

전략제품 현황분석

스마트 설비관리 시스템



스마트 설비관리 시스템

정의 및 범위

- 스마트 설비관리 시스템이란 공장 등에 설치된 생산설비에 대해 설비의 내구수명 전주기에 걸쳐 고장을 예지하여 수리/관리하고 업그레이드 및 새로운 설비교체, 중고기계 유통 등 설비기능을 유지보전하는데 필요한 체계화된 토탈 시스템
- 스마트 설비관리 시스템 기술은 기능에 따라 생산설비 모니터링 기술과 생산설비 생애주기 관리기술로 크게 구분할 수 있으며, 기술구성 요소에 따라 세분화하여 다양한 기술로 분류

전략 제품 관련 동향

시장 현황 및 전망	제품 산업 특징
<ul style="list-style-type: none"> (세계) 2018년 전 세계 EAM(Enterprise Asset Management) 시장 규모는 46억 달러로 연평균 9.96%의 성장률을 보여 2024년에는 82억 달러에 이를 것으로 예상 (국내) 국내 EAM 시장규모는 2018년 기준 약 2,484억 원으로 추산되며 매년 10.27% 성장하여 2024년 약 4,473억 원 규모가 될 것으로 예상 	<ul style="list-style-type: none"> EAM/ERP 산업은 기업이 보유하고 있는 설비나 자산 등 물적 자원과 인적자원을 비즈니스 관점에서 효율적으로 관리하기 위한 전사적 자산/자원 통합관리솔루션 제공 ERP는 사실상 정체단계에 진입한 상태로 클라우드 기반 ERP와 설비관리시스템을 포함한 ERP 등을 통해 새로운 활로를 모색 중
정책 동향	기술 동향
<ul style="list-style-type: none"> 중소기업 스마트제조 혁신전략 수립 공장혁신을 통해 제조 중소기업의 50% 스마트화 달성 산업단지를 스마트제조 혁신의 거점으로 육성 사람이 중심이 되는 노동환경 조성하는 일터 혁신 민간·지역·정부가 함께하는 제조업 상시 혁신체계 구축 	<ul style="list-style-type: none"> 제조운영 기술과 IT의 통합으로 발전된 설비관리 시스템의 개발 설비 모니터링을 위해 일정기간 원천 데이터를 분석, 상향식으로 모니터링 지수를 개발하여 시스템을 탑재
핵심 플레이어	핵심기술
<ul style="list-style-type: none"> (해외) GE, SAS, Rockwell Automation, Fanuc (대기업) SKT, 포스코 (중소기업) 원텍에스에이, 아이티공간, BNF테크놀로지, 엠아이큐브솔루션, 이메인텍, 한컴MDS 	<ul style="list-style-type: none"> AI기반 부품 수명 예측 기술 AI기반 고장 예지 기술 설비상태 실시간 모니터링 기술 데이터 기반 부품 수명 및 고장 예측 기술 설비 고장 현상, 원인, 조치결과 등의 지식화 기술 이상 징후별 근본원인 판별기술

중소기업 기술개발 전략

- IoT, 클라우드 융합기술 활용을 통한 차별화된 설비관리
- 개별 기업에 커스터마이징된 고기능 저비용 설비자산관리시스템
- 강점이 있는 중소기업의 응용 서비스에 신속하게 적용하여 신서비스 창출
- 장비의 자동화 수준이 향상됨에 따라 고장이 발생하였을 때 진단하는 것이 점점 어려워지는 추세로 진단과 예방에 대한 기술 개발이 필요

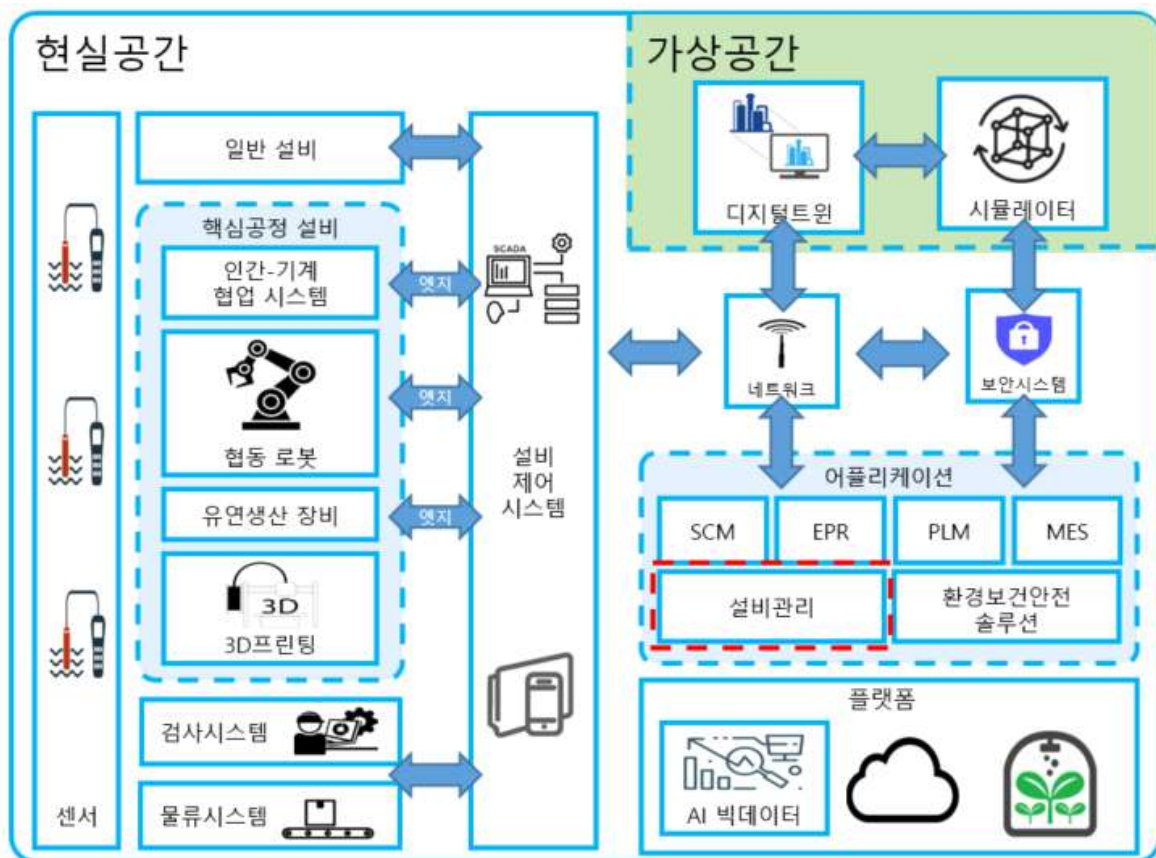
1. 개요

가. 정의 및 필요성

(1) 정의

- 스마트 설비관리 시스템이란 공장 등에 설치된 생산설비에 대해 설비의 내구수명 전 주기에 걸쳐 고장을 예지하여 수리/관리하고 업그레이드 및 새로운 설비교체, 중고기계 유통 등 설비기능을 유지 보전하는데 필요한 체계화된 토탈 시스템
 - 생산설비의 이상 유무와 작동성능을 모니터링·진단하고 보수, 교환, 세척, 정화, 수리 등 설비의 수명주기를 관리하고, 적시에 업그레이드 및 설비 교체, 구매활동 등을 지원하여 공장의 생산기능을 최적의 상태로 유지해주는 종합시스템
 - 생산 모니터링 및 진단 설비, 생산 및 설비 운영지원, 설비관리, 보수 및 교환재료, 안전·방재, 에너지 및 근무환경 개선, 생산시스템 시각화, 인프라 시설 검사 등 다양한 지원 활동 등을 통해 생산 효율성을 높이고 공장 등의 생산기능을 유지 시켜주는 역할

[스마트제조에서 스마트 설비관리 시스템의 위치]



* 출처: 네모아이씨지 자체 작성

(2) 필요성

☐ 노동력의 감소와 첨단 기술의 빠른 발전에 맞는 설비관리 필요

- 많은 경험을 쌓은 관리자들은 설비에서 얻은 경험과 데이터를 분석하여 설비의 이상 상태를 발견하고, 결함의 원인을 찾아 심각한 고장이 생기거나 설비의 가동이 갑자기 중단되기 전에 조치를 취함
- 저출산 고령화로 생산노동력이 감소하고, 설비고도화에 따른 전문 인력의 부족, 기업 간 치열한 경쟁으로 기업생존이 위협받게 되면서 기계에 의한 자동화 생산 방식의 시스템이 필요
- 사물인터넷과 인공지능, 통신기술 및 빅데이터 분석 등 첨단 기술을 공장과 기계에 융합하여 최고의 성능으로 향상시키고, 동시에 기계가 최상의 상태를 유지, 관리 가능
- 설비에서 고장이 발생하면 다수의 안전에 위험을 초래하고, 파급 효과로 기업에 막대한 경제적손실이 발생. 안전 경영의 필요성 증가

☐ 생산성 향상, 비용 절감을 통한 기업경쟁력 향상

- 센서를 통해 기계에서 발생하는 모든 데이터를 수집하고 분석 및 평가할 수 있어 설비결함을 고장 전에 알려주어 고장에 따른 비용, 보수비용을 절감하고 생산성을 향상
- 기업에서 가장 선호하는 보전 방식은 '예방 보전 방식(Preventive Maintenance)'으로 사후보전 방식의 문제점을 개선하고, 설비가 고장이 나기 전에 보수를 하는 방식으로 니즈가 큼
 - (AT&A) Asset Tracking 상승으로 인해 10억 달러의 감가상각비 절감
 - (DYNO) 예방정비관리와 예산, 자재관리로 33만 달러의 비용을 감소
 - (SINGMA) downtime 감소로 25만 달러 소요 비용 절감
 - (AIR PRODUCTS) 관리 인력 소요 비용 절감으로 45만 달러의 비용 절감
 - (Emerson Motors) plant capacity 증가로 2.7백만 달러의 매출이 상승
- 이는 다시 '시간 기반 보전 방식(Time Based Maintenance)'과 '상태 기반 보전 방식(Condition Based Maintenance)'으로 분류되고 이것이 설비관리시스템의 방향

나. 범위 및 분류

(1) 가치사슬

- 후방산업은 소프트웨어 및 데이터베이스 플랫폼 분야로 다른 산업과 비교해 연구개발 및 지적 노동의 투입 비율이 높은 지식 집약적인 고부가가치산업으로 세계 소프트웨어 시장이 반도체 시장의 4배, 자동차 시장의 1.5배 수준의 대규모 시장임에도 불구하고 현 국내 소프트웨어의 글로벌 경쟁력과 성장모델은 아직 미흡한 상태이고 Microsoft, Oracle, IBM 등 글로벌 대기업의 영향 아래 아직 해외 의존도가 높은 산업
 - 소프트웨어 산업은 지식화, 지능화되면서 사회 전반에 걸쳐 영향력 커지며 산업 범위가 지속해서 확대되고 있으며 실시간으로 발생하는 대용량 데이터를 분석하는 빅데이터, 하드웨어와 소프트웨어 자원을 가상화하여 서비스를 제공하는 클라우드, 스스로 학습하고 판단하여 과업을 수행하는 AI, 가상 및 증강현실을 제공한 실감 소프트웨어 등 산업 전반을 혁신할 융합기술들이 지속하여 발전 중
- 전방산업은 석유화학, 전력, 가스, 자동차/반도체 제조업 등 생산설비를 유지관리할 필요성이 있는 산업
 - 사물인터넷 및 클라우드 등 IT 기술의 융복합과 스마트제조 육성정책, 설비자산의 효율적 운영에 인식 전환 등에 힘입어 EAM에 대한 수요는 지속 증가할 전망

[스마트 설비관리 시스템 관련 산업구조]

후방산업	스마트 설비관리 시스템	전방산업
센서, 빅데이터, 인공지능, IoT, 클라우드 등	생산설비 모니터링 생애주기 관리	석유화학, 전력, 가스 자동차, 반도체 등 제조

(2) 용도별 분류

□ 스마트 설비관리 시스템은 크게 생산설비 모니터링과 생애주기 관리로 구분 가능

- 생산·설비 모니터링 시스템은 시간당 생산량 증가, 제조리드타임 감소, 공정 불량률 감소와 재공제고 및 납기 지연율을 감소하는 등의 정량적 효과가 있음
- PLM(Product Lifecycle Management)는 제품 개발을 체계적으로 하기 위한 데이터 관리 방법, 변경관리 프로세스, 설계와 생산 간 제품 데이터를 유기적으로 공유하는 기술로 제품 부가가치는 높이고 원가는 줄이는 효율적인 생산 프로세스

[용도별 분류]

용도	세부 내용
생산설비모니터링	<ul style="list-style-type: none"> • 설비·생산 모니터링시스템은 설비상태뿐만 아니라 생산 공정의 데이터를 통합적으로 관리하여 생산/설비/에너지 현황의 수치와 모니터링 대시보드를 볼 수 있는 시스템
생애주기관리	<ul style="list-style-type: none"> • 설비의 취득, 건설, 설치, 시운전 부터 설비보전(수리, 성능유지, 보수점검 등)과 설비 갱신 및 설비 폐기에 이르기까지 전 과정을 포함하는 전사적 설비자산 관리 (EAM, Enterprise Asset Management)

[Product Lifecycle Management]



* 출처 : 공학저널 (2019) 제품 수명 주기, 스마트하게 관리

2. 산업 및 시장 분석

가. 산업 분석

◎ 중소기업 스마트제조 혁신전략 정책

- ☐ 공장·산단·일터 혁신을 통해 세계 최고 공장경쟁력 확보, 제조혁신 거점 구축, 사람 중심 일터 문화를 조성하여 스마트제조혁신으로 중소기업 제조 강국 실현
- ☐ 제조 중소기업의 50%(3만 개) 스마트화 달성을 통한 공장혁신
 - 2022년까지 3만 개 구축
 - 대기업을 통한 중소기업 스마트 공장 구축지원 강화
 - 스마트 공장 공급 기업 육성
 - 스마트 공장 운영인력 양성 규모 확대(2022): 5만 명 → 10만 명
- ☐ 산업단지 혁신을 통한 제조혁신의 거점 육성
 - 「스마트 산업단지」 선도 프로젝트 추진
 - 산업단지 내 공장 간 산·학·연 간 데이터·자원을 연결·공유·활용할 수 있는 네트워크 구축 및 데이터를 활용해 예지 정비 등 공정혁신, 수요 맞춤 제품 개발, 유희자원 공유 플랫폼 구축
 - 지역맞춤형 근로자 친화 공간 조성
 - 산업단지 내 휴·폐업공장 리모델링을 통해 스마트창업센터 구축, 저렴한 입주공간과 오픈 랩, 컨설팅 제공으로 좋은 일자리 창출

[스마트공장 구축 전·후 변화된 모습]

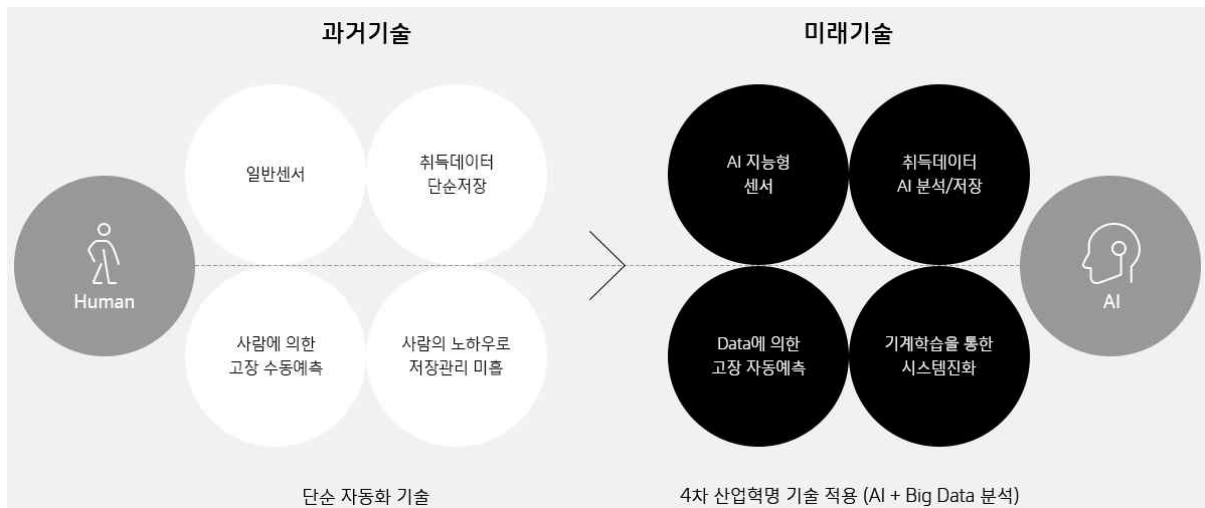


* 출처 : 정책브리핑 (2020) 스마트공장(지능형공장)

◎ 빅데이터와 인공지능을 이용한 예지보전

- 예방보전은 시간기반 예방보전(TBM:Time Based Maintenance)와 상태기반 예방보전(CBM:Condition Based Maintenance)으로 구분
 - 시간 기반 예방보전은 설비의 사용 시간을 기준으로 설비의 상태와 상관없이 설비를 정비하거나 교체하는 것을 의미하여 상태기반 예방 보전은 설비의 상태 모니터링을 통해 고장이 예측될 때 신속하게 설비를 정비하거나 교체하는 활동
 - 상태기반 예방보전이 더 좋은 방법이지만 이전에는 이를 정확히 예측할 방법이 부족하여 시간 기반이 예방보전의 중심이었으나 최근에는 스마트제조의 발달로 상태기반으로 변신 중
- ERP/PLM과 통합한 실시간 설비 통합관리를 위한 실시간 빅데이터 분석 및 지능적 활용 솔루션 상용화 진행 중
 - 실시간 빅데이터 분석 플랫폼, 공학적 기법의 기계학습 모델링, Deep Learning 모델링 등을 활용한 빅데이터 인공지능 기반 예지보전 시장이 계속 성장 중
 - 정유, 석유화학, 발전산업 등의 대형 회전설비의 경우 설비제조사는 전 세계에 공급한 다수의 설비에서 실시간 상태 데이터를 수집해 설비의 설계 특성 정보와 함께 빅데이터 분석을 통해 고장 발생 정보를 도출 중
 - 국내의 경우 아이티공간은 전류를 이용한 인공지능기반 설비의 예지보전 솔루션 출시, 엠아이큐브솔루션은 진동 등 공정데이터를 이용한 인공지능기반 예지보전 솔루션을 개발

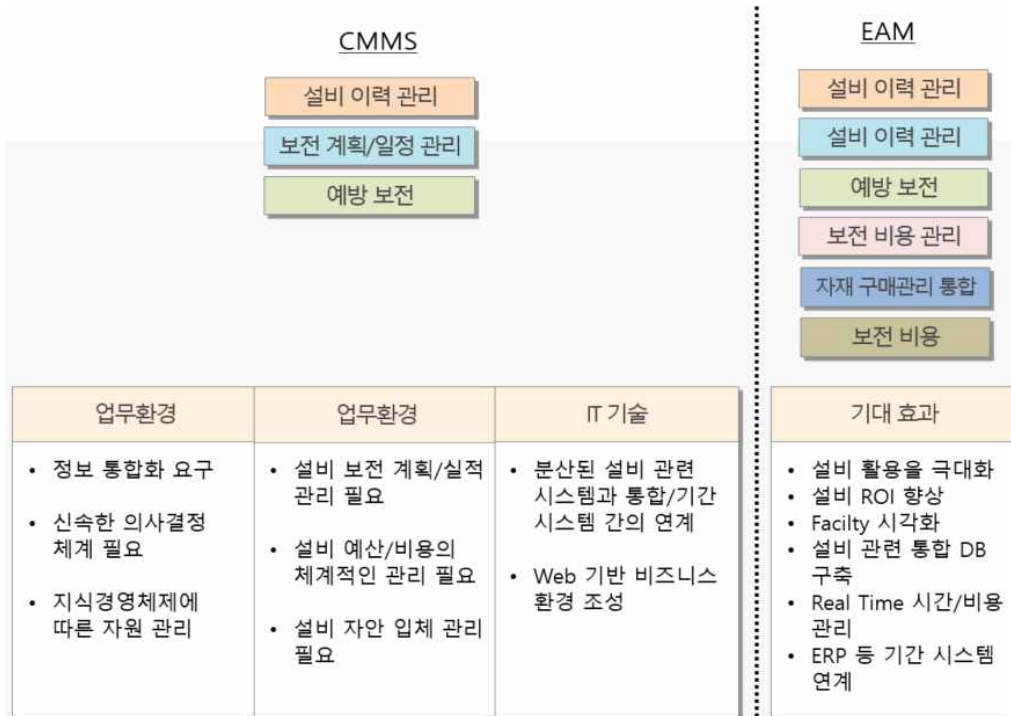
[설비예지보전 관리시스템 CMS(Condition Monitoring System)]



* 출처: 한국네트웍스 스마트 공장

◎ CMMS²⁶⁾ ⇒ EAM 방향으로 진화하는 스마트 설비관리 시스템

[스마트 설비관리 시스템 발전 방향]



* 출처: 오라클코리아 자료 재편집

- EAM은 산업생산시설 및 사회기반시설을 ‘비용에 기반을 두고 최고의 투자 수익율을 얻도록 자산의 취득·운전·정비 및 폐기 등 생애주기 전 과정에서 엔지니어링과 경제적 관점의 의사결정 및 경영전략을 지원하는 모든 절차’로 자산관리 최적화를 구현하는 종합적 자산경영 활동
 - EAM은 설비투자에만 주력하던 기업들이 체계적인 설비관리를 통한 비용 절감 및 수익 창출을 노리는 전략
- ERP는 사실상 정체 단계에 진입한 상태로 기업이 보유하고 있는 설비나 자산 등 물적 자원과 인적자원을 비즈니스 관점에서 효율적으로 관리하기 위한 전사적 자산/자원 통합관리솔루션을 제공 중
 - ERP의 세계적인 기업인 SAP는 SAP S/4HANA를 통해 설비관리시스템을 지원하면서 설비자산 마스터 관리, 통지 관리, 작업 오더 관리, 정비계획관리, 정비실적관리 및 비용정산, 정비 부품 발주 및 재고 관리를 위한 타 애플리케이션과의 연동 지원
 - 클라우드는 필요성을 지속해서 제기해 온 ‘클라우드컴퓨팅 발전 및 이용자 보호에 관한 법률’이 제정되면서 정부의 육성 지원 근거가 마련되고, 규제 개선과 함께 안전하게 서비스를 이용할 수 있는 환경 조성이 이루어질 예정

26) CMMS(Computerized Maintenance Management System, 설비관리시스템)

- 국내 EAM/ERP 기업들은 소속 그룹 내 제조계열사 시스템 구축이나 중소기업을 대상으로 한 중저가형 솔루션 제공을 머물러 있는 실정
 - 비젠토, 영림원소프트랩, 더존비즈온 등 국산 ERP 3사도 클라우드 EAM 시장에 진입할 움직임을 보이며 중소기업 및 스타트업 등도 클라우드 플랫폼 소규모 시장을 타겟
- 북미는 EAM 솔루션 채택 및 개발 측면에서 주요 지역이 될 것으로 예상
 - 엄격한 규제 준수 요구 증가, EAM 공급 업체의 존재 증가 및 정부 지원 증가는 예측기간 동안 시장 성장의 주요 요인으로 작용
 - 북미 지역은 EAM 솔루션과 서비스를 제공하는 주요 산업체가 다수 존재하며, 효과적인 사업 운영을 위한 선도적인 도구와 기술에 투자를 확대 중
 - 2019년 세계 EAM 시장에서 북미가 가장 높은 시장점유율을 차지하였으며, 앞으로도 북미 시장이 전 세계 EAM 시장을 주도할 전망
 - 현재 IBM(미국), 오라클(미국), IFS(스웨덴), SAP(독일), Infor(미국), ABB(스위스), Aptean(미국), CGI(캐나다), IPS(독일), Maintenance Connection(미국), AVEVA(영국), AssetWorks(미국), RFGGen(미국), UpK(미국), Ultimo(UK) 등 기업이 전세계 EAM 시장을 주도

◎ CMMS도 계속 발전 중

- CMMS는 기술의존도가 높고 제품의 수명주기가 길며 구매자의 교섭력이 높은 특성이 있어 새로운 부가가치를 제공하는 차별화된 기술개발과 시장접근이 필요한 산업으로 클라우드 서비스와 사물인터넷 및 RFID 기술들이 접목되며 실시간 자산 정보를 파악, 관리할 수 있는 형태로 진화하는 추세
 - 설비의 기본적인 이력뿐만 아니라 구매, 자재, 자원에 관련되는 여러 모듈로써 설비관리 전산 시스템은 발전 중
 - ICT 융합기술이 발전하면서 클라우드, SaaS, IoT 등과 결합하여 새로운 기능과 편의성을 제공하는 다양한 시도가 이루어지는 중
 - 우리나라에는 여러 가지의 설비관리 패키지 및 여러 가지의 설비진단 기술을 가진 시스템이 존재, 그러나 CMMS와 다른 시스템의 연계가 되지 않아 하나의 독립적인 시스템으로 남을 우려
- 생산설비관리는 BCM(Business Continuity Management) 개념을 지원하고 생산효율을 극대화하며, 설비 구매고객에 대한 사후관리 및 LOCK-IN 서비스를 제공하여 제조업의 경쟁력을 향상시키는 서비스
 - BCP의 수립으로 이루어지며, 생산설비관리는 이를 지원할 수 있도록 설비계획 및 예방보전, 시설 및 자산관리, 설비 이력/점검/예산/자재/공사관리, 실적 평가와 같은 설비관리는 물론, 기계/전기설비진단, 원격관리/감시, 운전가동 감시, 절연 진단, 측정분석, 생산설비 유지/보수, 부품교환, 안전 방재와 같은 서비스를 제공
 - 생산설비관리는 또한 생산시스템의 Visibility를 향상시키기 위해 MES/ERP/BOM, 생산/공정/재고/구매관리, FA/SCADA/PA/PLC/제어계측기, 자동감시 장치 등의 모니터링 기반 제품과 장비를 활용하며, 측정분석 장비, 이미지 처리기, 각인기, 레이저 마커, RFID/바코드 등을 활용하여 품질관리와 예방진단, 수리/교체 활동을 수행

나. 시장 분석

(1) 세계시장

- ☐ 세계 EAM(Enterprise Asset Management) 시장 규모는 '18년 46억 달러에서 연평균 약 10%로 성장하여 '24년 82억 달러 규모에 이를 전망
 - 예측기간 동안 EAM 시장에서는 ALM(Asset Lifecycle Management) 시장이 가장 큰 비중을 차지
 - 이는 제조설비의 유지보수 및 수리 비용을 절감하기 위한 클라우드 기반의 EAM 솔루션에 대한 수요가 증가함에 따라 ALM 시장이 급격히 성장한 것으로 분석
 - 클라우드 기반 EAM 솔루션을 구현하면 중소기업과 대기업이 IT 프로세스보다는 핵심 역량에 집중할 수 있으며, 중앙 집중식 방법을 제공하며 조직이 자산 집약적인 작업의 성능을 향상할 수 있도록 지원

[EAM 세계 시장규모 및 전망]

(단위 : 백만 달러, %)

구분	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
세계시장	4,600	5,100	5,600	6,200	6,800	7,500	8,200	10.0

* 출처: MarketsandMarkets자료 (Insights into the 2020 Enterprise Asset Management Software Market, 2019)

- ☐ 클라우드 기반의 EAM 솔루션 시장은 높은 연평균 성장률로 증가할 것으로 예측
 - 클라우드 기반의 EAM 솔루션은 확장성, 용량 유연성, 협업 강화, 비용 효율성 등 다양한 이점을 제공하며, 산업체들은 IT 프로세스보다는 핵심 역량에 집중 가능
 - 시스템 구성 요소를 웹 및 모바일 애플리케이션과 통합할 수 있는 중앙 집중식 방법을 제공하며, 조직이 자산 집약적인 작업의 효율을 향상

(2) 국내시장

- ☐ 국내 EAM 시장 규모는 2018년 기준 약 2,484억 원으로 추산되며 매년 10.2% 성장하여 2024년 약 4,473억 원으로 규모가 될 것으로 예상

[EAM 국내 시장규모 및 전망]

(단위 : 억 원, %)

구분	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
국내시장	2,484	2,760	3,024	3,348	3,672	4,056	4,473	10.2

* 출처: MarketsandMarkets자료 (Insights into the 2020 Enterprise Asset Management Software Market)에서 APAC 비중을 기준으로 재산정

3. 기술개발 동향

□ 기술경쟁력

- 스마트 설비관리 시스템은 미국이 최고기술국으로 평가되었으며, 우리나라는 최고기술국 대비 71.8%의 기술수준을 보유하고 있으며, 최고기술국과의 기술격차는 2.1년으로 분석
- 중소기업의 기술경쟁력은 최고기술국 대비 63.3%, 기술격차는 2.8년으로 평가
- EU(86.7%)>일본(77.8%)>한국(71.8%)>중국(69.6%)의 순으로 평가

□ 기술수명주기(TCT)²⁷⁾

- 스마트 설비관리 시스템은 7.35의 기술수명주기를 지닌 것으로 파악

가. 기술개발 이슈

◎ 스마트 설비관리 시스템의 기술 개요

[스마트 설비관리 시스템 기술 개요]

기술분류 관점		세부기술
생산설비 모니터링 기술	센싱 시스템 설계 구축기술	<ul style="list-style-type: none"> 온도, 습도, 중량, 속도, 응력 등 다중 센서 체계 구축 운용기술 환경 센서 및 측정데이터 네트워크 통합 기술
	설비상태 측정기술	<ul style="list-style-type: none"> RFID/바코드, 레이저 마커 연계 기술 센싱 대응 모니터링, 데이터 융합기술 센싱 오류 통제 관리기술
	설비정보 인터페이스 기술	<ul style="list-style-type: none"> 휴대단말 및 측정분석 장비 연동 기술 연동 디바이스 체계 구축기술 PLC기반 인터페이스 기술
	원격모니터링 감시기술	<ul style="list-style-type: none"> 데이터 분석 자가 진단 기술 모니터링 데이터 Visibility System 기술 공정데이터 및 생산실적 정보 분석 기술
	실시간 데이터 처리기술	<ul style="list-style-type: none"> 모바일 클라우드 기반 개방형 생산정보 환경 구축·운용 기술 실시간 측정 데이터 분석 저장 기술
	생산설비 수명주기 측정 정보화 기술	<ul style="list-style-type: none"> 데이터 네트워크 구성 최적화 기술 설비별 가동 기간, 운용 실적, 수리실적 모니터링 기술
생산설비 생애주기 관리기술	설비제조사 협업기술	<ul style="list-style-type: none"> 부품별 수리/교체 주기 자동이벤트 기술 생산정보 교환 네트워킹 기술
	고장 예지 진단 처방 기술	<ul style="list-style-type: none"> 고장 예지 진단 처방 기술
	생애주기 통합 전사 관리시스템	<ul style="list-style-type: none"> ERP/CRM/SCM 시스템 연동 기술 작업분석, 성과분석, 수요예측, BI분석 시스템 기술

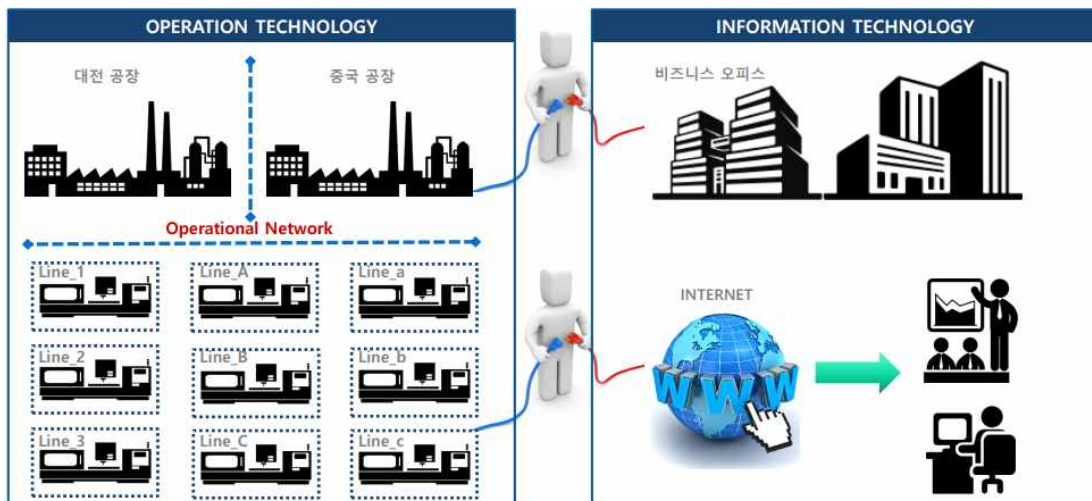
27) 기술수명주기(TCT, Technical Cycle Time): 특허 출원연도와 인용한 특허들의 출원연도 차이의 중앙값을 통해 기술 변화속도 및 기술의 경제적 수명을 예측

- ☐ 기술에 따라 생산설비 모니터링 기술과 생산설비 생애주기 관리 기술로 크게 구분, 기술 요소에 따라 세분화하여 다양한 기술로 분류
 - 생산설비 모니터링 기술은 센싱시스템 설계 구축기술, 설비상태 측정기술, 설비정보 인터페이스 기술, 원격모니터링 감시기술, 실시간 데이터 처리기술로 분류
 - 생산설비 생애주기 관리기술은 생산설비 수명주기 측정 정보화 기술, 설비제조사 협업기술, 생애주기 통합 전사 관리시스템으로 분류

◎ 제조운영 기술과 IT의 통합

- ☐ 독립적인 시스템 및 네트워크 환경으로 구축된 생산설비 정보를 전사적 협업 시스템에 연결하여 조직적인 생산제조 관리
- ☐ 물리적 통합이 아닌 데이터의 통합으로 스마트팩토리 구현
- ☐ 데이터 및 정보의 연결 → 프로세스의 연결 → S/W의 연결 → H/W의 연결(CPS)

[공장 현장과 정보의 통합]

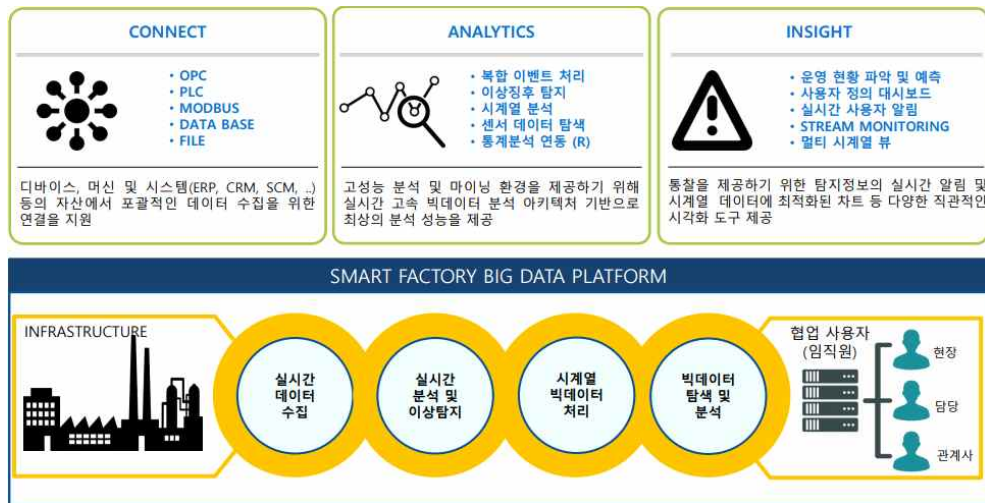


* 출처 : 플랜트필스 (2018) 스마트 팩토리 설비/센서 빅데이터 관리 시스템

□ 스마트 팩토리 구현을 위한 설비/센서 빅데이터 및 이벤트 관리, 산업용 IoT 플랫폼

- 디바이스, 머신 및 시스템(ERP, CRM, SCM) 등의 자산에서 포괄적인 데이터수집을 위한 연결 지원
- 고성능 분석 및 마이닝 환경을 제공하기 위해 실시간 고속 빅데이터 분석 아키텍처 기반으로 최상의 분석 성능 제공

[스마트팩토리 빅데이터 플랫폼]



* 출처 : 플랜트필스 (2018) 스마트 팩토리 설비/센서 빅데이터 관리 시스템

◎ 실시간 설비 모니터링을 위한 센서 기술 진화

□ 센서는 센서와 회로, 시스템 기술로 구분할 수 있고, 센서는 감지 방식과 감지구조가 핵심으로, 주요 이슈로는 고성능화(기계/전기식, 광/전자 센서), 소형화(MEMS 센서), 다기능화(복합 센서), 저전력화(나노 센서) 등이 존재

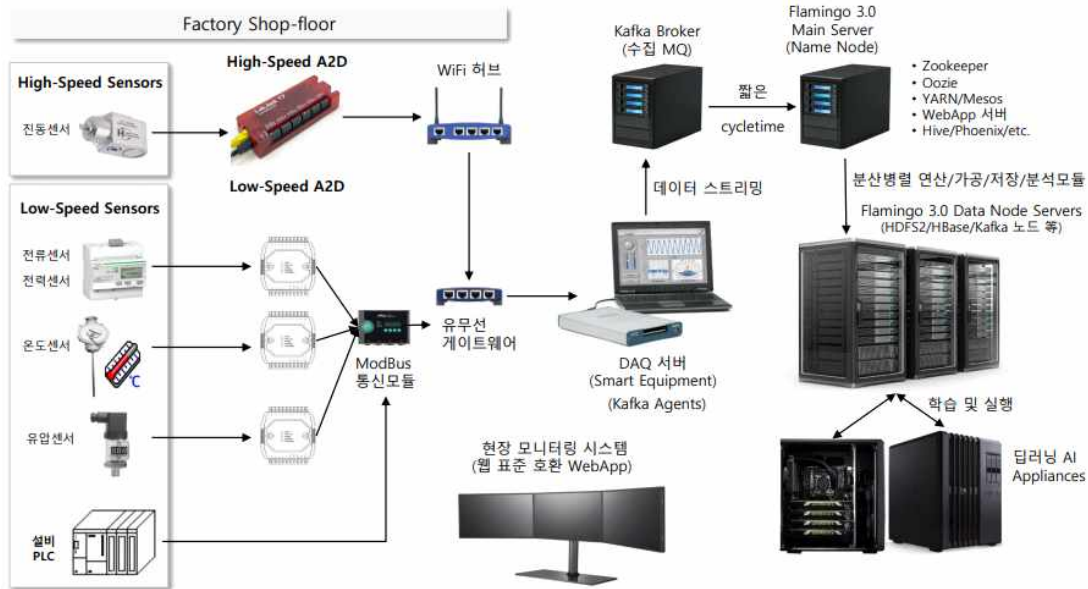
- 센서가 받는 빅데이터들을 처리하는 다양한 기술들과 센서의 데이터들을 전송하는 기술 및 공장 인프라 보안 관련 연구가 활발
- 측정 대상물의 물리·화학적 정보를 감지하는 일반 센서 기술에 나노기술 또는 MEMS 기술을 접목하여 데이터 처리, 자동보정, 자가 진단, 의사결정, 통신 등의 신호처리 기능을 내장하는 추세
- 시스템 분야는 소형화와 대량생산화 등의 패키지 분야의 이슈가 크며, 벌크 시스템 형태에서 SiP(System in Package)로 발전하여 패키지를 층층이 쌓는 MCP(Multi-Chip Package)가 등장

□ MEMS 센서와 ROIC 칩을 같이 개발할 수 있는 SoC 기술개발

- 현재 센서는 MEMS 센서부와 이를 구동하는 CMOS 기반의 ROIC 칩을 따로 구현하고, 하나의 패키지 안에 모듈로 구성하는 것이 대부분
- 향후 MEMS 센서와 ROIC 구동부를 하나의 칩으로 구현하기 위한 SoC(System-on-Chip) 기술이 요구되고 앞으로는 SoC 형태의 MEMS와 CMOS를 직접 집적하는 iMEMS가 등장할 것이며, 나노 기술이 접목되면서 소형화 및 멀티 센서로 진행될 것으로 전망

◎ 실시간 CBM을 위한 기술개발 진행 중

[국내 기업의 인공지능기반 설비관리 시스템 아키텍처]



* 출처 : 엠아이큐브 솔루션 발표자료

□ 실시간 공정 및 설비 모니터링

- 설비 모니터링을 위해 다양한 센서 기술이 개발 중 일정 기간 동안의 일상 점검, 정밀 진단, 교체 이력 등의 원천 데이터를 분석하여 상향식으로 모니터링 지수를 개발하는 방식의 기술개발 진행
- 진동 센서 등 다양한 센서를 이용한 최적의 데이터수집 환경 구축 기술개발이 진행 중이며, 센서의 위치와 개수, 주기 등을 최적화하기 위한 연구 진행 중

□ 최적 정비 시점 예측

- 설비의 정비 시점을 결정하기 위한 설비의 일상 점검, 정밀 진단, 교체 이력 데이터의 기존 데이터와 설비의 모니터링 데이터를 종합 분석하는 빅데이터 플랫폼 개발 진행 중
- 관리 대상 설비에서 수집·분석된 데이터를 빅데이터, 인공지능경망 기술을 융합함으로써 시스템의 운전현황, 이상 상황을 감지하고 분석 및 예지 진단을 통해 고장 지점을 사전에 예측
- 이상 신호 감지, 예지 진단 후 관련 정보를 시설관리자 또는 관계자에게 알림으로써 고장 전 사전 조치 또는 정밀 점검과 대체 부품 준비 등을 할 수 있도록 함으로써 갑작스러운 Overhaul, Shut Down을 최소화하여 궁극적으로 생산성을 크게 향상할 수 있음
- 예를 들어 진동 신호를 통해 설비를 관리하는 경우 일상적인 상황의 진동파형의 피크들과 다른 이상 징후가 나타날 때 이것이 일시적인 것인지 정비를 필요로 하는 것인지에 대한 판단을 위한 분석

□ 실시간 품질 예측

- 설비의 이상 징후 뿐 아니라 생산데이터를 활용한 품질 예측 모델링은 품질에 영향을 주는 인자들을 찾아내고 품질이 측정되었을 시점까지의 인자들의 운전 데이터와 품질 데이터를 대상으로 다양한 모델링 기법을 이용하여 모델을 개발하여 전체 최적화를 하는 방법을 개발 중

◎ 최적 CBM을 위한 기술개발 방향

□ 어떤 센서를 어디에 얼마나 많이 설치하는지를 결정하는 것이 노하우²⁸⁾

- 현재 가장 많이 선호하는 패턴으로 전류치나 진동변화 폭을 파악해 보려고 노력하고 있지만, 전류, 진동 값의 변화로 정확한 고장의 변화를 예측하기 어려운 경우도 다수
- 전기적 결함이 많이 발생하는 전동기의 경우에는 진동보다는 전류나 전압 또는 자계 특성을 이용한 결함 검출이 더 유용
- 대부분 설비는 복합적 결함을 동반하기 때문에 필요에 따라 이들 결함을 검출할 수 있도록 여러 센서를 혼합하여 사용하지만, 센서가 많이 부착될수록 비용이 많이 소요되므로 이 부분을 최적화하는 것도 매우 중요
- 일본 공작기계 업체 DMG모리세이키는 독일의 자동차 부품 메이커 SCHAEFFLER와 협력하여 새로운 서비스를 개발
 - DMG모리세이키의 공작기계에 SCHAEFFLER가 60개의 센서를 설치 공작기계의 가동 데이터를 상세히 취득하였으나 의미 있는 결과를 얻지 못함
 - 유효한 데이터 취득을 위해 최적의 센싱 조건을 구성하여 DMG모리세이키는 새로운 예지보전 서비스를 구축

□ 이상 상황의 데이터를 확보하는 것은 생각보다 어려운 문제

- 고장을 예지하기 어려운 또 하나의 난점은 대형기계나 설비는 계속 가동을 하고 고장 발생의 경우 치명적이기 때문에 고장데이터의 수가 매우 적다는 점이 문제
- AI 관련 기술은 장기간의 모니터링에 의한 데이터 확보의 문제가 매우 크며, 적은 수의 샘플로도 학습이 가능한 수준을 만들거나 여러 유사 사례를 확보해야 하는 노하우가 필요
- 수집된 데이터를 필요와 목적에 맞게 분류하고 통합하여 공장 설비의 현황을 쉽게 파악하고 해석할 수 있는 빅데이터 분석 기술을 통해 설비의 상태를 확인하거나 결함을 분석하고 설비 상호 간의 연관성을 파악
- 해당 기술 분야 전문가의 노하우나 지식이 적용된 자동 진단 알고리즘에 접목시키는 연구를 통해 설비의 결함을 자동으로 진단하고 결함이 발생한 원인과 진전 과정 운전상의 문제점 및 위험 정도 파악 등 전문가가 할 수 있는 의사결정을 대신하는 것이 가능

28) IoT오픈플랫폼 뉴스레터(한국사물인터넷협회, 2018. 9)

◎ 인공지능을 활용한 고장 예지 시스템의 발전²⁹⁾

☐ 머신러닝 기법으로 성공한 사례도 많지만, 단점도 존재

- 머신러닝은 변압기, 터빈, 베어링 등의 수명 예측에 성공적으로 적용된 다양한 사례가 존재하며 예지보전의 핵심으로 평가받고 있는 기술이지만 머신러닝을 통한 시스템의 수명 산출에는 인과관계 또는 통계적으로 의미 있는 수준의 데이터수집 필요
- 회귀법을 사용하는 경우 분류 알고리즘을 어떻게 구성하느냐에 따라 더 큰 비용이 들어가며 더불어 현재 관련 전문가의 숫자가 매우 부족한 형편으로 기술 구현에 많은 어려움

☐ ISO 13379 - 1³⁰⁾에서 제시한 지식 기반 분석의 경우 규칙 기반 분석, 지배방정식 기반 분석이 기법 적용의 편의성 존재

- 규칙 기반 분석은 감시 중인 데이터에 특정 규칙에 부합되면 고장이 발생했다는 사상으로 접근할 수 있으며, 온도의 변동에 따른 화재 예측, 특정 진동 패턴의 감지를 통한 편마모 예견 등에 적용할 수 있고 비용이 저렴한 장점 존재
- 지배방정식 기반 분석 방법은 시스템 분석 단계의 분석 결과 중 인과관계가 분명하고 일반적으로 알려진 법칙, 공식 등이 존재하는 기능들을 대상으로 하며, 수집되는 데이터를 대입하여 실시간으로 상태를 판단하는 데 가장 유용한 방법

☐ ISO 13379 - 1에서 제시한 데이터 기반 분석의 경우 데이터 기반 추론, 머신러닝 기반 분석이 대표적 방법

- 데이터 기반 분석은 기본적으로 통계적인 분류 방법, 회귀 방법 등을 통해 장비의 상태와 남은 수명을 예측하는 통계적 방법론이 주로 사용되며 분석 방법의 특성상 많은 운용데이터의 수집이 필수적
- 대부분 고장의 발생은 시계열로 보았을 때 이산적이고 비선형적인 특성을 보이기 때문으로, 데이터 분석 방법론 중 특히 머신러닝 기법들은 위의 혼돈한 데이터 특성에 대해 대부분 선형적으로 제시되는 이론값과 비교하여, 비교적 높은 적합도를 제시할 수 있어 많이 활용
- 데이터 기반 추론은 일반적으로 적용이 편리하고 통계적인 방법으로 발생할 것으로 기대되는 고장이 정규분포로 알려져 있을 때 가장 효과적으로 활용할 수 있어서 장비를 장기적으로 운용해야 하고 고장이 대체로 균일할 때 아주 높은 수준의 통계적 고장예측이 가능

29) PHM기술을 활용한 4차 산업 적용사례(기계저널,2019.5)

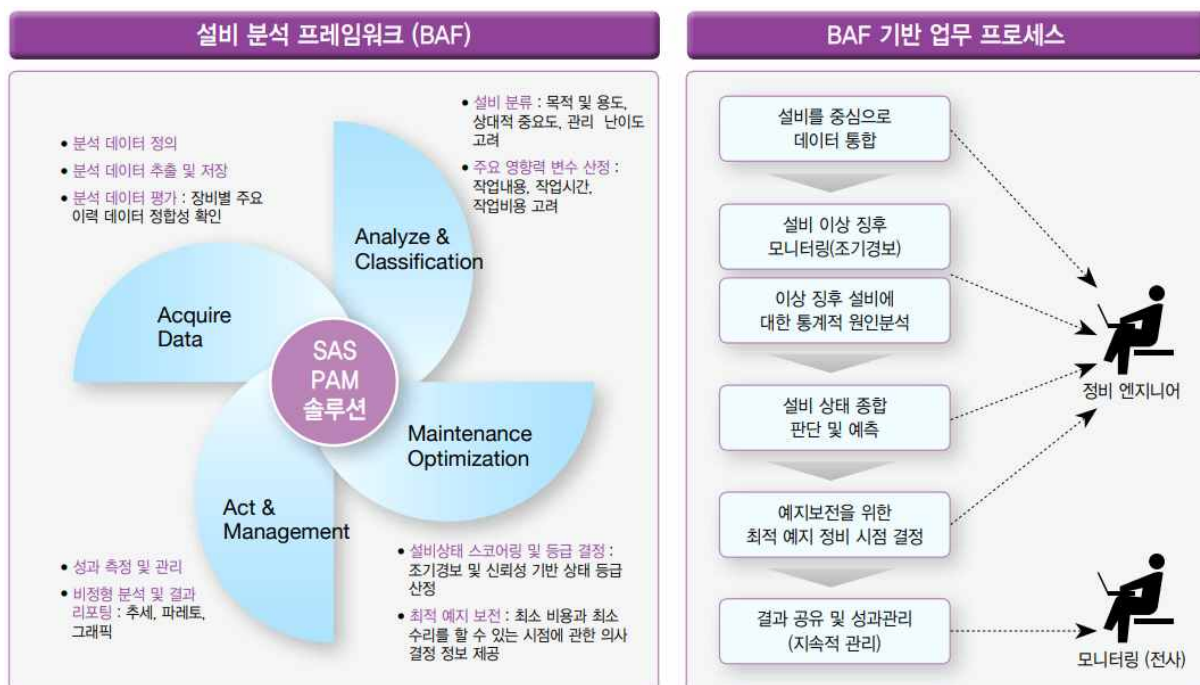
30) ISO13379-1 기계의 상태 감시 및 진단 — 데이터 해석 및 진단 기술

나. 생태계 기술 동향

(1) 해외 플레이어 동향

- (GE) 항공기 엔진에 센서를 달고 데이터를 수집해 정비, 보수의 최적 시기나 연료비 절감 방법을 제시하는 등 서비스업체로 변신 중
 - 2014년 프리딕스(Predix)라는 제조용 IoT 플랫폼을 출시하고 자사의 1조 개의 관리자산에 부착된 1천만 개가 넘는 센서에서 발생하는 대용량 데이터를 분산 저장하여, 수집, 분석, 모니터링
 - 프리딕스는 특정 산업 분야가 아닌 우주/항공, 의료, 제조, 광산, 발전, 풍력 등 전 산업계에 적용 중
 - 2017년 1월 국내기업 한화토탈은 GE의 설비 예지보전(Predictive Maintenance)시스템인 ‘스마트 시그널(Smart Signal)’을 공장 내 핵심 설비에 도입
- (SAS) 세계적인 통계 솔루션 업체로 장비의 신뢰성을 보장하고 유지보수비용 절감, 고장 방지, 다운타임 최소화 및 생산성 제고 등의 과제를 달성을 목표로 PAM(Pluggable Authentication Modules)을 출시
 - 가동시간/이용률 극대화 및 예정 외의 유지보수 작업 감소를 통해 관련 비용을 억제하고 유지보수로 인한 가동 중단을 최소화하기 위한 분석 기반 프레임워크
 - 문제의 근본 원인을 찾는 고급분석 및 탐색 툴을 제공하고 문제 발생 전에 알람을 줄 수 있는 데이터 마이닝 기능을 제공

[SAS의 PAM]



* 출처 : SAS PAM 소개자료

- ☐ (Rockwell Automation) 글로벌 자동화 전문기업으로 Dynamix 1444를 출시하여 설비를 모니터링할 수 있는 솔루션을 제공 중
 - 잠재적 고장을 감지하고 로크웰 오토메이션의 모니터와 휴대용데이터 수집기와 연동하여 상태기반의 예측 유지보수 프로그램을 수립하고 실행
- ☐ (Fanuc) FS(Field System) 플랫폼을 이용하여 공장의 생산기기를 연결하는 IoT 플랫폼을 출시
 - 공작기계나 로봇 등 화낙의 주력제품을 중심으로 설비 네트워크를 구성하여 고장예측과 제어를 하고 있으며 자사의 제품 이외에도 연결할 수 있도록 공개로 했다는 점이 특징
 - 2019년 7월부터 최저 연간 수천 엔부터 도입 가능한 저렴한 FS대응 애플리케이션을 제공하여 중소기업에도 설비가동 감시의 기능을 활용하도록 유도³¹⁾

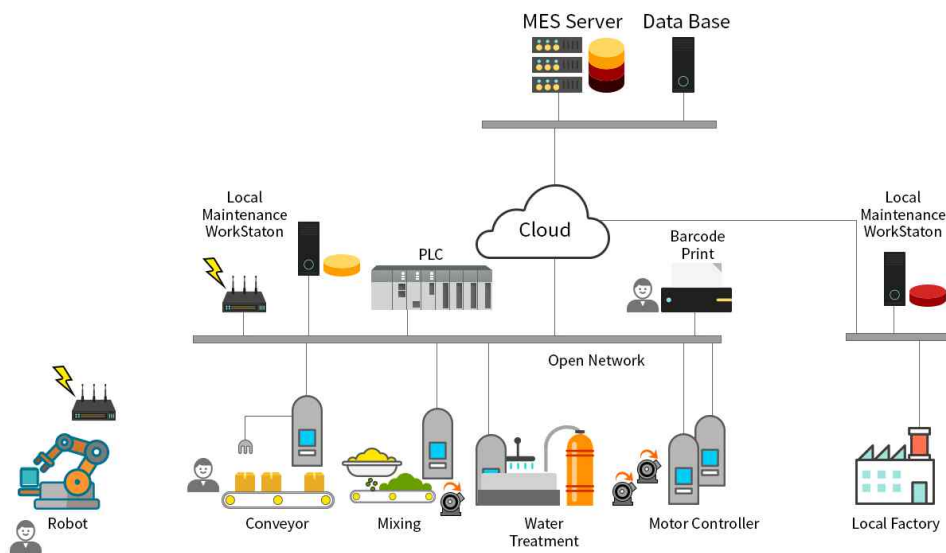
(2) 국내 플레이어 동향

- ☐ (SKT) 비스텔과 함께 클라우드 기반 설비관리 솔루션 ‘메타트론 그레드뷰’ 출시
 - 인공지능 기반의 예지보전 기능을 통해 설비와 주요 부품의 수명 20% 연장
 - 설비의 생산성 향상 및 설비 유지보수의 최적화를 통한 평균 15% 비용 절감
- ☐ (포스코) 설비통합관리시스템 프리즘 개발
 - 각 설비의 성능과 가동 특성을 장기간 분석하고 핵심 부품의 잔여 수명 등을 산출해 설비 이상 징후를 사전에 포착
 - 설비담당자들은 이를 통해 최적의 설비교체 주기를 파악해 고장을 사전에 방지
- ☐ (BNF테크놀로지) 설비 빅데이터와 ERP, MES, PLM 등 타 시스템을 연계해 통합한 솔루션인 ‘HanPrism’을 출시
 - 국내 유일의 원전 감시 시스템을 개발하면서 시장에 진출해서 화력, 송배전, 가스 등 에너지 시장에 솔루션을 공급 중
 - BNF테크놀로지는 기존 레퍼런스를 바탕으로 파트너 발굴과 MOU 등을 추진해 말레이시아와 중동 시장에서 세일즈를 진행 중이며 미국에 설립한 자회사 ‘한아라 소프트웨어’를 중심으로 북미 시장을 적극적으로 공략
- ☐ (엠아이큐브솔루션) 진동/소음/전류/CCTV 기반 제조 설비예지 보전기술을 개발하여 대한민국ICT 대상에서 수상
 - KT클라우드 인프라 및 플랫폼 기반 MES 및 인공지능 SaaS 플랫폼 공공개발 진행 중

31) XaaS의 충격(해동일본기술정보센터, 2019.09)

- (원텍에스에이) 기업 내 생산 관련된 모든 설비와 제원을 효율적이고 최적화된 시스템을 구축하여 실시간 수집된 데이터를 분석, 설비진단과 이상 분석을 통해 사전에 발생한 문제를 예측하고, 예방 보전을 통해 설비 노화의 감소와 생산성 향상으로 더 효과적인 Cost관리 실현
- PMS 솔루션 공급, 스마트팩토리 및 지능화 시스템 구축, 기존 장비 업그레이드 및 설비 간 네트워크 구축, 실시간 데이터수집 및 분석, 유/무선 솔루션, 설비고도화사업, 생산성 향상, 설비 노화 감소, 이상원인 분석 및 이상 현상 진단, 중앙감시 원격조작, 설비진단 및 점검, 예방·예지보전

[스마트 설비관리 시스템 (SMMS)]

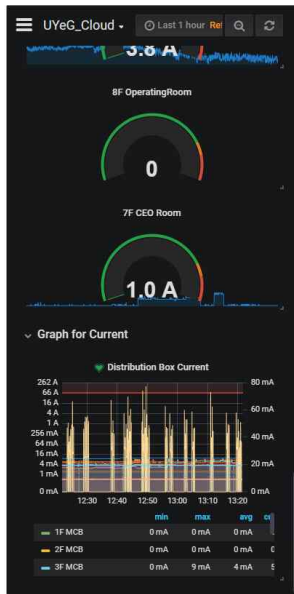


* 출처 : 원텍에스에이 설비관리시스템 소개 자료

- (아이티공간) 기존 설비에 전류기반의 최소한의 센서만을 활용하여 예지보전, 인공지능망, 빅데이터 기능을 갖춘 '유예지 솔루션'을 개발하고 현대·기아자동차 국내외 공장 등에 4,000대를 납품하고 표준기술로 등록
- 아이티공간의 솔루션의 특징은 산업현장의 규모에 따라 맞춤형 정밀 분석 및 진단기능 구현이 가능한 기술이며, 관리대상 현장의 규모에 따라 Cloud 기술을 활용함으로써 초기 설치비용의 최소화가 가능
- 보유한 특허, 기술의 가치를 인정받아 2019년 과학기술정보통신부의 우수기업연구소에 지정되었고 일진NTS, SK이노베이션, 한국항공우주산업, 효성, 포스코ICT, 경동나비엔 등의 납품 및 개발

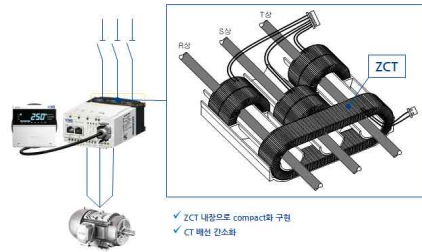
[아이티공간의 유예지 시리즈]

(모바일 모니터링)

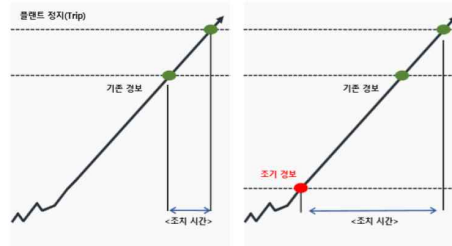


* 출처 : 아이티공간 홈페이지

(유예지 ZE)



(조기경보 타이밍)



- ☐ (이메인텍) 설비관리솔루션 M.Wave는 Web 기반의 설비관리시스템으로 설비정보관리, 예방정비·점검 일정 및 정비 요청에 따른 Work Order 발행 및 정비 이력 관리, 예방점검 및 정비, 자재관리 및 정비통계 등의 기능을 통해 기업 설비 전체의 운용 및 유지보수 상태를 파악과 안전한 운전과 합리적인 예방정비 활동을 지원하도록 구성
- ☐ (한컴MDS) 국내 1위 임베디드 솔루션 전문기업으로 산업용 IoT 서비스를 구축하기 위한 플랫폼(ThingSPIN)을 자체 개발하여 데이터의 실시간 수집, 저장, 가시화 서비스를 제공하고 설비 예지보전, 환경 모니터링 등 다양한 IoT 시나리오 구현 사례를 구축

다. 국내 연구개발 기관 및 동향

(1) 연구개발 기관

[스마트 설비관리 시스템 분야 주요 연구조직 현황]

기관	소속	연구분야
한국생산기술연구원	스마트제조혁신연구부	<ul style="list-style-type: none"> • 설비 이상예측 및 원인진단 시스템, 제조공정 및 제품 검사를 위한 광융합 응용기술, 스마트공장용 데이터 처리 기술, 스마트센서 기술 개발
한국건설기술연구원	화재안전연구소	<ul style="list-style-type: none"> • 저비용, 고성능의 관리시스템 구축이 가능한 개방형 플랫폼 개발 • 개방형 플랫폼 기반 건물 안전·환경·에너지 통합 관리시스템 구축 • 건물 화재안전 감시 및 소화 알고리즘 및 서비스모듈 개발
한국전자통신연구원	KSB융합시스템연구실	<ul style="list-style-type: none"> • 자율형 분산 에너지 관리 및 고령자 건강모니터링 인공지능 서비스 개발 • IoT 지능형 상황인지/협업 기술개발, 과제 총괄 및 확산 전략 수립 • 빌딩 에너지 데이터수집, 전처리, 재실자 예측, 에너지 수요 예측 및 최적 제어 기계학습/딥러닝 학습모델 개발 • 고령자 생체신호 수집, 전처리, 뇌졸중 사전 감지 기계학습/딥러닝 학습모델 개발 및 뇌졸중 지식 베이스 구축

(2) 기관 기술개발 동향

- ☐ (한국생산기술연구원) 스마트제조를 위한 자동화, 검사 및 제조 운영 플랫폼 요소기술 개발(2016-01-01~2016-12-31)
 - 이기종 설비 통합 데이터모델, 표준 데이터인터페이스, 설비 이상 예측 및 원인 진단 시스템 개발
 - 제조공정 간 검사 및 최종제품 검사를 위한 포토닉스 기반 검사 기술 개발
 - 스마트제조용 가상데이터 생성 시스템 개발
- ☐ (한국전자통신연구원) 중소규모 다품종 소량생산 Smart Factory 설비 예지보전 인공지능 솔루션기술 개발 (2020-12-01~2023-11-30)
 - Smart Factory 설비 예지·보전용 AI Modeling Platform 기술개발
 - Smart Factory 설비 예지·보전용 기계학습 Method 기술개발
 - 스마트팩토리 설비 예지보전 멀티모달 센싱 데이터 수집 Edge 장치 개발
 - Smart Factory 설비 예지보전 유스케이스 검증용 테스트베드 구축
- ☐ (금오공과대학교 산학협력단) 설비보전시스템의 지능형 정보 수집 알고리즘 개발 (2019-06-24~2020-03-23)
 - 웹 기반 Goolge Cloud 연동 앱서버 개발
 - Google Cloud Messaging Service Client 개발
- ☐ (창원대학교 산학협력단) 수송부품분야를 위한 제조 데이터 수집, 분석 및 설비보전시점 예측 서비스 모델 구축 (2019-10-01~2021-09-30)
 - 대학이 가공, 분석한 제조 데이터를 참여기업이 실제 사용할 수 있도록 설비 효율성 및 분석 서비스 등을 공유하고 개별공장이 보유한 공동자재, 유헌설비, 인력, 트럭, 창고 등을 공유할 수 있도록 입력 플랫폼과 제조 서비스플랫폼을 구축

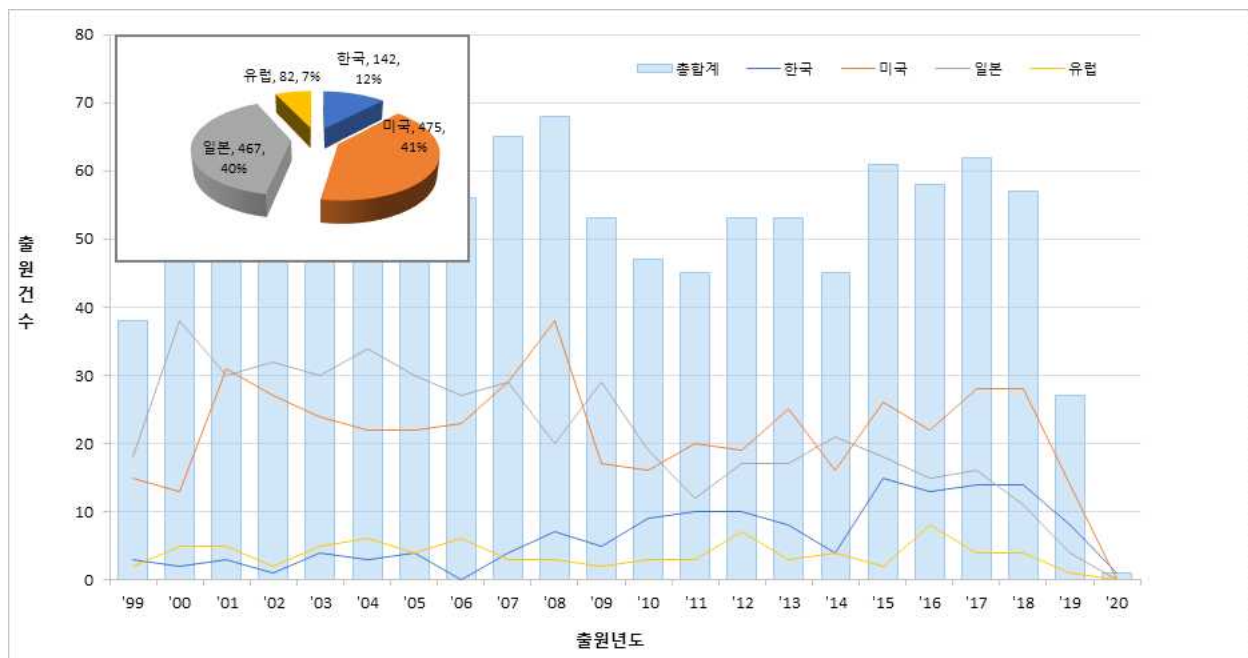
4. 특허 동향

가. 특허동향 분석

(1) 연도별 출원동향

- ☐ 스마트 설비관리 시스템은 '09년부터 완만하게 감소하다가 '15년부터 다시 완만한 성장을 보임
- 각 국가별로 살펴보면 미국이 가장 활발한 출원활동을 보이고 있음
- ☐ 국가별 출원비중을 살펴보면 미국이 전체의 41%의 출원 비중을 차지하고 있어, 최대 출원국으로 스마트 설비관리 시스템분야를 리드하고 있는 것으로 나타났으며, 일본은 40%, 한국은 12%, 유럽은 7% 순으로 나타남

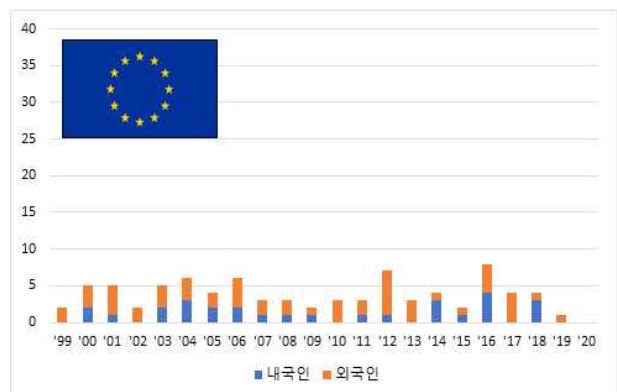
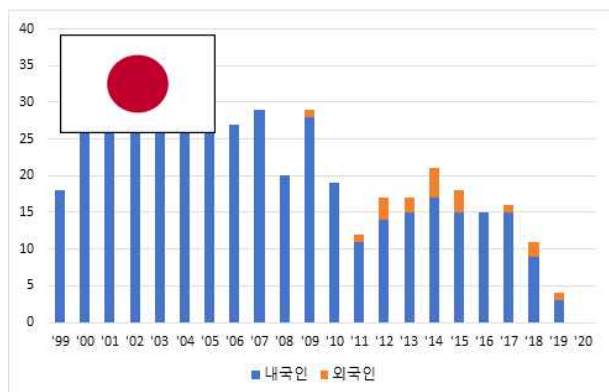
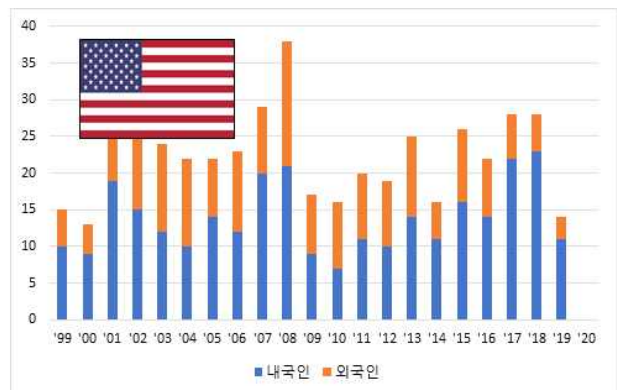
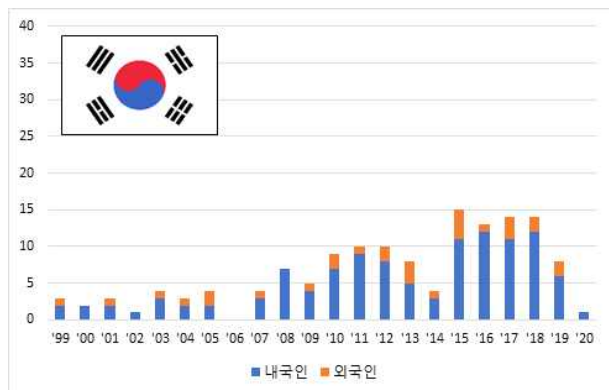
[스마트 설비관리 시스템 연도별 출원동향]



