

(2025~2027)

중소기업 전략기술로드맵



전략품목 환경분석

04_농업 자동화 로봇



목 차

전략품목 환경분석

전략품목 #4 농업 자동화 로봇

제1절 개요	1
1. 정의 및 필요성	1
2. 범위 및 분류	3
제2절 환경 분석	5
1. 시장 현황 및 전망	5
2. 기술개발 동향	8
제3절 특허분석	13
1. 특허동향 분석	14
2. 주요 기술 키워드 분석	18
3. 주요 출원인 분석	23
4. 분석 종합	28
제4절 기술개발 로드맵	35
1. 요소기술 도출 및 핵심 요소기술 선정	35
2. 기술로드맵 구축	40

제1절 개요

1 정의 및 필요성

가. 정의

- ☒ 농업생산과 유통·소비 과정에서 농작업 서비스 환경을 인식하고 상황을 판단하여 자율적인 동작을 통해 지능적인 작업과 서비스를 제공하는 로봇
 - ☞ 농업용 로봇은 작업 환경에 따라 노지용과 과수용으로 구분이 가능하며 파종, 제초, 이앙, 방제, 수확 등 농작업의 자동화에 필요한 로봇 기술을 포함
 - ☞ 향후 인공지능의 활용형태에 따라 원격공유제어 서비스, 자율농작업 서비스, 다중로봇 기반 농작업 솔루션을 포함 예상



출처: 혁신적 농업 로봇, 대한민국 농업의 미래 '개척'_특허뉴스('24. 09)

[농업 자동화 로봇]

나. 기술개발 필요성

☒ 시장과 수요의 변화

- ☞ 농업 인구의 고령화 및 감소로 인해 노동력 부족 문제가 심화되고 있어, 농업 생산성을 유지하고 향상시키기 위한 자동화 기술의 필요성 증대
 - 전 세계적으로 농업 노동력의 부족 문제는 주요 농업국에서 나타나고 있으며, 자동화 로봇 기술은 이를 대체할 수 있는 실질적인 해결책으로 주목
 - 특히, 식량 수요가 증가하는 글로벌 트렌드와 지속 가능한 농업생산 시스템 구축을 위한 스마트 기술의 수요가 급증

☒ 기술 적용 및 확장성

- ☞ 농업 자동화 로봇은 경작, 파종, 수확, 포장 등 다양한 작업에 활용 가능하며, 작물과 지역의 특성에 맞춘 기술적 확장성이 뛰어남
 - 센서 기반의 환경 모니터링, 정밀 제어기술 및 AI 알고리즘을 활용하여 특정 농작물에 최적화된 로봇 설계가 가능
 - 자율주행 기술과 무인화된 작업이 가능한 로봇은 대규모 농장뿐 아니라 소규모 농업에서도 높은 활용성을 가짐

☒ 사회적·경제적 효과와 기대되는 파급력

- ☞ 농업 자동화 로봇은 생산성을 극대화하면서 비용을 절감하고, 노동 강도를 완화해 농업 종사자들의 삶의 질을 향상
 - 효율적인 농업 운영으로 작물 생산량 증가 및 품질 향상을 기대할 수 있으며, 이는 국내외 식량 자급률을 높이는 데 기여
 - 기술 도입으로 인한 일자리 감소 우려가 있으나, 로봇 운영, 관리 및 유지보수와 같은 새로운 고급 일자리 창출 효과도 발생 가능

2 범위 및 분류

가. 가치사슬

☒ 농업 자동화 로봇은 농업 생태계에서 노동력 절감, 생산성 향상, 품질관리 효율화 등의 이점을 제공하며, 센서 기술, 인공지능(AI), 로봇틱스 기술의 융합으로 지속 발전

- ☉ (전방산업) 농업 자동화 로봇이 농업 현장에서 활용되는 단계로, 다음과 같은 산업군이 포함
 - (정밀 농업 및 스마트 농업) 정밀 관수 시스템, 드론·로봇을 활용한 작물 모니터링
 - (농기계 산업) 기존 농기계와의 통합 및 자동화
 - (식품 및 농산물 유통) 품질 검사, 포장 등 자동화 지원
- ☉ (후방산업) 농업 자동화 로봇 제조에 필요한 부품과 기초 기술 개발 단계가 해당하며, 주요 산업으로는 다음이 포함
 - (센서 기술) LiDAR, RGB 카메라, 다중 스펙트럼 카메라, 토양 및 환경 센서.
 - (전자 부품 및 기계 부품) 전기 모터, 배터리 시스템, 하이브리드 엔진
 - (AI 및 소프트웨어) 작물 인식 알고리즘, 경로 계획 시스템, 데이터 분석 소프트웨어

[농업 자동화 로봇 품목 산업구조]

후방산업	농업 자동화 로봇	전방산업
지능형 센서 산업 기초 소재 산업 전자 부품 및 기계 부품 산업 데이터·소프트웨어 산업	자율주행 농업 로봇 데이터 모니터링 및 분석 로봇	정밀 농업 및 스마트 농업 농기계 제조 산업 식품 및 농산물 유통업

나. 용도별 분류

☒ 노지와 과수원, 자율 농작업 등 농업 분류 및 특성에 따라 농업 자동화 로봇을 분류 할 수 있음

- ☞ (노지 농작업용 로봇) 파종 로봇, 제초 로봇, 방제 로봇 등이 존재
- ☞ (과수원 작업용) 수확 로봇, 전정 로봇 등이 존재
- ☞ (자율 농작업) 자율 이앙 로봇, 토양 및 작물 상태 모니터링 로봇 등이 존재

[농업 자동화 로봇의 분류]

제품 용도	세부기술
노지 농작업용	<ul style="list-style-type: none"> • (파종 로봇) 농작물의 파종 과정을 자동화하여 균일한 파종과 작업 효율성을 높이는 데 사용 • (제초 로봇) 작물 주변의 잡초를 감지하고 제거하여 농작업자의 노동력을 절감하고 생산성을 향상 • (방제 로봇) 농약 또는 살균제를 작물과 토양에 균일하게 분사하여 작물 보호 및 병해충 방제를 지원
과수원 작업용	<ul style="list-style-type: none"> • (수확 로봇) 과일의 숙성을 감지하여 자동으로 수확하며 손상률을 줄이고 작업의 효율성을 증대 • (전정 로봇) 가지와 잎의 생육 상태를 판단하여 적절히 전정 작업을 수행 → 과수 성장과 생산량 최적화에 기여
자율 농작업	<ul style="list-style-type: none"> • (자율 이앙 로봇) 벼 등의 이앙 작업을 자동으로 수행하여 노동력을 절감하고 생산 효율성을 강화 • (토양 및 작물 상태 모니터링 로봇) 토양의 습도, 온도, 영양 상태를 실시간으로 분석하여 작물 생육에 적합한 환경을 제공

제2절 환경 분석

1 시장 현황 및 전망

가. 개황

❖ 농촌 고령화와 노동력 감소로 인해 농업 자동화 요구가 급격히 증가

- 농작업 효율성과 생산성을 높이기 위해 자율형 로봇기술이 빠르게 상용화되고 있으며, 파종, 제초, 방제, 수확 등 다양한 작업에서 활용
- 노지용 로봇과 과수용 로봇으로 세분화된 시장에서, 환경에 따른 맞춤형 솔루션이 강조

❖ 스마트팜 기술과 결합한 정밀 농업용 로봇이 보급되면서, 소규모 농지에서의 활용성이 높은 로봇 솔루션이 시장에서 주목

- 한국 농지는 좁고 구획화된 형태가 많아, 대규모 농작업 중심의 해외 농업용 로봇과는 차별화된 소형·정밀 로봇 개발이 필요
- 국내 기업들은 한국 농지의 특수성을 고려한 로봇 개발에 집중하고 있으며, 파종·제초·수확 등 구체적인 작업 단계별로 로봇기술이 적용

❖ 농업 현장이 가지는 비정형적 특성(복잡한 지형, 날씨 변화, 다양한 작물 조건)에 대응하기 위한 로봇기술이 개발

- 센서 융합기술과 인공지능 기반 학습 알고리즘을 통해 작업 환경을 인식하고 적응하는 능력을 갖춘 로봇이 등장
- 특히 과수원 및 산악 지역과 같은 고난도 환경에서도 안정적으로 작동할 수 있는 로봇의 필요성이 강조되고 있으며, 글로벌 기업들이 이러한 기술개발에 집중

나. 관련 시장 규모 및 전망

1 세계 시장

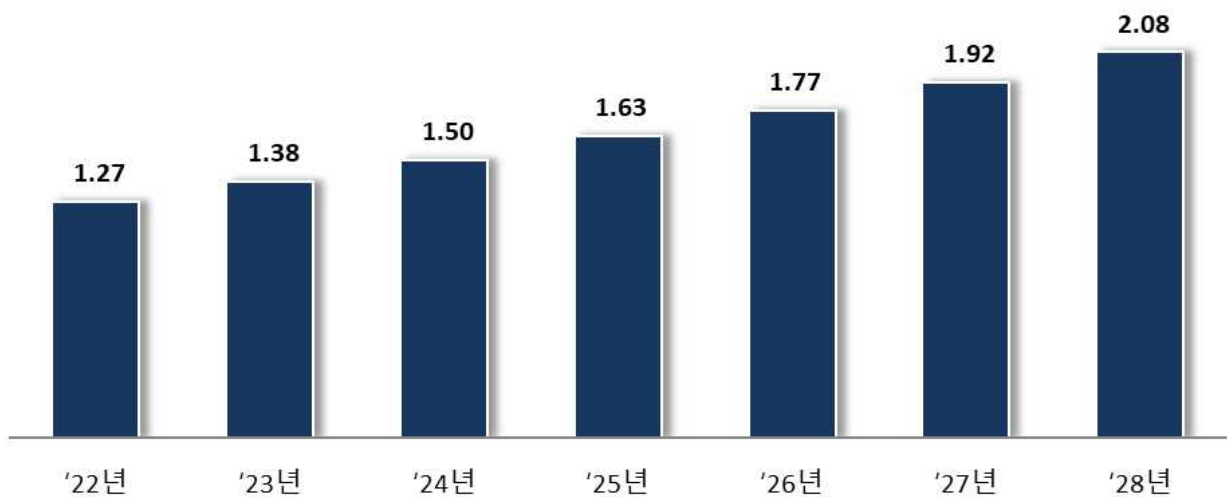
☒ 농업 자동화 로봇의 세계 시장 규모는 7년간 연평균 성장률 8.5%로 증가하며, '23년 약 13.8억 달러에서 '28년 20.8억 달러 규모로 성장할 것으로 전망

- ☉ 농작물을 실시간 모니터링하여 농업인에게 농작물 재배와 관련된 정보를 제공하고 재배 시스템의 자동화를 통해 수확률을 높여 생산성을 늘리고자 하는 시장 수요 존재
 - 농작업 환경은 지역마다 기후, 토질상태, 관행이 다 달라 지역의 조건에 맞추어 농업 데이터를 제공하는 것이 중요
 - 농업은 고강도 노동과 높은 인건비를 요구하여 자동화 기술 도입으로 체계적인 수확 및 인건비 절감을 달성하여 생산성을 제고 하고자 하는 시장 수요가 있어 농업 자동화 로봇에 대한 시장이 지속 성장할 것으로 기대

[농업 자동화 로봇 세계 시장 규모 및 전망]

(단위: 십억 달러, %)

구분	'22년	'23년	'24년	'25년	'26년	'27년	'28년	CAGR ('22년~'27년)
세계시장	1.27	1.38	1.50	1.63	1.77	1.92	2.08	8.5



출처: Global market size of the artificial intelligence(AI) robot market from 2020 to 2030_statista('24.07)

주: 기존 보고서에서는 기준연도 2024년, 예측연도 2029년에 대한 CAGR을 계산하였으며, 본 보고서에서는 기준연도와 CAGR을 활용하여 2028년까지의 시장 규모를 예측

