

전략분야 현황분석

스마트제조



스마트제조

1. 개요

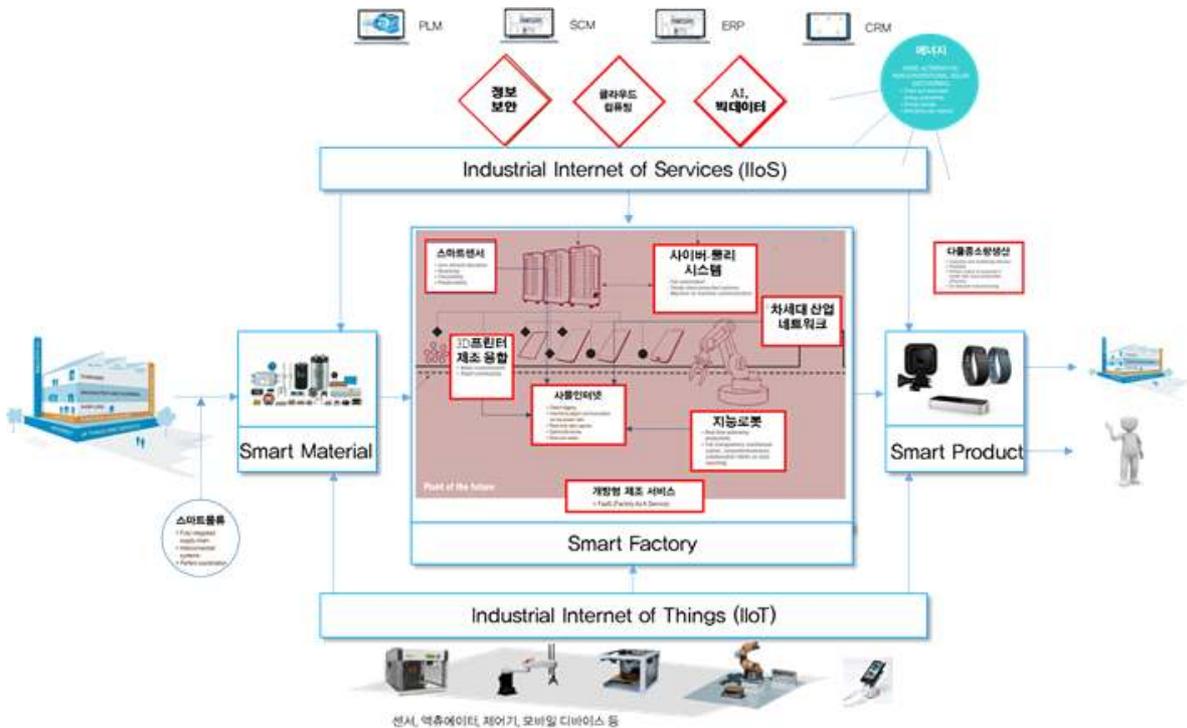
가. 일반적 정의

(1) 정의

◎ 스마트제조 정의

- ICT(Information and Communication Technologies)를 활용하여 기존 제조업의 전 과정을 디지털화하고, 미래 첨단 산업으로 전환(Digital Transformation)함으로써 국가 산업구조를 혁신하기 위한 제반 활동으로 제품(Product)과 생산 시스템(Production System), 그와 관련된 비즈니스 등 제품의 생산 및 이와 연계된 제조 활동을 포함
 - 제품의 기획, 설계, 생산, 유통·판매 등 전 과정이 IoT(Internet of Things), CPS(Cyber Physical System), IoS(Internet of Services) 등의 ICT와 융합하여 자동화 및 정보화되어 가치사슬 전체가 실시간 연동 통합됨으로써 생산성 향상, 에너지절감, 인간중심의 작업 환경을 구현하고, 최적비용 및 시간으로 고객맞춤형 제품을 생산

[스마트제조 개념도]

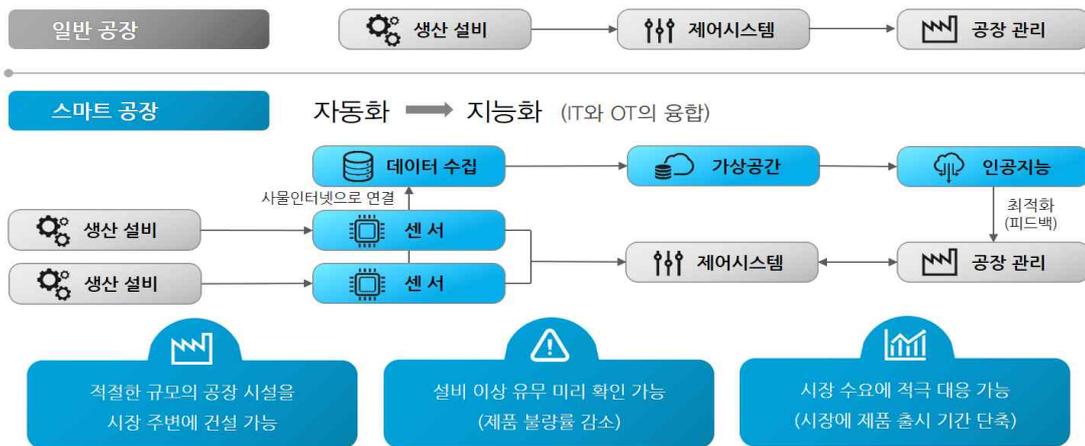


* 출처 : 스마트제조혁신추진단

◎ 스마트공장의 정의

- 제조 과정의 전부 또는 일부에 IoT·빅데이터와 같은 ICT기술을 적용하여 자동화, 디지털화된 공장을 구현하여 기업의 생산성, 품질 등을 향상시키는 지능형 공장을 의미¹⁾
 - 최소 비용 및 시간으로 고객맞춤형 제품을 생산하는 공장으로 공정 자동화 및 다품종 생산에 대응하는 유연생산체계 등을 통해 생산성 향상, 에너지 절감, 인간 중심의 작업 환경 등을 지향

[스마트공장 개념도]



* 출처 : 대한민국 제조혁신 컨퍼런스(KMAC), 한국인더스트리4.0협회

- 최적화된 생산을 달성하기 위한 스마트공장은 기존의 공장에 비해 데이터와 분석이 특히 강화된 특징 보유
 - (데이터) 스마트 공장에서 운영되는 모든 기기(자동화기기, 제어기, 센서, 모터, 스마트기기 등)들이 표준화된 데이터 모델에 기반하여 실시간으로 공유되고 상호제어 될 수 있는 환경 제공
 - (분석) 실시간으로 수집된 데이터들을 분석하여 수요 예측, 자원 관리, 예지 보전, 문제 발생 회피, 통제·운영상의 문제 등을 분석하는 SW 제공
 - (모델) 수집된 데이터를 기반으로 가상의 공장 모델을 활용하여 모델링 및 시뮬레이션을 수행/검증하여 실공장에 반영할 수 있는 기능 제공
 - (운영·통제) 모델링 및 시뮬레이션 검증 결과를 바탕으로 최적의 생산 공정 확립을 위해 각 생산시스템 및 기기들의 제어 기능을 제공하는 SW로 MES, ERP²⁾ 등을 포함
 - (통합·연동) 스마트공장을 위하여 사용된 모든 기기들을 연결하고 생성된 데이터를 실시간 저장, 공유하여 최적 생산을 결정할 수 있도록 도와주는 제반 지원 시스템으로 CPS 기반기술, IIoT, IIoS, 클라우드, 빅데이터, 보안기술 등을 포함

1) 스마트제조혁신추진단 홈페이지(<https://www.smart-factory.kr/smartFactoryIntro>)

2) MES(Manufacturing Execution System, 제조실행시스템), ERP(Enterprise Resource Planning, 전사적 자원관리)

[스마트공장의 제조 단계별 모습]

제조단계	모습
기획·설계	· 가상공간에서 제품성능을 제작 전에 시뮬레이션 함으로써 제작기간 단축 및 소비자 요구 맞춤형 제품 개발
생산	· 설비-자재-관리시스템 간 실시간 정보교환으로 1개 공장에서 다양한 제품생산 및 에너지설비효율 제고
유통·판매	· 생산 현황에 맞춘 실시간 자동 수발주로 재고비용이 획기적으로 감소하고 품질, 물류 등 전 분야에서 협력 가능

* 출처 : 스마트 공장의 글로벌 추진동향과 한국의 표준화 대응전략, 2018, 스마트공장 추진단

□ 스마트공장은 공장자동화(Factory Automation)와는 다른 개념과 성격

- 공장자동화는 대량생산의 시대에 초점을 맞추고 있다면 스마트공장은 유연생산을 추가한 개념
- 유연생산과 자동화의 개념이 동시에 달성함으로써 다품종 소량생산에도 대응이 가능

[스마트공장과 공장자동화]

구분	스마트공장	공장자동화
개념	· 제조에 관련된 조달, 물류, 소비자 등의 객체가 존재하여 객체에 각각 지능을 부여하고, 이를 사물인터넷으로 연결해 자율적으로 데이터를 연결·수집·분석	· 컴퓨터와 로봇 같은 장비를 이용해 공장 전체의 무인화를 이루고, 생산 과정의 자동화를 만드는 시스템
특징	· 제조 전 과정을 ICT 기술로 통합해 최소 비용·시간으로 고객 맞춤형 제품 생산	· 컴퓨터를 이용한 설계 및 제조, 해석 시스템, 다품종 소량생산을 가능하게 하는 생산 시스템 등을 조합한 것
통합 방향	· 수평적 통합	· 수직적 통합
지원 기술	· 제품설계 도구인 CAD/CAE 등의 PLM 솔루션, 3D프린터, CPS, 공정 시뮬레이션 등을 포함	· 스마트 센서, 사물인터넷 기술, 생산현장 에너지 절감 기술, 제조 빅데이터 기술 등을 포함

* 출처 : 스마트팩토리, 공장자동화와 다른 점 5가지, 2018, FA저널

(2) 필요성

- 코로나19 팬데믹으로 인한 제조업계의 변화 및 스마트제조 도입의 필요성 증대
 - 급작스럽게 변화하는 원격 근무환경에 따른 민첩한 대응과 관리 서비스의 도입 필요
 - 글로벌 공급망이 불안정해지면서 핵심 부품을 자급할 수 있는 방안을 찾는 추세
 - 호주는 코로나19가 확산되면서 식품가공 분야 관련 자동화된 가공 장비 도입 및 상용화 추진
- 국내 제조업 평균가동률, 매출증가율 등 제조업 지표 부진, 국제경쟁력은 하락 추세
 - 제조업 평균가동률 : '19년 11월 현재 71.8%로 '12년 이후 지속적인 하락세(KOSIS, 통계청)
 - 한국의 제조업경쟁력지수는 '10년 3위에서 '16년 5위로 하락, '20년에는 6위로 하락 전망

[국내 제조업 현황]



주요국 제조업 경쟁력지수

(단위 : 순위)

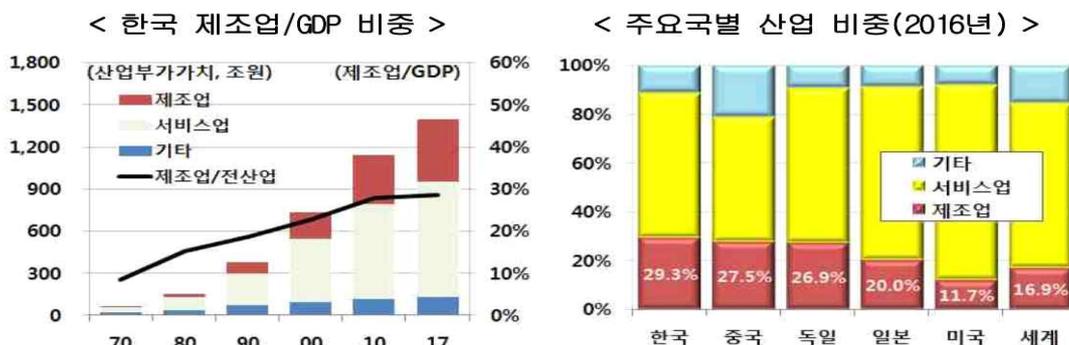
구 분	2010년	2016년	2020(F)
한 국	3	5	6
일 본	6	4	4
독 일	8	3	3
미 국	4	2	1
중 국	1	1	2

* 출처: KOSIS(통계청) & Weekly KDB Report(2018. 1. 2)

- 한국의 제조업 비중은 주요 선진국은 물론 중국에 비해서도 높은 수준을 기록할 정도로 여전히 제조업은 한국경제의 중요한 산업 부문으로 평가
 - 2016년 기준 주요국의 제조업/GDP 비중을 살펴보면 한국이 29.3%로 미국(11.7%), 독일(26.9%), 일본(20.0%) 등 제조업 선진국들보다 높은 수준을 기록³⁾
 - 특히 한국의 제조업이 경제에서 차지하는 비중은 신흥국인 중국(27.5%)보다도 높은 수준을 보이고 있을 정도로 제조업은 현재 한국에서 중요한 산업 부문의 위치를 차지
 - 제조업 혁신도는 38.3%로 일본(제조업 비중 19%, 제조업 혁신도 50.4%)에 비해 뒤쳐지는 것으로 분석

3) 한국 주력산업의 위기와 활로(경제주평, 현대경제연구원,2018.04.06.)

[GDP대비 제조업 기여도]



* 출처: 한국 주력산업의 위기와 활로, 2018, 현대경제연구원

□ 국가의 미래 경쟁력을 높이는 성장 동력으로서 스마트공장의 확산과 고도화가 요구

- 2018년에 진행된 스마트제조 기술수준 조사에 따르면 스마트제조관련 최고기술수준보유국은 미국으로 한국은 최고대비 기술수준 72.3%, 기술격차는 2.5년으로 평가4)
- 국내제조업이 국민총생산에서 차지하는 부가가치비율은 중국 다음으로 약 28% 정도를 차지하고 있어 제조업이 부가가치 창출의 중요 원천

□ 스마트제조는 궁극적 목표는 고객 맞춤형 제품을 최고의 효율로 생산하여 제공하는 것으로 고객과 시장의 변화가 긴밀히 연관

- 전통 제조공장 대비 스마트제조는 핵심 경쟁우위 중 하나가 '소비자 맞춤형 제품 생산'으로 이에 대한 수요 수준에 따라 스마트공장의 수요가 결정

□ 스마트공장 도입은 제조현장에서 발생하는 돌발 장애·품질 불량 등의 정확한 원인을 알아내고 해결할 수 있는 대응능력을 제공하고, 생산성 혁신을 야기

[스마트공장 구축효과와 수준]



* 출처: 스마트공장 보급사업 성과분석(중소벤처기업부,2019.5.23)

4) 스마트제조 기술수준조사(스마트공장추진단/한국스마트제조산업협회, 2018)

나. 구축 범위

(1) 가치사슬

- 스마트제조 관련 산업은 공장구축기술을 공급하는 공급 산업과 이 기술을 필요로 하는 수요 산업으로 나눌 수 있는데, 이는 일반적인 상품의 수요 및 공급과는 구별
 - 공급 산업은 산업용 네트워크, 센서, 로봇, 3D프린터, 인공지능, 빅데이터, 클라우드, CPS 등 스마트공장 구축에 필요한 구성요소 및 시스템 설계 기술을 의미
 - 수요 산업은 제조공장을 운영하는 제조업 대부분을 포괄하며, 큰 범위에서 볼 때 농업과 건축 등 부가가치를 만들어내는 전 산업이 포함

[스마트제조 가치사슬]

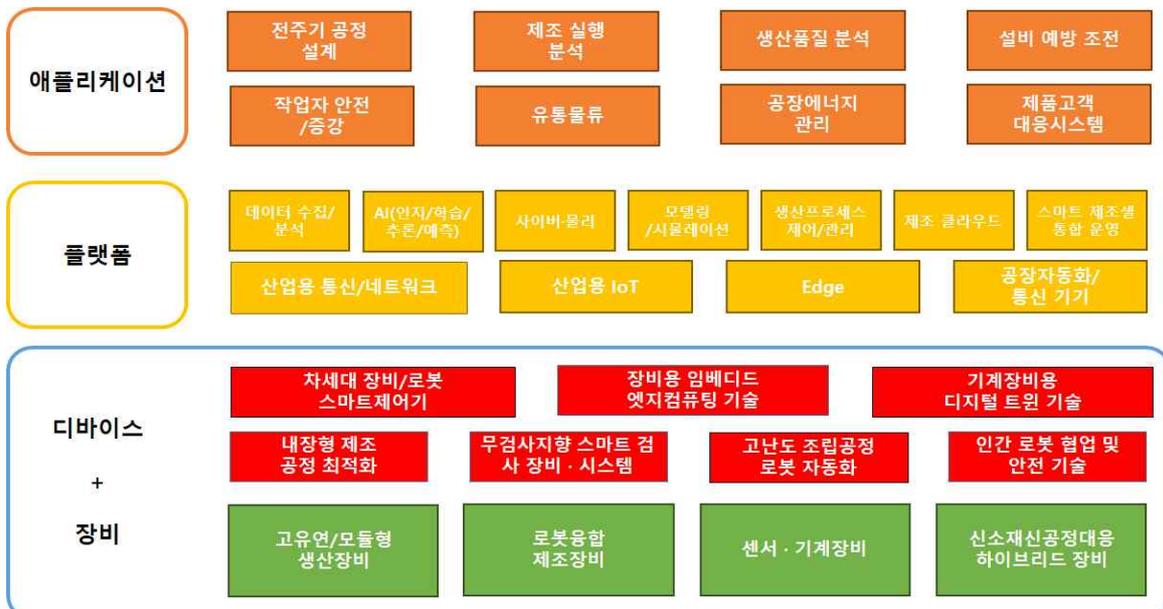
후방산업	스마트제조	전방산업
디바이스(센서, 로봇, 3D프린팅 등) 플랫폼기반산업*(네트워크, 인공지능, 빅데이터, 클라우드 등)	어플리케이션, 플랫폼	순제조업 (개발 및 물류를 포함한 전 과정)

* 네트워크와 인공지능, 빅데이터, 클라우드 등 플랫폼 기반산업의 근본적인 기술은 타 전략분야에서 다룰 예정이지만 이를 스마트 공장에 응용한 상품과 기술은 본 로드맵에서 다룰 예정

(2) 대표적 분류 방법

- 스마트제조 R&D 로드맵에서는 크게 어플리케이션·플랫폼과 장비·디바이스로 분류

[스마트공장 적용 범위]



* 출처 : 스마트제조 R&D 로드맵(2019,산업통상자원부)을 재가공

- (애플리케이션) 스마트제조 IT 솔루션의 최상위 소프트웨어 시스템으로 MES(Manufacturing Execution System), ERP(Enterprise Resource Planning), PLM(Product Lifecycle Management), SCM(Supply Chain Management) 등 플랫폼 상에서 각종 제조 실행을 수행하는 애플리케이션으로 공정설계, 제조실행분석, 품질분석, 설비보전, 안전/증감작업, 유통/조달/고객대응 등이 존재⁵⁾
- (플랫폼) 스마트공장의 기반에 해당하는 장비·디바이스에서 입수한 표준화된 정보를 최상위 애플리케이션에 전달하는 역할을 수행하는 미들웨어 수준의 기술들로 디바이스에 의해 수집된 정보의 실시간 취합, 처리, 분류 등을 포함한 상위 애플리케이션과 연계할 수 있는 빅데이터 분석, CPS(사이버 물리 기술), 클라우드 기술 등이 존재
- (장비·디바이스) 최하위 하드웨어 중심의 시스템으로 주력산업, 신산업과 관련된 공정·장비를 위한 컴포넌트인 컨트롤러, 로봇, 센서 등 다양한 요소로 구성되어 있으며, 장비에 내장되는 지능형 임베디드 소프트웨어 영역도 포함

□ 스마트제조 혁신단에서 스마트공장 수준별 5단계 정의

- 스마트공장 수준(단계)는 ICT기술의 활용정도 및 역량 등에 따라 4단계로 구분
- 스마트공장은 기업의 여력이나 상황에 따라 점진적으로 구현 가능하기 때문에 기업의 사정에 따라 적절한 수준 및 기능을 선택해 집중하는 것이 중요

[스마트공장의 단계별 플랫폼(참조모델)]

구분	현장자동화	공장운영	기업자원관리	제품개발	공급사슬관리
고도	IoT/IIoT 기반의 CPS화				인터넷 공간 상의 비즈니스 CPS 네트워크 협업
	IoT/IIoT화	IoT/IIoT(모듈)화 빅데이터 기반의 진단 및 운영			
중간2	설비제어 자동화	실시간 공장제어	공장운영 통합	시뮬레이션과 일괄 프로세스 자동화	다품종 개발 협업
중간1	설비데이터 자동집계	실시간 의사결정	기능 간 통합	기술 정보 생성 자동화와 협업	다품종 생산 협업
기초	실적집계 자동화	공정물류 관리(POP)	관리 기능 중심 기능 개별 운용	서버를 통한 기술/납기 관리	단일 모기업 의존
ICT 미적용	수작업	수작업	수작업	수작업	전화와 이메일 협업

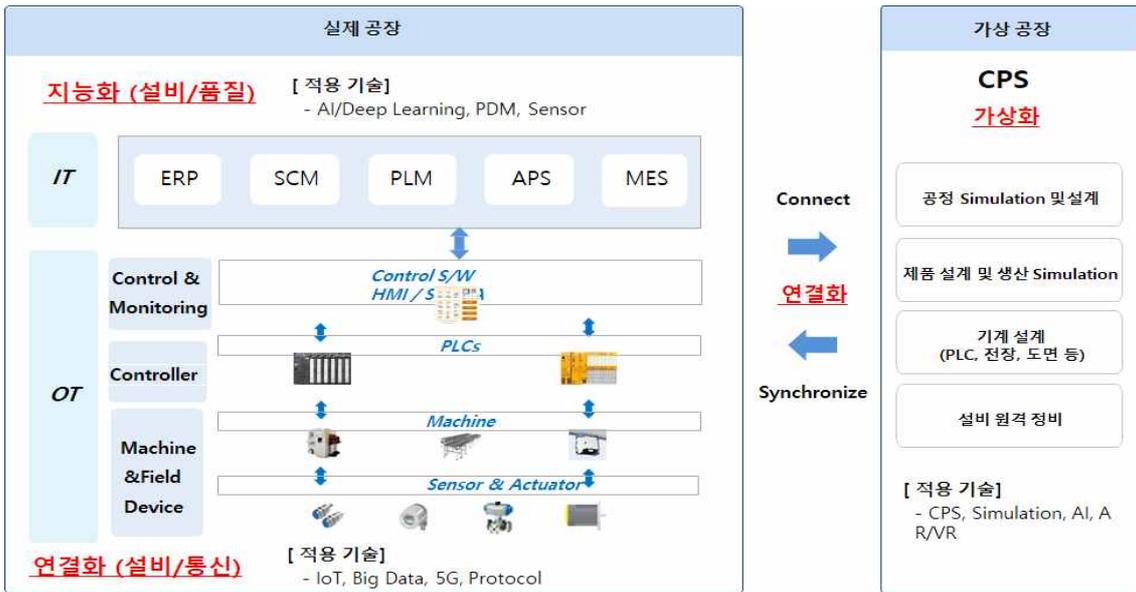
* 출처 : 스마트제조혁신추진단, 스마트공장 소개(2020)

5) 스마트공장 기술 및 표준화동향(2015.09, 국가표준기술원)의 내용을 기반으로 수정

□ 스마트공장은 크게 지능화, 연결화, 가상화의 방향으로 발전 중

- 스마트공장은 OT(Operation Technology, 운영기술)의 기반하에 IT를 접목하여 지능화와 연결화를 하고 여기에 가상화를 통한 다양한 분석과 솔루션이 제공

[스마트공장 구현 이미지]



* 출처 : Smart Factory 구현을위한 Engineering Model(스마트제조 국제국제컨퍼런스 2017)을 재해석

(3) 기술로드맵 전략분야의 범위

□ 본 전략분야에서는 2019년 스마트제조 관련된 사업의 관리주체가 중소벤처기업부로 통합됨에 따라 기존의 산업통상자원부와 중소벤처기업부의 R&D 지원사업의 방향성에 대한 일관성 유지를 위해 산업통상자원부의 2019년 ‘스마트제조 R&D 로드맵’의 분류를 참조하여 로드맵의 구축 범위를 통합

[스마트공장 기술로드맵 전략분야의 범위]

* : 본 전략분야의 범위

대분류	중분류	상품 및 기술
애플리케이션	비즈니스	APS, SCM, ERP, PLM
	공장운영시스템	MES
플랫폼	플랫폼	클라우드, AR/VR/MR, IoT, CPS, 빅데이터/AI, 보안
장비·디바이스	제어시스템	HMI, SCADA, DCS, PLC, CAX
	장비	AR/VR/MR단말기, Motion Controller, CNC장비, 스마트센서
	통신	산업용통신*, 인터넷통신
	생산현장	로봇, 머신비전, 3D프린팅

출처: 산업통상자원부 스마트제조 R&D로드맵(2019)를 바탕으로 네모아이씨지에서 재가공

2. 시장 분석

가. 세계 시장 분석

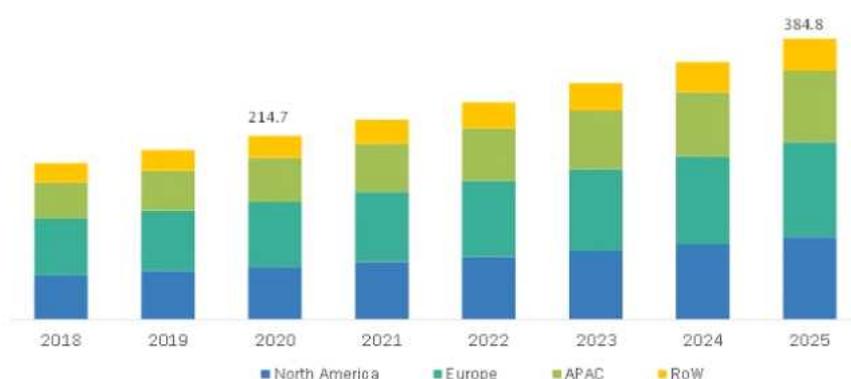
(1) 세계시장 동향 및 전망

◎ 스마트제조 전체시장 전망

- 세계 스마트제조 시장 규모는 '20년 2,147억 달러에서 '25년 3,848억 달러로 연평균 12.4% 성장 전망

[세계 스마트제조 시장 전망]

(단위: 십억 달러)



* 출처: Smart Manufacturing Market - Global Forecast to 2024, 2019, marketsandmarkets

- 제조 공정에서의 자동화에 대한 관심 증가, 산업 자동화 지원에 대한 정부의 참여 확대, 규제 준수에 대한 강조, 공급망의 복잡성, 시간과 비용을 줄이는 소프트웨어 시스템에 대한 수요가 늘어날 것으로 전망
- 특히 IIoT(Industrial IoT)와 제약 산업이 스마트 제조 시장에서 높은 성장을 보이며 주도적으로 시장을 견인할 것으로 예측
- 지역 중에서는 아시아태평양 지역이 가장 높은 연평균성장률을 기록할 전망으로 성능과 보안 개선 등에 대한 지출 등이 증가하면서 빠르게 성장

[스마트제조 분야의 세계 시장규모 및 전망]

(단위 : 십억 달러, %)

구분	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
세계시장	170	191	215	241	271	305	343	12.4

* 출처 : Smart Manufacturing Market - Global Forecast to 2024, 2019, marketsandmarkets, 네모아이씨지 재가공

◎ 세부 시장 전망

- (스마트제조 장비·디바이스 시장 규모) 세계 센서 시장은 '18년 199억 달러에서 연평균 6.2% 성장하여 '23년 268억 달러 규모로 성장할 전망
 - 센서 산업의 세계 시장 점유율은 미국이 31.8%로 가장 앞서고 있으며, 그 뒤를 일본(18.3%), 독일(12.2%)이 따르고 있으며, 한국은 1.7%를 차지⁶⁾
- (스마트제조 플랫폼, 애플리케이션 시장 규모) 스마트제조 플랫폼 시장은 2019년 44억 달러에서 2024년까지 108억 달러로 연평균 19.7% 성장 예정

[세계 스마트제조 플랫폼 시장 전망]

(단위: 십억 달러)



* 출처: Smart Manufacturing Market - Global Forecast to 2024, 2019, marketsandmarkets

- 스마트제조, 스마트팩토리 등의 중요성이 증가함에 따라 산업용 장비를 제어할 수 있는 소프트웨어 및 플랫폼에 대한 투자 증가
- 스마트제조기술의 플랫폼, 애플리케이션이 적용된 자동차산업 분야의 경우 2018년에서 2023년까지 연간 8.3%로 고속 성장하여 2023년에는 스마트 제조 어플리케이션 시장 중 가장 큰 전방산업 시장을 형성할 전망
 - 플랫폼 및 애플리케이션 분야에서는 분산제어시스템(DCS), 프로그래머블 로직컨트롤러(PLC), 생산관리시스템(MES)이, 디바이스 분야에서는 산업용로봇과 센서가 가장 큰 비중을 차지할 전망

6) 대한상의 브리프, 기계에 눈이 달린다 센서 산업을 주목하라, 2017.08.07.

[스마트제조 플랫폼·애플리케이션 적용 산업별 시장 규모]

(단위 : 십억 달러, %)

개별 산업	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
자동차	9.8	10.6	11.5	12.6	13.6	14.8	16.0	8.3
반도체/전자	2.8	3.1	3.3	3.6	3.9	4.3	4.7	8.6
기계 제조	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4	1.5	1.6	4.7
항공 및 방위	2.6	2.9	3.2	3.5	3.8	4.2	4.6	9.5
의료 장치	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	2	9.8
기타	2.5	2.9	3.2	3.6	4.1	4.6	5.2	12.2
총계	20.1	21.9	23.7	26	28.3	30.9	34.1	8.9

* 출처 : marketsandmarkets(2017) 네모아이씨지 재가공

◎ 스마트제조 지역별 시장 전망

□ (스마트제조산업 지역별 시장 규모) 우리나라가 속한 APAC 시장 규모는 2018년 615억 달러로, 전 세계 스마트제조 시장의 41.3%를 차지하고 있으며, 2023년까지 매년 11.1%로 성장하여 1,043억 달러에 도달 예상

- 북미 지역의 스마트제조 시장은 매년 8.2%씩 성장할 것으로 예상되며, 2018년에 373억 달러에서 2023년 556억 달러에 도달할 것으로 예상
- 중국산업정보에 따르면, 2017년 중국 공업 소프트웨어 시장 규모는 약 1,400억 위안으로 전년 대비 약 12% 성장했고 2021년 2,000억 위안을 돌파할 전망
- CAD, CAE, PLM 등 연구개발 설계 소프트웨어의 비중이 75.08%로 가장 높고, MES, SCADA 등 생산제어시스템이 13.15%, ERP, SCM, HRM 등 관리시스템이 4.17%를 차지

[스마트제조산업 지역별 시장 규모]

(단위 : 십억 달러, %)

지역	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
아시아-태평양	61.5	68.7	75.9	84.9	93.9	104.3	115.9	11.1
북아메리카	37.3	40.5	43.7	47.6	51.4	55.6	60.2	8.2
유럽	30.1	32.7	35.2	38.3	41.4	44.8	48.5	8.2
기타	14.5	15.5	16.4	17.6	18.7	20.0	21.3	6.6
총계	143.5	157.4	171.3	188.4	205.4	224.7	245.6	9.3

* 출처 : marketsandmarkets(2017) 네모아이씨지 재가공

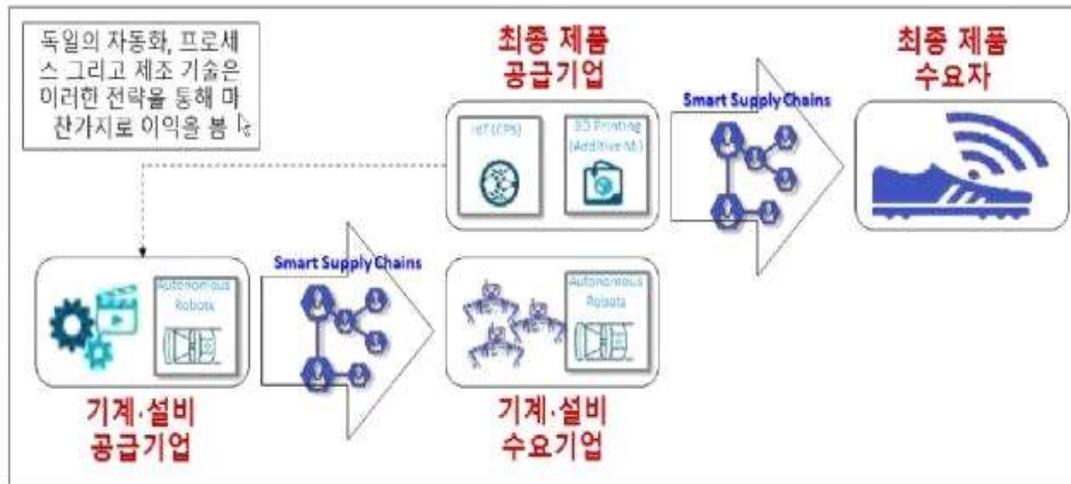
(2) 세계시장 핵심플레이어 동향

◎ 해외 주요기업 동향

- (Siemens) 생산설비, 제어시스템 및 산업용 소프트웨어 등 거의 모든 산업분야의 제조 및 공정자동화 솔루션을 보유하고 있으며, 자동화 및 디지털화 영역 핵심 역량 집중과 AD/CAE/CAM, MES에서 드라이버까지 폭넓은 포트폴리오를 바탕으로 가장 높은 시장 점유율을 확보
 - 독일 지멘스의 암베르크 공장은 IIoT(Industrial Internet of Things) 플랫폼인 ‘마인드 스피어(Mindsphere)’를 바탕으로, 스마트 팩토리 수준은 중간2 수준으로 현존하는 기업 중 최고의 자동화·스마트화된 기업으로 선정)
 - 지멘스의 암베르크 스마트 팩토리는 IoT플랫폼 ‘마인드 스피어’를 통해 빅데이터를 바탕으로 전체 공정의 75%가 자동화로 진행되며, 불량률 0.001% 수준에 불과
 - ‘마인드 스피어’는 견고성·개방성·보안성·분석도구를 모두 갖춘 오픈 IIoT 플랫폼으로 표준화에 큰 강점
 - 1천여 개의 IoT 센서로 설비를 연결해 각 공정 단계마다 제품의 이상 유무를 점검하고, 불량품 발생 시 바로 생산라인을 멈추고 부품 교체가 가능(센서와 계측기술 중요)
 - 하루에 수집되는 5,000만 건의 정보를 통해 제조 공정마다 실시간으로 작업 지시를 내려 작업 및 공정을 최적화하였고 그 결과 전제품의 99.7%를 주문 후 24시간 이내에 출하
 - 지멘스의 CEO Helmuth Ludwig은 자사의 성공 배경을 PLM(Product Lifecycle Management), MES(Manufacturing Execution System), 생산자동화로 설명
 - 100여 개의 기업과 파트너십을 맺고 있으며, 코카콜라·아마존·SAP 등 많은 기업이 ‘마인드 스피어’를 채택
 - (Bosch) 복잡한 공정을 IT기술로 단순화하고 적시 생산이 가능한 BPS(Bosch Production System) 생산방식 등 지속적으로 혁신을 위한 노력 및 스마트공장 구축에 대한 교육 투자 및 지원
 - 공장 생산공정 제어를 위해 ActiveCockpit 솔루션을 비롯하여 현동로봇 및 센서, CPS구현, 스마트폰을 활용한 유지보수 기능 등 개발
 - 스마트공장 보유로 생산성 개선, 매출 확대
- *매출: (‘14) 490억 유로 -> (‘15) 706억 유로 -> (‘16) 731억 유로
- 자사 제조현장을 스마트공장으로 전환한 노하우를 바탕으로 기술판매자 역할 수행, 적극적으로 글로벌 시장 공략

7) ICT로 제조혁신, 스마트 팩토리(IITP, 2017)

[보쉬의 미래 공장 비전]



* 출처: [독일의 제조분야 디지털 트랜스포메이션] 8부 - 보쉬의 미래 공장 비전, ZDNet(2019)

- (Rockwell Automation) IT와 OT의 융합을 통해 효율적 자동화 시스템을 구현하는 스마트 공장 비전 및 종합 솔루션인 커넥티드 엔터프라이즈(Connected Enterprise) 출시
 - 네트워크를 통합하여 공통의 생산 플랫폼을 구축하고, 데이터 액세스를 실현하여 연간 4~5% 생산성 향상, 정시 납품률 18%p 향상 등 실질적인 사업 실적 획득
- (Schneider Electric) 자동화 및 에너지 관리 분야의 글로벌 기업으로 빌딩자동화, 제어 및 전력 모니터링 기술을 바탕으로 공장, 주택, 빌딩의 에너지 인프라와 데이터 및 네트워크 통합 솔루션인 에코스트럭처 인더스트리를 제공
 - 오일 및 가스, 식음료, 광석 및 시멘트 등 다양한 분야에 적용하고 있으며, 이 중 대표적으로 독일의 청정에너지 생산 OEM 기업 엔트라드(Entrade)는 에코스트럭처 인더스트리를 적용하여 전 세계 각지에 판매된 기계를 원격으로 제어 및 관리
 - 전세계 207개의 공장 중 프랑스 르 보드레이(le Vaudreuil) 공장, 중국의 우한(Wuhan) 공장, 인도네시아 바탐(Batam) 공장은 세계 경제 포럼(WEF)에서 4차 산업혁명 등대공장으로 지명
- (Dassault Systemes) 카티야라는 3D CAD로 알려져있고 다쏘의 MES는 2017년 가크너보고서에서 실행력과 비전의 완성도 부분에서 최고점을 받으며 리더회사로 등극
 - 최근에는 MES의 한계를 극복한 전 세계에 걸쳐진 공장끼리 정보를 공유하며 통합 생산운영 관리가 가능한 MOM(Manufacturing Operation Management)을 출시
 - 다쏘시스템의 DELMIA Apriso는 세계적인 규모와 협업과 동기화, 시스템 통일성을 이뤄내 통상적으로 2%에서 6%까지의 이익 증가가 가능하다고 표현
 - 다쏘시스템은 항공 우주 및 방위 산업, 운송과 자동차, 산업 장비, 최첨단 산업, 소비재, 소매 제품과 의류기기에 이르기까지 폭넓은 분야에서 600여 개의 회사와 협력관계

[글로벌 업체의 MES의 성능평가]



* 출처: 다쏘시스템코리아 공식블로그

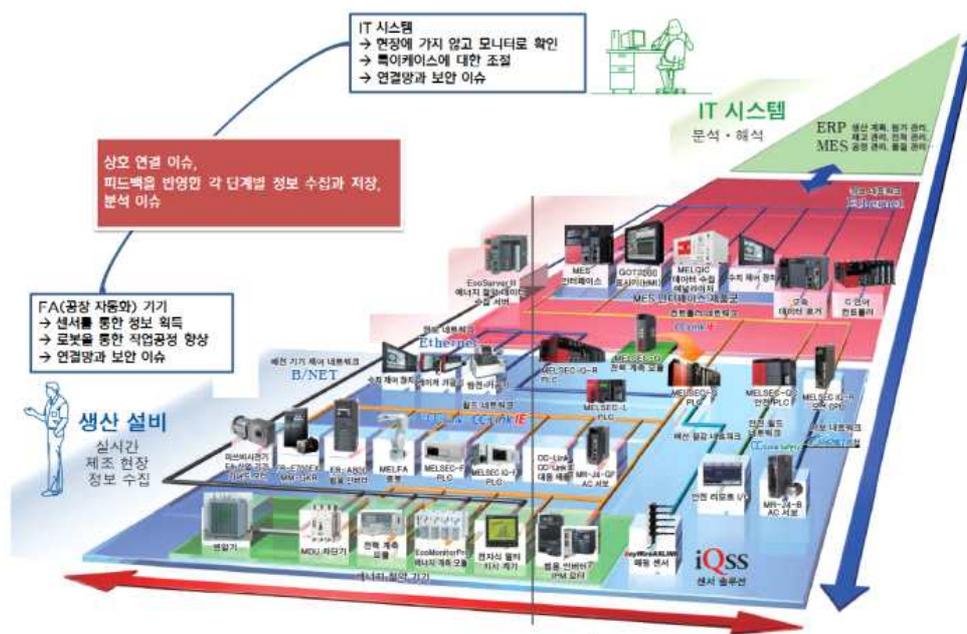
- (ABB) 디바이스에서 엣지·클라우드까지 연결하는 ABB의 통합·표준 디지털 제품인 ABB Ability를 출시하여 ABB의 전문지식과 네트워크 연결성, 최신 디지털 기술·혁신이 결합된 솔루션과 플랫폼을 제공
 - 하이델베르크 공장은 90년 이상 차단기를 생산해 온 ABB의 대표공장으로 최근 ABB Ability를 적용하여 미래형 스마트화를 추진 중이며 3% 생산성 증대, 유연한 운영, 변형제품 생산 3배 상승, 정확한 납기일정, 고품질 제품 생산 등의 효과를 기대

- (Fanuc) FIELD(Fanuc Intelligent Edge Link & Drive system)라는 이름의 개방형 스마트제조 플랫폼을 출시하여 화낙의 로봇 뿐만 아니라 다양한 업체의 하드웨어 및 소프트웨어와 연동하여 데이터를 공유하고 분석에 활용할 수 있도록 설계
 - FIELD가 제공하는 대표적인 서비스 중 iPMA(Production Monitoring & Analysis)는 공장 운영을 분석해주고 생산성 개선을 이끌어주는 애플리케이션으로 가동되는 모든 장비, 디바이스의 상태를 실시간으로 모니터링 해주며, 원하는 장비의 작업 결과, 작동 알람 등을 제공
 - 다른 서비스인 iZDT(Zero Down Time)은 다운타임 즉, 예기치 않은 정지시간을 최소한으로 줄여주는 애플리케이션으로 지속적으로 장비의 상태를 체크하여 비정상적인 활동 등을 통해 사전에 설비 정지 예방 가능

- (Omron) AI를 활용한 생산라인 제어 서비스는 Omron 엔지니어가 고객사의 생산라인에 참여, 숙련 엔지니어의 노하우를 분석해 기존의 감각에 의존하는 판단을 시로 대체하는 스마트 팩토리 시스템을 구축
 - AI와 IoT 센서를 통해 설비 상태, 온도와 시간, 불량 등을 체크하며, 이를 통해 정확도와 속도를 개선해 생산 효율을 30%까지 향상

- (Mitsubishi Electric) 기업환경 변화에 대비할 필요성이 높아짐에 따라 스마트공장 통합솔루션인 'e-F@actory' 개발
 - Mitsubishi Electric의 스마트팩토리는 지능형로봇 활용으로 자동화 기능 향상 및 생산방식을 도입하여 다품종 소량생산에 적합한 유연 생산공장 구축
 - 자사 제품(변압기, 차단기, 계측모듈, PLC, 인버터 등) 생산성 향상
 - 스마트팩토리 구축기술 판매로 기술 공급업체로서의 부상 및 제품·솔루션 판매를 통해 파생되는 서비스 사업영역 확대 진출

[Mitsubishi Electric의 e-F@actory 솔루션]



* 출처: 스마트공장 구축 사례 및 시사점, 산업분석리서치센터(2018)

◎ 국내외 공급 선도기업 현황 비교

- (제조 솔루션) 글로벌기업은 토탈 솔루션 중심으로 영업 중, 국내기업은 기업별 최적화를 요하는 중저가 제품·서비스 중심

(제조 솔루션) 국내외 선도기업 비교	
해외	<ul style="list-style-type: none"> ▶ SAP(獨), Dassault Systemes(佛), Simence(獨) 등 * SAP : 최신 ERP 클라우드인 'S/4 HANA' 고객을 대상으로, 산업별로 가장 적합한 플랫폼·솔루션·인프라를 추천하는 '임브레이스 프로젝트'를 진행 중
국내	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 삼성SDS, LG CNS, 현대오트모버, 미라콤, 에스아이티 등(대기업), 티라유텍, 엠아이큐브솔루션, 유라, 더존비즈온, 가온소프트 등(중소·중견기업) * LG CNS : 필요한 기능만 선택·구매하여 유지보수비용을 외산 대비 절반 수준까지 낮춘 ERP인 'EAP'를 출시

- (데이터 플랫폼) 글로벌기업은 시장 지배력·실증 경험을 바탕으로 수직·수평 통합 중, 국내기업은 개별 기술 중심으로 접근

(데이터 플랫폼) 국내외 선도기업 비교	
해외	<ul style="list-style-type: none"> ▶ GE(獨), Dassault Systemes(佛), Simence(獨), PTC(美) 등 * 지멘스 : EWA 스마트 공장에서는 클라우드 기반 개방형 IoT 플랫폼인 '마인드 스피어'에 디지털 트윈을 접목, 데이터를 기반으로 공정의 75%를 자동화
국내	<ul style="list-style-type: none"> ▶ LG CNS, 케이타하이텔, 시큐아이, SK플래닛 등(대기업), 안랩, 한컴MDS, 티맥스소프트, 유디엠텍 등(중소·중견기업) * 한컴MDS : 자사 IIoT 플랫폼인 ThingSPIN과 atvise社의 SCADA 등을 활용, 원격 해양 시추제어시스템을 구축

- (장비·디바이스) 글로벌기업은 기술력을 바탕으로 영역을 확장 중이나, 국내 기업은 호환성·연결성 부족으로 신규 진입 애로

(장비·디바이스) 국내외 선도기업 비교	
해외	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Fanuc(日), Kukka(獨), Mitsubishi(日), Rockwell(美), ABB(스위스) 등 * 화낙·쿠카 : 자국 자동차·전후방 산업에 제조 로봇 납품
국내	<ul style="list-style-type: none"> ▶ LS산전, 현대로보틱스, 두산인프라코어, 로보스타 등(대기업), LIG넥스원, 신성이엔지, 뷰웍스, 로체시스템즈 등(중소·중견기업) * 현대로보틱스(자동차), 로보스타(가전) 등이 제조용 로봇 관련 국내 대규모 수요처 확보 * LS 산전 : 국내 자동차·전기·화학·기계 업종 등을 대상으로 PLC를 공급

나. 국내 시장 분석

(1) 국내 시장 동향 및 전망

◎ 국내 시장 전망

- 한국의 스마트제조 시장 규모는 2018년 기준 약 9조 6,720억 원에 달하며, 2024년경에는 18조 3,480억 원을 돌파하여 세계 시장에 비해 빠른속도로 성장할 것으로 전망
- 한국 스마트제조 시장은 연평균 11.3% 성장할 것으로 전망되며, 스마트제조 요소 시장(12.3%)이 기술 시장(9.6%)에 비해 빠른 속도로 확대될 전망⁸⁾

[스마트제조 분야 국내 시장규모 및 전망]

(단위 : 억 원, %)

구분	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
기술 시장	37,200	40,560	44,040	48,360	52,680	58,500	64,320	9.6
요소 시장	59,520	66,360	74,160	83,760	93,360	106,260	119,160	12.3
합계	96,720	106,920	118,200	132,120	146,040	164,760	183,480	11.3

* 출처 : South Korea Smart Factory Market, 2019, marketsandmarkets, 환율 1200원/달러 기준으로 네모아이씨지 재가공

- 한국의 시장 규모는 아시아 지역 주요국가 중에서 두 번째로 빠른 성장 속도를 보일 것으로 예상

[APAC 지역 국가별 스마트제조 분야 시장 규모]

(단위 : 십억 달러, %)

지역	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
중국	23.8	26.7	29.7	33.4	37.1	41.4	46.0	11.6
일본	15.0	16.7	18.3	20.3	22.3	24.6	27.1	10.4
한국	8.06	8.91	9.85	11.01	12.1	13.7	15.2	11.3
인도	5.4	6.1	6.7	7.5	8.3	9.2	10.2	11.2
그 외 지역	9.2	10.2	11.1	12.3	13.5	14.8	16.1	9.8
합계	61.5	68.6	75.7	84.5	93.4	10	114.7	11.0

* 출처 : MARKETSSANDMARKETS (2017)

- 정부의 2022년 3만 개 보급·확산사업에 힘입어 중소·중견기업(중소기업 비중 98.1%, 중견기업 비중 1.9%)을 중심의 스마트공장 구축으로 시장이 활황을 맞이하고 있으나, 아직까지는 SW 위주로 보급 중
- ICT 공급시장과 디바이스 공급시장이 각각 연평균 11.6%, 8.9%씩 성장해 스마트공장 보급 확산속도가 빨라질 전망

8) South Korea Smart Factory Market, marketsandmarkets(2019)

(2) 국내 생태계 현황

- 스마트제조는 선도기업 중심으로 M&A, 기술개발 등을 통한 수직적, 수평적으로 통합 가속화가 나타나는 중
 - 국내 주요 대기업들은 그룹 내 IT 계열사(LG CNS, 삼성 SDS, SK C&C, 포스코 ICT)를 통해서 애플리케이션 영역을 구축하고 최근에는 클라우드나 빅데이터 플랫폼에 초점을 두고 진행 중
 - 중소기업은 주로 SI 프로젝트의 형태로 중소기업 대상 비즈니스를 영위하거나 기업별 장점이 있는 분야의 니치 마켓에 주력하는 중

[스마트제조 생태계 이슈]

소분야	생태계 주요이슈
어플리케이션	- (수평·수직적 통합) ERP, SCM, MES 등의 어플리케이션 기술은 이미 성숙되어 있다고 볼수 있으나 기존의 제조 엔지니어링 SW 공급 기업들과 비즈니스 솔루션 공급 기업들이 서비스하던 솔루션의 영역을 넓혀 가는 상황이며, 애플리케이션의 수평적·수직적 통합 이슈가 화두
플랫폼	- 센서 디바이스, 정밀제어 기기와 어플리케이션을 이어주는 역할로 IoT, 빅데이터, 클라우드 플랫폼을 포함하는 네트워크 플랫폼이 가장 일반적 - 네트워크, 빅데이터, 클라우드 등 제조업 이외의 영역에서 서비스하던 업체들이 제조영역으로 진출하여 수요기업에게 플랫폼 제공을 하거나 디바이스 업체들과의 협력을 통해서 각자의 사업 영역을 구축하고 스마트제조 기술이 고도화될수록 구성요소 간 표준, 통신 등 연결성 문제로 소수기업의 지배력 강화 - 국내 플랫폼업체들의 서비스 영역은 통신망이나 빅데이터 분야가 주를 이루고 있기 때문에 애플리케이션 영역으로 진출 - 국내 산업용 디바이스/네트워크 업체들이 쉽게 접근할 수 있는 IoT, 빅데이터, 플랫폼 서비스와 같이 국내 플랫폼업체들의 제조업 지원 서비스 영역확대가 필요 - 사이버 공간에서 발생하는 위협이 증가하고 클라우드형 솔루션이 보급화되면서 클라우드 및 포그컴퓨팅 보안이 사이버 보안의 핵심이 되었고, 스마트제조에 대한 오퍼레이션 컨설팅 중 사이버 보안에 대한 위험관리 컨설팅이 크게 성장할 것으로 전망
장비·디바이스	- (수직적 통합)HW 공급에서 벗어나 수직적으로 연계된 SW나 인프라를 패키지로 제공하여 제어에서 MES 영역으로 확장하거나 제어기와 클라우드 연계 확대 - 국내 HW 공급 분야에서도 역량강화를 통해 신뢰성을 높이는 것은 물론 ICT융합을 통한 SW 공급 분야와의 협력 및 기술 개발 필요 - 단순 자동화에서 벗어나 지능형 센서를 통해 다양한 정보를 수집·전송하고, 실시간 피드백을 통해 제어에 반영할 수 있는 다양한 디바이스 출시 - (지능형 설비) 일부 범용 중저가 장비에서 양적 성장을 거두었으나, 지능화·패키지화 지연 - (로봇) 기술수준·신뢰성 부족으로 대부분 부품·S/W를 수입에 의존하여 로봇 제작 단가 높은 편 - (센서) 대외의존도가 매우 높으며 스마트제조의 근간산업으로 국산화율을 높일 필요 - (3D프린팅) 50인 미만 사업장이 73%, 장비 외산의존도 高, 다양한 신소재 개발 미흡 - (머신비전) 반도체 등 활용처는 많으나, 기술경쟁력 없어 외산제품 수입·가공·유통

* 출처 : 스마트제조 R&D로드맵(2019.03,산업통상자원부) 참조 재가공

(3) 생태계 핵심플레이어 동향

◎ 어플리케이션 및 플랫폼 분야 대기업 동향

[주요 대기업 스마트제조용 플랫폼 동향]

소분야	플랫폼	특징
삼성 SDS	넥스플랜트	- 설비, 공정, 검사, 자재물류 등 제조 4대 핵심설비에 센서를 부착하여 수집된 대용량의 빅데이터를 AI로 분석 실시간 이상 감지 및 장애시점 등을 예측 - 5G TB AI IoT 망을 기반으로 하루 수십 에서 수집된 데이터를 와 클라우드 등을 통해 분석, 예측 가능
LG CNS	팩토바	- 표준화된 개발 및 운영환경을 제공하는 제조업체용 통합 솔루션 제공으로 스마트제조 시스템 도입 희망기업은 동 플랫폼 기반으로 단기간에 자사 고유 특성 접목 가능 - ICT, 상품기획부터 생산 물류 등 제조 쉘 과정에 적용할 수 있는 공장 지능화 가능
포스코 ICT	Smart X	- AI, AR, 빅데이터 블록체인 등 스마트 기술을 다양한 산업분야에 융합하여 새롭게 추진해 공장 발전소, 등에 솔루션 지원
SK C&C	SCALA	- SK SCALA 그룹사의 스마트 공장 플랫폼솔루션인 를 발표하여 사업 기반 확보 후 같은해 하반기 폭스콘 충칭 공장의 프린터 생산 라인 스마트 공장 사업에 착수 - 제조, 품질, 설비, 물류 영역에서 새로운 ICT기술 기반 새로운 제조혁신을 가능하게 해주는 End-to-End 토탈 서비스 제공
SKT	심플플랫폼	- 5G 네트워크 특화 · 솔루션 데이터 · 분석 플랫폼 단말이 · 유기적으로 연동하여 다기능 유연생산 자율주행 설비관리 등으로 특화하여 작동
KT	공장 메이커스	- ‘공장 메이커스 는’ KT 5G 가 보유한 기업전용 와 에지 클라우드를 기반으로 제조업 분야 공장 내 장비와 연결돼 원격 관제 및 운용을 지원하는 플랫폼으로 현대중공업과 IoT를 접목한 디지털 트랜스메이션 신기술 공동 연구 중

* 출처 : 5G시대 스마트공장확산을 위한 정책적 제언에서 발췌(IITP, 2019. 10)

- (삼성SDS) 삼성그룹 계열의 ICT 기업으로 미라콤아이앤씨를 인수하여 MES뿐 아니라 설비자동화, 공장모니터링, 제조품질관리, 생산 스케줄링 등 다양한 솔루션 제공
- (포스코) 데이터 수집과 분석 플랫폼인 ‘포스프레임’을 27개 공장으로 확대
 - 데이터 수집과 분석 플랫폼인 ‘포스프레임’을 개발해 데이터를 쉽게 활용할 수 있도록 표준화를 구축하고, 기초적인 머신러닝 기법부터 딥러닝 같은 고급 분석기법까지 다양한 분석 도구 활용이 가능
 - 현재 포스코 제철소 내 20개 공장에서 포스프레임을 적용 중이며 포항, 광양제철소 소재 7개 공장에 추가로 도입할 계획
 - 포항제철소 제선부 3소결공장은 스마트 센서를 활용해 데이터화 및 딥러닝 기반 인공지능 자동 제어 시스템을 적용하여 조업 편차를 60% 개선하고 3%에 달하는 연료비 절감

- (LG CNS) LG 그룹사 및 외부 IT 서비스 및 컨설팅 서비스를 제공하고 있으며, 특히 MES같은 소프트웨어나 공정설계 서비스와 같이 공장의 전반적인 솔루션을 제공
 - 스마트제조 영역의 축적된 경험과 솔루션을 바탕으로 Global Open Innovation을 진행

[LG CNS의 'Factova' 구성도]



정의

- 제조 정보화 / 지능화 솔루션을 쉽고 빠르게 적용할 수 있게 하는 표준화된 개발 및 운영 환경

지향점

- 사용자
 - LG그룹의 BP(Best Practice)를 신속하게 도입 가능
 - 자사의 공장 환경에 최적화된 방식으로 솔루션 적용 가능
- 공급자
 - 하나의 리소스로 다양한 회사에 공급 가능
 - 현장 검증을 통해 다양한 산업에서 보편적으로 통용 가능한 솔루션으로 발전 가능

* 출처: LG CNS 홈페이지 발췌

- (SK텔레콤) '18년 9월 명화공업과 현대BS&C와 스마트팩토리 사업 확장을 위한 업무협약 체결
 - 3사는 딥러닝을 적용해 생산품 외관의 불량 여부를 검사하는 'AI 머신 비전'과 로봇 팔이 공간을 인식해 원하는 물건을 집어 옮기는 '3D 빈피킹(bin-picking)'등의 사업을 추진
- (SK C&C) 실제 SK그룹 내 반도체·소재·정유·화학 분야 계열사에 적용, 제품 생산 시 발생하는 빅데이터를 통합 분석해 수율 제고와 생산 최적화, 운영 효율화 측면에서 비즈니스 가치를 높이는 중
- (농심엔지니어링) 식품·제약 플랜트 엔지니어링 및 자동화를 전문으로 하며, 이물질검사장치, 비전검사장치, 자동포장기 등 식품 위생을 철저히 할 수 있는 시스템 보유
 - 이물질검사장치 '엑스레이 검사 시스템'은 X-Ray를 이용해 컴퓨터 투시 영상분석을 하고 제품을 검사하는 자동 생산 품질관리 시스템이며, 이물검사 외에 누락·결손·판별검사 등이 가능
- (KT) 동원그룹과 '대한민국 AI 1등 국가를 위한 업무협약(MOU)'을 체결하여 AI 기반 스마트팩토리·물류 통합플랫폼 구축 추진
 - AI를 활용한 식품제조·영업마케팅 업무혁신, AI 스마트팩토리 구축, AI 물류 통합플랫폼 구축, 산학연 연계 AI 인재양성 플랫폼 조성 등을 단계적으로 추진

◎ 어플리케이션 및 플랫폼 분야 중소기업 동향

- (심플랫폼) 산업용AI 기반의 ‘Pinpoint 스마트팩토리 서비스’는 산업용 AI(Industrial AI)로 제조업을 비롯한 산업 현장에서 차별화된 분석기법을 통해 기기의 예지 보전, 품질 관리, 상황 판단 서비스를 SaaS 형태로 제공
 - 기존의 스마트팩토리에 비해 다양한 장점을 갖는 산업용AI 기반의 Pinpoint 스마트팩토리 서비스는 우선 공정 전체가 아닌 핵심 공정에 우선 적용됨으로써 적은 초기 투자 비용으로도 즉각적인 효과 체감
- (위즈코어) 스마트팩토리 통합 관리 플랫폼인 ‘넥스폼(NEXPOM)’은 제조 환경에서 사용하는 운영 시스템을 모듈화해 탑재 및 관리할 수 있는 상위 플랫폼으로 기존에는 필요에 따라 각각 설치해서 개별 관리하던 시스템들을 모아 한 번에 관리해주는 서비스 제공
 - 품질데이터를 수집, 가공해 LOT 추적관리시스템을 통해 데이터를 시각화하는 SPC, 원자재투입부터 출하까지 데이터 기록 및 관리로 업무 흐름을 모니터링하는 제조실행시스템 MES, 등 이러한 데이터와 시스템을 수집 및 가공해 하나의 모니터로 통합 운영할 수 있는 모니터링 모듈로 구성

[넥스폼 프로그램 구성도]



* 출처: 위즈코어 홈페이지 발췌

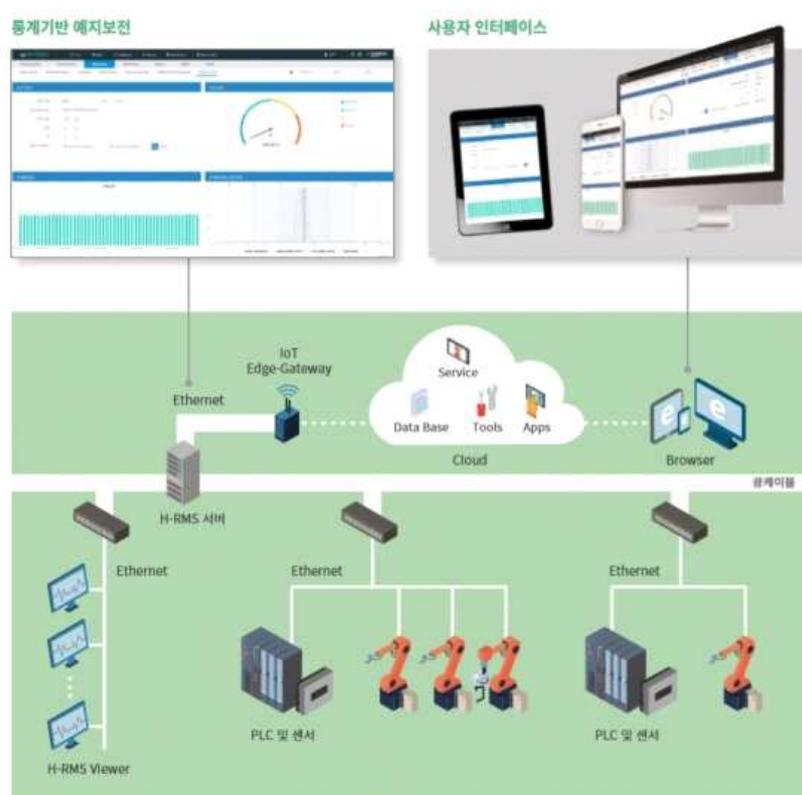
- (티라유텍) 외산 제품이 주도하던 스마트 공장의 소프트웨어 분야에서 국산화에 성공하여 중소 제조기업에 SCM, MES 및 FA를 원스톱으로 실현하는 토탈 솔루션 제공하며 '19년에 코스닥에 상장
- (울랄라랩) 산업용 분석엔진 ‘스나이프’가 적용된 스마트공장 플랫폼 ‘임팩토리’ 제공, 이 플랫폼은 센서와 생산설비 데이터를 수집·전송하는 하드웨어 ‘위콘’과 데이터의 저장·시각화·분석을 담당하는 소프트웨어 ‘임엑스’ 솔루션으로 구성
- (엠아이큐브솔루션) 2017년부터 AI 관련 연구를 시작하면서 제조뿐 아니라 건설, 발전 등 다양한 산업을 대상으로 사업을 전개 중
 - 디지털 스마트 팩토리 패키지는 엠아이큐브솔루션이 보급하고 있는 MES솔루션, 연구소에서 개발 후 고도화중인 AI솔루션과 CPPS(Cyber Physical Production Systems)를 융합

- (피도텍) 정부가 지정한 우수공학연구센터인 최적설계신기술연구센터의 스피노프로 출발해서 다분야통합최적설계(Multidisciplinary Design Optimization) 기술을 국내 최초로 상용화
 - 공학 데이터 기반 설계공간 탐색 및 제품설계를 위한 최적의 의사결정 기술로 혁신 중이며, 최근에는 인공지능 기술을 결합한 서비스 개발 중
- (아이티공간) 자체개발, 상용화한 EMS(에너지 관리 솔루션)인 유예지는 EOCR의 발전형으로, 전기기계에 흐르는 전류를 실시간으로 모니터링하여 기계의 상태를 분석하고 알려주는 설비보전 장비로써 전기고장, 다운타임 등의 사고위험을 미리 예측하고 막아 주는 예지보전 시스템
- (진코퍼레이션) 국내외 대기업에 다양한 스마트 팩토리, 스마트 로지스틱스 솔루션을 성공적으로 공급, 운영하고 태국과 베트남에도 진출 중
- (지에스티) 저비용, 고효율의 정밀가공 공작기계와 인터페이스가 가능한 IIoT 디바이스를 자체 개발하고, MES/POP 등 생산현장 디지털화 개발 및 H/W 구축
 - 공작기계 가동 시 생산 부품의 입고에서 가공, 출고까지 전 과정 정밀 모니터링 가능
- (임픽스) 스마트공장 구축에 애로를 겪는 중소기업을 위해 기업 실정에 맞는 최적 솔루션을 제시하고 있고, 기존 생산설비를 최대한 유지하면서 스마트공장화 하는 데 중점을 두는 중
 - 임픽스는 휴온스 제천공장 제품설계·생산공정 개선 등을 위한 스마트공장 솔루션을 도입하고 솔루션과 연동하는 자동화장비, 제어기, 센서 등을 구축할 예정
- (크레스프리) 국내 엣지컴퓨팅 선도 기업인 크레스프리는 클라우드에서 방대한 데이터와 알고리즘을 분석해 머신러닝 모델을 생성하고, 이를 엣지에 전달하여 실시간으로 데이터를 처리하는 스마트공장 플랫폼 ‘ALOOH Edge Computing 플랫폼’을 제공
- (아이지) 스마트공장 도입·구축을 위한 기반기술 및 엔지니어링 능력을 보유하고 있으며, MES, POP, CPS 등 다양한 솔루션을 이용해 통합시스템을 구축
- (하티오랩) 하티오랩의 ‘Things-Factory’는 웹 기반 공장 자동화 기술로 스마트공장을 위한 IoT, 센서, 클라우드, 빅데이터 기반 웹 표준을 지원하며, 모바일 환경에 맞춰 설계
- (펜타시큐리티시스템) 스마트공장 보안 솔루션을 통해 공장 내 센서를 통한 데이터 수집에서부터 모니터링, 프로세스 제어에 이르기까지 전반적 스마트공장 보안환경을 구축하는 통합 솔루션을 개발하고 공급 중
 - 중소기업들이 기존에 운영하고 있던 설비에 플랫폼 추가가 가능하여 저렴한 가격으로 스마트팩토리 전환이 가능

◎ 장비·디바이스 대기업 동향

- (두산공작기계) 공작기계 부문 전체 매출액 35%, 영업이익 40% 차지하고 있으며, 터닝센터, 머시닝센터, 문형 머시닝센터, NC보링기, 스위스턴, 자동화시스템 등에 주력
- (현대로보틱스) 음성을 인식하는 협동로봇을 비롯해 클라우드 기반의 자동화 로봇 관리시스템, KT스마트팩토리 솔루션인 '팩토리 메이커스' 등을 개발
 - 아울러 2019년 11월에는 '5G기반 사업협력 성과발표회'를 열고 이들 제품들을 선보이면서 본격적으로 산업시장에 뛰어 들 계획 추진

[현대로보틱스 하이팩토리 시스템 과정]



* 출처: 현대로보틱스

- (한화정밀기계) 부품 자동화 설비인 'SM485P'와 협동로봇을 함께 구성하여 스마트팩토리 존에서 실제 공장과 같은 시뮬레이션 라인을 구성, 설비-소프트웨어(SW)간 실제 연동 구현 및 원격제어 기능을 시현
- (LS산전) LS산전은 PLC, AC드라이브, 서보, GIMAC 등의 자동화-전력기기 디바이스 제품에 경쟁력을 갖추어 패키지 솔루션, 공장자동화 솔루션, 스마트공장 솔루션 등 고객의 현장에 최적화된 최고의 부가가치를 창출하는 솔루션을 제공

- (현대위아) 공작기계연구센터 내에 로봇개발팀을 신설하여 시험 협동로봇을 완성해 실질적으로 생산현장에서 인간-공작기계와 함께 협업할 수 있도록 할 예정
 - 이후 현대위아는 인공지능(AI) 및 4차 산업 핵심기술을 접목해 물류로봇 사업과 필드로봇, 무인이동체 로봇 등으로 사업을 확장할 계획
- (삼익THK) LM가이드 분야에서 국내 1위로 2012년 1천868억 원에서 2018년 2천 831억 원으로 4년 만에 36% 증가했고, 영업이익은 같은 기간 46억 원에서 255억 원으로 무려 5배 증가
 - LCD 패널 이송용 로봇은 삼성전자가 개발하고 삼익THK가 생산하며 2,200X2,500mm 액정 크기의 8세대 LCD 생산현장에서 활용 중
 - 삼익THK는 산업설비 자동화, 반도체 제조 장비 및 시험 장비 제조 업체 삼성전자 로봇융합연구원과 제조용 로봇 개발 완료

◎ 장비·디바이스 중소기업 동향

- (에스피시스템스) 로봇 기술을 활용, 자동차 디스플레이 등 산업군에서 국내 대기업과 함께 자동화 사업을 영위하면서 자체 개발을 통해 국산화에 성공한 리니어 모듈(Linear Module)과 갠트리 로봇 시스템(Gantry Robot System)을 공급 중
- (티로보틱스) 국내 유일의 '진공 로봇' 전문기업으로 반도체·디스플레이 제조 환경의 진공·고온 등 악조건에서도 정밀하게 작동하는 로봇을 개발·제조하며, '로봇 메커니즘 설계 기술', '정밀 모션 제어 기술', '진공 및 청정 유지 기술', '대형 구조물 설계·해석 기술' 등 중대형 진공 로봇의 원천기술을 보유
- (수아랩) 머신 비전 분야에 특화된 딥러닝 검사 솔루션 'SuaKIT'을 제공하며, 이는 기존 머신 비전 기술로 검사가 어려운 전기/전자, 자동차, 식음료, 화학, 기타 등 다양한 제조 산업에 적용이 가능
 - 세계적인 선도기업 코그넥스(Cognex Corporation)가 19년 10월 수아랩을 인수
- (코윈테크) 2차전지를 중심으로 석유화학·반도체·디스플레이 등 다양한 산업에 물류 자동화 시스템을 공급 중이며 2019년 코스닥에 상장
- (라운피플) AI기반 비전 검사 솔루션 제공 기업으로 딥러닝 비전 검사 소프트웨어, 2D 카메라, 열화상 카메라, 바코드 리더기, 카메라 모듈 및 렌즈 검사기 전 제품을 라운피플 내부기술로 개발하여 전자, 자동차, 물류, F&B(식음료), 의료 등 다양한 영역에서 활동 중
- (와이즈센싱) 온도, 습도, CO2를 측정할 수 있는 대기 환경센서를 개발 및 공급하며, pH 측정이 가능한 수질환경 센서 개발 중
- (Studio 3S) 스마트공장용 물류자동화 로봇(저상 AGV)을 만들어 판매 중

- (버넥트) AR/VR 기술을 기반으로 설비의 구동과정 등을 재현하고 분석하는데 활용할 수 있는 솔루션 개발, '17년 KT에서 진행한 '5G 서비스 공모전'에 AR·VR 전문기업 분야 최우수상 수상
- (마크베이스) 초당 2백만 개의 태그 데이터를 저장하고 실시간으로 압축 및 저장하는 고속 시계열 DBMS인 Machbase를 바탕으로 IoT기기와 센서를 통해 수집되는 신호를 기록하고 실시간 분석하며, 산업 IoT 환경에서 실시간 데이터처리에 특화된 기능과 성능을 제공
- (와이즈맥스) 네트워크기반의 유무선 센서모니터링 및 RADIONODE을 기반으로 현장의 계측정보 제공 및 환경 실시간 모니터링이 가능한 솔루션 제공
- (에어릭스) 국내 최대 철강기업 현장에 'IoT 스마트 집진기'를 시험 적용한 결과 탈진과 불출제어에서 약 45%의 연간 절감 효과와 약 10억 원 이상의 연간 전력비 절감 효과 달성
- (3D솔루션) 2017년 7월, 3D프린팅 플랫폼 개발에 착수했고 국내 최초로 3D프린팅 공장을 짓고 지그를 만드는 프린터를 현대차에 부품납품을 추진하는 중

3. 기술 분석

가. 해외 기술 동향

(1) 주요 기술 동향

◎ 스마트제조 어플리케이션

[스마트제조 어플리케이션 구성요소]

	정의
APS	- Advanced Planning and Scheduling, 생산계획 시스템 - ERP와 MES 두 시스템 간 중간에 위치하여 수요계획, 생간계획 및 스케줄을 관리하는 시스템
ERP	- Enterprise Resource Planning, 전사적 자원관리 - 경영활동 데이터를 통합·관리하는 전사적 자원관리 시스템
PLM	- Product Life-cycle Management, 제품수명주기관리 - 제품개발부터 폐기에 이르기까지 제품생산 전 과정의 데이터를 관리하는 시스템
SCM	- Supply Chain Management, 공급사슬관리 - 제조업의 전체 공급망을 전산화하여 효율적으로 처리할 수 있는 관리 시스템
FEMS	- Factory Energy Management System, 공장에너지관리시스템 - 제조공장의 에너지 이용 효율을 개선하는 에너지관리시스템(EMS)
MES	- Manufacturing Execution System, 제조실행시스템 - 제조 데이터를 통합하여 관리하는 시스템으로 공장운영 및 통제, 품질관리, 창고관리, 선비관리, 금형관리 등 제조현장에서 필요로 하는 다양한 기능을 지원

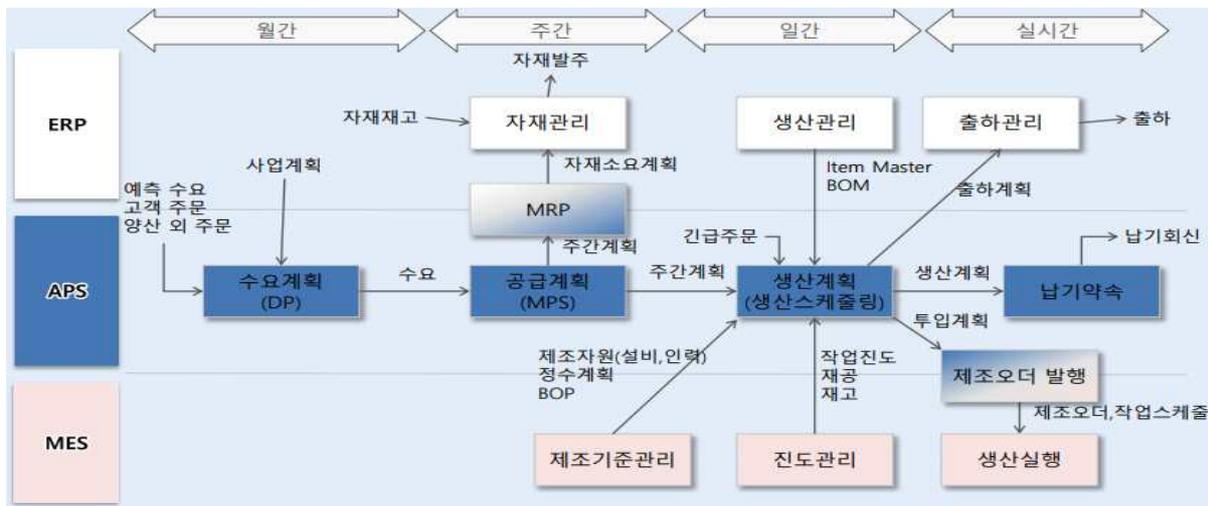
* 출처 : 국내 스마트제조 공급산업 현황과 발전과제, KIET(2020)

전사적 관점의 관제 시스템(ERP/SCM/PLM)

- Legacy System(레거시 시스템)⁹⁾으로 불리며 실시간 공장/설비의 운영 상태를 모니터링하며 KPI 현황 및 Visibility 제공하는 등 스마트공장 구축과 연계를 위한 기반이 되는 시스템

9) 과거에 개발되어 현재까지 계속 사용되는 기술, 데이터, 플랫폼, 소프트웨어 및 하드웨어 등을 총칭한다. 현재 사용하지 않지만 새로운 시스템에 영향을 주는 경우도 포함

[공장운영에서 MES/APS/ERP의 역할]



* 출처: KSTEC 스마트팩토리 구성을 위한 APS 적용방향 및 사례

◎ 스마트제조 설비/디바이스

[스마트제조 장비/디바이스 구성요소]

	정의
제조로봇	- 각 산업의 제조현장 내 제품생산에서 출하까지 공정 내 작업을 수행하기 위한 로봇으로 자동제어되고, 재프로그램이 가능하며 다목적인 3축 또는 그 이상의 축을 가진 자동 조정장치
협동로봇	- 사람과 같은 공간에서 작업하면서 사람과 물리적으로 상호작용할 수 있는 로봇
자율이송로봇	- 공장 내에서 물품의 분류, 적재, 포장, 이송 등을 수행하는 물류용 로봇으로 로봇의 주행을 돕는 마커, 자석 등이 불필요하다는 점에서 기존 이송로봇과 차별화
3D프린팅	- 3차원 디지털 설계도에 따라 금속, 플라스틱 등의 액체, 가루, 분말, 필라멘트사, 박판 등을 재료로 한층씩 쌓아올리는 적층방식의 성형 기계와 관련된 주변 구성요소(3D스캐너, 전용소재, 설계 소프트웨어, 후공정기기 등)
AR·VR	- 증강현실(AR), 가상현실(VR), 혼합현실(MR) 기술을 제조업에 적용하여 효율적인 공정을 구현하거나 제조작업상 추가 정보를 제공하는 등의 서비스를 제공하는 기기
통신 네트워크 장비	- 무선통신 게이트웨이: 스마트 단말과 무선통신(BLE, Z-WAVE, Zigbee, LoRa, UUWB 등)으로 연결되어 수집된 정보를 통신망에 연결하는 네트워크 장비 - 유선통신 게이트웨이: 스마트 단말과 유선통신(PLC, RS-485, USB 등)으로 연결되어 수집된 정보를 통신망에 연결하는 네트워크 장비 - 보안장비: IoT 네트워크의 보안과 관련된 네트워크 장비
스마트센서·머신비전	- 소자부품과 각종 센서, 통신기술과 영상처리기술 등을 활용해 제조공장의 각종 데이터터를 측정하는 장치 (예: 광학센서, 바이오센서, 물리센서 등)
IoT 기기 및 장비	- 각종 기기와 장비에 IoT 센서를 탑재하여 데이터의 수집(센싱, 전달)과 가시화(모니터링), 설비제어 등을 지원
CPS·디지털트윈	- 물리 시스템과 이를 제어하는 컴퓨팅 요소가 결합된 차세대 네트워크 기반 분산제어 시스템 - 공장의 생산설비와 각 공정, 제품의 디지털 모델을 구축하여 사이버세계와 실제 세계를 실시간 통합하고, 가상공장 시뮬레이션 기능 등을 구현

* 출처 : 국내 스마트제조 공급산업 현황과 발전과제, KIET(2020)

[스마트제조 서비스 구성요소]

	정의
SI	- 생산현장의 스마트화에 필요한 각종 설비와 솔루션(SW)을 조합하여 수요기업이 필요로 하는 기능을 통합적으로 구현하는 서비스
컨설팅	- 스마트팩토리 관련 설비와 솔루션 도입, 운영에 대한 자문·교육 등을 제공하는 서비스
클라우드	- 스마트공장 관련 소프트웨어를 사용자가 자신의 컴퓨터에 설치하지 않고 네트워크를 통해 사용할 수 있고, 데이터 공유·분석이 가능한 온라인 환경을 제공하는 서비스
빅데이터·AI	- 입고, 생산, 재고, 납기 등 제조현장의 모든 데이터를 수집하고 분석하여 의사결정을 도와주는 데이터 관리 서비스 - 예) 데이터수집 분석처리, 원인분석, 예지분석, 처방분석, 인지분석, 머신러닝(AI), 딥러닝(AI) 등 데이터 처리 방법론)
보안	- 생산시스템의 모니터링과 제어, 데이터 분석 등 전 과정에서 기업과 생산현장의 데이터를 보호하는 보안서비스 - 예) 방화벽, 침입탐지, VPN 접근통제, 통합위험관리 등 종합적인 보안 서비스