(2) 국가별 출원현황

- ☐ 한국의 출원현황을 살펴보면, '07년부터 해당 기술의 출원이 완만히 증가하는 추세
 - 내국인 위주의 출원이 진행되고 있음
 - 미국의 출원 수에 비해 30% 정도의 수준을 보임
- ☐ 미국의 출원현황을 살펴보면 분석구간 초기부터 전체 특허기술의 출원 증감 흐름에 영향을 주고 있는 것으로 나타남. 미국의 경우, 한국에 비해 외국인의 비중이 큰 것으로 나타남
- ☐ 일본의 출원현황을 살펴보면 분석구간 초기부터 전체 특허기술의 출원 증감 흐름에 영향을 주고 있는 것으로 나타남. 일본의 경우, 미국에 비해 내국인의 비중이 큰 것으로 나타남
- ☐ 유럽의 출원현황은 출원수가 매년 10건 이하로, 뚜렷한 증감 동향이 나타나지 않음. 해당 기술 분야에서 유럽 시장에 대한 관심도가 높은 것으로 보임

[국가별 출원현황]



(3) 기술 집중도 분석

☐ 전략제품에 대한 최근 기술 집중도 분석을 위한 구간별 기술 키워드 분석 진행

- 전체 구간(1999년~2020년)에서 Communication Network, 플래시 메모리, Coupling Facility 등 키워드가 다수 도출
- 최근 구간 분석 결과, 최근 1구간(2012년~2015년)과 비교할 때 2구간(2016년~2020년)에서 Avoid Equipment Failure, Prolonging Equipment Life 키워드가 많이 등장하는 것으로 보아 스마트 설비 관리 시스템 분야에는 데이터 기반 부품 수명 및 고장 예측 기술 관련 연구개발이 활발한 것으로 추정

[특허 키워드 변화로 본 기술개발 동향 변화]



- Communication Network, 플래시 메모리, Coupling Facility, Electronic Equipment, 제어 프로그램, Equipment Condition, 기록 매체, Operating Condition, Prolong Equipment Life, 설비 잔여 수명

최근구간(2012년~2020년)



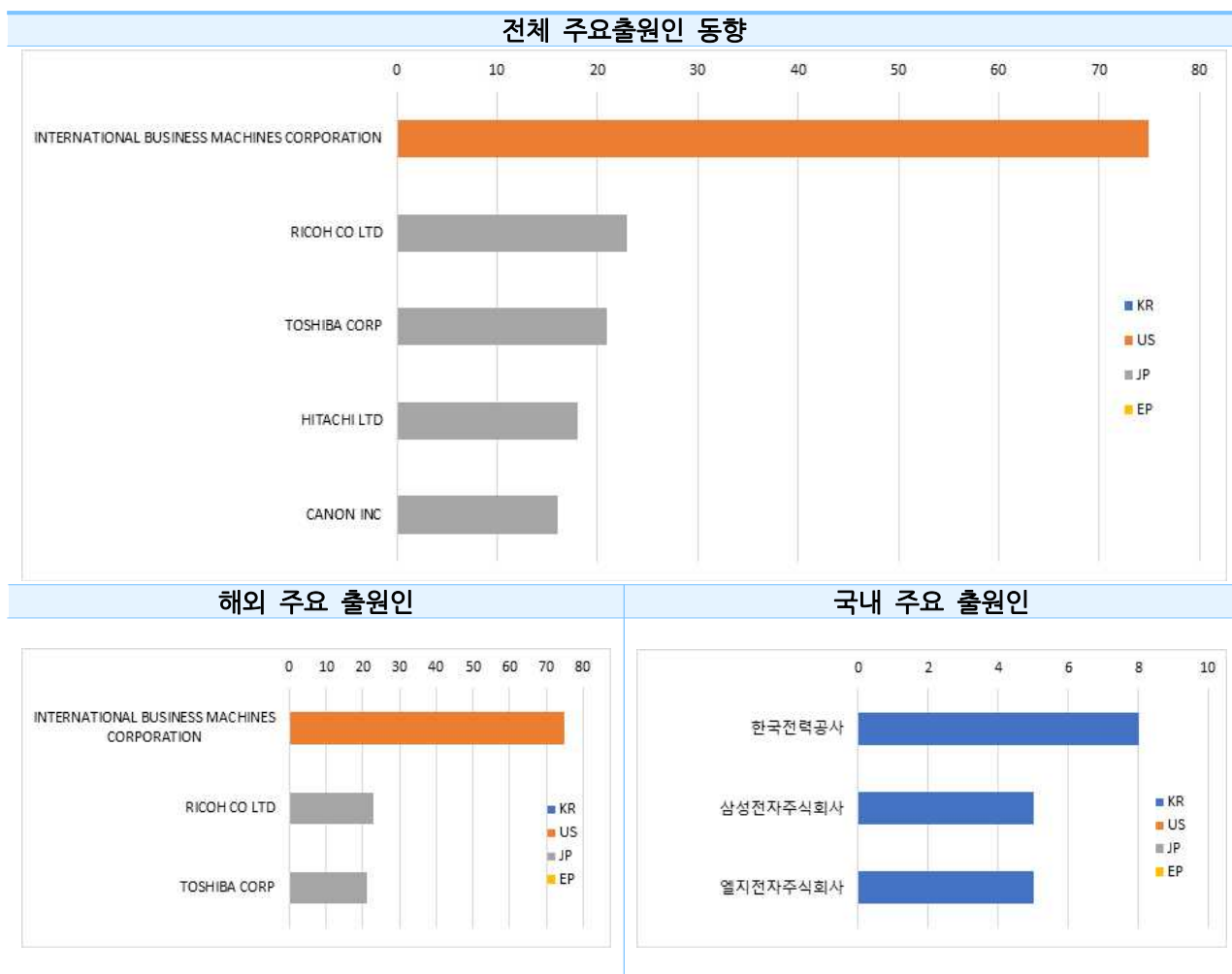
- Data Center, User Interface, 설비 잔여 수명, Computer Program Product, 복구 처리, 식별 정보, Lesser Privileged State, Field Device, 프로세스 감시부, 플랫폼 서브시스템

- Equipment Condition, Prolong Equipment Life, Impact Deterioration, Digital Sensor, Monitoring Equipment, Operating Condition, Avoid Equipment Failure. Distillation Column

나. 주요 출원인 분석

- ☐ 스마트 설비관리 시스템의 전체 주요출원인을 살펴보면, 주로 일본 국적의 출원인이 다수 포함되어 있는 것으로 나타났으며, 제 1 출원인으로는 미국의 INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION인 것으로 나타남
 - 제 1 출원인인 INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION의 출원은 미국에 집중된 경향을 보임
- ☐ 스마트 설비관리 시스템 관련 기술로 IT 및 제조업 관련 대기업에 의한 출원이 대다수를 차지
 - 국내에서도 대기업의 활발한 출원이 이루어짐

[스마트 설비관리 시스템 주요출원인]



(1) 해외 주요출원인 주요 특허 분석

◎ IBM(International Business Machines)

□ IBM은 미국 기업으로, 스마트 설비관리 시스템 기술과 관련하여 데이터 클러스터링에 특화된 기술을 다수 출원

- 주요 특허들은 장비와 연관된 유지보수 데이터에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[IBM 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
US10740213 (2019.05.09)	Counter overflow management for asynchronous data mover facility	비동기 데이터 이동자 설비(asynchronous data mover facility)를 위한 카운터 오버플로우 관리를 위한 기술	
US10534662 (2018.05.11)	Equipment failure risk detection and prediction in industrial process	장비와 연관된 유지보수 데이터에 특정된 시간 및 동작의 범위에 기초하여 장비 동작 데이터를 노드들의 클러스터(cluster)에 분배하는 방법	
US10168377 (2017.12.11)	Predicting service life of electrical equipment	전기 장비에 장착된 열이력 센서를 이용하여 전기 장비의 사용 수명을 예측	
US10491675 (2017.12.08)	Controlling the state of duplexing of coupling facility structures	하나 이상의 피어 링크를 통해 하나 이상의 다른 커플링 설비에 커플링되는 장치	
US10289529 (2017.01.26)	Testing a guarded storage facility	컴퓨팅 디바이스 상에서 하나 이상의 테스트 프로그램들을 실행하는 단계를 포함하고, GS의 사용을 관리하는 GS(Guarded Storage) 설비를 포함하는 방법	

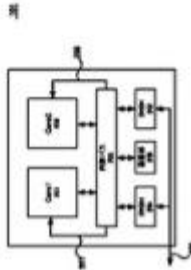
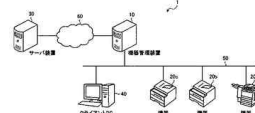
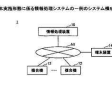

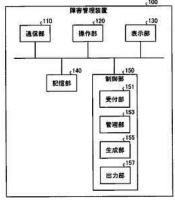
* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ RICOH CO LTD

□ RICOH CO LTD은 일본 기업으로, '14년도 5월부터 출원을 시작하여 아직까지 등록된 특허는 없는 것으로 파악됨

- RICOH CO LTD의 공개특허를 대상으로 분석한 결과, 주요 특허들은 잔여 수명 예상 및 부하 계산에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[RICOH CO LTD 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
JP2018-092571 (2017.04.13)	Electronic equipment, reactivation method, and program	에러 감지 및 효율적인 전자 장비의 리액티베이션을 위한 전자 장비, 재활성화 방법과 프로그램	
JP2017-142684 (2016.02.10)	Equipment management system, equipment management apparatus, and program	펌웨어 업데이트로 야기된 문제를 감소시키는 장비 관리 시스템, 장비관리 장치와 프로그램	
JP2017-010091 (2015-12-1654)	Information processing system, and component lifetime determination method and program	전자 장비의 각각의 장치에 대한 예상 수명을 알아내는 보 처리 시스템	
JP2016-133866 (2015.01.16)	Equipment, information processing system, information processing method and program	장비의 부하에 걸린 상태를 알아, 비교적 저부하로 가공처리하는 기술	
JP2015-215639 (2014.05.07)	Failure management system, failure management device, equipment, failure management method, and program	장애 정보의 오버랩 생성을 방지할 수있는 고장 처리 시스템, 고장 처리 장치, 장비, 고장 처리 방법 그리고 프로그램	

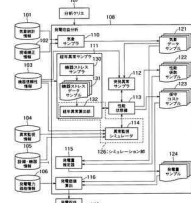
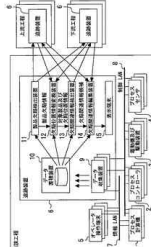
* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ TOSHIBA CORP

□ TOSHIBA CORP는 일본 기업으로, 스마트 설비관리 시스템 기술과 관련하여 플랜트 산업에 특화된 기술을 다수 출원

- 주요 특허들은 수익 계산, 결함 추적 등에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[TOSHIBA CORP 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
JP6377805 (2017.05.18)	발전 설비에 대한 수익 분석 장치 및 그 방법, 및 프로그램	자연 에너지-의 발전 설비의 수익 분석 장치로서, 기상 샘플러와, 경년 이상 샘플러와, 시뮬레이션부와, 발전량 추정부와, 발전 가치 산출부를 구비하는 장치	
JP5942395 (2011.11.29)	제품 결함 정보 추적 장치	철강·비철금속 등의 산업 플랜트에 있어서 이용되는 제품 결함 정보 추적 장치	

* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

(2) 국내 주요출원인 주요 특허 분석

◎ 한국전력공사

- 한국전력공사는 한국의 공기업으로, 스마트 설비관리 시스템 기술과 관련하여 발전 장비 관리에 특화된 기술을 다수 출원
- 주요 특허들은 배전설비, 보일러 터빈 등에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[한국전력공사 주요특허 리스트]

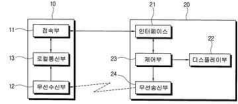
등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR2020365 (2017.12.19)	빅데이터 기반의 배전설비 고장 예측 장치 및 그 방법(apparatus and method for predicting distribution equipment fault based on bigdata)	배전지능화 시스템으로부터 수집된 데이터들에 대한 빅데이터 분석 기술을 적용하여 고장정보(고장설비 또는 고장위치)를 미리 예측하여 사용자 단말기로 제공하는 장치	
KR1140337 (2010.08.31)	잔여수명 평가방법(life assessment method)	휴대용 압입 시험기를 사용한 인장 물성 시험 결과를 이용하여 튜브의 잔여 수명을 손쉽게 평가하는 보일러 튜브의 잔여수명 평가방법	
KR0968796 (2008.10.31)	보일러 및 터빈 응답지연 보상에 의한 발전소 출력 제어 안정도 향상 제어 방법(control method for fast and stable load control by compensating turbine and boiler response delays in power plants)	화력발전소 보일러 및 터빈과 그 보조기기를 제어하는 제어시스템의 설계와 제작 분야에서 발전소 제어성능 및 안정도 향상에 기여할 수 있는 보일러 및 터빈 응답지연 보상에 의한 발전소 출력 제어 안정도 향상 제어 방법	
KR1011472 (2008.09.22)	터빈 로터 및 케이싱의 잔여수명 평가방법(turbine life assessment method using portable hardness tester)	화력발전소 터빈설비의 수명을 평가에 있어 휴대용 경도계를 이용한 경도시험결과를 이용하고 설비의 단순응력계산결과와 병행하여 터빈설비의 잔여수명을 손쉽게 평가하기 위한, 터빈 로터 및 케이싱의 잔여수명 평가방법	
KR0444162 (2001.10.25)	고감도 수중 이온성 불순물 감시 방법 및 장치(method for monitoring of impurities in water with high sensitivity and apparatus using the same)	담수를 냉각수로 사용하는 경우에 있어서 조작, 냉각수의 계통 내 유입을 높은 감도로 효율적으로 감지할 수가 있는 양이온 전기전도도 측정 방법	

* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ 삼성전자주식회사

- ☐ 삼성전자주식회사는 스마트 설비관리 시스템 기술과 관련하여 디스플레이 장치에 특화된 기술을 다수 출원
- 주요 특허들은 데이터 통신 검사에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[삼성전자주식회사 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR0558199 (2004.08.05)	주변기기에 대한 제어명령을 송신하는 디스플레이장치의 데이터통신 검사장치 및 검사방법(test equipment and test method for testing display apparatus's data-communication to control peripherals)	디스플레이장치의 통신기능에 대한 검사를 용이하게 할 수 있으며 디스플레이장치의 공정속도를 향상시킬도록, 디스플레이장치의 통신기능을 정확하게 테스트할 수 있는 검사장치와 검사방법을 제공	

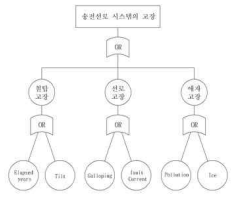
* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ 엘지전자주식회사

□ 엘지전자주식회사는 한국의 제조업 분야 대기업으로, 스마트 설비관리 시스템 기술과 관련하여 고장 예상에 특화된 기술을 출원

- 주요 특허들은 송전선로 시스템에 관련된 기술 특허를 출원하는 것으로 파악

[엘지전자주식회사 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR1235869 (2008.10.01)	송전선로 시스템의 고장예측을 위한 고장확률 연산방법(trouble probabiltly operation method)	기존 송전선로 시스템의 설비수명을 검토하는 예비단계로서 송전선로 시스템의 신뢰성을 정량적으로 추정할 수 있는 수학적 연산 방법	

* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

다. 기술진입장벽 분석

(1) 기술 집중력 분석

- ☐ 스마트 설비관리 시스템 관련 기술에 대한 시장관점의 기술독점 현황분석을 위해 집중률 지수(CRn: Concentration Ratio n, 상위 n개사 특허점유율의 합) 분석 진행
- 상위 4개 기업의 시장점유율이 0.12로 스마트 설비관리 시스템 분야에 있어서 독과점 정도는 낮은 수준으로 판단
 - 국내 시장에서 중소기업의 점유율 분석결과 0.61으로 해당 기술에 대하여 중소기업의 진입장벽은 다소 높은 것으로 파악

[주요출원인의 집중력 및 국내시장 중소기업 집중력 분석]

주요출원인 집중력	주요출원인	출원건수	특허점유율	CRn	n
	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION(미국)	75	6.4%	0.06	1
	RICOH CO LTD(일본)	23	2.0%	0.08	2
	TOSHIBA CORP(일본)	21	1.8%	0.10	3
	HITACHI LTD(일본)	18	1.5%	0.12	4
	CANON INC(일본)	16	1.4%	0.13	5
	SEIKO EPSON CORP(일본)	16	1.4%	0.14	6
	TOSHIBA(일본)	14	1.2%	0.16	7
	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT(독일)	13	1.1%	0.17	8
	SONY CORP(일본)	13	1.1%	0.18	9
	SHARP CORP(일본)	13	1.1%	0.19	10
	전체	1166	100%	CR4=0.12	
국내시장 중소기업 집중력	출원인 구분	출원건수	특허점유율	CRn	n
	중소기업(개인)	78	60.9%	0.61	
	대기업	34	26.6%		
	연구기관/대학	16	12.5%		
	전체	128	100%	CR중소기업=0.61	

(2) 특허소송 현황 분석

□ 스마트 설비관리 시스템 관련 기술 진입 장벽에 대한 분석을 위해 특허소송을 이력 검토

- 2013년 9월 캘리포니아 중앙지방법원에 원고 Farstone Technology, Inc. 와 Apple Inc.간의 이미지화 자기공명영상 장치에 대한 특허 침해소송이 진행
- 2009년 5월 텍사스 남부지방법원에 원고 National Oilwell Varco, L.P.와 Den-Con Electronics, Inc.간의 이미지화 자기공명영상 장치에 대한 특허 침해소송이 진행
- 2007년 8월 델라웨어 지방법원에 원고 Interdigital Communications LLC와 Nokia Corporation간의 이미지화 자기공명영상 장치에 대한 특허 침해소송이 진행
- Farstone Technology, Inc. 는 다양한 의료 기술과 관련된 특허들을 다량 보유하고 있어, 관련 기업들에게 특허소송을 진행하는 등 국내기업이 미국시장에 진입하는 경우, 진입장벽으로 작용할 수 있음

[스마트 설비관리 시스템 관련 특허소송 현황]

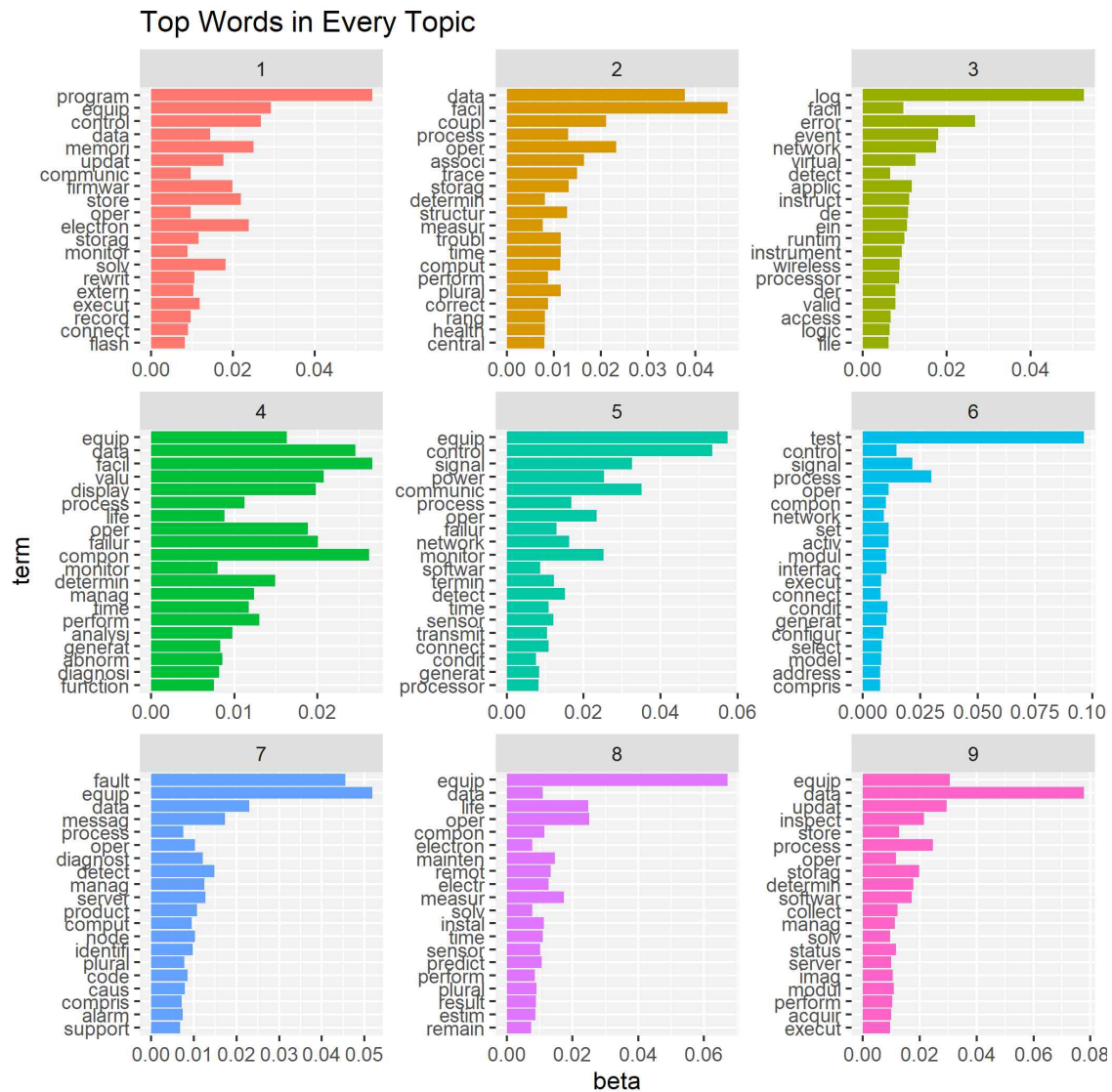
1	US7120835 (2006.10.10)	명칭	출원인	원고 v. 피고
		Computer equipment having a prompt access function and related method	Far Stone Tech, Inc.	Farstone Technology, Inc. v. Apple Inc.
		대상제품명	소제기일	소송종료일
		Morpholine compounds (Counterclaim filed)	2013.09.30	2015.11.10
2	US6604063 (2003.08.05)	명칭	출원인	원고 v. 피고
		Oilfield equipment identification method and apparatus	Den-Con Electronics, Inc.	National Oilwell Varco, L.P. v. Den-Con Electronics, Inc.
		대상제품명	소제기일	소송종료일
		Oilfield drilling (Declaratory Judgment)	2009.05.04	2010.09.30
3	US7190966 (2007.03.13)	명칭	출원인	원고 v. 피고
		Method and apparatus for performing an access procedure	InterDigital Technology Corporation	Interdigital Communications LLC v. Nokia Corporation
		대상제품명	소제기일	소송종료일
		WCDMA handsets and components	2007.08.07	2017.05.16

5. 요소기술 도출

가. 특허 기반 토픽 도출

- 929개의 특허의 내용을 분석하여 구성 성분이 유사한 것끼리 클러스터링을 시도하여 대표성이 있는 토픽을 도출

[스마트 설비관리 시스템에 대한 토픽 클러스터링 결과]



나. LDA³²⁾ 클러스터링 기반 요소기술 도출

[LDA 클러스터링 기반 요소기술 키워드 도출]

No.	상위 키워드	대표적 관련 특허	요소기술 후보
클러스터 01	program, equip, control, memories, electron, store, firmware, solve, update, data	<ul style="list-style-type: none"> • Microcomputer, electronic equipment and debugging system • Method for rewriting program of electronic equipment by mobile terminal 	-
클러스터 02	facility, data, oper, couple, associate, trace, storage, process, structure, plural	<ul style="list-style-type: none"> • Catalog recovery through system management facilities reverse transversal • Time-based trace facility 	비정형/정형 빅데이터 분석 기술
클러스터 03	log, error, event, network, virtual, application, instruct, de, ein, runtime	<ul style="list-style-type: none"> • Method for trouble-free transport of load shelves in work halls with partially autonomous driving • Method for determining a faulty tool in a production line and production line therefore 	설비상태 실시간 모니터링 기술
클러스터 04	facility, component, data, value, failure, display, oper, equip, determinate, perform	<ul style="list-style-type: none"> • System for diagnosing facility apparatus, managing apparatus and diagnostic apparatus • Method and apparatus for generalized performance evaluation of equipment using achievable performance derived from statistics and real-time data 	-
클러스터 05	equip, control, communicate, signal, power, monitor, oper, process, network, detect	<ul style="list-style-type: none"> • System and method for evaluating equipment life • Power source device and electronic equipment 	AI기반 부품 수명 예측 기술
클러스터 06	test, process, signal, control, oper, set, active, condition, generate, interface	<ul style="list-style-type: none"> • Testing front end modules, testing methods and modular testing systems for testing electronic equipment • Processing data to establish and replicate lifecycle threads in the development of a structural product 	-
클러스터 07	equip, fault, data, message, detect, server, manage, diagnostic, product, oper	<ul style="list-style-type: none"> • Method and a system for an automatic recovery from a fault situation in a production plant • Oilfield equipment identification method and apparatus 	설비 고장 현상, 원인, 조치결과 등의 지식화 기술
클러스터 08	equip, oper, life, measure, maintenance, remote, electric, component, install, data	<ul style="list-style-type: none"> • Method for simply evaluating corrosion resistant life of galvanized equipment using copper piece • Lifetime demand prediction method, program and lifetime demand prediction device 	AI기반 부품 수명 예측 기술
클러스터 09	data, equip, update, process, inspect, storage, determine, software, store, collect	<ul style="list-style-type: none"> • Remaining-life-expectancy prediction program and remaining-life-expectancy prediction system • Deep auto-encoder for equipment health monitoring and fault detection in semiconductor and display process equipment tools 	AI기반 부품 수명 예측 기술

32) Latent Dirichlet Allocation

다. 특허 분류체계 기반 요소기술 도출

- ☐ 스마트 설비관리 시스템 관련 특허에서 총 10개의 주요 IPC코드(메인그룹)를 산출하였으며, 각 그룹의 정의를 기반으로 요소기술 키워드를 아래와 같이 도출

[IPC 분류체계에 기반한 요소기술 도출]

IPC 기술트리		
(서브클래스) 내용	(메인그룹) 내용	요소기술 후보
(G01N) 재료의 화학적 또는 물리적 성질의 검출에 의한 재료의 조사 또는 분석	• (G01N-017) 기후, 부식 또는 광에 대한 재료의 내구성의 조사	-
(G01R) 전기변량의 측정; 자기변량의 측정	• (G01R-031) 전기적 특성을 시험하기 위한 장치; 전기적 고장의 위치를 나타내기 위한 장치; 달리 분류가 되지 않고 시험하는 것에 특징이 있는 전기적 시험을 위한 장치	-
(G05B) 제어계 또는 조정계 일반; 이와 같은 계의 기능요소; 이와 같은 계 또는 요소의 감시 또는 시험장치	• (G05B-023) 제어계 또는 그 일부의 시험 또는 감시 (G05B 19/048, G05B 19/406 프로그램 제어시스템의 모니터링)	-
	• (G05B-019) 프로그램제어계	-
(G06F) 전기에 의한 디지털 데이터처리	• (G06F-011) 에러 검출; 에러 정정; 감시	데이터 기반 부품 수명 및 고장 예측 기술
	• (G06F-017) 디지털 컴퓨팅 또는 데이터 프로세싱 장비, 방법으로서 특정 기능을 위해 특히 적합한 형태의 것	-
	• (G06F-019) 특수한 어플리케이션에 특히 적합한 디지털 컴퓨팅 또는 데이터 처리 장치 또는 방법	-
(G06Q) 관리용, 상업용, 금융용, 경영용, 감독용 또는 예측용으로 특히 적합한 데이터 처리 시스템 또는 방법; 그 밖에 분류되지 않는 관리용, 상업용, 금융용, 경영용, 감독용 또는 예측용으로 특히 적합한 시스템 또는 방법	• (G06Q-010) 경영; 관리	-
	• (G06Q-050) 특정 사업 부문에 특히 적합한 시스템 또는 방법, 예. 공익사업 또는 관광	-
(G08B) 신호 또는 호출시스템; 지령발신장치; 경보 시스템	• (G08B-021) 단일의 특정한 바람직하지 못한 또는 이상상태에 응답하는 경보 내지 다른 곳에 속하지 않는 것	-

라. 최종 요소기술 도출

- ☐ 산업·시장 분석, 기술(특허)분석, 전문가 의견, 타부처 로드맵, 중소기업 기술수요를 바탕으로 로드맵 기획을 위하여 요소기술 도출
- ☐ 요소기술을 대상으로 전문가를 통해 기술의 범위, 요소기술 간 중복성 등을 조정·검토하여 최종 요소기술명 확정

[스마트 설비관리 시스템 분야 요소기술 도출]

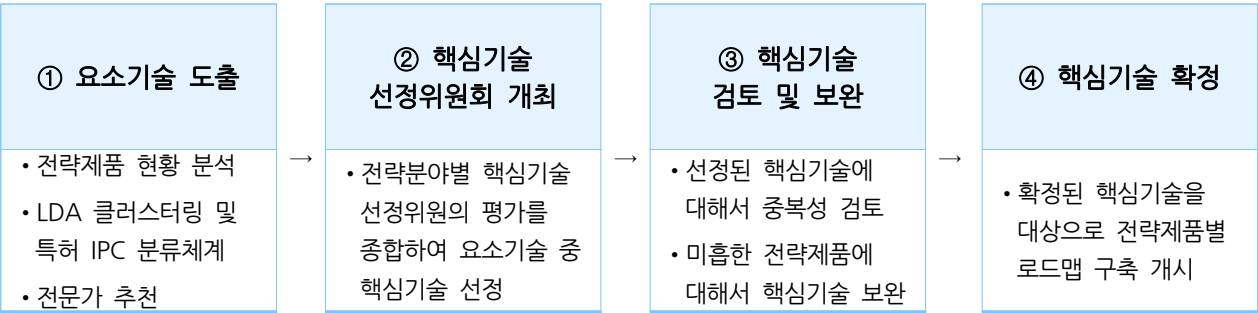
요소기술	출처
AI기반 부품 수명 예측 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
AI기반 고장 예지 기술	전문가 추천
설비상태 실시간 모니터링 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
데이터 기반 부품 수명 및 고장 예측 기술	전문가 추천
설비 고장 현상, 원인, 조치결과 등의 지식화 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
이상 징후별 근본원인 판별 기술	전문가 추천
비정형/정형 빅데이터 분석 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
운영데이터 고속 수집 및 저장 DB 구축 기술	전문가 추천

6. 전략제품 기술로드맵

가. 핵심기술 선정 절차

- ☐ 특허 분석을 통한 요소기술과 기술수요와 각종 문헌을 기반으로 한 요소기술, 전문가 추천 요소기술을 종합하여 요소기술을 도출한 후, 핵심기술 선정위원회의 평가과정 및 검토/보완을 거쳐 핵심기술 확정
- ☐ 핵심기술 선정 지표: 기술개발 시급성, 기술개발 파급성, 기술의 중요성 및 중소기업 적합성
 - 장기로드맵 전략제품의 경우, 기술개발 파급성 지표를 중장기 기술개발 파급성으로 대체

[핵심기술 선정 프로세스]



나. 핵심기술 리스트

[스마트 설비관리 시스템 분야 핵심기술]

핵심기술	개요
AI기반 부품 수명 예측 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 부품별 수명을 예측하는 분석 모델 개발 • 통합적 정보를 토대로 선박특성에 따른 주요장비의 기대 수명과 이에 따른 장비의 실제 작동 상태를 비교하여 수명 예측 • 데이터에 근거한 확률모델을 기반으로 부품의 수명을 예측기술 • 잔여수명 예측 정확도
AI기반 고장 예지 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 수집 데이터를 토해 장비의 고장을 예측하는 분석 모델 개발 • 통합적 정보 데이터를 토대로 딥러닝 기법을 활용하여 선박특성에 따른 주요장비의 이상 현상을 진단하고 예측 • 설비의 상황을 실시간으로 검출하고 이에 기반하여 고장을 예측하는 기술 • 고장 전 사전 감지 정확도
설비상태 실시간 모니터링 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 설비의 데이터 수집 및 실시간 모니터링 기술 • 센서를 활용하여 선박 주요장비의 상태를 모니터링하고 고장을 진단하며 치명적인 사고에 대비할 수 있는 다중 시스템 통합관리 기술 • 설비상태를 진단할 수 있는 센서로부터 얻어지는 데이터를 기반으로 설비상태를 실시간으로 모니터링하는 기술 • 시간 수집 데이터 시각화 시스템 구축
데이터 기반 부품 수명 및 고장 예측 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 부품 수명 및 고장 예측 기술 • 해상환경과 선박특성에 따른 데이터 취득, 전처리 및 특징인자 추출, 고장 진단, 수명 예측을 할 수 있는 PHM 기술 • 위의 기술들과 동일 (실시간 모니터링, 고장 감지 및 고장/수명 예측을 모두 합한 내용), 데이터에 기반하여 부품의 수명과 고장을 예측하는 기술 • 데이터 수집, 처리와 분석 기술
설비 고장 현상, 원인, 조치결과 등의 지식화 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 설비 관리 및 운영의 전산화 • 각 센서별 연관성을 분석, 정보를 추출하여 육상기술지원 클라우드시스템을 통한 고장현상, 원인 및 조치에 대한 새로운 정보를 지식화 • 설비의 고장징후 감지와 문제의 원인 및 이에 따른 대응을 위한 지식 구축 기술 • 실시간 수집 및 이벤트 데이터 저장
이상 징후별 근본원인 판별 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 이상 징후별 패턴 분석 기술 • 이상 데이터 발생 전 단계 정보(low DB) 및 정상 데이터와 이상 데이터를 지속적으로 취득 및 비교하여 학습하는 기술 • 설비의 실시간 이상탐지 및 이상 원인 추론 및 판별 기술







다. 중소기업 기술개발 전략

- ☐ IoT, 클라우드 융합기술 활용을 통한 차별화된 설비관리
- ☐ 개별 기업에 커스터마이징된 고기능 저비용 설비자산관리시스템
- ☐ 강점이 있는 중소기업의 응용 서비스에 신속하게 적용하여 신서비스 창출
- ☐ 장비의 자동화 수준이 향상됨에 따라 고장이 발생하였을 때 진단하는 것이 점점 어려워지는 추세로 진단과 예방에 대한 기술 개발이 필요

라. 기술개발 로드맵

(1) 중기 기술개발 로드맵

[스마트 설비관리 시스템 분야 중기 기술개발 로드맵]

스마트 설비관리 시스템	융합기술을 통해 높아지는 장비의 자동화 수준에 알맞은 진단과 예방에 대한 기술 개발			
	2021년	2022년	2023년	최종 목표
AI기반 부품 수명 예측 기술				수명 예측 80% 이상의 정확도
				프로그램 신뢰성 및 안정성 기술
AI기반 고장 예지 기술				고장 예지 90%의 정확도
				프로그램 신뢰성 및 안정성 기술
설비상태 실시간 모니터링 기술				실시간 모니터링 기술
				프로그램 신뢰성 및 안정성 기술
데이터 기반 부품 수명 및 고장 예측 기술				센서정보취득및분석 기술
				프로그램 신뢰성 및 안정성 기술
설비 고장 현상, 원인, 조치결과 등의 지식화 기술				부품의 이상 데이터 특징 정의
				프로그램 신뢰성 및 안정성 기술
이상 징후별 근본원인 판별 기술				설비 관리 및 운영 데이터 생성
				프로그램 신뢰성 및 안정성 기술

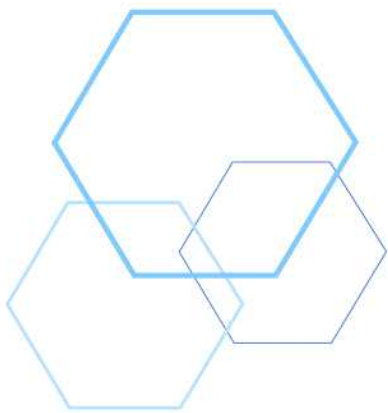
(2) 기술개발 목표

- ☐ 최종 중소기업 기술로드맵은 기술/시장 니즈, 연차별 개발계획, 최종목표 등을 제시함으로써 중소기업의 기술개발 방향성을 제시

[스마트 설비관리 시스템 분야 핵심요소기술 연구목표]

핵심기술	기술요구사항	연차별 개발목표			최종목표	연계R&D 유형
		1차년도	2차년도	3차년도		
AI기반 부품 수명 예측 기술	예측 정확도	50%	70%	80%	수명 예측 80% 이상의 정확도	기술혁신
	예측기술	정확도 80%이상	정확도 85% 이상	정확도 90%이상	프로그램 신뢰성 및 안정성 기술	기술혁신
	확률 기반 부품수명 예측 기술	수명 분포 추정	데이터 기반 수명 예측	수명 예측 통합솔루션	수명예측 95% 이상	산학연
	예지정확도	-	80%	-	80%	기술혁신
AI기반 고장 예지 기술	예지 정확도	60%	70%	90%	고장 예지 90%의 정확도	기술혁신
	연결 성공률	정확도 85%이상	정확도 90%이상	-	프로그램 신뢰성 및 안정성 기술	기술혁신
	이상검출	실시간 이상상황 예측	고장예지 통합 솔루션	이상검출 및 예측 95% 이상		산학연
	예지정확도	-	90%	-	90%	기술혁신
설비상태 실시간 모니터링 기술	모니터링 기술	수집 데이터 정의	수집 데이터 연동	모니터링 기술 완성	실시간 모니터링 기술	상용화
	해상광대역 통신과 모니터링기술	정확도 85%이상	정확도 90% 이상	정확도 95%이상	센서정보취득및분석 기술	상용화
	상태모니터링 IoT센서	다변수 모니터링	설비 모니터링 통합 솔루션			산학연
	수집데이터 속도, 정확도	-	10 ms, 99%	-	10 ms, 99%	기술혁신
데이터 기반 부품 수명 및 고장 예측 기술	부품별 예측 모델의 피쳐 정의	부품별 데이터 수집	부품 이상/정상 데이터의 특징 정의	-	부품의 이상 데이터 특징 정의	상용화
	예측기술	정확도 80%이상	정확도 85% 이상	정확도 90%이상	프로그램 신뢰성 및 안정성 기술	기술혁신
	데이터 수집, 분석	-	3 ea / s	-	3 ea / s	기술혁신

설비 고장 현상, 원인, 조치결과 등의 지식화 기술	설비 관리 및 운영의 전산화	설비 관리 및 운영 룰 생성	설비 관리 및 운영 데이터 생성	-	설비 관리 및 운영 데이터 생성	상용화
	해상광대역통신 과 통합 지식화 시스템	정보 취척	데이터 표현과 맵핑	통합 시스템화	데이터 큐레이션	산학연
	지식기반 예방정비	설비 고장 지식베이스 구축	설비 고장 인지 대응 전문가 시스템	설비고장 지식관리 솔루션	지식추론 성공률 95% 이상	산학연
	데이터 저장 속도	-	3 ea / s	-	3 ea / s	기술혁신
이상 징후별 근본원인 판별 기술	이상 징후별 패턴 분석	이상 데이터 수집	이상 징후별 패턴 분석	이상징후 별 근본 원인 판별 완료	이상징후 별 근본 원인 판별 완료	기술혁신
	데이터분석율(%)	정확도 85%이상	정확도 86%이상	정확도 87%이상	비정형 데이터 고속 처리 기술 개발	기술혁신
	이상검출 및 원인 진단 기술	이상상황 및 인과관계 지식베이스 구축	설비 징후 분석 및 원인 추론 및 진단	지식 기반 예방정비솔루 션	이상 원인 진단 성공률 95% 이상	산학연



전략제품 현황분석

중소기업용 On-Site 엣지시스템



중소기업용 On-site 엣지시스템

정의 및 범위

- 장비 내에 자가진단이나 지능제어 기능들을 탑재하여 운영하는 설비 지능화 요소와 상위 시스템 계층의 최적 운영 부분을 연계하기 위한 네트워크 엣지단에서의 컴퓨팅 기술
- 엣지컴퓨팅 플랫폼은 IoT의 다양한 센서들로부터 발생하는 데이터를 센서 근처의 엣지 클라우드에서 처리하도록 하여, 기존에 비해 정보이동거리가 단축됨으로써 실시간 정보 교환이 용이해져서 실시간 IoT 서비스를 가능한 플랫폼으로 범위 설정

전략 제품 관련 동향

시장 현황 및 전망	제품 산업 특징
<ul style="list-style-type: none"> (세계) 세계 엣지컴퓨팅 시장은 '18년 20억 달러 규모에서 '24년 116억 달러 규모로 연평균 34.1% 성장할 것으로 전망 (국내) 국내 엣지컴퓨팅 시장은 '18년 7,582억 원 규모에서 '24년 39,575억 원 규모로 연평균 33.4% 성장할 것으로 전망 	<ul style="list-style-type: none"> 엣지컴퓨팅 플랫폼은 스마트제조에서 발생하는 데이터를 처리하기 위한 컴퓨팅 시스템 중 클라우드의 부족한 부분을 극복하고자 하는 요구 증대, 국내 중소기업이 접근하기 용이한 분야 국내 이동통신사들의 5G 상용화 발표를 계기로 MEC 도입 계획을 공개하고 글로벌 기업과 제휴를 통해 생태계를 형성할 전망
정책 동향	기술 동향
<ul style="list-style-type: none"> 정부는 엣지컴퓨팅을 포함하는 클라우드 컴퓨팅 활성화 정책을 수립하고 실행 중 대통령 직속 4차산업혁명위원회는 국가 ICT 역량 강화 및 초연결 지능화 인프라 구현과 확산을 위해 DNA(Data, Network, AI) 전략을 추진하며 실시간 엣지컴퓨팅과 IoT의 발전을 견인 	<ul style="list-style-type: none"> 제조 데이터 처리용 엣지컴퓨팅 기술은 빠르고 정확한 서비스를 위한 연결안정성, 데이터의 최적화와 지능적 분석, 보안성, 실시간성을 추구 엣지 클러스터간의 물리적인 레벨의 통신을 위한 표준 제정 스마트팩토리, 자율주행자동차, 통신서비스 등 엣지컴퓨팅 기술의 범용화
핵심 플레이어	핵심기술
<ul style="list-style-type: none"> (해외) Huawei, GE, Amazon, Hewlett-Packard Company, IBM, Cisco, Softbank Group, MS, Dell, Schneider Electric, Mitsubishi, Intel (대기업) SK하이닉스, LG CNS, 삼성SDS, 삼성전자, SKT (중소기업) 마인즈랩, 엑세스랩 	<ul style="list-style-type: none"> 엣지 데이터 모니터링 기술 엣지 대용량 데이터 처리 기술 엣지 네트워크 연계 기술 엣지 시스템 보안 기술

중소기업 기술개발 전략

- SaaS 중심의 IoT 연계형 클라우드 서비스를 개발하여 저변을 확대
- 클라우드 서비스와 연계가 가능한 실시간 대용량 데이터 선별/분석/전송 시스템의 기술개발
- IoT 서비스 실시간성과 엣지 시스템 간 데이터의 손실 방지를 보장하기 위한 인터페이스 기술개발
- 기존의 통신인프라와 클라우드 시스템과의 호환성이 용이한 방향으로 개발 필요

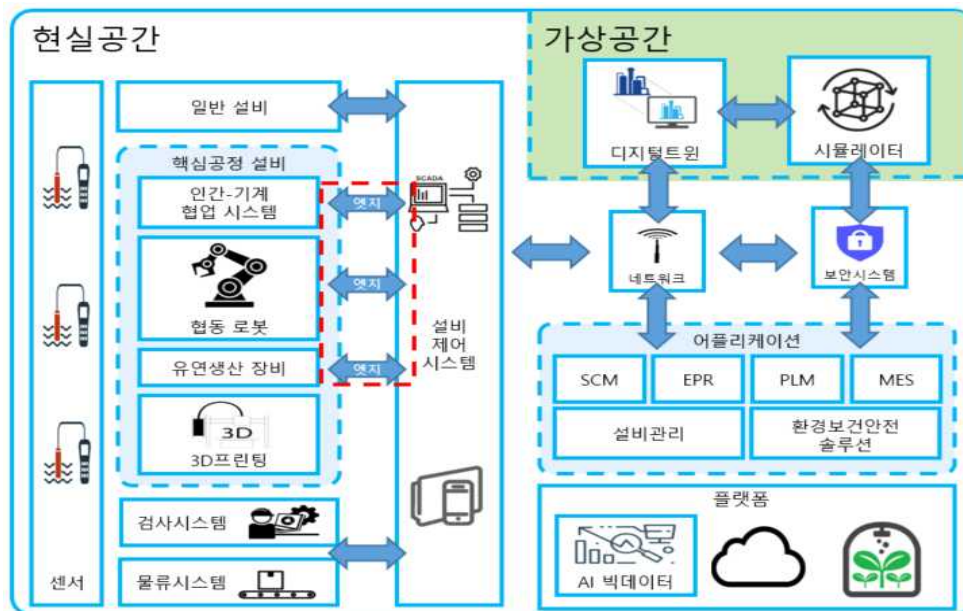
1. 개요

가. 정의 및 필요성

(1) 정의

- 장비 내에 자가진단이나 지능제어 기능들을 탑재하여 운영하는 설비 지능화 요소와 상위 시스템 계층의 최적 운영 부분을 연계하기 위한 네트워크 엣지단에서의 컴퓨팅 기술
 - 장비 내에 자가진단이나 지능제어 기능들을 탑재하여 운영하는 설비 지능화 요소와 상위 시스템 계층의 최적 운영 부분을 연계하기 위한 네트워크 엣지단에서의 컴퓨팅 기술
 - 엣지컴퓨팅은 데이터를 지역에서 분류하고, 일부를 지역에서 처리함으로써 중앙 리포지토리(repository)로의 백홀 트래픽(backhaul Traffic)을 축소
 - 작은 크기에 컴퓨터, 스토리지, 네트워크 연결을 포함하고 있으며, 로컬 기기로 데이터를 전송하는 IoT 기기들에 의해서 작업수행

[스마트제조에서 스마트제조용 엣지컴퓨팅 플랫폼의 위치]



* 출처: 네모아이씨지 자체 작성

(2) 필요성

- ☐ 엣지컴퓨팅 기술은 클라우드 컴퓨팅보다 상대적으로 데이터 처리량이 적어 지연시간이 짧으며, 광범위한 이동성 (mobility)을 지원할 수 있다는 점 등에서 강점
 - 엣지컴퓨팅은 IoT 사물에서 직접 데이터 처리가 가능하므로 클라우드 컴퓨팅보다 연산 능력이 떨어지지만, 응답속도가 빠르고 광대역 통신도 불필요
 - 지연시간 없이 상황에 대응할 수 있는 기술을 제공하므로, 빠른 응답속도가 요구되는 환경에 효과적
 - 실제로 안정성을 요구하는 자율주행 자동차, 항공 엔진, 드론은 순간적인 네트워크 지연
- ☐ 늘어나는 데이터로 인한 전송 및 저장 부담 경감을 위한 대안, 엣지컴퓨팅
 - IoT 서비스의 확산으로 인해 데이터가 늘어남에 따라 이를 저장하고 처리하기 위한 클라우드 컴퓨팅과 인공지능이 동반 성장
 - 갈수록 늘어나는 데이터 부하를 더 효율적으로 처리하고 데이터의 전송과 저장에 따른 네트워크 및 스토리지, 컴퓨팅 자원에 요구되는 부담을 덜기 위해 엣지컴퓨팅이 필요
 - 많은 데이터를 클라우드로 전송하는 과정에서 발생하는 네트워크 부하를 엣지컴퓨팅을 활용하여 중간에서 처리 시 매번 많은 양의 데이터를 중앙 데이터센터로 전송하는 과정 단축 가능
 - 방대한 데이터를 저장하기 위한 저장소도 더 늘어나야 하고, 이를 처리하기 위한 연산성능도 더 높아져야 하는데, 수집된 빅데이터 중에는 전처리 되지 않은 데이터들이 상당량 차지함을 고려
 - 엣지컴퓨팅은 데이터에 대한 1차 전처리 이후 꼭 필요한 결과값만 중앙의 클라우드로 전송할 수 있고, 클라우드에서 처리하는 것이 효율성이 높거나 데이터를 통해 지능형 가치 창출 서비스를 위한 정보만을 걸러서 보내는 역할 수행
- ☐ 스마트제조 확산에 따라 엣지컴퓨팅 수요 증가로 시장 확대
 - 스마트제조가 고도화될수록 제조 애플리케이션 시스템 구축 및 통합 활용의 필요성이 더욱 증가하고 있고, 시스템 간의 유연성, 지능성, 실시간성에 대한 요구도 증대
 - 공장에서 생산되는 데이터가 점점 기하급수적으로 늘어나 서버 부하가 염려되는 가운데 데이터를 빠르고 효율적으로 처리하는 엣지컴퓨팅은 스마트제조에서 더욱 주목받을 전망

[클라우드 컴퓨팅과 엣지컴퓨팅의 비교]

속성	클라우드 컴퓨팅	엣지컴퓨팅
지연시간	길다	빠르다
서비스지역	인터넷	로컬네트워크 인근
지역식별	불가능	가능
해킹 가능성	높음	낮음
통신방식	중앙집중식	분산형
서버 수	적음	많음
이동성 지원	제한적	광범위

* 출처 : NxtGen, KB금융지주 경영연구소

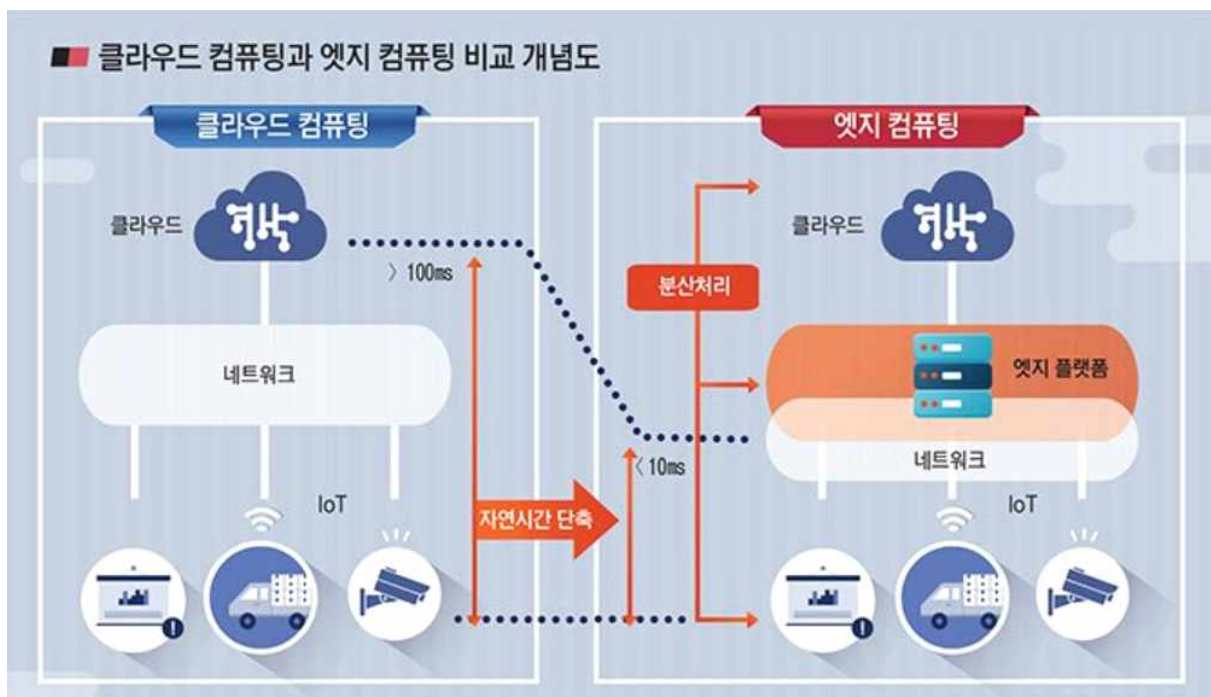
□ 엣지컴퓨팅은 2018년 가트너에서 선정한 10대 전략기술의 하나로 다양한 분야에서 응용

- 엣지컴퓨팅의 장점은 데이터 처리의 지연시간을 줄이고, 즉각적인 현장 대처가 가능한 것
- 클라우드 컴퓨팅을 좀 더 정교하고 효율적으로 만들기 위한 개념으로 등장한 엣지컴퓨팅은 가성비가 좋아진 프로세서(Processor)의 대중화에 따라 확산이 촉진 중
- 데이터를 전송하기 위한 네트워크의 상태는 항상 일정한 수준이 보장(QoS Grantee)되지 않으며, 특정 인기 콘텐츠나 이벤트의 발생에 따라 날짜와 시간대별로 네트워크 사용량이 폭주하여 지연 발생 가능
- 분산되어있는 소형 서버가 사용자에게 꼭 필요한 데이터를 선별·처리하여 전달하면 처리 속도 및 정확성 향상

□ AR 안경, VR HMD용 필수 핵심기술인 5G 연동을 위한 엣지컴퓨팅 수요 예상

- 5G 대용량 영상을 빠르게 분석하고, 초저지연으로 대응하기 위해 통합관제 센터가 아닌 엣지단에서 대용량 이동형 CCTV 영상분석 및 대응 시스템도 기술개발 진행 중
- 마이크로소프트와 델, 휴렛패커드는 엣지컴퓨팅에 각 50억 달러, 10억 달러 투자 계획('18년)

[클라우드 컴퓨팅과 엣지컴퓨팅의 개요도]



* 출처: 비맥스 테크놀로지 홈페이지

나. 범위 및 분류

(1) 가치사슬

- 후방산업으로는 IoT와 엣지컴퓨팅에 사용되기 위한 핵심기술 및 부품산업인 프로세서, 메모리, 센서 등 반도체 산업, 클라우드 OS 및 가상화 기술 등 SW플랫폼 산업, 저지연 고속 통신을 위한 네트워크 산업, SW보안 관련 기술 산업 등 존재
 - 프로세서는 초고밀도 집적기술에 따라 멀티코어(Multi-core) 및 매니코어(Manycore)의 병렬 프로세싱 형태를 넘어 인간의 뇌를 모방한 형태의 뉴로모픽(Neuromorphic) 형태로 진화
 - 메모리, 센서 등에 활용되는 반도체는 여러 기능을 칩 하나에 탑재한 SoC 형태로 발전하고 있으며, 기존의 단순한 저장 또는 탐지 기능을 넘어 지능적인 서비스를 제공할 수 있는 형태로 진화
 - 가상화(Virtualization)는 물리적인 컴퓨터 자원을 추상화하여, 분산컴퓨팅 환경을 가능하게 만드는 기술로, 최근에는 컨테이너 기반의 가상화 기술이 주목받는 중
- 전방산업으로는 실시간 IoT와 엣지컴퓨팅을 필요로 하는 스마트제조, 실시간 감시 및 관리 시스템, 원격제어 시스템, VR·AR, 사물인터넷 등 존재
 - 스마트제조는 공장 자동화와 공정 간의 불량 및 위험 요소 제거, 장비의 유지보수 관리를 위해 엣지컴퓨팅과 클라우드 컴퓨팅으로 각각 신속한 대응, 지능적인 서비스로 이분된 작업을 함으로써, 공장의 제어 효율성과 신뢰성을 향상
- 엣지컴퓨팅은 엣지 노드에서 필요한 임베디드 시스템, 지능형 SoC 반도체, 인공지능을 접목한 데이터 학습·분석 알고리즘, 클라우드 컴퓨팅으로 구성
 - 실시간 IoT의 실현을 위해 데이터의 수집과 분석에 짧은 시간이 소요되는 컴퓨팅 파워, 필요한 데이터만 걸러내어 학습하는 알고리즘, 판단한 결과값을 신속하게 배포 또는 피드백(Feedback)하기 위한 고속 통신이 필수적

[스마트제조용 엣지컴퓨팅 플랫폼의 산업구조]

후방산업	스마트제조용 엣지컴퓨팅 플랫폼	전방산업
프로세서, 메모리, 센서 등 반도체 산업, SW플랫폼(클라우드 OS, 가상화 등), 네트워크, 보안 관련 기술	임베디드, 지능형SoC반도체, 알고리즘	스마트제조, 실시간 감시·관리 시스템, 원격시스템, VR·AR, 사물인터넷 등

(2) 용도별 분류

□ 엣지컴퓨팅의 적용 분야는 매우 다양하고 계속 확대 중

- (안전성) 자율주행차, 항공 엔진 드론 등 순간의 네트워크 지연이나 데이터 전송 오류가 치명적인 사고로 이어질 수 있는 분야에 적용
- (즉시성) 연안 석유 시추 시설, 사막 물 분사 펌프 등 산업기계 자체가 중앙서버에서 멀리 떨어진 곳에 있어 중앙서버와 연결해야 하거나, 증강현실 가상현실 등 사람의 시청각 반응 능력은 매우 예민하기 때문에 가상현실 몰입감에 영향을 미칠 수 있는 분야에 적용
- (효율성) 제조 기업의 스마트제조에서는 대규모의 센서 데이터가 발생하며 이에 효율적인 처리가 필요한 스마트제조에 적용

[용도별 분류]

활용성격	적용 분야	세부 내용
안전성	자율주행차	• 순간의 네트워크 지연이나 데이터 전송 오류가 치명적인 사고로 이어질 가능성이 존재
	항공엔진, 드론	
즉시성	연안 석유시추 시설	• 산업기계 자체가 중앙 서버에서 멀리 떨어진 곳에 위치해 있어 중앙서버와의 연결
	사막 물 분사 펌프	
	증강현실	• 사람의 시청각 반응 능력은 매우 예민하기 때문에 불과 몇 백 ms 차이만으로도 가상현실 몰입감에 영향을 주는 것으로 분석
	가상현실	
	생체(음성, 안면)인식	
효율성	스마트제조	• 제조 기업의 스마트제조에서는 대규모의 센서 데이터가 발생하며 이에 효율적인 처리가 필요

2. 산업 및 시장 분석

가. 산업 분석

◎ 스마트제조 필수품이 되어가는 엣지컴퓨팅

- ☐ 엣지 컴퓨팅 솔루션은 생산 현장의 방대한 데이터를 서로 연결하거나 제어 데이터에 맞추고, 시간별로 배열하는 등 1차 처리를 하여 데이터를 더욱 쉽게 분석하도록 지원
- ☐ 엣지 컴퓨팅의 실현으로 생산 현장의 데이터를 클라우드로 올리는 과정에서 노하우 유출이나 시간 지연 등의 부작용도 최소화

[e-F@ctory의 아키텍처]



* 출처: 한국 미쓰비시전기 오토메이션

- ☐ 각 End point에서 직접 데이터를 수집해 처리하는 엣지컴퓨팅은 광대역이 필요하지 않고, 응답속도가 빨라 스마트제조 구축에 있어 새로운 대안으로 제시
 - 스마트제조는 센서로부터 막대한 양의 데이터가 생성되는데, 효율적인 데이터 처리를 위해서는 클라우드 컴퓨팅보다 엣지컴퓨팅 시스템이 더욱 적합
 - 엣지컴퓨팅을 활용하면 센서에서 발생하는 데이터를 중앙 데이터 센터까지 보내지 않아도 되며, 중앙 데이터센터에는 엣지컴퓨팅으로 줄어든 데이터만 송신하면 되기 때문에 네트워크 및 스토리지 자원 비용도 절감

- 엣지컴퓨팅 도입으로 데이터의 과부하 대폭 감소하고, 한 번 처리된 데이터를 클라우드로 보내게 되면 프라이버시 정책을 강화할 수 있어 보안을 강화 가능
- 엣지컴퓨팅은 최신 사이버 보안 기능을 시스템에 내장하여, 전송 단계에서의 데이터 보안 위협과 데이터 오염 위험을 감소
- 클라우드 컴퓨팅을 사용했을 때 서버가 마비되면 치명적인 타격을 입지만 엣지 컴퓨팅을 사용하면 자체적으로 컴퓨팅을 수행하기 때문에 효과적으로 장애 대응 가능

☐ 엣지컴퓨팅을 효과적으로 적용한 사례 증가

- 일본 기업은 빅데이터, 클라우드 등 대부분의 IT분야에서 미국과 독일 등이 이미 한발 앞서 나가고 있는 상황에서 ‘엣지 컴퓨팅’에 집중하는 중
- 대표적으로 도시바, 미쓰비시, 후지쯔 등은 엣지 컴퓨팅을 활용한 다양한 솔루션을 개발
- 도시바의 ‘마이스터(Meister)’는 엣지컴퓨팅을 활용하여 제품 기획, 설계, 생산, 운전, 보수 등 제조 현장에서 발생하는 정보를 체계적으로 수집·축적하여 생산 현장에서 즉각 활용할 수 있는 솔루션
- IoT를 산업에 가장 먼저 도입한 제너럴 일렉트릭(이하 GE)의 프리딕스(Predix)는 대표적인 엣지 컴퓨팅 플랫폼
- 이를 통해 자사의 1조 개의 관리 자산에 부착된 1천만 개가 넘는 센서에서 발생하는 대용량 데이터를 분산 저장하여 수집, 분석, 모니터링
- 프리딕스는 특정 산업 분야가 아닌 제조, 의료, 에너지 등 전 산업에 확산·적용 중

◎ 계속 넓어지는 응용 분야

- ☐ 스마트제조에서는 불량률을 줄이고, 기계의 장애·오작동을 방지하거나 대응하기 위해 실시간 IoT 엣지컴퓨팅을 활용
 - 업계는 데이터를 효율적으로 수집할 수 있는 IoT 장비와 수집된 데이터를 초기 분석하거나 전처리할 수 있는 엣지 클라우드 장치를 개발
- ☐ 스마트카는 수 ms 이하로 주행 차량의 주변 상황을 판단하여 적정 제어를 수행하는 것이 필요하여, 정확한 데이터수집과 최적화된 알고리즘을 통해 단시간 내에 분석을 수행
 - 엣지컴퓨팅을 통해 확보한 주행 데이터는 종종 중앙의 클라우드 데이터센터에 전송하여 지능형 서비스를 위한 학습데이터로 활용하고, 주기적으로 단말 차량에 업데이트 가능
- ☐ 건설 산업은 실시간 IoT 엣지컴퓨팅을 통해 모든 건설 현장의 장비와 데이터를 통합 분석하여, 장비의 가동 중지 시간을 최소화하는 클라우드 시스템 개발
- ☐ 금융 분야에서 발생할 수 있는 부정행위에 대해 초당 수백만 개 이상의 이벤트를 받고 처리할 수 있는 실시간 메시지 수집 기술을 통해 감지하고 차단하는 시스템을 개발하고 있으며 MS-Azure와 같은 벤더들이 제공하는 클라우드 시스템과 연동

- ☐ 스마트시티 분야는 도심 내의 건물, 교통인프라, 차량, 감시카메라, 시민 등으로부터 수집하는 데이터의 양이 매우 많아 엣지 클라우드 컴퓨팅의 지원이 필요한 분야
 - 실시간성 서비스가 많아 저지연 고속 통신 및 데이터 분석 기술 수요가 매우 큰 것으로 분석
- ☐ 드론을 비롯한 항공·우주 분야도 실시간 IoT와 엣지컴퓨팅의 큰 수요분야로 드론의 활동반경을 넓히고 더 다양한 임무 수행
 - 항공기와 우주선의 안전한 동작을 위해 중앙 클라우드와 연결이 단절되더라도 지능적으로 기능 수행
- ☐ 엣지컴퓨팅 확산을 가속화하기 위해 최근 오픈포그 컨소시엄(OpenFog Consortium, OFC)과 산업용 인터넷 컨소시엄(Industrial Internet Consortium, IIC)이 합병
 - 시스코, 유니퍼, 마이크로소프트 등이 주도하는 IIC는 주로 IIoT 확산을 통한 비즈니스 혁신에 중점을 두고 있으며, OFC는 포그컴퓨팅으로 IoT나 5G, AI 애플리케이션과 관련된 대역폭, 지연, 통신 문제를 해결하는 데 중점

◎ 중소기업에 적합한 엣지컴퓨팅

- ☐ 진입장벽이 상대적으로 낮으며 초기기술이기 때문에 국내 중소기업이 접근하기 용이한 분야
- ☐ 엣지컴퓨팅은 IoT, ABC(AI, Bigdata, Cloud)산업과 연관이 매우 깊을 뿐만 아니라, IoT와 엣지 노드에 필요한 센서, CPU, 메모리 등 반도체 산업을 근간으로 하는 분야
- ☐ 지능형 반도체 산업은 IoT의 고도화와 타 산업 융합을 위해 반드시 선행되어야 하는 산업으로 IoT에서 반도체가 차지하는 비중은 9~12% 이상
- ☐ 반도체 산업은 메모리 반도체의 경우 우리나라의 주력 생산제품이자 세계적으로도 50% 이상의 높은 점유율을 보이는 강점 분야

◎ 엣지컴퓨팅을 포함하는 클라우드컴퓨팅 활성화 정책

- ☐ 정부는 지속적인 클라우드컴퓨팅 활성화 방안을 통해 법과 제도로 관련 시장 육성
 - 지난 2009년 「범정부 클라우드 컴퓨팅 활성화 종합계획」을 시작으로 2015년 세계 최초 「클라우드 컴퓨팅법」을 제정하였고, 같은 해 「제1차 클라우드 컴퓨팅 발전 기본계획」을 수립하여 법·제도적인 기반 마련
 - 이후, 「제2차 클라우드 컴퓨팅 발전 기본계획(’18.12.)」을 통하여 클라우드 활용을 위한 제도개선, 특화플랫폼을 통한 시장경쟁력 확보, 기술 및 인력 확보를 통한 생태계 조성 등의 중점 추진과제를 선정하는 등 클라우드 활성화에 적극적인 행보
 - IoT와 연계한 클라우드를 통해 기존 농림수산업과 제조업 등의 전통산업을 고도화시키고, 지능형 의료·교육·금융 등 새로운 서비스를 창출하며, 재해·재난 대응 및 환경문제 등 사회문제 해결형 솔루션을 구축하고자 프로젝트를 추진

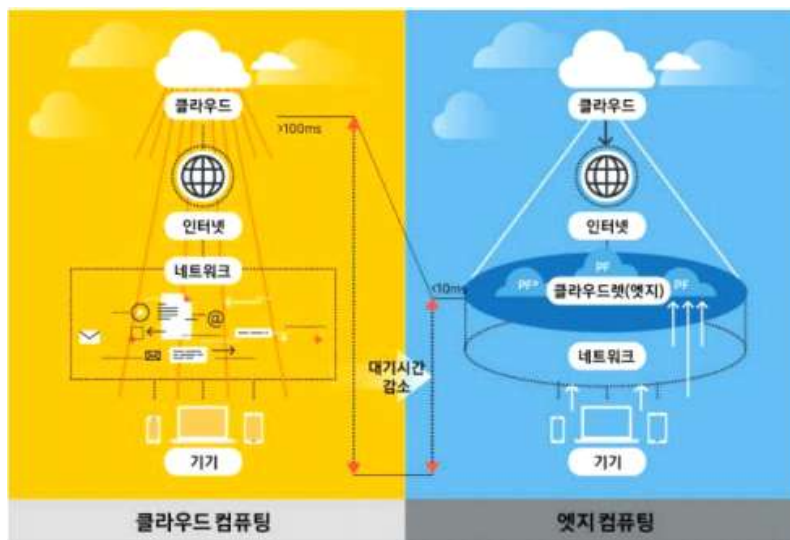
□ 대통령 직속 4차산업혁명위원회는 국가 ICT 역량 강화 및 초연결 지능화 인프라 구현과 확산을 위해 DNA(Data, Network, AI) 전략을 추진하며 실시간 엣지컴퓨팅과 IoT의 발전을 견인할 것으로 기대

- 「데이터 산업 활성화 전략」은 데이터의 수집·저장·유통·활용의 전반적인 혁신방안으로 데이터 이용 제도개선으로 데이터 경제를 활성화하고 글로벌 경쟁력을 갖추고자 하는 전략
- 「초연결 지능형 네트워크 구축 전략」은 모든 사람과 사물이 네트워크에 연결되고 데이터가 끊임없이 수집 및 축적되어 이러한 데이터를 인공지능을 통해 분석 활용하고자 하는 전략으로 5G 통신, IoT 연결 기기 확대, 인공지능 SW 기반의 안전한 네트워크를 실현하고, 초고속 인터넷을 전국 모든 곳에 보급하고자 하는 전략

