금색의 점들이 발생
 - 원인규명
 - 금색의 점은 칼슘의 침전물인 Calcium oxalate로 인체에는 무해함
 - 토마토의 저장성을 떨어뜨림
 - 배꼽 썩음과에 강한 품종에서 발생이 쉬움

○ 기술지도

- 배액량을 늘려 배지 내 양이온 농도를 떨어 뜨림
- 배지의 교체는 연 1회이며 배지를 오래 사용하면 발생하기 쉬움
- 배양액 제조 시 K/Ca 비율을 높여줌



□ 대추형 토마토에 발생한 golden spot

○ 발생

- 지역 : 충남 부여
- 시기 : 5월

○ 이상증상

- 과일에 금색의 점들이 발생함

○ 원인규명

- 과거에는 총채벌레 피해라는 주장도 있었으나 현재는 영양장애로 구명됨
- 금색의 점은 칼슘의 침전물인 Calcium oxalate로 인체에는 무해함
- 토마토의 저장성을 떨어뜨림
- 배꼽썩음과에 강한 품종에서 발생이 쉬움
- 토양에 칼슘이 과다할 때 많이 발생하며 과다한 인이 증상을 악화시킴

○ 기술지도

- 토양분석 결과 인과 칼슘이 과다하면 추가 시용하지 않음
- 많이 발생하는 토양에서는 golden spot에 취약한 품종(대추형) 재배를 지양



<대추형 토마토에 발생한 golden spot>

□ 수경재배에서 잘못된 배액구 설치에 의한 풋마름병 발생

○ 발생

- 지역 : 전북 임실
- 정식 : 10월

○ 이상증상

- 급격하게 시들어 죽음. 특히 작업방향을 따라 식물체가 시들어 죽음

○ 원인규명

- 초기 발생은 배지에서 습해가 발생
- 배액구를 잘못 설정하여 구배가 맞지 않아 1차적으로 습해가 발생
- 습해가 발생한 식물체의 뿌리에 풋마름병이 감염됨
- 감염된 식물체에서 세균이 증식한 후 작업방향을 따라 즙액전염

○ 기술지도

- 자루배지의 배액구는 베드의 가장 낮은 곳에 설치함
- 구배가 잘 맞도록 유지
- 풋마름병은 즙액전염이 잘 되므로 시드는 증상이 발생하면 병이 확인 될 때까지 병이 의심되는 식물체는 작업을 하지 않음



□ 잘못된 착과제 처리에 의한 잎의 이상증상

○ 발생

- 지역 : 충남 부여

- 시기 : 12월

○ 이상증상

- 식물체 잎이 코스모스 잎같이 가늘게 위축됨

○ 원인규명

- 착과제 처리 7일 후 잎이 위축되는 증상이 발생

- 착과제는 꽃에만 묻게 착과제 처리 전용 도구를 사용하여야 하나 일반 농약분무기를 이용하여 전체적으로 살포

○ 기술지도

- 착과제 장애는 농도에 따른 장애보다는 잘못된 처리방법으로 발생하는 것이 대부분

- 착과제 장애가 발생한 식물체는 꽃을 제거

- 야간온도를 높여 식물체의 활력을 높여줌

- 스트레스를 받지 않게 유인이나 측지제거를 천천히 실시



□ 미세열과 된 상처에 Mucor속 곰팡이가 감염

○ 발생

- 지역 : 충남 천안

- 시기 : 10월

○ 이상증상

- 과일 표면이 거칠거칠해지면서 검게 변함

○ 원인규명

- 일교차에 의해 미세열과 발생 후 Mucor속 곰팡이가 감염되었음

- 감염된 후 상처가 아물어 과일 표면에서 곰팡이 균사는 관찰되지 않았음

○ 기술지도

- 과일에 결로가 생기면 열과가 발생

- 열과가 되지 않게 난방기를 설치하여 해뜨기 전 충분히 가운을 실시

- 온실 문을 닫을 때에는 온실 내 온도가 떨어진 후 닫음



<미세열과된 상처에 Mucor속 곰팡이가 감염>

□ 화방에서 잎이 나오는 증상

○ 발생

- 지역 : 충남 서천
- 시기 : 10월

○ 이상증상

- 화방에서 잎이 발생하였음

○ 원인규명

- 화방에서 잎이 발생하는 것은 영양생장이 강할 때 발생
- 질소비료를 과다 시비하고 정식초기에 지하부를 습하게 관리하여 영양생장이 강해짐

○ 기술지도

- 화방에 발생한 잎을 제거하지 않으면 과일이 작아지므로 제거
- 토마토를 재배할 때는 질소비료를 기비로 넣지 말고 추비 위주로 관리
- 정식 후 3화방 개화기까지는 건조하게 관리
- 계속하여 영양생장이 강하면 잎을 강하게 적엽



<토마토 화방에 잎이 발생>

□ 화방이 약해지고 생장점이 가늘어지며 노랗게 변함

○ 발생

- 지역 : 충남 천안
- 시기 : 11월

○ 이상증상

- 제5화방 꽃이 약하게 나오며 생장점이 노랗게 변함

○ 원인규명

- 과일이 적은 상태에서 과번무가 발생하여 영양생장으로 치우침
- 과도한 영양생장으로 꽃이 약해지고, 이상줄기 초기 증상이 나타남

○ 기술지도

- 야간온도와 주간온도를 높여줌
- 배지내 습도를 낮추고, 일사 누적광량을 80J/cm²에서 100J/cm²로 변경
- 배액률을 낮추어 배지내 EC를 높여줌. 3.0dS/m→4.0dS/m으로 높여줌
- 과일 비대가 끝난 화방 위 3엽까지 적엽을 강하게 함



□ 물빠짐이 불량한 포장에서 잦은 관수로 뿌리 발달이 나빠 생육이 지연

○ 발생

- 지역 : 충남 공주
- 시기 : 2월

○ 이상증상

- 정식 후 15일이 지났으나 정식하지 않고 모종판에 남아있는 묘보다 생장이 늦음
- 잎이 보라색으로 변하고 뿌리가 발달되지 않았음

○ 원인규명

- 토마토 정식포장은 식양토로 배수가 잘 되지 않는 토양
- 정식 후 잦은 관수로 토양이 매우 습한 상태로 유지됨
- 최저기온 10~12°C 관리로 뿌리 발달에 불리한 온도로 관리

○ 기술지도

- 배수를 위해 식양토에 팽연왕겨 등을 재배 전에 시용하여 물리성을 개량
- 식양토에서는 정식 후 3화방 개화기 까지는 건조하게 관리
- 정식 초기에는 최소 15°C이상 관리하여 뿌리 발달을 조장



□ 배지 내 pH 상승에 의한 철결핍 발생

○ 발생

- 지역 : 충남 공주
- 시기 : 11월

○ 이상증상

- 토마토 전체의 잎이 노랗게 변하면서 착과가 되지 않음

○ 원인규명

- 철(Fe) 결핍으로 판정
- 배양액은 pH 5.8로 정상이었으나 배지 내 pH의 상승(pH 7.2)으로 철이 불용화
- 재배 초기 과도한 영양생장으로 배지 내 pH가 상승

○ 기술지도

- 배지 내 pH를 내리기 위해서 질산칼슘을 4수염에서 10수염으로 교체
- EDTA-Fe에서 EDDHA-Fe로 교체하여 사용
- 배액 및 배지내 pH를 측정하여 pH가 상승하면 암모니아태 질소의 공급을 늘려주고 철을 바꾸어 줌
- 배양액은 오래되면 불용화 되므로 15일 이내에 사용



□ 줄기가 갈색으로 변하고 잎이 갈변되는 녹응애 발생

○ 발생

- 지역 : 충남 예산
- 시기 : 9월

○ 이상증상

- 잎과 줄기가 갈색으로 변하면서 낙엽 발생
- 한곳에서 시작해서 점차 주변으로 전염됨
- 루페로 살펴보았으나 해충이 발견되지 않음

○ 원인규명

- 녹응애로 진단
- 녹응애는 크기가 작아 루페로 확인이 되지 않고 100배 이상 현미경에서 관찰 가능
- 과일에 그물 같은 무늬가 생김

○ 기술지도

- 초기에 발생하면 자루에 담아 온실 밖으로 꺼내 소각
- 사람이나 기구를 통해 주로 전염되므로 온실 내 외부사람의 출입을 통제
- 녹응애 적용약제로 방제



과일에 발생한 녹응애



잎에 발생한 녹응애



줄기에 발생한 녹응애

□ 작은뿌리파리의 가해에 의한 시들음병 감염

○ 발생

- 지역 : 충남 부여
- 시기 : 3월

○ 이상증상

- 토마토가 서서히 시들어 죽음

○ 원인규명

- 병원균 분리 결과 시들음병(*Fusarium oxysporum*)으로 동정됨
- 작은뿌리파리가 1차적으로 뿌리를 가해하고 2차적으로 시들음병에 감염
- 작은뿌리파리는 곰팡이 등 미생물을 섭식하며 식물체를 가해할 때 병원균을 전염

○ 기술지도

- 시드는 가장 큰 원인은 작은뿌리파리의 가해임
- 작은뿌리파리는 이끼냄새를 맡고 날아오므로 이끼가 발생하지 않게 관리
- 황색유인트랩을 배지에 설치

		
작은뿌리파리에 의한 시들음	작은뿌리파리	황색트랩을 배지에 설치

□ 토마토가 급속하게 시들어 죽는 풋마름병 발생

○ 발생

- 지역 : 강원도 철원
- 시기 : 7월

○ 이상증상

- 토마토 잎이 초록색인 상태로 급속하게 시들어 죽음

○ 원인규명

- 논에 설치된 온실에 인근 논의 물이 온실로 스며들면서 습해가 발생
- 습해가 발생한 곳에서 1차 풋마름병이 시작
- 풋마름병은 순따기 작업 등을 통해서 전염

○ 기술지도

- 논이 온실내로 스며들지 않게 암거배수 등을 설치
- 순따기 작업을 할 때에는 병에 취약한 곳을 마지막에 작업
- 재배완료 후 유인집게, 과일수확상자 등 모든 기구는 소독
- 가위는 작업 중간에 차아염소산나트륨 등으로 소독
- + 풋마름병을 예방하기 위해서는 빗물이나 논물이 온실내로 스며들어오지 않게 함

		
풋마름병 발생 토마토	세균유액	작업용 가위 소독

- 잎곰팡이병 발병 초기엔 잎 뒷면에 흰색의 곰팡이가 발생
 - 발생
 - 지역 : 충남 보령
 - 시기 : 5월
 - 이상증상
 - 잎의 뒷면에 흰색의 곰팡이 발생
 - 원인규명
 - 일교차가 클때 하우스 내에 결로 현상이 발생
 - 병원균 진단결과 잎곰팡이병으로 판명
 - 기술지도
 - 이병잎을 제거하고 잎곰팡이병 적용약제로 방제
 - 잎곰팡이가 중상위엽까지 발생하였을 경우 약제 방제 효과가 적으므로 병증상이 심할 경우 엽을 제거하고 과일을 일찍 수확
 - 일교차가 크게 발생할 경우 야간온도가 매우 낮지 않더라도 난방을 실시하여 (부분 난방 등) 결로를 예방



- 과번무에 의해 과일이 작고 숙기가 늦어짐
 - 발생
 - 지역 : 대전
 - 시기 : 4월
 - 이상증상
 - 과일이 작고 숙기가 늦음
 - 원인규명
 - 과번무에 의하여 광합성 산물이 과일로 가지 않고 잎에서 소모하고 있음
 - 기술지도
 - 강한 적엽을 실시하고 비대가 완료된 과일이 햇빛에 노출될 수 있도록 관리



- 시들음병 발생에 의해 줄기 속이 비고 식물체 위조
 - 발생
 - 지역 : 전북 장수
 - 시기 : 11월
 - 이상증상
 - 토마토 상위엽이 시들고 줄기속이 스폰지처럼 변함
 - 도관부가 붉게 변색됨
 - 원인규명
 - 과습에 의해 뿌리가 발생하였으며 2차로 시들음병이 발생
 - 구배가 틀어진 곳에서 시들음병이 발생
 - 줄기속이 스폰지화 되고 비는 것은 시들음병에 의해 도관부가 막혀 물이 충분히 공급되지 못하기 때문
 - 기술지도
 - 시들음병이 발생한 포기는 비대가 완료된 과일 위에서 적심을 하여 조기에 종료
 - 재배가 종료되면 구배를 다시 조절

- 잎이 과번무하고 뒤틀리는 강한 영양생장 시 적엽 필요
 - 발생
 - 지역 : 전북 장수
 - 시기 : 3월
 - 이상증상
 - 잎이 뒤틀리며 줄기가 굵어짐
 - 잎색이 짙어지고 생장점은 노랗게 변함



○ 원인규명

- 광량은 풍부하나 잎수와 면적에 비해 과일수가 부족하여 광합성 산물이 과도하게 잎에서 축적됨

○ 기술지도

- 강한 적엽을 실시하고 착과수를 늘려줌
- 착과에 실패하고 잎이 과일보다 많으면 적엽을 실시해서 광합성량을 줄임



□ 녹응애 발생으로 토마토 과일과 과방의 갈변

○ 발생

- 지역 : 충남 천안
- 시기 : 12월

○ 이상증상

- 과일과 과방에 갈색 털 같은 것이 발생하였음
- 전체적으로 발생하지 않고 온실 중간 중간에 2포기 발생

○ 원인규명

- 해충 관찰 결과 녹응애로 진단

○ 기술지도

- 녹응애는 날개가 없어 스스로 다른 농장으로 이동하지 못함
- 육묘장이나 사람 또는 기구에 묻어 다른곳으로 이동
- 농장 내 전체포장에서 2포기만 발생. 자루에 담아 온실 밖으로 내보내어 소각
- 포장전체에 응애 적용 살충제를 살포
- 감염이 많은 경우 뽑아내지 말고 수차례 응애 적용 살충제를 살포



<녹응애 발생으로 토마토 과일과 과방의 갈변>

□ 토마토의 성장점이 노랗게 변하고 멍치는 증상

○ 발생

- 지역 : 충남 천안
- 시기 : 12월

○ 이상증상

- 성장점이 노랗게 변하고 돌돌감기며 멍치는 증상이 발생하였음

○ 원인규명

- 수경재배 코이어배지가 습하여 영양생장이 강한 것으로 진단
- 첫 관수가 빠르고 마지막 관수가 늦게까지 이루어졌음

○ 기술지도

- 관수 마감 시간을 해지기 2시간 이전으로 하되 광이 약하면 더 빨리 마감
- 첫 관수를 해 뜨고 2시간 정도에 실시하되 광이 약하면 더 늦게 관수를 시작



<토마토 생장점이 노랗게 변하고 돌돌감기며 뭉쳐짐>

□ 이상줄기 발생으로 생긴 구멍을 통해 무름병균 침입하여 병 발생

○ 발생

- 지역 : 충남 부여
- 시기 : 12월

○ 이상증상

- 줄기가 물러지며 상위엽이 고사하는 증상 발생
- 식물체는 시드나 뿌리는 건강함

○ 원인규명

- 강한 영양생장에 의한 이상줄기로 생장점에 구멍이 생겼음
- 구멍으로 세균이 감염되어 무름병이 발생

○ 기술지도

- 무름병 감염 부위 10cm 밑에서 적심하고, 결순을 키워 재배
- 감염부위가 아래쪽이면 이웃 포기에서 결순을 받아 2줄기 재배
- 정식 후 강한 영양생장이 되지 않게 지하부를 건조하게 관리
- 토양재배의 경우 기비 시용을 줄임
- 스트렙토마이신 같은 약제 처리는 경제성이 떨어지므로 사용하지 않음



□ 강한 영양생장으로 생장점이 약해짐

○ 발생

- 지역 : 대전
- 시기 : 12월

○ 이상증상

- 줄기가 매우 통통하고 잎은 크나 갑자기 생장점이 약해지며 가늘게 변함
- 생장점 주변의 잎이 거칠고 두꺼웠음

○ 원인규명

- 강한 영양생장으로 생장점이 약해져 생장점 주변의 잎이 작아지고 가늘어짐
- 야간 저온으로 영양생장이 강해진 것으로 진단

○ 기술지도

- 야간의 최저 온도를 햇빛이 좋은 날은 15°C 이상 관리
- 영양생장이 약해질 때까지 질소시비를 중지 하고 토양을 건조하게 유지



□ 생장점에서 2줄기가 발생

○ 발생

- 지역 : 충남 논산
- 시기 : 3월

○ 이상증상

- 3화방 개화기로 1화방 착과가 완료되지 않았음
- 생장점에서 잎이 자색으로 변하면서 2줄기로 생장

○ 원인규명

- 과도한 영양생장으로 생장점이 괴사하였으나 작은 2조각이 살아남아 성장
- 영양적으로는 Ca, B결핍이나 배양액에서의 부족이 아니라 배지를 습하게 관리하여, 영양생장이 과도하여 Ca 및 B가 생장점에 충분히 공급되지 못함

○ 기술지도

- 1화방에 착과가 되어 과실이 비대되기 전까지 배지 함수량을 줄임
- 배양액 농도는 높고 배양액 양은 줄여 배지 내 EC를 높여줌
- 1화방 밑으로 강한 적엽을 실시



<개의 줄기가 발생한 생장점>

□ 방울토마토가 잘 익지 않고 과일이 너무 크게 자람

○ 발생

- 지역 : 대전
- 시기 : 2월

○ 이상증상

- 과일이 정상보다 크고 숙기에 도달하는데 시간이 많이 소요됨

○ 원인규명

- 적산온도에 의해 과일의 숙기가 결정되어지며 과일의 크기는 광합성에 의해 결정
- 과번무에 의해 과일이 햇빛이 노출되지 않아 적산온도가 천천히 도달하여 과일이 비대하고 숙기가 늦어짐

○ 기술지도

- 강한 적엽을 실시하여 과일에 햇빛이 들어오게 함

□ 이상고온에 의한 생리장애 컨설팅

- 농가명 : 윤성수
- 면 적 : 1,500평
- 재배품종 : 유레카(부농종묘)
- 기 타
 - 지열냉방, 차광페인트 처리, 양액재배, 코코피트
- 이상증상
 - 3화방까지는 착과 및 비대가 잘되었음
 - 4, 5화방에서 백색의 석과가 발생하였음
 - + 과실비대기에 이상고온에 의한 생리장애 과일로 상품성이 없음
 - + 6, 7화방은 고온 건조한 환경에 의해 착과가 되지 않음



고온에 의한 석과



고온에 의한 착과 불량

- 향후 대책
 - 이상고온에 의해 4, 5화방에서 석과가 발생하였으며 상품성이 없음
 - 6, 7화방은 고온에 의해 꽃이 죽어 착과가 되지 않았음
 - 현재 재배되고 있는 것은 3화방 까지 수확하고 야간 온도가 떨어지는 9월 초에 재 정식 하는 것이 경제성이 높을 것으로 판단

□ 이상고온에 의한 생리장애 컨설팅

○ 농가명 : 김명광

○ 면 적 : 1,200평

○ 재배품종 : 339

○ 기 타

- 1중 스프링 쿨러, 양액재배, 코코피트

○ 이상증상

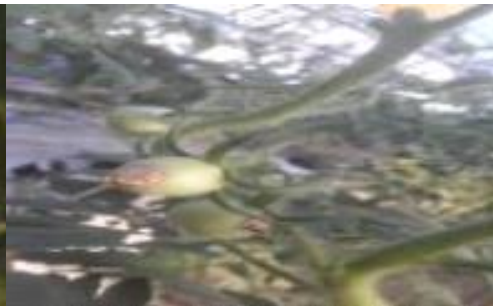
- 3화방까지 착과가 되었음

- 생육은 매우 양호 하였음

- 일부 과일에서 고온에 의한 석과가 발생하였음



<고온에 의한 석과(생리장애과)>



<정상적인 과일>



<현재 포장>

- 향후 대책
 - 석과 화방은 제거할 것
 - 온실 온도는 떨어지고 습도는 올라가게 바닥에 물을 뿌릴 것
- 폭염에 의한 생리장애 컨설팅
 - 농가명 : 윤성수
 - 면 적 : 3,500평
 - 재배품종 : 유레카(부농종묘)
 - 기 타
 - 지열냉방, 차광페인트 처리, 양액재배, 코코피트
 - 이상증상



<폭염에 의한 석과>



<폭염에 의한 착과 불량>

○ 향후 대책

- 폭염에 의해 대부분 착과가 되지 않고 착과가 된 과일도 상품성이 없는 과일이 되었으며 초세도 급격하게 약해지고 있음
- 현재 포장의 토마토를 제거하고 재정식하는 것이 경제성이 높을 것으로 사료됨

□ 이상고온에 의한 생리장애 컨설팅

○ 농가명 : 김명광

○ 면 적 : 1,200평

○ 재배품종 : 339

○ 기 타

- 1중 스프링 쿨러, 양액재배, 코코피트

○ 이상증상

- 3화방까지 착과가 되었음
- 생육은 매우 양호 하였음
- 일부 과일에서 고온에 의한 석과가 발생하였음



<고온에 의한 석과(생리장애과)>



<정상적인 과일>



<현재 포장>

- 향후 대책
 - 석과 화방은 제거할 것
 - 온실 온도는 떨어지고 습도는 올라가게 바닥에 물을 뿌릴 것
- 컨설팅 결과
 - 발생
 - 지 역 : 세종시
 - 이 름 : 박노성
 - 이상증상
 - 잎에 검은 반점 등이 발생 하였음
 - 시들음 증상 발생
 - 원인규명
 - 잎의 검은 반점은 잎마름역병으로 진단되었으며 5~6일 전 결로가 발생하여 발생하였으나 현재는 환경이 좋아 진행이 되지 않는 상황임
 - 시드는 증상은 뿌리가 발달하지 못하고 습해를 입었음
 - 기술지도
 - 결로가 생기지 않게 관리하고 잎마름역병 적용약제 살포
 - 시듬이 심한 것은 제거하고 증세가 약한 것은 1화방 적과할 것

	
<p>앞마름역병</p>	<p>습해</p>

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 장암면
- 이 름 : 최종길

○ 이상증상

- 특별한 이상증상은 보이지 않음
- 정식후 5일로 초기

○ 기술지도

- 9시에 커튼이 열리지 않은 상태로 첫 관수가 실시되었음
- + 커튼이 열리고 1시간 또는 누적일사량이 80-100j/cm2일 때 관수할 것
- 잎온도가 낮은 상태(14°C)에서 관수가 되었음
- + 기공이 열리는 18°C이상 기온이 올라갈 때 관수할 것

	
<p>커튼 닫힘</p>	<p>온도</p>



정식 상태



열코일 난방

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 경기도 광주농업기술센터

- 이 름 : 이규용

○ 이상증상

- 잎이 타는 증상이 발달하였음

- 토마토가 시들어 죽는 증상 발생

○ 원인규명

- 유박시비에 따른 가스(NOX)피해로 진단됨

- 가스에 의해 뿌리 발달이 되지 못하고 고사하는 2차 피해 발생

○ 기술지도

- 피복비닐을 벗겨낼 것

- 질소가 많은 유박 또는 계분 등을 퇴비로 사용하지 말 것



피해증상

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 세도면
- 이 름 : 김영신

○ 온실문제점

- 전기보일러 용량이 50kw로 온실 면적 1,500평 필요 용량이 부족
- + 가을에 정식하여 겨울을 지나는 작형보다는 1월 중기 정식이 유리
- 해충을 유인하고 CMV를 매개할 수 있는 오이를 온실 내 식재하였음

○ 기술지도

- 겨울을 나는 작형보다는 1월이나 7월 정식이 유리할 것으로 생각됨
- 해충을 유인하는 박과 작물을 온실 내 식재하지 말 것



전기보일러



보일러 용량 부족



오이재배

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 세도면
- 이 름 : 정준택

○ 온실문제점

- 전기보일러 용량이 50kw로 온실 면적 1,500평 필요 용량이 부족
- + 가을에 정식하여 겨울을 지나는 작형보다는 1월 중기 정식이 유리
- 해충을 유인하고 CMV를 매개할 수 있는 오이를 온실 내 식재하였음

○ 기술지도

- 겨울을 나는 작형보다는 1월이나 7월 정식이 유리할 것으로 생각됨
- 해충을 유인하는 박과 작물을 온실 내 식재하지 말 것



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 논산시 광석면
- 이 름 : 최재정

○ 특이사항 및 문제점

- 7화방 재배 중이 있으며 중간에 Intercropping 실시 예정
- 줄기에 잿빛곰팡이 발생

○ 기술지도

- 정식전에 먼저 재배된 토마토이 잎을 충분히 적엽할 것
- 잿빛곰팡이병을 막기 위해 적엽이나 결순제거 시 깨끗이 제거할 것

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 논산시 성동면
- 이 름 : 전정배

○ 이상증상

- 토마토반점위조바이러스 진단
- 발생원인은 전작기 상추재배에서 발생한 TSWV가 후작물인 토마토에 전염 되었음

○ 기술지도

- 이병 토마토 제거하고 살충제 살포
- 재배가 끝난 후 토양소독

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 논산시 성동면
- 이 름 : 박효준

○ 이상증상

- 토마토반점위조바이러스 진단
- 발생원인은 전작기 상추재배에서 발생한 TSWV가 후작물인 토마토에 전염 되었음
- 뿌리발육이 좋지 않고 습해가 발생하였음

○ 기술지도

- 이병 토마토 제거하고 살충제 살포
- 재배가 끝난 후 토양소독
- 정식 후 토양을 건조하게 유지할 것

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 논산시 광석면
- 이 름 : 염종순

○ 이상증상

- 오이를 재배중이며 후작으로 토마토 고온기 재배 예정
- 오이 잎이 너무 크고 마디가 길음

○ 원인규명

- 배지 습도가 높고 야간 온도가 높음

○ 기술지도

- 배지 내 습도를 낮추고 주야간 평균온도를 낮출 것

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 세도면
- 이 름 : 주한호

○ 이상증상

- 갈색줄썩음과 발생
- 잎곰팡이병 발생
- 결로에 의해 잎이 타는 증상 발생
- 토양재배는 영양생장이 강하고 순뻗이 증상 발생
- 수경재배의 경우 정식초기 Rooting 실패

○ 원인규명

- 결로가 많이 발생하고 있음
- 토양수분함량이 너무 높음

○ 기술지도

- 해뜨기 직전에 조조가온 실시하여 결로 예방
- 수경재배 정식 때 정식 초기 물을 적게 줄것

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 세도면
- 이 름 : 민경준

○ 이상증상

- 시들음병 증상(Fusarium wilt)
- 토마토가 시들어 죽음

○ 원인규명

- 정식초기에 잘록병에 의해서 난 상처로 Fusarium 감염됨

○ 기술지도

- 2화방에서 적심하고 Intercropping 실시

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 논산시 광석면
- 이 름 : 최재정

○ 특이사항 및 문제점

- 7화방 재배 중이 있으며 중간에 Intercropping 실시 예정

- 줄기에 잿빛곰팡이 발생
- 기술지도
- 정식전에 먼저 재배된 토마토이 잎을 충분히 적엽할 것
 - 잿빛곰팡이병을 막기 위해 적엽이나 결순제거 시 깨끗이 제거할 것



잿빛곰팡이병

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 논산시 성동면
- 이 름 : 전정배

○ 이상증상

- 토마토반점위조바이러스 진단
- 발생원인은 전작기 상추재배에서 발생한 TSWV가 후작물인 토마토에 전염 되었음

○ 기술지도

- 이병 토마토 제거하고 살충제 살포
- 재배가 끝난 후 토양소독



바이러스 증상

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 컨설팅일자 : 2017년 3월 24일
- 지 역 : 논산시 성동면
- 이 름 : 박효준

○ 이상증상

- 토마토반점위조바이러스 진단
- 발생원인은 전작기 상추재배에서 발생한 TSWV가 후작물인 토마토에 전염 되었음
- 뿌리발육이 좋지 않고 습해가 발생하였음

□ 기술지도

○ 이병 토마토 제거하고 살충제 살포

- 재배가 끝난 후 토양소독
- 정식 후 토양을 건조하게 유지할 것



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 컨설팅일자 : 2017년 3월 24일
- 지 역 : 논산시 광석면
- 이 름 : 염종순

○ 이상증상

- 오이를 재배중이며 후작으로 토마토 고온기 재배 예정
- 오이 잎이 너무 크고 마디가 길음

○ 원인규명

- 배지 습도가 높고 야간 온도가 높음

○ 기술지도

- 배지 내 습도를 낮추고 주야간 평균온도를 낮출 것



오이재배 전황

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 세도면
- 이 름 : 주한호

○ 이상증상

- 갈색줄썩음과 발생
- 잎곰팡이병 발생
- 결로에 의해 잎이 타는 증상 발생
- 토양재배는 영양생장이 강하고 순뻗이 증상 발생
- 수경재배의 경우 정식초기 Rooting 실패

○ 원인규명

- 결로가 많이 발생하고 있음
- 토양수분함량이 너무 높음

○ 기술지도

- 해뜨기 직전에 조조가온 실시하여 결로 예방
- 수경재배 정식 때 정식 초기 물을 적게 줄것

	
결로피해	뿌리가 좋지 않아 생육이 나쁨

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 세도면
- 이 름 : 민경준

○ 이상증상

- 시들음병 증상(Fusarium wilt)
- 토마토가 시들어 죽음

○ 원인규명

- 정식초기에 잘록병에 의해서 난 상처로 Fusarium 감염됨

○ 기술지도

- 2화방에서 적심하고 Intercropping 실시
- 다음작기에는 잘록병 예방을 위해 프리엔 관주할 것



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 공주시 계룡면
- 이 름 : 김명광

○ 이상증상

- 토마토가 몇포기 시들음

○ 원인규명

- 키트검사 결과 풋마름병 아님
- 뿌리 생육이 좋지 않은 상태에서 증발량이 많아 시들음

○ 기술지도

- 시드는 포기들은 적엽하여 증발량을 줄일 것
- 적엽해도 시들면 적심할 것



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 임천면

- 이 름 : 김동기
- 이상증상
 - 잎이 경화되고 타는 증상 발생
 - 온실 내에서 가스냄새
- 원인규명
 - 선충탄 사용에 의한 피해로 추정됨
- 기술지도
 - 가스가 빠지게 자주 환기할 것
 - 결순제거 및 유인을 천천히 할 것



□ 컨설팅 결과

- 발생
 - 지 역 : 부여군 세도면
 - 이 름 : 김영신
- 온실문제점
 - 전기보일러 용량이 50kw로 온실 면적 1,500평 필요 용량이 부족
 - + 가을에 정식하여 겨울을 지나는 작형보다는 1월 중기 정식이 유리
 - 해충을 유인하고 CMV를 매개할 수 있는 오이를 온실 내 식재하였음
- 기술지도
 - 겨울을 나는 작형보다는 1월이나 7월 정식이 유리할 것으로 생각됨
 - + 해충을 유인하는 박과 작물을 온실 내 식재하지 말 것



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 세도면
- 이 름 : 정준택

○ 온실문제점

- 전기보일러 용량이 50kw로 온실 면적 1,500평 필요 용량이 부족
- + 가을에 정식하여 겨울을 지나는 작형 보다는 1월 중기 정식이 유리
- 해충을 유인하고 CMV를 매개할 수 있는 오이를 온실 내 식재하였음

○ 기술지도

- 겨울을 나는 작형 보다는 1월이나 7월 정식이 유리할 것으로 생각됨
- + 해충을 유인하는 박과 작물을 온실 내 식재하지 말 것



□ 컨설팅 결과

○ 발생

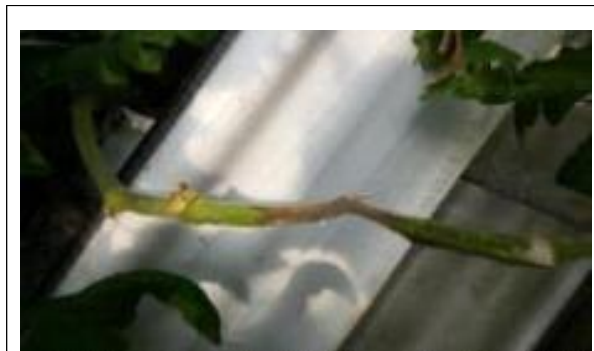
- 지 역 : 논산시 광석면
- 이 름 : 최재정

○ 특이사항 및 문제점

- 7화방 재배 중이 있으며 중간에 Intercropping 실시 예정
- 줄기에 잿빛곰팡이 발생

○ 기술지도

- 정식전에 먼저 재배된 토마토이 있을 충분히 적엽할 것
- 잿빛곰팡이병을 막기 위해 적엽이나 결순제거 시 깨끗이 제거할 것



잿빛곰팡이병

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 논산시 성동면
- 이 름 : 전정배

○ 이상증상

- 토마토반점위조바이러스 진단

- 발생원인은 전작기 상추재배에서 발생한 TSWV가 후작물인 토마토에 전염 되었음
- 기술지도
 - 이병 토마토 제거하고 살충제 살포
 - 재배가 끝난 후 토양소독



□ 컨설팅 결과

- 발생
 - 지 역 : 논산시 성동면
 - 이 름 : 박효준
- 이상증상
 - 토마토반점위조바이러스 진단
 - 발생원인은 전작기 상추재배에서 발생한 TSWV가 후작물인 토마토에 전염 되었음
 - 뿌리발육이 좋지 않고 습해가 발생하였음
- 기술지도
 - 이병 토마토 제거하고 살충제 살포
 - 재배가 끝난 후 토양소독
 - 정식 후 토양을 건조하게 유지할 것



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 논산시 광석면
- 이 름 : 염종순

○ 이상증상

- 오이를 재배중이며 후작으로 토마토 고온기 재배 예정
- 오이 잎이 너무 크고 마디가 길음

○ 원인규명

- 배지 습도가 높고 야간 온도가 높음

○ 기술지도

- 배지 내 습도를 낮추고 주야간 평균온도를 낮출 것



오이재배 전황

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 세도면
- 이 름 : 주한호

○ 이상증상

- 갈색줄썩음과 발생
- 잎곰팡이병 발생
- 결로에 의해 잎이 타는 증상 발생
- 토양재배는 영양생장이 강하고 순뻗이 증상 발생
- 수경재배의 경우 정식초기 Rooting 실패

○ 원인규명

- 결로가 많이 발생하고 있음

- 토양수분함량이 너무 높음

○ 기술지도

- 해뜨기 직전에 조조가온 실시하여 결로 예방
- 수경재배 정식 때 정식 초기 물을 적게 줄 것



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 세도면
- 이 름 : 민경준

○ 이상증상

- 시들음병 증상(Fusarium wilt)
- 토마토가 시들어 죽음

○ 원인규명

- 정식초기에 잘록병에 의해서 난 상처로 Fusarium 감염됨

○ 기술지도

- 2화방에서 적심하고 Intercropping 실시
- 다음 작기에는 잘록병 예방을 위해 프리엔 관주할 것



□ 컨설팅 결과

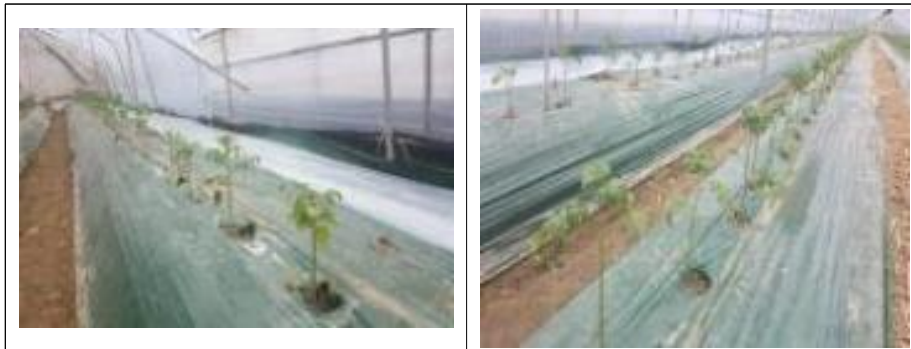
○ 발생

- 지 역 : 공주시 계룡면

- 이 름 : 김명광
- 이상증상
 - 토마토가 몇포기 시들음
- 원인규명
 - 키트검사 결과 풋마름병 아님
 - 뿌리 생육이 좋지 않은 상태에서 증발량이 많아 시들음
- 기술지도
 - 시드는 포기들은 적엽하여 증발량을 줄일 것
 - 적엽해도 시들면 적심할 것



- 컨설팅 결과
 - 발생
 - 지 역 : 부여군 임천면
 - 이 름 : 김동기
 - 이상증상
 - 잎이 경화되고 타는 증상 발생
 - 온실 내에서 가스냄새
 - 원인규명
 - 선충탄 사용에 의한 피해로 추정됨
 - 기술지도
 - 가스가 빠지게 자주 환기할 것
 - 결순제거 및 유인을 천천히 할 것



선충탄 피해

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 청양군 청남면
- 이 름 : 김영현

○ 이상증상

- 토마토 생장점이 시들음

○ 원인분석

- 정식 초기 습해가 발생하여 뿌리가 썩음
- 썩은 뿌리를 통해 Fusarium이 침입하여 시들음병 발생

○ 기술지도

- 시들지 않게 낮에는 커텐 사용 할 것
- 1-2화방 수확 후 간작을 실시할 것
- 다음 작기부터는 정식 후 배지를 건조하게 유지 할 것



습해 후 Fusarium 침입

시들음 증상

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 청양군 청남면
- 이 름 : 이윤정

- 이상증상
 - 토마토가 중간 중간 생장점이 시들음
 - 전체적으로 큰 문제가 없음, 전체적 생육이 좋음
 - 포밍베드 사용으로 배수에 큰 문제 없음
- 원인분석
 - 정식초기 잘록병이 발생하여 뿌리 발육이 좋지 않아 생육 후기에 영향
- 기술지도
 - 정식 초기 잘록병 적용약제 관주 할 것
 - 정식 초기 건조하게 관리 할 것



정식 초기 잘록병 발생 주

- 컨설팅 결과
 - 발생
 - 지 역 : 공주시 이인면
 - 이 름 : 이경수
 - 이상증상
 - 줄기 안이 갈변하였음
 - 세력이 매우 강하며 영양생장으로 치우쳐져 기형과 우려 있음
 - 줄기 굵기가 20mm로 매우 강함
 - 원인분석
 - 줄기안이 갈변된 것은 적엽 시 발생한 상처로 Ernia 속(무름병균) 세균침입
 - 세력이 강한 것은 블랑코라는 세력이 강한 대목사용이 주 원인
 - + 블랑코는 2줄기 재배용 대목임
 - + 세력이 강해 적엽 시 상처도 정상보다 커 무름병 발생 원인이 됨
 - 기술지도
 - 1줄기 재배 시 세력이 강한 대목 사용하지 말 것
 - 천장에서 물 떨어지지 않게 관리 할 것
 - 흐린날 식물에 상처주는 행위 금지



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 임천면
- 이 름 : 김동기

○ 이상증상

- 잎에 반점이 생기고 생육이 저조함

○ 원인분석

- TSWV(토마토반점위조바이러스병) 진단

○ 기술지도

- 이상주 제거한 후 총체벌레 적용약제 살포



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 세도면
- 이 름 : 송정훈

○ 이상증상

- 전체적으로 생육 양호하나 과일이 작음
- 특 징
- 품종은 TY시스텐(농우바이오)이며 cis-lycopen이 함유된 기능성 토마토
+ L-lycopen형태에서 열을 가하면 cis-lycopen 형태로 변하며 cis - lycopen이 흡수가 잘됨
- 노랑색 토마토로 꼭지가 떨어지지 않는게 특성임

○ 판 매

- 계약재배로 가격은 현재 5,500원/kg으로 높음

○ 기술지도

- 과일이 비닐에 닿아 상처난 과일이 있음
- + 줄기유인걸이 설치 필요



TY시스텐 재배 현황

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여 세도면
- 이 름 : 강희성

○ 이상증상



- 11월 중순에 정식하였으나 현재 3번 수확 하였음
- 500평에서 1주일간 생산량이 100상자(5kg)으로 적음
- 상위엽이 작고 줄기가 가늘음

○ 원인분석

- 비닐을 3년간 사용하여 광투과율이 떨어짐
- 저온관리로 생육이 늦고 과일이 익지 않음

○ 기술지도

- 다음 작기 전에 비닐 교체할 것
- 난방을 못할 것 같은 상황이면 정식을 1월 중·하순으로 늦출 것

	
작은 잎과 줄기	작고 곤봉모양의 과일

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 부여읍
- 이 름 : 한정희

○ 이상증상

- 잎끝이 타는 증상
- 기형과가 많음

○ 원인분석

- 큰 일교차에 의해 결로가 발생하여 잎이 타는 증상임
- 지하수위가 높고 질소가 토양에 많아 초세가 강함

○ 기술지도

- 강한 적엽을 하였으나 세력이 너무 강함
- 과일을 많이 착과시키고 주야간 온도차를 높여 생식생장을 유도할 것

	
잎끝이 타는 증상	기형과

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 세도면
- 이 름 : 정남식

○ 상담내용

- 유리온실 신축 관련 문의
- + 면적은 4,000평 예정임
- 땅은 10,000평 정도 매입하여 추후 점차적으로 증축
- + 온실가격은 3구역 설정, 환경제어 컴퓨터, 4겹 PC판넬, 전기승압 등 30억원 정도 추정됨
- + 온실성능평가 및 설계과정 등
- + 사업계획서 작성 관련
- + 보조 및 융자사업 첨단온실지원사업 방법 등
- + 온실운영을 위한 재배사 및 컨설팅 방법

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 논산시 성동면
- 이 름 : 이중옥

○ 이상증상

- 생장이 느리고 잎과 줄기에 반점이 생김

○ 원인분석

- 토마토반점위조바이러스병(TSWV) 진단
- 전작기에 상추에서 발생했던 바이러스병이 옮긴 것으로 판단됨

○ 기술지도

- 이병주 제거
- 에이팜 등 총체벌레 약제 방제



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 세도면
- 이 름 : 송정근

○ 이상증상

- 생육은 좋으나 한낮에 시드는 증상이 보임(cis-lycopen 품종)
- 생장이 멈추어 있음(베타티니)

○ 원인분석

- 직근이 발달하지 못해 전반적으로 발근량이 부족함
- 농약 등에 의해 생육이 저해됨

○ 기술지도

- 시들지 않게 커텐 등을 이용해서 차광을 실시할 것
- 생육이 억제된 것은 활력을 찾을 때까지 유인 및 결순제거를 하지 말 것



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 임천면
- 이 름 : 김동기

○ 이상증상

- 토마토가 시들고 주근이 없고 세근만 발달하였음

○ 원인분석

- 토양이 습하여 주근 발달을 저해함

○ 기술지도

- 정식 후 토양을 말려 뿌리 발달을 유도할 것



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 세도면
- 이 름 : 주한호

○ 재배현황

- 펠라이트 수경재배
- 정식 후 14일 되었음
- 품종 : 베타티니

○ 기술지도

- 뿌리 내리는 시기로 물량을 1일 300ml이하로 제한하며
- 1회 70ml/주 4회 관주할 것
- 식물체가 커지면서 점차 관수 횟수를 늘릴 것



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 석성면
- 이 름 : 천기창

○ 이상증상

- 4월 11일 조사결과 궤양병 진단되었음

○ 추가조사결과

- 추가적으로 포장 조사결과 궤양병 의심 식물체 발견됨

○ 기술지도

- 의심 식물체 주변 5포기 정도까지 제거할 것
- 스트렙토마이신 엽면살포 할 것

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 규암면
- 이 름 : 김호연

○ 재배현황

- 코이어 수경재배
- 정식일 : 4월 10일
- 품종 : 멀리스

○ 이상증상 및 문제점

- 꽃이 작고 세력이 약함
- 배지가 매우 습하여 낮출 필요 있음

○ 원인분석

- 육묘과정에서 문제가 있었던 것으로 판단됨

○ 기술지도

- 꽃을 제거하여 세력을 강하게 만들 것
- 1일 급수량을 300ml/주 내려줄 것



꽃 이상증상

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 구룡면
- 이 름 : 정만제

○ 이상증상 및 문제점

- 잎이 타는 증상

○ 원인분석

- 일교차가 크고 난방을 하지 않아 결로가 많이 발생
- 결로에 의해 냉해를 받고 온도가 올라가면서 고온피해 발생

○ 기술지도

- 곰팡이 발생 염려는 없으므로 약제 방제는 하지 말것
- 피해있을 제거할 것



잎이 타는 증상

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 공주시 계룡면
- 이 름 : 김명광

○ 이상증상 및 문제점

- 과일에 심이 박히는 증상
- 잎 끝이 타는 증상

○ 원인분석

- K결핍으로 인한 생리장애

○ 기술지도

- 배양액 재처방



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 계룡시 두마면
- 이 름 : 도재선

○ 이상증상 및 문제점

- 토마토반점위조바이러스 진단

○ 원인분석

- 전작기에 재배하였던 피망에서 전염된 것으로 판단됨

○ 기술지도

- 작기 끝난 후 배지 교체 할 것
- 총채벌레 약제 방제 철저



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 계룡시 두마면
- 이 름 : 박창규

○ 이상증상 및 문제점

- 토마토 착색이 불량하고 과일에 갈색 심이 박히는 증상

○ 원인분석

- 토마토 착색불량은 어깨노랑과로 강광 고온에 의해 발생함
- 과일 속 갈색 심은 줄썩음과 증상으로 질소과다 K결핍이 원인
+ 잘못된 배양액 사용하였음

○ 기술지도

- 배양액 교체 할 것
- 과일에 직사광선이 닿지 않게 관리할 것



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 세도면
- 이 름 : 임승길

○ 이상증상

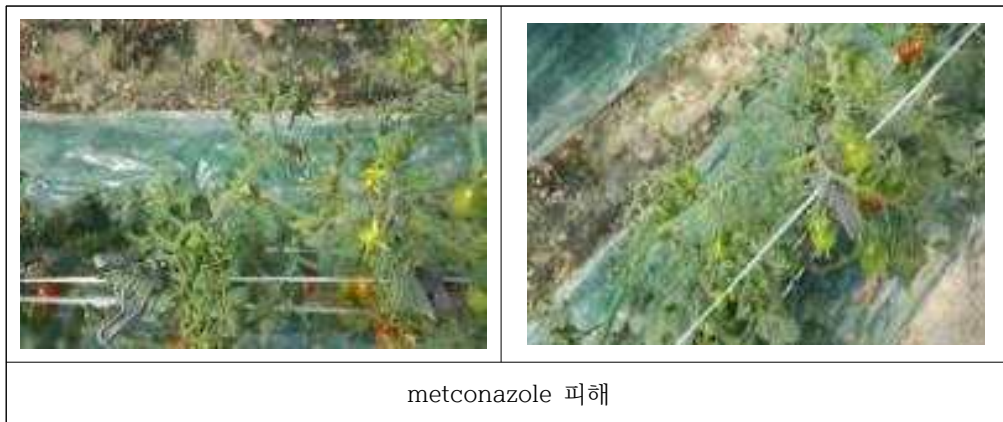
- 한달전부터 생육이 멈추고 오그라들음

○ 원인분석

- 살균제 피해로 진단됨
- 살림꾼(metconazole)관주에 의한 약해

○ 기술지도

- 살균제는 관주를 피할 것
- 살균제 관주가 필요하다면 전체 관주보다는 이병포기 위주로 관주



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 세도면
- 이 름 : 김영래

○ 이상증상

- 토마토가 시들고 죽는 증상
- 잎곰팡이병 심하게 발생

○ 원인분석

- 물빠짐이 좋지 않은 토양으로 습해에 의해 줄기가 썩어 시들음
- 일교차에 의해 물방울 맺힘이 심해 잎곰팡이병 발생

○ 기술지도

- 유인 시 줄기가 토양에 닿지 않게 할 것
- 물빠짐이 좋지 않으므로 소량 다회 급수할 것
- 해뜨기 전 난방을 실시해서 결로가 생기지 않게 관리 할 것



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 세도면

- 이 름 : 조남립

○ 이상증상

- 잎에 반점이 생기고 생장이 멈춤

- 생장점이 타는 증상 발생

○ 원인분석

- 토마토반점위점바이러스(TSWV)로 진단됨

- 전작기 재배했던 상추에서 토마토로 전이된 것으로 판단됨

○ 기술지도

- 이병주 즉시제거하고 보식할 것

- 총채벌레 적용약제로 방제할 것



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 보령 청소면

- 이 름 : 김승동

○ 이상증상

- 잎이 타고 시들어 죽음

- 주변으로 병이 확산되고 있음

○ 원인분석

- 궤양병으로 추정됨

+ 정확한 진단을 위해 배양검사 실시

○ 기술지도

- 즙액전염이 잘되므로 작업 시 주의할 것

- 이병주를 제거하며 주변 포기까지 제거할 것

- 스트렙토마이신 엽면 살포할 것

- 가위, 장갑 등 기구를 소독할 것



궤양병증상

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 예산군 예산읍

- 이 름 : 황장엽

○ 이상증상

- 잎이 자색으로 변하고 뒤틀림

○ 원인분석

- 저온장애를 받았음

+ 1중 비닐온실에 난방을 하지 않고 있음

- 공기가 건조하여 잎이 위축되고 있음

- 차광관련 문의

○ 기술지도

- 온도가 올라가면서 회복될것으로 생각됨

- 5월 초부터 장마전까지 38% 차광망 설치할 것



이상증상

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 컨설팅일자 : 2017년 4월 27일
- 지 역 : 공주시 정안면
- 이 름 : 오홍천

○ 이상증상

- 한낮에 잎이 시드는 증상

○ 원인분석

- 착과가 6화방까지 완료되었으며 과일을 화방당 4-5개 착과시킴
- + 지상부가 너무 커 뿌리에서 충분한 수분 공급되지 못함

○ 기술지도

- 2중 및 3중 비닐을 내려 차광시킬 것

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 논산시 은진면
- 이 름 : 박정연

○ 이상증상

- 잎에 자색의 반점이 생김

○ 원인분석

- 잎이 노화하여 발생함
- 노화는 결로나 저온장애를 받으면 빨리 발생함

○ 기술지도

- 노화엽은 즉시 제거할 것
- 장기재배를 위해서는 하엽을 제거하고 줄내리기를 할 것
- 고온기 재배를 위해서는 포장 내 공기중 습도를 올리는 노력할 것
- + 포장 내 부직포 등에 물 뿌리기
- + 적은양의 물을 매일 관수할 것



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 논산시 은진면
- 이 름 : 박정연

○ 이상증상

- 잎에 자색의 반점이 생김

○ 원인분석

- 잎이 노화하여 발생함
- 노화는 결로나 저온장애를 받으면 빨리 발생함

○ 기술지도

- 노화엽은 즉시 제거할 것
- 장기재배를 위해서는 하엽을 제거하고 줄내리기를 할 것
- 고온기 재배를 위해서는 포장 내 공기중 습도를 올리는 노력할 것
- + 포장 내 부직포 등에 물 뿌리기
- + 적은양의 물을 매일 관수할 것



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 세도면
- 이 름 : 이용철

○ 이상증상

- 토마토 줄기가 썩고 시드는 증상

○ 원인분석

- 적엽 시 남은 부위에 곰팡이가 침투하여 줄기가 썩었음

○ 기술지도

- 적엽 시 가위보다는 칼을 사용할 것
- 흐린날 토마토에 상처주는 행위 하지 말 것

○ 인근농가조사결과

- 주변 농가들도 대부분 줄기가 썩는 문제가 발생하고 있었으나 적엽용칼 사용방법을 모르고 있음
- 양의상 등 희망대상을 대상으로 적용 칼 공동구매 및 사용방법 교육



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 논산시 은진면
- 이 름 : 박정연(귀농인)

○ 이상증상

- 잎에 자색의 반점이 생김

○ 원인분석

- 잎이 노화하여 발생함
- 노화는 겉로나 저온장애를 받으면 빨리 발생함
- 기술지도
- + 노화엽은 즉시 제거할 것

- + 장기재배를 위해서는 하엽을 제거하고 줄내리기를 할 것
- + 고온기 재배를 위해서는 포장 내 공기중 습도를 올리는 노력할 것
- + 포장 내 부직포 등에 물 뿌리기
- + 적은양의 물을 매일 관수할 것



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 세도면
- 이 름 : 이용철, 양의상

○ 이상증상

- 토마토 줄기가 썩고 시드는 증상

○ 원인분석

- 적엽 시 남은 부위에 곰팡이가 침투하여 줄기가 썩었음

○ 기술지도

- 적엽 시 가위보다는 칼을 사용할 것
- 흐린날 토마토에 상처주는 행위 하지 말 것

○ 인근농가조사결과

- 주변 농가들도 대부분 줄기가 썩는 문제가 발생하고 있었으나 적엽용칼 사용방법을 모르고 있음
- 양의상 등 희망대상을 대상으로 적용 칼 공동구매 및 사용방법 교육



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 논산시 광석면

- 이 름 : 양광식

○ 이상증상

- 줄기가 물러지며 잎이 썩는 증상

○ 원인분석

- 토마토무름병 진단 되었음

○ 기술지도

- 흐린날 토마토에 상처주는 작업 자제 및 이병주 즉시 제거할 것



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 공주시 신평면
- 이 름 : 신상철

○ 이상증상

- 토마토 줄기 속이 썩고 시드는 증상
- 뿌리는 병균 침입 흔적이 없음

○ 원인분석

- 토마토 무름병 진단

○ 기술지도

- 흐린날 토마토에 상처 주는 행위 하지 말 것



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 서산시 해미면
- 이 름 : 이봉의

○ 이상증상

- 토마토잎이 갈변되며 시드는 증상

○ 원인분석

- 녹응애 진단

○ 기술지도

- 포장 전체에 녹응애 피해가 발생하였음
- 작기 후반으로 재배가 끝나면 페로산 등 소독약으로 온실 및 배지 전체 소독 필요
- + 건의사항 : 충남 서북부 지방(아산, 태안, 서산 등도 정기적으로 컨설팅) 요구



녹응애 증상

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 아산시 도고면
- 이 름 : 조덕희

○ 이상증상

- 과일과 잎이 작고 식물체가 전체적으로 세력이 약함
- 잎곰팡이병, 흰가루병 등 곰팡이병이 많았음

○ 원인분석

- 뿌리의 발달이 좋지 않아 식물체가 필요한 충분한 양의 수분 흡수가 되지 않음
- 토양의 물빠짐이 좋지 않아 뿌리 발달이 못되고 있음

○ 기술지도

- 심경로터리 후 고랑을 높게 만들것
- 근본적으로는 수경재배로 전환할 것(유기농재배는 불가하나 무농약재배는 가능)



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 아산시 선장면
- 이 름 : 정진석

○ 이상증상

- 5화방 착과 되었으나 전체적으로 세력이 약함

○ 원인분석

- 노화묘를 정식하였음
- 식물체가 작은 상태에서 1,2화방 착과를 많이 하였음

○ 기술지도

- 3월 정식시기에는 어린묘가 유리함
- 1,2화방 개화기는 토마토의 잎이 작고 숫자가 적으므로 착과수를 3개로 줄일 것



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 아산시 영인면
- 이 름 : 이호상

○ 이상증상

- 유기농 재배로 앞굴파리 등 해충 피해가 있었음
- 전체적으로 재식밀도가 낮았음

○ 기술지도

- 3월, 4월 방울토마토 정식은 10주/3.3m²가 적합
- 재식밀도를 늘려야 수량성이 확보되고 습도가 올라가 식물체가 스트레스를 덜 받게 됨



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 공주시 신봉면

- 이 름 : 신상철

○ 이상증상

- 토마토 줄기 속이 썩고 시드는 증상

- 뿌리는 병균 침입 흔적이 없음

○ 원인분석

- 토마토 무름병 진단

○ 기술지도

- 흐린날 토마토에 상처 주는 행위 하지 말 것



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 논산시 성동명
- 이 름 : 최장근

○ 이상증상

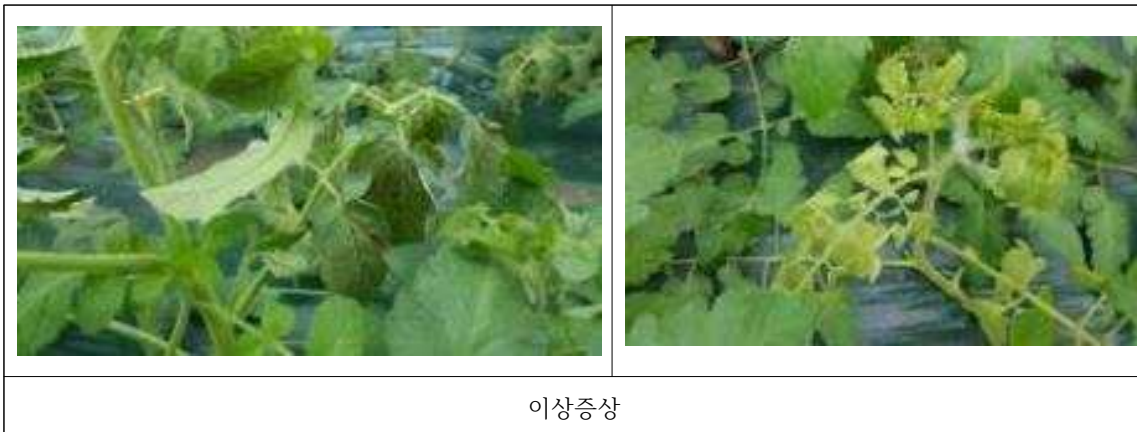
- 생장점이 위축되고 잎에 작은 반점이 발생
- 이상증상이 포장 전체에 고루게 분포
- 전체의 25% 정도에서 발생하였음
- 정식한지 13일째 발견함

○ 원인분석

- 토마토반점위조바이러스(TSWV) 진단
- 잠복기간과 발생양상으로 판단할 때 육묘장에서 온 것으로 추정(홍산육 묘장)

○ 기술지도

- 이병주는 즉시 제거할 것
- 보식보다는 2줄기로 재배할 것
- 매개충인 총채벌레를 방제할 것



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 세도면
- 이 름 : 정연호

○ 문의사항

- 6월 26일 정식하였으며 차광망 설치 여부

○ 기술지도

- 부여지역 광량은 2,500J/cm²으로 매우 높음. 최성기 적정 광량 1,500J/cm² 로 차광필요
- 정식초기에는 광이 많이 필요 없으므로 46% 차광망으로 차광할 것



차광망 설치 전경

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 구룡면
- 이 름 : 정만제

○ 문의사항

- 앞에 반점이 생기고 생장점이 약해짐

○ 원인분석

- 토마토반점위조바이러스(TSWV) 진단

○ 기술지도

- 발생주수가 많지 않으므로 즉시 제거하고 2줄기로 결주 보강할 것
- 총채벌레 적용약제 살포



이상증상

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 구룡면
- 이 름 : 이계만

○ 문의사항

- 잎에 반점이 생기고 생장점이 약해지며 타버림

○ 원인분석

- 토마토반점위조바이러스(TSWV) 진단
- 전작기에 재배하였던 고추에서 이병된 것으로 추정됨
- 연동온실로 한쪽에만 재배 중 재배하지 않은 쪽에서 병이 시작됨

○ 기술지도

- 발생주수가 많지 않으므로 즉시 제거할것
- 총채벌레 적용약제 살포



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 양화면
- 이 름 : 이정복

○ 이상증상

- 줄기가 터지고 잎이 시들며 타는 증상

○ 원인분석

- 토마토궤양병 진단, 품종은 TY티니
- 정식한지 15일 정도로 육묘과정에서 감염된 것으로 추정(솔래육묘장)
- 2줄기로 육묘하는 과정에서 즙액으로 감염됨

○ 기술지도

- 스트렙토마이신계통의 약제 살포할 것

- 이병주를 즉시제거 할 것
- 재정식도 고려할 것



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 서천군 한산면
- 이 름 : 심재훈(동생)

○ 이상증상

- 잎이 타는 증상

○ 원인분석

- 고온장애로 추정 되며 궤양병도 의심스러워 배양검사 실시(솔래육묘장)

○ 기술지도

- 스트렙토마이신 살포 하고 배양검사 통보 때까지 유인 등 작업하지 말것



이상증상

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 서천군 한산면
- 이 름 : 심재호(형)

○ 이상증상

- 잎이 타는 증상

○ 원인분석

- 고온장애로 추정 되며 귀양병도 의심스러워 배양검사 실시(솔레옥묘장)

○ 기술지도

- 스트렙토마이신 살포 하고 배양검사 통보 때까지 유인 등 작업하지 말 것

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 논산시 노성면
- 이 름 : 이은혁

○ 이상증상

- 생장점이 위축되고 시드는 증상
- 줄 따라 시드는 증상 발생

○ 원인분석

- 풋마름병 진단

○ 기술지도

- 이병주는 즉시 제거할 것
- 즙액전염이 강하므로 당분간 순따기 작업 억제하고 발생 포장 작업 도구는 별도 관리할 것



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 양화면
- 이 름 : 김예석

○ 이상증상

- 생장점이 위축되고 시드는 증상
- 줄 따라 시드는 증상 발생
- 줄기에서 기근이 발생하고 즙액이 발생

○ 원인분석

- 풋마름병 진단

○ 기술지도

- 이병주는 즉시 제거할 것
- 즙액전염이 강하므로 당분간 순따기 작업 억제하고 발생 포장 작업 도구는 별도 관리할 것



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 부여읍
- 이 름 : 김면종

○ 문의사항

- 생장점이 위축되고 잎이 노랗게 변함

○ 원인분석

- 토마토황화위조바이러스병

○ 기술지도

- 발생주수가 많지 않으므로 즉시 제거하고 2줄기로 결주 보강할 것
- 담배가루이 적용약제 살포



이상증상

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 보령시 청소면
- 이 름 : 채규서

○ 문의사항

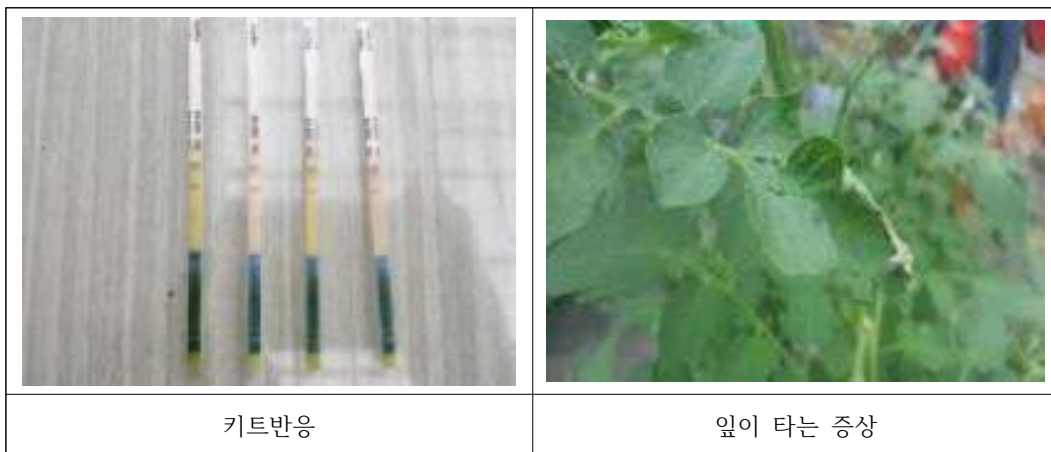
- 토마토가 전체적으로 시들음

○ 원인분석

- 풋마름병 진단

○ 기술지도

- 비대가 상당히 진행된 과일 위에서 적심하고 다음 작기 준비
- 작기종료 후 온실 내부 소독할 것(페로산 등)



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 논산시 우곡리
- 농가명 : 정순영

○ 이상증상

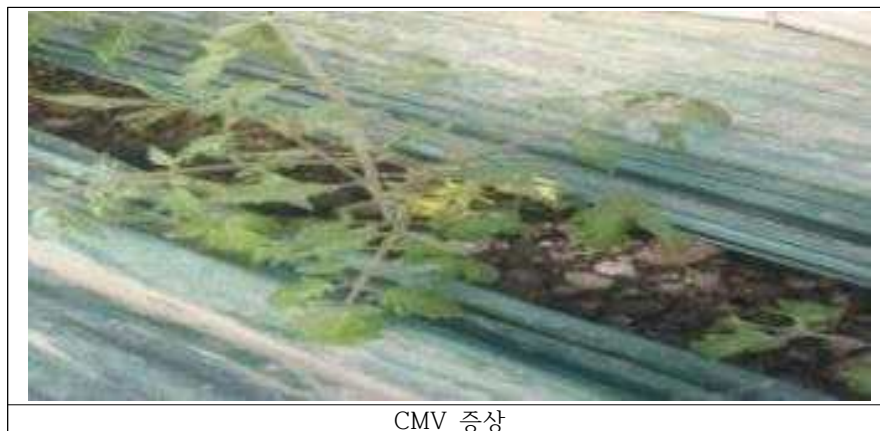
- 생장점이 멎고 잎이 위축됨

○ 원인규명

- 오이모자이크바이러스(CMV)로 판명됨
- 정식한지 10일 정도 된 것으로 잠복기로 추정하면 육묘장에서 감염된 것으로 추정
- 전체 발생 포기는 1-2%로 확인되었음

○ 기술지도

- 이상증상을 보이는 이병주는 제거할 것
- 보식을 실시하거나 건전한 식물체에서 결순을 키워 2줄기로 재배할 것



□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 세도면
- 이 름 : 유택선

○ 이상증상

- 7-8화방에서 세력이 약해지고 꽃이 작음

○ 원인규명

- 광부족기에 1-6화방까지 착과가 되었음
- 광량에 비해 많은 과일이 착과 됨

○ 기술지도

- 7-8화방을 제거하거나 적심을 하고 결순을 키울 것
(적심을 하고 결순을 키우면 2화방 제거 효과가 있음)



줄기가 가늘고 꽃이 약함

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 서천군 한산면
- 이 름 : 이상만

○ 이상증상

- 줄기가 검어지고 잎이 썩음

○ 원인규명

- 토마토 잎 마름역병으로 진단됨
- 특정 구역에서만 발생하였으며 원인은 천창 공사가 잘못되어 물이 떨어짐

○ 기술지도

- 천창 피복비닐 구겨지지 않게 일부 재시공할 것
- 역병 감염 식물체 제거하고 적용약제 살포



토마토 잎마름병 증상

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 부여읍
- 이 름 : 한정희
- 재배품종 : 도태랑다이야(사까다), 339(흥농)

○ 이상증상

- 3화방 이후 영양생장이 매우 강함
- 개화화방 줄기가 18mm로 매우 두꺼움
- 생장점이 약해지고 생장점에서 2줄기가 발생하였음
- 생장점이 납작해짐
- 꽃이 약해지고 1,2화방 착과된 과일이 작음

○ 도태랑다이야

- 줄기가 가늘고 세력이 매우 약함
- 세력은 약하나 1화방 착과가 잘 되었음

○ 원인규명

- 정식 초기부터 잦은 관수로 토양을 습하게 만듦
- 야간 저온으로 영양생장이 됨

○ 도태랑다이야

- 노화묘, 억제제 장애로 판명됨

○ 기술지도

- 강한 적엽을 실시할 것
- 야간온도와 주간온도를 높여 평균온도를 늘릴 것
- 토양을 건조하게 유지할 것
- 3화방 이후 기형과가 우려되므로 적과, 적화 철저히 할 것



적엽 전



적엽실시



이상줄기 및 화방 이상



생장점이 노랗게 변함

○ 도태랑다이야

- 화방을 제거할 것



생육과 비교 과일이 너무 큼 제거할것

□ 컨설팅 결과

- 발생
 - 지 역 : 부여군 세도면
 - 이 름 : 정해구
- 이상증상
 - 잎이 타는 증상
- 원인규명
 - 파이프에서 떨어지는 찬물에 의해서 냉해가 발생하였음
- 기술지도
 - 파이프에서 물방울이 떨어지지 않게 관리 할 것
 - 피해있는 2차 곱팡이 피해 발생하지 않게 제거 할것

	
<p>14시임에도 물방울이 맺혀있음</p>	<p>결로 피해 잎</p>

□ 컨설팅 결과

- 발생
 - 지 역 : 부여군 세도면
 - 이 름 : 차근배
- 이상증상
 - 생육이 느리고 착과 후 90일이 지났으나 수확이 시작되지 못했음
 - 잎이 자색을 변해 있음
- 원인규명
 - 저온관리로 일평균 온도가 낮아 생육과 과일의 수확이 늦어짐
 - 오전에 2,3종을 온실과 외부 온도가 낮은 상태에서 개방하여 저온 피해발생
- 기술지도
 - 난방을 충분히 해서 온실 내부 온도가 올라간 다음 2,3종 비닐을 올릴 것
 - 야간온도와 주간 온도를 높일 것



저온장애로 줄기가 자색으로 변하고 생장이 늦음

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 구룡면
- 이 름 : 김기성

○ 이상증상

- 잎이 타는 증상 발생
- 잎에 노란색 반점이 발생

○ 원인규명

- 천장에서 물이 떨어져 잎에 장애를 발생시킴
- 온실 뒤편으로 잎곰팡이병 발생

○ 기술지도

- 장애 및 잎곰팡이 감염일 제거 할 것
- 트리후민 등 적용약제 살포



잎곰팡이병



천장에서 떨어지는 결로에 의한 장애

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 세도면
- 이 름 : 양의상

○ 이상증상

- 결순 자른 자리에서 흰색곰팡이 발생
- 잎의 일부가 검게 변함

○ 원인규명

- 결순 자른 자리의 nectar가 늦게 마르면서 역병균이 침입하여 잎마름역병 발생
- 잎에 떨어진 결로에 의해 잎마름역병 발생

○ 기술지도

- 흐린날 나무에 상처주는 행위 금지
- 결로가 떨어지지 않게 온실 관리



잎마름역병 발생

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 공주시 계룡면
- 이 름 : 황교관

○ 이상증상

- 9월 20일 정식하였으나 조사일 현재 7화방 개화 중
- + 생육이 매우 늦음(정상적인 재배라면 12화방 개화 정도가 정상)
- 1화방 수확이 시작되었음(수확일도 정상보다 40-50일늦음)

○ 원인규명

- 저온관리로 일평균 온도가 낮아 생육과 과일의 수확이 늦어짐
- 800평에 20만kcal로 난방기 연량이 매우 낮은 상태임
- + 평균온도를 높이고 싶어도 올리수 없음

○ 기술지도

- 주·야간 온도가 높아지면서 과일 익는 속도는 빨라질 것으로 생각됨
- + 7-8화방 측창보다 올라간 높이만큼 3월 전에 작물을 내려서 유인할 것
- 난방기 열량이 부족하므로 추가로 보일러를 설치하거나 가장 추운 12월 중순부터 1월 중순까지를 피해서 작기를 준비할 것
- + 1월 중순 정식, 7월 하순 정식(1년 2작기 재배)

	
포장전경	7-8화방 천장에 닿음

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 공주시 계룡면
- 이 름 : 황교관

○ 이상증상

- 9월 20일 정식하였으나 조사일 현재 7화방 개화 중
- + 생육이 매우 늦음(정상적인 재배라면 12화방 개화 정도가 정상)

○ 1화방 수확이 시작되었음(수확일도 정상보다 40-50일늦음)

○ 원인규명

- 저온관리로 일평균 온도가 낮아 생육과 과일의 수확이 늦어짐
- 800평에 20만kcal로 난방기 열량이 부족한 상태임
- + 평균온도를 높이고 싶어도 올리 수 없음

○ 기술지도

- 주·야간 온도가 높아지면서 과일 익는 속도는 빨라질 것으로 생각됨
- + 7-8화방 측창보다 올라간 높이만큼 3월 전에 작물을 내려서 유인할 것
- 난방기 열량이 부족하므로 추가로 보일러를 설치하거나 가장 추운 12월 중순부터 1월 중순까지를 피해서 작기를 준비할 것
- + 1월 중순 정식, 7월 하순 정식(1년 2작기 재배)

	
포장전경	7-8화방 천장에 닿음

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 논산시 우곡리

- 농가명 : 정순영

○ 이상증상

- 생장점이 멎고 잎이 위축됨

○ 원인규명

- 오이모자이크바이러스(CMV)로 판명됨

- 정식한지 10일 정도 된 것으로 잠복기로 추정하면 육묘장에서 감염된 것으로 추정

- 전체 발생 포기는 1-2%로 확인되었음

○ 기술지도

- 이상증상을 보이는 이병주는 제거할 것

- 보식을 실시하거나 건전한 식물체에서 결순을 키워 2줄기로 재배할 것



CMV 증상

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 세도면
- 이 름 : 유타선

○ 이상증상

- 7-8화방에서 세력이 약해지고 꽃이 작음

○ 원인규명

- 광부족기에 1-6화방까지 착과가 되었음
- 광량에 비해 많은 과일이 착과 됨

○ 기술지도

- 7-8화방을 제거하거나 적심을 하고 결순을 키울 것

(적심을 하고 결순을 키우면 2화방 제거 효과가 있음)



줄기가 가늘고 꽃이 약함

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 서천군 한산면
- 이 름 : 이상만

○ 이상증상

- 줄기가 검어지고 잎이 썩음

○ 원인규명

- 토마토 잎마름역병으로 진단됨
- 특정 구역에서만 발생하였으며 원인은 천창 공사가 잘못되어 물이 떨어짐

○ 기술지도

- 천창 피복비닐 구겨지지 않게 일부 재시공할 것

- 역병 감염 식물체 제거하고 적용약제 살포



토마토 잎마름병 증상

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 부여읍
- 이 름 : 한정희
- 재배품종 : 도태랑다이야(사까다), 339(홍농)

○ 이상증상

- 3화방 이후 영양생장이 매우 강함
- 개화화방 줄기가 18mm로 매우 두꺼움
- 생장점이 약해지고 생장점에서 2줄기가 발생하였음
- 생장점이 납작해짐
- 꽃이 약해지고 1,2화방 착과된 과일이 작음
- 도태랑다이야
 - + 줄기가 가늘고 세력이 매우 약함
 - + 세력은 약하나 1화방 착과가 잘 되었음

○ 원인규명

- 정식 초기부터 잦은 관수로 토양을 습하게 만듦
- 야간 저온으로 영양생장이 됨

- 도태랑다이야
- + 노화묘, 억제제 장애로 판명됨
- 기술지도
 - 강한 적엽을 실시할 것
 - 야간온도와 주간온도를 높여 평균온도를 늘릴 것
 - 토양을 건조하게 유지할 것
 - 3화방 이후 기형과가 우려되므로 적과, 적화 철저히 할 것



적엽 전



적엽실시



이상줄기 및 화방 이상



생장점이 노랗게 변함

- 도태랑다이야
- + 화방을 제거할 것



생육과 비교 과일이 너무 큼 제거할것

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 세도면

- 이 름 : 정해구

○ 이상증상

- 잎이 타는 증상

○ 원인규명

- 파이프에서 떨어지는 찬물에 의해서 냉해가 발생하였음

○ 기술지도

- 파이프에서 물방울이 떨어지지 않게 관리 할 것

- 피해있는 2차 곰팡이 피해 발생하지 않게 제거 할것



14시임에도 물방울이 맺혀있음



결로 피해 잎

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 세도면
- 이 름 : 차근배

○ 이상증상

- 생육이 느리고 착과 후 90일이 지났으나 수확이 시작되지 못했음
- 잎이 자색을 변해 있음

○ 원인규명

- 저온관리로 일평균 온도가 낮아 생육과 과일의 수확이 늦어짐
- 오전에 2,3종을 온실과 외부 온도가 낮은 상태에서 개방하여 저온 피해발생

○ 기술지도

- 난방을 충분히 해서 온실 내부 온도가 올라간 다음 2,3종 비닐을 올릴 것
- 야간온도와 주간 온도를 높일 것



저온장애로 줄기가 자색으로 변하고 생장이 늦음

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 구룡면
- 이 름 : 김기성

○ 이상증상

- 잎이 타는 증상 발생
- 잎에 노란색 반점이 발생

○ 원인규명

- 천장에서 물이 떨어져 잎에 장애를 발생시킴
- 온실 뒤편으로 잎곰팡이병 발생

○ 기술지도

- 장애 및 잎곰팡이 감염잎 제거 할 것
- 트리후민 등 적용약제 살포



잎곰팡이병



천장에서 떨어지는 결로에 의한 장애

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 세도면
- 이 름 : 양의상

○ 이상증상

- 결순 자른 자리에서 흰색곰팡이 발생
- 잎의 일부가 검게 변함

○ 원인규명

- 결순 자른 자리의 nectar가 늦게 마르면서 역병균이 침입하여 잎마름역병 발생
- 잎에 떨어진 결로에 의해 잎마름역병 발생

○ 기술지도

- 흐린날 나무에 상처주는 행위 금지
- 결로가 떨어지지 않게 온실 관리



잎마름역병 발생

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 공주시 계룡면
- 이 름 : 황교관

○ 이상증상

- 9월 20일 정식하였으나 조사일 현재 7화방 개화 중
- + 생육이 매우 늦음(정상적인 재배라면 12화방 개화 정도가 정상)
- 1화방 수확이 시작되었음(수확일도 정상보다 40-50일늦음)

○ 원인규명

- 저온관리로 일평균 온도가 낮아 생육과 과일의 수확이 늦어짐
- 800평에 20만kcal로 난방기 연량이 매우 낮은 상태임
- + 평균온도를 높이고 싶어도 올리수 없음

○ 기술지도

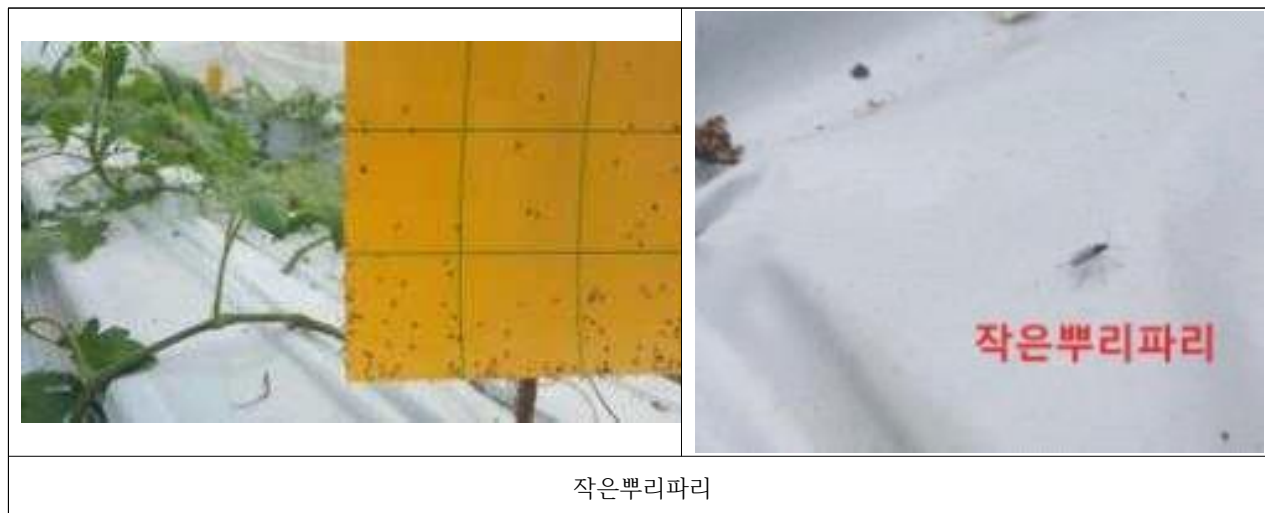
- 주·야간 온도가 높아지면서 과일 익는 속도는 빨라질 것으로 생각됨
- + 7-8화방 측량보다 올라간 높이만큼 3월 전에 작물을 내려서 유인할 것

- 난방기 열량이 부족하므로 추가로 보일러를 설치하거나 가장 추운 12월 중순부터 1월 중순까지를 피해서 작기를 준비할 것
 - 1월 중순 정식, 7월 하순 정식(1년 2작기 재배)

	
포장전경	7-8화방 천장에 달음

□ 컨설팅 결과

- 발생
 - 지 역 : 공주시 계룡면
 - 이 름 : 김명광
- 이상증상
 - 작은파리 같은 것이 날아다녔음
 - 황색유인트랩에 작은 벌레들이 유인되었음
- 원인규명
 - 작은뿌리파리로 진단됨
 - 배지는 펠라이트를 사용하나 펠라이트 위에 상토를 덮어 작은뿌리파리 유충이 살기 좋은 조건이 되었음
- 기술지도
 - 펜텀, 베리마크 등 적용약제 관주 및 살포
 - 작기가 끝난 후 사용이 오래되고 상토가 섞인 배지 교체할 것
 - 작은 뿌리파리는 직접적으로 가해를 하기도 하나 시들음병과 풋마름병, 잘록병 등을 매개함



작은뿌리파리

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 금산시 금성면
- 농가명 : 경태열(금산군 토마토연구회 회장)
- 재배품종 : 339(자가육묘)

○ 이상증상

- 토마토 줄기가 썩고 과일이 무르는 증상
- 3화방 이후 과일이 작아지고 세력이 약해짐

○ 원인규명

- 토마토 잿빛곰팡이병으로 진단
- 천장에서 떨어지는 물에 의해서 역병이 발생하고 잿빛곰팡이가 2차 감염됨
- 적엽한 자리에서 잿빛곰팡이가 발생하여 줄기에 감염됨
- 1, 2화방에 4,5개의 과일을 착과시켜 3화방 이후 약해짐

○ 기술지도

- 천장에서 물이 떨어지지 않게 보완할 것
- 착과 후 과일에 붙은 꽃을 제거할 것
- 적엽 시 줄기에 엽병이 남지 않게 칼로 할 것
- 1~2화방 과일을 3개 까지 착과할 것

○ 협의사항

- 금산토마토연구회에 과채연구소가 협조하기로 함
- + 모임 시 세미나 지원 등



역병감염후 잿빛곰팡이 발생



과일에 발생한 잿빛곰팡이



줄기에 감염된 잿빛곰팡이



잿빛곰팡이에 의한 고스트스팟



1화방, 2화방에 많은 착과가 됨



적엽용 칼

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 금산시 추부면
- 농가명 : 김성원
- 재배품종 : 라피토(충만육묘장)

○ 이상증상

- 낮에 토마토가 시들고 서서히 죽는 증상
- MB바이오(주)에서 풋마름병과 궤양병 진단

○ 원인규명

- 진단결과 풋마름병, 궤양병이 아니었음
- 물빠짐이 좋지 않은 땅으로 습해에서 의해 뿌리가 썩

○ 기술지도

- 정식 후 땅이 마를 때까지 물을 끊을 것
- 물 빠짐이 좋게 심경로터리 실시할 것
- 장기적으로 수경재배로 전환 할것



시드고 잎이 타는 증상

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 금산군 추봉면
- 이 름 : 김병선

○ 이상증상

- 토마토가 시들어 죽는 현상

○ 원인규명

- 잘록병이 발생하였음
- 뿌리발달이 좋지 못함

○ 기술지도

- 물빠짐은 좋으나 관수횟수가 너무 많음
- 정식 후 토양이 마를 때까지 물을 끊을 것



시들음 증상이 심해 조기적심

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 계룡시 두마면 대실길 185
- 이 름 : 도재선

○ 이상증상

- 과일에 윤무늬가 생김

○ 원인규명

- 토마토반점위조바이러스병(TSWV)로 진단

○ 기술지도

- 총체벌레 적용약제 살포 및 이병주 제거



토마토반점위조바이러스 증상

□ 컨설팅 결과

○ 발생

- 지 역 : 부여군 세도면
- 이 름 : 민경준
- 재배품종 : 코모도(솔래육묘장)

○ 이상증상

- 잎이 퇴색되고 죽는 증상

○ 원인규명

- 퇴록바이러스(ToCV)로 진단됨

○ 기술지도

- 매개충인 담배가루이방제
- 이병주 즉시제거



퇴록바이러스 증상

□ 계분 등에 의한 가스 장애

- 발생경과
- 발생지역 : 충남 부여 구룡
- 품종 : 베타티니(pps)
- 이상증상
 - 잎이 노랗게 타는 증상
- 이상증상 원인 규명



○ 금후 피해 극복을 위한 기술지도

- 갈매기똥 등 질소가 많이 포함된 퇴비에서 발생한 NOx에 의한 가스피해
- 환기를 최대한 시키고 장애가 계속되면 재 정식



□ 육묘 중 꽃이 약하고 잎이 노랗게 변함

- 발생경과
 - 피해발생지역 : 충남 부여 부여읍
- 정식 : 2019. 12. 17
- 품종 : 마모스
- 이상증상
 - 꽃이 약하게 피고, 잎이 노랗게 변함

○ 이상증상 원인 규명

- 좁은 공간에 밀식하여 토마토를 육묘하고 있음
- 광이 부족하고 근권 부위 습도가 높아 이상줄기가 발생하였음
- 육묘기간 중 양분이 부족하여 잎이 노랗게 변함
- 일액현상이 발생하고 있어 뿌리가 장애 발생우려가 있음



광부족과 과습에 의한 이상줄기



잎이 노랗게 변하고 일액증상



과도한 재배 밀도



꽃이 약하게 발생

○ 금후 피해 극복을 위한 기술지도

- 관수를 할때 EC3.0dS/m 이상으로 높게 공급
- 최대한 빨리 정식할 것

□ 계분 등에 의한 가스 장애

○ 발생경과

- 발생지역 : 충남 부여 구룡
- 정식 : 2019. 12. 17
- 품종 : 베타티니(pps)

○ 이상증상

- 잎이 노랗게 타는 증상

○ 이상증상 원인 규명



○ 금후 피해 극복을 위한 기술지도

- 갈매기똥 등 질소가 많이 포함된 퇴비에서 발생한 NOx에 의한 가스피해
- 환기를 최대한 시키고 장애가 계속되면 재 정식
-



□ 육묘 중 꽃이 약하고 잎이 노랗게 변함

○ 발생경과

- 피해발생지역 : 충남 부여 부여읍
- 품종 : 마모스

○ 이상증상

- 꽃이 약하게 피고, 잎이 노랗게 변함

○ 이상증상 원인 규명

- 좁은 공간에 밀식하여 토마토를 육묘하고 있음
- 광이 부족하고 근권 부위 습도가 높아 이상줄기가 발생하였음
- 육묘기간 중 양분이 부족하여 잎이 노랗게 변함
- 일액현상이 발생하고 있어 뿌리가 장애 발생우려가 있음



광부족과 과습에 의한 이상줄기



잎이 노랗게 변하고 일액증상



과도한 재배 밀도



꽃이 약하게 발생

○ 금후 피해 극복을 위한 기술지도

- 관수를 할때 EC3.0dS/m 이상으로 높게 공급
- 최대한 빨리 정식할 것

□ Hexaconazole에 의한 생육 위축 증상

○ 발생경과

- 피해발생지역 : 충남 논산 가야곡
- 품종 : 홀리데이(pps)

○ 이상증상

- 성장점이 오그라들고 생육이 멈춤
- 전체포장에서 발생 함

○ 이상증상 원인 규명

- 정식 전 hexaconazole 입제를 살포하였음
- hexaconazole은 지베렐린 합성을 저해하는 살균제임



성장점이 위축되고 성장이 멈춤

전체포장

○ 금후 피해 극복을 위한 기술지도

- hexaconazole은 토마토에 미등록된 약제로 사용하지 말 것
- 지베렐린 합성이 저해되었으므로 지베렐린 엽면 살포
- 스트레스 받지 않게 환경 관리

