

319037
-01

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개()발간등록번호(O)
1세대 스마트 플랜트팜 산업화 사업 2020년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003231-01

표준기반 스마트 공정육묘 통합 관리시스템 산업화

2020.07.31.

주관연구기관 / (주)와이즈센싱
협동연구기관 / (주)헬퍼로보텍
협동연구기관 / 국립원예특작과학원
위탁연구기관 / 태진시스템

농 립 축 산 식 품 부
농림식품기술기획평가원

표준기반 스마트 공정육묘 통합관리시스템
산업화 최종보고서

2020

농림식품기술기획평가원
농 립 축 산 식 품 부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “표준기반 스마트 공정육묘 통합관리시스템 산업화”(개발기간 : 2019.01.22. ~ 2020.01.21.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2020.07.31.

주관 연구기관명 : (주)와이즈센싱

(대표자) 엄정식 (인)

협동1연구기관명 : (주)헬퍼로보틱

(대표자) 오창준 (인)

협동2연구기관명 : 국립원예특작과학원

(대표자) 황정환 (인)

위탁 연구기관명 : 태진시스템

(대표자) 김영남 (인)

주관 연구책임자 : 박진관

협동1연구책임자 : 오창준

협동2연구책임자 : 안세웅

위탁 연구책임자 : 김영남

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

| | | | | | |
|------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------------------|---|-------------------|
| 과제고유번호 | 319037-01 | 해 당 단 계 연 구 기 간 | 2019.01.22.~ 2020.01.21. | 단 계 구 분 | (1차년도)/ (1차년도) |
| 연구사업명 | 단 위 사 업 | 농식품기술개발사업 | | | |
| | 사 업 명 | 1세대 스마트 플랜트팜 산업화 | | | |
| 연구과제명 | 대 과 제 명 | (해당없음) | | | |
| | 세부 과제명 | 표준기반 스마트 공정육묘 통합관리시스템 산업화 | | | |
| 연구책임자 | 해당단계 참여연구원 수 | 총: 22명 내부: 22명 외부: 0명 | 해당단계 연구개발비 | 정부:450,000천원 민간:150,000천원 계:600,000천원 | |
| | 총 연구기간 참여연구원 수 | 총: 22명 내부: 22명 외부: 0명 | 총 연구개발비 | 정부:450,000천원 민간:150,000천원 계:600,000천원 | |
| 연구기관명 및 소속부서명 | (주)와이즈센싱 국립원예특작과학원 | | 참여기업명 (주)와이즈센싱 (주)헬퍼로보틱 | | |
| 국제공동연구 | 상대국명: - | | 상대국 연구기관명: - | | |
| 위탁연구 | 연구기관명: 태진시스템 | | 연구책임자: 김영남 | | |

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

| | |
|-------------------------|----|
| 연구개발성과의 보안등급 및 사유 | 일반 |
|-------------------------|----|

9대 성과 등록·기탁번호

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

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

| 구입기관 | 연구시설· 장비명 | 규격 (모델명) | 수량 | 구입연월일 | 구입가격 (천원) | 구입처 (전화) | 비고 (설치장소) | NTIS 등록번호 |
|------|--------------|-------------|-----|-------|--------------|-------------|--------------|--------------|
| | | | 해 당 | 사 항 | 없 음 | | | |
| | | | | | | | | |

요약

- 스마트 육묘 R&D 테스트 베드 구축(국립원예특작과학원 유리 온실)
- 스마트 육묘 기반 주문-생산-출하 관리 어플리케이션 개발
- 스마트 육묘 기반 자재 및 회계 관리 어플리케이션 개발
- 스마트 육묘 기반 생산 및 경영 관리 통합 어플리케이션 및 서비스 플랫폼 구축
- 스마트 육묘 기반 주문-생산-출하 진행 정보 모니터링 어플리케이션 개발
- 스마트 육묘 공정별 데이터 모니터링 프로그램 개발
- 스마트 육묘 생산이력 관리 프로그램 개발
- 스마트 육묘 생산이력 정보 수집 프로세스 모델 설계
- 스마트 육묘 생산이력 정보 수집 장치 시작품 제작
- 스마트 육묘 생산 및 경영 관리 통합 서비스 데이터베이스 모델 디자인

보고서
면수

59

<요약문>

| | | | | | |
|------------------------------------|---|-----------------------------|--------------------------|----------|-------------|
| <p>연구의 목적 및 내용</p> | <ul style="list-style-type: none"> ○ 스마트 육묘 생산 및 경영 관리 통합 서비스 소프트웨어 플랫폼 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 스마트 육묘 생산이력 정보 수집 관리 프로그램 개발 - 스마트 육묘 생산이력 정보 수집 프로세스 모델 설계 및 시작품 개발 - 스마트 육묘 생산 및 경영 관리 통합 서비스 플랫폼 및 DB 모델 설계 - 스마트 육묘 생산 및 경영 관리 통합관리시스템 플랫폼 및 어플리케이션 개발 | | | | |
| <p>연구개발성과</p> | <ul style="list-style-type: none"> - 스마트 육묘 R&D 테스트 베드 구축 - 스마트 육묘 기반 주문-생산-출하 관리 어플리케이션 개발 - 스마트 육묘 기반 자재 및 회계 관리 어플리케이션 개발 - 스마트 육묘 기반 생산 및 경영 관리 통합 어플리케이션 및 서비스 플랫폼 구축 - 스마트 육묘 기반 주문-생산-출하 진행 정보 모니터링 어플리케이션 개발 - 스마트 육묘 공정별 데이터 모니터링 프로그램 개발 - 스마트 육묘 생산이력 관리 프로그램 개발 - 스마트 육묘 생산이력 정보 수집 프로세스 모델 설계 - 스마트 육묘 생산이력 정보 수집 장치 시작품 제작 - 스마트 육묘 생산 및 경영 관리 통합 서비스(SaaS) 구성 모델 디자인 - 스마트 육묘 생산 및 경영 관리 통합 서비스 데이터베이스 모델 디자인 | | | | |
| <p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p> | <p>활용계획</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국가/민간의 스마트 육묘 연구 수행 및 결과물(장치 및 시스템) 실증 시험 수행 - 스마트 육묘 기술 보급을 위한 육묘 농가 및 청년 인재 양성 교육 수행 - 국가 및 민간의 스마트 육묘 기술 실증 시험 수행 <p>기대효과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 공정육묘 생산 관리를 위한 스마트 육묘 핵심기반 기술 개발 - 스마트 육묘 핵심 기술 및 장비 수출 기대 - 우량묘 연중 안정 생산을 위한 선진 육묘 기술 도입 정착 | | | | |
| <p>국문핵심어 (5개 이내)</p> | 스마트 | 공정육묘 | 생산관리 | 플랫폼 | 어플리케이션 |
| <p>영문핵심어 (5개 이내)</p> | smart | plug seedling production | production management | platform | application |

< 목 차 >

| | |
|-----------------------------|----|
| 1. 연구개발과제의 개요 | 6 |
| 2. 연구수행 내용 및 결과 | 14 |
| 3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 | 56 |
| 4. 연구결과의 활용 계획 등 | 57 |
| 붙임. 참고 문헌 | 59 |

<별첨 1> 연구개발보고서 초록

<별첨 2> 자체평가의견서

<별첨 3> 연구성과 활용계획서

1. 연구개발과제의 개요

1-1. 연구개발 목적

- 스마트 육묘 생산 및 경영 관리 통합 서비스 소프트웨어 플랫폼 구축
 - 스마트 육묘 생산 및 경영 관리 통합관리시스템 플랫폼 및 어플리케이션 개발
 - 스마트 육묘 생산이력 정보 수집 관리 프로그램 개발
 - 스마트 육묘 생산이력 정보 수집 프로세스 모델 설계 및 시작품 개발
 - 스마트 육묘 생산 및 경영 관리 통합 서비스 플랫폼 및 DB 모델 설계

1-2. 연구개발의 필요성

가. 연구개발의 개요

- 육묘는 농작물 생산의 전초 단계로 생산의 성패를 좌우할 만큼 중요하며, 육묘산업은 발전 가능성이 매우 큰 미래 성장 동력 산업으로서 육묘와 재배의 분업화·전문화를 유도할 수 있는 원천사업인 동시에 발아, 접목·활착, 생장조절 및 병해충 관리 등 재배관련 기술이 집대성되는 정밀산업임



[채소 접목묘 생산 공정]

- 육묘는 국내 공정육묘장의 면적은 1997년 약 20ha에서 2010년 159ha로 약 8배 정도로 확대되었으며, 향후 면적은 2015년 187ha, 2020년 224ha로 크게 증가할 전망이므로 육묘 시장 확대에 의한 우량묘 생산관리가 매우 중요함(KREI, 2011)
- 그러나, 기후변화, 인건비 및 농자재 값 상승으로 인한 생산비 증가와 농촌 고령화에 따른 인력 수급의 어려움과 네덜란드 등 선진국 대비 육묘 생산 자동화 기술 부족 및 낙후된 육묘 설비는 육묘산업 발전의 큰 걸림돌로 작용하고 있음



[기후변화]



[생산비 상승]



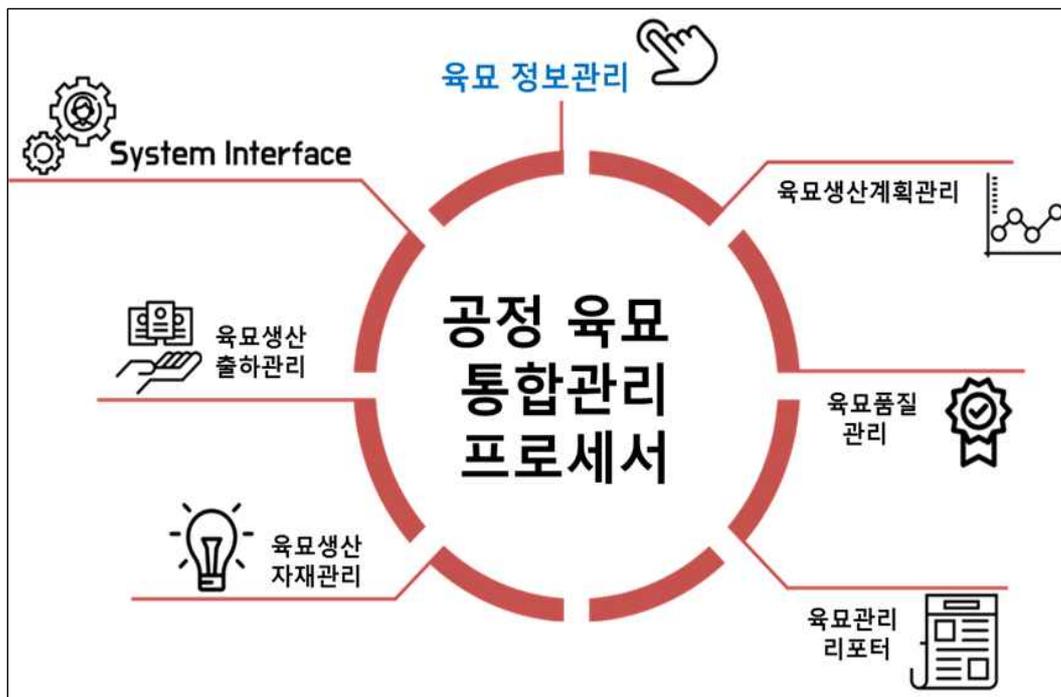
[인력수급 어려움]

- 현재 당면한 육묘산업의 문제점 해결과 지속적인 발전을 위해서는 4차 산업혁명 핵심 기술의 적용을 통한 육묘 생산성 및 자동화 향상이 가능한 지능형 스마트 육묘 기술 개발 필요

☞ 4차 산업혁명 기술 적용 스마트 육묘 가능 분야

| 구분 | 주요 적용 가능 분야 |
|----------|--|
| IoT | - 모종 생육 및 환경 정보 수집과 제어 ※ 센서 및 영상장치 활용 - RFID 칩 등 이용 모종 생산 이력 정보 수집 및 관리 |
| Cloud | - 모종 생육, 환경, 경영 정보 수집 및 관리 |
| Big Data | - 작물 수급 예측 가능 모종 생산 및 경영 정보 분석 |
| Mobile | - 스마트폰 기반 모종 생산 및 경영 관리 |
| AI(인공지능) | - 기계 학습 기반의 모종 생육, 시비·관수, 병해충 관리 |
| 로봇(자동화) | - 파종·접목·관수 작업 로봇화, 모종 이송 자율 주행 시스템 등 |

- (스마트 육묘 통합관리시스템 필요성) 육묘 현장에서 주문-생산-출하 기간 동안 발생하는 생산 및 경영 관리 정보의 효율적 관리를 통한 모종 생산비 절감 및 모종 생산 이력 정보 확보 등 육묘 생산 효율성 제고를 위해 스마트 육묘 요소 기술의 통합 연계 관리 서비스(SaaS) 플랫폼과 개별 요소 기술에 대한 어플리케이션 개발 필요
 - 육묘 주문관리시스템은 인력으로 관리하기 때문에 수동관리로 인한 혼종 발생
 - 육묘산업 등록제 도입으로 인한 전문교육이수 등 인력에 투자되는 비용을 절감
 - 인력 45%, 초과파종 25% 차지. 초기비용 투자로 최소 40%이상 절감 효과 기대
- 6-5 「표준기반 스마트 공정육묘 통합관리시스템 산업화」 연구 수행을 통해 스마트 육묘 구현 기본 S/W 플랫폼과 모종 생산관리 이력정보 시스템 기술을 개발하고자 함



[스마트 육묘 생산/경영 통합관리시스템 구성도 및 어플리케이션(안)]

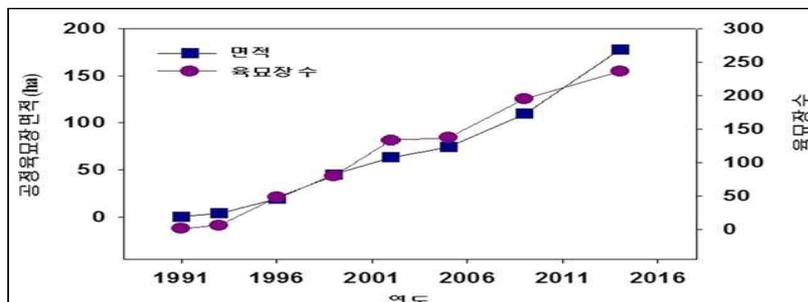


[스마트 육묘 생산/경영 통합관리시스템 구성도 및 어플리케이션(안)]

나 연구개발 대상의 국내·외 현황

1) 국내 기술 수준 및 시장 현황

- 국내 농업은 2014년 농림어업조사에 의하면 농가 고령화율은 2014년 12월 기준 39.1%로 전년도 보다 1.8% 높아졌으며 수입농산물 비중은 매년 증가하고 있고 전체 산업에서 농업의 비중은 계속 낮아지고 있는 실정임.
- 농촌경제연구원에 따르면 농업부문의 ICT융합기술 도입에 대하여 생산성 향상을 목적으로 전체 ICT 미도입 농가의 82.5%가 ICT의 유용성에 대해 긍정적으로 인식하고 있으며, 70.6%가 향후 ICT 도입 의향에 긍정적으로 답변하여 농업부문 ICT 도입은 향후 확대될 가능성이 높은 것으로 나타남
- 우리나라 채소 육묘는 작기 확대를 위한 자가 묘의 개별생산 형태에 의존하다 고품질의 다양한 작물의 묘를 공동 또는 집단으로 생산하는 형태에서 1990년대 초반부터 공정육묘 기술의 도입으로 농업의 전문화, 분업화 추세에 따라 육묘 시장은 최근 3년간 30% 성장함 * 국내 육묘시장 규모 : ('13) 2,420억원 → ('15) 3,881 → ('22P) 4,500



[국내 육묘장 수 및 면적 변화]

- 2016년 주요 채소 재배면적 기준 실생묘 104~190억주, 접목묘 4.7~9.3억주의 모종이

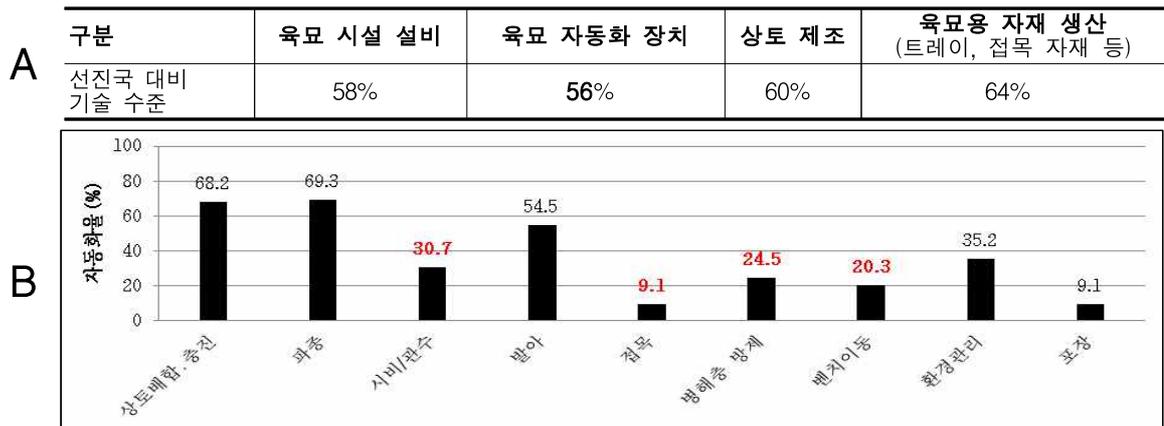
필요한 것으로 추정되고 있으며, 과채류의 접목묘 보급률은 수박 99%, 참외 98%, 오이 89%, 토마토 69%에 달함(농민신문, 2018). 이와 같은 접목묘 이용은 2015년 토양소독제인 메틸브로마이드의 사용이 전면 금지되면서 전 세계적으로 증가하는 추세임

| 작물 | 재배면적 (ha) | 육묘비율 (%) | 재식주수 (천주/ha) | 묘소요량(백만주) | | | | |
|-----------|-----------|----------|--------------|-------------|-------------|----------------------|---------|----------------|
| | | | | 실생묘율 | | 접목묘 | | |
| | | | | % | 주 | % | 주 | |
| 엽채류 | 배추 | 24,229 | 100 | 29.6-55.6 | 100 | 718-1,346 | 0 | 0 |
| | 양배추 | 6,765 | 100 | 29.6 | 100 | 200 | 0 | 0 |
| | 상추 | 3,387 | 100 | 27.8-33.3 | 100 | 94-113 | 0 | 0 |
| | 소계 | | | | | 1,012-1,659 | | |
| 과채류 | 수박 | 13,440 | 100 | 7.4-9.5 | 1 | 1 | 99 | 99-127 |
| | 참외 | 5,064 | 100 | 15.9-18.5 | 2 | 2 | 98 | 79-92 |
| | 오이 | 4,781 | 100 | 13.9-22.2 | 11 | 7-12 | 89 | 59-95 |
| | 호박 | 9,007 | 100 | 11.1-14.8 | 78 | 78-104 | 22 | 22-29 |
| | 멜론 | 1,498 | 100 | 11.4-15.6 | 91 | 15-21 | 9 | 2 |
| | 가지 | 720 | 100 | 25 | 59 | 11 | 41 | 7 |
| | 토마토 | 6,391 | 100 | 25-40 | 31 | 50-79 | 69 | 110-176 |
| | 고추 | 36,634 | 100 | 25-28.6 | 90 | 824-942 | 10 | 92-105 |
| | 파프리카 | 724 | 100 | 20.2 | 100 | 15 | 0 | 0 |
| 소계 | | | | | 1,003-1,187 | | 469-633 | |
| 인경채소 | 양파 | 19,896 | 100 | 333.3-666.7 | 100 | 6,632-13,264 | 0 | 0 |
| | 파 | 15,204 | 100 | 117.6-190.5 | 100 | 1,789-2,896 | 0 | 0 |
| | 소계 | | | | 100 | 8,421-16,160 | 0 | 0 |
| 총계 | | | | | | 10,436-19,006 | | 469-933 |

○ 정부의 육묘산업 발전대책 및 종자산업법 개정에 따른 우량묘 생산 필요성 증가하고 있음

* 2017년 12월 종자산업법개정(육묘 포함) 시행 : 육묘업 등록제, 품질 표시제 등

○ 하지만 육묘업 등록제 시행 초기로 인한 혼선 발생으로 인한 정책 제도적 측면과 육묘 전문 인력 부족, 시설불량, 환경제어, 병해충관리 기술 미흡, 기후변화 등의 문제로 육묘 산업 발전이 어려움을 겪고 있음(농민신문, 2018)

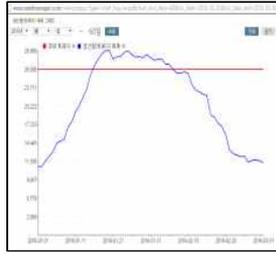


[선진국 대비 자동화 기술 수준(A) 및 국내 육묘장 자동화율(B)]

○ 따라서, 육묘 분야에서도 농가 고령화, 농가인구 및 농지 감소, 농업경쟁력약화, 기상 이변 등이 문제를 해결하기 위한 노력으로 ICT 적용을 추진 중이며 공정육묘 시장이 지속적으로 성장하는 가운데 교육, 친환경 인증, ICT 기술 접목, 수출 주도 등의 다양한 성공사례들이 출현하고 있음(RDA 인터러뱅 166호)



[모종 수출]



[생산관리 프로그램]

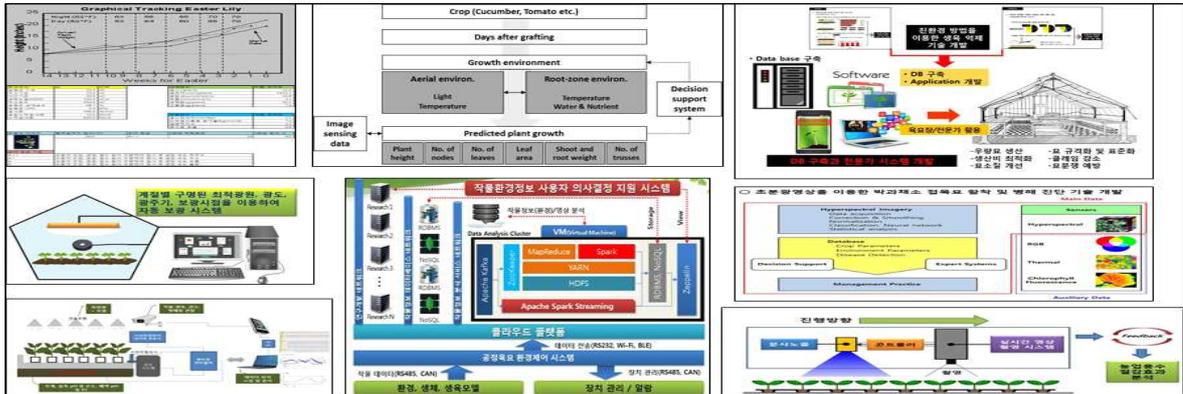


[LED 활착실]



[친환경 모종]

- 2017년부터 농촌진흥청을 중심으로 ICT 기술을 적용한 육묘 기술 개발을 위한 연구를 수행하였으나, 2018년 조기 종결에 따라 추가 연구 수행 필요



