

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개()발간등록번호(O)
기술융합창의인재양성사업 2021년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-004214-01

AI분석을 통한 스마트팜 환경제어 및 사용자 인터페이스 고도화 개발

2022.12.15.

주관연구기관 / 농업회사법인(주)편농

농림축산식품부
(전문기관)농림식품기술기획평가원

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “AI분석을 통한 스마트팜 환경제어 및 사용자 인터페이스 고도화 개발”(개발기간 : 2020. 01. ~ 2022. 01.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2022. 12. 15.

주관연구기관명 : 농업회사법인(주)편농 (대표자) 박성규



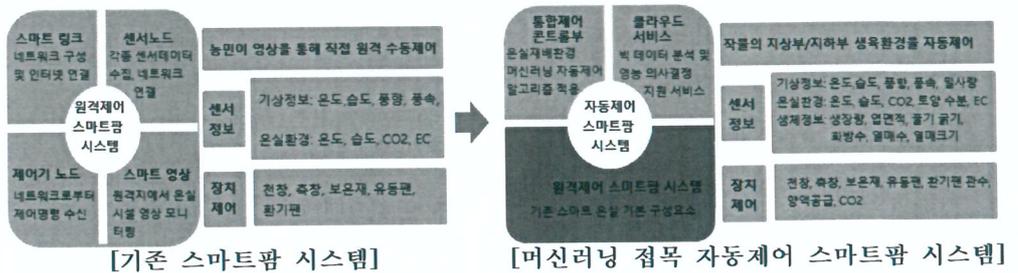
주관연구책임자 : 박 성 규

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

요 약 문

과제(공고)번호	120019-2			
총괄과제명	AI분석을 통한 스마트팜 환경제어반의 환경제어 및 사용자 인터페이스 고도화 개발			
과제명	국문	AI분석을 통한 스마트팜 환경제어반의 환경제어 및 사용자 인터페이스 고도화 개발		
	영문	Development of automatic environment control and user interface for smart farm environment control panel through AI Analysis		
주관연구기관	기관명	농업회사법인(주)편농	사업자등록번호	602-87-01112
주관연구책임자	성명	박 성 규	전자우편	skpark@pyeonnonng.com
총 연구기간	2020.01.17 ~ 2022.01.16 (24 개월)			
해당연도 연구기간	2020.01.17 ~ 2021.01.16 (12 개월)			
연구비	정부	20,000천원	민간	50,000천원
실무담당자	성명	박 중 원	전자우편	john681@naver.com
계				250,000천원

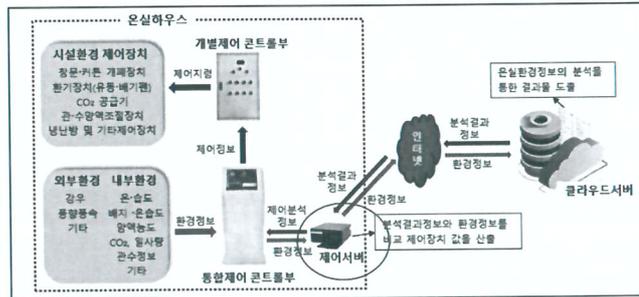
• 기존 스마트팜 환경제어반에 머신러닝을 접목한 자동제어 시스템 개발



연구 요약

(연구 주제, 목적/목표, 필요성, 내용, 독창성, 과학·기술적 의미, 영향 등)

- 작물재배환경 빅데이터를 활용한 머신러닝을 접목하여 스마트팜의 수동제어를 최소화하여 고령 및 신규 귀농인들이 보다 쉽게 스마트팜을 활용하여 작물생산할 수 있는 시스템 개발 (목적/목표)
- 기존 현장제어반의 데이터를 수집하는 데이터베이스의 데이터를 머신러닝 기반 시스템과 연동할 수 있는 시스템을 구축하여 스마트팜 원격제어가 미숙하여 스마트팜을 사용하지 못하는 고령 및 신규 귀농인들이 자동제어 스마트팜에 쉽게 적용하여 농가의 소득을 향상시킬 수 있음 (필요성)
- 기존의 스마트팜 시스템에 본 과제에서 개발한 머신러닝 연동 모듈(제어서버)을 추가하여 자율형 스마트팜으로 고도화할 수 있어 기존의 스마트팜 설비를 그대로 사용할 수 있어 적용 기간과 비용을 획기적으로 줄일 수 있음 (독창성)



- 소규모 스마트팜에서도 동일한 작물을 재배하는 다른 곳의 데이터와 비교할 수 있어 재배 효율을 높일 수 있으며, 초고속 무선 통신인 5G를 사용하여 재배 현장의 정밀한 영상을 실시간 확인할 수 있음 (과학·기술적 의미)
- 고령화 및 신규 귀농인이 늘고 있는 영농환경에서 적은 비용과 기간으로 자율형 스마트팜으로 고도화할 수 있어 적용 기간을 줄일 수 있으며, 소득 증대에 긍정적인 효과를 볼 수 있음 (효과)
- 이론적 학습과 실 기술개발의 실습을 통한 개발에 필요한 맞춤형 인재양성을 구현 함으로서 향후 발전된 제품개발이 가능하다 (인재양성 효과)

목 차

1. 연구개발 운영전략 -----	2
가. 산업 전문인력 양성 목표의 명확성 및 구체성---	2
나. 대표자의 연구역량 강화 및 인력양성 의지-----	3
다. 전문인력 양성 필요성 및 전략-----	5
라. 연구개발 필요성 및 타당성-----	7
1). 연구개발의 필요성-----	7
2). 연구개발의 목표 및 내용---	22
2. 연구계획-----	33
가. 연구과제구성-----	33
나. 연구과제 우수성-----	34
다. 연구개발 성과의 활용방안-----	35
3. 사업추진역량-----	36
가. 기 확보인력의 전문성-----	36
나. 연구과제 추진과 연계한 인력 집중 양성 계획----	37
다. 연구인력 추가확보, 사업확장계획-----	38
4. 평가의 착안점 기준-----	40
※ 별첨)연구기관 현황 및 연구개발비 명세서-----	41

1. 연구개발 운영전략

가. 산업 전문인력 양성 목표의 명확성 및 구체성

1) 관련 전문인력 현황

○ 스마트팜 산업 설비 개발 전문인력

- 현 스마트팜 산업의 설비는 과거 수동제어 방식 시스템 설비 인력들이 구축하고 있어 스마트팜 설비의 고도화를 위한 장벽이 존재
- 현 원격제어 방식의 스마트팜 시스템은 ICT기반의 편리성 위주로 개발되어 임베디드 관련 H/W의 비중이 상대적으로 큰 반면 자동제어방식의 스마트팜은 임베디드 관련 S/W의 비중이 상대적으로 높다
- 자동제어 기능을 탑재하도록 개발하기 위하여 데이터 통신과 자동제어 관련 전문 지식과 경험을 보유한 전문인력의 공급이 매우 간절하다. 그러나 관련 분야는 현 초기 단계로 이러한 전문인력은 기존 업체에서도 찾아보기 매우 어려운 상황이며, 후발 주자인 당 수행기관으로서는 충원이 매우 어려운 상황임
- 기존 설비 업체들이 자체적인 연구개발을 통해 서서히 자동제어 방식 시스템을 개발 하면서 전문인력을 양성하고 있지만, 소요시간과 비용에 대한 부담이 크다

○ 스마트팜 산업 빅데이터 개발 전문인력

- 스마트팜은 영농인의 고령화와 귀농인들의 비전문성으로 인하여 자동제어가 가능한 형태로 진화하고 있음
- 현재 스마트팜은 자동화율은 매우 낮다. 그 이유는 재배기술을 아직도 재배 영농인의 지식과 노하우에 의존하고 있기 때문이다
- 현재 빅데이터, 머신러닝, 인공지능의 산업 규모가 확대되면서 전문 인력들이 많이 배출되고 있으며, 각 대학에서도 관련 학과를 개설 전문인력 양성에 힘쓰고 있다
- 일반 산업의 경우 일상 생활(구매, 판매, 소비 등)의 데이터가 무한히 발생하면서 활용을 위한 빅데이터량이 기하급수적으로 축적되어 머신러닝을 통한 분석 결과에 대한 수요가 매우 많아지고 있어 대부분의 전문인력들은 이 분야에 종사하고 있음
- 상대적으로 기존 스마트팜 농가에서 발생하는 데이터는 수집 및 가공 시스템이 구축되지 못하여 농진청의 실험재배를 통한 데이터만 축적되어 데이터의 분석에 대한 어려움이 있으며, 생명체에 대한 머신러닝 결과가 아직은 부정확한 상태임
- 전문인력의 농업에 대한 관심 부족으로 농작물 재배 관련 빅데이터 분석에 종사하는 전문인력은 매우 부족한 상황임

2) 산업 전문인력 양성 목표

○ 스마트팜 산업 설비 개발 전문인력 양성

- 자동제어 시스템의 메인 장비와 단말 장비의 개발을 머신러닝 시스템과 연동할 수

있도록 개발할 수 있는 시스템 전문인력을 양성하여야 함

○ 스마트팜 산업 빅데이터 개발 전문인력 양성

- 영농인의 능력이 꼭 필요하지 않은 자동재배(자율재배)가 가능한 스마트팜은 재배환경 데이터의 분석에 의한 자동제어가 구현되어야 한다. 따라서 재배환경 데이터 분석을 위한 빅데이터와 머신러닝의 전문인력이 반드시 필요하다

○ 산·학 전문가 집단을 통한 전문인력 양성

- 설비 개발 전문인력은 전자, 제어 관련 전공의 청년 인력을 전문교육기관을 통해 이론적 바탕과 참여연구원 중 고경력 연구원의 실무 능력 향상 지도를 통한 양성 체계를 구축
- 빅데이터, 머신러닝 개발 전문인력은 관련 전공의 청년 인력을 전문교육기관을 통해 이론적 바탕을 다지고 제안기관에서 개발 실무를 병행하여 스마트팜용 머신러닝 전문인력을 양성할 수 있는 체계를 구축

○ 전문인력 양성 목표

- 당사 제품의 개발 참여와 전문교육기관의 이론과 실습을 바탕으로 실 개발에 필요한 전문인력을 양성한다
- 영리 목적의 기업 특성상 기술개발과 전문인력 양성을 병행하여 수행
- 참여개발 모델 및 전문인력 양성 목표 분야
 - 참여 모델 : 기존 스마트팜 시스템에 머신러닝을 접목 자동제어가 가능한 시스템 개발
 - 전문인력 양성 분야
 - 인터페이스 S/W 관련(웹서비스, 백엔드, 클라우드 기반) : 1명
 - AI 관련(빅데이터 수집, 분석) : 1명

나. 대표자의 연구역량 강화 및 인력 양성 의지

1) 참여연구원의 역량강화가 필요한 이유

○ 스마트팜 산업 설비 사업 수행

- 현재 영농인이 직접 조작하고 현장 확인이 스마트팜 시스템은 영농인의 고령화와 귀농인의 영농 능력이 부족하여 실제 현장에서는 거의 사용을 못하고 있음
- 당 수행기관은 고령의 영농인이나 영농 능력이 부족한 귀농인들이 재배에 직접적인 관리를 하지 않아도 자동제어 스마트팜 시스템이 스스로 파악하고 스스로 농작물의 재배를 할 수 있는 시스템을 개발 보급하기 위한 사업을 수행하기 위하여 수행기관을 창업하였음
- 원격제어방식의 스마트팜은 급수 설비, 양액 공급 설비, 센서 설비, 구동 설비, 현장 제어반, 데이터 송수신부 등으로 구성되지만 수동 제어를 통한 관리가 이루어지

고 있어 현 국내 농촌의 고령화 상황에는 보급의 활성화가 어려운 현실이다

- 당 수행기관이 자체 개발하는 자동제어 스마트팜은 모든 설비를 초고속 무선 데이터 통신(5G 연계)을 활용 머신러닝 기반의 자동제어 기능을 탑재하도록 개발하여 기존 스마트팜의 수동제어를 최소화하고 작물환경 분석에 따른 자동제어에 의한 고령농 및 귀농인이 보다 쉽게 작물생산에 접근 할 수 있도록 하였다
- 외부로부터 전문인력 충원의 어려운 현실을 감안하여 당 수행기관의 참여연구원을 전문인력으로 성장시켜 설비 개발에 참여하도록 하는 것이 바람직하다

○ 스마트팜 산업 빅데이터 및 머신러닝 적용 시스템 사업 수행

- 스마트팜 설비와 연동하는 데이터 수집, 분석 시스템과 머신러닝 시스템은 자동제어 스마트팜의 핵심이라 할 수 있음. 따라서 데이터 수집, 분석 시스템과 머신러닝 시스템 개발을 위한 전문인력은 자동제어 서비스를 위하여 반드시 양성하여야 하는 분야임.
- 외부 교육기관을 통한 이론적인 바탕 위에 위탁기관인 김천대와 제품 개발을 통한 실무를 더한다면 비교적 짧은 기간이라고 할 수 있는 2년 이내에 수행기관의 제품 개발에 필요한 전문인력으로 성장할 수 있으리라 판단됨

2) 수행기관의 연구원의 역량강화 계획

○ 1차년도

- 수행기관의 참여연구원 중 설비 전문인력 양성 대상 연구원 1명에 대하여 전문교육 기관을 통한 이론 교육과 수행기관의 고경력 참여연구원과 함께 설비 개발 업무 병행
- 수행기관의 참여연구원 중 머신러닝 전문인력 양성 대상 연구원 1명에 대하여 위탁기관의 전문가(교수)와 개발 참여를 통한 실습과 외부교육기관을 통한 이론 수업을 병행

○ 2차년도

- 설비 전문인력의 경우 자동제어 시스템 설계 및 설치, 운용을 통한 실무 능력 향상을 위하여 수행기관의 자동제어 스마트팜이 설치되어 있는 자사 스마트팜 설치 농장을 통해 시스템 운용 상화를 모니터링하고 개선 및 보완 사항을 조사하여 신규 설비 설계에 반영하며, 제품화 과정에 참여
- 머신러닝 전문인력의 경우에는 데이터 수집, 분석 알고리즘에 대한 이론적인 바탕에서 수행기관의 운용 시스템을 분석하여 고도화 계획을 수립하고, 머신러닝의 최신 알고리즘을 적용하여 수행기관의 운용 시스템에 대한 고도화 계획을 수립
- 데이터 수집, 분석 시스템과 머신러닝 시스템의 고도화 계획 수립 후 위탁기관의 교수들과 수행기관의 고경력 전문인력과 함께 개발 일정 및 운용 계획을 수립하여 개발 업무를 수행

다. 전문인력 양성 필요성 및 전략

1) 산업 전문인력 양성의 필요성

○ 스마트팜 산업 설비 전문인력

- 현 스마트팜 산업의 설비 전문인력은 과거 비닐하우스부터 시작하여 자동화 설비 단계로 발전하면서 온실의 자동화 설비 전문인력이 대부분을 구성하고 있음
- 정부의 스마트팜 설비에 대한 지원 사업을 통해 산업 규모가 커지면서 기존의 자동화 설비 인력들이 현장 교육을 통해 스마트팜 설비 전문인력으로 진화
- 자동제어 관련 전문 지식과 경험을 보유한 전문인력의 공급이 매우 간절하다. 그러나 관련 분야는 현 초기단계로 이러한 전문인력은 기존 업체에서도 찾아보기 매우 어려운 상황이며, 후발 주자인 당 수행기관으로서는 충원이 매우 어려운 상황이다
- 국내에서는 기존 스마트팜을 자동제어 스마트팜으로 전환하는 과도기에 있으나 설비 및 데이터 관련 전문인력이 많이 부족한 상황임