□ 과일에 세로로 발생하는 열과

○ 발생경과

- 피해발생지역 : 충남 부여 세도
- 정식 : 2019. 8. 20
- 품종 : 오이시나츠배

○ 이상증상

- 수확과일의 30% 정도에서 열과가 발생함

○ 이상증상 원인 규명

- 품종 특성이 약간 무른 과일 임
- 일교차에 의해 결로 발생
- 토양 배수가 좋지 않아 습함



- 금후 피해 극복을 위한 기술지도
 - 과일이 무르므로 완전히 익기 전에 조기 수확 할 것
 - 환기를 일찍하 되 천천히 할 것
 - 한 번에 많은 물을 관수하지 말고 조금씩 자주 할 것

□ 잎이 자색으로 변하고 타는 증상

- 발생경과
 - 피해발생지역 : 충남 부여 세도
 - 정식 : 2019. 8. 22
 - 품종 : 하이큐
- 이상증상
 - 단동온실 측창 쪽 구석에서 상위엽이 자색으로 변하면서 타는 증상
- 이상증상 원인 규명
 - 측면에서 들어오는 찬바람에 의한 저온 장애



- 금후 피해 극복을 위한 기술지도
 - 찬바람이 식물체에 직접 부딪히지 않게 치마를 높게 할 것
 - 측창을 천천히 열을 것

□ 접목부위에 감염된 무름병

○ 발생경과

- 피해발생지역 : 충남 청양 청남
- 정식 : 2019. 10. 15
- 품종 : 하이큐

○ 이상증상

- 생장점이 타고 시들어 괴사
- 1500포기당 2,3주가 시들어 죽음

○ 이상증상 원인 규명

- 줄기속이 썩었으며 생장점은 말라버림
- 줄기속이 썩기 시작한 곳이 접목 부위



접목부위 감염



줄기속이 감염



생장점 증상



전체식물체

○ 금후 피해 극복을 위한 기술지도

- 이병포기를 제거할 것

□ 잎과 줄기에 물집이 발생하고 구멍이 뚫림

○ 발생경과

- 피해발생지역 : 충남 논산 광석
- 정식 : 2019. 10. 13

- 품종 : 다불
- 이상증상
 - 잎과 줄기가 부풀어 오름
 - 심하면 잎에 구멍이 뚫리고 하엽 발생
- 이상증상 원인 규명
 - 파라핀오일로 해충방제를 실시 후 발생하였음
 - 파라핀오일이 기공을 막고 뿌리압에 의해 잎으로 물이 몰리면서 부종 증상 발생하였음



- 금후 피해 극복을 위한 기술지도
 - 배지 함수량을 낮추고 곰팡이 감염을 막기 위해 죽은 잎을 제거할 것

□ 노란색 꽃받침 과일 출현

- 발생경과
 - 피해발생지역 : 충남 부여
 - 정식 : 2019. 7
 - 품종 : 노나리
- 이상증상
 - 6월부터 노란색 꽃받침 과일 발생
- 이상증상 원인 규명
 - 꽃에 비해서 벌이 많으면 수정벌이 과다하게 꽃을 물어 암술이 갈변됨
 - 품종적 요인이 가장 크며 다음이 환경적 요인임
 - 노란색 꽃받침 유전자가 내재되어 있다가 고온건조 기후가 되면 노란색 꽃받침 유전자

가 발생되어 꽃받침이 노랗게 됨



- 금후 피해 극복을 위한 기술지도
 - 온실 내가 고온 건조하지 않게 차광 실시
 - 안개분무기를 설치하거나 바닥에 물을 뿌려줄 것

다) 농가 컨소시엄 구성 및 운영

- 농가명 : 최형남(사비터전)
 - 면 적 : 3,000평
 - 주 소 : 충남 부여군 세도면
 - 재배품종
 - 데이로스 재배 중 베타티니 Interplanting
 - (TYLCV 피해로 베타티니 재정식)
 - 베타티니 정식 일 :2017년 12월 12일
 - + 정식 후 월 2회 컨설팅
 - 기 타
 - 홀티맥스컴퓨터, 양액재배, 코코피트



농업용 정수기

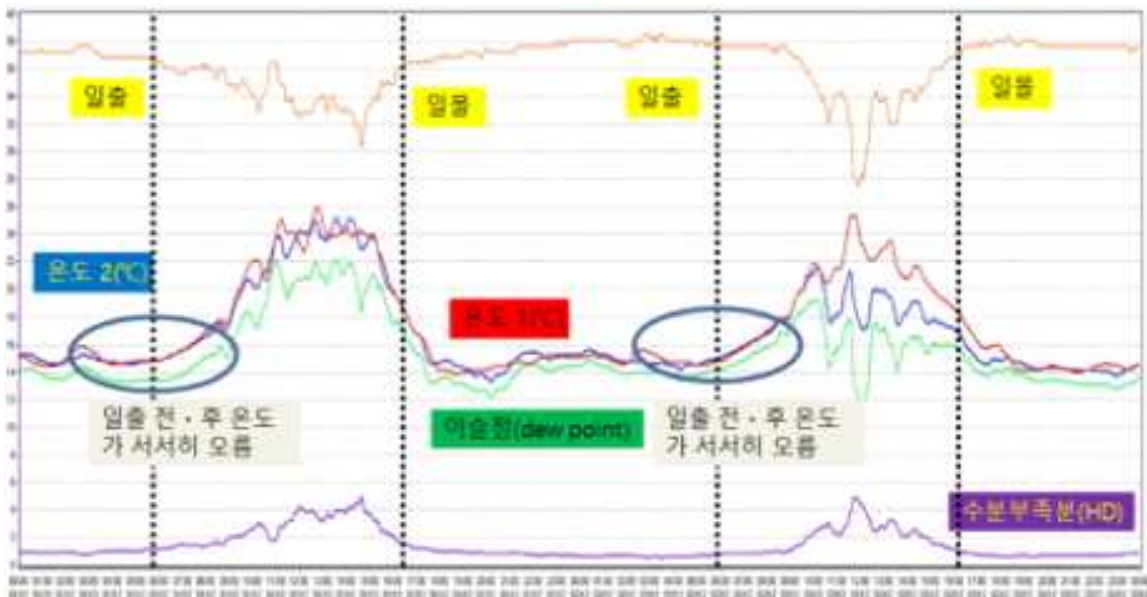


Interplanting

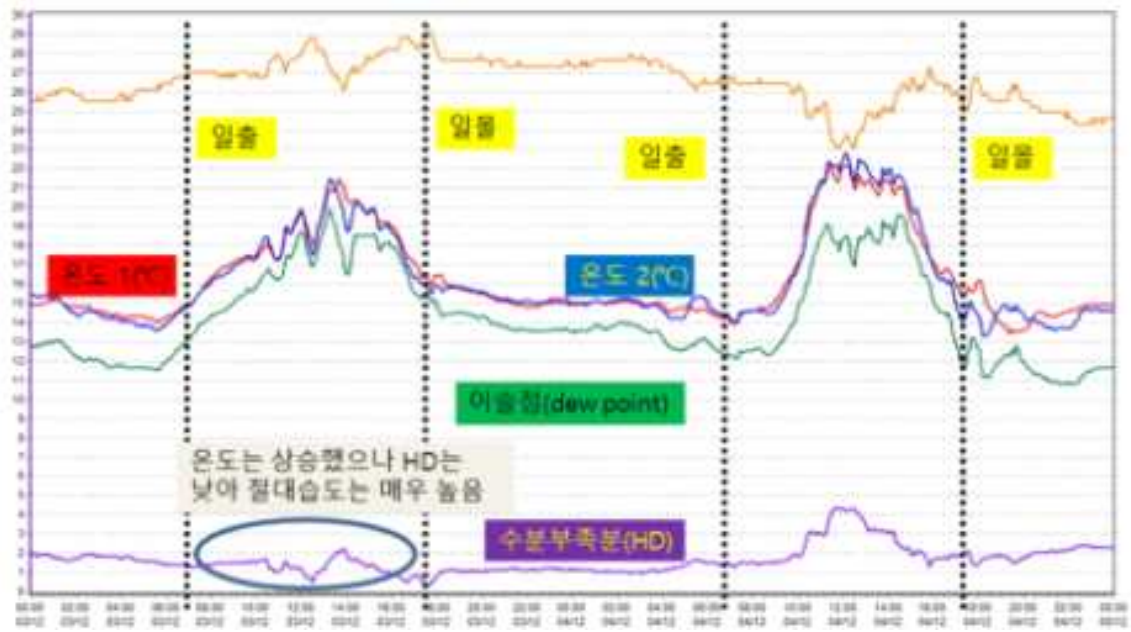
- 컨설팅 결과
 - 정수기 통과 후 원수분석결과

Vito 비토분석센터(주)		이름: 김민기	직종: 일반직			
		성명: 김민기	직종: 일반직			
분석신청서						
목적	장 소	단국대학교 신농생명공학관				
	주 소	충청남도 홍성군 홍성읍 일대리 119				
원수양지	2018. 3. 9	용 량				
원수번호	2018-03-0009	이 로 명	원수티			
분석사항(선택) : <input type="checkbox"/> 영양염류 <input type="checkbox"/> 미생물						
영양염류	질소총량(N) (mg/L)	총 질소	1.80			
	인산총량(P) (mg/L)	총 인	0.00			
	칼슘총량(Ca) (mg/L)	총 칼슘	5.27			
	마그네슘(Mg) (mg/L)	총 마그네슘	14.83			
	아연총량(Zn) (mg/L)	총 아연	0.08			
무기양분 (mg/L)						
질소총량(N)	총 질소	아민질소	아민질소	아민질소	아민질소	아민질소
인산총량(P)	총 인	총 인	총 인	총 인	총 인	총 인
기타						
수분함량	5.7%	수분함량	-			

- 토마토 등 과채류 재배에 적합하지 않으므로 농업용 정수기가 필요하며 정수기를 통과한 물은 토마토에 적합하였다
- 필터비용을 절약하기 위해 원수와 정수 후 물을 1:2로 섞어 사용할 것을 추천함
- 토마토 재배 컨설팅
 - 양액공급을 전적기 토마토(데이로스)가 아닌 베타티니를 기준으로 하여 공급할 것
 - 정식 초기로 배액이 나오지 않게 건조하게 관리할 것
- 환경관리



- 맑은날 주야간 온도 및 습도 관리는 비교적 잘 되고 있음



- 흐린날 주간 습도가 높게 관리되고 있으며 난방을 하면서 환기관리 필요

□ 농가명 : 차근배

○ 면 적 : 1,500평

○ 주 소 : 충남 부여군

○ 재배품종

- 브라보

+ 정식 후 월 2회 컨설팅

○ 정식일 : 2017년 11월 20일

○ 특이사항 : 후작으로 오이재배

○ 컨설팅 내용

(1월 12일)

- 현재 코코피트를 건조하게 관리하여 뿌리 발달이 좋음

- 주간온도를 20°C 내외로 관리할 것

- 작물이 커지고 광량이 좋아짐에 따라 관수량을 증가할 것

(2월 20일)



- 과번무 되어 적엽 필요
- (3월 21일)
- 결순을 확보하여 광합성량을 증가시킬 것
- 농업용수 분석결과

Vito 비토분석센터(주)		<table border="1" style="font-size: small;"> <tr> <td>시험 책임자</td> <td>김유진, 김대환</td> </tr> <tr> <td>시험 담당자</td> <td>김유진, 김대환</td> </tr> </table>		시험 책임자	김유진, 김대환	시험 담당자	김유진, 김대환																				
시험 책임자	김유진, 김대환																										
시험 담당자	김유진, 김대환																										
분석 성적서																											
뢰뢰뢰	상 호	우리농사재	사업자등록번호 105-02-02248																								
	주 소	충청남도 부여군 구항면 용수로 409																									
발주일자	2018. 5. 1	용 도	-																								
발주번호	2018-05-7005	시 료 명	원수(2)																								
<p>분석(시험)항목 명목 :</p> <table border="1" style="width: 100%; font-size: x-small;"> <tr> <th>분석항목(단위)</th> <th>분석결과</th> <th>분석항목(단위)</th> <th>분석결과</th> </tr> <tr> <td>암모니아질소 (mg/L)</td> <td>불검출</td> <td>질산질소 (mg/L)</td> <td>2.81</td> </tr> <tr> <td>암모니아 (mg/L)</td> <td>1.73</td> <td>인(P) (mg/L)</td> <td>불검출</td> </tr> <tr> <td>질소(N) (mg/L)</td> <td>58.10</td> <td>황(S) (mg/L)</td> <td>23.44</td> </tr> <tr> <td>마그네슘(Mg) (mg/L)</td> <td>11.50</td> <td>염소(Cl) (mg/L)</td> <td>95.45</td> </tr> <tr> <td>나트륨(Na) (mg/L)</td> <td>22.83</td> <td>칼라리드 (mg/L)</td> <td>139.08</td> </tr> </table>				분석항목(단위)	분석결과	분석항목(단위)	분석결과	암모니아질소 (mg/L)	불검출	질산질소 (mg/L)	2.81	암모니아 (mg/L)	1.73	인(P) (mg/L)	불검출	질소(N) (mg/L)	58.10	황(S) (mg/L)	23.44	마그네슘(Mg) (mg/L)	11.50	염소(Cl) (mg/L)	95.45	나트륨(Na) (mg/L)	22.83	칼라리드 (mg/L)	139.08
분석항목(단위)	분석결과	분석항목(단위)	분석결과																								
암모니아질소 (mg/L)	불검출	질산질소 (mg/L)	2.81																								
암모니아 (mg/L)	1.73	인(P) (mg/L)	불검출																								
질소(N) (mg/L)	58.10	황(S) (mg/L)	23.44																								
마그네슘(Mg) (mg/L)	11.50	염소(Cl) (mg/L)	95.45																								
나트륨(Na) (mg/L)	22.83	칼라리드 (mg/L)	139.08																								
분석항목 (단위)	이황화수소 (mg/L)																										
	중금속	아연(Zn)	구리(Cu)	망간(Mn)	철(Fe)	몰리브덴(Mo)																					
분석결과	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출																					
분석항목 (단위)	기타																										
	pH	전기전도도(μS/cm)	용질량(Fe) (mg/L)																								
분석결과	7.48	0.54	불검출																								
<p>귀하가 당사에 의뢰한 시료에 대한 분석 성적입니다.</p> <p style="font-size: large;">2018년 5월 2일</p>																											

- 농업용수에 따른 양액 처방전

A tank		비고
비료명	kg/ton	
5[Ca(NO3)2.2H2O]NH4NO3	54	10수염을 사용해 주세요.
Fe-EDTA(13%)	2.05	미지근한 물에 녹여서 넣어주세요.
KNO3	-	
B tank		비고
비료명	kg/ton	
MgSO4.7H2O	15.09	
KH2PO4	69.78	
NH4H2PO4	53.15	
K2SO4	9.5→30.4	착과 후에 30.4kg으로 늘려주세요
H3BO3	(286g)	
MnSO4.4H2O	(177g)	
ZnSO4.7H2O	(87.4g)	
CuSO4.5H2O	(18.6g)	
(NH4)6Mo7O24.4H2O	(8g)	

□ 농가명 : 조정숙

○ 면 적 : 1,500평

○ 주 소 : 충남 부여군

○ 재배품종

- 브라보

+ 정식 후 월 1회 컨설팅

○ 정식일 : 2017년 11월 20일

○ 컨설팅 내용

- 전체적으로 잎이 크고 과일이 작음

- 강한 적엽을 실시하고 햇빛을 최대한 받을수 있도록 할것

- 유인을 최대한 높이하고 작기 완료 후 비닐을 교체할 것



- 농가명 : 김기성
 - 면 적 : 1,000평
 - 주 소 : 충남 부여군
 - 재배품종
 - 미니찰(2줄기 재배)
 - + 정식 후 월 2회 컨설팅
 - 정식일 : 2018년 2월 20일
 - 컨설팅 내용
 - 주간에 환기를 22-24°C에서 실시할 것
 - + 높은 온도에서 환기는 나무의 세력을 약하게 만들음
 - 전체적으로 잎이 크고 과일이 작음
 - + 2줄기 재배로 밀실에 의한 것임
 - 배양액 공급량을 늘릴 것
 - + 2줄기 재배로 엽면적이 늘어 더 많은 배양액 공급이 필요

- 농가명 : 백승호
 - 면적 : 1,500평
 - 주소 : 부여군 세도면
 - 재배품종
 - 토스트
 - 정식일 : 2017년 10월 10일
 - 컨설팅 내용
 - 정식초기 잦은 관수로 뿌리가 좋지 않음
 - + 정식 후 건조하게 관리할 것

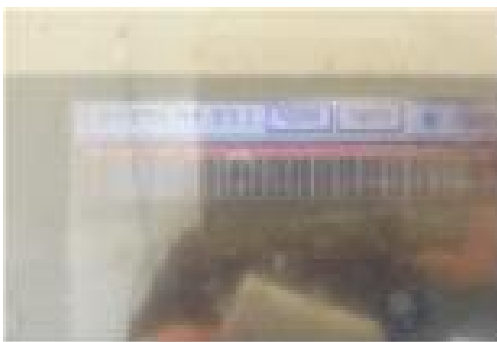


- 바이러스 피해가 많음
 - + 정식 초기 살충제 관주 필요
- 잣빛곰팡이 피해가 있음
 - + 결순 및 적엽 시 칼을 사용하여 매끄럽게 제거 필요
- 농가명 : 명성호
 - 면적 : 2,000평

- 주소 : 부여군 남면
- 재배품종
 - 베타티니 2줄기 재배
- 컨설팅 내용
 - 배액구가 잘못 뚫려 있어 습해 발생 우려
 - + 배액구를 더 크게 많이 뚫을 것
 - 밤에는 저온관리가 되고 낮에는 너무 뜨겁게 관리 중
 - + 큰 온도차는 극단적인 생식생장으로 가므로 낮에 많은 환기 필요

□ 농가명 : 황정현

- 면적 : 2,000평
- 주소 : 부여군 세도면
- 재배품종
 - TY티니,
- 컨설팅 내용
 - 생육이 좋지 않아 인터플랜팅 실시
 - 식물 크기와 환경에 비해 많은 관수를 하고 있어 관수량을 줄일것



- 농가명 : 임효묵
 - 면 적 : 3,000평
 - 주 소 : 충남 부여군
 - 재배품종 : TY시스틴
 - 컨설팅 내용
 - 과일 발달 양호하나 초세가 비교적 약하였음
 - 전체적으로 일교차를 크게 관리하고 있어 낮출 것을 권고
 - 새로운 온실 건설예정으로 온실 건축 컨설팅 실시 필요

- 농가명 : 조옥연
 - 면적 : 2,000평
 - 주소 : 부여군 세도면
 - 재배품종
 - 비엔나(유한생장형 품종)
 - 컨설팅 내용
 - 암면위에 자갈을 깔았음
 - + 배지 내부 환경 측정이 어렵고 배액관리가 어려우므로 제거할것
 - 결로에 의해 잎이 타는 증상이 많았음



- 농가명 : 최형필
 - 면적 : 2,000평
 - 주소 : 부여군 세도면
 - 재배품종
 - 브라보
 - 컨설팅 내용
 - 암면위에 자갈을 깔았음
 - + 배지 내부 환경 측정이 어렵고 배액관리가 어려우므로 제거할것
 - 결로에 의해 잎이 타는 증상이 많았음

- 농가명 : 김은태
- 면적 : 2,000평
- 주소 : 부여군 부여읍
- 재배품종
 - 코모도
- 컨설팅 내용
 - 잎을 너무 많이 갖고 있음
 - + 시기에 따른 적절한 적엽 필요
 - 통로 및 기계실 보온이 되지 않아 난방 손실 및 점무늬병이 다 발생
 - + 통로 측면 및 처장을 비닐로 막을 것



라) 클라우드딩 농가 컨설팅

□ 농가명 : 최형남(사비터전)

- 면 적 : 3,000평
- 주 소 : 충남 부여군
- 재배품종
 - 데이로스 재배 중 베타티니 Interplanting
 - + (TYLCV 피해로 베타티니 재정식)
- 기 타
 - 홀티맥스컴퓨터, 양액재배, 코코피트



농업용 정수기



Interplanting

- 컨설팅 내용
 - 액공급을 전적기 토마토(데이로스)가 아닌 베타티니를 기준으로 하여 공급할 것
 - 정식 초기로 배액이 나오지 않게 건조하게 관리할 것

□ 농가명 : 차근배

- 면 적 : 1,500평
- 주 소 : 충남 부여군
- 재배품종
 - 베타티니
- 기 타
 - 전작기 습해 발생하여 재 정식하였음



<재배전경>

- 컨설팅 내용
 - 현재 코코피트를 건조하게 관리하여 뿌리 발달이 좋음

- 주간온도를 20℃ 내외로 관리할 것
- 작물이 커지고 광량이 좋아짐에 따라 관수량을 증가할 것

□ 농가명 : 백승호

○ 면 적 : 1,500평

○ 주 소 : 충남 부여군

○ 재배품종

- TY브라보

○ 기 타

- 결로가 많고 적엽 필요



<재배전경>

○ 컨설팅 내용

- 과일이 비대가 완료된 2화방 위 3엽 모두 제거할 것
- 결로가 많이 발생하고 있어 환기필요

- 농가명 : 차영호
- 면 적 : 2,000평
- 주 소 : 충남 부여군 세도면 청포리 53-2
- 재배품종
 - TY브라보
- 기 타
 - 초세는 강하나 과일이 작고 착과수거 적음



<재배전경>

- 컨설팅 내용
 - 강하게 적엽할 것
 - 한낮에 온도를 높게 관리하여 생식생장으로 돌릴 것

- 농가명 : 박현규
- 면 적 : 2,000평
- 주 소 : 충남 부여군
- 재배품종
 - TY브라보
- 기 타
 - 토마토가 시들고 속이 빔
 - 뿌리 발달이 좋지 않음



시들음 증상

직근이 발달하지 못한 뿌리

○ 컨설팅 내용

- 정식 초기 관주를 억제하여 뿌리를 발달시킬 것
- 강하게 적심 및 적엽을 하여 시들지 않게 할 것
- 조기 재배 완료하고 다음 작기 준비할 것

□ 농가명 : 김면종

○ 면 적 : 3,000평

○ 주 소 : 충남 부여군

○ 재배품종

- 레벨업

○ 기 타

- 공기열히팅펌프 및 축열탱크 사용
- 과일은 발달하였으나 초세는 약해 짐
- 결로에 의해 하엽 발생



○ 컨설팅 내용

- 주야간 온도편차가 커 결로 발생하여 하엽 발생하였음
- 조기 수확완료를 위해서는 주간온도를 높여 과일의 발달을 촉진할 것
- 재배기간을 연장하기 위해서는 화방을 제거하고 주간온도를 낮게 관리 할 것

□ 농가명 : 임효묵

- 면 적 : 3,000평
- 주 소 : 충남 청양군
- 재배품종
 - TY시스틴
- 기 타
 - 수경재배 2년차
 - 과일은 발달하였으나 초세도 양호
 - 현재 주간온도가 높아 초세가 약해지고 있음
 -



초세가 양호함



온실 내부온도가 높음

○ 컨설팅 내용

- 장기재배를 위해서는 주간환기온도를 낮출 것
- 조기 수확완료를 위해서는 주간온도를 높여 과일의 발달을 촉진할 것

□ 농가명 : 황정현

- 면 적 : 2,000평
- 주 소 : 충남 부여군
- 재배품종
 - TY티니
- 기 타
 - 생육이 좋지 않아 Interplanting 실시



포장 전경



노화된 상위엽

Interplanting



관수현황

- 컨설팅 내용
 - 양액공급은 Interplanting한 작물을 기준으로 할것
 - 현재 관수량이 너무 많음, 뿌리가 내릴 때까지 관수 중지

□ 농가명 : 김은태

- 면 적 : 1,200평
- 주 소 : 충남 부여군
- 재배품종
 - 데프니스
- 기 타
 - TYLCV에 의해 조기 종료
 - 1월 19일 정식 예정



<포장전경>

- 컨설팅 내용
 - 정식 전 배지를 EC3.0으로 포습할 것
 - 정식 후 1회 급수 후 관수를 중지하고 뿌리 발달 유도

□ 농가명 : 김기성

- 면 적 : 1,000평
- 주 소 : 충남 부여군

- 재배품종
 - TY플러스
- 기 타
 - 2월 초 정식예정
- 컨설팅 내용
 - 정식 전 배지를 EC3.0으로 포습할 것
 - 정식 후 1회 급수 후 관수를 중지하고 뿌리 발달 유도

- 농가명 : 최종길
 - 면 적 : 2,000평
 - 주 소 : 부여군 규암면
 - 3품 종 : TY티니 (무농약재배)
 - 이상증상
 - 줄기와 잎에 반점이 생기고 생장점이 괴사



- 원인 및 조치사항
 - TSWV 간이 검사 결과 양성



- 무농약이므로 님오일 등 살포
-

- 농가명 : 한기영
 - 면 적 : 1,000평
 - 주 소 : 보령시 청소면
 - 품 종 : 유니콘
 - 이상증상
 - 시들고 수관부가 갈변되었음



시들음 증상



도관부 갈변

○ 원인 및 조치사항

- 풋마름병 키트 간이 검사 결과 음성 반응



- 시들음병(*Fusarium wilt*) 원인은 광량이 부족한 시기에 관수를 과다하게 하여 습해가 발생한 것으로 추정됨



<*Fusarium oxysporum* 배양>

□ 농가명 : 김영백

○ 면 적 : 1,400평

○ 주 소 : 대전광역시 서구

○ 품 종 : 도태랑솔라(은진육묘장), 5월30일 정식

○ 이상증상

- 성장점이 고사하고 잎과 줄기에 반점이 생김



○ 원인 및 조치사항

- 토마토반점위조바이러스 진단

- 정식한지 14일 정도로 육묘장에서 감염된 것으로 의심됨



- 이병주 제거 및 총체벌래 약제 방제

□ 농가명 : 박창규

○ 면 적 : 1,200평

○ 주 소 : 충남 계룡시

○ 품 종 : TY티니(자가육묘)

○ 이상증상

- 성장점이 고사하고 잎과 줄기에 반점이 생김



TSWV 증상

진단키트

○ 원인 및 조치사항

- 토마토반점위조바이러스 진단

- 온실 내부에 재배하고 있는 고추에서 전염된 것으로 판단됨



<토마토 재배온실 내부에 고추 재배>

□ 농가명 : 오종빈(1월 11일 1차 방문)

○ 면 적 : 700평

○ 주 소 : 충남 보령시

○ 재배품종

- 티아라TY(방울토마토)

○ 이상증상

- 꽃이 줄기에 붙어서 나오고 약함

- 꽃이 착과되지 못하고 죽음



○ 원인 및 조치사항

- 과도한 영양생장으로 인해 화아 분화가 되지 않고 있음

- 1차 방문 때 강한 적엽, 관수 중지 지도하였으나

+ 적엽은 하였으나 관수는 하였음

- 현재도 영양생장이 강해 화아분화가 안되고 있어

+ 상위 6엽을 남기고 적엽 실시 및 관수 중지하였음

- 점차 광량이 늘어나고 있어 회복은 가능할 것으로 판단됨

- 2월 초 재방문하여 지도하도록 함

□ 농가명 : 오종빈(1월 11일 1차 방문)

○ 면 적 : 700평

○ 주 소 : 충남 보령시

○ 재배품종

- 티아라TY, 올레TY(방울토마토)

○ 이상증상

- 꽃이 줄기에 붙어서 나오고 약함

- 꽃이 착과되지 못하고 죽음



○ 원인 및 조치사항

- 과도한 영양생장으로 인해 화아분화가 되지 않고 있음
- 1차 방문 때 강한 적엽, 관수 중지 지도하였으나
 - + 적엽은 하였으나 관수는 실시 하였음
- 현재도 영양생장이 강해 화아분화가 안되고 있어
 - + 상위 6엽을 남기고 적엽 실시 및 관수 중지하였음
- 점차 광량이 늘어나고 있어 회복은 가능할 것으로 판단됨
- 2월 초 재방문하여 컨설팅 실시 예정

□ 농가명 : 이중환

- 면 적 : 2400평
- 주 소 : 부여군 세도면
- 재배품종
 - TY브라보
- 이상증상
 - 잎이 작고 자색으로 변함



○ 원인 및 조치사항

- 저온장애로 진단됨
 - + 최저온도 12°C로 관리하였다고 하나 10°C 이하로 떨어진 것으로 진단됨
 - + 난방기 온도계 점검 후 야간온도를 높일 것
- 유인하여 내린 잎이 바닥에 누워있음
 - + 적엽 필요

□ 농가명 : 강창영(세도농협 공선회 회장)

- 면 적 : 2200평
- 주 소 : 부여군 세도면
- 재배품종
 - TY브라보
- 이상증상
 - 과일이 골짐
 - 수확이 종료되고 있는 포장에 열과가 많이 발생



- 원인 및 조치사항
 - TY브라보 특징이 약광기에 과일에 골이 생김
 - + 광량이 증가하면 해소될것으로 판단됨
 - + 난방기 온도계 점검 후 야간온도를 높일 것
 - 열과가 많이 발생하는 것은 결로에 의한 것으로 진단됨
 - + 잎이 자색으로 변하고 노화가 빠르 것으로 보아 결로가 많이 발생하고 있음
 - + 환기관리가 잘되고 있지 않고 있음
 - + 온실개폐를 천천히 하여야 결로를 예방할 수 있음

□ 농가명 : 민정기(세도농협 공선회 회장)

- 면 적 : 2000평
- 주 소 : 부여군 세도면
- 재배품종
 - 하이큐
- 이상증상
 - 줄기 적엽이나 결순 제거한 부분이 썩음
 - 잎 끝이 타는 증상



○ 원인 및 조치사항

- 줄기 상처부위가 썩는 것은
 - + 적엽이나 결순제거 시 습도가 높아 상처가 마르지 않아서임
 - + 흐린 날 상처 주는 행위 금지
 - + 잿빛곰팡이약(벨쿠트)을 물에 개서 상처에 도포할 것
- 잎 끝이 타는 것은 천장 파이프에서 떨어지는 결로에 의한 냉해
 - + 괴사한 잎은 제거하고 물이 떨어지지 않게 관리
- 농용마이신을 농약판매점에서 처방하였으나 물리적인 장애이므로 사용하지 말 것을 지도함

□ 농가명 : 추성민

- 면 적 : 2400평
- 주 소 : 부여군 세도면
- 재배품종
 - 하이큐
- 이상증상
 - 시들고 줄기 속이 비는 증상을 보임



○ 원인 및 조치사항

- 시드는 것은 뿌리가 부패한 것이 원인임
- 줄기속이 스폰지화 되는 것은 흡수하는 물보다 증발량이 많아서임
 - + 부패한 곳으로 Fusarium이 침투하여 시들음병 발생
 - + 온실의 바깥쪽이 뿌리가 부패한 것은 외부에서 물이 스며들어서 인 것으로 추정됨

- + 시드는 것은 과일이 비대가 완료된 곳에서 적심하여 최대한 수확
- + 살림꾼, 가스란 등 적용약제를 관주하되 생육이 저해되는 약해가 있으므로 병 발생이 의심되는 식물체만 포기관주 할 것

□ 농가명 : 양의상

- 면 적 : 2600평
- 주 소 : 부여군 세도면
- 재배품종
 - 하이큐
- 이상증상
 - 과일에 골이 지는 현상



○ 원인 및 조치사항

- 하이큐를 재배하는 포장에서 전체적으로 골진 과일 발생
- 세력이 강할수록 골진 정도와 숫자가 많았음
- 전년도 강광기 재배에서는 골진 과일이 없었음
- + 하이큐 특성이 약광에 영양생장이 강하면 과일에 골이 생기는 것으로 판단됨
- + 하이큐는 영양생장이 강하므로 정식초기에 건조 등으로 생육을 억제할 필요가 있음

□ 농가명 : 최형남

- 면 적 : 3000평
- 주 소 : 부여군 세도면
- 재배품종
 - 베타티니
- 재배현황
 - 세력이 조금 강하나 광이 풍부하여 문제는 없음



- 컨설팅 내용
 - 세력이 좋고 광이 풍부하므로 결순을 유인하여 현재 8줄기
 - /3.3㎡에서 10-11줄기/3.3㎡ 확보하면 수량 증수 가능

□ 농가명 : 구선화

- 면 적 : 2500평
- 주 소 : 부여군 세도면
- 재배품종
 - TY브라보
- 이상증상
 - 과일이 작음



- 원인 및 조치사항

- 잎이 1,2화방 과일을 가리고 있음
- 유인과정에서 눕혀진 줄기의 잎을 제거하지 않았음
- 2화방 밑에 잎은 전체적으로 제거하고 2화방 위 1엽도 제거

□ 농가명 : 장달순

- 면 적 : 1600평
- 주 소 : 부여군 세도면
- 재배품종
 - 하이큐
- 이상증상
 - 과일이 전체적으로 작고 호르몬 장애를 받음



○ 원인 및 조치사항

- 온실 환기를 늦게 하고 있고 온실 내 온도가 급격하게 변함
- 10시30분에 식물체 온도를 비접촉 온도계로 조사한 결과 공기 온도와 차이가 7°C이상 벌어짐
- 과일이 작은 것은 광합성을 정상적으로 하지 못해서임
 - + 공기와 식물체 온도 차이가 크면 결로가 발생하고 기공이 열리지 않아 광합성을 저해함
 - + 해뜨고 1시간 후부터 커튼 및 3중 비닐을 천천히 열어 서서히 온실 내 온도를 올릴 필요가 있음



<토마토 엽온도>



<온실 내 공기온도>

- 농가명 : 이병철
- 면 적 : 2500평
- 주 소 : 부여군 세도면
- 재배품종
 - TY브라보
- 이상증상
 - 세력이 급격하게 좋지 않고 호르몬 장애 발생



- 원인 및 조치사항
 - 주·야간 온도차가 매우 큰편임
 - 주간에 환기온도를 22°C 전후로 관리할 것

- 농가명 : 조정숙
- 면 적 : 3000평
- 주 소 : 부여군 세도면
- 재배품종
 - 하이큐
- 이상증상



- 세력이 약해지고 있음
- 원인 및 조치사항
 - 과일이 많이 착과되어 세력이 약해짐
 - 주간 환기 온도를 낮추고 결순에서 잎을 만들어 엽면적 확보

- 농가명 : 정연호
- 면 적 : 3000평
- 주 소 : 익산시 망성면
- 재배품종
 - 하이큐
- 이상증상
 - 줄기 속이 썩는 증상



- 원인 및 조치사항
 - 무름병으로 진단됨

- + 이병주 즉시 제거
- + 2중 비닐이 무적처리가 되어 있지 않아 결로가 많이 떨어짐
- + 비닐에서 떨어진 물이 줄기 상처로 들어가 발생 됨
- + 다음 작기에는 2중 비닐을 교체하거나 무적제 처리 할 것

□ 농가명 : 이광규

- 면 적 : 1200평
- 주 소 : 부여군 임천면
- 재배품종
 - 하이큐(2018년 10월 6일 정식)
- 이상증상
 - 저온장애 및 호르몬장애(토마토톤 장애)



- 10월 6일 정식에 비해 생장이 매우 느림



○ 원인 및 조치사항

- 저온 장애에 의하여 2차적으로 호르몬 장애 발생
- 저온에 의해 생육이 매우 늦음(현재 3화방 착과)
- + 야간 최저온도를 6~7°C 관리하고 있음
- + 토마토 재배에서 적정 최저 온도는 12~18°C임
- 대책
 - + 적심하고 새로 정식하는 것이 유리할 것으로 판단됨
 - + 난방비 문제로 적정온도 관리를 못할 것 같으면 정식시기를 2월로 늦추는 것이 유리할 것으로 판단됨

+ 2월 정식 7월 초 종료, 8월 초 정식 12월 초 종료 1년 2작기 추천함

□ 농가명 : 최형남

- 면 적 : 3000평
- 주 소 : 부여군 세도면
- 재배품종
 - 베타티니
- 재배현황
 - 일부 구역에서 시드는 증상 발생



- 원인 및 조치사항
 - 정식 초기 뿌리가 습해를 발생하였음
 - 썩은 뿌리에 시들음병 발생하였음
 - 시드는 식물체는 제거하고 주변 식물체에는 적용약제인 가지란 관주 할 것
 - + 가지란은 식물체를 위축시키는 약해가 있으므로 전체포장 관주 금지

□ 농가명 : 오재석

- 면 적 : 2800평
- 주 소 : 논산시 광석면
- 재배품종
 - 타미킹, TY티아라
- 이상증상
 - 과일에 원형 무늬 및 반점 발생, 잎이 위축되고 탈색 (TSWV)



- 과일이 주황색으로 익지 않음(결로에 의한 저온 장애)



○ 원인 및 조치사항

- 토마토반점위조바이러스(TSWV) 진단
- + 이병포기는 즉시 제거할 것
- + 총채벌레 적용약제 : 램페이지, 델리게이트(엑셀트) 살포할 것
- 과일이 주황색으로 익지 않는 것은 결로에 의한 장애로 진단
- + 결로가 생기지 않게 조조 가온 등 환경 관리
- + 환기를 일찍 시작하되 천천히 천창을 개폐할 것

□ 농가명 : 천경애

- 면 적 : 2,500평
- 주 소 : 부여군 임천면
- 재배품종
- 하이큐
- 이상증상
- 잎에 반점 및 일액증상 발생





○ 원인 및 조치사항

- 잎에 반점이 생기는 원인은 점무늬병(Stemphylium spot) 진단
- + 결로가 많이 생기고 있어 환기 및 난방관리 필요
- + 이병 잎 제거 후 적용약제(가지란, 새빈나) 살포
- 일액증상
- + 16시까지 양액공급 중 야간 배지 습도가 높음
- + 양액공급 마감시간을 14시로 조정하고 배지를 건조하게 할 것

□ 농가명 : 신일섭

- 면 적 : 1000평
- 주 소 : 부여군 임천면
- 재배품종
- TY브라보
- 이상증상
- 세력이 약하여 수확을 조기에 종료





○ 원인 및 조치사항

- 야간온도를 10°C이하로 관리하고 있음
- + 저온 관리하는 것보다 작기를 2월달로 조정하는 것이 유리
- 양액공급 농도 및 공급량 관리가 잘못됨
- + 전반적인 수경재배 교육 필요
- 배지가 오래되고 오염되어 교체 필요
- 축열탱크 외부 보온재 피복 필요



<보온재 피복없는 축열탱크>

- 농가명 : 백승호
- 면 적 : 4500평
- 주 소 : 부여군 세도면
- 재배품종
 - 하이큐
- 이상증상
 - 잎 끝이 타는 증상



- 원인 및 조치사항
 - 1중 PO필름에서 결로가 떨어져 잎이 타는 증상 발생
 - + PO필름 5년째 사용 중, 다음 작기 시작 전 무적제 처리 필요
 - + 마그마 환경제어기 사용중으로 gap 기능 활용하도록 지도
 - + gap이란
 - 외부온도가 낮다 하더라도 온실 내 습도가 높아 결로 발생 우려 시 커튼 또는 천창을 조금 열어 습기를 외부로 빼내는 기술

- 농가명 : 김영필
- 면 적 : 3300평
- 주 소 : 논산시 세도면
- 재배품종
 - 하이큐, 노나리
 - + 특이사항 : 파파야 재배 농가



○ 이상증상

- 세력이 약해지고 호르몬 장애 초기 증상 발생



○ 원인 및 조치사항

- 저온 장애 발생 후 2차로 호르몬 장애 발생
 - + 노라리 품종의 경우 저온장애가 더 심각함
 - + 호르몬 처리 시 장애가 우려되므로 별수정 실시할 것
- 배전반 내부가 노출되어 누전의 위험이 있음
- 판넬을 짜서 배전반이 햇빛이나 결로에 노출되지 않게 할 것



□ 농가명 : 추구영

- 면 적 : 2500평
- 주 소 : 부여군 세도면
- 재배품종: 하이큐
- 이상증상
 - 잎이 보라색으로 변하고 잎끝이 타는 증상



○ 원인 및 조치사항

- 천장에서 떨어지는 결로에 의하여 저온장애를 받아 보라색으로 변함
- 잎에 발생하는 결로에 의해 잎끝이 타는 증상
- + 장애 받은 잎은 곰팡이병 발생 우려가 있으므로 제거 할 것
- + 결로가 생기지 않게 오전에 문을 천천히 개폐할 것
- + 2중 비닐을 다음 작기에 교체할 것

□ 농가명 : 오경세

○ 면 적 : 1300평

○ 주 소 : 부여군 세도면

○ 재배품종

- 하이큐

○ 이상증상

- 잎이 보라색으로 변하고 화방이 오그라 들음

○ 원인 및 조치사항

- 저온이 원인이나 수확이 늦어지는 것을 제외하고는 큰 문제는 없을 것으로 판단 됨
- 세력이 좋으므로 5포기당 2개 정도로 2줄기 재배 권고



<2줄기 유인>

- 5포기 중 세력이 좋은 2포기를 선택해 결순을 키우고 결순의 화방 형성 아래잎은 다른 잎에 그늘을 만들므로 제거

□ 농가명 : 전변일

○ 면 적 : 1000평

○ 주 소 : 논산시 성동면

○ 재배품종

- 따봉

○ 이상증상

- 잎이 타고 시드는 증상



○ 원인 및 조치사항

- 접목 부위에서 균이 침입하였음
- 뿌리는 썩은 부위나 균이 침입한 흔적이 없었음
- 접목부위가 완전히 붙지 않아 균이 침입한 것으로 판단
- 2-3% 정도 증상이 나타나고 있음
- 이병주 제거하고 이웃 포기에서 결순을 키워 재배 할 것



뿌리쪽 균 침입의 흔적 없음 접목 아래 부위에는 이상 없음



접목 부위에서 균 침입 흔적 있음

□ 농가명 : 강창영

○ 면 적 : 2200평

○ 주 소 : 부여군 세도면

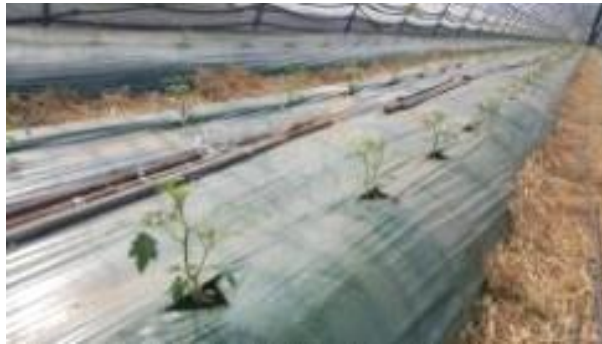
○ 재배품종

- 노나리

○ 이상증상

- 육묘장에서 2줄기묘를 육묘하여 정식하였음

- 세력이 매우약하고 강한 생식상장으로 전환 되었음



○ 원인 및 조치사항

- 40공 트레이에서 2줄기 육묘를 하여 앞면적에 비해 뿌리의 양이 적어 강한 수분스트레스를 받고 있음

- 2줄기 육묘를 할 경우에는 10cm 이상포트에서 육묘를 하여야 정상적인 재배가 가능 함

- 차광을 실시하여 증발량을 줄일 것

□ 농가명 : 이중환

○ 면 적 : 1,600평

○ 주 소 : 부여군 세도면

○ 재배품종: 브라보

○ 이상증상

- 잎끝이 타는 증상



<2중 비닐에 생긴 물방울(11시 경)>

○ 원인 및 조치사항

- 2중 비닐에서 물이 떨어짐

- 비닐교체 필요
- 괴사한 잎은 제거하여 잿빛곰팡이병 예방

□ 농가명 : 민정기

- 면 적 : 230평
- 주 소 : 부여군 세도면
- 재배품종
 - 하이큐
- 이상증상
 - 큰 문제는 없으나 환기를 늦게 하고 있음



- 조치사항
 - 해 뜨고 1시간 정도 지난 후 천천히 조금씩 온실을 열어 온실 내 온도가 천천히 상승하게 관리
 - 세력이 약해지고 있으므로 결순을 확보하여 엽면적을 늘릴 것

□ 농가명 : 양광식

- 면 적 : 4500평
- 주 소 : 논산시 광석면
- 재배품종
 - 대프니스
- 이상증상
 - 잎이 타고 시드는 증상
- 원인 및 조치사항
 - 궤양병 진단
 - 진단결과 뿌리쪽에는 세균이 없으며 상위엽에서 세균 진단
 - + 접촉전염으로 진단
 - + 수확기가 시작 되었으므로 스트렙토마이신을 살포하면서 병 진행을 늦추고 최대한 수확
 - + 궤양병 진단 포장은 다른 구역과 격리할 것
 - + 재배 완료 후 철저히 소독할 것



□ 농가명 : 백승호

○ 면 적 : 3200평

○ 주 소 : 부여군 세도면

○ 재배품종

- 하이큐

○ 재배현황

- 생육이 매우 좋으나 잎이 타고 있음



○ 원인 및 조치사항

- 1중 비닐에서 떨어지는 결로에 의한 피해

- 재배 완료 후 1중 비닐 교체 및 환기 필요

- 상담내용

+ 세력을 강하게 만들기 위한 배양액 농도

+ 공급배양액 EC를 높이고 배액률을 올려줄 것

- + pH 문제
- + 배양액 pH 정상, 배액 pH는 약간 높으나 생육이 왕성해 문제는 없을것으로 판단
- + pH 측정은 센서보다 페이퍼가 유리함

□ 농가명 : 지대현

- 면 적 : 1500평
- 주 소 : 부산시 강서구
- 재배품종
 - TY타이틀
- 컨설팅 결과
 - 전체적으로 영양생장이 매우 강함
 - 강한 영양생장으로 꽃이 약해 착과가 되지 않음
 - 적엽 필요
 - 다음 작기에 고랑수를 4줄로 줄일 것



<왼쪽 : 적엽 후 오른쪽 : 적엽 전>

□ 농가명 : 이점순

- 면 적 : 1300평
- 주 소 : 부산시 강서구
- 재배품종
 - TY타이틀
- 컨설팅 결과
 - 화방에 꽃이 너무 많음
 - 적과 및 적화 필요
 - 상단 화방 1-3번과 착과 시 직전 2화방 밑에 꽃을 제거
 - 한 화방에 20개 내외 착과시킬 것



<착과된 과일이 많음>

□ 농가명 : 조영철

○ 면 적 : 900평

○ 주 소 : 부산시 강서구

○ 재배품종

- TY타이틀

○ 컨설팅 결과

- 온실의 앞쪽은 과번무가 되었고 위쪽은 정상

- 관수량이 일정하지 않음

- 압력게이지를 설치하여 앞뒤 수압차이 비교 할 것

- 전체적으로 강수량이 많아 세력이 강하고 꽃이 약함

- 관수량을 줄일 것

- 온실 높이가 4.5m로 리프트를 이용하여 유인하면

+ 생산성이 더욱 높아질것으로 판단됨

- 다음 작기부터 작업용 리프트 활용

□ 농가명 : 김재우

○ 면 적 : 1300평

○ 주 소 : 부산시 강서구

○ 재배품종

- TY타이틀

○ 컨설팅 결과

- 세력 및 화방 등이 매우 양호함

- 수돗물을 수경재배에 활용하고 있어 순환식 시스템 추가

□ 농가명 : 김태영

○ 면 적 : 1,135평

○ 주 소 : 부산시 강서구

○ 재배품종

- TY타이틀

○ 컨설팅 결과

- 세력 및 화방 등이 매우 양호함

- 수돗물을 수경재배에 활용하고 있어 순환식 시스템 추가 설치 필요

○ 특이사항

- 자석을 이용해서 기둥과 기둥 사이에 유인트랩을 설치하였음

- 영농활용으로써 가치가 있을 것으로 생각됨



<유인 트랩 설치>

□ 농가명 : 이철규

○ 면 적 : 400평

○ 주 소 : 공주 신평면

○ 재배품종

- 베타티니(장성육묘장)

○ 이상증상

- 잎에 반점이 생기고 생장점이 괴사



○ 원인 및 조치사항

- 토마토 반점 위조 바이러스 병(TSWV) 진단됨
- 이병주 제거, 총채벌레 전용약제(에이팜, 델리게이트) 살포



<TSWV진단 키트 결과>

□ 농가명 : 이동현

- 면 적 : 1600평
- 주 소 : 청양 청남
- 재배품종
 - 하이큐
- 이상증상
 - 온실 바깥쪽에서 토마토가 시들어 죽음



○ 원인 및 조치사항

- 시들음병 진단, 외부에서 물이 스며들어 1차적으로 습해 발생
- 세균 미검출
- 발병된 주변으로 전용약제(가지란) 관주(전 포장 살포 금지)
- 외부에서 물이 스며들지 않게 외부 멀칭 등 실시



<도관부 갈변>

- 농가명 : 김상중
- 면 적 : 1,000평
- 주 소 : 논산 가야곡면
- 품 종 : 티와티니(논산세종육묘장)
- 이상증상
 - 잎에 반점이 생기고 생정점이 괴사



- 원인 및 조치사항
 - 토마토반점위조바이러스병(TSWV) 진단됨
 - 이병주 제거, 총채벌레 전용약제(에이팜, 델리게이트) 살포



<TSWV진단 키트 결과>

- 농가명 : 명성호
- 면 적 : 1,800평
- 주 소 : 부여군 남면
- 품 종 : 베타티니
- 이상증상
 - 과일이 무름



- 원인 및 조치사항
 - 기온이 상승하여 과일 숙기가 빨라졌으나 수확이 늦음
 - 노동력을 더 확보하여 저온기 때보다 일찍 수확할 것

- 농가명 : 이태영
- 면 적 : 1,200평
- 주 소 : 청양군 장평면
- 품 종 : 베타티니
- 이상증상
 - 잎이 타고 시드는 증상



- 원인 및 조치사항
 - 뿌리가 부패되어 물을 정상적으로 흡수하지 못함
 - 주변 논에서 물이 스며들고 있음
 - 물이 스며들지 않게 배수로 등 정비하고 토마토를 안쪽에다 정식할 것

- 농가명 : 임기영
- 면 적 : 1,000평
- 주 소 : 부여군 구룡면
- 품 종 : 베타티니
- 이상증상
 - 생장점이 타고 잎에 반점이 발생



- 원인 및 조치사항
 - 토마토반점위조바이러스 진단



간이진단키트

- 농가명 : 권계순
- 면 적 : 1,000평
- 주 소 : 논산시 성동면
 - 품 종 : 베타티니
- 이상증상
 - 시들어 고사하는 증상 발생
 - 진행속도가 매우 빠름



- 원인 및 조치사항
 - 풋마름병 진단
 - 온실 중 논에 가까운 곳에서부터 발생하였음
 - 5동 중 2동을 제외하고는 전염이 심각
 - 발병되지 않은 온실에서 작업 시 장갑과 가위 등을 별도 관리
 - 발병된 포장은 병 증상 발생시 이병주 제거하고 상처주는 작업을 중지할 것
 - 다음작기에는 논물이 스며들지 않게 조치할 것

- 농가명 : 권계순
- 면 적 : 1,000평
- 주 소 : 논산시 성동면
- 품 종 : 베타티니
- 이상증상
 - 시들어 고사하는 증상 발생
 - 진행속도가 매우 빠름



○ 원인 및 조치사항

- 풋마름병 진단
- 온실 중 눈에 가까운 곳에서부터 발생하였음
- 5동 중 2동을 제외하고는 전염이 심각
- 발병되지 않은 온실에서 작업 시 장갑과 가위 등을 별도 관리
- 발병된 포장은 병 증상 발생시 이병주 제거하고 상처주는 작업을 중지할 것
- 다음작기에는 눈물이 스며들지 않게 조치할 것

□ 농가명 : 한기영

- 면 적 : 1,000평
- 주 소 : 보령시 청소면
- 품 종 : 유니콘
- 이상증상
 - 시들고 수관부가 갈변되었음



시들음 증상

도관부 갈변

○ 원인 및 조치사항

- 풋마름병 키트 간이 검사 결과 음성 반응



- 시들음병(Fusarium wilt) 원인은 광량이 부족한 시기에 관수를 과다하게 하여 습해가

발생한 것으로 추정됨

- 농가명 : 한기영
- 면 적 : 1,000평
- 주 소 : 보령시 청소면
- 품 종 : 유니콘
- 이상증상
 - 시들고 수관부가 갈변되었음



시들음 증상

도관부 갈변

- 원인 및 조치사항
 - 풋마름병 키트 간이 검사 결과 음성 반응



- 시들음병(Fusarium wilt) 원인은 광량이 부족한 시기에 관수를 과다하게 하여 습해가 발생한 것으로 추정됨



<Fusarium oxysporum 배양>

- 농가명 : 김영백
- 면 적 : 1,400평
- 주 소 : 대전광역시 서구
- 품 종 : 도태랑솔라(은진육묘장), 5월30일 정식
- 이상증상
 - 생장점이 고사하고 잎과 줄기에 반점이 생김



- 원인 및 조치사항
 - 토마토반점위조바이러스 진단
 - 정식한지 14일 정도로 육묘장에서 감염된 것으로 의심됨



- 이병주 제거 및 총채벌레 약제 방제

□ 농가명 : 박명규

- 면 적 : 1,500평
- 주 소 : 충남 예산군
- 재배품종 : 하이큐
- 기 타
 - 와이드 스판 유리온실, 양액재배, 코코피트
- 이상증상
 - 줄기가 가늘어지고 잎이 작음
 - 이상고온과 건조로 생육이 좋지 않음



<토마토 생육현황>

- 향후 대책
 - 잎이 작아지고 있으므로 측지를 키워 엽 면적을 확보할 것
 - 2화방이 약해지며 화방을 제거해서 영양생장 유도
 - 공기 중 습도를 올리고 온도를 내리기 위해 바닥에 물 뿌릴 것

□ 농가명 : 이기행

- 면 적 : 2,000평
- 주 소 : 충남 예산군
- 재배품종 : TY티니
- 기 타
 - 양액재배, 코코피트
- 이상증상
 - 줄기가 가늘어지고 잎이 작음
 - 이상 고온와 건조로 생육이 좋지 않음



<토마토 생육현황>

- 향후 대책
 - 잎이 작아지고 있으므로 측지를 키워 엽 면적을 확보할 것
 - 2화방이 약해지며 화방을 제거해서 영양생장 유도
 - 공기 중 습도를 올리고 온도를 내리기 위해 바닥에 물 뿌릴 것

□ 농가명 : 박인용

- 면 적 : 2,000평
- 주 소 : 충남 예산군
- 재배품종 : 베타티니
- 기 타
 - 양액재배, 코코피트
- 이상증상
 - 줄기가 가늘어지고 잎이 작음
 - 이상고온과 건조로 생육이 좋지 않음
 - 배꼽썩음과 많음



잎이 작고 줄기가 가늘음

배꼽썩음과

- 향후 대책
 - 잎이 작아지고 있으므로 측지를 키워 엽면적을 확보할 것
 - 2화방이 약해지며 화방을 제거해서 영양생장 유도

□ 농가명 : 김기성

- 면 적 : 1,000평
- 주 소 : 충남 부여군
- 재배품종 : TY티니
- 기 타
 - 양액재배, 코코피트
- 이상증상
 - 3화방 이후 세력이 약해지고 있음
 - 잎이 작아지고 도장하고 있음



결순

결순을 활용한 엽면적 확보

- 향후 대책
 - 잎이 작아지고 있으므로 측지를 키워 엽면적을 확보할 것
 - 4화방 적심예정이므로 화방제거는 하지 말것
 - 바닥에 물을 뿌려 온실 내 습도를 높일 것
- 농가명 : 염규석
 - 면 적 : 2,000평
 - 주 소 : 충남 부여군
 - 재배품종 : TY썬업
 - 기 타
 - 양액재배, 코코피트
 - 이상증상
 - 온실 내 고추 및 오이를 재배하고 있어 담배가루이가 유인됨
 - 고온 건조 환경으로 잎이 작고 도장하고 있음



오이에 유인된 가루이



포장 전경

○ 향후 대책

- 온실 내 토마토 이외 작물은 제거할 것
- 세력이 약하므로 엽 면적 확보를 할 것
- 바닥에 물을 뿌려 온실 내 습도를 높일 것

□ 농가명 : 김종식

○ 면 적 : 2,000평

○ 주 소 : 충남 부여군

○ 재배품종 : 재배종료

○ 기 타

- 양액재배, 코코피트

○ 문제점

- 배지가 오래되어 재사용 시 습해 예상됨



재배종료



오래되어 부식된 배지

○ 향후 대책

- 정식 전 배지 교체할 것
- 질산을 이용하여 배관 등 청소할 것

□ 농가명 : 김종성

○ 면 적 : 2,000평

- 주 소 : 충남 부여군
- 재배품종 : 베스트꿀(고농)
- 기 타
 - 양액재배, 코코피트
- 이상증상
 - 잎이 응축되고 성장이 멈춤
 - 과일 열과가 많음
 - 결로에 의해 잎의 노화가 빠르게 진행됨
 - 가루이에 의한 그을음 피해와 황화 잎 말림 바이러스 발생



열과된 과일(수직방향)

노화잎



가루이 그을음 피해

황화잎말림바이러스 증상

- 원인 및 조치사항
 - 열과 원인은 품종적으로 표피가 무르고, 결로에 의해 삼투압이 발생한 것으로 진단됨
 - + 과일이 완전히 익기전에 수확하고 결로가 생기지 않게 조조가온
 - 잎이 오그라들고 성장이 느려진 것은 가스란 관주에 의한 것으로 진단됨
 - + 가지란의 etridiazole 성분은 침투이행성 농약으로 생장점에 영향을 주어 관주가 금지된 약제임
 - 담배가루이 밀도가 높음, 다음 작기에도 영향을 주므로 적용 약제로 방제할 것

- 농가명 : 정진용
- 면 적 : 1,000평
- 주 소 : 논산시 성동면
- 재배품종 : 하이큐(농우바이오)

○ 기 타

- 상추와 같이 재배 중
- 육묘장 : 지산육묘장

○ 문제점

- 생장점이 타고 시간이 지나면 고사함



○ 원인 및 조치사항

- 무름병으로 진단 됨
- 점목 부위가 완전히 붙지 않아 점목 부위로 세균이 감염됨 이상포기 제거하고 재 정식

□ 농가명 : 이용철

○ 면 적 : 2,000평

○ 주 소 : 부여군 세도면

○ 재배품종 : 하이큐(농우바이오)

○ 기 타

- 육묘장 : 놀뫼육묘장
- 사용농약 : 올가미, 델리게이트, 엑셀트

○ 문제점

- 순댓이 20% 정도 발생



○ 원인 및 조치사항

- 약해로 판단됨

+ 포장에서 살포된 약은 순댓이가 오는 약이 아님 육묘장에서 사용한 생장억제제 피해로 판단됨

+ 순댓이가 온 포기는 결순을 키워 유인하여 재배할 것

□ 농가명 : 백경민

- 면 적 : 2,500평
- 주 소 : 논산 성동면
- 재배품종 : TY시스펜(농우바이오)
- 기 타
 - 토양이 식양토로 판단됨



○ 재배상황 및 컨설팅

- 토양이 식양토로 물빠짐이 좋지 않음
- + 토양이 마를때까지 관수를 억제해서 뿌리 발달을 유도할 것

□ 농가명 : 김윤호

- 면 적 : 2,500평
- 주 소 : 부여군 세도면
- 재배품종 : 하이큐(농우바이오)
- 기 타
 - 육묘장 : 솔내육묘장
- 문제점
 - 잎이 오그라들고 뿌리내림이 늦음



○ 원인 및 조치사항

- 육묘 시 생육억제제를 처리한 것이 원인으로 파악됨
- + 주야간 온도를 높여 생육을 빠르게 유도할 것
- + 1화방을 제거하여 영양생장을 유도할 것 억제제 장애를 풀어주는 약제는 없음

□ 농가명 : 이장관

○ 면 적 : 6,000평

○ 주 소 : 충남 예산군

○ 재배품종 : 레벨업(흥농)

○ 기 타

- 양액재배, 암면, 온실이 여러동으로 단계별론 나누어 재배

○ 이상증상

- 식물체가 시들고 있음

- 뿌리가 썩고 도관부가 변색됨



갈변된 도관부

썩어서 갈변된 뿌리



시드는 식물체

잘못된 배액구

○ 원인 및 조치사항

- 뿌리에 습해가 발생해 뿌리가 썩고 도관이 갈변되는 증상 발생

- 매년 약광기에 들어가면 토마토가 시들어 죽는 현상이 발생

+ 전체적으로 관수량은 많지 않음

- 배액구를 확인한 결과 배액구가 잘못되어 물주머니 발생

+ 배액구는 바닥으로부터 L자 형태로 만들어야 하나 이 포장에 서는 옆구리에 -자 형태로 만들어 바닥에 물주머니 발생하였음

- 습해가 심한 포장은 재정식 하도록 지도

- 늦게 정식한 포장은 일단 급액량을 줄여 배지를 건조하게 만들고 배액구를 L자로 재설정

□ 농가명 : 강성구

- 면 적 : 2,000평
- 주 소 : 논산시 가야곡면
- 재배품종 : TY요요
- 기 타
 - 육묘장 : 썰타육묘장, 10월25일 정식
 - 수경재배, 코코피트(새 배지)
- 문제점
 - 성장이 느림(2화방 개화 중)
 - 생장점이 자색으로 변하고 잎이 거칠음



포장전경

자색으로 변한 생장점

○ 원인 및 조치사항

- 성장이 느림
 - + 1화방 과일이 작고 화방이 나오다 중단된 것으로 보아 억제제 영향으로 15일 정도 성장이 멈추었던 것으로 판단됨
 - + 저온의 영향으로 화방이 늦게 전개 됨
- 농장주는 최저기온 13°C이상으로 보일러 온도를 설정하였다고 주장
 - + 확인결과 온도센서 이상으로 온도가 낮게 관리됨
 - + 시판 일반온도계 구입하여 온도 설정하도록 지도

□ 농가명 : 최순국

- 면 적 : 2,000평
- 주 소 : 논산시 가야곡면
- 재배품종 : TY요요
- 기 타
 - 육묘장 : 썰타육묘장, 10월25일 정식
 - 수경재배, 코코피트(5년 사용)
- 문제점
 - 세력이 강하고, 1화방 전개가 잘 안됨



강한초세

화방이 짧게 출현

○ 원인 및 조치사항

- 세력이 강한 것은 양액의 EC가 낮고 배지 습도가 높음
- + EC를 단계적으로 2.5까지 올리고 세력이 강하면 배액률을 낮추고 세력이 약하면 배액률을 높일것
- 화방이 짧게 나오는 것은 억제제의 영향 2화방부터는 정상적으로 화방이 출현

□ 농가명 : 이진재

- 면 적 : 5,000평
- 주 소 : 논산 은진면
- 재배품종 : 하이큐
- 문제점
- 전체적으로 문제점은 없으나 세력이 강함



○ 재배상황 및 컨설팅

- 토양을 분석한 결과 수분이 많음
- + 세력이 약해질 때까지 관수를 중지할 것
- 1화방 밑 잎을 조기에 적엽할 것

□ 농가명 : 남궁석

- 면 적 : 4,000평
- 주 소 : 부여군 장암면
- 재배품종 : TY티니, 스위트니
- 기 타
 - 밀기울 소독했음
- 이상증상
 - 일부구간에서 생장점이 위축되는 현상
 - 일부구간에서 생육이 부진한 현상



생장점 위축



하엽 적엽 필요

강한 영양생장

- 원인 및 조치사항
 - 생장점이 위축되는 현상 → 호르몬 장애(토마토톤 장애)
 - + 작기 시작 전 밀기울이 소독을 실시하였음
 - + 밀기울이 많이 떨어진 곳이 밀기울의 기름의 영향으로 관수 시 흠이 젖지 않음
 - + 마른흠의 영향으로 밀기울이 많이 떨어진 곳은 뿌리가 내리지 못하고 세력이 약했음
 - + 뿌리가 활착하지 못한 곳에 호르몬 처리를 하여 호르몬 장애 발생 하였음
 - + 대책 : 호르몬 장애가 발생한 식물체는 화방을 제거하고 결순을 확보하여 초세를 회복시킬 것
 - 영양생장이 강한 식물체는 약광기에 적엽이 필요
 - + 개화 된 화방의 바로 위 잎을 제거하는 것이 유리



- 화방 위 잎 제거 전 화방 위 잎 제거 후
- 유인하여 바닥에 내려진 잎은 광합성을 못하므로 모두 제거

□ 농가명 : 조성환

- 면 적 : 4,000평
- 주 소 : 부여군 장암면
- 재배품종 : TY티니
- 기 타
 - 난방을 3일전부터 시작하였음
- 이상증상
 - 전체 포장에서 잎이 작고 생장점이 위축되었음



생장점 위축

○ 원인 및 조치사항

- 저온장애와 큰 일교차의 영향으로 잎이 작아지고 세력이 약해짐
- + 약해진 세력이 원인으로 호르몬 장애 발생
- 난방을 실시하고 생장점에서 가까운 2화방 정도를 제거할 것
- 결순을 확보해서 엽면적을 확보
- 주야간 온도차를 작게 하여 극단적 생식생장에서 영양생장으로 유도할 것

□ 농가명 : 김은태

○ 면 적 : 1,200평

○ 주 소 : 충남 부여군

○ 재배품종

- 하이큐(대추방울토마토)

○ 기 타

- 수경재배, 배지온수난방, 클라우드 참여농가

- 2018년 2월 경 온실 구조 상 통로의 보온이 떨어져 천장과 측면을 PE필름으로 보완하도록 지도

- 통로를 막은 후 농가평가

+ 온실의 보온성이 전체적으로 향상되어 난방비가 절약됨

+ 측면에서 찬바람을 직접 맞지 않아 곰팡이병이 줄어들었음



<통로 측면 및 천장을 필름으로 막은 전경>

○ 이상증상

- 초세가 매우 강함

- 광량에 비해 잎이 많음

○ 원인 및 조치사항

- 야간기온이 너무 낮게 관리 되고 1화방을 제거하여 야간기온을 낮게 관리한 것이 원인으로 분석됨

- 광량에 비해 잎이 너무 많으므로 2번째 화방 과일이 보일 정도로 강하게 적엽할 것

+ 적엽의 효과는 식물에 스트레스를 주어 화아 분화를 유도, 과일이 햇빛에 노출되어 따뜻해짐으로써 과일의 수확 및 비대를 촉진시키며 상위 잎이 필요이상 커지는 것을 막아줌



적엽 전

적엽 후

□ 농가명 : 김예석

○ 면 적 : 5,000평

○ 주 소 : 부여군 양화면

○ 재배품종 : 대프니스, 꼬꼬

○ 기 타

- 수경재배, 배지온수난방

○ 이상증상

- 하엽부터 잎 끝이 노랗게 변하고 생육이 부진해짐(대프니스)

- 잎이 위축되고 노랗게 변함(꼬꼬)→황화잎말림바이러스(TYLCV)



<하엽부터 잎끝이 노랗게 변하는 증상>



<황화잎말림바이러스병(TYLCV)>

○ 원인 및 조치사항

- 하엽부터 잎 끝이 노랗게 변하는 증상
- + K결핍 증상으로 나타남
- + 배액 및 배양액 분석결과 K양분의 결핍은 보이지 않았음
- + 뿌리의 발근 상태를 확인할 결과 뿌리 발달이 되지 못하고 썩어 있었음
- + 배지 온수난방을 45°C로 실시하고 있었음
- + 45°C 난방하게 되면 배지가 너무 뜨거워져 뿌리에 손상이 올수 있음
- + 뜨거운 물이 바로 들어오는 온실의 앞이 심하고 뒤쪽으로 갈수록 생육이 양호
- + 대책 : 적심하여 조기 수확 종료하고 배지 난방 온수 온도를 35°C 정도로 낮출 것
- 꼬꼬는 TYLCV 비저항성 품종이며 현재 30% 이상에서 병 발생
- + 적심하고 수확 조기 종료
- + 잎을 3장만 남기고 제거
- + 12월 말, 1월초에 Interplanting 실시

□ 농가명 : 양광식

- 면 적 : 8,000평
- 주 소 : 논산시 광석면
- 재배품종 : TY루비찰
- 기 타
 - 팜팜농업회사법인
 - 1-2W연동온실, 측고 5m 스마트팜, 단동온실
- 이상증상
 - 단동온실 2동에서 잎이 타고 꺾임증상 발생
 - 잎이 시들고 서서히 시드는 증상



잎이 타는 증상



썩은 뿌리

시드는 증상

○ 원인 및 조치사항

- 잎이 타는 증상

- + 천장에서 물이 떨어지고 잎에 결로가 발생함
- + 특히 커튼이 멈추는 곳에서 물이 많이 떨어짐
- + 해가 뜨고 천천히 온도가 올라가게 환기를 시킬 것

- 시드는 증상

- + 전체적으로 물이 균일하게 들어가지 않음
- + 적심하고 잎을 3엽만 남기고 제거할 것
- + 1월 중순경에 재 정식할 것
- + 관수라인을 다시 설치할 것

□ 농가명 : 배경민

○ 면 적 : 2,500평

○ 주 소 : 논산시 성동면

○ 재배품종 : 하이큐

○ 기 타

- 정식일 : 10월 25일

○ 이상증상

- 생장점이 괴사하는 증상



<생장점이 시들고 괴사하는 증상>

○ 원인 및 조치사항

- 무름병 진단
- + 접목 부위 상처로 세균이 들어와 발생



<접목부위 세균 감염으로 갈변>

- + 무름병은 감염력이 낮으므로 이병주 제거만하면 문제는 없음

□ 농가명 : 전영택

- 면 적 : 1,000평
- 주 소 : 청양군 청남면
- 재배품종 : TY시스펜
- 기 타
 - 귀농 5년차
 - 요소 0.05%로 엽면시비 하고 있음
- 이상증상
 - 생장점이 괴사하고 과일에 얼룩무늬 반점이 생기는 증상
 - 온실 측면의 잎이 타는 증상



생장점 괴사

과일의 열룩무늬 반점



잎끝이 타는 증상

○ 원인 및 조치사항

- 생장점 괴사 및 잎 열룩무늬 반점
 - + 반점위조바이러스 진단 됨
 - + 이병주는 즉시 제거하고 총채벌레 약제 방제
- 잎 끝이 타는 증상
 - + 잎 결로에 의한 것으로 진단됨
 - + 보온커튼을 한 번에 열고 있음
 - + 보온커튼을 천천히 열도록 컨설팅 하였음
 - + 요소염면시비는 온실 내 결로를 유도하므로 중지시킴
- 현재 광량에 비해 잎이 너무 많음
 - + 유인하여 늙혀진 줄기의 잎은 제거하고 1,2화방 과일이 햇빛에 노출되도록 컨설팅



적엽 전



적엽 후

- 농가명 : 진승희
- 면 적 : 1,500평
- 주 소 : 충남 논산시
- 재배품종
 - 244(일반토마토)
- 이상증상
 - 상위엽이 위축되었음
 - 하엽이 뒤틀리고 퇴색되었음



- 원인 및 조치사항
 - 상위엽이 위축된 것은 호르몬장애로 판단 됨
 - 하엽이 뒤틀리고 퇴색된 것은 저온장애로 진단 됨
 - + 호르몬장애는 저온장애 2차 피해로 진단
 - 야간 난방온도를 올리고 낮에는 환기를 하여 고온이 되지 않도록 관리 할 것

- 농가명 : 김용운
- 면 적 : 2,500평
- 주 소 : 충남 부여군
- 재배품종
 - 센스큐(대추방울토마토)
- 이상증상
 - 생장점이 위축됨
 - 위축증상이 일부온실 바깥쪽에서 발생 함



○ 원인 및 조치사항

- CMV, TMV 키트검사결과 음성 반응
- 2-4D 제초제 피해로 진단 됨
- + 정식 전 2-3중 사이에 2-4D 제초제를 처리 함
- + 1중 비닐을 내리지 않아 제초제 살포 시 공기 중으로 증산 한 후 1중 비닐에 붙어 있다가
결로와 함께 제초제가 토마토에 묻게 되어 장애를 받은 것으로 진단 됨
- + 결순을 키워 회복되면 정상적으로 재배하고 결순도 제초제 피해가 나오면 제거하고 이웃포기
에서 2줄기 재배
- + 다음 작기부터는 제초제 처리 시 1중 비닐을 내리고 할 것

□ 농가명 : 표영길

- 면 적 : 1,800평
- 주 소 : 충남 부여군
- 재배품종
 - 하이큐(대추방울토마토)
- 이상증상
 - 잎에 반점이 생기고 시들어 고사함
 - 떡잎이 떨어진 자리에 세균이 침투한 흔적이 있음



○ 원인 및 조치사항

- 무름병으로 진단 됨
- 떡잎이 떨어진 상처로 세균이 침입함
- 이병포기를 제거하면 문제는 없을 것으로 판단됨
- 결로가 떨어지지 않게 관리할 것

□ 농가명 : 최형남(사비터전)

- 면 적 : 3,500평
- 주 소 : 충남 부여군
- 재배품종
 - 베타티니(대추방울토마토)
- 참고사항
 - 측고 5.5m 대형온실
 - Interplanting 한지 10일 지났음
- 컨설팅 내용
 - 배지 내 습도가 높게 관리되고 있음
 - 배액이 나오지 않게 하고 습도를 내려줄 것 (현재 배액률 20%)
 - 관수량은 현재 수확하는 작물이 아닌 새로 정식한 식물 위주로 관리 할 것

□ 농가명 : 임병관

- 면 적 : 1,400평
- 주 소 : 충남 부여군
- 재배품종
 - TY시스펜(노랑색 대추방울토마토)
- 기타사항
 - 솔래육묘장
- 이상증상
 - 지하부와 지상부의 경계부위가 잘록해지고 고사함
 - 생장점과 주변 잎이 위축됨



○ 원인 및 조치사항

- 잘록해지고 시들어 죽는 원인
 - + 잘록병(Phytlum)으로 진단됨
 - + 피복 비닐이 식물체 줄기에 닿아 상처가 생기고 습이 높아 발생
 - + 피복 비닐을 넓게 벌릴 것
- 생장점과 잎이 위축됨
 - + 2-4호르몬 장애로 판명됨
 - + 농약은 살포한 것이 없으며 뿌리발근제라 불리는 4종복합비료를 관주하였음(4종 복합비료 성

분 분석 필요)

+ 회복하기 어려우므로 재 정식할 것

□ 농가명 : 조길현

○ 면 적 : 1,400평

○ 주 소 : 충남 부여군

○ 재배품종

- 하이큐(대추방울토마토)

○ 이상증상

- 온실의 바깥쪽에서 생장점이 노랗게 변하면서 생장이 멈춤

- 온실의 바깥쪽에서 생장점과 잎이 위축됨



○ 원인 및 조치사항

- 생장점이 노랗게 변한 것은

+ 글라이신계 제초제에 의한 것으로 진단됨

+ 8월에 1, 2, 3중 비닐 사이 제초제를 살포하였고 제초제가 증발하여 1중 비닐에 붙어 있다
결로가 생기면서 식물체에 떨어짐

- 생장점과 잎이 위축된 것은

+ 2-4D 제초제 장애로 판명됨

+ 8월에 1, 2, 3중 비닐 사이 제초제를 살포하였고 제초제가 증발하여 1중 비닐에 붙어 있다
결로가 생기면서 식물체에 떨어짐

- 제초제가 피해 발생된 식물체는 제거하고 다음 작기부터 제초제 살포 시 제초제가 온실
안쪽에 묻지 않게 1중 비닐을 내리고 살포할 것

□ 농가명 : 현동섭

○ 면 적 : 3,000평

○ 주 소 : 충남 부여군

○ 재배품종

- 미니찰(대추방울토마토)

○ 기타

- 수경재배, 코이어배지, 부자가 온실운영 2곳

- 9월 초 정식

○ 이상증상

- 식물체가 시들고 속이 비는 증상
- 1, 2화방 과일은 크나 급격하게 세력이 약해지고 꽃이 많이 핼



○ 원인 및 조치사항

- 식물체가 시들고 속이 비는 증상
 - + 식물체 크기에 비해 뿌리의 발달이 저조함
 - + 정식 후 바로 2줄기 재배를 하였음
 - + 뿌리 발달이 정상적으로 되지 않은 상태에서 2줄기 재배함으로써 증발량이 과다하여 뿌리 발달이 되지 못함
- 1, 2화방 과일이 크고 세력이 약해진 원인
 - + 야간 최저온도는 10°C 내외로 낮고 주간에는 25도 이상 관리하여 주야간 온도차가 너무 커 극단적인 생식생장으로 치우침
- 대책
 - + 재 정식이 유리할 것으로 판단됨
 - + 3엽만 남기고 적엽하여 과일의 숙기를 빠르게 하고 묘를 준비하여 1월 중하순경 Interplanting 실시

제3장 목표달성도 및 관련 분야의 기여도

제 1절 목표 달성도

□ 성과 평가 척도(세부추진 목표 및 가중치)

년도	세부 구분	세부 추진 목표	가중치 (%)	평가
1차년도	1세부	클라우드 기반 온실 내·외부 환경센서 개발	40%	테스트베드 수
		개발 센서 테스트베드 적용	30%	설계서
		클라우드기반 센서 모델 설계	30%	설계서
	2세부	농업 빅데이터 전처리 및 모니터링	50%	농가별 환경/생육 데이터(1)
		농가 별 환경변수 패턴 비교 분석	20%	데이터 정의서
		환경과 생육 데이터 간 관계 분석 및 분석 플랫폼 구축	30%	데이터 분석 플랫폼
	3세부	농가 애로사항 사전 조사 및 수요조사	50%	설문지
		농가 컨소시엄 구성 및 운영(충남 15개 스마트팜)	50%	참여확약서
	2차년도	1세부	클라우드 기반 온실 내·외부 환경센서 개발	50%
개발 센서 테스트 베드 적용			50%	자체 평가
2세부		2차 데이터 전처리 및 모니터링	30%	농가별 환경/생육 데이터(2)
		생육상태 세분화 및 생육상태에 따른 환경 조건 추출	30%	생육조건
		최적의 생육조건 예측모델 개발	40%	생육조건 예측모델
3세부		농가 컨소시엄 운영	50%	운영 건수
		양액/배액 분석	50%	분석보고서
3차년도		1세부	자율제어 시스템 테스트 베드 적용	30%
	온실환경 자율제어시스템 제어 유효성 검사		30%	보고서(자체)
	생육률 엔진기반 자율제어 시스템 개발		40%	상용화 제품
	2세부	3차 데이터 전처리 및 모니터링	30%	농가별 환경/생육 데이터(3)
		생육상태 예측모델 평가	30%	결과보고서
		농장 맞춤형 자율제어 추천모델 개발	40%	맞춤형 자율제어 추천모델
	3세부	농가 컨소시엄 운영	50%	운영 건수
		개발기술(시스템 및 서비스) 시범보급	50%	보급 건수

□ (1세부)

- 클라우드 기반 지식공유 농업플랫폼 구축(정보 수집/ 보급 체계 확보)
 - 사용자가 농장관리, 이력관리, 설정 값 입력 등을 통해 대시보드, 분석 보고서, 생육 모델, 농가 커뮤니티 기능을 사용할 수 있는 농업 플랫폼 개발 완료
- 클라우드기반 온실 환경 자율제어 시스템 및 정보 수집 장치 개발
 - 작물의 생육정도에 따라 제어 룰을 자동으로 생성하는 자율제어시스템 개발
 - 온실 내·외부 환경정보 무선센서 개발(설치 및 수리 간편)
- 생육 룰 엔진 개발
 - 입력 데이터 기반 룰 제어를 위한 입출력 기능 개발 완료

□ (2세부)

- 농업 빅데이터 기반 최적 생육조건 분석 솔루션 개발
 - 농정원 빅데이터 전처리 및 씨드림 데이터 전처리 데이터 셋 확보
 - 성장(육)량 및 생산량 예측 모델 성능 평가 완료(convLSTM모델의 성장량 예측 평균 성능 0.805, 생산량 예측 평균 성능 0.981 달성)
 - 농장별 학습 모델을 적용하여 전체 농가의 평균가 비교 분석하는 솔루션 개발 완료

□ (3세부)

- 농가 컨소시엄 운영
- 개발 기술 시범 보급

□ 정량적 평가지표 목표 및 달성도

성과목표	사업화지표										연구기반-지표									
	지식 재산권-			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인 증	학술성과			교 육 지 도	인 력 양 성	정책 활용-홍보		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		논 문 평 균 IF			학 술 발 표	정 책 활 용		홍 보 전 시
												SC I	비 SC I							
단 위	건	건	건	건	백 만 원	건	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치	10	10		5	5	5	5	5	10	5	10			5	5	5	5	5		
최종목표	5	5	-	2	100	10	59,415	2,700	24	2,500	6	6	5	-	13	32	43	17	23	16
1차년도	목표	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	1	2	1	2	2	2
	실적	1	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	3	8	3	2	2	2
2차년도	목표	1	-	-	-	1	-	-	2	-	2	-	1	-	2	2	2	3	3	2
	실적	1	-	-	-	1	-	-	2	-	2	-	3	-	5	3	1	4	9	2
3차년도	목표	2	-	-	-	3	15	-	1	-	2	1	1	-	2	3	2	3	5	2
	실적	0	-	-	-	0	-	-	0	-	0	1	1	-	3	7	3	3	0	0
달성율(%)	67				100				84		50	100	100		220	257	120	112	110	80
종료 1차년도	목표	1	1	-	-	3	900	-	3	-	2	1	1	-	1	-	-	-	-	-
종료 2차년도	목표	1	2	-	2	100	4,500	-	1	-	2	1	-	-	1	-	-	-	-	-
종료 3차년도	목표	-	-	-	-	3	9,000	200	3	500	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-
종료 4차년도	목표	-	1	-	-	-	15,000	500	5	1,000	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-
종료 5차년도	목표	-	1	-	-	-	30,000	2,000	5	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-

□ 연구성과(해당되는 성과만 기재)

○ 국내외 논문 게재

No	논문명	학술지명	주저자명	호	코드번호		C-06-01		
					국명	발행기관	SCI여부 (SCI/비SCI)	게재일	등록번호
1	seq2vec: Analyzing Sequential Data Using Multi-Rank Embedding Vectors	Electronic Commerce Research and Applications	김화중			Electron ic Commer ce Researc h and Applicat ions	SCI	심사중	
2	ConvLSTM을 사용한 토마토 생산량 및 성장량 예측 모델에 관한 연구	한국정보기술 학회 한국정보기술 학회논문지	홍성은	1	대한민 국	한국정보 기술학회	비SCI	게재확 정	

○ 국내 및 국제학술회의 발표

No	회의명칭	발표자	발표일시	코드번호	
				장소	국명
1	The 9th International Conference on Information Communication and Management	김화중	2019.08.25	프라하	체코
2	The 9th International Conference on Information Communication and Management	차경진	2018.08.25	프라하	체코
3	한국통신학회 하계학술대회	이현수	2019.06.20.	라마다프라자 호텔	
4	한국통신학회 하계학술대회	신주환	2019.06.20.	라마다프라자 호텔	
55	한국통신학회 하계학술대회	박태주	2019.06.20.	라마다프라자 호텔	

○ 전문연구 인력양성

			코드번호		C-06-06								
No 1	분류	기준 년도	현 황										
			학위별				성별		지역별				
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타
1	농업 빅데이터 분석	2019	1	-	2	-	○	-	-	-	-	-	○

- 홍성은 박사과정 수료 후 연구원으로 계속 빅데이터 분석 연구 수행 중
- 이현수 학사과정 수료 후 석사과정으로 빅데이터 분석 연구 수행 중
- 김태성 학사과정 졸업(농업 빅데이터 분석 인력 배출)

○ 기타

- 정책활용

일시	대상	주요내용	비고
2019.07.29	충남 농업기술원	충남 스마트팜 종합 정보 시스템 구축	스마트팜 원격 제어 및 모니터링, 농가 경영 관리, 상담 서비스 등 3가지 응용 시스템으로 나눠 설계하고 내년부터 딸기, 토마토 농가 40곳을 대상으로 정보를 수집해 생산·출하 전 과정에서 농가별 맞춤형 컨설팅을 실시함. 정보 공유 기능을 통해 효율적인 농장 운영에 도움을 줄 예정
2019.10.24	충남 농업기술원 과채연구소	토마토 재배 수량성 향상 방안으로 적정 잎 관리법 소개	단동 하우스에서 재배하는 토마토의 광 투과와 공기 순환 등 대형하우스와 동일하게 관리하는 문제를 지적하고 단동 하우스의 적정 방안을 제시
2020.01.02.	충남 농업기술원	스마트팜 운영과 환경관리 책자 발간	스마트팜 농가의 데이터 수집과 분석을 추진하면서 습득한 기술들을 정리, 스마트팜 기초 이론, 센서 활용방법, 작물별 환경 관리 요령 등 스마트 팜 운영과 환경관리 내용 제시

- 기타 (타 연구활용)

지원기관부처 /지원기관사업명	연구과제명	연구 책임자	활용 내용
과학기술정보통신부/ 정보통신·방송 연구 개발 사업	빅데이터 자동 태깅 및 태그 기반 DaaS 시 스템 개발	강원대학교 김화종	농업 데이터 기반으로 개발된 시퀀스 데이터 분석 알고리즘의 일부 기술인 오토인코딩 기술을 태깅을 생성하기 위한 피쳐 추출 알고리즘으로 활용하였음
		총 연구기간	
		2016.09.01. ~ 2018.12.31	
과학기술정보통신부/ 중견 연구 지원사업	시퀀스 데이터 분석 성능 향 상을 위한 다 차원 임베딩 기술 연구	강원대학교 김화종	스마트 팜 빅데이터와 씨드림에서 수집된 데이터를 활용한 시퀀스 데이터 분석 성능 향상 학습 모델 연구 개발 수행
		총 연구기간	
		2019.03.01. ~ 2022.02.28	

□ 연구기반-지표에 따른 성과 자료

○ SCI 논문 실적

- Electronic Commerce Research and Applications (SCI논문 심사 중)

+ 논문 제목 : seq2vec: Analyzing Sequential Data Using Multi-Rank Embedding Vectors

+ 저자 : 김화중, 홍성은, 차경진

+ 해당 내용 : 시퀀스를 예측하는 학습 모델의 개발에 있어 Auto-encoder와 convLSTM 아키텍처를 사용하는 seq2vec기술의 적용 분야에 농업 생산량 데이터를 사용하였으며, 이를 사용한 생산량 예측 모델의 성능 평가결과를 통해 seq2vec 학습 방법이 생산량 데이터 예측 (회귀 예측) 성능 향상에 기여한다는 것을 증명하였음.

seq2vec: Analyzing Sequential Data Using Multi-Rank Embedding Vectors

ABSTRACT

Over the past decade, most fields in machine learning and deep learning made great advancements. However, progress in methods to analyze sequential data have been relatively stagnant. Sequential data is data that is organized into sequences including sensor data (e.g. temperature, humidity, vibration, sound) and event data (e.g. web clicks, product purchases, crop harvests, hospital treatments). With over 26 billion connected Internet of Things (IoT) devices expected by 2020 (Gartner, 2017), and these “things” collecting sequential data, demand for improved sequential data analysis is increasing exponentially. There are six major challenges in sequential data analysis: high dimensionality, time variance, categorical variables, interpretability, data fusion, and privacy. We propose seq2vec, a deep learning-based method that tackles these problems by encoding sequential data into a multi-rank embedding (MRE) for subsequent analysis. The first rank (row) of the MRE contains the compressed temporal information of the original data and each rank thereafter is an embedding vector of a specific block of the original data. Our experiment result show that seq2vec increased performance in downstream tasks like clustering electric usage patterns, forecasting crop yield data, and classifying ECG readings. Additionally, the embedded data does not contain sensitive personal information and can be shared with fewer privacy concerns. Future work involves analyzing sequential event data and behavior data for applications like recommendation systems.