□ 엣지컴퓨팅과 클라우드 컴퓨팅의 비교

- 엣지 컴퓨팅은 주로 네트워킹 요구 사항 또는 기타 제약으로 인해 클라우드 컴퓨팅의 중앙집중식 접근 방식으로 적절히 해결할 수 없는 활용 사례 처리
- 엣지 컴퓨팅은 여러 소규모 컴퓨팅사이트에 중점을 두어 네트워크 비용을 절감하고 대역폭 제한을 피하며, 전송 지연과 서비스 장애를 줄이고, 민감한 데이터의 이동을 더욱 효과적으로 제어
- 로드 시간이 수백 밀리초 단위로 단축되고 사용자 가까이에서 배포되는 온라인 서비스를 통해 동적 및 정적 캐시 기능을 모두 지원 가능하여 최종 사용자에게 더욱 빠르고 일관성 있는 사용자 환경을 제공할 수 있고 기업과 서비스 제공업체는 실시간 모니터링이 가능하며 지연시간이 짧고 가용성이 높은 애플리케이션 구현 가능

[클라우드컴퓨팅과 엣지 컴퓨팅의 차이]



* 출처: 삼성 뉴스룸

◎ '5G+ 전략'에 나타난 정부의 육성 의지('26년 글로벌 시장 점유율 10% 달성)

- ☐ (핵심기술 확보) 초저지연 서비스 실현을 위한 산업용 지능형 엣지컴퓨팅 핵심기술 개발 추진
 - (플랫폼) 실시간·지능적 데이터 처리가 필요한 주요 산업현장에 적용 가능한 클라우드 엣지 플랫폼 기술개발
 - (서버) 가혹한 산업환경에서 운용할 수 있고 서비스 특성에 따라 확장 재구성이 가능한 차세대 엣지 서버 개발
- ☐ (테스트베드 구축) 엣지컴퓨팅 기반 5G 융합 서비스 테스트베드 구축
 - 국내연구개발망 중심노드(판교)에 5G코어/엣지/기지국을 구축하고, 지역거점에 엣지/기지국 구축하여 거점 단위 테스트베드 구축 추진
 - 5G 엣지 융합 서비스 시험검증 과제를 통해 시제품·서비스에 대한 성능, 보안성, 안정성 및 상호호환성 시험서비스 제공

◎ 국내 이동통신사들의 엣지시스템

- ☐ 국내 이동통신사들은 2018년 12월 5G 상용화 발표를 계기로 MEC 도입 계획을 공개하고 글로벌 기업과 제휴를 통해 생태계를 형성할 전망
 - SKT는 독일 모바일엣지엑스(MobiledgeX)와 MEC 협업을 위한 업무협약을 체결하고 MEC 핵심기술을 공동개발, 플랫폼 연동과 생태계 확대, 비즈니스 모델 개발 등을 추진
 - KT는 인텔과 제휴하고 최신 프로세서 기술과 메모리, 네트워크 가속화 기술 등을 활용해 초저지연, 대용량 기반의 엣지 플랫폼 설계를 추진하며 5G 기반의 VR, 클라우드 게임 등 엣지컴퓨팅이 필요한 신규 서비스를 공동개발할 계획
 - LG유플러스는 B2B 분야에서 실시간 원격제어 기반의 MEC와 초저지연 영상처리 기술을 확보할 계획이며, MEC를 기반으로 자율주행 스마트팩토리 등 분야에서의 시장확보 전략을 추진할 계획

나. 시장 분석

(1) 세계시장

□ 세계 엠티컴퓨팅 시장은 2018년 20억 달러 규모에서 2024년 116억 달러 규모로 연평균 34.1% 성장할 것으로 전망

- 클라우드 엠티컴퓨팅 시장 규모는 작지만, 연평균 성장률과 도입 증가율, 적용 분야의 확대 등으로 보았을 때, 시장의 규모는 지속적으로 확대될 전망

[엠티컴퓨팅 분야 세계 시장규모 및 전망]

(단위 : 십억 달러, %)

구분	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
세계시장	2.0	2.7	3.6	4.8	6.5	8.7	11.6	34.1

* 출처: 엠티컴퓨팅 분야 세계 시장규모 및 전망, 2020, MARKETANDMARKETS

□ 산업용 제어 관련 세계시장 규모는 2018년 320억 달러 수준에서 2024년 430억 달러가 넘는 시장으로 연평균 약 4.7%씩 성장할 것으로 전망

- 분산 제어 시스템(DCS)은 2018년 153억 달러에서 연평균 성장률 5%로 증가하여, 2024년에는 206억 달러에 이를 것으로 전망
- 프로그램 가능 논리 제어기(PLC)는 2018년 133억 달러에서 연평균 성장률 3.2%로 증가하여, 2024년에는 160억 달러에 이를 것으로 전망
- 인간-기계 인터페이스(HMI)는 2018년 40억 달러에서 연평균 성장률 9.9%로 증가하여, 2024년에는 71억 달러에 이를 것으로 전망

[산업용 제어 관련 세계시장 규모 및 전망]

(단위 : 십억 달러, %)

분야	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
DCS	15.33	15.99	16.74	17.615	18.49	19.525	20.56	5.0
PLC	13.3	13.81	14.3	14.755	15.21	15.62	16.03	3.2
HMI	4.02	4.39	4.81	5.31	5.81	6.44	7.07	9.9
제어 종합	32.65	34.19	35.85	37.68	39.51	41.585	43.66	4.7

* 출처: Marketsandmarkets, Industrial Control And Factory Automation Market, 2019를 발췌 인용

(2) 국내시장

- 국내 엣지컴퓨팅 시장은 세계 엣지컴퓨팅 시장의 자료와 국내 스마트제조 세계시장 점유율을 기준으로 산정하면, 2018년 7,582억 원 규모에서 2024년 3.9조 원 규모로 연평균 33.4% 성장할 것으로 전망

[엣지컴퓨팅 분야 국내 시장규모 및 전망]

(단위 : 억 원, %)

구분	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
국내시장	7,582	10,111	13,113	17,139	22,823	30,072	39,575	33.4

* 출처: 자율형 공정제어 관련 세계시장 및 국내시장의 비율을 바탕으로 상기 세계 엣지 컴퓨팅 시장에 동일 비율 적용으로 네모아이씨지에서 추산

- 산업용 제어 관련 국내시장 규모는 2018년 1조 5,240억 원 수준에서 2024년 2조 4,120억 원이 넘는 시장으로 연평균 약 7.9%씩 성장할 것으로 전망
- 분산 제어 시스템(DCS)은 2018년 6,720억 원에서 연평균 성장률 7.4%로 증가하여, 2024년에는 1조 320억 원에 이를 것으로 전망
 - 프로그램 가능 논리 제어기(PLC)는 2018년 4,920억 원에서 연평균 성장률 6.6%로 증가하여, 2024년에는 7,200억 원에 이를 것으로 전망
 - 인간-기계 인터페이스(HMI)는 2018년 3,600억 원에서 연평균 성장률 10.6%로 증가하여, 2024년에는 6,600억 원에 이를 것으로 전망

[산업용 제어 관련 국내시장 규모 및 전망]

(단위 : 억 원, %)

분류	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	CAGR
DCS	6,720	7,200	7,680	8,280	8,880	9,600	10,320	7.4
PLC	4,920	5,280	5,520	5,880	6,240	6,720	7,200	6.6
HMI	3,600	3,960	4,320	4,800	5,280	5,940	6,600	10.6
제어 종합	15,240	16,440	17,520	18,960	20,400	22,260	24,120	7.9

* 출처: Marketsandmarkets, Industrial Control And Factory Automation Market, 2019를 발췌 인용

3. 기술개발 동향

☐ 기술경쟁력

- 중소기업용 On-Site 엣지시스템은 미국이 최고기술국으로 평가되었으며, 우리나라는 최고기술국 대비 65.3%의 기술수준을 보유하고 있으며, 최고기술국과의 기술격차는 2.6년으로 분석
- 중소기업의 기술경쟁력은 최고기술국 대비 60.9%, 기술격차는 2.9년으로 평가
- EU(86.7%)>일본(77.8%)>한국(65.3%)>중국(64.4%)의 순으로 평가

☐ 기술수명주기(TCT)³³⁾

- 중소기업용 On-Site 엣지시스템은 6.69의 기술수명주기를 지닌 것으로 파악

가. 기술개발 이슈

◎ 실시간 데이터처리를 위한 엣지컴퓨팅

- ☐ 엣지컴퓨팅 기술플랫폼의 핵심은 중앙 클라우드로 전송되는 데이터의 양을 줄여서 불필요한 데이터 전송을 없애고, 네트워크와 시스템의 응답 시간을 최대한 줄이는 것

- 빠르게 처리해야 하는 중요 작업에 대한 데이터와 분석결과를 가능한 최신상태로 유지하면서, 사이버 보안 또한 단순화시킬 수 있어서 전체적으로 시스템이 신속하고 안정적으로 구동
- 시스템이 경량화되고 소 군집화됨에 따라, 상대적으로 동일 성능 대비 지능적인 서비스를 최적화하는 방향으로 발전하여, 자원 비용을 적게 소모하며 가장 합리적인 서비스 제공
- 디바이스 근처의 네트워크 인프라로 데이터와 컴퓨팅 파워를 옮기는 방법과 엣지층 최종 디바이스의 컴퓨팅 부하를 덜어주는 방법으로 실행 부하와 지연 감소
- 엣지디바이스의 박스형 데이터센터인 클라우드렛, 기지국 역할을 확장하는 모바일 엣지컴퓨팅(MEC), 가상의 위치인식 분산 엣지컴퓨팅 플랫폼을 제공하는 포그컴퓨팅, 애플리케이션에 주문형 자원을 제공하여 엣지 부하를 낮추는 모바일 클라우드컴퓨팅(MCC), IoT 구조층과 교차하는 애플리케이션 실행 부하에 대한 협력 분산에 초점을 둔 디바이스층의 분산컴퓨팅
- MEC(Multi-access Edge Computing) 기반의 엣지서비스가 5G 기술의 핵심 동력으로 이슈화되고 있으며 MEC의 핵심기술은 소비자 맞춤형 분산 클라우드 기술로, ETSI에 의해 표준화가 진행되고 있으며 모바일 코어망의 혼잡도를 줄여 망 증설 비용 절감과 QoS에 기여

33) 기술수명주기(TCT, Technical Cycle Time): 특허 출원연도와 인용한 특허들의 출원연도 차이의 중앙값을 통해 기술 변화속도 및 기술의 경제적 수명을 예측

- 제조 데이터 처리용 엣지컴퓨팅 기술은 빠르고 정확한 서비스를 위한 연결 안정성, 데이터의 최적화와 지능적 분석, 보안성, 실시간성을 추구
 - 스마트제조에서는 불량률을 줄이고, 기계의 장애·오작동을 방지하거나 대응하기 위해 실시간 엣지컴퓨팅을 활용하고자, 업계는 데이터를 효율적으로 수집할 수 있는 IoT 장비와 수집된 데이터를 초기 분석하거나 전 처리 할 수 있는 엣지 클라우드 장치를 개발 중
 - 실시간 보장을 위해서는 우선 빠른 데이터 분석을 위하여 기존 데이터 분석 패러다임의 전환이 필요하고, 엣지컴퓨팅을 활용한 데이터의 전처리에 초점을 맞춘 플랫폼이 개발 중
 - IoT 단말로부터 수집한 데이터를 엣지 클라우드의 자체적인 분석을 통해 정상적인 데이터와 그렇지 않은 데이터를 분류하고, 정상데이터의 분석·처리를 거친 후 다시 중앙 데이터센터에 전송하여 고도로 정제된 빅데이터 시스템을 실현
- 엣지 클러스터 간의 물리적인 레벨의 통신을 위한 표준이 필요하며, 이더넷(Ethernet) 기반의 와이파이(Wi-Fi), 근거리 통신인 블루투스 등에서 저전력 장거리 통신인 LPWA, LTE-MTC, LTE-A 등으로 통신의 진화가 필요
 - 저전력 장거리 통신(LPWA) 및 LTE-MTC는 기존의 Bluetooth, Wi-Fi, Zigbee에 비해 접속 안정성 및 커버리지 성능이 향상된 통신 표준
 - LPWA는 통신 장애요인이 많은 도심, 대규모 공장 및 시설물 내부 등과 같은 곳에서 안정적인 커버리지 확보를 위해 일반적으로 1GHz 이하의 낮은 대역 주파수를 활용하며, 사물인터넷 망의 구축 비용 절감 및 사물 단말의 배터리 수명을 길게 하여 유지·관리 비용 절감할 수 있으며, SigFox와 LoRa WAN(Long Range Wide Area Network)등이 포함
 - LTE-MTC(LTE-M)는 이동통신표준화기구(3GPP)가 규정한 사물인터넷 전용 4G 기반의 통신 규격으로 LTE-A로 발전
 - 기존의 LTE 네트워크를 큰 추가 비용 없이 활용할 수 있으며, 1ms 이내의 짧은 시간의 데이터 송수신시간으로 실시간을 보장

◎ 인공지능과 엣지컴퓨팅

- 지능화된 서비스 제공에는 정확한 데이터의 분석과 학습을 통한 판단이 필요하며, 기존의 휘발성 사물 데이터와는 달리 사물로부터 수집되는 데이터의 IoT 엣지 플랫폼 저장 및 분석이 필요
 - 기존 단순한 데이터 검색 수준을 넘어서서, 다양한 기기로부터 수집된 이종 데이터를 사·공간 데이터로 정규화하여 측정시간이나 위치가 같은 유사 사물 데이터를 분류하고 여러 수준에 따라 집계 값을 추출하는 연구 시도
 - 시간에 흐름에 따라 향후 수집할 특정 값을 예측하고, 정규화된 예측이나 추세를 벗어나는 값을 탐지하는 등 학습 능력을 갖춘 IoT가 산업 내 주목
 - 유사한 데이터 패턴이나 특징을 갖는 데이터 탐색 외에도, 특정 주제나 키워드와 관련된 IoT 데이터 탐색 기술에 관한 연구 진행

- 엣지컴퓨팅을 통해 IoT 서비스의 실시간성을 보장하기 위해서는 서비스 인터페이스 기술, HW와 SW의 뒷받침 기능, 인공지능의 활용이 요구
 - 초기 IoT가 응용된 제조 산업 분야는 아두이노(Aduino), 라즈베리파이(Raspberry Pi) 등 초소형 컴퓨터를 이용해 특정 이벤트에 대하여 알려주는 기초적인 형태의 엣지컴퓨팅을 활용
 - 이후 점차 데이터의 종류와 크기가 증가함에 따라 좀 더 강력한 컴퓨팅 파워를 보장하는 CPU가 장착된 미니 PC의 형태로 발전하였으며, 최근에는 데이터센터 수준의 컴퓨팅 파워를 제공하는 마이크로 데이터센터(Micro Data Center)로 발전
 - 엣지컴퓨팅을 활용한 IoT는 인터넷에 연결되어 있지 않아도 독자적인 명령을 수행하고 일정수준 이상의 서비스를 제공할 수 있기에, 엣지 노드에 인공지능을 탑재한 강화된 엣지(Empowered Edge) 서비스도 구현
 - 구글은 자체 AI 칩인 TPU(Tensor Processing Unit)를 엣지컴퓨팅에 특화된 Edge-TPU를 발표
 - 퀄컴은 사용자 단말이 엣지컴퓨팅 방식으로 자체 AI를 구현하는 뉴로모픽칩인 제로스(Zeroth)를 발표하고 스마트폰 CPU인 스냅드래곤(Snapdragon)에 적용
 - MS는 자사의 클라우드 Azure를 IoT edge 사업에 활용
 - 소프트뱅크도 엣지컴퓨팅 기반의 AI 사업을 강화
 - 애플도 아이폰의 AI 기능을 강화하기 위한 A11, A12 바이오닉 칩 개발
 - 국내에서도 실시간 5G 기반 엣지 브레인 로봇 기술 등의 기술개발 시도 중

◎ 엣지컴퓨팅의 기술별 분류

- 엣지컴퓨팅 기술은 엣지 단말에서 컴퓨팅 성능을 보장하기 위해 연산을 위한 프로세서, 데이터의 저장을 위한 메모리, 데이터의 실시간 송수신을 위한 네트워크, 전체 클라우드와 연동하기 위한 플랫폼, 보안성 강화를 위한 모듈로 구분
- 엣지컴퓨팅 기술은 메인프로세서와 메모리의 설계 및 공정기술, 지능형 반도체 기술, 실시간 통신을 위한 네트워크 기술, 클라우드 연동 및 관리를 위한 가상화 등 플랫폼 기술, 보안 기술 포함

[기술별 분류]

전략제품	기반기술	세부기술
스마트제조용 엣지컴퓨팅 시스템	프로세서	<ul style="list-style-type: none"> 중앙처리장치(CPU), 그래픽처리장치(GPU), 애플리케이션 프로세서(AP) 등 연산이나 제어 같은 정보의 처리를 목적으로 하는 시스템 반도체 공정기술 반도체 내부에 기존의 CPU나 GPU 등과 같은 특정 목적의 기능을 탑재하여 하나의 시스템을 이루는 SoC(System on Chip) 기술 단일 칩에 CPU의 기능을 집적시켜 만든 MPU(Micro Processing Unit), 특정 제품이나 시스템을 제어하기 위해 RAM과 ROM 회로를 탑재하고 단일 칩으로 작동이 가능한 MCU(Micro Controller Unit) 기술
	메모리	<ul style="list-style-type: none"> 제조공정 시 특정 데이터를 미리 기록한 상태로 출시하여 전력의 흐름에 따라 미리 기록된 동작을 수행하는 ROM(Read Only Memory) 설계 및 공정기술 컴퓨터의 메모리에 주로 사용되는 DRAM(Dynamic RAM), CPU의 캐시(Cache) 메모리로 사용되는 SRAM(Static RAM) 설계 및 공정기술
	네트워크	<ul style="list-style-type: none"> SigFox, LoRa WAN 등 저전력 장거리 통신(LPWA) 기술 사물인터넷 전용 통신 규격 LTE-M(LTE-MTC), LTE-A(Advance) 등 4G 기반의 IoT 통신 구축 기술 최대 20Gbps 속도를 보장하는 고속전송 및 1ms 수준의 저 지연, 1km 반경 내 최대 100만 개의 IoT기기 연결성을 보장하는 5G 기반의 통신 기술 라우터, 스위치 등과 같은 중계 장치의 가상화를 통해 가상네트워크를 지원하고 일정 수준의 컴퓨팅 파워를 제공할 수 있는 네트워크 가상화 기술
	플랫폼	<ul style="list-style-type: none"> 컨테이너 기반 가상화 기술 및 다수의 엣지 클러스터의 운영을 위한 오케스트레이션(Orchestration) 플랫폼 기술 리눅스 컨테이너, VMWare, Xen Hypervisor, KVM 등 가상화 운영체제 기술 데이터 수집, 분석, 스트리밍을 분산 처리하기 위한 그리드 컴퓨팅 기술
	보안 모듈	<ul style="list-style-type: none"> 엣지 클러스터의 보안성을 제공하기 위한 암호화 및 보안 관련 기술(TLS, SSH, AES 등)

◎ 엣지컴퓨팅과 표준화

- 많은 IoT 단말 장비 및 센서들로부터 수집되는 데이터를 엣지 클라우드를 수행하는 노드 또는 클러스터에 전송하는 통신규약인 프로토콜에는 대표적으로 MQTT, CoAP, XMPP가 존재
 - 실시간 IoT 프로토콜로는 MQTT(Message Queue Telemetry Transport), CoAP(Constrained Application Protocol), XMPP(Extensible Messaging and Presence Protocol)가 있으며, 이중 MQTT가 가장 널리 사용되는 오픈 소스 기반의 중개 기술
 - MQTT는 IBM에서 개발하였으며, TCP/IP를 이용하여 세션이 연결된 상태로 동작하여, QoS(Quality of Service)를 보장하지만, 소형 IoT 센서 장치에는 오버헤드가 될 수도 있는 TCP/IP 소켓(Socket) 관리가 필요
 - CoAP는 MQTT와는 달리 UDP를 활용하는 기술로 비 연결성이며, QoS관리가 어려우나 패킷이 작고 브로드캐스팅 패킷 전달로 높은 효율성을 갖춤. XMPP는 XML에 기반한 통신 프로토콜로 SASL, TLS를 통해 높은 보안을 제공할 수 있고 확장성이 좋은 기술
- 실시간 보장을 위해서는 우선 빠른 데이터 분석을 위하여 기존 데이터 분석 패러다임의 전환이 필요하고, 엣지컴퓨팅을 활용한 데이터의 전처리에 초점을 맞춘 플랫폼이 개발 중
 - IoT 단말로부터 수집한 데이터를 엣지 클라우드의 자체적인 분석을 통해 정상적인 데이터와 그렇지 않은 데이터를 분류하고, 정상 데이터의 분석·처리를 거친 후 다시 중앙 데이터센터에 전송하여 고도로 정제된 빅데이터 시스템 실현 필요
 - 기존의 빅데이터 분석은 전산실 및 데이터센터에서 처리하였지만, 지역적으로 분산된 엣지 분석인 GDA(Geo-Distributed Analytics) 기능을 통해 다양한 원격지에서 분석한 데이터를 원격지로 모아서 분석하는 사례 증가
 - 실시간 보장을 위해서는 반드시 기존의 DB 검색 쿼리보다 더 빠른 알고리즘이 요구되며, 예로 DBMS나 NoSQL보다 응답속도가 20~50배 이상 빠른 쿼리 요청 및 데이터 검색알고리즘인 파스트림(ParStream)이 있으며 네트워크 하드웨어로 유명한 시스코(Cisco)가 인수
 - MS의 Azure는 수백만 개의 단말과 양방향 통신을 할 수 있는 IoT hub와 초당 수백만 개의 이벤트를 처리하는 Azure Event Hub를 통해 실시간 IoT 엣지컴퓨팅을 구현
 - GE의 자사의 클라우드 플랫폼 Predix를 엣지컴퓨팅을 지원하는 Predix Edge로 발전시키며 실시간 모니터링과 제어를 할 수 있는 공장 자동화 서비스를 제공

◎ 엣지컴퓨팅 기술의 실적용 전망 사례

- ☐ 인공지능, 빅데이터 등 IT 기술 바탕 실시간으로 움직이는 스마트팩토리에서의 엣지컴퓨팅 적용
 - 신속성을 요구하는 단순한 데이터는 엣지에서 처리, 고도 정밀 분석이 필요한 데이터는 중앙 데이터센터로 전송하여 운영하는 방식으로 네트워크 및 스토리 자원 비용 절감 가능하며 데이터의 과부하를 대폭 감소시켜 과도한 트래픽 방지
 - 비디오 센서에서 보내는 자료가 증가하고 화질이 개선되어 기존 대역폭에서 발생했던 문제들 개선 가능 전망 및 전송 단계에서의 데이터 보안 위협과 오염 위협 감소
- ☐ 엣지컴퓨팅이 가장 유용하게 활용될 수 있는 대표적 사례인 자율주행 자동차
 - 차량 상태나 도로 상황, 차량 흐름 등을 파악하기 위한 고해상도 카메라와 레이더, 레이저 스캐너, 음파탐지기, 위성항법장치 등 수많은 센서를 통해 실시간 생성되는 방대한 데이터의 수집 및 분석하고 연결된 다른 차량이나 교통 시스템과 즉시 주고받는 기능 제공
 - 주행 중 돌발 상황 발생 시 신속한 대처로 사고 피해 감소
- ☐ 가상현실(Virtual Reality), 증강현실(Augmented Reality), 생체인식(Biometrics)
 - 모바일 기기, PC 등 End point 단에서 대용량 데이터가 발생하는 가상현실, 증강현실, 생체인식은 짧은 시간의 지연만으로 사용자의 몰입감이 현저히 떨어지는 즉시성 문제가 발생하므로 처리 시간을 큰 폭으로 단축해주는 엣지 컴퓨팅이 효과적
 - End point와 가까운 곳에 엣지 컴퓨팅 인프라를 구축한다면 데이터 전송 비용과 지연시간을 줄일 수 있으며 사용자의 몰입감 극대화 가능
- ☐ 드론, 연안 석유 시추 시설에서의 활용
 - 드론이나 사막 한가운데에 물을 공급하는 펌프, 연안의 석유 시추 시설, 항공 엔진처럼 산업 분야 특성상 산업기계가 중앙 데이터센터에서 멀리 떨어진 곳에 있어야 하는 현장에서 신속하게 데이터를 처리할 수 있는 엣지컴퓨팅은 효율적임
- ☐ 5G 환경에서의 통신 서비스
 - 대용량의 콘텐츠를 단순히 전송하거나 다중 접속을 근거리에서 처리해야 하는 5G 환경에서의 엣지컴퓨팅의 활용이 초저지연 장점을 일으킬 것으로 전망
 - 국내 통신 3사의 5G 상용화를 위한 엣지컴퓨팅 기술 적용 서비스
 - SK텔레콤: 스마트팩토리 솔루션인 올인원 패키지 상품 '심플 엣지' 출시 및 엣지컴퓨팅 방식으로 공장 생산 설비의 비용 줄이고 효율성 증대
 - KT: 엣지컴퓨팅 기반의 상용 서비스 고도화를 위해 인텔을 비롯한 여러 파트너사와 협력관계 구축
 - LG유플러스: 모바일 엣지컴퓨팅 기술 확보하여 B2B 서비스 사업 기회 확보 전략 수립

◎ 보안 문제와 엣지컴퓨팅

- ☐ 엣지컴퓨팅은 상대적으로 근거리인 로컬네트워크 내에서 데이터의 수집과 처리를 끝냄으로써 중간에 데이터를 갈취당할 부담을 줄임으로 인해, IoT 분야에서 야기될 수 있는 보안 문제 완화
 - 디도스(DDoS) 공격 등을 통해 중앙 데이터센터에서 제공하는 클라우드 서비스를 이용할 수 없을 때, 엣지컴퓨팅에서 제공하는 서비스를 통해서 일정 수준 이상의 실시간 서비스를 보장
 - 특히 클라우드 솔루션을 활용하는 항공 및 우주 분야, 원양 작업을 하는 해양 플랜트나 선박, 자율주행 및 V2X 통신을 수행하는 커넥티드 카 등 통신에 민감한 장치들이 클라우드 서비스를 이용할 수 없을 시 좋은 대처방안
- ☐ 엣지컴퓨팅의 보안 양면성은 아직 결론이 나지 않았음
 - 일부는 데이터가 네트워크를 통해 횡단하지 않고, 생성된 곳 가까이에서 머물러 있어서 이론적으로는 엣지컴퓨팅 환경이 보안이 더 좋다고 주장
 - 데이터센터나 클라우드 환경에 데이터가 더 적을수록, 침해를 받는 경우 위험에 빠지는 데이터가 더 적음
 - 다른 일부에서는 엣지 기기 자체가 더 취약할 수 있어서 엣지컴퓨팅이 태생적으로 덜 안전하다고 주장
 - 데이터 암호화, 액세스 제어, VPN(Virtual Private Network) 터널링 사용은 엣지컴퓨팅 시스템 보호에 있어 중요한 요소

◎ 기존 통신환경과의 호환성

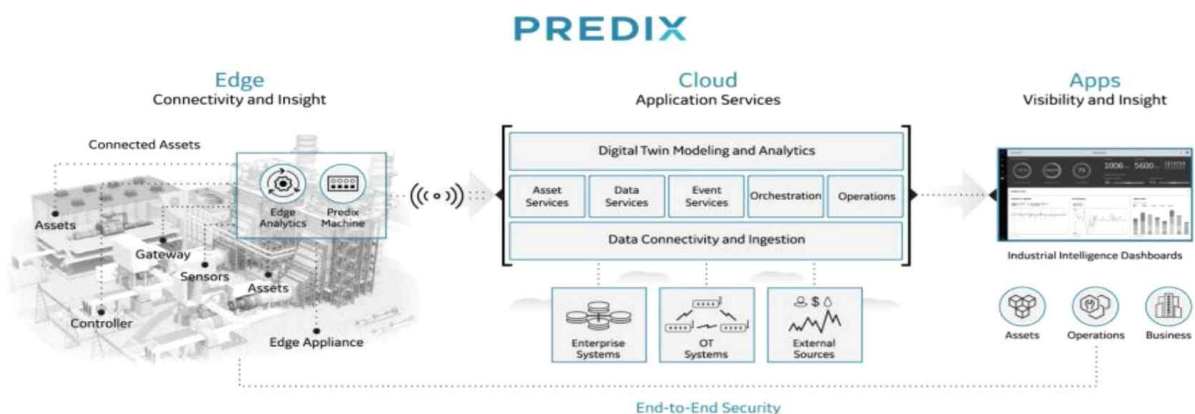
- ☐ 패킷 로스 없는 안정적이고 빠른 통신 환경 및 비 연결성 데이터 동기화 등 서비스의 지속성에 대한 고려 필요
 - 기본적으로 IoT 데이터 분석 및 피드백 명령 패킷이 유실되지 않는 통신 기술 및 환경에 대한 고려가 필요하며, 통신이 불안정하더라도 데이터를 동기화하는 등 일정 수준 이상 서비스의 지속적 제공 필요
 - 아마존은 AWS Greengrass를 통해 인터넷에 연결되지 않는 IoT 장비들을 AWS람다 함수를 이용해 동기화된 데이터를 유지하며 타 기기와 통신할 수 있는 기능을 제공
- ☐ 기존의 통신인프라와 클라우드 시스템과의 호환성에 대한 고려도 필요하며, 시스템 사용자(고객) 중심의 요구에 맞춰 커스터마이징 할 수 있는 시스템에 대한 요구 증가
 - 과거의 IoT 기술은 주로 사물 간의 통신 및 데이터 전송에만 초점을 맞춰왔으나, 센서 및 단말, 엣지 클러스터, SW 플랫폼 간의 지능적 연동과 상호 운용을 위한 기술적인 표준 확립도 필요
 - 기존 에너지 IoT 등을 고도화하여 에너지 공급자가 수요예측, 공급, 저장, 안전성, 요금 등을 위한 실시간 통합 관리 시스템을 구축할 수 있으며 수요자에게 관련 서비스를 맞춤형으로 제공 가능
 - IBM은 IBM Tririga를 통해 항공사에서 원하는 형태의 커스터마이징된 엣지 클라우드 컴퓨팅을 제공하며, 예로 항공사 Airbus와 협력하여 전체 항공 설비에 대한 관리 시스템을 구축, 지원

나. 생태계 기술 동향

(1) 해외 플레이어 동향

- (Huawei) 인포멀 테크(Informal Tech) 주최로 영국에서 온라인으로 열린 ‘2020 5G 월드 서밋’에서 ‘베스트 엣지 컴퓨팅(Best Edge Computing)’ 상을 수상
 - 화웨이는 5G 시대를 맞아 더욱 많은 애플리케이션이 차별화될 수 있는 이용자들의 니즈에 화웨이의 5GDN을 통해 검증할 수 있고 결정론적인 가상 프라이빗 모바일 네트워크를 구축, 예측할 수 있고 차별화된 서비스 경험 제공
 - 5GDN의 핵심인 5G MEC 솔루션은 초고성능 이기종 컴퓨팅 하드웨어를 활용해 지능형 연결을 동적으로 구축함으로써 다양한 산업에서 요구하는 차별화 및 결정론적 요구 사항 충족, 이동통신 사업자들은 MEC 솔루션을 활용하여 네트워크 엣지에서 신규 비즈니스를 제공하고 새롭고 흥미로운 세상으로 고객들의 디지털 트랜스포메이션 도출 가능
- (GE) 프리딕스(Predix)라는 제조용 IoT 플랫폼을 출시하여 자사의 1조 개의 관리자산에 부착된 1천만 개가 넘는 센서에서 발생하는 대용량 데이터를 분산 저장하여, 수집, 분석, 모니터링 수행
 - 프리딕스는 특정 산업 분야가 아닌 우주/항공, 의료, 제조, 광산, 발전, 풍력 등 전 산업계에 적용되고 있으며 제너럴 일렉트릭은 프리딕스를 클라우드 방식으로 외부에 공개하여 안드로이드나 iOS와 같이 산업용 IoT 업계의 표준 플랫폼으로 만들려는 계획을 실행에 옮기는 중
 - Predix는 IoT를 비교적 일찍 도입한 GE의 대표적인 산업용 엣지컴퓨팅 플랫폼. 기계학습 엔진과 이벤트 처리 기능을 제공하여 엣지에서 시간적 지연 없이 데이터를 분석할 수 있도록 지원. 제조, 의료, 에너지, 등 다양한 산업에 확산 적용
 - GE는 스마트제조를 이용해 항공기 엔진 사업을 단순 판매에서 고객사의 성과 창출을 지원하는 서비스 형태로 바꾸어 가는 중

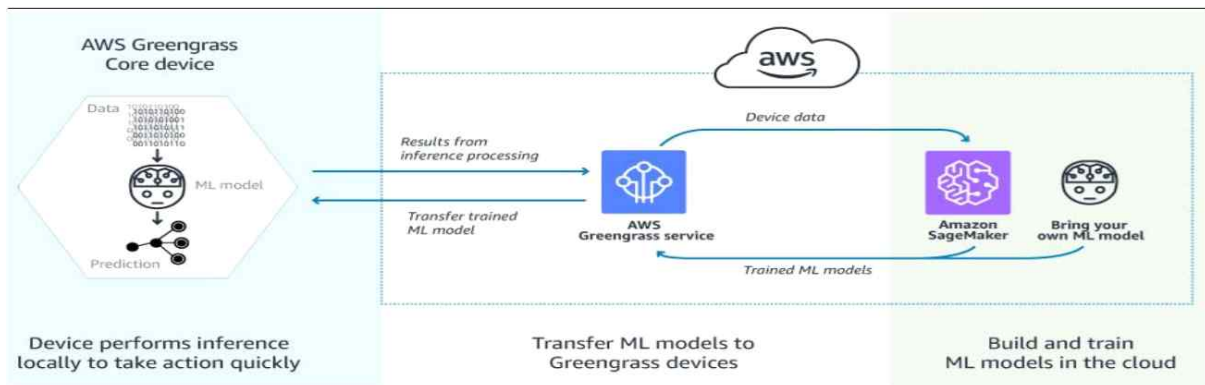
[GE의 Predix 개념도]



* 자료: GE 산업 인터넷 소프트웨어 플랫폼, 2015

- ☐ (Amazon) 그린그래스(Greengrass)는 AWS(Amazon Web Service)의 주요 IoT 관련 서비스를 엣지로 확장하게 해주는 게이트웨이용 소프트웨어로 디바이스에서 생성되는 데이터를 클라우드로 모두 전송하지 않고, IoT 엣지에서 메시징, 동기화, AWS 람다, 머신러닝 등을 실행
 - 그린그래스는 로컬 디바이스에서 데이터를 수집·분석하고, 로컬네트워크에서 있는 디바이스들이 서로 안전하게 통신할 수 있도록 하는 역할
 - 그린그래스는 AWS에 연결된 장치의 메시징, 로컬 액션, 데이터나 상태 동기화, 보안, 로컬 리소스 접속, 프로토콜 어답터, 머신러닝 추론 등의 기능을 제공
 - 디바이스 관리는 AWS IoT 디바이스 서비스를 이용하여 대규모 IoT 기기를 실행하고, 분류하며, 원격으로 모니터링
 - AWS IoT 코어를 통해 디바이스, 엣지, 클라우드 간 연계하여 디바이스와 클라우드의 암호화된 연결을 관리하며, 복잡한 메시징을 처리
 - AWS IoT 애널리틱스를 이용해 대규모 데이터를 손쉽게 분석, 필요시 시각화, 머신러닝에 연계하여 활용
 - 디바이스의 보안은 관리형 'AWS IoT 디바이스 디펜더'를 이용하여 사용자 디바이스의 보안 정책을 최신으로 유지하고 보안 공격을 차단
 - AWS의 서버리스 컴퓨팅 'AWS 람다', 스트리밍 데이터 처리를 위한 '아마존 키네시스', 사전정의된 머신러닝 환경 '아마존 세이지메이커' 등을 접목해 풍부한 IoT 생태계를 구축

[Amazon의 AWS Greengrass 개념도]



* 자료: Amazon

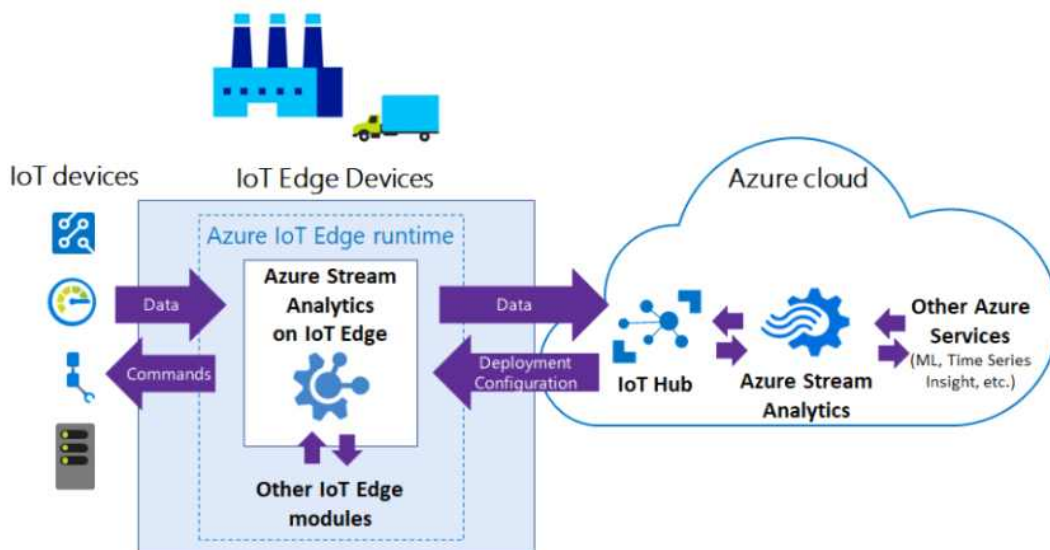
- ☐ (Hewlett-Packard Company) 통신사 특화 엣지컴퓨팅 플랫폼 출시
 - 개방형 표준을 기반으로 엣지에서 대용량 데이터를 실시간으로 처리해 통신사의 시스템 유연성을 높이고 비용을 낮춰 데이터 집약형의 실시간 디지털 서비스를 제공할 수 있도록 개선된 성능과 유연성을 제공
 - 작고 내구성이 좋은 폼팩터를 기반으로 엣지에 최적화된 원격 관리 기능을 갖춰 미디어 스트리밍과 사물인터넷, 인공지능, 비디오 분석 등에 대해 고성능·저 지연 시스템 환경을 제공

- (IBM) 보유한 멀티클라우드 환경에서의 전문성과 레드햇(Red Hat)의 업계 선도적인 오픈소스 기술을 결합해 5G 시대를 맞아 기업들이 엣지컴퓨팅으로 빠르게 전환할 수 있도록 돕는 새로운 서비스와 솔루션 발표
 - 다양한 제조사의 수많은 기기 전반에서 수행되는 작업을 관리해야 하는 기업의 어려움 해소
 - IBM 엣지 애플리케이션 매니저: 기업의 AI, 데이터 분석, IoT 작업을 대규모로 수행하고 원격으로 관리하며 실시간 분석 결과와 통찰력 있는 정보를 제공할 수 있는 자동 관리 솔루션
 - IBM 텔코 네트워크 클라우드 매니저: 레드햇 오픈 시프트에서 구동하는 IBM의 새로운 솔루션으로, 가상 및 컨테이너 네트워크 기능을 수 분 내에 조율하는 지능형 자동화 기능을 제공
 - 엣지 기능이 탑재된 애플리케이션 및 서비스 포트폴리오: AI와 코그니티브 애플리케이션, 서비스를 대규모로 구축할 수 있는 유연성 제공
 - 엣지 컴퓨팅 및 통신사 네트워크 클라우드를 위한 새로운 IBM 전용 서비스 팀: 기업들이 모든 산업 전반에서 5G 및 엣지 기능의 솔루션을 활용할 수 있도록 지원
- (Juniper Networks) 클라우드 시대를 위한 네트워크 기술 변화상을 조망하여 SD-WAN, 엣지컴퓨팅(엣지데이터센터) 확산을 지원하는 지능형 AI 엔진을 활용한 미래 네트워크 인프라 구현 중
 - 고가용성 퍼블릭-프라이빗 클라우드 데이터센터, 연결성 강화·보안, 쉬운 구축-운용-배포, 소프트웨어 정의 엔터프라이즈를 제시, '똑똑하고 스마트한 AI'의 중요성 강조
- (Cisco) 네트워크 전문기업으로 스위치, 클라우드, 스토리지 네트워킹, 라우터, 소프트웨어 등 다양한 통신 관련 제품을 보유하고 있으며 엔터프라이즈 네트워크 서비스, 클라우드 서비스, 통합 컴퓨팅 서비스 등을 제공
 - Cisco Systems의 플랫폼은 포그 컴퓨팅 기술을 기반으로 많은 양의 데이터를 먼 곳에 있는 대용량 데이터 서버에 저장하지 않고, 데이터 발생 지점 근처에서 처리
 - 제너럴 일렉트릭이 애플리케이션/서비스 계층에 해당하는 IoT 플랫폼, 인텔이 사물, 게이트웨이/네트워크 인프라, 애플리케이션/서비스 전 계층을 아우르는 IoT 플랫폼을 제공한다면 시스코는 '게이트웨이/네트워크 인프라' 계층에 해당하는 IoT 플랫폼을 제공
 - 포그 컴퓨팅 기술의 핵심은 시스코 네트워크 운영체제인 IOS에 리눅스를 통합한 IOx임. 시스코 IOx는 분산컴퓨팅 기능을 제공하는 한편, 디바이스와 클라우드 간 중간 레이어를 형성함으로써 궁극적으로 포그라는 개념을 구현할 수 있게 하는 애플리케이션 구현 프레임워크를 제공
- (Softbank Group) 자회사 ARM 홀딩스를 중심으로 엣지 AI 사업 강화, 엔비디아와 사업협력 가속화를 통해 서버 및 자율자동차 시장 등에서 시너지 창출 노력
 - 스마트폰 등 모바일 디바이스 시장에서 인공지능 컴퓨팅을 수행할 수 있도록 지원
 - 엔비디아 : 자율주행차량용 인공지능 반도체 Drive PX, 로봇, 드론, 가전제품 등에 적용되는 인공지능 반도체 Jetson TX 시리즈 등 엣지컴퓨팅 제품을 공급

□ (MS) 자체 개발한 AI 반도체 브레인웨이브(Brainwave)를 기반으로 고객사의 앤드포인트 환경에서 사업화

- FPGA(Field Programmable Gate Array) 방식의 자체 개발 AI 반도체의 엣지 영역에서 활용 확대
- 클라우드 서비스를 엣지 기기로 전송하는 동적 소프트웨어 플랫폼인 'Azure IoT Edge'를 출시하여 하이브리드 클라우드와 엣지 IoT 솔루션 시장 확대에 기여
 - Azure Machine Learning, Azure Stream Analytics, Azure Functions 등을 활용한 고급 분석, 머신러닝 및 AI 기능은 클라우드에서 구현하고 IoT Edge는 종단 단말에서 이들 기능을 배포하는 작업을 지원
 - Dell, HPE 등 엔터프라이즈 서버 영역에 먼저 확대 적용
 - Jabil 등의 IT 부품 제조 기업들도 공정 내 불량제품 점검 작업에 활용

[MS의 Azure IoT Edge]



* 출처: 마이크로소프트 (<https://docs.microsoft.com/ko-kr/azure/stream-analytics/stream-analytics-edge>)

□ (Dell) EMC ‘엣지 게이트웨이’는 산업 현장의 다양한 기기에서 발생하는 데이터를 수집 및 전송 가능

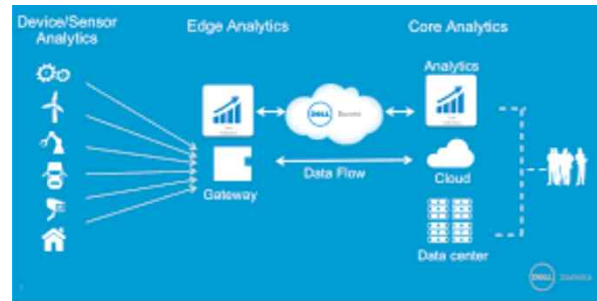
- 인텔 아톰(Atom) 프로세서를 탑재해 로컬 분석으로 데이터를 선별 전송, 네트워크 대역폭을 절감하고 솔루션 전반의 응답 지연 시간을 단축. 개방 표준에 기반을 두고 있어 바이오스(BIOS, 기본 입출력 시스템) 단계부터 높은 보안 수준을 제공
- ‘내장형 박스PC’는 산업 현장의 환경과 요구 조건에 맞춰 개발한 임베디드 솔루션으로 별도의 냉각 팬이 없는 팬리스(Fanless) PC로, 내부 케이블을 최소화한 온보드 구성과 방열 본체로 모델에 따라 최대 섭씨 70도까지 견디는 것이 가능
- 극단적인 환경에서도 안정적인 성능을 유지하며, 우수한 내구성과 편리한 설치로 제조업 등 다양한 산업 시설에서 활용 가능

[Dell의 Edge Gateway]



* 출처: Dell

[Dell의 Edge Gateway 기능도]



* 출처: Dell

- (Schneider Electric) 자체 개발한 통합 솔루션인 ‘에코스트럭처 인더스트리’는 산업용 사물인터넷(IIoT)을 접목해 산업 전반에 걸친 에너지 관리, 공정 자동화, 소프트웨어까지 종합 포트폴리오를 제공
 - 프로세스 및 기계 자동화, 오일 및 가스, 식음료, 마이닝, 수처리, 광석 및 시멘트, 메탈 등 다양한 분야에 적용 중
 - 독일의 청정에너지 생산 OEM 기업 ‘엔트라드(Entrade)’는 슈나이더 일렉트릭의 ‘에코스트럭처 인더스트리’를 적용해 전 세계 각지에 판매된 기계를 원격으로 제어·관리
 - 국내 자동포장기계 전문 생산 기업 ‘홍아기연’은 슈나이더 일렉트릭의 산업용 증강현실(AR) 솔루션인 ‘에코스트럭처 아규먼트드 오퍼레이터 어드바이저’를 제조 설비기술에 도입
- (Mitsubishi) 전기기기 분야의 강점을 활용한 엣지컴퓨팅을 바탕으로 제조업 스마트화를 추진
 - Mitsubishi의 e-F@ctory는 생산 현장의 데이터를 실시간 수집하고, 공장 자동화로 수집한 데이터를 엣지컴퓨팅으로 1차 처리하고, IT시스템에 의해 분석·해석한 결과를 생산 현장에 피드백하는 구조로 구성
 - 엣지컴퓨팅은 현장 설비와 ERP나 MES 등의 IT시스템 중간에서 실시간으로 데이터를 분석하여 이벤트 발생에 대응하는 방식
 - 분석과 프로그래밍을 위한 알고리즘이 내장된 형태의 다양한 제품군을 소개
 - 설비의 가동 시 진동 신호를 실시간으로 해석하여 고장 가능성을 알려주는 알고리즘을 내장한 건전성 솔루션 장치를 출시
- (Intel) 산업용 IoT(IIoT)와 엣지컴퓨팅을 통해 반도체 생산 설비의 팬필터(FFU) 상태 모니터링을 위한 사전 유지 관리를 적용하여, 기술자에게 잠재적인 문제에 대해 경고하고, 사전 예방적 유지보수 일정을 정의하며 예기치 않은 다운 타임을 절감
 - 인텔은 네트워크를 통해 데이터를 줄이고, 보안을 관리하기 위해 GE Digital과 결합해 ‘인텔 IoT 게이트웨이’와 GE의 Predix 산업용 IoT 플랫폼을 기반으로 한 솔루션 개발

(2) 국내 플레이어 동향

- (마인즈랩) 엣지컴퓨팅 영역을 추가하며 클라우드 기반의 AI 플랫폼 영역을 엣지 영역까지 확장, 국내 최초 엣지 AI 플랫폼 공개
 - 웹 기반의 디바이스 유지와 관리가 쉬워 데이터가 실시간으로 발생하는 스마트시티 및 스마트팩토리 같은 분야에서 수집된 데이터를 엣지 단에서 처리하여 네트워크 운영 비용 절감 등 전체적인 가동성과 실시간 서비스 품질을 향상하는 데 크게 기여
 - 서울시 노후 경유 차량 검출 프로젝트에 이 솔루션을 적용해 운전자의 얼굴 등 불필요한 정보는 제거하고, 차량·번호판 등 중요한 정보만 검출하는 등 99%의 차량 검지율 구현
 - 마음 엣지 AI 기술개발: 폭행, 절도 등 이상행동이 감지되었을 시 곧바로 관제사에게 알리는 솔루션을 엣지 AI 기술에 적용, 해당 솔루션으로 범죄 등을 예방할 뿐만 아니라 보안 관제 영역(AI surveillance)에서 수집된 다량의 데이터도 엣지 단에서 메타 데이터로 분석하여 사적 영역 침해 방지

[마음AI 플랫폼 내 Edge Computing 영역 추가]



* 자료: 인공지능신문(2020)

- (LG CNS) 스마트 팩토리 플랫폼 팩토바(Factova)를 제공하여 제조업 혁신에 앞장
 - 팩토바는 LG CNS AI 빅데이터 플랫폼 DAP의 딥러닝을 통해 품질 검사 종합도를 99.7%까지 개선하는 등 효율을 극대화
 - 완성품(LG전자), 부품(LG디스플레이, LG이노텍), 소재(LG화학) 등 LG그룹 계열사 공장에서의 다양한 성공 레퍼런스를 보유한 것을 바탕으로 제조 역량을 집대성하여 실질적인 고객 니즈를 반영한 맞춤형 스마트팩토리를 구축하는 것이 가능

- (삼성 SDS) 한국HPE와 엣지 컴퓨팅 분야에서 협력하면서 지능형 팩토리(Intelligent Factory) 사업을 진행 중이며, 2016년 반도체, 디스플레이 계열사 제조공장에 엣지 컴퓨팅 기반의 불량 검출 시스템을 구축
 - 팹에서 발생하는 제조 불량 이미지 총 50여 가지를 자동으로 실시간 분석이 가능해져 40~50명의 현장 인력이 수작업으로 하던 분류작업을 100% 자동화
 - 다양한 현장 설비를 대상으로 엣지 기반 데이터 수집·분석 기술에 인공지능(AI) 모델링을 결합해 설비의 이상 상황을 실시간 감지해 장애를 막는 사전 예측설비도 구현
- (삼성전자) 5G 통신장비가 클라우드 서버와 단말기의 원활한 통신을 지원하도록 하는 엣지 컴퓨팅 소프트웨어를 개발 중
- (SK하이닉스) 생산 현장에서 필요한 이미지 검사(Visual Inspection) 분야에 엣지 클라우드를 활용하는 방안을 추진
 - S/4 HANA 기반의 차세대 전사적자원관리(ERP) 도입을 시작으로 소프트웨어 정의데이터센터(SDDC)를 기반으로 한 하이브리드 클라우드, 데이터레이크·AI를 통한 데이터 저장·분석, 로봇 프로세스 자동화(RPA)와 챗봇 활용 기반의 디지털 업무환경(워크플레이스) 구축 프로젝트 등을 동시다발적으로 추진
 - 프라이빗 클라우드를 기반으로 하는 데이터 분석 플랫폼을 주축으로 '데이터 중심(Data-Driven)', '이벤트 중심(Event-Driven)' 의사결정 조치를 강화
- (엑세스랩) '19년 6월 별도 프로그램 설치 없이 웹브라우저만으로 손쉽게 원격에서 서버 모니터링 및 원격제어가 가능한 엣지 컴퓨팅 전용 서버 'V-Raptor SQ'를 개발
 - V-Raptor SQ는 64비트 1GHz 24코어 기반의 저전력 ARM 서버이며, 자체 개발한 원격 서버 관리 솔루션(BMC)을 기반으로 ARM 칩을 사용했기 때문에 노트북 1대를 구동할 전력으로 V-Raptor SQ 15대까지 구동 가능
 - ARM 칩은 노트북 1대를 구동할 전력으로 V-Raptor SQ 15대까지 구동할 수 있으며, 많은 전력이 소모되는 컴퓨터 쿨링에 매우 효율적
- (SKT) 독일의 도이치텔레콤 자회사 모바일엣지X와 파트너십을 맺고 모바일 엣지 컴퓨팅 기반 서비스를 공개
 - 데이터 처리를 위한 서버를 인접 기지국과 교환기 등으로 전진 배치해 데이터 전송 과정을 줄인 것으로, 자율주행, 클라우드 게임 등 빠른 반응 속도를 요구하는 5G 서비스에 활용 예정

다. 국내 연구개발 기관 및 동향

(1) 연구개발 기관

[중소기업용 On-Site 엣지시스템 기술개발 기관]

기관	소속	연구분야
한국생산기술연구원	공정플랫폼연구부	<ul style="list-style-type: none"> 주력산업·신사업 제조 지능화를 위한 소재부품 제조공정 플랫폼 및 IT융합 공정장비 플랫폼 연구개발 인쇄전자기술기반 유연하이브리드 소자, 유연 기스플레이 소자, 반도체 부품공정 제조기술 개발 다상(multi-phase)기반 전자소재, 나노구조 유무기 하이브리드소재, 전자시스템 구동용 에너지 소재공정 기술개발 고능률 융합공정, 에너지빔 응용 신공정, 초정밀 절삭가동 장비, 시스템 기술개발
한국전자통신연구원	엣지컴퓨팅응용서비스 연구실	<ul style="list-style-type: none"> 신재생에너지장치 실시간 네트워킹 기술 연구 광가입자망을 위한 스마트 광 분배망 기술 연구
한국전자기술연구원	SoC플랫폼연구센터	<ul style="list-style-type: none"> 지능형 센서 및 엣지 컴퓨팅 기술 연구

(2) 기관 기술개발 동향

- ☐ (한국전자기술연구원) 엣지 서버 시스템 자원 관리 및 제어를 위한 경량 시스템 소프트웨어 기술개발 (2020/04/01~2023/12/31)
 - 저 지연 엣지 서비스를 위한 경량 시스템 SW 요구사항 분석
 - 입출력 가속 엔진 구동을 위한 커널 정합 기술 설계
 - 엣지 서버 자원관리를 위한 경량 시스템 SW 구조 설계
- ☐ (한국전자통신연구원) 클라우드 컴퓨팅 확장을 위한 엣지컴퓨팅 기반 기술 표준 및 응용 표준 개발 (2020-04-01~2022-12-31)
 - 엣지 클라우드 기본 표준 개발
 - 엣지 컴퓨팅 응용 표준 개발
- ☐ (고려대학교) 지능형 CPS 환경을 고려한 엣지컴퓨팅 기술 (2017/09/01~2020/12/31)
 - 지능형 CPS 환경을 고려한 서비스 제공을 위하여 소프트웨어 정의 네트워킹 기술(SDN)과 네트워크 기능 가상화 기술(NFV) 기반의 엣지컴퓨팅 기술개발
 - Edge-cloud 구조 기반의 이종 네트워크에서의 computation off loading 알고리즘 개발

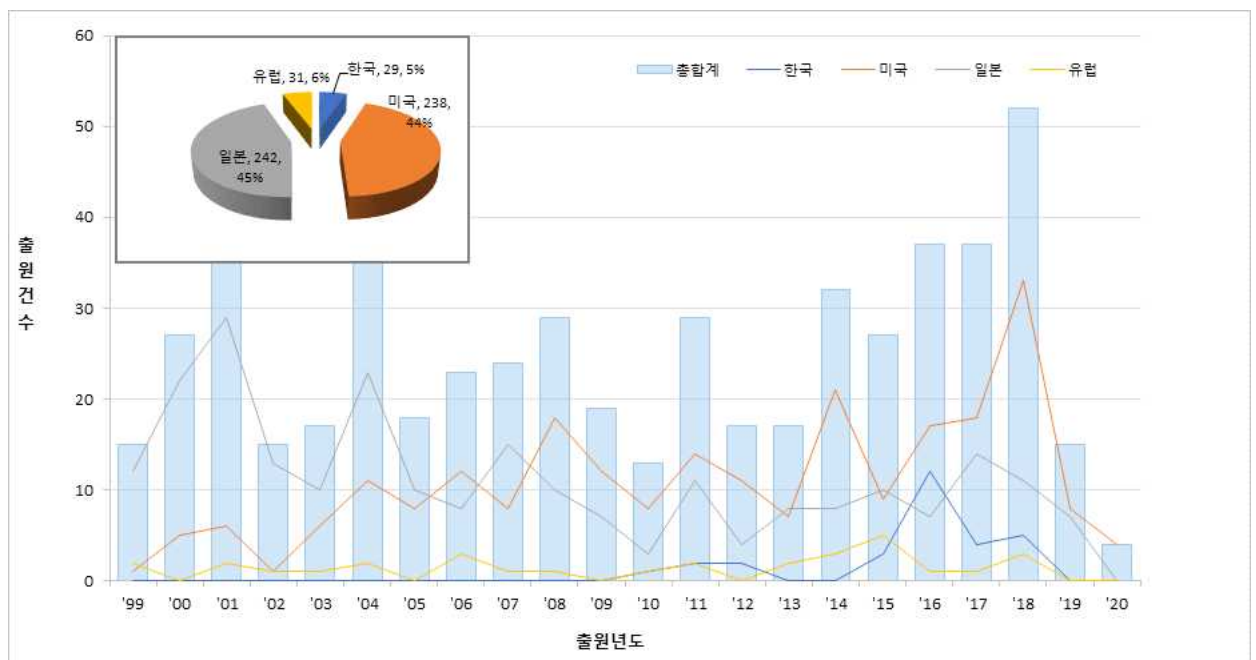
4. 특허 동향

가. 특허동향 분석

(1) 연도별 출원동향

- 중소기업용 On-Site 엣지 시스템은 '14년부터 높은 성장을 보임
 - 각 국가별로 살펴보면 일본이 가장 활발한 출원활동을 보이고 있음
- 국가별 출원비중을 살펴보면 일본이 전체의 45%의 출원 비중을 차지하고 있어, 최대 출원국으로 중소기업용 On-Site 엣지 시스템 분야를 리드하고 있는 것으로 나타났으며, 미국은 44%, 유럽은 6%, 한국은 5% 순으로 나타남

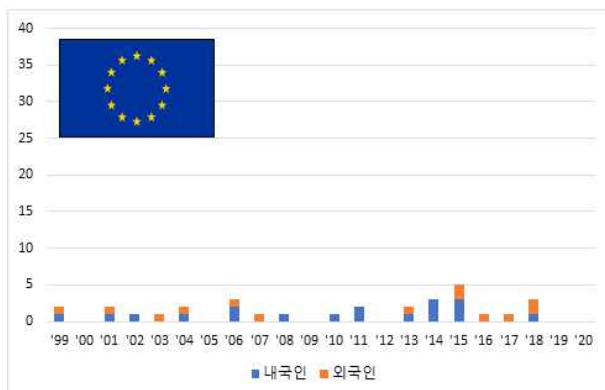
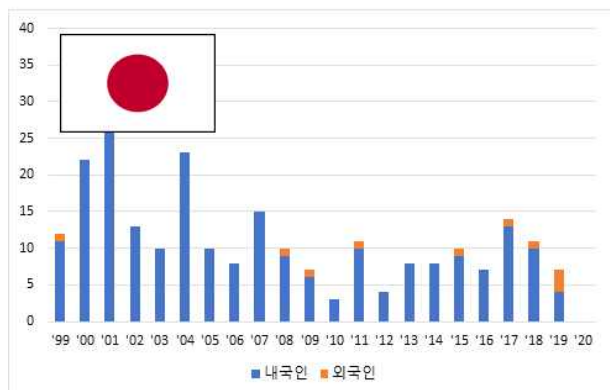
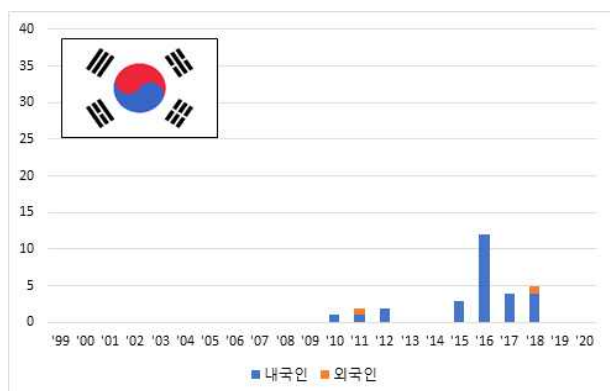
[중소기업용 On-Site 엣지 시스템 연도별 출원동향]



(2) 국가별 출원현황

- ☐ 한국의 출원현황을 살펴보면, '16년부터 해당 기술의 출원이 완만히 증가하는 추세
 - 내국인 위주의 출원이 진행되고 있음
 - 일본의 출원 수에 비해 12% 정도의 수준을 보임
- ☐ 일본의 출원현황을 살펴보면 분석구간 초기부터 전체 특허기술의 출원 증감 흐름에 영향을 주고 있는 것으로 나타남. 일본의 경우, 한국에 비해 외국인의 비중이 적은 것으로 나타남
- ☐ 미국의 출원현황을 살펴보면 분석구간 초기부터 전체 특허기술의 출원 증감 흐름에 영향을 주고 있는 것으로 나타남. 미국의 경우, 일본에 비해 외국인의 비중이 많은 것으로 나타남
- ☐ 유럽의 출원현황은 출원수가 매년 5건 이하로, 뚜렷한 증감 동향이 나타나지 않음. 해당 기술 분야에서 유럽 시장에 대한 관심도가 매우 높은 것으로 보임

[국가별 출원현황]



(3) 기술 집중도 분석

□ 전략제품에 대한 최근 기술 집중도 분석을 위한 구간별 기술 키워드 분석 진행

- 전체 구간(1999년~2020년)에서 Computer Program Product, Cloud Platform, 화상 데이터 등 키워드가 다수 도출
- 최근 구간 분석 결과, 최근 1구간(2012년~2015년)과 비교할 때 2구간(2016년~2020년)에서 Creasing Edge, Plant Facility 키워드가 많이 등장하는 것으로 보아 중소기업용 On-Site 엣지 시스템 분야에는 엣지 대용량 데이터 처리 기술 관련 연구개발이 활발한 것으로 추정

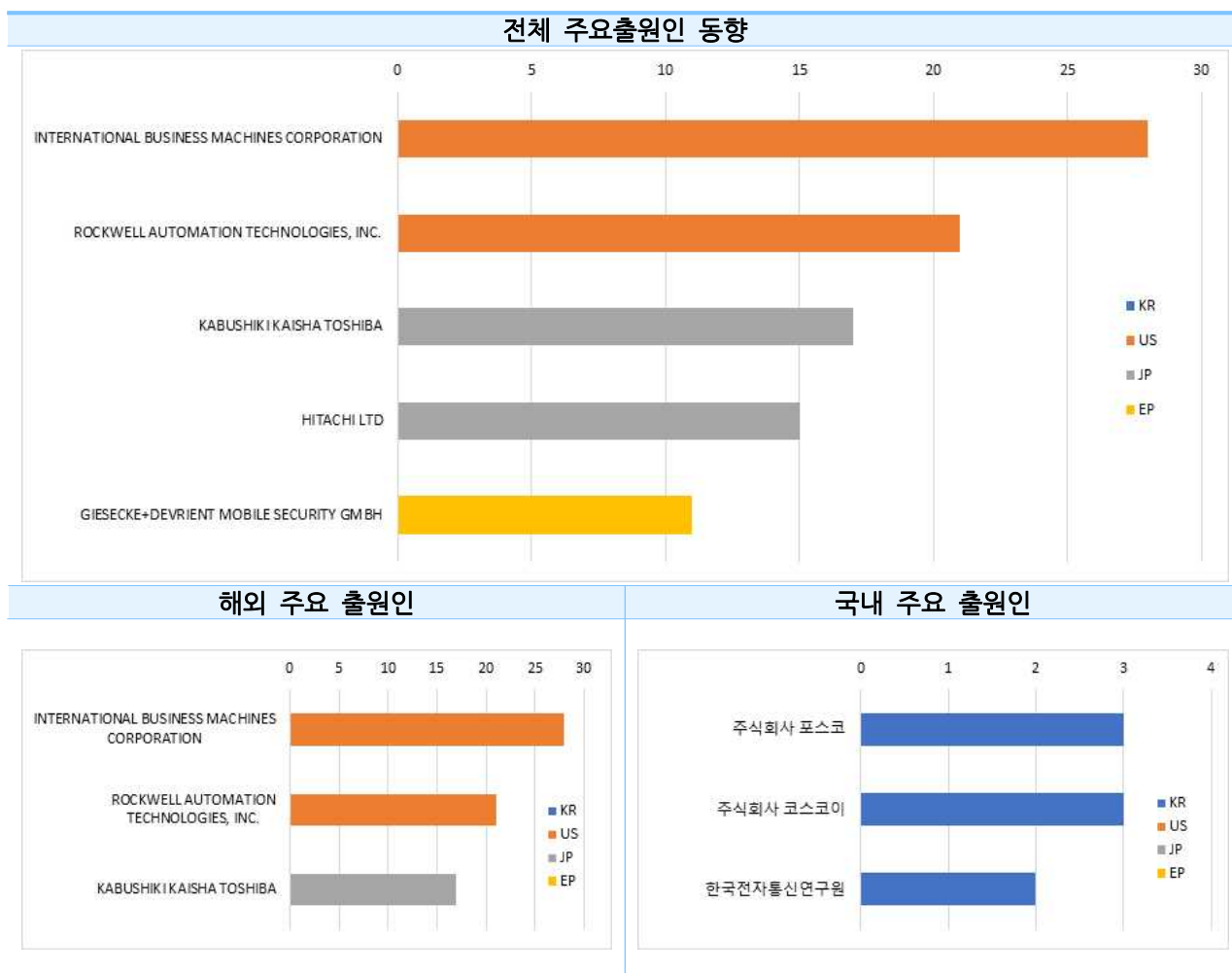
[특히 키워드 변화로 본 기술개발 동향 변화]

전체구간(1999년~2020년)	
<ul style="list-style-type: none"> • Computer Program Product, Cloud Platform, 화상 데이터, 작업 현장, Collected Data, Image Data, 제조 현장, Data Carrier, Semiconductor Device, Data Source 	
1구간(2012년~2015년)	2구간(2016년~2020년)
<ul style="list-style-type: none"> • Cloud Platform, Data Carrier, Computer Program Product, 화상 데이터, 이벤트 정보, 현장 데이터, Industrial Device, 정보 수집 시스템, Data Source 	<ul style="list-style-type: none"> • Cloud Platform, Edge Device, Collected Data, Creasing Edge, Plant Facility, Data Source, Portable Data Carrier, Rolled Good, Precise Fit

나. 주요 출원인 분석

- 중소기업용 On-Site 엣지 시스템의 전체 주요출원인을 살펴보면, 주로 미국 및 일본 국적의 출원인이 다수 포함되어 있는 것으로 나타났으며, 제 1 출원인으로는 미국의 INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION인 것으로 나타남
 - 제 1 출원인인 INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION의 출원은 미국에 집중된 경향을 보임
- 중소기업용 On-Site 엣지 시스템 관련 기술로 IT 분야를 다루는 대기업에 의한 출원이 대다수를 차지
 - 국내에서는 대기업, 중소기업(개인), 연구기관/대학의 활발한 출원이 이루어짐

[중소기업용 On-Site 엣지 시스템 주요출원인]



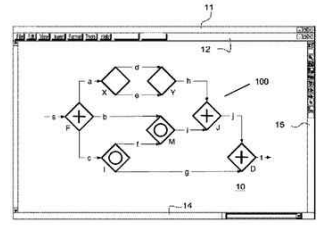
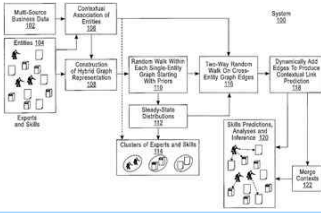
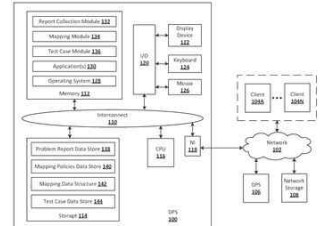
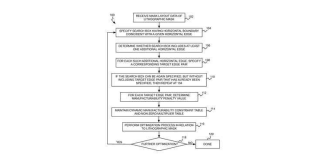
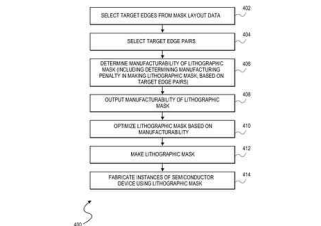
(1) 해외 주요출원인 주요 특허 분석

◎ IBM(International Business Machines)

□ IBM은 미국 기업으로, 중소기업용 On-Site 엣지 시스템 기술과 관련하여 머신러닝에 특화된 기술을 다수 출원

- 주요 특허들은 데이터 학습 및 추론에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[IBM 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
US9824322 (2016.08.18)	Computer-implemented method, computer program product and system for analyzing a control-flow in a business process model	제어 흐름을 분석하기 위한 새로운 기법, 즉 상징적 실행이라고 불리는 비즈니스 프로세스 모델의 워크플로우 그래프	
US10643140 (2014.05.01)	Method, system and computer program product for automating expertise management using social and enterprise data	멀티-소스 데이터를 사용하여 엔티티들의 문맥적 연관(contextual association)을 수행하는 단계	
US9009536 (2012.10.02)	Test case production utilizing problem reports	데이터 처리에 관한 것으로, 특히 테스트 케이스 생성에 관한 것	
US8719735 (2011.07.14)	Optimizing lithographic mask for manufacturability in efficient manner	수평 및 수직 에지들을 각각 포함하는 다각형들을 포함하는 리소그래피 마스크의 마스크 레이아웃 데이터	
US8539390 (2011.01.31)	Determining manufacturability of lithographic mask based on manufacturing shape penalty of aspect ratio of edge that takes into account pair of connected edges of the edge	반도체 디바이스의 인스턴스들을 제조하는데 사용되는 리소그래피 마스크의 제조방법	

* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES, INC.

□ ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES, INC.는 미국 기업으로, 중소기업용 On-Site 엣지 시스템 기술과 관련하여 클라우드 플랫폼 특화된 기술을 다수 출원

- 주요 특허들은 산업 데이터 분석에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES, INC. 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
US10510027 (2018.04.30)	Cloud-based global alarm annunciation system for industrial systems	플랜트 시설에서 검출된 알람 이벤트에 응답하여 적합한 기술 지원 요원을 찾아서 접촉하는 클라우드 기반 글로벌 알람 소지 브로커(broker)	
US10620612 (2018.03.27)	Predictive maintenance and process supervision using a scalable industrial analytics platform	하나 이상의 산업 시설에서 다수의 다양한 소스로부터 데이터를 통합 및 수집하는 스케일러블 산업 데이터 수집 및 분석 아키텍처	
US10756974 (2017.09.26)	Launch multiple devices firmware update operation from another application with device list context	하나 이상의 산업 시설에서 다수의 다양한 소스로부터 데이터를 통합 및 수집하는 스케일러블 산업 데이터 수집 및 분석 아키텍처	
US10416660 (2017.08.31)	Discrete manufacturing hybrid cloud solution architecture	에지-레벨 및 클라우드-레벨 컴퓨팅을 조합하여 산업 시스템 및 프로세스들의 높은-레벨 모니터링 및 제어를 수행하는 하이브리드 데이터 수집 및 분석 인프라스트럭처	
US10749962 (2017.04.18)	Cloud gateway for industrial automation information and control systems	산업용 시스템을 클라우드 플랫폼에 결합하기 위한 클라우드 게이트웨이	

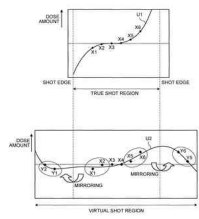
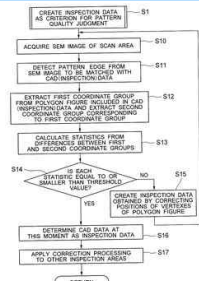
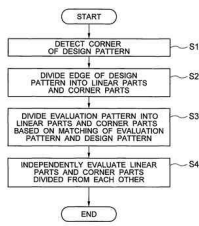
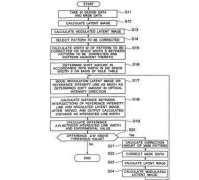
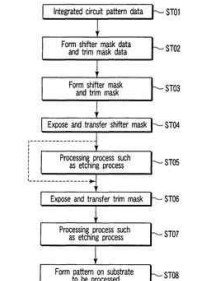
* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA

□ KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA는 일본 기업으로, 중소기업용 On-Site 엣지 시스템 기술과 관련하여 반도체 장치에 특화된 기술을 다수 출원

■ 주요 특허들은 반도체 패턴 시뮬레이션에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
US8504951 (2011.06.24)	Dose-data generating apparatus, dose-data generating method, and manufacturing method of semiconductor device	반도체 장치의 선량 데이터 생성 장치, 선량 데이터 생성 방법 및 제조 방법	
US8090186 (2009.03.18)	Pattern inspection apparatus, pattern inspection method, and manufacturing method of semiconductor device	고정밀도 또한 고속의 패턴 검사를 작은 처리 능력으로 가능하게 하는 방법	
US8144969 (2009.02.06)	Pattern evaluation method, computer-readable recording medium, and manufacturing method of semiconductor device	고정밀도의 패턴 평가방법, 프로그램 및 반도체장치의 제조방법을 제공	
US7793252 (2008.08.11)	Mask pattern preparation method, semiconductor device manufacturing method and recording medium	레지스트의 용해 속도 특성과 플레어의 영향도 고려한 치수 변동량을 높은 정밀도로 예측하는 방법	
US7730445 (2007.05.16)	Pattern data verification method for semiconductor device, computer-readable recording medium having pattern data verification program for semiconductor device recorded, and semiconductor device manufacturing method	2매 이상의 마스크를 이용하여 형성되는 패턴의 설계 데이터의 허용 오차가 적정한 범위내인지 여부를 시뮬레이션을 이용하여 판단하는 반도체 장치	

* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

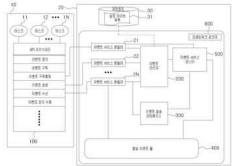
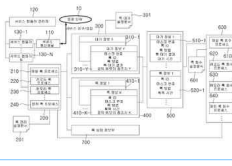
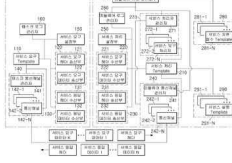
(2) 국내 주요출원인 주요 특허 분석

◎ 주식회사 포스코

□ 주식회사 포스코는 중소기업용 On-Site 엣지 시스템 기술과 관련하여 철강 공정에 특화된 기술을 다수 출원

- 주요 특허들은 미들웨어 서버 및 이벤트에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[주식회사 포스코 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR1889159 (2016.10.13)	철강 공정 미들웨어의 이벤트 서비스 방법 및 프레임워크 시스템(mthoed and framework system for evnet service of steel process middleware)	철강 공정 미들웨어의 이벤트 서비스의 처리 속도를 개선하고, 프로세스 개발과 유지관리 환경을 효율화 할 수 있는 프레임워크 시스템	
KR1767745 (2015.10.21)	철강 공정 미들웨어 서비스 시스템의 미들웨어 서버(middleware server of steel process middleware service system)	데이터 정합성이 보장되는 철강 공정 미들웨어 서비스 시스템의 미들웨어 서버	
KR1696101 (2015.10.21)	철강 공정 미들웨어 서비스 개발 시스템의 태스크 서버 및 미들웨어 서버(task server and middleware server of steel process middleware service development system)	철강 공정 미들웨어 개발자가 미들웨어 서비스를 개발하는데 있어 중복되는 기능을 지원하는 템플릿 제공을 방지하는 방법	

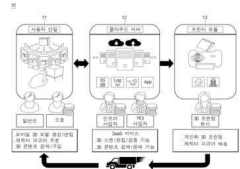
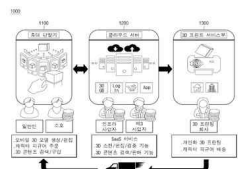
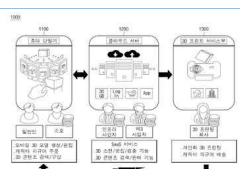
* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ 주식회사 코스코이

□ 주식회사 코스코이는 중소기업용 On-Site 엣지 시스템 기술과 관련하여 3D 프린팅에 특화된 기술을 다수 출원

- 주요 특허들은 3D 프린팅 플랫폼에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[주식회사 코스코이 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR1801853 (2016.02.17)	모바일 기반 3d 프린팅 서비스 시스템(system for providing 3d printing service based mobile)	3D 프린팅을 활용한 모바일 기반 주문형 디자인 및 개발 판매 플랫폼	
KR1744260 (2016.02.17)	모바일 기반의 캐릭터 피규어 3차원 프린팅 제작 및 판매 응용 서비스 시스템(application service system for produting and saling 3-dimesion printing of character figure based mobile)	언제 어디서나 누구나 손쉽게 다양한 3차원 스캐닝 모델을 생성, 저작, 편집 및 출력함으로써 그에 따른 비용과 시간을 최소화하는 방법	
KR1711581 (2016.02.17)	웹 기반 주문 디자인 3d 프린팅 서비스 시스템(system for providing 3d printing service based web)	3D 프린팅을 활용한 웹 기반 주문형 디자인 및 개발 판매 플랫폼을 제공	

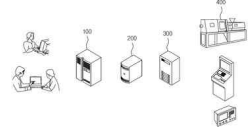
* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ 한국전자통신연구원

□ 한국전자통신연구원은 중소기업용 On-Site 엣지 시스템 기술과 관련하여 스마트 제조 시스템 특화된 기술을 출원

- 주요 특허들은 제조 공정 개선에 관련된 기술 특허를 출원하는 것으로 파악

[한국전자통신연구원 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR1909925 (2016.01.20)	고객 맞춤 제품 생산을 위한 스마트 제조 시스템 및 방법(smart manufacturing system and method for mass personalization)	제품을 개발하는 과정에서 개인 또는 기업이 요구하는 차별화된 제품을 값싸고 빠르게 생산하기 위한 스마트 제조 시스템 및 방법	

* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

다. 기술진입장벽 분석

(1) 기술 집중력 분석

- ☐ 중소기업용 On-Site 엣지 시스템관련 기술에 대한 시장관점의 기술독점 현황분석을 위해 집중률 지수(CRn: Concentration Ratio n, 상위 n개사 특허점유율의 합) 분석 진행
- 상위 4개 기업의 시장점유율이 0.15로 중소기업용 On-Site 엣지 시스템 분야에 있어서 독과점 정도는 낮은 수준으로 판단
 - 국내 시장에서 중소기업의 점유율 분석결과 0.59으로 해당 기술에 대하여 중소기업의 진입장벽은 다소 높은 것으로 파악

[주요출원인의 집중력 및 국내시장 중소기업 집중력 분석]

주요출원인 집중력	주요출원인	출원건수	특허점유율	CRn	n
	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION(미국)	28	5.2%	0.05	1
	ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES, INC.(미국)	21	3.9%	0.09	2
	KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA(일본)	17	3.1%	0.12	3
	HITACHI LTD(일본)	15	2.8%	0.15	4
	GIESECKE+DEVRIENT MOBILE SECURITY GMBH(독일)	11	2.0%	0.17	5
	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT(독일)	11	2.0%	0.19	6
	DAINIPPON PRINTING CO LTD(일본)	8	1.5%	0.21	7
	MITSUBISHI HEAVY IND LTD(일본)	8	1.5%	0.22	8
	FANUC LTD(일본)	7	1.3%	0.23	9
	RICOH CO LTD(일본)	7	1.3%	0.25	10
	전체	540	100%	CR4=0.15	
	출원인 구분	출원건수	특허점유율	CRn	n
국내시장 중소기업 집중력	중소기업(개인)	17	58.6%	0.59	
	대기업	4	13.8%		
	연구기관/대학	8	27.6%		
	전체	29	100%	CR중소기업=0.59	

(2) 특허소송 현황 분석

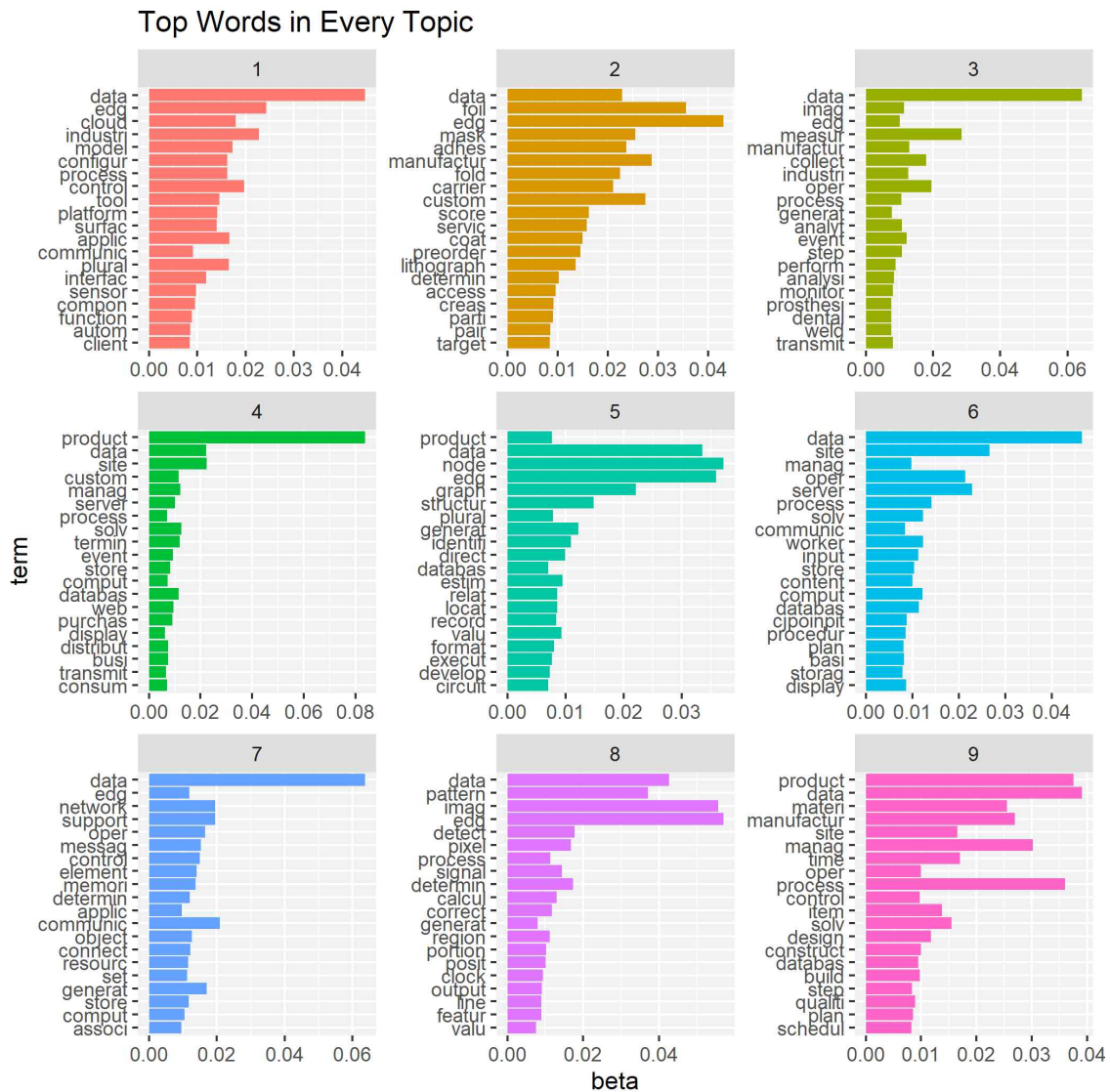
- ☐ 중소기업용 On-Site 엣지 시스템 분야 관련 특허소송 이력은 검색되지 않음
 - 따라서 국내기업이 미국시장에 진입하는 경우, 해당 분야를 선점할 수 있을 것으로 판단
 - 다만, On-Site 엣지 시스템이 아닌 다른 제조 플랫폼 관련해서는 몇 개의 소송이 검색

5. 요소기술 도출

가. 특허 기반 토픽 도출

- 501개의 특허의 내용을 분석하여 구성 성분이 유사한 것끼리 클러스터링을 시도하여 대표성이 있는 토픽을 도출

[중소기업용 On-Site 엣지시스템에 대한 토픽 클러스터링 결과]



나. LDA³⁴⁾ 클러스터링 기반 요소기술 도출

[LDA 클러스터링 기반 요소기술 키워드 도출]

No.	상위 키워드	대표적 관련 특허	요소기술 후보
클러스터 01	data, edg, industries, control, cloud, model, application, plural, configure, process	<ul style="list-style-type: none"> • Method and platform for deployment of an industrial application on an edge computing device of a machine tool • Cloud and edge manufacturing data processing system 	엣지 시스템 보안 기술
클러스터 02	edg, foil, manufacture, custom, mask, adhesive, data, fold, carrier, score	<ul style="list-style-type: none"> • System and method for improving customer wait time, customer service, and marketing efficiency in the restaurant, retail, travel, and entertainment industries • Electronic payment card manufacturing process 	-
클러스터 03	data, measure, oper, collect, manufacture, industries, event, image, step, analytic	<ul style="list-style-type: none"> • System for tracking image processing of industrial waste, and software for the same • Discrete manufacturing hybrid cloud solution architecture 	엣지 지능형 데이터 선별 분석 기술 엣지 데이터 모니터링 기술
클러스터 04	product, site, data, solve, manage, terminate, custom, database, server, web	<ul style="list-style-type: none"> • Unified system of order, payment and delivery of product by two dimensional code • Production management system 	-
클러스터 05	node, edg, data, graph, structure, generate, identify, direct, estimate, value	<ul style="list-style-type: none"> • Integrally molded card type cd and method for manufacturing the same • Methods, systems, and articles of manufacture to perform heterogeneous data structure selection via programmer annotations 	-
클러스터 06	data, site, server, oper, process, worker, solve, compute, database, input	<ul style="list-style-type: none"> • Method and system for contract for flaw guarantee responsibility insurance in construction industry • Multi-betting terminal, host and betting data processing method of cross-industrial publicly-run racing mutual terminal utilization system 	-
클러스터 07	data, communicate, network, support, generate, oper, message, control, element, memories	<ul style="list-style-type: none"> • Method of associating or re-associating devices in a control network • Method and device for managing shared memory in robot operating system 	IoT 기기종 통신 프로토콜 연계 기술 엣지 네트워크 연계 기술
클러스터 08	edg, image, data, pattern, detect, determine, pixel, signal, calculate, correct	<ul style="list-style-type: none"> • Device and method for restoring factory settings • Image processing device for self-traveling industrial machine and image processing method for self-traveling industrial machine 	-
클러스터 09	data, product, process, manage, manufacture, material, time, site, solve, item	<ul style="list-style-type: none"> • Material requirements planning device, material requirements planning method, and material requirements planning program • Molding frame supply operation support system 	엣지 대용량 데이터 처리 기술

34) Latent Dirichlet Allocation

다. 특허 분류체계 기반 요소기술 도출

- ☐ 중소기업용 On-Site 엣지 시스템 관련 특허에서 총 10개의 주요 IPC코드(메인그룹)를 산출하였으며, 각 그룹의 정의를 기반으로 요소기술 키워드를 아래와 같이 도출

[IPC 분류체계에 기반한 요소기술 도출]

IPC 기술트리		
(서브클래스) 내용	(메인그룹) 내용	요소기술 후보
(G05B) 제어계 또는 조정계 일반; 이와 같은 계의 기능요소; 이와 같은 계 또는 요소의 감시 또는 시험장치	• (G05B-019) 프로그램제어계	-
(G06F) 전기에 의한 디지털 데이터처리	• (G06F-017) 디지털 컴퓨팅 또는 데이터 프로세싱 장비, 방법으로서 특정 기능을 위해 특히 적합한 형태의 것	-
	• (G06F-009) 프로그램제어를 위한 장치, 예. 제어장치	-
	• (G06F-015) 디지털 컴퓨터 일반	-
	• (G06F-019) 특수한 어플리케이션에 특히 적합한 디지털 컴퓨팅 또는 데이터 처리 장치 또는 방법	엣지 대용량 데이터 처리 기술
(G06K) 데이터의 인식; 데이터의 표시; 기록매체; 기록매체의 취급	• (G06K-009) 인쇄문자, 손으로 쓴 문자를 독취하거나 인식 또는 패턴을 인식하기 위한 방법 또는 장치, 예. 지문인식	-
	• (G06K-019) 적어도 그 일부에 디지털 마크가 기록되게끔 설계되고 또한 기계로 사용하는 기록매체	-
(G06Q) 관리용, 상업용, 금융용, 경영용, 감독용 또는 예측용으로 특히 적합한 데이터 처리 시스템 또는 방법; 그 밖에 분류되지 않는 관리용, 상업용, 금융용, 경영용, 감독용 또는 예측용으로 특히 적합한 시스템 또는 방법	• (G06Q-010) 경영; 관리	-
	• (G06Q-030) 거래, 예. 쇼핑 또는 전자상거래	-
	• (G06Q-050) 특정 사업 부문에 특히 적합한 시스템 또는 방법, 예. 공익사업 또는 관광	-

라. 최종 요소기술 도출

- ☐ 산업·시장 분석, 기술(특허)분석, 전문가 의견, 타부처 로드맵, 중소기업 기술수요를 바탕으로 로드맵 기획을 위하여 요소기술 도출
- ☐ 요소기술을 대상으로 전문가를 통해 기술의 범위, 요소기술 간 중복성 등을 조정·검토하여 최종 요소기술명 확정

[중소기업용 On-Site 엣지시스템 분야 요소기술 도출]

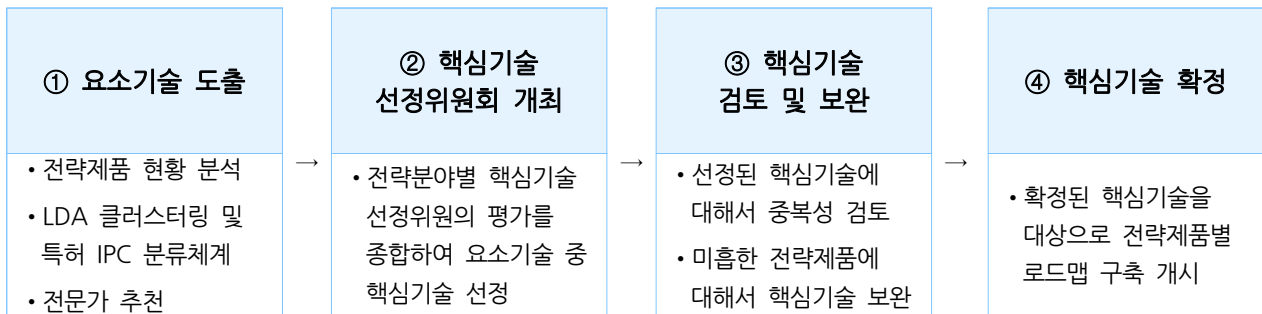
요소기술	출처
IoT 기기종 통신 프로토콜 연계 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
엣지 지능형 데이터 선별 분석 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
엣지 데이터 필터링 기술	전문가 추천
엣지 데이터 모니터링 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
엣지 네트워크 연계 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
엣지 시스템 보안 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
엣지 대용량 데이터 처리 기술	특허 클러스터링, IPC 기술체계, 전문가 추천

6. 전략제품 기술로드맵

가. 핵심기술 선정 절차

- ☐ 특허 분석을 통한 요소기술과 기술수요와 각종 문헌을 기반으로 한 요소기술, 전문가 추천 요소기술을 종합하여 요소기술을 도출한 후, 핵심기술 선정위원회의 평가과정 및 검토/보완을 거쳐 핵심기술 확정
- ☐ 핵심기술 선정 지표: 기술개발 시급성, 기술개발 파급성, 기술의 중요성 및 중소기업 적합성
 - 장기로드맵 전략제품의 경우, 기술개발 파급성 지표를 중장기 기술개발 파급성으로 대체

[핵심기술 선정 프로세스]



나. 핵심기술 리스트

[중소기업용 On-Site 엣지시스템 분야 핵심기술]

핵심기술	개요
엣지 데이터 모니터링 기술	· 설비에서 발생하는 생산, 공정, 설비 관련 데이터를 분석하고 선별하여 서버나 클라우드에 전송하는 데이터의 이상 유무를 실시간 모니터링하는 기술
엣지 대용량 데이터 처리 기술	· 서버 또는 클라우드에 전송하여 저장 가능한 형태로 전송할 수 있도록 생산 현장에서 발생하는 대용량의 공정, 설비, 제품의 실시간 데이터를 분석하고 선별하는 기술
엣지 네트워크 연계 기술	· 설비-엣지 시스템-서버 또는 클라우드로 연결되는 수직 네트워크 및 설비 간 엣지 시스템들의 수평 연결 네트워크 기술
엣지 시스템 보안 기술	· 생산, 공정, 설비 데이터의 외부 유출을 방지하고 해킹에 의한 엣지 시스템의 오작동을 방지하기 위한 보안 기술

다. 중소기업 기술개발 전략

- ☐ SaaS 중심의 IoT 연계형 클라우드 서비스를 개발하여 저변을 확대
- ☐ 클라우드 서비스와 연계가 가능한 실시간 대용량 데이터 선별/분석/전송 시스템의 기술개발
- ☐ IoT 서비스 실시간성과 엣지 시스템 간 데이터의 손실 방지를 보장하기 위한 인터페이스 기술개발
- ☐ 기존의 통신인프라와 클라우드 시스템과의 호환성이 용이한 방향으로 개발 필요

라. 기술개발 로드맵

(1) 중기 기술개발 로드맵

[중소기업용 On-Site 엣지시스템 분야 중기 기술개발 로드맵]

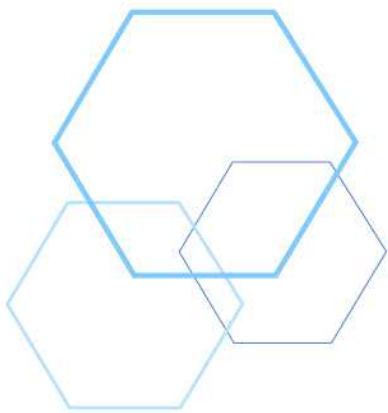
중소기업용 On-Site 엣지시스템	효율적 데이터 활용을 위한 대용량 생산 데이터 수집, 분석, 선별적 전송 기술 상용화			최종 목표
	2021년	2022년	2023년	
엣지 데이터 모니터링 기술				실시간 데이터 이상 유무 모니터링 기술 개발
엣지 대용량 데이터 처리 기술				제조 현장 대용량 데이터 분석, 전송 기술 개발
엣지 네트워크 연계 기술				SaaS와 연계 가능한 수직, 수평 네트워크 개발
엣지 시스템 보안 기술				데이터 외부 유출 및 장비 오작동 방지 OS 기술

(2) 기술개발 목표

- ☐ 최종 중소기업 기술로드맵은 기술/시장 니즈, 연차별 개발계획, 최종목표 등을 제시함으로써 중소기업의 기술개발 방향성을 제시

[중소기업용 On-Site 엣지시스템 분야 핵심요소기술 연구목표]

핵심기술	기술요구사항	연차별 개발목표			최종목표	연계R&D 유형
		1차년도	2차년도	3차년도		
엣지 데이터 모니터링 기술	실시간 데이터 분석 및 전송 데이터 이상 유무 모니터링	실시간 데이터 분석의 유효성	데이터 선별, 전송 시스템 연계	실시간 데이터 모니터링 연계	실시간 데이터 이상 유무 모니터링 기술 개발	기술혁신
엣지 대용량 데이터 처리 기술	제조 현장의 대용량 데이터 분석 및 선별	대용량 데이터 분석	유효 데이터 선별	엣지 시스템 연계	제조 현장 대용량 데이터 분석, 전송 기술 개발	기술혁신
엣지 네트워크 연계 기술	데이터의 수직 및 설비 간 수평 네트워크 연계	설비-엣지 시스템-서버/클라우드 수직연계	설비 간-엣지 시스템 간 수평 연계	수직-수평 네트워크 연계	SaaS와 연계 가능한 수직, 수평 네트워크 개발	상용화
엣지 시스템 보안 기술	수직 네트워크 데이터 유출 및 기계 오작동 방지	엣지 시스템 보안	수직 네트워크 보안	설비, 엣지 시스템의 오작동 방지	데이터 외부 유출 및 장비 오작동 방지 OS 기술	창업형



전략제품 현황분석

자율형 공정 제어 솔루션



자율형 공정 제어 솔루션

정의 및 범위

- 자율형 공정 제어 솔루션은 스마트공장 전체에 걸쳐 고신뢰 제어성능 확보와 함께 (자율)제어 알고리즘, 지능형 HMI, 센서·네트워크, 엣지 컴퓨팅 등이 차세대 신기술이 융합된 제어 시스템 기술
- 자율형 공정 제어 솔루션은 전력, 가스, 수도 및 교통시스템과 같은 국가주요 기반시설이나 산업 분야에서 원거리에 산재된 시스템의 효과적인 모니터링 및 제어 시스템을 포함

전략 제품 관련 동향

시장 현황 및 전망	제품 산업 특징
<ul style="list-style-type: none"> (세계) 자율형 공정제어 관련 세계시장 규모는 '18년 432억 달러에서 '24년 614억 달러로 확대 (국내) 자율형 공정제어 관련 국내시장 규모는 '18년 2조 5,800억 원 수준에서 '24년 4조 4천억 원이 넘는 시장으로 확대 	<ul style="list-style-type: none"> 산업제어시스템은 다양한 산업분야 및 제조, 발전, 가공 등의 산업시설뿐만 아니라 전력, 자원운송 등 주요정보통신 기반시설 및 빌딩, 공항 등의 시설에 적용되고 있으며, IT와 산업제어시스템(ICS) 네트워크가 융합 중 수평/수직적 통합하여 IT 영역의 운영자가 OT영역 구성요소를 직접 제어하는 가상 물리 시스템 도입 중
정책 동향	기술 동향
<ul style="list-style-type: none"> 정부는 2021년부터 2027년까지 '자율형 IoT 핵심기술 개발 사업'을 위한 R&D 과제 추진 '19년 7월 스마트공장보급사업의 컨트롤타워 역할을 할 '스마트제조혁신추진단' 출범, 중소벤처기업부의 스마트공장 보급사업 총괄 	<ul style="list-style-type: none"> 산업 제어시스템 통신 프로토콜은 각 회사에서 독자적으로 개발된 비표준 프로토콜이었으나 점차 공개된 표준 프로토콜을 사용하는 추세 최근 인건비 상승과 로봇기술의 발달로 용접 및 단순 핸들링 기능 위주의 로봇적용에서 조립, 가공, 생산, 검사 등 고난도 작업에 이르기 까지 로봇적용이 확대
핵심 플레이어	핵심기술
<ul style="list-style-type: none"> (해외) Siemens, Schneider Electric, Emerson, ABB, Mitsubishi (대기업) SK C&C, 포스코ICT (중소기업) 오토닉스, LS산전, 싸이몬, 티라유텍 	<ul style="list-style-type: none"> AI기반 유연생산 스케줄링 및 핵심공정 최적화 기술 설비 고장 현상, 원인, 조치결과 등의 공정 노하우 지식화 기술 사람-기계 협업기반 최적 생산성 예측 및 작업 할당 기술 제조 가상화를 위한 생산공정 디지털트윈 기술 AI기반 분산형 공정 최적제어시스템 기술

중소기업 기술개발 전략

- 다양한 디바이스(PLC, HMI, OPC, File, Sensor 등)의 Connectivity 확보
- 스마트제조 지원 정책에 맞춰 중소기업용 설비제어 솔루션 개발 필요
- 통합 모니터링 구축(디바이스 자체(Healthy Check), Sensor Data 등) -> AI 기반 모니터링 데이터 분석 기술 개발

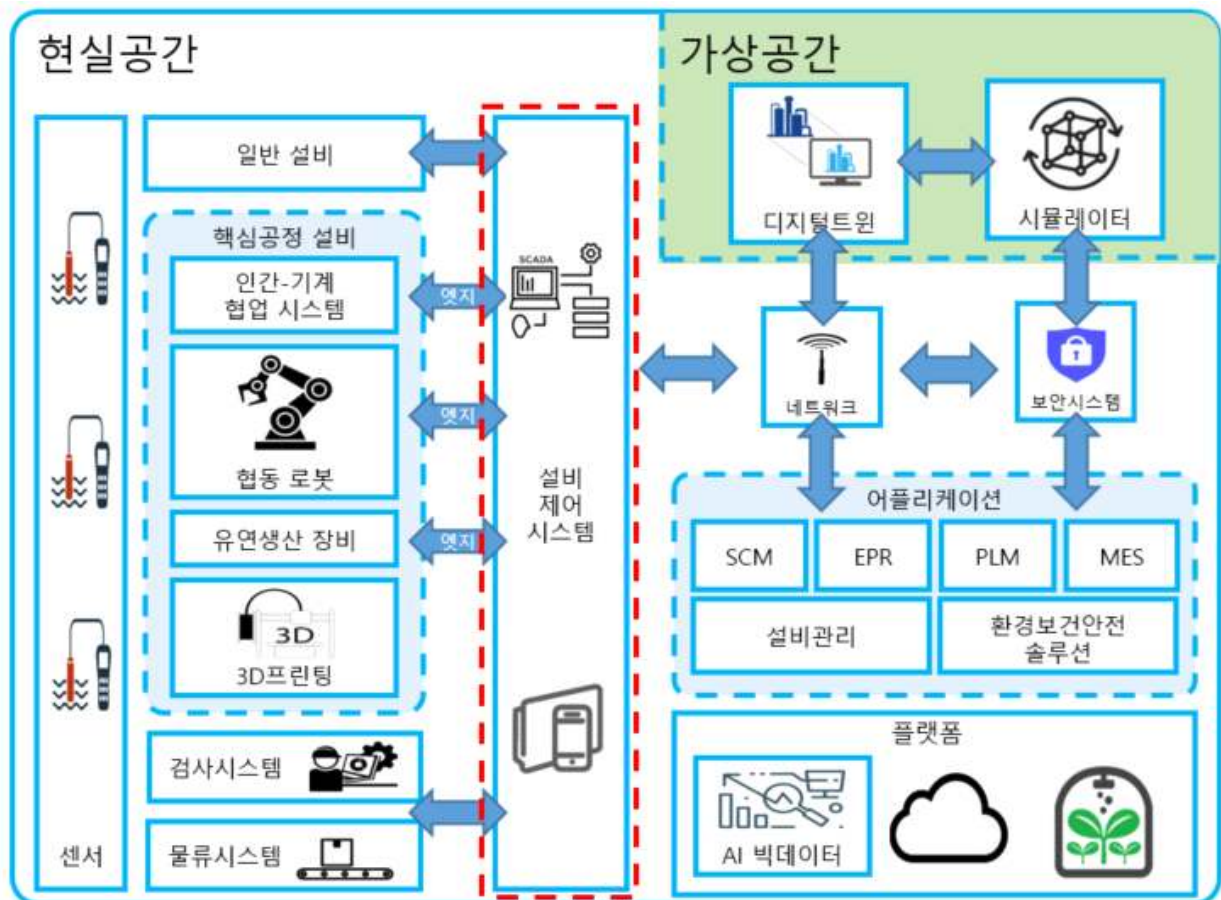
1. 개요

가. 정의 및 필요성

(1) 정의

- 자율 제어 솔루션이란 특정 절차 또는 프로세스를 스스로 규제하여 정해진 매개변수에 최대한 근접하여 준수할 수 있도록 스마트공장 전체에 걸쳐 고신뢰 제어 성능 확보와 함께 (자율)제어 알고리즘, 지능형 HMI, 센서· 네트워크, 엣지 컴퓨팅 등의 차세대 신기술이 융합된 제어 시스템 기술
 - 제어 시스템은 PC 등을 이용하여 특정의 작업이나 공정을 감시, 제어하여 목표하는 결과나 값을 얻는 시스템으로 기본 형태에는 피드포워드(feedforward)와 피드백(feedback) 두 가지 존재
 - 제어 시스템은 전기적·기계적 방법, 유체의 압력 등 이들의 복합된 방법으로 작동하고, 건물의 온도 및 습도 조절, 모니터링 등 스마트제조 설비 전반에 영향

[스마트공장에서 자율형 공정 제어 솔루션의 위치]

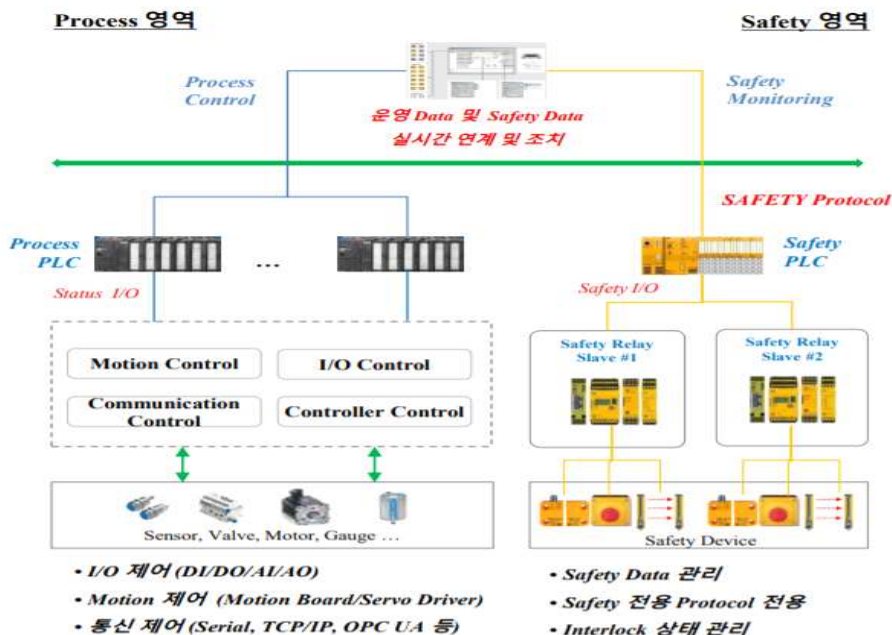


* 출처: 네모아이씨지 자체 작성

(2) 필요성

- 자율형 공정제어는 목표와의 오차에 더 빠르게 반응하고, 이보다 이상적인 것은 오차를 예상하여 사전에 대응할 수 있도록 투명성을 재고하는 것
 - 산업 제어 및 공장 자동화를 통해 수동 작업에 의한 작업자의 실수를 줄일 수 있으며, 제품의 생산성과 품질을 향상할 수 있고, 작업의 정확성과 반복성을 높일 수 있으며, 안전을 보장할 수 있고, 제조 공장의 전반적인 운영 효율성을 향상 가능
 - 자율 제어의 가장 간단한 형태는 하나 또는 다수의 매개변수를 모니터링하고 정해진 임계값 초과 시 메시지를 전송하거나 신호를 보내어 수동으로 대응할 수 있게 하는 것이지만 한 단계 더 나아간 완전한 자율 제어 시스템은 자재가 소진되면 필요한 양을 자동으로 주문하는 내장된 컨트롤 기능으로 인해 불필요한 재고 발생을 현격히 감소
- 스마트제조는 OT와 ICT의 융합을 통한 생산성과 품질향상에 목표를 두며 OT와 ICT를 연결하는 축이 바로 자율형 공정제어 솔루션
 - 기획 의도부터 최종 사용자 경험까지 제품이 태어나 소비되는 전 과정에 걸쳐 품질을 최우선 가치로 상정하는 통합 품질 관리가 중요
- 더 정확하고 세밀한 데이터를 분석해 설계 단계에 재적용하는 탄력성과 기술 역량을 갖춰 전체 생산 과정을 아우르는 제조의 지능화가 필요하며 생산 환경을 효율적으로 관리하고, 자원 할당, 생산 예측, 설비별 작업 계획 수립, 실시간 작업 할당, 인력 관리, 제품 추적 등을 총괄하는 MES에 실시간 데이터 분석 역량을 더해 모든 생산 자원을 효율적으로 관리하는 전략을 위한 필수요소가 설비제어인 것으로 분석

[제어 시스템의 구성]



* 출처: SK C&C, Smart Factory 구현을 위한 Engineering Model

나. 범위 및 분류

(1) 가치사슬

- 자율형 공정 제어 솔루션의 후방산업에는 센서산업, 보안, 인공지능, 빅데이터, 엣지 컴퓨팅, 네트워크 산업이 있으며, 전방산업은 제조업 전반이 해당

[자율형 공정 제어 솔루션 분야 산업구조]

후방산업	자율형 공정 제어 솔루션 분야	전방산업
센서산업, 자율제어 알고리즘, 인공지능, 빅데이터, 엣지 컴퓨팅, 네트워크 산업	기계장치, 제어기, 인터페이스, 제어기술	제조업 및 대형구조물, 조선, 항공, 자동차 등

(2) 구성요소별 분류³⁵⁾

[자율형 공정제어를 위한 구성요소]

분류	소분류
기계장치	<ul style="list-style-type: none"> 공정변수를 측정하기 위한 센서(Sensor) 혹은 전송기(Transducer)나 공정 파라미터를 가동하기 위한 스위치나 모터 같은 전기 전자 장치(액추에이터)가 사용 센서는 측정한 공정변수를 제어기가 인식할 수 있도록 정해진 직선성을 갖는 아날로그 신호(전압, 전류, 저항값)로 변환하여 제어기로 전송하게 된다. 측정하고자 하는 제어 대상체의 공정변수로는 온도(Temperature), 습도(Humidity), 압력(Pressure), 유량(Flow), 레벨(Level) 등이 있다.
제어기	<ul style="list-style-type: none"> 제어 대상인 기계장치를 제어하는 데 사용되는 마이크로프로세서로 제어기, 지시경보계(Indicator), 기록계(Recorder), 데이터로거(Data Logger) 등이 복합적으로 사용 1차적으로 이상적인 공정제어를 목표로 제어기가 제어 기능을 수행하고 이외의 기기들은 공정제어가 제대로 수행되고 있는지를 감시(지시경보계)하고 기록(기록계)하며 데이터를 저장(데이터로거)하고 표시하는 등의 역할
인터페이스	<ul style="list-style-type: none"> 기계장치(mechanism)와 제어기(controller)를 연결해주는 과정으로, 전체적인 기계장치 구성 후에 제어기인 전기 전자 장치와 대화 즉, 제어가 될 수 있도록 연결 현장 내의 공정변수 정보를 확인하고 일괄 연동 제어(HMI, PLC를 통한)를 목적으로 통신 기반을 채택하여 관리 과거에는 시리얼통신(RS-232C, RS422, RS485)이 사용되었고 로컬 지역에서만 활용이 가능하여 원거리 원격에서의 모니터링에 어려운 단점이 있어 고속 필드버스와 산업용 이더넷을 탑재한 제품들이 출시
제어기술	<ul style="list-style-type: none"> 자동화 시스템을 사용자가 원하는 응답을 얻을 수 있도록 해주는 제어 알고리즘의 의미 크게 시퀀스제어와 피드백제어로 구분하며 시퀀스제어는 미리 정해진 순서에 따라 동작시키는 것을 의미하고, 피드백제어는 물리량(제어량)의 값을 목표치에 일치시키는 것을 의미

35) 정동곤, 스마트 메뉴팩처링을 위한 MES 요소 기술, 2013

2. 산업 및 시장 분석

가. 산업 분석

◎ 스마트제조 핵심기술 공정제어

□ 조립산업의 자동화 적용 범위가 확대되면서 공정제어의 수요 증가 추세

- (프로세스 산업) 프로세스 산업은 자동화를 통해 대량 생산할 수 있게 하는 수식 및 제조 지침을 다루는 지속적인 생산 프로세스를 보유하고 있으며, 자동 제어장치는 프로세스 산업에서 연속 제조 공정에 필요
 - 석유&가스 산업, 화학 산업, 식품&음료 산업, 광업&금속 산업, 전력 산업, 제약 산업, 제지&펄프 산업, 기타 산업 등
- (조립산업) 조립산업에서 자동화 공정을 통해 공정의 일관성 향상, 처리량 증가, 품질향상, 작업 시간 단축, 수동 작업 감소, 높은 안전성 등과 같은 효과
 - 자동차 산업, 반도체 및 전자기기 산업, 기계 제조 산업, 항공우주 및 방위 산업, 의료기기 산업, 기타 산업 등

□ 수평/수직적 통합하여 IT 영역의 운영자가 OT 영역 구성요소를 직접 제어하는 가상 물리시스템 도입 중

- 클라우드 기반 MES, ERP를 도입 스마트 산업 제어 시스템의 센서나 디바이스로부터 정보를 실시간으로 수집
- 스마트 산업 제어 시스템 IT 영역에 대해서는 기존 IT 보안 기술이 적용할 수 있으나 OT 영역을 위해 특화된 보안 기술 개발이 필요

◎ 스마트제조 생태계 파트너십 강화

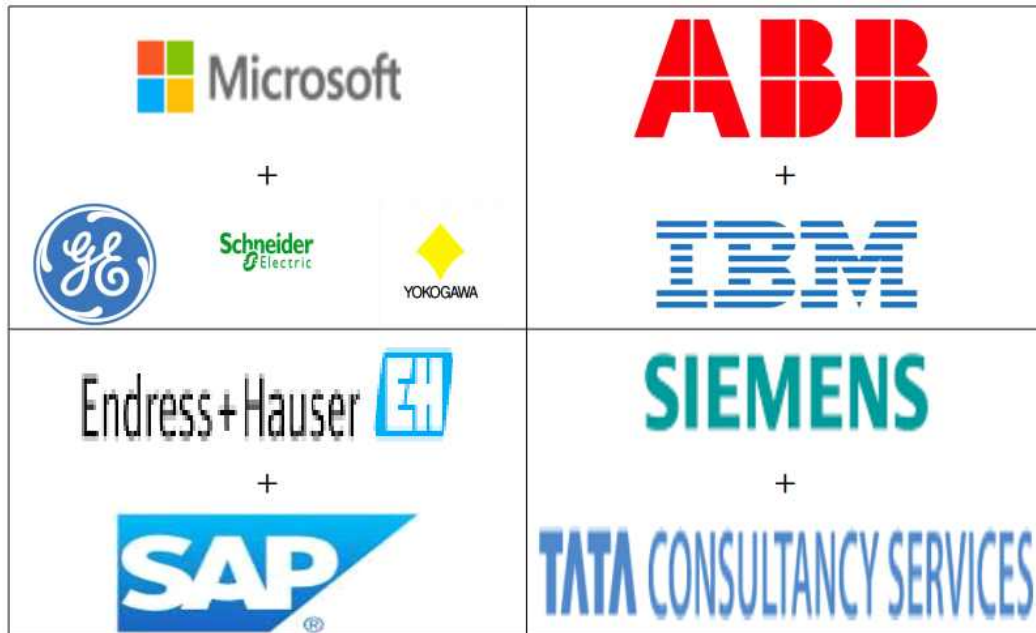
□ MARKETSANDMARKETS의 2019년 보고서에 따르면 디지털화에 대응하기 위한 스마트제조 생태계 내의 파트너십이 활발하게 진행 중

- 특히, 산업용 제어 및 공장 자동화 분야의 경우, 기업 간 협업의 형태로 다양한 디지털 기술(인공지능, AR/VR, 블록체인, 보안, IoT 등)과의 연계를 시도하며 시장이 성장하는 추세
 - (자동화 솔루션 분야) 연속 공정 대비 이산 공정 분야의 자동화 솔루션 공급기업이 연속 공정을 대상으로 하는 기업들 대비 디지털 친숙도(디지털화)가 높은 것으로 드러남

□ PLC와 DCS의 경계가 없어지면서 Total Solution으로 진화

- PLC와 DCS는 큰 차이가 있었으며, 완전히 독립적인 시장을 형성했으나 컴퓨팅 기술의 발달로 90년대 중반부터 서서히 PLC와 DCS를 큰 차이 없이 사용
- 예전에 분산처리시스템으로 구성하였던 DCS 시스템도 워낙에 컴퓨팅 기술의 발달로 정보의 활용 측면이 강조되면서 통합 운영 시스템 구성하면서 최근의 주요 업체들은 Total Solution을 제시

[주요 글로벌 스마트제조 기업 간 파트너십 현황]



* 출처 : 스마트 제조산업 생태계 조사 및 정책지원 방안 연구」 최종보고서(KETI, 2019)

◎ 공장제어뿐 아니라 산업 제어로 확대

- ☐ 최근 제어 시스템은 다양한 산업 분야 및 제조, 발전, 가공 등의 산업시설뿐만 아니라 전력, 자원 운송 등 주요 정보통신 기반시설 및 빌딩, 공항 등의 시설에 적용되고 있으며, IT와 산업제어시스템(ICS) 네트워크가 융합되는 중
 - 산업제어시스템이 실시간 데이터 및 연결성에 점점 더 의존하게 되면서 사이버 공격 경로는 기하급수적으로 확장
 - 이런 추세와 더불어 미국을 중심으로 한 자동화 표준 단체인 ISA(International Society of Automation)는 산업제어시스템을 구성하는 제품 및 시스템의 보안요구사항을 정의하고 이를 표준으로 주도함과 동시에, 산업제어시스템을 구성하는 SCADA, DCS, PLC 등의 장치에 대한 보안성을 시험·평가하고, 산업제어시스템을 운영하는 조직의 정보보호 관리체계를 심사하는 산업제어시스템의 안전성을 확보하기 위한 산업제어시스템 평가인증 제도에 대한 개발을 본격화
 - 스마트 산업 제어 시스템은 OT(Operation Technology) 영역과 IT(Information Technology) 영역의 결합을 기반으로 함

◎ 제어 시스템의 표준과 보안이 새로운 이슈

- ☐ 제어 시스템 간 통신규격에 다양한 표준이 존재할 뿐 아니라 폐쇄망, 독립적 운용을 전제로 제조사별 독자 규격으로 기술이 발전되어 연산 능력, 메모리 용량 등의 제약이 발생
 - IoT, 클라우드와 같은 최신 IT 기술의 융합과 더불어 보안 위협이 매우 증가함에 따라 IT 분야와 같은 수준의 보안이 요구

- 미국을 중심으로 스마트 산업제어시스템에 대한 정보보호 대책을 수립하고 구현하기 위해 산업제어시스템 보안 기술 및 보안요구사항을 정립하고 이러한 보안 요구사항을 충분하고 정확하게 구현하였는지 평가하여 산업제어시스템 구성요소에 대한 신뢰성을 보장하고자 하는 움직임이 활발하게 진행 중
 - 미국 ICS CERT 보고서에 따르면 산업제어시스템에서 발생하는 사이버 보안 사고의 55%는 지능형 지속 위협(APT)이며, 산업제어시스템 환경에서 일어나는 모든 사고의 40%는 사람의 부적절한 행동으로 발생
 - 스마트 산업제어시스템이 사용되는 기반시설이나 시스템이 미치는 영향력은 광범위하므로 만약 사이버 공격으로 정상적인 기능 수행에 문제가 발생하면 수많은 사람의 안전에 큰 타격을 입힐 수 있으므로 산업 제어 시스템 환경에 적합한 보안 기술에 관한 끊임없는 연구와 개발로 보안 취약점을 최소화

◎ 4,684억 규모의 정부 R&D 과제 추진

- 정부는 2021년부터 2027년까지 7개년 계획으로 ‘자율형 IoT 핵심기술 개발 사업’을 추진하여 ▲자율사물 ▲자율연결 ▲자율트윈 ▲서비스 및 시험인증의 4개 분야로 추진될 예정
 - 자율 사물은 자가 진단 보정과 자체 의사결정이 가능한 초경량 디바이스로 사물들끼리 협업해 문제를 해결하는가 하면, 사람의 표현과 의도를 인지해 스스로 반응하는 모습이 구현될 전망
 - 자율연결은 다양한 유형의 사물을 자유롭게 연결하는 IoT 자율 제어 네트워크를 실현하여 서로 다른 네트워크를 연결하기 위한 게이트웨이 기술과 머신러닝을 기반으로 상황에 맞는 최적의 네트워크 경로를 설정하는 기능 등이 구현될 것으로 보임
 - 자율트윈은 현장에서 트윈 간 연동으로 실시간 예측과 제어를 수행하는 플랫폼 개발을 목표로 사물이 소비하는 지식을 분산 환경에서 생성·융합하고 공유하는 사물 지식 웹 기술도 동원될 예정
 - 서비스 및 시험인증 분야로는 자율형 IoT 융합 서비스 개발 및 핵심기술 검증, 관련 중소·중견기업 기술지원 생태계 구축 예정
- 적극적인 정부의 의지와 달리, 자율형 IoT 핵심기술 개발 사업은 여러 보완점이 필요한 것으로 보임
 - 2019년 한국과학기술기획평가원(KISTEP)이 발표한 동 사업의 예비타당성조사 보고서에 따르면, IoT 구현에 필수적인 소프트웨어 및 하드웨어의 동시적·복합적 접근과 보안 기술 개발에 대한 고려가 미흡하다는 지적
 - IoT의 특성상 적용 여건이 광범위하고, 특히 자율형 IoT 기술은 ‘추론’이나 ‘학습’을 기술개발 목표로 제시했음을 고려할 때 새로운 하드웨어에 대한 고려가 불가결한 것으로 판단됨에도 불구하고, 이에 대한 개발 비중은 작다는 분석
 - 또한, IoT는 태생적으로 보안 기술의 중요성이 높음에도 불구하고 이에 대한 적절한 보안 기술개발이 제외된 점이 문제로 지적됨
 - 본 사업의 기술개발 하드웨어 사양과 이에 따른 현행 보안 기술의 적용 가능성을 점검해 성과물이 보안 문제·이슈로 사장되지 않도록 면밀한 계획 수립 필요

나. 시장 분석

(1) 세계시장

- 자율형 공정제어 관련 세계시장 규모는 2018년 432억 달러 수준에서 2024년 614억 달러 수준의 시장으로 연평균 약 6.0%씩 성장할 것으로 전망
- 분산 제어 시스템(DCS)은 2018년 153억 달러에서 연평균 성장률 5%로 증가하여, 2024년에는 206억 달러에 이를 것으로 전망
 - DCS 시장은 구성요소를 기반으로 하드웨어, 소프트웨어 및 애프터 서비스로 분류되며 개개의 프로세스 디테일을 제어하는 통합서브 시스템과 이를 감독하는 최고단(supervisory level)이 포함
 - 프로그램 가능 논리 제어기(PLC)는 2018년 133억 달러에서 연평균 성장률 3.2%로 증가하여, 2024년에는 160억 달러에 이를 것으로 전망
 - PLC는 제조 현장의 다양한 센서와 액추에이터에서 발생하는 데이터를 수집, 처리하며 이에 연결되어 실시간으로 통신하기 위한 입·출력, 독립된 전원공급, 실시간 처리 능력을 탑재
 - 감시 제어 & 데이터 수집(SCADA)은 2018년 54억 달러에서 연평균 성장률 6.4%로 증가하여, 2024년에는 79억 달러에 이를 것으로 전망
 - SCADA는 제조시스템의 작업을 시각화하고, 신뢰할 수 있는 정보를 제공 - 54 -하여 제조 자동화 프로세스의 효과적인 감독을 수행하며, 데이터 수집 및 에너지 소비, 난방, 환기를 제어하고 모니터링하여 제조업에 적극적 적용이 가능
 - 인간-기계 인터페이스(HMI)는 2018년 40억 달러에서 연평균 성장률 9.9%로 증가하여, 2024년에는 71억 달러에 이를 것으로 전망
 - HMI는 사용자와 기계 사이의 인터페이스 역할을 수행하여 데이터의 시각화를 향상시키고, 운영자가 제조 프로세스를 조정 및 제어할 수 있게 도와주는 핵심기술로, 복잡한 프로세스 변수를 실행가능하고 유용한 정보로 변환하는데, 도움이 되는 하드웨어 및 소프트웨어로 구성됨

[자율형 공정제어 관련 세계시장 규모 및 전망]

(단위 : 십억 달러, %)

분야	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
DCS	15.33	15.99	16.74	17.615	18.49	19.525	20.56	5.0
PLC	13.3	13.81	14.3	14.755	15.21	15.62	16.03	3.2
SCADA	5.39	5.81	6.23	6.63	7.03	7.415	7.8	6.4
PAM	5.15	5.72	6.36	7.135	7.91	8.91	9.91	11.5
HMI	4.02	4.39	4.81	5.31	5.81	6.44	7.07	9.9
제어종합	43.19	45.72	48.44	51.445	54.45	57.91	61.37	6.0

* 출처: Marketsandmarkets, Industrial Control And Factory Automation Market, 2019를 발췌 인용

(2) 국내시장

- 자율형 공정제어 관련 국내시장 규모는 2018년 2조 5,800억 원 수준에서 2024년 4조 4천억 원이 넘는 시장으로 연평균 약 9.4%씩 성장할 것으로 전망
- 분산 제어 시스템(DCS)은 2018년 6,720억 원에서 연평균 성장률 7.4%로 증가하여, 2024년에는 1조 320억 원에 이를 것으로 전망
 - 프로그램 가능 논리 제어기(PLC)는 2018년 4,920억 원에서 연평균 성장률 6.6%로 증가하여, 2024년에는 7,200억 원에 이를 것으로 전망
 - 감시 제어 & 데이터 수집(SCADA)은 2018년 4,680억 원에서 연평균 성장률 9.2%로 증가하여, 2024년에는 7,920억 원에 이를 것으로 전망
 - 인간-기계 인터페이스(HMI)는 2018년 3,600억 원에서 연평균 성장률 10.6%로 증가하여, 2024년에는 6,600억 원에 이를 것으로 전망
 - 특권 접근 관리 솔루션(PAM)은 2018년 5,880억 달러에서 연평균 성장률 13.0%로 증가하여, 2024년에는 1조 2,440억 원에 이를 것으로 전망

[자율형 공정제어 관련 국내시장 규모 및 전망]

(단위 : 억 원, %)

분류	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	CAGR
DCS	6,720	7,200	7,680	8,280	8,880	9,600	10,320	7.4
PLC	4,920	5,280	5,520	5,880	6,240	6,720	7,200	6.6
SCADA	4,680	5,040	5,520	6,000	6,480	7,200	7,920	9.2
HMI	3,600	3,960	4,320	4,800	5,280	5,940	6,600	10.6
PAM	5,880	6,600	7,440	8,460	9,480	10,860	12,240	13.0
제어종합	25,800	28,080	30,480	33,420	36,360	40,320	44,280	9.4

* 출처: Marketsandmarkets, Industrial Control And Factory Automation Market, 2019를 발췌 인용

3. 기술개발 동향

☐ 기술경쟁력

- 자율형 공정 제어 솔루션은 미국이 최고기술국으로 평가되었으며, 우리나라는 최고기술국 대비 78.9%의 기술수준을 보유하고 있으며, 최고기술국과의 기술격차는 1.7년으로 분석
- 중소기업의 기술경쟁력은 최고기술국 대비 66.5%, 기술격차는 2.6년으로 평가
- EU(89.1%)>일본(81.6%)>한국(78.9%)>중국(67.6%)의 순으로 평가

☐ 기술수명주기(TCT)³⁶⁾

- 자율형 공정 제어 솔루션은 7.07의 기술수명주기를 지닌 것으로 파악

가. 기술개발 이슈

◎ 자동화 시스템의 일반적인 구성요소

☐ 기계장치(mechanism) 및 센서

- 자동화와 공정제어를 실현하기 위해서는 데이터를 수집하고 공정을 작동시키는 데 필요한 신호를 내보내는 메커니즘을 구성하는 부분
- 공정변수를 측정하기 위한 센서(Sensor) 혹은 전송기(Transducer)나 공정 파라미터를 가동하기 위한 스위치나 모터 같은 전기 전자 장치(액추에이터)가 사용
- 센서는 측정한 공정변수를 제어기가 인식할 수 있도록 정해진 직선성을 갖는 아날로그 신호(전압, 전류, 저항값)로 변환하여 제어기로 전송

☐ 제어기(controller)

- 센싱 요소를 바탕으로 신호를 주고받고 제어할 수 있게 이루어진 하나의 단일 컴퓨터 시스템으로 운영자 및 감시 시스템의 명령 신호뿐 아니라 프로세스 전반에 걸친 피드백을 받아 신호를 계산하고 제어하는 것을 반복 수행
- 일차적으로 이상적인 공정제어를 목표로 제어기가 제어 기능을 수행하고 이외의 기기들은 공정제어가 제대로 수행되고 있는지를 감시(지시 경보계)하고 기록(기록계)하며 데이터를 저장(데이터로거)하며, 제어기의 입력부는 변환기로부터 전송받은 아날로그 신호를 샘플링하여 공정변수의 현재 값을 표시, 측정하는 역할 수행

36) 기술수명주기(TCT, Technical Cycle Time): 특허 출원연도와 인용한 특허들의 출원연도 차이의 중앙값을 통해 기술 변화속도 및 기술의 경제적 수명을 예측

□ 인터페이스(Interface)

- 기계장치(mechanism)와 제어기(controller)를 연결해주는 과정으로, 전체적인 기계장치 구성 후에 제어기인 전기 전자 장치와 대화 즉, 제어될 수 있도록 연결해주는 것을 의미
- 현장 내의 공정변수 정보를 확인하고 일괄 연동 제어(HMI, PLC를 통한)를 목적으로 통신 기반을 채택하여 관리
- 과거의 시리얼통신(RS-232C, RS422, RS485)에서 스마트제조에서는 주로 원거리 제어를 위해 고속 필드버스와 산업용 이더넷을 탑재한 제품들을 사용 중

□ 제어기술

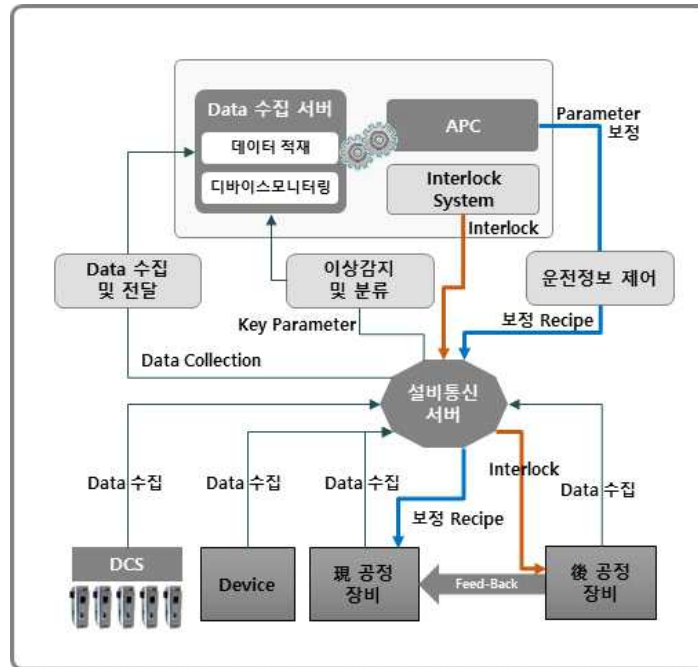
- 자동화 시스템을 사용자가 원하는 응답을 얻을 수 있도록 해주는 제어 알고리즘을 말하며, 크게 시퀀스제어와 피드백제어로 구분
- 시퀀스제어는 미리 정해진 순서에 따라 동작시키는 것을 의미하고, 피드백제어는 물리량(제어량)의 값을 목표치에 일치시키는 것을 의미
- 스마트제조에서는 마이크로컴퓨터 기술에 기반을 둔 디지털 컴퓨터에 의해 직접 제어되고 이산 제어, 연속 제어 등의 제어 형태와 관계없이 제어용 컴퓨터(real-time controller)는 일반적으로 공정과 실시간 통신이 필요

◎ 스마트 설비제어 솔루션 아키텍처

□ 스마트 설비제어 솔루션 아키텍처는 아래 그림과 같으며 크게 4가지 부분으로 구분

- Data 수집 서버
 - 데이터 적재: 디바이스(설비) 데이터(Healthy 정보, 상태, Sensor 데이터)
 - 디바이스(설비) 모니터링: 디바이스 실시간 데이터 모니터링 및 이상감지
- DCS(Distributed Control System)
 - 각 디바이스(설비) 데이터 통합 실시간 모니터링 및 적재
- APC(Advanced Process Control)
 - 디바이스(설비) 간 데이터 연동 제어
 - 실시간 데이터 보정(Feed-Back or Feed-Forward)
- 설비 통신서버
 - 다양한 디바이스(설비)의 통신 방식 지원
 - 수집된 데이터의 실시간 보고(Data 수집 서버, APC 또는 기간시스템 등)
 - 디바이스(설비) 제어(Interlock, Data 보정) 명령

[스마트 설비제어 솔루션 구성도]



* 출처 : 엠아이큐브솔루션 제공

◎ 설비제어의 진화 방향

- ☐ 스마트제조 완성을 위해서는 실시간으로 상호 작용해야 하고 많은 애플리케이션에서 비전 기반 AI를 구현할 필요성이 있어서 다양한 산업 분야의 분산된 기계를 모니터링하기 위해서는 IIoT 기반의 데이터 교환이 필요
 - 스마트 비전, 인공지능(AI), 로봇 제어 및 선택적으로 IIoT 기반 모니터링, 유지 보수 및 관리 등 여러 실시간 및 비실시간 작업 제어를 통해 딥러닝 기반 인공지능 알고리즘을 활용한 상황 인식을 비롯한 여러 작업을 병렬로 처리해야 하는 차세대 비전 기반 협업 로봇, 자동화 제어 및 자율 차량을 목표로 다양한 개발이 진행 중
 - PLC → MES → ERP로 수직 구조화되어 있는 아키텍처에서 PLC와 바로 실시간 인터페이스 가능한 MES와 통합된 ERP를 제공해 생산 환경의 동적 변화에 유연하게 대응할 수 있는 방향으로 진화 중
- ☐ 최근의 IoT 제품들은 직접 TCP/IP망을 통해서 측정값이나 상태 값을 바로 HMI나 IT시스템 서버에 전송하고 조작 신호를 받아 수행
 - 새롭게 등장하는 기술은 대표적으로 MQTT, Node-RED, OPC-UA 기술로 관련 제품이 2016년부터 시장점유율을 높이는 중
 - HMI나 SCADA와는 다른 새로운 클라우드 시스템에 데이터를 보내어 빅데이터 수집, 통계, 분석, 예측으로 제어기술의 본래 목적인 최적화 제어로 진행 중

- ☐ SCADA 시스템인 경우는 기존의 Windows나 유닉스/리눅스 플랫폼을 벗어나서 완전한 개방형 구성으로 DB와 Visualization은 SCADA 기능 서비스를 넘어서 MES와 EMS 영역에서 아주 중요한 역할을 수행 중
 - MS-Windows에서 지금까지 SCADA 기술도 Silverlight, HTML 5 그리고 WPF 기술을 사용해 더욱 고급화

◎ PLC도 진화 중

- ☐ Device Networking, Open I/O System, PC based Control의 세 기술은 현재 Industrial Automation 시장의 Key Trend이며 Cost 절감과 Flexibility가 이러한 경향을 주도
 - 특히 Control H/W의 독립성, 유연한 Operation, 저 가격의 Automation Solution에 대한 요구가 Control H/W Platform과 S/W의 분리, 2) PLC Platform과 I/O의 분리를 가속화
 - 또한 이러한 경향이 심화함에 따라, Control 기능이 I/O Device에 내장되는 현상이 나타나고, 이에 따라 이러한 기기를 이용한 분산 제어(Distributed Control)가 제조업체에 의해 채용
- ☐ Control 규모에 따른 유형의 변화 ① 소규모 제어 : Low-end, 개별 PLC System이 앞으로도 지속해서 사용될 전망 ② 대규모 제어 : 여러 Maker의 Controller를 혼합 사용하여, 가장 가격 경쟁력 있는 Control System을 구성
- ☐ 기존 PLC의 가장 커다란 장점은 신뢰성과 고속의 제품성능에 있으며, Open Control에서는 다양한 유연성에도 불구하고, 종래 PLC에서 제공되었던 이러한 장점을 제공하는 데 성공하지 못하고 있었으나, 최근에 주목받고 있는 Embedded Control은 이러한 장점과 더불어 OCS(Open Control Software)의 장점도 같이 제공할 수 있는 기술로 부각

◎ 산업(설비)제어의 보안 강화 추세

- ☐ 산업 제어 시스템은 내부의 장비들을 연결하기 위한 내부 네트워크로서 전사적 네트워크, 제어 네트워크, 필드 네트워크가 있고 각 영역의 장비를 연결하고 있어, 연결된 제어 장비는 다양한 경로로 접근 가능하며 각 접속점 및 네트워크 영역별 보안성이 취약하여 신속한 피해가 예상
 - 주요 기반시설 산업 제어 시스템 특성 및 구성요소, 벤더에 종속적인 통신 프로토콜 등으로 인하여 기존 엔터프라이즈 보안 시스템 적용 불가능
 - 의도적 또는 비의도적인 행위로 인하여 주요 기반시설 산업 제어 시스템의 안전한 시스템 운영을 방해하는 활동에 대한 우려 증대
- ☐ 현재의 Firewall, IDS(Intrusion Detection System), IPS(Intrusion Prevention system) 등의 엔터프라이즈 보안 제품군은 외부 네트워크 경계 영역에 집중되어 있어서 내부 인프라에서 발생하는 문제에 취약한 상태
 - 내부자 위협을 포함하여 침투경로가 다양해지는 상황에서 제어망도 경계망 보안에 초점이 맞춰져 있어 내부 행위분석의 방안이 미약

