

중소·중견기업 기술로드맵 2017-2019

Technology Roadmap for SME

- 스마트팩토리 -



CONTENTS

전략분야

스마트팩토리

1. 개요	1
2. 국내외 정책동향	7
3. 산업이슈 및 동향	10
4. 시장동향 및 전망	19
5. 기술동향 및 이슈	21
6. 중소기업 시장대응전략	28
7. 중소기업 전략제품	29

전략제품

스마트 제조 애플리케이션

1. 개요	37
2. 산업환경분석	41
3. 시장환경분석	51
4. 기술환경분석	56
5. 중소기업 환경	70
6. 기술로드맵 기획	78

스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술

1. 개요	93
2. 산업환경분석	97
3. 시장환경분석	102
4. 기술환경분석	109
5. 중소기업 환경	124
6. 기술로드맵 기획	132

스마트 제조 CPS

1. 개요	139
2. 산업환경분석	145
3. 시장환경분석	152
4. 기술환경분석	154
5. 중소기업 환경	170
6. 기술로드맵 기획	178

스마트 제조 빅데이터 분석 시스템

1. 개요	186
2. 산업환경분석	189
3. 시장환경분석	195
4. 기술환경분석	199
5. 중소기업 환경	211
6. 기술로드맵 기획	219

스마트 제조 홀로그램

1. 개요	225
2. 산업환경분석	229
3. 시장환경분석	232
4. 기술환경분석	235
5. 중소기업 환경	249
6. 기술로드맵 기획	257

3D 프린팅 제조 시스템

1. 개요	263
2. 산업환경분석	268
3. 시장환경분석	274
4. 기술환경분석	281
5. 중소기업 환경	297
6. 기술로드맵 기획	305

스마트팩토리

1. 개요

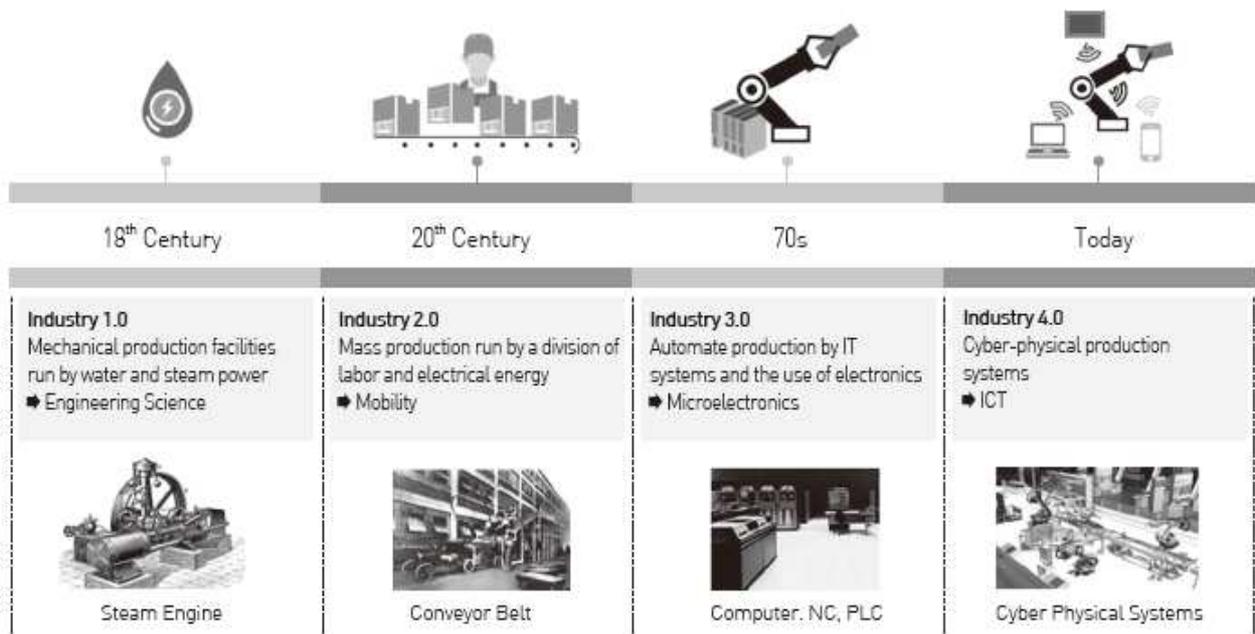
가. 정의

- 스마트팩토리(Smart Factory)란 제품의 기획, 설계, 생산, 유통, 판매 등 전 과정을 IT 기술로 통합, 최소 비용 및 시간으로 고객맞춤형 제품을 생산하는 공장을 의미함
- 제조업 위상 강화, 고급인재 유치, 양질의 일자리 창출 등을 지향하는 스마트팩토리는 생산과정, 조달물류, 서비스까지 통합이 목표임
- 생산성 향상, 에너지 절감, 안전한 생산환경을 구현하고, 다품종 복합생산이 가능한 유연한 생산체계 구축 가능
- IoT(Internet of Things), CPS를 기반으로 제조 쉘단계가 자동화·정보화되고 전후방 산업 전체가 하나의 공장처럼 실시간 연동되어 서비스되는 시스템임
- 과거에는 하나의 공장에서 대량생산을 위해 공장자동화(Factory Automation)를 구축하였지만, 스마트팩토리는 모든 공장을 하나의 공장이 움직이는 것과 같이 상호 연동되어 움직이며, 제4차 산업혁명으로 불리고 있음
- 제4차 산업혁명은 독일 제조업이 직면한 사회, 기술, 경제, 생태, 정치 부문의 변화에 ICT를 접목해 총력적으로 대응하겠다는 전략으로, 사물인터넷 (IoT: Internet of Things)과 기업용 소프트웨어, 위치정보, 보안, 클라우드, 빅데이터, 가상현실 등 ICT 관련 기술들을 적극 활용하는 스마트팩토리를 목표로 함

[스마트팩토리의 제조 단계별 모습]

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

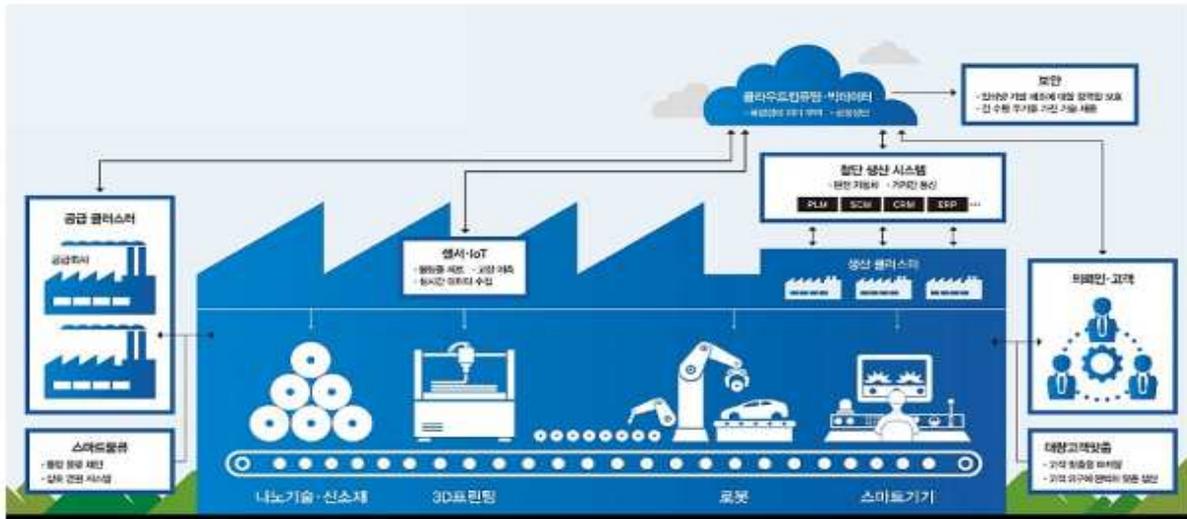
*출처 : 스마트 공장의 글로벌 추진동향과 한국의 표준화 대응전략



*출처 : KEIT PD(2015.04) 스마트팩토리 기술 동향

[기술변화에 따른 산업혁명의 4단계]

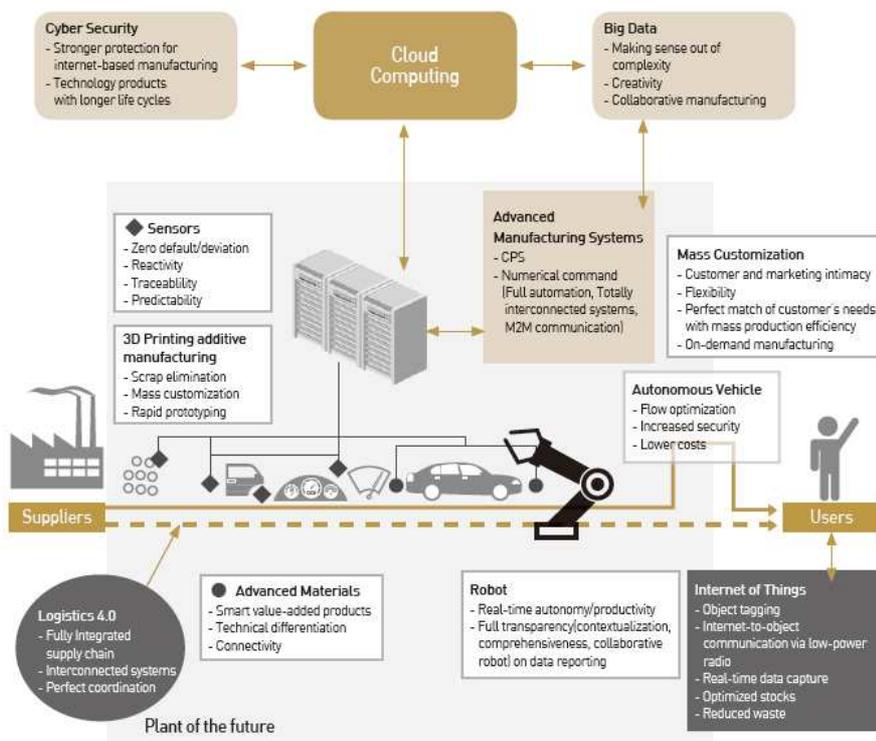
- 스마트팩토리가 구현되면 각 공장에서 수집된 수많은 데이터를 기반으로 분석하고, 의사결정하는 데이터 기반의 공장 운영(Data Driven Operation)체계를 갖춤으로써 생산현장에서 발생하는 현상, 문제들의 상관관계를 언어낼 수 있으며 원인을 알 수 없었던 돌발 장애·품질 불량 등의 원인을 알아내고 해결할 수 있게 됨
- 뿐만 아니라 숙련공들의 경험 즉, 암묵지에 머물러 있던 노하우를 축적해 형식지화함으로써 누구나 쉽게 활용할 수도 있고, 현장에서 발생하는 돌발 상황들이 모니터링 되어 비숙련자도 대응할 수 있도록 원격지에서 가이드를 해줄 수 있게 됨



*출처 : 생산성 높이고 불량 잡는 스마트팩토리 (테크M, 2016.05.28. 도강호)

[스마트팩토리 구성]

- 스마트팩토리는 전통 제조 산업에 ICT를 결합하여 개별공장의 설비와 공정이 지능화되어 서로 연결되고, 모든 생산정보의 지식이 실시간으로 공유, 활용되어 최적화된 생산운영이 가능한 공장인 동시에 이러한 개념의 확장을 통해 상·하위 공장들과 연결되어 협업적 운영이 지속될 수 있는 생산체계를 갖춘 공장임



*출처 : Roland Berger Strategy Consultants, 'INDUSTRY 4.0:The new industrial revolution How Europe will succeed', 2013.3

[미래 스마트팩토리 모습]

나. 범위 및 분류

(1) 범위

- 스마트팩토리 분야는 크게 애플리케이션, 플랫폼, 디바이스로 구분할 수 있음
- 애플리케이션 : 스마트팩토리 IT 솔루션의 최상의 소프트웨어 시스템으로MES, ERP, PLM, SCM 등의 플랫폼 상에서 각종 제조 실행을 수행하며, 디바이스에 의해 수집된 데이터를 가시화하고 분석할 수 있는 시스템
 - 애플리케이션 구성은 공정설계, 제조실행분석, 품질분석, 설비보전, 안전/증감작업, 유통/조달/고객대응 등이 있음
- 플랫폼 : 스마트팩토리 IT 솔루션의 하위 디바이스에서 입수한 정보를 최상위 애플리케이션에 전달 역할을 하는 중간 소프트웨어 시스템
 - 디바이스에 의해 수집된 데이터를 분석하고, 모델링 및 가상 물리 시뮬레이션을 통해 최적화 정보 제공, 각종 생산 프로세스를 제어/관리하여 상위 애플리케이션과 연계할 수 있는 시스템으로 구성, 생산 빅데이터 애널리틱스, 사이버 물리 기술, 클라우드 기술, Factory-Thing 자원관리 등이 있음
- 디바이스 : 스마트팩토리 IT 솔루션의 최하위 하드웨어 시스템, 공장의 모든 기초 정보를 감지 및 제어하는 단계로 컨트롤 기술, 네트워크 기술, 센싱 기술 등이 있음
 - 스마트 센서를 통해 위치, 환경 및 에너지 감지하고 로봇을 통해 작업자 및 공작물의 위치를 인식하여 데이터를 플랫폼으로 전송할 수 있는 시스템으로 구성되어 있음

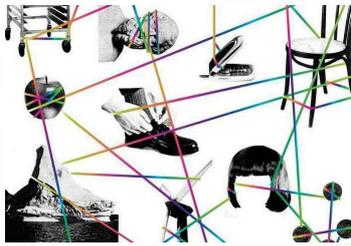
[스마트팩토리 주요제품 분류]

대분류	중분류	세부제품
스마트 제조 시스템	애플리케이션	MES(Manufacturing Execution System)
		ERP(Enterprise Resource Planning)
		PLM(Product Lifecycle Management)
		SCM(Supply Chain Management)
	플랫폼	생산 빅데이터 애널리틱스
		사이버물리 기술
		클라우드
		Factory-Thing 자원관리
	디바이스	컴포넌트 컨트롤러
		로봇
		센서

- 또한, 스마트팩토리는 생산과 관련된 환경정보를 감지하고, 감지된 정보를 분석하고 판단, 그리고 판단된 결과를 생산현장에 반영/실행하는 3단계로 구성됨
 - 감지 : 고객요구사항, 제품수명 등 시장 환경과 생산조건, 실적정보, 재고현황 등의 제품 환경, 그리고 생산 장비, 인력운용 등의 생산 환경까지 관련된 모든 다양한 정보들을 수집하는 기능
 - 판단 : 생산 환경 정보와 생산 전략의 변화를 바탕으로 사전에 분석하고 정의된 기준에 따라 생산 환경 및 전략을 수정하는 것을 결정하는 기능
 - 실행 : 판단결과가 실시간으로 생산환경에 적용되기 위하여 네트워크를 통한 제어 및 생산 전략 변경을 수행하는 기능

- 제조업 주기에 맞춘 스마트 제조기술별 구성요소로는 서비스·제품(소비자 요구를 반영한 맞춤형 설계·생산, 개인맞춤형 서비스 및 비즈니스 창출이 가능한 기술개발), 생산공정(제조공정의 가상화, 제조설비-시스템간 연동 등을 통한 최적화 생산·제어 및 에너지 절감 기술개발), 네트워크 연결 디바이스(제조공정 디바이스간 자율협업, 공장-설비-제품-소비자의 네트워크 연결 및 통합관리가 가능한 기술개발)로 구분할 수 있음

[스마트팩토리 제조기술별 구성요소]

	서비스·제품	생산공정	네트워크 연결 디바이스
			
기술개발	빅데이터, 클라우드, 홀로그램 등 소비자 맞춤형 가상 제조, 소비자 요구 및 트렌드 분석 등	홀로그램, CPS, 에너지절감, 3D프린팅 등 실감형 제품 가시화, 마이크로 팩토리 공정 기술 등	스마트센서, IoT, 3D프린팅 등 스마트 복합센서, IoT플랫폼, 3D프린터 등
공정적용	소비자 수요분석 및 제품 디자인단계에서 빅데이터 분석을 활용하고 제품의 서비스화 구현에 적용	스마트 공장 제품 설계 및 공장설비 단계에서, 가상 시제품 제작, 설비 공정 및 제조 등에 활용	스마트 공장 자동화 설비, 지능형 로봇, 자율 공정시스템 등에 복합센서 연결 및 데이터 수집 및 제어 등에 활용
적용제품	스마트 자동차, 착용형 스마트 기기 등	스마트 에너지 소비 네트워크, FEMS 등	스마트 컨트롤러 등

*출처 : 제7차 무역투자진흥회의[제조업 혁신3.0] 전략 실행대책, 창조경제 구현을 위한 제조업의 스마트 혁신 추진방안

(2) 분류

- 스마트팩토리의 분류는 산업기술분류표¹⁾ 상에서 지식서비스, 기계·소재, 전기·전자 산업기술에 포함되며, 생산공정모델링/시뮬레이션, 자동화 관련 계측/센서 기술, 디스플레이 제조장비가 포함
 - 산업기술 중분류를 기준으로 생산공정모델링/시뮬레이션은 연구개발/엔지니어링 서비스로 분류할 수 있으며, 자동화 관련 계측/센서 기술은 로봇/자동화 기계로, 디스플레이 제조장비는 디스플레이로 분류

[스마트팩토리 분야 산업기술분류]

구분	산업기술_대분류	산업기술_중분류	산업기술_소분류
스마트팩토리	지식서비스	연구개발/엔지니어링 서비스	생산공정모델링/시뮬레이션
	기계·소재	로봇/자동화 기계	자동화 관련 계측/센서 기술
	전기·전자	디스플레이	디스플레이 제조장비

1) 산업기술혁신사업 공통 운영요령(시행 2016. 9.1) 제16조(산업기술분류체계) ① 장관은 사업의 기획·평가·관리에 관한 업무를 효율적으로 추진하기 위해 산업기술분류체계를 수립하여 활용할 수 있음. ② 산업기술 분류체계는 규정에 의하여 산업통상자원부 등에서 기획, 평가, 관리에 활용하는 체계임

2. 국내외 정책동향

▣ 미국, 독일, 일본 등 주요 제조 선진국뿐만 아니라 중국 등 신흥국들도 제조업의 중요성에 주목하고 제조업의 성장활력 제고, 고용창출, 무역수지 개선 등을 위해 ICT를 활용한 제조업 경쟁력 강화정책을 수립하고 추진하고 있음

- 독일 : 신흥국의 원가경쟁력을 통한 추격, 선진국의 기술 추격에 대응해 제조업의 주도권을 지속하기 위해 한 단계 앞서 나가는 4차 산업혁명(Industrie 4.0)을 구상
 - 국가 하이테크 비전 2020의 액션 플랜에 Industrie 4.0을 2012년에 편입하고 2.5억 유로를 투입, 사물인터넷과(IoT) 스마트팩토리 등을 통해 제품개발, 생산제조, 유통, 서비스 등 제조업의 모든 공정을 최적화하여 산업 생산성 30% 향상을 목표
 - ICT를 생산공정에 접목한 『Industrie 4.0』을 통해 4차 산업혁명을 선도한다는 계획
 - ※ (1차) 기계화(1784~), (2차) 대량생산(1870~), (3차) 자동화(1969~)
 - 사물인터넷 기반 가상·현실 통합시스템(CPS) 플랫폼으로 쏘제조공정의 유연화·네트워크화

- 미국 : 글로벌 금융위기 이후 첨단 제조업이 국가 경쟁력의 근간으로 인식하고 인력양성·R&D 투자 확대 등의 정책 추진
 - 2009년부터 ‘Remaking America’를 슬로건으로 국가 첨단 제조방식 전략계획(2012.2) 등 제조업 부흥정책을 강력 추진
 - 새로운 산업플랫폼 형성을 위한 대학의 기초연구 강화 및 기업연구개발 투자 장려 정책과 세계 최고수준의 IT·SW 기술을 바탕으로 제조업의 국내복귀(reshoring) 및 경쟁력 제고를 통한 제조업 르네상스 운동을 전개
 - ICT 기술우위를 토대로 제조업의 부흥 도모
 - ※ 세계 소프트웨어 생산 80%, 초고성능 컴퓨터시스템 53% 점유
 - 제조공정의 디지털화·연결성 강화 및 빅데이터 등 新분석기법 부상으로 미국 제조업의 경쟁력 상승
 - 제조경쟁력 강화를 위하여 산학연 협력 R&D, 제조설비·인프라 공유를 통한 「첨단 제조 파트너십(AMP)」을 ‘11년부터 추진
 - 국가과학기술위원회(NSTC)가 「첨단제조업 국가전략계획」 및 연방정부차원의 지원전략을 ‘12년에 발표하여 지원
 - 산업계, 학계, 정부가 공동으로 「제조혁신네트워크(NNMI)」를 구축하여 혁신 가속화 및 제조 기술의 상용화 지원을 ‘13년부터 10년간 10억 달러 투자 및 45개 기관의 참여를 목표로 추진
 - 세계에서 가장 혁신적인 경제 국가 지위 유지와 당면한 국가적 과제 해결을 목표로 하는 「신 미국 혁신전략(New Strategy for American Innovation)」을 ‘15년에 발표하고 첨단 제조업 등 9대 전략 분야에 대한 적극적인 투자 강조

- 일본 : 디스플레이선 탈피와 경제 재건을 위해 아베노믹스 3대 전략의 하나로서 ‘산업재흥플랜’(2013.6)에 기반을 둔 과학기술혁신 정책 전개
 - 기존에 발표된 신성장전략(2010), 일본재생전략(2012) 등과 달리 문제점 해결을 위한 세부전략을 제시하고 구체적인 목표를 제시
 - 첨단설비투자 촉진과 과학기술혁신 추진을 핵심과제로 선정하고 제조업 경쟁력 강화를 위한 설비 투자지원, 도전적 R&D 투자 강화 등을 통해 향후 5년 이내에 기술력 순위를 1위(현재 5위)로 하는 목표를 제시
 - 엔화 약세 정책과 더불어 산업재흥플랜에 기반한 산업구조 혁신 및 설계생산기술 R&D 투자 강화(‘첨단설비투자 촉진’ 및 ‘과학기술혁신 추진’을 핵심과제로 선정)

- 중국 : 제조업의 특정분야가 아닌 제조업 전체를 아우르고 5년 단위로 수립된 과거의 계획들과 달리 10년 앞을 내다본 ‘중국제조 2025’ 계획을 제정
 - 앞으로 10년(2015~2025년)안에 전 세계 제조업 ‘2부 리그’에 들어가고, 그 다음 10년(2025~2035년)엔 ‘1부 리그’ 진입 뒤 세 번째 10년 기간(2035~2045년)에 1부 리그의 선두로 발돋움 하겠다는 전략 제시
 - 제조업 전반에 대해 톱다운 방식의 전략적 대응과 상황변화에 유연한 대응을 할 수 있는 전략과 함께 차세대 IT 기술, 첨단 CNC 공작기계 및 로봇 등의 10대 육성 전략을 세움
 - 제12차 5개년 계획 內 생산장비 고도화 및 정보 통신진흥계획을 수립하고 제조업 미래 투자 본격화(제조업 개조 및 고도화, 전략적 신성장 산업 육성 등 제조업 경쟁력 제고를 최우선 정책방향으로 제시)

□ 한국은 제조업의 창조경제 구현을 목표로 제조업·IT융합을 통한 생산현장, 제품, 지역생태계를 혁신하고 성공사례를 조기 창출하여 제조업 전반으로 확산하고자 하는 제조업 혁신 3.0 전략을 마련함

- 한국 : 제조업의 창조경제 구현을 목표로 4대 추진방향, 13대 세부 추진과제를 중심으로 제조업 혁신 3.0 전략 수립

[제조업 혁신 3.0 전략]

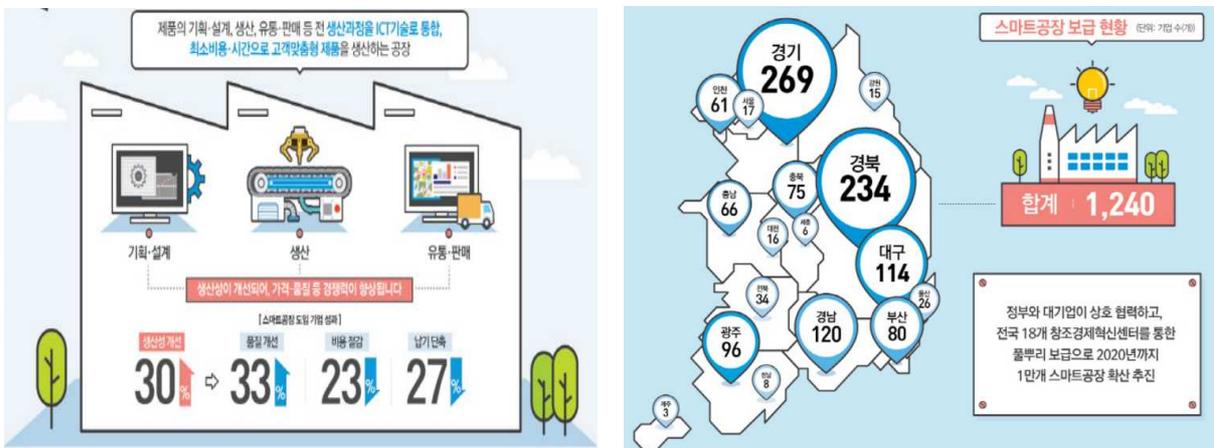
추진전략	세부과제
스마트팩토리 확산	- 2020년 스마트팩토리 1만개 육성 - 8대 스마트제조기술 개발
창조경제 신산업 창출	- 고속 수직이착륙 무인기 - 개인맞춤형 건강관리시스템 - 극한환경용 해양플랜트 등
지역 산단 스마트화	- 17개 지역 산단 혁신 - 생활문화기반 구축 - 지역특화산업 대기업 주력분야 연계
사업재편촉진 혁신조성	- 스마트 자동차 등 융합 신제품 인허가 패스트 트랙 활성화 및 시범 특구 도입

*출처 : 산업통상자원부(2015), 제조업 혁신 3.0전략 추진과제

▣ 스마트팩토리, 디지털화 등 신성장 산업과의 융합 지원

- 생산성 제고 및 작업환경 개선을 위한 연속공정 자동화, 제조로봇설비 지원 및 스마트팩토리 구축·확산 추진을 통한 뿌리기업 공정혁신 촉진
 - 공정혁신 촉진을 위하여 IT솔루션 제공, 생산공정 디지털화 등 IT융합 첨단화 지원

- 정부는 민간과 공동으로 ‘민관합동스마트공장추진단’을 설립해 적극적으로 ‘스마트팩토리’ 보급 사업을 진행
 - 추진단은 2020년까지 전체 중소 제조기업의 1/3에 해당하는 1만 개의 스마트팩토리를 보급한다는 계획으로 중소기업을 지원
 - 추진단이 진행하는 사업은 크게 세 가지로 보급 및 확산사업, R&D 지원 사업, 표준진단 서비스 등이 있으며, 보급사업을 통해 2015년 말까지 1,240개사의 스마트팩토리 구축을 지원하였고, ‘스마트공장 R&D 로드맵’을 수립해 설계 자동화, 품질 고도화, SW통합운영, 개방형 산업 IoT 플랫폼 등 스마트공장 보급과 연계한 6대 R&D 과제를 진행함. 또한 민간의 자발적인 스마트공장 확산을 위해 표준 진단모델을 개발, 자발적 진단을 가능하게 하겠다는 계획임



* 출처 : 민관합동 스마트공장추진단

[스마트공장 개념 및 보급현황]

- 중소기업청에서는 유해·위험 작업공정의 원격장비 도입, IT 기반 공정 자동화·최적화 시스템 구축 등 생산현장 및 공정의 IT화를 통해 생산 효율성을 제고하고, 생산현황 디지털화를 추진
 - 제조현장 디지털화를 위한 생산설비정보시스템(POP, MES, CAPP, PDM, RFID/USN) 개발 및 구축을 지원하며, 제조 산업의 생산공정 IT결합, 기술융합 등 新생산기법의 확산을 지원
 - 또한 R&D 역량이 취약한 중소기업의 현장수요가 많은 제품·공정개선 분야 기술개발을 통해 기존 제품의 품질향상 및 생산성 향상을 위하여 공정개선 기술개발을 지원

3. 산업이슈 및 동향

가. 산업이슈

㉠ 스마트팩토리의 필수 기술인 센서 시장 주목²⁾

- 최근 기존의 단순센서에 미세전자기계시스템(MEMS), 시스템반도체, 소프트웨어가 결합돼 다기능 스마트 센서로 발전하고 있고 상당한 수준의 데이터 처리와 이를 바탕으로 상황 판단까지 할 수 있게 됨
- 프랑스 시장조사기업 율(Yole)에 의하면, 센서 시장은 앞으로도 연간 21% 이상 높은 성장을 예상하고 있으며 가속도센서, 지자기센서, 음향센서 등 7~8개의 센서가 탑재됐던 1세대 스마트폰에서 지문인식센서, 온습도센서, 자이로센서, 제스처 인식센서 등 20여개 이상의 센서가 적용되고 있는 최신 스마트폰까지 센서를 통한 각종 제어와 다양한 서비스가 가능해짐
- 사물인터넷(IoT)은 센서 시장이 제3의 쿼텀 점프를 하게 하는 패러다임이 될 것이며, 인터넷에 연결된 모든 사물에서 정보를 취득하고 빅데이터 기반의 스마트팩토리 등 새로운 서비스가 실현되는 그 핵심에 스마트센서가 자리할 것으로 많은 사람들이 전망하고 있음
- 미국의 '1조 센서 서밋'에서는 IoT뿐만 아니라 원격진료, 웨어러블 기기 등의 신규 산업의 활성화를 통해 앞으로 2030년에 이르면 약 100조 개의 센서가 필요할 것으로 전망
- 이를 대응하기 위해서는 센서가 더욱 초소형화 및 초저가화(10센트 수준) 돼야 한다고 주장하고, 현재 반도체 및 MEMS 기술에서도 표준화를 통한 개발기간 단축과 저가격화 등 획기적인 발상의 전환이 이뤄지고 추진이 필요할 것으로 전망

㉡ 산업인터넷(IoT)은 기계-사람-데이터를 서로 연결시켜 설비운영의 효율화, 비용절감, 새로운 제품과 서비스 제공을 가능케 하는 제조 혁신의 핵심으로 부상³⁾

- 제조업의 경쟁 원천이 '제품'에서 '플랫폼과 생태계'로 이동해감에 따라 SW 경쟁력 강화가 제조 혁신의 핵심

2) 이대성 전자부품연구원 스마트센서연구센터장, 2016.11.29.

3) 지은희 선임연구원, 소프트웨어정책연구소

- 글로벌 제조기업은 대규모 SW개발자 채용, SW스타트업에 대한 투자와 M&A를 통해 SW역량을 강화하여 점차 소프트웨어 기업으로 변신 중
- 세계 금융위기 이후 제조 산업이 경제성장의 엔진으로 재조명되면서 세계 각국은 앞다투어 제조업 경쟁력 강화를 위한 전략 추진하고 있음
- 미국은 ‘리메이킹 아메리카’라는 슬로건을 앞세워 제조업 부흥 정책을 추진하여 최근에는 ‘제조업 리쇼어링’ 현상 가속화, 독일은 사물인터넷(IoT) 등을 통해 제조업의 완전한 자동생산체제와 생산과정의 최적화를 구축하는 ‘Industry 4.0’ 추진
- 사물인터넷은 우리 일상생활뿐 아니라 산업영역에 광범위하게 확산되고 있으며, 최근 제조업 혁신의 핵심기술로 산업인터넷(Industrial IoT)이 부상하고 있음. 산업인터넷(Industrial IoT)은 기계와 인터넷이 만나 데이터를 만들어 내고 생산성을 높이며 기계를 사용하는 인간이 ‘의사결정’을 하는데 결정적 역할을 하는 산업용 IoT로서, 미국의 GE는 이를 ‘산업인터넷(Industrial Internet)’으로 명명함
- 2015년 세계 사물인터넷(IoT) 시장은 2조 7,114억 달러 규모로 2018년까지 연평균 19% 이상 성장할 전망이며, 제조부문 IoT 시장이 전체의 22.5% 차지
- 제조업은 센서가 부착된 기계장비에서 생산·처리되는 방대한 양의 데이터 때문에, 사물인터넷(IoT)의 영향을 가장 많이 받을 수 있는 산업 영역
- 산업인터넷(IoT)은 기계·사람·데이터를 서로 연결시켜 기존 설비나 운영체계를 최적화하고 인텔리전트 의사결정을 가능케 하는 차세대 혁신으로 지능형 센서, 소프트웨어 및 분석 솔루션이 제조혁신의 원동력이 되고 있음

▣ 제조업의 서비스화(개방형 제조서비스) 확산⁴⁾

- 현재 진행되고 있는 제조혁신은 주로 공장 내부의 스마트화에 초점이 맞춰지고 있으나, 제조혁신은 공장 내부를 뛰어넘어 고객과의 접점을 형성하면서 새로운 부가가치를 창출하고 차별성과 경쟁력을 키우려는 대표적인 움직임을 보이고 있음. 즉 제조(제품)의 서비스화 프로비시(Provice, Product+Service)라 일컬음

4) 테크 M 강동식 기자 2016.05.23

- 제조업의 서비스화가 강조되는 것은 기업이 보유한 기존의 경쟁우위를 활용해 더 높은 수준의 고객가치를 제공할 수 있고, 이를 통해 차별화된 독자적 포지셔닝을 구축하는데 유리하기 때문 이라고 설명

- 또 다양한 부가서비스를 제품과 결합해 차별화 역량을 강화할 수 있다는 점에서 순기능이 크기 때문에 서비스화 추세가 모든 산업에 걸쳐 향후 지속적으로 그 강도와 범위가 확산될 것으로 예상

- 최근 조금씩 주목받고 있는 또 다른 움직임은 스마트팩토리를 통해 스타트업 등을 위해 제공하는 제품 생산 서비스(FaaS, Factory as a Service)를 들 수 있음

- 한국전자통신연구원(ETRI)은 최근 개방형 제조서비스(스타트업 또는 중소기업이 인터넷을 통해 아이디어 시제품 제작을 의뢰하거나 신제품 제작을 의뢰하면, 스마트팩토리에서 이 제품을 생산하고 이를 온라인 마켓플레이스를 통해 제품을 고객에게 전달하는 개념)를 시작함

- ETRI의 개방형 제조서비스는 기능 프로토타입 및 워킹 프로토타입 제작, 첫 공장 생산 등 소량 생산을 하는 공장을 통해 하드웨어 스타트업 등을 지원하는 역할, 생산방식은 가공과 조립이 포함된 공정을 운영하고, 웨어러블 디바이스 소형가전, IoT 단말 등 ICT 기반 제품을 대상으로 함

- 사전 수립된 생산계획에 따라 획일적인 제품을 일괄적으로 생산하는 기존 생산 공정을 탈피, 사이버물리시스템을 근간으로 소규모 생산 모듈간의 자율적인 연동을 통해 개개인의 요구를 반영한 제품 생산이 가능한 스마트팩토리의 특성을 활용

나. 핵심 플레이어 동향

▣ 해외 업체 현황

- 전통적인 전문분야를 기반으로 하드웨어는 상위 응용영역까지, 소프트웨어는 IoT, 클라우드 등을 접목한 신규 비즈니스 영역으로 확장하는 추세이며, 글로벌 시장 지배력을 무기로 하여 글로벌 선도 기업들의 독점이 점차 강화되고 있음
- (Siemens) 생산설비, 제어시스템 및 산업용 소프트웨어 등 거의 모든 산업분야의 제조 및 공정자동화 솔루션을 보유하고 있으며 자동화, 디지털화 영역에 핵심 역량 집중
- (Rockwell Automation) 센서 장비, 제어 장비와 같은 하드웨어에서 네트워크 기술 및 소프트웨어와 같은 인프라 및 응용프로그램까지 산업 전 분야에 걸친 자동화와 정보 솔루션 제공
- (Mitsubishi Electric) 로봇, 제어기, PLC 등 공장자동화와 관련된 다양한 기기 및 제어 솔루션을 보유하고 있으며 공장 전체를 커버하는 패키지형 솔루션으로 확대
- (Schneider Electric) 에너지 관리 분야 글로벌 기업으로 빌딩자동화, 제어 및 전력 모니터링 기술을 바탕으로 공장, 주택, 빌딩의 에너지 인프라와 데이터 및 네트워크 솔루션 제공
- (Honeywell) 자동화기기, 제어기기, 전자통신 제조업체로 대형 전자장치에서 소형 온도조절기까지 다양한 제품을 공급하고 있으며 데이터 처리 시스템과 산업용 애플리케이션 등 소프트웨어 솔루션으로 사업 영역 확대
- (SAP) 시스템, 애플리케이션, 데이터 처리 등의 IT 기술을 바탕으로 ERP와 같이 기업의 사업 운영 및 고객관계를 관리하는 기업용 소프트웨어 제공
- (Oracle) 소프트웨어, 서버, 네트워크, 스토리지 부문 전문기업으로 데이터베이스 관리시스템, ERP, CRM 및 공급망 관리 시스템인 SCM 소프트웨어 제공

- (AutoDesk) 건축, 엔지니어링, 건설, 제도 등 다양한 분야의 소프트웨어를 제공하며 클라우드 서비스, 캐드 기반 솔루션, 3D 솔루션 보유
- (Dassault Systemes) 3D 캐드, 3D 디지털 목업, 기업 간 협업 솔루션, 제조 인텔리전스 솔루션, PLM 솔루션을 자동차 및 항공 등 다양한 제조기업에 제공
- (PTC) 3D 캐드 기반의 PLM 및 서비스관리 솔루션을 보유하고 있으며 엔지니어링 분야의 수치해석 기반 솔루션 제공
- (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

[핵심 플레이어 현황]

해외업체	국가	현황
Bosch	미국	- 디젤엔진 핵심부품인 연료 인젝터 생산 시 RFID 적용으로 수십 만 가지 제품사양을 충족하고 실시간 생산정보를 고객사와 공유해 가치 제고함
BMW	독일	- 신차 출시에 따라 수시로 변하는 부품형상을 3D 프린트로 제조하고, 비용절감 및 생산성 제고는 물론 다양한 고객니즈에 대응함
GM	미국	- 신속 프로토타입(Rapid Prototyping) 프로그램을 통해 차량 부품의 사전 조립시뮬레이션 및 성능 검증 등을 수행함
Siemens	독일	- 2014년 2월 인더스트리 4.0 전략에 맞춰 기계자동화와 제조관련 신기술 투자에 집중하기 위해 1억 달러 규모의 투자펀드를 조성함 - 디지털화와 SW 경쟁력이 중요함을 인식하고 클라우드 기반 3D가상화 SW 기업 Lagoa, 사이버보안회사 Countertech 등에 투자를 강화함
Wittenstein	독일	- 자동화기기 업체인 Wittenstein은 소음과 오염배출을 획기적으로 줄인 친환경 도심형 공장을 운영 - 근거리 출퇴근과 함께 생산 중 잔열을 지역난방으로 활용해 지역사회에도 공헌함
Nobilia	독일	- 2개의 공장에 자동 공정화 시스템을 도입하여, 생산 공정은 재료를 부품에 가공하는 '전(前)공정'과 부품을 완성품에 조립하는 '후(後)공정'으로 나누고 각각의 공정에 고도의 ICT를 접목해서 활용함 - 2개의 공장에서 일하는 2,500명의 종업원으로 13,000억 원에 가까운 매출고를 달성 (종업원 당 매출은 52,000만원)하고 있으며, 이는 Intel과 생산액과 거의 비슷함

*출처 : 인더스트리 4.0과 제조업 창조경제 전략

- Nobilia의 자동 생산 방식은 스마트팩토리 프로세스를 도입하여 품질 유지와 생산 비용을 절감하여 국제적인 가격 경쟁력을 유지하면서 세계 70개국을 대상으로 제품을 출하하고 있음
 - 전(前)공정에서는 부품이나 용도마다 다른 조립용의 구멍 위치를 모두 오라클로 동작하는 데이터웨어하우스로 관리함
 - 후(後)공정에서는 가공이 완료된 부품에서 ERP·MES가 주문마다 필요한 부품을 선정, 포장된 부품에 RFID 태그나 바코드를 부착. 이 과정에서 생산 공정과 ERP가 직결되어 각 부품마다 개별로 식별(모든 부품이 아이덴티티를 보유) 공장은 모든 과정에 걸쳐서 Automation SW PLC/NC가 동작하는 540대의 PC 컨트롤러로 자동 제어함
 - 공장 전체의 하루 데이터 트랜잭션 수는 100만을 넘는데, 트랜잭션당 100밀리 세컨드 정도의 시간에 처리하며, Nobilia는 자사의 이런 생산 방식을 ‘Manufacturing by Wire’라고 지칭함



*출처 : 인더스트리 4.0과 제조업 창조경제 전략

[스마트팩토리 모듈 생산 플랫폼(좌), DFKI 시멘틱 메모리 발전과정(우)]

- 해외에서는 Fraunhofer 등 연구소를 중심으로 시스템 구축 기술개발이 진행 중임

연구기관	프로젝트명	주요내용
The Bremen Institute of Industrial Technology & Bremen University	CyPros	스마트팩토리의 CPS 운용방식과 도구 개발
Fraunhofer	KapaflexCy	CPS를 활용한 유연한 생산시스템 구축
The Faculty of Electrical Engineering and Information Technologies & The Faculty of Electrical Engineering	ProSense	인공지능시스템과 지능형 센서 기반의 생산관리 실현
The German Federal Ministry of Economics and technology	Autonomik	통신(인터넷)기능, 상황감지 및 적응기능, 기기간의 상호작용이 가능한 스마트 툴 개발

국내 업체 현황

- 재고 관리의 효율화와 물류·유통의 혁신을 위해 RFID 사업을 활발하게 추진했으나, 공정 및 공급망 전체에 걸친 End-to-End 기술 적용은 미흡한 수준임
- 국내 제조기업의 경우 대기업을 중심으로 ICT를 적용하여 제조현장을 혁신하고자 하는 시도가 일부 진행되고 있으나 외산 솔루션에 대한 의존도가 높고, 국내 기술로는 한계가 있는 상황으로 스마트팩토리에 대한 민간투자는 이제 막 시작 단계임
 - 대기업 관련 SI 기업들과 중소 제조기업에 대한 시스템 구축 기업이 대부분인 상황으로 핵심 요소 기술은 글로벌 선도 기업에게 크게 의존적인 상황
 - 생태기반이 전체적으로 취약한 편이지만 외산 솔루션을 도입하여 시스템 통합을 하는 ICT 융복합 경험은 상대적으로 풍부한 편
- (POSCO) RFID/GPS 기반 물류체계를 구축했으나 협력업체들의 비용 부담으로 인해 전체 협력업체로의 확산은 부족한 상황이며 스마트팩토리 구축을 위한 ICT 요소 기술 적용 시도(빅데이터를 활용한 제품불량 및 압연기 고장 사전예측, 냉연·열연코일, GPS, Bluetooth 및 센서를 활용한 작업자 안전관리, 공장 신설 및 증설 시 가상현실을 통한 검증 등)
- (LS 산전) 스마트팩토리 시범사업을 통해 PLC 기반의 조립자동화 라인을 구축하여 자동화 수준을 86%에서 95%까지 끌어 올렸으며, APS 적용을 통해 SCM을 개선하고 생산계획 수립 및 실적관리최적화
- (현대기아차) 2019년까지 5년간 500억 원을 대·중소기업협력재단 출연하여 ICT 역량이 부족한 중소 협력사의 공장 스마트화 적극 추진
- (삼성전자) 2015년에 경북창조경제혁신센터와 함께 경북지역에 100개 스마트팩토리 구축을 시작으로 2017년까지 400개의 스마트팩토리를 육성할 계획이며, 이를 통해 경북 지역 노후 제조설비의 첨단화 지원
- (LG CNS) LG 그룹사 및 외부 IT 서비스 및 컨설팅 서비스 제공하고 있으며, 특히 MES와 같은 소프트웨어나 공정설계 서비스와 같이 공장 전반적인 솔루션 제공

- (삼성 SDS) 삼성그룹 계열의 ICT 기업으로 미라콤아이앤씨를 인수하여 MES 뿐 아니라 설비자동화, 공장모니터링, 제조품질관리, 생산스케줄링 등 다양한 솔루션 제공
- (포스코 ICT) 철강분야 시스템에 공정별 IT 설계 및 구축을 주로 수행하였으며 MES 뿐만이 아니라 HMI, 전기제어, 설비 등의 역량 보유
- (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

[핵심 플레이어 분석 종합]

구분	스마트팩토리					
주요내용	스마트 제조 애플리케이션	센서 및 화상처리 기술	CPS	빅데이터 분석 시스템	홀로그램	3D 프린팅
주요 제품/기술	공정설계 기술, 가상모델 데이터 공정설계, 생산운영 통합 기술, 실시간 생산정보 기반 가시화 분석 피드백 제어 기술, 절감 시스템 기술	레이더센서 물체형상 인식센서 자기IC센서 자이로센서 압력센서 영상센서 광센서 바이오 메디컬센서	센싱 기술, 액추에이션 기술, DDS(차세대 실시간 통신 미들웨어), 실시간 미들웨어의 스케줄러 기술, QOS지원 실시간 통신 기술	분석 엔진 기술, 이력분석기술, 고급분석기술, 비정형데이터 전처리기술, 애드혹 분석기술	고분해능 3차원 이미징 기술 가변 및 시분해 특성을 이용한 계측 기술 고분해능 3차원 이미징 기술 가변 및 시분해 특성을 이용한 계측 기술	초고속 가공시스템, 고능률 복합 가공시스템, 다축/다기능 터닝시스템, 대형/다기능 가공시스템, 난삭재 가공공정 및 시스템
해외기업	Rockwell, GE, PTC, CDS, Siemens PLM, ABB, Siemens, Schneider, Invensys, SAP, Dessault Systems, Mitsubishi	보쉬, BI-Tech, TRW, SSI-Tech, Hella, 발레오, Koyo, NSK, Agilent, OmniVison, Toshiba, Sharp, Sony, Kodak, Micron, Mastusita, Nikon	Real-Time Innovations. Inc, RTI, Prismtech IBM, HP, Microsoft TTECH	Sqoop, Flume, Scribe, Chukwa Amazon, Redis, Netezza, MongoDB, HBase Google, Hadoop, Scope, HaLoop, IBM, SAS	3D AG API Group PLC CFC JENOPTIK Microoptics Holographix LLC Zebra Imaging Holografika Leia display Systems RealView Imaging LTD	Stratasys, Object, 3D Systems, Beijing Tiertime, Z corp, Organovo, EnvisionTec, EOS, solidscape Bit From Bytes, MakerBot, PrintrBot, Cubify
국내기업	삼성전자 LS산전 두산인프라 코어 SK C&C 포스코 LG CNS 에임시스템 에이시에스 미디어텍 브로드컴	삼성전자, 매그나 칩, 한성엘컴텍 오토전자, 신우 전자, 한국가스기기, 세주실업, 선택코리아 케피코 SML전자 대성전기	한국항공우주산업 삼성전자 LS산전 MDS 테크놀로지 다쏘시스템코리아, 아프리소 삼성전자 다산네트웍스	KT 넥스알, 삼성테크윈, 일리시스, GRUTER 솔트룩스, 마인즈랩, 와이즈넷, Zoy Corporation	삼성전자 LG전자 KT YG 한교아이씨	두산인프라 코어 현대위아, 화천기계, SIMPAC, LS엠트론 세스코 AM Tech 한국정밀, 기흥기계, 엘엠에스, 동신프레스, 우진플라임
중소기업 참여정도	●	●	●	●	●	●
중소기업 시장점유 정도	●	●	●	●	●	●

* 중소기업 참여정도와 점유율은 주요제품 시장에 참여하는 중소기업의 참여규모와 정도 (업체수, 비율 등)를 고려하여 5단계로 구분 (낮은 단계: ○, 중간 단계: ◐, ◑, ◒ 높은 단계: ◓)

4. 시장동향 및 전망

가. 세계시장

- 스마트팩토리의 세계시장 규모는 2015년 1,937억 달러에서 2020년까지 2,845억 달러의 경제적 가치를 창출할 전망

[스마트팩토리 세계 시장규모 및 전망(2015~2020)]

(단위 : 십억달러, %)

구분		2015	2016	2017	2018	2019	2020	CAGR ('13~15)
공급 산업	디바이스	59.8	64.4	69.6	75.6	81.1	87.0	6.7%
	ICT	133.9	145.1	157.2	170.5	183.6	197.7	8.2%
수요산업		193.7	209.4	226.8	246.0	264.6	284.5	7.8%

*출처 : Markets and Markets, 2013을 활용한 잠정치

- (아시아 시장) 높은 ICT 시장 점유율은 대부분 중국에 기인한 것이며, 중국은 스마트팩토리 확대 정책으로 2016년 유럽, 2019년 미주시장을 추월할 것으로 예상

[지역별 스마트팩토리 ICT 시장규모 및 전망(2012~2018)]

(단위 : 십억달러, %)

구분	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	CAGR
미주	36.4	39.1	42.0	45.0	48.3	51.8	55.7	7.3%
유럽	33.9	36.1	38.4	40.8	43.4	46.2	49.3	6.4%
아시아	30.0	33.2	36.7	40.7	45.1	50.1	55.6	10.8%
중동	5.1	6.0	6.7	7.4	8.3	9.1	9.9	11.7%
합계	105.6	114.3	123.7	133.9	145.1	157.2	170.5	8.3%

*출처 : Markets and Markets, 2013

- 2014년 FA(공장 자동화) 기기·시스템 세계 시장 규모는 23조 3,200억원 이었으며, 2020년에는 45조 2,100억원이 될 전망

[FA 분야별 세계 시장 전문]

(단위 : 억원)

구분	2014년	2020년
FA 기기·시스템	233,200	452,100
지능형 생산 시스템	20,400	302,000
지능 컨트롤러	4,000	7,900
지능형 제조 장치·센서	16,900	89,900

*출처 : 일본 후지경제

나. 국내시장

- 스마트팩토리의 국내시장 규모는 2015년 32.1억 달러에서 2020년까지 54.7억 달러의 경제적 가치를 창출할 전망

[스마트팩토리의 국내 시장규모 및 전망]

(단위 : 십억달러, %)

구분	'15	'16	'17	'18	'19	'20	CAGR ('13~'15)
국내시장	3.21	3.57	3.98	4.43	4.92	5.47	10.9%

*출처: MarketsandMarkets Analysis, 2013를 기반으로 추정

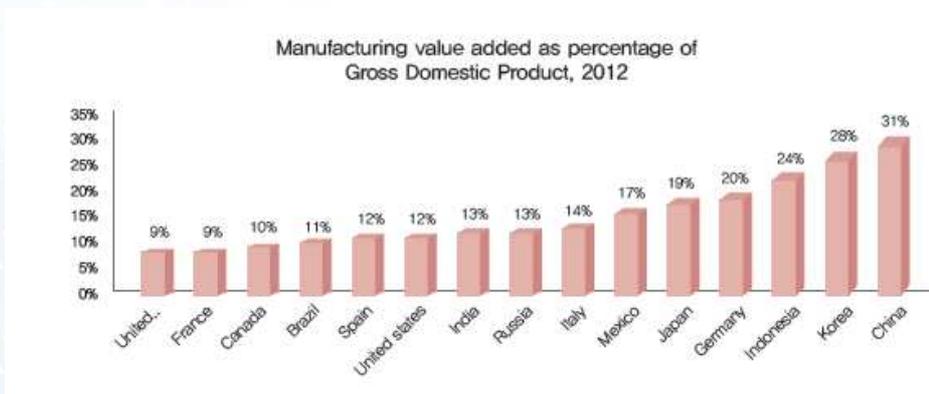
[국내 스마트팩토리 시장 (2011~2018)]

(단위 : 십억달러, %)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	CAGR (%)
필드 디바이스	0.84	0.88	0.97	1.06	1.16	1.27	1.40	1.54	9.0%
ICT	1.32	1.47	1.64	1.83	2.05	2.30	2.58	2.89	11.8%
합계	2.16	2.35	2.61	2.89	3.21	3.57	3.98	4.43	10.8%

*출처: MarketsandMarkets Analysis, 2013

- 제조업이 국민 총 생산에서 차지하는 부가가치 비율이 가장 높은 국가는 중국(31%)이며, 다음으로 높은 국가는 한국(28%)으로 나타남



*출처: FA 저널

[Manufacturing value added as percentage of Gross Domestic Product, 2012]

5. 기술동향 및 이슈

☐ 글로벌 기업들은 시장예측, 인식, 통신, 제어 등에 대한 핵심 ICT기술을 생산현장 적용하여 제조 방식을 혁신하는 한편, 신산업 개척 추진 중

☐ 센서, 빅데이터 등 스마트제조 기술이 '선진기업' 중심으로 확산 중이며, 특히 실시간 시장소통을 위한 IoT와 클라우드 기술의 급격한 확산 진행

☐ 스마트 공장 관련 요소 기술 수준 평가 결과 최고 기술국 대비 아직은 약 70% 수준

[스마트팩토리 관련 요소기술 수준 평가]

요소기술	최고기술국	한국 기술 수준 (%)		최고기술국과-한국 기술격차 (년)	
	2014	2014	증감	2014	증감
차세대 유무선 통신 네트워크 (5G)	미국	84.8	0.8	1.9	-0.5
지식기반 빅데이터 활용	미국	77.9	1.2	3.4	-0.6
데이터 분산처리 시스템	미국	82.9	3.6	2.3	-0.7
가상·증강현실	미국	83.3	3.9	2.0	-0.3
지능형 인터랙티브	미국	78.7	2.0	3.7	-0.6
감성인지 및 처리	미국	78.0	-0.7	5.0	0.2
융합서비스 플랫폼	미국	79.0	1.0	2.7	-0.1
서비스 로봇	미국	78.8	0.9	3.8	-0.8
생산시스템 생산성 향상	일본	82.0	-0.1	3.0	-0.6

*출처: 2014년도 기술수준평가 결과(안), 120개 국가전략기술, 미래창조과학부, 2015.04.29.