Keywords

data embedding, sequential data analysis, event data, deep learning, multi-rank embedding, vector embedding, time series analysis

1. INTRODUCTION

Machine learning researchers have made great progress over the last few decades. Traditional machine learning models such as Support Vector Machines, Random Forest, and Gradient Boosted Trees, which usually deal with structured tables of numerical and categorical data, have been successfully applied to prediction tasks (Jordan et al., 2015) and recommendation systems as well (Portugal et al., 2018; Zang et al., 2018). Recently, Convolutional Neural Network (CNN) and Recurrent Neural Network (RNN) deep learning models have shown excellent performance in processing unstructured data such as images (Wang et al., 2016), signals (Ye et al., 2017, Rahhal et al., 2016), voice (Bahdanau et al., 2016), and text (Zhang et al., 2015). For example, in just the past year, deep



ISSN: 1567-4223

- Submit Your Paper
- Supports Open Access
- View Articles
- Guide for Authors
- Abstracting/ Indexing
- Track Your Paper
- Order Journal

Journal Metrics

- CiteScore: 4.80
- Impact Factor: 2.911
- 5-Year Impact Factor: 3.661
- Source Normalized Impact per Paper (SNIP): 1.879
- SCImago Journal Rank (SJR): 1.072
- View More on Journal Insights

Your Research Data

- Share your research data
- Data in Brief co-submission
- MethodsX co-submission

Related Links

- Author Stats
- Researcher Academy
- Author Services
- Try out personalized alert features

Electronic Commerce Research and Applications

Editor-in-Chief: Christopher Yang

View Editorial Board

Electronic Commerce Research and Applications aims to create and disseminate enduring knowledge for the fast-changing e-commerce environment. A major dilemma in e-commerce research is how to achieve a balance between the currency and the life span of knowledge.

Electronic Commerce Research and Applications...

Read more

Most Downloaded Recent Articles Most Cited Open Access Articles

Fintechs: A literature review and research agenda

Eduardo Z. Milian | Mauro de M. Spinola | ...

The limits of trust-free systems: A literature review on blockchain technology and trust in the sharing economy

Florian Hawlitschek | Benedikt Notheisen | ...

Antecedents of trust and continuance intention in mobile payment platforms: The moderating effect of gender

Zhen Shao | Lin Zhang | ...

View All Most Downloaded Articles

Announcements

Heliyon Partner Journal

This journal has partnered with Heliyon Computer Science, a dedicated section of Heliyon, an open access journal from Cell Press that publishes scientifically accurate and valuable research in computer science. Heliyon Computer Science aims to make it easier for authors to share their research with a global audience quickly and easily, while benefitting from the subject-area expertise of specialized section editors, who ensure your work is considered fairly and reaches the right audience. Authors can quickly and easily transfer their research from a Partner Journal to Heliyon without the need to edit, reformat, or resubmit.

Learn more

View All

News

Computer Science Catalogue 2018-2019

Electronic Commerce Research and Applications celebrates 15 years of publication

Change in reference style

View All

Feedback

○ 비 SCI 논문 실적

- 한국정보기술학회 한국정보기술학회논문지 2020-1월호 게재 예정 논문
- + 논문 제목 : ConvLSTM을 사용한 토마토 생산량 및 성장량 예측 모델에 관한 연구
- + 저 자 : 홍성은, 박태주, 방준일, 김화중

Journal of KIIT, Vd. 11, No. 0, pp. 00-00, 00.00, 2013. pISSN 1508-8619, eISSN 2093-7571 1

ConvLSTM을 사용한 토마토 생산량 및 성장량 예측 모델에 관한 연구

*홍성은, *박태주, *방준일, **김화중

A Study on the Prediction Model for Tomato Production and Growth Using ConvLSTM

Hong Seong Eun*, Bang Jun Il*, Park Tae Joong*, Kim Hwa Jung

이 논문은 2019년도 농림축산식품부의 재원으로 농림수산식품 기술기획평가원(첨단생산기술개발사업) 지원사업의 연구결과로 수행되었음(116116-03-1-SB010) 또한 이 논문은 2019년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2019007059)

요약

스마트 팜의 생육, 생산량의 정확한 예측모델은 스마트 팜의 생산성 향상 및 자동화에 가장 중요한 기술이다. 하지만, 국내의 생육 및 생산량 예측 연구는 연 단위, 월 단위의 생산량 예측연구가 대부분이다. 스마트 팜과 같은 농장 단위 데이터를 사용한 예측 모델 개발연구는 미흡하며, 생산량 예측(추정)을 위한 연구에서는 데이터 기반이 아닌 통계모델을 도출하는 연구가 대부분이다. 그렇기에, 본 연구자는 데이터기반 생육, 생산량 예측에 대한 연구로 스마트 팜 환경에서 발생한 데이터를 사용한 예측모델을 개발하였다. 연구에서는 다중선형회귀, 랜덤 포레스트, 딥러닝(ConvLSTM) 알고리즘을 비교분석하였고, 딥러닝 기법을 적용한 ConvLSTM 모델이 개별 농가와 평균 농가의 R^2 점수가 가장 높았다. 실험 결과 생산량 예측 모델의 R^2 점수는 0.981이고, 성장량 예측 R^2 점수는 0.805를 얻었다.

Abstract

The most important technology is the accurate prediction model of the growth and production of smart farms. However, domestic research is largely based on annual and monthly production forecast studies. Predictive model studies using farm unit data are insufficient, and studies for output forecasting (assumption) are being conducted to derive statistical models, not data-based ones. Therefore, the researcher developed a data-based growth and production prediction model using data from smart farm environments. In the study, multi linear regression, random forest and deep learning algorithm (ConvLSTM) were compared, and the ConvLSTM model, which applied deep learning technique, had the highest R^2 score for individual and average farmers. The R^2 score for the production forecast model was 0.981, and the R^2 for the growth forecast was 0.805.

Keywords

smart farm, deep-learning, machine learning, sequence data, farm automation

* 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과
 - ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7469-2439>
 - ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3193-8881>
 - ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0562-1572>
 ** 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 교수(교신저자)
 - ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3622-390X>

- Received: Nov. 21, 2019, Revised: 000. 00, 2018, Accepted: 000. 00, 2018
 - Corresponding Author: Hwa-Jong Kim
 Dept. of Computer and Communications Engineering, Gangwon National Univ., Gangwondaehak-gil 1, Chuncheon-si, Gangwon-do, Korea
 Tel.: +82 10-3169-6323, email: hjkim3@gmail.com

+ 게재확정 결과

사단법인 한국정보기술학회

우 35240 대전 서구 둔산로 133 둔산현대아이텔 1713호

TEL:042)488-2015/ FAX:042)487-8033

시행일자 : 2020. 01. 09

수 신 : 홍성은님

제 목 : 사단법인 한국정보기술학회 논문지 게재 협조요청

1. 논문제목 : ConvLSTM을 사용한 토마토 생산량 및 성장량 예측 모델에 관한 연구
저 자 : 홍성은, 박태주, 방준일, 김화중
2. 본 학회에서는 귀하의 논문이 한국정보기술학회 논문지에 게재예정임을 알려드리며 다음과 같이 게재료를 청구하오니 협조 부탁드립니다.
3. 논문에 관하여 모든 납입이 확인되지 않을 경우 논문게재가 연기될 수 있으며, 논문에 문제가 생기거나, 학회 사정으로 인해 게재 시점이 연기될 수 있습니다.

- 다 음 -

1) 회원여부 (2020년 01월 09일 정회원 기준)

성 명	회원이입여부	가입비납부	연회비납부	미납금액
홍성은	O	O	X	40,000
박태주	X	X	X	70,000
방준일	O	O	X	40,000
김화중	O	O	X	60,000

* 해당 논문 저자 모두 회원가입 및 연회비 납부 되어야 하며 미가입, 미납부 시 논문 발송이 지연될 수 있습니다. (<http://www.ki-it.or.kr> 회원정보란 참조)

* 납부계좌정보: 농협 418-01-335311 (사단법인 한국정보기술학회)

2) 심사료 및 게재료

- 심사료 : 100,000원 (완납)

- 게재료 : 740,000원 (납부요망)

* 납부계좌정보: 농협 418-01-335311 (사단법인 한국정보기술학회)

사단법인 한국정보기술학회



○ 학술발표

- The 9th International Conference on Information Communication and Management(ICICM 2019)

+ 논문 제목 : A neural network based prediction model of tomato harvesting patterns

+ 저 자 : 차경진, 정재진, 김화중



Acceptance Letter

Paper ID : CPI-2001-A
Title : A neural network based prediction model of tomato harvesting patterns
Authors : Kyung Jin CHA, Jaemin Jung and Hwa Jong KIM

To whom it may concern,

Congratulations!

Based on the recommendations of the reviewers and the Technical Program Committees, we are pleased to inform you that your abstract identified above has been accepted for oral presentation, without publication. You are cordially invited to present the abstract orally at **ICICM 2019**. Welcome to visit <http://icim.org/> for more information. ICICM 2019 will be held on August 23-26, 2019 in Prague, Czech Republic.



Registration Procedure:

1. Click the link for the registration form:
<http://icim.org/presenter-registration.docx>
(Please fill out the form, complete the payment as instructed in it)
2. Return the materials below to secretary@icim.org by **June 30, 2019**.
 - 1) / completed registration form (Word format)
 - 2) / payment proof



A neural network based prediction model of tomato harvesting patterns

Hwa Jong KIM

Kwangwon National University
Dept. Computer and Communications
Engineering Kangwon National
University, Republic of Korea
+82-33-250-6323
hjkim3@gmail.com

Jaijin Jung

Dankook University
Department of Applied Computer
Engineering, Dankook University,
Republic of Korea
82-10-9402-5243
dothan@dankook.ac.kr

Kyung Jin CHA

Kwangwon National University
Dept. Business Administration
Kangwon National University,
Republic of Korea
+82-33-250-6134
Kjcha7@gmail.com

ABSTRACT

There have been many approaches in developing prediction models for crop harvesting. They are usually aimed to predict mass harvesting or mass density. In this research, we suggest a model which can distinguish harvesting patterns of tomato, recognizing whether the tomato is growing well or not. By knowing the present growing pattern, we can control the green house environment settings to improve the harvesting. When developing crop prediction models, most difficult part is feature engineering and preparing the predictor data. However a deep neural network (DNN) model can minimize the feature engineering. We used tomato data from a green house in Korea size of 6,000 m², of several crop durations of 4- 8 months including growing and harvest periods. We developed a DNN based model for predicting harvest patterns of wellness of tomato. We compared models with RandomForest, RNN, and CNN. Main prediction variables are temperature and humidity. The response variable is the goodness of harvest, predicting harvest will be better or not in the up coming week. Usually CNN with 1-dimensional filter is better in computation and pattern recognition of time series data. We used the humidity and temperature data because they are known as most important factor and can be measured accurately and objectively than other sensor data. For example, we excluded ground moisture and nutrient content. Nutrition data is hard to record and depends on the brand, density and frequency of nutrition. Rather than trying to get an accurate model to predict the next mass harvest, we suggested a stable and extendable model which can be used to advise controlled information to adjust temperature and humidity in a green house.

- The 9th International Conference on Information Communication and Management(ICICM 2019)
- + 논문 제목 : Artificial Neural Network Model for Predicting Tomato Production in Smart Farm
- + 저 자 : 김화중, 홍성은, 차경진



Acceptance Letter

Paper ID : CP1-2002-A
 Title : Artificial Neural Network Model for Predicting Tomato Production in Smart Farm
 Authors : Hwa Jong Kim, Seong Eun Hong, Kyung Jin Cha

To whom it may concern,

Congratulations!

Based on the recommendations of the reviewers and the Technical Program Committees, we are pleased to inform you that your abstract identified above has been accepted for **oral presentation, without publication**. You are cordially invited to present the abstract orally at **ICICM 2019**. Welcome to visit <http://icicm.org/> for more information. ICICM 2019 will be held on August 23-26, 2019 in Prague, Czech Republic.



Registration Procedure:

1. Click the link for the registration form:

<http://icicm.org/presenter-registration.docx>

(Please fill out the form, complete the payment as instructed in it)

2. Return the materials below to secretary@icicm.org by **June 30, 2019**.

1) / completed registration form (Word format)

2) / payment proof



Artificial Neural Network Model for Predicting Tomato Production in Smart Farm

Hwa Jong KIM	Sung Eun Hong	Kyung Jin CHA
Kwangwon National University	Kwangwon National University	Kwangwon National University
Dept. Computer and Communications Engineering	Dept. Computer and Communications Engineering	Dept. Business Administration
Kangwon National University, Republic of Korea	Kangwon National University, Republic of Korea	Kangwon National University, Republic of Korea
+82-33-250-6323	+82-33-250-6323	+82-33-250-6134
hjkim3@gmail.com	sungkenh@gmail.com	Kjcha7@gmail.com

ABSTRACT

Recently, with the emergence of smart farm technology, various IoT devices were installed in cultivation environment facilities, and the environment of the farm is measured, collected and controlled to create an optimum environment for crops. The increase in the number of Smart Farm-enabled farms is accumulating environmental data measured of farms. An analysis of the collected environmental information and crop growth information was carried out under the assumption that a model would be possible to predict the yield of crops.

In our research, we have developed an artificial neural network model that predicts the production of tomatoes using input information of environmental information (temperature, humidity, carbon dioxide, radiation, etc.) collected by IoT devices to predict the production of smart farm technology.

The work carried out in the study is a layering of the artificial neural network model for the prediction of yield and the process of integrating the units of continuous data collected directly by the IoT device.

Existing crop production forecasting was mainly a study of finding a linear equation consisting of input data and weighting, like the regression model. [1-2] Research has shown that we have developed a more data-based yield prediction model using a variety of input data given the latest deep-learning techniques. In addition, future studies of this model can be used as an input to the control of the cultivation environment if it is possible to predict the yield according to the input of the current state of the given environmental factor.

REFERENCES

- [1] Ehret, David L., et al. "Neural network modeling of greenhouse tomato yield, growth and water use from automated crop monitoring data." *Computers and Electronics in Agriculture* 79.1 (2011): 82-89.
- [2] Myung Hwan Na, et al. "A Study on Optimal Parameters of Tomato Using Smart Farm Data", *Journal of the Korean Data & Information Science Society* 28.6(2017): 1427-143

- 2019년도 한국통신학회 하계종합학술발표회
- + 논문 제목 : 상태유지 LSTM을 이용한 기온 예측 모델 제작에 대한 연구
- + 저 자 : 이현수, 홍성은, 방준일, 신주환, 김화종

2019년도 한국통신학회 하계종합학술발표회

상태유지 LSTM을 이용한 기온 예측 모델 제작에 대한 연구

이현수, 홍성은, 방준일, 신주환, 김화종*
강원대학교, *강원대학교

digustn1116@kangwon.ac.kr, hongsungeon@nate.com, tkfka965@gmail.com
juhwan9477@gmail.com, *hjkim3@gmail.com

A Study on Modeling of Temperature Prediction Using Stateful LSTM

Lee Hyeon Su, Hong Sung Eon, Ban Junil, Shin Ju Hwan, Kim Hwa Jong*
Kangwon Univ., *Kangwon Univ.

요 약

본 논문은 기온 예측을 통한 순환신경망에 대한 기초 지식 습득과 성능 및 일반화 능력 향상을 위한 연구에 대하여 작성하였다. 또한, 순환신경망의 한 종류인 LSTM을 사용하여 시계열 데이터를 처리할 때 사용할 수 있는 기법에 관한 연구와 모델 제작 시 성능을 끌어올릴 수 있는 다양한 최적화 방법들에 대해 연구를 진행하였다. 해당 연구를 통해 시계열 데이터 처리에 관한 성능을 개선할 수 있을 것이라 예상되고, 향후 시실원에 생산량 증대 및 경영비 절감을 위한 클라우드 기반 자율 제어 시스템 개발 연구에 적용할 예정이다. 이에 따라 해당 논문을 작성하였다.

I. 서론

시계열(Time Series)은 주기적으로 측정된 값들의 나열을 의미한다. 시계열 데이터는 값들의 순서가 매우 중요한 의미가 있는데, 발생일에 대한 정보를 포함하기 때문이다. 시계열 데이터 분석의 주목적은 데이터특성 파악을 통한 미래의 값을 예측하는 것이다.

RNN(Recurrent Neural Networks)은 은닉 노드가 방향을 가진 엣지로 연결되어 순환 구조(Directed cycle)를 이루는 인공신경망의 한 종류로, 음성, 문자 등 순차적으로 등장하는 데이터 처리에 적합한 모델이다. 시퀀스 길이와 관계없이 입력과 출력을 받아들이 수 있는 구조이기 때문에 필요에 따라 다양하고 유연하게 설계를 할 수 있다는 장점이 있다.

LSTM(Long Short Term Memory)[1]은 순환신경망(RNN)의 주요 모델 중 하나로, 순환신경망의 주요 문제점인 장기 의존성 문제를 해결할 수 있으며, 직전 데이터뿐만 아니라, 거시적으로 과거 데이터를 고려하여 미래의 데이터를 예측할 수 있다는 장점이 있어, 현재 다양한 분야에서 널리 사용되고 있다.

본 논문은 LSTM에서 상태 유지 옵션을 추가한 순환신경망 모델을 구현하여 연구를 진행했고, 연구 결과를 다른 신경망 모델과 비교하며 서술하였으며, 향후 시실원에 생산량 증대 및 경영비 절감을 위한 클라우드 기반 자율 제어 시스템 개발 연구에 적용할 목적으로 작성되었다.

II. 본론

순환신경망은 과거의 이벤트가 미래의 결과에 영향을 줄 수 있는 순환 구조로 되어 있어, 연속적인 속성을 띠고 있는 시계열 데이터를 학습하며 예측하는데 적합한 모델이다.

단순 순환신경망(Simple-RNN)은 이전 정보를 현재 작업으로 연결할 수 있는, 시계열 데이터 처리에 적합한 딥러닝 모델이나, 밀리 있는 이전 작업의 정보를 현재 작업에 직접 연결하기 힘든 장기 의존성(Long-Term Dependency) 문제가 존재한다.

곱 연산만을 사용하며 장기 의존성 문제가 존재했던 단순 순환신경망을, 합 연산을 추가하며 Vanishing Gradient를 개선한 LSTM은 데이터의 단기(short) 정보와 함께, 오래된(long) 정보를 함께 고려하며 출력을 만든다는 데 의미를 두고 있다.

모델 학습을 위해 신경망에 학습 가능한 형태로 데이터를 전처리한다. 학습에 사용할 데이터에 있는 각 시계열 특성의 절대적 범위가 서로 다르므로, 각 개별적 특성은 같은 범위를 가진 작은 값으로 정규화한다.

본 논문의 문제는 lookback만큼 이전 시간대로 돌아가서 매 steps마다 샘플링을 진행한 후, 샘플링 데이터를 바탕으로 delay 이후의 온도 예측을 진행하는 것으로 정의한다[2]. 초기 모델은 64개의 메모리 단위가 있는 LSTM 레이어이며, 시퀀스를 반환하고 optimizer는 RMSProp[3]을 사용했다. 손실함수는 MAE이며, 결과는 그림1과 같다.

0979

www.kicet.or.kr | P-ISSN 115-2844 | E-ISSN 2020-01-10-10979

- 2019년도 한국통신학회 하계종합학술발표회
- + 논문 제목 : 인공지능을 활용한 과거 기상 데이터 분석 기반 날씨 예측
- + 저 자 : 신주환, 홍성은, 이현수, 김선욱, 김화종

2019년도 한국통신학회 하계종합학술발표회

인공지능을 활용한 과거 기상 데이터 분석 기반 날씨 예측

신주환, 홍성은, 이현수, 김선욱, 김화종*

강원대학교, *강원대학교

iuhwan9477@gmail.com, hongsunjeon@nate.com, djgustn1116@kangwon.ac.kr, king950411@gmail.com, *hikim3@gmail.com

Weather forecasting based on previous weather data analysis using artificial intelligence

Shin Ju Hwan, Hong Sung Eon, Lee Hyeon Su, Kim Sun Wook, Kim Hwa Jong*
Kangwon National Univ., *Kangwon National Univ.

요약

현대에서 기상 예측은 전문 관측장비를 사용하여 기상예보를 하며 기상 데이터 또한 활용하여 예측한다. 기상청에서 정해진 기상 예측을 위해 많은 노력과 비용을 투자하지만 빈번히 틀린다. 기상 데이터를 인공지능을 통해 만든 기상 예측 모델은 기상청의 날씨 예측의 성능을 향상시킬 수 있다. 본 논문은 Python의 라이브러리를 활용하여 데이터 전처리 작업과 여러 가지 예측 모델도 분석하여 오늘 기상데이터와 내일 날씨의 관계를 분석한다. 데이터 전처리로 분석에 연관이 없거나 다량의 결측치가 존재하는 속성은 제외하였고 Z-Score를 측정하여 이상치 제거 후 높은 영향을 주는 특징 선택하여 독립변수를 활용하였다. 다음날 비가 오는지 여부에 대한 예측을 위해 Logistic Regression, RandomForest Classifier, Decision Tree Classifier, Support Vector Machine를 활용하여 이전 분류 모델을 만든 후 각 모델의 성능을 비교한다. 향후 환경 데이터에 따른 토마토 생산량 및 최적의 생육 조건의 연관성을 찾는 연구에 기상데이터를 적용시켜 연구를 할 예정이다.

I. 서론

현대사회는 4차 산업 혁명과 더불어 관련 기술들이 개발되고 있다. 이는 산업뿐만 아니라 과학계 전 분야에 빠르게 퍼지고 있다. 최근 기상 분야에서 선제적으로 4차 산업 혁명 관련 기술에 많은 투자를 하고[1] 상용화 하고자하는 시도들이 이루어지고 있다.[2] 외부 환경으로 인해 관측하지 못한 데이터를 인공지능 기법을 통해 배우거나[3] 전문 관측장비를 통한 자료와 기상 예측 모델을 상호보완적으로 활용할 수 있다. 현재의 예측과정에서 기상데이터 분석을 통한 예측은 정확도의 향상을 기대할 수 있다.[4] 카글(Kaggle)에서 제공한 기상데이터를 확인해보면 다음날 기상을 예측할 수 있는 여러 가지 독립 변수들이 있다. 데이터를 분석하는 방법 중 회귀 및 분류 등이 있으며 다음날 비가 오는지 여부에 대한 예측을 하는 것은 이전 분류 모델을 활용할 수 있다. 이를 통해 기상 예측을 할 수 있다면, 기상청을 날씨를 예측하는 과정에서 강력한 단서가 될 것이다.

데이터 전처리는 분석 모델의 성능을 좌우한다. 본 논문에서는 전처리 과정은 결측치 및 불필요한 속성 제거, Z-Score를 통한 이상치 제거, 데이터 스케일링, 강한 영향이 있는 특징 선택 순으로 진행한다.

전처리 과정을 통해 분석에 용이하게 만든 데이터로 네 가지 예측모델을 만들고 성능을 비교한다. 예측 모델은 Logistic Regression, Random Forest Classifier, Decision Tree Classifier, Support Vector Machine를 활용한다.

향후 환경 데이터에 따른 토마토 생산량을 예측하고 최적의 생육 조건을 발굴하는 연구에 기상에 관한 데이터를 적용시켜 보다 정확하게 분석할 예정이다.

II. 데이터 전처리

표 1은 서론에서 출처를 밝힌 데이터의 표본이다. 특정한 날씨의 기상데이터와 다음날 비가 오는지 여부에 대한 데이터가 있다. 이 데이터를 활용하여 이전 분류 모델을 훈련시키고 다음날 비가 올 것인지 예측한다. 데이터 분석을 위해 여러 단계를 거쳐 전처리 과정을 거친다.

표 1 기상 데이터 예시

Date	Location	MinTemp	MaxTemp	Rainfall	Sunshine
2018-12-01	Alb-ctr	13.4	22.9	0.0	NaN
2018-12-01	Alb-ctr	7.4	25.1	0.0	NaN
2018-12-01	Alb-ctr	12.9	25.7	0.0	NaN
2018-12-01	Alb-ctr	9.2	28.0	0.0	NaN
2018-12-01	Alb-ctr	17.5	32.1	1.0	NaN

관측치 비율

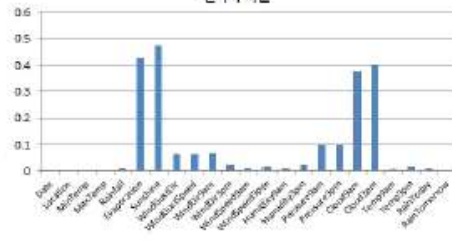


그림 1 결측치 비율 히스토그램

먼저, 불필요한 데이터와 다량의 결측치가 존재하는 데이터는 분석에 활

0971

Copyright © | ©2019.11.15. All Rights Reserved. Accessed 2020/01/13 12:10:27

- 2019년도 한국통신학회 하계종합학술발표회

+ 논문 제목 : 환경 데이터를 이용한 토마토 생장량 추정에 대한 연구

+ 저 자 : 박태주, 김화중

2019년도 한국통신학회 하계종합학술발표회

환경 데이터를 이용한 토마토 생장량 추정에 대한 연구

박태주, 김화중*

강원대학교, *강원대학교

A study on tomato growth prediction model using environmental data

Tae Ju Park, Hwa Jong Kim*

Kangwon Univ., *Kangwon Univ.

kccr001@naver.com, [*hikim3@gmail.com](mailto:hikim3@gmail.com)

요약

빅데이터와 사물인터넷의 활용을 통한 스마트팜(Smart Farm)에 대한 관심이 점점 높아지고 있다. 스마트팜은 정보통신기술 및 데이터 처리 방식을 농업에 활용하여 농업 효율성을 증대시킬 방안으로 주목받고 있으며, 시설 재배 간 수집되는 데이터의 분석을 통해 농업인들에게 필요한 정보를 제공 및 작물의 병해저지 않은 생육 정보 또한 발견할 수 있다. 이를 위해 대표적인 시설 재배 작물도 토마토를 선정하였으며, 관련 생육 연구에서 재배 최적 조건을 제시하고 있지만, 기존의 분석 연구에서는 최적값을 고려하지 않은 점을 확인할 수 있었다. 이에 착안하여 본 연구에서는 토마토 생장 간 영향을 끼치는 변수에 대하여 알아보고, 기존에 연구된 변수 간 최적값을 이용하여 생장량을 추정할 수 있는 변수 처리 방법과 이를 이용한 생육 추천 모델에 대하여 제시한다. 해당 모델에서는 특정 최적값이 명확하게 존재하는 온도, 습도, CO2를 우선적으로 고려하였다.

I. 서론

현대의 농사는 단순히 경험에 의존하는 경우를 벗어나, 연구자들에 의해 작성된 작물 정보를 가지고 이를 이용하는 방식이 대표적이다. 반면에 대한 통계는 시설 재배를 통해 해결할 수 있지만, 노동력의 사용 방식에 대한 변화를 가져왔을 뿐, 생육 관리와 운영에 대한 변화를 가져오지는 못했다. 이러한 점을 해결하기 위해 ICT 기술 및 농업을 접목시켜 농작 효율성을 증대하고자 한 것이 스마트팜(Smart Farm)이라고 볼 수 있다.

농민에게 있어 작물 재배 간 변인에 대해 통계가 가능하다고 하더라도 해당 변인이 해당 작물에 대해 어떻게 영향을 끼치는 것인지, 일정 기간 동안 생육이 정상적으로 이루어지지 않았는지 판단할 수 있는 기준이 없다면 경작 간 효율을 증대시키기 어렵다. 이 때문에 센서 및 생육 데이터의 수집, 저장의 중요성과 더불어 이를 활용할 수 있는 분석 모델의 필요성 또한 높아지고 있다.

기존 연구들은 독립 변수를 환경 변수의 누적값으로 이용하여 식물의 반응 정도를 정확하게 알기 어렵거나[4], 최적기준을 제시하였으나 이에 대한 생장 정도를 정확하게 활용하지 않았다[2].

본 논문에서는 이러한 점을 착안하여 분석 모델의 첫 번째 단계로, 시설 재배의 대표적인 식물인 토마토를 통해 기존 연구에서의 생육 추정 간 고려 대상이 아니었던 최적값에 대해 언급하고, 이를 환경 변수와 연계하여 생장량을 추정 할 수 있는 방법과 변수 처리에 대하여 제시하고자 한다.

II 토마토 생육 관련 변수 및 추정 생육 조건

• 온도

토마토는 생육은 온도와 양의 상관관계를 가진다. 또한 고온에서는 비교적 작은 파설이 되고 저온에서는 파설이 큰 특징이 있어 주야의 온도 교차가 있는 것이 적절한 크기의 파설생산에 적합하다. 토마토 식물체의 정상적인 생장과 발달 그리고 파설 차체에 적합한 낮 온도의 범위는 21~23.5℃ 이고, 낮 온도의 범위는 15.5~21℃ 이다.[1] 홍영복

은 시설 재배의 토마토를 통해 해당 토마토의 적정 재배 조건을 제시하였는데, 제시된 조건 표에서도 최적 조건의 범위는 유사함을 보였다.[2]

• 습도

토마토 재배에 적합한 공기습도는 65~70% 정도로 60% 이하에서는 부족현상이 일어난다. 토마토는 토양수분이 충분하고 공기습도가 낮은 건조기후에 적합한 작물로 토마토의 생육에는 다량의 토양수분을 필요로 한다.[1]

• 이산화탄소(CO2)

토마토는 식물체를 둘러싸고 있는 공기 안의 CO2 증가에 대해 민감하게 반응하는 생물이다. 해당 이산화탄소의 농도는 1000mg(gsm)이 적합하나, 해당 농도가 1,000mg 1-1 이상으로 존재하면 CO2 독성이 발생한다.[1]

일반적인 식물 재배과정에서 고려되어야 할 변수는 해당 변수 외에도 일사량, 관수량 및 횡수, 양액 등의 변수를 포함하고 있으나, 최적값 선정이 용이한 대표적인 변수들에 대하여 언급하였다.

III. 기존 연구 분석과 생육 수식 근거

나병환[3]은 토마토의 개2 화방부터 이후 화방들이 개화 후 수확을 할 때까지의 기간이 약 7주가 걸렸다고 언급하고 있다. 때문에 이를 이용하여 환경인자의 수확량에 대한 반응 시간으로 보고, 이를 이용하여 기존 환경 정보를 일주일 단위로 누적 평균을 구한 뒤 반응 시간을 고려한 새로운 변수로 변환하였다. 심화경[3]의 경우 토마토의 극고온/극저온에 대하여 저온대비 생장률과 양분의 상관관계를 조사하였는데 해당 연구에서는 극고온시 양분의 추가 공급은 생육을 저해시키는 것으로 판단되었다. 홍영복[2]은 시설 재배간 환경 제어 기준표를 통해 특정 최적 환경 설정 데이터를 제시하였다. 이재환[5]의 경우 습도와 토마토에 대한 질병 상관관계에 대해 제시하였으나 결과론적인 부분에 대해서만 제시했을 뿐, 인과관

- 인력양성(총 3건 박사 수료 1건, 석사 진급 1건, 학사졸업 1건)
- 홍성은 연구원 박사 수료증명서(2019.08.30)

문서확인번호 □ XD00-923A-1D15-B779 □

수료증명서

제 20201 - 1270832 호

성 명 : 홍성은 성 별 : 남
 생 년 월 일 : 1990년 8월 30일
 소 속 : 일반대학원 컴퓨터정보통신공학과
 과 정 : 박사과정
 전 공 : 컴퓨터정보통신공학전공
 입 학 일 : 2015년 8월 31일
 수 료 일 : 2019년 8월 30일
 수료 증서번호 : 4074

위 사실을 증명합니다.

2020년 1월 8일

강 원 대 학 교 총



춘천시 효자2동 192-1번지 강원캠퍼스 학사지원과 TEL : 033)250-8272

삼척시 중앙로 1 삼척캠퍼스 학사지원팀 TEL : 033)570-6211

본 증명서는 임의적으로 발급 되었으며, 해당 대학 및 cert.kangwon.ac.kr에서 원본대조 여부를 통해 해당 원본확인문서번호로 원본증서를 확인 또는 증명서 확인의 바코드로 증명서 내용을 조회, 본조 여부를 확인해 주십시오. 단, 증명서 원본대조번호를 통한 확인은 발급일로부터 90일까지 가능합니다.



- 이현수 연구원 학사->석사 진급(학석사 연계과정 2019.09.02. 이후 석사과정 신분 전환)
- + 학사 수료 증명서

문서확인번호 ■ XD3F-325E-851D-4F0D ■

수료증명서

제 20201 - 1270589 호

성명 : 이현수

생년월일 : 1995년 11월 16일

소속(전공) : IT대학 컴퓨터학부 컴퓨터정보통신공학전공

(편)입학일 : 2014년 3월 3일

수료학년 : 제 4 학년

위 사실을 증명합니다.

2020년 1월 8일

강원대학교 총장 

춘천시 강원대학길 1 춘천캠퍼스 학사지원과 TEL: 033)250-8272
삼척시 중앙로 346 삼척캠퍼스 학사팀 TEL: 033)570-6211

본 증명서는 인위적으로 발급 되었으며, 해당 대학 및 cert.kangwon.ac.kr에서 원본인증 제능을 통해 상단 원본확인용서번호로 원본문서를 확인 또는 증명서 해당키 체크코드로 증명서 내용을 검증하여 본조 여부를 확인해 주십시오. 단, 증명서 원본인증번호를 통한 확인은 발급일로부터 90일까지 가능합니다.



- 김태성 연구원 학부 졸업

문서확인번호 ■ XD2E-D214-CFB5-5DB4 ■

졸업증명서

제 20191 - 1185884 호

성 명 : 김태성

생년월일 : 1994년 3월 29일

소속(전공) : IT대학 컴퓨터학부 컴퓨터정보통신공학전공

(편) 입학일 : 2013년 3월 4일

졸업일 : 2019년 2월 22일

학위명 : 공학사

학사학위 : 강원대2018(학)2205
등록번호

위 사실을 증명합니다.

2019년 5월 30일

강원대학교 총



춘천시 강원대학길 1 춘천캠퍼스 학사지원과 TEL : 033)250-8272
삼척시 중앙로 346 삼척캠퍼스 학사팀 TEL : 033)570-6211

제 2절 관련분야 기여도

- 충남 공주 소재에 있는 씨드림 농장을 기반으로 스마트 팜 자율 제어를 위한 기술 연구를 수행함에 따라 빅데이터 기반의 데이터를 구축하고 이에 따른 분석 모델을 개발하였다.
- 빅데이터를 사용한 개발된 딥러닝 기반의 토마토의 생장량 및 생산량 예측 모델은 기존의 농작물 관련 연구인 통계적 학습 모델의 성능 개선 및 보다 큰 데이터에 적용한 연구 사례로 들 수 있다.
- 생장(육)량 및 생산량 예측 모델 개발 및 성능 평가(convLSTM 모델의 생장량 예측 평균 성능 0.8055, 생산량 예측 평균 성능 0.981 달성) 결과는 농업 분야의 딥러닝 최신기술 반영의 우수 사례라고 말할 수 있다.
- 연구 개발 사업에서 개발한 클라우드 기반의 농업 플랫폼 구축으로 스마트 팜 자율 제어 관리 및 환경, 생육 등 데이터 보기와 모니터링 기능, 농장 관리 및 경영관리, 개방형 서비스를 위한 인터페이스(API)기능, 웹 및 모바일 서비스를 위한 미들웨어 기능은 스마트 팜의 1세대 기술을 발전시킨 연구 내용이다.

제4장 연구결과의 활용계획

제 1절 실용화·사업화계획

1. 상용화 형태

제품 완성 (과제 종료시)	- 시험평가 및 신뢰성이 검증된 '실제 판매'가능한 제품 개발 완료
시장 창출 (과제 종료 후)	- 개발제품의 매출이 실제로 발생되거나 주문을 받은 경우

- 수요처
 - 지식공유 서비스 시스템 : 모든 농가 및 농업에 관심있는 일반 사용자도 활용가능
 - 클라우드 기반 서센 : 반자동 온실, 자동화 온실, 첨단 스마트팜 농가 적용가능
 - 클라우드 기반 자율제어 시스템 : 신규진입농장과 농장의 첨단화를 원하는 농장
- 상품 구성 및 예상 단가

1) 상용화 제품

제품명	편합기	약장기간	판매가 (일시적)	비고	
Basic	- 온도, 습도, CO ₂ 센서, Gateway 각 1개 - 모니터링용 어플	5만원/일	3년	200만원	내부환경 모니터링용
Jump Up-1 (Basic 기본)	- 온도, 일사, 풍양, 풍속, 감우 센서, (Gateway) 각 1개 - 모니터링용 어플	10만원/일		400만원	외부환경 모니터링용
Jump Up-2 (Basic 기본)	- 생육 측정용 CCTV 2대, 생체저울 1대 - 생육모니터링 어플	15만원/일		600만원	생육 모니터링용 (양액재배용기용)
Lead (Basic 기본)	- 복합환경제어기(Gateway) - 모니터링 및 제어용 어플	45만원/일	5년	2,200만원	복합환경제어용
Full-Package	= Basic + Jump Up-1 + Jump Up-2 + Lead	60만원/일		3,000만원	

※ 해당 제품의 최초 설치일로부터 5년 이후에 제품의 소유권이 고객에게 이전됨
 ※ 일부사용기간 3년간은 모니터링 서비스(월1회)를 무상으로 제공
 ※ 멤버십 서비스 : 일시적 구입자 및 의무사용기간이 지난 사용자는 3만원의 서비스 요금을 지불하면 월 1회 방문서비스 실시

2) 상용화 서비스

서비스명	판매가격(목표)	비고	
멤버십	- 농장환경 모니터링 + 농장 기초분석(월 1회)	3만원/월	컨소시엄 농기 대상 과제 기간 내 무상 서비스
모니터링	- 농장환경 모니터링 + 농장 기초분석(연 1회)	무료/1회	
환경분석	- 농장환경 모니터링 + 환경 분석 (월 1회) - 에너지질감 컨설팅	10만원/월	
생육분석	- 농장환경 모니터링 + 생육분석 (월 1회) - 수확량 예측	20만원/월	
포털모니터링	- 농장환경모니터링 - 환경분석 + 생육분석 + 경영관리 (월 2회)	50만원/월	

※ 서비스 가격은 부머지역 시설 농장만을 대상으로 사전 조사한 서비스 이용요금(요구)을 적극 반영하였음.

□ 클라우드 기반 농업 플랫폼 서비스 시스템 형태(예시)



<사용자 Web 및 App 화면>

□ 클라우드 기반 센서 및 자율제어기 형태(예시)



<자율제어기>

<외부기상대>



<내부 환경센서>

<배지센서>

<환경센서(저가형)>

2. 상용화 능력 및 자원보유

- 복합환경제어시스템 시범운영(씨드림 부여 토마토 농장)
- 다양한 협력 네트워크를 통한 자원 아웃소싱 능력 보유(Maxfor, SK텔레콤 등)
- 체계화된 품질관리 전략을 통하여 제품의 경쟁력 확보



- 유지보수 전담 프로세스 구성으로 차별화된 사후처리 서비스 제공



3. 개발품의 범용적 활용 계획

- 보급형(저가) 제품 개발

○ 목적

- 과제의 상용화제품은 200만~3,000만원의 고가제품으로 시설능가의 구매 수준을 크게 상회하는 수준
- 당사의 핵심기술인 생육물 기반 자율제어 기술의 수요 기반 확대를 위해 자율제어 모니터링 전 단계의 온실 모니터링 서비스부터 단계적으로 실시

- 방법

○ 보급형(저가) 센서 개발 및 보급

- 보급형 센서는 50~100만원으로 온실의 기본적 지표인 온도, 습도, CO2 등의 측정만을

- 할 수 있으며, 이를 당사 클라우드에 전송하는 장치를 포함
- 시설농가는 당사 클라우드에 접속된 상태로 모바일 앱을 통해, 온실의 현황을 모니터링 할 수 있으며, 각 온실의 현황 지표는 당사 클라우드에 데이터로 축적되어 향후 추가 분석이 가능하도록 축적된다.

□ 보급형(저가) 센서의 구성

○ 1단계 : 센서 형

- 기본형 : 실내센서(온도, 습도), 게이트웨이, 모바일 앱
- 추가형 : 실내센서(온도, 습도, CO2), 게이트웨이, 모바일 앱
- 복합형 : 실내센서, 배지센서5, 게이트웨이, 모바일 앱

○ 2단계 : 기초제어형

- 각종 센서류, 천창 등 기본적 시설 제어, 게이트웨이, 모바일 앱

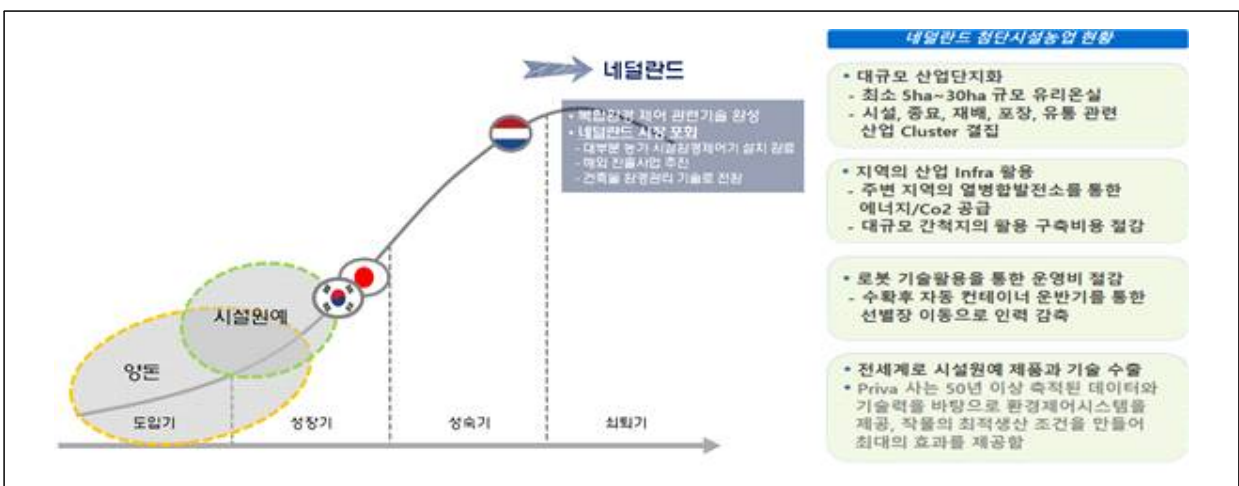
□ 보급형 상품의 기대 효과

- 보급형 센서의 설치를 통해 생육률 기반 클라우드 제어 서비스는 지원할 수 없으나, 시설농가의 경우, 저렴한 가격에 자신의 온실을 모니터링 할 수 있어 추가 제품 구매를 통한 모니터링 및 기초 제어에 대한 추가 수요가 발생하게 됨
- 향후 당사의 복합제어 및 생육률 기반 클라우드 자율제어 서비스의 수요기반으로 활용

4. 사업화를 위한 비즈니스 모델

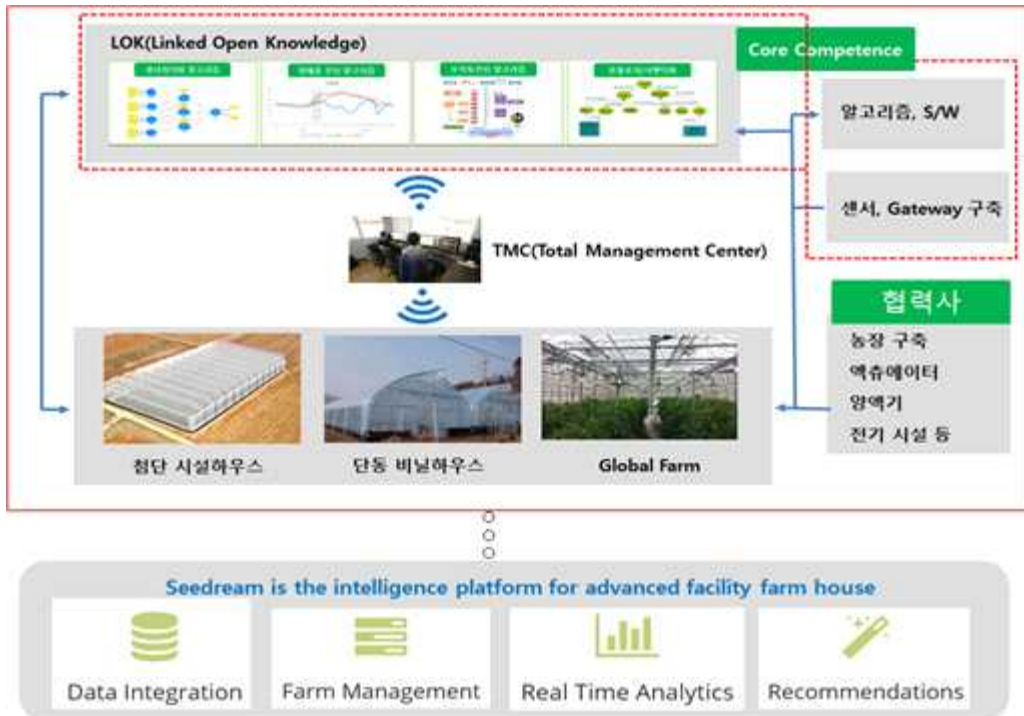
□ BM 수립 배경

- 우리나라의 농업을 한 단계 도약하기 위해서는 첨단시설농업의 활용이 중요하며 앞선 ICT 기술력과 5,000년 역사의 영농 경험을 결합하여 네덜란드를 뛰어넘는 미래 산업으로 첨단시설농업을 Positioning 해야 함



< 주요국 첨단 시설농업 현황 >

- 씨드림이 보유한 핵심역량과 협력 네트워크를 활용하여 첨단시설농업을 새롭게 시작하는 도시 귀농인 및 대규모 투자를 계획하고 있는 기업 대상으로 인공지능형 스마트 팜 기술을 보급하여 첨단시설농업 시대의 개화시기를 앞당기고자 함



□ BM 목표 및 핵심경쟁요인

○ BM 목표

- 클라우드 기반 자율제어시스템 보급을 위한 농업 플랫폼 사업 추진
- 농장자율제어 최적 생육 룰 엔진을 통한 네덜란드 수준의 생산량 달성
- 첨단 시설농장 구축 및 운영 전과정에 대한 컨설팅 능력 확보 배양



○ 핵심경쟁요인

- 시설농장의 생산성 향상 및 경영비 절감을 위한 ICT 융복합 솔루션 기술력
- 국내 시설농장 자동화 솔루션의 글로벌 경쟁력 확보를 위해 미래창조과학부 프로젝트 진행
- 전자부품연구원의 사물인터넷 기반 자동제어기술, 맥스포의 Zig Bee 센서 및 복합환경제어기술 등 최첨단 자동화 솔루션 개발
- 충남 부여 1,309평 규모의 토마토 농장 운영을 통해 생산성과 품질 향상 효과 입증됨 : 생산량 84kg/평(타 시설농장 대비 20% Up), 품질평가 : 최우수

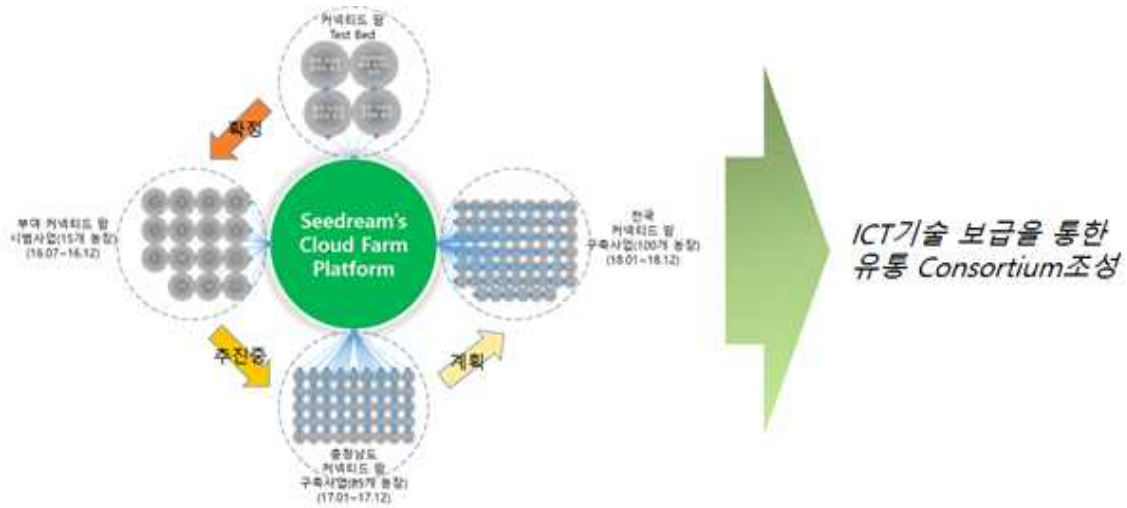


□ ICT 융합 유통 컨소시엄 조성

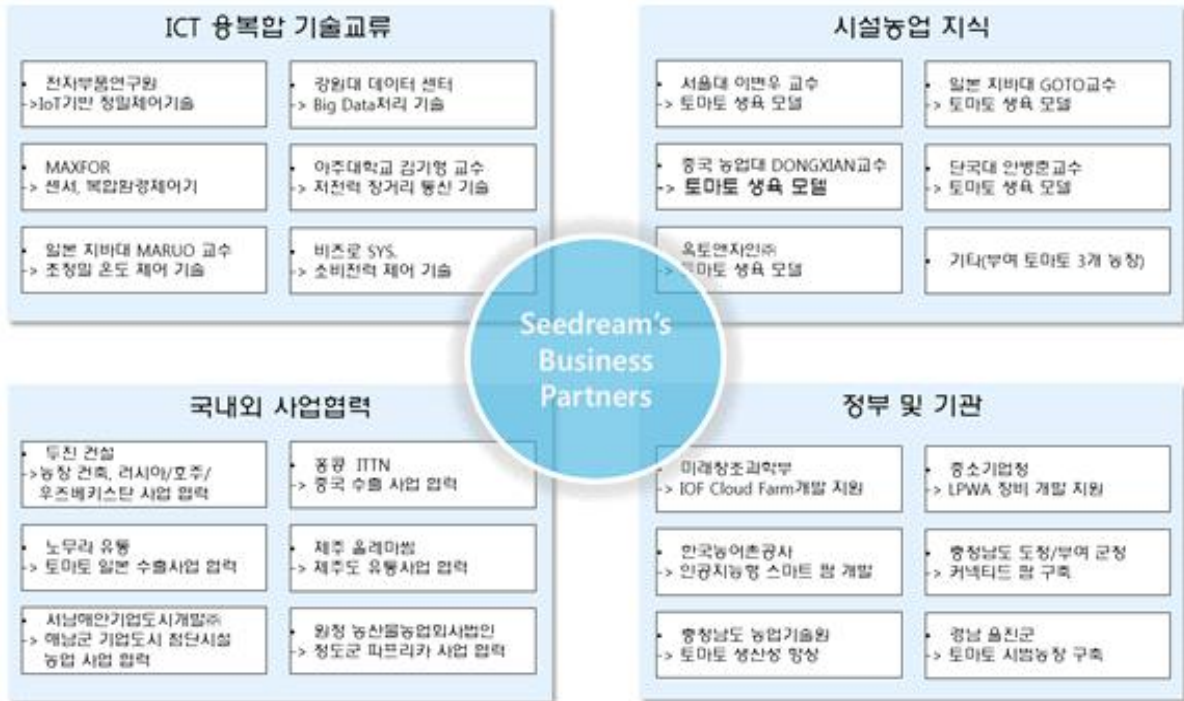
- 생산성 효과 입증에 따른 타 농장에서의 보급사업 추진
- 1차 충남 부여군 15개 토마토 농장(약 4만평, 일출하량 10톤)과 커넥티드 팜 시범사

업 추진

- 2차 충남 전역 토마토 농장을 대상으로 커넥티드 팜 유통사업 추진 및 2018년 전국으로 확대



- 기술교류 및 유통협력을 위한 전략적 파트너십 보유



□ 목표 시장 구조

- 경쟁기업 현황

- 국내 첨단시설 원예 복합환경제어기 시장은 “시설원예ICT융복합협동조합” 참여기업들

이 주도하고 있음

- 일부 기업들이 해외 제품의 공급사 역할을 통해 첨단시설 원예 솔루션 시장을 장악하고 있음

○ 경쟁구조

- 3천평 이하 첨단시설은 지역별 과점구조로 네덜란드와 달리 첨단시설 원예 농업의 클러스터화가 실현되지 않은 상황이라 시공 및 유지보수의 편의성을 위해 지역 거점으로 과점 상태 유지
- 5천평 이상의 대규모 첨단시설 원예농업 하우스는 외산 제품이 독점하는 상태

□ 시장진입 장벽

- 국내에서는 IoT를 통한 농업 기술 개발에 대한 인식도가 낮음
- 해외 경쟁사의 제품은 이미 좋은 품질과 신뢰성으로 시장점유율이 높음
- 국내 IoT 기술 발전은 태동기에 위치하고 있으며 해외 주요국에 비해 아직 미흡함
- 국내 농업분야의 환경 측정 및 제어장치 기술은 경쟁력은 있으나, 생장환경 및 생육 정보 자동 측정 데이터를 기반으로 하는 자동 센싱 환경 제어 기술은 선진국에 비하여 미흡
- 농작물의 최적의 생육환경 데이터는 각 작물에 따른 농업 전문인이 개별로 보유하고 있는 실정으로 공유가 안 되고 있음
- 도시 환경 내 클라우드팜을 조성하기 위해서는 정부의 협조가 필요
- 클라우드팜 생태계 활성화를 위해서는 유통 채널이 있어야 하며, 네트워크 연계가 미흡

□ 수익 확보 전략

○ 목표 시장 주요 동향

- 농업 ICT 시장 규모

ICT기술 적용 분야 중 농업 분야 14.2%로 매우 높은 비중을 차지하고 있으며, 시장이 비약적으로 확대할 것으로 예상 : 국내 농업 및 IT 융합 분야 핵심 부분인 농기계 등 시설산업 국내 시장규모 2010년 내수 1.2 조원, 수출과 부품 등 서비스가 8천억원 등 약 2조원 추정되며, 생산, 가공 조제, 조리 포장 등 그 범위가 매우 넓은 (농업, IT융합기술 동향 및 전망, 한국농업연감, 2011)

국내 스마트 농업과 관련한 시장 규모는 2016년(예상) 41,699억원이며, 그 중 스마트팜(생산 시스템) 시장 규모는 17,340억원으로 42%의 구성을 보임(아래 표 참조)

< 스마트팜, 식물공장, 지능형 농작업기 시장규모 (단위: 억원) >

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

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

- 농림부의 스마트팜 보급 목표

2014년 현재 현대화된 온실(보온커튼, 자동개폐기 등)은 전체 온실(53천ha)의 20%인 10,500ha임 (유리 587ha, 연동 5,300ha, 단동 4,600ha). 그 중 스마트팜 온실(정밀하게 환경 제어 가능)은 405ha 이나, 농림부 목표는 현대화된 온실(약 10,000ha)의 40%인 4,000 ha에 보급 목표(농림부, ICT 융복합 스마트팜 확산 대책, 2015.10)

농림부 2017년까지 5,000 농가 ICT제어기 보급 목표, 전국 농업법인 300ha(10,000개) 중 농업ICT 수요 50% 이상(농림부, 농업ICT보급 수요조사, 2014.5)

- 귀농, 귀촌 인구 증가

귀농, 귀촌 가구 :('13) 32,424호 → ('14) 44,586호(37.5% 증가)

ICT에 친숙한 30대 이하 귀농, 귀촌 가구 수는 '10년 대비 6.6배 증가('13: 5,060명)

교육, 문화, 보건 등 삶의 질 여건 개선 등을 위한 ICT 수요 증가 전망

- ICT 도입에 대한 농업인의 인식조사 결과(한국농촌경제연구원, 창조농업 실현을 위한 ICT 기술융합의 전략과 과제, 2014.12)

ICT 도입 목적으로는 생산성 향상 (52.5%)과 영농편의성 증대 (21.3%)가 가장 우선순위가 높은 것으로 나타났음

그러나 ICT 도입의 장애요인으로는 역시 투자대비 성과의 불확실성(24.6%)와 투자 및 관리비용 부담(24.6%) 그리고 ICT 기술사용의 어려움(21.3%)의 순서임

이는 필요로 하는 기술을 보유하되 좋은 제품을 판매하고 안정적인 사후 기술 지원서비스를 제공하는 ICT 업체가 부재하고 또한 영세한 한국의 ICT 업체들 간에 '기술의 비표준화로 인한 낮은 호환성'이 걸림돌임을 알 수 있음

- 목표 시장에 대한 접근 전략

스마트팜 시장에서 ICT 업체는 기술을 표준화하여야 하고, 먼저 농가들의 신뢰를 얻는 ICT 서비스 제공이 선행되어야 함을 알 수 있음 -> 클라우드 데이터 서비스로 농가의 신뢰 확보

그리고 A/S 및 기계에 따라 차별적인 후속 서비스가 필요 없이 자율적인 제어기술이 필요함을 알 수 있음 -> 표준화된 기기에서 등의 인적 컨설팅 서비스가 필요 없는 클라우드 제어 기술로서 매년 컨설턴트의 도움 없이 제어 룰 값 설정으로 문제를 본질적인 해결 또한 향후 여러 작물(초기 방울토마토)에 대한 생육 테스트를 통하여, 다양한 작물에 대한 지식기반을 넓혀 나가는 농업 데이터 서비스 플랫폼 비즈니스의 출현이 필요함

○ 목표 시장의 규모(2014년)

- 시설 농가 현황

목표 시장	구 분	규 모
온실 현대화 수요	재래 온실	약 43,000 ha
	현대화온실	10,500 ha
신규 스마트 팜 수요	수동	약 10,000 ha
	스마트팜	405 ha
전 체	53,000 ha	

- 1차 목표 시장은 현대화된 온실로서 스마트팜을 계획하고 있는 농가 약 10,000 호
- 2차 목표 시장은 ICT에 친숙하며, 자금력이 충분한 귀농, 귀촌가구 약 5,000 호(매년)

□ 목표 시장에 대한 접근 전략

○ 농가의 신뢰 확보

- 스마트 팜 시장에서 국내 기업들은 영세하여, 전국적인 판매망을 갖추지 못하고 있으며, 또한 전문 인력 및 컨설턴트의 부족으로 A/S 및 컨설턴트 방문 등의 후속서비스가 원활하지 않음을 알 수 있음
- 당사는 저렴한 무선 센싱 기반의 클라우드 데이터 분석 서비스를 통하여 먼저 농가가 신뢰할 수 있는 양질의 정보를 제공, 농가를 당사의 클라우드 팜으로 유치하여, 상호 신뢰 및 연계망 구축을 선행함
- 여러 작물(초기 방울 토마토)에 대한 생육 테스트를 통하여, 다양한 작물에 대한 지식기반을 넓혀 나가는 농업 데이터 서비스 플랫폼 비즈니스를 구축함

○ 기술 표준화

- 현재 국산 스마트 팜 업체들은 상호 호환성이 떨어지고 있어, 한번 복합제어기를 설치한 농가들도 시설 장치의 개선이나, 버전 업그레이드를 하지 못하여, 유명무실의 상태인 농가가 많음
- 따라서 국내 스마트팜 산업 진흥을 위해서는 먼저 농업 ICT 기술의 표준화가 선결과제임, 표준화된 스마트 팜 기기들은 호환성이 보장되며, 상호 지역별 네트워크로 A/S 협업 등을 통하여, 실질적인 스마트팜 운영이 가능하게 할 수 있음
- 당사는 당사의 자율제어 클라우드에 인터페이스 될 수 있는 기술을 표준화하고 공개하여, 당사의 기술 표준을 지키는 제품들은 모두 당사의 클라우드에 인터페이스 되어 자

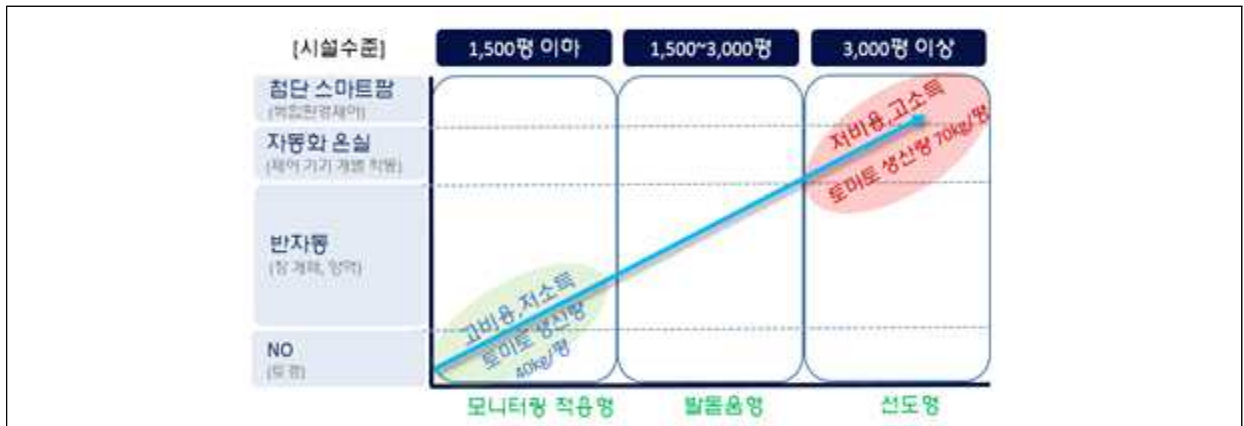
을 제어가 가능한 시장환경을 목표로 함

○ 자율제어 룰 기반 스마트 팜

- 현재의 스마트팜 기술은 환경 변화시 매번 컨설턴트의 도움을 받아 제어 룰 값을 새로 설정하여야 하며, 여기에 소요되는 시간과 비용이 상당함
- 당사는 표준화된 기기에서 인적 컨설팅 서비스가 필요 없는 클라우드 제어 기술로서 기존의 환경데이터에 생육 데이터를 추가하여, 생육 측정에 기반한 자율제어 룰을 클라우드에서 각 농장에 제공하여, 고가의 컨설팅 없이도 농장의 제어 값 형성이 가능한 제품을 농가에 제공함

□ BM의 수익창출 방안

○ 제품군의 다양화 및 세분화를 통한 국내·외 시장 확대



< Market segment >

○ 적용가능 제품군

구분	모니터링 적용형	발달운영	선도형
적용대상	<ul style="list-style-type: none"> 기존 단순제어 농가 복합환경제어기 미도입 농가 소규모 온실(1,500명 이하) 	<ul style="list-style-type: none"> 체계적인 농장 분석을 통한 생산성 향상율도 모야는 농가 평형 이상 온실(1,500~3,000명) 	<ul style="list-style-type: none"> 대규모 이상 온실(3,000명 이상)
적용제품/서비스	<상용화 제품> <ul style="list-style-type: none"> Basic, Jump Up-1 <상용화 서비스> <ul style="list-style-type: none"> 농장점검, 배역량 모니터링 	<상용화 제품> <ul style="list-style-type: none"> Basic, Jump Up-1, Jump Up-2, Lead <상용화 서비스> <ul style="list-style-type: none"> 농장점검, 배역량 모니터링 환경분석, 생육분석 	<상용화 제품> <ul style="list-style-type: none"> Lead, Full-Package <상용화 서비스> <ul style="list-style-type: none"> 토털 모니터링 및 분석 서비스 (농장점검, 배역량 모니터링, 환경분석, 생육분석)

※ 위 상품은 예시자료이며, 적용 농가와 상담을 통해 원하는 분야의 선택이 가능한 맞춤서비스임.

○ 정부 스마트팜 정책 밀착형 비즈니스를 통한 농가 비용 경감

1	수출형 스마트팜 농가 보급사업	2016년 7월에 확정된 수출용 스마트팜 6개 농장 선정 : 이 중 1개 농장(파프리카 3,000평, 청도) 자율제어시스템 적용 협의 추진(데이터 수집 및 분석, 홍보)
2	빅데이터 생육모델링 농장 지원 사업 참여	재배환경이 좋은 우량농장 대상 생육모델링 및 시설환경 데이터 공유 협업진행 : 양질의 자료확보를 통한 수익증대 모델 완성
3	농업 스마트팜 융자사업 협력	농업 스마트팜 농가 지원 융자사업 대상 농가 및 신규 귀농인 적극 마케팅 : 통합패키지 상품 소개 및 수익증대 모델 제시
4	농가 재배기술 컨설팅 지원사업 참여	스마트팜 재배 기술 고도화를 위해 정부 컨설팅 사업을 활용 - 농가 부담 최소화를 통한 고객 유치 : 사업비 한도 : 법인 3백~14백만원, 개별농가 2백~7백만원, 지원대상 경영체에 대해 사업비 한도 내에서 컨설팅료 50% 지원, 계약금이 한도액을 초과하는 경우 초과액 자부담
5	지자체 스마트팜 보급사업 참여	충남 도청의 3농 혁신 사업 지원대상 스마트팜 농가 마케팅 집중 충남 부여군의 스마트팜 지원 농가 대상 마케팅 집중 2017년 경남 울주군 스마트팜 지원사업 대상 농가 협상 2017년 이후 전국 각 지자체 대상 자율제어 적용 스마트팜 마케팅

○ 해외 팜 비즈니스로의 발 빠른 도약을 통한 해외시장 확보

■ 중장기 추진 전략



제 2절 교육, 지도, 홍보 등 기술확산 계획

□ 교육 및 지도

- 충남 농업과학기술원의 과채연구소에서는 스마트 팜 구축 농가에게 토마토 작물에 대한 기술적 지도를 지속적으로 수행해왔으며, 충남 공주, 부여의 농가 뿐 만아니라 다양한 농가들에게 기술지원을 수행하며 스마트 팜에서 발생하는 기계 장치들의 관리 및 환경 값의 설정 등 노하우를 지니고 있음
- 이를 활용하기 위해 스마트 팜 농가들의 작물별 가이드라인 문서를 작성하여 보급한다면, 다양한 작물들을 재배하는 광범위한 스마트 팜 농가들에게 유용한 정보를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

□ 홍보, 기술확산 계획

- 과채 연구소의 연구원들이 농장 컨설팅을 하면서 구축한 인적 네트워크를 통해 토마토, 방울토마토 농장주의 스마트 팜 화를 홍보하고 본 연구 개발 결과의 플랫폼을 설치해주어 스마트 팜의 제어 플랫폼을 원격으로 수행할 수 있도록 도움을 줄 수 있다.

제 3절 특허, 논문 등 지적재산권 활용계획

- 3차 년도 연구 논문의 결과 중 시퀀스 데이터 임베딩 기술은 농업 데이터 뿐만아니라 다양한 시퀀스 데이터의 패턴인식, 분류 등에 모두 활용 가능하므로 타 연구에서도 활용 가능하다.
- 3차 년도 연구 논문의 convLSTM 학습 모델을 사용한 토마토 데이터 분석에 대한 연구 결과는 보다 더 많은 데이터의 보충을 통해 학습 모델의 일반화를 하여 연구 결과를 재검증 할 계획이다.
- convLSTM의 일반화 연구를 위해 스마트 팜 코리아에 축적된 농업 빅데이터를 활용할 계획이며, 빅데이터에 토마토뿐만 아니라 딸기 등 다양한 작물에 대한 데이터가 구축되어 현 개발 모델의 확장성을 검토할 계획이다.

제 4절 추가연구 및 타연구 활용계획

□ 농업 데이터 분석 기술의 활용

- 농업 데이터의 정제 및 전처리를 통한 분석용 데이터 생성 기술은 오차가 많고 공란이 많은 농업 데이터의 보정이 가능하다.
- 또한 농업 데이터 분석을 기계학습으로 수행하는 연구는 다양한 작물에서 이루어지고 있으나, 농가에서 발생하는 데이터 기반 기계학습이나 딥러닝의 최신 기술이 적용된 연구는 거의 없었으므로 유용한 연구 결과로 고려되며, 국내외 저널에 논문이 게재되고 있는 중이므로 추후 더 정확한 연구 정보를 활용하여 더 발전된 학습 모델의 연구 수행 가능할 것으로 기대한다.

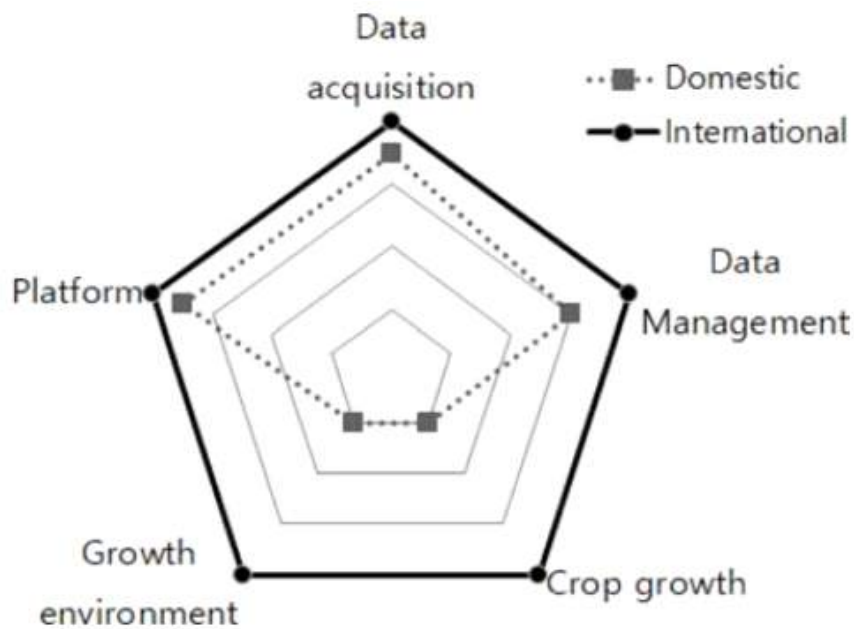
제5장 국내외 기술개발 현황

제 1절 국내 기술개발 현황-->논문연구현황, 특허현황

- 클라우드 기반 한국형 스마트 온실 연구 플랫폼 설계 방안(백정현, 허정욱, 김현환, 홍영신, 이재수, 2018.01, 시설원예식물공장 제 27권 제 1호 p27 ~ p33)

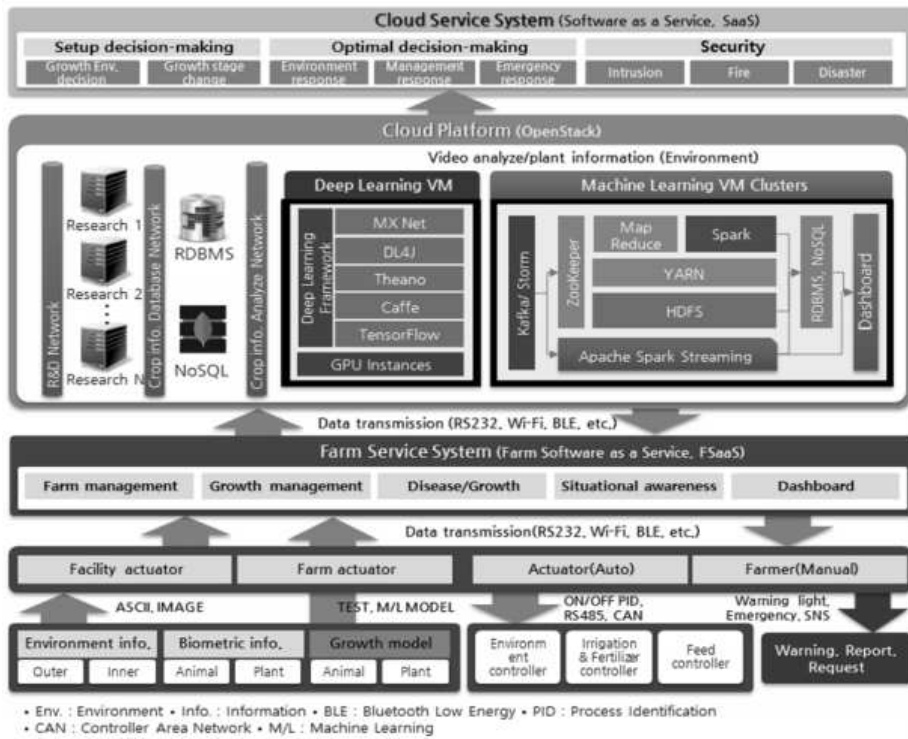
Integrated Environment Control System	
Outer weather info.	Temperature, humidity, wind speed & direction, solar radiation quantity, rainfall
Inner weather info.	Temperature, humidity, CO ₂ , solar radiation quantity
Root info.	Soil temperature & humidity, EC, pH
Fertilizer/Drainage	Temperature, flow rate, EC, pH
Alarm info.	Intrusion, fire, warning system
Actuator control info.	Side & roof window, screen, irrigation, ventilation, airflow fan, fertilizer system, cool & heat system, light etc
Growth Information	
Instrumentation(Robot)	(Growing point) Growth, flowering, fruiting, amount, quality, periodic pattern
Instrumentation(Human)	Height, leaf number, leaf length & width, lateral shoot, stem length, flower number, flowers of bud, distance between growing point and bud, distance of buds, fruit number, disease/pest etc

<한국 스마트 온실 테스트베드에 대한 데이터 수집 항목>



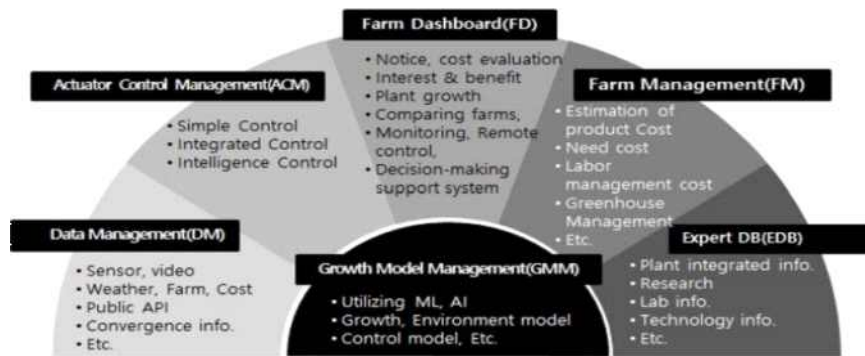
<국제 및 국내 스마트 팜 사례 비교>

- 한국형 스마트 온실은 국외의 유리온실보다 외부 환경에 쉽게 노출이 되는 비닐 온실이기에 고려해야 할 환경제어요인이 많음
- 다양한 연구 환경을 제공할 수 있는 클라우드를 활용한 데이터의 통합 저장과 분석을 위한 연구 플랫폼 필요



<클라우드 기반 한국형 스마트 온실 연구 플랫폼>

- 클라우드 플랫폼에 온실에서 수집되는 정형 및 비정형 데이터를 전처리 후 데이터베이스에 저장
- 저장된 데이터를 분석할 수 있는 기계학습 및 인공지능 플랫폼 구성
분석 플랫폼에서는 스마트 온실 관련 연구의 도출 결과를 서비스

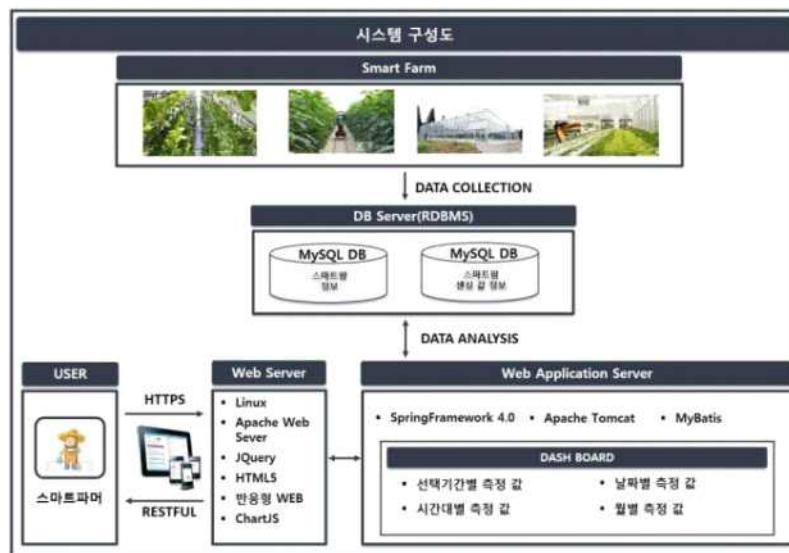


<한국형 스마트 그린하우스 모듈 설계>

- 데이터 관리 인프라, 제어 구동 관리, 작물 모델 관리, 농가 경영 관리, 지식기반 전문가시스템, 농가 중심 대시보드 6가지 모듈로 구성

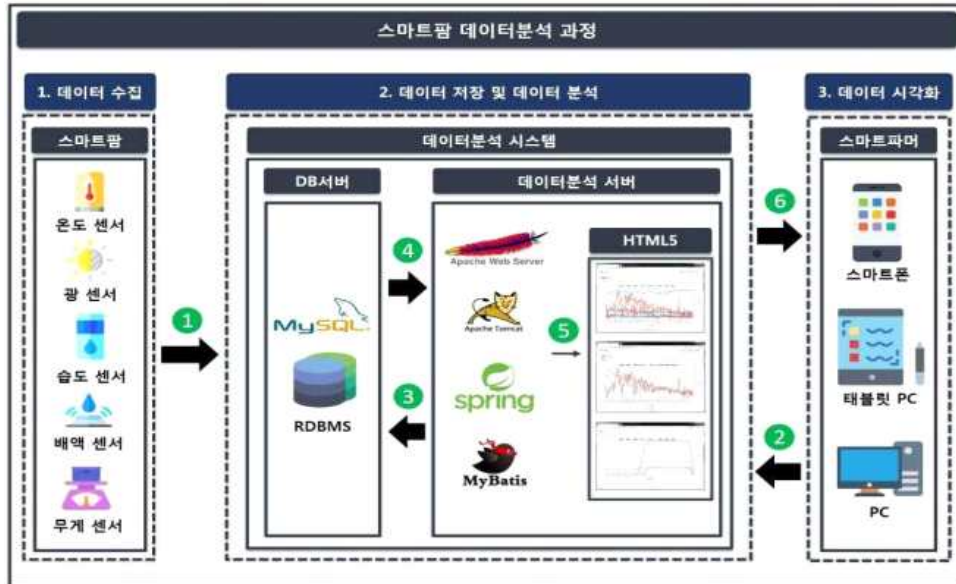
- 데이터 관리 인프라 모듈은 스마트 온실에서 생성되는 내·외부의 대기 환경 센서, 작물 근권부 환경 센서, 제어기 구동, 생육 계측정보 등에 대한 정형적 데이터와 작물 생체 이미지나 영상에 관련된 비정형 데이터를 저장하는 데이터베이스를 생성하고 관리
- 제어 구동 관리 인프라 모듈은 온실내 구동 제어와 작물 최적 생육환경모델을 기반으로 통합 제어하고, 온실내 복합환경제어기와의 통신 인터페이스와 생육환경 모델을 갱신
- 작물 모델 관리 인프라 모듈은 기계학습과 인공지능플랫폼에서 분석된 연구 결과들을 관리하는 기능을 하며, 데이터 처리 방법에 따라 일괄 처리(batch processing)와 실시간 처리(streaming processing)로 분류
- 농가 경영 관리 모듈은 수집된 데이터와 연계하여 작물 생산량, 소요비용, 인적 관리 등을 분석할 수 있는 프로그래밍 어플리케이션 서버를 농업 전문 연구자에게 지원
- 지식기반 전문가시스템은 기존 선진농가의 현장 경험과 관련 연구기관의 작물 생육 정보를 저장하고, 연구 플랫폼에서 공통적으로 활용할 수 있는 통합 데이터베이스관리 모듈
- 농가 중심 대시보드는 클라우드 기반 연구 플랫폼을 통해 분석한 작물별 생육모델, 생육 환경모델 및 제어기구동 모델 등의 결과를 최종 사용자에게 서비스

□ Smart 농업을 위한 근권환경부 모니터링 시스템 연구(정진형, 임창목, 조재현, 김주희, 김수환, 이기영, 이상식, 2019.06, 한국정보전자통신기술학회논문지 제 12권 제 3호 p290 ~ p298)



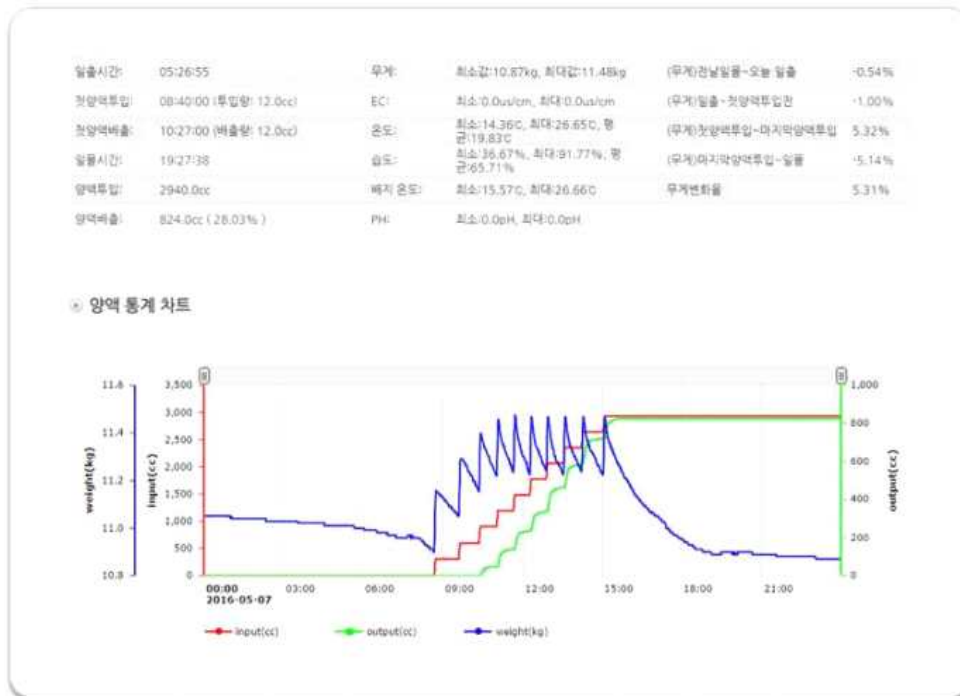
<시스템 구성도>

- 웹 서버, 웹어플리케이션 서버, 데이터베이스 서버로 구분
- 웹서버 : LinuxOS를 사용하며 Apache Web Server로 구성
- 웹앱 서버 : Apache Tomcat 8.0, Spring Framework 4.0, MyBatis로 구성
- 데이터베이스 서버 : MySQL 5.5로 설계
- 사용자는 웹 서버와 RESTFUL 방식으로 통신하여 근권환경부 데이터를 모니터링



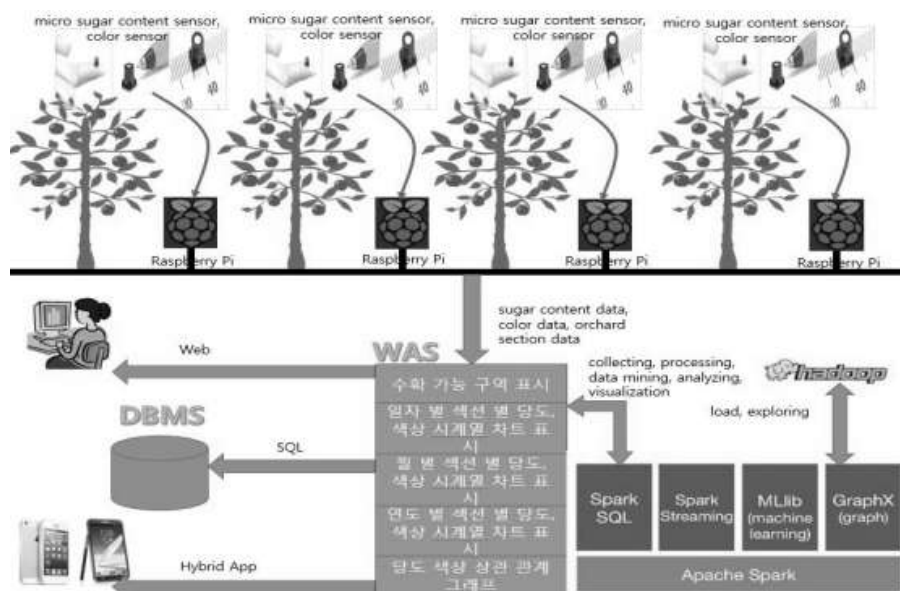
<스마트팜 데이터 분석 과정>

- 근권환경부 데이터 측정장치의 온도 센서, 광 센서, 습도 센서, 배액 센서, 무게 센서에서 매 1초마다 측정된 값을 데이터베이스 서버인 MySQL에 수집, 저장
- 사용자가 원하는 데이터를 데이터분석 서버에 조회를 요청
- 데이터분석 서버는 사용자 요구사항을 데이터베이스 질의문(쿼리문)으로 작성하여 데이터베이스 서버에 데이터를 요청
- 데이터베이스 서버는 요청된 데이터베이스 질의문에 해당하는 데이터를 데이터분석 서버에 응답
- 데이터분석 서버는 응답된 데이터를 HTML5로 시각화
- 사용자는 HTML5로 시각화된 데이터 차트를 스마트폰, 태블릿PC, PC에서 조회



<근권환경부 모니터링 및 제어 소프트웨어>

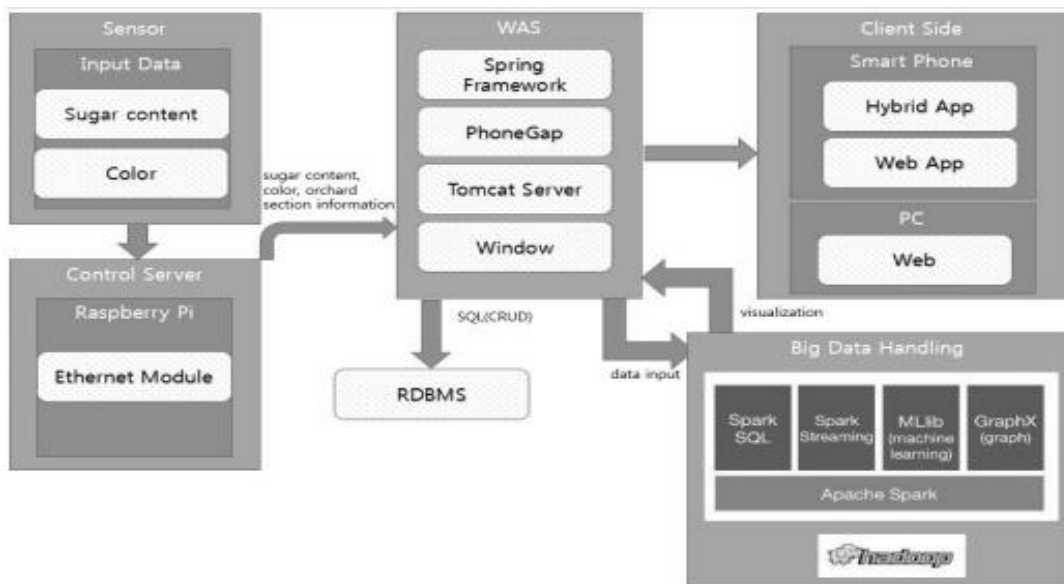
- 비파괴 당도센서와 색상센서를 사용한 빅 데이터 분석 적용 과일 수확시기 예측 시스템 아키텍처 개발(오정원, 김행곤, 2017.09, 예술인문사회융합멀티미디어논문지 제 7권 제 9호 p279 ~ p287)



