

RS-  
2023-00  
237084

다  
양  
한  
농  
작  
업  
환  
경  
에  
적  
용  
가  
능  
한  
다  
목  
적  
농  
업  
용  
로  
봇  
핵  
심  
기  
술  
개  
발

2024

농  
림  
축  
산  
식  
품  
부

농  
림  
식  
품  
기  
술  
기  
획  
평  
가  
원

보안 과제( ), 일반 과제( O ) / 공개( O ), 비공개( ) 발간등록번호( O )  
농업분야창의도전형융복합모델사업 2023년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-004521-01

## 다양한 농작업 환경에 적용 가능한 다목적 농업용 로봇 핵심기술 개발

2024.02.28.

주관연구기관 / 주식회사 긴트  
공동연구기관 / 한국전자기술연구원  
공동연구기관 / 충남대학교 산학협력단  
공동연구기관 / (사)한국지식서비스연구원

농 립 축 산 식 품 부  
(전문기관)농림식품기술기획평가원

## 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “다양한 농작업 환경에 적용 가능한 다목적 농업용 로봇 핵심기술 개발”  
(개발기간 : 2023. 04. 01 ~ 2023. 09. 30)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2024. 02. 28.

주관연구기관명 : 주식회사 긴트                      김 용 현  
공동연구기관명 : 한국전자기술연구원        신 희 동  
공동연구기관명 : 충남대학교 산학협력단    정 선 옥  
공동연구기관명 : (사)한국지식서비스연구원 한 민 우



주관연구책임자 : 김 용 현  
공동연구책임자 : 노 동 희  
공동연구책임자 : 정 선 옥  
공동연구책임자 : 한 민 우

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

최종보고서							보안등급		
							일반[√], 보안[ ]		
중앙행정기관명		농림축산식품부		사업명	사업명		농업분야창의도전형용 복합모델		
전문기관명		농림식품기술기획평가원			내역사업명		시장창출형		
공고번호		농축 2023-70호		연구개발과제번호		RS-2023-00237084			
기술분류	국가과학기술 표준분류	EA0502	50%	EA0501	30%	EA0507	20%		
	농림식품과학기술분류	RC13	40%	RC11	35%	RC19	25%		
연구개발과제명		국문	다양한 농작업 환경에 적용 가능한 다목적 농업용 로봇 핵심기술 개발						
		영문	Development of Multi-purpose Agricultural Robot Core Technology Applicable to Various Agricultural Work Environments						
주관연구개발기관		기관명	주식회사 긴트		사업자등록번호	266-88-00215			
		주소	(16227)경기도 수원시 영통구 대학3로 7 나보나스퀘어 5층		법인등록번호	134111-0422646			
연구책임자		성명	김용현		직위	대표이사			
		연락처	직장전화		휴대전화				
			전자우편		국가연구자번호				
연구개발기간		전체	2023. 04. 01 - 2023. 09. 30 (6개월)						
		단계	1단계	2023. 04. 01 - 2023. 09. 30 (6개월)					
연구개발비 (단위: 천원)		정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비	그 외 기관 등의 지원금 지방자치단체 기타( )				합계	연구개발비 외 지원금
		현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물	합계
총계		50,000	375	3,375					50,375 3,375 53,750
1단계 1년차		50,000	375	3,375					50,375 3,375 53,750
공동연구개발기관 등		기관명	책임자	직위	휴대전화	전자우편	비고		
							역할	기관유형	
공동연구개발기관		한국전지기술연구원	노동희	팀장			공동	전문연	
		충남대학교 신학협력단	정선욱	교수			공동	대학	
		(사)한국지식서비스연구원	한민우	원장			공동	사단법인	
연구개발담당자 실무담당자		성명	김용현		직위		대표이사		
		연락처	직장전화		휴대전화				
			전자우편		국가연구자번호				

이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2023년 10월 31일

주관연구책임자 : 김 용 현  
 주관연구개발기관의 장 : 김 용 현  
 공동연구개발기관의 장 : 신 희 동  
 공동연구개발기관의 장 : 김 용 주  
 공동연구개발기관의 장 : 한 민 우



농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장 귀하

## < 요약 문 >

※ 요약문은 5쪽 이내로 작성합니다.

사업명	농업분야창의도전형융복합모델			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)		-	
내역사업명 (해당 시 작성)	시장 창출형			연구개발과제번호		RS-2023-00237084	
기술 분류	국가과학기술 표준분류	EA0502	5 0%	EA0501	3 0%	EA0507	20%
	농림식품 과학기술분류	RC13	4 0%	RC11	3 5%	RC19	25%
총괄연구개발명 (과제선정 후 해당 시 작성)	해당사항 없음						
연구개발과제명	다양한 농작업 환경에 적용 가능한 다목적 농업용 로봇 핵심기술 개발						
전체 연구개발기간	2023. 04. 01 - 2023. 9. 30 (6개월)						
총 연구개발비	총 53,750천원 (정부지원연구개발비:50,000천원, 기관부담연구개발비 :3,750천원)						
연구개발단계	기초[ ] 응용[ ] 개발[√] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[ ]			기술성숙도 (해당 시 작성)		착수시점 기준(4) 종료시점 목표(7)	
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)	개념연구						
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)	-						

<p>연구개발 목표 및 내용</p>	<p>최종 목표</p>	
<p>▶ <b>노지 스마트팜 환경과 목적에 맞게 농작업 로봇을 쉽게 구성하여 현장에 보급할 수 있는 구동, 조향 및 주행알고리즘 일체형 제어기 개발 및 사업화 검증</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 농작업 목적에 맞는 구동 및 조향 일체형 제어기 개발</li> <li>- 농작업 목적에 맞는 구동 모듈별 자율주행 로봇기술 개발</li> <li>- 노지 스마트팜 3개소(밭, 과수 등) 중 대상 선정, 실증 및 사업화</li> </ul> <p>※ 과수사과 혹은 감귤, 밭(양파 혹은 콩), 담팔수(약용작물) 중 2개소 선정 후 실증 진행</p>		



성과목표	특허		논문 (영향력 지수)		학술 대회	시제품 개발	표준화	학술 대회	정책 제언 (2/ 3단계 핵심)	기술 로드맵 (1단계 핵심)	신기술 인증
	국내		SCI	비SCI							
	출원	등록									
	8건	3건	3건	7건	14	1건	3건	14	2건	1건	1건
<p>농업용 로봇 현장 시장 및 정책분석과 컨소시엄 핵심기술에 대한 기술로드맵 수립해 기술 타당성 검증하여 애그테크 분야 예비 유니콘 기업으로 성장</p>											
전체 내용		<p>▶ <b>농작업 목적에 맞는 구동 및 조향 일체형 제어기 개발</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 구동부, 조향부, 센서에 대한 독립적 제어가 가능한 임베디드 제어기 개발</li> <li>- 농작업 목적에 특화된 개별 작업부의 제어가 가능한 로봇용 통신 프로토콜 개발</li> <li>- 농작업 통합 관제 시스템 개발</li> </ul> <p>▶ <b>농작업 목적 구동 모듈별 자율주행이 가능한 로봇 핵심기술 개발</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 동적 비정형 농작업 환경에 맞는 3차원 지도 작성기술</li> <li>- 3차원 지도기반 로봇의 경로계획 생성기술 개발</li> <li>- 농작업 환경의 로봇 위치추정기술 개발</li> <li>- 주행 환경 및 작업부에 맞는 주행기술 주행부 적용</li> </ul> <p>▶ <b>노지 스마트팜 대표 3개소(밭, 과수, 약용작물 재배지) 대상 실증 및 사업화 검증</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 농작업 환경에 로봇 도입을 위한 구동부 요구사항 수립</li> <li>- 농작업 환경에 로봇 도입을 위한 작업부 요구사항 수립</li> <li>- 농업용 로봇 기술로드맵 도출(1단계 핵심목표)</li> <li>- 심화연구 진입을 위한 정책제언(2단계 핵심목표) 및 개발 결과물에 대해 농식품부와 연계할 수 있도록 정책제언(3단계 핵심목표) 하여 애그테크 분야 예비 유니콘 기업 성장 지원</li> </ul>									
1단계 (해당 시 작성)	목표	<p><b>다양한 농작업 환경에 적용 가능한 다목적 농업용 로봇 핵심기술 개발을 위한 과제 상세기획 및 기술로드맵 설정</b></p>									
	내용	<p>▶ <b>농업용 로봇 제어기 및 관제 개발 상세기획 및 기술로드맵 수립</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 농작업 로봇의 농작업환경 주행을 위한 플랫폼 요구사항 수립</li> <li>- 농작업 로봇의 환경별 독립적인 자율주행을 지원하기 위한 제어기 요구사항 수립</li> <li>- 농작업 로봇의 관제를 위한 관제시스템 요구사항 수립</li> </ul> <p>▶ <b>농업용 로봇 자율주행 핵심기술 개발 상세기획 및 기술로드맵 수립</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 동적 비정형 농작업 환경 3차원 지도 작성기술 연구</li> <li>- 3차원 지도기반 로봇의 경로계획기술 연구</li> <li>- 농작업 환경기반 로봇의 위치추정기술 연구</li> </ul> <p>▶ <b>농업용 로봇 시장진입을 위한 요구사항 분석 및 기술로드맵 설정</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 농작업 환경에 로봇 도입을 위한 구동부 요구사항 수립</li> <li>- 농작업 환경에 로봇 도입을 위한 작업부 요구사항 수립</li> <li>- 농작업 로봇에 도입 가능한 저가형 센서 기술 연구</li> </ul> <p>▶ <b>농업용 로봇 시장 진출을 위한 예비 유니콘 기업 성장 지원을 위한 기술로드맵 발굴을 통한 상세 선행연구(2단계) 사업기획</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 농업용 로봇의 국내외 시장 도입을 위한 기술로드맵 수립</li> <li>- 농작업 주요 환경별 작업부 요구사항 및 선행연구 조사</li> </ul>									
2단계 (해당 시 작성)	목표	<p><b>다양한 농작업 환경에 적용 가능한 다목적 농업용 로봇 핵심기술 개발을 위한 기술적 타당성 검증으로 심화연구 구체화</b></p>									
	내용	<p>▶ <b>농업용 로봇 제어기 및 관제 개발 타당성 검증 및 심화연구 기획</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 농작업 로봇의 농작업 환경 내 주행을 위한 플랫폼 설계</li> <li>- 농작업 환경별 독립적 자율주행 지원을 위한 제어기 설계</li> <li>- 농작업 로봇의 관제를 위한 관제시스템 기획</li> </ul> <p>▶ <b>농업용 로봇 자율주행기술 개발 타당성 검증 및 심화연구 기획</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 동적 비정형 농작업 환경 SLAM 시뮬레이션 성능분석</li> <li>- SLAM 기반 로봇의 경로계획기술 시뮬레이션 분석</li> <li>- 로봇의 위치추정기술 시뮬레이션 성능 분석</li> </ul>									

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- 농작업 로봇과 주요 작업부 연동 통신 프로토콜 분석</li> <li>▶ <b>농업용 로봇 시장진출을 위한 타당성 검증 및 심화연구 기획</b></li> <li>- 농작업 로봇 도입을 위한 저가형 센서기술 및 문헌 분석</li> <li>- 사업화 시장 탐색</li> <li>- 예비 유니콘 기업 성장 전략 발굴을 위한 정책제언 추진</li> </ul>
	3단계 (해당 시 작성)	목표	<p><b>다양한 농작업 환경에 적용 가능한 다목적 농업용 로봇 핵심기술 개발 및 실증으로 현장적용 가능성 검토 및 사업화</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <b>농업용 로봇 제어기 및 관제 개발 현장 적용 및 사업화</b></li> <li>- 농작업 로봇의 농작업 환경 내 주행을 위한 플랫폼 시제품 개발</li> <li>- 농작업 로봇의 환경별 독립적인 자율주행을 지원하기 위한 제어기 시제품 개발</li> <li>- 농작업 로봇의 관제를 위한 관제시스템 개발</li> <li>- 농작업 로봇의 농작업 환경 주행을 위한 플랫폼 성능 고도화</li> <li>- 농작업 로봇의 환경별 독립적인 자율주행을 지원하기 위한 제어기 성능 고도화</li> <li>- 농작업 로봇의 관제를 위한 관제시스템 서비스 개선</li> <li>- 농작업환경 내 주행을 위한 플랫폼 실증 및 양산 준비</li> <li>- 농작업 로봇의 환경별 독립적인 자율주행을 지원하기 위한 제어기 실증 및 양산 준비</li> <li>- 농작업 로봇의 관제를 위한 관제시스템 실증 및 양산 준비</li> <li>▶ <b>농업용 로봇 자율주행기술 개발 및 현장 적용 및 사업화</b></li> <li>- 동적 비정형 농작업 환경 3차원 지도 작성기술 설계</li> <li>- SLAM 기반 로봇의 경로계획기술 설계</li> <li>- 농작업 환경의 로봇 위치추정기술 설계</li> <li>- 동적 비정형 농작업 환경 3차원 지도 작성기술 개발</li> <li>- SLAM 기반 로봇의 경로계획기술 개발</li> <li>- 농작업 환경의 로봇 위치추정기술 개발</li> <li>- 동적 비정형 농작업 환경 지도 작성기술 성능 검증</li> <li>- SLAM 기반 로봇의 경로계획기술 실증 성능 검증</li> <li>- 로봇의 위치추정기술 고도화 및 성능 검증</li> <li>▶ <b>농업용 로봇 분야 통신 프로토콜 개발 및 사업화</b></li> <li>- 농작업 로봇에 도입 가능한 저가형 센서 기술 연구</li> <li>- 농업용 로봇의 주요 작업부 연결 통신 프로토콜 설계</li> <li>- 주요 작업부 연결을 위한 통신 프로토콜 개발</li> <li>- 농작업 로봇에 도입 가능한 저가형 센서 조합 상세 연구</li> <li>- 주요 작업부 연결을 위한 통신 프로토콜 실증 및 성능 검증</li> <li>- 농작업 로봇에 도입 가능한 저가형 센서 조합 상세 연구</li> <li>▶ <b>농업용 로봇 분야 예비 유니콘 기업 성장을 위한 부처연계 정책제언</b></li> <li>- 마케팅 전략 및 해외시장 진출전략 수립</li> <li>- 해외시장 진출을 위한 정책제언</li> <li>- 부처 활용 및 국내 확산을 위한 농림부 연계 정책제언</li> <li>- 매출처 확대 전략 수립</li> </ul>
		내용	

연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <b>국내학술대회 1건 발표 완료</b></li> <li>▶ <b>기술 및 사업화로드맵 수립 완료</b></li> </ul>
연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 노지 농작업 대표 3개 실증지역(과수원, 밭농업, 노지 약용작물 재배지)에 대한 실시간 수확적기를 인식하고 과수 수확이 가능한 로봇암 등 다양한 작업기를 부착하여 노지 환경을 자율주행하는 기능이 탑재된 농업용 로봇에 대하여 기 확보된 기술을 고도화하여 시장수요에 적시 공급 기반 마련</li> <li>▶ 전주기 영농활동의 예측 가능성 제고를 위한 데이터 활용모델 확립과 노동력 대체 수단 확보를 위한 농작업 로봇기술 개발 및 현장 보급을 통한 기술 고도화를 통해 노지 생산성 확보는 물론 애그테크 기업의 기술 경쟁력 확보에 기여</li> <li>▶ 노지 스마트팜의 정밀농업, 스마트농업 실현에 로봇기술 도입을 통해 다양한 시장 진출을 위한 원천 및 혁신기술 개발하여 본 기술에 관한 기술을 바탕으로 향후 애그테크 분야의 유망 기업으로 성장해 스마트팜을 대표하는 국내 농업용 로봇분야 예비 유니콘 기업으로 성장</li> </ul>
연구개발성과의 비공개여부 및 사유	▶ <b>해당사항 없음</b>

연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구 시설 ·장비	기술 요약 정보	소프트 웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
								생명 정보	생물 자원		정보	실물
연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황	구입 기관	연구시설 ·장비명		규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	ZEUS 등록번호		
국문핵심어 (5개 이내)	농업용로봇		자율주행		제어기		프로토콜		작업기			
영문핵심어 (5개 이내)	Agricultural Robot		Self-Driving		Controller		Protocol		Multi-Purpose Implement			

## < 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도
4. 목표 미달 시 원인분석
5. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

별첨 자료 (참고 문헌 등)

※ 각 항목에서 요구하는 정보를 포함하여 연구개발과제의 특성에 따라 항목을 추가하거나 항목의 순서와 구성을 변경하는 등 서식을 수정하여 사용하거나 별도의 첨부자료 활용이 가능합니다.

## 1. 연구개발과제의 개요

□ 노지 스마트팜 환경과 목적에 맞게 농작업 로봇을 쉽게 구성하여 현장에 보급할 수 있는 구동, 조향 및 주행알고리즘 일체형 제어기 개발 및 사업화 검증



[그림] 과제 전체 개념도

### o 농작업 목적에 맞는 구동 및 조향 일체형 제어기 개발

- 구동부, 조향부, 센서에 대한 독립적 제어가 가능한 임베디드 제어기<sup>1)</sup> 개발
- 농작업 목적에 특화된 개별 작업부의 제어가 가능한 로봇용 통신 프로토콜 개발
- 농작업 통합 관제시스템 개발

### o 농작업 목적에 맞는 구동 모듈별 자율주행이 가능한 로봇 핵심기술 개발

- 농작업 환경을 고려한 로봇의 위치추정기술 개발
- 센서기반 동적 비정형 농작업 환경에 맞는 3차원 지도 작성기술 개발
- SLAM 기반 로봇의 경로계획 생성기술 개발

### o 노지 스마트팜 3개소(밭, 과수, 약용작물 재배지\*) 중 2개소 선정 후 실증 및 사업화

- 사과 또는 감귤(과수), 양파 혹은 콩(밭), 담팔수(약용작물) 등 고려하여 실증
- 농작업 환경에 로봇 도입을 위한 구동부 요구사항 수립
- 농작업 환경에 로봇 도입을 위한 작업부 요구사항 수립

- 선행연구 사업기획을 위한 개념연구 결과물에 대한 기술로드맵 도출(1단계)
- 농업용 로봇의 기술로드맵 수립 및 농식품부 연계 정책제언(2단계, 3단계)
  - 1) 구동모듈 별 모터제어, 바퀴제어 등이 가능한 드라이브 포함 미들웨어 SW 개발
  - 2) 밭고랑, 과수원 등 주행 환경의 특성을 고려하여 적합한 주행알고리즘 생성이 가능한 SW 개발

## 2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

### [주관] 킷

#### ○ 글로벌 선행 제품 분석을 통한 노지 환경별 폼팩터 조사 분석

- 로봇 트랙터

가. AgXeed



[그림] AgXeed 로봇 트랙터

- \*. 혁신 중심: 최첨단 장비 개발, 농업 효율성 및 생산성 향상
- \*. 인건비 절감: 첨단 기술을 통해 농장 인건비를 절감
- \*. 정밀 농업: 데이터 기반 솔루션으로 농업 운영을 개선
- \*. 산업 혁명: 농업 현대화 및 최적화를 위한 혁신적인 도구 제공

나. Case IH



[그림] Case IH Magnum

- \*. 419마력 엔진 장착
- \*. 작동 중 최고 속도는 50km/h(31mph)
- \*. 카메라, 레이더, GPS를 통한 원격제어 및 모니터링 가능



다. AgBot



[그림] AgBot 로봇 트랙터

- \*. 3점 히치, PTO 및 후방 유압 밸브
- \*. RTK GPS와 백업 GPS를 활용
- \*. 장애물 감지를 위한 온보드 레이저 및 레이더 장착

- 파종 로봇

가. TTS BV



[그림] TTS BV (Single Row)



[그림] TTS BV (Two Row)

- \* 높은 생산성: 시간당 5000개 이상 파종
- \* 유연한 행 옵션: 1~8개 행(Single) / 4~24행(Two)
- \* 조정 가능한 행 간격: 24, 20인치
- \* 정밀한 지면압력 제어
- \* 트레이 정확도를 위한 카메라 장착
- \* 다양한 작물에 다재다능함
- \* 브라시카, 샐러드, 사탕수수와 토마토에 적합

- 토양 준비(경운 정지 등) 로봇

가. 쟁기 로봇



[그림] imants 쟁기 로봇

나. 재배 로봇

- \* 재배용으로 설계된 로봇은 경운 작업과 토양에 공기를 공급하고, 잡초 관리



[그림] 재배 로봇

다. 파종을 위한 토양 준비 로봇

\*. 토양의 질감, 습도 및 일반적인 품질을 조정하여 이상적인 파종 조건 형성



[그림] 토양 준비 로봇

○ 국내 노지 환경에 맞는 플랫폼 요구사항 조사 분석

- 콤바인 로봇

\*. 콤바인 수확기: 현대 농업에 필수적이며 곡물을 수확하고 다양한 작물에 적응 가능

\*. 밀, 옥수수, 대두, 해바라기 등 다양한 작물을 효율적으로 수확

가. 안마 AG1100

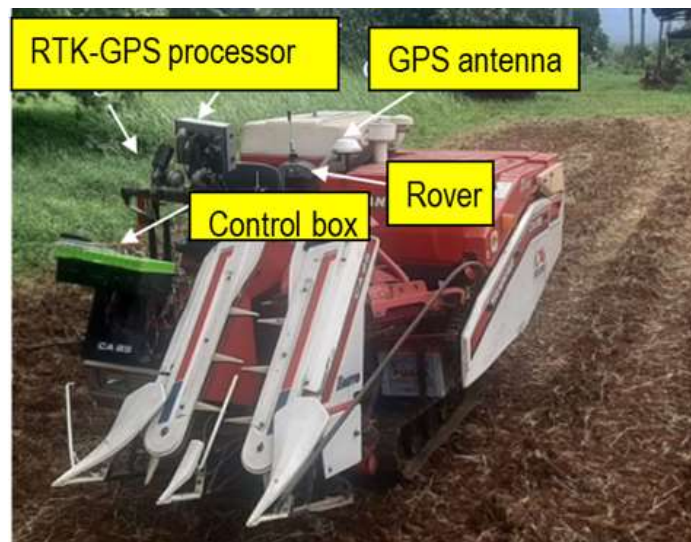




[그림] 야마 AG1100

- \*. 옥수수 수확 성공률 95.4% 달성
- \*. 96.6% 충돌 회피율로 실시간 장애물 감지
- \*. 딥러닝(ICNet) 활용
- \*. 행 정렬을 위한 벤치마크 설정
- \*. 연구 플랫폼: RTK-GPS 및 IMU가 장착된 수확기
- \*. 로봇 수확기로 전환: 수확기가 CAN 버스로 제어되는 로봇으로 전환
- \*. 속도: 수확기의 속도 범위는 -2.0 ~ 20m/s이며, 벼, 밀과 같은 곡물을 수확 적합

나. 야마하 BNO055



[그림] 야마하 BNO055

- \*. 기본 장비: 14HP의 2열 헤드 피딩 콤바인
- \*. 절단 폭: 수확기의 절단 폭은 0.68m로, 0.2-0.3m 간격으로 심은 2-3줄의 벼를 수확
- \*. 적용 장비: RTK-GPS 자이로 스코프 및 두 개의 DC 모터
- \*. 컨트롤 시스템: 라즈베리 파이 / 아두이노 / 자이로스코프 / 제어 및 작동용 모터

- 벼농사용 자동 이앙 로봇

가. 구보다

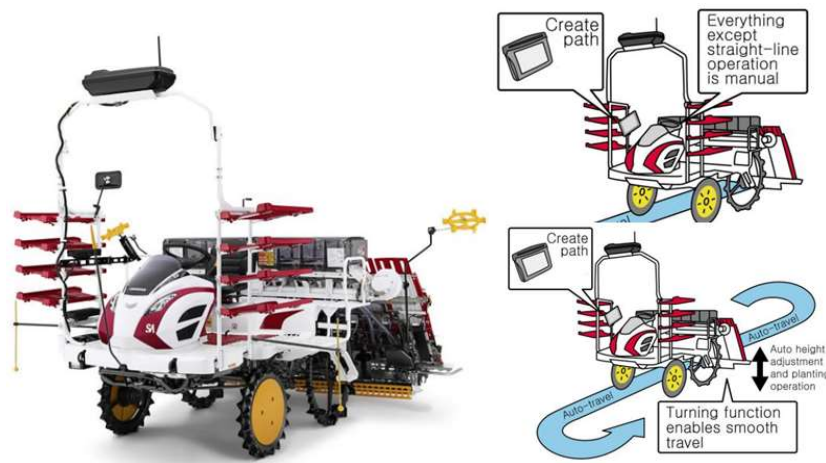
- \*. AI 기반 모내기 로봇으로 노동력 절감, 농업인구 노령화 지원
- \*. 8개의 장애물 감지 센서를 탑재해 정밀한 네비게이션과 안전을 보장
- \*. GPS와 전파 연동으로 지형에 따른 측위 오류 수정
- \*. Robo는 고르지 않은 표면에 적응하여 5~10cm 이내 정확한 심기 달성
- \*. 자동화된 모내기로 농업의 효율성과 지속 가능성이 향상



[그림] 구보다 자율 이앙기 원격 조정 및 데모 시연

나. 안마

- \*. 디젤 구동 고밀도 이앙기
- \*. 직선 심기와 자율주행을 위한 자율주행 기술



[그림] 안마 자율 이앙기

○ 범용 환경 지원을 위한 제어기 HW 요구사항 수립

- 노지 농업의 과거부터 현재 작업 환경 변화
- \*. 사람에서 기계로, 기계에서 로봇으로 점진적 발전
- \*. 기존 농기계의 영역을 포함하면서 무인화과정으로 발전중
- \*. 기존 농기계가 커버하지 못했던 영역 또한 미래 농업용 로봇이 대체할 것으로 예상



[그림] 과거부터 미래까지 노지 농업 작업 환경 변화

- 노지 농업의 과거부터 현재 작업 환경 변화
- \*. 농업의 작업은 다섯 가지 주요 과제가 존재
- \*. 국가나 지역에 요구에 맞게 작업 조정이 예상됨 (미국, 유럽, 아시아 및 세부 국가)
- \*. 지역별, 작물별 농법의 유연성 및 다양성이 운영에 영향을 미침
- \*. 뿐만 아니라 해당 지역의 농업 관행의 효율성까지도 로봇 요구사항에 영향

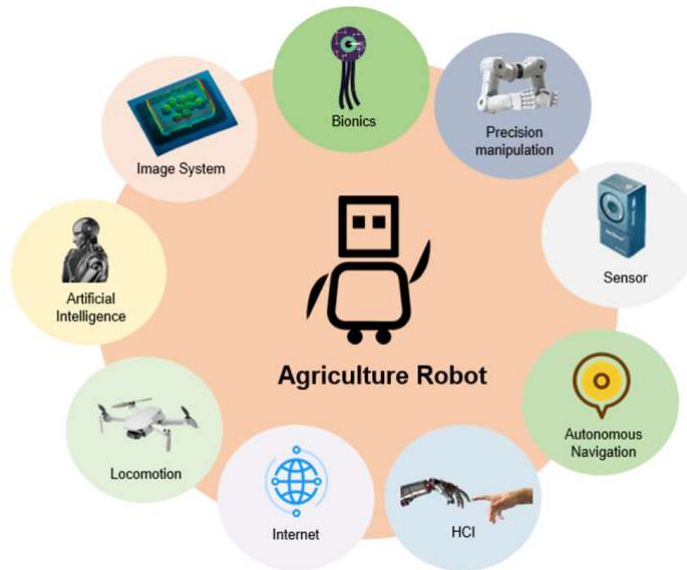


[그림] 미래 노지 농업 로봇의 작업 분야

- 노지 농업로봇의 핵심 기술과 구성 요소
- 가. 핵심 기술
- \*. 바이오닉스 및 생육학
- \*. 정밀한 액츄에이터 및 관절형 매니플레이트
- \*. 다양한 농업 환경에 적합한 센서류
- \*. 자율 주행 네비게이션 기술



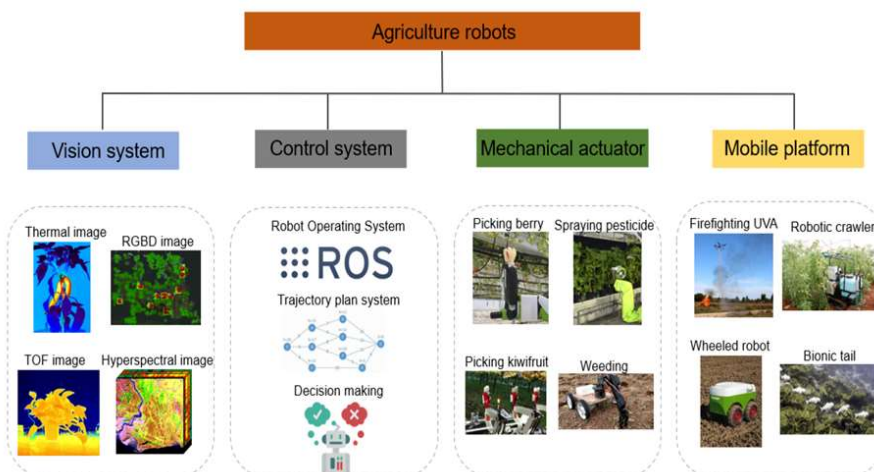
- \*. HCI : 사람과 컴퓨터 인터페이스
- \*. 인터넷 및 무선 통신 기술
- \*. AI(인공지능) 기술
- \*. 이미지 시스템 기술



[그림] 농업용 로봇의 핵심 기술 분야

나. 구성 요소

- \*. 비전 시스템 (이미지 및 레이더 라이더를 포함)
- \*. 컨트롤 시스템 (알고리즘과 의사결정 시스템 포함. 네비게이션 및 항법 장치 포함)
- \*. 기계식 액추에이터 (각 농작업용 다양한 액추에이터 존재)
- \*. 모바일 플랫폼 (토양 및 작업 종류별 형태, 크기, 동력의 세기등이 다양함)

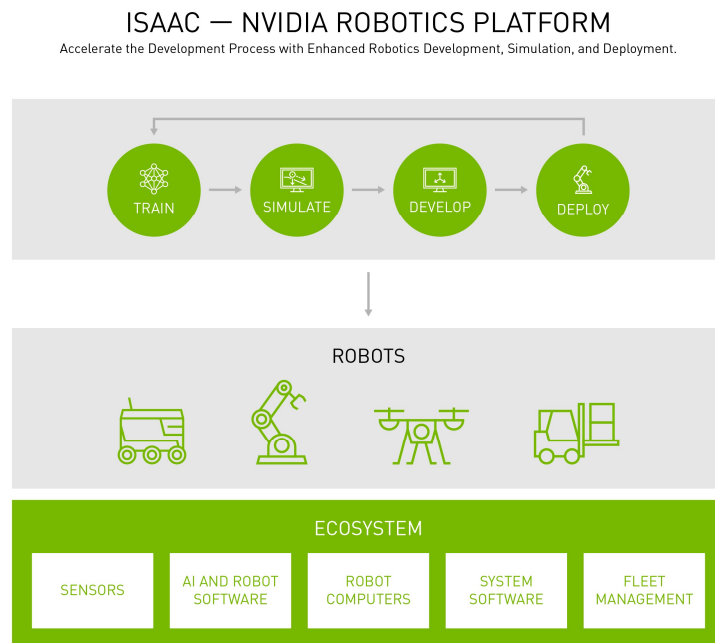


[그림] 농업용 로봇 주요 구성 요소

다. 로봇 제어기 플랫폼 요구 사항

- 가,나에서 정리된 로봇 플랫폼의 역할과 구성 요소를 기반으로 제어 시스템을 개발 및 양산하기 위해서는 아래와 같은 단계가 필요함
- \*. 학습 : Decision Making 등에 필요한 로봇이 현장의 상태를 파악하고 학습하는 과정

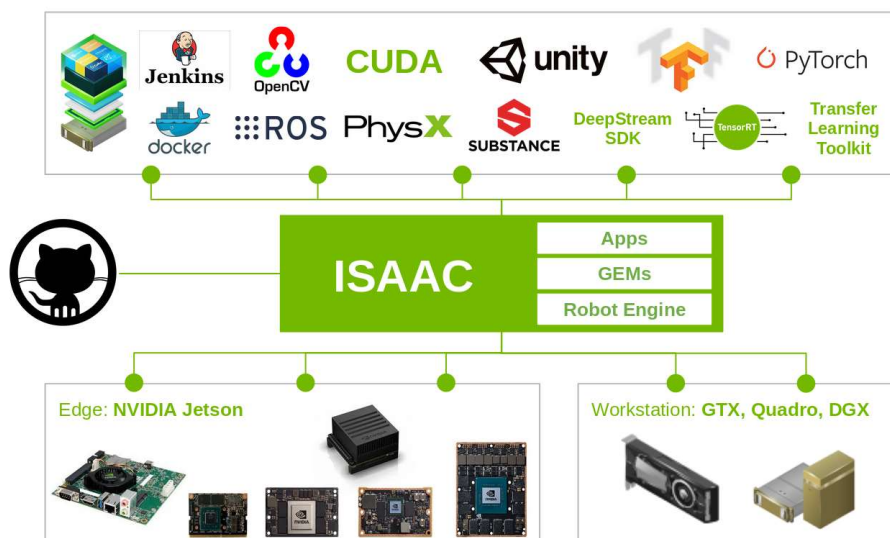
- \*. 시뮬레이션 : 개발 과정에서 실제 필드가 아닌 컴퓨팅 가상 환경에서의 검증
- \*. 개발 : 실제 개발자의 로직 및 알고리즘을 구현하고 코드로 생성하는 일련의 과정
- \*. 실증 : 현장에 적용하여 실제 성능을 확인
- \*. 적용 : 제품 및 양산 단계의 최종 적용



[그림] 로봇 개발 환경

라. 로봇 제어기 플랫폼 구성 요소

- 로봇 제어 시스템의 구성은 아래와 같으며, 로봇 시스템에 따라 일부만 적용하여 구현
- \*. SW OS 체제 : 로봇 제어 시스템의 운영 체제로 ROS 계열 오픈소스가 대중적으로 사용
- \*. 어플리케이션 소프트웨어 : 다양한 개발 및 적용 분야별 선택 적용 및 구현
- \*. 통합 SW 플랫폼 : ISAAC 등 하드웨어와 소프트웨어의 통합 개발 환경 제공
- \*. Edge HW : 각 로봇 별로 장착가능한 엣지 디바이스
- \*. Center / Back : AI 및 고연산 작업, 중앙 관리를 위한 서버 및 워크스테이션 시스템