* 출처 : 국내 스마트제조 공급산업 현황과 발전과제, KIET(2020)

□ 사물인터넷을 통한 스마트공장의 연결

- 산업용 사물인터넷(IIoT)는 IoT와 같이 사물에 센서를 부착해 실시간으로 데이터를 인터넷으로 주고받는 기술은 같지만, 산업용 목적에 중점을 뒀던 IoT보다 뛰어난 센서의 응답성
- 사물인터넷은 근거리 통신에 의해 구현되는데 RFID, NFC, 블루투스(비콘) 등이 존재
 - NFC(Near Field Communication)은 넓은 의미에서 RFID의 한 형태이며, 특히 모바일에 특화
 - RFID는 저장된 태그의 정보를 리더가 읽는 일방적인 통신 방식
 - 양방향 통신이 가능한 무선 통신 방식인 블루투스는 인식 거리가 길고 통신 속도가 빠름
 - 블루투스의 일종인 비콘은 전력소모가 작은 것이 특징

□ 머신비전과 딥러닝의 적용

- 딥러닝을 적용한 머신비전 검사를 통해 검사 속도와 정확도 향상, 예외 처리의 자동화가 가능할 것으로 기대
- 딥러닝은 이미지의 특징을 스스로 추출하여 인식할 수 있기 때문에 모든 규칙을 일일이 정의할 필요가 없고 정확도도 기존 머신비전 검사보다 향상되어 현재 딥러닝의 이미지 인식 정확도는 99% 이상
- 반도체, 디스플레이뿐만 아니라, 전기전자, 기계, 식품, 유통 등 비전검사를 적용하는 거의 모든 산업 영역에서 활용할 수 있을 것으로 예상
- 인공지능 분야의 세계 3대 권위자인 앤드류 응(Andrew Ng)도 제조업 비전검사를 위한 스타트업 업체인 Landing.AI을 '17년에 창업하고 최근 팹스콘에 기술 공급을 시작

- AI 머신 비전은 작업장에 설치된 카메라를 통해 머신러닝 기반으로 영상을 분석하고 불량품을 판정하는 기술로 공장 내 생산라인 마지막 단계에서 생산품(제품)의 불량 여부를 판별

□ 생산빅데이터 어널리틱스

- 생산 현장 데이터 수집/관리: IoT 기술을 활용한 설비 장착 디바이스(PLC, sensor류)에 대한 안정적 실시간 데이터 수집과 생산 전 과정에서의 기기의 유지·보수·관리·제어에 대한 이력 정보 수집 및 관리
- 생산 데이터 분석: 생산 현장 설비 기본 감시제어 시스템 운용 및 관리를 위한 생산 데이터의 실시간 분석(Alarm Rule 등) 및 사용자 주도 분석(현상분석 및 원인분석)과 시스템 Batch 분석(감시 Point 등급 및 감시 Spec. 설정) 수행
- 분석 결과 정보 가시화: 실시간 분석, 사용자 주도 분석, 시스템 Batch 분석을 통해 얻어진 실시간 모니터링 상태 및 생산 현장 데이터 분석 결과에 대한 가시화와 특정 상황에 대한 시뮬레이션이 가능한 대쉬보드 구현
- 공장 에너지 소비를 고려한 생산운영 최적화 기술: 공장 에너지를 주요 변수로 설정하고, 다른 생산 투입요소와 환경변수를 함께 고려하여 최소의 에너지 소비를 통해서 최대의 생산운영 환경을 찾아내기 위한 수리최적화, 시뮬레이션 기반 최적화 등의 기술

□ 디지털 트윈

- 디지털 트윈이라고도 불리는 CPS는 공장을 가상으로 가동해 보는 시스템으로 가동률 등을 미리 예측하고 문제점이 발생 시 보완 및 최적화된 설비와 인력의 배치도 가능
- 사이버물리시스템(CPS)을 구현하기 위해서는 모든 사물들을 연결시키는 사물인터넷(IoT)과 데이터를 통합적으로 수집하는 플랫폼, 자율적으로 의사결정을 지원하는 빅데이터 분석력, 인공지능 기술 등 다양한 기술 요구
- CPS 기술이 활용된 스마트공장의 궁극적 모습은 디지털 트윈(Digital Twin)으로 가상의 공간과 현실 공간의 생산 활동이 완벽히 동기화되는 것을 목표
 - 미국 GE는 공장 내 모든 장비에 센서를 부착해 데이터를 수집하여 공정 효율성을 높이고, 독일 지멘스의 '마인드 스피어'는 디지털 트윈 플랫폼으로 비슷한 효과를 거두는 중

□ 증강/가상/혼합현실(AR/VR/MR) 활용한 스마트공장

- 가상 시뮬레이션을 이용하면 기기와 설비에 대한 CPS를 구축하여 시행착오에 따른 오류와 비용 절감 가능
 - 공장 자체를 CPS로 구현하면 가상 시운전을 통해 공장 운영 과정의 비효율성을 사전에 점검하거나 교육 및 훈련 프로그램으로 활용 가능
 - 예를 들어 스마트 글라스를 쓴 뒤 바코드를 바라보면 자동으로 이를 인식해 한 기계가 일정시간 동안 얼마나 많은 작업 결과물을 만들어냈고 작동하고 있는지 등에 대한 정보를 쉽게 파악해 이를 바탕으로 비숙련 기술자도 빠른 판단과 선택이 가능
- 공작기계 제조 기업들이 가상 시뮬레이터까지 고객에게 제공하는 사례가 늘어나는 추세
 - CNC 머신의 가상 시뮬레이터를 활용하면 실제 적용하기 전에 부품 생산을 위한 최적 프로그래밍이 가능해지면서 시간과 비용을 절감

□ 협동로봇(CoBot, Collaborative Robot) / 산업용로봇

- 인간과 로봇이 같은 공간에서 함께 작업하기 위한 협동 운용(Collaborative Operation)조건을 충족하는 산업용 로봇(ISO10218)¹⁰⁾으로 협동 방식에 따라 크게 4가지 카테고리로 분류되며, 최근 “Power&Force Limiting” 관련 기술의 급격한 발전에 따라 협동로봇의 상용화가 활발히 이루어지는 중
 - (Safety-rated Monitored Stop) 작업영역에 사람이 없을 경우에 한해서만 일반 산업용 로봇(non-collaborative robot)처럼 작동하는 로봇
 - (Hand guiding) 사람이 수작업 장치(handoperated device)를 사용하여 이용하는 로봇
 - (Speed & Separation Monitoring) 로봇과 사람 사이의 거리를 모니터링하며, 안전거리를 확보하며 작업하는 로봇
 - (Power & Force Limiting) 일정 값의 동력 또는 힘이 감지되면 로봇이 즉각 작동을 멈춤으로써 사람의 상해를 방지하는 로봇
- 디지털화 진전에 따라 로봇틱스는 고용환경 변화와 더불어 인간과 로봇의 협업뿐만 아니라 자율형 로봇으로 진화 예상
 - 1,314개 글로벌 기업을 대상으로 한 BCG의 2019년 1~2월 설문조사 결과, 설문조사 응답기업의 86%가 3~5년 내에 ‘첨단로봇(Advanced Robots)’을 생산 운영에 적용할 계획이라고 답변¹¹⁾

□ 데이터 처리를 위한 엣지컴퓨팅

- 산업 현장에서 발생하는 방대한 데이터를 클라우드에 한번에 업로드하지 않고, 엣지(Edge)에서 사전에 처리한 후에 선별적으로 데이터를 전송, 서버와 엣지가 연동하여 데이터 분석 및 실시간 제어를 수행하는 기술
- 다양한 디바이스에서 발생하는 데이터를

같은 중앙집중식 데이터 센터에 보내지 않고, 데이터가 발생한 현장 또는 현장과 가까운 곳에서 분석하여 지연시간 없이 데이터를 처리할 수 있는 기술

- IoT의 대중화로 많은 사물 및 기기들이 대량의 데이터를 생산하게 되었고, 멀리 떨어져있는 클라우드에 모든 데이터를 모아놓으면 신속하고 정확한 처리가 어려워 ‘엣지컴퓨팅’이 등장
- 분산되어있는 소형 서버가 사용자에게 꼭 필요한 데이터를 선별·처리하여 전달하면 처리 속도 및 정확성 향상되어 데이터 처리의 지연 시간을 줄이고, 즉각적인 현장 대처가 가능

□ 유연생산을 위한 3D프린팅

- 3D프린팅은 단일 장비로 다양한 제품생산이 가능하여 공장의 생산라인을 간소화할 수 있고, 제품개발 단계에서 시제품의 제작비용과 시간을 절감 가능
- 미리 재고를 확보해둘 필요가 없고, 필요 시 맞춤형 주문 생산이 가능하고, 다품종 소량생산 구현이 가능해질 것으로 전망
 - 최근 현대차는 국내기업인 3D솔루션으로부터 지그제작용 3D프린터를 도입하는 것을 검토 중

10) 협동로봇 산업 동향, 융합연구정책센터, 2018

11) BCG, Advanced Robotics in the Factory of the Future, 2019

□ 공장자동화에 따른 스마트 물류

- 유연생산시스템에 의해 스마트 물류가 공장에 적용되고, 그 중 공장 내에서 무인배송을 가능하게 하는 ‘무인반송차(AGV)’가 활용
- 제품의 배송을 포함한 관점에서 ‘무인 배송’이 가장 주목받고 있으며, 중국의 징둥, 알리바바 등의 전자상거래업체들은 배송로봇 시험 운영, 무인차 및 물류창고 확대 등에 노력을 기울이고 있으며, 미국의 아마존이 선도 중인 드론 배송의 상용화 가능성은 매우 높은 평가를 받는 중

□ 다양한 정보를 수집하는 스마트센서

- 스마트 센서란 다양한 정보를 감지하여 스마트한 제조환경을 가능하게 하는 센서를 말하며 기존 센서가 발전하여 지능화된 센서로, 센싱 소자와 신호처리가 결합하여 데이터 처리, 자동보정 자가진단, 의사결정 기능을 수행
- 센서 기술은 고성능화, 소형화, 다기능화, 저전력화 등이 주요 이슈
- 센서 시스템 분야는 특히 소형화와 대량생산화 등에 관하여 기술개발 중이며, 벌크 시스템 형태에서 SiP(System in Package)로 발전하여 패키지를 층층이 쌓는 MCP(Multi-Chip Package)가 등장
- 향후 SoC 형태의 MEMS와 CMOS를 직접 집적하는 iMEMS가 등장할 것이며, 나노 기술이 접목되면서 소형화 및 멀티 센서로 진화될 것으로 전망

[자동화용 물리센서 및 센싱방식]

근접센서	위치/속도센서	힘/압력 센서	진동/가속도 센서
Mechanical Optical Inductive Capacitive Ultra sonics	Potentiometer LVDT Encoders Tacho-generator	Strain Gage Pieo Load Cell Pressure	Silicon MEMS Fiber Optic Mechanical Body

* 출처: 산업테마보고서(한국IR협의회,2019.6.7)

(2) 해외 기업 기술 현황

- (Siemens) 스마트공장 ‘EWA(Electronics Works Amberg)’는 현재까지 가장 성공적이라는 평가를 받고 있는 스마트공장이며 이 공장은 독일 ‘인더스트리 4.0’의 표준 모델
 - EWA에서는 하루 기준 수집되는 5,000만 건의 정보를 통해 제조 공정마다 자동으로 실시간 작업 지시를 내리며 이로 인해 작업 및 공정 최적화가 가능
 - 이 같은 최적화로 인해 EWA는 전제품의 99.7%를 주문 후 24시간 내 출하가 가능하며 급한 설계 변경에도 유연하게 대처할 수 있게 되었고, 제품의 불량률이 0.001% 수준으로 급감
- (Schneider Electric) ‘에코스트럭처 인더스트리’는 산업용 사물인터넷(IIoT)을 접목해 산업 전반에 걸친 에너지 관리, 공정 자동화, 소프트웨어까지 종합 포트폴리오를 제공하는 통합 솔루션
 - 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 전세계 각지에 판매된 기계를 원격으로 제어·관리
 - 국내 자동포장기계 전문 생산 기업 ‘흥아기연’은 슈나이더 일렉트릭의 산업용 증강현실(AR) 솔루션인 EcoStruxure Augmented Operator Advisor’를 제조 설비기술에 도입
- (Fanuc) 자동화 시스템과 지능형 로봇을 이용한 대량생산뿐 아니라 다품종 소량생산 체제에도 대응할 수 있도록 기술을 개발하고 생산 공정을 설계
 - 화낙은 조립공정의 80%를 로봇이 처리하는 등 공장의 자동화 수준이 높으며, 기계가공시스템은 공작기계 6대와 부품창고 및 라인을 이동하는 지능로봇 1대, 그리고 작업자 1명만으로 구성이 되어 720시간 연속 가동이 가능
 - 화낙의 ‘FIELD system’은 제휴기업으로부터 CNC, 산업용 로봇의 실시간 데이터를 집적하고, 분석 및 제어하는 IIoT 플랫폼으로 클라우드 영역과 엣지의 중간인 ‘포그(Fog)’ 영역에 설치
 - 화낙은 IREX 2017에서 근로자와 로봇이 안전 펜스 없이 한 공간에서 안정적으로 작업 시연
- (Mitsubishi) 로봇, 제어기, PLC 등 공장자동화와 관련된 다양한 기기 및 제어 솔루션을 보유하고 있으며, 전기기기 분야의 강점을 활용한 엣지컴퓨팅을 바탕으로 제조업 스마트화를 추진
 - Mitsubishi의 e-F@ctory는 생산현장의 데이터를 실시간 수집하고, 공장자동화로 수집한 데이터를 엣지 컴퓨팅으로 1차 처리하고, IT시스템에 의해 분석·해석한 결과를 생산현장에 피드백하는 구조로 구성
 - 엣지컴퓨팅은 현장 설비와 ERP나 MES 등의 IT 시스템 중간에서 실시간으로 데이터를 분석하여 이벤트 발생에 대응하는 방식
 - 분석과 프로그래밍을 위한 알고리즘이 내장된 형태의 다양한 제품군을 소개
 - 설비의 가동 시 진동신호를 실시간으로 해석하여 고장 가능성을 알려주는 알고리즘을 내장한 건전성 솔루션 장치를 출시

- (Honeywell) 자동화기기, 제어기기, 전자통신 제조업체로 대형 전자장치에서 소형 온도조절기까지 다양한 제품을 공급하고 있으며 데이터 처리 시스템과 산업용 애플리케이션 등 소프트웨어 솔루션으로 사업영역 확대
- (SAP) SAP는 기존의 PLC → MES → ERP로 수직구조화 되어 있는 아키텍처에서 PLC와 바로 실시간 인터페이스 가능한 MES와 통합된 ERP를 제공해 생산 환경의 동적 변화에 더 유연하게 대응할 수 있는 솔루션 제공
- (DMG Mori) 전체적인 생산성 향상과 다양한 제조 공정간 융합화로 발전이 가속화되고 있는 고속·복합화 기술개발과 함께, 다품종 생산이 일반적인 대형부품 가공 장비에서도 자동화되고 유연한 다축 생산시스템으로 진화 중
- (Dassault Systemes) 3D CAD, 3D 디지털 목업, 기업 간 협업 솔루션, 제조 인텔리전스 솔루션, PLM 솔루션을 자동차 및 항공 등 다양한 제조 기업에 제공
- (PTC) 3D 캐드 기반의 PLM 및 서비스관리 솔루션을 보유하고 있으며 엔지니어링 분야의 수치해석 기반 솔루션 제공
- (Rockwell Automation) 시스코와 협력해 이더넷/IP 기반으로 기업과 플랜트 전체를 통합할 수 있는 아키텍처를 공동개발 및 무선까지 확대하여, 이더넷/IP 기반의 개방형 통합네트워크 모델을 제시하고 이를 지원하는 커넥터 장치 및 운용 시스템 개발
- (Autodesk) 건축, 엔지니어링, 건설, 제도 등 다양한 분야의 소프트웨어를 제공하며 클라우드 서비스, CAD 기반 솔루션, 3D 솔루션 보유
- (Cisco) 네트워크 전문기업으로 스위치, 클라우드, 스토리지 네트워킹, 라우터, 소프트웨어 등 다양한 통신관련 제품을 보유하고 있으며 엔터프라이즈 네트워크 서비스, 클라우드 서비스, 통합 컴퓨팅 서비스 등을 제공
- (Bosch) Industry 4.0에 맞추어 설비/품질 관리, 공정제어 등의 SW와 자동화, 에너지 모니터링, 물류 관리 등의 다양한 HW 솔루션 보유

나. 국내 기술 동향

- 스마트제조 분야의 기술경쟁력 평가 결과, 최고기술국은 미국으로 나타났으며 우리나라의 경우는 최고기술국 대비 80% 수준으로 나타났고 중소기업은 67% 수준으로 평가되었음
 - 최고기술국 대비 우리나라의 기술격차는 1.7년으로 평가되었으며 중소기업의 경우는 2.8년으로 평가되었음

(1) 주요 기술 동향

- 스마트공장의 한국 기술 수준은 최고기술수준보유국(미국) 대비 72.3%
 - 국가별 기술수준은 미국(100.0%) > 독일(93.4%) > 일본(79.9%) > EU(79.6%) > 한국(72.3%) > 중국(66.0%) 의 순

[국가별 스마트공장 상대 수준 및 기술 격차]

(단위 : %, 년)

한국		중국		일본		독일		유럽	
상대 수준	격차 기간								
72.3	2.5	66.0	3.1	79.9	1.5	93.4	0.4	79.6	1.5

* 출처 : 스마트제조 기술수준조사, 2018, 스마트공장추진단/한국스마트제조산업협회

- 미국은 생산현장, IoT, 통신, 공장운영시스템, 비즈니스, 플랫폼에서 최고 수준을 나타내고 있으며 제어시스템에서는 독일이 최고 수준
 - 한국의 경우 통신과 공장운영시스템에서 선도 그룹에 해당되며, 특히 통신에서는 93.2%의 기술 수준을 나타내며 가장 높은 기술적 수준
 - 생산현장, IoT, 제어시스템, 비즈니스, 플랫폼에서는 추격 그룹에 해당, 가장 낮은 기술수준인 제어 시스템은 최고 수준 대비 67.2% 수준
- 세부 기술분야 최고기술수준보유국 대비 한국 기술수준 현황
 - 미국은 25개 기술 중 15개 기술에서 최고기술수준 보유국이고 독일은 9개 기술에서 최고기술수준 보유국으로 나타났으며 한국은 인터넷 통신에서 최고기술수준보유국으로 선정
 - 그 외에 한국은 산업용 통신, MES 등 5개 기술이 선도그룹(80% 이상)이며 3D프린팅, 로봇 등 16개 기술이 추격그룹(60% 이상)으로 나타나고 있으며 3개 기술(PLM, DCS, CAx) 분야에서는 후발그룹으로 분류
- 표준화 역량
 - 국가기술표준원을 중심으로 스마트제조 관련 표준화 대응 체계는 갖춘 상황이며, 단기·중기·장기 표준화 목표 설정 및 전략 수립 중

[스마트제조기술별 국내 기술역량 평가]

(단위 : %)

스마트제조기술 분류			최고 기술국 (수준)	한국의 기술역량 및 평가
대분류	중분류	소분류		
애플리케이션	비즈니스	APS	미국 (86.8)	- 대기업은 세계적 SCM 경쟁력 확보, 동기화 생산기술 최고 수준 - 조선산업은 공급망을 고려한 생산계획 모듈 설계 및 일정 계획을 보완하는 TO C 기반의 블록도장 실행시스템 우수
		SCM	독일 (85.8)	- 우수한 인력 및 산업체 응용 경험 풍부 대기업을 중심으로 세계적인 SCM 경쟁력 보유
		EPR	미국 (81.8)	- 중소형 솔루션 보급으로 중소기업에서 활용도가 높지만(고객 특화 개발 가능) 대기업 및 중견기업은 외산 선호 - 삼성 SDS, LG CNS, SK C&C와 같은 국내 SI업체들 또한 SAP 위주의 ERP 기술 보유
		PLM	미국 (50.2)	- 대부분의 개발업체 파산 및 개발자 이직, 업체의 영세성 등 전반적으로 업체수와 인력수급 부족으로 솔루션 업그레이드 및 유지보수 불가 - 3D CAD를 비롯한 선행 기술이 외산이므로 기술 종속 심화
	공장운영 시스템	MES	미국 (86.8)	- 오랜 경험을 바탕으로 기술력을 확보한 우수 공급사들이 많음 - 시장이 대기업 중심으로 구성되어 있으며 지역 종속성이 강함 - 우수 공급사들의 해외 시장 진출이 어렵고 해외 마케팅 역량 부족 - 자동차 부품 제조업 중심으로 MES 시장 전개
플랫폼	클라우드	미국 (72.0)	- 인터넷 보급률이 높고 정보통신기술은 발달했지만 IT자원(SW, 저장공간, 서버, 네트워크)이 국내에 한정되어 글로벌 경쟁력 빈약	
	AR/VR/MR	미국 (69.1)	- 현재 연구개발을 통해 기술개발 진행 중으로 당장 상용화는 힘든 상황	
	IoT	독일 (71.5)	- 인터넷 인프라는 우수하지만 플랫폼 자체는 선진국 의존도가 높고, 산업 생태계 취약	
	CPS/Digital twin	미국 (62.0)	- 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	
	빅데이터/AI	미국 (62.5)	- 제조업에서 생성되는 빅데이터의 공유가 어려워 데이터 분석 경험 축적이 어려움 - 학계를 중심으로 논문 게재 수가 증가하는 추세지만 개인정보 보호법 등 과도한 규제로 인해 연구자들이 가용할 수 있는 절대적인 빅데이터 양이 적어 분석 경험 능력에서 떨어짐 - 기술수준이 상승세이나 중국에 비해 상승 속도가 느리며, 전반적으로 미국, 유럽, 중국에 비해 기술 열세	
	보안	미국 (60.5)	- IT 보안 관련하여서는 기술력이 어느정도 확보하고 있으나, 산업용 보안 분야는 취약	
장비·디바이스	제어시스템	HMI	독일 (73.4)	- Panel PC 및 Touch panel 등 기본적인 HMI 기능구현은 선도 수준이지만 스마트화 및 네트워킹, ICT 연계 기능은 초기단계
		SCADA	미국 (78.5)	- XISOM은 산업자동화 소프트웨어 개발 툴 'X-SCADA'기술을 보유하여 최적 통합 플랫폼 환경 구축 및 제어 감시가 가능하나 외산 의존도가 높음
		DCS	미국 (58.1)	- 한정된 국내시장과 해외업체의 등장 등 과열경쟁으로 인해 저가 수주가 심함. 국내 DCS 산업이 전반적으로 침체기

[스마트제조기술별 국내 기술역량 평가]

(단위 : %)

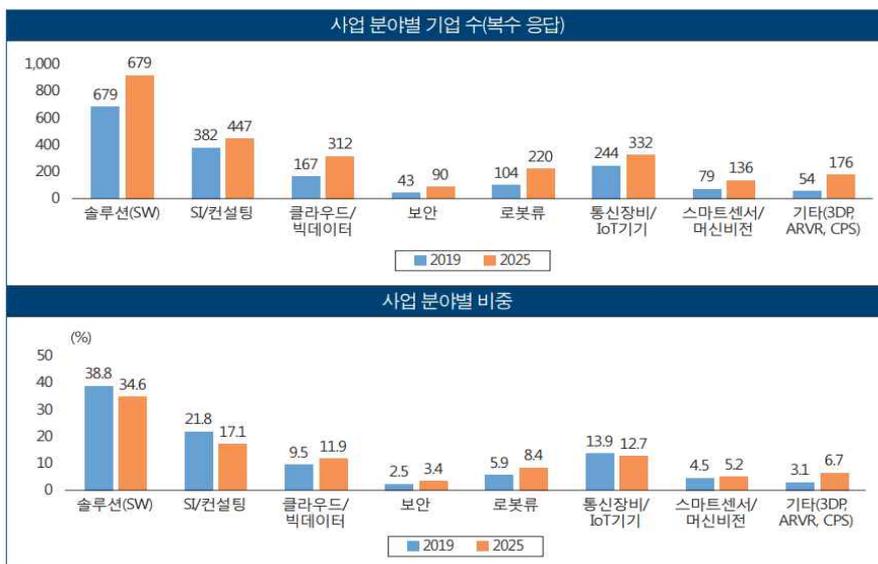
스마트제조기술 분류			최고 기술국 (수준)	한국의 기술역량 및 평가
대분류	중분류	소분류		
	PLC			<ul style="list-style-type: none"> - DCS는 규모 및 범위의 경계가 나타나고 경험곡선효과가 적용 되는 - 플랜트 업종에 활용되고 있으나 DCS에 대한 개발투자 비용을 매몰비용으로 인식하고 최근 PLC가 DCS의 일부기능을 대체 - 한국은 외산 선호(Lock-in 효과가 큼) - LS산전의 활동으로 약 33% 국내 시장점유율 확보 - 적합성 인증 프로그램 부재로 센서, I/O디바이스 등 유관 중소중견 기업들의 제품 상용화 개발 참여도가 낮고 외산의 공격적 시장 전략으로 인해 국산 인지도가 떨어지는 등 시장 확대에 어려움이 있음
		장비연동 CAx	독일 (50.3)	<ul style="list-style-type: none"> - 한국은 원천 기술 개발이 늦어 외산 의존이 강하고 일부 전용화된 분야를 제외하고는 매우 취약하지만 CAE분야에서는 일부 선도 기술을 따라 가고 있음(평선배이 등) - 중소기업의 경우 외산이 고가여서 사용이 저조하므로 중소기업용 임베디드 솔루션 보급이 필요
	AR/VR/MR	미국 (69.1)	- 현재 연구개발을 통해 기술개발 진행 중으로 당장 상용화는 힘든 상황	
	모션제어	독일 (78.7)	- 대표공장(신성이엔지) 등 일부 공장에서 실험적으로 적용 중	
내장형 IoT	CNC	독일 (74.2)	- 기본 인터페이스-제어기능은 가능하나 스마트기능-고속제어-타제품 연계성 등이 취약하고 구동부는 CNC 연계 개발 경험 부족	
	스마트센서	독일 (76.4)	<ul style="list-style-type: none"> - 해외 선진국과의 기술격차 누적, 가격 차이와 기술 장벽 극복이 어렵고 세계 시장 점유율 미미 - 센서의 교정, 감도, 정확도, 정밀도 등이 취약하여 외산에 의존도가 높고 저가형 제품 위주로 공급 	
통신	산업용통신	미국 (83.4)	- 정보통신기술 및 초고속 인터넷 통신망의 발전으로 기술력은 외산과 큰 차이가 없지만 브랜드 인지도 부족으로 외산을 사용	
	인터넷통신	한국 (100)	<ul style="list-style-type: none"> - 5G, 스마트폰, 인터넷망 등 품질이나 서비스가 우수하고 우수한 개발 인력 또한 풍부 - 전국적인 통신 인프라 구축 등 기업의 적극적 투자 기술의 최신성, 통신 속도 및 안정성 등 기술력 우위 	
생산현장	로봇	독일 (70.2)	<ul style="list-style-type: none"> - 한국은 '교육용 로봇' 분야에서 우수한 기술 보유 - 제조로봇 생산-수출 성장에도 불구하고 국내 시장은 여전히 협소하며, 차세대 분야를 선도할만한 역량 있는 로봇 전문기업 부족 - 한국에서는 핵심 컨트롤러 및 고도의 기술력을 요구하는 특성화 로봇 등은 일본 업체(야스카와 전기, 화낙) 제품 사용 - 중국에 비해 내수시장규모 및 시장성장성도 작고 원천 및 상용화 기술력 또한 낮아 성장이 정체된 상황 	
	머신비전	미국 (79.5)	- 머신러닝, 딥러닝 등 알고리즘 분야에서는 기술력이 있는 편이나, 렌즈, 카메라 등 기본 기술 취약	
	3D프린팅	미국 (71.1)	- 정부 주도로 기술개발이 이루어지고 있으나 선도 기업 부재 및 사업화 정체로 인해 시장 성장성은 약하며, 투자 규모도 작음	

* 출처: 스마트제조 기술수준조사(스마트공장추진단/한국스마트제조산업협회, 2018)를 재편집

□ 설문조사에 의하면 스마트제조 공급기업 중 약 96%는 중소기업이 차지하고 있으며 사업분야별로는 솔루션·서비스·설비분야 모두를 취급하는 기업 비중이 57.5%로 통합적 사업 포트폴리오를 추진하는 기업들이 가장 많음¹²⁾

- 설비분야 사업만 영위하는 기업은 4%에 불과하였는데 이는 설비 기업의 솔루션·서비스 분야에 대한 진입장벽이 높고 사업전환이 쉽지 않은 것에서 기인
 - 그러나 상당수의 설비분야 기업들은 향후 사업범위를 확장하여 통합화된 패키지 서비스를 제공할 계획을 지니고 있음
 - 이에 따라 2025년에 사업분야를 솔루션·서비스와 설비 등 스마트제조 공급의 모든 분야를 영위할 계획이라고 답한 기업 비중이 74.9%로 2019년에 비해 17.4%포인트 증가
 - (현대중공업지주) 2015년 로봇사업부 신설 후 2019년부터 스마트공장 솔루션을 개발하여 상용화
 - (한화정밀기계) 스마트공장에 최적화된 모바일 협동로봇에 적용 가능한 칩마운터 스마트공장 구축 솔루션을 상용화
- 생산 공장 보유현황은 설비 기업이 64.3%로 가장 높았음
- 솔루션·서비스+설비 유형은 생산공장 보유 비중 35.3%로, 생산역량을 갖춘 설비 기업이 스마트제조 솔루션·서비스 분야로 진출
- 국내 공급 기업들의 기술연구소 보유 비중은 설비 기업 78.6%, 솔루션·서비스+설비 기업 76.1%, 솔루션·서비스 기업 61.9% 등 대체로 높게 나타남
 - 많은 스마트제조 공급 기업들이 연구개발 활동 기반을 가지고 스마트제조와 관련된 신사업 영역에 진출하고 있음을 의미

[스마트제조 공급기업의 사업 분야 현황]

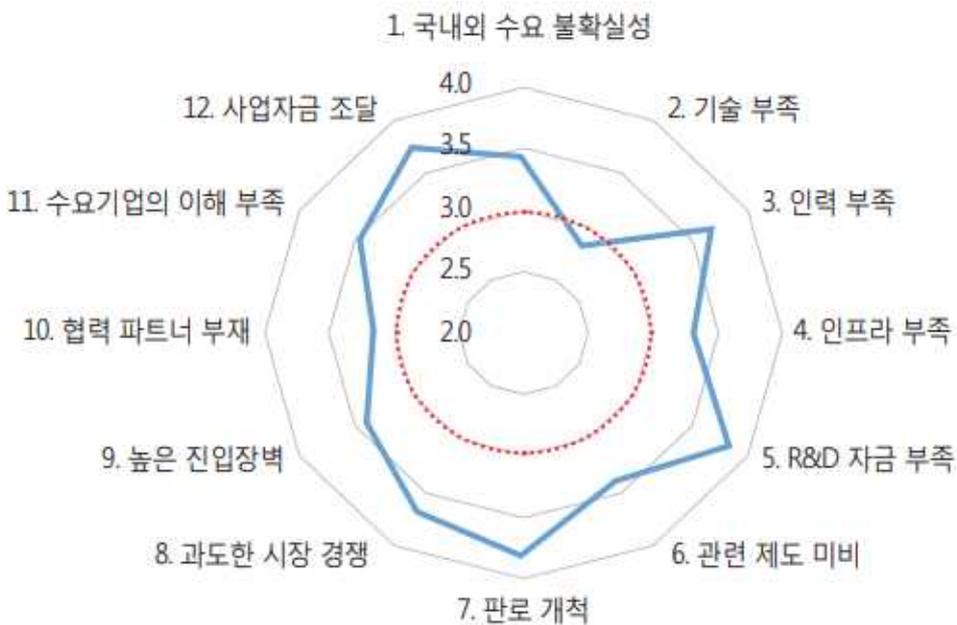


* 출처: 산업연구원 실태조사(2019)

12) KIET 산업경제, 산업포커스 ‘국내 스마트제조 공급사업 현황과 발전과제’

- 스마트제조 공급부문을 솔루션, 서비스, 설비 등 3개 분야와 총 20개의 구성요소로 구분하여 기업의 영위 사업 분야를 조사
 - 2019년 기준 공급기업 1개사가 영위하는 사업 분야 수는 4.9개로 나타났고, 과반수가MES(68.1%)와 SI(59.4%), IoT 기기 장비(59.0%)분야의 사업을 영위한다고 응답
 - 2025년에는 기업의 사업 범위 확장으로 사업분야가 평균 7.2개로 증가하여 사업 분야 비중이전반적으로 증가할 것으로 보인다. MES와 SI, 컨설팅, IoT 기기 장비가 여전히 가장 보편적인 사업분야로 인식되나 PLM, 클라우드, 빅데이터, 스마트센서·머신비전 분야의 성장세가 두드러짐
 - 20개 사업 분야를 서로 유사한 사업 분야로 묶어서 분야별 비중의 변화를 살펴보면, 현재 높은 비중을 차지하는 솔루션(SW), SI/컨설팅 분야의 비중은 감소하는 반면 로봇류, 기타(3D 프린팅, AR/VR, CPS), 클라우드/빅데이터, 보안 등의 사업을 영위하는 기업 비중은 증가

[공급기업의 애로요인 조사결과]



주 : 1점(매우 낮음), - 3점(보통), - 5점(매우 높음).

* 출처: KIET 산업경제, 산업포커스 ‘국내 스마트제조 공급산업 현황과 발전과제’

- 조사에 따르면 스마트제조 공급 기업들이 경쟁력 확보에 어려움을 느끼는 요인으로 R&D 자금부족(3.9), 판로개척(3.8), 인력부족(3.7), 과도한시장경쟁(3.7), 사업자금조달(3.7) 순서로 나타남
 - 스마트공장 지원 자금이 집중되면서 중소 공급업체들의 시장 진입이 증가하였고, 이에 따라 비교적 진입장벽이 높은 소프트웨어 등 일부 시장에서는 과도한 시장경쟁, 판로개척 등의 애로사항이 생김
 - 스마트제조 관련 제품과 서비스를 개발하는 데 기술적 요인보다는 새로운 시장을 개척하고 전문 인력을 확보하는 것이 더욱 큰 과제임

(2) 국내기업 기술동향

◎ 대기업 동향

- (LG CNS) 구글, MS 등 글로벌 기업과의 기술협력을 강화하면서 종합 솔루션 기술 강화 중
 - AI빅데이터 플랫폼 '디에이피(DAP)'와 구글 클라우드의 AI 솔루션 '오토ML'을 결합해 LG계열사 제조 공장의 불량품 판독시간을 기존 일주일에서 최대 2시간으로 단축
 - 마이크로소프트사의 Azure Cloud에 스마트제조 솔루션을 탑재하여 글로벌 자산을 실시간으로 모니터링, 제어, 사후 분석 및 사전 예지 보전을 진행
 - Field Device의 지능화를 위하여 Advantech의 임베디드 솔루션에 다양한 산업용 프로토콜을 지원할 수 있는 제어 솔루션을 탑재
- (KT) 텔스타홈멜과 협업으로 제작한 5G 제조 클라우드와 연동해 동작하는 미래형 스마트 공장 및 사이버물리시스템(CPS) 등을 공개
 - 텔스타홈멜은 경주공장의 실제 제조라인과 코엑스 전시장에 있는 가상 제조 공간이 5G로 실시간 연결돼 동작하는 모습 공개
 - 5G로 연결된 협동로봇과 머신비전의 데이터가 관제 플랫폼인 팩토리 메이커스(Factory Makers)로 실시간 전송돼 원격 모니터링과 분석하는 시연
 - 아울러 KT는 텔스타홈멜과 함께 개발 중인 'Link 5G'는 5G 무선신호를 수신해 공장 내 통신장비도 5G로 통신할 수 있도록 산업용 장비의 프로토콜을 연결해주는 장치
- (포스코 ICT) 철강분야 시스템에 공정별 IT 설계 및 구축을 주로 수행하였으며 MES 뿐만이 아니라 HMI, 전기제어, 설비 등의 역량 보유
 - Legacy 시스템 및 OPC-UA 등이 신규 표준 시스템 등을 수용할 수 있도록 상호 운용성을 고려한 유연한 구조 채택
 - 철강업 특성을 반영하고 기존 표준을 준용한 자체 Smart Industry 4.0 Framework을 설정하였으며, 이를 기반으로 스마트제조 플랫폼을 개발
 - 포스코가 운영하는 제철소에 스마트제조 플랫폼의 레퍼런스 구축 및 다양한 프로젝트를 추진
- (현대로보틱스) 자동차용접, 조선분야에 적용되는 로봇과 슬림형 다관절 로봇기술을 보유
 - 자동차 용접, 조선 분야 적용, 슬림형 다관절 로봇 기술이 있으며 자체 제어 솔루션 활용
- (한화로보틱스) 협동로봇인 HCR-3, HCR-5, HCR-12 제품을 선보임
 - 서로 다른 작업 환경의 요구사항을 해결 할 수 있는 효율적인 생산 환경을 구현하여 검사, 스크류 체결, 연마, 디스펜싱, 용접 등 다양한 공정에 투입을 진행 중

- (두산공작기계) 자동차 엔진 및 구조물, 항공, 의료, 금형의 수요산업 공정에 대응하는 5축 및 복합축 장비 개발
 - 표준기반 스마트 팩토리 기술 지원을 위한 스마트 팩토리 컨트롤러 국산화 개발
 - 국내 최초로 6개의 관절 마다 토크 센서 내장되어 힘 감지력과 충돌 민감도가 뛰어난 협업로봇을 개발하여 출시('18) : 표준규격 로봇안전 시험 통과
 - 로봇제어기는 Drag & Drop 방식의 간편한 프로그래밍 방식으로 개발이 용이한 장점 보유

- (LS산전) 수요예측 시스템(APS)이 적용된 유연생산 시스템 방식의 스마트공장 체제를 구축하여 설비 대기 시간 절반 감축, 생산성 60% 향상, 에너지 사용량 60% 이상 절감, 불량률 6ppm 급감 등의 성과를 달성
 - ICT와 자동화 기술 융합을 통해 다품종 대량 생산은 물론 맞춤형 소량다품종 생산도 가능한 시스템 변혁을 구현
 - 공장 자동화 시스템과 스마트 그리드 기술을 융합한 에너지 최적화를 위한 통합제어관리시스템 도입
 - 자동화 솔루션, 전력 솔루션, 드라이브 솔루션 등 산업용제어 기반 사업영역 커버, 각종 단위 기계에서 대규모 프로세스 제어까지 다양한 산업현장 솔루션 제공

- (현대위아) 서산 엔진공장에 IoT, 빅데이터 솔루션을 적용해 2019년까지 스마트공장을 시범 구축할 예정으로 여기에 적용될 스마트팩토리 솔루션(HW-MMS)*을 상용화해 외부에 판매하는 방안 추진 중
 - 공작 기계에 첨단 IoT 센서를 붙여 설비 상태를 실시간으로 전송하는 시스템을 구축하고, 스마트 팩토리 구축으로 고장예측·가동을 최적화에 의한 생산량 향상이 기대
 - 최근 알루미늄, 플라스틱 수지에 특화된 수직형 머시닝센터 F850 출시
 - * HW-MMS(HYUNDAI WIA-Machine Monitoring System): 현대위아 공작기계에서 출시한 공장내 공작기계의 가동현황을 모니터링 할 수 있는 소프트웨어

- 현대제철은 디지털 트윈을 구축하면서 문제 해결이 아닌 프로세스 개선에 중점을 두고, 공장 운영과 공장 관리를 진행
 - 원격에서 원하는 정보를 빠르고 쉽게 조회할 수 있는 '데이터 통합 수집'은 물론 타 시스템과의 인자 분석과 자가 학습이 가능한 'AI 기능'의 스마트 플랫폼
 - 현대제철이 구축한 디지털 트윈은 시스템 및 센서에서 신호를 모두 동기화시키고, 설비에 있는 데이터는 카피하여 IoT 플랫폼과 빅데이터 플랫폼, 머신러닝에 동기화 가능

- (삼익THK) 2018년 LM시스템 기술을 활용해 '수직다관절 로봇'을 출시, 반도체 웨이퍼 이송과 LCD 패널 이송용으로 나뉘어 생산되는 트랜스퍼 로봇도 활용도가 높음
 - 반도체 웨이퍼 이송용 로봇은 웨이퍼 사이즈에 따라 150mm부터 450mm까지 4종류를 생산. 운동방식에 따라 모델을 확장 가능

◎ 중소기업 동향

- (유진로봇) ‘라이다(LiDAR) 센서’와 자율주행 물류배송 시스템 ‘고카트120(GoCart 120)’을 개발하여 물류이송에서 컨베이어와 로봇간에 물품을 이송하는 데모를 시행
 - 고카트200 모델도 출시 예정이며, 고카트200에는 매카넘휠을 적용할 예정. 공장이나 물류창고, 병원, 호텔, 쇼핑몰, 식당, 빌딩 등 다양한 환경에서 사용이 가능
 - 이외에도 독자 개발한 2D, 3D 라이다 센서는 360도X90도 와이드 뷰(Wide View)가 가능하며 AGV(무인운반차), 공장자동화에서 장애 탐지·고속정밀제어·목표물 탐지, 산업용 자동문 등 보안분야, 안전 레이저 스캐너 등 다양한 분야에서 사용이 가능
- (뉴로메카) 신개념 협동로봇 플랫폼 비즈니스인 ‘인디고(IndyGO)’를 개발
 - 인디고는 중소제조기업의 성공적인 협동로봇 도입을 위해 분석, 설계, 설치, 운용, 유지보수, 인력교육에 이르는 전 공정을 제공하는 서비스
- (레인보우로보틱스) 휴보의 기술력을 갖춘 연구진이 국내 기술로 6축 협동로봇 RB5(가반하중 5kg)를 개발
 - 하모닉 드라이브를 제외한 모터, 센서, 제어기, 소프트웨어에 이르는 로봇의 모든 핵심 부품을 직접 개발
- (다인큐브) 다인큐브는 로봇 티치 펜던트와 제어기, 로봇 모션 컨트롤러 등을 선보임. 다인큐브는 지난 12일 로봇·장비용 로봇 세프티 컨트롤러인 DSRC 제품에 ISO 13849-1 Cat.3을 만족하는 S-마크 인증을 인증기관인 KOSHA로 부터 받음
- (AIM 시스템) 반도체 LCD 산업을 대상으로 MES 시스템 기술을 고도화 하여 실시간 설비연동이 가능한 설비 제어 통신 서비스를 개발
- (에이시에스) 에이시에스는 MES를 기반으로 제조실행 및 제조 정보 시스템 운영을 위한 기반 기술을 제공하여 다양한 제조업체에 적용 중
- (이랜서) RFID 기반의 IT 아웃소싱, SI, 및 컨설팅 서비스를 제공하고 있으며 제조 기업을 대상으로 ICT를 적용
- (에임시스템) 반도체, 태양광, 자동차/기계, 화학전자 재료 등 다양한 분야의 생산정보시스템을 구축하였으며, 공장·장비 자동화를 위한 MES 및 제어 솔루션 보유
- (엑센 솔루션) 자동차 부품, 반도체, 중공업, 기계, 식품, 제약 등 다양한 제조업을 대상으로 MES 마스터플랜 컨설팅 서비스 및 제조 시스템 구축 서비스 제공
- (신명정보통신) 뿌리산업 위주로 센서, M2M 디바이스 및 정보통합 솔루션 제공

4. 정책 분석

가. 해외 정책 동향

[주요국 스마트제조 정책 현황 및 특징]

	주요 정책	추진방향	기업·산업 동향
독일	<ul style="list-style-type: none"> · Industrie 4.0 · Mittelstand 4.0 · Plattform industrie 4.0 · Arbeit 4.0, RAMI 4.0 	<ul style="list-style-type: none"> · 글로벌 프리미엄 기계장비시장의 경쟁우위 유지, 중소/중견기업 혁신 기회 · 국제 산업표준 정립, 인적자원 양성 	<ul style="list-style-type: none"> · AI, 스마트데이터 활용하여 기계장비 산업의 글로벌 경쟁우위 강화 · 금속, 전기산업 등 교육규정 마련
미국	<ul style="list-style-type: none"> · 첨단제조파트너십(AMP) · 신미국혁신전략(NNMI) · 스마트 제조 프로그램(Smart Manufacturing Program) 	<ul style="list-style-type: none"> · 제조 신기술 개발과 신제조업으로의 전환 · 공공-민간 협력체계에 기반한 산업화 	<ul style="list-style-type: none"> · 글로벌 대기업들이 산업 인터넷 컨소시엄(IIC) 구성(2014.1.) · 테스트베드 구축 추진, 글로벌시장 진출
일본	<ul style="list-style-type: none"> · Society 5.0 미래투자회의 · 미래투자전략 · 데이터 기반 조성사업 · 로봇 신전략(RRI) 	<ul style="list-style-type: none"> · 총리 직속의 거버넌스체제 · 개인·산업 구분하여 데이터 활용기반 확보 	<ul style="list-style-type: none"> · 로봇, 첨단소재·부품시장 선점 · 노동자-기업 간 소통과 협력, 수용성 제고
중국	<ul style="list-style-type: none"> · 중국제조 2025 · 국가 스마트 제조 표준체계 정립 지침 · 스마트 제조 발전계획 (2016~2020) 	<ul style="list-style-type: none"> · 제조강국을 위한 중점 산업의 스마트화 · 국가 스마트 제조 표준 정립 · 공급부문 국내자급률 확대, 스마트 제조 시범 프로젝트 추진 	<ul style="list-style-type: none"> · 주요 제조사와 IT기업 중심으로 스마트 제조 활발하게 추진 · 하이얼, 온라인 기반 대량 맞춤생산 플랫폼 · 알리바바, 클라우드 기반 산업인터넷 플랫폼
한국	<ul style="list-style-type: none"> · 제조업혁신 3.0 · 스마트공장 확산 및 고도화 전략 · 중소기업 스마트 제조 혁신 전략 	<ul style="list-style-type: none"> · 중소기업 혁신전략의 일환으로 스마트공장 지원 강화 · 스마트공장 R&D 로드맵 수립 · 공장표준 등 국제협력 진행 	<ul style="list-style-type: none"> · 사회적 수용성을 높이기 위한 이해관계자간 소통 착수 · 빅데이터산업 육성을 위한 데이터 3법 입법화

* 출처 : 한국형 스마트 제조전략 수립의 중요성과 기본방향, 2020, KIET

◎ 스마트공장의 선도국가, 독일

- 국가주도로 미래 제조업 청사진을 제시, 기업이 자율적으로 혁신을 추구할 수 있도록 기본 인프라 스마트화에 중점
 - 인더스트리 4.0은 '12년 독일 정부의 핵심 미래 프로젝트로 도입되어 '13년부터 산업협회의 주요 연구 주제로 시작되었으나 실제 적용이 부진하여 '15년 정부주도의 플랫폼 인더스트리 4.0으로 재탄생
 - '16년에는 표준화 로드맵을 개정하여 인간-기계 상호작용, 통신, IT 보안에 중점을 두고 추진
- 독일 연방경제에너지부는 '15년 '미텔슈탄트(중소기업) 4.0' 정책을 수립하고, '중소기업 4.0 디지털화 지원 프로젝트'를 진행
 - 독일 전국에 총 23개의 '중소기업 4.0 역량센터'를 두고 중소기업이 4차 산업혁명 관련 기술을 개발·시연해보고, 경험할 수 있도록 관련 정보와 지식, 테스트 시설, 교육·컨설팅 등을 제공
- 플랫폼 인더스트리 4.0을 기반으로 회원사 간의 정보 교류 및 공동 연구를 촉진
 - 500개의 테스트베드를 구축해 기업들의 적응을 돕고, 실제 성공사례를 공유해 확산 도모
 - 독일 중소기업들의 4차 산업혁명 관련 사업모델 성숙도 중 '시장성숙' 단계의 사례가 51%로 가장 많았으며 플랫폼 인더스트리 4.0 네트워크에 등록된 업체 중 중소기업이 전체의 45%에 이를 정도로 높은 참여도¹³⁾
- 인더스트리 4.0 표준화 체계인 RAMI 4.0 모델 개발
 - 인더스트리 4.0에 스마트 그리드의 표준화 모델인 'Smart Grid Architecture Model(SGAM)'의 개념을 적용하여 확장
 - RAMI 4.0을 만들며 국제표준을 최대한 활용하여 신규 표준 수립에 들어가는 시간 및 비용을 최소화하고자 하였고 이는 향후 RAMI 4.0이 국제표준의 기준이 될 수 있음을 고려
- 국제협력을 통한 개방적 혁신 추구
 - (독일-미국) 독일의 플랫폼과 미국의 산업인터넷컨소시엄(IIC)은 2016년 3월 공식적으로 4차 산업혁명 관련 협력을 추진하기로 합의
 - (독일-중국) 독일 경제에너지부와 중국 공업신식화부(工业和信息化部)는 스마트제조 및 상호연계성 생산공정 분야의 양국 기업 협력을 지원하기로 하고 2015년 7월 MOU를 체결
 - (독일-일본) 독일 연방경제에너지부와 일본 경제산업성은 2016년 4월 말 하노버 선언을 통해 IoT 분야에 협력

13) 독일 중소기업, 4차 산업혁명성숙단계(한국무역협회, 2019.01.07.)

◎ ICT기반의 첨단 제조업 혁신정책, 미국

- 첨단 제조업을 국가 경쟁력의 근간으로 인식하고 인력양성·R&D 투자 확대 등의 정책을 추진하며, 민간 제조업체들 간의 원활한 소통 체계를 토대로 제조업 혁신 선두 중
 - 한편으로 정부와 대기업, 다른 한편으로 중소기업 및 개인이 각자의 장점을 살리며 혁신에 참여하여 시너지를 내도록 하는 투트랙(Two Track)으로 혁신을 진행 중
 - 미국 정부는 국방부와 과학재단(NSF) 주도로 개발해온 로봇기술이 제조혁신과정과 연계될 수 있도록 하고, DARPA 등의 기관을 활용하여 민간에서 자율적으로 수행하기 어려운 유형의 연구개발에 집중

- 대기업 중심의 개방형 스마트화로 글로벌 제조 및 IT 기업을 중심으로 산업인터넷 컨소시엄(IIC)을 구축해 산업용 사물인터넷(IIoT) 확산을 위해 노력 중
 - 미국 국내 기업 외의 외국 기업 및 제조업 외의 다양한 산업 분야도 아우르는 표준을 제정
 - IIC는 사물인터넷(IoT), 스마트 생산 등 생산망 최적화나 기술혁신 뿐 아니라 스마트 서비스 발굴 등 신규 비즈니스 모델에 초점을 둔 시장 주도적 접근방식이 특징
 - 시장 주도적 접근은 벤처캐피탈, 엔젤펀드 등 자금조달이 원활한 비즈니스 환경에서 비롯된 것으로 표준화나 상용화에 유리
 - 산업인터넷 관련 아이디어와 기술을 신속히 테스트 할 수 있는 유스케이스 발굴 및 테스트베드 구축
 - GE, 보쉬, IBM, SAP, 델 등을 중심으로 전 세계 260여 개에 달하는 다국적 기업 및 기관 회원을 보유하고 있으며, 26개 테스트베드 구축·운영

◎ Society 5.0, 일본

- 일본 내각부는 '16년 1월, 독일의 인더스트리 4.0에 대응할 새로운 개념으로 소사이어티 5.0(Society 5.0)을 제시
 - 제품의 개발-제조-판매-소비를 연결하여 제조업 생태계의 스마트화를 이루는 스마트 공급망 제시했으며 사물인터넷, 인공지능, 로봇, 자율주행차 등 4차 산업혁명 기술을 활용하여 사회적 과제를 해결하는 데 초점

- '17년 아베 총리는 'Connected Industries'라는 개념을 제시하고, 경제산업성이 커넥티드 인더스트리즈 정책의 5대 중점 분야를 선정
 - 5대 중점 분야는 자율주행·모빌리티, 제조업·로봇, 바이오·소재, 플랜트·인프라 보안, 스마트 라이프에 제조업에 한정되기보다는 전반적인 정책과제와 제도 정비에 중점
 - '18년 9월 일본 경제 산업성은 제조업 혁신과 관련해 기업 간 데이터 유통의 협조를 위한 IIoT 플랫폼 연계, 국제표준화, 사이버보안, 인재 육성, 연구개발, 중소기업 지원(스마트공장 시범사업, 테스트베드) 등의 정책과제를 주력

- 일본은 적용가능성을 높인 개별 기업 수준의 제조업의 스마트화로 IoT를 통한 제조업 고도화를 목표로 일본 기계학회와 주요 제조사가 참여한 IVI가 ‘인간 중심의 IoT’와 ‘관대한 표준’을 내세우며 출범
 - 사람과 설비의 조화를 지향하며, 문제 상황에 대처하는 현장의 소집단을 활용
- 2018년 6월 일본 정부는 ‘미래투자전략 2018’을 발표
 - 미래투자전략은 민간투자를 촉진하는 성장전략으로 ‘소사이어티 5.0과 데이터 구동형 사회로의 변화’라는 부제와 함께 발표
 - 5대 전략분야와 11개 플래그십 프로젝트, 경제구조 혁신기반과제 추진
 - 5대 전략분야 : 생활·산업, 경제활동 기반, 행정·인프라, 지역·커뮤니티·중소기업, 인재
 - 11개 플래그십 프로젝트 : 이동성, 헬스케어, 산업, 에너지, 핀테크·블록체인, 디지털정부, 인프라, 농림수산업, 지역, 중소기업, 관광·스포츠·문화예술
 - 경제구조 혁신기반 : 데이터 기반, 규제·제도 개혁, 해외성장시장 확보
 - 이동·물류혁명의 일환으로 트럭 후속 차량의 무인 대열주행 실현으로 인력부족에 직면한 물류현장 효율화

◎ 제조 2025, 중국

- 중국은 ‘중국제조 2025’ 시행으로 스마트제조 관련 정책을 본격 수립
 - 동 전략의 목표는 기존 대량생산 체제에서 첨단기술 기반 경제로 체질을 전환시키고, ‘35년까지 글로벌 제조 강국 건설
 - 10년(2015~2025년)안에 전 세계 제조업 ‘2부 리그’ 진입, 그 다음 10년(2025~2035년)엔 ‘1부 리그’ 진입, 세 번째 10년 기간(2035~2045년)에 1부 리그의 선두로 발돋움하겠다는 전략
 - ‘중국제조 2025’ 성과의 가시화를 위해 ‘15년 1차 시범사업 대상 스마트공장을 46개 선정, ‘16년 64개 시범사업 대상 발표, ‘17년 약 90개 시범사업 대상을 추가 지정
 - 제조업 전반에 대한 톱다운 방식의 전략적 대응과 상황변화에 유연한 대응을 할 수 있는 전략과 함께 차세대 IT 기술, 첨단 CNC 공작기계 및 로봇 등의 10대 육성 전략
- 제조업과 ICT 융합을 촉진하는 ‘인터넷 플러스’ 전략을 실행 중이며, 민간기업은 정부의 강력한 지원과 거대한 내수시장, 과감한 혁신을 통해 스마트화, 서비스화 등을 빠르게 실행 중
 - 제조업의 인터넷화·자동화·스마트화를 강조, 중국 제조업의 중장기 비전 달성을 위한 5개 핵심 프로젝트 제시하였고, 이 중 제조혁신센터, 지능형제조 프로젝트가 스마트공장과 연관
 - 제조혁신센터 : 미국의 IMI(제조혁신연구소)의 유사개념으로 ‘17년 10월 기준 베이징과 저장성에 제조혁신센터 설립
 - 제조혁신센터를 플랫폼으로 핵심기술 확보, 여러 기관의 협력개발, 기술이전, 사업화 등 지원
 - 중국은 기업 간 기술편차가 크긴 하지만, 기술도입 속도가 빠르고, 효율적 무선센서, 네트워크, 보안 분야 등에 강점

나. 국내 정책 동향

◎ 주요 정책 동향

□ 2020년, '한국판 뉴딜 종합계획' 발표

- '한국판 뉴딜 종합계획' 10대 대표과제 중 하나인 '스마트 그린 산단'은 산업단지를 디지털 기반 고생산성, 에너지 고효율 등 스마트·친환경 제조공간으로 전환 추진
- 스마트 생태공장(100개소)* 및 클린팩토리(1,750개소)* 구축
 - * (스마트 생태공장) 폐열·폐기물 재사용, 재생에너지 등을 통한 오염물질 최소화
 - * (클린팩토리) 기업별 배출 특성 진단 및 오염물질 저감 설비·기술 지원

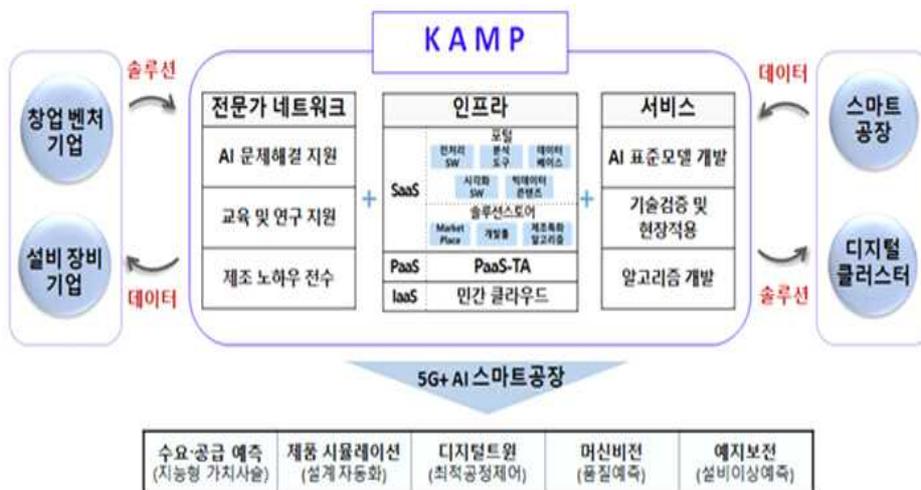
□ 2020년, '2020년 스마트제조혁신 지원사업 지원계획'을 통합 공고

- 중소벤처기업부는 스마트제조혁신 지원 사업에 총 4,926억원 투입하여 스마트공장 구축 및 고도화, 제조데이터 인프라 구축, 로봇활용 제조혁신지원, 스마트 마이스터 등 11개 내역사업으로 구성

□ 2020년, 스마트공장을 구축한 중소 제조업체들이 앞으로 손쉽게 제조데이터에 접근 가능

- KAMP는 스마트공장을 구축한 중소 제조업체를 위한 제조 분야 특화 AI 플랫폼
 - NHN, KT, KAIST, 아이브랩, 티쓰리큐, 스코인포, 엠아이큐브솔루션 등 국내 최고 수준의 클라우드·AI·소프트웨어(SW) 분야 전문 기업과 기관이 참여해 시스템을 구축
- KAMP는 스마트공장에서 생성되고 있는 제조데이터를 활용하여 그 이익을 데이터 생산 제조기업에 환원하는 '마이제조데이터'의 기반으로 중소기업의 생산성 향상 및 '마이제조데이터' 체계 마련
 - 엑스레이, 건조구동장치, 살균기, 교반구동장치, 용해탱크, 프레스기, 머신비전, 용접기, 사출성형기, 컴퓨터수체치어(CNC)기, 포드 엔진 진동, 제조 현장용 광학문자판독(OCR) 학습 등 AI 데이터셋 12종을 제공

[KAMP 개요도]



* 출처: 인공지능(AI)·데이터 기반 중소기업 제조혁신 고도화 전략, 중소기업벤처부(2020)

□ 2019년, ‘스마트제조 R&D로드맵’ 발표

- 산업통상자원부가 '19년 3월 발표한 스마트제조 R&D로드맵에서는 스마트 제조산업의 미래 신성장동력화를 비전으로 설정
- 스마트제조기술 역량강화를 통해 기술수준을 높이고('25년 90%), 세계시장 점유율을 제고('25년 5.0%)하는 목표를 수립함
- 자동차, 전자, 석유화학, 항공을 집중분야로 선정하였고 추후 산업을 추가하여 진행 예정

□ 2018년, ‘스마트 공장 확산 및 고도화 전략’ 및 ‘중소기업 스마트 제조혁신 전략’ 수립

- ‘스마트 공장 확산 및 고도화 전략’은 2022년까지 스마트 공장 2만개 보급을 목표로, 중소기업 중심의 민간주도-정부보조 스마트 생태계 조성을 목표
- 2018년 12월 중소벤처기업부에서 발표한 ‘중소기업 스마트 제조혁신 전략’에서는 2025년까지 중소기업 스마트공장 3만개 구축과 스마트 산업단지 10개 조성 등을 목표로 제시

[스마트공장 보급사업 목표 상황]

목표	누계('14~'22)	'19	'20	'21	'22
기준	20,000	3,000	3,000	3,000	3,200
확대	30,000	4,000	6,000	6,000	6,200

* 출처: 중소벤처기업부, 중소기업 스마트 제조혁신 전략 (중소벤처기업부, 2018.12.13.)

- 중기부 R&D('19. 1.1조원)의 20%를 공급기업에 우선 투자(~'22. 목표치)하고, AI·5G 등 전략분야 지원 확대
- 연도별 지원 목표 : (비중) ('17) 5.4% → ('20) 10% → ('21) 15% → ('22) 20%

[스마트공장 관련 전략분야 R&D 지원계획]

사업명	개발목표	협업부처
AI기반 자율제조공장 프로젝트	정보통합, 자가분석, 최적화 등 자율생산 관련기술	과기부 중기부 산업부
5G 기반 생산, 제조 및 협업로봇 실증	초고속, 저지연 제조서비스	과기부
데모공장 고도화 제조핵심, 협업패키지 기술개발 스마트 제조산업 HW 기술개발	유연 생산라인 구축 → 다품목 소량생산 개별 제품을 연계한 통합 솔루션 확보 로봇, 센서 등의 원천, 상용화 기술	산업부

* 출처 : 중소벤처기업부, 중소기업 스마트 제조혁신 전략 (중소벤처기업부, 2018.12.13.)

[스마트공장 관련 주요 정책 내용]

구 분	스마트제조 관련 주요전략
문재인 정부 국정과제	- 33. 소프트웨어 강국, ICT 르네상스로 4차 산업혁명 선도 기반구축 - 38. 주력산업 경쟁력 제고로 산업경제의 활력 회복 - 40. 중소기업의 튼튼한 성장환경 구축
스마트공장 확산 및 고도화 전략	- 혁신성장 선도산업인 스마트공장 확산의 원활한 추진을 위한 보급·확산 방안 마련 (민간·지역중심 확산 / 스마트공장 수준향상 / 현장 전문인력 양성)
중소기업 스마트 제조혁신 전략	- 스마트공장 성과 조기 확산 및 근로시간 단축 등 환경변화에 선제적으로 대응하기 위해 중소기업 경쟁력 제고 방안 마련
제조업 르네상스 비전 및 전략	- 세계 4대 제조강국 도약을 목표로 4대 추진전략 제시
5G기반 스마트공장 고도화 전략	- 5G기반의 제조혁신 활성화를 위해 5G 스마트공장 보급·확산에 필요한 정책적 지원계획
4차 산업혁명 대응계획	- 지능화 혁신 전략 아래 제조업 디지털혁신 추진, 산업 인프라·생태계 조성을 위한 지능화 기술경쟁력 확보
정부 R&D 중장기 투자전략	- 5대투자분야(주력산업, 미래·신산업, 공공·인프라, 삶의 질, 혁신생태계) 설정 및 투자전략
제4차 과학기술기본계획 (2018~2022)	- 4대전략(과학기술 역량 확충, 과학기술 생태계 조성, 신산업·일자리 창출, 행복한 삶 구현)

◎ 스마트공장 관련 기관

대통령직속 4차 산업혁명위원회

- 4차 산업혁명 시대를 맞아 국가 전략과 정책을 점검하고 정부 부처 간 정책을 조정하는 대통령 직속기구로, 2017년 8월 ‘4차산업혁명위원회 설치 및 운영에 관한 규정’이 국무회의에서 의결
- 4차산업혁명에 대한 종합적인 국가전략 수립에 관한 사항, 4차 산업혁명 관련 각 부처별 실행계획과 주요 정책, 4차 산업혁명의 근간이 되는 과학기술 발전 지원, 인공지능·ICT 등 핵심기술 확보 및 기술혁신형 연구개발 성과창출 강화에 관한 사항에 관한 사항 및 전 산업의 지능화 추진을 통한 신산업·신서비스 육성에 관한 사항 등을 심의, 조정하는 역할 수행

스마트제조혁신추진단

- '19년 7월 스마트공장보급사업의 컨트롤타워 역할을 하게 될 '스마트제조혁신추진단' 출범
- 이전의 중소기업기술정보진흥원, 스마트 공장관련 사업을 통합한 조직으로 스마트공장 보급, 제조혁신 연구개발(R&D), 표준화 등 중소벤처기업부의 스마트공장 보급사업을 총괄
- 기정원이 추진해 온 스마트공장 구축 지원사업을 이어받고 전국 18개 테크노파크에 설립한 스마트제조혁신센터를 총괄하는 등의 역할

- '18년 시작된 '상생형 스마트공장 보급사업'은 대기업이 중소기업과 협업해 스마트공장을 구축·고도화하면 정부가 대기업의 투자비용만큼 예산을 지원하는 사업으로 참여 대기업은 '18년 4개(120억원)에서 '19년 6월까지 8개(210억원)로 증가
 - '18년 까지 스마트공장 7,800개를 보급 (10인 이상 중기 6.7만개의 11.8%)
 - 스마트공장 도입기업은 생산성 30.0%↑, 불량률 43.5%↓, 원가 15.9%↓, 납기 준수율 15.5%↑ 등이 향상되고, 산업재해도 22.0% 감소, 고용도 기업당 평균 2.2명 증가
 - 매출 1천억 벤처기업에 신규 진입한 69개 기업('18. 11 발표) 중 17개사(24.6%)가 스마트공장 도입 기업

['19년 스마트공장 보급확산 사업과 주관기관]

사업	기관명
신규구축 및 고도화 시범 스마트공장 구축 지원 노동친화형 시범 스마트공장 구축 지원 업종별 특화 스마트공장 구축 지원 스마트화 역량 강화 지원 스마트공장 수준확인	스마트제조혁신추진단
대중소 상생형 스마트공장 지원	중기중앙회
로봇활용 제조혁신지원	한국로봇산업진흥원
스마트 마이스터	대한상공회의소

* 출처 : 스마트제조혁신추진단 홈페이지

□ 스마트제조혁신센터(SMIC)

- 중소벤처기업부는 지역 스마트공장 보급업무를 전담하는 스마트 제조혁신센터를 전국 19개 테크노파크에 구축하여 운영 중
- 주요 역할은 지역별 스마트 공장 구축/보급과 스마트마이스터 활용 컨설팅, 구축 희망 기업 대상 스마트공장 도입 교육 등이 존재

5. 중소기업 전략제품

가. R&D 추진전략

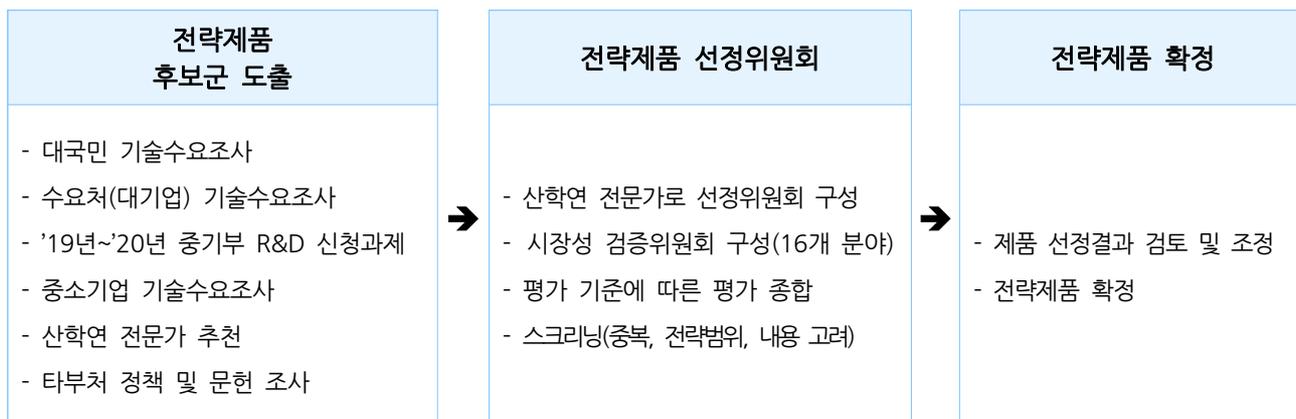
Factor	기회요인	위협요인
정책	<ul style="list-style-type: none"> • 대통령직속 4차 산업혁명위원회 설치 등정부의 정책적 지원 강화 추세 • 스마트공장 공급기업 R&D 강화 정책 • 스마트공장 보급·확산 정책 확대 • 노동시간 단축 및 임금인상으로 인한 스마트화 필요성 증대 	<ul style="list-style-type: none"> • 세계 각국의 제조업 혁신경쟁 가속화 • 미국, 일본 등 자국 중심주의로 인한 관련 기술 도입이 어려운 것으로 판단 • 지식재산권 등 연구개발의 결과물을 적절히 보호하기 위한 보호방안 미흡
산업	<ul style="list-style-type: none"> • 로봇 보급률 세계 1위 등 디지털화에 유리한 공정 설비 확보 • 세계 최고 수준의 대기업과 넓은 저변의 중소기업 보유 • 스마트공장 관련 산업 범위 확대 추세 	<ul style="list-style-type: none"> • 글로벌 선도기업들의 독점이 점차 강화 • 스마트공장 구축을 위한 자금 조달의 어려움 • 주력산업 구조조정으로 가동률이 하락하는 등 제조업 활력 저하
시장	<ul style="list-style-type: none"> • 우리의 제조업 경쟁력은 세계 5위 수준으로 양질의 인력도 존재 • 우수하고 복잡한 제조공정을 가진 기업 다수 • 다품종 소량생산의 니즈가 강화되는 추세 	<ul style="list-style-type: none"> • 중소기업의 스마트공장에 대한 인식이 여전히 낮음 • 후발국의 시장 진입 위협과 세계 시장 개척에 따른 경제적 부담 • 규모의 경제, 역량의 한계로 대응력과 경쟁력이 약한 중소기업에게 불리
기술	<ul style="list-style-type: none"> • 빅데이터, 웨어러블 디바이스 분야의 기술 접근성이 좋고, 생산설비와 네트워크 기술이 글로벌 기업에 준하는 수준 • 제조 데이터 활용을 위한 ICT 인프라도 OECD 1위 달성 • 높은 대학진학률 등 풍부한 인재양성 시스템 	<ul style="list-style-type: none"> • 선진국의 핵심기술 도입이 국내기술의 성장 방해 • 생산설비, 센서, 기반SW 등의 솔루션은 대부분 글로벌 기업에 종속되어 있음 • ICT 등에서 빠르게 등장하는 새로운 기술 활용에 필요한 인력부족 및 직원훈련한계



중소기업의 시장대응전략

- 주력산업(자동차, 반도체, 화학 등) 가치사슬 전반의 대·중소기업간 연계 및 생산 최적화
- 공장없는 제조기업(생산 아웃소싱), 개인맞춤형 제품 수요 대응을 위한 다품종 유연생산 기술 확보
- 중소기업 생산현장의 제조 데이터 생성→수집→분석 구현을 위한 요소 기술개발
- 스마트공장 보급·확산사업과 연계하여 성공 DNA 확산
- 스마트제조 기반 기술개발의 성공적인 현장 적용을 위해 설계기술 동반 연구개발 추진
- 개도국 및 중국의 가격경쟁력을 극복할 수 있는 고부가가치 기술우위 스마트제조 산업화 제품 개발

나. 전략제품 선정 절차



□ 전략제품 후보군 도출

- (최근 신청 과제) 중소벤처기업부 R&D 지원 사업 '19년~'20년 상반기 신청과제
- (기술수요조사) 중소기업기술정보진흥원 주관 SMTECH(중소기업 기술개발사업 종합관리시스템) 성과분석 대상 중소기업으로부터 기술수요 수신
- (대기업 의견) 전략분야 관련 대기업의 중소기업 유망 제품 관련 인터뷰
- (산학연 전문가 추천) 분야별 전문가 대상 후보 추천 의뢰 의견수렴
- (타부처 정책 및 문헌조사) 타 부처 정책사항 및 문헌조사를 통한 품목 발굴
 - ※ (재밍, Jamming) 데이터 기반의 전략제품 발굴을 위하여 인공지능 전략분야에 시범적으로 도입

□ 전략제품 선정위원회

- (선정방식) 중소기업 적합형 기술로드맵 수립 및 전략 강화를 위해 전략제품 선정위원회의 평가와 시장성 검증위원회의 평가를 종합하고, 전략분야에 따라 평가항목의 가중치를 조절하여 반영
- (전략제품 선정평가위원회) 분야별 산·학·연 전문가 위원회를 구성하여 전략제품에 대해서 각 5개 항목을 평가 및 검토 진행
- (시장성 검증위원회) 시장성 검증이 필요한 분야에 대해서 해당 전략분야에 관련성이 높은 전문가와 VC(투자심사역)으로 구성된 위원회가 전략제품 평가 진행
- (평가항목) 시장성, 기술난이도, 개발기간, 수입의존성 및 중소기업 적합성을 기준으로 평가
- (평가기준) 전략분야의 대구분(한국판 뉴딜 및 소부장·뿌리산업)에 따라 평가항목의 가중치를 조절

□ 전략제품 확정

- (검토 및 조정) 선정된 전략제품들에 대해 최종적인 타당성 검증 및 분야 간 전략제품 검토 및 조정을 통해 전략분야별 전략제품 확정

다. 전략제품 선정결과

◎ 중소기업용 스마트제조 플랫폼

· 제조 공정의 효율화를 위한 다양한 기술과 인프라를 포함하는 시스템으로 사물과 사람, 데이터와 서비스가 통합된 저렴하며 가벼운 중소기업형 스마트 제조 공통 플랫폼을 의미

- 스마트제조 산업용 IoT 기술을 기반으로 실시간 생산 데이터가 통합됨으로써 공정의 최적 설계 및 계획, 운영되는 스마트제조 확산되며 핵심 분야인 플랫폼 개발 필수
- 정부 추진 중인 스마트제조 보급·확산 사업의 지속적 확대에 볼 때 범용 플랫폼의 확대가 이루어질 것에 대한 대비 필요

◎ 스마트제조용 지능형 어플리케이션

· 스마트 제조 IT 솔루션의 최상위 시스템으로 MES(Manufacturing Execution System), ERP(Enterprise Resource Planning), PLM(Product Lifecycle Management), SCM(Supply Chain Management) 등의 플랫폼 상에서 각종 제조 실행을 수행하는 소프트웨어

- 스마트제조 보급사업은 어플리케이션 중심으로 이루어졌으며 매출과 수출액 그리고 고용까지 증대되는 성과를 보인 것으로 판단
- 제조업 종사 노동력 감소 및 기능공과 숙련공의 고령화 가속으로 인한 지능형 어플리케이션 필요

◎ 생산 스케줄링 시스템

· MRP(Material Requirement Planning) 시스템의 무한능력(Infinite Capacity) 계획의 한계를 보완하는 대안적 도구로 자재, 설비, 작업자 등과 같은 다양한 변수와 제약된 조건들을 동시 고려하여 현실성 있는 최적의 스케줄링 문제를 해결하는 시스템

- 급변하는 제조회장에서 다양한 현장 요건을 고려하여 효율적 스케줄 수립
- 변화하는 상황에 신속한 스케줄 수정 가능한 시스템적 지원
- 원자재 공급업체로부터 구매 및 조달활동, 생산 설비 내에서의 수요예측, 생산계획 및 일정계획 기능 관리 가능

◎ HyperConnected(초연결) SCM

· ICT 융합을 통해 공급망을 통합적으로 관리하고 기업 경쟁력을 향상시킬 수 있는 융복합 기술 및 서비스

- 전 세계 사람·데이터·사물등 모든 것의 네트워크로 연결된 초연결사회로 타 산업 분야와의 융합을 통한 다양한 영역에서의 변화 중
- IoT, 빅데이터, AI, 블록체인 등 4차 산업혁명을 이끌 기술발전으로 세계 공급망 관리 시스템의 혁신 필요

◎ 스마트제조용 보안시스템

· ICT 기술 의존도가 높은 스마트 제조의 안전하고 안정적인 운영을 위하여 스마트 제조 수행 요소인 어플리케이션, 플랫폼 및 장비·디바이스의 정보 보안을 위해 효과적인 모니터링 및 통제를 수행하는 시스템

- 공장 설비를 제어하고 운영하는 기반 기술이 디지털화하고 정보통신 기술과 인터넷에 연결되는 추세로, 공장의 사무환경과 공장 제어시스템·설비기기의 안정성·신뢰성·보안성 확보가 중요

◎ 스마트 설비관리 시스템

· 공장 등에 설치된 생산설비에 대해 설비의 내구 수명 전 주기에 걸쳐 고장을 예지하여 수리/관리하고 업그레이드 및 새로운 설비교체, 중고기계 유통 등 설비 기능을 유지·보전하는 데 필요한 체계화된 토털 시스템

- 노동력의 감소와 첨단 기술의 빠른 발전에맞는 설비관리 필요
- 생산성 향상, 비용 절감을 통한 기업 경쟁력 향상
- 설비보전비용, 설비보전비 순이익기여도, 설비 수명에서 높은 매출 및 매출액 상승효과를 가져옴

◎ 중소기업용 On-Site 엣지시스템

· 장비 내에 자가진단이나 지능제어 기능들을 탑재하여 운영하는 설비 지능화 요소와 상위 시스템 계층의 최적 운영 부분을 연계하기 위한 네트워크 엣지단에서의 컴퓨팅 기술

- 클라우드 컴퓨팅에 비해 상대적으로 데이터 처리량이 적어 지연시간이 짧으며, 광범위한 이동성 지원
- 늘어나는 데이터로 인한 전송 및 저장 부담 경감을 위한 대안
- 스마트제조 확산에 따라 엣지컴퓨팅 수요 증가로 시장 확대

◎ 자율형 공정 제어 솔루션

· 스마트 공장 전체에 걸쳐 고신뢰 제어성능 확보와 함께 (자율)제어 알고리즘, 지능형 HMI, 센서·네트워크, 엣지 컴퓨팅 등 차세대 신기술이 융합된 제어 솔루션 기술

- 공정 제어 및 공장 자동화는 모든 산업에서 다양한 프로세스를 수행하는 과정의 수동 작업을 줄일 수 있음
- 수동 작업에 의한 작업자의 실수 감소, 제품의 생산성과 품질의 향상, 작업의 정확성과 반복성 증가, 안전 보장, 제조 공장의 전반적 운영 효율성 향상 가능