○ 스마트팜 산업 빅데이터 전문인력

- 자동재배가 가능한 스마트팜은 재배환경 데이터의 분석에 의한 자동제어가 구현되어야 한다. 따라서 재배환경 데이터 분석을 위한 빅데이터와 머신러닝의 전문인력이 반드시 필요하다
- 일반 산업과 일상 생활(구매, 판매, 소비 등) 관련 데이터가 무한히 발생하면서 활용을 위한 빅데이터량이 기하급수적으로 축적되면서 머신러닝을 통한 분석 결과에 대한 수요가 매우 많아지고 있어 대부분의 전문인력들은 이 분야에 종사하고 있음
- 상대적으로 기존 스마트팜 농가에서 발생하는 데이터는 수집 및 가공 시스템이 구축되지 못하여 농민들의 실험재배를 통한 데이터만 축적되어 데이터의 분석에 대한 어려움이 있으며, 생명체에 대한 머신러닝 결과가 아직은 부정확한 상태임
- 농작물 재배 관련 빅데이터 분석에 종사하는 전문인력은 매우 부족한 상황이다
- 향후 국내 및 해외에서도 스마트팜은 빅데이터, 머신러닝, 인공지능을 기반으로 한 자율재배 스마트팜(인공지능형 스마트팜)으로 진화하고 있으며, 시장확대에 대비하여 전문인력들의 양성에 대한 필요성과 전문인력의 수요가 커지고 있음

2) 산업 전문인력 양성 전략

○ 청년 엔지니어를 스마트팜 산업 설비 전문인력으로 양성

- 본 제안기관에서는 자동제어 스마트팜의 설비를 설계하고 고도화할 수 있는 설비 전문인력을 참여 연구원 중 고경력 연구원의 재교육을 통해 H/W 및 S/W를 설계 및 개발할 수 있는 전문인력 양성을 위한 체계를 구축

○ 청년 엔지니어를 스마트팜 산업 빅데이터 전문인력으로 양성

- 본 제안기관에서는 기존 스마트팜의 고도화에 대한 핵심 기능인 데이터 수집 및 분석과 머신러닝을 통한 자동 제어를 수행할 수 있는 머신러닝 시스템을 구축할 수 있는 전문인력을 위탁기관인 김천대학교의 교수들을 통해 양성하여 산업에 투입할 수

있도록 협력 체계를 구축

○ 스마트팜 산업 전문인력 양성 전략

- 개발 분야의 특성상 전문인력의 확보가 향후 지속적인 제품개발 및 사업화 성공에 가장 중요한 요인으로 인력양성 예산을 우선순위에 두고 예산을 운영한다
- 부족한 전문인력의 자체 양성을 위하여 운영예산의 일정부분을 인력양산 비용으로 산정 집행한다 (전체운영 예산의 5~10% 범위)
- 정부의 관련 지원정책을 적극 활용하여 반영 되도록 적극 노력한다
- 인력양성 범위
 - 임베디드 관련 인터페이스 S/W 개발자 : 웹서비스, 백엔드, 클라우드 기반 등
 - AI 관련 개발자 : 빅데이터 수집 및 분석
- 인력양산 방안
 - 기업의 특성상 실무 중심의 경험을 통한 집중적인 양성을 위해서는 이론교육 중심의 대학원 진학보다는 실습위주의 관련 전문교육기관을 통한 양성 교육이 효과적이다
 - 해당 전문교육기관을 선정 세부관련 분야별 분기 단위로 1년간 지속적인 실습과 이론을 교육 (NodeJs, Php, Python 등 웹스크립트 관련 / SQL, NoSQL 등에 대한 이해 / AWS, GSP, Azure 등 클라우드 기반 / 머신러닝, 자연어처리 및 배경 등)
 - 당사 자동제어 스마트팜 개발에 직접 참여하여 전문교육기관을 통하여 얻은 지식을 실 개발환경에서의 경험 축적
 - 인터페이스 관련 : 당사 관련 고경력자를 통한 경험 축적
 - 머신러닝 관련 : 위탁기관인 김천대학 교수와 개발 참여를 통한 실 환경 교육 및 경험 축적
- 인력양산 계획
 - 기존 관련 개발 팀원(1~2년 경력)부터 집중 양성 프로그램 진행
 - 개발실 내에 설치 된 실 환경을 재현한 데스크 베드를 통하여 교육 및 개발을 통하여 얻어진 결과물에 대한 구현 및 테스트
 - 2020년 전반기에 설치 될 부여군 실 작물재배환경에서 설치 될 실 환경 테스트 베드 및 시스템 전시공간(약1,350평 규모)을 통한 실습 및 개발 경험 축적
 - 고경력자와 초기 양성 프로그램 이수자를 중심으로 자체 교육 시스템을 구성 향후 신입사원에 대한 실질적이고 효과적인 양성 프로그램을 운영한다
- 인력양산 목표
 - 1년간 관련 분야 각 1명씩 2명의 전문인력 양성을 목표로 한다
 - 1년차 후 제품 개발 시 본인이 맡은 분야를 처리 할 수 있는 능력 배양
 - 2년차 후 제품 개발 시 제품 개발의 일부를 개발 할 수 있는 능력 배양

라. 연구개발 필요성 및 타당성

1) 연구개발의 필요성

1-1) 연구개발의 개요

○ 기술개발의 필요성 및 방안

• 기술개발의 필요성

- 현 스마트팜의 복잡한 PC환경이나 스마트폰 앱은 일반적으로 고령자가 이용하기에는 조작의 어려움으로 현 농촌의 고령화 현실에는 부적합한 수단이라고 볼 수있음
- 현재 보급되고 있는 스마트팜 솔루션들이 농업 경쟁력 향상보다는 가능한 많은 ICT 기술을 농업에 접목하는데 초점을 두고 있으며, 스마트팜 시스템 개발사 중 상당수가 소프트웨어 개발사와 통신사들로 이루어져 이들 업체들은 ICT 기술에 대해서는 전문성을 가지고 있지만, 농업에 대한 이해도는 상당히 낮은 편임
- 젊은 층의 농업에 대한 인지도 매우 낮아 농촌 유입이 어렵다
- 스마트팜에 대한 사용상의 불편으로 인한 낮은 인지도로 스마트팜 설치농가 중 설치물을 방치하는 농가 급속히 증가
- ICT 기기에 대한 조작 능력이나 농업에 대한 지식이 부족해도 누구나 스마트팜 시설을 쉽고 편리하게 이용하고 보다 생산량을 증대할 수 있는 기술적 방법에 대한 필요성 확대
- 이러한 문제점은 향후 스마트팜 보급의 활성화에 걸림돌로 작용

• 기술개발 방안

- 빅데이터를 활용한 머신러닝 기반 스마트팜 시스템
- 머신러닝 초기구성 시스템을 개발하여 확보된 농지에 설치 시스템의 실질적 완성도를 높인다
- 작물재배환경 빅데이터를 활용 기존 스마트팜의 수동제어를 최소화하고 작물재배환경 분석에 따른 자동제어에 의한 고령농 및 귀농인이 보다 쉽게 작물생산에 접근할 수 있게한다

○ 개발기술 개요

• 머신러닝 기반의 스마트 온실 자동제어 시스템 구축

- 기존 스마트팜 시스템에 머신러닝을 접목 자동제어가 가능한 시스템 개발
- 작물 재배온실에서 실시간으로 전송되는 작물환경 데이터를 머신러닝 알고리즘에 적용하여 작물 재배환경 제어장치 값을 산출 제어장치에 적용하여 자동제어 한다
- 머신러닝 알고리즘에 의한 자동제어 방식으로 데이터 수집 및 생육환경 제어의 정확도를 높여 생산성을 높인다
- 작물 재배 온실에서 수집되는 데이터를 실시간 서버의 하둡분산파일시스템(HDFS)에 저장, 프로토타입의 시스템을 구현 향후 유사한 작물재배환경의 스마트팜 시스템

템 구축 시 사용될 수 있는 구조를 제공한다

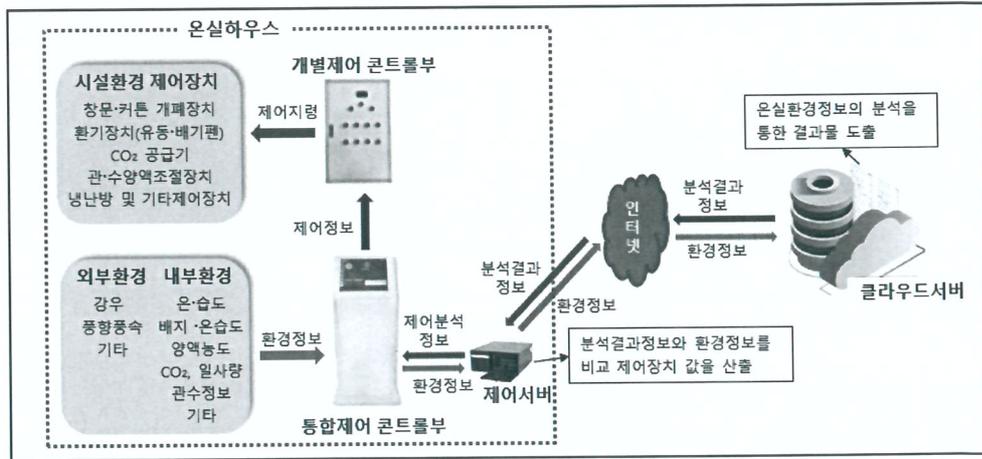
○ 개발기술 범위

- AI 분석을 통한 스마트팜 환경제어반의 환경제어 및 사용자 인터페이스 고도화 개발
 - 1년차
 - ✓ 현 원격제어 스마트팜 시스템을 활용하여 포토포콜을 공유 인터페이스 및 클라우드 기반 개발
 - ✓ 5G 기반 환경제어 인터페이스 모듈 개발
 - ✓ 클라우드 연동 사용자 인터페이스 어플리케이션 개발
 - ✓ 무자동제어를 위한 빅데이터 분석을 통한 온실환경 데이터 체계화(클라우드기반)
 - 2년차
 - ✓ 현 원격제어 환경제어반의 단점을 보완한 환경종합반 임베디드개발(H/W, S/W)
 - ✓ 스마트팜 환경제어반의 자율제어를 위한 머신러닝 알고리즘 개발

○ 개발기술 목표

- 1년차(1단계)
 - 인공지능 학습용 데이터의 수집과 자동 제어 시스템의 개발을 목표로 한다
 - 1년간 딸기 작물의 재배 데이터를 온실내부와 외부로 구분하여 온도, 습도, CO2량, 양액농도, 일사량 등의 데이터를 기간 내 시간 순으로 수집하고 이를 인공지능 모델 중 장단기 기억장치(LSTM) 모델로 학습할 수 있도록 데이터 포맷을 변환
 - 이 과정에서 발생 데이터를 1분, 5분, 10분, 30분, 60분 단위로 준비하고 데이터 윈도우의 크기를 20, 30, 50, 100 등으로 구분하며 학습률(0.001 ~ 0.5)과 에포크 수(1,000~50,000)를 변경해 가며 오류 함수를 최소로 하는 최적의 상태(weights)를 찾는다. 이와 같이 하여 각 환경(온도, 습도, CO2량, 양액농도)의 최적 상태를 예측할 수 있도록 데이터를 준비, 가공, 변환한다
- 2년차(2단계)
 - 1차 년도에 수집된 데이터를 작물 별로 분류하여 학습할 수 있도록 한다
 - 학습 결과로 만들어진 가중치(weight)를 시스템에 적용하고 RNN모델, LSTM모델, GRU 등으로 대체 적용해 보고 최적의 상태를 찾는다
 - 강화학습을 도입하여 환경제어반을 온실 내부와 외부 상황에 맞게 적절한 동작할 수 있는지 확인하고 학습 알고리즘을 개선한다
 - 농진청 등에서 제공하는 각 작물별 기본 데이터를 받아 각 작물별로 최상의 환경을 제공할 수 있도록 시스템을 수정 개발하고 범용 시스템의 개발이 가능한지의 여부를 실험한다

○ 시스템 구성



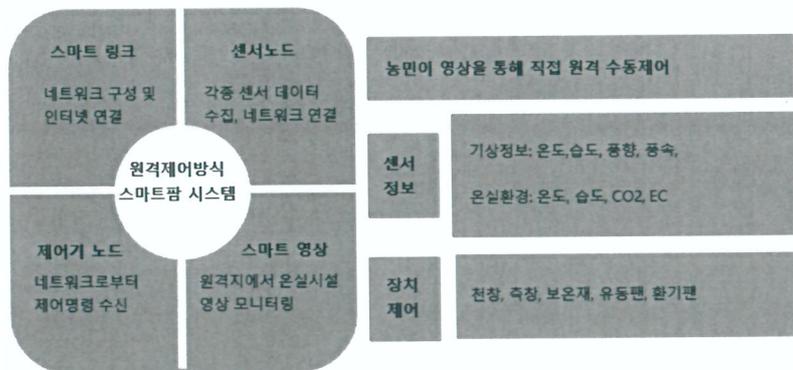
1-2) 연구개발 대상의 국내·외 현황

1-2-1) 국내 기술 수준

○ 기술현황

• 기존 원격제어방식 스마트팜

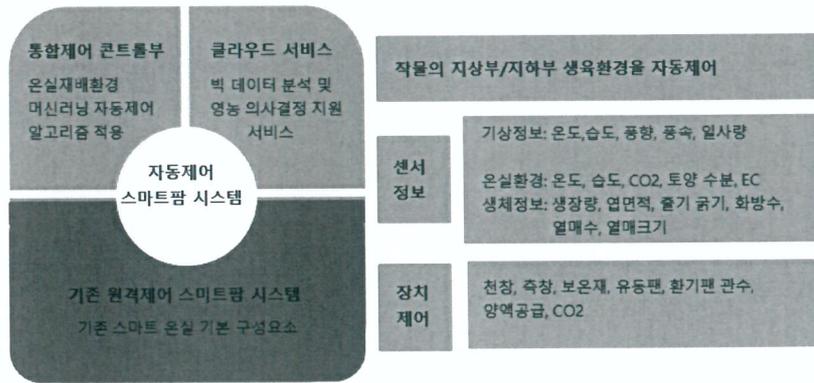
- 현재 보급되고 있는 스마트팜 솔루션들이 농업 경쟁력 향상보다는 가능한 많은 ICT 기술을 농업에 접목하는데 초점을 두고 있으며, 스마트팜 시스템 개발사 중 상당수가 소프트웨어 개발사와 통신사들로 이루어져 이들 업체들은 ICT 기술에 대해서는 전문성을 가지고 있지만, 농업에 대한 이해도는 상당히 낮은 편임
- 현 스마트팜은 원격제어방식으로 복잡한 PC환경이나 스마트폰 앱은 일반적으로 고령자가 이용하기에는 편의성이 떨어지는, 부적합한 수단이라고 볼 수 있음
- KT,SK 등 통신사 중심으로 2세대 스마트팜에 대한 연구가 이루어지고 있으나 시장 환경 및 이해관계에 따라 아직 기초적인 수준이다



ICBM(사물인터넷 + 클라우드 + 빅데이터 + 모바일) 기술적용

• 자동제어 스마트팜 시스템

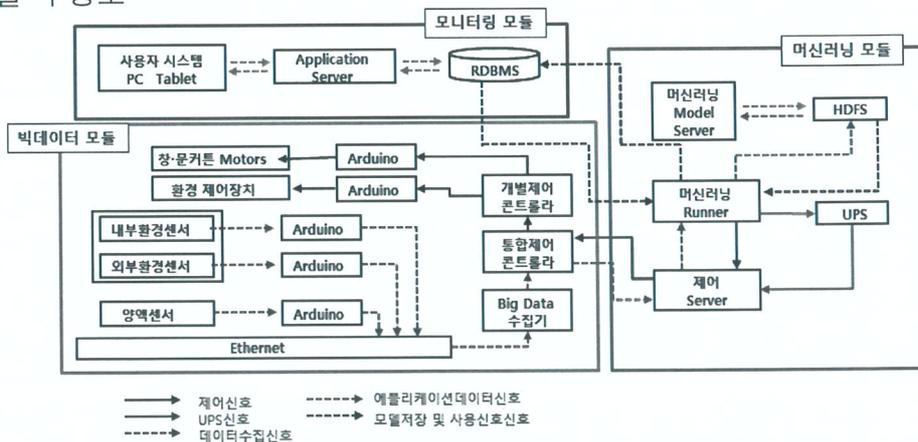
- 기존 스마트팜의 편의성위주의 수동적인 제어시스템에서 본 개발과제에서는 머신러닝 기반 자동제어 스마트팜 시스템을 개발
- 기존 스마트팜은 작물 재배 온실에서 전송된 환경 데이터를 수집 기 설정된 작물 데이터 비교하여 결과(데이터 모듈)를 PC 및 스마트 폰으로 전송하여 PC 및 스마트 폰(모니터링 모듈)에 의하여 제어장치를 제어 관리한다
- 당사 시스템은 작물 재배 온실에서 전송된 환경 데이터를 머신러닝에 의하여 기 설정된 작물데이터와 비교 분석하여 최적의 제어장치값을 산출(머신러닝모듈)하여 제어장치를 자동제어한다