2 국내 시장

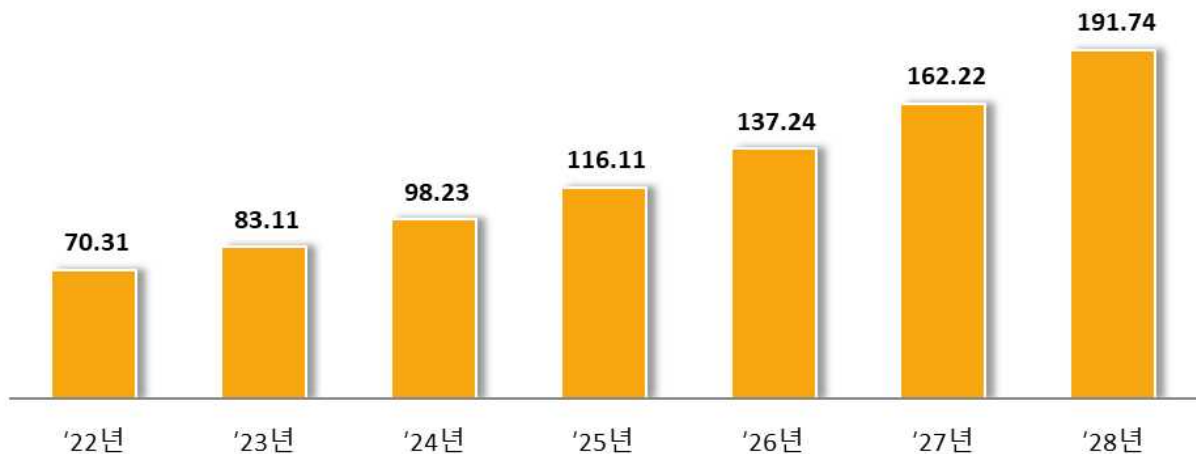
농업 자동화 로봇의 국내 시장 규모는 7년간 연평균 성장률 18.2%로 증가하며, '23년 약 8,311만 달러에서 '28년 1억 9,174만 달러 규모로 성장할 것으로 전망

- ▶ 농업 기술인력 부족과 높은 운영 비용으로 인해 농업 자동화에 대한 수요가 지속 있을 것으로 기대
 - 우리나라 농림어업 취업자 수는 최근 조금씩 늘어나고 있으나 대부분 60대 이상 연령층으로 농업 관련 젊은 기술인력을 대체할 농업 자동화 로봇 사용이 늘어날 것으로 예상
 - 농업 자동화 로봇의 도입 초기 비용이 높지만 장기적으로는 운영 비용 감소 및 생산성 향상으로 이어질 수 있으므로 정부 지원을 통해 투자 회수 기간 단축이 이루어지면 로봇을 도입하고자 하는 수요가 늘어날 것으로 기대

[농업 자동화 로봇 국내 시장 규모 및 전망]

(단위: 백만 달러, %)

구분	'22년	'23년	'24년	'25년	'26년	'27년	'28년	CAGR ('22년~'28년)
국내시장	70.31	83.11	98.23	116.11	137.24	162.22	191.74	18.2



출처: Robotics - South Korea_Statista('24)

주: 기존 보고서에서는 기준연도 2024년, 예측연도 2029년에 대한 CAGR을 계산하였으며, 본 보고서에서는 기준연도와 CAGR을 활용하여 2028년까지의 시장 규모를 예측

2 기술개발 동향

가. 개황

☒ (자율주행 트랙터) 농촌진흥청은 2020년에 인공지능을 이용한 영상인식 기반의 자율주행 트랙터 기술을 개발

- 영상 데이터를 통해 경운된 부분과 미경운된 부분의 토양 경계를 인식
- 작업 속도 3km/h로 주행 시 $\pm 9.5\text{cm}$ 이내의 오차로 자율주행이 가능

☒ (직진 자동조향 장치) 기존의 트랙터, 관리기, 이앙기 등 승용형 농기계에 장착하여 사용할 수 있는 직진 자동조향 장치가 개발

- 고정밀 자율항법장치(RTK-GNSS)와 관성측정장치, 운전 조향장치, 사용자 인터페이스 장치 등으로 구성
- $\pm 7\text{cm}$ 이내의 오차로 설정한 경로를 따라 직진 자율주행이 가능

☒ (과수원용 지능형 무인 방제 로봇) 2020년에는 자율주행을 기반으로 과수원에서 이용 가능한 지능형 무인 방제 로봇이 개발

- 자율주행 기술과 AI 기반 환경 인식기술을 활용해 농약 방제를 자동으로 수행하는 장비로, 복잡한 과수원 지형에서도 작물 위치와 주변 장애물을 실시간으로 감지하고 회피
- 기존 대비 농약 사용량을 최대 30% 절감할 수 있으며, 방제 작업의 효율성을 높이고 작업자의 건강 위험을 줄이는 데 기여

☒ 센서와 IoT 기술 등 데이터 기술을 활용하여 작물 상태, 토양 환경, 날씨 데이터를 수집하고 분석하여 정밀 농업 구현하는 기술개발 진행 중

- 클라우드 플랫폼과 연계된 로봇이 증가하며, 데이터 분석 결과를 바탕으로 로봇이 실시간 작업 계획을 수정하고 효율적인 농작업을 수행
- AI 알고리즘을 통해 작물 질병, 성장 패턴 예측, 적정 수확 시기 분석 등이 가능해지며, 생산성과 품질을 동시에 향상
- 드론과 로봇을 연계하여 방제, 수확, 물류 작업 데이터를 통합 관리하는 솔루션이 개발되어 다중로봇 간 협업 자동화를 지원

나. 주요 기술개발 동향

1 해외 기업

❖ 해외 기업은 자율주행 트랙터와 수확기, IoT 기반 스마트 농업 플랫폼 등 정밀 농업 솔루션으로 시장을 선도 중

- (John Deere) John Deere는 자율주행 트랙터(8R Autonomous Tractor), AI 기반 작물 모니터링 시스템(Operation Center)을 통해 정밀 농업을 지원
- (Class, 독일) Lexion Series 개발로 자율주행 수확기 시장을 공략하고 있으며 정밀 농업을 위한 센서 기반 플랫폼도 제공 중
- (Kubota, 일본) 소형 자율주행 트랙터인 X Tractor를 개발하였으며 IoT 기반 스마트 농업 플랫폼 Smart Agri System 개발 중

2 국내 기업

❖ 국내 대기업은 자율주행 농기계, 스마트 팜 시스템, 정밀 농업 기술을 통해 농업 자동화의 혁신을 주도

- (대동) 국내 농기계 시장의 강자인 대동은 AI 기반 자율주행 트랙터(CT 시리즈)를 통해 농작업의 정확도와 편의성을 제고
- (현대자동차) 자율주행 기술을 자동차뿐 아니라 농업 분야에 적용하기 위해 연구 중이며, 로보틱스 기술을 기반으로 한 농작업 로봇 개발 가능성을 탐색 중
- (LG전자) 실내 농업 및 스마트 팜 분야에 집중하며, AI 및 IoT 기술을 활용한 농업 로봇 시스템 개발 중으로 식물 재배기(LG Harvester)와 같은 혁신적인 제품을 통해 정밀 농업과 지속 가능성을 강조

❖ 국내 중소기업은 소형 자율주행 트랙터와 지능형 방제 로봇을 통해 농업 자동화 기술의 대중화와 특수 농업 환경에 대한 대응력을 강화

- (트랙터코리아) 국내 농지 환경에 적합한 소형 자율주행 트랙터(AgriOne)를 개발하여 소규모 농작업 효율성을 제고하고 있으며 GPS 기반 자동 조향 시스템과 드론 활용 방제 및 작물 모니터링 시스템을 통해 농업 자동화의 대중화를 주도
- (한성웰텍) 과수원용 지능형 무인 방제 로봇(Smart Sprayer)을 통해 복잡한 환경에서도 정확하고 효율적인 방제가 가능하도록 지원

3 국내 연구개발 기관

대표 연구개발 기관

[농업 자동화 로봇 주요 연구조직 현황]

분류	연구 분야
국립농업과학원	• 농업로봇의 안전성, 시각지능, 시설 원예 및 수경재배 로봇 기술 개발을 통한 농업 자동화 연구
한국농업기술진흥원	• 과수 수확, 축산 자동화, 밭농업 로봇을 위한 검인증 체계와 로봇 개발 연구
한국기계연구원	• 수직농장, 원예작물, 자율운반 및 방제 플랫폼을 포함한 지능형 농업로봇 기술 개발 중

주요 기술개발 동향

- (국립농업과학원)
 - 농업로봇 개발을 위한 로봇 안전성 기술 적용 연구
 - 농업 로봇의 시각 지능화를 위한 다차원 객체 인식기술 연구
 - 시설 원예 로봇 구동부 품질향상을 위한 주요 부품 신뢰성 평가 연구
 - 수경재배 과채류 재배 모니터링, 적과 및 수확 로봇 기술개발
- (한국농업기술진흥원)
 - 과수 수확 후 처리 및 운반 로봇 검정방법 및 시스템개발
 - 축산생력화 로봇 산업화를 위한 검인증 체계 구축
 - 밭농업용 두둑성형 로봇 개발
- (한국기계연구원)
 - 수직농장 유연생산을 위한 자율 농수작업 로봇기술 개발
 - 다수 로봇 협업 기반 원예작물 수확용 로봇 개발
 - 식물공장 특화형 진동저감 고속이송 스택커 장비 개발
 - 지정된 구역 내에서 자율주행이 가능한 지능형 전기동력 운반로봇 개발
 - 빅데이터 기반 친환경 노지 과수용(사과 중심) 자율 예찰 시스템 및 방제 플랫폼 개발

☒ 선행연구 사례

[국내 선행연구(정부/민간)]

수행기관	연구명(과제명)	연도	주요내용 및 성과
한국농업기술진흥원	과채류 작업 로봇의 호환성 확보를 위한 표준 개발 및 실증	2021 ~ 2023	<ul style="list-style-type: none"> • 디지털농업 관련 로봇분야 단체 및 국가표준 개발, 논의, 제안 등 추진 • 표준의 제정 완료 후 현장확산을 위한 정책제안 • 로봇 표준화의 효과 및 필요성 분석 • 국내 농업용 로봇의 규격화를 위한 표준화 전반 연구 추진
(주)볼스 & 한국로봇융합연구원	수확물 운반 및 고랑 제초가 가능한 자율주행 농업보조 로봇 개발	2022 ~ 2024	<ul style="list-style-type: none"> • 농작업 현장 실증 평가 및 상용화 개발 • 농업 로봇 연전시, SNS 홍보물제작 등 제품 판매 전략 수립 및 추진 • 농업 로봇 시스템 통합 및 제어 기술 및 자율주행 정확도 향상 및 알고리즘 최적화
국립농업과학원	농업 로봇의 시각 지능화를 위한 다차원 객체 인식 기술 연구 (I) & (II)	2022 ~ 2025	<ul style="list-style-type: none"> • 시설 작물의 주요 생육지표 인식을 위한 로봇 팔 제어 기술 및 인공지능 기반 인식 알고리즘 개발
경상북도 농업기술원	인공지능, 농업로봇 활용 참외 수직재배 시스템 개발	2024 ~ 2025	<ul style="list-style-type: none"> • (기술적 성과) AI, 농업로봇 활용 참외 수직재배 스마트팜 시스템 개발 • (경제적 성과) 노동시간 2배 절감, 생산량 및 수출 2배 증가
(주)메타파머스	과실 수확을 위한 하단 접근형 엔드이펙터 및 지능 농업 로봇 시스템 개발	2024 ~ 2026	<ul style="list-style-type: none"> • 과실 수확용 하단 접근형 엔드이펙터 개발 • AI 기반 지능 농업 로봇 시스템 개발
한국기계연구원	수직농장 유연생산을 위한 자율 농수작업 로봇기술 개발	2024 ~ 2028	<ul style="list-style-type: none"> • 힘제어 이동형 양팔로봇 요소기술 설계 • 학습기반 양팔로봇 농수작업 자율화 기술 설계

출처 : NTIS 홈페이지

제3절 특허 분석

[특허 분석 내용]