▣ 스마트팩토리는 수준에 따라 다양한 형태로 구현 가능하며, 공장의 IT 기술 활용정도에 맞게 단계적으로 공장의 스마트화 추진

- 공장의 IT기술 활용정도 및 역량에 따라 기초·중간1·중간2·고도화의 4단계 수준으로 크게 구분 가능
- 스마트팩토리 기술개발은 단계별 수준 향상을 목적으로 진행

[공장의 IT기술 활용정도에 따른 스마트팩토리 수준]

분야/수준	기초단계	중간1·2 단계	고도화 단계
공장운영 분야 (솔루션 등 SW)	공정물류 중심의 생산 실적관리	설비·생산정보를 활용한 품질분석 및 실시간 생산관리 등	기획-생산-유통·물류 시스템 통합으로 제조 순단계
설비자동화분야 (센서, 로봇 등 HW)	바코드·RFID 등 활용 기초 데이터 수집	센서, PLC 등을 활용한 실시간 생산정보 자동 수집·설비제어	스스로 판단하는 다기능 로봇, CPS 심화로 쏘공장 자동 운영

*출처: 스마트팩토리 R&D 로드맵 소개 이규택PD

- 스마트팩토리 주요 기술을 프로세스별로 적용, 이에 대한 기대효과를 볼 수 있음

[스마트팩토리 적용 시의 기대효과]

프로세스	스마트팩토리 주요 적용 기술	기대효과
기획·설계	제품성능 시뮬레이션	제작기간 단축, 맞춤형 제품 개발
제조·공정	설비-자재-시스템 간 실시간 통신	다품종 대량생산, 에너지·설비효율 제고
유통·판매	모기업-협력사 간 실시간 연동	재고비용 감소 품질/물류 등 전 분야 협력

*출처: 스마트팩토리 R&D 로드맵 소개 이규택PD



*출처: 스마트팩토리 R&D 로드맵 소개 이규택PD

[스마트팩토리의 단계별 기술개발 방향]

▣ 스마트팩토리의 요소기술 영역은 크게 애플리케이션, 플랫폼, 디바이스로 구분되어 제조 산업 현장에 제공

- (애플리케이션) 스마트팩토리 IT 솔루션의 최상위 소프트웨어 시스템
 - MES(Manufacturing Execution System), ERP(Enterprise Resource Planning), PLM(Product Lifecycle Management), SCM(Supply Chain Management) 등의 플랫폼 상에서 각종 제조 실행을 수행하는 애플리케이션
 - 애플리케이션은 디바이스에 의해 수집된 데이터 가시화 및 분석할 수 있는 시스템으로 구성
 - 애플리케이션에는 공정설계, 제조실행분석, 품질분석, 설비보전, 안전/증감작업, 유통/조달/고객대응 등이 있음

- (플랫폼) 스마트팩토리 IT 솔루션의 하위 디바이스에서 입수한 정보를 최상위 애플리케이션에 정보 전달 역할을 하는 중간 소프트웨어 시스템
 - 디바이스에 의해 수집된 데이터를 분석하고, 모델링 및 가상 물리 시뮬레이션을 통해 최적화 정보 제공
 - 각종 생산 프로세스를 제어/관리하여 상위 애플리케이션과 연계할 수 있는 시스템으로 구성
 - 플랫폼에는 생산 빅데이터 애널리틱스, 사이버 물리 기술, 클라우드 기술, Factory-Thing 자원관리 등이 있음

- (디바이스) 스마트팩토리 IT 솔루션의 최하위 하드웨어 시스템
 - 스마트팩토리의 모든 기초 정보를 감지 및 제어하는 단계로 컨트롤 기술, 네트워크 기술, 센싱 기술 등이 중요함
 - 스마트 센서를 통해 위치, 환경 및 에너지 감지하고 로봇을 통해 작업자 및 공작물의 위치를 인식하여 데이터를 플랫폼으로 전송할 수 있는 시스템으로 구성
 - 스마트팩토리의 물리적인 컴포넌트로 컨트롤러, 로봇, 센서 등 다양한 구성 요소들을 포함하고 있음

▣ 스마트팩토리과 관련한 애플리케이션 및 플랫폼은 수평적·수직적 통합을, 스마트디바이스는 기기간의 연결이 주된 이슈이며 전 세계적으로 시스템 공급업체들을 중심으로 요소기술의 혁신 및 통합이 이루어지고 있음

- (애플리케이션) 애플리케이션의 수평적·수직적 통합 이슈가 화두
 - 현재 제조애플리케이션 공급 기업들은 자사 솔루션의 영향력을 늘리기 위해서 각자의 독립된 플랫폼만을 제공하고 있으며, 이러한 애플리케이션은 수평·수직적 연계성이 낮은 문제점이 있음

- 기존의 엔지니어링 소프트웨어 공급 기업들과 비즈니스 솔루션 공급 기업들도 서비스하던 솔루션의 영역을 넓혀가고 통합하는 추세
- ※ 독일의 SAP은 기존의 PLC → MES → ERP로 수직구조화 되어 있는 아키텍처에서 PLC와 바로 실시간 인터페이스 가능한 MES와 통합된 ERP를 제공해 생산환경의 동적 변화에 보다 유연하게 대응할 수 있는 솔루션 제공

□ (플랫폼) 제조와 ICT가 융합된 형태의 플랫폼 개발 및 상품화

- 산업용 제조디바이스 업체들이 쉽게 접근할 수 있는 IoT, 빅데이터와 같은 플랫폼 전문기업들의 제조업 지원 솔루션 개발이 이루어지고 있음
- ※ 독일 지멘스의 TIA(Totally Integrated Automation)와 같은 플랫폼은 다양한 제조디바이스들과의 표준 IoT 기반연동과 여러 공장에 대한 광역 연결성을 지원하여 단일공장을 연결형 공장으로 확장시킬 수 있는 기술 제공

□ (디바이스) 네트워크에 연결 가능한 지능화된 산업용 스마트 디바이스 공급

- 단순 자동화에서 벗어나 센서를 통해 다양한 기기상태 정보를 전송하고, 기기에서 이를 실시간 피드백을 통해 제조기에 반영할 수 있는 다양한 스마트디바이스의 출시 가속화
- ※ 독일의 FESTO는 드라이브, 밸브, 센서 등에 컨트롤러, 무선통신기기 등 다양한 기능을 통합 개발하여, 해당 부품들의 실시간 상태 모니터링 및 데이터 통신 제어를 가능케 하고 장비 부품 간 실시간 커뮤니케이션 구현
- IoT 플랫폼과 연계된 산업용 스마트 디바이스를 통해 기기 간 제어 및 모니터링을 수행하는데 상호 운용성을 극대화할 수 있음

▣ 생산시스템의 부가가치를 극대화하기 위해서 기존 장비(공작기계) 위주의 생산시스템 공급을 탈피하여 HW와 SW가 결합된 ICT 융합형 기계·장비 및 생산시스템 패키지 공급 확대

- 생산시스템 공급업체들이 ICT를 접목하여 장비들의 최적운동을 지원하는 SW를 동반 개발하고 장비와 결합된 형태로 패키지화하여 공급하는 시장이 급증
- 다품종 생산체계 하에서는 이기종 장비들을 신속적으로 운영하기 위한 통합운영 솔루션의 중요성이 더욱 부각되고 있어 공작기계도 이러한 시장 환경의 변화에 대응하여 다양한 ICT 접목 필요

- 공작기계 자체의 성능뿐 아니라 공작기계 간 네트워크, 주변장치와의 인터페이스, 상·하위 시스템으로의 확장이 고려된 High-End 장비가 필요
- 실시간 데이터 수집·모니터링·제어·활용을 가능케 하는 ICT를 공작기계 및 공정기술에 융합·응용하여 생산시스템을 지능화·고유연화·친환경화하는 고부가가치 기술 확보가 필수적

☐ 글로벌 장비업체들은 공작기계 구성요소인 CNC부터 공작기계들로 구성된 생산라인에 이르기까지 지능화·고유연화·친환경화 기술 트렌드에 대응할 수 있는 다양한 ICT 활용 기술 개발

- CNC 제어기의 지능화·개방화에 따른 임베디드SW 개발 가속화
 - 전통적인 제어기는 공작기계의 축을 정밀하게 구동하기 위한 수치제어를 주요 기능으로 평가
 - 최근에는 가공시스템의 'Brain' 역할을 담당하는 CNC에 각종 운영진단·서비스 기능과 가상 머시닝 SW를 내장·연동하여 운영
 - 공작기계-자동화장비 통합제어를 위한 개방형 플랫폼, 이기종 시스템 통합운동을 위한 MTConnect™ 인터페이스 등과 같이 보다 향상된 연결성과 사용자 편의성을 지원하는 SW 개발 가속화
- CNC 및 센서모듈 피드백 기반의 자가진단 및 능동제어 기능을 탑재한 가공시스템 상품화
 - 최근 자동차/항공 등 수요산업에서의 대규모 리콜 등 품질경영 문제에 따라, 한층 더 높은 장비의 신뢰성과 자사의 품질관리 체계에 맞는 장비-시스템 솔루션을 요구하는 추세
 - 일본, 독일의 선진업체들은 주축상태 자가 모니터링 및 충돌방지, 언밸런스 자율 보정, 이송계 능동형 진동제어, 열변위 보정제어 등의 다양한 지능화 요소를 상품화하여 High-End 장비에 탑재
- 다품종 유연생산 대응 공작기계 간 인터페이스 및 재구성 가능한 가공시스템 토탈솔루션 공급 확대
 - 다양한 수요자 맞춤형 생산시스템을 구성하거나 생산제품·계획의 변화 및 생산공정의 문제에 실시간으로 대응하기 위해서는 무인화 기반 생산라인의 가동률을 극대화 시킬 수 있는 제반 HW와 이를 제어·운영하는 SW가 확보 필요
 - 기존의 양산라인에 대한 생산성 보다는 생산제품 변화에 따른 신속한 생산셋업과 시장의 다양한 제품요구에 대응한 로봇, 자동화요소, 툴링, 픽스처 등 시스템 요소와 이들에 대한 최적운영 SW가 패키지화된 토탈솔루션 공급

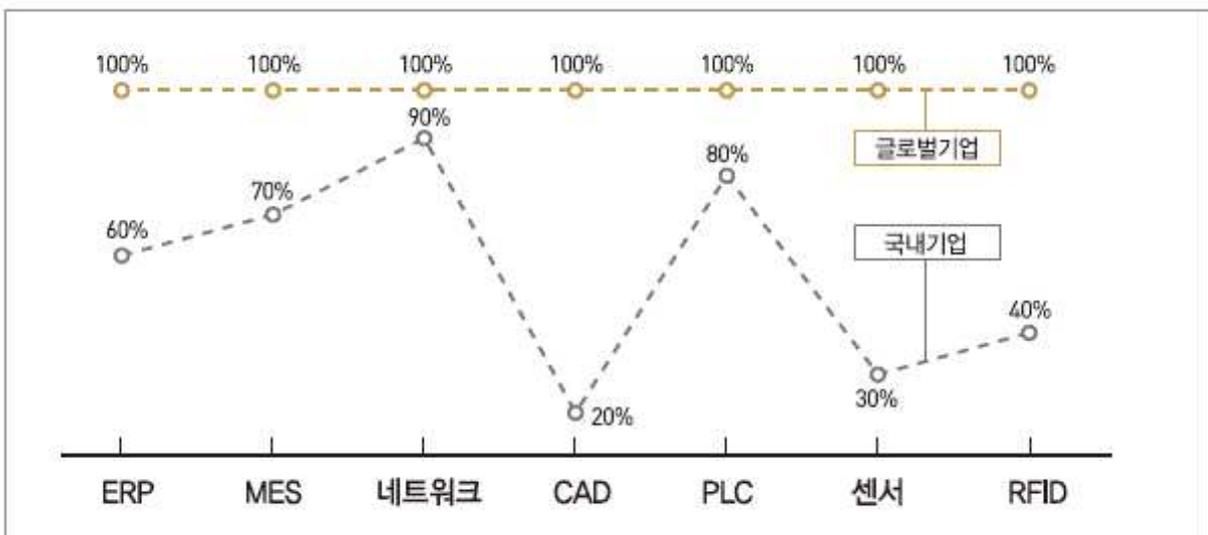
□ 친환경 공작기계 기반의 전공장 에너지 효율화 솔루션 공급

- 생산현장에 운영 중인 기계들의 에너지 소비패턴을 명확히 식별하여 예상치 못한 낭비요인을 규명하고 이를 생산공정 전반의 에너지 관리 활동에 피드백 할 수 있는 에너지 관리 솔루션 출시
- 공작기계의 운전상태 별로 에너지 소비패턴을 분석하고, 각각의 모드에 따라 다시 기계를 구성하는 주축, 이송계, 냉각펌프 등의 기능 유닛 별로 소비전력을 분석하는 솔루션 공급 확대

▣ 국내 스마트팩토리 요소기술 경쟁력

□ 생산설비(PLC), 센서, 기반SW (ERP, MES, CAD) 등의 솔루션은 대부분 글로벌 기업에 기술 종속

- 컨트롤러, 서보모터/드라이브 등 핵심부품, High-End의 장비, 유연생산 운용솔루션 등 스마트팩토리의 핵심요소 대부분은 독일, 일본, 미국으로부터 수입
 - ※ 스마트팩토리 시장점유율(Statista, 2013) : 지멘스(독일, 13%), ABB(스위스, 11%), 에머슨(미국, 9%), 로크웰(미국, 6%), 미츠비시(일본, 4%)
- PLC 제품은 LS산전과 같은 전문기업의 활동으로 약 33%의 국내 시장점유율을 확보하고 있으나, High-end의 시장점유율은 외산의 공격적 시장 전략으로 인해 쉽게 높아지지 않고 있는 수준임
- MES, ERP등의 솔루션은 삼성 SDS, LG CNS, SK C&C와 같은 국내 SI업체들의 활동으로 글로벌 기업과의 경쟁에서 다른 요소기술에 비해 많이 뒤처지지 않는 수준이지만, GE, 로크웰, 지멘스, Applied Materials등의 해외 기업들이 다양한 산업 분야에 강세를 보이고 있음
- CAD, SCADA, 이미지센싱 등의 솔루션 또한 전량 지멘스와 로크웰과 같은 해외 제품·솔루션에 의존



*출처 : 전자부품연구원(스마트팩토리 수준비교 보고서, 2014.12)

[주요 핵심 요소제품의 국내 기술수준]

6. 중소기업 시장대응전략

Factor	기회요인	위협요인
정책	<ul style="list-style-type: none"> 제조혁신 3.0전략에서 IT와 소프트웨어 융합을 통한 제조업 혁신 전략 설계 국가경쟁력의 핵심요인으로 부각 정책당국의 친환경 규제 강화와 지속가능한 친환경 공장 트렌드 확산 	<ul style="list-style-type: none"> 중소기업의 경우, 최근 정책당국의 환경 및 에너지 규제강화에 대한 대응이 어려움 지식재산권 등 연구개발의 결과물을 적절히 보호하기 위한 보호방안 미흡
산업	<ul style="list-style-type: none"> 제조공장의 에너지 소비증가로 에너지 비용 절감에 대한 제조기업의 수요 증가 	<ul style="list-style-type: none"> 인도, 브라질, 베트남의 도약이 예상되는 한편 미국, 독일, 일본 및 한국 등은 점차 제조 리더십을 잃어가는 상태 스마트팩토리 구축을 위한 자금 조달의 어려움
시장	<ul style="list-style-type: none"> 최종 수요자의 특정한 요구를 충족시킬 수 있는 복잡한 모델링소프트웨어 활용 가능 	<ul style="list-style-type: none"> 스마트 제조에 대한 구체적 개념 및 효과에 대한 통일된 이해 미흡 ICT 등에서 빠르게 등장하는 새로운 기술 활용에 필요한 인력부족 및 직원훈련한계
기술	<ul style="list-style-type: none"> ICT의 발달로 실시간 네트워크 교류가 가능한 모바일 기기 및 센서 활용 가능 다양한 첨단 제품 및 공정 시장이 풍부한 국내 제조시장을 기반 세계 최고 수준의 공장을 보유한 국내 제조 대기업과의 협력을 통한 스마트팩토리 구축가능 	<ul style="list-style-type: none"> 스마트팩토리 구축 기술 대부분을 선진국이 보유하고 있어, 대부분의 국가는 해외 기술도입 필요 숙련기술자 확보의 어려움



중소기업의 시장대응전략

- 제조 혁신 3.0전략에서 IT와 소프트웨어 융합을 통한 제조업 혁신 전략 설계
- 기존 대비 고품질/고정밀 자동생산, 소비자 맞춤형 유연생산, 효율적인 생산자원 관리, 공정비용 절감, 새로운 비즈니스 창출 등 기대
- 환경친화적 개발을 통한 환경문제 대응 및 신시장 창출
- 제조업의 발전을 토대로 타 산업의 발전을 유도하는 시장연계 및 견인형 정책은 물론, 신지식과 기술을 기반으로 기존에 없던 새로운 시장을 창조하는 시장창출형 정책까지 정책 기조의 다변화 추세
- 고효율, 고부가가치화 기술 확보를 통한 시장경쟁력 강화

7. 중소기업 전략제품

가. 중소기업 기술수요

- 중소기업, 대기업·공기업 등에 대하여 설문조사 및 방문조사를 통하여 기술수요조사를 실시
 - 조사결과 공장 자동화 프로토콜 게이트웨이, Industrial IoT Edge Gateway, 유무선 통신 인터페이스, 센서기술, 스마트 자동화 기술, 신호처리, 비전 광학 기술, 불량 감시 모니터링 기술 등의 수요가 있는 것으로 조사

- 중소기업청 R&D지원사업에 신청한 과제를 생산기반 산업을 7대 기술분야별로 분석한 결과, 기계자동화기술(42.5%), 로봇비전 및 생산자동화기술(16.2%), 공정개선기술(12.7%), 자동화 관측계측/센서기술(12.4%), 조립/정밀이송기술(10.0%), 청정생산 공정설계(3.6%), 공정 및 생산관리기술(2.5%) 순으로 중소기업이 기술개발에 관심을 보이는 것으로 분석
 - 주요품목별 기술개발과제의 증가하는 추세를 살펴보면 공정개선기술 분야의 증가율이 가장 높게 나타났으며, 기계자동화기술, 청정생산 공정설계, 로봇비전 및 생산자동화기술 등 순으로 기술개발이 증가하는 것으로 나타남

- 주요 기술분야별 신청 과제에 대한 내용을 분석하여 각 분야별로 중소기업이 관심을 갖는 제품을 파악
 - 기계자동화기술에서는 기계자동화, CPS, 개인제조설계 정보시스템, 3D프린팅 등과 관련된 기술개발에 대한 수요가 높은 것으로 나타났으며, 로봇비전 및 생산자동화기술 분야에서는 생산자동화기술, 로봇기술, 신호처리, 비전 SW기술 등에 대한 기술개발 수요가 높은 것으로 나타남
 - 자동화관련계측/센서기술 분야에서는 스마트 센서, 자동 검사 기술, 실시간 모니터링, 자동 계측 등에 대한 수요가 높았으며, 조립/정밀이송기술 분야에서는 물류자동화 기술, 자동화 조립 시스템, 정밀 포장/이송 기술 등에 대한 수요가 높은 것으로 나타남
 - 공정개선기술 분야는 자동검사장비, 자동화 공정 모니터링, 품질공정기술 등에 대한 수요가 높았으며, 공정 및 생산관리기술 분야에서는 생산라인검사장비, 모니터링기술, 공정 해석 기술, 이상 징후 탐지시스템 등에 대한 수요가 높은 것으로 나타남
 - 청정생산 공정설계 분야는 저전력기술, 무인설비, 무손실기술, 무공해 생산라인 기술 등에 대한 수요가 높은 것으로 나타남

[중소기업청 R&D지원사업 신청과제 현황]

주요품목	과제건수				점유율 (%)	평균증가율 (%)	
	'13	'14	'15	합계			
스 마 트 팩 토 리	기계자동화기술	84	110	180	374	42.5	46.4%
	로봇비전 및 생산자동화기술	34	48	60	142	16.2	32.8%
	자동화관련계측/ 센서기술	29	35	45	109	12.4	24.6%
	조립/ 정밀이송기술	21	31	36	88	10.0	30.9%
	공정개선기술	18	41	53	112	12.7	71.6%
	공정 및 생산관리기술	7	6	9	22	2.5	13.4%
	청정생산 공정설계	7	11	14	32	3.6	41.4%
합계	200	282	397	879	100.0	40.9%	

나. 중소기업 전략제품

[스마트팩토리 분야 전략제품]

전략제품		개요
스 마 트 팩 토 리	스마트 제조 애플리케이션	스마트팩토리의 전체적인 공정설계, 제조실행분석, 품질분석, 설비보전, 안전/증감 작업, 유통/조달/고객대응 등을 실행하는 애플리케이션
	스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술	기존 센서에 논리, 판단, 통신, 정보저장 기능이 결합되어 데이터 처리, 자동 보정, 자가 진단, 의사결정 기능을 수행하는 고기능, 고정밀, 고편의성, 고부가가치 센서
	스마트 제조 CPS	사이버물리시스템은 기업의 정보시스템(ERP, CRM, SCM, MES 등) 및 컴퓨팅 시스템(PLC, CAD, CAM, 센서 등)과 현실세계의 사물(기계, 로봇 등)들과 네트워크로 통합하여 제어하는 기술
	스마트 제조 빅데이터 분석 시스템	제조인쇄의 주기를 빅데이터 심층분석을 통해 정확한 수요예측, 고객 맞춤형 설계, 심층적 피드백 반영, 라인효율 최적화, 예방형 장비 교체, 선진적 물류/유통체계, 장비효율 극대화, 레고식 맞춤형/주문형 생산, 이상탐지 기반 고품질 제품 생산 등을 가능하게 하는 시스템
	스마트 제조 홀로그램	자동차/기계 부품 등의 여러 요소를 입력하여 산출된 시제품의 3차원 입체 영상을 검토하여 보완, 정밀도 등 품질향상, 비용 및 시간 절감을 도모하게 하는 기술
	3D 프린팅 제조 시스템	적층가공(Additive Manufacturing·AM)이라고도 불리며, 디지털 디자인 데이터를 이용, 소재를 적층(積層)해 3차원 물체를 제조하는 기술로 사용자 요구에 맞게 다종소량 제조에 적합하고 제조사의 전체 비용절감 효과를 볼 수 있는 제품

스마트 제조 애플리케이션

정의 및 범위

- 스마트팩토리의 전체적인 공정설계, 제조실행분석, 품질분석, 설비보전, 안전/증감 작업, 유통/조달/고객대응 등을 실행하는 애플리케이션
- 스마트팩토리 IT 솔루션의 최상위 소프트웨어 시스템으로 MES(Manufacturing Execution System), ERP(Enterprise Resource Planning), PLM(Product Lifecycle Management), SCM(Supply Chain Management) 등의 플랫폼 상에서 각종 제조 실행을 수행하는 애플리케이션

정부지원 정책

- 정부는 '제조혁신 3.0 전략'을 발표하고, 개인맞춤형 유연생산을 위한 스마트팩토리 고도화와 융합신제품 생산에 필요한 8대 스마트 제조기술 개발을 추진(2015. 3, 미래부·산업부 합동)하고 있으며, 8대 스마트 제조기술간 유기적 연계와 전략적 투자를 촉진하기 위한 '스마트 제조 R&D 중장기 로드맵'을 수립하고, 그간 산발적으로 투입되어 온 정부 R&D 자금을 전략적·효율적으로 투자할 예정임
- 또한, 정부에서는 스마트팩토리 보급·확산이 위기의 한국 제조업을 살리고, 국내 중소기업이 글로벌 제조경쟁력을 확보하는 핵심 솔루션이라는 판단 하에 2015년 6월, 스마트팩토리 총괄기관으로 "민·관합동 스마트팩토리 추진단"을 설립하여, 2020년까지 스마트팩토리 1만 개 구축을 목표로 각 지역 창조경제혁신센터를 중심으로 현재(2016년 7월)까지 2,000여개 공장을 구축, 지원하고 있으며, 이를 통해 약 25%의 생산성 향상 효과를 거둠

중소기업 시장대응전략

강점(Strength)	약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none"> 제조 공정 전체에 적용 가능한 통합 솔루션 제품 신뢰성 증가와 제조 단가 절감 제조업을 위한 예측 분석 통합 솔루션 	<ul style="list-style-type: none"> 제조업에서의 예측 분석은 초기 단계로 기업들의 인식 부족 초기 투자 비용
기회(Opportunity)	위협(Threat)
<ul style="list-style-type: none"> 세계적으로 예측 분석에 대한 투자 확대 기업의 고효율, 고품질 요구에 따른 시장 확대 예측 분석에 대한 사회적 이슈 	<ul style="list-style-type: none"> IoT와 통합 된 형태의 글로벌 대기업 국내 진출 빠른 시장 변화



중소기업의 시장대응전략

- 실시간 불량 분석, 설비 수명 예측, 조기 경보, 가상 계측 등 제조업에서 사용 가능한 통합 예측 분석 솔루션을 이용한 해외시장 진출
- 다양하고 복합적인 분석 알고리즘을 사용하여 최적의 분석 결과 제공
- MES, ERP 등의 다양한 전산시스템과의 연동으로 분석 결과를 실시간으로 제조 공정에 반영

핵심기술 로드맵

스마트 제조 애플리케이션 기술의 중소기업형 기술로드맵

Time Span		2017	2018	2019	최종목표
연도별 목표		Big Data 전처리 및 현황분석	원인분석	예측 분석	지능화, 최적화를 통한 Smart Factory 구축
스마트 제조 애플리케이션 핵심기술	수요 맞춤형 공정 운영 최적화	Big Data분석 알고리즘을 이용하여 상태분석 및 이상신호를 발견하는 실시간 조기경보시스템 이미지 프로세싱 및 Deep Learning을 이용한 이미지 분석 시스템 실시간 생산정보 분석 기술 설비 Parameter 와 에너지 사용량의 상관관계를 분석한 에너지 절감 시스템 기술			실시간 생산정보 기반 4M 상태 가시화, 분석을 통한 불량 최적화, 조기경보 애플리케이션 기술, 팩토리 에너지 소비를 고려한 생산운영 최적화 기술
	인간중심 안전 및 작업지원	팩토리 공간정보 모델링 및 표준화 기술 작업자 이상, 유해상황감지 및 산업대응 기술			팩토리 내 작업자 업무환경 및 상태 감지, 사전 대응 기술 애플리케이션 기술
	지능형 유통 및 조달물류	가치사슬 연계 물류흐름 추적관리 및 물류운영 최적화 기술			실시간 데이터 분석을 통한 지능형 물류조달 애플리케이션 기술
	스마트 팩토리 통합운영 및 서비스	Big Data를 통해 계속 되지 않은 값을 예측하는 가상 계측 시스템 기술 설비 Condition에 따른 설비 수명 예측 시스템 기술			실시간 데이터 기반 가상 모델 생성 및 애플리케이션 연계 기술
기술/시장 니즈		불량에 대한 신속한 원인 탐지로 수율 증대	설비 장애 시간 최소화로 가동율 증가	IoT, Big Data 기반의 예측 분석 시스템	

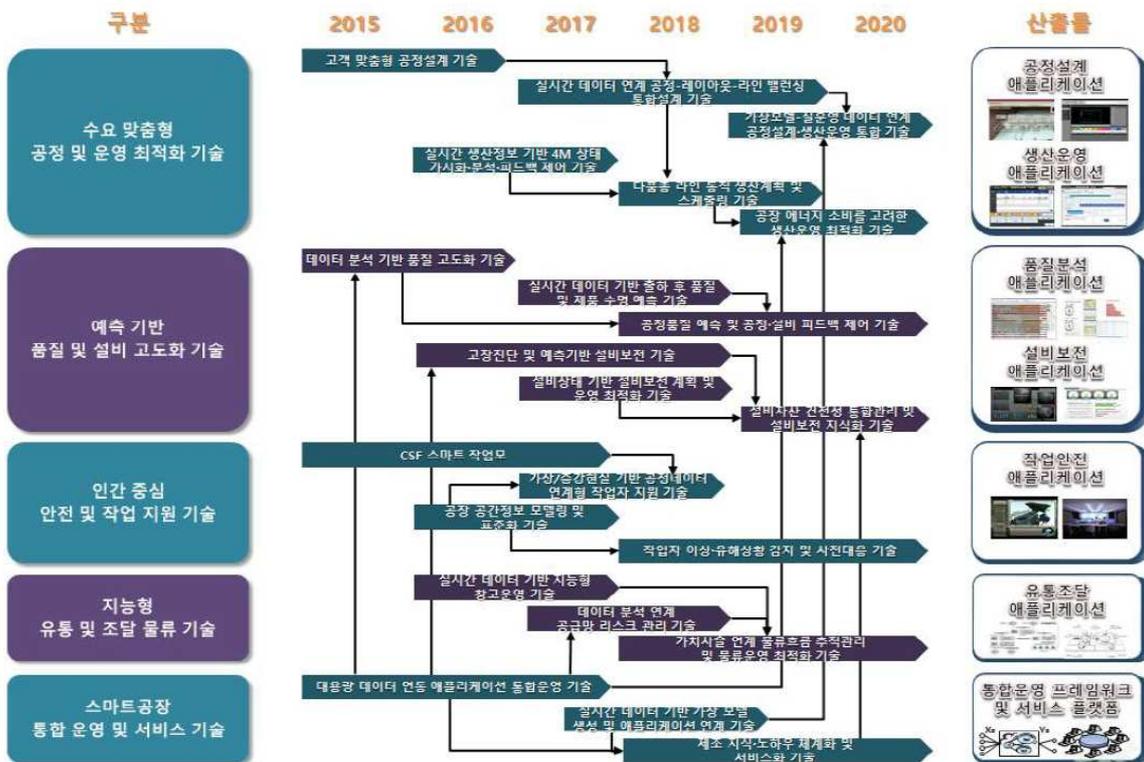
1. 개요

가. 정의 및 필요성

- 스마트 제조 애플리케이션이란 스마트팩토리 IT솔루션의 최상위 소프트웨어 시스템으로 MES(Manufacturing Execution System), ERP(Enterprise Resource Planning), PLM(Product Lifecycle Management), SCM(Supply Chain Management) 등의 플랫폼상에서 각종 제조 실행을 수행하는 애플리케이션
 - 애플리케이션은 디바이스에 의해 수집된 데이터 가시화 및 분석할 수 있는 시스템으로 구성
 - 응용분야로 공정설계, 제조실행분석, 품질분석, 설비보전, 안전/증감작업, 유통/조달/고객대응

□ 스마트공장 애플리케이션 로드맵

- IoT, 빅데이터, CPS 등 ICT를 바탕으로 실시간으로 연동·피드백 되는 데이터를 효율적으로 처리·저장·관리하고 다양한 제조 업무에 최적으로 활용할 수 있는 고도화된 애플리케이션에 대한 산업 요구가 커지고 있음
- 그러므로 가치사슬 상의 중소·중견·대기업 공장에 대한 공정설계, 생산운영, 품질분석, 설비보전, 작업안전, 조달유통 등 산업수요 기반의 애플리케이션 및 애플리케이션 운영환경 개발이 필요함



*출처: 산업통상자원부 스마트공장 기술로드맵_임규택(2015.08)

[스마트 공장 애플리케이션 로드맵]

나. 범위

(1) 제품분류 관점

수요 맞춤형 공정 및 운영 최적화 기술

- 고객(고객사)의 다양한 제품(부품) 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 애플리케이션 개발
- 실시간 4M 상태 모니터링 및 피드백 제어 기술을 바탕으로 공정설계 시뮬레이터와 연동된 다품종 라인에 대한 동적 생산계획 플랫폼을 구성하여 에너지 데이터까지 고려된 생산운영 애플리케이션 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 개발하고 예측 결과를 실시간으로 공정단에 피드백하여 제어 할 수 있는 품질분석 애플리케이션 개발
- 설비상태에 대한 실시간 데이터를 바탕으로 설비고장을 진단하고 유지·보수하는 보전기술과 이를 보전계획으로 연계하는 운영기술을 통합하여 설비 건전성을 관리하고 지식화 하는 설비보전 애플리케이션 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
- 가상·증강현실 기술을 바탕으로 업무환경을 지원하는 작업자 지원 애플리케이션과 공장 공간정보에 대한 표준모델을 바탕으로 위치인식 기반의 작업자 상태를 사전 감지·대응하는 안전 애플리케이션 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 애플리케이션 개발

□ 스마트팩토리 통합 운영 및 서비스 기술

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

[제품분류 관점 기술범위]

전략제품	제품분류 관점	세부기술
스마트 제조 애플리케이션	수요 맞춤형 공정 및 운영 최적화 기술	• 고객 맞춤형 공정설계 기술
		• 가상모델·실운영 데이터 연계 공정설계·생산운영 통합 기술
		• 실시간 생산정보 기반 4M 상태 가시화·분석·피드백 제어 기술
		• 팩토리 에너지 소비를 고려한 생산운영 최적화 기술
	예측 기반 품질 및 설비 고도화 기술	• 설비·공정 상태와 연계한 예측기반 품질·설비 고도화 기술
		• 대용량 제조 데이터에 대한 분석·마이닝 기술을 바탕으로 공정품질 예측 모델을 기반으로 한 품질분석 애플리케이션 개발
		• 설비 건전성을 관리하고 지식화 하는 설비보전 애플리케이션 개발
	인간 중심 안전 및 작업 지원기술	• 가상/증강현실 기반 공정데이터 연계형 작업 지원 기술
		• 팩토리 공간정보 모델링 및 표준화 기술
		• 작업자 이상·유해상황 감지 및 사전대응 기술
	지능형 유통 및 조달 물류 기술	• 실시간 데이터 기반 지능형 창고 운영 기술
		• 데이터 분석 연계 공급망 리스크 관리 기술
		• 가치사슬 연계 물류흐름 추적관리 및 물류운영 최적화 기술
	스마트팩토리 통합 운영 및 서비스 기술	• 대용량 데이터 연동 애플리케이션
		• 실시간 데이터 기반 가상 모델 생성 및 애플리케이션 연계 기술
		• 제조 지식·노하우 체계화 및 서비스화 기술

(2) 공급망 관점

- 스마트제조 애플리케이션은 제품 분류 관점에서 분류 외에 기본적으로 산업용 제어 시스템, MES(Manufacturing execution system), ERP(Enterprise Resource Planning), 정보 기술 시스템 등으로 구분

[공급망 관점 기술범위]

전략제품	공급망 관점	세부기술
스마트 제조 애플리 케이션	산업용 제어 시스템	• SCADA, PLC and DCS
	MES(Manufacturing execution system)	• MES(Manufacturing execution system)
	ERP(Enterprise Resource Planning)	• FRM, MRM, SCM, CRM, HRM
	정보 기술 시스템	• Product Lifecycle Management(PLM), Manufacturing Operation Management (MOM) 소프트웨어

2. 산업환경분석

가. 산업특징 및 구조

(1) 산업의 특징

- 제조업에 종사하는 노동력 감소 및 기능공이나 숙련공의 고령화 가속
 - 출산율 저하 및 고령층 경제활동 증가 등의 영향으로 선진국의 제조업 생산인구는 급감하고 고령화되는 반면, 중국·인도 등 개도국은 탄탄한 노동력을 보유
 - 제조 강국인 일본·독일의 제조업 종사자는 1990년부터 감소세가 지속되는 반면, 인도는 2040년까지도 생산 인구의 비중이 계속 증가세를 유지할 전망이며, 중국도 2010년 이후 감소세로 전환되었지만 속도는 빠르지 않은 상황
 - 글로벌화·도시화·인구구조의 변화, 에너지 형태의 전환이라는 지구규모의 끊임없는 사회적 변화는 이에 대응하는 솔루션 발견을 위한 기술적 원동력을 촉구
 - 빠르고 고령화되고 있는 제조 숙련공들의 노하우를 공유하고 전수하는 시스템을 설계함으로써 생산인구 감소를 극복하고 생산성 향상 필요

- 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 노동가치가 하락하고 있고, 제조업의 공동화 현상이 급속히 진전

[주요국의 생산인구 비중(%)]

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

(2) 산업의 구조

□ 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
 - 수력·증기기관을 이용한 공장기계화, 전력을 이용한 대량 생산, 전자기기와 ICT에 따른 부분 자동화를 거쳐 ICT와 제조업이 융합하는 신산업 혁명기 도래
 - ICT와 제조업의 융합을 통한 제조업의 서비스화와 고부가가치 창출은 과거보다 제조업의 효율을 높이면서 각국의 제조업의 비중을 높이는 수단으로 작용할 것
 - 제조업과 ICT 융합이 새로운 경쟁력이 되고 있고, 생산 방식의 혁명을 일으키며 제조업 위기의 돌파구로 주목 받으면서 제조업 부활에 날개를 달아주는 요소로 부상

□ 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 스마트팩토리 (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 자동 생산
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 체계와 지능형 시스템 구축을 가능하게 함으로써 스마트한 생산과 함께 제조업의 생산성과 효율성을 제고
 - 사물인터넷으로 정보교환, 클라우드로 정보를 더하고 빅데이터로 상황을 분석, 생산시뮬레이션을 가동하는 생산체계 구축이 가능, 로봇은 휴먼-머신 인터페이스로 작업



*출처 : IDA 세미나 자료, 2013

[스마트팩토리에서 로봇과 근로자의 협력]

- 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



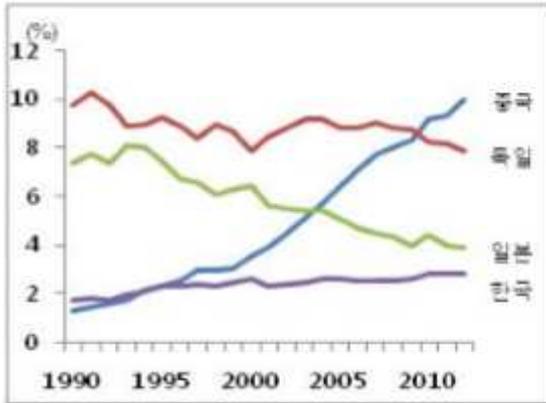
*출처 : 독일 인공지능센터(DFKI), 2011, Industrie4.0 Working Group, 'Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0' (2013)에서 재인용 및 일부내용 추가

[기술 변화에 따른 산업혁명(Industrial Revolution) 의 4단계]

□ 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
 - 저가 공세와 저렴한 인건비, 기술 개발 노력 등이 맞물리면서 중국의 상품 수출 비중은 2012년에 10%를 돌파하는 등 제조 최강국 지위 유지
 - 제조 강국은 생산성과 기술력 측면에서 여전히 경쟁력이 있지만, 브릭스 국가에 비해 임금과 제조비용, 그리고 전력 가격에서는 격차가 확인
- 선진국들이 상품 수출국을 대상으로 지적재산권 판매 및 라이선싱, 기술 정보 및 서비스를 확대함으로써 수출 경쟁력 하락을 방어

- 단일 제조 상품만 판매하던 방식에서 벗어나 상품 수출과 기술 서비스를 접목
- 독일정부는 2006년부터 제품 판매와 기술 서비스의 융합을 확대 (Innovation with Service)하면서 서비스 수출과 세계화에 집중
- 그 결과 독일은 2005년 기술 무역수지가 흑자로 전환되었고, 상품무역과 기술무역에서 쌍끌이 흑자를 달성하는 극소수 국가로 성장



*출처 : 딜로이드, 월드뱅크

주요 순위 하락국	주요 순위 상승국
미국(3→5)	브라질(8→3)
독일(2→4)	터키(20→16)
영국(15→19)	러시아(28→23)
한국(5→6)	인도(4→2)
대만(6→7)	인도네시아(17→11)
일본(10→12)	베트남(18→10)

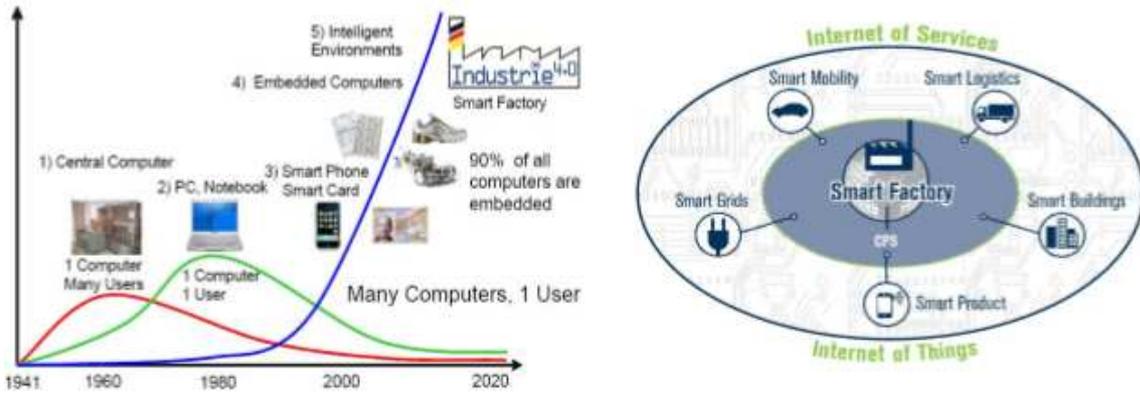
[글로벌 시장에서 주요 상품 수출 비중(좌), 제조업 경쟁력 지수 순위 변동(우)]

□ 사물인터넷의 개화와 제조 생태계의 네트워크화

- ICT를 기반으로 모든 사물이 인터넷으로 연결되어 사람과 사물, 사물과 사물간의 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

□ 제조 생태계와 초연결 사회 간의 실시간 연계·소통이 가능

- 모든 것이 네트워크화 되는 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 연결하는 것이 가능
 - 원격업무지도(스마트 홈), 안전사고 발생 시 지자체 안전관리망과 연계해 즉시 조치(스마트팩토리·시티), 완제품 이송 시 지능형교통시스템과 연동해 물류비용 최소화



*출처 : IDA 세미나 자료, 2013

[미래, IoT 기반 지능형 환경(좌), IoT, IoS와 스마트팩토리(우)]

□ 선진국의 제조업 부활 정책 총공세 및 제조업의 중요성 재조명

- 2008년 글로벌 금융위기 이후 선진국을 중심으로 제조업 르네상스 정책이 강화되고 있으며, 선진국들은 첨단 제조업에 집중
 - 서비스업 중심의 시장경제 시스템이 경제 성공 방정식으로 받아들여졌으나, 글로벌 금융위기와 유럽 재정위기로 이러한 방정식에 의문 제기
 - 2008년 금융위기를 겪은 선진국 중 제조업이 강한 국가의 경기가 빠른 속도로 회복됨에 따라, 제조업이 탄탄한 국가(독일·중국 등)가 위기에 강하다는 인식 확산
 - 해외 생산품의 운송비용, 지적재산권 침해, 지지부진한 공정혁신, 상승하는 인건비 등 여러 이유로 해외 공장들의 리쇼어링(Reshoring) 분위기 확산
 - ※ 리쇼어링 : 해외로 생산기지를 옮기는 ‘오프쇼어링(offshoring)’의 반대 개념으로, 해외에 나가 있는 자국기업을 각종 세제 혜택과 규제 완화 등을 통해 자국으로 불러들이는 정책, 미국은 리쇼어링으로 세계 패권을 되찾는다는 ‘일자리 ‘자석’ 정책 추진 (한국 경제용어사전)
- 미국과 일본을 중심으로 세제혜택 강화, 제조 R&D 강화 및 제조업 효율화를 위한 에너지 정책 등 제조업 중심의 혁신체계 구축 노력 가시화
 - 서비스업으로 경쟁력을 강화하려 했던 선진국부터, 산업 기간 확충을 도모하는 신흥국까지 제조업의 육성을 기반으로 한 국가 성장 전략을 추진
 - ※ 2010년 기준 한국 경제의 제조업 비중은 49%로 2005년(45.2%)에 비해 3.8%p 상승 (OECD 평균 (7.5%, 9.9%)에 비해 매우 높은 수준) (한국은행, 2014)
 - 오바마 행정부는 법인세 인하, 해외 진출기업 리쇼어링 장려, 제조업 혁신 허브증설, 첨단 제조 기술 전략 (AMT), 제조업 혁신연구소 건립 등을 추진
 - 아베 정부도 제조업 경쟁력을 강화하기 위해 6대 전략, 37개 과제로 구성된 산업재흥플랜을 제시하고, 향후 5년간 긴급 구조 개혁 기간으로 지정
 - ※ 일본재흥전략(日本再興戰略)의 3개 액션플랜 : 일본 산업재흥플랜(산업기반 강화), 전략 시장 창조플랜 (시장개척 : 국내), 국제 전개전략 (시장개척 : 해외)

- 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 행동계획 (커먼 어젠다)을 수립하고, 향후 15년에 걸쳐 연간 약 900억 유로를 투자할 계획

[미국의 재산업화 전략(좌), 일본의 산업재흥플랜 6대 전략(우)]

구분	내용	구분	내용
기업	<ul style="list-style-type: none"> 법인세 35%에서 28%로 인하 제조업에 대한 실질세율이 25%를 초과하지 않도록 조정 해외진출 기업 중 국내이전기업에 인센티브 확대 	기업	<ul style="list-style-type: none"> 긴급 구조 개혁 프로그램 과소투자, 과잉규제, 과당경쟁 해소 중소기업 및 소규모 사업자 확산 창업활성화 4.5%에서 10%로
혁신	<ul style="list-style-type: none"> 첨단제조업 강화 전략 제조업 혁신 연구소 45개 건립 추진으로 혁신 허브 구축 	혁신	<ul style="list-style-type: none"> 과학기술혁신 추진 WEF 이노베이션 순위 1위 달성 세계 최고수준의 IT 사회 구현
에너지	<ul style="list-style-type: none"> 청정에너지 개발에 79억 달러 펀딩 에너지 부문의 창업과 고용창출 	기타	<ul style="list-style-type: none"> 고용제도 개혁 및 인재양성 20~64세 취업률 개선 입지경쟁력 강화 산업기반 강화, 업무환경 개선

*출처 : 현대경제연구원, '독일의 창조경제 : 인더스트리 4.0의 내용과 시사점', 2014

나. 경쟁환경

□ 미국 : 첨단 제조 기술 (Advanced Manufacturing Technology) 전략

- 첨단 제조 혁신을 통해 국가 경쟁력 강화 및 좋은 일자리 창출, 경제 활성화
 - ICT(정보(데이터)·S/W·네트워킹), 자동화, 센싱 관련 기술을 개발하여 제조업에 확산하고 첨단 소재 개발, 에너지 효율화 기술 등을 통해 제조 혁신을 지원
- 2012년 7월 ‘미국 제조업 재생 계획’을 발표하고, 이를 지원할 인프라 구축
 - 제조 혁신기구(IMIO, Institute for Manufacturing Innovation) : 제조분야 원천 및 사업화 기술 개발, 지방 중소기업 지원 등을 위해 전국에 15개 설치
 - 제조혁신 네트워크 (NNMI, National Network for Manufacturing Innovation) : IMI가 개발한 기술과 지식을 공유하는 건국 네트워크

□ 일본 : 산업재흥(産業再興)플랜을 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
 - 범부처 전략 혁신진흥사업(SIP, Cross-ministerial strategic Innovation Promotion Program)을 통해 에너지 및 차세대 인프라 기술 투자 강화
 - ※ 일본 문부과학성의 ‘이노베이션 창출 프로그램 (CoI STREAM)’에서도 ‘인터넷 X 3D프린터’ 라는 ICT기반의 새로운 대응 전략을 추진

□ 독일 : 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
 - 자동차·기계 등 제조업에 ICT를 접목해 모든 생산공정, 조달 및 물류, 서비스까지 통합적으로 관리하는 ‘스마트팩토리 (Smart Factory)’ 구축이 목표
 - 이를 위해 사물인터넷(IoT), 사이버물리시스템(CPS, Cyber Physical System), 센서 등의 기반 기술 및 생태계 확산 집중
 - ※ 사이버물리시스템(CPS) : 모든 사물이 IoT 기반으로 연결되고 컴퓨팅과 물리세계 (Physical world)가 융합되어 사물이 자동·지능화되는 시스템, 제조와 의료·헬스케어, 에너지·송전, 운송, 국방 등 다양한 분야에 광범위한 적용이 예상되면서 선진국은 핵심 기술로 개발에 총력

[미국·독일·일본의 제조업 창조경제 주요 정책]

구분	미국	일본	독일
추진배경	· 경쟁력 강화, 국가안보 대응 · 좋은 일자리 창출	· 산업기반 강화 과학기술 혁신 추진	· 경제성장, 일자리 창출 기후변화, 고령화대응
기본정책	· 국가 첨단 제조방식 전략계획(2012)	· 산업재흥플랜(2013)	· 하이테크 전략2020(2012)
핵심사업	· 첨단 제조 기술사업(AMP)	· 전략적 이노베이션 창조사업(SIP)	· 인더스트리 4.0
촉진 인프라	· 제조 혁신기관(NNI) · 제조 혁신 네트워크(NNMI)	· 종합과학기술회의	· 인더스트리 4.0 플랫폼
주요 추진 과제	· 에너지 절감용 제조공정 혁신 · 제조 기술 가속화 센터 건립 · 제조혁신 네트워크 구축 · 제조부문 로봇 개발	· 에너지 : 연소기술 및 구조 재료 등 5개 과제 · 차세대 인프라 : 자동운전 시스템 등 3개 과제	· 유무선 ICT를 활용한 스마트 공장(Smart Factory) 구현
정부 예산	· 2014년 29억 달러 · 2015년 예산편성 시 첨단 제조부문 최우선 고려	· 2014년 SIP 510억 엔	· 2012~2015년 간 2억 유로

*출처: 현대경제연구원, '제조업을 업그레이드하자, 미·일·독 제조업 R&D 정책동향 및 시사점', 2014

- 전 세계적으로 스마트팩토리가 큰 추세가 된 사회경제적 배경은 저출산과 고령화로 인한 생산 인구 감소
 - 과거 인건비와 경비 절감을 위해 중국, 인도 등 저임금 국가로 공장을 이전했던 글로벌 기업들은 본국 내에 지식집약적인 스마트팩토리 도입을 통해 제조업혁신을 추진
 - 이는 자국 내 제조업 부흥을 위한 정부의 정책과도 부합함. 다만 과거와 달리 고용 창출보다 지식 창출에 기반을 둔 부흥이 되고 있기 때문에 고용 창출 효과는 그리 크지 않음

- 사실상의 표준을 제정하여 시장을 주도하는 요소기술 기업으로는 파낙, 미쓰비시, 야스카와 등 일본 기업이 중심을 이루고 있음
 - 한편플랫폼 서비스를 제공하는 응용기업으로는 유럽과 미국계 기업들이 중심을 이루고 있음. 지멘스, 페스토, SAP(독일), ABB(스위스), 로크웰 오토메이션(Rockwell Automation), 에머슨(Emerson Electric Co.) (미국) 등이 이에 해당
 - 이 가운데에서 독일 지멘스는 CAD/CAE/CAM, MES에서 드라이버까지 폭넓은 포트폴리오를 바탕으로 가장 높은 시장점유율을 보이고 있음. 그 뒤를 잇고 있는 기업은 로크웰 오토메이션, ABB, 에머슨, 미츠비시 등

- 기존의 산업용 전기 기계 또는 컴퓨터 시스템을 생산하던 기업들 가운데 선도기업들은 대부분 스마트팩토리 사업으로 전환하고 있는 추세로 보임
 - 예를 들어 미국의 GE와 하니웰, 일본의 요코가와, 오므론 등 선도 기계 기업들이 이에 해당

- 장치제조 외에 요소 기술과 소프트웨어, 고객 서비스 제공 등 다양한 영역에서 흔히 통신, 전기, 기계, 소프트웨어로 분류되는 전 분야에 걸쳐 기업군이 형성되어 있기 때문에, 특별히 스마트팩토리 기업이라고 특화하기 어려운 면이 있음

- 우리나라 스마트팩토리 시스템 시장에서는 로크웰 오토메이션코리아, 슈나이더일렉트릭코리아, ABB코리아, 터크코리아, 한국오므론제어기기, 한국요꼬가와전기, 한국웨스트, 힐셔코리아 등 외국계기업이 강세를 보이고 있음

- 우리나라에서도 기존의 산업용 전기 기계 또는 시스템 통합 개발 기업들이 스마트팩토리로 전환하고 있음
 - 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 추진하고 있음
 - 그러나, 요소 기술 개발이 낙후하여 상당수의 핵심 기술을 해외에 의존하고 있는 실정

[제품분류별 경쟁자]

구분	경쟁환경				
기술분류	디바이스		서비스		
주요 품목 및 기술	설비센서 액추에이터	통신모듈 송수신센서 단말기	소프트웨어 플랫폼 솔루션	통신사업	서비스 사업
주요업체	Rockwell, GE, PTC, CDS, Siemens PLM(미국), ABB(스위스), Siemens(독일), Schneider(프랑스), Invensys(영국), SAP(독일), DessaultSystems(프랑스), Mitsubishi(일본)	퀄컴, TI, 인피니온, GE, IBM, Apple, Google, 브로드컴, 미디어텍, ARM, 삼성, Cinterion, Telit, Sierra, SIMcom, E-divie, Teluar	jasper, Axeda, Aeris, Pachube, 퀄컴, Inilex, Datasmart, Omnilink, Data Technology Service, Cisco, Siemens, Bosch	Verizon, Sprint, AT&T, Vodafone, T-mobile, NTT 도코모, SKT	CrossBridge, Numerex, KORE 등

다. 전후방산업 환경

- 후방산업은 공정설계 플랫폼, 제조실행 분석 플랫폼, 품질분석 플랫폼, 설비보전 플랫폼, 안전/증감작업 플랫폼, 조달/고객대응 플랫폼으로 구성
 - 후방산업에 있어 모든 제조 공정의 전과정을 자동화 플랫폼 기술이 발전하고 있음
- 전방산업은 기존의 센서산업, 임베디드 디바이스 산업, 휴대폰 디지털 TV, 가전, 자동차, 첨단 무기 등으로 구성
 - 전방 산업의 자동화 공정 요구에 따라 기존의 기계 장치, 디바이스 등을 IoT 결합을 위한 CPS 등 기술 수요 중요

[스마트제조 애플리케이션 분야 산업구조]

후방산업	스마트제조 애플리케이션 분야	전방산업
공정설계 플랫폼, 제조실행 분석 플랫폼, 품질분석 플랫폼, 설비보전 플랫폼, 안전/증감작업 플랫폼, 조달/고객대응 플랫폼	스마트제조 애플리케이션 SW MES(Manufacturing Execution System), ERP(Enterprise Resource Planning), PLM(Product Life-Cycle Management), SCM(Supply Chain Management) 등	센서 산업 임베디드 디바이스 산업 스마트 제조 산업 휴대폰 디지털 TV 자동차, 첨단무기 등

3. 시장환경분석

가. 세계시장

- 스마트팩토리 시장은 '15년 1천 900억 달러에서 '20년 2천 800억 달러로 성장이 전망됨
 - 공급산업 : 필드 디바이스(30%), ICT(70%)
 - 수요산업 : 이산공정산업(53%), 연속공정산업(47%)

[세계 스마트팩토리 분야의 세계 시장규모 및 전망]

(단위 : 십억달러, %)

구분	'15	'16	'17	'18	'19	'20	CAGR ('13~'15)
세계시장	193.73	209.4	226.82	246.03	265.71	286.96	7.8%

* 자료: MarketsandMarkets Analysis, 2013를 기반으로 추정(공급시장중심으로 구성)

[세계 스마트팩토리 분야의 공급산업시장 (2011~2018)]

(단위 : 십억달러, %)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	CAGR (%)
필드 디바이스	47.15	49.51	52.50	55.90	59.81	64.35	69.59	75.76	7.0%
ICT	97.59	105.64	114.33	123.73	133.92	145.05	157.23	170.47	8.3%
합계	144.74	155.15	166.83	179.63	193.73	209.40	226.82	246.03	7.9%

* 자료: MarketsandMarkets Analysis, 2013를 기반 CAGR 수정

[세계 스마트팩토리 분야의 수요산업시장 (2011~2018)]

(단위 : 십억달러, %)

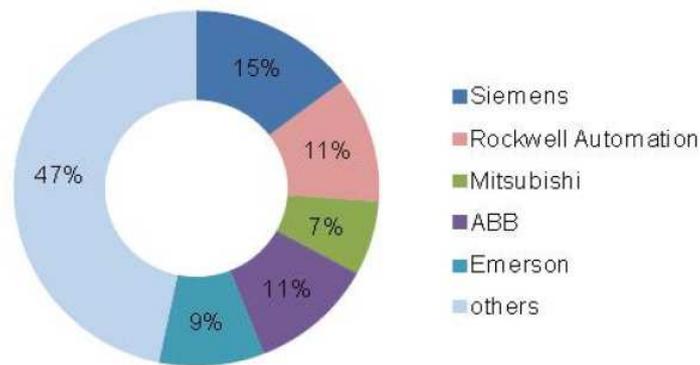
구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	CAGR (%)
이산공정	76.81	83.18	89.93	97.02	104.71	113.02	122.04	131.69	8.0%
연속공정	67.93	71.97	76.90	82.61	89.02	96.38	104.78	114.34	7.7%
합계	144.74	155.15	166.83	179.62	193.73	209.4	226.81	246.03	7.9%

* 자료: MarketsandMarkets Analysis, 2013 기반 CAGR 수정

- '18년 아시아에서의 스마트팩토리 시장 확대에 대응하기 위해 국내 스마트팩토리 공급산업의 육성이 필요함
 - '13년에는 미주, 유럽, 아시아가 비슷한 점유율을 차지하고 있으나, '18년에는 중국 산업의 자동화 요구가 확대됨에 따라 아시아 시장 확대가 전망됨

- 스마트팩토리 공급산업은 대부분 유럽, 미국, 일본의 글로벌 기업들이 점유하고 있으며, 국내 기업체는 전무한 실정

- 독일, 미국, 일본 등 선진 국가들은 지멘스(독), Rockwell Automation(미), GE(미), Mitsubishi(일) 등 핵심 고부가가치 스마트팩토리 구현을 위한 엔지니어링 산업의 인프라가 기 확보되어 있음



*출처: MarketsandMarkets Analysis, 2012

[스마트팩토리 글로벌 시장 점유율]

나. 국내시장

- 우리나라 스마트팩토리 시장은 중국, 일본, 인도에 이어서 네 번째 시장을 차지하고 있으며, 연평균 성장률 10.8%로 제일 높은 비율을 나타내고 있음
- 특히, '18년 중국시장이 확대됨에 따라, 국내 스마트팩토리 산업의 육성이 절대적으로 필요함

[스마트팩토리의 국내 시장규모 및 전망]

(단위 : 십억달러, %)

구분	'15	'16	'17	'18	'19	'20	CAGR ('13~'15)
국내시장	3.21	3.57	3.98	4.43	4.92	5.47	10.9%

*출처: MarketsandMarkets Analysis, 2013 기반으로 추정

[국내 스마트팩토리 시장 (2011~2018)]

(단위 : 십억달러, %)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	CAGR (%)
필드 디바이스	0.84	0.88	0.97	1.06	1.16	1.27	1.40	1.54	9.0%
ICT	1.32	1.47	1.64	1.83	2.05	2.30	2.58	2.89	11.8%
합계	2.16	2.35	2.61	2.89	3.21	3.57	3.98	4.43	10.8%

*출처: MarketsandMarkets Analysis, 2013 기반으로 CAGR 수정

[동아시아 스마트팩토리 시장 비교 (2011~2018)]

(단위 : 십억달러, %)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	CAGR (%)
중국	14.51	15.67	17.19	18.86	20.76	22.89	25.27	27.89	9.8%
일본	6.30	6.80	7.45	8.18	9.00	9.92	10.95	12.08	9.7%
한국	2.16	2.35	2.61	2.89	3.21	3.57	3.98	4.43	10.8%

*출처: MarketsandMarkets Analysis, 2013 기반으로 CAGR 수정

- 스마트팩토리 구현을 위한 엔지니어링 산업의 경우, 대기업 하청 분야로 전략해 관련 기술개발 보다는 대부분 독일, 일본 등 선진 기술을 활용하는 수준임
- 국내 중소·중견 제조기업의 경우, 수십 년 동안 쌓아온 해당 분야의 경험을 기반으로 공장을 계획·설치·운영하고 있는 실정임

다. 스마트팩토리 산업분석

- 마이클 포터의 5 Forces Analysis 모델에 따라 스마트팩토리 산업을 분석하면, “산업내에서 기존 경쟁자 간의 경쟁강도”와 “구매자의 협상력”이 가장 큰 성장요인으로 분석됨



[스마트팩토리, 마이클 포터의 5 Forces Analysis 모델]

- 마이클 포터의 5 Forces Analysis를 적용한 스마트팩토리 산업에 대한 분석결과는 다음과 같음
- 산업 내 기존 경쟁자간의 경쟁 강도는 ‘산업 매력도’와 ‘경쟁자수’에 가장 큰 영향을 받으며, 공급자의 협상력은 기술적 요인에 의해 좌우됨



[산업 내 기존 경쟁자간의 경쟁 강도]

[공급자의 협상력]

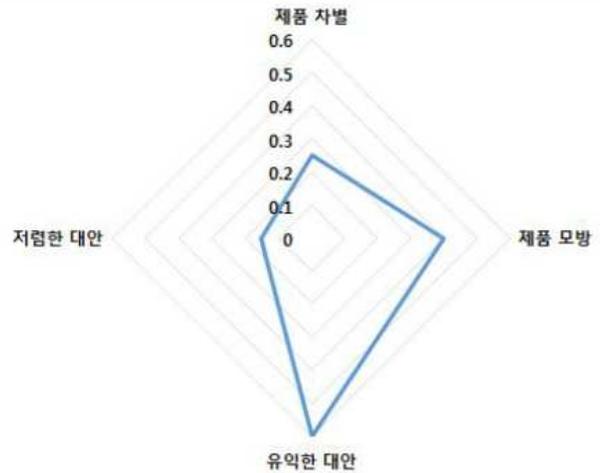
- 구매자의 협상력은 ‘공급자수’, ‘맞춤형 솔루션의 가능성’, ‘이전 버전과의 통합’, ‘구매자 교체비용’

등이 비슷한 수준으로 영향을 미치는 반면, '브랜드 충성도'의 영향력은 상대적으로 낮음

- 스마트팩토리 산업에서의 대체자 위협은 '유익한 대안'에 의해 좌우되며, '제품차별', '저렴한 대안' 등은 영향력이 미비해 기술력이 중요한 요소임을 알 수 있음



[구매자의 협상력]



[대체자의 위협]

- 스마트팩토리 산업에서 신규 진입자의 위협은 '필요 자본', '제품 차별' 등에 의해 결정되고 있어 산업의 기술적 진입장벽이 상대적으로 높을 것으로 판단됨

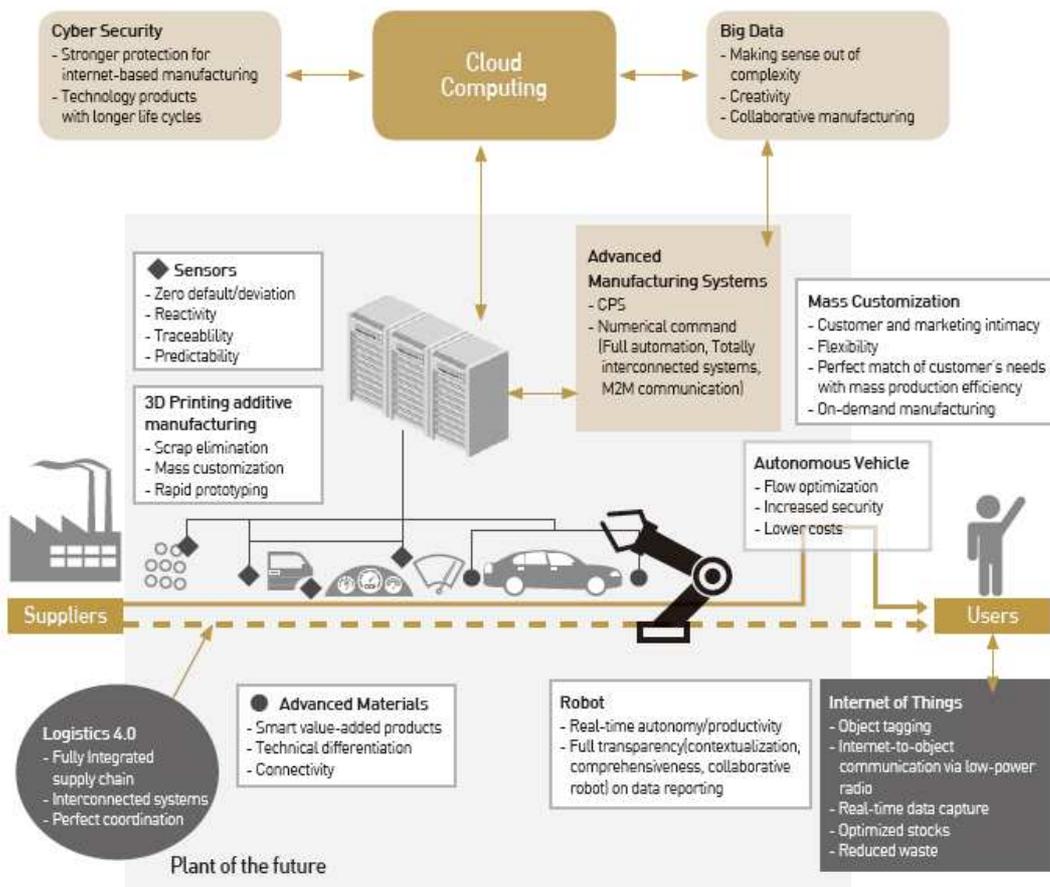


[신규 진입자의 위협]

4. 기술환경분석

가. 기술개발 트렌드

- IoT를 결합한 스마트 공장의 도입이 국내 제조업의 효율을 높이는 수단으로 작용
 - 소비자의 다양한 개성·요구, 시장의 빠른 유행 변화에 대응하기 위해 제품의 출시주기가 점차 빨라지고, 근로자들의 근로환경 개선과 경영자들의 생산성 증대 요구 급증
 - CPS·에너지절감·스마트센서·3D프린팅·IoT·클라우드·빅데이터·홀로그램의 8대 스마트 제조기술들이 제조업에 적용 가능한 수준으로 발전
 - 스마트 제조 공장은 전통 제조 산업에 ICT를 결합하여 개별공장의 설비와 공정이 지능화되어 서로 연결되고, 모든 생산정보의 지식이 실시간으로 공유, 활용되어 최적화된 생산운영이 가능한 공장인 동시에 이러한 개념의 확장을 통해 상·하위공장들과 연결되어 협업적 운영이 지속될 수 있는 생산체계를 갖추

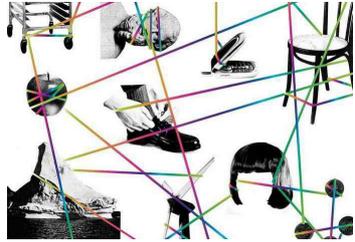


출처 : Roland Berger Strategy Consultants, 'INDUSTRY 4.0: The new industrial revolution How Europe will succeed', 2013.3

[미래 스마트팩토리 모습]