[농진청 ICT기반 공정육묘 연구과제 예상 성과물(안)]

- 2010년대부터 스마트팜, IoT 오픈 플랫폼, 어플리케이션 개발 등의 연구가 농업 분야에 활발히 수행되고 있으나, 공정육묘 분야의 연구는 부족한 실정임
 - 지능형 농업 서비스를 위한 iot 기반 온톨로지 활용 기술 연구(순천대학교, '14~17)
 - ICT융합 스마트 원예시설 산업화 모델 개발(국립농업과학원, '14~16)
 - ICT 시설원예 데이터 기반 복합환경제어기 기능개선 방안(한국시설원예ICT융복합협동조합, '15~16)
 - u-IT 융복합기술 기반의노지 과수 생산 관리 시스템 개발(서울대학교, '11~14)
 - 식물공장 내부 환경 센서 연동 저가형 모니터링시스템 개발(주)그린팩토리, '16)
 - 도시형 식물공장 구축지원을 위한 보급형 통합환경 제어 S/W 플랫폼 개발(한국전자통신연구원, '11~14)
 - 클라우드 기반 스마트팜 서비스 요구사항(정보통신단체표준(TTAS), '16)
 - 스마트팜 온실통합제어기와 센서-구동기통합 노드 간 통신 프로토콜(정보통신단체표준(TTAS), '16)
 - 도시농업활성화를 위한보급형 식물재배 시스템생산지원 체계(CMO)구축(숭실대학교, 2016)

2) 국외 기술 수준 및 시장 현황

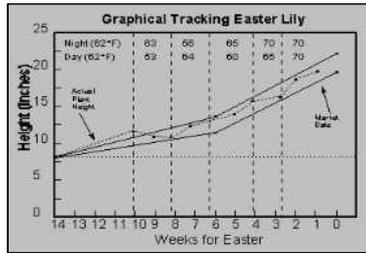
- 스마트 농업의 세계 수요는 연간 13%이상 성장해 대부분 중대형 농업기계를 중심으로 190조원 시장을 형성 할 것으로 예측되며, 육묘 공정에 특화된 스마트 기기개발을 통한 해외수출시장 진입 활성화가 기대됨
- 최근 해외 스마트 농업 개발 방향은 생육과정의 광, 온도, 습도 등 최적 환경 조건을

적외선 카메라와 같은 영상 기반의 생육정보 모니터링 및 센서와 결합된 최적의 생산관리시스템으로 진화하고 있음

- 기존 기술이 ICT와 결합되어 스마트 폰으로 생산조건을 제어하는 기술을 연구개발하고, 이를 양산할 수 있는 시스템 및 스마트 모니터링 시스템으로 발전
- 미국, 유럽 등에서는 시설원에 작물 생산 관리를 위한 초장 관리 및 출하시기 예측을 위해 작물 생육 모니터링 및 그래프추적법(Graphical Tracking) 등의 생산관리 프로그램이 널리 사용되고 있음



[시설원에 작물 관리 프로그램]

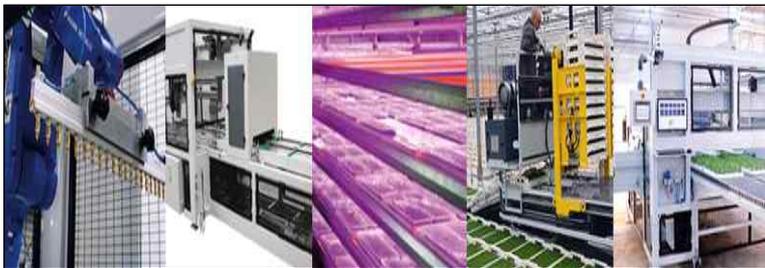


[백합 분화 생산 그래프 추적법]



[모종 생산 및 출하 관리 시스템]

- 네덜란드 및 유럽의 원예 산업 강국들은, 이미 육묘의 자동화 및 시설 고도화를 통하여 고품질의 우량 채소묘들을 가격 경쟁력이 있게 제공하고 있음



[네덜란드 육묘 전과정 자동화 장치]



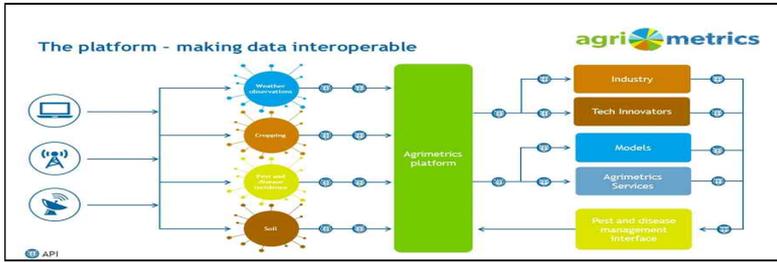
[모종 생산/출하 이력 시스템]

- 네덜란드 LetsGrow사는 토마토, 오이, 분화 등 시설원에 농가의 환경 및 수량 정보를 환경 센서 등을 이용하여 수집한 데이터를 온라인 플랫폼의 어플리케이션을 통해 분석하여 농가에 제공하여 생산성을 높이고 있음



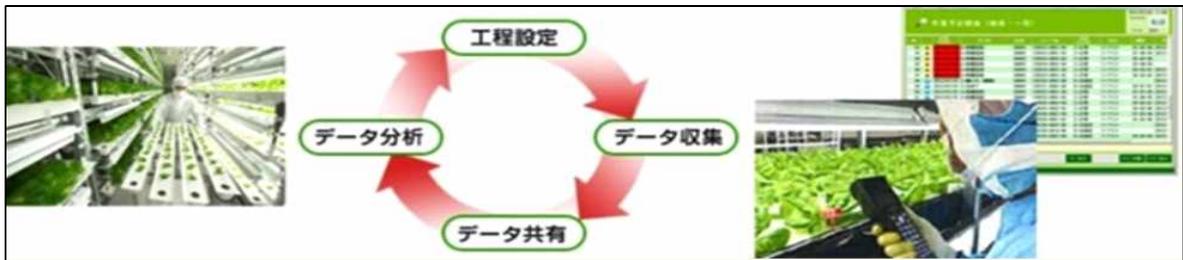
[LetsGrow사의 온라인 플랫폼 및 분석 서비스]

- 영국 Rothamsted Research는 agrimetircs 플랫폼을 통해 기상, 작물, 토양 등의 정보를 통합적으로 수집하고 분석하여, 산업, 기업체, 연구 등 각 분야별 섹터에 서비스를 제공하여 지속가능한 농업의 안전성과 생산성 등을 높이고 있음



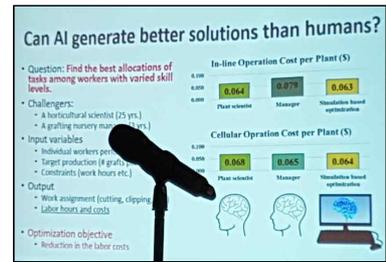
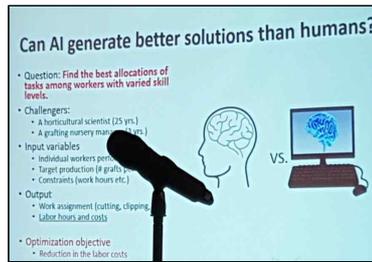
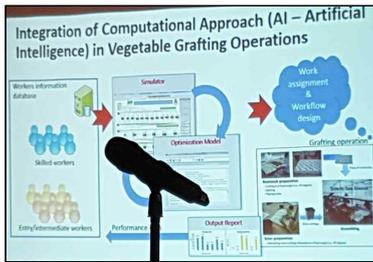
[영국 agrimetrics 클라우드 통합 플랫폼]

- 일본은 후지쯔, IBM, NEC, NTT 등 유수의 기업들이 농업분야에 ICT기술을 접목하여 다양한 서비스를 제공하고 있으며, 후지쯔의 농업관리 클라우드 서비스(아키사이), IBM의 농산물 이력추적 서비스, NEC의 M2M 기반 생육환경 감시 및 물류 서비스(Connexive) 등이 대표적인 사례임



[후지쯔 아키사이 농업관리 클라우드 서비스]

- 최근, 미국은 오하이오 주립대학교를 중심으로 접목묘 생산 효율 향상을 위한 AI 기반의 육묘 생산 시스템 개발을 구상하고 있음



[미국 오하이오 주립대학 AI 기반 접목묘 생산 시스템 연구]

1-3. 연구개발 범위

| 연도 | 수행 기관 | 개발 목표 | 주요 내용 | 비고 |
|-----------------|--------------------|---|--|--|
| 1차년도 (2019년) | 1세부(주관) (와이즈센싱) | 스마트 육묘 생산 및 경영 관리 통합관리시스템 플랫폼 및 어플리케이션 개발 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 스마트 육묘 기반 주문-생산-출하 관리 어플리케이션 개발 ○ 스마트 육묘 기반 자재 및 회계 관리 어플리케이션 개발 ○ 스마트 육묘 기반 생산 및 경영 관리 통합 어플리케이션 및 서비스 플랫폼 구축 | 1위탁 태진시스템과 협업 수행, 6-1 스마트 공정육묘 테스트베드 설계 및 육묘 생산관리 시스템 고도화 과제와 협업 수행 |
| | 1위탁 (태진시스템) | 스마트 육묘 생산이력 정보 수집 관리 프로그램 개발 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 스마트 육묘 기반 주문-생산-출하 진행 정보 모니터링 어플리케이션 개발 ○ 스마트 육묘 공정별 데이터 모니터링 프로그램 개발 ○ 스마트 육묘 생산이력 관리 프로그램 개발 | 주관과 협업 하여 수행 |
| | 1협동 (헬퍼로보텍) | 스마트 육묘 생산이력 정보 수집 프로세스 모델 설계 및 시작품 개발 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 스마트 육묘 생산이력 정보 수집 프로세스 모델 설계 ○ 스마트 육묘 생산이력 정보 수집 장치 시작품 제작 | 2협동과 협업 하여 생산이력 정보 모델 개발 |
| | 2협동 (국립원예특작과학원) | 스마트 육묘 생산 및 경영 관리 통합 서비스 플랫폼 및 DB 모델 설계 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 스마트 육묘 생산 및 경영 관리 통합 서비스(SaaS) 구성 모델 디자인 ○ 스마트 육묘 생산 및 경영 관리 통합 서비스 데이터베이스 모델 디자인 | 6-1 스마트 공정육묘 테스트베드 설계 및 육묘 생산관리 시스템 고도화 과제와 협업 수행 |

2. 연구수행 내용 및 결과

2-1. 스마트 육묘 생산 및 경영 통합관리시스템 플랫폼 및 어플리케이션 개발

- 현재, 국내 스마트팜의 진척 상황은 1세대 스마트팜 기술을 넘어 2세대 모델 기술 확립과 관련 기술이 보급되고 있는 상황으로, 주요한 1세대 스마트팜 기술 기반으로 수집된 정보의 모니터링, 가공 및 분석을 위한 생산관리 서비스 프로그램을 개발과 적용의 단계로 접어들고 있음
- 육묘 현장에서 주문-생산-출하 기간 동안 발생하는 생산 및 경영 관리 정보의 효율적 관리를 통한 모종 생산비 절감 및 모종 생산 이력 정보 확보 등 육묘 생산 효율성 제고를 위해 스마트 육묘 요소 기술의 통합 어플리케이션 및 서비스 플랫폼 개발을 진행함

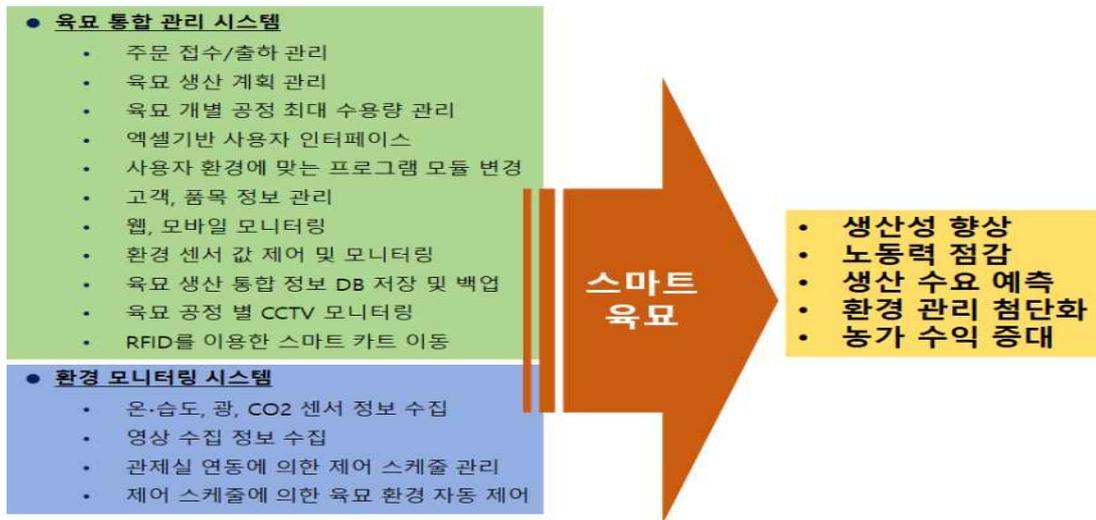


그림. 생산 및 경영 관리 통합 서비스 어플리케이션 및 플랫폼 주요 기능

가. 스마트 육묘 기반 주문-생산-출하 관리 어플리케이션 개발

- 주문정보관리는 고객의 주문정보를 접수할수있도록 프로그램을구성
- 사용자 편의성을 위하여 엑셀 기반의 인터페이스를 구현하여 편의성 도모
- 트레이수를 자동 산출하여 수용 가능 여부도 판단 하도록 설계(수용량 관리)
- 접수된 주문 정보의 진행현황을 주문별, 거래처별, 작목별로 조회
- 주문 및 생산 정보 관리 화면은 주문정보, 주문 CAPA 조회, 주문대비 진행 현황, 거래처별 주문 현황, 작목별 주문실적으로 구분되어 있음.
- 주문정보
 - 주문상태, 주문일, 육묘 방식, 작목, 품종, 단가, 트레이명을 선택적으로 입력할 수 있도록 프로그램을 구성함.
 - 주문상태: 확정, 육묘중
 - 주문일: 주문일자 및 출고 요청일
 - 육묘 방식: 점목, 실생
 - 작목: 수박, 고추, 오이, 토마토 등
 - 품종별: 다맛, 한강막, 등등

- 단가: 금액 입력
- 트레이명: 트레이 구수 입력 32구, 40구, 50구, 72구

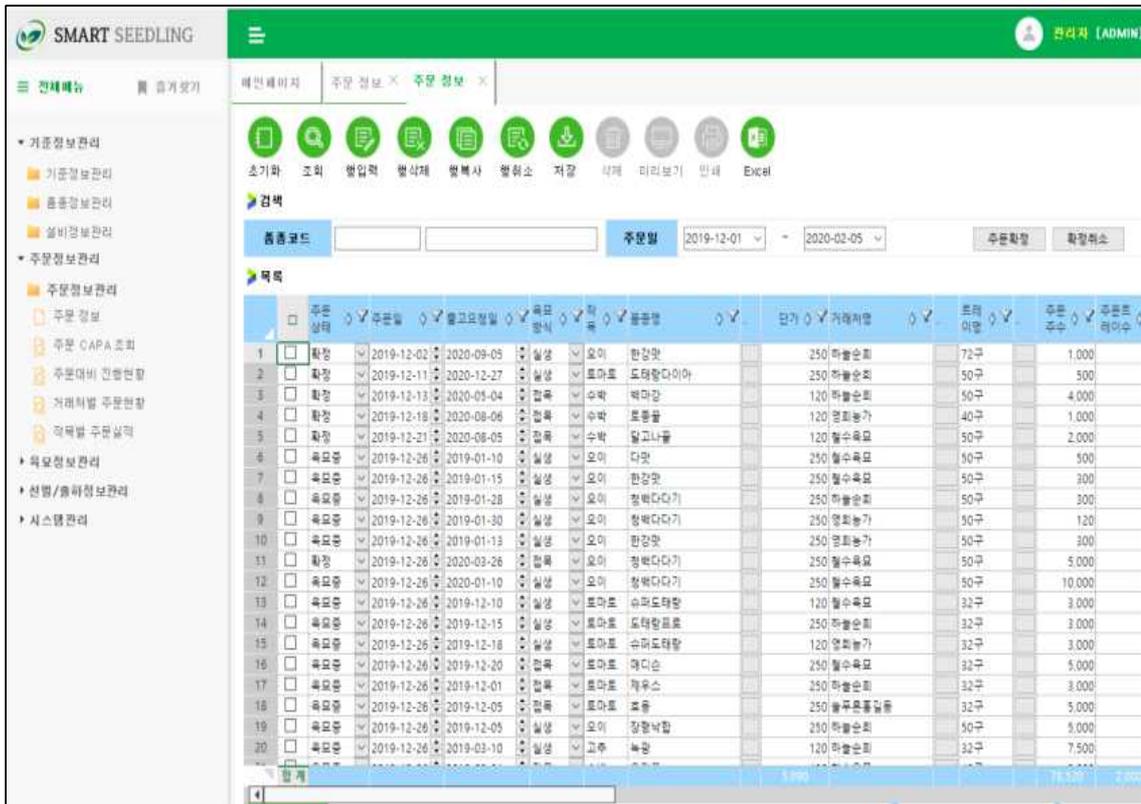


그림. 주문 등록화면 1

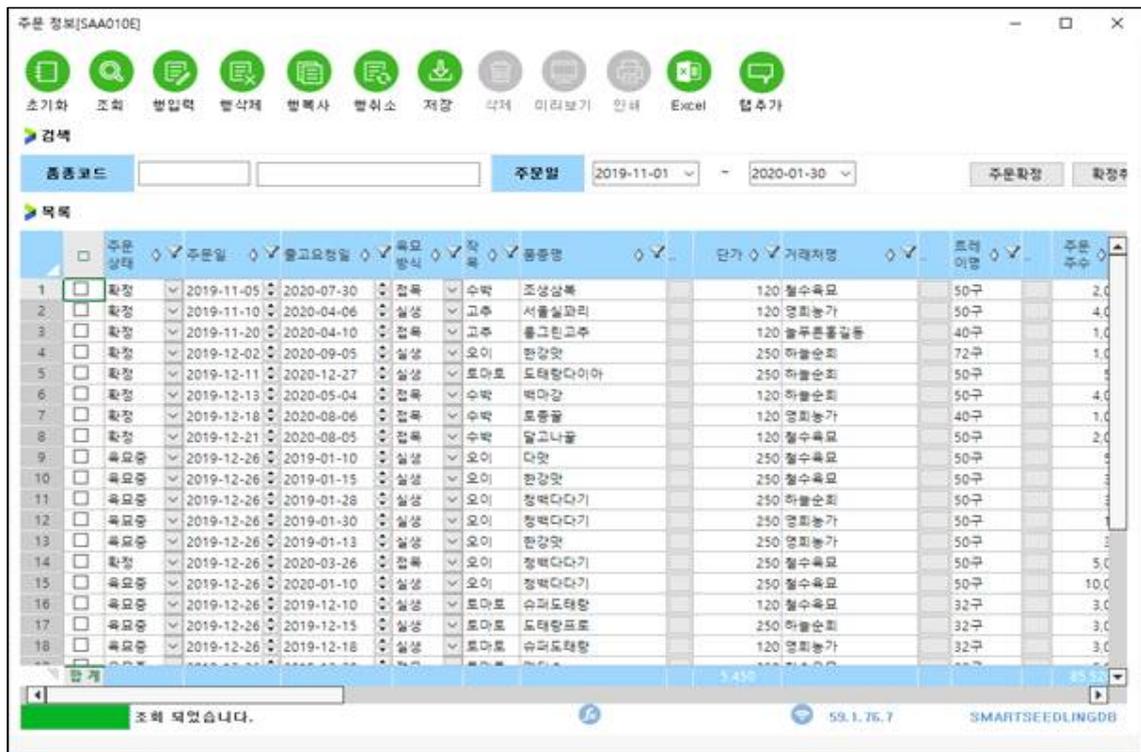


그림. 주문 등록화면 1

○ CAPA 정보

- 육묘장에서 수용 가능량에 대한 정보를 확인 할수 있음
- 년월: 년도, 월 정보 선택
- 공정: 발아, 1차 육묘, 접목, LED 활착, 2차육묘, 선별/출하 공정 들에 대한 수용 가능량에 대한 정보를 표시



그림. CAPA 정보 화면

○ 주문 대비 진행 현황

- 육묘장의 현재 주문 상태에 대한 정보를 확인 할수 있음
- 주문일별 조회기능
- 파종예정일, 파종시작일, 발아예정일, 발아시작일, 1차육묘일, 1차 육묘 시작일, 접목 예정일, 활착예정일, 활착 시작일, 2차 육묘 예정일, 2차 육묘 시작일, 출하 예정일에 대한 정보 조회 기능

| 주문번호 | 주문일 | 고객명 | 품종명 | 육묘방식 | 작업명 | |
|------|-------------|------------|------|--------|-----|-----|
| 1 | 20190626001 | 2019-06-26 | 황수육묘 | 정백다다기 | 완숙 | 오이 |
| 2 | 20190105001 | 2019-01-05 | 황수육묘 | 정백다다기 | 완숙 | 오이 |
| 3 | 20190115001 | 2019-01-15 | 양회농가 | 정백다다기 | 완숙 | 오이 |
| 4 | 20190210001 | 2019-02-10 | 하늘순회 | 상상다다기 | 완숙 | 오이 |
| 5 | 20190226001 | 2019-02-26 | 황수육묘 | 한강맛 | 완숙 | 오이 |
| 6 | 20191105001 | 2019-11-05 | 황수육묘 | 조상삼복 | 완숙 | 수박 |
| 7 | 20191110001 | 2019-11-10 | 양회농가 | 서울삼과리 | 실생 | 고추 |
| 8 | 20191120001 | 2019-11-20 | 농부농장 | 물그린고추 | 완숙 | 고추 |
| 9 | 20191202001 | 2019-12-02 | 하늘순회 | 한강맛 | 실생 | 오이 |
| 10 | 20191211001 | 2019-12-11 | 하늘순회 | 도태항다다기 | 실생 | 포마토 |
| 11 | 20191213001 | 2019-12-13 | 하늘순회 | 백다다기 | 완숙 | 수박 |
| 12 | 20191218001 | 2019-12-18 | 양회농가 | 토종종 | 완숙 | 수박 |
| 13 | 20191221001 | 2019-12-21 | 황수육묘 | 달고나물 | 완숙 | 수박 |
| 14 | 20191226001 | 2019-12-26 | 황수육묘 | 다만 | 실생 | 오이 |
| 15 | 20191226002 | 2019-12-26 | 황수육묘 | 한강맛 | 실생 | 오이 |
| 16 | 20191226003 | 2019-12-26 | 하늘순회 | 정백다다기 | 실생 | 오이 |
| 17 | 20191226004 | 2019-12-26 | 양회농가 | 정백다다기 | 실생 | 오이 |
| 18 | 20191226005 | 2019-12-26 | 양회농가 | 한강맛 | 실생 | 오이 |
| 19 | 20191226006 | 2019-12-26 | 황수육묘 | 정백다다기 | 완숙 | 오이 |
| 20 | 20191226007 | 2019-12-26 | 황수육묘 | 정백다다기 | 실생 | 오이 |
| 21 | 20191226008 | 2019-12-26 | 황수육묘 | 슈퍼도태란 | 실생 | 포마토 |
| 22 | 20191226009 | 2019.12.26 | 하늘순회 | 도태항다다기 | 실생 | 포마토 |