◎ 디지털 트윈 생산시스템

· 사이버-물리 시스템(CPS(Cyber-Physical Systems))로도 불리는 디지털 트윈 생산 시스템은 사이버 시스템을 통해 실세계의 사람, 운영환경, 기계장치와 같은 물리 시스템을 네트워크로 연결하여 제어 가능하도록 하는 시스템

- 가상 시뮬레이션을 이용하면 기기와 설비에 대한 CPS를 구축하여 시행착오에 따른 오류와 비용을 절감 가능
- CPS는 공장 내외의 모든 정보를 수집하고 저장하여 하나의 빅데이터를 구성하여 생산성과 품질 개선에 기여 가능

◎ 스마트제조용 웨어러블 기기

· 사람 중심의 인간-기계 협업을 위해 작업 모델링, 작업자 노하우 수집·분석, 상호작용 및 작업자 지원 기술 등을 통해 제조 과정에 이와 같은 정보를 효과적으로 인간에게 제공함으로써 인간 친화적으로 협업하여 생산성과 품질을 높이기 위한 시스템

- 다양한 정보의 제공을 통해 실수의 사전 방지와 작업의 효율성 제고
- 기업 내의 다양한 공정과 프로세스에 적용이 되어 전체 최적화 지원
- 노동집약적 공정의 스마트화를 위한 사전 검증 도구로의 활용

◎ IoT 융합 공장용 에너지 관리 시스템

· IoT를 기반으로 공장전체의 에너지를 최적화하기 위한 관리시스템으로 실시간으로 외부 환경을 관리한 정보를 무선 네트워크를 통해 원격으로 조작하거나 기기에 내장하여 지능화된 알고리즘을 통해 에너지를 관리하는 시스템

- 절연 저항 측정을 통해 누전 경보를 발생하여 화재 피해 예방 가능
- 에너지 서비스 인터페이스를 통한 에너지 절감효과 및 효율 향상
- 현재 관련 솔루션 부재로 인한 블루오션 시장 개척 가능

◎ 산업용 지능형 센서

· 물리적·산화학적 현상을 전기 신호로 변환하는 기능 외에도 데이터 처리능력, 자가 진단 기능, 의사결정 기능, 통신 기능 등과 결합하여 데이터의 통계 처리 및 저장, 데이터의 자동 교정 및 보상, 상황판단, 네트워킹 등이 가능한 차세대 지능화된 센서를 의미

- 센서 산업은 센서 제조를 위한 소재산업, 소자 산업, SoC(System on Chip) 및 시스템형 산업을 포함하는 고부가 가치창출
- 아날로그 센서 신호보다 정확도가 높아 보다 뛰어난 처리 및 공정제어를 실현하며 연비와 생산량, 생산성 등을 향상

◎ 무인반송차(AGV)

· 무인반송차(AGV, Automatic Guided Vehicle)는 기존 물류 이송방식인 컨베이어 시스템을 대체하는 기술로써 자체의 동력으로 독립적으로 동작하고 정의된 경로를 따라 이동하는 공장 내 자재 운반 시스템

- 급변하는 사회에서 고객의 다양한 수요를 만족시키는 다품종 소량생산 방식 중 가장 적합
- 고객만족 실천, 세부적으로는 제품 품질, 제조원가 및 납기 만족을 동시 구현 가능
- 제품 설계 및 개발의 동시공학 추구 가능

◎ 머신비전 검사 시스템

· 사람을 대신하여 검사 제품을 비전 카메라로 촬영하여 캡처된 이미지 정보를 지능화된 분석 방법을 이용하여 검사 대상물의 불량 여부와 종류를 판단하는 검사 시스템

- 디지털 시장의 성장으로 인간과 기기 간의 상호 작용이 심화되고 기기들의 지능화되며 이에 따라 시장에서 요구하는 센서의 기능도 소형화, 복합화 됨
- 높은 해상도와 정밀도를 구현하는 이미지 및 영상 센서의 수요가 증가할 전망

◎ 보급형 스마트팜솔루션

· 정보통신 기술(ICT)을 활용해 원격, 자동으로 시간과 공간의 제약 없이 작물의 생육환경을 관측하고 최적의 상태로 관리하는 과학 기반의 농업 방식

- 농·축산업 인구 고령화, 젊은 층의 영농 승계 인력난 및 생산면적 감소와 투자위축
- 소득·수출·성장률 정체 등 지속가능성 위기에 처한 농촌문제 해결안으로 스마트팜 주목
- 스마트팜은 농업 경쟁력 강화와 동시 농업 분야 청년 유입 촉진할 것으로 평가

◎ 스마트 축산 솔루션

· ICT관련 기자재 및 기술을 축산에 접목하여 원격·자동으로 가축의 생육환경을 적정하게 유지·관리하는 생산관리와 축산 시설의 안전을 강화하고 에너지를 절약할 수 있는 하드웨어적 시설과 소프트웨어적 기술

- 지속 가능한 안전 축산물 생산의 위협을 생체정보와 환경정보 등의 데이터를 기반으로 사료·물·에너지등의 다양한 축산 투입재의 효율적 사용 필요
- 더 깨끗하고 안전한 축산물 생산을 위한 새로운 축산생산 시스템 필요



전략제품 현황분석

중소기업용

스마트제조 플랫폼



중소기업용 스마트제조 플랫폼

정의 및 범위

- 중소기업용 스마트제조 플랫폼이란 제조공정의 효율화를 위한 다양한 기술과 인프라를 포함하는 시스템으로 사람과 사람, 데이터와 서비스가 통합된 플랫폼이며, 저렴하며 가벼운 중소기업형 스마트제조 공통 플랫폼을 의미
- 스마트제조 플랫폼은 수집된 정보 분석, 모델링, 가상 물리 시스템을 통해 최적화 정보를 제공, 플랫폼에는 IoT(Internet of Things), CPS(Cyber-PhysicalSystems), 빅데이터, 클라우드 등의 기술이 포함되며, IoT 공통 플랫폼을 기반기술로 스마트제조의 핵심 기술인 CPS와 빅데이터, 클라우드 등의 기술의 융합

전략 제품 관련 동향

시장 현황 및 전망	제품 산업 특징
<ul style="list-style-type: none"> • (세계) 스마트제조용 플랫폼 관련 시장 규모는 연평균 6.5%씩 성장, 2018년 517억 달러에서 2024년 약 756억 달러 전망 • (국내) 스마트제조 플랫폼 시장 규모는 2018년 기준 3조 8,274억 원에서 2024년 5조 3,732억 원으로 5.8%의 CAGR을 보임 	<ul style="list-style-type: none"> • 제조공정의 디지털화로 생산라인, 공급사슬 전 공정에 사물인터넷, 센서, 클라우드 기반의 초 연결화로 스마트제조 제조사와 부품 공급업자 간 유기적 연결성 강화 • 빨라지는 신제품 출시주기, 짧아지는 제품수명과 소비자의 높은 기대수준을 맞추기 위해서 개인화된 제품생산과 신제품 출시가 가능한 스마트제조를 준비 필요
정책 동향	기술 동향
<ul style="list-style-type: none"> • 정부는 2022년까지 3만 개의 스마트공장을 보급한다는 목표로 2020년 4,150억원을 투입해 정부 3,800개, 대기업 등 민간 1,800개 등 총 5,600개의 스마트공장을 보급할 계획 • 제조공정 스마트화 노하우, 현장수요형 스마트공장 기술 개발, 스마트센서 선도 프로젝트 기술개발, 공정-품질 기술개발 지원 등 정부의 기술적 지원 	<ul style="list-style-type: none"> • 수직·수평적 통합을 유기적으로 구현을 위한 통합, 연결, 엔드투엔드 엔지니어링 (End-to-End Engineering) 관점에서 다양한 ICT 기술이 적용 중 • 클라우드 기반 중소 제조업체 스마트제조 플랫폼 개발 • 장비의 데이터 유형·용량·빈도를 고려하여 빅데이터 수집, 신호처리, 클라우드 연계 AI 학습모델 실행, 제어기 연동을 지원하는 생산 전문 제조기업용 On-site 엣지 컴퓨팅 기술 필요
핵심 플레이어	핵심 기술
<ul style="list-style-type: none"> • (해외) Siemens, Schneider Electric, 미쓰비시, IBM • (대기업) 삼성 SDS, LG CNS, 포스코 ICT • (중소기업) 울랄라랩, 티라유텍, 위즈코어, 한컴 MDS, 엠아이큐브솔루션, 유노믹, 에임시스템, 에이시에스, 엑센솔루션 	<ul style="list-style-type: none"> • 비정형 빅데이터(동영상, 이미지 등) 고속 분석 기술 • 클라우드 기반 IoS(Internet of Service)기술 • 생산정보 실시간 취득을 위한 IoT 플랫폼 기술 • 사용자 데이터 분석을 통한 사후관리 정보 지식화 기술 • 제조환경 데이터 실시간 처리 및 하드웨어 기반의 동기화 기술 • 스마트제조 어플리케이션 연동기술

중소기업 기술개발 전략

- IoT, 클라우드 등 국내 기술의 강점을 살린 플랫폼 개발
- 기술 간, 장비-어플리케이션간 원활히 연결되어 최적화하는 통합 플랫폼 개발
- 단순 디지털화를 통한 플랫폼 효과가 아닌 유연생산라인에 적합한 플랫폼 구현이 요구

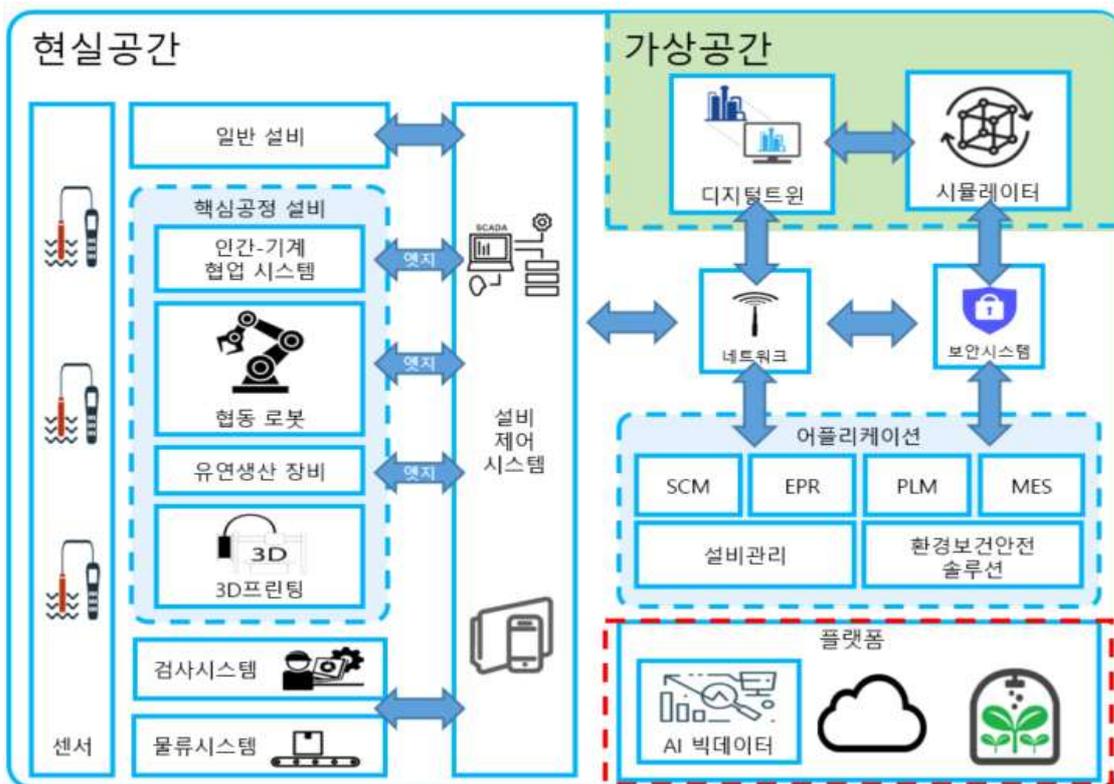
1. 개요

가. 정의 및 필요성

(1) 정의

- 중소기업용 스마트제조 플랫폼이란 제조공정의 효율화를 위한 다양한 기술과 인프라를 포함하는 시스템으로 사물과 사람, 데이터와 서비스가 통합된 플랫폼이며, 저렴하며 가벼운 중소기업형 스마트제조 공통 플랫폼을 의미
 - 각종 생산프로세스를 제어/관리하여 어플리케이션과 연계할 수 있는 시스템으로 구성
- 스마트제조용 플랫폼은 스마트제조에 방향을 결정짓는 핵심적인 역할을 하며 다양한 기술적 요소가 필요
 - 빅데이터 분석, AI분석을 통한 최적화와 이를 위한 Hadoop, NoSQL기반의 빅데이터 저장소와 다양한 형태의 대용량 데이터를 저장, 조화할 수 있는 기술이 필요
 - 실시간 대용량 마이크로 데이터 가공 및 처리, 대용량 데이터 온라인처리, 분산병렬처리의 데이터 처리 기술
 - 산업현장의 다양한 장치와 인터페이스와 데이터 수집 처리를 위한 표준 등이 필요

[스마트제조 플랫폼의 위치]



* 출처: 네모아이씨지 자체 작성

(2) 필요성

- 산업용 IoT 기술을 기반으로 실시간 생산 데이터가 통합됨으로써 공정이 최적 설계 및 계획되고 운영되는 스마트제조가 확산되며 핵심적인 분야인 플랫폼 개발이 필수적
 - 특히 개방형 표준 플랫폼과 서비스 기술을 적용하여 공정 설계 및 생산 계획이 통합되어야 하며, 이를 위해서는 새로운 참조/정보 모델과 라이브러리, 영역별/단계별 엔지니어링 의사결정 통합 수행 및 최적화가 필요
 - 다품종 소량 생산을 넘어서 주문 맞춤형 생산의 필요성과 시장이 급격하게 확대되고 있으며, 이를 위해서는 실시간 수집되는 생산 데이터를 기반으로 공정 설계 및 최적화 자동수행을 지원할 수 있는 기술 개발 필요

- 정부에서 추진 중인 스마트제조 보급·확산 사업의 지속적 확대의 순서로 볼 때 어플리케이션 확대 이후 범용 플랫폼의 확대가 이루어질 것이며 이에 대한 대비가 필요
 - 스마트제조 보급·확산 사업 1 단계(ICT 미적용), 2 단계(기초수준) 수준으로 추진 중에 있으며, 적용 솔루션으로는 ERP, MES, WMS, PoP, IoT 등을 적용 중
 - 향후, 3단계 (중간수준 1) 이상으로 고도화하기 위해서는 저장되고 있는 제조 데이터의 활용과 시뮬레이션, 고도화 품질 및 공정분석과 같은 다양한 서비스 지원을 위한 플랫폼 개발이 필요
 - 전자(삼성), 자동차(현대) 등 업종별 대표기업을 중심으로 스마트제조 확산, 스마트제조 표준·인증 도입 등 민간 주도로 자발적인 확산방안 마련

[제조업 혁신 3.0 전략]

추진전략	세부과제
스마트제조 확산	<ul style="list-style-type: none"> • 2020년 스마트제조 1만 개 육성 • 8대 스마트제조기술 개발
창조경제 신산업 창출	<ul style="list-style-type: none"> • 고속 수직이착륙 무인기 • 개인 맞춤형 건강관리시스템 • 극한환경용 해양플랜트 등
지역 산단 스마트화	<ul style="list-style-type: none"> • 17개 지역 산단 혁신 • 생활문화기반 구축 • 지역특화산업 대기업 주력분야 연계
사업재편촉진·혁신조성	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트 자동차 등 융합 신제품 인허가 패스트 트랙 활성화 및 시범 특구 도입

* 출처 : 산업통상자원부, 제조업 혁신 3.0 전략 추진과제

- 국내 스마트제조 기업은 대기업 관련 SI 기업들과 중소 제조기업에 대한 시스템 구축 기업이 대부분인 상황으로 공통의 플랫폼 개발은 미비한 실정으로 구축 연구개발 필요
 - 삼성SDS, 포스코ICT 등 대기업은 SI 프로젝트의 일부로 플랫폼을 구축하고 있으나 글로벌 업체에 비해 구축의 범위나 경험이 부족하고 중소기업인 울랄라랩이나 티라유텍 등 중소기업의 경우 스마트제조 플랫폼 상품을 내놓고 있으나 어플리케이션의 통합에 그치는 수준

나. 범위 및 분류

(1) 가치사슬

- 후방산업은 공정설계 플랫폼, 제조실행 분석 플랫폼, 품질분석 플랫폼, 설비보전 플랫폼, 안전/증감작업 플랫폼, 조달/고객대응 플랫폼으로 구성
 - 후방산업에 있어 모든 제조 공정의 전 과정을 자동화하는 플랫폼 기술이 발전 중
- 전방산업은 기존의 센서 산업, 임베디드 디바이스 산업, 휴대폰 디지털 TV, 가전, 자동차, 첨단 무기 등으로 구성
 - 전방 산업의 자동화 공정 요구에 따라 기존 기계 장치, 디바이스 등의 IoT 결합을 위한 CPS 등 기술 수요 중요

[스마트제조 플랫폼 분야 산업구조]

후방산업	스마트제조 플랫폼 분야	전방산업
빅데이터, 인공지능, 제어요소, 센서, 클라우드, 산업용 IoT 등	스마트제조 플랫폼	센서 산업, 임베디드 디바이스 산업, 휴대폰, 디지털 TV, 가전, 자동차, 첨단 무기 등

(2) 용도별 분류

- 대한상공회의소는 스마트제조 관련 기관과 협력하여 스마트제조 수준별 플랫폼의 용도 제시
 - 표준플랫폼은 기업 역량에 따라 효과적인 스마트화를 점진적으로 진행할 수 있도록 스마트제조 수준을 정의하고 분류한 것으로 업종별 특성 및 수준을 고려

[용도별 분류]

용도	세부 내용
현장 자동화	• AI, IoT, 클라우드 등의 융합기술을 바탕으로 공정에 맞게 프로그래밍된 작업을 수행하는 방식에서 직접 학습, 상호작용 등이 가능한 솔루션을 제공
공장운영	• IoT, 생산 빅데이터 등 ICT 기반으로 실시간 공장 최적 운영을 위한 SW 제공
기업자원 관리	• 공장운영 통합, 기능 간 통합, 관리 기능 중심 및 기능 개별 운용
제품개발	• 기준정보/기술정보 연계 자동화, 기준정보/기술정보 개발 운영, CAD 사용 및 프로젝트 관리
공급사슬 관리	• 다품종 개발 협업, 다품종 생산 협업

2. 산업 및 시장 분석

가. 산업 분석

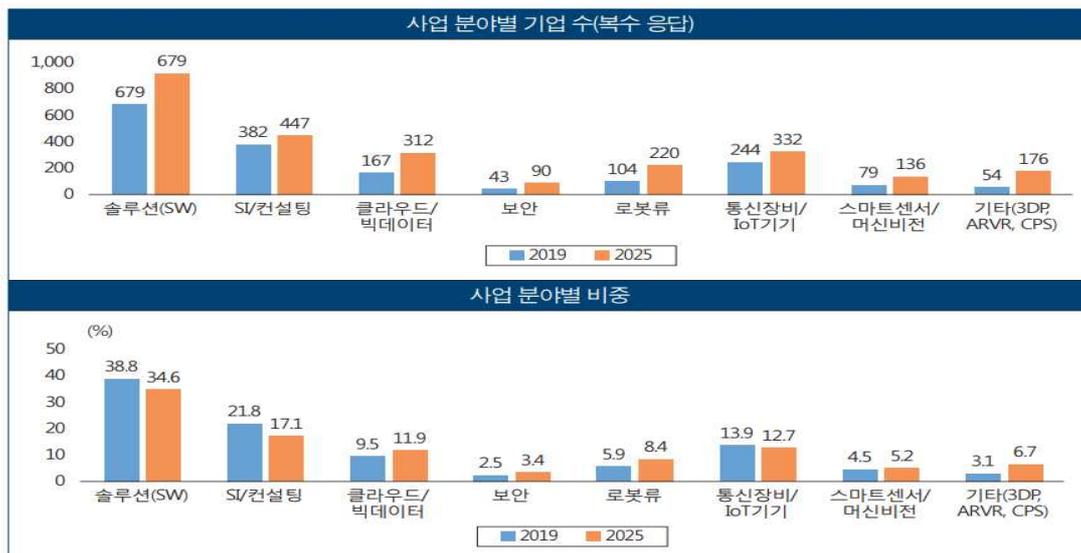
◎ 2020년 스마트제조혁신 지원사업 계획

- 정부는 1월 31일, 2020년 스마트제조혁신 지원사업 계획을 통합해 공고, 스마트 대한민국 실현을 위한 핵심 사업들로 구성
 - 스마트공장 구축 및 고도화, 제조데이터 인프라 구축, 로봇활용 제조혁신 지원
 - 스마트 마이스터 등 컨설팅, 공정·품질 기술개발, 현장수요형 스마트공장 기술개발
 - 스마트센서 선도 프로젝트 기술개발
- 정부는 2022년까지 3만개의 스마트공장을 보급한다는 목표로 2020년 4,150억원을 투입해 정부 3,800개, 대기업 등 민간 1,800개 등 총 5,600개의 스마트공장을 보급할 계획
 - 스마트공장 수요·공급기업이 컨소시엄 형태로 사업을 신청하는 경우만 지원하던 것을 개선하여 2020년부터는 중소·중견기업이 자체 기술인력으로 스마트공장을 구축·고도화하는 경우도 지원 대상에 포함하여 제조업과 ICT기술의 융합이 가속화될 전망
 - 대기업 등이 중소기업에 스마트공장을 지원하는 '상생형 스마트공장 사업'에 고도화 지원 트랙을 추가
 - 상생형 사업 사업비는 부담비율 기준으로 정부가 30%를, 대기업이 30%를, 도입기업이 40%를 각각 부담하여 중소·중견기업이 상생형 사업을 활용해 스마트공장을 고도화할 경우 최대 1억 8,000만 원(정부 9,000만 원, 대기업 등 9,000만 원)까지 지원
 - 중기부는 디지털 경제로의 패러다임 전환에 대비해 제조 데이터의 수집·분석·활용 방안을 마련하고, 아울러 스마트공장에서 생성된 제조 데이터를 제조 데이터센터·플랫폼과 연계한다는 방침
- 2020년 하반기부터 중소·중견기업도 대기업처럼 데이터 축적·분석을 통해 제조공정의 고장을 사전에 진단하는 등 고도화된 스마트공장 서비스를 활용할 수 있을 전망
 - 중기부는 이를 위해 올해 말까지 제조 데이터 플랫폼 1개소와 함께 데이터센터 2개소(공모를 통해 선정, 센터당 15억 원)를 구축
 - 데이터센터는 스마트공장에서 생산된 제조 데이터의 수집·활용을 지원하고, 데이터 플랫폼은 지역별 데이터센터와 연계해 고급 데이터 분석·활용 서비스를 제공
 - 중기부는 데이터 센터·플랫폼을 중심으로 전국의 제조공장을 연결하고, AI기반 분석 서비스를 제공할 수 있도록 플랫폼을 고도화하는 등 '스마트 대한민국'으로 나아가기 위한 핵심 자원으로 활용

◎ 스마트제조 공급시장과 어플리케이션

- 스마트제조는 어플리케이션과 생산설비의 유기적연계가 필요한 산업이며 이중 어플리케이션은 머리의 역할을 하는 분야
 - 빅데이터나 클라우드와 같이 소프트웨어 중심 기술과 각종 구성요소와 기술을 통합하여 스마트제조를 구현하는 시스템 통합 및 컨설팅 분야를 포함하는 개념
 - 스마트공장의 경영과 생산, 공급사슬과 제품개발 등의 관리 기능을 수행하는 시스템이며 크게 경영과 생산부문으로 구분
 - 경영 부문은 전통적으로 기업의 회계와 인사 등의 정보를 통합관리하는 ERP와 공급사슬을 관리하는 SCM, 제품개발을 관리하는 PLM 등으로 구성
 - 생산 부문은 제조업의 생산정보를 통합적으로 관리하는 MES를 중심으로 에너지관리에 특화된 FEMS 등을 포함하는 경우가 많음
- 국내 스마트제조 공급산업 현황과 발전과제(2020)¹⁴⁾의 조사결과 스마트제조 공급기업의 대부분은 중소기업
 - 사업분야별로는 솔루션·서비스·설비분야 모두를 취급하는 기업 비중이 57.5%로 통합적 사업 포트폴리오를 추진하는 기업들이 가장 다수로 나타남
 - 상당수의 설비분야 기업들은 향후 사업범위를 확장하여 통합화된 패키지 서비스를 제공할 계획이며 2025년에 사업분야를 솔루션·서비스와 설비 등 스마트제조 공급의 모든 분야를 영위할 계획이라고 답한 기업 비중이 74.9%에 달함
 - 국내 기업 중 대표적 로봇기업인 현대중공업지주의 경우 2015년 로봇사업부 신설 후 2019년부터 스마트공장 솔루션을 개발

[스마트제조 공급기업의 사업분야별 기업수]



* 출처 : 네모아이씨지 자체 작성

14) 국내 스마트제조 공급산업 현황과 발전과제, KIET(2020)

◎ 제조용 어플리케이션의 통합관리의 필요성 증대(통합관리 플랫폼 필요)

- 제조공정의 디지털화가 진행되면서 생산라인 뿐 아니라 공급사슬 전 공정에 걸쳐 사물인터넷, 센서, 클라우드 기반의 초 연결화가 가능해지면서, 스마트제조의 제조사와 부품 공급업자 간의 유기적인 연결성 강화
 - 제조 어플리케이션 공급 기업들은 자사 솔루션의 영향력을 늘리기 위해서 각자의 독립된 플랫폼만을 제공하고 있으며, 이러한 어플리케이션은 수평·수직적 연계성이 낮음
 - 기존의 엔지니어링 소프트웨어 공급 기업들과 비즈니스 솔루션 공급 기업들도 서비스하던 솔루션의 영역을 넓혀가고 통합하는 추세
 - 독일의 SAP는 기존의 PLC→MES→ERP로 수직구조화 되어 있는 아키텍처에서 PLC와 바로 실시간 인터페이스 가능한 MES와 통합된 ERP를 제공해 생산 환경의 동적 변화에 유연하게 대응할 수 있는 솔루션 제공
- ICT를 바탕으로 실시간으로 연동·피드백되는 데이터를 효율적으로 처리·저장·관리하고 다양한 제조 업무에 최적으로 활용할 수 있는 고도화된 어플리케이션에 대한 산업요구가 늘어남에 따라 통합관리 플랫폼 필요
 - 세계 최대의 스마트제조업체 중 하나인 지멘스 2018년 8월 3개 조직을 세 개의 운영 회사로 통합하면서 본격적인 HW와 SW의 수직·수평 통합 작업이 목적임을 선언
 - 인수한 SW 기술과 지멘스의 전통 사업인 HW를 통합해 고객의 이익(생산성)을 극대화할 수 있는 플랫폼을 공급하는 것이 목적
 - 보쉬는 'Connected Industry' 사업부를 출범시켜 자사의 플랫폼을 강화하는 전략을 사용 중이며 독일, 헝가리, 중국에서 작업을 이미 시작

◎ 다양한 방향의 플랫폼 필요

- 다양한 기술융합을 통해 서비스와 제품이 결합된 다양한 시장을 창출하여 기존 영역의 경계를 넘어서는 혁신적 변화를 리드
 - Gartner는 미래 유망기술로 디바이스 메시, 경계 없는 사용자 경험, 3D 프린팅 소재, 만물정보, 진보된 학습기계, 자율지능형 기기, 능동형 보안 아키텍처, 매시업 및 서비스 아키텍처, 사물인터넷 아키텍처와 플랫폼을 선정
 - 지멘스는 제조용 애플리케이션 생태계를 강력한 자사 플랫폼 우산 속으로 끌어들이기 위한 클라우드서비스 '마인드스피어' 확장전략 수립
- 빨라지는 신제품 출시주기, 짧아지는 제품수명과 소비자의 높은 기대수준을 맞추기 위해서 개인화된 제품생산과 신제품 출시가 가능한 스마트제조를 준비 필요
 - 미국, 독일, 일본은 글로벌 금융위기 이후 자국의 장점을 기반으로 궁극의 미래 제조업과 서비스 산업의 생태계를 연계하는 제4차 산업혁명을 주도
 - 제품의 기획, 설계, 생산, 유통, 판매 등 전 과정을 IT기술로 통합, 최소비용, 시간으로 고객 맞춤형 제품 생산을 위한 자동화 및 다품종 생산이 가능한 유연 생산체계 필요

나. 시장 분석

(1) 세계시장

- 전 세계 스마트제조용 플랫폼 관련시장 규모는 연평균 6.5%씩 성장하여 2018년 517억 달러, 2024년 약 756억 달러의 경제적 가치를 창출할 전망
 - 글로벌 경제 및 제조업에서 중국이 차지하는 위상이 과거 대비 크게 높아짐에 따라 최근 발생한 신종 코로나 바이러스(코로나 19) 감염증의 중국내 확산으로 인한 글로벌 경제 활동 위축 정도는 과거 SARS(사스) 당시보다 더 클 것으로 우려

[스마트제조 플랫폼 세계시장 규모 및 전망]

(단위 : 백만 달러, %)

구분	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
합계	51,700	54,700	57,900	61,200	64,800	68,600	75,600	6.5

* 출처 : CIMData, Markets and Markets, Gartner, KESSIA ISSUE REPORT(플랫폼 시장만을 따로 조사한 결과는 존재하지 않아 관련시장을 합산하여 재가공)

(2) 국내시장

- 국내 스마트제조용 플랫폼 관련 시장 규모는 '18년 3조 8,274억 원에서 연평균 5.8% 성장하여 '24년 5조 3,732억 원에 이를 전망
 - 2022년 3만 개 보급·확산사 업에 힘입어 중소·중견기업 중심의 스마트 팩토리 구축으로 시장이 활황을 맞이하고 있으나, 아직까지는 소프트웨어(SW) 위주의 보급
 - IoT와 CPS 등 스마트제조 기술의 고도화를 지향하는 솔루션은 대기업을 중심으로 시범 도입되는 단계에 머물러 있고, 성공 레퍼런스가 부족한 상황으로 평가

[스마트제조 플랫폼 국내시장 규모 및 전망]

(단위 : 억 원, %)

구분	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
합계	38,274	40,495	42,864	45,307	47,973	50,786	53,732	5.8

* 출처 : CIMData, Markets and Markets, Gartner, KESSIA ISSUE REPORT, 산업통산자원부, 스마트제조 R&D로드맵(2019.03) 재가공(APAC 시장대비 비율)

3. 기술개발 동향

기술경쟁력

- 중소기업용 스마트제조 플랫폼은 EU가 최고기술국으로 평가되었으며, 우리나라는 최고기술국 대비 86.5%의 기술수준을 보유하고 있으며, 최고기술국과의 기술격차는 2.1년으로 분석
- 중소기업의 기술경쟁력은 최고기술국 대비 79.2%, 기술격차는 2.6년으로 평가
- 미국(99.7%)>한국(86.5%)>중국(77.1%)>일본(76.7%)의 순으로 평가

기술수명주기(TCT)¹⁵⁾

- 중소기업용 스마트제조 플랫폼은 7.19의 기술수명주기를 지닌 것으로 파악

가. 기술개발 이슈

◎ 국내외 2020년 정부 기술적 지원

제조공정 스마트화 노하우 습득 지원

- 스마트공장 도입·운영 관련 중소·중견기업의 현장 애로를 해결할 수 있도록 스마트 마이스터를 지원(70억원)하며 2020년 대기업 제조현장 근무경험 혹은 이에 준하는 경력·학위·자격증을 가진 스마트공장 현장 전문가로 스마트 마이스터 400명 선발, 800개사에 지원 계획
- 선정기업은 스마트 마이스터를 약 3개월 동안 파견받아 스마트공장 관련 현장의 애로를 즉석에서 해결하고, 대기업 수준의 제조 노하우 전수
- 중소기업이 스마트공장 관련 전문 컨설팅을 지원받을 수 있도록 ‘스마트화 역량강화’사업에 30억 원의 예산을 편성

현장수요형 스마트공장 기술개발 지원

- 국내 스마트공장 공급기업의 기술 수준을 높일 수 있도록 원격에서 클라우드 방식으로 제조 데이터의 수집·분석, 생산설비를 제어하는 ‘클라우드 기반 데이터 플랫폼 기술 개발’을 지원
- 스마트 대한민국으로 도약하기 위한 핵심기술인 가상물리시스템(CPS) 기반 스마트공장을 시범 구축
- 선정기업은 정부지원을 통해 가상공간에 실제 공장과 동일한 환경을 구현하고, 공정·설비 등을 종합적으로 검증하는 가상물리시스템 기술을 국내 중소기업 현장에 구현
- K-앱시스트 기술개발을 통해 생산현장의 데이터를 디지털화하고, 스마트공장과 연계한 제품·서비스 개발을 지원하는 솔루션 개발도 지원
- 선정기업은 설비 유지보수·고장 대처, 단순 반복 작업 최적화 등과 관련한 제조 노하우를 디지털화하고, 작업자와 기계가 협업해 생산성을 향상시키는 솔루션 등을 개발

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

스마트센서 선도 프로젝트 기술개발 지원

- 스마트공장 고도화를 위한 핵심부품 중 하나로 기존 센서에 데이터 처리, 자동보정, 자가진단, 의사결정 기능 등이 결합된 고기능·고정밀·고부가가치 센서인 스마트센서 기술 개발을 신규 지원
- 선정기업은 고온·고전력 환경에서도 스마트센서가 작동할 수 있는 소자를 개발하거나, 센서로부터 취합된 제조데이터의 실시간 의사결정을 지원하는 지능화 기술 개발

공정·품질 기술개발 지원

- 산·학·연 전문가 조직과 협업해 공정을 혁신하거나, 제품의 생산성 향상을 원하는 기업을 대상으로 혁신형 R&D와 현장형 R&D로 구성된 공정·품질 기술개발 지원
- 현장형 R&D는 제품의 생산성 향상을 원하는 중소기업은 누구나 신청할 수 있으나, 혁신형 R&D는 스마트공장 도입기업이 스마트공장 고도화를 원하는 경우로 지원 대상을 한정

◎ 스마트제조 플랫폼의 기술적 분류

프로세스 통합/공정 시뮬레이션 및 클라우드 기반 IoS(Internet of Service)의 시뮬레이션 기술

- 수집된 데이터를 기반으로 가상의 공장 모델을 활용하여 모델링 및 시뮬레이션을 수행, 검증하여 실공장에 반영할 수 있는 기능

수집 데이터 고속 필터링 및 연관매칭과 메모리 기반의 비정형 데이터 고속 분석 판단 기술

- IoT 플랫폼을 통해 수집되는 연속 데이터들을 실시간 분류/매칭하는 고속 필터링 및 연관매칭 기술
- 비정형 Factory-Thing 참조 데이터를 메모리 기반 저장 및 고속 분석 처리하여 실시간으로 의사결정을 지원하는 메모리 기반의 비정형 데이터 고속 분석 기술

이종 복수 플랫폼 통합연동, 이종센서 정보 변환 및 연결, 소프트웨어 정의 FCM 제어를 가능하게 하는 통합연동 기술

- 스마트제조를 위하여 사용된 모든 기기들을 연결하고, 생성된 데이터를 실시간 저장, 공유하여 최적 생산을 결정할 수 있도록 도와주는 제반 지원 시스템
- 이종센서 정보 변환(Adaptation) 및 연결(Chain) 기술
- 소프트웨어 정의 기반의 FCM(Factory Control Middleware)을 통하여 팩토리 생산 디바이스의 제어를 유연하게 처리하는 FCM 기술

◎ 수직·수평적 통합을 위한 플랫폼 개발

- 수직·수평적 통합을 유기적으로 구현을 위한 통합, 연결, End-to-End Engineering 관점에서 다양한 ICT 기술이 적용 중
 - IoT, 빅데이터, 사이버 물리시스템(Cyber Physical System) 등 최신 기술의 출현으로 더욱 정교하고 세밀한 수직적·수평적 통합 구현이 가능
 - 수평적 통합 지원 기술로는 제품설계 도구인 CAD/CAE 등을 포함하는 PLM 솔루션, 시제품 생산을 빠르게 지원할 수 있는 3D 프린터, 가상과 실재의 연동이 가능한 사이버물리시스템, 제조 프로세스 분석을 위한 공정 시뮬레이션 등이 포함
 - 수직적 통합 지원 기술로는 생산설비의 많은 데이터를 획득하기 위한 스마트센서와 IoT 기술, 생산현장 에너지절감 기술, 제조 데이터 분석을 위한 제조 빅데이터 기술 등이 포함

- 인공지능이 스마트팩토리의 주요 분야에 Breakthrough를 가져올 전망
 - AI 응용 플랫폼은 다양한 곳에서 활용될 수 있으며 이를 활용한 사례는 현재도 연구결과로 보고되고 현장에서 응용되고 있음

[인공지능을 통한 스마트제조 변화]

분야	인공지능의 활용범위
설비예방정비	- 다양한 설비 데이터를 수집한 후 단순한 통계분석보다 인공지능 분석을 적용함으로써 예방정비 신뢰성 개선
공정 간 연계제어	- 통계적 분석 기법으로 예측하기 힘든 공정 간 품질결함도 인공지능 분석을 통해 예측할 수 있을 전망
전문가 공정제어	- 전문가 공정제어에 강화학습 기반의 인공지능을 적용하면서 과거 전문가 제어시스템의 한계를 극복하고 전문가 이상의 생산성 성과를 보여줄 것으로 기대
로봇 자동화	- 인공지능과 로봇의 융합을 통해 로봇 스스로 학습이 가능해짐으로써 다양한 작업에 대한 범용성 증가

* 출처: 스마트팩토리, 인공지능으로 날개를 달다(POSRI 이슈리포트, 2017. 05)

- 이제 일반화된 빅데이터 플랫폼이 가져야 할 조건과 기술
 - (빅데이터 분석 처리 성능) 실제 제조현장에서 발생하는 데이터는 하루 수십TB에 달하기도 하는데 이를 오픈소스로 실행하는 것은 불가능하므로 병렬 및 분산처리를 통해 데이터 처리 능력 향상
 - (효율적인 데이터 추출) 데이터베이스에 저장된 데이터를 빅데이터 분석 시스템으로 가져오기 위해 대용량 데이터를 위한 추출기능을 높이는 방법에 대한 기술 축적 필요
 - (제조데이터 성격에 따른 병렬/분산 처리) 제조 데이터를 분석하는 과정에서 추출되는 데이터는 특정 조건으로 그룹별로 분석을 하게 될 때 데이터에 대한 처리방식이 전체 속도를 많이 좌우하게 되므로 이에 대한 기술개발이 필요

◎ 중소기업을 위한 플랫폼 개발

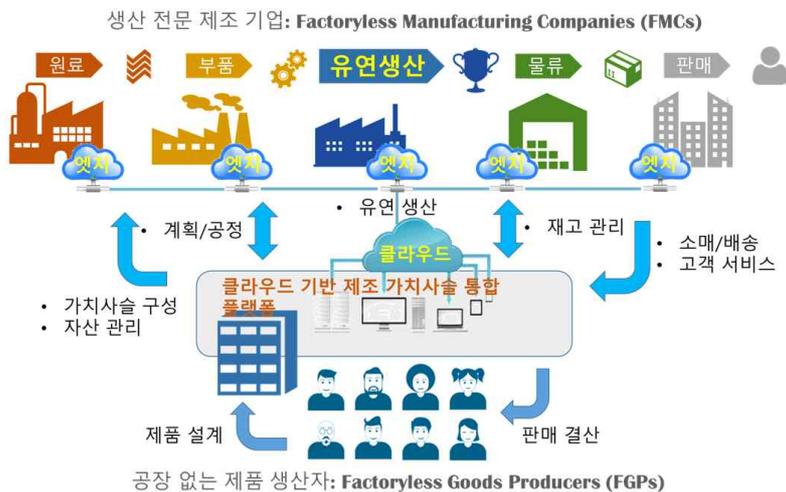
□ 클라우드 기반 중소 제조업체 스마트제조 플랫폼 개발

- KMAP을 활용하여 중소기업은 클라우드 인프라를 통해 다양한 제조데이터 관련 정보와 분석도구를 지원받을 수 있음
- 제3의 서비스 개발기업에 의한 생태계 확장이 가능한 ‘중소기업 스마트제조 제조 R&D 정보 기반 클라우드 플랫폼’을 구축하고 관련 핵심 서비스 개발
- 중소기업 스마트제조 분야 및 기타 R&D정보 종합 플랫폼에 인공지능 실증서비스를 지속 추가, 융합함으로써 전산업, 전분야로 확대 중
- 다양한 데이터의 수집, 저장, 분석, 시각화 등 빅데이터 플랫폼과 AI 학습환경을 제공하는 중소기업 R&D 기반 클라우드 플랫폼 구축
- 스마트제조 컴포넌트(MES/WMS, 품질관리시스템, 시뮬레이션, IoT 등) 개발과 클라우드 플랫폼을 통한 Open API 기반 Mash-up 서비스를 제공

□ 제조 단계별 특화된 원격지의 생산 전문 기업을 활용한 factoryless 생산공정을 통해 CPS 및 디지털트윈 기반 다품종 소량 생산을 가능하게 하는 최적 제조 시스템 기술

- 장비의 데이터 유형-용량빈도를 고려하여 빅데이터 수집, 신호처리, 클라우드 연계 AI 학습모델 실행, 제어기 연동을 지원하는 생산 전문 제조기업용 On-site 엣지 컴퓨팅 기술 필요
- 산업용 사물 인터넷(IIoT)과 디지털 트윈, 에지 클라우드를 통해 AI 기반의 제조 자산의 실시간 예지 보전과 최적화된 다품종 제조 공정을 도출하는 제조 서비스 기술 개발 필요
- 설계/생산/조달/유통의 가치사슬을 수평적으로 통합하여 제조를 서비스로 제공하는 협업형 제조 가치 사슬 구축 기술

[Factoryless 생산을 위한 클라우드 기반 협업형 제조 가치사슬(Value-Chain) 통합 플랫폼]



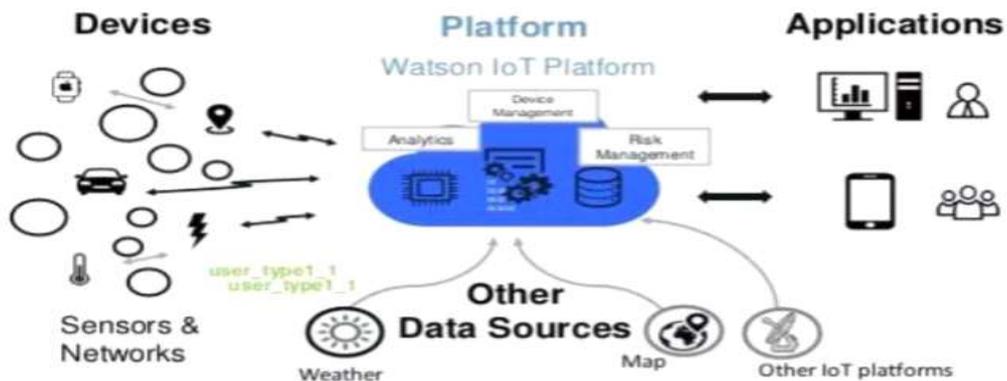
* 출처 : 스마트제조혁신추진단 제공

나. 생태계 기술 동향

(1) 해외 플레이어 동향

- (Siemens) 클라우드 기반의 개방형 IoT 운영 시스템 마인드스피어를 공급 중
 - 산업용 클라우드 ‘마인드스피어’를 통해 다양한 종류의 기기와 엔터프라이즈 애플리케이션과의 연결 프로토콜 옵션, 산업 애플리케이션, 고도화된 분석 솔루션뿐만 아니라 지멘스의 개방형 PaaS(서비스 기반 플랫폼) 역량과 혁신적인 개발 환경을 제공
 - 실제 운용 데이터를 활용하여 가상세계 시뮬레이션과 현실세계 엔지니어링 과정을 최적화에도 활용
- (Schneider Electric) 개방형 시스템 아키텍처 및 플랫폼인 에코스트럭처 (EcoStruxure)는 사물인터넷(IoT) 지원 및 상호 운영이 가능
 - 산업 현장에서의 실시간 증강현실(AR) 모니터링 솔루션, IEC 및 UL 기준에 따른 컨트롤패널 및 차단기 등 제품을 연동하여 활용하는 것을 발표한 바 있음
- (Mitsubishi) 자사의 스마트제조 공급기술인 설비, 로봇, 제어, 센서, 비전, MES 등을 통합하여 eF@ctory 플랫폼 구축
 - 다양한 클라우드, IT 시스템에 대한 연결을 용이하게 벤더가 가진 다양한 클라우드, IT 시스템을 활용한 사용자를 위한 서비스와 생산 현장을 연결하고 각국(글로벌)에 분산돼있는 자사 여러 공장을 중앙(통합) 관리 및 공급망 관리 등을 최적으로 구축
- (IBM) Watson IoT 플랫폼을 출시
 - IBM 이외 업체가 제작한 다양한 센서 및 기기를 연결하는 수평적 개방적 플랫폼을 지향하고 있으며, 단순 데이터 취합 및 통합, 변환 단계를 넘어 데이터 분석 및 시각화에 활용하는 단계의 플랫폼을 구현 중
 - 화웨이 (중국) 등을 포함한 46개의 다양한 해외 글로벌 기업 및 기관과의 협업을 추구하는 중

[IBM Watson IoT 플랫폼]



* 출처: IBM

- (Intel) 인텔의 IoT 플랫폼인 ‘인텔 IoT 플랫폼’은 IT 인프라를 전방위적으로 포괄하는 형태로 IoT와 관련하여 인텔이 제공하는 솔루션
 - 디바이스 및 클라우드 관리모듈인 Wind River Edge Management System, 단말기기 컴퓨팅과 클라우드 분석의 결합을 가능하게 하는 Intel Galileo 보드/ Intel Edison 모듈/ Intel IoT Gateway 개발 키트 시리즈 등을 포함
 - 인텔 자사 제품군을 기반으로 하는 IoT 아키텍처에 타사 솔루션과의 연동을 지원하여 클라우드를 통한 데이터 분석 및 통찰력을 제공하는 것이 목표

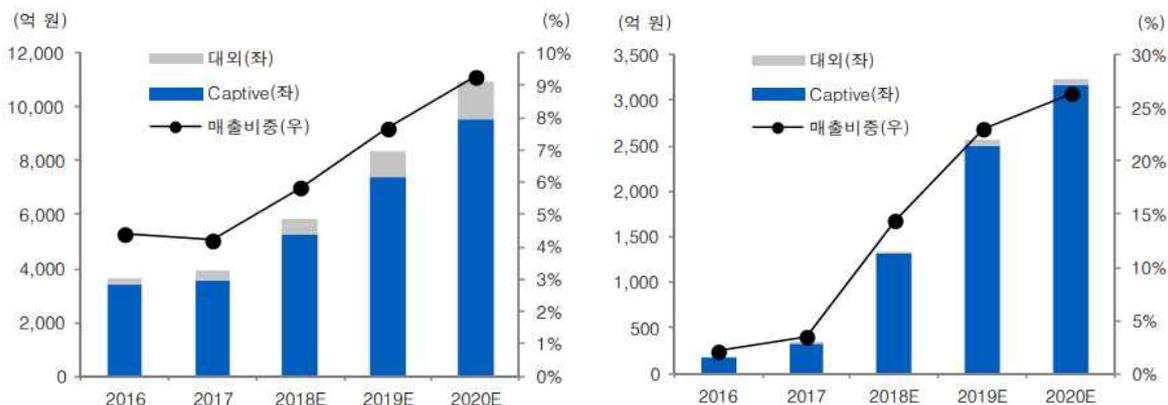
- (Fraunhofer MOEZ) 독일의 연구소이며, 중소·중견 제조기업 기술의 글로벌 시장 진출, 기술이전, 상용화를 지원 중
 - 프로세스와 비즈니스 모델 평가와 시뮬레이션, 실시간 예측 및 가시화를 수행하는 빅데이터 센터 운영
 - Industry 4.0 환경에서의 산업 정보화와 디지털화에 따른 제품과 서비스의 사용자 맞춤을 지원하는 ‘디지털 비즈니스 모델’을 연구하고 있으며 공급기술의 사업화 모델을 구축 예정

(2) 국내 플레이어 동향

◎ 대기업 동향

- (삼성 SDS) 넥스플랜트 플랫폼은 설비에 장착된 IoT센서로 수집된 대용량 빅데이터를 AI(Brightics AI)로 분석
 - 넥스플랜트 적용 결과 고객사 공정에서 실시간 이상감지는 물론 장애 시점을 예측하는 등 설비 가동률을 높였고, 공정(생산과정)을 최적으로 제어·분석해 공정품질을 30% 향상시키고 불량유형을 딥러닝으로 학습시켜 불량 분류정확도를 32% 증가
 - 무인 자재운반 기계 등 자재물류 장치들이 공장 내 하루 평균 수십만 Km를 이동하면서 중단 없이 최단 거리로 자율 주행하는데 성공
- (LG CNS) 2018년 LG그룹 제조사들의 제조역량에 AI와 빅데이터, IoT 등 최신 ICT를 접목한 스마트팩토리 플랫폼인 `팩토바(FACTOVA)`를 출시
 - 팩토바는 AI, 빅데이터, IoT 등 최신 ICT를 상품기획부터 생산, 물류까지 제조 전 과정에 적용해 표준화된 개발과 운영환경을 제공
 - AI 빅데이터 플랫폼 `DAP` 기반 비전검사를 적용해 품질검사 정확도를 99.7%까지 끌어올릴 수 있어 생산 효율도 극대화하는 것이 가능하고 물류 단계에서는 실시간 위치추적 시스템과 RFID(radio frequency identification) 등 IoT 기술로 배송 전 과정을 실시간으로 관리
- (포스코 ICT) 포스프레임은 포스코 고유의 스마트팩토리 플랫폼으로 철강제품 생산과정에서 발생하는 대량의 데이터를 관리하고 분석해 생산성 향상과 품질예측, 설비고장 예방 등 철강 경쟁력을 높이는데 기여
 - 포항제철소는 그동안 열연 공정에 한해 포스프레임을 적용했으나 2018년 4월부터 열연공정에 연계된 제강, 연주, 냉연, 스테인리스(STS) 냉연 등 전·후 공정을 모두 관통하는 포스프레임을 구축

[삼성SDS(좌)와 포스코ICT(우)의 스마트제조 관련 매출 추이]



* 출처: 2019년 스마트 팩토리 시대의 달이 오르는 해(케이프투자증권, 2019.02)를 재가공

[스마트팩토리 공급 대기업 비교]

업체명	플랫폼	주요 내용
삼성SDS	넥스플랜트	- 18.8월 '넥스플랜트'로 사업 본격화 (IT 4대 전략 사업 중 하나) - 2020년까지 삼성 그룹 차원에서의 지원 공식화 - 넥센타이어, 아모레퍼시픽, 만도 등 대외사업 추진
LG CNS	팩토바	- '18.4월 '팩토바' 출시. 7개 전략브랜드 중 하나 - '12년 첫 출시 이후 40여개 성공사례 조합
포스코ICT	포스프레임	- '16년 '포스프레임' 출시 후 세계 최초 철강 연속공정 적용 - 그룹사 전환에 대한 가장 명확한 비전 제시
SK C&C	스칼라	- '16년 7월 '스칼라' 출시 - 폭스콘 충칭 공장 프린터 생산 라인 전환('15), - 대양그룹 구축('17) 등 적극적 대외사업 추진
현대오토에버	-	- 스마트 팩토리로 사업영역 확장 - 자동차 분야에 특화. 차량 생애주기 관리 플랫폼 개발 (차량 출고부터 폐차까지 모든 과정을 데이터로 관리)

* 출처 : 2019년 스마트 팩토리 시대의 닳이 오르는 해(케이프투자증권, 2019.02)를 재가공

◎ 중소기업 동향

- (울랄라랩) 스마트제조 사물인터넷(IoT) 플랫폼 임팩토리(WimFactory)를 앞세워 중소제조업 스마트제조 시장 공략
 - 임팩토리는 쉽고 간편한 스마트제조 플랫폼으로 생산현장의 다양한 데이터를 수집하고 분석해 최적 모니터링과 관리환경을 제공
 - 센서와 생산설비 데이터를 수집·전송하는 하드웨어 '위콘(Wicon)'과 데이터의 저장·시각화·분석을 담당하는 'вим엑스(Wim-X)' 솔루션으로 구성
 - 회사가 독자개발한 산업용 분석엔진 '스나이프'를 기반으로 속도와 안정성, 정확성, 분석력이 대폭 향상

- (티라유텍) 생산 관리(MES), 공급망 관리(SCM), 설비 자동화, 제조 빅데이터 분석, 물류 주행 로봇, 클라우드 플랫폼 등 스마트제조 구축에 필요한 관련된 다양한 솔루션 보유
 - 티라유텍은 2019년 10월 31일 코스닥 시장에 상장

- (위즈코어) 중소기업용 스마트제조 플랫폼인 NEXPOM은 빅데이터를 통해 다양한 제조 데이터를 통합하여 실시간 모니터링 및 예측 분석을 위한 플랫폼
 - 생산, 품질, 설비, 에너지 APP을 통해 공장의 종합상황실 역할을 하고, 데이터들의 상관관계 분석으로 최적화된 공장 운영의 지표를 제공

[중소기업용 스마트제조 플랫폼 예시]



* 출처 : 위즈코어 홈페이지

- (한컴MDS) 국내 1위 임베디드 소프트웨어 전문업체로 스마트공장 확산에 따라 관련 데이터의 실시간 수집과 저장, 생산 공정 감시, 에너지 관리 등의 산업용 IoT 서비스를 구축하기 위한 서비스(ThingSPIN)를 자체 개발
- (엠아이큐브솔루션) 제조 정보를 통합하고 지능화하는 일을 수행하고 2017년부터 AI 관련 연구를 시작하면서 제조뿐 아니라 건설, 발전 등 다양한 산업을 대상으로 사업을 전개
 - 디지털 스마트 팩토리 패키지는 엠아이큐브솔루션이 보급하고 있는 MES솔루션, 연구소에서 개발 후 고도화중인 AI솔루션과 CPPS(Cyber Physical Production Systems)를 융합
 - 생산자원 관련한 4M(Man, Machine, Method, Material) 정보의 실시간 결합과 통합, 관리서비스를 제공하고 제조 기계, 설비 등 제조 요소들을 상호 연결하였으며, 재공품(생산과정 중에 있는 제품), 부품 등 자재와 통신을 가능케 해 글로벌에 산재되어 있는 복수의 공장 데이터 및 현황을 단일 시스템에서 관리
- (유노믹) OMA DM 기술을 중심으로 다양한 솔루션을 제공하였고, 국내 공작기계 제조사와 함께 모바일 기반 공작기계 제어 소프트웨어 개발, 2013년부터 북미 표준 제조 기술규격인 MTConnect 및 OPC UA를 중심으로 공작기계 모니터링 시스템 개발
- (에임시스템) 반도체, 태양광, 자동차/기계, 화학/전자재료 등 다양한 분야의 생산정보시스템을 구축하였으며 공장·장비 자동화를 위한 MES 및 제어 솔루션을 보유
- (에이시에스) 실시간 생산정보화를 위한 컨설팅 및 시스템 통합을 제공하며 MES 같은 솔루션부터 IoT 센서 및 디바이스까지 공장 전반에 걸쳐 하드웨어, 미들웨어 및 IT 서비스를 폭넓게 제공
- (엑센 솔루션) 자동차 부품, 반도체, 중공업, 기계, 식품, 제약 등 다양한 제조업을 대상으로 MES Master Plan 컨설팅 서비스 및 제조 시스템 구축 서비스 제공

다. 국내 연구개발 기관 및 동향

(1) 연구개발 기관

[중소기업용 스마트제조 플랫폼 기술개발 기관]

기관	소속	연구분야
한국전자기술연구원	스마트제조연구센터	<ul style="list-style-type: none"> • 증강현실 기반 스마트제조 관리/작업 지원을 위한 서비스 플랫폼 기술 • 3D 프린팅 기반 탄소 용/복합 유연소재 공정플랫폼 기술 • 블록체인이 적용된 SAL모듈 기반의 사물 공유, 거래 서비스 플랫폼 • 제조 빅데이터 공동활용을 제공하는 클라우드 플랫폼 기술
한국전자통신연구원	스마트ICT융합 연구단	<ul style="list-style-type: none"> • 가변 재구성형 유연 조립시스템 • ICT 융합 기반 스마트 시스템 핵심 요소기술 • 고성능 컴퓨팅, 클라우드컴퓨팅, 임베디드시스템, 고신뢰 CPS 기술
울산과학기술원	연구관리팀	<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 스마트센서 핵심 원천 기술
한국생산기술연구원	형상제조연구부	<ul style="list-style-type: none"> • 공정 모니터링 및 최적화 • 재구성 유연 생산 플랫폼 • 실시간 생산 운영 및 설비관리 • 생산 정보화 서비스 • 이기종 설비 통합 데이터모델, 표준 데이터인터페이스, 설비 이상 예측 및 원인 진단 시스템 개발 • 스마트제조용 가상데이터 생성 시스템 개발

(2) 기관 기술개발 동향

- (한국전자통신연구원) 세라믹 산업 제조혁신을 위한 클라우드 기반 빅데이터 플랫폼 개발 (2019-04-01~2021-12-31)
 - 세라믹 제조공정 빅데이터 분석 기술
 - AI·기계학습 기반 불량제품 예측 기반 기술 개발
- (한국생산기술연구원) 제조 빅데이터 기반 IloS(Industrial Internet of Service) 플랫폼 개발 (2017-12-15~2019-07-14)
 - 자체 플랫폼 (Q-Factory)을 이용한 개발 모듈 검증 및 제조현장에서 발생하는 복합적인 공정 및 품질 문제 해결을 위한 “공정특화 추천 템플릿 (Template)” 개발
 - 빅데이터 및 AI 관련 산업 (AI,딥러닝, 빅데이터 플랫폼 등)과 제조기업 간의 생태계 구축 지원
- (고려대학교) 지능형 CPS 환경을 고려한 엣지 컴퓨팅 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 엣지 컴퓨팅 기술개발
 - Edge-cloud 구조 기반의 이종 네트워크에서의 computation off loading 알고리즘 개발

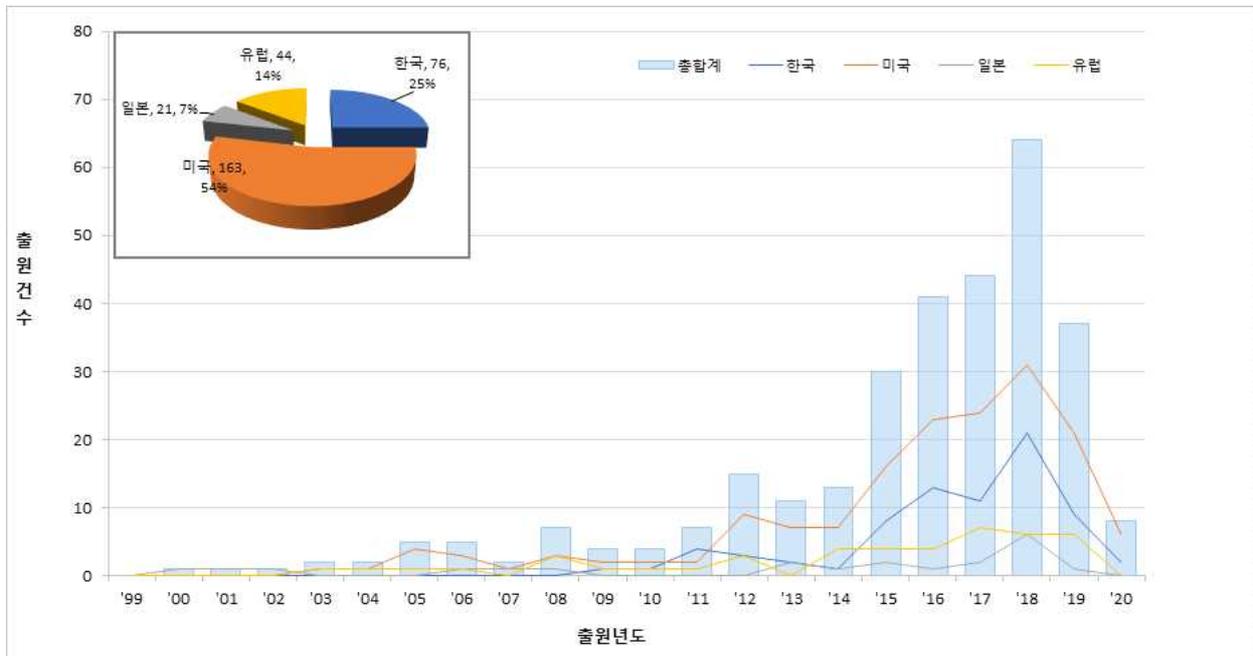
4. 특허 동향

가. 특허동향 분석

(1) 연도별 출원동향

- 중소기업용 스마트제조 플랫폼은 '15년부터 높은 성장을 보임
 - 각 국가별로 살펴보면 미국이 가장 활발한 출원활동을 보이고 있음
- 국가별 출원비중을 살펴보면 미국이 전체의 54%의 출원 비중을 차지하고 있어, 최대 출원국으로 중소기업용 스마트제조 플랫폼 분야를 리드하고 있는 것으로 나타났으며, 한국은 25%, 유럽은 14%, 일본은 7% 순으로 나타남

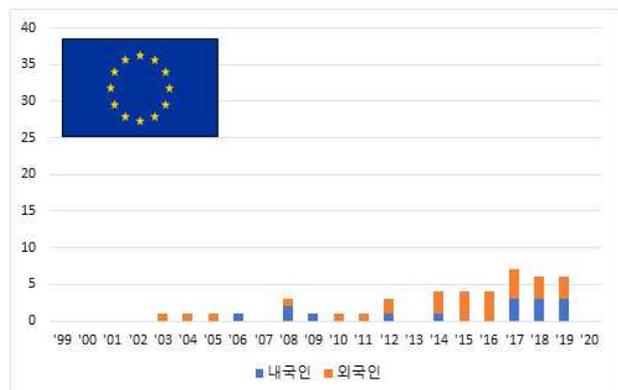
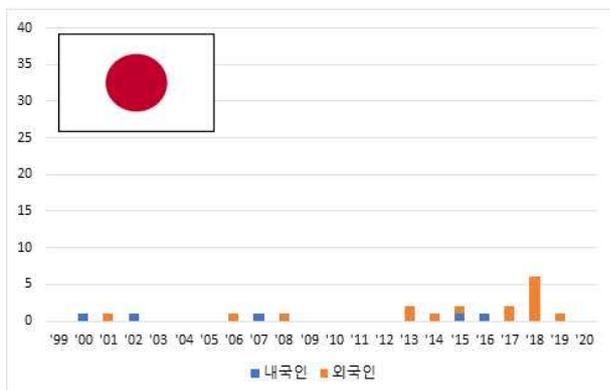
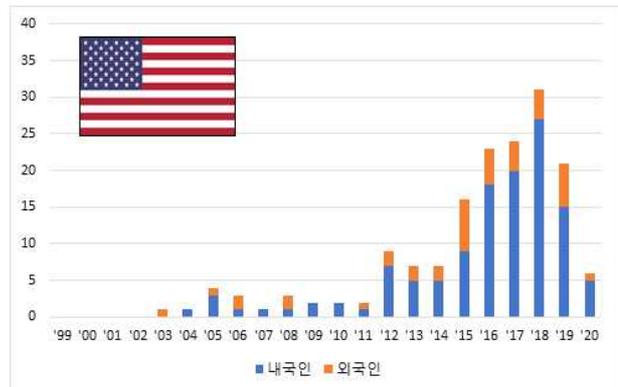
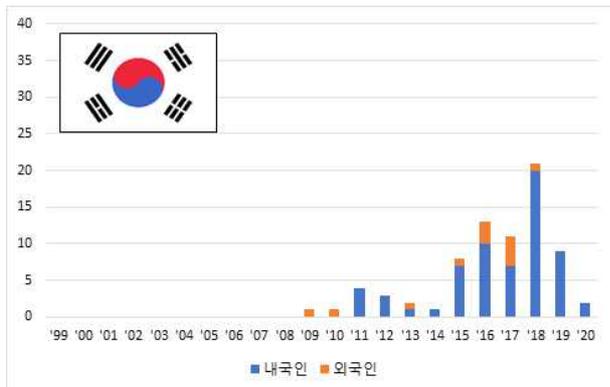
[중소기업용 스마트제조 플랫폼
연도별 출원동향]



(2) 국가별 출원현황

- 한국의 출원현황을 살펴보면, '15년부터 해당 기술의 출원이 급격히 증가하는 추세
 - 내국인 위주의 출원이 진행되고 있음
 - 한국 기술의 양적 흐름은, 추세면에서 미국과 유사
 - 미국의 출원 수에 비해 47% 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
- 유럽의 출원현황은 출원수가 매년 10건 이하로, 뚜렷한 증감 동향이 나타나지 않음. 해당 기술 분야에서 유럽 시장에 대한 관심도가 낮은 것으로 보임
- 일본의 출원현황은 출원수가 매년 10건 이하로, 뚜렷한 증감 동향이 나타나지 않음. 해당 기술 분야에서 일본 시장에 대한 관심도가 낮은 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 Cloud Platform, Sensor Signal, Local Data Collection 등 키워드가 다수 도출
- 최근 구간 분석 결과, 최근 1구간(2012년~2015년)과 비교할 때 2구간(2016년~2020년)에서 Data Collection, Platform Monitoring 키워드가 많이 등장하는 것으로 보아 중소기업용 스마트제조 플랫폼 분야에는 데이터 수집 및 사용자 데이터 분석 기술 관련 연구개발이 활발한 것으로 추정

[특히 키워드 변화로 본 기술개발 동향 변화]

전체구간(1999년~2020년)



- Cloud Platform, Sensor Signal, Local Data Collection, Data Collection, Simultaneous Delivery, Smart Device, Industrial Automation, Data Source, Field Device, 클라우드 서버

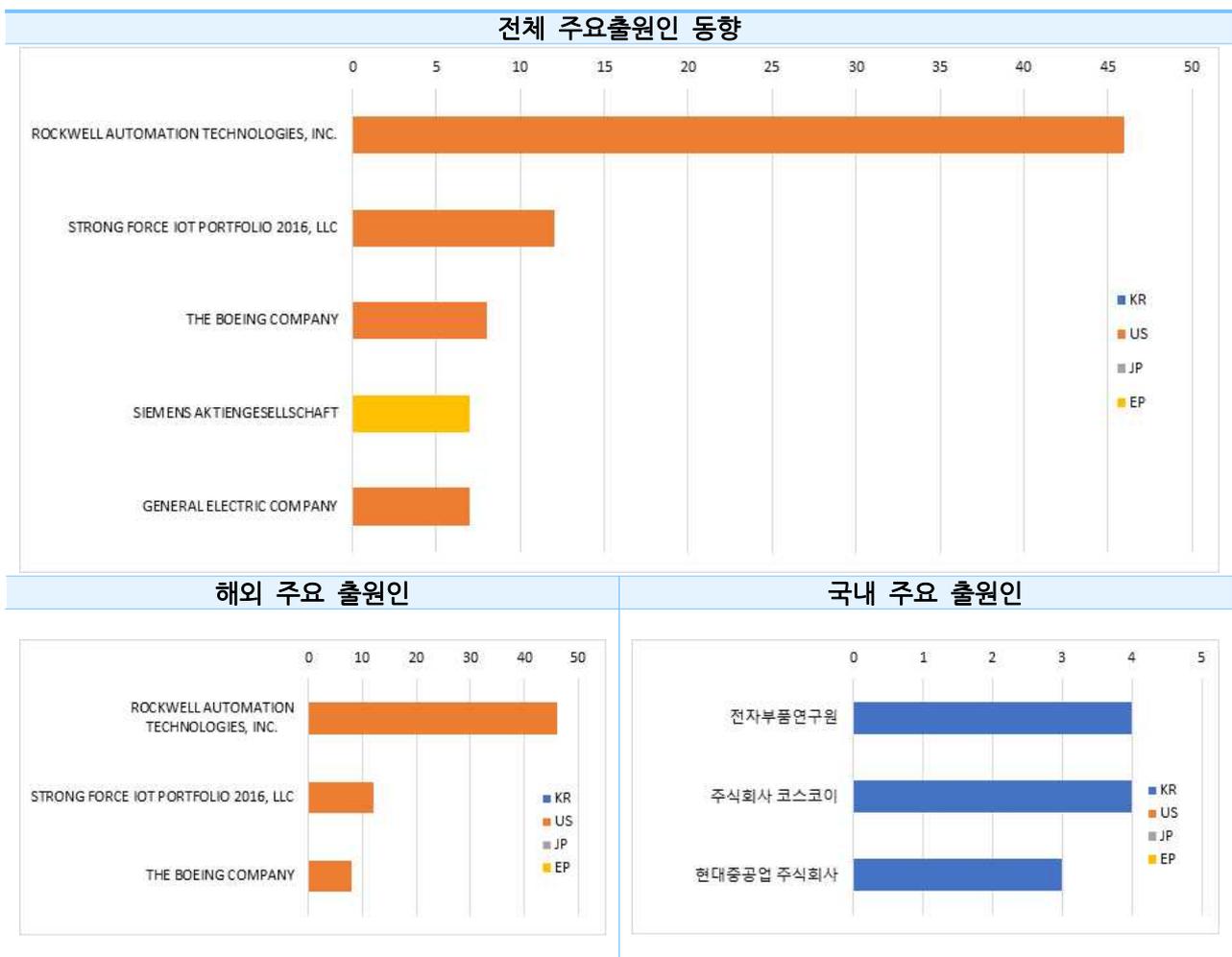
최근구간(2012년~2020년)

1구간(2012년~2015년)	2구간(2016년~2020년)
<ul style="list-style-type: none"> • Cloud Platform, Smart Device, Pick List, Load Platform, Client Device, Test Logic, Device Holder, Robot Enabled, Picking Case, Access Memory 	<ul style="list-style-type: none"> • Cloud Platform, Sensor Signal, Local Data Collection, Simultaneous Delivery, Data Collection, Platform Monitoring, Computing Environment, Crosspoint Switch, Industrial Facility, Data Source

나. 주요 출원인 분석

- 중소기업용 스마트제조 플랫폼의 전체 주요출원인을 살펴보면, 주로 미국 국적의 출원인이 다수 포함되어 있는 것으로 나타났으며, 제 1 출원인으로는 미국의 ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES, INC.인 것으로 나타남
 - 제 1 출원인인 ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES, INC.의 출원은 미국에 집중된 경향을 보임
- 중소기업용 스마트제조 플랫폼 관련 기술로 전자소재를 다루는 대기업에 의한 출원이 대다수를 차지
 - 국내에서는 연구기관/대학, 중소기업(개인), 대기업의 활발한 출원이 이루어짐

[중소기업용 스마트제조 플랫폼
주요출원인]

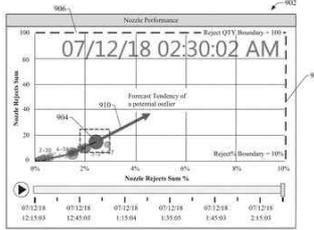
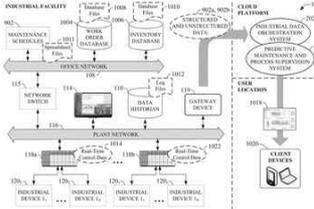
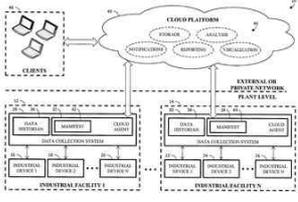
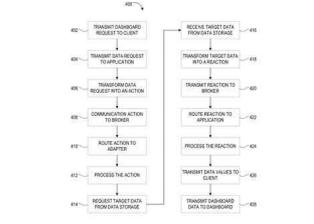
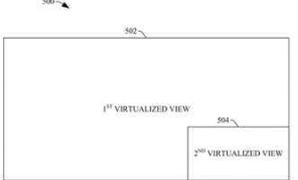


(1) 해외 주요출원인 주요 특허 분석

◎ ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES, INC.

- ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES, INC.는 미국 기업으로, 중소기업용 스마트제조 플랫폼 기술과 관련하여 클라우드 플랫폼에 특화된 기술을 다수 출원
 - 주요 특허들은 산업 데이터 수집 및 분석에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES, INC. 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
US10624251 (2018.08.24)	Nozzle performance analytics	전자 어셈블리에서 사용되는 픽 앤드 플레이스 머신들로부터 클라우드 플랫폼의 집중적인 데이터 스트림을 분석하는 방법	
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	
US10250438 (2018.03.13)	Cloud based drive monitoring solution	산업 설비로부터 하나 이상의 파라미터들을 모니터링하고, 데이터 이력자와 연관된 로컬 스토리지(local storage)에 파라미터들을 저장하는 방법	
US10467072 (2017.09.29)	Common gateway platform	컴퓨팅 하드웨어 및 소프트웨어 기술, 특히 산업 자동화 애플리케이션과 관련된 공통 게이트웨이 플랫폼	
US10564633 (2017.06.13)	Using cloud-based data for virtualization of an industrial automation environment with information overlays	클라우드 플랫폼 상에서 저장 및 분석을 위해 다수의 산업 고객의 다수의 산업 자동화 시스템으로부터 산업 데이터를 수집하는 방법	

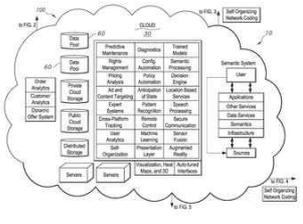
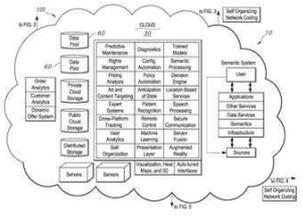
* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ STRONG FORCE IOT PORTFOLIO 2016, LLC

□ STRONG FORCE IOT PORTFOLIO 2016, LLC은(는) 미국 기업으로, 중소기업용 스마트제조 플랫폼 기술과 관련하여 데이터 수집 특화된 기술을 다수 출원

- 주요 특허들은 모니터링, 원격 제어, 자율 행동 및 산업 환경에서의 기타 활동에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[STRONG FORCE IOT PORTFOLIO 2016, LLC 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
US10481572 (2019.02.14)	Methods and systems for the industrial internet of things	데이터 수집 대역의 지능형 관리를 이용한 신경망 전문가 시스템을 포함하는 로컬 데이터 수집 시스템	
US10409247 (2018.02.28)	Methods and systems for the industrial internet of things	산업 환경에서의 데이터 수집을 위한 방법 및 시스템뿐만 아니라 모니터링, 원격 제어, 자율 행동 및 산업 환경에서의 기타 활동을 위해 수집된 데이터를 활용하기 위한 방법	

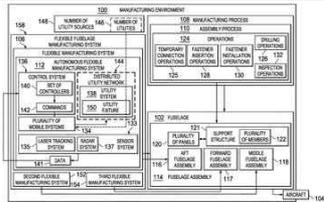
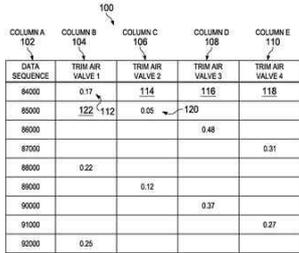
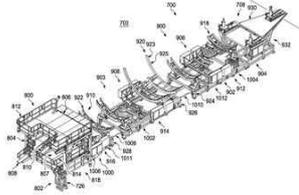
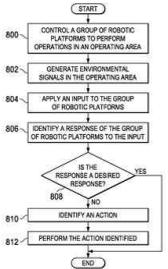
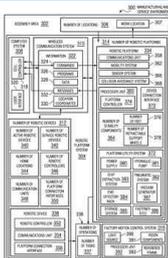
* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ THE BOEING COMPANY

□ THE BOEING COMPANY은(는) 미국 기업으로, 중소기업용 스마트제조 플랫폼 기술과 관련하여 항공기 플랫폼 특화된 기술을 다수 출원

- 주요 특허들은 항공기 동체 어셈블리 관리에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[THE BOEING COMPANY 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
US10737316 (2018.07.10)	Mobile platforms for performing operations along an exterior of a fuselage assembly	다수의 외부 모바일 플랫폼을 사용하여 어셈블리 고정구에 의해 지지되는 동체 어셈블리의 외부를 따라 동작을 수행하기위한 방법,	
US10324004 (2015.04.15)	Methods and devices for adaptive autonomous polynomial interpolation of time series data	항공기를 포함하는 물체에 대한 유지 보수를 수행하기위한 방법	
US10406593 (2014.12.03)	Method of using a tower for accessing an interior of a fuselage assembly	동체 어셈블리의 구축 동안 내부 로봇 시스템 및 작업자를 위한 작업 타워를 사용하여 동체 어셈블리의 내부에 접근하기 위한 방법	
US9310800 (2013.07.30)	Robotic platform evaluation system	제조 시설에서 로봇 플랫폼을 평가하기 위한 방법 및 장치	
US8666546 (2009.07.10)	Autonomous robotic platform	자율 로봇 플랫폼 시스템을 사용하여 항공기 구조물을 조립하기위한 방법	

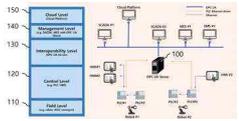
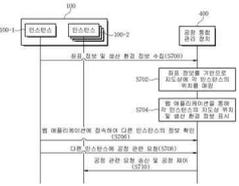
* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

(2) 국내 주요출원인 주요 특허 분석

◎ 한국전자기술연구원

- 한국전자기술연구원은 한국의 연구 기관으로, 중소기업용 스마트제조 플랫폼 기술과 관련하여 상호운용성에 특화된 기술을 다수 출원
 - 주요 특허들은 lot 기반의 공장 통합 관리에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[한국전자기술연구원 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR2021180 (2017.07.13)	Opc ua 표준 상호운용성 시험 장치 및 방법(device and method for testing opc ua standard interoperability)	공정 장비에서 생성되는 데이터를 수집하고 공정 장비를 제어하는 적어도 하나의 제어 장비로부터 수집된 데이터를 수신하고, 수신된 데이터를 이용하여 상호운용성을 테스트하는 방법	
KR1957771 (2016.06.30)	lot 기반의 공장 통합 관리 장치에 의한 웹 서비스 방법(method for web service by apparatus for managing factories in internet of things)	서로 다른 인프라 환경의 스마트 공장들을 표준화된 산업 IoT 기반으로 연결하여, 데이터를 통합하여 관리하기 위한 방법 및 장치를 제공	

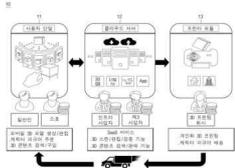
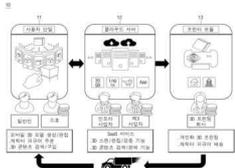
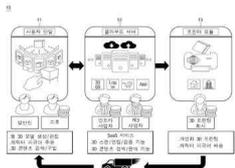
* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ **주식회사 코스코이**

□ 주식회사 코스코이는 중소기업용 스마트제조 플랫폼 기술과 관련하여 3D 프린팅에 특화된 기술을 다수 출원

- 주요 특허들은 3D 프린팅을 위한 개발 플랫폼에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[**주식회사 코스코이 주요특허 리스트**]

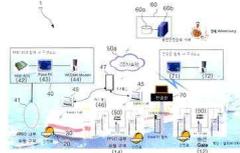
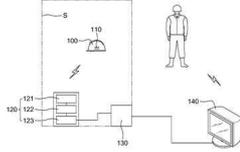
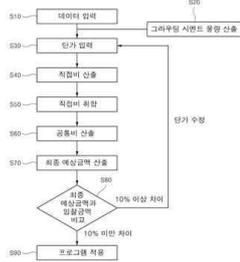
등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR1801853 (2016.02.17)	모바일 기반 3d 프린팅 서비스 시스템(system for providing 3d printing service based mobile)	3D 프린팅을 활용한 모바일 기반 주문형 디자인 및 개발 판매 플랫폼을 제공하는 모바일 기반 3D 프린팅 서비스 시스템	
KR1744260 (2016.02.17)	모바일 기반의 캐릭터 피규어 3차원 프린팅 제작 및 판매 응용 서비스 시스템(application service system for produting and 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 최소화할 수 있는 모바일 기반의 캐릭터 피규어 3차원 프린팅 제작	
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 플랫폼	

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

◎ 현대중공업 주식회사

- 현대중공업 주식회사는 '11년도 11월부터 출원을 시작하여 아직까지 등록된 특허는 없는 것으로 파악됨
 - 현대중공업 주식회사의 공개특허를 대상으로 분석한 결과, 주요 특허들은 해상 플랫폼 및 선박 안전에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[현대중공업 주식회사 주요특허 리스트]

공개번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR2013-008972 (2011.12.29)	선박 및 플랫폼 승선 인원의 효율적 관리 및 안전관리방법(efficient work management and safety management method of people on vessel and platform)	선박 및 플랫폼에 승하선하는 인원관리를 전산화하여 안전사고가 발생하면 더욱 신속한 인원 소재 파악 및 비상 조치를 즉각 취할 수 있는 방법	
KR2013-0082624 (2011.12.12)	선박 및 해양 플랫폼 내의 사각지대 관리시스템(system for monitoring confined space in vessel and ocean platform)	미리 설정된 사각지대에서 승선자가 작업 외 시간에 잔류한 경우 이를 확인하여 즉각적인 안전조치가 이루어질 수 있도록 하는 방법	
KR2013-0050186 (2011.11.07)	해상 플랫폼 설치공사 예상 금액 산출방법(estimated amount calculation method for installation of offshore platform)	해상 플랫폼 설치공사에 대한 예상 금액이 자동으로 산출되도록 하여 업무 효율성을 높인 해상 플랫폼 설치공사 예상 금액 산출방법	

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

다. 기술진입장벽 분석

(1) 기술 집중력 분석

□ 중소기업용 스마트제조 플랫폼

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

- 상위 4개 기업의 시장점유율이 0.24로 중소기업용 스마트제조 플랫폼

분야에 있어서 독과점 정도는 낮은 수준으로 판단

- 국내 시장에서 중소기업의 점유율 분석결과 0.71으로 해당 기술에 대하여 중소기업의 진입장벽은 높은 것으로 파악

[주요출원인의 집중력 및 국내시장 중소기업 집중력 분석]

주요 출원인 집중력	주요출원인	출원건수	특허점유율	CRn	n
	ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES, INC.(미국)	46	15.1%	0.15	1
	STRONG FORCE IOT PORTFOLIO 2016, LLC(미국)	12	3.9%	0.19	2
	THE BOEING COMPANY(미국)	8	2.6%	0.22	3
	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT(독일)	7	2.3%	0.24	4
	GENERAL ELECTRIC COMPANY(미국)	7	2.3%	0.26	5
	UOP LLC(미국)	6	2.0%	0.28	6
	W2BI, INC.(미국)	6	2.0%	0.30	7
	HONEYWELL INTERNATIONAL INC.(미국)	6	2.0%	0.32	8
	SEEGRID CORPORATION(미국)	5	1.6%	0.34	9
	한국전자기술연구원(한국)	4	1.3%	0.35	10
	전체	304	100%	CR4=0.24	
	국내시장 중소기업 집중력	출원인 구분	출원건수	특허점유율	CRn
중소기업(개인)		47	71.2%	0.71	
대기업		9	13.6%		
연구기관/대학		10	15.2%		
전체		66	100%	CR중소기업=0.71	

(2) 특허소송 현황 분석

- 중소기업용 스마트제조 플랫폼 관련 기술 진입 장벽에 대한 분석을 위해 특허소송을 이력 검토
 - 2010년 5월 루이지애나 동부지방법원에 원고 Alford Safety Services, Inc. 와 Hot-Hed, Inc.간의 용접 관련 장치에 대한 특허 침해소송이 진행
 - Alford Safety Services, Inc는 다양한 중소기업용 스마트제조 플랫폼과 관련된 특허들을 다량 보유하고 있어, 관련 기업들에게 특허소송을 진행하는 등 국내기업이 미국시장에 진입하는 경우, 진입장벽으로 작용할 수 있음

[중소기업용 스마트제조 플랫폼 관련 특허소송 현황]

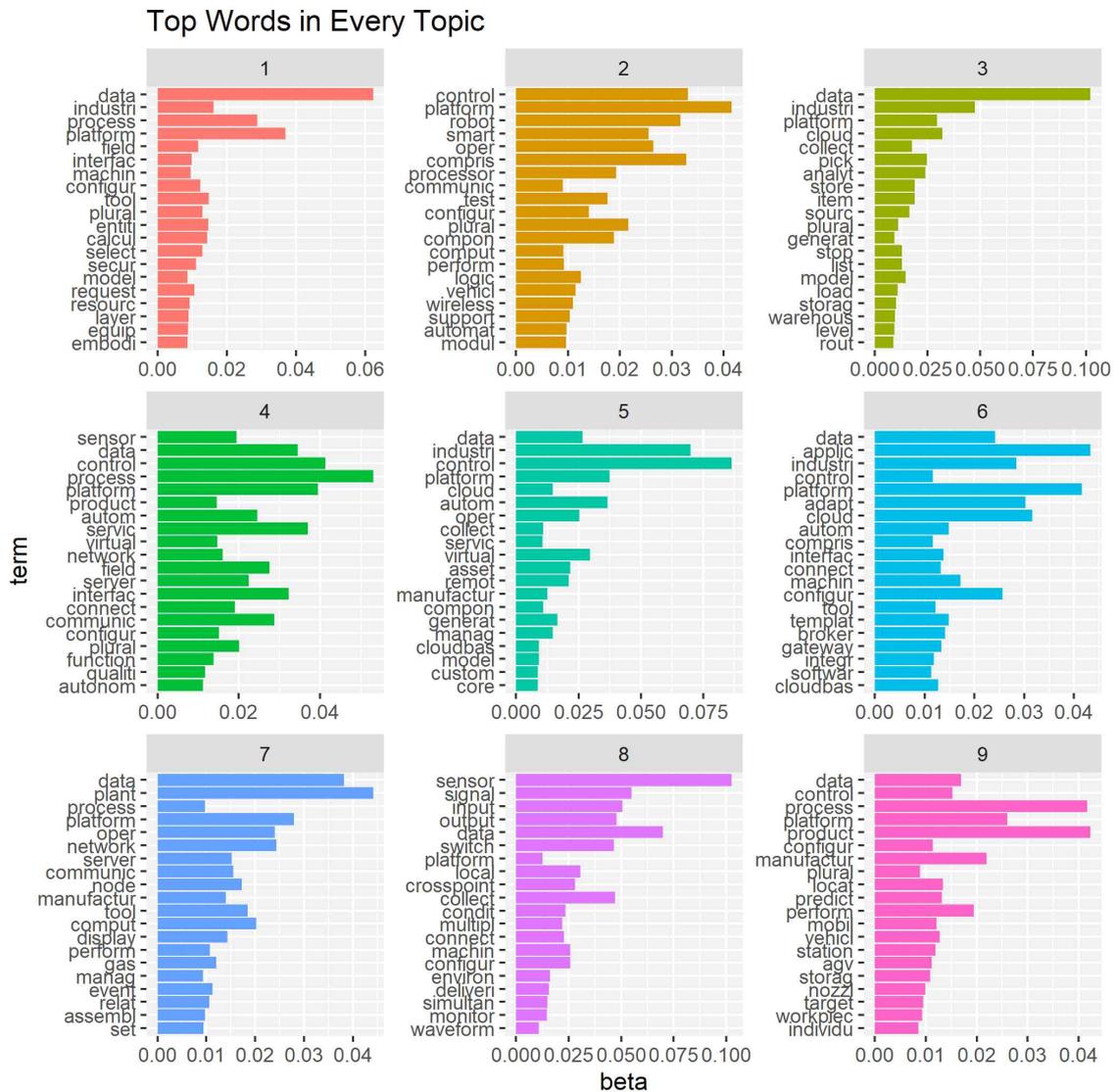
		명칭	출원인	원고 v. 피고
1	US7518484 (2009.04.14)	Enclosure system allowing for hot work within the vicinity of flammable and combustible material	Alford Safety Services, Inc.	Alford Safety Services, Inc. v. Hot-Hed, Inc.
		대상제품명	소제기일	소송종료일
		Welding habitat (Counterclaim filed)	2010.05.03	2011.06.27

5. 요소기술 도출

가. 특허 기반 토픽 도출

- 216개의 특허의 내용을 분석하여 구성 성분이 유사한 것끼리 클러스터링을 시도하여 대표성이 있는 토픽을 도출

[중소기업용 스마트제조 플랫폼에 대한 토픽 클러스터링 결과]



나. LDA¹⁶⁾ 클러스터링 기반 요소기술 도출

[LDA 클러스터링 기반 요소기술 키워드 도출]

No.	상위 키워드	대표적 관련 특허	요소기술 후보
클러스터 01	data, platform, process, industries, tool, entities, calculate, select, plural, configure	<ul style="list-style-type: none"> • Safety inspection method and device based on industrial internet operation system • Spreadsheet visualization for controlling an industrial process 	생산정보 실시간 취득을 위한 IoT 플랫폼 기술
클러스터 02	platform, control, comprise, robot, oper, smart, plural, processor, component, test	<ul style="list-style-type: none"> • Centralized monitoring system and monitoring method for unmanned aerial vehicle to patrol power transmission line • Methodology of using the various capabilities of the smart box to perform testing of other functionality of the smart device 	제조환경 데이터 실시간 처리 및 하드웨어 기반의 동기화 기술
클러스터 03	data, industries, cloud, platform, pick, analytic, store, item, collect, source	<ul style="list-style-type: none"> • Data-driven model construction for industrial asset decision boundary classification • Selective online and offline access to searchable industrial automation data 	-
클러스터 04	process, control, platform, service, data, interface, communicate, field, automatic, server	<ul style="list-style-type: none"> • Collaborative automation system and method for the control thereof • Data transmission and control device in multi-node sensor network 	-
클러스터 05	control, industries, platform, automatic, virtual, data, oper, asset, remote, generate	<ul style="list-style-type: none"> • Traceable emission remote monitoring system and method • Intellectual property exchange ecosystem for additive manufacturing 	-
클러스터 06	application, platform, cloud, adapt, industries, configure, data, machine, automatic, template	<ul style="list-style-type: none"> • Method and platform for deployment of an industrial application on an edge computing device of a machine tool • Common gateway platform 	스마트제조 어플리케이션 연동 기술
클러스터 07	plant, data, platform, network, oper, compute, tool, node, communicate, server	<ul style="list-style-type: none"> • Part supply device and takeout display device • Managing web-based refinery performance optimization 	-
클러스터 08	sensor, data, signal, input, output, collect, switch, local, cross point, configure	<ul style="list-style-type: none"> • Methods and systems for the industrial internet of things • Relating welding wire to power source 	-
클러스터 09	product, process, platform, manufacture, perform, data, control, locate, predict, vehicle	<ul style="list-style-type: none"> • Systems and methods for a real time configuring, ordering and manufacturing of color related products • Nozzle performance analytics 	생산정보 실시간 취득을 위한 IoT 플랫폼 기술

16) Latent Dirichlet Allocation

다. 특허 분류체계 기반 요소기술 도출

- 중소기업용 스마트제조 플랫폼 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		요소기술 후보
(서브클래스) 내용	(메인그룹) 내용	
(G05B) 제어계 또는 조정계 일반; 이와 같은 계의 기능요소; 이와 같은 계 또는 요소의 감시 또는 시험장치	• (G05B-019) 프로그래머에게	-
	• (G05B-011) 자동제어장치	-
	• (G05B-023) 제어계 또는 그 일부의 시험 또는 감시 (G05B 19/048, G05B 19/406 프로그램 제어시스템의 모니터링)	-
(G06F) 전기에 의한 디지털 데이터처리	• (G06F-009) 프로그래머를 위한 장치, 예. 제어장치	-
	• (G06F-015) 디지털 컴퓨터 일반	-
	• (G06F-017) 디지털 컴퓨팅 또는 데이터 프로세싱 장비, 방법으로서 특정 기능을 위해 특히 적합한 형태의 것	-
(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	-
	• (G06Q-010) 경영; 관리	-
	• (G06Q-030) 거래, 예. 쇼핑 또는 전자상거래	-
(H04L) 디지털 정보의 전송, 예. 전신통신	• (H04L-029) 그룹 1/00에서 H04L 27/00의 하나에도 포함되지 않는 배치, 장치회로 또는 시스템	-

라. 최종 요소기술 도출

- 산업·시장 분석, 기술(특히)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 스마트제조 플랫폼 분야 요소기술 도출]

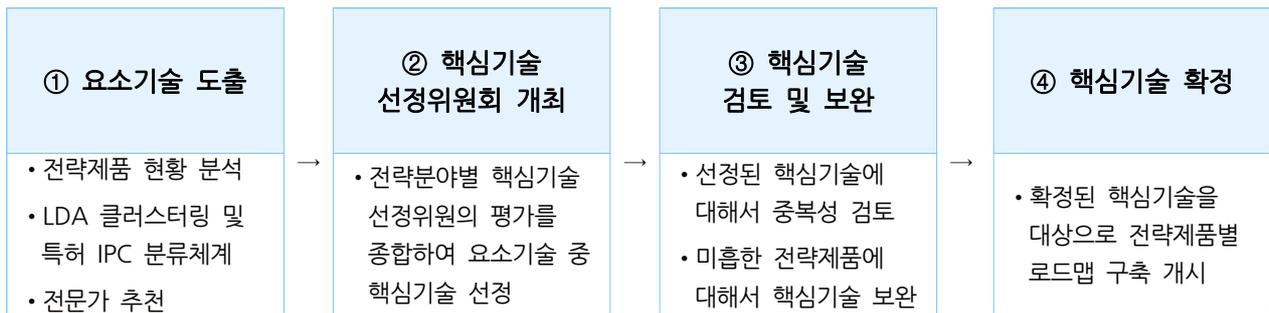
요소기술	출처
비정형 빅데이터(동영상, 이미지 등) 고속 분석 기술	전문가 추천
클라우드기반 IoS(Internet of Service) 기술	전문가 추천
생산정보 실시간 취득을 위한 IoT 플랫폼 기술	특히 클러스터링, 전문가 추천
사용자 데이터 분석을 통한 사후관리 정보 지식화 기술	전문가 추천
제조환경 데이터 실시간 처리 및 하드웨어 기반의 동기화 기술	특히 클러스터링, 전문가 추천
스마트제조 어플리케이션 연동 기술	특히 클러스터링, 전문가 추천
중소기업용 플랫폼 글로벌화/표준화	전문가 추천
납기 예측 시뮬레이션 기술	전문가 추천

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

[중소기업용 스마트제조 플랫폼 분야 핵심기술]

핵심기술	개요
비정형 빅데이터(동영상, 이미지 등) 고속 분석 기술	• 디바이스를 통해 수집된 가공되지 않은 비정형 빅데이터에 대한 가시화 및 빠른 분석을 수행하는 기술
클라우드 기반 IoS(Internet of Service)기술	• 사물인터넷 디바이스나 센서가 연결된 클라우드의 데이터 처리 속도와 안정성을 높이는 기술
생산정보 실시간 취득을 위한 IoT 플랫폼 기술	• IoT를 통해 생산관리 및 품질관리와 관련된 모든 정보를 실시간으로 수집할 수 있는 기술
사용자 데이터 분석을 통한 사후관리 정보 지식화 기술	• 사용자가 경험한 데이터를 축적하여 데이터베이스화하고 이를 이용하여 빅데이터와 인공지능을 활용하기 위한 라이브러리 구축 체계 등 지식화 기술
제조환경 데이터 실시간 처리 및 하드웨어 기반의 동기화 기술	• IOT를 통해 제조라인의 환경(기계, 사람, 주변환경) 정보를 실시간으로 수집할 수 있는 기술
스마트제조 어플리케이션 연동기술	• 스마트제조 어플리케이션간에 호환성을 보장하고 어플리케이션과 설비 간의 인터페이스를 원활하게 하는 표준과 기술

다. 중소기업 기술개발 전략

- 중소기업에 적합한 필요한 모듈만 최적화된 가벼운 플랫폼 개발
- IoT, 클라우드 등 국내 기술의 강점을 살린 플랫폼 개발
- 기술 간, 장비-어플리케이션간 원활히 연결되어 최적화하는 통합 플랫폼 개발
- 단순 디지털화를 통한 플랫폼 효과가 아닌 유연 생산라인에 적합한 플랫폼 구현이 요구

라. 기술개발 로드맵

(1) 중기 기술개발 로드맵

[중소기업용 스마트제조 플랫폼 분야 중기 기술개발 로드맵]

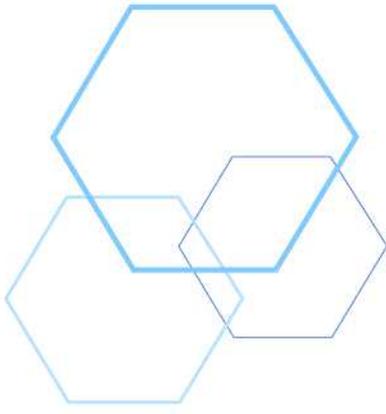
중소기업용 스마트제조 플랫폼	중소기업에 적합한 필요한 모듈만 최적화된 가벼운 플랫폼 개발			
	2021년	2022년	2023년	최종 목표
비정형 빅데이터(동영상, 이미지 등) 고속 분석 기술				대용량 빅데이터 실시간 분석 및 시각화 기술 개발
				제품공정과정의 산출물의 적절성 분석 및 평가기술 개발
클라우드 기반 IoT(Internet of Service)기술				중소형 제조기업 대상 제어 보안 침해사고 탐지 및 대응 플랫폼 개발
생산정보 실시간 취득을 위한 IoT 플랫폼 기술				실시간 모니터링 기술
사용자 데이터 분석을 통한 사후관리 정보 지식화 기술				설비 관리 및 운영 데이터 생성
제조환경 데이터 실시간 처리 및 하드웨어 기반의 동기화 기술				3D 레이아웃 빌더 및 재고검색엔진 개발
스마트제조 어플리케이션 연동기술				산업체-학교-연구기관의 협력을 통한 통합 거버넌스 구축

(2) 기술개발 목표

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

[중소기업용 스마트제조 플랫폼 분야 핵심요소기술 연구목표]

핵심기술	기술요구 사항	연차별 개발목표			최종목표	연계R&D 유형
		1차년도	2차년도	3차년도		
비정형 빅데이터(동영상, 이미지 등) 고속 분석 기술	빅데이터 분석	비정형데이터 모델링 및 최적 관리 기능 개발	비정형 데이터 분석 기능 개발	인터랙티브 데이터 검색과 시각화	대용량 빅데이터실시간 분석 및 시각화 기술 개발	기술혁신
	비정형빅데이터 분석속도와 매칭율	90%이상	95%이상	99%이상	제품공정과정의 산출물의 적절성 분석 및 평가기술 개발	창업형
	분석 정확도	분석 기술 완성	70% 이상의 정확도	90% 이상의 정확도	비정형 데이터 준 실시간 분석	기술혁신
클라우드 기반 IoT(Internet of Service)기술	침해탐지 분석	국내외 선진 기술 동향 연구, 중소기업 보안 실태 조사, 제어 침해사고 탐지 및 대응 플랫폼 설계	제어보안 침해사고 탐지 및 대응 플랫폼 개발, 중소기업 제어 가이드라인 작성 및 배포	개발 기술의 상용화 준비 및 실증	중소형 제조기업 대상 제어보안 침해사고 탐지 및 대응 플랫폼 개발	기술혁신
생산정보 실시간 취득을 위한 IoT 플랫폼 기술	모니터링 기술	수집 데이터 정의	수집 데이터 연동	모니터링 기술 완성	실시간 모니터링 기술	상용화
사용자 데이터 분석을 통한 사후관리 정보 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
제조환경 데이터 실시간 처리 및 하드웨어 기반의 동기화 기술	재고DB, 레거시 연동 기술	3D 레이아웃 자동 빌더 개발	3D 재고검색 엔진 개발 및 레거시 연동 기술 개발	3D 재고검색 엔진 개발 및 레거시 연동 기술 고도화 및 상품화	3D 레이아웃 빌더 및 재고검색엔진 개발	기술혁신
스마트제조 어플리케이션 연동기술	제조 데이터 통합체계 구축	오픈 엔지니어링 기반 개방형 제조 서비스 시스템	실운영 데이터 연계 공정설계-생산 운영 통합 기술	실운영 데이터 연계 공정설계-생산 운영 통합 기술	산업체-학교-연구기관의 협력을 통한 통합 거버넌스 구축	산학연



전략제품 현황분석

스마트제조용

지능형 어플리케이션



스마트제조용 지능형 어플리케이션

정의 및 범위

- 스마트제조 IT 솔루션의 최상위 시스템으로 MES(Manufacturing Execution System), ERP(Enterprise Resource Planning), PLM(Product Lifecycle Management), SCM(Supply Chain Management) 등의 플랫폼 상에서 각종 제조 실행을 수행하는 소프트웨어
- 스마트제조의 전체적인 공정설계, 제조실행분석, 품질분석, 설비보전, 안전/증감작업, 유통/조달/고객대응 등을 실행하는 어플리케이션을 포함하는 방향으로 발전 중

전략 제품 관련 동향

시장 현황 및 전망	제품 산업 특징
<ul style="list-style-type: none"> (세계) 제조용 지능형 어플리케이션의 세계 시장 규모는 2018년 329억 5,300만 달러에서 연평균 11.1%씩 성장하여 2024년 618억 6,000만 달러 규모에 이를 전망 (국내) 국내 제조용 지능형 어플리케이션의 국내 시장 규모는 2018년 1조 1,400억 원에서 연평균 9.9% 성장하여 2024년 약 2조 원에 이를 전망 	<ul style="list-style-type: none"> 제조업 종사 노동력 감소 및 고령화 가속, 전통 제조분야 업무 기피 심화로 제조 산업에서의 스마트 제조 개발 필요성 대두 기존의 MES, SCM 등의 어플리케이션 시장은 성숙되어 있으나 스마트제조용으로 변신 중 글로벌 기업이 산업의 주도권을 갖고 있으며 국내기업은 틈새시장 공략 중
정책 동향	기술 동향
<ul style="list-style-type: none"> 미국의 첨단 제조 기술 전략, 일본의 산업재흥플랜 기반 산업구조 혁신, 독일의 인더스트리 4.0 추진 등 활발한 스마트제조 해외 동향 국가정보자원관리원의 지능형 클라우드 기반 정부 클라우드 서비스 전환사업 실시 2017년 '스마트제조혁신 비전 2025'을 발표 민관합동 스마트제조 추진단은 스마트제조 지원 사업을 통하여 지능형 유연 생산공장 보급사업을 진행 중 	<ul style="list-style-type: none"> 국내 기존 산업용 전기 기계 및 시스템 통합 개발 기업들의 스마트팩토리 전환 중 AI를 활용한 공급사슬 전체 최적화의 방향으로 수평적 통합과 수직적 통합의 경향이 두드러짐 국내의 경우 공정 데이터의 수집과 관리를 위하여 IoT 기술 접목 및 분산 환경에서의 데이터 수집/관리 기술, 빅데이터 분석 기술 및 보안 기술에 대한 연구가 활발
핵심 플레이어	핵심기술
<ul style="list-style-type: none"> (해외) Siemens, Rold, The Procter & Gamble Company, Dassault System, GE, SAP, Rockwell Automation, BMW, ABB (대기업) 삼성SDS, LG CNS, 포스코ICT, SK C&C (중소기업) 수아랩, 티라유텍, 큐빅테크, 에임시스템, 디에프엑스, 한컴 MDS, 엑센솔루션, MIPS, 퓨처메인, 미라콤아이앤씨, 위즈코어, 효성인포메이션시스템 	<ul style="list-style-type: none"> 비정형 빅데이터 (동영상, 이미지 등) 고속 분석 기술 AI 활용 데이터 분석 및 최적화 기술 설비 제어시스템 인터페이싱 기술 불량 원인 진단 및 품질 예측 기술 유연생산을 위한 동적 스케줄링 기술

중소기업 기술개발 전략

- 다양한 장비의 인터페이싱과 데이터 통합 기술 개발로 중소기업용 스마트제조 기반 솔루션 제공
- AI를 접목한 실시간 생산성 및 불량 분석과 최적화 등 제조업에서 사용 가능한 MES+ 개발
- ERP, SCM, MES 등의 기존의 다양한 어플리케이션 간의 연동으로 가치사슬 전체 최적화
- 현장 데이터 수집 최적화 방안 및 데이터 처리, 실시간 모니터링, 분석 최적화

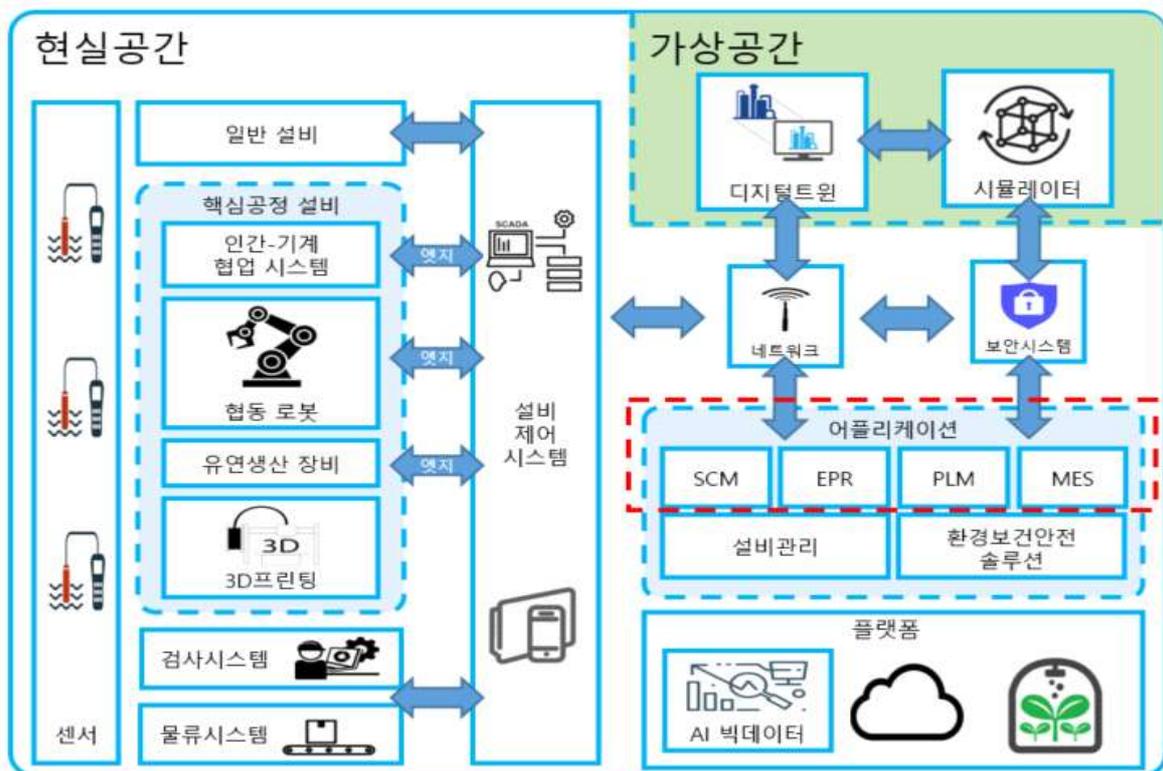
1. 개요

가. 정의 및 필요성

(1) 정의

- 스마트제조 IT 솔루션의 최상위 시스템으로 MES(Manufacturing Execution System), ERP(Enterprise Resource Planning), PLM(Product Lifecycle Management), SCM(Supply Chain Management) 등의 플랫폼 상에서 각종 제조 실행을 수행하는 소프트웨어
- 스마트제조 전체적인 공정설계, 제조실행분석, 품질분석, 설비보전, 안전/증감작업, 유통/조달/고객대응 등을 실행하는 어플리케이션
 - 어플리케이션은 디바이스에 의해 수집된 데이터 가시화 및 분석할 수 있는 시스템으로 구성
 - 응용분야로 공정설계, 제조실행분석, 품질분석, 설비보전, 안전/증감작업, 유통/조달/고객대응에 응용
 - 스마트제조 개선, 혁신 효과 극대화를 위한 지능화, 네트워크화된 제조현장의 시스템 요소와 실시간 연계하여 전 공장, 가치사슬의 최적운동을 지원하는 고도화된 ICT활용, 응용기술로 구성

[스마트제조에서 스마트제조용 지능형 어플리케이션의 위치]

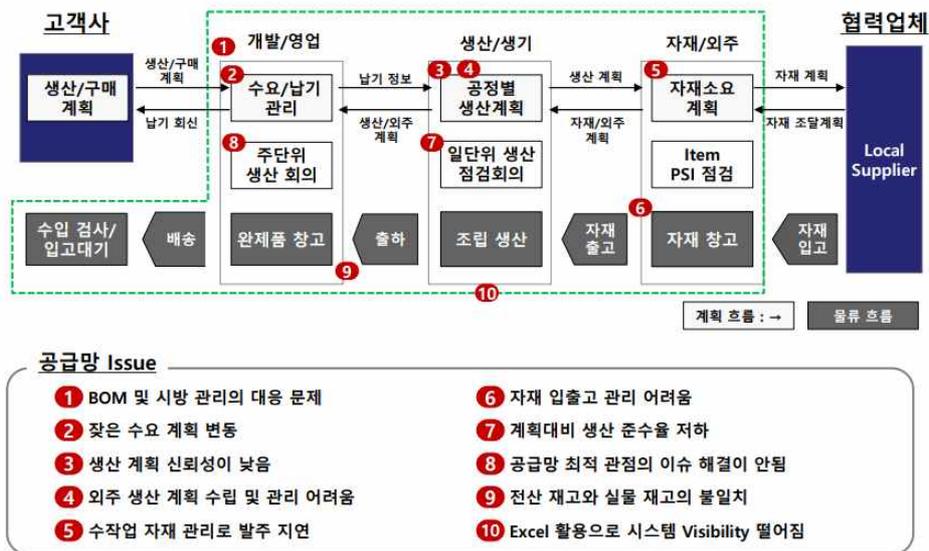


* 출처: 네모아이씨지 자체 작성

(2) 필요성

- 스마트제조가 고도화될수록 제조 어플리케이션 시스템 구축 및 통합 활용의 필요성이 더욱 증가하고 있고, 시스템 간의 유연성, 지능성, 실시간성에 대한 요구도 증대
 - IoT, 빅데이터, CPS 등 ICT를 바탕으로 실시간으로 연동, 피드백되는 데이터를 효율적으로 처리, 저장, 관리하는 다양한 제조 업무에 최적으로 활용할 수 있는 요구
- 제조업에 종사하는 노동력 감소 및 기능공이나 숙련공의 고령화 가속으로 인한 지능형 어플리케이션이 필요
 - 출산율 저하 및 고령층 경제활동 증가 등의 영향으로 선진국의 제조업 생산인구는 급감하고 고령화되는 반면, 중국·인도 등 개도국은 탄탄한 노동력을 보유
 - 글로벌화·도시화·인구구조의 변화, 에너지 형태의 전환이라는 지구 규모의 끊임없는 사회적 변화는 이에 대응하는 솔루션 발견을 위한 기술적 원동력을 촉구
 - 빠르게 고령화되고 있는 제조 숙련공들의 노하우를 공유하고 전수하는 시스템을 설계함으로써 생산인구 감소를 극복하고 생산성 향상 필요
 - 국내 중소기업은 기초적인 어플리케이션도 아직은 부족한 실정이라서 수작업에 많이 의존
- 중소기업은 대기업과 달리 프로세스 미 정립으로 많은 문제를 가지고 있으며 이를 해결하기 위한 어플리케이션이 필요
 - BOM 및 시장관리가 제대로 되지 않아 재작업을 하거나 결품이 되는 문제
 - 고객사의 발주계획이 자주 바뀌어 이에 긴급히 대응해야 하는 문제로 인한 생산계획 신뢰성 저하
 - 자재관리를 수작업으로 수행하면서 발생하는 누락과 오기, 시간 지연으로 인한 전산과 실물 차이 등

[중소기업의 현실적 문제]



* 출처 : 글로벌 스마트제조 컨퍼런스, 티라유텍 발표자료 (2018)

나. 범위 및 분류

(1) 가치 사슬

- 후방산업은 공정설계 플랫폼, 제조실행 분석 플랫폼, 품질분석 플랫폼, 설비보전 플랫폼, 안전/증감작업 플랫폼, 조달/고객대응 플랫폼으로 구성
- 전방산업은 기존의 센서 산업, 임베디드 디바이스 산업, 휴대폰 디지털 TV, 가전, 자동차, 첨단 무기 등으로 구성

[스마트제조 어플리케이션 분야 산업구조]

후방산업	스마트제조 어플리케이션 분야	전방산업
인공지능, 빅데이터 분석 등 플랫폼, 산업용통신, 센서, 제어기 등 장비 디바이스	스마트제조 어플리케이션 SW (MES, ERP, PLM, SCM 등)	센서 산업, 임베디드 디바이스 산업, 스마트제조 산업, 휴대폰 디지털 TV, 자동차, 첨단무기 등

(2) 용도별 분류

- 스마트제조용 지능형 어플리케이션의 용도는 아래와 같이 분류 가능

[용도별 분류]

전략제품	용도	내용
스마트제조 어플리케이션	APS	• 수요예측, What-if 분석, 납기약속, 계획 최적화, S&OP(Sales & Operation Planning)
	SCM	• 기반기술: BarCode, 식별코드, EDI(Electronic Data Interchange) 등이 존재 • 응용기술: CAO(Computer Assisted Ordering), CRP(Continuous Replenishment Planning), Cross-Docking 등을 사용
	ERP	• 4세대 언어로 일컬어지는 객체 기술에 기반으로 ERP 컴포넌트를 개발하였으며, 기업의 환경에 맞게 커스터마이징을 가능하게 함 • MDM(Master data management), MRP(Material resource planning) 등 생산관리 시스템, FRM, MRM, HRM
	PLM	• PBS(Product Breakdown Structure): 제품 고유의 계층구조로 LPS와 함께 설계단계부터 고려 • LPS(Lifecycle Process Structure): 제품의 생애주기 프로세스 구조로 모델링 및 무결성을 정의 • IMS(Issue Management System): 프로세스 수행 중 발생된 이슈에 대해 체계적으로 관리 • KMS(Knowledge Management System): IMS에서 정제된 지식을 관리
	MES	• API(Application Programming Interface): 타 시스템과의 인터페이스 기술 • EDI(Electronic Data Interchange): 외부 영역과의 인터페이스 기술 • ORB(Object Request Broker): 제조현장의 이벤트를 타 정보시스템에 전달하기 위한 최신 기술

2. 산업 및 시장 분석

가. 산업 분석

◎ 제조 산업에서 스마트제조용 지능형 어플리케이션 개발 필요성 및 산업적 구조

- 제조업에 종사하는 노동력 감소 및 기능공이나 숙련공의 고령화 가속
 - 출산율 저하 및 고령층 경제활동 증가 등의 영향으로 선진국의 제조 강국들의 생산인구 급감
 - 글로벌화·도시화·인구구조의 변화, 에너지 형태의 전환이라는 지구규모의 끊임없는 사회적 변화는 이에 대응하는 솔루션 발견을 위한 기술적 원동력 촉구
- 전통적인 제조분야(생산직)에 대한 업무기피 및 제조업의 공동화 심화
 - 도시화의 진전, 소비문화 확산, 저임금의 제조업 기피, 서비스업 선호 등에 따라 서비스업 중심의 경제구조로 전환되면서 제조업 취업의 매력도는 갈수록 저조
 - 제조업이 값싼 노동력을 찾아 개도국으로 이전하면서 제조업 전반의 노동가치 하락, 제조업의 공동화 현상 급속히 진전

[주요국의 생산인구]

(단위 : %)

국가	1990	2000	2010	2020	2030	2040
미국	65.8	66.3	67.1	64.3	61.0	60.4
일본	69.7	68.2	63.8	58.8	57.1	53.3
독일	68.9	68.1	65.8	64.0	58.7	55.7
한국	69.4	71.7	72.7	70.7	63.0	56.8
중국	64.9	67.5	73.5	70.1	68.0	63.4

* 출처: UN 인구통계국, 생산가능 인구 15~65세 미만 대상

- ICT 기반의 '제4차 산업혁명 (4th Industrial Revolution)' 도래
 - 1차(18세기)·2차(20세기 초)·3차 산업혁명('70년 초)을 거쳐 ICT와 제조업이 완벽하게 융합하게 될 4차 산업혁명기(2020년 이후) 도래가 초읽기에 돌입
- 4차 산업혁명기에는 ICT와 제조업의 융합으로 산업기기와 생산과정이 모두 네트워크로 연결되고, 상호 소통하면서 전사적 최적화를 달성할 것으로 기대
 - 기술의 진보로 공장이 스스로 생산, 공정통제 및 수리, 작업장 안전 등을 관리하는 완벽한 스마트 팩토리 (Smart Factory)로 전환
 - 스마트팩토리는 생산기기와 생산품간 상호 소통체계를 구축해 전체 생산공정을 최적화·효율화하고, 산업 공정의 유연성과 성능을 새로운 차원으로 업그레이드

[산업혁명 과정(제조업의 혁신 단계) 비교]

구분	1차 산업혁명	2차 산업혁명	3차 산업혁명	4차 산업혁명
시기	18세기 후반	20세기 초반	1970년 이후	2020년 이후
혁신 부문	증기의 동력화	전력, 노동 분업	전자기기, ICT 혁명	ICT와 제조업 융합
커뮤니케이션 방식	책, 신문 등	전화기, TV 등	인터넷, SNS 등	사물인터넷, 서비스간 인터넷(IoT % IoS)
생산방식	생산 기계화	대량생산	부분 자동화	시뮬레이션을 통한 자동생산
생산통제	사람	사람	사람	기계 스스로

* 출처: 현대경제연구원

사물인터넷·빅데이터·클라우드 컴퓨팅·스마트 로봇 등 기반 기술의 동시다발적 발전

- ICT의 발전은 산업 공정에서 완전한 자동생산 차계와 지능형 시스템 구축을 가능하게 함으로써 스마트한 생산과 함께 제조업의 생산성과 효율성을 제고
- ICT는 네트워크에 접속된 기기끼리 자율적으로 동작하는 M2M(Machine to Machine), 개발·판매·ERP(Enterprise Resource Management)·PLM(Product Lifecycle Management)·SCM(Supply Chain Management) 등의 업무 시스템에 활용되어 자동화 촉진

제조 강국의 세대교체 가속화, 상품 수출과 기술서비스 접목 활성화

- 브릭스(BRICs) 국가를 중심으로 제조 경쟁력 상승세가 지속되는 반면, 미국·독일·일본·한국 등 전통 제조 강국의 순위는 하락하는 추세
- 선진국들이 상품 수출국을 대상으로 지적재산권 판매 및 라이선싱, 기술 정보 및 서비스를 확대함으로써 수출 경쟁력 하락을 방어

사물인터넷의 개화와 제조 생태계의 네트워크화

- ICT를 기반으로 모든 사물이 인터넷으로 연결되어 사람과 사물, 사물과 사물간의 정보를 교환하고 상호 소통하는 사물인터넷이 신성장 동력으로 부상
- 공장 내부(설비·반제품·작업자)는 물론, 공장 외부(고객·조달·유통·재고부문)와의 네트워크가 강화되면서 제조 생태계 차원에서의 공정 최적화 달성

제조 생태계와 초연결 사회 간의 실시간 연계·소통이 가능

- 모든 것이 네트워크화되는 초연결 사회에서 제조업은 단순 생산 프로세스의 변화나 최적화를 초월해 포괄적·편재적인 HMI(Human-Machine Interface)를 형성
- 모바일·소셜·클라우드·정보 등의 ICT가 통합·연계되면서 스마트팩토리, 스마트 홈, 스마트 시티 등의 생활을 실시간으로 연결 가능

□ 선진국의 제조업 부활 정책 총공세 및 제조업의 중요성 재조명

- 2008년 글로벌 금융위기 이후 선진국을 중심으로 제조업 르네상스 정책이 강화되고 있으며, 선진국들은 첨단 제조업에 집중
- 미국과 일본을 중심으로 세계 혜택 강화, 제조 R&D 강화 및 제조업 효율화를 위한 에너지 정책 등 제조업 중심의 혁신체계 구축 노력 가시화
- 독일은 다가올 4차 산업혁명을 주도하고, 미래 제조업의 경쟁력을 선점하기 위해 '인더스트리 4.0' 프로젝트에 2억 유로를 투자
- EU는 유럽 제조업의 부활을 성공시키기 위해 기업과 정부가 공통의 행동계획을 수립하고, 향후 15년에 걸쳐 연간 약 900억 유로를 투자할 계획

◎ 제조 분야의 네트워크화

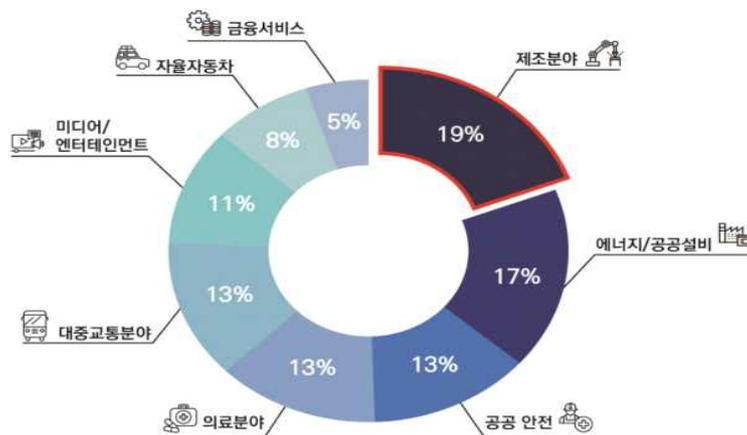
□ 미래의 제조업은 기존 제조방식이 없어지는 것이 아닌 제품 생산의 구조와 개념이 네트워크화되고 분산 생산 형태로 변화할 것

- 기존 생산설비와 함께 개인 소유의 3D 프린터나 팹, 랩(Fab, Lab) 등 팹 커뮤니티의 다양한 생산설비가 인터넷에 연결되어 모든 사물의 네트워크화 진행
- 생산설비 네트워크화를 기반으로 다양한 주제에 의한 분산적 생산이 크게 증가할 것으로 예상

□ 제조 생태계의 네트워크화와 사물인터넷의 개화

- ICT를 기반으로 모든 사물이 인터넷으로 연결되어 사람과 사물, 사물과 사물 간 정보를 교환하고 상호 소통하는 사물인터넷이 신성장 동력으로 부상
- 센싱이나 데이터 취득이 가능한 사물에 인터넷을 연결하는 기술인 사물인터넷의 발전은 우리의 생활뿐만 아니라 제조업의 생산방식으로 180도로 바꿔놓을 전망
- 공장내부(설비·반제품·작업자)는 물론, 공장외부(고객·조달·유통·재고부문)와의 네트워크가 강화되면서 제조 생태계 차원에서의 공정 최적화 달성

[2026년 5G 기술적용 수익이 가장 높은 분야]



* 출처: 5G시대 스마트 공장 확산을 위한 정책적 제언, IITP (2019)

- 초연결 사회 간의 실시간 연계·소통 가능과 제조 생태계
 - 모든 것이 네트워크화되는 초연결 사회에서 제조업은 단순 생산 프로세스의 변화나 최적화를 초월해 포괄적·편재적인 HMI(Human-Machine Interface)를 형성
 - 모바일·소셜네트워크·클라우드 등의 ICT가 통합·연계되면서 스마트제조, 스마트홈, 스마트시티 등의 생활을 실시간으로 연결하는 것이 가능
 - 원격업무지도(스마트홈), 안전사고 발생 시 지자체 안전 관리망과 연계해 즉시 조치(스마트제조·시티), 완제품 이송 시 지능형 교통시스템과 연동해 물류비용 최소화
- 스마트제조는 앞으로 인공지능을 결합한 생산 시스템으로 진화할 것으로 기대
 - 공장자동화의 개념은 '공장'과 '제조'의 범위로 볼 수 있으나, 최근 스마트제조 기술은 다양해진 소비자의 요구사항에 실시간 대응하기 위해 가치사슬의 수평적 통합으로 확대·발전

◎ 어플리케이션 분야는 스마트제조의 핵심

- 정부는 민관합동 스마트제조 추진단을 통해 지능형 유연 생산공장 보급사업을 진행 중이고 대표적 어플리케이션인 MES, SCM, ERP가 스마트제조 지원정책의 가장 큰 수혜
 - 지원 규모는 대기업 출연 동반성장 기금으로 운영되며, 지원대상은 대기업 2~3차 협력기업 등의 중소기업이 대상

[스마트제조 보급·확산 사업 지원 분야]

지원	솔루션	지원내용	예상효과
현장 자동화 공장 운영	MES	솔루션 및 연동 디지털 자동화 장비	품질개선, 생산성 향상
제품개발	PLM	솔루션 및 연동 CAM/CAM 등	설계 개발 리드타임 단축
에너지 관리	FEMS	솔루션 및 연동 자동화 관리	에너지 절감
공급사슬관리	SCM	솔루션 및 연동 바코드 또는 RFID시스템	납기 준수율 향상
기업자원관리	ERP	솔루션 및 연동 바코드 또는 RFID시스템	업무프로세스 개선

* 출처: 스마트제조 추진단

◎ 국가별 스마트제조 지원정책 강화

- 우리나라에서는 제11차 비상경제 중앙대책본부 회의 겸 제1차 한국판 뉴딜 관계장관회의에서 한국판 뉴딜의 첫 번째 후속 조치로 인공지능·데이터 기반 중소기업 제조혁신 고도화 전략을 발표
 - 전략의 핵심기반이 되는 인공지능 중소벤처 제조 플랫폼(KAMP, Korea AI Manufacturing Platform)을 구축하는 방안 마련

- 또한, 정부는 '2030년 세계 4개 제조강국 도약비전과 4대 추진전략'에 따라 스마트 공장 3만 개 구축계획을 세움
- 미국 정부는 스마트제조뿐만 아니라 운송, 전력망, 의료 및 헬스케어, 국방 등에 이르기까지 광범위한 분야에 걸쳐 시스템 개발을 진행 중
 - 신미국혁신전략을 통한 정부-대기업, 중소기업-개인이 혁신에 참여하여 시너지를 내는 2트랙 혁신 진행
- 일본은 2000년부터 경제 산업성과 도쿄대가 협력해 '강력한 제조업'을 지칭하는 모노즈쿠리 프로젝트를 진행하며, 과거 값싼 노동력을 얻기 위해 중국, 동남아 등지로 공장을 옮겨야 했던 문제를 제조 산업에 ICT를 도입함으로써 해결 중
 - 아베 정부도 제조업 경쟁력을 강화하기 위해 2020년까지 GDP 600조 엔 달성을 위한 액션 플랜 성격의 일본 재흥전략을 세우고 추진 중
 - IoT, 빅데이터, 인공지능을 통한 산업구조 변혁으로 생산성 혁명, 혁신, 벤처 창출
- 독일은 다가올 4차 산업혁명을 주도하고, 미래 제조업의 경쟁력을 선점하기 위해 인더스트리 4.0을 플랫폼 인더스트리 4.0으로 개정
 - 통신 네트워크를 통해 공장 안팎의 사물과 서비스들을 연계하여 새로운 가치를 창출하고 비즈니스 모델을 구축하는 중
 - 자동차, 기계 등 제조업에 ICT를 접목해 모든 생산 공정, 조달 및 물류, 서비스까지 통합적으로 관리하는 스마트제조 구축을 목표로 IoT, CPS, 센서 등의 기반 기술 개발 및 생태계 확산에 집중
- EU는 유럽 제조업의 부활을 성공시키기 위해 기업과 정부가 공통의 행동계획을 수립하고, 향후 15년에 걸쳐 연간 약 900억 유로를 투자할 계획
- 중국도 12차 5개년 계획 내 7대 전략사업 분야 중 생산 장비 고도화 및 정보통신 진흥을 위한 계획을 수립하고 IoT센터를 설립해 CPS연구 등에 1.17억 달러를 편당하는 등 적극적 입장
 - 차세대 IT기술, 첨단 CNC¹⁷⁾공작기계 및 로봇 등의 10대 육성 전략 수립을 통해 제조업 개조 및 고도화, 전략적 신성장 산업 육성

17) Computer Numerical Control의 줄임말

나. 시장 분석

(1) 세계시장

- 전 세계 제조용 지능형 어플리케이션 시장 규모는 2018년 329억 5,300만 달러에서 연평균 11.1%씩 성장하여 2024년 618억 6,000만 달러 규모에 이를 전망
 - 대표적 어플리케이션인 MES와 SCM는 각각 연평균 13.9%, 6.5%의 성장세를 보일 것으로 전망

[제조 어플리케이션 세계 시장규모 및 전망]

(단위 : 백만 달러, %)

구분	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	CAGR
MES	10,530	11,930	13,550	15,570	17,590	20,310	23,030	13.9
ERP	7,300	7,820	8,370	8,930	9,490	10,075	10,660	6.5
PLM	740	780	820	855	890	925	960	4.4
SCM	14,383	15,850	17,790	19,790	22,000	24,470	27,210	11.2
합계	32,953	36,380	40,530	45,145	49,970	55,780	61,860	11.1

* 출처 : MarketandMarkets (2019), Statista(2019)를 바탕으로 네모아이씨지에서 재가공

- 아시아의 경우 세계 주요기업들의 제조 공장이 낮은 인건비의 아시아 내 개발 도상국에 위치, 제조 공정의 생산성 향상을 위한 스마트제조 도입이 다른 지역에 비해 빠른 대비를 예상

(2) 국내시장

- 국내 제조용 지능형 어플리케이션의 국내 시장 규모는 2018년 1조 1,400억 원에서 연평균 9.9% 성장하여 2024년 약 2조 원에 이를 전망

[제조 어플리케이션 국내 시장규모 및 전망]

(단위 : 억 원, %)

구분	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
국내시장	11,400	12,480	13,560	14,940	16,320	18,180	20,040	9.9

* 출처 : MarketandMarkets (2019)를 바탕으로 네모아이씨지에서 재가공

3. 기술개발 동향

기술경쟁력

- 스마트제조용 지능형 어플리케이션은 미국이 최고기술국으로 평가되었으며, 우리나라는 최고기술국 대비 76.8%의 기술수준을 보유하고 있으며, 최고기술국과의 기술격차는 2년으로 분석
- 중소기업의 기술경쟁력은 최고기술국 대비 63.7%, 기술격차는 0.0년으로 평가
- EU(86.7%)>일본(77.8%)>한국(76.8%)>중국(63.7%)의 순으로 평가

기술수명주기(TCT)¹⁸⁾

- 스마트제조용 지능형 어플리케이션은 7.10의 기술수명주기를 지닌 것으로 파악

가. 기술개발 이슈

◎ 스마트제조 어플리케이션의 기술별 제품 분류 관점

수요 맞춤형 공정 및 운영 최적화 기술

- 고객의 다양한 제품 수요에 유연하게 대응하고 설계-생산으로 신속하게 연계할 수 있도록 맞춤형 공정·운영 최적화 기술 필요
- 고객 맞춤형 공정설계 자동화 기술을 바탕으로 레이아웃, 라인 밸런싱까지 통합 설계하는 플랫폼을 구성하고, 가상모델-실운영 데이터 연계를 통한 운영단으로 연계되는 공정설계 어플리케이션 개발
- 실시간 4M 상태 모니터링 및 피드백 제어 기술을 바탕으로 공정설계 시뮬레이터와 연동된 다품종 라인에 대한 동적 생산계획 플랫폼을 구성하여 에너지 데이터까지 고려된 생산운영 어플리케이션 개발

예측 기반 품질 및 설비 고도화 기술

- 대규모의 품질 리콜과 설비 이상에 의한 라인 중단에 사전 대응할 수 있도록 설비 공정 상태와 연계한 예측기반 품질 설비 고도화 기술 필요
- 대용량 제조 데이터에 대한 분석 마이닝 기술을 바탕으로 공정품질 예측 및 출하 후 제품수명 예측 모델을 개발, 예측 결과 실시간 피드백하여 제어할 수 있는 품질분석 어플리케이션 개발
- 설비상태에 대한 실시간 데이터를 바탕으로 설비고장을 진단하고 유지·보수하는 보전기술과 이를 보전계획으로 연계하는 운영기술을 통합하여 설비 건전성을 관리하고 지식화하는 설비보전 어플리케이션 개발

인간 중심 안전 및 작업 지원 기술

- 작업자가 공장 내 위험·불편 상황에 처하지 않고 편안하고 효율적인 작업환경에서 일할 수 있도록 인간중심 안전·작업 지원 기술 필요

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

- 가상·증강현실 기술을 바탕으로 업무환경을 지원하는 작업자 지원 애플리케이션과 공장 공간정보에 대한 표준모델을 바탕으로 위치인식 기반의 작업자 상태를 사전 감지·대응하는 안전 어플리케이션 개발

지능형 유통 및 조달 물류 기술

- 가치사슬 전체에서 실시간으로 자재·부품·제품 흐름을 추적관리하고 실물-시스템을 일치시킬 수 있도록 지능형 유통·조달 물류 기술 필요
- 실시간 데이터 분석을 바탕으로 한 지능형 창고운영 기술과 공급망 리스 대처 기술을 개발하고 가치사슬을 연계한 물류 최적화 플랫폼에 탑재하여 지능형 물류조달 어플리케이션 개발

스마트팩토리 통합 운영 및 서비스 기술

- 스마트팩토리 애플리케이션들에 대한 효과적인 운영환경을 제공할 수 있도록 어플리케이션 간 통합, 하위 플랫폼 및 디바이스와의 연계 및 기타 관련 시스템들과의 연동을 위한 운영 및 서비스 기술 필요
- 대용량 제조 데이터를 연동한 스마트팩토리 어플리케이션의 통합운영 프레임워크를 개발하고, 실시간 데이터 기반 가상모델 생성기술과 제조 지식화 기술을 탑재하여 확장된 운영 및 서비스 환경구축

◎ 해외 기술 수준과 이슈

미국의 첨단 제조 기술 전략

- 첨단 제조 혁신을 통해 국가 경쟁력 강화 및 좋은 일자리 창출, 경제 활성화
- ‘미국 제조업 재생 계획’발표, 이를 지원할 인프라 구축

일본의 산업재흥플랜을 기반으로 한 산업구조 혁신

- 연구개발 투자 부진, 설비투자 감소, 비즈니스 모델 한계, 경영자원 효율성 저하 등 복합적인 문제에 봉착한 일본 제조업의 위기 극복
- 일본재흥전략 중 하나인 ‘일본 산업재흥플랜’에서는 첨단 설비투자 촉진, 과학기술 혁신 추진을 핵심과제로 제조업 부흥을 독려

독일의 인더스트리 4.0 구상 및 추진

- 독일은 지속적인 경제성장, 일자리 창출, 기후변화 및 고령화에 대응하기 위해 2006년부터 ‘하이테크 전략 2020’ 전략을 추진
- 2011년 하이테크 전략 2020에 ICT 융합을 통한 제조업 창조경제 전략인 ‘인더스트리 4.0’ 전략을 주요 테마로 포함시키고, 이 전략을 강도 높게 추진



[미국·독일·일본의 제조업 창조경제 주요 정책]

구분	미국	일본	독일
추진배경	<ul style="list-style-type: none"> 경쟁력 강화, 국가안보 대응 좋은 일자리 창출 	<ul style="list-style-type: none"> 산업기반 강화 과학기술 혁신 추진 	<ul style="list-style-type: none"> 경제성장, 일자리 창출, 기후 변화, 고령화 대응
기본정책	<ul style="list-style-type: none"> 국가 첨단 제조방식 전략계획 	<ul style="list-style-type: none"> 산업재흥플랜 	<ul style="list-style-type: none"> 하이테크 전략2020
핵심사업	<ul style="list-style-type: none"> 첨단 제조 기술사업(AMP) 	<ul style="list-style-type: none"> 전략적 이노베이션 창조사업 (SIP) 	<ul style="list-style-type: none"> 인더스트리 4.0
촉진 인프라	<ul style="list-style-type: none"> 제조 혁신기관(NNI) 제조 혁신 네트워크(NNMI) 	<ul style="list-style-type: none"> 종합과학기술회의 	<ul style="list-style-type: none"> 인더스트리 4.0 플랫폼
주요 추진과제	<ul style="list-style-type: none"> 에너지 절감용 제조공정 혁신 제조 기술 가속화 센터 건립 제조혁신 네트워크 구축 제조부문 로봇 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 에너지: 연소기술 및 구조재료 등 5개 과제 차세대 인프라: 자동운전 시스템 등 3개 과제 	<ul style="list-style-type: none"> 유무선 ICT를 활용한 스마트 공장(Smart Factory) 구현

* 출처: '제조업을 업그레이드하자, 마·일·독 제조업 R&D 정책동향 및 시사점', 현대경제연구원

◎ 국내 기술 수준과 이슈

□ 국가정보자원관리원의 지능형 클라우드 기반 정부 클라우드 서비스 전환 사업

- 2022년까지 1,576억 원 투입하는 '지능형 클라우드 컴퓨팅 센터 전환'
- 지능형 클라우드 전환 시 정보자원 할당 업무처리 절차 간소화·자동화 가능 및 관리원이 지역별로 운영·구축중인 4개 데이터 센터를 연계해 단일 센터처럼 운영·관리 가능
- 부처별 신산업 추진 위한 차세대 전자정부 시스템 지원
- 관리원은 지능형 클라우드 컴퓨팅 센터 전환 사업에 2020년 167억 원을 들여 고용노동부 등 10개 기관의 31개 업무를 SDDC 기반 지능형 클라우드로 시범 전환하고 2022년까지 단계적 확대할 계획
- 국산 범용서버와 공개 소프트웨어 적극적 도입해 국내 클라우드 산업 활성화 지원 방침

□ 2018년 스마트제조 기술수준조사의 기술 경쟁력 조사 항목 중 스마트제조용 지능형 어플리케이션 관련 항목은 총 5개로 평균은 75.6%로 선진국 대비 추격 기술로 평가

- 최고 기술 수준은 APS, MES로 최고 기술국 미국대비 86.8% 수준으로 평가

- 최저 기술 수준은 PLM으로 최고 기술국 미국대비 50.2% 수준으로 평가

국내의 기존 산업용 전기 기계 또는 시스템 통합 개발 기업들이 스마트팩토리로 전환 중

- 공장자동화 시스템의 대표 기업인 LS산전, 두산인프라코어 등이 응용시스템과 요소기술 개발에 주력하고 있으며, 응용시스템 개발 기업 외에 SI기업인 SK C&C, LG CNS 등이 스마트팩토리 사업을 적극적으로 추진 중이나, 요소기술 개발이 낙후하여 상당수의 핵심 기술을 해외에 의존하고 있는 실정

[제품분류별 경쟁자]

기술분류		주요업체
디바이스	설비센서 액추에이터	• Rockwell, GE, PTC, CDS, Siemens PLM, ABB, Siemens, chneider, Invensys, SAP, DessaultSystems, Mitsubishi
	통신모듈 송수신센서 단말기	• 퀄컴, TI, 인피니온, GE, IBM, Apple, Google, 브로드컴, 미디어텍, ARM, 삼성, Cinterion, Telit, Sierra, SIMcom, E-divie, Teluar
서비스	소프트웨어 플랫폼 솔루션	• jasper, Axeda, Aeris, Pachube, 퀄컴, Inilex, Datasmart, Om nilink, Data Technology Service, Cisco, Siemens, Bosch
	통신사업	• Verizon, Sprint, AT&T, Vodafone, T-mobile, NTT 도코모, SKT
	서비스 사업	• CrossBridge, Numerex, KORE 등

* 출처: 2018년 스마트제조 기술수준조사(스마트제조산업협회, 2018)을 재편집

현재 제조실행시스템(MES), ERP 솔루션은 삼성SDS를 비롯한 국내 SI업체들이 공급가능하나, 제품수명주기관리(PLM)은 글로벌 기업에 의존

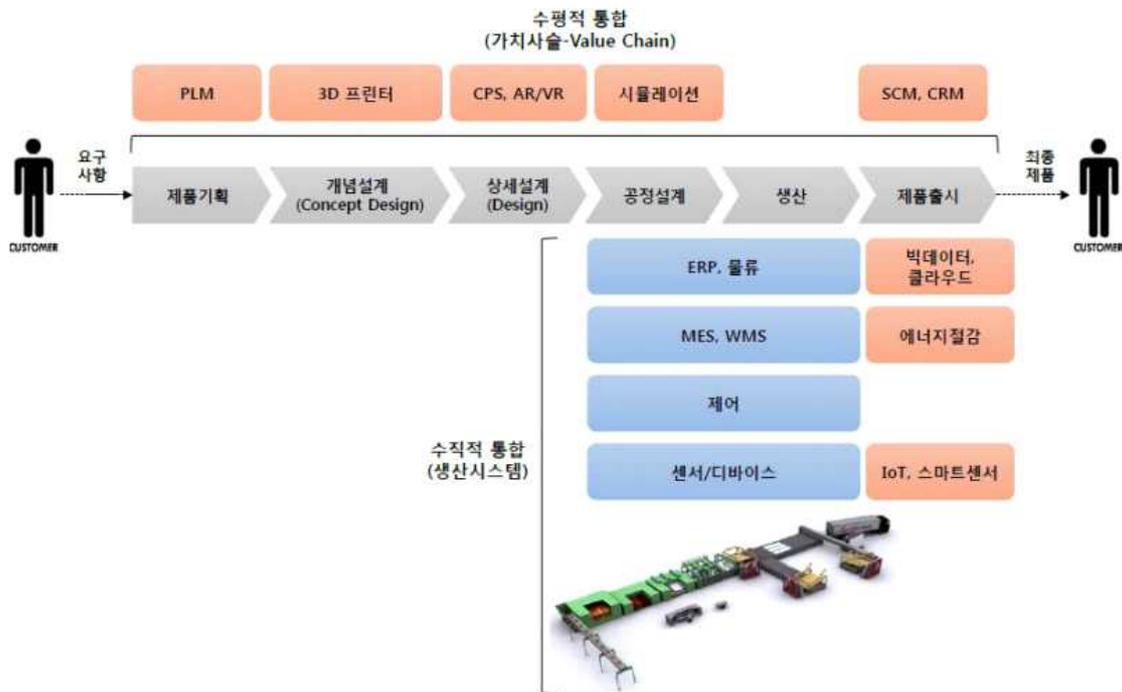
- 뿐만 아니라 컨트롤러, 서보모터/드라이브 등 핵심부품, High-End의 장비, 유연 생산 운용솔루션 등 스마트제조 핵심요소 대부분은 독일, 일본, 미국으로부터 수입
- 현재 국내 공급사의 경우 스마트제조 필요기술 중 일부를 단품으로 공급하는 소규모 기업 위주로, Legacy System에 대응할 수 있는 토털 패키지 제공능력 부족
- MES, ERP, SCM 등의 정보시스템 외에 제조현장에서 활용되는 다양한 어플리케이션이 중소기업 등에서 개발 중이나 SI사업 중심으로 전개되고 있어서 통합된 개발과 현장적용이 필요한 상태(IT 공급기업 + 대기업 기술 공유)

◎ 수평적·수직적 통합 흐름

□ 어플리케이션의 종류와 역할

- (ERP) Enterprise Resource Planning의 약자로 흔히 '전사적 자원관리'라고 하며, 정보의 통합을 위해 기업의 모든 자원을 최적으로 관리하자는 개념으로 기업자원관리 혹은 업무 통합관리라고 지칭
- (SCM) Supply Chain Management의 약자로, 기업에서 원재료의 생산·유통 등 모든 공급망 단계를 최적화해 수요자가 원하는 제품을 원하는 시간과 장소에 제공하는 '공급사슬 관리'를 의미
- (PLM) 제품 수명 주기 관리(Product Life-cycle Management)라고 부르며, 제품 설계도부터 최종 제품 생산에 이르는 전체과정을 일관적으로 관리해 제품 부가가치를 높이고 원가를 줄이는 생산 프로세스로 제품수명주기와 관련된 제품정보데이터 및 관리 서버시스템과 다수의 클라이언트 시스템의 네트워크 시스템 등이 제공
- (MES) MES는 Manufacturing Execution System의 약자로 계획되거나 주문받은 제품을 최종 제품이 될 때까지 생산활동을 최적으로 수행하도록 정보를 제공하며, 정확한 실시간 데이터로 공장활동을 지시하고 룰을 제시할 뿐만 아니라, 실시간으로 활동 결과를 보고하여 의사결정에 도움을 주는 시스템

[수직적·수평적 통합 흐름]



* 출처: 중소중견 제조기업의 스마트 팩토리 구축을 위한 제안(한국무역협회 이슈페이퍼 No2)

- 어플리케이션 경계가 없어지는 수평적 통합 흐름이 발생
 - 비용 및 시간을 절감하고 기업의 생산성과 효율성을 높이기 위해 맞춤형 제품을 주문에서 설계에서 생산, 판매 및 유통까지 제품 전 주기를 수평적으로 통합하여 시장 상황에 빠르게 대응할 수 있도록 제조 Value-Chain이 유기적으로 연결된 지능화된 맞춤형 제조의 필요성이 증가
 - (지멘스) 지멘스는 제조SW를 통합한 「TIA Portal」솔루션 개발하여 MES, PLM, ERP 등 모든 솔루션의 기능을 통합하여 제조 초단계 및 가치사슬을 관리할 수 있는 SW 개발
- 하드웨어와 소프트웨어가 통합되는 수직적 통합도 중요한 흐름
 - 산업별, 업종에 따라 공장 스마트화를 위해 요구되는 핵심요소, 모듈을 HW, SW 포함하여 수직적으로 통합한 패키지 기술
 - (GE) 빅데이터 수집·분석을 위한 「Predix」플랫폼 개발하여 컨트롤러, 생산장비 등 HW의 데이터를 수집·분석하기 위한 플랫폼 SW를 개발을 통한 설비 성능 효율적 관리

◎ 클라우드, 빅데이터·AI 플랫폼과 어플리케이션의 연결

- 사물인터넷·빅데이터·클라우드 컴퓨팅·스마트 로봇 등 기반 기술의 동시다발적 발전
 - ICT의 발전은 산업 공정에서 완전한 자동생산 체계와 지능형 시스템 구축을 가능하게 함으로써 스마트한 생산과 함께 제조업의 생산성과 효율성을 제고
 - 사물인터넷으로 정보교환, 클라우드로 정보를 더하고, 빅데이터로 상황을 분석, 생산시물레이션을 가동하는 생산체계 구축이 가능, 로봇은 휴먼-머신 인터페이스로 작업
 - M2M(Machine to Machine) 및 사물인터넷 등의 ICT는 네트워크에 접속된 기기끼리 자율적으로 동작하기 위한 기반을 제공하며, ERP·PLM·SCM 등의 업무 시스템에 연계되어 자동화 촉진
- 산업자동화 업체 솔루션이 스마트공장 어플리케이션과 플랫폼 시장을 주도
 - 해외에서 스마트공장 플랫폼을 제공하는 기업 유형은 아마존, 마이크로소프트, 구글, SAP, 오라클 등 IT 그룹과 GE, 지멘스, 슈나이더일렉트릭 등 산업자동화 그룹의 2가지로 구분
 - 투자은행 도이치방크는 IT기술력보다 도메인 노하우, 자동화 전문성이 산업인터넷 클라우드 플랫폼 성공에 더 중요하다고 주장하면서, 현재 산업자동화 그룹이 더 우위에 있다고 평가
 - 이미 스마트공장을 도입한 국내 대기업들도 GE Predix, 지멘스 MindSphere 등 해외 산업자동화 업체 제품을 선호하며, 국산 플랫폼도 점진적으로 입지를 넓혀 나갈 것으로 기대

나. 생태계 기술 동향

(1) 해외 플레이어 동향

- (Siemens) 생산설비, 제어시스템 및 산업용 소프트웨어 등 거의 모든 산업 분야의 제조 및 공정 자동화 솔루션을 보유
 - 물리적 가치 사슬전체의 완전한 디지털 표현으로, 고객이 개발 및 생산하는 데이터를 총체적으로 통합할 수 있도록 포괄적 하드웨어와 소프트웨어 포트폴리오 제공
 - 플랜트 전체의 라이프사이클을 다루어 공장이 실제 운영되기 전 시뮬레이션, 테스트, 최적화를 반복하여 공장 에너지 효율 최대화와 운영 안정화를 보장
 - 개별산업 분야의 산업용 소프트웨어 및 자동화 통합 포트폴리오 제공. 제품 제조업체와 기계 및 라인 설계자는 공급 업체를 포함하여 전체 가치사슬 통합 및 디지털화 가능

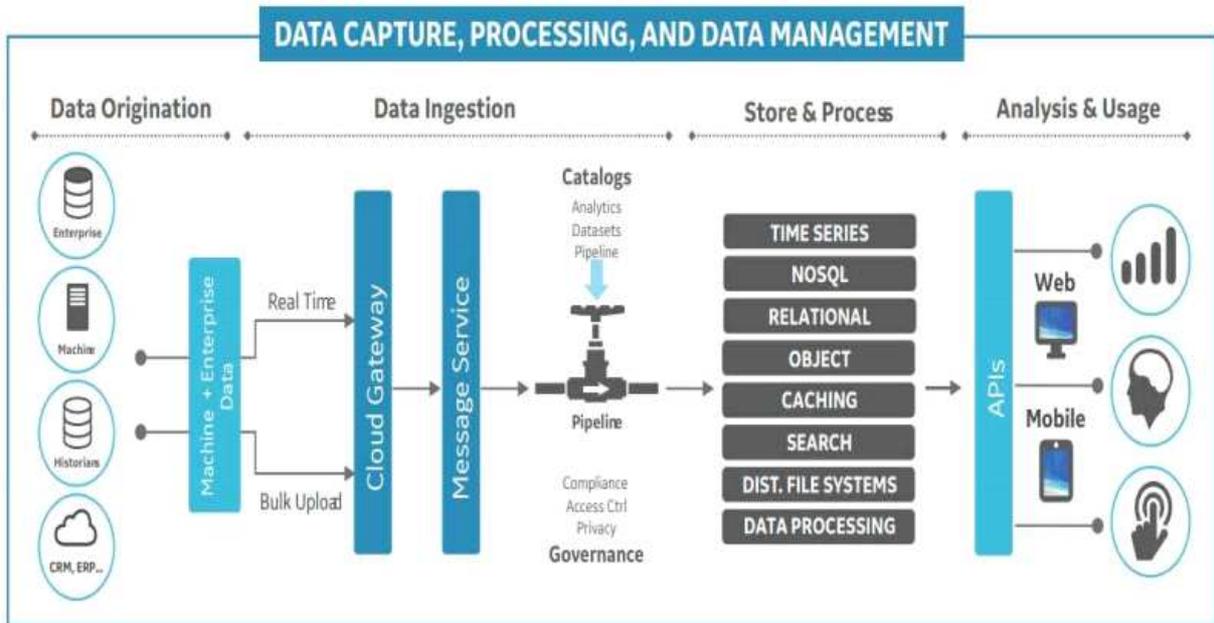
- (Rold) 이탈리아의 세탁기 도어 잠금장치를 생산하는 기업
 - 디지털 대시보드로 공장에 투입된 다양한 생산 자원을 실시간으로 모니터링
 - IoT에서 수집한 데이터로 비용 추정
 - 문제 발생 시 실시간 알람
 - 고객사에 자동 주문 및 관리 서비스

- (The Procter & Gamble Company) 미국의 소비재 생 기업이고 실시간으로 핵심 성과지표의 성과가 떨어지는 원인을 바로 포착할 수 있는 시스템 구축
 - 다양한 센서 활용, 실시간 공정 품질관리
 - 프라하 소재 주요 대학 및 스타트업과 협력
 - 생산성은 160%, 고객 만족도는 116% 증가

- (Dassault System) 카티야라는 3D CAD로 알려져있으나 다쏘시스템의 MES는 가트너보고서에서 실행력과 비전의 완성도 부분에서 최고점을 받으며 리더회사로 등극
 - 최근에는 MES의 한계를 극복한 전 세계에 걸쳐진 공장끼리 정보를 공유하며 통합 생산운영 관리가 가능한 MOM(Manufacturing Operation Management)을 출시
 - 다쏘시스템의 DELMIA Apriso는 세계적인 규모와 협업과 동기화, 시스템 통일성을 이뤄내 통상적으로 2%에서 6%까지의 이익 증가가 가능하다고 표현
 - 다쏘시스템은 항공 우주 및 방위 산업, 운송과 자동차, 산업 장비, 최첨단 산업, 소비재, 소매 제품과 의료기기에 이르기까지 폭넓은 분야에서 600여 개의 회사와 협력관계

- (GE) 2011년부터 10억 달러를 투자하여 개발한 산업 IoT어플리케이션 플랫폼으로 모든 기계를 지능화하는 데 필요한 소프트웨어와 관련 서비스를 통해 산업 인프라 및 운영 전반에 혁신을 유발하였으며, Edge-to-Cloud 플랫폼, 디지털트윈, SaaS 어플리케이션 등의 기술 제공
 - 항공기 엔진에 센서 부착하면, 자료수집, 프레딕스를 통해 정비, 보수의 최적 시기를 예측하는 등 최적 운영 방법을 도출하여, 연료 절감, 고장 예방 등 추가 수익 창출

[GE 프레딕스 운영 구조도]



* 출처: GE Digital(2020)

- (Johnson n Johnson) 미국의 첨단 의료기기 제조사로 AI와 IoT를 이용해 기계의 청소·검사·수정·대기 시간 등 비가동시간 감소, 운영 비용절감
- (SAP) ERP의 대표기업으로 시스템, 어플리케이션, 데이터 처리 등의 IT 기술을 바탕으로 ERP와 같이 기업의 사업운영 및 고객관계를 관리하는 기업용 소프트웨어 제공
 - 기존의 PLC → MES → ERP로 수직구조화되어 있는 아키텍처에서 PLC와 바로 실시간 인터페이스 가능한 MES와 통합된 ERP를 제공해 생산 환경의 동적 변화에 보다 유연하게 대응할 수 있는 솔루션 제공
- (Mitsubishi Electric) 'e-F@ctory'는 자동화 기술과 인텔의 사물인터넷 기술이 접목된 차세대 공장자동화(FA) 시스템 개발을 진행 중
 - 미쯔비시 전기는 로봇, 제어기, PLC 등 공장 자동화와 관련된 다양한 기기 제어 솔루션을 보유하고 있으며 공장 전체를 커버하는 패키지형 솔루션으로 확대
 - 조기 고장예측 등을 통한 생산성 향상을 목표로 진행 중
- (Danfoss) 덴마크의 에너지 제품 기업으로 스마트 센서 등의 데이터로 공정 효율화, 디지털 추적 및 자동 모니터링 시스템으로 생산성 30% 증대

- (Phoenix Contact) 독일의 산업 자동화 분야의 세계 선두 기업으로 IoT를 통해 생산기기와 생산품 간 상호 소통 체계 구축, 전체 생산 과정을 최적화
- (Rockwell Automation) 센서 장비, 제어 장비와 같은 하드웨어에서 네트워크 기술 및 S/W와 같은 인프라 및 응용프로그램까지 산업 전 분야에 걸친 자동화와 정보 솔루션 제공
 - 네트워크를 통합하여 공통의 생산 플랫폼을 구축하고, 데이터 액세스를 실현하여 연간 4~5% 생산성 향상, 폐기물 감소로 수십만 달러의 비용 절감, 공장 가동 시점을 몇 개월에서 몇 주로 앞당기는 등 출시 기간 단축, 품질 향상을 통해 결함 절반으로 감소, 정시 납품률을 82%에서 98%로 향상하는 등 실질적인 사업 실적 획득
- (Honeywell) 자동화기기, 제어기기, 전자통신 제조업체로 대형 전자장치에서 소형 온도조절기까지 다양한 제품을 공급하고 있으며 데이터 처리 시스템과 산업용 어플리케이션 등 소프트웨어 솔루션으로 사업 영역 확대
- (Toyota) 스마트제조를 통해 기존 JIT(Just in Time) 체계를 고도화하여 부품 공급사, 물류업체 등 전 공급망 정보를 통합관리
- (BMW) 인력과 부춤의 적시공급으로 재고를 줄이고 품질을 올리는 생산 시스템인 '린 생산방식(Lean Process)' 방식으로 시장의 요구와 수요 변화에 대응
- (ABB) 디바이스에서 엣지-클라우드까지 연결하는 스위스 ABB의 통합·표준 디지털제품으로 ABB의 전문지식과 네트워크 연결성, 최신 디지털 기술·혁신이 결합된 솔루션과 플랫폼 개발
 - 하이델베르크 공장은 90년 이상 차단기를 생산해온 ABB의 대표공장으로 최근 ABB Ability를 적용해 미래형 스마트화를 추진 중이며, 3% 생산성 증대, 유연한 운영, 변형제품 생산 3배 상승, 정확한 납기일정, 고품질 제품 생산 등의 효과 기대

(2) 국내 플레이어 동향

◎ 대기업 동향

- (삼성SDS) 스마트제조 플랫폼 ‘넥스플랜트’의 사업영역을 기존 제조공장에서 플랜트까지 확장
 - 넥스플랜트는 공장 생산 설비 등에 장착된 사물인터넷(IoT) 센서로 빅데이터를 수집하고 AI로 분석해 실시간으로 공정을 감독하고 장애 시점을 예측 가능
 - 삼성SDS에 따르면 넥스플랜트를 적용한 고객사는 생산시설의 고장 원인 분석시간을 90% 단축했고 설비 데이터를 활용해 공정 품질을 30% 향상시켰으며, 불량 유형을 딥러닝으로 분석해 분류 정확도를 32% 개선
 - 방대한 제조 데이터를 신속하게 분석·시각화하여 솔루션을 제시하는 처방형 알고리즘의 AI 분석 플랫폼을 적용하여 고도화
 - 생산 공정을 전 자동화하여 생산 지원부터 통합관리하고 원격으로 제어, 시장 수요 증감에 따른 제품 변경이나, 물량 조절을 공장 내 물류 설비 자동화와 생산설비 및 공정을 자동화하여 변경된 요구사항에 신속하게 대응
 - IoT-AI를 통한 자재 물류 제어를 사용, 자재물류 설비의 필요 수량과 최적 위치를 스스로 선정하고 이동 경로를 실시간 제조 상황이 반영된 최적의 경로로 설정하여 물류 효율 향상