<비즈니스 아키텍처>

- 초소형 당도센서와 색상센서로부터 색상 정보와 당도 정보 그리고 과수원 각 영역의

- 정보가 Raspberry Pi로 전송되고 각 Raspberry Pi의 데이터(당도 데이터, 색상 데이터, 과수원 영역 정보)들은 WAS에 실시간으로 공급
- 공급된 데이터들에 의해서 RDBMS에 존재하는 현재 각 과수원 영역별 사과나무 정보가 업데이트
 - 실시간으로 공급되는 정보들은 Apache Spark를 사용해서 수집, 처리한 후 HDFS [Hadoop Distributed File System]에 적재
 - 적재 되었던 빅데이터들은 Apache Spark를 사용해서 탐색, 분석, 데이터 마이닝 단계를 거쳐서 시각화
 - 빅 데이터 사용하여 “일자 별 섹션 별 당도, 색상 시계열 차트 표시”, “월 별 섹션 별 당도, 색상 시계열 차트 표시”, “연도 별 섹션 별 당도, 색상 시계열 차트 표시”, “당도, 색상 상관관계 그래프” 기능제공



<시스템 아키텍처>

장치	설명
Sensor	샘플로 선택된 과일에 장착하여 과일의 색상 정보와 당도 정보를 획득
Raspberry Pi	색상정보, 무게정보, 과수원 영역 정보를 전송
Ethernet Module	Raspberry Pi의 Ethernet 통신을 제공
DBMS	수확 가능 구역 정보를 저장
WAS	PC 사용자와 Smart Phone 사용자에게 서비스 제공
Client Side	농작물 수확 시기 예측 시스템의 서비스를 제공받는 사용자 시스템
Apache Spark	WAS 로 유입된 데이터들을 수집, 처리, 적재 하며 HDFS [Hadoop Distributed File System]로부터 데이터를 탐색, 분석하여 시각화함
Hadoop	Apache Spark로부터 처리된 데이터들을 저장하고 HDFS [Hadoop Distributed File System]를 가공하는 처리 수행

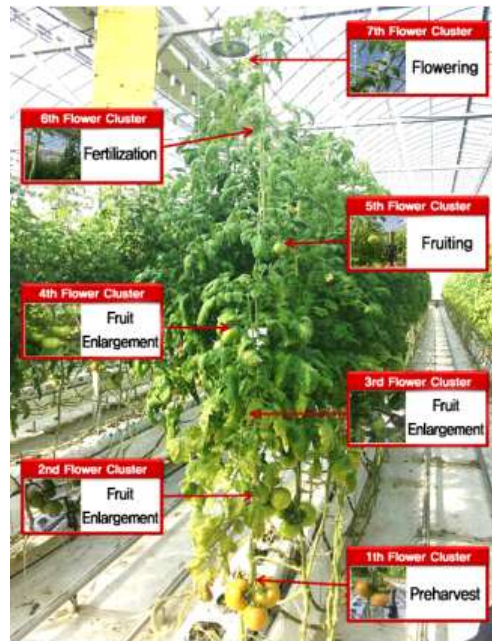
<시스템 아키텍처의 각 장치 설명>

- 센서에서 발생하는 데이터를 실시간으로 수집, 수확 상관인자 관련 시계열 차트 제공 가능한 아키텍처
- 스마트팜 관련 시스템에 유연하게 적용 가능하며, 유사 농작물 수확시기 예측 시스템을 개발하는 표준 프레임워크로 사용 가능



<빅데이터 분석 아키텍처>

- 과일에서 실시간으로 수집되는 센싱 정보를 분석하여 각종 차트를 사용자에게 보여주는 작업은 실시간으로 이루어져야 함
 - 과일 수확시기 예측 시스템의 빅 데이터를 분석하는 시스템은 실시간으로 신속하게 분석이 가능해야 함
 - Hadoop의 HDFS를 빅 데이터 저장 공간으로 사용하면서 분석 부분에서는 Apache Spark를 융합사용함으로써 빅 데이터의 실시간 분석과 배치 처리 성능을 향상
- 스마트팜 데이터를 이용한 토마토 최적인자에 관한 연구(나명환, 박유하, 조완현, 2017.11, 한국데이터정보과학회지 제 28권 제 6호 p1427~ p1435)



<토마토 생육단계>

		Explanation	Unit
Response variable			
Yield	y	weekly cumulative yields	kg/m ²
Explanatory variables			
Outside environment	$x1$	average outside temperature	℃
	$x2$	highest outside temperature	℃
	$x3$	lowest outside temperature	℃
	$x4$	weekly cumulative solar radiation	J
Inside environment	$x5$	average inside temperature	℃
	$x6$	highest inside temperature	℃
	$x7$	lowest inside temperature	℃
	$x8$	day average humidity	℃
	$x9$	night average humidity	%
	$x10$	maximum humidity	%
	$x11$	minimum humidity	%
	$x12$	average CO2 level (remain)	ppm
The amount of irrigation	$x13$	gift-driper water	
	$x14$	gift-no water	
	$x15$	gift water	
	$x16$	gift water per m ²	
	$x17$	drain water per slab	
	$x18$	drain water per m ²	
	$x19$	water per m ²	
	$x20$	water uptake per m ²	
	$x21$	drain water per	
	$x22$	ratio of drain/gift water	
Nutrient solution	$x23$	gift EC	dS/m
	$x24$	gift pH	pH
	$x25$	slab EC	dS/m
	$x26$	slab pH	pH

<측정된 환경정보>

- 분석에 사용된 자료는 스마트팜 한 농가로부터 수집된 토마토의 수확량과 환경 데이터를 사용
- 조사대상 농가는 연동 비닐온실의 형태로 40,000평 (13,200m²)의 규모이며 대프니스 품종의 토마토를 재배

농작물이 일주일간의 환경상태에 반응하는 것을 이용하여 변수들을 일주일 단위로 가공하여 분석

		x_{t-1}	x_{t-2}	...	x_{t-6}	x_{t-7}	...
x_1	Average outside temperature	0.551	0.451		0.395	0.217	
x_2	Highest outside temperature	0.352	0.539		0.456	0.351	
x_3	Lowest outside temperature	0.582	0.414		0.248	0.153	
x_4	Weekly cumulative solar radiation	0.004	0.088	...	0.483	0.632	...
x_5	Average inside temperature	0.298	0.273		0.401	0.353	
x_6	Average inside temperature	0.003	0.006		0.408	0.248	
x_7	Highest inside temperature	0.388	0.239		0.296	0.100	
⋮							

<토마토 수확량과 일사량의 상관관계표>

Model		Sum of Sq	df	Mean Sq	F	Sig.	R^2	Adj- R^2	Durbin-Watson
1	Regression	17.989	1	17.99	42.99	<.001	.614	.600	
	Residual	11.298	27	0.42					
	Total	29.287	28						
2	Regression	21.397	2	10.70	35.26	<.001	.731	.710	
	Residual	7.890	26	0.30					
	Total	29.287	28						
3	Regression	23.223	3	7.74	31.91	<.001	.793	.768	
	Residual	6.064	25	0.24					
	Total	29.287	28						
4	Regression	24.617	4	6.15	31.63	<.001	.841	.814	.944
	Residual	4.670	24	0.20					
	Total	29.287	28						

<토마토 수확량 단계적 다중회귀분석 방법>

- 환경인자가 농작물의 생육에 미치는 영향을 설명하는 모형 제시
- 회귀 계수는 일반적인 회귀분석과 같은 최소 제곱법에 의한 최소제곱추정량을 사용
- 변수선택법은 단계적 선택법 (stepwise method)을 사용하여 유의한 변수만 모형에 포함
- 환경인자들이 시간차이를 두고 토마토의 생육에 영향을 주는지 파악 및 예측
- 선택된 환경 지연변수를 이용, 토마토 수확량을 예측하기 위해서 다중회귀분석 적용

Model		Sum of Sq	df	Mean Sq	F	Sig.	R^2	Adj- R^2	Durbin-Watson
1	Regression	17.989	1	17.99	42.99	<.001	.614	.600	
	Residual	11.298	27	0.42					
	Total	29.287	28						
2	Regression	21.397	2	10.70	35.26	<.001	.731	.710	
	Residual	7.890	26	0.30					
	Total	29.287	28						
3	Regression	23.223	3	7.74	31.91	<.001	.793	.768	
	Residual	6.064	25	0.24					
	Total	29.287	28						
4	Regression	24.617	4	6.15	31.63	<.001	.841	.814	.944
	Residual	4.670	24	0.20					
	Total	29.287	28						

<ANOVA 테이블>

Model		Unstandardized coefficients		Standardized coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1.959	.183		10.711	<.001
	x1	.123	.019	.784	6.557	<.001
2	(Constant)	.890	.355		2.505	.019
	x1	.077	.021	.491	3.656	.001
	x4	.000	.000	.450	3.351	.002
3	(Constant)	-.850	.709		-1.198	.242
	x1	.077	.019	.489	4.079	<.001
	x4	.000	.000	.363	2.922	.007
	x20	1.596	.582	.265	2.743	.011
4	(Constant)	11.141	4.525		2.462	.021
	x1	.073	.017	.464	4.302	<.001
	x4	.000	.000	.395	3.529	.002
	x20	1.673	.522	.277	3.204	.004
	x24	-2.031	.759	-.220	-2.676	.013

<회귀계수에 대한 검경 결과>

- 최종적으로 적합된 모형은 다음과 같음.
 - Yield = 11.154 + 0.073 (X1 : 1주전평균온도) + 0.000156 (X4 : 7주전일사량) + 1.663 (X20 : 5주전물흡수량) - 2.0 (X24 : 7주전공급PH농도)
- 토마토의 수확량은 수확 1주전의 평균온도, 개화시기인 7주전의 일사량, 5주전의 물 흡수량과 7주전의 공급 pH농도로 설명 가능
- 지속가능한 스마트농업과 농업 빅데이터의 통합적 개념모형 및 한국 스마트농가 현황과 방향성(송희, 2018.09, 산업교육연구 제 37호 p49 ~ p77)

스마트 농업 프로세스	작물	가속	원예	어류
스마트 센서 및 모니터링	로봇과 센서	생물 측정, GPS 추적	기온, 습도, 이산화탄소, 온실	자동화(AIS)
스마트 분석 및 계획	씨뿌리기, 경작하기, 생산 모델링	사육, 모니터링	조명, 에너지관리	감시, 모니터링
스마트 통제	정밀 농업	착유 로봇	날씨, 정밀	감시, 모니터링
클라우드 속 빅데이터	기후, 생산, 토양, 시장, 농업인구	가축 움직임	기후, 시장, 소셜미디어	시장, 위성

<스마트 농업 프로세스와 농업별 빅데이터의 적용>



<지속가능한 스마트농업과 농업 빅데이터의 통합적 개념모형>

- 일반적 농업의 분석 구조, 지속가능한 농업의 구조적 특징, 농업 빅데이터의 개념적 틀, 스마트 농업의 정의와 동향, 스마트 농업의 종류와 빅데이터의 가치 사슬 개념 및 이론들을 모델 구상에 적용

이론 및 개념	주요 논점	개념 모형 적용점	관련 구성요소
지속가능한 농업의 구조적 특징	지속가능한 농업에는 기술개발, 협력 등과 같이 총 10가지의 경제적, 사회적, 환경적 특징이 있다(Deven, 2014)	- 지속가능성은 가치 중심인 가치 창출과 행위자 중심인 분배와 지속의 두 가지 측면으로 나뉠 수 있다.	지속 가능한 농업
농업 빅데이터의 개념적 틀	농업 빅데이터 적용 시스템은 기관 및 기술 네트워크, 이해관계자 네트워크, 그리고 비즈니스 프로세스로 나뉘볼 수 있다(Wolfert et al., 2017)	- 농업은 가치사슬 및 환경, 이해관계자, 비즈니스 모델과 기관 네트워크인 거버넌스 구조로 나뉘볼 수 있다. 지속가능한 농업은 가치 창출과 분배와 지속으로 나뉘볼 수 있으며 세부적으로는 5가지로 나뉠 수 있다.	
일반적 농업의 구조	농업의 기본 가치사슬은 생산, 축적, 가공, 판매로 이루어져 있다(Deven, 2014)	4가지 외에도 단계가 추가되거나 단축될 수 있다.	스마트 농업
스마트 농업의 정의와 동향	스마트 농업은 기술적 요인과 비기술적 요인으로 나뉜다(구한승 등, 2015)	기술적 요인은 주로 가치 창출에 기여하고 비기술적 요인은 주로 분배와 지속에 영향을 미친다. 기술적인 요인으로 가치사슬이 단축될 때는 자동화, 추가될 때는 예측이 등장한다. 비기술적인 요인 역시 지속가능성의 분배와 지속과 연결이 된다.	
스마트 농업의 종류	스마트 농업에는 6가지 종류가 있으며 그 중 데이터화된 농업과 빅데이터가 주목을 받고 있다(Walker et al., 2016)	스마트 농업 중 농업 빅데이터를 집중 분야로 선정하였다. 지속가능한 스마트 농업의 주요 요인과 연결이 된다.	농업 빅데이터
빅데이터의 가치사슬	빅데이터 사슬은 데이터 수집, 저장, 가공, 분석, 처방이며 데이터의 정확성, 소유권 그리고 기술공급이 문제가 된다(Wolfert et al., 2017)	농업 빅데이터 적용 시 발생하는 이슈에 대한 해결책은 직업훈련, 민관협력이 된다.	

<기존 이론 및 개념과 통합적 개념모형에서의 적용>

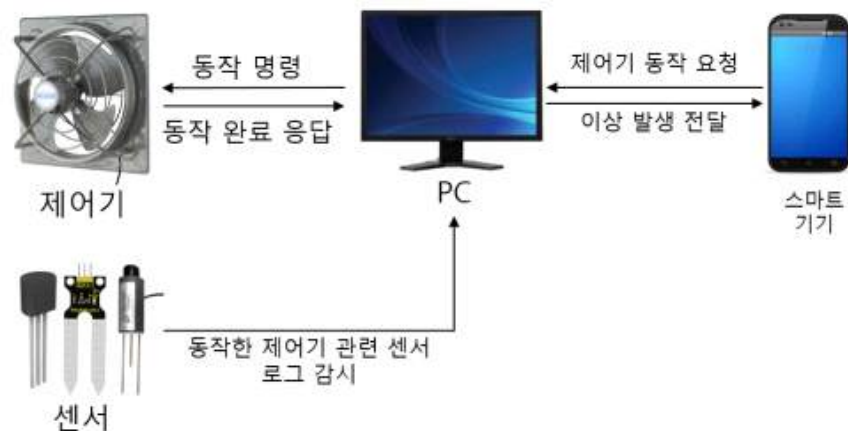
- 기술적 요인의 접목 단계 : 가치 사슬 및 농업 프로세스
- 비기술적 요인의 실행 단계 : 이해관계자들 및 비즈니스 모델의 변화

- 스마트팜 ICT 기기의 이상탐지 시스템(최희민, 김주만, 2019.04, 한국인터넷방송통신학회논문지 제 19권 제 2호 p169 ~ p174)

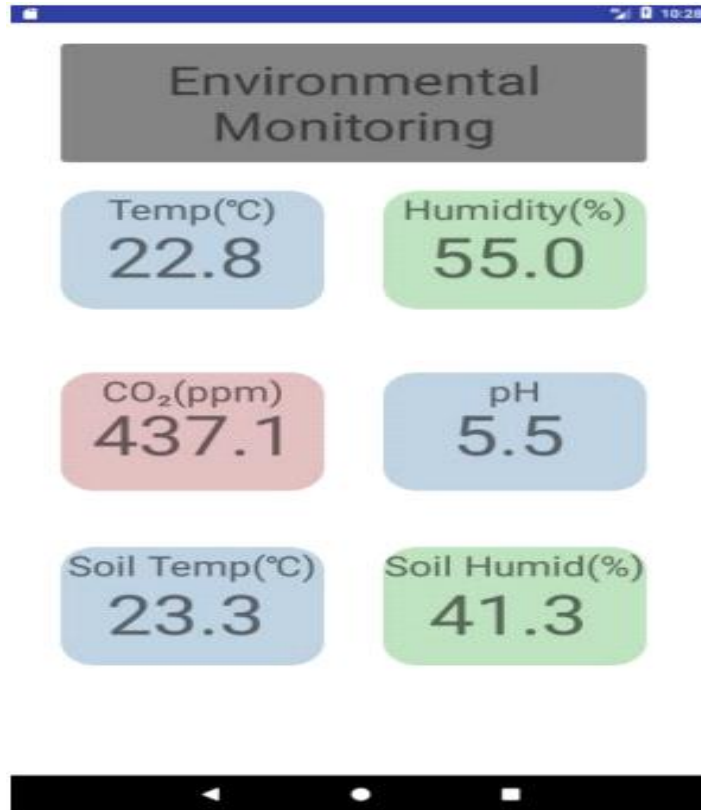
구분	종류	표준번호
제어기	천장, 측방, 보온재, 커튼, 환풍기, 유동팬, 관수모터, 관수밸브, 냉난방기 등 9종	TTAK KO-10.0845
스마트온실 센서	온도, 습도, CO ₂ , 일사량, 풍향, 풍속, 감우, 광량, 토양수분, 토양장력, 토양 EC, 토양 pH 지온	TTAK KO-10.0903
스마트축사 센서	기온, 풍향, 풍속, 감우, 습도, 일사, 일조, 기온, 습도 등 외기센서	TTAK KO-10.0979
	기온, 습도, 암모니아, CO ₂ , 조도, O ₂ , 차압, 풍속 등 내기센서	TTAK KO-10.0980
	정전, 누전, 아크, 낙뢰보호기 등 안전 센서	TTAK KO-10.0981
복합기	양역기, CO ₂ 발생기	TTAK KO-10.0944
	스마트영상장치	TTAK KO-10.0945

<스마트온실 및 축사 ICT기기 단체 표준 현황>

- 농민의 평균 IT기기 활용 능력은 낮은 편에 속함
- 스마트팜 도입 후에 효과적으로 사용하지 못하거나 문제가 발생해도 쉽게 인지하지 못하고 대처 또한 불가능
- 사용자가 기기의 문제를 인지하여 손해가 발생하지 않게 스마트팜 기기의 고장 및 오작동을 감지하고 사용자가 인지할 수 있는 방법 제시



<제어기 이상 탐지 구성도>



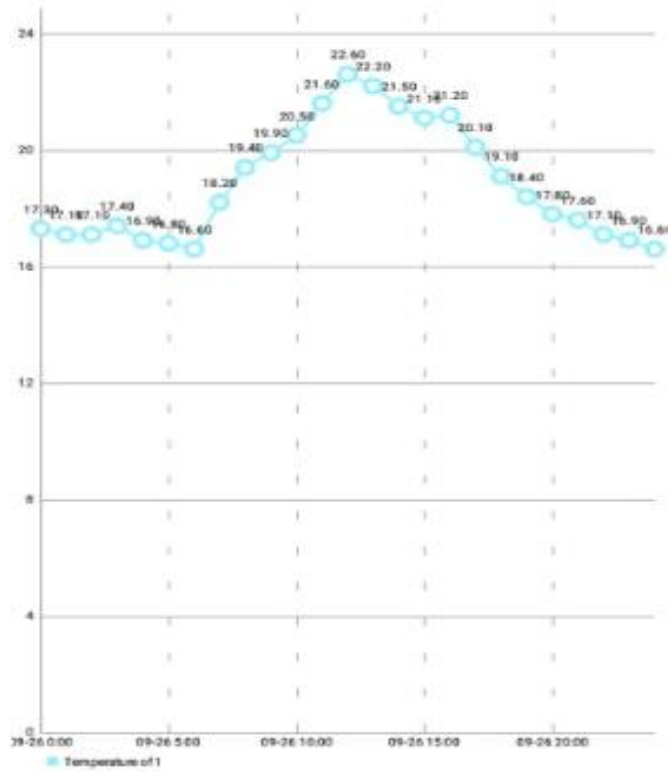
<이상 탐지 시스템의 환경 모니터링 화면>

- 원격지에서 스마트 기기를 통해 제어기 동작
- 제어기는 작업을 수행하고 PC로 동작이 완료되었음을 알림
- PC는 동작한 제어기가 정상적으로 작동한 것을 확인하기 위해 관련 내기 센서 값을 일정시간 감시
- 제어기 동작 명령 후 시간이 경과해도 센서 값의 변화량이 미미하거나 상태가 나빠져 정상 범위에서 벗어난 것으로 판단되면 제어기에 고장·오작동 증상이 있는 것으로 판단, 즉시 사용자의 스마트 기기로 알림
- 센서 값이 목적대로 변화하는 경우 제어기 정상 작동 여부를 사용자에게 알림



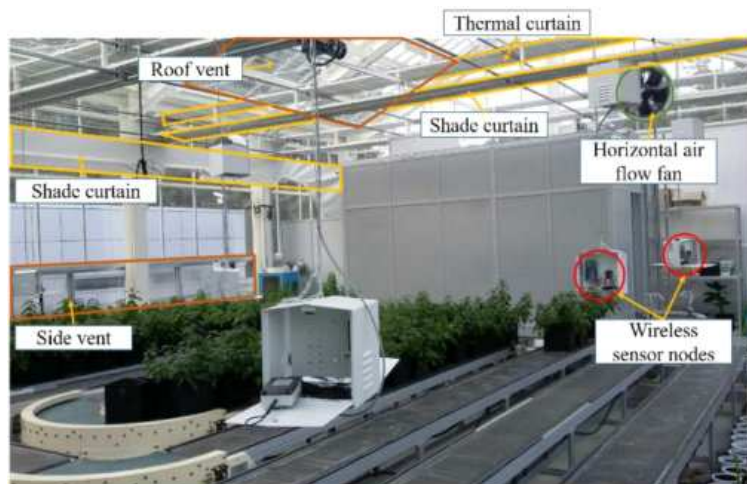
이상 탐지 시스템의 원격 조작 화면

- 온도, 습도, 이산화탄소, 산성도, 지온, 지습, 풍향, 풍속, 토양EC, 산소, 일사, 일조 12종 센서 데이터를 원격지에서 실시간으로 확인할 수 있도록 구성
- 어플리케이션에서 내·외기 센서의 이상을 감지하기 위해 모니터링 장비에서 일정 주기마다 같은 종류의 센서들의 값을 비교, 정상 차이 범위 내인지 검사
- 각 센서마다 값의 변화량이 일정량을 넘어가거나 순간적으로 큰 변화를 보이는 경우를 기록
- 센서값이 설정한 정상 범위를 벗어나는 경우 데이터 색상을 경고 단계에서는 노란색, 위험 단계에서는 빨간색으로 표현
- 항목을 선택하는 경우 최근 일일 데이터의 변화를 그래프로 확인 가능

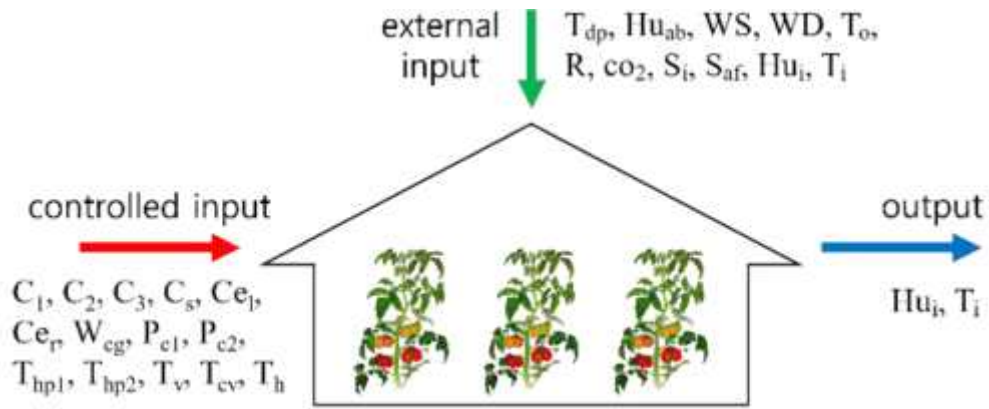


<이상 탐지 시스템의 일일 데이터 모니터링 화면>

- 다원적 회귀 인공 신경망기반 스마트 그린하우스 내부 온·습도 예측에 관한 연구(송영은, 문애경, 안수용, 정희룡, 2019.03, 한국정밀공학회지 제 36권 제 3호 p239 ~ p246)

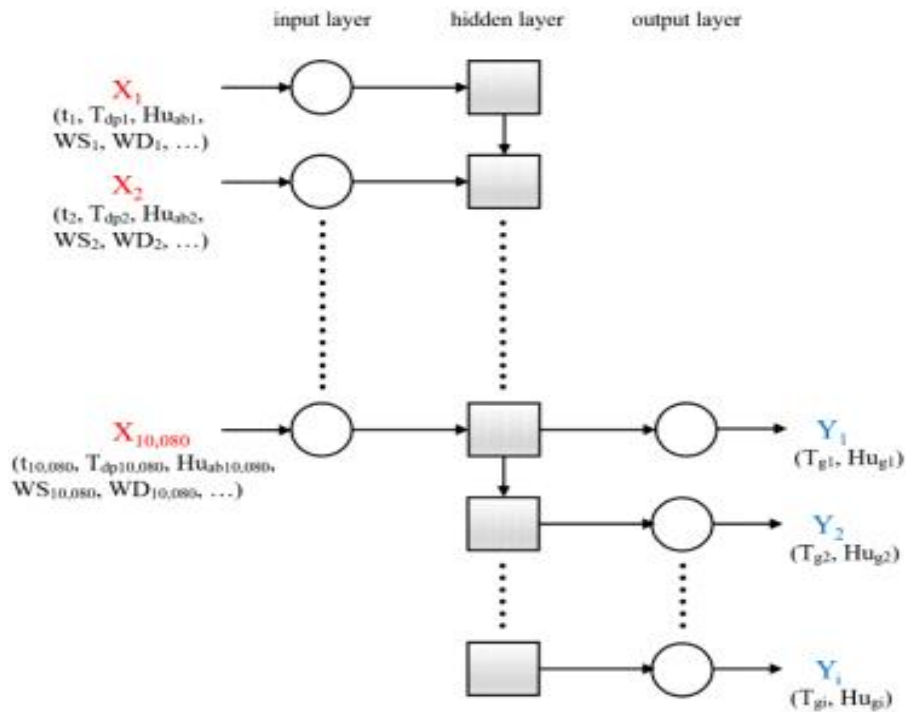


<스마트 그린하우스 시스템>



<스마트 그린하우스 입/출력 다이어그램>

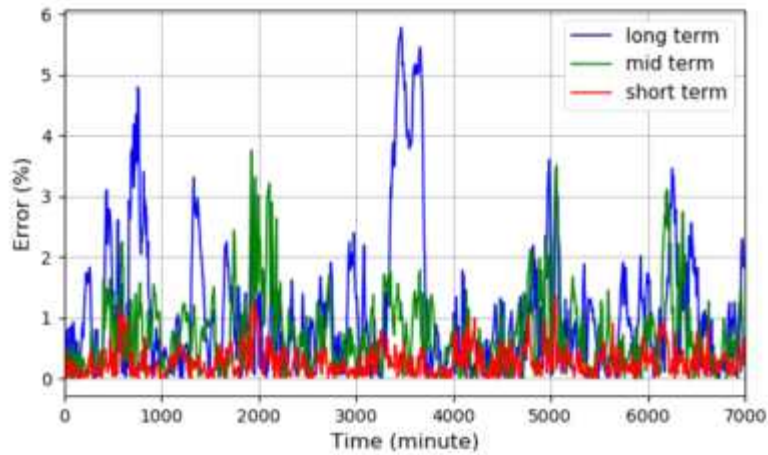
- 토마토 최적 생육을 위해 개발된 스마트 그린하우스 시스템 사용
- 스마트 그린하우스의 내부 온도는 제어입력 변수와 제어할 수 없는 외부입력 변수가 작용하여 내부 온·습도 결정
- 제어입력과 외부입력 변수와 1분 간격으로 내부 무선 센서 노드들과 외부 기상대에 의해 측정되고 기록됨



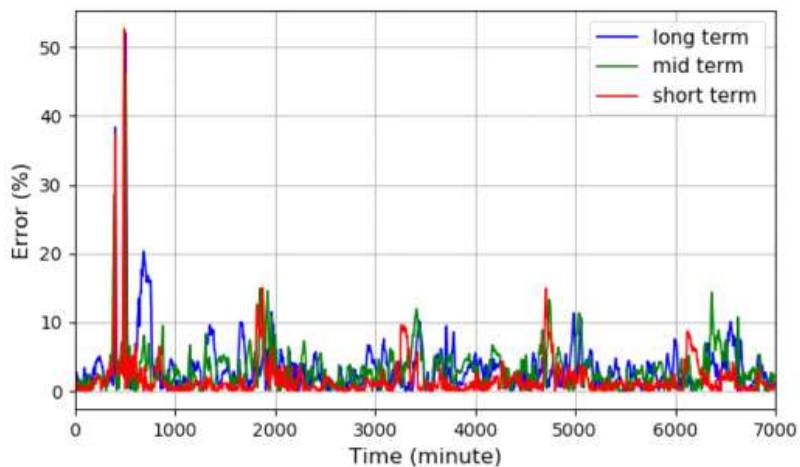
스마트 그린하우스 시스템 온·습도 예측을 위한 LSTM 모델 구조

- 스마트 그린하우스 내부 온·습도 예측을 위해서 사용되는 회귀 인공 신경망의 트레이닝에 사용할 입력 값은 앞서 살펴본 제어입력 변수 15개와 외부입력 변수 11개 그리고 시간 t (min)로 총 27개로 구성

- 외부요인에 의한 영향을 충분히 반영하기 위해 7일간의 데이터를 학습에 사용
- 기준 시점에서 이전 일주일간 측정된 온·습도 데이터를 이용하여 인공지능망을 학습시키고, 학습된 인공지능망을 이용하여 이후 일주일간의 온·습도를 예측하는 방식을 사용
- 온·습도 예측성능을 단기(5분), 중기(10분), 장기(60분)로 나누어 자연시간에 따른 예측성능을 평가
- Optimizer는 Adam Optimizer 사용, Hidden Dimension은 10개 적용
Max Iteration은 800, Learning Rates는 0.01로 설정

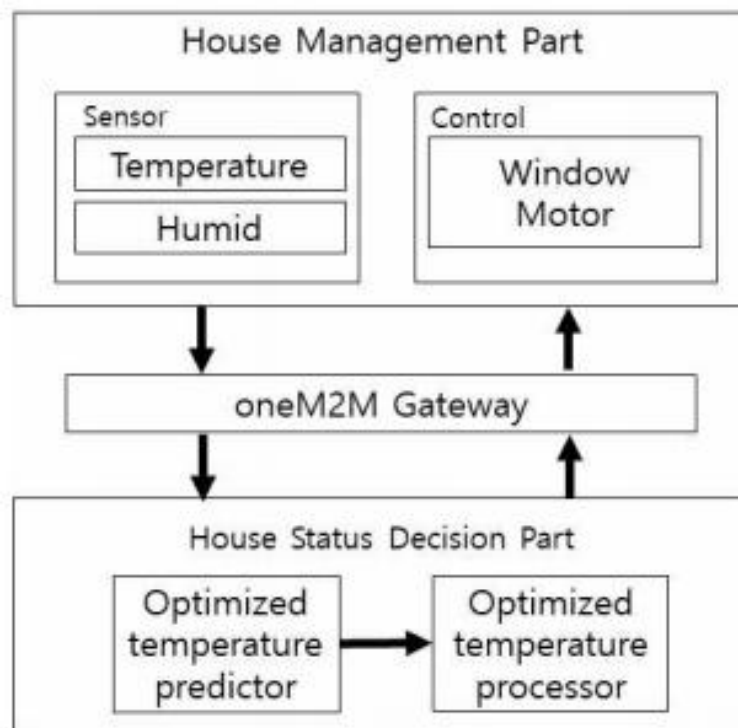


<예측 온도 평균오차(절대값)>

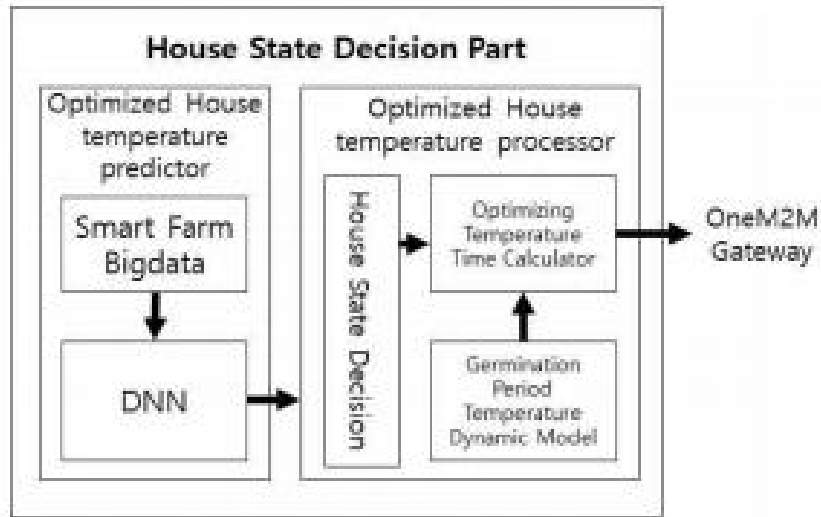


<예측 습도 평균오차(절대값)>

- 예측 온도 평균오차의 절대값은 단기가 0.273°C, 중기 0.737°C, 그리고 장기일 때 1.111°C 발생했고, 최대오차의 절대값은 단기1.366°C, 중기 3.752°C 그리고 장기일 때 5.777°C 발생
 - 평균오차의 절대치값은 1.755%였고, 최대오차의 절대값은 52.701% 발생, 중기에는 평균오차와 최대오차 절대값이 각각 3.115%와 46.35%로 나타났고, 장기 예측 결과는 각각 3.255%, 52.082%로 나타남
- 전력 소모 절감을 위한 딥 러닝기반의 지능형 그린 하우스 제어 시스템(신현엽, 임효균, 김원태, 2018.03, 전기전자학회논문지 제 22권 제 1호 p53 ~ p60)



<그린 하우스 제어시스템 구성도>



그린하우스 상태 결정부 구성도

- 기존 스마트팜 시스템에 대한 분석 제시
- 스마트팜 전력절약 시스템의 전체 구성도와 구성 요소에 대한 상세기술 설명
- 재배환경을 위한 최적의 온도를 1시간 전에 예측하여 실내 온도를 제어하는 해결법 제시
- 스마트팜 데이터를 학습하고 최적 온도를 예측하는 과정과 온도를 제어하는 기기별로 전력소모량 비교

```

Algorithm 2. Optimized Temperature Processor


---


Input :
  Predicted_data : Predicted Optimizing House Temperature
  Real_data : Real House Temperature Data
  Outside_data : Outside Temperature and Humidity Data
Output :
  Control_state : control message data

Algorithm :
POT_Processor(Predicted_data, Real_data, Outside_data)
{
  state = House_State_Decision(POT, Real_data);
  if state == 1 then
  {
    house_dynamic_data =
      GPTDM(Outside_data, Real_data);
    optimizing_duration =
      OTP(house_dynamic_data, difference_temp);
    send_control(optimizing_duration, state);
  }
  endif
}


---



```

.기대 최적 온도 제어기 알고리즘>

```

Algorithm 1. Optimized House Temperature Predictor


---


Input :
  Train_data : Smart Farm Dataset Array
  Test_data : Test_data Array
Output :
  Data_prediction : Predicted Optimizing Temperature

Algorithm :
POT_prediction(Train_data, Test_data)
{
  POT_predictor = multilayerPereptron();
  POT_predictor.setLearningRate(0.1);
  POT_predictor.setTrainingTime(10000);
  POT_predictor.setHiddenLayers("3");
  POT_predictor.buildClassifier(Train_data);
  data_prediction =
    POT_predictor.classifyInstance(Test_data);
  return(Data_prediction);
}

```

<기대 최적 온도 예측기 알고리즘>

- 기대 최적 온도 예측기 알고리즘은 Multilayer Perceptron 알고리즘으로 스마트팜 데이터셋을 학습하고 그 결과를 이용하여 새로운 실외 온도와 실외 습도 데이터가 입력되면 기대 최적 온도를 예측

```

Algorithm 3. Optimizing Time Calculator


---


Input :
  house_dynamic_data : temperature change per second
  difference_temp : difference between predicted and real
  temperature
Output :
  optimizing_duration : control message data

Algorithm :
OT_Calculator(Train_data, Test_data)
{
  optimizing_duration = difference_temp /
    house_dynamic_data;
  Return(optimizing_duration);
}

```

<하우스 최적화 시간 계산부 알고리즘>

- 상태결정부를 통해 하우스 최적화가 필요하다고 판단되면 하우스 온도 변화 물리 모델을 이용하여 그린 하우스 실내의 도가 1시간 뒤에 기대 최적 온도로 도달하기 위해 필요한 하우스 최적화 시간을 계산

Algorithm 3. House State Decision

Input :

Predicted_data : Predicted Optimizing House Temperature

Real_data : Real House Temperature Data

Output :

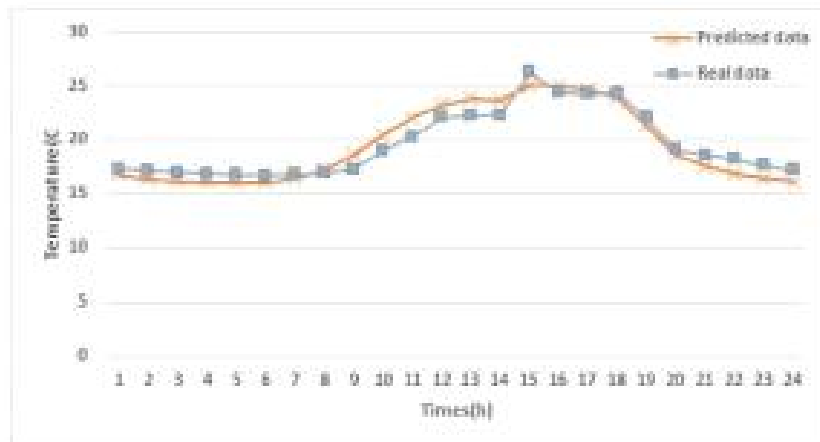
Control_state : control message data

Algorithm :

```
state_decision(Train_data, Test_data)
{
    difference_temp = real_data - Predicted_data;
    if difference_temp < 0.5 || difference_temp > -0.5 then
        Control_state = 0;

    else
        Control_state = 1;
    endif
    Return(control_state);
}
```

<하우스 상태결정부 알고리즘>



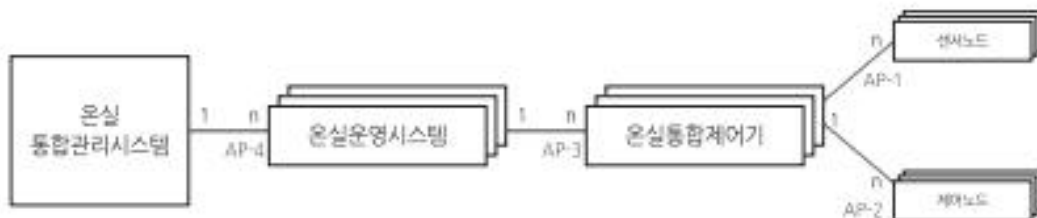
.동일 시간 최적 온도 예측 모델 정확도.

- 실제 그린 하우스 내부 온도와 기대 최적 온도의 차이값을 계산하여 기대 최적 온도 까지 떨어져야하는 '실내 그린 하우스 온도차 (difference_temp)'를 계산
- 하우스 상태결정부로부터 하우스의 실내온도를 내려야 한다고 판단된 후, 하우스 최적화 시간 계산부는 기대 최적 온도까지 하우스 최적화를 했을 때 걸리는 시간을 계산
- 스마트팜코리아에서 제공하는 농가 데이터셋을 이용하여 학습한 모델이 1시간 후의 적절한 온도를 도출해낼 수 있는지 실험
- 실제 온도와 예측된 온도의 오차율 : 3 ~ 7%
- 실내 온도를 다른 데이터보다 1시간 늦게 입력한 데이터셋 예측 오차율 : 7%

□ 국내 스마트팜 표준화 현황(여현, 2018.11, TTA 저널 제 180호 p41 ~ p46)

	표준코드	표준명	제정일
1	TTAK.KO-06.0286	온실 관제 시스템 요구사항 프로파일	2012.06.12.
2	TTAK.KO-06.0288-Part1/R1	온실 관제 시스템 - 제 1부 센서노드와 온실통합 제어기 간 인터페이스	2015.04.13.
3	TTAK.KO-06.0288-Part2/R1	온실관제시스템 - 제2부 제어 노드와 온실 통합 제어기 간 인터페이스	2015.04.13.
4	TTAK.KO-06.0288-Part3	온실 관제 시스템 - 제3부 온실 통합 제어기와 온실 운영 시스템 간 인터페이스	2012.06.12.
5	TTAK.KO-06.0288-Part4	온실 관제 시스템 - 제4부: 온실 운영 시스템과 온실 통합 관리 시스템 간 인터페이스	2013.03.28.
6	TTAK.KO-10.0843	시설 원예 생육 진단 메타데이터	2015.12.16.
7	TTAK.KO-10.0844	스마트 온실 유즈케이스 및 기능 요구 사항	2015.12.16.
8	TTAK.KO-10.0845	스마트 온실을 위한 구동기 인터페이스	2015.12.16.
9	TTAK.KO-10.0903	스마트온실을 위한 센서 인터페이스	2016.06.24.
10	TTAK.KO-10.0934	스마트온실 기능요소 간 인터페이스	2016.12.27.
11	TTAK.KO-10.0936	상호운용성 계공을 위한 스마트온실 환경제어 시그널링 요구사항	2016.12.27.
12	TTAK.KO-10.0943	스마트팜용 온실통합제어기와 센서 - 구동기 통합노드 간 통신 프로토콜	2016.12.27.
13	TTAK.KO-10.0944	스마트온실을 위한 양액기 및 이산화탄소 발생기의 운용 요구사항	2016.12.27.
14	TTAK.KO-10.0945	스마트온실을 위한 원격 감시용 스마트 영상 장치	2016.12.27.
15	TTAK.KO-10.1008	스마트온실용 온실 운영 시스템과 비순환식 양액 시스템 간 통신 프로토콜	2017.12.13.
16	TTAK.KO-10.1044	스마트 온실 센서/구동기 및 제어기 간 RS485 기반 모드버스(MODBUS) 인터페이스	2018.06.27.
17	TTAK.KO-10.1045	스마트 온실 구동기 메타데이터	2018.06.27.
18	TTAK.KO-10.1046	스마트 온실 센서 메타데이터	2018.06.27.

<TTA PG426을 통한 스마트 온실 관련 표준 제정 현황>



<온실 관제 시스템 요소 인터페이스 구조>

- 스마트 온실 관련 표준은 스마트 온실에 필요한 서비스 요구사항, 인터페이스, 프로토콜 등과 관련된 내용으로 18건의 표준이 제정됨
- 후속 표준으로 스마트 온실을 위한 센서, 구동기 인터페이스와 각 기능에 대한 요구사항에 대한 표준화 작업 진행
- 양액기 및 이산화탄소 발생기 및 감시용 스마트 영상 장치 등과 관련한 표준화 작업 진행
- 스마트온실 센서/구동기 및 제어기 간 RS485 기반 모드버스(MODBUS) 인터페이스 및 스마트온실 관련 장치 간의 통신프로토콜, 메타데이터 등 스마트 온실과 관련된 세부적인 내용들에 대한 표준화 작업 진행

	표준코드	표준명	제정일
1	TTAK.KO-10.0935	농산물 유통관리 메타데이터	2016.12.27.
2	TTAK.KO-10.0938	협동조합을 위한 가축 이력 사설 인증 방법	2016.12.27.
3	TTAK.KO-10.0939	농산물 생산 및 유통 환경 모니터링 센서 정보 운용 방법	2016.12.27.
4	TTAK.KO-10.0940	농축산물 식품 메타데이터 모델링 가이드라인	2016.12.27.
5	TTAK.KO-10.0941	농산물 식품 생산, 유통 및 소비 정보 서비스	2016.12.27.
6	TTAK.KO-10.0942	농축산물 서비스 탐색 구조	2016.12.27.
7	TTAK.KO-10.1003	EPCIS 기반 농축산물 이력 관리 시스템 구축 지침서	2017.12.13.
8	TTAK.KO-10.1004	스마트축사 센서데이터에 대한 EPCIS 이벤트 스키마설계 지침서	2017.12.13.

<TTA PG426을 통한 스마트 유통 관련 표준 제정 현황>



<농산물 생산/유통 환경 모니터링센서 정보 운용방법 개요도>

- 스마트 유통이란 생산부터 소비 단계에 참여하는 모든 구성원이 유통과정에서 발생하는 모든 이벤트들에 대한 정보를 공유하고 교환할 수 있는 환경을 말함
- 유통과정에서 발생하는 이벤트들의 메타 데이터를 정의하고 GS1 표준기반으로 발생 이벤트들에 대한 서비스 제공하기 위한 표준화 작업 진행
- 농산물 유통과 관련한 여러 가지 스마트유통 관련 표준화 작업 진행

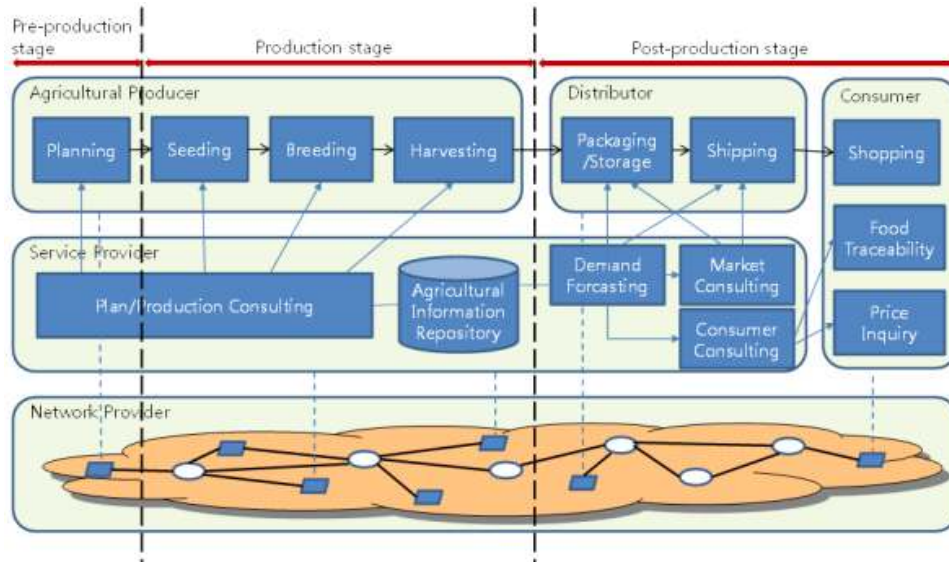
	표준코드	표준명	제정일
1	TTAK.KO-10.0937	클라우드 기반 스마트팜 서비스 요구사항	2016.12.27.
2	TTAK.KO-10.1005	팜클라우드 기반 병해충 대응 서비스 인터페이스	2017.12.13.
3	TTAK.KO-10.1006	팜클라우드와 서드파티 응용 서비스 간의 인터페이스	2017.12.13.
4	TTAK.KO-10.1007	팜클라우드와 클라우드 장치간 데이터 전송 프로토콜	2017.12.13.

<TTA PG426을 통한 팜클라우드 관련 표준 제정 현황>



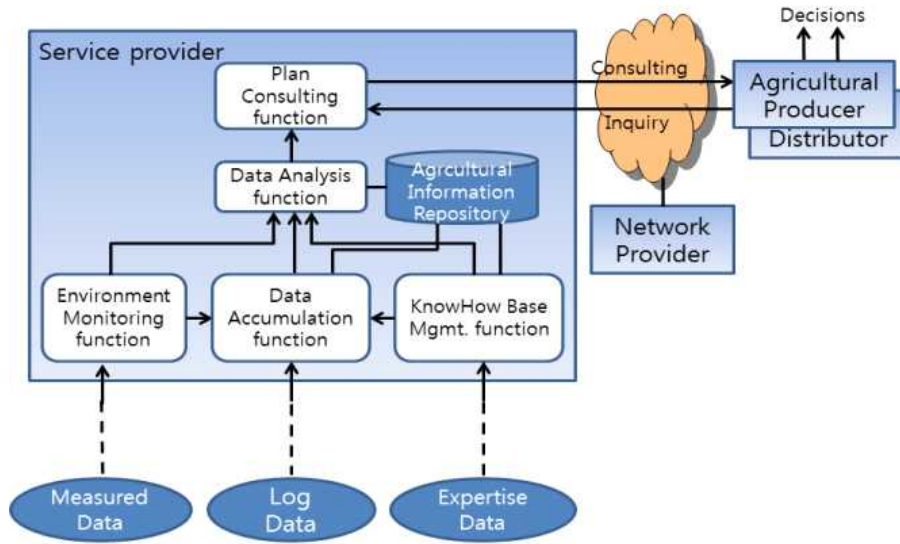
- 클라우드 기반 스마트팜 서비스는 서버, 스토리지, 미들웨어, 응용소프트웨어 등 IT 인프라 자원을 네트워크를 통해 공유하는 클라우드 기술 사용
- 기존의 농가별로 설치 및 운영되고 있는 이기종 스마트팜 시스템들을 통합 운영할 수 있으며, 농장 관리 기능을 저가의 클라우드 서비스 형태로 이용 가능
- 팜클라우드 관련 표준은 과학기술정보통신부 산하 IITP 주관으로 진행하고 있는 ‘스마트팜 확산을 위한 클라우드 기반 스마트 베드 시스템 및 Farm-As-A-Service 기술 개발’사업과 관련하여 2016년부터 표준화 작업 진행
- 팜클라우드 기반 병해충 대응 서비스, 서드파티 응용 서비스 인터페이스 및 클라우드 장치 간 데이터 전송 프로토콜에 대한 표준화 작업 진행

- 스마트팜의 ITU-T 국제표준화 현황(이승희, 2019.02, 한국통신학회지(정보와통신) 제 36 권 제 3호 p32 ~ p36)



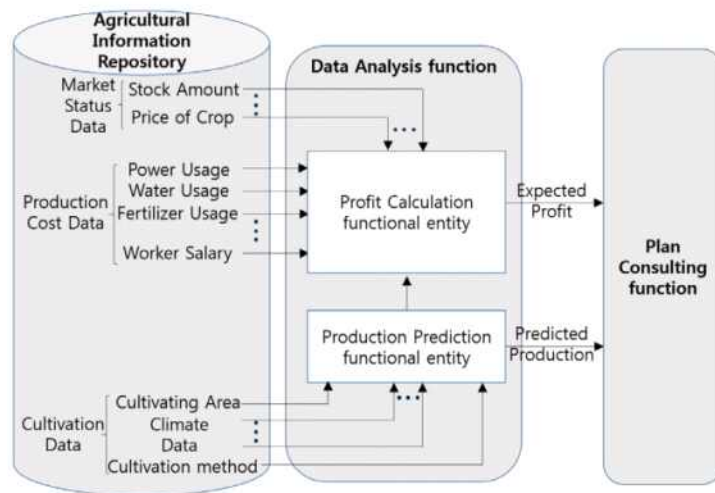
<스마트농업의 기준 모델>

- ICT융합 서비스의 관점에서 스마트농업서비스의 범위와 서비스역할을 규정하는 기준 모델
- 향후 추가로 ITU-T SG13에서 표준화 중인 스마트팜 관련 표준문서들의 기준을 제시하는 선도표준
- 스마트농업의 범위를 계획 단계부터 소비자가 농식품을 구매하는 단계까지 전 단계로 두어 기존의 생산 중심의 개념에서 벗어나 유통과 소비 단계까지 포함
- 향후 표준화 작업이 용이하게 진행될 수 있도록 생산 전(pre-production), 생산 (production), 생산 후(postproduction) 단계로 명시
- 서비스의 주체가 되는 서비스역할(service role)을 농업생산자(agriculture producer), 유통사업자(distributor), 소비자(consumer), 서비스제공자(service provider), 네트워크제공자(network provider)의 5가지로 분류하고 각 서비스역할의 세부내용을 규정



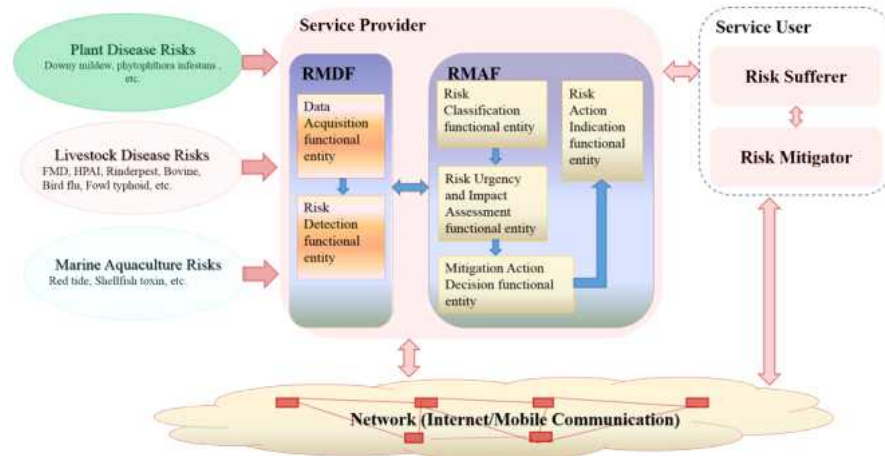
<스마트농업 자문 서비스의 기준 구성도>

- 측정된 데이터, 이력 데이터, 전문지식 데이터를 각각 따로 처리하고 이들을 종합하여 농업 정보 저장소의 정보를 구축 및 유지하고 분석
- 생산전 단계에서 생산 계획을 세워야 하는 서비스 사용자들에게 실질적으로 도움이 되는 자문을 수행하고 이 자문의 도움을 받아서비스 사용자가 생산 계획결정



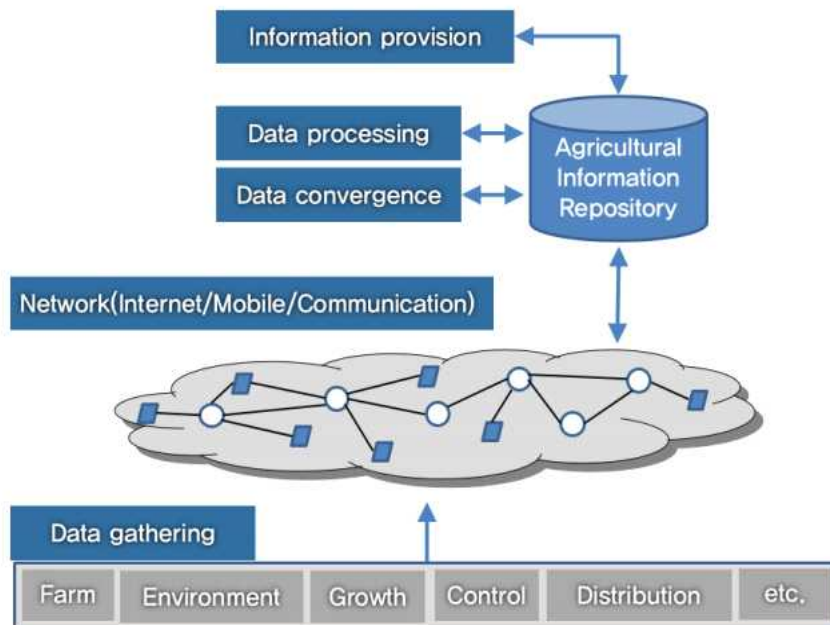
<데이터 분석 기능의 구성도>

- 경작 면적, 기후 정보, 경작 방법 등으로부터 농작물의 생산량 예측
곡물 재고량이나 곡물 시세 등의 시장정보와 전력, 물, 비료 사용량이나 고용자 임금 등의 생산 원가 정보로부터 경작자 소득을 예상, 농업 자문 서비스에 적용



<위기 완화 서비스의 기준 구성도>

- 위기 감시 및 탐지 기능(RMDF: Risk Monitoring and DetectionFunction), 위기 완화 실행 기능(RMAF: Risk MitigationAction Function)의 두 기능으로 구성
- RMDF는 데이터 획득 기능엔터티, 탐지 기능엔터티로 구성되어 위기상황을 조기에 탐지
- RMAF는 위기 분류 기능엔터티, 위기 영향 분석 기능엔터티, 완화 실행 결정 기능엔터티로 구성되어 탐지된 위기상황의 영향과 심각성에 따라 조치해야 하는 위기 완화 방법 결정



<농업정보저장소 기반 융합 서비스의 개념도>

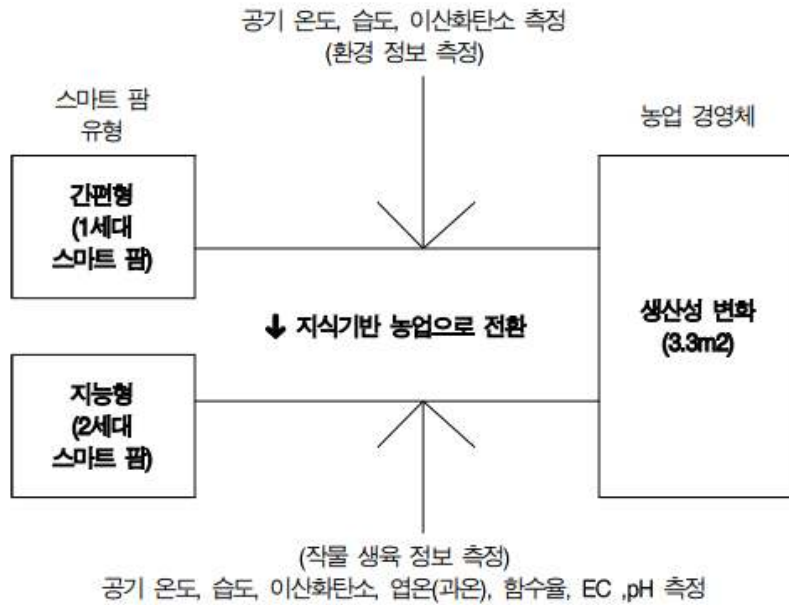
- 농업정보저장소를 중심으로 데이터 수집, 가공, 융합, 제공
- 농업 데이터의 융합 과정에 인공지능, 빅데이터, IoT등 4차 산업혁명의 핵심기술들이 적용되어야 하는 서비스

□ 지능형 스마트 팜 활용과 생산성에 관한 연구 : 토마토 농가 사례를 중심으로(이재경, 설병문, 2019.06, 벤처창업연구 제 14권 제 3호 p185 ~ p199)

구분	간편형 (1세대 스마트 팜)	지능형 (2세대 스마트 팜)
측정 정보	공기 온도, 습도, 이산화탄소	공기 온도, 습도, 이산화탄소, 염온(과온), 함수율, EC, pH
제어 정보	환기 제어, 난방 제어, 양액 제어	환기 제어, 난방 제어, 양액 제어, 작물 생육 제어
주요 기능	하우스 환경 측정 및 제어	작물 생육 정보 측정 및 분석

<스마트 팜 유형 비교>

- 스마트 팜의 유형은 간단한 환경제어 수준의 장비 도입을 통한 편리성을 목적으로 하는 간편형, 복합환경제어 및생산성 향상을 위한 지능형, 복합환경제어를 통해 안정적인생산, 품질 향상 및 에너지 절감을 주목적으로 운영하는 첨단형으로 구분
- 시스템 개발은 지능형 스마트 팜 기술을 적용

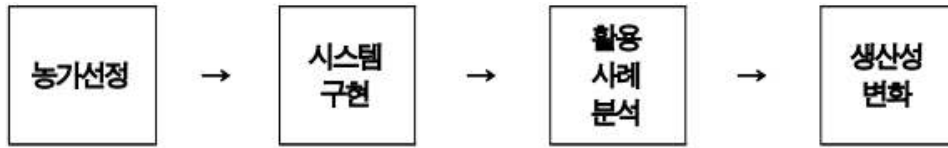


<연구 분석모형>

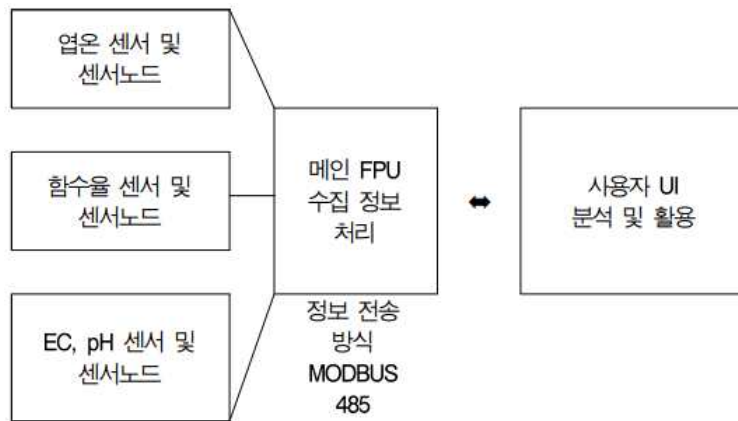
- 시설원예 환경관리 측정정보 : 공기 온도, 습도, 이산화탄소
- 작물 생육 정보 : 함수율, 엽온(과온), EC, pH, 관수량
- 엽온 : 작물의 잎 온도를 측정
- 함수율 : 인공배지의 중량을 사용자 설정 중량 기준으로 % 표시
- EC : 전기전도도
- pH : 수소이온농도를 측정 표시

유형	품목	농기수	유형	
			간편형	지능형
선도농가	토마토	18	5	13
사례농가	토마토	1	-	1
차이점				
선도농가			사례농가	
공기온도, 습도, 이산화탄소 측정			공기온도, 습도, 이산화탄소 측정 엽온(과온), 함수율, EC, pH 측정	
공기온도 기준 환경관리			엽온(과온), 함수율 기준 환경관리 엽온(과온), 함수율 기준 양분관리	

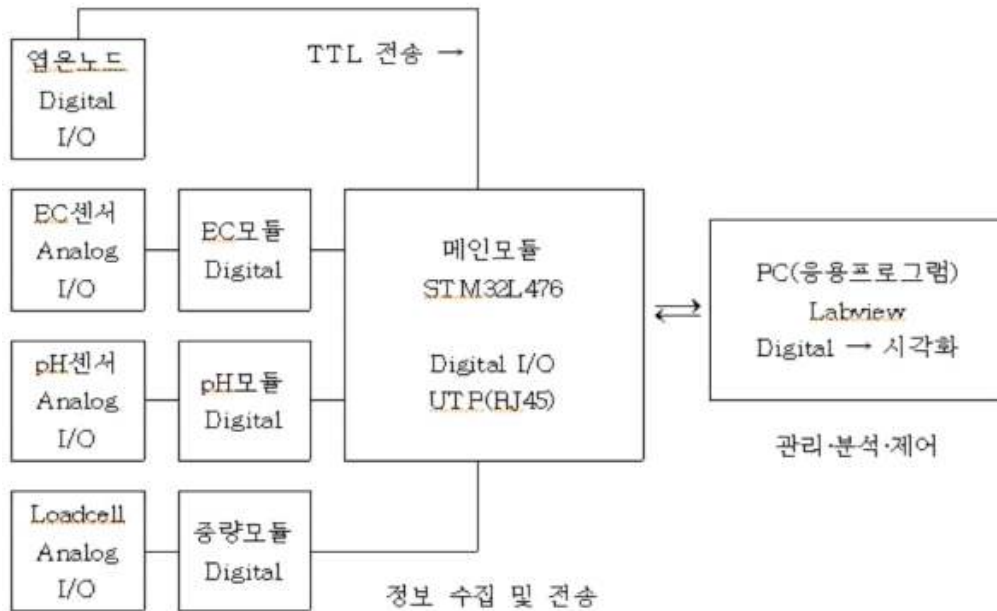
<분석 사례 유형>



<실증사례 분석 절차>



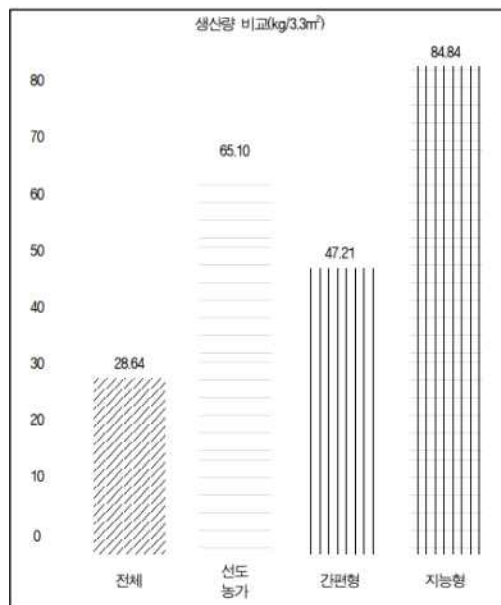
<개발시스템 블록도>



<작물 생육 정보 측정 및 분석 시스템 구성도>

- 작물생육 환경관리를 위한 정보를 수집하고 사용자가 자가농장의 특성에 따라 제어할 수 있도록 설정
- 열온(과온) 센서 및 센서노드는 적외선 방식을 사용
- 함수율 측정은 산업용 로드셀을 사용하여 중량계를 제작
- EC 센서는 SP-P5, pH 센서는 SP-C5를 사용

- 통신 및 전원 모듈은 24V DC 전원이 공급되고, RJ-45 콘넥트를 적용
- 시스템은 센서를 통해 수집되는 아날로그 신호를 디지털로 변환하여 메인제어기로 전송
- 제안 시스템은 정부에서 표준화로 권장하는 'ICT융·복합 설치규격및 서비스 범위(시설원예)' 가이드라인을 참조
- 시스템에 적용 되는 센서노드, 제어노드, 게이트웨이 등은 패킷통신이 가능해야 하고, 유선은 IEEE802.3, PLC, RS232C, RS485 프로토콜을, 무선은 IEEE802.15.4 IEEE 802.15.4e 프로토콜을 적용



<평균 생산량 비교>

- 선도 농가의 사례를 2018년 전체 토마토 평균 생산량과 비교를 해보면 토마토 선도 농가는 전체 대비 227.30% 높은 것으로 나왔으며, 선도 농가 최고 생산량은 3.3m² 당 131.52kg, 최저 생산량은 16.63kg으로 조사
간편형 평균은 47.21kg, 지능형 평균은 84.84kg으로 조사
 - 선도농가의 사례도 간편형보다 지능형 생산량이 179.70% 더 높은 것으로 조사
- Machine learning application for predicting the strawberry harvesting time(Mi-Hye Yang, Won-Ho Nam, Taegon Kim, Kwanho Lee, Younghwa Kim, 2019.06, Korean Journal of Agricultural Science 46(2) p381 ~ p393)
- 딥러닝 기술을 이용하여 대상 작물인 딸기의 생육시기별 이미지로부터 생육 시기 및 최적의 수확 시기를 판별

- 구글(Google)에서 제공하는 오픈소스(open source) 라이브러리인 텐서플로우(TensorFlow, <https://www.tensorflow.org/>)를 활용
- 딸기의 생육 시기 분류를 이미지 내 객체 추론(object inception)과 객체 검출(objectdetection)의 두 가지 방법을 적용
- 객체 추론을 위해 학습 데이터량 및 학습 횟수에 따른 분류 정확도를 비교
- 객체 검출을 위해 학습 횟수에 따른 검출 정확도를 비교하여 최적의 학습 횟수를 도출
- 최적의 학습 횟수를 적용하여 각 생육 시기별 딸기의 검출 및 생육 시기 분류수행



(a) Immature



(b) Mature

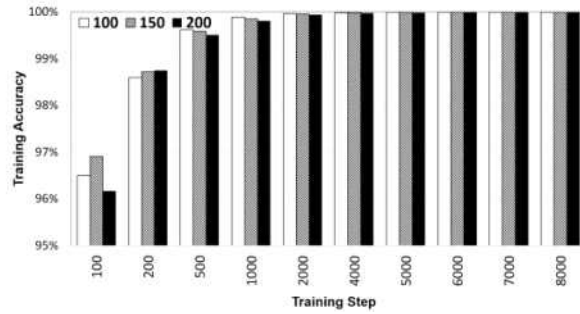


(c) Over Mature

<딸기 생육 시기에 따른 분류>

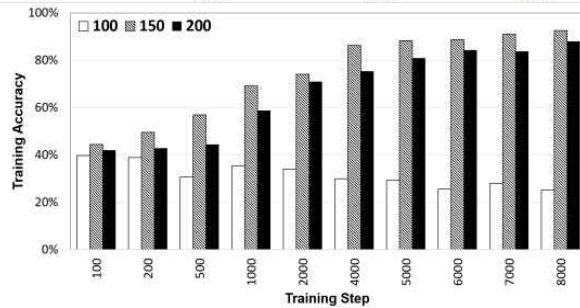
- 딸기의 생육 시기를 3단계로 구분하여 학습하기 위하여, 시험 데이터는 위와 같이 구성하였으며, 미성숙기, 성숙기, 과성숙기 각 생육 시기별 결과 도출
- 미성숙기 이미지 개수 100개, 학습횟수 100회일 때 96.504%의 정확도로 분류하였고, 학습 횟수 8000회일 때는 99.999%를 나타내었으며, 학습 이미지 100,150, 200개 모든 경우의 정확도가 100%에 가깝게 수렴
- 착색이 전혀 이루어지지 않은 녹색으로 이루어져 있어 높은 정확도로 분류

Step	Image (%)		
	100	150	200
100	96.504	96.909	96.171
200	98.600	98.718	98.748
500	99.622	99.595	99.513
1000	99.892	99.855	99.810
2000	99.967	99.959	99.944
4000	99.987	99.990	99.981
5000	99.993	99.994	99.990
6000	99.995	99.997	99.993
7000	99.996	99.998	99.995
8000	99.999	99.998	99.996



<딸기 생육 시기(미성숙기) 이미지 분류 학습 결과>

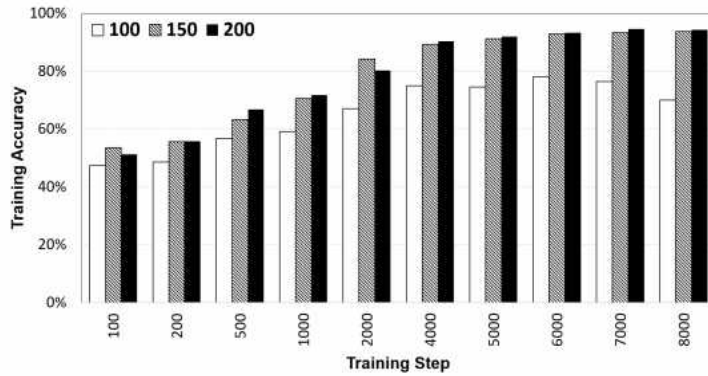
Step	Image (%)		
	100	150	200
100	39.680	44.401	42.054
200	38.868	49.563	42.803
500	30.616	56.853	44.464
1000	35.289	69.081	58.695
2000	34.024	74.098	70.880
4000	29.963	86.260	75.297
5000	29.161	88.292	80.870
6000	25.512	88.723	84.197
7000	27.969	90.945	83.649
8000	25.130	92.552	87.981



<딸기 생육 시기(성숙기) 이미지 분류 학습 결과>

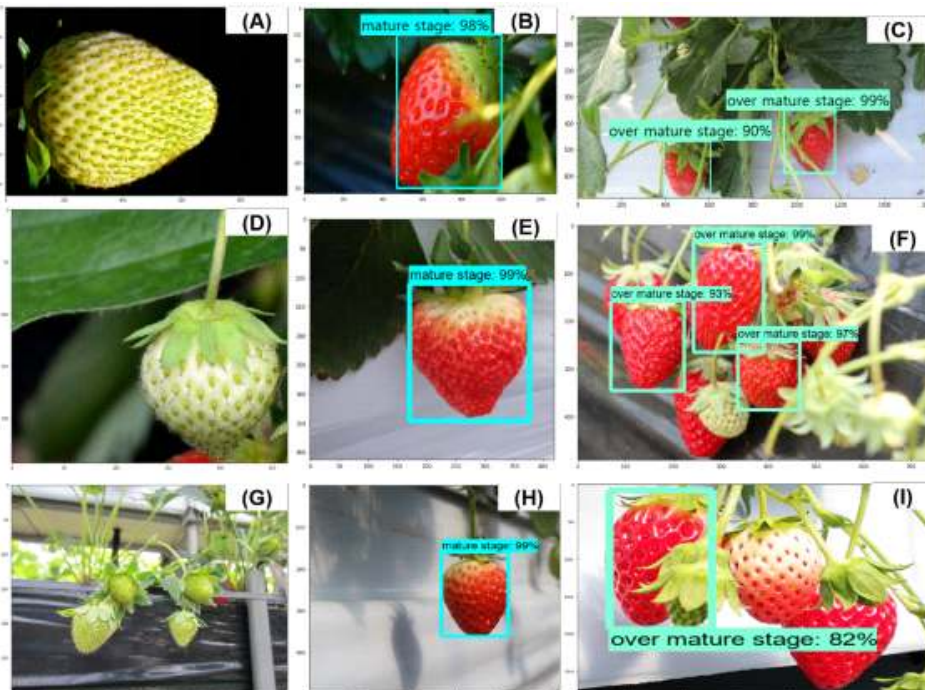
- 성숙기 이미지 학습 데이터가 100개일 때 그 정확도가 학습 횟수를 거듭할수록 정확도가 떨어짐
- 학습 데이터 100개, 학습 횟수 100회일 때 40%대의 정확도를 보였으며, 학습 횟수가 8,000회일 때는 20%대로 정확도가 약 두 배 떨어짐
오버피팅의 영향으로 판단

Step	Image (%)		
	100	150	200
100	47.483	53.560	51.260
200	48.590	55.626	55.864
500	56.854	63.259	66.830
1000	59.153	70.565	71.836
2000	67.060	84.234	80.268
4000	75.050	89.287	90.394
5000	74.594	91.300	92.005
6000	78.130	92.949	93.379
7000	76.416	93.373	94.669
8000	70.065	93.808	94.433



<딸기 생육 시기(과성숙기) 이미지 분류 학습 결과>

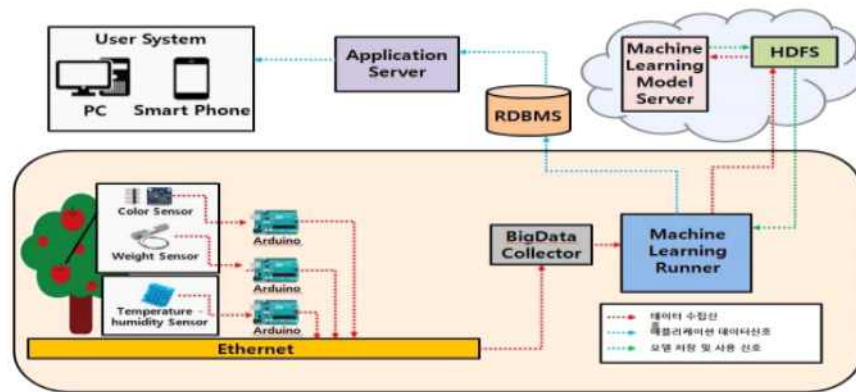
- 과성숙기 이미지 학습 데이터가 100개인 경우 최대 70%의 정확도를 보임
- 학습 데이터가 150개인 경우는 학습 횟수 5,000회부터, 200개인 경우는 학습 횟수 4,000회부터 90% 이상의 정확도를 보이며 성숙기의 경우에 비해 안정적인 결과를 보임



<객체 검출 테스트 결과>

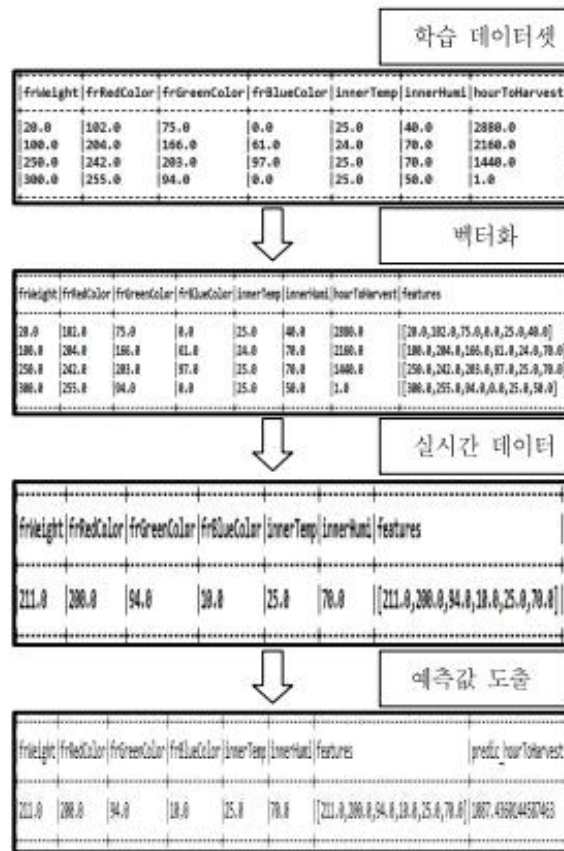
- 미성숙기의 테스트 이미지(A, D, G)의 경우, 모두착색도 0%를 보이고 있음에도 전혀 식별이 이루어지지 않음
- 미성숙기 데이터가 착색도 0 - 70%, 성숙기의 80 - 90%의 착색도와 비교하여 그 특징을 추출하지 못해 학습이 제대로 이루어지지 않은 것으로 판단됨
- 성숙기, 과성숙기와 달리 미성숙기의 착색 범위를 넓게 적용하여 미성숙기 자체의 특징을 정의하지 못한 것으로 판단됨
- 성숙기의 테스트 이미지(B, E, H)는 모두 꽃받기 부근이 덮이지 않은 이미지로 구성
- 작물의 생육 시기별 분류와 같이 과성숙기로 인식되는 것 없이 세 이미지 모두 98 - 99%의 정확도로 분류된 것으로 판단됨
- 과성숙기의 테스트 이미지(C, F, I)는 단일 이미지 내 여러 딸기를 포함하고 있으며, 테스트 이미지 모두 하나 이상의 객체를 식별이 가능하였고, 작물의 시점이 위, 정면, 아래 등 모든 방향에서 인식됨

- 머신러닝 적용 과일 수확시기 예측시스템 설계 및 구현(오정원, 김행곤, 김일태, 2019.03, 스마트미디어저널 제 8권 제 1호 p74 ~ p81)



<시스템 아키텍처>

- 각종 센서는 과일의 수확시기 관련 정보 값(색상값, 무게 값, 실내온습도 값)을 실시간으로 측정
- 각종 센서에서 수집된 수확시기 관련 정보 값은 아두이노로 수집
- 아두이노에 수집된 색상 정보와 무게 정보, 실내온습도 정보는 MQTT Broker(Mosquitto : 이하생략)를 사용하여 Kafka에 전송
- Kafka에 수집된 데이터들은 트랜잭션 처리를 하여 안정적으로 BigData Collector에 메시징 처리
- BigData Collector는 Machine Learning Runner를 경유하여 인터넷 통신으로 HDFS(Hadoop Distributed File System)에 저장되어 Machine Learning Model을 생성하고 지속적으로 개선하는데 사용
- Machine Learning Runner에서 생성된 수확시기 관련 예측 값들은 DBMS(Database ManagementSystem)에 저장된 후 Application Server를 거쳐 사용자들에게 서비스
- Machine Learning Model Server에서는 지속적으로 HDFS(Hadoop Distributed File System)로부터 빅 데이터를 읽어 들여 Machine Learning Model을 개선
- 시스템을 계속해서 사용하면 더 많은 빅 데이터가 쌓이므로 보다 정밀한 수확시기를 예측하는 모델을 생성 가능
- Machine Learning Model Server에서 생성된 모델은 Machine Learning Runner에서 읽어 들여 실시간으로 수집되는 데이터에 적용



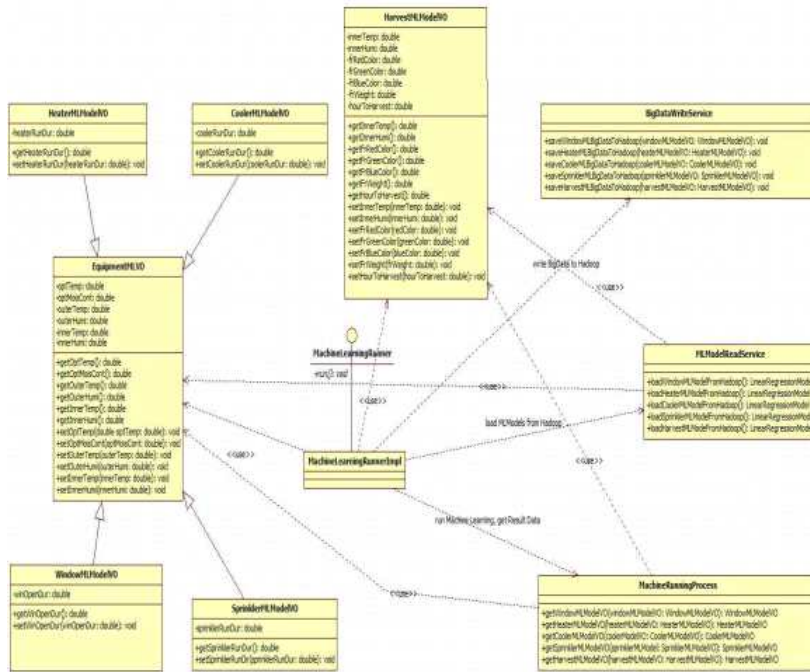
<확시기 예측값 도출>

측정값	특성명	측정단위	측정여부
내부온도	fpInnerTemp	섭씨(°c)	측정
내부습도	fpInnerHumi	백분율(%)	측정
과일빨강색상	fpRedColor	0-255	측정
과일녹색상	fpGreenColor	0-255	측정
과일파랑색상	fpBlueColor	0-255	측정
과일무게	fpWeight	그램(g)	측정

<FPSML의 머신 러닝 데이터 셋 특성들>

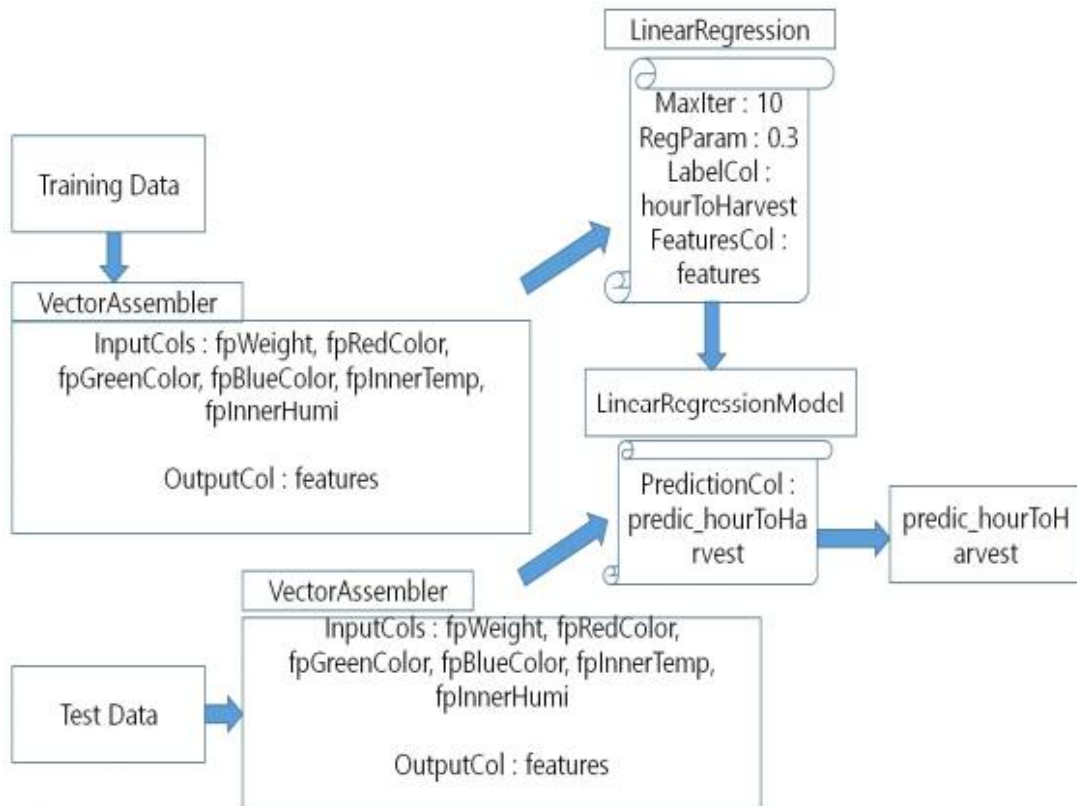
- 내부온도, 내부습도, 과일빨강색상, 과일녹색상, 과일파랑색상, 과일무게 특성 값을 머신러닝에 적용하여 과일의 예상 수확시기를 시간단위로 예측
- 과일의 수확시기에 가장 영향을 미치는 기준은 과일의 무게와 색상
- 현재의 습도와 온도가 과일의 무게와 색상을 변화시키는 속도에 영향을 주기 때문에 수확시기 상관인자에 포함
- 각 특성 값들을 다중 선형회귀 알고리즘을 이용해서 머신러닝을 학습하고 테스트 진행
- 아파치 스파크에서 제공되는 LinearRegression 클래스와 LinearRegressionModel