그림. 주문대비 진행 현황 - 거래처별 주문 조회 화면

SMART SEEDLING

관리자 [ADMIN]

주문대비 진행 현황

기간: 2019-12-02 ~ 2019-12-27

| 번호 | 주문번호 | 거래처코드 | 거래처명 | 품목명 | 수량 | 단가 | 총액 | 주문일자 | 납기일자 | 잔액 | |
|----|-------------|----------|------|-----|----------|--------|-----|------|------------|------------|------------|
| 1 | 20191202001 | CUST0003 | 하늘순회 | 실생 | ITEM0003 | 한강맛 | 14 | 17 | 2020-08-14 | 2020-08-14 | 2020-08-16 |
| 2 | 20191211001 | CUST0003 | 하늘순회 | 실생 | ITEM0013 | 도라향다리아 | 10 | 12 | 2020-11-07 | 2020-11-07 | 2020-11-09 |
| 3 | 20191213001 | CUST0003 | 하늘순회 | 합육 | ITEM0026 | 백마당 | 80 | 200 | 2020-03-31 | 2020-03-31 | 2020-04-02 |
| 4 | 20191213001 | CUST0003 | 하늘순회 | 합육 | ITEM0048 | 오목고 | 80 | 200 | 2020-04-21 | 2020-04-21 | 2020-04-23 |
| 5 | 20191218001 | CUST0004 | 영희농가 | 합육 | ITEM0027 | 통통물 | 25 | 63 | 2020-07-06 | 2020-07-06 | 2020-07-08 |
| 6 | 20191218001 | CUST0004 | 영희농가 | 합육 | ITEM0048 | 오목고 | 25 | 63 | 2020-07-27 | 2020-07-27 | 2020-07-29 |
| 7 | 20191221001 | CUST0002 | 철수육묘 | 합육 | ITEM0039 | 달고나물 | 40 | 100 | 2020-07-05 | 2020-07-05 | 2020-07-07 |
| 8 | 20191221001 | CUST0002 | 철수육묘 | 합육 | ITEM0047 | 홍장순 | 40 | 100 | 2020-07-26 | 2020-07-26 | 2020-07-28 |
| 9 | 20191226001 | CUST0002 | 철수육묘 | 실생 | ITEM0002 | 다랑 | 10 | 12 | 2018-12-14 | 2019-12-27 | 2018-12-14 |
| 10 | 20191226002 | CUST0002 | 철수육묘 | 실생 | ITEM0003 | 한강맛 | 6 | 8 | 2018-12-19 | 2019-12-27 | 2018-12-19 |
| 11 | 20191226003 | CUST0002 | 철수육묘 | 실생 | ITEM0004 | 청학다다기 | 6 | 8 | 2019-01-02 | 2019-12-27 | 2019-01-02 |
| 12 | 20191226004 | CUST0004 | 영희농가 | 실생 | ITEM0004 | 청학다다기 | 3 | 3 | 2019-01-04 | 2019-12-27 | 2019-01-04 |
| 13 | 20191226005 | CUST0004 | 영희농가 | 실생 | ITEM0003 | 한강맛 | 6 | 8 | 2018-12-17 | 2019-12-27 | 2018-12-19 |
| 14 | 20191226006 | CUST0002 | 철수육묘 | 합육 | ITEM0004 | 청학다다기 | 100 | 120 | 2020-03-04 | 2020-03-04 | 2020-03-06 |
| 15 | 20191226006 | CUST0002 | 철수육묘 | 합육 | ITEM0043 | 장순 | 100 | 120 | 2020-03-15 | 2020-03-15 | 2020-03-17 |
| 16 | 20191226007 | CUST0002 | 철수육묘 | 실생 | ITEM0004 | 청학다다기 | 200 | 240 | 2019-12-14 | 2019-12-27 | 2019-12-14 |
| 17 | 20191226008 | CUST0002 | 철수육묘 | 실생 | ITEM0011 | 슈퍼도라향 | 94 | 235 | 2019-10-23 | 2019-12-27 | 2019-10-23 |
| 18 | 20191226009 | CUST0003 | 하늘순회 | 실생 | ITEM0012 | 도라향프루 | 94 | 113 | 2019-10-28 | 2019-12-27 | 2019-10-28 |
| 19 | 20191226010 | CUST0004 | 영희농가 | 실생 | ITEM0011 | 슈퍼도라향 | 94 | 235 | 2019-10-29 | 2019-12-27 | 2019-10-30 |
| 20 | 20191226011 | CUST0002 | 철수육묘 | 합육 | ITEM0017 | 매디슨 | 157 | 188 | 2019-10-03 | 2019-12-27 | 2019-10-03 |

그림. 주문대비 진행 현황

○ 거래처별 주문 현황

- 거래처별 주문 현황 및 주문 금액에 대한 정보 확인
- 기간 검색, 거래처 검색 기능
- 거래처명, 품종명, 주문량, 주문 금액에 대하여 확인

SMART SEEDLING

관리자 [ADMIN]

거래처별 주문 현황

기간: 2019-12-02 ~ 2019-12-31

| 번호 | 거래처코드 | 거래처명 | 품종명 | 수량 | 단가 | 주문금액 | | |
|----|----------|--------|----------|-----|----------|--------|--------|-----------|
| 1 | CUST0001 | 농우촌통밀종 | ITEM0001 | 통밀종 | ITEM0014 | 홍용 | 5,000 | 1,250,000 |
| 2 | CUST0002 | 철수육묘 | ITEM0003 | 슈박 | ITEM0029 | 우리골 | 3,000 | 0 |
| 3 | CUST0002 | 철수육묘 | ITEM0003 | 슈박 | ITEM0030 | 달고나물 | 2,000 | 0 |
| 4 | CUST0002 | 철수육묘 | ITEM0002 | 오미 | ITEM0002 | 다랑 | 500 | 0 |
| 5 | CUST0002 | 철수육묘 | ITEM0002 | 오미 | ITEM0003 | 한강맛 | 300 | 0 |
| 6 | CUST0002 | 철수육묘 | ITEM0002 | 오미 | ITEM0004 | 청학다다기 | 15,000 | 0 |
| 7 | CUST0002 | 철수육묘 | ITEM0001 | 프루트 | ITEM0011 | 슈퍼도라향 | 3,000 | 360,000 |
| 8 | CUST0002 | 철수육묘 | ITEM0001 | 프루트 | ITEM0012 | 도라향프루 | 3,000 | 0 |
| 9 | CUST0002 | 철수육묘 | ITEM0001 | 프루트 | ITEM0016 | 매디슨 | 3,000 | 0 |
| 10 | CUST0002 | 철수육묘 | ITEM0001 | 프루트 | ITEM0017 | 매디슨 | 5,000 | 1,250,000 |
| 11 | CUST0003 | 하늘순회 | ITEM0004 | 구수 | ITEM0031 | 복합 | 7,500 | 0 |
| 12 | CUST0003 | 하늘순회 | ITEM0003 | 슈박 | ITEM0026 | 백마당 | 4,000 | 0 |
| 13 | CUST0003 | 하늘순회 | ITEM0002 | 오미 | ITEM0003 | 한강맛 | 1,000 | 0 |
| 14 | CUST0003 | 하늘순회 | ITEM0002 | 오미 | ITEM0004 | 청학다다기 | 300 | 0 |
| 15 | CUST0003 | 하늘순회 | ITEM0002 | 오미 | ITEM0008 | 장황나물 | 5,000 | 0 |
| 16 | CUST0003 | 하늘순회 | ITEM0001 | 프루트 | ITEM0012 | 도라향프루 | 3,000 | 750,000 |
| 17 | CUST0003 | 하늘순회 | ITEM0001 | 프루트 | ITEM0013 | 도라향다리아 | 10,500 | 0 |
| 18 | CUST0003 | 하늘순회 | ITEM0001 | 프루트 | ITEM0020 | 계우스 | 3,000 | 750,000 |
| 19 | CUST0004 | 영희농가 | ITEM0003 | 슈박 | ITEM0027 | 통통물 | 1,000 | 0 |
| 20 | CUST0004 | 영희농가 | ITEM0002 | 오미 | ITEM0003 | 한강맛 | 300 | 0 |
| 21 | CUST0004 | 영희농가 | ITEM0002 | 오미 | ITEM0004 | 청학다다기 | 120 | 0 |

그림. 거래처별 주문 현황

거래처 POPUP

변환: 코드순 코드명순 숨김열 보기

조회 확인 취소

| 번호 | 거래처 | 거래처명 | 우편번호 | 대표자 | 주소 | 사업자등록번호 |
|----|----------|--------|------|-----|----|---------|
| 1 | CUST0001 | 농우촌통밀종 | | 홍일종 | 서울 | |
| 2 | CUST0002 | 철수육묘 | | 김철수 | 경기 | |
| 3 | CUST0003 | 하늘순회 | | 김순희 | 충남 | |
| 4 | CUST0004 | 영희농가 | | 이은희 | 부산 | |

그림. 거래처별 주문 현황 - PUPUP 검색기능

○ 작목별 주문 실적

- 개별 작목별로 주문 상태에 대한 정보를 확인
- 기간 검색, 작목 선택 기능을 제공함

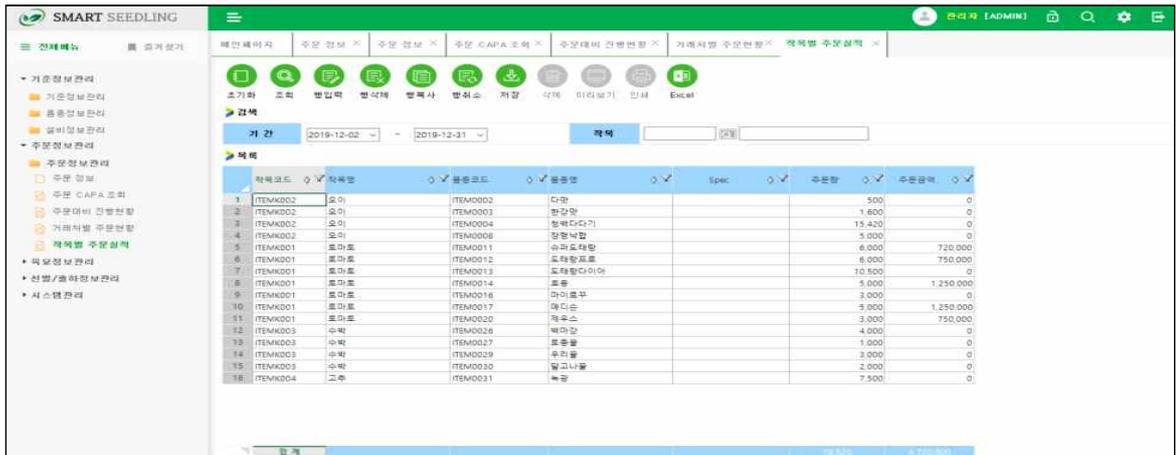


그림. 작목별 주문 실적

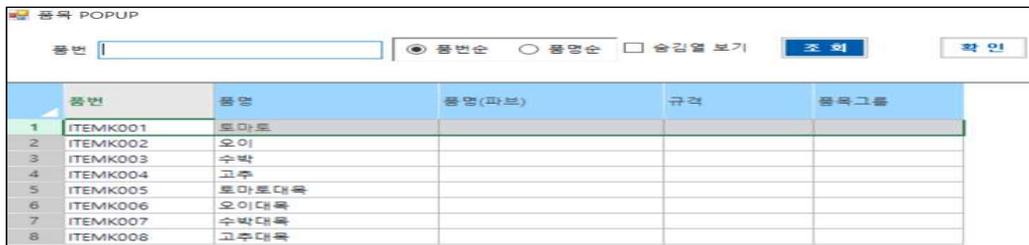


그림. 작목별 주문 실적

○ 선별/출하정보관리

- 주문시 등록된 출하일 정보를 기준으로 정보가 조회
- 이 정보중 생산이 완료된 정보를 선택하여 출하량을 입력하고 출하등록
- 저장된 주문정보들을 이용해 파종 대비 출하율을 산출

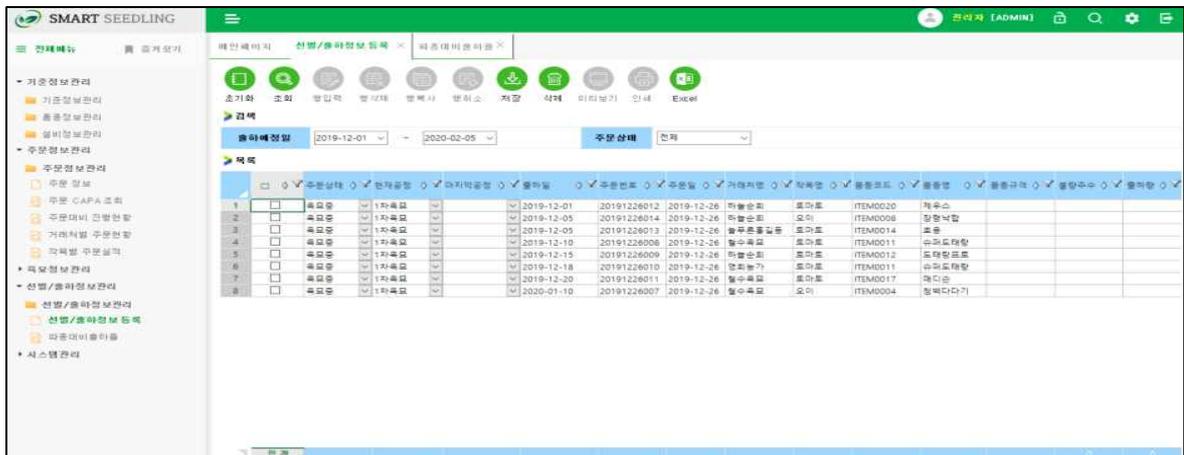


그림. 선별 출하 정보 관리

실시간 주문목록, 출하목록, 고객목록, 입출금 목록, 주문 및 납품 현황 확인 가능 시스템 구축
 ※ 국립원예특작과학원 스마트 육묘 테스트 베드 적용

나. 스마트 육묘 기반 자재 및 회계 관리 어플리케이션 개발

- 금번 수행에서는 회계정보 관리에 중점을 두지 않고 스마트 공정의 데이터 수집 및 육묘의 이동경로, 육묘의 재고 및 생산 수량에 주된 목표로 하여 작업을 진행하였으며 향후 회계정보와 연동할 수 있는 데이터베이스 및 프로그램 기반을 마련함
- 시설 정보관리
 - 시설의 기준 정보를 조회 및 등록 관리
 - 시설명, 시설구조, 제조업체, 시설면적, 시설담당자 등을 확인 및 등록



그림. 시설 정보 관리

○ 공통 코드 정보

- 공통으로 적용되는 항목들에 대한 기본 코드 정보 등록
- 주코드와 부코드로 구분함
- 공정의 경우 파종, 발아, 1차육묘, 접목, LED 활착, 2차 육묘, 선별출하등으로 구분

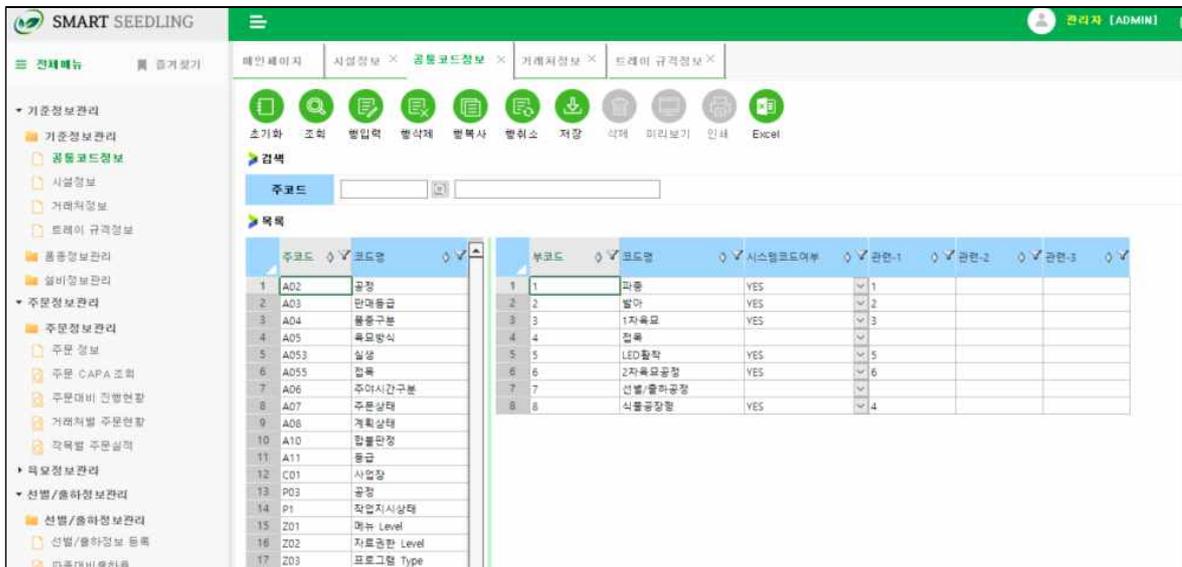


그림. 공통 코드 정보

○ 거래처 정보

- 거래처의 기본 정보 등록하는 기능
- 사업자번호, 주소, 판매등급, 등록일자를 확인



그림. 거래처 정보

○ 트레이 규격정보

- 육묘현장에서 사용하는 트레이의 규격정보를 설정
- 32구 40구 50구, 72구에 대하여 기본 설정으로 등록



그림. 트레이 규격 정보

○ 작목 정보 관리

- 토마토, 오이, 수박, 고추 등과 같은 작목의 기본 정보를 등록



그림. 작목 정보 관리

○ 품종 정보 관리

- 작물의 품종정보를 등록 및 관리

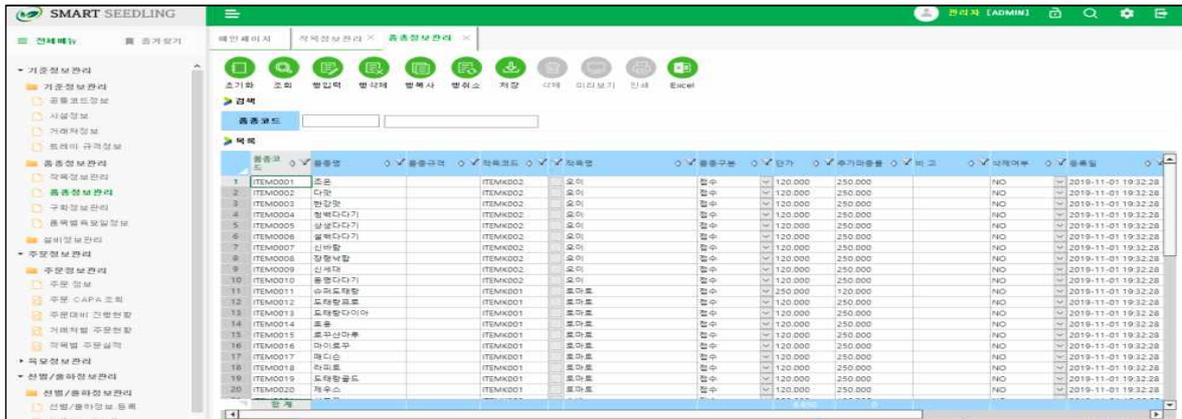


그림. 품종 정보 관리

○ 구획 정보 관리

- 육묘장의 기본 구획정보를 등록 및 조회



그림. 구획 정보 관리

○ 품목별 육묘일 정보

- 육묘장에서 사용하는 품목들의 시작일과 종료일 기준으로 등록 및 조회

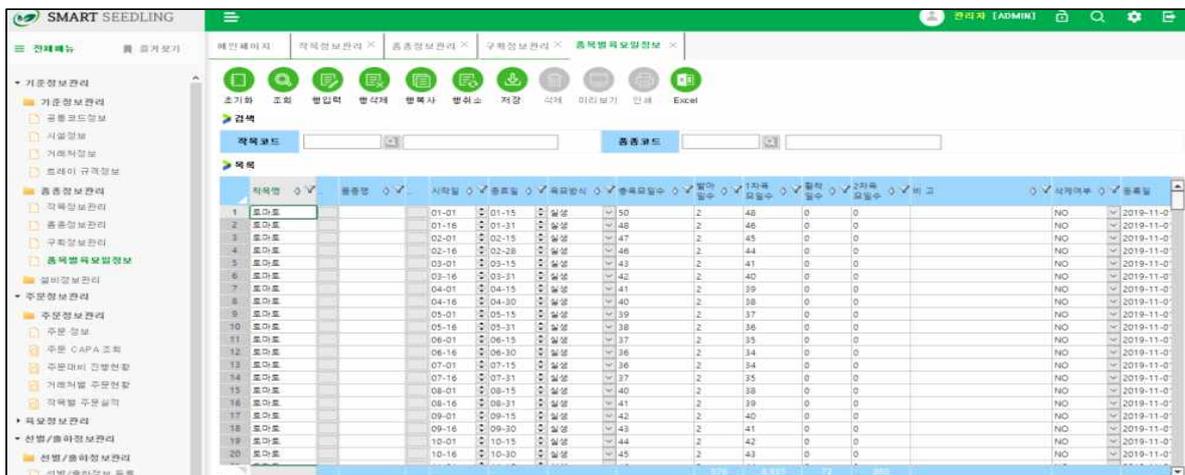


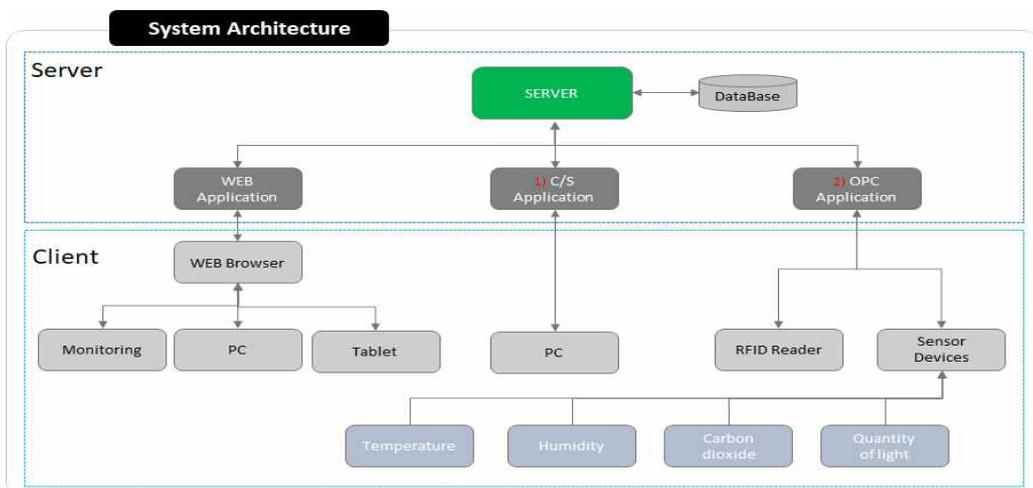
그림. 품목별 육묘일 정보



그림. 생산 및 경영 관리 통합 서비스 플랫폼

(2) 통합관리 어플리케이션 구성

- 스마트 육묘 생산이력 정보 수집 관리 프로그램은 데이터베이스와 웹서비스가 운영되는 서버와 어플리케이션을 운영하는 클라이언트로 구분할 수 있음. 서버에는 MSSQL을 사용하여 데이터베이스를 구성하였고 모든 입력 및 수집 데이터가 서버에 저장되도록 시스템을 설계
- 스마트 육묘 생산 및 경영 관리 통합 시스템 플랫폼 및 어플리케이션 시스템 구조는 아래 항목과 같이 구현
 - WEB Application: 웹브라우저 기반의 원격 모니터링 프로그램
 - C/S(Clint And Server) application: PC 기반의 정보관리 프로그램
 - OPC application: 센서 정보, 영상정보, RFID 정보 수집