- (LG CNS) 스마트제조 구축을 위한 통합된 표준 개발 및 운영 환경인 제조 ICT 플랫폼 ‘Factova’를 구축
 - 상품 기획 및 공정설비 기간 단축, 품질검사 정확도 향상, 재고관리 최적화 및 물류비용 최소화 등 전 단계에서 지능화를 통해 생산 효율성 제고
 - 자사의 소프트웨어 플랫폼 기술과 LG전자의 장비 및 공정설계 역량, LGU+의 통신 인프라를 결합하여 제조 전 과정에서 표준화된 개발과 운영이 가능하며 LG전자의 북미 세탁기 공방 및 LG디스플레이인 파주 OLED 공장, LG화학 폴란드 전지 공장 등에서 활용
 - 반년 이상 소요되던 상품기획 단계를 AI 빅데이터 기반 시장분석 및 설계 자동화와 시뮬레이션을 통해 2~3개월로 단축 가능
 - 수작업으로 수집되어 하루 이상 소요되던 제조 공정 설비 데이터를 IoT 기반으로 실시간 수집, 기존에 사람이 수집하기 어렵던 진동 데이터 뿐 아니라 창고의 온·습도나 정전기, 악취 등 다양한 종류의 데이터도 센서로 자동화된 수집·분석·대응 가능
 - AI 빅데이터 플랫폼인 ‘DAP’를 기반으로 비전검사를 적용, 정확도를 99.7%까지 향상 가능
 - 실시간 위치추적 시스템과 IoT 기술로 배송 전 과정을 실시간 관리, 배송지연·누락 발생 시 신속한 대응 가능하고 제품 입출고 관리를 통한 재조관리 최적화 및 물류비용 최소화 가능

- (SK C&C) 데이터를 수집·통합해 분석하고 효율적 공정 운영, 품질 관리, 설비 제어를 지원하는 다양한 솔루션 체계를 수립
 - 스마트제조 솔루션은 특정 제조 공정상 데이터뿐만 아니라, 제품 생산·관리와 관련된 전체 밸류체인상 데이터를 실시간 연계·분석해 최적화
 - 물류제어(MCS, Material Control System)·AI 기반 검사 등 자동화 솔루션을 비롯해 생산관리(MES), 품질관리(QMS), 장비관리 등 제조 운영 솔루션과 통합 분석 솔루션을 제공
- (포스코 ICT) '15년부터 광양 제철소 후판 공장을 대상으로 스마트제조 시범 사업을 실시하고, 연간 약 160억 원의 원가 절감에 성공
 - 데이터 수집과 분석 플랫폼인 '포스프레임'을 개발해 데이터를 쉽게 활용할 수 있도록 표준화를 구축하고, 기초적인 머신러닝 기법부터 딥러닝 같은 고급 분석기법까지 다양한 분석 도구 활용이 가능

◎ 중소기업 동향

- (울랄라랩) 중국과 인도네시아 제화공장에 울랄라랩의 임팩토리 솔루션을 투입했고 최근에는 베트남에도 진출
 - 제품의 품질과 관련된 데이터 분석 외 각 설비별 가동률과 생산량을 정확히 모니터링하고 있으며, 고객사에서는 누적된 데이터를 전체 공정 개선이나 인력 재배치 등 경영개선 관점에서도 활용
- (수아랩) 인공지능·머신비전·슈퍼 컴퓨팅 3가지 기술을 바탕으로 제조업 분야에 무인 검사 솔루션을 제공하는 업체인 수아랩을 미국 나스닥 상장 기업 Cognex가 1억 9500만 달러에 인수, 국내 기술 분야 스타트업의 해외 M&A 중 최대 규모
- (티라유텍) 고객사의 제조 컨설팅, 핵심 솔루션, 시스템 구축 및 운영 등 스마트제조 관련 소프트웨어(SW) 솔루션 전문기업으로 고객사의 스마트제조 투자 확대 등 산업의 고도화로 물류로봇, 클라우드/플랫폼 서비스, 빅데이터 분석을 통한 시솔루션까지 사업영역 확장
- (큐빅테크) IoT를 적용한 설비 인터페이스를 통해, 생산공정의 실시간 모니터링, 빅데이터 분석에 따른 통계적 품질관리를 가능하게 하는 솔루션 공급
- (에임시스템) 반도체, 태양광, 자동차/기계, 화학/전자재료 등 다양한 분야의 생산정보시스템을 구축하였으며 공장장비 자동화를 위한 MES 및 제어 솔루션을 보유 중
- (디에프엑스(DFX)) 스마트한 의사결정을 위한 공장 레이아웃 컨설팅을 하는 업체로 시뮬레이션을 통해 체계적인 레이아웃을 설계함으로써 통합적 최적화, 사전 문제분석 및 해소에 의한 개선효과 극대화, 지속적 프로세스 개선을 통한 업무 혁신을 기대
- (엑센솔루션) 자동차 부품, 반도체, 중공업, 기계, 식품, 제약 등 다양한 제조업을 대상으로 MES Master Plan 컨설팅 서비스 및 제조 시스템 구축 서비스를 제공

(한컴 MDS) 산업용 IoT 플랫폼 씽스핀(ThingSPIN) 개발

- 제조 빅데이터를 활용한 설비의 예지정비 모니터링 시스템으로 공장 내 설비의 사전 이상 진단 및 수명 예측을 통해 최적의 설비 상태를 유지토록하며 자사의 산업용 IoT 플랫폼(씽스핀)과 atwise사의 SCADA 솔루션, FLIR사의 열적외성 카메라 등을 활용
- 연결성 지원, 시각화 지원, 실시간 지원, 양방향 원격지원 등 데이터의 실시간 수집, 저장, 가시화 구현
- 설비 모니터링, 예지 정비, 에너지 관리 등에 활용 가능하며, 실제 세계적 석유가스기업인 Halliburton의 원격 해양 시추 제어시스템을 구축하여 해양 시추 작업정확도 향상, 압력확인 통한 펌프 변형, 누출의 파악 및 감시, 의도하지 않은 가스, 석유 분출 예방 등을 가능하게 함

[산업용 IoT 플랫폼 ThingSPIN의 기능]

구분	사업 내용
산업용 IoT 플랫폼 (ThingSPIN)	<ul style="list-style-type: none"> • 데이터의 실시간 수집·저장·가시화를 구현하는 산업용 IoT 플랫폼 - (연결성 지원) 국제 표준 통신 프로토콜(OPC UA) 지원 - (시각화 지원) 시계열 데이터 가시화 지원(차트, 그래프, 표 등) - (실시간 지원) 실시간 데이터 모니터링 및 실시간 이벤트 저장 - (양방향원격 지원) 기기를 양방향으로 원격에서 제어 가능 - (데이터 호환 지원) 다양한 데이터 출처·유형 및 DB 연동 가능 - (플랫폼 연동 지원) 빅데이터·머신러닝 등 다양한 플랫폼 연동 가능

* 출처: 제조 엔지니어링 설계기술 및 산업동향 보고서(2020)

(MIPS) 지속적으로 업계 내 기업들을 대상으로 서비스를 제공

- 차별화된 포트폴리오를 활용해 컴퓨팅 효율 극대화를 위한 하드웨어 멀티 스레딩 (multi-threading)과 소프트웨어 아이솔레이션을 위한 하드웨어 기반 가상화 서비스를 공급

(퓨처메인) 설비에서 발생하는 진동 등의 경향 및 정밀주파수 분석, 고장패턴 분석 등 복합 분석을 통해 결함 초기단계에서 이상을 감지하고 적절한 대책을 제시하는 솔루션을 개발하여 서비스

(미라콤아이앤씨) 삼화왕관의 스마트제조화 단계별 프로젝트를 추진, 1단계로 정보화를 위한 제조생산시스템(MES)구축, 2단계로 설비·물류 자동화 구축으로 지능화된 공장을 완성하고, 실시간 수집된 정보를 바탕으로 빠르고 정확한 의사결정 가능

(위즈코어) 자동차 부품, 식품, 화장품 등의 다양한 산업군에 기존의 복잡하고 무거운 MES를 단계별로 구성하여 현장에 적용, 구축 기간 단축 등을 통해 통합 모니터링 및 분석 플랫폼으로 확장 서비스 제공

(효성인포메이션시스템) 국가정보자원관리원의 '정보자원 통합 및 지능형 클라우드 인프라 시범 구축 사업'에 성공

- SDC, SDS, SDN을 포함하는 소프트웨어 정의 인프라와 차세대 네트워크인 리프-스파인(Leaf-Spine) 아키텍처, 클라우드 관리 및 자동화 소프트웨어 결합한 솔루션 활용

다. 국내 연구개발 기관 및 동향

1) 연구개발 기관

[스마트제조용 지능형어플리케이션 분야 주요 연구조직 현황]

기관	소속	연구분야
한국생산기술연구원	융합생산기술연구소 IT융합공정그룹	<ul style="list-style-type: none"> • 공정 모니터링 및 최적화 • 재구성 유연생산 플랫폼 • 실시간 생산운영 및 설비관리 • 생산정보화 서비스
한국전자통신연구원	IoT 연구본부 5G 기가서비스연구부문	<ul style="list-style-type: none"> • ICT 융합형 제조서비스 실증확산 기반 구축 사업 • 개인화 제조 서비스 기반구축 사업 (과학기술정보통신부)
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

(2) 기관 기술개발 동향

- (한국전자기술연구원) 스마트공장 기기 간 상호호환성 확장성을 위한 실시간 연결 전송 및 산업용 통신기술 개발 (2018-08-01~2020-12-31)
 - 통합 OPC UA Server/Client 및 PubSub 모델 구축 기술개발
 - IIoT, Industry 4.0 Edge, 클라우드 연계 기반 기술개발
 - 산업용 이더넷 프로세서 기반 TSN 플랫폼 적용 기술개발
 - 로봇 기반의 실시간 제어 및 동기화 지원 테스트베드 구축

- (한국전자통신연구원) 다양한 멀티 클라우드의 활용·확산을 극대화하는 멀티 클라우드 서비스 공통 프레임워크 기술개발 (2019-04-01~2022-12-31)
 - 멀티 클라우드 애플리케이션을 위한 특화 서비스 프레임워크 설계 및 프로토타입 개발
 - 멀티 클라우드 서비스 공통 프레임워크를 위한 개방형 API 개발 및 통합 시험
 - 멀티 클라우드 서비스 공통 프레임워크의 클라이언트 도구 개발 및 통합 시험

- (한국생산기술연구원) 스마트제조공장 적용을 위한 로봇 공통 제어 및 공정 기술개발 (2017-01-01~2019-12-31)
 - 개방형 통합 운영 S/W 상세 기술 구현 - 스마트 단말기 HMI 저작도구 기술개발
 - 3축 직교 로봇용 모션 컨트롤러 시제품 개발
 - 분산 네트워크 기반 범용 모터 구동기 시제품 개발

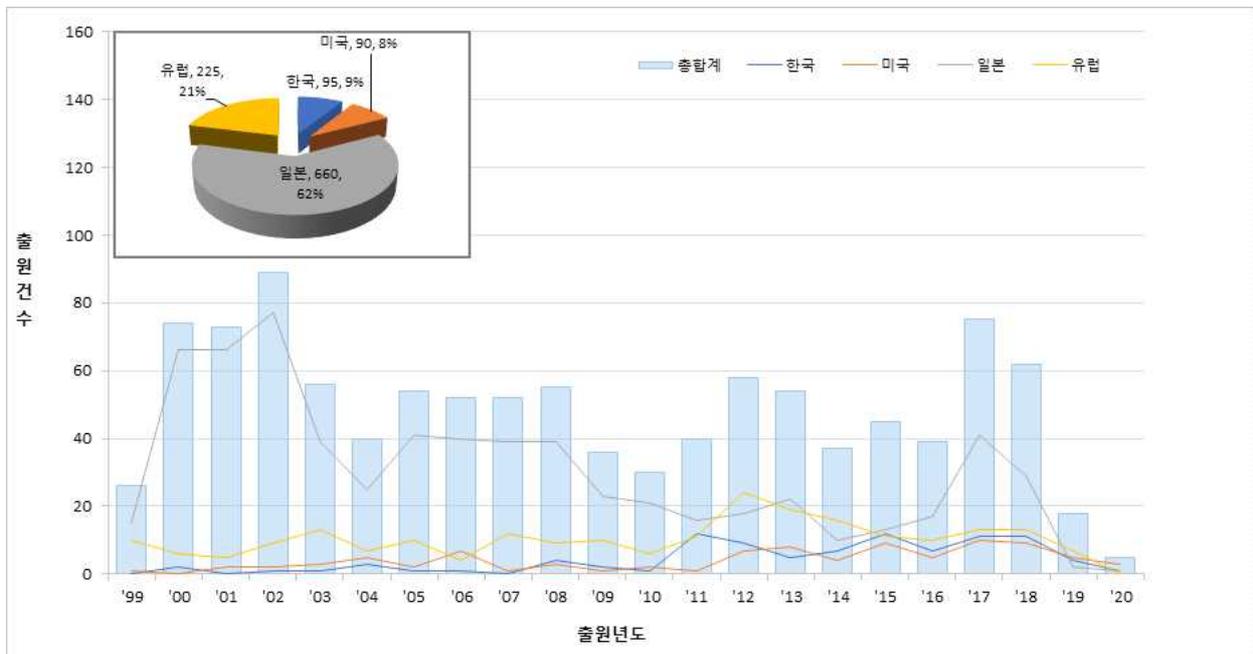
4. 특허 동향

가. 특허동향 분석

(1) 연도별 출원동향

- 스마트제조용 지능형 어플리케이션의 지난 '22년(1999년~2020년)간 출원동향을 살펴보면 분석구간 전체에 걸쳐 증가와 감소를 반복하고 있는 것으로 나타남
 - 각 국가별로 살펴보면 일본이 가장 활발한 출원활동을 보이고 있음
- 국가별 출원비중을 살펴보면 일본이 전체의 62%의 출원 비중을 차지하고 있어, 최대 출원국으로 스마트제조용 지능형 어플리케이션 분야를 리드하고 있는 것으로 나타났으며, 유럽은 21%, 한국은 9%, 미국은 8% 순으로 나타남

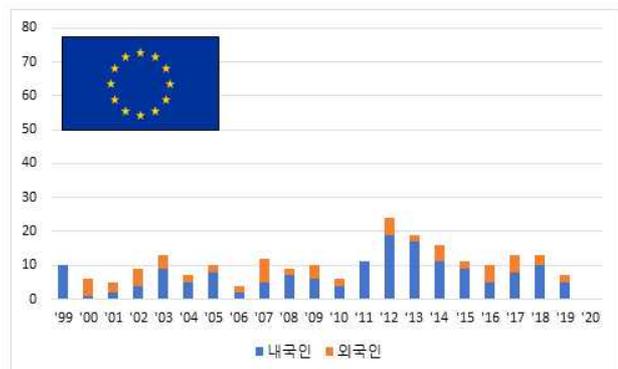
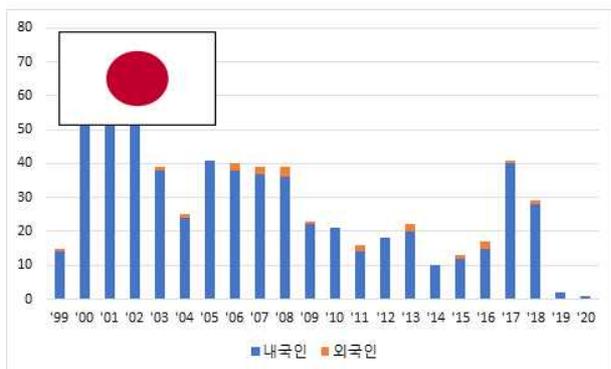
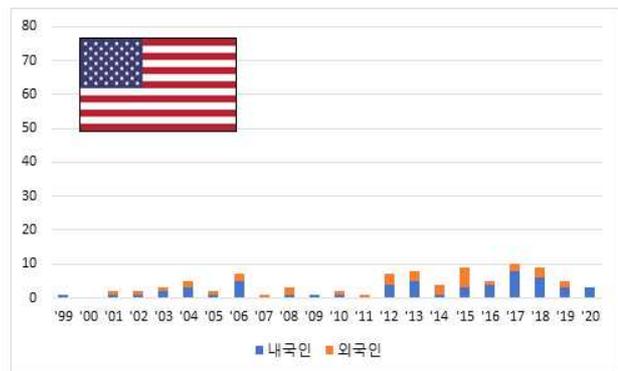
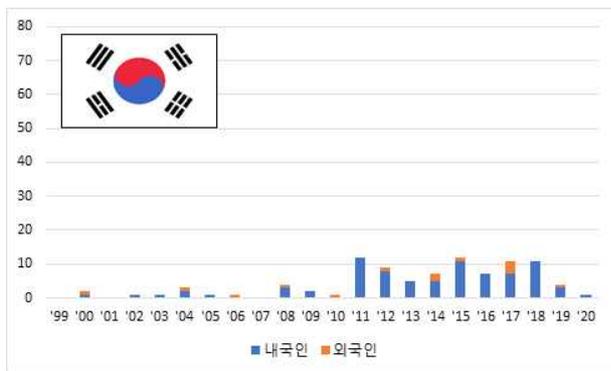
[스마트제조용 지능형 어플리케이션 연도별 출원동향]



(2) 국가별 출원현황

- 한국의 출원현황을 살펴보면, 증가와 감소를 반복하며 매년 15건 이하의 특허를 출원
 - 내국인 위주의 출원이 진행되고 있음
 - 일본의 출원 수에 비해 14% 정도의 수준을 보임
- 미국의 출원현황을 살펴보면 증가와 감소를 반복하며, 매년 10건 이하의 특허를 출원
- 일본의 출원현황을 살펴보면 분석구간 초기부터 전체 특허기술의 출원 증감 흐름에 영향을 주고 있는 것으로 나타남. 일본의 경우, 외국인의 출원 비중이 3%수준으로 타 국가에 비해 매우 낮은 것으로 나타남
- 유럽의 출원현황을 살펴보면, '12년도에 24건을 출원하여 분석구간 중 가장 많은 특허출원인 이루어 졌으나, 최근 다소 감소하는 추세를 나타내고 있음

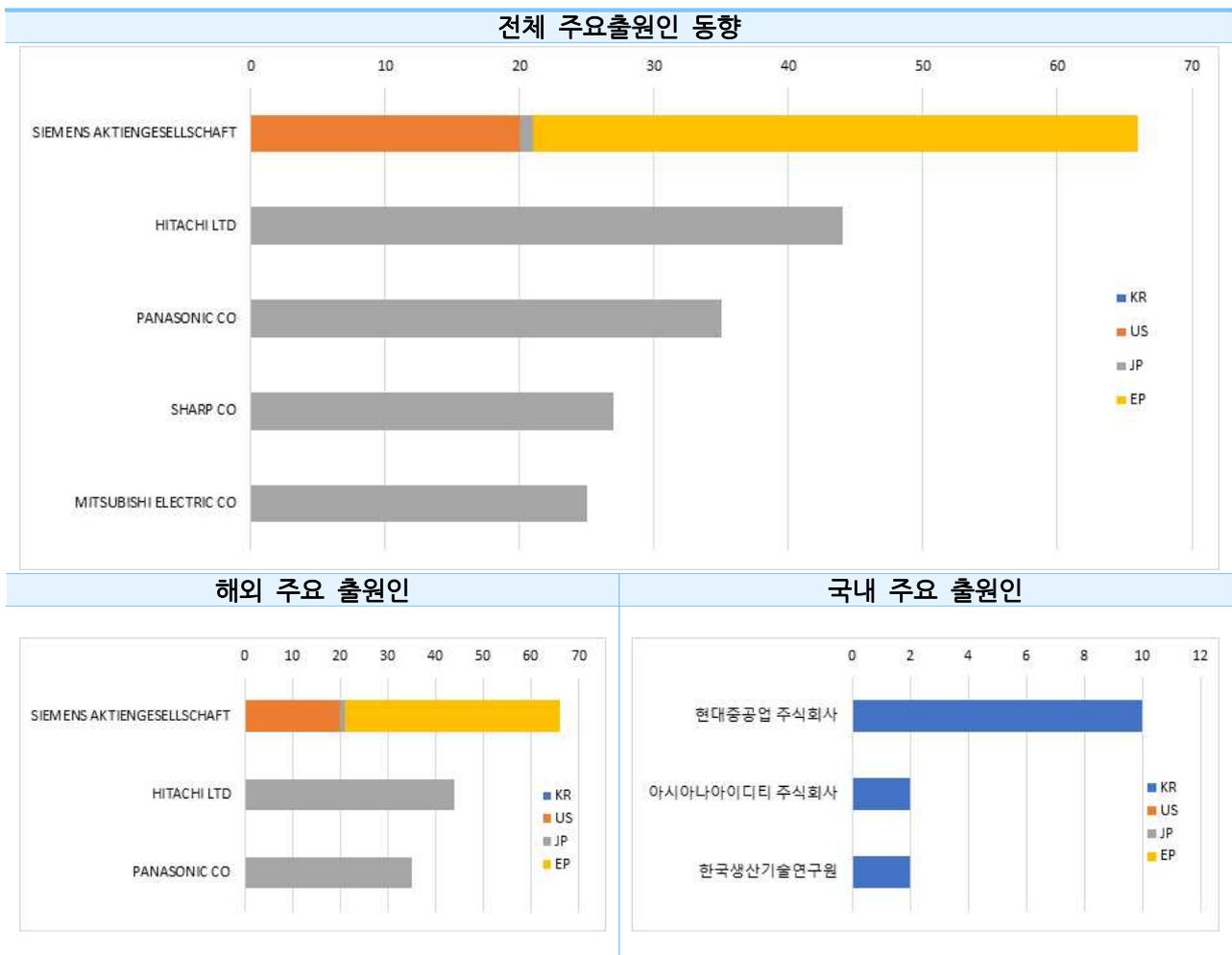
[국가별 출원현황]



나. 주요 출원인 분석

- 스마트제조용 지능형 어플리케이션의 전체 주요출원인을 살펴보면, 주로 일본 국적의 출원인이 다수 포함되어 있는 것으로 나타났으며, 제 1 출원인으로는 독일의 SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT인 것으로 나타남
 - 제 1 출원인인 SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT의 출원은 유럽에 집중된 경향을 보임
- 스마트제조용 지능형 어플리케이션 관련 기술로 전자제품을 다루는 대기업에 의한 출원이 대다수를 차지
 - 국내 주요출원인에는 대기업, 기관/연구소 및 중소기업(개인)이 모두 포함

[스마트제조용 지능형 어플리케이션 주요출원인]

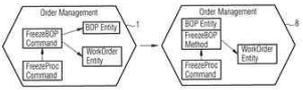
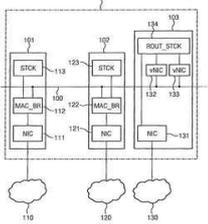
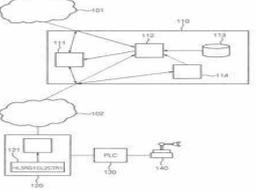
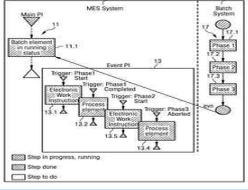
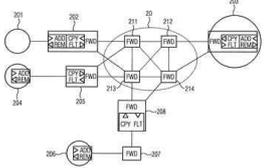


(1) 해외 주요출원인 주요 특허 분석

◎ SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT

- SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT는 독일의 자동화 제어, 에너지, 의료 등의 사업을 진행하는 복합기업으로, 스마트제조용 지능형 어플리케이션과 관련하여 66건의 특허를 출원하였으며, 30건의 특허가 등록

[SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT 주요특허 리스트]

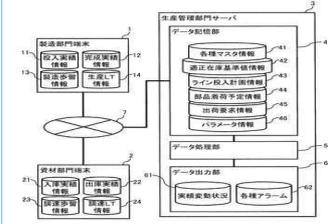
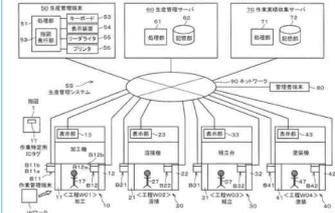
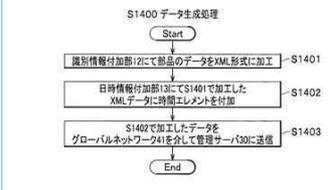
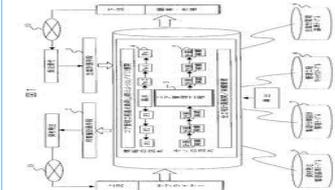
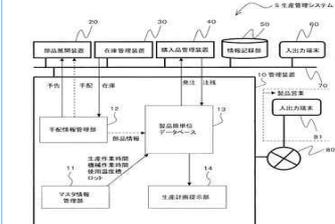
등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
US10353381 (2017.08.23)	Method to extend mes functionalities in a message routing system	개별 생산 라인 또는 자동차 산업을 제어하기 위해 메시징 라우팅 시스템을 기반으로 하는 컴퓨터 관리 제조 실행 시스템기술	
US10374834 (2015.02.26)	Modular industrial automation appliance and method for transmitting messages via a backplane bus system of the modular industrial automation appliance	모듈형 산업 자동화 기기의 백플레인 버스 시스템을 통해 메시지를 전송하는 기술	
US10341249 (2015.01.29)	Method for updating message filter rules of a network access control unit of an industrial communication network address management unit, and converter unit	산업용 통신 네트워크 접근제어 장치의 메시지 필터 규칙을 업데이트하는 기술	
US10331114 (2014.11.06)	Method and system for producing a pharmaceutical product using a mes	MES를 사용하여 의약품을 생산하고 배치하는 기술	
US9673995 (2014.08.13)	Communication device and method for redundant message transmission in an industrial communication network	산업 자동화 시스템에 관한 것으로, 산업 통신 네트워크에서의 중복 메시지 전송기술	

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

◎ HITACHI LTD

□ HITACHI LTD는 일본 기업으로, 스마트제조용 지능형 어플리케이션과 관련하여 44건의 특허를 출원하여 15건이 등록

[HITACHI LTD 주요특허 리스트]

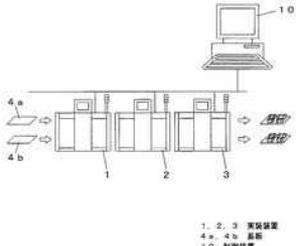
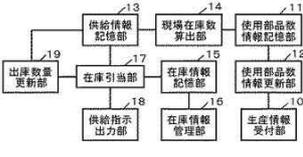
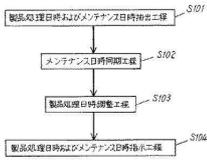
등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
JP5986531 (2013.03.29)	생산관리 시스템 및 관리 방법	생산계획의 차질이 생겼을 경우 그 원인을 특정하는 생산관리 기술	
JP5927726 (2012.10.30)	생산관리 시스템 및 생산관리 방법	생산공정에서 정전 등의 이상 현상 발생 시 현상정보에 근거한 복구 계획 설계기술	
JP5775469 (2012.01.27)	생산관리 시스템 및 생산관리 방법	제품을 구성하는 각각의 부품에 대한 생산 데이터를 한번에 관리하는 생산관리 시스템	
JP5068845 (2010.06.17)	관리 공정 매트릭스(matrix) 테이블을 이용한 코어 관리 공정전개형 통합 생산관리의 방법과 시스템	생산성 정보의 실시간 피드백을 통해 설비가동률 극대화하는 기술	
JP5571351 (2009.10.26)	생산관리 시스템, 그 제어 방법 및 그 프로그램	공정 계획과 실제 생산정보의 차이가 발생 시 작업자에게 피드백하는 기술	

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

◎ PANASONIC CO

□ PANASONIC CO는 일본 종합 가전제품 생산기업으로 스마트제조용 지능형 어플리케이션과 관련하여 35건의 특허를 출원하였으며, 이 중 4건의 특허가 등록

[PANASONIC CO 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
JP4816472 (2007.01.26)	복수의 생산 라인에서 생산관리 시스템, 생산관리 방법 및 생산관리 프로그램	생산라인에서 반송되는 처리대상의 종류를 식별하고, 이를 바탕으로 생산모드를 제어하여 공정상에서 데드타임 발생을 최소화 시키는 기술	
JP4955313 (2006.06.06)	생산관리 방법	생산계획 정보과 비교하여 생산량이 그 이하일 경우 설비가동의 가속도를 높여 생산성을 향상하는 기술	
JP4449448 (2003.12.24)	부품 공급관리장치, 및 부품 공급관리방법	생산정보, 보유 부품 수량/위치 정보를 기반으로 적절한 생산 타임에 적절한 부품을 공급하는 기술	
JP3613181 (2001.01.22)	멀티챔버(multi-chamber)장치 에서 생산관리 방법	복수의 챔버장치의 유지보수 시간을 최초의 유지보수 시간 도달챔버와 동일하여, 공정아웃타임을 최소화하는 기술	

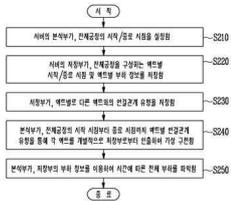
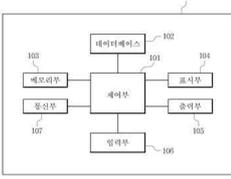
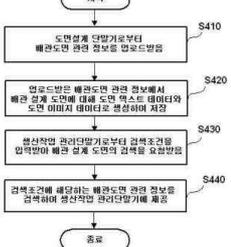
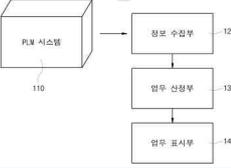
* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

(2) 국내 주요출원인 주요 특허 분석

◎ 현대중공업 주식회사

- 현대중공업 주식회사는 한국 국적의 세계 최대 조선회사이며, 스마트제조용 지능형 어플리케이션과 관련하여 '13년도 1월부터 출원을 시작하여 아직까지 등록된 특허는 없는 것으로 파악됨

[현대중공업 주식회사 주요특허 리스트]

공개번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR2015-0012928 (2013.07.26)	액티비티 기반 선박의 생산관리 시뮬레이션 방법	액트별 연결관계 유형에 따라 개별 액트를 기반으로 시뮬레이션을 수행하며 이를 통해 생산관리 방식을 유연하게 제어하는 기술	
KR2013-0039966 (2011.10.13)	선박 제품 수명주기 관리 시스템 및 그의 밸브 정보 전송 방법	3차원 모델링하여 설계한 선박용 배관 설비에 포함되어 있는 밸브들에 대한 밸브 설치 관련 정보를 포함하는 밸브 리스트를 자동 생성하여 ERP시스템에 전송하는 기술	
KR2013-0082682 (2011.12.14)	Erp를 이용한 배관 도면 관리 시스템 및 그 방법	배관제작 도면을 ERP서버에 등록하여 배관작업 시 필요한 자재 등이 함께 연결되어 사용하거나 관리하도록 하는 시스템 기술	
KR2013-0082822 (2011.12.20)	Plm과 연관된 사용자의 일정 연계 시스템 및 방법	PLM 시스템으로부터 업무정보를 수집하여 개인별 또는 조직별 업무일정과 업무부하를 실시간으로 표시할 수 있는 PLM과 연관된 사용자의 일정 연계 시스템 기술	
KR2013-0102391 (2012.03.07)	생산성 향상을 위한 선박건조 생산관리 방법	선박 건조시 작업물량의 크기와 종류별로 소분류하여 전체 작업장과 소작업장에서 작업효율성을 제고하는 생산관리시스템 기술	

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

◎ 아시아나아이디티 주식회사

- 아시아나아이디티 주식회사는 금호아시아나그룹 계열의 IT 서비스 기업으로, 스마트제조용 지능형 어플리케이션과 관련하여 2건의 특허를 출원하였으며, 이 중 1건의 특허가 등록

[아시아나아이디티 주식회사 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR1545385 (2013.05.15)	알에프아이디 태그를 이용한 타이어 생산 관리 시스템	중간 공정에서 도출되는 타이어 중간제품에 타이어의 식별코드를 기록한 알에프아이디 태그를 부착하여 개별 타이어에 대한 제조 공정별 정보를 관리할 수 있는 생산관리시스템	

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

◎ 한국생산기술연구원

□ 한국생산기술연구원은 는 스마트제조용 지능형 어플리케이션과 관련하여 2건의 특허를 출원하였으며, 이 중 1건의 특허가 등록

[한국생산기술연구원 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR1227881 (2011.08.12.)	기업 제조 공정 수준별 맞춤형 제조 실행 시스템 모듈 연계 정보 생성 시스템 및 그 시스템의 정보 처리 방법	기업의 제조 공정의 성속도 정도를 다면적으로 파악하는 연계정보 시스템 구축기술	

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

다. 기술진입장벽 분석

(1) 기술 집중력 분석

- 스마트제조용 지능형 어플리케이션 관련 기술에 대한 시장관점의 기술독점 현황분석을 위해 집중률 지수(CRn: Concentration Ratio n, 상위 n개사 특허점유율의 합) 분석 진행
 - 상위 4개 기업의 시장점유율이 0.16으로 스마트제조용 지능형 어플리케이션분야에 있어서 독과점 정도는 낮은 수준으로 판단
 - 국내 시장에서 중소기업의 점유율 분석결과 0.67로 해당 기술에 대하여 중소기업의 진입장벽은 다소 높은 것으로 파악

[주요출원인의 집중력 및 국내시장 중소기업 집중력 분석]

주요출원인 집중력	주요출원인	출원건수	특허점유율	CRn	n
	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT(독일)	66	6.2%	0.06	1
	HITACHI LTD(일본)	44	4.1%	0.10	2
	PANASONIC CO(일본)	35	3.3%	0.14	3
	SHARP CO(일본)	27	2.5%	0.16	4
	MITSUBISHI ELECTRIC CO(일본)	25	2.3%	0.18	5
	TOSHIBA(일본)	19	1.8%	0.20	6
	TOYOTA MOTOR(일본)	15	1.4%	0.22	7
	RICOH CO LTD(일본)	15	1.4%	0.23	8
	ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES, INC.(미국)	14	1.3%	0.24	9
	FUJI MACH MFG CO LTD(일본)	13	1.2%	0.26	10
	전체	1070	100%	CR4=0.16	
	국내시장 중소기업 집중력	출원인 구분	출원건수	특허점유율	CRn
중소기업(개인)		56	66.7%	0.67	
대기업		18	21.4%		
연구기관/대학		10	11.9%		
전체		84	100%	CR중소기업=0.67	

(2) 특허소송 현황 분석

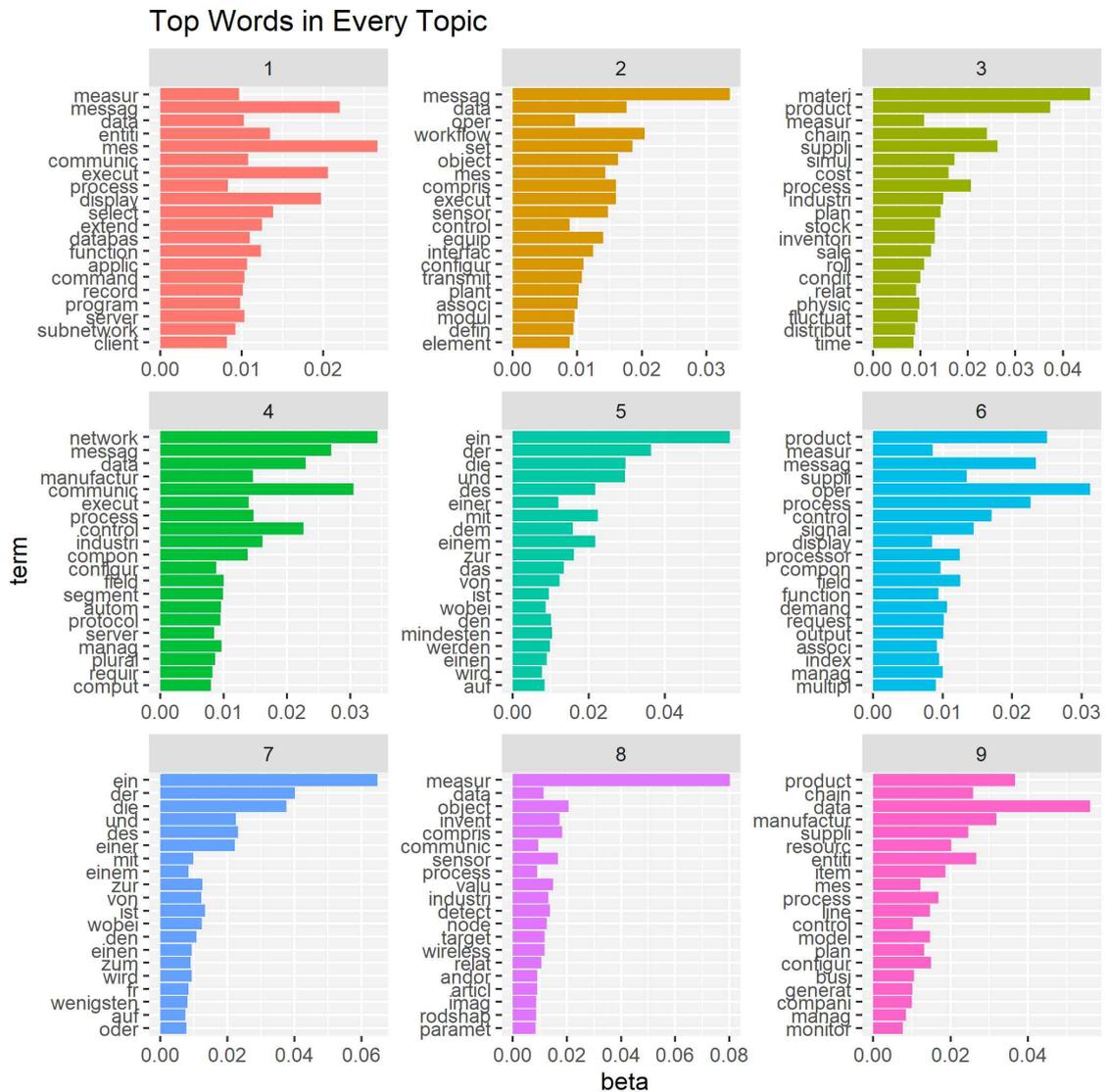
- 스마트제조용 지능형 어플리케이션 분야 관련 특허소송 이력은 검색되지 않음
 - 따라서 국내기업이 미국시장에 진입하는 경우, 해당 분야를 선점할 수 있을 것으로 판단

5. 요소기술 도출

가. 특허 기반 토픽 도출

- 353개의 특허의 내용을 분석하여 구성 성분이 유사한 것끼리 클러스터링을 시도하여 대표성이 있는 토픽을 도출

[스마트제조용 지능형 어플리케이션에 대한 토픽 클러스터링 결과]



나. LDA¹⁹⁾ 클러스터링 기반 요소기술 도출

[LDA 클러스터링 기반 요소기술 키워드 도출]

No.	상위 키워드	대표적 관련 특허	요소기술 후보
클러스터 01	mes, message, execute, display, select, entities, extend, function, database, communicate	<ul style="list-style-type: none"> • Extending mes functionalities in a bus-based architecture • Exchanging messages in a mes system 	-
클러스터 02	message, work flow, set, data, object, execute, comprise, sensor, mes, equip	<ul style="list-style-type: none"> • Controlling a manufacturing plant with a mes system • Redundant transmission of data messages for the control technology of hvdct systems 	AI 활용 데이터 분석 및 최적화 기술
클러스터 03	material, product, supplies, chain, process, simulate, cost, industries, plan, stock	<ul style="list-style-type: none"> • Supply chain optimization system and supply chain optimization method • Method for supporting promotion of efficiency of supply chain 	AI 활용 데이터 분석 및 최적화 기술
클러스터 04	network, communicate, message, data, control, industries, process, manufacture, execute, component	<ul style="list-style-type: none"> • Smart node network for a network distributed according to meshing adaptable to industrial or service applications • Method and apparatus for scheduling production lots based on lot and tool health metrics 	-
클러스터 05	ein, der, die, und, mit, des, einem, zur, dem, das	<ul style="list-style-type: none"> • Measuring arrangement for measuring rods manufactured and conveyed in rod-making machines of the tobacco-producing industry • Method for secure communications with a field measuring device used for process technology and corresponding field measuring instrument 	불량 원인 진단 및 품질 예측 기술
클러스터 06	oper, product, message, process, control, signal, supplies, field, processor, demand	<ul style="list-style-type: none"> • Message management facility for an industrial process control environment • Message management facility for an industrial process control environment 	설비 제어 시스템 인터페이싱 기술
클러스터 07	ein, der, die, des, und, einer, ist, zur, wobei, von	<ul style="list-style-type: none"> • Method for configuring a display device for displaying dynamic alarm messages of a control and monitoring system for a technical automation assembly • Method for measuring and inspecting objects using an image processing system 	비정형 빅데이터(동영상, 이미지 등 고속 분석 기술)
클러스터 08	measure, object, comprise, invent, sensor, value, detect, industries, node, target	<ul style="list-style-type: none"> • Method and device for measuring an internal physical property of a longitudinally axially conveyed rod-shaped article of the tobacco- processing industry • System for rough localization of moveable cooperative targets during laser tracker based industrial object measurement 	위치인식 및 환경인지 기반 물류 자동화 기술
클러스터 09	data, product, manufacture, entities, chain, supplies, resource, item, process, configur	<ul style="list-style-type: none"> • Supply chain model generation system • Managing design updates in a manufacturing execution system 	설비 내외부 환경 변화 대응형 설비 운영 기술

19) Latent Dirichlet Allocation

다. 특허 분류체계 기반 요소기술 도출

- 스마트제조용 보안시스템 관련 특허에서 총 3개의 주요 IPC코드(메인그룹)를 산출하였으며, 각 그룹의 정의를 기반으로 요소기술 키워드를 아래와 같이 도출

[IPC 분류체계에 기반한 요소기술 도출]

IPC 기술트리		요소기술 후보
(서브클래스) 내용	(메인그룹) 내용	
(G06F) 전기에 의한 디지털 데이터처리	• (G06F-021) 부정행위로부터 프로그램 또는 데이터, 그 컴퓨터 부품을 보호하기 위한 보안 장치	-
(H04L) 디지털 정보의 전송, 예. 전신통신	• (H04L-009) 비밀 또는 보안통신을 위한 배치	-
(H04W) 무선통신네트워크	• (H04W-012) 보안 장치, 예. 접속 보안 또는 부정 검출; 인증, 예. 사용자 신원 또는 권한 검증; 프라이버시 또는 익명성 보호	-

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 지능형 어플리케이션 분야 요소기술 도출]

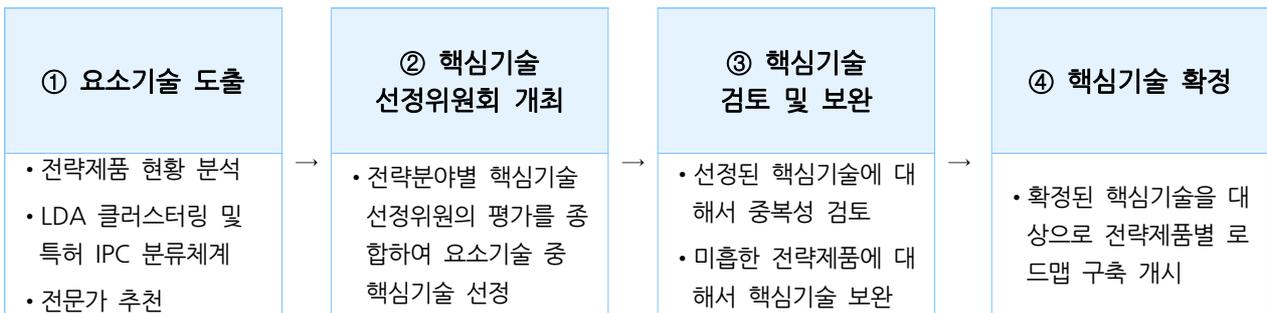
요소기술	출처
비정형 빅데이터(동영상, 이미지 등 고속 분석 기술)	특허 클러스터링, 전문가 추천
AI 활용 데이터 분석 및 최적화 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
데이터 분석을 통한 최적 솔루션 제공 기술	전문가 추천
설비 제어 시스템 인터페이싱 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
불량 원인 진단 및 품질 예측 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
유연생산을 위한 동적 스케줄링 기술	전문가 추천
생산 공정 자동화를 위한 설계 기술	전문가 추천
설비 내외부 환경 변화 대응형 설비 운영 기술	전문가 추천
위치인식 및 환경인지 기반 물류 자동화 기술	특허 클러스터링, 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 지능형 어플리케이션 분야 핵심기술]

핵심기술	개요
비정형 빅데이터(동영상, 이미지 등) 고속 분석 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 디바이스를 통해 수집된 가공되지 않은 비정형 빅데이터를 가시화 및 빠른 분석을 수행하는 기술 • 동영상, 이미지 등의 비정형 빅데이터를 비전처리 할 수 있는 기술 • 비정형 데이터에서 패턴 및 예측을 도출
시활용 데이터 분석 및 최적화 기술	<ul style="list-style-type: none"> • AI 기술을 활용하여 실시간 데이터 분석을 통한 인사이트를 도출/분석/활용하는 기술 • 딥러닝 기술 등을 활용하여 데이터를 분석하고 최적의 데이터를 시뮬레이션하는 기술 • 비정형 데이터의 수집 및 피쳐 정의
설비 제어시스템 인터페이싱 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 이종의 설비 제어시스템에 대한 정보 변환 및 인터페이스 연결 기술 • 설비, 장비 등의 성능과 공정과정을 관리할 수 있는 시스템과 상호작용할 수 있는 인터페이스 구현 기술 • 설비 제어시스템의 기능 정의 및 인터페이스 구축
불량 원인 진단 및 품질 예측 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 육안으로 식별할 수 있는 모든 불량에 대한 진단 및 머신비전을 활용한 정확한 품질 예측 기술 • 제품, 공정, 설비 시스템의 오류를 비전처리로 진단하고, 모니터링하여 제조된 제품의 품질을 예측할 수 있는 기술 및 제품의 불량률 예측 기술
유연생산을 위한 동적 스케줄링 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 공장의 실시간 상태에 따른 최적 생산계획 도출을 지원하는 동적 생산 스케줄링 기술 • 생산관리에 유연성을 더할 수 있도록 데이터와 상호작용하여 스케줄을 조정할 수 있는 기술 • 유연생산을 위한 동적 스케줄링 기술

다. 중소기업 기술개발 전략

- 다양한 장비의 인터페이싱과 데이터 통합 기술 개발로 중소기업용 스마트제조 기반 솔루션 제공
- AI를 접목한 실시간 생산성 및 불량 분석과 최적화 등 제조업에서 사용 가능한 MES+ 개발
- ERP, SCM, MES 등의 기존의 다양한 어플리케이션 간의 연동으로 가치사슬 전체 최적화
- 현장 데이터 수집 최적화 방안 및 데이터 처리, 실시간 모니터링, 분석 최적화

라. 기술개발 로드맵

(1) 중기 기술개발 로드맵

[스마트제조용 지능형 어플리케이션 분야 중기 기술개발 로드맵]

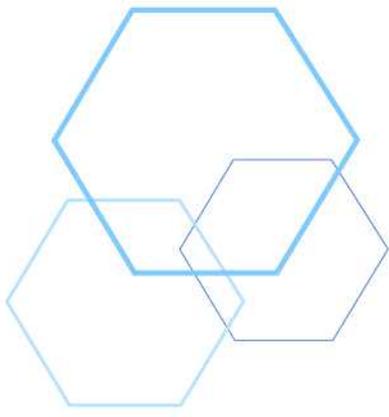
스마트제조용 지능형 어플리케이션	2021년			2022년			2023년			최종 목표
비경형 빅데이터(동영상, 이미지 등) 고속 분석 기술										대용량 빅데이터 실시간 분석 및 시각화 기술 개발
AI활용 데이터 분석 및 최적화 기술										AI 기반 데이터 분류/매칭 기술 개발
설비 제어시스템 인터페이싱 기술										이종 설비 제어시스템 간 연결 기술
불량 원인 진단 및 품질 예측 기술										현장 제약 극복 딥러닝 기반 머신비전 기술 개발
유연생산을 위한 동적 스케줄링 기술										다품종 제품 개발 지원 동적 생산 스케줄링 기술 개발

(2) 기술개발 목표

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

[스마트제조용 지능형 어플리케이션 핵심요소기술 연구목표]

핵심기술	기술요구사항	연차별 개발목표			최종목표	연계R&D 유형
		1차년도	2차년도	3차년도		
비정형 빅데이터 (동영상, 이미지 등) 고속 분석 기술	빅데이터 분석	비정형데이터 모델링 및 최적 관리 기능 개발	비정형 데이터 분석 기능 개발	인터랙티브 데이터 검색과 시각화	대용량 빅데이터실시간 분석 및 시각화 기술 개발	기술혁신
	비정형빅데이터 분석속도와 매칭율	90%이상	95%이상	99%이상	제품공정과정의 산출물의 적절성 분석 및 평가기술 개발	창업형
	분석 정확도	분석 기술 완성	70% 이상의 정확도	90% 이상의 정확도	비정형 데이터 준 실시간 분석	기술혁신
AI활용 데이터 분석 및 최적화 기술	데이터 매칭률 (%)	90% 이상	95% 이상	98% 이상	AI 기반 데이터 분류/매칭 기술 개발	상용화
	공정 적합율	90%이상	95%이상	99%이상	다속성 데이터의 분석 및 평가기술 개발	산학연
	수집데이터의 표준화	데이터 표준화 기술 완성	비정형 데이터 정의 완료	시를 위한 수집 데이터 표준화 완료	시를 위한 데이터 최적화	산학연
설비 제어 시스템 인터페이스 기술	연결성공율 (%)	95% 이상	98% 이상	-	이종 설비 제어시스템 간 연결 기술	산학연
	설비제어 기술	90%이상	95%이상	99%이상	설비제어를 위한 인터페이스구현	기술혁신
	인터페이스 동작률	제어 시스템 기능 정의	인터페이스 개발	제어시스템 인터페이스 100% 동작	설비 제어 시스템의 전산 운영	상용화
불량 원인 진단 및 품질 예측 기술	불량 검출율(%)	90% 이상	95% 이상	98% 이상	현장 제약 극복 딥러닝 기반 머신비전 기술 개발	산학연
	공정모니터링기술	80%이상	90%이상	99%이상	불량, 품질 평가 기술 개발	산학연
	2중 이상의 제품 불량 판별	품질 예측률 60%	품질 예측률 80%	품질 예측률 95%	범용적으로 사용이 가능한 품질 예측	기술혁신
유연생산을 위한 동적 스케줄링 기술	동적 생산 스케줄링	제품 특징별 생산 정보 학습 기술 개발	공정/작업자 간 상태 정보 분석을 통한 예측 알고리즘 개발	실시간 상태 정보에 따른 유연생산 지원 동적 스케줄링	다품종 제품 개발 지원 동적 생산 스케줄링 기술 개발	창업형
	시스템 모니터링기술	80%이상	85%이상	90%이상	생산 데이터처리 및 동적 스케줄링 알고리즘 개발	상용화
	스케줄링 기술 개발	생산 스케줄 정의	동적 스케줄러 개발	-	동적으로 변경되는 스케줄러	상용화



전략제품 현황분석

생산 스케줄링 시스템 (APS)



생산 스케줄링 시스템(APS)

정의 및 범위

- ERP와 MES의 중간 개념인 자동생산계획시스템인 APS(Advanced Planning and Scheduling) 시스템은 전통적 생산관리방식인 자재소요량계획(MRP)에 의한 비현실적인 한계를 극복하기 위해 만들어진 새로운 생산관리 방식
- 즉, ERP와 MES 사이의 간극을 메워 두 시스템을 연결하고 생산계획의 품질을 제고, 업무 생산성을 향상시키는 시스템

전략 제품 관련 동향

시장 현황 및 전망	제품 산업 특징
<ul style="list-style-type: none"> • (세계) 전 세계 제조용 어플리케이션 시장 규모는 2018년 329억 5,300만 달러에서 연평균 11.1%씩 성장하여 2024년 618억 6,000만 달러 규모에 이를 전망 • (국내) 국내 제조용 어플리케이션 시장 규모는 2018년 1조 2,266억 원에서 연평균 10.1% 성장하여 2024년에는 2조 1,859억 원에 이를 것으로 전망 	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트팩토리 어플리케이션은 IT 솔루션의 최상위 S/W 시스템. APS, MES, ERP, PLM, SCM 등의 플랫폼 상에서 각종 제조 실행을 수행 • 스마트제조 솔루션 구성요소는 크게 APS, ERP, PLM, SCM, FEMS, MES로 구성 • 중소기업은 프로세스 시스템 미정립, 생산계획의 신뢰성 저하, 수작업으로 인한 오기, 누락, 시간 지연 등으로 중소기업용 스마트제조 어플리케이션이 필요
정책 동향	기술 동향
<ul style="list-style-type: none"> • 정부 및 기업들은 제4차 산업혁명 대응 및 산업경쟁력 강화를 위하여 스마트 팩토리에 대한 관심 증대 • 스마트팩토리 어플리케이션 분야는 스마트 제조의 핵심 분야 • 정부는 민관합동 스마트제조추진단을 통해 APS, ERP, MES 등의 스마트팩토리 어플리케이션을 활용한 지능형 유연 생산공장 보급사업을 진행 중 	<ul style="list-style-type: none"> • 수요계획에서 생산계획을 거쳐 제조실행과 자재발주를 통합하는 Closed Loop 체계를 구성함 • 휴리스틱(heuristic) 방법론, 인공지능(AI; artificial intelligence) 기법, 최적화 (optimization) 방법론과 연계된 기술이 필요 • 다양한 산업 분야의 요구사항 및 생산환경에 적합한 기능 개발, 시스템 연동 기술이 필요
핵심 플레이어	핵심기술
<ul style="list-style-type: none"> • (해외) Oracle, Cisco, SAP, Siemens, Rockwell Automation, Honeywell • (대기업) LG CNS, 포스코 ICT, • (중소기업) 케이에스텍, 지에스티, LS일렉트릭, 대웅제약, 신성이앤지 	<ul style="list-style-type: none"> • 유연생산을 위한 동적 스케줄링 기술 • AI활용 생산데이터 분석 및 최적화 기술 • 납기 예측 시뮬레이션 기술 • APS와 다양한 제조시스템/장비 간 인터페이스 지원 기술

중소기업 기술개발 전략

- MES의 조기 구축 및 효율적인 생산계획수립을 위한 중·소 제조기업용 통합스케줄링 기법 개발
- 전문기술 및 인력 부재, 정보화 기술이 미흡한 중·소 제조현장에 적합한 데이터 관리 체계 구축
- 산·학 및 중·소·대기업간의 연계를 통한 시스템 개발 및 적용에 대한 비용 부담 최소화

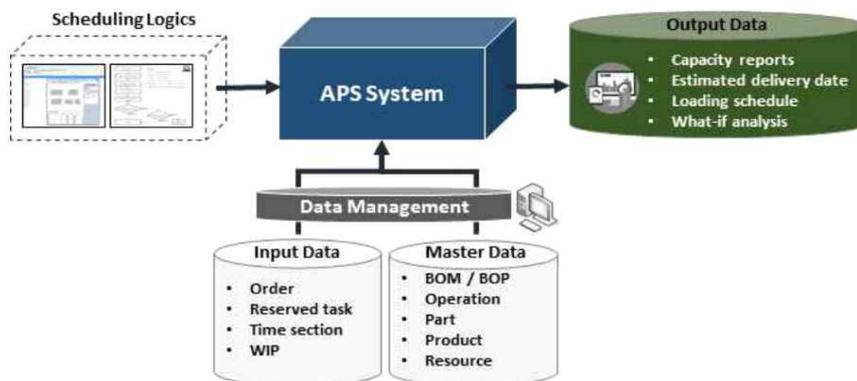
1. 개요

가. 정의 및 필요성

(1) 정의

- APS(Advanced Planning and Scheduling) 시스템은 MRP(Material Requirement Planning) 시스템의 무한능력(Infinite Capacity) 계획의 한계를 보완하는 대안적 도구. 즉, 자재, 설비, 작업자 등과 같은 다양한 변수와 제약된 조건들을 동시에 고려하여 현실성 있는 최적의 스케줄링 문제를 해결
 - MRP 시스템과는 달리 자재계획과 자원계획을 동시에 수립하여 통합적 생산계획을 제공
- APS 시스템은 정교한 수학적 방법론과 시뮬레이션 기법 등을 활용하여 납기준수율 향상, 재고관리비용 및 제조리드타임 감소 등 기업 전반의 생산성 향상을 도모할 수 있는 의사결정 지원체계
- APS 기능별 세부내용
 - 생산계획(Production Planning): 주어진 수요와 생산용량 등의 정보를 바탕으로 계획 기간 내의 장/단기 생산계획 수립
 - 수요계획(Demand Planning): 최종 고객의 완제품에 대한 수요 추세나 확률적 분포를 정확하게 예측
 - 공급계획(Supply Planning): 원재료의 구매, 공급, 조달비용 및 리드 타임 단축을 위한 공급 체인을 최적화
 - 수/배송계획(Distribution/Transportation Planning): 리드 타임 및 수/배송 비용 단축을 위한 최종 제품의 배송, 중간 부품의 공장 및 설비 간 수송을 최적화
 - 생산스케줄링(Detailed Operation Scheduling and Sequencing): 생산성과 납기 만족을 위한 개별공장, 설비단위의 작업순서 결정 및 세부 일정계획 수립

[APS 시스템의 구조]



* 출처 : 중소기업의 스마트 제조 수준 향상을 위한 APS 시스템 개발, 이재용/신문수, 2019

(2) 필요성

- 제조업은 점차 고객 요구가 지속해서 다변화함에 따라 4세대인 개인화 생산(Personalization)으로 진화되는 중
 - 개인화 생산은 개인 고객의 다양한 요구를 생산에 반영할 수 있는 체계가 수립되어야 함
 - 이는 산업인터넷, 다기능로봇, 3D 프린팅, 빅데이터 등 유연 생산체계의 제반 기술의 발전과 더불어 더욱 가시화되고 있는 상황
- APS 시스템은 급변하는 제조 환경에서 다양한 현장의 요건들을 고려하여 효율적인 스케줄을 수립할 수 있고, 변화하는 상황에 신속한 스케줄 변경 및 수정을 할 수 있는 시스템적 지원체계
 - 원자재 공급업체로부터 구매 및 조달 활동, 생산 설비 내에서의 수요예측, 생산계획 및 일정계획 등의 모든 기능 관리가 가능
 - 고객의 수요를 충족시키기 위해 각종 자재의 가용 여부, 가공 및 처리 등 작업장의 설비능력과 여러 제약조건을 동시에 고려한 생산계획 시스템
- APS 시스템의 적용 효과를 볼 수 있는 환경
 - 가용자원이 한정적인 상황에서 고객의 주문에 대한 납기를 단축해야 하거나, 치열한 제조 경쟁에 직면하고 있는 상황에 해당
 - 즉, 변화가 심한 생산 작업환경이나 다양한 주문에 따라 신속하게 대처할 수 있는 능력이 요구되는 작업환경, 자본집약형 생산방식의 작업환경, 제품의 작업순서가 중요하게 반영되는 생산 작업환경 및 지정된 납기에 생산 제품을 공급해야 하는 작업환경 등에 적용
- APS 시스템 개발 및 적용의 핵심사항으로는 첫째, APS 시스템의 낮은 개발 비용과 직관적인 운영 로직을 통한 쉬운 접근성과 둘째, 정보화 기술이 낮은 제조 현장을 감안한 데이터 관리 체계, 긴급주문 및 납기단축과 같은 긴급도가 높은 상황에서의 대응이 요구됨
- 4차 산업혁명 및 스마트제조에 대응하기 위한 중소기업에 대한 정부의 지원정책은 대다수 중소기업이 기본정보처리시스템을 통한 생산 이력 및 불량제품 관리능력이 없다는 점을 간과한 채, MES(Manufacturing Execution System)가 갖춰진 기업에 초점을 맞추고 있으므로 실효성이 크지 못함
- 따라서 중소기업 실정에 적합한 솔루션 시스템 개발 및 보급이 시급한 과제

나. 범위 및 분류

(1) 가치사슬

- 4차 산업혁명이 주요 제조업의 가치사슬에 미치는 영향은 점차 커질 것으로 보임
 - ICT 기술 발전에 따라 제품 특성이 하드웨어형에서 소프트웨어형으로 변화하고 있으며, 4차 산업혁명 주요 핵심기술과의 결합으로 네트워크형 제품으로 진화
 - 지금까지 개별적인 개체로 존재하던 제품이 네트워크를 통해 서로 연결되면서 새로운 기능과 서비스가 창출되면서, 하드웨어적인 제조경쟁력 위주의 경쟁 구도가 약화되고 네트워크를 기반으로 하는 서비스 플랫폼의 경쟁력이 중요해지고 있음

- APS 시스템 운용과 관련된 후방산업은 공정설계 플랫폼, 제조실행 분석 플랫폼, 품질분석 플랫폼, 설비보전 플랫폼, 안전/증감작업 플랫폼, 조달/고객대응 플랫폼으로 구성
 - 후방산업에 있어 모든 제조 공정의 전 과정을 자동화하는 플랫폼 기술이 발전

- 전방산업은 스마트제조 관련 산업, 임베디드 디바이스 산업, 기존의 센서산업, 자동차, 전자, 조선, 디지털 TV, 가전, 첨단무기 관련 산업 등으로 구성
 - 전방산업의 자동화 공정 요구에 따라 기존 기계 장치, 디바이스 등의 IoT 결합을 위한 CPS 등 기술수요가 중요

[생산스케줄링(APS) 시스템 산업구조]

후방산업	생산스케줄링(APS) 시스템	전방산업
ICT 관련 시장, IoT 통신, 고신뢰 OS 시장, 임베디드 SW시장 등	스마트제조 애플리케이션 SW : APS, MES, POP, ERP, PLM, SCM 등	스마트제조 산업, 센서산업, 자동차, 전자, 조선, 건설, 기계, 에너지, 첨단무기 관련 산업 등

(2) 용도별 분류

- 스마트제조 핵심 요소기술 영역은 크게 애플리케이션, 플랫폼, 장비·디바이스로 구분되어 전개되고 있으며, 이들 간의 통합화가 표준화로 추진 중
- 애플리케이션은 스마트제조 IT 솔루션의 최상위 소프트웨어 시스템으로 APS, SCM, ERP, PLM, MES 등 플랫폼상에서 각종 제조실행을 수행하는 애플리케이션으로 공정설계, 제조실행분석, 품질분석, 설비보전, 안전/증감작업, 유통/조달/고객대응 등이 있음
- 제조 애플리케이션은 기존의 PLC → MES → ERP로 수직 구조화되어 있는 아키텍처에서 PLC와 바로 실시간 인터페이스 가능한 MES와 통합된 ERP를 제공해 생산 환경의 동적 변화에 더 유연하게 대응할 수 있는 솔루션을 제공

[스마트제조 애플리케이션 기술별 분류]

스마트제조기술 분류			최고기 술국	한국의 기술역량 및 평가
대분류	중분류	소분류		
애플리 케이션	비즈니스	APS	미국	<ul style="list-style-type: none"> • 대기업은 세계적 SCM 경쟁력 확보, 동기화 생산기술 최고 수준 • 조선산업은 공급망을 고려한 생산계획 모듈 설계 및 일정계획을 보완하는 TOC 기반의 블록도장 실행시스템 우수
		SCM	독일	<ul style="list-style-type: none"> • 우수한 인력 및 산업체 응용 경험 풍부 • 대기업을 중심으로 세계적인 SCM 경쟁력 보유
		ERP	미국	<ul style="list-style-type: none"> • 중소형 솔루션 보급으로 중소기업에서 활용도가 높지만(고객 특화 개발 가능) 대기업 및 중견기업은 외산 선호 • 삼성SDS, LG, SK C&C와 같은 국내 SI업체들 또한 SAP 위주의 ERP 기술 보유
		PLM	미국	<ul style="list-style-type: none"> • 대부분의 개발업체 파산 및 개발자 이직, 업체의 영세성 등 전반적으로 업체 수와 인력 수급 부족으로 솔루션 업그레이드 및 유지보수 불가 • 3D CAD를 비롯한 선행 기술이 외산이므로 기술 종속 심화
	공장 운영 시스템	MES	미국	<ul style="list-style-type: none"> • 오랜 경험을 바탕으로 기술력을 확보한 우수 공급사들이 많음 • 시장이 대기업 중심으로 구성되어 있으며 지역 종속성이 강함 • 우수 공급사들의 해외 시장 진출이 어렵고 해외 마케팅 역량 부족 • 자동차 부품 제조업 중심으로 MES 시장 전개

* 출처 : 한국 스마트제조 산업협회

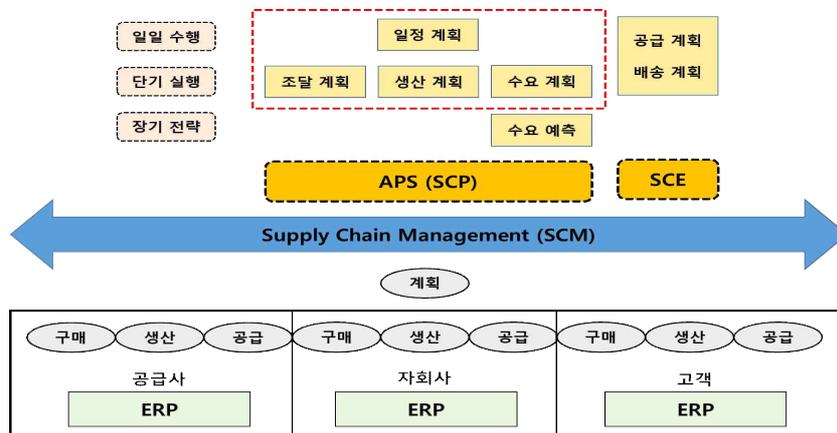
2. 산업 및 시장 분석

가. 산업 분석

◎ APS 시스템 국내 도입 및 활용현황

- APS 시스템은 2000년 초반부터 국내 조선, 반도체, 자동차, 물류 업체 등 다양한 산업현장에 도입하여 진행하고 있으며, 학문적으로도 활발한 연구가 이루어지고 있음
- APS 시스템은 납기를 약속하는 기능인 CTP (Capable-To-Promise) 기능을 갖고 있음
 - CTP 를 통하여 고객의 주문을 현재의 공장 상황과 자재 일정 등의 전체적인 분석을 통하여 신뢰할 수 있는 납기일을 계산하여 “즉시 납기산정, 정시납품” 달성이 가능
- 산업별 스케줄링 기법 활용현황
 - 조선산업에서는 스케줄링 기법이 조립공정, 트랜스포터(transporter), 크레인(crane), 기존 관리 시스템 등에 주로 적용. 세부적으로는 소조립 공정, 갠트리 크레인, 블록 조립공정, 판넬 공정, 안벽공정 등에 적용
 - 반도체 산업에서는 반도체 세정(clean)공정, 포토(photo) 공정, 화학(chemical) 공정 및 이송/반송(transporter) 장비 등에 스케줄링 기법이 주로 적용되고 또한, 세부적인 측면으로 웨이퍼(wafer) 절단, IC칩(chip) 조립 및 버퍼(buffer) 관련 스케줄링 기법들이 많이 등장
 - 자동차 산업에서는 물류 관점에서의 차량 이동 경로 스케줄링 및 조달 공급망 계획에 적용. 부가적으로 IT(information technology) 기술이 접목된 차량 제어 연구와 전기자동차 기반의 충전 스케줄링 연구에 주로 적용
- 또한 APS는 SCM의 여러 부분 중에서 생산스케줄링을 의미. SCM은 고객사, 자회사, 협력사의 모든 제조 공정에서 구매-생산-공급의 처음부터 끝나는 과정까지의 전체로 표현한다면, APS는 일정계획, 조달계획, 생산계획, 수요계획처럼 계획에 특화된 ‘시작하는 첫 단계’

[APS와 SCM의 관계]



* 출처 : APS 시스템 도입에 관한 연구, 창원대학교, 강철 (2018)

◎ APS 시스템 적용 유형

- 중소제조기업을 대상으로 한 기존 상용 솔루션 시스템의 경우 다양하고 많은 기능의 구현을 위해 시스템 구축 시 큰 비용과 시간이 소요되고, 시스템 도입과 운영을 위해 발생하는 비용이 매우 많이 필요하여 부담을 가지고 있는 것이 현실
- (방법론 적용 기법) 분석적 계층화 과정(AHP; analytic hierarchy process) 기법, 디스패칭 룰(dispatching-rules), 시간 제약전파(time constraints propagation) 메커니즘, 시뮬레이션(simulation) 기법 등과 연계한 기법들을 적용 중
- (애플리케이션 개발 기법) 중소제조기업 맞춤형 APS, 유연성을 고려한 시뮬레이션 기반 APS, RMC(reconfigurable manufacturing system)의 재구성 성을 고려한 APS, SCP-matrix(supply chain planning matrix)를 고려한 APS 등의 기법들을 적용 중

◎ 중소기업용 APS 시스템

- 4차 산업혁명으로 인하여 제품을 생산하는 환경이 급격히 변화
 - 고객들의 요구사항들이 다양해지고 제품 수명주기(life-cycle)가 단축됨에 따라 제품을 생산하는 체제가 다품중소량생산을 넘어 개인 맞춤형 생산체제로 급격히 변화
 - 국내기업들은 외부적으로는 시장 점유율의 극대화 및 기업 이미지 강화에 초점을 맞추고, 내부적으로는 고객 주문에 대한 리드 타임 단축, 납기준수 및 재고의 최소화 등에 역점
- 중소기업은 생산계획 수립에 있어서 생산능력과 재고가 실시간으로 보정되지 못하여 일일이 수작업으로 확인하고, 수기문서에 의해 생산계획에 반영하는 등 비효율적으로 운영
 - 특히 제품들의 구조와 형태가 다양해질 뿐만 아니라 제품을 생산하는 제조 현장이 매우 복잡하게 변화되고 있어 효율적으로 제품생산 공정을 계획하고 생산 작업을 실행하는 데 있어 많은 어려움이 발생
- 중소기업은 정부의 지원 노력에도 불구하고 낮은 IT 활용능력과 미흡한 정보관리 시스템으로 인해 지원정책 추진의 효과성과 글로벌 기술 동향 대비 핵심기술 개발능력이 부족한 실정
 - 대규모 개발 비용 부담이 매우 높은 상황으로 자체 전문인력 확보가 어렵고 스케줄링 시스템에 대한 이해가 매우 부족한 상황
 - 따라서 시스템의 개발 비용이 적어야 하고, 시스템이 가벼워야 하고, 대기업과 상용화된 시스템과 같은 다양하고 많은 기능을 제공하기보다는 중소기업의 열악한 상황과 특성에 맞는 핵심 기능만을 구현
 - 즉, 한정된 자원의 효율적인 활용을 통한 생산성 향상과 설비가동률 향상, 생산비용 절감, 납기준수 및 지속적이고 안정된 제품생산이 가능한 영세한 중소기업의 생산성 제고 및 시장 경쟁력 확보를 위해 중소기업에 적합한 스케줄링 시스템이 절실히 요구됨

◎ APS 관련 스마트제조 솔루션 산업

- 스마트제조 공급산업은 크게 솔루션, 생산 설비, 서비스로 분류
 - 스마트제조에 필요한 통합적인 기능을 제공하는 솔루션
 - 하드웨어 기반으로 동작하는 로봇, 3D 프린팅, 통신네트워크 등의 생산 설비
 - 빅데이터나 클라우드와 같은 소프트웨어 중심 기술과 각종 구성요소와 기술을 통합하여 스마트제조를 구현하는 시스템 통합 및 컨설팅 분야를 추가한 서비스로 분류
- 스마트제조 솔루션의 구성요소는 크게 APS, ERP, PLM, SCM, FEMS, MES로 구성되어 있음
- APS(Advanced Planning & Scheduling, 생산계획시스템)는 ERP와 MES 두 시스템 간 중간에 위치하여 수요계획, 생산계획 및 스케줄을 관리하는 시스템
- 솔루션 부문은 스마트공장의 경영과 생산, 공급사슬과 제품개발 등의 관리 기능을 수행하는 시스템이며 크게 경영과 생산 부문으로 구분
 - 경영 부문은 기업의 회계와 인사 등의 정보를 통합 관리하는 ERP와 공급사슬을 관리하는 SCM, 제품개발을 관리하는 PLM 등으로 구성
 - 스마트제조 환경에서는 생산 부문 또는 공장현장의 생산실적과 생산계획까지도 포함하는 개념으로 확장
 - 생산 부문은 제조업의 생산정보를 통합적으로 관리하는 MES를 중심으로 구성되며, 에너지관리에 특화된 FEMS 등을 포함

[스마트제조 솔루션 구성요소의 정의]

솔루션 (SW)	APS	<ul style="list-style-type: none"> • Advanced Planning and Scheduling, 생산계획시스템 • ERP와 MES 두 시스템 간 중간에 위치하여 수요계획, 생산계획 및 스케줄을 관리하는 시스템
	ERP	<ul style="list-style-type: none"> • Enterprise Resource Planning, 전사적 자원관리 • 경영활동 데이터를 통합·관리하는 전사적 자원관리 시스템
	PLM	<ul style="list-style-type: none"> • Product Life-cycle Management, 제품수명주기관리 • 제품개발부터 폐기에 이르기까지 제품생산 전 과정의 데이터를 관리하는 시스템
	SCM	<ul style="list-style-type: none"> • Supply Chain Management, 공급사슬관리 • 제조업의 전체 공급망을 전산화하여 효율적으로 처리할 수 있는 관리시스템
	FEMS	<ul style="list-style-type: none"> • Factory Energy Management System, 공장에너지관리시스템 • 제조공장의 에너지 이용 효율을 개선하는 에너지관리시스템(EMS)
	MES	<ul style="list-style-type: none"> • Manufacturing Execution System, 제조실행시스템 • 제조 데이터를 통합하여 관리하는 시스템으로 공장운영 및 통제, 품질관리, 창고관리, 설비관리, 금형관리 등 제조현장에서 필요로 하는 다양한 기능을 지원

* 출처 : KIET, 산업포커스보고서, 2020.05

나. 시장 분석

(1) 세계시장

- APS는 분류상 어플리케이션의 범위에 속하기 때문에 세계 제조용 어플리케이션 시장을 살펴보면, 2018년 329억 5,300만 달러에서 연평균 11.1%씩 성장하여 2024년 618억 6,000만 달러 규모에 이를 전망
 - 대표적 어플리케이션인 MES와 SCM는 각각 연평균 13.9%, 6.5%의 성장세를 보일 것으로 전망

[제조 어플리케이션 세계 시장규모 및 전망]

(단위 : 백만 달러, %)

구분	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
세계 시장	32,953	36,380	40,530	45,145	49,970	55,780	61,860	11.1

* 출처 : MarketandMarkets (2019), Statista(2019)를 바탕으로 네모아이씨지에서 재가공

- Marketandmarkets에 따르면 주요 어플리케이션 중 MES가 가장 빨리 성장할 것으로 판단하고 있으나 APS에 대한 전망치를 따로 집계하지는 않았음

[주요 어플리케이션 세계시장 규모 및 전망]

(단위 : 십억 달러, %)

지역	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
MES	10.53	11.93	13.55	15.57	17.59	20.31	23.03	13.9
ERP	7.3	7.82	8.37	8.93	9.49	10.075	10.66	6.5
PLM	0.74	0.78	0.82	0.855	0.89	0.925	0.96	4.4

* 출처 : MARKETANDMARKETS(2019)를 바탕으로 네모아이씨지에서 재가공

(2) 국내시장

◎ 국내 스마트제조 애플리케이션 시장

- 국내 제조용 애플리케이션 시장 규모를 살펴보면 2018년 1조 2,266억 원에서 연평균 10.1% 성장하여 2024년에는 2조 1,859억 원에 이를 것으로 전망
 - 그러나 제조 분야의 외산 솔루션 도입 비율이 약 90%에 달하며, 대표적 애플리케이션인 ERP와 SCM의 국내시장 규모는 세계시장 대비 0.4~0.6% 정도의 성장세를 보일 것으로 추정

[스마트제조 어플리케이션 국내 시장규모 및 전망]

(단위 : 억 원, %)

구분	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
국내시장	12,266	13,450	14,664	16,198	17,732	19,796	21,859	10.1

* 출처 : MARKETSANDMARKETS(2019)를 바탕으로 네모아이씨지에서 재가공

- 스마트제조 애플리케이션 분야는 스마트제조 핵심 분야로, 정부는 민관합동 스마트제조 추진단을 통해 지능형 유연 생산공장 보급사업을 진행 중이며, 대표적 애플리케이션인 MES, APS, SCM, ERP 개발 관련 중소기업이 스마트제조 지원정책의 대상
 - 중소기업의 경우, 정부에서 2025년까지 3만 개 보급·확산사업(추정 시장 1조 원, 중소기업 비중 98.1%, 중견기업 비중 1.9%)으로 자체적인 경쟁력 확보를 위한 스마트제조 도입이 확산되어 대기업의 협력업체들도 대기업의 변화에 대응하기 위한 투자가 지속해서 확대될 것으로 전망되며, 스마트제조 시장이 커질 것으로 예상
- 가상 및 증강현실, ERP, APS, MES, 공정 모델링 및 시뮬레이션 등의 기술이 개별적으로 어느 정도 개발은 되어 있으나 유연 생산체계로의 통합 기술은 전무 함
 - 스마트공장용 SW 기술도 경쟁력이 취약한 상태에 있으며 이로 인해 HW 중심 제조 생태계를 SW 중심으로 전환하는 데도 한계가 있음. IT서비스와 서비스 통신 분야 경쟁력은 글로벌 최고 수준의 80% 이상이지만 SW 경쟁력은 70% 수준에 머무르고 있음. 특히, 자율·협업 제조를 위한 임베디드 SW, 디바이스 협업 SW 경쟁력이 취약한 상황
- 결론적으로 국내 스마트제조 공장 플랫폼 시장의 대부분은 주로 선진 외국기업이 장악하고 있는 실정. 최근 스마트공장 시범 사업 추진을 통해 공급기술의 국산화율은 34.1%로 높은 편이지만 주로 중저가 장비, 부품, 소모품 등에 한정
 - 부가가치가 높은 지능형 장비 및 시스템 기술은 대부분 외국 제품이 대다수. 공정 모델링 등의 기술이 개별적으로 개발(선진국대비 70% 수준, KISTEP)되고 있으나, 국내 중소 및 중견 제조 기업에 필요한 고객 맞춤형 공정설계 기술 등 통합 기술은 전무하며 투자 여력도 부족한 상황