클래스를 사용하여 머신러닝을 적용



<머신러닝 모듈의 클래스 다이어그램>

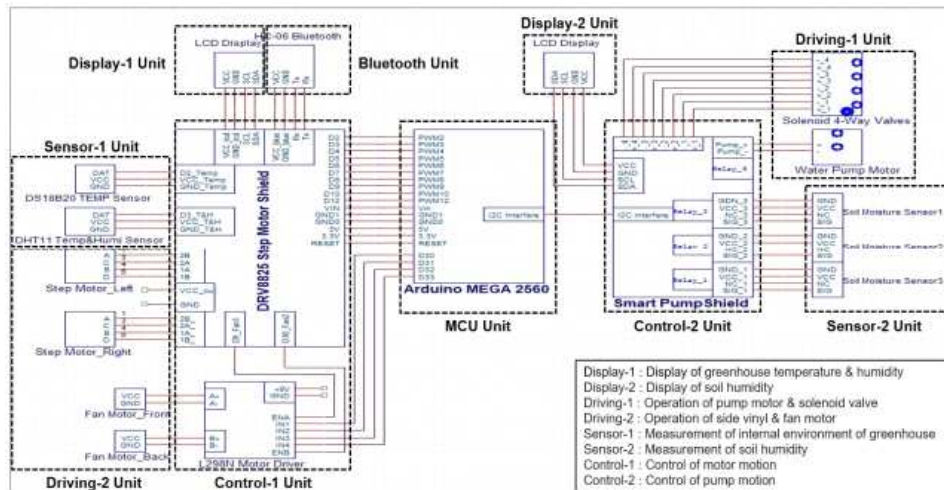
- MachineLearningRunner : 머신러닝을 적용하는 시작점인 run() 메서드를 정의하는 인터페이스
- MachineLearningRunnerImp : MachineLearningRunner 인터페이스를 구현
- MLModelReadService : 하둡으로부터 수확시기 예측에 사용되는 머신러닝 모델을 읽어 들임
- MachineRunningProcess : 각종 센서로부터 실시간으로 수집된 수확시기 예측 관련 데이터들에 실질적으로 머신러닝을 적용
- BigDataWriteService : 하둡에 빅 데이터를 저장



<API를 사용한 과일 수확시기 예측 머신 러닝 적용 순서>

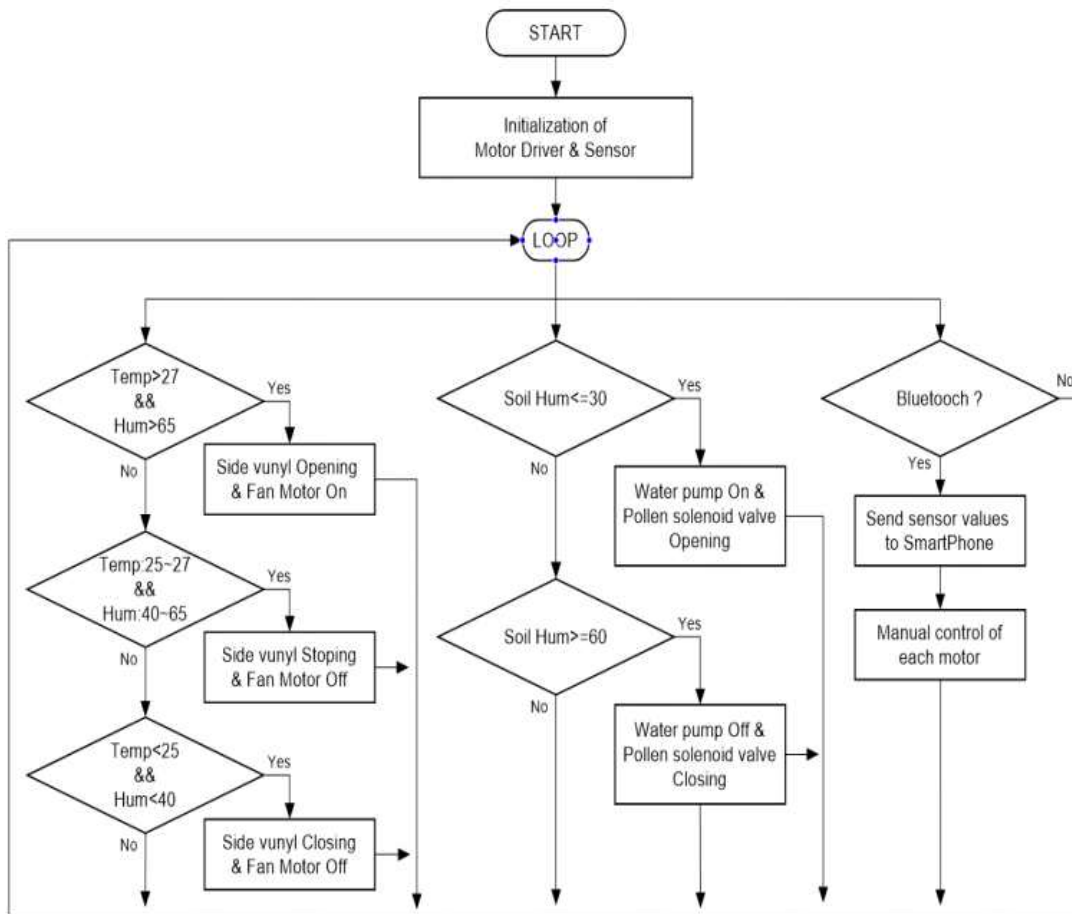
- Training Data를 VectorAssembler 클래스를 사용하여 벡터화
- LinearRegression 알고리즘에 적용하여 과일 수확시기 예측에 사용되는 LinearRegressionModel을 생성
- Test Data를 VectorAssembler 클래스를 사용하여 벡터화
- LinearRegressionModel에 적용하여 과일 수확시기 예측 값을시간 단위로 획득
- 과일의색상 값, 과일의 무게 값, 온실 내부의 온도, 온실 내부의 습도특성이 중요하게 사용됨
- FPSML의 경우 센서로부터 실시간으로 전송되는 값들을 빠른 속도로 분석해야 하므로 분석 속도를 향상시키기 위해서 하이퍼파라미터 값으로 사용된RegParam 값의 경우 0.3 을 지정하여 Overfitting을 피하게 지정하였고, MaxIter 값의 경우는 10으로 지정하여 머신 러닝 속도를 증가 시킴

- Design of Smart Farm with Automatic Transportation Function(Hwa-ra Hur, Seok-Gyu Park, Myeong-Chul Park, 2019.08, 한국컴퓨터정보학회논문지 제 24권 제 8호 p37 ~ p43)



<스마트팜 온실 내부 회로도>

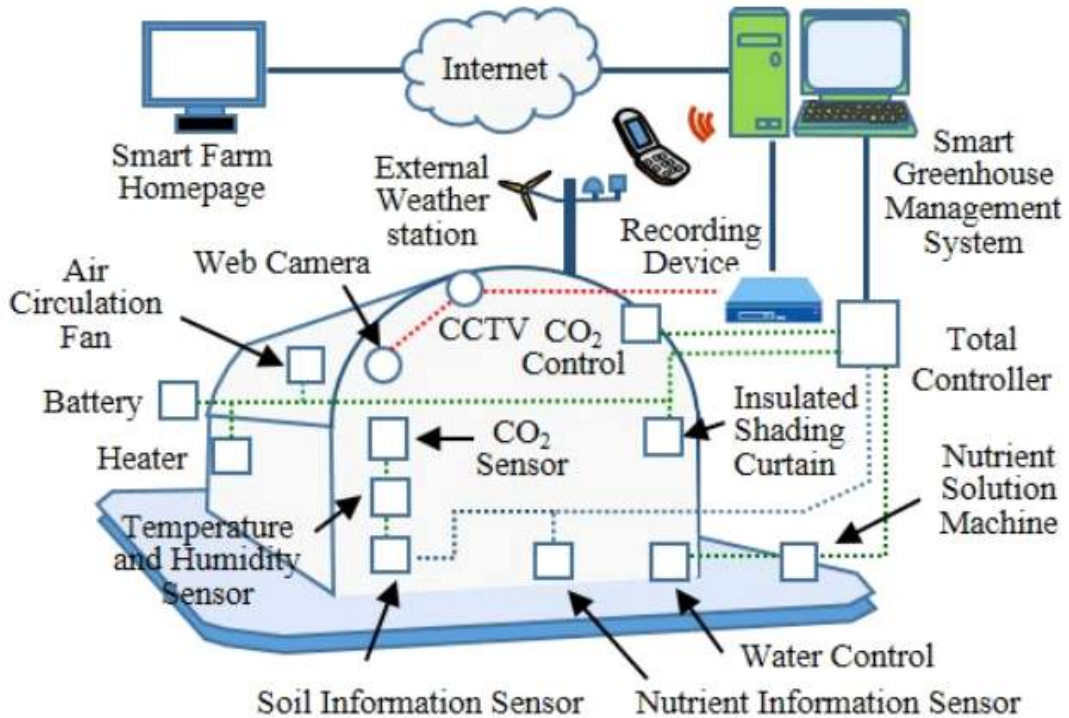
- MCU unit, Display unit, Controlunit, Driving unit, Sensor unit, Bluetooth unit으로 구성
- MCU unit : 전체적인 동작을 제어하는 프로그램 실행
- Sensor unit : 각종 환경정보(토양습도센서, 온도센서, 온습도 센서) 측정
- Control unit : 전달 값을 통하여 각종 모터를 구동
- Driving unit : Control unit과 연계되어 동작, 듀얼스텝모터 드라이브 실드와 모터 드라이버, 스마트펌프 실드, 스텝핑모터, 팬모터, 워터펌프 모터, 솔레노이드4-Way 밸브로 구성
- Display unit : 실시간으로 측정되고 있는 환경 정보 표시. Display-1 unit은 온실 내의 온도와 습도를 LCD에 표시, Display-2 unit은 토양의 습도를 LCD에 표시
- Bluetooth unit : 스마트 폰의 앱과 연동하여 수동으로 각 장치들을 제어하기 위한 통신 역할 수행



<온실 동작의 순서도>

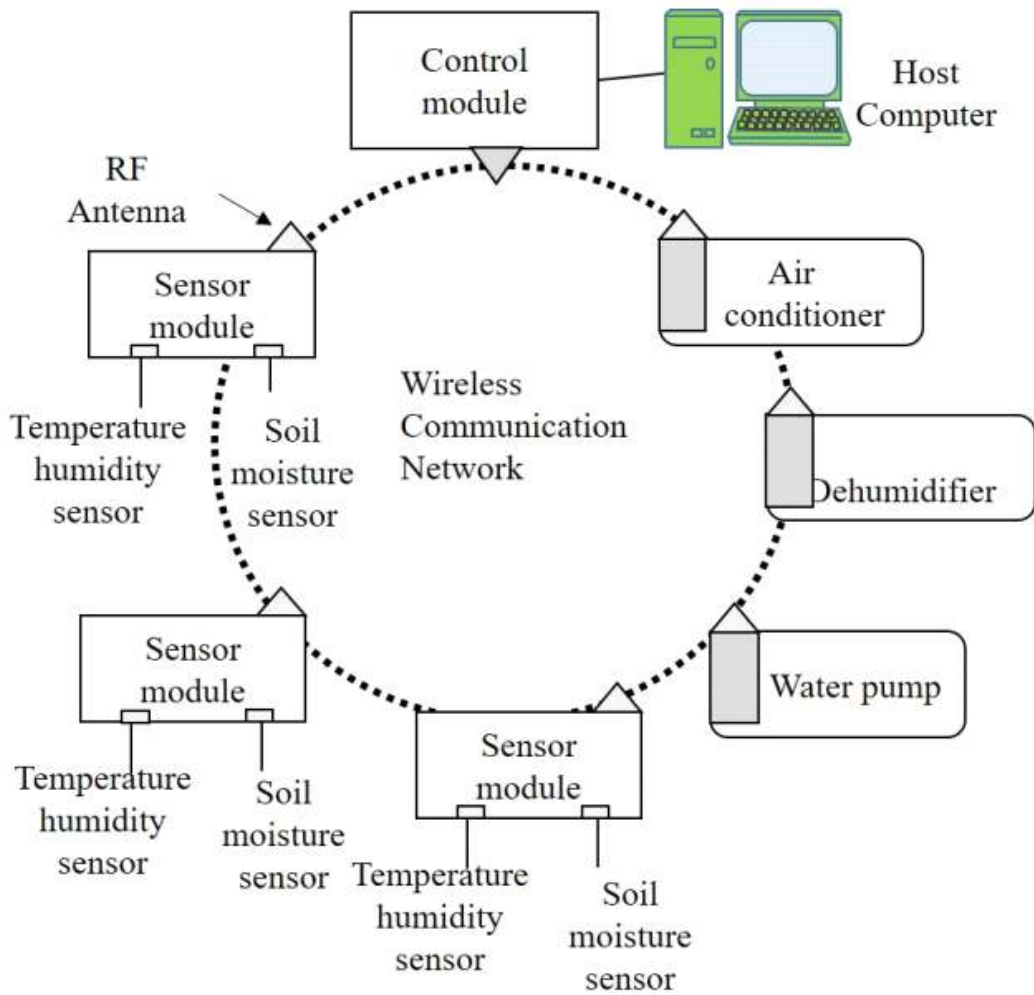
- 초기화 단계 : 센서와 모터 동작, LCD 작동, 블루투스 모듈, 라이브러리 호출
- 동작 조건 비교 : 아두이노에서 센서들의 측정이 시작되어 측정된 값을 아두이노로 전달하게 되며 각 센서 값에 따른 동작 조건 비교
- 설정된 온도, 습도, 토양습도의 범위 값에 따라 Driving unit을 동작. 온실의 실내 온도가 27도 이상, 습도가 65% 이상일 때는 온도와 습도를 낮추기 위해 팬 모터를 동작시켜 환기를 하고 스텝모터를 동작시켜 측면비닐을 개방
- 온도가 25 ~ 27도, 습도가 40~65% 이하일 때는 적절한 환경을 유지하기 위해 팬 모터와 스텝모터를 중지시켜 현재 상태 유지
- 온도가 25도 이하, 습도가 40% 이하일 때는 온도와 습도를 높이기 위해 팬 모터를 중지시키고 스텝모터를 동작시켜 측면비닐을 폐쇄
- 화분에 부착된 토양습도 센서의 값이 30% 이하일 때는 해당 화분에만 솔레노이드 밸브를 개방하여 물을 공급
- 토양습도가 60% 이상일 때는 물 공급을 중지하고 사용자가 수동모드를 선택했을 때는 팬 모터 동작 및 정지, 스텝모터 동작

- 무선 통신 기반 스마트 농장 온습도 제어 방법론에 대한 연구(박세현, 오성현, 이상민, 맹준석, 고윤석, 2018.07, JKIECS 제 13권 제 4호 p851 ~ p857)



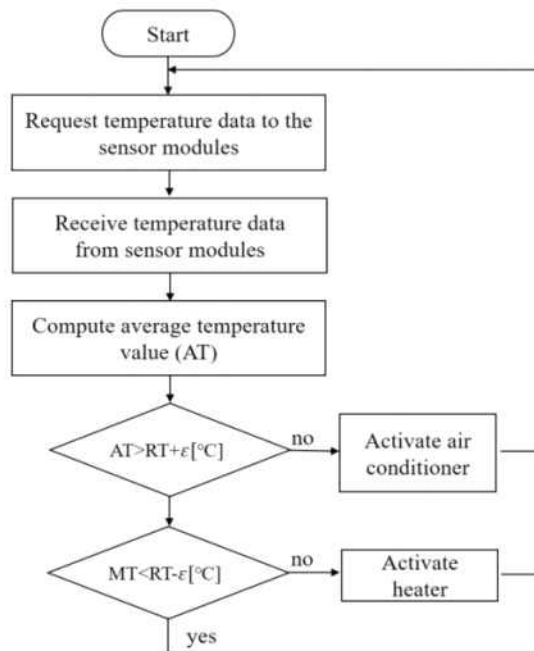
<스마트 농장 시스템 구성>

- 스마트농장이란 사물인터넷 기술을 기반으로 시설의 온도, 습도, 일조량, 이산화탄소량 및 토양을 자동으로 측정 및 분석
- 분석결과에 따라 필요한 제어를 수행하고 작물에 필요한 영양소를 공급
- 스마트폰과 같은 모바일 기기를 통해 작물 재배 환경 원격 관리 지원



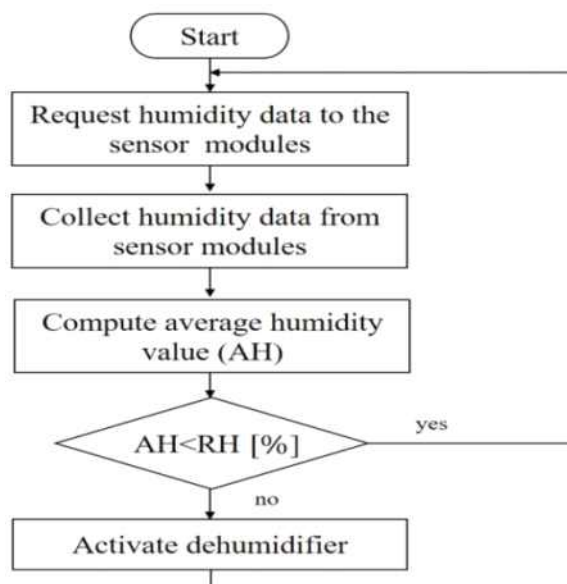
<무선통신 기반 제어 방법론>

- 호스트 컴퓨터, 제어모듈, 센서모듈 그리고 제어대상으로 구성
- 구성요소들은 정보교환을 위해 무선통신으로 연결
- 제어모듈은 무선통신을 이용하여 일정 시간마다 센서모듈들에 대기의 온도와 습도 및 토양습도 데이터를 요청
- 각 센서 모듈들로부터 대응하는 데이터가 수신되면 수집된 정보를 바탕으로 농장 내의 온도, 습도 그리고 토양습도를 적정하게 유지하기 위해 냉방기, 제습기, 환풍기 그리고 수중 펌프 등과 같은 제어대상을 제어하도록 설계



<온도제어 처리 순서도>

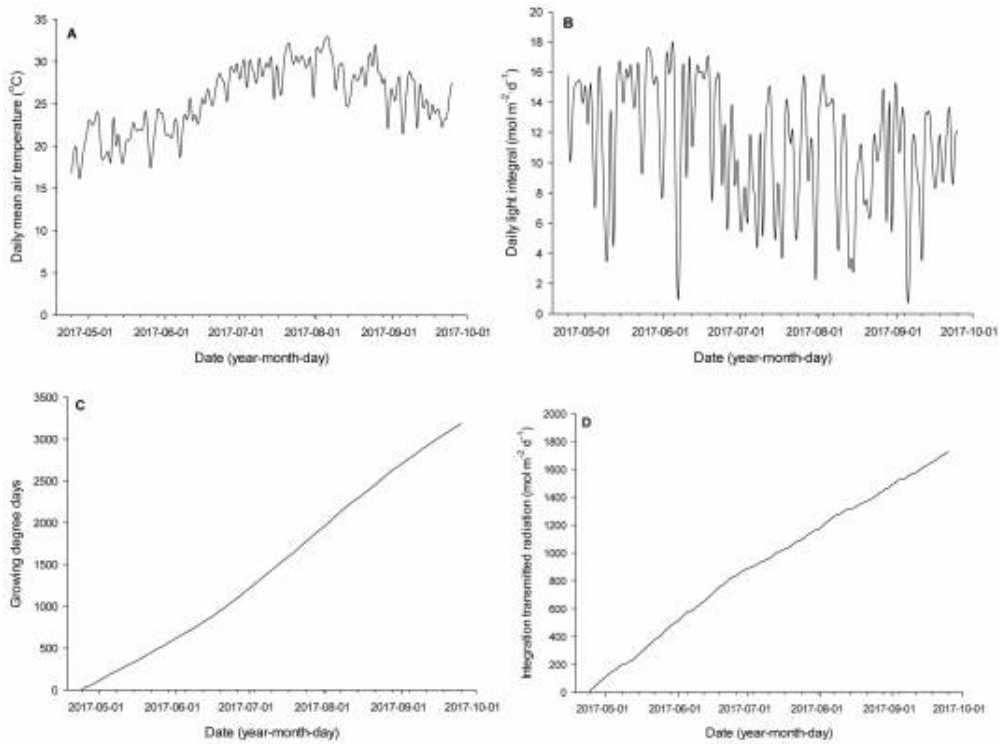
- 제어모듈은 농장 내의 온습도 센서모듈에 순차적으로 온습도 데이터 요청명령 전송
- 센서모듈들은 대기모드에서 제어모듈로부터 데이터 요청 명령을 수신하면 측정된 온도를 무선통신 모듈을 통해 제어모듈로 송신
- 제어모듈은 순차적으로 모든 온습도 센서모듈들로부터 온도 데이터를 수집한 후, 수집된 온도 데이터들로부터 평균온도 계산
- 실내온도를 적정온도에서 유지하기 위한 제어전략을 수행



<습도센서 처리 순서도>

- 제어모듈은 대기습도 센서모듈에 순차적으로 데이터를 요청한 후 대기
- 대기모드에 있는 센서모듈들은 마스터 모듈의 데이터 요청명령에 대응하여 대응하는 습도 측정 데이터를 무선통신을 이용하여 마스터 제어모듈에 전송
- 마스터 제어모듈은 이들 수집되는 습도 데이터로부터 평균습도 계산
- 센서 모듈로부터 수집되는 습도 데이터를 표시

□ 생육도일온도에 따른 고추의 생육 및 수량 예측 모델 개발(김성겸, 이진형, 이희주, 이상규, 문보흠, 안세웅, 이희수, 2018.10, 시설원예·식물공장 제 27권 제 4호)



<비가림 시설 내 기온, 일사량 등 환경변수 측정 데이터>

Days after transplanting (d)	Plant height (cm/plant)	Number of leaves (/plant)	Leaf area (cm ² /plant)	Fresh weight (g/plant)	Dry weight (g/plant)
0	23.4± 0.7	13± 0	89.7± 1.2	2.3± 0.1	0.3± 0.0
14	28.5± 3.8	23± 3	170.9± 17.9	5.4± 0.7	1.1± 0.4
28	39.5± 4.3	34± 4	359.2± 41.1	16.7± 1.8	3.1± 1.3
42	63.2± 4.1	272± 20	2180.7± 281.6	70.3± 5.6	14.4± 3.3
56	93.2± 4.7	806± 61	6501.0± 422.2	210.0±17.2	41.9± 9.3
70	121.3± 6.6	1,385±112	12,555.8±1,269.3	332.4±30.2	67.7±15.2
84	131.2± 6.2	1,434± 37	12,326.1± 731.4	338.2±14.8	92.6±23.3
98	152.2± 8.4	2,085±113	25,448.1±2,397.2	483.2±28.6	103.9±19.5
112	170.2± 6.2	3,187±209	29,599.1±1,869.5	575.9±32.1	126.0±25.2
126	176.6±13.2	4,342±305	36,420.5±4,311.3	799.7±48.6	172.1±29.7
140	195.2±17.8	5,549±345	33,253.3±4,056.5	842.5±41.3	181.1±36.5
154	195.6±23.1	4,913±441	41,584.0±3,617.4	978.8±78.0	194.6±49.0

<생체중, 건물중, 엽수, 엽면적 2주 간격 파괴 조사 결과>

- 엽면적 : 엽장 1cm 이상의 완전 전개된 잎을 모두 따서 엽수를 측정하고 엽면적 기계(LI-3100, LI-COR,USA)를 이용하여 측정
- 수확량 : 정식 후 6주부터 2주 간격으로 총 8회 측정
- 과수, 과중 및 건물중 : 길이가 5cm 이상의 고추 과실
- 병과, 열과 등의 비정상 과수를 별도 조사
- 단수 : 적색 고추 과실의 건물중 × 상품성 있는 홍 고추 개수 × 정식 주수/10a으로 계산
- 수량 조사 : 완전임의배치법 3반복으로 총9개체의 고추를 조사주로 선정

$$\text{Fresh weight} = \frac{2832.4}{1 + \exp\left(-\frac{\text{GDD} + 2309.6}{-689.0}\right)}$$

$$\text{Dry weight} = \frac{633.6}{1 + \exp\left(-\frac{\text{GDD} + 2276.1}{-665.6}\right)}$$

$$\text{Plant height} = \frac{194.7}{1 + \exp\left(-\frac{\text{GDD} - 1101.2}{-577.9}\right)}$$

$$\text{Leaf are} = \frac{40,685.5}{1 + \exp\left(-\frac{\text{GDD} - 1828.2}{-474.8}\right)}$$

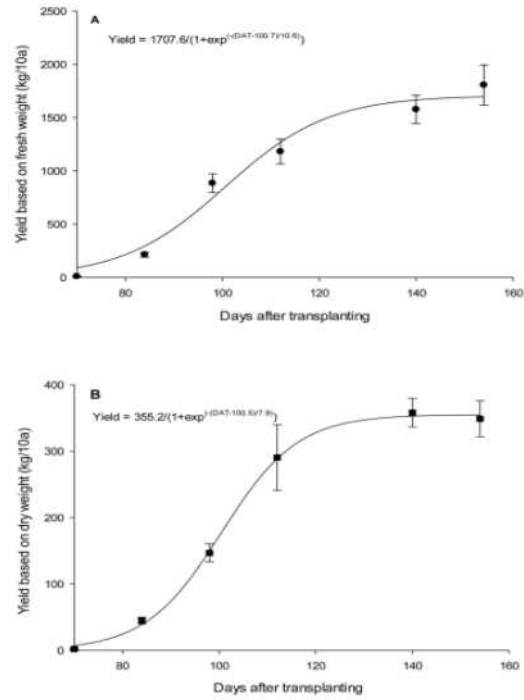
<생체중, 건물중, 초장 및 엽면적의
예측 회귀 모델식>

- GDD : 생육도일 온도로 일 최고 및 최저 기온의 합 / 2의 전체합

Growth traits	Growth model parameters			R ²
	a	b	k	
Fresh weight (g/plant)	2832.4	2309.6	689.0	0.979
Dry weight (g/plant)	633.6	2276.1	665.6	0.984
Plant height (cm/plant)	194.7	1101.2	577.9	0.988
Leaf area (cm ² /plant)	40,685.5	1828.2	474.8	0.978

<GDD에 따른 생장 모델 파라미터>

- a : 고추의 생체중 및 건물중의 잠재적 최대값으로 각각 2,832g/plant 및 633g/plant
- 지수 함수적으로 생장이 늘어나는 시점의 GDD : 1,000
- b : 생체중과 건물중 값으로 각각 2,309 및 2,276
- k : 각각 689 및 665
- 고추의 초장과엽면적의 최대값은 정식 후 각각 194.7cm/plants 및 40,685.6cm²/plant으로 예측
- 지수함수적으로 엽면적이 증가하는 GDD : 946
- 생육도일온도는 작물이 발아부터 성숙까지 생육단계에 따라서 어느 일정량의 열량을 얻어야 성숙된다는 것을 기반으로 작물의 개화시기, 성숙기 등과 같은 생물계절을 예측하기 위해 사용할 수있는 온도적산 값
- 주산지(경북 안동 및 영양, 충북 청양 등)별로 GDD값을 계산하여 개발된 회귀모델 식들을 이용하여 잠재적 생장 예측



<정식 후 일수에 따른 수량 추정>

- 인공신경망 기반 온실 외부 온도 예측을 통한 난방부하 추정(김상엽, 박경섭, 류근호, 2018.04, 정보처리학회논문지/소프트웨어 및 데이터 공학 제 7권 제 4호 p129 ~ p134)

Attribute of Data(Unit)	Contents
AirTemp(℃)	Temperature in Greenhouse
RH(%)	Relative Humidity in Greenhouse
TgtAirTemp(℃)	Target Temperature
SurfTempHigher(℃)	Temperature of Intro Heating Pipe
SurfTempLower(℃)	Temperature of Outro Heating Pipe
HeatPumpAccLength(Sec)	Operating Time of Heat Pump
AirTemp_aws(℃)	External Temperature
RH_aws(%)	External Relative Humidity
sum_10m(min.)	Radiation Value over 120W/m ²
wet_10m(min.)	Condensation Value under 150Kohm
SlrW(W/m ²)	Solar Radiation
SlrW_Max(W/m ²)	Maximum Solar Radiation (AVG. 10min)
WS(m/s)	Wind Speed
WD(°)	Wind Direction
ws_gust(m/s)	Maximum Wind Speed (AVG. 10min)
wd_gust(°)	Direction of Maximum Wind Speed
PAR_Flux_Density(umol/m ²)	Intensity of Radiation
bar_pressure_kpa(kpa)	Air Pressure
Rain_mm(mm)	Rainfall
Under_10, 30, 50cm, 1, 1.5m(℃)	Subsurface Temperature - 10, 30, 50cm, 1, 1.5m
soilheat_10, 30, 50cm(W/m ²)	Subsurface Thermal Flux - 10, 30, 50cm
CO2_aws(ppm)	External CO2

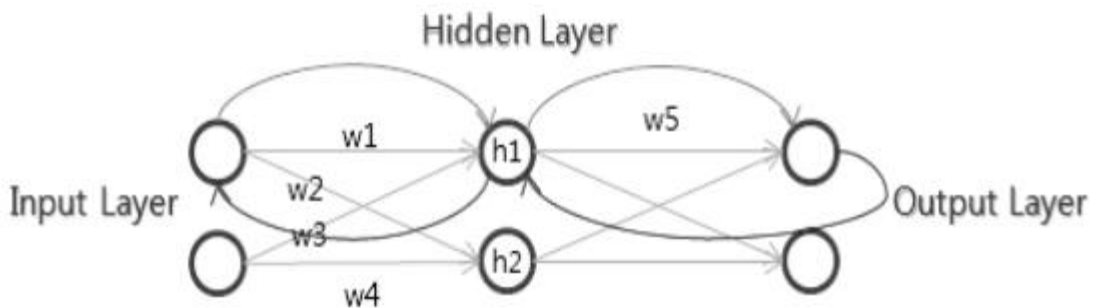
<환경 측정 데이터>

- 외부기상(온도, 습도, 풍향, 풍속)을 비롯한 일사량, 감우, 지표하 온도, 외부 CO2, 온실 내 온도, 상대습도, 내부 CO2 등 총 29개의 항목 수집
- 데이터는 2016년 1년간 수집된 데이터를 사용
- 데이터의 변화가 적기 때문에 10분 평균값으로 구성

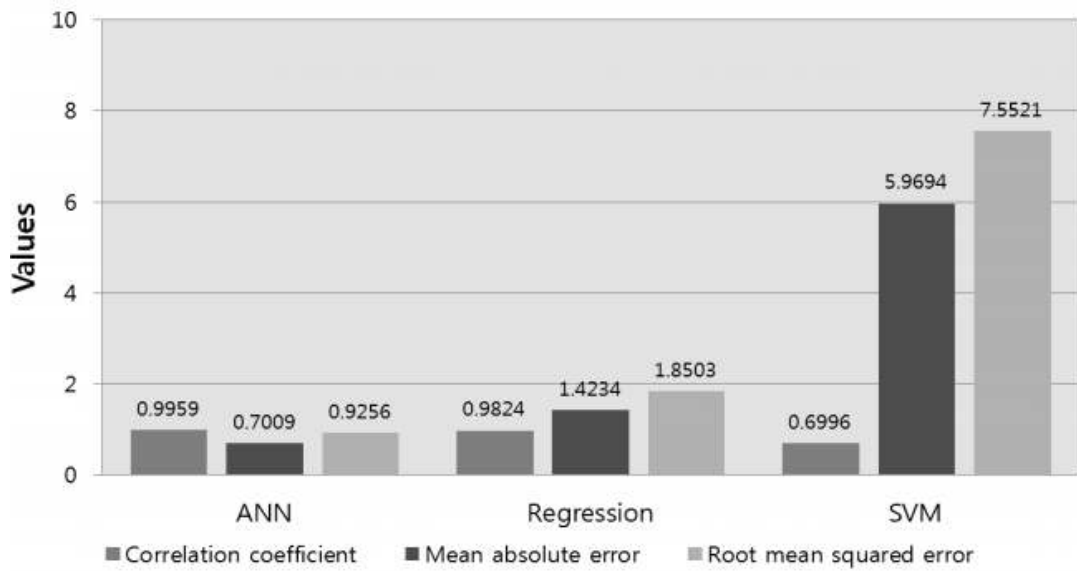
- 최종 모델링을 실제 환경에서 사용할 경우 발생하는 다중공선성 문제를 해결하기 위해서 상관관계를 이용한 filter 방식 선택

Attribute of Data(Unit)	Contents
AirTemp(°C)	Internal Temperature
TgtAirTemp(°C)	Target Temperature
VD(g/kg)	Vapor Deficit
HeatPumpAccLength(Sec)	Operating Time of Heat Pump
VD_aws(g/kg)	External Vapor Deficit
CO2_aws(ppm)	External CO2
sum_10m(min.)	Radiation Index over 120W/m ²
SlrW(W/m ²)	Solar Radiation
WS(m/s)	Wind Speed
PAR_Flux_Density(umol/m ²)	Intensity of Radiation
bar_pressure_kpa(kpa)	Air Pressure
Under_10, 30, 50cm, 1m(°C)	Subsurface Temperature - 10, 30, 50cm, 1m
soilheat_10, 30, 50cm(W/m ²)	Subsurface Thermal Flux - 10, 30, 50cm

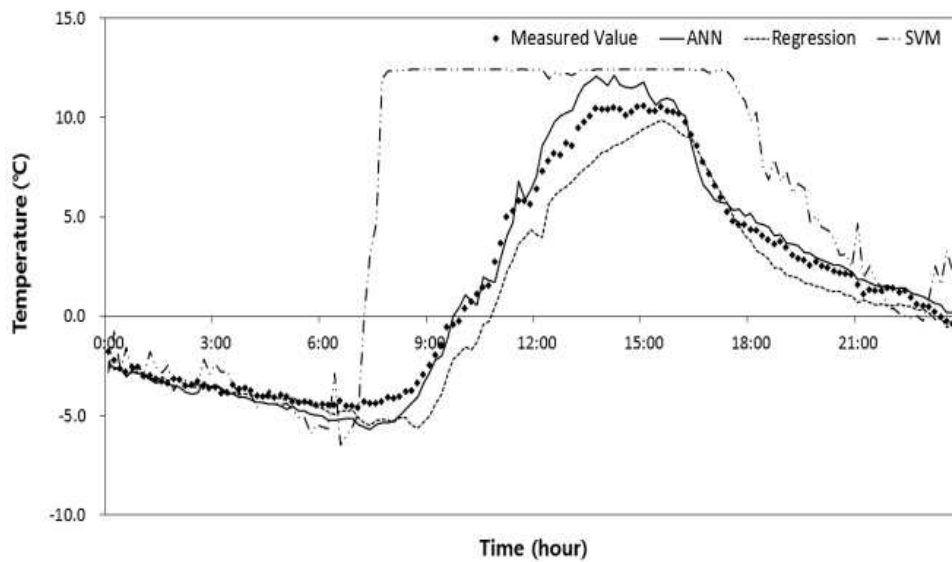
<예측 모델 학습 데이터 셋>



<예측 모델 구조>



<K-fold 교차 검증을 통한 분석 결과>

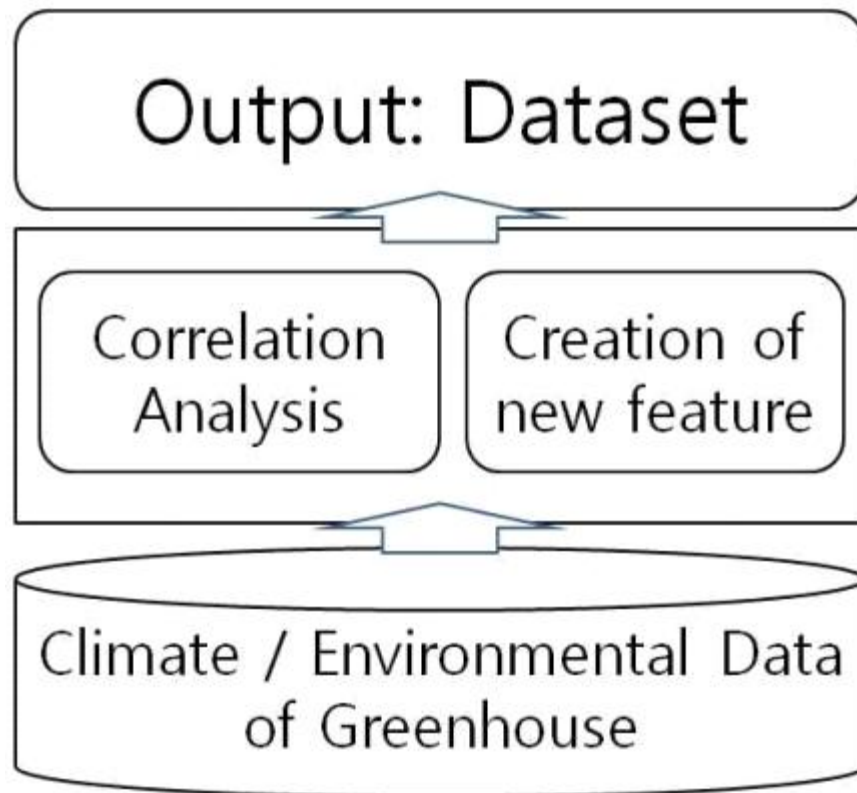


<측정된 데이터를 통한 모델 예측 결과>

- 온실에서 방출되는 총 열량 중에서 난방용 설비로 공급하여야 하는 열량을 난방부하라 함
- 난방부하를 미리 예측함으로써 온실에 사용되는 에너지 소비를 최소화하여 비용을 절약 가능
- 예측된 실외 온도를 적용하여 난방부하 예측 가능
- 실험을 수행한 온실의 면적은 72m²이고 유리온실
- 예측된 최저온도는 -5.4°C
- 온실을 10°C로 유지하려고 했을 때 예측 모델을 적용하면, 난방부하는 3326.4kcal/h이며, 총난방시간이 10000°C/h 일 때, 연료소비량은 453.8L로 예측

○ 미리 온실에 소비되는 에너지를 예측함으로써 비용을 절약 가능

□ 머신러닝 기반의 온실 제어를 위한 예측모델 개발(김상엽, 박경섭, 이상민, 허병문, 류근호, 2018.04, 한국디지털콘텐츠학회논문지 제 19권 제 4호 p749 ~ p756)



<데이터 전처리 흐름도>

- 데이터 수집을 위해 차광 조건 하에서 온도, 습도 및 CO2센서, 일사량 센서, 데이터 로거 사용
- 수집되는 데이터는 총 29개의 Attribute로 구성되며, 2016년 1년 동안의 데이터 활용
- 데이터의 변화가 적기 때문에 10분 평균 데이터로 구성

Attribute of Data(Unit)	Contents
AirTemp (°C)	Temperature in Greenhouse
RH (%)	Relative Humidity in Greenhouse
TgtAirTemp (°C)	Target Temperature
SurfTempHigher (°C)	Temperature of Intro Heating Pipe
SurfTempLower (°C)	Temperature of Outro Heating Pipe
HeatPumpAccLength (sec)	Operating Time of Heat Pump
AirTemp_AWS (°C)	External Temperature
RH_AWS (%)	External Relative Humidity
sun_10m (min)	Radiation Value over 120W/m ²
wet_10m (min)	Condensation Value under 150Kohm
SlrW (W/m ²)	Solar Radiation
SlrW_Max (W/m ²)	Maximum Solar Radiation(AVG. 10min)
WS (m/s)	Wind Speed
WD (°)	Wind Direction
ws_gust (m/s)	Maximum Wind Speed (AVG. 10min)
wd_gust (°)	Direction of Maximum Wind Speed
PAR_Flux_Density (umol/m ²)	Intensity of Radiation
bar_pressure_kpa (kPa)	Air Pressure
Rain_mm (mm)	Rainfall
Under_10, 30, 50cm, 1, 1.5m (°C)	Subsurface Temperature - 10, 30, 50cm, 1, 1.5m
soilheat_10, 30, 50cm (W/m ²)	Subsurface Thermal Flux - 10, 30, 50cm
CO ₂ _AWS (ppm)	External CO ₂

<온실 내외에서 수집되는 데이터>

Attribute of Data(Unit)	Contents
RH (%)	Relative Humidity in Greenhouse
SurfTempLower (°C)	Temperature of Outro Heating Pipe
AirTemp_AWS (°C)	External Temperature
RH_AWS (%)	External Relative Humidity
WS (m/s)	Wind Speed
SlrW (W/m ²)	Solar Radiation
PAR_Flux (umol/m ²)	Intensity of Radiation
sun_10m (min)	Radiation Value over 120W/m ²
wet_10m (min)	Condensation Value under 150Kohm
soilheat_10cm (W/m ²)	Subsurface Thermal Flux - 10cm
CO ₂ _AWS (ppm)	External CO ₂

<상관관계분석을 통한 변수 선택>

- 예측모델의 Training dataset을 구성하기 위해 데이터의 전처리 수행
- Full dataset은 수집된 모든 데이터를 이용하여 예측모델을 구축하는데 사용

- Selected dataset은 예측성능향상을 위해 데이터를 축소하여 구성
- 데이터의 축소를 위해 상관관계분석을 이용한 Filter 방식을 선택

Attribute of Data(Unit)	Contents
VD (g/kg)	Vapor Deficit
SurfTempLower (°C)	Temperature of Outside Heating Pipe
AirTemp_AWS (°C)	External Temperature
VD_AWS (g/kg)	External Vapor Deficit
WS (m/s)	Wind Speed
SlrW (W/m ²)	Solar Radiation
PAR_Flux (umol/m ²)	Intensity of Radiation
sum_10m (min)	Radiation Index over 120W/m ²
wet_10m (min)	Condensation Value under 150Kohm
soilheat_10cm (W/m ²)	Subsurface Thermal Flux - 10cm
CO ₂ _AWS (ppm)	External CO ₂

<예측모델 구축을 위한 선택 학습 데이터 셋>

- Training dataset은 측정변수를 모두 반영한 Fulldataset과 데이터 축소를 수행한 Selected dataset으로 구성
- Full Dataset는 추출한 Vapor Deficit을 포함하며, 총 30 Variables로 구성
- 각 Dataset은 계절별로 봄(3-5월), 여름(6-8월), 가을(9-11월) 그리고 겨울(12-2월)로 나누었으며, 각각 13,249 Samples, 13,248 Samples, 13,103Samples, 12,975 Samples로 총 52,575 Samples로 구성

Structure Season	30 - 15 - 1	30 - 30 - 1	30 - 60 - 1	30 - 61 - 1
Spring	0.467	0.382	0.307	0.319
Summer	0.367	0.390	0.221	0.277
Autumn	0.099	0.246	0.070	0.254
Winter	0.133	0.377	0.098	0.326

<Full dataset에 의한 예측모델 구조의 RMSE 비교>

	Number of epoch	Structure of model	Performance (RMSE)
ANNF-M1	44	30-60-1 (Backpropagation)	0.277
ANNF-M2	104		0.202
ANNF-M3	30		0.281
ANNF-M4	49		0.294

M1: spring, M2: Summer, M3: Autumn, M4: Winter

<Full dataset에 의한 계절별 ANN 모델 비교>

	Number of epoch	Structure of model	Performance (RMSE)
RNNF-M1	19	30-60-1 (Layer Recurrent)	0.426
RNNF-M2	59		0.264
RNNF-M3	85		0.212
RNNF-M4	36		0.334

M1: spring, M2: Summer, M3: Autumn, M4: Winter

<Full dataset에 의한 계절별 RNN 모델 비교>

- 온실 환기 제어를 위해 온실 내 온도를 예측하는 예측모델 구축
- 예측모델의 비교분석을 위해 ANN, RNN과 MRM 구축
- Neural network 모델의 은닉층을 결정하기 위해 입력 데이터가 n 개 일 때, $n/2$, n , $2n$ 과 $2n+1$ 의 평균제곱근오차(RMSE: root mean square error)를 비교하여 가장 작은 값의 구조를 선택
- 학습과 테스트를 위한 데이터의 구성은 70/30으로 하여 구축 수행
- 비교결과로 Selected data 에서는 11-23-1구조이며, Full dataset에서는 30-60-1의 구조로 모델 구축
- 같은 Dataset을 기반으로 하여 MRM 구축
- Target 변수는 온실 내부 온도이고 독립변수로는 나머지 변수 적용
- 여름의 경우 ANN의 성능이 가장 좋았으며, 가을의 경우 RNN 모델의 성능이 좋은 것으로 나타남

Season \ RMSE of Models	ANN	MRM	RNN
Spring	2.311	1.105	2.286
Summer	1.723	1.834	1.971
Autumn	1.590	1.594	1.859
Winter	2.154	2.627	2.041

<Selected dataset 계절별 예측모델의 RMSE 비교>

Season \ RMSE of Models	ANN	MRM	RNN
Spring	1.337	1.795	0.978
Summer	1.540	1.056	1.298
Autumn	1.326	2.362	1.045
Winter	6.751	1.140	3.474

<Full dataset에 의한 계절별 예측모델 RMSE 비교>

- 봄의 경우 MRM 모델이 가장 좋은 성능을 나타냄
 - 여름과 가을에는 ANN모델이 겨울에는 RNN 모델이 가장 좋은 성능을 나타냄
- 환경요인을 이용한 다층 퍼셉트론 기반 온실 내 기온 및 상대습도 예측(최하영, 문태원, 정대호, 손정익, 2019.04, 시설원예·식물공장 제 28권 제 2호 p95 ~ p103)

Factor	Range
Inside air temperature (°C)	3.40–47.24
Inside relative humidity (%)	9.56–100.00
Inside CO ₂ concentration (μmol·mol ⁻¹)	227.4–2825.2
Inside atmospheric pressure (hPa)	996.50–1038.30
Inside light Intensity (lx)	0.0–65535.0
Outside air temperature (°C)	-11.72–35.22
Outside relative humidity (%)	0.00–78.00
Wind direction (°)	0.0–360.0
Wind velocity (m·s ⁻¹)	0.0–27.0
Outside atmospheric pressure (hPa)	994.21–1035.76
Outside rainfall (mm·hr ⁻¹)	0.0–125.2
Opening ratio of roof and side ventilation (%)	0–100
Opening ratio of insulating curtain (%)	0–100
Opening ratio of screen (%)	0–100
Set temperature of heat pump (°C)	10.0–26.0

<환경데이터>

- 온실 내부에 설치된 9개 복합 센서로 측정된 기온, 상대습도, CO2 농도, 대기압, 조도와 보령 기상대의 온실 외부의 기온, 상대습도, 풍향, 풍속, 대기압, 강우 데이터 사용
- 예측 성능 향상을 위해서 천창, 측창, 보온커튼, 차광커튼의 개폐, 관수, 히트펌프 설정 온도를 추가 사용
- 모든 데이터는 10분 간격으로 2016년 10월 1일부터 2018년 2월28일까지 측정

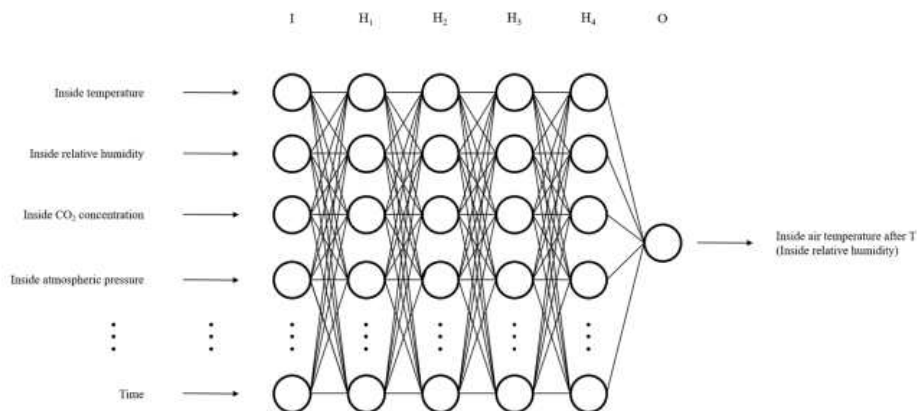
(A)									
Number of neurons at each layer									
Number of hidden layer	8	16	32	64	128	256	512	1024	2048
1	0.9853	0.9858	0.9867	0.9876	0.9887	0.9880	0.9874	0.9881	0.9876
2	0.9859	0.9872	0.9875	0.9892	0.9884	0.9892	0.9878	0.9873	0.9869
3	0.9862	0.9877	0.9883	0.9891	0.9884	0.9892	0.9882	0.9877	0.9872
4	0.9863	0.9879	0.9884	*0.9904	0.9891	0.9879	0.9882	0.9867	0.9834
5	0.9856	0.9879	0.9887	0.9891	0.9882	0.9888	0.9878	0.9865	0.9844

(B)									
Number of neurons at each layer									
Number of hidden layer	8	16	32	64	128	256	512	1024	2048
1	0.9806	0.9833	0.9840	0.9852	0.9863	0.9861	0.9865	0.9871	0.9863
2	0.9820	0.9848	0.9860	0.9868	0.9880	0.9861	0.9870	0.9848	0.9820
3	0.9824	0.9849	0.9870	0.9874	0.9876	0.9867	0.9856	0.9848	0.9828
4	0.9829	0.9859	0.9876	0.9878	*0.9885	0.9874	0.9846	0.9837	0.9805
5	0.9829	0.9856	0.9870	0.9868	0.9874	0.9872	0.9861	0.9829	0.9801

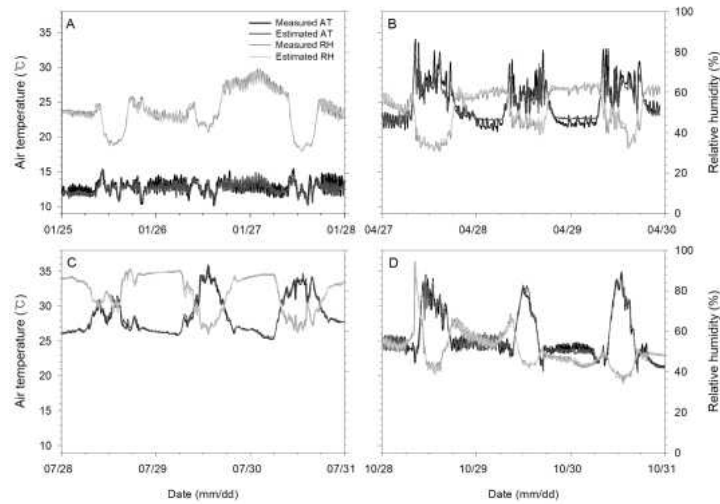
* The highest accuracy

<은닉층과 노드의 최적 개수>

- 상대습도 : 은닉층 4개, 노드 수 64개일 때 R2가 0.99로 가장 높음
- 기온 : 은닉층, 노드 수가 각각 4개, 128개일 때 0.99로 가장 높음
- 은닉층의 수와 노드 수에 상관없이 0.98 이상의 R2를 보여주었고 모델구조를 키우더라도 정확도가 거의 변하지 않음
- 가장 정확도가 높은 조합을 사용하여 학습을 진행할 때에 기온은 약 15분, 상대습도는 약 10분 소요

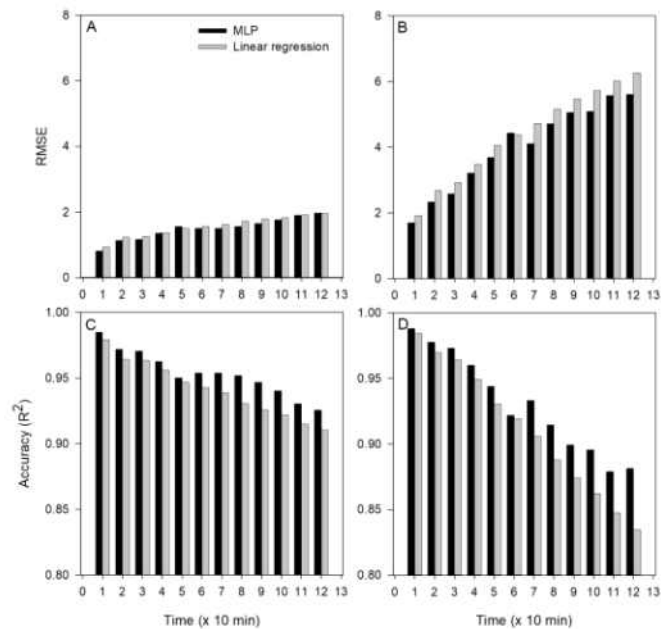


<다층 퍼셉트론 구조>



<기온 및 상대습도 예측결과>

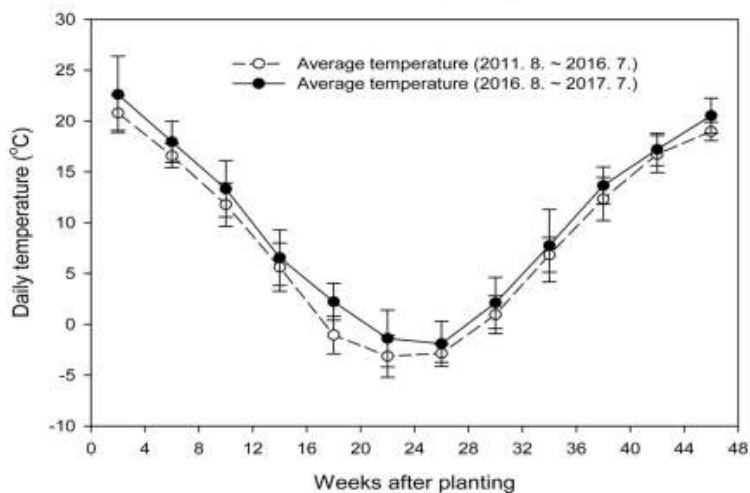
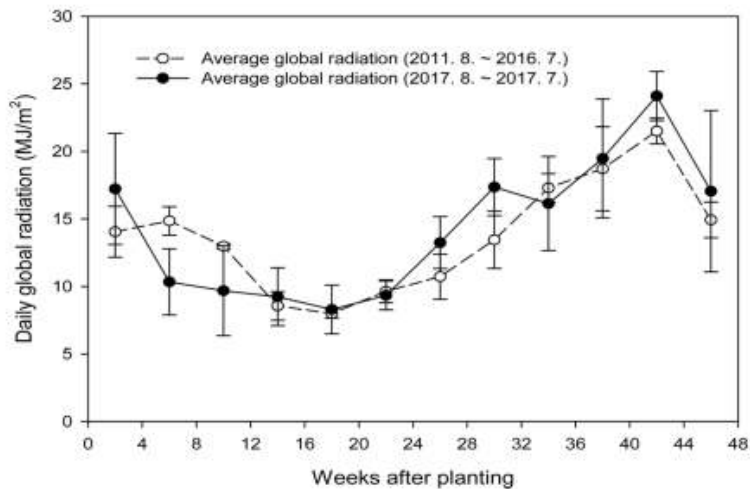
- 10분 예측결과를 계절 별로 확인하였을 때, MLP는 계절 변동이 큰 환경과 환경에 따라 달라지는 제어 때문에 시간에 따라 다른 양상을 보임에도 적절히 기온과 상대 습도를 예측함
- 실제로 여름철에는 야간온도가 높으므로 히트펌프가 작동하지 않아 기온 및 상대 습도가 진동하는 형태를 보이지 않지만, 여름철이 아닌 경우 야간에 히트펌프가 작동 하면서 기온이 진동하며, 이에 따라 온도에 영향을 받는 상대습도 역시 진동하는 형태가 나타남
- 학습된 MLP는 야간기온과 상대습도의 진동 여부와 상관없이 $R^2 = 0.99$ 로 높은 정확도로 예측



<다층 퍼셉트론과 다변량회귀 분석 비교>

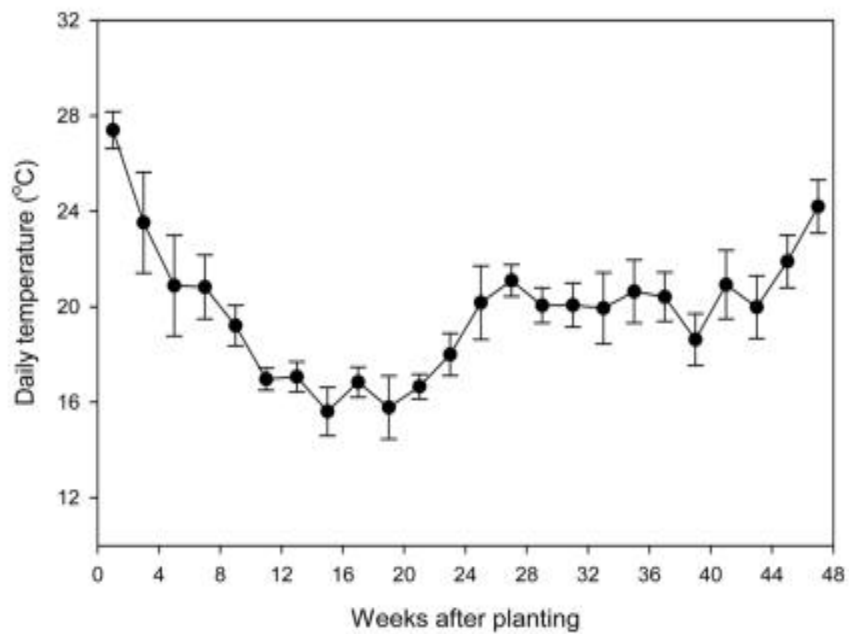
- 10분에서 120분 후까지 예측을 진행했을 때에는 R2와 RMSE가 예측하고자 하는 시점이 예측하려는 시점과 멀어질수록 점차 낮아지지만 다변량회귀 분석과 비교해서 상대적으로 정확도가 덜 감소함
- 환경은 고정적인 기후로 인해 어느 정도 규칙성을 가지고 움직인다고 볼 수 있으나 환경제어의 경우에는 온실 관리자의 판단에 따라서 변화하기 때문에 현재 가지고 있는 데이터 투입 요소로는 먼 미래를 예측하기가 어려움
- 실제 상황에서는 예측 시점이 멀어질수록 정확도가 떨어짐

□ 수량예측을 위한 ‘Cupra’, ‘Fiesta’ 파프리카의 생육특성 및 수확량 패턴 분석(정경희, 진효정, 안재욱, 윤혜숙, 오상석, 임채신, 엄영철, 김희대, 홍광표, 박성민, 2018.10, 시설원예·식물공장 제 27권 제 4호 p349 ~ p355)



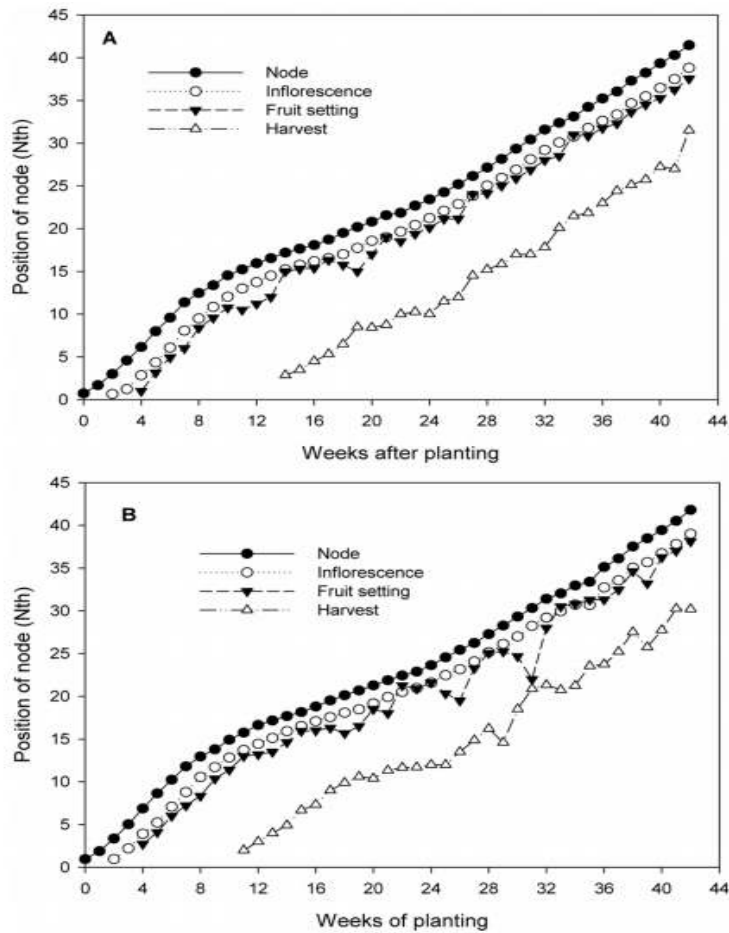
<광량 및 온도 비교>

- 파프리카 정식일인 2016년 8월 10일부터 48주간의 광량과 온도를 같은 기간의 5년 (2011년~2016년) 평균과 비교
- 파프리카 정식 직후부터 재배가 종료되는 기간까지의 시설 외부 평균 광량은 14.36MJ/m²/day로 같은 기간 거창지역 최근 5년 평균 광량인 13.73MJ/m²/day에 비해 4.5% 높음
- 해당 기간 외부 평균온도는 10.3°C로 5년 평균온도인 8.9°C에 비해 5.7%로 광량 및 온도 모두 5년 평균치보다 높아짐을 알 수 있음



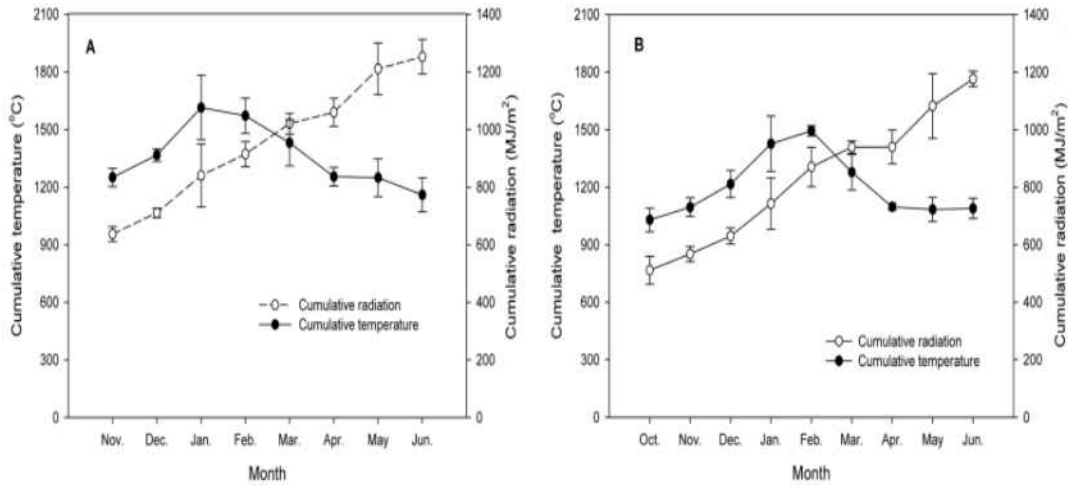
<48주간의 온실 평균 온도>

- 재배기간 동안 온실 내부 평균온도는 수량을 높이기 위한 일일적정온도인 21°C보다 0.9°C 낮은 20.1°C로 측정됨
- 외부 광량과 온도가 높은 시기에 정식되어 정식 직후의 온실 내부온도는 29°C까지 증가
- 정식 9주 이후 평균온도인 20.1°C 근처까지 감소하기 시작하여 정식 15주 후에는 15.8°C까지 급격히 감소했다가 점차 증가하여 적정온도 유지



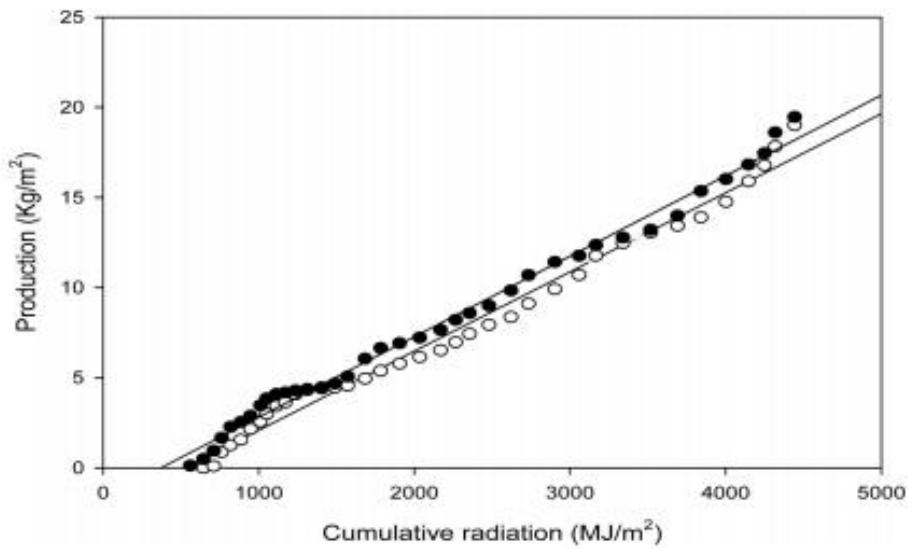
<정식 42주 후의 'Cupra'와 'Fiesta' 생육 특성 조사 결과>

- 초장신장은 'Cupra'가 7.3cm/week, 'Fiesta'가 6.9cm/week로 'Cupra'의 초장 신장 속도 0.4cm/week 기록
- 파프리카 줄기 당 평균 마디 수는 'Cupra'가 0.98마디/week, 'Fiesta'가 0.99마디/week로 마디의 전개는 'Fiesta'가 다소 빠른 경향을 보임
- 줄기 직경, 엽의 크기는 'Fiesta'가 'Cupra' 보다 크게 나타났으며, 줄기당 과실 수확 수는 'Cupra'가 11.0개, 'Fiesta'가 11.4개로 'Cupra'보다 3.6% 많음
- 첫 착과는 두 품종 모두 정식 후 4주 후로 'Cupra'가 1.0마디, 'Fiesta'는 2.7마디에서 나타났는데, 첫 수확은 'Cupra'는 정식 후 14주에, 'Fiesta'는 정식 후 11주로, 'Fiesta'가 빠름

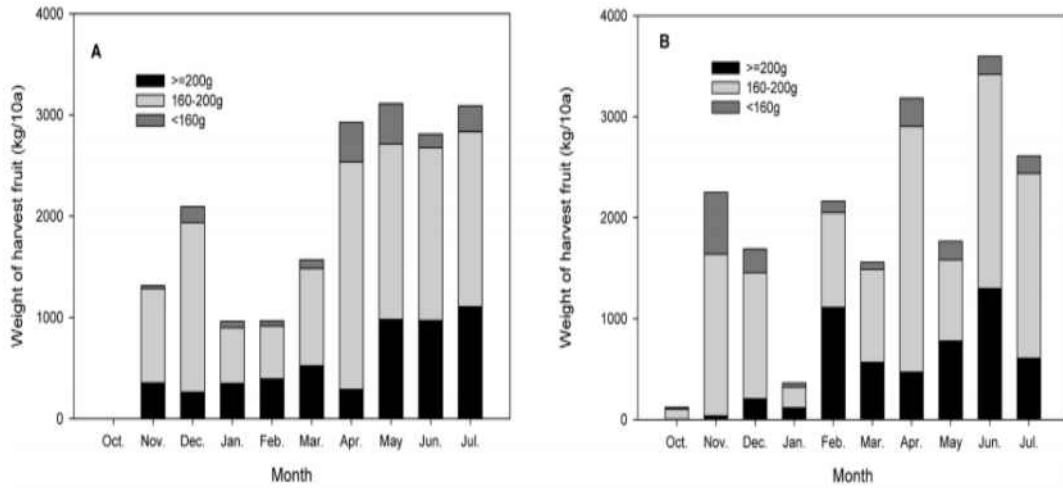


<수확소요일수와 누적광량과의 관계>

- 두 품종 모두 1월까지의 누적광량이 많을수록 수확소요일수가 늘어나는 정의 관계를 나타내었으나, 그 이후로는 누적광량이 증가할수록 수확에 필요한 수확소요일수가 줄어드는 부의 관계를 나타냄
- 누적온도는 수확소요일수와 마찬가지로 증가하다 감소하는 정의 관계를 나타내었는데, 이는 소요일수가 늘어나게 되면, 늘어난 소요일수만큼의 온도가 누적되기 때문인 것으로 판단

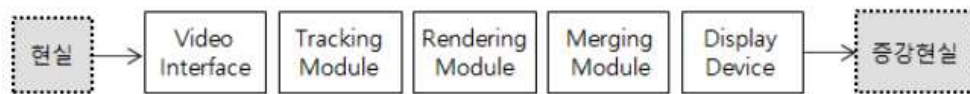


<착과 후 누적광량에 따른 누적수확량과의 관계>

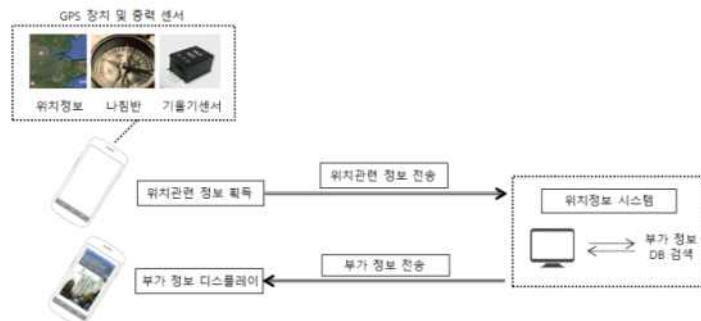


<월별 과중에 따른 수확량 패턴>

- 전체적인 과중에 따른 수확량 비율이 ‘Cupra’와 ‘Fiesta’가 비슷하게 나타난 것과 달리 200g 이상의 수확량은 ‘Cupra’는 7월에 21.1%로 가장 높았고, ‘Fiesta’는 6월에 24.9%로 가장 높은 결과를 보임
 - 160~200g 사이 과중의 수확은 두 품종 모두 4월에 ‘Cupra’는 18.6%, ‘Fiesta’는 19.9%로 높은 결과를 보임
 - 160g 미만 과중의 수확은 ‘Cupra’는 초반에는 많지 않다가 4월 이후 증가한 반면, ‘Fiesta’의 경우 11월과 12월에 많이 나타남
 - 과중에 따른 패턴을 알게 되면 200g 이상의 L 사이즈를 선호하는 중국이나 그보다 작은 사이즈를 선호하는 일본의 수요에 대한 공급량의 예측이 가능할 것으로 판단됨
- 증강현실 기반 농업용 환경 정보 관리 시스템(김민지, 김종호, 고진광, 이성근, 이재학, 2018.12, 한국빅데이터학회지 제 3권 제 2호 p113 ~ p121)

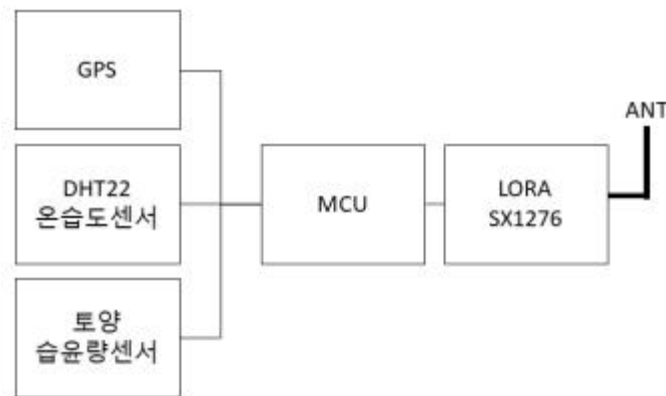


<증강현실 시스템 구성>

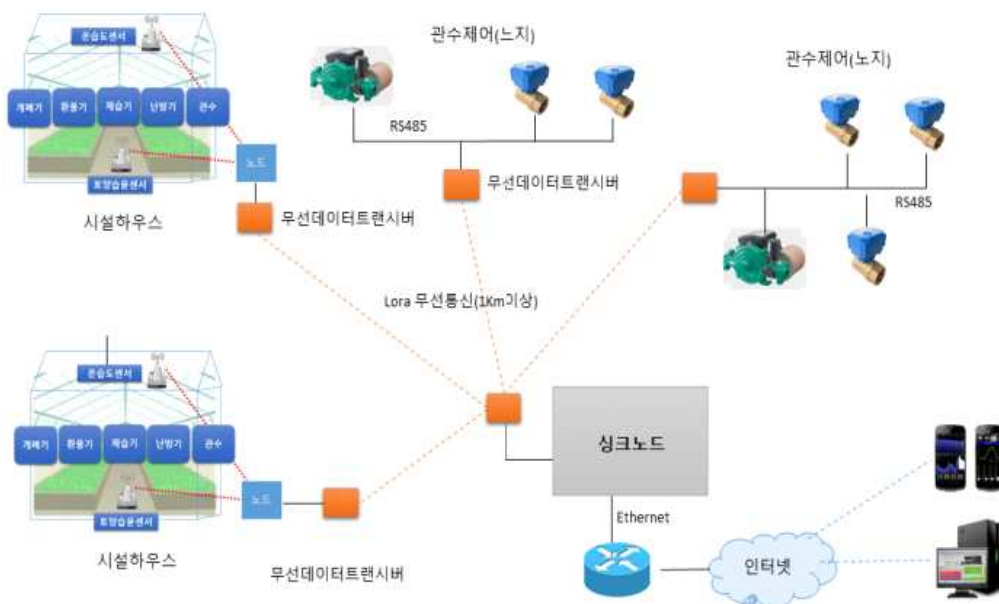


<센서 기반 증강현실 구현 원리>

- 현실세계에서 카메라로 촬영한 영상 데이터를 전송하면, 비디오 인터페이스(Video Interface)를 통해 그 이미지를 사물의 위치와 움직임, 속도나 방향 등을 추적하는 기능을 수행하는 추적(Tracking) 모듈로 전달
- 렌더링(Rendering) 모듈에서는 추적 모듈을 통해 파악된 사물의 위치를 기반으로 가상 물체의 생성이나 제거 작업을 거쳐 증강 이미지를 생성
- 병합(Merging) 모듈에서 생성된 가상 물체나 좌표계 간의 거리와 방향을 측정하고 간섭 여부를 확인하여 화면(Display)을 통해 증강현실 표현



<환경 센서 노드 구성도>



<시스템 개요도>

- 환경 센서, 싱크 노드, 사용자에게 환경정보를 제공하는 증강현실 스마트폰 애플리케이션으로 구성

- 환경 센서들은 여러 재배지의 환경 정보를 센싱하여 얻은 데이터를 LoRa 무선 통신을 이용해 싱크 노드로 전송
- 인터넷과 연결된 싱크 노드를 통해 관리자가 시설하우스 외의 현장에서 스마트폰 애플리케이션을 이용하여 실내 환경정보 관리 가능

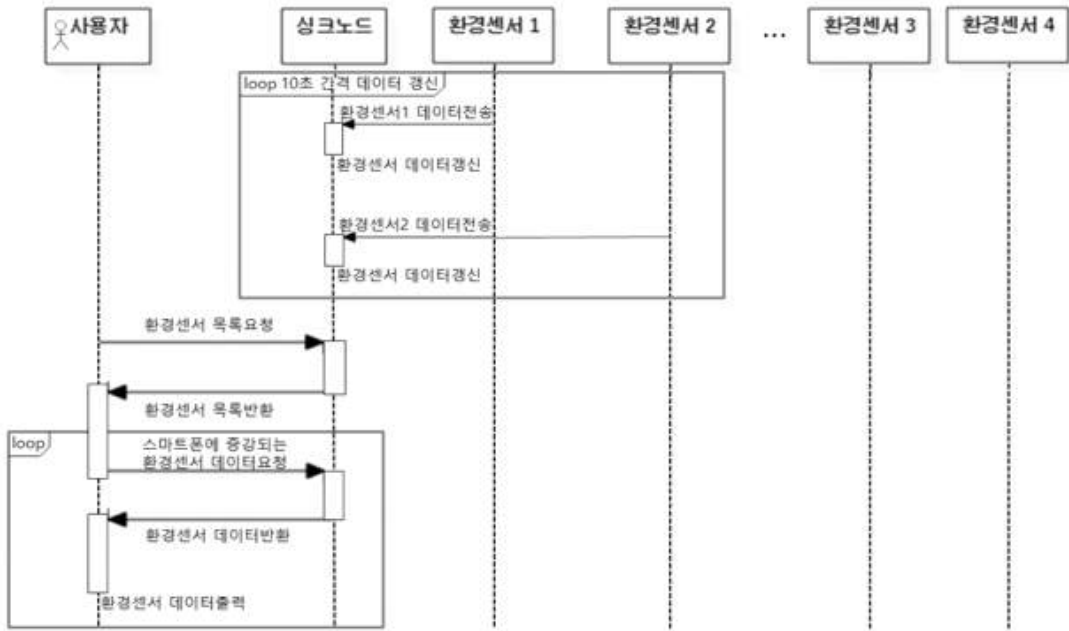


<센서기반 증강현실 개요도>

- 사용자에게 시설하우스, 축사, 노지 시설물등의 환경 정보를 제공하기 위해 스마트폰에 내장된 GPS 위치정보를 바탕으로 주위 시설물들과의 거리, 방향을 계산
- 계산 결과를 스마트폰 화면에 증강시켜 표현

필드명	데이터 구조	설명
GPS	[latitude], [longitude]	스마트폰 위치의 GPS좌표 [위도], [경도]
Heading	[magnetic_bearing], [true_bearing]	스마트폰 카메라의 방향
Gyroscope	[rotation_x], [rotation_y], [rotation_z]	스마트폰의 x, y, z 회전각에 대한 라디안 값

<스마트폰 센서 데이터 테이블>



<농업용 환경정보 관리 서비스 순차 다이어그램>

- 제안한 증강현실 기반의 농업용 환경 정보 관리 시스템은 센서 노드의 위치 및 운속도 데이터를 제공
- 환경 센서가 데이터를 수집하고 싱크 노드가 이를 저장, 관리하며 사용자의 스마트폰에 증강시켜 사용자에게 서비스
- 환경 센서들은 10초 간격으로 시설하우스 내의 온도와 습도를 센싱
- 센싱 된 데이터는 LoRa 무선통신을 이용해 싱크 노드로 전송
- 증강현실 서비스를 이용하는 사용자 스마트폰은 싱크 노드에게 환경 센서 목록을 요청하고 싱크 노드는 환경센서 목록을 반환
- 스마트폰은 수신한 환경 센서 목록 중에서 거리, 방향을 고려하여 증강시켜 시각화할 환경 센서데이터를 요청하고 싱크 노드는 요청받은 데이터를 서비스
- 스마트폰은 수신된 환경데이터를 증강시켜 사용자에게 시각화 서비스 제공



(a) 정면



(b) 왼쪽으로 방향 회전



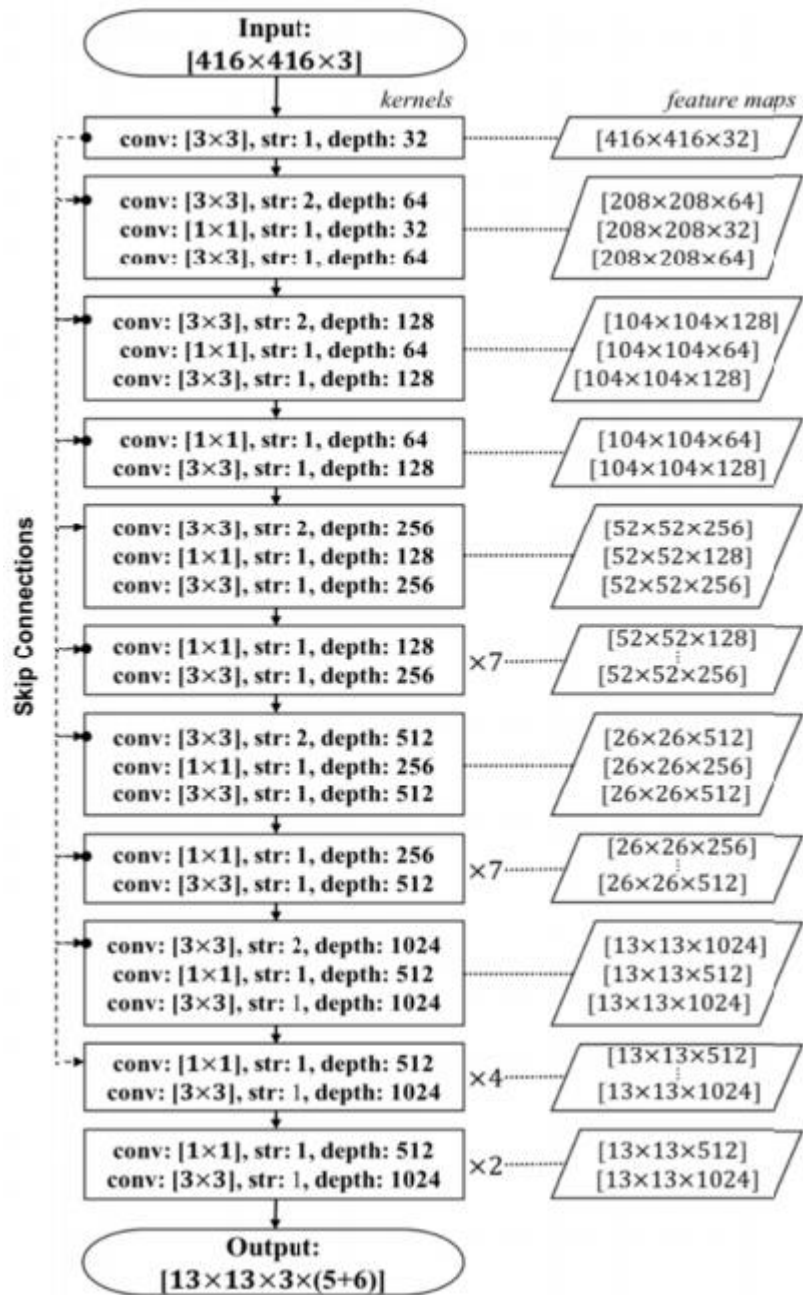
(c) 후면



(d) 측면

<스마트폰 구현 결과>

- 객체 탐색용 딥러닝 모델 기반 실시간 토마토 속도 분류 시스템(과광은, 양상환, 장인훈, 2018.11, 제어로봇시스템학회논문지 제 24권 제 11호 p999 ~ p1004)



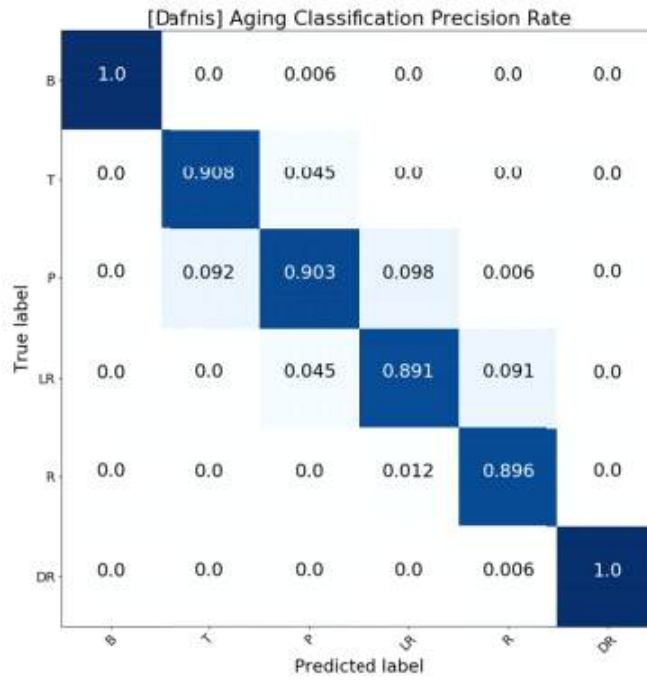
<토마토 속도 분류를 수행하기 위한 CNN 아키텍처>

- 토마토 속도 분류 문제는 서로 다른 속도 단계의 개체들 간의 클래스 내 변화는 작고 동일 속도 단계 개체들의 클래스 간 변화는 커서 난이도가 높음
- 실제 토마토 속도 분류 작업이 수행되는 환경에서는 여러 개체들이 한 영상에 포함될 수 있으므로 개체 별 속도 분류 가능한 객체 탐지가 필요함
- 토마토 개체의 위치와 클래스를 동시에 추정할 수 있는 CNN 기반의 single-stage detector 사용
- CNN 기반 single-stage detector는 객체 위치와 클래스가 하나의 출력텐서로 동시 추정하므로 계산 속도가 매우 빠름

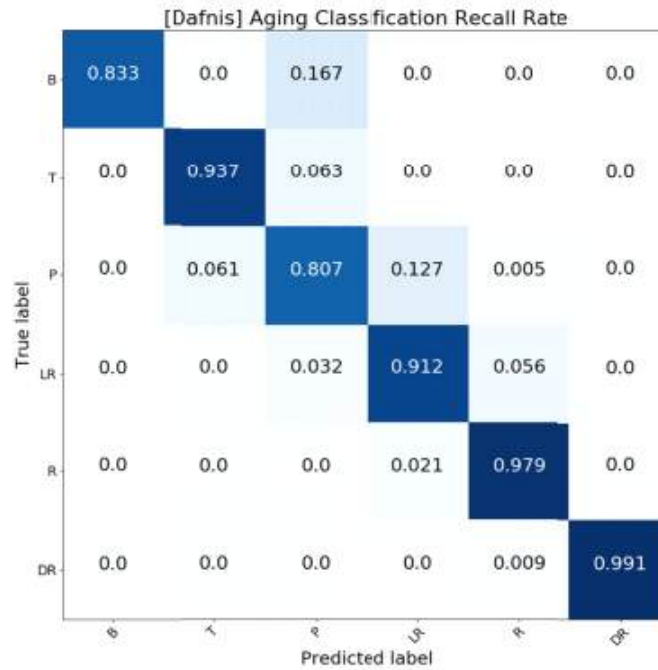


<속도 단계별 토마토 개체 영상수집용 카메라시스템>

- 데이터셋은 토마토 개체 별로 위, 아래 시점에서 촬영한 RGB 영상과 각 영상 내 토마토 개체의 경계상자정보와 속도 정보를 포함하는 주석 데이터의 쌍으로 구성
- CCD 카메라 기반 영상수집 시스템을 자체 구축, 활용 데이터셋 수집
- USDA 컬러차트를 참고하여 새로운 6단계 속도 정의