ICBM(사물인터넷 + 클라우드 + 빅데이터 + 모바일) + 머신러닝 모듈 기술적용

• 기술개발의 차별성

- 기술 구성도



- 기존 원격제어방식 스마트팜 : 수집된 데이터를 환경종합제어기를 통한 PC 및 스마트폰에 의한 시설의 제어 (모니터링 모듈 + 빅데이터 모듈)
- 자동제어 스마트팜 : 기존의 원격제어방식 스마트팜 시스템에 머신러닝 모듈을 접목 작물 재배환경 데이터를 실시간으로 수집, 분석을 통하여 제어장치를 자동제어

- 기술의 차별성

구분	원격제어 스마트팜	자동제어 스마트팜
의사결정(제어)주체	관리자(사람)	컴퓨터+사람
목표와 효과	편의성 향상	생산성향상
주요기능	원격모니터링+제어	자동제어+정밀생육관리
기술개발내용	기존기술+ICT적용	기존 스마트팜 기술에 빅데이터 생육모델을 활용해 자동제어 정밀생육관리기술 구현
투자비용	100	90

• 기술수준 비교

- 미국, 네덜란드 등 농업선진국의 경우 우리보다 앞서 초기의 지능형 스마트팜을 개발 시장을 선점하였으나, 높은 가격으로 개도국 및 중소규모의 농가에서는 적용이 어려운 상황이다. 본 개발제품은 한국형 저가형 지능형 스마트팜으로 개도국 및 중소규모의 농가에 적합한 시스템으로 국내외시장에서의 가능성이 높다

개발기술명	관련기술 최고 보유국	현재 기술수준		기술개발 목표수준
		한국	당사	
스마트팜	미국,네덜란드	75	70	85
머신러닝	미국,네덜란드	65	50	70

○ 경쟁기관현황

- 현 국내는 많은 스마트팜 관련 업체가 있지만 모두가 중소기업이며 그중 우성하이텍, 나래트랜드, 맥스포 등과 같은 몇몇 업체들이 종합환경제어반을 통한 데이터를 활용 원격제어방식의 스마트폰과 PC를 통한 제어를 하고 있다 (ICBM 기반 스마트 팜)
- 그중 우성하이텍 기술이 가장 뛰어나며, 현재 우성하이텍과의 협업을 통하여 우성하이텍 스마트팜 시스템에 머신러닝 모듈을 연동하여 자율제어 스마트팜 시스템을 개발 하고있다

○ 지식재산권현황

- 현 스마트팜 관련 특허는 센서, 제어기, 환경종합반 등에 관한 특허는 업체 당 1~2개씩 많은 특허가 존재를 하나, 농업관련 머신러닝 관련 특허는 초기단계로 폭넓은 의미의 특허가 대부분으로 특허된 부분의 특허 가능성은 열려있다
- 당사는 시설의 제어장치 (센서, 각종 제어기)는 기존 장치를 활용하고 머신러닝 등 데이터관련 H/W 및 S/W에 대한 개발에 주력할 예정이다

• 기존특허 차별성 및 회피방안

- 기존 특허는 데이터를 수집 결과물을 스마트폰 및 PC에 전송 농업인 스스로 가 스마트폰 및 PC를 통하여 온실환경을 수정 및 제어하는 방식

- 당사는 데이터를 수집, 분석하여 결과물에 따라 온실환경을 자동제어하는 방식

지식재산권명	지식재산권출원인	출원국/출원번호
① 인공지능기술을 이용한 시설하우스제어장치	(주)다운정보	한국/1020170073729
② 인공지능 스마트팜 관리 시스템	만나씨이에이(주)	한국/1020160181276
③ 다수의 온실환경정보를 이용한 클라우드 온실 제어시스템	(주)케이티	한국/1020140192633

- 회피방안

업체명	특허내용	회피방안
(주)다운정보	퍼지 시스템을 활용한 인공지능 기술	- 작물의 인공 지능 알고리즘을 'Robust function'을 적용하는 Expert system'을 사용하여 해결 - 다중 온실을 일반화된 기술인 클라우드 방법으로 통합하여 관리하는 스마트 시스템으로 회피
만나씨이에이(주)	학습, 비학습, 강화 알고리즘을 활용한 인공지능 기술	
(주)케이티	인터넷 클라우드 방식으로 제어하는 기술	

○ 표준화현황

- 현 스마트팜 관련 표준화율은 40% 수준으로 대부분의 장비와 시스템들 간 호환성 부족으로 표준화가 시급
- 각종 센서와 구동장치의 형식과 통신방식 등을 생산업체 등 이해관계 당사자들의 의견을 종합적으로 수렴하여 공동규격으로 표준화 작업의 추진하고 있다
- 표준화 실적 : 2015년 개폐모터 등 구동기 9종, 2016년 센서 13종과 양액기 등 3종, 2017년 스마트축사 센서 19종에 대한 단체표준을 채택 하였다

<스마트팜 ICT기기 단체 표준 현황>

구분	종 류	표준번호
제어기	천창, 측창, 보온제, 커튼, 환풍기, 유동팬 관수모터, 관수밸브, 냉난방기 등 9종	TTAK K0-10.0845
스마트온실센서	온도, 습도, CO ₂ 일사량, 풍향, 풍속, 강우, 광량, 토양수분, 토양장력, 토양EC, 토양pH, 지온 등 13종	TTAK K0-10.0903
스마트축사센서	기온, 풍향, 풍속, 강우, 습도, 일사, 일조, 등 외기센서 7종	TTAK K0-10.0979
	기온, 습도, 암모니아, CO ₂ 조도, O ₂ 차압, 풍속 등 내기 센서 8종	TTAK K0-10.0980
	정전, 누전, 아크, 낙뢰보호기 등 안전센서	TTAK K0-10.0981
복합기	양액기, CO ₂ 발생기 2종	TTAK K0-10.0944
	스마트영상장치 1종	TTAK K0-10.0945

1-2-2) 국외 기술 수준 및 시장 현황

○ 기술현황

- 미국 네덜란드 등 농업선진국은 수십 년간 누적된 데이터와 재배환경 최적화 노하우를 바탕으로 농업에 IoT는 물론 나노기술, 로봇기술 등을 본격적으로 접목하려는 시도하고 있다. 이 분야에서 미국이 가장 앞서 있으나 2,3위의 일본, 네덜란드와의 기술적 격차는 거의 근접하다
- 미국 구글의 경우 토양, 수분, 작물건강에 대한 빅데이터를 수집해 종자, 비료, 농약 살포에 도움을 주는 인공지능 의사결정 지원시스템 기술을 개발하고 있으며, 네덜란드는 대표적인 원예 국가로 전체 온실의 99%가 유리온실이며 복합환경제어가 가능한 시스템을 구비하고 있다

<농업 시스템 분야 국가별 비교>

한국	미국	일본	영국	프랑스	네덜란드	독일	호주	중국
76.6	100.0	97.0	86.7	87.0	96.2	94.9	84.3	64.6

- 네덜란드의 경우 기술 개발수준은 3위이나 보급 및 활용면에서는 단연 세계1위이다. 현재 네덜란드 농업은 95%가 과학기술이고 나머지 5%가 노동력이라고 할 만큼 첨단화되어 ‘창조농업의 본산’으로 불리고 있으며, 유럽국가들 중에서도 농업의 기계화가 가장 잘 진전된 국가 중 한 곳으로 매우 효율적인 농업이 이루어지고 있다

○ 시장현황

• 국내시장 동향

- 시장규모

. 국내 스마트팜 관련 시장규모는 2012년 24,295억원에서 연평균 14.5%의 성장률로 2016년 41,699억원 규모에 이어 2020년에는 약 74,000억 규모에 이를 것으로 전망된다

. 이중 시설원예 분야의 시장은 전체 시장규모의 약 85%를 차지한다

- 보급현황(시설원예기준)

. 스마트팜 보급현황

구 분	농가수(호)	시설면적(ha)
전체시설원예	151,496	64,528
ICT 시설 농가	2,625	1,258
비 율	1.7%	1.9%
스마트팜 설치농가	760	691
ICT설치농가 대비 비율	30%	55%

출처 : 농업진흥청 2016년기준

※ ICT 시설농가는 양액기, 온습도 등 일부 ICT 설치농가 전체를 뜻하며
스마트팜 농가는 현재 사용되고있는 원격제어시스템이 갖추어진 스마트팜
농가임

. 스마트팜 시설농가의 온실형태

구 분	단 동	연 동	유리온실	계
농가(호)	171(22.5%)	323(42.5%)	266(35.0%)	760(100.0%)
면적(ha)	61(8.8%)	213(30.8%)	418(60.4%)	692(100.0%)

. 스마트팜 시설농가의 재배면적

구 분	0.3ha 이하	0.3~1ha	1ha 이상	계
농가(호)	261(34%)	290(38%)	209(28%)	760
면적(ha)	66(9%)	178(26%)	447(65%)	691

. 스마트팜 농가의 재배품목

구 분	파프리카	토마토	딸기	화훼	기타	계
농가(호)	233(31%)	224(30%)	79(10%)	27(4%)	197(25%)	760
면적(ha)	363(52%)	168(24%)	39(6%)	26(4%)	95(14%)	691

. 미도입농가의 스마트팜 인지도(단위 : % 평균 : 최고단위 5)

전혀모름	모름	보통	알고있음	잘알고있음	평균
0.0	6.7	11.1	62.2	20.0	3.96

※ 미도입 시설농가의 스마트팜 도입 의향 : 66.7%

. 연령대별 스마트팜 도입농가 (107가구 표본조사)

구 분	39세이하	40대	50대	60대	70세이상	평균(세)
농가수	13	16	55	20	3	52.6세
비율(%)	12.1	15.0	51.4	18.7	2.8	

. 스마트팜 설치농가의 만족도

전반적 만족도	경영 도움	생산성 향상	품질 향상	비용 절감	노동력 절감	편의성 증대
3.99	3.94	3.91	3.88	3.78	4.04	4.28

1: 매우 불만족 2: 불만족 3: 보통 4: 만족 5: 매우만족

. 농가가 원하는 스마트팜 지원역할별 중점 지원기관(단위 : %)

구 분	도입 컨설팅	운영 컨설팅	농가 교육	스마트팜 관리
시공업체	15.0	17.8	5.7	29.2
농업기술센터	40.0	40.2	47.2	46.2
권역별 현장지원센터	18.7	18.7	18.9	9.4
선도농가	9.3	1.9	6.6	1.9
사설업체	16.8	21.5	21.7	13.2

· 스마트팜 시설농가의 스마트팜 도입 촉진방안 의견(단위 : 호)

경제성 경영성과	자금지원	R&D 표준화	조직화	교육	정책	계
119	229	166	58	106	82	760

· 시설원에 농가가 요구하는 스마트팜 구성요소 (표본 85호, 단위 : %)

구 분	구성요소	비율(%)
외부환경 센서	온도 / 습도	100
	풍향/풍속	97.6
	강 우	96.5
	일사량	98.8
내부환경센서	온도 / 습도	100
	CO ₂	96.5
	토양수분(토양)	52.9
	양액측정센서	100
	수분센서	94
영상장비	적외선카메라	96.5
	DVR	96.5
시설별제어 및 통합제어장치	환 기	97.6
	난 방	96.5
	에너지절감시설	95.3
	차광커튼	98.8
	유동팬	97.6
	온수/난방수 조절	94.1
	모터제어	96.5
	양액기제어	98.8
	LED	67.1
최적생육환경 정보관리시스템	실시간 생장환경 모니터링	76.5
	시설물 제어환경	81.2
	생육정보 DB 분석시스템	75.3

- 시장분석

- ✓ 시설원에 기준 스마트팜 보급률은 전체시설농가의 1.9%에 불과한 아직 초기 확장 단계이다
- ✓ 스마트팜 시설농가 중 면적 대비 약90%가 연동 및 유리온실이 접하고 있으나 이는 전체 스마트팜 재배면적의 약 76%를 점유하는 수출 및 대규모재배 위주의 파프리카 및 토마토 농가에 치중되어있다
- ✓ 재배면적 기준 3000평(1ha)이상 농가 비중이 약65%로 소규모 경작 농가의 보급이 미미한 상황이다
- ✓ 기존 스마트팜 설치농가의 만족도(4.04) 및 인지도(3.96)는 높은편으로 향후 스마트팜의 보급에 긍정적인 요소이다
- ✓ 연령대 별 스마트팜 시설 설치는 상대적으로 스마트기기의 접근에 유리한 50대 이하의 젊은층에 약80%를 점유하고 있어 농촌인구의 50%이상을 점유하는 60대 이상의 연령층에는 상대적으로 보급률이 낮다

- ✓ 시설농가의 약60%가 스마트팜 시설 지원기관을 농업기술센터 등 지역지원센터를 통한 교육 및 지원을 원하고 있어 이들과의 협업을 통한 보급 확산이 바람직하다
- ✓ 스마트팜 설치 농가의 96%이상이 현 원격제어방식 스마트팜 시스템을 사용하고 있으나 이들 중 약75%의 농가가 DB분석에 의한 자동제어방식에 스마트팜 시스템을 원하고 있다

- 결론

- ✓ 현 스마트팜의 보급률이 낮은 것은 스마트팜 시스템에 대한 교육의 미비와 ICT 기기에 대한 조작의 불편 함으로 현 원격제어방식의 스마트팜 시스템은 많은 농업인에게는 어려움으로 보급에 한계가 있다
- ✓ 현재 자본력과 수익성이 좋은 일부 작물 농가에 스마트팜 시스템이 편중되어 현 시설재배 농업인에 적합한 스마트팜 시스템이 필요함
- ✓ 기존 스마트팜 시스템 사용 농가의 스마트팜 시스템에 대한 인지도 및 만족도가 높은 점은 현 스마트팜을 개선 이를 교육 및 체험을 통한 시설농가에 확산 보급하는데는 커다란 장점이 된다
- ✓ 현 체계화 되어있지 않은 하우스 시설의 균형적 체계 및 원가 절감요소를 접목 설치비용을 절감한다
- ✓ 현 원격제어 방식의 스마트팜 시스템에 데이터 분석을 통한 자동제어 기능을 접목한 한국형 자동제어 스마트팜 시스템을 개발 보급을 통하여 기기조작의 어려움과 생산원가의 절감으로 설치비용의 절감