1) C/S(Client And Server) : 프로그램은 Client의 영역에서 구동되고 Data는 Server 영역에서 관리되는 방식
 2) OPC(OLC for Process Control) : 장치 또는 어플리케이션간의 데이터를 보내야 하는지를 정의한 기술표준

그림. 스마트 육묘 생산 및 경영 관리 통합 시스템 플랫폼 및 어플리케이션 시스템 구조

① WEB Application

- 원격으로 PC, 태블릿, 스마트폰등을 이용하여 원격 연동
- 종합 현황: 연간 주문 현황 상태, 이번주 파종 계획그 육묘 환경 상태 정보, 금번달 출하 현황등의 상태를 모니터링.
- 주문관리: 매월 주문 상태 현황을 실시간으로 모니터링
- 육묘 현황: 파종실, 발아실, 1차 육묘장, 2차 육묘장, LED 확착실의 육묘의 현황을 모니터링
- 환경정보의 상태정보 확인: 발아실, LED확착실, 1차육묘장, 2차 육묘장의 환경 센서 정보값을 모니터링



그림. WEB Application - 종합 현황



그림. WEB Application - 육묘 현황

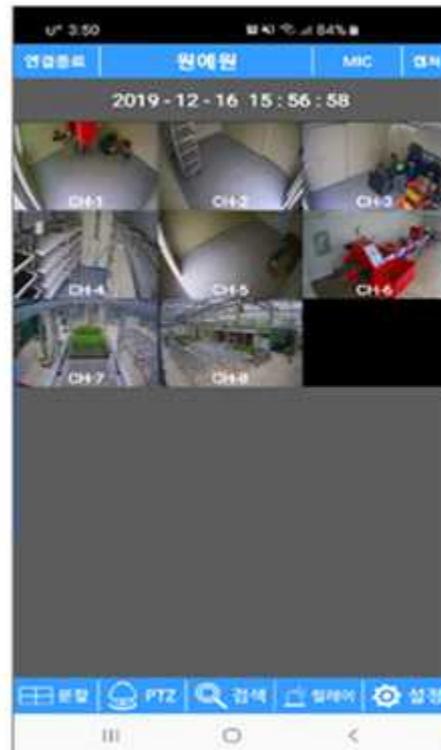


그림. WEB Application - 모바일, CCTV 모니터링

② C/S(Clnt And Server) application

- 윈도우 기반의 PC 프로그램으로 작성하였으며 프로그램 설치 후 서버의 DB와 연동되어 개별 기능을 수행하도록 프로그램
- 기준정보관리: 공통코드 정보, 육묘장정보, 고객정보, 품목정보, 트레이규격정보, 육묘일 정보, 스마트 카트 정보, 공정 CAPA(수용량)정보
- 주문정보관리: 고객 주문 관리, CAPA현황, 주문 확정 등록, 주문현황 관리
- 육묘장 관리: 파종 계획, 파종 현황, 발아 현황, 발아 완료 예정 현황, 1차 육묘현황, 1차 육묘 예정 현황, 접목현황, 활착 현황, 활착 예정 현황, 2차 육묘 현황, 공정별 불량 등록
- 포장 출하관리: 출하계획 관리, 출하 내역 정보, 납기지연현황
- 모니터링: 전체 현황, 주문현황, 파종 계획 현황, 발아 현황, 1차 육묘 현황, 접목현황, 활착 현황, 2차 육묘현황, 포장/출하 현황



그림. 통합 서비스 어플리케이션 기능 구분



그림. 로그인 화면

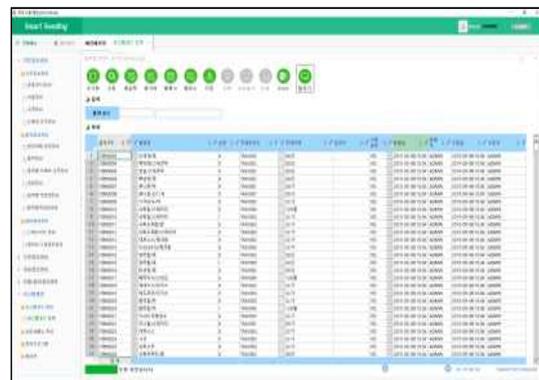


그림. 프로그램 구동 화면

(3) 통합관리 어플리케이션 구성

- 환경모니터링 장치는 태양광을 이용한 시스템과 AC전원을 이용한 시스템을 개발 및 테스트 베드에 적용하였으며 환경 모니터링 제어장치는 발아실, LED 접목활착실에 적용하여 온도, 습도, 광량의 환경을 서버와 연동하여 제어할수 있도록 시스템을 개발하여 테스트베드에 적용하여 운영함



그림. 환경 모니터링 및 제어 장치

- 1차육묘, 초기 생육 환경의 테스트 베드에 설치된 환경모니터링 장치 온도, 습도, CO2, 광량의 값을 모니터링 하는 장치이며 측정된 센서값은 10분 주기로 서버에 전송하도록 프로그래밍되어 있음.



그림. 환경 모니터링 장치

- 협동 기관 헬퍼로보틱과 연계하여 발아실, LED 접목 활착실에 적용된 환경 모니터링 및 제어 장치는 서버와 연동되어 서버에 입력된 제어 스케줄을 입력받아 자동으로 온도, 습도, 광량을 제어 및 모니터링 하는 장치이며 외부 Relay출력은 온도, 습도제어, 광량 접점 제어 이용되며 DAC출력 기능을 이용하여 LED 광량을 제어 할수있도록 제작

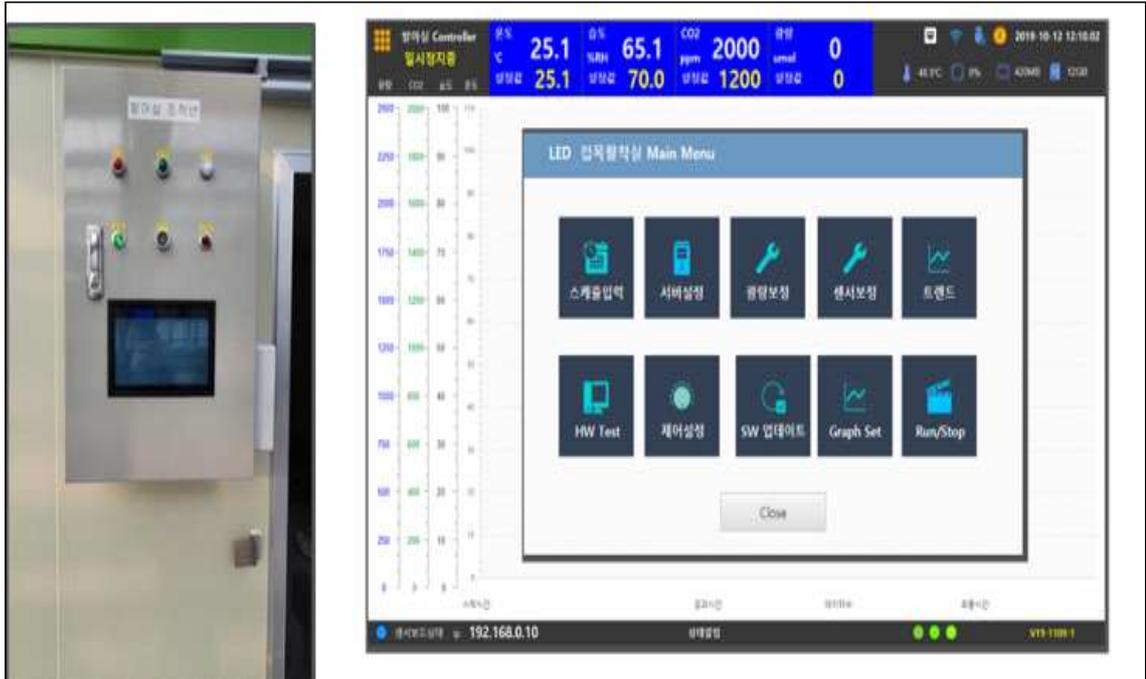


그림. 환경 모니터링 및 제어장치

- 환경 모니터링 및 제어 장치와 관제실, 환경 센서와의 통신 연결 방법은 아래 그림과같이 Modbus 485 통신과 TCP/IP 통신을 이용하도록 설계하였으며 환경센서에서 출력되는 디지털 센서 정보(RS-485)와 아날로그센서정보를 임베디드 Panel PC에서 수집하여 관제실 서버로 데이터를 전달.

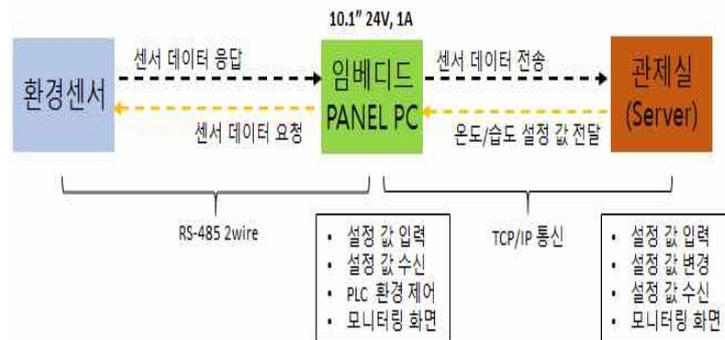


그림. 환경 모니터링 및 제어 장치 관제실 연동 방법

(4) RFID, 센서 데이터 모니터링 및 수집

- RFID, 센서 정보를 수집하기 위하여 개별 공정별로 ID를 부여하여 데이터 개별 공정 구분 및 센서 항목을 지정하여 TCP 통신을 이용하여 서버로 데이터를 수집하는 기능용 개발 하였으며 테스트 베드에서 테스트를 진행

- 연동 되는 공정은 발아실, 1차육묘, 접목 작업실, 활착실, 2차육묘, 포장 출하실에서 환경 정보, 제어 정보데이터를 수집
- 6-1과제 협동기관인 아세아항측에서 개발된 영상처리된 결과값은 DB에 직접 연동되어 데이터를 저장함.

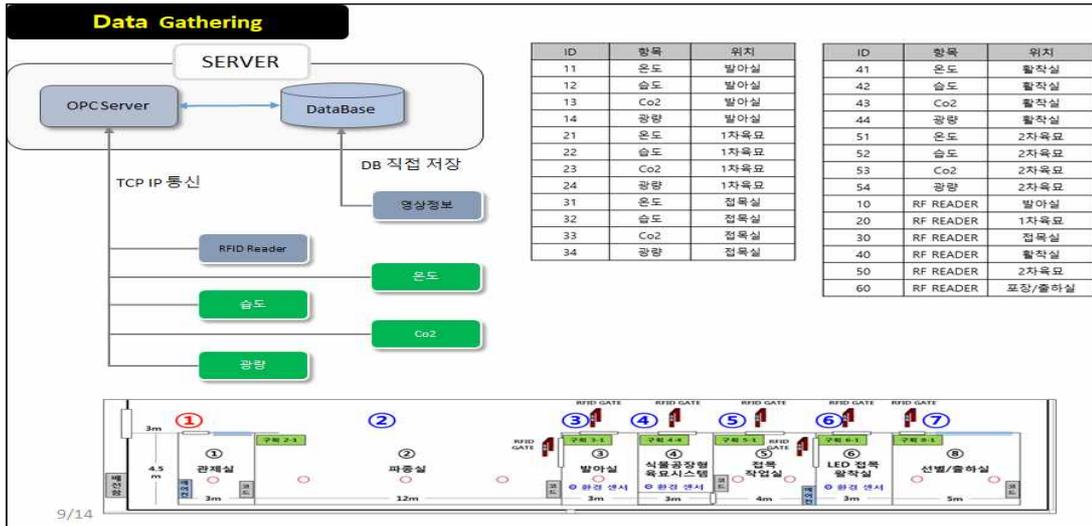


그림. 데이터 수집 구조 및 개별 공정 ID 및 수집 데이터 항목

(5) 테스트베드 구축

- 국립원예 특작 과학원의 유리온실에 테스트 베드 환경을 구축하여 통합 서비스 플랫폼테스트를 진행
- 테스트 베드 개별 공정에 내부 인터넷 망과 무선망을 구축하여 환경 센서 정보, RFID 정보, 영상 정보 처리 결과값을 수집
- 1차 육묘, 2차육묘, 초기정식, 발아실, 활착실에서 온도, 습도, 광, CO2 센서 정보 수집
- CCTV 모니터링 환경 구축: 개별 공정 및 전체 테스트 베드 모니터링
- 육묘 생산 정보 모니터링 할 수 있는 관제실 구축

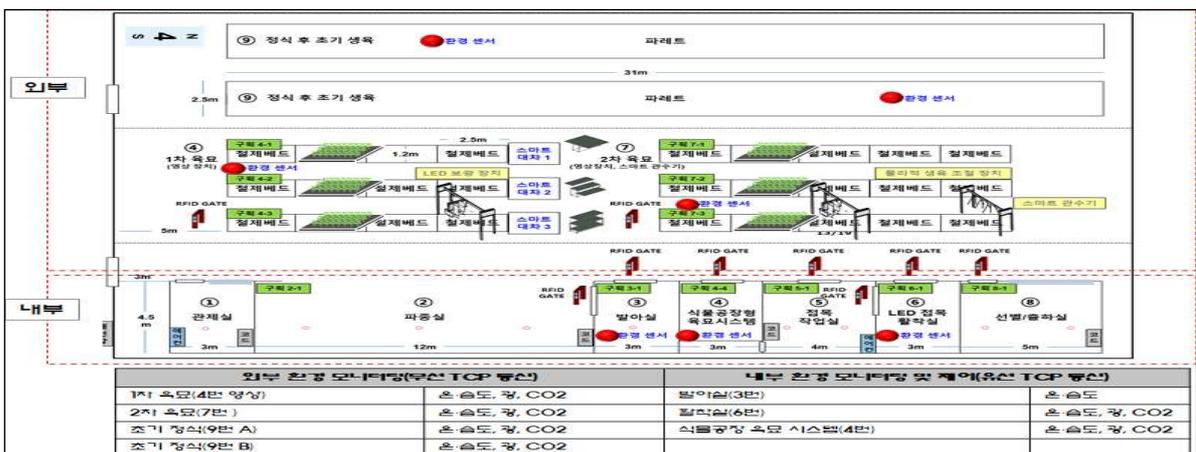


그림. 국립원예 특작과학원 유리온리 테스트 베드 구조

○ 통신 환경 구성

- 메인인터넷 선은 관제실로 연결되며 관제실 내부의 스위칭 허버를 통하여 개별 공정에

무선 및 유선 인터넷 환경을 제공함

- 테스트 베드 통신 환경 구성에서 1차 육묘장, 2차 육묘장은 무선 통신 환경을 구성
- 발아실, 접목활착실은 관제실과 유선 환경 구성



그림. 테스트베드 통신 환경 구성

○ 관제실

- 스마트 육묘 통합 관리 어플리케이션 및 서비스 테스트 베드를 국립원예특과과학원 테스트 베드에 적용하였으며 관제실은 CCTV모니터링, 통합모니터링(웹어플리케이션), 사용자 기반의 육묘 생산 출하, 자재, 회계 관리 어플리케이션 구동 PC, 통합 서버를 구축하여 테스트를 진행함.



그림. 국립원예특과과학원 테스트 베드 관제실

○ CCTV 모니터링



그림. CCTV 구역 전체



그림. 영상 판별 시스템



그림. 테스트 베드



그림. 파종실

○ 사용자 어플리케이션 테스트 베드 구축 환경

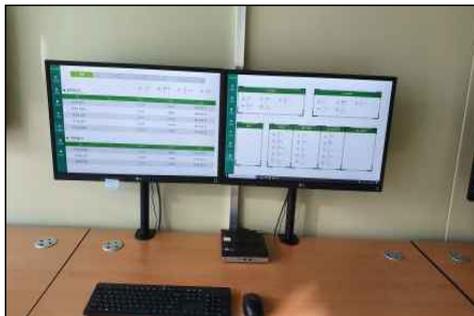


그림. 웹 모니터링(전체 상황 파악)



그림. 주문, 출하 관리

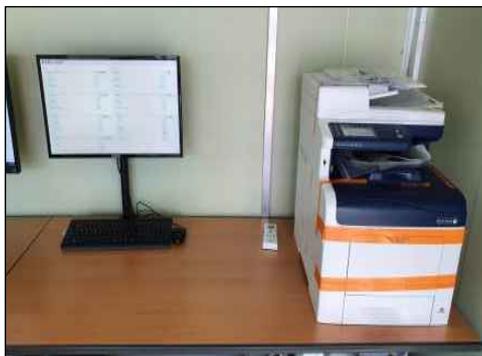


그림. 서버 상태 모니터링

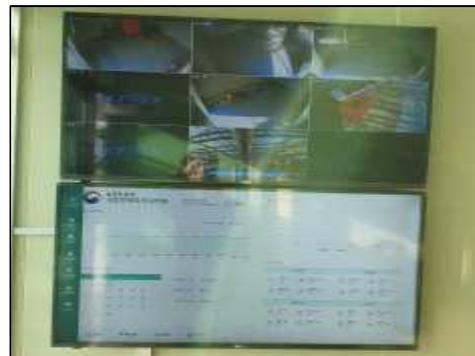


그림. CCTV 및 웹 모니터링

육묘 생산과정 모니터링 서비스 M2M기술 기반의 육묘 생산 과정 모니터링 및 다양한 장비와 센서 정보 수집
 육묘 통합 관리 시스템: 파종, 발아, 접목, 활착, 생육조절, 저장, 수송 개배 관련 모든 기술이 공
 정육묘의 생산 수량 판단 및 생산량 예측 및 생산성 향상 및 품질 관리 체계 및 DB 구축

※ 국립원예특작과학원 스마트 육묘 테스트 베드 적용

2-2. 스마트 육묘 생산이력 정보 수집 관리 프로그램 개발

가. 스마트 육묘 기반 주문-생산-출하 진행 정보 모니터링 어플리케이션 개발

- 스마트 육묘 생산이력 정보 수집 관리 프로그램은 데이터베이스와 웹서비스가 운영되는 서버와 어플리케이션을 운영 하는 클라이언트로 구분 할 수 있음. 서버에는 MSSQL을 사용하여 데이터베이스를 구성하였고 모든 입력 및 수집 데이터가 서버에 저장되도록 시스템을 설계하였음.

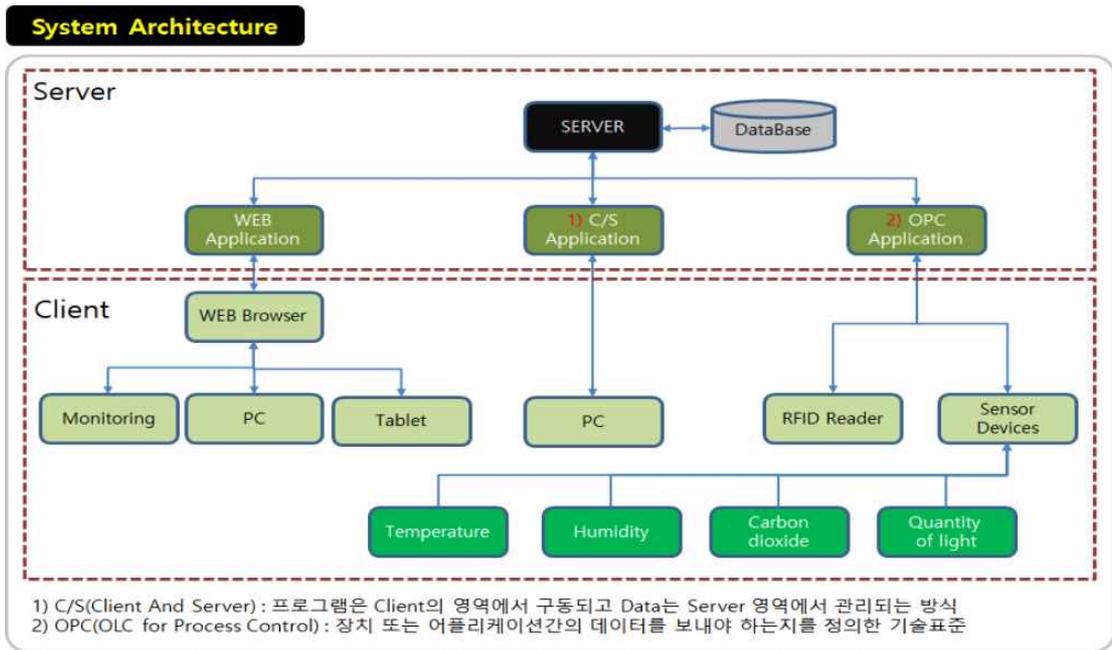


그림. 시스템 구조

- 육묘 관리 시스템은 시스템을 운영하는데 필요한 기준정보들을 관리하는 기준정보, 고객의 주문을 접수, 공정 계획을 수립하는 주문정보, 파종단계부터 발아,1차육묘, 접목, 활착 단계, 2차 육묘단계까지의 육묘 과정에서 발생하는 이력을 관리하는 육묘정보, 고객의 주문에 맞게 선별 및 포장 출하 처리하는 출하정보, 그리고 전체 현황을 모니터링 하는 모니터링 시스템으로 구성되어있음