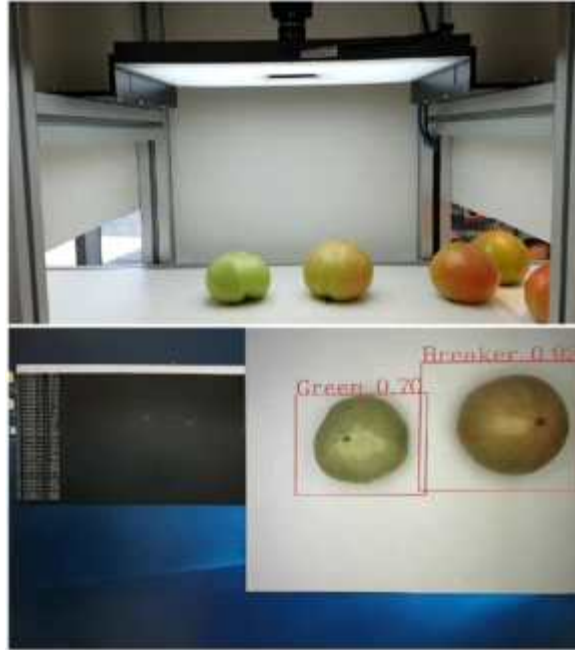
(a) Average Precision = 93.3%



(b) Average Recall = 91.0%

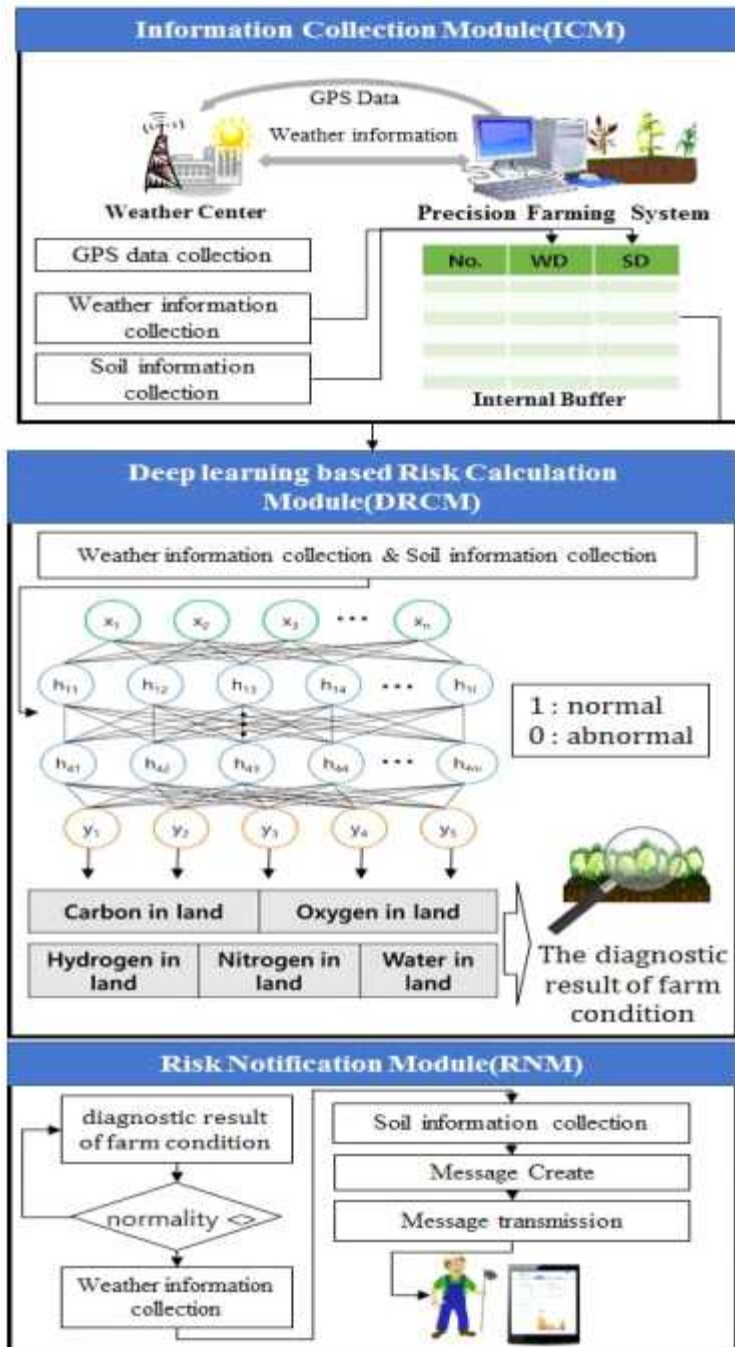
<토마토 속도 분류 결과 기반 Precision/Recall>

- 시험용 데이터셋에 대한 토마토 속도 분류 결과, 평균 정확도는 91.3%
- 영상별 속도 분류 속도 최대 96fps로 실시간 분류 가능



<토마토 속도 실시간 분류 시스템 시연>

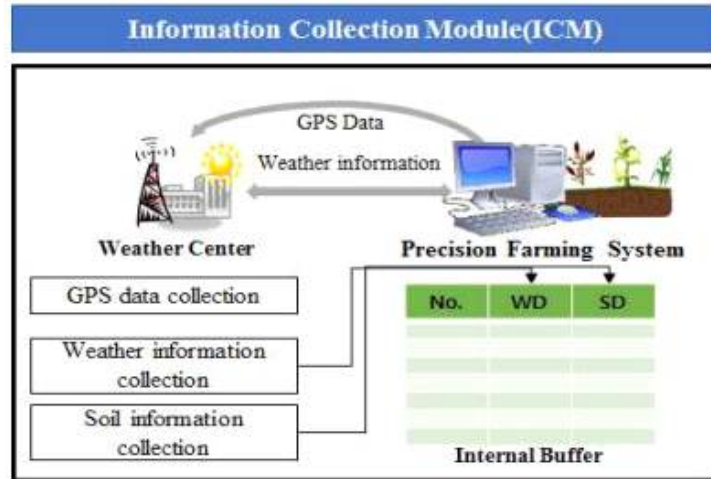
- 농산물 생산성 향상을 위한 딥러닝 기반 농업 의사결정시스템(박진욱, 안희학, 이병관, 2018.10, 한국정보전자통신기술학회논문지 제 11권 제 5호 p521 ~ p530)



<농산물 생산성 향상을 위한
딥러닝 기반 농업 의사결정 시스템>

- 정밀농업을 지원하는 농장의 위치정보를 기반으로 기상 정보를 수집하는 ICM(InformationCollection Module) 설계
- 딥러닝 알고리즘을 기반으로 현재 날씨에 따라 농장 토지의 탄소, 수소, 산소, 질소, 수분 함유량이 재배하고 있는 작물에 적합 특정 작물을 재배하기 좋은 상태인지 판단하는 DRCM(Deep learning basedRisk Calculation Module) 설계

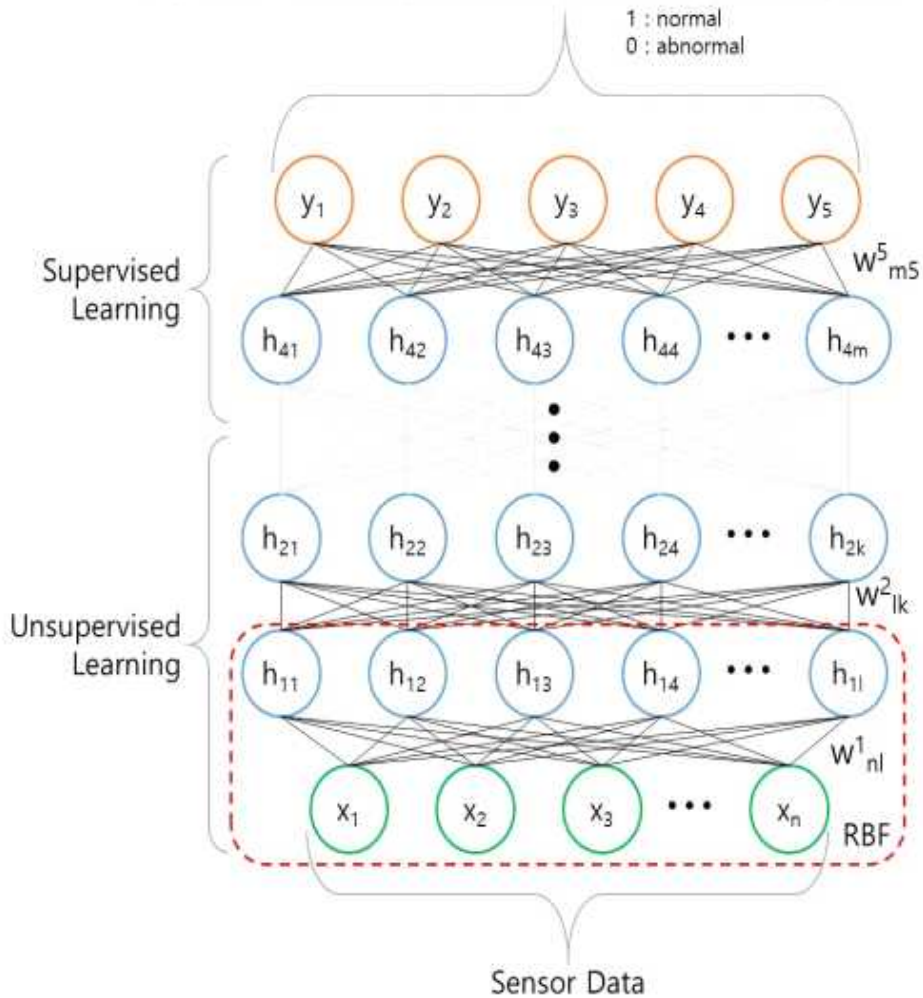
- DRCM의 결과를 기반으로 사용자에게 작물의 상태를 점검할 것을 알려주는 메시지를 전송하는 RNM(Risk Notification Module) 설계



<정보 수집 모듈(ICM)>

- 정밀농업 시스템은 농장 내부 중앙 서버에 설치
- 정밀농업 시스템의 ICM은 GPS를 통해 자신의 위치 정보 수집
- ICM은 자신의 위치정보를 기상청 서버에 전송하여 현재 위치에 대한 온도, 습도, 일조량, 풍량, 풍속 등의 기상정보를 수집, 내부 데이터 버퍼에 기록
- 작물이 심어진 토양의 센서들로부터 실시간 다량원소 데이터를 수집하여 내부 데이터 버퍼에 기록
- 내부 데이터 버퍼에 수집된 기상정보 및 토양정보를 DRCM에 전달

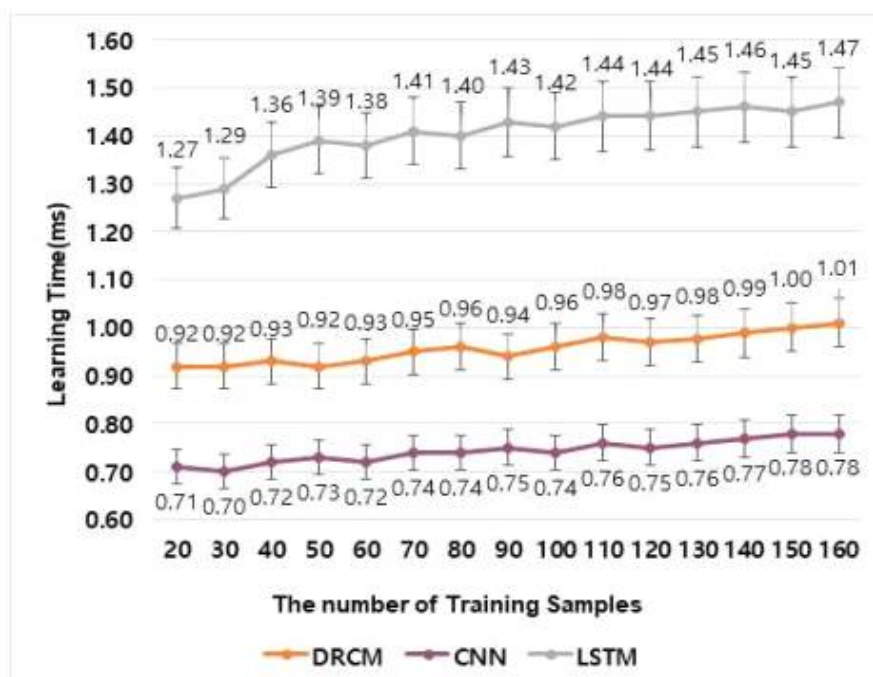
Case	Node output				
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5
	Carbon in land	Oxygen in land	Hydrogen in land	Nitrogen in land	Water in land
1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	0
3	1	1	1	0	1
4	1	1	0	1	1
5	1	0	1	1	1
6	0	1	1	1	1
7	1	1	1	0	0
8	1	1	0	0	1
...
32	0	0	0	0	0



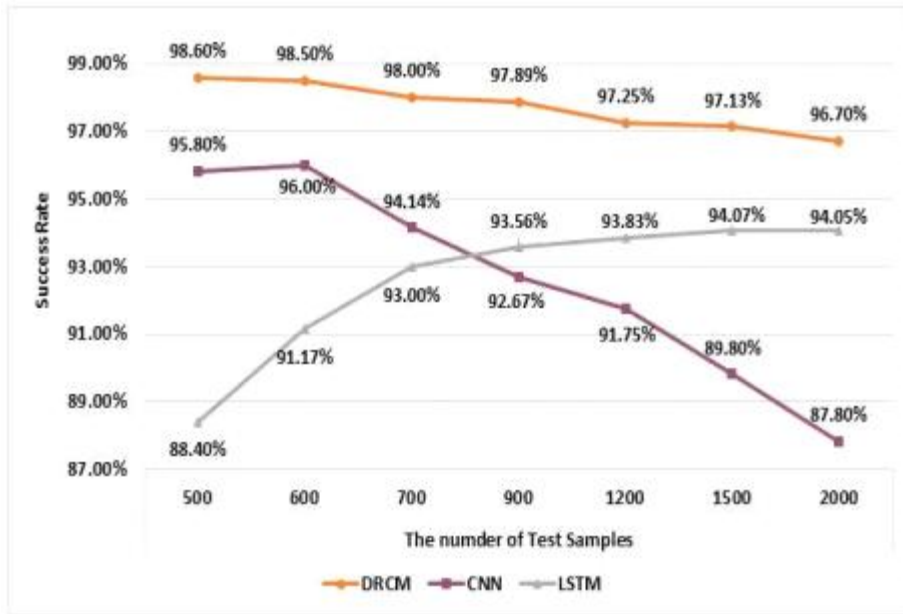
<DRCM 구성도>

○ DRCM 입력 : 현재 기상상태와 토지의 상태

- 기상상태 : 현재 기온, 풍속, 일조량 강수량의 수치
- 토지 상태 : 토지의 탄소, 수소, 산소, 질소와 수분 함유량
- 기상정보의 경우, 농장의 GPS를 기반으로 국가에서 제공하는 날씨 정보 사용
- 토지 상태의 경우 농장의 토지 내에 센서를 배치하여 그 센서들이 측정한 데이터를 클라우드로 전송하도록 함
- DRCM의 출력 : 현재 토지 상태가 재배 중인 작물에 적합한지를 판단할 수 있는 값
- DRCM은 출력 레이어 노드의 개수를 5개로 설정
- 출력 레이어의 각 노드는 현재 토지의 탄소, 수소, 산소, 질소, 수분함유량이 재배하고 있는 작물에 적합한지를 알림
- DRCM은 단층 신경망인 RBM(Restricted Boltzmann machine)을 여러 층으로 쌓은 딥러닝 모델인 DBN을 기반으로 동작
- DBN은 입력 레이어노드의 수와 출력 레이어 노드의 수가 같으면 비지도학습 가능
- DRCM은 입력 데이터와 출력 데이터의 개수와 형식이 다르기 때문에, 입력 레이어부터 마지막 히든레이어까지는 RBM기반 비지도학습을 실행하고, 마지막 레이어와 출력 레이어 사이에는 지도 학습 기반인 Back-propagation 방식을 사용하여 학습 실행
- 히든 레이어의 개수는 4개로 설정
- 입력과 출력의 노드 수가 크지 않기 때문에 DRCM은 4개의 히든레이어만으로 현재 기상상태와 토지 상태의 연관성을 계산 가능
- 각 뉴런이 하는 계산은 퍼셉트론과 유사

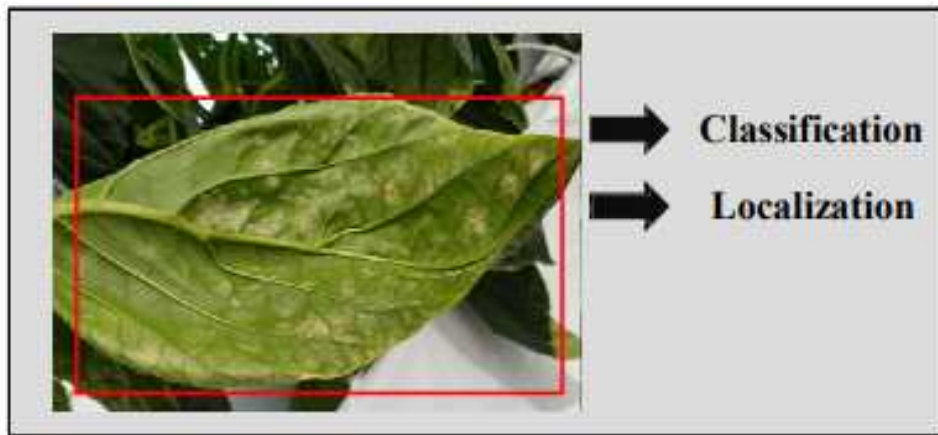


<Training Sample에 대한 학습시간에 대한 그래프>



<Test Sample에 대한 진단 성공률 그래프>

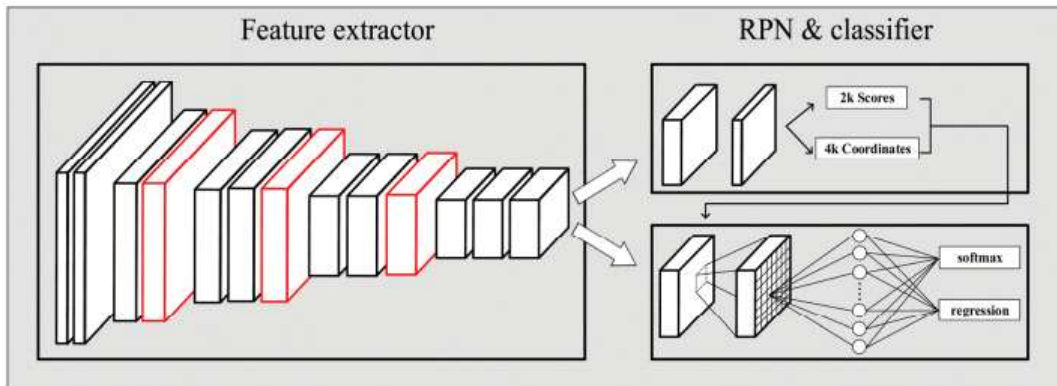
- 인공지능을 이용한 파프리카 실내 양액 재배 시 발생하는 병해충 자동 검출(양희찬, 이재수, 이현동, 김형석, 2018.11, 제오로봇시스템학회논문지 제 24권 제 11호 p1020 ~ p1024)



<파프리카 학습 데이터셋 샘플>

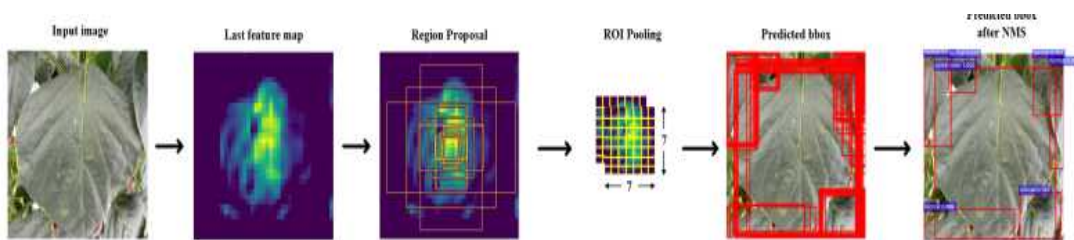
- 학습용 영상 데이터 획득 시 일반 스마트폰 카메라 여러 대를 사용하여 다른 분해능을 가진 1649개의 영상으로 구성
- 흰가루병 영상 610개, 점박이응애 영상 445개, 정상 잎 594개로 구성
- 학습영상은 1499개의 영상 중 흰가루병 영상 558개, 점박이응애 영상 404개, 정상 잎 영상 535개로, 평가영상은 150개의 영상 중 흰가루병 영상 63개, 점박이응애 영

상 41개, 정상 잎 영상46개로 구성이 되는 영상을 무작위 선택



<학습에 사용한 Faster R-CNN 구조>

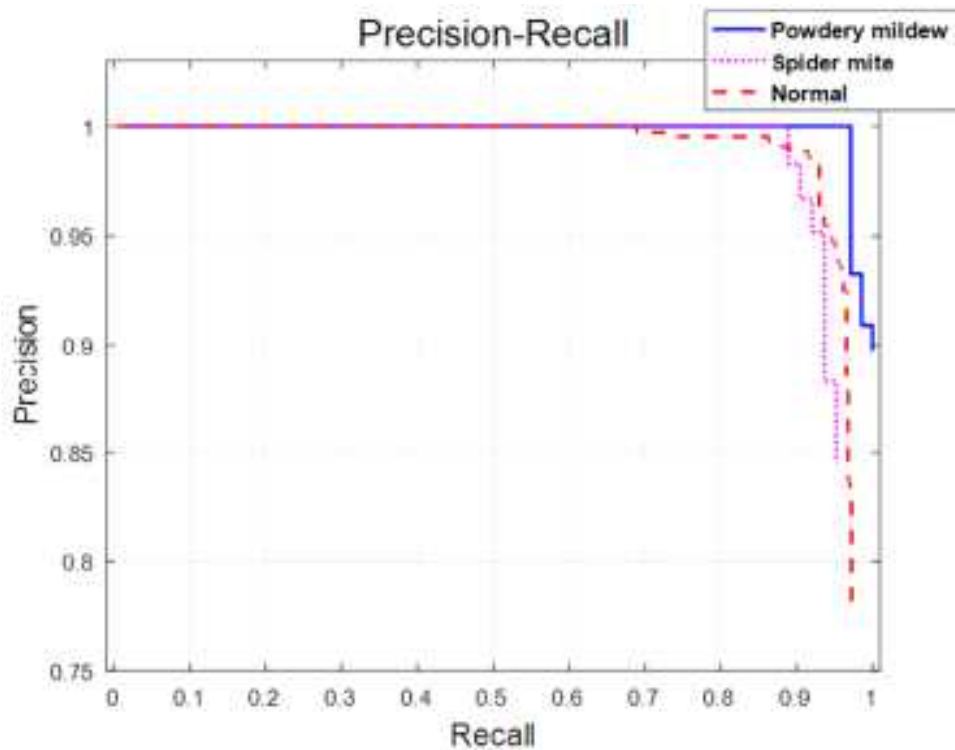
- 물체 검출문제를 해결하기 위해 Faster R-CNN 알고리즘 사용
- Faster R-CNN은 다른 알고리즘보다 검출 속도면에서는 조금 느리지만 검출 정확성이 가장 뛰어남
- 해당 연구 목표는 검출 속도보다는 정확성을 더욱 중요시 해야하기 때문에 Faster R-CNN을 학습 구조로 채택
- feature extractor부분은 데이터의 부족으로 인한 overfitting 문제를 방지하기 위하여 ImageNet 데이터를 학습시킨 VGG16 네트워크를 pre-trained model로 사용
- 마지막 단의 분류기를 제외한 다른 가중치들은 학습시키지 않음
- RPN부분에서는 feature extractor로부터 추출된 특징 맵에서 sliding window방식을 이용하여 각 위치를 검사함으로써 물체가 있는지 판단
- 물체 판단 후 k개의 anchor box를 생성
- classifier 부분에서는, 생성된 anchor box의 판단확률과 추정 위치를 이용하여 추출된 박스가 병해인지 아닌지 분류하고 박스의 위치를 추정하도록 학습



<Faster R-CNN 학습과정 및 결과>

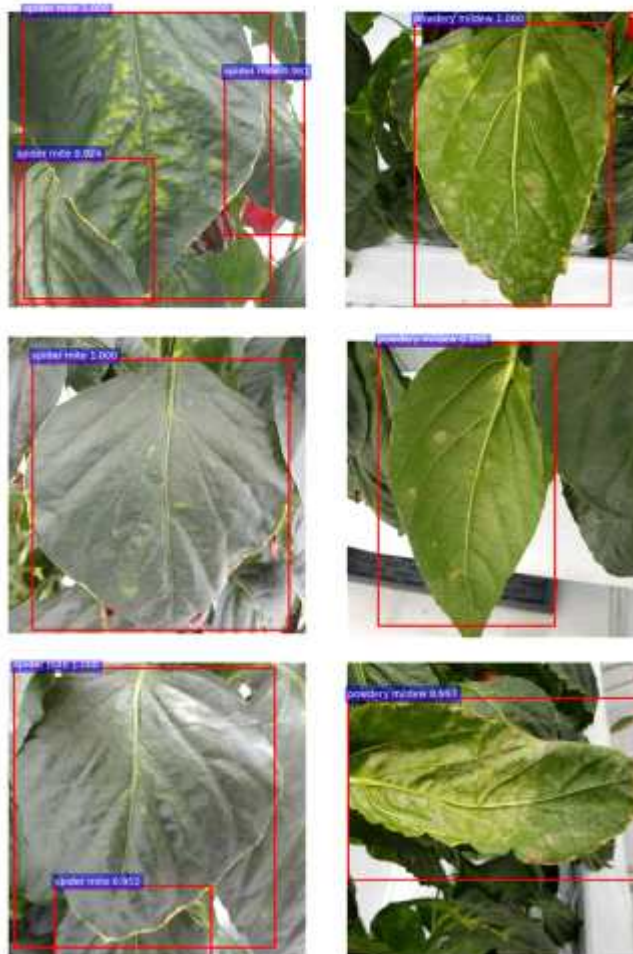
- 입력 영상이 feature extractor 부분을 거치면 last feature map에 특징이 활성화되어 나타남
- feature map에 anchor box를 생성하여 ground truth와 겹치는 정도를 계산했을 때 일정 threshold가 넘으면 물체가 있다고 판단

- 물체 판단 후, 해당 box 제안
- Region Proposal Network에서 제안된 box를 ROI Pooling 기법을 사용하여 고정된 같은 크기의 영상으로 변환
- Fully Connected Layer를 통과시켜 box의 좌표와 각 클래스에 해당할 확률 학습
- 학습 과정을 마치고 영상을 예측할 때, non-maximum suppression (NMS)기법을 이용하여 중복 삭제



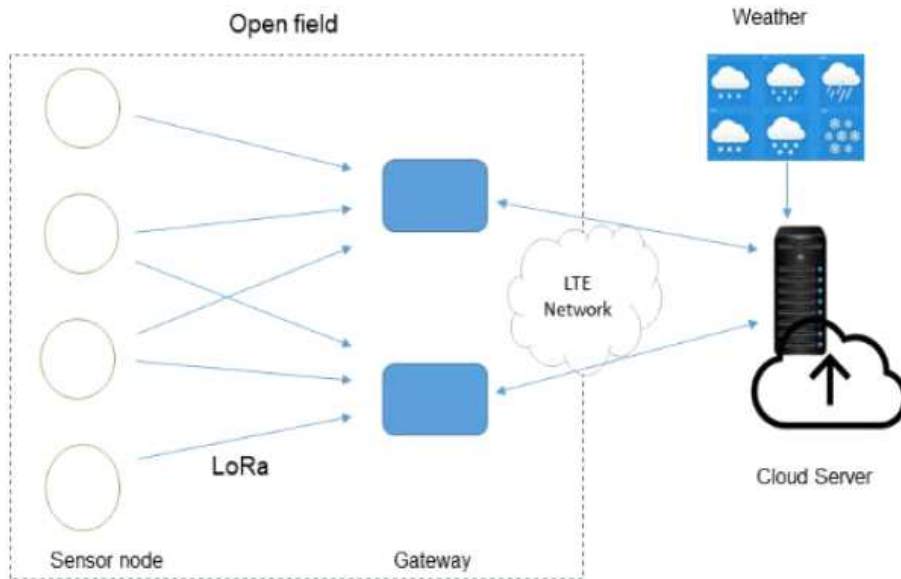
<정밀도-재현율 그래프>

Class	AP
정상잎	96.79 %
흰가루병	99.67 %
점박이응애	93.83 %
mean AP	96.76 %



<파프리카 병해와 정상 잎의 테스트 결과>

- Faster R-CNN알고리즘을 사용하여, 96.76%의 높은 정확성 획득
 - 잘못된 학습을 방지하기 위하여 정상적인 잎의 앞 부분과, 뒷 부분을 추가적으로 학습하여 학습알고리즘 결과의 신뢰성을 확검증
 - 정상적인 잎뿐만 아니라 각 병해들의 검출률 성능이 좋은 것을 확인
- 노지 관수를 위한 로라 기반 환경 모니터링 시스템 구현(김병순, 2019.02, JICS 제 20권 제 1호 p11 ~ p16)



<로라 기반의 환경 모니터링 시스템 구조>

- 노지 자율 관수를 위한 환경 모니터링 시스템 구조는 3계층으로 구성
- 센서 노드와 게이트웨이 노드 구간은 로라 물리 층을 이용하여 사설 네트워크로 구성
- 게이트웨이 노드만 인터넷에 접속할 수 있는 셀룰러 네트워크를 사용

'H'	Firmware Version	Node ID	Voltage Value	Sensor Name 1	Sensor Value 1	...	Sensor Name N	Sensor Value N
-----	------------------	---------	---------------	---------------	----------------	-----	---------------	----------------

(a)

```

{
  Sensor name: sensor value,
  "devicetype" : "sensor",
  "firmware version" :firmware version,
  "vcc" :voltage value
  "Zone ID": gateway's mac address
}

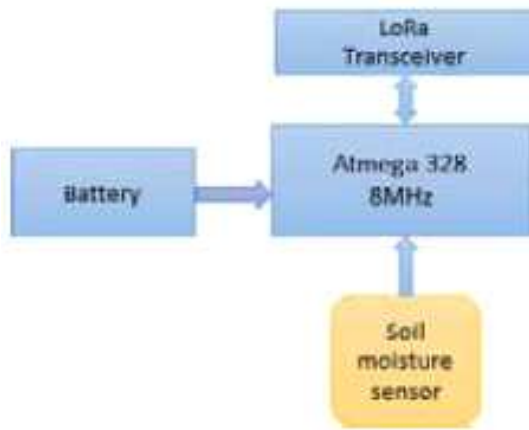
```

(b)

<(a) 센서 노드 패킷 형식, (b) 게이트웨이 노드 패킷 형식>

- 센서 노드는 전송 패킷의 크기를 줄이기 위해 각 필드를 콤마로 분리한 형식 사용
- 게이트웨이 노드는 센서 데이터를 클라우드 서버로 전송하기 위해 JSON(JavaScript Object Notation) 형태로 변환된 형식 사용

- 센서 노드의 패킷은 'H'로 시작하고, 펌웨어 관리를 위한 펌웨어 버전, 송신 센서 노드의 주소, 배터리 교체 시기를 알려주기 위한 마이크로 컨트롤러의 현재 전압, 환경을 측정하기 위한 다수의 센서 이름과 센서값 등으로 구성
- 게이트웨이 노드의 메시지는 센서 노드와 액추에이터 노드를 구별하기 위한 장치 유형과 게이트웨이 노드의 물리 층 주소값이 추가 포함



(a)



(b)

<로라 기반 센서 노드. (a) 블록다이어그램, (b) 프로토타입>

Key	Value
0010	21
0011	13
0012	0.0000
0013	0.5
0014	1.0

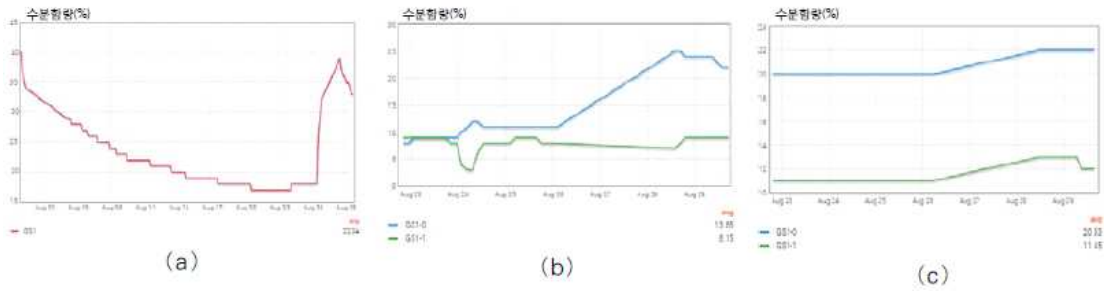
(a)

Key	Value
0010	1.2mm
0011	1.4mm
0012	0.0
0013	0.0
0014	0.0

(b)

<센서 노드 수집 데이터, 3일 예보 수집 데이터>

- 사설 로라 네트워크를 통해 데이터 수집 서버에 저장된 데이터와 기상예보 정보의 일부로, 가장 최근에 저장된 데이터 표시

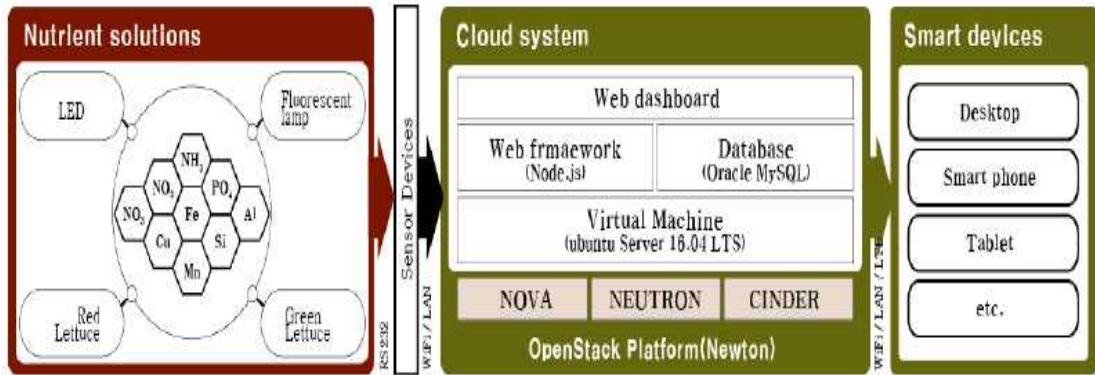


<센서 노드 시각화 데이터>

Testbed	Andong University	Spot 1 at the apple orchard	Spot 2 at the apple orchard
Interval	2h 46m	3h 2m	2h 42m
Approximate distance	110m	35m	40m
Number of successful received packets	147	131	145
Total number of lost packets	1	6	7
Packet loss rate	0.6%	4.3%	4.6%
Number of lost packets	1 on 9.19	5 on 9.4 1 on 9.6	1 on 9.3 6 on 9.4
Rate of successful transmissions except rainy days	99.4%	99.3%	99.5%

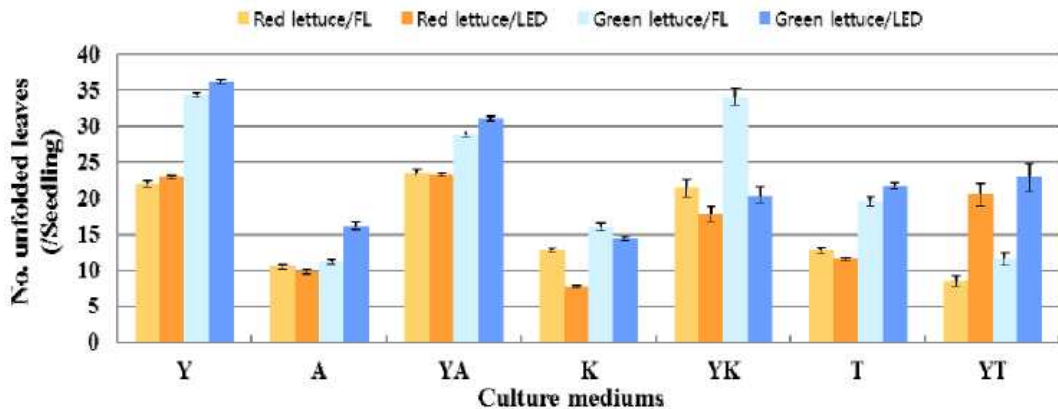
<네트워크 신뢰성 평가>

- 장애물이 없는 지역의 패킷손실률은 거의 무시할 정도지만 장애물이 있는 지역의 패킷 손실률은 다소 높게 나타남
 - 장애물이 있는 환경에서 패킷손실이 특정한 날짜에 많이 발생했음을 확인
- 스마트온실 배양액 관리를 위한 클라우드 기반 데이터 분석시스템 설계(허정욱, 박경훈, 이재수, 홍승길, 이공인, 백정현, 2018.11, 한국환경농학회지 제 37권 제 4호 p251 ~ p259)



<데이터 분석시스템 구조도>

- 데이터 분석시스템의 각 모듈은 데이터의 입력, 저장, 분석 및 가시화의 4가지로 구성
- 각 센서로부터 측정된 작물의 기초 생육량 및 배양액 성분 변화 데이터를 오픈스택 클라우드 시스템에 생성된 가상머신(Virtual machine)에 전달하는 역할을 하는 데이터 입력 모듈 사용
- 데이터 저장 모듈은 가상머신 내에 관계형 데이터베이스를 구축하여 수집 항목별로 분류하여 데이터를 저장할 수 있도록 설계
- 데이터 분석 모듈은 데이터가 수집되는 동시에 데이터를 분석하기 위하여 가상머신 내에 저장된 작물별 배양액의 성분변화와 생육량 데이터 수집을 위하여 Node.js 소프트웨어 프레임워크 사용
- 데이터 분석시스템을 웹 서비스로 개발하기 위하여 작물 재배 기간 동안 변화하는 공시배양액의 성분변화 실측치와 작물 생육량 데이터 처리를 위하여 사용자 스마트 디바이스(Smart devices) 활용
- 가시화 모듈을 사용하여 작물의 종류와 배양액 성분 등, 각 데이터의 비교 및 분석을 위하여 시계열 그래프에 의한 가시화방식 도입

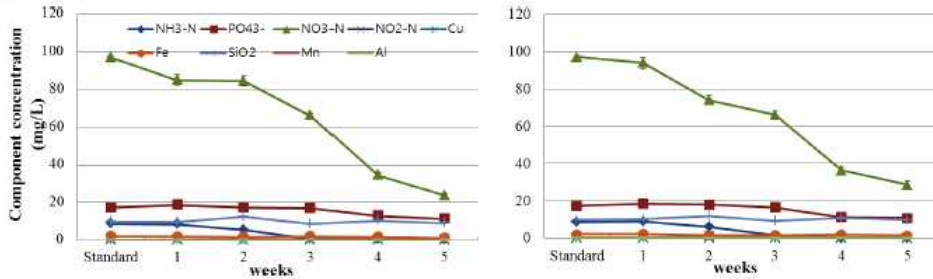


<데이터베이스 구축을 위한 상추 2종의 엽 성장 비교>

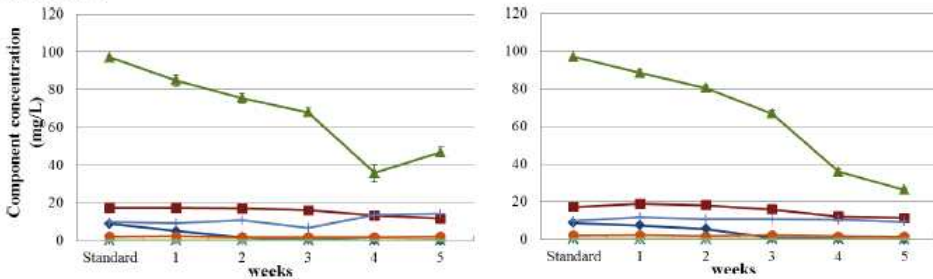
Culture Mediums	Fresh weight (g/seedling)		SPAD value (/leaf)	
	<FL>	<LED>	<FL>	<LED>
<Red Lettuce>				
Yamazaki (Y)	115.9a ²	89.6b	19.0b	22.1b
Chlorella (C)	3.8f	1.7h	7.8e	9.5e
Acadian (A)	4.6e	7.1g	9.6e	11.5d
Kales (K)	1.8g	7.8g	16.9d	17.1c
Tomatos (T)	13.6d	16.4f	20.8b	20.5b
Yamazaki+Chlorella (YC)	65.6b	76.8c	19.4b	19.7b
Yamazaki+Acadian (YA)	83.8b	101.6a	20.7b	21.1b
Yamazaki+Kales (YK)	20.5c	56.4d	27.5a	25.3a
Yamazaki+Tomatos (YT)	3.9f	36.6e	17.8c	19.9b
<Green Lettuce>				
Yamazaki (Y)	191.3b	168.6a	22.9b	27.6b
Chlorella (C)	1.5h	2.4h	9.9e	9.3e
Acadian (A)	13.0f	7.6g	19.5c	16.1d
Kales (K)	4.8g	8.3g	23.1b	21.1c
Tomatos (T)	28.5d	26.0f	26.2a	26.7b
Yamazaki+Chlorella (YC)	92.6c	128.9c	23.7b	25.0b
Yamazaki+Acadian (YA)	167.0a	146.3b	22.8b	26.6b
Yamazaki+Kales (YK)	16.6e	79.1d	26.6a	30.6a
Yamazaki+Tomatos (YT)	4.7g	42.2e	16.9d	19.3c

<형광등 조사조건에 따른 생체중 증가 비교>

[Red lettuce]

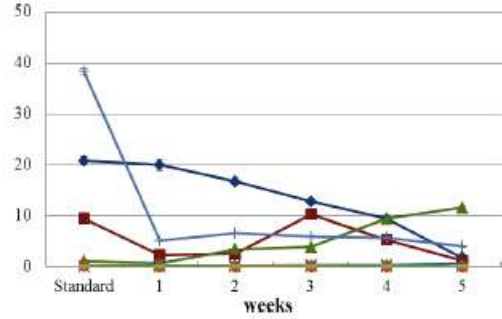
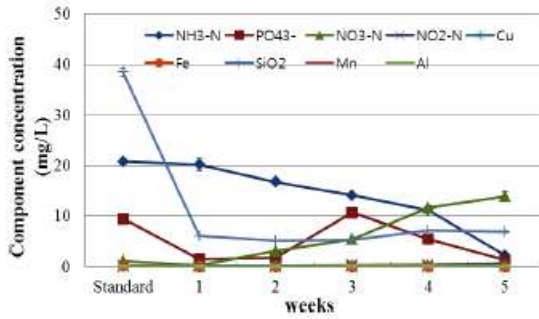


[Green lettuce]

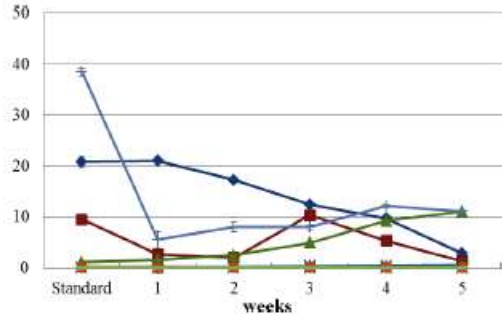
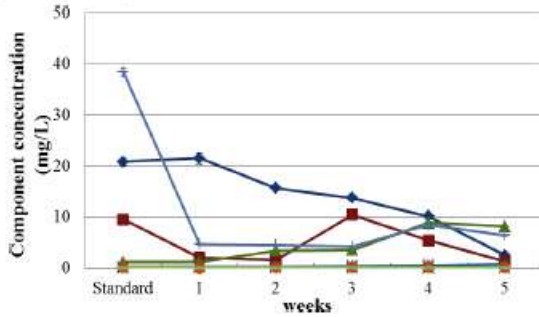


<데이터 분석시스템 개발을 위한 성분농도 변화 조사결과>

[Red lettuce]



[Green lettuce]



<데이터 분석시스템 개발을 위한 성분농도 변화 조사결과>



<클라우드에 입력되는 데이터 테이블>

- 생육 데이터 및 공시 배양액 성분변화 등의 데이터를 기반으로 1개의 데이터베이스와 7개의 테이블을 스키마(Schema)로 작성
- 실험 결과에 따라 입력하는 2개 범주의 주차별 데이터는 원시 데이터로 test_Nutrient와 test_data 테이블 2개에 각각 구분되어 저장
- 분석을 통해 변환되는 최종적인 결과 데이터는 Nutrient(공시배양액)와 data 테이블에 각각 구분하여 저장
- 작물 종, 날짜 및 실험 조건에 대한 테이블은 각각 Nutrient_solution, light(재배환경조건), type 테이블로 분류하여 저장
- 논리 스키마를 기준으로 물리적 스키마를 클라우드 시스템에 구축되어 있는 가상머신에 구현하고 실험데이터 저장

- 웹서버로 만든 데이터 분석 시스템은 웹 프레임워크인 익스프레스(Express)로 분석 시스템의 기본 구조 생성
- MySQL을 이용해서 데이터 저장
- 클라이언트(Client)에 응답을 송신할 때에 사용하기 위하여 웹문서의 원형인 뷰 템플릿(View template) 사전 생성
- 데이터베이스에 저장한 각 데이터의 분석 및 검색을 위하여 가상머신에 소프트웨어 프레임워크인 Node.js를 활용하여 웹서비스데이터 분석 시스템 구현

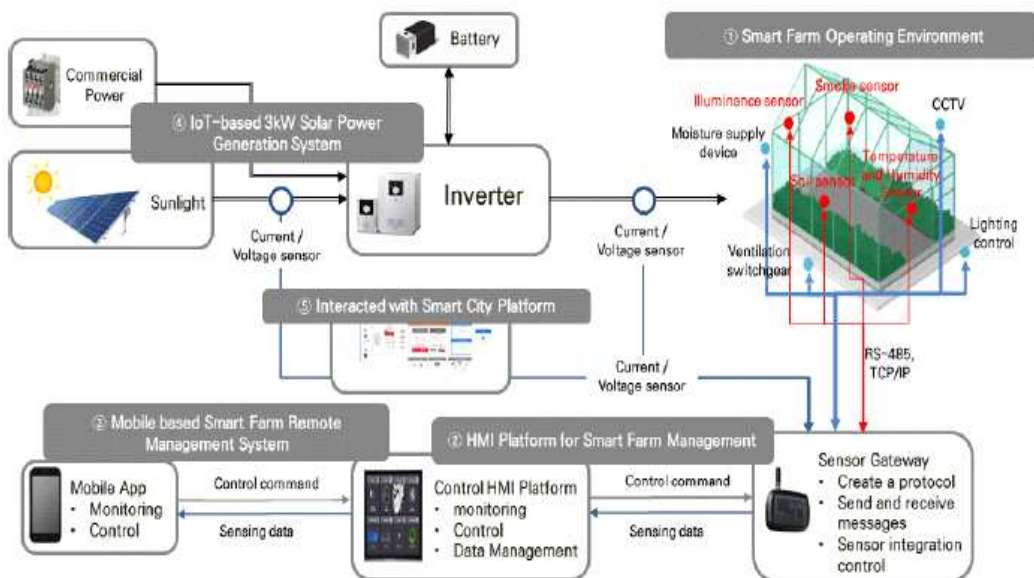
<공시 배양액 성분변화 및 작물 생육 데이터 입력 페이지>

- 데이터 값을 인공광 스마트온실과 같은 재배시설 이외에 시설재배지나 노지와 같은 농업현장에서 웹을 통해 바로 입력 가능하도록 가상머신 내부에 구성된 데이터베이스 컬럼명에 mapping한 공시 배양액의 성분변화 및 작물 생육 데이터 입력 페이지 구성



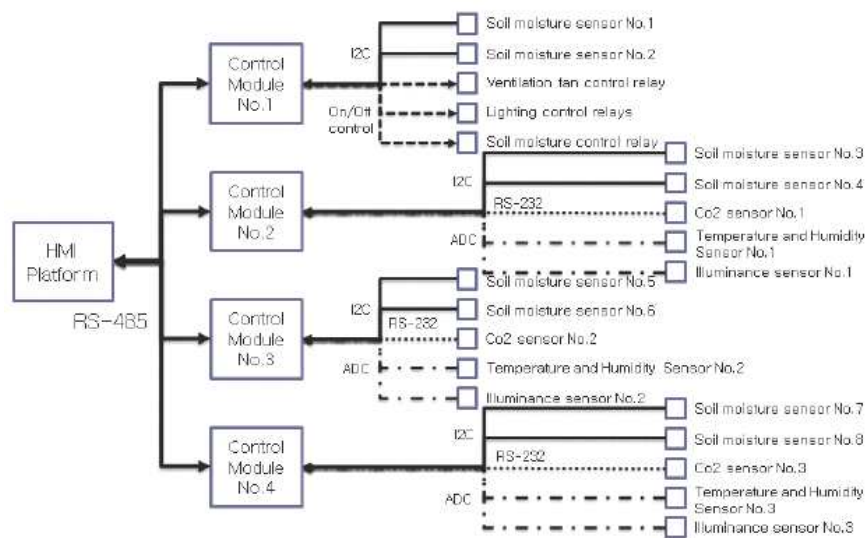
<데이터 시각화를 위한 데이터 분석 시스템 프로세스>

- 센서의 측정데이터가 로그형태로 저장된 파일을 센서 기기에서 다운로드하여 분석 시스템의 웹페이지에서 CSV (Comma-Separated Values)파일로 입력할 수 있도록 입력 폼으로 구성
 - 각 입력 데이터는 결과 데이터를 시계열적인 변화 추이량으로 나타내기 위해 수집 일자별로 실험 항목을 입력할 수 있도록 구성
 - 분석 결과 데이터는 사용자 의사에 따라 작물 종 및 환경조건 선택, 공시 배양액 및 배양액 성분의 3단계 조건을 선택할 수 있으며 각 재배환경 조건에 따른 분석결과를 웹을 통해 실시간으로 가시화하여 제공
 - 1단계 검색조건에서는 적치마나 청치마와 같은 작물 종 및 형광등이나LED와 같은 작물재배용인공광원 선택
 - 2단계 검색 조건에서는 1단계 선택 조건에 따라 분기하여 각 대조군의 조합 선택
 - 3단계 검색 조건에서는 2단계 각 대조군의 실험에 사용된 각 배양액 성분을 선택하여 분석 완료
 - 각 단계별로 선택된 조건을 웹서버에서 하나의 데이터베이스 질의문(Query)과 세부 질의(Sub-query)로 완성하여, 데이터베이스에 요청
 - 데이터베이스 서버에 요청한 질의의 응답을 가상머신 내 웹서버로 다시 보내면 서버 내의 프로그래밍된 데이터 분석시스템에서 응답 결과를 가시화
- 도심형 에너지 자립 스마트팜 서비스 모델 설계 및 구축(김관형, 2019.10, 한국정보통신학회논문지 제 23권 제 10호 p1305 ~ p1310)



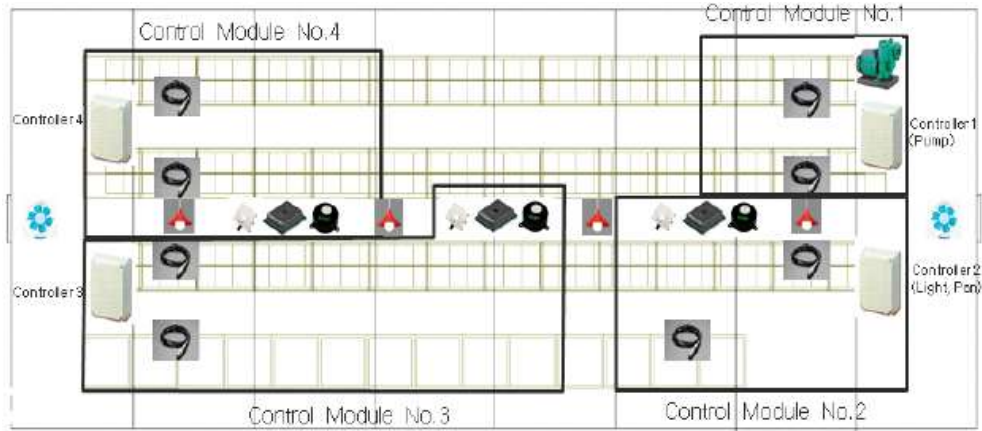
<도심형 에너지 자립 스마트팜 구성>

- 센서모듈, 구동모듈, 제어모듈, 통신모듈, 데이터 관리모듈 등으로 구성
- 각 구성요소를 바탕으로 HMI 플랫폼을 통하여 수동제어, 자동제어, 원격제어가 가능하도록 시스템 구성
- 스마트팜의 장치관리는 스마트팜 내부에 설치된 조도, 토양, 온습도 센서와 조명, 수분공급기, 환풍기 구동에 대한 액추에이터에 대한 이상 유무를 관리하도록 구성
- 스마트팜의 데이터관리는 사용자에게 필요한 정보를 제공하고 관리할 수 있도록 데이터를 DB화하여 스마트팜의 모든 상태정보를 등록, 수정, 삭제할 수 있도록 구성
- HMI 모듈에서 데이터를 1차로 관리하고, 2차로 원격지 서버에 TCP/IP 기반으로 데이터를 전송하여 원격지 서버에서 관리하도록 구성

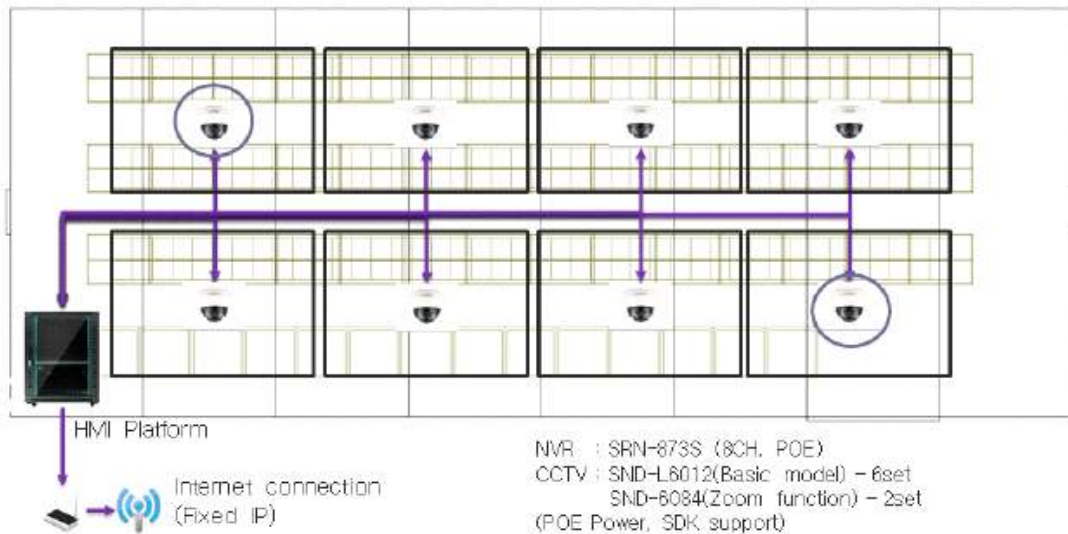


<스마트팜 환경제어 인터페이스 구성>

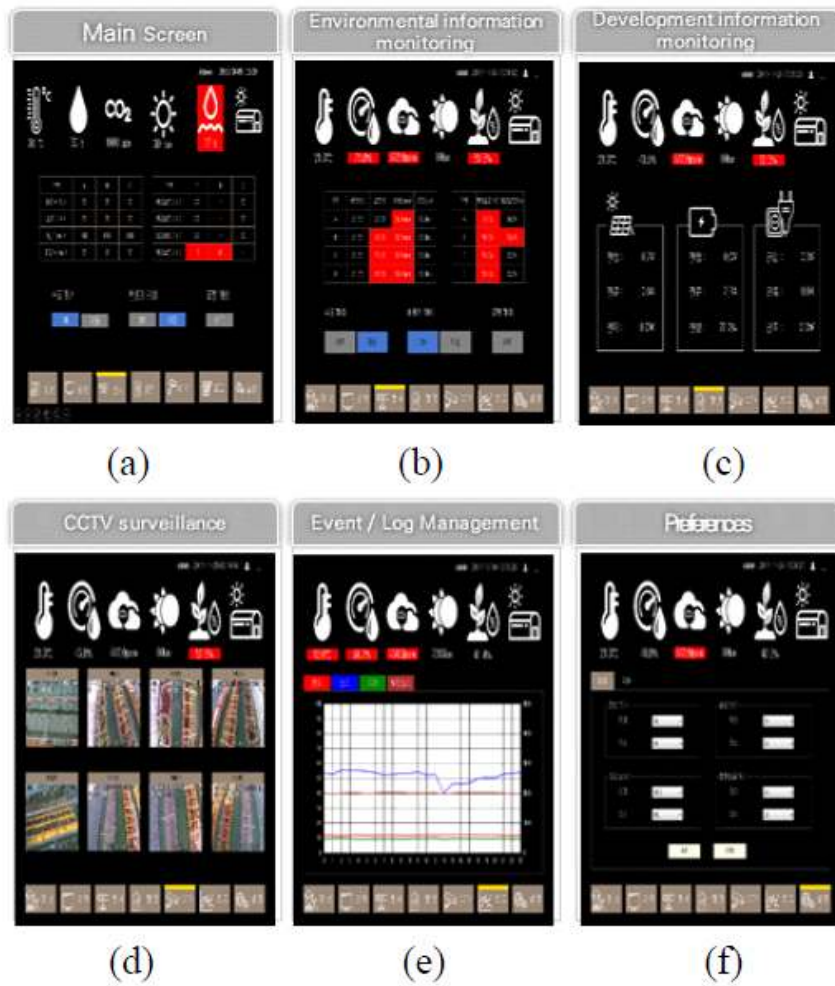
- 스마트팜의 환경요인에 대한 정보는 온습도(ADC), 조도(ADC), 토양수분(I2C), CO2(RS-232) 정보를 수집하도록 설계
- 제어모듈의 입출력 구성은 필요한 모든 센서를 연결할 수 있도록 설계
- 스마트팜의 환경제어를 위한 제어요소는 수분공급을 위한 워터펌프 제어, 환기를 위한 환풍기 제어, 조명 관리를 위한 조명제어는 SSR(Solid-State Relay)을 이용하여 AC220을 제어하도록 설계



<스마트펌 내부 센서모듈 배치도>



<CCD 카메라 배치도 및 관찰영역에 대한 구상도>



<HMI 디스플레이 화면>

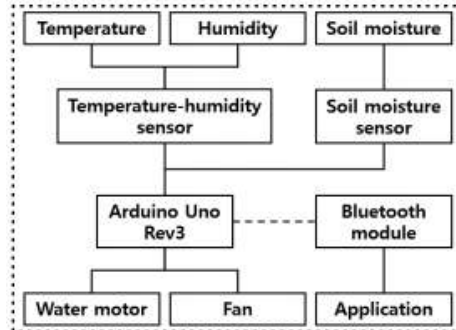
- HMI 모듈은 산업용 PC에서 C# 기반으로 구축
- 스마트팜의 환경정보와 태양광 발전시스템 관리
- 알람기능은 환경 센서와 태양광 발전시스템의 안전한 범위를 벗어났을 때 경보를 사용자에게 알리도록 구현
- CCD 카메라의 제어 및 영상캡처 기능 수행
- 영상 데이터관리는 사용자별로 데이터 관리
- 스마트팜 이력, 센서 이력, 발전장치 이력 등을 1차로 HMI 내부에서 DB화하여 관리
- 2차로 외부 서버로 데이터를 전송하여 관리



<모바일 기반 모니터링 화면>

- 스마트팜 모바일 웹앱에서 제공하는 서비스는 관리자 모드와 사용자 모드로 나누어 로그인
- 관리자 메인메뉴는 상태 모니터링, 센서 기록 조회, 촬영기록 조회와 CCTV 모니터링으로 구성
- 사용자 모드는 농장일지로 구성
- 스마트팜 상태 모니터링은 스마트팜 내부에 설치된 센서의 값을 표시하고 제어모듈의 상태정보를 표시하며 자동제어 상태를 표시하도록 구현
- 환경정보는 온도, 습도, 조도, CO2, 토양습도, 강우, 태양광발전, 배터리 잔량, 공급 전력 등을 실시간으로 서비스하도록 구현
- CCTV는 스마트팜 내부에 설치하여 실시간 영상을 제공하도록 구현
- CCTV 서비스와 농장일지 서비스는 원하는 날짜/시간 정보를 통하여 촬영된 작물 이미지를 조회할 수 있도록 구현
- 센서 기록 조회 서비스는 DB에 저장된 센서 정보를 날짜 또는 시간별로 조회할 수 있도록 구현
- 해당 날짜에 측정된 정보를 1시간 간격으로 평균을 산출하여 모바일 화면에 그래프로 표시되도록 구현

- 소형 스마트팜 모니터링 및 관리 시스템(이세영, 변종인, 최재훈, 주성중, 김윤호, 2019.06, Proceedings of KIIT Conference p455 ~ p457)



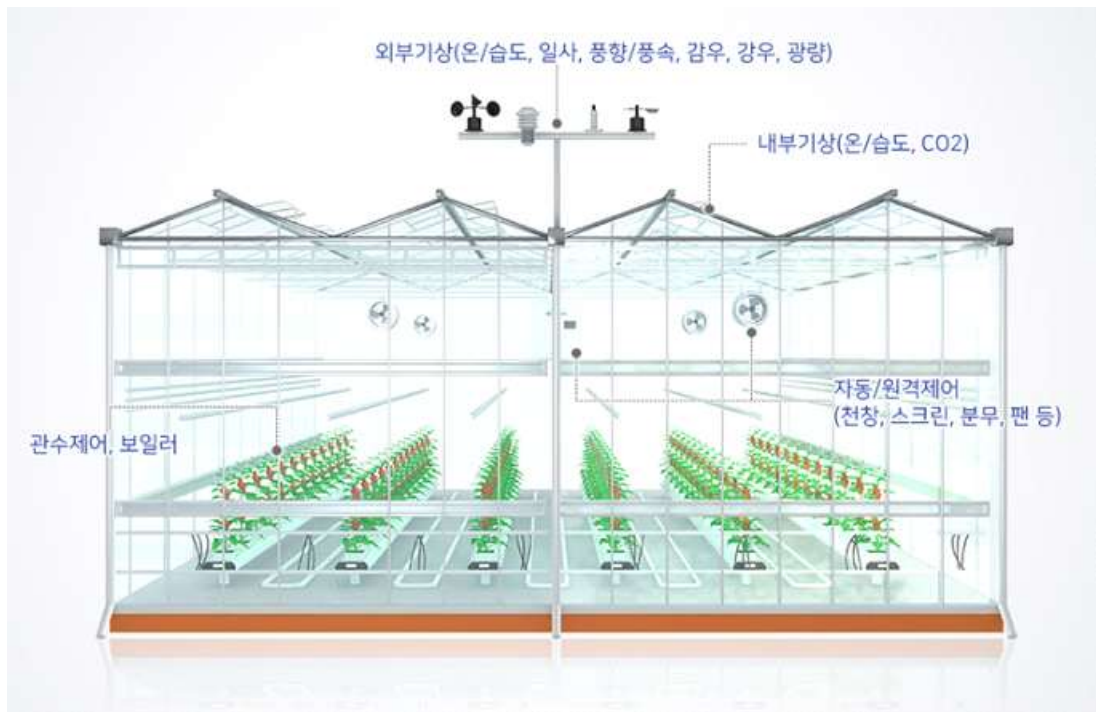
<하드웨어 구성도>



<어플리케이션 레이아웃>

- 소형 온실을 무선으로 관리하기 위하여 아두이노에 블루투스 모듈을 연결하여 무선 통신이 가능하도록 함
- 안드로이드 OS 기반의 애플리케이션을 통해 양방향 통신이 가능하도록 하는 구성이며, 이를 통해 사용자는 센서의 정보를 애플리케이션으로 실시간으로 확인
- 워터모터와 환풍기의 전원을 조작함으로써 인위적인 온습도의 조절 가능

□ KroFarm(<http://www.norookiban.com/>)



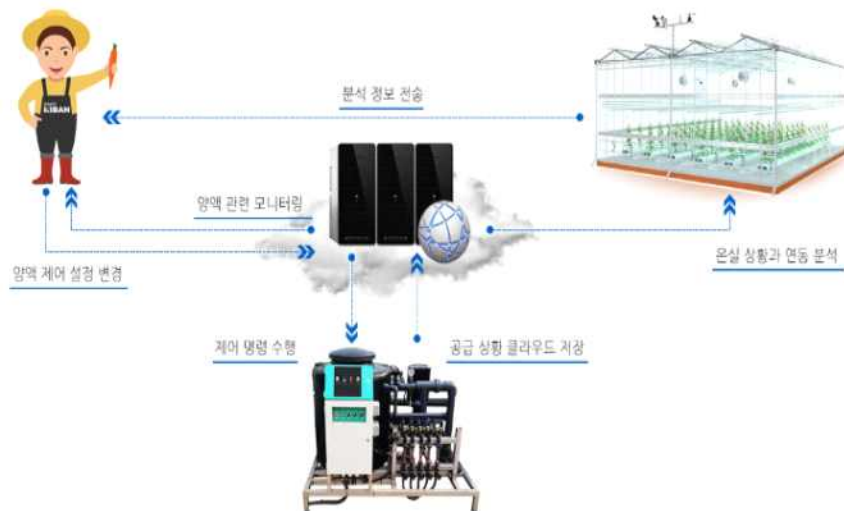
<IoT 환경 제어 시스템>

- 클라우드(Cloud)를 통한 시공간의 제약 극복
- 생육 단계별 작물 최적 환경 정보를 통해 신속한 의사 결정을 돕는 재배 템플릿 제공
- 자체 연구 온실을 활용한 지속적인 연구 개발 및 성능 검증으로 안정성 강화
- 지역 별로 떨어진 여러 개의 온실을 통합하여 관리
- 관제센터에서 농가 온실의 위험을 조기에 발견하여 대응조치 실행
- 작물상태 및 재배 전략에 따라 영양 성장 또는 생식 성장 등 작물 생육 지원



<KroFarm 시스템 구성도>

- 작물의 종류, 작기에 따른 맞춤형 온실 환경제어
- 정밀 센서 데이터 기반의 최적 온실 제어로 고품질의 농산물 수확
- 생육 단계별 작물 최적 환경 정보를 통해 신속한 의사결정을 돕는 재배 템플릿 제공
- 농가 규모 및 설비에 적합한 맞춤형 서비스 제공
- 설비/노동력/에너지의 체계적인 통합 관리를 통한 경영비 절감 및 수익 증대
- 사용자 중심의 시스템 및 언제/어디서든 웹, 모바일 서비스 제공
- 설비 최적 자동제어 실현으로 노동 효율성 극대화



<KroFarm Aqua 시스템 구성>

- 작물의 종류에 따른 EC, pH 제어로 작물 품질 향상

- 관수 상태 및 24시간 관수현황 파악 용이
- 상세 설정으로 정밀하게 양액을 공급, 지난 설정과 비교하며 효율적 관리
- 배액 측정기를 통한 배지 내 양액 모니터링 및 제어
- 양액, 설비 상태에 따라 경보 알림 및 정지 기능 제공
- 단계별 맞춤형 영양 공급으로 생산성 증가
- 시간 설정뿐만 아니라 누적 일사량, 온도, 습도, 광량의 변화에 따른 양액 관수 제어

□ 휴토람(토양정보시스템, <http://soil.rda.go.kr/>)



<토양정보시스템 홈페이지>

- 토양환경정보시스템은 농촌진흥청에서 생산, 배포하고 있는 방대한 토양, 농업환경 정보 데이터베이스와 수십 년 동안의 조사, 연구 경험을 집대성한 한국의 토양환경 정보 포털로써, 농사를 짓고자 할 때 토양특성에 맞는 작물을 재배할 수 있도록 토양정보를 제공하고, 알맞은 비료량을 추천해주는 인터넷 시스템



<토양환경정보시스템>

- 토양환경정보시스템은 작물별 토양적성도, 농경지화학성, 토양특성, 정밀농업기후도, 생물상분포, 농업환경변동정보 등을 인터넷을 통하여 제공함으로써 영농인, 정책담당자, 내·외부 연구자, 일반 국민 등 다양한 수요자들이 쉽게 활용할 수 있도록 보급하고, 농업환경의 보전, 농산물 안전 생산의 전국적인 기반을 구축함을 목적으로 함

토양환경지도	제공정보
작물별 토양적성도(64작물)	사과, 배, 감귤, 수박, 포도, 딸기, 토마토, 오이, 배추 등
농경지 화학성	pH, 유기물 함량, 유효인산, 칼륨, 칼슘, 유효규산 등
토양특성(30종)	형태적, 물리적 특성, 토양지형, 토양분류, 토양유형, 토지이용 등
정밀농업 기후도	연평균기온, 최고기온, 최저기온, 월평균기온, 강수량
생물상 분포도	식생, 외래잡초, 수서곤충
농업환경변동정보(업무담당자용)	농경지 화학성, 농경지 물리성, 토양미생물, 생태계생물상 등
토양검정 필지	TMS(Tiled Map Service) 토양검정, Dynamic 토양검정
친환경 인증	유기농산물, 무농약농산물, 복합(유기농+무농약 농산물)

<토양환경지도 구축 및 웹서비스 제공정보>

- 국가농작물병해충관리시스템(<http://ncpms.rda.go.kr/>)

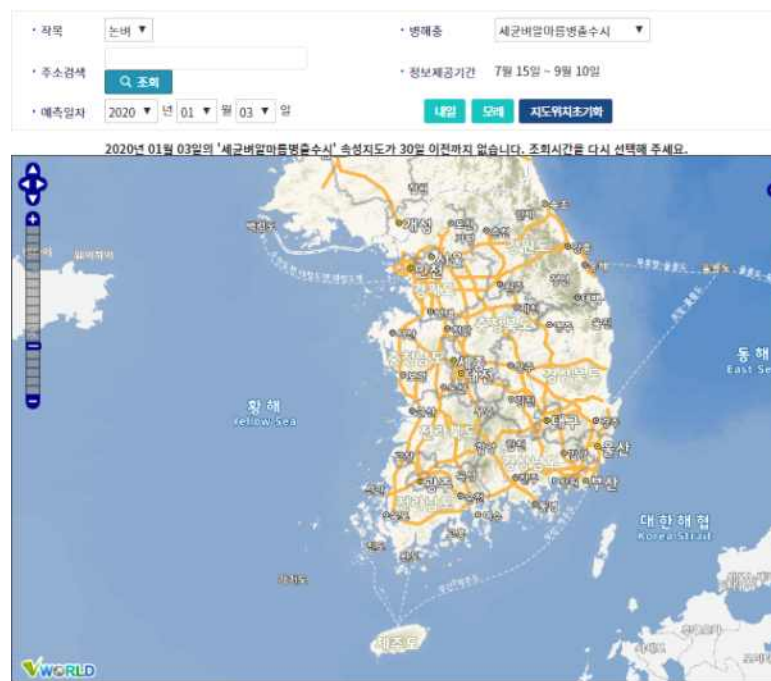


<국가농작물병해충관리시스템 홈페이지>

- 농작물병해충을 효율적으로 대처하기 위해 병해충 예찰정보시스템, 과수종합정보시스템, 농작물 생육상황시스템, 농작물 병·해충·잡초정보 등 4개의 병해충 관련 전산 시스템을 통합 및 국가 농작물 병해충 관리시스템 구축
- 시·군 농업기술센터의 병해충 예찰 자료를 기반으로 주요 병해충 발생 및 방제 정보 제공
- 6작목의 주요 병해충 발생예측정보 제공으로 방제의사결정 지원

작목	병해충명	입력자료	결과자료	모형설명
논벼	새군성벼알마름병	일 최저기온, 출수일, 이앙일	감염위험도	최저기온, 평균상대습도, 최저상대습도, 강우일수, 풍속의 변수를 이용하여 출수 전 7일의 기상을 분석하여 감염위험성을 추정함
논벼	일도열병	시간별 평균기온, 시간별 엽면습윤시간, 시간별 강우량	시간별 감염위험도	지난 5일동안의 이동평균기온이 적은 범위안에 있을 때 감염에 요구되는 최소 누적습윤시간의 충족 여부에 따라 감염위험도를 추정함.
논벼	일집무늬마름병	일평균기온, 일 평균 상대습도, 이앙일 수	온도기반의 군사생장율, 상대습도 기반 군사생장율, 수직진전율	온도 기반의 군사생장율과 상대습도 기반의 군사생장율을 이용하여 병반의 수직진전율을 추정함
감자	감자역병이동평균법	일 평균온도, 일 평균 상대습도	병 진전 속도	환경조건에 따라 변하는 병 진전도의 기울기를 추정함
사과	갈색무늬병	일 강우량, 일 평균기온, 일 평균 상대습도, 누적결로시간	발아율(%), 병 발생량	일 평균기온, 일 강우량, 일 평균습도, 일 결로누적시간을 활용하여 포자 비산 시기를 예측한 후 포자 발아율을 계산해서 병 감염 확률을 추정함
사과	검은별무늬병	시간별 평균기온, 시간별 엽면습윤시간, 시간별 강우량	시간별 감염위험도	시간별 온도에서 감염에 필요한 최소한의 엽면습윤지속시간 충족 여부에 감염위험도를 계산함.
사과	검무늬병	일별 최고/최저/평균 기온, 시간별 평균기온, 시간별 엽면습윤시간비율	사과의 발육단계, 사과의 직경, 포자발아율, 부착기형성률	시간별 온도에서 감염에 필요한 최소한의 엽면습윤지속시간 충족 여부에 감염위험도를 계산함.
사과	굴나방	일평균기온	생육단계별 적산온도	발육경정도 이상의 일 평균 기온을 누적하여 발육단계를 예측

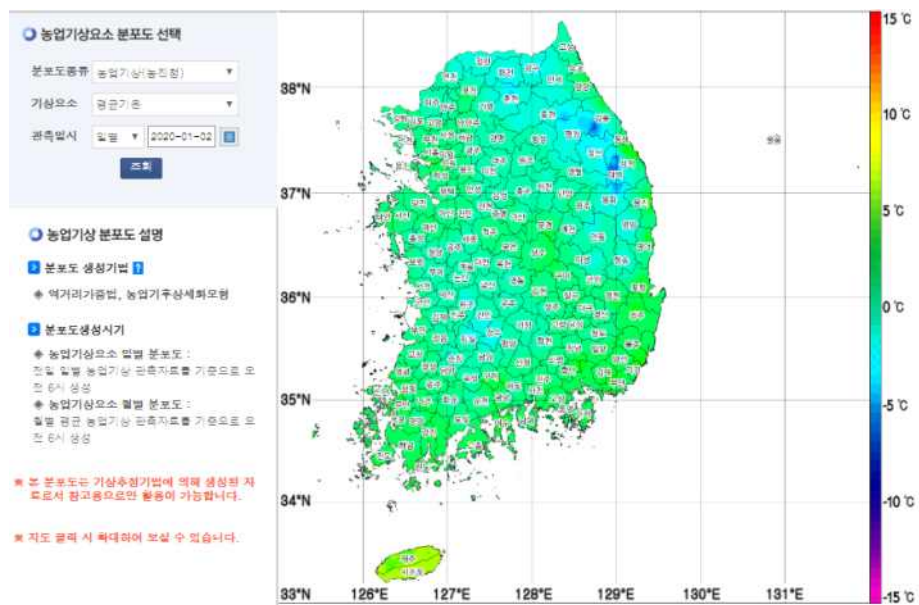
<병해충예측모형설명>



<병해충예측지도>

□ 농업기상정보시스템(http://weather.rda.go.kr/)

농업기상정보시스템 홈페이지



<농업기상응용지도>



<지역별 농업기상분석 그래프>

- 기상청에서 제공하는 기후변화 시나리오를 바탕으로 우리나라 농업환경에 맞춰 필지별로 농업기후를 정밀 예측
 - 농장토지번호만 입력하면 미래기후 정보를 간편하게 조회
- 국립농업생명공학센터 National Agricultural Biotechnology Information Center (<http://nabic.rad.go.kr/>)



<NABIC 홈페이지 화면>

구분	시스템 명	주요 내용
운영·분석	NGS	NGS분석
분석	BIOXM	유전체 구조 및 기능분석
분석	PEDANT	유전체 구조 및 기능분석
해독	표준유전체해독시스템	유전체 서열 조립 및 유전자 탐색
해독	농생명유전체해독시스템	유전형 분석 및 분자마커후보 탐색

<NABIC 유전체 정보시스템 현황>

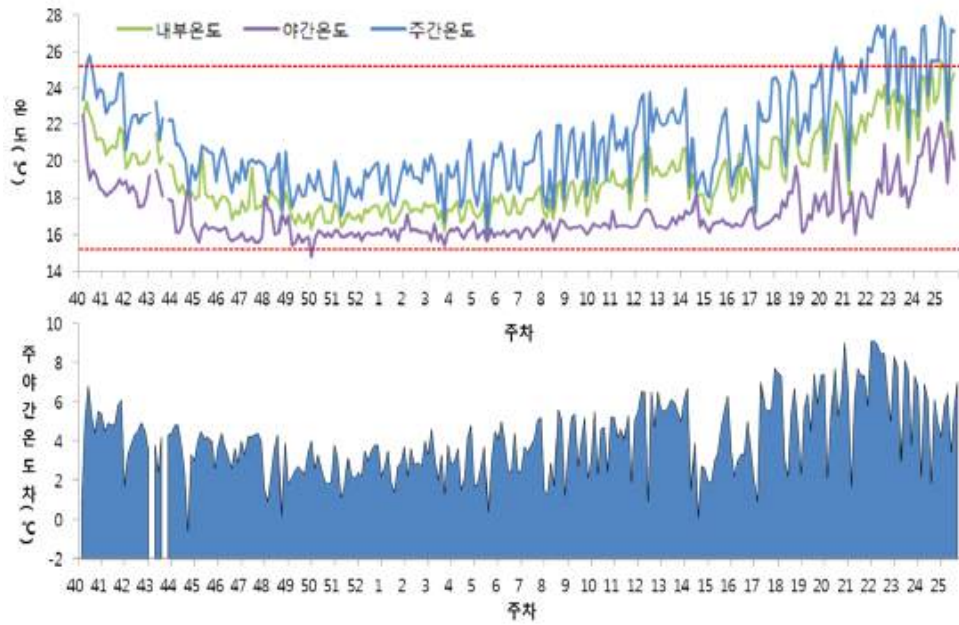
- 농림, 축산, 식품, 미생물 등의 데이터를 제공 및 분석할 수 있는 시스템
- 빅데이터 분석에 필요한 프로그램 43종과 유전체 정보 분석 서비스 제공
- 생물정보활용도를 높이기 위한 연구자간 공유체계 구축 등 지원 및 주요 농생명 유전체 정보와 관련 분석 시스템 서비스 계획 중

□ 전남 화순 토마토 스마트팜 농가(한울농장)

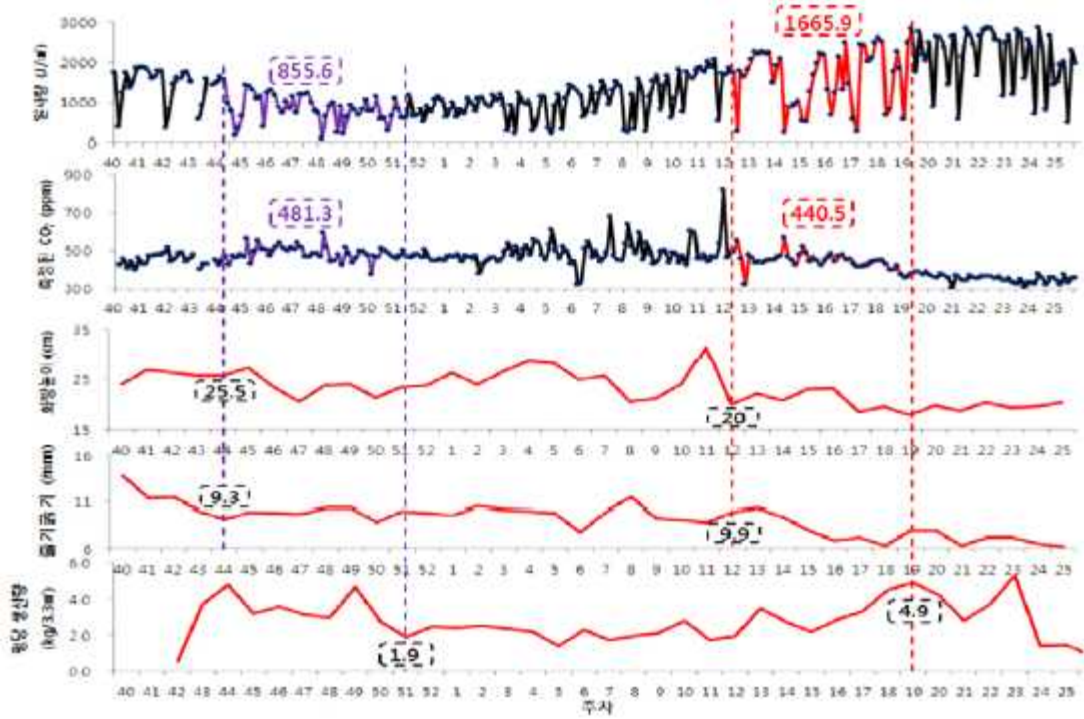
구분	주요측정 내용	측정주기	조사방식
외기 기상	평균, 최고, 최저온도, 감우, 풍향, 풍속 등	분	자동측정
내부 환경	온도, 습도, CO ₂ , 일사량, 자온, 자습 등 9항목	분	자동측정
제어	환기온도, 2중환기온도, 난방온도, 천창, 이종, 커튼, CO ₂ 작동 등 15항목	분	자동측정
관수(양액)	일공급량, 일회공급량, 일 배액량, 배수율, G-EC공급, G-pH공급, Slab-EC제지, Slab-pH제지 등 8항목	일	자동/수동 측정
생육	생장길이, 잎길이, 잎폭, 잎수, 줄기굵기, 화병높이, 개화군, 착과군, 수확군, 열매수, 수확량, 평균과중 등 12항목	주	수동측정

<화순 스마트팜의 데이터 측정 현황>

- 한울농장의 대상작목은 완숙토마토로써 연동 비닐온실(13,200m²)에서 대프니스 품종을 재배
- 복합환경 제어시스템으로 (주)그린씨에스의 마그마를 2011년부터 적용
- 한울농장의 스마트팜 빅데이터 활용을 위해 위의 표와 같이 데이터 측정항목을 정하여 외부기상, 내부환경, 제어, 관수(양액) 등 환경데이터와 생장길이, 잎길이, 잎폭 등 토마토 4그룹의 생육 데이터를 수집
- 수집된 데이터의 원활한 분석을 위해 생육 데이터 수집 단위인 ‘주차’ 단위로 변환하여 분석



<환경데이터 분석 그래프>



<환경, 생육, 생산량 분석 그래프>

- 생육단계별 화방과 줄기굵기에 영향을 미치는 요인으로 내기온도, 일사량, 양액관리가 토마토 생육에 큰 영향을 미침을 확인
- 화방높이에 따른 환경변화는 온도 및 습도는 비슷하나 CO2, 일사량의 관계는 다를 것을 확인

- 환경, 생육, 생산량 관계의 경우 일사량이 높은 12주부터 19주까지의 생산량이 높음을 알 수 있었고, 최적의 화방 높이 조절을 통해 생산성을 향상시킴
- 스마트팜 빅데이터 분석 결과를 활용하여 농가의 현장 컨설팅을 진행
- 시설원에 환경 가이드라인에 맞춘 환경 관리 방법과 토마토의 생산량이 높고 낮은 경우의 사례를 분석하여 그 결과를 농가에 제공
- 스마트팜 빅데이터 분석 결과를 바탕으로 생산성 향상을 위해 일사량을 보완할 수 있는 보광 등을 온실에 설치하여 생산성을 향상
- 추가적으로 보광등 관련 데이터 등을 수집하여 온도, 생육 등과의 관계분석하는 빅데이터 연구 진행 중



<스마트팜 빅데이터 분석을 통한보광 활용 생산성 향상 모델 개발>

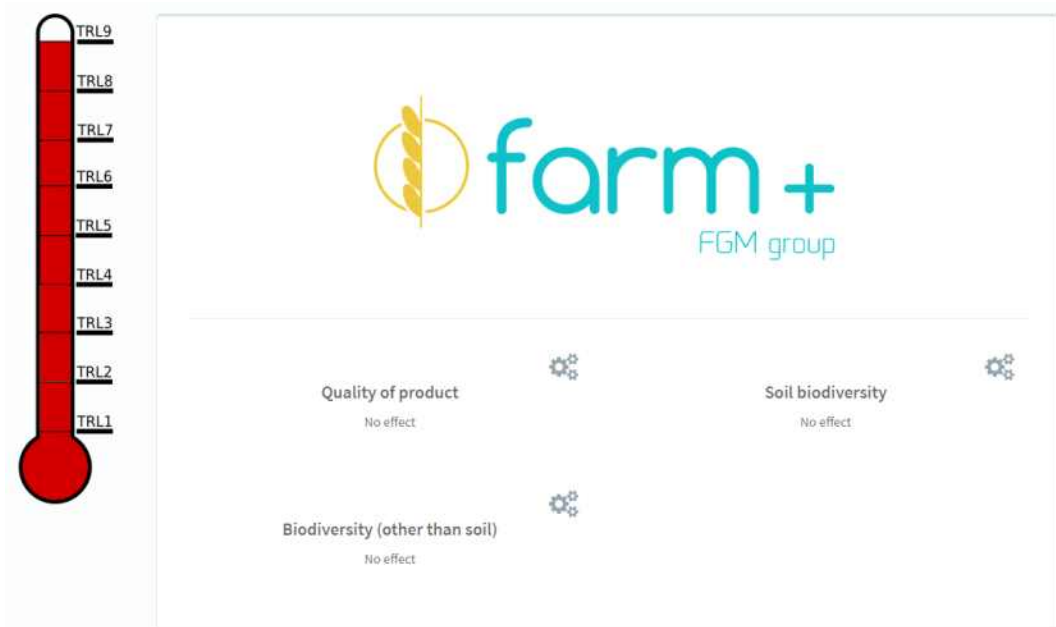
제 2절 국외 기술개발 현황-->논문연구현황, 특허현황

□ farm+ (fgm group) - 프랑스

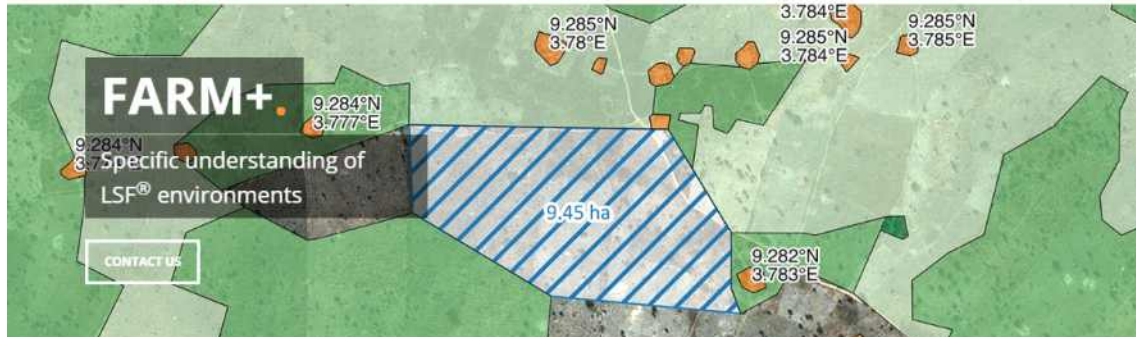
○ <http://www.fgm-agriculture.com/about/>

○ 주요 기술

- 농장 관리 정보 시스템 응용 및 프로그램 또는 앱을 운영



- 대규모 농업 운영자와 투자자가 정밀 농업 표준까지 기업을 관리할 수 있는 기술 솔루션 제공
 - 적절한 결정을 내릴 수 있도록 올바른 전문 지식을 신속하게 동원 가능함
 - 중요한 관리 직책을 위한 영구 현장 직원 제도 실시
- 최적의 프로젝트 디자인을 제공하기 위해 지형 지원 매핑 및 농장관리 소프트웨어 제공
 - 토양 수분 모니터링, 농작물 스펙트럼 분석 및 농장 관리 소프트웨어 관리
 - 국제 표준에 따른 기술 관리 및 운영
 - 토양, 수자원, 인적자원, 장비 및 투입물과 같은 농장 자산을 최적화
 - 비용의 최소화, 수율의 최적화, 감가 상각 통제, 직원 역량 강화 4가지 궁극적인 목표
- FGM은 아프리카, 중동 및 동유럽 국가 에서 대규모 농업 (LSF ®) 운영 분야에서 25년 이상의 국제 경험을 보유
 - 품질과 효율성에 초점을 두고 장기 자산 가치를 보호하며 운영하는 스마트팜 시스템 운영
 - 프로젝트 환경 내의 이용자와 지역 사회의 최상의 통합을 장려하는 솔루션 제공
 - 현대적인 농업 관행과 관리 프로세스를 전산화 하여 서비스 제공



○ 센서 및 기타 사용 데이터

- 자연 조건 평가 : 토양, 기후, 물
- 생산 요소 검토 : 인력, 에너지, 접근 및 투입
- 개발 요구 사항 및 전체 투자 비용 분석
- 교정 요구 사항 : 토양 분석, 개간, 레벨링
- 위험 완화

○ 부가 제공 서비스

- 전략적 개발 계획
- 금융 공학 및 기금 조성 지원
- 운영 평가 및 모니터링
- 조직, 채용 및 HR 교육

□ The Green Planet Digital Echosystem - 이탈리아 '3a'

○ <http://www.green-planet.it/index.php/en/>

○ 약 20 년 동안 Ict에서 농업을 위해 일해온 이탈리아 회사

- 토리노의 ICT 클러스터 (ICT Pole)에서 인정 받고 있으며, 대학과 제휴하여 여러 연구 프로젝트에 참여하고 있음

○ 주요 기술

- 센서 데이터를 활용하는 Meteo 및 농업 관리 시스템 응용 및 프로그램 및 앱을 운영 (Green Planet Farm Management web platform)

- 농업을 위한 첨단 기상 모니터링

(Weather monitoring technology for integrated agriculture)

○ 멀티 센서 agrometeorological 스테이션 공급에서 클라우드의 멀티 소스 데이터 집계에 이르기까지 서비스의 전체 생산 체인을 관리

- 파트너 네트워크 관찰, 기존의 기후 데이터, 화학 처리 날짜



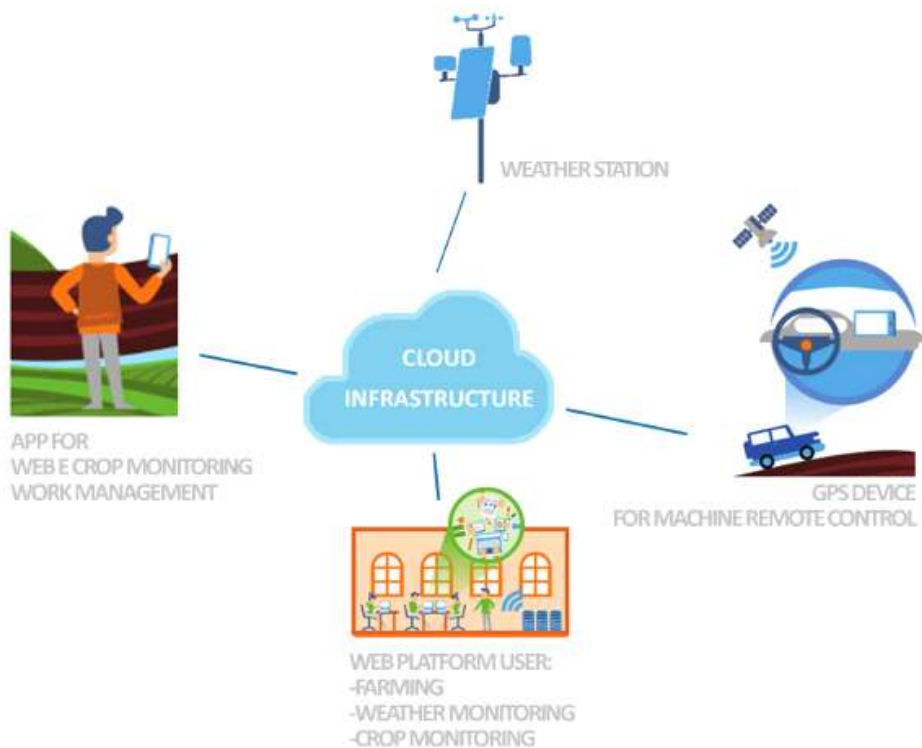
Soil biodiversity
No effect



Biodiversity (other than soil)
No effect



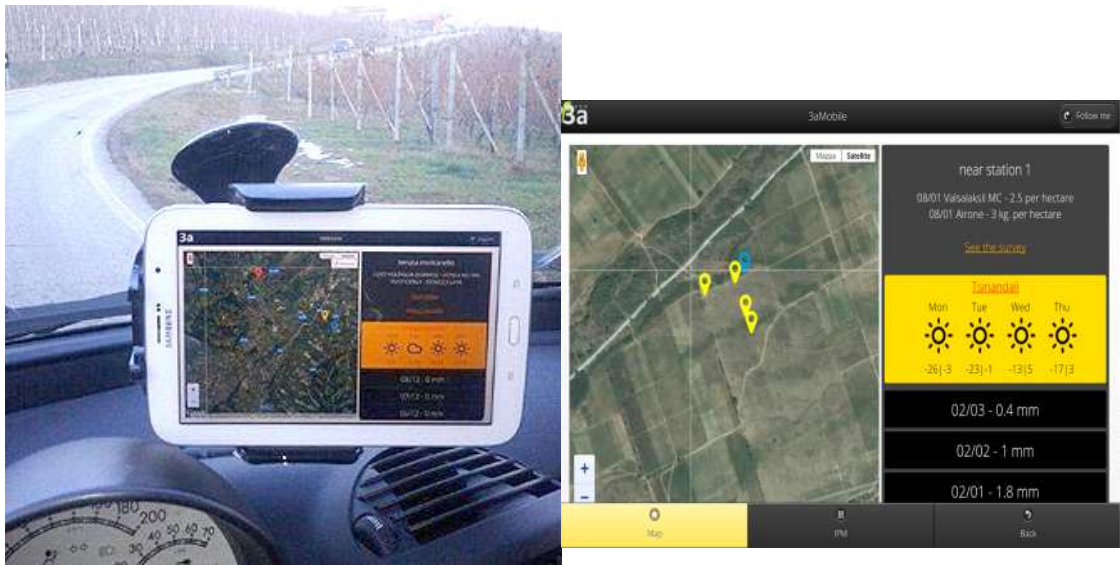
- PC 또는 앱에서 볼 수 있는 서비스 제안 · 농업 현상 · 질병 예측(예 : 포도 나무, 기타 다른 분야) · 치료 알림 · 지역 사회 공유 : 위치 정보 사진 토리노 (ICT Pole) 에서 ICT 클러스터의 인정 된 회원들에게 제공
- 농업 분야의 기술 지원을 다루고 통합 농업 분야 내에서의 활동에 초점을 맞추고 농약 정보를 해충 관리의 합리적인 통제와 사용의 기본 요소로 식별
- 식품 회사에 ICT 도구를 제공



- 농장 관리 제어를 위한 ERP (엔터프라이즈 자원 계획) 솔루션 설계, 농업용 DSS (의사 결정 지원 시스템) 및 현장 능력을 위한 모바일 솔루션
- 소프트웨어 및 장치 공급 및 IoT 기술 : 기상 관측소를 처리, 원격 기계 제어를 위한 GPS 장치
- 플랫폼의 제공 보고서 목록
 - 농산물 목록
 - 영구 및 임시 근로자 목록
 - 수량 예산 보고서
 - 투입 목록 (화학 물질)
 - 활동 계획 보고서
 - 투입 요구 및 화학 요건 보고서
 - 활동 보고서
 - HR 근로자 보고서 (일상 활동에 종사하는 근로자)
 - 수확 보고서
 - 배치 추적 성 보고서
 - 관리 제어 보고서
- 저비용 특수 모니터링 솔루션
 - 3a Srl에서 제안한 agrometeorological station 표준의 11 개의 기상 매개 변수를 처리하고 전송할 수 있는 센서 세트를 사용
 - 기온, 대기 습도, 기압, 풍속, 풍향, 강수량을 실시간으로 측정
 - 방사선, 이슬 및 습구 온도, 잎 습윤, 잠재적 증발산을 계산
 - 데이터 시각화 및 관리를 위한 Web-GIS 모니터링 플랫폼과 Android 장치 (태블릿 및 스마트폰) 용 webApp 서비스 제공



<혼자서도 설치 가능한 저비용 고성능 모니터링 솔루션>



○ 트랙터 GPS 원격 제어 시스템

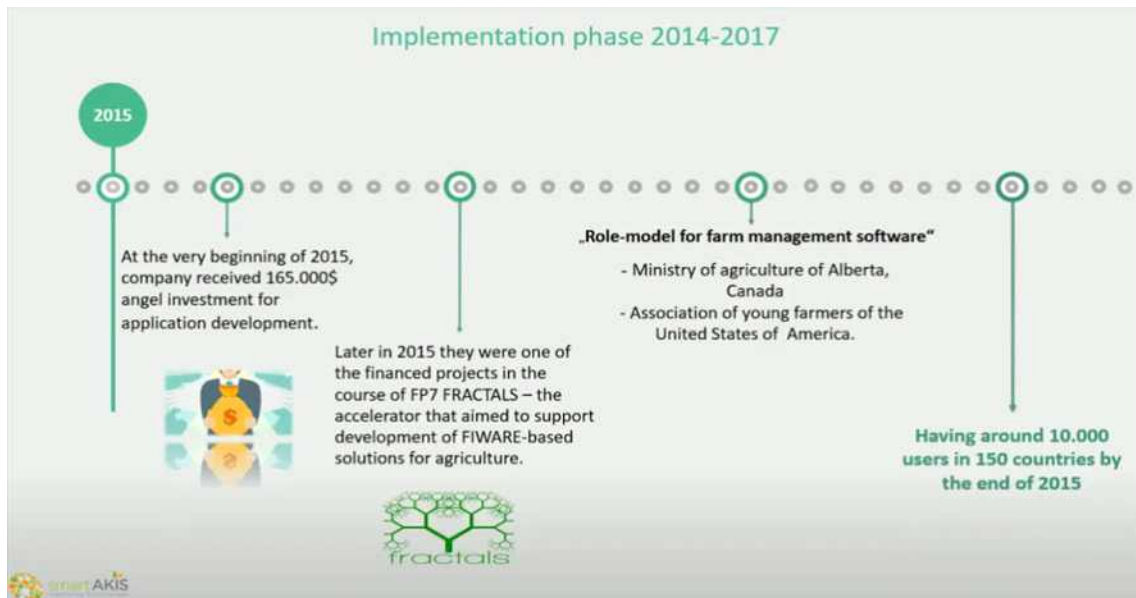
- 온보드 모듈, 원격제어, 데이터 수집 및 처리 시스템 정보 표시 소프트웨어(웹 플랫폼)으로 구성
- 해당 솔루션은 Green Planet Farm Management Platform 추가 서비스로서 사용 가능
- 트랙터 또는 자체 추진 기계 또는 전동기구의 지리적 위치
- 평균 속도, 기계 상태 (켜짐, 꺼짐, 이동 중)
- 트랙터로 견인되는 작동 기계 인식
- 엔진 시간 및 PTO 사용 시간 계산
- 폐쇄 된 지리적 영역에 따라 조직화되고지도에서 지리적으로 참조되는 기계 시간 통계
- 연료량 모니터링
- 상태 변경 경보

○ 날씨 및 작물 관리 어플 서비스

- 기상 차트 보기 및 기상 데이터 상담
- 작물 관측에 대한 현상학, 식물 위생 조사, 해충 증상, 해충 관찰 및 트랩 포획, 기상 사건에 대한 손상 데이터
- 농업 활동에 대한 데이터 입력
- 기상 또는 식물 위생 위험으로 인한 시스템 경오 제공

□ SMART AKIS PLATFORM

○ <https://smart-akis.com/>



- Smart Farming Platform Smart Farming 기술을 널리 보급하고 사용하기 위한 다양한 도구 제공

○ 플랫폼이 제공하는 아래 네 가지 항목 액세스 가능

- TECHNOLOGY DATABASE (TECHNOLOGIES) :

광범위한 스마트 농업 기술 데이터베이스에서, 시장에서 이용 가능 하거나 연구된 프로젝트를 탐색, 검색 및 평가하여, 기술의 원리, 작동 방식, 경제적 환경적 이점 및 데모 자료 등의 정보를 얻을 수 있음

The image shows a search bar interface with the following fields and options:

- Keywords:** A text input field.
- Category:** A dropdown menu with the text "Select Some Options".
- Country:** A dropdown menu with the text "Select Some Options".
- Cropping system:** A dropdown menu with the text "Select Some Options".
- Total area cultivated:** A dropdown menu with the text "Select Some Options".
- SFT type:** A dropdown menu with the text "Select Some Options".
- More options:** A button with a hamburger menu icon.
- Search:** A green button with a magnifying glass icon.