- 산업 제어 시스템은 외부 인터넷망과는 차단돼 있어 일반 통신망을 통해 제어 시스템에 침투하는 것은 사실상 불가능하다고 생각하지만 USB 메모리·CD롬·외장하드 등 외부 장치를 내부 전산망의 컴퓨터에 연결하면 악성코드가 침투 가능
 - 엔터프라이즈 시스템은 범용 OS 및 IP 기반 프로토콜을 가진 아키텍처의 보안 솔루션이지만, 고유의 OS와 네트워크, 통신 프로토콜을 사용한 산업 제어 시스템은 이러한 기존 보안솔루션 사용의 어려움이 존재
 - 기존의 산업제어시스템들은 제어용 컴퓨터 내장기기와 독자적인 통신 프로토콜이 적용되어 외부에서 분리 독립된 구성으로 구축·운영됐지만, 최근, 스마트 ICS는 업무 효율화와 다양한 분야 적용을 위해 일반 업무용 시스템 망과 연계하기 위해 IT 및 인터넷 기술을 이용하게 되었으며, 이로 인해 ICS에도 범용 표준 기술이 적용되고 개방화가 빠르게 진행되는 중
 - 폐쇄적인 제어 프로토콜을 수행하는 고립 시스템에서, MS 윈도우, Unix, TCP/IP와 같은 표준 기술 및 프로토콜로 전환되고 있고 IT 망과의 통합이 이루어지고 있어, 정보통신 인프라에 존재하는 사이버 보안 취약성 및 사고의 가능성이 산업제어시스템에도 그대로 재현될 가능성이 증대되는 중
- 설비제어 시스템에 대한 정보보호 필요성이 점차 증대됨에 따라 ICS의 보안솔루션 도입이 가속화되었으며, 기존 보안솔루션을 스마트 ICS 환경에 적합하도록 변경 및 적용한 새로운 스마트 ICS 보안솔루션이 필요

◎ 설비제어의 표준화 동향

- 산업 제어 시스템 통신 프로토콜은 각 회사에서 독자적으로 개발된 비표준 프로토콜이었으나 점차 공개된 표준 프로토콜을 사용하는 추세
 - 공개 표준 프로토콜은 공격자에게 산업 제어 시스템 및 네트워크 동작에 대한 다양한 지식을 제공하게 됨으로써 산업 제어 시스템에 대한 사이버 침해의 가능성과 위험성이 높아지고 있어 보안성 대책 요구가 증가
 - 공개 표준 프로토콜은 공격자에게 산업 제어 시스템 및 네트워크 동작에 대한 다양한 지식을 제공하게 됨으로써 산업 제어 시스템에 대한 사이버 침해의 가능성과 위험성이 높아지고 있어 보안성 대책 요구가 증가
 - 산업 제어 프로토콜에는 150~200개가 존재하며, 이들 대부분은 각 회사에서 독자적으로 개발되어 비표준 프로토콜이었으나 점차 공개된 표준 프로토콜을 수용하는 추세이며, 현재 각 벤더들은 자신의 산업 제어 시스템 프로토콜을 산업 표준으로 채택하기 위해 경쟁 중
- 표준규격의 채용이 고객에게는 중요한 문제이며, 다양한 범위의 제품을 공급하는 PLC 메이커들은 이러한 표준화에 적합한 제품을 공급하여 경쟁력을 확보

나. 생태계 기술 동향

(1) 해외 플레이어 동향

- (Siemens) 모터, 센서 시스템, 생산 관리 시스템(MES), 감시 제어&데이터 수집기(SCADA)와 같은 자동화에 사용되는 제품을 제조 및 판매 중
 - 실시간 데이터를 수집할 수 있는 'SIMATIC WinCC'를 출시하였으며, 기계 제작 시 최대 정밀도와 속도를 제공할 수 있는 소프트웨어인 'SIMOTION'을 출시하였고, 2017년 네트워크를 시각화하고 모니터링하는 산업용 애플리케이션을 위한 네트워크 소프트웨어인 'Sinema Server'를 출시
- (Schneider Electric) 프랑스의 다국적 기업으로 계장 기술로 유명한 Foxboro(Invensys), PLC로 유명한 Modicon과 Indusoft Web Studio를 인수한 글로벌 에너지관리 및 자동화 전문기업
 - 하드웨어, 소프트웨어 및 서비스에 이르는 에너지관리 및 자동화 솔루션 전문으로 분산 제어 시스템(DCS), 프로그램 가능 논리 제어기(PLC), 서보모터, 휴먼 머신 인터페이스(HMI), 전용 컨트롤러, 감시 제어&데이터 수집기(SCADA) 소프트웨어, 인클로저, 산업용 통신 기기 등의 자동화 제품을 제조 및 판매 중
 - 이더넷과 프로피버스로 구성되어 있으며 여러 장치를 연결하는 산업용 통신 기기와 배선 및 연결용 케이블 제품을 포함하는 인클로저 등을 개발
- (Emerson) 기술 및 엔지니어링 분야의 글로벌 선도 기업으로 화학, 석유 및 가스, 정유, 펄프 및 제지, 발전, 수처리, 금속 광업, 식음료, 생명과학 등 다양한 산업의 생산, 가공 및 유통의 자동화 관련 제품을 제조 및 판매 중
 - 특히, 모터, 센서, 제어 밸브, 감시 제어&데이터 수집기(SCADA), 스위치와 같은 자동화 제품을 제조 및 판매 중
 - 모니터링 응용 프로그램에 사용되는 SCADA 플랫폼인 'Open Enterprisev3'를 개발하였으며, 화학, 금속 광업, 식음료, 석유 및 가스와 같은 다양한 산업에서 압력, 유량, 온도를 자동으로 측정하는 계측 장비를 생산 중
- (ABB) 로봇, 에너지, 자동화 기술 분야를 주된 사업으로 하는 스위스의 다국적 기업으로 감시 제어 및 데이터 수집이 가능한 감시 제어&데이터 수집기(SCADA)를 판매 중
 - 이 외에 변압기, 고전압 직류(HVDC) 시스템, 교류 전송 시스템(FACTS)와 같은 전기 및 자동화 제품, 시스템 등 다양한 제품을 개발, 제조 및 판매 중
- (Mitsubishi) 전자 및 전기 장비를 제조하는 다국적 기업으로 프로그램 가능 논리 제어기(PLC), 서보모터, 휴먼 머신 인터페이스(HMI), 마그네틱 스위치, 전산 수치 컨트롤러, 산업용 로봇 등을 제조 및 판매 중
 - 공정 제조의 모니터링 및 감시에 사용되는 SCADA 소프트웨어인 'MC Works64', 'AX facility', 'MC historian', 'AX portal' 등을 개발하였으며, 휴먼 머신 인터페이스(HMI)에 사용되는 엔지니어링 소프트웨어인 'GOT2000'시리즈, 'GOT1000'시리즈, 'GT SoftGOT'등을 개발

(2) 국내 플레이어 동향

- ☐ (SK C&C) 인공지능·빅데이터·클라우드와 마이크로서비스아키텍처(MSA) 등 최신 정보기술과 융합된 통합 플랫폼 모델을 기반해 스마트팩토리 구축
 - 제품 생산·관리와 관련된 전체 밸류체인 상 데이터를 실시간 연계·분석해 최적화
 - 물류 제어(MSC)·AI 기반 검사 등 자동화 솔루션을 비롯해 생산관리·품질관리·장비관리 등 제조 운영 솔루션과 통합 분석 솔루션을 제공
- ☐ (포스코ICT) IoT 센서를 적용해 제조 현장의 데이터를 수집하고 빅데이터로 분석·예측함은 물론 AI를 통한 자가 학습으로 최적의 제어를 가능하게 하는 생산 환경을 구현
 - 효율적 설비 관리로 무장애 생산체계를 실현하고 품질결함 요인을 사전에 파악해 불량을 최소화
 - 생산공정을 시뮬레이션하고 작업장의 위험 요소를 실시간으로 조치해 안전한 생산 환경을 구현
- ☐ (오토닉스) 자동차 생산공정에 맞춤형 자동화 솔루션 제공
 - 프레스 공정: 풀 메탈 원주 고주파 발전형 장거리 근접센서
 - 용접 공정: 고기능 PID 온도조절기, 풀 메탈 원주 내스퍼터 근접센서
 - 도장 공정: LCD 디스플레이 PID 온도조절기, 디지털 멀티 패널메타, 단상 LED 디스플레이 슬림 전력 조정기
 - 의장 공정: 3D 화이버 레이저 마킹 시스템, 비전 센서 VG 시리즈, 압력 센서/표시기

[프레스-용접-도장-의장 전 공정에 센서 통한 공정 지원]



* 출처 : 인더스트리 뉴스 (2020) 오토닉스, 자동차 생산 공정에 맞춤형 자동화 솔루션 제공

- (LS산전) LS산전은 국내 대표 PLC 생산업체로 1983년에 국산 첫 소형 PLC로 발표된 STARCON-A를 시작으로 XGT 시리즈까지 출시
 - XGT 시리즈에는 4가지로 XGK (Master-K 프로그램 호환용), XGI (Glofa 프로그램 호환 및 IEC 61131 표준언어 지원용), XGR(XGI와 호환되는 이중화 PLC용), XHB (블록형 소형 PLC) 가 있음
 - 차세대 HMI 신제품 iXP2 시리즈를 2018년 3월 출시한 바 있으며, 2019년 5월에는 이탈리아의 파르마 국제 자동화 시스템 박람회에서 오토메이션 라인업을 공개
- (싸이몬) 싸이몬은 국내 PLC 제조사로서는 유일하게 중대형 PLC 시스템 및 소형 PLC 시스템을 위한 OPC UA 모듈 개발을 완료, 공급 중
 - PLC와 상위 소프트웨어인 SCADA와 통신이 끊길 때를 대비해 PLC에서 일정 시간의 데이터를 저장하는 기능을 가진 이더넷 기반의 Data logger module도 개발

[국산 PLC]



*출처 : LS산전 및 싸이몬 홈페이지

- (티라유텍) 티라유텍은 LMS (Line Management System)라는 이름의 설비제어 솔루션을 출시
 - 반도체, FPD(Flat Panel Display), 태양광 등의 SECS/GEM 표준 프로토콜을 사용하는 제조 현장의 설비에서 발생하는 각종 데이터의 수집과 원격 제어를 위한 MES 및 설비 간의 인터페이스를 담당하는 프로그램을 개발하며 배포 및 관리에 유용한 통합 솔루션

다. 국내 연구개발 기관 및 동향

(1) 연구개발 기관

[자율형 공정제어 솔루션 기술개발 기관]

기관	소속	연구분야
한국기계연구원	로봇메카트로닉스연구실	<ul style="list-style-type: none"> • 양팔 로봇, 협동 로봇, 저동력 로봇 등 차세대 산업 로봇 기술 • 충돌감지, 전신감각 인공피부, 간편교시장치 등 협동로봇용 센서 및 제어 기술 • 하이브리드 자기베어링 및 응용 기술
한국전자기술연구원	지능정보연구본부 융합시스템연구본부	<ul style="list-style-type: none"> • 고속/경량 인공지능 추론 기술 • 인공지능 학습데이터 구축 및 활용 기술 • 스마트 시티, 무인이동체, 조선해양 등 IoT 융합 기술 • 나노/MEMS기반 스마트센서
한국전자통신연구원	에너지지능화연구실 엣지컴퓨팅응용서비스연구실	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지 환경센싱 및 예측 제어 기술 연구 • ML기반 데이터 분석 및 이상 진단 기술 연구 • 에너지장치 실시간 통신 기술 • 실시간으로 광계층을 감시하는 스마트 광원격노드 기술

(2) 기관 기술개발 동향

- ☐ (금오공과대학교) 확률 최적화 기반 공정 제어 및 증강현실을 가진 사이버 물리 시스템 구축 (2018/06/01~2021/05/31)
 - AR 인터페이스를 통한 제조현장에서의 모델링 지원 및 공정 시뮬레이션 기능 구현 및 공정 과정에서 발생하는 다차원의 불확실성을 처리할 수 있는 제어모델 연구
 - 제조공장 이상 진단을 위한 데이터 샘플링 및 분류 머신 SW 개발 및 인공지능 기술 기반의 제조공정 데이터 결측치 추정 및 이상 진단 프레임워크를 개발
- ☐ (한국산업기술대학교) 고신뢰 ICT-제조설비를 위한 빅데이터 기반 자율제어 기술 개발 (2017-03-01~2020-02-29)
 - 산업표준기반의 ICT-제조설비 연동 기술 개발
 - ICT-제조설비의 빅데이터 분석 시스템 개발
 - 고신뢰 ICT-제조설비를 위한 자율제어(모니터링-분석-전략-실행)엔진 개발
- ☐ (한국과학기술원) 자율운전 소형모듈형 원자로 연구센터 (2016/06/01 ~ 2022/12/31)
 - 사고시 원자로 피동정지 기능이 확보된 수냉각 무봉산 자율형 ATOM의 최적화된 노심개념 도출 및 노심 성능 해석
 - 수냉각 장주기 (주기길이>6년) ATOM 노심개념 도출 및 최적화된 핵연료주기 시스템 구축
 - ATOM 시스템의 피동안전성 확보를 위한 자연순환 공랭식 안전계통 개념개발
 - 증기사이클 대체용 ATOM-SCO2 발전 사이클 설계 개발 및 자연순환 SCO2 공랭기술 개발
 - 내장형 제어봉구동장치가 적용된 ATOM의 전자동 부하추종운전 알고리즘 및 전 범위 통합형 고기능 플랜트 제어계측 시스템 연구개발
 - 무봉산 냉각재 환경에서의 노심성능 및 안전성 극대화를 위한 핵연료와 재료 연구개발

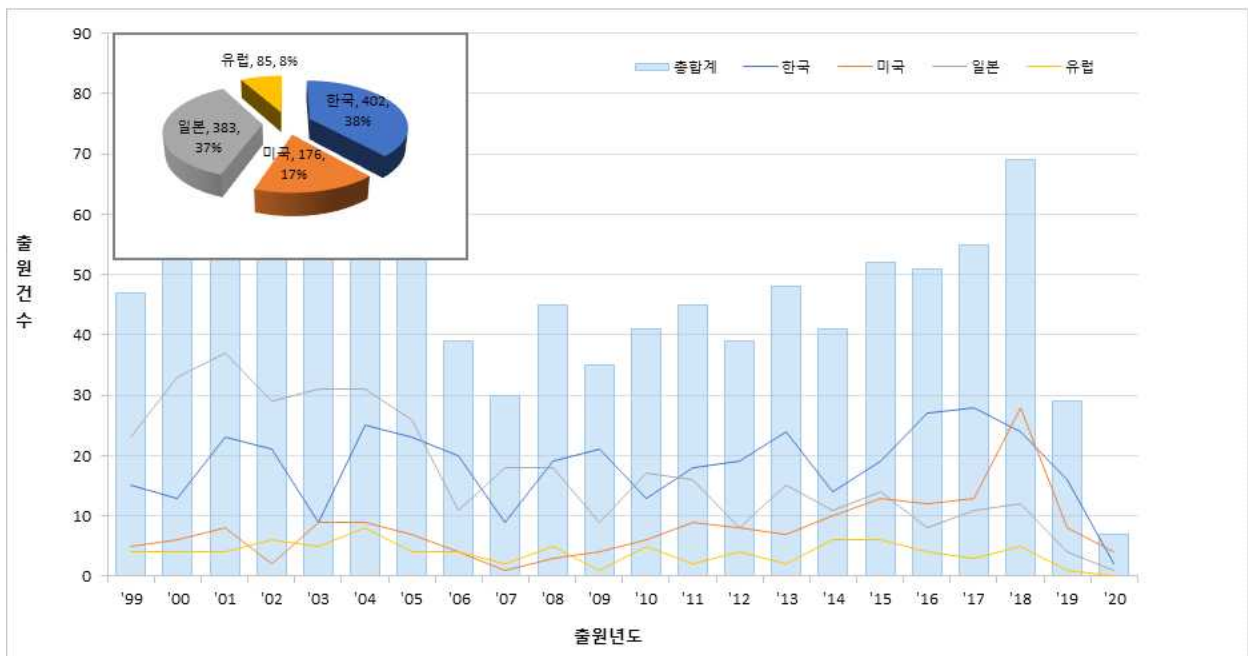
4. 특허 동향

가. 특허동향 분석

(1) 연도별 출원동향

- 자율형 공정 제어 솔루션의 지난 '22년(1999년~2020년)간 출원동향을 살펴보면 '99년도부터 증가와 감소를 반복하며 60건 내외의 출원을 진행하다가 '04년도 이후 출원이 급격하게 감소하였으나, '07년도부터 다시 완만하게 증가하는 양상을 나타냄
 - 각 국가별로 살펴보면 한국과 일본이 가장 활발한 출원활동을 보이고 있음
- 국가별 출원비중을 살펴보면 한국과 일본이 각각 38%, 37%의 출원 비중을 차지하고 있어, 최대 출원국으로 자율형 공정 제어 솔루션 분야를 리드하고 있는 것으로 나타났으며, 그 다음으로 미국 17%, 유럽 8% 순으로 나타남

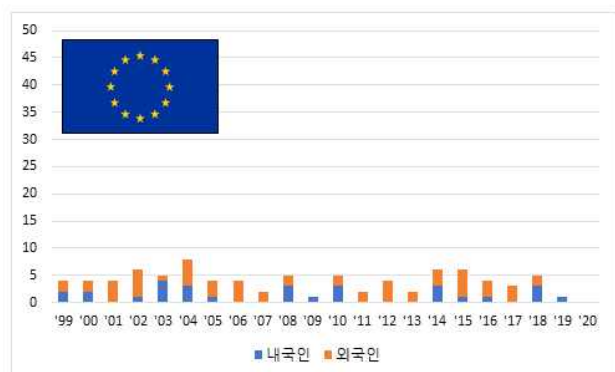
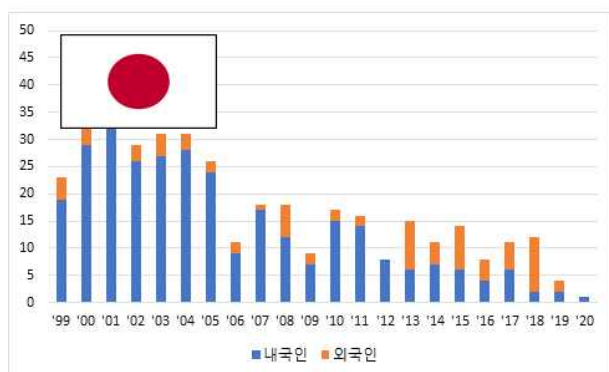
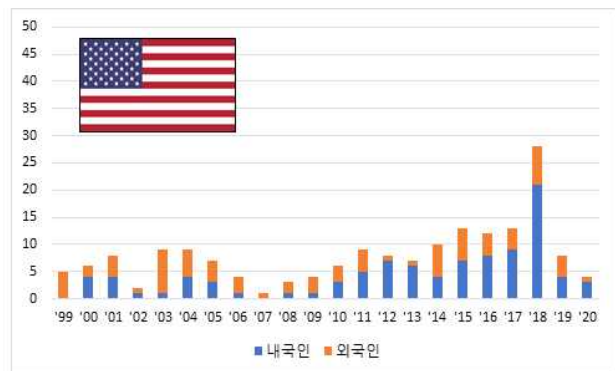
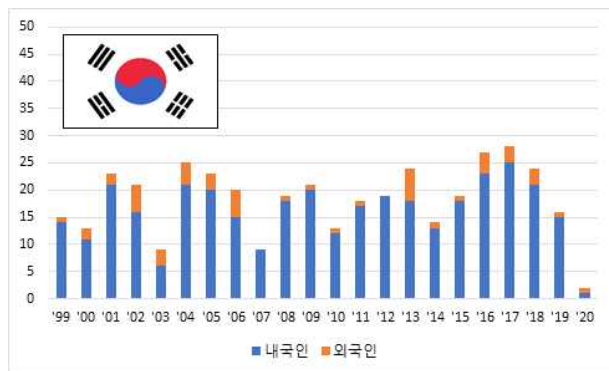
[자율형 공정 제어 솔루션 연도별 출원동향]



(2) 국가별 출원현황

- ☐ 한국의 출원현황을 살펴보면, 증가와 감소를 반복하며 매년 5~30건의 출원을 진행하고 있음
 - 내국인 위주의 출원이 진행되고 있음
 - 일본의 출원 수에 비해 105% 정도의 수준을 보임
- ☐ 미국의 출원현황을 살펴보면, '07년도 이후부터 꾸준히 증가하고 있으며 '18년도에 28건으로 가장 많은 특허를 출원함
- ☐ 일본의 출원현황을 살펴보면, '01년도에 37건을 출원하여 전체구간에서 가장 많은 출원 건수를 기록하였으나, 이후 꾸준한 감소세를 나타냄. 최근 해당 기술 분야에서 일본 시장에 대한 관심도가 낮아지고 있는 것으로 분석됨
- ☐ 유럽의 출원현황을 살펴보면, 매년 10건 이하의 특허를 출원하며 타 국가에 비해 특허출원이 미미한 수준임

[국가별 출원현황]

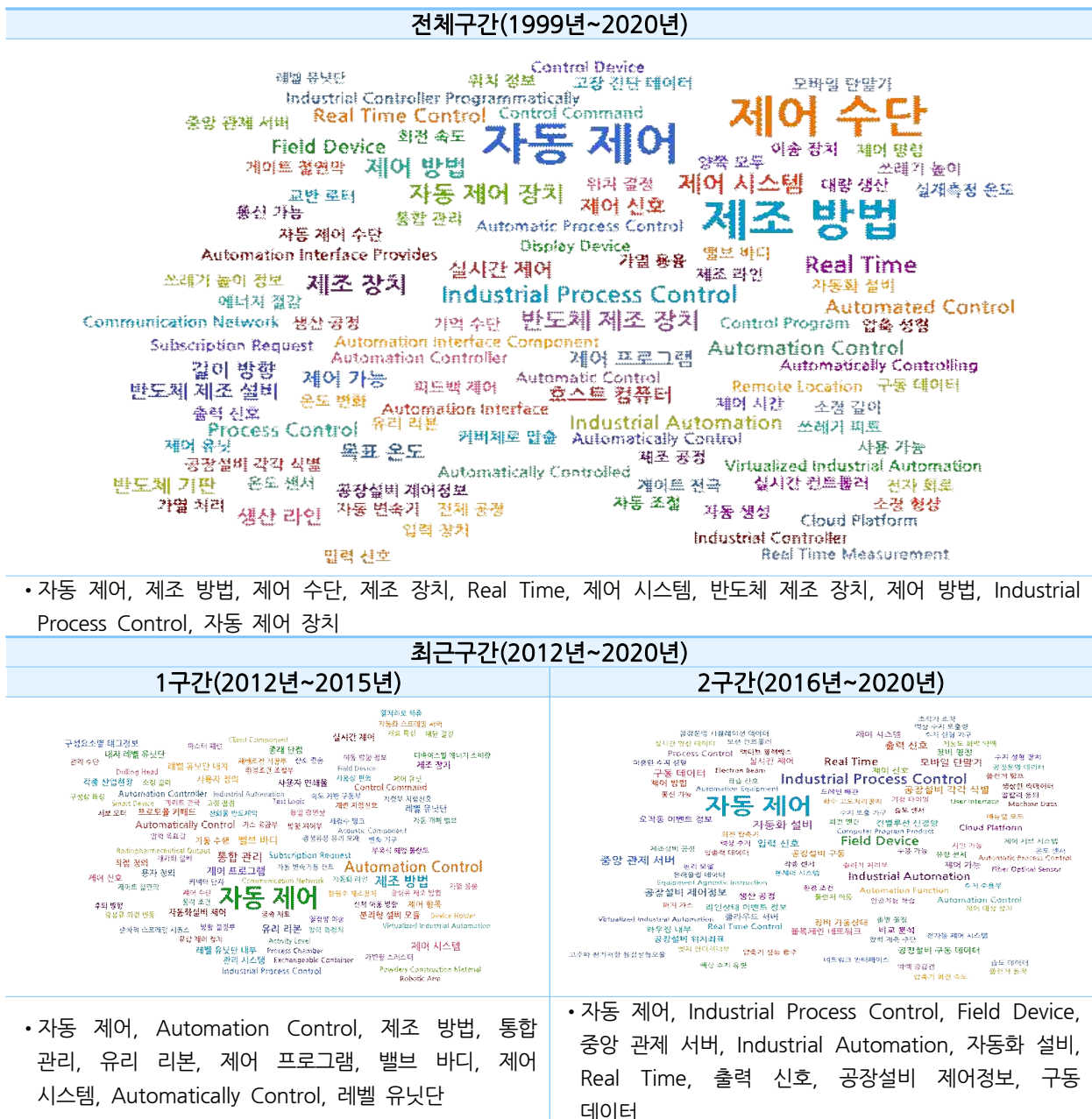


(3) 기술 집중도 분석

□ 전략제품에 대한 최근 기술 집중도 분석을 위한 구간별 기술 키워드 분석 진행

- 전체 구간(1999년~2020년)에서 자동 제어, 제조 방법, 제어 수단 등 키워드가 다수 도출
- 최근 구간 분석 결과, 최근 1구간(2012년~2015년)과 비교할 때 2구간(2016년~2020년)에서 Field Device, 중앙 관제 서버, Real Time 키워드가 많이 등장하는 것으로 보아 자율형 공정 제어 솔루션 분야에는 실시간 제어를 위한 다양한 연구개발이 활발한 것으로 추정

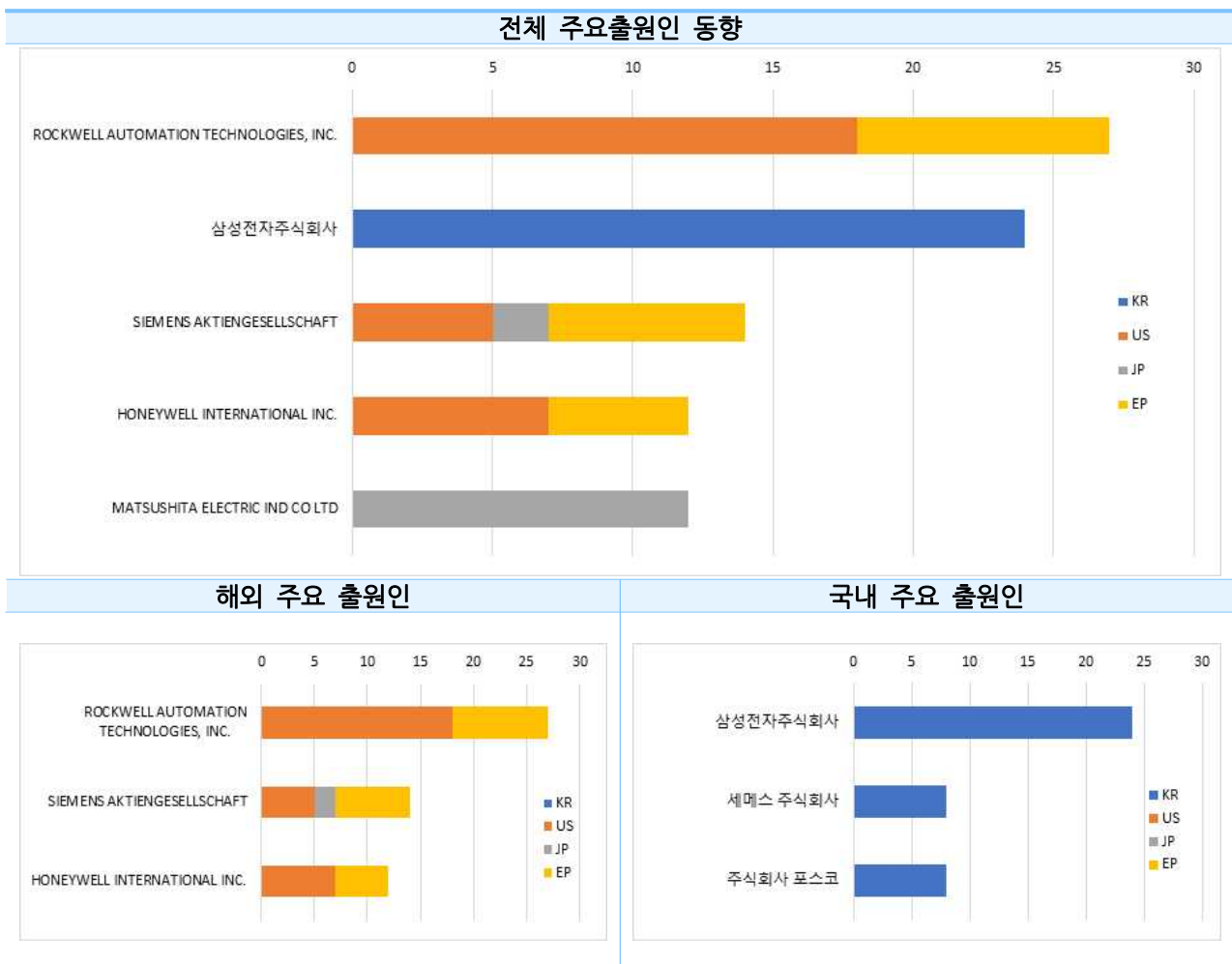
[특히 키워드 변화로 본 기술개발 동향 변화]



나. 주요 출원인 분석

- 자율형 공정 제어 솔루션의 전체 주요출원인을 살펴보면, 미국, 유럽, 아시아 국적의 출원인이 골고루 포함되어 있으며, 제1 출원인으로는 미국의 ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES, INC인 것으로 나타남
 - 제 1 출원인인 ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES, INC의 출원은 미국에 집중된 경향을 보임
- 자율형 공정 제어 솔루션 관련 기술로 자동화 제어 및 전자제품 등을 다루는 글로벌 대기업에 의한 출원이 대다수를 차지
 - 국내에서도 대기업의 활발한 출원이 이루어짐

[자율형 공정 제어 솔루션 주요출원인]



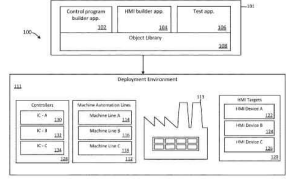
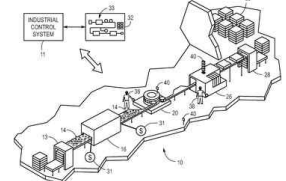
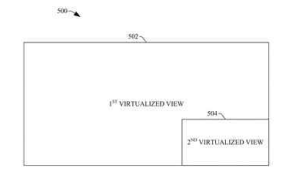
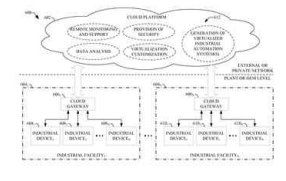
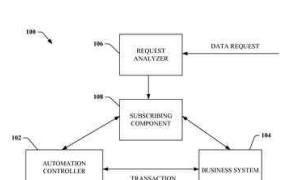
(1) 해외 주요출원인 주요 특허 분석

◎ ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES, INC.

□ ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES, INC는 미국의 산업 자동화 및 정보기술 제공 기업으로, 사용자-시스템 간 인터페이스 기술, 공정-시스템간 통신기술, 공정시스템 감지 기술 등 자율형 공정 제어 솔루션과 관련하여 다양한 출원을 진행하고 있음. 그 중 등록된 특허는 10건

- 특히, 클라우드 플랫폼 데이터분석을 통한 가상화된 산업자동화 시스템 생성 및 업데이트 기술과 관련하여 다수의 특허 출원을 진행한 것으로 파악

[ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES, INC. 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
US10761514 (2018.09.27)	Intelligent binding and selection of hardware via automation control objects	산업 공정제어 효율향상을 위한 시각화된 코드 도입기술	
US10719066 (2018.08.29)	Audio recognition-based industrial automation control	오디오 신호에 기초하여 공정장비의 이상신호를 감지하고 동작을 제어하는 기술	
US10564633 (2017.06.13)	Using cloud-based data for virtualization of an industrial automation environment with information overlays	클라우드 플랫폼 데이터분석을 통한 가상화된 산업자동화 시스템의 생성 및 업데이트 기술	
US9989958 (2013.11.22)	Using cloud-based data for virtualization of an industrial automation environment	클라우드 플랫폼 데이터분석을 통한 가상화된 산업자동화 시스템의 생성 및 업데이트 기술	
US9916546 (2012.11.15)	Factory automation transactions	자동화 컨트롤러가 데이터를 미들웨어에 전달한 후 데이터를 수정하여 비즈니스시스템과 자동화시스템 사이 직접통신을 가능하게 하는 기술	

* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT

- SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT는 독일에 본사를 둔 유럽 최대 엔지니어링 기업이며 자율형 공정 제어 솔루션과 관련하여 14건 출원하여 3건의 특허가 등록

[SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
US10705511 (2018.08.31)	Abstraction layers for automation applications	플랫폼으로 의존하지 않는 방법으로 자동화 기능을 실행하는 추상화층을 이용한 시스템기술	
US9235207 (2011.12.14)	Method for automatically generating dynamic frame packing groups	자동화 시스템을 위한 동적 프레임 패킹 그룹을 자동으로 생성하는 기술	
EP2466406 (2010.12.15)	Method for automatically generating dynamic frame packing groups	자동화 시스템의 필드 장치에서 컨트롤러로의 데이터 전송 속도를 높이기 위해 동적 프레임 패킹 자동생성기술	

* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ HONEYWELL INTERNATIONAL INC.

□ HONEYWELL INTERNATIONAL INC는 미국의 다국적 복합 기업으로, 자율형 공정 제어 솔루션과 관련하여 12건의 특허를 출원하였으며 2건의 특허가 등록

■ HONEYWELL INTERNATIONAL INC은 미국과 유럽에 특허출원을 집중

[HONEYWELL INTERNATIONAL INC. 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
US10747207 (2018.06.15)	System and method for accurate automatic determination of “alarm-operator action” linkage for operator assessment and alarm guidance using custom graphics and control charts	공정데이터로부터 정보를 추출하고, 추출된 정보에 기초하여 튜플을 생성하며, 이를 기반으로 공정제어하는 기술	
US9864364 (2014.12.19)	Method and apparatus for retrieving time-based event data into unified activity hierarchy across process clusters	공정장치별로 발생하는 이벤트를 식별하고 통합적으로 제시하는 기술	

* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

(2) 국내 주요출원인 주요 특허 분석

◎ 삼성전자주식회사

- 삼성전자주식회사는 한국의 전자제품 생산하고 공급하는 대기업이며, 자율형 공정 제어 솔루션 기술과 관련된 특허를 24건 출원함. 24건의 특허 중 등록된 특허는 2건을 보류
- 삼성전자는 자율형 공정 제어 솔루션 기술에 있어서, 주로 반도체 공정에서 제품상태에 따라 공정조건을 자율적으로 조절하여 제품의 수율을 향상시키는 특허를 다수 출원

[삼성전자주식회사 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR0567623 (2004.06.09)	반도체 기판 가공 방법 및 반도체 기판 가공 장비	반도체 기판 상태에 따라 주가공 공정 및 검사의 추가진행 여부를 판단하고, 이를 바탕으로 공정에 반영하여 제품의 생산수율을 극대화하는 기술	
KR0643488 (2000.11.09)	반도체 제조 공정에서의 가스공급 장치와 그에 의한 가스공급방법	반도체 제조 공정에서 필요한 가스량 및 공급량을 실시간으로 체크하여 공급가스량이 부족할 시 인터락을 발생시켜 가스공급불량에 따른 제품수율저하를 방지하는 기술	

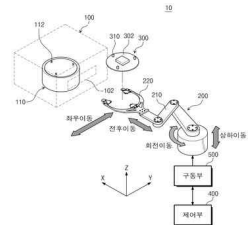
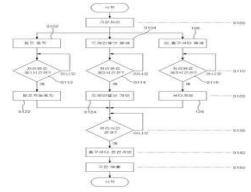
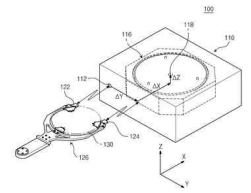
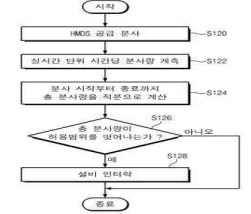
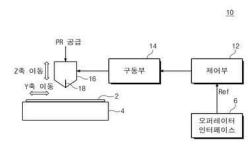
* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ 세메스 주식회사

□ 세메스 주식회사는 반도체 및 LCD제조 전문 기업이며, 자율형 공정 제어 솔루션과 관련된 특허를 8건 출원하였음. 8건의 특허 중 등록된 특허는 6건 보유

- 세메스가 출원한 특허를 살펴보면, 주로 감지센서/영상데이터를 바탕으로 반도체 기판의 위치를 자동적으로 제어하는 기술이 다수 포함

[세메스 주식회사 주요특허 리스트]

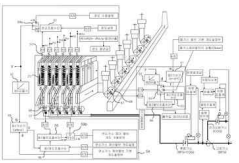
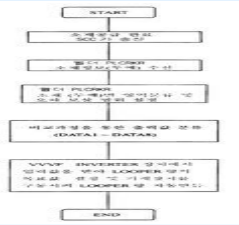
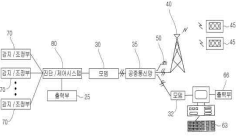
등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR1964964 (2012.05.08)	기판 이송 로봇의 자동 티칭 장치를 구비하는 반도체 제조 설비 및 그의 티칭 방법	서셉터 내의 영상 데이터 판단을 통해 기판의 위치를 검출하고, 자동으로 위치를 조정하는 기술	
KR1037181 (2008.11.14)	기판 처리장치의 약액 처리방법	처리조에 공급되는 약액의 양 및 레벨을 실시간으로 제어하여 약액 사용 효율을 높이는 기술	
KR0931857 (2007.11.02)	웨이퍼 이송 로봇을 구비하는 반도체 제조 설비 및 그의 자동 티칭 방법	웨이퍼 이송 시 처리유닛에 대한 데이터 및 기준위치 등을 감지하여 자동적으로 위치를 조정하는 기술	
KR0625323 (2005.08.23)	급변하는 공정에서 실시간으로 인터락 제어를 위한 반도체제조 설비 및 그 방법	HMDS의 시간당 분사량 계측을 통해 공정종료시점에서의 총 분사량을 예상하고, 허용범위를 벗어날 경우 설비 인터락 제어를 실시하는 기술	
KR0566408 (2004.10.15)	반도체 제조 공정에서의 도포막 두께 제어 장치 및 그의 제어 방법	기판 상의 도포막 두께변화와 슬릿 노출의 토출 유량변화를 모니터링한 후 오차만큼 막두께를 보상하여 도포의 균일성을 향상시키는 기술	

* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ 주식회사 포스코

- 주식회사 포스코는 한국의 철강회사로 자율형 공정 제어 솔루션 기술과 관련하여 8건의 특허를 출원하였으며, 그 중 3건의 특허가 등록됨

[주식회사 포스코 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR0995598 (2003.12.31)	코크스 제조공정에서의 연소실 온도 제어장치 및 그제어방법	측정되는 연소실의 연소온도에 따라 연소가스 제어밸브와 폐가스 제어밸브를 자동제어하여 최적의 연소조건을 유지하는 기술	
KR0823618 (2001.10.31)	도금공장 웰더를 위한 소재 두께별 루퍼량의 자동결정 및제어방법	웰더에 투입되는 소재의 두께, 소재 두께별 적정 루퍼량과 무게 및 탄력에 의한 루프 하강에 대한 보상량을 고려하여 자동으로 정확한 루퍼량을 산출하고 제어하는 기술	
KR0742896 (2001.04.09)	생산설비의 장애 감지 및 제어 장치, 생산설비의 장애 감지 및 제어 방법	생산설비에 설치되어 장애발생신호를 검출 및 해석하고, 이에 대한 조치를 자동적으로 제어하는 기술	

* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

다. 기술진입장벽 분석

(1) 기술 집중력 분석

- ☐ 자율형 공정 제어 솔루션관련 기술에 대한 시장관점의 기술독점 현황분석을 위해 집중률 지수(CRn: Concentration Ratio n, 상위 n개사 특허점유율의 합) 분석 진행
- 상위 4개 기업의 시장점유율이 0.07로 자율형 공정 제어 솔루션 분야에 있어서 독과점 정도는 매우 낮은 수준으로 판단
 - 국내 시장에서 중소기업의 점유율 분석결과 0.71로 해당 기술에 대하여 중소기업의 진입장벽은 높은 것으로 파악

[주요출원인의 집중력 및 국내시장 중소기업 집중력 분석]

주요출원인 집중력	주요출원인	출원건수	특허점유율	CRn	n
	ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES, INC.(미국)	27	2.6%	0.03	1
	삼성전자주식회사(한국)	24	2.3%	0.05	2
	SIEMENS AKTIENGESellschaft (독일)	14	1.3%	0.06	3
	HONEYWELL INTERNATIONAL INC.(미국)	12	1.1%	0.07	4
	MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD(일본)	12	1.1%	0.09	5
	TOSHIBA(일본)	9	0.9%	0.09	6
	세메스 주식회사(한국)	8	0.8%	0.10	7
	HITACHI LTD(일본)	8	0.8%	0.11	8
	주식회사 포스코(한국)	8	0.8%	0.12	9
	THE BOEING COMPANY(미국)	7	0.7%	0.12	10
	전체	1046	100%	CR4=0.07	
국내시장 중소기업 집중력	출원인 구분	출원건수	특허점유율	CRn	n
	중소기업(개인)	264	70.6%	0.71	
	대기업	76	20.3%		
	연구기관/대학	34	9.1%		
	전체	374	100%	CR중소기업=0.71	

(2) 특허소송 현황 분석

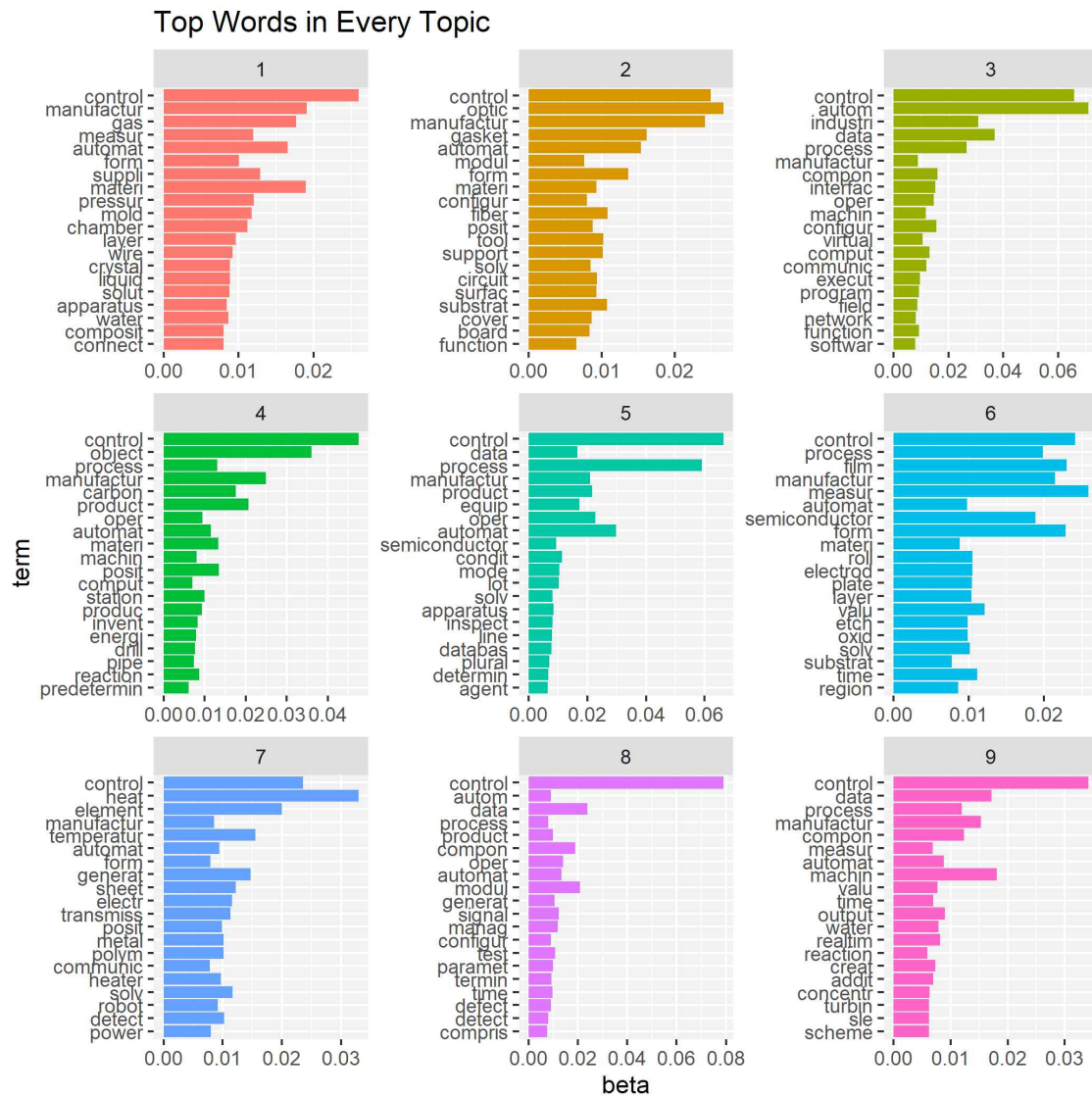
- ☐ 자율형 공정 제어 솔루션 분야 관련 특허소송 이력은 검색되지 않음
 - 따라서 국내기업이 미국시장에 진입하는 경우, 해당 분야를 선점할 수 있을 것으로 판단

5. 요소기술 도출

가. 특허 기반 토픽 도출

- 423개의 특허의 내용을 분석하여 구성 성분이 유사한 것끼리 클러스터링을 시도하여 대표성이 있는 토픽을 도출

[자율형 공정 제어 솔루션에 대한 토픽 클러스터링 결과]



나. LDA³⁷⁾ 클러스터링 기반 요소기술 도출

[LDA 클러스터링 기반 요소기술 키워드 도출]

No.	상위 키워드	대표적 관련 특허	요소기술 후보
클러스터 01	control, manufacture, materies, gas, automate, supplies, pressure, measure, mold, chamber	<ul style="list-style-type: none"> Heterogeneous ion exchange membrane and method of manufacturing thereof Method and system for operation of technical devices used in automation technology 	-
클러스터 02	optic, control, manufacture, gasket, automate, form, fiber, substrate, tool, support	<ul style="list-style-type: none"> Manufacturing method and product of vanadium dioxide-based thin film Optical real-time delay apparatus and method for manufacturing the same 	-
클러스터 03	automate, control, data, industries, process, component, configure, interface, oper, compute	<ul style="list-style-type: none"> Automated test system and method for computer factory install environment Method for detecting illegal modifications made to manufacturer software 	설비 제어시스템 인터페이스 및 데이터 연동 기술
클러스터 04	control, object, manufacture, product, carbon, posit, material, process, automate, station	<ul style="list-style-type: none"> Method and device for controlling and planning the order of production taking into consideration customer orders Functional interior material and method for manufacturing the same 	-
클러스터 05	control, process, automate, oper, product, manufacture, equip, data, condition, mode	<ul style="list-style-type: none"> Semiconductor factory automation system and method for controlling automatic guide vehicle Batch type processor 	설비 고장 현상, 원인, 조치결과 등의 공정 노하우 지식화 기술
클러스터 06	measure, control, film, form, manufacture, process, semiconductor, value, time, roll	<ul style="list-style-type: none"> Foresight secondary logic flow number management system, program, and method Method of manufacturing junction type semiconductor device 	-
클러스터 07	heat, control, element, temperature, generate, sheet, solve, electric, transmission, detect	<ul style="list-style-type: none"> Heat generating rubber sheet and its manufacturing method Method and device for manufacturing optical fiber preform 	AI기반 설비 데이터 실시간 이상발생 감지 및 모니터링 기술
클러스터 08	control, data, module, component, oper, automate, signal, manage, test, generate	<ul style="list-style-type: none"> Internet of things automotive intelligent control panel and internet of things automotive intelligent management system Quality monitoring system and quality monitoring method for fuel cell manufacturing line and quality monitoring system for manufacturing line 	AI기반 분산형 공정 최적제어 시스템 기술
클러스터 09	control, machine, data, manufacture, component, process, output, automate, realtim. water	<ul style="list-style-type: none"> Scalable multiple-material additive manufacturing Acanthospermum hispidum composition for the treatment of cancer and methods for its manufacture 	정정정보 실시간 취득을 위한 IoT 플랫폼 기술

37) Latent Dirichlet Allocation

다. 특허 분류체계 기반 요소기술 도출

- ☐ 자율형 공정 제어 솔루션 관련 특허에서 총 9개의 주요 IPC코드(메인그룹)를 산출하였으며, 각 그룹의 정의를 기반으로 요소기술 키워드를 아래와 같이 도출

[IPC 분류체계에 기반한 요소기술 도출]

IPC 기술트리		
(서브클래스) 내용	(메인그룹) 내용	요소기술 후보
(B29C) 플라스틱의 성형 또는 접합; 가소 상태에 있는 물질의 성형 일반; 성형품의 후처리, 예. 수선	• (B29C-064) 첨가제 제조, 즉. 부가적 증착, 첨가제 응집 또는 첨가제 적층 (additive layering)에 의한 3차원 물체의 제조, 예. 3D 프린팅, 광조형 또는 선택적 레이저 소결에 의한 것	-
(C02F) 물, 폐수, 하수 또는 오니	• (C02F-001) 물, 폐수 또는 하수의 처리	-
(F16H) 전동장치(Gearing)	• (F16H-061) 회전운동 전달용 변속 또는 역전전동장치의 제어기능	-
(G05B) 제어계 또는 조정계 일반; 이와 같은 계의 기능요소; 이와 같은 계 또는 요소의 감시 또는 시험장치	• (G05B-013) 적응제어, 즉 미리 지정된 기준에 따라서 최적인 동작을 하도록 그 자체를 자동적으로 조정하는 계	-
	• (G05B-019) 프로그램제어계	-
	• (G05B-023) 제어계 또는 그 일부의 시험 또는 감시 (G05B 19/048, G05B 19/406 프로그램 제어시스템의 모니터링)	설비 제어시스템 인터페이싱 및 데이터 연동 기술
(G06F) 전기에 의한 디지털 데이터처리	• (G06F-019) 특수한 어플리케이션에 특히 적합한 디지털 컴퓨팅 또는 데이터 처리 장치 또는 방법	-
(G06Q) 관리용, 상업용, 금융용, 경영용, 감독용 또는 예측용으로 특히 적합한 데이터 처리 시스템 또는 방법; 그 밖에 분류되지 않는 관리용, 상업용, 금융용, 경영용, 감독용 또는 예측용으로 특히 적합한 시스템 또는 방법	• (G06Q-050) 특정 사업 부문에 특히 적합한 시스템 또는 방법, 예. 공익사업 또는 관광	-
(H01L) 반도체 장치; 다른 곳에 속하지 않는 전기적 고체 장치	• (H01L-021) 반도체장치 또는 고체 장치 또는 그러한 부품의 제조 또는 처리에 특별히 적용되는 방법 또는 장비	-

라. 최종 요소기술 도출

- ☐ 산업·시장 분석, 기술(특허)분석, 전문가 의견, 타부처 로드맵, 중소기업 기술수요를 바탕으로 로드맵 기획을 위하여 요소기술 도출
- ☐ 요소기술을 대상으로 전문가를 통해 기술의 범위, 요소기술 간 중복성 등을 조정·검토하여 최종 요소기술명 확정

[자율형 공정 제어 솔루션 분야 요소기술 도출]

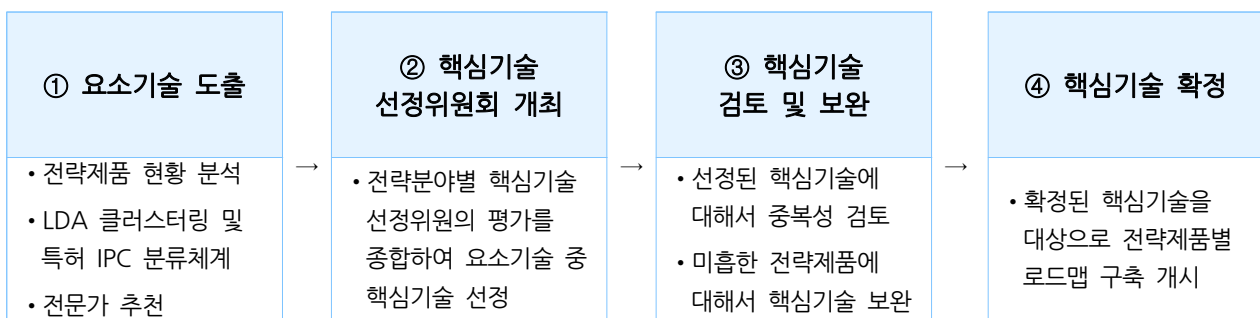
요소기술	출처
설비 제어시스템 인터페이싱 및 데이터 연동 기술	특허 클러스터링, IPC 기술체계, 전문가 추천
정정정보 실시간 취득을 위한 IoT 플랫폼 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
설비 고장 현상, 원인, 조치결과 등의 공정 노하우 지식화 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
AI기반 유연생산, 스케줄링 및 핵심공정 최적화 기술	전문가 추천
AI기반 설비 데이터 실시간 이상발생 감지 및 모니터링 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
제조 가상화를 위한 생산공정 디지털 트윈 기술	전문가 추천
사람-기계 협업기반 최적 생산성 예측 및 작업 할당 기술	전문가 추천
AI기반 분산형 공정 최적제어 시스템 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
공정설비용 AI 탑재 엣지컴퓨팅 기술	전문가 추천

6. 전략제품 기술로드맵

가. 핵심기술 선정 절차

- ☐ 특허 분석을 통한 요소기술과 기술수요와 각종 문헌을 기반으로 한 요소기술, 전문가 추천 요소기술을 종합하여 요소기술을 도출한 후, 핵심기술 선정위원회의 평가과정 및 검토/보완을 거쳐 핵심기술 확정
- ☐ 핵심기술 선정 지표: 기술개발 시급성, 기술개발 파급성, 기술의 중요성 및 중소기업 적합성
 - 장기로드맵 전략제품의 경우, 기술개발 파급성 지표를 중장기 기술개발 파급성으로 대체

[핵심기술 선정 프로세스]



나. 핵심기술 리스트

[자율형 공정 제어 솔루션 분야 핵심기술]

핵심기술	개요
AI기반 유연생산 스케줄링 및 핵심공정 최적화 기술	· 유연 생산 최적화를 위하여 인공지능 기반의 생산 계획을 수립하는 스케줄링 엔진 및 스케줄링에 기반하여 공정 운영을 최적화하는 기술
설비 고장 현상, 원인, 조치결과 등의 공정 노하우 지식화 기술	· 정형화되지 않은 암묵지 형태로 전해지는 현장의 노하우 중심의 제조 공정기술을 취득하고 최적화·보정·표준화 등을 통해 지식화하는 기술
사람-기계 협업기반 최적 생산성 예측 및 작업 할당 기술	· 다양한 제조 현장에 맞는 작업자 중심의 기계/장비/로봇과의 협업을 통한 생산성 향상 및 작업자 안전 제공 기술
제조 가상화를 위한 생산공정 디지털트윈 기술	· 제조기준 정보를 이용하여 디지털 공간에 제조공정 및 공정 운영을 반영한 가상의 공장을 구축하는 기술
AI기반 분산형 공정 최적제어시스템 기술	· 제품 및 제조 환경의 변화를 정밀하게 예측 및 인지하고, 인공지능 기술에 기반하여 자동화 설비 스스로 변경된 상황에 대응하는 기술






다. 중소기업 기술개발 전략

- ☐ 다양한 디바이스(PLC, HMI, OPC, File, Sensor 등)의 Connectivity 확보
- ☐ 스마트제조 지원 정책에 맞춰 중소기업용 설비제어 솔루션 개발 필요
- ☐ 통합 모니터링 구축(디바이스 자체(Healthy Check), Sensor Data 등) -> AI 기반 모니터링 데이터 분석 기술 개발

라. 기술개발 로드맵

(1) 중기 기술개발 로드맵

[자율형 공정 제어 솔루션 분야 중기 기술개발 로드맵]

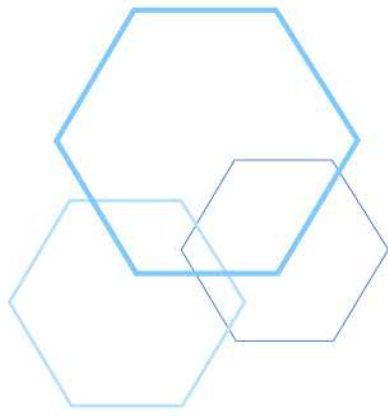
자율형 공정 제어 솔루션	운영환경 변화에 따라 실시간으로 공정을 최적제어하는 솔루션			
	2021년	2022년	2023년	최종 목표
AI기반 유연생산 스케줄링 및 핵심공정 최적화 기술				상황변화에 따른 최적 스케줄을 생성하여 공정 최적화에 활용
설비 고장 현상, 원인, 조치결과 등의 공정 노하우 지식화 기술				공정 노하우 지식화를 위한 데이터 확보
사람-기계 협업기반 최적 생산성 예측 및 작업 할당 기술				생산성 최적 예측을 통한 인간-기계 협업 작업 계획 수립
제조 가상화를 위한 생산공정 디지털트윈 기술				제조공정을 디지털화하여 컴퓨터 상에 구축
AI기반 분산형 공정 최적제어시스템 기술				AI를 활용하여 실시간으로 생산 공정 최적 제어

(2) 기술개발 목표

- ☐ 최종 중소기업 기술로드맵은 기술/시장 니즈, 연차별 개발계획, 최종목표 등을 제시함으로써 중소기업의 기술개발 방향성을 제시

[자율형 공정 제어 솔루션 분야 핵심요소기술 연구목표]

핵심기술	기술요구사항	연차별 개발목표			최종목표	연계R&D 유형
		1차년도	2차년도	3차년도		
AI기반 유연생산 스케줄링 및 핵심공정 최적화 기술	스케줄링 정확도 향상율 (%)	10	20	30	상황변화에 따른 최적 스케줄을 생성하여 공정 최적화에 활용	기술혁신
설비 고장 현상, 원인, 조치결과 등의 공정 노하우 지식화 기술	현장 데이터 확보율 (%)	50	70	90	공정 노하우 지식화를 위한 데이터 확보	산학연
사람-기계 협업기반 최적 생산성 예측 및 작업 할당 기술	인간-기계 협업 공정수	1	3	5	생산성 최적 예측을 통한 인간-기계 협업 작업 계획 수립	기술혁신
제조 가상화를 위한 생산공정 디지털트윈 기술	제조공정의 디지털트화 수준 (%)	70	80	90	제조공정을 디지털화하여 컴퓨터 상에 구축	창업형
AI기반 분산형 공정 최적제어시스템 기술	공정 최적화율 (%)	80	90	98	AI를 활용하여 실시간으로 생산 공정 최적 제어	기술혁신



전략제품 현황분석

디지털트윈 생산시스템



디지털트윈 생산시스템

정의 및 범위

- 디지털트윈 생산시스템은 사이버-물리 시스템(CPS)으로도 불리며 사이버 시스템을 통해 실세계의 사람, 운영환경, 기계장치와 같은 물리 시스템을 네트워크로 연결하여 제어 가능하도록 하는 시스템

전략 제품 관련 동향

시장 현황 및 전망	제품 산업 특징
<ul style="list-style-type: none"> • (세계) 디지털 트윈 세계 시장 규모는 2018년 12억 달러 수준에서 2024년 193억 달러가 넘는 시장으로 연평균 약 58%씩 성장할 것으로 전망 • (국내) 국내 CPS 시장은 '18년 약 9조 7,436억 원에서 '24년 약 54조 1,736억 원으로 연평균 33.1% 성장할 것으로 전망 	<ul style="list-style-type: none"> • 사이버시스템과 물리시스템 간의 정밀하고 유기적인 연결을 위한 모델링 및 시뮬레이션 기술을 적용해 각종 산업 분야에서 새로운 서비스 및 기회 창출 • 글로벌 기술을 통해 특정 도메인 적용기술로 개발이 되고 있는 상황, 국내 중소기업은 초기단계이나 개발속도가 빨라 대체 제품 개발 가능 • 전 세계에 있는 여러 공장을 사이버 공간에 재현하고 횡단적으로 분석, 이로 인해 디지털트윈을 활용한 새로운 개선 활동으로의 확장 기대
정책 동향	기술 동향
<ul style="list-style-type: none"> • 과학기술정보통신부의 ICT 융합형 제조서비스 실증·확산 기반구축 사업, '개인화 제조 서비스 기반구축 사업' 등 다양한 연구개발 사업 추진 • 경기도 지역협력연구센터(GRRC)로 도내 기업들과의 공동연구 및 기업지원연구 	<ul style="list-style-type: none"> • 자율제어, 통합 연동 미들웨어, 산업용네트워크, 모델링 및 시뮬레이션, 임베디드 시스템, 설비 연결 표준화 통신, OS 및 플랫폼 관련 기술 개발이 활발 • 고신뢰도 확보를 위해 오류 분석 모델링에 의한 지식베이스 기반 네트워크 기반 자율제어기술 연구 • 디지털트윈 분석을 구현해 내는 사물인터넷 기술과의 상호작용 연구
핵심 플레이어	핵심기술
<ul style="list-style-type: none"> • (해외) GE, Tesla Motors, Bosch, Siemens, Qualcomm, ANSYS, Google, RTI, Siemens, IBM, MS, Dassault Systems • (대기업) KT, LG유플러스, LG CNS, 포스코건설, 현대제철 (중소기업) 다쏘시스템, PTC, 아인스에스엔씨, 녹원정보기술, 케이넷이엔지, 지멘스코리아 	<ul style="list-style-type: none"> • 생산공정 시뮬레이션 기술 • IoT 기반 원격 제어 기술 • 맞춤형 공정설계 자동화 기술 • 제조 가상화 시스템 기술 • 도메인 모델링 기술

중소기업 기술개발 전략

- 국내 기술이 매우 취약한 상황이므로 개발을 위한 로드맵 수립 필요
- 중소기업 마다 당면한 과제부터 해결이 가능한 CPPS의 점진적 도입 필요
- 국내외 기술제휴/협력을 통해 디지털트윈 운용환경 구축을 위한 기반 확보가 필요
- 여러 산업분야에 실증사업 확대, 경험/사례 공유 기반 마련 및 기술발전에 선순환 유도 정책 시행

생태계 강화방안

- 디지털트윈은 아직 상용화 단계라고 볼수는 없기 때문에 국내의 디지털 트윈 솔루션 시장 견인 및 산업경쟁력 제고를 위해 여러 산업 분야 실증사업 확대, 경험/사례 공유기반 마련 및 기술발전에 선순환 유도 정책 시행 필요

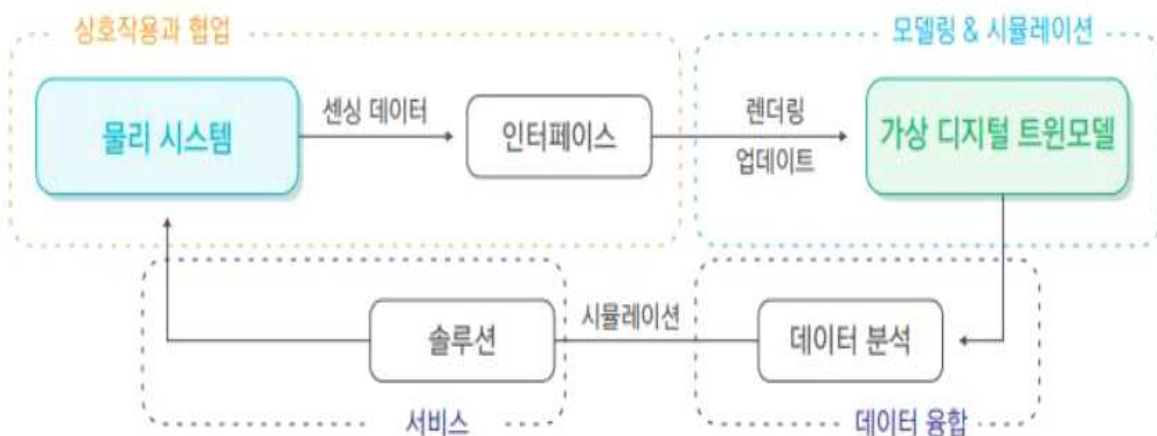
1. 개요

가. 정의 및 필요성

(1) 정의

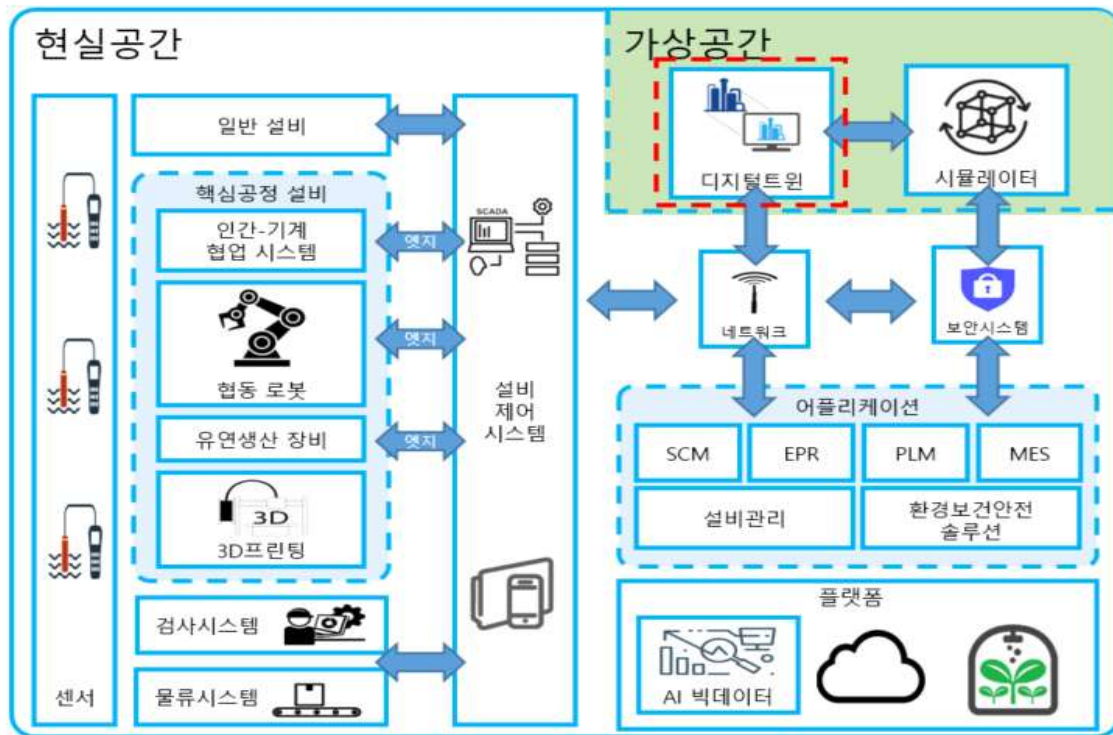
- 디지털트윈 생산시스템은 사이버-물리 시스템(CPS)으로도 불리며 사이버 시스템을 통해 실세계의 사람, 운영환경, 기계장치와 같은 물리 시스템을 네트워크로 연결하여 제어 가능하도록 하는 시스템
- 사이버-물리 생산 시스템(CPPS, Cyber-Physical Production Systems)은 제조 산업 분야에 CPS 기술이 적용된 것으로 컴퓨팅 및 정보처리, 통신, 센서·구동·제어 기능이 현실세계의 사물(생산 기계, 조립 로봇, 작업자 등)들과 네트워크로 연계되어 자동화 및 지능화된 유기적인 센싱-제어기반 스마트제조 시스템 기술
 - CPPS는 공장 현장의 필드버스나 PLC, 센서 등에서 데이터를 수집하고, 그 상위로 MES, ERP, SCM 등의 기업운영 어플리케이션의 데이터로 변환하여 전달하는 수직적인 데이터의 통합을 통해 제조와 비즈니스 영역을 연결시킬 수 있는 역할
 - CPPS는 제품개발부터 출시 AS, 단종, 재활용의 단계까지 제품 Life Cycle상에 존재하는 제품의 기획, 수요조사, 설계 및 제품 시뮬레이션 등 PLM 전 과정에서 작동되고 있는 시스템과 협력 기업의 제조 및 비즈니스 활동에서 발생하는 데이터를 수평적으로 수집, 통합해서 CPPS 내부로 전달
 - 수직적인 데이터와 수평적 데이터를 원활히 수집하는 각각의 물리적인 통신 레이어가 다른 기기종의 수많은 디바이스와 센서, 시스템을 통해 데이터를 수집하고 제어하기 위해서는 기기종간의 OS가 독립적이며, 표준화된 통신 방식 및 플랫폼이 필요

[디지털트윈의 개념도]



* 출처: 한국전력연구원

[스마트제조에서 디지털트윈 생산시스템의 위치]



* 출처 : 네모아이씨지 자체 작성

(2) 필요성

- 가상 시뮬레이션을 이용하면 기기와 설비에 대한 CPS를 구축하여 시행착오에 따른 오류와 비용을 절감 가능
 - 현실의 기기나 설비를 컴퓨터 프로그램상에서 가상으로 구현하면 시뮬레이션을 통해 최적의 운영 방안을 쉽게 도출 가능
 - 가상 시뮬레이터를 활용하면 실제 적용하기 전에 부품 생산을 위한 최적 프로그래밍이 가능해지면서 시간과 비용을 절감
 - 공작기계 제조 기업들이 가상 시뮬레이터까지 고객에게 제공하는 사례가 늘어나는 추세
 - 공장 자체를 CPS로 구현하면 가상 시운전을 통해 공장 운영 과정의 비효율성을 사전에 점검하거나 교육 및 훈련 프로그램으로 활용 가능
 - 특히 산업현장에서 GE의 Predix 같은 디지털트윈을 통해 작업 프로세스를 미리 시뮬레이션 해 봄으로써 손실을 줄이고 작업의 효율성을 증대