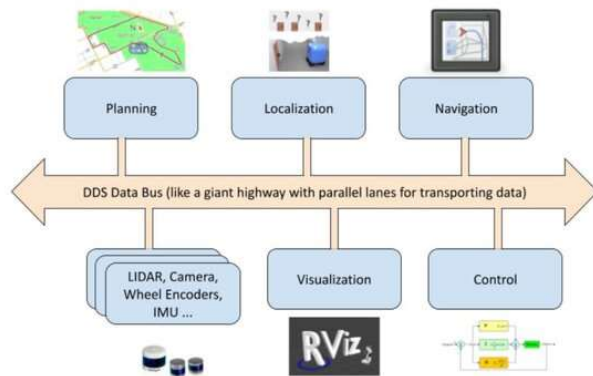
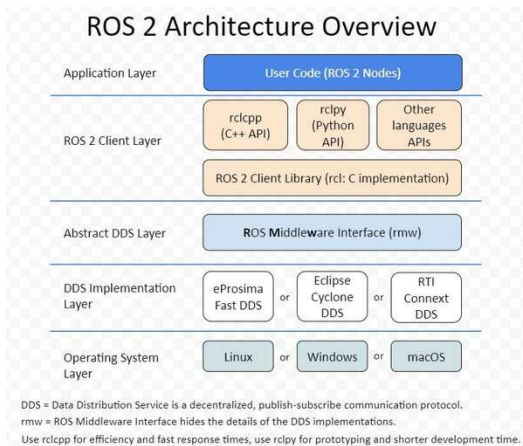
[그림] NVIDIA ISAAC 예시

마. Edge HW 요구사항 (응용 분야에 따라 선택적 적용)

- \*. GPU : 환경에서 습득한 데이터를 기반으로 AI 학습을 위해 필요한 그래픽 연산 장치
- \*. CPU : 전체 알고리즘과 OS 등을 구동하기 위한 중앙 연산 장치
- \*. Memory : 컴퓨팅 시스템에서 필요한 메모리 시스템
- \*. Storage : 컴퓨팅 시스템에서 필요한 저장장소 시스템
- \*. Encode/Decode : 카메라 시스템에서 필요한 자원
- \*. Camera : 현장 데이터 영상 취득을 위한 카메라 장치
- \*. Communication Interface : 센서부, 구동부 등과 통신을 위한 인터페이스
- \*. GPS & IMU : 항법 장치를 위한 위치 및 자세 센서
- \*. Internet Device : 인터넷 기반의 애플리케이션 구동을 위한 장치 (LTE, WIFI 등)
- \*. Power System : 동력원(배터리 등)에서 분배된 전압을 제어 시스템에 공급하는 장치

○ 범용 환경 지원을 위한 제어기 SW 플랫폼 요구사항 수립

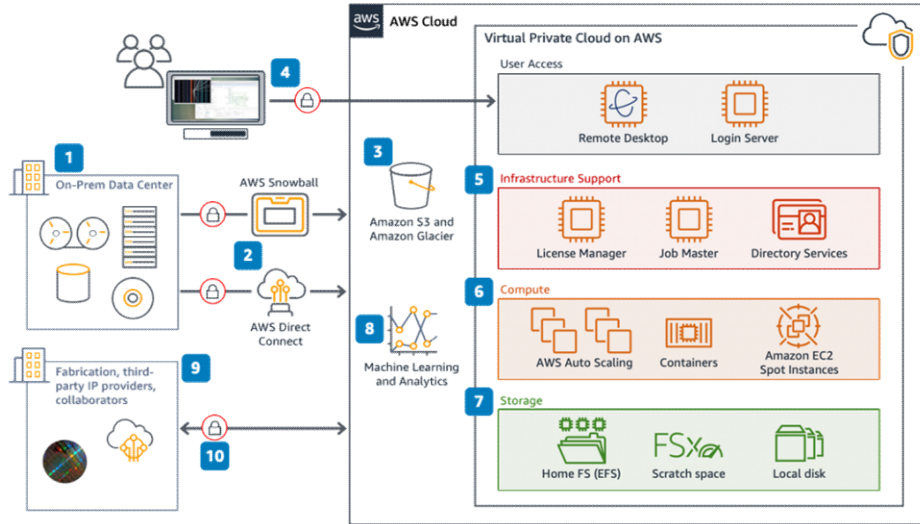
- HW 플랫폼 요구사항에서 수립된 환경에서 이상적인 개발환경을 제공하기 위해서는 아래와 같이 ROS 기반의 아키텍처로 SW 플랫폼이 구성이 대중적임.
- 리눅스, 윈도우, macOS 등 다양한 OS 레이어를 지원해야함
- DDS 데이터 분산 서비스의 약자로 다양한 데이터 커뮤니케이션을 위한 레이어
- 로봇 구동에 필요한 플래닝, 네비게이션, 각종 센서 통신을 위한 DDS 의 역할이 중요



[그림] ROS2 아키텍처와 DDS 데이터 버스 시스템

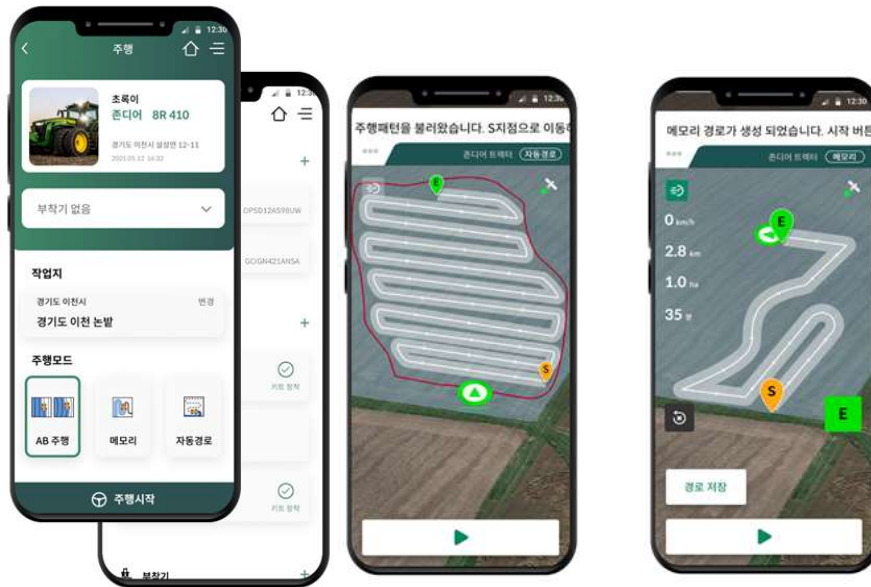
○ 농작업 로봇 사용자를 위한 관제 서비스 요구사항 수립

- 농업용 로봇의 사용자 조작 및 모니터링을 위해서는 경로 설정 및 사용자 데이터 기반 서비스를 위한 클라우드 시스템 구축이 필요
- \*. 클라우드 사용자 시나리오 및 서비스 모델 설계 요구
- \*. 트래픽 및 구현 기능을 기반으로한 DB 및 아키텍처 설계 요구
- \*. 트래픽 및 구현 기능을 기반으로한 백엔드 서비스 설계 요구



[그림] AWS 기반 백엔드 아키텍처 설계 샘플

- 클라우드 시스템이 구성된다면, 사용자 인터페이스를 위한 모바일 APP 개발 필요
- \*. APP 사용자 시나리오 및 서비스 모델 설계 요구
- \*. 사용자 인터페이스 디자인 및 프레임 설계 요구
- \*. 사용자 모바일 APP 구축 요구 (안드로이드 및 iOS 생태계 기반)

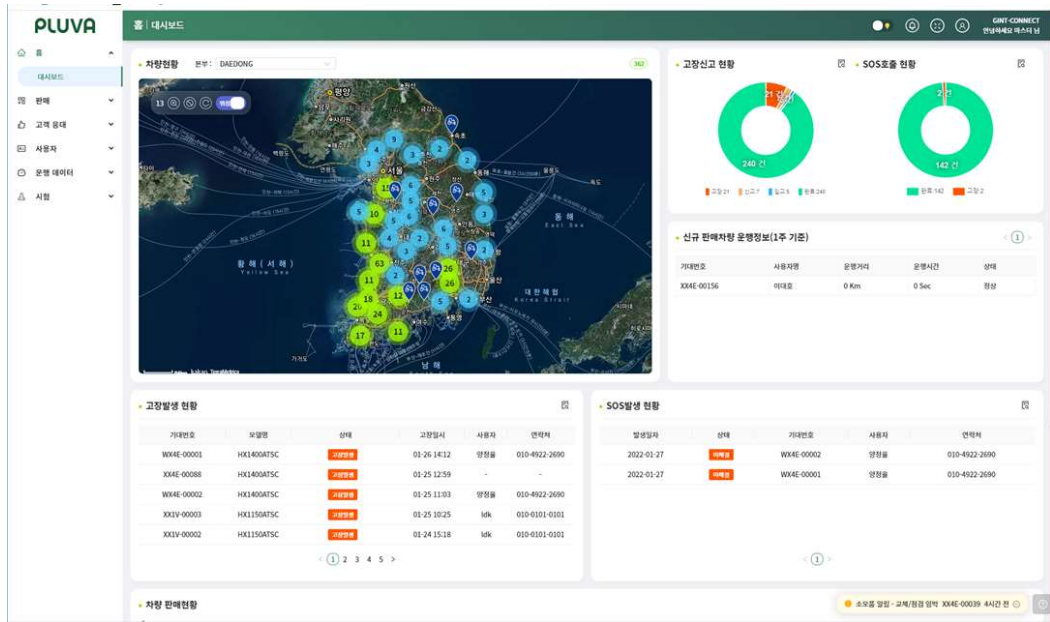


[그림] 사용자 모바일 APP 예시

○ 농작업 로봇 관리자 및 판매자를 위한 관제 서비스 요구사항 수립

- 고객 지원 서비스 강화를 위한 로봇 판매자 관제 시스템 구축 필요
- \*. 로봇 판매자 관제 시스템 시나리오 및 서비스 모델 설계 요구
- \*. 고객 지원 인터페이스 디자인 및 프레임 설계 요구
- \*. 고객 지원 WEB 또는 APP 서비스 구축 요구
  
- 원격 업데이트 및 품질 관리를 위한 로봇 관리자 시스템 구축 필요
- \*. 로봇 관리자 관제 시스템 시나리오 및 서비스 모델 설계 요구
- \*. 인터페이스 디자인 및 프레임 설계 요구

\*. 로봇 원격 관리 WEB 또는 APP 서비스 구축 요구



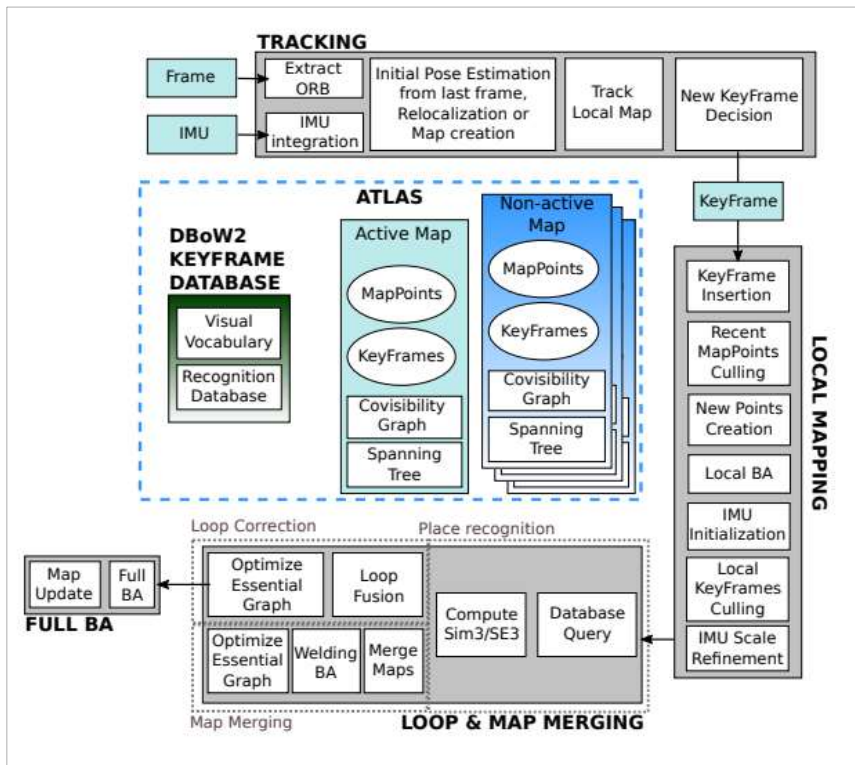
[그림] 고객 지원 서비스 WEB 시스템 예시

[공동] KETI

○ 센서기반 동적 비정형 농작업 환경 3차원 지도작성 기술 연구

- ORB 기반 접근 (vs Superpoint 기반 접근)

\* 아래 그림과 같이 Tracking, Local Mapping, KeyFrame DB, ATLAS, Full BA 등의 항목으로 구성되어 있음



[그림] ORB\_SLAM3 main system



- \* TRACKING은 센서 정보를 처리하고 active map에 대한 현재 프레임의 포즈를 실시간으로 계산하여 매칭된 map features의 reprojection error(투영된 점과 측정된 점 사이의 이미지 거리에 해당하는 기하학적 오차)를 최소화
- \* 현재 프레임이 키 프레임이 되는지를 결정
- \* LOCAL MAPPING은 active map에 키 프레임과 포인트를 추가하고 중복된 것을 제거
- \* 로컬 번들 조정(Local BA)을 사용하여 map을 정교하게 만듦
- \* LOOP & MAP MERGING은 active map과 전체 ATLAS 사이의 공통영역을 감지
- \* 공통영역이 active map에 속할 경우 루프 보정을 수행하고 다른맵에 속할 경우 두 맵이 하나로 완벽하게 병합
- \* 루프 수정 후 전체 번들 조정(Full BA)을 통해 맵을 더욱 정교하게 만듦

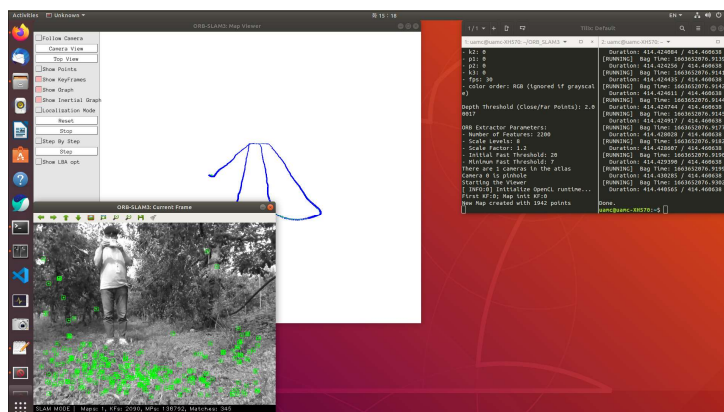
```

/home/user/catkin_ws/src/realsense-ros/realsense2_camera/launch... user@user:~
secs: 1667539385
nsecs: 497239828
frame_id: "camera_color_optical_frame"
height: 480
width: 640
distortion_model: "plumb_bob"
D: [0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]
K: [610.3478393554688, 0.0, 318.61749267578125, 0.0, 609.8080444335938, 240.1023712158203, 0.0, 0.0, 1.0]
P: [1.0, 0.0, 0.0, 0.0, 1.0, 0.0, 0.0, 0.0, 1.0]
C: [610.3478393554688, 0.0, 318.61749267578125, 0.0, 0.0, 609.8080444335938, 240.1023712158203, 0.0, 0.0, 0.0, 1.0, 0.0]
binning_x: 0
binning_y: 0
roi:
  x_offset: 0
  y_offset: 0
  height: 0
  width: 0
  do_rectify: False
---
#Headers:
seq: 45
stamp:
secs: 1667539385
nsecs: 538598879
frame_id: "camera_color_optical_frame"
height: 480
width: 640
distortion_model: "plumb_bob"
D: [0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]
K: [610.3478393554688, 0.0, 318.61749267578125, 0.0, 609.8080444335938, 240.1023712158203, 0.0, 0.0, 1.0]
P: [1.0, 0.0, 0.0, 0.0, 1.0, 0.0, 0.0, 0.0, 1.0]
C: [610.3478393554688, 0.0, 318.61749267578125, 0.0, 0.0, 609.8080444335938, 240.1023712158203, 0.0, 0.0, 0.0, 1.0, 0.0]
binning_x: 0
binning_y: 0
roi:
  x_offset: 0
  y_offset: 0
  height: 0
  width: 0
  do_rectify: False
---
user@user:~$

```

[그림] Camera 정보 기반 Camera Calibration 수행

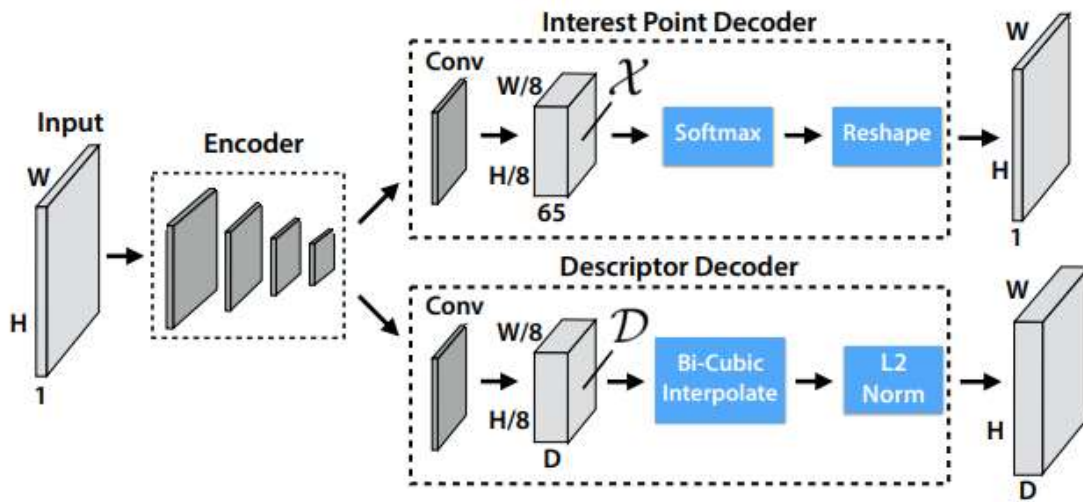
- \* ORB\_SLAM3 Vel1.bag file 모의 실험결과
  - ※DepthMapFactor = 1000, ORBextractor.nFeatures = 2200, EDGE\_THRESHOLD = 19 고정
  - 1) TH\_HIGH = 100, TH\_LOW = 50



[그림] 수행 화면 (# of matching features = 345)

- Superpoint 기반 접근
  - \* 아래 그림은 Superpoint의 구조





[그림] SuperPoint Architecture

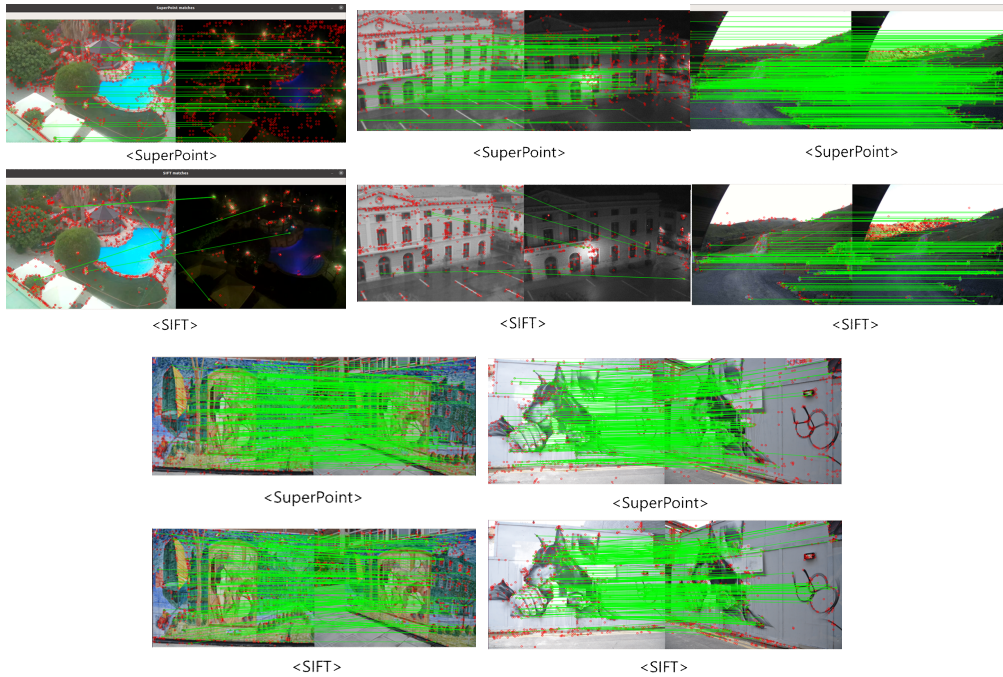
- \* 딥러닝 기반 SIFT를 대체하는 Keypoint 및 Descriptor 추출 방법 (CVPR 2018 발표) - 조명 변화에 강인
- \* 실제 사용시 입력 이미지의 크기는 8의 배수 (Img Resize 필요) - 8x8 크기의 패치 안에 무조건 하나의 Keypoint 존재한다고 가정
- \* 해당 패치 안에는 Keypoint가 될 수 있는 64개의 후보 픽셀과 1개의 'dustbin' 이라는 후보 존재
- \* 전체 65개의 후보의 분포를 생성하고 NMS (Non-Maximum-Suppression)을 거쳐 Keypoint 추출
- \* SuperPoint 성능 (vs SIFT Feature)
  - \* ORB Feature의 회전에 약한 부분 대체 가능
    - 향후 SuperPoint Feature 기반 SLAM 수행
  - \* SIFT Feature에 비해 Feature 추출 향상 (33% 향상)
  - \* SIFT Feature에 비해 Feature 추출 매칭률 향상 (120% 향상)
  - \* 데이터셋 중 특히 조명변화에 강인한 매칭 수행

	Test1		Test2		Test3		Test4		Test5		Aver
	Img1	Img2	Img1	Img2	Img1	Img2	Img1	Img2	Img1	Img2	
SuperPoint	1000	1000	1000	966	880	902	1000	1000	1000	1000	97
SIFT	1093	135	840	290	414	513	1000	1000	1000	1000	72

[표] 이미지(아래 그림)당 Feature 추출 개수

	Matching	Matching	Matching	Matching	Matching	Averag
SuperPoint	51	138	574	338	370	294
SIFT	6	7	147	229	288	135

[표] 이미지(아래 그림)당 Feature 매칭률

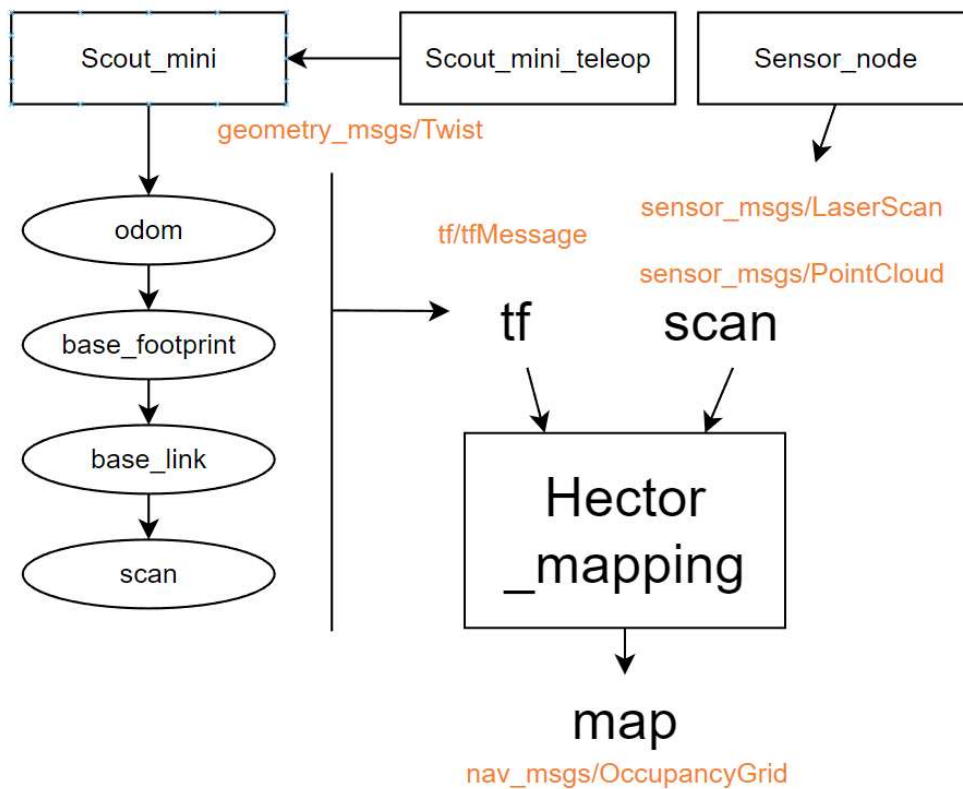


[그림] Superpoint vs SIFT Feature 추출 및 매칭 결과 비교

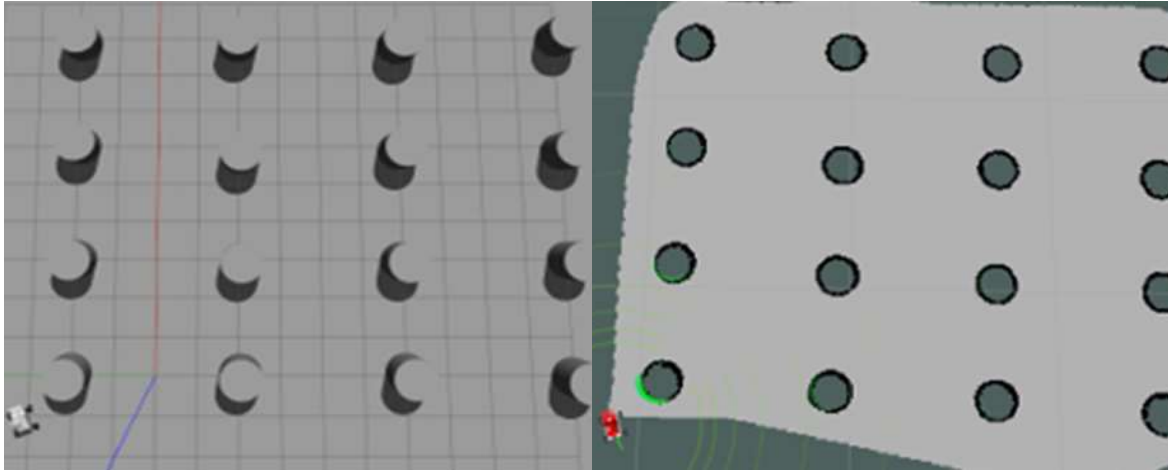
○ 농작업 환경을 고려한 로봇의 위치추정기술 연구

- Hector SLAM

- \* 장애물 회피에 용의한 Hector SLAM 채택
- \* OGM(Occupancy Grid Map) 점유 격자 지도 생성
- \* Velodyne의 2D Scan data를 활용하여 장애물과 로봇의 위치 추정
- \* Gazebo의 임의 환경 구성과 Rviz tool을 사용한 시각화



[그림] 센서 기반의 Hector SLAM을 이용한 map 생성 과정



[그림] Gazebo 환경 임의의 장애물에 대한 Hector SLAM 구현

### ○ 3차원 지도 기반 로봇의 경로계획기술 연구

- 경로추종 제어 기술 설계

\* 이동로봇을 모델링하고 주행 제어기를 LMI기법으로 설계함

\* 식 (1)은 주행로봇 모바일 로봇 모델이며 횡방향 슬립 오류식인 식 (5)를 최소화하는 목적으로 관측기를 설계함

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} \dot{x}_1(t) \\ \dot{x}_2(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & \omega \\ -\omega & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} u(t) \quad (1)$$

$$y(t) = Cx(t) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} x(t) \quad (2)$$

$$\dot{x}(t) = \sum_{i=1}^N \mu_i(\theta(t)) \{A_i x(t) + Bu(t)\} \quad (3)$$

$$\dot{\hat{x}}(t) = \sum_{i=1}^N \mu_i(\theta(t)) \{A_i \hat{x}(t) + Bu(t) + L_i(y(t) - \hat{y}(t))\} \quad (4)$$

$$\dot{e}(t) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \mu_i(\theta(t)) \mu_j(\theta(t)) \{A_i + L_i C_j\} e(t) \quad (5)$$

$$V = e^T P e > 0 \text{ and } \dot{V} < 0 \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \dot{V} &= \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \mu_i(\theta(t)) \mu_j(\theta(t)) (e^T(t) \tilde{A}_{ij}^T P e(t) + e^T P \tilde{A}_{ij} e(t)) < 0 \\ &\quad \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \mu_i(\theta(t)) \mu_j(\theta(t)) \{e^T(t) (\tilde{A}_{ij}^T P + P \tilde{A}_{ij})\} < 0 \\ &\quad \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \mu_i(\theta(t)) \mu_j(\theta(t)) (\tilde{A}_{ij}^T P + P \tilde{A}_{ij}) < 0 \\ &\quad \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \mu_i(\theta(t)) \mu_j(\theta(t)) ((A_i + L_i C_j)^T P + P (A_i + L_i C_j)) < 0 \\ &\quad \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \mu_i(\theta(t)) \mu_j(\theta(t)) (A_i^T P + C_j^T L_i^T P + P A_i + P L_i C_j) < 0 \\ &\quad \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \mu_i(\theta(t)) \mu_j(\theta(t)) (A_i^T P + C_j^T Y_i^T + P A_i + Y_i C_j) < 0 \text{ where } Y_i = P L_i \end{aligned}$$

○ 농작업 로봇에 도입 가능한 저가형 센서 기술 연구

- 사과 과수원은 해발 0~300m 고도에서 형성되어 있으며 비탈면이 있을 수 있음
- 나무는 대략 1.6m 폭으로 심어 있으며 열 사이 간격은 2m 전후로 구성된 경우가 많음
- 비교적 수목이 열대로 정돈된 환경으로 구성됨



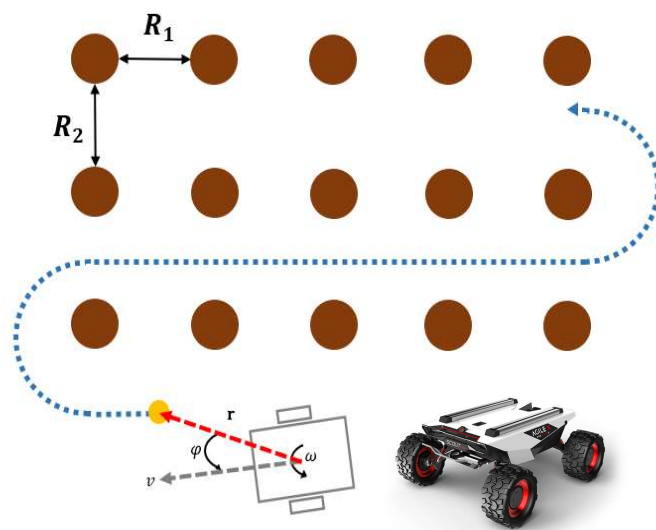
<그림> 괴산군 사과 과수원

- 데이터 수집을 위해 충북 괴산의 클래식농원의 사과 과수원(한불로 1023 부근)을 방문
- 데이터 수집을 위한 주행은 오른쪽 사진의 2번째 열에서 출발하여 3, 4번째 열을 이동하고 다시 원점으로 되돌아옴

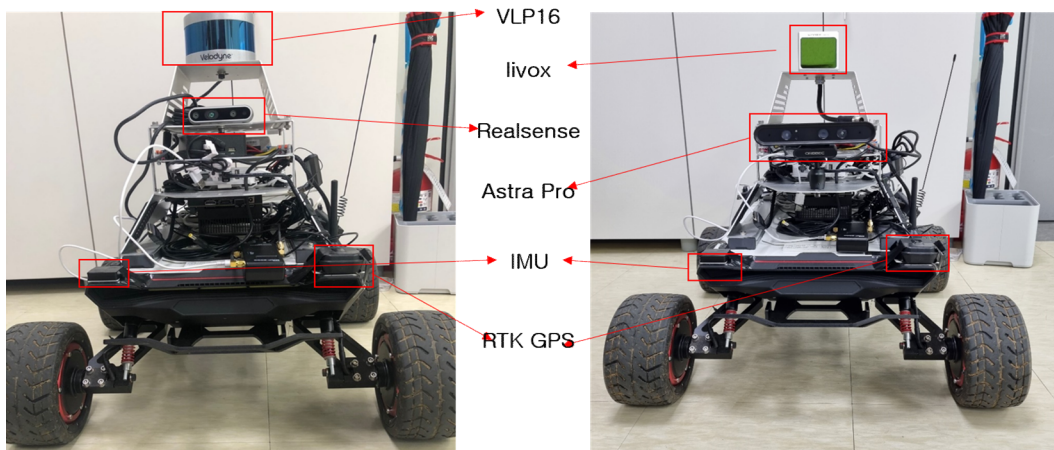




<그림> 데이터를 수집한 사과 과수원



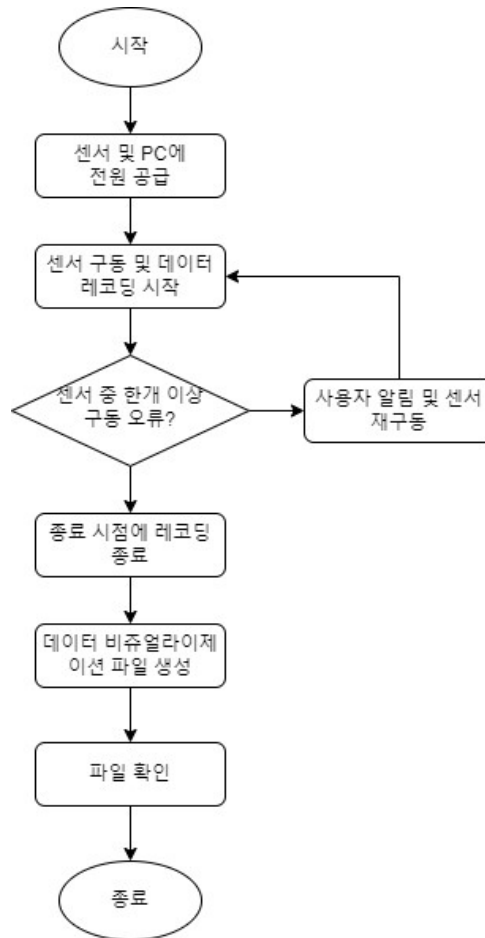
<그림> 데이터 수집을 위한 주행 경로



<그림> 센서 데이터 수집용 모바일 로봇

- 데이터 수집 방법은 다음과 같음
  - \* 데이터 수집을 시작하는 원하는 위치로 이동
  - \* 센서 및 PC에 전원 공급
  - \* 센서 구동 및 데이터 레코딩 작업 시작
  - \* 들어오는 다중 센서 데이터 중에 오류를 발견하면 사용자 알림
  - \* 사용자는 계속 레코딩 또는 재시작을 선택할 수 있음

- \* 데이터 수집을 종료하는 위치에 도착시 데이터 수집 종료
- \* 데이터 시각화 파일 생성
- \* 사용자가 데이터 시각화 파일 재생하여 수집된 데이터 확인



<그림> 데이터 수집 방법 흐름도

- 감귤의 경우 사과, 복숭아, 포도 등과 다르게 수목이 비교적 낮고 열대로 정돈된 환경이 아닌 우우죽순으로 심긴 경우가 다수임
- 만감류 수목의 경우 감귤보다 상품성이 높아 대부분 비가림이나 무가온 온실 내에 열에 맞춰 심겨 있음