• 국내 시장 판매 전략

- 부여군 초촌면 농지(4,234㎡)에 자동제어 스마트팜을 설치 실 작물환경에서의 시스템 전시 공간으로 활용
- 지역 농업기술센터 및 지역지원센터와 연계 시스템 전시공간을 활용 자동제어 시스템에 대한 교육을 통한 보급 활성화
- 하우스 시설에 대한 체계적 분석과 부품업체와 연계 직접시공을 통한 원가절감(약 15%이상 절감 효과)
- 현 원격제어방식의 시스템 업체와 연계 협의를 통한 원가 절감 (약15%이상 절감)
- 초기 관련작물의 협업농가를 구성 초기 시스템 기반 작물재배환경 데이터의 협조와 초기 잠재 시스템 설치농가 확보
- 연령대별 차등 마케팅전략 구성
 - ✓ 60대이하 연령층
 - 기 확보된 시스템 전시공간을 활용한 직접적 홍보를 통한 마케팅
 - ✓ 70대이상 연령층
 - 대부분의 2세대가 40대 중반에서 50대 중반으로 퇴직 후 귀농을 원하여도 현 농촌 현실은 쉽지가 않은 상황으로 자동제어 스마트팜에 의한 귀농환경에 대한 가

능성 인지를 통한 2세대 타켓 마켓 전략

- 자체 쇼핑몰(www.pyeonnongmall.com)을 구축 시스템설치 농가 및 협업농가 작물 판매를 통한 농가 소득 증대 및 시스템 홍보
- 초기 시장구축 후 자동재배시스템 체험농장을 구축 일반인 및 장애인 대상 시스템 교육 및 체험을 통한 시스템 보급 활성화

• 국내시장 진출 시기

구 분		실행계획	예상매출
부여농장	자 체	설치시기 : 2020년04월 면적 : 약1,300평 5연동 하우스	- 자체데스트베드 활용 - 시스템전시공간 활용
딸기농가	아산협업농가	설치시기 : 2020년 09월 면적 : 약2,500평 단동하우스	- 1억2천
	부여협업농가	설치시기 : 2020년 09월 면적 : 약3,000평 단동하우스	- 1억5천
아산,충주 , 고흥,고창	협업농가	설치시기 : 2021 03월 이후 면적 : 약9,000평 단동 / 연동하우스	- 약5억 예상

• 국외 시장 동향

- 시장규모와 동향

- . 세계각국은 ICT를 활용하여 농업분야에 스마트팜을 중심으로 하는 글로벌 경쟁이 심화되고 있으며, 시장규모는 2012년 1,198억달러에서 연평균 13.3%의 성장률을 기록하며 2016년에는 1,974억달러에서 2020년에는 약 3,200억달러에 이를 것으로 예상된다
- . 미국은 농업에 IoT는 물론 나노기술, 로봇기술 등을 본격적인 접목을 시도 중에 있으며, 구글의 경우 토양,수분 작물건강에 대한 빅데이터를 수집하여 종자, 비료, 농약살포에 도움을 주는 AI 의사결정 지원시스템을 개발하고 있다
- . 네덜란드는 대표적인 원예국가로 전체 온실의 99%가 유리온실이며 복합환경 제어 가능한 온실시스템을 구비하고 있으며, 수십년간 누적된 데이터와 재배환경 최적화 노하우를 바탕으로 각종 센서와 제어솔루션을 개발하였으며, 네덜란드 프리바는 세계최고 수준의 온실환경 제어시스템을 생산하여 세계 각국에 수출하고 있다.
- . 일본은 후지쯔, NEC, IBM, NTT 등 기업을 중심으로 농업분야에 ICT 기술을 접목하여 IBM의 농산물 이력추적서비스,NEVC의 M2M 기반 생육환경 감시 및 물류 서

비스, 후지즈의 농업관리 클라우드 서비스 시스템 등이 대표적인 사례로서 주로 유통 및 품질관리 분야에 중심을 두고 있다

- 목표 시장 현황

. 지난 25년간의 국외시장 노하우를 바탕으로 초기 타겟시장으로는 “러시아, 카자흐스탄, 중국, 동유럽” 이 있다

. 러시아

- ✓ 러시아영토는 세계1위지만 농업이 가능한 면적은 국토의 1/5에 불과하다
- ✓ 러시아 스마트팜 시장은 2014~2017년 동안 연간 16%의 성장을 유지
- ✓ 러시아 스마트 농업은 아직 초기수준이며, 전체농업의 5~10% 만이 스마트 농업 기술을 사용
- ✓ 스마트기술을 도입한 러시아 기업은 전체 농업기업의 1% 수준이며, 1,591개 농업기업들이 스마트팜 추진을 고려 중이다
- ✓ 러시아 농업의 생산성은 기타 선진국에 비하여 크게 떨어지는 상황
2015년 기준 1인당 생산량 : 러시아 약8천달러, 미국 19만5천달러
- ✓ 러시아는 디지털 농업을 통해 산업 생산성을 높이는 기술의 개발과 적용을 가속화하는 것이 시급한 과제다
- ✓ 러시아 정부는 스마트 솔루션을 통해 농축산 운영비용을 23% 낮출 수 있지만, 도입하지 않을 경우 농산물 추수, 종자, 확보 및 농산물 가공 과정, 농업기술력 등에서 40% 정도의 손실 또는 퇴보할 것이라고 주장한다
- ✓ 러시아는 빅데이터 분석, 클라우드 기술, 저렴한 센서, AI, IoT, 광역이동통신 등 기본적인 인프라가 잘 갖추어 있으나, 농업의 디지털화는 아직 초기단계이며, 이러한 기술의 응용 및 사업화에는 초기 단계이다
- ✓ 2017년 기준 러시아 온실 규모는 전년대비 10% 증가한 2,600ha 수준이며, 향후 꾸준히 증가 할 것으로 예상된다
- ✓ 러시아 온실협회에 따르면 현재 수요대비 공급이 부족한 상태로 이러한 상황은 2020년에도 지속 될것으로 예상된다
- ✓ 시장의 경우 중앙과 서남부 지역은 대형 온실단지 위주의 시장이 북서, 시베리아 및 극동지역은 중소규모의 시장이 이루어 질 것으로 예측 된다

. 카자흐스탄

- ✓ 카자흐스탄은 영토 면적이 세계9위이며 1인당 경작 면적은 세계 2위이다
- ✓ 전체 농업 생산물 중 영세 농민이 39%, 농업전문기업이 31%를 생산
- ✓ 유리한 자연조건에서도 농업기술은 낙후 된 상태이며 2017년 기준 전체 농업 종사자의 33%만 컴퓨터를 보유하고 인터넷 접근이 가능한 비율은 27%에 불과하다

- ✓ 전체 온실 중 10% 만이 전문기업에서 운영되며 나머지 90%는 영세농 형태의 개인 농업 시설이다
- ✓ 현재 카자흐스탄의 스마트팜 농가는 10개에 불과하며 최근 농업 전문기업 중심으로 관심을 갖고 기술을 도입 중이다

중국

- ✓ 중국은 최근 농민 및 농경지 감소, 농업인구 고령화로 인한 전통 농업의 한계를 극복하고 농업의 생산 효율화 농업현대화의 필요성이 대두
- ✓ 중국내에서 지혜농업이라 불리는 스마트팜 기술을 활용 농산물의 품질과 생산 효율을 높여 농업인구 및 농지 감소 문제를 해소 하고
- ✓ 중국내 IT기업을 중심으로 스마트팜 시장이 성장세에 있다
알리바바, 징둥, 텐센드 등 주력 대기업들이 중심이 되어 농업, 축산업 관련 솔루션을 개발 농기업 및 지방정부에 광범위하게 공급하고 있다
- ✓ 중국의 스마트팜 보급분야는 빅데이터 플랫폼이 40%, 드론을 활용한 농약 방제 35%, 정밀사육시스템 15%, 농기계자율주행 시스템 10%다
- ✓ 중국의 스마트팜 산업은 선진국 대비 많이 뒤처졌지만 최근 급속히 발전하고 있으나, 농업생산관리 분야의 고급인재 부족, 농업종사자들의 교육 시스템 미비, 스마트팜 산업의 연구시스템 미비, 농업 과학기술의 보급화 미흡, 인프라의 낙후 등 많은 어려움이 있다
- ✓ 중국내 2020년 스마트농업의 잠재시장 규모는 약 231억달러에 달 할 것으로 예상 된다

헝가리

- ✓ 헝가리 농업의 23%가 정밀농업시스템을 도입하여 해당비율 증가 추세이며, 헝가리 농업기업 대다수는 정밀농업 준비가 부족한 상황 임. 정밀 솔루션 등 한국제품의 품질 및 가격경쟁력을 갖추고 있으며, 한국기업에 대한 헝가리 기업의 우호적인 평가를 배경으로 한국기업으로서는 비교 우위의 기회 존재함. 단, 유럽 주변국과의 경쟁과 유럽 표준 등 인증은 해결하여야 할 과제임

체코

- ✓ 체코의 농축산업은 노동력 부족과 고령화 등 한국과 비슷한 상황으로 농축산 디지털화 및 스마트팜 적용이 증가하고 있다. 현재 체코 농가의 3/4이 정밀농업 시스템을 사용하고 있으며, 농가의 비용과 인력 부족, 정부의 체계적인 지원 부족으로 체코의 스마트팜은 시작단계에 머무르고 있으나 체코 정부 및 EU 차원에서 스마트팜의 중요성이 커지고 있어 향후 스마트팜 시장의 성장이 예상 된다

• 국외 시장 판매 전략

- 시설, 시스템, 시설재, 작물 등 협력체를 구축 수출시장에 대응 한다
- 기본적인 인프라가 구축되어 있으나 기술의 응용화가 부족한 러시아, 중국 등 시장을 1차 타겟시장으로 한다
- 현지 농업관련 업체와 파트너 관계로 공동 시장조사를 통하여 경쟁력있는 부분을 상호 협력하여 공동 마켓을 통한 국외 시장을 진행한다
- 현 유럽 환경제어 시스템은 유리온실 위주의 시스템 구조로 소규모 농가 및 개발도상국의 농촌 현실에는 투자비용 대비 적용하기가 어렵다
- 한국형 자동제어 스마트팜 시스템은 중저가 가격으로 유럽제품의 틈새시장을 공략 1차적으로 제품 시장의 안정화에 주력한다
- 러시아, 중국 동유럽 시장의 경우 스마트팜에 대한 기본 기술을 보유한 시장으로 현지 관련 업체와의 협업을 통한 시장 활성화를 모색한다
- 중앙아시아 등 농업 인프라가 부족한 국가의 경우 자체 농업기업이 존재하므로 이들과의 협업을 통한 시장의 활성화를 모색한다
- 부여의 실 재배 시스템 전시공간을 활용 국외 파트너의 기술에 대한 신뢰 확보

• 국외 시장 진출 시기

구 분	내 용
2019년11월~2020년04월	해당국 수출을 위한 인증 및 마켓 환경조사
2020년05월 중	해당국 파트너 시스템견학 초청
2020년06월~07월	국외 파트너 부여군 시스템 재배설 견학 및 검증
2020년07월~2021년05월	국외 파트너와 함께 각국 인증 및 시장환경 조율
2021년06월 ~	국외시장 진출

• 국내외 시장 예상 매출 현황

판매처	국가명	판매단가 (천원)	예상연간 판매량	예상 판매년도	예상매출액 (천원)	관련제품
아산딸기농가	국내	60/평	2,500평	2020	150,000	시스템
부여애플망고	국내	40/평	3,000평	2020	120,000	시스템
초촌딸기농가	국내	40/평	2,700평	2020	108,000	시스템
자채쇼핑몰	국내	3.6/kg	10,000kg	2020	36,000	샤인머스켓
		20/kg	2,000kg	2020	40,000	하미과
		14/2kg	12,000kg	2020~21	80,000	딸기
		80/3kg	2,100kg	2020	56,000	애플망고
J사	러시아	미정	미정	2021	100,000	시스템
H사	중국	미정	미정	2021	150,000	시스템
A사	동유럽	미정	미정	2021	50,000	시스템

○ 경쟁기관현황

- 농업선진국 미국, 네덜란드, 이스라엘 등은 현 2세대 스마트팜에서 2.5세대의 기술적 진입을 하는 단계이다
- 미국 Climate Corporaton : 구글의 빅데이터 기술을 기반으로 농업현장에서 발생

하는 다양한 데이터를 분석하여 농가의 의사결정을 지원하는 서비스를 제공함 미국 전역의 250만개의 장소에서 매일 관련 데이터 수집을 통해 1,500억개의 토양정보와 10조개의 기상 시뮬레이션 정보 축적

- 네덜란드 Priva : 데이터와 재배환경 최적화 노하우를 바탕으로 각종 센서와 제어 솔루션을 개발, 세계최고 수준의 온실환경제어시스템을 생산하여 세계 각국에 수출
- 이스라엘 Prospera Technologies : 특화된 인공지능을 기반으로 최적화된 농업 솔루션을 제공, 실시간 해충/질병 발병 가능성을 판단하고 해결방안 제시, 작물 영상 분석에 특화된 컴퓨터 영상 및 딥러닝 기술을 보유
- 네덜란드를 제외한 기타국가는 현재 기술도입 단계로 자국시장에 주력 또는 일부 특화된 부분의 기술 수출 진행을 하고 있으나 높은 비용 문제로 접근에 어려움이 있음
- 중소농가 및 개도국에 맞는 중저가의 머신러닝을 활용한 스마트팜을 개발 한다면 수출시장에서도 충분히 영역을 확보 활성화시킬 수 있는 가능성은 충분히 있다

○ 지식재산권현황

- 지능형 스마트팜의 경우 각국의 중점 사업으로 특허 등 지적 재산권에 관하여 공개되지 않아 파악에 어려움이 있다

○ 표준화현황

- 국제 표준화는 ITU-T를 중심으로 이루어지고 있으며 농업선진국의 경우 농업정책을 국책 사업으로 스마트팜에 대한 국가 주도의 표준화 사업을 추진하고 있다
- 표준화현황 : 네트워크에 기반한 스마트농업 개요에 대한 표준 ITU-T Y.2238, 생산자가 생산환경을 제어하기 위한 기능들을 정의하는 표준 ITU-T Y.PSF, 스마트팜 서비스에 필요한 센서, 센서 노드, 구동기, 구동기 노드, 온실통합제어기, 온실운영시스템, 온실통합관리시스템, 개체 간 인터페이스를 위한 스마트팜 인터페이스 등에 대한 표준 ITU-T Y.ISG-FR 등이 있다

2) 연구개발의 목표 및 내용

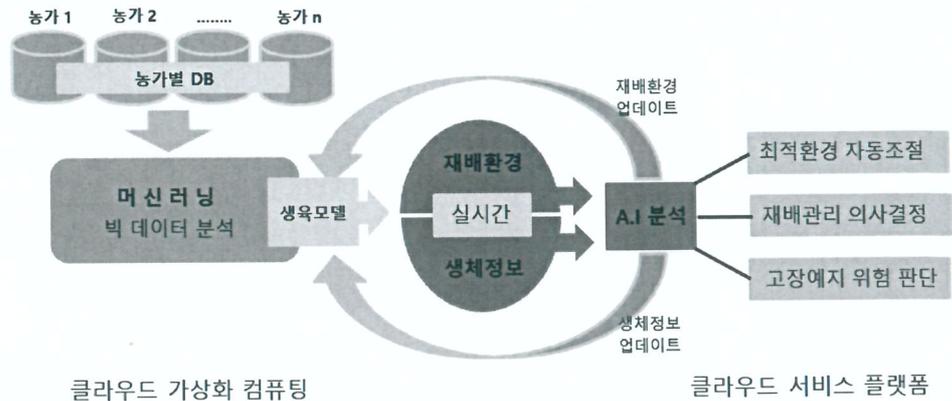
2-1) 연구개발의 목표 및 내용

2-1-1) 최종목표

○ 연구개발 목표

• 스마트팜을 위한 머신러닝을 활용한 자율제어 시스템 개발

- 머신러닝 시스템에 적합한 스마트폰 및 태블릿용 앱 개발
- 부여 농지 내 스마트팜 시스템과 클라우드 서버간 연동 인터페이스 구축
- 머신러닝 모듈 개발 : 현 스마트팜 시스템(우성하이텍)에 연동 네트워크를 구성하여 머신러닝 모듈을 개발 저장함으로써 수집된 데이터를 분석, 최적의 값을 도출하여 자율제어가 가능하며 향후 지속적으로 수집되는 작물 재배환경 데이터를 분석 저장함으로써 최적의 작물 재배환경에 대한 빅데이터를 축적할 수 있다



○ 개발 단계

구 분	현스마트팜	1 단계 목표	최종 단계 목표
방 식	원격수동제어방식	자동제어방식	자율제어방식
데이터수집	작물의생태환경	생태환경+ 생육환경	생육환경+ 생체정보
데이터분석	지식,경험, 분석도구	머신러닝(기계학습)	인공지능
서비스	편의성+ 긴급알림	생산성+ 자동조절	자율조정+ 의사결정
시스템제어	농장단위제어기	클라우드 시스템	클라우드 시스템
기 능	스마트링크+센서노드+ 제어기노드+스마트영상	원격제어 모델+ 복합환경제어 + 클라우드 서비스	자동제어 모델+ 복합에너지관리 + 스마트농작업
효 과	농작업의 편리성, 시간과장소의 여유 확보	생산성과 품질향상 빅데이터 분석에 따른 자동화	AI 분석에 따른 지능형 농작업 (로봇 및 지능형 농기계 등)으로 농사기술의 상위 평준화

2-1-2) 세부목표

○ 개발 내용

- 로버스트 머신러닝 시스템 구축(로버스트(robust) : 이상치(outlier)에 민감한 상황을 둔감시키는 방법)

- "머신러닝 모듈"의 요구사항을 정의, 액터와 유즈케이스를 도출하고 각 시스템 별 메시지 흐름 구조를 연구한다. "머신러닝 모듈"의 각 시스템별 요청처리 구조는 다른 모듈에 비해서 복잡한 양상을 가지므로 별도의 시퀀스 다이어그램으로 요청처리 구조를 표현한다
- 머신러닝을 적용할 데이터셋을 설계한다. 각종 센서에서 측정되어 "머신러닝 모듈"로 수집되는 데이터값들은 머신러닝을 적용할 수 있는 형태로 구성되어 있지 않고 각종 측정값들이 단일값의 문자열로 전송되어온다. 따라서 머신러닝을 적용하기에 적합한 형태로 재구성되어야 한다.