스마트팩토리 구현을 위한 주요 구성요소

[스마트팩토리 제조기술별 구성요소]

	서비스·제품	생산공정	네트워크 연결 디바이스
			
기술개발	빅데이터, 클라우드, 홀로그램 등 소비자 맞춤형 가상 제조, 소비자 요구 및 트렌드 분석 등	홀로그램, CPS, 에너지절감, 3D프린팅 등 실감형 제품 가시화, 마이크로 팩토리 공정 기술 등	스마트센서, IoT, 3D프린팅 등 스마트 복합센서, IoT플랫폼, 3D프린터 등
공정적용	소비자 수요분석 및 제품 디자인단계에서 빅데이터 분석을 활용하고 제품의 서비스화 구현에 적용	스마트 공장 제품 설계 및 공장설비 단계에서, 가상 시제품 제작, 설비 공정 및 제조 등에 활용	스마트 공장 자동화 설비, 지능형 로봇, 자율 공정시스템 등에 복합센서 연결 및 데이터 수집 및 제어 등에 활용
적용제품	스마트 자동차, 착용형 스마트 기기 등	스마트 에너지 소비 네트워크, FEMS 등	스마트 컨트롤러 등

*출처 : 제7차 무역투자진흥회의[제조업 혁신3.0] 전략 실행대책, 창조경제 구현을 위한 제조업의 스마트 혁신 추진방안

3D프린팅의 활용으로 생산 경제성 증대

- 3D프린팅의 활용으로 수시로 변하는 부품형상에 맞추어 반제품을 실어 나르는 Jigs&Fixures를 3D프린팅 기술로 생산함으로써 경제적이고 신속하고 대응

클라우드 시스템을 통한 데이터의 수집 및 교류

- 현재에도 많은 양의 데이터가 제조 부문에서 발생하고 있으며, 유연성 향상을 위해 즉각적이고 정확한 정보를 수집하고 제공함으로써 데이터에 기반한 의사 결정이 가능
- 센서, 액추레이터의 연결, 소재와 제품의 메모리 사용으로 유통 데이터가 기하급수적으로 늘어나면서 빅데이터 처리 기술과 분석 기술의 중요성 증대
- 센서와 액추레이터 기술의 발전을 통해 스마트팩토리의 기초가 되는 데이터를 수집하고 활용하는 근간을 마련할 수 있음

- 제조고정의 가상화 및 제조설비와 시스템간의 연동을 통해 최적화 생산 및 제어, 에너지 절감 기술
 - 공정 기기의 센서로부터 수집된 정보를 가상화시켜 다양한 센서 기반의 응용 서비스 또는 사전에 많은 가능성들을 타진해 볼 수 있게 하는 기술로써, 실제 물리적 충돌 또는 움직임 중첩, 재연이 어려운 상황을 소프트웨어로 연출하여 발생 가능한 문제점을 예측하여 혁신적 비용 절감을 실현할 수 있게 해 줌
 - PLC(Programmable Logic Controller)와 같은 제어기를 통해 프로그래밍, 확장성, 이더넷 등과 같은 기능을 제공하고 각종 설비 제어는 물론 센서들로부터 다양한 정보를 받아들여 전체 공정을 제어할 수 있도록 함. PLC 기술의 발전을 통해 물리적 기기들을 신속하고 확장성 있게 통합 제어하여 스마트 공장을 구축하는데 큰 역할 수행

- 제조공정 기기 사이의 자율협업과 공장-설비-제품-소비자의네트워크 연결 및 통합관리가 가능한 기술
 - 무선 네트워킹의 발전으로 기계간의 통신 및 데이터를 언제 어디서나 센서를 통해 수집할 수 있고 산업 네트워크의 표준을 제시하고 통합할 수 있는 통신 기술의 발전 필요
 - 작업장의 안전을 사전에 관리하고, 안전사고 발생 시 지자체 안전관리망과 연계해 즉시 조치할 수 있도록 하는 기술

- 가상 세계와 현실을 이어주는 플랫폼인 Cyber-Physical Systems[CPS]
 - CPS는 사이버 세계에서 제공하는 서비스 및 응용 어플리케이션을 중심으로 실제 세계에서 일어나는 생산과 관련된 센싱 및 데이터 수집을 연결해 주는 위치에 존재하며, 소프트웨어, 센서, 정보처리장치 등에 기반한 스마트 생산을 지원
 - CPS 생산 시스템은 입, 출고 물류부터 생산, 마케팅, 응용 서비스까지 ICT 기반의 End2End 통합 기능을 제공하는 스마트 기기, 창고시스템, 생산 설비 등으로 구성됨
 - 생산에 필요한 다양한 데이터가 CPS를 통해 교환되고 제조 공정과 생산 시스템에 최적화된 플랫폼을 구성함으로써 스마트팩토리의 전체 생산과정을 제어 관리하고 상품의 최적화 및 개인화를 가능하게 함
 - 수직적 생산 공정과 제한된 정보교화 등의 한계를 지닌 인터스트리 3.0과 달리 CPS는 유연한 생산 환경을 설정 가능하게 하고 차별화된 관리와 제어 프로세스를 구현할 수 있도록 함.
 - CPS 구축과 스마트팩토리의 도입을 위해 독일 정부는 3년간 5억 유로 [약7,500억원]를 관련 연구개발에 지원할 계획
 - 이를 기반으로 독일의 인공지능연구센터[DFKI]는 세계 최초로 스마트팩토리를 실현할 수 있는 시스템을 개발하여 시험 가동 중이며, 지멘스, 보쉬 등의 대기업들도 CPS 구축을 통한 생산공정 스마트화에 적극 참여 중

나. 주요업체별 기술개발동향

(1) 해외업체동향

□ 해외 스마트팩토리 기술 동향



[국가별 스마트팩토리 개발 현황]

- 독일 정부는 현재 직면하고 있는 국가적 과제를 해결하기 위해 인더스트리 4.0이라는 민, 관, 학 프로젝트를 추진, 통신 네트워크를 통해 공장 안팎의 사물과 서비스들을 연계하여 새로운 가치를 창출하고 비즈니스 모델을 구축하고자 함
- 자동차, 기계 등 제조업에 ICT를 접목해 모든 생산 공정, 조달 및 물류, 서비스까지 통합적으로 관리하는 스마트팩토리 구축을 목표로 IoT, CPS, 센서 등의 기반 기술 개발 및 생태계 확산에 집중
- 미국 정부는 지난 2006년부터 국립과학재단(NSF)을 통해 CPS 프로젝트 진행을 통해 물리적 시스템이었던 기존 공정과정과 ICT의 가상적 시스템을 하나로 융합해 초연결 시스템을 구축하고자 함
- 스마트팩토리 뿐만 아니라 운송, 전력망, 의료 및 헬스케어, 국방 등에 이르기까지 광범위한 분야에 걸쳐 시스템 개발이 진행 중
- 일본은 지난 2000년부터 경제산업성과 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 해결하고 있음
- 많은 제조업들이 다시 본국으로 회귀하고 일본 정부는 제조업 부흥에 대한 큰 기대를 걸고 있으며 2000년 '모노즈쿠리 기반기술 진흥기본법'을 제정, 금형 등 6대 분야를 20개 부문으로 세분화해 적극적인 지원을 펼치고 있음
- 중국도 12차 5개년 계획 내 7대 전략사업 분야 가운데 생산 장비 고도화 및 정보통신 진흥을 위한 계획을 수립하고 IoT센터 설립해 CPS연구 등에 1.17억 달러를 편당하는 등 적극적 입장

□ 스마트팩토리에 필요한 IT융합 국제표준화 동향

- 제조 공장의 설비를 공장 내외부의 다양한 물건이나 서비스와 연결해야 하기 때문에 통신 수단이나 데이터 형식 등 많은 사물의 표준화가 중요하고 시급

- SCADA/DCS 보안은 미국 국립표준기술연구소 (NIST: National Institute of Standards and Technology)와 산업자동화협회 (ISA: International Society for Automation) 등에서 이루어지는 방식으로 각 디바이스의 프로파일을 관리하는 산업 사이버 보안 관리인 IEC(International Electro-technical Commission)의 62443(과거 ANSI ISA99)표준이 있으며, 산업용 네트워크 표준화를 추진하고 있는 IEC TC65: Industrial-process measurement control and automation과 밀접하게 협업
- WSN(Wireless Sensor Network)분야에서는 NIST에서 암호 표준화로 제시한 128, 196, 256 bit AES (Advanced Encryption Standard)방식을 미국 국가 안보국에서 정식 승인
- IPv6가 표준 프로토콜로 예상되는 IoT분야는 전기 전자 기술자 협회인 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers)가 주도하는 표준이 사실상 표준으로 사용되고 있고, 센서 정보 전달 목적과 비동기적 요청/응답 설계 구조인 CoAP(Constrained Application Protocol)이 저전력을 지향하는 프로토콜로서 향후 유력한 국제표준을 제시
- IoT 표준화에 있어 미국의 경우에는 국제전기통신연합 ITU(International Tele communication Union)를 주축으로 IEEE P2413 IoT architectural framework 기반의 용어 및 정의와 네트워크 환경 표준을 주도
- 유럽 연합은 이동통신회사를 중심으로 ETSI M2M(Technologies & Clusters Committees & Portals Machine to Machine)표준을 주도

(2) 국내업체동향

□ 국내 스마트팩토리 기술 동향

- 산업부와 미래부는 8대 스마트 제조기술간 유기적 연계와 전략적 투자를 촉진하기 위한 스마트 제조 R&D 중장기 로드맵 수립
- 시장선점 및 수요창출 유망분야에 대해 단계적 기술 확보 전략을 제시하고, 스마트 제조 R&D 중장기 로드맵에 기반하여 그간 산발적으로 투입되어 온 정부 R&D 자금을 전략적, 효율적으로 투자할 계획
- 한국 정부는 ‘제7차 무역투자진흥회의’를 열고 2017년까지 민·관 공동으로 24조원을 스마트팩토리 등 제조업 혁신에 투입하기로 했으며, 이를 통해 2020년까지 국내 중소, 중견기업 공장 1만여 개를 스마트팩토리로 바꿀 계획을 갖고 있음
- 8대 스마트 제조 기술을 활용한 산업화와 비즈니스 촉진을 위해 주요 기술별 투자펀드 구성을 추진

- 국내 제조기업의 경우 대기업을 중심으로 ICT를 적용하여 제조현장을 혁신하고자 하는 시도가 일부 진행되고 있으나 외산 솔루션에 대한 의존도가 높고, 국내 기술로는 한계가 있는 상황으로 스마트팩토리에 대한 민간투자는 이제 막 시작 단계임

- 대기업 관련 SI 기업들과 중소 제조기업에 대한 시스템 구축 기업이 대부분인 상황으로 핵심 요소 기술은 글로벌 선도 기업에게 크게 의존적인 상황
- 생태기반이 전체적으로 취약한 편이지만 외산 솔루션을 도입하여 시스템 통합을 하는 ICT 융복합 경험은 상대적으로 풍부한 편
- POSCO는 RFID/GPS 기반 물류체계를 구축했으나 협력업체들의 비용 부담으로 인해 전체 협력업체로의 확산은 부족한 상황이며 스마트팩토리 구축을 위한 ICT 요소기술 적용 시도(빅데이터를 활용한 제품불량 및 압연기 고장 사전예측, 냉연·열연코일, GPS, Bluetooth 및 센서를 활용한 작업자 안전관리, 공장 신설 및 증설 시 가상현실을 통한 검증 등)
- LS 산전은 스마트팩토리 시범사업을 통해 PLC 기반의 조립자동화 라인을 구축하여 자동화 수준을 86%에서 95%까지 끌어 올렸으며, APS 적용을 통해 SCM을 개선하고 생산계획 수립 및 실적관리 최적화
- 현대기아차는 2019년까지 5년간 500억 원을 대·중소기업협력재단 출연하여 ICT 역량이 부족한 중소 협력사의 공장 스마트화 적극 추진
- 삼성전자는 2015년에 경북창조경제혁신센터와 함께 경북지역에 100개 스마트팩토리 구축을 시작으로 2017년까지 400개의 스마트팩토리를 육성할 계획이며, 이를 통해 경북 지역 노후 제조설비의 첨단화 지원
- LG CNS는 LG 그룹사 및 외부 IT 서비스 및 컨설팅 서비스 제공하고 있으며, 특히 MES와 같은 소프트웨어나 공정설계 서비스와 같이 공장 전반적인 솔루션 제공
- 삼성 SDS는 삼성그룹 계열의 ICT 기업으로 미라콤아이앤씨를 인수하여 MES 뿐 아니라 설비자동화, 공장모니터링, 제조품질관리, 생산스케줄링 등 다양한 솔루션 제공
- 포스코 ICT는 철강분야 시스템에 공정별 IT 설계 및 구축을 주로 수행하였으며 MES뿐만이 아니라 HMI, 전기제어, 설비 등의 역량 보유
- 에임시스템은 반도체, 태양광, 자동차/기계, 화학/전자재료 등 다양한 분야의 생산정보시스템을 구축하였으며 공장·장비 자동화를 위한 MES 및 제어 솔루션을 보유
- 에이시에스는 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 솔루션은 자동차 부품, 반도체, 중공업, 기계, 식품, 제약 등 다양한 제조업을 대상으로 MES Master Plan 컨설팅 서비스 및 제조 시스템 구축 서비스 제공
- 신명정보통신은 주조, 사출 등 뿌리산업 위주로 센서, M2M 디바이스 및 정보통합 솔루션 제공
- 이도링크는 IoT/M2M 관련 네트워크 장비, 개방형 플랫폼 및 미들웨어를 활용해서 응용서비스 개발. 특히 위치 기반 서비스 (LBS)를 활용한 서비스 구축에 집중
- 이랜서는 RFID 기반의 IT 아웃소싱, SI, 및 컨설팅 서비스를 제공하고 있으며 제조 기업을 대상으로 ICT를 적용하고 있음

다. 스마트팩토리 기반기술

(1) 스마트팩토리 요소기술

- 스마트팩토리는 기존 제조기술에 IT를 접목하여 센서기술, 정밀제어 기술, 네트워크 기술 그리고 데이터 수집 및 분석 기술 등 다양한 기술이 융합되어 서비스를 구성하고 있음
 - 요소기술은 그 성격과 분야에 따라 크게 센서 디바이스 및 정밀제어기기, 네트워크 플랫폼, 제조 환경 어플리케이션으로 구분할 수 있음
 - (센서/제어 기기) 스마트팩토리의 감지와 수행기능을 수행하는 기기들을 위한 센싱기술과 제어기술을 의미하며, 생산환경 변화, 제품 및 제고 현황 등 제조생산과 관련된 정보를 감지하여 어플리케이션에 전달하고 이로부터 분석되어 결정된 결과를 제조현장에 반영하여 수행
 - (네트워크 플랫폼) 센서 디바이스, 정밀제어기기와 어플리케이션을 이어주는 역할로 IoT, 빅데이터, 클라우드 플랫폼을 포함하며, 디바이스와 어플리케이션 간의 안전하고 효율적인 데이터 채널 제공
 - (제조 어플리케이션) MES, ERP, PLM, SCM 등 IT 플랫폼을 기반으로 제조 실행에 직접적으로 관여하거나 현장 디바이스로부터 수집된 데이터를 분석하고 정해진 규칙에 따라 판단할 수 있는 시스템



*출처 : 스마트공장 기술로드맵, 산업통상자원부, 2015.11

[스마트공장 기술 로드맵]

(2) 국내기술 현안

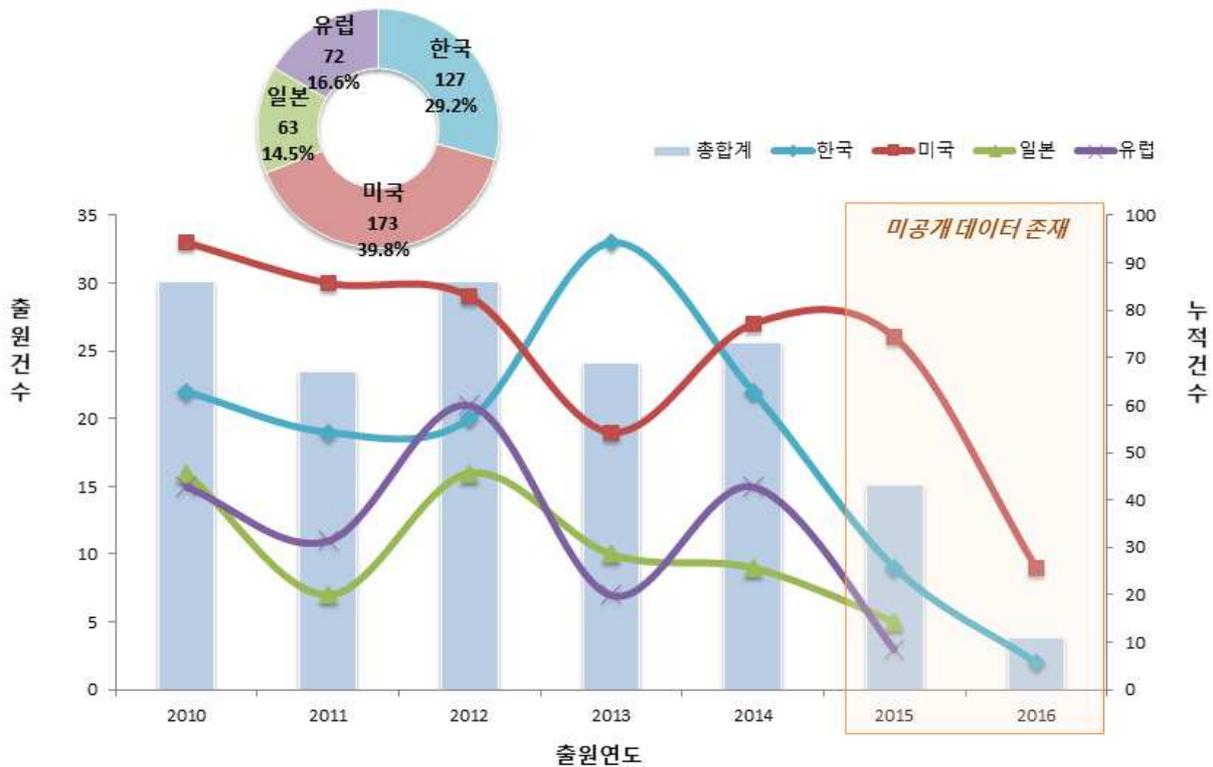
- 각 분야에서 외산 제품 및 솔루션들이 대부분이며 국내업체들은 주로 이러한 제품과 솔루션들을 도입하는 실정임
 - 제조 분야 외산 솔루션 도입비율: 90% (한국 IT서비스관리 포럼 조사,2011)
 - (센서/제어 기기) 단순 자동화에서 벗어나 센서를 통해 다양한 정보를 수집·전송하고, 실시간 피드백을 통해 제어에 반영할 수 있는 다양한 디바이스 출시
 - HW 공급에서 벗어나 연계된 SW나 인프라를 패키지로 제공하여 제어에서 MES 영역으로 확장하거나 제어기와 클라우드 연계 확대
 - 국내 HW 공급 분야에서도 역량강화를 통해 신뢰성을 높이는 것은 물론 IT 융합을 통한 SW공급분야와의 협력 및 기술 개발 필요
 - (네트워크 플랫폼) 네트워크, 빅데이터, 클라우드 등 제조업 이외의 영역에서 서비스하던 업체들의 제조영역으로 진출 활발
 - 제조 기업들에게 플랫폼 제공을 하거나 디바이스 업체들과의 협력을 통해서 각자의 플랫폼 사업 영역 구축
 - 국내 플랫폼업체들의 서비스 영역은 통신망이나 빅데이터 분야가 주를 이루고 있기 때문에 애플리케이션 영역으로의 진출은 활발
 - 국내 산업용 디바이스/네트워크 업체들이 쉽게 접근할 수 있는 IoT, 빅데이터 플랫폼 서비스와 같이 국내 플랫폼업체들의 제조업 지원 서비스 영역확대가 필요
 - (제조 애플리케이션) 기존의 제조 엔지니어링 SW 공급 기업들과 비즈니스 솔루션 공급 기업들도 서비스하던 솔루션의 영역을 넓혀가는 상황이며, 애플리케이션의 수평적·수직적 통합 이슈가 화두
 - 애플리케이션 공급 기업들은 자사 솔루션의 영향력을 늘리기 위해서 각자의 플랫폼을 제공함으로써 하위 컴포넌트 연계성 강화
 - 애플리케이션 영역에서 서비스하는 업체는 많지만 시스템통합에 주로 편중되어 있어 시스템의 구성요소인 핵심 SW 개발 성과는 낮은 편으로 제조 엔지니어링 SW 공급 역량 강화가 필요
 - (원천 기술 개발 필요) 하드웨어 및 소프트웨어를 구성하는 기초 부품·컴포넌트 연구나 IT 원천기술 개발은 취약
 - 통신망과 같은 인프라를 서비스 하는 기업을 제외하고 플랫폼 서비스 측면에서는 하드웨어나 소프트웨어 핵심기술이 상대적으로 취약
 - 애플리케이션 소프트웨어나 하드웨어 디바이스 개발 위주로 역량이 편중되어 있어서 이들을 구성하고 있는 핵심소재부품 개발이나 소프트웨어 플랫폼 개발에도 역량 투입이 필요
 - 스마트팩토리 분야에서도 크게 성장하고 있는 중국시장 (Markets & Markets, 2014) 및 이머징 국가 시장에도 원천기술개발을 통해서 스마트팩토리 기술 공급시장에 진출할 필요가 있음

라. 특허동향 분석

(1) 연도별 출원동향

- 스마트 제조 애플리케이션 기술의 지난 7년('10~'16) 간 출원동향⁵⁾을 살펴보면 연도별로 출원 경향이 증가, 감소를 반복하고 있어 지속적으로 스마트 제조 애플리케이션 관련 기술개발 활발
 - 각 국가별로 살펴보면 미국, 일본, 유럽 출원경향은 감소-증가추세, 한국 출원은 증가-감소 추세가 이어짐

- 국가별 출원비중을 살펴보면 미국이 39.8%로 최대 출원국으로 스마트 제조 애플리케이션 기술을 주도하고 있는 것으로 나타났으며, 한국이 29.2%로 미국 다음으로 많은 출원을 하였으며, 유럽 16.6%, 일본 14.5%로 비슷한 수준의 출원비중을 보이고 있음



[스마트 제조 애플리케이션 분야 연도별 출원동향]

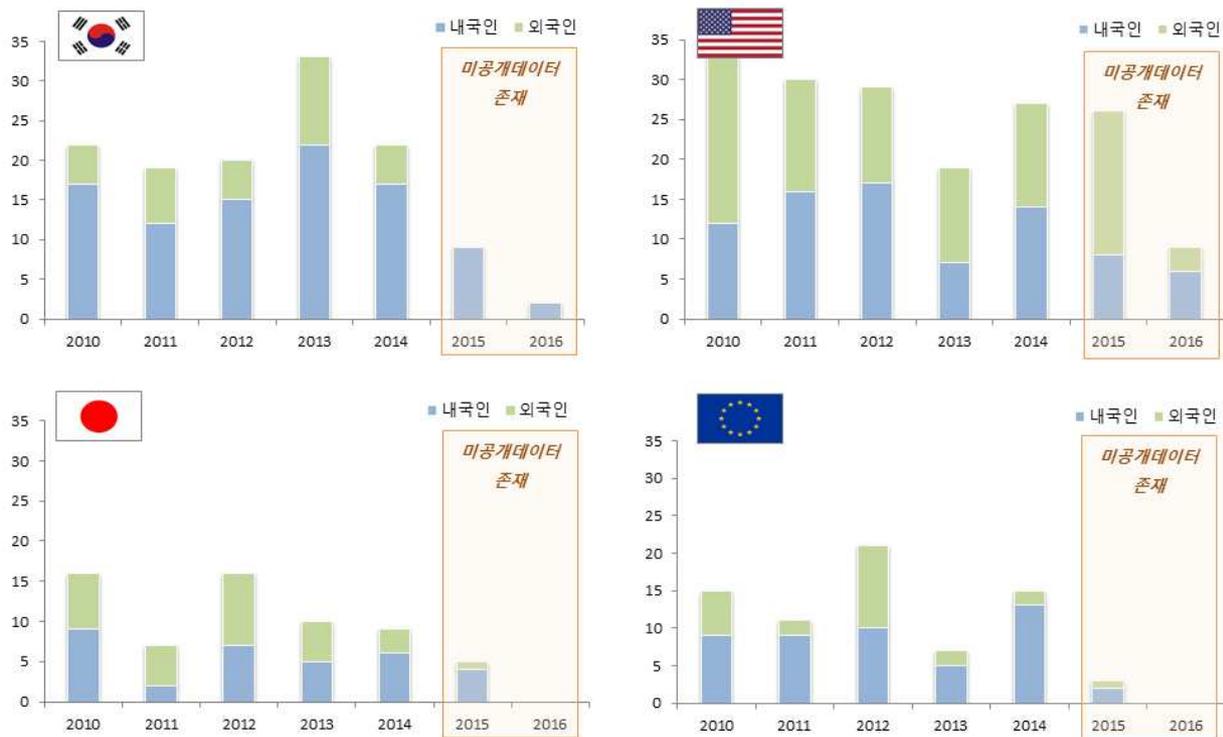
5) 특허출원 후 1년 6개월이 경과하여야 공개되는 특허제도의 특성상 실제 출원이 이루어졌으나 아직 공개되지 않은 미공개데이터가 존재하여 2015, 2016년 데이터가 적게 나타나는 것에 대하여 유의해야 함

(2) 국가별 출원현황

- 한국의 출원현황을 살펴보면 '13년 까지 출원이 증가하다가 이후 감소하는 경향을 보이고 있으며, 외국인의 출원은 일정한 비중을 유지
 - 외국인의 출원이 일정한 비중을 유지하고 있는 이유를 살펴보면 스마트 제조 애플리케이션 기술의 국내 시장에 대한 외국인의 선호도가 꾸준한 것으로 추정

- 미국의 출원현황은 감소-증가 추세를 보이고 있으며, 외국인 출원은 비중이 증가하고 있는 것으로 보아 미국 시장에 대한 외국인의 관심도 커지고 있는 것으로 추정

- 일본과 유럽의 출원현황은 지속적으로 유지되는 추세를 보이고 있으며 출원인 유형은 내국인과 외국인의 비중이 비슷하게 유지됨



[국가별 출원현황]

(3) 투입기술 및 융합성 분석

- 스마트 제조 애플리케이션 분야의 투입기술을 확인하기 위하여 특허분류코드인 IPC Code⁶⁾를 통하여 살펴본 결과 스마트 제조 애플리케이션 분야의 가장 높은 IPC는 H04W 기술분야가 92건으로 가장 많이 차지하고 있으며, 이어서 G06F가 86건, G05B가 68건으로 다수를 차지
 - 이외에 G06Q 51건, H04L 47건, G08B 9건, H01L 8건, H04M 7건, H04B 6건, B21B 3건 순으로 기술이 투입되어 있어 스마트 제조 애플리케이션 분야에 다양한 기술이 융합되어 존재
 - 더불어 해당 IPC의 특허인용수명을 살펴보면 B21B 기술분야의 수명이 8년으로 가장 긴 것으로 나타났으며, H04W 기술분야는 4년으로 가장 짧은 것으로 분석

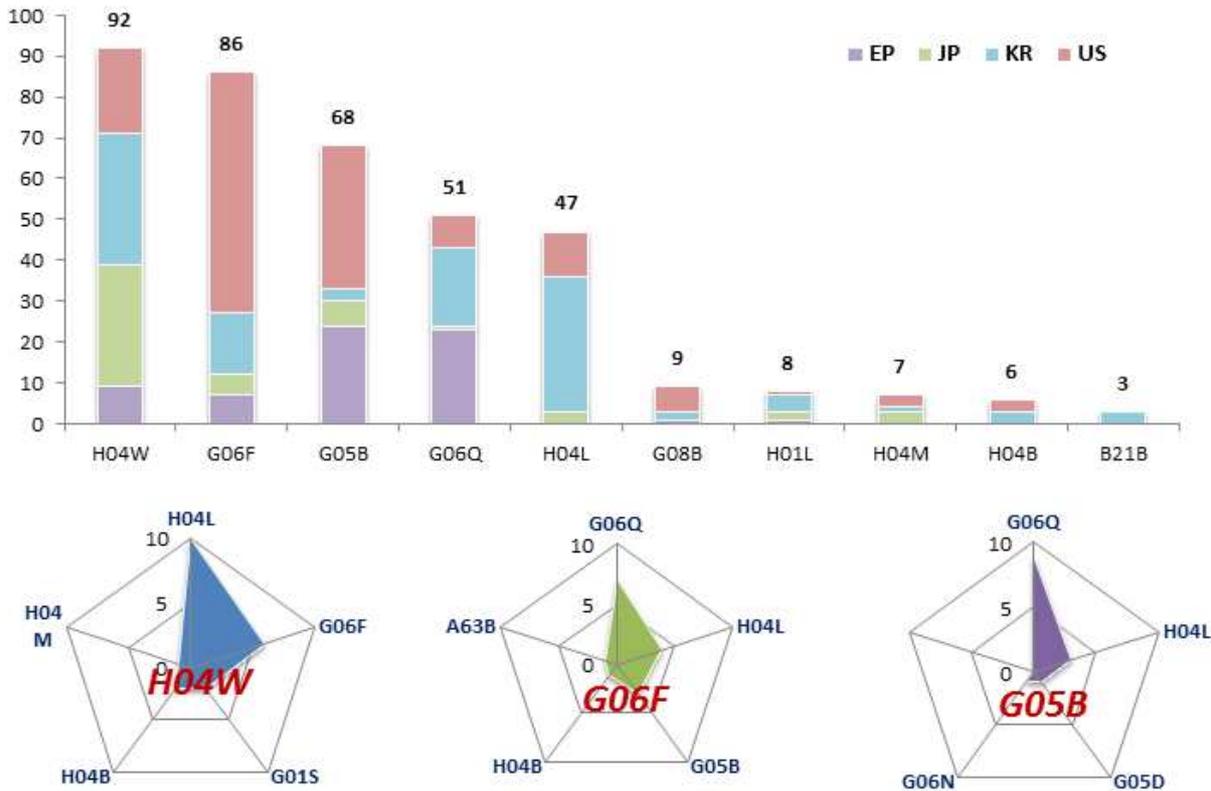
[스마트 제조 애플리케이션 분야 상위 투입기술]

IPC	기술내용	특허인용수명(TCT) ⁷⁾
H04W	무선통신네트워크	4년
G06F	전기에 의한 디지털 데이터처리	6년
G05B	제어계 또는 조정계 일반; 이와 같은 계의 기능요소; 이와 같은 계 또는 요소의 감시 또는 시험장치	6년
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	4년
H04L	디지털 정보의 전송	6년
G08B	신호 또는 호출시스템; 지령발신장치; 경보 시스템	7년
H01L	반도체 장치; 다른 곳에 속하지 않는 전기적 고체 장치	6년
H04M	전화통신	7년
H04B	전송	6년
B21B	금속의압연	8년

6) 전세계적으로 통용되고 있는 국제특허분류(IPC: International Patent Classification)를 통해 특허정보 기술분야에서 공지기술을 조사할 수 있으며, 기술 및 권리정보에 용이하게 접근 가능

7) 특허인용수명 지수는 후방인용(Backward Citation)에 기반한 특허인용수명의 평균, Q1, Q2(중앙값), Q3에 대한 통계값을 제시함. 특히 이와 같이 산출된 Q2는 TCT(Technology Cycle Time, 기술순환주기 또는 기술수명주기)라고 부름

- 투입기술이 가장 많은 H04W 분야와 융합이 높게 이루어진 기술은 H04L 분야로 나타났으며, G06F, G01S 분야와도 융합된 기술의 건수가 높은 것으로 분석
- 이외에 G06F 분야와 융합된 기술은 G06Q, H04L, G05B 분야와 융합된 기술이 많은 것으로 나타났으며, G05B 분야와 융합된 기술은 G06Q, H04L 기술로 분석



[스마트 제조 애플리케이션 분야 IPC 기술 및 융합성]

(4) 주요출원인 분석

- 세계 주요출원인을 살펴보면 주로 미국의 출원인이 다수의 특허를 보유하고 있는 것으로 나타났으며, 기계, 자동화 분야의 출원인이 대부분
- 주요 미국 출원인을 살펴보면 General Electric 등 전기, 기계 기업과 Rockwell Automation Technologies, Invensys Systems 등 자동화 기업이 다수 출원을 하고 있는 것으로 나타났으며, 이들 미국 출원인은 주로 미국 본국에 출원건수가 높은 것으로 나타남
- 한국 출원인으로는 포스코, 포스코아이씨티, 에이시에스 등 3개 기업이 상위출원인으로 나타나 스마트 제조 애플리케이션 관련 기술을 다수 보유

- 가장 많은 특허를 보유하고 있는 Siemens의 3국 패밀리수는 0건으로 다국적 시장 보다는 미국과 유럽을 시장을 목표로 출원을 하고 있는 것으로 보이며, General Electric은 5건으로 다국적 시장을 확보
- 미국 기업인 Rockwell Automation Technologies이 확보한 특허의 피인용지수가 20.00으로 가장 높게 나타나 기술의 파급성이 높은 원천기술을 다수 보유하고 있는 것으로 분석됨

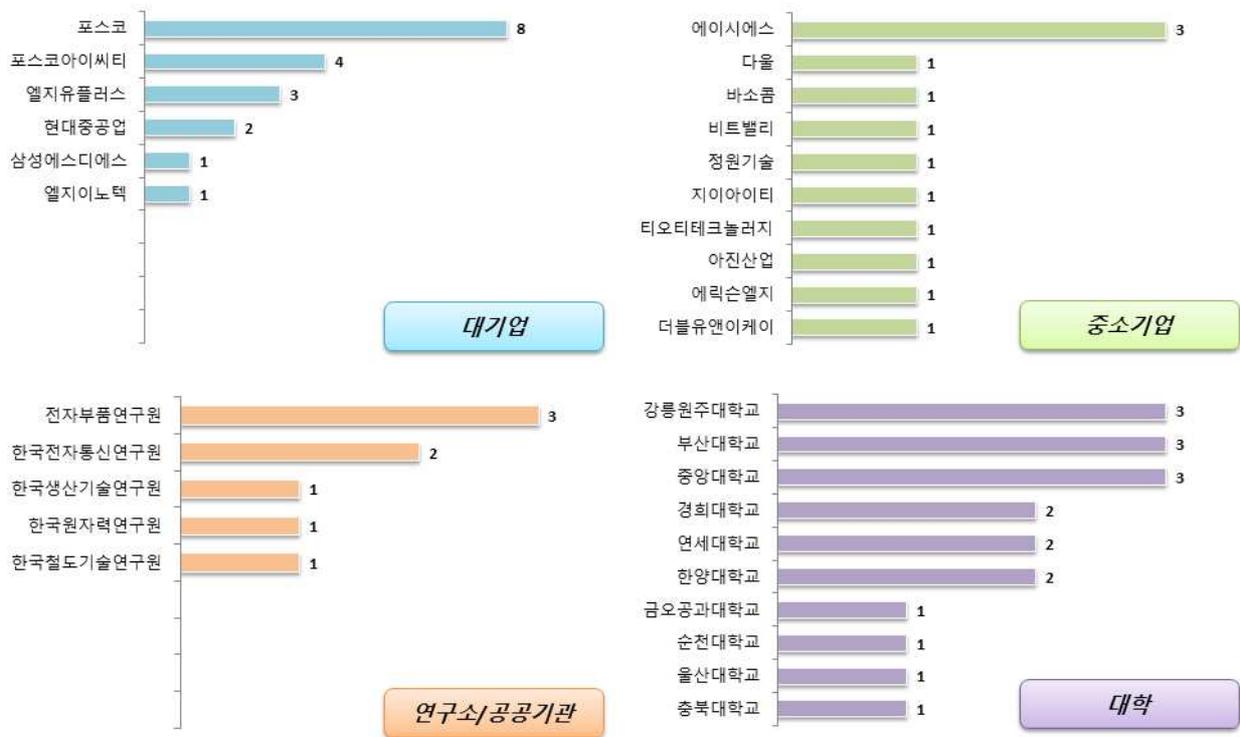
[주요 출원인의 출원현황]

주요출원인	국가	주요 IP시장국 (건수 %)					3국 패밀리 수 (건)	피인용 지수	주력기술 분야
		한국	미국	일본	유럽	IP시장국 종합			
Siemens	독일		53		37	미국	0	0.60	MES 시스템과 함께 제조 플랜트 제어
		0%	59%	0%	41%				
General Electric	미국		10	1	7	미국	5	3.67	플랜트 운전 최적화 시스템 및 방법
		0%	56%	6%	39%				
Rockwell Automation Technologies	미국		11		7	미국	0	20.00	MES에서 산업 특이적 워크플로우
		0%	61%	0%	39%				
Invensys Systems	미국		10		1	미국	0	0.25	SCADA와 MES 시스템에 대한 통합
		0%	91%	0%	9%				
포스코	한국	8				한국	0	0.88	철강공정 가상설비 및 시뮬레이션
		100%	0%	0%	0%				
Boeing	미국		3	1	1	미국	3	1.00	가상엔지니어링을 위한 시스템 및 방법
		0%	60%	20%	20%				
포스코아이씨티	한국	4				한국	0	0.00	제조설비 및 가상공장 시뮬레이션
		100%	0%	0%	0%				
Yokogawa Electric	일본		1	2	1	일본	4	0.00	배치의 라이프 사이클 관리 시스템 및 방법
		0%	25%	50%	25%				
에이시에스	한국	3				한국	0	0.33	맞춤 보급형 제조실행 플랫폼
		100%	0%	0%	0%				
International Business Machines	미국		3			미국	0	0.33	데이터를 사용한 제조 관리
		0%	100%	0%	0%				

(5) 국내 출원인 동향

- 국내 출원인 동향을 살펴보면 대기업은 포스코의 출원건수가 가장 높게 나타났으며, 중소기업에서는 에이시에스의 출원건수가 높게 나타남
 - 대기업의 주요 출원인은 포스코, 포스코아이씨티 등이 있으며, 중소기업의 주요 출원인은 에이시에스, 다울, 바소콤 등이 주요 출원인인 것으로 나타남

- 기업 이외의 주요출원인을 살펴보면 전자부품연구원, 한국전자통신연구원 등 연구소/공공기관의 출원이 다수 나타났으며, 대학은 강릉원주대학교, 부산대학교, 중앙대학교 등의 출원이 높은 것으로 분석됨



[국내 주요출원인의 출원 현황]

5. 중소기업 환경

가. 중소기업 경쟁력

스마트 제조 애플리케이션 분야의 중소기업 경쟁력은 기술분류별로 차이가 있으나 통합운영 기술은 중소기업이 다수 참여하여 시장에서의 역할이 큰 분야로 나타성장할 것으로 분석됨

[스마트 제조 애플리케이션 분야 중소기업 현황]

기술 분류	주요 기술	대기업	중소기업	중소기업 참여영역	중소기업 참여정도
수요 맞춤형 공정 및 운영 최적화	공정설계 기술 가상모델 데이터 공정설계 생산운영 통합 기술 실시간 생산정보 기반 가시화 분석 피드백 제어 기술 결감 시스템 기술	삼성전자 LS산전 두산인프라 코어 SK C&C 포스코 LG CNS	미디어텍 브로드컴	자동조립정비 생산자동화	●
인간중심 안전 및 작업 지원	가상/증강현실 기반 공정데이터 연계형 작업 지원 기술 팩토리 공간정보 모델링 및 표준화 기술 작업자 이상·유해상황감지 및 산업대응 기술	삼성전자 LS산전 두산인프라 코어 SK C&C 포스코 LG CNS	에임시스템 에이시에스	모델링 기법 레이아웃설계 모니터링	●
지능형 유통 및 조달 물류	Big Data 분석 상태분석 및 이상 조기경보시스템 기술 가상 계측 시스템 기술 가치사슬 연계물류흐름 추적관리 및 물류운영 최적화 기술	삼성전자 LS산전 두산인프라 코어 SK C&C 포스코 LG CNS	신명정보통신	데이터분석 물류시스템 기술 스마트 센서 IoT	●
스마트팩토리 통합 운영 및 서비스	이미지 프로세싱 Deep Learning 생산정보 분석기술 설비 Condition에 따른 설비 수명예측 시스템 기술	삼성전자 LS산전 두산인프라 코어 SK C&C 포스코 LG CNS	미디어텍 브로드컴	저전력 기술 지능형 공장 머신러닝 공장 자동화 설비	●

* 중소기업 참여정도와 점유율은 주요제품 시장에 참여하는 중소기업의 참여규모와 정도(업체수, 비율 등)를 고려하여 5단계로 구분 (낮은 단계: ○, 중간 단계(○, ●, ●) 높은 단계: ●)

나. 중소기업 기술수요

- 스마트 제조 애플리케이션 분야의 중소기업의 기술수요를 파악하기 위하여 중소기업 기술수요조사 및 중소기업청 R&D신청과제(2013~2015년)를 분석한 결과 아래 표의 내용과 같은 수요들이 다수 있는 것으로 분석
 - 스마트 제조 애플리케이션 분야 중소기업은 수요 맞춤형 공정 및 운영 최적화 기술개발에 다수 수요가 있는 것으로 나타났으며, 이는 최근 기술트렌드인 ICT기술과의 융복합 기술에 관심이 높아지고 있는 추세를 반영한 것으로 분석됨

[스마트 제조 애플리케이션 분야 과제신청현황 및 수요조사결과]

전략제품	기술 분류	관심기술
스마트 제조 애플리케이션	수요 맞춤형 공정 및 운영 최적화	고객 맞춤형 공정설계 기술 가상모델 실운영 데이터 연계 공정설계 생산운영 통합 기술 실시간 생산정보 기반 4M 상태 가시화 분석 피드백 제어 기술 설비 Parameter와 에너지 사용량의 상관관계를 분석한 에너지 절감 시스템 기술
	인간중심 안전 및 작업 지원	가상/증강현실 기반 공정데이터 연계형 작업 지원 기술 팩토리 공간정보 모델링 및 표준화 기술 작업자 이상·유해상황감지 및 산업대응 기술
	지능형 유통 및 조달 물류	Big Data 분석 알고리즘을 이용하여 상태분석 및 이상 신호를 발견하는 실시간 조기경보시스템 기술 Big Data를 통해 예측 되지 않은 값을 예측하는 가상 예측 시스템 기술 가치사슬 연계물류흐름 추적관리 및 물류운영 최적화 기술
	스마트팩토리 통합 운영 및 서비스	이미지 프로세싱 및 Deep Learning을 이용한 이미지 분석시스템을 통한 실시간 생산정보 분석기술 설비 Condition에 따른 설비 수명예측 시스템 기술 제조 지식 노하우 체계화 및 서비스화 기술

다. 중소기업 핵심기술

(1) 데이터 기반 요소기술 발굴

- 스마트 제조 애플리케이션 기술의 특허 및 논문데이터 검색을 통해 도출된 유효데이터를 대상으로 데이터마이닝 기법(Scientometrics 기법)을 통해 클러스터링된 키워드의 연관성을 바탕으로 요소기술 후보군을 도출
 - 스마트 제조 애플리케이션 기술의 특허 및 논문 유효데이터를 기반으로 키워드 클러스터링을 통하여 10개의 요소기술 후보군을 도출
 - 제품별 dataset 구축 : 스마트 제조 애플리케이션 기술 관련 특허/논문 데이터를 추출하여 노이즈 제거 후 제품별 dataset 구축
 - 1차 클러스터링 : 키워드 맵을 통한 고빈도 키워드 확인-빈도수(tf-idf)⁸⁾가 상위 30%에 해당하는 키워드를 대상으로 1차 추출
 - 2차 클러스터링 : 1차 클러스터링에서 추출된 고빈도 키워드 사이에서 고연관도 키워드를 2차 추출 (고연관도 기준은 연관도수치⁹⁾가 2이상인 클러스터로 제한)

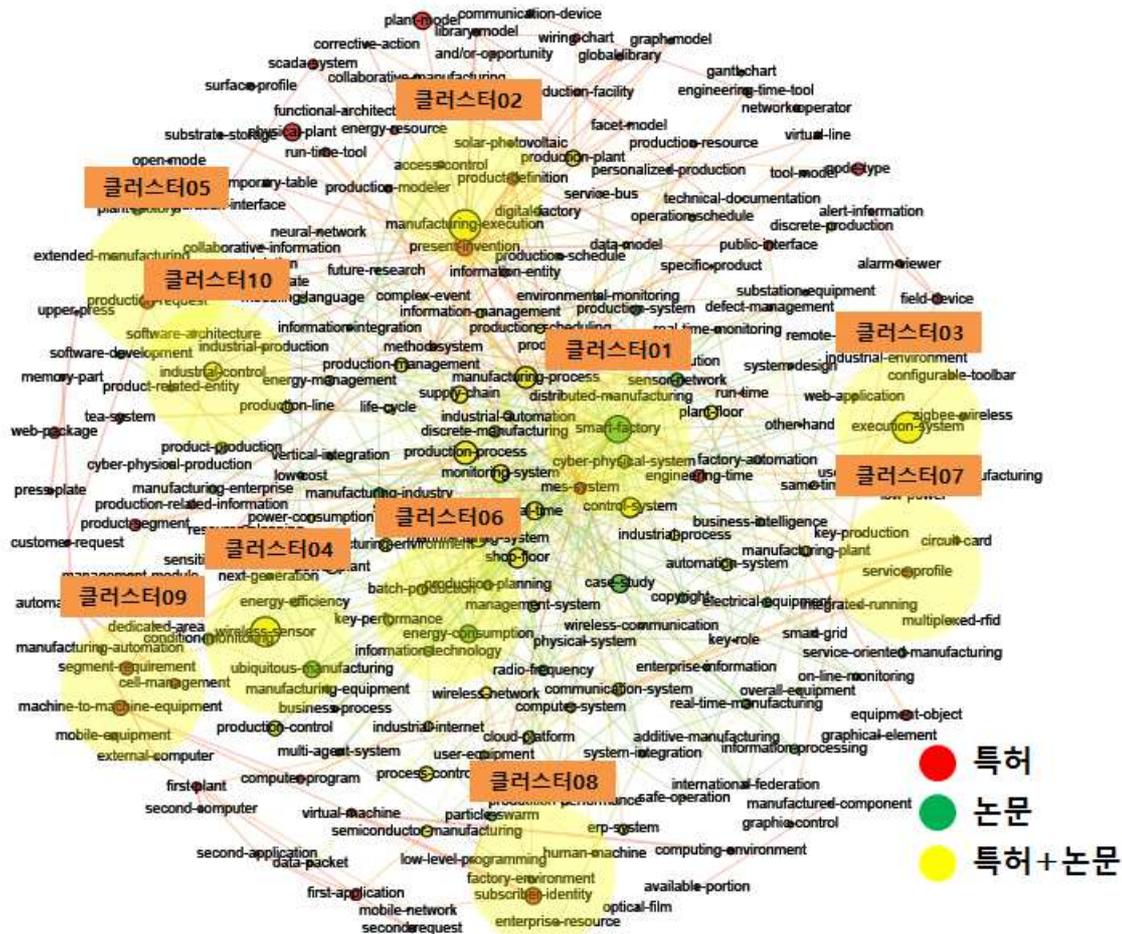
- 다음 그림은 키워드 간 연관네트워크를 시각화한 것으로, 각 키워드를 나타내는 원과 키워드 간의 연관도를 나타내는 직선으로 구성
 - 각 키워드가 특허와 논문 중 어느 데이터에서 도출되었는지 원의 색으로 구분하였으며, 키워드로 도출된 클러스터는 황색음영으로 표시
 - 키워드를 나타내는 원은 고빈도의 키워드일수록 원의 크기가 크게 표현되며, 연관도를 나타내는 선은 키워드 사이의 연관도수치가 높을수록 굵게 표현

- 스마트 제조 애플리케이션 기술 전략제품의 특허·논문 유효데이터에 대하여 키워드 클러스터링 결과를 기반으로 요소기술 도출

- 데이터 기반의 요소기술 도출은 키워드 클러스터링을 통해 도출된 요소기술에 대하여 전문가의 검증 및 조정을 통하여 요소기술을 도출

8) 빈도수(tf-idf) : 각 키워드가 출현되는 특허 또는 논문수를 의미

9) 연관도수치: 두 개 이상의 키워드 사이의 특허 또는 논문수를 의미



[스마트 제조 애플리케이션 분야 키워드 클러스터링]

[스마트 제조 애플리케이션 분야 주요 키워드 및 관련문헌]

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
클러스터 01	smart factory, cyber physical system	4~5	1. smart factory use case implemented for quality issues 2. METHOD AND SYSTEM FOR CUSTOMIZING A GRAPHIC USER INTERFACE OF A MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM SCREEN
클러스터 02	manufacturing execution	4~5	1. INDUSTRY-SPECIFIC WORKFLOWS IN A MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM WITH PREMIER INTEGRATION 2. ROUTING OF ENTERPRISE RESOURCE PLANNING MESSAGES 3. A proposal of manufacturing execution system integration in design for additive manufacturing
클러스터 03	execution system	4~5	1. ACTIVITY SET MANAGEMENT IN A MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM 2. Manufacturing execution systems (MES) 3. Using the embedded Ethernet communication capability of PLC controller for tailor-made Manufacturing Execution System
클러스터 04	wireless sensor, ubiquitous manufacturing	4	1. Enabling Communication Between Wireless Devices 2. Energy Efficient Method For Communication Between A Wireless Sensor Network And An Industrial Control System 3. Multimode user equipment accessing wireless sensor network 4. Design of Wireless Sensor Networks-Based Equipment Materials Transport and Storage Environment Monitoring System

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
클러스터 05	production request	4	1. METHOD AND SYSTEM FOR HANDLING BATCH PRODUCTION WITHIN ANSI/ISA/95 PRODUCTION SCHEDULING EXTENDED WITH BATCH PRODUCTION PARAMETER HISTORIAN 2. System and method for managing life-cycle of batch in production control system in real time 3. Controlling JIT item production via kanban cards
클러스터 06	energy consumption	4	1. RFID integrated adaption of manufacturing execution systems for energy efficient production
클러스터 07	service profile	5	1. Device assisted ambient services
클러스터 08	subscriber identity	6	1. Method and System for Managing Subscriber Identity Modules on Wireless Networks for Machine-To-Machine Applications 2. System, servers, methods and computer programs for machine-to-machine equipment management 3. Virtual Machine Management Using a Downloadable Subscriber Identity Module
클러스터 09	machine to machine equipment, mobile equipment	5	1. Method for Segmenting Users of Mobile Internet 2. Analyzing Internet Traffic by Extrapolating Socio-Demographic Information from a Panel 3. System and Method for Relating Internet Usage with Mobile Equipment
클러스터 10	industrial control	4~5	1. CLOUD-BASED EMULATION AND MODELING FOR AUTOMATION SYSTEMS 2. Predictive analysis having data source integration for industrial automation 3. A component based reconfigurable manufacturing execution system

[스마트 제조 애플리케이션 분야 데이터 기반 요소기술]

No	요소기술명	키워드
요소기술01	가상모델 실운영 데이터 연계 공정설계 생산운영 통합 기술	manufacturing execution
요소기술02	실시간 생산정보 기반 4M 상태 가시화 분석 피드백 제어 기술	realtime produce 4M feedback
요소기술03	가상/증강현실 기반 공정데이터 연계형 작업 지원 기술	AR/VR processing
요소기술04	팩토리 공간정보 모델링 및 표준화 기술	modeling, sampling
요소기술05	작업자 이상-유해상황감지 및 산업대응 기술	execution system
요소기술06	Big Data 분석 알고리즘을 이용하여 상태분석 및 이상 신호를 발견하는 실시간 조기경보시스템 기술	deep learning execution system
요소기술07	Big Data를 통해 계측 되지 않은 값을 예측하는 가상 계측 시스템 기술	predict analysis
요소기술08	이미지 프로세싱 및 Deep Learning을 이용한 이미지 분석시스템을 통한 실시간 생산정보 분석기술	image processing deep learning

(2) 요소기술 도출

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

[스마트 제조 애플리케이션 분야 요소기술 도출]

분류	요소기술	출처
수요 맞춤형 공정 및 운영 최적화	고객 맞춤형 공정설계 기술	기술/시장 분석, 특허/논문 클러스터링
	가상모델 실운영 데이터 연계 공정설계 생산운영 통합 기술	기술/시장 분석, 기술수요, 특허/논문 클러스터링, 전문가추천
	실시간 생산정보 기반 4M 상태 가시화 분석 피드백 제어 기술	기술/시장 분석, 전문가 추천, 특허/논문 클러스터링
	설비 Parameter와 에너지 사용량의 상관관계를 분석한 에너지 절감 시스템 기술	기술/시장 분석, 기술수요, 전문가추천
인간중심 안전 및 작업 지원	가상/증강현실 기반 공정데이터 연계형 작업 지원 기술	기술수요, 특허/논문 클러스터링
	팩토리 공간정보 모델링 및 표준화 기술	기술/시장 분석, 전문가 추천, 특허/논문 클러스터링
	작업자 이상·유해상황감지 및 산업대응 기술	전문가추천, 특허/논문 클러스터링
지능형 유통 및 조달 물류	Big Data 분석 알고리즘을 이용하여 상태분석 및 이상 신호를 발견하는 실시간 조기경보시스템 기술	특허/논문 클러스터링, 전문가추천
	Big Data를 통해 계측 되지 않은 값을 예측하는 가상 계측 시스템 기술	기술수요, 특허/논문 클러스터링
	가치사슬 연계물류흐름 추적관리 및 물류운영 최적화 기술	기술/시장 분석, 기술수요, 특허/논문 클러스터링
스마트팩토리 통합 운영 및 서비스	이미지 프로세싱 및 Deep Learning을 이용한 이미지 분석시스템을 통한 실시간 생산정보 분석기술	기술/시장 분석, 기술수요, 특허/논문 클러스터링
	설비 Condition에 따른 설비 수명예측 시스템 기술	기술수요, 타부처로드맵
	제조 지식 노하우 체계화 및 서비스화 기술	기술/시장 분석, 기술수요

(3) 핵심기술 선정

- 확정된 요소기술을 대상으로 산·학·연 전문가로 구성된 핵심기술 선정위원회를 통하여 중소기업에 적합한 핵심기술 선정
- 핵심기술 선정은 기술개발시급성(10), 기술개발파급성(10), 단기개발가능성(10), 중소기업 적합성(10)을 고려하여 평가

[스마트 제조 애플리케이션 분야 핵심기술]

분류	핵심기술	개요
수요맞춤형 공정 및 운영 최적화	Big Data 분석 알고리즘을 이용하여 상태분석 및 이상 신호를 발견하는 실시간 조기경보시스템 기술	Big Data 분석 알고리즘을 이용한 실시간 조기경보 시스템 기술은 실시간 생산정보 4M 상태 모니터링 및 피드백 제어 기술을 바탕으로 한 실시간 조기경보 애플리케이션 기술임
	이미지 프로세싱 및 Deep Learning을 이용한 이미지 분석시스템을 통한 실시간 생산정보 분석기술	이미지 프로세싱 및 Deep Learning을 이용한 이미지 분석시스템을 통한 실시간 생산정보 상태 분석기술 애플리케이션 기술
	설비 Parameter와 에너지 사용량의 상관 관계를 분석한 에너지 절감 시스템 기술	팩토리 에너지 소비를 고려한 생산운영 최적화 기술로 에너지 데이터까지 고려된 생산운영 애플리케이션 개발 기술임
인간중심 안전 및 작업 지원	팩토리 공간정보 모델링 및 표준화 기술	가상·증강현실 기술을 바탕으로 업무환경을 지원하는 작업자 지원 애플리케이션과 팩토리 공간정보에 대한 표준모델링 기술
	작업자 이상·유해상황감지 및 산업대응 기술	위치인식 기반의 작업자 상태를 사전 감지·대응하는 안전 애플리케이션 개발
지능형 유통 및 조달 물류	가치사슬 연계물류흐름 추적관리 및 물류운영 최적화 기술	가치사슬을 연계한 물류 최적화 플랫폼에 탑재하여 지능형 물류조달 애플리케이션 개발
스마트팩토리 통합운영 및 서비스	Big Data를 통해 계측 되지 않은 값을 예측하는 가상 계측 시스템 기술	실시간 데이터 기반 가상 모델 생성 및 애플리케이션 연계를 위한 기술임.
	설비 Condition에 따른 설비 수명예측 시스템 기술	실시간 설비 Condition 데이터를 기반으로 한 서비스 수명 예측 애플리케이션 기술임.