[그림] 감귤 과수원 (노지)



[그림] 천혜향 과수원 (비가림 온실)

- 과수원 데이터를 수집하기 위해 아래 두 과수원을 방문함
- \* 제주도 서귀포시 천혜향 과수원 (서귀포시 도순동 1131)
- \* 충북 괴산의 클래식농원의 사과 과수원 (한불로 1023 부근)
- \* RGBD, LiDAR, RTK-GPS, IMU를 사용하여 데이터를 수집함

센서 종류	세트 1	세트 2
RGBD	realSense D435i	AstraPro
LiDAR	Velodyne VLP-16	Livox Mid-70
RTK-GPS	RTK 수신기(모델명:MRP-2000)	
IMU	IntelliThings iAHRs	

[표] 데이터 수집 시 이용한 센서 목록

- \* RTK-GPS의 경우, U-Blox C099-F9P-1 센서를 사용한 수신기를 사용함
- \* U-Blox C099-F9P-1의 경우, 50만원 미만으로 구매가능하며 ZED-F9P을 이용한 어플리케이션 보드임
- \* 하지만, 위 보드를 이용하면 사용할 때 마다 ntrip을 이용해 가까운 기지국을 설정해서 연결해야하는 번거로움이 있음
- \* 따라서, ZED-F9P센서를 기반으로 하는 MRP-2000을 구매하여 자동으로 인터넷 상의 기지국에 연결하는 수신기를 구매 후 이용함



MRP-2000 본체



GNN 안테나



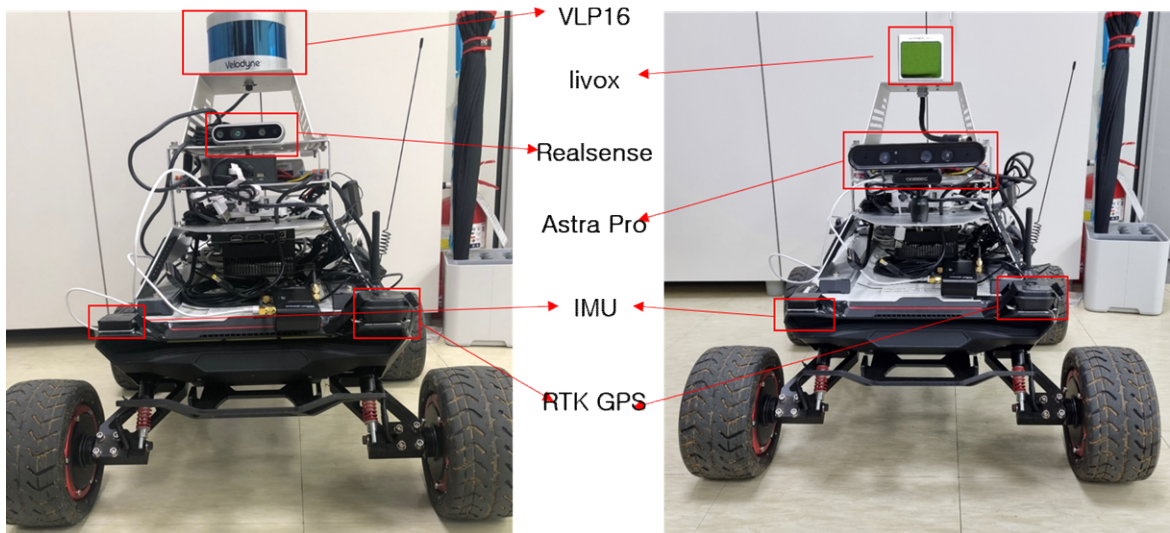
DMB 안테나



LTE 안테나

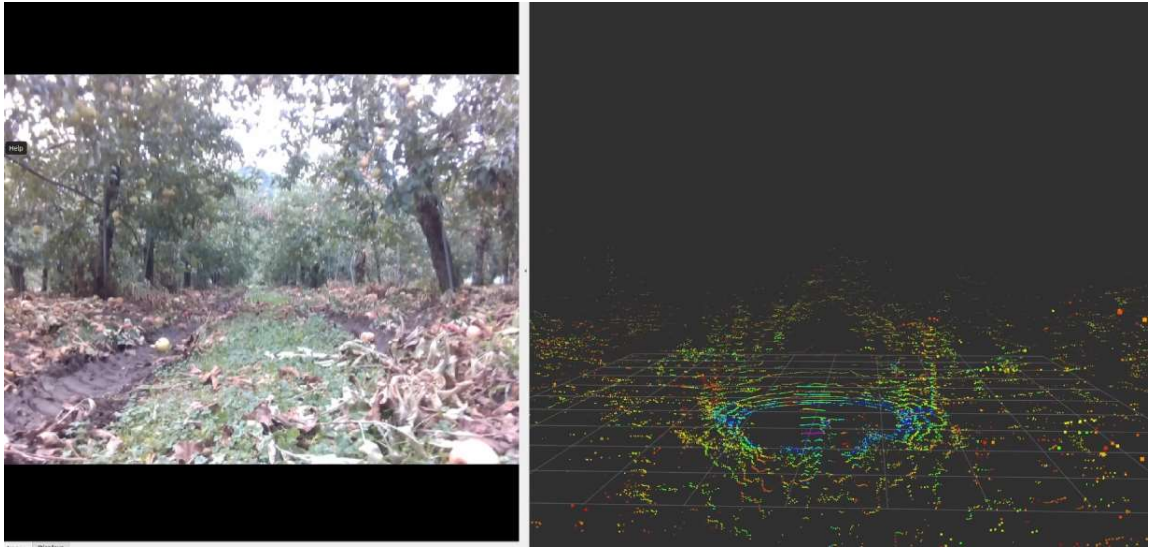
[그림] RKT-GPS 부속품

- \* IMU와 RTK-GPS 센서는 공통으로 하고 D435i와 VLP-16을 한 세트로 묶어서 네 가지 센서를 이용해 데이터를 획득함
- \* 나머진 Mid-70, AstraPro를 한 세트로 묶어 IMU와 RTK-GPS 센서와 함께 데이터를 획득함
- \* 데이터를 획득하기 위한 구동부는 Scout Mini라는 627 x 549 x 248 mm의 실내외 겸용 사륜구동형 모바일 로봇을 이용함



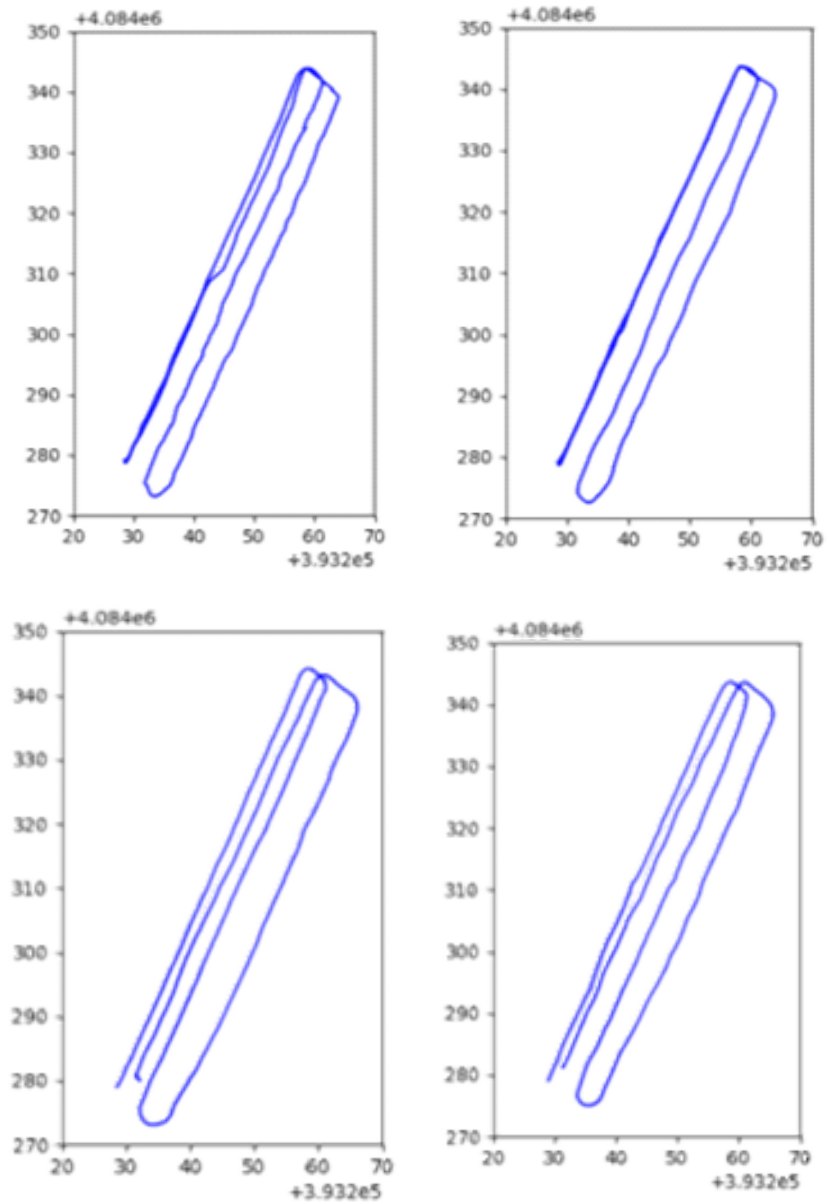
[그림] 센서 데이터 수집용 모바일 로봇(왼쪽 세트1 센서조합, 오른쪽 세트2 센서 조합)





[그림] 센서 출력 (왼쪽 D435i, 오른쪽 VLP-16)

\* 과수원 수목 3열을 세트1 센서 조합으로 2회, 세트2 센서 조합으로 2회, 총 4회 주행



[그림] 과수원 3열 총4회 주행 시 RTK-GPS 데이터상 위치

\* 위 그림에서 3, 4번째 GPS 데이터에서 시작점과 끝점이 일치하지 않는 것은 되돌아오는 주행에서 비교적 나무에 붙어서 주행함

○ 농업용 로봇 선행 연구 컨소시엄 자문단 운영 3회 추진 완료

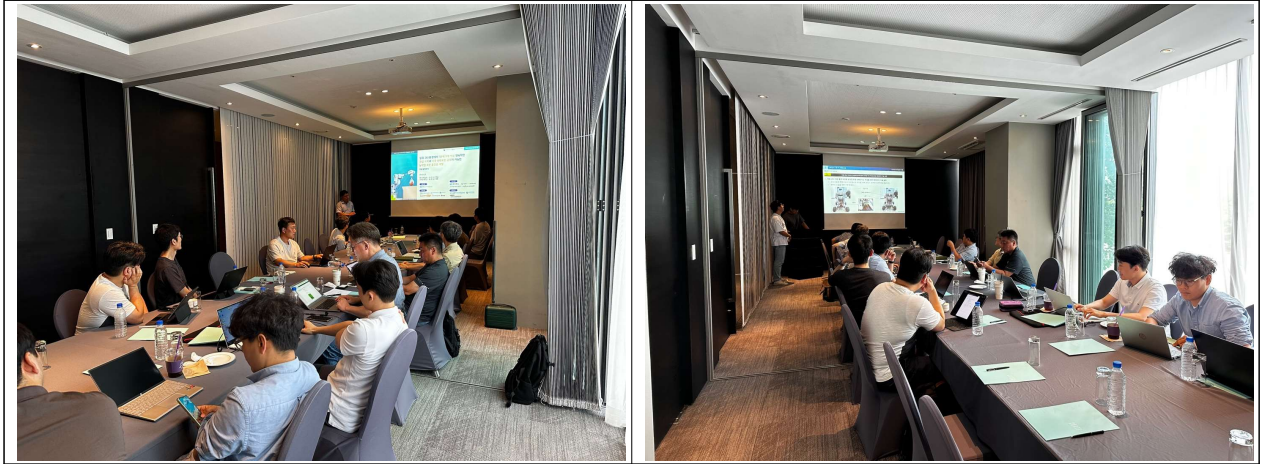
- 농업용 로봇 개발 주요 국내 컨소시엄 기술교류 세미나 개최

\* 일시 : 2023.07.25.~26.

\* 장소 : 서울 호텔 페이토 강남

\* 내용 : 농업용 로봇 연구 소개 및 산학연 주요 연구내용 공유, 기술교류 등

\* 농업용 로봇 수행과제와 연계하여 기술교류 세미나 개최



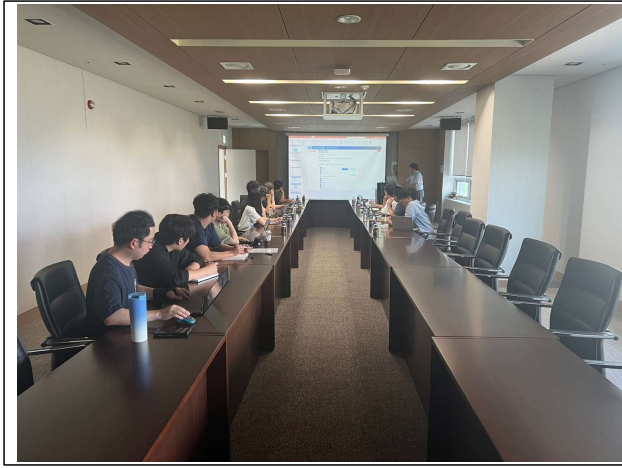
- 1차 농업용 로봇 산학연 교류회 개최

\* 일시 : 2023.09.05.

\* 장소 : 인천시 시스콘 회의실

\* 내용 : 과제수행 추진 내용 소개, 농업용 로봇 산학연 전문가 의견 청취 등

No.	전문가 명단	직 위	소속	비고
1	최현석	수석	한국생산기술연구원	농업용 로봇 분야 산학연 자문단 그룹
2	김종석	수석	한국생산기술연구원	
3	강성복	수석	한국생산기술연구원	
4	권진형	선임	한국생산기술연구원	
5	고광은	선임	한국생산기술연구원	
6	강재현	선임	한국생산기술연구원	
7	박기룡	포닥	한국생산기술연구원	
8	장인훈	교수	국립환경대학교	
9	김정인	교수	국립환경대학교	
10	윤한얼	교수	연세대학교	
11	최광용	대표	(주)시스콘	
12	전종우	이사	(주)시스콘	
13	전종표	책임	(주)시스콘	
14	황큰별	대표	(주)텔로스	
15	송수환	선임	한국미래농업연구원	
16	우성용	선임	한국미래농업연구원	
17	안호석	교수	Creative Imagination Lab	



**- 3차 농업용 로봇 산학연 교류회 개최**

\* 일시 : 2023.10.25.~27.

\* 장소 : 안동시 한국미래농업연구원

\* 내용 : 과수원 현장답사 및 미래형 과수원 및 로봇개발을 위한 현장 의견 수렴(2차)

\* 기타 : 1단계 과제 수행을 통해 발굴된 기술로드맵 공유 및 의견수렴, 보완





## [공동] 충남대학교

### ○ 농작업 환경에 로봇 도입을 위한 구동부 요구사항 수립

- 국내외 농업용 로봇 연구사례 조사 진행

\* FarmDroidFD20 (트랙터 로봇)

#### 국내외 농업용 로봇 주요 사양 및 특징

- 정밀 씨뿌리기와 제초를 위한 GPS가 장착된 태양광 발전 필드 로봇
- GPS 유도 파종 마크 크롭 배치, 일렬로 기계적 제초 진행
- 태양 전지판 4개로 하루 24시간 작동 시 이산화탄소 중립 에너지 제공
- 환경에 미치는 영향을 줄이고 효율성을 높이는 지속 가능한 농업 솔루션
- 재생 에너지와 자동화를 결합하여 정확하고 친환경적인 농작업 수행



\* AgXeed (트랙터 로봇)

#### 국내외 농업용 로봇 주요 사양 및 특징

- 첨단기술을 통한 농가 인건비 절감
- 데이터 기반 솔루션으로 파밍 운영 개선
- 농업의 현대화와 최적화를 위한 혁신적인 도구 제공
- 다목적 선로 폭 조정이 가능하며 42cm의 높은 작황 클리어런스 사양 보유
- 90도 유연성을 더한 Hitch 특징



\* Magnum Case IH' s (트랙터 로봇)

국내의 농업용 로봇 주요 사양 및 특징	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 농업용 419마력의 강력한 엔진 특성 보유</li> <li>• 작동 중 최고 속도가 50km/h(31mph) 확보 가능</li> <li>• 카메라, 레이더 및 GPS를 통해 원격 제어 및 모니터링 기능이 포함되어 있음</li> <li>• Case IH에 의해 Conventional T8 트랙터와 공유 가능</li> </ul>	
	

\* AgBot (트랙터 로봇)


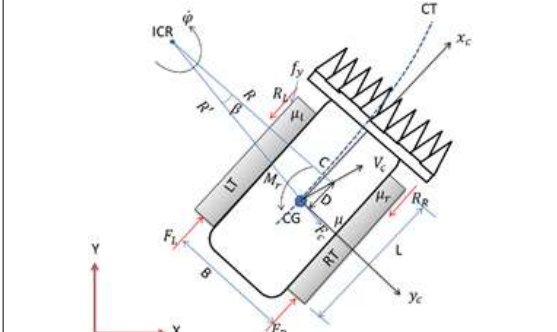
국내의 농업용 로봇 주요 사양 및 특징	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3-point hitch, PTO 및 rear 유압 밸브 보유</li> <li>• RTK GPS 및 여분의 GPS를 겸용 활용하여 고정밀 항법 자율주행 가능</li> <li>• 장애물 탐지를 위해 laser 및 radar 센서 탑재</li> <li>• 정밀농업 실현을 위해 주행 정면에 대한 고정밀 인식기능 탑재</li> </ul>	
	

\* DaedongDXM 73 (콤바인 로봇)

국내의 농업용 로봇 주요 사양 및 특징	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 옥수수 수확 시 95.4% 성공 능력을 보유함</li> <li>• 96.6%의 충돌회피 성능으로 실시간으로 노지 환경에서 장애물 감지 가능</li> <li>• ICNet 기반 딥러닝 모델 탑재</li> </ul>	
	



\* YanmarAG1100 (콤바인 로봇)

국내외 농업용 로봇 주요 사양 및 특징	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• RTK-GPS, IMU가 탑재된 수확용 플랫폼</li> <li>• CAN 버스로 제어 가능하며, -2.0~20m/s의 수확 성능 보유</li> </ul>	
 <p>Robot Combine Harvester</p>	

\* TTS BV (운반 로봇)

국내외 농업용 로봇 주요 사양 및 특징	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4000개 이상의 작물 적재 가능</li> <li>• 다용도 행 옵션: 4-12행 기능 보유</li> <li>• 20인치 행 간격 사용 가능</li> <li>• 적재 작물에 대한 실시간 비전 기능 탑재</li> <li>• 다중 행 너비에 대하여 선택 가능</li> <li>• 트레이 카메라로 빈칸 생략하여 적재 가능</li> <li>• 다양한 트레이에 적용 가능</li> </ul>	
	 <p>8-line 25000 plants per hour</p>

\* Multi-row transplanter (운반 로봇)

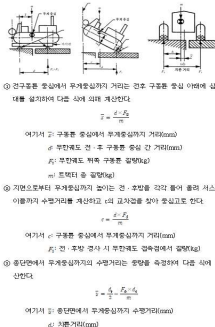
국내의 농업용 로봇 주요 사양 및 특징	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 로봇 1대당 3~8열 운반 기능</li> <li>• 행당 평균 5000개 이상의 운반 가능</li> <li>• 1열당 m당 최대 25개의 고밀도 적재 가능</li> <li>• 운반 적재 용량에 대하여 실시간 모니터링 가능</li> </ul>	
 <p style="text-align: center;"><b>4-line 20000 plants per hour</b></p>	

- 농기계 검정 기준 조사 등을 통해 농업용 로봇의 검인증 수립 방안 조사

\* 농업용 로봇의 별도 검인증 절차는 현재 준비중에 있으며, 농기계 성능평가 및 검정 기준을 준용

- 자율작업 농업기계 관련 검정방법 및 국가표준, 국제표준 등 현황 조사
  - ✓ 검정방법 : 한국농업진흥원 농업기계 검정 및 안전관리 세부 실시요령
  - ✓ 국가표준 : KS B ISO 12188-1(농림업용 트랙터 및 기계 - 농업용 위치인식 및 자동유도장치에 대한 시험절차)
  - ✓ 국제표준 : ISO 18497(Agricultural machinery and tractors - Safety of highly automated machinery - Principles for design), ISO 10975(Tractors and machinery for agriculture - Auto guidance systems for operator)

① 경차 시 횡차축, 일차축 중심거리  $2R_1 (r_1, r_2, mm)$   
 $R_1 = \frac{L_1 + L_2}{2}$   
 ② 경차 시 일차축, 일차축 중심거리  $2R_2 (r_1, r_2, mm)$   
 $R_2 = \frac{L_1 + L_2}{2}$   
 여기서  $L_1$  : 경차 시 일차축 중심과 후차축 중심 간 수직거리 (mm)  
 $L_2$  : 경차 시 일차축 중심과 후차축 중심 간 수직거리 (mm)  
 ③ 트랙터 부속 중심 거리는 다음 식에 의하여 산출한다.  
 $R = \frac{L_1 + L_2}{2}$   
 여기서  $R$  : 트랙터 부속 중심 거리를 나타낸다.  
 ④ 수평 시 일차축, 중심거리 (mm)  
 $R = \frac{L_1 + L_2}{2}$   
 ⑤ 용단면에서 무게중심까지 수평거리 (mm)  
 $R = \frac{L_1 + L_2}{2}$   
 여기서  $L_1$  : 용단면에서 무게중심까지 수평거리 (mm)  
 $L_2$  : 용단면에서 무게중심까지 수평거리 (mm)  
 ⑥ 경차 시 일차축 중심과 후차축 중심 간 수직거리 (mm)  
 $L = \frac{L_1 + L_2}{2}$   
 여기서  $L$  : 경차 시 일차축 중심과 후차축 중심 간 수직거리 (mm)  
 (단)  $L_1$  : 경차 시 일차축 중심과 후차축 중심 간 수직거리 (mm)  
 $L_2$  : 경차 시 일차축 중심과 후차축 중심 간 수직거리 (mm)



**KSKSKSKS** KS B ISO 12188-1  
**KSKSKSKS**  
**KSKSKSKS**  
**KSKSKSKS**  
**KSKSKSKS**  
**KSKSKSKS**  
**KS**

농림업용 트랙터 및 기계 - 농업용 위치인식 및 유도장치에 대한 시험 절차 - 제1부: 원형기반 위치인식장치의 동적 시험 KS B ISO 12188-1:2018

산업표준심의회  
 2018년 12월 14일 제정

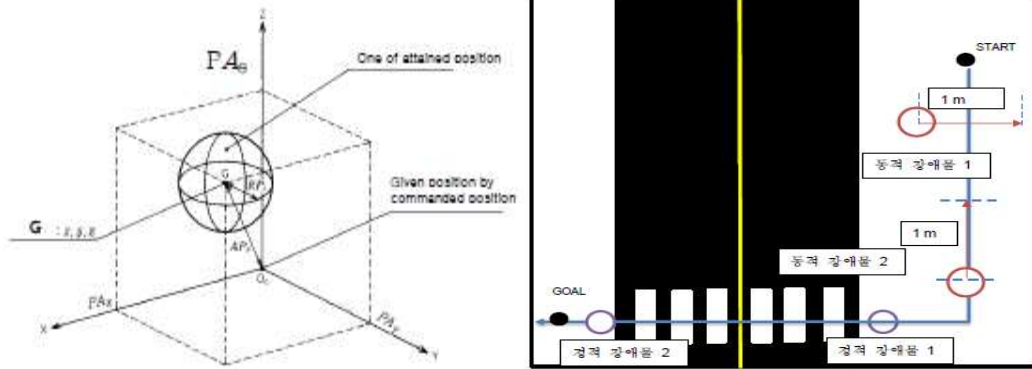
INTERNATIONAL STANDARD **ISO 789-1**

Agricultural tractors — Test procedures — Part 1: Power tests for power take-off

ISO 789-1:2018

[그림] 농업기계 관련 검정방법 및 국가·국제 표준

- 작업기 및 농작업별 성능평가 항목 및 기준 도출
  - ✓ 자율주행 성능(위치인식, 주행속도, 직진, 선회, 긴급제동, 장애물회피 등)



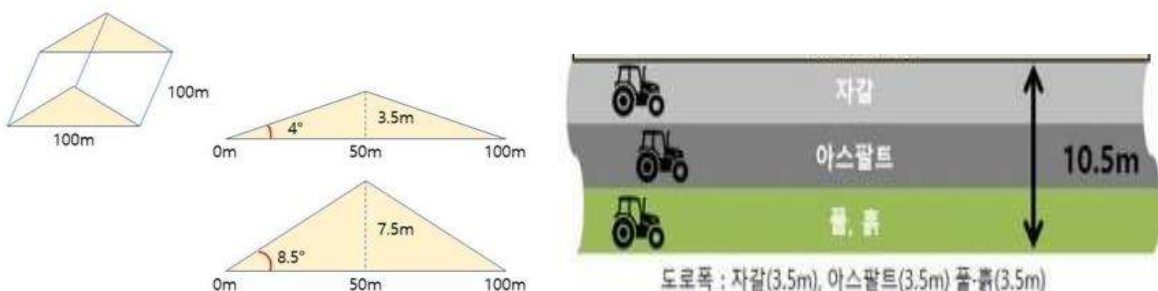
[그림] 위치 정확도 및 장애물 회피성능

- 농작업별 성능평가 항목 도출(관리기, 두둑성형, 파종, 방제, 수확, 탈곡기 등)
  - ✓ 휴립기·복토 : 휴립폭·휴립높이·휴간, 포장작업능력, 복토두께·복토폭·복토 조작난이도
  - ✓ 파종 : 파종작업 방식(수동·반자동·전자동식), 작업성능(파종능률, 종자배출성능)
  - ✓ 땅속작물 수확기 : 수확 성공률 및 작물의 품질기준(굴취근·손실근, 정상근·손상근), 최대작업속도, 작업상태(굴취식, 수집형), 연료소비량
  - ✓ 탈곡기 : 탈곡작업능률, 작업속도, 소요동력, 작업상태

1) 제조사 : 2) 형식명 : 3) 용도 : 4) 작업장소 : 5) 작업방식 : 6) 소용량 : 7) 전구 방형(mm) : 8) 전후 방형(mm) : 9) 작업 폭 : 10) 무게 : 11) 제조년 : 12) 조종 방식 :	나) 회전각(회전각범위 등, mm) : , 부종형 - 다) 회전 각도 및 부종형 : 1) 회전각(회전각범위 등, mm) : 2) 회전각 범위 : 3) 회전각 범위 : 4) 회전각 범위 : 5) 회전각 범위 : 6) 회전각 범위 : 7) 회전각 범위 : 8) 회전각 범위 : 9) 회전각 범위 : 10) 회전각 범위 : 11) 회전각 범위 : 12) 회전각 범위 :	1) 종류 : 2) 용량 및 교환 시간 : 3) 회전각 : 4) 회전각 범위 : 5) 회전각 범위 : 6) 회전각 범위 : 7) 회전각 범위 : 8) 회전각 범위 : 9) 회전각 범위 : 10) 회전각 범위 : 11) 회전각 범위 : 12) 회전각 범위 :	1) 사용연도 : 2) 용량 : , 수에 유선에 적합부착량 : 3) 15년에 있어서 절토율 : 4) 회전각 : 5) 회전각 범위 : 6) 회전각 범위 : 7) 회전각 범위 : 8) 회전각 범위 : 9) 회전각 범위 : 10) 회전각 범위 : 11) 회전각 범위 : 12) 회전각 범위 :
--	--	--	---

[그림] 검정 대상 성능평가 항목(예시)

- 자율작업 농업용 로봇의 검·인증 프로세스 조사
  - ✓ 성능평가 항목에 따른 시험환경 조성·구축 방안 수립(농기계 기준)

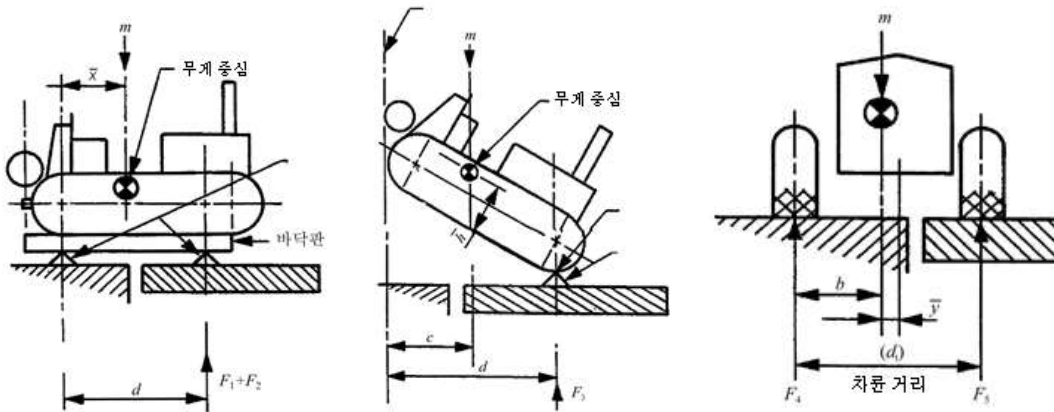


[그림] 주행성능 시험환경 조성(안)

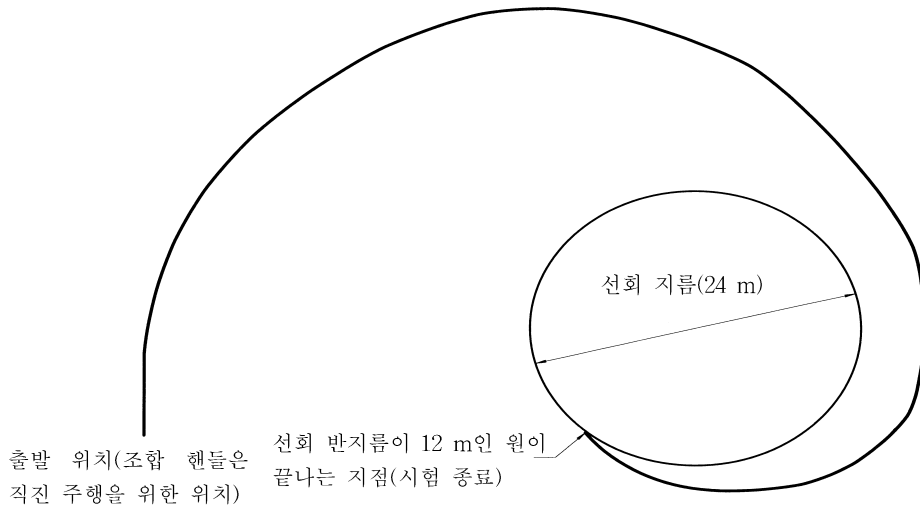


[그림] 시험환경 관제·계측(안)

✓ 성능평가 항목에 따른 시험방법 및 기준, 절차, 시나리오 수립



[그림] 시험방법 및 평가기준 개발(중심위치)






[그림] 시험방법 및 평가기준 개발(조향능력)

○ 농작업 환경에 로봇 도입을 위한 작업부 요구사항 수립

- 국내외 농업용 로봇에 적용을 희망하는 주요 구동부를 포함하여 작업부(방제기, 수확기, 제초기 등) 개발 및 제작사 조사 진행
- \* 한국전자기술연구원과 함께 산학연 교류회 개최하여 의견 수렴
- \* 산업부 농업용 로봇의 기술로드맵 수립에 의견 개진
- \* 인휠모터 기반의 가변형 운거 플랫폼 설계에 대한 수요의견 수렴 및 RFP 제안(산업부)



\* 과수원, 밭/노지농업 등 환경에 능동적으로 적용 가능한 구동부 가변 시스템에 대한 의견수렴 및 RFP 제안(산업부)