○ 성능지표

- 머신러닝 및 인터페이스 관련 성능지표는 수치 단위의 기준점 산출이 어려운 상황임
- 인증 및 검증 전문가인 TTA와의 상담에서도 같은 의견임
- 하기와 같이 항목 별 개발 성능 구현 목표를 설정하고 부여 농지(4,234㎡)에 시스템을 설치 개발을 진행하며 주변 시설 농가와의 항목별 실질 차이점을 지표화한다

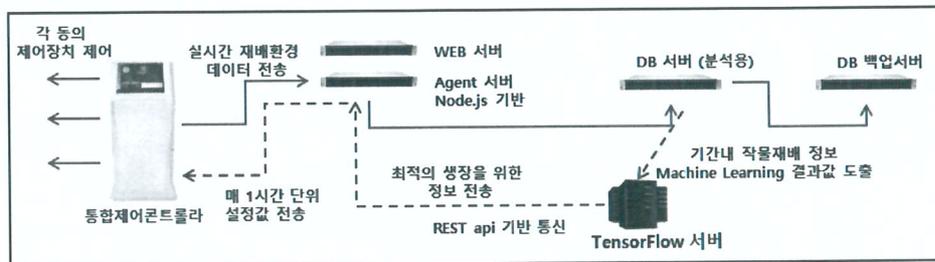
○ 성능구현

특성	구현 방향
성능	<ul style="list-style-type: none"> - 실시간으로 수집되는 스트리밍 데이터들이 1초단위로 Machine Learning Runner에 수집되어야 한다. - Machine Learning Runner에서 생성되는 각종 예측값들은 모니터링 모듈에 실시간으로 반영되어야 한다(최대 1초이내에 적용). - 사용자가 시스템에 입력한 기준값들이 실시간으로 머신 러닝 적용 데이터셋에 되어야 한다(최대 1초 이내에 적용) .
정확성	<ul style="list-style-type: none"> - 머신러닝 적용 인자값들은 환경의 영향을 적게 받아야 한다. - 머신러닝 적용에는 충분한 테스트와 검증이 이루어진 프레임워크(아파치 스파크)를 사용한다. - BMS의 사용기간이 길어질수록 HDFS에 축적되는 빅데이터를 사용하여 정확성이 개선된 머신러닝 모델을 지속적으로 생성할 수 있어야 한다.
사용성	<ul style="list-style-type: none"> - 사용자들이 시스템 조작에 능숙하지 않아도 편리하게 사용할 수 있는 직관적인 인터페이스를 사용해야 한다. - 사용자들이 모바일 기기에서도 인터페이스를 사용할 수 있어야 한다. - 3 스텝 이내에 모든 서비스를 제공할 수 있어야 한다
보안성	<ul style="list-style-type: none"> - BMS의 사용자들에 대한 보안인증이 구현되어야 한다.
신뢰성	<ul style="list-style-type: none"> - 실시간으로 수집되는 빅 데이터에 반복적으로 머신러닝을 적용하여 오차 범위 내의 제어값이 생산되어야 한다. - 센서에서 실시간으로 수집되는 데이터들은 아두이노와 MQTT 브로커, 카프카 브로커에 1초단위의 동일한 값으로 수집되어야 한다.

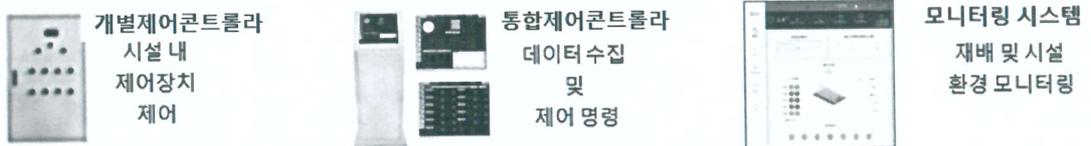
특성	구현 방향
효율성	<ul style="list-style-type: none"> - BMS 사용시 리소스를 적게 사용하는 형태로 구현되어야 한다. - 빅 데이터 분석시 분산시스템 형태로 지역성을 고려하여 구현한다. - Machine Learning Model Server 와 Application Server는 분리되어 모니터링 성능과 머신 러닝 모델 생성 성능을 향상시켜야 한다.
기능성	<ul style="list-style-type: none"> - 대부분의 재배작물에 공통적으로 적용될 수 있는 공용 아키텍처 모델이 구현되어야 한다. - 시설의 원격제어가 가능해야 한다. - 생육관련 제어장치 작동시간값 예측에 머신러닝을 적용하여 사용자의 수동작업을 최소화하고 예측값들의 정확성을 높여야 한다.

○ 선행연구

- 머신러닝 설계를 위한 서버 및 관련 웹사이트 구축



- 테스트용 모니터링 시스템, 개별제어콘트롤라, 통합제어콘트롤라 개발



○ 준비사항

- 머신러닝 설계 및 실 환경 테스트를 위한 농지 확보(부여군 4,234㎡)



- 부지에 스마트팜 시스템을 설치 실 작물환경에 따른 머신러닝 설계 및 사업화
- 머신러닝 시스템 설계, 설치 및 운영을 위한 클라우드 서버 구축
- 개발실 내 실 작물에 대한 시스템 테스트를 위한 테스트 베드 설치



<실 작물 테스트를 위한 실내 테스트베드 시스템>

• 작물재배 환경 협업농가 구축

아산시 소재 딸기농가 : 경력 40년, 시스템 개발 시 실 딸기 재배환경 정보 제공

부여군 소재 에플망고 농가 : 경력30년, 에플망고 재배환경 정보 제공

부여군 소재 하미과 농가 : 경력 45년, 하미과 재배환경 정보 제공

• 협업농가 재배 데이터의 활용 방안

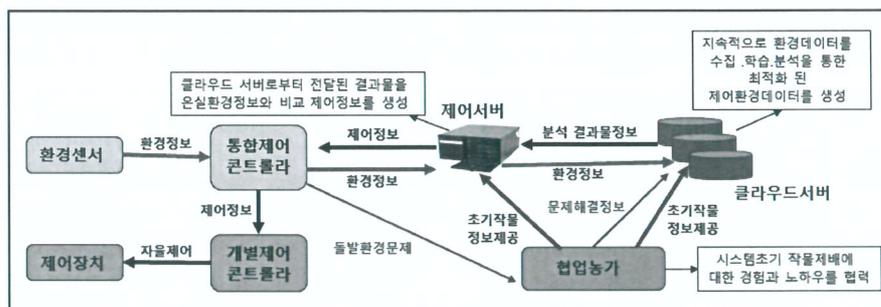
- 초기 작물 환경 데이터를 제공받아 기본 데이터로 활용

- 지속적인 시스템 분석 데이터의 변화에 따른 지속적인 협력으로 환경 데이터의 안
정확와 시스템과의 부합성 추구

- 작물의 재배기간 및 수확시기를 고려하여 초기 2개 작물에 재배

5 ~ 8월 : 하미과 9 ~ 4월 : 딸기

• 초기 시스템 운영 구성도



2-2) 1차년도 개발 목표 및 내용

○ 연구개발 목표

• 주관연구기관(농업회사법인(주)편농)

- 현 원격제어 스마트팜 시스템을 활용하여 포토콜을 공유 인터페이스 및 클라우드 기반 개발

- 5G 기반 환경제어 인터페이스 모듈개발

- 클라우드 연동 사용자 인터페이스 어플리케이션 개발

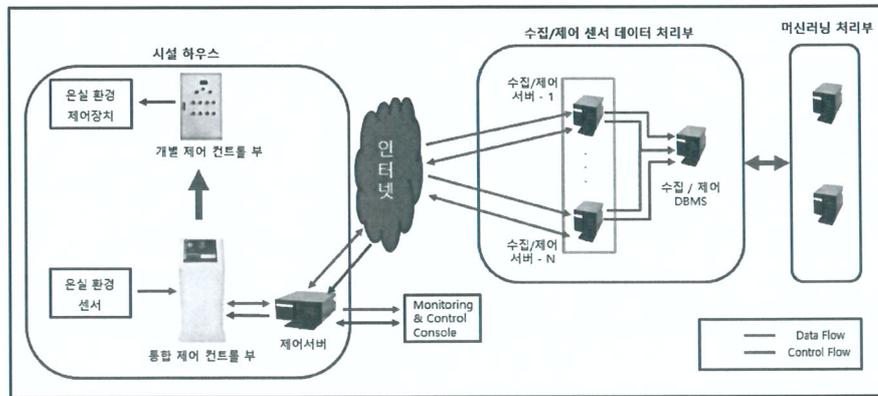
- 협동연구기관(김천대학교)

- 자동제어를 위한 빅데이터 분석을 통한 온실환경 데이터 체계화(클라우드기반)
- 빅데이터 분석을 통한 안정화된 데이터 수집 및 축적

○ 개발 내용 및 범위 (시스템 구성도, 구조 등을 그림으로 구체적 표현)

- 주관연구기관(농업회사법인(주)편농)

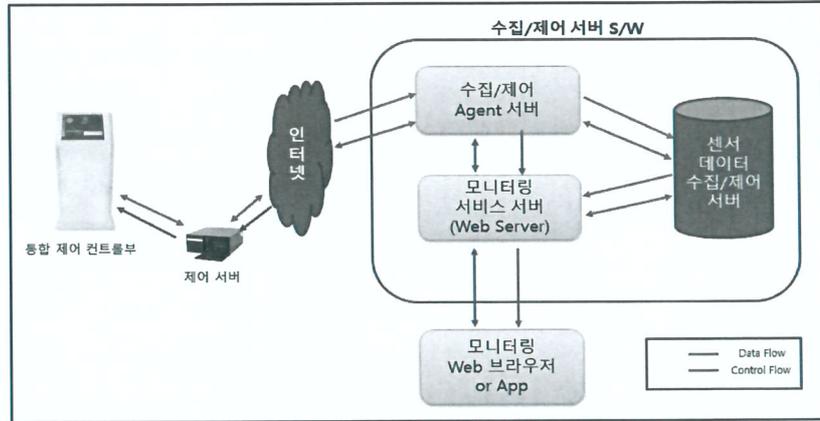
- 환경종합제어반과 클라우드 서버 간 데이터 인터페이스 구축
- 사용자 화면(종합제어콘트롤부, 태블릿)에 작물재배환경 제어 상황 및 데이터 관련 분석 값에 대한 모니터링 설계 및 구현
- 머신러닝 관련 서버운영 인터페이스 개발
- 센서 데이터 수집 및 제어 웹 서비스 서버 구축



< 서비스 전체 구성도 >

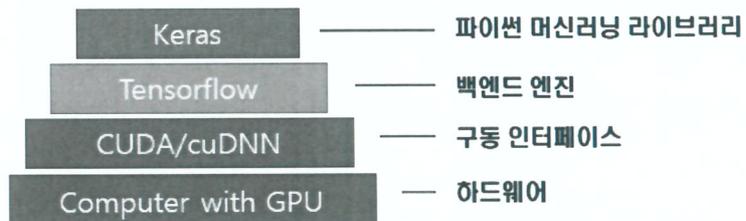
- ① 센서를 제어 하는 컨트롤러의 Agent 프로그램으로부터 수집된 센서 데이터는 인터넷을 통하여 Agent 데이터 수집 서버로 수집되도록 구현한다
- ② 수집/제어 Agent 서버는 모니터링과 제어를 위한 웹서비스가 구현 되어야 하며, 실시간으로 수집된 센서 정보를 수집/제어 DBMS에 실시간 저장 또는 배치형태(Agent 오프라인 시)로 수집하여 저장되도록 구현된다
- ③ 실시간 웹 서비스를 위한 구현을 위해 (nodejs, php, java 등의 웹서비스 기술을 사용하며 24시간 365일 중단 없는 서비스를 위하여 Cloud 컴퓨팅 환경으로 서버를 구축함을 목표로 한다 (Amazone web service , KT cloud, Ncloud 등)
- ④ 불특정 다수에 의해 집중되는 요청에 따른 빠른 처리를 위해 메모리 기반 NoSQL(Redis, Memcache 등)을 사용하여 캐싱 서비스로 구현 될 수도 있다
- ⑤ DB 서버 최소 사양은 2core CPU, 8GB memory를 요구하며, 권장 사양은 4 core 이상의 CPU, 16~32GB memory가 요구된다
- ⑥ 제어와 모니터링 화면을 제공하기 위하여 관리 웹사이트가 구현되어야 하며, 관리자 및 사용자의 PC 및 모바일 웹 브라우저 또는 어플리케이션 프로그램을 통하여 상시 모니터링 및 제어가 되도록 구현한다
- ⑦ 수집 데이터 베이스는 초기 Mysql 또는 Mariadb를 사용하여 관리 하며, 처리