6. 기술로드맵 기획

가. 스마트 제조 애플리케이션 기술로드맵

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

스마트 제조 애플리케이션 기술의 중소기업형 기술로드맵				
Time Span	2017	2018	2019	최종목표
연도별 목표	Big Data 전처리 및 현황분석	원인분석	예측 분석	지능화, 최적화를 통한 Smart Factory 구축
스마트 제조 애플리케이션 핵심기술	수요 맞춤형 공정 운영 최적화 Big Data 분석 알고리즘을 이용하여 상태분석 및 이상신호를 발견하는 실시간 조기경보시스템 이미지 프로세싱 및 Deep Learning을 이용한 이미지 분석 시스템 실시간 생산정보 분석 기술 설비 Parameter 와 에너지 사용량의 상관관계를 분석한 에너지 절감 시스템 기술			실시간 생산정보 기반 4M 상태 가시화, 분석을 통한 불량 최적화, 조기경보 애플리케이션 기술, 팩토리 에너지 소비를 고려한 생산운영 최적화 기술
	인간중심 안전 및 작업지원 팩토리 공간정보 모델링 및 표준화 기술 작업자 이상, 유해상황감지 및 산업대응 기술			팩토리 내 작업자 업무환경 및 상태 감지, 사전 대응 기술 애플리케이션 기술
	지능형 유통 및 조달물류 가치사슬 연계 물류흐름 추적관리 및 물류운영 최적화 기술			실시간 데이터 분석을 통한 지능형 물류조달 애플리케이션 기술
	스마트 팩토리 통합운영 및 서비스 Big Data를 통해 계속 되지 않은 값을 예측하는 가상 계측 시스템 기술 설비 Condition에 따른 설비 수명 예측 시스템 기술			실시간 데이터 기반 가상 모델 생성 및 애플리케이션 연계 기술
기술/시장 니즈	불량에 대한 신속한 원인 탐지로 수율 증대	설비 장애 시간 최소화로 가동율 증가		IoT, Big Data 기반의 예측 분석 시스템

나. 연구개발 목표 설정

□ 로드맵 기획 절차는 산·학·연 전문가로 구성된 로드맵 기획위원회를 통해 선정된 핵심기술을 대상으로 기술요구사항, 연차별 개발목표, 최종 목표를 도출

[스마트 제조 애플리케이션 분야 핵심기술 연구목표]

분류	핵심기술	기술요구사항	연차별 개발목표			최종목표
			1차년도	2차년도	3차년도	
수요맞춤형 공정 및 운영 최적화	Big Data 분석 알고리즘을 이용하여 상태 분석 및 이상 신호를 발견하는 실시간 조기경보 시스템 기술	예측 정합률(%)	90% 이상	95% 이상	98% 이상	조기경보 예측 정합률 향상
	이미지 프로세싱 및 Deep Learning을 이용한 불량 이미지 검출 및 분석	불량 검출률(%)	90% 이상	95% 이상	98% 이상	불량 검출률 향상
	설비 Parameter와 에너지 사용량의 상관관계를 분석한 에너지 절감 시스템 기술	에너지 절감률(%)	2% 이상	4% 이상	5% 이상	에너지 절감률 향상
인간중심 안전 및 작업 지원	팩토리 공간정보 모델링 및 표준화 기술	물리적 매칭률 (%)	50%이상	80%이상	95%이상	물리적 매칭률을 높이고 사용 가능한 시스템 개발
	작업자 이상·유해상황 감지 및 사전대응 기술	유해상황 조기 감지로 인한 안전성(%)	-	80%이상	99%이상	유해감지센서를 이용한 안전 관리 시스템 도입으로 안전성 증가
지능형 유통 및 조달 물류	가치사슬 연계물류흐름 추적관리 및 물류운영 최적화 기술	제품 생산 시간 단축/생산량 향상(%)	-	5%	10%	최적화 된 물류 운영으로 생산 시간 단축 및 생산량 향상
스마트 팩토리 통합운영 및 서비스	BigData를 통해 계속 되지않는 값을 예측하는 가상 계측 시스템 기술	예측 정합률(%)	90% 이상	95% 이상	98% 이상	가상 계측 정합률 향상
	설비 Condition에 따른 설비 수명 예측 시스템 기술	예측 정합률(%)	90% 이상	95% 이상	98% 이상	수명 예측 정합률 향상

다. 핵심기술 심층분석

BigData분석 알고리즘을 이용하여 상태분석 및 이상신호를 발견하는 실시간 조기경보 시스템 기술																				
기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> 불량이나 이상이 발생할 경우 사전에 감지하여 조기 경보를 해줌으로써 사전에 불량 발생이나 이상유무를 확인 할 수 있음 설비의 이상 신호를 감지하고 조기 경보를 발생시켜 제품의 불량 발생을 최소화하여 수율을 높이고 품질에 대한 신뢰성을 높일 수 있음. 수율이 높아져 제조 단가를 줄일 수 있음 																			
기술개발전략	<ul style="list-style-type: none"> 정상적인 경우의 패턴을 파악 불량이나 이상이 발생할 경우의 패턴을 파악 실시간 패턴 감시로 정상이 아닌 패턴이 감지 될 경우 조기 경보 발생 																			
관련특허현황	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>명칭</th> <th>출원인</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>물류 리스크 예측 방법 및 그 장치</td> <td>삼성에스디에스</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>지능형 물류창고 네트워크 구축을 위한 물류현장용 창고 관리 스마트 카드</td> <td>해진테크</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>물류창고 화물검수 방법</td> <td>이씨스</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>진열 상품 재고 관리 솔루션을 구비한 전자 선반 라벨 시스템</td> <td>에스모바일텍</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>스마트폰 앱 기반의 ERP시스템</td> <td>엠링크코리아</td> </tr> </tbody> </table>		No	명칭	출원인	1	물류 리스크 예측 방법 및 그 장치	삼성에스디에스	3	지능형 물류창고 네트워크 구축을 위한 물류현장용 창고 관리 스마트 카드	해진테크	3	물류창고 화물검수 방법	이씨스	4	진열 상품 재고 관리 솔루션을 구비한 전자 선반 라벨 시스템	에스모바일텍	5	스마트폰 앱 기반의 ERP시스템	엠링크코리아
No	명칭	출원인																		
1	물류 리스크 예측 방법 및 그 장치	삼성에스디에스																		
3	지능형 물류창고 네트워크 구축을 위한 물류현장용 창고 관리 스마트 카드	해진테크																		
3	물류창고 화물검수 방법	이씨스																		
4	진열 상품 재고 관리 솔루션을 구비한 전자 선반 라벨 시스템	에스모바일텍																		
5	스마트폰 앱 기반의 ERP시스템	엠링크코리아																		
적용가능분야	<ul style="list-style-type: none"> 디스플레이, 반도체, 철강, 자동차 등 모든 제조업 분야 																			
관련기업	<ul style="list-style-type: none"> 삼성 전자, 삼성 디스플레이, SK하이닉스, POSCO, 현대차, LGD 등의 모든 제조 회사 																			

이미지프로세싱 및 DeepLearning을 이용한 이미지 분석시스템을 통한 실시간
생산정보 분석 기술

<p>기술개발 필요성</p>	<ul style="list-style-type: none"> 기존의 불량 판정의 사람에 의한 불량 판정 및 분석이기 때문에 효율이 떨어지는 반면 이미지 프로세싱 기술과 Deep learning 기술을 이용하여 빠르고 정확하게 분석을 할 수 있음. 비전 검사 장비의 이미지프로세싱 만으로 한계가 보이는 부분에 딥러닝을 접목하여 검사 결과를 좀 더 세분화하고 정확도를 높일 수 있음. 																					
<p>기술개발전략</p>	<ul style="list-style-type: none"> 이미지 프로세싱을 통한 불량 이미지 검출 검출된 불량 이미지를 이용한 모델 생성 Deep Learning을 이용하여 학습에 의한 불량 이미지 분석 																					
<p>관련특허현황</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>명칭</th> <th>출원인</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>맞춤보급형 제조실행 플랫폼</td> <td>에이시에스</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>System and Method for Integrated Workflow Scaling</td> <td>Invensys Systems</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>METHOD, DISTRIBUTED ARCHITECTURE AND WEB APPLICATION FOR OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS ANALYSIS</td> <td>Siemens</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Controlling a manufacturing plant with a MES system</td> <td>Siemens</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>METHOD AND SYSTEM FOR MANAGING DATA IN A MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM</td> <td>Siemens</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>CLOUD-BASED EMULATION AND MODELING FOR AUTOMATION SYSTEMS</td> <td>Rockwell Automation Technologies</td> </tr> </tbody> </table>	No	명칭	출원인	1	맞춤보급형 제조실행 플랫폼	에이시에스	2	System and Method for Integrated Workflow Scaling	Invensys Systems	3	METHOD, DISTRIBUTED ARCHITECTURE AND WEB APPLICATION FOR OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS ANALYSIS	Siemens	4	Controlling a manufacturing plant with a MES system	Siemens	5	METHOD AND SYSTEM FOR MANAGING DATA IN A MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM	Siemens	6	CLOUD-BASED EMULATION AND MODELING FOR AUTOMATION SYSTEMS	Rockwell Automation Technologies
No	명칭	출원인																				
1	맞춤보급형 제조실행 플랫폼	에이시에스																				
2	System and Method for Integrated Workflow Scaling	Invensys Systems																				
3	METHOD, DISTRIBUTED ARCHITECTURE AND WEB APPLICATION FOR OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS ANALYSIS	Siemens																				
4	Controlling a manufacturing plant with a MES system	Siemens																				
5	METHOD AND SYSTEM FOR MANAGING DATA IN A MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM	Siemens																				
6	CLOUD-BASED EMULATION AND MODELING FOR AUTOMATION SYSTEMS	Rockwell Automation Technologies																				
<p>적용가능분야</p>	<ul style="list-style-type: none"> 디스플레이, 반도체 제조 공정의 비전 검사 장비 																					
<p>관련기업</p>	<ul style="list-style-type: none"> 모든 디스플레이, 반도체 제조 회사(삼성디스플레이, LG디스플레이, BOE, 삼성전자, SK하이닉스 등) 																					

설비Parameter와 에너지 사용량의 상관관계를 분석한 에너지 절감 시스템 기술

기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> 공정상 불필요하게 소모되는 에너지를 분석하여 확인함으로써 에너지를 아낄 수 있음 환경 문제와 이로 인한 에너지 저 사용에 대한 내용은 세계적인 이슈로써 설비의 에너지 효율이 떨어진 원인을 분석하여 에너지 효율을 높이고 기업의 에너지 비용을 절감 																					
기술개발전략	<ul style="list-style-type: none"> 설비 동작 중 에너지 사용량 확인 품질과 에너지 사용량 간의 상관관계 확인 품질에 영향을 미치지 않는 설비 Parameter를 분석하여 최소 에너지 사용량 도출 적용 																					
관련특허현황	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>명칭</th> <th>출원인</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>무선 센서 네트워크에 에너지 절약 및 신뢰성 있는 정보 전달을 위한 장치 및 방법</td> <td>부산대학교</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>에너지 관리 시뮬레이션을 위한 가상공장 시뮬레이션 시스템 및 방법</td> <td>포스코아이씨티</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>능동 부하 관리를 이용한 급송가능 운영 예비 에너지 용량의 추정 및 제공 시스템 및 방법</td> <td>콘서트아이엔씨</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>에너지 사용량 모니터링 시스템</td> <td>에이시에스</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Industrial control energy object</td> <td>Rockwell Automation Technologies</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>An energy efficient method for communication between a wireless sensor network and an industrial control system</td> <td>Abb Research</td> </tr> </tbody> </table>	No	명칭	출원인	1	무선 센서 네트워크에 에너지 절약 및 신뢰성 있는 정보 전달을 위한 장치 및 방법	부산대학교	2	에너지 관리 시뮬레이션을 위한 가상공장 시뮬레이션 시스템 및 방법	포스코아이씨티	3	능동 부하 관리를 이용한 급송가능 운영 예비 에너지 용량의 추정 및 제공 시스템 및 방법	콘서트아이엔씨	4	에너지 사용량 모니터링 시스템	에이시에스	5	Industrial control energy object	Rockwell Automation Technologies	6	An energy efficient method for communication between a wireless sensor network and an industrial control system	Abb Research
No	명칭	출원인																				
1	무선 센서 네트워크에 에너지 절약 및 신뢰성 있는 정보 전달을 위한 장치 및 방법	부산대학교																				
2	에너지 관리 시뮬레이션을 위한 가상공장 시뮬레이션 시스템 및 방법	포스코아이씨티																				
3	능동 부하 관리를 이용한 급송가능 운영 예비 에너지 용량의 추정 및 제공 시스템 및 방법	콘서트아이엔씨																				
4	에너지 사용량 모니터링 시스템	에이시에스																				
5	Industrial control energy object	Rockwell Automation Technologies																				
6	An energy efficient method for communication between a wireless sensor network and an industrial control system	Abb Research																				
적용가능분야	<ul style="list-style-type: none"> 제조공장관련 에너지 절감 ICT 기반 건물 에너지 효율화 																					
관련기업	<ul style="list-style-type: none"> 국내 : 포스코 ICT, 에이시에스, LG CNS, LS 산전 해외 : Siemens, Honeywell, Rockwell Automation, Invensis 																					

팩토리 공간정보 모델링 및 표준화 기술

기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> 가상 증강 현실 기술을 바탕으로 업무 환경을 지원 하여 미숙련자라도 손쉽게 작업 할 수 있는 환경 마련 																		
기술개발전략	<ul style="list-style-type: none"> 가상 증강 현실 기술 검토 지식 창고 시스템 개발(Knowledge Arcive) 지식 창고 시스템과 가상 증강 현실을 접목 하여 설비 수리에 용이 하도록 개발 																		
관련특허현황	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>명칭</th> <th>출원인</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>다중 디스플레이를 위한 시각화 시스템 및 그 방법</td> <td>한국과학기술원</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>4D 데이터를 시각화하기 위한 시각화 방법 및 시스템, 및 통합 데이터 파일 생성 방법 및 장치</td> <td>엔쓰리엔</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>로봇 제어 시각화 장치</td> <td>전자부품연구원</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>METHOD, DISTRIBUTED ARCHITECTURE AND WEB APPLICATION FOR OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS ANALYSIS</td> <td>Siemens</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>METHOD AND SYSTEM FOR MANAGING DATA IN A MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM</td> <td>Siemens</td> </tr> </tbody> </table>	No	명칭	출원인	1	다중 디스플레이를 위한 시각화 시스템 및 그 방법	한국과학기술원	2	4D 데이터를 시각화하기 위한 시각화 방법 및 시스템, 및 통합 데이터 파일 생성 방법 및 장치	엔쓰리엔	3	로봇 제어 시각화 장치	전자부품연구원	4	METHOD, DISTRIBUTED ARCHITECTURE AND WEB APPLICATION FOR OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS ANALYSIS	Siemens	5	METHOD AND SYSTEM FOR MANAGING DATA IN A MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM	Siemens
No	명칭	출원인																	
1	다중 디스플레이를 위한 시각화 시스템 및 그 방법	한국과학기술원																	
2	4D 데이터를 시각화하기 위한 시각화 방법 및 시스템, 및 통합 데이터 파일 생성 방법 및 장치	엔쓰리엔																	
3	로봇 제어 시각화 장치	전자부품연구원																	
4	METHOD, DISTRIBUTED ARCHITECTURE AND WEB APPLICATION FOR OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS ANALYSIS	Siemens																	
5	METHOD AND SYSTEM FOR MANAGING DATA IN A MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM	Siemens																	
적용가능분야	<ul style="list-style-type: none"> 디스플레이, 반도체, 철강, 자동차 등 모든 제조업 분야 																		
관련기업	<ul style="list-style-type: none"> 삼성 전자, 삼성 디스플레이, SK하이닉스, POSCO, 현대차, LGD 등의 모든 제조 회사 																		

작업자 이상·유해상황감지 및 사전대응기술

기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> 작업자 이상 및 유해 상황을 조기 감지하여 작업자를 조기 발견 및 조치로 작업자 안정성 확보 																								
기술개발전략	<ul style="list-style-type: none"> 유해 상황 감지 센서 개발 작업자 위치 인식 및 응급 상황 콜 시스템 개발 응급 센터 연계 시스템 구현 																								
관련특허현황	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>명칭</th> <th>출원인</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>시설물 안전 관리 시스템 및 방법</td> <td>다울</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>작업장 사고방지를 위한 스마트웨어 시스템</td> <td>티엘씨테크놀로지</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>스마트 모니터링 제어 시스템</td> <td>티엘씨테크놀로지</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>지능형 위험전조 패턴 분석모델을 이용한 에너지 플랜트의 실시간 위험전조 예측방법 및 예측시스템</td> <td>한국가스안전공사</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>사물지능통신을 기반으로 하는 재난대응방법</td> <td>바인테크</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>System and method for optimizing plant operations</td> <td>General Electric</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Method and a system for an automatic recovery from a fault situation in a production plant</td> <td>Siemens</td> </tr> </tbody> </table>	No	명칭	출원인	1	시설물 안전 관리 시스템 및 방법	다울	2	작업장 사고방지를 위한 스마트웨어 시스템	티엘씨테크놀로지	3	스마트 모니터링 제어 시스템	티엘씨테크놀로지	4	지능형 위험전조 패턴 분석모델을 이용한 에너지 플랜트의 실시간 위험전조 예측방법 및 예측시스템	한국가스안전공사	5	사물지능통신을 기반으로 하는 재난대응방법	바인테크	6	System and method for optimizing plant operations	General Electric	7	Method and a system for an automatic recovery from a fault situation in a production plant	Siemens
No	명칭	출원인																							
1	시설물 안전 관리 시스템 및 방법	다울																							
2	작업장 사고방지를 위한 스마트웨어 시스템	티엘씨테크놀로지																							
3	스마트 모니터링 제어 시스템	티엘씨테크놀로지																							
4	지능형 위험전조 패턴 분석모델을 이용한 에너지 플랜트의 실시간 위험전조 예측방법 및 예측시스템	한국가스안전공사																							
5	사물지능통신을 기반으로 하는 재난대응방법	바인테크																							
6	System and method for optimizing plant operations	General Electric																							
7	Method and a system for an automatic recovery from a fault situation in a production plant	Siemens																							
적용가능분야	<ul style="list-style-type: none"> 조선·화학·철강·발전 플랜트 산업안전관리 조선업·화학·건설 등 작업자(근로자) 산업안전관리 스마트팩토리 위험분석 서비스 																								
관련기업	<ul style="list-style-type: none"> 국내 : 포스코 ICT, 삼성 SDS, SK C&C, LG C&S, 티엘씨테크놀로지, 바인테크 해외 : Siemens, General Electric 																								

가치사슬 연계 물류흐름 추적관리 및 물류운영 최적화 기술

기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 물류 유통 비용의 막대화 및 재고관리 및 선입선출의 어려움 대두 ▪ 관리자들이 신속하고 유연한 작업으로 상품의 이동을 가속화시키고 물류비와 작업 시간을 효과적으로 절감할 필요성 대두 																								
기술개발전략	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 제조환경에 최적화 된 스마트센서를 이용한 유통물류서비스 ▪ 부품 조달, 생산, 배송, 사후관리까지 실시간 통합운영 가능한 미들웨어 및 서비스 기술 ▪ 납기예측 시뮬레이션 및 품질이력 추적관리 시스템 																								
관련특허현황	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>명칭</th> <th>출원인</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>물류운송을 위한 클라우드 오더 관리 시스템</td> <td>에이비씨로지스</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>의류수출업 물류관리를 위한 하이브리드 앱 기반 ERP 시스템</td> <td>오르트레이딩</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>스마트 물류네트워크의 최적화시스템</td> <td>한국무역정보통신</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>모바일을 이용한 물류관리 시스템</td> <td>씨큐프라임</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>모바일을 이용한 물류 자동화 시스템</td> <td>지팬스스마트로</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>양방향 통신을 지원하는 물류 IoT 통신 시스템 및 방법</td> <td>동아대학교</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Production management for manufacturing execution systems</td> <td>Siemens</td> </tr> </tbody> </table>	No	명칭	출원인	1	물류운송을 위한 클라우드 오더 관리 시스템	에이비씨로지스	2	의류수출업 물류관리를 위한 하이브리드 앱 기반 ERP 시스템	오르트레이딩	3	스마트 물류네트워크의 최적화시스템	한국무역정보통신	4	모바일을 이용한 물류관리 시스템	씨큐프라임	5	모바일을 이용한 물류 자동화 시스템	지팬스스마트로	6	양방향 통신을 지원하는 물류 IoT 통신 시스템 및 방법	동아대학교	7	Production management for manufacturing execution systems	Siemens
No	명칭	출원인																							
1	물류운송을 위한 클라우드 오더 관리 시스템	에이비씨로지스																							
2	의류수출업 물류관리를 위한 하이브리드 앱 기반 ERP 시스템	오르트레이딩																							
3	스마트 물류네트워크의 최적화시스템	한국무역정보통신																							
4	모바일을 이용한 물류관리 시스템	씨큐프라임																							
5	모바일을 이용한 물류 자동화 시스템	지팬스스마트로																							
6	양방향 통신을 지원하는 물류 IoT 통신 시스템 및 방법	동아대학교																							
7	Production management for manufacturing execution systems	Siemens																							
적용가능분야	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 디지털물류 및 차량관리 ▪ 지능형 물류시스템 																								
관련기업	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 국내 : 삼성 SDS, KT 넥스알, 어드밴텍 코리아 ▪ 해외 : Siemens, IBM, Oracle, EMC, SAS 																								

BigData를 통해 계측 되지 않은 값을 예측하는 가상 계측 시스템 기술

<p>기술개발 필요성</p>	<ul style="list-style-type: none"> 가상 계측을 통한 사전 계측값을 확인함으로써 설비의 효율 및 문제 발견 등을 할 수 있음 설비 금액이 비싸고, 실제 계측에 많은 시간이 걸리는 설비로 인해 모든 제품에 대해 실제 계측을 할 수 없는 공정이 있음. 이에 계측되지 않은 제품을 가상 계측하여 제품 신뢰성을 높이고 설비 도입 수량을 최소화 하여 비용을 낮출 수 있음 																					
<p>기술개발전략</p>	<ul style="list-style-type: none"> 실시간 리스크 분석 및 공급망 최적설계 가시화 기술 개방형 공급망 관리 클라우드 인프라 구축 																					
<p>관련특허현황</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>명칭</th> <th>출원인</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>수요 예측을 통한 공급망 관리 시스템 및 방법</td> <td>디에사이트레이드</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>원자재-부품-완제품의 공급망의 유통 이력 추적 방법 및 유통 이력 추적 시스템</td> <td>엠아이시스</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>상품정보관리시스템</td> <td>위드엔코</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>공급망 관리 시스템</td> <td>Hussmann</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>공급, 제조 및 물류 데이터의 분석 및 제시</td> <td>Flextronics</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>GEOSPATIALLY RELEVANT SUPPLY CHAIN OPTIMIZATION THROUGH A NETWORKED MOBILE DEVICE THAT LEVERAGES A DISTRIBUTED COMPUTING ENVIRONMENT</td> <td>STEELWEDGE SOFTWARE</td> </tr> </tbody> </table>	No	명칭	출원인	1	수요 예측을 통한 공급망 관리 시스템 및 방법	디에사이트레이드	2	원자재-부품-완제품의 공급망의 유통 이력 추적 방법 및 유통 이력 추적 시스템	엠아이시스	3	상품정보관리시스템	위드엔코	4	공급망 관리 시스템	Hussmann	5	공급, 제조 및 물류 데이터의 분석 및 제시	Flextronics	6	GEOSPATIALLY RELEVANT SUPPLY CHAIN OPTIMIZATION THROUGH A NETWORKED MOBILE DEVICE THAT LEVERAGES A DISTRIBUTED COMPUTING ENVIRONMENT	STEELWEDGE SOFTWARE
No	명칭	출원인																				
1	수요 예측을 통한 공급망 관리 시스템 및 방법	디에사이트레이드																				
2	원자재-부품-완제품의 공급망의 유통 이력 추적 방법 및 유통 이력 추적 시스템	엠아이시스																				
3	상품정보관리시스템	위드엔코																				
4	공급망 관리 시스템	Hussmann																				
5	공급, 제조 및 물류 데이터의 분석 및 제시	Flextronics																				
6	GEOSPATIALLY RELEVANT SUPPLY CHAIN OPTIMIZATION THROUGH A NETWORKED MOBILE DEVICE THAT LEVERAGES A DISTRIBUTED COMPUTING ENVIRONMENT	STEELWEDGE SOFTWARE																				
<p>적용가능분야</p>	<ul style="list-style-type: none"> 다품종 소량생산 제조업 고객 주문형 제조 공정 스마트 SCM 																					
<p>관련기업</p>	<ul style="list-style-type: none"> 국내 : 삼성 SDS, KT 넥스알, 어드밴텍 코리아 해외 : Siemens, IBM, Oracle, EMC, SAS 																					

설비 Condition에 따른 설비 수명 예측 시스템 기술

기술개발 필요성

- 설비의 수명을 미리 예측하여 수리함에 따라 항상 설비 Condition을 유지하고 Down 시간을 최소화 하여 제품의 품질을 향상 시키고 수율을 높여 제품 생산 비용을 줄임
- 설비의 교체 시기를 정할 수 있어 BM이 발생할 확률을 낮추고 PM으로 인한 비용을 절감 할 수 있음

기술개발전략

- 실제 공장의 구성 및 운영 요소들을 모델링하여 공정 운영 및 변경에 대한 시뮬레이션 기술개발
- 공정상에서 쌓인 대용량 실적 로그 데이터를 기반으로 프로세스 모델을 자동으로 도출함으로써, 작업의 이해를 돕고 병목공정 등의 문제점 발견, 미래 공정 결과 예측 등에 활용하는 생산 프로세스 마이닝 기술 개발

관련특허현황

No	명칭	출원인
1	산업유형별 공정 데이터 분석 및 검증 기술과 HW-SW 융합 프레임워크 기반의 정보통합 시스템	나라시스템
2	맞춤보급형 제조실행 플랫폼	에이시에스
3	System and Method for Integrated Workflow Scaling	Invensys Systems
4	METHOD, DISTRIBUTED ARCHITECTURE AND WEB APPLICATION FOR OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS ANALYSIS	Siemens
5	METHOD AND SYSTEM FOR MANAGING DATA IN A MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM	Siemens
6	CLOUD-BASED EMULATION AND MODELING FOR AUTOMATION SYSTEMS	Rockwell Automation Technologies

적용가능분야

- 스마트팩토리 운영 솔루션 SW

관련기업

- 국내 : SK C&C, LG CNS, 어드밴텍 코리아
- 해외 : Oracle, CAT, IBM, Advantech, Rockwell Automation Technologies

스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술

정의 및 범위

- 스마트센서는 스마트한 제조환경을 가능하게 하는 제조업에서의 다양한 정보를 감지할 수 있는 센싱 소자와 신호처리가 결합하여 데이터 처리, 자동보정 자가진단, 의사결정 기능을 수행하는 ‘소형, 경량, 다기능, 고편의성, 고부가가치의 센서’를 의미
- 화상처리 기술은 영상카메라를 활용하여 제조환경에서의 모니터링, 생산라인에서의 제품 위치 파악, 제조 환경 조절을 통하여 생산에서의 문제를 최소화하고 생산제품의 불량률을 최소화하기 위한 기술을 의미

정부지원 정책

- 산업통상자원부는 2012년 12월 주력산업 등의 경쟁력 강화를 위한 센서산업 구조의 고도화를 위한 ‘센서 산업 발전 전략’을 발표한 이후 2015년부터 2020년까지 총 1,508억원(국비 1,147.8억원, 민간 360.4억원)을 투자할 예정
- 미래창조과학부는 스마트센서 수요의 폭발적 증가 대비 수입에 의존하고 있는 국내 센서 산업에 대한 정부의 센서관련 지원사업 현황을 진단하고 효과적인 스마트 센서개발을 위한 정부 정책 도출
- 미래창조과학부는 스마트헬스, 홈, 재난/재해, 농업 등 4개 분야 IoT 서비스 대상 스마트 센서 품목 도출
- 미래창조과학부는 IoT센서 ROIC 등 2개 분야 IoT 서비스 적용 스마트 센서 사업 품목 도출 (각 과제당 30~40억/5년(3+2년), 2016년 추진), 나노인프라 연계 2015년 45억 확정

중소기업 시장대응전략

강점(Strength)	약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none"> (환경) 유연한 산업구조 (기술) 우수한 IT 인프라 (정책) 산업지원 정책 수립 	<ul style="list-style-type: none"> (환경) 영세한 산업구조 (기술) 핵심 원천기술 미흡 (정책) 산업계 연계 미흡
기회(Opportunity)	위협(Threat)
<ul style="list-style-type: none"> (환경) 제조 패러다임의 변화 (기술) 기반기술 연구·개발 (정책) 정부와 업계의 높은 니즈 	<ul style="list-style-type: none"> (환경) 생산지원 인프라 부족 (기술) 글로벌 업체와의 기술격차 (정책) 미시적 R&D 정책

중소기업의 시장대응전략

- 나노·MEMS, SoC 기술, 비접촉·무선화, 기능화·자동화, 소형화·저가격화, 소재 다변화 등의 기술을 접목하여 초소형, 고성능, 다기능(지능형) 센서 제품 개발로 시장 대응
- 지능형 카메라에 적용하여 생산 공정에 투입이 가능한 화상처리 알고리즘 개발

핵심기술 로드맵

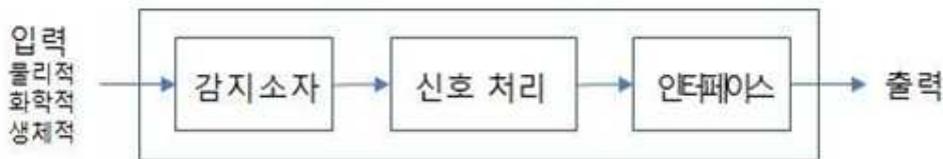
스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술의 중소기업형 기술로드맵

Time Span		2017	2018	2019	최종목표
연도별 목표		센서정보 분석 기술향상	영상 센서 화상 처리 기술의 고도화	이종 센서 정보 변환 연결 기술 확보	첨단 센서 기술과 화상처리 기술 확보로 센서시장 선도
스마트팩토리 센서 및 화상처리 핵심기술	이벤트 처리 분석	수집 데이터 고속 필터링 및 연관매칭 기술 메모리 기반의 비정형 데이터 고속 분석 기술			센서 이벤트 처리, 분석을 통한 센서 데이터 확보
	센서정보 링크	이종센서 정보 변환 및 연결 기술			다양한 센서들의 연결성 확보
	Factory- Thing 자원관리	소프트웨어정의 FCM 제어기술			인증, 등록을 통하여 센서 지원의 효율적 관리
	인지형 스마트 디바이스	자율교정을 위한 인지형 스마트 디바이스(영상)/ 센서 기술 생산 공정 서비스/상황/위치 인지용 디바이스(영상)/ 센서 기술	스마트 디바이스(영상)/센서용 내장형 OS 기술		다중 인지형 디바이스 기술과 영상처리 기술 확보
기술/시장 니즈		스마트 센서 데이터 분석 기술의 고도화를 통한 스마트 공장 적용	화상 처리 기술의 효율성, 분석력 향상을 통한 솔루션 확보	스마트팩토리 솔루션의 융복합화 로 적용 및 활용 시장 확대	

1. 개요

가. 정의 및 필요성

- 스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술이란 스마트팩토리를 가능하게 하는 습도, 온도, 진동, 기압, 영상 정보 등 스마트팩토리 현장에서의 다양한 정보를 전기적 신호로 변환하는 소자 부품과 이미지 센서를 활용하여 스마트팩토리의 현장 상황을 영상 처리 기술을 적용하여 스마트한 제조환경을 가능하게 함. 센서의 구성은 센서부, 신호처리부, 제어부로 구성되며, 센서부는 목적 대상물의 신호 정보를 받아서 이 정보를 신호 처리부에서 아날로그나 디지털 등의 전기적 신호로 변환함. 이 변환된 신호를 제어부에서 소프트웨어를 사용하여 필요한 정보로 활용하거나 다른 디바이스에 연결하여 정보를 전달하는 기능을 함. 즉 측정 대상물의 정보를 감지하여 전기적 신호로 변화시켜 주는 장치를 센서(sensor)라 정의함
- 스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술 기술에는 마치 인간이 주변 환경을 인지하고 파악하는 것처럼 센서를 통하여 전기적 정보를 취득하고 분석할 수 있게 됨으로써 센서는 인간의 오감과 같은 감각 기관의 역할을 수행하여 스마트팩토리의 핵심 기술이 됨



[스마트팩토리 센서 기본 구조]

- 디지털 시장의 성장으로 인간과 기기간의 상호 작용이 심화되고 있어서 기기들의 지능화 되고 있으며, 이에 따라 시장에서 요구하는 센서의 기능도 소형화, 복합화되고 있음
- 산업 현장에 있어서 산업 재해를 방지하기 위한 센서들도 필요성이 증대되고 있어서 산업 안전용 센서들에 대한 연구 개발이 활발히 진행되고 있음
 - 위험지역 감지 센서는 십역분의 일의 낮은 농도의 가스도 감지하여 채광현장에서 사고발생으로 인한 물적 인적 피해를 방지하기 위한 센서
 - 유체 및 화학물질 누출 감지 센서는 독성의 산업 화학물질 또는 유기화합물 같이 산업 현장에서 노동자들의 안전을 위태롭게 하는 물질을 인지하여 사고를 방지하는 센서
 - 차량 충돌 방지 센서는 창고 및 제조업에서 지게차등 사내 운송을 위하여 사용하는 센서로 운전자가 장애물을 인지하지 못하여 발생하는 인적, 물적 사고를 방지하기 위한 센서

	1970	1980	1990	2000	2012~
	Discrete Sensor	Integrated Sensor	Digital Sensor	Smart Sensor	
센서부					
	개별 단위 센서부 구성	센서부 소형화		이종 센서/SoC 융복합화	소형화 3D/WLP
신호처리부					
	신호처리부 분리	센서부 신호 증폭/보상		Digital signal 연산/SoC 기술	상황인지/통합처리
	센서부/신호처리 분리	조소형 기술 응용으로 센서/신호처리회로 결합		상황인지/자동화/융복합 다기능화	

[스마트 센서의 진화 방향]

- 센서산업은 센서 제조를 위한 소재산업, 이 소재를 사용하여 센서의 기능이 구현되어 있는 소자 산업, 여러개의 소자를 원칩으로 모듈화한 SoC, 및 시스템형 산업을 포함하는 고부가가치를 창출하는 산업임
 - 센서 산업은 칩, 패키지, 모듈, 시스템의 단계를 거쳐서 여러 산업 부문에 활용되고 있으며, IoT 시대의 도래에 따라 연관 산업의 활용도가 대폭 증대되고 있는 융복합 사업임

- 화상처리 기술은 열악한 생산 환경으로 이미지 처리에 한계가 있음. 이유는 대부분 핵심 설비들이 case안에 들어있으며, 열악한 환경(연기, 물, 불 등)으로 이미지 촬영이 쉽지 않아서 핵심 설비에 대한 정보를 정확하게 표현하기 어려운 상황 그러나 화상처리 기술의 고도화와 생산 환경에서의 카메라 디바이스와 센서의 지능화로 생산 공정에서의 최적화와 제조 상황에 대한 자율 교정이 가능하게 됨
 - 산업환경에서 제조상황에 대한 조절, 생산 불량률 최소화 할 수 있도록 제조 기기의 자율적 동작 교정이 가능하도록 오류 상황을 센싱하고, 실시간 모니터링 할 수 있는 기술
 - 생산 공정의 최적화를 위하여 각 공정의 상황과 각 생산물의 위치와 현황을 실시간으로 파악할 수 있는 실시간 인지 기술
 - 생산 환경 디바이스/센서의 지능적 기능을 강화하여 자체적 생산환경에 대한 지능적 자가진단이 가능하도록 하여 생산 무인화/자동화를 위한 고신뢰성 보장형, 다기능 스마트디바이스용 경량 OS 기술

나. 범위

(1) 제품분류 관점

- 스마트센서는 감지대상, 동작방식, 제작 재료, 구현 기술 등에 따라 다양하게 분류되며, 사용하고자 하는 대상과 목적, 취득하고자 하는 정보의 종류에 따라 혼용하여 사용하고 있으며. 스마트팩토리 시장 성장과 사물인터넷 기술 발전과 더불어 적용 범위가 점점 확대되고 있는 기술 분야임
- 스마트센서에 사용되는 주요 핵심기술은 MEMS 기술, SoC(System-on-Chip, 여러 가지 기능을 가진 시스템을 하나의 칩에 모아 만든 비메모리 반도체)기술, 임베디드 소프트웨어 등이 있음
 - 센서 융합기술은 반도체, MEMS, 나노 등의 결합을 통해 활용

[제품분류 관점 기술범위]

전략제품	제품분류 관점		세부기술
스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술	기반 기술	MEMS 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 각속도, 가속도, TPMS, 압력 센서 등 • Micro Electro Mechanical Systems(미세전자기계시스템)
		SoC 기술	<ul style="list-style-type: none"> • CIS(CMOS image sensor), 온습도, 조도센서 등 • SoC(System on Chip), 여러 가지 기능을 가진 시스템을 하나의 칩에 모아 만든 비메모리 반도체 기술 적용
		Nano 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 바이오 센서, 쉘기반, 나노모터, Nano-FET 가스센서 • 물질을 10억분의 1미터 단위로 제작, U-헬스케어의 핵심 기반
		임베디드 소프트웨어	<ul style="list-style-type: none"> • 센싱 기능에 데이터 처리, 의사 결정, 통신 기능 등이 결합 • 자동 보정, 상황 판단, 네트워킹 등이 가능
		물리센서	<ul style="list-style-type: none"> • 압력센서, 가속도센서, 각속도센서, 온도센서 등
		화학센서	<ul style="list-style-type: none"> • 가스센서, CO2센서, 스모크센서 등
		바이오센서	<ul style="list-style-type: none"> • 혈당센서, 단백질센서, DNA센서, 세포칩 등

(2) 공급망 관점

□ 스마트센서는 IT 융합과 초연결 시대의 핵심 기반 기술로 주목을 받고 있음

- 미래 지능형 산업, 초연결 시대를 열어갈 최첨단 소자로서 제조, 환경, 모바일, 의료·헬스케어, 자동차, 우주, 항공, 군수 등 다양한 응용 산업에 적용
- 나노·MEMS, SoC 기술, 비접촉·무선화, 기능화·자동화, 소형화·저가격화, 소재 다변화 등의 기술이 접목 되면서 초소형, 고성능, 다기능(지능형) 센서로 발전하고 있어, IoT(Internet of Things)의 핵심 기반

[공급망 관점 기술범위]

전략제품	공급망 관점	세부기술
스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술	스마트팩토리	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트팩토리 내의 다양한 센서 및 디바이스 정보 수집, 분석을 통하여 이벤트를 처리하고, 가상시스템 설계를 통한 시뮬레이션 환경 구축, 고장 예지 보전, 실시간 모니터링이 가능한 스마트팩토리구축에 필요한 핵심 센서들과 관련 기술
	자동차	<ul style="list-style-type: none"> • 거리 및 공간 스캔 기능을 갖는 센서를 융·복합화하여 3차원 공간을 정밀 스캐닝하며, 높은 거리 분해 능력을 가지는 광학 시스템 설계 기술, 그리고 장애물 검출을 위한 고속 영상처리 기술 등의 융합 기술이 집적된 첨단 센서
	모바일/게임디바이스	<ul style="list-style-type: none"> • 모바일 기기용 복합 모션 감지가 가능한 10축(3축 가속도·자이로·지자계 + 1축 압력) 초소형 저전력 스마트 콤보 센서로 최근 스마트 모바일 기기 인터페이스 구현의 핵심 센서
	헬스케어	<ul style="list-style-type: none"> • 생체정보 인식, 환자상태 실시간 센싱, 동작센싱 등의 정보를 유무선 통신 기능을 통하여 전달하고 분석하여 서비스에 활용하는데 사용되는 관련 센서
	보안	<ul style="list-style-type: none"> • 소형화된 스마트 센서의 등장으로 언제 어디서나, 전문가가 아닌 개인도 쉽게 사용할 수 있는 진단·검사 기기의 개발이 가능하며, 바이오·나노 기술과의 융합은 센서의 민감도(sensitivity) 및 측정의 정확도를 향상시켰고, 반도체 및 MEMS 기술의 도입으로 초소형의, 독자적 판단력을 지닌 센서가 등장

2. 산업환경분석

가. 산업특징 및 구조

(1) 산업의 특징

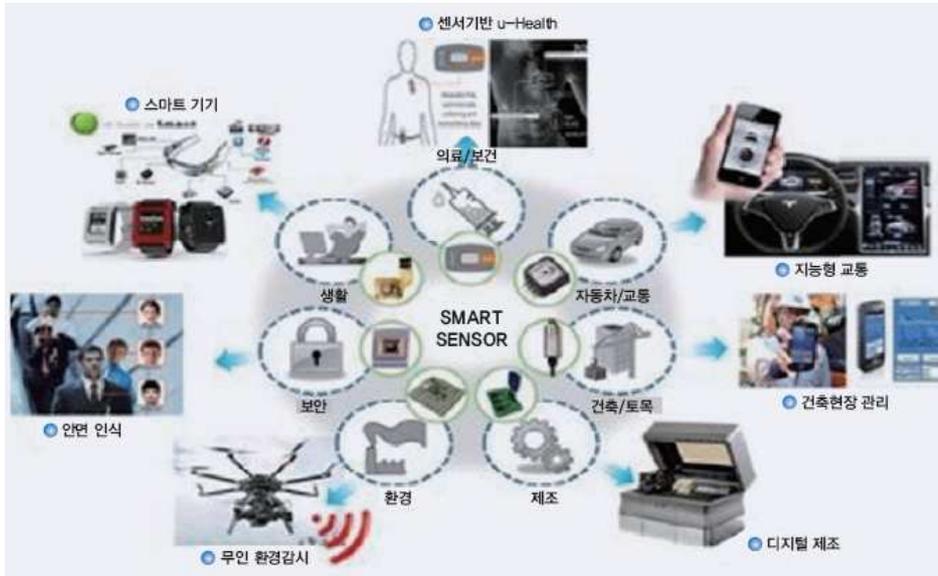
- 센서산업은 센서 제조를 위한 소재산업, 소재를 이용하여 고유 기능이 구현된 소자 산업, 여러 개의 소자를 사용하여 조립한 모듈 및 시스템형 산업을 포함하는 융복합 산업 영역임
 - 센서산업은 칩, 패키지, 모듈, 시스템의 단계를 거쳐 대부분의 산업에 활용되고 있으며, IoT 시대의 도래에 따라 산업적 활용도는 대폭 증가할 전망
 - 인간과 기기 간 상호작용 심화에 따라 모든 기기가 지능화되고 있으며, 이에 따라 센서의 기능도 소형화·복합화 되고 있음

- 센서란 측정 대상물로부터 압력·가속도·온도·주파수·생체신호 등의 정보를 감지하여 전기적 신호로 변환하여 주는 장치를 의미
 - 인간이 오감을 통해 주위 환경을 인지하고 파악하는 것처럼 다양한 전자기기는 센서를 통해 정보를 취득하고 분석하므로 센서는 전자기기의 감각기관 역할을 수행
 - MEMS 기술의 도입으로 센서가 더욱 소형화되고 있으며, 단일센서 모듈 → 복합센서 모듈 → one-chip 복합센서로 복합화가 진전되고 있으며, 지능화 된 서비스를 제공
 - 센서는 감지대상, 동작방식, 재료, 구현기술 및 집적도에 따라 다양하게 분류되며, 목적에 맞는 기준으로 혼용하여 사용

- 세계 센서시장은 IT융합의 진전으로 센서 사용이 급증하고 센서의 첨단화 추세에 따라 시장이 급성장하고 있으나, 국내 산업의 경쟁력은 선진국 대비 매우 취약한 상황
 - IT융합의 진전으로 센서가 대부분 기기의 핵심부품으로 대두되어 센서산업의 경쟁력 확보가 국가 산업경쟁력 강화의 필수 요소
 - 우리나라의 경우 센서 핵심기술 수준이 선진국 대비 매우 낮은 수준으로, '13년 기준 글로벌 센서 시장에서 시장점유율은 2.1% 수준에 불과

- 고효율·고품질을 위한 고효율 고품질 스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술의 경우, 선진국과의 기술 격차가 매우 커서 해외 제품에 대한 의존도 높고, 그 결과 센서 적용 제품의 고가화가 발생하여 다양한 분야의 제품에 대한 가격 경쟁력 하락
 - 중소기업들이 원천 기술 개발에 대한 투자는 가격 경쟁력에 대한 부담을 유발함으로써 중소기업 자체의 결정에 의하여 원천 기술 개발 진행이 어려우며, 시장 수요의 강한 Needs에 의해 개발 투자가 가능하지만 정부 지원과 정책 과제를 통하여 개발 환경 여건 조성이 절실히 필요함

- 스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술 산업은 장치 위주의 산업으로 고가의 제품이라도 품질의 신뢰도가 높고 시장에서 검증된 측면에서 선진국 제품을 구매하고자 하는 경향이 강함
- 국산화를 통한 저가격 고효율 고성능 제품은 해외 수입 의존도가 높으므로 세계 최고수준의 제품 국산화와 원천 기술의 확보를 통한 다양한 분야에 파급력을 높여야 하며, 이를 통해 품질 경쟁력 확보 및 수출경쟁력 확보 가능



*출처 : ZDnet

[스마트 센서 적용 도메인]

(2) 산업의 구조

- 후방산업은 스마트센서에 사용되는 주요 핵심기술인 MEMS 기술, SoC(System-on-Chip, 여러 가지 기능을 가진 시스템을 하나의 칩에 모아 만든 비메모리 반도체)기술, 임베디드 소프트웨어 등이 있음
 - 스마트 센서는 마이크로 센서 기술에 반도체 VLSI(Very Large Scale Integration) 기술을 결합하여 컴퓨터가 갖는 데이터 처리 능력, 판단 기능, 메모리 기능, 통신 기능 등을 보유
 - 증폭회로, ADC(Analog to Digital Conversion)/DAC(Digital to Analog Conversion), MCU등의 반도체 회로와 결합한 형태로 개발
 - MCU 내장, 나노·MEMS 기반 4세대 스마트 센서로 진화
 - 센서 융합기술은 반도체, MEMS, 나노 등의 결합을 통해 활용
- 전방산업으로서 스마트센서 분야는 자동차전장, U-헬스케어, 모바일/게임디바이스, 보안, 스마트팩토리 등으로 구성
 - 자동차 전장분야의 하나인 타이어 공기압 자동 감지 시스템 애플리케이션(Tire Pressure Monitoring System : TPMS)의 시장 성장률은 타이어 펑크로 인한 치명적 사고가 많이 발생한 후 관심이 매우 높은 상황 타이어 압력 이외에 이 센서는 타이어 온도 및 센서 모듈의 배터리 전압을 측정함. 가속 센서는 시스템을 모니터링하고 휴지 상태의 물리적 동작을 보고함

- 모바일/게임분야는 모바일 핸드폰, 자동차 자세 제어, 로봇, 군수(미사일), 우주항공 등에 응용되고 있으며 최근 게임, 스마트폰 등에서 폭발적으로 수량이 급증하고 있고, 특히 2013년부터 자동차에 ESC(자세 제어)가 의무 장착됨에 따라 시장 확대 (국내 1,000만 대/년)
 - 생체정보인식, 환자 상태 실시간 센싱 등에 활용되고 있으며, 최근 국내 대기업과 스타트업은 스마트 헬스케어의 성장성에 기대를 걸고 관련 기술개발과 서비스에 집중하고 있음. 2017년 전세계적으로 1억 6,950만개의 웨어러블기기가 판매되고, 그 중 헬스케어 관련기기가 50%를 차지할 것으로 전망(ABI리서치)하고 있고, 국내 헬스케어 시장규모는 3조원 규모에 육박할 것으로 추산 (보건산업진흥원)
 - 보안 분야에 있어서는 소형화된 스마트 센서의 등장으로 언제 어디서나, 전문가가 아닌 개인도 쉽게 사용할 수 있는 진단·검사 기기의 개발이 가능하며, 바이오·나노 기술과의 융합은 센서의 민감도(sensitivity) 및 측정의 정확도를 향상시켰고, 반도체 및 MEMS 기술의 도입으로 초소형의, 독자적 판단력을 지닌 제품 개발이 가능
 - 스마트팩토리 분야에 있어서는 다양한 센서 및 디바이스들을 통해 수집되는 대량의 데이터를 처리 분석하고, 센싱정보 융합기반 가상센서 기술을 활용하여 이중센서 정보들의 데이터 변환 및 연결 기술을 활용하여 스마트팩토리 제어 공정의 신뢰성 향상 및 결합 내성을 향상시킴. 각종 센서와 디바이스들의 등록 및 서비스를 효율적으로 지원하기 위한 스마트팩토리 자원 관리, 공정 자동제어 기술, 인지형 스마트 디바이스를 활용하여 생산 환경의 지능적 자가 진단이 가능한 솔루션 제품
- 센서산업은 센서 핵심부품의 기술력이 완성품의 기능과 성능을 결정하고, 타 산업에 적용되어 기술들 간 융합의 매개체 역할을 함으로써 기존 제품의 성능과 서비스를 첨단화하고 부가 가치를 창출
- 최신 스마트폰에는 이미지센서, 터치센서, 마이크로폰, GPS, 모션센서, 지자기센서, 조도센서, 근접센서, 지문센서 등 10종 이상 20개의 센서, 자동차의 경우에는 30종 이상 160개의 다양한 센서가 사용

[스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술 분야 산업구조]

후방산업	스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술 분야	전방산업
반도체 설계 제조, 나노, 바이오설계, 소재, 임베디드 소프트웨어	가속도센서, 온습도 센서, 스마트 관제, 바이오 센서, 영상처리 센서, 데이터 분석 및 이중센서 데이터 링크	U-헬스케어 자동차전장 게임/모바일 스마트팩토리 구축 보안

나. 경쟁환경

- 스마트 센서가 대부분 기기의 핵심 부품으로 확대되면서 센서산업의 경쟁력 확보가 국가 산업 경쟁력 강화의 필수 요소가 되고 있음
 - 센서산업 자체만으로도 향후 IoT 진전으로 높은 성장이 예상되며, 센서 산업은 타 산업분야에 미치는 파급이 커서 전략산업으로 육성할 필요가 있음
 - 국내 센서산업 현황, 높은 기술장벽, 센서기술 보호주의 강화 등으로 시장 기능만으로는 한계가 있어 국가 차원의 적극 지원이 필요

- 세계 센서시장은 IT융합의 진전으로 센서사용이 급증하고 센서의 첨단화 추세에 따라 시장이 급성장하고 있으나, 국내 산업의 경쟁력은 매우 취약한 상황
 - 국내 기업은 첨단 센서에 대한 기술력 부족과 일반 센서의 가격경쟁력 취약으로 인해 미국·독일·일본 등 선진기술 보유국과 가격경쟁력을 앞세운 중국의 중간에 위치한 샌드위치 상태
 - 센서기술은 미국, 독일 등 일부 선진국을 중심으로 디지털 센서 단계를 지나 스마트 센서에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있으며, 첨단센서의 경쟁력을 타산업분야 경쟁력의 핵심으로 인식하여 집중 지원하고 있음
 - 국가별 기술수준은 미국·독일·일본 등이 최고 수준을 보유

[국가별 센서 기술 수준 분석]

구분	소재	설계	설비	양산	핵심	평균
미국	100.0	100.0	90.0	85.0	100.0	95.0
유럽	100.0	100.0	95.0	95.0	100.0	98.0
일본	100.0	95.0	90.0	100.0	100.0	97.0
한국	55.5	72.4	70.0	69.7	55.8	64.7

※ 출처: CHO Alliance(2015), "IoT 시대에 주목받는 스마트 센서 유망분야 시장전망과 개발동향

- 우리나라의 경우 센서 핵심기술의 수준이 선진국 대비 55.8로 매우 낮은 수준으로 특히 수요가 급증하는 첨단 센서는 낮은 기술력으로 인해 국내 수요의 대부분(약 80% 이상)을 수입에 의존.
- (산업경쟁력) '13년 기준 글로벌 센서시장에서 우리나라 점유율은 2.1% 수준으로 미국(31.8%), 일본(18.6%), 독일(12.2%)에 비해 낮고 중국(2.9%)에도 뒤쳐진 상태, 내수시장에서도 11% 정도만 국산 센서가 쓰이고, 센서 전문기업의 63%가 연간 매출액이 50억원에도 미치지 못하는 영세 기업

[제품분류별 경쟁자]

구분	해외업체	국내업체	응용분야	비고
압력	모토로라, 덴소, 보쉬, 델 파이, 인피니언, TI	KEC, 케피코	자동차, 의료, 자동화공정, 가정/사무기기, 모바일기기	수입 or 개발센서 모듈 제작

물리센서	가속도	Analog Device, 보쉬, 덴소, 모토로라, TI, VTI	현대오토넷, 케피코, 마이크로인피니티, SML전자	자동차, 자동화공정, 가정/사무	칩 개발 중 센서 모듈 제작
	각속도	보쉬, Silicon Sensing System, 파나소닉, 지멘스	현대오토넷, 케피코, 마이크로인피니티, SML전자	자동차, 자동화공정, 가정/사무	Prototype 개발 중
	토크	보쉬, BI-Tech, TRW, SSI-Tech, Hella, 발레오, Koyo, NSK	대성전기, LG 이노텍	자동차, 자동화공정, 가정/사무	국산화 개발
	레벨	Hella, AISHIN, WABCO	현대오토넷	자동차, 자동화공정, 가정/사무	Prototype 개발 중
	유량/유속	Intelligent Controls, Mc-Millan, Namco Controls, Hanatek	아이에스텍, 두온시스템	자동차, 자동화공정, 의료, 환경	칩 수입 센서 모듈 제작
	온도	Sensivision, Kamstrup, Auxitrol, Temperature Specialists	오토닉스, GE씨모텍, 써머텍, SY하이텍	자동차, 의료, 자동화공정, 가정/사무	센서 모듈 제작
	습도	Sensivision, Able Instruments&Control	SY하이텍	자동차, 의료, 자동화공정, 가정/사무	단품 판매 개발 중
	광	Gems Sensors, ENDRICH, Mikoelektronik GmbH	고덴시, KEC	의료, 환경, 자동화공정, 가정/사무, 보안	생산 중
이미지		Agilent, OmniVison, Toshiba, Sharp, Sony, Kodak, Micron, Mastusita, Nikon, Mistubishi	삼성전자, 매그나칩, 한성엘컴텍	자동차, 의료, 환경, 자동화공정, 가정/사무, 보안, 모바일기기	생산 중
화학센서	가스	Figaro, Fis, Nemoto, Riken Keiki, Monox	오토전자, 신우전자, 한국가스기기, 세주실업, 센텍코리아	자동차, 의료, 환경, 자동화공정, 가정/사무, 보안, 모바일기기	칩 수입, 센서 모듈 제작
바이오센서	혈당센서	산쿄제약, Sontra, Medi-cal	아이센스, 올메디쿠스	의료, 바이오	생산 중
	단백질센서	Ciphergen, Genome Solutions	프로테오젠, 파나진, 바이오메드포토닉스	환경, 의료, 보안, 바이오	생산 중
	DNA센서	Affymetrics, 캐피털바이오, Caliper Technologies	굿젠, 네오딘, 디스진, 마이크로젠	환경, 의료, 보안, 바이오	개발 중
	세포칩	마쯔시타전기, Cephied, Applied Biosystems	제노프라	가정/사무, 환경, 의료, 바이오	개발 중

다. 전후방산업 환경

- 센서산업은 기술진입 장벽이 높아 선진국과 일부 기업이 산업의 경쟁력을 확보하고 과점하고 있는 상황으로 미국, EU, 일본이 세계시장의 70%를 점유하고 있는 산업 분야 임
- MEMS센서, CIS(contact image sensor), 레이더 SoC 등의 첨단센서가 전체 센서시장 성장을 주도하고 있음

3. 시장환경분석

가. 세계시장

전세계 센서 시장은 2015년 677억 달러에서 수요 급증으로 2020년 약 1,147억 달러로 전망

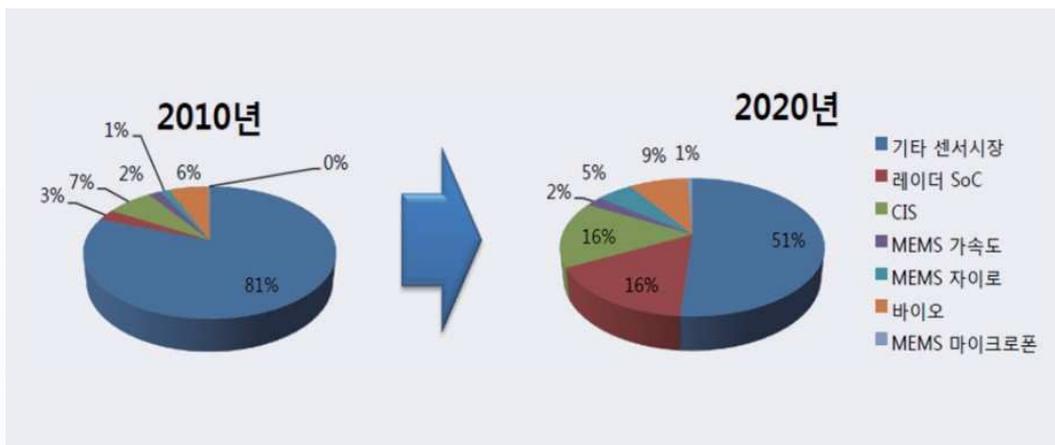
[스마트 센서 기술 분야의 세계 시장규모 및 전망]

(단위 : 억달러, %)

구분	'15	'16	'17	'18	'19	'20	CAGR ('13~'15)
세계시장	677	753	836	929	1,032	1,147	9.8%

*출처: 지식경제부, 센서산업 고도화를 위한 첨단센서 육성사업 기획 보고서, 2012.12

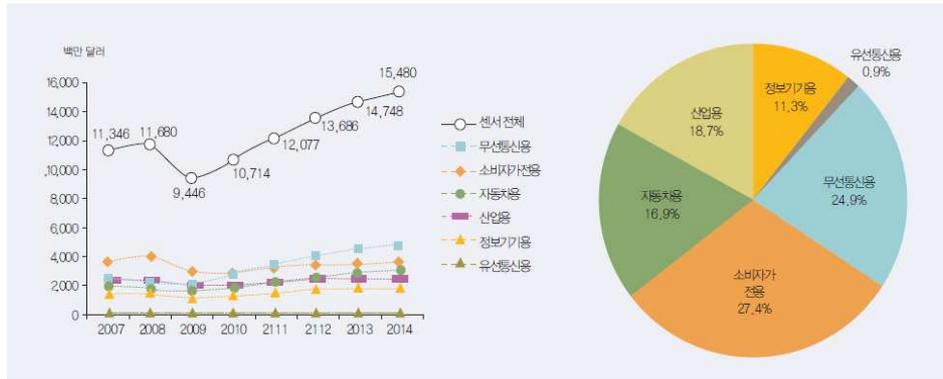
- 첨단센서 비중은 20%에서 2020년 49%로 크게 높아질 것으로 전망(2014 하반기 산업전망: 유진투자증권, 2014. 5)



*출처 : IC insights 2012, ICT standarizationRoadmap 2010, iSuppliMarket Tracker : MEMS 2009, Yole 2010

[첨단 센서 비중의 증대]

- 센서산업은 기술진입 장벽이 높아 선진국과 일부 기업이 산업의 경쟁력을 확보하고 과점하고 있는 상황으로 미국, EU, 일본이 세계시장의 70%를 점유하고 있음



*출처 : 첨단 센서: 투명 유연 센서, ETRI 2012

[글로벌 센서 생산 현황 및 전망]

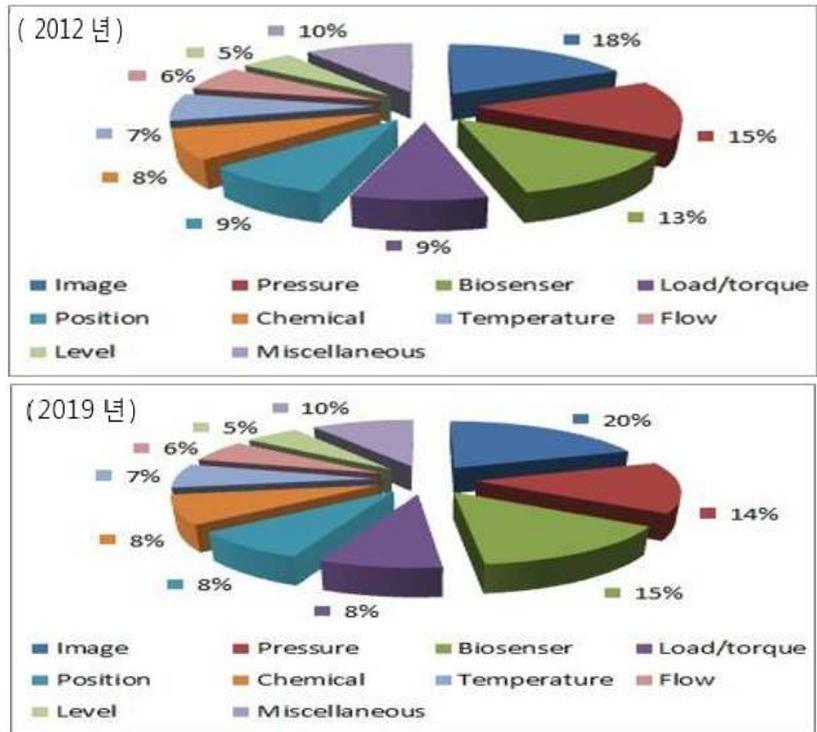
- 세계 유형별 센서 시장 전망은 이미지 센서와 압력센서 그리고 바이오센서 순으로 비중이 큰 것으로 나타남.
 - 가장 큰 비중을 보이는 이미지 센서는 주로 스마트 기기, 디지털 카메라, 방송촬영용 카메라, 의료 영상기기 등에 사용됨
 - 압력 센서는 압력계, 진공계, 소방시설, 급수장치, 냉동기, 기타 산업현장 등 넓은 응용분야에서 두루 사용되고 있음
 - 세 번째로 큰 비중을 보이는 바이오센서의 경우 측정 특정 원인 검출 및 검사 장치로써 주로 혈당 (압), 심전도, 임신유무 등의 의료용 장비에 가장 많이 사용 되고 있음

[세계 유형별 센서 시장 전망] (단위: 백만달러)

구분	2012	2013	2014	2019	CAGR
Image sensor	12,280	13,330	14,490	22,900	9.6%
Pressure sensor	10,340	10,910	11,480	16,270	7.2%
Biosensor	8,650	9,430	10,290	16,910	10.4%
Load/torque sensor	6,120	6,530	6,970	9,430	6.2%
Position sensor	5,870	6,290	6,740	9,450	7.0%
Chemical sensor	5,340	5,780	6,210	9,250	8.3%
Temperature sensor	4,810	5,230	5,690	7,650	6.1%
Flow sensor	4,350	4,720	5,120	6,880	6.1%
Level sensor	3,430	3,970	4,430	6,120	6.7%
Miscellaneous sensors	6,990	7,550	8,120	11,240	6.7%
Total	68,180	73,740	79,540	116,100	7.9%

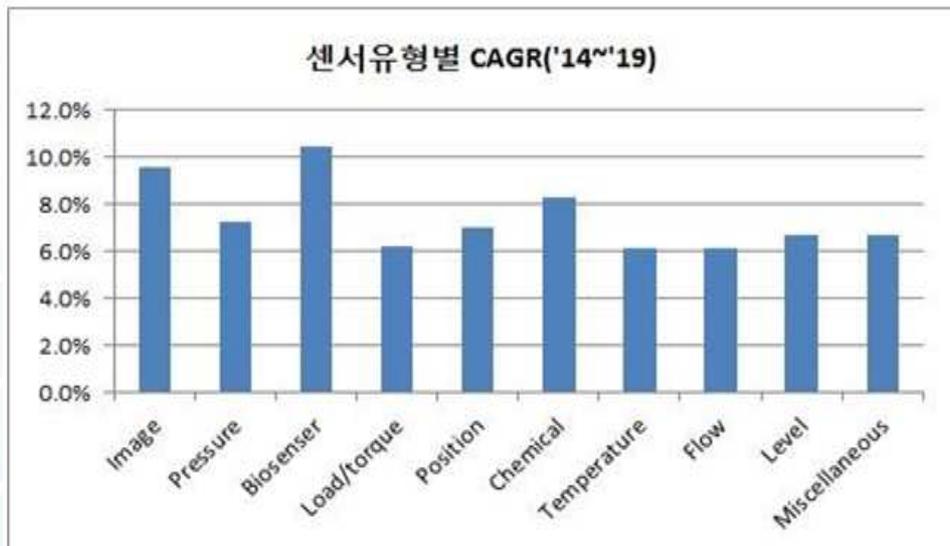
*출처: BCC Research, Global Markets and Technology for sensors, 2013

- 센서 유형별 시장점유율을 '12년과 '19년도를 비교해 살펴보면, 가장 큰 비중은 역시 이미지 센서가 차지하고 있으며, '12년 기준 13%의 비중인 바이오센서는 '19년에는 압력센서를 제치고 15%의 비중을 차지할 것으로 전망되고 있음



[세계 유형별 센서 시장 점유율] (2012년 2019년 비교)

- 센서 유형별로 시장성장률을 살펴보면, 바이오센서가 10.4%로 가장 급속히 성장하고, 이미지 센서(9.6%), 화학센서(8.3%), 압력센서(7.2%)가 그 뒤를 따르고 있음



[세계 유형별 센서 시장 성장율] (2014년~19년)

- 지역별로 센서시장의 규모를 살펴보면 '12년 기준으로 북미지역이 224억 달러 규모, 점유율 33%로 가장 시장이 크고, 유럽, 아시아-태평양 지역이 그 뒤를 잇고 있음.
- 동태적 관점에서 살펴보면, 아시아-태평양 지역이 '19년 기준으로 유럽시장을 제치고 북미에 뒤이어 두 번째로 큰 시장을 형성할 것으로 전망됨

[세계 지역별 센서 시장 전망] (단위: 백만달러)

구분	2012	2013	2014	2019	CAGR ('14~'19)
북미지역	22,420	23,835	25,525	37,170	7.8%
유럽지역	19,715	20,980	22,395	32,450	7.7%
아시아-태평양지역	17,240	19,300	21,310	32,570	8.9%
기타지역	8,805	9,625	10,310	13,910	6.2%
합계	68,180	73,740	79,540	116,100	7.9%

* 출처: BCC Research, Global Markets and Technology for sensors, 2013

나. 국내시장

- 산업통상자원부(이하 산업부)의 보도에 따르면, 국내 센서 내수시장은 '15년 약 72억 달러 규모에서 '20년 99억 달러 규모로 성장할 것으로 전망

[스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술 분야의 국내 시장규모 및 전망]

(단위 : 억달러, %)

구분	'15	'16	'17	'18	'19	'20	CAGR ('13~'15)
국내시장	72	76	82	85	89	99	10.5%

*출처: 지식경제부, 센서산업 고도화를 위한 첨단센서 육성사업 기획 보고서, 2012.12

- 국내 내수시장은 세계 시장보다 높은 성장률이 예상되나 국내 기업의 내수시장 점유율은 10.5% 수준으로 매우 낮은 상황
- 국내 기업의 생산액은 '12년 기준 13.3억 달러 규모로 세계 시장에서 차지하는 비중은 1.9%로 매우 낮은 수준
- 정부는 '첨단 스마트 센서 육성사업'에 '15년부터 6년간 1,508억 원을 투자할 계획이며, '20년 기준 42억 달러 생산과 21억 달러 수출을 달성할 것을 목표로 설정

[국내 센서산업 시장 규모 현황 및 전망] (단위: 억달러)

구분	2012	2013	2014	2020	CAGR
국내 내수시장	54	60	65.7	99	10.4%
국내 생산액	13.3	15.3	17.7	42	15.5%
수출액	7.6	8.6	9.8	21	13.5%
수입액	48.3	53.3	57.8	78	8.2%
세계시장에서 국내생산 비중(%)	1.9%	2.1%	2.2%	3.4%	-
국내기업의 내수시장 점유율(%)	10.5%	11.2%	12.0%	21.2%	-

*출처: 지식경제부(2012), "센서 산업 발전 전략" 보도자료를 기반으로 ETRI 산업 전략 연구부 추정

- 국내 수요기업은 국내 제품의 신뢰성, 첨단 센서의 성능문제 등으로 센서수요를 해외기업으로부터 주로 조달
 - 센서 수요기업은 성능·신뢰성 등을 이유로 해외제품을 사용하고 국내 센서기업은 영세성과 기술력 부족 등으로 혁신을 회피하는 악순환 형성
 - 국내 기업 중에서도 글로벌화 된 수요기업은 검증된 해외센서를 사용하고, 국내 센서기업은 저가 센서 조립 생산 및 이로 인한 첨단센서 개발역량 취약의 악순환 지속
 - 국내 센서기업 중 300억 원 이상 센서 매출기업은 전체의 14%인 8개, 평균 R&D 투자는 평균 매출액(175억 원)의 1.5% 수준인 2.7억 원(57개 국내 센서기업 조사기준, '12.6.)