구분		분석 내용
특허동향 분석	특허증가율 분석	<ul style="list-style-type: none"> - 주요 국가의 해당품목 기술개발 활동 현황 분석 • 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO), 유럽(EPO) 국가별, 연도별 특허출원 동향 파악
	기술주기 분석	<ul style="list-style-type: none"> - (기술수명주기 분석) 구간에 따른 특허출원건수와 출원인수 변화의 상관관계 분석 • 해당품목의 전체 출원동향을 4구간(각 5년)으로 나누어 각각의 구간별 특허출원인수 및 특허출원수 파악 - (기술순환주기 분석) 한 특허에서 인용한 과거 특허 문서들과의 시차의 중앙값 분석 • 해당품목 기술의 진보 속도 및 주요 국가의 기술혁신 속도 파악
	특허 영향력 분석	<ul style="list-style-type: none"> - (기술영향력 분석) 특정 등록 특허가 다른 특허들에 의해 인용된 횟수 분석 • 특정 출원인의 기술력 파악 - (시장지배력 분석) 출원인 국적별 패밀리 국가 수 분석 • 특정 출원인의 시장지배력 정도 파악
주요 기술 키워드 분석	기술개발동향 변화분석	<ul style="list-style-type: none"> - (키워드 분석) AI 알고리즘을 활용하여 해당품목에 대한 기간별 기술 키워드 분석
	기술현황 분석	<ul style="list-style-type: none"> - (IPC 분석) 전 세계적으로 통용되고 있는 IPC(국제특허분류)를 통해 해당품목의 기술 현황 및 집중 기술 분야 분석
	기술집중력 분석	<ul style="list-style-type: none"> - (CRn 분석) 출원 건수를 기준으로 주요 출원인에 의한 특허 점유율 분석 • 상위 4개 기업을 기준으로 전체기업/국내시장 연구주체별 기술집중력(시장 독과점 수준) 파악 - (HHI 분석) 특허 데이터를 활용하여 전체 또는 특정 산업부문 내 모든 기업의 특허 점유율 분석 • 시장(산업)내 모든 기업의 각 점유율을 제공하여 합한 값으로 국가별 기술집중력(시장 독과점 수준) 파악 - (기간별 연구주체 분석) 국내 연구주체에 따른 기간별 특허 동향을 분석 • 해당품목의 중소기업 현재 역량 파악
주요 출원인 분석	주요 출원인 동향	<ul style="list-style-type: none"> - (주요 출원인 동향 분석) 해당품목에서 다수의 출원을 보유하고 있는 주요 출원인(Top 10)의 분석 • 주요 출원인을 기준으로, 국가별/연도별 출원 건수/국내외 주요 출원인 및 국내 중소기업 주요 출원인 파악
	주요 출원인 기술 키워드 및 주요 특허 분석	<ul style="list-style-type: none"> - (키워드 및 주요 특허 분석) AI 알고리즘을 활용하여 주요 출원인별 주요 기술 키워드 분석 • 해당품목의 집중연구분야 및 주력기술 분야 파악

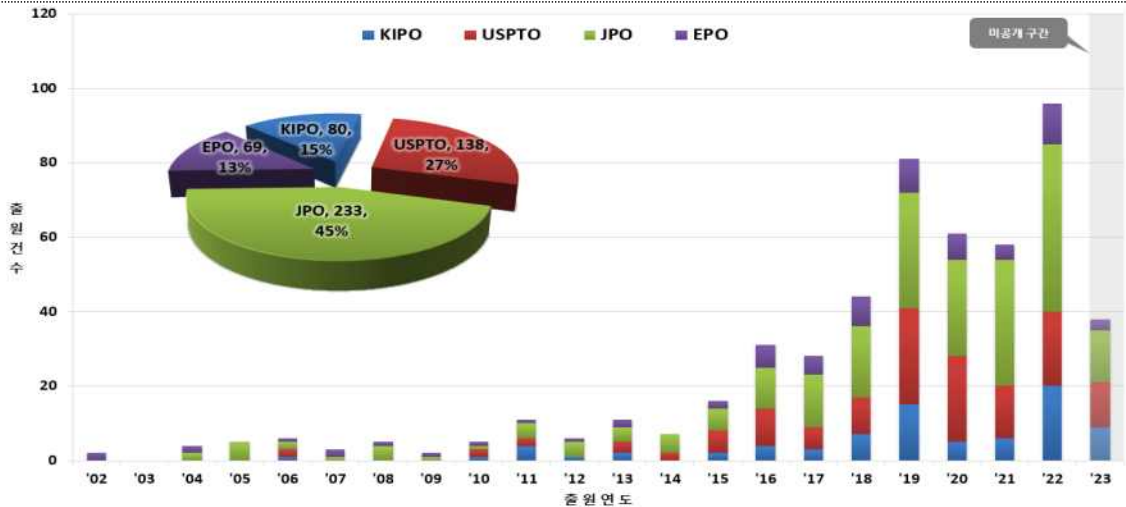
1

특허동향 분석

가. 특허 증가율 분석

▣ 연도별·국가별 출원 동향

- ☞ 주요 국가의 해당품목 기술개발 활동현황 분석
 - 과거부터 최근까지(20년) 해당품목에 대한 특허기술 출원의 양적 트렌드 분석을 통해 해당품목의 기술개발 동향 파악
 - 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO), 유럽(EPO) 국가별, 연도별 특허출원 동향을 통해 해당품목을 선도하는 국가 파악



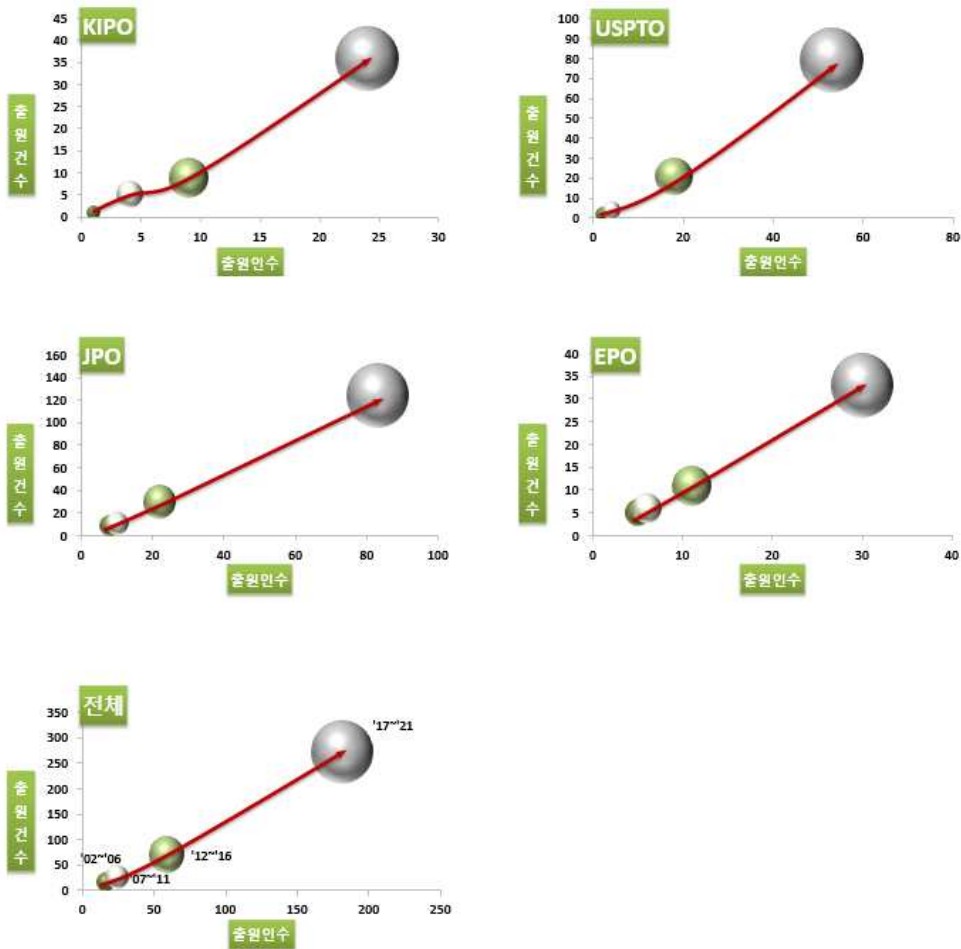
[연도별·국가별 특허출원동향]

- ☞ 농업 자동화 로봇 품목은 2002년부터 특허출원건수의 증감을 반복하며 지속적인 출원활동이 이루어졌으며, 일본, 미국, 한국, 유럽 순으로 활발한 출원 활동이 진행되고 있음
 - 국가별 출원비중을 살펴보면, 일본이 45%의 출원비중을 차지하고 있어 최대 출원국으로 농업 자동화 로봇 산업분야를 리드하고 있는 것으로 나타났으며, 다음으로 미국 27%, 한국 15%, 유럽 13% 순으로 나타남
 - 연도별 출원동향을 살펴보면, 농업 자동화 로봇 기술은 2015년 이후 증가하는 추세를 나타내는데 이는 전세계적인 농업 노동력 부족 문제와 스마트 팜에 대한 관심 및 연구 증가에 기인한 것으로 분석됨

나. 기술주기 분석

☒ 기술수명주기 분석

- ☞ 기술수명주기 분석을 통해 해당품목 기술의 현재 위치를 파악함
 - 해당품목의 전체 출원동향을 4구간(각 5년)으로 나누어 각각의 구간별 특허출원인수 및 특허출원건을 그래프로 나타냄으로써 해당기술의 수명주기 파악이 가능함
 - ※ 기술수명주기 분석 = 구간에 따른 특허출원건수와 출원인수 변화의 상관관계 분석



[기술수명주기분석]

- ☞ 농업 자동화 로봇 기술 분야의 기술 위치를 살펴본 결과, 전체적인 동향은 기술혁신의 주체인 특허출원인수와 기술혁신의 결과인 특허출원건수가 동시에 증가하는 동향이 나타나고 있어서 성장기 단계로 분석됨
 - 한국과 미국, 유럽, 일본 모두 특허출원인수와 특허출원건수가 전 구간에서 증가하는 추세임으로 성장기 단계로 분석됨

☒ 기술순환주기(TCT) 분석

☞ TCT 분석을 통하여 해당품목 기술의 진보속도 및 주요국가의 기술혁신 속도를 파악함

- TCT는 최신 기술을 활용하는 경향을 나타내는 지표로서, 제품의 개발주기와 기술 개발활동의 강도와 연관되며, TCT 값이 크면 신기술 개발주기가 길어져서 시장에서 새로운 기술 도입에 긴 시간이 걸리며, TCT 값이 작으면 신기술 개발주기가 짧아져서 해당품목 관련 신기술 도입에 오랜 시간이 걸리지 않아서 새로운 기술이 적용된 신제품이 자주 등장한다는 것을 의미함

※ TCT(Technology Cycle Time) = 한 특허에서 인용한 과거 특허 문서들과의 시차의 중앙값



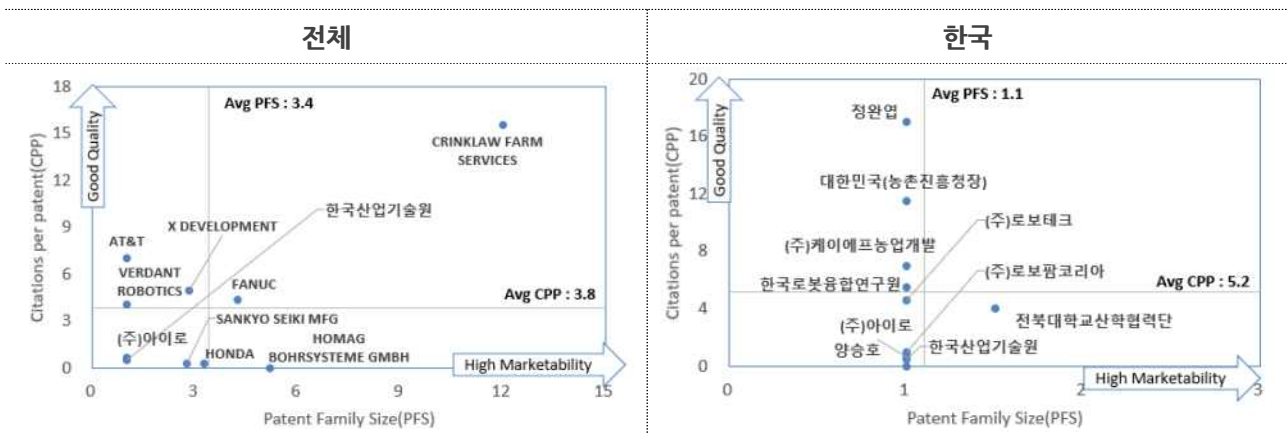
[TCT 분석]

- ☞ 농업 자동화 로봇 기술 분야의 전체 기술순환주기(TCT) 값을 살펴보면, 2002~2021년까지는 평균 TCT 값이 9.5년으로 전반적으로 원천에 기초한 기술을 기반으로 해당품목의 연구개발이 진행되고 있는 것으로 분석됨
- 최근 값을 살펴보면, 한국의 기술순환주기 값이 5.2로 주요국가 중 가장 낮게 나타나며 해당품목의 기술개발활동이 활발하게 진행되는 것으로 분석됨. 다만 유럽은 10.2의 기술순환주기 값을 보여 상대적으로 기술개발 속도가 낮은 수준으로 나타남