3. 기술 개발 동향

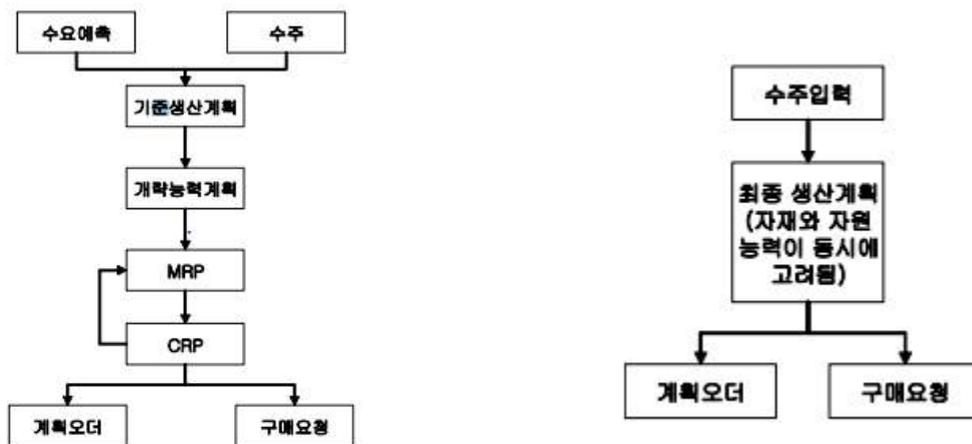
- 기술경쟁력
 - 생산스케줄링시스템(APS)은 미국이 최고기술국으로 평가되었으며, 우리나라는 최고기술국 대비 75.7%의 기술수준을 보유하고 있으며, 최고기술국과의 기술격차는 1.8년으로 분석
 - 중소기업의 기술경쟁력은 최고기술국 대비 66.2%, 기술격차는 2.5년으로 평가
 - EU(93.1%)>일본(83.6%)>한국(75.7%)>중국(70.2%)의 순으로 평가
- 기술수명주기(TCT)²⁰
 - 생산스케줄링시스템(APS)는 5.92의 기술수명주기를 지닌 것으로 파악

가. 기술개발 이슈

◎ APS 시스템 개요

- APS 시스템은 MRP 시스템과는 달리 자재계획과 자원계획을 동시에 수립하여 통합적 생산계획을 제공

[MRP와 APS 수행절차]



* 출처 : ERP, MES, APS 도입에 관한 연구 논문

- 또한 휴리스틱(heuristic) 방법론, 인공지능(AI; artificial intelligence) 기법, 최적화 (optimization) 방법론과 연계하여 기존의 MRP와는 달리 논리적인 접근을 통해 생산계획의 문제점을 신속히 발견할 뿐만 아니라 계산처리가 빨라져서 시간을 단축하고 더 정확성이 높은 생산계획을 수립
 - 이를 통해 정확하고 신속한 납기산정 및 정시납품이 가능

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

- 국내의 경우 APS 시스템은 이산형 제조로 일컫는 전자, 전기 및 기계 산업 등에 중점적으로 적용 및 개발되었고, 섬유, 화학 및 소비재 등의 다양한 분야로도 점차 확산이 되는 추세
- APS의 역할은 ERP와 MES 사이의 틈을 메워 두 시스템을 연결하고 생산계획의 품질을 제고하며 업무 생산성을 향상, 수요계획에서 생산계획을 거쳐 제조실행과 자재 발주를 통합하는 Closed Loop 체계를 구성
- APS 시스템의 적용 효과를 볼 수 있는 환경으로는 가용자원이 한정적인 상황에서 고객의 주문에 대한 납기를 단축해야 하거나, 치열한 제조 경쟁에 직면하고 있는 경우에 해당
 - 즉, 변화가 심한 생산 작업환경이나 다양한 주문에 따라 신속하게 대처할 수 있는 능력이 요구되는 작업환경, 자본집약형 생산방식의 작업환경, 제품의 작업순서가 중요하게 반영되는 생산 작업환경 및 지정된 납기에 생산 제품을 공급해야 하는 작업환경 등에 적용

[APS, SCM, ERP 애플리케이션 핵심 계획 특성]

	APS	SCM	ERP
특징적인 접근	전술적 전략	전술적 전략	거래
계획 방법	동적	동적	고정
데이터 처리	빠른	매질을 통해	빠른
의사 결정 보조	최적으로 제시	미래에 대한 현재	과거부터 현재까지
데이터 업데이트 빈도	실시간	실시간	일괄적
주요 초점	제조에서 배송까지의 프로세스 시뮬레이션	배달 프로세스에 대한 수요 시뮬레이션	데이터 및 통합 관리
계약 처리	동시에	동시에	독립적
분석모델	상향식 접근	상향식 접근	하향식 접근
최적화	높은	높은	낮음
계획 기간	배수	배수	단일
계획 접근법	계약/비계약 기반 계획	계약 기반 계획	제한된 제약이 있는 용량 기반 계획
계산방법	최적화, 알고리즘	전체론적	MRP 계산

* 출처 : TEC

◎ 중소기업용 APS 시스템 도입 조건

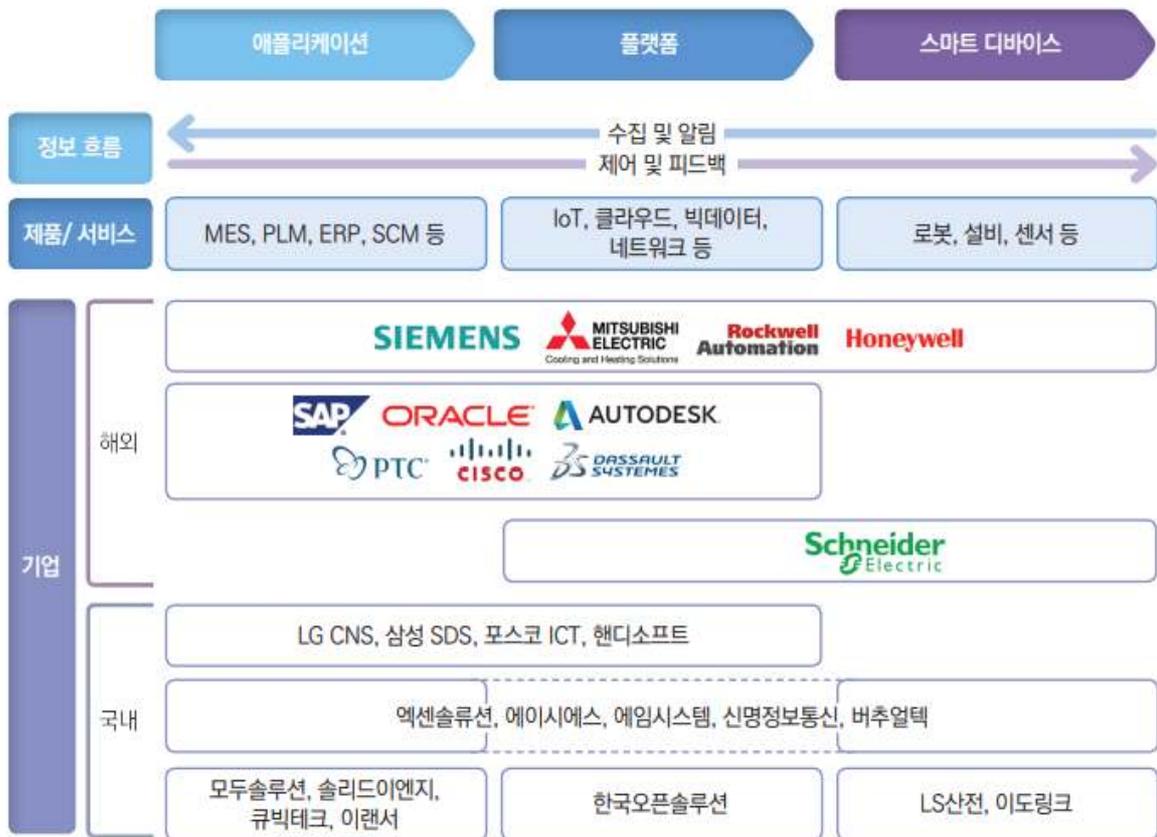
- 중소기업들은 핵심기술 및 인력 부족과 높은 소프트웨어 및 하드웨어기술의 외부의존도로 4차 산업혁명 대응기반이 취약
 - 대기업보다 첨단 ICT 기술 및 공장 스마트화 역량의 크게 미달할 뿐만 아니라 솔루션 시스템 개발 비용의 과다와 인력 부족 등으로 IT 기술 활용도가 매우 낮은 실정
- 중소기업들은 데이터 수집장치를 통한 생산 이력 및 불량제품 관리와 같은 기본적인 정보관리시스템조차 갖추고 있지 못한 실정으로 제품 수명주기 단축 및 고객의 요구의 다양성에 따른 탄력적인 제품생산이 곤란
- 따라서 중소기업을 위하여 4차 산업혁명 대응기반 마련을 위한 생산데이터 관리 도구 활용을 통한 MES의 조기 구축 및 효율적인 생산계획수립을 위한 중소기업용 통합스케줄링 기법의 개발 보급이 필요
- 중소기업의 현실을 반영한 제약조건들
 - 시스템 개발 및 적용에 대한 비용 부담을 고려
 - 전문기술 및 인력의 부재로 인한 시스템 편의성을 고려
 - 현장의 생산데이터 수집 및 관리가 미흡한 점을 고려
 - 도입된 시스템에 대한 작업자의 신뢰 부족 등을 고려
- 결국, 중소기업형의 APS 시스템은 낮은 개발 비용과 직관적인 운영 로직을 통해 접근이 쉬워야 하며, 정보화 기술이 미흡한 제조 현장에 적합한 데이터 관리 체계가 구축되어야 함

나. 생태계 기술 동향

(1) 해외 플레이어 동향

- 스마트공장과 관련하여 시장을 주도하고 있는 주요 기업들로는 독일의 Siemens, 일본의 Mitsubishi, 미국의 Rockwell과 Honeywell은 로봇, 공작기계 등 하드웨어를 포함하여 공정의 전 영역에 걸친 통합 솔루션을 제공하는 기업들로 스마트공장의 기술시장을 선도

[스마트공장 요소기술별 기업 분류]



* 자료: 스마트제조 국제표준화 로드맵 2018, 국가기술표준원, 2018

- (Oracle) 소프트웨어, 서버, 네트워크, 스토리지 부문 전문기업으로 데이터베이스 관리시스템, ERP, CRM(Customer Relationship Management) 및 공급망 관리시스템인 SCM 소프트웨어 제공
- (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

- (SAP) 시스템, 애플리케이션, 데이터 처리 등의 IT 기술을 바탕으로 ERP, SAP와 같이 기업의 사업운영 및 고객 관계를 관리하는 기업용 소프트웨어 제공
- (Siemens) 생산 설비, 제어시스템 및 산업용 소프트웨어 등 거의 모든 산업 분야의 제조 및 공정 자동화 솔루션을 보유하고 있으며 자동화, 디지털화 영역에 핵심 역량 집중
- (Rockwell Automation) 센서 장비, 제어 장비 등 하드웨어에서 네트워크 기술 및 소프트웨어와 같은 인프라와 응용프로그램까지 산업 전 분야에 걸친 자동화와 정보 솔루션 제공
- (Honeywell) 자동화기기, 제어기기, 전자통신 제조업체로 대형 전자장치에서 소형 온도 조절기까지 다양한 제품을 공급하고 있으며 데이터 처리 시스템과 산업용 애플리케이션 등 소프트웨어 솔루션으로 사업 영역 확대

(2) 국내 플레이어 동향

- (LG CNC) 자체적으로 인더스트리4.0을 정의하고 LG 제조 계열사를 대상으로 스마트공장 전략을 구체화
 - 생산계획 스케줄링 작업 시 사전에 제품이나 설비 공정 자재에 대한 정보를 아예 ‘라이브러리(Library)화’해 입력 시간을 최소화
- (포스코ICT) IoT 센서를 적용해 제조 현장의 데이터를 수집하고 빅데이터로 분석·예측함은 물론 AI를 통한 자가학습으로 최적의 제어를 가능하게 하는 생산 환경을 구현
 - 효율적 설비관리로 무장애 생산체계를 실현하고 품질결함 요인을 사전에 파악해 불량률 최소화
 - 생산공정을 시뮬레이션하고 작업장의 위험요소를 실시간으로 조치해 안전한 생산 환경을 구현
- (케이에스텍) ‘20년 7월 IT 미디어 플랫폼 토크아이티(Talk IT)를 통해 생산 최적화 스케줄링 솔루션 소개 웨비나를 진행
 - KSTEC은 1998년부터 최적화, 인공지능, 빅데이터, 시각화 솔루션 판매, 개발 및 컨설팅 사업을 해 오고 있는 소프트웨어 업체
 - IBM, 오토메이션 애니웨어(Automation Anywhere), 데이터이쿠(Dataiku)등 글로벌 업체와 비즈니스 관계를 맺고 있음
 - KSTEC은 이번 웨비나를 통해 중소, 중견기업 및 대기업에까지 적용 가능한 생산 최적화 스케줄링 솔루션 <싱크플랜 APS 라이트>를 소개

□ (LS일렉트릭) 청주 공장 : 제조업 혁신 추구

- 2011년부터 약 4년간 200억 원 이상의 투자를 통해 단계적으로 스마트공장을 구축. ICT와 자동화 기술을 접목해 다품종 대량생산은 물론 맞춤형 · 소량다품종 생산도 가능한 시스템의 변혁을 구현
- 자동화 시스템 기반 스마트공장, 자재관리부터 조립 포장까지 구현, 생산성 60% 이상 향상
- APS(Advanced Planning System)가 적용된 유연 생산시스템으로 운영
- APS는 주문부터 생산계획, 자재 발주까지 자동 생산관리가 가능한 유연 생산방식으로 생산 라인에 적용되어 조립-검사-포장 등 전 공정의 자동화를 구현

□ (지에스티) 스마트팩토리 지원 다품종 소량생산 맞춤형 APS 개발

- 스마트팩토리 솔루션 전문업체 지에스티는 정밀가공 분야에서 다품종 소량생산과 긴급 납기에 대응할 수 있는 간트차트를 이용한 생산계획 고도화 솔루션을 개발
- 정밀가공산업은 몇몇 양산제품을 제외하고는 대부분 다품종 소량 생산하기 때문에 공정 표준화가 어렵고, 또한 표준화된 제조실행시스템(MES)을 사용하는 기업도 긴급생산이나 생산내용 변경 등 빈번한 공정 변경 상황에 대응하기 어려운 것이 현실
- 지에스티는 시각화된 간트차트를 활용해 전체 생산계획과 공정상황을 한눈에 파악할 수 있는 고도화된 생산계획시스템(APS)을 개발

□ (대웅제약) 2017년 대웅제약은 고객수요 변화에 가장 신속하게 대응할 수 있는 APS 시스템을 구축하고 본격적인 가동

- 고객수요의 변화에 유연한 생산계획을 수립할 수 있는 APS 시스템은 원료, 포장재 등의 자원정보와 생산 설비, 생산인력 등 생산에 필요한 모든 정보가 감안되어 자동으로 최적의 생산일정을 빠르게 수립
- 대웅제약 관계자는 "APS 시스템 구축은 매출의 증대에 따른 생산대응력 확보와 제품의 생산과 유통 과정을 하나의 통합망으로 관리하는 경영전략시스템을 수행함으로써 최고의 생산경쟁력을 확보할 것으로 기대한다"라고 포부를 밝힘

□ (신성이앤지) 반도체 클린룸 장비 국산화에 성공한 신성이앤지는 빅데이터 분석 기반으로 한 국내 최초 클린에너지 기반 스마트공장을 구축 중

- 생산계획시스템(APS)과 연동해 실시간 공장의 전력사용량을 분석, 시간별 에너지 발전계획을 수립. 생산동력의 40%가량을 태양광 에너지로 충당할 계획



다. 국내 연구개발 기관 및 동향

(1) 연구개발 기관

[생산스케줄링시스템(APS) 기술개발 기관]

기관	소속	연구분야
한국생산기술연구원	지능형생산시스템 연구부	<ul style="list-style-type: none"> • 고품질 가공을 위한 로봇 기반 유연가공 생산 시스템 기술 연구 • 생산 공정 및 로봇 가공 협업을 위한 스마트 안전 시스템 기술 연구
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
한국전자기술연구원	스마트제조연구센터	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트공장 기기 간 상호호환성, 확장성 지원 기술 • 공정·설비 개선 제품 및 서비스 지원 기술 • 스마트공장 관련 설비·SW 기술

(2) 기관 기술개발 동향

- (성균관대학교) 실시간 시스템의 보안성 통합을 위한 실시간 스케줄링 플랫폼 설계: 모델 확장, 최적화 및 검증 (2019-03-01~2021-02-28)
 - 혼합-임계 모델을 지원하는 실시간 시스템의 보안성 분석
 - 혼합-임계 모델에 특화된 보안 솔루션을 위한 실시간 스케줄링 기술 연구
 - 실시간 시스템의 스케줄링 보안 솔루션의 구현 및 최적화 연구

- (한국과학기술원) 반도체 제조공정 장비를 위한 개방형 스케줄링 시스템 기술개발 (2018/11/01 ~ 2021/10/31)
 - 학술연구로 개발된 반복 사이클에 대한 Baseline 규칙과 여기에 챔버내 이상 발생, 레시피 변경, 시작 및 종료 등에 대한 예외 처리 규칙을 개발, 결합하고 이 예외 처리 규칙을 체계적으로 모델링하여 Baseline 규칙과 합성하고 검증하는 기술을 개발
 - 다양한 장비구조, 운영상황, 운영조건에 대해 충분히 사전 학습하여 새로운 운영조건에 추가 학습 없이 적용 가능한 강화학습 기반 스케줄링 규칙 개발 기술을 개발
 - 개발 완료된 스케줄링 규칙을 SCF로 스케줄러에 원격 다운로드, 실행할 수 있는 기술을 개발

- (한양대학교) 클라우드 제조를 위한 제조 빅데이터 분석 기반의 스마트 스케줄링 시스템 개발 (2019/09/01 ~ 2023/02/28)
 - 클라우드 제조 플랫폼에 따라 그 특성이 크게 다르다는 점에서, 클라우드 제조 운영방안은 플랫폼의 특성에 따라 수정 및 확장
 - 중소 제조 기업이 참여하는 클라우드 제조 플랫폼을 구축하여 맞춤형 제품을 생산하는데 도움

4. 특허 동향

가. 특허동향 분석

(1) 연도별 출원동향

- 생산 스케줄링 시스템(APS)은 '04년부터 완만한 감소를 보임
 - 각 국가별로 살펴보면 일본이 가장 활발한 출원활동을 보이고 있음
- 국가별 출원비중을 살펴보면 일본이 전체의 56%의 출원 비중을 차지하고 있어, 최대 출원국으로 생산 스케줄링 시스템(APS) 분야를 리드하고 있는 것으로 나타났으며, 미국은 28%, 한국은 8%, 유럽은 8% 순으로 나타남

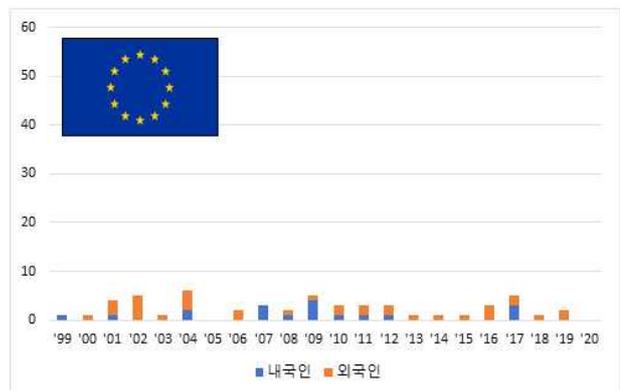
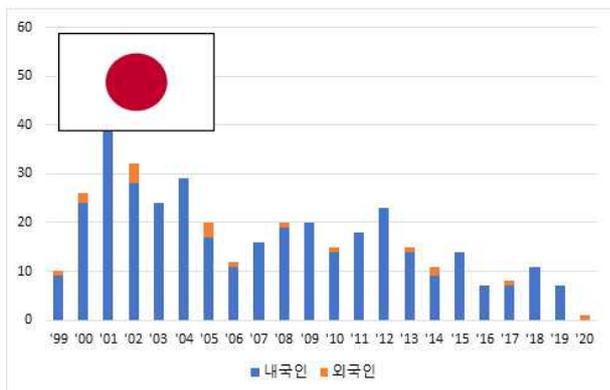
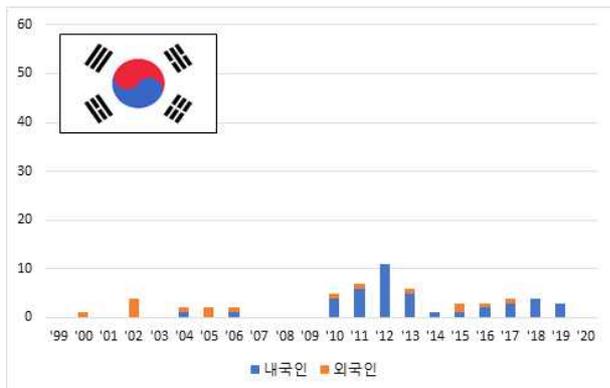
[생산 스케줄링 시스템(APS) 연도별 출원동향]



(2) 국가별 출원현황

- 한국의 출원현황은 출원수가 매년 15건 이하로, 뚜렷한 증감 동향이 나타나지 않음. 해당 기술 분야에서 한국 시장에 대한 관심도가 높지 않은 것으로 보임
 - 내국인 위주의 출원이 진행되고 있음
 - 한국 기술의 양적 흐름은 유럽과 상당히 유사
 - 일본의 출원 수에 비해 15% 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, 한국에 비해 외국인의 비중이 높은 것으로 나타남
- 유럽의 출원현황은 출원수가 매년 10건 이하로, 뚜렷한 증감 동향이 나타나지 않음. 해당 기술 분야에서 유럽 시장에 대한 관심도가 높지 않은 것으로 보임

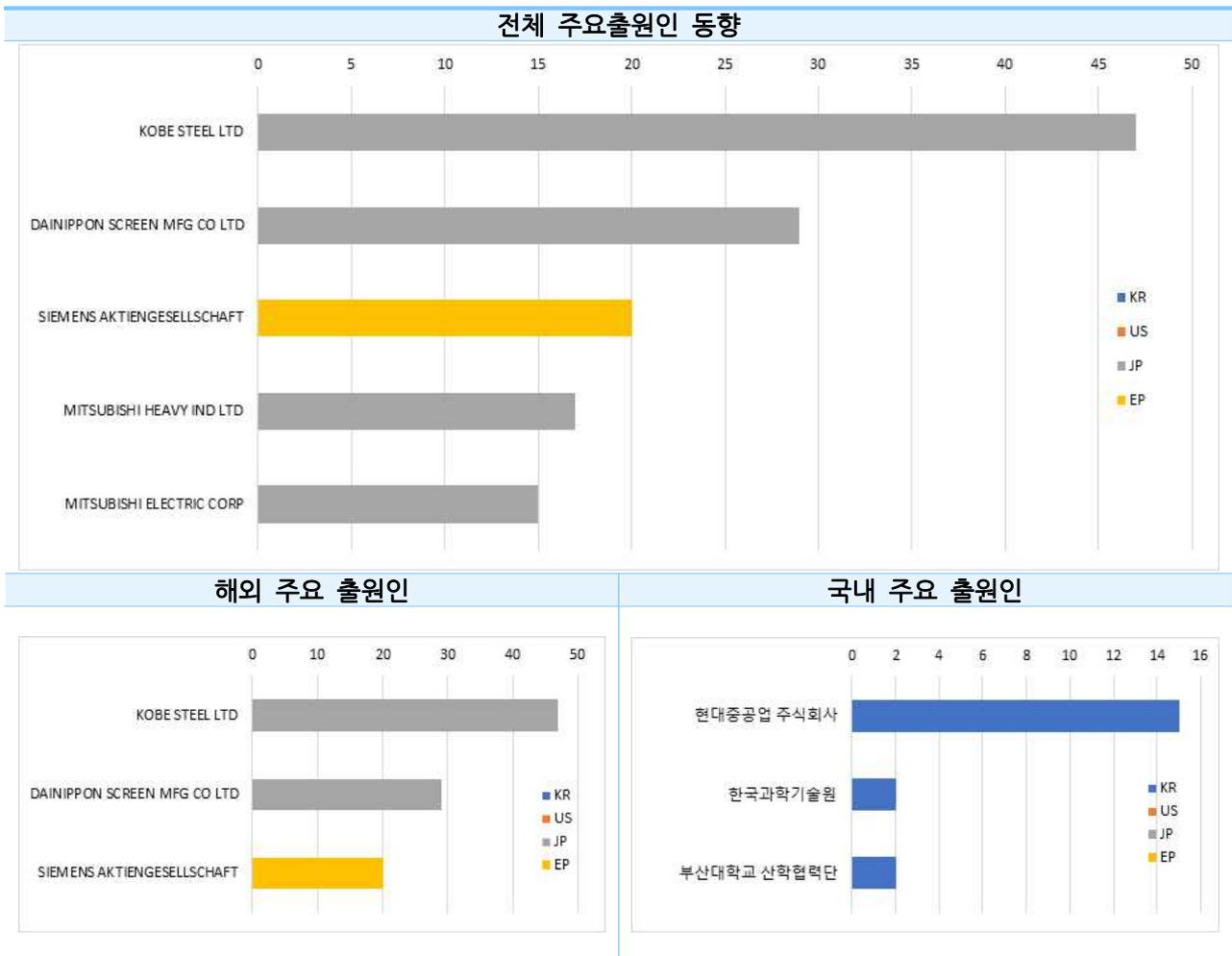
[국가별 출원현황]



나. 주요 출원인 분석

- 생산 스케줄링 시스템(APS)의 전체 주요출원인을 살펴보면, 주로 일본 국적의 출원인이 다수 포함되어 있는 것으로 나타났으며, 제 1 출원인으로는 일본의 KOBE STEEL LTD인 것으로 나타남
 - 제 1 출원인인 KOBE STEEL LTD의 출원은 일본에 집중된 경향을 보임
- 생산 스케줄링 시스템(APS) 관련 기술로 제조분야를 다루는 대기업에 의한 출원이 대다수를 차지
 - 국내에서는 대기업, 중소기업(개인)의 활발한 출원이 이루어짐

[생산 스케줄링 시스템(APS) 주요출원인]



(1) 해외 주요출원인 주요 특허 분석

◎ KOBE STEEL LTD

- KOBE STEEL LTD은(는) 일본 기업으로, 생산 스케줄링 시스템(APS) 기술과 관련하여 스케줄 작성에 특화된 기술을 다수 출원
 - 주요 특허들은 주로 스케줄링에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[KOBE STEEL LTD 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
JP6514630 (2015.12.09)	스케줄 작성 지원 장치 및 방법	물품의 작업장소의 변경에 대응할 수 있어 사용자의 조작한 수고가 과도하게 증대하지 않는 스케줄 작성 지원 장치 및 방법	
JP6602026 (2015.03.09)	제강 공장에서 몰류한 처리 스케줄 작성 장치	용광로로부터 출선 된 용선의 처리를 실시하는 제강 공장에서 몰류한 처리 스케줄 작성 장치	
JP6005617 (2013.10.08)	스케줄표시장치, 그 방법, 및 , 상기 프로그램	스케줄을 수정하는 경우에, 처리 공정의 수정 가능한 범위를 표시할 수 있는 스케줄표시장치 및 그 방법	
JP6041765 (2013.07.22)	생산 스케줄의 결정 지원 시스템	연속 주조 장치에서 운용자는 트러블을 회피하면서, 생산성을 떨어뜨리지 않고, 게다가 납기를 확실히 지킬 수 있는 주물편의 생산 스케줄을 결정하는 방법	
JP6143505 (2013.03.15)	주조 스케줄의 변경 지원 시스템	운용자의 경험 정도로 좌우 되지 않고, 생산성이 높은 주조 스케줄을 결정하는, 내지는 보다 생산성이 높은 주조 스케줄로 변경하는 방법	

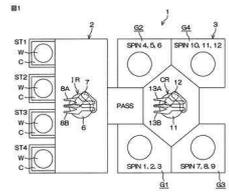
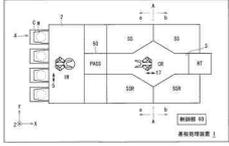
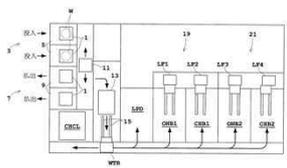
* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ DAINIPPON SCREEN MFG CO LTD

□ DAINIPPON SCREEN MFG CO LTD은 일본 기업으로, 생산 스케줄링 시스템(APS) 기술과 관련하여 기판처리장치 동작에 특화된 기술을 다수 출원

- 주요 특허들은 기판처리장치 동작 스케줄링에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[DAINIPPON SCREEN MFG CO LTD 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
JP6573693 (2018.03.23)	기판처리장치를 위한 스케줄 작성 방법 및 기판처리장치	기판처리장치의 동작을 시계열에 따라서 규정하는 스케줄을 작성하기 위한 방법, 및 기판처리장치에 관한 것	
JP6105982 (2013.03.14)	스케줄 작성 장치, 기판처리장치, 스케줄 작성 프로그램, 스케줄 작성 방법, 및 기판 처리 방법	여러 장의 기판을 반송할 때의 스케줄 작성에 있어서, 시간 효율이 좋은 스케줄을 작성할 수 있는 기술	
JP5295335 (2011.10.04)	기판처리장치의 스케줄 작성 방법 및 그 프로그램	반도체 웨이퍼나 액정표시장치용의 글라스 기판(이하, 단순히 기판이라고 칭한다)에 세정, 예칭, 건조 등의 정해진 처리를 실시하는 기판처리장치의 스케줄 작성 방법	

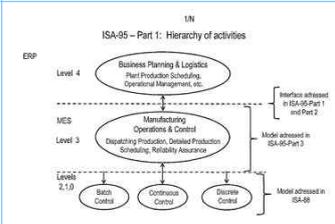
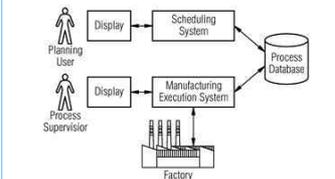
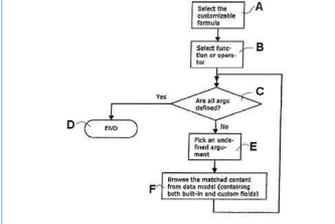
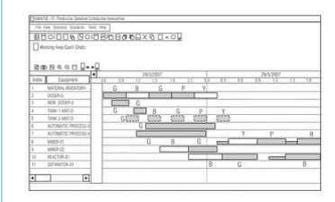
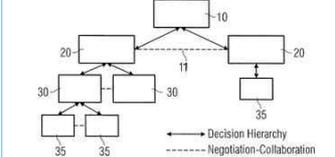
* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT

□ SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT은 독일 기업으로, 생산 스케줄링 시스템(APS) 기술과 관련하여 제조 실행 시스템의 제어에 특화된 기술을 다수 출원

- 주요 특허들은 플랜트 플로어에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
US9696698 (2013.09.06)	Method and system for handling batch production within ansi/isa/95 production scheduling extended with batch production parameter historian	ANSI / ISA / 95 생산 일정 확장 내에서 배치 생산 매개 변수 히스토리 안을 처리하는 방법 및 시스템	
US8788082 (2010.09.07)	Method and a system for executing a scheduled production process	제조 실행 시스템에 의해 실행되는 생산 스케줄 내에서 실행 기간을 갖는 스케줄링된 생산 프로세스	
US8396581(2010.06.01)	Customizable scheduling tool, manufacturing executing system containing the tool and method of using the tool	맞춤형 스케줄링 툴로서, ERP(Enterprise Resource Planning)에 의해 계획되고 플랜트 플로어에 의해 생산되는 제조 프로세스	
US8428760(2010.02.08)	Method for scheduling a production process by supporting the visualization of material shortages	생산 공정을 스케줄링하는 방법으로서, 구성 요소들을 필요로 하는 생산 순서를 생산 스케줄에 배치하고, 생산 순서에 요구되는 구성 요소들의 가용성을 컴퓨팅 유닛에 의해 검출하는 단계를 포함함	
US7848836(2005.11.21)	Scheduling system and work order scheduling protocol for such a system	제조 실행 시스템의 제어 하에 예정된 생산이 진행되는 산업 생산 시스템에서 있어서, 생산을 계획 및 스케줄링하기 위한 스케줄링 시스템	

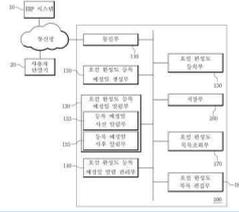
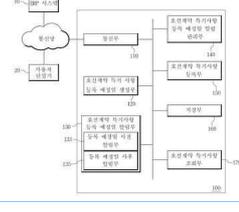
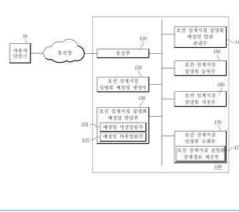
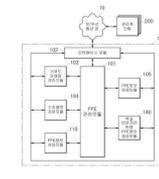
* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

(2) 국내 주요출원인 주요 특허 분석

◎ 현대중공업 주식회사

- 현대중공업 주식회사는 '09년도 10월부터 출원을 시작하여 아직까지 등록된 특허는 없는 것으로 파악됨
 - 현대중공업 주식회사의 공개특허를 대상으로 분석한 결과, 주요 특허들은 엔진생산, 선박 건조 등에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[현대중공업 주식회사 주요특허 리스트]

공개번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR2014-0078228(2012.12.17)	선박 건조공정의 중일정 액티비티 생성방법	중일정 계획을 순차적으로 입력 및 수정 가능한 업무관리프로그램(ERP)과, 통합 중일정 정보(선각 및 의장)가 기록되는 데이터베이스(DB)를 실시간으로 연동하는 방법	
KR2014-0048536 (2012.10.16)	호선 완성도 등록 예정일 알림 시스템 및 방법	호선 완성도 등록 예정일을 자동 생성하고, 생성된 호선 완성도 등록 예정일에 의거하여 설계직능의 담당자에게 이를 알려줄 수 있도록 하는 호선 완성도 등록 예정일 알림 시스템 및 방법	
KR2014-0048535 (2012.10.16)	호선 계약 특기사항 등록 예정일 알림 시스템 및 방법	호선 계약 특기사항 등록 예정일을 자동 생성하고, 생성된 호선 계약 특기사항 등록 예정일에 의거하여 설계 담당자에게 이를 알려줄 수 있도록 하는 호선 계약 특기사항 등록 예정일 알림 시스템 및 방법	
KR2014-0047337 (2012.10.12)	설계지침 설명회 예정일 알림 시스템 및 방법	설계직능별 외주설계 협력사별로 호선 설계지침 설명회 예정일을 자동 생성하고, 생성된 호선 설계지침 설명회 예정일에 의거하여 설계직능의 담당자에게 이를 알려줄 수 있도록 하는 설계지침 설명회 예정일 알림 시스템 및 방법	
KR2014-0045729 (2012.10.09)	엔진생산일정 관리시스템	엔진의 최적 생산일정을 포함한 생산절차를 진행 받는 것이 최적인지를 나타내는 엔진생산일정(PPE: Producing Plan of a Engine)을 자동으로 수립·관리해주는 시스템	

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

◎ 한국과학기술원

□ 한국과학기술원은 생산 스케줄링 시스템(APS) 기술과 관련하여 시뮬레이션에 특화된 기술을 다수 출원

- 주요 특허들은 생산일정 예측 및 관리에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[한국과학기술원 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR1547120 (2014.02.06)	생산일정 예측 및 관리를 위한 계층적 이산사건 시뮬레이션 방법(layered discrete event simulation method for prediction and management of production schedule)	생산기간 및 비용을 정확히 예측하여 공정 계획을 수립함으로써 전체 생산 일정을 효율적으로 관리하기 위한 방법	<p>The flowchart illustrates the process of developing a layered Discrete Event Simulation (DES) framework. It starts with 'Set target manufacturing system', followed by 'Define Product-Process-Resource Data of target system' and 'Define critical attributes of target system'. The next step is 'Develop Layered DES Framework Matrix'. This leads to a parallel process: 'Develop Experimental Frame for production simulation' and 'Set Layer level of model'. A decision diamond asks 'Is it required to describe all process?'. If 'No', it goes to 'Define hierarchy of attributes from interaction models of other Layer?'. If 'Yes', it goes to 'Develop Model with PBS via WBS relations in Matrix'. Both paths lead to 'Connect Experimental Frame with Model' and 'Rearrange overall Model'. A final decision diamond asks 'Every relations are reflected in Model?'. If 'No', it loops back to 'Develop Model with PBS via WBS relations in Matrix'. If 'Yes', it proceeds to 'Run Simulation' and 'Get result'.</p>

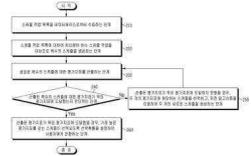
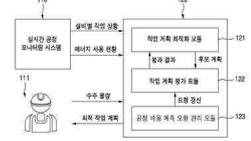
* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ 부산대학교

□ 부산대학교는 생산 스케줄링 시스템(APS) 기술과 관련하여 최적화 시스템에 특화된 기술을 다수 출원

- 주요 특허들은 머신러닝 기반의 스케줄링 시스템 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[부산대학교 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR1984460 (2019.04.08)	머신러닝 기반 자동 공작기계 작업 스케줄링 방법 및 장치(method and apparatus for automatically scheduling jobs in computer numerical control machines using machine learning approaches)	스케줄 제약조건을 만족시키면서 생산 현장에서 원하는 최적화된 스케줄을 제시하기 위한 방법 및 장치	
KR2016270 (2018.12.28)	열간 자유단조 공정의 작업 계획 최적화 시스템 및 방법(scheduling optimization system and method in hot press forging process)	가열로에 투입할 원소재 그룹을 최적화 알고리즘을 이용하여 최적화하는 기술	

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

다. 기술진입장벽 분석

(1) 기술 집중력 분석

- 생산 스케줄링 시스템(APS)관련 기술에 대한 시장관점의 기술독점 현황분석을 위해 집중률 지수(CRn: Concentration Ratio n, 상위 n개사 특허점유율의 합) 분석 진행
 - 상위 4개 기업의 시장점유율이 0.16로 생산 스케줄링 시스템(APS) 분야에 있어서 독과점 정도는 낮은 수준으로 판단
 - 국내 시장에서 중소기업의 점유율 분석결과 0.32으로 해당 기술에 대하여 중소기업의 진입장벽은 낮은 것으로 파악

[주요출원인의 집중력 및 국내시장 중소기업 집중력 분석]

주요 출원인 집중력	주요출원인	출원건수	특허점유율	CRn	n
	KOBE STEEL LTD(일본)	47	6.8%	0.07	1
	DAINIPPON SCREEN MFG CO LTD(일본)	29	4.2%	0.11	2
	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT(독일)	20	2.9%	0.14	3
	MITSUBISHI HEAVY IND LTD(일본)	17	2.5%	0.16	4
	MITSUBISHI ELECTRIC CORP(일본)	15	2.2%	0.18	5
	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION(미국)	15	2.2%	0.21	6
	현대중공업 주식회사(한국)	15	2.2%	0.23	7
	HITACHI LTD(일본)	14	2.0%	0.25	8
	NIPPON STEEL CORP(일본)	13	1.9%	0.27	9
	TOSHIBA CORP(일본)	12	1.7%	0.28	10
	전체	693	100%	CR4=0.16	
	국내시장 중소기업 집중력	출원인 구분	출원건수	특허점유율	CRn
중소기업(개인)		14	31.8%	0.32	
대기업		23	52.3%		
연구기관/대학		7	15.9%		
전체		44	100%	CR중소기업=0.32	

(2) 특허소송 현황 분석

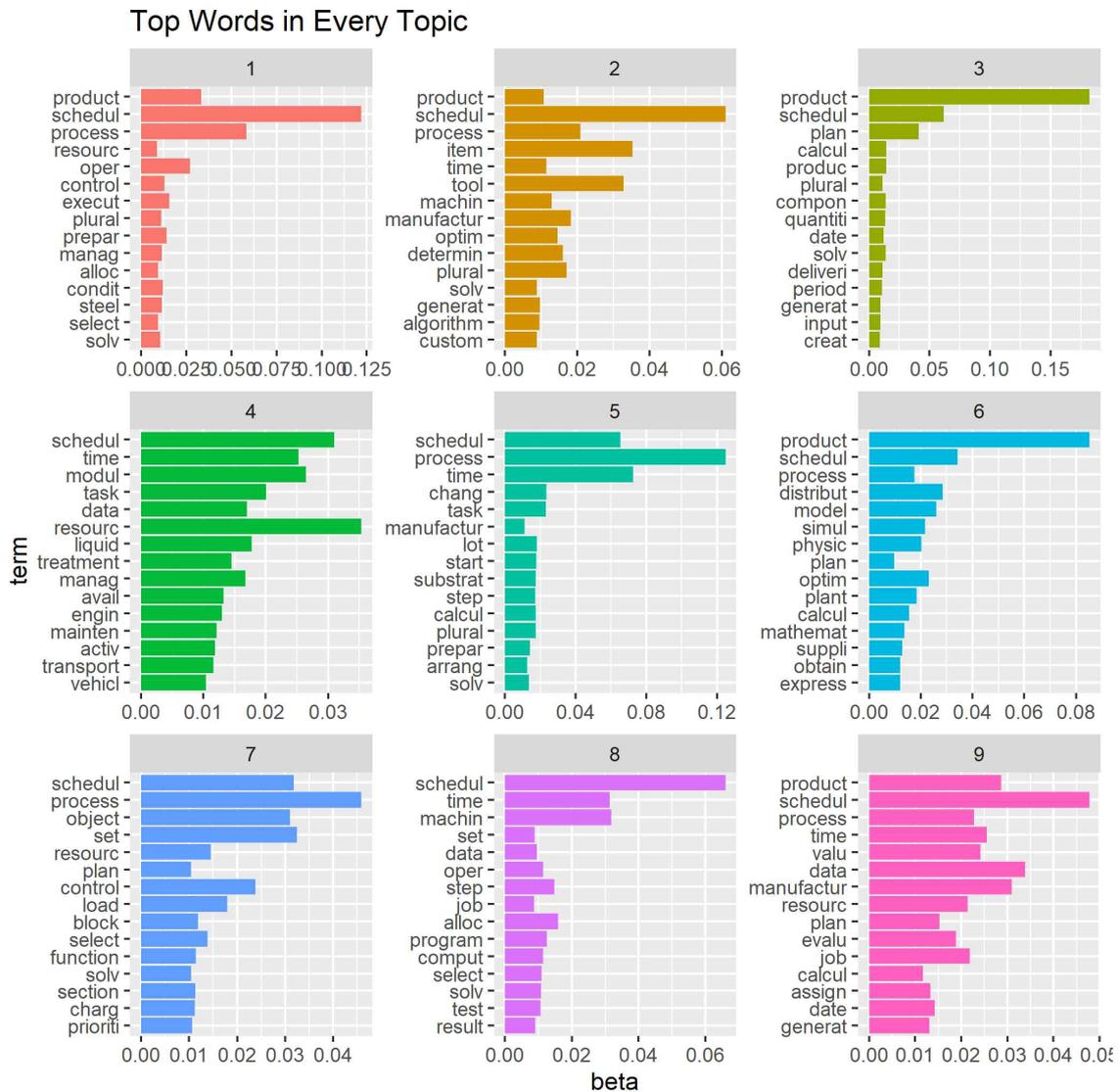
- 생산 스케줄링 시스템(APS) 분야 관련 특허소송 이력은 검색되지 않음
 - 따라서 국내기업이 미국시장에 진입하는 경우, 해당 분야를 선점할 수 있을 것으로 판단
 - 다만, 생산 스케줄링과 유사한 스마트 공정 관련해서는 몇 개의 소송이 검색

5. 요소기술 도출

가. 특허 기반 토픽 도출

- 575개의 특허의 내용을 분석하여 구성 성분이 유사한 것끼리 클러스터링을 시도하여 대표성이 있는 토픽을 도출

[생산스케줄링시스템(APS)에 대한 토픽 클러스터링 결과]



나. LDA²¹⁾ 클러스터링 기반 요소기술 도출

[LDA · 클러스터링 기반 요소기술 키워드 도출]

No.	상위 키워드	대표적 관련 특허	요소기술 후보
클러스터 01	schedule, process, product, oper, execute, prepare, control, condition, steel, manage	<ul style="list-style-type: none"> Allocation schedule creation method of molten steel ladle and allocation schedule creation device Control device for working schedule 	수요 맞춤형 공장운영 최적화 기술
클러스터 02	schedule, item, tool, process, manufacture, plural, determine, optimize, machine, time	<ul style="list-style-type: none"> Multi-item and multiple stage process dynamic lot size scheduling method accompanied by production frame Flexible job-shop scheduling method based on limited stable matching strategy 	APS와 다양한 제조시스템/장비 간 인터페이스 지원 기술
클러스터 03	product, schedule, plan, calculate, produce, component, solve, quantities, date, plural	<ul style="list-style-type: none"> Production schedule creation method and its system Device and method for forming schedule and layout plan 	AI활용 생산데이터 분석 및 최적화 기술
클러스터 04	resource, schedule, module, time, task, liquid, data, manage, treatment, avail	<ul style="list-style-type: none"> System and method for integrated resource scheduling, task allocation and agent work management Methods for schedule optimization sorting of dry end orders on a corrugator to minimize short order recovery time 	스마트 제조솔루션과 빅데이터 플랫폼의 연동 기술
클러스터 05	process, time, schedule, change, task, lot, start, substrate, plural, calculate	<ul style="list-style-type: none"> Schedule creation device and schedule creation method Schedule management apparatus, method and program 	DP(Demand Planning), SP(Supply Planning), PP(Production Planning)의 활용기술
클러스터 06	product, schedule, distribute, model, optimize, simulate, physic, plant, process, calculate	<ul style="list-style-type: none"> Production/physical distribution scheduling method, device and program Scheduling device, scheduling method, process control device, and process control method for production/physical distribution, computer program and computer readable recording medium 	납기 예측 시뮬레이션 기술
클러스터 07	process, set, schedule, object, control, load, resource, select, block, function	<ul style="list-style-type: none"> A method and a system for online and dynamic schedule configuration of control applications in a distributed control system Device and method for preparing hot rolling schedule and computer program 	예측모델 자율생성 인공지능 기술
클러스터 08	schedule, machine, time, allocate, step, program, compute, oper, select, solve	<ul style="list-style-type: none"> Setting method and setting device for pass schedule for manufacturing cold rolled metal strip, and cold rolled metal strip System, method and control apparatus for scheduled operation of machine tools 	유연생산을 위한 동적 스케줄링 기술
클러스터 09	schedule, data, manufacture, product, time, value, process, job, resource, evaluate	<ul style="list-style-type: none"> Information processing system for scheduling procurement of raw material from a plurality of companies System for controlling regeneration medical product manufacturing schedule 	제조환경 데이터 실시간 처리 및 하드웨어 기반의 동기화 기술

21) Latent Dirichlet Allocation

다. 특허 분류체계 기반 요소기술 도출

- 생산 스케줄링 시스템(APS) 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
(B21B) 금속의 압연(B21에 포함되는 금속가공작업과 관련하여 사용되는 예비작업)	• (B21B-037) 금속압연기에 특히 적용되는 제어장치 제어방법 또는 그들 장치로 생산되는 제품	-
(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-009) 프로그램제어를 위한 장치, 예. 제어장치	-
	• (G06F-003) 컴퓨터로 처리할 수 있는 형식으로 전송된 데이터를 변환하는 입력기구; 처리장치로부터 출력장치로 데이터를 전송하기 위한 출력기구, 예. 인터페이스 기구	-
	• (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	DP(Demand Planning), SP(Supply Planning), PP(Production Planning)의 활용기술
(H01L) 반도체 장치; 다른 곳에 속하지 않는 전기적 고체 장치	• (H01L-021) 반도체 장치 또는 고체 장치 또는 그러한 부품의 제조 또는 처리에 특별히 적용되는 방법 또는 장비	-
(H04M) 전화통신	• (H04M-003) 자동 또는 반자동 교환기	-

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

[생산스케줄링시스템(APS) 분야 요소기술 도출]

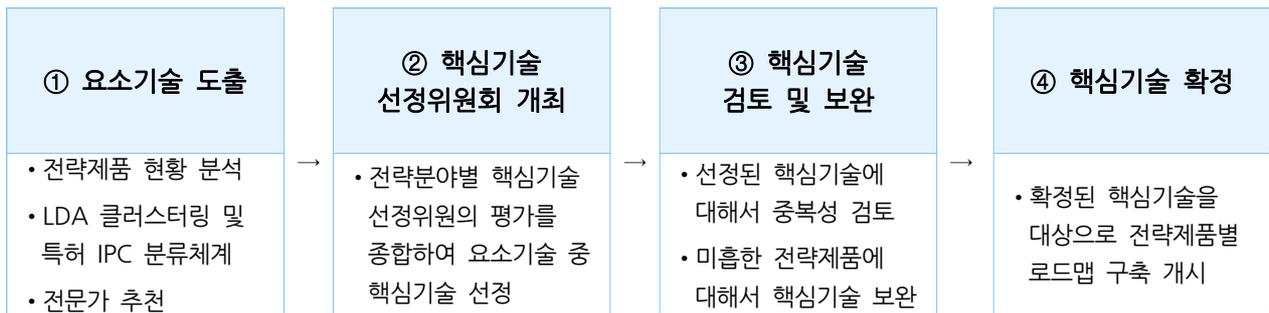
요소기술	출처
APS와 다양한 제조시스템/장비 간 인터페이스 지원 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
스마트 제조솔루션과 빅데이터 플랫폼의 연동 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
예측모델 자율생성 인공지능 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
제조환경 데이터 실시간 처리 및 하드웨어 기반의 동기화 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
AI활용 생산데이터 분석 및 최적화 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
유연생산을 위한 동적 스케줄링 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
납기 예측 시뮬레이션 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
DP(Demand Planning), SP(Supply Planning), PP(Production Planning)의 활용기술	특허 클러스터링, IPC 기술체계, 전문가 추천
수요 맞춤형 공장운영 최적화 기술	특허 클러스터링, 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

[생산스케줄링시스템(APS) 분야 핵심기술]

핵심기술	개요
유연생산을 위한 동적 스케줄링 기술	<ul style="list-style-type: none"> 공장의 실시간 상태에 따른 최적 생산계획 도출을 지원하는 유동우선순위 생산스케줄링 기술 생산관리에 유연성을 더할 수 있도록 실시간 데이터와 상호작용하여 스케줄을 조정할 수 있는 기술
AI활용 생산데이터 분석 및 최적화 기술	<ul style="list-style-type: none"> AI 기술을 활용하여 실시간 데이터 분석을 통한 인사이트를 도출/분석/활용하는 기술 딥러닝 기술 등을 활용하여 데이터를 분석하고 최적의 데이터를 시뮬레이션하는 기술 비정형 데이터의 수집 및 패턴인식을 통한 의미있는 정보 분석기술
납기 예측 시뮬레이션 기술	<ul style="list-style-type: none"> AI 기반의 예측정보를 이용하여 사전 예방적 납기/물류 운영을 수행하는 기술 제조 빅데이터 분석을 통하여, 향후 발생 가능한 이슈사항을 예측하여 자동으로 납기 우선순위를 조정하는 기술 상황 예측을 위한 학습모델 생성 및 이에 기반한 예측 기술
APS와 다양한 제조시스템/장비 간 인터페이스 지원 기술	<ul style="list-style-type: none"> ERP, MES, PLM 등 스마트제조 어플리케이션간에 호환성을 보장하고 인터페이스를 원활하게 하는 표준과 연동 기술 제조현장에서 사용되고 있는 운영시스템과 빅데이터 플랫폼, 설비 간의 연동을 통한 데이터 분석 및 활용 기술

다. 중소기업 기술개발 전략

- MES의 조기 구축 및 효율적인 생산계획수립을 위한 중·소 제조기업용 통합스케줄링 기법 개발
- 전문기술 및 인력 부재, 정보화 기술이 미흡한 중·소 제조현장에 적합한 데이터 관리 체계 구축
- 산·학 및 중·소·대기업간의 연계를 통한 시스템 개발 및 적용에 대한 비용 부담 최소화

라. 기술개발 로드맵

(1) 중기 기술개발 로드맵

[생산스케줄링시스템(APS) 분야 중기 기술개발 로드맵]

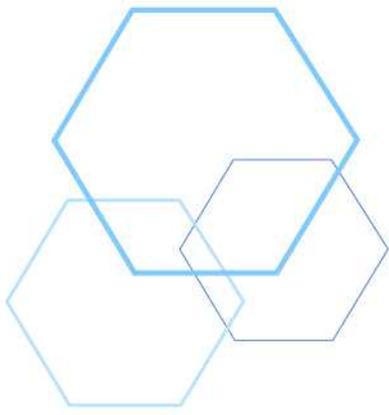
생산스케줄링시스템(APS)	최적 스케줄링 시스템 구축을 통한 신속한 의사결정 지원체계 확립			
	2021년	2022년	2023년	최종 목표
유연생산을 위한 동적 스케줄링 기술				다품종 제품 개발 지원 동적 생산 스케줄링 기술개발
AI활용 생산데이터 분석 및 최적화 기술				AI를 위한 데이터 최적화
납기 예측 시뮬레이션 기술				납기 예측 정확도 95% 이상 시뮬레이션 개발
APS와 다양한 제조시스템/장비 간 인터페이스 지원 기술				산·학·연의 협력을 통한 통합 거버넌스 구축

(2) 기술개발 목표

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

[생산스케줄링시스템(APS) 분야 핵심요소기술 연구목표]

핵심기술	기술요구사항	연차별 개발목표			최종목표	연계R&D 유형
		1차년도	2차년도	3차년도		
유연생산을 위한 동적 스케줄링 기술	동적 생산 스케줄링 시스템	제품 특징별 생산 정보 학습 기술 개발	공정/작업자/설비간 상태 정보 분석을 통한 예측 알고리즘 개발	실시간 상태 정보에 따른 유연생산 지원 동적 스케줄링	다품종 제품 개발 지원 동적 생산 스케줄링 기술 개발	상용화
AI활용 생산데이터 분석 및 최적화 기술	데이터 매칭률 (%)	90% 이상	95% 이상	98% 이상	AI 기반 데이터 분류/매칭 기술 개발	상용화
	공정 적합율	90% 이상	95% 이상	99% 이상	다속성 데이터의 분석 및 평가기술 개발	산학연
	수집데이터의 표준화	데이터 표준화 기술 완성	비정형 데이터 정의 완료	AI를 위한 수집 데이터 표준화 완료	AI를 위한 데이터 최적화	산학연
납기 예측 시뮬레이션 기술	예측 모델 AI 알고리즘 기술	규칙 기반 예측	실시간 예측 및 대응	예측 모델 적용을 통한 AI 알고리즘 기술 개발	예측 정확도 95% 이상	상용화
	일정 학습모델 및 예측 시스템	상황 데이터 수집 및 DB 구축	상황 예측 모델 생성 알고리즘 개발	실시간 상황 예측 프레임워크 완성	납기 예측 최적 시뮬레이션 개발	산학연
APS와 다양한 제조시스템/장비 간 인터페이스 지원 기술	제조 데이터 통합체계 구축 기술	오픈 기반 개방형 제조 시스템 구축	실시간 운영 데이터 연계 생산·납기 통합 운영 기술	실시간 운영 데이터 연계 및 제조·서비스 운영 통합 기술	산·학·연의 협력을 통한 통합 거버넌스 구축	산학연
	연결성공율 (%)	95% 이상	98% 이상	100%	이종 설비 제어시스템 간 연결 기술	산학연
	ERP, MES, PLM과의 연동 기술	IoT 기술 구축	표준 프로토콜 기술 개발	3개 시스템과의 연동	3개 시스템과의 연동시스템	상용화



전략제품 현황분석

Hyper Connected SCM 플랫폼



Hyper Connected SCM 플랫폼

정의 및 범위

- Hyper Connected(초연결) SCM은 인공지능(AI : Artificial Intelligence), IoT (Internet of Things) 등 4차 산업혁명의 기반기술들이 활용되면서 제조, 물류, 유통 서비스의 초지능·초실감·초연결화가 실현된 현상

전략 제품 관련 동향

시장 현황 및 전망	제품 산업 특징
<ul style="list-style-type: none"> (세계) 2018년 글로벌 SCM 시장은 143억 8,300만 달러이고 연평균 11.2%의 성장률을 보이며 2024년에는 272억 1,000만 달러에 이를 것으로 전망 (국내) 국내 SCM 시장은 2018년 866억 원에서 연평균 13.2%로 2024년에는 1,819억 원으로 성장할 것으로 전망 	<ul style="list-style-type: none"> 4차 산업 혁명으로 모든 것이 연결되어 유통-제조-물류 등 산업간 경쟁이 본격화 제조산업은 IoT와 클라우드 기반으로 XaaS 등 서비스 비즈니스와 유통-물류 산업에 진출 스마트팩토리 애플리케이션은 스마트팩토리 IT 솔루션의 최상위 소프트웨어 시스템
정책 동향	기술 동향
<ul style="list-style-type: none"> 정부 및 기업들은 제4차 산업혁명 대응 및 산업경쟁력 강화를 위하여 스마트팩토리에 대한 관심이 증대 정부는 민관합동 스마트제조추진단을 통해 지능형 유연 생산공장 보급사업을 진행 중 	<ul style="list-style-type: none"> 스마트팩토리 애플리케이션과 스마트 SCM은 비용 및 시간 절감, 기업의 생산성과 효율성을 높이기 위해 제품의 전 주기를 수평적으로 통합 실시간 변동형 차세대 SCM은 시장 상황에 빠르게 대응할 수 있도록 가치사슬의 수평적 통합으로 확대·발전
핵심 플레이어	핵심기술
<ul style="list-style-type: none"> (해외) Amazon, Uniqlo, Nike, CokaCola, Flexe, Adidas, Dollar Shave Club, Mondelez (대기업) 삼성 SDS, 현대자동차, 삼성전자, SK C&C, CJ올리브영, GS홈쇼핑 (중소기업) 마이창고 	<ul style="list-style-type: none"> 스마트 물류정보 및 추적시스템 기술 예측기반 적시배송 지원 및 관제 기술 스마트제조, SCM용 클라우드 기반 loS(Internet of Service) 처리 기술 스마트 제어애플리케이션 연동기술 및 물류시스템간의 인터페이스 기술 실시간 리스크 분석 및 공급망 최적설계 가시화 기술

중소기업 기술개발 전략

- 중소기업용 스마트팩토리 애플리케이션과 SCM 기술 개발
- 정부 및 공공 사이트에서 중소기업 프로세스에 적합한 스마트팩토리 애플리케이션과 SCM 적용 가이드 제공 필요
- 대기업의 전유물인 ISP(정보화 전략 수립, Information Strategy Planning)를 포함한 스마트팩토리 애플리케이션/SCM 프로세스 컨설팅 지원 필요
- 중소기업에 강점이 있는 응용기술을 활용, 안전한 배송, 화물의 개성에 특화된 물류시스템 개발

1. 개요

가. 정의 및 필요성

(1) 정의

- SCM(공급망관리, Supply Chain Management)은 공급자에서 고객까지의 Supply Chain 상의 물자/정보/자금 등을 총체적인 관점에서 통합하고 관리함으로써 공급자, 고객, 그리고 기업 내부의 다양한 니즈를 만족시키고 업무의 효율성을 극대화하는 전략적 기법
- 즉, 공급망관리(SCM, Supply Chain Management)란 제품이 생산되어 판매되기까지의 모든 공급과정을 관리하는 시스템을 의미
- 초연결(Connectivity)은 사람과 사물과 공간이 하나로 연결돼 서로 소통하고 협업하는 것으로 소통과 협업은 정보를 바탕으로 이루어지며 정보가 자동으로 생성되고 이를 유연하게 활용하고 공유할 수 있는 시대를 초연결 시대라고 함
 - 사람과 사물을 연결하는 IoT(Internet Things)도 여기에 해당
- 초연결 시대는 사람과 사물과 공간이 연결되는 것이며 이를 전달하는 역할을 하는 것이 바로 로지스틱스(Logistics) 이고, 초연결 시대의 핵심은 데이터를 받아 그것을 실행시키는 로지스틱스에 있음
- 따라서 Hyper Connected(초연결) SCM은 인공지능(AI : Artificial Intelligence), IoT (Internet of Things) 등 4차 산업혁명의 기반 기술들이 활용되면서 제조, 물류, 유통 서비스의 초지능·초실감·초연결화가 실현된 현상을 말함

(2) 필요성

- 전 세계는 사람·데이터·사물 등 모든 것이 네트워크로 연결된 초연결사회로 접어들고 있음
- 초연결사회를 이끄는 IT 기술들은 지금, 이 순간에도 급격히 진화하고 있으며, 타 산업 분야와의 융합을 통해 우리 삶의 다양한 영역에서 변화를 가져오고 있음
- 또한 IoT, 빅데이터, AI, 블록체인 등 4차 산업혁명을 이끄는 새로운 기술의 발전으로 인해 전 세계 공급망관리시스템에도 혁신의 바람이 불고 있음.
- 제조업의 혁신이 스마트팩토리로 일어났다면, 물류와 유통 등 공급망에서의 혁신은 스마트 SCM 구축을 통해 구현
- 교육, 의료, 금융, 교통, 제조, 유통, 공공 등 7가지 영역에서 초연결사회가 가져올 변화를 살펴보면 다음과 같음

[초연결사회의 도래에 따른 주요 분야별 미래 변화 방향]

교육	'Connected Learning'으로의 진화	공공	공공정보공개 및 시민의 능동적 활용
	실감형 교육의 확대		지능형 재난안전망 구축
의료	원격 의료서비스 제공	제조	스마트 공장의 보편화
	의료 시를 통한 정밀의료의 실현		Maker Movement의 확산
금융	Cashless Society의 도래	유통	소유에서 공유로
	금융 서비스의 Digitalization		옴니채널의 진화
교통	지능형 교통 시스템 구축		
	Connected Car 시대의 도래		

* 출처 : 우정경영연구센터, 2018

- 많은 세계기업이 빅데이터와 인공지능을 도입해 소비자 맞춤형 제품을 대량으로 생산해 수익증가를 꾀하고 있으나 그에 따른 재고의 급증으로 골머리를 앓고 있는 것도 사실. 이런 문제를 해결하려면 공급망 효율화를 위한 스마트 SCM 구축 전략이 필요
- 스마트 공급망에서는 초연결된 디지털 인프라 환경에서 활발한 소셜미디어를 통해 시장 트렌드 파악이 가능하고 판매상과의 직접적인 소통 채널도 가능하여 모든 단계의 정보가 가시화됨
 - 공급망 내 정보 흐름이 동시적, 실시간으로 공유, 소통되어 신속, 유연한 의사결정으로 제품·서비스의 시장 도달 속도를 높임

나. 범위 및 분류

(1) 가치사슬

- 후방산업은 산업용 네트워크, RFID 시스템, 센서, 산업용 로봇, 3D 프린터, 컨트롤러 등의 하드웨어 기술과 MES, ERP, 빅데이터, 클라우드, CPS, 시뮬레이션 등의 소프트웨어 기술로 구성
- 전방산업은 자동차, 반도체, 핸드폰, 항공 등 조립 프로세스를 포함하고 있는 이산산업(Discrete Industry)과 정유, 발전, 제지, 제약 등의 연속적인 프로세스를 포함하고 있는 연속공정 산업(Continuous Industry)으로 구성

[Hyper Connected(초연결) SCM 산업구조]

후방산업	Hyper Connected(초연결) SCM	전방산업
산업용 네트워크, RFID 시스템, ICT 관련 시장, IoT 통신, 고신뢰 OS 시장, 임베디드 SW시장 등	스마트제조 애플리케이션 SW POP, MES, ERP, PLM, SCM 등	스마트 제조 산업, 센서산업, 자동차, 전자, 조선, 건설, 기계, 에너지, 첨단무기 관련 산업 등

(2) 용도별 분류

- SCM은 상품관리, 물류관리, 재고관리, 원가관리, 기간시스템 총 5가지 용도로 나뉘어서 적용

[SCM 용도별 분류]

구분	주요기술
상품관리	바코드, RFID, EPC
물류관리	EDI, 헨, 전자카탈로그
재고관리	JIT, VMI, QR
원가관리	ABC
기간시스템	ERP, DW, CRM

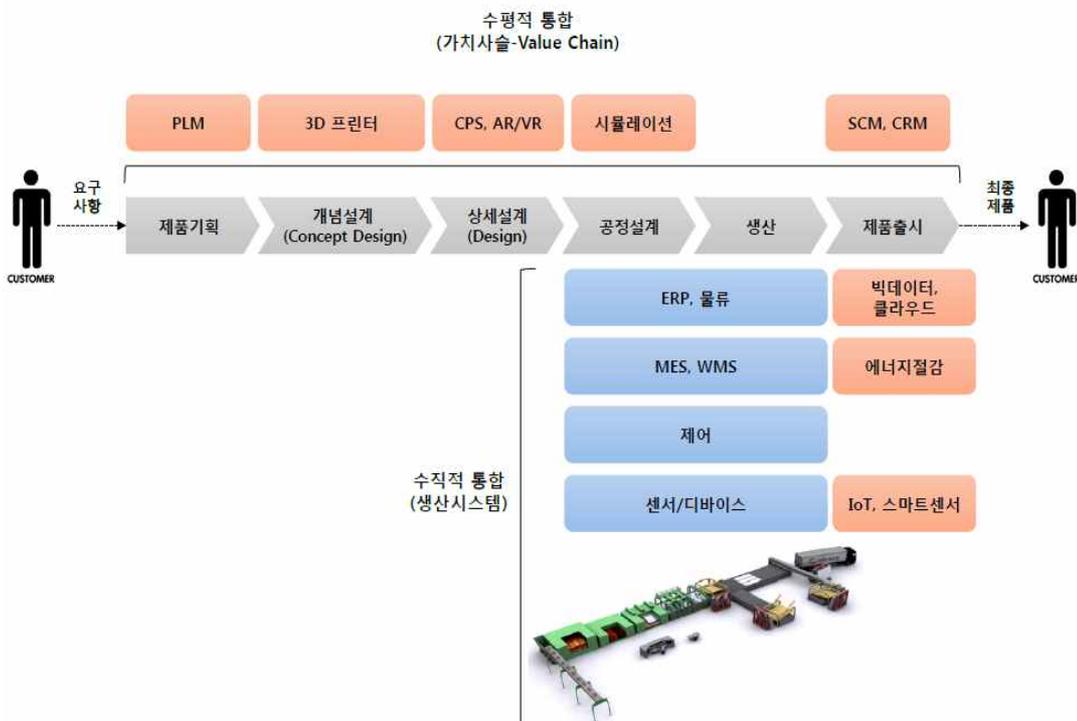
2. 산업 및 시장 분석

가. 산업 분석

◎ 스마트팩토리 산업 동향

- SCM은 부품 제공업체로부터 생산업체, 유통업체, 최종적으로 고객에게 이르는 물류 흐름을 공급망 관점에서 파악하고 지원하는 시스템
- 개별 단위 최적화를 넘어 구성요소 간 흐름을 고려해 전체 프로세스를 최적화하려는 전략. 기업이 제품과 서비스를 고객에게 제때 전달하려면 SCM이 필수

[스마트 팩토리 통합기술 - 가치사슬의 수평적 통합]



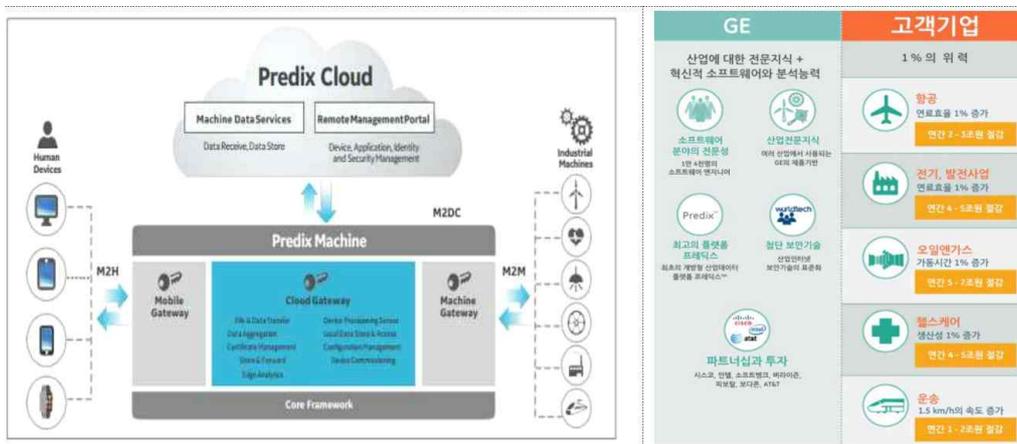
* 출처 : 중소중견 제조기업의 스마트 팩토리 구축을 위한 제언(한국무역협회, 2016)

- 스마트팩토리 애플리케이션은 비용 및 시간을 절감하고 기업의 생산성과 효율성을 높이기 위해 제품의 전 주기를 수평적으로 통합하여 시장 상황에 빠르게 대응할 수 있도록 가치사슬의 수평적 통합으로 확대·발전할 것으로 예상됨
- 또한, 산업별, 업종에 따른 스마트팩토리 구축을 위해 요구되는 핵심 요소, 모듈을 하드웨어 및 소프트웨어를 포함하여 수직적으로 통합한 패키지 기술이 적용되고 있음

◎ 제조업의 XaaS 및 유통·물류 진출

- 4차 산업혁명으로 모든 것이 연결되어 유통-제조-물류 등 산업간 경쟁이 본격화되면서 개별 사용자의 다양한 수요에 맞는 맞춤형 비즈니스 시대가 열림
- 제조산업은 IoT와 클라우드 기반으로 XaaS(Everything as a Service) 등 서비스 비즈니스와 유통·물류에 진출
- (GE Predix) GE Digital이 개발한 산업 인터넷 빅데이터 플랫폼으로 산업 기계/설비의 대규모 데이터를 수집·분석하여 제조기업의 운영체제 기능 서비스(PaaS, Product as a Service) 제공

[공급망의 디지털혁신, 스마트 공급망]



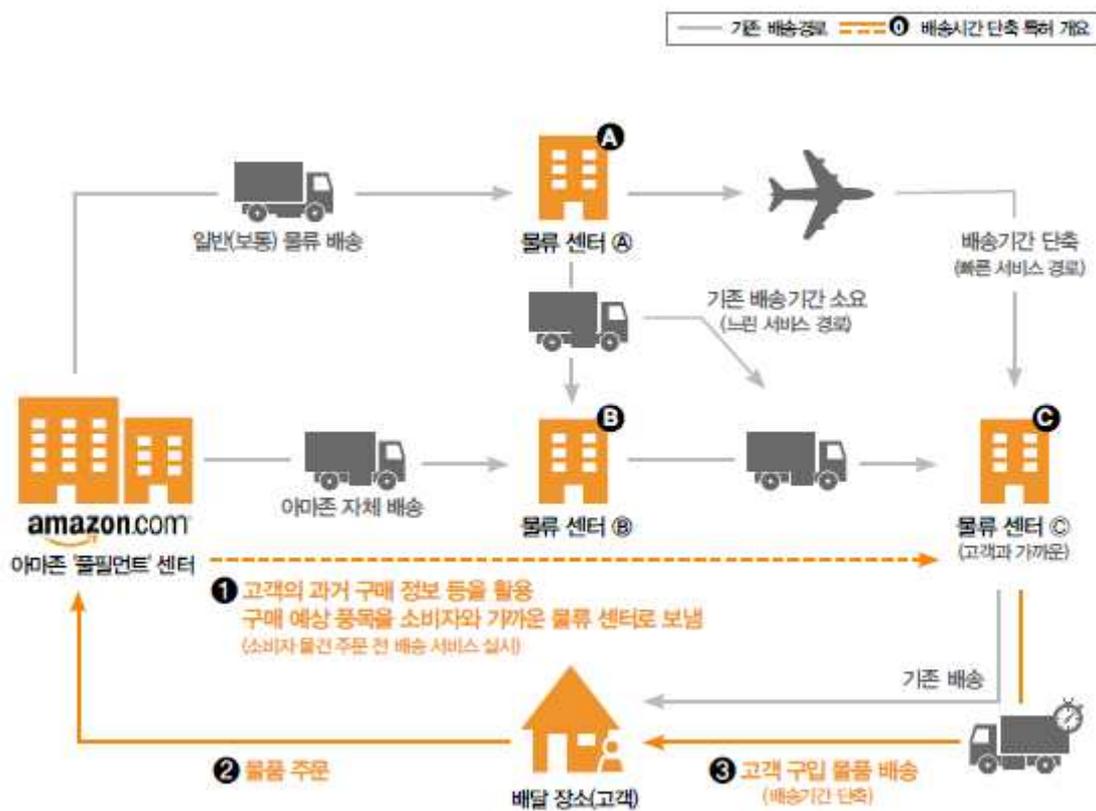
* 출처 : 공급망의 디지털 혁신, 스마트 공급망, 정보통신산업진흥원, 2018

- (포드자동차) 2016 월드 모빌리티 리더십 포럼에서 자동차산업의 미래는 자율주행차량 공유 서비스라고 선언 이후 2018 CES에서 TaaS(Transportation as a Service) 사업 착수
 - TaaS 모빌리티 서비스로 2030년까지 자동차산업 매출 2배 증가하고 TaaS 서비스 비중이 2015년 0.86%에서 2030년 22.4% 증가 예상
 - 자동차 제조업체의 한계를 극복하기 위한 TaaS 전략으로 패키징 딜리버리 서비스 착수
- (GP700 Engine Alliance) GE와 Pratt & Whitney 공동 결성하여, A380(Korean Air, Air Fran, Qatar, Etihad, Emirates)의 모든 엔진에 센서 부착, 실시간 압력, 진동, 속도 정보 취합, 분석·가공하여 항공기 최적 운항 지원 서비스 및 예측 유지보수 서비스 제공

◎ 공급망 혁신기업 출현 : 아마존

- 온라인 서점에서 시작 20년 만에 매출 천억불의 쾌속 성장 기업인 아마존은 글로벌 온라인 소매시장을 석권하였을 뿐만 아니라 디지털 공급망을 전략적으로 활용하여 성공한 대표기업
- 공급망 산업을 주도하는 거대한 규모와 단위의 경제로 인해 아마존은 거의 전체 공급비가 거의 들지 않는 최저가로 유지 가능
- 물류 처리 속도 향상을 위한 무인 효율화 시도(드론&키바 시스템)
 - 아마존 프라임 에어 프로젝트를 발표하여 무인 택배 관련 기술을 사용
 - 창고에서 고객에 배송할 상품을 직접 골라 담당자에게 전달하는 일을 맡고 있으며, 적외선 센서를 이용해 충돌에 방지하고, 수 대의 카메라가 장착되어 제품 종류 인식 및 이동 시 위치를 파악하는데 사용

[아마존 스마트 공급망]



* 출처 : 연합뉴스(재구성)

◎ **옴니채널 비즈니스 확산**

- 온라인유통 지형이 변화되어 오프라인 기업들이 경쟁을 위해 온라인과 오프라인을 통합 연계하는 옴니채널 비즈니스 모델 확산
 - 옴니채널(Omni-channel)은 인터넷, 모바일, 카탈로그, 오프라인매장 등 여러 채널을 유기적으로 결합해 고객 경험을 극대화해 판매를 촉진하는 전략
- 오프라인 기업: 낮은 가격경쟁력의 온라인 기업과 경합을 위해 온라인 및 오프라인 채널에서 같은 서비스 받을 수 있도록 물류 네트워크 재정 및 재고 통합관리
 - 모바일로 제품 검색, 오프라인으로 테스트, 모바일 주문의 옴니채널 유통
- 온라인 기업: 가격경쟁력 및 서비스 강화를 위해 더 빠른 배송 서비스 및 반품 서비스 제공하여 물류 경쟁력이 기업 운영의 핵심 경쟁력으로 급부상

◎ **비즈니스 모델의 변화**

- Mass Production → Mass Customization(대량 맞춤형 생산)
 - 제품 생명주기 등 제품 품질 관리 정보 접근성 높아졌고 최종 소비자의 쇼핑, 소비패턴 (일명 프로슈머 내지 트라이슈머) 등 적극적인 소비유형이 등장하면서 개인화에 대한 시장 수요가 증가
- Direct-To-Consumer(DTC)
 - 소비자가 제조사에 직접 주문을 의뢰하면 제조사가 소비자에게 직접 전달 혹은 판매하는 것으로 제조 부문 뿐만 아니라 수요부문까지 통합 연계된 서비스
- Last-mile Delivery
 - 제품이 제조되는 단계에서 정해진 계획에 따라 대규모의 생산 및 물류 활동이 집중적으로 발생하나 최종 소비자에게 가까이 갈수록 소규모 주문이 자주 발생, 파편화된 주문을 물류 및 유통업체가 대응하던 것에서, 스마트 공급망관리를 통해 최종 소비자에게 직접 도달하는 서비스 혁신 추구

[아마존 드론]



* 출처 : Amazon

[구글 누로]



* 출처 : Google

[스타십 로봇]



* 출처 : 스타십 테크놀로지

나. 시장 분석

(1) 세계시장

◎ 글로벌 SCM 시장

- 2018년 글로벌 SCM 시장은 143억 8,300만 달러이고 연평균 11.2%의 성장률을 보이며 2024년에는 272억 1,000만 달러에 이를 것으로 전망

[SCM 세계 시장 규모 및 전망]

(단위 : 십억 달러, %)

구분	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
세계시장	14,383	15,850	17,790	19,790	22,000	24,470	27,210	11.2

* 출처 : Statista(2019)를 바탕으로 네모아이씨지에서 재가공

- SaaS로의 전환은 자본 지출(CAPEX)에서 운영비용(OPEX)으로 비용을 이용시키고 있고, SaaS는 중소기업과 신흥시장의 조직으로부터 SCM 기술에 투자를 이끌어내고 있음
 - 이렇게 되면서 전체적인 지출액은 늘어나고 SCM 시장이 확대되는 효과가 있는 것으로 예측
- SCM 시장 예측은 공급망 계획(SCP), 공급망 실행(SCE) 및 조달(Procurement)이라는 세 가지 카테고리로 구성. SaaS 도입 및 관련 매출은 다른 속도로 시장에서 이동하고 있음
- 전반적으로 SaaS 매출은 다양한 요소의 조합으로 인해 증가
 - 클라우드 우선 또는 클라우드 전용 배포 모델로 이동하고 있는 공급 업체, 최첨단 기능의 SaaS 솔루션의 혁신 및 기능들에 대해 높은 평가를 하는 최종 사용자 조직 등이 SaaS 매출 증가에 기여

◎ 클라우드 SCM 시장

- 클라우드 SCM 시장규모는 2016년 기준 33억 달러로 집계되었고 2023년까지의 전망은 19.2% 연평균 성장률을 보이며 성장할 것으로 기대. 북미는 세계시장 내 가장 큰 시장규모를 계속 유지할 것으로 보이며, 아시아태평양은 2013~2016년간 가장 높은 시장 성장률을 기록
 - 아시아태평양 내 여러 국가 정부에서 늘어나고 있는 중소기업 대상 지원이 해당 지역 클라우드 SCM 시장 수요성장에 기여하였음
- 수요계획 및 예측은 2016년 기준 클라우드 SCM 사업에서 가장 큰 수익을 내는 솔루션 분야로 집계되었고, 전망 기간에도 가장 빠른 성장세를 보이는 솔루션 분야가 될 것으로 예측
 - 시장과 소비자들이 원하는 바를 예측하고자 하는 기업들의 수요가 늘어나는 것이 이런 급성장 성장의 원동력 중 하나