사이트의 증가에 따른 데이터의 용량을 산정하여 추후에 Scalability가 좋은 NoSQL DB로의 전환도 고려할 수 있게 구현한다



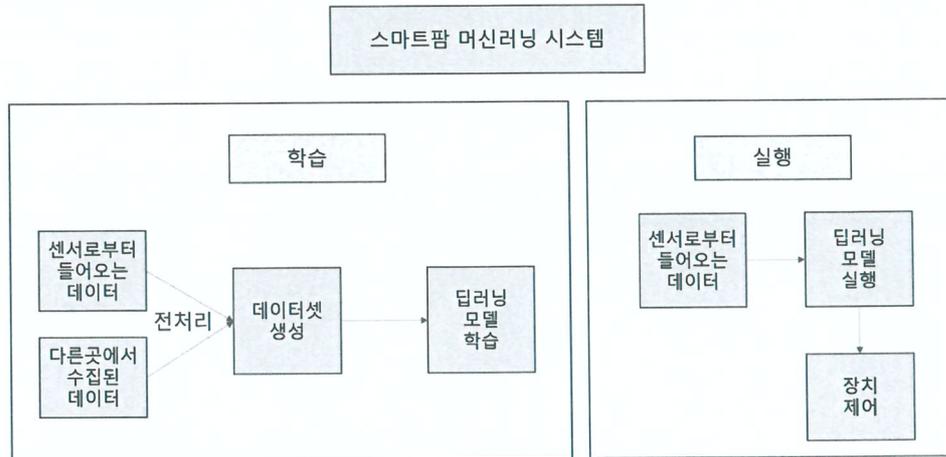
< 수집/제어 서버 S/W 구성도 >

- ⑧ 머신 러닝 시스템을 통해 가공된 데이터는 센서 데이터 수집/제어 서버에 저장되며, 센서로 수집된 데이터를 기반으로 최적의 제어 환경을 맞추 위해 자동으로 Agent로 제어 데이터를 전송할 수 있게 구현 되어야 한다
 - ⑨ 수집된 데이터의 이력을 로그로 저장하여 이력 관리를 하도록 구현한다
 - ⑩ Agent를 통한 원격제어 이력을 로그로 저장하여 이력 관리를 하도록 구현
 - ⑪ 모니터링 시 임계치 이하 또는 이상의 데이터에 따른 실시간 알람을 통제화면을 구현하여 제공하며, SMS 또는 Email 등을 통한 알람을 통해 관리가 필요한 상황에 대한 알림을 관리자 및 사용자에게 통지 할 수 있도록 구현한다.
- 협동연구기관(김천대학교)
 - 데이터 분석 및 머신러닝 설계
 - 스마트팜의 관리를 위한 다양한 공조 장치의 제어를 관리자의 간섭 없이 최적의 환경을 유지하고 온도와 습도 양액의 상태를 사전에 예측하여 돌발 상황이 발생하기 전에 능동적으로 대처하며 점점 더 좋아지고 정교해지는 강화학습 기반의 머신러닝 모델을 개발
 - 사용할 머신러닝 개발 환경의 구조도는 다음과 같다. GPU를 포함하는 컴퓨터를 기반으로 이를 구동할 수 있는 CUDA/cuDNN을 사용한다. 딥러닝 모델의 구현은 텐서플로를 기반으로 하는 케라스를 이용하여 개발한다



- 프로토타입의 사업화를 위한 머신러닝 알고리즘 개발
- 스마트팜 머신러닝 시스템은 학습 부분과 실행부분으로 나뉜다. 학습 부분에서는

스마트팜 내에서 실시간으로 발생하는 데이터와 외부나 다른 환경에서의 데이터를 사용한다. 학습 모델에 적합한 형태로 전 처리하여 데이터 셋을 구성한다. 생성된 데이터셋을 사용하여 신경망을 학습시킨다. 신경망 모델은 기본형부터 시작하여 합성곱신경망, 순환신경망 등에 대한 실험을 거쳐 최적의 모델을 선정한다. 학습 후 머신러닝 시스템은 실제 환경에서 들어오는 센서 데이터에 대한 적절한 판단으로 각종 장치를 제어하여 최적의 생육환경을 유지할 수 있다



- 입력 데이터

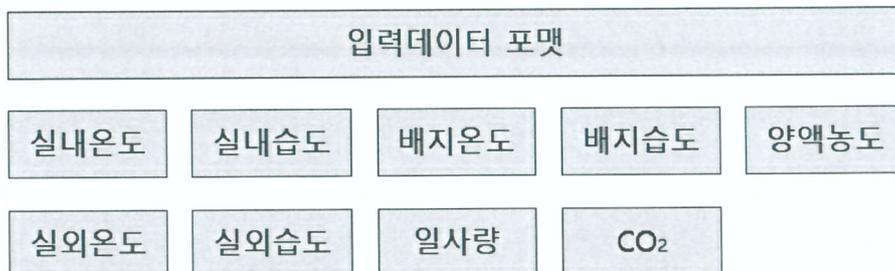
① 센서로부터 받아들 수 있는 입력데이터

스마트팜 내에서 발생하는 데이터는 다음과 같다.

<실내 온도, 실내습도, 배지 온도, 배지 습도, 실외 온도.

실외습도, 강수량, 배지 온도, 습도, 양액 농도, CO2, 일사량>

실내 온도와 실외 온도, 일사량 등의 입력은 농장 안의 온도에 영향을 미치므로 창문개폐, 커튼개폐, 냉방, 난방기등의 동작에 영향을 주며 배지의 습도, 강수량 등은 관수장치에 영향을 준다. 양액 농도의 상태에 따라 양액 투입장치를 가동하고 CO2농도를 측정하여 생육에 필요한 CO2공급기를 가동시킨다. 각 장치의 가동 조건은 정해진 조건이 아니라 학습에 의해 최적의 상태를 유지하는 방법으로 제어된다. 다음은 머신러닝 모델의 입력 데이터 포맷이다



② 입력되는 데이터는 입력계층으로 들어가게 되며 입력 데이터는 다음과 같은 형태로 들어오게 된다.

입력데이터 샘플 (일정시간 간격 데이터)

<19 41 14 38 63 5 21 34 18>

<19 42 14 38 63 5 21 34 17>

<19 42 13 38 62 5 21 34 17>

<19 42 13 37 62 5 20 33 17>

<18 42 13 37 61 6 20 33 17>

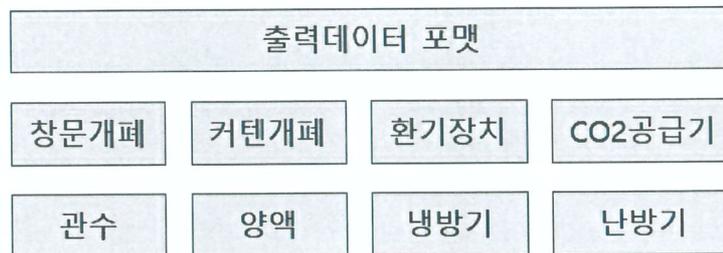
입력 데이터 발생 간격은 1초 간격으로 수집하는 것을 시작으로 시간을 늘려가며 학습 결과에 의미있는 영향을 미치는 최소 시간 간격을 결정하여 사용한다

- 출력데이터

① 머신러닝 시스템의 출력은 각종 자동화 장치들의 제어 신호가 된다. 가동 할 수 있는 장치들의 종류는 다음과 같다.

<창문개폐장치, 커튼개폐장치, 환기장치, CO2공급기, 관수장치, 양액투입 장치, 냉방기, 난방기>

② 자동화 장치는 필요에 따라 추가되거나 삭제 될 수 있으며 각 장치를 제어하기 위한 출력 데이터 포맷은 다음과 같다.



실제 출력은 출력계층의 활성화 함수를 소프트맥스로 사용할 경우 확률적 개념의 데이터가 출력된다. 따라서 최종 출력값에 활성 임계치를 두어 장치의 동작 여부를 결정할 수 있다. 또한, 입력 데이터의 시간 간격이 너무 작은 경우 출력의 상태가 심하게 변할 수 있어 보정 단계가 필요하다

③ 출력 샘플

출력계층에서 활성화함수로 소프트맥스 함수를 사용하여 확률 개념의 출력을 얻어 각 장치를 제어한다.

<0.134 0.112 0.657 0.044 0 0 0.011 0.101> -> <0 0 1 0 0 0 0 0 >

<0 0.235 0 0.224 0.098 0.023 0.201 0.120> -> <0 0 0 0 0 0 0 0 >

<0.722 0.067 0.101 0 0.029 0 0.102 0.045> -> <1 0 0 0 0 0 0 0 >

자동화 장치들을 가동 시키거나 중지시키는 것이 계속 발생하는 것이 아니기 때문에 대부분의 경우 출력 값이 모두 임계치를 넘지 못해 0이 되는 경우가 발생할 것이며 이는 별도의 처리가 필요할 것으로 예상된다

- 머신러닝 모듈 설계

① 개발 환경

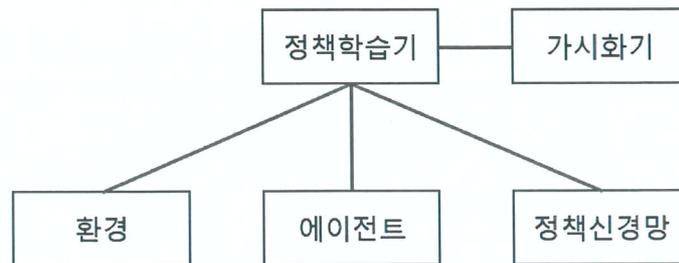
운영체제 : 윈도우 10 x64

통합개발환경 : PyCharm

개발 언어 : Python 3

라이브러리 : NumPy, Pandas, Matplotlib, Tensorflow, Keras

② 모듈구조



각 상자를 기준으로 파이썬 모듈을 개발한다. 실선으로 연결된 모듈 간에는 연관 관계가 있다. 정책학습기는 몸통이 되는 모듈이며 강화학습 참여모듈인 환경, 에이전트, 정책신경망과 연관 관계가 있다. 가시화기는 학습과정의 기록을 위해 사용한다. 에이전트 모듈은 직접 행동을 하는 모듈로서 행동으로 인한 환경의 변화가 발생하게 된다. 환경모듈은 환경정보를 제공하며 시점에 따라 적절한 행동과 학습을 할 수 있도록 한다. 정책신경망 모듈은 어떤 상황에서의 행동 결정을 하는 에이전트의 뇌와 같은 역할을 한다. 정책신경망은 LSTM으로 구성되고 어떤 행동이 보상을 높일지 확률을 계산하게 된다. 가시화기 모듈은 데이터 학습과정을 직관적으로 파악하기 위해 환경, 에이전트 상태, 정책신경망 출력등을 그림 파일로 시각화 한다. 정책학습기 모듈은 강화학습의 몸체 역할을 하며 학습 데이터를 가지고 있고 보상이 결정되면 학습데이터를 이용하여 정책 신경망을 학습시킨다

③ 지속적인 시스템의 성능 향상성

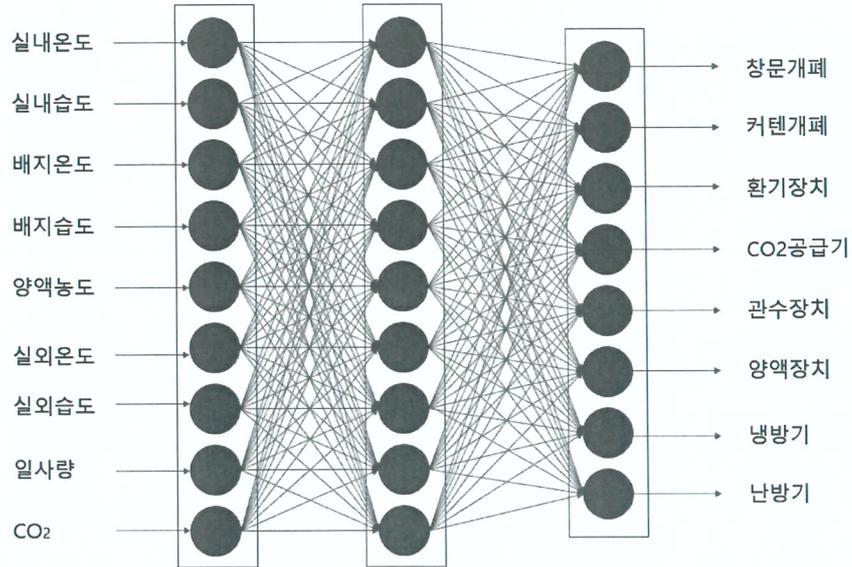
스마트팜 머신러닝 시스템은 입력 신호를 입력으로 받아 신경망을 통해 학습하게 된다. 각종 가중치를 최적의 생육환경을 만들 수 있도록 반복적으로 조정하게 되며 학습이 끝나면 조절된 가중치를 갖는 머신러닝 시스템을 현장에서 사용할 수 있게 된다. 시스템은 계속적으로 발생하는 데이터를 통해 추가적인 학습이 가능하고 점점 더 좋은 성능의 시스템을 구현 할 수 있다

④ 스마트팜 머신러닝을 위한 머신러닝 모델(예시)

우선 입력 센서의 값을 입력으로 받는 입력계층은 9개의 노드로 구성한다. 은닉계층은 K개로 구성하며 각 은닉계층의 노드 수를 M개로 설정한다. 실제 데이터를 이용하여 학습하는 과정에서 최적의 K값과 M값을 구해 최종 모델의 은닉계층을 결정한다. 출력 층은 기본적으로 제어 가능한 장치를 8개로 두고 각각을 제어 할수 있도록 8개의 노드로 구성한다. 입력과 출력은 입력센서와 각종 자동화 장치의 개수에 따라 조절되어 학습할 수 있다. 스마트팜 머신러닝 모델은 다

음과 같다

입력층 : 9개 노드 은닉층 $H(i)j \quad i=1..K, j=1..M$ 개 노드 출력층 : 8개 노드



위의 모델에서 은닉층의 개수 K 와 각 은닉층의 노드의 개수 M 은 변화시켜 가면서 최적의 K 와 M 을 찾는다. 또한 합성곱신경망과 순환신경망으로 신경망의 구조를 변화시켜 가면서 테스트해보고 그 결과를 위의 모델과 비교해 더 지능화된 시스템을 구축한다

⑤ 실 스마트팜 환경에서의 러닝머신 모델

실제 스마트팜에서 발생하는 데이터는 시간에 따라 변하는 시계열 데이터이고 이 시계열 데이터를 이용하여 시간 단위로 최적의 환경 데이터를 예측하게 된다 예측된 데이터는 온도, 습도 등 각각의 데이터를 별도로 처리할 수도 있고 이를 하나로 묶어 동시에 처리할 수도 있다. 더 효율적으로 처리할 수 있는 방법을 찾는 것이 이 연구의 목표다

학습을 통해 예측된 데이터를 이용하여 다음 순간에 유지해야할 환경을 미리 제어 장치를 통해 명령을 내릴 수 있다. 이는 스마트팜 환경을 적절히 유지하고 연료의 절감 효과를 얻을 수 있으며 높은 수확량과 좋은 품질의 작물을 얻을 수 있다. 만일 오작동이 발생한다면 센서가 환경 데이터의 변화를 감지하여 시스템에 보내고 시스템은 비상상태로 전환되어 환경제어반을 통해 온실내의 응급조치를 내리고 사용자에게 응급상황에 대한 메시지 전송을 하는 등의 서비스를 제공하게 된다

⑥ 학습 데이터 준비

머신러닝 모델에서 가장 중요한 부분은 학습 데이터의 준비이다. 학습 데이터의 양이 부족한 초기에는 동일 확률분포를 갖는 데이터를 생성하여 처리하는 생성적 적대 신경망(GAN)을 도입하여 머신러닝 모델의 신뢰성을 높이고 시간이 지나가면서 축적되는 데이터는 앞으로 추가 학습을 통해 점진적으로 더 좋은 성능을 내는 시스템으로 진화시킬 수 있다. 또한, 학습 데이터를 준비하는 과정에서 데이터의 성격을 분석하고 추가적인 처리를 통해 시스템의 성능을 향상시킨다.