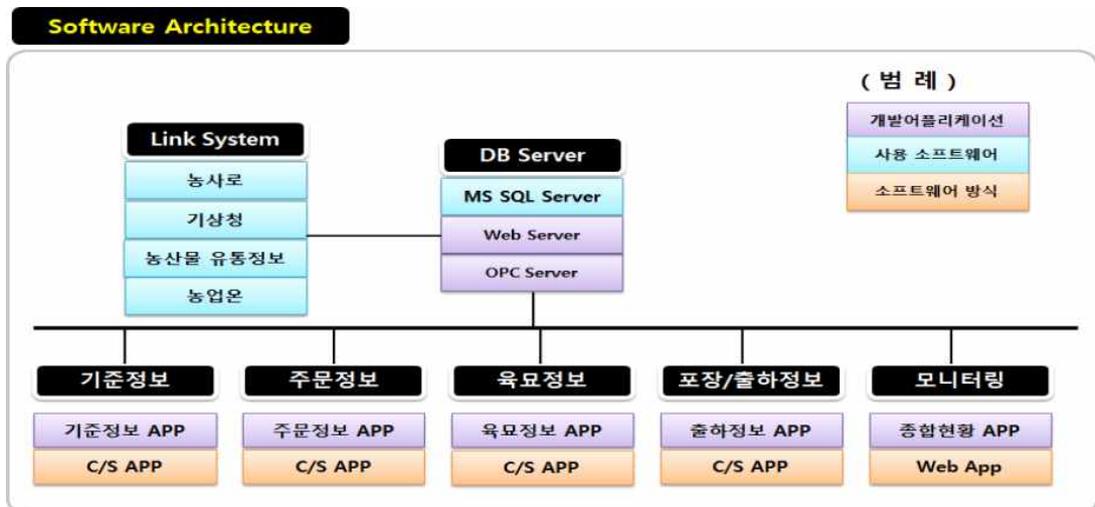


그림. 소프트웨어 구조

- 육묘장의 시설정보부터 장치 정보, 고객 농가의 기본정보를 관리 할 수 있도록 개발되었음. 기준정보의 메뉴에는 공통코드정보, 시설정보, 거래처정보, 트레이규격정보, 작목정보, 품종정보, 구획정보, 품종별 육묘일 정보, 스마트카드 정보, 데이터 수집 장치 정보, 수집 장치 설정 정보로 구성되어있음. 품종정보에는 품종의 코드와 품종명, 작목장보, 추가 파종률, 단가정보 등이 관리 할 수 있도록 구성되어 있음, 트레이 규격정보에는 육묘장에서 사용가능한 트레이 정보가 있으면 트레이별 구수를 등록 할 수 있도록 하였음.
- 구획정보는 공정 단계별로 구획을 지정할 수 있도록 되어있고 최대 수용 가능한 트레이 수를 지정하여 주문 접수 시 수용가능 여부를 판단하는 기준이 되도록 하였음. 스마트 카드 정보에는 RFID의 정보와 연동하여 스마트 카드가 게이트를 통과 시 실시간으로 트레이의 이동 정보를 수집 할 수 있도록 하였음

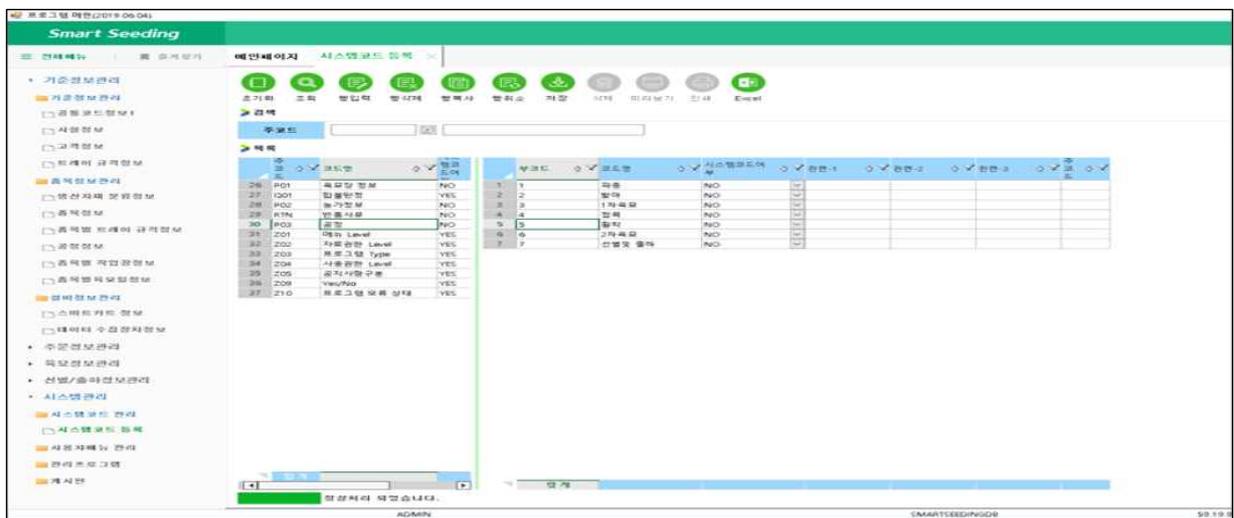


그림. 사용자 프로그램

- 주문정보 관리는 고객의 주문 정보를 관리하며 실생과 접수로 구분되어 접수된 주문의 상세 정보까지 입력 가능함. 육묘 방식에 따라 접목인 경우 대목을 추가 입력 할 수 있도록 하였고 주문 수량입력 시 품종별로 지정한 추가 파종률이 적용되어 자동으로 파종 계획 정보를 수립하도록 하였고 주문 저장 시 작목, 품종별로 등록된 육묘일의 기준으로 파종단계부터 출하단계까지의 수용하는 여부를 판단하여 주문 접수가 가능한지 판단해 줌, 만약 수용량을 초과한 경우 초과 일자와 육묘단계 정보를 메시지로 출력해 줌. 주문 현황을 통해 일자별 주문량과 수용량을 그래프로 표기하여 사용자가 쉽고 빠르게 판단 할 수 있도록 프로그램을 개발하였음.
- 육묘정보 관리는 파종단계부터 출하 전 단계까지의 정보를 관리하며 다음 단계의 예정 정보를 관리하여 고객의 요구에 맞게 육묘 스케줄을 관리하는 시스템임. 파종단계에서는 트레이별 바코드를 출력하고 파종 작업 지시서를 출력하여 OFF LINE으로도 작업이 가능하도록 하였음. 파종단계가 완료된 정보를 이용하여 발아 단계의 진행이 가능하도록 프로그램을 개발 하였음, 각 공정의 시작 예정일과 완료예정일이 주문 정보 등록 시 자동으로 수립되므로 각 공정 단계별 예정일을 기준으로 조회 등록 할 수 있음.
- 출하관리는 고객의 주문 정보를 기반으로 생산 완료된 육묘 정보와 접목하여 실제 출하

량을 관리할 수 있도록 구성 하였음, 고객의 출고 요청일 대비 출하일이 지연되었는지를 판단하여 미납현황을 조회 할 수 있도록 메뉴를 구성했음. 출하량일 등록되면 조회기간을 지정하여 파종률 대비 출하률을 산출하여 추구 추가 파종률 관리에 기준표가 될 수 있도록 하였음.

- 육묘 공정별로 발생하는 온도, 습도, 광량, Co2 등의 정보를 수집하여 생산 당시의 환경 정보를 실시간으로 저장함, 발아 단계의 온도, 습도 정보와 육묘 단계의 온도, 습도, 광량, Co2, 활착공정의 온도, 습도, 2차 육묘공정의 온도, 습도, 광량, Co2 정보를 실시간으로 저장 및 조회 할 수 있도록 시스템을 구성 하였음. 각 센서 및 장치의 정보는 수집과 제어가 가능하도록 양방향 통신 시스템으로 개발되었음. 모든 센서 및 장치의 설정은 장치와 관리 프로그램 또는 운영 중인 모니터링 시스템에서 가능하며 주간과 야간별로 설정이 되며 설정일을 예약하여 미리 그 설정을 스케줄화 할 수 있도록 하였음.

나. 스마트 육묘 공정별 데이터 모니터링 프로그램 개발

- 스마트 육묘 공정별 데이터 모니터링 프로그램은 데이터 수집을 하는 OPC 프로그램과 수집된 정보를 각종 장치들을 통해 모니터링 할 수 있는 모니터링 프로그램으로 구성되어 있음. OPC 프로그램은 데이터베이스 서버에 운영되며 각 공정의 모든 센서, RFID Tag 정보들을 수집함, 모니터링 프로그램은 웹기반의 프로그램으로 어느 디바이스에서든 접근이 가능하며 반응형으로 개발되어 디바이스의 해상도에 맞게 표시됨
- OPC Server 프로그램은 각 공정에 설치된 센서 컨트롤러와 TCP/IP 방식으로 데이터를 송수신하며 각 센서는 고유의 ID와 함께 센서 수치값을 OPC Server로 전송하며 OPC Server는 수신된 정보를 데이터베이스에 실시간으로 저장함. 수집 주기는 시스템 설정을 통해 조정이 가능하도록 개발되었음.

| 시작문자 | 구분 | ID | 구분 | 데이터 | 구분 | 종료문자 |
|------|----|----|----|-----|----|------|
| STX | @ | 01 | @ | 123 | @ | ETX |

그림. 프로토콜 구조

- OPC Server를 통하지 않고 데이터베이스에 직접 정보를 저장하는 장치들도 있음, 데이터베이스에 직접 정보를 전송하는 경우 저장할 장치의 고유의 아이디 정보와 센서 정보값을 테이블의 실시간으로 저장함, 1차 육묘장의 생육 영상 수집 정보와 선별장치 자동 선별 시스템의 정보도 별도의 수집정보 테이블에 실시간으로 저장되도록 개발되었음.
- 수집된 정보는 통합관리 시스템과 모니터링 프로그램으로 그 정보를 확인 할 수 있음. 모니터링 프로그램은 웹기반의 반응형 프로그램으로 인터넷이 가능한 장치는 모든 사용이 가능하도록 개발 되었음. PC, 태블릿, 휴대폰에서 모니터링 프로그램을 실행 하여 실시간 주문정보, 생산 환경 정보들을 모니터링 할 수 있음.



그림. 모니터링 프로그램 - 메인 화면



그림. 모니터링 프로그램 - 육묘현황

※ 국립원예특작과학원 스마트 육묘 테스트 베드 적용

실시간 주문정보, 생산현황정보, 출하정보 현황을 확인 가능한 시스템 구축
 생산 공정에서 수집 되는 온도, 습도, 광량, 영상정보 등의 데이터를 수집 및 모니터링 하는 프로그램 개발
 RFID 정보를 이용한 이동정보 수집 및 모니터링 프로그램 개발
 로봇의 작업량 정보를 수집하여 생산 실적량 모니터링 프로그램 개발

2-3. 스마트 육묘 생산이력 정보 수집 프로세스 모델 설계 및 시작품 개발

가. 스마트 육묘 생산이력 정보 수집 프로세스 모델 설계

(1) 국내외 육묘장 사례 분석

○ 국내 육묘장 사례 분석

- 공정육묘 과정을 자동화를 통한 묘 생산의 생력화 및 효율화를 위하여 자동과종시스템, 전용 육묘온실 설치, 자동 관수장비 등을 도입하고 있으며, 이를 통해 육묘과정을 일괄화 및 체계화 할 수 있도록 진행 중.

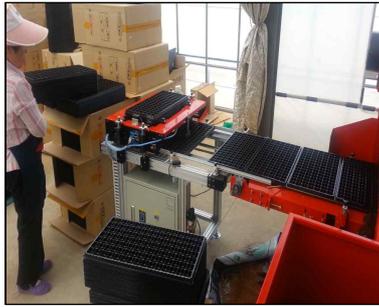


그림. 국내 선진 육묘장 사례 1

- 연중 묘 생산에 적합한 환경을 조성하기 위하여 인공광을 이용한 활착실, 트레이 이송장치 등 최신키 환경조절 장치를 도입하고 있으며, 최근 시설내 효율적인 온도 조절과 에너지 절감을 위해 지열이나 공기열을 이용함.



그림. 국내 선진 육묘장 사례 2

- 뿐만 아니라 접목로봇을 이용한 접목묘 생산의 자동화, 원통형 종이포트 제조기 등을 도입하여 우량묘 생산을 위한 기반조성을 다지고 있음.



그림. 국내 선진 육묘장 사례 3



그림. 국내 선진 육묘장 사례 4

- 문제점 : 전문성이 부족한 육묘업체 난립으로 불량묘 유통이 우려되나 육묘산업 보호·육성을 위한 제도 및 정책은 미비
- 제도기반 : 종묘업 등록제를 도입하여 시행중이며, 육묘는 농산물의 품질과 수량을 결정하는 중요한 대상임에도 불구하고 체계적인 육묘 관리 시스템이 부족한 실정이며, 육묘산업에 대한 통계 및 정기적인 모니터링 체계가 미흡한 상황.
- 생산기반 : 육묘업체의 경영관리 능력 및 첨단 육묘기술 습득이 미흡한 반면, 기술지도·상담을 수행할 인력과 체계는 부족한 실정이며, 육묘장의 육묘 생산이력 정보 수집 프로세스를 구축함으로써 육묘생산 전 과정을 경영자 및 작업자가 확인하여 데이터화 가능.
- 유통기반 : 불량묘 유통으로 인한 농업인의 피해 및 분쟁 발생이 증가하고 있으나, 분쟁 해결수단은 미흡하며, 육묘 생산이력 정보 수집 프로세스를 통해 육묘 생산정보의 데이터화를 진행함으로써 불량묘 유통 소비 및 활성화 증대로 예측.

○ 해외 선진 육묘장 사례 분석

- 중국 : 2000년대부터 농업관련 최신식 시설이 지어지기 시작하였으며, 현재 중국 내 전체 육묘장 중 대형 육묘장 비율은 낮으나 선진국과 유사한 기술 및 시설을 보유하고 있으며, 소규모 육묘장(가족끼리 운영하는 육묘장 등)은 대부분을 차지하고 있으나 기술 및 시설부분에서 많이 낙후된 상태. 아직까지는 기술집약적인 부분보다 노동집약적인 부분이 크지만, 거대 자본력과 저렴한 인건비를 바탕으로 발전중이며, 자동과종기, 자동관수 장비, 자동차광시설, 팬&패드 시스템 등 도입을 통해 육묘 기술에 대한 자동화 및 생력화 비율을 높이고 있음.



그림. 중국 선진 육묘장 사례

- 일본 : 국내 선진 육묘장과 유사한 생산 환경을 조성하고 있으며, 자동과종기 도입을 통해 과종작업의 자동화를 진행하고 있고, 접목로봇, 폐쇄형 육묘시스템 등의 기술발달로 최신기술의 육묘장을 보유하고 있음. 일부 육묘장은 단순 육묘 생산뿐만 아니라 R&D 투자를 통한 접수 및 대목 품종 육성을 진행하고 있으며, 육묘 무빙베드 입반출 시스템 도입을 통해 생산이력 정보수집에 대한 부분을 진행중에 있음.

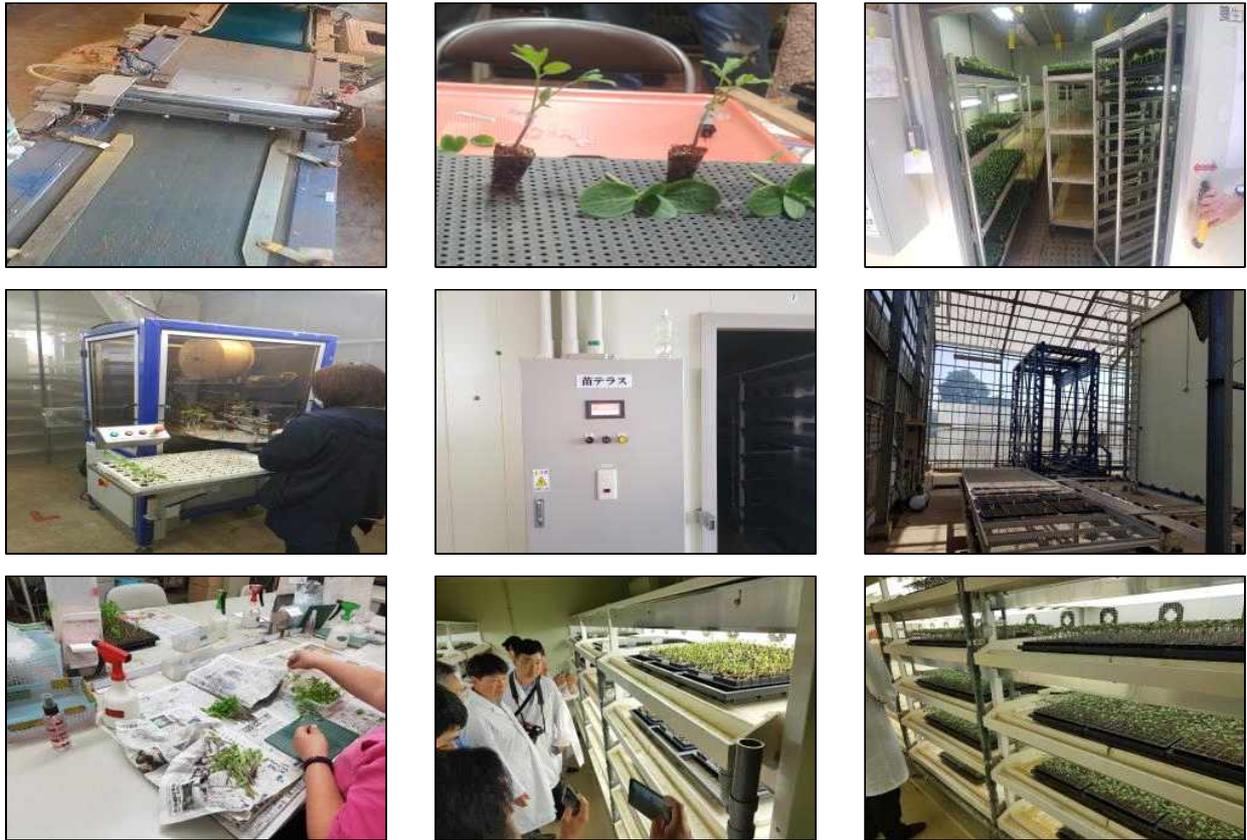


그림. 일본 선진 육묘장 사례

- 미국 : 미국의 시설원예 면적은 약 9천ha이며, 캘리포니아, 애리조나, 뉴저지, 플로리다주 등과 같이 기후가 비교적 온화한 대도시 근교에서 시설원예가 발달해왔고, 대중적으로 소비가 꾸준한 양상추와 오이 등과 같은 작목을 식물공장 형태로 생산하고 있음. 노지재배에 사용되는 채소의 육묘를 공급하는 육묘 회사는 묘의 생산과 유통, 운반까지 하나의 회사로 조직화 되어 있으며 주로 채소 생산이 많은 캘리포니아주에서 성행하고 있으며, 캘리포니아는 세계최대의 원예작물 생산지역으로서 미국 원예작물의 70%를 생산하고 있음.



그림. 미국 선진 육묘장 사례

- 유럽 : 네덜란드의 원예작물 품종 육성과 생산 체계는 세계적인 수준에 있으며, 국제경쟁력 확보 차원에서 채소와 화훼작물의 공업적 생산 시스템으로 전환되고 있음. 국제경쟁력 강화 차원에서 시설을 규모화 시키고 있으며, 네덜란드의 시설원예에서 생산 시스템의 개혁과 전문화가 계속되기 때문에 단위면적당 생산량과 품질은 끊임 없이 증대되어 세계 최고 수준을 유지하고 있음. 현재 네덜란드의 많은 경매장은 합병되었고, 세계에서 가장 높은 매출액을 달성하고 있으며, 11,000개나 되는 전문화된 시설원예회사(농가)가 존재. 전체 재배면적이 2006년 10,381ha로 60%가 절화 및 분화류를 재배하고 있고, 40%가 채소 재배면적이다. 이들 전문농가(회사)의 수는 줄어들고 있는 반면에, 대형 온실이 점점 늘어나고 있으며, 절화와 분화 생산을 위한 온실 면적은 채소 생산면적에 비해 증가하고 있고 시설원예에 종사하는 총 인력은 약 150,000명이고 그 중 38%가 직접 시설원예에 관련된 직종에서 일을 하고 있으며, 시설원예 관련 회사의 5%가 시장에서 가장 중요한 역할을 담당하고 있음.



그림. 유럽 선진 육묘장 사례

(2) 스마트 육묘 생산이력 정보 수집 프로세스 모델 개발

- 기존 공정육묘(工程育苗) 과정에 4차 산업혁명 기술(Iot, ICT, 빅데이터 등) 결합을 진행하여 스마트 육묘장으로 탈피하고자 하며, 스마트 육묘장을 통해 육묘 과정마다 발생하는 생산이력을 효과적으로 수집하고 수집한 정보를 바탕으로 효과적인 육묘를 생산하고자 함.



그림. 시설원예 공정육묘 과정 모식도



그림. 채소 접목묘 생산 공정

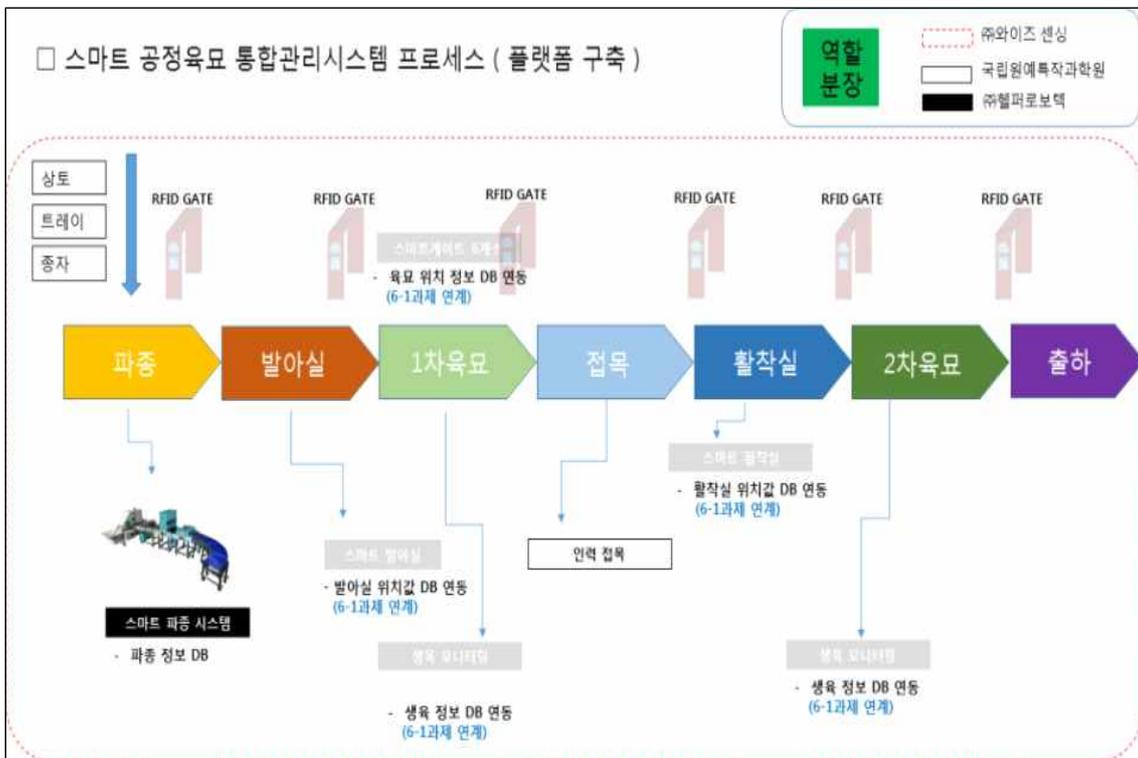


그림. 공정육묘 통합관리 시스템 플랫폼 구축에 필요한 RFID 게이트

※ 국립원예특작과학원 스마트 육묘 테스트 베드 적용

나. 스마트 육묘 생산이력 정보 수집 장치 시작품 제작

○ 스마트 과종 입력단 시작품 제작

- 통합관제실에서 생성된 과종정보를 바코드 스티커로 출력하여 과종트레이에 부착하며 자동과종시스템 과종작업이후 바코드 정보를 바코드 리더기를 사용하여 정보수집.
- 바코드 입력된 트레이의 정보를 다시 RFID 칩에 입력하여 스마트 대차의 정보를 생성하고 모든 통합 정보를 통합관제실로 데이터 전송.