[글로벌 클라우드 SCM Market]



* 출처 : 2008-2018 SBD Information Co., Ltd. All rights reserved

- 클라우드 SCM 세계산업은 기업들의 수요관리 솔루션에 대한 수요증가와 클라우드 SCM의 비용 절약 이점과 같은 요인들로 성장세에 탄력을 받고 있음
- 수요관리 솔루션은 여러 제품과 채널에 대한 독립/비 독립 수요 데이터를 바탕으로 기업들이 다양한 상황에서 정보를 예측하는 것을 도움
 - 수요관리 솔루션은 최신의 데이터, 인과 요인 및 사건으로부터 통계 기반의 전망 자료를 산출하고 있으며, 이는 기업들이 그들의 고객들이 필요한 바를 충족 시킬 수 있도록 도움
- 전자상거래 보급의 증가, 인터넷 보급률 증가와 소비자 1인당 평균 소비금액 상승은 전 세계 전자상가 상거래 시장의 수요를 이끌고 결과적으로 클라우드 SCM 시장의 성장에도 긍정적인 영향을 줌
 - 물류, 공급사슬, 수요 예측과 제품관리는 전자상거래 시장에서 핵심적으로 고려해야 할 부분으로 실시간 추적을 위한 클라우드 기반의 SCM을 성장시킴

(2) 국내시장

- 국내 SCM 시장은 2018년 866억 원에서 연평균 13.2%로 2024년에는 1,819억 원으로 성장할 것으로 전망

[SCM 국내 시장 규모 및 전망]

(단위 : 억 원, %)

구분	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
세계시장	866	970	1,104	1,258	1,412	1,616	1,819	13.2

* 출처 : Statista(2019)와 MarketandMarkets(2019)를 바탕으로 네모아이씨지에서 재추정

3. 기술 개발 동향

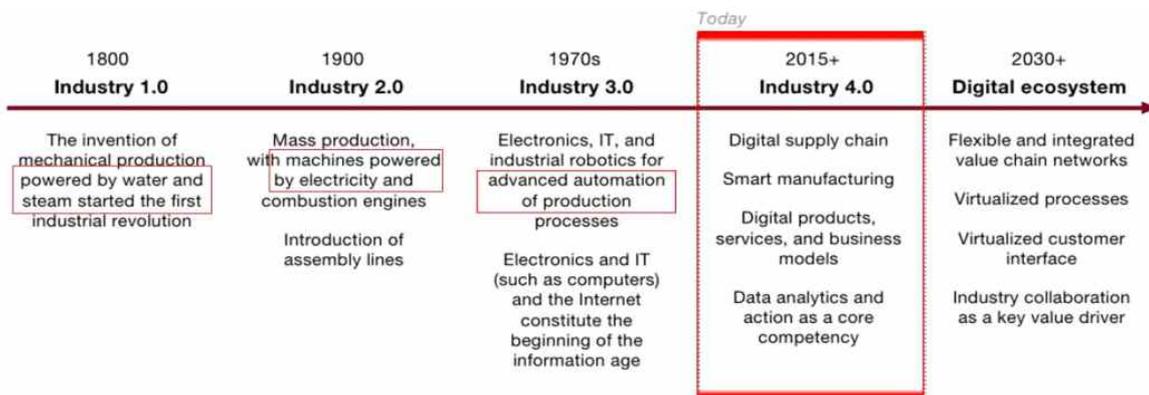
- 기술경쟁력
 - Hyper Connected SCM 플랫폼은 미국이 최고기술국으로 평가되었으며, 우리나라는 최고 기술국 대비 74.2%의 기술수준을 보유하고 있으며, 최고기술국과의 기술격차는 2.0년으로 분석
 - 중소기업의 기술경쟁력은 최고기술국 대비 64.5%, 기술격차는 2.8년으로 평가
 - EU(88.9%)>일본(77.1%)>한국(74.2%)>중국(65.3%)의 순으로 평가
- 기술수명주기(TCT)²²⁾
 - Hyper Connected SCM 플랫폼은 6.09의 기술수명주기를 지닌 것으로 파악

가. 기술개발 이슈

◎ 4차 산업혁명과 공급망의 혁신

- 증기기관의 1차 산업혁명, 전기의 2차 산업혁명, 컴퓨터·네트워크 기반 자동화의 3차 산업혁명을 이은 4차 산업혁명은 신 디지털 테크놀로지(클라우드, 빅데이터, IoT, 3D프린팅, AR 등)를 기반으로 산업 전 영역의 디지털화로 이어짐

[4차 산업혁명의 방향]



* 출처 : PwC, Strategy&. 2017

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

- 스마트 공급망은 마케팅, 상품개발, 제조, 유통 및 최종 소비자 도달하기까지 모든 정보, 제품, 서비스 단계들이 순차적으로 진행되던 기존 공급망 모델을 벗어나 단계 간의 경계를 허물고 공급자(원자재, 부품, 부속품 등)부터 운송자(자재 및 최종 제품)까지 모든 플레이어가 통합된 생태계로서의 작동하는 생태계

[전통적 공급망과 스마트 공급망]

기존 공급망 모델	구분	스마트 공급망
부분적	가시성	전체
각 단계 별 이동 시 정보의 지연 발생	소통	모든 플레이어에게 동시에 모든 정보 제공
전체 공급망 가시성이 제한되어 의미 있는 협력 저조	협력	고유한 공급망 가치 취득을 위한 협력 기회 높음
최종고객수요 정보가 원자재 계획에 반영이 미흡	유연성	최종고객수요의 변화가 신속하게 적용됨
전체 공급망 내 사업계획 주기 불일치로 납기 지연되고 공급 흐름의 동기화 미흡	대응도	계획/실행에 대한 실시간 대응

* 출처 : PwC, Strategy&. 2017

- 스마트 공급망 구현
 - 기존 공급망 모델은 제품이 개발되어 시장에 도달하기까지 시장 수요 및 원자재 조달 등 공급망이 순차적 진행에 의존하여 수요-공급의 지연과 차질에 따른 재고 발생 등 비용 손실이 불가피함
 - 스마트 공급망에서는 초연결된 디지털 인프라 환경에서 활발한 소셜미디어를 통해 시장 트렌드 파악이 가능하고 판매상과의 직접적인 소통 채널도 가능하여 모든 단계의 정보가 가시화됨
 - 공급망 내 정보 흐름이 동시적, 실시간으로 공유, 소통되어 신속, 유연한 의사결정으로 제품·서비스의 시장 도달 속도를 높임

◎ 스마트 공급망 구현 기술

IoT 기술 활용

- 화물 선적, 집하, 운송에서 소비자에게 정확히 전달되기까지 공급망의 가시성과 효율성을 높이고 배송 상의 문제를 사전에 방지하기 위해 활용
- 유무선 네트워크와 센서 및 디바이스를 활용하여 화물운송 수단에서 물류거점 간 반출입, 하역 등 공급 관리상의 가시적 정보공유 실시간 물류 추적

AI 기술 활용

- 제조사, 유통사, 재 판매업자, 공급자로부터 수집된 데이터를 고급 분석 및 머신러닝 알고리즘을 적용하여 수요를 예측하고 위기관리
- 전 세계 디지털 데이터 볼륨은 2년마다 평균 2배씩 급증, 데이터 분석·관리가 디지털 공급망의 핵심 역량(SAP)
- 검색, 음성 인식, 자연어 처리 등 기능을 통합시킨 시리(Siri), 알렉사(Alexa), 구글(Google) 등 VCA(Virtual Customer Assistants)와 챗봇(Chatbot)을 활용하여 즉각적인 시장 수요를 파악하고 고객서비스 제공
- VCA는 보다 공감적, 이해도 높고 인간 검토없이 고도로 복잡한 지원기능 가능하며, 아마존, IBM, Salesforce 등에서 대화형 AI플랫폼 도입

로봇틱스 기술 활용

- 소매 매장 내 고객지원 서비스 로봇
- 재고 관리
 - 월마트: 선반 위를 사진 찍어 재고가 없는 제품의 가격과 위치 정보를 저장인 Bosa Nova Robot 운행
 - 아마존: 이미지 인식 기능의 입체 카메라가 장착된 로봇을 이용해 재고 개수 파악하며 컴퓨터 비전과 실내 위치추적 가능한 저장 선반 시스템으로 재고 관리

블록체인 기술 활용

- 위·변조가 불가능한 분산 장부인 블록체인이 국제무역의 안전성과 효율성 확보를 위해 도입되고 있음

[블록체인 적용 스마트 공급망 사례]

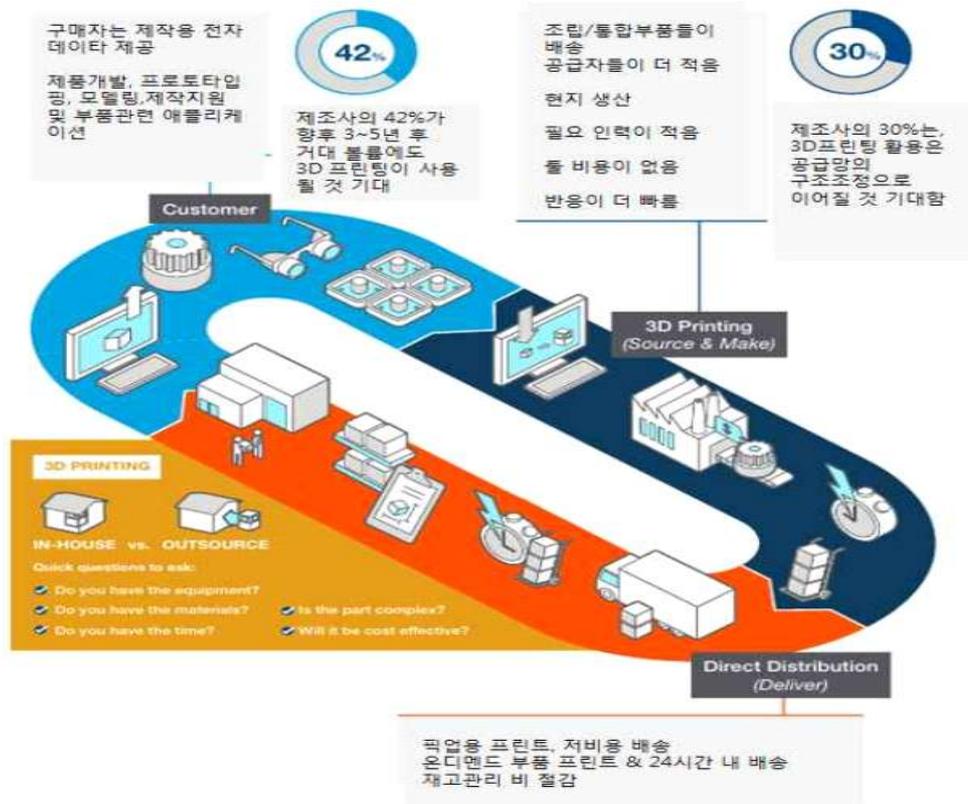
IBM과 머스크	글로벌 해운 생태계에 사용될 국제무역디지털 플랫폼 개발
SAP	농장에서 식탁까지(Fam to Consumer) 계획으로 이름 붙인 농업 부문 공급망 관리 사업에 블록체인 기술 적용 프로젝트 런칭
UPS	자율 선택 시스템과 분산 운송 데이터베이스 블록체인 기술 특허 출원 및 물류운송 블록체인 컨소시엄 가입하여 540억 달러 매출(2017년)

* 출처 : 공급망의 디지털 혁신, 스마트 공급망, 정보통신산업진흥원, 2018

□ 3D프린팅 기술 활용

- 재료비와 인건비 등 비용 절감을 위해 전 세계에 산재되었던 기존의 공급망의 단점을 극복하고 소비지 중심으로 공급망을 재편하고 보관과 운송을 위한 물량 수요 자체를 급감시킬 수 있음
- 공급망 단축으로 소비지와 생산지 거리가 좁혀지고 고객이 공동 생산자가 될 수 있음
 - 부품이 필요할 때 디자인 및 제조 관련 데이터만으로 근방 3D프린팅센터에서 생산 가능하며 필요에 따라 디자인 조정 및 맞춤화 가능
- 준비시간도 짧고 하나의 기계에서 다품종·대량 생산이 가능하며 수요변화에 신속·대응하며, 생산량 확대는 기계를 추가하거나 다른 생산시설로 신속 이용하여 민첩하게 대응 가능
- 복잡한 형태를 단 하나의 조각으로 인쇄하기에 조립품의 수가 적고 이로 인해 여러 다양한 조립품을 공급하는 공급자와 조율 필요 줄어듦

[3D 프린팅 기술 활용]



* 출처 : 공급망의 디지털 혁신, 스마트 공급망, 정보통신산업진흥원, 2018

나. 생태계 기술 동향

(1) 해외 플레이어 동향

◎ Mass Production → Mass Customization(대량 맞춤형생산)

(Adidas) SpeedFactory 기술 개발

- 고객맞춤 상품 신속 생산하고 동일 시즈에 핫제품 신속하게 보충해낼 수 있도록 완전 자동화 생산공장을 전략 시장 근접 설치
- AM4NYC(Adidas made for New York City): 뉴욕 소비자 데이터를 사용하여 뉴욕시장 아디다스 제작

◎ Direct-To-Consumer (DTC)

(Dollar Shave Club) 매달 최소 1달러에 교체용 면도날을 정기 배송 스타트업으로 2012년 설립, Unilever가 10억 달러에 인수(2016)

- 정기 배송을 통해 고객 지속 확보하며 고객별 취향파악 및 맞춤형 서비스 확대하고 정기적 거래를 통해 실시간 확보하며 최종 소비자의 소비정보 이는 공급망 및 신제품 개발 효율을 높이는 데 기여

(Uniqlo) fast fashion, fast retailing을 추구하던 Uniqlo는 과거 전략적인 기획기반 저비용 국가 대량 생산공급의 '원가 중심'에서 '고객수요 맞춤형' 시스템으로 전환하는 아리아케 프로젝트를 통해 2017년부터 매출 급성장

(Mondelez) Oreo 생산업체

- 휴일 시즈에 맞춰 고객이 웹사이트에 직접 자신만의 오레오 쿠키 조리법을 올리면 이를 맞춤형으로 생산해 고객에게 배송하는 비즈니스로, 최종 소비자와의 접점을 확보, 개별 소비자의 기호와 시장정보를 파악하여 제품개발에 반영

(Nike) 2017년 7월부터 소비자가 아마존 웹사이트 내 나이키 브랜드숍을 통해 Nike에 직접 주문을 넣으면 Nike가 최종 소비자에게 직접 제품을 공급

- 아마존과 나이키 딜(2017.6), 아마존이 나이키를 직판 시작. 아마존의 라이선스 없는 도매상과 제3의 판매상에 의한 나이키 무분별한 할인 판매를 정리하고 관리 판매를 위해 진행

◎ Last-mile Delivery

- (Coca-Cola) 과거 대규모 주문을 통해 도매 유통기업에 제품 공급하던 방식에서, 최근 Bringg이라는 Last-mile Delivery 전문 스타트업과 협업으로 직접 소규모 주문에 On-Demand로 재고 보충
 - On-Demand 재고 보충을 통해 기존 3-5 소요되던 재고소요 기간을 당일에서 다음날로 85% 단축하고 재주문을 91% 증가시킴

◎ Fulfillment Center

- 기존 보관 기능 위주에서 진화한 기능적 물류센터로 시장 접근성과 교통 효율성 높은 거점에 설치하여 판매상의 상품을 보관하고 주문과 동시에 바로 패키징 후 바로 최종 소비자에게 배송
- (Amazon) 200개 이상의 Fulfillment Center 운영하여 자체 물동량 및 경쟁 유통 기업에게 서비스 제공
- (Flexe) 미 Fulfillment 스타트업으로 Amazon, Nike와의 경쟁을 위해 미국 내 산재한 물류센터와 계약, 이 서비스를 필요기업에 제공. 가장 적합한 센터를 필요기업에 소개하는 서비스 제공
 - 북미 45개 시장에 1,000개 이상의 웨어하우스 소유, 씨애틀 소재



(2) 국내 플레이어 동향

- (삼성 SDS) 2020년 '디지털 기술 기반 기업 경영 혁신'을 주제로 차세대 ERP(전사적 자원관리), SCM(공급망관리) 등 경영 시스템 혁신 사례를 소개
 - 디지털 SCM 구현을 위한 4가지 핵심 역량을 제시
 - '인텔리전트 센싱(Intelligent Sensing)', '리얼타임 플래닝(Real Time Planning)', '오토노머스 풀필먼트(Autonomous Fulfillment)', '엔드투엔드 컨트롤타워(End-to-End Control Tower)'가 4가지 핵심 역량이며 이들을 '디지털 SCM 프레임워크'에 녹여서 구현했음

- (현대자동차) 2000년 초부터 SCM 혁신 본격화
 - 협력업체와 원활한 커뮤니케이션을 위해 바츠(VAATZ) 시스템을 구축하고 판매·생산계획 분야의 APS(Advanced Planning & Scheduling) 프로젝트를 시작하면서 현대자동차는 공급망관리를 위한 새로운 발판을 마련하게 됨

- (삼성전자) '1Day 혁명', 스마트폰 시장 변화에 맞춰 하루 단위로 생산에 반영, 3일 결정서 1일로 단축
 - 수시로 바뀌는 고객의 수요 맞춰 생산량 조절 기간을 획기적 단축
 - 재고 줄이고 공급 시간 짧아져 유통사마다 다른 케이스·포장에 30분~1시간마다 부품을 공급받고 모바일 AP·핵심 모듈은 범용화로 추진
 - 삼성전자가 주력 스마트폰에 초단기 공급망관리(SCM) 혁신을 단행한 것은 세계 소비재 가운데 제품 수명이 가장 짧은 것이 휴대전화이기 때문
 - 2008년 도입한 3일 결정 체제는 10년 만에 하루로 단축됐음

- (SK C&C) 육상에서는 SK텔레콤의 사물인터넷(IoT) 전용망인 로라(LoRa)망을 활용해 컨테이너 화물 위치추적 및 관리 체제를 구현, 해상에서는 해상 운송 중 상태 정보를 수집했다가 항구 도착 시 정보를 일괄 공유하는 방식으로 진행
 - 특히 IoT 기술과 블록체인 기술을 연계해 원천 데이터의 신뢰성은 물론, 컨테이너 화물의 위치 정보를 비롯해 컨테이너의 온·습도 관리정보의 인위적 개입 가능성을 차단하면서 자동으로 수집되고 물류 관계자(선주·육송 업체·화주) 모두에게 실시간 공유

- (CJ올리브영) 2019년 국내 직매입 유통업계 최초로 '딥 러닝(Deep Learning)' 기술을 기반으로 한 수요 예측 시스템을 구축, 국내 유통업계 SCM 패러다임을 선도
 - 딥 러닝 기술은 과거 데이터로부터 예측 가능한 패턴을 학습해 미래 시점의 판매량을 예측하는 머신러닝(Machine Learning) 개념 중 하나. 올리브영은 지난 3년간의 판매 데이터를 학습시켜 통계 기법을 활용한 기존 발주 체계 대비 높은 정확도의 수요 예측 시스템을 구현, 물류센터와

다. 국내 연구개발 기관 및 동향

(1) 연구개발 기관

[Hyper Connected SCM 플랫폼 기술개발 기관]

기관	소속	연구분야
한국전자기술연구원	융합시스템연구본부	<ul style="list-style-type: none"> • IoT 플랫폼 및 데이터 허브 기술 • 프로세서와 메모리간 융합기술 • 무선전력 등 자립형 디바이스 기술
한국생산기술연구원	스마트제조연구센터	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트공장 기기 간 상호호환성, 확장성 지원 기술 • 공정·설비 개선 제품 및 서비스 지원 기술 • 스마트공장 관련 설비·SW 기술 • 개방형 IIoT 스마트공장 플랫폼, 엣지 컴퓨팅 기술
한국기계연구원	로봇메카트로닉스연구실 초정밀장비연구실 스마트산업기계연구실	<ul style="list-style-type: none"> • 인간형핸드, 조립용그리퍼, 만능그리퍼 등 고난도작업용 그리퍼 기술 • 생산장비 IT 융합 및 지능화기술 • 고속/경량 드라이브트레인 기술 • 오프로드 자율주행 및 자율작업 기술

(2) 기관 기술개발 동향

- (한국전자기술연구원) 물수요·물공급(SWG)·물순환(LID) 데이터 통합관리 초연결 플랫폼 기반 분석 및 예측 기술개발 (2019/06/10 ~ 2022/12/31)
 - 수자원 데이터 통합관리 초연결 플랫폼 표준기술 확보
 - 지능형 수자원 분석/예측 원천기술 확보
 - 리빙랩 기반 수자원 데이터 통합관리 초연결 플랫폼 및 API 공개를 통하여 여러 산업 도메인을 연계한 새로운 Cross-Cutting 서비스의 실험적 개발을 지원
 - 수자원과 밀접하게 관련된 에너지, 농업, 환경 등 타 분야와의 실시간 연계를 기반으로 스마트 물관리 기반 사회를 효율화를 확대하기 위한 후속 연구 추진

- (한국생산기술연구원) 서비스 생산성 혁신을 위한 데이터 기반 중소형 유통사업장 통합관리 시스템 개발 (2020-04-01~2022-12-31)
 - ICT 활용(using)도에 따른 생산성 수준 비교 분석
 - 유통사업장의 종합생산성 측정 및 생산성 변동요인 분석 모형 개발
 - 연관규칙 분석 및 나이브 베이즈 분류기 기반 방문시점 예측모형 개발
 - 유통사업장-물류창고 연계형 운영관리 서비스 플랫폼 구조 설계

- (한국건설기술연구원) IoT 기반 도로포장 재료생산 및 시공관리 통합운영 시스템 개발 (2019-04-30~2023-12-31)
 - IoT 기반 시멘트 콘크리트 도로 포장 품질관리 기술 개발
 - IoT 기반 아스팔트 콘크리트 도로포장 품질관리 기술 개발 및 테스트베드 운영
 - IoT 기반 도로포장 재료생산 및 시공관리 통합운영 시스템 개발

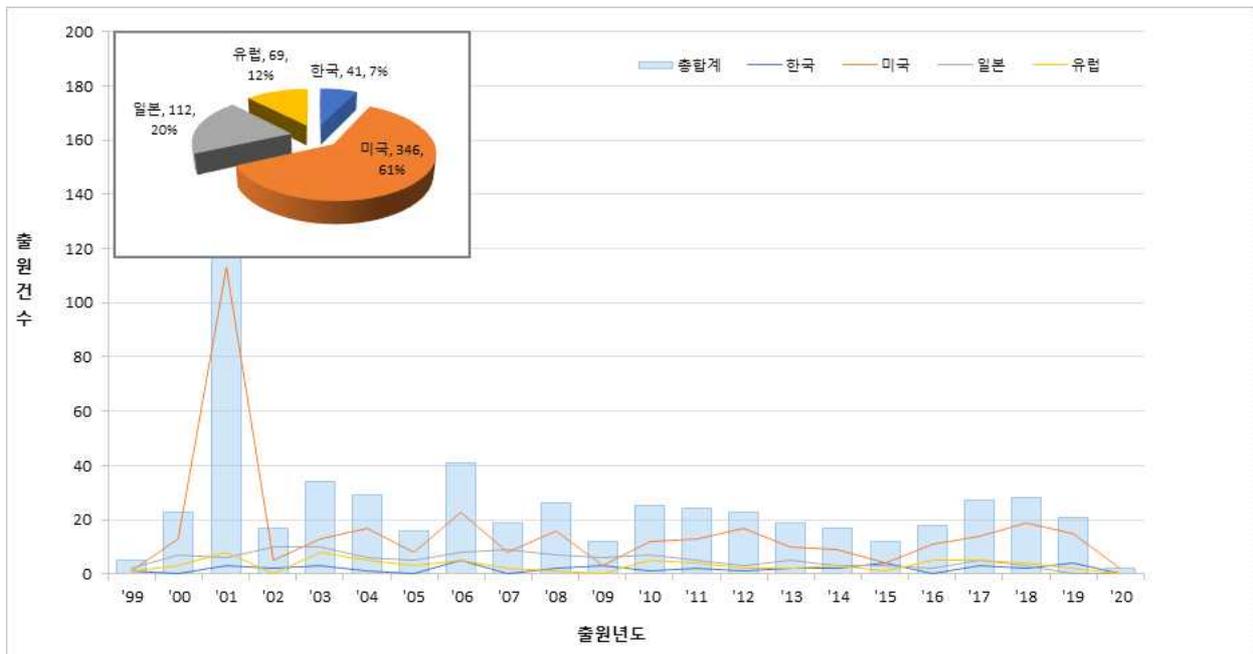
4. 특허 동향

가. 특허동향 분석

(1) 연도별 출원동향

- Hyper Connected SCM 플랫폼의 지난 '22년(1999년~2020년)간 출원동향을 살펴보면, '01년도에 예외적으로 130건의 특허를 출원한 것을 제외하면 매년 45건 이하의 특허를 출원하고 있으며, 뚜렷한 증감 동향을 나타내지 않는 것으로 나타남
 - 각 국가별로 살펴보면 미국이 가장 활발한 출원활동을 보이고 있음
- 국가별 출원비중을 살펴보면 미국이 전체의 61%의 출원 비중을 차지하고 있어, 최대 출원국으로 Hyper Connected SCM 플랫폼 분야를 리드하고 있는 것으로 나타났으며, 일본은 20%, 유럽은 12%, 한국은 7% 순으로 나타남

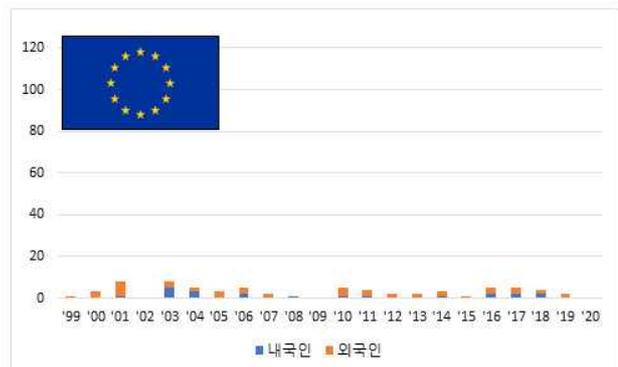
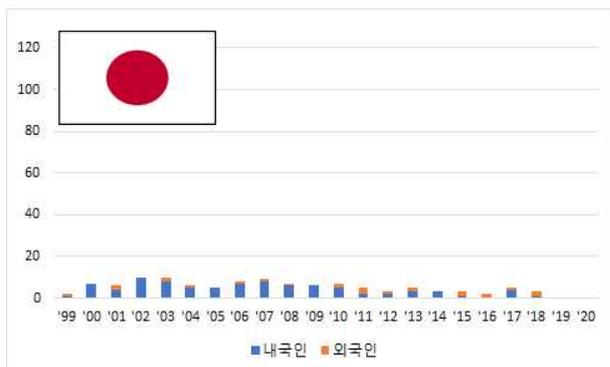
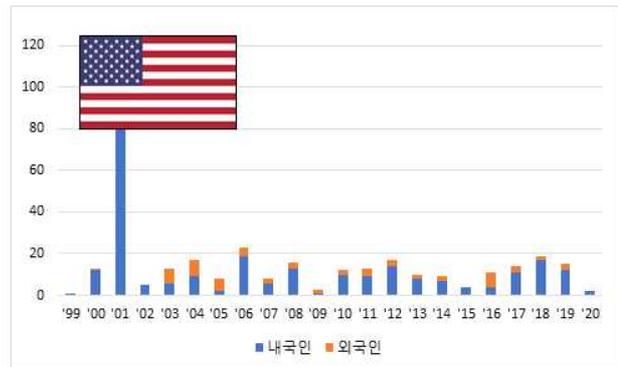
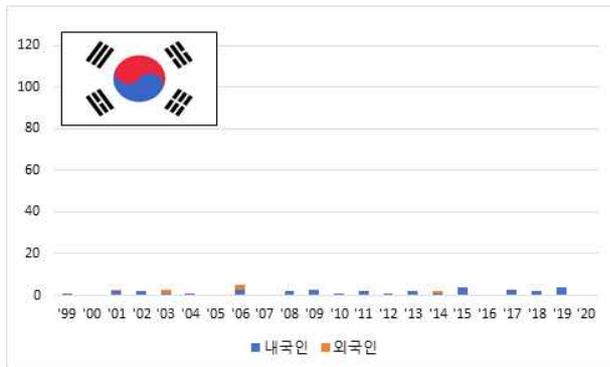
[Hyper Connected SCM 플랫폼 연도별 출원동향]



(2) 국가별 출원현황

- 한국의 출원현황을 살펴보면, 매년 5건 이하의 특허를 출원하여, 타 국가에 비해 특허출원이 미미한 수준임
 - 내국인 위주의 출원이 진행되고 있음
 - 미국의 출원 수에 비해 12% 정도의 수준을 보임
- 미국의 출원현황을 살펴보면, 분석구간 초기부터 전체 특허기술의 출원 증감 흐름에 영향을 주고 있는 것으로 나타남. 주목할 점은 '01년도에 113건을 출원하여 다른 년도 대비 4배 이상 많은 출원을 기록한 점이며, 이는 RESTAURANT SERVICES가 해당년도에 50건 이상의 출원을 진행한 것이 영향을 미친 것으로 분석됨
- 일본의 출원현황은 출원수가 매년 10건 이하로, 뚜렷한 증감 동향이 나타나지 않음. 해당 기술 분야에서 일본 시장에 대한 관심도가 낮은 것으로 보임
- 유럽의 출원현황을 살펴보면 매년 8건 이하의 특허를 출원하고 있으며, 외국인 위주의 출원이 진행되고 있음

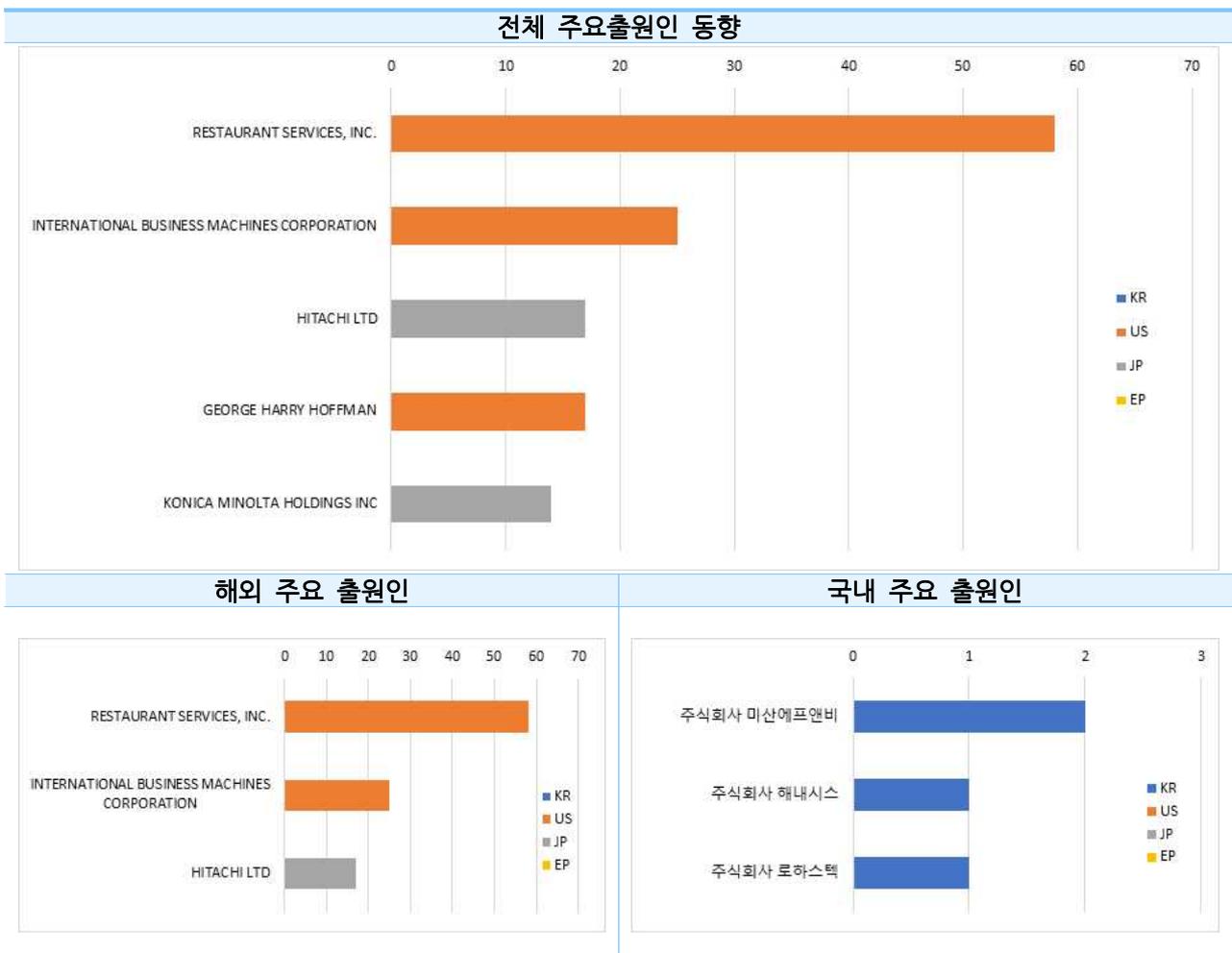
[국가별 출원현황]



나. 주요 출원인 분석

- Hyper Connected SCM 플랫폼의 전체 주요출원인을 살펴보면, 주로 미국 및 일본 국적의 출원인이 다수 포함되어 있는 것으로 나타났으며, 제 1 출원인으로는 미국의 RESTAURANT SERVICES, INC.인 것으로 나타남
 - 제 1 출원인인 RESTAURANT SERVICES, INC.의 출원은 미국에 집중된 경향을 보임
- Hyper Connected SCM 플랫폼 관련 기술로 사무기기를 다루는 대기업에 의한 출원이 다수를 차지
 - 국내에서는 중소기업(개인)의 활발한 출원이 이루어짐

[Hyper Connected SCM 플랫폼 주요출원인]

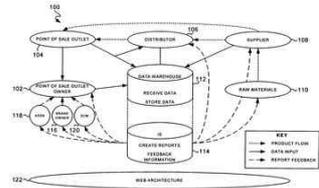
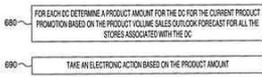
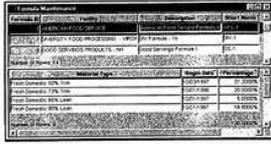
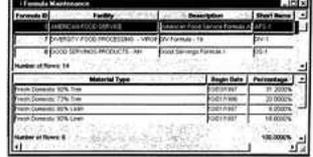


(1) 해외 주요출원인 주요 특허 분석

◎ RESTAURANT SERVICES, INC.

- RESTAURANT SERVICES, INC는 미국의 시스템 공급망 관리기업으로, Hyper Connected SCM 플랫폼과 관련하여 58건을 출원하였으며, 이 중 8건이 등록
 - RESTAURANT SERVICES, INC은 Hyper Connected SCM 플랫폼에 관련하여 출원을 진행한 특허 모두 미국에 출원한 것으로, 자국 내 출원 성향이 높은 것으로 사료

[RESTAURANT SERVICES, INC. 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
US7546257 (2005.07.12)	System, method and computer program product for utilizing market demand information for generating revenue	구매참여자를 위해 공급망 관리자가 지정되며, 공급계약 등을 대신 수행하는 기술	
US8504406 (2004.03.17)	Method of product ordering and inventory repositioning for a promotion	네트워크를 사용하는 공급망 관리 시스템에서 판촉을 위한 제품 주문 및 재고 등을 재배치하는 기술	 Fig. 6B
US7120596 (2001.03.23)	System, method and computer program product for landed cost reporting in a supply chain management framework	네트워크 기반 공급망 관리 프레임 워크를 사용하여 비용보고를 위한 시스템 제공기술	 FIG. 241
US6954736 (2001.03.23)	System, method and computer program product for order confirmation in a supply chain management framework	프랜차이즈 공급망을 관리 할 목적으로 경고를 생성하는 공급망 관리 시스템의 주문 확인기술	
US7171379 (2001.03.23)	System, method and computer program product for normalizing data in a supply chain management framework	공급망 관리 프레임 워크에서 데이터를 정규화하는 기술	

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

◎ IBM(International Business Machines)

- IBM는 미국의 다국적 컨설팅 기업으로, Hyper Connected SCM 플랫폼과 관련하여 25건의 특허를 출원하였으며, 19건이 등록
 - IBM은 Hyper Connected SCM 플랫폼에 관련하여 출원을 진행한 특허 모두 미국에 출원한 것으로, 자국 내 출원 성향이 높은 것으로 사료

[IBM 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
US10580021 (2016.07.15)	Product offering analytics	주문 제안과 확정 주문 사이의 상관 관계가 제공되고, 이를 바탕으로 공급망을 추천하는 기술	
US9619774 (2011.09.01)	Product tracking system	고유한 코딩 방식을 사용하여 재료 및 제품의 보안 추적을 강화하는 기술	
US8463651 (2011.05.27)	Non-instrumented perishable product tracking in a supply chain	공급망에서 부패하기 쉬운 제품의 재고 분포를 추적하기 위한 기술	
US9727899 (2010.06.02)	Manufacturing and distribution to avoid counterfeit products	공급망에서 위조 제품을 피하기 위해 개선된 제조 및 유통을 위한 시스템 기술	
US8421600 (2008.07.15)	Utilizing an rfid tag in manufacturing for enhanced lifecycle management	제조된 제품에 대한 이벤트를 자동으로 저장하는 공급망 시스템	

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

◎ HITACHI LTD

- HITACHI LTD는 일본의 복합기업으로, Hyper Connected SCM 플랫폼과 관련하여 17건의 특허를 출원하여 2건이 등록됨
 - HITACHI LTD는 Hyper Connected SCM 플랫폼과 관련하여 주로 제품을 생산하거나 부품을 공급하는 계획을 설립하는 기술을 다수 출원

[HITACHI LTD 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
JP4479316 (2004.04.08)	생산계획 입안장치 및 방법	생산 형태가 다른 복수의 공정을 거치는 제품에 대한 전체적인 생산계획기술	<p>Figure 1: Production Plan Establishment System 100. The diagram shows a flow from input information recording units (101, 102, 103, 104, 105, 106) to a calculation unit (107). From unit 107, the flow goes to MRP calculation (108), production order calculation (109), and calculation unit (110), which finally leads to a calculation result output unit (111). A legend indicates: white box for input information recording, light gray box for calculation result output, and dark gray box for calculation.</p>
JP4460329 (2004.03.03)	부품 공급 시스템 및 부품 공급 방법	부품의 성능의 격차에 따라 부품 공급을 관리하는 부품 공급관리기술	<p>Figure 2: Component Supply System. The diagram shows a supply chain starting with Product A, which goes through Process A to become Intermediate Product C. Intermediate Product C then goes through Process B to become Product B. Another path shows Product A going through Process C to become Intermediate Product D, which then goes through Process E to become Product B. A graph below shows performance differences between Product B and Intermediate Product C, with curves for 'Performance' and 'Cost' (Cost 1, Cost 2) over time (S).</p>

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

(2) 국내 주요출원인 주요 특허 분석**◎ 주식회사 미산에프앤비**

- 주식회사 미산에프앤비는 Hyper Connected SCM 플랫폼과 관련하여 '19년 1월부터 출원을 시작하여 아직까지 등록된 특허는 없는 것으로 파악됨

[주식회사 미산에프앤비 주요특허 리스트]

공개번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR2020-0093378 (2019.01.28)	상품정보관리시스템	주문, 제조, 물류, 납품에 이르는 SCM 전반에 발생하는 물동의 흐름을 계획하고, 모니터링하도록 웹을 통해 조정 및 실행할 수 있는 상품정보관리시스템기술	-
KR2020-0093376 (2019.01.28)	물류정보 시스템	주문, 제조, 물류, 납품에 이르는 SCM 전반에 발생하는 물동의 흐름을 계획하고, 모니터링하도록 웹을 통해 조정 및 실행할 수 있는 상품정보관리시스템기술	-

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

◎ 주식회사 해내시스

- 주식회사 해내시스는 Hyper Connected SCM 플랫폼과 관련하여 1건의 특허를 출원하여 등록됨

[주식회사 해내시스 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR2052122 (2019.09.03)	클라우드 기반 스마트 haccp 플랫폼 시스템	IoT 기술을 통해 HACCP 전 과정을 자동화/디지털화하여 가치사슬 전체가 하나의 공장처럼 실시간 연동되는 생산체계를 구축하는 기술	

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

◎ 주식회사 로하스텍

□ 주식회사 로하스텍은 Hyper Connected SCM 플랫폼과 관련하여 1건의 특허를 출원하여 등록됨

[최오식 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR1723173 (2015.12.15)	Ict 기반의 농산물 관리 및 생산 시스템	원료공급자, 농산물생산자, 기반설비자 및 유통관리자의 정보를 취합하여 농산물의 품종, 생산 시기 및 관리정보를 공급하고, 유통정보를 공유하며 ICT 기반의 시설물을 유지/보수할 수 있는 ICT 기반의 농산물 관리 및 생산 시스템 기술	

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

다. 기술진입장벽 분석

(1) 기술 집중력 분석

- Hyper Connected SCM 플랫폼관련 기술에 대한 시장관점의 기술독점 현황분석을 위해 집중률 지수(CRn: Concentration Ratio n, 상위 n개사 특허점유율의 합) 분석 진행
 - 상위 4개 기업의 시장점유율이 0.21로 Hyper Connected SCM 플랫폼 분야에 있어서 독과점 정도는 낮은 수준으로 판단
 - 국내 시장에서 중소기업의 점유율 분석결과 0.75로 해당 기술에 대하여 중소기업의 진입장벽은 높은 것으로 파악

[주요출원인의 집중력 및 국내시장 중소기업 집중력 분석]

	주요출원인	출원건수	특허점유율	CRn	n
주요 출원인 집중력	RESTAURANT SERVICES, INC.(미국)	58	10.2%	0.10	1
	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION(미국)	25	4.4%	0.15	2
	HITACHI LTD(일본)	17	3.0%	0.18	3
	GEORGE HARRY HOFFMAN(미국)	17	3.0%	0.21	4
	KONICA MINOLTA HOLDINGS INC(일본)	14	2.5%	0.23	5
	SAP AG(독일)	13	2.3%	0.25	6
	JDA SOFTWARE GROUP, INC.(미국)	8	1.4%	0.27	7
	UNITED PARCEL SERVICE OF AMERICA, INC.(미국)	7	1.2%	0.28	8
	APPAREON(미국)	7	1.2%	0.29	9
	ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES, INC.(미국)	6	1.1%	0.30	10
	전체	568	100%	CR4=0.21	
	국내시장 중소기업 집중력	출원인 구분	출원건수	특허점유율	CRn
중소기업(개인)		27	75.0%	0.75	
대기업		6	16.7%		
연구기관/대학		3	8.3%		
전체		36	100%	CR중소기업=0.75	

(2) 특허소송 현황 분석

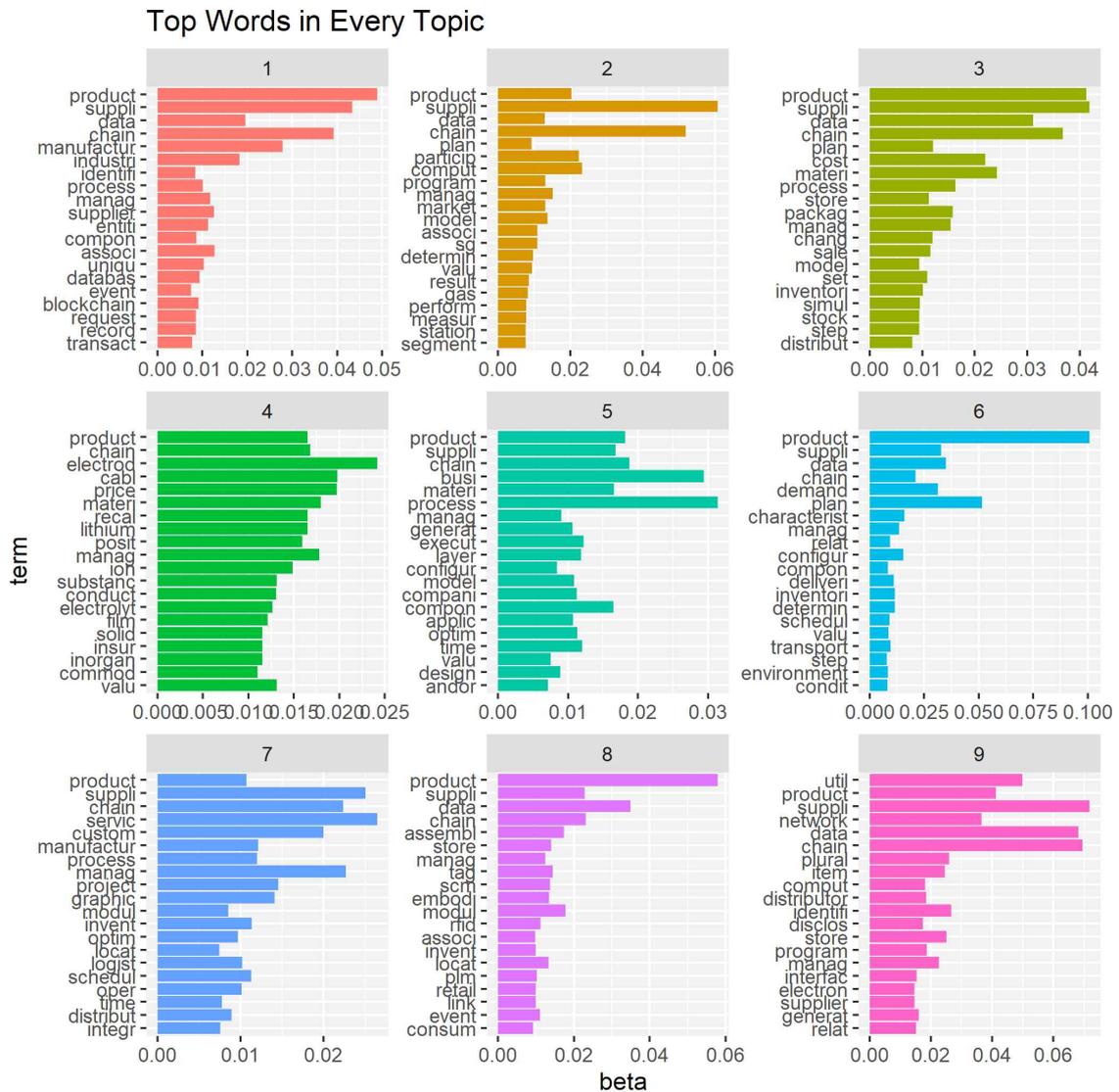
- Hyper Connected SCM 플랫폼 분야 관련 특허소송 이력은 검색되지 않음
 - 따라서 국내기업이 미국시장에 진입하는 경우, 해당 분야를 선점할 수 있을 것으로 판단
 - 다만, Supply-chain 모니터링 기술과 관련해서는 몇 개의 소송이 검색

5. 요소기술 도출

가. 특허 기반 토픽 도출

- 488개의 특허의 내용을 분석하여 구성 성분이 유사한 것끼리 클러스터링을 시도하여 대표성이 있는 토픽을 도출

[Hyper Connected Scm 플랫폼에 대한 토픽 클러스터링 결과]



나. LDA²³⁾ 클러스터링 기반 요소기술 도출

[LDA 클러스터링 기반 요소기술 키워드 도출]

No.	상위 키워드	대표적 관련 특허	요소기술 후보
클러스터 01	product, supplies, chain, manufacture, data, industries, associate, supplier, manage, entities	<ul style="list-style-type: none"> Enhanced method and system for providing supply chain execution processes in an outsourced manufacturing environment Method and apparatus providing a supply chain management system useful in outsourced manufacturing 	스마트제조, SCM용 클라우드 기반 IoT 처리 기술
클러스터 02	supplies, chain, compute, participate, product, manage, model, market, program, data	<ul style="list-style-type: none"> Method, computer program product and bending machine for bending metal sheets Analytics system for product purchase management 	AI 기반 빅데이터 비정형데이터 처리 및 정보추출 기술
클러스터 03	supply, product, chain, data, material, cost, process, package, manage, plan	<ul style="list-style-type: none"> Supply chain optimization system and supply chain optimization method Structures and processes for packaging perishable and other products 	스마트 물류정보 및 추적 시스템 기술
클러스터 04	electrode, cabl, price, material, manage, chain, product, recall, lithium, posit	<ul style="list-style-type: none"> Lithium ion secondary battery and its manufacturing method Method and apparatus of manufacturing a cable assembly 	스마트 물류 적용 RFID-센서 기술
클러스터 05	process, chain, product, supply, material, component, execute, time, layer	<ul style="list-style-type: none"> Progress drawing apparatus, progress image drawing method and program Suite of configurable supply chain infrastructure modules for deploying collaborative e-manufacturing solutions 	스마트제조 어플리케이션 연동기술 및 물류 시스템간의 인터페이스 기술
클러스터 06	product, plan, data, supply, demand, chain, characteristic, configure, manage, inventory	<ul style="list-style-type: none"> Systems and methods for planning demand for configurable products Methods and systems for employing dynamic risk-based scheduling to optimize and integrate production with a supply chain 	예측기반 적시배송 지원 및 관제 기술
클러스터 07	service, supply, manage, chain, custom, project, graphic, manufacture, process, invent	<ul style="list-style-type: none"> Enhanced method and computer program product for providing supply chain execution processes in an outsourced manufacturing environment Search engine system and method using directories of products and services for facilitating supply chain integration and communication 	물류/재고 빅데이터 기반 고객 및 매장관리 기술
클러스터 08	product, data, chain, supply, module, assemble, tag, store, scm, embodied	<ul style="list-style-type: none"> Modular plant growing system for food production and decoration, and methodology for use. Method for determining product location 	블록체인, 3D 프린팅 활용기술
클러스터 09	supply, chain, data, util, product, network, identify, plural, store, item	<ul style="list-style-type: none"> Method and apparatus for marking manufactured items Method and apparatus for defining manufactured items and storing data relating to the manufactured items 	실시간 리스크 분석 및 공급망 최적설계 가시화 기술

23) Latent Dirichlet Allocation

다. 특허 분류체계 기반 요소기술 도출

- Hyper Connected SCM 플랫폼 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-009) 프로그램제어를 위한 장치, 예. 제어장치	-
	• (G06F-007) 취급하는 데이터의 순서 또는 내용을 조작하여 데이터를 처리하기 위한 방법 또는 장치	-
	• (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-040) 금융; 보험; 세무 전략; 법인세 또는 소득세의 처리	-
	• (G06Q-050) 특정 사업 부문에 특히 적합한 시스템 또는 방법, 예. 공익사업 또는 관광	-
	• (G06Q-030) 거래, 예. 쇼핑 또는 전자상거래	스마트 물류정보 및 추적 시스템 기술
	• (G06Q-010) 경영; 관리	물류/재고 빅데이터 기반 고객 및 매장관리 기술
(H04L) 디지털 정보의 전송, 예. 전신통신	• (H04L-009) 비밀 또는 보안통신을 위한 배치	-

라. 최종 요소기술 도출

- 산업·시장 분석, 기술(특히)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

[Hyper Connected Scm 플랫폼 분야 요소기술 도출]

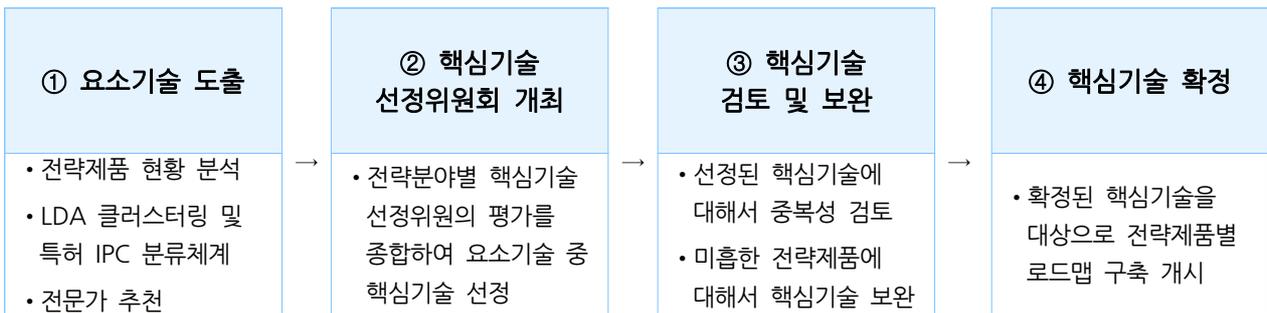
요소기술	출처
스마트제조 어플리케이션 연동기술 및 물류 시스템간의 인터페이스 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
AI 기반 빅데이터 비정형데이터 처리 및 정보추출 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
스마트제조, SCM용 클라우드 기반 IoT 처리 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
실시간 리스크 분석 및 공급망 최적설계 가시화 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
스마트 물류정보 및 추적 시스템 기술	특허 클러스터링, IPC 기술체계, 전문가 추천
스마트 물류 적용 RFID·센서 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
물류/재고 빅데이터 기반 고객 및 매장관리 기술	특허 클러스터링, IPC 기술체계, 전문가 추천
예측기반 적시배송 지원 및 관제 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
블록체인, 3D 프린팅 활용기술	특허 클러스터링, 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

[Hyper Connected Scm 플랫폼 분야 핵심기술]

핵심기술	개요
스마트 물류정보 및 추적시스템 기술	• IoT등을 활용하여 실시간 화물 이동 정보 모니터링 및 물류 서비스 제공하는 기술 • ICT기술 활용하여 화물운송 수단에서 물류거점 간 반출입, 하역 등의 정보를 실시간으로 알려주는 추적시스템 기술
예측기반 적시배송 지원 및 관제 기술	• 물동량 연계 물류센터의 자동화 및 물류운영 최적화를 통한 적시배송을 지원하는 기술
스마트제조, SCM용 클라우드 기반 IoT(Internet of Service) 처리 기술	• IoT를 통해 스마트물류와 관련된 정보를 실시간으로 수집·처리할 수 있는 기술 • 사물인터넷 디바이스, 바코드, RFID 및 센서가 연결된 클라우드의 데이터 처리 속도와 안정성을 높이는 기술
스마트 제어어플리케이션 연동기술 및 물류시스템간의 인터페이스 기술	• 스마트제조 어플리케이션간 호환성 보장 및 스마트 물류시스템과의 인터페이스를 원활하게 하는 응용 및 활용 기술
실시간 리스크 분석 및 공급망 최적설계 가시화 기술	• 제조에 영향을 미치는 빅데이터 분석 기반으로 부품공급 과잉/과소 또는 급격한 수요 변동 등으로 공급망의 낭비를 제거하는 기술

다. 중소기업 기술개발 전략

- 중소기업용 스마트팩토리 애플리케이션과 SCM 기술 개발
- 정부 및 공공 사이트에서 중소기업 프로세스에 적합한 스마트팩토리 애플리케이션과 SCM 적용 가이드 제공 필요
- 대기업의 전유물인 ISP(정보화 전략 수립, Information Strategy Planning)를 포함한 스마트팩토리 애플리케이션/SCM 프로세스 컨설팅 지원 필요
- 중소기업에 강점이 있는 응용기술을 활용, 안전한 배송, 화물의 개성에 특화된 물류시스템 개발

라. 기술개발 로드맵

(1) 중기 기술개발 로드맵

[Hyper Connected Scm 플랫폼 분야 중기 기술개발 로드맵]

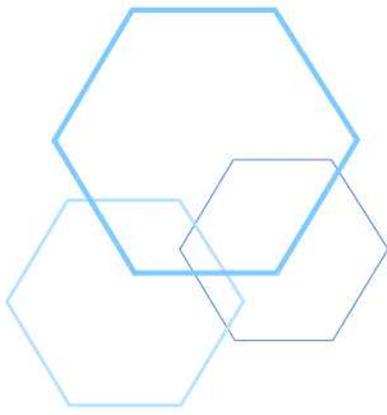
Hyper Connected Scm 플랫폼	스마트 SCM 플랫폼 구축을 통한 제조·물류·유통 서비스의 최적화된 공급망 구현			
	2021년	2022년	2023년	최종 목표
스마트 물류정보 및 추적시스템 기술				물류추적 평균오진률 감소
예측기반 적시배송 지원 및 관제 기술				예측 정확도 95% 이상
스마트제조, SCM용 클라우드 기반 IoT(Internet of Service) 처리 기술				중기업용 클라우드 기반 보안 플랫폼 구축
스마트 제어어플리케이션 연동기술 및 물류시스템간의 인터페이스 기술				스마트 제조 연계 물류정보 제공 시스템 구축
실시간 리스크 분석 및 공급망 최적설계 가시화 기술				실판매 기반 수요예측 정보의 생산시스템과 연계 구축

(2) 기술개발 목표

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

[Hyper Connected Scm 플랫폼 분야 핵심요소기술 연구목표]

핵심기술	기술요구사항	연차별 개발목표			최종목표	연계R&D 유형
		1차년도	2차년도	3차년도		
스마트 물류정보 및 추적시스템 기술	물류추적 평균오진률 (10%기준)	10%	5%	0%	물류추적 평균오진률 감소	상용화
	GPS/RFID/센서 및 IoT 기반의 운송기술	GPS/RFID/센서 활용 및 화물정보 추적 시스템 개발	운송수단과 관계 시스템간의 통신기술 개발	이벤트 알람 및 각종 정보 수집 등 관계 모니터링 기술	스마트 물품정보 추적 시스템 완성	상용화
예측기반 적시배송 지원 및 관계 기술	예측 모델 AI 알고리즘 기술	규칙 기반 예측 모델 개발	실시간 예측 및 대응	예측 모델 적용 통한 AI 알고리즘 기술 개발	예측 정확도 95% 이상	상용화
	RFID, 로봇기술, 설비제어기술	납기예측 시뮬레이션 기술 개발	Location 운영 및 Picking 최적화 기술	물류센터의 무인운영 시스템 개발	적시배송 위한 물류센터 운영 효율화	상용화
스마트제조, SCM용 클라우드 기반 IoT(Internet of Service) 처리 기술	클라우드 기반 지능형 유통 및 조달 물류 기술	실시간 데이터 기반 지능형 참고 운영 기술	데이터 분석 연계 공급망 리스크 관리 기술	물류흐름 추적관리 및 물류운영 최적화 기술	물류흐름 추적관리 및 물류운영 최적화	산학연
	클라우드 기반 침해탐지·분석 기술	클라우드 기반 보안 플랫폼 표준화 추진	중소기업용 클라우드 기반 보안 플랫폼 개발	중소기업용 클라우드 기반 보안 플랫폼 실증	중기업용 클라우드 기반 보안 플랫폼 구축	산학연
스마트 제어어플리케이션 연동기술 및 물류시스템간의 인터페이스 기술	제조·물류 데이터 통합체계 구축	실시간 연계 생산·납기 통합운영기술	제조·물류 서비스 통합운영 기술	오픈 기반 개방형 제조·물류 시스템 구축	산·학·연 기관의 협력을 통한 통합 거버넌스 구축	산학연
	실시간 재고파악, 참고운영 및 이상감지 기술	실시간 데이터 기반 지능형 참고운영기술	데이터 분석 연계 공급사슬관리	물류흐름 추적관리 및 물류운영 최적화 기술	스마트 제조 연계 물류정보 제공 시스템 구축	상용화
실시간 리스크 분석 및 공급망 최적설계 가시화 기술	ERP/MES 활용을 위한 EDI/FTP 전송 기술과 수요예측 기술	RFID 활용한 POS와 EDI/FTP등을 활용한 유통정보 수집 기술	유통정보의 ERP/MES 연계 활용 기술 개발	ML 등을 활용한 판매예측 및 부품 소요량 예측 기술	실판매 기반 수요예측 정보의 생산시스템과 연계 구축	산학연



전략제품 현황분석

스마트제조용 보안시스템



스마트제조용 보안시스템

정의 및 범위

- 스마트제조용 보안 시스템이란 ICT 기술 의존도가 높은 스마트제조의 안전하고 안정적인 운영을 위하여 스마트제조 수행 요소인 어플리케이션, 플랫폼 및 장비·디바이스의 정보 보안을 위해 효과적인 모니터링 및 통제를 수행하는 시스템
- 국내 중소기업에 적용된 시스템(MES, PLM, ERP 등), 공장 사무환경(ICT)과 공장 제어 시스템·설비·기기(OT) 등에 대한 안전성·신뢰성·보안성 확보

전략 제품 관련 동향

시장 현황 및 전망	제품 산업 특징
<ul style="list-style-type: none"> (세계) '19년 전 세계 ICS 보안 시장규모가 10.6억 달러였으며, '26년 말에는 15.1억 달러에 이를 것으로 예상되며, 이 기간 CAGR은 5.2%에 이를 것으로 예상 (국내) 국내 정보 보안 시장 규모는 2018년 3조 829억 원에서 연평균 9.3% 성장하여 2024년 5조 1,129억 원 규모에 이를 전망 	<ul style="list-style-type: none"> 제조 분야에서 보안 사고 발생이 급증하는 등 네트워크화, 디지털화로 증가하는 스마트팩토리 보안 위협 업무의 효율을 위해 산업제어시스템과 IT 시스템을 연계하는 경우가 다반사, 따라서 악성코드에 감염 사례 빈번 다국적 거대기업의 독과점 구조가 강하고 매우 높은 신규진입 장벽
정책 동향	기술 동향
<ul style="list-style-type: none"> 스마트제조와 관련된 보안 위협에 대해서 유럽 사이버보안 조직인 ECSO의 WG3에서는 Industry 4.0 and ICS Sector Report에서 6개의 주요 보안 과제를 언급 한국인터넷진흥원에서 스마트공장 중요정보 유출방지 가이드를 발간하여 스마트팩토리 특성에 맞는 기업의 중요 정보 유출 방지 위한 가이드 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 원격 관제 과정에서 대상 기업의 중요 정보의 외부 노출 가능성을 최소화하기 위한 중소기업용 원격보안관제 플랫폼 및 서비스 개발 스마트제조에 대한 보안 인증제도와 프로그램이 시행예정 미국 국립표준기술원(NIST)에서 스마트공장에 적용할 수 있는 '산업제어시스템 보안 가이드' 발간
핵심 플레이어	핵심기술
<ul style="list-style-type: none"> (해외) Schneider Electric, ISCI, WG3, NSIST, ISA, McAfee (대기업) 포스코ICT, SK 인포섹 (중소기업) 지란지교시큐리티, 펜타시큐리티, 마크애니, 안랩, 엔엔에스피, 소프트플로우 	<ul style="list-style-type: none"> 5G 이동통신 MEC (Mobile Edge Computing) 연계 스마트제조 보안 기술 외부 연계 보안강화를 고려한 고신뢰 네트워크 접속제어 기술 클라우드 기반 스마트제조 보안플랫폼 기술 스마트제조 보안 위협요소 및 약점 분석·대응 기술

중소기업 기술개발 전략

- 중소제조기업에 적합한 보급형 보안 핵심기술과 관리체계의 개발
- 업무 프로세스별 보안 모니터링을 위한 설비 시스템 및 네트워크 상태 분석에 대한 연구개발
- 제어 프로세스 트랜잭션 추적기반의 능동적 공격 위협 탐지 기술 개발 필요

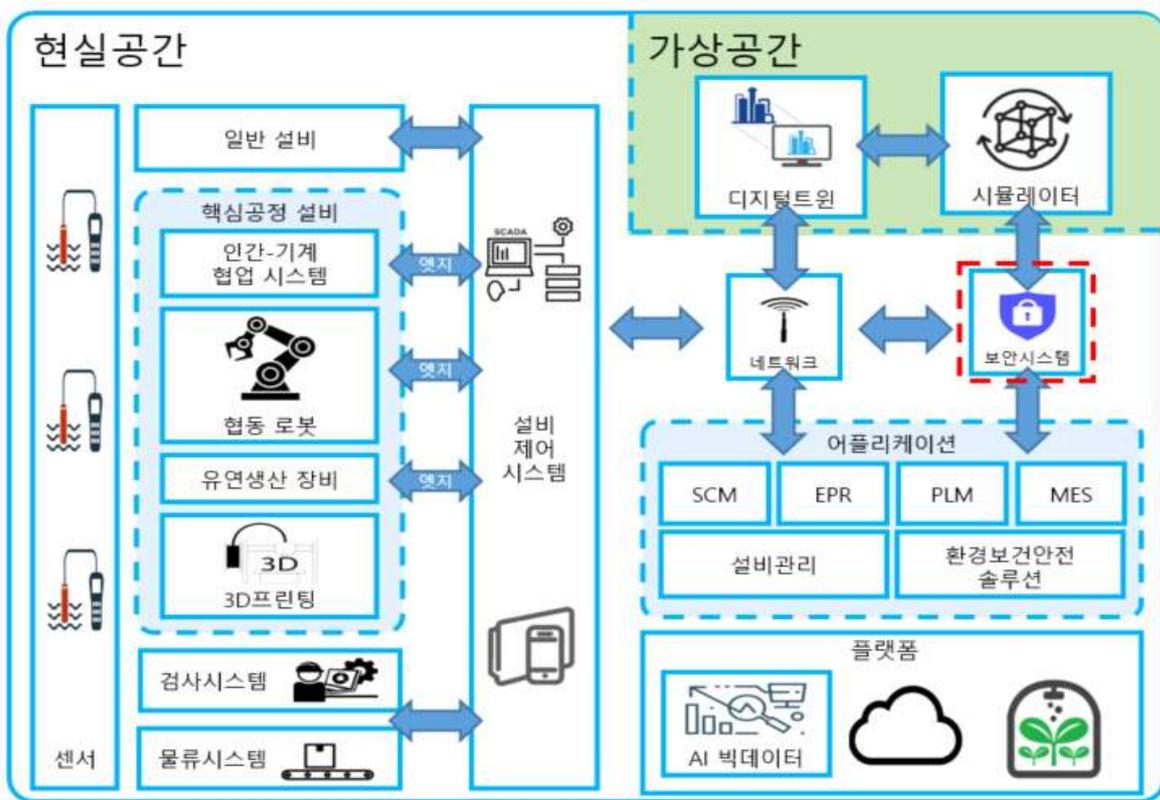
1. 개요

가. 정의 및 필요성

(1) 정의

- 스마트제조용 보안 시스템이란 ICT 기술의존도가 높은 스마트제조의 안전하고 안정적인 운영을 위하여 스마트제조 수행 요소인 어플리케이션, 플랫폼 및 장비·디바이스의 정보 보안을 위해 효과적인 모니터링 및 통제를 수행하는 시스템

[스마트제조에서 스마트제조용 보안시스템의 위치]



* 출처: 네모아이씨지 자체 작성

(2) 필요성

- 공장 설비를 제어하고 운영하는 기반 기술이 디지털화하고 정보통신기술과 인터넷에 연결하는 추세로써, 공장의 사무환경과 공장 제어시스템·설비·기기의 안전성·신뢰성·보안성 확보가 중요한 이슈
 - 각종 제조 설비와 기기 등이 지능(스마트)을 갖추게 되고, 공장 작업용 도구, 로봇들과 같은 공장자동화 기기와 결합하여 네트워크에 연결되어 작동하는 스마트제조로 변화하면서 사이버 세계와 연동 발전하는 중
 - 중소기업 공장 환경이 더욱 스마트해질수록 기업이나 공장 내·외부로부터 사이버 해킹, 공격, 테러 등의 위험성 존재

- 공장 내 중요 정보 유출 위험
 - 이동형 저장 매체에 대한 통제 시스템 및 중요 정보 접근제어 시스템 등이 구축되지 않아 공장 제어시스템에 USB 등 외부매체를 직접 연결하여 중요 정보 유출
 - 안티바이러스 솔루션이 구축되지 않았거나 시스템 내 패치 관리가 제대로 되지 않아 보안 위협에 취약한 산업 장비의 악성코드 감염 및 이를 통한 중요 정보 유출
 - 외부에서 스마트제조를 원격 제어하거나 모니터링 할 수 있는 호스트 장비를 악용하여 중요 정보 유출
 - 스마트제조에서 사용되는 무선통신 보안 약점을 악용한 스니핑 공격 등을 통해 중요 정보 유출
 - 중요 정보에 접근 가능한 협력업체 직원이나 악의적인 내부자에 의한 중요 정보 유출
 - 매각·폐기된 자산과 출력물을 영구 삭제 솔루션 및 디가우저(Degausser) 등을 통해 완전히 삭제하고 파기하지 않아 남아있는 정보가 복구되어 중요 정보 유출

- 스마트제조 분야에서의 보안 사고는 일반 기업의 사무환경에서 발생하는 보안 사고보다 큰 문제를 야기, 특히 생산·제조 공정을 담당하는 산업 설비·기구나 시설·자산운용에 문제가 생길 경우 엄청난 후유증을 초래
 - 스마트제조에서 사용되는 시설·설비·기기들을 안전하게 보호하는 정보보호 기술은 스마트제조 혹은 스마트제조를 구현하려는 제조기업에서 원·부자재 발주, 에너지 수급, 생산관리, 운영관리, 물류, 배송 등 전 과정에 걸쳐 적용해야 할 기본적·필수적인 기반 기술

- 계속해서 증가하는 IoT 기기에 대한 보안 대책 필요
 - OT 분야부터 안전성과 보안성을 고려하여 설비를 구축하였으나, 해커들이 ICT 환경을 먼저 공격하여 거점을 확보한 후에 OT 환경으로 감염 전파해 가고 있음에 따라 최근에는 'ICT + OT'에 대한 종합적인 보안 대책을 강구 중
 - 스마트제조에서 사용되는 IoT 기기들(각종 센서나 액추에이터, 제어·동작 기기들)이 적게는 수십~수백 개(중소공장)에서, 많게는 수십만~수백만 개(자동차, 전자 등 대규모 공장)가 사용 중
 - IIoT 기기들은 스마트한 기능 구현을 위해 내부에 임베디드 소프트웨어가 장착되고 더불어 LAN, WiFi, Mobile 네트워크 등 인터넷에 연동되는 기능을 갖추면서 상대적으로 해킹이 가능

나. 범위 및 분류

(1) 가치사슬

- 스마트제조용 보안 시스템 분야 후방산업은 공정설계 보안, 기계 및 전자통신 부분 제조업, 유무선 정보통신망 등이 있고 전방산업으로는 시설보안, 공공부문 인프라, 에너지 관리 등이 존재

[스마트제조용 보안시스템 분야 산업구조]

후방산업	스마트 물류창고 분야	전방산업
공정설계 보안, 제도시행 분석 보안, 기계 및 전자통신 부분 제조업, 유무선 정보통신망	IT, OT, IoT 기반 스마트제조용 보안시스템	시설보안, 공공부문 인프라, 의료부문, 에너지 관리, 신분확인

(2) 용도별 분류

- 클라우드가 점점 보편화되면서 보안영역도 점차 확대되는 양상으로 클라우드 보안솔루션도 인프라 보안, 방화벽, 네트워크, 데이터 보호, 접근제어 등 용도별로 다양화
- 네트워크 보안
 - 네트워크 보안을 위해 업무 영역과 OT 영역 세분화하여 네트워크 분리하고, 세분화된 네트워크는 방화벽 또는 네트워크 장비 ACL(Access Control List) 설정으로 접근 통제
 - 업무망과 공장망 간 데이터 전송을 중재하는 Plant DMZ를 구축하여 망간 직접적인 연결 제한, 공장 내부에서 업무망 또는 외부망으로 데이터 전송 시 단방향 게이트웨이 구축
- 침입/악성코드 탐지
 - 외부망에서 내부 스마트팩토리를 보호하기 위해 인터넷 접점에서 침입을 탐지/방지할 수 있는 솔루션 구축
 - 공장 내부도 산업제어시스템 무결성 및 가용성 침해에 대응해 산업제어시스템 이상징후 탐지 솔루션 구축
 - 바이러스 및 악성코드 탐지를 위한 바이러스 백신 설치
 - 업무 영역과 제어시스템 영역을 통합하여 이상 행위를 모니터링 할 수 있는 통합보안관제시스템 구축 필요

□ 중요 정보 보호

- 스마트팩토리 중요 정보: 국가 핵심기술, 특허기술, 제품생산정보, 제조 공정도, 설계 도면, 제품 원가 분석자료(BOM)
- 기업에 맞는, 보호해야 할 중요 정보, 저장 및 활용 위치 파악
- 중요 정보보호를 위해 데이터베이스 접근 통제, 암호화, 인증/권한관리, 매체 제어 등 기술 적용

□ 생산설비 보안

- 센서, 액추에이터, 산업용 로봇 등 생산설비의 기기마다 보안 적용이 어려울 수 있으므로 각 기업에서는 보안기술이 적용된 생산설비 우선 채택하여 적용
- 생산설비에 기기 인증을 적용하고 설비 간 통신 시 데이터 노출 및 변조를 막기 위해 암호화를 제공하는 통신 프로토콜(Zigbee Alliance AES-CCM, Bluetooth BR/EDR 등) 사용 권장

[용도별 분류]

용도	세부 내용
인프라	<ul style="list-style-type: none"> • 인공지능, 클라우드 보안 솔루션 구축 기술 • 하이브리드 IT 인프라를 위한 관련형 클라우드 기반 보안 및 규정 준수 기술
네트워크	<ul style="list-style-type: none"> • 프라이빗 클라우드를 위한 SDN 솔루션 기술 • 클라우드 환경에서 방화벽 등의 보안 서비스 기술
웹 어플리케이션	<ul style="list-style-type: none"> • 자동화된 학습기능을 통해 알려진 위협과 알려지지 않은 위협, 봇공격, 잠재적인 위협이 되는 어플리케이션 취약성으로부터 앱과 데이터 보호 • AWS 등의 워크로드에 대한 어플리케이션 제어, 시스템 무결성 모니터링, 도용 방지 등 주요보안제어 항목 자동화 기술
차세대	<ul style="list-style-type: none"> • 클라우드 환경 내 방화벽, 침입방지시스템, 어플리케이션 컨트롤, 데이터 유출 방지 등 기술 제공
방화벽	<ul style="list-style-type: none"> • 사무실과 클라우드 연결 및 원격 제어접근, 동적 프로파일링 어플리케이션 인식 기술로 새로운 보안위협으로부터 보호
접근	<ul style="list-style-type: none"> • SaaS 및 온프레미스 전체에서 앱에 대한 자격 증명과 API 보안 제공 및 지원
데이터	<ul style="list-style-type: none"> • 암호화, 키 관리 및 정책 기반 제어를 통해 데이터 보호, EC2 인스턴스에 대한 전체 디스크 암호화 제공 • 온프레미스 키 관리자에 따라 제어, 클라우드 저장 데이터 보안

2. 산업 및 시장 분석

가. 산업 분석

◎ 네트워크화, 디지털화로 증가하는 스마트팩토리 보안 위협

- 전세계의 수많은 기업들이 보안을 위해 노력하고 있으나 여전히 수많은 보안사고가 발생하고 있으며, 이로 인한 피해도 갈수록 커지고 있음

[최근 10년간 주요 보안 사고 예시]

발생시기	대상	공격 형태/피해
2011.08	다국적 석유회사	• SCADA 시스템에 대한 운영자료를 수집하여 유출
2011.11	미국 상수도	• 일리노이주 상수도 시설 시스템에 침투하여 펌프 작동 시스템 파괴
2012.10	독일 제철소	• 제어시스템의 파괴로 인한 용광로의 제어 및 정상적인 Shutdown 불가로 큰 피해 발생
2014.06	유럽 스카다	• 유럽 스카다(SCADA) 시스템 설치 프로그램에 포함된 하백스(Havex) 멀웨어 발견
2015.12	우크라이나 전력	• 멀웨어를 통해 발전소 제어시스템을 중단하여 정전을 유발, 8만여 가구 정전 발생
2016.04	미국 전력	• 랜섬웨어가 첨부된 이메일을 통한 스피어 피싱 공격이 발생, 내부 네트워크까지 감염이 확산되자 추가 피해 발생을 막기 위해, 회사 시스템 일시 중지
2017.06	일본 자동차	• 혼다자동차 사야마 공장 워너크라이 랜섬웨어에 감염되어, 약 48시간 동안 엔진 생산과 조립 중단
2017.10	미국 델러스 비상사이렌	• 무선통신망의 해킹으로 인해 델러스의 비상 사이렌이 15시간 동안 가동됨
2018.08	TSMC	• 애플의 차기 폰에 탑재되는 AP를 독점 생산하는 TSMC가 워너크라이 변종에 감염되어 48시간 동안 생산 중단되고 이로 인해 납품 지연, 매출 및 손익 피해와 기업의 신뢰도 하락
2019.03	노르웨이 노르스크하이드로	• 세계 최대 알루미늄 생산자인 노르웨이 대기업 노르스크하이드로가 랜섬웨어 공격 받아 미국과 유럽의 IT 시스템까지 영향을 미치고, 생산 중단, 약 4,100만 달러 손실, 주가 3.4% 하락
2020.01	미쓰비시 전기	• 일본의 미쓰비시 전기에서 일본 방위 기술과 관련된 정보와 중요한 사회 인프라에 관한 데이터가 유출되는 사고 • 미쓰비시 전기 측은 해킹 수법 등을 참고하였을 때 방위 관련 기밀 정보를 주로노리는 중국계 해커 집단 'Tick(틱)'이 관련됐을 것으로 추정
2020.05	Microsoft	• Microsoft 의 Github 계정이 탈취되어 자체 개발한 Repository에서 500GB에 달하는 데이터가 유출되는 사고가 발생되었으며 샤이니 헌터스(Shiny Hunters) 해킹 조직의 소행이며, 현재 탈취한 500GB 중 약 1GB의 데이터가 무료 유포된 것으로 확인됨