- CPS는 공장 내외의 모든 정보를 수집하고 저장하여 하나의 빅데이터를 구성하여 생산성과 품질을 개선하는데 기여 가능
 - 빅데이터를 분석하여 비로소 필요한 정보의 생성이나, 지능화된 자율의사 결정을 통해 물리세계인 설비와 공정 운영을 각종 액츄에이터와 작업지시 등을 통해 제어 가능
- CPS는 전통 산업에 ICT기술이 결합되어 기존 산업과 서비스에 새로운 부가가치를 부여하고자 스마트 시티, 국방, 교통, 스마트 그리드, 스마트 생산 시스템 등에 활용 가치가 매우 큰 기술
 - (자동차) 자동차 ECU에 탑재되는 SW비중이 증가함에 따라 관련 부품을 위한 개발지원 도구를 개발하는 업체 간의 주도권 경쟁이 더욱 심화될 것으로 보이며, 또한 거대 IT 기업(MS, Apple, Google 등)의 자동차 시장 공략이 본격화
 - (조선) 선박 및 해양구조물 설계기술 고도화 및 생산성 향상을 위해 선박 설계 및 생산 시스템, 관리지원 시스템 시장이 확장되고 있으며, 대부분 해외 기술 의존도가 높은 상황으로 국내에서는 조선해양 전용 시스템 개발로 이에 대응
 - (건설) 초고층, 초정밀 등 시공환경이 고도화됨에 따라 가상건설 설계 기법을 통한 비용 및 기간 최적화 경쟁이 가속화되는 추세
 - (섬유) 엔터테인먼트용 디지털 의류를 시작으로 헬스케어 의류 및 i-Fashion 기술 등 원천요소 기술에서 제품응용까지 선진국과 큰 기술격차가 없는 것으로 분석
 - (의료) 기존 의료기기 제조업체뿐만 아니라 센서 및 측정기기가 부착된 가전, 의류 등이 개발되면서 다양한 산업군에서 활발히 참여
 - (기계) 조선, 자동차, 반도체, 디스플레이 등은 외산 기계제품에 의한 제품개발이 대부분인 것으로 확인
 - (에너지) 유럽 및 미국에서는 신재생에너지 개발을 위하여 태양열, 풍력, 바이오 가스 등을 중심으로 집중적인 연구개발을 수행 중
- 다양한 지능형 장치 및 유비쿼터스 무선 통신 기기가 급증하고 컴퓨팅 및 메모리성능의 발전이 지속되면서 여러 응용 분야에 컴퓨팅이 미치는 영향도 증가할 것으로 전망
 - 컴퓨팅으로 대표되는 사이버 세계의 기능이 미래에는 훨씬 더 광범위한 분야의 물리적 세계와 접목하여 그 활용도가 증가를 예상
 - 의료기기, 자동차, 로봇, 항공기, 보안 및 감시시스템 등 대부분의 컴퓨터탑재 물리시스템들은 구성 요소의 복잡성 증가로 단위별 요소와 전체 시스템 간의 부조화로 인한 결함 가능성이 증대 가능
 - 따라서 각종 재난과 사고를 미연에 방지할 뿐만 아니라, 고신뢰성을 보장하는 무결점(zero-defect) 지능 시스템으로의 발전에 대한 필요성을 감안

나. 범위 및 분류

(1) 가치사슬

- 전 산업 분야에서 CPS 간의 통합 연동을 촉진할 수 있는 IoT 통신 및 연동 미들웨어 기반이 구축될 경우 ICT 기술의 산업 융합이 가속화되어 전 산업 분야에서 추가적 부가가치 창출이 가능
 - CPS 기술을 이용하여 산업별 다양한 요구사항에 따라 최적의 자원을 배치하여 에너지 및 운영비용 절감을 통한 경제 발전 예상
 - 안전성을 위하여 복수 개의 시스템과 복수 개의 OS를 사용하여 처리하던 기존 방식과 달리 고신뢰 듀얼 OS 기술을 활용하여 하나의 시스템에서 범용 및 실시간 기능을 동시에 제공하게 됨으로써 시스템 구축비용을 획기적으로 절감
- 무인자동차, 무인항공기 등 자율 운전 및 원격 제어관련 산업이 CPS의 새로운 시장을 형성하고 있으며, 이러한 분야에서의 자율제어를 위한 시스템, SW, 부품 수요가 폭발적으로 성장할 것으로 예상
- 제조업, 건설업 등의 기존 산업 및 운송·물류, 헬스케어·의료 분야에 큰 영향을 미칠 것으로 전망되며 전 세계 GDP의 46%에 해당 하는 산업 영역에서 직·간접적인 새로운 부가가치 창출이 가능할 것으로 예상
 - 제조·생산 분야에 CPS 모델링 및 시뮬레이션 기술을 적용해 국내 제조업(전체 수출 중 97.8% 차지)의 경쟁력 향상 및 경제 발전에 이바지

[디지털트윈 생산시스템의 산업구조]

후방산업	디지털트윈 생산시스템	전방산업
IoT 통신 및 연동 미들웨어, 고신뢰 OS 시장, 임베디드 SW시장 등	센서 네트워크 시스템, 확률적 복합 시스템, 복합적 안전 및 효율제어, 가상제조기술 속도조절 등	자동차, 조선, 건설, 기계, 에너지 등

(2) 용도별 분류

- ☐ 국가 인프라, 운송, 전력망, 국방, 공장 등의 다양한 분야에 CPS를 포함한 정보통신 기술이 적용되어 새로운 차원의 부가가치가 생겨날 것으로 예상
- 기존 임베디드 시스템의 미래지향적이고 발전적인 형태인 CPS기술은 전력망, 국가 인프라, 헬스케어 등 매우 복잡한 핵심 인프라에 모두 적용 될 것으로 예상
 - 특히 CPS는 제조분야에 적용되어 제품기획단계에서부터 출시, 유통에 이르는 제품의 Life Cycle 전반에 걸쳐 그 적용범위가 다양하고 그 효용성도 증가할 것으로 예측

[용도별 분류]

구분	세부 내용
스마트제조 공장	<ul style="list-style-type: none"> • 공장 스마트화로 새로운 제품 생산뿐만 아니라, 에너지 소비나 기피되는 제조업 근로자의 노동환경 등 현대 사회가 안고 있는 다양한 문제까지도 해결이 가능
스마트그리드	<ul style="list-style-type: none"> • 전력망은 ICT로 효율을 향상시킬 수 있는 인프라로 특히 풍력·태양광 등이 전력 그리드에 접속할 때 자원 낭비가 없도록 최적화하고 제어하는 데 ICT가 필수
스마트 헬스케어	<ul style="list-style-type: none"> • 정보 통신 기술과 보건 의료를 연결하여 언제 어디서나 예방, 진단, 치료, 사후 관리의 보건 의료 서비스를 제공
교통 시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 도로교통은 ICT로 큰 변혁을 기대할 수 있는 분야로 개별 차량의 움직임을 ICT로 파악하면 세밀한 과금 조정 등 유연한 교통 정책을 실현이 가능
스마트시티	<ul style="list-style-type: none"> • 사람의 이동과 활동을 토대로 교통 및 에너지를 예측하고, 기상을 관측·예측해 최적의 에너지 생성·분배 계획을 세우는 도시 설계
국방	<ul style="list-style-type: none"> • 컴퓨터가 자동으로 운행하는 무인기나 위험한 전투현장에서 로봇이 전투를 수행하는 기술까지 개발돼 전투현장에 배치되는 등 첨단 ICT융합 무기개발을 통해 국방력을 개선

2. 산업 및 시장 분석

가. 산업 분석

◎ 새로운 가치 창출 기술 디지털트윈

- 사이버시스템과 물리시스템 간의 정밀하고 유기적인 연결을 위한 모델링 및 시뮬레이션 기술을 적용해 각종 산업 분야에서 새로운 서비스 및 가치 기회를 창출
 - 인간과 기술적 시스템 사이의 쌍방향 협업은 숙련된 노동인력의 부족 문제와 검증하는 작업장 내의 다양성(연령, 성, 문화적 배경 등)을 해결함으로써 작업과정에서의 안전성 확보는 물론 검증된 운영방식의 적용을 통해 지속적인 생산성을 유지 가능
 - 일반적으로 OS 기술이 갖는 한계점인 기술 지원 및 유지 보수 문제를 해결함으로써 새로운 시장 개척 기회를 확보
 - 정보기술의 게임, VR/AR 등의 타 분야와의 연계성이 가능한 분야로서 산업 연계 파급효과가 큰 특징을 지님
- SW 안정성에 대한 규제 강화로 후발 추격 국가의 고신뢰 OS 시장 진출을 막고 있는 선진국 시장 확보 가능
 - 컴퓨터 시스템의 오류 중 약 40%가 사람의 실수에 의한 오류임을 감안할 때, 발생 가능한 문제들의 조기 발견을 통하여 인적 자원, 비용관리 측면에서 파급 효과가 클 것으로 판단
 - 시스템 SW 수준에서의 안전성 보장을 통하여 2020년 임베디드 SW 시장 10% 점유 시 4,158억 원의 시장 창출 및 6,653명의 고용 창출 기대경쟁력 확보가 시급

[디지털트윈의 사업 가치]

사업가치의 범주	구체적인 잠재적 사업 가치
품질	<ul style="list-style-type: none"> • 전반적 품질 향상 • 품질 경향을 예측하고 더 빨리 결함을 발견 • 품질 기준 이탈을 통제하고 품질 문제의 시작 시점 파악 가능
품질보증 비용 및 사후 서비스	<ul style="list-style-type: none"> • 현장에서의 장비 활용 방식을 이해해 보다 효율적인 서비스 제공 • 보다 정확하게 보증 및 불만 관련 문제를 사전에 파악해 전반적인 품질보증 비용을 절감하고 고객 경험을 개선
운영 비용	<ul style="list-style-type: none"> • 제품 설계 및 엔지니어링 변경 실행의 개선 • 제조 장비의 성능 개선 • 운영 및 공정의 변동성 축소
기록 보존 및 직렬화	<ul style="list-style-type: none"> • 직렬화된 부품 및 원재료의 디지털 기록을 생성해 리콜 및 품질보증 불만 제기를 더 잘 관리하고 의무화된 추적관리 요건을 충족
신제품 도입 비용 및 리드타임	<ul style="list-style-type: none"> • 신제품의 시장 출시 기간 단축 • 신제품의 전반적 제조비용 감소 • 긴 리드타임을 가진 부품들과 공급사슬에 대한 영향을 더 잘 인식
매출 성장 기회	<ul style="list-style-type: none"> • 업그레이드 준비가 된 현장의 제품을 파악 • 서비스 제품의 효율성 및 비용 개선

* 출처: 딜로이트 애널리시스의 내용을 재구성

[디지털트윈 도입에 따른 2025년 경제적 부가가치 추정]

(단위 : 조 원)

구분	전체	팩토리	도시	물류	소매	자동차	홈	헬스케어
최소	3,900	1,200	900	500	400	200	200	100
최대	11,100	3,700	1,600	800	1,100	700	300	1,500

* 출처 : HelloT 산업경제 - 디지털 트윈, 제조의 미래다

□ 브라이언 선더스(Bryan Saunders) SAS 글로벌 사물인터넷 수석 산업 컨설턴트는 디지털 트윈의 핵심동력을 분석으로 채택

- 성공적인 디지털 트윈을 위해 데이터의 효율적 수집, 활용 후 도출된 결과의 이해 파악, 사전기대치의 결과를 얻을 수 있도록 적절한 조치 필요
- 산업 중장비와 연결된 자산을 디지털 트윈을 통해 활용하여 제조업 분야의 가용성, 효율성, 안전성, 및 신뢰성도를 향상
- 예측 분석을 통해 과거와 현재의 운영 상태를 비교하고, 추후 발행할 수 있는 탐지해 사전 유지보수 계획수립 가능
- 예측 유지보수를 위한 실시간 이상 탐지 및 상태 평가(Real-time Anomaly Detection and Health Assessments)는 연구 결과에 따르면 데이터를 활용해 실시간 이상 탐지를 할 경우, 계획되지 않은 유지보수를 80%까지 절감 가능, 미래에 대한 가시성과 인사이트를 얻을 경우 기업은 더욱 높은 효율 창출

◎ 넓어지는 디지털트윈의 영역

□ ‘공장을 넘나드는 전체 최적화’를 통해 베스트 프랙티스 공유

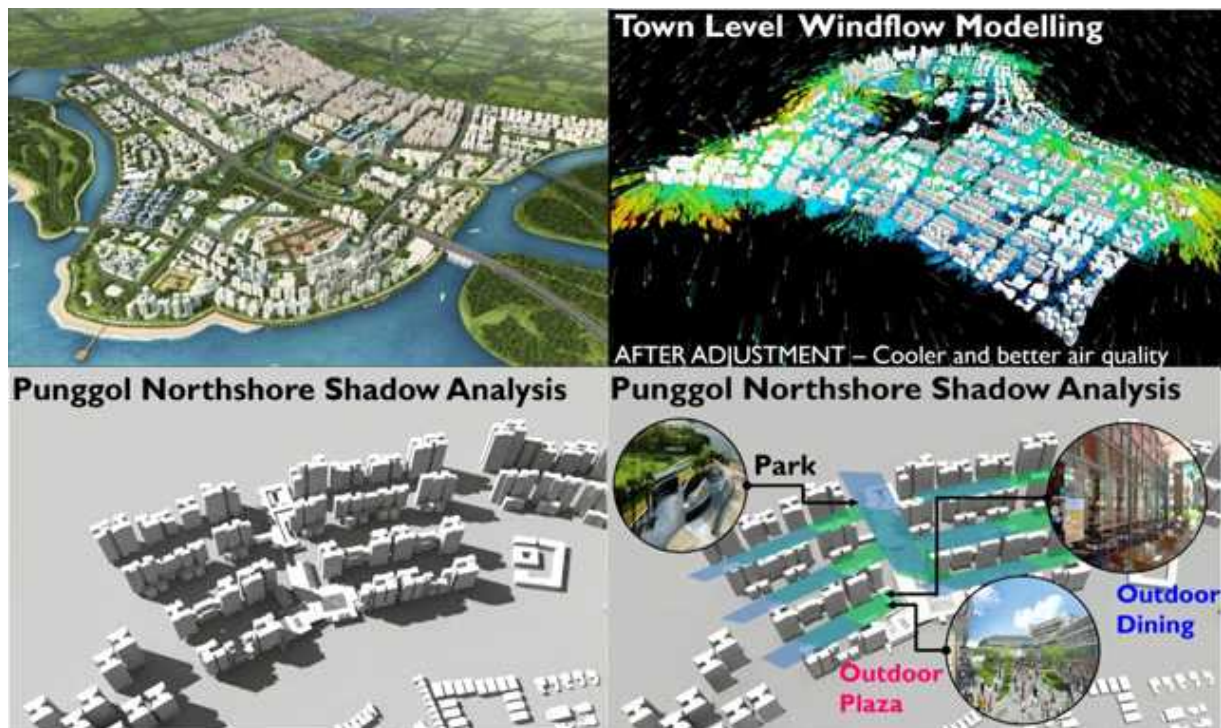
- 디지털트윈을 활용하여 여러 제조 현장을 횡단적으로 분석하고 ‘공장을 넘나드는 최적화’를 추진하는 기업의 증가
- 특정한 하나의 공장을 가시화하는 것은 물론, 국제적으로 존재하는 여러 공장을 가시화하여 상황을 실시간으로 상세하게 감시·파악할 수 있는 시스템 마련 시작
- 전 세계에 있는 여러 공장을 사이버 공간에 재현하고 그 공장들을 횡단적으로 분석하여 제조 공정 및 장치를 비교함으로써, 국제적인 베스트 프랙티스 공정 발견이 가능하고 이로 인해 디지털트윈을 활용한 새로운 개선 활동으로의 확장 기대

□ 항공기 엔진 및 발전기 제조 분야의 세계적인 선도 업체들이 자사 제품에 대한 디지털 트윈 제작의 경험/노하우를 바탕으로 디지털 트윈 관련 기술 및 플랫폼 솔루션 분야에서도 시장을 확대 중

- GE Predix, 지멘스의 MindSphere는 발전기 중심의 디지털 트윈 플랫폼으로 시장 확대
- 정유/석유화학 플랜트의 디지털 트윈을 위해 GE(Predix), Siemens(MindSphere) 외에도 미국 Honeywell사의 Uniformance, 프랑스 Total사의 TrendMiner 제품 출시

- 무인자동차, 무인항공기 등 조립 산업이 디지털트윈으로 진화함에 따라 자율제어를 위한 시스템, SW, 부품 수요의 폭발적 성장이 예상되는 상황에서 솔루션 공급 산업의 주도가능
- 스마트 국방, 스마트 도시 등 디지털 트윈 활용 요구 증가
- 디지털 트윈 모델 개발 및 운용 지원 소프트웨어 플랫폼/도구의 중요성 증대
- 산업 분야별 제품수준의 재활용 가능 고충실도 물리/공학 요소모델 필요성 증가
- 국내 원천 기술을 확보하여 외산 대비 저렴한 가격으로 고신뢰 OS를 제공함으로써 국산화를 통한 가격
- 항공 엔진 산업에서 GE와 롤스로이스를 중심으로 디지털트윈 기반 엔진 제조 서비스 모델을 사업화

[바람의 방향과 건물의 그림자 분석을 통한 미니 신도시 설계]



*출처 : How we design and build a smart city and nation, TEDx Talks(KBS뉴스 재인용, 2019. 04)

- 디지털 트윈이 다양한 사회문제까지 해결할 것으로 기대되면서 제조 이외에 교통·도시분야까지 적용 분야 확대
- 도시에서는 디지털 트윈과 오픈 플랫폼 모델을 접목해 교통·주택·환경 등 고질적인 사회문제들을 저비용으로 해결하려는 시도 점증
 - (버추얼 싱가포르) 도시의 지형·건물·도로·사람·바람·열·전기·물자 등을 디지털 공간에 재현하고 시민이 직접 참여하여 사회문제를 정의하고 해결

◎ 디지털트윈 활용, 새로운 비즈니스 기회 창출

☐ 신제품의 효율적인 디자인작업으로 가상 모델을 개선하도록 통찰

- 디지털 트윈을 사용하여 제품 성능을 가상적으로 검증하는 동시에 제품이 실제 환경에서 어떻게 작동하는지 실험 가능
- 다양한 조건에서 제품의 성능을 분석하고 가상 환경에서 조정하여 다음 물리적 제품이 현장에서 계획한 대로 정확하게 작동하도록 하는 가상 물리적인 연결을 제공
- 복잡한 시스템과 재료 극복하여 가능한 최선의 결정을 내릴 수 있도록 하여 여러 프로토타입의 필요성 감소, 개발 시간 단축, 최종 제조 제품의 품질 개선, 사용자의 피드백을 보다 신속하게 반복 가능

☐ 제조 및 생산 계획에서의 디지털 트윈 활용으로 제품 및 생산시스템 효율성 개선

- 실제 생산단계 진입 전, 제조 공정의 작동성 검증 가능
- 기업은 디지털 트윈을 사용하여 공정을 시뮬레이션하고 디지털 스레드를 사용하는 이유를 분석함으로써 다양한 조건에서도 효율성을 유지하는 생산 방법 설계
- 모든 제조 장비에서 제품 디지털 트윈을 만들어 생산량 최적화, 제품과 생산용 디지털 트윈의 데이터를 사용하여 장비에 대한 비용이 많이 드는 다운타임 방지 및 유지 보수의 필요도 예측

☐ 디지털 트윈을 사용하여 운영 데이터의 캡처, 분석 및 처리 가능

- 스마트 제품 및 스마트 공장의 활용률과 효과로 만들어진 방대한 양의 데이터를 디지털 트윈 기술을 이용해 수집 및 분석하여 정보에 입각한 의사결정이 가능토록 함

◎ 디지털트윈의 적용 산업 분야별 동향

☐ 자동차·항공 등 조립제품 외에 철강·화학 등 기초소재까지 디지털 트윈 기술 활용 중

- 항공 엔진 산업에서는 선두업체인 GE와 롤스로이스를 중심으로 디지털 트윈 기반 엔진 제조 서비스 모델을 사업화
 - 엔진에 센서를 부착하여 데이터를 수집하고 중앙 관제실에서 실시간으로 분석함으로써 엔진 상태 모니터링, 에너지 절감 솔루션 제안 등을 수행
- 대표적 굴뚝산업인 철강에서도 디지털 트윈 확산, 업계 선두기업을 중심으로 디지털 용광로(Digital Furnace), 스마트 솔루션 등 다방면의 디지털 트윈 사업이 경쟁적으로 추진
 - 용광로 내부의 쇳물온도 및 연소상태를 IoT센서로 수집하고 데이터 분석, AI 등을 통해 정밀 점검하고 최적 개선 솔루션 제시

☐ 자동차 산업의 경우 기본적인 제조 현장(공장) 효율화 및 생산 장비 관리 최적화 외에도, 자율 주행 기술의 완성도를 향상시키기 위해 디지털 트윈 기술이 활용되고 있는 상황

- 디지털 기술을 통해 자동차를 가상 공간에 구성하고, 자동차의 특성을 입력하여 자동차가 실제 공간에서 주행하는 것처럼 가상공간에서도 움직임을 구현

- 에너지 분야에서는 디지털 트윈이 발전 시설 계획의 최적화, 운용 및 관리의 효율화, 소비 최적화에 활용
 - 디지털 발전소를 통해 최대 전력 생산 발전 설비 및 단지 설계, 생애 주기 동안의 전력 생산 최적화, 이상 징후 파악을 통해 유지 보수 효율화, 전력 소비량 예측 및 소비 패턴 분석을 통한 에너지 사용량 절감 방안 도출

[GE와 롤스로이스의 항공엔진 디지털 트윈과 디지털용광로]



- 일본의 후지쯔의 코야마 공장(토치기현 코야마시)에서의 시책
 - 인텔리전트 대시보드에 의해 약 150개 항목의 생산 데이터를 일원적으로 가시화함과 동시에 생산 및 품질에 관한 정보나 에너지 감시, 이상 발생한 곳에 대해서 드릴 다운(Drill down)으로 상세한 정보를 파악하여 대응

◎ 각국의 디지털트윈 산업 동향

- 일본 후지쯔는 INESA의 파트너로서 ‘스마트제조 프로젝트’ 지원
 - INESA에서는 공장의 건물 및 설비·기기를 모두 디지털화하여, 디지털 트윈 공장으로서 재현
 - 현장의 직원은 후지쯔의 ‘COLMINA Service’ 기능 중 하나인 ‘Intelligent Dashboard(인텔리전트 대시보드)’에서 일원적으로 가시화한 디지털 트윈 공장을 조감하거나 각 기기의 전력 소비량 및 컨디션 데이터를 원격으로 자세히 감시
 - 기존 그래프로 데이터만 표시하여 감시하던 방식에서 현재 기기에 이상이 발생했을 경우 디지털 트윈으로 인해 그것이 실제 공장 내의 어느 부분에서 발생한 것인지를 직감적으로 판단하고 신속한 대처 및 개선을 검토할 수 있도록 개선
- 대만에서 디지털트윈 기술의 사회 및 재해 문제해결로써의 활용
 - 대만의 타이중시에 있는 호산댐을 디지털트윈으로 재현함으로써 지형 및 댐의 형태, 수위를 비롯하여 상류의 하천 정보 및 댐의 방출량 추이 등을 실시간으로 확인할 수 있는 시스템을 개발하는 공동가치 창출

[스마트 댐의 표시 화면 예시]



* 출처: IRS Global - 제조업의 최신 활용 사례를 통해 보는 '디지털 트윈'

◎ 국내 기술이 전무한 디지털트윈

- ☐ 국내의 경우는 소수의 대기업 플랜트 운영사를 중심으로 디지털 트윈 기술 적용 타당성을 검토하거나 외산 제품을 기반으로 특정 분야/응용에 대한 디지털 트윈(또는 플랫폼) 개발 초기단계에 있는 것으로 판단
 - 제조 엔지니어링 및 디지털 트윈 SW 전문기업/도구, 인력 및 관련 데이터 기반 미비로 디지털 트윈 기술의 부분적인 적용으로 제한
 - CAD/CAE 및 시뮬레이션 기술/솔루션 분야에 상당한 역량을 보유하고 있으나 핵심기술 부분은 외국 글로벌 기업의 기술에 많이 의존하고 있는 추세
 - 요소기술 관련 역량을 디지털 트윈 제작/운용을 위한 통합기술로의 융합 활용사례는 찾아보기 어려운 것으로 분석
 - 디지털 트윈과 연계한 최적화, 수명예측, 예지정비 등을 위한 국내의 응용 소프트웨어 역량도 매우 미흡한 수준으로 판단
- ☐ 디지털 트윈의 혜택은 명백하며 비용 절감 효과를 주기도 하지만, 반대로 비용과 복잡성을 증가시킬 수 있기 때문에 도입 여부를 신중히 결정 필요
 - 디지털 트윈은 모두에게 필요한 것은 아니며 쓸데없이 복잡성을 높일 위험이 있다는 점도 가트너는 환기시키고 있으며, 적용하려고 하는 비즈니스 문제에 과잉 기술이 될 가능성을 가늠해 보아야 하며 비용, 보안, 통합의 이슈를 종합적으로 고려 필요

나. 시장 분석

(1) 세계시장

□ 디지털 트윈 세계 시장 규모는 2018년 12억 달러 수준에서 2024년 193억 달러가 넘는 시장으로 연평균 약 58%씩 성장할 것으로 전망

- 성장요인으로는 관련기술의 수요증가, 관련기술의 발전 및 시스템의 스마트화 요구 보임

[디지털트윈 세계 시장 규모 및 전망]

(단위 : 십억 달러, %)

구분	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
합계	1,200	2,000	3,100	4,900	7,700	12,200	19,300	58.0

* 출처 : 디지털트윈 세계시장 규모 및 전망, 2020, MARKETANDMARKETS를 바탕으로 네모아씨지에서 재가공

(2) 국내시장

□ 국내 CPS 시장은 '18년 약 9조 7,436억 원에서 '24년 약 54조 1,736억 원으로 연평균 33.1% 성장할 것으로 전망

- 다만, CPS 관련 기술 개발 현황은 분야별로 차이가 있겠지만 대부분 초기 단계에 머물고 있으며, 대부분 연구소나 학교를 위주로 핵심 원천기술 개발이 진행 중
- 국내의 핵심기술 역시 해외 기업의 제품과 기술을 기반으로 활용하고 있는 실정이며, 국내 개발 업체는 영세성을 벗어나기 힘든 상태
- CPS의 국내 시장의 잠재적 성장성을 고려할 경우, 정부의 지원과 대학 및 민간 기업의 주도로 기술을 개발하고 실증 필요

[국내 스마트제조 CPS 시장규모 및 전망]

(단위 : 억 원, %)

구분	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
합계	97,436	129,687	172,614	229,749	305,796	407,014	541,736	33.1

* 출처 : 삼성KPMG 경제연구원, 삼성 Insight 제55호 (2017.12.19.) 재가공

3. 기술개발 동향

☐ 기술경쟁력

- 디지털트윈 생산시스템은 미국이 최고기술국으로 평가되었으며, 우리나라는 최고기술국 대비 81.8%의 기술수준을 보유하고 있으며, 최고기술국과의 기술격차는 1.6년으로 분석
- 중소기업의 기술경쟁력은 최고기술국 대비 69.9%, 기술격차는 2.5년으로 평가
- EU(98.0%)>일본(86.9%)>한국(81.8%)>중국(66.6%)의 순으로 평가

☐ 기술수명주기(TCT)³⁸⁾

- 디지털트윈 생산시스템은 6.53의 기술수명주기를 지닌 것으로 파악

가. 기술개발 이슈

◎ 기술 경쟁력 분석결과

- ☐ 2018년 스마트제조 기술수준조사의 기술 경쟁력 조사 항목 중 디지털트윈 생산시스템 관련 항목은 2개로 평균은 56.2%로 선진국 대비 후발 기술로 평가

[디지털트윈 생산시스템 국내 기술 경쟁력 평가]

(단위 : %)

기술	한국의 기술역량 및 평가	최고 기술국 (수준)
CPS/Digital twin	· 유디애텍 등의 우수 솔루션사 등장 (전자, 자동차 분야 활용) · 3D CAD를 비롯한 선행 기술이 외산이므로 기술 종속 심화 효용성 실증을 위해 테스트베드 및 설비 모델링 기술 필요	미국 (62.0)
장비연동CAx	· 한국은 원천 기술 개발이 늦어 외산 의존이 강하고 일부 전용화된 분야를 제외하고는 매우 취약하지만 CAE 분야에서는 일부 선도 기술을 따라가는 중(평선베이 등) · 중소기업의 경우 외산이 고가여서 사용이 저조하므로 중소기업용 임베디드 솔루션 보급이 필요	독일 (50.3)

* 출처: 스마트제조 기술수준 조사(한국스마트제조산업협회, 2018)

38) 기술수명주기(TCT, Technical Cycle Time): 특허 출원연도와 인용한 특허들의 출원연도 차이의 중앙값을 통해 기술 변화속도 및 기술의 경제적 수명을 예측

◎ 디지털트윈의 기술별 분류

[기술별 분류]

분류	상세 내용
하이브리드 모델링 기술	<ul style="list-style-type: none"> 사이버와 물리시스템 간의 상호작용 및 상호의존성을 토대로 복잡한 시스템의 신뢰성을 제공할 수 있는 기술 도메인의 특성을 파악하고 있기 때문에 세부적인 상세 모델은 추상화 기술을 사용하여 시스템의 복잡도를 줄여주는 기술임 CPS 모델링 및 시뮬레이션 기술
기반 통신 및 상호운용성 지원 기술	<ul style="list-style-type: none"> 다양한 분산 환경에 이종의 시스템으로 CPS 시스템이 구성되고 각각의 시스템에서 발생하는 데이터의 양이 기하급수적으로 증가함에 따라 이를 적시에 원하는 시스템으로 전송하고 상호운용성이 보장될 수 있도록 만드는 기술 미들웨어 기술
지능형 자율 제어 기술	<ul style="list-style-type: none"> 물리환경에서 발생하는 불확실성을 해결하기 위한 기술로 물리환경의 상황을 인지해 오류를 사전에 제어하는 기술 네트워크로 분산된 시스템을 통합 제어하는 기술 Adaptive and Predictive control
산업 Network	<ul style="list-style-type: none"> 공장내외의 수직/수평의 수많은 이기종의 시스템과 센서 등에서 데이터를 수집하고 제어하는 양방향 통신을 원활히 수행 할 수 있는 통신 표준이나 프레임워크 기술 현장 Field Bus에서 이기종의 Device나 설비 등에 데이터를 빠르고 정확하게 전달 할 수 있는 상호운용성 지원의 OS, 미들웨어와 통신 기술 기반통신 및 상호운용성 지원기술, Validation and Verification

◎ 디지털트윈의 분석과 이를 구현해 내는 사물인터넷(IoT) 기술

- ☐ 디지털트윈 기술 기반 복잡하고 미션 크리티컬(Mission-Critical)한 기계의 운영 전반 및 기능
 - 제트 엔진, 기관차, 가스 터빈과 같은 산업 장비 내 부품 마모를 파악하는 동시에 운영 효율성 극대화 하고, 고장나기 전 유지보수가 필요할 시점 사전 예측
- ☐ 기계 및 장비에 내장된 클라우드 연결 센서를 통해 실시간으로 운영 데이터를 업로드 하여 실제 장비의 최신 가상 시뮬레이션 생성
 - 제조 기업들은 엣지 분석(Edge Analytics)을 통해 현장 운용 현황을 분석하고 평가, 이러한 디지털 트윈을 통해 현장에 있는 모든 자산 운영 데이터가 실시간으로 시스템에 업데이트 되고 분석되는 일련의 과정을 통해 손쉽게 모든 공정의 자산과 현황 파악
- ☐ 센서의 가용성 향상을 비롯한 와이파이(WiFi)의 보급, 클라우드의 데이터 처리 용량의 결합은 산업용 사물인터넷(Industrial IoT) 산업의 다양한 제조업체가 대규모 디지털 트윈 모델 애플리케이션을 손쉽게 도입
 - 제조업체가 제품 운용 상황을 실시간 데이터로 확인 가능토록 하여 제조 전반의 설계, 혁신, 효율성 등 여러 분야의 획기적인 발전 기대

◎ 디지털트윈 생산시스템의 핵심 기술

- ☐ (3D 스캔 기술) Digital Twin을 위해서는 기본적으로 3D 스캔을 통한 사물정보의 디지털로 전환이 필요
 - 각 단위별 스캔한 정보를 디지털로 조합하여 하나의 제품의 디지털 이미지를 완성시킬 수 있으며, 이렇게 생성된 이미지는 고유한 사물의 정보를 디지털 정보로 변환 가능
- ☐ (VR/AR/MR 기술) Digital Twin은 디지털로 구성되어 있으며 실제 디지털 정보를 구동시킬 VR/AR/MR 장비 기술이 필요
 - (VR 기술) 해당 제품의 정보를 가상의 환경에서 확인할 수 있도록 제공하며, 언제 어디서나 원하는 제품의 정보를 확인할 수 있게 되고, 원격지에서도 제품의 이상을 VR을 통해서 확인이 가능
 - (AR 기술) 실제 공장이나 제품을 직접 보면서 사물의 세세한 정보를 확인할 수 있으며, 사물 앞에서 사물의 정보를 확인하고 문제되는 사항을 AR을 통해서 먼저 파악한 뒤 그에 대한 해결방안을 수립하여 바로 문제를 해결
 - (MR 기술) AR와 VR을 믹스한 형태로서, AR로 분석이 된 상황에서 바로 대응조치가 어려운 경우 대체가능정보를 VR을 통해서 찾을 수 있고, 이것을 AR에 접속시켜 별도의 분해나 조립절차 없이 시뮬레이션이 가능
- ☐ (IoT 기술) 지속적인 정보를 파악하기 위해서 실제 사물에 IoT 기기를 적용하여 해당 기기로부터의 실시간 정보를 획득하며, 해당 정보를 Digital Twin에 적용하여 물리적 사물에 가해지는 다양한 형태의 데이터를 통해서 Digital Twin의 시뮬레이션을 통한 향후 발생할 수 있는 문제를 예측
- ☐ (클라우드 기술) 모든 Digital Twin은 클라우드에 저장되고 어디서나 쉽게 Digital Twin을 확인할 수 있으며, 전세계에서 발생하는 IoT를 통해서 생성된 데이터는 클라우드에 취합되고 그 데이터들이 분석되어 Digital Twin에 지속적으로 변경 및 관리 가능
- ☐ (빅데이터 분석 기술) Digital Twin에 있어서 가장 중요한 기술로, 각각의 사물에 부착된 IoT에서 나오는 정보의 양은 점점 증가하므로, 해당 데이터들을 효과적으로 분석하여 예측정보로 활용이 가능
- ☐ (3D 프린터 기술) 제조 분야에서 긴급성이 필요한 경우 유용하게 활용되는 기술로, 이미 3D 스캔이 완료된 Digital Twin의 정보를 통해서 전세계 어디서나 제품의 이상에 대한 해결을 위해서 부품들을 공수 없이 현장에서 바로 제작하여 수리가 가능

◎ CPS 기술 개발 동향

- ☐ CPS는 실제 세계에서 동작하는 모든 요소가 각종 센서, 정보처리장치, 소프트웨어, 사물인터넷 등을 기반으로 한 컴퓨팅 시스템과 상호 유기적으로 연계되어 이를 통해 분석되는 현상에 따라 필요한 최적의 제어를 가능하게 하는 기술
 - 일반적으로 시간의 흐름에 따라 연속적으로 동작하는 물리시스템과, 논리의 흐름에 따라 동작 하는 컴퓨터와 같은 사이버시스템의 본질적인 괴리를 연계하기 위한 기술이 필요
 - 기존 임베디드 시스템이 주로 휴대폰 및 정보가전 등의 운용에 집중된 반면, CPS는 센서와 액츄에이터를 통한 자율적인 물리시스템 제어가 목표
- ☐ CPS에 대한 자율제어, 통합 연동 미들웨어, 산업용네트워크, 모델링 및 시뮬레이션, 임베디드 시스템, 설비 연결 표준화 DB 서버, 응용프로그램 등과 같은 시스템 컴포넌트의 돌발 문제에 자율적 대응 가능한 방법(IBM)
 - ASF (Cisco)에 의한 통신, OS 및 플랫폼 관련 기술 개발이 활발
 - SOA 기반 통신 장비, 감시, 로그 변환, 필터링, 분석, 진단 및 복구, 피드백의 6단계 자율제어 프로세스 방법 등이 제시
- ☐ CPS의 고신뢰도를 확보하기 위해 오류 분석 모델링에 의한 지식베이스를 생성하고 자율제어 활용방법과 자율관리자를 이용하는 네트워크 기반 자율제어기술 연구도 진행 중
 - 자율적이고 효율적인 데이터 통신을 위한 미들웨어 기술로, 분산객체 상호연동을 위한 CORBRA, 메시지 기반 API인 JMS, XML 기반으로 WSDL, SOAP, UDDI를 통한 웹서비스, 분산데이터의 효율적 전송을 위한 DDS 기술기반 제품들이 개선되고 출시
- ☐ CPS 분산 환경의 시스템 간 실시간 제어를 위해 시뮬레이션의 시간 동기화 알고리즘 설계와 시뮬레이터를 개발하여 검증하는 방법들이 개발
 - CPS 자율제어 지능화를 위한 기존 솔루션은 해외 의존도가 높고 상용화 SW개발 역시 초기 개발단계 수준
 - Rockwell Automation사와 Applied Material사 등 전통적인 시뮬레이터 개발 기업과 CAM 솔루션 개발 기업의 주도로 시뮬레이션이 개발 중
 - 연속시스템과 이산시스템간의 연동을 위한 기반 기술은 University of Arizona등 미국 대학이 주도
 - CPS 통합 연동기술인 DDS 미들웨어 기술개발은 RTI, Prism-tech, OCI 등 미국업체가 선두 위치
- ☐ 최근의 연구 중점은 과거의 WSN을 더 신뢰적이고 쉽게 수행하기 위해 CPS 구축 환경의 시너지효과에 따른 이익 구현으로 전환되어 가는 중
 - 신뢰도 개선을 위해 가상 및 현실의 센서네트워크(CPSN) 응용분야와 다양한 센싱 정보의 가상공간 연결 방법, CPSN 구조 설계이슈 등이 제시
 - 센싱 설계 중점은 센싱, 데이터 검색, 이벤트처리, 통신, 프로토콜 등이며 가상설계 중점은 지능화와 상호작용에 두고 있으며, CPSN의 관리요소로 역별 센서 관련 데이터, 모바일 내장 센싱 기술과 응용, 융합 컴퓨팅 및 저장 관련 기술과 보안기술을 제시

□ 제조공정의 가상화 및 제조설비와 시스템 간 연동을 통해 최적화 생산 및 제어, 에너지 절감 기술

- 공정 기기의 센서로부터 수집된 정보를 가상화시켜 다양한 센서 기반의 응용 서비스 또는 사전에 많은 가능성들을 타진해 볼 수 있게 하는 기술로써, 실제 물리적 충돌 또는 움직임 중첩, 재연이 어려운 상황을 소프트웨어로 연출하여 발생 가능한 문제점을 예측하여 혁신적 비용 절감을 실현
- PLC와 같은 제어기를 통해 프로그래밍, 확장성 등과 같은 기능을 제공하고 각종 설비 제어는 물론 센서들로부터 다양한 정보를 받아들이며 전체 공정을 제어
- PLC 인터페이스 기술의 발전을 통해 물리적 기기들을 신속하고 확장성 있게 통합 제어하여 스마트제조를 구축하는 데 큰 역할 수행

◎ 주요국 디지털트윈 추진 현황

□ (미국) 새로운 가치와 일자리 창출을 위한 국민생활 밀착형 대규모 가상물리시스템(CPS) 융합 프로그램 추진

- GE, AT&T, Cisco, IBM, Intel 등 대기업 주도로 산업인터넷시스템 이슈 해결을 위한 요구사항·권장사항의 정의 및 개발, 디지털 트윈 상호운용성 정의 등 활동하는 Industry Internet Consortium(IIC) 설립
- 국가과학기술위원회(National Science and Technology Council)는 미국 첨단 제조업 리더십 확보 전략을 통해 빅데이터 분석, 첨단 센서 및 제어기술, 모델링 및 시뮬레이션 등의 디지털 트윈 관련 스마트 제조를 포함한 5대 전략 목표를 추진
- 미국 도시의 교통망 관리를 위해 디지털 트윈을 활용하고자 출범된 민간·지자체 협력 재단인 Open Mobility Foundation은 디지털 트윈을 이용하여 실시간 관리 및 안전하고 효율적인 도시 교통 시스템 구축 및 시뮬레이션 계획
- Smart America는 도시의 도로 교통 시스템을 디지털 트윈화하여 여정 시간·안전 개선, 도로 혼잡 감소, 도로 시스템의 성능 개선을 통한 경제적 이익 변환을 위해 노력
- 미시간주의 Ontwa는 폐수 파열 등 하수관 유지보수를 위해 디지털 트윈 활용, 정보 업데이트를 통한 작업흐름 투명성 강화

□ (독일) 디지털전략2025(digital strategy 2025)을 통해 CPS 기반 스마트 팩토리 구축으로 개인 맞춤형 제품 기반의 비즈니스 모델 혁신을 통하여 새로운 시장 창출 및 매출 증대와 스마트 팩토리 상품화를 통해 세계 제조장비 시장 주도권 확대 추진

- '15.4월 RAMI4.0(Reference Architecture Model Industrie 4.0) 공개, 3개의 요소를 3차원 모델을 통해 동시에 제시하며 I4.0을 구성하는 모든 요소를 포함, 디지털 트윈의 경우 Information 레이어의 제품수명주기 축과 계층레벨 축을 거의 커버, 디지털 트윈을 Asset Administration Shell(AAS)로 정의
- (프라운호퍼) 다양한 그룹들이 여러 독일 기업(지멘스, 보쉬 등)과 협업을 통해 제조에 알맞은 디지털 트윈 구현 노력 및 AI 데이터 인프라 플랫폼 구축 결정('19.10)

□ (영국) 국가 인프라를 디지털 트윈으로 구현 추진 중

- (Data for the Public Good) 영국 국가 인프라위원회(British National Infrastructure Commission)는 데이터 공유의 중요성과 디지털 트윈의 필요성을 강조하며 ‘국가 디지털 트윈’ 권고
- (National Digital Twin) 국가 디지털 트윈으로 영국 인프라가 제공하는 성능·서비스·가치의 향상과 사회·기업·환경·경제에 혜택 제공을 목표, 2018년 7월, 국가 디지털트윈 구축을 위해 CDBB(Centre for Digital Built Britain), DFTG(Digital Framework Task Group, 공익을 위한 데이터 사용 보장 단체) 발족
- (VU.CITY) 런던, 맨체스터 등 영국의 도시들을 3D 모델로 구축, 교통, 날씨, 환경정보 등 실시간 데이터를 연동하여 도시개발 회사와 3D 콘텐츠 제작 전문기업의 합작으로 도시 플랫폼 구축하는 등 도시 운영 효율화

[CDBB의 Digital Framework Task Group (DFTG) 활동]

활동	상세 내용
제미니 원칙 (Gemini Principles)	<ul style="list-style-type: none"> • 디지털트윈의 발전을 위한 공통된 정의와 원칙 - 목적성: △영구적으로 진정한 공공의 이익을 제공하기 위해 사용할 것, △가치창출과 성능향상을 실현할 것, △구축된 환경에 대한 확실한 통찰력을 제공할 것 - 신뢰성: △보안을 활성화하고 스스로 안전할 것, △가능한 개방되어 있을 것, △적절한 품질의 데이터를 기반으로 구축될 것 - 기능성: △표준연결 환경에 기초할 것, △명확한 소유권·통치권·규정이 있을 것, △기술과 사회의 발전에 따라 적응할 수 있을 것
디지털 트윈 허브 (DT Hub)	<ul style="list-style-type: none"> • 디지털트윈을 소유하거나 개발 중인 사람들을 위한 공동 웹 지원 커뮤니티 - 주요목표: △디지털트윈에 대해 배우고 경험을 공유, △디지털트윈 혁신 추진, 전문성 개발, △모범사례 식별을 위한 디지털 쌍둥이 표준 작성, △비즈니스 사례 연구, △과제 해결을 위한 네트워크 형성, △디지털 트윈 작업 목록 제공, △국가 디지털 트윈으로 만들 때 해결과제 식별 및 정의, △정보 관리 프레임워크의 채택 촉진
로드맵	<ul style="list-style-type: none"> • National Digital Twin 개발을 가능하게 할 기본 정보 관리 프레임워크에 대한 로드맵 발표

* 출처 : 글로벌 과학기술정책정보 서비스 - 주요국의 디지털 트윈 추진 동향과 시사점(2020)

□ (싱가포르) 14년 말부터 '18년까지 약 7300만 달러 투입한 Virtual Singapore는 도시의 모든 구조물과 맵핑된 디지털 트윈을 구현하여 도시계획·교통·환경 등 여러 분야의 가상 플랫폼으로 활용

- 건물이나 공원 건설 등의 프로젝트를 계획 시, 버추얼 싱가포르 플랫폼 내에서 주변 경관과의 조화, 교통에 미치는 영향, 일조권 침해 여부 등의 사전 조사 항목을 빠르고 정교하게 파악
- 차량 흐름이나 통행에 불편을 야기할 시, 최소화하기 위한 보완 도로 구축에 대한 추가 시뮬레이션을 진행, 더 나은 설계로 변경하기 위한 여러 테스트를 큰 비용 소모 없이 수월하게 검토
- 긴급 상황 발생 시, 건물 내 다양한 변수에 대해 시뮬레이션하여 직관적 시각화 제공

[버추얼 싱가포르 개요]



* 출처 : 싱가포르 한국상공회의소

[버추얼 싱가포르의 4가지 주요기능]

활동	상세 내용
가상실험	• 3G/4G 네트워크 커버리지 영역 검사, 열악한 커버리지 영역의 현실적인 시각화 제공, 3D 도시모델에서 개선할 수 있는 영역 강조 시 사용
가상테스트베딩	• 서비스 제공을 검증하는 플랫폼으로 활용, 군중 분산을 모델링 및 시뮬레이션하여 비상 시 대피 절차 수립 지원
계획 및 의사결정	• 교통 흐름이나 보행자 이동 패턴을 분석하는 앱 개발 등 통합된 도시 플랫폼 지원
연구개발	• 풍부한 데이터를 연구자들에게 제공하여 새로운 기술이나 능력을 혁신 및 개발 지원

* 출처: 글로벌 과학기술정책정보 서비스 - 주요국의 디지털 트윈 추진 동향과 시사점(2020)

나. 생태계 기술 동향

(1) 해외 플레이어 동향

- ☐ (GE) 가상 트윈 기술의 선두 기업인 GE는 성냥갑 크기의 로봇에 장착된 시각 센서와 인공지능(AI) 분석을 활용해 엔진 내부의 균열파악 가능, 드론 시각 센서를 활용하여 원유 및 가스 생산시설의 약 60미터 높이의 굴뚝에 부식여부 판단
 - ☐ (Tesla Motors) 고객들에게 보다 나은 서비스와 실회 제공을 위한 디지털트윈 기술에 대한 많은 투자 진행 중
 - 판매하는 모든 차량의 디지털 트윈을 만들어 개별 센서 데이터에 소프트웨어 업데이트 후 차량에 업로드
 - 향상된 데이터 기반 소프트웨어 개발 프로세스는 더욱 효율적인 자원 분배와 더불어 더 나은 사용자 경험 제공
- ☐ (Bosch) 공장의 센서 기반 생산 데이터를 100% 효율성으로 가동되는 디지털트윈 생산 설비와 비교해 생산 편차와 추세를 효율적으로 파악
 - 생산 과정에서 발생하는 오류 점검 가속화 및 스마트 커넥티드 생산라인을 통해 자사의 전자식 주행안전 시스템(Electronic Stability Program)과 자동 제동 장치 25%의 생산 증가
- ☐ (Siemens) 공장 자동화 IoT 플랫폼인 마인드스피어를 구축하여 공장 내 각 설비에 부착된 센서를 통해 데이터를 받아들이고 공장의 설비를 실시간으로 디지털 트윈과 연결하여 피드백 후 생산성 증가
- ☐ (Stanford 대학, 미 국방성) 선진 모델링 및 시뮬레이션 기술을 바탕으로 100% 무인 전기셔틀 자동차인 ARIBO를 개발하여 프로젝트에 참여한 대학/기업/군을 대상으로 실험장소 및 테스트 베드를 선정하여 무인셔틀 서비스를 지원할 예정
- ☐ (Qualcomm) 혼다와 협력해서 CPS 기술을 이용해 운전자에게 HUD를 통해 보행자의 존재를 알려주고, 보행자에게는 모바일 기기를 통해서 자동차의 존재를 알려주는 서비스인 'Vehicle-to-Pedestrian CPS Safety Concept'를 개발
- ☐ (IBM) Watson IoT 플랫폼의 강력한 데이터 모델링 기능을 통해 장치(Device) 트윈과 자산(Asset) 트윈을 사용하여 데이터를 디지털 스레드의 근간을 구성할 수 있는 모델로 통합
 - 광범위한 현장 지식을 담은 플랫폼과 각 업체의 내부 시스템, 장비 등을 통합하여 각 업체에 맞춤형 솔루션 제공

□ (ANSYS) 앤시스 19.1은 단일 워크플로 안에서 시뮬레이션 기반의 디지털 트윈을 구축해 검증, 배치할 수 있는 ‘앤시스 트윈 빌더(ANSYS Twin Builder)’를 탑재

- 엔지니어가 물리적 제품의 디지털 트윈을 빠르게 구축, 검증하고 배치할 수 있도록 지원
- 트윈 빌더 사용 시 다양한 IIoT(Industrial Internet of Things) 플랫폼에 디지털 트윈 연결을 통해 테스트 및 실시간 데이터에 접속 지원
- 트윈 빌더의 내장 API는 PTC ThingWorx, GE Predix, SAP Leonardo와의 매끄러운 연결 제공하여 물리적 자산에 대한 예측 정비 수행 가능

[IBM의 디지털트윈(좌), ANSYS의 디지털트윈(우)]



* 출처: 글로벌 과학기술정책정보 서비스 - 주요국의 디지털 트윈 추진 동향과 시사점(2020)

□ (Nobilia) CPS를 활용한 생산 자동화

- 노빌리아는 연간 58만 세트를 생산하는 고급키친 메이커로서, 인건비가 높은 독일의 베스트팔렌(Westfalen)지역에서 생산하기 때문에 경쟁력을 유지하기 위해서는 생산 자동화가 필요
- 재료를 부품에 가공하는 ‘전(前)공정’과 부품을 완성품에 조립하는 ‘후(後)공정’으로 생산공정을 나누고 각각의 공정에 고도의 ICT를 접목해서 활용
 - 전(前)공정에서는 부품이나 용도마다 다른 조립용의 구멍 위치를 모두 오라클로 동작하는 데이터 웨어 하우스로 관리
 - 후(後)공정에서는 가공이 완료된 부품에서 ERP·MES가 주문마다 필요한 부품을 선정, 포장된 부품에 RFID 태그나 바코드를 부착하고, 이 과정에서 생산 공정과 ERP가 직결되어 각 부품마다 아이덴티티를 보유해 개별로 식별가능
- 어떤 고객이 주문한 키친의 어디에 들어가는 부품으로, 언제 어디에 도착해야하는 지 파악이 가능하며 이를 통해 조립 공정의 실시간 최적화와 불편 발생 시 부품 개별의 원인 규명을 효율화
- 공장은 모든 과정에 걸쳐서 Backoff Automation SW PLC/NC가 동작하는 540대의 PC 컨트롤러로 자동 제어

- (Oracle) IoT 전용 클라우드 서비스에서 디지털 트윈 기능을 제공하고 있는데, 이 기능은 디지털 트윈과 예측(predictive) 트윈이라는 두 가지 모듈로 구성
 - 디지털 트윈 모듈에는 대상 디바이스에 대한 설명 및 3D 렌더링 외에 디바이스가 구비하고 있는 모든 센서의 세부사항이 포함되며, 센서의 측정 결과를 지속적으로 생성하고 실제로 벌어질 수 있는 시나리오들을 시뮬레이션
 - 예측 트윈은 그 디바이스의 미래 상태와 작동을 모델화하는데, 다른 디바이스의 과거 데이터를 기반으로 고장 등 주의가 필요한 상황을 시뮬레이션 가능
- (Microsoft) 2018년 공개된 클라우드 컴퓨팅 Azure에서 디지털 트윈을 만드는 IoT 솔루션 빌드인 Azure Digital Twins 제공
 - 가상 표현인 공간 인텔리전스 그래프에서 빠르고 간편하게 물리적 세계의 사람, 장소 및 디바이스 간 관계를 모델링하여 모니터링과 조건적 예측을 통해 물리적 환경 개선과 효율적 기회 제공
- (Dassault Systems) 단일 플랫폼 기반의 '3D익스피리언스 트윈(3DEXPERIENCE Twin)'은 현실 세계에서 존재하거나 존재할 수 있는 제품, 시스템, 시설 또는 환경을 표현하며, 제품의 생애주기의 모든 단계에서 동적 3D 모델로 제품과 프로세스, 공장·설비 운영을 복제
 - 설계 및 생산/제조, 운영에 영향을 미치는 규제, 요구 사항 및 재료에서 고객의 경험에 이르기까지 모든 단계를 모델링, 시뮬레이션하고 테스트해 검증

(2) 국내 플레이어 동향

- ☐ 국내의 경우는 소수의 대기업 플랜트 운영사를 중심으로 디지털 트윈 기술 적용 타당성을 검토하거나 외산 제품을 기반으로 특정 분야/응용에 대한 디지털 트윈(또는 플랫폼) 개발 초기 단계에 있는 것으로 판단
 - 제조 엔지니어링 및 디지털 트윈 SW 전문기업/도구, 인력 및 관련 데이터 기반 미비로 디지털 트윈 기술의 부분적인 적용으로 제한
 - (현대제철) 구축된 디지털 트윈은 시스템 및 센서에서 신호를 모두 동기화시키고, 설비에 있는 데이터는 복사하여 IoT 플랫폼과 빅데이터 플랫폼, 머신러닝에 동기화
- ☐ (포스코건설) 디지털 트윈 기반의 스마트 팩토리를 구현해 시공 통합 시스템 구축, 공정 최적화 및 안전강화를 위한 디지털 시뮬레이션 구현
- ☐ (KT) '19.12월 KT의 디지털 트윈인 AI 기가트윈 개발, 도시 인프라를 모니터링하고 데이터를 통해 예측하는 서비스 제공
- ☐ (지멘스코리아) 가상 환경에서 제품과 생산, 운영을 시뮬레이션하여 비용과 시간을 절감할 수 있도록 Digital Twin 솔루션을 제공
 - 제품 개발 단계에서 가상 환경에서 목업(mock-up) 없이 테스트하고 설비의 작동방식을 사전에 시뮬레이션함으로써 운영 효율을 향상
 - 제조업 스마트화를 위한 클라우드 플랫폼인 MindSphere의 국내 확산에 주력
 - 스마트제조를 위한 데이터 플랫폼과 여러 어플리케이션을 자체 개발하는 데는 많은 시간과 비용이 소요
 - 투자 효율을 고려할 때, 중소 중견기업은 공유 플랫폼을 활용하여 제조업의 스마트화를 구현하는 방식이 적절
- ☐ (다쏘시스템, 삼성SDS) 다쏘시스템과 삼성SDS는 클라우드 서비스 경쟁력을 높여 새로운 대외 비즈니스 모델을 발굴하고, 삼성의 디지털 혁신을 가속화하는 IT 서비스 확대를 위한 전략적 업무협약(MOU)을 체결
 - 해당 업무협약을 통해 삼성SDS의 클라우드, 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT) 등 혁신 기술 솔루션과 다쏘시스템의 디지털 트윈 기반의 제품수명관리 솔루션, 모델기반 시스템 엔지니어링, 스마트 제조, 스마트 시티 등의 솔루션의 시너지 효과 극대화될 전망
- ☐ (아인스에스엔씨) 공간정보 업체와 IoT 업체들과 협력해 디지털트윈 협동조합을 설립하여 사업화하고 있으며, KT를 비롯한 민간 기업은 물론 제주도와 경찰청 등 지자체와 함께 교통 영향성 분석을 비롯 미세먼지 대응책, 교각의 안전성과 모니터링 등등의 프로젝트를 수행
 - 향후 KDT랩과의 협업을 통해 디지털트윈 전문 SI기업으로 성장하는 것으로 목표로 설정

□ (LG유플러스, PTC) 5G 기반 디지털 트윈 플랫폼 구축을 위한 전략적 업무협약을 체결

- 해당 업무협약을 통해 PTC의 IoT, AR 기술과 LG유플러스의 5G 통신망 기반 기술을 융합하여 디지털트윈 플랫폼을 구축하고, 이를 기반으로 스마트팜을 위한 '트랙터 원격진단' 서비스를 개발할 계획
- 양사는 트랙터에 IoT 센서를 설치하여 차량·소모품·위치·엔진 정보, 실시간 운행 데이터, 운행·정비·수리 이력에 대한 데이터를 수집하고 분석
- 이를 통해 부품 고장 및 이상 발생 즉시 고객은 알림을 받을 수 있고, 부품 및 소모품의 교체 시기 등을 사전에 확인 가능
- 트랙터 부품을 AR로 구현해 부품에서 이상 징후가 발견되면 위치와 세부 내용을 스마트폰 앱에서 직관적으로 확인이 가능

□ (LG CNS) 도시 데이터를 수집, 분석하여 정보를 공유하는 데이터 중심의 스마트시티 플랫폼인 Cityhub와 스마트팩토리 플랫폼인 Factova 구축, 타 시스템과 연동 시 디지털 트윈 구현 지원 가능

□ (녹원정보기술) 녹원정보기술에서 개발한 버추얼 터미널(Virtual terminal)은 각종 장비와 차량 위치, 상태 정보 등을 3D GIS 맵 위에 실시간으로 시각화하는 항만관계 모니터링 시스템으로 3D 터미널과 CCTV 솔루션을 결합해 항만 내 현장 상황을 3차원 화면과 CCTV 화면에 동시 표출 가능

[국내 기술이 적용된 버추얼터미널 디지털트윈 사례]



* 출처 : 녹원정보기술

다. 국내 연구개발 기관 및 동향

1) 연구개발 기관

[디지털트윈 생산시스템 분야 주요 연구조직 현황]

기관	소속	연구분야
울산과학기술원	기계항공 및 원자력공학부 전기전자컴퓨터공학부 시스템신뢰성 연구실 4차산업혁신연구소	<ul style="list-style-type: none"> 클라우드 및 고성능 컴퓨팅 스마트 컴퓨팅, 스마트 제어 및 인공지능 제조업 4차 산업혁명 플랫폼 구축 IoT 통신/네트워크 및 스마트 센서 핵심원천 기술
한국생산기술연구원	융합생산기술연구소 IT융합공정그룹	<ul style="list-style-type: none"> 공정 모니터링 및 최적화 재구성 유연생산 플랫폼 실시간 생산운영 및 설비관리 생산정보화 서비스
한국전자통신연구원	SW·콘텐츠연구소 SW기반 기술연구본부	<ul style="list-style-type: none"> 고성능 컴퓨팅, 클라우드 컴퓨팅, 임베디드 시스템, 고신뢰 CPS 기술

(2) 기관 기술개발 동향

- ☐ (서울대학교 산학협력단) 생산설비 자율제어를 위한 Jig & Fixture 무선제어 스마트센서 및 디지털트윈 기술개발 (2019-07-01~2020-06-30)
 - 첨단소재 가공기의 디지털트윈화 및 공구 마모예측 모델 제작
 - 연료전지 생산 공정에 적용하기 위한 인공지능 알고리즘 개발
- ☐ (한국기술교육대학교) 대규모 버추얼팩토리를 위한 고신뢰 디지털 트윈 플랫폼 (2017-03-01~2020-02-29)
 - 대규모 버추얼팩토리를 구현하기 위한 이중 시뮬레이터 간 연동 시뮬레이션, 통신 미들웨어, 동적 SDN 제어 등 디지털 트윈 플랫폼의 핵심기술 개발 및 통합 플랫폼 연구
 - 대규모 산업 현장에서 실시간성 지원을 위한 SDN 기반의 실시간성 보장 통신 미들웨어 기술개발 및 데이터 분산을 위한 멀티캐스트 기술개발 등 실시간 정밀 네트워킹 기술개발
- ☐ (울산대학교) 5G 초저지연-고신뢰 통신을 위한 엣지 컴퓨팅 및 가상 디지털 트윈 기반의 무선자원관리시스템 연구 (2019-06-01~2022-05-31)
 - 무선자원의 공간적 유동성을 센싱할 수 있는 엣지 컴퓨팅 및 이를 기반으로 무형의 무선 자원을 모델링하여 현재 상태뿐만 아니라 미래의 상태를 예측할 수 있는 가상 디지털 트윈을 핵심 요소로 가지는 초저지연-고신뢰 통신을 위한 무선 자원 관리시스템
- ☐ (서울대학교 산학협력단) 인공지능 기반 스마트제조를 위한 연결된 디지털 트윈 (2019/07/01 ~ 2020/06/30)
 - 첨단소재 가공기의 디지털트윈화 및 공구마모 예측 모델 제작
 - 컴퓨터 비전과 디지털 트윈을 연계한 모니터링시스템 구축
 - 데이터 모니터링 및 장비 운용을 위한 인간-기계 상호작용 시스템 개발
 - 연료전지 생산 공정에 적용하기 위한 인공지능 알고리즘 개발

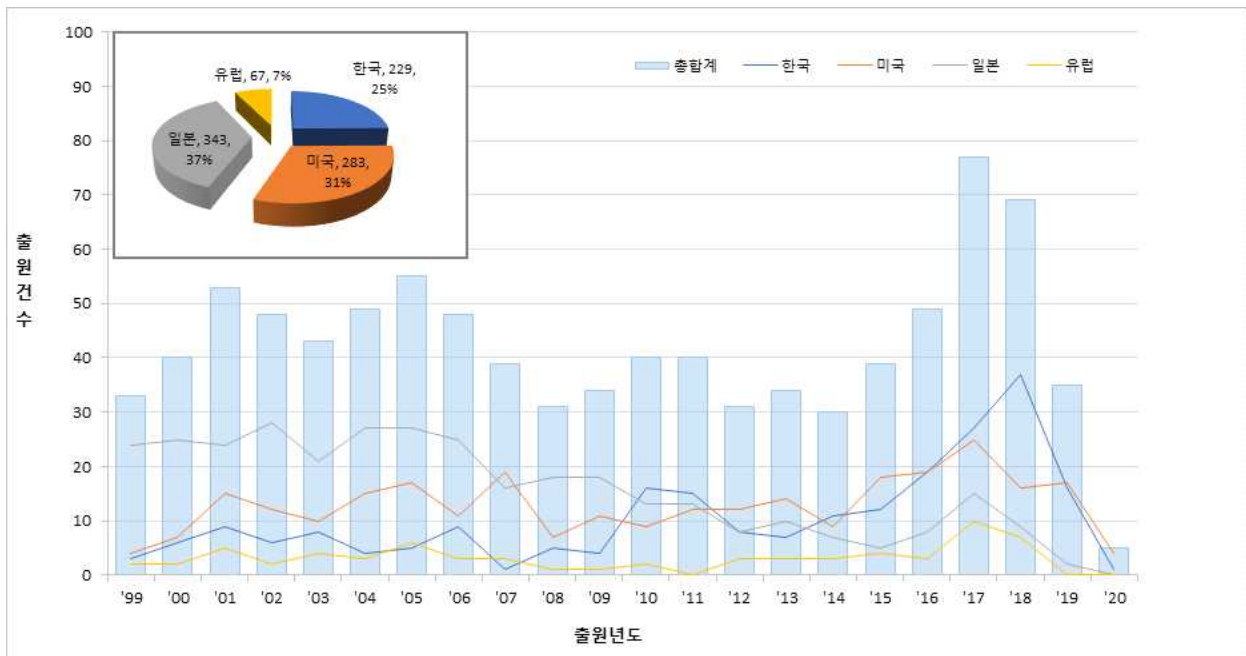
4. 특허 동향

가. 특허동향 분석

(1) 연도별 출원동향

- 디지털트윈 생산시스템의 지난 '22년(1999년~2020년)간 출원동향을 살펴보면 2000년대 중반부터 2010년대 초반까지는 2000년대 초반에 비해 다소 출원이 감소하여 40건 이하의 출원이 진행되었으나, '15년도 이후 급격한 증가추세로 전환됨
 - 각 국가별로 살펴보면 일본이 가장 활발한 출원활동을 보이고 있음
- 국가별 출원비중을 살펴보면 일본이 전체의 37%의 출원 비중을 차지하고 있어, 최대 출원국으로 디지털트윈 생산시스템 분야를 리드하고 있는 것으로 나타났으며, 미국은 31%, 한국은 25%, 유럽은 7% 순으로 나타남

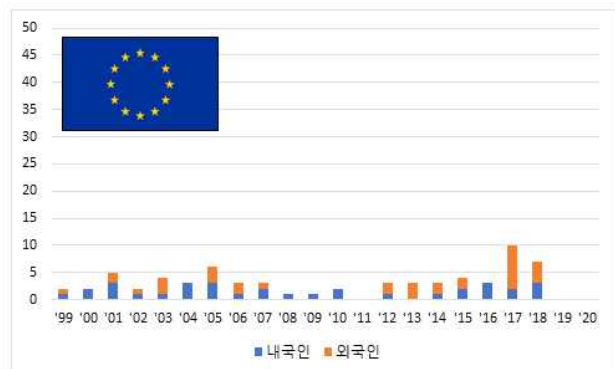
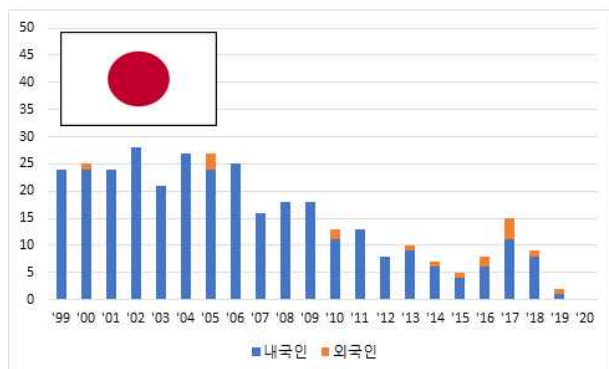
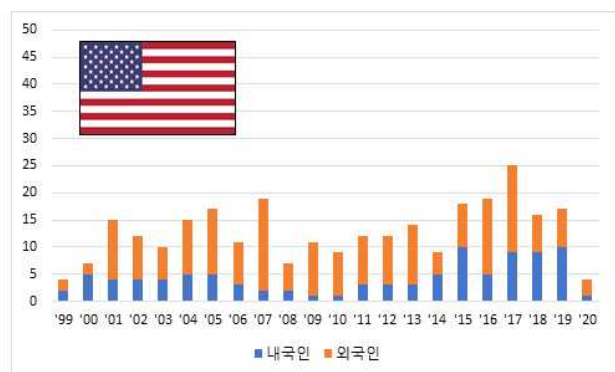
[디지털트윈 생산시스템 연도별 출원동향]



(2) 국가별 출원현황

- ☐ 한국의 출원현황을 살펴보면, '14년도부터 해당 기술의 출원이 급격히 증가하는 추세로 나타나 분석구간 후기의 전체 특허기술 출원 증감 흐름에 영향을 주고 있는 것으로 분석됨
 - 내국인 위주의 출원이 진행되고 있음
 - 한국 기술의 양적 흐름은 미국과 상당히 유사
 - 일본의 출원 수에 비해 67% 정도의 수준을 보임
- ☐ 미국의 출원현황을 살펴보면 '08년도 이후부터 완만한 증가 추세를 나타나고 있으며, 외국인의 출원 비중이 내국인의 출원 비중을 넘어서며 외국인 위주의 출원이 진행되고 있는 것으로 분석됨
- ☐ 일본의 출원현황을 살펴보면 분석구간 초기에는 전체 특허기술의 출원 증감 흐름에 큰 영향을 주고 있는 것으로 나타났으나, 점차 출원이 감소하여 분석구간 후기에는 전체 특허기술의 출원 증감 흐름에 큰 영향을 끼치지 못하는 것으로 분석됨
- ☐ 유럽의 출원현황을 살펴보면 매년 10건 이하의 특허를 출원하여 타 국가에 비해 매우 미미한 수준인 것으로 나타남

[국가별 출원현황]



(3) 기술 집중도 분석

□ 전략제품에 대한 최근 기술 집중도 분석을 위한 구간별 기술 키워드 분석 진행

- 전체 구간(1999년~2020년)에서 시뮬레이션 결과, 생산 계획, 마스크 패턴 등 키워드가 다수 도출
- 최근 구간 분석 결과, 최근 1구간(2012년~2015년)과 비교할 때 2구간(2016년~2020년)에서 VR Presentation, Dimensional Holographic View, Industrial Visualization 키워드가 많이 등장하는 것으로 보아, 디지털트윈 생산시스템 분야에는 VR 등을 활용한 생산공정 시뮬레이션 기술, 제조 가상화 시스템 기술 관련 연구개발이 활발한 것으로 추정

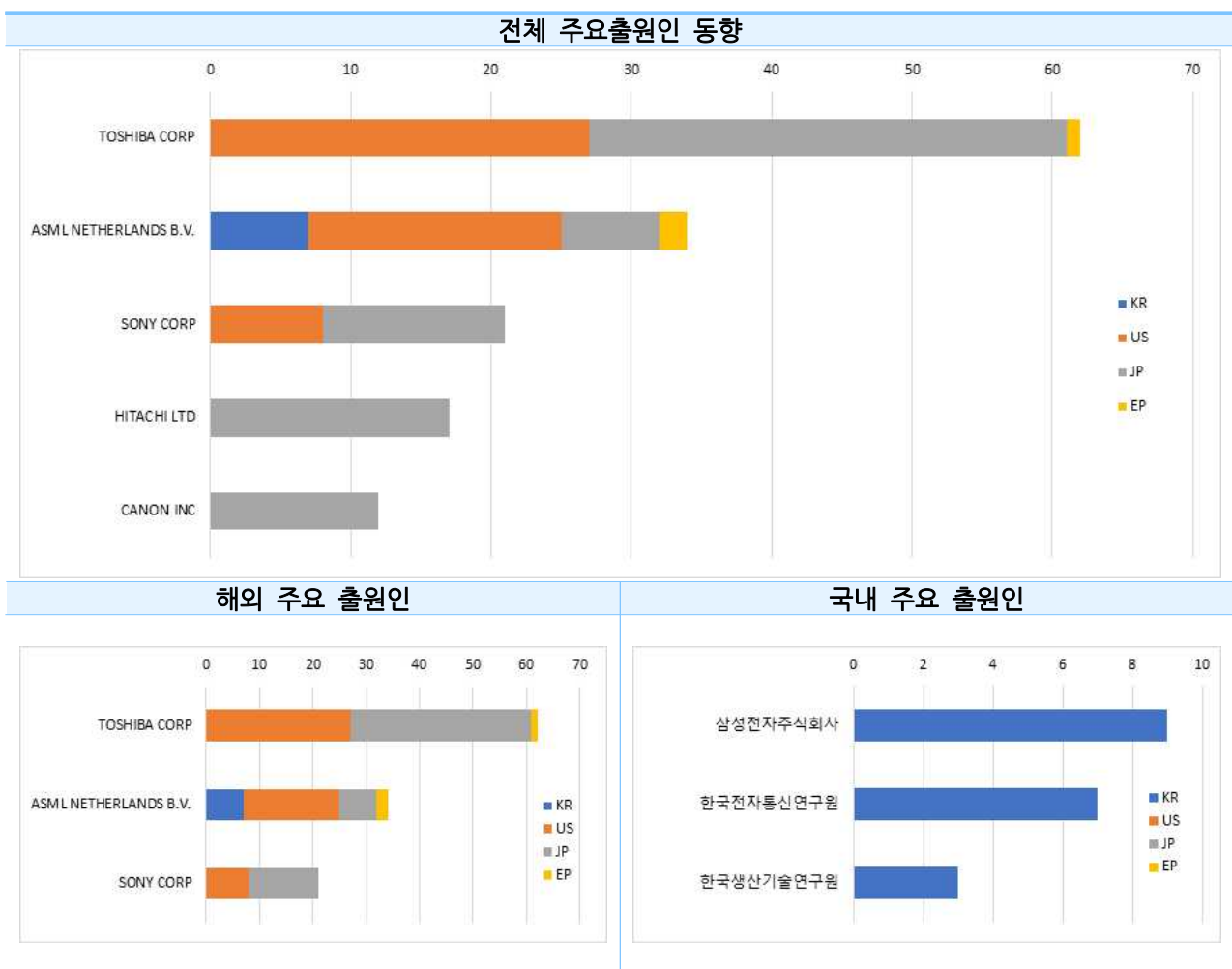
[특히 키워드 변화로 본 기술개발 동향 변화]



나. 주요 출원인 분석

- ☐ 디지털트윈 생산시스템의 전체 주요출원인을 살펴보면, 주로 일본 국적의 출원인이 다수 포함되어 있는 것으로 나타났으며, 제 1 출원인으로는 일본의 TOSHIBA CORP인 것으로 나타남
 - 제 1 출원인인 TOSHIBA CORP의 출원은 일본과 미국에 집중된 경향을 보임
- ☐ 디지털트윈 생산시스템 관련 기술로 전자제품을 다루는 대기업에 의한 출원이 대다수를 차지
 - 국내에서는 대기업, 연구기관/대학의 활발한 출원이 이루어짐

[디지털트윈 생산시스템 주요출원인]



(1) 해외 주요출원인 주요 특허 분석

◎ TOSHIBA CORP

- TOSHIBA CORP은 일본의 중전기 기업으로, 디지털트윈 생산시스템기술과 관련하여 62건의 특허를 출원하였으며 1건의 특허가 등록

[TOSHIBA CORP 주요특허 리스트]

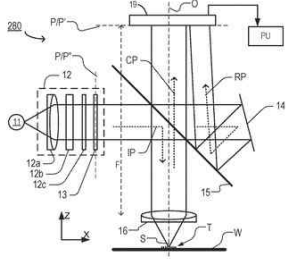
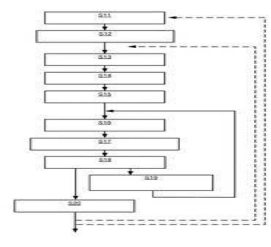
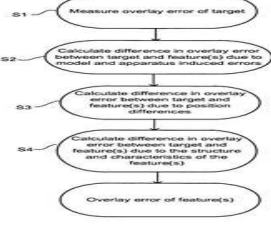
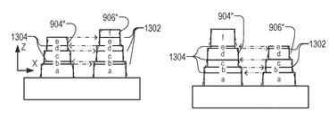
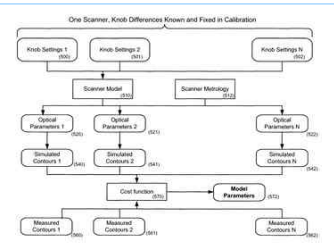
공개번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
JP6290029 (2014.07.30)	생산 제어 지원 장치, 생산 제어 지원 방법 및 프로그램	생산 라인의 제조 실적값을 이용하여 시뮬레이션하고, 이를 이용하여 반제품 상한을 결정하는 기술	

* 공개특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ ASML NETHERLANDS B.V.