다. 특허 영향력 분석

☒ 기술영향력(CPP) 및 시장지배력(PFS) 분석

- ☞ 기술영향력 지수(CPP) 분석을 통해 특정 출원인의 기술력을 파악함
 - 기술영향력 지수(CPP) 지수는 특정 등록특허가 다른 특허들에 의해 인용된 횟수를 나타내며, 이 값이 클수록 질적 수준이 높은 특허임
- ☞ 시장확보지수(PFS) 분석을 통해 특정 출원인의 시장지배력 정도를 파악함
 - 시장확보지수(PFS)는 출원인 국적별 패밀리국가수를 분석하는 것으로, 해당품목에서 글로벌시장을 타겟팅한 출원인이 누구인지 파악 가능함



[특허 영향력 분석]

- ☞ 농업 자동화 로봇 품목에 대한 주요 출원인들의 경쟁력 분석 결과, 전체국가에서는 CRINKLAW FARM SERVICES 특허가 상업적 가치가 높은 것으로 평가됨
 - 전체국가에서 한국의 기업으로는 한국산업기술원과 (주)아이로가 포함되어 있으며, 기술영향력 및 시장확보력이 다소 낮은 것으로 평가됨
 - (전체) CRINKLAW FARM SERVICES : 기술영향력(CPP) 15.5 / 시장확보력(PFS) 12.0
 - 한국에서는 기술영향력 및 시장확보력이 상대적으로 모두 높은 출원인은 없는 것으로 분석됨. 전북대학교산학협력단의 시장확보력이 상대적으로 높은 것으로 분석되었으며, 정완업의 기술영향력 상대적으로 높은 것으로 분석됨
 - (한국) 전북대학교산학협력단 : 기술영향력(CPP) 4.0 / 시장확보력(PFS) 1.5
 - 정완업 : 기술영향력(CPP) 17.0 / 시장확보력(PFS) 1.0

나. 기술현황 분석

☒ IPC(국제특허분류) 분석

- ☞ 전 세계적으로 통용되고 있는 IPC를 통해 해당품목의 기술현황 및 집중 기술 분야를 확인함
- ☞ 기술·산업 간 융합에 기반한 새로운 시장전개에 대한 이해증진을 위해 IPC를 활용한 기술융합 분석 정보를 제공함



[IPC 분석]

- ☞ 농업 자동화 로봇 품목은 섹션 B 처리조작; 운수(49%) 기술분야의 비중이 매우 높은 것으로 나타났으며, 그중에서도 메니플레이터(manipulater); 메니플레이터 장치를 갖는 실(B25J) 분야에서 집중 연구가 진행되고 있는 것으로 분석됨
 - 기술융합에 대한 추이를 살펴보면, (G)물리학과와 기술융합(38%)이 활발히 진행되고 있는 것으로 나타남

[IPC Sub Class]

IPC Sub Class	국문타이틀	건수
B25J	메니플레이터(manipulater); 메니플레이터 장치를 갖는 실	91
A01G	원예; 채소, 화훼, 벼, 과수, 포도, 호프 또는 해초의 재배; 임업; 관수	35
G05D	비전기적 변수를 제어하거나 조절하기 위한 시스템	25
A01B	농업 또는 임업에 있어서의 토작업; 농기구 또는 기구의 부품, 세부 또는 부속구 일반	24
A01D	수확; 예취	18

다. 기술 집중력 분석

▣ CRn 분석

- ➔ 주요 출원인에 의한 특허점유율을 분석하여 기술집중력(시장 독과점 수준)을 판단함
 - 특허동향조사에서는 통상 CR4를 사용하며, CRn값이 0에 가까울수록 시장 독과점 수준이 낮은 것을 의미하고, CR4 값이 40에서 60일 경우 시장의 독과점 수준이 높은 것으로 해석됨

[CR4 분석_ 전체기업 집중력]

출원인	출원건수	특허점유율	CRn	n
FANUC	13	2.5%	.	1
VERDANT ROBOTICS	12	2.3%	.	2
X DEVELOPMENT	12	2.3%	.	3
한국산업기술원	10	1.9%	9.0%	4
SANKYO SEIKI MFG	8	1.5%	.	5
(주)아이로	8	1.5%	.	6
HONDA	8	1.5%	.	7
AT&T	6	1.2%	.	8
CRINKLAW FARM SERVICES	6	1.2%	.	9
HOMAG BOHRSYSTEME GMBH	5	1.0%	.	10
기타	432	83.1%	.	.
합계	520	100.0%	CR4=9.0%	

- ➔ 농업 자동화 로봇 관련 기술에 대한 시장관점의 기술독점 현황분석을 위해 집중률 지수(CRn) 분석 결과, 상위 4개 기업의 시장점유율이 9.0%로 독과점 정도가 낮은 수준으로 분석되어 주요 출원인들에 의한 기술 집중화 정도가 거의 없는 시장으로 판단됨

[CR4 분석_국내시장 연구주체별 집중력]

출원인	출원건수	특허점유율	CRn	n
중소기업(개인)	46	57.5%	57.5%	1
대기업	2	2.5%		2
연구기관/대학	25	31.3%		3
기타(외국인)	7	8.8%		4
합계	80	100.0%		

주) 국내 대기업의 판단기준은 2024년 5월 공정거래위원회의 공시대상기업집단 지정결과(대기업집단 88개, 소속회사 3,318개 포함)에 따르며, 중소기업에는 중견기업을 포함

- 국내시장에서의 중소기업의 점유율 분석 결과, 농업 자동화 로봇 품목에서 중소기업의 점유율은 57.5%로 조사되어 국내시장에서 중소기업의 해당시장 진입장벽은 어렵지 않을 것으로 분석됨

▣ HHI 분석

- 주요 출원인에 의한 특허점유율을 분석하여 기술집중력(시장 독과점 수준)을 판단함
 - 특허데이터를 활용하여 전체 또는 특정 산업부문 내 모든 기업의 특허점유율을 이용해 시장집중도를 분석함
 - HHI값이 높을수록 기술활동의 집중수준이 높고 특정 기업들이 해당 시장을 과점하고 있기 때문에 신규 업체가 해당시장을 진입하기가 쉽지 않은 것으로 해석됨

※ HHI(Herfindahl-Hirschman Index) = 시장(산업)내 모든 기업의 각 점유율을 제곱하여 합한 값

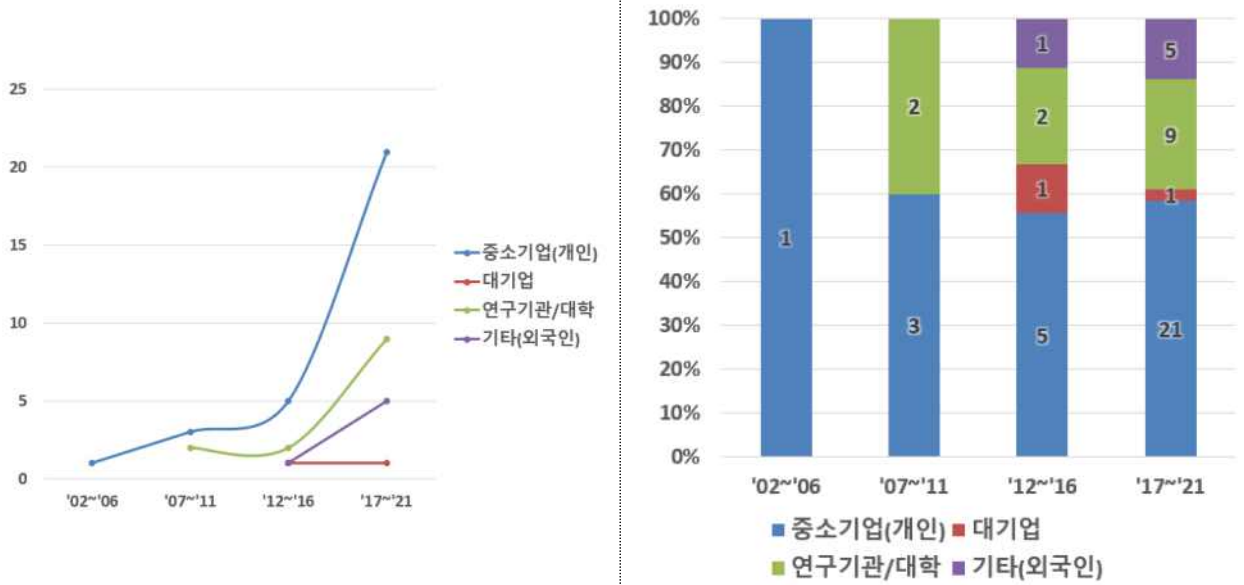
[HHI 분석]

공보	KIPO	USPTO	JPO	EPO	전체
HHI	1287	1289	767	3335	1476

- 농업 자동화 로봇관련 기술에 대한 HHI(허핀달-허쉬만)지수 분석결과, 전체 1476으로 경쟁적인 시장이 형성되어 있으므로 시장진입이 다소 용이한 것으로 분석됨
 - 한국의 경우 HHI 지수가 1287로 일본 대비 상대적으로 높게 나타나고, 다른 주요국가 대비 기술활동의 집중수준이 상대적으로 낮은 것으로 분석됨

☒ 기간별 연구주체 분석

- ☞ 국내 연구주체에 따른 기간별 특허동향을 분석하여 해당품목의 기술개발 선도 주체를 파악함
 - ※ 국내 대기업의 판단기준은 2024년 5월 공정거래위원회의 공시대상기업집단 지정결과 (대기업집단 88개, 소속회사 3,318개 포함)에 따르며, 중소기업에는 중견기업을 포함
- ▣ 기간별 연구주체 분석을 통하여 해당품목의 중소기업 현재 역량을 파악할 수 있으며, 향후 중소기업의 기술개발 및 투자전략 타당성 확보를 위한 가이드라인을 제시함



[기간별 연구주체 동향]

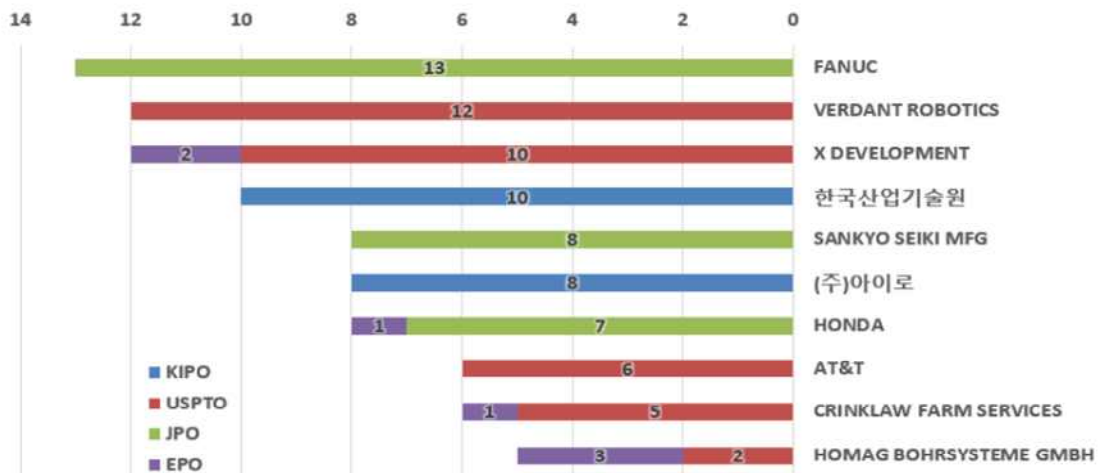
- ☞ 기간별 연구주체 분석에 따르면, 최근 농업 자동화 로봇 품목은 중소기업(개인)이 주체가 되어 기술개발이 활발히 진행되고 있는 것으로 나타남. 이는 해당품목에 대한 중소기업 중심의 기술개발 및 투자전략이 타당함을 보여줌