- 센서 제품 중 스마트폰의 이미지센서(국내 자급률 약 50%), 가스 및 수질을 측정하는 화학센서(5~10%), 광섬유를 이용하여 건물 안전을 진단하는 등의 광학 센서(5~10%)를 제외한 나머지 센서들(압력, 관성, 자기, 영상, 레이더)은 거의 전량을 수입에 의존하고 있음
 - 신제품 개발 시에도 신뢰성 평가를 위한 기반 부재와 마케팅 역량 부족 등으로 시장진입이 곤란한 상황이며, 센서제품·기술의 신뢰성 평가를 위한 시험·테스트 지원이 가능한 국내기관이 없어 해외 기관에 의존
 - 국내 스마트폰, 자동차 산업의 성장에 따라 일부 센서 생산업체의 매출이 동반 상승하는 효과 발생, 그러나 생산제품의 핵심소자, IC 등은 수입에 의존하고 있어 신제품 개발과 고부가가치 창출이 곤란하며, 수요가 증가하는 첨단센서의 경우 거의 100%를 수입에 의존
- 국내 센서 기술수준은 낮은 수준이며, 특히 첨단센서의 기술 수준은 더욱 미흡한 수준
- 국내 센서의 기술수준은 선진국 대비 65% 수준이며, 첨단센서에 대한 기반기술의 부족으로 혁신 제품 개발에 한계
 - 첨단센서의 가장 중요한 분야인 소자·신호처리부에 대한 기술은 거의 전무한 실정
- 국내 센서산업의 종사자는 '11년 기준 약 6천명으로 추정되며, 주로 검사장비·생산직에 종사
- 기업의 신규 인력 수요는 매년 약 450명 정도인 것으로 조사되었으나, 대학에서 배출되는 대부분의 인력은 반도체 등 타분야로 진출
 - 센서산업에 대한 비전 부재로 우수인력의 센서분야 종사 기피, 교육기관의 관심도 미흡한 실정

다. 무역현황

- 무역현황은 ‘센서부품’의 무역현황으로 살펴보았으며, 수출량이 급격히 늘어나고 있는 추세임
 - 수출현황은 ‘11년 22만 2천 달러에서 ’15년 238만 7,000만 달러 수준으로 10배 가까이 증가하였으며, 수입현황은 ‘11년 348만 8,000만 달러에서 ’15년 426만 9,000만 달러 수준으로 증가하여 무역수지 적자폭이 감소한 것으로 나타남
 - 최근 5년(‘11~’15년)간 연평균 성장률을 살펴보면 수출금액은 80.1%로 증가하였으며, 수입금액은 5.2%로 증가하였으나 전체 무역수지는 12.8% 감소한 것으로 나타남

- 무역특화지수는 ‘11년(-0.88)부터 ’15년(-0.28)까지 증가한 것으로 나타나 점차 수출특화상태로 국내 기업의 수출량이 증가하고 있는 것으로 나타났으며, 국내의 센서 제품 관련해 해외시장진출이 활발하게 이루어지고 있는 것으로 분석

[센서 관련 무역현황]

(단위 : 천달러)

구분	'11	'12	'13	'14	'15	CAGR ('11~'15)
수출금액	227	2,078	16,343	3,130	2,387	80.1%
수입금액	3,488	2,896	2,892	5,371	4,269	5.2%
무역수지	-3,261	-818	13,451	- 2,241	- 1,882	-
무역특화지수*	-0.88	-0.16	0.70	-0.26	-0.28	-

* 무역특화지수 = (상품의 총수출액-총수입액)/(총수출액+총수입액)으로 산출되며, 지수가 0인 경우 비교우위는 중간정도이며, 1이면 완전 수출특화상태를 말함. 지수가 -1이면 완전 수입특화 상태로 수출물량이 전혀 없을 뿐만 아니라 수입만 한다는 뜻
 * 자료 : 관세청 수출입무역통계 HS-Code(6자리 기준) 활용

4. 기술환경분석

가. 기술개발 트렌드

▣ 연구 개발 동향

- 센서기술은 크게 시스템의 요구사항에 따라 발전하여 왔으며, 기존의 산업용 센서는 벌크형 센서(Discrete)로 크기에 상관없이 특정 기능만 구현함
 - 모바일 IT 시대가 도래하면서 무엇보다도 초소형의 센서(CMOS, MEMS)가 요구됐으며, 이후 벌크형 센서와 초소형 센서가 하나의 반도체 칩 안에 집적화된 iMEMS 센서, 하나의 칩으로 동시에 구현하거나 두 가지 센서를 하나로 통합하는 융복합 센서(Combo, Multi)로 발전해옴
- 최근 자동차, 모바일, 웨어러블 등에 활용되는 대표적인 핵심 8대 센서에 대한 관심이 집중되어 있고 국가적 차원의 지원과 산업화가 집중적으로 진행 중

[8대 핵심 스마트 센서 분야]

센서분야	중분류	주요기능 및 적용 제품(시스템)
레이더센서	2D 레이더 영상 레이더	• 전방충돌방지시스템 자동차, 군수, 보안
물체형상인식센서	PMD 라이더 FPA 라이더	• 3차원 거리 측정 첨단UI/UX 기술, 게임기, 로봇, 가전
자기IC센서	스마트 자기센서	• 회전속도, 각도측정 배터리 감시, 전력모니터링
자이로센서	MEMS 자이로센서	• 3축자이로센서, MEMS패키징, 9축모션 SoC통합형
압력센서	MEMS 압력 반도체 압력	• 자동차용 압력센싱 나노센서 고압/고감도 반도체식 압력트랜스듀서
영상센서	다파장 영상센서 초소형 영상센서 WDR 영상센서	• 적외선/가시광 WDR 영상센서 로봇비전용 초소형 영상센서 초광대역 이중접합 영상센서
광센서	적외선 Optics Fiber Optics 바이오 Optics	• 적외선 감지건축물 안전진단, 전력기기 진단 산업, 항공, 전력, 의료
바이오메디컬센서	암진단 센서 마이크로 유체 칩 모바일용 진단칩 Digital X-ray	• 폐암진단 마이크로유체칩 휴대형 저전력소모형 바이오센서 디지털 X-ray 바이오센서

*출처: IT 융·복합 산업 혁신을 위한 스마트센서 산업 육성 사업 예비타당성 조사보고서

- 센서 기술의 주요 이슈는 센서와 회로, 시스템 기술로 구분할 수 있고 센서는 감지방식과 감지 구조가 핵심으로, 주요 이슈로는 고성능화(기계/전기식, 광/전자 센서), 소형화 (MEMS 센서), 다기능화(복합 센서), 저전력화(나노 센서) 등
 - 시스템 분야는 소형화와 대량생산화 등의 패키지 분야의 이슈가 크며, 벌크 시스템 형태에서 SiP(System in Package)로 발전하여 패키지를 층층이 쌓는 MCP(Multi-Chip Package)가 등장

- 앞으로는 SoC 형태의 MEMS와 CMOS를 직접 집적하는 iMEMS가 등장할 것이며, 나노 기술이 접목되면서 소형화 및 멀티 센서로 진행될 것으로 전망
- 우리나라의 스마트센서 기술수준은 영상 센서를 제외하고 선진기업과 큰 차이를 보이며, 대부분 저가의 단순 센서 위주의 생산 활동을 펼치고 있는 것으로 판단
- 주요 스마트 센서(대분류 8대 센서)의 시장 단계는 도입기(레이더, 관성, Optics, 바이오메디컬), 성장기(물체 형상 인식, 자기 IC, 압력, 영상)로 분류
 - 미래 융·복합 산업의 경쟁력 저하는 물론, 국내 주력 산업 성장이 센서 수입을 부추기는 부작용으로 나타날 가능성이 높은 것으로 예상
 - 주력 산업의 지능화와 미래 신산업 수요에 필수적인 스마트 센서 시장 변화에 대응할 수 있는 체계 마련 및 R&D 투자 강화 필요

[8대 스마트 센서 분야별 국내 기술 개발 동향]

센서분야	동향
레이더센서	· 일부 센서소자 분야에서는 국내 연구개발 역량을 확보하고 있으나 아직 핵심 센서는 수입 중심으로 추진됨
물체형상인식센서	· 아이폰 이후 모든 스마트폰에 사용될 만큼 많이 쓰임에도 불구하고 전량 수입되며, 국내에서 수년 간 개발을 시도했지만 상용화되지 못함
자기IC센서	· ST 마이크로, Bosch, ADI, Murata 등이 시장을 주도하고 있으나, 국내 자이로센서는 전량 수입에 의존하며, 대기업에서 연구를 진행하여 시작품을 제작한 바 있으나 양산에 성공하여 상용화된 사례는 없음
자이로센서	· ST 마이크로, Bosch, ADI, Murata 등이 시장을 주도하고 있으나, 국내 자이로센서는 전량 수입에 의존하며, 대기업에서 연구를 진행하여 시작품을 제작한 바 있으나 양산에 성공하여 상용화된 사례는 없음
압력센서	· 국내 업체에서 일부 국산화를 진행하기는 하였으나, 집적화 및 모듈화를 진행하는 케피코 등의 경우 센서는 수입에 의존함
영상센서	· 영상센서의 경우 삼성전자와 하이닉스의 기술수준이 해외 선두 업체인 Micron technology, Omniv ision 등과 격차가 거의 없음 · 국내에서 화소의 크기 기준으로 1.4 micron까지 개발되며, BSI방식의 최신 기술을 출시하고 있음
광센서	· 국내 광섬유 센서 기술력은 학술적으로는 거의 선진국 수준에 근접해 있으나 상용화와 관련된 기술력은 많은 차이가 있음 · 국내 광섬유 센서 시장이 작아서 벤처기업에서 시작된 몇몇 중소기업에서만 광섬유 센서 개발에 참여함
바이오메디컬센서	· 스마트 바이오메디컬 센서와 관련한 ‘국내 연구개발 역량’은 ‘세계 최고의 선진국 연구개발 역량’과 비교할 때 20% 수준(나노기술수준평가, KISTI)으로 조사되고 있음
기타	· 아날로그 회로설계는 전문인력이 부족하고 주요 공정설계에 필요한 반도체 IP 기술을 보유하지 못해 대부분 해외 전문업체에 용역을 의뢰함 · 생산 공정은 최근에 송도 등의 신규 설비에서 시험 생산은 가능하나, 대량 생산의 경우 해외 선진 업체의 국내 법인에 위탁 생산하는 실정임

*출처: IT 융·복합 산업 혁신을 위한 스마트센서 산업 육성 사업 예비타당성 조사보고서

▣ 최신 센서 개발 동향

- (융복합센서 개발) 센시리온(Sensirion)의 온습도 센서는 온도 센서 기능을 하는 CMOS 위에 폴리머로 된 습도 센서 구조체를 함께 통합해 온도와 습도를 동시에 측정하는 제품을 출시
 - 신크라(Synkera)의 e-Nose는 8 x 8 어레이로 64개의 센서가 하나의 어레이 형태로 종합적인 가스 정보를 감지하는 제품을 출시
 - 어레이를 활용하면 칩의 소형화가 가능하며, 특히 융복합 센서 중 가장 대표적인 센서로 꼽히는 모션 센서는 3축 가속도계와 3축 자이로스코프, 3축 지자기를 통합해 소비자 가전 시장에서 많은 주목을 받고 있음
- (신기능센서 개발) 신기능 터치 센서는 기존 멀티 터치에서 더 나아가 여러 신호를 필터하고 RISC(Reduced Instruction Set Computer)로 소프트웨어를 처리해 기능을 구현
 - 신기능 터치 센서는 터치가 아닌 리모트 터치(Remote touch), 동작인식 터치(Hovering touch), 방수 터치(Waterproof touch), 제스처 터치(Gesture touch) 기술의 개발로 언제 어디서나 원하는 방향으로 발전
- (신기능센서 개발) 최근에는 플렉서블과 웨어러블이란 기술적 화두로 섬유형이나 인쇄형 센서 기술이 결합
 - 비보메트릭스(VivoMetrics)의 라이프 셔츠(Life Shirt)는 개인용 PDA 단말기가 유선으로 연결되어 의류 속 센서와 PDA를 통해 30가지 이상의 바이오 정보기록 및 모니터링이 가능
 - 라이프 셔츠는 말초시신경 디바이스를 통해 혈압과 혈류 내 산소함유량, EEG(뇌파), EOG(안전도), 피부온도 등을 측정하여 PDA를 통해 지속해서 사용자의 생체 데이터를 콤팩트 플래시 메모리 카드로 전송 가능

▣ 스마트센서 응용 분야

- 스마트 센서의 응용분야 중 가장 큰 비중을 차지하는 것은 스마트폰임
 - 스마트폰은 기존 가속도나 각속도, 지자기, 오토포커스, 지능 인식 센서 등이 이미 탑재됐으며 스마트폰으로 직접 영상을 쏘는 피코 프로젝터(Pico Projector), 헬스케어 기능을 위한 바이오 케미컬, 자외선을 측정하는 UV 센서, 홍채 인식 센서 등이 탑재
 - 향후에는 에너지 저장이나 적외선(IR) 센서, 라이다(LIDAR) 등이 탑재될 전망
- 자동차 분야에서도 스마트 센서의 비중이 커지고 있고, 크게 파워트레인과 안전, 바디로 구성되며 그 중에서도 안전 분야가 스마트 센서의 주 타깃임
 - 기존 자동차는 안전 분야에 주로 벌크형 센서를 사용해 왔지만 최근에는 가속도와 각속도 등의 관성 센서와 압력 센서, IR 센서, RF 센서가 다양하게 탑재
- 제조업 분야에서 90년대 공장자동화에서 발전하여 현재의 스마트제조에 이르기까지 스마트센서에 대한 관심과 중요도가 증대

나. 주요업체별 기술개발동향

(1) 해외업체동향

- Bosch, Novasensor, Honeywell, Areescale, Analog Device 등 글로벌 기업들이 센서 및 스마트 센서 R&D를 주도
 - 자동차용 센서의 경우, Bosch, Freescale, Analoge Device, BEI Tech 등 현재 약 40개 이상의 글로벌 기업이 경쟁하고 있으며, 가격, 신뢰성, 크기, 정밀도 등이 주요 경쟁요소
 - 의료용 센서의 경우, Novasensor, Honeywell, Measurement Specialities 등의 기업이 전세계 시장의 50% 이상을 차지하고 있으며, 안전승인, 장수명, 신뢰성, 정밀도, 가격 등이 주요 경쟁요소
 - 항공/군수용의 경우, Honeywell, BEI Tech, Colibrys 등 현재 약 15개 이상이 R&D 및 생산에 참여하고 있으며, 검출범위, 충격 방지, 저전력, 장기 안전성 등이 주요 경쟁요소
 - 민수용 센서의 경우, Analog Device, ST Micro, Freescale, Hitachi, Bosch 등 현재 약 15개 이상의 글로벌 기업이 경쟁하고 있으며, 가격, 정밀도, 크기 등이 주요 경쟁요소

- 세계 각국은 첨단센서의 경쟁력이 산업분야 경쟁력의 핵심요소로 인식하여 집중지원 중이며, 첨단센서 개발에 필요한 공공 R&D 인프라와 상용화 파운드리 구축·운영
 - 인텔, 코닝, 하니웰, 제록스 등의 업체에서는 ‘MEMS Industry Group’을 신설하는 등 시장성을 높이 평가하고 있으며 Nova Sensor, Motorola, Delphi 등의 업체에서 MEMS 기술을 이용한 센서를 생산, 판매 중
 - 아시아와 아프리카 시장이 빠르게 성장하는 가운데 아시의 경우 열처리 서비스와 장치의 새로운 시장이 형성되기 시작하였으며 향후 신흥공업국 시장에서 스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술 열처리 장비 판매를 위해 고효율 장비의 국산화요구
 - 토비테크놀로지(Tobii Technology) : 사용자의 시선을 센싱하여 커서를 움직이게 하는 새로운 입력 장치를 개발 중
 - NTT 도코모 : 기계가 인간의 음성을 인식하고 의미를 해석하여 사용자와 대화할 수 있도록 하는 ‘말하는 컨시어지’ 서비스를 출시(田中深一郎, 2013)
 - USC(University of South California)의 Viterbi 연구팀이 개발한 촉각센서는 117개의 재료를 95% 수준에서 구분 가능함
 - 스위스 로잔공대 연구팀이 주관하고 프랑스와 독일 연구진이 참여한 인공손 이식 실험을 ‘13년 말 시행하였고 그 결과를 ’14년 2월 미국 의학저널 ‘사이언스 트랜스레이셔널 메디슨’(Science Translational Medicine)에 실림

[IBM이 전망한 5년 후 컴퓨터의 오감 인식]

감각	정보 이용 예시
시각	<ul style="list-style-type: none"> • 이미지와 동영상 데이터에서 의미를 찾아내는 형태로 센싱능력 발전 - 의료 영상 혹은 이미지에서 특정 상황 정보를 인식하여 정보를 제공하거나 솔루션을 제공할 수 있으며 음식사진에서 질량을 인식하여 칼로리를 계산하는 등의 어플리케이션을 제공
청각	<ul style="list-style-type: none"> • 소리를 정밀하게 인식하여 현재의 상황을 제시 - 산이나 바다의 미세한 소리로부터 산사태, 해일 등을 미리 감지할 수 있으며, 가깝게는 집안의 특정(충격) 소리를 측정하여 화재나 침입 등 감지 가능
미각	<ul style="list-style-type: none"> • 단맛, 짠맛, 신맛 등 여러 가지 맛이 나는 물질을 감지하여 정보를 제시 - 개인별로 선호하는 맛이 다르므로 특정 음식과 관련된 정보에 대해 호불호를 표시함으로써 여러 음식들 중 가장 적절한 음식을 권유할 수 있음
후각	<ul style="list-style-type: none"> • 공기 중에 떠있는 여러 가지 물질들의 정보를 이용하여 다양한 어플리케이션을 제공 - 가스센서가 대표적이며 인간의 호기 중에 질소, 이산화탄소, 산소, 수소, 메탄, 휘발성 유기화합물 등 100 종류 이상이 있으며 특정 질병이 발생했을 때 관련 물질이 호기 중에 기준치 이상 발생함으로 이를 통해 질병 진단 및 현재 상황 등에 관한 정보를 제공할 수 있음
촉각	<ul style="list-style-type: none"> • 온라인 쇼핑 등을 모바일기기로 할 경우 특정 질감을 직접 만지지 않고 느낄 수 있도록 할 수 있음

*출처: "IBM(2012), 이치호(2013) 등의 내용을 수정 및 재정리함

(2) 국내업체동향

- 국내 센서 산업의 경우 삼성전자 등 일부 대기업을 제외하고는 대부분의 기업이 영세
 - 상당수의 기업이 수입된 센서를 기반으로 제품의 후가공, 조립, 패키징에 의한 모듈 생산에 의존
 - 일부 품목을 중심으로 칩과 프로토 타입이 개발되고 있지만, 기술 격차도 상당한 수준인 것으로 나타남

- 국내 센서 산업은 기반기술 부족으로 센서 칩을 수입한 뒤 모듈화해서 공급하는 수준에 그치고 있음
 - 직접 칩을 개발해도 시험·평가할 수 있는 생산 시설이나 테스트 기관이 없는 상황이며, 기술 특하는 양적·질적 모두 글로벌 평균 이하인 상황임
 - 휴대폰용 이미지센서가 선방해 세계 센서시장 생산량의 1.7%를 차지했지만 이후 새로운 성장동력이 없는 실정

- 국내의 경우 바이오센서 기술개발은 주로 기초중심의 연구가 대부분인 것으로 확인됨
 - 바이오센서 연구는 1999년부터 2013년까지 총 752건이며 그 중 시스템 측면에서 접근한 종합적 성격의 연구는 71건으로 10%의 수준임
 - 바이오센서 시스템 연구는 2001년부터 시작되었으나 바이오센서를 구성하는 시스템에 관한 연구로 이것이 실제 제품화하는 측면까지 고려되지 않았으며, 현재까지도 기술개발이 가장 긴 혈당측정기구와 관련된 제품이 제대로 출시되지 않는 상황임

- 2004년에 중소기업청의 중소기업기술혁신개발 사업으로 ‘바이오센서를 이용한 무채혈 혈당 측정 시스템 개발’이 수행되었으나 해당 연구기업은 무채혈 혈당 측정제품을 상용화하지 못한 것으로 조사됨 (㈜엘바이오)
- 2008년에 KMH社は 무채혈 혈당측정기를 식약청으로부터 허가를 받았지만 실제로 제품이 판매되지 않았고, 2009년 감사의견 의견거절에 의해 유가증권시장 상장 폐지됨
- 2005년 교육과학기술부에서 주관하고 대구경북과학기술원설립 사업에 ‘FET형 의료용 바이오센서 및 시스템 개발’ 과제를 수행하였으나 연구 결과물은 없는 것으로 나타남

[주요 바이오 센서 시스템 관련 기술개발 동향]

부처	사업명	과제명	과제기간	총연구비
산업통상 자원부	광역경제권 선도 산업육성	복합기능 현장검사 시스템 및 바이오센서 개발	2013~2015	10억원 (지속과제)
(구)교육과 학기술부	한국과학기술연구원 연구 운영비 지원	MEMS 기반 신경자극 시스템 및 초고감도 바이오 센서 개발	2010~2013	50억 4,000만원
(구)교육과 학 기술부	글로벌프론티어사업	스마트 바이오 센서 시스템	2011~2020	14억 4,800만원 (지속과제)
(구)교육과 학 기술부	한국과학기술연구원 연구 운영비 지원	분자수준의 초고감도 나노바이오센서 시스템 기술개발	2008~2009	28억 8,800만원
(구)지식경 제부	IT원천기술개발	나노 입자를 이용한 고성능 바이오 센서 시스템	2006~2008	39억원
(구)교육과 학기술부	대구경북 과학기술원설립	FET형 의료용 바이오센서 및 시스템 개발	2005~2007	13억 1,900만원

*출처: 1999년부터 2013년까지 NTIS(국가 R&D 사업관리)에서 나타난 바이오&센서&시스템 검색 결과

- 한국전자통신연구원 : 시선인식과 뇌파신호를 지속적으로 측정하여 특정 상황에 처한 사용자에게 과거 분석된 맞춤형 데이터를 제공하는 시스템을 개발 중
- 한국전자통신연구원 : 투명 촉각센서를 세계 최초로 개발하였고, 실용화를 위한 다양한 연구를 진행 중임(대덕넷, 2014.06)
- 한국기계연구원 : 청각장애인에게 소리정보를 센싱하고 이를 뇌에 전달할 수 있는 생체모사 인공 달팽이관 핵심기술을 개발함(산업일보, 2014)

[국내외 중요 기업 동향]

회사명	국가	설립연도	관련 동향
 ST life.augmented	프랑스 이탈리아	1987	<ul style="list-style-type: none"> • 2014년 MEMS 시장 매출 3위 • 애플 아이패드 에어와 HTC원에 MEMS마이크 공급 • 최근 차량용 가속도 센서(AIS3624DQ) 출시
 BOSCH	독일	1886	<ul style="list-style-type: none"> • 2014년 MEMS 시장 매출 1위 • 주력 시장은 차량용 MEMS 센서임 • 애플 아이폰 5S, 5C, 아이패드 에어 가속도 센서 공급 • 최근 가속도 및 자이로스코프를 통합한 6축 센서를 양산, 소니, 삼성전자, HTC에 공급하고 있음
 InvenSense.	미국	2003	<ul style="list-style-type: none"> • 애플 아이폰 6 시리즈에 모션센서 공급 • 2013년 아나로그디바이스(ADI)의 MEMS 마이크 사업 인수 • 2013년 한국에 디자인 R&D센터 설립 • 자이로스코프 센서를 활용해 관련 애플리케이션과 기기의 개발을 돕는 모션앱스라는 소프트웨어 플랫폼 개발
 Kionix	미국	1993	<ul style="list-style-type: none"> • 2012년 모바일 디바이스 부문 3축 가속도계 MEMS센서 시장 점유율 2위 • Micro-Amp Magnetic Gyro(KMX61G)가 2013 센서 엑스포&컨퍼런스에서 2013년 최우수 혁신상 수상
 AsahiKASEI	일본	1980	<ul style="list-style-type: none"> • 아이폰5S,6에 지자기센서 공급 • 2012년 모바일 디스바이 부문의 세계 MEMS센서 매출액 2위
 M MICROINFINITY	한국	2001	<ul style="list-style-type: none"> • 항법센서 전문기업으로 로봇청소기와 자동차 내비게이션 등 민수용 항법 시장에 진출 • 국산 무인기(드론)와 유도탄 개발에 자체 개발한 군수용 항법센서와 시스템 적용을 목표로 기술 개발 진행 중 • 군수 분야 국산화가 필요한 MEMS(자이로, 가속도계, 압력센서)와 관성측정장치(IMU) 개발에 역량을 집중
 Lubtronix	한국	2005	<ul style="list-style-type: none"> • 삼성전기에서 분사한 MEMS 관성센서 전문업체 • 유도무기 항법 및 탐색기 안정화용 자이로, 가속도계 개발 생산
 I3system	한국	1998	<ul style="list-style-type: none"> • MEMS 블로메타 타입 적외선 센서 개발 • 방산 업체로 민수, 수출, 방산용 적외선 센서 양산
 Autonics Sensors & Controllers	한국	1997	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 산업용 센서, 제어기기 부문 1위 기업 • 근접센서, 포토센서, 광화이버센서, 압력센서를 포함한 다양한 센서를 제공
 MEC (주)명혁기전	한국	1982	<ul style="list-style-type: none"> • 산업용 자동제어시스템 및 전기, 전자제품 수입/제조/ 판매업체 • 기술제휴를 통해 타이머, 근접센서 등을 국산화하고 있음

다. 기술인프라 현황

- 산업부는 지난 '12.12월 「센서산업 발전전략」을 수립한 이후, '13년 하반기 「첨단센서 육성사업」에 대한 기획재정부의 예비타당성조사를 통과('14.1)하게 됨에 따라 「첨단 스마트센서 육성 계획」을 발표
 - '25년까지 센서산업 고도화를 통해 센서 4대 강국에 진입하는 것을 목표로, 핵심 센서 10개 국산화, 세계 센서 시장점유율 5.0%, 세계 최고 수준의 중견 센서기업 20개 육성을 향후 비전으로 설정
 - 기간 및 예산 : '15~'20년(6년간), 총 1,508억 원(국비 1,148억 원, 민간 360억 원)
 - 핵심 기반 기술 개발(총 576억원): 10대 핵심 센서 기술 개발
 - 상용화 기술 개발(총 824억원): 자동차, 로봇 등 32개 센서제품 개발 상용화
 - 인력 양성(총 52억원): 현장 중심의 기업 맞춤형 인력 양성 프로그램 개발 운영
 - 현재 추진 중인 13개 '산업엔진 프로젝트' 중 웨어러블 스마트 디바이스, 자율주행 자동차 등과 같이 첨단 스마트센서의 활용도가 높은 과제들과 연계해서 향후 개발될 스마트센서의 상용화 및 해외시장 진출 가능성을 제고할 계획

[13개 산업엔진 프로젝트]

시스템 산업		
· 웨어러블 스마트 디바이스 · 자율주행 자동차	· 극한환경용 해양플랜트 · 고속-수직이착륙 무인항공기	· 국민 안전·건강 로봇 · 첨단소재 가공시스템
소재부품 산업	창의 산업	에너지 산업
· 탄소소재 · 첨단산업용 비철금속 소재	· 개인 맞춤형 건강관리시스템 · 생체 모사 디바이스 · 가상훈련 시스템	· 고효율 초소형화 발전시스템 · 직류 송배전시스템

*출처 : 산업통상자원부, 센서산업 발전전략 진하게 칠한 프로젝트들은 스마트센서 활용도가 높은 것으로 분석되는 과제

- 센서산업 발전의 기반을 조성하기 위해 시험·신뢰성 평가, 시제품 제작 등을 지원 하는 「(가칭)센서 산업화 지원센터」 구축을 별도로 추진
- 나노종합기술원, 전자부품연구원, 한국전자통신연구원 등 센서 관련 장비를 보유한 기관을 지역 거점으로 지정·활용
- 스마트센서 전문기업이 수요(세부분야, 기술수준 등)를 제시하면 이를 바탕으로 국내 대학이 이에 맞는 인재를 양성하는 '기업 맞춤형 고급 센서인력(연간 60여명) 양성'도 본격적으로 추진할 계획
- 이번 사업이 정부 차원에서 첨단 스마트센서를 본격 육성하기 위한 최초의 시도인 만큼, 향후 업계 및 학계의 의견을 적극 반영하여 사물인터넷(IoE) 시대를 대비한 미래 먹거리 산업으로 발전시켜 나갈 계획

- 센서산업의 경제적 기대효과를 분석한 결과, '15년 기준 4조 원의 생산유발, 1조 1천억 원의 부가가치 유발 및 13,800명 정도의 고용유발효과 창출 전망
 - 산업부의 계획대로 국내 생산액이 증대될 경우를 가정하면, '20년 기준으로는 약 8조 3천억 원의 생산유발, 2조 3천억 원 규모의 부가가치유발 및 2만 8천 명 정도의 고용유발효과를 가져올 것으로 분석됨

[스마트 센서 산업의 산업파급효과 분석] (단위: 억, 명)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020
생산유발효과	40,653	46,945	54,213	62,604	72,295	83,487
부가가치유발효과	11,526	13,310	15,371	17,750	20,498	23,671
고용유발효과	13,796	15,931	18,397	21,245	24,534	28,332

*출처: 지식경제부(2012), “센서 산업 발전 전략” 보도자료를 기반으로 ETRI 산업전략연구부 추정

[R&D 정책 방향]

분류	정부 정책 방향
 산업통상자원부	<ul style="list-style-type: none"> • 2012년 12월 주력산업 등의 경쟁력 강화를 위한 센서산업 구조 고도화를 위한 ‘센서 산업발전전략’을 발표한 이후 2015년부터 2020년까지 총 1,508억원(국비 1,147.6억원, 민간 360.4억원)을 투자할 예정
 미래창조과학부	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트 센서 수요의 폭발적 증가 대비 수입에 의존하고 있는 국내 센서 산업에 대한 정부의 센서 관련 지원사업 현황을 진단하고 효과적인스마트 센서 개발을 위한 정부 정책도출 • IoT서비스: 스마트헬스, 홈, 재난/재해, 농업 등 4개 분야 IoT 서비스 대상 스마트 센서 품목 도출(각 과제당 40~50억/5년(3+2년), 2016년 추진) • 공통기반: 나노인프라, IoT센서 ROIC 등 2개 분야 IoT 서비스 적용 스마트 센서 사업 품목 도출(각 과제당 30~40억/5년(3+2년), 2016년 추진), 나노인프라 연계 2015년 45억 확정 • 2015년도 과제 수주 45억(센서생산공정), 2016년부터 신규 원천 스마트 센서 기술 개발 추진 예정

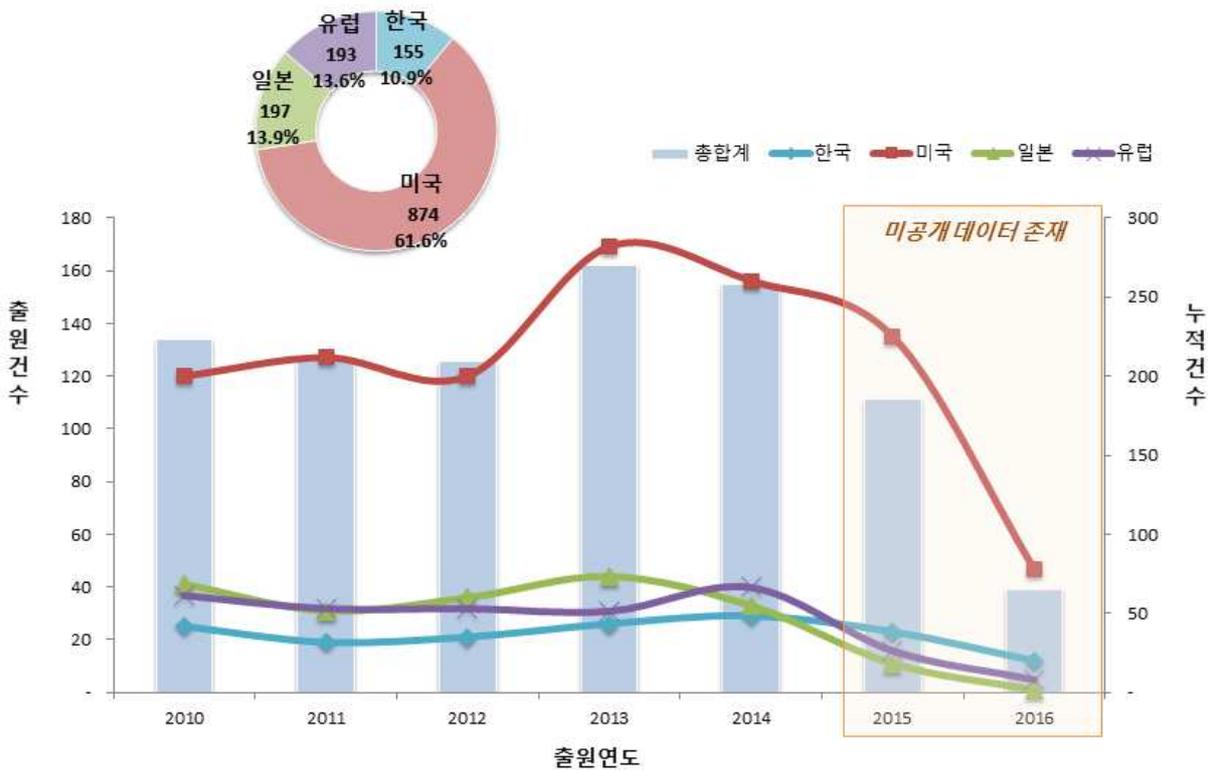
라. 특허동향 분석

(1) 연도별 출원동향

스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술의 지난 7년('10~'16) 간 출원동향¹⁰⁾을 살펴보면 연도별로 출원경향이 증가, 감소를 반복하고 있어 지속적으로 스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술 관련 기술개발 활발

- 각 국가별로 살펴보면 미국 출원경향은 감소-증가-감소 추세, 일본, 유럽은 유지하는 경향을 보이고 있으며, 한국도 출원 건수를 유지

국가별 출원비중을 살펴보면 미국이 16.6%로 최대 출원국으로 스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술을 주도하고 있는 것으로 나타났으며, 일본이 13.9%, 유럽이 13.6%로 비슷한 수준의 출원비중을 보이고 있으며, 한국은 10.9%의 비중임



[스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술 분야 연도별 출원동향]

10) 특허출원 후 1년 6개월이 경과하여야 공개되는 특허제도의 특성상 실제 출원이 이루어졌으나 아직 공개되지 않은 미공개데이터가 존재하여 2015, 2016년 데이터가 적게 나타나는 것에 대하여 유의해야 함

(2) 국가별 출원현황

- 한국의 출원현황을 살펴보면 서서히 증가하는 경향을 보이고 있으며, 외국인의 출원은 낮은 비중을 유지
 - 외국인의 출원이 낮은 비중을 유지하고 있는 이유를 살펴보면 스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술의 국내 시장에 대한 외국인의 선호도가 높지 않은 것으로 추정

- 미국의 출원현황은 '13년까지 증가 후 소폭 감소하는 경향을 보이고 있으며, 외국인 출원 비중이 일정하게 유지되고 있는 것으로 보아 미국 시장에 대한 외국인의 관심도 역시 꾸준한 것으로 추정

- 일본과 유럽의 출원현황은 지속적으로 유지되는 추세를 보이고 있으며 일본 출원인 유형은 내국인 비중이 높으며 유럽은 외국인 비중이 비슷이 높음



[국가별 출원현황]

(3) 투입기술 및 융합성 분석

- 스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술 분야의 투입기술을 확인하기 위하여 특허분류코드인 IPC Code¹¹⁾를 통하여 살펴본 결과 스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술 분야의 가장 높은 IPC는 G06F 기술분야가 179건으로 가장 많이 차지하고 있으며, 이어서 A61B가 97건, G01N이 93건으로 다수를 차지
 - 이외에 H04N 74건, G01R 66건, G06Q 54건, H04L 53건, G08B 50건, H01L 37건, G01L 36건 순으로 기술이 투입되어 있어 스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술 분야에 다양한 기술이 융합되어 존재
 - 더불어 해당 IPC의 특허인용수명을 살펴보면 A61B와 G01N 기술분야의 수명이 9년으로 가장 긴 것으로 나타났으며, G06Q 기술분야는 4년으로 가장 짧은 것으로 분석

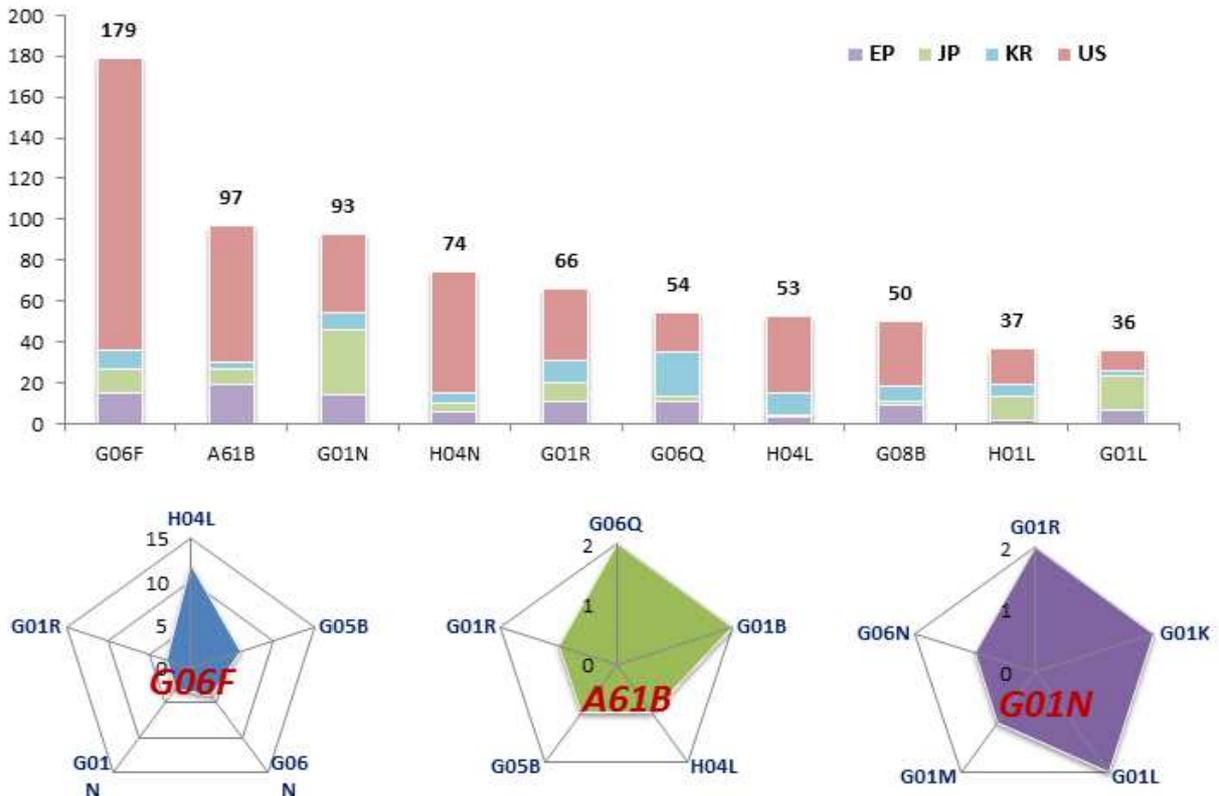
[스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술 분야 상위 투입기술]

IPC	기술내용	특허인용수명(TCT) ¹²⁾
G06F	전기에 의한 디지털 데이터처리	6년
A61B	진단; 수술; 개인 식별	9년
G01N	재료의 화학적 또는 물리적 성질의 검출에 의한 재료의 조사 또는 분석	9년
H04N	화상통신	7년
G01R	전기변량의 측정; 자기변량의 측정	7년
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	4년
H04L	디지털 정보의 전송	6년
G08B	신호 또는 호출시스템; 지령발신장치; 경보 시스템	7년
H01L	반도체 장치; 다른 곳에 속하지 않는 전기적 고체 장치	6년
G01L	힘, 토오크, 일, 기계적 동력, 기계적 효율 또는 유체압력의 측정	8년

11) 전세계적으로 통용되고 있는 국제특허분류(IPC: International Patent Classification)를 통해 특허정보 기술분야에서 공지기술을 조사할 수 있으며, 기술 및 권리정보에 용이하게 접근 가능

12) 특허인용수명 지수는 후방인용(Backward Citation)에 기반한 특허인용수명의 평균, Q1, Q2(중앙값), Q3에 대한 통계값을 제시함. 특히 이와 같이 산출된 Q2는 TCT(Technology Cycle Time, 기술순환주기 또는 기술수명주기)라고 부름

- 투입기술이 가장 많은 G06F 분야와 융합이 높게 이루어진 기술은 H04L 분야로 나타났으며, G06B, G06N 분야와도 융합된 기술의 건수가 높은 것으로 분석
- 이외에 A61B 분야와 융합된 기술은 G06Q, G01B 분야와 융합된 기술이 많은 것으로 나타났으며, G01N 분야와 융합된 기술은 G01R, G01K, G01L 기술로 분석



[스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술 분야 IPC 기술 및 융합성]

(4) 주요출원인 분석

- 세계 주요출원인을 살펴보면 주로 미국의 출원인이 다수의 특허를 보유하고 있는 것으로 나타났으며, IT, 전기전자 분야의 출원인이 대부분
- 주요 미국 출원인을 살펴보면 International Business Machines, Google 등 IT 기업과 General Electric, Invensense 등 전기전자 기업이 다수 출원을 하고 있는 것으로 나타났으며, 이들 미국 출원인은 주로 미국 본국에 출원건수가 높은 것으로 나타남
- 한국 출원인으로는 한국전자통신연구원이 상위출원인으로 나타나 스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술 관련 기술을 다수 보유

- 가장 많은 특허를 보유하고 있는 International Business Machines의 3극 패밀리수는 1건으로 다국적 시장 보다는 미국 시장을 목표로 출원을 하고 있는 것으로 보이며, Google 역시 1건으로 미국과 유럽 시장을 목표로 출원하고 있음
- 일본 기업인 Seiko Epson이 확보한 특허의 피인용지수가 6.5으로 가장 높게 나타나 기술의 파급성이 높은 원천기술을 다수 보유하고 있는 것으로 분석됨

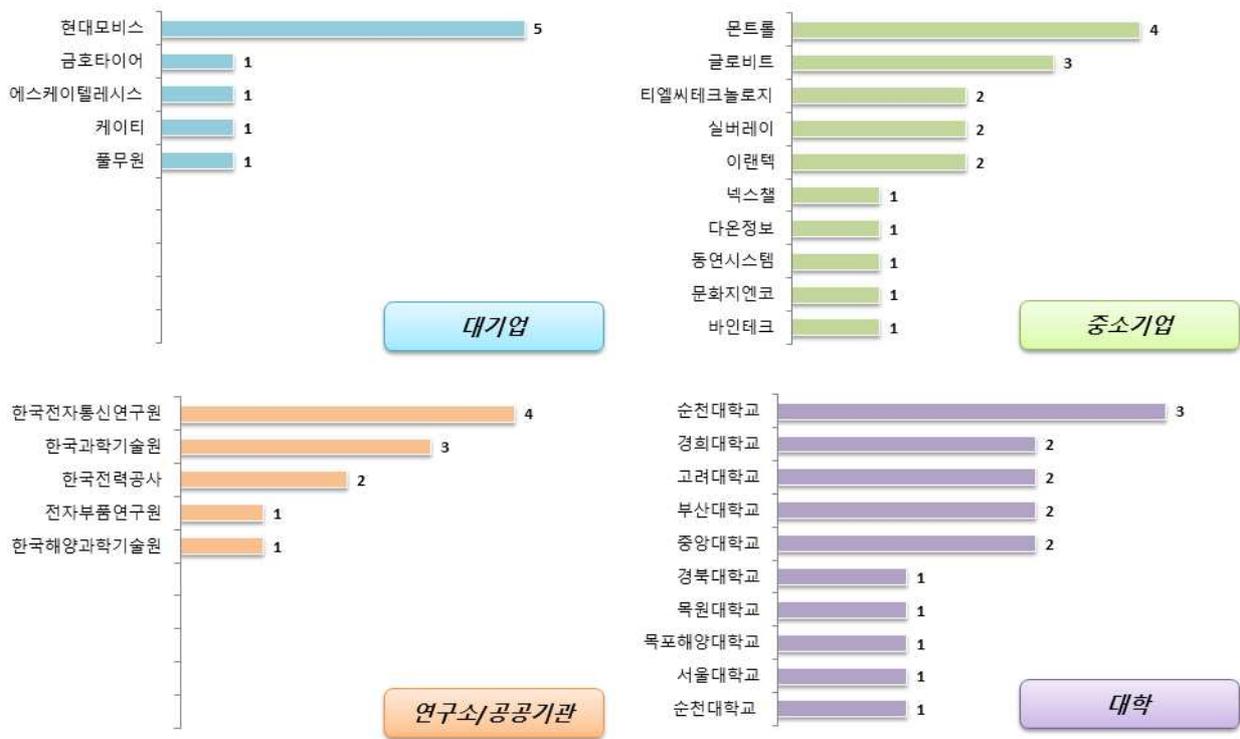
[주요 출원인의 출원현황]

주요출원인	국가	주요 IP시장국 (건수 %)					3극 패밀리 수 (건)	피인용 지수	주력기술 분야	
		한국	미국	일본	유럽	IP시장국 종합				
International Business Machines	미국		29				미국	1	2.23	센서 가상화, 센서 네트워크 정보 수집 기술
		0%	100%	0%	0%					
Google	미국		16		4		미국	0	0.83	센서에 의해 획득된 센서 데이터 기술
		0%	80%	0%	20%					
한국전자통신연구원	한국	4	10				미국	0	0.38	센서 네트워크 시스템 및 센서 데이터 처리
		29%	71%	0%	0%					
Intel	미국		11		1		미국	5	1.71	스마트 센서 및 로직 시스템, 센서 허브
		0%	92%	0%	8%					
Seiko Epson	일본		3	8			일본	0	6.50	물리적 정량 센서, 압전 센서
		0%	27%	73%	0%					
Bae Systems	독일		4		6		유럽	0	0.50	센서 데이터 처리기술, 작동센서
		0%	40%	0%	60%					
Denso	일본		3	6	1		일본	3	0.00	센서 신호 처리 기기, 차량 제어 시스템
		0%	30%	60%	10%					
General Electric	미국		6	2	2		미국	6	1.00	다기능 임베디드 센서,
		0%	60%	20%	20%					
Renesas Electronics	일본		3	3	2		일본	6	1.50	반도체 기기 및 센서 시스템,
		0%	38%	38%	25%					
Invensense	미국		6				미국	0	4.50	센서가 있는 자가 테스트 제공 시스템
		0%	100%	0%	0%					

(5) 국내 출원인 동향

- 국내 출원인 동향을 살펴보면 대기업은 현대모비스의 출원건수가 가장 높게 나타났으며, 중소기업에서는 몬트롤의 출원건수가 높게 나타남
 - 대기업의 주요 출원인은 현대모비스, 금호타이어, 에스케이텔레시스 등이 있으며, 중소기업의 주요 출원인은 몬트롤, 글로벌트, 티엘씨테크놀로지 등이 주요 출원인인 것으로 나타남

- 기업 이외의 주요출원인을 살펴보면 한국전자통신연구원, 한국과학기술원 등 연구소/공공기관의 출원이 다수 나타났으며, 대학은 순천대학교, 경희대학교, 고려대학교, 부산대학교, 중앙대학교 등의 출원이 높은 것으로 분석됨



[국내 주요출원인의 출원 현황]

5. 중소기업 환경

가. 중소기업 경쟁력

- 스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술 분야의 중소기업 경쟁력은 기술분류별로 차이가 있으나 센싱정보링크 기술은 중소기업이 다수 참여하여 시장에서의 역할이 큰 분야로 나타남

[스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술 분야 중소기업 현황]

기술 분류	주요 기술	대기업	중소기업	중소기업 참여영역	중소기업 참여정도
이벤트 처리 분석	수집 데이터 고속 필터링 및 연관매칭 기술 메모리 기반의 비정형 데이터 고속 분석 기술 물리센서, 화학센서, 바이오센서	현대오토넷 마이크로인피니티, LG이노텍 삼성전자	케피코 SML전자 대성전기	센서 기술 데이터 고속처리 분산, 병렬처리 화상처리	●
센싱정보 링크	이종센서 정보 변환 및 연결기술	오토닉스 MEC		CPS IoT 네트워크 기술	●
Factory-Thing 자원관리	소프트웨어정의 FCM 제어기술	현대오토넷 마이크로인피니티, LG이노텍 삼성전자	케피코 SML전자 대성전기	FCM 제어기술 디바이스 제어	●
인지형 스마트 디바이스	자율교정을 위한 인지형 스마트디바이스(영상)/센서 기술 생산 공정 서비스/상황/위치 인지용 디바이스(영상)/센서 기술 스마트, 바이스(영상)/센서용 내장형 OS기술	현대오토넷 마이크로인피니티, LG이노텍 삼성전자		딥러닝, 학습에 의한 센서 기술, 센서를 통한 자료 처리	●

* 중소기업 참여정도와 점유율은 주요제품 시장에 참여하는 중소기업의 참여규모와 정도(업체수, 비율 등)를 고려하여 5단계로 구분 (낮은 단계: ○, 중간 단계: ◐, ◑, ◒) 높은 단계: ◓)

나. 중소기업 기술수요

- 스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술 분야의 중소기업의 기술수요를 파악하기 위하여 중소기업 기술수요조사 및 중소기업청 R&D신청과제(2013~2015년)를 분석한 결과 아래 표의 내용과 같은 수요들이 다수 있는 것으로 분석
 - 스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술 분야 중소기업은 최근 기술트렌드인 IoT기술과의 융복합 기술에 관심이 높아지고 있는 추세를 반영한 것으로 분석됨

[스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술 분야 과제신청현황 및 수요조사결과]

전략제품	기술 분류	관심기술
스마트 팩토리 센서 및 화상처리 기술	이벤트 처리 분석	센서 기술 데이터 고속처리 분산, 병렬처리 화상처리, 물리센서, 화학센서
	센싱정보 링크	CPS IoT 네트워크 기술
	Factory-Thing 자원관리	FCM 제어기술 디바이스 제어
	인지형 스마트 디바이스	딥러닝, 학습에 의한 센서 기술, 센서를 통한 자료 처리

다. 중소기업 핵심기술

(1) 데이터 기반 요소기술 발굴

- 스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술의 특허 및 논문데이터 검색을 통해 도출된 유효데이터를 대상으로 데이터마이닝 기법(Scientometrics 기법)을 통해 클러스터링된 키워드의 연관성을 바탕으로 요소기술 후보군을 도출
 - 스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술의 특허 및 논문 유효데이터를 기반으로 키워드 클러스터링을 통하여 10개의 요소기술 후보군을 도출
 - 제품별 dataset 구축 : 스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술 관련 특허/논문 데이터를 추출하여 노이즈 제거 후 제품별 dataset 구축
 - 1차 클러스터링 : 키워드 맵을 통한 고빈도 키워드 확인-빈도수(tf-idf)¹³⁾가 상위 30%에 해당하는 키워드를 대상으로 1차 추출
 - 2차 클러스터링 : 1차 클러스터링에서 추출된 고빈도 키워드 사이에서 고연관도 키워드를 2차 추출 (고연관도 기준은 연관도수치¹⁴⁾가 2이상인 클러스터로 제한)

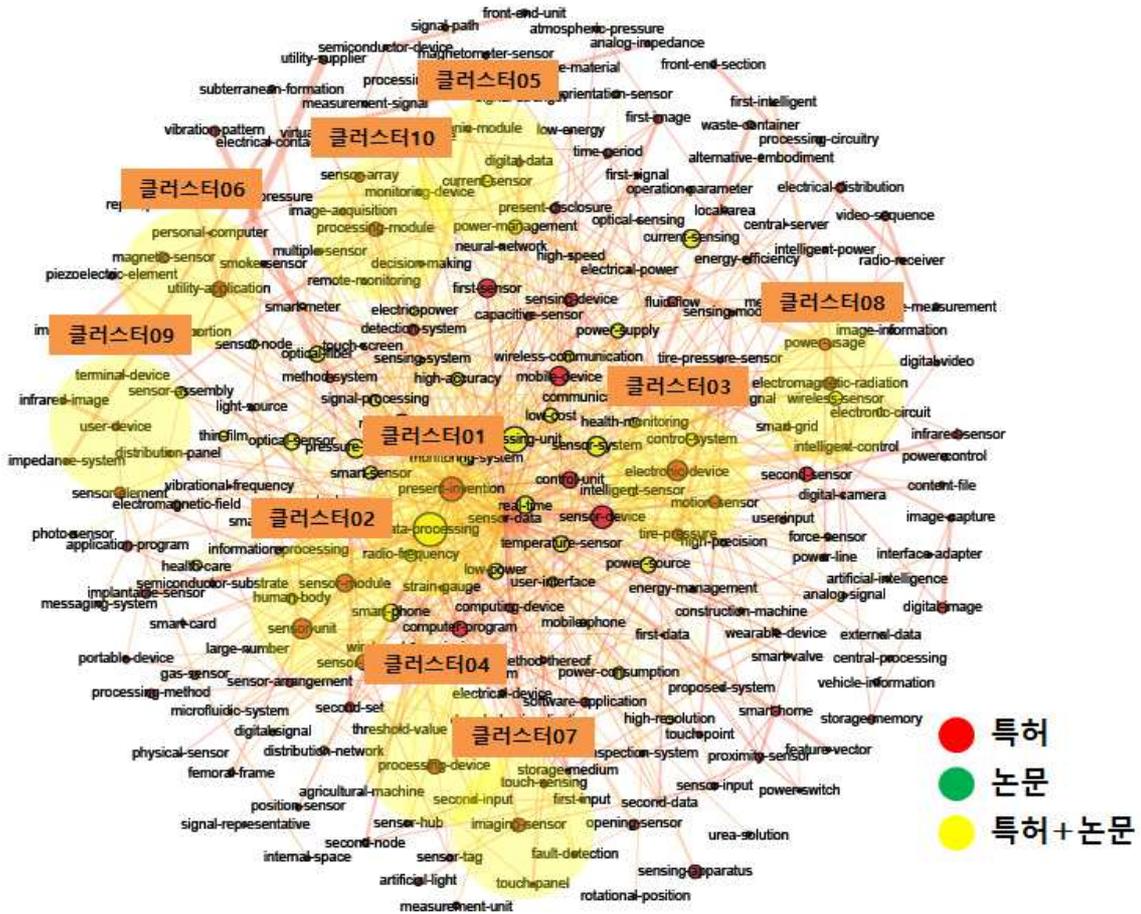
- 다음 그림은 키워드 간 연관네트워크를 시각화한 것으로, 각 키워드를 나타내는 원과 키워드 간의 연관도를 나타내는 직선으로 구성
 - 각 키워드가 특허와 논문 중 어느 데이터에서 도출되었는지 원의 색으로 구분하였으며, 키워드로 도출된 클러스터는 황색음영으로 표시
 - 키워드를 나타내는 원은 고빈도의 키워드일수록 원의 크기가 크게 표현되며, 연관도를 나타내는 선은 키워드 사이의 연관도수치가 높을수록 굵게 표현

- 스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술 전략제품의 특허·논문 유효데이터에 대하여 키워드 클러스터링 결과를 기반으로 요소기술 도출

- 데이터 기반의 요소기술 도출은 키워드 클러스터링을 통해 도출된 요소기술에 대하여 전문가의 검증 및 조정을 통하여 요소기술을 도출

13) 빈도수(tf-idf) : 각 키워드가 출현되는 특허 또는 논문수를 의미

14) 연관도수치: 두 개 이상의 키워드 사이의 특허 또는 논문수를 의미



[스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술 분야 키워드 클러스터링]