- ASML NETHERLANDS B.V.는 네덜란드 반도체 장비 제조기업으로 디지털트윈 생산시스템기술과 관련하여 34건의 특허를 출원하여 12건이 등록
- ASML NETHERLANDS B.V.는 디지털트윈 생산시스템기술과 관련하여 한국, 미국, 일본, 유럽 특허청에서 모두 출원을 진행

[ASML NETHERLANDS B.V. 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
US10133192 (2017.04.21)	Method and apparatus for determining the property of a structure, device manufacturing method	방사선과 구조체의 상호 작용을 시뮬레이션하고 시뮬레이션 값과 방사선값 및 구조변화를 고려하여 공정제어하는 기술	
US10146140 (2016.10.04)	Methods and apparatus for simulating interaction of radiation with structures, metrology methods and apparatus, device manufacturing method	방사선과 구조의 상호 작용을 시뮬레이션하고 시뮬레이션 된 상호 작용을 검출 된 방사선과 비교함으로써 선폭과 같은 속성을 계산하는 기술	
US9798250 (2016.09.13)	Lithographic apparatus for measuring overlay error and a device manufacturing method	시뮬레이션을 통한 검사 장치를 포함하는 리소그래피 장치의 스크라이브 레인에서 측정되는 타겟의 오버레이 오차 추정기술	
US10592618 (2016.07.13)	Methods and apparatus for simulating interaction of radiation with structures, metrology methods and apparatus, device manufacturing method	구조모델과 방사선과의 상호작용을 시뮬레이션하면서 구조모델의 변수를 변경 제어하는 기술	
US10137643 (2014.08.11)	Model-based process simulation systems and methods	칩 제조 시 참조 모델을 사용하여 시뮬레이션을 구현하는 기술	

* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

© SONY CORP

- ☐ SONY CORP는 일본의 전자기기 제조 및 엔터테인먼트 기업으로, 디지털트윈 생산시스템기술과 관련하여 21건의 특허를 출원하였으며 3건의 특허가 등록
- 반도체 제조 공정에서 사용되는 시뮬레이션 기술에 관한 특허가 다수

[SONY CORP 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
US8747685 (2013.08.21)	Shape simulation apparatus, shape simulation program, semiconductor production apparatus, and semiconductor device production method	에칭이나 퇴적에 의해서 변화하는 웨이퍼의 표면 형상을 시뮬레이션하는 기술	
US8921215 (2012.03.09)	Ion injection simulation method, ion injection simulation device, method of producing semiconductor device, and method of designing semiconductor device	기체로 주입되는 불순물의 농도 분포를 산출하는 이온 주입의 시뮬레이션 기술	
US8535550 (2010.08.17)	Shape simulation apparatus, shape simulation program, semiconductor production apparatus, and semiconductor device production method	입자흐름에 기초하여 웨이퍼 표면에 설정된 좌표에서의 형상변화를 시간변화에 따라 시뮬레이션 하는 기술	

* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

(2) 국내 주요출원인 주요 특허 분석

◎ 삼성전자주식회사

□ 삼성전자주식회사는 디지털트윈 생산시스템과 관련하여 9건의 특허를 출원하였으며, 이 중 1건의 특허가 등록

[삼성전자주식회사 주요특허 리스트]

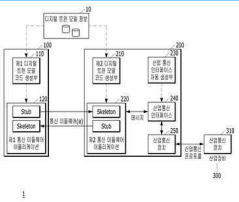
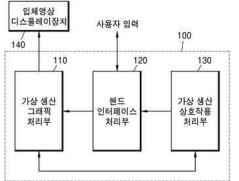
등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR0571832 (2004.02.18)	3차원 객체의 물리특성을 고려한 통합 모델링 방법 및 장치	하나의 공통된 모델을 통해, 물체가 다른 특성을 가지는 다른 물질로 바뀌는 것을 3차원 객체의 물리특성을 고려하여 통합 모델링하는 기술	

* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ 한국전자통신연구원

- ☐ 한국전자통신연구원은 디지털트윈 생산시스템과 관련하여 7건의 특허를 출원하였으며, 이 중 2건의 특허가 등록

[한국전자통신연구원 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR2149529 (2017.12.12)	산업용 통신 시스템 및 방법	5G URLLC를 지원하는 MEC 서버 환경에서 스마트 팩토리 디지털 트윈 모델의 실시간 연동을 위한 산업용 통신기술	
KR0670792 (2004.12.07)	핸드 인터페이스를 이용한 가상 생산 시스템 및 그 방법	가상환경 하에서 제품 생산을 시뮬레이션하는 기술	

* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ 한국생산기술연구원

□ 한국생산기술연구원은 디지털트윈 생산시스템과 관련하여 3건의 특허를 출원하였으며, 이 중 1건이 등록됨

[한국생산기술연구원 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR1527080 (2013.10.29)	시나리오 시뮬레이션 및 병목 공정 정보 처리를 포함하는 디지털 제조 최적화 시스템	복수의 시나리오에 대해 시뮬레이션을 수행하여 병목공정을 발견하고, 대안 시나리오 검토를 통해 최적의 공정을 제시하는 기술	

* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

다. 기술진입장벽 분석

(1) 기술 집중력 분석

□ 디지털트윈 생산시스템관련 기술에 대한 시장관점의 기술독점 현황분석을 위해 집중률 지수(CRn: Concentration Ratio n, 상위 n개사 특허점유율의 합) 분석 진행

- 상위 4개 기업의 시장점유율이 0.15로 디지털트윈 생산시스템 분야에 있어서 독과점 정도는 낮은 수준으로 판단
- 국내 시장에서 중소기업의 점유율 분석결과 0.62로 해당 기술에 대하여 중소기업의 진입장벽은 다소 높은 것으로 파악

[주요출원인의 집중력 및 국내시장 중소기업 집중력 분석]

주요출원인 집중력	주요출원인	출원건수	특허점유율	CRn	n
	TOSHIBA CORP(일본)	62	6.7%	0.07	1
	ASML NETHERLANDS B.V.(네덜란드)	34	3.7%	0.10	2
	SONY CORP(일본)	21	2.3%	0.13	3
	HITACHI LTD(일본)	17	1.8%	0.15	4
	CANON INC(일본)	12	1.3%	0.16	5
	삼성전자주식회사(한국)	9	1.0%	0.17	6
	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (독일)	9	1.0%	0.18	7
	FUJITSU LIMITED(일본)	9	1.0%	0.19	8
	ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES, INC.(미국)	8	0.9%	0.20	9
	한국전자통신연구원(한국)	7	0.8%	0.20	10
	전체	922	100%	CR4=0.15	
국내시장 중소기업 집중력	출원인 구분	출원건수	특허점유율	CRn	n
	중소기업(개인)	123	62.1%	0.62	
	대기업	39	19.7%		
	연구기관/대학	36	18.2%		
	전체	198	100%	CR중소기업=0.62	

(2) 특허소송 현황 분석

☐ 디지털트윈 생산시스템 분야 관련 특허소송 이력은 검색되지 않음

- 따라서 국내기업이 미국시장에 진입하는 경우, 해당 분야를 선점할 수 있을 것으로 판단
- 다만, 가상화를 이용하지 않은 생산/제조시스템과 관련해서는 다소 소송이 발생하였던 것으로 나타남

5. 요소기술 도출

가. 특허 기반 토픽 도출

- 588개의 특허의 내용을 분석하여 구성 성분이 유사한 것끼리 클러스터링을 시도하여 대표성이 있는 토픽을 도출

[디지털트윈 생산시스템에 대한 토픽 클러스터링 결과]



나. LDA³⁹⁾ 클러스터링 기반 요소기술 도출

[LDA 클러스터링 기반 요소기술 키워드 도출]

No.	상위 키워드	대표적 관련 특허	요소기술 후보
클러스터 01	image, display, virtual, realities, parameter, target, content, model, simul, video	<ul style="list-style-type: none"> • Bridal producing system • Method and apparatus for producing a helical spring 	제조 가상화 시스템 기술
클러스터 02	model, element, simulate, lens, object, oper, product, manufacture, power, fiber	<ul style="list-style-type: none"> • Production system simulation device, production system simulation method, and production system simulation program • Methods and systems for manufacturing products/parts made of carbon fiber reinforced composite based on numerical simulations 	생산공정 시뮬레이션 기술
클러스터 03	measure, simulate, film, calculate, data, inject, condition, fluid, obtain, ein	<ul style="list-style-type: none"> • Determining of state data of a production system • Method for producing a 3d cad model, use of the 3d cad model, computer program product and system for nc machining 	도메인 모델링 기술
클러스터 04	simulate, process, model, manufacture, product, data, result, set, execute, configure	<ul style="list-style-type: none"> • Food product development assistance device, food product development method, food product production method, dietary education assistance device, and dietary education method • Introduction plan adjusting method and introduction plan adjustment system for semiconductor device manufacturing line 	맞춤형 공정설계 자동화 기술
클러스터 05	simulate, signal, produce, sound, flux, test, invent, apparatus, posit, output	<ul style="list-style-type: none"> • Disc-shaped record medium, method for manufacturing the same, and apparatus for manufacturing the same • Flame imitation manufacturing device of an electrical-heated fireplace 	-
클러스터 06	product, design, simulate, circuit, data, perform, line, program, manufacture, result	<ul style="list-style-type: none"> • Method of checking producibility of a composite security design of a security document on a line of production equipment and digital computer environment for implementing the same 	-
클러스터 07	pattern, simulate, mask, data, design, process, correct, value, form, generate	<ul style="list-style-type: none"> • Mask pattern forming method and method for manufacturing semiconductor device • Mask pattern preparation method, semiconductor device manufacturing method and recording medium 	-
클러스터 08	product, exposure, simulate, distribute, calculate, value, plan, mask, process, solve	<ul style="list-style-type: none"> • Production schedule preparation device, recycle production system and production schedule preparation method • Production simulation apparatus and production simulation method 	생산공정 시뮬레이션 기술
클러스터 09	product, data, control, simulate, machine, virtual, oper, test, function, comput	<ul style="list-style-type: none"> • Virtual-product presentation system • Scalable testing in a production system with autoscaling 	맞춤형 공정설계 자동화 기술

39) Latent Dirichlet Allocation

다. 특허 분류체계 기반 요소기술 도출

- ☐ 디지털트윈 생산시스템 관련 특허에서 총 10개의 주요 IPC코드(메인그룹)를 산출하였으며, 각 그룹의 정의를 기반으로 요소기술 키워드를 아래와 같이 도출

[IPC 분류체계에 기반한 요소기술 도출]

IPC 기술트리		
(서브클래스) 내용	(메인그룹) 내용	요소기술 후보
(G03F) 사진제판법에 의한 요철화 또는 패턴화 표면의 제조, 예. 인쇄용, 반도체장치의 제조법용; 그것을 위한 재료; 그것을 위한 원료; 그것을 위한 특별히 적합한 장치	<ul style="list-style-type: none"> • (G03F-007) 사진제판법, 예 사진석판법에 의한 요철화 또는 패턴화된 표면의 제조, 예. 인쇄표면의 제조 그것을 위한 재료, 예. 포토레지스트로 된 것 그것을 위하여 특히 적합한 장치 • (G03F-001) 질감이 있거나 무늬가 있는 표면의 사진제판법 제품을 위한 원화, 예. 마스크, 포토-마스크 또는 레티클(reticle); 마스크 블랭크(mask blank) 또는 그 투과필름(pellicle); 그를 위해 특히 적용된 용기; 그 준비과정 	
(G05B) 제어계 또는 조정계 일반; 이와 같은 계의 기능요소; 이와 같은 계 또는 요소의 감시 또는 시험장치	<ul style="list-style-type: none"> • (G05B-019) 프로그램제어계 	IoT 기반 원격제어 기술
(G06F) 전기에 의한 디지털 데이터처리	<ul style="list-style-type: none"> • (G06F-017) 디지털 컴퓨팅 또는 데이터 프로세싱 장비, 방법으로서 특정 기능을 위해 특히 적합한 형태의 것 • (G06F-019) 특수한 어플리케이션에 특히 적합한 디지털 컴퓨팅 또는 데이터 처리 장치 또는 방법 	
(G06Q) 관리용, 상업용, 금융용, 경영용, 감독용 또는 예측용으로 특히 적합한 데이터 처리 시스템 또는 방법; 그 밖에 분류되지 않는 관리용, 상업용, 금융용, 경영용, 감독용 또는 예측용으로 특히 적합한 시스템 또는 방법	<ul style="list-style-type: none"> • (G06Q-050) 특정 사업 부문에 특히 적합한 시스템 또는 방법, 예. 공익사업 또는 관광 • (G06Q-030) 거래, 예. 쇼핑 또는 전자상거래 • (G06Q-010) 경영; 관리 	
(G06T) 이미지 데이터 처리 또는 발생 일반	<ul style="list-style-type: none"> • (G06T-019) 컴퓨터 그래픽용 3D 모델 또는 화상의 조작 	
(H01L) 반도체 장치; 다른 곳에 속하지 않는 전기적 고체 장치	<ul style="list-style-type: none"> • (H01L-021) 반도체 장치 또는 고체 장치 또는 그러한 부품의 제조 또는 처리에 특별히 적용되는 방법 또는 장비 	

라. 최종 요소기술 도출

- ☐ 산업·시장 분석, 기술(특허)분석, 전문가 의견, 타부처 로드맵, 중소기업 기술수요를 바탕으로 로드맵 기획을 위하여 요소기술 도출
- ☐ 요소기술을 대상으로 전문가를 통해 기술의 범위, 요소기술 간 중복성 등을 조정·검토하여 최종 요소기술명 확정

[디지털트윈 생산시스템 분야 요소기술 도출]

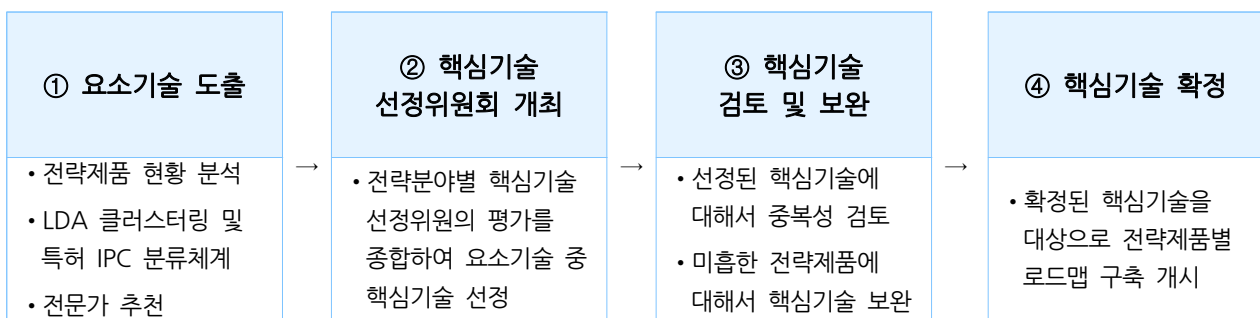
요소기술	출처
생산공정 시뮬레이션 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
IoT 기반 원격제어 기술	IPC 기술체계, 전문가 추천
맞춤형 공정설계 자동화 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
제조 가상화 시스템 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
도메인 모델링 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
온라인 디지털 트윈 리버스 자동 생성 기술	전문가 추천
영상, 통신기능 웨어러블 기기 기술	전문가 추천

6. 전략제품 기술로드맵

가. 핵심기술 선정 절차

- ☐ 특허 분석을 통한 요소기술과 기술수요와 각종 문헌을 기반으로 한 요소기술, 전문가 추천 요소기술을 종합하여 요소기술을 도출한 후, 핵심기술 선정위원회의 평가과정 및 검토/보완을 거쳐 핵심기술 확정
- ☐ 핵심기술 선정 지표: 기술개발 시급성, 기술개발 파급성, 기술의 중요성 및 중소기업 적합성
 - 장기로드맵 전략제품의 경우, 기술개발 파급성 지표를 중장기 기술개발 파급성으로 대체

[핵심기술 선정 프로세스]



나. 핵심기술 리스트

[디지털트윈 생산시스템 분야 핵심기술]

핵심기술	개요
생산공정 시뮬레이션 기술	<ul style="list-style-type: none"> 고정 또는 유연 생산 공정을 시간의 흐름에 따라 모사 생산공정을 모사하고 공정 모니터링이 가능한 디지털트윈기술을 활용한 생산공정 최적화 기술
IoT 기반 원격 제어 기술	<ul style="list-style-type: none"> 디지털트윈과의 상호작용을 통해 원격에 있는 IoT 기반 설비의 제어 IoT 기반의 데이터 분석을 활용하여 생산설비의 원격제어가 가능한 제어기술
맞춤형 공정설계 자동화 기술	<ul style="list-style-type: none"> 디지털트윈 상에서 제품 요구사항에 대해 현재 제조 자원 대비 가능한 맞춤형 공정의 최적 도출 다양한 제품의 생산에 따른 공정변경의 모사를 통해 실제공정에 반영하기 위한 맞춤형공정설계 자동화 기술
제조 가상화 시스템 기술	<ul style="list-style-type: none"> 가상 환경에 4M 제조 자원을 디지털 자산화하여 관리
도메인 모델링 기술	<ul style="list-style-type: none"> 생산 환경의 4M 제조 자원의 연속/이산 시스템 특성을 모형화

다. 중소기업 기술개발 전략

- ☐ 국내 기술이 매우 취약한 상황이므로 개발을 위한 로드맵 수립 필요
- ☐ 중소기업마다 당면한 과제부터 해결이 가능한 CPPS의 점진적 도입 필요
- ☐ 국내외 기술제휴/협력을 통해 디지털트윈 운용환경 구축을 위한 기반 확보가 필요
- ☐ 여러 산업분야에 실증사업 확대, 경험/사례 공유 기반 마련 및 기술발전에 선순환 유도 정책 시행

라. 기술개발 로드맵

(1) 중기 기술개발 로드맵

[디지털트윈 생산시스템 분야 중기 기술개발 로드맵]

디지털트윈 생산시스템	CPPS의 점진적 도입을 통한 디지털트윈 운용환경 구축			
	2021년	2022년	2023년	최종 목표
생산공정 시뮬레이션 기술*				시뮬레이션 연계 공정 5개 / 연계 공정 내 총 설비 30개 이상
IoT 기반 원격 제어 기술				실시간 생산공정 적합도 90% 이상 디지털트윈을 통한 원격 제어 지연 20ms 이내
맞춤형 공정설계 자동화 기술				선입선출대비 맞춤형 공정의 생산프로세스비율 120% 이상 맞춤형 공정설계 자동화 기술 최적화
제조 가상화 시스템 기술				적용 서비스 시나리오 10개 이상
도메인 모델링 기술				모델링 업종 5개 / 공정 20개 이상

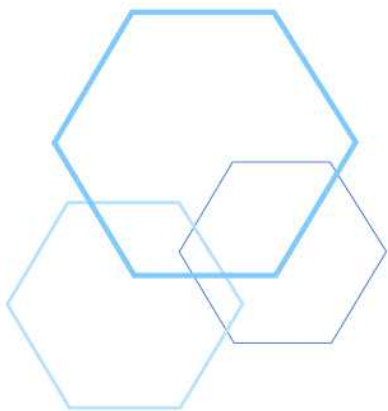
* 표시는 생태계 취약 기술을 의미

(2) 기술개발 목표

- ☐ 최종 중소기업 기술로드맵은 기술/시장 니즈, 연차별 개발계획, 최종목표 등을 제시함으로써 중소기업의 기술개발 방향성을 제시

[디지털트윈 생산시스템 분야 핵심요소기술 연구목표]

핵심기술	기술요구사항	연차별 개발목표			최종목표	연계R&D 유형
		1차년도	2차년도	3차년도		
생산공정 시뮬레이션 기술	시뮬레이션 연계 공정 수/연계 공정 내 총 설비수(개)	1개/3개	2개/10개	5개/30개	시뮬레이션 연계 공정 5개 / 연계 공정 내 총 설비 30개 이상	기술혁신
	생산공정 적합도(%)	시뮬레이션 설계	60%이상	90% 이상	실시간 생산공정 적합도 90% 이상	기술혁신
	생산공정의 디지털트윈 모니터링 시뮬레이션 기술	디지털트윈 시뮬레이션기술 개발	생산공정과 디지털트윈 연계 개선	디지털트윈 생산공정 시뮬레이션 최적화	디지털트윈 시뮬레이션을 활용한 생산공정 모니터링 및 최적화	상용화
IoT 기반 원격 제어 기술	디지털트윈을 통한 원격 제어 지연 (ms)	100ms	50ms	20ms	디지털트윈을 통한 원격 제어 지연 20ms 이내	기술혁신
	IoT 데이터 분석 및 모니터링을 통한 원격제어기술	IoT 데이터 분석 원격제어기술 개발	실제공정과 연계를 통해 공정설비의 원격제어 적용	원격제어기술 개선	IoT 데이터 분석을 활용한 제조공정의 원격제어기술 개발	기술혁신
맞춤형 공정설계 자동화 기술	선입선출 대비 맞춤형 공정의 생산프로세스비 율(ISO 22400)	105%	110%	120%	선입선출대비 맞춤형 공정의 생산프로세스비 율 120% 이상	산학연
	제품의 설계사양에 따라 가변적으로 변경이 가능한 공정설계자동화 기술	공정설계자동화 기술개발	제품의 설계사양에 따른 공정설계 자동화기술 개선	공정설계 자동화 기술 최적화	맞춤형 공정설계 자동화 기술 최적화	기술혁신
제조 가상화 시스템 기술	적용 서비스 시나리오 수(개)	2개	10개	-	적용 서비스 시나리오 10개 이상	산학연
도메인 모델링 기술	모델링 업종/공정 수(개)	-	1개/5개	5개/20개	모델링 업종 5개 / 공정 20개 이상	산학연



전략제품 현황분석

스마트제조용 웨어러블 기기



스마트제조용 웨어러블 기기

정의 및 범위

- 제조용 웨어러블 기기란 CPS, AR/VR 기술, 시스템 등을 활용하여 작업자가 착용할 수 있고, 스마트제조 활동을 간접적으로 도와주는 장비나 도구를 의미
- 복잡한 제조과정에서 증강현실 및 가상현실 기술을 활용하여 업무에 필요한 정보와 데이터를 즉각적으로 확인하여 공정 과정을 분석/파악하고 제조공정을 제어하며, 향후 효율적인 제조공정의 계획이 가능하게 하는 기술을 포함

전략 제품 관련 동향

시장 현황 및 전망	제품 산업 특징
<ul style="list-style-type: none"> • (세계) 세계 웨어러블 기기의 출하량은 2018년 1억 8,230만 대에서 연평균 8.9% 성장하여 2024년에는 3억 380만 대 수준으로 증가할 전망 • (국내) 국내 웨어러블 기기 시장은 2018년 5,000억 원에서 2024년 9,868억 원으로 연평균 12.0%로 성장할 것으로 전망 	<ul style="list-style-type: none"> • 차세대 미디어로서 VR·AR 분야에 글로벌 IT기업 및 스타트업 진입 활성화 • 금융권에서 스마트워치, 안경, 손목 밴드 등과 같은 형태의 웨어러블 기기 활용한 결제 영역에서의 활발한 활용 • ICT 기술을 활용해 웨어러블 디바이스를 다양한 산업에 적용 가능
정책 동향	기술 동향
<ul style="list-style-type: none"> • 정부의 혁신성장동력 13개 분야 중 하나로 VR·AR 추진 • 과학기술정보통신부는 2017년~2020년까지 VR·AR 융합형 국방·제조·의료 서비스 기술 개발을 지원 • 산업통상자원부는 VR·AR을 이용한 가상훈련시스템, 디바이스 관련 기술개발 정책을 추진 중 	<ul style="list-style-type: none"> • 헬스케어 웨어러블 스마트 디바이스는 다양하게 사용되어지면서 활용 범위가 확대되어지고, 이를 통해 안전 및 건강관리를 더욱 편리하게 하여 삶의 질을 개선시키는 효과 기대 • 제조업에서 VR기술을 활용하면 공정, 조립과정 등을 미리 계획하고 시험하여 효율적인 공정설계가 가능
핵심 플레이어	핵심기술
<ul style="list-style-type: none"> • (해외) Apple, Huawei, Fitbit, GE, UPSkill, 미쯔비시, MS, Vuzix, Autodesk, VEC, ESI Group • (대기업) 삼성, 네이버랩스 • (중소기업) 제일모직, 증강기능, 버넥트, 테크빌교육, Y링크, 맥스트, 마젠타로보틱스, 디지테크정보, 엑스트리플 	<ul style="list-style-type: none"> • 영상·통신기능 웨어러블 기기 기술 • 증강현실용 Inside-out tracking AI 카메라 디바이스 • 웨어러블 휴먼 모션 정보 실시간 트래킹 디바이스 • 실내용 정밀 공간 좌표 인식 웨어러블 디바이스 • 웨어러블 제스처 기반 입력 인터페이스 디바이스

중소기업 기술개발 전략

- AR/VR 관련 디바이스에 대한 영상/신호처리 지연률 보정 등의 핵심 알고리즘 기술 개발
- AR/VR 기술은 다양한 산업 영역에 대해 통합적 관점의 기술개발 전략 수립이 필요
- 다양한 영역에서 정보통신(ICT) 기술을 활용함에 따라 다양한 산업에 활용될 가능성이 높아 산업 내 특화 기술과 규제 환경 등을 고려한 제품 개발에 집중 필요

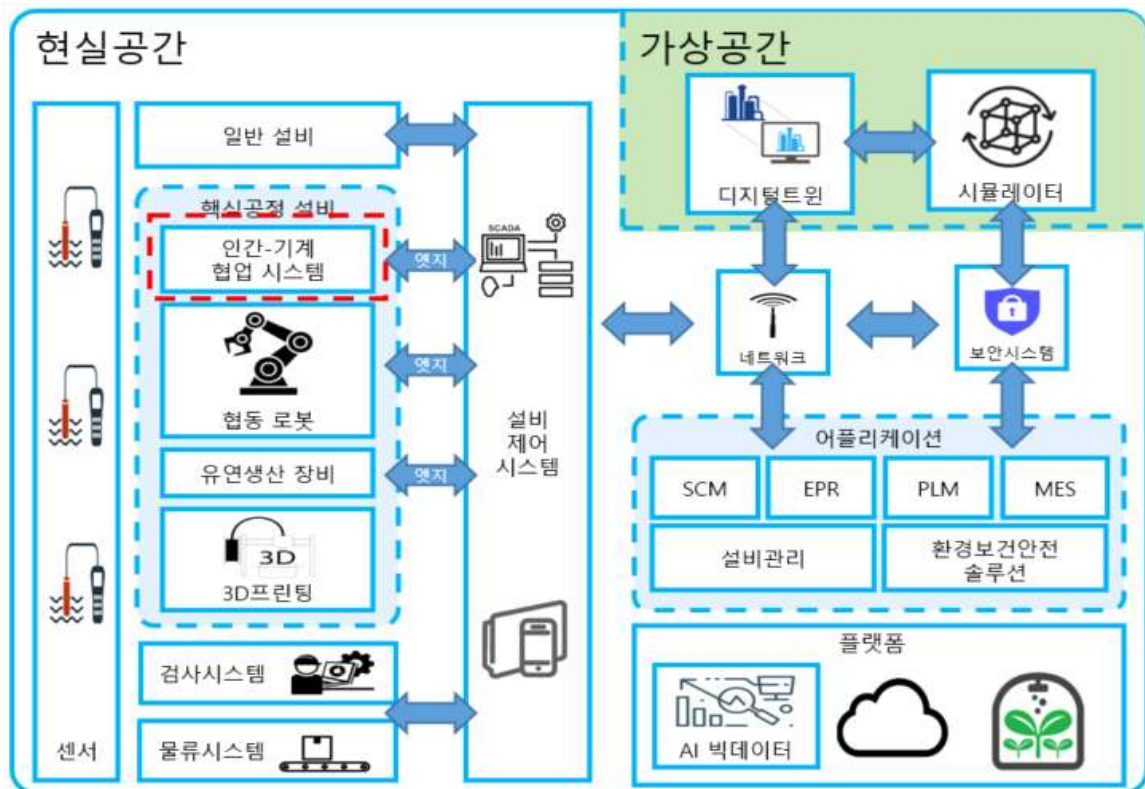
1. 개요

가. 정의 및 필요성

(1) 정의

- ☐ 제조용 웨어러블 기기란 CPS, AR/VR 기술, 시스템 등을 활용하여 작업자가 착용할 수 있고, 스마트제조 활동을 간접적으로 도와주는 장비나 도구를 의미
- ☐ 스마트제조용 웨어러블 기기 시뮬레이션 기술개발 및 보급
 - 기존 작업자의 대체가 불가능한 제조기업을 대상으로 스마트제조 도입 분석 시뮬레이션 활용
 - 개방형 시뮬레이션 기술로 확장하여 제조기업들의 유사 공정을 대상으로 스마트 웨어러블 기기 운용에 대한 타당성 분석과 운영 방안 제공
 - 스마트제조용 웨어러블 기기에 특화된 다양한 add-in 지원 모듈을 개발하여 기존 시뮬레이션에 추가함으로써 스마트제조 도입 사전 검증용 시뮬레이션 기술 수준 제고

[스마트제조에서 스마트제조용 웨어러블 기기의 위치]



* 출처 : 네모아이씨지 자체 작성

(2) 필요성

☐ 다양한 정보의 제공을 통해 실수의 사전방지와 작업의 효율성을 제고

- 중소기업에 자동화 및 정보화 시스템을 대규모로 통합적으로 설치하는 것은 현실적으로 어려워서, 부분적인 시스템을 도입할 때 작업자와의 상호작용이 필요한 경우가 많이 발생
- 시스템에서 얻어진 데이터가 불완전할 때 작업자가 획득하는 데이터를 연계시킬 필요가 있으며, 연계되는 데이터도 공정과 종합되어야 하나 현실에서는 정합성이 떨어지는 경우가 다수
- 시뮬레이션을 통해 공정의 데이터, 컴포넌트 시퀀싱, 예상 시간 등의 정보들을 알 수 있고, 이를 바탕으로 여러 대안 간의 비교가 가능해져 엔지니어가 가상현실을 이용하여 사전에 조립과 분해 순서를 평가하고 최적화시킬 뿐만 아니라 제조공정에 필요한 시간, 지원과 툴링에 대해서 확인 가능
- 이러한 과정을 통해 제조공정에서 오류가 생기는 것을 사전에 방지할 수 있을 뿐만 아니라, 원하는 제품을 생산해내는 데 가장 효율적인 공정을 찾고, 해당 공정의 타당성과 실현 가능성을 평가

☐ 기업 내의 다양한 공정과 프로세스에 적용이 되어 전체 최적화를 지원

- 가상현실은 직업훈련뿐만 아니라 직원들이 다양하고 복잡한 공정을 한눈에 파악할 수 있도록 도와주며, 관리자는 공정 전체를 살펴 어떤 기능의 개선이 생산성을 높이고 직원의 스트레스를 줄일 수 있는지 등을 확인 가능
- 재고·유통관리 등 물류관리에서도 증강현실 기술의 활용 가치가 높으며, 증강현실 안경이 상품의 바코드를 인식하면 어디로 이동되어야 할 제품인지, 재고가 어느 정도 쌓여있는지 등을 알려줘 관리가 수월해지고, 제품을 찾기 위해 드는 조사비용이 감소하며, 필요한 자료는 자동으로 업데이트되어 증강현실 기기를 통해 사람들에게 실시간으로 전달
- 직원이 복잡한 조립과정을 진행할 경우 조립 순서와 조립 방법에 대한 정보가 자동으로 눈과 귀를 통해 전달될 수 있으며, 작업이 필요한 시점이나 볼트를 조이는 정도 등 매 순간 필요한 정보를 정확하게 확인 가능
- 가상공정계획은 여러 관계자에게 조립공정의 청사진을 시각적으로 표현해주어 미리 조립과정을 살펴보면 여러 분야의 관계자들이 모여 생산성, 스케줄링 등의 요소들을 분석하고 부적절한 부분을 수정 가능

☐ 노동집약적 공정의 스마트화를 위한 사전 검증 도구로 활용

- 스마트제조 기술단계별 공정범위 설정을 위한 사전 분석 도구로써 스마트제조 도입의 비용 대비 효과에 대한 체계적 분석 및 검증 플랫폼 제공
- 스마트제조용 웨어러블 기기 도입과 운영 기술 제공을 통해 자동화가 어려운 제조기업에 맞는 현실적 스마트제조 기획 도구로 활용
- 사전 검증 절차 후 스마트제조용 웨어러블 기기 도입 기업의 모범사례/실패 요인 및 성공적 도입 절차 등의 공유를 위한 참조 모델 풀(pool) 구성 및 확산

나. 범위 및 분류

(1) 가치사슬

- ☐ 웨어러블 기기의 후방산업으로는 웨어러블 기기 구현을 위한 기반 산업인 소재 산업과 투명하거나, 휘어지는 플렉서블 디스플레이를 생산하여 제공하는 디스플레이산업, 웨어러블 기기의 가장 큰 맹점으로 분석되는 전원공급(저장) 장치 산업인 배터리 산업 등이 있음
- ☐ 전방산업으로는 웨어러블 기기를 통해 다양한 서비스를 제공할 수 있는 응용서비스 분야들이 속할 수 있을 것으로 전망되며, 대표적으로는 스마트 헬스케어 산업, 유비쿼터스 컴퓨팅 산업 및 홈 네트워크산업 등이 있음

[웨어러블 디바이스 분야 산업구조]

후방산업	웨어러블 디바이스 분야	전방산업
특수소재 산업(섬유 등), 디스플레이 산업(투명, 플렉서블), 배터리 산업(전원공급장치), 소프트웨어 산업	웨어러블 디바이스	스마트 헬스케어 산업, 유비쿼터스 컴퓨팅 산업, 홈 네트워크 산업, 인포테인먼트 산업, 이동통신 산업

(2) 기술별 분류

- 스마트제조 도입과 운영 과정에서 설비 및 공정, 작업변경, 자동화 장비 도입 시 작업자, 관리자와 제조 시스템 간의 유기적 협업을 유도하고 안전을 확보할 수 있는 제조 활동 보조, 생산성 분석 및 제고를 지원하는 인간-제조공학적 원천기술 및 시스템 통합 제품 기술

[인간-기계 협업 핵심기술별 정의]

분류		기술 설명
원천 기술	음성/제스처 기반 인간-기계 협업 기술	• 작업자가 음성/제스처 등의 NUI를 이용한 인간과 기계의 상호작용을 통한 인간-기계 제조협업 기술
	지식기반 인간-기계협업 위한 인간-기계 작업 자율 할당/플래닝 기술	• 다중복합센서 데이터를 기반으로 작업자 노하우 수집-분석을 통한 업종별 작업 모델 모듈화 및 지식화를 통해 인간-기계 간 협업을 위한 작업 자동 할당 및 플래닝 기술
제품 기술	인간-기계 협업기반 최적 생산성 예측 시스템	• 작업자의 생산성 제고 및 안전을 고려하기 위하여 공장의 작업환경분석 및 모델링, 시뮬레이션 등을 활용한 협업공정의 타당성 및 효과분석 기술을 포함하는 인간-기계협업공정의 최적 생산성
	NUI(Natural UI) 기반 인간-기계 협업 작업증강시스템	• 작업자의 음성/제스처 등의 NUI(Natural UI) 기반 인간-기계 협업작업 지원을 위한 위치추적, AR, VR, MR 등을 활용한 작업증강시스템
	안전 보장 인간-기계 자율 협업 시스템	• 작업자 안전을 보장하면서 인간-기계 생산효율 극대화를 위해 자율적으로 작업 할당, 플래닝하고, 수행 가능하도록 지원하는 협업 시스템

2. 산업 및 시장 분석

가. 산업 분석

◎ VR·AR 산업정책 현황

□ VR·AR 산업정책은 정부의 혁신성장동력 13개 분야 중 하나로 추진

- 정부는 2017년 12월에 13대 분야의 혁신성장동력산업 중 하나로 VR·AR 산업을 지정하고, VR·AR의 시장 상용화를 위해 콘텐츠·플랫폼·네트워크·디바이스의 핵심기술을 고도화하고 개별산업과의 융합을 촉진
- VR·AR 콘텐츠 원천 및 응용 기술은 과학기술정보통신부, VR·AR 문화·스포츠·관광 등 콘텐츠 제작은 문화체육관광부가, VR·AR 디바이스 기술은 산업통상자원부가 담당하고 있으며, 부처간 추진 사업 협의 및 조정을 위해 가상증강현실 관계부처 협의회 운영

□ 산업통상자원부는 VR·AR을 이용한 가상훈련시스템, 디바이스 관련 기술개발 정책을 추진

- 2015년~2021년까지 VR을 이용한 체험형 가상훈련 기술개발(산업안전·교육·재활·의료 가상훈련시스템 개발), 2017년~2020년까지 AR 핵심부품 원천기술 개발을 지원
- 2018년~2022년까지 VR을 이용한 공간정보기반의 육상 및 비행 이동체를 위한 가상훈련시스템 개발
- 2018년~2021년까지 AR을 이용한 제조·유통·의료 등의 산업응용 디바이스 개발을 지원
- 산업통상자원부의 VR·AR 사업 지원 예산은 2017년 약 53억 원, 2018년 약 89억 원, 2019년에 약 94억 원으로 꾸준히 증액

[산업통상자원부 주요 VR·AR 사업 지원 현황]

구분	내역사업명
VR	• 경험지식기반 체험형 가상훈련 기술개발(2015~2021): 산업안전·교육·재활·의료 관련 가상훈련시스템 개발(2015년 5건, 2017년 2건, 2019년 1건)
	• 공간정보기반 실감형콘텐츠 융복합·혼합현실 제공기술 개발(2018~2022): 3D공간정보기반의 육상·비행이동체 가상훈련시스템 개발(2018년 3건)
AR	• 가상증강현실(2017~2020): 핵심부품 원천기술 개발(2017년 2건)
	• 지능융합 전자정보기기 개발(2018~2021): 제조·유통·의료 등의 산업응용기기 기술개발(2018년 2건, 2019년 2건)

* 출처 : 산업통상자원부, 국회입법조사처 제출 자료, 2019.9.3. 재가공

□ 과학기술정보통신부는 VR·AR 플랫폼·콘텐츠 제작 및 콘텐츠 소프트웨어 관련 기술개발 정책을 추진 중

- 2016년~2019년까지 VR 플랫폼, VR 게임·교육·테마파크·영화 콘텐츠 제작 및 기술개발, 2017년~2020년까지 VR·AR 융합형 국방·제조·의료 서비스 기술개발을 지원
- 2018년~2020년까지 VR·AR 융합형 질병 진단 및 예측 시뮬레이션 기술 개발(의료)·장애인 시각 증강 콘텐츠 기술 개발(복지)·차량용 증강현실 기술개발(제조)을 지원
- 과학기술정보통신부의 VR·AR 사업 지원 예산은 2017년 약 112억 원, 2018년에 약 213억 원, 2019년에는 약 320억 원으로 지속해서 증액

[과학기술정보통신부 주요 VR·AR 사업 지원 현황]

주관기관	사업기간	과제명
(주)디자인정글	‘16.7 ~ ’19.12	• (VR 서비스플랫폼) VR서비스플랫폼 구축과 VR 영상 기술 및 콘텐츠 개발
한국전자통신연구원	‘16.7 ~ ’19.12	• (VR 게임체험)고속 정밀 추적기반 상호작용이 가능한 몰입형 체험기술과 콘텐츠개발 및 가상현실 실내체험 공간구축
(주)한컴커뮤니케이션	‘16.7 ~ ’19.12	• (교육)멀티포맷 클립형 학습에셋 기반의 교육 콘텐츠 유통서비스 플랫폼 기술개발 및 동반성장을 위한 글로벌 사업화
(주)카이	‘16.7 ~ ’19.12	• (다면상영)대형 영상 상영관 기반 실감영상 및 상영 시스템 개발
(주)모션디바이스	‘16.7 ~ ’19.12	• (테마파크)모션 시뮬레이터용 미들웨어 및 VR 콘텐츠 개발
육군사관학교	‘17.7 ~ ’20.12	• (국방)가상현실 기반 정밀사격훈련 / 전술훈련 시뮬레이터 개발 및 효과 분석
(주)프론티스	‘17.7 ~ ’20.12	• (국방)VR/AR/MR기반 군 장비 정비지원 및 정비교육시스템 개발
테크빌교육	‘17.7 ~ ’20.12	• (제조)자동차 정비 점검 프레임워크 개발
경북대학교	‘17.7 ~ ’20.12	• (의료) 햅틱·센싱기능을 활용한 VR/AR/MR기반 의학실습 시뮬레이션 시스템 및 콘텐츠 기술개발
ETRI	‘18.3 ~ ’20.12	• (의료)근골격계 질환의 예측, 진단 조력을 위한 메디컬 디지털 트윈 생성 및 3차원 시뮬레이션 기술 개발
ETRI	‘18.3 ~ ’20.12	• (복지)저시력 장애인을 위한 시각증강 생활·안전 콘텐츠 기술 개발
KETI	‘18.3 ~ ’20.12	• (제조)차량용 대화면 확장형 증강현실 HUD 기반 융합 新서비스 기술 개발

* 출처: 과학기술정보통신부, 국회입법조사처 제출 자료, 2019.8.14. 재가공

□ 문화체육관광부는 VR·AR 콘텐츠 제작, 기업의 해외 진출 및 입주 지원 등의 정책을 추진

- 2017년에 VR 극장용 영화, 애니메이션, 교육 및 병원 체험 콘텐츠 등에 대한 중·대형 사업 과제 지원
- 2018년에 VR 극장용 영화, 돔 상영 영화, 체험 및 교육 콘텐츠 등에 걸쳐 중·대·소형 과제, VR·AR 기업의 해외 진출 지원(한국 공동관 지원, 해외영화제 진출 지원), 뉴콘텐츠센터 내 입주기업 지원
- 문화체육관광부의 VR·AR 사업 지원 예산은 2017년 약 141억 원, 2018년 약 104억 원, 2019년 약 261억 원으로 책정

[문화체육관광부 주요 VR·AR 사업 지원 현황]

기간	상세 내용
2017년	<ul style="list-style-type: none"> • 극장용 VR 장편영화인 '기억을 만나다' 등 프런티어 프로젝트 지원(6건) • 글로벌애니메이션 '버디VR' 등 중형과제 지원(10건)
2018년	<ul style="list-style-type: none"> • 웹툰 '조지의영역' VR툰 등 대형과제 지원(6건) • 돔 상영관용 VR 등 중형과제 지원(8건) • 가상 면접체험 '피칭워' 전통문화 체험 AR, VR면접체험, 전통문화체험 AR, VR에듀테인먼트 콘텐츠 등 소형과제 지원(6건):
	<ul style="list-style-type: none"> • 세계VR산업대회에서 한국공동관 운영(15개 기업 참여, 총 200건의 상담건수) • IAAPA Attractions EXPO에서 한국공동관 운영(10개 기업 참여, 총 413건 상담건수) • 뉴콘텐츠 해외진출 지원(9개사)
	<ul style="list-style-type: none"> • 뉴콘텐츠 센터 내 장비 및 이용 지원 • 사업화 지원 프로그램(투자설명회, 컨설팅, 네트워킹 프로그램 등) 운영 및 사업화자금 지원

* 출처 : 문화체육관광부, 국회입법조사처 제출 자료, 2019.8.9. 재가공

□ 차세대 미디어로서 VR·AR 분야에 글로벌 IT 기업 및 스타트업의 진입이 활발히 이루어지고 있음

- 현재 VR·AR 서비스는 스마트폰의 보완재로써 사용되고 있으나, 향후 기술개발 직전에 따라 통신, 미디어, 컴퓨팅이 기능을 모두 구현할 수 있다면 스마트폰 시장을 넘볼 수 있을 것으로 예측
- VR·AR 콘텐츠 분야에서는 게임과 엔터테인먼트 등을 중심으로 스타트업이 활발히 활동하고 있고, 소니, MS, 월트디즈니, 20세기폭스, 타임워너 등 전통적인 글로벌 미디어 기업은 이러한 스타트업 투자를 통해 시장 진출, 국내도 스타트업 주도로 VR·AR 콘텐츠 제작이 이루어지고 있음
- VR·AR 플랫폼 및 디바이스 분야에서는 구글, 애플, 페이스북, MS, 삼성 등 IT 대기업이 시장을 점유하고 있으며 여기에 스타트업이 가세
- VR·AR 네트워크의 경우 선진국을 필두로 하여 유무선 통신사 주도로 5G와 와이파이6 서비스를 상용화하는 정책 추진

◎ 산업용으로 적용 분야 확대

- ☐ 다양한 영역에서 정보통신(ICT) 기술을 활용함에 따라 웨어러블 디바이스를 피트니스, 헬스케어·의료, 인포테인먼트 및 산업·군사 등의 다양한 산업에 활용될 가능성이 큰 상황에서 산업 내 특화 기술과 규제 환경 등을 고려한 제품 개발에 집중 필요
 - 건강 관리, 치료 목적의 웨어러블 기기의 관심이 증가하여 관련 시장이 급격히 성장
 - 소득수준이 증가함에 따라 여가생활을 즐기는 사용자들이 증가하고 이러한 사용자들의 요구를 파악하여 운동 효과를 높일 수 있는 웨어러블 제품이 출시
 - 휴대하는 형태의 제품 및 액세서리와 같은 액세서리형, 의류 형태인 의류 일체형, 신체에 부착할 수 있는 형태의 신체 부착형, 신체에 직접 이식하거나 복용하는 형태의 생체이식형으로 분류 가능
- ☐ 글로벌 가상현실(VR)과 증강현실(AR) 시장은 일반인들이 구매 가능한 제품들과 수익화 가능성을 보여주는 서비스들이 등장하여 높은 관심 속에 기업들의 투자가 확대
 - VR HMD(Head Mounted Display) 제작 기업인 오쿨러스가 20억 달러에 페이스북에 인수된 후 삼성전자, SONY 등 다양한 글로벌 기업들이 가상현실 산업에 참여
 - 오쿨러스는 디스플레이에 양안에 해당하는 두 개의 왜곡 이미지를 출력 후, 어안렌즈로 보정하여 고품질 VR을 낮은 비용으로 제공하는 새로운 방식을 제시하여 VR 시장의 확대를 가져오고 기술력을 인정받아 페이스북에 인수
 - 삼성전자는 페이스북에 인수된 오쿨러스와 협력하여 갤럭시 스마트폰을 삽입하여 VR을 경험할 수 있는 기어VR을 개발
- ☐ 제조업 현장에서도 생산 효율성 제고를 위해 가상현실 및 증강현실 기술을 적극적으로 활용 중
 - 그동안 게임, 영상 등 재미와 흥미 중심의 엔터테인먼트 분야에서 대중화가 진행되고 있던 가상현실 기술이 최근 다양한 산업 분야와 융합하여 새로운 고부가가치산업을 창출
 - 특히 ICT와 융합하여 새로운 스마트제조를 구축하거나, 실물 이미지에 가상영상을 겹쳐 보여주며 실시간 정보전달이 가능한 증강현실 기술도 제품 개발, 물류관리 등에서 빠르게 확산
- ☐ 여러 산업에서의 활용성이 높고, 기술 시장진입이 비교적 수월, AR/VR 연동도 가능하여 스타트업 및 중소기업이 기술개발을 통해 시장을 선점할 기회 형성

[AR/VR 기술의 유망 응용 분야]

분류	AR/VR 가치 활용 분야
콘텐츠	• AR/VR 제품 디자인, 제조공정 테스트, VR 여행 콘텐츠, VR 전시관 서비스, 타인의 경험 공유, VR 쇼핑몰, AR/VR 교육 서비스, VR 헬스/스포츠, 오감 엔터테인먼트, AR/VR 테마파크, AR/VR 게임, 심리치료 서비스, VR 채팅
플랫폼	• 물류관리, 글로벌 유통 및 결제 플랫폼, VR 편집 소프트웨어, 네비게이션 플랫폼, 공유 플랫폼, 가상 매대 플랫폼, 공동 작업 플랫폼, 시뮬레이터, 실시간 통역 플랫폼, VR 소셜 네트워크
디바이스	• 지능형 센서, VR 촬영기기, VR 제작 스튜디오, 장애인 전용 VR 기기, VR 체험방, VR 헬스기구

* 출처 : 산업연구원(KIET), 2016

□ 의료분야 웨어러블 기기 활용

- 웨어러블(wearable) 의료기기란, 웨어러블 디바이스의 한 종류로서 센서가 구비되어 사람이 착용할 수 있는 의료기기를 뜻하는데요. 다양한 영역과 기관의 신체 변화를 감지하고 모니터링 할 수 있는 기기
- 웨어러블 의료기기는 사람의 혈당, 혈압, 심장박동률, 혈액 함량, 체온, 호흡 빈도수 등 건강지표를 수시로 체크할 수 있는 진단용 웨어러블 의료기기와 각종 질병 진료에 도움을 주는 치료용 웨어러블 의료기기로 구분

[웨어러블 의료기기 분류]

용도	의료기기
진단용 웨어러블 기기	<ul style="list-style-type: none"> • 생체신호 및 모니터링용 웨어러블 의료기기 • 태아 감시 및 산과용 웨어러블 의료기기 • 신경감시 웨어러블 의료기기 등
치료용 웨어러블 기기	<ul style="list-style-type: none"> • 인슐린 펌프용 웨어러블 의료기기 • 통증관리용 웨어러블 의료기기 • 호흡치료용 웨어러블 의료기기 • 보청기용 웨어러블 의료기기 등

* 출처 : 2019의료기기 시장기술 정보지(2019)

- 유형에 따라서도 크게 휴대형(Portable), 부착형(Attachable), 이식/복용형(Eatable)으로 분류
 - 휴대형은 스마트폰과 같이 휴대하는 형태의 제품으로 안경, 시계, 팔찌 형태이며, 부착형은 패치(patch)와 같이 피부에 직접 부착할 수 있는 형태, 이식/복용형은 웨어러블 디바이스의 가장 궁극적인 단계로 인체에 직접 이식하거나 복용할 수 있는 형태

[국내 기업의 웨어러블 의료기기]

(휴이노의 메모워치)



* 출처 : 휴이노

(삼성전자 삼성 헬스모니터)



* 출처 : 삼성전자

□ 금융권의 웨어러블 기기 활용

- 금융권에서 웨어러블 기기는 스마트워치, 안경, 손목 밴드 등과 같은 형태의 웨어러블 기기를 이용한 결제 영역에서 가장 활발하게 활용
- 웨어러블 결제 시스템은 NFC, RFID, QR코드 및 바코드와 같은 구현 기술을 이용할 수 있고, 심전도, 지문 등의 바이오 정보 등 활용 가능하며, 모바일 결제에 이용되어온 비접촉 POS 터미널과 백엔드 결제처리 인프라도 웨어러블을 위한 결제 기능을 확대하기 위해 활용
- 또한, 기존의 비밀번호, 공인인증서, OTP(One Time Password) 등을 대신하여 본인인증을 위해 보안성이 높으면서도 외우거나 소지하지 않고 생체정보를 이용할 수 있는 특징을 가진 인증 대체 수단으로 주목

□ 웨어러블 결제서비스 - 스마트워치

- 소니, 모토로라 등 휴대전화 단말기 업체를 중심으로 시작된 스마트워치 시장은 모바일 운영체제 기반의 앱을 통해 여러 가지 이용자 편의 기능과 웨어러블 결제서비스까지 제공하는 형태로 발달하면서 여러 업체(애플, 삼성, LG, 화웨이 등)가 시장에 참가

[스마트워치 웨어러블 결제서비스]

회사	내용
페이팔	<ul style="list-style-type: none"> • 페블(Pebble) 스마트 워치에 '14년 11월 지급결제 앱 탑재(페이팔 가맹점에서 생성한 결제 코드를 인식하는 방법으로 서비스 제공) • 애플의 애플워치에 모바일결제 시스템 '애플페이'를 통해 서비스(지문 인식센서와 모바일 결제 기능 제공) • 삼성의 스마트워치에서 모바일 결제시스템 제공
벤티고 애드레이드 은행(호주)	<ul style="list-style-type: none"> • 삼성전자 스마트워치 갤럭시 기어에서 사용할 수 있는 모바일 결제 서비스 '레디'를 출시(갤럭시기어 레디 앱의 QR코드를 인식해 결제)

* 출처 : 금융권의 웨어러블 기기 활용 및 보안 동향

□ 웨어러블 결제서비스 - 스마트밴드

- 스마트밴드에서 제공되는 NFC 기능, 생체정보 등을 이용하여 결제에 활용하는 서비스

[스마트밴드 결제서비스 활용 사례]

서비스명/회사	내용
bPAY / Barclaycard	<ul style="list-style-type: none"> • 밴드에 스마트 칩(바클레이 카드의 bPay 칩)과 라디오 안테나가 내장된 비접촉(NFC) 기반의 결제
MEVU / MEVU	<ul style="list-style-type: none"> • 인간의 특정 동작(제스처)만으로 비트코인 결제가 가능한 스마트 팔찌 • 블루투스 저전력 에너지(Bluetooth Low Energy, BLE)를 이용하여 POS 단말기로 거래정보(transaction) 전송되어 결제 가능
Nymi / Bionym	<ul style="list-style-type: none"> • 심전도를 통해 개인 인증 및 이를 활용하여 다양한 인증 확인 • 웨어러블 비트코인 지갑으로 사용 • 심전도 정보와 결부되어 있어 밴드가 분실되어도 자금에 접근 불가능함
Token / Token	<ul style="list-style-type: none"> • 일반 은행 계좌, 신용카드, 전자화폐,페이팔 계정 등 결제 계정을 선택하여 웨어러블 밴드인 Token에 연결 가능 • 엄지 지문 인식, PIN 코드, 기기 자체의 3가지 보안 매커니즘으로 구성
Wirecard / Wirecard	<ul style="list-style-type: none"> • 블루투스 4.0(BLE)를 통한 비접촉 지급결제 • 사용자는 우선 스마트폰을 통해 일회용 토큰을 충전해야 하며, 이는 Wirecard의 NFC HCE(host card emulation) 기술을 통해 이루어짐 • 토큰은 카드정보를 대체하며 안전한 서버에 저장
Visa Wristband / CaixaBank	<ul style="list-style-type: none"> • 카이사은행은 디지털 보안업체인 줌알토의 옵텔리오 비접촉 미니태그(Optelio Contact less MiniTag) 솔루션*을 제공받아 결제서비스 제공 • 20유로까지는 비접촉만으로 결제, 이상의 경우 사용자 비밀번호 입력 필요

* 출처 : 금융권의 웨어러블 기기 활용 및 보안 동향

나. 시장 분석

(1) 세계시장

□ 산업용 웨어러블 세계 시장규모는 2018년 7억 달러에서 2024년 86억 달러로 연평균 50.2%로 성장할 것으로 전망

- 이와 같은 성장을 주도하는 요인으로는 산업 현장에서 효과적인 커뮤니케이션과 협업 작업에 대한 요구 사항의 증가, 생산 및 교육 영역에서 증강현실과 가상현실 기술 활용에 대한 기업의 관심 증가, 제조공정 자동화 등
- 특히 인더스트리 4.0 트렌드의 확산에 기반한 스마트제조 및 창고 애플리케이션에서 웨어러블 디바이스의 중요성이 커지고 있어, 향후 산업용 웨어러블 시장이 성장하는데 더 큰 기회를 제공하게 될 것

[산업용 웨어러블 세계 시장규모 및 전망]

(단위 : 십억 달러, %)

구분	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
합계	0.7	1.1	1.7	2.5	3.7	5.6	8.6	50.2

* 출처 : 산업용 웨어러블 세계 시장규모 및 전망, 2019, MARKETANDMARKETS를 바탕으로 네모아이씨지에서 재가공

□ 세계 웨어러블 기기의 출하량은 2018년 1억 8,230만 대에서 연평균 8.9% 성장하여 2024년에는 3억 380만 대 수준으로 증가할 전망

[웨어러블 디바이스 품목별 세계시장 규모 및 전망]

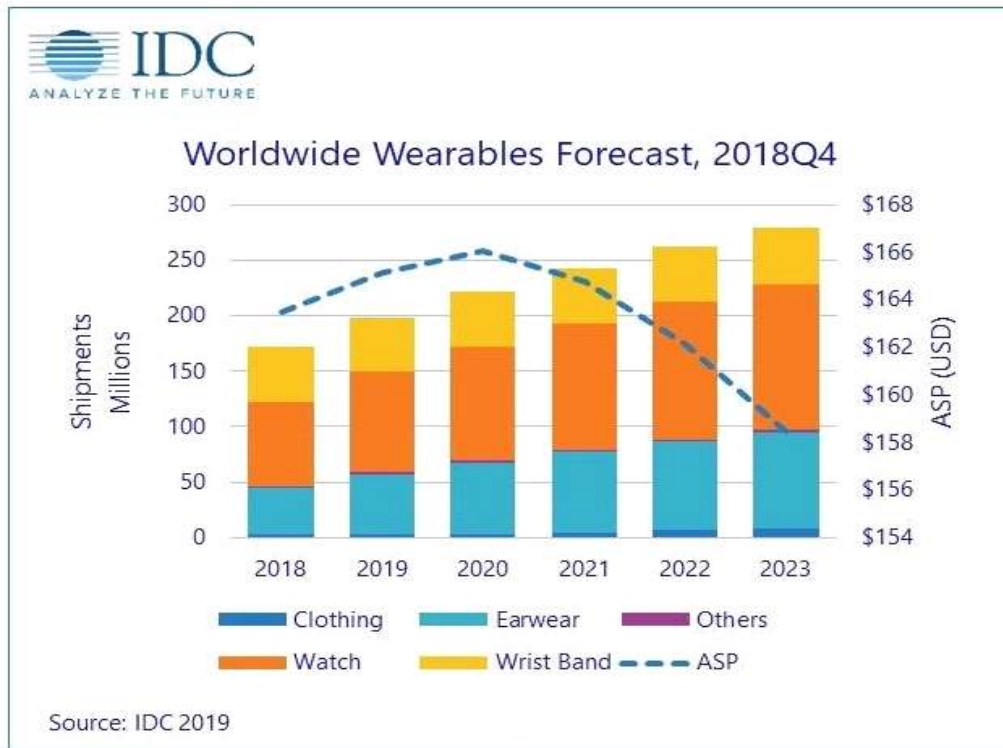
(단위: 백만 대, %)

제품	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
Clothing	2.3	3.0	3.9	5.1	6.6	8.5	11.1	30.2
Earwear	48.4	54.4	61.1	68.6	77.0	86.5	97.1	12.3
Watch	82.6	90.6	99.4	109.0	119.6	131.3	144.0	9.7
Wristband	48.7	49.0	49.3	49.7	50.0	50.4	50.8	0.7
Others	1.6	1.7	1.8	2.0	2.2	2.3	2.5	8.2
Total	182.3	198.5	216.2	235.4	256.4	279.0	303.8	8.9

* 출처: IDC, Quarterly Wearable Device Tracker(2019.03.18)

[웨어러블 디바이스 세계 시장 규모 및 전망]

(단위: 백만 대, 달러)



* 출처 : IDC, 2019

- 웨어러블 기술 세계 시장규모는 2018년 237억 달러에서 2024년 629억 달러로 연평균 17.6%로 성장할 것으로 전망

[웨어러블 기술 세계 시장규모 및 전망]

(단위 : 십억 달러, %)

구분	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
합계	23.7	27.9	32.8	38.6	45.4	53.5	62.9	17.6

* 출처 : 웨어러블 기술 세계 시장규모 및 전망, 2020, Modorintelligence를 바탕으로 네모아이씨지에서 재가공

(2) 국내시장

- ☐ 국내 웨어러블 기기 시장은 2018년 5,000억 원에서 2024년 9,868억 원으로 연평균 12.0%로 성장할 것으로 전망

[웨어러블 기기 국내 시장규모 및 전망]

(단위 : 억 원, %)

구분	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
국내시장	5,000	5,600	6,272	7,024	7,867	8,811	9,868	12.0

* 출처 : 정보통신평가원(2019)을 바탕으로 네모아이씨지에서 재가공

- ☐ 국내 AR·VR 시장은 2018년 2조 7천억 원에서 2024년 10조 1,543억 원 규모로 성장이 예상되며 미디어사, 통신사의 투자와 정부의 정책적 지원을 바탕으로 급속한 성장이 예상

[AR·VR 산업 국내 시장규모 및 전망]

(단위 : 억 원, %)

구분	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
국내시장	27,012	40,058	59,436	62,307	65,316	68,471	101,543	48.3

* 출처 : AR·VR 산업 국내 시장규모 및 전망, 2019, 정보통신산업진흥원을 바탕으로 네모아이씨지에서 재가공

3. 기술개발 동향

□ 기술경쟁력

- 스마트제조용 웨어러블기기는 미국이 최고기술국으로 평가되었으며, 우리나라는 최고기술국 대비 79.9%의 기술수준을 보유하고 있으며, 최고기술국과의 기술격차는 1.7년으로 분석
- 중소기업의 기술경쟁력은 최고기술국 대비 70.2%, 기술격차는 2.1년으로 평가
- EU(82.9%)>한국(79.9%)>일본(78.7)>중국(71.0%)의 순으로 평가

□ 기술수명주기(TCT)⁴⁰⁾

- 스마트제조용 웨어러블기기는 7.09의 기술수명주기를 지닌 것으로 파악

가. 기술개발 이슈

◎ 웨어러블 기기 기술들의 핵심 기술별 분류

[웨어러블 스마트 기기의 핵심기술 및 연구테마]

구분	악세서리형 (Portable)	의류일체형 (Attachable)	신체부착/생체이식형 (Eatable/Implementable)
핵심 기술	<ul style="list-style-type: none"> 초소형/고용량 배터리 저전력 고성능 SoC 플렉서블, 박막형 투과형 디스플레이 초소형/정밀 비전 센서 사용자 인터랙션 기술 	<ul style="list-style-type: none"> 전도성 소재, 원사, 직물센서 개발 직물 회로보드 기술 접착형 전자소자 패키징 기술 	<ul style="list-style-type: none"> 고분자 회로보드 및 전자 소자 패키징 기술 안테나 및 통신 기술 소재 및 탈부착 기술
문제점	<ul style="list-style-type: none"> 크기, 무게, 배터리, 지속시간 입출력 방식 	<ul style="list-style-type: none"> 굽힘, 접힘, 오염 등에 대한 내구성 세탁성 및 양산 기술 	<ul style="list-style-type: none"> 신축성/유연성 인체 무해성 양산 기술
연구 테마	<ul style="list-style-type: none"> 저발열/저전력/초소형화 웨어러블 통신 기술 센서일체형 디스플레이 촉감 표현 기술 디바이스 협업 및 UI/UX 기술 	<ul style="list-style-type: none"> 의류 디스플레이 기술 모션인식 의류 기술 FAN(Fabric Area Network) 상황기반 색/무늬 변화 	<ul style="list-style-type: none"> 고전도성, 저전력화 유연/투명 부품 기술 무구속/무자각 생체신호 측정 기술 의료/웰니스용 생체 신호 측정 센터 및 시스템