<별첨1>	<별첨1>																																																																																										
<h3 style="text-align: center;">산업기술 R&amp;D사업 통합 기술수요조사서</h3> <p><b>1. 제안자 정보</b></p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>기관명</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">한국전자기술연구원</td> </tr> <tr> <td>제안자 성명</td> <td>노동희</td> <td>연락처</td> <td>이메일</td> </tr> <tr> <td>지역</td> <td colspan="3">서울( ), 부산( ), 대구( ), 인천( ), 대전( ), 울산( ), 광주( ), 경기( ), 강원( ), 충북( ), 충청( ), 전북( ), 전남( ), 경북( ), 경남( ), 제주( ), 국외 국외( )</td> </tr> <tr> <td>구분</td> <td colspan="3">대기업( ), 중견기업( ), 중소기업( ), 대학( ), 정부기관( ), 연구소( ), 협회연구조직( ), 협회( ), 기타( )</td> </tr> </table> <p><b>2. 제안기술 정보</b></p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>제안사업명 (내역사업명)</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">로봇산업기술개발(R&amp;D) (로봇산업핵심기술개발사업)</td> </tr> <tr> <td>제안기술명</td> <td colspan="3">다종의 작업에 적용 가능한 적외선 비전 기반의 가변형 농작업 공용 플랫폼 개발</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">산업기술분류</td> <td colspan="2">1순위(대분류) * 필수</td> <td>2순위(대분류) * 필요시</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">기계·소재</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">제안기술 유형</td> <td>1순위(중분류)</td> <td>1순위(소분류)</td> <td>2순위(소분류)</td> </tr> <tr> <td>로봇/자동화 기계</td> <td>로봇 제어 및 지능화기술</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>글로벌공동연구</td> <td>혁신제품형 (종료TRL 6~8단계)</td> <td>원천기술형 (종료TRL 5단계)</td> <td>글로벌 연계형 (비해당)</td> </tr> </table> <p><b>3. 제안기술 개발목적 및 내용</b></p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>기술개발 목표</td> <td>작물의 재배 형태<sup>1)</sup> 및 작목 종류<sup>2)</sup>에 따라 플랫폼 구동부 형태와 시스템 구조가 가변 가능하고 사용자의 요구에 따라 다양한 작업기(운반, 방제, 모이 등)의 탈부착 운영이 가능한 적외선 비전 기반의 농작업 모듈형 공용 플랫폼 개발 1) 작상제어(광기 등), 수직제어(로봇, 플랫폼 등) 대상 지원 2) 교목성 과수(사과, 배, 감귤 등 2종), 덩굴성 과수(포도, 사인머스켓 등 2종) 대상 지원</td> </tr> <tr> <td>기술개발 주요내용</td> <td style="text-align: center;">  <p>&lt; 자동 윤거(Tread) 조절 시스템이 적용된 농작업 공용 플랫폼 개념도 &gt;</p> </td> </tr> </table>	기관명	한국전자기술연구원			제안자 성명	노동희	연락처	이메일	지역	서울( ), 부산( ), 대구( ), 인천( ), 대전( ), 울산( ), 광주( ), 경기( ), 강원( ), 충북( ), 충청( ), 전북( ), 전남( ), 경북( ), 경남( ), 제주( ), 국외 국외( )			구분	대기업( ), 중견기업( ), 중소기업( ), 대학( ), 정부기관( ), 연구소( ), 협회연구조직( ), 협회( ), 기타( )			제안사업명 (내역사업명)	로봇산업기술개발(R&D) (로봇산업핵심기술개발사업)			제안기술명	다종의 작업에 적용 가능한 적외선 비전 기반의 가변형 농작업 공용 플랫폼 개발			산업기술분류	1순위(대분류) * 필수		2순위(대분류) * 필요시	기계·소재			제안기술 유형	1순위(중분류)	1순위(소분류)	2순위(소분류)	로봇/자동화 기계	로봇 제어 및 지능화기술	-	글로벌공동연구	혁신제품형 (종료TRL 6~8단계)	원천기술형 (종료TRL 5단계)	글로벌 연계형 (비해당)	기술개발 목표	작물의 재배 형태 <sup>1)</sup> 및 작목 종류 <sup>2)</sup> 에 따라 플랫폼 구동부 형태와 시스템 구조가 가변 가능하고 사용자의 요구에 따라 다양한 작업기(운반, 방제, 모이 등)의 탈부착 운영이 가능한 적외선 비전 기반의 농작업 모듈형 공용 플랫폼 개발 1) 작상제어(광기 등), 수직제어(로봇, 플랫폼 등) 대상 지원 2) 교목성 과수(사과, 배, 감귤 등 2종), 덩굴성 과수(포도, 사인머스켓 등 2종) 대상 지원	기술개발 주요내용	 <p>&lt; 자동 윤거(Tread) 조절 시스템이 적용된 농작업 공용 플랫폼 개념도 &gt;</p>	<h3 style="text-align: center;">산업기술 R&amp;D사업 통합 기술수요조사서</h3> <p><b>1. 제안자 정보</b></p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>기관명</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">한국전자기술연구원</td> </tr> <tr> <td>제안자 성명</td> <td>노동희</td> <td>연락처</td> <td>이메일</td> </tr> <tr> <td>지역</td> <td colspan="3">서울( 부산( ), 대구( ), 인천( ), 대전( ), 광주( ), 경기( ), 강원( ), 충북( ), 충청( ), 전북( ), 전남( ), 경북( ), 경남( ), 제주( ), 국외( 미국, 내일란드, 뉴질랜드 ) )</td> </tr> <tr> <td>구분</td> <td colspan="3">대기업( ), 중견기업( ), 중소기업( ), 대학( ), 정부기관( ), 연구소( ), 협회연구조직( ), 협회( ), 기타( )</td> </tr> </table> <p><b>2. 제안기술 정보</b></p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>제안사업명 (내역사업명)</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">로봇산업기술개발(R&amp;D)(로봇산업핵심기술개발)</td> </tr> <tr> <td>제안기술명</td> <td colspan="3">다품종 과수 농작업 재배환경에서 수확 시스템 및 주행 플랫폼의 형상을 유연하게 재구성할 수 있는 농작업 공용 플랫폼 개발</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">산업기술분류</td> <td colspan="2">1순위(대분류) * 필수</td> <td>2순위(대분류) * 필요시</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">기계·소재</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">제안기술 유형</td> <td>1순위(중분류)</td> <td>1순위(소분류)</td> <td>2순위(소분류)</td> </tr> <tr> <td>로봇/자동화 기계</td> <td>로봇 제어 및 지능화기술</td> <td>소프트웨어 및 빅데이터 SW</td> </tr> <tr> <td>글로벌공동연구</td> <td>혁신제품형 (종료TRL 6~8단계)</td> <td>원천기술형 (종료TRL 5단계)</td> <td>글로벌 연계형 (비해당)</td> </tr> </table> <p><b>3. 제안기술 개발목적 및 내용</b></p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>기술개발 목표</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>개념 : 선정 수요증심<sup>1)</sup>에 따라 다품종 과수 농작업 재배환경(작목<sup>2)</sup>, 주행조건<sup>3)</sup>, 작업정보<sup>4)</sup>이 변경될 시 수확기 시스템 및 구동 플랫폼 형상을 빠르고 유연하게 재구성할 수 있는 농작업 공용 플랫폼 및 운영 소프트웨어와 연계시스템을 개발하고 농기계 분야 국제기준 준용하여 해외시장 진출 판로개척 지원</li> <li>1) 플랫폼 농업환경은 소용품 다양성 확보를 위해 정형화된 과정을 구성하는 반면, 향후 환경은 다 품종 소양성장이 가능한 불 가변적 재배시스템으로 변화될 것임. 이는 소양 플랫폼에 종속되는 플랫폼이 아닌, 수요증심에 의해 다양한 재배환경 변화에 대응 가능한 플랫폼 기술 도입 필요</li> <li>2) 교목성 과수(사과, 배, 감귤 등 2종), 덩굴성 과수(포도, 사인머스켓 등 2종) 대상 지원 필요</li> <li>3) 과수별로 각기 다른 주행조건을 고려하여 가변부 등 구동부 형상이 자유로이 변경되어야 함</li> <li>4) 작업환경에 따라 작업자 구성 및 배치가 달라지며, 공간 내 다수 작업자를 동시에 인식하고 추종하는 기술이 필요하며, 작업에 따라 추종 형상을 교체할 시 실시간 인식 및 추적 필요</li> </ul> <p>- 재분류 : 과수원 공간에서 재배되는 작목이 변경됨에 있어 유연하게 농작업 로봇시스템 구성을 재구성할 수 있는 구동부 모듈 및 이를 포함한 로봇 플랫폼, 이를 프로그래밍할 수 있는 농작업 공용 플랫폼 SW, 관제 SW</p> <p>- 기술형태 : 대상 작물 변경(인식-제어 등)이 가능한 수확기 시스템 모듈, 농작업 환경 서비스 목적에 맞게 구동부 형상변경이 가능한 크기 가변형(Resizable) 모듈형 플랫폼 설계 농작업 공용 플랫폼 SW, 다수 작업자 동시 인식에 따른 트레이킹 성능 개선을 위한 멀티모달 기반 후안 인식 및 추종 알고리즘 모듈, 다품종 과수 환경에 따라 자율주행 알고리즘 재구성 가능한 인 지/제어 모듈, 텔레프레즌스 기반의 농업용 로봇 관제 및 운영 소프트웨어</p> </td> </tr> </table>	기관명	한국전자기술연구원			제안자 성명	노동희	연락처	이메일	지역	서울( 부산( ), 대구( ), 인천( ), 대전( ), 광주( ), 경기( ), 강원( ), 충북( ), 충청( ), 전북( ), 전남( ), 경북( ), 경남( ), 제주( ), 국외( 미국, 내일란드, 뉴질랜드 ) )			구분	대기업( ), 중견기업( ), 중소기업( ), 대학( ), 정부기관( ), 연구소( ), 협회연구조직( ), 협회( ), 기타( )			제안사업명 (내역사업명)	로봇산업기술개발(R&D)(로봇산업핵심기술개발)			제안기술명	다품종 과수 농작업 재배환경에서 수확 시스템 및 주행 플랫폼의 형상을 유연하게 재구성할 수 있는 농작업 공용 플랫폼 개발			산업기술분류	1순위(대분류) * 필수		2순위(대분류) * 필요시	기계·소재			제안기술 유형	1순위(중분류)	1순위(소분류)	2순위(소분류)	로봇/자동화 기계	로봇 제어 및 지능화기술	소프트웨어 및 빅데이터 SW	글로벌공동연구	혁신제품형 (종료TRL 6~8단계)	원천기술형 (종료TRL 5단계)	글로벌 연계형 (비해당)	기술개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>개념 : 선정 수요증심<sup>1)</sup>에 따라 다품종 과수 농작업 재배환경(작목<sup>2)</sup>, 주행조건<sup>3)</sup>, 작업정보<sup>4)</sup>이 변경될 시 수확기 시스템 및 구동 플랫폼 형상을 빠르고 유연하게 재구성할 수 있는 농작업 공용 플랫폼 및 운영 소프트웨어와 연계시스템을 개발하고 농기계 분야 국제기준 준용하여 해외시장 진출 판로개척 지원</li> <li>1) 플랫폼 농업환경은 소용품 다양성 확보를 위해 정형화된 과정을 구성하는 반면, 향후 환경은 다 품종 소양성장이 가능한 불 가변적 재배시스템으로 변화될 것임. 이는 소양 플랫폼에 종속되는 플랫폼이 아닌, 수요증심에 의해 다양한 재배환경 변화에 대응 가능한 플랫폼 기술 도입 필요</li> <li>2) 교목성 과수(사과, 배, 감귤 등 2종), 덩굴성 과수(포도, 사인머스켓 등 2종) 대상 지원 필요</li> <li>3) 과수별로 각기 다른 주행조건을 고려하여 가변부 등 구동부 형상이 자유로이 변경되어야 함</li> <li>4) 작업환경에 따라 작업자 구성 및 배치가 달라지며, 공간 내 다수 작업자를 동시에 인식하고 추종하는 기술이 필요하며, 작업에 따라 추종 형상을 교체할 시 실시간 인식 및 추적 필요</li> </ul> <p>- 재분류 : 과수원 공간에서 재배되는 작목이 변경됨에 있어 유연하게 농작업 로봇시스템 구성을 재구성할 수 있는 구동부 모듈 및 이를 포함한 로봇 플랫폼, 이를 프로그래밍할 수 있는 농작업 공용 플랫폼 SW, 관제 SW</p> <p>- 기술형태 : 대상 작물 변경(인식-제어 등)이 가능한 수확기 시스템 모듈, 농작업 환경 서비스 목적에 맞게 구동부 형상변경이 가능한 크기 가변형(Resizable) 모듈형 플랫폼 설계 농작업 공용 플랫폼 SW, 다수 작업자 동시 인식에 따른 트레이킹 성능 개선을 위한 멀티모달 기반 후안 인식 및 추종 알고리즘 모듈, 다품종 과수 환경에 따라 자율주행 알고리즘 재구성 가능한 인 지/제어 모듈, 텔레프레즌스 기반의 농업용 로봇 관제 및 운영 소프트웨어</p>
기관명	한국전자기술연구원																																																																																										
제안자 성명	노동희	연락처	이메일																																																																																								
지역	서울( ), 부산( ), 대구( ), 인천( ), 대전( ), 울산( ), 광주( ), 경기( ), 강원( ), 충북( ), 충청( ), 전북( ), 전남( ), 경북( ), 경남( ), 제주( ), 국외 국외( )																																																																																										
구분	대기업( ), 중견기업( ), 중소기업( ), 대학( ), 정부기관( ), 연구소( ), 협회연구조직( ), 협회( ), 기타( )																																																																																										
제안사업명 (내역사업명)	로봇산업기술개발(R&D) (로봇산업핵심기술개발사업)																																																																																										
제안기술명	다종의 작업에 적용 가능한 적외선 비전 기반의 가변형 농작업 공용 플랫폼 개발																																																																																										
산업기술분류	1순위(대분류) * 필수		2순위(대분류) * 필요시																																																																																								
	기계·소재																																																																																										
제안기술 유형	1순위(중분류)	1순위(소분류)	2순위(소분류)																																																																																								
	로봇/자동화 기계	로봇 제어 및 지능화기술	-																																																																																								
글로벌공동연구	혁신제품형 (종료TRL 6~8단계)	원천기술형 (종료TRL 5단계)	글로벌 연계형 (비해당)																																																																																								
기술개발 목표	작물의 재배 형태 <sup>1)</sup> 및 작목 종류 <sup>2)</sup> 에 따라 플랫폼 구동부 형태와 시스템 구조가 가변 가능하고 사용자의 요구에 따라 다양한 작업기(운반, 방제, 모이 등)의 탈부착 운영이 가능한 적외선 비전 기반의 농작업 모듈형 공용 플랫폼 개발 1) 작상제어(광기 등), 수직제어(로봇, 플랫폼 등) 대상 지원 2) 교목성 과수(사과, 배, 감귤 등 2종), 덩굴성 과수(포도, 사인머스켓 등 2종) 대상 지원																																																																																										
기술개발 주요내용	 <p>&lt; 자동 윤거(Tread) 조절 시스템이 적용된 농작업 공용 플랫폼 개념도 &gt;</p>																																																																																										
기관명	한국전자기술연구원																																																																																										
제안자 성명	노동희	연락처	이메일																																																																																								
지역	서울( 부산( ), 대구( ), 인천( ), 대전( ), 광주( ), 경기( ), 강원( ), 충북( ), 충청( ), 전북( ), 전남( ), 경북( ), 경남( ), 제주( ), 국외( 미국, 내일란드, 뉴질랜드 ) )																																																																																										
구분	대기업( ), 중견기업( ), 중소기업( ), 대학( ), 정부기관( ), 연구소( ), 협회연구조직( ), 협회( ), 기타( )																																																																																										
제안사업명 (내역사업명)	로봇산업기술개발(R&D)(로봇산업핵심기술개발)																																																																																										
제안기술명	다품종 과수 농작업 재배환경에서 수확 시스템 및 주행 플랫폼의 형상을 유연하게 재구성할 수 있는 농작업 공용 플랫폼 개발																																																																																										
산업기술분류	1순위(대분류) * 필수		2순위(대분류) * 필요시																																																																																								
	기계·소재																																																																																										
제안기술 유형	1순위(중분류)	1순위(소분류)	2순위(소분류)																																																																																								
	로봇/자동화 기계	로봇 제어 및 지능화기술	소프트웨어 및 빅데이터 SW																																																																																								
글로벌공동연구	혁신제품형 (종료TRL 6~8단계)	원천기술형 (종료TRL 5단계)	글로벌 연계형 (비해당)																																																																																								
기술개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>개념 : 선정 수요증심<sup>1)</sup>에 따라 다품종 과수 농작업 재배환경(작목<sup>2)</sup>, 주행조건<sup>3)</sup>, 작업정보<sup>4)</sup>이 변경될 시 수확기 시스템 및 구동 플랫폼 형상을 빠르고 유연하게 재구성할 수 있는 농작업 공용 플랫폼 및 운영 소프트웨어와 연계시스템을 개발하고 농기계 분야 국제기준 준용하여 해외시장 진출 판로개척 지원</li> <li>1) 플랫폼 농업환경은 소용품 다양성 확보를 위해 정형화된 과정을 구성하는 반면, 향후 환경은 다 품종 소양성장이 가능한 불 가변적 재배시스템으로 변화될 것임. 이는 소양 플랫폼에 종속되는 플랫폼이 아닌, 수요증심에 의해 다양한 재배환경 변화에 대응 가능한 플랫폼 기술 도입 필요</li> <li>2) 교목성 과수(사과, 배, 감귤 등 2종), 덩굴성 과수(포도, 사인머스켓 등 2종) 대상 지원 필요</li> <li>3) 과수별로 각기 다른 주행조건을 고려하여 가변부 등 구동부 형상이 자유로이 변경되어야 함</li> <li>4) 작업환경에 따라 작업자 구성 및 배치가 달라지며, 공간 내 다수 작업자를 동시에 인식하고 추종하는 기술이 필요하며, 작업에 따라 추종 형상을 교체할 시 실시간 인식 및 추적 필요</li> </ul> <p>- 재분류 : 과수원 공간에서 재배되는 작목이 변경됨에 있어 유연하게 농작업 로봇시스템 구성을 재구성할 수 있는 구동부 모듈 및 이를 포함한 로봇 플랫폼, 이를 프로그래밍할 수 있는 농작업 공용 플랫폼 SW, 관제 SW</p> <p>- 기술형태 : 대상 작물 변경(인식-제어 등)이 가능한 수확기 시스템 모듈, 농작업 환경 서비스 목적에 맞게 구동부 형상변경이 가능한 크기 가변형(Resizable) 모듈형 플랫폼 설계 농작업 공용 플랫폼 SW, 다수 작업자 동시 인식에 따른 트레이킹 성능 개선을 위한 멀티모달 기반 후안 인식 및 추종 알고리즘 모듈, 다품종 과수 환경에 따라 자율주행 알고리즘 재구성 가능한 인 지/제어 모듈, 텔레프레즌스 기반의 농업용 로봇 관제 및 운영 소프트웨어</p>																																																																																										

- 과제 수행을 통해 조사된 요구사항을 바탕으로 한 6개년(~30년) 기술로드맵 수립  
 \* 조사된 작업부 및 구동부, 주행 및 관제 등 다양한 산업계 요구사항을 바탕으로 한 5개년 사업 기획방향 도출 및 주요 목적별 6개년 기술로드맵 도출 완료

적용대상	주요목적	단계	상세 기술
정밀 농작업 로봇 기술	환경대응이 가능한 정밀 농작업 로봇 제어기술	단기 (2024~2026)	• 비정형 노지 자연광을 고려한 능동인식기술 • 농작업기 모듈화 기술
		중기 (2027~2028)	• 고속 수확이 가능하며 손상 최소화 로봇암 기술 • 정밀수확 로봇 플랫폼 기술
		장기 (2029~2030)	• 다양한 환경에 적용 가능한 로봇 자율주행 기술 • 인간 및 로봇 협업 가능한 협동로봇 제어기술
	농업환경 가상화 기술	단기 (2024~2026)	• 멀티모달 기반 환경인식 및 모델링 기술 • sim2Real 기반 unREAL 시뮬레이터 기술
		중기 (2027~2028)	• visual SLAM 기반 3D 스마트팜 생성기술 • sim2Real 가능한 시뮬레이터 AI 엔진
		장기 (2029~2030)	• 실감도를 높인 스마트 농업 가상환경 제작기술 • 가상환경에서의 초실감 unREAL 테스트 환경 구축
다기능 무인 농작업 로봇 운용기술	무인 방제기술	단기 (2024~2026)	• 농기계 플랫폼 전동화 제어기술 • 정밀 제초/방제를 위한 제어기술
		중기 (2027~2028)	• 멀티센서 융합 고정밀 자율주행 제어기술 • 멀티모달 기반 고정밀 환경인지 기반 작업기술



적용대상	주요목적	단계	상세 기술
	밭작업 대응 무인 로봇기술	장기 (2029~ 2030)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 작업자 음성기반 자율주행 제어기술</li> <li>• 강화학습 기반의 다중 농업로봇 제어기술</li> </ul>
		단기 (2024~ 2026)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인휠모터 드라이버 일체형 가변형 윤거 플랫폼</li> <li>• 노지 환경 동적 환경인식 및 분석기술</li> </ul>
		중기 (2027~ 2028)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전주기 밭작업 대응 가능한 플랫폼 기술</li> <li>• 밭작업 전주기 자동화 가능한 제어기술 모듈화</li> </ul>
		장기 (2029~ 2030)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전주기 무인 밭작업 대응 군집로봇 제어기술</li> <li>• 무인 자율주행 기반 밭작업 자동화 기술</li> </ul>
	과수작업 대응 무인 로봇기술	단기 (2024~ 2026)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인휠모터 드라이버 일체형 가변형 윤거 플랫폼</li> <li>• 노지 환경 동적 환경인식 및 분석기술</li> </ul>
		중기 (2027~ 2028)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전주기 과수작업 대응 가능한 플랫폼 기술</li> <li>• 과수작업 전주기 자동화 가능한 제어기술 모듈화</li> </ul>
		장기 (2029~ 2030)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전주기 무인 과수작업 대응 군집로봇 제어기술</li> <li>• 무인 자율주행 기반 과수작업 자동화 기술</li> </ul>
	공용 운반로봇 기술	단기 (2024~ 2026)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 구동부 가변 시스템 설계 및 제어기술</li> <li>• 다중 운반로봇 제어에 따른 실시간 모니터링 기술</li> </ul>
		중기 (2027~ 2028)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 운반로봇의 지능형 선박/하역 제어기술(APC 연계)</li> <li>• 가변 모듈형 운반로봇 군집 제어 운영기술</li> </ul>
		장기 (2029~ 2030)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인간작업자 및 로봇 간 협업 운반 제어기술</li> <li>• 운반로봇 최적 제어를 위한 강화학습 제어기술</li> </ul>

## [공동] 한국지식서비스연구원

### ○ 사업화 로드맵 검토

- EU와 약 180개의 기업·연구기관이 공동으로 '14년부터 로봇분야의 연구·혁신 프로젝트인 'EU SPARC Project' 를 추진
- (RHEA(Robot Fleets for Highly Effective Agriculture and Forestry Management) 프로젝트) 다수의 무인트랙터와 드론을 이용해 경작지의 잡초를 제거하고 제초제를 뿌리는 로봇 시스템을 개발
- (CROPS(Clever Robots for Crops) 프로젝트) 고부가가치의 작물 생산 및 수확을 위한 지능적 센싱과 다양한 작업이나 상황에 적용 가능한 모듈형 매니플레이터가 개발
- (MARS(Mobile Agricultural Robot Swarms) 프로젝트) logistic unit이라는 차량이 군집 로봇을 운반할 뿐 아니라 씨앗을 공급하고 배터리 충전 및 군집 로봇이 정확한 위치에 작업 하는 것을 도움
  - \* MARS 프로젝트에서는 군집 로봇의 장점으로 농업용 로봇이 소형화되기 때문에 토양에 피해를 줄이고 연료사용과 이산화탄소 및 소음공해의 감소의 효과를 얻을 수 있으며 각각의 로봇이 좀 더 정확한 위치에서 상황에 적합한 작업을 진행
  - \* swarm은 농작업에서 씨앗, 비료 등의 input은 줄이고 생산량과 같은 output을 증가 이때 군집 로봇과 logistic unit은 클라우드를 통해 통신



출처 : 한국농공학회(2017), 농업용 로봇 및 자동화 기술 분석과 국내의 동향

[그림 89] 유럽 MARS 프로젝트

- 영국의 농업용 로봇 스타트업 '스몰 로봇 컴퍼니(Small Robot Company)' 는 비효율적인 농업 구조를 타파하기 위해 대형 농업용 기계보다 소형의 농업용 로봇과 인공지능을 활용하겠다는 비전을 제시
- 스몰 로봇 컴퍼니는 무게 250kg의 로봇 플랫폼인 '잭(Jack)' 을 기반으로 '딕(Dick)' , '해리(Harry)' , '톰(Tom)' 등 3종의 농업용 로봇 시제품을 출시, 사용화 준비 중
- 딕은 잡초를 찾아내고 전기나 레이저를 이용해 제거하거나 직접 제초제를 뿌릴 수 있는 소형의 농업용 로봇
  - \* 딕보다 큰 몸집을 갖고 있는 길이 3m의 로봇인 해리는 중심 부분에 드릴 장치를 갖추고 있어 땅을 적당한 깊이로 파고 씨를 뿌리는 농업용 로봇



출처 : LG CNS(2018), 농업의 혁신을 주도하는 로봇 기술

[그림 90] 로봇 '해리'(左) 로봇 '툼'(右)

- 독일 보쉬 그룹 산하 로봇 자회사인 딥필드 로보틱스(DeepField Robotics), 프랑스 나이오 테크 놀로지스 등은 다목적 농업용 로봇 개발에 적극적으로 참여
- 이들 농업용 로봇 기업들은 잡초 제거, 씨뿌리기, 수확 등 여러 목적에 활용할 수 있는 농업용 로봇 플랫폼을 개발
- (독일) 보쉬그룹의 딥필드 로보틱스가 개발한 농업용 로봇 '보니롭(BoniRob)'은 잡초 인식용 카메라, 잡초 제거 도구, GPS 등을 탑재
  - \* 땅밑 3cm 이내에 위치해 있는 잡초를 인식하여 제거
  - \* 보니롭을 기본 플랫폼으로 여러 농작업용 모듈을 개발
- (프랑스) 나이오 테크놀로지의 디노(DINO)는 자율주행형 잡초인식 및 제거를 수행하며, 최대 3M이내, 12에이커의 농장에서 기능 구현



출처 : LG CNS(2018), 농업의 혁신을 주도하는 로봇 기술

[그림 91] 다목적 농업용 로봇 보니롭(左)과 디노(右)

- 덴마크의 공학설계기술대학의 발작업용 제초로봇, 스웨덴의 Husqvarna사의 솔라셀을 활용한 잔디깎는 로봇을 개발하여 제초하는데 활용
- 덴마크 제어 · 공학설계기술대학에서는 발작업용 제초로봇을 개발, RTK/GPS와 비전센서, 4-wheel steering 가능 구조로 다양한 크기의 이랑 사이로 이동 가능
- 스웨덴의 Husqvarna사는 태양광 전지를 동력으로 잔디 깎는 로봇을 개발, 솔라셀과 배터리를 함께 사용하여 약 0.5에이커의 토지를 커버, 1회 충전하여 약 40분 사용이 가능



[그림 92] 농업 제초로봇

- 벨기에의 홀티플란(Hortiplan)사는 유럽의 태양광병용형의 대표 식물공장으로 재배베드 자동이송시스템 활용
- 묘 자동이식로봇, 자동재식거리조정방식, 재배베드가 수확장소로 이송될 수 있도록 하고 있어 최소한의 인력으로 관리 가능



[그림 93] 벨기에 Hortiplan사의 재배베드 자동이송시스템

- 그리스의 ‘오그멘타(Augmenta)’는 농업 분야의 IoT와 자동화 관련 솔루션 개발을 목표로 기존의 농업용 트랙터에 설치할 수 있는 이미지 스캐너를 개발
- 이 스캐너는 트랙터가 이동하는 곳을 4K 비디오로 촬영한 후 전용 소프트웨어로 분석해 언제, 어느 곳에 비료를 뿌려야 하는지 실시간으로 전달



출처 : LG CNS(2018), 농업의 혁신을 주도하는 로봇 기술

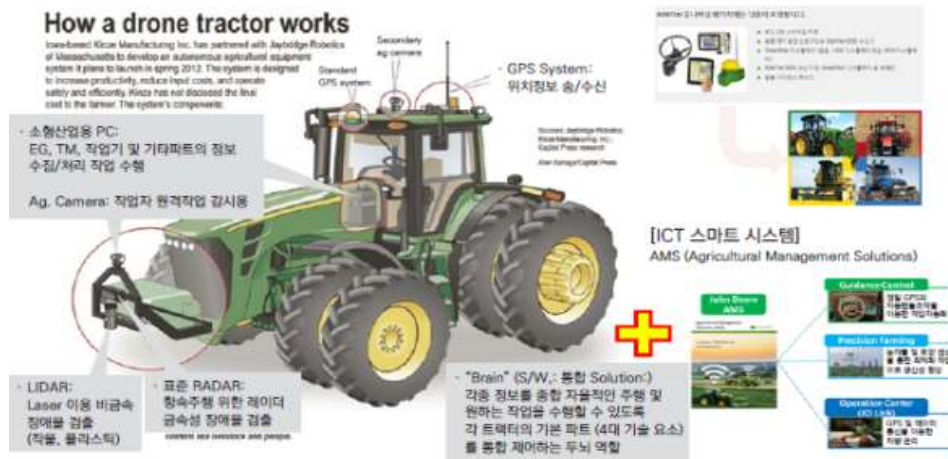
[그림 94] 4K 지원 스캐너 오그멘타

- 과일 수확 로봇, 드론과 군집 로봇을 이용한 농업 등 다양한 기술이 시도 되고 있는 추세
- 유럽에서 추진되고 있는 가든용 로봇 개발 프로젝트 ‘트림봇 2020(TrimBot 2020)’, 군집 드론을 활용한 잡초 제거 로봇 프로젝트인 EU의 ‘SASA’, 영구 하퍼 아다스 대학이 추진 중인 ‘핸즈프리 헥타르) 등도 미래의 농업 기술로 주목
- 농기계 운영, 관리, 계측, 제어를 위한 ISOBUS(통신 네트워크용 기계) 적용은 세계적인 흐름
- ISOBUS는 ISO-11783 표준을 일컫는 표현으로 농업용 트랙터 자체의 정보 관리와 트랙터와 부착작업기 간의 정보 교환을 위해서 개발된 규약으로 세계적인 농기계 기업들이 채택하여 활용
- ISOBUS는 AEF(Agricultural Industry Electronics Foundation)에서 관리 및 인증을 하고 있으며 인증받은 회원간에는 취득한 데이터들을 공유하며 강력한 농기계 산업 커뮤니티를 구성
- 향후 ISOBUS를 적용하지 못한 농기계 제품들은 센서, 제어, 텔레메틱스 등의 기능이 점점 강화되고 있는 상황에서 시장에도 도태될 위기에 처해있음
- ISOBUS 인증을 완료하고 AEF회원으로 활동하고 있는 기업들은 전세계에 238개이고 점점



증가하고 있으나, 국내 기업은 한 곳도 없음 (2020년 기준)

- 미국은 농기계, 첨단농업 등 ICT와 융복합된 농업분야 전방위에서 글로벌 시장 점유율을 확대
- 농기계·자재 분야에서 거대 내수시장과 선진 기술력을 보유하고 있는 존디어社, 아그코社 등의 미국의 회사가 시장을 점유 중
- 존디어(John Deere)社는 최대 농기계 생산기업으로 자율주행 트랙터와 빅데이터 분석 모델을 개발하여 시장점유율을 확대하는 추세
  - \* 존 디어는 가장 규모가 크고 시장점유율이 높은 농기계 업체로 트랙터, 엔진, 작업기, 운반차, 건설용 중장비 등을 생산하고 있으며 해석 시뮬레이션과 편의성 기술을 위한 인간공학적인 설계기법을 적용하면서 세계 농업기계 기술을 선도
  - \* 완전 자율주행트랙터에 가까운 트랙터를 개발 완료하였으며, 기술수준은 AMS(Agricultural Management Solutions) 스마트 시스템과 결합된 수준으로, 상용화는 시장 활성화를 고려해 추진할 예정



1) [그림 95] 존 디어社의 AMS(Agricultural Management Solutions) 스마트 시스템

- \* 존 디어社의 농업분야 제품은 크게 데이터 관리, 원격관리, 지도, 가변비율 실증, 수자원 관리 등 5대 분야 제공
- \* 농작업 관련 기계(트랙터 등) 자율주행을 위한 데이터 관리, 지도 등을 중점적으로 개발 중이며, 무인자동화를 위한 원격관리는 아직 진화 중
- 존 디어는 운영센터를 설립하여 전 주기 농업기간 동안 트랙터에 부착된 GPS 및 다양한 센서로부터 데이터를 수집하고 농업을 보다 효율적으로 운영하기 위하여 농지 구획별, 비료 파종의 양, 파종 시기 등 다양한 농업의 기본이 되는 정보들을 분석 및 제공
  - \* Field Analyzer를 통해, 필드에서 발생하는 주요 데이터를 매핑하고 적절한 처방을 제시
  - \* 사용자는 컴퓨터, 테블릿, 스마트폰을 이용하여 다양한 정보를 확인하고 관리





출처 : 한국농촌경제연구원(2020), 농업 경쟁력 제고를 위한 정밀농업 체계 구축방안

[그림 96] JohnDeere의 정밀농업 솔루션

- 존 디어의 시드스타 모바일은 모바일 장비를 사용하여 파종 작업을 실시간으로 전송하고 공유할 수 있도록 하고 트랙터 좌석에서 행 단위로 파종 수행 작업을 제공하여 풍부한 정보를 얻을 수 있도록 하는 시스템
  - \* 획득한 정보는 설정을 최적화하고 잠재적인 문제를 진단하며 필드를 정찰하고 농업 운영의 다른 영역에서 의사결정을 할 때 도움 제공



출처 : 전주대학교(2015), 농생명산업의 빅데이터 실용사례에 대한 분석과 활용 방안

[그림 97] 존디어社의 시드스타 모바일

- 또한 화면의 대시보드는 실제 인구, 싱글레이션(singulation), 파종 간격, 다운포스(downforce), 승차감, 게이지 바퀴의 폭, 다양한 것들에 맞추어 고객이 선택 가능
  - \* 모바일 시스템은 문서를 시각화하고 실시간으로 파종 데이터에 접근할 수 있으며 작업의 정밀도와 정확도에서 가장 높은 수준으로 실행되고 있고 생산자가 사무실이나 현장에서 일하는 동안 와이파이 및 셀룰러데이터와 연결하여 MyJohnDeere의 운영센터로 데이터를 전달
  - \* 시스템의 도입효과로는 작업 수행 중 문제가 생겼을 경우 신속한 해결이 가능하다는 점과 작물의 생산성이 증가
- “드론을 띄워 상공에서 농작물 상태를 실시간으로 확인하는 동시에 데이터를 수집해 클라우드로 전송한다. 지상에서는 사람이 아닌 자율주행 트랙터가 드론이 만든 데이터를 바탕으로 밭에 씨를 뿌리거나 제초제를 분사하는 등 필요에 따라 일을 해낸다.” -

존디어는 이같은 흐름을 주도하는 기업으로 세계 최대 전자쇼 CES2020에서 혁신상을 수상하며 그 노력을 인정 받음



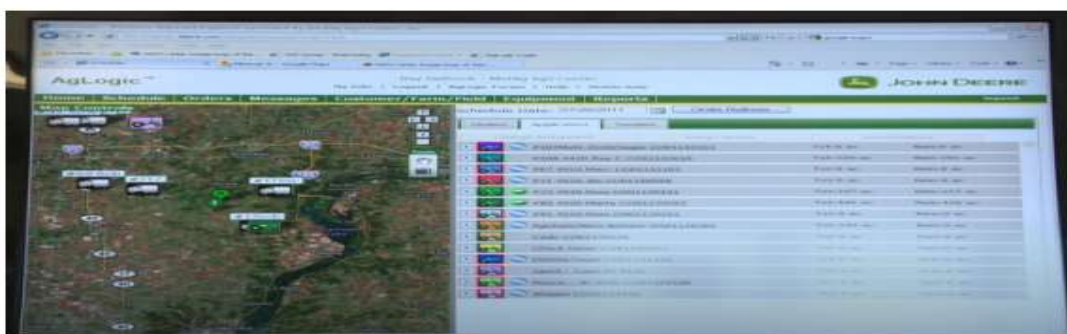
[그림 98] John deer-콤바인이 사물인터넷과 연결되어 경작지의 상황을 체크하는 장면

<표 30> JohnDeere의 정밀농업 기술

기술 분류	기자재명(H/W, S/W)	기술내용
자율주행	AutoTrac Universal 300	Add-on 타입 스티어링으로 자동조향을 위한 솔루션
	AutoTrac Controller	자사의 구형 또는 승인된 타 브랜드 모델에 대하여 자동조향 구현
	AutoTrac	농기계의 자동조향 구현
	AutoTrac Turn Automation	AutoTrac의 추가 기능으로 선회 자동화 구현
	AutoTrac Vision	전면에 장착된 카메라를 이용하여 특수한 조건(야간, 곡물 높이가 높을 때)에서도 자동조향 구현
	AutoTrac Implement Guidance-Passive	StarFire 수신기를 이용하여 고르지 않은 지형과 경사면에서 Autotrac 기능을 확장하여 정밀도를 향상시킴
	Active Implement Guidance	트랙터와 작업기가 동일한 경로를 추종하도록 하는 기능
	Tractor Integrated Active Implement Guidance	트랙터의 속도를 제어하고, 작물과의 거리를 일정하게 유지
	MachineSync	GNSS 기반으로 농경지에서 콤바인과 트랙터 곡물 트레일러 간의 속도 및 조향 동기화
	In-Field Data Sharing	현장에서 동시에 작동하는 다수의 농기계 데이터를 공유
	Tractor Implement Automation	베일 생성, 파종, 수확 등 각종 트랙터 부착 작업기의 자동 제어 구현
	Active Fill Control	콤바인의 작물 분출구를 트레일러의 원하는 지점으로 설정 가능
AutoTrac RowSense	AutoTrac 없이 불규칙하게 심어진 작물을 수확할 때, 자동으로 행을 제어하여 자율 수확이 가능하게 함	
변량제어	Section Control	구획별 정확한 양의 비료를 공급하여 일관된 생육 환경을 조성하고, 중복 작업을 방지함
	GreenStar Rate Control	자체 개발 컨트롤러를 통해 비 ISOBUS 작업기에서도 비료 살포, 파종 등 다양한 작업기 제어를 가능하게 함
	HarvestLab 3000	근적외선 분광기를 사용하여 수확된 작물 내의 성분을 분석하고, 이를 기반으로 절단 길이를 자동으로 조정하고 사일리지 첨가제의 양을 최적화함
커넥티드	JDLink	텔레메틱스 시스템으로, 농기계의 성능, 위치 등의 데이터를 애플리케이션을 통해 확인하고 관리할 수 있으며, 고장 코드의 실시간