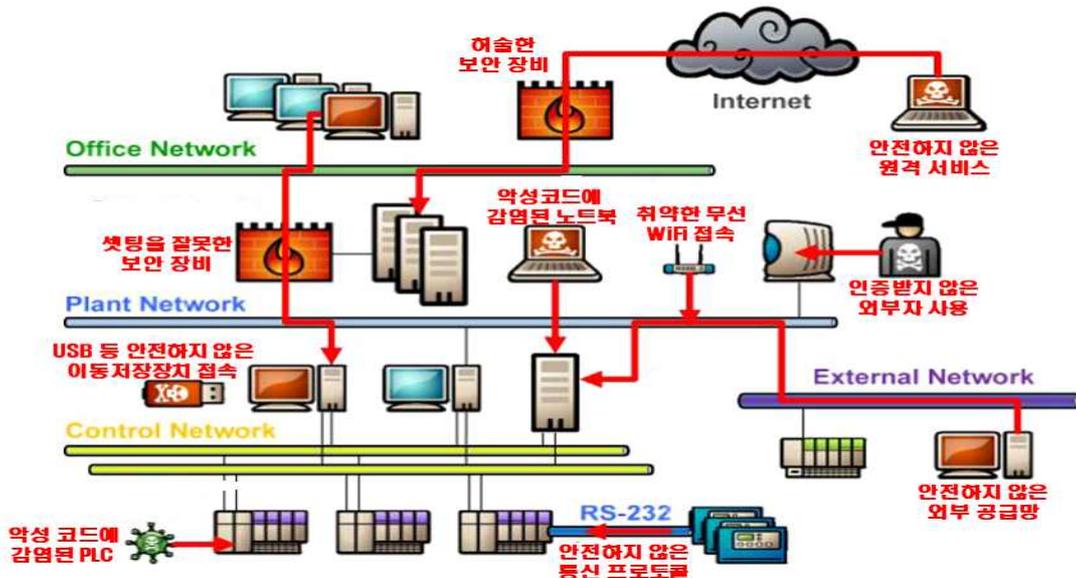
* 출처 : SK인포섹 EQST 자료를 인용 재구성

◎ 국내는 산업용과 개인용 보안 시장 모두 성장세를 지속 중

- 2020년 국내 보안 시장 규모는 5조 9,581억 원으로 지난해 대비 5.2% 성장할 것으로 전망
 - 2020 국내외 보안 시장 전망보고서에 따르면 2020년에는 5조 9,581억 원, 2021년에는 6조 원대에 돌입하는 고성장세를 유지할 것으로 예측
- 다국적 거대기업의 독과점 구조가 강하고 신규진입이 매우 어려움
 - 국내 스마트제조 제품, 기술 등을 공급하는 기업에 스마트제조 혹은 스마트제조 보안 전문가가 전무
 - GE, Siemens, ABB, Rockwell Automation, Schneider Electric 등 외국 기업 중심의 제품 공급과 서비스 제공이 이루어지는 중
 - 국내에서는 LS 산전에서 통신망 관련 기술(RAPIENet)을 국제표준화하였고 스마트제조 관련 PLC 제품 중심으로 공급하고 있으며, 다양한 장비를 제조 판매 중
 - 스마트제조 관련 보안 제품이나 서비스는 단방향 보안 통신 장비 등 부분적으로 개발 판매 중
 - 스마트제조 보안 관련 전문인력 양성 체계가 없고, 관련 전문가 태부족

◎ 중소기업은 사이버보안에 취약

[스마트제조에서 발생 가능한 사이버 보안 위협 요소]



* 출처 : LGCNS 홈페이지

- 스마트제조에서는 업무의 효율을 위해 산업제어시스템과 IT 시스템을 연계하는 경우가 다수
 - 산업제어시스템 유지보수를 위해 이동형 저장 매체를 연결하는 때도 많아 랜섬웨어 등 악성코드에 감염되는 사례가 빈번히 발생
- 중소기업에 스마트제조 기술을 접목하여 우수한 성과를 얻고 있으나, 대부분 스마트제조 보급·확산에 주력하고 있고, 이를 안전하게 보호할 정보보호 기술을 적용 소수
 - 중소기업에서 스마트제조를 추진하면서 ICT 시스템이나 기기 등에 투자하고 있지만, 이를 보호하고 안전하게 사용할 수 있도록 하는 정보보호 분야에 대한 투자는 거의 하지 않고, 보안에 대한 투자는 후 순위로 미루어 두고 있는 상태
- 스마트제조에서 사용하는 모든 ICT 시스템·기기·기술들에 보안을 고려하지 않을 때 사이버 위협·공격 등이 발생하게 될 것이고, 공장 가동이 멈추거나 피해가 발생하면 치명적
 - 특히, 편리성을 위해 무선 LAN(WiFi), 이동통신(Mobile) 기술 등을 활용하여 스마트제조 구축 시 활용하는 무선 및 이동통신 기술과 관련한 보안을 고려하는 것이 무척 중요
- 제조사별 특정 기능만 수행하도록 설계된 펌웨어가 탑재된 설비 장비에 보안솔루션 등을 곧바로 적용하기에 많은 어려움이 있음
 - 이외에도 소형, 경량화, 저전력 등의 특성을 보유하는 설비 장비에 대해 고성능의 IT 보안기술을 적용하는 데에도 한계가 있음

◎ 진화하는 정보 보안 시장

- 미국에서 개최되는 2018년 Black Hat에 머신러닝 제품 출시는 주목할 만함
 - 상당히 많은 업체가 머신러닝(Machine Learning) 기술을 적용하고 있다고 홍보하여 전시장에서 ‘머신러닝’이라는 용어가 빈번하게 드러남
 - 파이어아이, 시만텍 등 Threat Intelligence를 운영하는 대형 글로벌 보안기업은 이미 위협분석에 머신러닝 기술을 적용 중
- 일본도 최근에는 동영상 해석 기술이나 인공지능(AI), 클라우드와 같은 혁신적 기술을 보안에 응용하여 고도의 보안 시스템이 구축되는 사례 증가
 - 단순한 보안 기능 이외에 사회 인프라 솔루션이나 기업의 백오피스 업무 시스템과의 융합 등 새로운 시스템 서비스 개발이 진행되며 새로운 시장이 탄생
 - 이러한 최신 기술의 도입을 위해 업종 간 제휴가 가속화되고 있어 업계 판도의 변화도 함께 발생



◎ 각국 정책적 지원 강화

□ 독일의 스마트팩토리 보안 동향

- 2011년 이후 독일에서 수년간 인더스트리 4.0이 진행되었지만 큰 성과를 내지 못하고 부진했고 이의 원인 중 하나로 ‘보안 정책의 부재’ 대두
- 인더스트리 4.0의 초기에 언급된 문제점들을 해결하기 위해 정치적, 사회적으로 더욱 폭넓은 접근 시도, 인더스트리 4.0의 적용 전략을 바탕으로 5개 핵심 분야로 세분화하여 보안 실무그룹 WG3(Security of Networked System)을 포함한 5개 작업반 운영
- 인더스트리 4.0 발전을 위해 데이터에 대한 신뢰도 및 보안이 필요하므로 제삼자 공격으로부터 기업의 정보가 안전하게 보호되도록 7가지 가이드라인 제시
- 인더스트리 4.0 구현에 필요한 기술적 보호조치뿐만 아니라 특히 요구되는 보안조직 구조 및 역할에 관해 설명하고 있는 IT 보안
 - 회사의 규모, 상황에 따라 최고 (정보) 보안책임자, IT 보안책임자, 제품 보안책임자, 산업보안 책임자를 지정하도록 권고

[보안조직 구성(안)]



* 출처: SK인포섹(주)

- (일본) 일본은 다양한 산업, 기업, 사람, 기계, 데이터가 연결됨에 따라 AI 등의 기술을 사용해 신규 부가 가치 및 제품/서비스의 생산성을 향상시켜, “고령화 사회”, “노동 부족”과 같은 사회적 문제 해결을 통한 국가 경제의 발전을 촉진하는 커넥티드 인더스트리즈 정책 발표
 - 자율주행 및 모빌리티 서비스, 제조 및 로봇, 바이오 기술 및 소재, 플랜트/인프라 보안 관리, 스마트라이프 등 5대 분야별로 구분하여 추진
 - 보안과 관련해서 플랜트/인프라 보안 관리 내에서 공장 안전 개선, 내부 보안 강화하는 내용과 함께 영역별 과제 간 공통 과제에서 사이버보안 조치 구현 등 제시

[커넥티드 인더스트리즈 5대 중점 분야]

구분	자율주행 및 모빌리티 서비스	제조 및 로봇	바이오 기술 및 소재	플랜트/인프라 보안 관리	스마트 라이프
비전	<ul style="list-style-type: none"> • 교통사고 감소 • 교통 혼잡 완화 • 환경 부하 감소 • 분산 에너지 관리 • 유통 포함 모바일 서비스의 확장 	<ul style="list-style-type: none"> • 생산 최적화 • 논스톱 공장 • 사고 및 부하 감소 	<ul style="list-style-type: none"> • 혁신적인 재료 및 의료/약물 개발 • 에너지 자원 대책 • 사회 개혁을 위한 혁신적인 소재 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 공장 안전 및 생산성 개선 • 내부 보안과 수익 능력 창출 • 센서, 드론, 기타 고급 기술의 효과적인 활용 	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트 라이프 시장은 사회 고령화에 따른 노동력 부족 및 기타 사회 문제 등을 극복
시장, 경제효과: 2030년, 글로벌 단위	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행차 시장: 870억 달러 • 운전시간 절약에 따른 경제적 효과: 1,000억~1조달러 	<ul style="list-style-type: none"> • Industrial Internet market이 향후 20년 이내에 세계 GDP 10조~15조 달러로 증가 	<ul style="list-style-type: none"> • 바이오 시장: 약 1.6조 달러 • 기능성 소재 시장: 약 50조 엔 	<ul style="list-style-type: none"> • 인프라 노후화 및 수요 확대로 약 200조 엔의 시장 창출 	<ul style="list-style-type: none"> • 2011년 무상 노동화폐평가액: 약 100조 엔 (가전시장 약 7조 엔)
추진주체	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행비즈니스 검토회(국토교통성) 	<ul style="list-style-type: none"> • RRI(로봇 혁명 이니셔티브) 	<ul style="list-style-type: none"> • COCON(산업 경쟁력 간담회), 일본화학공업협회 	<ul style="list-style-type: none"> • 플랜트데이터 활용촉진회의(경제산업성) 	<ul style="list-style-type: none"> • IoT 추진랩(IoT Acceleration Lab)
과제간 공통 과제	<ul style="list-style-type: none"> • 데이터 공유 및 활용 • 세계 최고 수준의 인재 육성 • 국제 표준의 전략적 적용 • 중소기업의 “커넥티드 인더스트리즈” 적용 지원 • AI 시스템 및 해외 확장에 대한 추가 개발 지원 • 사이버 보안 조치의 구현 등 				

* 출처: Connected Industries(일본 경제산업성), 일본의 제조업 혁신정책 추진 현황과 시사점

- (중국) 중국 정부는 지난 12차 5개년 계획기간(2010~2015년)부터 본격적으로 정보보호 관련 정책을 추진하면서 산업 발전을 견인
 - 중국 정부는 2015년 새로운 국가안전법을 채택한 데 이어 2017년 6월부터 사이버공간 주권과 국가안보, 사회 공공이익을 지키기 위한 ‘네트워크 안전법(통칭 사이버 보안법)’을 시행하며 정보보호 강화를 위한 통제 방침을 강화하는 추세

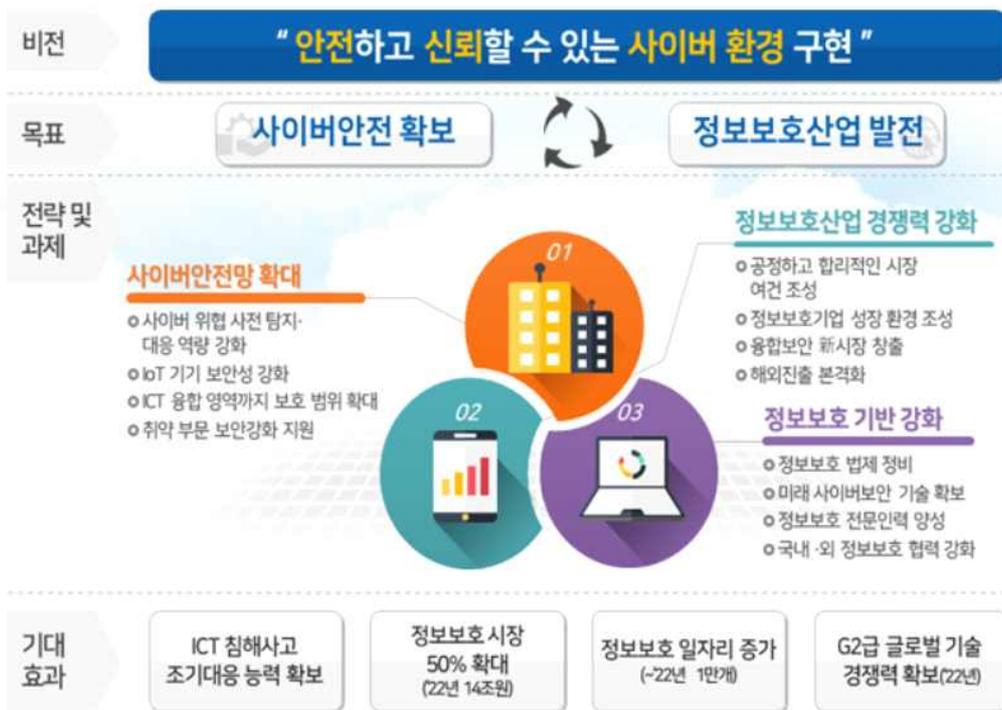
◎ 국내 스마트팩토리 보안 동향

- 산업통상자원부는 ‘스마트 제조혁신 비전 2025’을 통해 2025년까지 국내 스마트팩토리 3만 개를 확대 보급하기 위한 전략 발표하였으나 스마트팩토리 보안에 관한 내용 미포함
- 국가표준기술원은 스마트공장 국제표준 로드맵에서 보안 과제(제조 분야 ISMS 인증 기준, 스마트공장 네트워크 보안 적용 차등화, 스마트공장 기기 상호 보안 인증 등)를 포함하여 제시한 바 있으나 실제 이에 대한 연구과제 진행 미흡
- 한국인터넷진흥원에서 스마트팩토리 중요 정보 유출 방지 가이드 발간하여 스마트팩토리 특성에 맞추어 기업의 중요 정보 유출 방지를 위한 방안 마련코자 10개의 가이드 제시

◎ 정부 ‘민간부문 정보보호 종합계획 2019’ 발표

- 4년간 8,500억 원의 예산을 투입하여, 정보보호 시장을 2017년 9.5조 원 규모에서 2022년 14조 원으로 약 50% 확대할 것을 제시하고 이를 통해 정보보호 일자리 1만 개를 창출하고, G2급 글로벌 기술 경쟁력을 확보 목표로 수립
 - 종합계획에 따르면, 정부는 4차 산업혁명과 디지털경제 발전을 뒷받침하고, 국내 보안기업의 혁신성장을 지원하기 위해 ▲사이버 안전망 확대 ▲정보보호산업 경쟁력 강화 ▲정보보호 기반 강화 3대 전략을 추진할 계획

[민간부문 정보보호 종합계획 2019]



* 출처 : 민간부문 정보보호 종합계획 2019(과학기술정보통신부, 2019.01)

나. 시장 분석

(1) 세계시장

- 2019년 전 세계 ICS(Industrial Control Systems Security) 보안 시장규모가 10.6억 달러였으며, 2026년 말에는 15.1억 달러에 이를 것으로 예상되며, 이 기간 CAGR은 5.2%에 이를 것으로 예상
 - 최근에는 클라우드 기술 상용화로 클라우드 보안 시장이 주목받고 있으며, 시장 선점을 위해 실리콘밸리 내 대기업의 인수합병이 활발히 진행

[산업용 관리시스템 보안 세계시장 규모 및 전망]

(단위 : 십억 달러, %)

구분	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
세계시장	1.01	1.06	1.12	1.17	1.23	1.30	1.37	5.2

* 출처: ICS Security Market, Valuates Reports(2019)

- 세계 사이버보안 시장은 2019년에 1,611억 달러로 평가되었으며, 연평균 14.5%의 CAGR을 기록하면서 2025년에는 3,631억 달러에 이를 것으로 예상

[사이버보안 세계시장 규모 및 전망]

(단위 : 십억 달러, %)

구분	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
세계시장	140.7	161.1	184.5	211.2	241.8	276.9	317.0	14.5

* 출처: The cybersecurity market, Mordor Intelligence(2020)

(2) 국내시장

- 국내 정보 보안 시장 규모는 2018년 3조 829억 원에서 연평균 9.3% 성장하여 2024년 5조 1,129억 원 규모에 이를 전망

[국내 정보 보안 시장 규모]

(단위 : 억 원, %)

구분	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
국내시장	30,829	32,777	35,825	39,157	42,799	46,779	51,129	9.3

* 출처: 2019 국내 정보보호산업 실태조사, 한국정보보호산업협회(2020)의 최근 3년 성장률을 기초로 네모아이씨지 재산정

3. 기술개발 동향

- 기술경쟁력
 - 스마트제조용 보안시스템은 미국이 최고기술국으로 평가되었으며, 우리나라는 최고기술국 대비 72.7%의 기술수준을 보유하고 있으며, 최고기술국과의 기술격차는 2.2년으로 분석
 - 중소기업의 기술경쟁력은 최고기술국 대비 66.1%, 기술격차는 2.8년으로 평가
 - EU(86.5%)>일본(81.6%)>한국(72.7%)>중국(66.7%)의 순으로 평가
- 기술수명주기(TCT)²⁴⁾
 - 스마트제조용 보안시스템은 6.38의 기술수명주기를 지닌 것으로 파악

가. 기술개발 이슈

◎ 4차 산업혁명에 맞는 보안기술 추가 필요

- 산업보안 국제표준(IEC 62443)은 공장 시스템 참조모델을 Level 0에서 Level 4까지 계층화
 - 일반 직원들이 업무를 수행하는 영역(Level 4)은 IT 인프라 시스템 및 애플리케이션이 존재하는 구간, IT 보안기술 적용
 - 제품 생산을 위한 제어시스템 운영관리 영역(Level 3)과 제조 공정 영역(Level1, 2)은 제어시스템 보호를 위해 OT 보안기술을 적용
 - 센서, 액추에이터, 생산 로봇 등이 작동하는 생산 현장 영역(Level 0)은 IoT 보안기술을 적용

[스마트제조용 보안 시스템 기술 분류]

전략 품목	기술별 관점	계층	세부 기술
스마트제조용 보안 시스템	IT 보안기술	Level 4	• ERP, PLM, SCM
	OT 보안기술	Level 3	• MES, WMS
		Level 2	• HMI, EWS, Historian
		Level 1	• DCS, SCADA PLC, RTU
	IoT 보안기술	Level 0	• 센서, 액추에이터, 로봇, 생산설비

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

산업 제어시스템 보안 제품 수요 및 추가 기술개발의 요구 증가

- 도입기에 있는 산업 제어시스템 보안기술은 침해사례 발생으로 제품 수요가 급격하게 증가하고 있으며, 이에 따른 추가적인 기술개발의 요구가 왕성하게 나타나게 되어 기술의 성숙 정도는 당분간 급격한 성장의 추세를 보일 것으로 전망
- SCADA 시스템에서 통신 프로토콜로 주로 사용되고 있는 Modbus와 DNP3는 암호와 인증/인가 기능을 추가한 프로토콜 상의 보안을 고려하였으나, 가용성 관점의 서비스 거부 공격에 대한 보안 사항은 고려하지 않고 있음
- IEC에서는 전력 분야에서 제어프로토콜 상의 보안 취약점 이외에 서비스 거부 공격 관점에서 보안 사항을 고려하기 시작
- 최근 공격목표와 공격 형태를 기준으로 제어시스템 표준 프로토콜(DNP3, Modbus) 환경에서 발생하는 공격을 분류하고, 이에 대한 방어를 위한 연구 진행

대세는 클라우드 기반 보안솔루션

- 포브스에 따르면, 2020년 글로벌 기업의 클라우드 전환율이 83%에 이를 것으로 전망
- 국내외 보안솔루션 사업자 중심으로 기존에 보유 중인 솔루션을 클라우드에 최적화하고 멀티테넌시 기술개발과 글로벌 노드 확보로 SECaaS 유사 형태로 보안 서비스 제공 업체가 등장하는 추세
- 클라우드 보안 서비스가 서비스형 소프트웨어 서비스인 SaaS의 형태로 제공됨을 고려하였을 때, 국내 퍼블릭 클라우드 시장 내에서 가장 큰 비중을 차지하고 있는 클라우드 애플리케이션 서비스(SaaS)를 통해 클라우드 애플리케이션 통합 보안 서비스의 전망 예측 가능
- SK인포섹, 안랩을 포함한 국내 보안기업들은 클라우드 보안사업을 진행 중이며, 보안사업을 비주류로 여기던 대기업들이 시장에 뛰어들면서 클라우드 보안 시장이 급속 성장
- 삼성SDS는 데이터가 외부로 유출되어도 쓸모없게 만드는 화이트박스 암호, 동형암호 기술과 데이터 유출을 원천차단하기 위해 데이터 복호화에 필요한 암호키에 자체 알고리즘을 적용

기업 보안담당자들이 원하는 EDR(Endpoint Detection and Response) 솔루션

- '2019년 기업 정보보호 이슈 전망' 보고서에 따르면 국내 기업 보안담당자들이 올해 도입할 보안솔루션으로 엔드포인트 위협 탐지·대응(EDR) 솔루션을 지목
- EDR은 엔드포인트에서 일어나는 여러 위협을 지속해서 탐지하고 빠르게 대응할 수 있는 '보안 위협 탐지-분석-대응' 솔루션

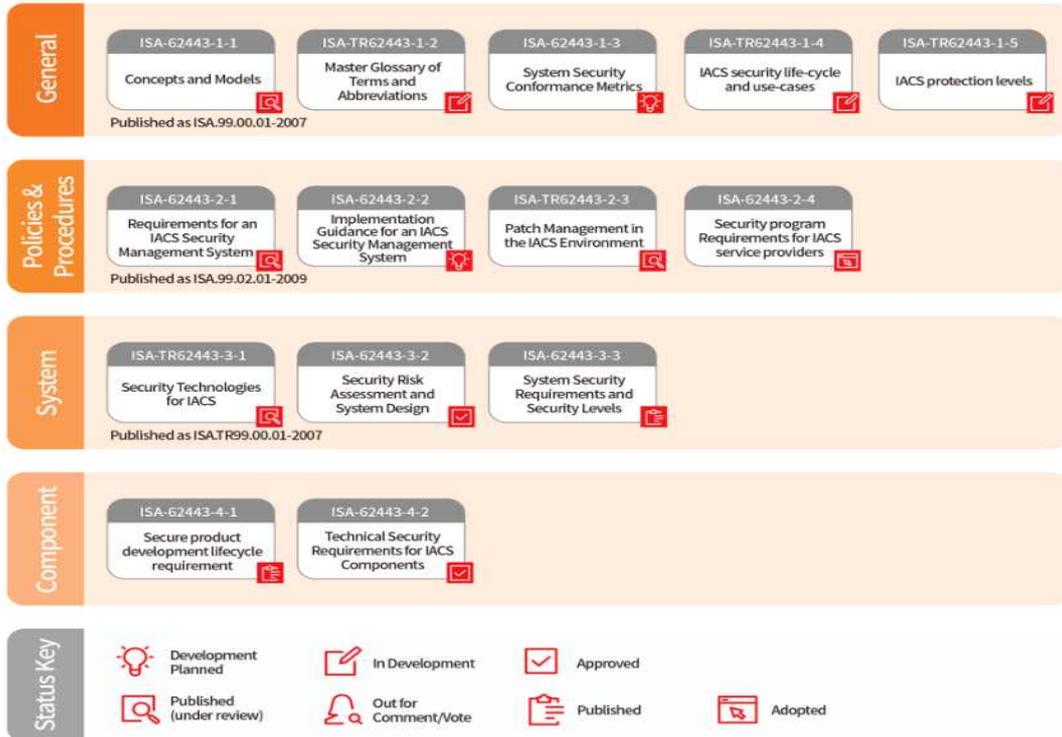
미국의 스마트팩토리 보안 동향

- 미국 국립표준기술원(NIST)에서 스마트공장에 적용할 수 있는 '산업제어시스템 보안 가이드(NIST SP 800-82)' 발간, 산업제어시스템(Industrial Control System) 보안 개념을 IT 보안기술과 비교하면서 IT 전문가들이 산업제어시스템을 이해할 수 있도록 가이드 제시
- ISA(국제자동화협회)에서는 자동화 산업 분야 기업들이 사이버보안 위협으로부터 보호할 수 있도록 산업 자동화 및 제어시스템(IACS) 가이드라인(ISA 99)을 발표, 이 표준이 IEC(국제 전기기술 위원회) 표준(IEC 62443 Security for IACS)로 발전



- IEC 62443은 사용자, 시스템 통합자, 안전 점검자와 제어시스템을 생산하는 기업에서 산업용 자동화 시스템에 대한 제조, 설계 구현과 관리를 위한 것으로 산업제어시스템의 다양한 보안 표준들 가운데 가장 일반적인 표준

[산업제어시스템 보안 표준(ISA/IEC 62443)]



* 출처: SK인포섹(주)

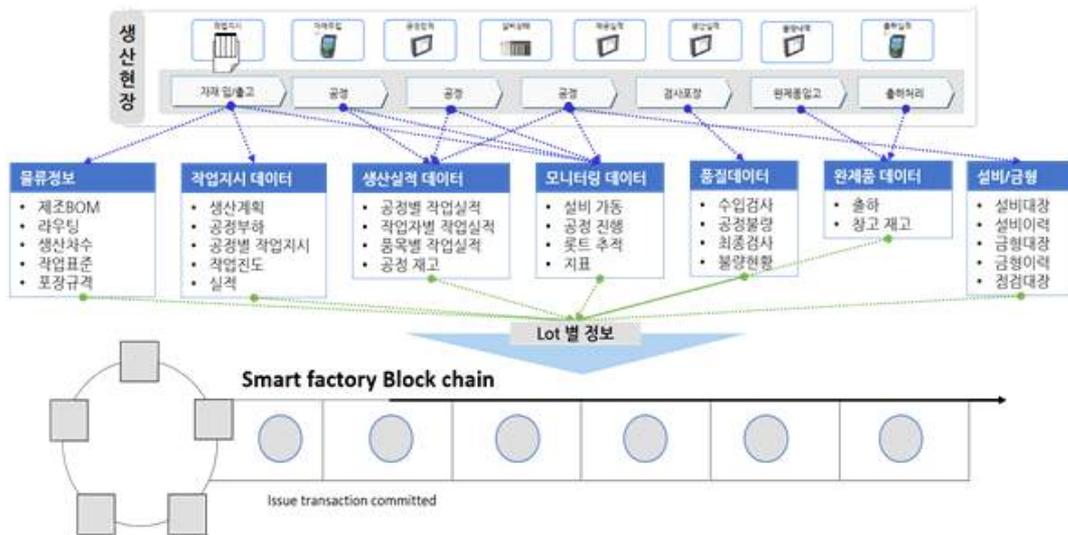
□ RSA 2019 주제 “Better” 및 특징

- 미국에서 2019년 3월에 열린 RSA Conference USA 2019는 ‘Better’라는 주제로 더 나은 사이버 환경을 위해 우리 모두의 협력이 필요함을 강조
- 가장 큰 화두는 ‘제로 트러스트(Zero Trust)’이며, 사용자, 애플리케이션, 디바이스 등 모든 요소가 보안의 치명적인 존재가 될 수 있다는 흐름을 전제로 보안 시스템을 구축하는 것이 필요함을 강조
- 엔드포인트 보안과 더불어 클라우드 보안이 더욱 강조되었고 SIEM의 역할을 부각하는 기업 증가
- 최근 멀티 클라우드 환경과 클라우드 허브 구축이 확산되면서 보안 체계 복잡성의 증가와 가시성의 저하가 동반되고 있어, 작년 전시회에 이어 클라우드 보안을 위한 다양한 솔루션 등장
- 보안 성능 및 정확도 향상을 위해 활발히 도입이 이루어지고 있는 자동화(automation) 시스템과 더불어 보안 오케스트레이션(orchestration) 솔루션을 소개하는 기업이 증가

◎ 중소기업용 스마트제조 보안솔루션 개발 이슈

- 원격 관제 과정에서 대상 기업의 중요 정보의 외부 노출 가능성을 최소화하기 위한 중소기업용 원격보안관제 플랫폼 및 서비스 개발
 - 기업 내에 설치될 소형 분석 시스템에서 1단계 분석을 수행하고 추가 분석이 필요한 정보만을 안전하게 외부의 원격 관제 센터로 취합하여 2단계 정밀 분석을 수행하는 Multi Layer 분석 플랫폼을 개발하는 방향이 추진 중
 - 이를 위해 대상 기업 내 보안 장비 및 업무용 시스템들의 로그를 수집하여 분석할 수 있는 이상치 탐지 기반의 경량 AI 분석 엔진 개발 등이 필요
- MES-블록체인 연동기술 개발을 통해 생산 현장에서 발생하는 생산활동의 최적화를 위한 제반 활동 수행 시 발생하는 데이터를 블록체인상에 연동하여, 제조 공정 데이터의 투명화 및 신뢰성을 확보하는 기술개발 시도
 - 핵심 기능으로 스마트제조 MES 공정데이터 위변조 방지 및 스마트제조 MES 공정데이터 조회가 돼야 하며, Lot 단위의 공정데이터 및 생산설비 데이터, 관련 작업지시서, 품질검사서 등을 분석하여 효율적으로 블록체인상에 연동 및 관리할 수 있는 블록체인 기술설계가 필요

[스마트제조 블록체인 기술 검증]



* 출처: AI BM - 스마트 제조와 인공지능 #1, Simple AI (2020)

◎ 인증과 표준이 필요

□ 스마트제조에 대한 보안 인증 제도와 프로그램이 시행되거나 예정

- 세계 산업 제어시스템 제조업체들이 직면하는 중요한 도전은 사이버보안 위협에 대처하는 것이며, 전 세계적으로 사이버보안을 강화하기 위한 인증제도 시행 중
- 특히, 미국은 연방정부 주도하에 민간인증기관인 UL과 협업으로 제조 보안을 위한 CAP(Cyber Security Assurance Program) 인증 기준과 제도를 마련하여 시행 중
- ISCI(ISA Security Compliance Institute)의 SCADA 보안 검사에 대한 공식화와 ISA 99 WG4에서 정한 표준은 이전의 산업 검사와 인증제도를 대체할 것으로 예상

[기술 현황]

기술	세부 내용
네트워크 보안	<ul style="list-style-type: none"> • 업무 영역과 OT 영역을 세분화하여 네트워크를 분리, 방화벽 또는 네트워크 장비 ACL 설정으로 접근 통제 • 외부망으로 데이터 전송 시 단방향 게이트웨이를 구축 필요
침입/악성코드 탐지	<ul style="list-style-type: none"> • 외부망에서 내부 스마트제조를 보호하기 위해 인터넷 접점에서 침입을 탐지/방지할 수 있는 솔루션 필요 • 업무와 제어시스템 영역을 통합하여 이상 행위를 모니터링할 수 있는 통합보안관제시스템 필요
중요 정보 보호	<ul style="list-style-type: none"> • 데이터베이스 접근 통제, 암호화, 인증/권한관리, 매체 제어 등의 기술 적용 필요
생산설비 보안	<ul style="list-style-type: none"> • 기기 인증을 적용하고 생산설비 간 통신 시 데이터 노출 및 변조를 막기 위해 암호화를 제공하는 통신 프로토콜의 사용이 필요

□ 스마트제조와 관련된 보안 위협에 대해서 유럽 사이버보안 조직인 ECSO의 WG3에서는 Industry 4.0 and ICS Sector Report에서 6개의 주요 보안 과제를 언급

- 안전과 보안의 융합 (Safety-Security Convergence)
- 산업용 IoT에 대한 사이버보안 (Cyber security of Industrial IoT)
- 산업용 제어시스템에 대한 침입 탐지 (Intrusion detection on Industrial Control Systems)
- 사이버-물리 위협 통합 관리 (Manage cyber-physical threats)
- 조직 및 역할의 변화 (Organisational and behavioural changes)
- 밸류체인을 포함하는 보안 (Security throughout the value chain)

나. 생태계 기술 동향

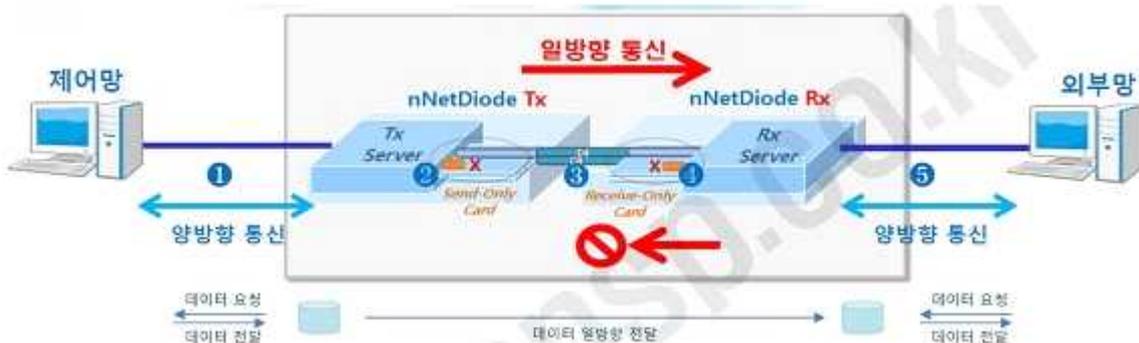
(1) 해외 플레이어 동향

- (Schneider Electric) 프랑스의 다국적 기업으로 산업용 기기의 네트워크 보안을 평가하는 인증인 아킬레스 커뮤니케이션 인증(Achilles Communications Certification) 수여
 - 외부 데이터 차단, DDoS 공격으로 과부하 돼도 시스템 정상 작동
- (ISCI) 자체 개발한 ISASecure 프로그램은 제품과 시스템이 네트워크 공격에 견고하고 알려진 취약점이 없음을 보증하기 위해 독립적으로 인증
- (WG3) 인더스트리 4.0의 초기에 언급된 문제점들을 해결하기 위해 정치적, 사회적으로 더욱 폭넓은 접근 시도
 - 인더스트리 4.0의 적용 전략을 바탕으로 5개 핵심 분야로 세분화하여 Working Group3 (네트워크화된 시스템 보안 작업반)을 운영 중
- (NSIST) 스마트제조에 적용할 수 있는 ‘산업제어시스템 보안 가이드(NIST SP 800-82)’를 발간
- (ISA) 자동화 산업 분야 기업들이 사이버보안 위협으로부터 보호할 수 있도록 산업 자동화 및 제어시스템(IACS) 가이드라인(ISA 99)을 발표하였고 IES표준으로 발전
- (McAfee) 최근 클라우드 보안 전문기업 Skyhigh Networks를 인수해 CASB 솔루션 ‘스카이하이 시큐리티 클라우드(Skyhigh Security Cloud)’ 제공
 - ‘스카이하이 시큐리티 클라우드’는 보안을 클라우드 상에서 처리할 수 있도록 단일 플랫폼을 제공하는 것이 특징
- (NIST, ICS-CERT) 미국 상무부 산하 국립표준연구소(NIST)와 국토안보부(DHS) 산하 ICS-CERT를 중심으로 산업제어시스템, SCADA 등에 대한 보안 취약점을 찾아서 연방정부 주도하에 신속한 보안 대책을 마련하여 체계적으로 표준화하고 관련된 정보들을 기관·기업 등에 제공 중

(2) 국내 플레이어 동향

- SECaaS 솔루션을 시장에 내놓고 있는 주요 보안업체는 안랩, 지란지교시큐리티, 트렌드미кро, 모니터랩, 시만텍, 엔피코어 등이 있으며, 수산아이엔티, 이스트시큐리티 등이 서비스 출시를 준비 중
- (안랩) 보안의 기초라는 의미를 담은 세카스 브랜드 '시큐그라운드'를 내놓으며 주문형 (on-demand) 보안 서비스 제공
 - 현재 시장에 나와 있는 안랩의 SECaaS 솔루션은 이메일 랜섬웨어 보안 서비스, 사이트 스키퍼, 웹 가드 등
- (지란지교시큐리티) 클라우드에서 악성코드를 탐지·차단하는 클라우드 이메일 보안을 세카스 방식으로 서비스
- (펜타시큐리티) 데이터수집부터 모니터링, 프로세스 제어까지 가능하도록 안전한 스마트제조 환경을 구축하고, 스마트제조 운영 과정에서 발생할 수 있는 보안 위협을 최소화할 수 있는 펜타 스마트제조 시큐리티(Penta Smart Factory Security) 솔루션을 제공
- (마크애니) 클라우드 환경으로 업무환경이 전환되면서 문서보안에 대한 보안 위협이 증가하고 있으므로, 이런 위협에 대응할 수 있도록 기존의 클라우드 문서보안 솔루션과 함께 마크애니가 보유하고 있는 개인정보 보안, 웹 보안, 전자 문서 유통 보안, 기록물 보안 등에 솔루션을 클라우드 환경으로 서비스화를 지속해서 진행할 예정
- (엔엔에스피) 산업제어시스템 보안기술, 스마트 그리드 보안기술 등을 토대로 하드웨어 기반의 물리적 단방향 보안 게이트웨이, 산업용 네트워크 포트 이중화 장비 등을 자체 개발하여 국내·외에 시판
 - 국가 주요 기반시설에 대한 다양한 위협으로부터 제어망을 보호하기 위한 산업제어용 물리적 단방향 보안 게이트웨이 최초 상용화
 - 기존의 단일 네트워크 회선(Port)으로만 구성 가능한 것을 스위치 또는 포트를 이중화하는 네트워크 포트 이중화 시스템(NPR)을 개발하여 무정지 시스템 환경으로 개선

[산업제어용 물리적 단방향 보안게이트웨이 구성도]



* 출처 : IoT, 산업제어시스템서 효과 극대화... 최우선 과제는 보안, 데이터넷

- (포스코ICT) 안랩과 함께 스마트팩토리 보안 분야 공동사업 추진
 - 안랩의 ‘운영기술(OT) 전용 보안 위협 탐지 센서’ 솔루션으로 산업제어시스템 내 악성코드와 네트워크 보안 취약점 등 탐지 및 분석
 - 포스코의 인공지능 기반 스마트팩토리 보안솔루션 ‘포실드(Poshield)’는 인공지능 기술의 일종의 머신러닝을 적용, 스마트팩토리 시스템에 내려지는 제어 명령 패턴을 스스로 학습한 뒤 외부 침입으로 의심되는 비정상적 명령이 내려지면 관리자에게 즉시 경고를 내려주는 보안솔루션

- (SK인포섹) 특정 보안 장비나 단일 서비스 중심이 아니라, 공장 전반에 대해 보안 계획 수립·유지·관리를 지원하는 것을 특징으로 내세우며 스마트팩토리 보안사업을 위한 조직 설립
 - SK인포섹이 제공하는 사이버 방역 서비스는 생산·제조 공정을 고려한 기술적·관리적 보호 방안 수립, 보안솔루션 구축 및 운영, 취약점 진단·모의해킹·관제 등 예방·대응 활동 등 종합적인 보안 서비스를 갖춘
 - 스마트팩토리 보안사업을 위한 조직을 2020년 하반기에 구성하고 전담 인력 280여 명 배치

- (소프트플로우) 스마트팩토리 구축에 있어 보안 시스템 구축, 소프트웨어 개발 효율성 향상과 제품 경쟁력 제고를 위한 사이버보안 및 시스템 테스트 솔루션 제공
 - 스마트팩토리 및 IoT 보안, 소프트웨어 검증 관련 기술 연구개발을 통해 다양한 솔루션 제공, 정부 기관과의 협업 등을 통해 소프트웨어 품질 향상, 신뢰성 확보 가능한 기술 연구

다. 국내 연구개발 기관 및 동향

1) 연구개발 기관

[스마트제조용 보안시스템 기술개발 기관]

기관	소속	연구분야
한국생산기술연구원	지능형생산시스템연구부	<ul style="list-style-type: none"> • 작업자 작업부하 정량화를 통한 생체 정보 기반 안전 디바이스, 센서 모듈 설계 및 미래선도형 의료/복지기기 요소 기술 개발 • 생산시스템특화 제품-공정-설비 데이터 관리/운영 및 서비스플랫폼 및 이기종 제조장비의 통합인터페이스 기술 개발
한국전자기술원	정보미디어연구센터	<ul style="list-style-type: none"> • 지능형 보안 플랫폼 개발 • 상황인지·개인화 미디어 플랫폼 개발
한국전자통신연구원	정보보호연구본부	<ul style="list-style-type: none"> • 해킹 공격 사전예방을 위한 공격그래프 기반 공격경로 예측 및 보안성 평가 기술 • 사이버 위협의 보호대상이 스스로 변이함으로써 공격 시도 자체를 어렵게 하는 사이버 자가변이(Moving Target Defense) 기술 • 해킹에 의한 기기 위변조 및 비인가 접근을 차단하는 스마트 경량 사물인터넷(IoT) 기기용 보안 기술

(2) 기관 기술개발 동향

- (한국인터넷진흥원) 5G 코어망에 대한 사이버 공격 피해를 예방하기 위한 지능형 탐지 및 대응 기술 개발 (2019-04-01~2022-12-31)
 - 5G 보안 위협 데이터베이스 구축 및 프로토콜 보안 취약점 동적 분석 자동화 연구(KAIST)
 - 5G EN-DC 망 Control/User-Plane 사용자 세션 식별 기술 프로토타입 개발

- (한국전자통신연구원) 맞춤형 보안서비스 제공을 위한 클라우드 기반 지능형 보안 기술 개발(2016-04-01~2019-12-31)
 - 클라우드 인프라 매니저 기능 고도화
 - 클라우드 기반 지능형 보안 서비스 제공을 위한 사용자 관리포털 시스템 고도화
 - SDS 컨트롤러 기반 네트워크 트래픽 로드 에 따른 동적 보안 서비스를 위한 표준 인터페이스 개발

- (부산대학교 산학협력단) 스마트공장 네트워크 인프라용 보안 칩 및 실시간 제어프로토콜 보안기술 개발 (2019/04/01 ~ 2022/12/31)
 - 안전하고 신뢰할 수 있는 스마트공장 네트워크 인프라를 위한 TLS/제어프로토콜 전용 보안 칩과 실시간 제어프로토콜 보안기술, 장비/게이트웨이/서비스 간 end-to-end 보안기술 개발
 - 수요 기업 현장에서 실증하여 기능/성능/보안성 검증 목표

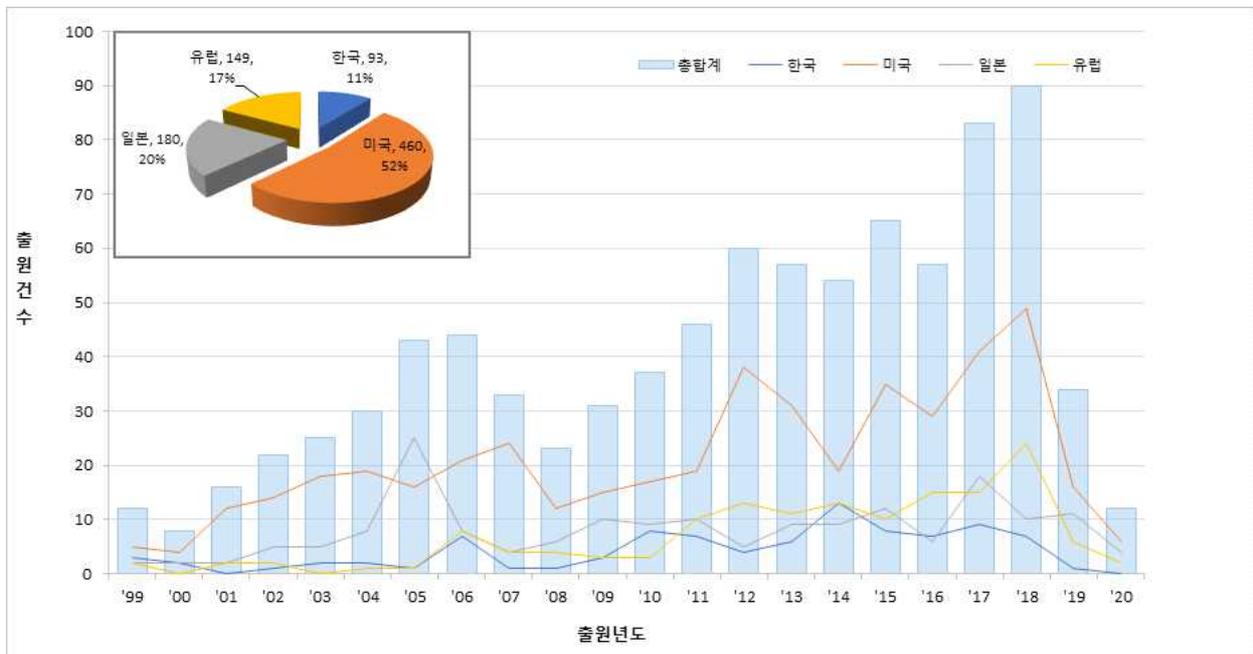
4. 특허 동향

가. 특허동향 분석

(1) 연도별 출원동향

- 스마트제조용 보안시스템의 지난 '22년(1999년~2020년)간 출원동향은 2000년대 중후반에 급격하게 출원이 감소한 것을 제외하면, 전체적으로 증가하는 추세로 나타남
 - 각 국가별로 살펴보면 미국이 가장 활발한 출원활동을 보이고 있음
- 국가별 출원비중을 살펴보면 미국이 전체의 52%의 출원 비중을 차지하고 있어, 최대 출원국으로 스마트제조용 보안시스템 분야를 리드하고 있는 것으로 나타났으며, 일본은 20%, 유럽은 17%, 한국은 11% 순으로 나타남

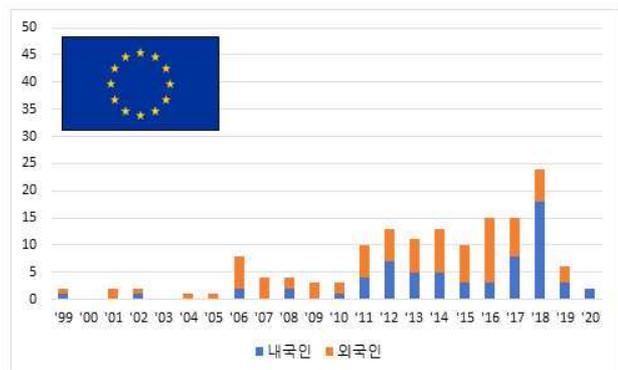
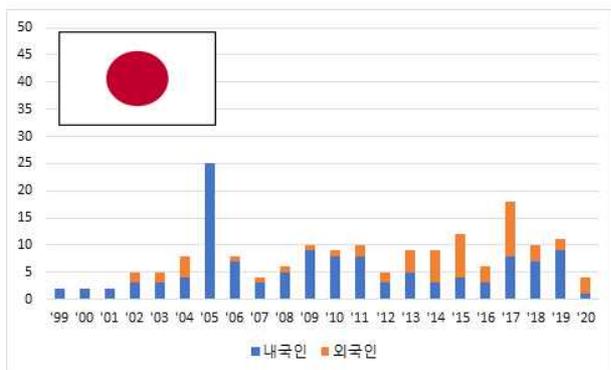
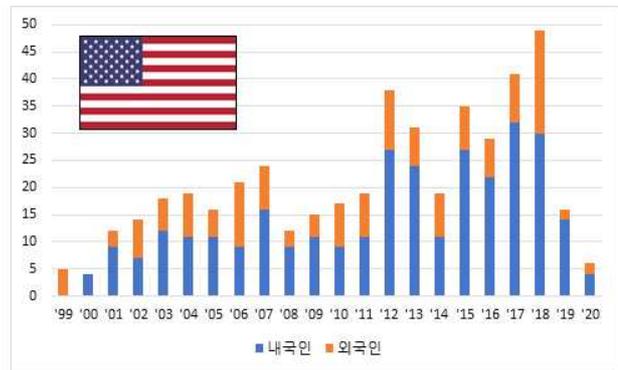
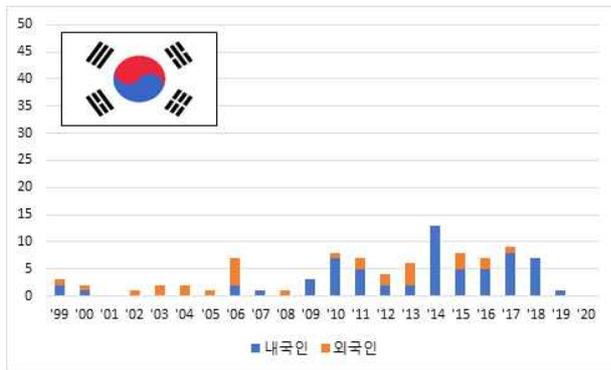
[스마트제조용 보안시스템 연도별 출원동향]



(2) 국가별 출원현황

- 한국의 출원현황을 살펴보면, 매년 증가와 감소를 반복하며 15건 이하의 출원이 이루어지고 있음
 - 내국인 위주의 출원이 진행되고 있음
 - 미국의 출원 수에 비해 20% 정도의 수준을 보임
- 미국의 출원현황을 살펴보면 분석구간 초기부터 전체 특허기술의 출원 증감 흐름에 영향을 주고 있는 것으로 나타남. 미국의 경우, 한국에 비해 외국인의 출원 비중이 큰 것으로 나타남
- 일본의 출원현황을 살펴보면 전체적으로 우상향 추세를 나타내고 있음. 다만, '05년도에 25건의 특허출원이 이루어져 전체분석구간에서 가장 많은 출원이 이루어진 것으로 나타남
- 유럽의 출원현황을 살펴보면, 미국과 유사한 동향을 보이고 있으며, 외국인의 출원 비중이 과반수 이상으로 나타남

[국가별 출원현황]



(3) 기술 집중도 분석

- 전략제품에 대한 최근 기술 집중도 분석을 위한 구간별 기술 키워드 분석 진행
 - 전체 구간(1999년~2020년)에서 Industrial Control, Industrial Automation, Electronic Device 등 키워드가 다수 도출
 - 최근 구간 분석 결과, 최근 1구간(2012년~2015년)과 비교할 때 2구간(2016년~2020년)에서 Public Key, Private Key, Monitoring Node 키워드가 많이 등장하는 것으로 보아 스마트제조용 보안 시스템 분야에는 외부 연계 보안강화와 고신뢰 네트워크 접속제어 기술 관련 연구개발이 활발한 것으로 추정

[특히 키워드 변화로 본 기술개발 동향 변화]

전체구간(1999년~2020년)



- Industrial Control, Industrial Automation, Electronic Device, Private Key, Public Key, Encryption Key, 정보 기록 매체, Information Recording Medium, Communication Protocol, Control Module

최근구간(2012년~2020년)

1구간(2012년~2015년)



- Industrial Control, Industrial Automation, Encode Auxiliary Data, Obtain Encoded Data, Control Module, Electronic Device, Text Data, Identity Attribute Certificate, Response Datagram, Signature Associated

2구간(2016년~2020년)

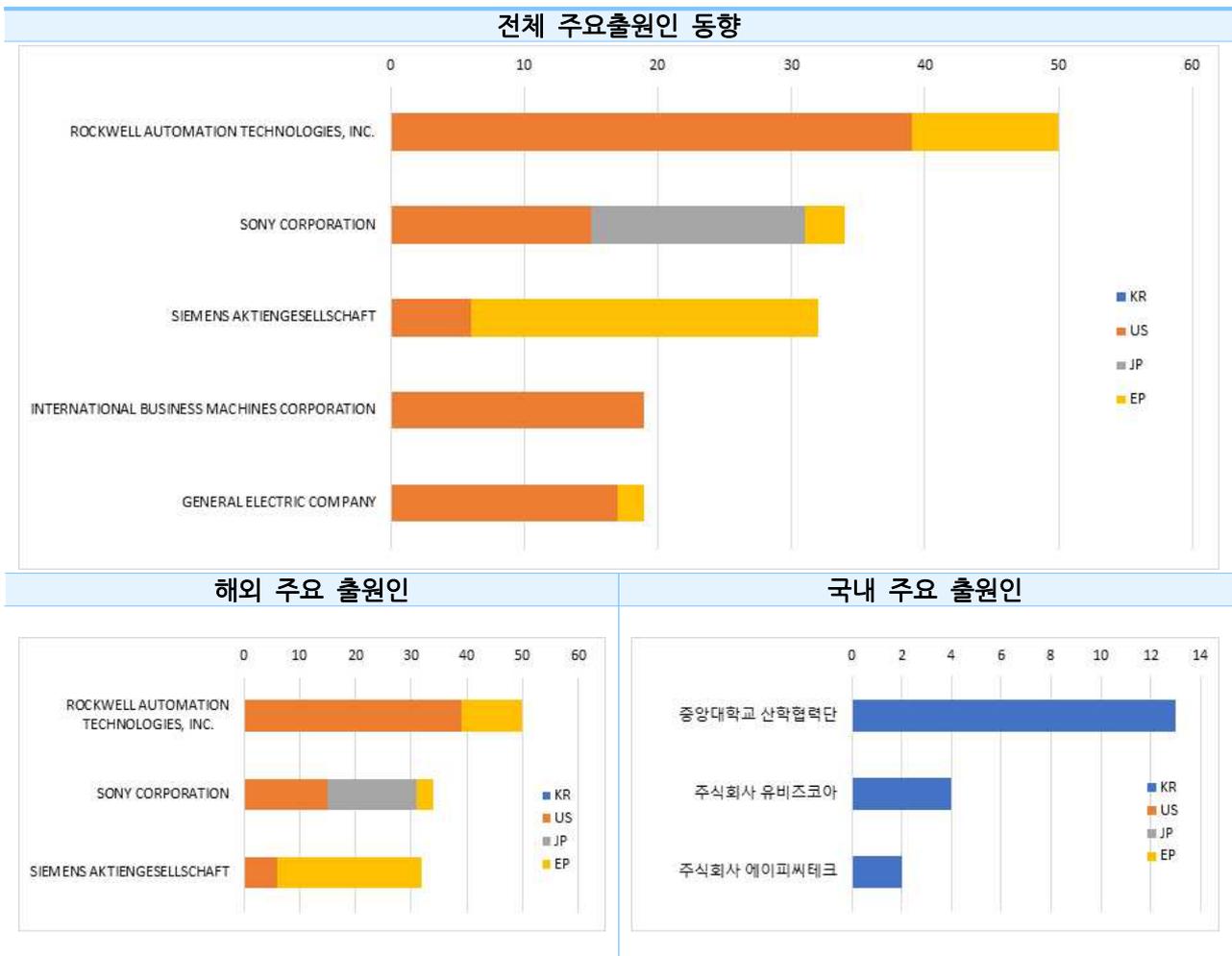


- Industrial Control, Electronic Device, Public Key, Industrial Automation Environment, Private Key, Industrial Asset, 프로세스 플랜트, Monitoring Node, User Associated, Control Module

나. 주요 출원인 분석

- 스마트제조용 보안시스템의 전체 주요출원인을 살펴보면, 주로 미국 국적의 출원인이 다수 포함되어 있는 것으로 나타났으며, 제 1 출원인으로는 미국의 ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES, INC.인 것으로 나타남
 - 제 1 출원인인 ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES, INC.의 출원은 미국에 집중된 경향을 보임
- 스마트제조용 보안시스템 관련 기술로 자동화제어 기술을 다루는 대기업에 의한 출원이 대다수를 차지
 - 국내에서는 연구기관/대학, 중소기업(개인)의 활발한 출원이 이루어짐

[스마트제조용 보안시스템 주요출원인]

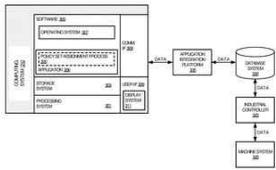
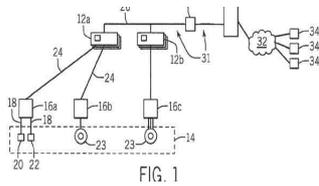
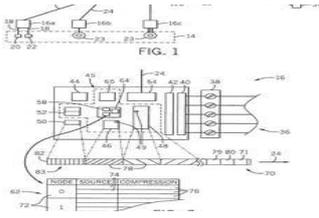
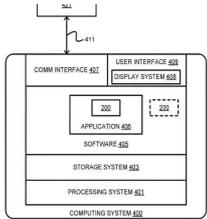
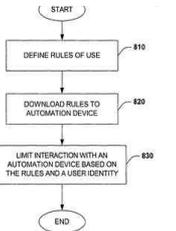


(1) 해외 주요출원인 주요 특허 분석

◎ ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES, INC.

□ ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES, INC은 미국의 산업자동화 및 정보기술 제공 기업으로, 스마트제조용 보안시스템과 관련하여 50건의 특허를 출원하였으며, 그 중 등록된 특허는 24건

[ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES, INC. 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
US9767308 (2016.05.27)	Custom security policies for multiple objects	산업 자동화 환경에서 객체에 대한 보안정책 생성 및 시행을 용이하게 하는 기술	
EP3101581 (2016.05.27)	Security system for industrial control infrastructure using dynamic signatures	산업통제시스템의 동적으로 변화하는 운영형태에서만 명백할 수 있는 변조를 감시함으로써 산업통제시스템의 보안을 강화하는 기술	
EP3101586 (2016.05.25)	Active response security system for industrial control infrastructure	악의적 공격에 대한 심각성을 평가할 수 있는 산업통제시스템	
US9613195 (2016.05.20)	Secondary security authority	1차 및 2차 제어시스템 사용 권한 정의 과정을 통한 산업자동화 환경에서 사용되는 제어프로그램 보호 기술	
US10027489 (2015.08.27)	Digital rights management system and method	산업 자동화 장치에 대한 접근을 제어하기 위한 사용자 신원 확인 및 관리 기술	

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

◎ SONY CORPORATION

- SONY CORPORATION은 일본의 전자제품 및 반도체 기업으로, 스마트제조용 보안시스템과 관련하여 34건의 특허를 출원하였으며 그 중 등록된 특허는 1건
 - SONY CORPORATION은 스마트제조용 보안시스템과 관련하여 주로 미국과 일본에 출원한 것으로 나타남

[SONY CORPORATION 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
US77303041 (2004.06.30)	Device authentication information installation system	공정프로그램과 연결되는 공장작업자의 단말의 보안성 향상 기술	

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

◎ SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT

- SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT는 독일의 엔지니어링 기업으로, 자동화 제어, 에너지, 의료 등의 사업을 진행하는 복합기업임. 스마트제조용 보안시스템과 관련하여 32건을 출원하였으며, 이 중 3건이 등록
 - 스마트제조용 보안시스템과 관련하여 출원을 진행한 특허는 주로 유럽에 출원한 것으로, 자국 내 출원 성향이 높은 것으로 사료

[SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
US9124581 (2013.01.11)	Industrial automation system and method for safeguarding the system	지문인증을 활용한 자동화 시스템에 대한 접근 제어 기술	
EP2660749 (2012.05.03)	Operating device with authentication means	터치스크린의 터치위치에 따른 인증코드 생성을 통한 산업자동화 시스템 인증 기술	
EP2618226 (2012.01.19)	Industrial automation system and method for its protection	지문인증을 활용한 자동화 시스템에 대한 접근 제어 기술	

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

(2) 국내 주요출원인 주요 특허 분석

◎ 중앙대학교

□ 중앙대학교는 스마트제조용 보안시스템과 관련하여 '16년 6월부터 출원을 시작하여 아직까지 등록된 특허는 없는 것으로 파악됨

[중앙대학교 주요특허 리스트]

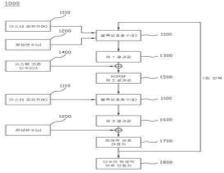
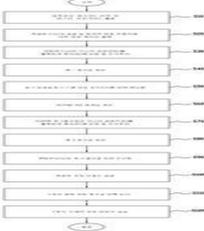
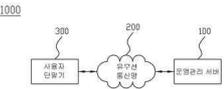
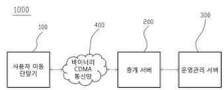
공개번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR2019-0075300 (2017.12.21)	Web 기반 크로스 플랫폼 산업자산 이용 및 관리 시스템	각각의 장치에 대해 웹을 기반으로 차등적 권한을 부여하여 보안을 강화하는 기술	
KR2016-0074024 (2014.12.17)	사용자 패턴 모델링 기반 정보 유출 방지 관리 시스템	산업체에서 무선 센서 네트워크를 통해 사용자의 움직임을 측정하고, 이를 기반으로 사용자 패턴 모델링을 추출하여 사용자에 대한 보안 맞춤형 서비스를 제공	
KR2016-0074698 (2014.12.17)	산업보안 거버넌스 확립을 위한 사물인터넷 장치 기반의 전사적 보안 모니터링 시스템	산업보안 거버넌스 확립을 위한 사물인터넷 장치 기반의 전사적 보안 모니터링 기술	
KR2016-0074708 (2014.12.17)	산업 기밀 정보 유출 사례 유형 분석을 통한 지식 데이터베이스 기반의 산업 보안 관리 시스템	산업 기밀 정보 유출 사례 유형 분석을 통해 산업 자산 유출 유형 지식 데이터베이스를 구축하여 산업 보안 지식의 효과적인 전달과 신속하고 효율적인 산업 보안 대책을 수립하는 기술	
KR2016-0074711 (2014.12.17)	정보 시스템 위탁 개발 시 지속적 보안성 유지를 위한 산업 보안 관리 자동화 시스템 및 그 방법	정보시스템의 패치적용여부, 보안실행여부, 위협여부의 모니터링 및 분석을 통한 보안대책 마련기술	

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

◎ 주식회사 유비즈코아

- 주식회사 유비즈코아는 한국의 통신장비 제조 중소기업으로 스마트제조용 보안시스템과 관련하여 4건의 특허를 출원하였으며, 출원을 진행한 4건의 특허 모두 등록된 것으로 파악. 즉, 출원 건수 대비 많은 등록 건수를 보유하고 있는 것으로 나타남

[주식회사 유비즈코아 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR1236894 (2010.11.11)	유무선 통신망 상의 상호보안 인증 시스템 및 그 인증 방법	블록암호를 키유도 알고리즘에 적용하여 트래픽 보호 안정기를 생성시키는 기술	
KR1026645 (2010.09.08)	암호키 생성 장치 및 그 방법	내부 탑재된 블록 암호를 이용한 키유도 알고리즘을 이용하여 최종적으로 트래픽 보호 안정기를 생성 개수(t)만큼 생성시킴으로써, 데이터 외부유출로 인한 데이터 손실 및 오류를 방지하는 기술	
KR1026647 (2010.07.26)	통신 보안 시스템 및 그 방법과 이에 적용되는 키 유도 암호알고리즘	사용자 단말기와 운영관리 서버 간을 연결하고, 마스터 공유키 일치여부에 따라 통신보안을 실시하는 기술	
KR1018470 (2010.07.03)	바이너리 c d m a 통신망 상의 보안 인증 시스템 및 그 구동 방법	Binary CDMA 기술과 ARIA 기술을 접목하여 운영관리 서버와 사용자 단말기와의 인증 시 보안성을 강화한 인증기술	

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

◎ 주식회사 에이피씨테크

□ 주식회사 에이피씨테크는 스마트제조용 보안시스템과 관련된 특허를 2건 출원하였으며, 2건 모두 등록된 것으로 파악

[주식회사 에이피씨테크 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR2073363 (2018.04.23)	산업 제어 시스템의 보안을 강화하는 보안 통신 장치	통신 모듈 및 암호화 모듈을 일체로 포함하고, 암호화 모듈에서 사용되는 암호 키를 안전하게 갱신함으로써 산업제어 시스템 보안을 강화시키는 기술	
KR2089085 (2018.02.21)	산업 제어 시스템을 위한 암호화 모듈 및 통신 모듈을 포함하는 보안 통신 장치	통신 모듈 및 암호화 모듈을 일체로 포함하고, 보안 통신 장치에 대한 부적절한 접근을 검출함으로써 산업 제어 시스템의 보안을 강화하는 기술	

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

다. 기술진입장벽 분석

(1) 기술 집중력 분석

- 스마트제조용 보안시스템관련 기술에 대한 시장관점의 기술독점 현황분석을 위해 집중률 지수(CRn: Concentration Ratio n, 상위 n개사 특허점유율의 합) 분석 진행
 - 상위 4개 기업의 시장점유율이 0.15로 스마트제조용 보안시스템 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]

주요 출원인 집중력	주요출원인	출원건수	특허점유율	CRn	n
	ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES, INC.(미국)	50	5.7%	0.06	1
	SONY CORPORATION(일본)	34	3.9%	0.10	2
	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (독일)	32	3.6%	0.13	3
	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION(미국)	19	2.2%	0.15	4
	GENERAL ELECTRIC COMPANY(미국)	19	2.2%	0.17	5
	HONEYWELL INTERNATIONAL INC.(미국)	19	2.2%	0.20	6
	BEDROCK AUTOMATION PLATFORMS INC.(미국)	14	1.6%	0.21	7
	중앙대학교 산학협력단(한국)	13	1.5%	0.23	8
	INTEL CORPORATION(미국)	9	1.0%	0.24	9
	MITSUBISHI ELECTRIC CO (일본)	8	0.9%	0.25	10
	전체	882	100%	CR4=0.15	
국내시장 중소기업 집중력	출원인 구분	출원건수	특허점유율	CRn	n
	중소기업(개인)	43	62.3%	0.62	
	대기업	5	7.2%		
	연구기관/대학	21	30.4%		
	전체	69	100%	CR중소기업=0.62	

(2) 특허소송 현황 분석

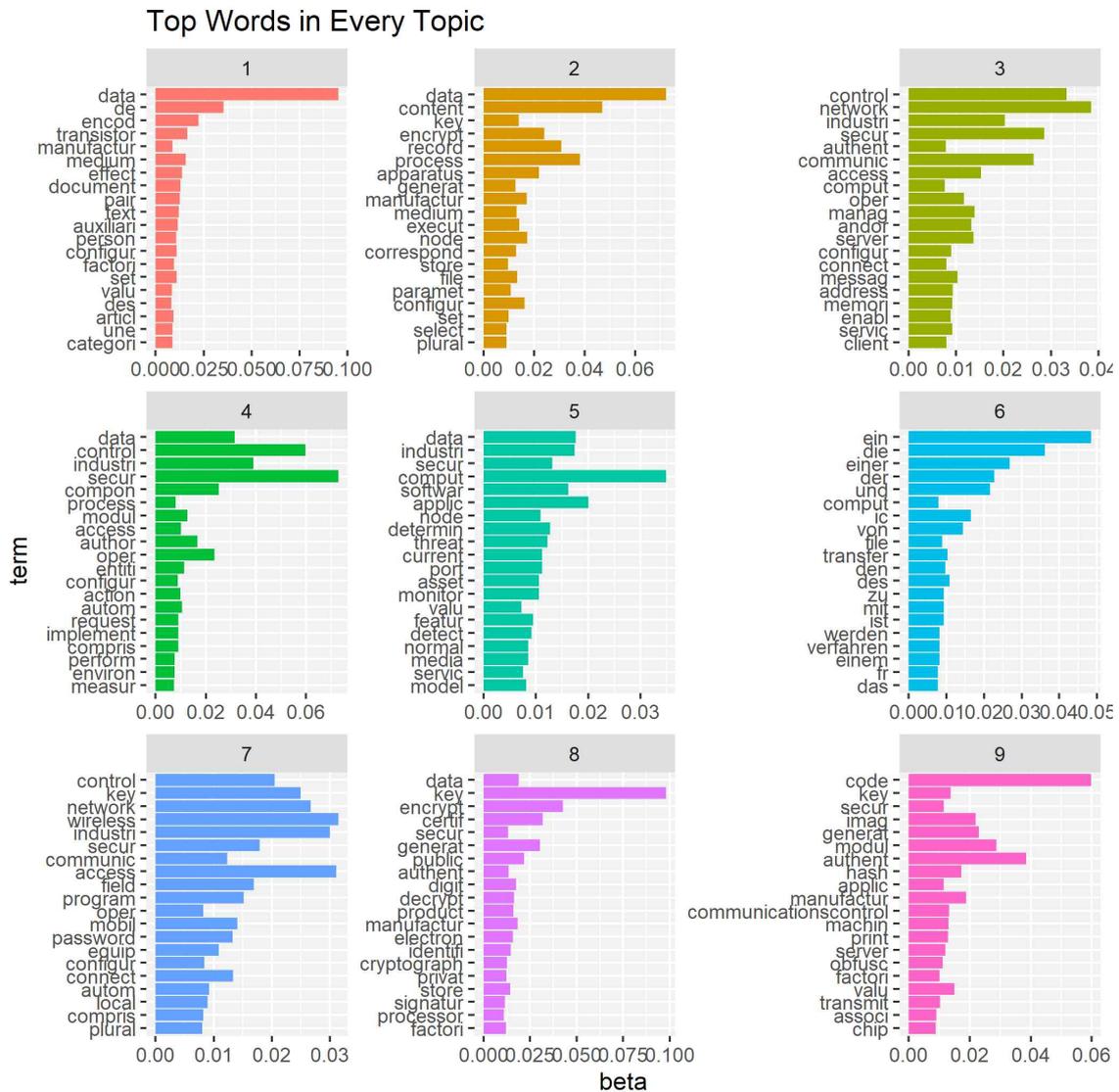
- 스마트제조용 보안시스템 분야 관련 특허소송 이력은 검색되지 않음
 - 따라서 국내기업이 미국시장에 진입하는 경우, 해당 분야를 선점할 수 있을 것으로 판단
 - 다만, ICT를 이용하지 않는 제조시스템에서의 방화벽 기술과 관련해서는 몇 개의 소송이 검색

5. 요소기술 도출

가. 특허 기반 토픽 도출

- 698개의 특허의 내용을 분석하여 구성 성분이 유사한 것끼리 클러스터링을 시도하여 대표성이 있는 토픽을 도출

[스마트제조용 보안시스템에 대한 토픽 클러스터링 결과]



나. LDA²⁵⁾ 클러스터링 기반 요소기술 도출

[LDA 클러스터링 기반 요소기술 키워드 도출]

No.	상위 키워드	대표적 관련 특허	요소기술 후보
클러스터 01	data, encode, transistor, medium, effect, document, pair, text, auxiliaries	<ul style="list-style-type: none"> Quantum cryptography apparatus Physically non-clonable function device with floating screen transistors, and method for manufacturing same 	초분산 네트워크 연계를 위한 네트워크 경계 보안 기술
클러스터 02	data, content, process, record, encrypt, apparatus, node, manufacture, configure, execute	<ul style="list-style-type: none"> Data processing system and microstructure manufacturing system, and data processing method and microstructure manufacturing method Information processing device, information record medium manufacturing device, information record medium, method therefore, and computer program 	DB/클라우드 기반 데이터 저장 및 관리 보호 기술
클러스터 03	network, control, secure, communicate, industries, access, manage, server, andor, oper	<ul style="list-style-type: none"> Indoor automation and control method and system thereof using rfid-to-bluetooth selective adapter Network security appliance 	무선 네트워크 보안 기술
클러스터 04	secure, control, industries, data, component, oper, author, module, entities, automate	<ul style="list-style-type: none"> Context-sensitive confidentiality within federated environments Secondary security authority 	초분산 네트워크 연계를 위한 네트워크 경계 보안 기술
클러스터 05	compute, application, data, industries, software, secure, determine, threat, current, port	<ul style="list-style-type: none"> Domain level threat detection for industrial asset control system Dynamic normalization of monitoring node data for threat detection in industrial asset control system 	데이터 및 사용자 실시간 모니터링 기술
클러스터 06	ein, die, einer, der, und, ic, von, des, transfer, den	<ul style="list-style-type: none"> Method and computer including protection against cyber criminal threats Block forming device and method, node device and block confirmation method 	초분산 네트워크 연계를 위한 네트워크 경계 보안 기술
클러스터 07	wireless, access, industries, network, key, control, secure, field, program, mobile	<ul style="list-style-type: none"> Semiconductor device and a method of manufacturing a semiconductor device A semiconductor device and a method of manufacturing a semiconductor device 	-
클러스터 08	key, encrypt, certify, generate, public, data, manufacture, digit, decrypt, product	<ul style="list-style-type: none"> Method for controlling secure transactions using a single multiple dual-key device, corresponding physical device, system and computer program Method and apparatus for storage of data for manufactured items 	DB/클라우드 기반 데이터 저장 및 관리 보호 기술
클러스터 09	code, authentic, module, generate, image, manufacture, hash, value, key, communications control	<ul style="list-style-type: none"> Copy protection method and system for a field-programmable gate array System and method for authenticating and enabling functioning of a manufactured electronic device 	업무 프로세스별 보안 위협요소 및 취약점 대응관련 보안 기술

25) Latent Dirichlet Allocation

다. 특허 분류체계 기반 요소기술 도출

- 스마트제조용 보안시스템 관련 특허에서 총 3개의 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
(G06F) 전기에 의한 디지털 데이터처리	• (G06F-021) 부정행위로부터 프로그램 또는 데이터, 그 컴퓨터 부품을 보호하기 위한 보안 장치	-
(H04L) 디지털 정보의 전송, 예. 전신통신	• (H04L-009) 비밀 또는 보안을 위한 배치	초분산 네트워크 연계를 위한 네트워크 경계 보안 기술
(H04W) 무선통신네트워크	• (H04W-012) 보안 장치, 예. 접속 보안 또는 부정 검출; 인증, 예. 사용자 신원 또는 권한 검증; 프라이버시 또는 익명성 보호	무선 네트워크 보안 기술

다. 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 보안시스템 분야 요소기술 도출]

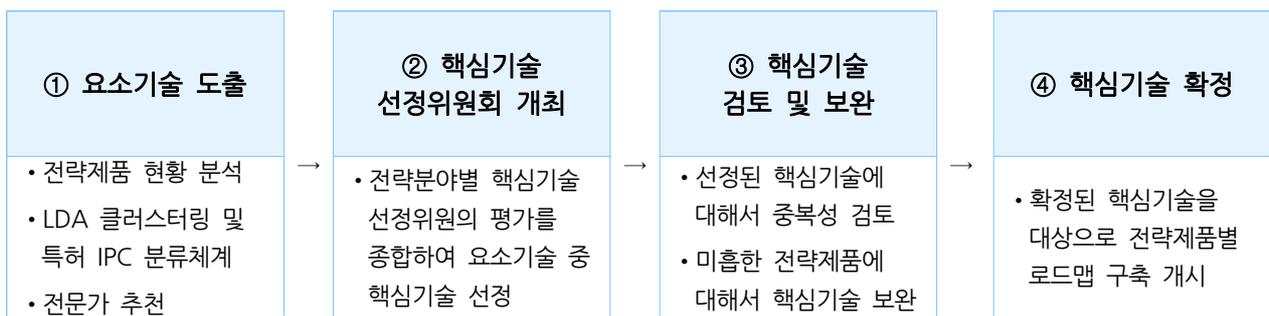
요소기술	출처
초분산 네트워크 연계를 위한 네트워크 경계 보안 기술	특허 클러스터링, IPC 기술체계, 전문가 추천
DB/클라우드 기반 데이터 저장 및 관리 보호 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
업무 프로세스별 보안 위협요소 및 취약점 대응관련 보안 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
무선 네트워크 보안 기술	특허 클러스터링, IPC 기술체계, 전문가 추천
데이터 및 사용자 실시간 모니터링 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
행위 프로파일링 기술	전문가 추천

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

[스마트제조용 보안시스템 분야 핵심기술]

핵심기술	개요
5G 이동통신 MEC (Mobile Edge Computing) 연계 스마트제조 보안 기술	• MEC 내에 공장의 제어시스템, 제어단말, 주요 기기 등에 대한 접근통제 서비스 제공 • 기기에 대한 접근 이력, 제어명령 등의 로그를 저장 • 접근기록 등의 분석을 통한 보안통제 기술
외부 연계 보안강화를 고려한 고신뢰 네트워크 접속제어 기술	• 폐쇄망인 스마트제조망에서 외부 연계가 이뤄지는 경우, 인터넷, 이동통신망 등 공중통신망을 경유하여도 논리적으로 분리된 네트워크 구성으로 안전하게 정보를 전달할 수 있는 폐쇄 그룹 보안통신이 가능하도록 해주는 고신뢰 하드웨어 기반 네트워크 접속제어 기술
클라우드 기반 스마트제조 보안플랫폼 기술	• 제조현장에 적합한 보급형 스마트제조를 지원하면서 다양한 보안 위협에 대응할 수 있게 해주는 클라우드 서비스 기반의『스마트제조 보안 플랫폼』 구축 기술
스마트제조 보안 위협요소 및 취약점 분석·대응 기술	• ICT 환경에서 가능했던 다양한 침해 위협이 스마트제조업 분야 환경에서 어떻게 나타날 수 있는지 분석하고, 이러한 침해 위협에 기반하여 침해사고 탐지를 위해 필요한 정보 수집 및 분석 기술, 침입 및 위협 탐지 기술과 발생한 침해사고에 대응하기 위한 침입 차단, 제거 및 복구 기술 그리고 침해 원인분석 기술

다. 중소기업 기술개발 전략

- 중소제조기업에 적합한 보급형 보안 핵심기술과 관리체계의 개발
- 업무 프로세스별 보안 모니터링을 위한 설비 시스템 및 네트워크 상태 분석에 대한 연구개발
- 제어 프로세스 트랜잭션 추적기반의 능동적 공격 위협 탐지 기술 개발 필요

라. 기술개발 로드맵

(1) 중기 기술개발 로드맵

[스마트제조용 보안시스템 분야 중기 기술개발 로드맵]

스마트제조용 보안시스템	보급형 보안 핵심기술과 관리체계 개발			최종 목표
	2021년	2022년	2023년	
5G 이동통신 MEC (Mobile Edge Computing) 연계 스마트제조 보안 기술				산업용 기기 및 단말 접근 통제 기술 개발
외부 연계 보안강화를 고려한 고신뢰 네트워크 접속제어 기술				고신뢰 하드웨어 기반 네트워크 접속제어 플랫폼 개발
클라우드 기반 스마트제조 보안플랫폼 기술				중소 제조업용 클라우드 기반 스마트제조 보안플랫폼 개발
스마트제조 보안 위험요소 및 취약점 분석·대응 기술				중소형 제조기업 대상 제어보안 침해사고 탐지 및 대응 플랫폼 개발

(2) 기술개발 목표

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

[스마트제조용 보안시스템 분야 핵심요소기술 연구목표]

핵심기술	기술요구 사항	연차별 개발목표			최종목표	연계R&D 유형
		1차년도	2차년도	3차년도		
5G 이동통신 MEC (Mobile Edge Computing) 연계 스마트 제조 보안 기술	접근통제 정확도	MEC 내에 공장의 제어시스템, 제어단말, 주요 기기 등에 대한 접근통제 서비스 제공	기기에 대한 접근 이력, 제어명령 등의 로그를 저장	접근기록 등의 분석을 통한 보안통제	5G MEC기반 산업용 기기 및 단말 접근 통제 기술 개발	상용화
외부 연계 보안강화를 고려한 고신뢰 네트워크 접속제어 기술	네트워크 보안성	안전하지 않은 망(공중통신망)을 통해서도 분류된 정보를 안전하게 전달하는 기술	소프트웨어 기반의 네트워크 노드 접속 기술	네트워크 노드 구성 관리 소프트웨어 기술	공중통신망을 경유하여 폐쇄 그룹 보안통신을 실시할 노드 탐색과 경로 설정 및 암호화된 통신이 가능한 고신뢰 하드웨어 기반 네트워크 접속제어 플랫폼 개발	상용화
클라우드 기반 스마트팩토리 보안플랫폼 기술	클라우드 서비스	스마트 팩토리 보안 플랫폼 개발을 위한 보안 원천기술 개발	중소·중견 제조업용 클라우드 기반 스마트 팩토리를 위한 보안 플랫폼 개발	스마트팩토리 보안 플랫폼 표준화 추진 및 실증을 위한 시범사업 실시	중소 제조업용 클라우드 기반 스마트팩토리 보안플랫폼 개발	기술혁신
스마트제조 보안 위협요소 및 취약점 분석·대응 기술	침해탐지·분석	국내외 선진 기술 동향 연구, 중소기업 보안 실태 조사, 제어보안 침해사고 탐지 및 대응 플랫폼 설계	제어보안 침해사고 탐지 및 대응 플랫폼 개발, 중소기업 제어보안 가이드라인 작성 및 배포	개발 기술의 상용화 준비 및 실증	중소형 제조기업 대상 제어보안 침해사고 탐지 및 대응 플랫폼 개발	기술혁신