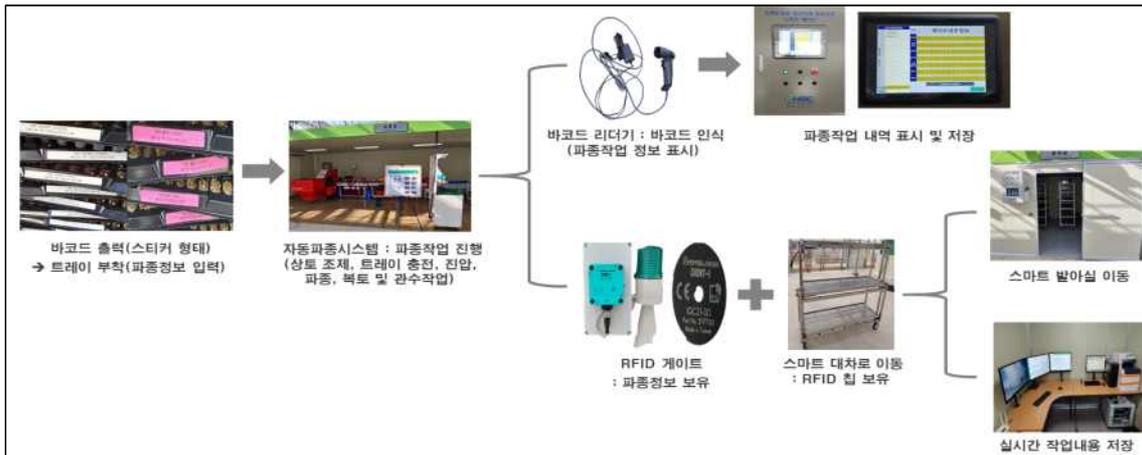


그림. 스마트 과종 입력단 프로세스

- 종자산업법 개정(2017.12)에 따라 유통하려는 묘에 작물명, 품종명, 과종일, 생산자명, 육묘업 등록번호 표시가 필수사항으로 지정되었으며, 이에 따라 트레이에 필수 표시정보를 탑재하기 위한 기술이 요구되었음.



그림. 종자산업법 개정(2017.12) 시행 공고

- 자동과종시스템(규격화된 트레이의 셀 1구에 1립을 과종을 하는 작업부터 트레이 충전, 과종구 형성(진압), 과종, 복토, 관수, 발아실 이송 등의 작업을 자동화)을 활용하여 초과과종 비율을 낮춰 종자비 감소를 유도하며, 종자산업법 개정에 따른 필수사항을 트레이에 업로드 할 수 있도록 진행함.
- 먼저 유통요 필수사항을 트레이에 탑재하기 위하여 1위탁과 협력하여 트레이에 부착시킬 수 있도록 가로x세로 100x10mm 크기의 스티커 형태로 제작하였으며, 바코드에 포함되는 내용으로는 품목, 품종 및 등록정보는 한글로, 과종일, 트레이 공수 및 수량은 숫자로 기록하고 생산일(8), 순번(3), 구분(대목/접수(1)) 및 트레이 공수(3)는 고유 인식번호(15자리)를 생성하여 제작하였음.

| 품목 | 품종 | 파종일 | 연월일(8자리) | 순번 (3자리) | 구분 (대목/접수) (1자리) | 트레이 공수 (3자리) |
|--------|----|------|----------|-------------|------------------------|--------------------|
| 트레이 공수 | 수량 | 등록정보 | | | | |

그림. 바코드 내용 인식 정보

○ 스마트 대차 시작품 제작

- 시설원예 육묘장에서 설치비가 저렴하고 유지관리가 용이하다는 이유로 고정형 육묘 베드를 주로 사용하고 있지만, 트레이 상·하차 인력 운반, 묘 생육환경 편차 발생 등 문제점이 존재.



그림. 고정식 육묘 베드 및 사용

- 고정식 육묘 베드에서 이동식 대차를 활용하여 물류이동시 과도한 노동력을 줄이기 위하여 사용하고 있지만, 작업장 이동시 트레이의 작업내용 정보 확인 어려움 등의 애로사항존재.



그림. 이동식 대차 및 사용

- 물류이동시 발생하는 과도한 노동력을 감소시키고, 육묘기간 중 환경편차를 감소를 통한 육묘 재배환경을 개선하기 위하여 수평이나 수직으로 변환할 수 있는 스마트 대차를 개발하였음.

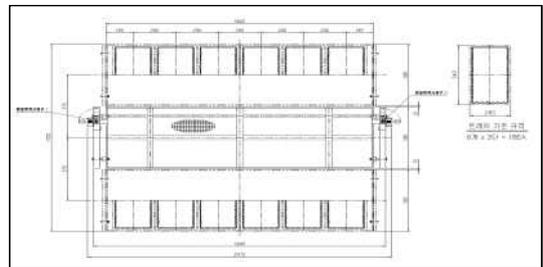
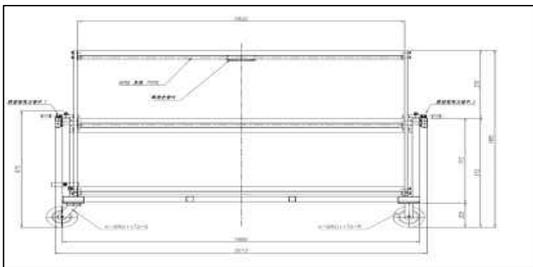


그림. 스마트 대차 설계도

- 스마트 대차는 수직 및 수평형태로 배열전환이 자유자재로 가능하며, 배열전환(수직 \leftrightarrow 수평)시 트레이내 상토가 쏟아지지 않도록 어느 각도에서나 항상 수평/수직 배열이 유지하도록 설계하였음.



그림. 스마트 대차 배열전환 모습

- 배열 전환시에는 여성이나 고령자도 쉽게 할 수 있도록 제작하였으며, 수직배열에서 수평배열로 전환시 안전장치와 고정장치 해제, 수평배열에서 수직배열 전환시 안전장치 해제로 간단하게 구성함.

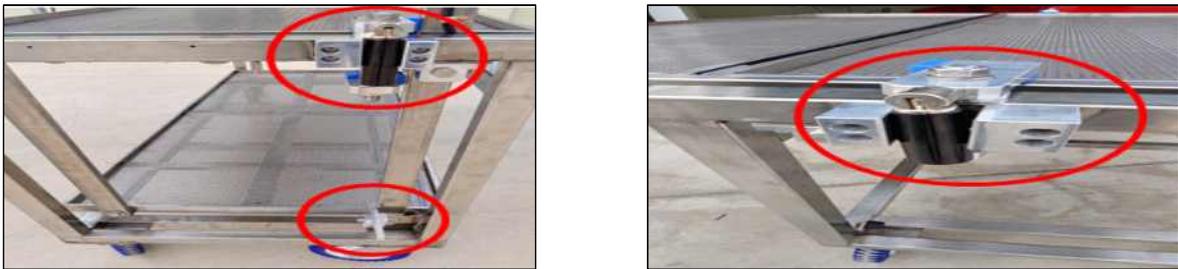


그림. 수직 및 수평 배열 전환 방법

- 상황에 맞게 배열전환이 가능한 대차를 활용하여 공정육묘 과정에 도입을 시켜 각 공정별 작업내용에 맞게 대차가 수평 및 수직배열을 전환함으로써 생육환경 편차 감소로 인한 환경 균일화 구현으로 생산성 향상과 육묘장내 물류단위 변화로 인한 생력화로 인건비 감소 가능.

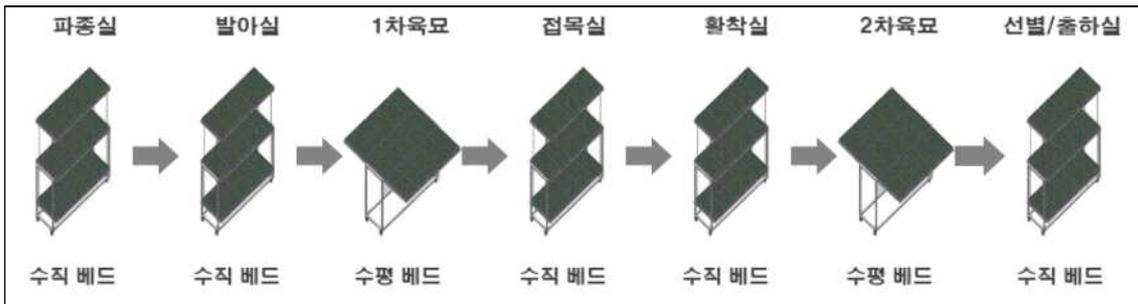


그림. 공정육묘 과정 도입 스마트 대차 예시

- 추가적으로 RFID 게이트 활용도를 향상시키기 위하여 RFID 칩을 대차에 부착시켰으며, 이를 통해 하나의 스마트 대차로 모든 육묘과정을 진행시킬 수 있음.



그림. 스마트 대차 부착된 RFID 칩

○ 스마트 게이트 시작품 제작

- 공정육묘(파종→발아실→제1육묘→접목실→활착실→제2육묘→출하) 과정에 스마트 게이트(RFID Reading Gate) 설치

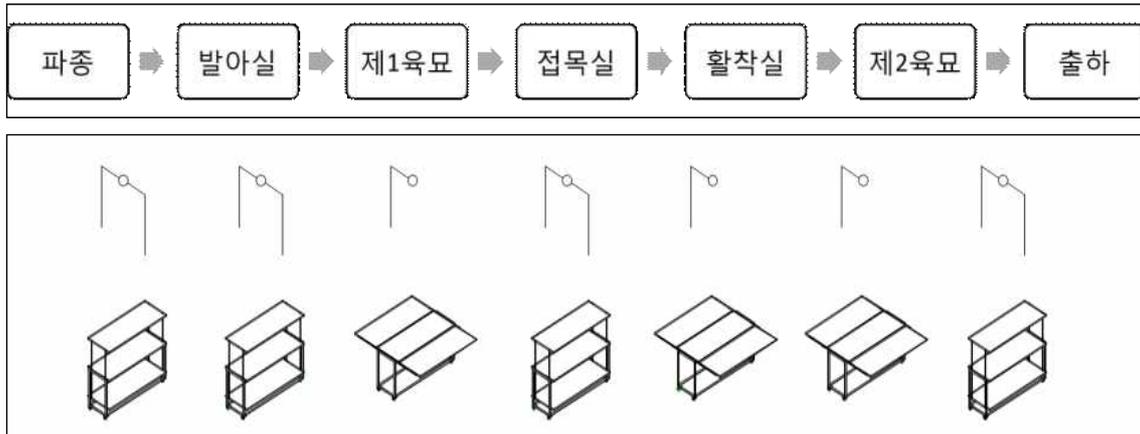


그림. 공정육묘 과정에 스마트 게이트 설치 예시

- 게이트의 리더기가 스마트 대차의 고유관리번호를 인식하여 날짜/시간 정보를 데이터 베이스로 전송하며, 스마트 대차에 설치된 고유번호 입력 RFID가 스마트 게이트를 통과하면 일자, 시각 및 고유번호가 읽혀지면서 동시에 서버로 전송 및 저장 가능. 이를 통해 공정육묘 과정의 물류 기초 데이터로 활용이 가능하며, 시물레이션 과정을 통해 스마트 대차 단위로 스마트 게이트와 교신 후 설치된 공정육묘 작업공정을 바탕으로 생산이력 정보수집 프로세스 개발을 위하여 각 작업실마다 RFID 게이트를 설치하였고, RFID 칩을 활용하여 작업실 출입시 인식 및 저장 가능.
- 스마트 공정육묘 테스트베드 설계 및 육묘 생산관리 시스템 고도화에서 시작품으로 개발한 발아실과 활착실에 RFID 게이트와 결합시켜 스마트 발아실 및 스마트 활착실 완성.



그림. RFID 게이트와 칩 및 활용도 예시



그림. RFID 게이트 설치된 공정육묘 테스트베드

○ RFID 입력소스 정보 통합 모니터이 시작품 제작

- 시설원에 육묘 생산공정에서 주문-생산-출하 기간동안 발생하는 생산이력정보를 각 공정별 데이터를 수집하여 정보를 통합 관제실로 전송하며, 주문자정보 바코드생성→RFID 대차 정보→스마트게이트 통과정보를 취합하여 통합 모니터링 할수 있도록 제작



그림. RFID 입력소스 정보 통합 모니터링

○ 국립 원예특작과학원 스마트 육묘 테스트베드 적용

- 국립 원예특작원에서 제시한 테스트베드에 스마트 공정육묘 테스트베드 설계 및 육묘 생산관리 시스템 고도화와 연계하여 공정육묘 과정에 맞게 중앙 관제실, 파종실, 스마트 발아실, 식물공장형 육묘시스템, 접목실, 스마트 활착실, 선별/출하실로 구성하였음



그림. 공정육묘 테스트베드 설계



그림. 공정육묘 테스트베드 설치

- 설치된 공정육묘 테스트베드를 바탕으로 생산이력 정보수집 프로세스 개발을 위하여 각 작업실마다 RFID 게이트를 설치하였고, RFID 칩을 활용하여 작업실 출입시 인식하고 각 공정육묘 과정별 작업내용을 실시간으로 인식 및 저장 가능.

2-4. 스마트 육묘 생산 및 경영관리 통합 서비스 플랫폼 및 DB 모델 설계

가. 스마트 육묘 생산 및 경영 관리 통합 서비스(SaaS) 구성 모델 디자인

- 국내 농업은 2010~2012년 농식품 ICT 융복합 확산 대책 수립과 더불어 스마트팜 기술 보급 기본 방향 수립 후 2020년까지 7,000ha를 보급할 예정이며, 스마트팜 관련 기술 개발은 2016년까지 1세대 모델(원격감시+원격제어), 2018년까지 2세대 모델(지상부 복합환경제어+클라우드 서비스), 2020년까지 3세대 모델(복합에너지관리+스마트 농작업)을 확립해 나갈 계획임



그림. 한국형 스마트팜 기술 개발 방향

- 현재, 국내 스마트팜의 진척 상황은 1세대 스마트팜 기술을 넘어 2세대 모델 기술 확립과 관련 기술이 보급되고 있는 상황으로, 주요한 1세대 스마트팜 기술 기반으로 수집된 정보의 모니터링, 가공 및 분석을 위한 생산관리 서비스 프로그램을 개발과 적용의 단계로 접어들고 있음
- 농촌진흥청 백정현(2018)은 스마트팜 온실 연구와 현장 적용을 위해 클라우드 기반의 서비스 프로그램으로 스마트팜 통합 데이터, 생육 환경 모델, 구동기 제어 모델, 스마트 온실 관리, 지식 기반 전문가 시스템 및 농가 대시 보드 모듈을 통합 한 데이터 저장 및 분석 프로그램을 개발하고 있음

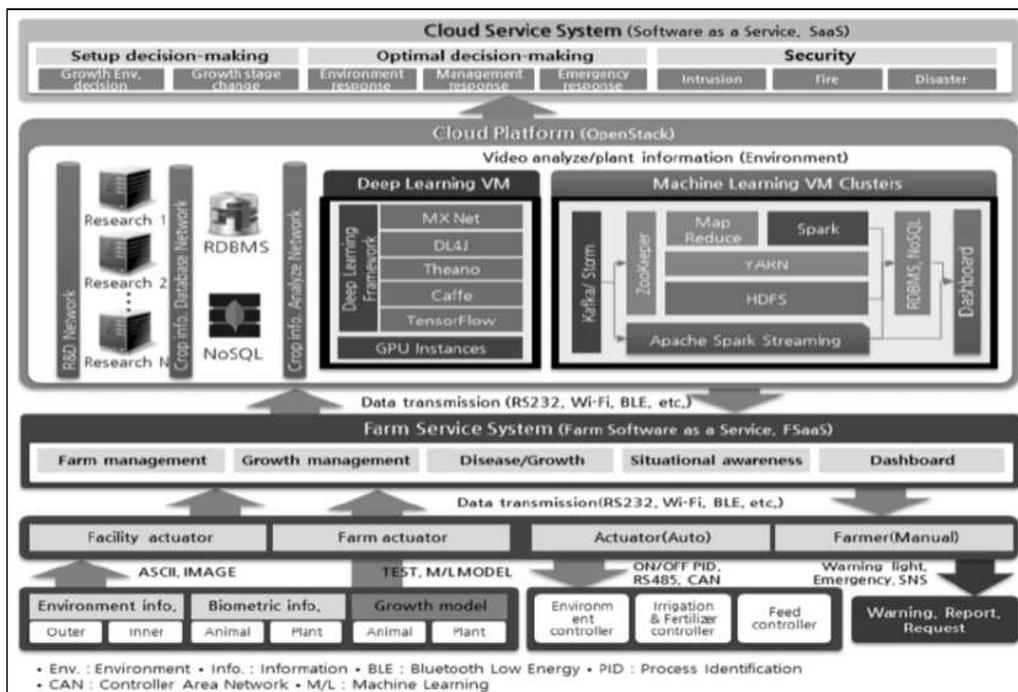


그림. 농촌진흥청 클라우드 기반 한국형 스마트 온실 연구 플랫폼 개념도 (백정현, 2018)

- 또한, 이지팜 이세용(2016)은 스마트팜 내·외부 환경 모니터링, 구동 장치 제어 및 관리와 더불어 농장 경영 의사 결정에 필요한 자료 조회, 생산 및 경영 자료 관리가 가능한 클라우드 기반 스마트팜서비스를 제시하였음

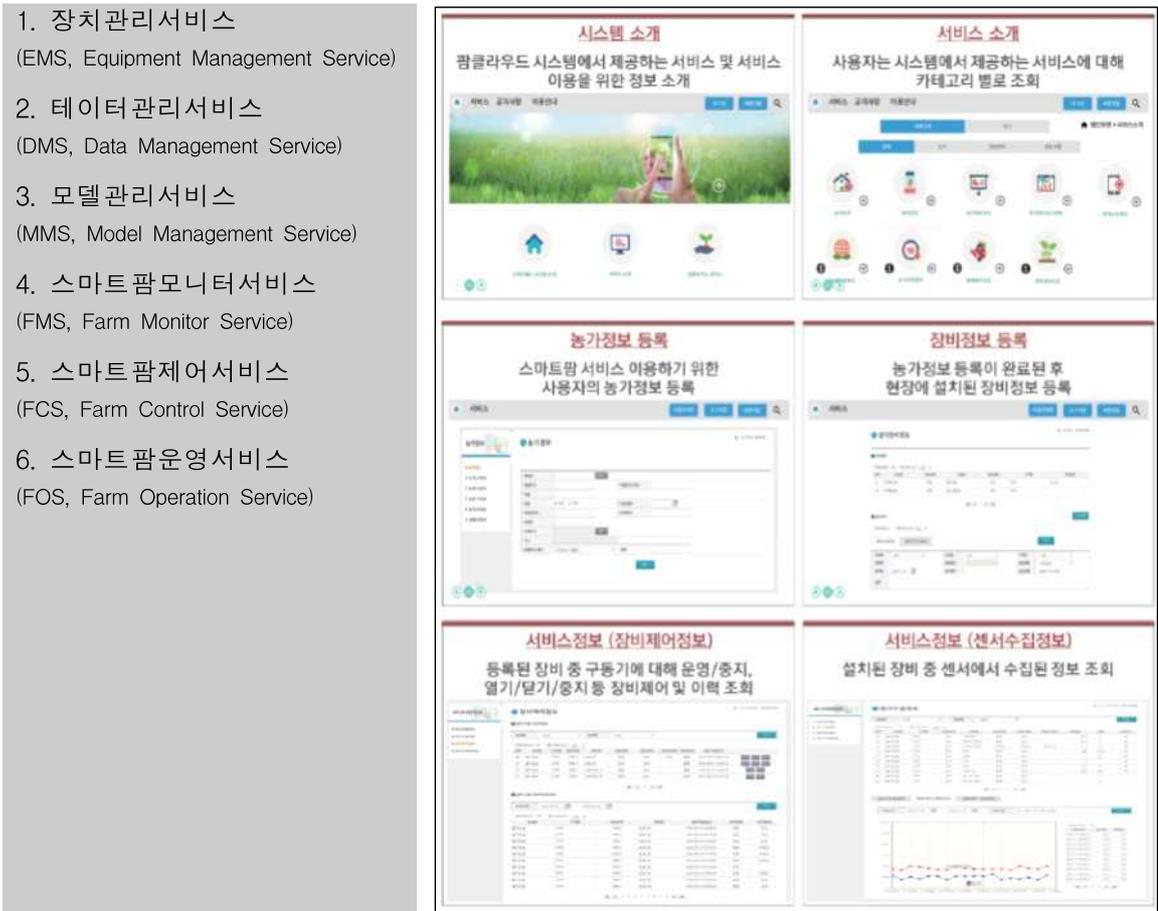


그림. 클라우드 기반 스마트팜 서비스 구성 (이세용, 2016)

- 육묘 분야의 경우, 국내 일부 육묘 농가를 중심으로 일반적으로 시설원예에 적용한 스마트팜 1세대 기술의 도입에 따른 복합환경 모니터링 및 제어와 육묘장 생산 관리를 위한 주문 및 출하 관리 수준의 서비스 프로그램이 독립적으로 개발되어 개별적으로 활용되고 있음
 - 육묘장 대상 스마트팜서비스 프로그램의 경우 국내는 농촌진흥청 개발한 엑셀 기반의 육묘경영관리프로그램과 육묘장에서 개발한 육묘매니저 및 민간 웹프로그램 개발업체의 육묘장관리시스템이 있으나, 서비스 범위가 모종 주문·출하 관리 중심으로 한정되어 있음
 - 국외에서 사용되는 육묘장 서비스 프로그램 역시, 주문-출하-품목 관리 중심으로 전체 육묘 생산 관리에 관련된 업무를 통합적으로 포함하지 못하고 있음



그림. 국내·외 육묘 농가 생산관리 서비스 프로그램 사용 현황

- 스마트 육묘 생산 및 경영 관리 통합 서비스에서 수집되고 구현되는 주요 정보에 대하여 생산 계획 관리, 육묘 생산 출하 관리, 육묘 품질 관리, 육묘 생산 자재관리, 육묘 관리 리포터의 5개 주제 영역으로 구분하였음