3 주요 출원인 분석

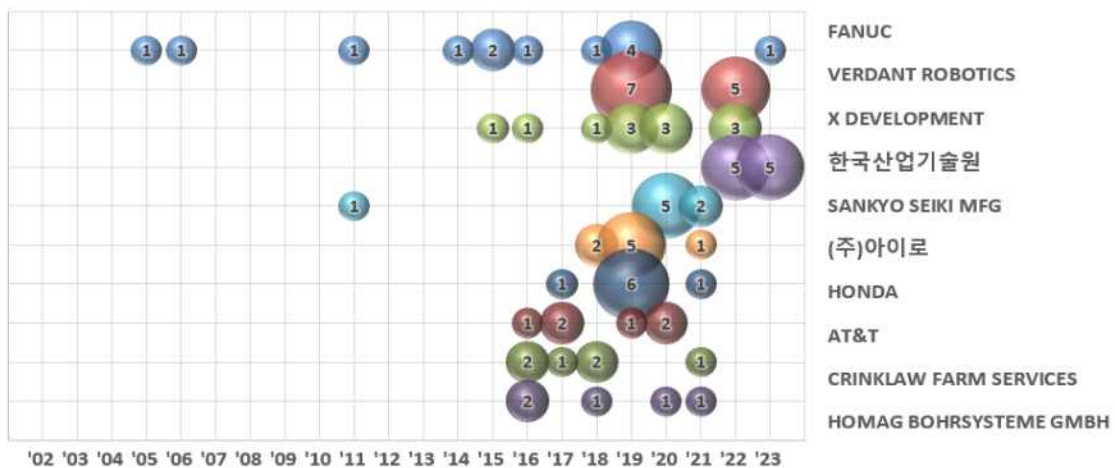
가. 주요 출원인 동향

주요 출원인 동향 분석

- 해당품목에서 다수의 출원을 보유하고 있는 주요 출원인(Top 10)의 분석을 통해 전략적인 지적재산관리와 기업의 경쟁력을 강화함
- 주요 출원인을 기준으로, 해당품목에 대해 기술개발을 주도하고 있는 기관 및 기업을 파악하고, 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO), 유럽(EPO) 국가별 출원현황 분석을 통해 주요 출원인들이 고려하고 있는 주요 시장이 어디인지 예측하여 거시적 관점의 향후 트렌드를 전망함



[주요 출원인 국가별 출원 건수]



[연도별 출원인 건수]



[국내외 주요 출원인 / 국내 중소기업 주요 출원인]

주) 국내 대기업의 판단 기준은 2024년 5월 공정거래위원회의 공시대상기업집단 지정결과(대기업집단 88개, 소속회사 3,318개 포함)에 따르며, 중소기업에는 중견기업을 포함

- ☞ 농업 자동화 로봇 품목의 주요 출원인을 살펴보면, 미국과 일본 국적의 출원인이 다수 포함되어 있으며, 제1 출원인은 일본의 FANUC인 것으로 조사됨

 - 농업 자동화 로봇 품목 관련 해외 주요 출원인으로는 FANUC, VERDANT ROBOTICS 및 X DEVELOPMENT 등이 도출되었으며, 국내 주요 출원인으로는 한국산업기술원, (주)아이로 및 (주)로보테크 등이 주요 출원인으로 나타남
 - 국내 주요 출원인은 국가연구기관보다 기업 출원인이 출원을 주도하고 있어 민간 주도의 연구개발이 활발히 진행되고 있는 것으로 분석됨
 - 국내 중소기업 주요 출원인은 (주)아이로, (주)로보테크, (주)로보팜코리아 등이 도출되어 기술개발이 활발히 진행되는 것으로 분석됨

나. 주요 출원인 기술 키워드 및 주요 특허 분석

☒ 키워드 및 주요 특허 분석

- ☞ AI 알고리즘을 활용하여 주요 출원인별 주요 기술 키워드를 통하여 집중연구분야를 파악함
- ☞ 주요 출원인이 출원한 주요 특허를 검토하여 키워드를 통하여 주력기술 분야를 예측함

◎ FANUC



[주요 출원인 기술 키워드]

[주요 특허 분석]

등록/공개번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	IP 경쟁력	
			피인용 문헌수	패밀리 국가수
JP 4159577 (2008.07.25)	복수의 로봇 사이의 인터락 자동 설정 장치 및 자동 설정 방법	농업 자동화 환경에서 다수의 로봇이 협력 작업 시 간섭을 최소화하기 위해 경로를 시뮬레이션하고 인터락을 자동으로 설정	15	5
JP 4271232 (2009.03.06)	로봇의 오프라인 프로그래밍을 실행하기 위한 장치, 방법, 프로그램 및 기록 매체	작물의 위치 및 자세 데이터를 기반으로 로봇 핸드의 동작 경로를 정밀하게 설계하여 작물 이동, 정렬, 포장 작업을 최적화	14	4
JP 5129371 (2012.11.09)	중량계측 기능이 구비된 나무 흡착식 로봇 핸드	농업 로봇이 비규격 작물이나 민감한 작물을 흡착하면서 중량을 정확히 측정하여 분류 및 포장 작업을 수행	7	4

- ☞ 공작 기계, 로봇 핸드, 로봇 시스템, 로봇 동작 프로그램 등의 키워드가 도출됨
- ☞ FANUC는 농업 자동화 로봇 품목과 관련하여 Top 1 출원인으로, 일본을 위주로 출원을 진행하였으며, 특히 공작 기계에 관련된 기술력이 높은 것으로 조사됨

© VERDANT ROBOTICS



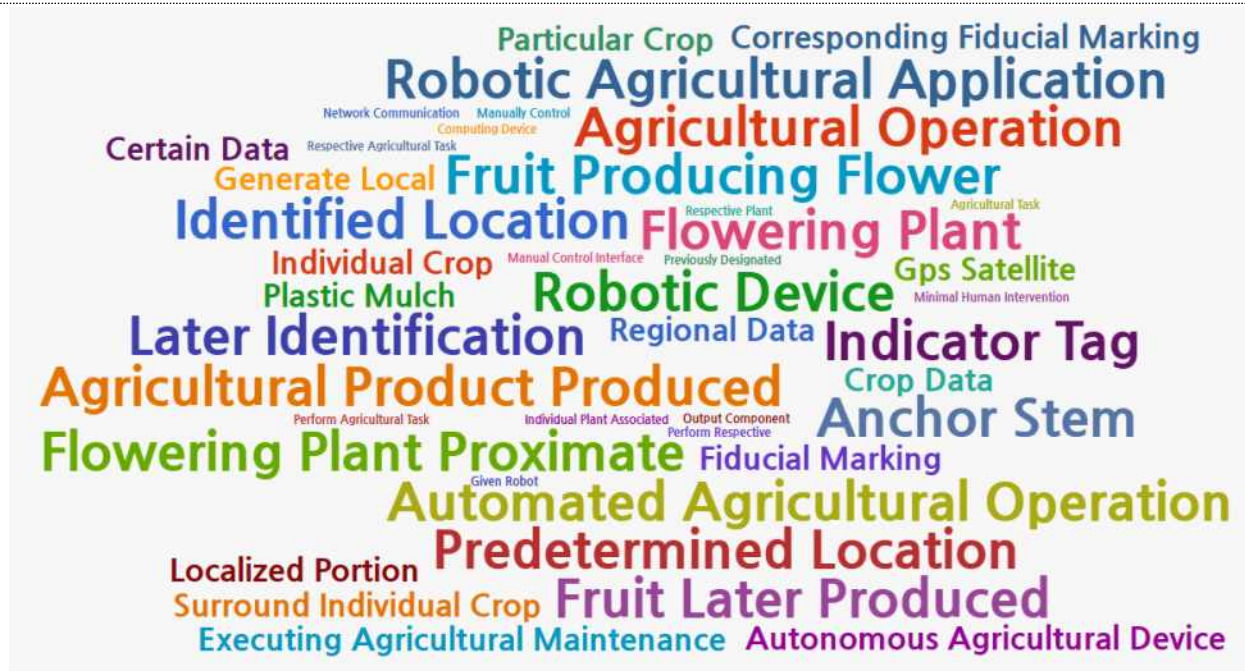
[주요 출원인 기술 키워드]

[주요 특허 분석]

등록/공개번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	IP 경쟁력	
			피인용 문헌수	패밀리 국가수
JP 11526997 (2022.12.13.)	Targeting agricultural objects to apply units of treatment autonomously	컴퓨터 비전과 딥러닝 기술을 이용해 작물을 실시간으로 식별하고 필요한 농약이나 비료를 정확히 적용	14	1
US 11406052 (2022.08.09)	Cartridges to employ an agricultural payload via an agricultural treatment delivery system	데이터 분석을 통해 작물의 특정 그룹을 식별하고 필요한 처리를 카트리지 시스템으로 투사	12	1
US 2021-0185942 (2021.06.24)	Managing stages of growth of a crop with micro-precision via an agricultural treatment delivery system	농업 로봇이 작물을 식별한 후, 선택된 발사기를 통해 작물에 필요한 처리를 투사	7	1

- Artificial Intelligence, Data Science, Agricultural Treatment 등의 키워드가 도출됨
- VERDANT ROBOTICS는 농업 자동화 로봇 품목과 관련하여 Top 2 출원인으로, 미국을 위주로 출원을 진행하였으며, 특히 Artificial Intelligence 및 Machine Learning에 관련된 기술력이 높은 것으로 조사됨

© X DEVELOPMENT



[주요 출원인 기술 키워드]

[주요 특허 분석]

등록/공개번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	IP 경쟁력	
			피인용 문헌수	패밀리 국가수
US 9532508 (2017.01.03)	Tagging of fruit-producing flowers for robotic selective harvesting	작물의 꽃 위치를 식별하여 로봇이 수확 전 태그를 부착해 향후 수확 작업을 쉽게 진행	25	1
US 9913429 (2018.03.13)	Tagging of fruit-producing flowers for robotic selective harvesting	로봇이 꽃 위치를 기반으로 줄기를 특정 위치에 고정하여 과일이 생산될 위치를 제어	14	1
US 11553634 (2023.01.17)	Robotic agricultural remediation	컴퓨터 비전을 활용하여 잡초의 속성을 분석하고 적합한 제거 방식을 선택	8	2

- Robotic Device, Flowering Plant Proximate, Flowering Plant 등의 키워드가 도출됨
- X DEVELOPMENT는 농업 자동화 로봇 품목과 관련하여 Top 3 출원인으로, 주로 미국 유럽을 위주로 출원을 진행하였으며, 특히 Robotic Device에 관련된 기술력이 높은 것으로 조사됨

4 분석종합

가. 분석결과 요약

특허 분석 결과 요약

[특허 분석 결과]

구분		분석 내용
특허동향 분석	특허증가율 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 주요 국가별로 살펴보면 일본이 가장 활발한 출원활동을 보이는 것으로 조사되었으며, 다음으로 한국, 유럽, 일본 순으로 분석됨
	기술주기 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 농업 자동화 로봇 기술 분야의 기술 위치를 살펴본 결과, 전체적인 동향은 기술혁신의 주체인 특허출원인수와 기술혁신의 결과인 특허출원건수가 동시에 증가하는 동향이 나타나고 있어서 성장기 단계로 분석됨
	특허영향력 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 농업 자동화 로봇 품목에 대한 주요 출원인들의 경쟁력 분석 결과, 전체국가에서는 CRINKLAW FARM SERVICES 특허가 상업적 가치가 높은 것으로 평가됨 • 한국에서는 기술영향력 및 시장확보력이 상대적으로 모두 높은 출원인은 없는 것으로 분석됨. 전북대학교산학협력단의 시장확보력이 상대적으로 높은 것으로 분석되었으며, 정완업의 기술영향력 상대적으로 높은 것으로 분석됨
기술동향 분석	기술개발동향 변화분석	<ul style="list-style-type: none"> • 농업 자동화 로봇 품목에 대한 지난 20년간의 특허 주요 기술 키워드 분석 결과, 농업용 로봇 기술 관련 키워드가 주로 도출된 것으로 조사됨
	기술현황 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 농업 자동화 로봇 품목은 섹션 B 처리조작; 운수(49%) 기술분야의 비중이 매우 높은 것으로 나타났으며, 그중에서도 메니플레이터(manipulater); 메니플레이터 장치를 갖는 실(B25J) 분야에서 집중 연구가 진행되고 있는 것으로 분석됨
	기술집중력 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 농업 자동화 로봇관련 기술에 대한 HHI(허핀달-허쉬만)지수 분석결과, 전체 1476으로 경쟁적인 시장이 형성되어 있으므로 시장진입이 다소 용이한 것으로 분석됨
주요 출원인 분석	출원인 동향 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 농업 자동화 로봇 품목의 주요 출원인을 살펴보면 미국과 일본 국적의 출원인이 다수 포함되어 있으며, 제1 출원인은 일본의 FANUC인 것으로 조사됨
	주요 출원인 기술 키워드 및 주요 특허 분석	<ul style="list-style-type: none"> • FANUC는 공작 기계, 로봇 핸드, 로봇 시스템, 로봇 동작 프로그램 등의 키워드가 도출되었으며, 공작 기계에 관련된 기술력이 높은 것으로 조사됨 • VERDANT ROBOTICS는 Artificial Intelligence, Data Science, Agricultural Treatment 등의 키워드가 도출되었으며, Artificial Intelligence 및 Machine Learning에 관련된 기술력이 높은 것으로 조사됨 • X DEVELOPMENT은 Robotic Device, Flowering Plant Proximate, Flowering Plant 등의 키워드가 도출되었으며, Robotic Device에 관련된 기술력이 높은 것으로 조사됨