기술 분류	기자재명(H/W, S/W)	기술내용
파밍		감지 가능
	Open Platform	데이터 공유 플랫폼으로, 사용자는 다양한 브랜드의 농기계 데이터를 하나로 종합하고 분석 가능하며, 이를 통해 농장 종합 관리가 가능함
	DataConnect	JohnDeere Operation Center와 365FarmNet 플랫폼 간의 직접적인 클라우드-클라우드 연결을 제공하고, 이를 통해 데이터 공유
	AutoTrac Online	비수기에 작업 계획을 수립하여 성수기에 작업을 원활하게 할 수 있는 기능으로, 농경지에 접근하여 설정을 활성화하면 자동으로 계획된 작업이 진행되도록 하여 현장에서 디스플레이 설정으로 인한 시간 절약 가능
	Field Management	작업이 완료되면 작업 성능 보고서가 자동으로 operation center로 업로드되고, 필드 지도를 사용자에게 전송됨
	Affiliated Software Companies	타사 소프트웨어 및 서비스 제공 업체와 연결할 수 있는 인터페이스를 제공하며, 농업 컨설턴트는 사용자의 계정으로 정밀농업을 위한 처방을 보내며 사용자는 이 처방을 이용하여 현장의 농기계에 명령 전달 가능
	Fleet Management	농경지 및 농기계에 대한 각종 정보 관리를 가능하게 하며, 필드 매핑 결과와 지오펜스 등 설정 가능
	Job Management	작업 일정 관리를 통해 중복 작업 혹은 불필요한 시간 소모를 최소화함. 다수의 인원이 하나의 팀으로 작업할 경우, 각 인원별 업무 관리 기능 제공
Connected Support	원격 접속 기능을 지원하여 숙련된 전문가가 복잡한 장비의 설정 문제, 고장 등 각종 문제 발생 시 원격으로 해결 가능	

- \* Fleet Management는 사용자가 여러 대의 기계를 다양한 위치에서 동시에 운영할 때 하나의 지도에서 농경지 및 기계에 대한 전반적인 데이터를 시각화하여 보여주며, GPS를 기반으로 지오펜스를 설정하여 기계가 특정 영역을 벗어날 때 사용자에게 경고를 보냄
- \* 원격으로 시스템 설정, 사용량 및 성능 조회, 여러 농기계의 데이터를 비교, 누락된 작업지 추적 등이 가능하도록 컬러 필드맵 정보를 제공

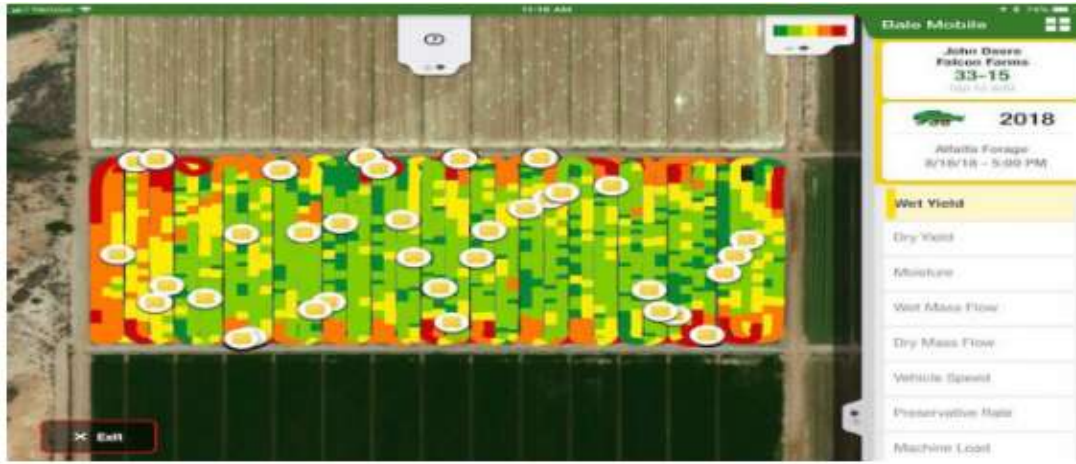


출처 : 한국농촌경제연구원(2020), 농업 경쟁력 제고를 위한 정밀농업 체계 구축방안

[그림 99] JohnDeere의 Fleet Management

- \* JohnDeere는 베일 특성 및 수확량 분석이 가능한 Bale 모바일 애플리케이션을 개발하여 농경지 내 베일 분포를 확인할 수 있어 포장·적재·전체 농장 관리를 보다 효율적으로 할 수 있음
- \* 농민은 해당 애플리케이션을 통해 베일의 수, 수분함량, 중량 등의 데이터 확인 가능





출처 : 한국농촌경제연구원(2020), 농업 경쟁력 제고를 위한 정밀농업 체계 구축방안

[그림 100] JohnDeere의 Bale Mobile Application

- \* 현장에서 사용되는 총 투입 제품 양(비료, 영양분)을 최소화하고 작업이 중복되어 수행되는 구획에 과도한 비료 및 영양분의 투입으로 토양 및 농작물 품질이 저하되는 것을 방지하기 위하여 Section Control 개발
- \* 종자 비용을 평균 4.3% 절감, 수확량 손실 1~12%인 종자의 이중 도포 방지를 통한 수확량 증가



출처 : 한국농촌경제연구원(2020), 농업 경쟁력 제고를 위한 정밀농업 체계 구축방안

[그림 101] JohnDeere의 Section Control 컨트롤러

- \* 트랙터, 포장기, 콤바인, 스프레이어 등 모든 농기계에 적용이 가능한 종합관리 기술로서 ‘영농관리솔루션 AMS(Agricultural Management Solution)’ 출시
- \* GISS(GPS자동조향법)을 활용, 작업 자동화와 개별 농기계에 대한 동시 작업을 수행하는 차량 동기화 제어 기능 탑재
- \* 개별농기계가 수집한 작업지, 수확량, 영양분 등의 측정 데이터를 모니터링
- \* 개별 농기계의 위치 및 기기정보관리, 도난 방지, 고장 알림 및 유지보수 등의 기능 제공



출처 : 한국농촌경제연구원(2020), 농업 경쟁력 제고를 위한 정밀농업 체계 구축방안

[그림 102] JohnDeere의 Agricultural Management Solution(AMS)

- \* HarverstLab 3000은 실시간 수확량과 수확된 작물 및 사일리지의 다양한 성분(수분, 단백질, 전분, 섬유질 등)을 분석할 수 있으며, 건조 물질 함량을 기반으로 작업 중 절단 길이를 자동으로 조정하고 사일리지 첨가제의 양을 최적화하여 투입비용을 최소화
- \* 측정된 데이터는 JohnDeere Operations Center에 저장되며, Google map과 연동되어 측정된 항목에 대한 현장 지도 제공
- \* 사용자는 작업 종료 약 30분 후부터 web에 접속하여 분석된 데이터에 접근이 가능하며, 이를 통해 적절한 처방 및 운영을 결정



출처 : 한국농촌경제연구원(2020), 농업 경쟁력 제고를 위한 정밀농업 체계 구축방안

[그림 103] JohnDeere의 HarverstLabTM 3000

- 농업용 로봇 스타트업 ‘아이언 옥스(iron 0x)’는 도심 내 로봇 공장을 구상하여 샌프란시스코 인근 샌 카를로스에 처음으로 로봇 농장을 오픈
- 아이언 옥스는 신선한 채소와 농작물을 소비자로부터 가장 가까운 곳에서 재배해 공급하겠다는 비전과 사람의 손이 전혀 필요없는 자동화 농장을 만들기 위해 목표
- 아이언 옥스의 로봇 농장에는 2종류의 로봇이 존재
  - \* 자동차 정도의 크기인 이동형 로봇 ‘앵거스(Angus)’는 생육 과정에 다양한 농작물을 모아 놓은 트레이(tray)를 싣고 이동
  - \* 앵거스가 작물을 가져오면 ‘유니버설 로봇’의 로봇 팔이 작물의 종류와 생육 정도에 따라 옮겨 심는 작업을 수행





출처 : LG CNS(2018), 농업의 혁신을 주도하는 로봇 기술

[그림 104] 이동형 로봇인 ‘앵거스’(左) 유니버설 로봇 (右)

- 각각의 작물은 수경재배 방식으로 키워지며 ‘더 브레인(The brain)’ 이라는 인공지능 소프트웨어를 통해 작물의 영양 상태와 병충해 가능성 등을 집중 분석
- 미국의 농업용 기계 제조업체인 ‘케이스(Case) IH’ 는 자율주행 트랙터 콘셉트 모델을 제시
- 레이더, 라이다, 영상 카메라, GPS 등을 탑재해 주변 환경을 인식하고 장애물을 회피할 수 있으며 컴퓨터와 태블릿 등 장비를 이용해 경로 지정 및 원격 제어 가능



\* 출처 : LG CNS(2018), 농업의 혁신을 주도하는 로봇 기술

[그림 105] 케이스 IH의 무인 트랙터

- 미국 일리노이대 연구팀이 개발한 데이터 수집용 농업용 로봇 ‘테라센티아(Terra Sentia)’ 는 작물의 상태를 측정하고 농장 경영자의 실시간으로 전달
- 농작물 사이를 자율 주행하면서 센서와 카메라를 이용해 농작물의 상태를 측정하고 실시간으로 농장 경영자의 전화나 노트북으로 전송
- 로봇과 함께 제공되는 애플리케이션과 태블릿을 이용해 농부는 가상 환경에서 로봇을 제어할 수 있으며 머신러닝 기술을 통해 농작물의 질병을 조기에 발견하고 작물의 상태를 인지
  - \* ‘어쓰센스(EarthSense)’ 라는 로봇 스타트업을 설립해 로봇의 보급을 적극 추진
- 농장 관리에 필요한 각종 데이터는 GPS가 장착된 트랙터나 콤바인에 부착된 계측 센서, 작물의 엽록소함량 및 수분함량 등을 실시간으로 측정할 수 있는 다양한 계측 장비, 인공위성 이미지 등을 통해 실시간으로 수집
- 분석 정보를 토대로 관련 소프트웨어는 농장의 필드별 파종깊이, 파종량, 시비량 등에 대한 정확한 처방을 실시간으로 내리며, 이 정보는 GPS와 가변비율기술(VRT: Variable

Rate Technology)이 적용된 파종기,비료/농약 살포기 등에 무선통신으로 전달되어 농작업 중에 파종량, 시비량이 자동으로 조절

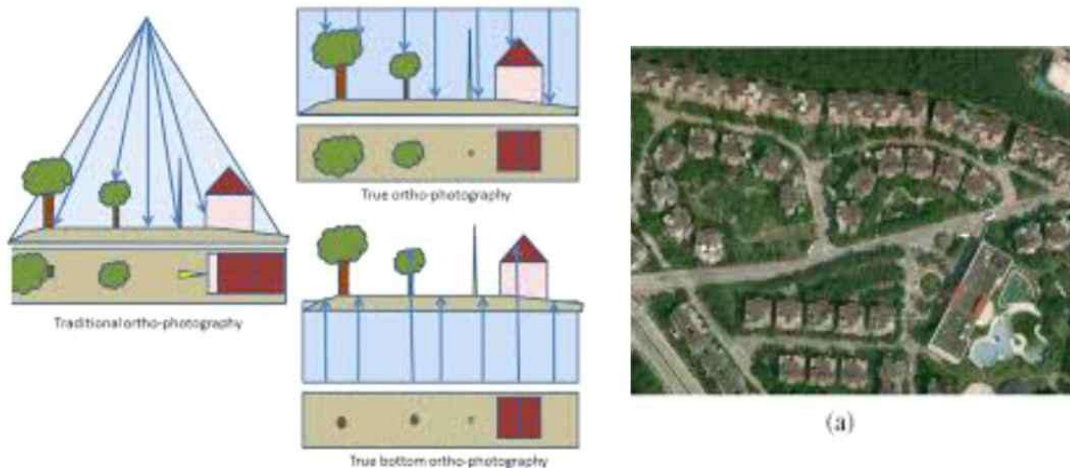
- \* 트랙터 지붕에 설치된 ALS 시스템은 작물에서 반사되는 빛을 기록하여 적정 시비량을 계산하여 실시간으로 비료 살포기에 전송, 비료 살포기는 필드별로 살포량을 조절할 수 있게 지원



출처 : 농림축산식품부(2018), ICBT 융복합을 통한 창조농업 정책 개발 연구

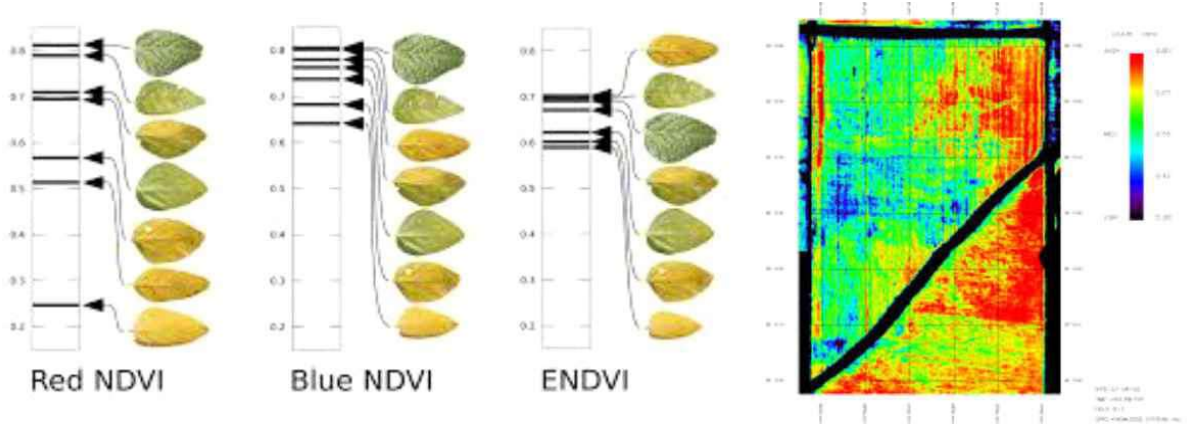
[그림 106] Yara N-Sensor ALS

- \* 씨앗이 뿌려진 후 컴퓨터 화면에서 농장을 구글 지도로 확인이 가능하며, 화면 한 구석에 날씨 정보가 실시간으로 업데이트되는 가운데 파종한 옥수수 품종 번호를 입력하면 예상수확일자와 수확량은 물론 톤당 가격까지 정보 확인 가능
- \* 이러한 농장의 이미지는 사진측량법(photogrammetric methods)에 의해 정사사진(orthophotos) 지도나 정규식생지수(NDV) 지도로 표현



출처 : 농림축산식품부(2018), ICBT 융복합을 통한 창조농업 정책 개발 연구

[그림 107] 정사 사진 지도



\* 출처 : 농림축산식품부(2018), ICBT 융복합을 통한 창조농업 정책 개발 연구

[그림 108] 정규 식생 지수(NDVI) 지도

- 서비스를 제공하는 시스템에는 Climate Corporation의 'Climate Fieldview Pro' 와 Trimble사 'ConnectedFarm' 등이 있으며, Climate Corporation에 따르면 프로그램 이용료는 에이커 당 15달러이지만 시스템으로 인한 에이커 당 수익은 100달러 증가
  - \* 이러한 서비스는 농기계에 부착된 모니터를 통해서 받을 수 있으며, 테블릿이나 스마트폰에서도 이용이 가능해지면서 활용도가 더욱 증가
  - \* 최근에 Climate Corporation사는 다국적 기업인 몬산토에 인수되었으며, 2015년부터 프로그램 이용료는 에이커 당 3달러로 인하되었고, 사용자들은 더 많이 향상된 서비스를 제공 중



Climate Pro



Connected Farm



정밀농업장치를 탑재한 농기계 내부 모습

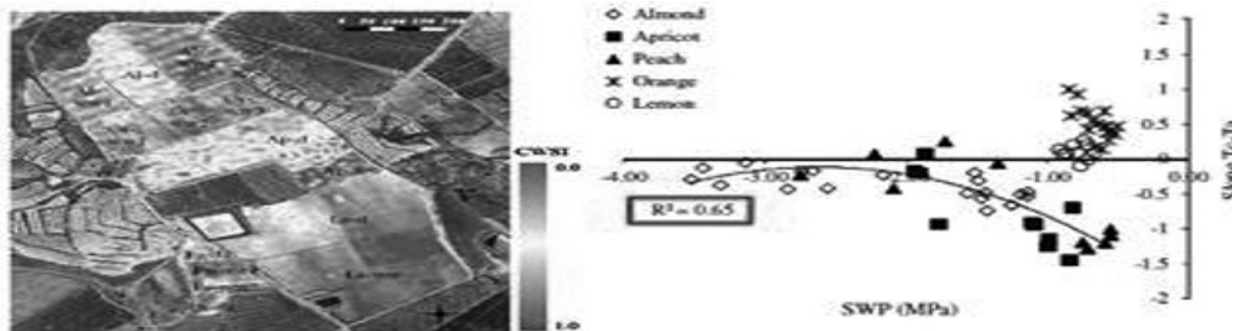
출처 : 한국농촌경제연구원(2016), 스마트 팜 운영실태 분석 및 발전방향 연구

[그림 109] 미국의 정밀농업시스템

- 드론에 탑재된 열화상 카메라를 통해 토양시료 채취 및 센서 기반의 관수 방법을 대신하여 작물 재배를 관리하고 분광 영상 카메라를 통해 작물의 병해충 발생 정도를 검출
- 작물 재배 관리에 드론을 활용한 사례는 아몬드, 살구, 복숭아, 오렌지, 레몬 등을 재배하는 과수원의 관수시기 결정 사례가 있음

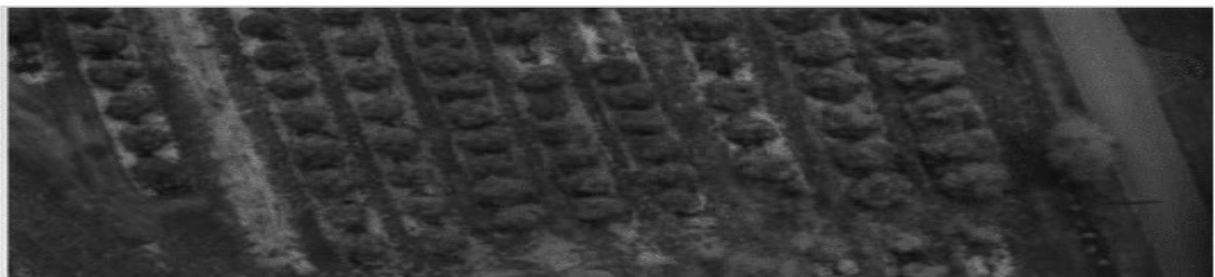


- \* 시험 포장에서 물 공급 수준을 변경하였을 때, 열화상카메라를 활용하여 각 포장에서 자라는 과수 잎의 온도를 측정하여 수분 스트레스(Water stress)를 측정
  - \* 표준 방법인 센서를 사용하여 토양수분 퍼텐셜을 측정하고 열화상 영상으로 측정된 잎의 온도와 관계를 맺어 관수시기를 결정하는 수학적식을 개발
  - \* 열화상 카메라 기반의 드론 시스템이 기존 토양시료 채취 및 센서 기반의 관수 방법을 대신하여 관수시기를 결정할 수 있는 기술을 제시하
- 최근에는 분광 영상 카메라로 측정된 작물의 분광 및 초분광 정보를 통해 작물의 병해충 발생 정도를 검출하는 연구가 진행
- \* 플로리다 오렌지 나무의 영상 정보를 수집하여 황롱빙(Huanglongbing, HLB) 해충에 감염된 오렌지 나무를 검출
  - \* 영상 분할 처리 기법을 통해 나무를 검출하고, HLB에 감염된 나무와 감염되지 않은 나무의 영상을 비교 및 분석 결과, 710nm 파장대역과 근적외선 Red 대역이 HLB 감염 여부를 구분할 수 있는 유효 파장 대역으로 선정되어 67 ~ 85%의 구별 성능을 보였음
  - \* 하지만, 영상을 활용한 병해충 검출 연구는 작물의 비교군 정보를 얻기가 힘들고 검증이 복잡하여 장기적인 연구수행이 필요함을 지적



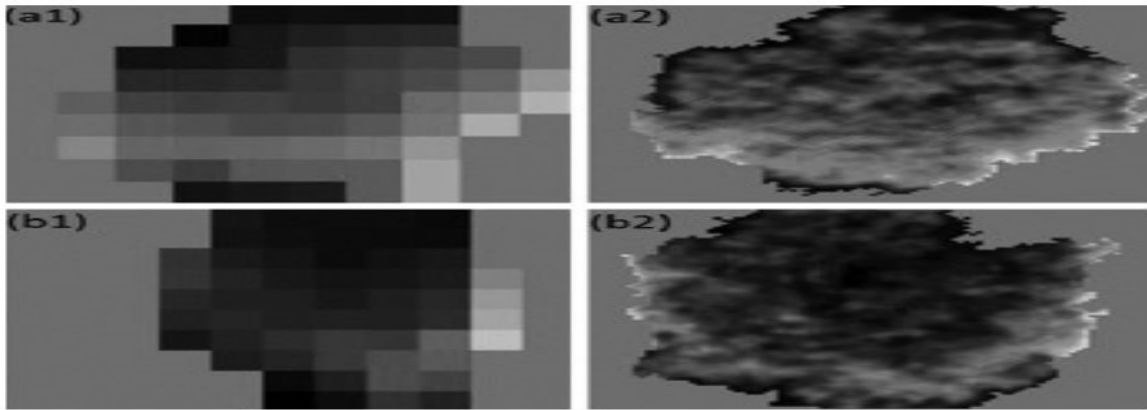
출처: "Using high resolution UAV thermal imagery to assess the variability in the water status of five fruit tree species within a commercial orchard", Gonzalez-Dugo 등

[그림 110] 과수원 시험포장의 온도 분포 지도(좌)와 관수 결정식(우)



출처: "Comparison of two aerial imaging platforms for identification of Huanglongbing-infected citrus trees", Garcia-Ruiz 등

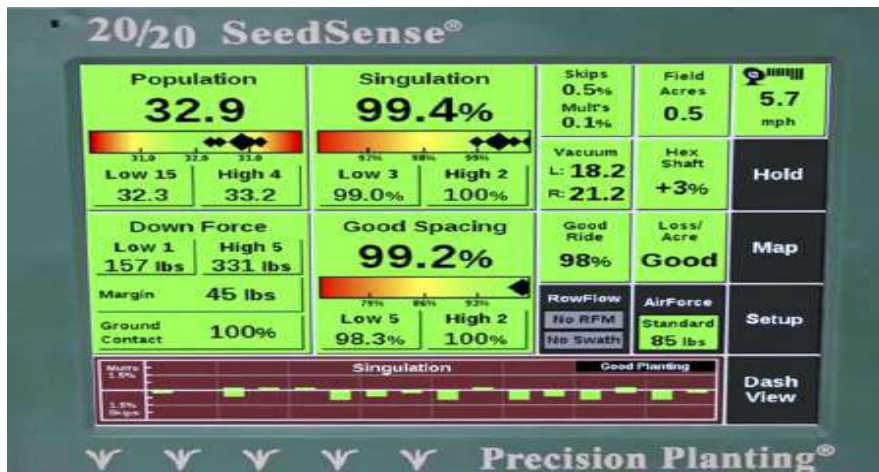
[그림 111] 드론에 탑재된 분광카메라를 이용해 수집된 오렌지 나무의 영상 데이터



출처 : “Comparison of two aerial imaging platforms for identification of Huanglongbing-infected citrus trees”, Garcia-Ruiz 등

[그림 112] HLB에 감염되지 않은 오렌지 나무(위)와 감염된 오렌지 나무(아래)

- 필드스크립트는 농업회사인 몬산토가 옥수수, 대두, 면화, 밀, 카놀라, 수수 등의 종자를 제공하며 좋은 품질의 종자 유전학과 첨단형질 기술로 데이터를 분석하여 최적의 해결책을 제공하는 시스템
- 몬산토는 식물육종연구로 유전적 수확량을 극대화하여 옥수수의 가치를 높였고 이로 인해 농가는 안정적으로 옥수수 재배 가능
  - \* 종자의 생산성을 높이기 위한기법으로 유전체학(Genomics), 작물분석(crop analytics), 표지육종(marker-assisted breeding) 등의 첨단육종기법을 이용



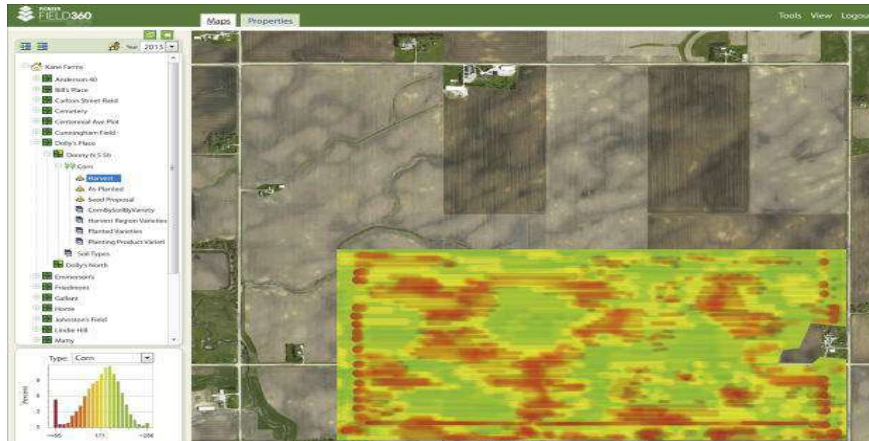
출처 : 전주대학교(2015), 농생명산업의 빅데이터 실용사례에 대한 분석과 활용 방안

[그림 113] 몬산토社의 필드스크립트

- \* 또한 종자 유전학과 정밀한 장비를 사용하여 경작지에 적합한 품종과 파종량을 재배 하도록 돕고 토질과 질병의 이력, 강수량 등의 데이터를 통해 농지의 재배를 원활하게 할 수 있도록 지원
- \* 시스템의 도입효과는 지속가능한 농업이라는 점과 맞춤형 수확을 통해 생산량을 증대 가능
- \* 반면에 시스템 사용자의 중요한 데이터들이 유출될 경우, 이를 이용하여 영향력이 있는 농업회사에서 경쟁력 있는 품종을 개발하게 되면 시장을 장악하여 혼란이 일어날 수 있는 우려 존재
- Pioneer Field360 Select는 경작지별 데이터와 기상정보를 결합하여 실시간으로 농장을 관리할 수 있도록 하는 시스템
- 수십 년간의 토양, 기후 등의 축적된 데이터를 바탕으로 효율적인 농경관리를 하여 농가의 수익성이 향상되며 농지에 나가지 않고도 데이터 접속을 통해 관리 가능



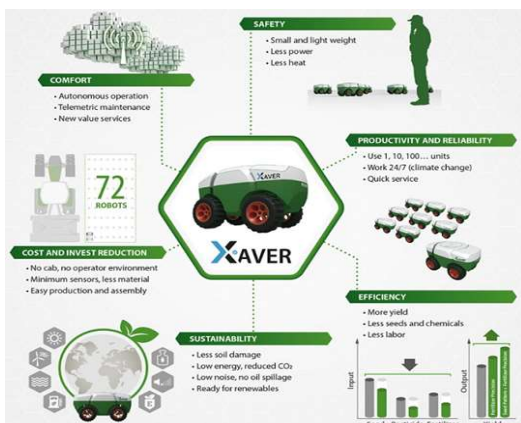
- \* 또한 농가에게 거대한 양의 데이터를 제공하여 시행착오를 줄일 수 있을 것으로 예상되나 몬산토의 필드스크립트(FieldScripts) 사례와 마찬가지로 시스템 사용자의 데이터들이 경쟁 지역의 생산자에게 알려질 경우 농가에 혼란을 줄 우려 존재



출처 : 전주대학교(2015), 농생명산업의 빅데이터 실용사례에 대한 분석과 활용 방안

[그림 114] 듀폰 파이오니어의 Pioneer Field360

- 파종, 이식, 제초부터 감독까지 수행할 수 있는 로봇 개발과 잡초제거를 집중적으로 수행하는 로봇 개발, 적절한 거리를 유지하며 씨앗을 심는 로봇을 개발하여 제초제 사용량 절감 및 노동력 절감으로 운영비 감소
- 펜트(Fendt)사의 크사버(Xaver) 로봇은 모종/씨앗을 심는 작업부터 비료주기, 잡초제거, 작업 감독까지 가능
  - \* 대표적으로 클라우드 컨트롤, 인공위성 기반의 탐색 기술이 가능한 정밀농업(Precision Farming)을 위한 로봇으로 적절한 수확량과 품질을 유지하면서 친환경적인 생산체계를 유지
- 블루리버테크놀로지(Blue River Technology)가 잡초 제거용 씨드 앤 스프레이 로봇(See & Spray robot)을 개발하여 판매까지 진행
  - \* 인간의 눈과 유사한 지능형 카메라가 경작지에서 잡초를 식별한 후 로봇틱 노즐이 잡초에만 정확히 제초제를 도포할 수 있음. 씨드 앤 스프레이 로봇이 제초제 사용량의 90%까지 줄이면서 효과적으로 잡초 제거가 가능



[그림 115] 펜트의 크사버(左), 블루리버테크놀로지의 씨드 앤 스프레이 로봇(右)

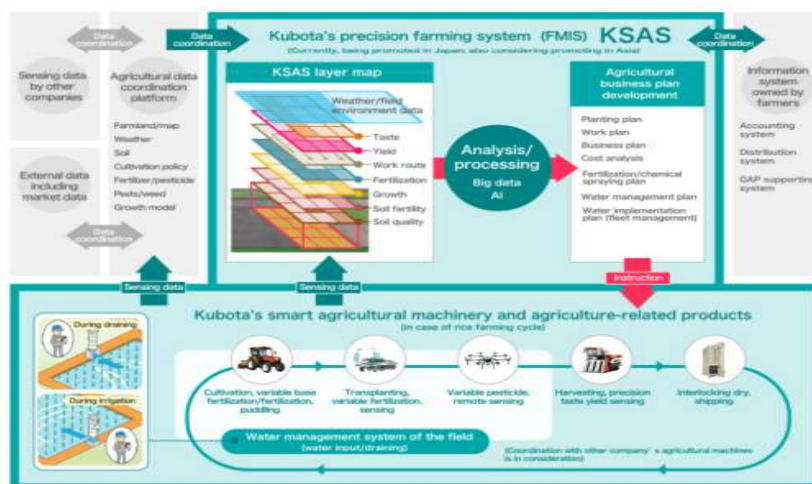
- 비전로보틱스(Vision Robotics)는 농작물이 잘 자랄 수 있도록 적절한 거리를 두고 씨앗을 심는 로봇을 개발
  - \* 주로 양배추 농장 및 포도밭에서 사용되며 카메라가 연결된 로봇이 3D 지도를 생성해 작업에 이용하며, 비전로보틱스의 로봇은 한 시간에 2~3에이커(acre) 규모의 농경지

작업이 가능하며 운영비용은 1에이커에 30달러로 매우 저렴한 편임



[그림 116] 비전로보틱스(Vision Robotics)의 적정거리 유지 씨앗 심는 기술

- 일본의 KUBOTA社는 2014년부터 정보 통신기술을 농기계에 접목한 KSAS(Kubota Smart Agricultural System)와 무인자율주행이 가능한 농업로봇트랙터(Level 2)를 출시
- (KSAS)는 스마트폰, PC 및 기타 장치를 사용하여 수확량, 수확량, 수확면적, 기계 동작 정보 등의 정보관리를 가능하게 하며, 작업 계획부터 작업 중 시비량 자동 조절, 작업 기록 등의 기능을 제공
  - \* KSAS기술이 접목된 콤바인은 내장된 센서를 이용하여 쌀을 수확하며 단백질 함유율과 수분함량을 측정하며, 수집된 데이터는 클라우드 분석을 통해 수분함량에 따라 건조 시간을 조정하는데 활용
  - \* 농지의 구획별 단백질 함유율을 분석하여 다음 농번기의 필요한 비료의 양을 구획별로 사전에 결정
  - \* KSAS를 3년간 사용한 농가는 쌀 수확량이 1ha당 5.1~5.9톤으로 15% 증가하였으며, 단백질 함유율 또한 적정치인 5.5~6.5% 이내로 균일하게 생산 가능
  - \* 2020년 2월 말 기준 KSAS 서비스는 2,000건(관리면적 8만 2,000ha) 이상 달성
- (농업로봇트랙터) 한명의 작업자가 동시에 최대 5대의 농업로봇트랙터를 제어할 수 있고 작업자가 탑승한 상태로 조향을 지원하는 유인자동조향트랙터를 개발
  - \* 무인자율주행 트랙터와 유인 자동조향 트랙터의 협업 기능 지능
- 향후 KUBOTA는 각종 센서를 이용하여 수집된 수확량, 생육 정보, 외부 기상 정보 등의 데이터를 빅데이터, AI를 통해 비료 및 퇴비 살포를 위한 필드 맵을 작성하고, 살포작업까지 구현하는 것을 목표



출처 : 한국농촌경제연구원(2020), 농업 경쟁력 제고를 위한 정밀농업 체계 구축방안

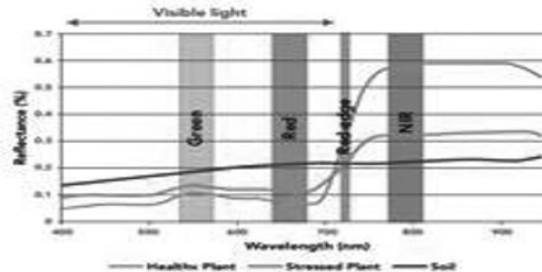
[그림 117] KUBOTA社의 KSAS(Kubota Smart Agricultural System)체계도

- 일본은 농림수산성의 지원을 받아 홋카이도를 중심으로 무인 트랙터에 관한 실증 테스트가 진행
- 농업용 기계 업체인 쿠보타 등 대기업들이 실증 실험에 참여하고 있는데 그동안 유인