[스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술 분야 주요 키워드 및 관련문헌]

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
클러스터 01	data processing	4~5	1. Compressed scan systems 2. Universal testing machine 3. DUAL PUMP OIL LEVEL SYSTEM AND METHOD
클러스터 02	sensor unit, sensor module	4~5	1. Current sensor 2. OPERATING SENSORS 3. LENS MODULE FOR FORMING STEREO IMAGE
클러스터 03	electronic device	4~5	1. SENSOR INTERFACE 2. Body heat sensing control apparatus and method 3. Intelligent electronic device having circuitry for highly accurate voltage sensing
클러스터 04	processing device	4~5	1. JOINT SENSOR SYSTEM AND METHOD OF OPERATION THEREOF 2. Smart scanning for a capacitive sensing array 3. METHOD FOR SENSOR THRESHOLD COMPENSATION

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
클러스터 05	current sensor, digital data	4~5	1. Current sensor having self-diagnosis function and signal processing circuit 2. METHOD AND APPARATUS FOR INSPECTING PNEUMATIC TIRE DURING PRODUCTION 3. Current sensing device, and method of manufacturing the same
클러스터 06	utility application, magnetic sensor	5~7	1. INTEGRATED INTELLIGENT SERVER BASED SYSTEM AND METHOD/SYSTEMS ADAPTED TO FACILITATE FAIL-SAFE INTEGRATION AND/OR OPTIMIZED UTILIZATION OF VARIOUS SENSORY INPUTS 2. SURFACING CROSS PLATFORM APPLICATIONS 3. DISTRIBUTED APPLICATIONS ACROSS PLATFORMS
클러스터 07	image sensor	4	1. VIDEO SUMMARY INCLUDING A FEATURE OF INTEREST 2. Apparatus Method and System for Imaging 3. CAMERAS AND METHODS WITH DATA PROCESSING, MEMORIES, AND AN IMAGE SENSOR WITH MULTIPLE DATA PORTS
클러스터 08	wireless sensor	4	1. Low Power Wireless Sensor System with Ring Oscillator And Sensors for Use in Monitoring of Physiological Data 2. Wireless sensor network information swarming 3. RFID sensor tag and system for small output transducers, and related methods
클러스터 09	user device	4~6	1. DEVICE ATTACHMENT WITH INFRARED IMAGING SENSOR 2. SMART SHOES, METHOD OF PROVIDING SENSOR INFORMATION TO SMART SHOES, SMART DEVICE AND METHOD OF PROVIDING GUIDANCE PROGRAM VIA SMART DEVICE
클러스터 10	processing module	4~5	1. Non-destructive inspection instrument employing multiple sensor technologies in an integral enclosure 2. Systems for assessing and optimizing muscular performance 3. Portable router and power saving control method thereof

[스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술 분야 데이터 기반 요소기술]

No	요소기술명	키워드
요소기술01	Factory-Thing 복합 이벤트 처리 기술	Factory-Thing
요소기술02	수집 데이터 고속 필터링 및 연관매칭 기술	data processing high filter
요소기술03	메모리 기반의 비정형 데이터 고속 분석 기술	processing device
요소기술04	이종센서 정보 변환 및 연결기술	image sensor
요소기술05	센서 자율 연결(Free Link) 기술	free link sensor
요소기술06	Fault tolerance를 위한 센서 Redundancy 기술	current sensor, digital data fault tolerance
요소기술07	Factory-Thing 인증, 등록 기술	Factory-Thing recognition
요소기술08	소프트웨어정의 FCM 제어기술	processing module FCM control

(2) 요소기술 도출

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

[스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술 분야 요소기술 도출]

분류	요소기술	출처
이벤트 처리·분석	Factory-Thing 복합 이벤트 처리 기술	기술수요, 특허/논문 클러스터링
	수집 데이터 고속 필터링 및 연관매칭 기술	기술/시장 분석, 기술수요, 특허/논문 클러스터링, 전문가추천
	메모리 기반의 비정형 데이터 고속 분석 기술	기술/시장 분석, 전문가 추천, 특허/논문 클러스터링
센싱정보 링크	센싱 정보 융합 기반 가상 센서 기술	기술/시장 분석, 기술수요, 전문가추천
	이종센서 정보 변환 및 연결기술	기술수요, 특허/논문 클러스터링
	센서 자율 연결(Free Link) 기술	기술/시장 분석, 전문가 추천, 특허/논문 클러스터링
	Fault tolerance를 위한 센서 Redundancy 기술	전문가추천, 특허/논문 클러스터링
Factory-Thing 자원관리	Factory-Thing 인증, 등록 기술	특허/논문 클러스터링, 전문가추천
	소프트웨어정의 FCM 제어기술	기술수요, 특허/논문 클러스터링
인지형 스마트 디바이스	자율교정을 위한 인지형 스마트 디바이스(영상)/센서 기술	기술/시장 분석, 기술수요, 특허/논문 클러스터링
	생산 공정 서비스/상황/위치 인지용 디바이스(영상)/센서 기술	기술/시장 분석, 기술수요, 특허/논문 클러스터링
	스마트 디바이스(영상)/센서용 내장형 OS기술	기술수요, 타부처로드맵

(3) 핵심기술 선정

- 확정된 요소기술을 대상으로 산·학·연 전문가로 구성된 핵심기술 선정위원회를 통하여 중소기업에 적합한 핵심기술 선정
- 핵심기술 선정은 기술개발시급성(10), 기술개발파급성(10), 단기개발가능성(10), 중소기업 적합성(10)을 고려하여 평가

[스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술 분야 핵심기술]

분류	핵심기술	개요
이벤트 처리 분석	수집 데이터 고속 필터링 및 연관매칭 기술	IoT 플랫폼을 통해 수집되는 연속 데이터들을 실시간 분류/매칭하는고속 필터링 및 연관매칭 기술
	메모리 기반의 비정형 데이터 고속 분석 기술	비정형 Factory-Thing 참조 데이터를 메모리 기반 저장 및 고속 분석 처리하여 실시간으로 의사결정을 지원하는 메모리 기반의 비정형 데이터 고속 분석 기술 개발
센싱정보 링크	이종센서 정보 변환 및 연결기술	이종센서 정보 변환(Adaptation) 및 연결(Chain) 기술
Factory-Thing 자원관리	소프트웨어정의 FCM 제어기술	소프트웨어 정의 기반의 FCM(Factory Control Middleware)을 통하여 팩토리 생산 디바이스의 제어를 유연하게 처리하는 FCM 기술
인지형 스마트 디바이스	자율교정을 위한 인지형 스마트 디바이스(영상)/센서 기술	산업환경에서 제조상황에 대한 조절, 생산의 차질을 최소화 및 불량률을 최소화 할 수 있도록 제조 기기의 자율적 동작 교정을 할 수 있도록 비정상적 상황을 센싱하고 모니터링하는 기술
	생산 공정 서비스/상황/위치 인지용 디바이스(영상)/센서 기술	생산 공정의 최적화를 위하여 각 공정의 상황과 각 생산품의 위치를 실시간으로 파악할 수 있는 생산 세부 공정에 따른 재료 및 제품들의 위치와 현 상태 등을 인지하는 기술
	스마트 디바이스(영상)/센서용 내장형 OS기술	생산환경 디바이스/센서의 지능적 기능을 강화하여 자체적 생산 환경에 대한 지능적 자가진단이 가능하도록 하여 생산 무인화/자동화를 위한 고신뢰성 보장형 다기능성 스마트 디바이스 용 경량 OS 기술

6. 기술로드맵 기획

가. 스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술로드맵

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

스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술의 중소기업형 기술로드맵					
Time Span		2017	2018	2019	최종목표
연도별 목표		센서정보 분석 기술향상	영상 센서 화상 처리 기술의 고도화	이종 센서 정보 변환 연결 기술 확보	첨단 센서 기술과 화상처리 기술 확보로 센서시장 선도
스마트팩토리 센서 및 화상처리 핵심기술	이벤트 처리 분석	수집 데이터 고속 필터링 및 연관매칭 기술 메모리 기반의 비정형 데이터 고속 분석 기술			센서 이벤트 처리, 분석을 통한 센서 데이터 확보
	센싱정보 링크	이종센서 정보 변환 및 연결 기술			다양한 센서들의 연결성 확보
	Factory-Thing 자원관리	소프트웨어정의 FCM 제어기술			인증, 등록을 통하여 센서 지원의 효율적 관리
	인지형 스마트 디바이스	자율교정을 위한 인지형 스마트 디바이스(영상)/센서 기술 생산 공정 서비스/상황/위치 인지용 디바이스(영상)/센서 기술 스마트 디바이스(영상)/센서용 내장형 OS 기술	다중 인지형 디바이스 기술과 영상처리 기술 확보		
기술/시장 니즈		스마트 센서 데이터 분석 기술의 고도화를 통한 스마트 공장 적용	화상 처리 기술의 효율성, 분석력 향상을 통한 솔루션 확보	스마트팩토리 솔루션의 융복합화로 적용 및 활용 시장 확대	

나. 연구개발 목표 설정

- 로드맵 기획 절차는 산·학·연 전문가로 구성된 로드맵 기획위원회를 통해 선정된 핵심기술을 대상으로 기술요구사항, 연차별 개발목표, 최종 목표를 도출

[스마트팩토리 센서 및 화상처리 기술 분야 핵심기술 연구목표]

분류	핵심기술	기술요구사항	연차별 개발목표			최종목표
			1차년도	2차년도	3차년도	
이벤트 처리 분석	수집 데이터 고속 필터링 및 연관매칭 기술	물리적 매칭률(%)	90% 이상	95% 이상	98% 이상	수집데이터 분류/ 매칭 기술 개발
	메모리 기반의 비정형 데이터 고속 분석 기술	데이터 분석률(%)	90% 이상	95% 이상	98% 이상	비정형 데이터 고속 처리 기술 개발
센싱정보 링크	이종센서 정보 변환 및 연결기술	연결 성공률(%)	95% 이상	98% 이상		이종센서의 정보변환 및 연결기술개발
Factory-Thing 자원관리	소프트웨어정의 FCM 제어기술	FCM의 데이터처리 성공률(%)	95% 이상	99% 이상		생산 디바이스의 유연성 확보 기술 개발
인지형 스마트 디바이스	자율교정을 위한 인지형 스마트 디바이스(영상)/센서 기술	동작교정 성공률(%)	95% 이상	98% 이상		비정형적 상황에 대한 센싱 모니터링 기술
	생산 공정 서비스/상황/위치 인지용 디바이스(영상)/센서 기술	생산공정 상황 인지율 (%)	95% 이상	98% 이상		공정별 상황과 생산품의 위치, 상태를 인지하는 기술 개발
	스마트 디바이스(영상)/센서용 내장형 OS기술	OS완성율 (%)	90% 이상	95% 이상	99% 이상	다기능성 스마트디바이스 경량 OS기술

스마트 제조 CPS

정의 및 범위

- 사이버-물리 시스템(CPS: Cyber-Physical Systems)은 컴퓨팅 장치와 같은 사이버 시스템(Cyber System)을 통해 실세계의 사람·운영환경·기계장치와 같은 물리 시스템(Physical System)을 네트워크로 통합하여 신뢰성 있게 자율제어 하는 시스템
- CPS를 적응형/지능형/실시간/분산 기술이 융합된 제어시스템으로 정의하고, 핵심 필요 기술로써 하이브리드 모델링 기술, 시뮬레이션 및 검증 기술, 자율제어 기술, 사이버보안, 통신 및 연동 기술, 무선 센싱 등이 있음
- 스마트 제조 CPPS(Cyber Physical Product System)는 위의 CPS 기술들을 제조를 위한 공정별 기술로 다시 재분류 될 수 있음. 이는 제품 기획/수요조사 -> 공정 설계 -> 생산 -> 출시 / 유통의 과정으로 제품 Life Cycle을 Loop 하는 제조업의 공정에 맞추어 고 신뢰성의 산업네트워크 기술과, IoT 산업 보안 강화 기술, Cyber 제품 설계 기술, Mass Customization 공정 시스템 기술, 지능화된 자율 제어가 가능한 스마트 생산 시스템 기술, 스마트 유통 시스템 기술 등으로 정의 할 수 있음

정부지원 정책

- 미래창조과학부, 산업통상자원부 등 각 부처별로 나눠져 CPS 지원사업 추진 중
- 산업통상자원부는 13년 ~ 15년까지 CPS 기술에 총 201억원(정부출연금 138억원, 민간부담금(현금 7억원, 현물 56억원)을 투자
- 미래창조과학부 13년 ~ 15년까지 CPS 기술에 총 116억원(정부출연금 97억원, 민간부담금(현금 2억원, 현물 17억원)을 투자

중소기업 시장대응전략

강점(Strength)	약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none"> • 빠른 신기술의 확산이 미래솔루션으로서 CPS 기술에 대한 제조업 시장의 반응이 클 것으로 예상됨 • 세계 최고 수준의 제조업 시스템, 통신/네트워크 인프라 등을 보유 중. 4차 산업혁명의 관심도 증가로 정부의 정책적 지원이 기대됨 	<ul style="list-style-type: none"> • 제조업에서 CPS가 구체적으로 적용되어 개선된 사례가 부족, CPS 등의 스마트 핵심 제조기술은 앞서 나가고 있는 독일 등의 선두국가들에 비해 뒤처지는 상황임 • 중소기업은 대기업에 비해 정보화가 상대적으로 취약하여 CPS도입을 위한 Infra System부터 구축하거나, 동시에 구축해야 함
기회(Opportunity)	위협(Threat)
<ul style="list-style-type: none"> • 신개념, 차세대 플랫폼 기술로써 시장 파급효과가 클 것이며, 새로운 응용분야가 무궁무진 할 것으로 예상됨 • CPS를 통한 혁신적인 공정개선 등으로 신제품개발 및 원가 절감, 다품종 소량 생산 등 새로운 성장 동력으로 작용. CPS의 특성상 새로운 국제표준기술개발로 외국의 기존 핵심 기술 무력화를 통해 기술선점가능성이 높고 원천기술 확보가 가능함 	<ul style="list-style-type: none"> • 미국, 유럽 등 선진국 뿐 아니라 중국, 인도 등 후발국의 시장 진입 위협이 있으며, 세계 시장 개척에 따른 경제적 부담이 존재함. 선진국의 핵심기술 도입으로 인해 국내 기술이 성장하지 못하게 되어 유지보수 및 개선 등이 성장을 방해할 수 있음. 미국, 유럽의 천문학적 규모의 장기적 지원 정책에 따른 위협요인이 존재하며, 국내에서는 아직까지 지원 정책이 미비한 상황

중소기업의 시장대응전략

- 국내 중소기업의 스마트 공장화를 위한 로드맵 수정과 마스터플랜의 재정립
- CPS 기술에 대한 인식제고와 방향성 정립
- 중소기업 마다 당면한 과제부터 해결이 가능한 CPPS의 점진적 도입 필요
- 중소기업에서는 IT 기술에 대한 이해와 의사결정이 쉽지 않음으로 정부의 기술로드맵을 충실히 이행함으로써 리스크를 줄이며 스마트 제조로 전입해야 함.

핵심기술 로드맵

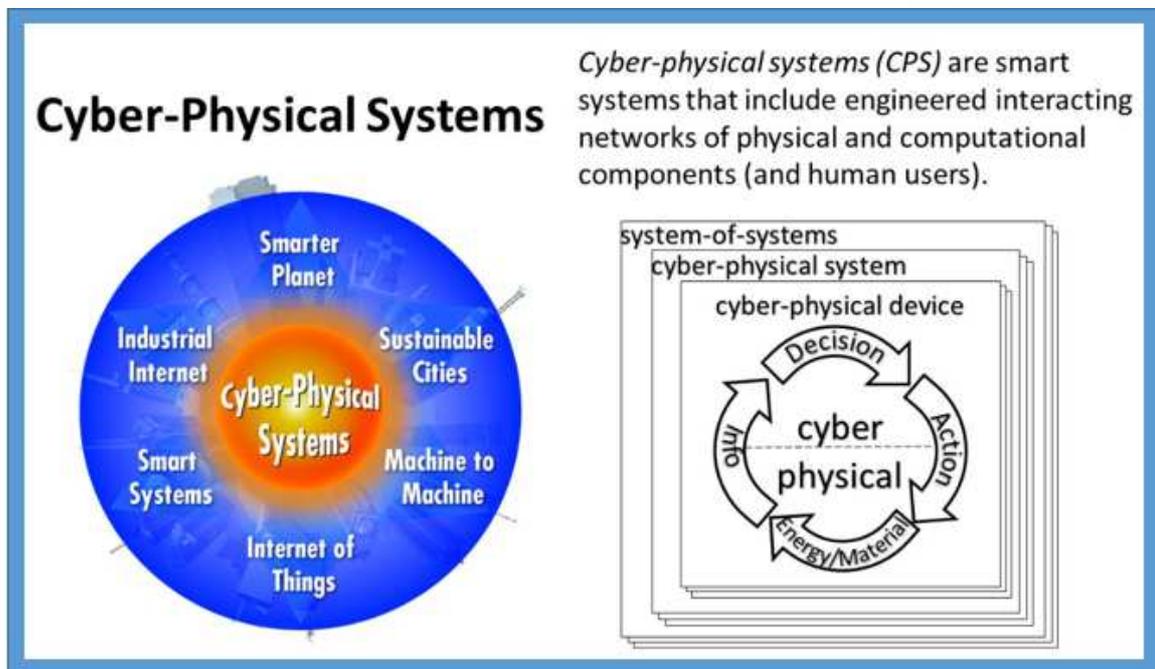
스마트 제조 CPS의 중소기업형 기술로드맵

Time Span		2017	2018	2019	최종목표
연도별 목표		기술 개발 집중화 전략 고신뢰 CPS개발	동반 성장 전략 지능형 CPS 개발	적용 범위 확대 전략 자율형 CPS 개발	안전성/효율성으로 최적화된 제조공장 구축
스마트 제조 CPS 핵심기술	사이버 물리	서비스 기반 사이버물리 기술 제조 가상화 시스템 기술			사이버 물리 제조 시스템 구축
	산업 네트워크	고신뢰성 산업용 전용 통신기술 산업네트워크를 고려한 초소형 보안기술			고신뢰성 산업네트워크 구축
	이종 연동형 산업용 게이트웨이	현장 제조환경 특성 반영 데이터 수집/처리 기술			상호 호환성 산업용 게이트웨이 구축
	Factory-Thing D2D 프로토콜	Factory-Thing D2D 표준 정보연계 프레임워크			표준화된 D2D 데이터 교환 시스템 구축
기술/시장 니즈		에너지 소비 절감, 보다 정확한 고장 예측	개인별 맞춤형 주문생산	ICT기술과 제조업의 융복합화	

1. 개요

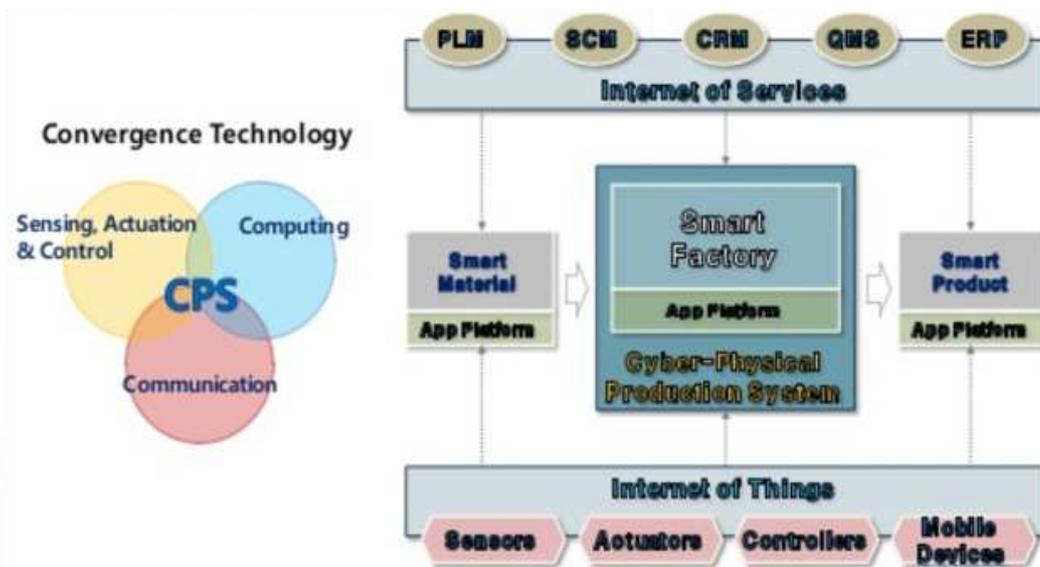
가. 정의 및 필요성

- CPS는 모든 사물들이 서로 연결되어 정보를 교환하는 사물인터넷(Internet of Things)에서 컴퓨팅을 이용한 사이버세계와 물리 세계가 발전된 IT 기술을 통해 유기적으로 융합되어 사물들이 서로 소통하며 자동적, 지능적으로 제어되어 지는 시스템
 - 기존 임베디드 시스템의 미래지향적이고 발전적인 개념으로써 기존의 전통적인 산업에 ICT기술이 결합되어 기존 산업과 서비스에 새로운 부가가치를 부여하고자 융복합 산업을 구현하기 위한 핵심 기술
 - 다수의 이종 시스템들이 네트워크를 통해 결합되거나 연동되어 자율적으로 임무를 수행하는 스마트, 시티, 국방, 교통, 스마트그리드, 스마트제조 등을 포함하는 대규모 시스템(System of System)에 필수적으로 필요한 기술로써 사회 전분야 걸쳐 광범위한 적용이 예상 됨
 - CPS는 대규모로 시스템들을 통합하는 통합화의 과정이기도 하면서 각각의 시스템들이 독립적으로 제어 되는 대표적인 분산정보 시스템의 구조를 가지고 있음. 그래서 CPS를 System of System라고 정의 할 수 있고, 이런 분산제어 시스템의 구조이어야만, 현실 세계의 복잡하고 대용량의 데이터를 수집, 통제 할 수 있음



[NIST Cyber-Physical Systems Public Working Group]

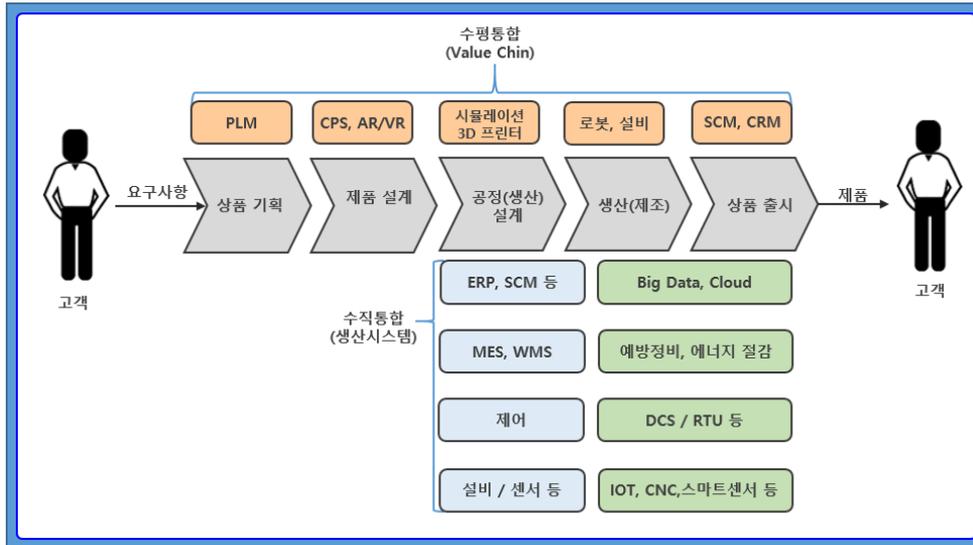
- 사이버-물리 생산 시스템(CPPS, Cyber-Physical Production Systems)은 제조 산업 분야에 CPS 기술이 적용된 것으로 컴퓨팅 및 정보처리, 통신, 센서·구동·제어 기능이 현실세계의 사물(즉 생산 기계, 조립 로봇 등)들과 네트워크로 연계되어 자동화 및 지능화된 CPS 기반 스마트제조 시스템을 의미함
- CCPS는 공장 현장의 FieldBus나 PLC, 센서 등에서 데이터를 수집하고, 그 상위로 ERP, MES, SCM 등의 업무 어플리케이션의 데이터를 수집 또는 전달하는 수직적인 데이터의 통합을 통해 공장내외부에서의 데이터를 수집, 전달, 분석함



*출처 : DFKI(독일인공지능연구소)

[Smart Factory에서의 CPS의 개념도]

- CCPS는 제품개발부터 출시 AS, 단종의 단계까지 제품 Life Cycle상에 존재하는 제품의 수요조사 및 설계 및 제품 시뮬레이션 등 PLM 전 과정에서 작동되고 있는 시스템과 일련의 기업 활동에서 발생하는 데이터를 수평적으로 수집, 통합해서 CCPS 내부로 전달함
- CCPS는 위와 같이 수직적인 데이터와 수평적 데이터를 원활히 수집하기 위해 각각의 물리적인 통신 레이어가 다른 기기종의 수많은 디바이스와 센서, 시스템을 통해 데이터를 수집하고 제어하기 위해서는 기기종간의 OS 독립적이며, 표준화된 통신 방식 및 플랫폼을 가지고 있어야 함

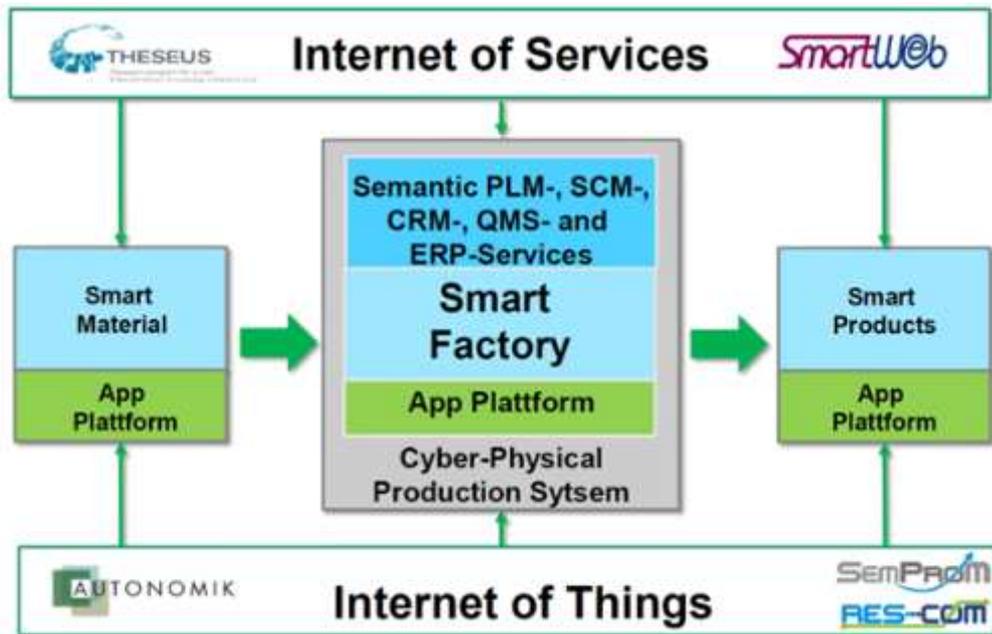


[공정 기반의 CPS의 통합 범위 및 기술]

- CCPS는 공장 내외의 모든 정보를 수집하고 저장하여 하나의 Big Data를 가지게 됨. 이 Big Data를 분석하여 비로소 필요한 정보의 생성이나, 지능화된 자율의사 결정을 통해 물리세계인 설비, 액츄레이터 등을 제어 할 수 있게 됨
- CCPS에서 Big Data를 분석하는 방법은 여러 가지가 있을 수 있음. 이미 정의된 논리적인 흐름에 의한 데이터의 연산을 통해 단순한 의사결정을 가질 수도 있으며, AI와 같은 첨단 IT기술을 통해 지능화되고, 자율적인 의사결정을 내릴 수도 있음. 또한 머신 러닝 기법을 이용해 스스로 학습을 통해 최적의 방법을 찾거나 의사결정을 내릴 수도 있음
- 다양한 지능형 장치 및 유비쿼터스 무선 통신 기기가 급증하고 컴퓨팅 및 메모리성능의 발전이 지속되면서 여러 응용분야에 컴퓨팅이 미치는 영향도 증가할 것으로 전망
 - 컴퓨팅으로 대표되는 사이버 세계의 기능이 미래에는 훨씬 더 광범위한 분야의 물리적 세계와 접목하여 그 활용도가 증가할 것으로 판단
 - 의료기기, 자동차, 로봇, 항공기, 보안 및 감시시스템 등 대부분의 컴퓨터탑재 물리시스템들은 구성 요소의 복잡성 증가로 전체 시스템의 결함 가능성이 증대
 - 따라서 각종 재난과 사고를 미연에 방지할 뿐만 아니라, 고신뢰성을 보장하는 무결점 (zero-defect) 지능 시스템의 필요성 제기

[제조 분야의 CPS 기술]

정의	등장 배경
<p>제조분야의 CPS는 제조 기업의 정보시스템(ERP, CRM, SCM, MES 등) 및 컴퓨팅 시스템(PLC, CAD, CAM, 시뮬레이터, 센서, 인공지능 등)과 사람(경영자, 공장관리자, 라인근로자 등), 공정, 제조설비와 같은 물리적 시스템을 네트워크로 통합하여, 안전하고 신뢰성 있게 효율적으로 전 제조 과정을 분산 제어하는 지능형 통합 제조시스템 구축 기술</p>	<p>제조 환경에 다양한 센서를 설치하여 감지된 신호들이 유무선 통신을 통하여 컴퓨터에 전달, 분석, 처리되고, 구동 기술(액추에이터)을 통하여 제조설비를 제어하여 고품질의 다양한 제품을 자동적으로 생산하는 기술이 점차 현실화 의료기기, 자동차, 로봇, 항공기, 제조시스템, 보안 및 감시시스템 등 대부분의 물리시스템에 컴퓨터가 탑재되면서 시스템의 복잡도가 기하급수적으로 증가되어 전체 시스템의 결합 가능성이 증가</p>



* 출처: <Industry 4.0시대의 Smart Factory(출처: Wahlster 교수 발표 자료, BMR 2012, Luxembourg, 2012)>

[사이버-물리 생산시스템: 제조 산업 분야의 CPS]

나. 범위

(1) 기술분류 관점

- CPS는 실제세계에서 동작하는 모든 요소들이 각종 센서, 정보처리장치, 소프트웨어, 사물인터넷 등에 기반한 컴퓨팅 시스템과 상호 유기적으로 연계되어 최적의 제어를 가능하게 하는 기술
 - 일반적으로 시간의 흐름에 따라 연속적으로 동작하는 물리시스템과, 논리의 흐름에 따라 동작하는 컴퓨터와 같은 사이버시스템의 본질적인 괴리를 연계하기 위한 기술
 - CPS는 사이버시스템을 통해 운영방식이 완전히 다른 물리시스템을 제어하기 위해 발생한 학문으로써, 기존 임베디드 시스템이 주로 휴대폰 및 정보가전 등의 운용에 집중된 반면, CPS는 센서와 액추에이터를 통한 자율적인 물리시스템 제어를 목표로 함

[CPS 기술 분류별 정의]

제조 공정 분야	설명	기술 분야
산업 Network	<ul style="list-style-type: none"> • 공장내외의 수직 / 수평의 수많은 기기종의 시스템과 센서 등에서 데이터를 수집하고 제어하는 양방향 통신을 원활히 수행 할 수 있는 통신 표준이나 프레임 워크 기술 • 현장 Field Bus에서 기기종의 Device나 설비 등에 데이터를 빠르고 정확하게 전달 할 수 있는 상호운영성 지원의 OS, 미들웨어와 통신 기술 	기반통신 및 상호운영성 지원기술 Validation and Verification
Cyber 보안	<ul style="list-style-type: none"> • 보안이 적용되지 않고 있는 현장의 Field Bus 에 D2D 통신 보안 기술 • 기기종의 다양한 시스템이 Network 망에서 데이터를 해킹이나 후킹 등에 대비한 통신 보안기술 • CPS시스템에 접속과 부절절한 명령체계에 대한 검증할 수 있는 보안 기술 	산업 IoT 보안
제품기획 설계/수요예측	<ul style="list-style-type: none"> • 최종 소비자의 Needs와 Big Data분석을 통한 신제품을 개발 할 수 있는 모델링 기술과 시뮬레이션 기술 • 전통적인 소프트웨어 설계 기법이 다루지 못하는 이종 시스템들 간의 결합에 따른 복잡성, 불확실성, 불예측성 등을 고려한 시스템 설계 기술 	하이브리드 모델링기술
공정 설계	<ul style="list-style-type: none"> • Mass Customization을 가능하게 하려면 계속해서 변경되는 제품정보를 공정을 쉽게 변경하거나 시뮬레이션 해야 하는 공정 Cyber 기술 • 공정시뮬레이션을 통해 사이버 상에서 가상으로 생산 시뮬레이션을 가능하게 하는 기술 • 각 공정 및 하부 설비까지 에너지를 가장 효율적으로 사용하기 위한 지능화된 에너지 제어 • 설비의 상태를 실시간으로 감시하며 Big Data와 머신러닝을 이용해서 설비 공장을 예지 할 수 있는 기술 	시뮬레이션 및 검증기술
생산 (Control Systems)	<ul style="list-style-type: none"> • 물리환경에서 발생하는 불확실성을 해결하기 위한 기술로 물리환경의 상황을 인지해 오류를 사전에 제어하는 기술(Adaptive and Predictive), 네트워크로 분산된 시스템을 통합 제어하는 기술(Networked Control), 인공지능 기술에 기반하여 최적의 의사결정을 수행하는 기술(Intelligent Systems) 등을 포함 	지능형자율 제어기술
출시 / 유통	<ul style="list-style-type: none"> • 품질검사를 위한 카메라 및 센서의 인지 기술 • 불량 제품의 자동 발견과 공정과 설비의 불량 원인을 자율적으로 찾아내는 기술 • 제품 또는 자재의 물류 중에 있는 제품에 대한 실시간 정보를 분석해서 유연한 생산을 가능하게 하는 IoT 센싱 및 추적 기술 	Big Data, IoT 센싱, 무선통신 기술

(2) 적용범위

- 국가 인프라, 운송, 전력망, 국방, 공장 등의 다양한 분야에 CPS를 포함한 정보통신 기술이 적용되어 새로운 차원의 부가가치가 생겨날 것으로 예상됨
- 기존 임베디드 시스템의 미래지향적이고 발전적인 형태인 CPS기술은 전력망, 국가 인프라, 헬스케어 등 매우 복잡한 핵심 인프라에 모두 적용 될 것으로 예상됨

[CPS 기술 적용 예]

기술 분야	이미지	주요특징
스마트 제조 공장		공장 스마트화로 새로운 제품 생산뿐만 아니라, 에너지 소비나 기피되는 제조업 근로자의 노동환경 등 현대 사회가 안고 있는 다양한 문제까지도 해결이 가능
스마트 그리드		전력망은 ICT로 효율을 향상시킬 수 있는 인프라. 특히, 풍력·태양광 등이 전력 그리드에 접속할 때 자원 낭비가 없도록 최적화하고 제어하는 데 ICT가 필수
스마트 헬스케어		정보 통신 기술과 보건 의료를 연결하여 언제 어디서나 예방, 진단, 치료, 사후 관리의 보건 의료 서비스를 제공
교통 시스템		도로교통은 ICT로 큰 변혁을 기대할 수 있는 분야. 개별 차량의 움직임을 ICT로 파악하면 세밀한 과금 조정 등 유연한 교통 정책을 실현이 가능
스마트 시티		사람 이동·활동을 토대로 교통·에너지를 예측하고, 기상을 관측·예측해 최적의 에너지 생성·분배 계획을 세우는 도시 설계
국방		컴퓨터가 자동으로 운행하는 무인기나 위험한 전투현장에서 로봇이 전투를 수행하는 기술까지 개발돼 전투현장에 배치되는 등 첨단 ICT 융합 무기개발을 통해 국방력을 개선

2. 산업환경분석

가. 산업특징 및 구조

(1) 산업의 특징

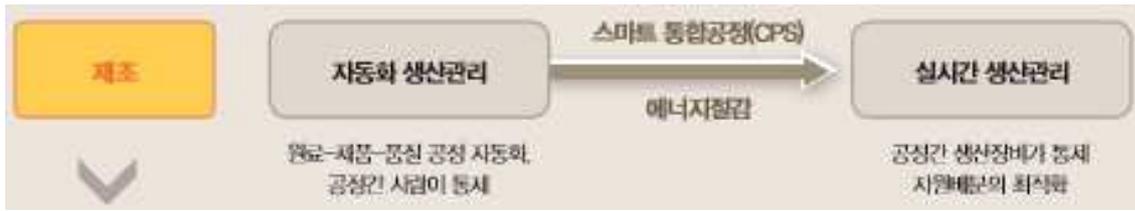
- 사이버시스템과 물리시스템 간의 정밀한 모델링 및 시뮬레이션 기술을 적용해 각종 산업 분야에서 새로운 서비스 및 가치 기회를 창출
 - 인간과 기술적 시스템 사이의 쌍방향 협업은 숙련된 노동인력의 부족 문제와 점증하는 작업장 내의 다양성(연령, 성, 문화적 배경 등)을 해결함으로써 지속적인 생산성을 유지할 수 있음
 - 일반적으로 OS 기술이 갖는 한계점인 기술 지원 및 유지 보수 문제를 해결함으로써 새로운 시장 개척 기회를 확보

- 무인자동차, 무인항공기 등 조립 산업이 CPS로 진화함에 따라 자율제어를 위한 시스템, SW, 부품 수요가 폭발적으로 성장할 것으로 예상되는 상황에서 솔루션 공급 산업의 주도가 가능
 - 국내 원천 기술을 확보하여 외산 대비 저렴한 가격으로 고신뢰 OS를 제공함으로써 국산화를 통한 가격 경쟁력 확보

- CPS시스템의 기반 연동 미들웨어 플랫폼 확보를 통하여 전 산업 분야에서의 대규모 복합 CPS시스템에 대한 신속한 개발 및 각 산업의 스마트화 조기 달성

- 각 산업에서 가치 사슬 상에 존재하는 시스템들 간 연동을 통하여 가치사슬 통합을 조기에 달성하고 이를 통해 다양한 새로운 비즈니스 모델 및 산업 생태계 창출

- 소비시장의 글로벌화로 소비의 표준화가 촉진되는 동시에, 개인화에 따른 개인 맞춤형 소비추세로 대량생산과 맞춤형 유연생산 요구 증대
 - 기능 품질에서는 글로벌 표준을 요구하면서도 개인화 요구에 따른 다양한 수요 변화를 실시간 반영하고 유연생산을 통해 신속한 대응 필요
 - ZARA, UNIQLO 등의 SPA는 1)현장수요파악 2)스피드와 타이밍, 3)생산의 효율화를 통해 좋은 제품을 대중적 가격에 파는 대량 맞춤 생산을 선도



[스마트 통합 공정]

(2) 산업의 구조

후방산업

- 전 산업 분야에서 CPS 간의 통합 연동을 촉진할 수 있는 IoT 통신 및 연동 미들웨어 기반이 구축될 경우 ICT 기술의 산업 융합이 가속화되어 전 산업 분야에서 추가적 부가가치 창출이 가능
 - CPS 기술을 이용하여 산업별 다양한 요구사항에 따라 최적의 자원을 배치하여 에너지 및 운영비용 절감을 통한 경제 발전 예상
 - 안전성을 위하여 복수개의 시스템과 복수개의 OS를 사용하여 처리하던 기존 방식과 달리 고 신뢰 듀얼 OS 기술을 활용하여 하나의 시스템에서 범용 및 실시간 기능을 동시에 제공하게 됨으로서 시스템 구축비용을 획기적으로 절감
- SW 안정성에 대한 규제 강화로 후발 추격 국가의 고신뢰 OS 시장 진출을 막고 있는 선진국 시장 확보 가능
 - 컴퓨터 시스템의 오류 중 약 40%가 사람의 실수에 의한 오류임을 감안할 때, 발생 가능한 문제들의 조기 발견을 통하여 인적 자원, 비용관리 측면에서 파급 효과가 클 것으로 판단됨
 - 시스템 SW 수준에서의 안전성 보장을 통하여 2020년 임베디드 SW 시장 10% 점유 시 4,158억 원의 시장 창출 및 6,653명의 고용 창출 기대

전방산업

- CPS는 전통 산업에 ICT기술이 결합되어 기존 산업과 서비스에 새로운 부가가치를 부여하고자 스마트 시티, 국방, 교통, 스마트 그리드, 스마트 생산 시스템 등에 활용 가치가 매우 큰 기술임
 - (자동차) 자동차 ECU에 탑재되는 SW비중이 증가함에 따라 관련 부품을 위한 개발지원 도구를 개발하는 업체 간의 주도권 경쟁이 더욱 심화될 것으로 보임. 또한 거대 IT 기업(MS, Apple, Google 등)의 자동차 시장 공략이 본격화되고 있음
 - (조선) 선박 및 해양구조물 설계기술 고도화 및 생산성 향상을 위해 선박 설계 및 생산 시스템, 관리지원 시스템 시장이 확장되고 있으며, 대부분 해외 기술 의존도가 높은 상황. 국내에서는 조선해양 전용 시스템 개발로 이에 대응하고 있음

- (건설) 초고층, 초정밀 등 시공환경이 고도화됨에 따라 가상건설 설계 기법을 통한 비용 및 기간 최적화 경쟁이 가속화 되고 있음
- (섬유) 엔터테인먼트용 디지털 의류를 시작으로 헬스케어 의류 및 i-Fashion 기술 등 원천요소기술에서 제품응용까지 선진국과 큰 기술격차 없음
- (의료) 기존 의료기기 제조업체뿐만 아니라 센서 및 측정기기가 부착된 가전, 의류 등이 개발되면서 다양한 산업군에서 활발히 참여
- (기계) 조선, 자동차, 반도체, 디스플레이 등은 외산 기계제품에 의한 제품개발이 대부분임
- (에너지) 유럽 및 미국에서는 신재생에너지 개발을 위하여 태양열, 풍력, 바이오 가스 등을 중심으로 집중적인 연구개발을 수행 중

[업종별 주요 이슈와 기술적 대안]

업종	현황 및 이슈	기술적 대안과 8대 기술 적용 예
전자	<ul style="list-style-type: none"> • 대규모 자본집약적 생산시스템은 설비 보전비용 과다(제조원가 15%) • 고장, 예방보전 → 예지보전 필요 	<ul style="list-style-type: none"> • 공장설비, 생산시스템의 실시간 모니터링 기술 → 스마트 센서 • 실시간 모니터링에 따른 생산시스템 최적화 → CPS
자동차	<ul style="list-style-type: none"> • 안전, 환경규제 강화와 맞춤형 자동차 수요 급증 • 전기자동차 도입 필요, 다품종 대량 생산의 유연생산 시스템 필요 	<ul style="list-style-type: none"> • 고객수요 맞춤형 주문생산시스템 구축 → 클라우드 + 빅데이터 • 다품종 대량생산에 최적화된 유연생산 시스템 구축 → CPS
기계, 중공업	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지 다소비 업종의 혁신적인 에너지 절감 방안 모색 • 지속적으로 강화되는 환경규제 및 에너지 비용 증가 대응 필요 	<ul style="list-style-type: none"> • 개별 공장 단위에서 산업단지 단위로 에너지 공유, 절감 방안 모색 → 에너지 절감 • 산업단지내 에너지 유출입 정보DB구축 및 분석 → 클라우드+빅데이터
철강	<ul style="list-style-type: none"> • 총 매출액 중, 물류비용이 10% 차지 • 철강 제품의 위치정보를 파악할 신기술 및 이를 활용한 실시간 정보화가 필요 	<ul style="list-style-type: none"> • 철강제품 환경에서 적용 가능한 새로운 센서 및 통신기술 → 스마트센서 • 철강산업 전주기에 걸친 실시간 모니터링과 물류 최적화 시스템 필요 → IoT
통신	<ul style="list-style-type: none"> • 사물인터넷 시대의 도래, 정보통신량의 지수 스케일 증가 • 이와 동반한, 정보보안 중요성 증대 	<ul style="list-style-type: none"> • 제조업 현장 생산정보의 디지털화, 네트워크화 → IoT • 정보보호 기술 강화 → 클라우드
패션	<ul style="list-style-type: none"> • 패션정보 예측 어려움에 따른 다량의 재고발생 리스크 • 실시간 시장정보 획득으로 즉각적 생산 일정 대응 필요 	<ul style="list-style-type: none"> • 개별 매장의 제품판매정보 실시간 획득 → 스마트센서+IoT • 제품생산 시스템의 최적화로 매출증대 및 재고 최소화 → 빅데이터+CPS

제약·화학	<ul style="list-style-type: none"> 난치병 신약 개발기간 단축 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 후보물질 DB 최적화 → 클라우드 최적의 후보물질 사전검증 → 빅데이터
전기	<ul style="list-style-type: none"> 에너지 관리시스템 구축 비용 최소화를 위한 피크 부하 관리 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 에너지 다소비업종의 능동적 공장에너지 관리시스템 구축 → CPS 에너지 저장장치 효율화 → 에너지절감

[CPS 분야 산업구조]

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

나. 경쟁환경

- 미국은 CPS-VO, CyberMech, Medical CPS, ActionWebs 등의 프로젝트가 2015년까지 종료 예정이며, CPS 분야별로 구축 되어 있는 CPS 테스트베드와 데이터 센터를 기반으로 통합된 CPS 프레임워크를 구축하고 혁신 전문가가 참여한 공동 프로젝트를 수행하고 있음
- 독일은 CPS 기반 제조생산 플랫폼에서 제조정보를 수집 관리하고 전체 생산과정을 통제하여 제조 공정의 최적화를 실현하고자 하고 있으며 2017년까지 M2M, 빅데이터, 스마트 로봇 등의 ICT 기술과 CPS 기술을 접목해 PLM기반의 스마트팩토리를 구축하려고 함. 2015년 현재 CPS 운용방식과 도구 개발(CyPros), CPS기반 FMS구축(KapaflexCy), 인공 지능과 지능센서 기반 생산관리(ProSense)과제가 종료되고 상황감지 스마트 툴(Autonomik)등의 프로젝트가 진행되고 있음
- EU는 ARTEMIS 과제인 ALMARVI, DEWI, EMC2, R5-COP 등 다양한 프로젝트를 수행하고 있음

- 한국은 ETRI와 일부대학의 R&D과제로 설계이론 및 제어커널 개발, 실시간 자율 복원시스템 기초연구, 고신뢰 자율제어 SW 개발, 생산설비 연동 미들웨어 개발, 고성능 멀티코어 이중OS 개발, 안전우선 SW 플랫폼 등이 있으며, SW 기반의 시스템수준의 오류 탐지 및 복구기술, 신뢰성 기반의 설계모델 검증기술 개발을 추진하고, 통신기반 기술로 SW중심의 유연 네트워크 제공 기술, 미들웨어, 원격검색, 매쉬업, 고신뢰 연결, QoS 지원 네트워크 기술 개발을 추진하고 있으며 자율제어 기술로 상태 변화에 대한 자율인식 및 상황인지와 인지모델 기반 실시간 자율제어 기술을 내장한 CPS 소프트웨어 플랫폼 기술개발을 추진하고 있음

- 일본은 효율적 사회 서비스에 대한 CPS 통합플랫폼 기술개발을 추진하고 있음

[제품분류별 경쟁자]

구분	경쟁환경				
기술분류	하이브리드 모델링 기술	시뮬레이션 및 검증 기술	기반 통신 및 상호 운용성 지원기술	CPS보안 기술	지능형 자율 제어 기술
주요 품목 및 기술	CPS 모델링 및 시뮬레이션 기술, UML 기반 모델링, IMA-AFDX, TTA	소프트웨어 검증기술 (Rhapsody), Mathworks의 Matlab	센싱 기술, 액추에이션 기술, DDS(차세대 실시간 통신 미들웨어), 실시간 미들웨어의 스케줄러 기술, QOS지원 실시간 통신 기술	시스템 보안 기술, 암호화 기술(CPS 시스템에 최적화)	오류를 사전에 제어하는 기술, 분산된 시스템을 통합 제어하는 기술, 인공지능 기반 최적의 의사결정 기술
해외기업	TTECH,	IBM	Real-Time Innovations. Inc, RTI, Prismtech	IBM, HP	IBM, HP, Microsoft
국내기업	한국항공 우주산업 삼성전자 Is산전 MDS테크놀로지	다쏘시스템 코리아, 아프리스 삼성전자	삼성탈레스 다산네트웍스	현대자동차 삼성전자 MDS테크놀로지	델미아, 퀀틱, 아프리스, Is산전 삼성전자 한국전력기술

다. 전후방산업 환경

- 사이버시스템과 물리시스템 간의 정밀한 모델링 및 시뮬레이션 기술을 적용해 각종 산업 분야에서 새로운 서비스 및 가치 기회를 창출
 - 인간과 기술적 시스템 사이의 쌍방향 협업은 숙련된 노동인력의 부족 문제와 점증하는 작업장 내의 다양성(연령, 성, 문화적 배경 등)을 해결함으로써 지속적인 생산성을 유지할 수 있음
 - 일반적으로 OS 기술이 갖는 한계점인 기술 지원 및 유지 보수 문제를 해결함으로써 새로운 시장 개척 기회를 확보

- 무인자동차, 무인항공기 등 조립 산업이 CPS로 진화함에 따라 자율제어를 위한 시스템, SW, 부품 수요가 폭발적으로 성장할 것으로 예상되는 상황에서 솔루션 공급 산업의 주도권 가능
 - 국내 원천 기술을 확보하여 외산 대비 저렴한 가격으로 고신뢰 OS를 제공함으로써 국산화를 통한 가격 경쟁력 확보

- CPS시스템의 기반 연동 미들웨어 플랫폼 확보를 통하여 전 산업 분야에서의 대규모 복합 CPS 시스템에 대한 신속한 개발 및 각 산업의 스마트화 조기 달성

- 각 산업에서 가치 사슬 상에 존재하는 시스템들 간 연동을 통하여 가치사슬 통합을 조기에 달성하고 이를 통해 다양한 새로운 비즈니스 모델 및 산업 생태계 창출

- 제조업, 건설업 등의 기존 산업 및 운송·물류, 헬스케어·의료 분야에 큰 영향을 미칠 것으로 전망되며 전 세계 GDP의 46%에 해당 하는 산업 영역에서 직·간접적인 새로운 부가가치 창출이 가능할 것으로 예상
 - 제조·생산 분야에 CPS 모델링 및 시뮬레이션 기술을 적용해 국내 제조업(전체 수출 중 97.8% 차지)의 경쟁력 향상 및 경제 발전에 이바지
 - 세계 전망을 바탕으로 국내 GDP 비율을 적용할 경우 총 560조 원 규모의 GDP 창출 효과를 낼 것으로 판단됨

[산업 인터넷적용 시 신 부가가치 창출 세계 산업 규모]

(단위 : 십억달러)

대상	부문	분야	유관산업 규모
개도국	비생산 부문	운송. 물류	2,200
		헬스케어. 의료	1,700
	생산 부문	제조업	5,500
		기타 생산업	5,300
선진국	비생산 부문	운송. 물류	2,600
		헬스케어. 의료	5,300
	생산 부문	제조업	6,100
		기타 생산업	3,600
합계			32,300

*World Bank and General Electric, "Industrial Internet: Pushing the Boundaries of Minds and Machines", 2012. 11

3. 시장환경분석

가. 세계시장

- 4차 산업혁명의 가속화와 함께 세계 주요 국가의 정부, 주요 기업들의 참여로 CPS시장은 향후 가파른 성장이 예상됨
 - CPS기술의 세계 시장 규모는 향후 2020년 약 1.99조 달러로 전망됨
 - CPS시장은 가파른 성장을 통해 차량용 반도체 등 자동차 관련 시스템을 제외한 전통적 임베디드 시스템 시장을 능가할 것으로 예상됨

[CPS 분야의 세계 시장규모 및 전망]

(단위 : 십억달러, %)

구분	'15	'16	'17	'18	'19	'20	CAGR ('13~'15)
세계시장	1,605	1,686	1,756	1,830	1,906	1,990	5.6%

* 자료: IDC, Worldwide Embedded and Intelligent Systems 2014-2019 Forecast, 2014. 10 기반 추정

- 산업/제조 분야에서는 기존의 공장 자동화 기술과 산업용 임베디드 시스템이 결합된 CPS로 기술적 진화가 일어나며 이에 따른 시장 변화가 빠르게 진행될 전망
 - 산업/제조 전체 시장은 연평균 3.57% 성장하는 반면 산업용 임베디드 시스템 시장(PLC 등)은 2019년까지 연평균 2.3%씩 역 성장할 것으로 예상
 - CPS 기반의 지능형 제조 시스템 시장은 산업/제조 분야의 성장을 이끌며 연평균 4.4% 성장 할 것으로 예상

[산업/제조 분야의 세계 시장규모 및 전망]

(단위 : 십억달러, %)

구분	'14	'15	'16	'17	'18	'19	CAGR ('14~'19)
산업용 임베디드 시스템	28.5	26.4	25.5	24.8	24.5	25.4	-2.3%
지능형 제조 시스템	181.8	195.4	198.4	208.7	217.9	225.2	4.4%
합계	210.4	221.8	223.9	233.6	242.5	250.7	3.57%

* 자료: IDC, Worldwide Embedded and Intelligent Systems 2014-2019 Forecast, 2014. 10

나. 국내시장

- 국내 CPS 시장은 2015년 약 4.1조 원에서 2020년 약 17.1조 원 규모로 성장할 것으로 전망
 - 다만, CPS관련 기술 개발 현황은 분야별로 차이가 있겠지만 대부분 초기단계에 머물고 있으며, 대부분 연구소나 학교를 위주로 핵심 원천기술 개발이 진행되고 있음

[CPS 분야의 국내 시장규모 및 전망]

(단위 : 조원, %)

구분	'15	'16	'17	'18	'19	'20	CAGR ('13~'15)
국내시장	4.1	5.5	7.3	9.7	12.9	17.1	32.8%

* 출처: 한국인터넷진흥원, 시큐리티 발전 전략, 2015. 4

4. 기술환경분석

가. 기술개발 트렌드

- CPS에 대한 자율제어, 통합 연동 미들웨어, 산업용네트워크, 모델링 및 시뮬레이션, 임베디드 시스템, 설비 연결 표준화 통신, OS 및 플랫폼관련 기술 개발이 활발
 - SOA기반 통신 장비, DB 서버, 응용프로그램 등과 같은 시스템 컴포넌트의 돌발 문제에 자율적 대응 가능한 방법(IBM)
 - Columbia대학의 HW와 SW 통신신호 조합에 의한 정상여부를 판단하는 방법
 - ASF (Cisco)에 의한 감시, 로그 변환, 필터링, 분석, 진단 및 복구, 피드백의 6단계 자율제어 프로세스 방법 등이 제시

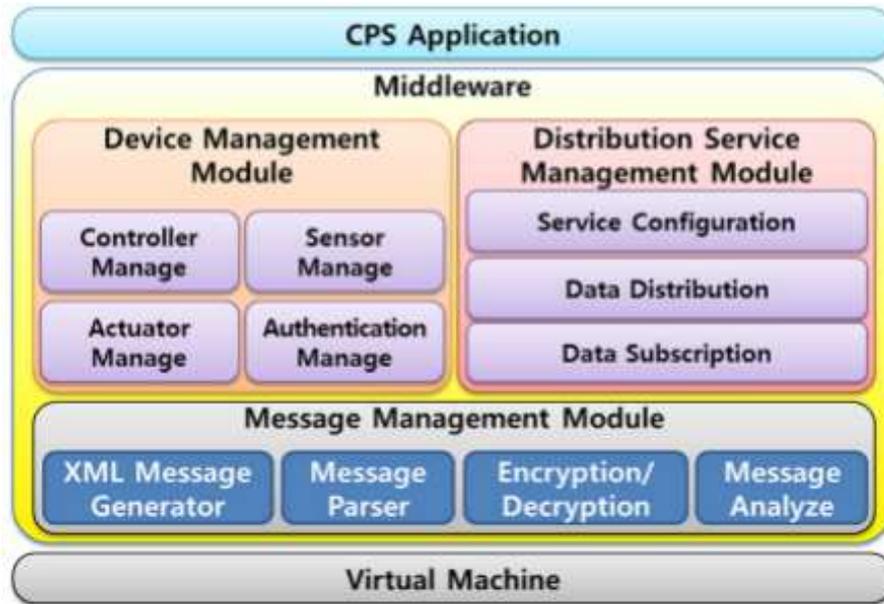
- CPS의 고신뢰도를 확보하기 위해 오류 분석 모델링에 의한 지식베이스를 생성하고 자율제어 활용방법과 자율관리자를 이용하는 네트워크기반 자율제어기술 연구도 진행 중
 - 자율적이고 효율적인 데이터 통신을 위한 미들웨어 기술로, 분산객체 상호연동을 위한 CORBRA, 메시지기반 API인 JMS, XML기반으로 WSDL, SOAP, UDDI를 통한 웹서비스, 분산데이터의 효율적 전송을 위한 DDS 기술기반 제품들이 개선되고 출시

- CPS 분산 환경의 시스템 간 실시간 제어를 위해 시뮬레이션의 시간 동기화 알고리즘 설계와 시뮬레이터를 개발하여 검증하는 방법들이 개발
 - CPS 자율제어 지능화를 위한 기존 솔루션은 해외의존도가 높고 상용화 SW개발 역시 초기 개발단계에 있음
 - CPS 통합 연동기술인 DDS 미들웨어 기술개발은 RTI, Prism-tech, OCI 등 미국업체가 선두 위치

- 최근의 연구중점은 과거의 WSN을 더 신뢰적이고 쉽게 수행하기 위해 CPS 구축 환경의 시너지효과에 따른 이익 구현으로 전환되어 가고 있음. 신뢰도 개선을 위해 가상 및 현실의 센서네트워크(CPSN) 응용분야와 다양한 센싱 정보의 가상공간 연결 방법, CPSN 구조 설계이슈 등이 제시되고 있음

- 센싱 설계 중점은 센싱, 데이터 검색, 이벤트처리, 통신, 프로토콜 등이 며 가상설계 중점은 지능화와 상호작용에 두고 있으며, CPSN의 관리요소로 역별 센서 관련 데이터, 모바일 내장 센싱 기술과 응용, 융합 컴퓨팅 및 저장관련 기술과 보안기술을 제시하고 있음

- 인더스트리 4.0 기반의 CPS와 생산관리 시스템간의 미들웨어 구축을 통한 수평적 통합방법으로 지식베이스의 생성, 자율제어관리자, 미들웨어 엔진, 통신미들웨어 관리자를 통합하는 개념으로 실험하기도 함
- CPS, Middleware, MES 간의 수평적 통합으로 연계할 수 있는 방법론도 제시되고 있으며, CPS 응용층과 가상 머신 간의 미들웨어를 메시지관리, 디바이스 관리, 물류서비스 관리 모듈로 구성하기도 함



[대규모 CPS 네트워크 용 미들웨어]

- 표준화와 관련하여 국제표준화기구의 스마트제조 관련 표준화 활동은 산업데이터, 산업기기 및 시스템 등 표준 간 상호 운용성 확보에 초점을 두고 있으며, 국내의 경우 공장 자동화를 위해 IEEE 802.3 Ethernet 표준의 확장과 타이밍 제어, 분산클럭 동기화 등 고도의 운영제어를 이용한 산업용 네트워크가 넓게 산포하고 있음

[표준화 동향]

구분	표준화 동향
IEC SG8	스마트 제조 국제표준, 로드맵과 구조 제안, 데이터 모델, 산업설비 주파수
IEC TC 65	공정측정, 제어 및 자동화시스템, 측정제어 디바이스, 네트워크, 제조프로세스 통합 (IEC 62264), 디지털공장, PLM
ISO TC 184	산업데이터, 자동화 시스템 및 통합:개방형시스템, SW 호환성 프레임, 도메인 인터페이스, 서비스 및 망 표준화와 공정자원 통합구조
oneM2M	IoT 서비스 플랫폼
IEEE P2413	IoT 프레임, 홈과 산업시스템 상호 운영성 보장 프레임, 공유객체 변환
ISO/IEC	IoT, 빅데이터