- QUICK ASSESSMENT TOOL (SHORT SURVEY) : 본인에게 가장 필요하거나 적합한

스마트 농업 기술에 대한 추가적인 지침과 조언을, 샷 설문조사를 통하여 제공

Short survey

This survey is aimed at farmers, agronomists and agricultural professionals. By telling us your farming practices and preferences, we will be able to tailor the Smart Farming Platform technology database to your needs and interest. If you are registered on our Platform, after filling in the survey you can check the Technologies section where the technologies fulfilling your interests will be first showcased. At the same time, you will help us understand more the needs and priorities of the farmer community, contributing thus to the growth of Smart-AKIS Network. Information provided on this survey will be treated confidentially and will not be shared to Third Parties beyond Smart-AKIS partnership. You need just 2 minutes to fill in the survey.

Thank you in advance for your time and collaboration.

If you are interested on getting informed on Smart AKIS you can register to our newsletter in <https://www.smart-akis.com>

Please, [register](#) and enjoy all the functionalities of the Smart Farming Platform

Smart AKIS Network

Question 1: Country
Select an Option

Question 2: Cropping system (choose main one)?
Select an Option

Question 3: Total area cultivated/farm enterprise size:
Select an Option

- TECHNOLOGY FEED (SFT SURVEY) : 스마트 농업 기술 또는 연구원을 제공하는 회사인 경우, 제품 및 솔루션에 대한 정보를 플랫폼의 스마트 농업 기술 데이터베이스에 업로드 가능
- MESSAGE BOARD : 농부, 자문 서비스 제공자, 경제학자 및 연구자들은, 공개된 메시지 보드를 통하여 특정기술의 사용, 파트너 매칭, 기술 보급 요건, 신제품, 특별 요구사항에 대한 설문 조사 등에 대한 질문 가능
이를 통해 자유 커뮤니티로서 서로의 기본 지식들을 공유 가능함

□ K-X1X TELECONTROL SYSTEM: ULTRA EFFICIENT HARDWARE & WIRELESS COMMS & CLOUD COMPUTING

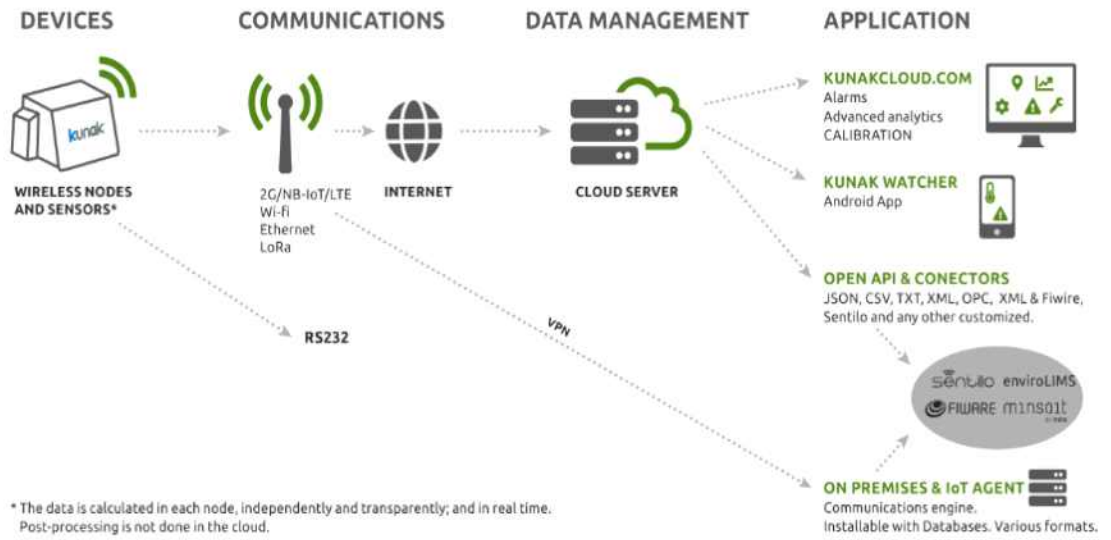
○ <https://www.smart-akis.com/wp-content/uploads/techhtmlpdf/1145.htm>

○ 주요 기술

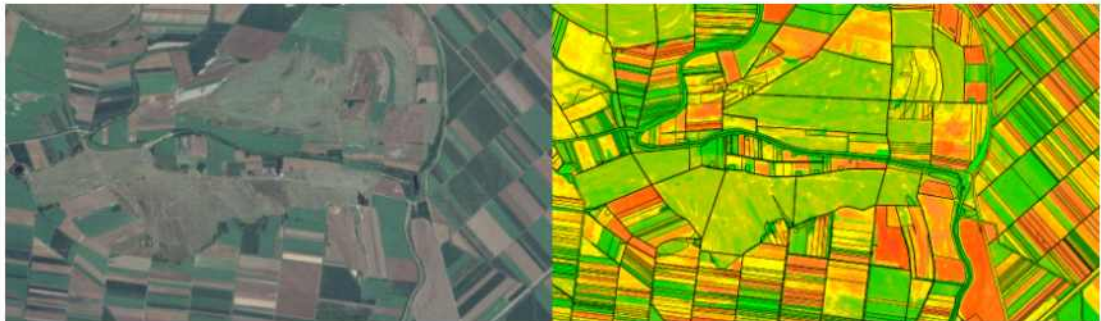
- 기록 또는 매핑 기술
- 농장 관리 정보 시스템
- 로봇 또는 스마트 머신

○ 센서를 통해 제공 가능한 서비스로 스마트 시티, 스마트 모빌리티, 공장 오염물 배출 스마트 센서, 자연 환경 정화 등의 여러 자동화 기술을 보유함

○ 공기 자동 정화, 온도, 습도 조절, 등의 자동화 시스템을 위한 장비 및 솔루션을 갖추



○ 디바이스 레벨부터 어플리케이션 서비스 까지 모두 연결하는 프로세스를 설계 및 구현하여 통합적인 스마트 서비스를 제공 가능함



Productivity (crop yield per ha)

No effect



Revenue, profit, farm income

No effect



Variable costs

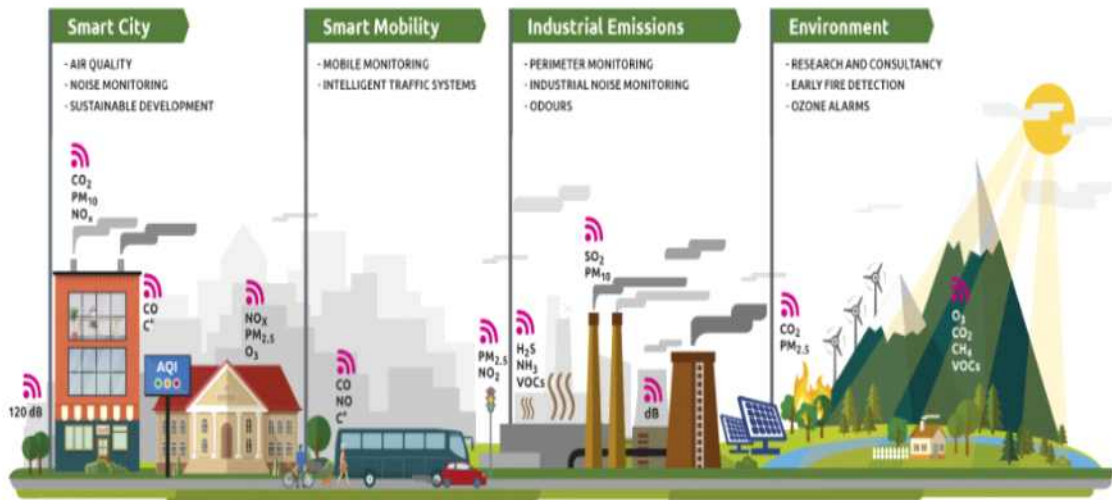
Large decrease



Irrigation water use

Large decrease





- Agricultural product moisture sensors - 독일
 - <https://www.imko.de/de/>
 - <https://www.imko.de/en/history-of-the-company/>



Quality of product
No effect



Soil biodiversity
No effect



Biodiversity (other than soil)
No effect



- 주요기술
 - 기록 또는 매핑 기술

- 특허받은 TRIME 기술 수분 센서는 저장된 농산물의 첨단 수분 측정을 제공
- 토양 포화 영역을 100% 측정 가능
- 토양에 따라 모래나 점토질 토양에 대한 탐침 보정 곡선을 순수 점토까지 조정 가능
- 기타 유지 보수 없이 10년 성능 보장 가능한 수분 측정 센서
- 토양에 전기 접촉이 없기 때문에 산화층이 형성되지 않아 녹이 쓸지 않으며, 따라서 측정 편차가 발생하지 않음
- 수분과 미네랄 함량 정확히 측정
- 측정 작업에 따라 trime로드 및 파이프 탐침을 다양하게 결정
- 극한의 환경에서도 간단하고 빠른 작동
- 효율성이 높은 환경 (특히 에너지 및 담수 절약)에서 고정밀 판독 값, 높은 신뢰성, 사용 편의성 및 빠른 결과를 온라인 및 오프라인으로 제공
 - 해당 센서는 스마트 농업에 사용되는 것 뿐만 아니라 건축기술 및 벌크 고체 및 식품에서도 사용 가능한 범용적이며 안전함
- IMKO GmbH는 표준 ISO 9001 : 2015에 따라 TÜV SÜD에 의해 인증



- 국제 표준으로서 인증된 기술임

- BizIntellia - 미국 올랜도주, 실제 운영 중
 - <https://www.biz4intellia.com/iot-smart-farming-solutions/>
 - <https://youtu.be/V8xKbueKdt4>
 - Smart Farming: Improving Produce Quality and Quantity
 - RFID JOURNAL, Aug 11 2019, By Sanjeev Verma
 - <https://www.rfidjournal.com/articles/view?18774>



- 작물 그 자체에 집중해 솔루션을 제공하는 대중적으로 알려진 스마트 농업 기술제공



One Stop Solution

Get the hardware as well as the software bundled with the solution.



Equipment and livestock Efficiency Analysis

Know real-time equipment efficiency and its current status.



Soil Moisture Management

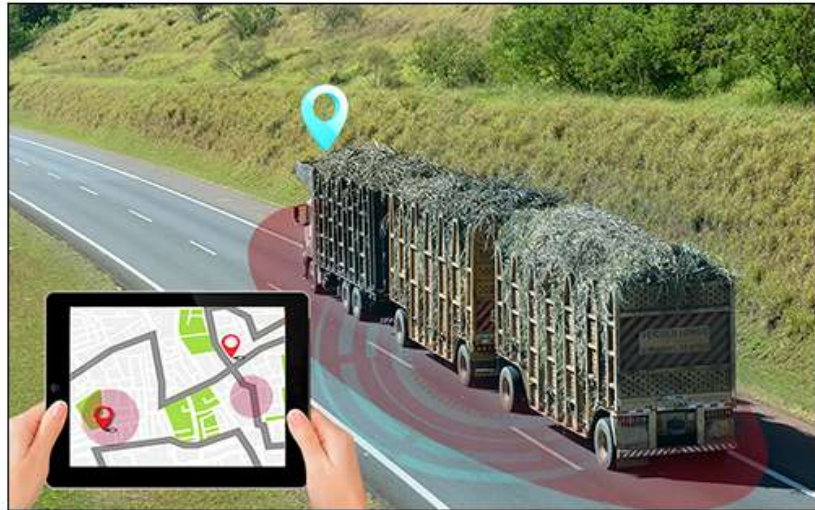
Manage moisture level in crop through actuator triggered sprinkler system.



Personalized Mobile App

We will configure the mobile app for your personalized experience.

- 수확 시기 예측 및 수확량 예측을 통한 스마트 물류 및 창고 기능 제공
- 해당 솔루션을 위해 소프트웨어적인 서비스와 함께 하드웨어 제공
- 사용 중인 농기구 및 기타 장비의 효율성 및 현재 상태 파악 기능 제공
- 스마트 스프링클러 시스템을 통한 자동 작물 관리



1. Livestock Tracking and Geofencing: An estimated 70 percent of thefts in livestock are reported every year. With real-time geofencing, livestock tracking works as a boon for farmers. Free-range, open-range and organic grazing cattle and livestock are favored by consumers. It is estimated that the demand has risen to a whopping \$27 billion industry. Cattle nabbing is, unfortunately, an invisible enemy that can be defeated in smart farming. With animal wearables, it is easy to account for every animal. Fence monitoring ensures that no intruders can enter or exit one's property from the borders.



2. Smart Pest Management: Wrongful quantity and increased amounts of pesticide spraying can result in an infected crop. Data analysis of the soil, the speed of produce growth, and weather and temperature patterns are factors that can attract a swarm of locusts or other insects. Pesticides also help increase yield, but a balance needs to be achieved before irreversible damage is incurred. Monitoring of the same plays an important factor in determining if pesticides need to be sprayed. Additionally, once the recommended dosage has been administered, anything extra affects the fertility of the soil and damages the produce. Swarming season cannot be avoided, but care can be taken to minimize the damage that crops face. Last year, in Idaho alone, few locations witnessed a high Mormon cricket population. It reached a high level of 70 per square yard.



3. Predictive Analytics for Crops and Livestock: Crucial data—such as soil analysis, including moisture levels, and the growth rate of crops—is important to predict the growth pattern of produce. This helps one be alert to the mineral requirements of crops and helps to increase the same. Simultaneously, faulty feeding patterns of livestock and overcrowding the bunk feed may affect the quality of the meat. Smart animal husbandry also focuses on calf raising, maternity pens and cow lactation. Technological know-how helps boost a farm's overall productivity.



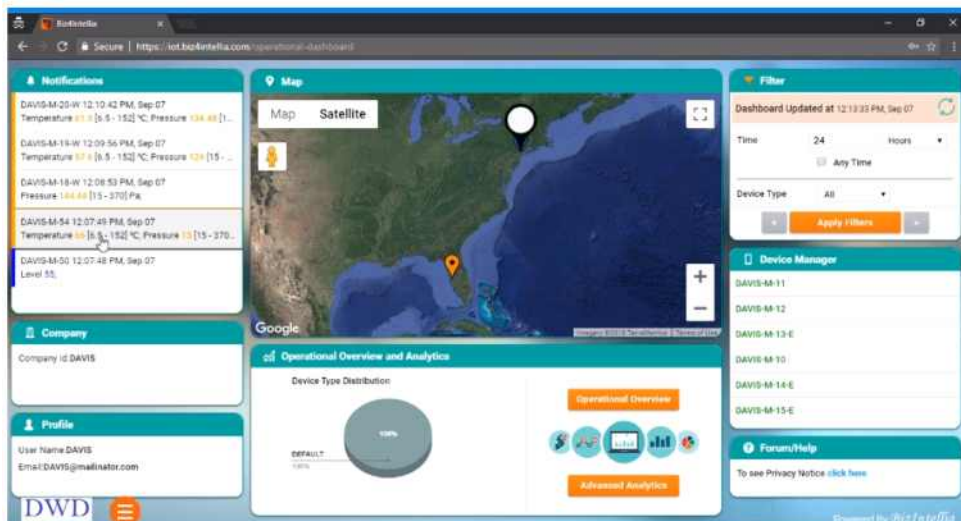
4. Remote Equipment Monitoring: A large farm requires heavy equipment. Every machine, no matter how well used and maintained, suffers from technical glitches. For one to get the maximum out of the hardware being used, smart solutions go a long way. With the application of sensors on machines like harvesters, tractors, pickups and plowing machines, a farmer receives real-time notification in the event of a glitch. Installing, provisioning and managing IoT endpoints, as well as securely and reliably connecting the same, makes the entire exercise smart. Ingestion, maintenance, curation and analyzing the data derived through IoT driven sensors can be done remotely.

- 해충의 패턴 및 작물의 건강상태 파악을 통한 살충제 살포를 통해, 농작물의 파괴 및 손상 없는 스마트 해충 관리

- 날씨 예측 및 분석 센서를 통한 정밀 기후 모니터링 및 예측
- 농작물의 우수한 품질과 수확량을 위한 스마트 그린하우스 솔루션을 제공하며, 이는 자동 비료, 온도, 습도, 조절 서비스를 제공
- 스마트폰을 통해 토양의 수분 및 비옥도를 실시간 애니메이션 및 그래픽을 통하여 시각화된 정보로서 확인 가능한 원격 작물 및 토양 모니터링 시스템 제공
- 모바일 시스템 제공



- 유튜브에 해당 솔루션에 대한 데모영상 업로드 되어 있으며, 기술 동작과정 확인 가능



Biz4Intellia User Dashboard - Industrial IoT Solutions



[View Details](#)

Product Details	Description
Product Name	Intellia INT G01- Soil Moisture Sensor
Model No	INT G01
Monitoring principle	FDR
Structure	4-pin type
Output Signal	4-20mA
PowerSupply	DC12-24V
Response time	< 1s

Product Details	Description
Product Name	Intellia Soil PH Sensor INT-PH1
Model No	INT-PH1
Power consumption	≤0.15W (@12V DC , 25°C)
Measuring accuracy	±0.5pH
Measuring range	0-14pH
Operating temperature	0-65°C
Output signal	RS485 (Modbus protocol)



[View Details](#)

<센서 스펙>

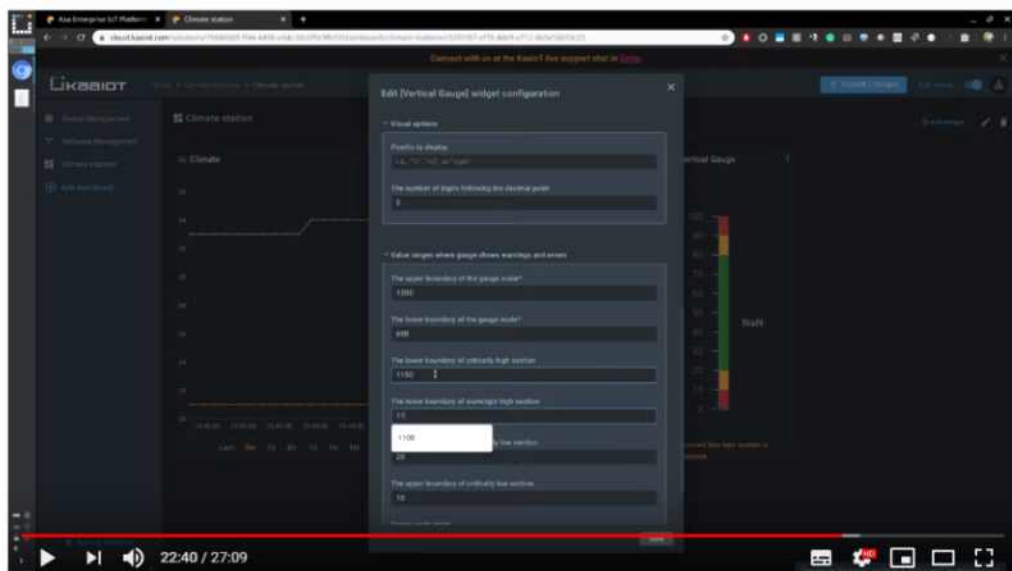
□ KAA

- <https://www.kaaproject.org/smart-farming>

What you can do with Kaa

 Sensor-based field and resource mapping	 Remote equipment monitoring
 Remote crop monitoring	 Predictive analytics for crops and livestock
 Climate monitoring and forecasting	 Livestock tracking and geofencing
 Stats on livestock feeding and produce	 Smart logistics and warehousing

- 센서를 바탕으로 한 농토 및 농작물 매핑
 - 원격 장비 조종 및 모니터링
 - 원격 농작물 생장 정보 모니터링
 - 농작물 생장 정보 분석 및 예측
 - 실외 및 온실 내 습도 및 온도 모니터링 및 자동 조절
 - 재배 중인 농작물 추적 및 geofencing 기능 제공
 - 농작물 자동 feeding
 - 스마트 창고 및 물류관리
 - KAA IoT 플랫폼은 농업용 IoT 분야로서 엔터프라이즈 급 IoT 에이블먼트 기술
 - 다양한 센서 장치 및 농업시설을 하나로 묶어 스마트 농업 시스템의 개발을 간소화 하고, 맞춤형 건축 설계를 위한 유연성 제공
 - 스마트 미터링 장치, 가축 추적기 또는 고장 예측 시스템과 같은 단일 목적 스마트 농산물 제품 뿐만 아니라 자원 매핑 및 농산물 분석 솔루션 및 다중장치 솔루션 제공
 - 수정, 확장, 통합을 허용하는 모듈식 마이크로 서비스 아키텍처를 기반으로 서비스 제공
 - 스마트 에코 시스템을 꾸준히 확장하고, 스마트 농업 솔루션을 통한 스마트팜을 구현하려는 농장에게 맞춤형 서비스 제공 가능
 - 해당 플랫폼에서 여러 솔루션을 관리하고 업그레이드 하면서, 오랜 기간동안 사용할 수록 해당 농가에게 최소한의 운영과 예측 가능한 결과 보장 가능
 - 유튜브를 통한 데모 영상 제공
- <https://docs.kaaiot.io/KAA/docs/v1.1.0/Welcome/>



Webinar - Introducing Kaa IoT Cloud and new Kaa 1.1

□ The Connected Farm Project

- 화웨이 - 중국

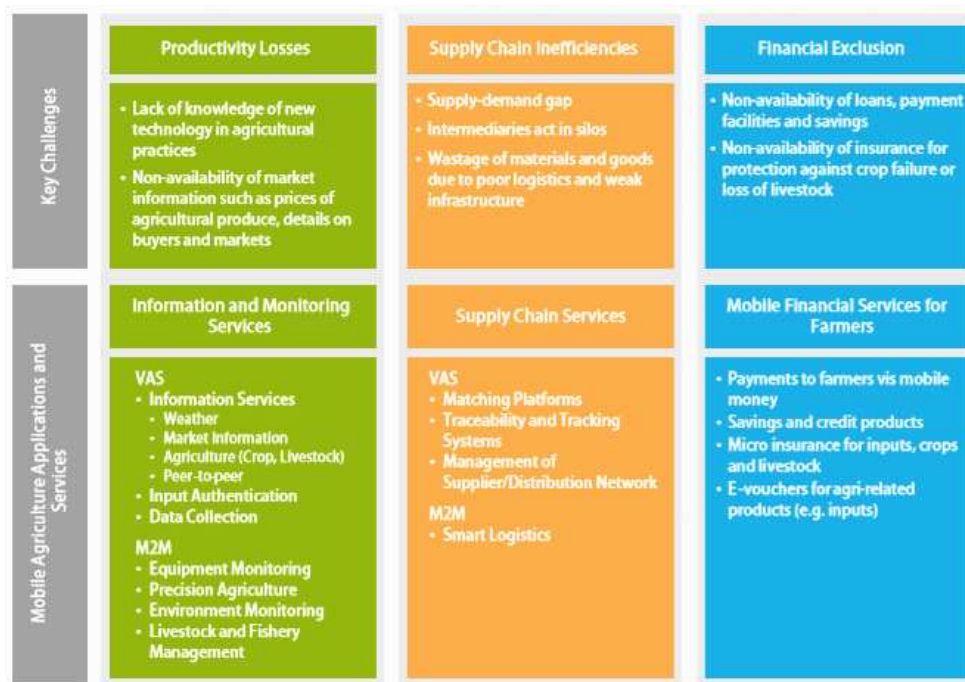
- <https://www.huawei.com/-/media/CORPORATE/Images/PDF/v2-smart-agriculture-0517.pdf?la=en>

○ Precision Farming

- Precision farming is an approach to farm management that uses IoT and information and communication (ICT) technologies to optimize returns and ensure the preservation of resources. Precise farming entails the obtaining of real-time data on the conditions of crops, soil, and air. This approach aims at ensuring profitability and sustainability while protecting the environment

○ Variable Rate Technology (VRT)

- VRT refers to any technology which enables producers to vary the rate of crop inputs. It combines a variable-rate (VR) control system with application equipment to apply inputs at a precise time or location to achieve site-specific application rates of inputs.



○ Smart Irrigation

- The need to enhance the efficiency of irrigation processes and minimize water losses is on the rise. There is an increasing awareness on the conservation of existing water resources by employing sustainable and efficient irrigation systems. IoT-based smart irrigation measures various parameters such as humidity, soil moisture, temperature, and light intensity

to calculate the precise requirements for water. It has been proved that such mechanism can contribute to higher irrigation efficiency.

○ Agriculture Drones

- Unmanned aerial vehicles (UAVs) can be used in multiple agricultural applications such as monitoring of crop health, agriculture photography for site specific development, variable rate applications, and livestock management. Drones can scan a vast area at low cost, and work with different sensors to gather a wide range of information at ease.

○ Smart Greenhouse

- The smart greenhouse allows farmers to cultivate crops with minimal human intervention. Climatic conditions such as temperature, humidity, luminosity, and soil moisture are continuously monitored inside a greenhouse. Variations in these conditions will trigger automated actions. These actions will then evaluate the changes and implement corrective actions to maintain optimal conditions for plant growth.

○ Yield Monitoring

- Yield monitoring is the mechanism to monitor various aspects corresponding to agricultural yield such as grain mass flow, moisture content, and total quantity of harvested grain. Yield monitoring offers real-time information to farmers to facilitate decisionmaking. Yield monitoring helps to reduce operational costs and enhance productivity.

○ Farm Management Systems (FMSs):

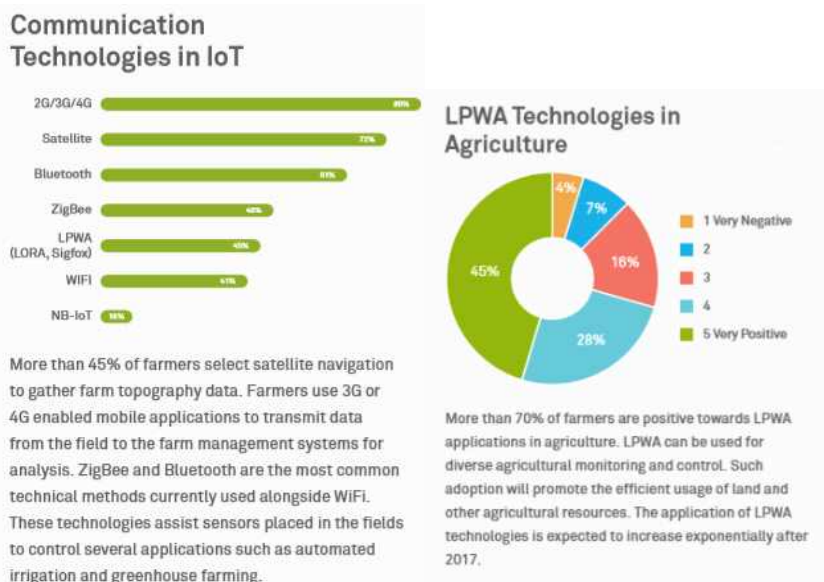
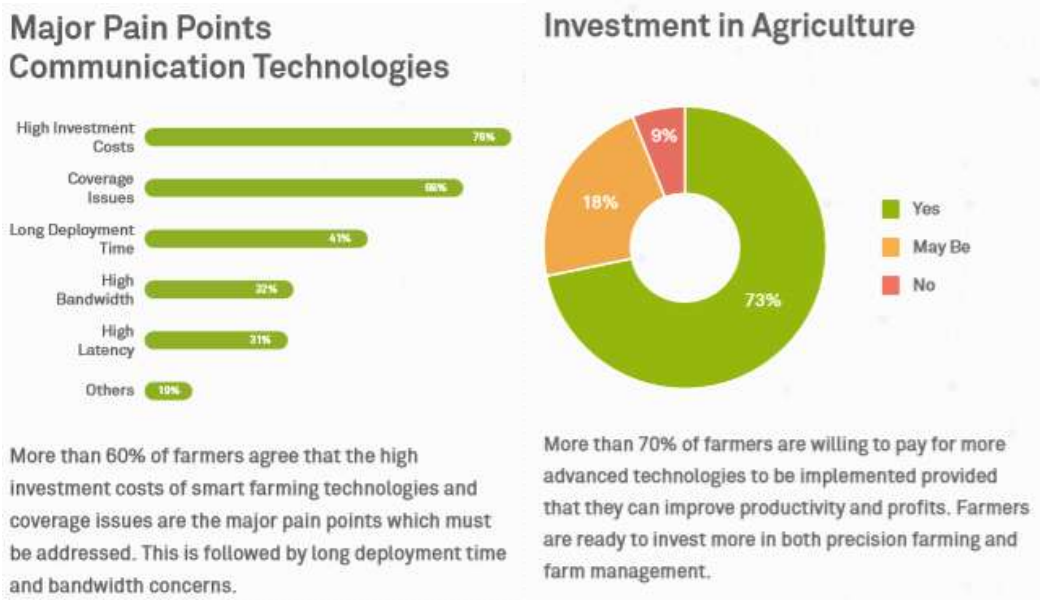
- FMSs assist farmers and other stakeholders with information collection and management by leveraging diverse sensors and tracking devices. The retrieved information is then stored and analyzed for conducting complex decision-making tasks. FMSs also enable the identification of best agricultural data analysis practices and software delivery models. Other benefits of FMSs include reliable financial data and production data management and improvement in risk mitigation capabilities regarding weather and unforeseen events.

○ Soil Monitoring Systems

- Such systems can assist farmers in tracking and improving the quality of soil to avoid degradation. They allow for the monitoring of a number of physical, chemical, and biological properties such as texture, water-holding capacity and the absorption rate. Soil monitoring can help minimize erosion, densification, salinization, acidification, and pollution by toxic elements that can degrade soil quality.

○ Precision Livestock Farming

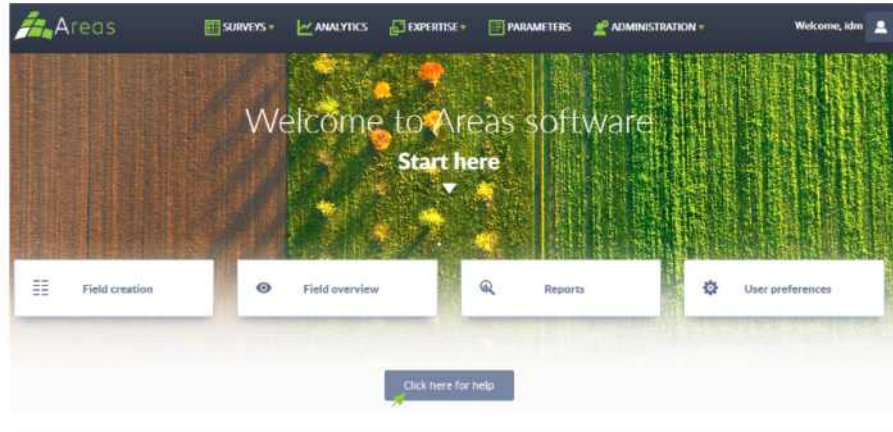
- Precision livestock farming supports real-time monitoring of productions, health, and welfare of livestock to ensuring optimal yield. Advanced technologies allow for continuous monitoring and can facilitate farmers with decision making to ensure improved health of animals.



□ Agriculture Remote Aerial Sensing

○ Logit - 세르비아

○ <https://www.logit-solutions.com/>



○ 보유 기술 목록

- 기록 매핑 기술
- 지도 통제된 교통 농업 기술
- 농장 관리 정보 시스템 응용프로그램 또는 앱

○ AREAS (Agriculture Remote Aerial Sensing)은 대규모 농장지역을 조사하고 거의 실시간으로 많은 양의 데이터를 수집



Agriculture Service Providers



Enhance your services offering with precise aerial data.

- ☑ Generate variable rate prescriptions using in-season crop health imagery
- ☑ Support a more productive scouting program
- ☑ Verify your services pre- and post-treatment applications



식물 계수

혁신적인 규칙 기반 추론을 사용하고 항공 이미지와 입력 데이터를 결합한 플랜트 카운터는 플랜트를 정확하게 계산하고 다양한 각도 방향 플랜트 행을 포함하여 드론 추출 이미지에서 스탠드 설정을 결정합니다.



식물 건강 모니터링

계절 내내 작물의 전반적인 상태와 피해 수준을 평가, 예방 및 수정합니다. 식물 건강 수준을 모니터링하고 다양한 요인으로 인한 식물 스트레스 및 손상을 감지하고 예방하기 위해 개발된 다양한 분석 및 보고서.



현장 관리

시간이 지남에 따라 농작물과 적용된 측정 결과를 모니터링하는 간단하고 직관적인 방법입니다. 도구가 완비된 Agremo는 모든 스캔, 보고서 및 데이터에 액세스할 수 있도록 개발되어 계절 내내 필드를 모니터링할 수 있습니다.

- 통계적 방법과 기계학습 알고리즘을 사용하여 데이터를 처리 및 분석
- 원격 감지를 사용하는 Precisious Agriculture
- 데이터에서 생성된 결과는 최종 사용자(농가)에게 의사결정을 위한 근거로서 제공
- 캐노피 표면의 스펙트럼 특성의 차이에서 작물 스트레스를 식별하고 정량화하는 무해하고 빠르며 비용 효율적인 수단을 제공하여 잡초 및 질병 제어를 초기 단계에서 제어 가능
- 광역 지역의 특정 식물 수를 세고 추정 가능
- 유튜브를 통한 설명 및 시연 영상 제공
- https://www.youtube.com/watch?time_continue=132&v=GXq1FfH9byM&feature=emb_title

작동 원리

우리에게 농식품 가치 사슬은 농산물, 토지 및 농작물 전문가와 드론 운영자 사이의 협력적인 노력으로 상품과 서비스를 극대화하고 최고의 수확량과 수익 증대를 위해 노력합니다.



데이터 수집

항공 데이터 및 이미지를 수집합니다. 모든 종류의 드론 (UAV)은 고정 날개 및 멀티 로터입니다.



지도 생성

수집된 면적 데이터에서 2D 맵을 생성합니다. DroneDeploy를 권장합니다.



이미지 분석

강력한 알고리즘으로 이미지를 분석하고 결과를 연습합니다. 우리의 보고서는 포괄적이고 이해하기 쉽습니다.



필드 관리

시즌 내내 필드와 스캔을 관리합니다. 보고서를 개인화하고 공동 작업하고 다른 사람과 데이터를 공유하십시오.



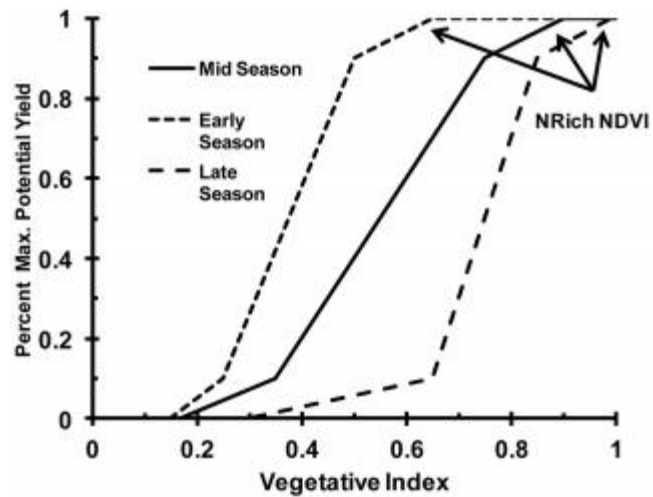
Agremo: A simple way to Precision Agriculture

- Generalized algorithm for variable-rate nitrogen application in cereal grains
 - Solie, J.B.; Dean Monroe, A.; Raun, W.R.; Stone, M.L. 개인개발 - EU
 - <https://doi.org/10.2134/agronj2011.0249>
 - 보유 기술
 - 수정 및 영양소 관리
 - 센서 기반 영양소 관리 기술

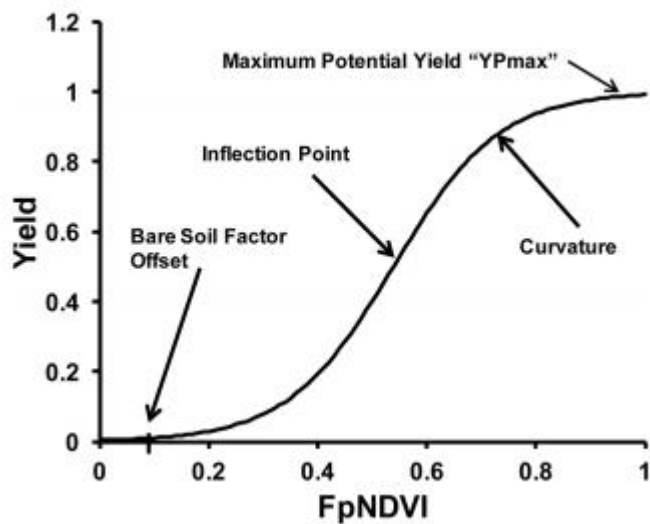
- 상용 센서와 함께 다양한 수학적 알고리즘을 개발



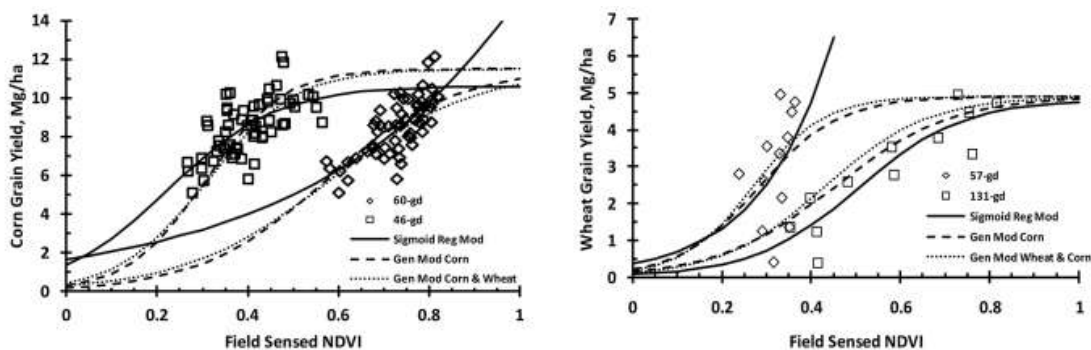
- 식물 바이오 매스의 관계, NDVI (normalized difference vegetation index) 및 작물 수확량의 관계에 대한 일반적인 지식으로부터 유추된 식물 수율과 식물 수율과 관련된 모델
- 식물 성장 단계를 포함한 새로운 예측 모델
-



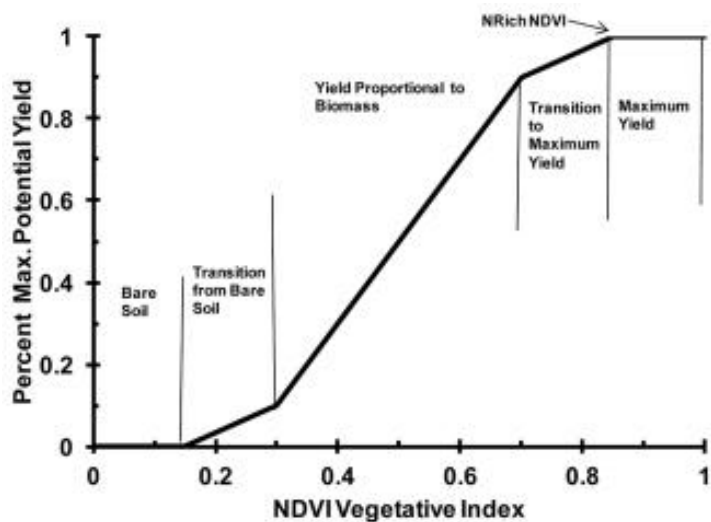
- 핵심 매개변수 Sigmoid 모델
 - FP-NDVI는 비료를 현장 또는 농가에서 특정한 NDVI의 평균값



○ 기타 계수들을 통해 예측한 데이터를 확인 검증



○ 해당 모델을 사용하여 옥수수과 밀의 성장 단계를 예측해 보면서 비료의 양을 결정할 수 있음



- 해당 기술을 통한 결과
 - 생산성(ha당 작물 수확량) 증가
 - 농가 소득 증가
 - 비료 사용량 감소
 - 유출로 인한 사고 등으로 인한, 비료/농약 등의 잘못된 적용 감소

□ DSSHerbicide

- Sønderskov, M.; Fritzsche, R.; de Mol, F.; Gerowitt, B.; Goltermann, S.; Kierzek, R.; Krawczyk, R.; Bøjer, O.M.; Rydahl, P. 개인개발 - EU
 - <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.06.009>



- 보유 기술
 - 농장 관리 정보 시스템
- 독일과 폴란드 북부의 겨울 밀에서 잡초 방제를 위한 의사 결정 지원 시스템
- 제초제 복용량 모델에 대한 시스템 구축
- 권장 사항은 표준 조연과 비교하여 수율을 유지하여 현실적 상황 반영
- 표준 권장 사항과 비교하여 잡초 방제 효과 동일
- 제초제 사용 감소
- 폴란드에서 일반적으로 발생하는 잡초 종 22개와 제초제 48개, 독일에서 발생하는 잡초 종 23개와 제초제 32개에 대하여 매개변수화

□ MyEasyFarm - 프랑스

- <https://smart-akis.com/SFCPPortal/#/app-h/technologies?techid=1524>
- <https://www.myeasyfarm.com/>

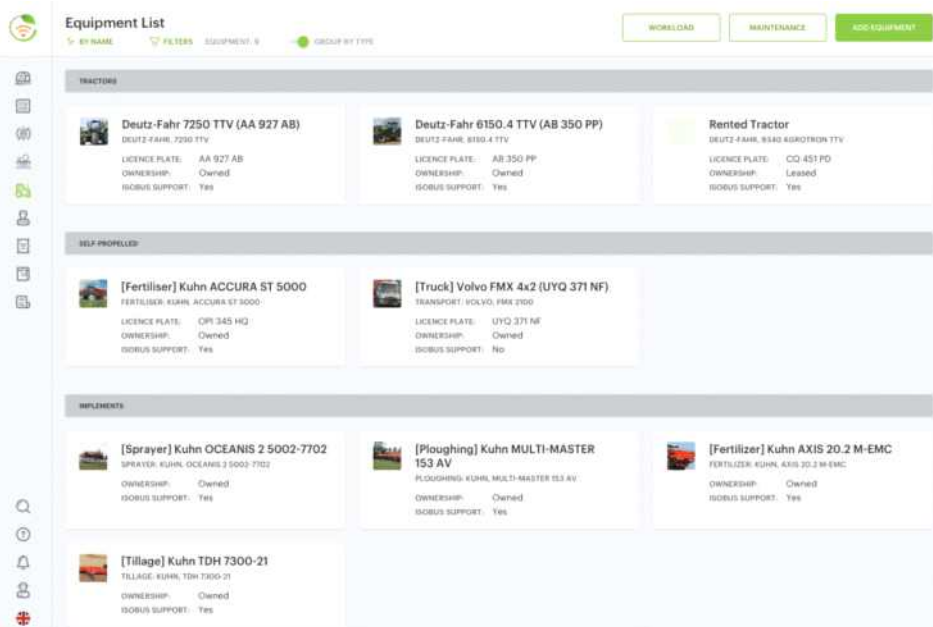
Faciliter le transfert Ferme / Matériels



- 적시에 적절한 비료 양으로 재배경로와 개입을 계획
- 단일 플랫폼 및 보안 데이터
 - 작업의 모든 데이터와 활동을 한 곳에서 관리
 - 모든 컴퓨터 또는 태블릿에서 액세스 가능
 - 모바일 어플리케이션 제공
 - 데이터 보호 규정에 따른 데이터 호스팅
- 편리한 UX/UI
 - 농업의 최전선에 있는 실 농부들에게 감성받음
 - 농부들이 표현한 요구에 따라 개발되어 교육 및 설명 과정 없이 바로 사용 가능
- ISOBUS 표준 준수
 - 표준을 중심으로 개발되어, 인증된 모든 장비(트랙터, 하네스, 터미널)과 호환 가능
 - 특히 계획 및 실행된 작업 또는 문서 전송은 표준 형식을 따름
 - AEF에서 ISOBUS TC_BAS 인증을 받은 최초의 Cloud FMIS(Farm management information system) 플랫폼 중 하나
 - 플롯 관리
 - TELEPAC 파일에서 플롯을 쉽게 작성하고 계획된 개입, 권장 입력 조정, 작업 및 생산량 문서를 볼 수 있음
 - MyEasyFarm을 사용하면 TELEPAC 선언에서 플롯을 정확하게 생성하고 정확하게 그릴 수 있음

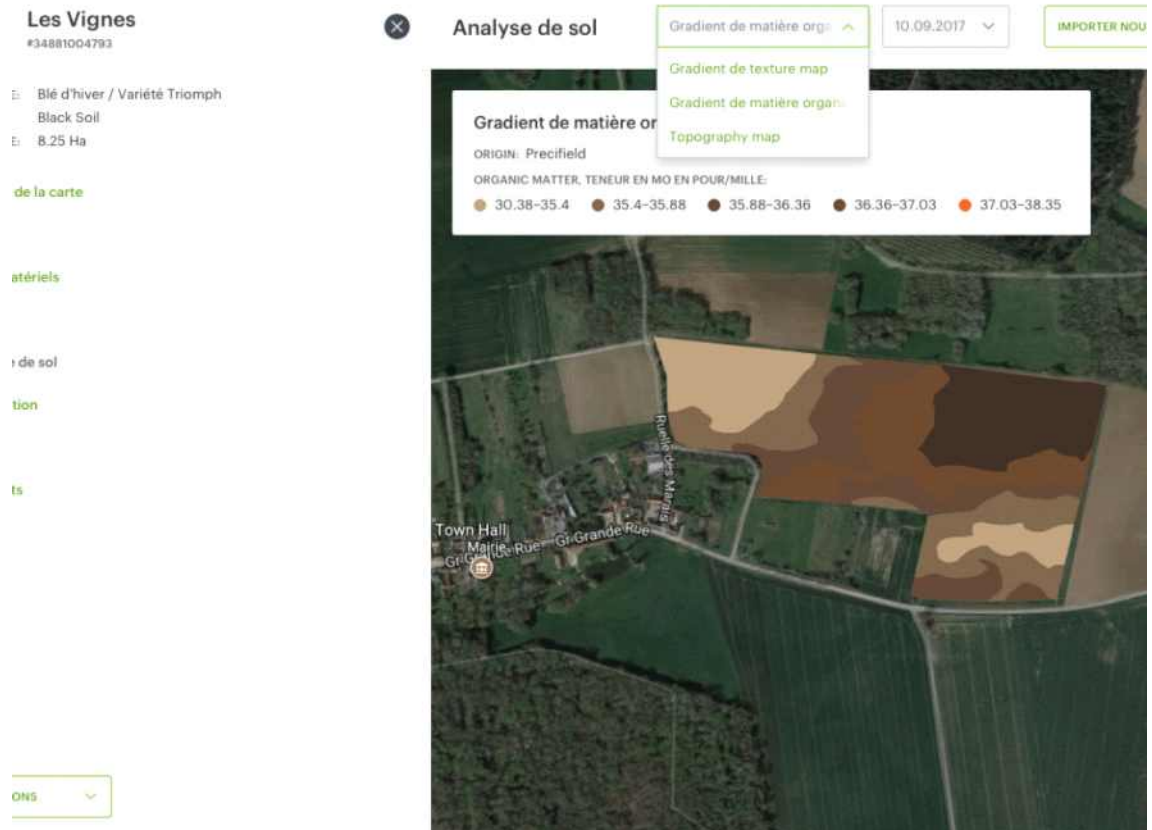


○ 자재 관리



- 자재와 그 특성을 쉽게 생성 및 시각화 하고 작업량을 분석하고 유지보수를 계획 가능
- 다양한 농업 장비를 제공하므로 자신의 장비를 풍부하게 활용 가능
- 각 장비의 작업 시간을 분석하고 다음 유지 보수 개입을 추천

○ 편리한 시각화



- 해마다 플롯과 관련된 모든 데이터를 저장하고 쉽게 탐색 가능
- 토양 분석 카드
- 입력 처방전 카드
- 실제 응용 프로그램 카드
- 양보 카드
- 수행 할 작업
- 개입 문서
- 지침
- 자동으로 MyEasyFarm 플랫폼에 저장되어 언제든지 액세스 가능
- 사용자 지정 작업 예약 기능
 - 각 일정을 계획하고 각 작업을 일꾼과 장비에 할당하고 매일 정보를 배포
 - 작물 (토양 준비, 종자, 보호, 수확)과 관련된 모든 작업을 계획 한 다음 식물 성장, 날씨, 농업 권장 사항에 따라 조정일을 조정 가능
 - 각 작업 (사람, 기계, 제품)에 올바른 리소스를 할당하고 매일 정보를 배포하고 각 작업에 대한 문서를 대신 받을 수 있음
 - 작업의 제어 타워 기능
- 비용 파악
 - 작물 또는 농장에서의 생산 비용 파악

- 각 작업에 대한 문서를 자동으로 기록하고 각 플롯과 각 작업자가 사용한 시간, 사용된 입력값을 정확하게 파악 가능
- 생산 비용을 계산

DAILY VIEW 8 NOVEMBER 2017

<	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
				Seeding [LV / AA 927 AB] Deutz-Fahr 7250 TTV (AA 92) [Seeder] ESPRO 6000 R Nicolas Bulot									
				Seeding [ML / AB 350 PP] Deutz-Fahr 6215 (AB 350 PP) [Seeder] ESPRO 6000 R Hugues Bulot									
				Seeding [ME / AB 350 PP] Deutz-Fahr 6215 (AB 350 PP) [Seeder] ESPRO 6000 R Hugues Bulot									
				Seeding [ME / AA 927 AB] Deutz-Fahr 7250 TTV (AA 92) [Seeder] ESPRO 6000 R Nicolas Bulot									

Report

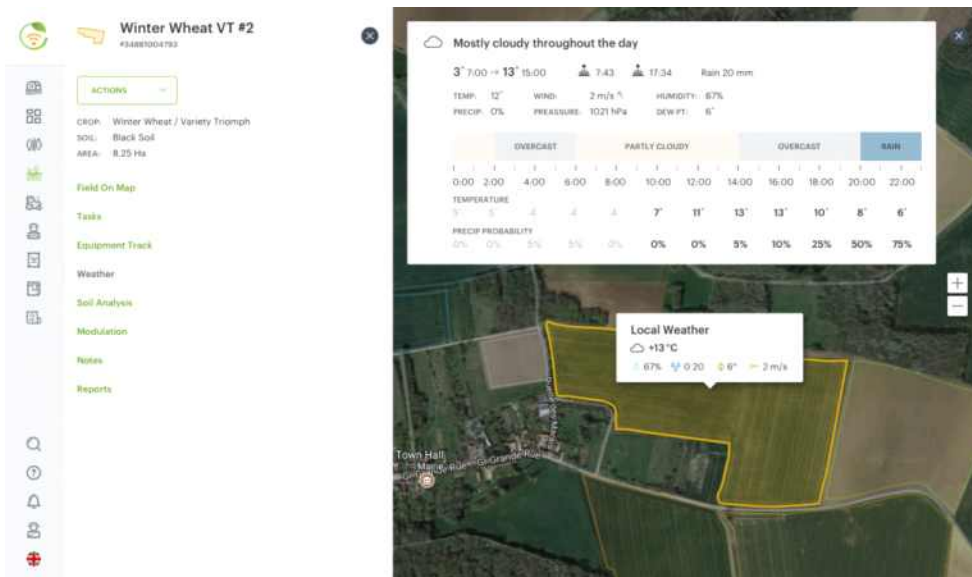
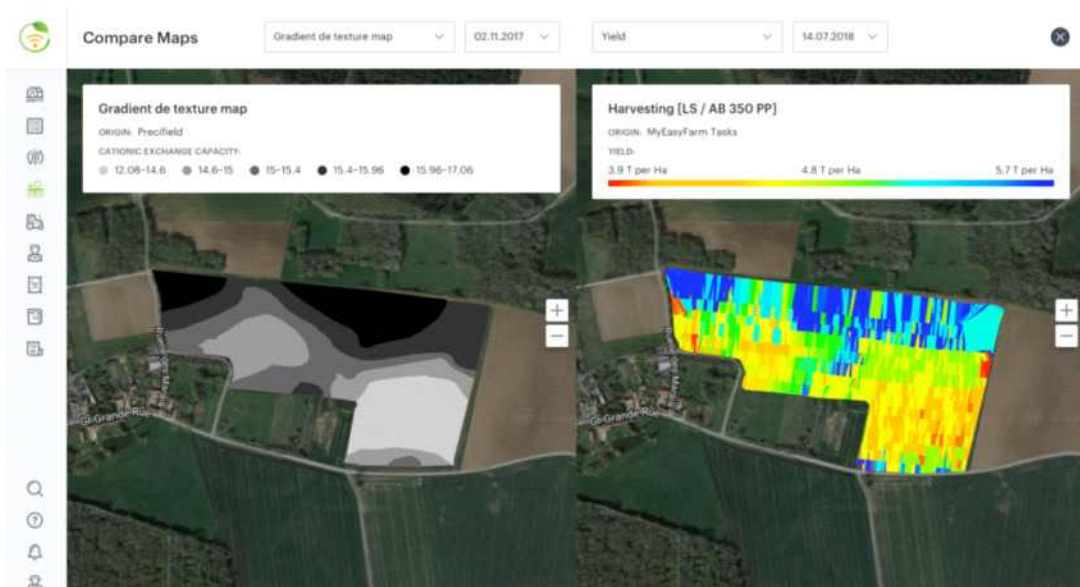
SHOW DETAILED REPORT (OPEN TASKS) SHOW USAGE SHOW ESTIMATES PRINT

OPERATION
Phyto Treatment
 28-30.03.2018
 CROP: Winter Wheat
 FIELDS: Les Vignes, Mont Lewis, Mont Emery

FIELD	AREA	WORKER HOURS	EXPENSES	COST PER HOUR OR HA	TOTAL	PRODUCTS	PRODUCTS USAGE	PRODUCTS COST
Les Vignes	12.8 Ha	1h: 20m	Fuel 6 €/H Labour 30 €/H Equipment 10.78 €/H	6 €/H 30 €/H 10.78 €/H	€8 €40 €14.37	Courtes C3 Heliosol Trader Pro Talendo	5.2 l 0.28 l 0.29 l 0.14 l	€40 €21 €50 €44
					€145.57			€145
					TOTAL EXPENSES FOR TASK €290.57			
Mont Lewis	7.53 Ha	0h: 45m	Fuel 6 €/H Labour 30 €/H Equipment 10.78 €/H	6 €/H 30 €/H 10.78 €/H	€4.50 €22.50 €8.08	Courtes C3 Heliosol Trader Pro Talendo	3.1 l 0.18 l 0.19 l 0.10 l	€27 €16 €34 €30
					€84.03			€107
					TOTAL EXPENSES FOR TASK €191.03			

○ 데이터 분석

- 플롯에 사용할 수 있는 모든 지도를 시각적으로 비교하여 실무 능력을 향상 가능
- 사용 가능한 모든 데이터를 맵 형식 (토양 분석, 파종 밀도 맵, 입력 처방, 수율)으로 표시



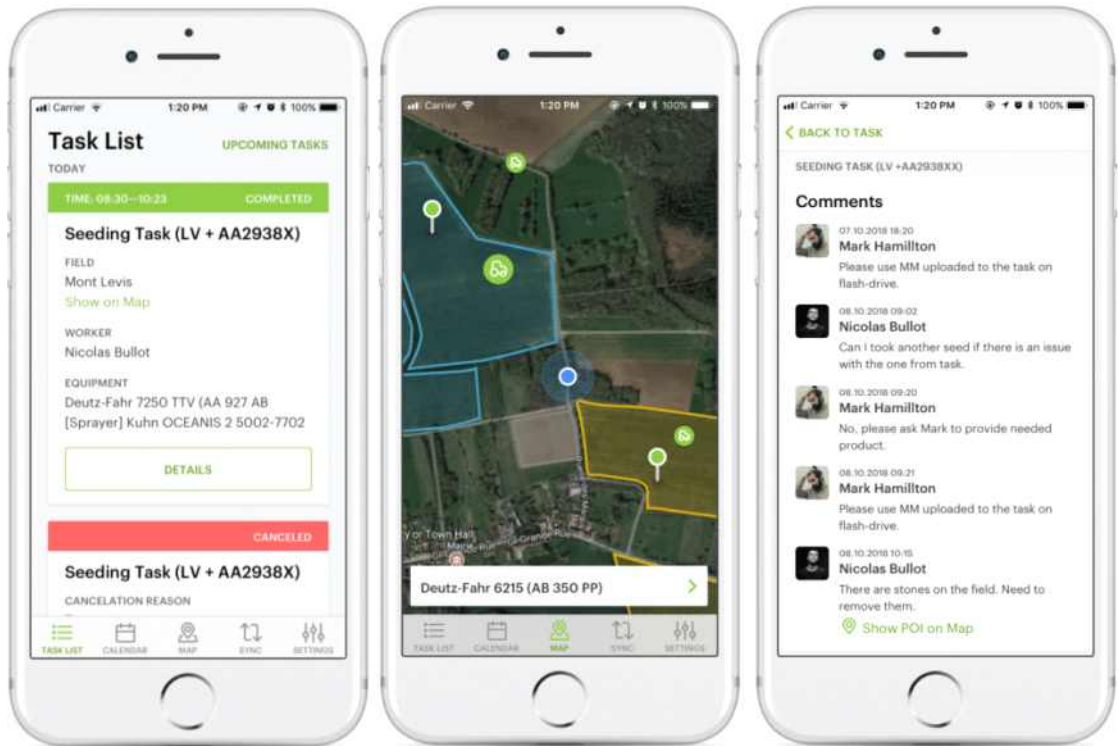
○ 날씨 예측 및 분석

- 모든 플롯에서 일반 및 지역 날씨 조건을 세세히 확인하고 그에 따라 조정 가능
- 인근에 기상 관측소가 있는 경우 모든 플롯에 대한 일반적인 일기 예보 및 예측뿐만 아니라 현지 조건도 파악 가능
- 식물 위생 치료에 가장 적합한 시간을 결정하거나 원격 조정에 대한 중재를 계획

○ 실시간 확인

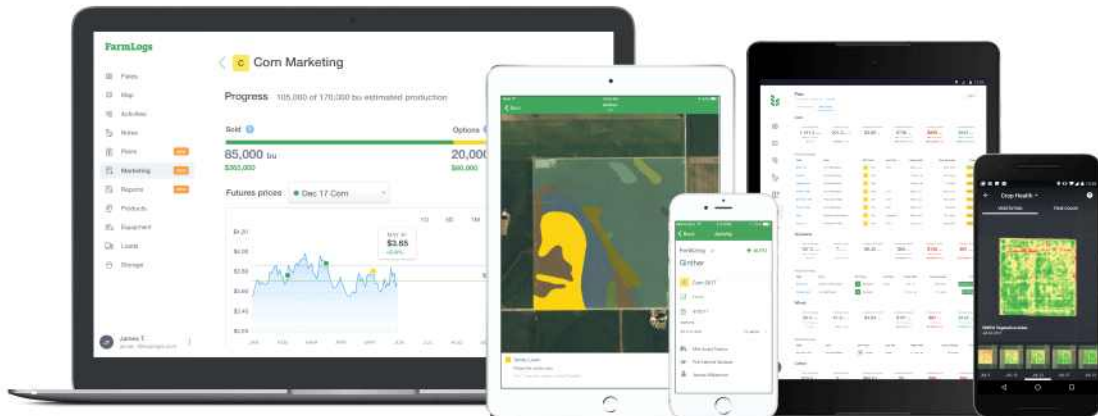
- 운전자 / 농장 직원을 위한 모바일 애플리케이션을 통하여, 작업의 진행 상황을 실시간으로 확인
- 각 참가자에게는 모바일 애플리케이션을 통해 일상적인 작업에 대한 정보 유지
- 개입할 플롯을 시각화
- 사용한 시간과 사용된 입력량 시각화

- 팜 관리자와 실시간으로 정보 및 일정 교환



□ FarmLogs Application - 미국 미시간주

○ <https://farmlogs.com/>

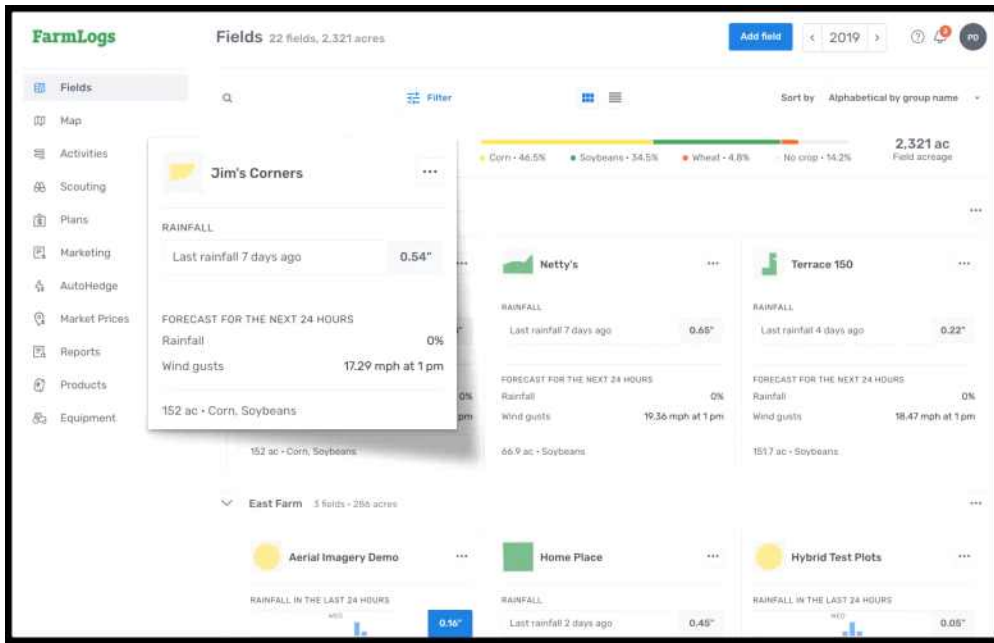


○ 보유 기술

- 기록 매핑 기술

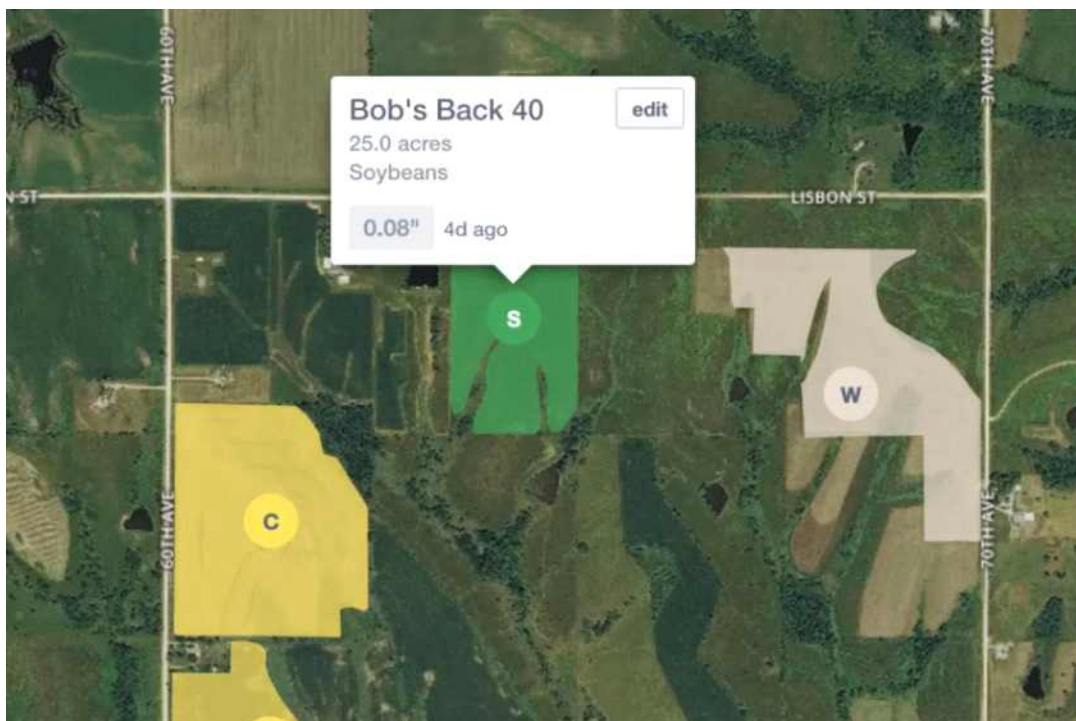
- 농장 관리 정보 시스템 응용 프로그램 또는 앱

○ 생산 및 농작물 마케팅 결정을 실행할 수 있도록 설계된 농업 소프트웨어

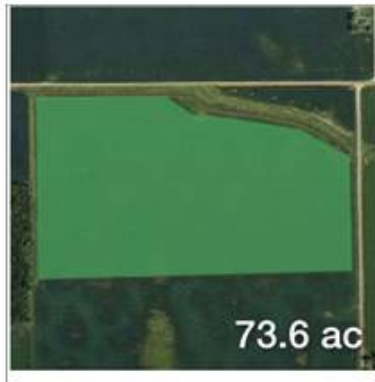


- 입력 비용 및 효율에 따라 현장 수준의 이익 / 손실을 계산하는 농업 계획 작성
- 실시간 현장 조건 데이터를 사용하여 일상적인 작업 관리
- 손쉬운보고 및 분석을위한 정확한 문서 작업
- 마케팅 위치를 추적하고 더 수익성있는 농작물 판매

○ 모든 필드 파악 가능

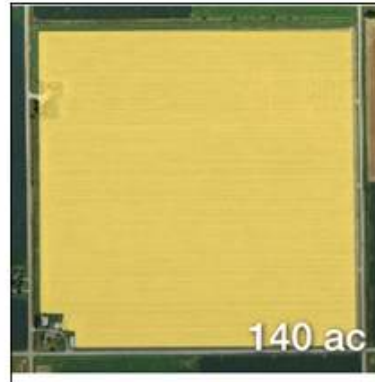


- 위성 지도를 사용하여 필드의 위치와 심은 위치를 조감도로 보고 버튼을 눌러 필드의 주행 방향에 액세스 가능
- 현장의 우천 정보를 실시간 확인 가능
 - 들판이받는 비와 시간을 원격으로 추적
 - 우천시 이벤트에 대한 알림



Sandy Ridge
Soybeans

0.28" 3a-7a



Home Place
Corn

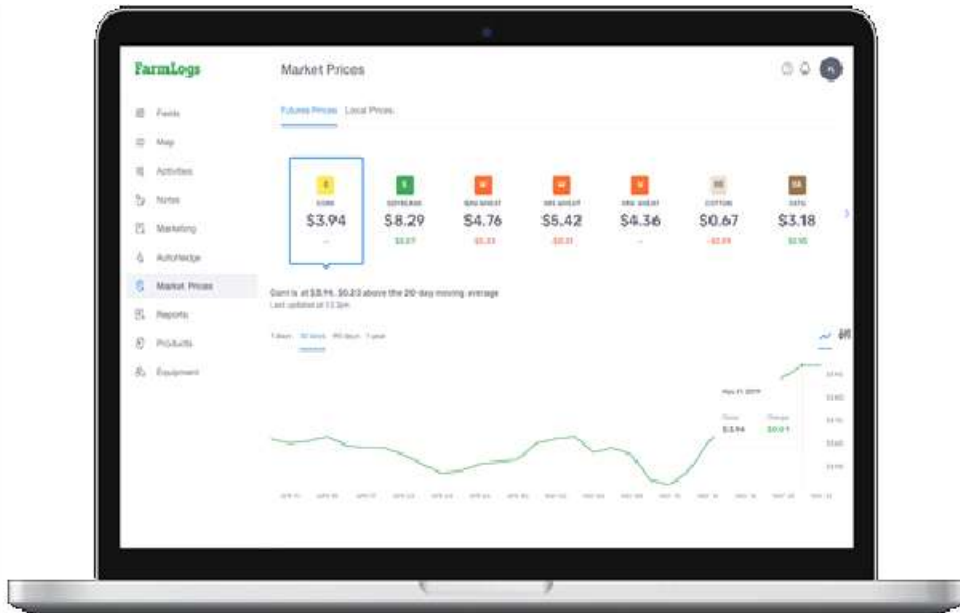
0.31" 3a-7a

- 현장 정보와 메모 공유
 - 현장에있을 때 지오 태깅 된 메모와 사진을 기록
 - 나중에 다시 불러오거나 안전하게 공유



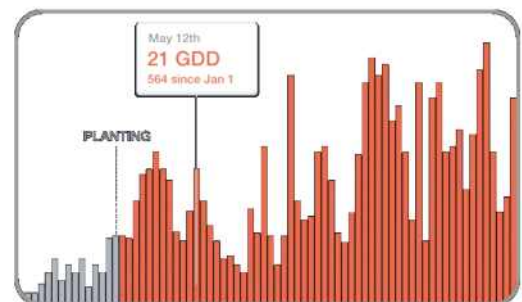
○ 시장 가격 동향 정보 제공

- 현재 선물 가격을 확인
- 가격 변동 및 시장 캐리를 추적
- 추후 곡물을 생산되는 것이 기다릴만한 가치가 있는지 파악 가능



○ 작물에 대한 비와 온도의 기록과 그에 따른 영향 파악 가능

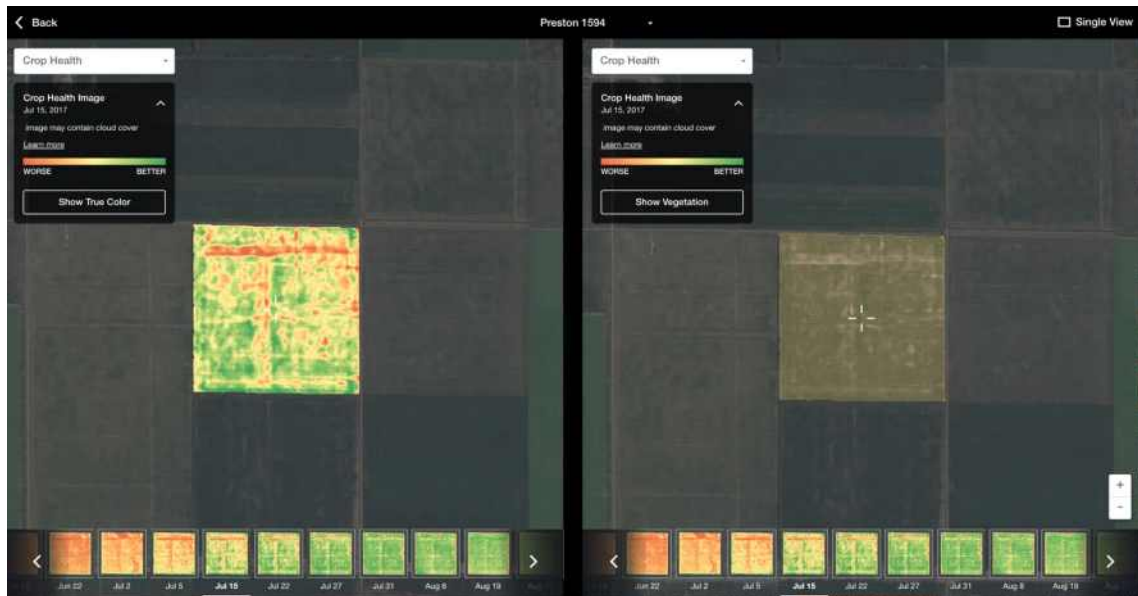
- 각 분야의 강우 이력 및 열량 축적을 추적하여 이전 시즌과 비교
- 비가 올 때 자세한 우천 보고서 이메일을 받고 가장 비가 가장 적게 내리는 필드 정보 제공
- 현장에서 매일 또는 매주 강우량과 열 단위 추적 파악 가능
- 차트를 사용하여 사용자 정의 기간 동안 우천 또는 온도 이력 확인



○ 필드에서 시즌 내 문제를 신속 감지

- 위성 이미지는 현장의 건강 상태를 한눈에 볼 수 있도록함으로써 스카우트가 스트레스

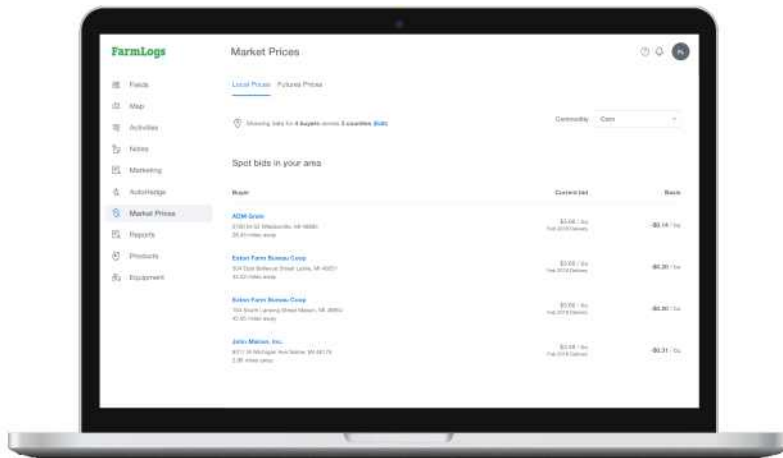
- 의 징후를 보이는 영역에 집중하고 더 많은 피해를 입히기 전에 문제를 해결 가능
- 2 주마다 약 1 개의 이미지가 계정에 전달
- 10 미터 해상도 (수율 맵과 유사)
- 트루 컬러, 컬러 적외선 및 NDVI 이미지 간 전환



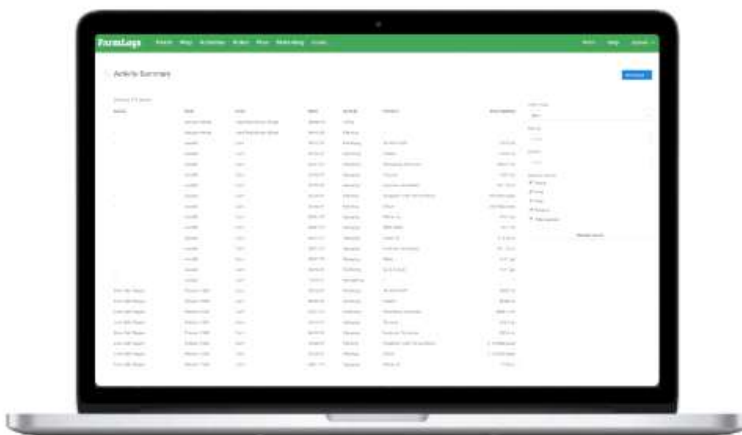
○ 토양 지도



- 각 토양 유형 영역과 고도 지형을 쉽게 볼 수 있으므로 새로운 땅을 평가하고 기존 현장의 관리를 개선 가능
- 색상으로 구분된 맵으로 한눈에 토양 구성 확인
- 토양 필드를 다른 필드 레이어와 나란히 비교
- 적합한 금액의 시장 탐색
 - 최적의 가격을 얻을 수 있는 장소와 시기를 식별
 - 구매자와 함께 최적의 시간을 확보
 - 카운티 및 배달 창 선택
 - 가격 및 거리를 기준으로 정렬된 입찰 보기
 - 게시된 모든 입찰 클릭 한 번으로 확인 가능



- 필요한 보고서를 빠르고 쉽게 생성

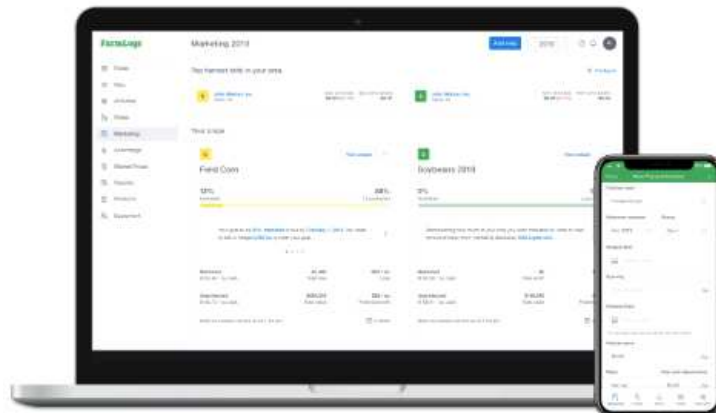


- 버튼 하나로 사용자 정의 가능한 보고서를 작성 및 공유

- FarmLogs 계정의 정보를 사용하여 보고서가 자동으로 생성
- 입력, 식재 면적, 현장 데이터, 분무 기록 및 마케팅 데이터에 대한 보고서 작성
- 필터를 사용하여 보고서 세부 사항을 쉽게 사용자 정의
- 파트너와 쉽게 공유 할 수 있도록 보고서를 CSV 또는 PDF 파일로 다운로드

○ 마케팅 결정

- 가격이 이동함에 따라 팔리지 않은 농작물 파악
- 전체적인 이익의 파악을 위한 세부 가격 위치를 쉽게 추적
- 농장의 손익분기 점 계산
- 수익성 및 위치 모니터링
- 판매 및 헤지 생성
- 판매할 곡물의 양에 대한 목표 설정



○ AutoHedge 예시

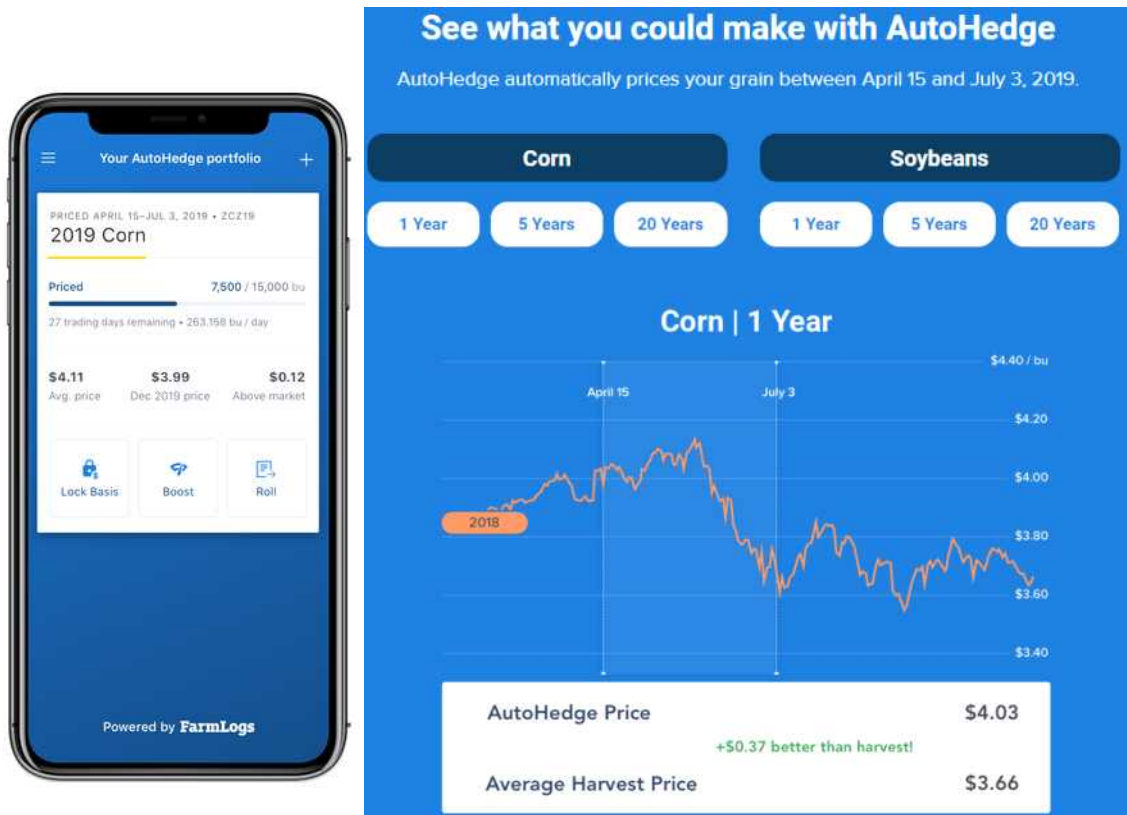
○ AutoHedge를 통해 bushels을 쉽게 등록

- 가격 책정 기간 동안 각 거래일에 등록된 bushels의 동일한 비율을 책정하여 작동

○ AutoHedge Boost and Roll을 통한 제어력 강화

- 선택적으로 AutoHedge Boost로 가격을 가속화하여 언제든지 이익을 확보하거나 Roll을 사용하여 추가 시장 캐리를 확보 가능

○ 어플을 통해 현지 기준 및 배달 위치로 작물을 제공하고 금액의 지불이 가능



- In-season sensor-based algorithms for cereal grain production systems
 - Franzen, D.; Kitchen, N.; Holland, K.; Schepers, J.; Raun, W. 개인개발 - EU
- <https://doi.org/10.2134/agronj2016.01.0041>
 - 기술 내용
 - 반응 또는 가변 속도 기술
 - 농장 관리 정보 시스템
 - 현재 질소 사용 효율 (NUE) 및 곡물 곡물 수율을 개선하기 위해 곡물 곡물 생산 시스템에 사용되고있는 계절 내 센서 기반 알고리즘에 대한 검토
 - 곡물 작물에 대한 센서 기반 권장 사항을 개발한 중앙 대평원의 연구 프로그램에 대한 검토
 - NDVI, 재배 날짜, 감지 날짜, 누적 성장도 (GDD) 및 강우를 사용하여 여러 사이트 및 연도에 걸쳐 수확량 잠재력을 시즌 내 예측
 - 다른 계절 내 환경 별 입력
 - 최적의 작물 적용을 결정하기 위한 일반화 된 수학적 모델의 개발
 - 결과
 - 생산성 증가
 - 수익 및 농장 소득 증가
 - 비료 사용 감소

Algorithms for In-Season Nutrient Management in Cereals

Dave Franzen, Newell Kitchen, Kyle Holland, James Schepers, and William Raun*

ABSTRACT

The demand for improved decision-making products for cereal production systems has placed added emphasis on using plant sensors in-season, and that incorporate real-time, site specific, growing environments. The objectives of this work were to describe validated in-season sensor-based algorithms presently being used in cereal grain production systems for improving nitrogen use efficiency (NUE) and cereal grain yields. A review of research programs in the central Great Plains that have developed sensor-based N recommendations for cereal crops was performed. Algorithms included multiple land-grant university, government, and industry programs. A common thread in this review is the use of active sensors, particularly those using the normalized difference vegetation index (NDVI) for quantifying differences in fertilized and non-fertilized areas, within a specific cropping season. In-season prediction of yield potential over different sites and years is possible using NDVI, planting date, sensing date, cumulative growing degree days (GDD), and rainfall. Other in-season environment-specific inputs have also been used. Early passive sensors have advanced to by-plant N fertilization using active NDVI and by-plant statistical properties. Most recently, sensor-based algorithm research has focused on the development of generalized mathematical models for determining optimal crop N application. The development and promotion of fee-based modeling approaches for nutrient management continues. Nonetheless, several algorithms using active sensors for in-season N management are available from state and government sources at no cost and that have been extensively field tested and can be modified by producers.