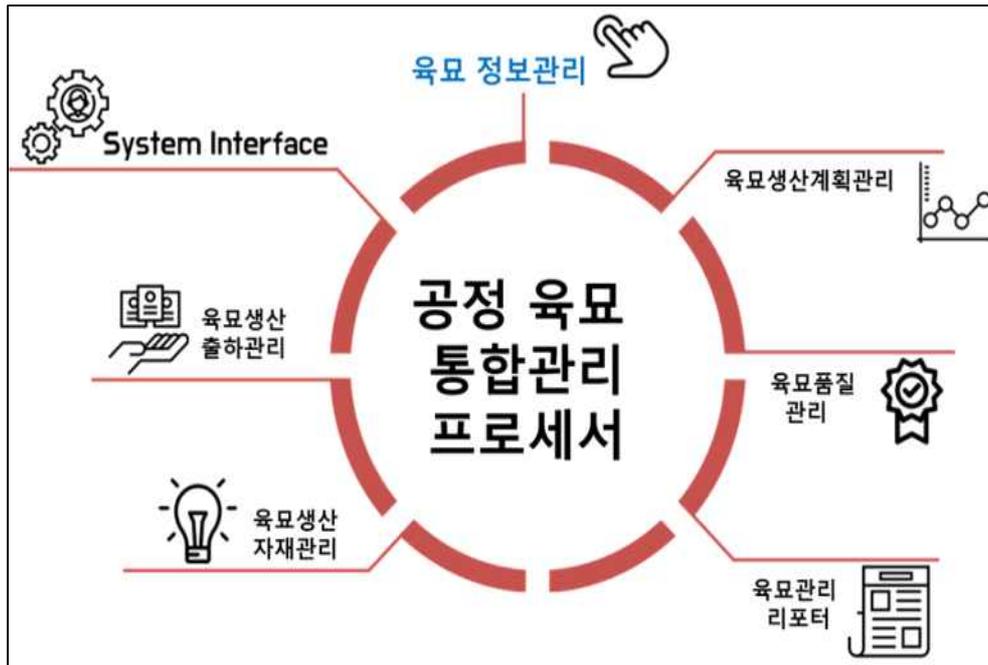


그림. 스마트 육묘 통합관리 시스템 서비스 구성 주제 영역(안)

- 또한, 스마트 육묘 생산 및 경영 관리 통합 시스템 구현을 위한 준비 항목으로 일반적인 과채류 접목묘 생산 과정인 파종 → 발아 → 접수/대목 육묘 → 접목 → 접목활착 → 접목묘 육묘 → 출하까지의 생산 단계를 고려하여 정보 수집(기초, 식물, 환경, 병해충 등), 정보 분석(생육 모델, 빅데이터 분석 엔진 등) 및 서비스/평가(의사결정지원시스템)의 3항목으로 구분하였음



그림. 스마트 육묘 생산 및 경영 통합관리 시스템 구조(안)

- 개념적으로 육묘 농가는 모종 생산과 경영 관리를 위한 기본이 되는 모종, 환경, 시설, 장치 등에 대한 데이터를 스마트 육묘 통합관리 시스템에 전송하고 시스템을 통해 모니터링 및 분석되는 정보를 이용하여 육묘 생산 효율을 향상하는 상호 작용을 수행함

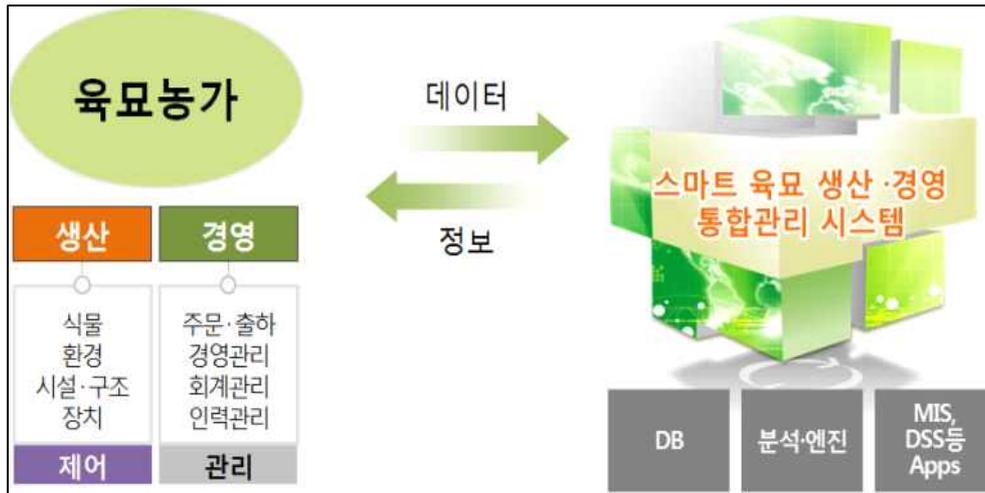


그림. 육묘 농가와 스마트 육묘 통합관리 시스템간의 상호 작용

- 세부적으로 모종 생산 및 경영 관리의 통합적인 효율 향상과 작업자의 조작 효율을 위해 모바일 기반의 스마트 육묘 통합관리 시스템이 제공하는 서비스로 육묘장 기본 정보 관리, 모종 주문 출하, 육묘 생산 관리, 육묘 환경관리, 자재 및 회계 관리를 제시하였으며, 각각의 개별 서비스의 세부 항목은 모듈화 하여 사용자(육묘 농가)의 육묘 환경과 선호도를 고려하여 확장성이 있는 가변적인 구성을 제안함

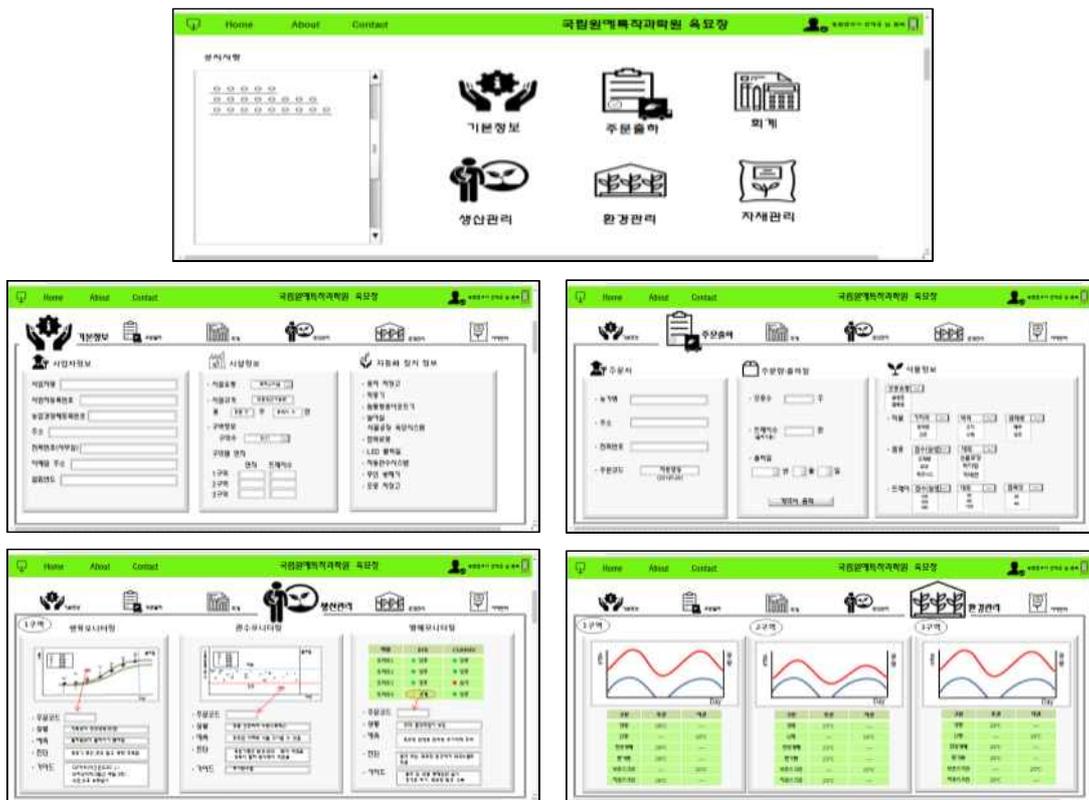


그림. 스마트 육묘 통합관리 시스템 서비스 구성(안)

나. 스마트 육묘 생산 및 경영 관리 통합 서비스 데이터베이스 모델 디자인

- 공공기관의 데이터 베이스 표준화 지침을 바탕으로 스마트 육묘 구현을 위해 필요한 데이터 수집을 위해 생산 DB 논리데이터 모델 다이어그램을 작성하여, 각 단계별 주요 항목 및 용어 선정과 이에 따른 세부 범위의 구분과 각 항목별 영문명 및 약어명 등을 제시하였음

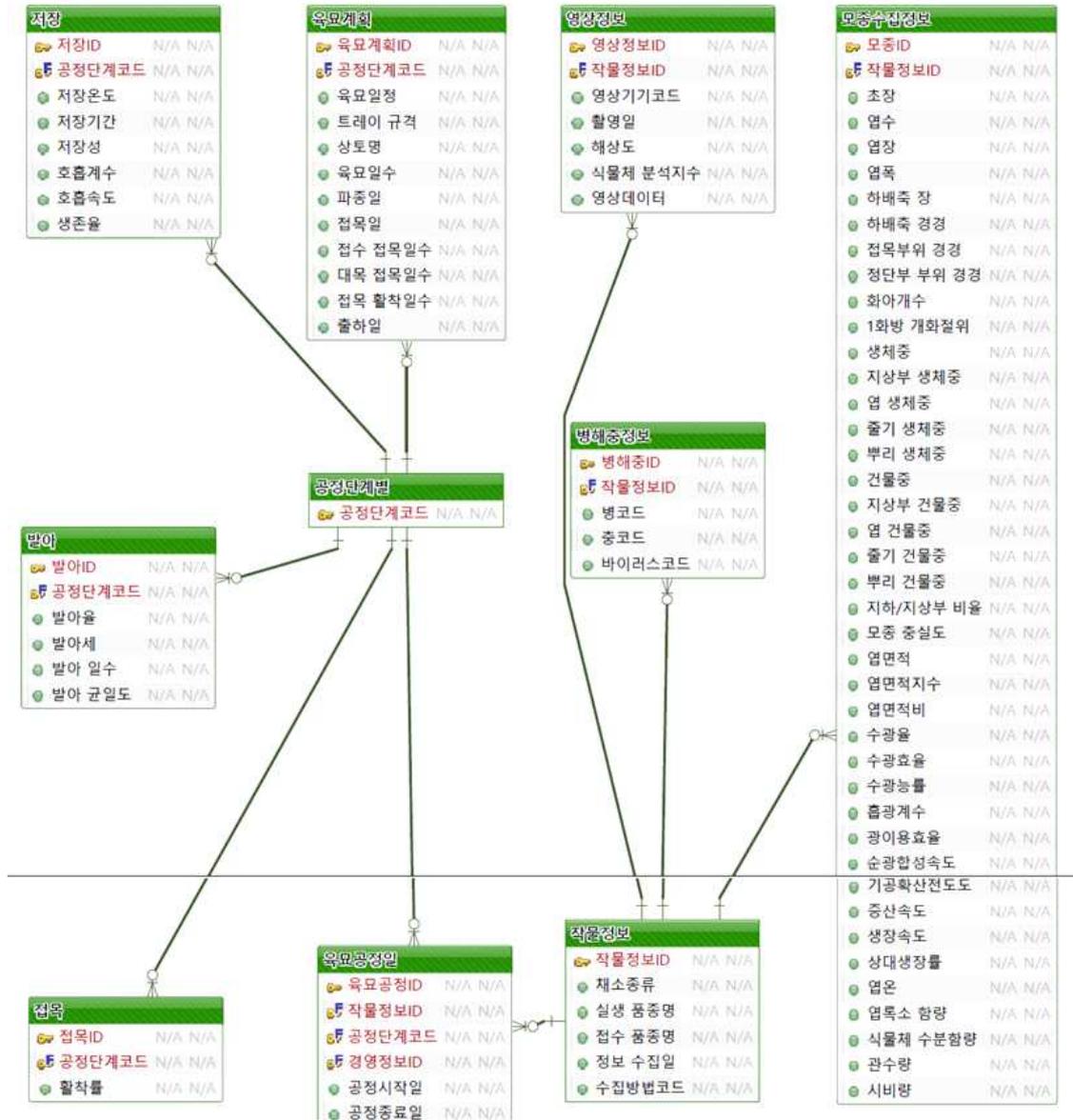


그림. 스마트 육묘 DB 논리 데이터 모델 다이어그램

- 스마트 육묘 생산 단계는 기본, 주문 및 육묘 계획, 파종, 밭아, 접수/대목 생산, 접목 작업, 접목 활착, 접목묘 육묘, 품질 평가 및 선별, 출하 및 환류 총 10단계로 구분 하였으며, 각 생산 단계별 주요 시설 및 수집 정보를 구분하여 각 항목별 용어 설명, 영문명, 영문 약어, 데이터 유형, 측정 단위 등을 제시 하였음

표. 스마트 육묘 생산 단계별 주요 용어 목록

| 생산 단계 | 주제영역 | 관련 용어 |
|---------------|---------|--|
| 0. 기본 | 사용자 | 주소, 연락처, 이메일 주소 등 |
| | 시설 및 장비 | 시설유형, 면적, 구획, 파종기, 발아실, LED 활착실, 식물공장형육묘시스템, 접목로봇, 관수기, 영상장치 등 |
| | 자재 | 종자, 상토, 비료, 농약, 트레이, 접목 집게 등 |
| | 육묘 정보 | 작물, 품종, 육묘 일수, 파종일, 접목일, 접목 활착 일수 등 |
| | 농가 정보 | 모종 주문 농가 주소, 연락처, 이메일 주소, 만족도, 신용도 등 |
| 1. 주문 및 육묘 계획 | 농가 정보 | 모종 주문 농가 주소, 연락처 등 |
| | 육묘 정보 | 작물, 품종, 파종일, 접목일, 접목 활착 완료일, 출하일 |
| | 모종 정보 | 트레이 규격, 접목 유무, 특이사항(적심, 1화방 등) |
| 2. 파종 | 시설 및 장비 | 파종기 |
| 3. 발아 | 시설 및 장비 | 발아실 |
| | 환경 정보 | 온도, 습도, 발아 일수 |
| 4. 접수/대목 생산 | 시설 및 장비 | 육묘 베드 구획, 관수장치, 보광장치, 식물공장형육묘시스템 |
| | 모종 정보 | 초장, 엽수, 엽면적, NDVI 등 |
| | 환경 정보 | 온도, 습도, 광도 등 |
| | 병해충 정보 | 병해충 감염 정도 |
| 5. 접목 작업 | 시설 및 장비 | 접목 작업 컨베이어, 접목 로봇 |
| 6. 접목 활착 | 시설 및 장비 | LED 활착실 |
| | 모종 정보 | 활착율 |
| | 환경 정보 | 온도, 습도, 광도 등 |
| | 병해충 정보 | 병해충 감염 정도 |
| 7. 접목묘 육묘 | 시설 및 장비 | 육묘 베드 구획, 관수장치, 보광장치 |
| | 모종 정보 | 초장, 엽수, 엽면적, NDVI 등 |
| | 환경 정보 | 온도, 습도, 광도 등 |
| | 병해충 정보 | 병해충 감염 정도 |
| 8. 품질 평가 및 선별 | 시설 및 장비 | 영상장치 |
| | 모종 정보 | 초장, 엽면적 등 |
| | 병해충 정보 | 병해충 감염 정도 |
| 9. 출하 및 환류 | 농가 정보 | 농가 만족도 및 신용도 |

표. 스마트 육묘 시스템 데이터베이스 구조 및 데이터 정의

| 주제영역 | 용어 | 용어 설명 | 영문명 | 영문 약어 | 데이터 유형 | 데이터 값(예시) | 측정 단위 |
|-------|--------|------------------|--------------------------------------|-------|--------|------------------|-------|
| 사용자 | 주소 | 육묘 업체 주소 | Address of nursery | AN | 문자 | 완주군 이서면 | - |
| | 연락처 | 육묘 업체 전화번호 | Telephone number of nursery | TNN | 숫자 | 000-000-0000 | - |
| | 이메일 주소 | 육묘 업체 이메일 주소 | e-mail address of nursery | EAN | 문자 | 아이디@주소 | - |
| 농가 정보 | 주소 | 모종 주문 농가 주소 | Address of customer growers | ACG | 문자 | 완주군 이서면 | - |
| | 연락처 | 모종 주문 농가 연락처 | Telephone number of customer growers | TNCG | 숫자 | 000-000-0000 | - |
| | 이메일 주소 | 모종 주문 농가 이메일 주소 | e-mail address of customer growers | TNEA | 문자 | 아이디@주소 | - |
| | 만족도 | 모종 수령에 대한 만족도 | Satisfaction for ordered seedlings | SOS | 문자(숫자) | 상(1), 중(2), 하(3) | 3점 척도 |
| | 신용도 | 모종 대금 납무에 대한 신용도 | Credit of payment | CP | 문자(숫) | 상(1), 중(2), 하(3) | 3점 척도 |

| 주제영역 | 용어 | 용어 설명 | 영문명 | 영문 약어 | 데이터 유형 | 데이터 값(예시) | 측정 단위 |
|---------|-----------|--------------------|--|-------|--------|---------------------|----------------|
| 시설 및 장비 | 시설유형 | 시설 유형 | Type of greenhouse | TG | 문자 | 비닐, 유리 등 | - |
| | 면적 | 시설 면적 | Area of greenhouse | AG | 숫자 | 1,000m ² | m ² |
| | 파종기 | 파종 장치 | Seeding machine | SM | 숫자 | 1대 | 대 |
| | 발아실 | 발아 환경 조절 장치 | Germination chamber | GC | 숫자 | 2실 | 실 |
| | LED 활착실 | 접목 환경 조절 장치 | LED Grafting healing Chamber | LGC | 숫자 | 10실 | 실 |
| | 식물공장육묘시스템 | 인공광 이용 접수/대목 생산 장치 | Plant Factory Seedling Production System | PFSPS | 숫자 | 10실 | 실 |
| | 접목로봇 | 접목 작업 로봇 | Grafting Robot | GB | 숫자 | 2대 | 대 |
| | 관수기 | 관수 장치 | Irrigation Equipment | IE | 숫자 | 3대 | 대 |
| | 영상장치 | 생육정보 수집 영상 장치 | Image-based plant growth information collecting system | IPGCS | 숫자 | 2대 | 대 |

| 주제영역 | 용어 | 용어 설명 | 영문명 | 영문 약어 | 데이터 유형 | 데이터 값(예시) | 측정 단위 |
|-------|-----------|-----------------------|----------------------------------|-------|--------|-----------------------|-------|
| 자재 | 종자 | 종자 | Seed | S | 문자 | - | - |
| | 상토 | 종자가 발아 및 모종이 크는 배지 | Growing Media | GM | 문자 | A 상토 | 포 |
| | 비료 | 모종 생산 관리 화학 영양분 | Fertilizer | F | 문자 | A 복합비료 | 포 |
| | 농약 | 모종 병해충 관리 화학제 | Agro-chemical | AC | 문자 | A 농약 | 병 |
| | 트레이 | 모종 생산 용기 | Plug Tray | PT | 문자 | A 트레이 | 박스 |
| 육묘 정보 | 작물 | 농작물 종류 | Crop | C | 문자 | 토마토, 고추 등 | - |
| | 품종 | 작물별 품종 정보 | Cultivar | CV | 문자 | 토마토 A 품종 | |
| | 육묘 일수 | 작물별 파종-출하까지의 육묘 일수 정보 | Seedling production days | SPD | 숫자 | 토마토 40일, 고추 60일 | 일 |
| | 파종일 | 주문된 모종의 파종일 | Seeding date | SD | 숫자 | A 농가 A 작물 A 품종 12월 1일 | 날짜 |
| | 접목일 | 주문된 모종의 접목일 | Grafting date | GD | 숫자 | A 농가 A 작물 A 품종 12월 1일 | 날짜 |
| | 접목 활착 일수 | 작물별 접목 활착 소요 일수 | Grafting healing days | GHD | 숫자 | A 작물 6일 | 일 |
| | 접목 활착 완료일 | 주문된 모종의 접목 활착 완료일 | Grafting healing completion date | GHCD | 숫자 | A 농가 A 작물 A 품종 12월 1일 | 날짜 |
| | 출하일 | 주문된 모종의 출하일 | Seedling shipping date | SSD | 숫자 | A 농가 A 작물 A 품종 12월 1일 | 날짜 |

| 주제영역 | 용어 | 용어 설명 | 영문명 | 영문 약어 | 데이터 유형 | 데이터 값(예시) | 측정 단위 |
|-------|------|----------------------------|-----------------|-------|--------|--|-------------------------------------|
| 모종 정보 | 초장 | 식물의 지표에서 선단까지의 길이 | Plant height | PH | 숫자 | 10cm | cm |
| | 엽수 | 식물체 앞의 수 | Leaf number | LN | 숫자 | 4개 | 개 |
| | 엽면적 | 식물체 전체 엽의 면적 | Leaf area | LA | 숫자 | 8.5cm ² | cm ² |
| | 활착율 | 접목 활착 성공률(%) | Graft-take rate | GTR | 숫자 | 99% | % |
| | NDVI | 식생지수 | NDVI | NDVI | 숫자 | - | - |
| 환경 정보 | 온도 | 온도 | Temperature | T | 숫자 | 25℃ | ℃ |
| | 습도 | 습도 | Humidity | H | 숫자 | 80% | % |
| | 광량 | 광합성 유효 범위 광량 | Light intensity | LI | 숫자 | 350 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ | $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ |

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

3-1. 연구 목표 달성도

| 연차 | 세부연구목표 | 가중치 | 개발내용 | 달성도 |
|----------------|---|-----|--|------|
| 1차년도 (2019) | ○ 스마트 육묘 생산 및 경영 관리 통합 서비스 소프트웨어 플랫폼 구축 | 30% | ○ 스마트 육묘 기반 주문-생산-출하 관리 어플리케이션 개발 ○ 스마트 육묘 기반 자재 및 회계 관리 어플리케이션 개발 ○ 스마트 육묘 기반 생산 및 경영 관리 통합 어플리케이션 및 서비스 플랫폼 구축 | 100% |
| | ○ 스마트 육묘 생산 및 경영 관리 통합 서비스 플랫폼 및 DB 모델 설계 | 20% | ○ 스마트 육묘 기반 주문-생산-출하 진행 정보 모니터링 어플리케이션 개발 ○ 스마트 육묘 공정별 데이터 모니터링 프로그램 개발 ○ 스마트 육묘 생산이력 관리 프로그램 개발 | 100% |
| | ○ 스마트 육묘 생산이력 정보 수집 프로세스 모델 설계 및 시작품 개발 | 30% | ○ 스마트 육묘 생산이력 정보 수집 프로세스 모델 설계 ○ 스마트 육묘 생산이력 정보 수집 장치 시작품 제작 | 100% |
| | ○ 스마트 육묘 생산 및 경영 통합관리시스템 플랫폼 및 어플리케이션 개발 | 20% | ○ 스마트 육묘 생산 및 경영 관리 통합 서비스(SaaS) 구성 모델 디자인 ○ 스마트 육묘 생산 및 경영 관리 통합 서비스 데이터베이스 모델 디자인 | 100% |

3-2. 정량적 성과 목표 달성도

| 세부내용 | 평가의 착안점 및 기준 | 목표 | 실적 | 달성도 |
|-------------|----------------------------------|----|----|------|
| 특허출원 | 스마트 파종기, 스마트 대차 등 관련 내용 특허출원 | 1 | 1 | 100% |
| 사업화(시작품 제작) | 스마트 파종기, 스마트 대차 등 | 2 | 2 | 100% |
| 프로그램등록 | 스마트 육묘 생산이력관리 프로그램 및 어플리케이션 | 2 | 4 | 100% |
| DB 구축 | 스마트 육묘 생산이력관리 DB | 1 | 1 | 100% |
| 학술발표 | 스마트 육묘 생산 및 경영 관리 통합 서비스 관련 학술발표 | 1 | 1 | 100% |
| 기술 실시(이전) | 제품화 시제품 제작 기술 이전 | 0 | 2 | 100% |