트랙터가 무인트랙터를 제어하는 방식을 주로 테스트했지만, 앞으로 완전 자율 주행이 가능한 트랙터의 개발 및 테스트를 목표로 진행

\* 일본은 트랙터 외에도 이앙기, 콤바인, 제초 로봇 등의 무인화도 가속화

- 1991년부터 일본 Yamaha 사에서 내연 기관을 동력원으로 하는 무선 조종 헬리콥터가 2500 대 이상 판매되었고, 농업 방제용으로 일본 전체 쌀 농경지의 30% 이상에 활용
- 드론 시장의 절반 이상을 차지하는 DJI와 3D Robotics 플랫폼을 이용한 방제용 드론이 시장에 출시되어 사용



[그림 118] 드론에 이용되는 Sequoia 카메라와 4개의 분광 대역의 작물 건강도 반사 특성

\*출처 : “Agricultural Robots and Drones 2016–2022: Technologies, Markets, and Forecasts”, Khasha Ghaffarzadeh 등

- 정밀 방제를 위하여 비행 속도에 따라 분사 속도를 변량 제어하거나 레이저 또는 초음파 센서를 이용하여 작물과 드론 사이의 거리를 실시간으로 측정하고 분사 거리를 일정하게 유지하며 비행하는 기술 등이 개발



2) [그림 119] 농약 살포에 사용되는 드론과 살포 노즐

- 이오휘스社의 머슬슈트는 수확 작업 시 노동력 향상에 활용되며, 모심기, 수확물 출하 용 등 다양한 작업에 출시 예정
- KUBOTA, YANMMAR 등의 농기계 대기업을 중심으로 개발 및 상용화 되었으나 모터 구동에 따른 배터리 용량의 한계에 의하여 상용화 지연(사용시간 4시간 이내)
  - \* '19년 4,000대 판매, 부가작업 25kgf, 사용시간 1일, 장착시간 10초 이내
  - \* 최근에는 배터리 기술의 개발, 공기 주머니 등을 활용한 사용 시간 증대에 따라 상용화 가속
  - \* 특히, 농작업별 특화된 파워슈트가 중소기업 등에서 제품화





출처 : 이오휘스 머슬슈트

[그림 120] 이오휘스社의 머슬슈트

- Mahindra & Mitsubishi는 태블릿과 조향장치로 이루어져있는 자동조향 시스템인 SE-Navi를 상용화하였으며 현재 트랙터 및 이앙기에 적용
- SE-Navi는 차후 소프트웨어 업그레이드를 통해 콤바인을 포함한 다양한 농작업기계에 적용 가능



출처 : 줘미쓰비시 & 마힌드라

[그림 121] Mahindra & Mitsubishi社의 SE-Navi

- YANMAR는 자율주행 트랙터를 상용화, 위성 수신기는 GPS, Michibiki 위성 등 다양한 위성 수신기가 가능, 기지국이 없이도 고정밀 작업 가능
- YANMAR의 자율주행 트랙터는 표준화 된 정보를 바탕으로 작업경로가 자동으로 생성, 운영자의 간단한 조작으로 설정된 작업경로에서 자동으로 작업



출처 : YANMAR

[그림 122] Yanmar社의 자율주행 트랙터

- NTT 도코모社의 재배 관리 AI 로봇은 농지에서 자동으로 주행을 실시하며 작물과 잡초를 인식, 구분하고 제초제를 살포하여 재배 관리 하는 시스템
- 농지에서 자동으로 주행을 실시하며 작물과 잡초를 인식, 구분하고 제초제를 살포하여 재배 관리 하는 시스템



- \* 상부에 부착된 카메라를 통해 시가 작물의 열을 실시간으로 인식하며 인식된 데이터를 통해 작물을 손상시키지 않는 범위 내에서 이동
- \* 뒷부분에 장착된 제초제 살포 장치를 통해 작물이 있는 곳에 자동으로 살포



출처 : NTT 도코모

[그림 123] NTT 도코모社의 재배 관리 AI 로봇

- 사사키社의 재배 관리 AI 로봇은 지상고 높이가 40cm로, 사람이 접근하기 어려운 장소나 낮고 좁은 장소에서 작업이 가능하며, 노동자의 장시간 작업에 따른 피로도 감소
- 로봇 자체의 진동이 적고 배기가스도 없어 소음이 적고 쾌적한 작업 가능
- 리모콘으로 단순 조작이 가능하고 선회시 크기가 작아 용이하며 가정용 콘센트로 충전 가능



출처 : 사사키

[그림 124] NTT 사사키社의 재배 관리 AI 로봇

- 국내 대형 농기계 기업인 LS엠트론은 스마트농업 솔루션을 위해 LG유플러스와 MOU를 체결하여 5G기반 정밀농업 서비스 구축과 자율주행 트랙터 기술개발 수행
- LS엠트론은 LG유플러스와 스마트농업 솔루션 및 정밀농업 서비스 구축에 대한 MOU를 체결하여 5G 통신망 기반 기술을 LS엠트론의 LS ASL과 결합하여 보다 효율적인 농업을 구현
  - \* 5G 트랙터는 초정밀 측위 시스템인 RTK(Real Time Kinematic)를 탑재하여 트랙터 위치를 3~10cm 단위로 측정해 정밀하게 움직이며 농지를 경작
  - \* 양사는 5G 네트워크를 이용하여 트랙터 원격제어 · 무인경작 · 증강현실(AR) 디지털트윈 기술 기반 원격 진단 기술에 대한 시연을 진행



출처 : 한국농촌경제연구원(2020), 농업 경쟁력 제고를 위한 정밀농업 체계 구축방안

[그림 125] LS엠트론과 LG유플러스가 공동으로 개발한 5G 트랙터

- LS엠트론은 2018년 국내 첫 직진과 회전이 가능한 자율주행 트랙터 ‘XP7102’ 를 개발하였으며, 2022년 무인 자율주행 트랙터 상용화 계획의 일환으로 선보인 자동조향 트랙터(Level 1)로서 별도의 조작없이 설정한 작업을 자동으로 수행하며, 모니터를 통해 실시간 작업 위치 확인 가능
  - \* 중복 및 누락되는 영역을 최소화하여 연료 사용 및 작업시간을 최소화
  - \* 자율주행 구현을 위해 고정밀 GPS 수신기, 자동조향 시스템, 모니터 등을 기존 트랙터에 탈부착 가능하도록 설계
- LS 엠트론은 향후 드론 및 IoT 센서를 통해, 농작업 및 작물, 지도, 환경 정보를 Big data로 구축하고, AI분석을 통해 의사결정을 보다 효율적으로 할 수 있는 시스템을 개발할 예정
- 대동공업은 인건비를 절감할 수 있는 자율주행 이앙기개발과 정보통신 기업, 연구기관과의 MOU 체결을 통해 스마트농업 상용화 연구 수행
- 대동공업은 트랙터, 콤바인, 이앙기, 다목적운반차 등 농업기계를 생산 및 개발하며, 기어, 금속, 체인 등의 자회사를 통해 고품질의 농업기계를 생산
- RTK 기술과 자율주행 조향장치를 결합한 자율주행 이앙기(ERP80DFZA)를 개발하여 위성이 제공하는 위치 정보와 사물인터넷 전용 통신망을 사용하여 오차를 최소 2.5cm까지 줄여 정확한 위치에 모를 심도록 함
- 2018년 개발한 자율주행 이앙기 모델 확대라인으로, 2020년 직진자율주행이 가능한 이앙기(DPR60)를 출시
- 직진자율주행이앙기는 기존 수작업을 통한 이앙기 작업 대비 일정한 가격으로 작업을 가능하게 하여 손실 최소화 및 작업 효율성 향상
- 이를 통해 기존 2인 1조로 진행하던 이앙 작업을 1명의 작업자가 수행할 수 있어 인건비 절감을 통한 농가소득 향상 기여 가능



출처 : 한국농촌경제연구원(2020), 농업 경쟁력 제고를 위한 정밀농업 체계 구축방안

[그림 126] 대동공업의 자율주행 이앙기

- KT, SKT 등의 정보통신 기업들과 정밀측위, 차량관제 및 자율주행 기술 공동 수행 중이며, 상용화를 위해 다양한 연구기관과 MOU를 체결
  - \* KT의 차량관제 및 자율주행 기술을 통해 트랙터, 콤바인의 농기계 관제 및 자율주행 기술 개발 중
  - \* 서울대학교 농업생명과학대학과 공동 연구 및 전문인력 양성을 위한 MOU를 체결하였으며, 공동 연구를 통해 국내 농가에 정밀농업의 보급을 가속화할 예정
  - \* 인텔코리아와 소프트웨어 개발사 펀진(Funzin)과 함께 농기계 자율주행 기술개발에 대한 MOU를 체결하고 스마트농업 기술개발 및 상용화를 위한 연구를 수행 중
  - \* (대동공업) 자율주행, 생육분석 및 성능시험 검증
  - \* (인텔) 심도 카메라와 AI 컴퓨팅 기술을 이용한 주변 환경 인식기술, 환경 인식을 기반으로 최적 작업 경로를 생성하여 주행하는 자율주행 기술, 작물 생육의 분석을 통한 진단과 처방을 위한 기술개발
  - \* (펀진) 인텔의 중앙처리장치와 환경 인식용 비전 솔루션을 활용한 경로생성 알고리즘, 자율주행 컨트롤러 개발
- 동양물산은 자율주행 트랙터 및 이앙기개발에 주력하여 국내 최초 직진 자율주행 트랙터를 개발하였으며, 이후 KT와 5G 기반 자율주행 농기계 사업화를 추진하기 위해 MOU를 체결하여 서비스 개발 중
- 동양물산은 트랙터, 콤바인과 같은 농업기계와 지게차와 같은 건설기계를 생산 및 개발하며, 농업기계와 더불어 필터 사업을 주력하는 기업
- 트랙터, 이앙기 및 기타 승용 농업기계에 범용으로 사용 가능한 자동 선회 자율주행 시스템 개발
  - \* 개발된 자율주행 시스템은 콘솔·GNSS 수신기·자동조향 장치 등의 장비를 농기계에 부착하여 정밀농업 가능
- 2013년 국내 최초 직진 자율주행 트랙터 개발을 완료하여 2016년 전북 김제에 구축된 자율주행 트랙터 필드 테스트 베드에서 성능 평가를 통해 국내 최초로 농가에 시범 보급을 하고 사용자 모니터링을 완료
  - \* 2017년에 주행오차  $\pm 15\text{cm}$ 급 고정밀도 직진 자율주행 시스템 출시
- KT와 5G 기반 자율주행 농기계 및 스마트팜 사업 추진을 위한 MOU 체결
  - \* 5G 기반 자율주행 농기계 사업화를 추진할 예정이며, 세부기술로 농기계 전용 정밀측위 솔루션, 농기계 관제 서비스 개발 예정





출처 : 한국농촌경제연구원(2020), 농업 경쟁력 제고를 위한 정밀농업 체계 구축방안

[그림 127] 대양물산의 자율주행 트랙터 및 이앙기

- 자율주행 농기계의 조기 상용화를 위해 농림축산식품부·산업자원통상부는 핵심부품의 개발, 상용화 연구를 진행
- 농장의 지형과 작업환경을 인식해 스스로 주행하며 자동변속과 농작업이 가능한 자율주행 농기계의 사용화 연구 추진



출처 : 농수축산신문(2020), 자율주행 기반 지능형 농업로봇 농업현장으로

[그림 128] 자율주행 농기계

- 농진청 국립농업과학원은 과수원 내 무인 작업을 위한 플랫폼과 자율항법 기술을 개발
- 과수원 방제, 제초, 운반과 수확 등 무인 농작업용 범용 로봇 플랫폼은 크기가 3.3m(L)x1.5(W)x1.2(H), 이동속도는 10km/h이며 전후륜 이중조향 방식(배터리 구동 3.5kW)이며 궤도형·바퀴형 제초로봇도 개발, 현장 적용 중
- 무인제초 로봇은 무논에서 모열을 인식해 자율주행 하면서 잡초를 제거하고 레이저와 접촉식 센서로 모열을 인식, 주행하며 오차범위는  $\pm 5\text{cm}$
- 제초로봇에 부착된 회전날을 활용, 조간 사이의 잡초를 절단 제거하며 조간 제초율 80%, 모송산률은 1.1%로 높은 효율성 보유





출처 : 농수축산신문(2020), 자율주행 기반 지능형 농업로봇 농업현장으로

[그림 129] 과수원 무인작업 로봇

- 자동변속과 농작업이 가능한 자율주행 농기계의 상용화 연구에 대해 투자는 진행되고 있지만 아직은 초기 단계로 가시적인 성과는 부족
  - \* 로봇개발은 안전성이 보장된 이후에 적용해야 하며 비용상승의 문제, 확산의 문제, 농가 부담 가중 등 복합적인 문제를 해결을 위해 고도화 필요
- 한국로봇융합연구원은 안동시와 공동으로 발농업 로봇실증센터를 구축하고 발작물 재배에 활용할 수 있는 고성능 지능형 농작업 플랫폼(팜봇)을 개발 진행 중
- 다목적 농업용 로봇 개발 프로젝트가 진행 중이며, 전주기 농작업이 가능한 작업 모듈 6종도 개발하겠다는 계획을 제시



출처 : LG CNS(2018), 농업의 혁신을 주도하는 로봇 기술

[그림 130] 농업용 로봇 플랫폼 팜봇

(가) 1차년도(2024)

2024년도 성장목표 및 전략	3) R&D투자 집중 및 보유특허 권리성 검토 4) 인증 및 조달청 제품 등록을 통한 제품 신뢰성 확보 5) B2B 고객사 제품 및 니즈과약으로부터 제품/서비스 마케팅 전략 및 방향 수정
---------------------	--

성장핵심요소	세부지원항목	기대효과
R&D 전략	<ul style="list-style-type: none"> <li>보유기술 플랫폼을 통한 신규 아이템 발굴</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>보유 기술의 조합 및 응용 등을 통한 실현 가능한 신규 사업 아이템 발굴</li> </ul>
시장/제품 조사	<ul style="list-style-type: none"> <li>적용처 확대 및 신시장 개척을 위한 Market Segment 분석</li> <li>주력상품의 시장분석 및 전략수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>적용처 확대를 통한 매출 증대</li> </ul>
인증/인허가	<ul style="list-style-type: none"> <li>제품 경쟁력 강화를 위한 신기술 인증 및 제품 신뢰성 확보를 위한 조달청 등록</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>조달청 등록을 통한 신규 또는 기존 고객의 구매 확대</li> </ul>
마케팅	<ul style="list-style-type: none"> <li>고객사 니즈 점검</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해외 투자 유치</li> <li>내수 시장 고객의 수요/선호도 점검을 통하나 고정매출 확보</li> </ul>

(나) 2차년도(2025)

2025년도 성장목표 및 전략	6) 해외시장 고객의 수요/선호도 점검을 통한 고정매출 확보 B2B 고객사 현황 및 니즈파악으로부터 제품/서비스 마케팅 전략 및 방향 수정
---------------------	--

성장핵심요소	세부지원항목	기대효과
시장/제품 조사	<ul style="list-style-type: none"> <li>신규 서비스 제품의 시장분석 및 전략 수립</li> <li>고객 설문 조사</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>신규 서비스 제품의 수요처 확장</li> <li>전시회/박람회 참가로부터 불필요한 투자 방지 및 양질의 수주 확대</li> </ul>
마케팅	<ul style="list-style-type: none"> <li>해외 B2B 고객사 정보 수집 및 니즈분석 지원</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해외시장 고객의 정기적인 수요/선호도 점검을 통한 고정매출 확보</li> </ul>
특허전략	<ul style="list-style-type: none"> <li>개량기술 확보 및 선행기술조사</li> <li>IP-R&amp;D 전략특허맵</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>기보유 특허권 분석을 통한 신규 출원 특허의 효율적 권리 확보</li> </ul>

(다) 3차년도(2026)

2026년도 성장목표 및 전략	해외 B2B 고객사 현황 및 니즈파악으로부터 제품/서비스 마케팅 전략 및 방향 수정 경제적 특허관리
---------------------	--

성장핵심요소	세부지원항목	기대효과
마케팅	<ul style="list-style-type: none"> <li>해외시장진출을 위한 제품 및 기업 홍보용 홈페이지/브로슈어(3개 국어) 지원</li> <li>국제 박람회/전시회 참가</li> <li>고객설문조사</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해외마케팅 역량강화</li> <li>원활한 해외시장진입을 위한 사전준비</li> <li>정기적인 고객 만족도 및 니즈파악을 통한 제품/서비스 마케팅 전략 및 방향 수정</li> </ul>
R&D 전략	<ul style="list-style-type: none"> <li>신규 사업 대상군의 사업화 검토 및 구현 가능성 검증</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>자원의 효율적 연구개발 진행 및 신규 사업 영위 가능</li> </ul>
특허전략	<ul style="list-style-type: none"> <li>등록특허 유지비용과 신규특허 출원 비용에 대한 경제성 분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>경제적 특허관리</li> </ul>

성장전략	<h3 style="margin: 0;">신시장 수요 발굴 및 국내외 판로 개척</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 스마트팜 플랫폼 서비스 응용시장 발굴 및 국내 수요 네트워크 확장</li> <li>▪ 보유특허 권리성 검토, 정기적인 고객만족도 조사를 통한 기업이미지와 제품/서비스 품질 고도화</li> <li>▪ 보유 기술의 플랫폼 구축 및 신규 아이템 발굴</li> </ul>
------	--

성장핵심요소	세부지원항목	2024년			2025년			2026년		
시장/제품조사	적용처 확대 및 신시장 개척을 위한 Market Segment 분석									
	B2B 고객사 정보수집 및 니즈분석(고객사 전략/제품/니즈 DB화)									
	신규 서비스 제품의 시장분석 및 전략수립									
	타깃시장 대상 유통채널 조사/분석									
특허전략	신규 사업 대상군의 사업화 검토 및 구현 가능성 검증									
	IP-R&D 전략특허맵									
	개량기술 확보를 위한 선행기술조사									
인증/인허가	조달청 등록									
마케팅	IR 작성 자료 지원									
	제품 및 기업 홍보용 홈페이지/브로슈어(3개국어) 지원									
	고객 니즈 점검									

○ 산업 활성화를 위한 정책제언 내용 제언

□ 영농활동단계별 애로요인 조사 결과

- (전체) 물 관리, 제초관리, 병해충관리 단계에서는 적정 작업시기의 결정에, 파종·정식 및 수확작업 단계에서는 노동력(인력) 수급에 애로가 가장 크다고 응답함

\* 경운·정지 단계에서는 맞춤형·적정 농기계(작업기) 수급·운용이, 양분관리 단계에서는 영농 지식·경험·노하우가 병해충관리 단계에서는 돌발 기상·기후가 가장 큰 애로사항으로 나타남

<표 38> 영농활동단계별 애로요인 응답 결과

(단위: %)

구분	적정 작업시기 결정	노동력(인력) 수급	맞춤형·적정 농기계 (작업기)	영농 지식· 경험·노하우	돌발 기상·기후
경운·정지	18.0	16.1	38.5	14.9	12.4
파종·정식	21.7	29.0	20.3	16.9	12.1
물관리	28.6	9.7	14.3	22.3	25.2
양분관리	21.3	6.8	11.6	42.5	17.9
제초관리	29.5	21.7	20.2	16.4	12.2
병해충관리	25.9	11.4	13.2	23.6	25.9
수확작업	20.3	31.4	19.7	11.4	17.1

□ 영농활동단계별 애로요인 해결을 위해 필요한 기술적 지원 조사 결과

- (전체) 경운·정지, 파종·정식, 수확작업 단계에서는 맞춤형 농기계·작업기 지원이 가장 필요하다고 응답하였으며, 물 관리, 양분관리 단계에서는 인공지능 의사결정지원이 가장 필요하다고 응답함

\* 제초관리 단계에서는 가장 필요한 지원으로 무인·자율형 첨단기계가 꼽혔으며, 병해충관리 단계에서는 적정 농작업 기술지도가 가장 필요하다고 응답함

<표 39> 영농활동단계별 필요한 기술적 지원 응답 결과

(단위: %)

구분	재해 예측 및 대응 경보	인공지능 영농 의사결정지원	맞춤형 농기계·작업기	무인·자율형 첨단기계	적정 농작업 기술지도
경운·정지	16.0	12.8	33.5	20.2	17.6
파종·정식	15.8	15.8	28.3	21.9	18.1
물관리	21.0	26.9	16.1	18.0	18.0
양분관리	16.8	27.6	10.6	15.8	29.2
제초관리	19.4	16.7	23.6	25.2	15.1
병해충관리	23.5	21.1	14.8	15.5	25.1
수확작업	23.4	15.5	24.5	23.0	13.6

□ 애로 요인 및 개선사항

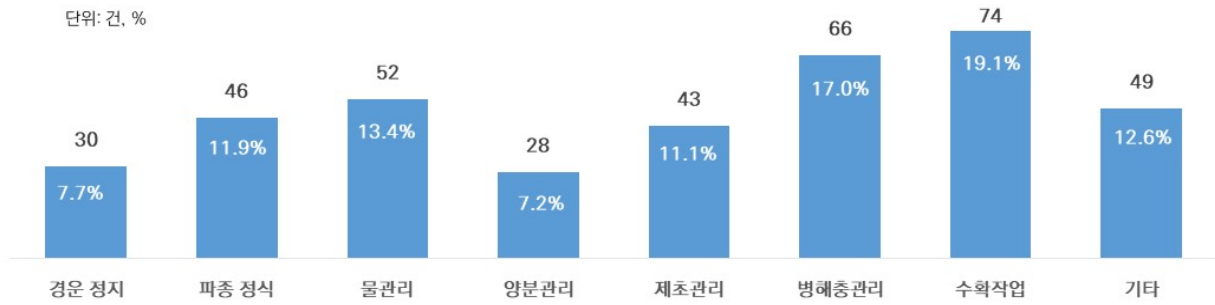
- 동 사업의 대상작목\*을 재배하는 일반 농가 응답자들은 수확작업, 병해충 관리, 물관리 작업에 애로가 가장 많다고 응답(388건\*\*)

\* (식량) 벼, 밀, 콩, 감자 (채소) 배추, 고추, 양파, 마늘, 무 (과수) 사과, 배, 포도, 감귤

\*\* 일반 농가 응답자 169명이 각 대상작목 재배 시 애로요인 및 개선사항에 대해 중복 응답한 것을 모두 포함한 응답수

\* 애로요인이 많은 영농단계는 수확작업(19.1%), 병해충관리(17.0%), 물관리(13.4%), 기타(12.6%), 파종정식(11.9%), 제초관리(11.1%), 경운·정지(7.7%), 양분관리(7.2%)의 순으로 응답





[그림 131] 일반농가의 대상작목 재배시 애로요인 응답 건수 및 비중

<표 40> 일반농가의 대상작목 재배 시 영농단계별 애로요인 응답 결과 요약

구분	애로요인
경운·정지	(식량) 정밀한 균평 작업이 어렵고, 시간적 부담, 인력수급 문제 등이 있음 (채소) 비탈면에서 작업이 어렵고, 노동력 부족 (과수) 식재 전 토양관리가 어렵고, 단근 등의 이유로 기계화 운용 한계
파종·정식	(식량) 농기계·인력 부족 등으로 적기 파종이 어려움 (채소) 파종정식의 수작업 의존도가 높고, 인력 수급이 어려움 (과수) 묘목재식 후 적화, 열매숙기 등 작업 대부분이 수작업이라 어려움
물관리	(식량) 적정 관수 시기, 양 조절이 어렵고, 관행적 관수는 관수량 파악 불가 (채소) 관수설비 설치/제거가 어렵고, 소요경비가 과다함 (과수) 토성, 토양수준, 나무 생육에 따른 적정 관수가 어렵고, 많은 시간 소요
양분관리	(식량·채소·과수) 관행적 양분관리가 이루어져 생육상태에 따른 양분의 종류, 비율, 용량 조절 등이 어려움
제초관리	(식량·채소) 인력 확보, 영농작업에 따른 작업 시기를 맞추기 어려움 (과수) 제초 시 인력 확보의 어려움, 기존 무인제초기 사용에 한계 존재
병해충관리	(식량·채소) 적기 방제, 돌발병해충에 대한 대응 등이 어려움 (과수) 적정 방제 시기, 양 조절이 어렵고, 노동력이 부족
수확작업	(식량) 기존 기계의 수확 한계(밀, 콩)로 수작업 진행, 인력 수급 어려움 (채소·과수) 대부분 수작업에 의존하고 있으며, 인력 수급이 어려움

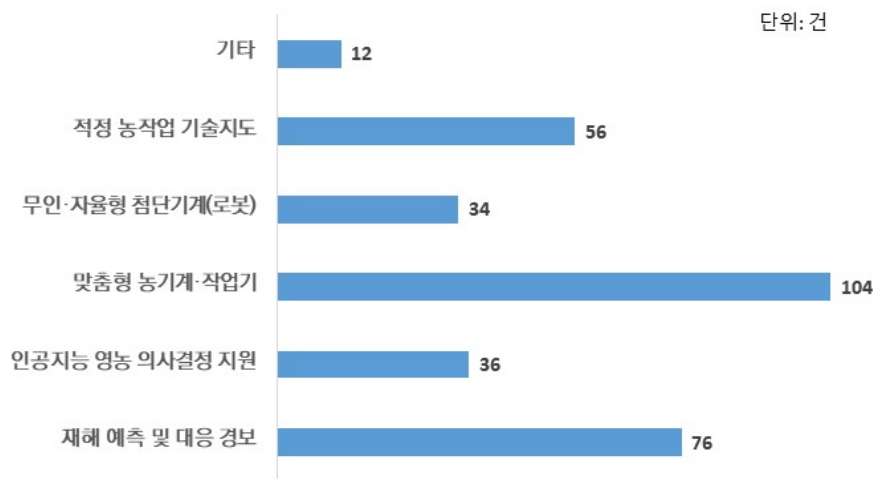
□ 기술적용 및 신규 수요

- 일반 농가 응답자는 각 대상작목을 재배하는데 있어서의 영농 애로사항이나 문제점을 해소하기 위해 다양한 기술적 지원이 필요하다고 응답(318건\*)하였으며, 지원 수요는 1)맞춤형 농기계·농작업기(32.7%), 2)재해 예측 및 대응 경보(23.9%), 3)적정 농작업 기술지도(17.6%) 순으로 높았음

\* 일반 농가 응답자의 각 대상작목의 기술 지원 필요 항목에 대한 중복 응답을 모두 포함한 총 응답수

\* 그 외 인공지능 영농 의사결정 지원(스마트폰, PC 등 활용)과 무인·자율형 첨단기계(로봇)에 대한 수요도 각각 11.3%, 10.7%로 조사됨

\* 또한 대상작목별로 영농 애로사항을 해소하기 위한 기술적 지원 필요 사항은 상이함



[그림 132] 일반 농가의 기술적 지원 필요 사항 응답결과

- (과수) 맞춤형 농기계·농작업기, 재해 예측 및 대응경보, 걱정 농작업 기술지도에 대한 수요가 높은 편
  - \* (배) 맞춤형 농기계·농작업기 33.3%, 걱정 농작업 기술지도 33.3%, 무인·자율형 첨단기계 22.2% 등의 순
  - \* (사과) 맞춤형 농기계·농작업기 26.4%, 재해 예측 및 대응 경보 22.0%, 인공지능 영농 의사결정 지원 17.6% 등의 순
  - \* (포도) 재해 예측 및 대응 경보 26.3%, 맞춤형 농기계·농작업기 24.6%, 걱정 농작업 기술지도 17.5% 등의 순
  - \* (감귤) 맞춤형 농기계·농작업기 33.3%, 재해 예측 및 대응 경보 22.2%, 인공지능 영농 의사결정 지원 22.2%, 걱정 농작업 기술지도 22.2% 등의 순
  - \* (식량) 맞춤형 농기계·작업기에 대한 수요가 과반 이상으로 높고, 그 외 재해 예측 및 대응 경보, 걱정 농작업 기술지도 등에 대한 수요가 높은 편
  - \* (감자) 재해 예측 및 대응 경보 60.0%, 맞춤형 농기계·농작업기 40.0%로 조사되었으며, 그 외 기술지원 수요는 없었음
  - \* (밀) 맞춤형 농기계·농작업기 46.2%, 재해 예측 및 대응경보 30.8% 등의 순
  - \* (벼) 맞춤형 농기계·농작업기 29.2%, 걱정 농작업 기술지도 25.0% 등의 순
  - \* (콩) 맞춤형 농기계·농작업기 54.5%로 과반 이상을 차지
- (채소) 과수와 유사하게 맞춤형 농기계·작업기, 재해 예측 및 대응 경보에 대한 수요가 높은 편
  - \* (고추) 재해 예측 및 대응 경보 33.3%, 인공지능 영농 의사결정 지원 22.2%, 무인·자율형 첨단기계 22.2% 등의 순
  - \* (마늘) 맞춤형 농기계·농작업기 48.9%로 과반에 근접하며, 그 외 걱정 농작업 기술지도 22.2% 등의 수요 존재
  - \* (배추) 재해 예측 및 대응 경보 64.7%로 수요가 매우 높으며, 그 외 맞춤형 농기계·농작업기에 대한 수요가 높음
  - \* (양파) 재해 예측 및 대응 경보 40.0%이며, 그 외 항목은 20.0%로 비슷한 비중
  - \* (무) 기타 인력문제 해결이 필요하다는 의견을 제시

<표 41> 대상작목별 영농애로요인 해결을 위한 기술 지원 수요

(단위: 건)

대상작목	재해 예측 및 대응 경보	인공지능 영농 의사결정 지원	맞춤형 농기계·작업기	무인·자율형 첨단기계(로봇)	적정 농작업 기술지도	기타	총계
과수	38	27	44	21	30	6	166
배	1	-	3	2	3	-	9
사과	20	16	24	13	15	3	91
포도	15	9	14	6	10	3	57
감귤	2	2	3	-	2	-	9
식량	15	4	33	7	12	4	75
감자	3	-	2	-	-	-	5
밀	4	-	6	1	2	-	13
벼	4	2	7	4	6	1	24
콩	4	2	18	2	4	3	33
채소	23	5	27	6	14	2	77
고추	3	2	1	2	1	-	9
마늘	7	3	22	3	10	-	45
배추	11	-	3	-	2	1	17
양파	2	-	1	1	1	-	5
무	-	-	-	-	-	1	1
합계	76	36	104	34	56	12	318

<표 42> 대상작목별 영농애로요인 해결을 위한 기술 지원 수요 비중

(단위: %)

대상작목	재해 예측 및 대응 경보	인공지능 영농 의사결정 지원	맞춤형 농기계·작업기	무인·자율형 첨단기계(로봇)	적정 농작업 기술지도	기타	합계
과수	22.9	16.3	26.5	12.7	18.1	3.6	100.0
배	11.1	0.0	33.3	22.2	33.3	0.0	100.0
사과	22.0	17.6	26.4	14.3	16.5	3.3	100.0
포도	26.3	15.8	24.6	10.5	17.5	5.3	100.0
감귤	22.2	22.2	33.3	0.0	22.2	0.0	100.0
식량	20.0	5.3	44.0	9.3	16.0	5.3	100.0
감자	60.0	0.0	40.0	0.0	0.0	0.0	100.0
밀	30.8	0.0	46.2	7.7	15.4	0.0	100.0
벼	16.7	8.3	29.2	16.7	25.0	4.2	100.0
콩	12.1	6.1	54.5	6.1	12.1	9.1	100.0
채소	29.9	6.5	35.1	7.8	18.2	2.6	100.0
고추	33.3	22.2	11.1	22.2	11.1	0.0	100.0
마늘	15.6	6.7	48.9	6.7	22.2	0.0	100.0
배추	64.7	0.0	17.6	0.0	11.8	5.9	100.0
양파	40.0	0.0	20.0	20.0	20.0	0.0	100.0
무	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0
평균	23.9	11.3	32.7	10.7	17.6	3.8	100.0

○ 데이터 농업의 PEST(정책, 경제, 사회, 기술) 분석

- 스마트농업은 환경분석에서 제시한 바와 같이 농업 생산의 안정성을 향상하여 x-이벤트로부터 식량안보를 확보하는 동시에 거대한 잠재 시장을 가지고 있어 국가혁신성장에 기여할 수 있는 분야임
- (정부의 정책적 지원) 대부분 국가에서는 기후변화와 COVID-19 팬데믹 등 x-이벤트\*에 대비하여 식량안보 확보를 위해 스마트농업 투자를 적극적으로 수행함
  - \* x-이벤트: 존 L. 캐스티가 명명한 용어로 엄청난 사회적 파급효과를 지녔으나, 드물고 놀라운 사건들을 의미함(예, 후쿠시마 원자력 발전소 사건)
  - \* 미국은 농촌지역의 데이터망 인프라를 확충하는 스마트농업 추진전략을 수립하고 농민들에게 스마트농업 체계 도입을 유도함
  - \* 유럽은 친환경 농업 프로세스로 농산물 경쟁력 향상을 위해 호라이즌 유럽 프로그램의 한 축으로 스마트농업을 지정하고 기술 이니셔티브를 구축함
  - \* 중국은 농촌지역의 경제적 성장을 위해 인공지능과 빅데이터, 사물인터넷 기술 등을 토대로 생육과정의 최적 조건을 도출하고 이를 모니터링하는 시스템을 도입함
  - \* 일본은 데이터를 활용한 생산성 향상은 물론 소비자 수요 데이터를 토대로 지속 가능한 농업체계 수립을 위해 농업인의 고령화 대응을 위한 농업 디지털전환(DX)안을 수립함
  - \* 한국은 스마트농업을 혁신성장동력으로 육성하고자 농업 분야에 디지털 혁신을 결합함. 스마트농업 관련 ICT 원천기술 확보를 위한 스타트업 지원, 스마트팜 혁신밸리와 같은 대규모 단지 조성 등 투자를 시행함
- 정부와 유관기업의 투자로 스마트농업 수행을 위한 하드웨어와 소프트웨어 기술은 발전하고 있으나, 이를 활용하기 위한 데이터는 부족한 실정임
  - \* 한국의 스마트농업 기술수준은 2017년 기준 선진국 대비 약 75%(격차 5년)였으나, 2021년 기준 격차는 상당수 좁혀짐. 하지만 일부 대규모 스마트팜 단지 이외 활용 실적은 상대적으로 부족함
  - \* 사용자들에게 실시간 데이터 수집을 위하나 제도적 유인책이 아직 부족함. 정부에서 스마트농업 활성화를 위한 보조금 정책을 수립하였으나 성과는 미흡함
  - \* 특히 영세농민을 중심으로 노하우(know-how)등을 공개할 수 없다는 이유로 데이터 수집 및 기술 도입에 비협조적인 경우가 다수 발생함