OVER APPLICATION of N fertilizer in cereal production systems continues to be problematic (Biello, 2008). The environmental costs of over applying fertilizer N are highlighted by iconic examples of hypoxia in the Gulf of Mexico and Chesapeake Bay (Ribaudo et al., 2011). This work further noted that N applied at rates that exceed crop needs has a greater risk of leaving the field and degrading water supplies. For Iowa (largest tonnage of fertilizer N purchased and applied in the United States), this has become somewhat uncomfortable as within-state lawsuits have been filed against maize (*Zea mays* L.) producers surrounding the Des Moines and Raccoon rivers for over applying N (Charles, 2015). Solutions exist but involve practices that will require a significant investment in equipment and management (Roberts et al., 2012).

Use of sensors in agriculture has advanced from measuring transpiration rates in 1917 (Briggs and Shantz, 1917) to on-the-go sensing and application of fertilizer on a by-plant scale (Kelly et al., 2015). Other work has suggested that the highest precision in N management for maize can be achieved through in-season N applications that are based on early-season N dynamics using models that dynamically simulate soil and crop processes (van Es et al., 2007).

The adoption of sensor-based nutrient management has been slow, but consistent with the delayed adoption of other agricultural technologies (Fuglie and Kasck, 2015). This work further noted that diffusion of new agricultural technologies improved with increased farm size and producer education.

Work by Holland and Schepers (2010) reports a function that delivers N fertilizer recommendations based on in-season remote sensing and local production information. Solie et al.

Published in *Agron. J.* 108:1775–1781 (2016)

doi:10.2134/agronj2016.01.0041

Received 21 Jan. 2016

Accepted 22 Apr. 2016

Available freely online through the author-supported open access option

Copyright © 2016 American Society of Agronomy

5585 Guilford Road, Madison, WI 53711 USA

This is an open access article distributed under the CC BY-NC-ND

license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

D. Franzen, Walster Hall 106, North Dakota State University,

Fargo, ND 58108; N. Kitchen, 243 Agricultural Engineering

Building, University of Missouri, Columbia, MO 65211; K.

Holland, Inland Scientific, 6001 S. 58th Street, Suite D, Lincoln,

NE 68516; J. Schepers, USDA-ARS, retired, Lincoln, NE, current

address: 4017 Woods Blvd., Lincoln, NE 68502; W. Raun, 044 N.

Agricultural Hall, Oklahoma State University, Stillwater, OK 74078.

*Corresponding author (billraun@okstate.edu).

Abbreviations: EONR, economic optimum nitrogen rate; GDD, growing degree days; NDVI, normalized difference vegetation index; NUE, nitrogen use efficiency; OSU, Oklahoma State University; R.I, response index.

□ Nondestructive prediction of sunburn on apple

- Torres, C.A.; León, L.; Sánchez-Contreras, J. 개인개발 - EU
- <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.06.024>
- 기술
- 농장 관리 정보 시스템 응용 프로그램 또는 앱
- 사과 등의 열매에서 햇볕에 손상에 대한 영향 분석과 예측
- 해당 분석에 따른 자동 관리
- 5 가지의 레이블을 통해 분석 진행



Fig. 1. Sun injury categories, Granny Smith apples.

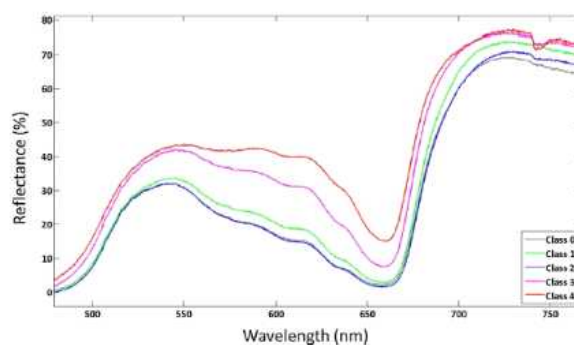


Fig. 3. Preprocessed Vis/NIR spectra of fruit from different sun exposure categories (classes 0-4) during fruit growth (all time-points averaged, 87-129 DAFB).

C.A. Torres et al. / Scientia Horticulturae 209 (2016) 163-172

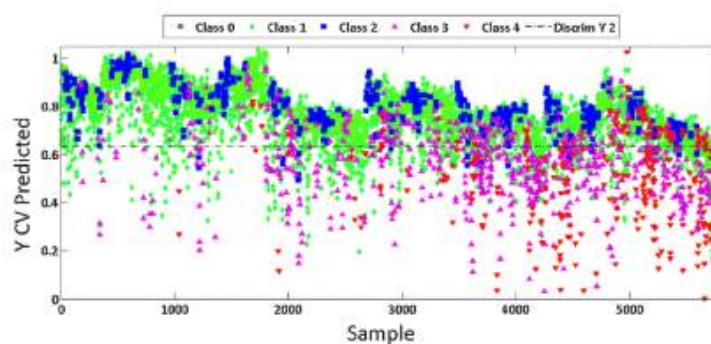
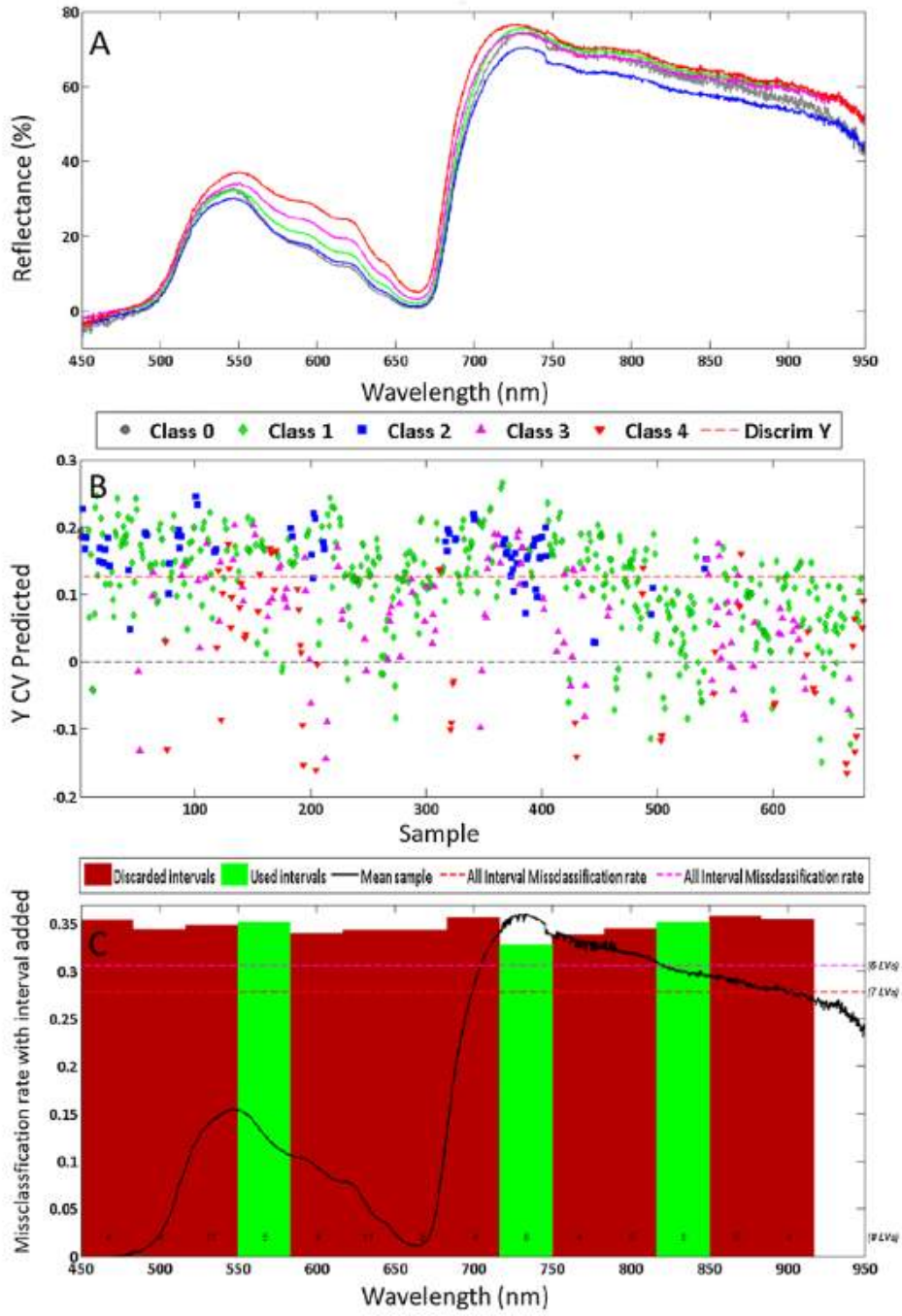


Fig. 4. PLS-DA analysis of fruit from different sun exposure categories (classes 0-4) during fruit growth (87-129 DAFB). At each time point n=500.



○ 결과

- 제품의 품질 증가
- 세균 곰팡이 바이러스 등 질병 가능성 감소

□ On Plant Detection of Intact Tomato Fruits Using Image Analysis and Machine Learning Methods

○ Yamamoto, K.; Guo, W.; Yoshioka, Y.; Ninomiya, S. 개인개발 - EU

- ISSN 1424-8220

- SENSORS 등재

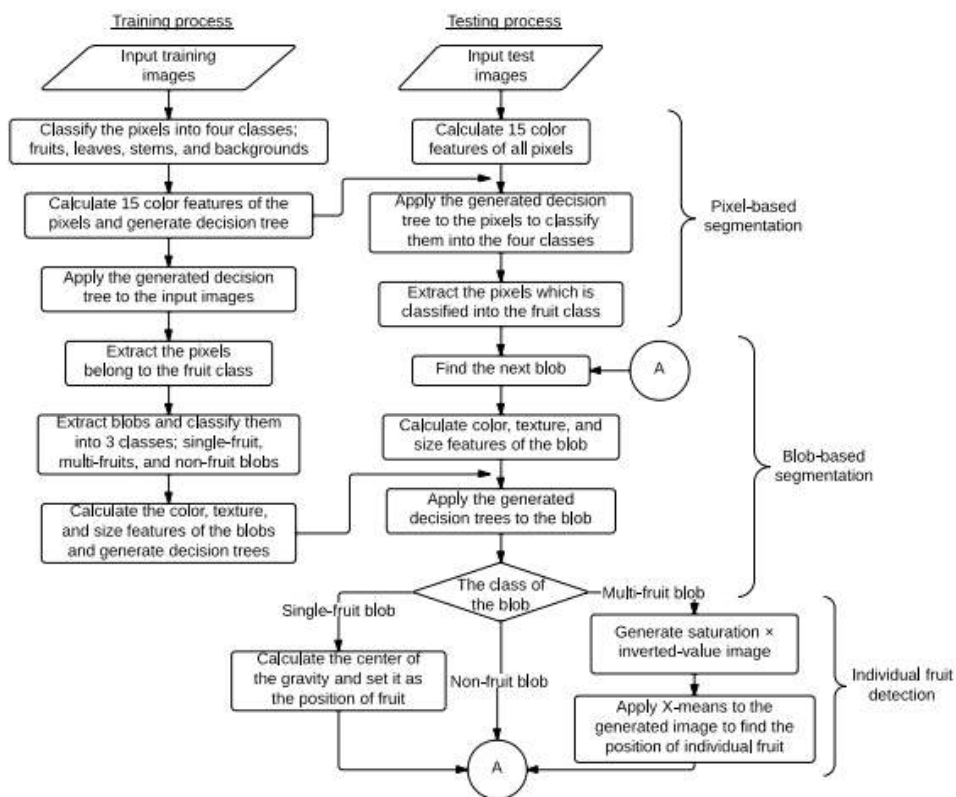
- <https://doi.org/10.3390/s140712191>

○ 기술

- 이미지 분석 및 기계학습 방법을 사용하여 온전한 토마토의 식물 검출

- 기록 또는 매핑 기술

Figure 1. Flowchart of the developed method.

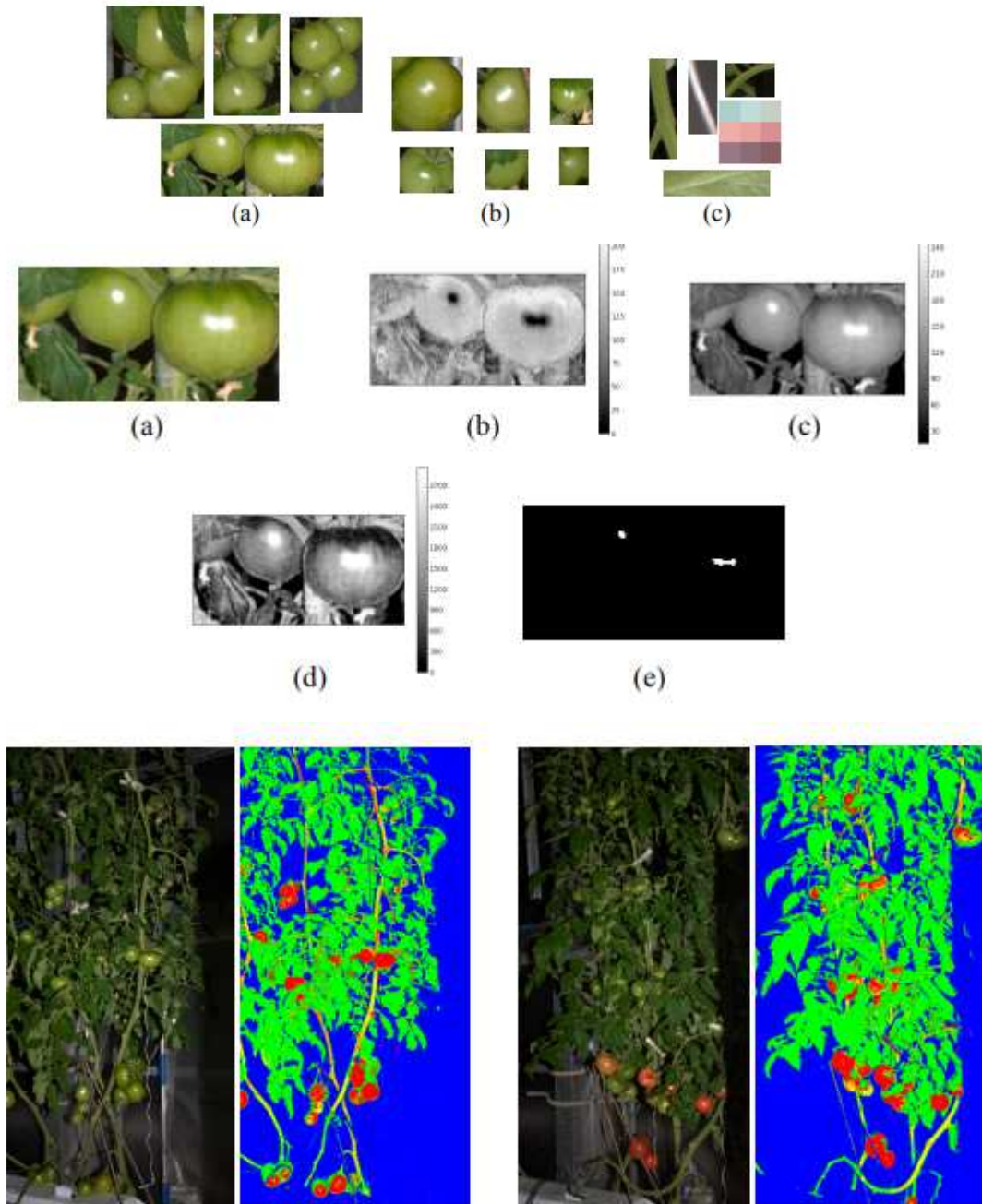


○ 기계 학습 방식과 함께 기존 RGB 디지털 카메라를 사용하여 식물에서 성숙하고 미성숙 한 어린 과일을 포함하여 온전한 토마토 과일을 개별적으로 정확하게 검출하는 방법을 개발

○ 이미지의 색상, 모양, 질감 및 크기에 따라 생성 된 분류 모델에 기초하여 이미지 분할이 수행




○ 각 이미지로부터 과일 검출을 위한 임계 값의 조정 없이 진행

Figure 2. Examples of the training dataset for blob-based segmentation. (a) Multi-fruit blobs; (b) Single-fruit blobs; (c) Non-fruit blobs.



- 3 종류의 카테고리 레이블링을 진행하여 학습
- 성능
- 결론
 - 식별 시간의 단축으로 인한 노동시간 감소
 - 농부의 스트레스와 피로 감소를 통한 노동환경 개선
 - 수익 증가

Figure 4. Definition of the growth stages of tomato fruit used in the present study. Tomato fruits were classified into three categories based on their color and size.

	Young Fruit	Immature Fruit	Mature Fruit
Sample Image			
Longest Diameter [mm]	30–40	41–80	41–80

	Young		Immature		Mature		All Fruit	
	Recall	<i>n</i>	Recall	<i>n</i>	Recall	<i>n</i>	Recall	Precision
All parts [†]	0.78	96	0.80	1323	1.00	35	0.80	0.88
Top ^{††}	0.85	96	0.84	282	-	-	0.82	0.77
Middle ^{††}	-	-	0.82	291	-	-	0.82	0.92
Bottom ^{††}	-	-	0.87	750	1.00	35	0.87	0.93

[†] Results of fruit detection using the model based on the training datasets of all parts; ^{††} Results of fruit detection using the model based on the training dataset prepared for each part individually.



Figure 11. Examples of fruit detection under difficult conditions. The original images are to the left. The middle images show the results of pixel-based segmentation. The images to the right show the results of fruit detection.



□ Traditional tomato varieties and cultural practices

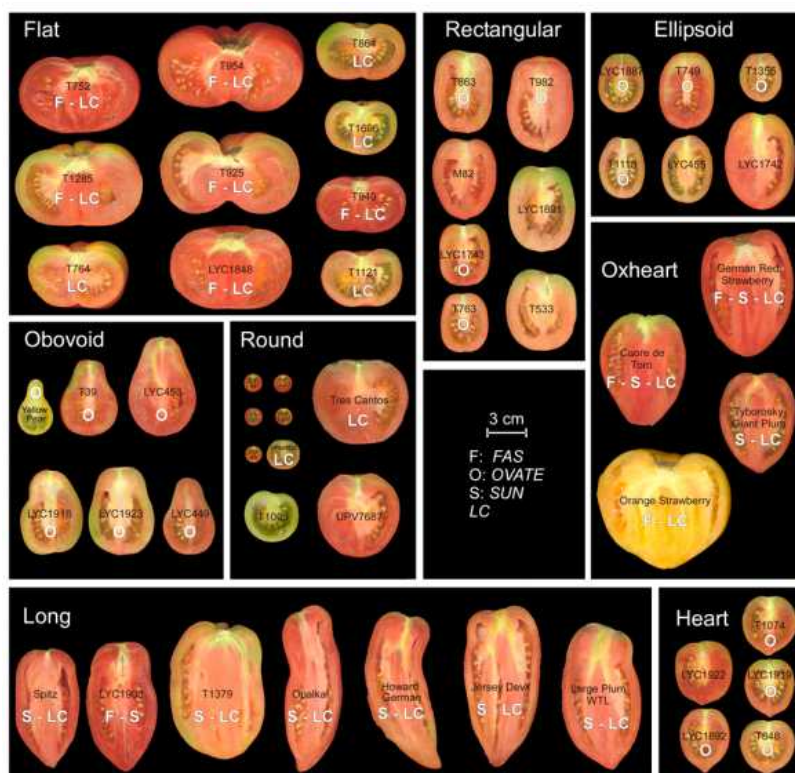
○ AGENCIA ESTATAL CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS (ES) - EU

- <https://smart-akis.com/SFCPPortal/#/app-h/technologies?techid=157>



- TRADITOM은 유럽 전통 토마토 품종의 식별 및 평가 및 문화 관행에 중점을 둔 연구 및 혁신 프로젝트
- 식량 안보와 건강에 영향을 미치는 농업 다각화 사례를 제공
- 농촌 농민과 관련 산업의 경제 발전을 지원
- TRADITOM은 7 개의 유럽 회원국 (프랑스, 독일, 그리스, 이탈리아, 스페인, 네덜란드, 영국) 및 관련 국가 (이스라엘)의 국제적으로 유명한 대학 및 연구소의 과학자 네트워크
- 연구원들은 그리스, 이탈리아 및 스페인의 전통적인 토마토 생산자 및 조직과 긴밀히 협력 중
- TRADITOM 컨소시엄은 보완적인 전문 지식을 갖춘 11 개의 학술 기관 (7 개의 연구 기관과 4 개의 대학), 3 개의 농민 협회, 2 개의 중소기업 (육종 회사 및 프로젝트 관리 사무소)로 구성
- 전통적인 EU 토마토 품종, 재배 방법, 전통적으로 재배 한 지역의 환경 특성에 대해 설명하고 종자를 저장고에 보관
 - 프로젝트 과정에서 수집 및 생성 된 정보와 씨앗은 웹 사이트 저장소를 통해 모든 이해 당사자에게 제공
- 연구자들은 토마토 품종에 존재하는 유전형 및 표현형 가변성을 평가
 - 상업적 품종의 품종에서 전통적인 품종을 식별하고 구별하는 데 필요한 과학적 증거를 구축
 - 프로젝트에서 육종가, 재배자 및 소비자 공동체로 재료와 정보를 효과적으로 전달
- 농민과 육종가에게 좋은 감각적 특성에 영향을 미치지 않으면서 수확량과 질병 저항

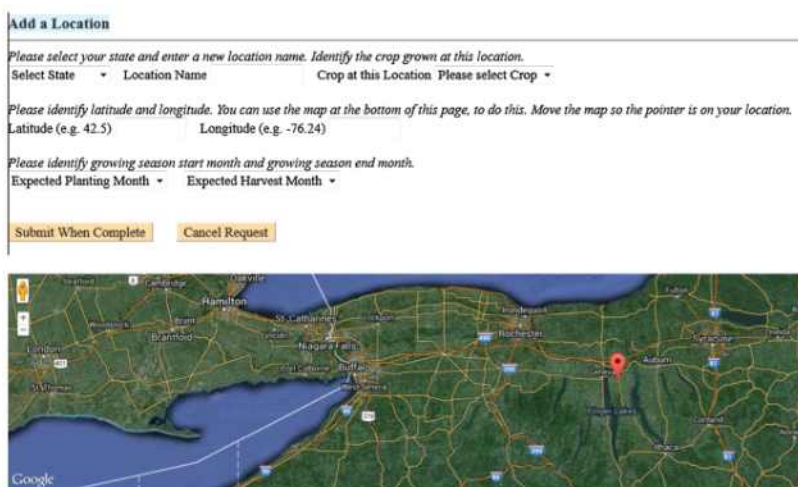
향성을 특징으로하는 새로운 종류의 전통 품종을 제공



○ 결론

생산성 (ha 당 작물 수확량)	큰 증가
제품의 품질	약간의 증가
수익 이익 농장 소득	큰 증가
가변 비용	일부 감소
수확 후 작물 낭비	큰 감소
에너지 사용	일부 감소
CH4 (메탄) 방출	일부 감소
이산화탄소 (이산화탄소) 방출	일부 감소
N2O (아산화 질소) 방출	일부 감소
NH3 (암모니아) 방출	일부 감소
NO3 (질산염) 침출	일부 감소
비료 사용	일부 감소
살충제 사용	일부 감소
관개 용수 사용	일부 감소
제품의 농약 잔류 물	일부 감소
잡초 압력	일부 감소
해충 압력 (곤충 등)	일부 감소
질병 압력 (세균 곰팡이 바이러스 등)	일부 감소

- BlightPro decision support system for potato and tomato late blight management
 - Small, I.M.; Joseph, L.; Fry, W.E. 개인개발 - EU
 - <https://smart-akis.com/SFCPPortal/#/app-h/technologies?techid=795>
 - 기술
 - 농장 관리 정보 시스템 응용 프로그램 또는 앱
 - 감자와 토마토 후기 병해충 관리를위한 웹 기반 의사 결정 지원 시스템 (DSS)이 개발
 - 날씨, 작물 정보 및 관리 기술을 기반으로 질병 역학을 예측할 수 있는 시스템으로 여러 모델을 연결
 - 재배자는 생산 단위의 관심 위치 (위도 및 경도)를 식별



- 시스템은 가장 가까운 기상 관측소에서 관측 된 기상 데이터와 National Weather Service
 - National Digital Forecast Database에서 위치별 예측 기상 데이터를 자동 확인
- 기상 데이터를 작물 및 관리 정보와 함께 사용하여 질병 예측 시스템과 질병의 검증된 기계 모델을 구동하여 살균제 적용을위한 위치 별 관리 권장 사항을 생성

Simcast Summary							
Date	7/15	7/16	7/17	7/18	7/19	7/20	7/21
Blight Units	20	26	33	38	43	49	55
Fungicide Units	-8	-11	-15	-16	-17	-18	-19

Key	
	Below Threshold
	Blight Unit Threshold Exceeded
	Fungicide Unit Threshold Exceeded

Fig. 5. Seven-day forecast summary. A summary graphic is generated which presents key forecast information for the upcoming 7 days. Daily information is represented as columns with rows showing the accumulated blight/fungicide units. Background color of each cell indicates whether a critical threshold has been exceeded. A key shows the applicable critical thresholds accompanied by their respective background color.

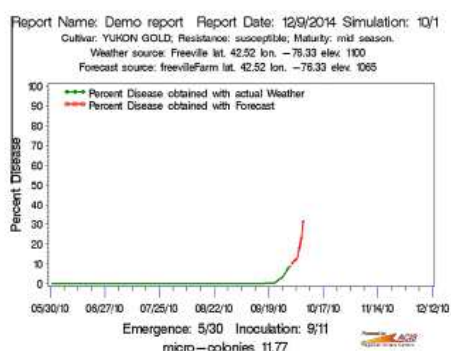


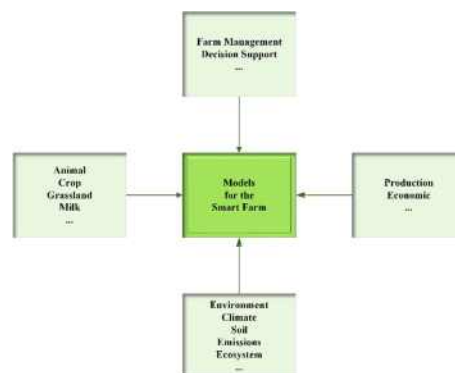
Fig. 6. Graph showing simulated disease progress on potato. A validated mechanistic model can be used to simulate daily disease severity based on observed (green series - 05/30/10 to 10/01/10) and forecast (red series - 10/01/10 to 10/08/10).

□ Modelling the smart farm

- KeAi - Information Processing in Agriculture Volume 4, Issue 3, September 2017, Pages 179-187
- School of Computer Science, University College Dublin, Belfield, Dublin 4, Ireland, Author links open overlay panelMichael J.O'Grady
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214317316301287>
- 이종 농업 활동 모델을 자체적으로 또는 다른 모델과 함께 통합 한 의사 결정 지원 도구는 널리 사용되는 접근 방식 중 하나 (GPFARM, APSIM, GRAZPLAN 등)
 - 이러한 모델은 본질적으로 일반적인 경향이 있으며 개별 농부의 채택은 최소화

Model	Geographic Region	Domain
GPFARM (Great Plains Framework for Agricultural Resource Management)	North America	Whole farm
GRAZPLAN	Australia	Grazing enterprises
EcoMod	Australia & New Zealand	Pasture management
APSIM (Agricultural Production Systems sIMulator)	Australia	Crop modelling
NRC (National Research Council)	North America	Nutrition (animal factors)
Norfor (Nordic feed evaluation system)	Scandinavia	Nutrition (animal and feed factors)
TDMI (Total DMI Index)	Finland	Nutrition - Dry Matter Intake (animal and feed factors)
Biopara-Milk	United Kingdom	Impact of feed on rumen pH in dairy cows.
Karoline	Scandinavia	Whole dairy cow models for nutrition, milk production, digestion, and CH ₄ emissions.

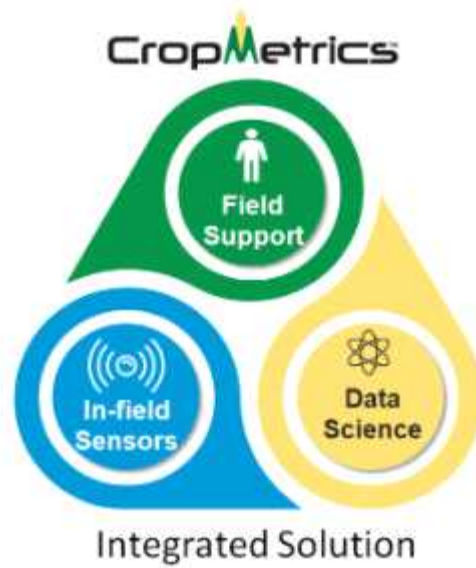
- 농장 별 실시간 이벤트를 반영할 수 있는 기술을 사용한 모델



□ Virtual Agronomist

○ CropMetrics

- <https://cropmetrics.com/the-solutions/>



○ 기술

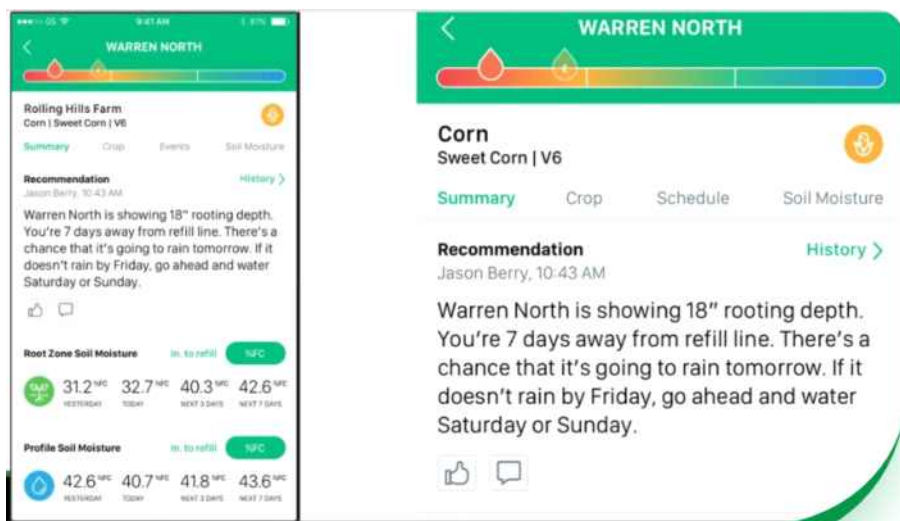
- 농장 관리 정보 시스템 응용 프로그램 또는 앱



○ 정밀 관개 관리

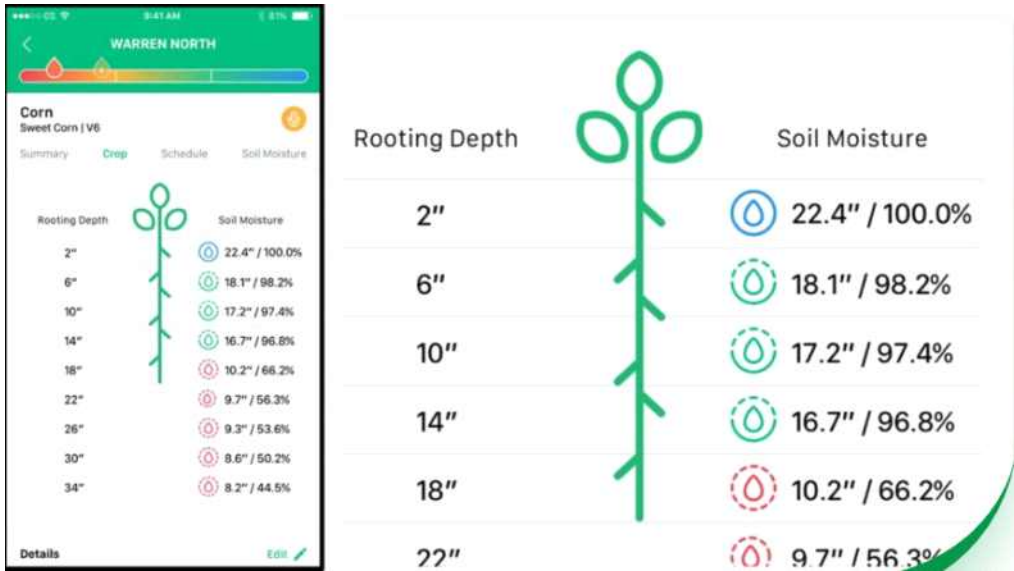
- 풀 서비스 토양 수분 모니터링 프로그램

- 이제 가장 효과적인 관개 일정 및 토양 수분 연료 게이지를 제공
- 고급 토양 수분 프로브 기술은 CropMetrics 정밀 데이터 전문가와 결합하여 계절에 따른 완벽한 농약 지원 및 권장 사항을 제공하여 물 사용 효율을 최적화하고 수익을 극대화
- 필드 변동성을 식별
 - 토양 유형, 조직, 지형, 경사, 수확량 및 재배자 자신의 지식은 프로그램을 시작할 때 분석하는 변수에 영향을 미치는 중요한 측면 중 일부
- 설치
 - 현지 CropMetrics Certified Precision Data Specialist는 최적의 현장 위치에 프로브를 설치
 - 다수의 토양 유형에서 생산성을 극대화
- 정확한 실시간 정보 수신
 - 신속하고 교육받은 관개 결정 가능
 - 수분 프로브 데이터는 관개 일정을 결정
 - Virtual Optimizer 자르기 모델링 및 날씨 데이터와 결합
- 데이터에 액세스
 - Virtual Optimizer Pro 정밀 관개 클라우드 포털이 제공하는 토양 수분 데이터
 - 옵션 텍스트 및 이메일 경고와 함께 사용하기 쉬운 웹 사이트 또는 모바일 앱이 무선으로 제공



- 제공 서비스 데모
 - 모바일 앱의 새로운 버전 VO Grow
 - 재배자는 미래에 며칠을 앞당겨 관개 계획을 작성하여 얼마나 많은 관개가 필요한지 파악 가능
 - 물이 필요한 곳을 정확하게 예측

- 현장 센서 사용을 보완하고 확장
- 현재 무슨 일이 일어나고 있는지 정확하게 파악 후 다음에 어떤 일이 일어날지 예측
- 기상 예측기는 미래의 관개 이벤트를 명확하게 예측
- 토양 수분 프로브를 사용하거나 사용하지 않고 모두 수행 가능
- 최첨단 날씨 및 작물 데이터 과학을 활용하는 하이퍼 로컬 커스텀 필드 모델링에 의해 구동



- Postscapes Logo
- Agtech IoT Smart Farming
 - <https://www.postscapes.com/agtech/>



Agtech IoT Smart Farming

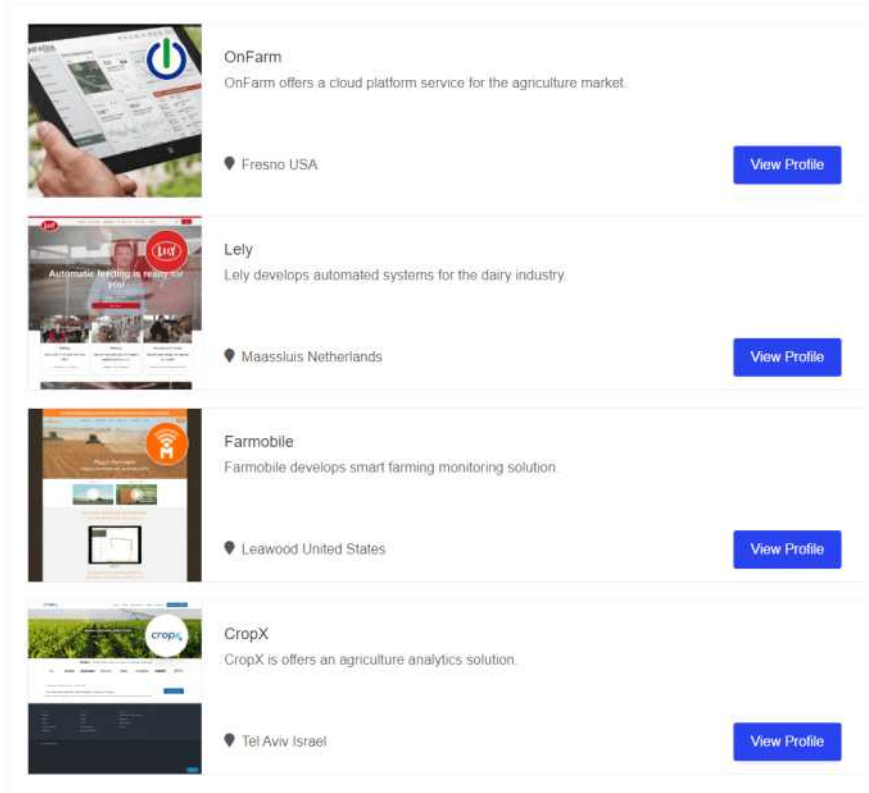
Filter and discover IoT Agriculture Resources. View smart farm case studies, sensor applications and potential resource and labor saving dashboards, tools and apps.

The following Channel Guide will help you:

- Better understand the opportunities of and resource savings of using wireless sensors and remotely monitoring devices on your farm.
- Filter and compare IoT Ag data platform vendors and alerting services.

- IoT 농업 자원을 필터링

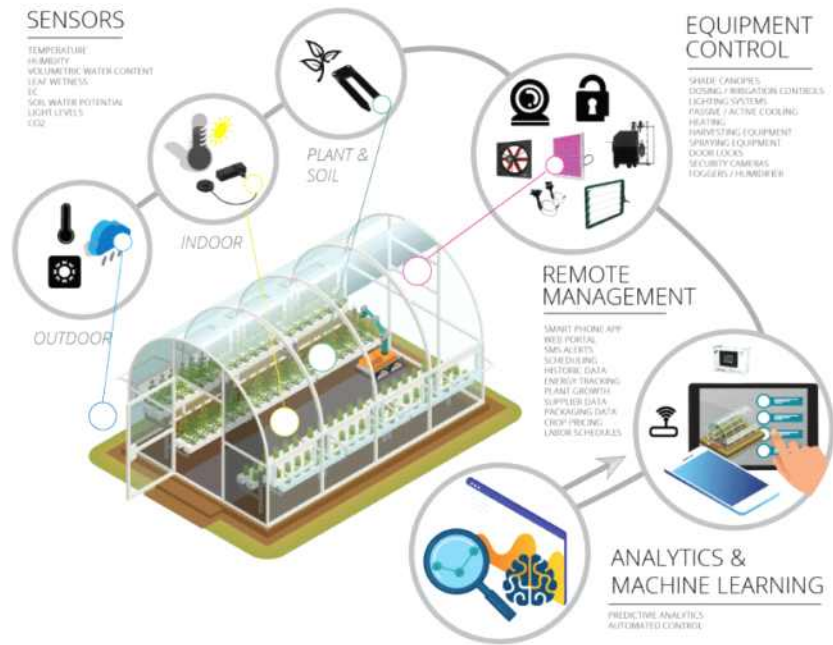
- 스마트 팜 사례 연구
- 센서 응용 프로그램 및 잠재적 자원 및 노동 절약 대시 보드, 도구 및 앱



□ Smart Greenhouses

- postscapes
 - <https://www.postscapes.com/smart-greenhouses/>
- 기술
 - 스마트 온실 원격 모니터링 시스템
 - 아이폰 및 안드로이드 장치에서 원격으로 전체 작업을 모니터링 및 제어 가능
- 온실 자동화를 통한 작물 재배
- 극한의 온도로 부터 식물 보호 가능
 - 온실 환경 내에서 온도를 제어하는 것이 중요함
 - 온도 변동은 단 몇 시간 만에 식물의 손상을 불러일으킬 수 있음
 - 원격 모니터링 시스템을 통해 극심한 온도 변동으로부터 식물 보호 가능
- 온실 재고를 해줄 수 있는 온도 이외의 위협에서 보호 가능
 - 식물을 건강하고 번영하게 유지하려면 가능한 최고의 성장 환경이 필요함
 - 모든 환경 변화와 장비 상태 또는 고장을 파악하는 것을 어려운 일
 - 습도 변동, 보안 위반, 히터, 팬, 장비 및 정전과 같은 조건을 모니터링 가능하며 조절

가능



CLIMATE MANAGER

"The Climate Manager™ program takes into consideration outside weather conditions, such as solar radiation, outside temperature, rain, and wind...

[Details](#)



SMARTPAR

"SmartPAR Controller and the SmartPAR software, you're allowed the freedom and versatility of setting lighting schedules and creating multiple...

[Details](#)



GROWLINK

"From the convenience of your office, home, or anywhere that you travel, you will be able to monitor your entire greenhouse operation. You may...

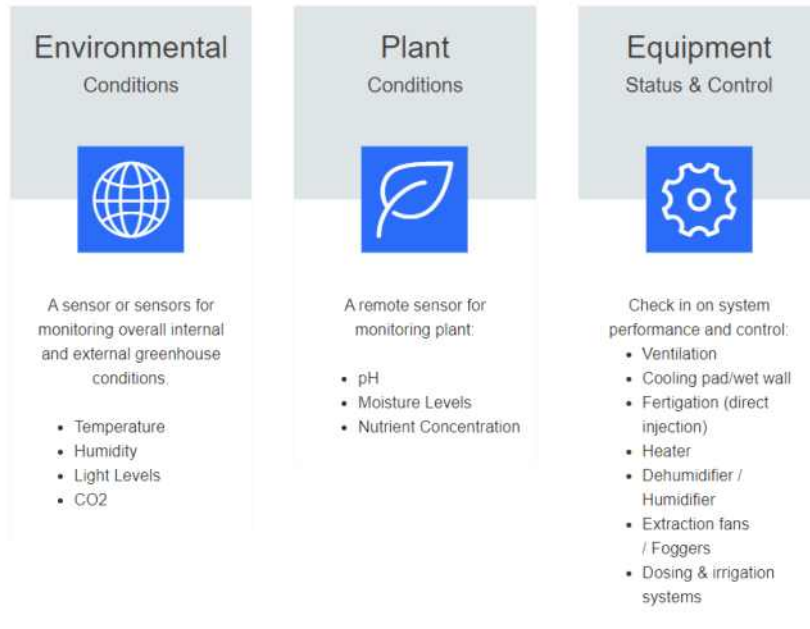
[Details](#)



DAT-A-CONTROL

"Dat-A-Control is the name of the standardized software package from Logiqs which offers growers complete control over logistic processes, while...

[Details](#)



○ 농작물의 위협에 대한 정보 파악

- 해당 경우 1분 1초가 급박한 상황이 대부분임
- 온도 강하 또는 장비 고장을 빠른 시간에 발견할수록 더 많은 재고를 절약 가능함
- 원격 모니터링 시스템은 실시간 업데이트를 제공하므로 신속 정확하게 조치 가능

○ 조명



- 자동화된 LED조명을 사용하면 실시간 및 예약 된 스펙트럼 및 강도 조정이 가능
- 플랜트 성능 개선 및 연중 성장 일정
- 낮은 전기요금

- 일사량 변화에 따른 즉각적인 조명 변화에 따른 작물의 성장량 증대 및 수확량 증가
- 식물의 색상, 크기 및 내한성 조정 가능



- 컨트롤러는 다양한 센서 (토양, 실외 및 실내 온도 및 습도)와 액추에이터 (음영 스크린 및 LED 조명 등)가 자동화 소프트웨어에 연결되는 시스템
 - 통합 기후 관리 시스템
 - LED 및 조명 플랜트 센서
 - 관개 및 투약 시스템
- 무인화 장비를 사용한 재료 취급 및 수확
 - 가용 농장 노동자 풀이 감소하고, 전 세계에 걸쳐 온실 부문이 지속적인 성장하고 있음



- 노동 시장이 변화함에 따라 재배자들은 로봇 시스템을 사용
- 롤링 벨트 및 운송 라인과 같은 자재 취급 시스템

- 식물 수확 및 모니터링
- 간격 및 추종 로봇
- 간격 감소 및 최적의 공간 구성으로 인한보다 효율적인 온실
- 업무 관련 부상 및 근로자 보상 청구 감소
- 복잡한 작물 혼합 허용
- 24 시간 작물 수확 일정



□ 무선 해충 모니터링

○ Spensa Technologies

- Purdue University, Johnny Park

- <https://spensatech.com/>

○ 농부들이 실시간으로 현장의 해충 집단을 원격으로 모니터링하고 무선“Z-Trap”과 온라인 클라우드 서비스 및 대시 보드의 조합을 사용하여 작물을 보호하기 위해 즉각적인 조치 가능

○ 수동 노동에 대한 의존도를 줄이고, 친환경 농업을 장려하며 작물 생산 효율을 향상

○ 페로몬 루어를 사용하여 특정 대상 해충을 끌어 유인

○ 해충 수 정보는 기지국을 사용하여 최대 1km 떨어진 곳에서“ MyTraps ”서비스 및 재배자의 스마트 폰 / 컴퓨터 로 무선으로 전달


○ 곤충 트랩을 검사하는 오류가 발생하기 쉬운 표준 프로세스와 현장에서 사용할 살충제 위치와 양을 결정하는 추측 작업을 자동화함으로써 회사는 미국 농작물로 인한 200억 달러 상당의 피해 완화 예상



- Phytech - 이스라엘
 - 무선 농업 센서
 - <https://www.phytech.com/>



- 다른 센서와 결합하여 토양의 수분, 현지 기상 조건 및 관개 시스템에 의해 전달되는 정확한 양의 물을 감지하여 작물의 건강에 대한 자세한 창을 제공
- 신중하게 목표화 된 관개 일정을 통해 물 사용량을 줄여, 물 소비량을 ~40% 감소하는 효과를 가짐
- 전 세계 수백 개의 과수원, 들판 및 온실에서 사용되고 있으며 수십 가지 농작물의 필요에 따라 구성 가능
- 식물 자체에서 데이터를 수집

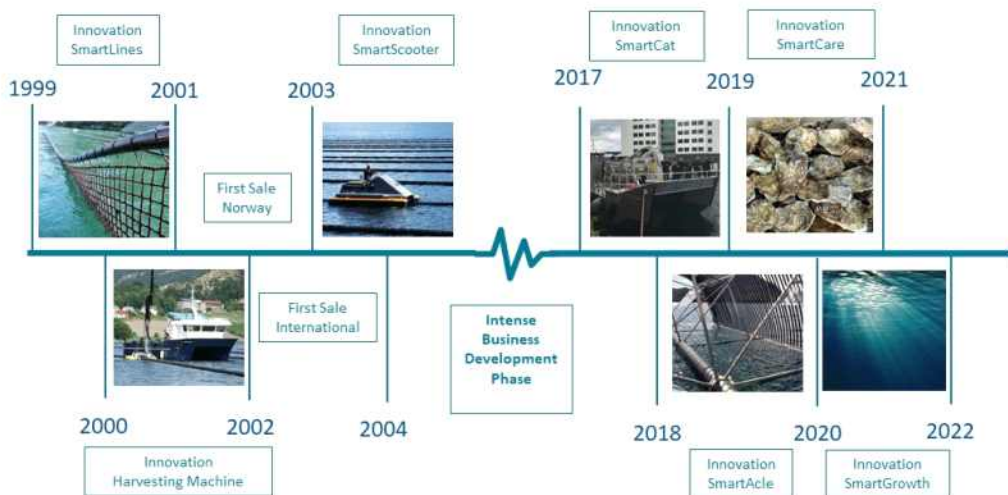
 <p>MAXIMIZE YIELD Reach your optimal yield by avoiding stress</p>	 <p>SAVE WATER Use water more efficiently, save up to 40%</p>	 <p>REDUCE RISK Identify problems in real-time to prevent damage</p>
--	---	--



- 특허받은 센서는 꽃이 많은 Fitbits와 마찬가지로 식물의 활력 징후를 직접 모니터링하기 위해 줄기 나 과일에 부드럽게 부착
- 식물의 부품 직경에서 미세한 변화를 측정하는데, 이것은 식물이 물을 빨아들이거나 햇볕에 쬐는 공기로 잃을 때의 성장과 수확을 나타냄

□ SMART FARM - 노르웨이

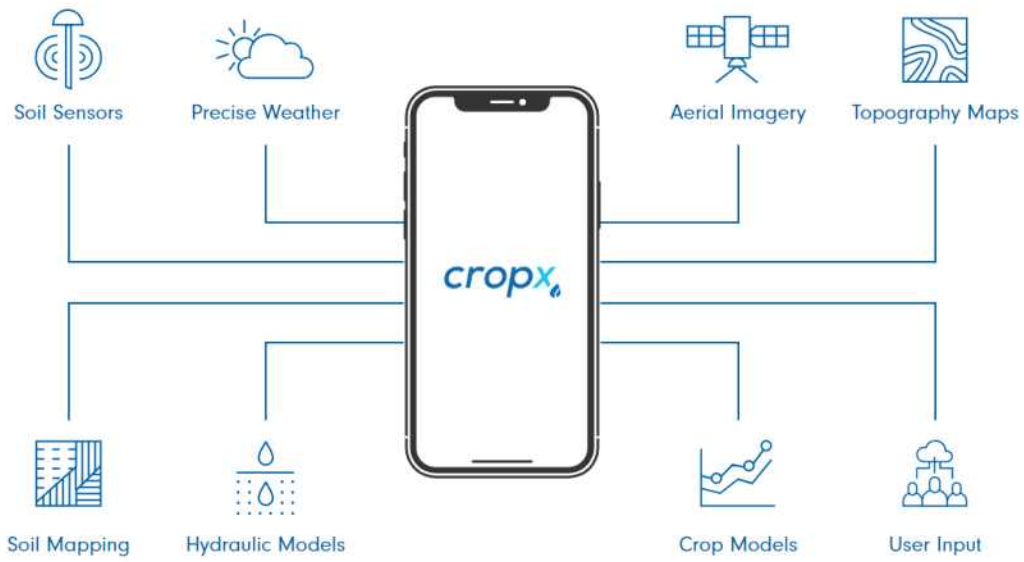
- 양식업 분야에서 30 년 이상의 경험을 가진 노르웨이 회사
- <https://www.smartfarm.no/downloads/>
- SmartUnits
 - 다양한 지역, 성장률, 종 및 인력 비용으로 글로벌 시장에 설치
 - 수중 농법 전문



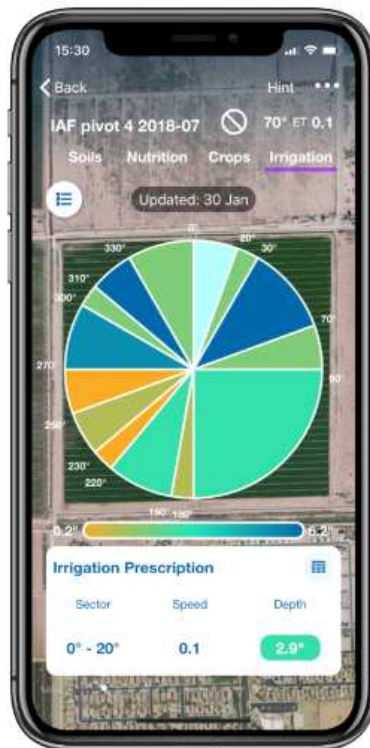
□ Cropx

- <https://www.cropx.com/>
- 농업 플랫폼을 사용한 비용 절감
 - 소중한 물과 영양소의 낭비를 멈추고 농장을 관리하는 방법을 보다 효율적으로 만듦
 - 적절한 시간에 적절한 장소에 적절한 양을 사용 가능케 함
 - 입력 응용 프로그램을 최적화하여 물, 비료, 에너지 및 노동력을 크게 절감

CropX의 기술은 현장에서 입증 된 30 % 이상의 물 절약 효과
- 수확량 증대
 - 작물의 성장 단계와 토양 및 날씨의 변화 조건에 지속적으로 적응하여 최대 수확량을 달성하는 데 도움이 되는 작물별 권장 사항을 제공하는 모델
- 적응형 가변 속도 관개 관리 및 자동화
 - CropX 앱은 필드의 변화하는 조건에 지속적으로 적응하는 관개 처방을 제공
 - 필드를 관개하는 양을 정확하게 파악
 - 이전 사례에서 수천 개의 데이터 포인트를 고려

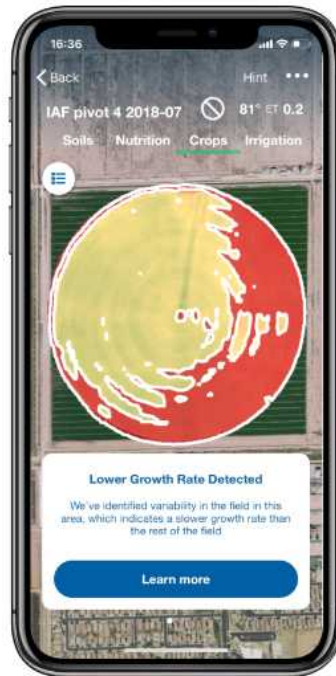


- 물 흡수 패턴을 예측하고 결함이 있는 관개 시스템과 버스트 파이프를 탐지하고 의사 결정 프로세스를 개선

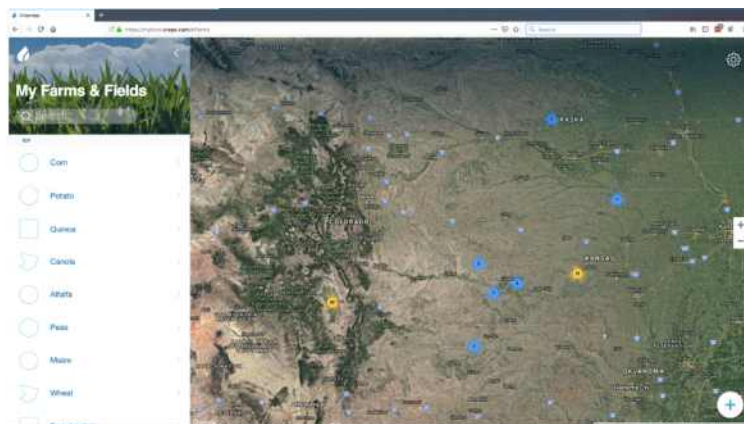


- 작물 별 관리 : 작물 변동성 및 위험 해결
 - 작물 모델에 대한 작물 성장을 분석
 - 작물의 요구와 예상 성장을 예측
 - 편차를 감지하고 초기 단계의 현장 변동성과 작물 성장의 불균일성을 식별

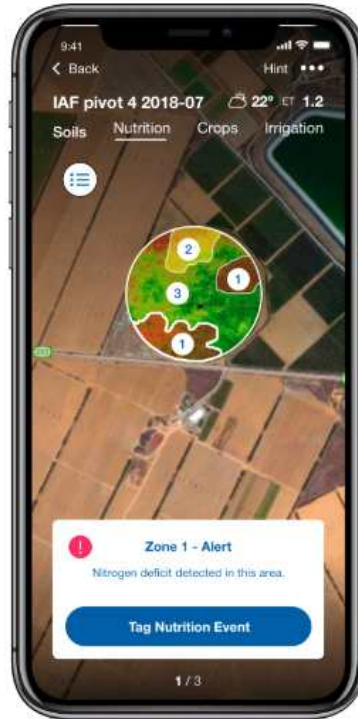
- 농작물 별 권장 사항을 제공
- 해충이나 질병으로 인한 잠재적 위험으로 인해, 주의가 필요한 필드 세그먼트에 대한 경고



- 비료 관리 : 작물 손실을 줄이기 위해 최적화 된 질소 관리
 - 작물이 가장 필요할 때 질소를 이용할 수 있도록하는 것이 작물 손실을 줄이는 중요한 단계
 - 농작물 모델, 위성 이미지 및 일기 예보 데이터를 분석
 - 토양 데이터와 함께 필드 전체의 영양분 분포를 매핑
 - 구역별 질소 적용 권장 사항을 작성
- 간단한 클라우드 플랫폼에서 모든 고객의 필드를 관리
 - 모든 플랫폼을 단일 플랫폼에서 연결



- 사용자 정의 된 역할과 권한을 구현
- 각 사용자가 별도의 권한과 알림을 가짐



○ 하드웨어



- 원격 지역에서도 데이터를 클라우드로 직접 효율적으로 수집, 패킹 및 전송하여 위성,

LoRaWan 및 셀룰러 연결을 제공함으로써 무선 연결

- 모든 작물 유형에 대해 유일하게 저렴한 솔루션
- 설치 비용이나 기타 인프라 제한 없음
- 특허받은 나선형 구조는 전례 없는 정확도를 제공
- 선적 흐름으로 인한 바이어스 결과를 방지
- 대부분의 센서는 값 비싸고 길고 복잡한 캘리브레이션 및 설치 프로세스를 수반
- 반면, 자체 캘리브레이션 센서는 5 분 내에 누구나 설치할 수있어 단기간에 간단하고 확장 가능한 배치가 가능

□ Swiim

○ onfarm water accounting

- <https://swiim.com/solution/>

- https://swiim.com/wp-content/uploads/2019/05/SWIIM_Brochure_0419.2.F.pdf

○ 농장 내 용수 예산을 정확하게 산출하는 풀 서비스, 턴키 솔루션

○ 비용 효율적이고 현장 또는 작물 수준의 실행 가능한 데이터를 제공

○ 농수 사용자가 센서, 데이터 로거, 원격 측정 및 위성을 통한 원격 감지

○ 농수 사용을 계획, 관리 및 최적화할 수 있는 소프트웨어 제품군이 포함

○ 영구 및 연간 작물에 사용되며 지표수, 지하수 (파이프) 또는 하나 또는 여러 분야의 두 가지 공급원의 조합과 호환

○ 고랑, 스프링클러, 물방울 또는 작업 내 관개 방법의 조합과 함께 작동

○ 단독으로 작동하거나 일반적인 관개 예약 시스템과 통합 동작



- 수자원 및 에너지 절약
- 재배 동작물 양과 질 증가
- 농업 데이터 수집 자동화



- 농민, 목장주 및 기타 용수 소유자가 농장 수입 및 용수 사용을 최적화하도록 설계된 사용하기 쉬운 인터페이스
- 미국 농무부와 다년간의 연구 개발 계약에 따라 공동 개발된 이 시스템
- 해당 지역의 실제 활동과 비교되는 지역별 데이터를 활용
- 도랑 회사, 관개 지역, 대규모 기업 재배자 및 농업 협동 조합을 포함한 수자원 관리자를 위해 설계된 인터페이스
- 일련의 계획된 필드 물 예산을 집계할 수 있도록 설계
- 지역 내 실제 적용 및 소비된 물 사용에 대한 모니터링 및 보고가 포함
- SWIIM® 기술 패키지는 6년간 미국 농무부 및 지역 토지 보조금 연구 대학과 함께 개발
- 농업용 수 사용자와 관리자는 수자원을 최적화하고, 동시에 여러 개의 식수 예산들을 모니터링하며, 물을 절약하고 농업 운영을 위한 순이익 증가
- SWIIM®의 턴키 패키지 - 포괄적인 작물 계획, 최적화, 물 관리, 모니터링 및 보고 도구 세트에는 소프트웨어 제품군, 계측 및 원격 감지 시스템이 포함
- 매일 읽고 자동으로 업데이트하고 쉽게 읽고 실행 가능한 데이터를 제공
- 재배자는 SWIIM®을 사용하여 현장 또는 농작물 용수 예산을보다 정확하고 효율적으로 계획하고 모니터링 가능
- 농산물 생산자가 특정 수자원 예산을 염두에두고 참여하는 각 농작물을 계획할 수

있도록 설계



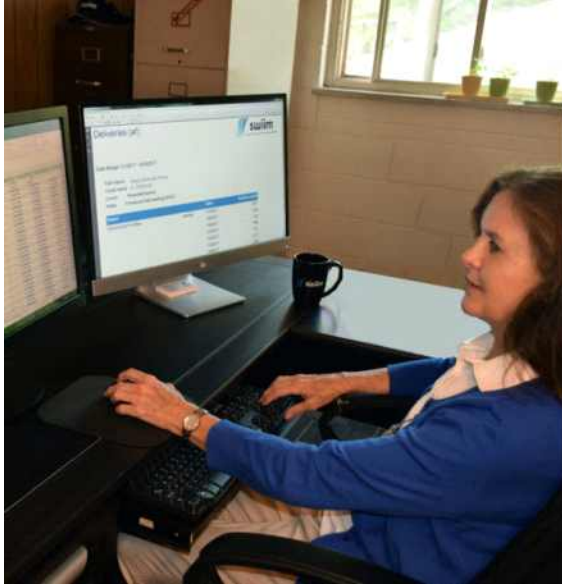
- 정기적으로 업데이트되는 현지 농작물 생산 및 용수 사용 데이터로 구성
- 현장 및 원격 감지 데이터를 보완
- 물 예산 계획을 위해 시스템 전체 및 확장 가능 기반으로 실제 사용을 모니터링하여 규정 준수를 보장
- 농장 내 보존된 물의 할당량을 추적하는 시스템을 제공



- 참여하는 농업 생산자들이 각자의 농업 운영에서 물을 절약할 수 있도록 인센티브를

제공

- 개별 재배자 및 물 관리자에게 모두 계획, 관리 및 회계 기능을 제공
- 회계사와 CPA가 재무 회계에 사용하는 물과 유사한 데이터를 사용하여 모든 달러가 소비되는 곳 파악 가능



제6장 연구개발 성과의 보안 등급

보안등급 분류	보안	코드번호	C-19
		일반	
		○	
결정 사유	국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정, 제24조의 4에 해당되지 않음		

제7장 국가과학기술정보시스템에 등록된 연구시설·장비현황

“해당없음”

제8장 연구개발과제에 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

제 1절 연구실 안전조치 이행 실적

1. 씨드림(주)

□ 기술적 위험요소 분석

- 연구 수행 시 발생할 수 있는 위험요소를 발굴하고 위험성을 평가하여 저감 및 제거 대책을 수립하여 실행함

○ 안전관리대책

- 기업연구소 안전관리 시스템
일일 / 주간/ 월간 단위 점검 및 실시간 모니터링 시스템 구축
연구소 안전관리 책임자 임명 및 업무 부여하여 체계적인 관리
연구소 안전관리 규정 준수(시설, 인원, 전산 등)

□ 연구소장 및 안전관리 책임 및 업무

○ 연구소장 책임 및 업무

- 연구실 안전관리 책임자 지정
- 연구활동 종사자의 관리
- 안전사고 발생 시 원인, 경위 조사, 사후처리 및 대책 강구
- 안전점검, 교육·훈련, 보험가입, 건강검진, 안전관리비 계상 등 이행
- 기타 연구실 안전관리에 관한 업무

○ 안전관리 책임자 및 업무

- 연구활동 종사자의 신고
- 연구활동 종사자에 대한 안전 교육 및 지도
- 연구소의 시설물, 전산장비 및 기타 위험물 관리

- 연구소 일일, 주간, 월간 점검 실시
- 각종 안전사고 예방 및 사고발생 보고
- 기타 연구소안전에 필요한 각종 규정 준수 및 지도

□ 사내 보안 관리

- 사업에 참여하는 사용자의 PC에는 비밀번호를 설정하여 개인만이 이용할 수 있도록 관리
- 사고 및 재난이 발생하더라도 신속하고 최신자료로 복구 될 수 있도록 월 1회 백업을 실시
- 사내 네트워크에는 비밀번호를 설정하여 외부의 이용에 제한을 하고, 인가된 접근만을 허용하여 네트워크 보안을 강화하도록 한다.
- PC와 스마트폰의 바이러스 검사를 수시로 하고 내려 받은 파일은 꼭 바이러스 검사 후 열어본다.
- 공유폴더를 사용할 경우에는 반드시 암호를 설정하여 이용한다.
- 영업기밀, 영업자료 등이 포함된 중요문서를 충분한 보안성 검토 없이 무단 폐기하지 않도록 한다. 반드시 세절 후 외부로 반출하도록 한다.

제9장 참고문헌

- 클라우드 기반 한국형 스마트 온실 연구 플랫폼 설계 방안(백정현, 허정욱, 김현환, 홍영신, 이재수, 2018.01, 시설원예식물공장 제 27권 제 1호 p27 ~ p33)
- Smart 농업을 위한 근권환경부 모니터링 시스템 연구(정진형, 임창목, 조재현, 김주희, 김수환, 이기영, 이상식, 2019.06, 한국정보전자통신기술학회논문지 제 12권 제 3호 p290 ~ p298)
- 스마트팜 데이터를 이용한 토마토 최적인자에 관한 연구(나명환, 박유하, 조완현, 2017.11, 한국데이터정보과학회지 제 28권 제 6호 p1427~ p1435)
- 지속가능한 스마트농업과 농업 빅데이터의 통합적 개념모형 및 한국 스마트농가 현황과 방향성(송희, 2018.09, 산업교육연구 제 37호 p49 ~ p77)
- 스마트팜 ICT 기기의 이상탐지 시스템(최희민, 김주만, 2019.04, 한국인터넷방송통신학회논문지 제 19권 제 2호 p169 ~ p174)
- 다원적 회귀 인공 신경망기반 스마트 그린하우스 내부 온·습도 예측에 관한 연구(송영은, 문애경, 안수용, 정희룡, 2019.03, 한국정밀공학회지 제 36권 제 3호 p239 ~ p246)
- 전력 소모 절감을 위한 딥 러닝기반의 지능형 그린 하우스 제어 시스템(신현엽, 임효균, 김원태, 2018.03, 전기전자학회논문지 제 22권 제 1호 p53 ~ p60)
- 국내 스마트팜 표준화 현황(여현, 2018.11, TTA 저널 제 180호 p41 ~ p46)
- 스마트팜의 ITU-T 국제표준화 현황(이승희, 2019.02, 한국통신학회지(정보와통신) 제 36

권 제 3호 p32 ~ p36)

- 지능형 스마트 팜 활용과 생산성에 관한 연구 : 토마토 농가 사례를 중심으로(이재경, 설병문, 2019.06, 벤처창업연구 제 14권 제 3호 p185 ~ p199)
- Machine learning application for predicting the strawberry harvesting time(Mi-Hye Yang, Won-Ho Nam, Taegon Kim, Kwanho Lee, Younghwa Kim, 2019.06, Korean Journal of Agricultural Science 46(2) p381 ~ p393)
- 머신러닝 적용 과일 수확시기 예측시스템 설계 및 구현(오정원, 김행곤, 김일태, 2019.03, 스마트미디어저널 제 8권 제 1호 p74 ~ p81)
- Design of Smart Farm with Automatic Transportation Function(Hwa-ra Hur, Seok-Gyu Park, Myeong-Chul Park, 2019.08, 한국컴퓨터정보학회논문지 제 24권 제 8호 p37 ~ p43)
- 무선 통신 기반 스마트 농장 온습도 제어 방법론에 대한 연구(박세현, 오성현, 이상민, 맹준석, 고윤석, 2018.07, JKIECS 제 13권 제 4호 p851 ~ p857)
- 생육도일온도에 따른 고추의 생육 및 수량 예측 모델 개발(김성겸, 이진형, 이희주, 이상규, 문보흠, 안세웅, 이희수, 2018.10, 시설원예·식물공장 제 27권 제 4호)
- 인공지능 기반 온실 외부 온도 예측을 통한 난방부하 추정(김상엽, 박경섭, 류근호, 2018.04, 정보처리학회논문지/소프트웨어 및 데이터 공학 제 7권 제 4호 p129 ~ p134)
- 머신러닝 기반의 온실 제어를 위한 예측모델 개발(김상엽, 박경섭, 이상민, 허병문, 류근호, 2018.04, 한국디지털콘텐츠학회논문지 제 19권 제 4호 p749 ~ p756)
- 환경요인을 이용한 다층 퍼셉트론 기반 온실 내 기온 및 상대습도 예측(최하영, 문태원, 정대호, 손정익, 2019.04, 시설원예·식물공장 제 28권 제 2호 p95 ~ p103)
- 수량예측을 위한 ‘Cupra’, ‘Fiesta’ 파프리카의 생육특성 및 수확량 패턴 분석(정경희, 진효정, 안재욱, 윤혜숙, 오상석, 임채신, 엄영철, 김희대, 홍광표, 박성민, 2018.10, 시설원예·식물공장 제 27권 제 4호 p349 ~ p355)
- 증강현실 기반 농업용 환경 정보 관리 시스템(김민지, 김종호, 고진광, 이성근, 이재학, 2018.12, 한국빅데이터학회지 제 3권 제 2호 p113 ~ p121)
- 객체 탐색용 딥러닝 모델 기반 실시간 토마토 속도 분류 시스템(과광은, 양상환, 장인훈, 2018.11, 제어로봇시스템학회논문지 제 24권 제 11호 p999 ~ p1004)
- 농산물 생산성 향상을 위한 딥러닝 기반 농업 의사결정시스템(박진욱, 안회학, 이병관, 2018.10, 한국정보전자통신기술학회논문지 제 11권 제 5호 p521 ~ p530)
- 인공지능을 이용한 파프리카 실내 양액 재배 시 발생하는 병해충 자동 검출(양희찬, 이재수, 이현동, 김형석, 2018.11, 제어로봇시스템학회논문지 제 24권 제 11호 p1020 ~ p1024)
- 노지 관수를 위한 로라 기반 환경 모니터링 시스템 구현(김병순, 2019.02, JICS 제 20권 제 1호 p11 ~ p16)
- 스마트온실 배양액 관리를 위한 클라우드 기반 데이터 분석시스템 설계(허정욱, 박경훈,

- 이재수, 홍승길, 이공인, 백정현, 2018.11, 한국환경농학회지 제 37권 제 4호 p251 ~ p259)
- 도심형 에너지 자립 스마트팜 서비스 모델 설계 및 구축(김관형, 2019.10, 한국정보통신 학회논문지 제 23권 제 10호 p1305 ~ p1310)
 - 소형 스마트팜 모니터링 및 관리 시스템(이세영, 변종인, 최재훈, 주성중, 김윤호, 2019.06, Proceedings of KIIT Conference p455 ~ p457)
 - KroFarm(<http://www.norookiban.com/>)
 - 흙토람(토양정보시스템, <http://soil.rda.go.kr/>)
 - 국가농작물병해충관리시스템(<http://ncpms.rda.go.kr/>)
 - 농업기상정보시스템(<http://weather.rda.go.kr/>)
 - 국립농업생명공학센터 National Agricultural Biotechnology Information Center (<http://nabic.rad.go.kr/>)
 - farm+ (fgm group), 프랑스, <http://www.fgm-agriculture.com/about/>
 - The Green Planet Digital Ecosystem, 이탈리아 ‘3a’, <http://www.green-planet.it/index.php/en/>
 - SMART AKIS PLATFORM, <https://smart-akis.com/>
 - K-X1X TELECONTROL SYSTEM: ULTRA EFFICIENT HARDWARE & WIRELESS COMMS & CLOUD COMPUTING, <https://www.smart-akis.com/wp-content/uploads/techhtmlpdf/1145.htm>
 - Agricultural product moisture sensors, <https://www.imko.de/de/>
- <https://www.imko.de/en/history-of-the-company/>
 - BizIntellia, 미국 올랜도주, 실제 운영 중, <https://www.biz4intellia.com/iot-smart-farming-solutions/>
<https://youtu.be/V8xKbueKdt4>
 - Smart Farming: Improving Produce Quality and Quantity
- RFID JOURNAL, Aug 11 2019, By Sanjeev Verma
- <https://www.rfidjournal.com/articles/view?18774>
 - KAA, <https://www.kaaproject.org/smart-farming>,
<https://docs.kaaiot.io/KAA/docs/v1.1.0/Welcome/>
 - The Connected Farm Project, <https://www.huawei.com/-/media/CORPORATE/Images/PDF/v2-smart-agriculture-0517.pdf?la=en>
 - Agriculture Remote Aerial Sensing
 - Logit, 세르비아, <https://www.logit-solutions.com/>
 - https://www.youtube.com/watch?time_continue=132&v=GXq1FfH9byM&feature=emb_title
 - Generalized algorithm for variable-rate nitrogen application in cereal grains

- Solie, J.B.; Dean Monroe, A.; Raun, W.R.; Stone, M.L. 개인개발 EU, Agronomy Journal Volume 104, Issue 2
- <https://doi.org/10.2134/agronj2011.0249>
- DSSHerbicide
 - Sønderskov, M.; Fritzsche, R.; de Mol, F.; Gerowitt, B.; Goltermann, S.; Kierzek, R.; Krawczyk, R.; Bøjer, O.M.; Rydahl, P. 개인개발 - EU
 - Crop Protection, Volume 76, October 2015, Pages 15-23, <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.06.009>
- MyEasyFarm - 프랑스
 - <https://smart-akis.com/SFCPPortal/#/app-h/technologies?techid=1524>
 - <https://www.myeasyfarm.com/>
- FarmLogs Application - 미국 미시간주
 - <https://farmlogs.com/>
- In-season sensor-based algorithms for cereal grain production systems
 - Franzen, D.; Kitchen, N.; Holland, K.; Schepers, J.; Raun, W. 개인개발 - EU
 - Agronomy Journal Volume 108, Issue 5
 - <https://doi.org/10.2134/agronj2016.01.0041>
- Nondestructive prediction of sunburn on apple
 - Torres, C.A.; León, L.; Sánchez-Contreras, J. 개인개발 - EU
 - Scientia Horticulturae, Volume 209, 19 September 2016, Pages 165-172
 - <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.06.024>
- On Plant Detection of Intact Tomato Fruits Using Image Analysis and Machine Learning Methods
 - Yamamoto, K.; Guo, W.; Yoshioka, Y.; Ninomiya, S. 개인개발 - EU, ISSN 1424-8220, Sensors 2014, 14(7), 12191-12206
 - <https://doi.org/10.3390/s140712191>
- Traditional tomato varieties and cultural practices
 - AGENCIA ESTATAL CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS (ES) - EU, <https://smart-akis.com/SFCPPortal/#/app-h/technologies?techid=157>
 - <http://traditom.eu/>
- BlightPro decision support system for potato and tomato late blight management
 - Small, I.M.; Joseph, L.; Fry, W.E. 개인개발 EU, Computers and Electronics in Agriculture, Volume 115, July 2015, Pages 57-65
 - <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.05.010>
- Modelling the smart farm

- School of Computer Science, University College Dublin, Belfield, Dublin 4, Ireland, Author links open overlay panel Michael J.O'Grady, KeAi - Information Processing in Agriculture Volume 4, Issue 3, September 2017, Pages 179-187
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214317316301287>
- Virtual Agronomist, CropMetrics, <https://cropmetrics.com/the-solutions/>
- Postscapes Logo, Agtech IoT Smart Farming, <https://www.postscapes.com/agtech/>
- Smart Greenhouses, postscapes, <https://www.postscapes.com/smart-greenhouses/>
- 무선 해충 모니터링, Spensa Technologies, Purdue University, Johnny Park, <https://spensatech.com/>
- Phytech - 이스라엘, 무선 농업 센서, <https://www.phytech.com/>
- SMART FARM, 노르웨이, <https://www.smartfarm.no/downloads/>
- Rokach, L.; Maimon, O. (2005). "Top-down induction of decision trees classifiers-a survey". 《IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C》 35 (4): 476-487. doi:10.1109/TSMCC.2004.843247.
- Hyafil, Laurent; Rivest, RL (1976). "Constructing Optimal Binary Decision Trees is NP-complete". 《Information Processing Letters》 5 (1): 15-17. doi:10.1016/0020-0190(76)90095-8.
- Murthy S. (1998). Automatic construction of decision trees from data: A multidisciplinary survey. Data Mining and Knowledge Discovery
- Ben-Gal I. Dana A., Shkolnik N. and Singer (20). "Efficient Construction of Decision Trees by the Dual Information Distance Method" (PDF). Quality Technology & Quantitative Management (QTQM), 11(1), pp. 133-147.
- Deng,H.; Runger, G.; Tuv, E. (2011). 《Bias of importance measures for multi-valued attributes and solutions》. Proceedings of the 21st International Conference on Artificial Neural Networks (ICANN). pp. 293-300.
- <https://colah.github.io/posts/2014-07-Conv-Nets-Modular/>
- <http://colah.github.io/posts/2015-08-Understanding-LSTMs/>
- Leinweber, D. J. (2007). "Stupid data miner tricks". The Journal of Investing. 16: 15-22. doi:10.3905/joi.2007.681820.
- Tetko, I. V.; Livingstone, D. J.; Luik, A. I. (1995). "Neural network studies. 1. Comparison of Overfitting and Overtraining" (PDF). Journal of Chemical Information and Modeling. 35 (5): 826-833. doi:10.1021/ci00027a006.
- Tip 7: Minimize overfitting. Chicco, D. (December 2017). "Ten quick tips for machine learning in computational biology". BioData Mining. 10 (35): pp. 1-17. doi:10.1186/s13040-017-0155-3. PMC 5721660. PMID 29234465.

- <http://vision.stanford.edu/teaching/cs231n/>
- <https://developers.google.com/machine-learning/glossary/>
- <https://medium.com/neuronio/an-introduction-to-convlstm-55c9025563a7>
- <https://machinelearningmastery.com/deep-learning-models-for-human-activity-recognition/>
- Alhnaity, Bashar, et al, "Using Deep Learning to Predict Plant Growth and Yield in Greenhouse Environments", arXiv preprint arXiv:1907.00624, Jan. 2019.
- Lin, W. C., B. D. Hill, "Neural network modelling to predict weekly yields of sweet peppers in a commercial greenhouse", Canadian journal of plant science, vol. 88, No. 3, pp. 531-536, Jan. 2008.
- S. K. Kim, J. H. Lee and H. J. Lee, et al, "Development of Prediction Growth and Yield Models by Growing Degree Days in Hot Pepper", Protected Horticulture and Plant Factory, Vol. 26, No. 4, pp.424-430, Oct. 2018.
- J. H. Lee, H. J. Lee and S. K. Kim, et al, "Development of Growth Models as Affected by Cultivation Season and Transplanting Date and Estimation of Prediction Yield in Kimchi Cabbage", Protected Horticulture and Plant Factory, Vol. 26, No. 4, pp. 235-241, Oct. 2017.
- 나명환, 박유하, "스마트팜 데이터를 이용한 토마토 최적인자에 대한 연구", 한국데이터정보과학지, pp.1427-1435,2017.
- 이재한, 권준국, 무가온 시설 내 습도 관리 방법이 토마토 생육 및 수량에 미치는 영향, 한국생물환경조절학회, pp.296-298, 2006.
- Tenzin Chokey, Sarika Jain, "Quality Assessment of Crops using Machine Learning Techniques", IEEE, 2019
- Konstantinos, "Deep learning models for plant disease detection and diagnosis", Computers and Electronics in Agriculture Volume 145, pp. 311-318, February 2018,
- Q.Qin, K.shi, "Determining the Dominant Environmental Parameters for Greenhouse Tomato Seedling Growth Modeling Using Canonical Correlation Analysis", IFAC(International Federation of Automatic Control), pp.387-391, 2016

주 의

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