4. 연구결과의 활용 계획 등

4-1. 연구개발 결과의 활용방안

- 스마트 공정육묘 테스트 베드 활용 육묘기술의 4차산업의 주요 키워드인 ICBM과 AI, 로봇 적용의 가용성 향상을 위한 후속 연구개발을 위한 기반으로 활용
- 스마트 육묘기술 적용 요소기술간 연동 및 전과정의 성능평가로 신뢰성과 정밀성 검증 가능

| 구분 | 주요 적용 가능 분야 |
|----------|--|
| IoT | - 모종 생육 및 환경 정보 수집과 제어 ※ 센서 및 영상장치 활용 - RFID 칩 등 이용 모종 생산 이력 정보 수집 및 관리 |
| Cloud | - 모종 생육, 환경, 경영 정보 수집 및 관리 |
| Big Data | - 작물 수급 예측 가능 모종 생산 및 경영 정보 분석 |
| Mobile | - 스마트폰 기반 모종 생산 및 경영 관리 |
| AI(인공지능) | - 기계 학습 기반의 모종 생육, 시비·관수, 병해충 관리 |
| 로봇(자동화) | - 파종·접목·관수 작업 로봇화, 모종 이송 자율 주행 시스템 등 |

- 스마트 육묘 R&D 테스트 베드 원에 관련 학과에서 육묘 교육장으로 사용 가능
- 모종에 대한 품질 정보를 정량적으로 제공함으로써 고객에게 양질의 상품을 제공 할 수 있으며, 분쟁 시 법적 자료로 활용
- 스마트 육묘 생산관리 프로그램은 육묘분야 뿐 아니라 산림 / 식품 / 작물 등 다양한 분야에 적용한다면 생산성 및 신뢰도를 향상시킬 수 있을 것으로 기대됨

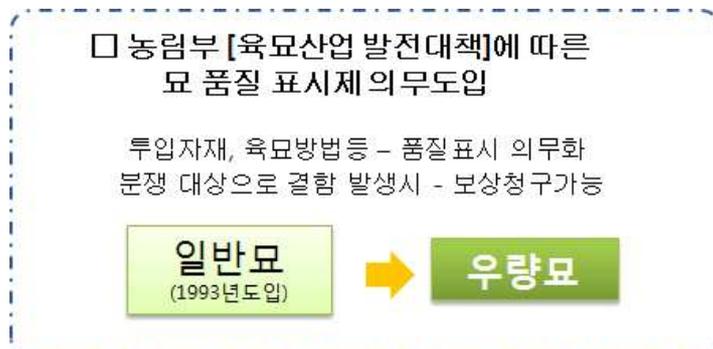
4-2. 기대성과 및 파급효과

가. 기술적 측면

- 공정육묘 생산 관리를 위한 스마트 육묘 핵심기반 기술 개발
- 스마트 육묘기반 고품질 육묘 생산 시스템 개발
- 육묘 생산 공정의 작물 데이터 베이스 구축

나. 경제 산업적 측면

- 스마트 육묘 핵심 기술인 공정 관련 소프트웨어와 및 육묘 자동화 장비 수출 기대
- 정형화된 육묘 공정을 통하여 육묘 손실을 최소화 하여 우량묘 연중 안정 생산을 통한 농가의 소득 증대 기여 및 선진 육묘 기술 도입 정착



다. 농가 실용화 측면

- 육묘 생산 공정을 준자동화 하여 작업자의 숙련도에 따른 품질차이를 줄일 수 있음
- 육묘 생산과정 자동화를 통해 농촌 고령화와 인력 수급의 어려움 해결과 모종 생산비 절감은 궁극적으로 농가의 경제적 부담이 줄어들게 되고, 나아가서 농산물 가격 안정화에 기여할 수 있을 것으로 예상됨
- 종의 품질 정보를 정량적으로 획득하여 품질차이를 줄일 수 있으며 일부 단계를 자동화 하여 생산단가를 줄여 고품질 모종을 소비자에게 안정적으로 공급할 수 있음
- 인건비 절감과 미래의 육묘전문가 양성 교육 프로그램에 활용할 수 있음

4-3 마케팅 및 판매전략

가. 국내시장

- 연구소 및 국가기관을 상대로 테스트 베드의 실용화된 결과물 이용한 영업
- 과수, 화훼, 시설재배단지의 경우 국가지원사업 연계영업(ICT 융복합지원사업)
- 육묘 및 화훼 관련 연관 전시회, 설명회를 통해 적극적인 마케팅 실시
- 자체 기존의 영업조직 활용

나. 해외시장

- 지자체, 국가기관의 해외 전시회 보조 사업을 활용, 해외전시회 참가
- KOTRA를 통한 현지분석 및 전시회 참가
- 시장규모가 국내보다 큰 규모로 적극적 해외진출 모색
- 해외 마케팅 인력 확보, 교육

다. 사업화 계획 및 기대효과

(단위: 백만원)

| 구 분 | | (2020)년 (개발종료 해당년) | (2021)년 (개발종료 후 1년) | (2022)년 (개발종료 후 2년) |
|--------|------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 사업화 제품 | | 스마트육묘공정관 리 및 자동화 장치 | 스마트육묘공정관 리 및 자동화 장치 | 스마트육묘공정관 리 및 자동화 장치 |
| 투자계획 | | 100 | 100 | 100 |
| 판매 계획 | 내 수 | - | 1,000 | 2,500 |
| | 직접수출 | - | 1,000 | 2,500 |
| | 간접수출 | - | - | - |
| | 계 | - | 2,000 | 5,000 |
| 비용절감 | | | | |
| 수입대체 | | | | |

붙임. 참고문헌

- 지능형 농업 서비스를 위한 iot 기반 온톨로지 활용 기술 연구(순천대학교, '14~17)
- ICT융합 스마트 원예시설 산업화 모델 개발(국립농업과학원,'14~16)
- ICT 시설원예 데이터 기반 복합환경제어기 기능개선 방안(한국시설원예ICT융복합협동조합,'15~16)
- u-IT 융복합기술 기반의노지 과수 생산 관리 시스템 개발(서울대학교, '11~14)
- 식물공장 내부 환경 센서 연동 저가형 모니터링시스템 개발((주)그린팩토리, '16)
- 도시형 식물공장 구축지원을 위한 보급형 통합환경 제어 S/W 플랫폼 개발(한국전자통신연구원, '11~14)
- 클라우드 기반 스마트팜 서비스 요구사항(정보통신단체표준(TTAS), '16)
- 스마트팜 온실통합제어기와 센서-구동기통합 노드 간 통신 프로토콜(정보통신단체표준(TTAS), '16)
- 도시농업활성화를 위한보급형 식물재배 시스템생산지원 체계(CMO)구축(숭실대학교, 2016)

[별첨 1]

연구개발보고서 초록

| | | | | | |
|---|--|---------|-----------------------|-------------------------------|----|
| 과 제 명 | (국문) 표준기반 스마트 공정육묘 통합관리시스템 산업화 | | | | |
| | (영문) Industrialization of standard-based smart plug seedling integrated production management system | | | | |
| 주 관 연구 기관 | (주)와이즈센싱 국립원예특작과학원 | | 주 관 연 구 책 임 자 | (소속) (주)와이즈센싱 | |
| 참 여 기 업 | (주)와이즈센싱 (주)헬퍼로보틱 | | | (성명) 박진관 | |
| 총 연구개발비 (600,000천원) | 계 | 600,000 | 총 연 구 기 간 | 2019.01.22. ~ 2020.01.21.(1년) | |
| | 정부출연 연구개발비 | 450,000 | 총 연 구 원 수 | 총 인 원 | 22 |
| | 기업부담금 | 150,000 | | 내부인원 | 22 |
| | 연구기관부담금 | - | | 외부인원 | - |
| <p>○ 연구개발 목표 및 성과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 스마트 육묘 생산 및 경영 관리 통합 서비스 소프트웨어 플랫폼 구축 - 스마트 육묘 생산 및 경영 관리 통합관리시스템 플랫폼 및 어플리케이션 개발 - 스마트 육묘 생산이력 정보 수집 관리 프로그램 개발 - 스마트 육묘 생산이력 정보 수집 프로세스 모델 설계 및 시작품 개발 - 스마트 육묘 생산 및 경영 관리 통합 서비스 플랫폼 및 DB 모델 설계 <p>○ 연구내용 및 결과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 스마트 육묘 R&D 테스트 베드 구축(국립원예특작과학원 유리온실) - 스마트 육묘 기반 주문-생산-출하 관리 어플리케이션 개발 - 스마트 육묘 기반 자재 및 회계 관리 어플리케이션 개발 - 스마트 육묘 기반 생산 및 경영 관리 통합 어플리케이션 및 서비스 플랫폼 구축 - 스마트 육묘 기반 주문-생산-출하 진행 정보 모니터링 어플리케이션 개발 - 스마트 육묘 공정별 데이터 모니터링 프로그램 개발 - 스마트 육묘 생산이력 관리 프로그램 개발 - 스마트 육묘 생산이력 정보 수집 프로세스 모델 설계 - 스마트 육묘 생산이력 정보 수집 장치 시작품 제작 - 스마트 육묘 생산 및 경영 관리 통합 서비스(SaaS) 구성 모델 디자인 - 스마트 육묘 생산 및 경영 관리 통합 서비스 데이터베이스 모델 디자인 <p>○ 연구성과 활용실적 및 계획</p> | | | | | |

- 국가/민간의 스마트 육묘 연구 수행 및 결과물(장치 및 시스템) 실증 시험 수행
- 스마트 육묘 기술 보급을 위한 육묘 농가 및 청년 인재 양성 교육 수행
- 국가 및 민간의 스마트 육묘 기술 실증 시험 수행

자체평가의견서

1. 과제현황

| | | | | | |
|---------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------|---------|---------|
| | | 과제번호 | 319037-1 | | |
| 사업구분 | 1세대 스마트 플랜트팜 산업화 사업 | | | | |
| 연구분야 | 원예작물 재배/생산 | | 과제구분 | 단위 | |
| 사업명 | 1세대 스마트 플랜트팜 산업화 사업 | | | 주관 | |
| 총괄과제 | - | | 총괄책임자 | - | |
| 과제명 | 표준기반 스마트 공정육묘 통합관리 시스템 산업화 | | 과제유형 | (응용) | |
| 연구기관 | (주)와이즈센싱, 국립원예특작과학원 | | 연구책임자 | 박진관 | |
| 연구기간 연구비 (천원) | 연차 | 기간 | 정부 | 민간 | 계 |
| | 1차연도 | 2019.01.22. ~ 2020.01.21 | 450,000 | 150,000 | 600,000 |
| | 2차연도 | - | - | - | - |
| | 3차연도 | - | - | - | - |
| | 4차연도 | - | - | - | - |
| | 5차연도 | - | - | - | - |
| | 계 | 2019.01.22. ~ 2020.01.21 | 450,000 | 150,000 | 600,000 |
| 참여기업 | (주)와이즈센싱, (주)헬퍼로보틱 | | | | |
| 상대국 | - | 상대국연구기관 | - | | |

2. 평가일 : 2020.01.22

3. 평가자(연구책임자) : 박진관

| | | |
|----------|----|-----|
| 소속 | 직위 | 성명 |
| (주)와이즈센싱 | 팀장 | 박진관 |

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

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

| | |
|----|-----|
| 확약 | 박진관 |
|----|-----|

I. 연구개발실적

1. 연구개발 결과의 우수성/창의성

■ 등급 : 아주 우수

본 연구를 통해 육묘 현장에서 주문-생산-출하 기간 동안 발생하는 생산 및 경영 관리 정보의 효율적 관리를 통한 모종 생산비 절감 및 모종 생산 이력 정보 확보 등 육묘 생산 효율성 제고를 위해 스마트 육묘 요소 기술의 통합 어플리케이션 및 서비스 플랫폼 개발을 진행
국립원예특작과학원 유리 온실에 R&D 테스트베드를 구축하여 농가의 육묘 생산 공정과 유사한 환경을 구성하였으며 연구 참여 기관들과 협업하여 테스트베드 운영 상태, 시스템 연동 상태 평가하였으며 이로부터 영향을 주는 요소를 확인하여 시스템 안정성 개선을 진행

2. 연구개발 결과의 파급효과

■ 등급 : 아주 우수

표준 기반 스마트 공정육묘 생산 관리를 위한 핵심기반 기술 개발하여 응용기술에 적용가능하며 본 연구를 통하여 산출된 결과물들을 이용하여 스마트 육묘 핵심 기술 및 장비 수출 기대되며 스마트 공정육묘 통합 관리 시스템 및 산업화를 통하여 육묘 농가 현장 적용이 가능하며 육묘농가의 우량묘 연중 안정 생산을 위한 선진 육묘 기술 도입 정착 기대

3. 연구개발 결과에 대한 활용 가능성

■ 등급 : 우수

국가/민간의 스마트 육묘 연구 수행 및 결과물(장치 및 시스템) 실증 시험 수행
스마트 육묘 기술 보급을 위한 육묘 농가 및 청년 인재 양성 교육 수행
국가 및 민간의 스마트 육묘 기술 실증 시험 수행

4. 연구개발 수행 노력의 성실도

■ 등급 : 아주 우수

연구원들 간의 주기적인 세미나, 진도 점검, 테스트베드 구축을 통해 연구 수행에 필요한 기술을 개발하였으며, 상호 협력을 통해 연구를 성실히 추진

5. 공개 발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : 우수

특허 출원 1건과 기술실시(이전) 2건, 시제품 제작 2건, 프로그램등록 5건(DB 구축포함) 그리고 1건의 학술발표를 수행

II. 연구목표 달성도

| 세부연구목표 (연구계획서상의 목표) | 비중 (%) | 달성도 (%) | 자체평가 |
|---|-----------|------------|--|
| ○ 스마트 육묘생산 및 경영 관리 통합 서비스 소프트웨어 플랫폼 구축 | 30 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 스마트 육묘 기반 주문-생산-출하 관리 어플리케이션 개발 ○ 스마트 육묘 기반 자재 및 회계 관리 어플리케이션 개발 ○ 스마트 육묘 기반 생산 및 경영 관리 통합 어플리케이션 및 서비스 플랫폼 구축 |
| ○ 스마트 육묘 생산 및 경영 관리 통합 서비스 플랫폼 및 DB 모델 설계 | 20 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 스마트 육묘 기반 주문-생산-출하 진행 정보 모니터링 어플리케이션 개발 ○ 스마트 육묘 공정별 데이터 모니터링 프로그램 개발 ○ 스마트 육묘 생산이력 관리 프로그램 개발 |
| ○ 스마트 육묘 생산이력 정보 수집 프로세스 모델 설계 및 시작품 개발 | 30 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 스마트 육묘 생산이력 정보 수집 프로세스 모델 설계 ○ 스마트 육묘 생산이력 정보 수집 장치 시작품 제작 |
| ○ 스마트 육묘 생산 및 경영 통합관리시스템 플랫폼 및 어플리케이션 개발 | 20 | 100 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 스마트 육묘 생산 및 경영 관리 통합 서비스(SaaS) 구성 모델 디자인 ○ 스마트 육묘 생산 및 경영 관리 통합 서비스 데이터베이스 모델 디자인 |
| 합계 | 100 | | |

III. 종합의견

1. 연구개발 결과에 대한 종합의견

| |
|---|
| <p>육묘 현장에서 주문-생산-출하 기간 동안 발생하는 생산 및 경영 관리 정보의 효율적 관리를 통하여 모종 생산비 절감 및 모종 생산 이력 정보 확보 등 육묘 생산 효율성 제고를 위한 스마트 육묘 요소 기술의 통합 어플리케이션 및 서비스 플랫폼 개발을 진행</p> <p>국립원예특작과학원 유리 온실에 R&D 테스트베드를 구축하였으며 농가의 육묘 생산 공정과 유사한 환경을 구성하여 구축된 테스트베드의 운영 상태를 협동 연구 기관들과 협업하여 시스템 운영 상태를 평가하였으며 이로부터 영향을 주는 요소를 확인하여 시스템 안정성 개선을 진행</p> |
|---|

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

없음

3. 연구 결과의 활용방안 및 향후 조치에 대한 의견

스마트 육묘 통합 관리 시스템, 어플리케이션, 환경 제어 장치 기술 소프트웨어들을 바탕으로 육묘의 생산 기술, 재배 단계에서 발생하는 생산 정보들을 기반으로 하여 육묘 환경 제어 및 생산 과정 모니터링이 가능한 제품 개발과 사업화에 활용하며 본 연구를 통해 산출된 결과물들을 이용하여 스마트 육묘 핵심 기술 및 장비 수출 기대 되며 스마트 공정육묘 통합 관리 시스템 및 산업화를 통하여 육묘 농가 현장 적용이 가능하며 육묘 농가의 우량묘 연중 안정 생산을 위한 선진 육묘 기술 도입 정착 기대.

IV. 보안성 검토

1. 연구책임자의 의견

-

2. 연구기관 자체의 검토 결과

-

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

| | | | | |
|--------|--|--------------|--------------|--------------|
| 사업추진형태 | <input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제 | 분 야 | 1세대 스마트팜 산업화 | |
| 연구과제명 | 표준 기반 스마트 공정육묘 통합관리 시스템 산업화 | | | |
| 주관연구기관 | (주)와이즈센싱 | | 주관연구책임자 | 박진관 |
| 연구개발비 | 정부출연 연구개발비 | 기업부담금 | 연구기관부담금 | 총연구개발비 |
| | 450,000,000원 | 150,000,000원 | - | 600,000,000원 |
| 연구개발기간 | 2019.01.22.~2020.01.21 | | | |
| 주요활용유형 | <input checked="" type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타() <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:) | | | |

2. 연구목표 대비 결과

| 당초목표 | 당초연구목표 대비 연구결과 |
|---|--|
| ○ 스마트 육묘 생산 및 경영 관리 통합 서비스 소프트웨어 플랫폼 구축 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 스마트 육묘 기반 주문-생산-출하 관리 어플리케이션 개발 ○ 스마트 육묘 기반 자재 및 회계 관리 어플리케이션 개발 ○ 스마트 육묘 기반 생산 및 경영 관리 통합 어플리케이션 및 서비스 플랫폼 구축 |
| ○ 스마트 육묘 생산 및 경영 관리 통합 서비스 플랫폼 및 DB 모델 설계 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 스마트 육묘 기반 주문-생산-출하 진행 정보 모니터링 어플리케이션 개발 ○ 스마트 육묘 공정별 데이터 모니터링 프로그램 개발 ○ 스마트 육묘 생산이력 관리 프로그램 개발 |
| ○ 스마트 육묘 생산이력 정보 수집 프로세스 모델 설계 및 시작품 개발 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 스마트 육묘 생산이력 정보 수집 프로세스 모델 설계 ○ 스마트 육묘 생산이력 정보 수집 장치 시작품 제작 |
| ○ 스마트 육묘 생산 및 경영 통합관리시스템 플랫폼 및 어플리케이션 개발 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 스마트 육묘 생산 및 경영 관리 통합 서비스 (SaaS) 구성 모델 디자인 ○ 스마트 육묘 생산 및 경영 관리 통합 서비스 데이터베이스 모델 디자인 |

3. 연구목표 대비 성과

| 성과 목표 | 사업화지표 | | | | | | | | | | 연구기반지표 | | | | | | | | | |
|---------------|-----------|----------|-----------------|------------------|-------------|----------------------|-------------|-------------|------------------|------------------|----------|---------|--------------|------------------|------------------|----------|----------|------------------|------------------------|----------------|
| | 지식 재산권 | | | 기술 실시 (이전) | | 사업화 | | | | | 기술 인증 | 학술성과 | | | | 교육 지도 | 인력 양성 | 정책 활용·홍보 | | 기타 (D·B·구축) |
| | 특허 출원 | 특허 등록 | 소프트 웨어 등록 | 건 수 | 기술 료 | 제품 화 (시 제품) | 매 출 액 | 수 출 액 | 고 용 창 출 | 투 자 유 치 | | 논문 | | 학 술 발 표 | 정 책 활 용 | | | 홍 보 전 시 | | |
| | | | | | | | | | | | | SC I | 비 SC I | | | | | | 논 문 평 균 IF | |
| 단위 | 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 | 건 | | |
| 가중치 | 30 | | 40 | | | 10 | | | | | | | 10 | | | | | | 10 | |
| 최종목표 | 1 | | 2 | | | 2 | | | | | | | 1 | | | | | | 1 | |
| 연구기간내 달성실적 | 1 | | 4 | 2 | 6 | 2 | | | 4 | | | | 1 | | | | | | 1 | |
| 달성율(%) | 100 | | 100 | | | 100 | | | | | | | 100 | | | | | | 100 | |

4. 핵심기술

| 구분 | 핵심기술명 |
|----|------------------------------|
| ① | 스마트 공정 육묘 통합 관리 소프트웨어 및 응용기술 |
| ② | 수직 및 수평전환이 가능한 다단 식물 재배 대차 |

5. 연구결과별 기술적 수준

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

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

| 핵심기술명 | 핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과 |
|-------|--|
| ①의 기술 | 스마트 육묘 통합 관리 시스템, 어플리케이션, 환경 제어 장치 기술 소프트웨어들을 바탕으로 육묘의 생산 기술, 재배 단계에서 발생하는 생산 정보들을 기반으로 하여 육묘 환경 제어 및 생산 과정 모니터링이 가능한 제품 개발과 사업화에 활용 |
| ②의 기술 | 수직 수평 전환이 가능한 다단 식물 재배 대차의 기술 특허를 바탕으로 육묘 파종, 생산 기술과 연계하여 육묘의 재배 단계에서 일어나는 물류 위치 추적 및 RFID칩을 통해 물류 모니터링이 가능한 제품개발과 사업화에 활용 |

7. 연구종료 후 성과창출 계획

| 성과목표 | 사업화지표 | | | | | | | | | | 연구기반지표 | | | | | | | | | |
|----------------|----------|------|----------|-----------|----------|----------|-----|-----------|------|------|--------|------|------|----------|------|------|------|----------|----------|-------------|
| | 지식 재산권 | | | 기술실시 (이전) | | 사업화 | | | | | 기술인증 | 학술성과 | | | | 교육지도 | 인력양성 | 정책 활용·홍보 | | 기타 (D B 구축) |
| | 특허출원 | 특허등록 | 소프트웨어 등록 | 건수 | 기술료 | 제품화 | 매출액 | 수출액 | 고용창출 | 투자유치 | | 논문 | | 논문평균 IF | 학술발표 | | | 정책활용 | 홍보전시 | |
| | | | | | | | | | | | | SCI | 비SCI | | | | | | | |
| 단위 | 건 | 건 | 건 | 건 | 백만원 | 건 | 백만원 | 백만원 | 명 | 백만원 | 건 | 건 | 건 | 건 | 명 | | | | | |
| 가중치 | 30 | | 40 | | | 10 | | | | | | | | 10 | | | | | 10 | |
| 최종목표 | 1 | | 2 | | | 2 | | | | | | | | 1 | | | | | 1 | |
| 연구기간내 달성실적 | <u>1</u> | | <u>4</u> | | <u>2</u> | <u>6</u> | | | | | | | | <u>1</u> | | | | | <u>1</u> | |
| 연구종료 후 성과창출 계획 | | | | | | | | <u>20</u> | | | | | | | | | | | | |

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 1세대 스마트 플랜트팜 산업화 사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 1세대 스마트 플랜트팜 산업화 사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.