미국

- 미국의 대통령 과학기술자문위원회(PCAST)는 국가 시스템 창조와 운용의 핵심 기술로서 CPS를 핵심 연구 분야로 선정하여 NSF에서 2006년부터 기금 운영
 - 2009년 74개 5,900만 달러, 2010년 59개 3,240만 달러, 2011년 40개 2,780만 달러 등 2008년~2015년까지 181개 과제 12,500만 달러 지원 중
 - PCAST는 2010년 “Designing a Digital Future”라는 구호를 통해 CPS에 대한 연구 지속 및 확장 결정 (이유는 미국의 안보, 경쟁력 등 수많은 분야에 걸친 과학적·기술적 중요성이 매우 크기 때문에)
 - 2012년 CPS에 대한 비전을 발표, 각 도메인(농업, 빌딩, 국방, 재난, 에너지, 헬스케어, 제조 및 산업, 사회 시스템, 교통)의 CPS 전략과 필요 기술 도출 및 구체화
 - NSF는 CPS-VO(Virtual Organization)를 운영하며 정기적인 미팅을 통해 신규 사업을 상시 발굴하고 국가 차원의 적극적인 지원 수행

[미국 CPS관련 기술개발 사례]

사업명	기간	내용
CPS-VO	2010.~2015.	CPS 연구개발 프로젝트 관리를 위한 가상 조직 구성
Cyber Mech	2011.~2015.	Cyber-Mechanical System을 위한 런타임 환경 기술개발
Medical CPS	2010.~2015	의료기기 역시 여러 시스템이 집적된 형태로 사용되고 있어 이를 Medical CPS라 명명하고, 환자의 안전을 최우선적으로 고려한 프레임워크 기술 개발
Action Webs	2009.~2014.	Action Webs란 고급 센서가 탑재된 임베디드 시스템들의 네트워크를 의미하며, 다양한 의사결정과 협업이 일어날 수 있는 CPS 환경에 대한 연구

EU

- EU는 2007년부터 Frame Programme 7로서 CPS 및 임베디드 시스템에 70억 달러를 투자 하였으며, Frame Programme 8(HORIZON 2020)을 통해 2020년까지 연구 추진
 - CPS 및 임베디드 시스템 연구 프로그램인 아르테미스(Frame Programme 7 ARTEMIS10)에 2013년까지 총 27억 유로 투입
 - 아르테미스 사업은 임베디드 시스템의 연장선에서 CPS의 전략적 중요성 인지 및 선도적 공고를 위한 EU 차원의 광범위한 연구 추진

[ARTEMIS 주요 추진 과제]

사업명	기간	내용
ALMARV	2014~2017	최첨단 이미지/비디오 처리능력을 요구하는 사회적 변화추세에 부응하기 위한 사업
DEWI	2014~2017	세계 임베디드 무선 시스템과 스마트 모바일 환경에서 유럽이 차지하고 있는 선도적 입지를 강화하기 위한 사업
EMC2	2014~2017	임베디드 시스템은 메카트로닉스 제품의 생산 비용을 낮추고 시스템간 커뮤니케이션기능을 향상시켜 정보화 사회의 발전에 크게 이바지. EMC2 프로젝트는 보다 혁신적이고 지속가능하며, 서비스 지향적인 아키텍처 구성을 통해 유럽 임베디드 시스템 산업의 입지를 강화하는 사업
R5-COP	2014~2017	유럽의 제조업 분야는 제품의 다양화 및 생산 비용절감에 대한 지속적인 요구에 직면. R5-COP 프로젝트는 이러한 요구에 발맞춰 보다 향상된 자동화 및 로보틱스에 초점

※ 초연결 사회 도래와 사이버물리시스템, NIA, 2014. 6

▣ 독일

- 인더스트리 4.0의 주요 핵심 기술인 CPS, 특히 모델링 및 시뮬레이션 기술을 통해 지능형 스마트 공장 구현으로 생산성 증가 등 새로운 부가가치 창출
 - 세계 제조업의 주도권 유지. 고령화 고임금 자원 수입의 경제 구조에 대응
 - 기존 기계 장비를 초연결 네트워크로 연결하여 최적화된 제조 생산 체계를 구축

- 독일 연방교육연구부와 연방경제기술부 지원 하에 4가지 프로젝트를 2015년부터 2017년까지 추진

[인더스트리 4.0의 주요 R&D 프로젝트]

프로젝트	연구 내용	기간	예산(유로)	참여 기관
CyProS	스마트팩토리의 CPS 운용방식과 도구 개발	'12.9~'15.9	약 560만	21개
KapaflexCy	CPS를 활용한 유연한 생산시스템 구축	'12.9~'15.9	약 270만	10개
ProSense	인공지능시스템과 지능형센서 기반의 생산관리 실현	'12.9~'15.9	약 308만	9개
Autonomik	통신(인터넷) 기능, 상황감지 및 적응기능, 기기간 상호작용이 가능한 스마트 툴 개발	'13~'17	약 4000만	미정

*출처 : 현대경제연구원, '제조업을 업그레이드하자, 마·일·독 제조업 R&D 정책 동향 및 시사점', 2014

나. 주요업체별 기술개발동향

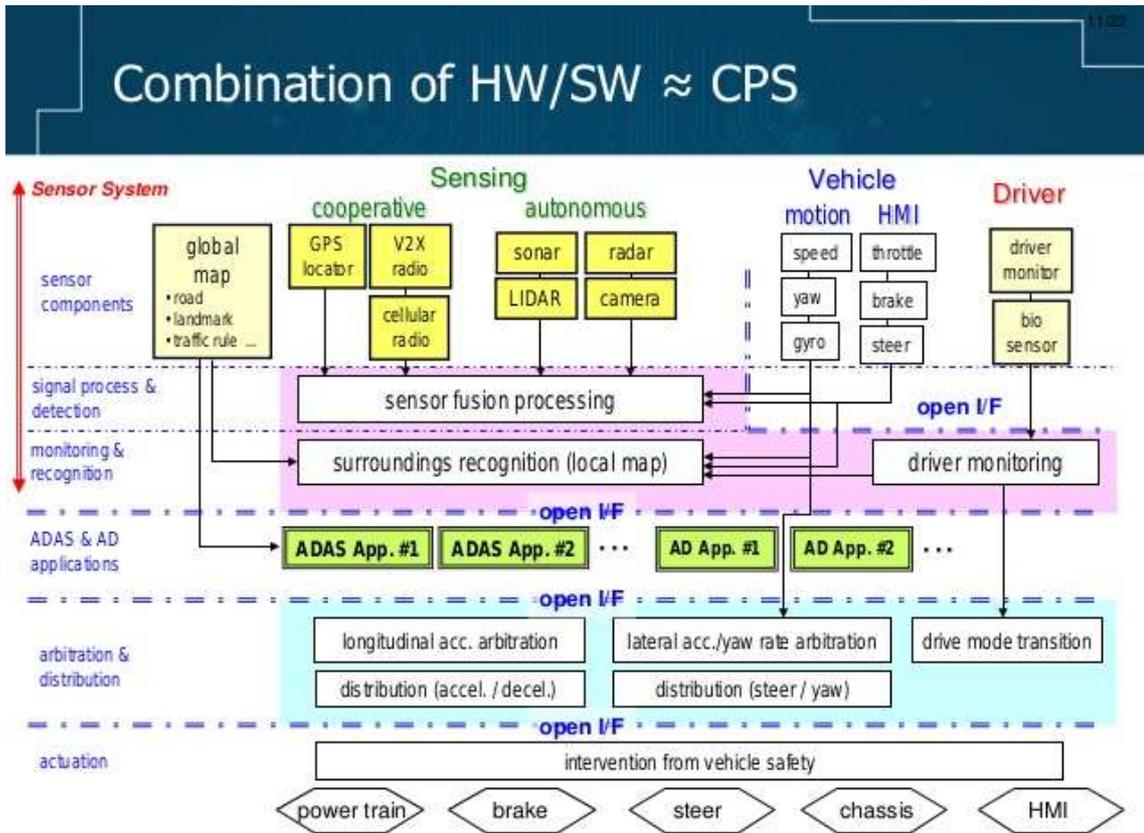
(1) 해외업체동향

□ CPS 기술은 글로벌 기업들을 통해 특정 도메인 적용 기술로 개발되고 있음

- Stanford 대학과 미 국방성은 선진 모델링 및 시뮬레이션 기술을 바탕으로 100% 무인전기셔틀 자동차인 ARIBO를 개발하여 프로젝트에 참여한 대학/기업/군을 대상으로 실험장소 및 테스트 베드를 선정하여 무인셔틀 서비스를 지원할 예정
- Qualcomm은 유량분배시스템에 모델링 및 시뮬레이션 기술을 활용하여 환경재해(홍수, 가뭄) 또는 노후화된 파이프라인에 의한 물 유실량을 조기 발견해 효과적으로 가정과 산업에 물을 공급 하는 기술을 개발
- 혼다와 Qualcomm이 협력해서 CPS 기술을 이용해 운전자에게 HUD를 통해 보행자의 존재를 알려주고, 보행자에게는 모바일 기기를 통해서 자동차의 존재를 알려주는 서비스인 “Vehicle-to-Pedestrian CPS Safety Concept”를 개발
- IT 기업인 Google은 클라우드를 활용하여 로봇 자원(배터리, 메모리, 센서 등)을 줄이면서도 고도의 컴퓨팅을 요하는 업무를 수행하는 효율성이 높은 저가의 로봇을 개발하는 ‘클라우드 로보틱스’를 수행
- Google은 자사의 IT 기술과 DARPA 주관 무인자동차 대회에서 우승한 스탠포드, 카네기멜론 등의 핵심 연구원들을 영입하여 확보한 전자 및 제어 기술을 융합해 자율주행 자동차를 개발 하여 42만 km (지구 12바퀴의 거리)를 주행



[무인 셔틀 자동차 ARIBO]



[Vehicle to-Pedestrian CPS Safety Concept]

RTI Co / PrismTech Co / Open Computing Inc

- RTI는 Connex-DDS(Data Distribution Service) 스펙의 제안자이며, 현재 DDS 분야 1위의 시장 점유율 업체로서 미 해군함정, 차세대 전투체계, UGV, SCADA, 도쿄 지능형 교통통제 등에 실제 적용하였고, 스마트 제조 분야의 기반 연동 미들웨어로서 DDS 기술을 확장 개발하여 제품군 출시

지멘스(Siemens)

- Siemens PLM Software는 PLM(제품 라이프 사이클 관리) 소프트웨어 및 MOM(제조 운영 관리) 소프트웨어 제공
- 설계 및 개발에서 제조 및 지원에 이르는 제품 라이프사이클 프로세스의 최적화
- 테스트 및 메카트로닉스 시뮬레이션 소프트웨어 분야의 선두기업인 LMS International NV를 인수하여 시험기반 엔지니어링과 기능성 시뮬레이션, 시스템 타당성 및 검증에 활용되는 LMS 솔루션 확보
- 싱크스텝(Thinkstep)과 함께 원자재의 수명 주기를 관리하고 원자재가 중심이 되는 제품 설계 과정을 간소화하는 원자재 관리(Material management) 소프트웨어 솔루션을 출시
- 원자재 관리 소프트웨어를 통해 부정확한 원자재 정보로 인한 오차와 재작업(Rework), 리콜 등을 줄일 수 있음

□ IBM

- Rational Rhapsody 개발을 통해 시스템 엔지니어와 소프트웨어 개발자가 실시간 또는 임베디드 시스템과 소프트웨어를 작성, 테스트, 문서화 할 수 있는 협업 디자인 및 개발환경 개발
- 엔지니어링, 프로토콜 개발 및 작동 가능 시스템 디자인 제어를 위한 도구 사용 중에 MathWorks Simulink, Rational SDL Suite, Rational System Architect 및 IBM Rational StateMate에 대한 인터페이스를 사용하여 전체 아키텍처의 유효성 검증 가능
- 개발 라이프사이클의 초기에 요구사항 분석, 디자인 의사결정의 최적화, 기능성 유효성 검증 가능

□ 노빌리아 (Nobilia)

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

[주요 개발 업체]

구분	
RTI Co. / PrismTech Co. / Open Computing Inc.	RTI는 Connex-DDS(Data Distribution Service) 스펙의 제안자이며, 현재 DDS 분야 1위의 시장 점유율 업체로서 미 해군함정, 차세대 전투체계, UGV, SCADA, 도교 지능형 교통통제 등에 실제 적용하였고, 스마트 제조 분야의 기반 연동 미들웨어로서 DDS 기술을 확장 개발하여 제품군 출시
지멘스 (Siemens)	Siemens PLM Software는 PLM(제품 라이프 사이클 관리) 소프트웨어 및 MOM(제조 운영 관리) 소프트웨어 제공
IBM	Rational Rhapsody 개발을 통해 시스템 엔지니어와 소프트웨어 개발자가 실시간 또는 임베디드 시스템과 소프트웨어를 작성, 테스트, 문서화 할 수 있는 협업 디자인 및 개발환경 개발
노빌리아 (Nobilia)	CPS를 활용한 생산 자동화

(2) 국내업체동향

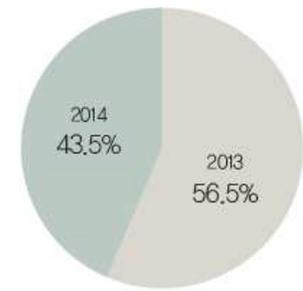
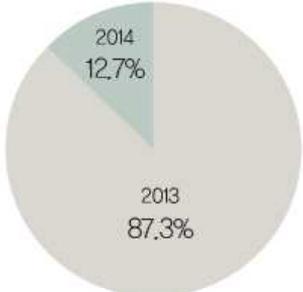
- CPS 관련 기술 개발 현황은 분야별로 차이가 있겠지만 대부분 초기단계에 머물러 있음
 - 한국전자통신연구원(ETRI)에서 “고신뢰 자율제어 SW를 위한 CPS 핵심기술 개발”이라는 과제(2010~2015)로 CPS 하이브리드 모델링 및 시뮬레이션 기술 등 대규모 시스템 통합 데이터 연동 미들웨어 기술을 개발함
 - 국내 고신뢰 CPS OS 기술로는 ETRI의 Qplus-AIR와 Qplus-HYPER가 있음
 - ETRI는 항공기 표준(ARINC 653)을 준수하는 분할 커널 기반의 Qplus-AIR를 개발하였고, 항공 SW 인증인 DO178B의 안정성 최상위 등급인 Level A를 획득
 - Qplus-HYPER는 경량 실시간 임베디드 하이퍼바이저(Hypervisor) 기술을 확보하여 기존 레거시 응용을 용이하게 통합할 수 있는 고신뢰 CPS OS 기술
 - 중소기업에서는 제조업 도메인(자동차, 조선, 항공 등)을 위주로 분야별 특화된 모델링 및 시뮬레이션 기술을 개발해서 생산 시스템의 효율화를 진행 중
 - 서울대, KAIST, 경북대 등 소규모 연구실 단위의 기술연구가 이루어지고 있음
 - 한국정보통신기술협회(TTA)의 PG 609에서는 “사이버-물리 시스템(CPS)” 프로젝트 그룹을 신설하고 2010년부터 표준화 과제를 제안하고 있음

- 해외에서는 다양한 도메인에 적용될 수 있는 공통 기술 형태로 자율제어 기술이 연구 중인 것과 달리 국내에서는 자동차(현대기아자동차), 항공기(한국항공우주산업), 가전(삼성전자, LG전자) 등 도메인에 특화된 무인시스템 기술 개발에 매진
 - 현대기아자동차는 운전자에게 각종 센싱 정보를 지원하는 첨단 운전자 지원 시스템(ADAS)를 주요 양산 차에 적용하고 있으며, 올 연말부터 신차에 적용된 고속도로 주행지원 시스템(HDA)을 통해 차량 간 거리 유지, 차선 유지, 자동 속도 제어 등 주변 차량과 사물을 종합적으로 판단해 자율제어를 가능하게 할 예정
 - ETRI의 고신뢰 CPS OS인 Qplus-AIR는 외산에 의존해왔던 항공용 OS를 국산화해 한국항공우주산업의 3m*2m 크기 시험용 무인기에 탑재했고 국내 최초 비행에 성공

다. 기술인프라 현황

- (산업통상자원부) '13년 ~ '15년까지 CPS 기술에 총 201억원(정부출연금 138억원, 민간부담금(현금 7억원, 현물 56억원)을 투자 중
- (미래창조과학부) '13년 ~ '15년까지 CPS 기술에 총 116억원(정부출연금 97억원, 민간부담금(현금 2억원, 현물 17억원)을 투자 중

[정부부처 투자 동향]

분류	정부 투자 방향	'13~'15년 연도별 투자비중
 산업통상자원부	<ul style="list-style-type: none"> • 산업통상자원부는 '13년~'15년까지 CPS에 총 201억원을 투자 • 2013년에 총 13개의 과제, 총 114억원(정부출연금 77억원, 민간부담금(현금 4억원, 현물 33억원)의 예산을 투입 • 2014년에 총 10개의 과제, 총 87억원(정부출연금 61억원, 민간부담금(현금 3억원, 현물 23억원)의 예산을 투입 	
 미래창조과학부	<ul style="list-style-type: none"> • 미래창조과학부는 '13년~'15년까지 CPS에 총 116억원을 투자 • 2013년에 총 4개의 과제, 총 101억원(정부출연금 86억원, 민간부담금(현금 1억원, 현물 14억원)의 예산을 투입 • 2014년에 총 2개의 과제, 총 15억원(정부출연금 11억원, 민간부담금(현금 0.3억원, 현물 3억원)의 예산을 투입 	

- 소프트웨어 조기 교육체계 마련을 통한 미래 잠재인력 양성
 - 제조혁신 3.0을 구현하는 핵심 원천기술은 SW 기술로 컴퓨터 프로그래밍에 친숙한 환경을 마련하는 것이 중요
 - 컴퓨터 관련 코딩 및 개인용, 산업용 컴퓨터에 친숙할 수 있도록 어려서부터 코딩 습관을 기를 수 있는 교육환경 마련이 필요
 - 정부, 지자체 주관의 컴퓨터 프로그래밍 경진대회 등 확대를 통한 미래 잠재인력 양성

- 국가 주도의 소프트웨어 연구 센터 운용을 통한 전문 인력 양성을 통한 제조업 서비스 경쟁력 제고
 - 제조혁신 3.0의 8대 기반기술 중심의 분야별 요소기술 전문인력 양성을 통한 한국형 기술 표준화 모델 마련
 - CPS의 기초연구 및 그 성과를 산업, 공공분야에서 응용·실용화하기 위해 전문가 및 기술 리더 양성 추진
 - 숙련공의 노하우를 디지털화하여 클라우드 컴퓨터에 저장하고 계승자에게 지식을 전수할 수 있는 기반 마련 및 전문 인력 육성
 - 숙련공의 원격교육, 증강현실 활용을 통한 미숙련공 교육, 설비의 원격 서비스, 스마트팩토리 앱스토어 등의 개발 및 서비스 전문 인력 양성

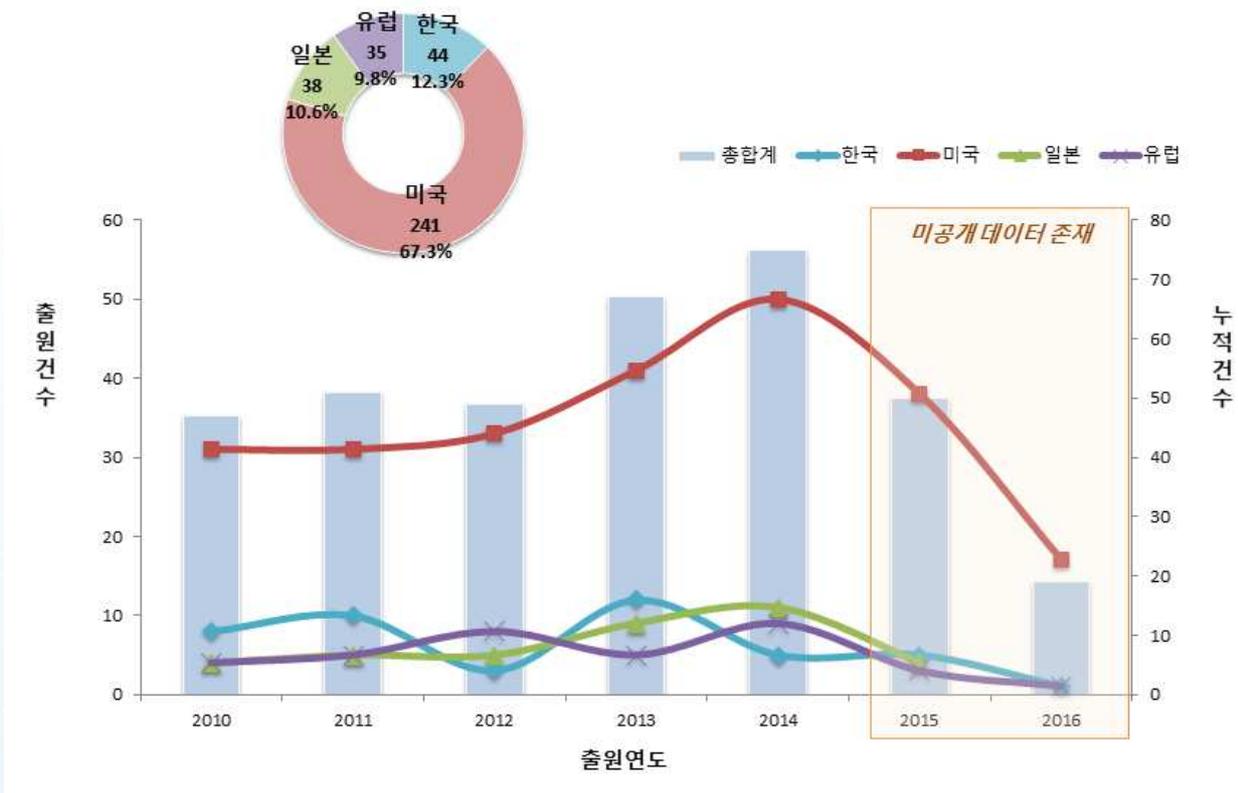
- 산업현장 노동자의 지식 역량 고도화를 통한 신지식 일자리 창출
 - 제조설비의 지능화, 자동화 및 사이버시뮬레이션 기술 등 혁신적인 제조 기술이 필수적인 요소로 등장함에 따라 제조현장 노동자의 제조장비 운용 능력 고도화 필요
 - 고령화 및 공장자동화에 따라 산업인력 일자리 감소를 해소하기 위해 단순 작업 노동자들에 대한 컴퓨터 운용 능력, 자동화 설비 운용 능력 향상을 위한 체계적인 교육 프로그램을 마련

라. 특허동향 분석

(1) 연도별 출원동향

- 스마트 제조 CPS 기술의 지난 7년('10~'16) 간 출원동향¹⁵⁾을 살펴보면 연도별로 출원경향이 꾸준히 증가하고 있어 지속적으로 스마트 제조 CPS 기술 관련 기술개발 활발
 - 각 국가별로 살펴보면 미국과 일본 출원경향은 지속적인 증가 추세, 유럽은 유지하는 경향을 보이고 있으며, 한국도 출원 건수를 유지

- 국가별 출원비중을 살펴보면 미국이 67.3%로 최대 출원국으로 스마트 제조 CPS 기술을 주도하고 있는 것으로 나타났으며, 한국이 12.3%, 일본이 10.6%로 비슷한 수준의 출원비중을 보이고 있으며, 유럽은 9.8%의 비중임



[스마트 제조 CPS 기술 분야 연도별 출원동향]

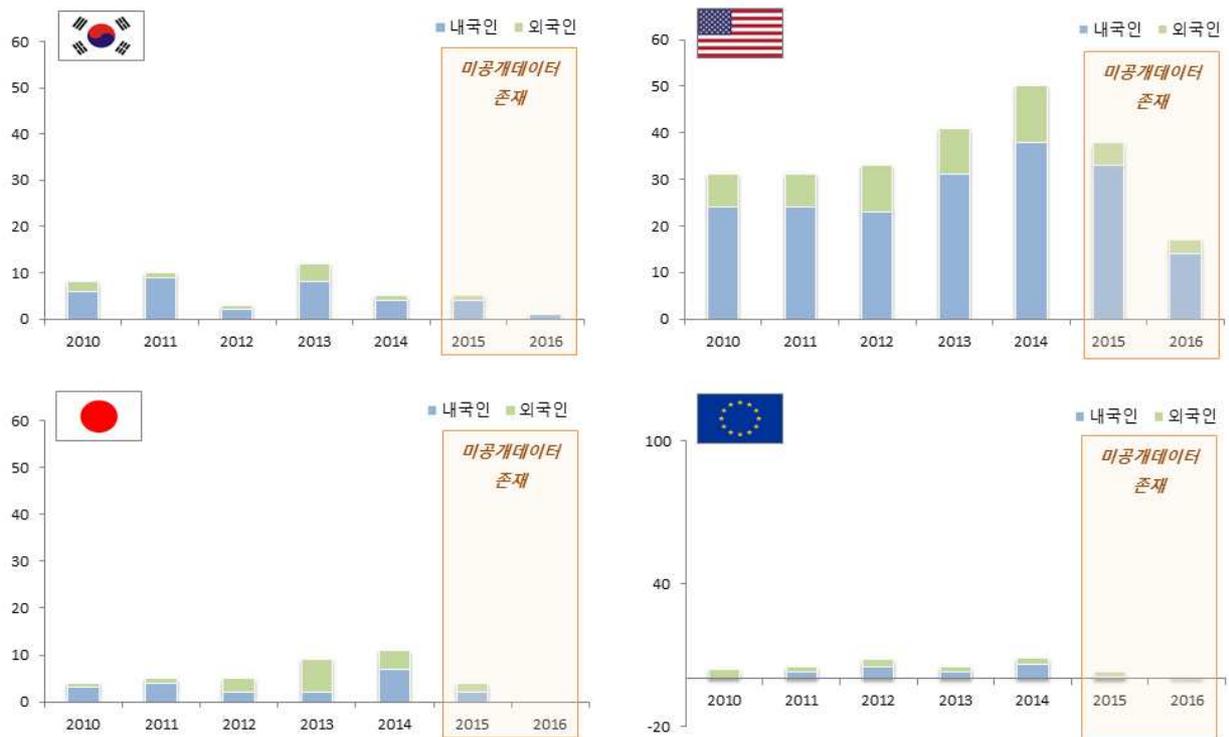
15) 특허출원 후 1년 6개월이 경과하여야 공개되는 특허제도의 특성상 실제 출원이 이루어졌으나 아직 공개되지 않은 미공개데이터가 존재하여 2015, 2016년 데이터가 적게 나타나는 것에 대하여 유의해야 함

(2) 국가별 출원현황

- 한국의 출원현황을 살펴보면 증가-감소가 반복되며 유지되는 경향을 보이고 있으며, 외국인의 출원은 낮은 비중을 유지
 - 외국인의 출원이 낮은 비중을 유지하고 있는 이유를 살펴보면 스마트 제조 CPS 기술의 국내 시장에 대한 외국인의 선호도가 높지 않은 것으로 추정

- 미국의 출원현황은 꾸준히 증가하는 경향을 보이고 있으며, 외국인 출원 비중이 일정하게 유지되고 있는 것으로 보아 미국 시장에 대한 외국인의 관심도 역시 꾸준한 것으로 추정

- 일본의 출원현황은 증가 추세를 유지하고 있고 유럽의 출원현황은 유지되는 추세를 보이고 있으며 일본 출원인 유형은 외국인 비중이 높으며 유럽은 내국인 비중이 높음



[국가별 출원현황]

(3) 투입기술 및 융합성 분석

- 스마트 제조 CPS 기술 분야의 투입기술을 확인하기 위하여 특허분류코드인 IPC Code¹⁶⁾를 통하여 살펴본 결과 스마트 제조 CPS 기술 분야의 가장 높은 IPC는 G06F 기술분야가 115건으로 가장 많이 차지하고 있으며, 이어서 H04L이 40건, G06Q가 28건으로 다수를 차지
 - 이외에 B25J 19건, G05B 19건, A61C 9건, B29C 9건, G01N 9건, G06K 7건, G07C 6건 순으로 기술이 투입되어 있어 스마트 제조 CPS 기술 분야에 다양한 기술이 융합되어 존재
 - 더불어 해당 IPC의 특허인용수명을 살펴보면 G01N 기술분야의 수명이 9년으로 가장 긴 것으로 나타났으며, G06Q 기술분야는 4년으로 가장 짧은 것으로 분석

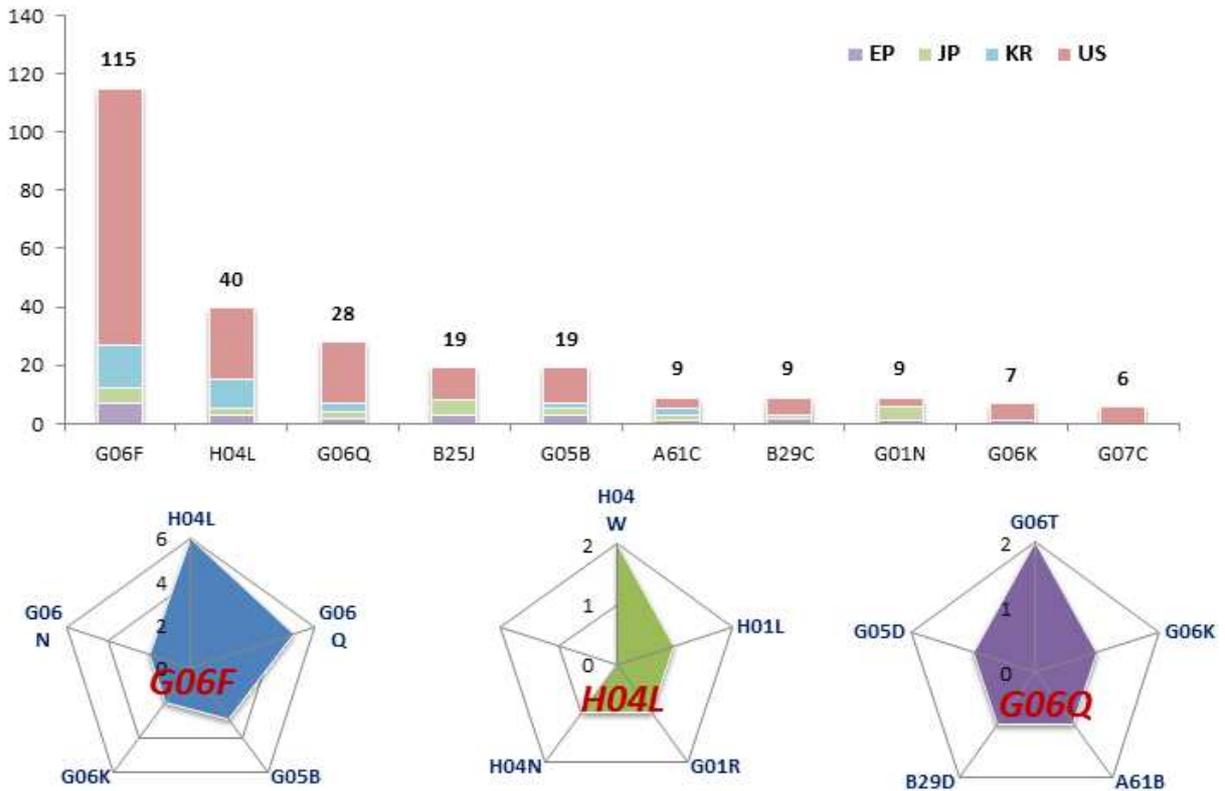
[스마트 제조 CPS 기술 분야 상위 투입기술]

IPC	기술내용	특허인용수명(TCT) ¹⁷⁾
G06F	전기에 의한 디지털 데이터처리	6년
H04L	디지털 정보의 전송	6년
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	4년
B25J	메니플레이터; 메니플레이터 장치를 갖는 실(室)	8년
G05B	제어계 또는 조정계 일반; 이와 같은 계의 기능요소; 이와 같은 계 또는 요소의 감시 또는 시험장치	6년
A61C	치과; 구강 또는 치과용 위생	10년
B29C	플라스틱의 성형 또는 접합; 가스 상태에 있는 물질의 성형 일반; 성형품의 후처리	9년
G01N	재료의 화학적 또는 물리적 성질의 검출에 의한 재료의 조사 또는 분석	9년
G06K	데이터의 인식; 데이터의 표시; 기록매체; 기록매체의 취급	7년
G07C	시간이나 출석자의 등록; 기계가동의 등록이나 표시; 난수의 발생; 투표 또는 추천장치; 다른 개소에 속하지 않는 검사를 위한 배열, 방식 또는 장치	5년

16) 전세계적으로 통용되고 있는 국제특허분류(IPC: International Patent Classification)를 통해 특허정보 기술분야에서 공지기술을 조사할 수 있으며, 기술 및 권리정보에 용이하게 접근 가능

17) 특허인용수명 지수는 후방인용(Backward Citation)에 기반한 특허인용수명의 평균, Q1, Q2(중앙값), Q3에 대한 통계값을 제시함. 특히 이와 같이 산출된 Q2는 TCT(Technology Cycle Time, 기술순환주기 또는 기술수명주기)라고 부름

- 투입기술이 가장 많은 G06F 분야와 융합이 높게 이루어진 기술은 H04L 분야로 나타났으며, G06Q, G05b 분야와도 융합된 기술의 건수가 높은 것으로 분석
- 이외에 H04L 분야와 융합된 기술은 H04W 분야와 융합된 기술이 많은 것으로 나타났으며, G06Q 분야와 융합된 기술은 G06T, G06K, A61B, B29D, G05D 기술로 분석



[스마트 제조 CPS 기술 분야 IPC 기술 및 융합성]

(4) 주요출원인 분석

- 세계 주요출원인을 살펴보면 주로 미국의 출원인이 다수의 특허를 보유하고 있는 것으로 나타났으며, 제어 분야의 출원인이 대부분
- 주요 미국 출원인을 살펴보면 Invensys Systems, Irobot 등 제어장치 기업이 다수 출원을 하고 있는 것으로 나타났으며, 이들 미국 출원인은 주로 미국 본국에 출원건수가 높은 것으로 나타남
- 한국 출원인으로는 한국전자통신연구원이 상위출원인으로 나타나 스마트 제조 CPS 기술 관련 기술을 다수 보유

가장 많은 특허를 보유하고 있는 한국전자통신연구원의 3국 패밀리수는 0건으로 다국적 시장 보다는 한국과 미국 시장을 목표로 출원을 하고 있는 것으로 보이며, Boeing은 9건으로 다국적 시장을 확보

한국 기업인 한국전자통신연구원이 확보한 특허의 피인용지수가 18.00으로 가장 높게 나타나 기술의 파급성이 높은 원천기술을 다수 보유하고 있는 것으로 분석됨

[주요 출원인의 출원현황]

주요출원인	국가	주요 IP시장국 (건수 %)					3국 패밀리 수 (건)	피인용 지수	주력기술 분야
		한국	미국	일본	유럽	IP시장국 종합			
한국전자통신연구원	한국	9	7			한국	0	18.00	사이버 물리 시스템 및 가상 머신 모니터링 방법
		56%	44%	0%	0%				
Boeing	미국	1	6	2	2	미국	9	8.00	사물 인터넷을 이용한 공장 생산 관리
		9%	55%	18%	18%				
Siemens	독일	1	4		3	미국	0	7.00	사이버 물리 시스템의 아키텍처
		13%	50%	0%	38%				
Invensys Systems	미국		6			일본	5	6.00	감독 프로세스 제어 및 제조 시스템
		0%	100%	0%	0%				
Rohm	일본			5		한국	0	3.00	센서 네트워크 시스템
		0%	0%	100%	0%				
중앙대학교산학협력단	한국	4				한국	0	6.00	사이버 물리 시스템에서의 동적 제어 관리
		100%	0%	0%	0%				
Irobot	미국		1	3		미국	4	4.00	네트워크 데이터 포함 로봇 시스템
		0%	25%	75%	0%				
대청시스템스	한국	3				미국	0	3.00	수처리장의 감시제어 시스템
		100%	0%	0%	0%				
Airbus Operations	프랑스		2		1	미국	0	1.00	제조장치 네트워크
		0%	67%	0%	33%				
Columbia University	미국		3			미국	0	3.00	사이버 물리 시스템의 동적 처리
		0%	100%	0%	0%				

(5) 국내 출원인 동향

- 국내 출원인 동향을 살펴보면 대기업은 에스케이하이닉스의 출원건수가 가장 높게 나타났으며, 중소기업에서는 대청시스템스의 출원건수가 높게 나타남
 - 대기업의 주요 출원인은 에스케이하이닉스가 있으며, 중소기업의 주요 출원인은 대청시스템즈, 아토리서치, 신호시스템 등이 주요 출원인인 것으로 나타남

- 기업 이외의 주요출원인을 살펴보면 한국전자통신연구원 등 연구소/공공기관의 출원이 다수 나타났으며, 대학은 중앙대학교, 서울여자대학교, 아주대학교 등의 출원이 높은 것으로 분석됨



[국내 주요출원인의 출원 현황]

5. 중소기업 환경

가. 중소기업 경쟁력

스마트 제조 CPS 기술 분야의 중소기업 경쟁력은 아직은 초기단계에 머물러 있음

[스마트 제조 CPS 분야 중소기업 현황]

기술 분류	주요 기술	대기업	중소기업	중소기업 참여영역	중소기업 참여정도
사이버 물리	서비스 기반 사이버물리 기술 제조 가상화 시스템 기술 시스템 센서, 보안 기술 암호화기술	한국항공우주 산업 삼성전자 LS산전 MDS테크 놀로지		사이버 물리기술 제조 가상화 기술 센서 보안 기술	●
산업 네트워크	고신뢰성 산업용 전용 통신기술 산업네트워크를 고려한 초소형 보안기술 시스템 제어 네트워크 CPS 모델링 기술	한국항공우주 산업 삼성전자 LS산전 MDS테크 놀로지		네트워크 장비 기술 보안기술 시스템제어 방식	●
이종 이동형 산업용 게이트웨이	현장 제조환경 특성 반영 데이터 수집/처리 기술 DDS, 네트워크 기술	다쏘시스템 아프리스		센서 및 앰프 개발 기술	●
Factory-Thi ng D2D 프로토콜	Factory-Thing D2D 표준 정보연계 프레임워크 오류 사전 제어 기술, 분산 시스템 기술	한국항공우주 산업 삼성전자 LS산전 MDS테크 놀로지		오류제어 기술 공정해석기술	●

* 중소기업 참여정도와 점유율은 주요제품 시장에 참여하는 중소기업의 참여규모와 정도(업체수, 비율 등)를 고려하여 5단계로 구분 (낮은 단계: ○, 중간 단계(●, ●, ●) 높은 단계: ●)

나. 중소기업 기술수요

- 스마트 제조 CPS 기술 분야의 중소기업의 기술수요를 파악하기 위하여 중소기업 기술수요조사 및 중소기업청 R&D신청과제(2013~2015년)를 분석한 결과 아래 표의 내용과 같은 수요들이 다수 있는 것으로 분석
- 스마트 제조 CPS 분야 중소기업은 사이버물리 기술과 관련된 기술개발에 다수 수요가 있는 것으로 나타났으며, 이는 최근 기술트렌드인 IoT기술과의 융복합 기술에 관심이 높아지고 있는 추세를 반영한 것으로 분석됨

[스마트 제조 CPS 분야 과제신청현황 및 수요조사결과]

전략제품	기술 분류	관심기술
스마트 제조 CPS	사이버 물리	서비스 기반 사이버물리 기술 제조 가상화 시스템 기술 시스템 센서, 보안 기술 암호화기술
	산업 네트워크	고신뢰성 산업용 전용 통신기술 산업네트워크를 고려한 초소형 보안기술 시스템 제어 네트워크 CPS 모델링 기술
	이종 이동형 산업용 게이트웨이	현장 제조환경 특성 반영 데이터 수집/처리 기술 DDS, 네트워크 기술
	Factory-Thing D2D 프로토콜	Factory-Thing D2D 표준 정보연계 프레임워크 오류 사전 제어 기술, 분산 시스템 기술

다. 중소기업 핵심기술

(1) 데이터 기반 요소기술 발굴

- 스마트 제조 CPS의 특허 및 논문데이터 검색을 통해 도출된 유효데이터를 대상으로 데이터마ining 기법(Scientometrics 기법)을 통해 클러스터링된 키워드의 연관성을 바탕으로 요소기술 후보군을 도출
 - 스마트 제조 CPS의 특허 및 논문 유효데이터를 기반으로 키워드 클러스터링을 통하여 10개의 요소기술 후보군을 도출
 - 제품별 dataset 구축 : 스마트 제조 CPS 관련 특허/논문 데이터를 추출하여 노이즈 제거 후 제품별 dataset 구축
 - 1차 클러스터링 : 키워드 맵을 통한 고빈도 키워드 확인-빈도수(tf-idf)¹⁸⁾가 상위 30%에 해당하는 키워드를 대상으로 1차 추출
 - 2차 클러스터링 : 1차 클러스터링에서 추출된 고빈도 키워드 사이에서 고연관도 키워드를 2차 추출 (고연관도 기준은 연관도수치¹⁹⁾가 2이상인 클러스터로 제한)

- 다음 그림은 키워드 간 연관네트워크를 시각화한 것으로, 각 키워드를 나타내는 원과 키워드 간의 연관도를 나타내는 직선으로 구성
 - 각 키워드가 특허와 논문 중 어느 데이터에서 도출되었는지 원의 색으로 구분하였으며, 키워드로 도출된 클러스터는 황색음영으로 표시
 - 키워드를 나타내는 원은 고빈도의 키워드일수록 원의 크기가 크게 표현되며, 연관도를 나타내는 선은 키워드 사이의 연관도수치가 높을수록 굵게 표현

- 스마트 제조 CPS 전략제품의 특허·논문 유효데이터에 대하여 키워드 클러스터링 결과를 기반으로 요소기술 도출

- 데이터 기반의 요소기술 도출은 키워드 클러스터링을 통해 도출된 요소기술에 대하여 전문가의 검증 및 조정을 통하여 요소기술을 도출

18) 빈도수(tf-idf) : 각 키워드가 출현되는 특허 또는 논문수를 의미

19) 연관도수치: 두 개 이상의 키워드 사이의 특허 또는 논문수를 의미

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
			grid management
클러스터 05	physical production	4~5	<ol style="list-style-type: none"> 1. Knowledge-driven service orchestration engine for flexible information acquisition in industrial cyber-physical systems 2. Cloud computing as a facilitator for web service composition in factory automation 3. Design, modelling, simulation and integration of cyber physical systems: Methods and applications
클러스터 06	virtual network	4	<ol style="list-style-type: none"> 1. METHOD AND SYSTEM FOR MANAGING INTERCONNECTION OF VIRTUAL NETWORK FUNCTIONS 2. Method to dynamically create a virtual network 3. Automatically addressing performance issues in a distributed database
클러스터 07	power system	4~5	<ol style="list-style-type: none"> 1. Collaborative method for active power control of cyber physical island microgrid 2. Influence of information system on microgrid operation reliability 3. Towards holistic power distribution system validation and testing—an overview and discussion of different possibilities
클러스터 08	smart factory	4~5	<ol style="list-style-type: none"> 1. Engineering the smart factory 2. Smart factory and education: An integrated automation concept 3. Proposal of communication standardization of industrial networks in Industry 4.0
클러스터 09	industrial internet	4~5	<ol style="list-style-type: none"> 1. Digital design and manufacturing on the cloud: A review of software and services 2. Cyber physical security for Industrial Control Systems and IoT
클러스터 10	energy efficiency	5~6	<ol style="list-style-type: none"> 1. Enabling Effective Operational Decision Making on a Combined Heat and Power System Using the 5C Architecture 2. Intelligent eco-building management system 3. Intelligent products: The grace experience

[스마트 제조 CPS 기술 분야 데이터 기반 요소기술]

No	요소기술명	키워드
요소기술01	서비스 기반 사이버물리 기술	physical system
요소기술02	제조 가상화 시스템 기술	virtual network
요소기술03	이종 센서/디바이스간 자율적 연결/연동 기술 개발	industrial internet
요소기술04	현장 제조회장 특성 반영 데이터 수집/처리 기술	additive manufacturing, process control
요소기술05	산업용 게이트웨이 자율적 지능화 기술	industrial gateway
요소기술06	D2D 이종 통신 네트워크 관리 기술	D2D network control

(2) 요소기술 도출

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

[스마트 제조 CPS 기술 분야 요소기술 도출]

분류	요소기술	출처
사이버물리	사이버물리 최적화 기술	특허/논문 클러스터링
	서비스 기반 사이버물리 기술	기술/시장 분석, 기술수요, 특허/논문 클러스터링, 전문가추천
	제조 가상화 시스템 기술	기술/시장 분석, 전문가 추천, 특허/논문 클러스터링
산업 네트워크	고신뢰성 산업용 전용 통신기술	기술/시장 분석, 기술수요, 전문가추천
	팩토리 환경을 고려한 상황인지 기반 안테나설계기술	기술수요, 특허/논문 클러스터링
	산업네트워크를 고려한 초소형 보안기술	기술/시장 분석, 전문가 추천, 특허/논문 클러스터링
이종 연동형 산업용 게이트웨이	이종 센서/디바이스간 자율적 연결/연동 기술 개발	전문가추천, 특허/논문 클러스터링
	현장 제조환경 특성 반영 데이터 수집/처리 기술	특허/논문 클러스터링, 전문가추천
	산업용 게이트웨이 자율적 지능화 기술	기술수요, 특허/논문 클러스터링
Factory-Thing D2D 프로토콜	Factory-Thing D2D 표준 정보연계 프레임워크	기술/시장 분석, 기술수요, 특허/논문 클러스터링
	D2D 이종 통신 네트워크 관리 기술	기술/시장 분석, 기술수요, 특허/논문 클러스터링
	경량 D2D 표준 프로토콜 기술	기술수요, 타부처로드맵

(3) 핵심기술 선정

- 확정된 요소기술을 대상으로 산·학·연 전문가로 구성된 핵심기술 선정위원회를 통하여 중소기업에 적합한 핵심기술 선정
- 핵심기술 선정은 기술개발시급성(10), 기술개발파급성(10), 단기개발가능성(10), 중소기업 적합성(10)을 고려하여 평가

[스마트 제조 CPS 분야 핵심기술]

분류	핵심기술	개요
사이버 물리	서비스 기반 사이버물리 기술	스마트 그리드, 스마트 물류, 스마트 재료, 스마트 빌딩, 스마트팩토리 등 서비스 간 인터넷(Internet of Service)을 기반으로 인텔리전트 생산 체계를 제공하는 기술
	제조 가상화 시스템 기술	사이버물리 최적화 기술, 서비스 기반 사이버 물리 기술을 기반으로 IoT 기반 스마트팩토리 제조 환경과 연동하는 오픈형 제조기반 사이버 물리 제조 시스템
산업 네트워크	고신뢰성 산업용 전용 통신기술	플랜트 설비들에서 다양하게 발생할 수 있는 통신 장애 상황을 최소화하여 신뢰성을 강화하는 산업 표준 네트워크 프로토콜 기반의 통신 기술
	산업네트워크를 고려한 초소형 보안기술	산업용 네트워크를 해킹하는 등의 사이버 공격으로부터 안전한 보호가 필요한데, 이를 보호할 수 있는 시스템 및 보안 프로토콜 기술
이중 이동형 산업용 게이트웨이	현장 제조환경 특성 반영 데이터 수집/처리 기술	센싱 디바이스로 부터의 다양하고 막대한 제조환경의 데이터를 기반으로 각 제조환경의 특성에 따라 가공하여 유의미한 필수 데이터를 추출할 수 있도록 하는 데이터 수집/가공/처리하는 기술
Factory-Thing D2D 프로토콜	Factory-Thing D2D 표준 정보연계 프레임워크	상이한 프로토콜을 사용하는 제조공정 디바이스 사이의 표준화된 방식의 데이터 교환을 위한 플랫폼 독립 시리얼 캡슐화 및 통합 아키텍처 기술 기반의 Factory-Thing D2D 표준 정보연계 프레임워크 기술

6. 기술로드맵 기획

가. 스마트 제조 CPS 기술로드맵

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

스마트 제조 CPS의 중소기업형 기술로드맵				
Time Span	2017	2018	2019	최종목표
연도별 목표	기술 개발 집중화 전략 고신뢰 CPS개발	동반 성장 전략 지능형 CPS 개발	적용 범위 확대 전략 자율형 CPS 개발	안전성/효율성으로 최적화된 제조공장 구축
스마트 제조 CPS 핵심기술	사이버 물리	서비스 기반 사이버물리 기술 제조 가상화 시스템 기술		사이버 물리 제조 시스템 구축
	산업 네트워크	고신뢰성 산업용 전용 통신기술 산업네트워크를 고려한 초소형 보안기술		고신뢰성 산업네트워크 구축
	이종 연동형 산업용 게이트웨이	현장 제조환경 특성 반영 데이터 수집/처리 기술		상호 호환성 산업용 게이트웨이 구축
	Factory-Thing D2D 프로토콜	Factory-Thing D2D 표준 정보연계 프레임워크		표준화된 D2D 데이터 교환 시스템 구축
기술/시장 니즈	에너지 소비 절감, 보다 정확한 고장 예측	개인별 맞춤형 주문생산	ICT기술과 제조업의 융복합화	

나. 연구개발 목표 설정

- 로드맵 기획 절차는 산·학·연 전문가로 구성된 로드맵 기획위원회를 통해 선정된 핵심기술을 대상으로 기술요구사항, 연차별 개발목표, 최종 목표를 도출

[스마트 제조 CPS 분야 핵심기술 연구목표]

분류	핵심기술	기술요구사항	연차별 개발목표			최종목표
			1차년도	2차년도	3차년도	
사이버 물리	서비스 기반 사이버 물리 기술	적용 서비스 시나리오 수	2개	5개	20개	사이버-물리 제조 시스템 구축
	제조 가상화 시스템 기술	가상화 수준	-	50%	90%	
산업 네트워크	고신뢰성 산업용 전용 통신 기술	항상도	80%	90%	95%	고신뢰성 산업네트워크 구축
	산업 네트워크를 고려한 초소형 보안 기술	보안취약성 수준 (30% 이하 가정)	30%	20%	10%	
이종 연동형 산업용 게이트웨이	현장 제조환경 특성 반영 데이터 수집/처리 기술	데이터 정확도	80%	90%	100%	상호호환성 산업용 게이트웨이 구축
Factory-Thing D2D 프로토콜	Factory-Thing D2D 표준 정보 연계 프레임워크	완성도	50%	80%	100%	표준화된 D2D 데이터 교환 시스템 구축

스마트 제조 빅데이터 분석 시스템

정의 및 범위

- 빅데이터(BigData) 기술은 다양한 데이터, 방대한 데이터, 비/주기적으로 발생하는 데이터로부터 고속 수집/처리하고 분석하여 정보가치를 추출, 예측, 추천할 수 있는 플랫폼 기술
- 빅데이터는 IoT, AI, 클라우드 기술과 더불어 4차 산업혁명에 중요한 요소기술이며, 거의 모든 산업에서 새로운 비즈니스 가치를 얻을 수 있지만, 특정 산업군은 숨겨진 현상 발견과 마이닝 마인즈(Mining Minds)로 잠재적 가치를 얻을 것으로 예상됨



[빅데이터 적용 범위]

정부지원 정책

- “개방과 공유를 통한 창조정부 구현” 정부보유 데이터, 국토 자원 및 사회기반시설의 사물센싱 데이터 등 다양한 정보를 분석하여 국가 미래전략 및 위기대응 전략 수립
 - 2012년 6월, 방송통신위원회는 새로운 트렌드인 빅데이터 기술을 활용하여 기업과 국가의 경쟁력제고와 사회현안을 해결하는 개인의 스마트 생활구현을 위한 “빅데이터 서비스 활성화 방안” 발표
 - 「스마트 국가 구현을 위한 빅데이터를 마스터플랜」 국가정보화전략위원회 심의(‘12.10.17) 및 VIP 보고 (‘12.11.28)
 - ‘빅데이터 산업 발전전략’(2013)에서는 서비스뿐만 아니라 관련 산업까지 포괄한 종합적인 산업육성 전략으로 구체적인 목표치가 설정되고 시장 창출 및 확대, 산업 육성 기반 확대, 지속발전 가능한 생태계 조성 등의 세부 전략이 수립
 - ‘정부3.0 및 창조경제 구현을 위한 공공데이터 기반 창업활성화’ 정책 실현의 일환으로 ‘빅데이터 이용활성화 지원’을 중점과제로 선정하고 2014년 빅데이터 추진과제(총 12억 예산)중 제조 분야에 ‘자동차 부품 기업간 공동활용 빅데이터 플랫폼 구축’ 과제를 선정함
 - 관계부처 합동으로 발표한 “제조업 혁신 3.0 전략” 실행대책에서 4대 추진방향 및 13대 세부 추진 과제를 선정 ① 스마트팩토리 보급·확산 ② 8대 스마트 제조기술 개발과제를 공정 내 빅데이터 기반 품질분석 예측시스템 구축 및 공정적용 목표를 달성하기 위한 지원정책 방향을 정립
- ※ 빅데이터 적용으로 유럽 제조부문은 개발·조립 비용의 50%, 운전자본의 7% 절감효과 발생기대(맥킨지)

중소기업 시장대응 전략

강점(Strength)	약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none"> • 신기술의 트렌드 추격 및 습득 생산성 높음 • 원천기술에 비하여 응용 및 상용분야의 개발력은 상대적으로 우수함 • 연구개발에 대한 강력한 의지 및 의사결정 	<ul style="list-style-type: none"> • 기업의 업무가치사슬 관점에서 데이터분석, 제품기획 및 기술개발, 홍보마케팅/영업, 관리까지 전 과정 데이터의 인과관계 추론경험부족 • 빅데이터 활용을 위한 분석 전문 인력 부족 • 업종과 SW개발 인력의 전문성 및 경험 부족
기회(Opportunity)	위협(Threat)
<ul style="list-style-type: none"> • 4차 산업혁명의 지원정책과 트렌드에 동승하여 빅데이터 시장 진입 용이 • GE, 지멘스, 슈나이더 등 글로벌 기업들의 빅데이터 관련 기술 국내 특허 출원이 아직 낮은 수준 • 센싱 데이터의 표준화, OneM2M 초기단계 	<ul style="list-style-type: none"> • HPE, IBM 등의 솔루션이 진출로 인한 시장 위협과 중국 등 신흥국의 저가공세 • 규모의 경제, 역량의 한계로 대응력과 경쟁력이 약한 중소기업들에게 불리함 • 정부3.0 공공부문이 이슈주도, 민간 확산 미흡



중소기업의 시장대응전략

- 기술개발전략(Make, Buy, Alliance & Licensing)에 따라 4차 산업혁명에 대응하는 글로벌 선진 기업의 비즈니스 성장기회에 동참
- 막대한 양의 정형, 반정형 및 비정형 데이터 분석으로 적시 정보를 얻거나 시장상황에 신속한 대응과 비즈니스 성장기회를 식별할 수 있는 빅데이터 아키텍처에 대한 투자 집중
- 전체 보다는 CEP(context event processing context event processing)와 같은 빅데이터 기술 개발에 집중. 단, 가치사슬(value chain) 각 단계는 데이터 수집·분석, 제품기획 및 기술개발, 홍보마케팅, 영업활동 등 전 분야에 대한 경험축적이 필요. 각 과정에서 인과관계를 예측, 추론
- 국가 정책사업의 적극적으로 대응으로 표준화기술 참여 및 특허 확보

핵심기술 로드맵

스마트 제조 빅데이터 분석 시스템의 중소기업형 기술로드맵

Time Span		2017	2018	2019	최종목표
연도별 목표		국내 빅데이터 시장 진입기반 마련	빅데이터 기반 기술 개발 및 경쟁력 확보	기반 기술 고도화 및 해외시장 진출 초석	기반 기술 고도화와 융합을 통한 미래 빅데이터 선도
빅 데이터	생산 빅데이터 애널리틱스	생산 현장 데이터 수집/관리 기술			사이버 물리 제조 시스템 구축
		생산 데이터 분석 기술			
		분석 결과 정보 가시화 기술			
분석 시스템	자원 모델링/시뮬레이션	인적/재료/공정/설비 모델링 기술			모델링/시뮬레이션을 통해 최적화된 공정데이터를 토대로 효율적인 공장 운영 관리 지원
핵심기술	예측기반 품질 및 설비 고도화	데이터 분석 기반 품질 고도화 기술			품질분석/설비보전 애플리케이션을 통한 생산 제어 및 관리
		실시간 데이터 기반 품질 및 제품 수명 예측 기술			
		고장진단 및 예측기반 설비보전 기술			
기술/시장 니즈		에너지 소비 절감, 보다 정확한 고장 예측	개인별 맞춤형 주문생산	ICT기술과 제조업의 융복합화	

1. 개요

가. 정의 및 필요성

- 빅데이터(Big Data)란 기존의 정형화데이터뿐 만 아니라, 대량의 다양한 비정형/반정형/정형데이터를 저장, 관리, 분석할 수 있는 분산/통합 데이터 처리를 말함
 - 인터넷 3.0(협업과 소통)기술과 OSMU(One Source Multi Use), OPMD(One Person Multi Device)로 소셜 네트워크 서비스의 확산, 동영상 콘텐츠의 유통 증가 등으로 대량의, 다양한 데이터를 처리하여 분석할 수 있는 빅데이터가 중요한 이슈로 부각되고 있으며, 어지럽게 나열된 방대한 양의 데이터에서 사람의 욕망(마음)을 읽고, 기업의 제품 및 서비스에 반응과 홍보·마케팅 그리고 서비스 품질 개선에 활용하거나 독감과 관련된 단어에 대한 인터넷 검색의 집계와 위치분석으로 전 세계적으로 독감의 유행 수준/전파를 예측하는 등 기존 데이터 수집 및 분석 방법론으로는 불가능했던 서비스를 가능하게 함
 - 빅데이터 관련 기술은 IBM, SAS, Oracle, SAP, MS, 구글, HPE와 같은 글로벌IT 기업 뿐 만 아니라 아마존처럼 전자상거래 기업 그리고 GE, 지멘스, 슈나이더 등 전통적인 기업에서 적극적으로 추진하고 있어 국내 기술의 성장과 경쟁력 확보가 절실히 요구됨

- 주요 기관들의 빅데이터 정의는 데이터의 새로운 특성과 의사결정 지원 등 비즈니스 가치를 강조하며, 다소 차이는 있지만, 대체적으로 데이터의 특징과 기술을 언급하는 유사성을 알 수 있음

[각 기관별 빅데이터의 정의]

기 관	주요 개념	주요 특징
IDC	데이터 특징 : 고속 캡처, 발견, 분석이 가능한 다양한 데이터 기술 : 경제적 가치의 추출이 가능한 새로운 기술 및 아키텍처	빅데이터 기술에 대한 정의
Gartner	데이터 특징 : 큰 규모, 빠른 속도, 다양한 형태의 정보자산 기술 : 새로운 형태의 처리기술, 의사결정 및 통찰력 향상, 프로세스 최적화	빅데이터 특징 및 기술의 상세화
Oracle	데이터 특징 : 전통적인 DB기반의 데이터와 비구조화데이터	인프라와 기술의 역할
Intel	데이터 특징 : RDB 트랜잭션데이터, 이메일, 센서데이터, 블로그, 소셜미디어 등	데이터 원천의 중요성 300TB/주 이상 데이터가 생성되는 조직에서의 활용
Microsoft	기술 : 대용량, 복잡한 정보처리프로세스, 기계학습, 인공지능	컴퓨팅 파워의 활용 측면
Wikipedia	데이터 특징 : 크고 복잡한 데이터의 집합 기술 : 전통적인 데이터베이스 관리 툴 및 기술의 한계를 벗어남	빅데이터 자체에 대한 정의
HorizonW atch	데이터 특징 : 기업 내 의사결정에 중요역할을 할 수 있는 데이터 기술 : 정보의 수집, 저장, 관리 기술	빅데이터 가치와 역할에 집중
MIKE2.0	데이터 특징 : 데이터들의 복잡성, 특히 조합, 상호연관 수준의 중요성	데이터의 복잡성 강조
NIST	데이터 특징 : 기존의 방식이나 시스템의 한계와 역량을 넘어서는 데이터들	현존하는 상용기술과의 간극

나. 범위

(1) 제품분류 관점

- 빅데이터 기술은 다양한 데이터 소스로부터 데이터를 수집하고, 수집한 데이터에서 필요 없는 데이터를 필터링하거나 적절한 형태로 가공하는 등 전처리 단계와 정보를 체계적으로 저장하고 관리하면서 숨겨진 현상 발견과 마이닝 마인즈(Mining Minds)로 잠재적 가치를 얻음
 - 기반기술은 데이터수집, 저장, 처리, 활용하기 위한 데이터 처리의 일반적 방법을 포함하는 기술 패턴
 - 융합기술은 여러 기반 기술이 다차원적으로 결합된 기술패턴으로서 다양한 형태로 변형될 수 있음
 - 응용기술은 기반 기술과 융합 기술이 빅데이터 문제를 해결하기 위해 다양한 비즈니스 시나리오에 적용되어 솔루션 형태로 결합된 것