예를 들면, 입력 신호의 노이즈를 줄이고 신경망이 너무 민감해 지는 것을 막기 위해 로버스트 함수를 사용하여 이상치를 최소화하는 방법을 사용함으로써 신뢰도를 높일 수 있을 것으로 예상된다

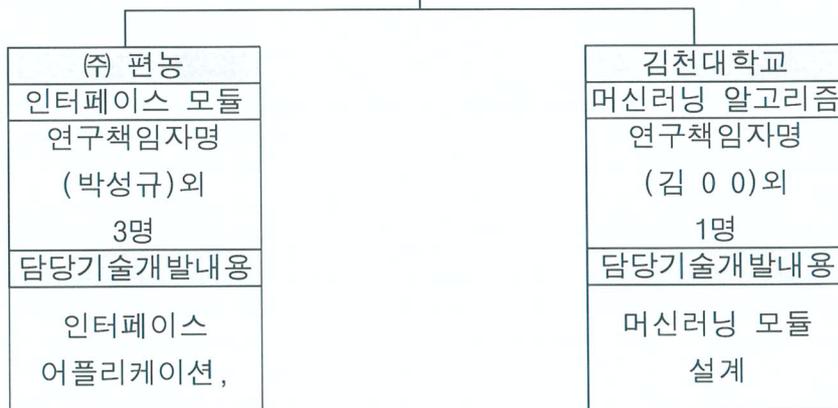
2. 연구 계획

가. 연구과제 구성

AI분석을 통한 스마트팜 환경제어반의 환경제어 및 사용자 인터페이스 고도화개발 (주관연구책임자 박성규)		
총연구개발비(천원)		
정부출연금	기업부담금	주관기관
200,000	50,000	50,000

연구개발과제		총 참여 연구원
과제명	AI 분석을 통한 스마트팜 환경제어반의 환경제어 및 사용자 인터페이스 고도화개발	주관연구책임자 (박성규)의 총 5명

기관별 참여 현황		
구 분	연구기관수	참여연구원수
중소기업	1	4 (신규 예정 포함)
대 학	1	2



1) 연구개발 추진전략

- 기 보유한 머신러닝 기반의 네트워크 및 웹사이트를 기반으로 자동제어 스마트팜을 위한 머신러닝 모듈의 개발
- (주)편농은 인터페이스 모듈 개발과 시스템 네트워크 구성 및 상용화 테스트
- 김천대학은 머신러닝 기반기술 개발

2) 테스트베드 구축 방안

- 기실 재배환경의 테스트베드 구축을 통하여 기술 홍보 및 상용화 추진
- 부여군 초촌면에 약 1,350평 면적에 실 작물에 대한 시스템 테스트베드를 구축 농업인에게 실질적 작물에 대한 시스템의 효과를 입증 신뢰성을 높인다
- 국외 파트너를 테스트베드에 초대 실 작물 환경에서의 시스템의 실증을 통해 파트너

의 신뢰를 얻어 수출시장의 조기 활성화에 기여

- 테스트베드를 통하여 얻은 결과물을 바탕으로 국외 전시회를 통한 시스템 홍보
- 기 구축된 자체 온라인 쇼핑몰(www.pyeonnongmall.com)을 통하여 테스트베드 작물 및 협업농가의 작물을 판매 조기 매출에 기여한다

나. 연구과제 우수성

- 과제와 기업의 성장 연계성, 개발 기술의 우수성, 현장 적용성, 파급효과 등

1) 과제와 기업의 성장 연계성

- 연차별 개발계획에 따라 참여연구원의 역량 향상을 통해 2차년도에는 개발의 중심으로 도약
 - 연차별 개발 계획은 수행기관 소유의 토지에 자율형 스마트팜을 구축하기 위한 계획으로 본 과제의 설비 및 머신러닝 전문인력의 양성을 과정을 통해 양성된 연구원들이 개발 과정에서 중요한 역할을 해 줄 것으로 기대
 - 본 과제를 통해 양성된 각 부분의 전문인력들이 회사의 성장을 위한 시스템 개발에 중추적인 역할을 하며, 수행기관의 성장에 맞춰 각각의 팀을 운영하는 팀장까지 성장하여 회사의 개발 관련 핵심인력으로 자리를 잡도록 수행기관과 연구원이 노력
- 설비 및 머신러닝 인력양성을 위한 마스터
 - 본 과제를 통해 양성된 전문인력들은 후배들의 능력을 향상시키기 위한 임무를 수행하면서 개발을 진행하는 수행기관 내의 마스터로서 지원
 - 수행기관의 성장에 따라 신입 연구원들이 참여하면서 공동 개발을 통해 자연스럽게 능력 향상을 꾀하며, 수행기관의 장은 그러한 분위기 조성을 위하여 적극적인 지원을 유지할 것임

2) 개발기술의 우수성

- 자동제어 스마트팜 시스템
 - 스마트팜 시스템에 본격적인 머신러닝을 접합하는 영리기관 최초의 시스템으로 연구기관에서 연구한 결과와 축적된 데이터를 사용할 수 있는 컨소시엄을 구축하여 머신러닝의 기본은 빅데이터 수집, 분석을 효율적으로 수행하는 시스템
 - 본 수행기관의 시스템을 적용하는 농가들의 경우에는 재배 데이터를 공유하도록 데이터베이스를 구축하고 분석 결과 또한 공유할 수 있는 시스템을 구축하므로 소규모의 스마트팜에서도 대형 스마트팜 수준의 데이터 분석 결과를 활용할 수 있음

3) 현장 적용성

- 자동제어 스마트팜의 자동제어 및 수동제어 선택
 - 사용자는 자율형에 대한 신뢰가 쌓이기 전까지 기존과 같은 수동 제어를 통해 재배를 진행하면서 자율 재배에 대하여 신뢰할 때 자율 재배를 실행할 수 있도록 UI/UX를 개발

○ 연구기관의 축적된 재배데이터와 명인의 노하우를 제공

- 농협 산하 연구기관에서 연구한 작물별 재배 데이터와 영농 명인들의 노하우를 데이터화 하는 협력체계를 구축하여 스마트팜에 대한 경험이 부족한 영농인들도 신뢰할 수 있는 데이터를 제공할 수 있는 시스템으로 현장에 적용하는데 거부감을 줄일 수 있음

4) 파급효과

○ 설자동제어 스마트팜 시스템 보급률 증대

- 현재 설치하여 운영하는 원격제어 스마트팜은 실제 스마트팜의 기초 단계로서 온도 조절, 습도 조절, 양액 공급 등 기본적인 시스템으로만 운영되고 있으며, CCTV를 통해 스마트팜의 상태를 사용자가 확인하고 현장제어반을 조작(원격 또는 직접)하는 방식으로 운영하고 있어 고령화와 신규 영농인들로서는 최소한의 도움만 기대하는 시스템이다
- 당 수행기관이 개발하여 보급하고자 하는 자동제어 스마트팜은 기존 설비에 통신 모듈을 추가만하여도 머신러닝에 의한 자동제어를 구현할 수 있도록 하는 업그레이드 버전과 신규 설치용 자동제어 스마트팜으로 개발하며, 이 과정에서 본 과제를 통해 양성된 전문인력들의 핵심적인 역할을 통해 보급 기간과 보급 비용을 절감할 수 있도록 하여 자동제어 스마트팜의 보급률을 단기간에 높일 수 있음

○ 설자동제어 스마트팜 시스템 교육기회 증대

- 부여에 설치된 수행기관의 자동제어 스마트팜과 교육장을 통해 현장 교육과 실습을 병행하여 체험함으로써 적응기간을 줄일 수 있음
- 부여에 설치된 수행기관의 자동제어 스마트팜과 교육장은 항상 공개되어 있으며, 본 과제를 통해 양성된 전문인력의 기술 지원을 받을 수 있어 자동제어 스마트팜의 특성을 빠르게 이해하여 운영할 수 있어 짧은 시간에 실질 소득 증대를 기대할 수 있음

다. 연구개발 성과의 활용방안

○ 자동제어 스마트팜 시스템 설치 확대

- 국내 및 국외에 지역별 거점 기지를 운영하여 현장 실습을 통한 자동제어 스마트팜의 운영을 확인할 수 있으며, 지역별 거점 기지는 현지인의 고용창출에 이바지
- 당 수행기관이 개발하는 자동제어 시스템은 앞에서 언급한 국외의 시장 상황 분석을 통해 지속해서 국외 진출을 모색하고 중국과 러시아의 경우에는 어느 정도 긍정적인 반응도 확인하였음

○ 자동제어 스마트팜 시스템 보급 확대를 통한 여유로운 영농생활

- 앞에서 언급한 현장 실습과 교육을 통해 자율형 스마트팜의 장점과 편의성을 확인하고 설치한 영농인들은 시간적으로 여유가 있는 영농 생활을 영위할 수 있으며, 단기간에 소득 증대를 통한 금전적 여유까지도 기대할 수 있음

3. 사업 추진 역량

가. 기 확보 인력의 전문성

1) 총괄책임자

○ 인적사항

성명	국문	박성규	생년월일(성별)	56.00.00.(남)
	영문	Seungkyeu. Park	과학기술인번호	1100000
직장	기관명	농업회사법인(주) 편농	전화번호	02-6949-0000
	부서		휴대전화번호	010-9300-0000
	직위	대표	전자우편	
	주소	서울시 금천구 가산디지털2로 (가산동)		

○ 학력(대학 이상 기재)

연도	학교명	전공	학위	지도교수
1981.03.~1982.12	동국대학교	전산학	중퇴	
(최종학위논문명)				

2) 참여연구원 - 고경력 연구원 신규

○ 인적사항

성명	국문	신규 (한문)	생년월일(성별)	(남)
	영문		과학기술인번호	
직장	기관명	농업회사법인(주)편농	전화번호	02-6949-0000
	부서	개발부	휴대전화번호	-
	직위	수석연구원	전자우편	-
	주소	서울시 금천구 가산디지털2로 (가산동)		

○ 학력(대학 이상 기재)

연도	학교명	전공	학위	지도교수
1999 ~ 2004	숭실대학교 산업대학원	전자 및 컴퓨터 공학	석사	정00
1987 ~ 1995	숭실대학교	전자공학	학사	
(최종학위논문명) 초음파 비만 치료기의 성능 개선에 대한 연구				

○ 주요 연구수행 실적(3개 이내)

연구 제목	연구 내용	연구 기간	연구 수행 당시의 소속 기관	역할(연구책임자 또는 연구원)	연구개발비 지급 기관
Serial to Ethernet 변환 장비	1 Ethernet to 2 ~ 16 Serial Ports로 데이터 전송 및 제어가 가능한 장비 개발	2013 ~ 2015	(주)000	연구책임자	(주)000
무안경 방식의 입체 MP4 플레이어	무안경 3D 배리어 패널을 탑재한 LCD 패널과 2D 콘텐츠를 실시간 3D 콘텐츠 변환 모듈을 탑재한 MP4 플레이어 개발	2009 ~ 2011	GKN 000	연구책임자	GKN 000
10.4" Web PAD 개발	10.4" LCD와 Touch Panel, WiFi 기능을 내장한 Portable Web PAD 개발	2004 ~ 2008	(주)00	연구책임자	(주)00

나. 연구과제 추진과 연계한 인력 집중 양성계획

1) 연구과제 추진 일정과 연구원의 역량 향상 일정을 조율하여 2차년도에는 핵심으로 도약

- 연차별 개발 계획은 수행기관 소유의 토지에 자동제어 스마트팜을 구축하기 위한 계획으로 본 과제의 설비 및 머신러닝 전문인력의 양성을 과정을 통해 양성된 연구원들이 개발 과정에서 중요한 역할을 해 줄 것으로 기대
- 본 과제를 통해 양성된 각 부분의 전문인력들이 회사의 성장을 위한 시스템 개발에 중추적인 역할을 하며, 수행기관의 성장에 맞춰 각각의 팀을 운영하는 팀장까지 성장하여 회사의 개발 관련 핵심인력으로 자리를 잡도록 수행기관과 연구원이 노력

2) 설비 및 머신러닝 인력양성을 위한 마스터

- 본 과제를 통해 양성된 전문인력들은 후배들의 능력을 향상시키기 위한 임무를 수행하면서 개발을 진행하는 수행기관 내의 마스터로서 지원
- 수행기관의 성장에 따라 신입연구원들이 참여하면서 공동 개발을 통해 자연스럽게 능력 향상을 꾀하며, 수행기관의 장은 그러한 분위기 조성을 위하여 적극적인 지원을 유지할 것임

3) 현장 실습 및 교육의 지원

- 본 수행기관의 부여 자동제어 스마트팜 설비와 교육장을 활용 현장 실습과 이론 교육을 통해 고령의 영농인과 경험이 부족한 귀농인을 대상으로 개발자의 교육과 실습을 통한 실제와 동일한 체험이 가능하도록 하여 자동제어 스마트팜의 보급 확대
- 지역 별 설비 거점과 국외 설비 거점의 엔지니어 실습과 이론 교육을 통한 현지 기술 능력 향상과 연구원들의 개발 능력 향상을 통해 전문인력 양성의 기회가 확대되어 순차적인 전문인력이 증대되는 효과를 기대

다. 연구인력 추가 확보, 사업 확장 계획

1) 연구원 추가확보계획

2020년 02월 : 임베디드 분야 개발 팀장 1명 (경력 20년)
 웹디자인(인터페이스) 개발 팀원 1명 (경력2~3년)
 서버관련 엔지니어 1명(신입)

2020년 07월 : 서버 설계 및 구성 팀장 1명(경력18년)

2) 사업 확장 계획

2020년 04월 : 부여군 실 작물재배에 의한 시스템 테스트 및 전시공간 확보(1,350평 규모)

2020년 06월~08월 : 부여군 전시장에 대한 해외파트너 실사를 통한 국외파트너 실사를 통한 국외 거점확보(3개국)

2020년 10월 ~ 2021년3월 : 김천지역 시스템 교육 및 체험을 위한 체험농장 설치
 (약 3,500평 규모)

라. 위탁기관 책임자의 전문성

1) 김00교수

○ 인적사항

성명	국문	김 0 0	생년월일(성별)	60.00.00(남)
	영문		과학기술인번호	
직장	기관명	00대학교	전화번호	054-000-0000
	부서	의료경영학과(정보화자원센터장)	휴대전화번호	010-4998-0000
	직위	정교수	전자우편	
	주소	(우:) 경북 00시 00대학교 IT융복합공학과		

○ 학력(대학이상 기재)

연도	학교명	전공	학위	지도교수
1983.3.1~1987.2.21	동국대학교	전산학	공학사	
1989.8.1~1991.2.20	동국대학교	전산학	공학석사	
1995.3.1~1997.8.20	대구가톨릭대학교	전산통계학	이학박사	
(최종학위논문명)로버스트 역전과 알고리즘과 그 응용				

○ 주요연구 수행 실적

연구 제목	연구 내용	연구 기간	발표서적 또는 학술지명 (년호권호 포함)	연구수행당시의 소속기관	역할 (연구책임자 또는 연구원)
신경망을 이용한 로버스트 주성분 분석에 관한 연구	이상치에 둔감한 주성분분석	1995.8~1996.3	대한통계과학회	00대학교	책임
문자인식을 위한 로버스트 역전파 알고리즘	이상치에 둔감한 문자인식률 개선	1996.2~1997.8	대한통계과학회	00대학교	책임
로버스트 다층 전방향 신경망을 이용한 패턴인식	이상치에 둔감한 패턴인식	1997.6~1998.8	한국데이터정보과학회지	00대학교	책임

2) 김00교수

○ 인적사항

성 명	국 문	김 0 0	생년월일(성별)	1965.00. 00(남)
	영 문		과학기술인번호	
직 장	기관명	00대학교	전화번호	054-000-0000
	부 서	IT융복합공학과	휴대전화번호	010-3827-0000
	직 위	정교수	전자우편	
	주 소	(우:) 경북 00대학교 IT융복합공학과		

○ 학력

연 도	학교명	전 공	학 위	지도교수
1984. 3 ~ 1989. 2	동국대학교	수학과	이학사	
1989. 3 ~ 1991. 2	동국대학교	컴퓨터공학과	공학석사	
1991. 3 ~ 1997. 2	동국대학교	컴퓨터공학과	공학박사	
(최종학위논문명) 함수 논리 언어의 효율적인 실행방법에 관한 연구				

○ 주요연구 수행 실적

연구 제목	연구 내용	연구 기간	발표서적 또는 학술지명 (년호권호 포함)	연구수행당시의 소속기관	역할 (연구책임자 또는 연구원)
쉽게 배우는 파이썬	저술	2017.2	수양재	00대학교	단독저술

4. 평가의 착안점 및 기준

□ 성과목표 총괄

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성 과 목 표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용· 홍 보		기 타 (타 연구 활용 등)
	특허 출원	특허 등록	품 종 등 록	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논 문		학 술 발 표			정 책 활 용	홍 보 전 시	
												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		
가 중 치	10	10				10	10	10	5	5	10					20		10	
최 종 목 표	2	1				3	500	50	5	500	2					2		3	
1 차 년 도	1					1	100		3		1					1		1	
2 차 년 도	1	1				2	400	50	2	500	1					1		2	
합 계	2	1				3	500	50	5	500	2					2		3	

* 단계별 연구성과 목표는 향후 중간/최종/추적평가 등의 정량적 평가지표로 활용됨

** 연구성과는 연구개발계획에 맞춰 도출하고 예시와 같이 작성

*** 가중치 총합 100을 기준으로 성과목표지표별 중요도, 난이도에 따라 배분하되 가중치 총합이 100이 되도록 배분(사업화지표에 70% 이상 배분 필수)

[별첨 3] (* 연구개발과제 선정 후 협약 시 작성하여 제출)

연구기관 현황 및 연구개발비 명세서

* 연구개발계획서에 전문기관이 선정평가결과 통보 시 수정·보완 요청한 사항을 반영하고, 1.