## 기업성장지원영역별 정부지원사업 연계 방안

### ○ 시장/제품조사

- \* 시장 제품조사를 지원하는 국가지원 사업과, 지역 지원사업을 통하여 글로벌 수출 대상에 대한 지속적인 조사 필요



지원사업명	지원주체(과)	세부 지원내용
해외시장조사-수출 기반 조성사업	대한무역투자진흥공사	▪ 사업파트너 연결, 맞춤형 시장조사, 해외수입업체 정보, 원부자재공급선 조사 지원
수출업체 공동참여 시장조사 지원사업	한국농수산물유통공사	▪ 농·축산물 및 가공식품 제조·수출업체를 대상으로 목표 수출국가의 수출활성화에 기여하기 위해 목표시장 및 희망품목의 해외정보 조사를 지원
중소벤처기업 시장조사 비용 지원사업	벤처기업협회	▪ 우수한 기술력과 제품을 보유한 중소·벤처기업의 성공적인 비즈니스 창출을 위해 정확한시장조사 방법을 교육하고 이에 필요한 시장조사 비용을 지원

○ 마케팅

- \* 사업화 역량강화 성과의 개선을 위해 마케팅 전략 수립, 대외적 홍보 지원 등을 지원
- \* 국제 박람회, 학회 등에 대한 참가와 이를 바탕으로 수상(award), 임팩트가 높은 논문 등을 확보하고, 이를 활용한 신문기사 지속 출시, 바이오 업계 이목 집중 등을 위한 연간 박람회 및 전시회, 홍보 전략 수립 필요

지원사업명	지원주체(과)	세부 지원내용
수출전략형 제품 인큐베이팅	농림축산식품부 수출진흥과 한국농수산물유통공사 신시장개척부	▪ 현지 시장에 부합하는 제품개발 제품개선 포장 디자인 개발 등 해외 ▪ 마케팅 바이어 초청상담회 수출 품목 품평회 등 지원
일본 농업박람회(AGRI WEEK TOKYO) 한국관	농림축산식품부 한국농업기술진흥원	▪ 2023 일본 농업박람회(AGRI WEEK TOKYO 2023) 한국관 참가 지원
뉴미디어 마케팅	농림축산식품부수출진흥과 한국농수산물유통공사 마케팅지원부	▪ SNS 채널 모바일 어플 등 뉴미디어를 활용한 한국 농식품 홍보콘텐츠 제작비 광고 송출비 마케팅 비용 등 지원
2023년 대한민국발명특허대 전(KINPEX) 출품	특허청 발명진흥회	▪ 국내 우수기술 및 특허제품을 발굴 선정·전시하여 홍보하고 사업화 촉진을 도모하고자 '2023년 대한민국발명특허대전(KINPEX)'을 개최하여 시상 및 수상자 특전을 지원 ▪ 대통령상/국무총리상 등 시상
[경남] 마케팅 경쟁 력 강화 지원프로그 램	경남테크노파크	▪ 브랜드 디자인 : 기업 CI, BI, 디자인 및 컨설팅 ▪ 캐릭터 제품 디자인 및 패키징 디자인 ▪ 바이럴 영상 제작 및 홍보 ▪ SNS 마케팅 프로모션 기획 및 운영 ▪ 매년 8월 ~12월 운영(6~7월 공고, 신청서 접수 8월)

지원사업명	지원주체(과)	세부 지원내용
온라인 해외마케팅 지원사업	한국무역협회 경남지역본부	<ul style="list-style-type: none"> <li>온라인 수출 컨설팅</li> <li>글로벌 E- market price를 통한 제품 등록 및 온라인 홍보관 운영</li> <li>업체 맞춤형 프리미엄 해외 기업정보</li> <li>거래제의서 발송 지원 및 인과이어리 관리 및 응대지원</li> <li>해외 전시회 참사 사전 마케팅 DB 활용지원</li> <li>기타 온라인 해외마케팅 활용 교육 제공</li> </ul>

○ 인증/인허가

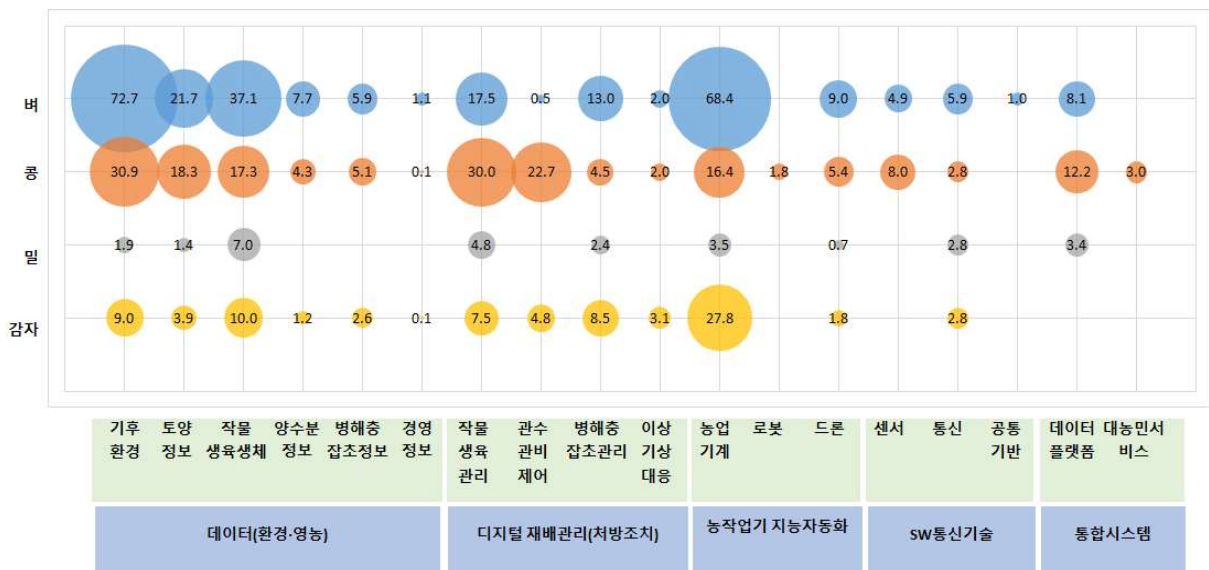
- \* 규제 대응 안전성 및 신뢰성에 대한 인식개선, 국제조화, 글로벌 규제 대응 등 국내 사업 추진 이후, 글로벌 사업체 지사화를 추진할 필요가 있음.
- > 지사화 전략 수립, 현지 임상 및 연구 협력체계 구축 필요

지원사업명	지원주체(과)	세부 지원내용
농식품우수기업 육성	농림축산식품부 수출진흥과 한국농수산물유통공사 농임산수출부	<ul style="list-style-type: none"> <li>현지화지원</li> <li>비관세장벽 애로해소 자문 라벨링 지원 및 상표권 출원</li> <li>컨설팅 현지 검사비 신규 등록비 등</li> <li>해외진출 컨설팅 현장코칭 특혜관세, FTA , 활용 컨설팅 지원 수출업체 역량진단</li> </ul>
농림식품신기술 (NET) 인증제	농림식품기술기획평가원	<ul style="list-style-type: none"> <li>농림식품신기술인증제(NET)와 KRC 신기술등록제 공동인증</li> </ul>
UAE(바이오·친환경 제품)·사우디(산업·소비재 제품) 인증 및 제품개선 지원사업	중소벤처기업 진흥공단	<ul style="list-style-type: none"> <li>국내 중소벤처기업의 UAE 바이오/친환경 제품 수출을 위한 인증등록(MOH, ESMA, DM 등)지원</li> <li>사우디 시장진출을 위한 SASO 인증지원</li> <li>신청 5월</li> </ul>
멕시코 바이오헬스 인증획득 및 현지화 지원사업	중소벤처기업 진흥공단	<ul style="list-style-type: none"> <li>멕시코 바이오헬스 인증획득 및 현지화 지원</li> <li>멕시코시티 글로벌 비즈니스센터(GBC) 연계 지원</li> <li>신청 4월</li> </ul>

○ 기술로드맵 구체화를 통한 선행연구 기획

- 스마트 농업의 관련 사업의 투자 및 성과현황 분석을 위 최근 5년간(' 17~' 21년) 정부 R&D 투자 동향 분석을 실시
- 최근 5년간(' 17~' 21년) 정부 R&D로 지원된 과제 중 스마트 농업 분야로 범위를 제한하고 각각의 기술분류에 따라 구분하여 최종 2,086개의 과제를 도출
  - \* (1차 분류) 최근 5년간(' 17~' 21년) 국가연구개발사업으로 지원된 전체 과제 중 본 사업과 연관된 키워드\*를 활용하여 총 16,011개의 과제를 도출
  - \* 데이터, 기후, 환경, 토양, 생육, 양수분, 관수, 관비, 병해충, 잡초, 이상기상, 농업기계, 로봇, 드론, 센서, 통신, 플랫폼

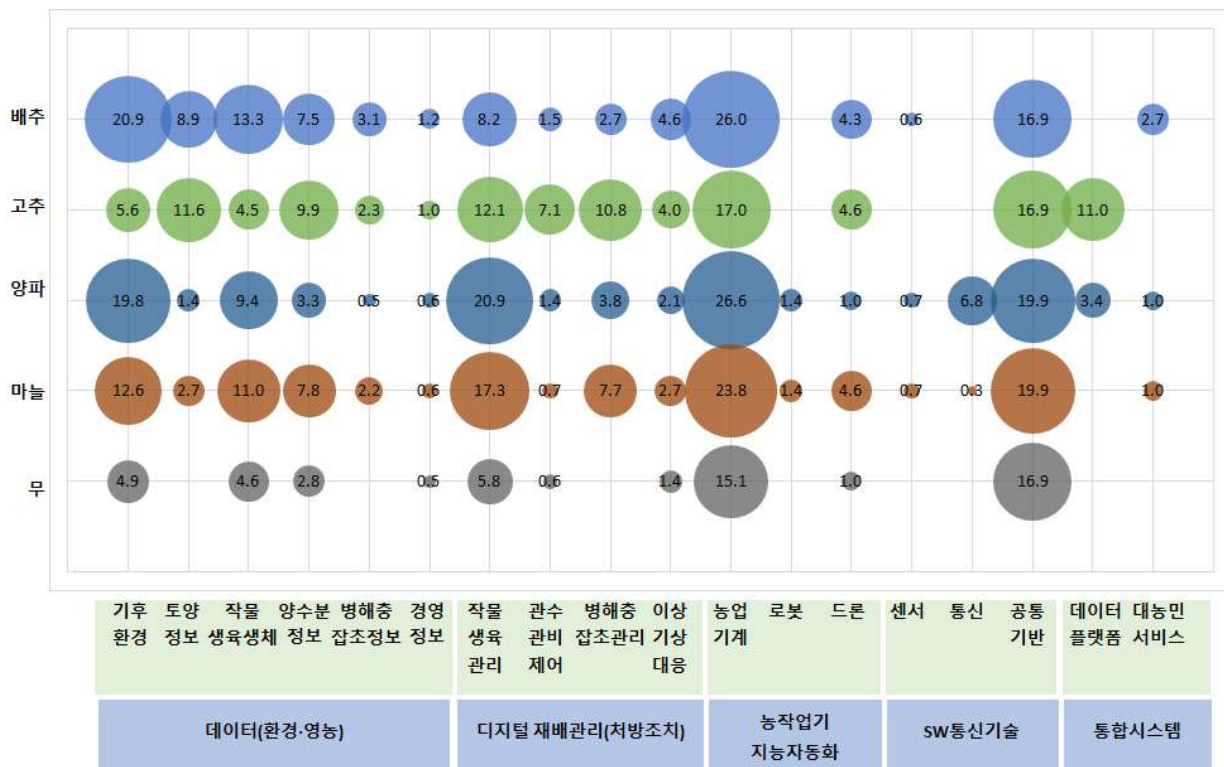
- \* (2차 분류) 시설, 품종개량, 유전자 조작 등 본 사업인 스마트 농업 분야와 관련되지 않은 사업을 제외한 최종 2,086개 과제 도출
- 최근 5년간(2017년~2021년) 스마트 농업 관련 농업 연구과제 2,086개에 대해 대상작목을 농작업 지능·자동화, 데이터(환경·영농), 디지털 재배관리(처방조치) 등 필요기술 분야별로 구분하여 투자공백 분야 파악
  - \* 농작업기 지능·자동화(농업기계, 로봇, 드론), SW·통신기술(센서, 통신, 공통기반), 통합시스템(데이터 플랫폼, 대농민 서비스), 데이터(기후·환경 정보수집, 토양정보 수집, 작물 생육·생체정보, 양수분 정보, 병해충·잡초 정보, 경영정보), 디지털 재배관리(작물 생육관리, 관수·관비 제어, 병해충·잡초 관리, 이상기상 대응)
  - \* 필요기술별 투자는 기후·환경 정보수집(21.6%), 농업기계(11.5%)에 투자가 집중되어 있으며, 통신과 대농민 서비스(0.8%), 경영정보(0.9%), 공통기반(1.2%)에 대한 투자 규모는 부족
- 대상작목 중 식량작물에 해당하는 벼, 콩, 밀, 감자를 대상으로 필요기술 분야별 투자 현황을 분석한 결과, 농업기계(19.7%), 기후·환경(19.5%), 작물 생육·생체정보(12.2%) 순으로 투자가 집중
  - \* (벼) 기후환경 72.7억원(26.3%), 농업기계 68.4억원(24.7%), 작물 생육·생체정보 17.5억원(6.3%) 순으로 투자가 집중되고 있으며, 대농민 서비스, 관수관비, 로봇 분야에서는 투자가 적은 것으로 확인
  - \* (콩) 기후환경 30.9억원(16.7%), 작물생육관리 17.3억원(9.4%), 관수관비 제어 22.7억원(12.3%) 순으로 투자가 집중되고 있으며, 경영정보, 공통기반, 로봇 분야에서는 투자가 적은 것으로 확인
  - \* (밀) 작물 생육·생체정보 7.0억원(25.0%), 작물생육관리 4.8억원(17.2%), 농업기계 3.5억원(12.6%) 순으로 투자가 집중되고 있으며, 양수분 정보, 경영정보, 병해충·잡초 정보 분야에서는 투자가 적은 것으로 확인
  - \* (감자) 농업기계 27.8억원(33.4%), 작물 생육·생체정보 10.0억원(12.1%), 기후·환경 정보수집 9.0억원(10.9%) 순으로 투자가 집중되고 있으며, 공통기반, 데이터플랫폼, 대농민 서비스 분야에서는 투자가 적은 것으로 확인



7) 출처 : NTIS 키워드 검색(2022.12)

[그림 133] 식량작물 필요기술 분야별 투자현황

- 대상작목 중 채소작물에 해당하는 배추, 고추, 양파, 마늘, 무를 대상으로 필요기술 분야별 투자현황을 분석한 결과, 농업기계(20.2%), 공통기반(16.9%), 작물 생육관리(12.0%) 순으로 투자가 집중
  - \* (배추) 농업기계 26.0억원(21.2%), 기후·환경 정보수집 20.9억원(17.1%), 공통기반 16.9억원(13.8%) 순으로 투자가 집중되고 있으며, 통신, 데이터플랫폼, 로봇 분야에서는 투자가 적은 것으로 확인
  - \* (고추) 농업기계 17.0억원(14.4%), 공통기반 16.9억원(14.3%), 작물 생육관리 12.1억원(10.2%) 순으로 투자가 집중되고 있으며, 로봇, 센서, 통신 분야에서는 투자가 적은 것으로 확인
  - \* (양파) 농업기계 26.6억원(21.4%), 작물 생육관리 20.9억원(16.9%), 공통기반 19.9억원(16.0%) 순으로 투자가 집중되고 있으며, 병해충·잡초 정보, 경영정보, 센서 분야에서는 투자가 적은 것으로 확인
  - \* (마늘) 농업기계 23.8억원(20.4%), 공통기반 19.9억원(17.0%), 작물 생육관리 17.3억원(14.8%) 순으로 투자가 집중되고 있으며, 데이터플랫폼, 통신, 경영정보 분야에서는 투자가 적은 것으로 확인
  - \* (무) 공통기반 16.9억원(31.5%), 농업기계 15.1억원(28.1%), 작물 생육관리 5.8억원(10.8%) 순으로 투자가 집중되고 있으며, 토양 정보수집, 병해충·잡초 정보, 로봇 분야에서는 투자가 적은 것으로 확인



8) 출처 : NTIS 키워드 검색(2022.12)

[그림 134] 채소작물 필요기술 분야별 투자현황

### □ 과수작물

- 대상작목 중 과수작물에 해당하는 사과, 배, 감귤, 포도를 대상으로 필요기술 분야별 투자현황을 분석한 결과, 기후·환경 정보수집(23.7%), 작물 생육관리(14.7%), 로봇(8.9%) 순으로 투자가 집중
  - \* (사과) 공통기반 16.9억원(16.6%), 로봇 13.4억원(13.1%), 기후·환경 정보수집 12.7억원(12.5%) 순으로 투자가 집중되고 있으며, 센서, 통신, 경영정보 분야에서는 투자

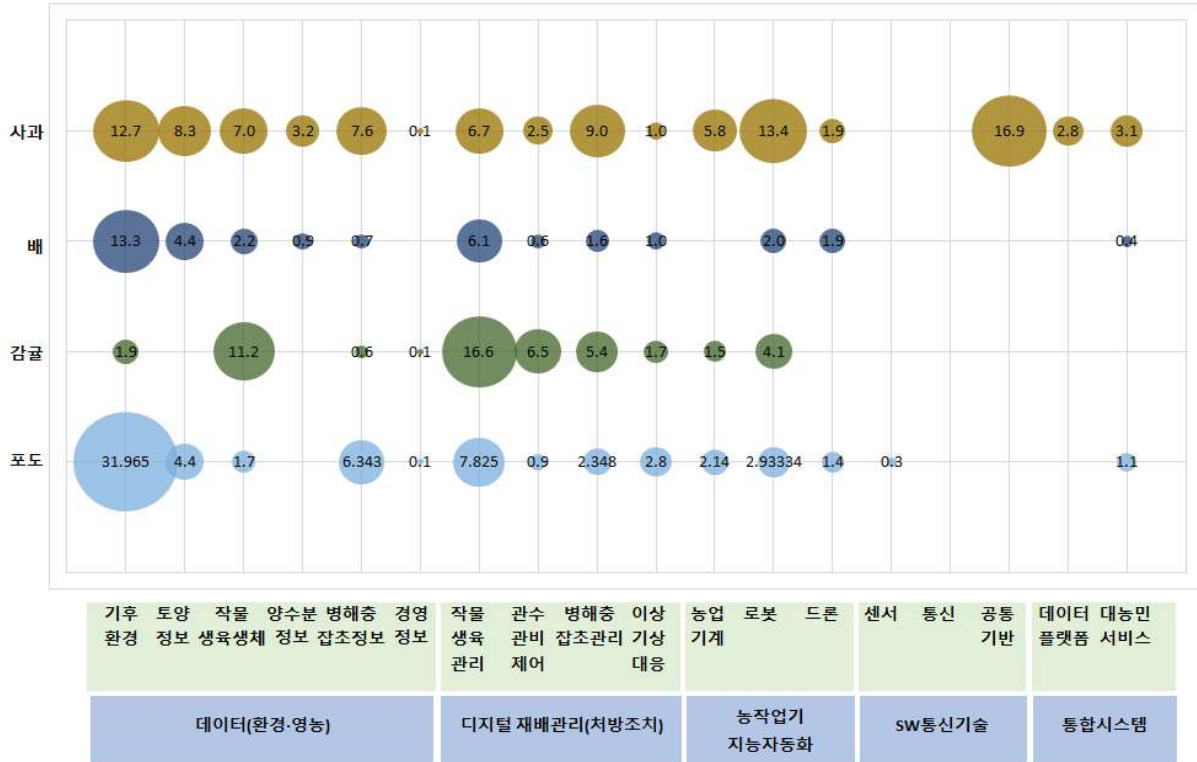


가 적은 것으로 확인

\* (배) 기후·환경 정보수집 13.3억원(37.9%), 작물 생육관리 6.1억원(17.3%), 토양 정보수집 4.4억원(12.6%) 순으로 투자가 집중되고 있으며, 센서, 통신, 공통기반 분야에서는 투자가 적은 것으로 확인

\* (감귤) 작물 생육관리 16.6억원(37.9%), 작물 생육관리 6.1억원(17.3%), 토양 정보수집 4.4억원(12.6%) 순으로 투자가 집중되고 있으며, 센서, 통신, 공통기반 분야에서는 투자가 적은 것으로 확인

\* (포도) 기후·환경 정보수집 32.0억원(48.2%), 작물 생육관리 7.8억원(11.8%), 병해충·잡초 정보 6.3억원(9.6%) 순으로 투자가 집중되고 있으며, 통신, 공통기반, 데이터플랫폼 분야에서는 투자가 적은 것으로 확인



9) 출처 : NTIS 키워드 검색(2022.12)

[그림 135] 과수작물 필요기술 분야별 투자현황

○ 특허 분석을 통한 침해요소 발굴, 대응 전략을 수행

- 긴트의 보유 특허

특허/실용신안/디자인/상표권 등록 현황	출원일	등록일	등록(출원)번호	특허권자
트랙터 시스템 및 이의 작업 모드 전환 방법	2020.09.21	2022.03.30	1020200121856	긴트
트랙터 운용 시스템 및 이의 운용 방법	2020.08.07	2022.02.16	1020200099462	긴트
자율주행 콤바인의 영상시각 평가장치	2015.09.10	2016.02.05	1015947370000	긴트
유압밸브의 전류 제어 맵핑을 위한 유압 시험 장치 및 그 제어방법	2017.12.29	2018.09.19	1019021870000	긴트
농작물 높이에 따른 이미지 기반 트랙터 제어 장치 및 제어 방법	2017.12.27	2018.10.29	1019145110000	긴트
자율주행 트랙터의 경심 제어장치	2019.09.16	2019.11.14	1020468190000	긴트
노지 농작물 모니터링 시스템	2019.02.19	2019.12.19	1020593570000	긴트
농기계에 대하여 원격으로 시동을 온/오프 제어하기 위한 방법 및 장치	2020.11.16	2021.11.18	1023301510000	긴트
농사용 차량과 작업기가 자동으로 결합하는 방법 및 농사용 차량	2021.06.01	2022.01.18	1023540790000	긴트
농사용 차량에 대한 사용 권한을 공유하는 시스템 및 그 방법	2020.11.10	2022.01.18	1023540780000	긴트
체결 보조 시스템 및 이를 포함하는 트랙터	2020.06.10	2022.03.11	1023752790000	긴트

통신 시스템에서 사용자 단말의 애플리케이션을 통해 원격으로 농기계에 대한 자율 주행을 제어하기 위한 장치 및 방법	2021.10.15	2022.04.04	1023842160000	긴트
마스터 차량과 하나 이상의 슬레이브 차량을 이용한 베일 수거 방법 및 마스터 차량	2021.07.06	2022.05.09	1023972930000	긴트
농지의 특성에 적합한 농작물을 추천하기 위한 방법 및 장치	2021.06.01	2022.05.27	1024047100000	긴트
농기계에 대한 사고의 발생 여부 및 사고의 심각도를 결정하기 위한 장치 및 방법	2020.11.17	2022.06.02	1024065430000	긴트
농기계의 고장코드를 필터링하기 위한 방법 및 장치	2020.11.17	2022.06.02	1024065440000	긴트
농기계의 스티어링 휠을 자동으로 회전시키기 위한 시스템	2022.02.11	2022.06.02	1024065470000	긴트
농기계의 스티어링 휠을 자동으로 회전시키기 위한 시스템	2022.02.11	2022.06.02	1024065490000	긴트
농기계의 스티어링 휠을 자동으로 회전시키기 위한 시스템	2021.10.15	2022.06.02	1024065450000	긴트
농기계의 스티어링 휠을 자동으로 회전시키기 위한 시스템	2022.02.11	2022.06.02	1024065480000	긴트
농기계의 스티어링 휠을 자동으로 회전시키기 위한 시스템	2022.02.11	2022.06.02	1024065460000	긴트
차량 군집의 군집 주행 방법 및 군집 주행 가능한 농사용 차량	2021.07.15	2022.06.03	1024084950000	긴트
농사용 차량의 고장 시 정보를 획득하는 시스템 및 그 방법	2020.11.10	2022.06.28	1024159150000	긴트
농사용 차량의 주행을 모니터링하는 시스템 및 그 방법	2020.11.04	2022.06.28	1024159160000	긴트
자율 주행을 지원하는 농기계의 셔틀 레버의 위치에 따라서 구동부를 제어하기 위한 장치	2022.03.29	2022.08.08	1024316270000	긴트
농사용 차량 또는 그 부품의 수명 알림 시스템 및 그 방법	2020.11.10	2022.08.23	1024371260000	긴트
자율 주행을 지원하는 농기계의 셔틀 레버의 위치에 따라서 구동부를 제어하기 위한 장치	2022.08.02	2022.08.24	1024376130000	긴트
자율 주행을 지원하는 농기계의 셔틀 레버의 위치에 따라서 구동부를 제어하기 위한 장치	2022.08.02	2022.08.24	1024376120000	긴트
자율 주행을 지원하는 농기계의 셔틀 레버의 위치에 따라서 구동부를 제어하기 위한 장치	2022.08.02	2022.08.24	1024376100000	긴트
자율 주행을 지원하는 농기계의 셔틀 레버의 위치에 따라서 구동부를 제어하기 위한 장치	2022.08.02	2022.08.24	1024376110000	긴트
전자 밸브의 제어를 위한 변속 제어기 및 이를 포함하는 트랙터	2020.06.10	2022.09.01	1024407170000	긴트
자율주행 트랙터 시스템 및 이의 경로 생성 방법	2020.09.21	2022.09.13	1024442260000	긴트
트랙터 고장을 감지하는 관리자 장치, 방법 및 이를 포함하는 비일시적 컴퓨터 판독가능 기록 매체	2020.09.21	2022.09.13	1024442460000	긴트
자율주행 농사용 차량의 작업 보조 방법 및 시스템	2022.07.08	2022.09.28	1024499930000	긴트
드론을 이용하여 자율주행식 농사용 차량의 작업을 보조하는 방법 및 시스템	2022.07.08	2022.10.07	1024541530000	긴트
자율 주행을 수행하고 PTO가 작동되는 농기계에 대하여 잠재적 사고를 예측하고 잠재적 사고를 회피하기 위한 동작을 제어하기 위한 방법 및 장치	2022.04.20	2022.10.20	1024588550000	긴트
통신 시스템에서 자율 주행을 수행하고 PTO가 작동되는 농기계에 대하여 잠재적 사고를 예측하고 잠재적 사고를 회피하기 위한 동작을 제어하기 위한 방법 및 장치	2022.04.20	2022.10.20	1024588560000	긴트
전기 배터리에 기반하여 구동하는 농기계의 PTO에 연결된 작업 장치에 따른 배터리의 잔여 사용 가능 시간 정보를 제공하기 위한 방법 및 장치	2022.04.26	2022.11.01	1024638720000	긴트
통신 시스템에서 자율 주행을 수행하고 PTO가 작동되는 농기계에 대하여 잠재적 사고를 예측하고 잠재적 사고를 회피하기 위한 동작을 제어하기 위한 방법 및 장치	2022.09.06	2022.11.25	1024726640000	긴트
통신 시스템에서 자율 주행을 수행하고 PTO가 작동되는 농기계에 대하여 잠재적 사고를 예측하고 잠재적 사고를 회피하기 위한 동작을 제어하기 위한 방법 및 장치	2022.09.06	2022.11.25	1024726650000	긴트
통신 시스템에서 자율 주행을 수행하고 PTO가 작동되는 농기계에 대하여 잠재적 사고를 예측하고 잠재적 사고를 회피하기 위한 동작을 제어하기 위한 방법 및 장치	2022.09.06	2022.11.25	1024726660000	긴트
통신 시스템에서 자율 주행을 수행하고 PTO가 작동되는 농기계에 대하여 잠재적 사고를 예측하고 잠재적 사고를 회피하기 위한 동작을 제어하기 위한 방법 및 장치	2022.09.06	2022.11.25	1024726670000	긴트
통신 시스템에서 농기계에 대한 제스처 제어의 권한을 부여 또는 이양하기 위한 방법 및 장치	2022.04.25	2022.12.27	1024834650000	긴트
모터일체형제어기가 기준 변속단의 위치를 학습하도록 포지션레버 디텐트의 P단의 위치를 결정하는 장치 및 방법	2022.05.18	2022.12.29	1024841020000	긴트
농사용 차량의 직진구동을 위한 기준값 조정 방법 및 그 장치	2022.06.23		1022220076778	긴트
농사용 차량의 자율 주행 제어 방법 및 자율 주행 가능한 농사용 차량	2022.07.13		1020220086487	긴트
자율주행식 농사용 차량에 연결된 작업기를 원격 모니터링하는 시스템	2022.08.31		1020220109924	긴트
농사용 차량의 온실가스 발생 알림 장치 및 방법	2022.10.06		1020220127564	긴트
경사면에서의 농사용 차량의 전복 방지 방법 및 그 장치	2022.10.14		1020220132129	긴트
전복된 농사용 차량의 안전상태 진입 방법 및 그 장치	2022.10.14		1020220132130	긴트
자율 주행 농기계에 연결된 제어기에 대해 예측된 잠재적 사고를 회피하는 제어	2022.10.14		1020220132429	긴트

스티어링 유격에 대한 보상 각도를 사전 설정하는 방법 및 상기 보상 각도를 이용하는 자율 주행 농기계	2022.10.25		1020220138521	긴트
미리 설정된 자율주행 경로에 응답하여 주행 제어를 수행하도록 구성된 자율주행 농기계 시스템	2022.11.03		1020220145596	긴트
작업기 연결형 트랙터의 자율작업기능 제어 방법 및 그 장치	2022.11.07		1020220146924	긴트
자율주행식 농사용 차량의 작업 경로 생성 장치 및 방법	2022.11.08		1020220148050	긴트
모터일체형제어기가 기준 변속단의 위치를 학습하도록 포지션레버 디텐트의 p단의 위치를 결정하는 장치 및 방법	2022.12.27		1020220185379	긴트

## ○ 농업용 로봇의 국내외 시장 도입을 위한 기술로드맵 수립

- 자율작업 농기계
  - \* 서로 다른 제작사의 GPS와 steering system 장착이 가능하고, 농작업 중 작업 환경 센싱이 가능한 트랙터
  - \* 비정형 포장지면 조건에서 경로유지 및 선회 작업이 가능하고 실시간 수확작물의 수확량 모니터링 기능이 장착된 콤바인
- Connected 기반 농작업 관리 기술
  - \* 농업기계 정보 및 농작업 상태 정보를 제공, 교환할 수 있는 connected platform으로 클라우드 컴퓨팅 및 소프트웨어 기술 포함
- 스마트 파종·이식기
  - \* 작물 파종·이식 위치별 파종량을 모니터링하고 맵핑하는 파종·이식기와 복합 작업기
  - \* 토양정보 및 ISO-BUS 기반의 정밀 제어가 가능한 파종·이식 농작업기를 개발하여, 파종·이식 작업의 효율을 극대화하기 위하여 단순 기계식 파종·이식 작업을 데이터 기반 지능형 파종·이식 작업으로 대체함
  - \* 파종 작업의 경우 파종 위치 데이터를 자율작업이 가능한 후속 방제 및 수확작업용 작업기와 데이터를 공유하여 후속 작업에 활용
  - \* 이식 작업의 경우 자율작업 트랙터의 선행 작업 데이터를 활용
- 스마트 수확기
  - \* 땅속 작물 수확 시 손실을 최소화하고 수확량을 모니터링 및 맵핑할 수 있는 수확기
  - \* 노동력 절감 및 수확작업의 효율화를 위하여 작물 수확량 향상 및 손실을 최소화 가능한 ISO-BUS 통신 기반의 스마트 수확기 개발
  - \* 선행 자율작업 데이터를 수확 작업에 활용
- Agri-Bot 주행 및 제어 플랫폼
  - \* 논·밭의 작업환경을 인식하여, 다양한 농작업이 가능한 Agribot
  - \* 4륜 all-wheel drive type의 전기 구동 시스템
  - \* 구동 시스템의 제어 및 작업 모듈의 인터페이스 시스템, 자율주행 시스템 등
  - \* 군집 작업이 가능한 wheel type 소형 agribot의 통합 제어 시스템
  - \* 휠 타입의 다중 분산 작업제어 시스템 및 통합 제어 시스템, 이의 성능 평가 기준 등
  - \* 기존 재배시설의 설치·해체 문제를 해결하는 겐트리 타입의 노지 자율 농작업 Agribot
  - \* Gantry type Agribot 구동 시스템 및 제어 시스템
  - \* Gantry type Agribot 전체 시스템 및 내구·신뢰성 시험 기준
- Agri-Bot 농작업 모듈
  - \* 과실 수확 로봇을 위한 로봇팔 & 로봇손
  - \* 과실 수확에 적합한 소프트 소재 그리퍼

- \* 로봇 팔 및 로봇 손의 작업 메커니즘 및 이의 연동기술
- \* 작물 생육 모니터링 및 상태 진단을 위한 스카우팅 로봇
- \* 비정형 노면에서도 Agribot의 농작업을 지원하는 데이터 스카우팅 로봇 장치
- 농작물 정밀생육관리용 드론 기반 변량 방제 시스템
  - \* 병해충·잡초 등에 대한 데이터, 분석·진단, 서비스 기술과 연계하여 변량 방제를 실시할 수 있도록 하는 정밀 시비 처방전 지도 제작 및 변량방제 모듈
  - \* 변량방제의 작업 결과를 모니터링 및 검증할 수 있는 프로세스 등

<표 5-47> 농작업 자율화를 위한 스마트 농기계 기술개발 로드맵

과제명	1단계('24~'27)				2단계('28~'30)		
	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30
Connected 기반 농기계 모니터링 및 농작업 관리 기술 개발							
드론, 센서, 지상 농기계 종합 활용을 통한 재배 관리 자동화 체계 구축							
자율 작업 트랙터 부착형 두독성형, 비닐피복, 정밀파종 복합작업기 개발							
자율작업 트랙터 부착형 스마트 수확기 개발							
트랙터 자율작업 연동 자주식 스마트 이식기 개발							
과수원 무인 관리 전용 자율작업 농기계 개발							
농업정보수집 모듈형 Scout 로봇							
노지 자율 농작업 agribot 시스템 개발							
과수 생육 인식 기반 수확, 적과, 변량 방제를 위한 로봇 핸드 개발							