분석 종합표

[평가지표/ 정량적 분석]

평가지표	한국		미국	유럽	일본
	전체	중소기업			
특허 활동도 ¹⁾	33.9	19.2	59.4	29.3	100.0
특허 부상도 ²⁾	99.2	99.8	100.0	71.7	93.6
특허 시장력 ³⁾	13.1	4.5	49.2	32.8	100.0
특허 영향력 ⁴⁾	29.1	33.5	100.0	14.2	16.7
					
상대적 기술경쟁력 ⁵⁾	56.5	50.6	99.4	47.7	100.0

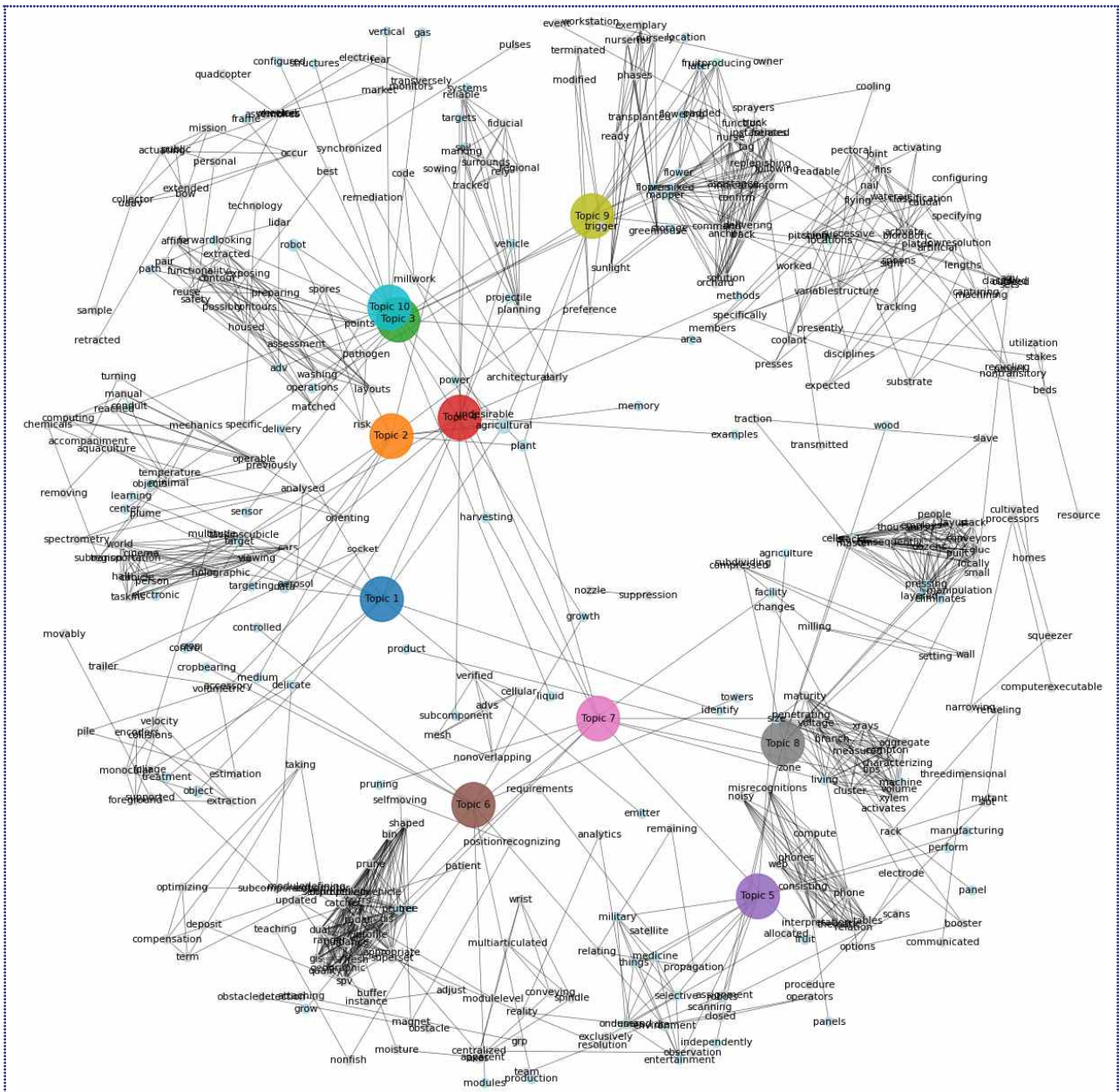
주) 각 평가지표 값은 원 계산 값에 상대적 비교의 편의성을 위해 최고점 100점으로 환산한 값이며, 상대적 기술경쟁력은 각 평가지표의 가중치를 1:1로 반영하여 평균값을 도출한 것임

[주요 특허 선별지표]

선별지표	가중치
패밀리 특허 수(A)	2
피인용 횟수(B)	2
발명자 수(C)	2
청구항 수(D)	1.5
등록 여부(E)	1.5
IPC 수(F)	1
	
선별지표 최종 계산식 ⁶⁾	$(A+B+C) \times 2 + (D+E) \times 1.5 + (F) \times 1$

- 1) 전체 출원건수 대비 국가별 출원건수 평가
- 2) 각 국가별 전체 출원건수 대비 최근 5년 출원건수 평가
- 3) 국가별 패밀리 국가수(PFS) 평가
- 4) 국가별 피인용도(CPP) 평가
- 5) 상기 4개 평가지표의 합계 최고 국가 대비 상대값
- 6) 전략품목과의 정합성을 높이기 위하여 선별지표 최종 계산식에서 2~3배 후보군을 도출한 다음 명칭, 요약, 청구항을 참조하여 최종 주요 특허를 선별함

- (네트워크 맵) 핵심 특허 및 주요 토픽을 통해 도출된 핵심 키워드를 활용하여 클러스터링 분석에 의한 요소기술 후보군 도출
 - 키워드별 노드의 크기는 키워드의 중요도를, 연결된 선의 거리는 키워드 간 근접성 (유사성)을, 연결된 선의 수는 노드에 대한 중심성을 의미



[키워드 네트워크 분석 결과]

- ➔ (요소기술 후보군 도출) 10개 클러스터별 핵심 키워드와 관련 특허(출원번호)를 통해 요소기술 후보군 제시

[농업 자동화 로봇 요소기술 후보군 도출]

No	핵심 키워드	관련 특허(출원번호)	요소기술 후보군
1	agricultural, object, treatment, objects, delivery, data, learning, identify, projectile, emitter	<ul style="list-style-type: none"> • Agricultural analysis robotic systems and methods thereof (18-204079) • System and a method for automation of agricultural treatments (18-096287) 	<ul style="list-style-type: none"> • 정밀 센싱 기반 작물 상태 분석 기술 • 농업 환경 로봇 자율 경로 탐색 및 작업 제어 기술
2	robot, electronic, plant, agricultural, storage, control, soil, memory, medium, data	<ul style="list-style-type: none"> • Agricultural manipulator; assembly thereof with a robot arm (18-579973) • Autonomous agricultural robot (18-547005) • Apparatus and method for agricultural data collection and agricultural operations (18-486909) 	<ul style="list-style-type: none"> • 농작물 수확 목적 정밀 제어 및 다기능 매니퓰레이터 기술 • 농지 지형 인식 및 장애물 회피 자율 네비게이션 시스템
3	path, area, vehicle, mapper, center, sensor, adv, forwardlooking, delivery, premixed	<ul style="list-style-type: none"> • System and method for removal and processing of aquaculture mortalities (18-215472) • Robotic agricultural system and method (17-412180) • Nature-inspired design and engineering of autonomous seafood capturing, sorting and delivering system (16-836920) 	<ul style="list-style-type: none"> • 농업 작업 자동화 통합 로봇 플랫폼 기술 • 자연 모사형 설계 기반 자동 수산물 포획 및 분류 기술
4	subcomponent, harvesting, examples, targeting, targets, vehicle, target, methods, systems, delicate	<ul style="list-style-type: none"> • Harvester with automated targeting capabilities (18-669353) • Robotic separation of plastics for chemical recycling (17-549893) • Gripper tools for object grasping and manipulation (17-430770) 	<ul style="list-style-type: none"> • 자동 타겟팅 정밀 수확 기술 • 농업 폐기물 분류 로봇 기술

No	핵심 키워드	관련 특허(출원번호)	요소기술 후보군
5	robots, medicine, entertainment, military, selective, ondemand, things, agriculture, manufacturing, perform	<ul style="list-style-type: none"> • Method for working a plot of land by a fleet of at least two agricultural robots (18-246362) • Cooperation among mobile robots using 5g/6g communications (18-095069) • Autonomous navigation and collaboration of mobile robots in 5g/6g (17-899864) 	<ul style="list-style-type: none"> • 다중 로봇 협력 기반 농지 작업 최적화 기술 • 초저지연 통신 활용 로봇 군집 작업 기술
6	controlled, modules, environment, grow, growth, production, crop, facility, towers, cropbearing	<ul style="list-style-type: none"> • Production facility layout for automated controlled environment agriculture (18-324964) • Applying and using fiducial markings on agricultural apparatuses (17-971303) • Vertical farming systems and methods (17-841495) 	<ul style="list-style-type: none"> • 시설 배치 시뮬레이션 기반 농업 생산성 최적화 기술 • 작업 위치 보정 시각 마커 및 기계 학습 통합 기술
7	fruit, tree, pruner, harvesting, size, living, pruning, power, plant, machine	<ul style="list-style-type: none"> • Backscatter imaging for precision agriculture (16-656965) • Agriculture vehicles (15-138041) 	<ul style="list-style-type: none"> • 작물 상태 및 토양 정보 분석 백스캐터 이미징 기술 • 대규모 농업용 기계와 로봇의 융합형 자율 작업 기술
8	layered, wood, product, panel, robots, stacks, eliminates, pressing, independently, panels	<ul style="list-style-type: none"> • Device and method for cultivating an agricultural area (18-432613) • Machine tool (18-043481) • Wood-processing system and wood-processing method (17-393470) 	<ul style="list-style-type: none"> • 농업용 로봇 다기능 공구 교체 및 적용 기술 • 자율 작업 로봇 활용 토양 관리 및 경작 시스템

No	핵심 키워드	관련 특허(출원번호)	요소기술 후보군
9	flower, location, agricultural, operations, plant, later, flowering, flowers, fruitproducing, locations	<ul style="list-style-type: none"> • Building information modeling-based simulation of construction robots in wood frame assembly process (18-615789) • Robotic receiving and dispersement system (18-109122) • Generating a local mapping of an agricultural field for use in performance of agricultural operation(s) (17-131098) 	<ul style="list-style-type: none"> • 농작물 수확 후 물류 자동화 로봇시스템 • GPS 및 센서 기반 농지 데이터 분석 및 시각화 기술
10	growth, conduit, vertical, frame, structures, plant, gas, liquid, robot, configured	<ul style="list-style-type: none"> • Robotic fruit harvesting system (18-553722) • System and method for plant indexing in a hydroponic farming environment and a hydroponic farming environment (18-406321) • Grp door manufacturing system (18-259788) 	<ul style="list-style-type: none"> • 민감 작물 충격 최소화 그리퍼 및 수확 기술 • 자동화된 환경 설비 구축 로봇 공정 기술

관련 특허 : 주제 분포 측면에서 얼마나 유사한지를 기준으로 평가하여 밀접한 관련이 있다고 판단되는 특허

제4절 기술개발 로드맵

1 요소기술 도출 및 핵심 요소기술 선정

가. 요소기술 도출

☒ 핵심 요소기술 선정을 위한 전략품목 요소기술 7개 도출

[요소기술 도출]