연구기관 현황 및 2. 연구개발비 명세서를 추가 작성하여 제출

1. 연구기관 현황

□ 주관 연구 책임자

• 인적사항

성명	국문	박성규	생년월일(성별)	1956.00.00.(남)
	영문	Seungkyeu. Park	과학기술인등록번호	11800000
직장	기관명	농업회사법인(주)편농	전화번호	02-6949-0000
	부서		휴대전화번호	010-9378-0000
	직위	대표	전자우편	
	주소	(우:) 서울 금천구 가산디지털2로		

• 학력(대학 이상 기재)

연도	학교명	전공	학위	지도 교수
1981.03.~1982.12	동국대학교	전산학	중퇴	
~				
~				

(최종 학위 논문명)

• 주요 연구수행 실적(3개 이내)

연구 제목	연구 내용	연구 기간	연구 수행 당시의 소속 기관	역할(연구책임자 또는 연구원)	연구개발비 지급 기관	비고

• 현재 수행 중인 타 과제 현황

(단위: 천원)

연구 과제명	연구 수행 기관	참여 시작일	참여 기간(개월)	참여율
부처명/사업명	참여 유형	참여 종료일	해당 연도 연구개발비	
		yyyy. mm. dd		
		yyyy. mm. dd		

□ 연구개발 참여 연구원 현황

번호	소속 기관명	직위	생년 월일	전공 및 학위		연구 담당 분야	신규 채용 여부	국가연구개발 사업 참여율 (%) [B]	국가연구개발사업 참여 과제 수 (건)
	성명	과학기술인 등록번호	성별	취득 연도	학위 (전공)	과제 참여 기간	이 과제 참여율 (%) [A]	전체 참여율 [A+B,%]	
1	편농	대표	56.0 0.00	1982	중퇴	총괄	재직	0	0
	박성규	11800000	남			12개월	21	20	
2	편농	팀원	86.0 0.00	2013	학사	연구원	재직	0	0
	장00	11100000	남			9개월	100	100	
3	편농	팀장				선임	신규	0	0
						7개월	100	100	
4	00대	정교수	60.0 0.00	1997	박사	책임연구	재직	0	0
	김00	10000000	남			12개월	50	50	
5	00대	정교수	65.0 0.00	1997	박사	연구	재직	0	0
	김00	10000000	남			12개월	50	50	

□ 연구에 활용 예정인 장비 현황

연구시설·장비명	규격	수량	용도	활용도 및 시기
테스트베드 시스템	2m x 1.6m	1	가상데이터 수집 및 운용	필수/전기간

□ 기관정보 현황

구분	수행 기관명		농업회사법인 (주)편농	○○○	○○○
	①	사업자등록번호		602-87-01112	
②	법인등록번호		131111-0510634		
③	대표자 성명(국적/성별)		박성규(한국/남)		
④	최대 주주(국적)		박성규(한국)		
⑤	기업(기관) 유형 (중소기업, 중견기업, 대기업) (대학, 출연연, 국공립연, 기타 등)		중소기업		
⑥	설립 연월일		2018.03.05		
⑦	주생산 품목		자동제배시스템		
⑧	상시 종업원 수				
⑨	전년도 매출액(백만 원)				
⑩	매출액 대비 연구개발비 비율				
⑪	부채 비율	2018년			
		2019년			
⑫	유동 비율	20xx년			
		20xx년			
⑬	자본 잠식 현황	자본 총계 (백만 원)	2018년		
			2019년		
		자본금 (백만 원)	2018년		
			2019년		
⑭	이자 보상 비율	2018년			
		20xx년			
⑮	영업 이익 (백만 원)	2018년			
		20xx년			

2. 연구개발비 명세서

□ 연구개발비 총괄표

(단위: 천원)

비목	세목			1차 연도	2차 연도	3차 연도	4차 연도	5차 연도	합계	
				2020	2021	YYYY	YYYY	YYYY		
직접비	인건비	내부인건비	미지급							
			지급	현금	35,500	35,500				71,000
				현물	7,500	7,500				15,000
		외부인건비	미지급							
			지급	현금						
				현물						
	학생인건비									
	인건비 소계			43,000	43,000				86,000	
	연구장비·재료비			현금	5,000	5,000				10,000
				현물	15,000	15,000				30,000
	연구활동비			35,200	35,200				70,400	
	연구과제추진비			4,500	4,500				9,000	
	연구수당			7,000	7,000				14,000	
	위탁연구개발비			12,000	12,000				24,000	
직접비 소계			78,700	78,700				157,400		
간접비			3,300	3,300				6,600		
연구개발비 총액			125,000	125,000				250,000		

< 연구비 할당 비율 표 >

(단위: 천원)

구분	내역	현금	현물	총합 대비 비율(%)	비고
비율표	연구비	60,000	15,000	60%	인건비 포함
	인력양성비	46,700		37.36%	
	간접비	3,300		2.64%	
합계		110,000	15,000	100%	
총합		125,000			

□ 민간부담 연구개발비 중 참여기업별 부담 금액(참여기업이 있는 경우만 기재)

(단위: 천원)

구분	기업명	기업 유형	민간 부담액		
			현금	현물	계
1차 연도	농업회사법인(주)편농	중소기업	2,500	22,500	25,000
2차 연도	농업회사법인(주)편농	중소기업	2,500	22,500	25,000
3차 연도					
계			50,000		

□ 1차연도 비목별 연구개발비 소요명세(해당 연도만)

• 내부인건비

(단위: 천원)

구분	소속 기관명	성명	직위 (직급)	참여 시작일	참여 종료일	월급여	참여율 (%)	실지급액	현금/현물	지급 여부
주관	편농	박성규	대표	2020.01.29	2021.01.28	3,000	21	7,500	현물	지급
주관	편농	장00	팀원	2020.05.01	2021.01.28	2,000	100	18,000	현금	지급
주관	편농	신규	선임	2020.07.01	2021.01.28	2,500	100	17,500	현금	지급

※ 장수용은 2020년01월 입사자로 신규인력에 포함 됨
별첨2 4대보험가입 증명서

• 외부인건비 (해당없음)

(단위: 천원)

구분	소속 기관명	성명	직위 (직급)	참여 시작일	참여 종료일	월급여	참여율 (%)	실지급액	현금/현물	지급 여부
주관										
협동										
공동										
위탁										
계										

• 학생인건비(학생 인건비 통합 관리 미 시행 기관인 경우)(해당사항없음)

성명	과정명	학과/학부명	월 급여 (man-month)	참여 기간 (개월)	참여율(%)	합계 (단위: 천원)
합 계						

□ 연구장비·재료비

(단위: 천원)

구분	내역	단가	횟수(수량, 건)	금액			비고
				현금	현물	계	
연구 시설	테스트베드 시스템	15,000	1		15,000	15,000	
연구 장비							
재료비	테스트용 양액A/B	15	10	150		150	
	테스트베드 제어장치 제어기	400	1	400		400	
	시험용 모뎀	3	200	600		600	
	풍향,온습도,양액 센서 등	200	10	2,000		2,000	
	EC 체크기,아두이노 등	185	10	1,850		1,850	
총액				5,000	15,000	20,000	

※ 연구시설 산출근거

(단위 : 천원)

연구시설	개수	기기 잔존가	사용율 (%)	기준 단가	횟수	가격	
테스트베드 2019년12월설치	1	15,000	100	15,000	1	15,000	실환경 가상 데이터 수집 및 응용

※ 증빙 견적서, 세금계산서 별첨1 첨부

□ 연구활동비

(단위: 천원)

구분	내역	단가	횟수(수량, 건)	금액	비고
연구활동비	교육훈련비	2,650	10	26,500	교육
	국외출장비 항공료 : 지역 숙박 : 200 식비 등 : 100 = 300+ 항공료	3,500	2	7,000	
	인쇄, 복사, 원고제작 등	1,700	1	1,700	
총액				35,200	

※ 현재 국외 전시회 및 세미나 일정이 확정 고시되지 않아 상세 사항 명기가 되지 않음

<인력양성-교육비 세부>

교육훈련 대상인원	교육훈련 등(인력양성비)		성과물 등
	항목1	항목2	
장00	(내용) - 온라인 교육	(내용) - 전문학원의 전문교육	수료증, 교육 내용 보고서 및 자체검증 등
장00	- 과목: 프로그래밍1,2 - 수료증 및 레포트	- 웹디자인 전문 과정 - 수료증	
	(계상) - 패스트캠퍼스(주) 85만원 x 2명=170만원	(계상) - ㈜하이미디어 디자인 이론, 실습 60만원 x 9개월 x 2명 = 1,080만원	
	- 추가 교육 90만원 x 2명=180만원 - 온라인 실습 120만 x 2명=240만원	- 추가 전문가교육 70만원 x 7개월 x 2명 =980만원	

□ 연구과제추진비

(단위: 천원)

구분	내역	단가	횟수(수량, 건)	금액	비고
연구과제 추진비	연구관련 전문 서적 등	300	15	4,500	전문기술교재
총액				4,500	

□ 연구수당

(단위: 천원)

구분	산정 기준	금액	비고
연구수당	43,000 × (16.28)% = (7,000)원	7,000	
합계		7,000	

□ 간접비

3,300 천원

□ 위탁연구개발비

12,000 천원

1) 위탁 연구 책임자

• 인적사항

성명	국문	김00	생년월일(성별)	60.00.00
	영문		과학기술인등록번호	10000000
직장	기관명	00대학교	전화번호	054-420-0000
	부서	의료경영학과	휴대전화번호	010-4998-0000
	직위	정교수	전자우편	
	주소			

• 학력(대학 이상 기재)

연도	학교명	전공	학위	지도 교수
1983.3.2.~ 1987.2.25	동국대학교	전산학	공학사	
1988.8.22.~ 1991.2.25	동국대학교	전산학	공학석사	
1994.3.2.~ 1997.8.20	대구가톨릭대학교	전산통계	이학박사	

(최종 학위 논문명)로버스트 역전파알고리즘과 응용

• 주요 연구수행 실적(3개 이내)

연구 제목	연구 내용	연구 기간	연구 수행 당시의 소속 기관	역할(연구책임자 또는 연구원)	연구개발비 지급 기관	비고

• 현재 수행 중인 타 과제 현황

(단위: 천원)

연구 과제명	연구 수행 기관	참여 시작일	참여 기간(개월)	참여율
부처명/사업명	참여 유형	참여 종료일	해당 연도 연구개발비	
		yyyy. mm. dd		

2) 연구개발 참여 연구원 현황

번호	소속 기관명	직위	생년월일	전공 및 학위		연구 담당 분야	신규 채용 여부	국가연구개발사업 참여율 (%) [B]	국가연구개발사업 참여 과제 수 (건)
	성명	과학기술인 등록번호	성별	취득 연도	학위 (전공)	과제 참여 기간	이 과제 참여율 (%) [A]	전체 참여율 [A+B,%]	
1	00대학교	교수	1965	1997.02.	공학박사 컴퓨터공학	머신러닝	신규	0	0건
	김00	10000000	남			2년	30	30	
2	00대학교	학생	1999		IT융복합공학과3학년 재학	머신러닝	신규	20	1건
	김00		여			2년	50	70	

3) 연구에 활용 예정인 장비 현황
해당사항 없음

4) 기관정보 현황

5) 연구개발비 총괄표

(단위: 천원)

비목	세목			1차 연도	2차 연도	3차 연도	4차 연도	5차 연도	합계
				2020	2021	YYYY	YYYY	YYYY	
직접비	인건비	내부	미지급	51,000	51,000				102,000
			지급	현금					
		현물							
		외부	미지급						
	지급		현금						
			현물						
		학생인건비			5,400	5,400			10,800
		인건비 소계			5,400	5,400			10,800
		연구장비·재료비	현금	1,640	1,640				3,280
			현물						
		연구활동비			970	970			1,940
		연구과제추진비							
		연구수당			3,990	3,990			7,980
		위탁연구개발비							
	직접비 소계			6,600	6,600			13,200	
	간접비								
	연구개발비 총액			12,000	12,000			24,000	

6) 민간부담 연구개발비 중 참여기업별 부담 금액(참여기업이 있는 경우만 기재)

(단위: 천원)

구분	기업명	기업 유형	민간 부담액		
			현금	현물	계
1차 연도					
2차 연도					
3차 연도					
4차 연도					
5차 연도					
계					

7) 1차연도 비목별 연구개발비 소요명세(해당 연도만)

• 내부인건비

(단위: 천원)

구분	소속 기관명	성명	직위 (직급)	참여 시작일	참여 종료일	월급여	참여율 (%)	실지금액	현금/현물	지급 여부
주관										
협동										
공동										
위탁	00대	김00	교수	2020.01.29	2021.01.28	8,500	30	25,500	현금	미지급
		김00	교수	2020.01.29	2021.01.28	8,500	30	25,500	현금	미지급
계								51,000		

• 외부인건비 해당사항 없음

(단위: 천원)

구분	소속 기관명	성명	직위 (직급)	참여 시작일	참여 종료일	월급여	참여율 (%)	실지금액	현금/현물	지급 여부
주관										
협동										
공동										
위탁										
계										

• 학생인건비(학생 인건비 통합 관리 미 시행 기관인 경우)(통합 관리 시행 기관인 경우 삭제)

성명	과정명	학과/학부명	월 급여 (man-month)	참여 기간 (개월)	참여율(%)	합계 (단위: 천원)
김00	학사과정	IT융복합공학과	1,000	12	45	5,400
합 계						

8) 연구장비·재료비

(단위: 천원)

구분	내역	단가	횟수(수량, 건)	금액			비고
				현금	현물	계	
연구 시설							
연구 장비							
재료비	머신러닝용 그래픽카드	1,020	1	1,020		1,020	연구
	온습도측정센서모듈	20	3	60		60	연구
	이산화탄소센서	30	3	90		90	연구
	인버터	300	1	300		300	연구
	라즈베리파이4	110	1	110		110	연구
	아두이노 우노	10	3	30		30	연구
	멀티탭(10m)	15	2	30		30	연구
총액				1,640		1,640	

9) 연구활동비

(단위: 천원)

구분	내역	단가	횟수(수량, 건)	금액	비고
연구활동비	회의비 식대 : 17×3명	51	10	510	
	출장비 -교통비 : 70 -식비 : 30 숙박비: 80 = 100	100	3	300	
	수용비(복사 등 잡경비)	40	4	160	
총액				970	

10) 연구과제추진비

(단위: 천원)

구분	내역	단가	횟수(수량, 건)	금액	비고
연구과제 추진비					
총액					

11) 연구수당

(단위: 천원)

구분	산정 기준	금액	비고
연구수당	$56,400 \times (7.07)\% = (3,990)$ 원	3,990	
합계	3,990	3,990	

□ 간접비

 0 천원

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 기술융합창의인재양성 사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 기술융합창의인재양성 사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.