### 3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

#### 1) 연구수행 결과

##### (1) 정성적 연구개발성과

기관명	개발 목표	개발 내용 및 범위	수행결과 요약	달성도(%)
㈜진트	농작업 로봇의 농작업 환경 내 주행을 위한 플랫폼 요구사항 수립	<ul style="list-style-type: none"> <li>글로벌 선형 제품 분석을 통한 노지 환경별 폼팩터 조사 분석</li> <li>국내 노지 환경에 맞는 플랫폼 요구사항 조사 분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>글로벌 선형 제품분석을 완료하였고, 다양한 농작업별 로봇의 수준을 파악함. 뿐만 아니라 국내 농업 환경에 적용 가능한 폼팩터 분석 진행</li> </ul>	100%
	농작업 로봇의 환경별 독립적인 자율주행을 지원하기 위한 제어기 요구사항 수립	<ul style="list-style-type: none"> <li>범용 환경 지원을 위한 제어기 HW 요구사항 수립</li> <li>범용 환경 지원을 위한 제어기 SW 플랫폼 요구사항 수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>농업용 로봇의 역할과 개발 및 양산을 위한 플랫폼 요구사항을 선행 조사하였으며, 이를 구현하기 위한 제어 시스템의 HW 및 SW 플랫폼 요구사항을 제안함</li> </ul>	100%
	농작업 로봇의 관제를 위한 관제시스템 요구사항 수립	<ul style="list-style-type: none"> <li>농작업 로봇 사용자를 위한 관제 서비스 요구사항 수립</li> <li>농작업 로봇 관리자 및 판매자를 위한 관제 서비스 요구사항 수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>농업용 로봇의 사용자 및 관리자를 위한 시스템의 필요성을 확인하였으며, 이를 구현하기 위한 관제 및 모니터링 시스템의 구성 요구 조건을 제안함.</li> </ul>	100%
한국전자기술연구원	센서기반 동적 비정형 농작업 환경 3차원 지도 작성기술 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>농작업 실내외 환경분석 및 데이터셋 확보 방안 연구 및 논문조사</li> <li>농작업 환경에서 사용되는 주요 지도작성 알고리즘 연구 및 논문조사</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>노지 데이터셋 확보를 위한 센서 구성방안에 대한 연구 수행 및 실제 과수원(사과/감귤) 대상 환경에서 모바일 로봇을 이용하여 데이터 수집 진행</li> </ul>	100%
	농작업 환경을 고려한 로봇의 위치 추정 기술 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>농작업 환경에서의 로봇의 위치추정기술 관련 논문 조사</li> <li>농작업 환경을 고려한 로봇의 위치추정기술 개발을 위한 5개년 기술 로드맵 도출</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ORB 기반 접근 및 Superpoint 기반 접근 방법의 지도작성 기술에 대한 논문 연구를 진행하였으며, 이를 토대로 실 과수원에서 모바일 로봇을 이용하여 지도작성 및 위치추정에 대한 정확도 검증하는 연구 수행</li> </ul>	100%
	3차원 지도 기반 로봇의 경로 계획기술 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>3차원 지도를 활용한 농작업 환경에서의 로봇 경로생성 관련 논문조사</li> <li>작성된 지도를 기반으로 한 로봇의 경로생성 관련 논문조사</li> <li>모바일 로봇의 노지 적용을 위한 주요 구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>주행 제어기를 LMI기법으로 설계하여 로봇의 구동제어를 위한 사전 선행연구 수행</li> <li>그 외에도 A* 알고리즘을 이용한 경로생성 및 최적경로 주행 위한 사전 연구 수행함</li> </ul>	100%

기관명	개발 목표	개발 내용 및 범위	수행결과 요약	달성도(%)
		동제어(조향, 모션, 궤도추정) 연구		
	농작업 로봇에 도입 가능한 저가형 센서 기술 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>농작업 환경에 사용된 센서 조합 연구</li> <li>센서 조합에 따른 성능 분석 논문조사</li> <li>저가형 센서 도입을 위한 5개년 기술로드맵 수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2가지 케이스의 센서 조합 및 모바일 로봇을 이용하여 사과/감귤 과수원에서 데이터 수집 진행</li> </ul>	100%
충남대학교 산학협력단	농작업 환경에 로봇 도입을 위한 구동부 요구사항 수립	<ul style="list-style-type: none"> <li>국내외 농업용 로봇 연구사례 조사</li> <li>농업용 로봇 도입 시 농작업 환경(과수원, 밭 등)을 고려한 구동부 설계 요구사항 조사</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>국내외 농업용 로봇 연구사례 조사 완료</li> <li>구동부 요구사항 분석 및 기업 요구사항 분석, 6개년 기술로드맵 수립 완료(수행내용 참조)</li> </ul>	100%
	농작업 환경에 로봇 도입을 위한 작업부 요구사항 수립	<ul style="list-style-type: none"> <li>국내외 농업용 로봇에 적용을 희망하는 주요 작업부(방제기, 수확기, 제초기 등) 개발 및 제작사 조사</li> <li>조사된 작업부 요구사항을 바탕으로 한 5개년 사업 기획 방향 도출 및 주요 기술로드맵 도출(한국지식서비스연구원 공동진행)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>국내외 농업용 로봇 연구사례 조사 완료</li> <li>작업기 요구사항 분석 및 기업 요구사항 분석, 6개년 기술로드맵 수립 완료(수행내용 참조)</li> <li>농업용 로봇의 검인증 조사를 위하여 농기계 기준 검인증 절차 기반으로 조사 완료</li> </ul>	100%
(사)한국지식서비스연구원	농업용 로봇의 국내외 시장 도입을 위한 기술로드맵 수립	<ul style="list-style-type: none"> <li>농업용 로봇의 국내외 보급 사례 조사</li> <li>농업용 로봇의 현재 기술 수준 분석 및 5개년 기술 성장 로드맵 수립</li> <li>컨소시엄에서 개발 및 연구하고자 하는 단위/요소기술별 기술로드맵 수립</li> <li>로드맵 수립에 따른 연계 사업 발굴</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>각국의 로봇 연구에 대한 기술, 시장 사례 조사</li> <li>자율주행 로봇에 대한 기술 동향 조사</li> <li>시장규모 점유율 분석</li> <li>정부의 정책적 지원 요소 확인</li> <li>스마트팜 유형(노지, 온실 축산)별 기술 특성 조사</li> <li>긴트 맞춤형 로드맵 구축</li> </ul>	100%
	기술로드맵 구체화를 통한 선행연구 기획	<ul style="list-style-type: none"> <li>농업용 로봇의 국내외 보급 사례 조사</li> <li>개념연구 통해 도출되는 기술로드맵을 토대로 선행연구 추진계획 수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>유사과제 분석을 통한 과제의 투자 동향을 분석</li> <li>긴트의 내부역량 분석과 이를 바탕으로 구축된 연도별 지원사항 도출</li> <li>기업성장지원영역별 정부지원사업 연계 방안</li> </ul>	100%
	농업용 로봇의 국내외 시장 도입을 위한 기술로드맵 수립	<ul style="list-style-type: none"> <li>밭, 과수 등 적용이 가능한 작업부 조사</li> <li>국내외 농작업 작업부 개발 회사의 요구사항 및 로봇 적용에 따른 수요 조사</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>대상작물별 수요 확인 조사</li> <li>스마트팜 핵심기술의 파생기술 분석</li> <li>경제사 분석을 통한 기업의 강점 분석</li> </ul>	100%

(2) 정량적 연구개발성과(해당 시 작성하며, 연구개발과제의 특성에 따라 수정이 가능합니다)

< 정량적 연구개발성과표 >

(단위 : 건, 천원)

성과지표명		연도	1단계 (2023)	2단계 (2024)	3단계 (2025~2027)	계	가중치 (%)
전담기관 등록·기탁 지표 <sup>1)</sup>	SCI	목표(단계별)			3	3	
		실적(누적)					
	비SCI	목표(단계별)		1	6	7	
		실적(누적)					
	학술발표	목표(단계별)	1	2	11	14	
		실적(누적)	1				
	특허출원	목표(단계별)		2	6	8	
		실적(누적)					
	특허등록	목표(단계별)			3	3	
		실적(누적)					
	홍보전시	목표(단계별)			1	1	
		실적(누적)					
	표준화(국내)	목표(단계별)			2	3	
		실적(누적)					
표준화(국제)	목표(단계별)			1	1		
	실적(누적)						
연구개발과제 특성 반영 지표 <sup>2)</sup>	제품화	목표(단계별)			1	1	
		실적(누적)					
	매출액	목표(단계별)			200,000	200,000	
		실적(누적)					
	고용창출	목표(단계별)		1	4	5	
		실적(누적)					
	정책제언	목표(단계별)		1	1	2	
		실적(누적)					
	기술로드맵	목표(단계별)	1			1	
		실적(누적)	1				
	제품제작 및 인증	목표(단계별)			1	1	
		실적(누적)					
	신기술지정(NET)	목표(단계별)			1	1	
		실적(누적)					
계							

\* 1) 전담기관 등록·기탁 지표: 논문[SCI Expanded(SCIE), 비SCIE, 평균Impact Factor(IF)], 특허, 보고서원문, 연구시설·장비, 기술요약정보, 저작권(소프트웨어, 서적 등), 생명자원(생명정보, 생물자원), 표준화(국내, 국제), 화합물, 신물질 등을 말하며, 논문, 학술발표, 특허의 경우 목표 대비 실적은 기재하지 않아도 됩니다.

\* 2) 연구개발과제 특성 반영 지표: 기술실시(이전), 기술료, 사업화(투자실적, 제품화, 매출액, 수출액, 고용창출, 고용효과, 투자유치), 비용 절감, 기술(제품)인증, 시제품 제작 및 인증, 신기술지정, 무역수지개선, 경제적 파급효과, 산업지원(기술지도), 교육지도, 인력양성(전문 연구인력, 산업연구인력, 졸업자수, 취업, 연수프로그램 등), 법령 반영, 정책활용, 설계 기준 반영, 타 연구개발사업에의 활용, 기술무역, 홍보(전시), 국제화 협력, 포상 및 수상, 기타 연구개발 활용 중 선택하여 기재합니다

(연구개발과제 특성별로 고유한 성과지표를 추가할 수 있습니다).

(3) 세부 정량적 연구개발성과(해당되는 항목만 선택하여 작성하되, 증빙자료를 별도 첨부해야 합니다)

[과학적 성과]

논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율

국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	제 4회 인공지능 학술대회	노동희	2023.09.21.	제주도 신라스테이 제주	대한민국

기술 요약 정보

연도	기술명	요약 내용	기술 완성도	등록 번호	활용 여부	미활용사유	연구개발기관 외 활용여부	허용방식

보고서 원문

연도	보고서 구분	발간일	등록 번호

생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물

번호	생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물 명	등록/기탁 번호	등록/기탁 기관	발생 연도

[기술적 성과]

지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신품종, 프로그램)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록			기여율	활용 여부
			출원인	출원일	출원 번호	등록 번호	등록인	등록일	등록 번호		

○ 지식재산권 활용 유형

※ 활용의 경우 현재 활용 유형에 √ 표시, 미활용의 경우 향후 활용 예정 유형에 √ 표시합니다(최대 3개 중복선택 가능).

번호	제품화	방어	전용실시	통상실시	무상실시	매매/양도	상호실시	담보대출	투자	기타

저작권(소프트웨어, 서적 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호	저작권자명	기여율

신기술 지정

번호	명칭	출원일	고시일	보호 기간	지정 번호

기술 및 제품 인증

번호	인증 분야	인증 기관	인증 내용		인증 획득일	국가명
			인증명	인증 번호		



표준화

○ 국내표준

번호	인증구분 <sup>1)</sup>	인증여부 <sup>2)</sup>	표준명	표준인증기구명	제안주체	표준종류 <sup>3)</sup>	제안/인증일자

- \* 1) 한국산업규격(KS) 표준, 단체규격 등에서 해당하는 사항을 기재합니다.
- \* 2) 제안 또는 인증 중 해당하는 사항을 기재합니다.
- \* 3) 신규 또는 개정 중 해당하는 사항을 기재합니다.

○ 국제표준

번호	표준화단계구분 <sup>1)</sup>	표준명	표준기구명 <sup>2)</sup>	표준분과명	의장단 활동여부	표준특허 추진여부	표준개발 방식 <sup>3)</sup>	제안자	표준화 번호	제안일자

- \* 1) 국제표준 단계 중 신규 작업항목 제안(NP), 국제표준초안(WD), 위원회안(CD), 국제표준안(DIS), 최종국제표준안(FDIS), 국제표준(IS) 중 해당하는 사항을 기재합니다.
- \* 2) 국제표준화기구(ISO), 국제전기기술위원회(IEC), 공동기술위원회1(JTC1) 중 해당하는 사항을 기재합니다.
- \* 3) 국제표준(IS), 기술시방서(TS), 기술보고서(TR), 공개활용규격(PAS), 기타 중 해당하는 사항을 기재합니다.

[경제적 성과]

시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작 업체명	설치 장소	이용 분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)

기술 실시(이전)

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황

- \* 내부 자금, 신용 대출, 담보 대출, 투자 유치, 기타 등

사업화 투자실적

번호	추가 연구개발 투자	설비 투자	기타 투자	합계	투자 자금 성격*

사업화 현황

번호	사업화 방식 <sup>1)</sup>	사업화 형태 <sup>2)</sup>	지역 <sup>3)</sup>	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내 (천원)	국외 (달러)		

- \* 1) 기술이전 또는 자기실시
- \* 2) 신제품 개발, 기존 제품 개선, 신공정 개발, 기존 공정 개선 등
- \* 3) 국내 또는 국외

매출 실적(누적)

사업화명	발생 연도	매출액		합계	산정 방법
		국내(천원)	국외(달러)		
합계					

사업화 계획 및 무역 수지 개선 효과

성과					
사업화 계획	사업화 소요기간(년)				
	소요예산(천원)				
	예상 매출규모(천원)	현재까지	3년 후	5년 후	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후	5년 후
		국내 국외			
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획					
무역 수지 개선 효과(천원)	수입대체(내수)	현재	3년 후	5년 후	
	수출				

고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			yyyy년	yyyy년	
합계					

고용 효과

고용 효과	구분	고용 효과(명)	
		개발 전	개발 후
	연구인력		
		생산인력	
	생산인력	연구인력	
		생산인력	

비용 절감(누적)

순번	사업화명	발생연도	산정 방법	비용 절감액(천원)
합계				

경제적 파급 효과

(단위: 천원/년)

구분	사업화명	수입 대체	수출 증대	매출 증대	생산성 향상	고용 창출 (인력 양성 수)	기타
해당 연도							
기대 목표							

산업 지원(기술지도)

순번	내용	기간	참석 대상	장소	인원

□ 기술 무역

(단위: 천원)

번호	계약 연월	계약 기술명	계약 업체명	계약업체 국가	기 징수액	총 계약액	해당 연도 징수액	향후 예정액	수출/수입

[사회적 성과]

□ 법령 반영

번호	구분 (법률/시행령)	활용 구분 (제정/개정)	명 칭	해당 조항	시행일	관리 부처	제정/개정 내용

□ 정책활용 내용

번호	구분 (제안/채택)	정책명	관련 기관 (담당 부서)	활용 연도	채택 내용

□ 설계 기준/설명서(시방서)/지침/안내서에 반영

번호	구분 (설계 기준/설명서/지침/안내서)	활용 구분 (신규/개선)	설계 기준/설명서/지침/안내서 명칭	반영일	반영 내용

□ 전문 연구 인력 양성

번호	분류	기준 연도	현황																		
			학위별				성별		지역별												
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타								

□ 산업 기술 인력 양성

번호	프로그램명	프로그램 내용	교육 기관	교육 개최 횟수	총 교육 시간	총 교육 인원

□ 다른 국가연구개발사업에의 활용

번호	중앙행정기관명	사업명	연구개발과제명	연구책임자	연구개발비

□ 국제화 협력성과

번호	구분 (유치/파견)	기간	국가	학위	전공	내용

□ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일

□ 포상 및 수상 실적

번호	종류	포상명	포상 내용	포상 대상	포상일	포상 기관







## 2) 목표 달성 수준

추진 목표	달성 내용	달성도(%)
<ul style="list-style-type: none"> <li>농작업 로봇의 농작업 환경 내 주행을 위한 플랫폼 요구 사항 수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>글로벌 선행 제품분석을 완료하였고, 다양한 농작업 로봇의 수준을 파악함. 뿐만아니라 국내 농업 환경에 적용 가능한 폼팩터 분석 진행</li> </ul>	100
<ul style="list-style-type: none"> <li>농작업 로봇의 환경별 독립적인 자율주행을 지원하기 위한 제어기 요구사항 수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>농업용 로봇의 역할과 개발 및 양산을 위한 플랫폼 요구사항을 선행 조사하였으며, 이를 구현하기 위한 제어 시스템의 HW 및 SW 플랫폼 요구사항을 제안함</li> </ul>	100
<ul style="list-style-type: none"> <li>농작업 로봇의 관제를 위한 관제시스템 요구사항 수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>농업용 로봇의 사용자 및 관리자를 위한 시스템의 필요성을 확인하였으며, 이를 구현하기 위한 관제 및 모니터링 시스템의 구성 요구 조건을 제안함.</li> </ul>	100
<ul style="list-style-type: none"> <li>센서기반 동적 비정형 농작업 환경 3차원 지도 작성기술 연구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>노지 데이터셋 확보를 위한 센서 구성방안에 대한 연구 수행 및 실제 과수원(사과/감귤)대상 환경에서 모바일 로봇을 이용하여 데이터 수집 진행</li> </ul>	100
<ul style="list-style-type: none"> <li>농작업 환경을 고려한 로봇의 위치추정기술 연구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ORB 기반 접근 및 Superpoint 기반 접근 방법의 지도작성 기술에 대한 논문 연구를 진행하였으며, 이를 토대로 실 과수원에서 모바일 로봇을 이용하여 지도작성 및 위치추정에 대한 정확도 검증하는 연구 수행</li> </ul>	100
<ul style="list-style-type: none"> <li>3차원 지도 기반 로봇의 경로 계획기술 연구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>주행 제어기를 LMI기법으로 설계하여 로봇의 구동제어를 위한 사전 선행연구 수행</li> <li>그 외에도 A* 알고리즘을 이용한 경로생성 및 최적경로 주행 위한 사전 연구 수행함</li> </ul>	100
<ul style="list-style-type: none"> <li>농작업 로봇에 도입 가능한 저가형 센서 기술 연구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2가지 케이스의 센서조합 및 모바일 로봇을 이용하여 사과/감귤 과수원에서 데이터 수집 진행</li> </ul>	100
<ul style="list-style-type: none"> <li>농작업 환경에 로봇 도입을 위한 구동부 요구사항 수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>국내외 농업용 로봇 조사 및 문서 정리 완료</li> <li>구동부 설계 요구사항 조사 및 인휠 드라이버 일체형 윤거 플랫폼 등 요구사항 발굴, 산업부 RFP 제안 등 기술수요 제안 완료</li> <li>농기계 검정 기준 준용하여 농업용 로봇의 검인증 수립방안 정리 완료</li> </ul>	100
<ul style="list-style-type: none"> <li>농작업 환경에 로봇 도입을 위한 작업부 요구사항 수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>국내외 농업용 로봇 조사 및 문서 정리 완료</li> <li>작업부 설계 요구사항 조사 및 다양한 농작업 환경에 적용 가능한 공용 작업기 플랫폼 등 요구사항 발굴, 산업부 RFP 제안 등 기술수요 제안 완료</li> </ul>	100
<ul style="list-style-type: none"> <li>농업용 로봇의 국내외 시장 도입을 위한 기술로드맵 수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>각국의 로봇 연구에 대한 기술, 시장 사례 조사</li> <li>자율주행 로봇에 대한 기술 동향 조사</li> <li>시장규모 점유율 분석</li> <li>정부의 정책적 지원 요소 확인</li> <li>스마트팜 유형(노지, 온실 축산)별 기술 특성 조사</li> <li>긴트 맞춤형 로드맵 구축</li> </ul>	100
<ul style="list-style-type: none"> <li>기술로드맵 구체화를 통한 선행연구 기획</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>유사과제 분석을 통한 과제의 투자 동향을 분석</li> <li>긴트의 내부역량 분석과 이를 바탕으로 구축된 연도별 지원사항 도출</li> <li>기업성장지원영역별 정부지원사업 연계 방안</li> </ul>	100
<ul style="list-style-type: none"> <li>농업용 로봇의 국내외 시장 도입을 위한 기술로드맵 수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>대상작물별 수요 확인 조사</li> <li>스마트팜 핵심기술의 파생기술 분석</li> <li>경쟁사 분석을 통한 기업의 강점 분석</li> </ul>	100

#### 4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성합니다)

##### 1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

목표 대비 성실히 수행 완료하였음

##### 2) 자체 보완활동

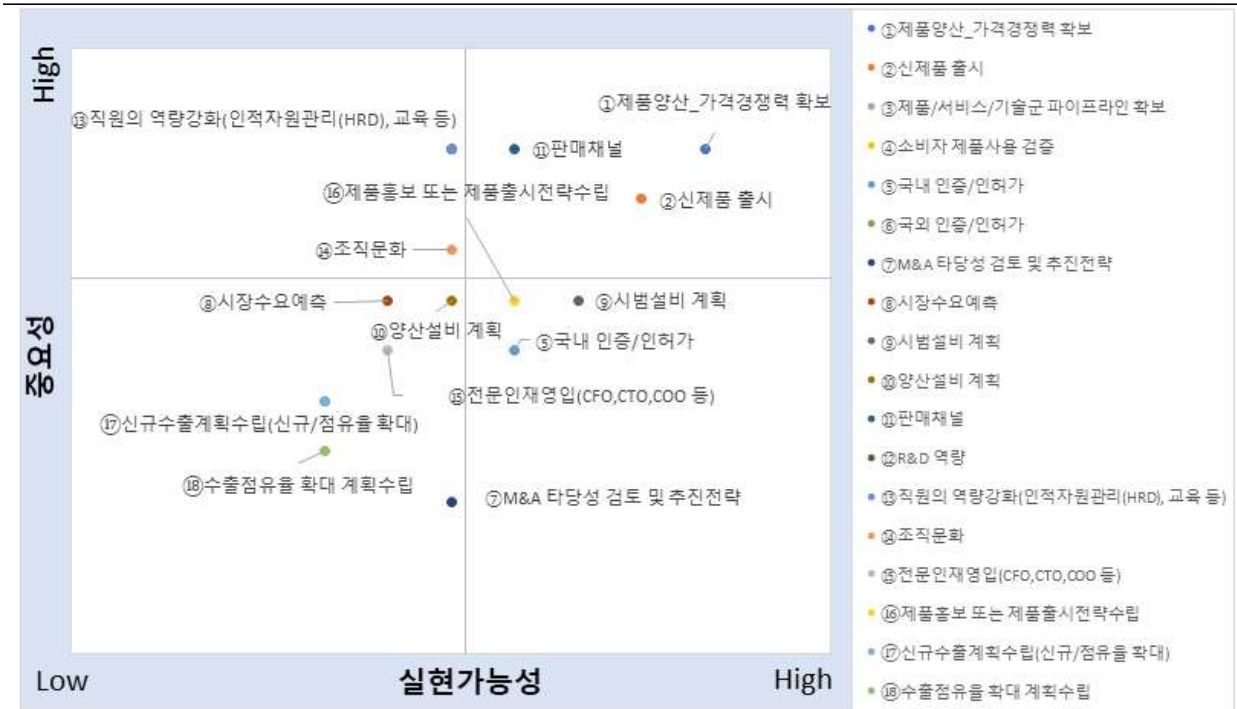
농업용 로봇에 관해 연구하는 산학연 연구자와 3회 이상 교류하여 기술로드맵 수립 자체 월례회의 및 상시 회의를 통하여 과업기간 내 목표 대비 실적 달성 체크

##### 3) 연구개발 과정의 성실성

###### ○ 맞춤형 성장지원 로드맵의 구축

- 객관적 데이터를 바탕으로 성장핵심요소를 도출하기 위해 기업성장에 필요한 기본 성장요소를 대상으로 중요성(Importance)과 실현가능성(Performance)을 평가하여 각 기본성장요소의 특징(중점개선영역, 유지강화영역, 점진개선영역, 지속유지영역)을 살펴봄

기업성장요소	중요성	실현가능성	시급성
①제품양산_가격경쟁력 확보	10	10	
②신제품 출시	9	9	
③제품/서비스/기술군 파이프라인 확보	10	6	
④소비자 제품사용 검증	10	6	
⑤국내 인증/인허가	6	7	
⑥국외 인증/인허가	5	4	
⑦M&A 타당성 검토 및 추진전략	3	6	
⑧시장수요예측	7	5	
⑨시범설비 계획	7	8	
⑩양산설비 계획	7	6	
⑪판매채널	10	7	
⑫R&D 역량	10	8	
⑬직원의 역량강화(인적자원관리(HRD), 교육 등)	10	6	
⑭조직문화	8	6	
⑮전문인재영입(CFO,CTO,COO 등)	6	5	
⑯제품홍보 또는 제품출시전략수립	7	7	
⑰신규수출계획수립(신규/점유율 확대)	5	4	
⑱수출점유율 확대 계획수립	4	4	



○ 위 그림과 같이 중요도와 실행가능성 간의 관계분석 결과로 주식회사 킨트의 성장요소의 특성을 파악

- 주식회사 킨트는 2015년 설립된 기업으로 기업성장요소 대부분이 점진개선영역에 위치함
- 단기적 시장진입에 유리하도록 지속유지영역의 성장요소를 지원하되, 자원투입과잉 상태를 분기/반기별 모니터링하여 성장전략을 적극적으로 변경/수정해야 할 필요가 있음
- 주식회사 킨트의 제품/서비스로서 스마트팜 로봇 관제 서비스, 자율주행 지원 서비스는 기술력강화(기술주도형) 전략이 현재까지 우세했다면, 단기적으로 성장성강화(시장주도형) 전략을 확보하기 위한 지원방안과 소요자원 산정이 필요할 것으로 판단됨

**중점개선영역**

제품지향적이며 매출증대에 큰 영향을 미치나 정책적으로 어려움이 존재하거나 경쟁사에 의한 진입장벽이 높거나 내부역량이 부족하여 전략적 성장지원이 반드시 필요한 영역 → 즉각적 성장지원 필요

**점진개선영역**

중단기적으로 볼 경우 제품생산이나 매출증대와 연관성이 밀접하지 않으며 정책/시장/기술적으로 진입장벽이 높거나 내부역량 또한 부족한 영역이나 장기적으로 시장진입전략이 필요한 영역이기도 함 → 자원투입 필요성이 다른 영역에 비하여 상대적으로 낮으나 장기적 관점의 성장지원전략 필요

**유지강화영역**

제품지향적이면서 매출증대에 큰 영향을 미치고 정책/시장/기술적으로 시장진입이 유리한 내부역량이 마련된 영역 → 현재수준의 지속적인 노력으로 유지강화가 필요



## 지속유지영역

정책/시장/기술적으로 시장진입이 유리하거나 내부역량은 마련되어 있으나, 중단기적으로 볼 경우 제품생산이나 매출증대와 연관성이 밀접하지 않은 영역  
→ 내부역량이 이미 준비하고 있거나 확보된 성장요소가 위치하는 영역으로 자원투입과임상태를 지속적으로 모니터링 해야 할 필요가 있음. 상기 영역에 해당하는 성장전략의 일부는 내부자원보다 외부자원을 활용하는 것이 적합

- 아래 표는 주식회사 긴트의 Fact-finding으로부터 도출된 기업성장요소에 관한 것으로 국내 주요 시장진입을 위한 인증 및 R&D 역량, 판매채널, 그리고 제품양산(가격경쟁력 확보) 등이 주요 항목으로 분석됨

Fact-finding	기업성장요소
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 해외 스마트팜 시장 규모는 2022년 148억 달러였으며, 2028년은 254억 달러 예상, 2023~2028년간 CAGR 9.4%</li> <li>▪ 스마트팜 시장의 서비스 부문은 CAGR 13.4%로 가장 높은 성장률 예상</li> <li>▪ 국내 스마트팜 시장 규모는 2023년 3억 400만 달러, 2028년 6억 1,200만 달러, 2023~2028년간 CAGR 15.6%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>② 신제품 출시</li> <li>⑩ 제품홍보 또는 제품출시전략수립</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 주식회사 긴트는 정읍에 자율주행 로봇 서비스 플랫폼을 건설중에 있음</li> <li>▪ 긴트 플랫폼을 이용하여 비대면원격컨설팅(연간 사용료를 농가와 조직에서 납부)</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 스마트팜 시장 경쟁상황: 2022년 전체 스마트팜 시장 점유율 중 26~36%를 점유하는 것으로 보아 선발기관의 경쟁강도(시장진입장벽)가 높은 것으로 판단</li> <li>▪ 국내 경쟁기업: 팜한농, 팜에이트, 유비엔, 한국축산데이터, 그린플러스, 그린랩스, 퍼밋, 만나CEA</li> <li>▪ 방어가능성: 선발기업이 국내산업보다 기술력이 앞서있어 스마트팜 기술력을 갖춘 기업들의 벤치마킹 및 R&amp;D활동을 통해 시장우위를 지속</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 제품 양산_가격경쟁력 확보</li> <li>③ 제품/서비스/기술군 파이프라인 확보</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 응용가능분야: (제공유형별) 하드웨어, 소프트웨어 및 서비스부문으로 분류</li> <li>▪ 소프트웨어 부문은 데이터 관리, 데이터 보안, 작물 건강 모니터링, 농장 작업 매핑 및 재고 관리 등의 농장관리솔루션으로, 로컬/웹 기반과 클라우드 기반으로 분류</li> <li>▪ 서비스 부문은 시스템 통합 및 컨설팅 서비스, 관리 서비스, 전문가 서비스(공급망 관리, 기후 정보 서비스 등), 연결 서비스, 유지 관리·지원으로 분류</li> <li>▪ (농업 애널리틱스 시장) 농업 애널리틱스 시장은 2020년 8억 달러에서 2025년 14억 2700만 달러로 12.2%의 CAGR로 성장이 예상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⑧ 시장 수요 예측</li> <li>⑪ 판매채널전략</li> <li>⑫ R&amp;D 역량</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 스마트농업을 혁신성장동력으로 육성하고자 농업 분야에 디지털 혁신을 결합함. 스마트농업 관련 ICT 원천기술 확보를 위한 스타트업 지원, 스마트팜 혁신밸리와 같은 대규모 단지 조성 등 투자를 시행</li> <li>▪ 한국의 스마트농업 기술수준은 2017년 기준 선진국 대비 약 75%(격차 5년)였으나, 2021년 기준 격차는 상당수 좁혀짐. 하지만 일부 대규모 스마트팜 단지 이외 활용 실적은 상대적으로 부족</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>④ 소비자 제품사용 검증</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 기업경영: 재무 안정적, 신사업분야 창출에 관심이 높음. 인적자원 관리를 위한 규정 도입 고려</li> <li>▪ 필요자금 : 공공사업 참여 및 신규매출 발생</li> <li>▪ 마케팅: 제품의 가치화와 신뢰도 확보를 위한 조달청 등록을 통해 거래처확보</li> <li>▪ R&amp;D역량은 우수하나 상용화 역량 부족</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⑤ 국내 인증/인허가</li> <li>⑧ 시장 수요 예측</li> <li>⑩ 제품홍보 또는 제품출시전략수립</li> </ul>

- Fact-finding으로부터 확보된 기업성장요소로부터 고려된 성장지원항목은 다음과 같음

기업성장요소	세부지원항목
② 신제품 출시 ⑩ 제품홍보 또는 제품출시전략수립	<ul style="list-style-type: none"> <li>적용처 확대 및 신시장 개척을 위한 Market Segment 분석</li> <li>기존 제품의 서비스 개선을 위한 컨설팅</li> </ul>
① 제품 양산 가격경쟁력 확보 ③ 제품/서비스/기술군 파이프라인 확보	<ul style="list-style-type: none"> <li>보유기술 포트폴리오 작성을 통한 서비스 고도화 필요</li> <li>필요시 투자유치컨설팅</li> </ul>
⑧ 시장 수요 예측 ⑪ 판매채널전략 ⑫ R&D 역량	<ul style="list-style-type: none"> <li>타깃시장별 유통 및 마케팅 전략 수립</li> <li>신제품 개발을 위한 Market Segment 분석</li> <li>신제품 확보를 위한 기술개발</li> <li>IP확보를 위한 출원/등록/유지비 지원</li> </ul>
④ 소비자 제품사용 검증	<ul style="list-style-type: none"> <li>고객설문조사를 통한 고객수요/선호도 조사</li> </ul>
⑤ 국내 인증/인허가 ⑧ 시장 수요 예측 ⑩ 제품홍보 또는 제품출시전략수립	<ul style="list-style-type: none"> <li>기업 브랜드 및 제품 가치화와 신뢰도 확보를 위한 인증 및 조달청 등록</li> <li>타깃시장별 인증/인허가</li> <li>경쟁사분석: 기술개발현황 및 특허권설정 현황 등</li> </ul>

- 이러한 자체 경쟁력 진단 과정을 거치고 긴트의 맞춤형 성장전략을 도출하기 위한 성실히 과업을 수행하였음

## 5. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

1단계( '23)			
구분(정량 및 정성적 성과 항목)		연구개발기간내	활용계획
학술발표	국내	1	연구활용
	계	1	
기술로드맵	국내	1	
	계	1	

2단계( '24)			
구분(정량 및 정성적 성과 항목)		연구개발기간내	
특허출원	국내	매년목표치(2건)	
	계	매년목표치(2건)	
표준화	건	매년목표치(1건)	
	계	매년목표치(1건)	
고용창출	명	매년목표치(2건)	
	계	매년목표치(2건)	
정책제언	건	매년목표치(1건)	
	계	매년목표치(1건)	
비SCI 논문	건	매년목표치(1건)	
	계	매년목표치(1건)	
학술발표	국내/외	매년목표치(2건)	
	계	매년목표치(2건)	

3단계( '25~' 27)		
구분(정량 및 정성적 성과 항목)		연구개발기간내
특허출원	국내	매년목표치(6건)
	계	매년목표치(6건)
특허등록	국내	매년목표치(3건)
	계	매년목표치(3건)
SW저작권	건	매년목표치(3건)
	계	매년목표치(3건)
홍보전시	건	매년목표치(1건)
	계	매년목표치(1건)
고용창출	명	매년목표치(4명)
	계	매년목표치(4명)
표준화	국내	매년목표치(2건)
	국외	매년목표치(1건)
	계	매년목표치(3건)
제품화	국내	매년목표치(1건)
	계	매년목표치(1건)
매출액	국내	매년목표치(200,000천원)
	계	매년목표치(200,000천원)
정책제언	건	매년목표치(1건)
	계	매년목표치(1건)
시제품 제작 및 인증	건	매년목표치(1건)
	계	매년목표치(1건)
신기술 지정(NET)	건	매년목표치(1건)
	계	매년목표치(1건)
SCI논문	건	매년목표치(3건)
	계	매년목표치(3건)
비SCI논문	건	매년목표치(6건)
	계	매년목표치(6건)
학술발표	국내/외	매년목표치(11건)
	계	매년목표치(11건)
인력양성	학사/석사/박사	매년목표치(2건)
	계	매년목표치(2건)

연구종료후 5년		
구분(정량 및 정성적 성과 항목)		연구개발 종료 후 5년 이내
특허출원	국내	매년목표치(3건)
	국외	
	계	매년목표치(3건)
특허등록	국내	매년목표치(1건)
	국외	
	계	매년목표치(1건)
사업화	제품화	매년목표치(2건)
	매출액	매년목표치(200,000천원)
	수출액	매년목표치(200,000천원)

## 주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 농업분야창의도전형융복합모델연구개발사업의 다양한 농작업 환경에 적용 가능한 다목적 농업용 로봇 핵심기술 개발연구개발 과제 최종보고서입니다.
2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부(농림식품기술기획평가원)에서 시행한 농업분야창의도전형융복합모델연구개발사업의 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.