구분	요소기술	개요	출처
1	농작업 데이터 수집 관리 기술	• 농작업 자동화를 위한 데이터 프레임워크, 농작업 환경인지, 농작업을 위한 로봇작업계획 및 제어기술	전문가
2	로봇 이동지능 기술	• 과수 혹은 노지 환경에서 농작업을 수행하기 위한 3차원 비정형 환경에서의 위치인식 및 자세인식, 주행공간 인식, 경로 및 동작 계획 및 주행제어 기술	전문가
3	로봇 조작지능 기술	• 수확 등 조작기반 작업수행을 위한 3차원 작업 대상체 인식, 학습, 로봇 동작계획 및 제어기술	전문가
4	작업 위치 보정 시각 마커 및 기계 학습 통합 기술	• 시각적 마커와 기계 학습 알고리즘을 결합하여 농업 로봇의 작업 정확도를 향상시키는 기술	클러스터링
5	농지 지형 인식 및 장애물 회피 자율 네비게이션 시스템	• 농업 로봇이 농지의 지형을 정확히 인식하고 장애물을 실시간으로 탐지 및 회피하여 자율적으로 이동할 수 있는 네비게이션 기술	클러스터링
6	농업용 로봇 다기능 공구 교체 및 적용 기술	• 다양한 농업 작업에 필요한 도구를 자동으로 교체하고 활용할 수 있도록 설계된 로봇의 다목적 플랫폼 기술	클러스터링
7	GPS 및 센서 기반 농지 데이터 분석 및 시각화 기술	• GPS와 센서를 활용하여 농지 정보를 정밀하게 수집하고, 이를 분석 및 시각화하여 농업 작업의 효율성을 높이는 기술	클러스터링

출처: '23년 기술로드맵, 중소기업 니즈, 수요처 니즈, 대국민(재)민, 전문가 등

나. 핵심 요소기술 선정

☒ 선별된 전략품목 요소기술을 대상으로 전문위원회를 통해 기술개발 핵심성·파급성·가능성을 평가하여 핵심 요소기술 선정

- (기술개발 핵심성) 전략품목 개발 필요 요소기술 가운데 중요도(필수 여부) 및 기술 개발 성공 시 달성 기여도
- (기술개발 파급성) 기술개발 이후 타 분야/품목 등에 영향을 미치는 확장 수준
- (기술개발 가능성) 요소기술에 대한 개발 기간, 투자금액, 기술 난이도 등을 종합적으로 고려한 중소기업 적합 수준

[「농업 자동화 로봇」 핵심 요소기술 선정]

구분	핵심 요소기술	개요
1	농작업 데이터 수집 관리 기술	• 농작업 자동화를 위한 데이터 프레임워크, 농작업 환경인지, 농작업을 위한 로봇작업계획 및 제어기술
2	로봇 이동지능 기술	• 과수 혹은 노지 환경에서 농작업을 수행하기 위한 3차원 비정형 환경에서의 위치인식 및 자세인식, 주행공간 인식, 경로 및 동작 계획 및 주행제어 기술
3	로봇 조작지능 기술	• 수확 등 조작기반 작업수행을 위한 3차원 작업 대상체 인식, 학습, 로봇 동작계획 및 제어기술

☒ 핵심 요소기술 정의서

4-1 농작업 데이터 수집 관리 기술

구분		내용												
분류 체계	산업기술	- (100507) 로봇/자동화기계 관련 IT·S/W												
	과학기술	- (EA0507)로봇/자동화기계 관련 S/W												
기술개요		- 농작업 자동화를 위한 데이터 프레임워크, 농작업 환경인지, 농작업을 위한 로봇작업계획 및 제어기술 • 농작업 환경 및 작물 생육정보 획득, 가공, 추론, 관리를 위한 데이터 프레임워크기술 • 재배 작물별 로봇작업계획 및 이를 구현하기 위한 맵핑, 인식, 제어기술												
기술 요구사항		- 작물별 농작업 환경에 대한 인식이 가능해야 하며 이를 기반으로 농작업 계획과 제어가 가능 • 작물별 환경 모니터링 센서 및 로봇을 이용한 데이터 획득, 가공, 추론이 가능 • 농작업 자동화를 위한 3차원 공간맵핑, 농작업 대상체 인식, 로봇작업계획 및 제어가 가능해야 함. 이 때의 농작업은 재배 뿐만 아니라 농산물의 가공, 운반, 보관 등 농작업 전반적인 과정의 전부 혹은 일부를 포함												
기술개발 최종 목표		- 농작업 자동화를 위한 데이터 프레임워크, 농작업 환경인지 및 작업기술개발												
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>기술명</th> <th>현재수준</th> <th>목표수준</th> <th>주요 목표성과</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>농작업 자동화를 위한 데이터 프레임워크</td> <td>• IoT등 스마트팜 중심의 데이터 프레임워크</td> <td>• IoT, 로봇을 포함한 농작업 자동화를 위한 데이터 프레임워크</td> <td>• 작물별, 농작업별 데이터 획득 및 인공지능기반의 가공,판단,관리가 가능한 데이터 프레임워크</td> </tr> <tr> <td>농작업 환경인지 및 작업기술</td> <td>• 스마트팜 중심의 온실환경 농작업 환경인지 및 로봇 작업기술</td> <td>• 스마트팜, 과수, 노지 등 이중환경 대상 환경인지 및 로봇 작업기술</td> <td>• 과수 혹은 노지환경에 적용이 가능한 농작업 환경인지 및 로봇 작업지능</td> </tr> </tbody> </table>	기술명	현재수준	목표수준	주요 목표성과	농작업 자동화를 위한 데이터 프레임워크	• IoT등 스마트팜 중심의 데이터 프레임워크	• IoT, 로봇을 포함한 농작업 자동화를 위한 데이터 프레임워크	• 작물별, 농작업별 데이터 획득 및 인공지능기반의 가공,판단,관리가 가능한 데이터 프레임워크	농작업 환경인지 및 작업기술	• 스마트팜 중심의 온실환경 농작업 환경인지 및 로봇 작업기술	• 스마트팜, 과수, 노지 등 이중환경 대상 환경인지 및 로봇 작업기술	• 과수 혹은 노지환경에 적용이 가능한 농작업 환경인지 및 로봇 작업지능
		기술명	현재수준	목표수준	주요 목표성과									
농작업 자동화를 위한 데이터 프레임워크	• IoT등 스마트팜 중심의 데이터 프레임워크	• IoT, 로봇을 포함한 농작업 자동화를 위한 데이터 프레임워크	• 작물별, 농작업별 데이터 획득 및 인공지능기반의 가공,판단,관리가 가능한 데이터 프레임워크											
농작업 환경인지 및 작업기술	• 스마트팜 중심의 온실환경 농작업 환경인지 및 로봇 작업기술	• 스마트팜, 과수, 노지 등 이중환경 대상 환경인지 및 로봇 작업기술	• 과수 혹은 노지환경에 적용이 가능한 농작업 환경인지 및 로봇 작업지능											
단계별 목표	1차년도	- 농작업 데이터 프레임워크 설계, 농작업 환경인지 및 작업기술 요구분석 (TRL 5단계) • AI와 로봇틱스 요소를 포함한 농작업 자동화를 위한 데이터 프레임워크 설계 (로봇틱스 요소는 공간맵핑, 로봇제어 및 상태정보 획득을 위한 통신구조를 포함) 및 기초구현 • 주요 작물별, 농작업별 농작업환경 인지, 로봇작업계획 및 제어기술 요구사항 분석, 시스템 설계 (농작업은 재배를 포함한 농작업 전반적인 과정의 전부 혹은 일부를 지칭)												
	2차년도	- 과수 혹은 노지 작물에 대한 농작업 자동화 데이터 프레임워크 상세 설계 및 로봇 작업지능의 현장 검증 (TRL 5단계) • 과수 혹은 노지 주요 작물에 대한 농작업 자동화 데이터 프레임워크 상세 설계 및 현장적용 • 과수 혹은 노지 주요 작물에 대한 농작업 자동화를 위한 로봇작업계획 및 제어 프레임워크 상세 설계 및 현장 적용 (로봇작업제어는 반자율 혹은 원격제어 등 농작업별로 다양한 자동화 수준의 제어 프레임워크 적용이 가능함)												
	3차년도	- 농작업 자동화를 위한 데이터 및 제어 프레임워크 통합 및 안정화 개발 (TRL 6단계) • AI, 로봇틱스 요소를 포함한 데이터 및 제어 프레임워크 통합 설계 및 안정화 개발 • 과수원 혹은 노지 주요 작물에 대한 전체 혹은 주요 프로세스에 대한 데이터 관리, 환경인지, 로봇작업제어 시스템 현장 검증												

4-2 로봇 이동지능 기술

구분		내용								
분류 체계	산업기술	- (100507) 로봇/자동화기계 관련 IT·S/W								
	과학기술	- (EA0507) 로봇/자동화기계 관련 S/W								
기술개요		<ul style="list-style-type: none"> - 과수 혹은 노지 환경에서 농작업을 수행하기 위한 3차원 비정형 환경에서의 위치인식 및 자세인식, 주행공간 인식, 경로 및 동작 계획 및 주행제어 기술 • 라이다 등 거리센서 및 카메라 등 비전센서를 이용한 3차원 공간에서의 위치인식, 공간인지 및 주행공간 인식기술 • 3차원 비정형 환경에서의 경로 및 동작계획, 주행제어 기술 								
기술 요구사항		<ul style="list-style-type: none"> - 과수 혹은 노지환경에서 농작업 수행을 하기 위한 3차원 비정형 환경에서의 위치 및 공간인지가 가능해야하며, 이를 기반으로 로봇 동작 계획 및 제어가 가능해야 함 • 경사지, 굴곡, 비균일 노면에서 안정적인 주행제어와 위치인식이 가능해야 함 • 바퀴형 로봇 뿐 만 아니라 4족 보행 등 비정형 환경에서의 작업 수행을 위한 다양한 로봇 기구학과 농작업 환경을 고려한 경로 계획, 동작 계획 및 제어가 가능해야 함 								
기술개발 최종 목표		<ul style="list-style-type: none"> - 과수 혹은 노지 환경에서 농작업을 수행하기 위한 로봇 이동지능기술 개발 <table border="1"> <thead> <tr> <th>기술명</th> <th>현재수준</th> <th>목표수준</th> <th>주요 목표성과</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>과수 혹은 노지 환경에서의 농작업을 위한 로봇 이동지능 기술</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • 스마트팜 등 제한적인 환경 (구조화된 실내환경 등)에서의 로봇 이동지능 기술 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • 과수 혹은 노지 환경 등 비정형 3차원 환경에서의 작업을 위한 로봇 이동지능 기술 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • 과수 혹은 노지 환경 등 다양한 농작업 환경 및 작업 시나리오에 적용이 가능한 로봇 이동지능 기술 </td> </tr> </tbody> </table>	기술명	현재수준	목표수준	주요 목표성과	과수 혹은 노지 환경에서의 농작업을 위한 로봇 이동지능 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트팜 등 제한적인 환경 (구조화된 실내환경 등)에서의 로봇 이동지능 기술 	<ul style="list-style-type: none"> • 과수 혹은 노지 환경 등 비정형 3차원 환경에서의 작업을 위한 로봇 이동지능 기술 	<ul style="list-style-type: none"> • 과수 혹은 노지 환경 등 다양한 농작업 환경 및 작업 시나리오에 적용이 가능한 로봇 이동지능 기술
기술명	현재수준	목표수준	주요 목표성과							
과수 혹은 노지 환경에서의 농작업을 위한 로봇 이동지능 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트팜 등 제한적인 환경 (구조화된 실내환경 등)에서의 로봇 이동지능 기술 	<ul style="list-style-type: none"> • 과수 혹은 노지 환경 등 비정형 3차원 환경에서의 작업을 위한 로봇 이동지능 기술 	<ul style="list-style-type: none"> • 과수 혹은 노지 환경 등 다양한 농작업 환경 및 작업 시나리오에 적용이 가능한 로봇 이동지능 기술 							
단계별 목표	1차년도	<ul style="list-style-type: none"> - 과수 혹은 노지 환경에서의 농작업을 위한 로봇이동지능 설계 (TRL 5단계) • 바퀴형 혹은 보행형 로봇 기구학을 고려한 주행제어 기술 설계 • 3차원 지역 및 전역 공간 위치 인식 (맵핑 포함), 공간 인지 기술 설계 								
	2차년도	<ul style="list-style-type: none"> - 대상 과수 혹은 노지 환경내에서의 주행제어 및 위치인식, 공간인지 기술 상세 설계 및 구현 (TRL 5단계) • GPS 음영지역에서도 안정적으로 동작이 가능한 로봇이동지능 (주행제어, 위치인식, 공간인지) 상세 설계 • 과수 혹은 노지환경에서 농작업 시나리오를 고려한 로봇이동지능 현장 검증 								
	3차년도	<ul style="list-style-type: none"> - 대상 과수 혹은 노지 환경에서 농작업 수행을 위한 로봇이동지능 통합 및 안정화 (TRL 6단계) • 3차원 비정형 환경에서의 농작업 수행을 위한 위치인식 및 자세인식 모듈화 개발, 센서융합 주행공간 인식 및 제어 등 로봇이동지능 통합 프레임워크 개발 • 대상 과수 혹은 노지 환경에서 농작업 시나리오를 적용한 로봇이동지능 안정화 개발 								