40) 기술수명주기(TCT, Technical Cycle Time): 특허 출원연도와 인용한 특허들의 출원연도 차이의 중앙값을 통해 기술 변화속도 및 기술의 경제적 수명을 예측

◎ 스마트제조용 웨어러블 기기에 필요한 기술

☐ 작업자, 장비, 환경에 대한 분석, 모델링 기술개발

- 생산/제조 장비, 설비, 제조 로봇 등에 대한 분석, 모델링, 작업자의 제조 활동에 대한 분석, 모델링, 생산/제조 환경 및 프로세스에 대한 분석, 모델링 등의 기술개발이 진행 중

☐ 미국 퍼듀대는 MIT와 인디애나대 공동 연구팀과 로봇 및 기계 간의 상호작용을 현실감 있게 시뮬레이션할 수 있는 기술개발 중

- IoT를 사용, 인간과 로봇과 기계를 무선으로 연결함으로써 서로 통신하고 협력이 가능

☐ 스마트제조용 웨어러블 기기의 최적 운영 및 타당성 검증을 위한 시뮬레이션 기술개발

- 노동집약형 단순 반복 작업(예: 육안검사, 조립, 포장)의 최적화 지원을 위한 협동 로봇 등의 기계와 협업 모델링 및 시뮬레이션 기술
- 이송, 운반, 적재 등 근거리 이동 작업의 최적 동선 및 물류 대안 분석을 위한 시뮬레이션 기술
- 스마트제조용 웨어러블 기기의 생산성 목표 달성을 위한 최적 시뮬레이션 기술

☐ 스마트제조용 웨어러블 기기의 경제성 효과에 대한 가시적 분석 및 예측 기술개발

- 스마트제조용 웨어러블 기기 도입을 위한 인적, 물적 자원 투입의 기대 효과 사전 분석 기술
- 스마트제조용 웨어러블 기기의 최적화 예측 기술 적용 전후 생산성/경제성/작업자/작업환경 개선 효과 분석 결과 제시 및 검증

☐ 작업자와 협업하여 부품 조립, 패키징, 측정 검사 등을 수행하는 협동 로봇이 스마트제조 구축을 위한 핵심적인 요소로 드러나면서 작업자와 생산장비, 로봇, 자동화시스템 등의 기계 시스템 간의 협업을 통한 생산성 혁신에 관한 관심이 증대되는 중

- AR/VR과 결합하고 있는 다양한 요소 기술들은 AR/VR 산업뿐만 아니라 다양한 분야의 응용 가능한 기반 기술들로서 하나의 기술이 다양한 목적으로 활용 가능한 전략을 마련
 - 동적 기술은 더 정밀한 센서 개발을 촉진하며 정밀한 사용자의 위치와 상황을 인지하여 서비스를 제공하는 IoT 등의 서비스에서 활용 가능
- 요소기술 개발 시, AR/VR뿐만 아니라 다른 영역의 서비스나 판매를 고려하여 기술 활용도를 높이고 실패의 위험을 감소
 - AR/VR의 기술개발을 통해 다양한 산업발전에 동시에 기여

[산업용 실감 콘텐츠 개요도]



* 출처 : 정보통신산업진흥원

◎ 다양한 분야에서 이용되는 웨어러블 스마트 기기 기술

□ 웨어러블 스마트 디바이스 중 가장 빠르게 성장 중인 헬스케어(건강) 분야

- 병원에서는 환자의 생체신호를 확인 및 추적하고 작업 흐름을 개선하며 퇴원 후에도 환자의 자가 건강 관리를 도울 수 있을 전망이며 환자들 역시 점점 자기 건강 모니터링과 데이터 공유를 원하므로 시장 확대 촉진
- 사용자가 자발적으로 바이오칩이 내장된 웨어러블 디바이스를 착용하고 자신의 건강을 실시간으로 모니터링, 운동량 및 건강 상태를 확인할 수 있으며, 응급상황에서도 신속하고 정확한 의료 서비스를 받음
- 또한, 헬스케어 관련 규제에 자유로워 관련 기업들의 활발한 시장진입 전망
- 최근 연구 중인 몇 웨어러블 기기는 에너지파를 이용해 혈액에서 발견된 위해 물질을 치료하도록 고안, 이 웨어러블 기기를 통해 외부에너지를 전달함으로써 기기 착용자의 혈액 속 특정물질 등을 치료
- 외래환자 재활 및 물리 치료를 위해 운동 추적기인 '피트링스 페블'(Fitlinxx Pebble)을 활용하여 치료
- 이처럼, 헬스케어 웨어러블 스마트 디바이스는 다양하게 사용되어 지면서 활용 범위가 확대되고, 이를 통해 안전 및 건강 관리를 더욱 편리하게 하여 삶의 질을 개선하는 효과 기대

□ 다양한 직종에 종사하는 이용자들을 위한 웨어러블 스마트 기기 전용 교육 콘텐츠 개발

- 어린이에게 친숙한 캐릭터를 활용한 게임 및 다양한 교육 콘텐츠 등을 통해 웨어러블 스마트 디바이스를 제공해 아동의 실제 교육 활동에도 긍정적인 효과와 직감적인 사용 지원과 핸드프리(Hands-free)로 실행학습 제공
- 군사, 의료, 소방교육 등 교육비용이 많이 소요되고 위험성이 높은 분야의 교육들은 실행학습이 가능한 콘텐츠와 웨어러블 스마트 기기를 활용하여 기존의 교육 및 학습 지원
- 웨어러블 스마트 디바이스를 사용하여 원격으로 수술 활동을 관찰하거나 지시를 하는 협진활동 및 증강현실을 통해 모의 수술 교육과 같은 다양한 활동 진행 중
- 미국 테네시주립대에서는 의료기기 제작업체와 제휴를 맺고 의과대학 교육에 웨어러블 스마트 디바이스인 구글 글라스를 도입하여 수술에 관련된 교육에 집중도를 높이고 긍정적인 결과 도출
- 실행학습이 가능한 교육 콘텐츠를 발전하고 개발하여 기존의 교육이나 학습을 대체하여 교육의 질을 향상하고 많은 사람에게 다양한 교육 기회를 제공함으로써 더욱 향상된 삶을 제공하는 효과 전망

□ 헬스케어 분야 다음으로 큰 시장규모를 가질 것으로 예상되는 엔터테인먼트 분야에서의 웨어러블 스마트 기기 기술 활용

- 엔터테인먼트 분야의 웨어러블 디바이스는 실제 환경과 유사하지만, 실제가 아닌 어떤 특정한 환경이나 상황을 이용하여 현실의 효과를 더욱 증가시킬 수 있으며, 이때의 가상 환경이나 상황은 사용자의 감각을 자극하고 실제와 비슷한 공간적, 시간적 체험을 제공함으로써 마치 현실에서 실제로 일어나는 것처럼 만들어 이용자의 만족도 향상
- 웨어러블 스마트 디바이스가 스마트폰, 태블릿 PC 상에서의 게임환경과 다른 차별화된 요소는 사용자의 동작을 센서를 통해 정확하게 디지털화하여 사용자가 가상현실을 보다 실감 나게 느낄 수 있고, 실제와 가상공간을 더 쉽게 넘나들면서 가상현실에 몰입시킴
- 게임업체들은 센서 기술과 게임기의 컴퓨팅 능력을 이용한 가상현실을 위한 환경을 구축하고 있으며, 모바일 게임 콘텐츠 시장에도 진입 중

◎ AR/VR 기술의 발전

□ AR/VR 기술 발전은 삶의 영역으로 들어와 새로운 서비스와 시장을 만들어 내고 다양한 산업 활용을 거쳐 산업 경쟁력으로 자리 잡고 폭넓은 영향이 예상되어 AR/VR 기술 발전을 경쟁력으로 활용할 수 있는 적절한 대응책 마련이 필요

- AR/VR기술은 경계의 파괴로 혼합현실이 등장했으며, 오감 기술, 동적 기술, 다중접속기술 같은 요소기술 발전과 함께 사람들의 삶의 영역에서 경험 가능한 기술로 발전 중으로 향후 산업과 사회에 큰 영향 예상

□ VR, AR과 더불어 현실과 가상의 정보를 융합, 현실 세계를 반영한 가상세계를 구현하는 MR(Mixed Reality, 혼합현실) 주목

- MR은 가상현실이 주는 이질감을 완화함과 동시에 증강현실의 낮은 몰입도를 개선하는 등 현실과 가상을 균형감 있게 융합함으로써 VR과 AR의 단점을 보완하고 특징점을 강화

- VR과 AR의 경계를 나누지 않고, 가상현실의 몰입감과 증강현실의 현실 소통의 특징을 융합한 혼합현실(Mixed Reality)이 대두
 - 마이크로소프트는 홀로그래픽 기술을 사용한 안경 기기인 홀로렌즈를 발표하고, 사용된 기술은 AR/VR의 구분이 없다고 설명
 - 현실 배경에 가상 사물을 합성한 마이크로소프트와 달리 인텔은 가상현실의 배경에 현실의 신체나 사물의 이미지를 일부 합성하는 기술로 융합현실(Merged Reality)을 제시
- 과업 특화형 AR/VR 디스플레이 도구에는 시인성과 전력 시인성, 전력 소모를 줄인 디스플레이 기술, 극초전력 CPU 및 구동 SW 기술, 착용형 디바이스를 위한 센서 기술 등이 포함
 - AR/VR 분야를 선도하고 있는 글로벌 기업 및 연구그룹들은 인간-기계 협업을 구현하기 위해 PC/콘솔/스마트폰 기반의 HMD 기술에 집중적으로 연구개발 투자를 진행

◎ AR/VR 기술을 통한 인간-기계 협업

- VR/AR 원격 협업기술은 발전 방향에 따라 3가지 관점에서 분류⁴¹⁾
 - 협업에 참여하는 사용자의 역할에 따라 동등-역할 협업, 비등-역할 협업으로 구분
 - VR/AR 작업 공간 공유, 공간 이외에 영상, 음성, 제스처 등 가상 객체 공유로 구분
 - 협업 공간 내 참여하는 사용자들의 감성 정보 공유 정도에 따라 구분
- 현장 작업자가 원거리에 있는 원격 전문가의 도움을 받아 작업을 수행할 수 있는 증강현실 원격 협업 시스템 개발
 - 사무실에 있는 전문가는 대형화면을 보면서 작업을 지시하고, 현장 작업자는 모바일 장치를 이용하여 작업 내용을 전송하거나 지시사항을 수신
 - 이 시스템의 특징은 현장 작업자의 태블릿으로 촬영한 영상을 원격의 전문가가 실시간으로 볼 수 있으며, 포인팅(Pointing)과 드로잉(Drawing)의 방법으로 지시사항 전달 가능
- 제조업에서 VR기술을 활용하면 공정, 조립과정 등을 미리 계획하고 시험하여 효율적인 공정설계가 가능
 - 가상공정계획은 조립공정의 청사진을 시각적으로 표현할 수 있어 미리 조립과정을 살펴보고 생산성, 스케줄링 등의 요소를 분석하고 수정 가능
- VR/AR 기술을 통해 현실 세계에 있는 물체를 가상 객체로 모델링 할 때 그 가상 객체는 현실 물체의 외형을 복사할 뿐 아니라, 현실 속의 무게, 질감, 속도 등의 물리 속성을 가짐으로써 협업 환경에서의 현실감, 정보의 이해, 작업 판단의 효과성 등을 습득 가능
 - 이를 위해서는 카메라를 비롯한 다양한 센서를 통한 물체의 외형, 질량, 질감과 같은 물리적 정보뿐 아니라 생산자 정보, 유통정보 등 다양한 정보를 획득, 저장할 방법이 필요
 - 사용자가 이 정보를 이용할 수 있도록 하는 가시화 기술 필요

41) 출처:ETRI, 가상현실/증강현실 원격 협업기술 동향, 방준성, 2017

◎ 허공 제스처를 활용한 새로운 입력 방식 출현

- ☐ 2010년 설립된 립모션은 3D 동작 컨트롤 기기를 통해 손동작을 실시간으로 추적할 수 있어 다양한 AR/VR에 응용 중
 - 국내 기업인 엠씨넥스는 립모션과의 협업을 통해 개발한 VR용 모션인식 3D Depth Camera를 활용해 픽셀방식의 3D Depth와 TOF방식의 3D Depth카메라 개발을 진행
- ☐ 2015년 구글은 구글 I/O 2015에서 프로젝트 솔리라는 명칭의 허공제스처 프로젝트를 통해 1mm 이하의 미세한 움직임도 감지하는 기술을 소개
- ☐ 영국의 스타트업 리소는 손가락에 장착하는 컨트롤러를 개발했으며, 이는 다른 기기를 탑재하지 않아도 허공제스처로 상호작용을 하는 것이 특징

[리소 컨트롤러와 립모션 이미지]



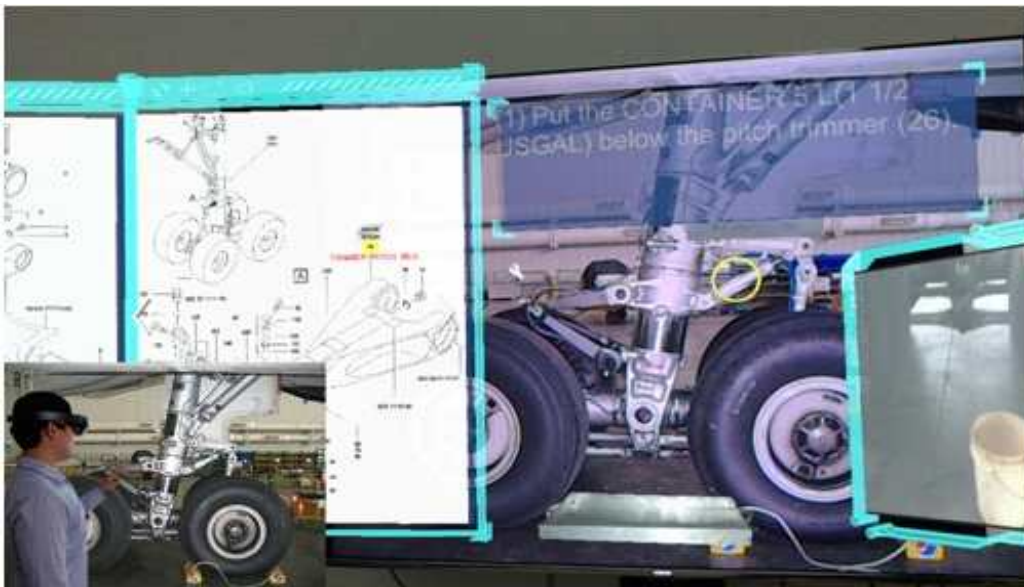
* 출처: litho 홈페이지와 Leap Motion 홈페이지

- ☐ 마이크로소프트의 아바타 키넥트는 아바타를 이용한 원격 협업 시스템으로 두 사람이 가상의 콘텐츠를 증강현실 환경에서 공유하고 손동작으로 콘텐츠를 제어하는 것이 가능
 - 시스템의 한 노드에는 사용자 전신의 움직임을 추적하는 카메라가 HMD에 부착되고, 사용자는 비디오 투시형 HMD를 착용하고 이를 통해 상대방의 아바타와 작업을 해야 하는 콘텐츠를 체험할 수 있고, 손동작을 이용하여 가상의 물건을 옮기거나 선택하는 작업을 원격 사용자와 공동 수행 가능

◎ 자동차·항공기 정비용 AR 스마트 글래스

- ☐ 저비용항공사의 확대 추세로 기존 대형민항사는 경쟁우위를 지키기 위해 신규 항공기를 도입
 - 한정된 정비인력으로 인해 정비지원 능력이 포화상태
- ☐ 정비지원용 웨어러블 AR 스마트 글래스 개발, 5G 통신기반 원격 정비점검 RMS(Remote Management Service) 기술개발
 - 오디오, 카메라 등 원격 정비점검이 가능한 인체공학적 설계 적용 스마트 글래스 플랫폼 개발
 - 현장 적용에 적합하도록 AR용 3D 데이터베이스 개발
 - 적용엔진 3D 부품 상세도, 정비절차 및 분해/조립절차 3D 작업서 개발
- ☐ 스마트 글래스 개발은 항공기 정비뿐만 아니라 스마트제조에서의 웨어러블 기기 기술개발에 기여하는 중
 - 작업시간 및 정비오류 감소를 통한 효율적인 정비가 가능, 정비 소요비용 감소로 수익 증대
- ☐ 국내 스타트업인 증강지능은 항공기 및 자동차 정비가 가능한 스마트글래스 기반의 플랫폼인 'IAR-MAP'(Intelligent Augmented Reality-Maintenance Platform)을 개발

[스마트 안경을 쓰고 항공기를 쳐다보면 표출되는 매뉴얼]



* 출처 : 증강지능의 'IAR-MAP'(Intelligent Augmented Reality-Maintenance Platform)

나. 생태계 기술 동향

(1) 해외 플레이어 동향

- ☐ (Apple) Apple Store, Apple Arcade, Apple Card, Apple Music, Apple News +, Apple Pay, Apple TV +, iBook's Store, iCloud, iMessage 등 다양한 서비스 제공
 - 증강현실(AR) 관련 스타트업을 인수하고 기술연구에 매진, AR 글래스를 개발 중이며 2022년 출시 예정
 - 애플이 개발 중인 AR 헤드셋은 매끄러운 디자인, 직물과 가벼운 소재를 채택하여 기기를 장시간 편안하게 착용할 수 있게 하고 고해상도 디스플레이가 탑재될 것으로 전망
- ☐ (Huawei) 글로벌 정보통신 기술 솔루션 제공 업체로 건강 및 피트니스 트래커와 스마트워치를 포함하는 웨어러블 장치를 통해 사용자의 일상 활동, 운동 및 수면에 대한 데이터를 실시간 파악할 수 있게 함
 - 시장조사업체 스트래티지애널리틱스(SA)의 조사에 따르면 화웨이는 올해 2분기 전 세계 글로벌 웨어러블 디바이스(스마트워치·피트니스밴드) 시장점유율 21%를 차지하며 전체 순위 1위에 오름
- ☐ (Fitbit) 건강 결과에 영향을 미치는 건강 솔루션을 제공하는 기술에 중점을 둔 미국의 기업으로 웨어러블 기기와 소프트웨어 및 서비스를 결합하여 소비자가 건강 및 피트니스 목표를 달성하도록 도움을 제공
 - 피트니스에 수반되는 걸음 수, 심박수, 수면의 질, 오른 계단 수, 기타 개인 지표 등의 데이터를 측정하는 스마트밴드, 무선통신 지원 웨어러블 테크놀로지 장치 등의 제품 보유
 - 최근 구글을 모기업으로 삼으면서 웨어러블 분야 광폭 행보로 헬스케어 뿐 아니라 빅데이터를 통한 신약 개발 등 바이오 분야 진출 전망
 - 2012년 '구글 글래스' 상용화에 실패한 구글은 애플 삼성전자 등 경쟁사와 달리 그간 웨어러블 OS와 SW 개발에만 주력하며 기기 개발은 소극적인 상황이었었는데, 이에 구글의 웨어러블 OS '웨어OS', 스마트폰을 포함한 HW 브랜드 '픽셀' 등과 핏비트 노하우를 결합하면 새로운 플랫폼, 신제품 개발로 이어지며 시너지 효과를 창출할 수 있을 전망
- ☐ (GE) 프리딕스(Predix) 어플리케이션을 통하여 개별 장비에 들어가는 특정 부품의 고장시점을 예측 가능
 - GE는 스마트안경을 통해 풍력 터빈 기술자에게 탭, 박스, 배선, 레이아웃 지침을 디지털 방식으로 겹쳐 표시함으로써 조립 시간을 향상
 - 장비 관리자가 장비의 고장 가능성에 대한 경고를 받고 올바른 결정을 내리는데 필요한 정보 또한 쉽게 얻을 수 있어 부품의 고장으로 인한 기계 전체의 고장과 수리비 절감 효과
 - 장비의 현재 상태, 운영환경, 다른 장비에 발생한 유사 손상 및 수리 관련 머신러닝 데이터를 바탕으로 적절한 조치 제안

- (UPSkill) 산업용 글래스 제품 Sky Light는 AR 기술을 이용하는 제품이며, 실시간성 데이터 교환과 현재 상태를 캡처하고 저장하는 기술과 실제 현장에 적용된 제품과 상태를 교환할 수 있는 인터페이스 기술이 강점
 - 음성처리 같은 실시간 데이터 처리에 유리하여 음성을 통한 시스템 명령이 용이한 제품
- (Mitsubishi) 고객들에게 지시사항을 제공하는 지루한 과정을 해결하기 위해 Mitsubishi의 미뷰(MeView) 증강현실 앱을 통해 고객들에게 자사의 공조기 제품을 설치 또는 장착할 수 있는 방법 제시
 - 고객들은 더 이상 장황한 설명서를 뒤적일 필요가 없게 되었고, 산업 현장에서도 이와 같은 작업지시 용도의 인간-기계 협업이 진행 중

[웨어러블 기업]



* 출처 : CBINSIGHTS

- (MS) 가상현실 플랫폼인 '홀로렌즈'를 개방하고 인텔, AMD, 퀄컴, 에이서, 에이수스, 델, HP, 레노버, MSI 등 기업에 홀로렌즈를 탑재한 단말기를 개발하게 하는 오픈소스 전략으로 AR/VR 생태계 구축을 추진
 - AR/VR 산업의 다양한 수요와 복잡한 비즈니스 모델을 기업이 단독으로 충족시키는 데는 한계
 - AR/VR 기술은 특정 사업 영역에만 국한되는 것이 아니며, 포괄하는 기술 영역도 광범위하며 시장 내 고객의 다양한 수요가 존재
- (Vuzix) 산업용 아이웨어(Eyewear)인 부직스 M2000AR은 콘텐츠를 연결된 장치로부터 실제 세계의 콘텐츠 비디오 스트림으로 표시하고, 이는 현장에서 기술 데이터 또는 수리 절차를 확인해야 하는 관리자 또는 직원들에게 유용하게 활용 중

[Vuzix의 인간-기계 협업 도구]



* 출처 : Vuzix 홈페이지

- (ESI Group) 엔지니어링 솔루션 기업으로 가상현실을 적용해 제품생산과 점검을 위한 솔루션을 개발했으며, 이를 통해 가상현실 환경과 기존 CAVE를 결합해 자동차 내부와 외부를 시각화하고 개발자가 시각화한 오브젝트와 상호작용할 수 있게 해 설계 초반에 오류를 발견하고 제거⁴²⁾
 - 미국 자동차 제조사 포드(Ford)와 파트너십을 통해 물리적으로 생산된 프로토타입 없이 다양한 설계변경과 제품개선이 가능하게 되었으며, 과거보다 문제를 발견하고 수정하기도 용이한 것으로 평가
- (Autodesk/VEC) 디자인 소프트웨어 기업 오토데스크는 공장 디자인과 시뮬레이션을 위한 VR 솔루션을 발표한 바 있으며, 영국 VEC(Virtual Engineering Centre)는 Genlab의 공장 전체 레이아웃 변경을 위해 가상현실을 활용하고 이를 실제 현장에 적용한 결과, 제품 생산시간이 감소해 생산성이 5% 향상되었으며 연간 생산량을 20% 증가시킬 수 있었다고 발표

42) VR 시장의 새로운 성장동력, VR 엔지니어링(스타트업투데이, 2018. 10. 23)

(2) 국내 플레이어 동향

- ☐ (삼성) 삼성전자 스마트워치용 심전도(ECG) 측정 앱이 정부 의료기기 허가를 받고, 2020년 혈압 및 심전도 측정 기능을 출시하여 '웨어러블 의료기기' 시장 진출 전망
 - 스마트 워치 제품 '갤럭시 워치 액티브2'의 센서를 활용, 심장의 전기 활동 분석하여 동 리듬과 심방세동을 측정 및 표시
 - 심방세동처럼 혈전, 심부전, 뇌졸중 등 합병증 위험을 높이는 부정맥 질환 증상 간편하게 확인 가능
- ☐ (네이버랩스) 자체 구축한 데이터와 위치를 기반으로 미아 방지 웨어러블 기기 '아키' 제품을 출시, 유아용 위치 기반 서비스 출시 및 중소기업 제품으로 스마트 시계, 밴드 분야에서 휴이노가 개발한 웨어러블 시계형 심전도 기기인 MEMO Watch와 인공지능 기반 분석 소프트웨어가 2등급 의료기기 허가 승인을 받음
- ☐ (제일모직) 무선통신 모듈인 NFC(Near Field Communication) Tag를 신사복 상의 안주머니에 삽입하여 여러 기능을 사용할 수 있는 Smart Suit를 출시
 - Smart Suit는 스마트 포켓에 휴대전화를 넣었다 빼면 자동으로 화면 잠금이 해제되는 Un-lock기능, SMS, E-mail를 이용한 명함 전송, 회의 참석 등 다양한 기능들을 보유
- ☐ (증강지능) 인하대학교 인공지능연구실에서 창업한 기업인 증강지능은 산업용 AR 내비게이션 플랫폼은 스마트팩토리와 항공기 MRO(Maintenance, Repair, Overhaul, Conversion)분야의 AR작업 가이드를 제공 중
 - 작업자가 착용한 AR 기기를 통해 작업 상황에 대한 부품의 조립 위치, 순서, 방법 등의 정보를 작업자의 시각 내에 자동으로 투영하여 작업효율을 높임
- ☐ (버넥트) AR을 활용한 기술개발에 주력 중이며, 객체 학습/인식/추적 원천기술 보유
 - 버넥트 코어를 활용하면 다양한 스마트글라스 기기와 운영체제를 지원하며, 움직이는 다수의 2차원, 3차원, 공간 등을 복합 인식하고 내부망에 구축할 수 있는 서버로 대량의 객체를 인식하는 기술로 스마트글라스의 카메라로 주변 사물을 실시간으로 촬영하며, 분석할 수 있는 기술
 - '버넥트 리모트'는 스마트글라스를 통한 원격업무 지원 솔루션으로 스마트글라스를 착용한 작업자가 현장 정보를 실시간으로 전문가에게 전송하고 상황실에 앉아 있는 관리자가 각 현장 정보를 실시간으로 파악해 근로자에게 지시
 - '버넥트 뷰'는 현장에서 설비 데이터를 바로 확인할 수 있는 '운전 정보 시각화 및 점검' 제품으로 IoT 센서 데이터, SCADA 데이터 등 운영 정보를 현장 해당 설비 위에 AR로 시각화하고 점검

[버넥트의 인간-기계 협업 도구]



* 출처: 버넥트 홈페이지

- (YJ링크) 한국전자제조산업전에서 ‘YJ 화상지원(Visual Support)’과 ‘YJ 스마트뷰 (Smart View)’ 두 가지 제품을 소개
 - YJ 화상지원은 AR 글래스를 통해 현장 근로자가 보는 시점을 그대로 YJ링크 전문가와 공유하고, 전문가가 화면에서 이를 확인해 정확한 피드백이 가능
 - ‘YJ 스마트뷰’는 현장 근로자가 보유한 태블릿이나 스마트폰 등의 모바일 기기를 장비에 비춰, 상태를 진단할 수 있게 해주는 앱으로 앱에서 장비 진단 기능을 실행하고 모바일 기기의 카메라를 장비에 있는 바코드를 비추면 AR로 장비 상태를 확인하고 해결법까지도 AR로 제시
- (맥스트) 증강현실과 영상통화 기술을 결합한 기업형 원격 지원 서비스 ‘비바(VIVAR)’를 출시하고, 기존의 원격 지원 방식에 증강현실을 이용한 ‘AR Pen’ 기능 등의 다양한 기능을 추가하였으며, 증강현실 소프트웨어 개발 도구 ‘AR SDK 3.0’을 출시
 - 즉석으로 현실 세계를 인식해 가상 물체를 증강시키는 인스턴트 트래킹 기술이 탑재. SLAM 기술을 적용해 증강현실 구현에 이용
- (마젠타로보틱스) 영상처리 개발 전용 임베디드시스템을 이용하면 작업 진행 상황을 실시간으로 제공
 - 시스템 커스터마이징에 의해 MES 시스템과 연동도 가능하고, VCSR(Visual Control Software for Robot)을 적용한 원격제어 시스템을 개발 및 제공하고, VR 시뮬레이션 기반의 로봇 제어 시스템은 직관적인 UI로 사용이 용이

다. 국내 연구개발 기관 및 동향

(1) 연구개발 기관

[스마트제조용 웨어러블기기 기술개발 기관]

기관	소속	연구분야
한국생산기술연구원	휴먼융합연구부	<ul style="list-style-type: none"> 정밀화학, 섬유, 고분자 소재기술 / 바이오 소재기술 연구개발 및 실용화 인간공학 기반의 스마트텍스트로닉스, 웨어러블 디바이스 연구개발 및 실용화 첨단융합 공연, 전시 산업 컨텐츠 및 공정 플랫폼 기술개발
한국전자기술연구원	휴먼IT융합연구센터	<ul style="list-style-type: none"> 웨어러블 헬스케어 시스템 의료용 진단기기 및 치료기기 스마트 뷰티기기 및 시스템 전자약 및 생체전자기기 기술
한국기계연구원	로봇메카트로닉스연구실	<ul style="list-style-type: none"> 로봇메카트로닉스 융합기술 차세대 산업 로봇 기술 인간·로봇 협력 기술

(2) 기관 기술개발 동향

- ☐ (전남대학교) 딥러닝과 증강현실의 융합을 통한 지능형 제조 HHI 기술개발 (2019/06/01 ~ 2022/05/31)
 - AR 기술에 딥러닝 적용을 통한 Human-Human Interaction 지원
- ☐ (피엔씨솔루션) 실내/실외 작업자 업무 효율성 향상을 위한 증강형 웨어러블 글래스 기기 및 원격 업무 관리 소프트웨어의 개발 (2019/12/02 ~ 2020/12/01)
 - 작업자가 웨어러블 디바이스를 이용하여 작업할 수 있는 자동화, 디지털화된 스마트공장 환경 시스템을 통하여 안전성 확보
 - 시뮬레이션 기능으로 제조 및 작업환경 현황분석, 결과 예측할 수 있는 시스템 개발
- ☐ (카이언스) 스마트 의류 플랫폼 기반 신체활동 취약자 실시간 케어용 웨어러블 상황인식 센서 디바이스 기술 개발 (2018/07/01 ~ 2020/12/31)
 - 스마트의류 적용형 센서 디바이스 시제품 개발
 - 클라우드 기반 지능형 인체 안전 상태 관리 시스템 설계 및 구축
- ☐ (한국전자기술연구원) 가상·증강현실 디바이스용 핵심부품 원천기술 개발 (2017/09/01 ~ 2020/12/31)
 - 단파장 집적영상(4K)용 waveguide 및 DOE 제작
 - Full-color 집적영상(4K)용 Multi-layer기반 In/out coupler(DOE) + Waveguide 광학계 설계 및 집적화 제작 및 성능 검증
 - 집적영상 디스플레이(4K) 고속 시점 재배치를 위한 렌더링 엔진 개발
 - EGD 프로세싱 유닛 SoC 개발
 - 프로세싱 유닛 SoC 기반 EGD 프로세싱 보드 개발
 - EGD 시제 개발
 - 하드웨어 기반 상용 VR 디바이스 기능 확장 모듈 개발
 - 국제표준화 회의 참가 및 표준활동

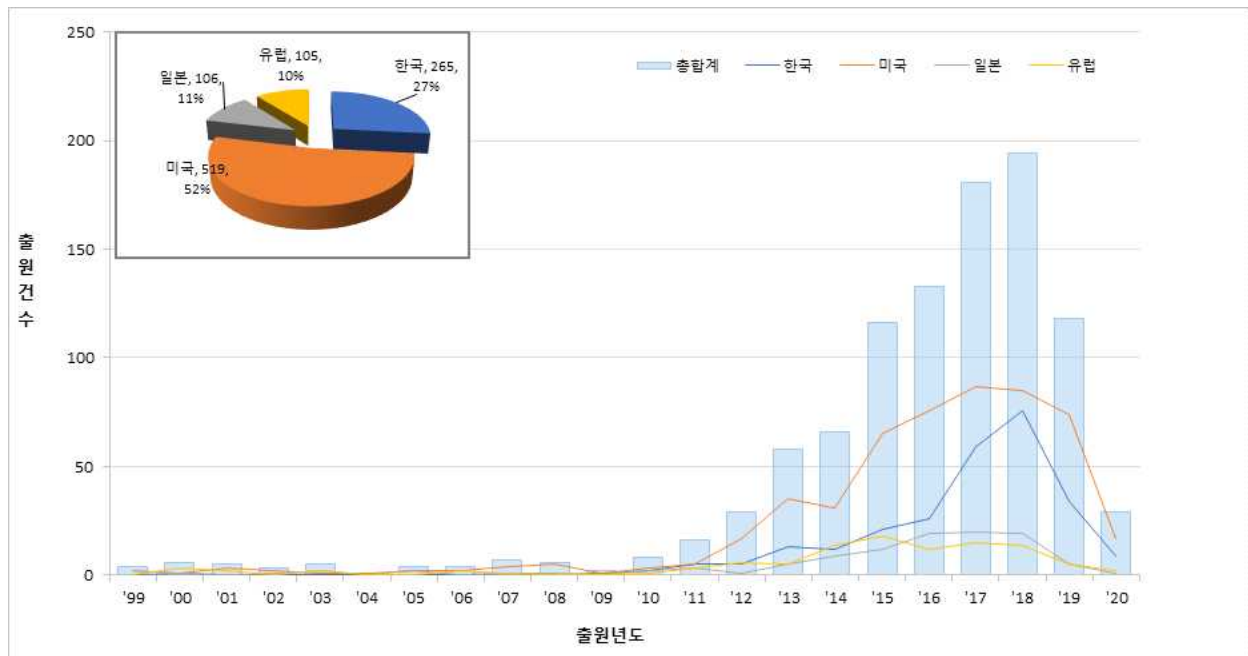
4. 특허 동향

가. 특허동향 분석

(1) 연도별 출원동향

- 스마트제조용 웨어러블 기기의 지난 '22년(1999년~2020년)간 출원동향을 살펴보면 '11년도부터 가파르게 증가하고 있는 것으로 나타남
 - 각 국가별로 살펴보면 미국이 가장 활발한 출원활동을 보이고 있음
- 국가별 출원비중을 살펴보면 미국이 전체의 52%의 출원 비중을 차지하고 있어, 최대 출원국으로 스마트제조용 웨어러블 기기 분야를 리드하고 있는 것으로 나타났으며, 한국은 27%, 일본은 11%, 유럽은 11% 순으로 나타남

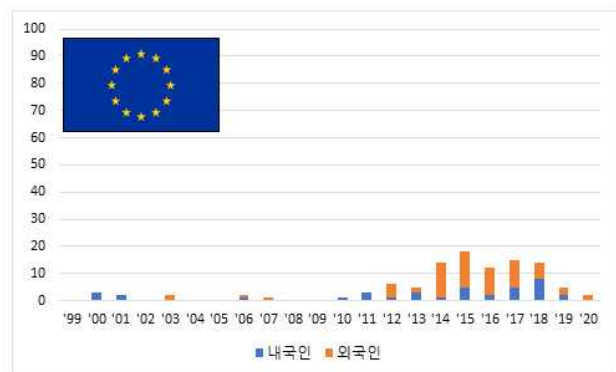
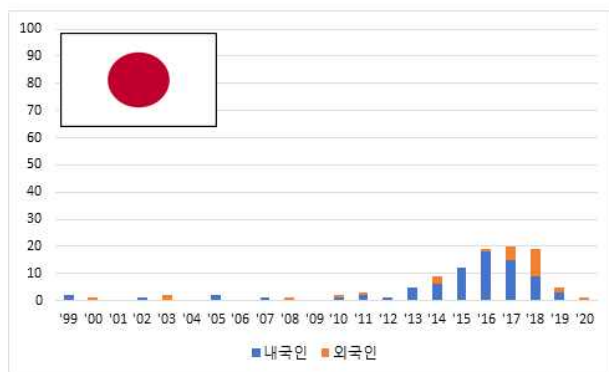
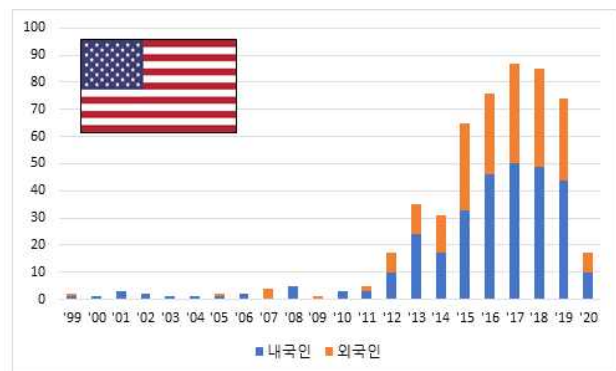
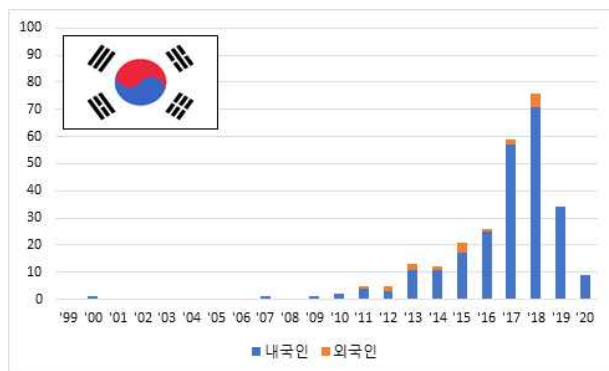
[스마트제조용 웨어러블 기기 연도별 출원동향]



(2) 국가별 출원현황

- ☐ 한국의 출원현황을 살펴보면, '11년도부터 해당 기술의 출원이 급격히 증가하는 추세
 - 내국인 위주의 출원이 진행되고 있음
 - 미국의 출원 수에 비해 51% 정도의 수준을 보임
- ☐ 미국의 출원현황을 살펴보면 분석구간 초기부터 전체 특허기술의 출원 증감 흐름에 영향을 주고 있는 것으로 나타남. 미국의 경우, 한국에 비해 외국인의 비중이 큰 것으로 나타남
- ☐ 일본의 출원현황은 '13년부터 완만히 증가하는 추세이나, 매년 20건 이하의 출원이 이루어져 해당 기술 분야에서 일본 시장에 대한 관심도가 높지 않은 것으로 보임
- ☐ 유럽의 출원현황을 살펴보면 일본과 유사한 동향을 보임

[국가별 출원현황]



- 전체 구간(1999년~2020년)에서 Wearable Device, Virtual Reality, lot Device 등 키워드가 다수 도출
- 최근 구간 분석 결과, 최근 1구간(2012년~2015년)과 비교할 때, 2구간(2016년~2020년)에서 IoT Device, Digital Twin 키워드가 많이 등장하는 것으로 보아 스마트제조용 웨어러블 기기 분야에는 디지털 트윈과 연계된 웨어러블 기기 관련 연구개발이 활발한 것으로 추정

[illegible]

-
- Computer Product Program System Network Device Interface Processing Data Information Control Delivery Platform Environment Pattern Gateway Module Experience Integration Application Realization Virtualization Cloud Mobile Wearable Smart Digital Artificial Intelligence Big Data Analytics Machine Learning Deep Learning Neural Networks Robotics Autonomous Systems Cybersecurity Privacy Ethics Sustainability Innovation Collaboration Ecosystem Economy Society Culture Education Healthcare Manufacturing Transportation Agriculture Energy Environment Space Exploration Frontiers Frontier Next Generation Future Tomorrow Tomorrow's Future's Future's

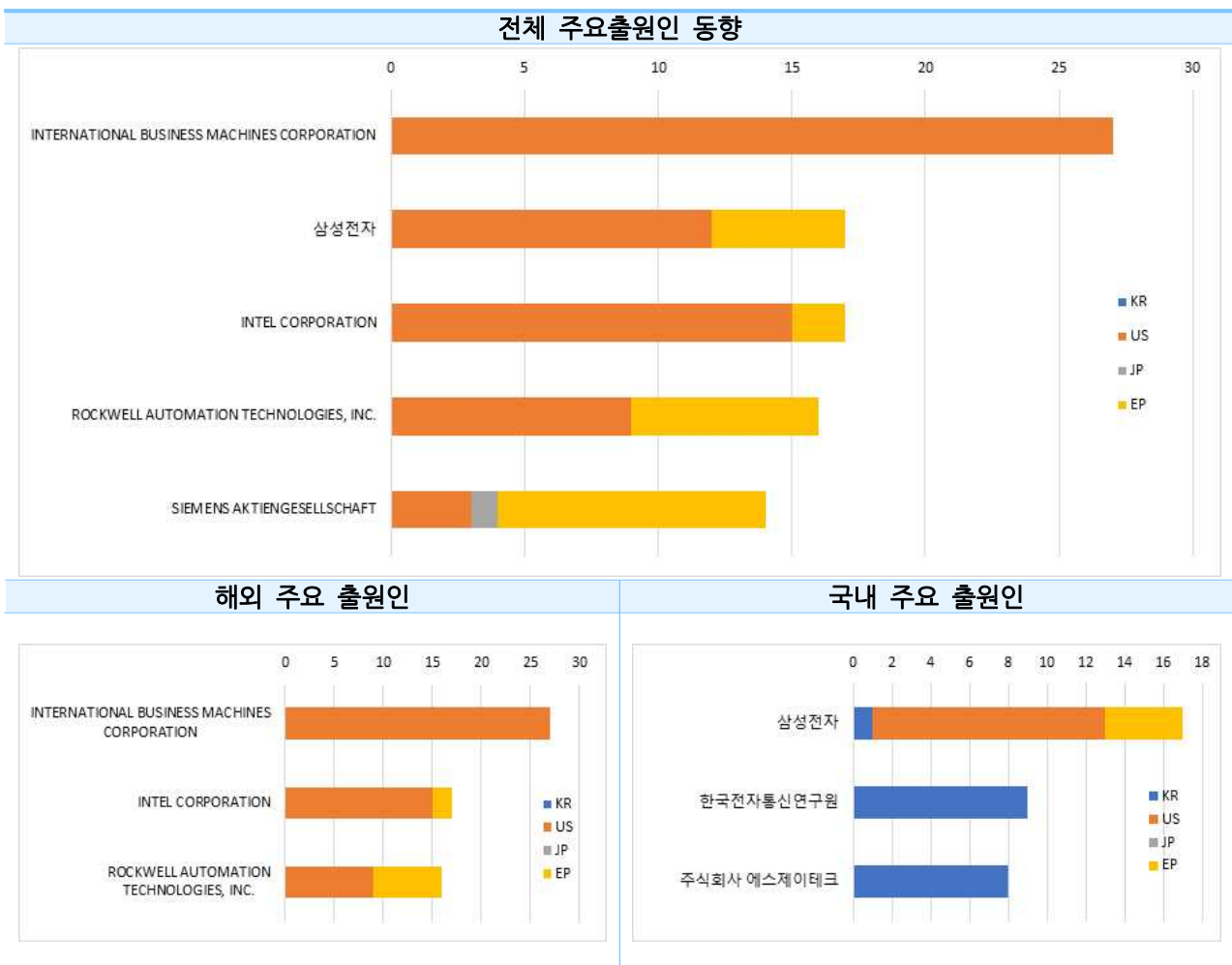
-
- Virtual Reality
- Mixed Reality
- Augmented Reality
- Immersive Experience
- Digital Twin
- Wearable Device
- Sensors
- Data
- Processing
- Network
- User Interface
- Interaction
- Environment
- Simulation
- Training
- Education
- Healthcare
- Manufacturing
- Construction
- Agriculture
- Retail
- Marketing
- Entertainment
- Sports
- Military
- Government
- Research
- Development
- Testing
- Deployment
- Maintenance
- Support
- Integration
- Interoperability
- Scalability
- Flexibility
- Adaptability
- Resilience
- Security
- Privacy
- Compliance
- Regulation
- Standards
- Protocols
- Frameworks
- Tools
- Platforms
- Ecosystems
- Communities
- Partnerships
- Collaborations
- Innovations
- Trends
- Future
- Potential
- Impact
- Value
- Benefits
- Challenges
- Opportunities
- Risks
- Ethics
- Societal
- Economic
- Environmental
- Political
- Cultural
- Legal
- Moral
- Philosophical
- Religious
- Spiritual
- Metaphysical
- Transcendental
- Mystical
- Magical
- Mysterious
- Inexplicable
- Unfathomable
- Incomprehensible
- Inconceivable
- Unimaginable
- Unthinkable
- Unbelievable

- Virtual Reality, Wearable Device, IoT Device, Digital Twin, 가상 공간, 사용자 단말, Virtual Environment, Real Time, Real World, Thing Platform

나. 주요 출원인 분석

- 스마트제조용 웨어러블 기기의 전체 주요출원인을 살펴보면, 주로 미국 국적의 출원인이 다수 포함되어 있는 것으로 나타났으며, 제 1 출원인으로는 미국의 INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION인 것으로 나타남
 - 제 1 출원인인 INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION의 출원은 미국에 집중된 경향을 보임
- 스마트제조용 웨어러블 기기 관련 기술로 전자제품 및 자동화제어를 다루는 대기업에 의한 출원이 대다수를 차지
 - 국내에서는 대기업, 기관/연구소, 중소기업(개인)이 다양한 성격의 출원인이 모두 다출원인에 포함

[스마트제조용 웨어러블 기기 주요출원인]



(1) 해외 주요출원인 주요 특허 분석

◎ IBM(International Business Machines)

□ IBM는 미국의 다국적 기술컨설팅 기업으로, 스마트제조용 웨어러블 기기와 관련하여 27건을 출원하였으며, 이중 등록된 건은 3건

- 스마트제조용 웨어러블 기기와 관련하여 출원을 진행한 특허 모두 미국에 출원한 것으로 자국 내 출원 성향이 높은 것으로 사료

[IBM 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
US10311637 (2017.05.15)	Collaborative three-dimensional digital model construction	복수의 착용기기에 대한 물리적 기준점을 식별하며, 사용자들에 대한 3차원 모델 기준점을 조정하는 기술	
US10152652 (2015.09.24)	Selecting a device with visual confirmation in the internet of things	IoT 환경에 연결된 장치에 가중치를 부여하여 시각적으로 확인가능한 장치를 선택하는 기술	

◎ INTEL CORPORATION

- INTEL CORPORATION는 반도체의 설계 및 제조하는 미국 기업으로, 스마트제조용 웨어러블 기기와 관련하여 13건을 출원하였으며, 이 중 4건이 등록

[INTEL CORPORATION 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
US10552621 (2018.09.24)	Establishing hardware roots of trust for internet-of-things devices	IoT 디바이스가 통신하기 위한 네트워크 시스템 기술	
US10488915 (2017.10.17)	Augmentation modification based on user interaction with augmented reality scene	사용자의 상호작용에 응답하여 증강현실을 수정/보완하는 기술	
US10559119 (2017.08.31)	Method and apparatus for natural hand visualization	손의 움직임을 가상현실상에서 자연스럽게 인식하는 기술	
US10782790 (2015.12.22)	System and method to collect gesture input through wrist tendon and muscle sensing	손목의 힘줄 및 근육 감지를 통한 제스처 입력 수집기술	

* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES, INC.

- ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES, INC는 미국의 산업자동화 및 정보기술 제공 기업으로, 스마트제조용 웨어러블 기기와 관련하여 16건의 특허를 출원하여 4건이 등록
- ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES, INC는 스마트제조용 웨어러블 기기와 관련하여, 제조시설 내의 각 설비와 상호작용하기 위한 웨어러블 기기의 가상/증강현실 형성 기술에 대한 특허를 권리범위를 다르게 하여 다수 출원

[ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES, INC. 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
US10535202 (2019.07.03)	Virtual reality and augmented reality for industrial automation	산업시설의 가상현실/증강현실을 형성하고, 원격으로 상호작용을 촉진하는 기술	
US10445944 (2018.10.19)	Augmented reality safety automation zone system and method	설비 내 자동화 시스템과 원격으로 상호작용하기 위해 웨어러블 기기에 산업용 설비들의 가상/증강 현실 프레젠테이션을 형성하는 기술	
US10388075 (2017.09.28)	Virtual reality and augmented reality for industrial automation	산업시설의 가상현실/증강현실을 형성하고, 원격으로 상호작용을 촉진하는 기술	
US10319128 (2016.12.27)	Augmented reality presentation of an industrial environment	설비 내 자동화 시스템과 원격으로 상호작용하기 위해 웨어러블 기기에 산업용 설비들의 가상/증강 현실 프레젠테이션을 형성하는 기술	

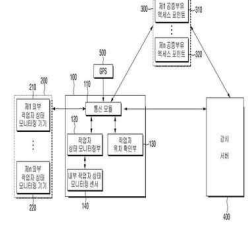
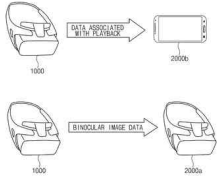
* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

(2) 국내 주요출원인 주요 특허 분석

◎ 삼성전자 주식회사

- 삼성전자 주식회사는 스마트제조용 웨어러블 기기와 관련하여 59건을 출원하였으며, 이중 등록된 건은 2건
- 스마트제조용 웨어러블 기기와 관련하여 미국에 가장 많은 출원을 진행하여 자국보다 해외시장에 대한 관심이 높은 것으로 사료

[삼성전자 주식회사 주요특허 리스트]


등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR1844273 (2016.07.22)	가상 작업공간을 이용한 상부 용접 시스템	실제 작업공간과 상기 가상 작업공간을 동기화시키고 원격으로 상부 용접 장치의 용접 동작을 제어하는 기술	
US10168981(2016.06.10)	Method for sharing images and electronic device performing thereof	영상을 공유할 수 있는 머리장착형 장치	

* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ 한국전자통신연구원

- ☐ 한국전자통신연구원은 스마트제조용 웨어러블 기기와 관련하여 9건을 출원하였으며 이중 등록된 건은 1건

[한국전자통신연구원 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR0914848 (2007.12.15)	혼합현실 시스템 및 그 구현 방법	혼합현실 기술을 사용하여 공장의 제조 공정 검증시에 발생하는 현장 설치된 설비들과 신규 설치될 설비간의 가상 설치된 모습을 미리 살펴볼 수 있는 혼합현실 서비스기술	

* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ 주식회사 에스제이테크

- 주식회사 에스제이테크는 스마트제조용 웨어러블 기기와 관련하여 8건의 특허를 출원하였으며, 이 중 2건이 등록

[주식회사 에스제이테크 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR1951332 (2017.03.22)	제조공정 관리 향상 시스템	IoT 센서를 통해 공장 내 제조장치 및 작업자의 상태를 측정하고, 획득된 상기 공장상태정보를 통해 제조공정을 최적화하는 기술	
KR1951339 (2017.03.22)	제조공정 설계 및 검증 향상 시스템	다양한 센서장치를 통해 제조공정에서 이루어지는 다양한 정보를 수집 및 분석하여 제조공정의 설계 및 검증을 향상시키는 기술	

* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

다. 기술진입장벽 분석

(1) 기술 집중력 분석

- ☐ 스마트제조용 웨어러블 기기관련 기술에 대한 시장관점의 기술독점 현황분석을 위해 집중률 지수(CRn: Concentration Ratio n, 상위 n개사 특허점유율의 합) 분석 진행
- 상위 4개 기업의 시장점유율이 0.08로 스마트제조용 웨어러블 기기 분야에 있어서 독과점 정도는 매우 낮은 수준으로 판단
 - 국내 시장에서 중소기업의 점유율 분석결과 0.74로 해당 기술에 대하여 중소기업의 진입장벽은 높은 것으로 파악

[주요출원인의 집중력 및 국내시장 중소기업 집중력 분석]

주요 출원인 집중력	주요출원인	출원건수	특허점유율	CRn	n
	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION(미국)	27	2.7%	0.03	1
	삼성전자(한국)	17	1.7%	0.04	2
	INTEL CORPORATION(미국)	17	1.7%	0.06	3
	ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES, INC.(미국)	16	1.6%	0.08	4
	SIEMENS AKTIENGESellschaft (독일)	14	1.4%	0.09	5
	GENERAL ELECTRIC COMPANY(미국)	11	1.1%	0.10	6
	MICROSOFT TECHNOLOGY LICENSING, LLC(미국)	9	0.9%	0.11	7
	한국전자통신연구원(한국)	9	0.9%	0.12	8
	SEIKO EPSON CORP(일본)	9	0.9%	0.13	9
	주식회사 에스제이테크(한국)	8	0.8%	0.14	10
	전체	995	100%	CR4=0.08	
국내시장 중소기업 집중력	출원인 구분	출원건수	특허점유율	CRn	n
	중소기업(개인)	210	73.7%	0.74	
	대기업	13	4.6%		
	연구기관/대학	62	21.8%		
	전체	285	100%	CR중소기업=0.74	

(2) 특허소송 현황 분석

☐ 스마트제조용 웨어러블 기기 분야 관련 특허소송 이력은 검색되지 않음

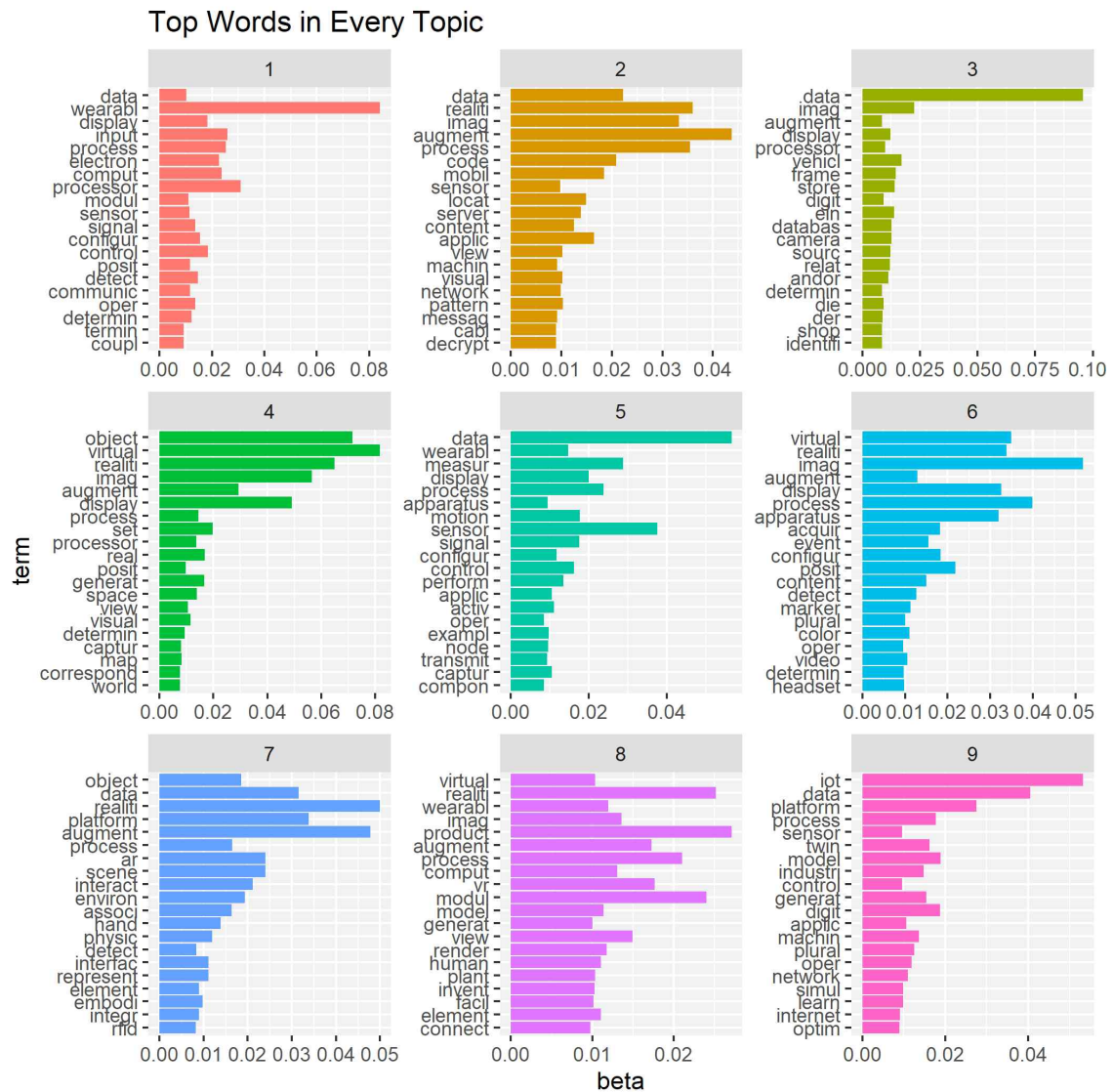
- 따라서 국내기업이 미국시장에 진입하는 경우, 해당 분야를 선점할 수 있을 것으로 판단
- 다만, 제조분야에서 사용되지 않는 것이 아닌 일상생활에서 사용자의 건강정보를 측정하는 웨어러블 기기와 관련해서는 몇 개의 소송이 검색

5. 요소기술 도출

가. 특허 기반 토픽 도출

- 709개의 특허의 내용을 분석하여 구성 성분이 유사한 것끼리 클러스터링을 시도하여 대표성이 있는 토픽을 도출

[스마트제조용 웨어러블기기에 대한 토픽 클러스터링 결과]



나. LDA⁴³⁾ 클러스터링 기반 요소기술 도출

[LDA 클러스터링 기반 요소기술 키워드 도출]

No.	상위 키워드	대표적 관련 특허	요소기술 후보
클러스터 01	wearable, processor, input, process, compute, electron, control, display, configure	<ul style="list-style-type: none"> • Wearable communication devices for secured transaction and communication • Server, system, method, and program 	-
클러스터 02	augment, reality, process, image, data, code, mobile, application, locate, server	<ul style="list-style-type: none"> • Cable processing machine monitoring with improved precision mechanism for cable processing • Augmented reality platform and method using letters, numbers, and/or math symbols recognition 	-
클러스터 03	data, image, vehicle, frame, store, ein, database, camera, source, display	<ul style="list-style-type: none"> • Augmented reality assisted monitoring of a product • System and method for facilitating the adjustment of systems, by which objects are moved 	증강현실용 Inside-out tracking AI 카메라 디바이스
클러스터 04	virtual, object, reality, image, display, augment, set, real, generate, process	<ul style="list-style-type: none"> • Head mounted display device, method for controlling the same and computer program • Head mounted display device and computer program 	-
클러스터 05	data, sensor, measure, process, display, motion, signal, control, wearable, perform	<ul style="list-style-type: none"> • Measurement solution service provision system • Centralized planning for real-time self tuning of planned actions in a distributed environment 	-
클러스터 06	image, process, virtual, reality, display, apparatus, posit, configure, acquire, event	<ul style="list-style-type: none"> • Information processing method and system • Virtual reality system locomotion interface utilizing a pressure-sensing mat 	-
클러스터 07	reality, augment, platform, data, AR, scene, interact, environ, object, process	<ul style="list-style-type: none"> • Augmented reality based social platform • Method and apparatus for providing an architecture for delivering mixed reality content 	증강현실용 Inside-out tracking AI 카메라 디바이스
클러스터 08	product, reality, module, process, VR, augment, view, image, compute, wearable	<ul style="list-style-type: none"> • Virtual reality operation platform structure • Neural network for eye image segmentation and image quality estimation 	-
클러스터 09	IoT, data, platform, model, digit, process, twin, generate, industry, machine	<ul style="list-style-type: none"> • System and method for automatic optimization of a manufacturing bop (bill-of-process) for a production process • Computing system to control the use of physical state attainment with inspection 	5G 기반 디지털 트윈 환경용 웨어러블 디바이스

43) Latent Dirichlet Allocation

다. 특허 분류체계 기반 요소기술 도출

- ☐ 스마트제조용 웨어러블 기기 관련 특허에서 총 10개의 주요 IPC코드(메인그룹)를 산출하였으며, 각 그룹의 정의를 기반으로 요소기술 키워드를 아래와 같이 도출

[IPC 분류체계에 기반한 요소기술 도출]

IPC 기술트리		
(서브클래스) 내용	(메인그룹) 내용	요소기술 후보
(G05B) 제어계 또는 조정계 일반; 이와 같은 계의 기능요소; 이와 같은 계 또는 요소의 감시 또는 시험장치	• (G05B-019) 프로그램제어계	-
(G06F) 전기에 의한 디지털 데이터처리	• (G06F-017) 디지털 컴퓨팅 또는 데이터 프로세싱 장비, 방법으로서 특정 기능을 위해 특히 적합한 형태의 것	-
	• (G06F-021) 부정행위로부터 프로그램 또는 데이터, 그 컴퓨터 부품을 보호하기 위한 보안 장치	-
	• (G06F-015) 디지털 컴퓨터 일반	-
	• (G06F-003) 컴퓨터로 처리할 수 있는 형식으로 전송된 데이터를 변환하는 입력기구; 처리장치로부터 출력장치로 데이터를 전송하기 위한 출력기구, 예. 인터페이스 기구	-
(G06K) 데이터의 인식; 데이터의 표시; 기록매체; 기록매체의 취급	• (G06K-009) 인쇄문자, 손으로 쓴 문자를 독취하거나 인식 또는 패턴을 인식하기 위한 방법 또는 장치, 예. 지문인식	-
(G06Q) 관리용, 상업용, 금융용, 경영용, 감독용 또는 예측용으로 특히 적합한 데이터 처리 시스템 또는 방법; 그 밖에 분류되지 않는 관리용, 상업용, 금융용, 경영용, 감독용 또는 예측용으로 특히 적합한 시스템 또는 방법	• (G06Q-010) 경영; 관리	-
	• (G06Q-050) 특정 사업 부문에 특히 적합한 시스템 또는 방법, 예. 공익사업 또는 관광	-
	• (G06Q-030) 거래, 예. 쇼핑 또는 전자상거래	-
(G06T) 이미지 데이터 처리 또는 발생 일반	• (G06T-019) 컴퓨터 그래픽용 3D 모델 또는 화상의 조작	-

라. 최종 요소기술 도출

- ☐ 산업·시장 분석, 기술(특허)분석, 전문가 의견, 타부처 로드맵, 중소기업 기술수요를 바탕으로 로드맵 기획을 위하여 요소기술 도출
- ☐ 요소기술을 대상으로 전문가를 통해 기술의 범위, 요소기술 간 중복성 등을 조정·검토하여 최종 요소기술명 확정

[스마트제조용 웨어러블기기 분야 요소기술 도출]

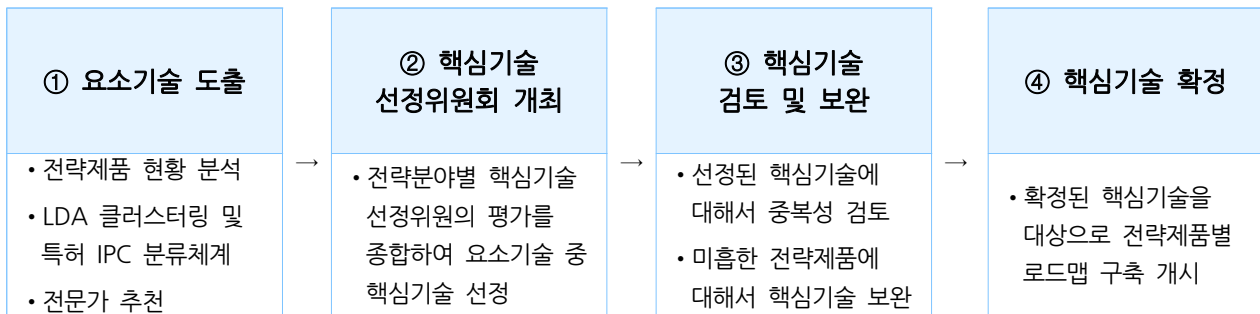
요소기술	출처
웨어러블 휴먼 모션 정보 실시간 트래킹 디바이스	전문가 추천
증강현실용 Inside-out tracking AI 카메라 디바이스	특허 클러스터링, 전문가 추천
실내용 정밀 공간 좌표 인식 웨어러블 디바이스	전문가 추천
5G 기반 디지털 트윈 환경용 웨어러블 디바이스	특허 클러스터링, 전문가 추천
웨어러블 제스처 기반 입력 인터페이스 디바이스	전문가 추천
웨어러블 의료 정보 실시간 모니터링 디바이스	전문가 추천

6. 전략제품 기술로드맵

가. 핵심기술 선정 절차

- ☐ 특허 분석을 통한 요소기술과 기술수요와 각종 문헌을 기반으로 한 요소기술, 전문가 추천 요소기술을 종합하여 요소기술을 도출한 후, 핵심기술 선정위원회의 평가과정 및 검토/보완을 거쳐 핵심기술 확정
- ☐ 핵심기술 선정 지표: 기술개발 시급성, 기술개발 파급성, 기술의 중요성 및 중소기업 적합성
 - 장기로드맵 전략제품의 경우, 기술개발 파급성 지표를 중장기 기술개발 파급성으로 대체

[핵심기술 선정 프로세스]



나. 핵심기술 리스트

[스마트제조용 웨어러블기기 분야 핵심기술]

핵심기술	개요
영상·통신기능 웨어러블 기기 기술	· 클라우드 기반 AR 글래스를 위한 광학/디스플레이 기술
증강현실용 Inside-out tracking AI 카메라 디바이스	· Visual-SLAM 기반 독립형 위치 추적 기기
웨어러블 휴먼 모션 정보 실시간 트래킹 디바이스	· MEMS 기반 사용자 동작을 실시간 추적하는 3D 부착형 트래커
실내용 정밀 공간 좌표 인식 웨어러블 디바이스	· 마커리스(Markless) 객체 인식을 통한 사용자 위치추정 기기
웨어러블 제스처 기반 입력 인터페이스 디바이스	· 비전(Vision)기반 인체 포즈를 활용한 인터페이스 기기

다. 중소기업 기술개발 전략

- ☐ AR/VR 관련 디바이스에 대한 영상/신호처리 지연률 보정 등의 핵심 알고리즘 기술 개발
- ☐ AR/VR 기술은 다양한 산업 영역에 대해 통합적 관점의 기술개발 전략 수립이 필요
- ☐ 다양한 영역에서 정보통신(ICT) 기술을 활용함에 따라 다양한 산업에 활용될 가능성이 높아 산업 내 특화 기술과 규제 환경 등을 고려한 제품 개발에 집중 필요

라. 기술개발 로드맵

(1) 중기 기술개발 로드맵

[스마트제조용 웨어러블기기 분야 중기 기술개발 로드맵]

스마트제조용 웨어러블기기	물리공간과 가상공간을 연동하는 디지털 트윈 인터페이스 요소 기술의 상용화			
	2021년	2022년	2023년	최종 목표
영상·통신기능 웨어러블 기기 기술				해상도/ 발기 2K/10nit FOV 90도 지연시간 20ms
증강현실용 Inside-out tracking AI 카메라 디바이스				센서 해상도 XGA이상 FOV 160도
웨어러블 휴먼 모션 정보 실시간 트래킹 디바이스				지연시간 20ms 이하
실내용 정밀 공간 좌표 인식 웨어러블 디바이스				위치 정확도 10mm±3.5mm
웨어러블 제스처 기반 입력 인터페이스 디바이스				20ms이하

(2) 기술개발 목표

- ☐ 최종 중소기업 기술로드맵은 기술/시장 니즈, 연차별 개발계획, 최종목표 등을 제시함으로써 중소기업의 기술개발 방향성을 제시

[스마트제조용 웨어러블기기 분야 핵심요소기술 연구목표]

핵심기술	기술요구사항	연차별 개발목표			최종목표	연계R&D 유형
		1차년도	2차년도	3차년도		
영상·통신기능 웨어러블 기기 기술	[디스플레이] 해상도/밝기 [카메라] FOV(per Eye) 지연시간	- FHD/1Knit - 50도 이상 40ms 이하	- QHD/3Knit - 70도 30ms	- 2K/10Knit - 90도 20ms	- 2K/10Knit - 90도 20ms	상용화
증강현실용 Inside-out tracking AI 카메라 디바이스	센서해상도 FOV	VGA 110도	SVGA 130도 (Wide)	XGA이상 160도 (Ultra-wide e)	XGA이상 160도 (Ultra-wide)	기술혁신
웨어러블 휴먼 모션 정보 실시간 트래킹 디바이스	지연시간	35ms이하	30ms이하	20ms이하	20ms이하	창업형
실내용 정밀 공간 좌표 인식 웨어러블 디바이스	위치정확도	30mm +/-5mm	20mm +/-4mm	10mm +/-3.5mm	10mm +/-3.5mm	산학연
웨어러블 제스처 기반 입력 인터페이스 디바이스	지연시간	35ms이하	30ms이하	20ms이하	20ms이하	창업형