4-3 로봇 조작지능 기술

구분		내용								
분류 체계	산업기술	- (100507) 로봇/자동화기계 관련 IT·S/W								
	과학기술	- (EA0507)로봇/자동화기계 관련 S/W								
기술개요		<ul style="list-style-type: none"> - 수확 등 조작기반 작업수행을 위한 3차원 작업 대상체 인식, 학습, 로봇 동작계획 및 제어기술 • 스마트 팜, 과수 혹은 노지환경에서 수분, 수확, 제초 등 다양한 농작업 수행을 위한 3차원 비정형, 유연 작업 대상체 인식 및 자세인식 기술 • 조작기반 작업수행을 위한 로봇화 장치 및 모바일 매니플레이션 기술 								
기술 요구사항		<ul style="list-style-type: none"> - 로봇센서를 이용한 3차원 비정형, 유연 대상체 인식 및 자세인식이 가능해야 하며, 조작기반 농작업 수행을 위한 경제적인 매니플레이션 플랫폼 제공이 가능해야 함 • 조작기반 농작업 자동화를 위한 지역 3차원 맵핑이 가능해야 하며, 이를 기반으로 위치인식, 자세인식, 작업 계획이 이루어져야 함 • 스마트팜, 과수, 혹은 노지환경에서 대상 작물에 특화된 로봇 매니플레이션 플랫폼 제공이 가능해야 함 								
기술개발 최종 목표		<ul style="list-style-type: none"> - 스마트팜, 과수, 혹은 노지 환경에서 대상 작물에 특화된 로봇 조작지능 및 이를 지원하는 로봇 매니플레이션 플랫폼 개발 <table border="1"> <thead> <tr> <th>기술명</th> <th>현재수준</th> <th>목표수준</th> <th>주요 목표성과</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>스마트팜·과수 혹은노지환경에서 대상 작물에 특화된 로봇 조작지능 기술</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • 대상 작물의 일부 작업에 특화된 로봇조작지능 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • 대상 작물의 재배 주기에 걸쳐 다양한 작업이 가능한 로봇 조작지능 및 이를 지원하는 로봇플랫폼 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • 스마트팜, 과수, 혹은 노지 환경에서 대상 작물에 특화된 로봇 조작지능 및 로봇플랫폼 </td> </tr> </tbody> </table>	기술명	현재수준	목표수준	주요 목표성과	스마트팜·과수 혹은노지환경에서 대상 작물에 특화된 로봇 조작지능 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 대상 작물의 일부 작업에 특화된 로봇조작지능 	<ul style="list-style-type: none"> • 대상 작물의 재배 주기에 걸쳐 다양한 작업이 가능한 로봇 조작지능 및 이를 지원하는 로봇플랫폼 	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트팜, 과수, 혹은 노지 환경에서 대상 작물에 특화된 로봇 조작지능 및 로봇플랫폼
기술명	현재수준	목표수준	주요 목표성과							
스마트팜·과수 혹은노지환경에서 대상 작물에 특화된 로봇 조작지능 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 대상 작물의 일부 작업에 특화된 로봇조작지능 	<ul style="list-style-type: none"> • 대상 작물의 재배 주기에 걸쳐 다양한 작업이 가능한 로봇 조작지능 및 이를 지원하는 로봇플랫폼 	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트팜, 과수, 혹은 노지 환경에서 대상 작물에 특화된 로봇 조작지능 및 로봇플랫폼 							
단계별 목표	1차년도	<ul style="list-style-type: none"> - 로봇 조작지능의 농작업 적용 시나리오 개발, 환경 및 요구사항 분석, 로봇 매니플레이션 기반의 플랫폼 설계 (TRL 5단계) • 대상 작물의 재배 주기와 관련한 로봇조작지능 활용 시나리오 개발, 요구사항 분석, 로봇 매니플레이션 시스템 설계 (모바일 매니플레이션 형태도 가능) • 로봇조작 적용을 위한 3차원 대상체 학습, 인식, 자세인식, 동작계획 및 제어 하위시스템 설계 								
	2차년도	<ul style="list-style-type: none"> - 대상 작물에 대한 로봇조작지능 모듈 상세 설계 및 로봇 플랫폼 통합 (TRL 6단계) • 로봇 조작을 위한 3차원 대상체 학습 및 인식, 자세인식, 동작계획 및 제어, 작업기 하위시스템 상세 설계 및 통합 • 주요 작물에 대한 적용 시나리오 도출 및 기능검증을 위한 현장적용 								
	3차년도	<ul style="list-style-type: none"> - 대상 작물 및 환경에 특화된 로봇조작지능 플랫폼 안정화 개발 (TRL 7단계) • 대상 작물의 전주기 적용을 위한 로봇 작업기 추가 적용 및 장기간 운용을 통한 안정화 이슈도출 • 개발된 로봇 매니플레이션 플랫폼의 현장 적용 및 성능평가 (작업자 대비 성능 효율 비교 검증) 								

2 기술로드맵 구축

가. 기술개발 목표

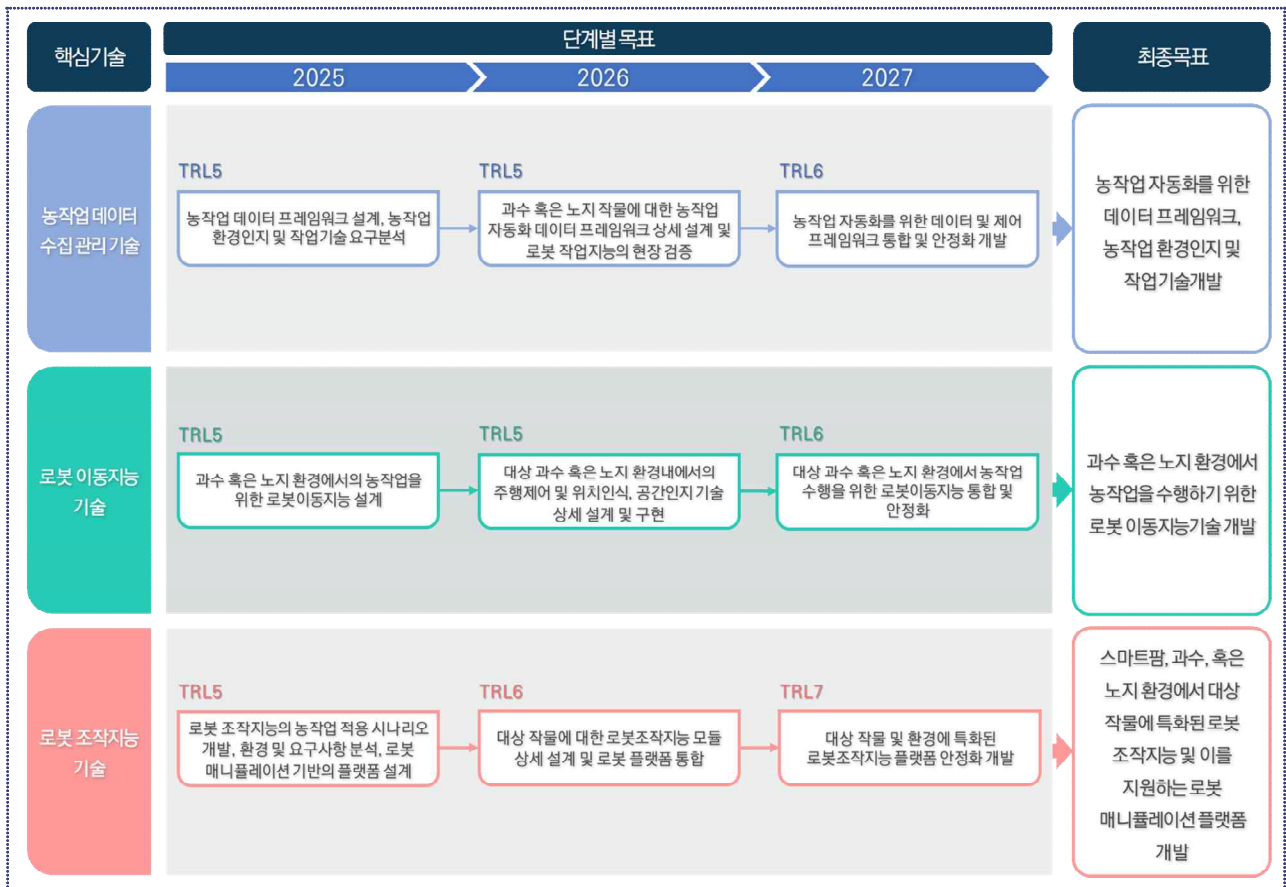
[「농업 자동화 로봇」 기술개발 로드맵]

구분	핵심 요소기술	기술 요구사항	개발목표			최종목표
			1차년도	2차년도	3차년도	
1	농작업 데이터 수집 관리 기술	작물별 농작업 환경에 대한 인식이 가능해야 하며 이를 기반으로 농작업 계획과 제어가 가능	농작업 데이터 프레임워크 설계, 농작업 환경인지 및 작업기술 요구분석	과수 혹은 노지 작물에 대한 농작업 자동화 데이터 프레임워크 상세 설계 및 로봇 작업기능의 현장 검증	농작업 자동화를 위한 데이터 및 제어 프레임워크 통합 및 안정화 개발	농작업 자동화를 위한 데이터 프레임워크, 농작업 환경인지 및 작업기술개발
2	로봇 이동지능 기술	과수 혹은 노지환경에서 농작업 수행을 하기 위한 3차원 비정형 환경에서의 위치 및 공간인지가 가능해야하며, 이를 기반으로 로봇 동작 계획 및 제어가 가능	과수 혹은 노지 환경에서의 농작업을 위한 로봇이동지능 설계	대상 과수 혹은 노지 환경내에서의 주행제어 및 위치인식, 공간인지 기술 상세 설계 및 구현	대상 과수 혹은 노지 환경에서 농작업 수행을 위한 로봇이동지능 통합 및 안정화	과수 혹은 노지 환경에서 농작업을 수행하기 위한 로봇 이동지능기술 개발
3	로봇 조작지능 기술	로봇센서를 이용한 3차원 비정형, 유연 대상체 인식 및 자세인식이 가능해야 하며, 조작기반 농작업 수행을 위한 경제적인 매니플레이션 플랫폼 제공이 가능해야 함	로봇 조작지능의 농작업 적용 시나리오 개발, 환경 및 요구사항 분석, 로봇 매니플레이션 기반의 플랫폼 설계	대상 작물에 대한 로봇조작지능 모듈 상세 설계 및 로봇 플랫폼 통합	대상 작물 및 환경에 특화된 로봇조작지능 플랫폼 안정화 개발	스마트팜, 과수, 혹은 노지 환경에서 대상 작물에 특화된 로봇 조작지능 및 이를 지원하는 로봇 매니플레이션 플랫폼 개발

나. 로드맵 기획

☒ (총론) 비정형 환경에 실시간으로 적응하고 농업 생산성을 제고를 위한 데이터 기반 자율 이동 및 정밀 작업기술 개발

- ☞ (정밀 데이터 수집 및 분석 기술개발) 농업환경 데이터를 실시간으로 수집하고 AI 기반 분석을 통해 최적의 농작업 솔루션을 제공하는 스마트 농업 로봇 기술개발
- ☞ (로봇 이동 및 협업 시스템 고도화) 비정형 농지에서 장애물을 회피하며 정밀 작업을 수행하고, 다수의 로봇이 협업할 수 있는 자율 네비게이션 및 제어 기술개발



[「농업 자동화 로봇」 기술개발 로드맵]