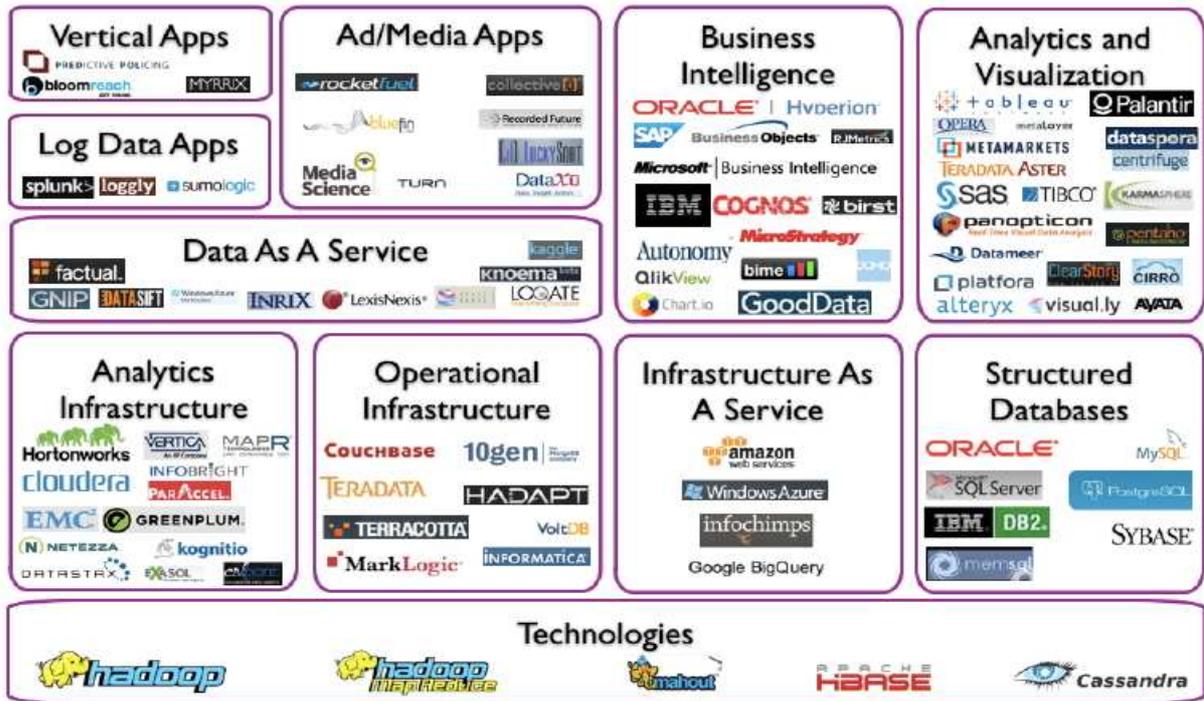
[제품분류 관점 기술범위]

전략제품	제품분류 관점		세부기술
빅데이터 분석 시스템	기반기술	수집기술	• 조직 내외부에 분산된 다양한 데이터 소스로부터 필요한 데이터를 자동 또는 수동으로 수집하기 위한 기술 • 센서, 웹 / 소셜미디어 데이터 수집, 디바이스 데이터 수집, 트랜잭션/운영/웨어 하우스 데이터 수집 등
		저장기술	• 대용량 데이터의 저장 관리를 고성능으로 수행하기 위한 기술 • 분산 정형 데이터 수집 기술, 분산 비정형 데이터 수집 기술, 클라우드 저장 기술, 전통적 데이터 저장 기술 등
		처리기술	• 빅데이터가 실시간, 준실시간 또는 일괄적으로 분석, 처리되는 기술 • 이력 분석 기술, 고급 분석 기술, 비정형 데이터 전처리 기술, 애드혹 분석 기술
		활용기술	• 빅데이터 분석 결과를 표현하고 활용하기 위한 기술 • 시각화 기술, 애드혹 탐색 기술, 데이터 통합 기술, 메시지 전송 기술, 운영 프로세스 연계 기술 등
		융합기술	• 저장 및 탐색, 의도 분석 및 예측 분석, 실행중심 분석 • 정형분석, Ad-Hoc분석, 회귀분석, 다차원분석, 상관분석, 인과분석, 네트워크 분석, 군집분석
		응용기술	• 빅데이터 탐색 솔루션, 비즈니스 통찰력 향상 솔루션, 의사결정 최적화 솔루션 • 시각화, 위치, 공간기반의 표시 등

(2) 공급망 관점

- 빅데이터 처리/분석 플랫폼은 공급망 관점에서 어플라이언스 제품과 기반기술, 융합기술, 응용 기술 분야별로 단일 소프트웨어 제품, 온라인 서비스 플랫폼으로 분류됨
 - 구글은 2011년 11월 일부 기업 및 개발자가 분석하고자 하는 데이터를 웹 서비스를 이용하여 업로드하면 상호작용 방식으로 빅데이터를 분석해 주는 서비스인 ‘Google BigQuery’ 서비스를 공개
 - 아마존의 AWS(Amazon Web Services)는 클라우드 기반의 B2B검색 서비스를 제공하고, 대표적인 하둡 솔루션 업체로 Cloudera와 Hortonworks, IBM, Oracle, EMC, SAS, Teradata 등은 자신의 솔루션에 하둡을 통합하여 어플라이언스를 제공함
 - 국내는 구루터와 넥스알 등이 하둡기반의 어플라이언스를 제공하며, 다음소프트에서는 소셜미디어 같은 대용량의 텍스트 분석 서비스를 제공 중

[빅데이터 업계지도]



[공급망 관점 기술범위]

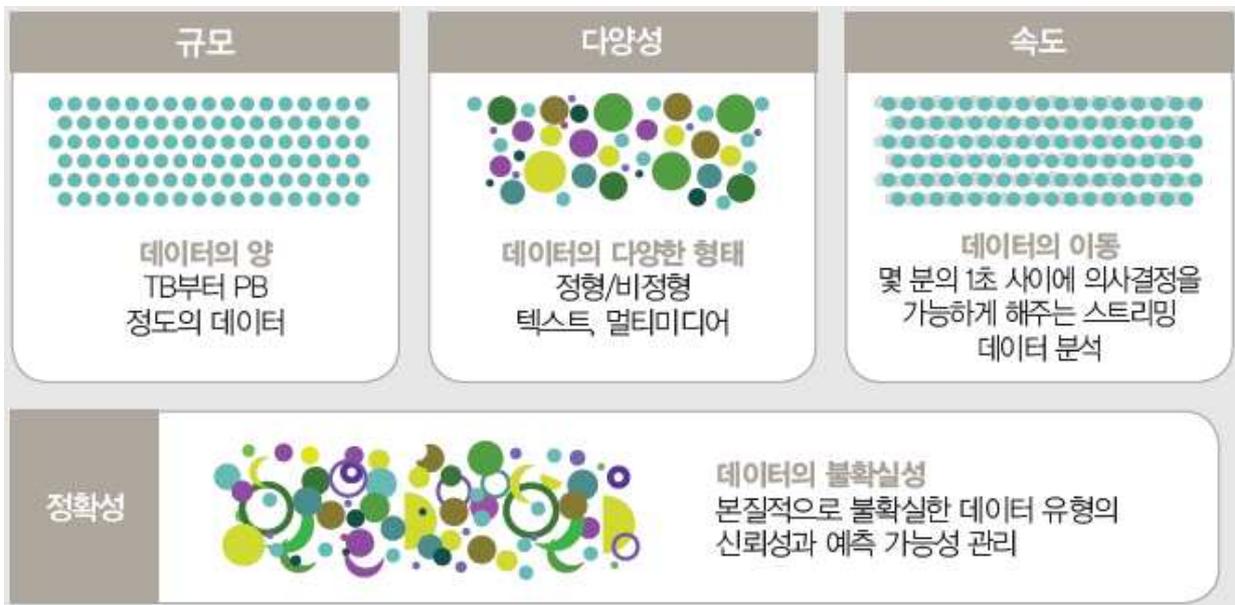
전략제품	공급망 관점	세부기술
빅데이터 분석 시스템	인프라 SW	<ul style="list-style-type: none"> • 데이터 수집, 저장, 관리 표현 기술 • hadoop, NoSQL, MapReduce
	분석 SW	<ul style="list-style-type: none"> • 통계, 데이터 마이닝, 기계학습, 패턴인식 등을 통한 분석 기술 • IBM MPP DW, Oracle Big data Appliance, 넥스알 NDAP, 그루터 BAAS
	어플리케이션	<ul style="list-style-type: none"> • 빅데이터 처리 플랫폼 • EMC Greenplum, IBM MPP Data Warehouse, Oracle Big data Appliance
	서비스 플랫폼	<ul style="list-style-type: none"> • 빅데이터 분석을 위한 인프라와 서비스 기술 • Google BigQuery, Amazon AWS, MS Azure

2. 산업환경분석

가. 산업특징 및 구조

(1) 산업의 특징

- 다양한 데이터로 구성된 방대한 볼륨의 데이터로부터 수집, 데이터 검색 및 분석을 통해 가치를 추출할 수 있도록 마이닝 마인즈(Mining Minds)가 디자인된 기술과 아키텍처를 의미
- 빅데이터의 3V(Volume, Velocity, Variety) 현상은 최근 들어 더욱 분명하게 나타나고 있고 IBM은 3V에 추가하여 신뢰성(Veracity)을 빅데이터의 또 다른 중요한 특징으로 정의
 - 볼륨(Volume): 정형화된 데이터에서 구체적으로 나타남 일부 정형 데이터는 트랜잭션 데이터 형태로 저장소에 보관되고, 개인과 기업의 급증하는 온라인 활동결과 생성되는 전자흔적과도 연계됨
 - 다양성(Variety): 기존의 정형화된 데이터 외에 반정형, 비정형 데이터인 텍스트, 비디오 및 기타 다른 형태의 데이터를 분석하기 위해서는 완전히 다른 아키텍처와 기술이 필요함
 - 속도(Velocity): 좀 더 빠른 데이터 생성 주기와 의사결정단계에서의 빠른 분석 속도에 대한 요구 사항을 충족시킬 수 있어야함
 - 정확성(Veracity): 데이터의 정확성은 일정 유형의 데이터에 부여할 수 있는 신뢰 수준을 의미함



[빅데이터의 특징]

- 데이터의 양은 전 세계적으로 2020년에는 35제타바이트로 증가할 것으로 예측하고 있으며 이는 10년 사이에 44배나 증가함을 의미함. 대량·다양한 데이터의 실시간처리로 의사결정하는 비즈니스 환경으로 변화하고 있으며 전통방법으로 분석이 어려운 비구조 데이터가 80%를 차지

- 국내의 빅데이터 분석 분야는 뛰어난 IT 인프라를 가지고 있어 신기술을 적용하기 좋은 환경을 가지고 있으므로 다양한 서비스의 활성화와 플랫폼 개발을 통해 세계적 경쟁력 확보가 가능함
- 빅데이터 분석시장은 향후 폭발적인 성장이 예상되는 만큼, 관련 중소기업들에 대한 정부의 지원책과 관련 법규 마련을 통해 향후 빅데이터 분석 분야가 국가의 중추 산업으로 발전할 수 있음

(2) 산업의 구조

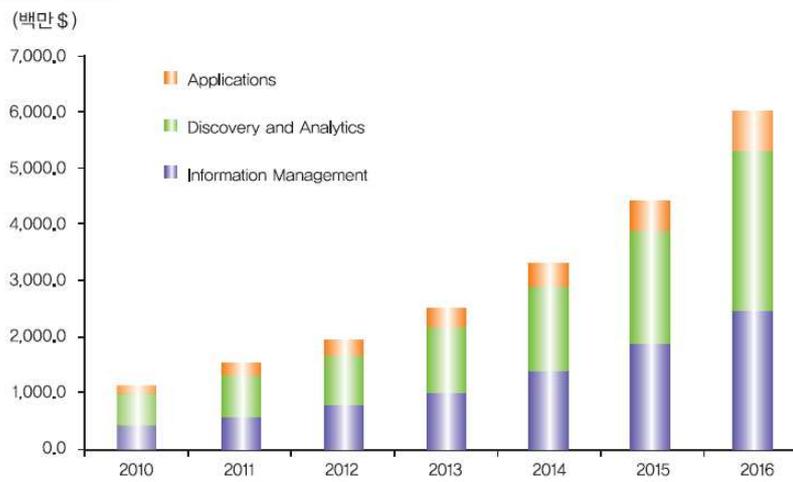
- 빅데이터 관련 산업은 서버, 스토리지, 네트워크, 운영체제 등을 제공하는 하드웨어분야 산업과 빅데이터SW솔루션을 이용하여 제조, 서비스, 의료, 공공, 보안, 금융, 통신 등 비즈니스 분석에 활용하는 업종분야로 분류할 수 있음

[스마트 제조 빅데이터 분야 산업구조]

하드웨어분야	빅데이터SW분야	업종분야
서버, 스토리지, 네트워크, 운영체제	플랫폼, 소프트웨어	제조, 서비스, 의료, 공공, 보안, 금융, 통신, 서비스

나. 경쟁환경

- IDC는 세계 빅데이터 시장을 Infrastructure, SW, Services로 구분하고 전체 시장 규모가 2010년 45억 달러에서 2016년 238억 달러에 이를 것으로 예측함. 그 중 SW부문은 2010년 11억 달러에서 년 평균31.5% 성장을 통해 2016년 60억 달러에 이를 것으로 전망하고 있음



[IDC 세계 빅데이터 SW 시장 성장 전망]

□ Major 기업들은 빅데이터 플랫폼 제공을 위하여 제품개발 및 인수합병을 추진 중임

- 기업들이 단기간에 빅데이터 역량을 취득하고 강화할 수 있는 방법은 기업을 인수합병하는 방법임. 최근 글로벌 기업들이 빅데이터 관련하여 인수하는 기업 또는 제품군을 통하여 글로벌 기업들이 향후 성장할 것으로 예상하고 진출하는 영역을 알 수 있음
- IBM은 지속적인 투자 및 전략적 합병을 통해 빅데이터 시장을 공략하고 있음. 2011년 빅데이터 분석 솔루션 및 서비스 분야 R&D에 1억 달러의 투자할 것을 밝혔고, 지난 5년 동안 160억 달러 이상을 투자해 빅데이터 분석 관련 30여개의 업체를 인수하였음
- Oracle은 기존의 전통적인 엔터프라이즈 데이터 아키텍처에 빅데이터 툴을 통합함으로써 비즈니스 가치를 찾을 수 있도록 제품 포트폴리오를 구성하는 전략을 추구하고 있음
- EMC는 Greenplum, Isilon 등 빅데이터 관련 솔루션 업체를 인수를 시작으로 빅데이터 시장에서의 입지를 강화하기 위해 지속적으로 관련 업체를 인수할 계획을 가지고 있음

[제품분류별 경쟁자]

인수기업	시 점	대상기업 및 솔루션	영역	세부 분야
IBM	2010.09	Netezza	Information Management	DW Appliance & Analytics
	2011.08	i2 Limited	Analytics & Discovery	Analytics for crime & fraud prevention
	2012.05	Vivisimo	Analytics & Discovery	Enterprise Search SW
	2012.05	Varicent	Application	Sales Performance Analytics
	2012.06	Tealeaf Technology	Application	Smarter Commerce Analytics SW
	2013.10	The Now Factory	Application	Mobile Networks Analytics
Oracle	2011.10	Endeca	Analytics & Discovery	Information Discovery
HP	2011.03	Vertica	Analytics & Discovery	BI, real-time analytics
	2011.10	Autonomy	Analytics & Discovery	Pattern matching technology
Teradata	2011.03	Asterdata	Information Management	MapReduce based analytics
	2012.05	eCircle	Application	Marketing Analytics
EMC	2010.07	Greenplum	Information Management	DW Appliance
	2012.03	Pivotal Labs	Information Management	Analytic Application Development Framework

대부분의 기업들은 현재 빅데이터의 도입 단계에 있음

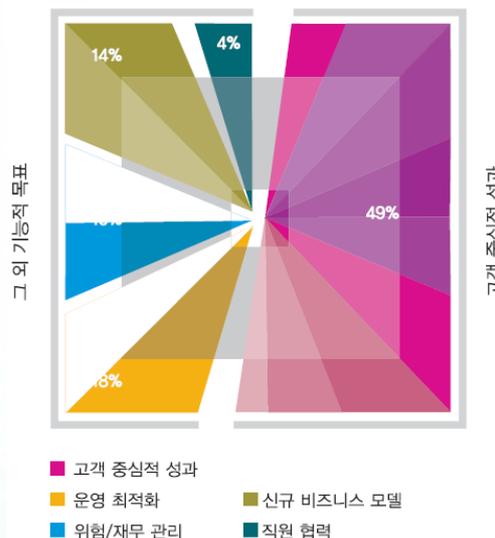
- 대중매체의 보도에는 일부 과장된 면도 없지 않지만, 기업들이 현재 빅데이터의 도입 단계에 있다는 사실에는 이견이 없는 편임
- 아직 많은 기업들이 빅데이터의 개념을 이해하는데 집중하는 단계(24%)이거나, 빅데이터와 관련된 로드맵을 작성하고 있는 단계(47%)에 있다고 응답함
- 선도적인 기업에 속하는 28%의 응답자들은 개념증명(Proofs Of Concepts) 단계 혹은 이미 빅데이터 솔루션을 도입하고 있다고 응답함



[빅데이터 활용 단계]

빅데이터 활용은 주로 고객 중심적 목표를 추구하는데 집중되어 있음

- 빅데이터 활용을 통해 추구하는 가장 중요한 목표에 대해서 거의 절반 정도의 기업들은 고객 중심적 목표를 최우선 과제로 생각하고 있음. 고객에 대한 깊은 이해를 바탕으로 모든 분야의 기업들이 기존 고객 및 잠재고객과 상호작용할 수 있는 새로운 방법을 찾고 있음. 이는 최종 소비자 및 일반 대중을 대상으로 하는 산업은 물론이고 비즈니스 파트너 및 공급업자 등과의 B2B 비즈니스 영역에도 적용이 됨



[빅데이터 주요 활용 분야]

□ 고급 분석 기술의 부재가 가치를 끌어내는 데 가장 큰 장애요인

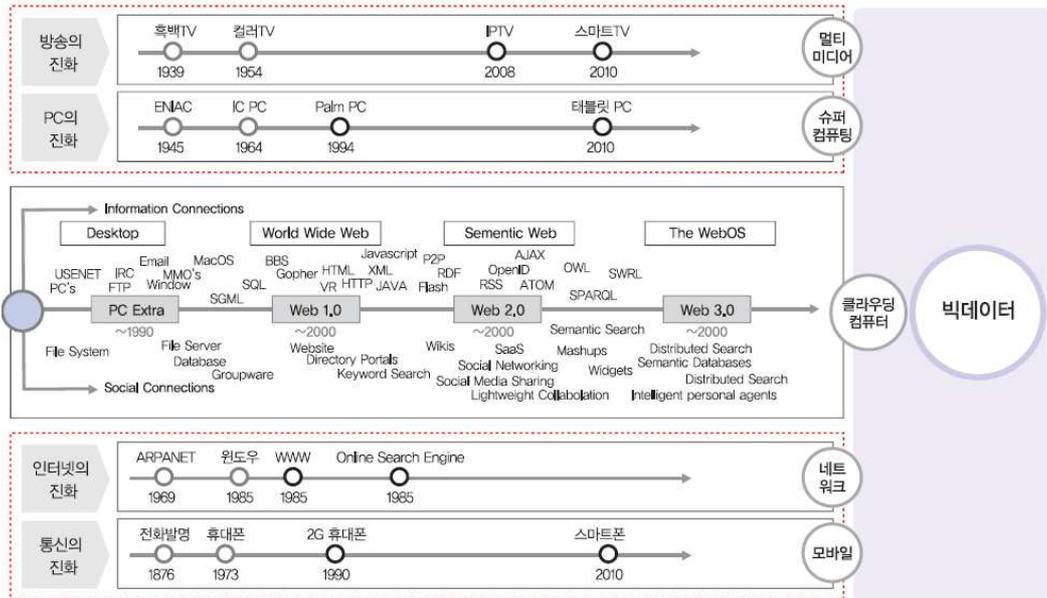
- 현재 대부분의 기업들은 초기 빅데이터 활용의 초점을 정형 데이터 분석에 맞추고 있음. 그러나 많은 기업들이 다양한 데이터 유형을 분석해야 할 필요를 느끼고 있음
- 빅데이터를 활용중인 기업들 중 절반 이상이 콜센터 상담과 같은 자연 상태의 텍스트를 분석할 수 있는 고급기능을 이용하고 있다고 대답함
- 대부분의 기업들은 지리공간적 위치 데이터나 음성, 비디오와 같은 비정형 데이터나 스트리밍 데이터 등을 분석할 능력을 보유하기 위해 지속적인 노력을 기울이고 있음
- 빅데이터를 도입하면 고급 데이터 시각화 기능에 대한 요구가 늘어남. 응답자들은 빅데이터 활용의 71%를 데이터시각화 기술에 의존하고 있다고 대답함
- 빅데이터 활용기업들은 복잡한 데이터 속에서 패턴을 발견하기 위해 최적화 모델, 시뮬레이션 기능 등 점점 더 고급 능력을 원하고 있으며, 이런 고급 기술과 분석 기능을 취득 발전시키는 것이 빅데이터를 활용중인 기업들의 가장 큰 과제가 되고 있음

[제품분류별 경쟁자]

구분	경쟁환경				
기술분류	수집 기술	저장 기술	처리 기술	활용 기술	관리 기술
주요 품목 및 기술	웹/소셜 미디어 데이터수집, 디바이스 데이터수집, 트랜잭션/ 운영/ 웨어하우스데이터 수집	분산 저장 기술, 클라우드 저장 기술, 전통적 데이터 저장 기술	분석 엔진 기술, 이력분석기술, 고급분석기술, 비정형데이터전 처리기술, 애드혹 분석기술	시각화 기술, 애드혹 탐색 기술, 데이터 통합 기술, 메시지 전송 기술, 운영프로세스 연계 기술	데이터 표준 및 품질 관리 기술, 정보 수명 주기 관리 기술, 정보 보안 및 프라이버시 기술
해외기업	Sqoop, Flume, Scribe, Chukwa	Amazon, Redis, Netezza, MongoDB, HBase	Google, Hadoop, Scope, HaLoop, IBM, SAS	SAS, Tibco, Watson, Sqoop, Apache, Oracle, IBM	IBM, Microsoft
국내기업	Daum	없음 (해외 기업 솔루션 의존)	KT 넥스알, 삼성테크윈, 일리시스, GRUTER	없음 (해외 기업 솔루션 의존)	없음 (해외 기업 솔루션 의존)

다. 전후방산업 환경

- 한국정보통신기술협회는 후방산업의 발전으로 인해 방송, PC 인터넷, 통신 각 영역이 멀티미디어, 슈퍼컴퓨팅, 네트워크, 모바일 환경으로 진화하는 흐름과 함께 빅데이터 시대가 열렸다고 보고 있음



[기술발전에 따른 빅데이터 등장배경]

- 구글, 월마트, 코카콜라 등 기업들이 전방 산업 전반에 빅데이터 기술을 각자의 도메인에 적용하여 생산성 증대 및 서비스 품질 향상을 이뤄내고 있음

[국내외 빅데이터 적용 기업]

업체명	주요 내용
Google (IT 서비스)	<ul style="list-style-type: none"> 실시간 자동번역시스템에 빅데이터 도입하여 사람이 미리 번역한 문서를 통계적으로 비교해 자동 번역 시도. 서적 스캐닝 프로젝트에서 수천만 권의 전문 번역 데이터베이스 구축
월마트 (유통)	<ul style="list-style-type: none"> 각 지점의 모바일과 소셜 쇼핑의 특징을 이용한 '월마트랩(Walmartlabs)' 운영 Social Genome은 소셜 미디어를 통해 대규모 데이터를 수집하여 리얼타임으로 해석된 추출된 정보를 이용하여 상품판매를 촉진하는 기법
코카콜라 (식음료)	<ul style="list-style-type: none"> 다양한 소셜 미디어에서 얻어진 데이터를 분석하여 제품 판매에 연관된 의사결정 반영 코카콜라에 비우호적인 정보가 증가하는 국가나 지역을 대상으로 홍보를 강화하는 등 실시간 대응
포스코 (철광)	<ul style="list-style-type: none"> 철광석 가격 예측을 위한 다양한 변수를 고려하여 최적의 구매 시스템 마련 수많은 세부 공정에서 발생하는 온도, 습도 및 압력에 의한 데이터를 분석하여 생산 효율성을 높이는데 이용
SK 텔레콤 (통신)	<ul style="list-style-type: none"> 소셜 네트워크에서의 여론 동향 분석을 통해 기업에 필요한 콘텐츠 제공 효율적인 기업 홍보 및 마케팅 방법으로 발전 또한 마케팅 효과에 대한 정량적인 측정기준 마련

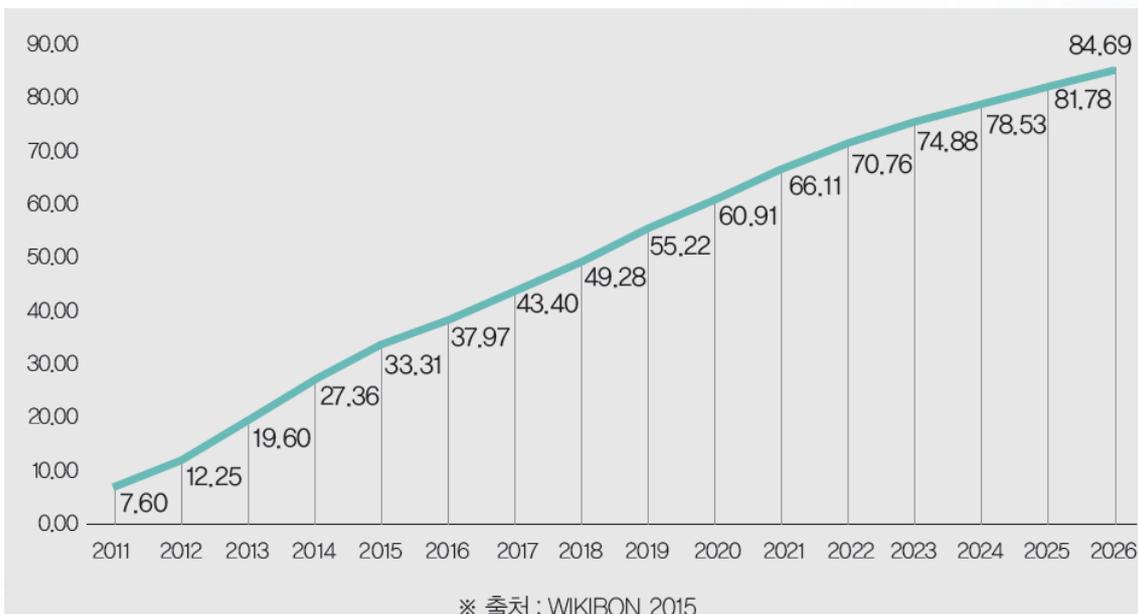
3. 시장환경분석

가. 세계시장

- 맥킨지는 최근 빅데이터 보고서에서 “빅데이터는 민간 부문뿐 아니라 국가경제와 시민들에게 경제적 이익을 제공하는데 핵심적인 역할을 할 수 있는 명확한 증거가 있다”고 언급하고 주요 산업별 정량적 기대효과를 제시함
 - 미국 의료 부문의 잠재적 가치 - 매년 \$300 Billion
 - 소매 부문 운영 마진 증가율 - 60% 이상
 - 유럽의 공공부문 운영 효율증가 - 매년 250 Billion (\$149 Billion)

- Economist는 “데이터는 자본이나 노동력과 거의 동등한 레벨의 경제적 투입 자본으로 비즈니스의 새로운 원자재 역할”을 할 것으로 언급하면서 빅데이터는 비즈니스 트렌드 파악, 질병 예방, 범죄해결 등에 효과를 나타낼 것으로 전망

- 글로벌 빅데이터 시장은 2026년에 846달러를 넘어 설 것으로 예측되고 있으며, 2011년부터 연 평균 17%의 성장세를 보일 것으로 전망됨
 - 특히 2014년에는 39.6%의 성장세를 보인 것으로 나타났으며, 2015년에도 21.7%의 고성장 추세를 이어갈 것으로 전망되고 있고, 2016년 이후에는 연간 15% 내외의 안정적 성장을 보일 것으로 예측



[빅데이터 분야의 세계 시장규모 및 전망]

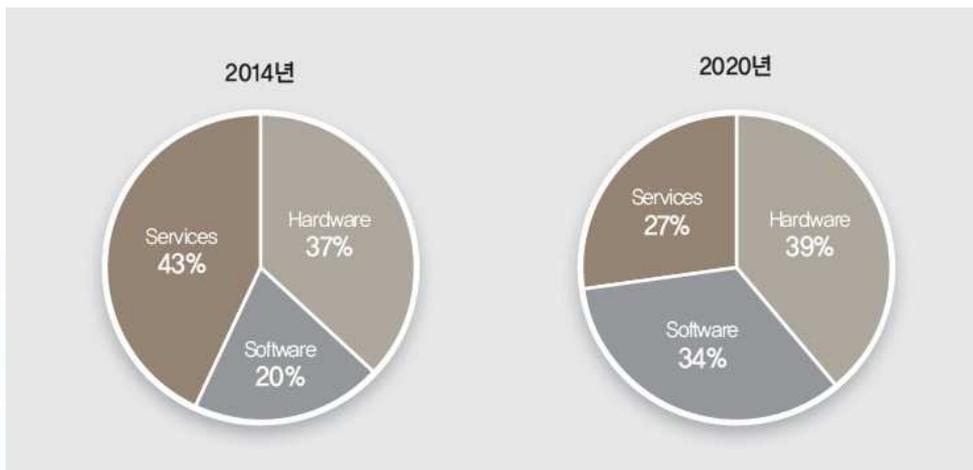
[빅데이터의 세계 시장규모 및 전망]

(단위 : 십억달러, %)

구분	'15	'16	'17	'18	'19	'20	CAGR ('13~'15)
세계시장	33.31	37.97	43.4	49.28	55.22	60.91	30.4%

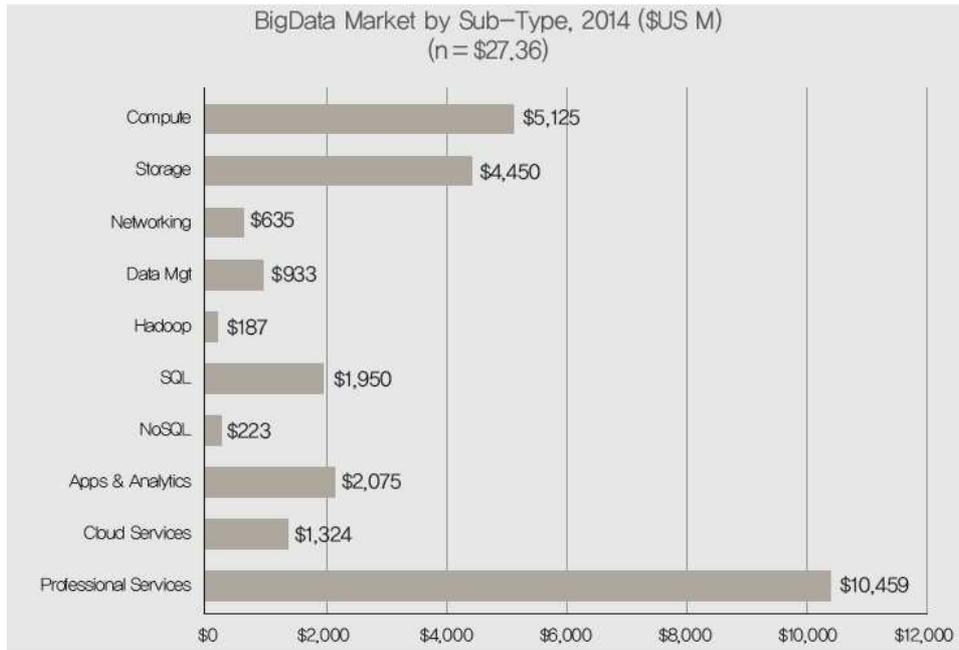
* 자료: 위키본('15.5), "Big Data Market Forecast 2011-2026", Statista, Forecast of Big Data market size, based on revenue, from 2011 to 2026

- 빅데이터 시장의 성장을 견인하는 요인으로는 빅데이터 활용 사례가 확대되고 데이터웨어하우스 시장의 성숙이 이루어졌다는 점과 데이터 거버넌스, 데이터 변환 및 데이터 파이프 라인 생성 기능과 관련한 빅데이터 제품 및 서비스의 지속적인 성능 개선 등이 주로 언급
- 산업별로는 특히 금융 서비스, 소매, 의료 및 통신 산업에서 핵심 전략 과제로 빅데이터 기반 의사 결정 시스템의 증가가 두드러지는 것으로 나타남



[빅데이터 부문별 비중 전망 비교]

- 2014년 부문별 비중에서는 서비스 43%, 하드웨어 37%, 소프트웨어 20%를 점유할 것으로 전망 하였으며, 2020년에는 서비스 27%, 하드웨어 39%, 소프트웨어 34%로 성장할 것으로 전망함



[빅데이터 부문별 규모]

- 2014년 빅데이터 시장 규모 중 단일부문으로는 Professional Service가 43%를 차지하면서 규모가 가장 큰 것으로 파악되었으며, 그 다음으로는 하드웨어 부문(compute, Storage, Networking) 으로 전체 시장 대비 37%를 차지하고 있으며, 금액으로는 101억 달러에 달하고, 데이터 관리부분 은 93만 달러를 차지하고 있음

나. 국내시장

- 국내 빅데이터 시장 규모는 2015년에 약 3천억원에 이를 것으로 예상되며, 세계 빅데이터 시장의 약 1.6%의 비중을 점유할 것으로 전망함
- 2020년에는 약 1조원에 이를 것으로 예상되며, 이런 추세로 빅데이터 시장이 성장할 경우 2020년에는 약 2.6% 비중을 점유할 것으로 전망함

[빅데이터 분야의 국내 시장규모 및 전망]

(단위 : 백만달러)

구분	'16	'17	'18	'19	'20
Servers	2.6	3.3	4.2	5.3	6.8
Storage	43.5	65.3	97.9	146.9	220.3
Networking	18.1	22.7	28.4	35.6	44.6
Software	80.6	99.0	121.7	149.5	183.7
Service	188.0	232.4	287.1	354.8	438.4
합계	332.8	422.7	539.3	692.1	893.8

* 자료 : 2012년 방송통신 산업 통계 연보, ITSTAT, IDC(2012) 자료를 기반으로 KISTI 추정

- 국내 빅데이터 시장규모는 KISTI의 마켓리포트에 의하면 매년 70%대의 고성장을 이룰 것으로 전망됨
- 국내 빅데이터 시장 규모는 2016년 3,300억원을 시작으로 2020년까지 1조원대 규모로 성장할 것이며, 국내 ICT 관련 산업에서 빅데이터가 차지하는 비중 역시 2020년에는 약 2.6%에 이르고, 세계 빅데이터 시장의 약 2%를 점유할 것으로 전망되며 현재 국내에는 SK텔레콤을 포함 센솔로지, 아크원소프트 등 약 14개의 대·중소기업이 빅데이터 솔루션 및 서비스 사업을 추진 중에 있음

[국내 빅데이터 분야의 국내 시장규모 및 전망]

(단위 : 백만달러, %)

구분	'15	'16	'17	'18	'19	'20	CAGR ('13~'15)
국내시장	263.2	332.8	422.7	539.3	692.1	893.8	26.9%

*출처: 한국정보화진흥원('16.2)

- 빅데이터 시장은 연평균 약 25%정도 성장할 것으로 예측되며, 이러한 성장을 견인하는 주요 요인은 공급 측면에서 관련 기술의 발전과 수요 측면에서 빅데이터에 기반한 분석 요구의 확대를 들 수 있음

4. 기술환경분석

가. 기술개발 트렌드

㉠ 비정형 데이터 분석 기술

- 과거부터 진행된 다양한 종류의 비정형 데이터 처리 기술의 확장 또는 연계를 기반으로 비정형 데이터에서 특정 성격의 정보를 추출하는 기술
 - 텍스트분석과 음성분석에 있어 비영어권 언어 및 다국어 지원, 혼합 언어 문서 처리 등에 대한 요구가 많아지고 있음
 - 모바일과 텔레매틱스 인터페이스에 음성인식기술 적용이 확산될 전망이다
 - 비디오 검색은 메타데이터 기반의 단순검색이 아닌, 동영상내 콘텐츠(오디오, 텍스트, 객체 등) 분석을 통한 검색 기술로 발전할 전망이다
 - 단순한 공간정보 제공에서 다양한 정보(SNS, 영상, 센서, 위치 데이터 등)들과의 융합, 가공 및 분석을 통해 새로운 형태의 공간정보를 제공하는 기술로 발전할 전망이다
 - 사물인터넷 산업이 점점 활성화됨에 따라 대용량 실시간 스트림 데이터 분석 기술에 대한 수요가 증가할 것임

㉡ 예측 고도화 및 시각화 기술

- 빅데이터로부터 기계 학습, 통계 분석, 시뮬레이션, 최적화, 시각화 등의 기법을 이용하여 데이터 내에 존재하는 의미있는 정보를 추출하기 위한 기술
 - 단기적으로는 정형데이터를 마이닝하는 위주로 진행되지만, 점차 전문적 분석 기술을 요하는 비정형 데이터로 이동할 전망이다
 - Deep analytics의 필요성이 더욱 증대되며, 분석대상 데이터 소스, 분석기법 (소프트컴퓨팅, 신경망, 유전알고리즘 등)이 다양해짐
 - 데이터량이 증가할수록 대규모 데이터를 직관적으로 표현할 수 있는 시각화 기술 활용이 확대될 것이고, 담당자들의 분석 업무 효율화를 위한 시각화 중심 도구에 대한 요구가 많아질 것임

㉢ 빅데이터 운영 및 관리 기술

- 데이터 자체에 대한 수집, 보안, 운영 등 기능적 관점의 기술로 빅데이터 플랫폼의 효율적·안정적 운영과 관리를 위한 기술
 - 빅데이터 도입이 본격화 되면, 데이터 품질관리, 정보 거버넌스, 메타데이터 관리 등 빅데이터 정보자산 관리가 이슈화될 것임
 - 축적된 빅데이터 자산의 가치 및 위험 평가에 대한 체계와 시스템이 요구될 전망이다

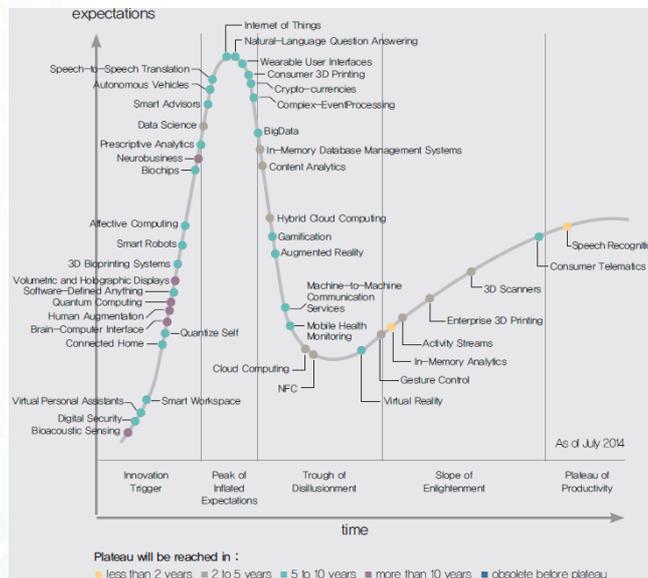
보안 및 개인정보관리에 대한 표준화

- CSA(Cloud Security Alliance TM)는 빅데이터 영역에 있어 보안과 개인 정보보호 관련된 10개 주요 주제 발표
 - 분산환경 프레임워크 하에서의 연산 시 보안 확보
 - NoSQL을 포함한 비관계형 데이터 스토어에 대한 보안 관련 베스트 프랙티스 확보
 - 데이터 저장소와 트랜잭션 로그에 대한 보안 확보
 - 수집된 빅데이터 원본에 대한 유효성 검증방안 및 신뢰성 확보되지 않은 데이터의 배제
 - 실시간 보안 및 컴플라이언스 모니터링 방안 확보
 - 개인정보보호가 보장된 확장 가능하고 구성 가능한 데이터마이닝과 분석 방안 확보
 - 데이터 성격 및 접근권한에 따른 암호화 및 보안이 유지된 통신방안 확보
 - 더욱 세분화된 접근제어방안 확보
 - 더욱 세분화된 보안감시 및 분석방안 확보
 - 데이터 생성 및 변경이력에 대한 보안관점 분석 및 해석방안 확보

나. 주요업체별 기술개발동향

(1) 해외업체동향

- 가트너의 하이프 사이클에 의하면, 빅데이터는 2013년에 과잉 기대의 정점 (Peak of Inflated Expectations) 단계였으며, 2014년부터 실망기 (Trough of disillusionment) 시기를 지나 2020년에 는 비즈니스 운영의 기본적인 요소로 자리 잡을 것으로 예상



[Gartner Hype Cycle for BigData, 2014]

- SCM World-MESA International Survey, 2014년 조사에 의하면 제조 산업의 효율성을 제공하는 임팩트가 가장 큰 기술분야로 빅데이터 분석을 1순위로 선정

[해외 빅데이터 주요연구개발 동향]

구분	연구개발 주요 동향
텍스트 분석/음성 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 구글은 빅데이터 기반 대용량 분산 언어 모델링 기술 방식을 바탕으로 서비스를 제공하고, 이를 통해 얻은 빅데이터를 이용하여 음성인식 성능을 점진적으로 개선할 수 있는 선순환적 구조를 구축함. 2019년경에는 거의 사람이 수행하는 정도의 수준으로 발전시킬 계획임
영상분석	<ul style="list-style-type: none"> • 영상인식기술은 ObjectVideo, iOmni-Scient, AgentVi, Bosch 등 해외 업체들이 절대 강세를 보이고 있으며, 물체와 상황 인지 및 추적 기술 개발이 활발히 진행중임
공간분석	<ul style="list-style-type: none"> • 미국을 중심으로 한 세계 각국의 공공 데이터 개방이 있고, 구글, 야후 그리고 트위터 등 기업들과 연구기관 및 정부기관에서 다양한 플랫폼과 시스템을 구축하여 국민들에게 서비스 중임
스트림 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 스트림 데이터 모델링이나 Stream OLAP, 빈발패턴 분석, 스트림 분류 등의 기법들이 주로 연구되어지고 있으며, 스트림 분석 플랫폼을 활용하여 응용프로그램이 구현되고 있음 • 스트림 분석 플랫폼으로는 Oracle, MicroSoft, IBM, Streambase 등의 외산 상용 솔루션이 주를 이루고 있으며, 데이터 스트림 마이닝을 위한 오픈 소스 SW인 RapidMiner, MOA도 있음
고급 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 다양한 정보를 활용한 예측분석 연구를 수행하고 있으며, 사회 / 경제적 위험 요소에 대한 예측과 소셜미디어의 여론 동향 분석이 비교적 용이한 선거 결과 분석 및 예측에 많은 연구가 진행되고 있음 • 해외업체들이 예측분석 솔루션 분야에서 강세를 보이고 있으며, 특히 IBM, SAS는 포레스터가 선정한 가장 경쟁력 있는 솔루션 업체임
시각화 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 데이터 시각화 기술은 아직 초기 단계이며, 기업들이 데이터 사용과 축적을 전략적으로 추진함에 따라 점점 주목받고 있는 기술 분야임 • IBM, SAS, SAP, 오라클 등 대형 IT 기업들과 타블로나 스팟파이어 등 시각화 전문 업체들이 솔루션을 출시함
빅데이터 운영 및 관리기술	<ul style="list-style-type: none"> • 대부분 국가는 현재 빅데이터에서의 개인정보보호를 위한 법제가 마련되지 않은 상태이며, EU에서는 새로운 규정에 프로파일링에 관한 내용을 포함하고 있음.

(2) 국내업체동향

- 국내 연구개발은 공공기관 및 대기업 위주로 진행이 되고 있으며, 각 분석기술의 단계는 초기 단계에 머물러 있어서 향후 빅데이터 시장의 선도를 위해선 집중 투자가 필요함

[국내 빅데이터 주요연구개발 동향]

구분	연구개발 주요 동향
텍스트 분석/음성 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 한국전자통신연구원에서 웹데이터 및 대규모 코퍼스로부터 반자동으로 언어 분석에 필요한 지식 추출 방법을 개발하여 기술문서 자동번역 시스템에 탑재함 • 다양한 산업분야에 텍스트 마이닝을 활용하는 연구가 진행 중이며, 평판분석, 감성분석 등 소셜미디어를 대상으로 하는 기술 개발이 활발히 진행되고 있음
영상분석	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 지능형 영상인식기술은 시작단계이며, 적극적인 기술개발 지원이 필요함
공간분석	<ul style="list-style-type: none"> • 다음, NHN, 솔트룩스, SK 텔레콤, KT 클라우드웨어 등과 같은 업체들이 자체 관련 기술들을 개발하여 공간 빅데이터 서비스를 제공하고 있지만 공간 빅데이터 시장에서 전문 인력 및 연구 역량을 체계적으로 확보하고 있지 않아 관련 연구는 아직 초기 단계에 머물러 있음
스트림 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 대학이나 국가 연구소 중심의 연구가 이루어지고 있으나, 국내 기업의 스트림 분석 기술 연구는 활발하지 않음 • 한국전자통신연구원에서 2010년부터 클러스터 시스템을 기반으로 폭증하는 데이터 스트림을 실시간으로 처리하는 iFlow를 연구개발 중임
고급 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 주로 비즈니스 인텔리전스(BI) 솔루션들을 중심으로 정형적 데이터 또는 수치 데이터를 이용한 데이터 분석이 주를 이루며, 일부 연구 기관에서 전문가의 예측을 지원하는 도구개발을 시도하고 있지만 국외 기술에 비해 시작 단계이고 수작업 의존도가 높음 • 국내에서는 주로 수치 데이터를 이용한 예측분석이 주를 이루며, 비정형적 데이터에서 정보를 추출한 예측연구는 시작단계임
시각화 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 빅데이터 저장 처리 및 분석 도구 위주로 기술개발이 진행되는 단계이며, Data Visualization/Infographics에 대한 중요성이 두드러지지 않음 • 인포그래픽 분야에서 주로 다루어지고 있으며, 데이터 마이닝 작업에 기초한 정보 전달보다는 메시지 전달을 위한 시각 표현 위주의 작업이 이루어지고 있음
빅데이터 운영 및 관리기술	<ul style="list-style-type: none"> • 빅데이터에 대한 개인정보보호나 데이터 품질관리에 대한 법제와 가이드라인에 대한 연구는 진행 중임

다. 기술인프라 현황

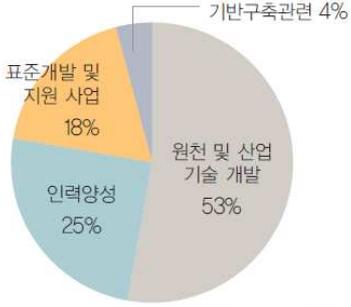
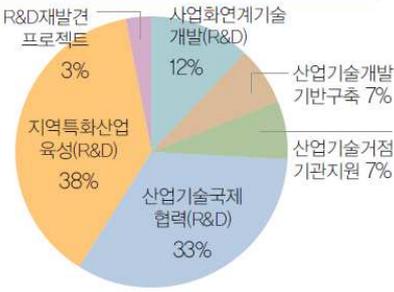
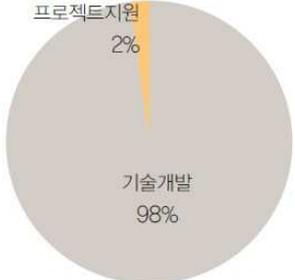
- 2012년 11월 국가정보화전략위원회와 관계부처가 협의하여 스마트 국가 구현을 위한 빅데이터 마스터플랜을 수립
 - 6개 분야에서 대상과제 16개를 제시하였고 유용성을 고려하여 3개 과제를 2013년도에 우선 추진한 후 2017년도까지 단계적 활용계획을 수립
 - 6개 분야는 사회안전, 국민복지, 국가경제, 국가 인프라, 산업지원, 과학기술이며, 대상과제별 로 주관부처를 선정
 - ‘산업지원’ 부문에 속해 있는 제조분야 대상과제는 ‘제조공정 실시간 장애 예측을 통한 생산 효율 고도화’이며, 제조 장비 공정에 소요되는 부품별 상태 정보를 수집 분석하여 고장 장애 예측 및 선제적 예방으로 중단시간 최소화 및 운영비용을 절감하는 것과 중장비 시설이나 첨단 제품 생산 설비 운영에 있어 발생하는 데이터에 대한 수집 분석 예측으로 장애예측 및 생산 효율 고도화하는 것을 목적으로 함
 - 미국, 유럽 등 주요국에 비교하여 시기적으로 다소 늦게 도입되었으나, 정부가 빅데이터의 중요성을 인식하고 범부처가 참여하여 해외 선진국의 빅데이터 관련 정책을 벤치마킹 한 뒤 다양한 정책 방안을 제시

[빅데이터 마스터플랜의 빅데이터 대상과제]

분야	빅데이터 대상 과제	주관부처
사회안전	범죄발생 장소, 시간 예측을 통한 범죄발생 최소화 [우선추진]	경찰청, 행안부, 법무부, 검찰청
	예측기반의 자연재해 조기 감지 대응 [우선추진]	방재청, 경찰청, 기상청, 행안부
	음란물 유통차단을 통한 건강한 인터넷문화 조성	방통위, 행안부, 경찰청, 여가부
국민복지	민원 데이터 분석을 통한 정책의 환류 시스템 마련	권익위, 각부처, 지자체
	복지 수요 · 공급 매칭을 통한 맞춤형 서비스 제공	복지부, 노동부, 지자체, 국세청
	일자리 현황 분석, 예측으로 고용정책 수립 지원	노동부, 중기청, 교과부
국가경제	과세 데이터 분석으로 탈세방지 및 국가 재정 확충 지원	국세청, 기재부
	다양한 경제관련 데이터 분석 기반의 경제정책 수립 지원	기재부, 지경부
국가 인프라	주민참여형 교통사고 감소체계 구축 [우선추진]	경찰청, 국토부, 지자체
	실시간 네트워크시스템 재난 관리 및 대응체계 마련	방통위, 행안부
산업지원	자영업자 창업 실패 예방 지원	중기청, 노동부, 지경부, 지자체
	제조공정 실시간 장애 예측을 통한 생산효율 고도화	산업부, 교과부
	수급 전망에 기반한 농수산물 생산 관리	농림부, 기상청
과학기술	국가 기후 위험요소에 대한 선제적 대응 체계 구축	기상청, 국토부, 산림청
	유전자, 의료 데이터 분석을 통한 국민 건강 증진	교과부, 복지부, 지경부, 식약청
	위성영상 데이터 분석 및 활용을 통한 재난 대응	교과부, 기상청, 국토부

- 관계부처 합동으로 발표한 「제조업 혁신 3.0 전략」실행대책에서 4대 추진방향 및 13대 세부 추진과제를 선정 ① 스마트팩토리 보급·확산 ② 8대 스마트 제조기술 개발 과제를 통해 공정 내 빅데이터 기반 품질 분석 예측 시스템 구축 및 빅데이터 기술개발을 통한 공정적용 목표를 달성하기 위한 지원정책 방향을 정립
- 사업화·인력양성을 지원하는 빅데이터 분석활용센터 운영(2013. 10월, 미래부)
 - 기술력과 아이디어는 있으나 인프라(서버, 분석솔루션 등)가 부족한 중소기업·대학 등에 테스트 기반 제공 및 사업화 지원
- 국내 기술수준 시장규모 등을 고려해 분산 병렬처리 기술, 개인정보보호 기술 등 7대 유망 원천 기술의 선정 및 개발
- 데이터과학자 1천명 등 수준별 전문인력 5천명 양성(~2017년) 계획을 수립함
 - 수요조사를 거쳐 희망 대학에 석사급 프로그램 및 관련 교과목 지원

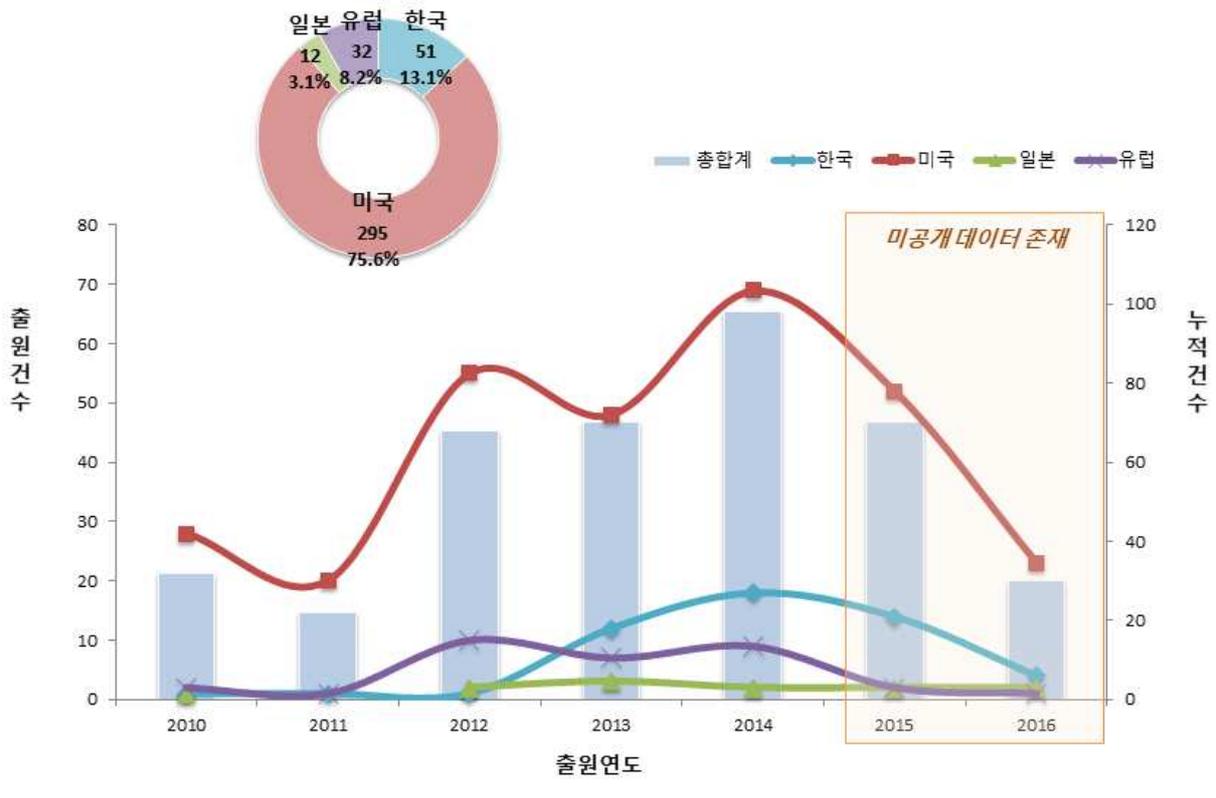
[정부부처 투자 동향]

분류	투자 방향	'13 ~ '15년 기술별 투자비중
 미래창조과학부	· 미래부는 빅데이터산업 원천기술개발, 글로벌 전문기술 개발, 전문인력양성, 산업 표준 개발 및 기반조성 사업 등에 지원 중	
 산업통상자원부	· 산업부는 클라우드의 제조업 융복합화를 추진하여 크게 사업화연계 기술개발 및 국제협력 기술개발, 지역 및 광역산업육성 기술개발 측면에서 지원 중	
 중소기업청	· 중소기업청은 기업의 기술혁신 및 창업성장 측면에서 클라우드 기술의 상용화 기술개발을 지원 중	

라. 특허동향 분석

(1) 연도별 출원동향

- 스마트 제조 빅데이터 분석 시스템 기술의 지난 7년('10~'16) 간 출원동향²⁰⁾을 살펴보면 연도별로 출원경향이 꾸준히 증가하고 있어 지속적으로 스마트 제조 빅데이터 분석 시스템 기술 관련 기술개발 활발
 - 각 국가별로 살펴보면 미국 출원경향은 감소-증가를 반복하지만 전반적으로 우상향 추세, 일본과 유럽은 유지하는 경향을 보이고 있으며, 한국은 출원 증가 추세
- 국가별 출원비중을 살펴보면 미국이 75.6%로 최대 출원국으로 스마트 제조 빅데이터 분석 시스템 기술을 주도하고 있는 것으로 나타났으며, 한국이 13.1%로 미국 다음으로 많은 특허를 출원하였고 유럽 8.2%, 일본 3.1%의 출원비중을 보이고 있음



[스마트 제조 빅데이터 분석 시스템 기술 분야 연도별 출원동향]

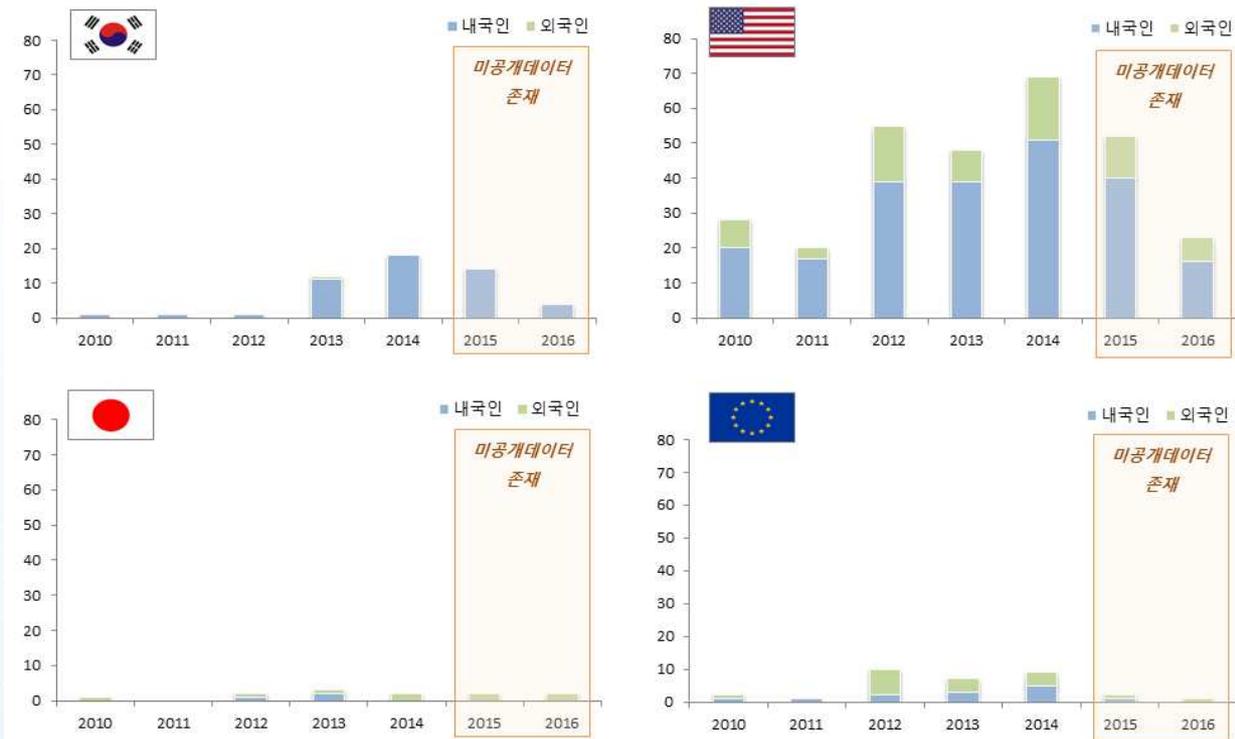
20) 특허출원 후 1년 6개월이 경과하여야 공개되는 특허제도의 특성상 실제 출원이 이루어졌으나 아직 공개되지 않은 미공개데이터가 존재하여 2015, 2016년 데이터가 적게 나타나는 것에 대하여 유의해야 함

(2) 국가별 출원현황

- 한국의 출원현황을 살펴보면 증가 추세가 유지되는 경향을 보이고 있으며, 외국인의 출원은 낮은 비중을 유지
 - 외국인의 출원이 낮은 비중을 유지하고 있는 이유를 살펴보면 스마트 제조 빅데이터 분석 시스템 기술의 국내 시장에 대한 외국인의 선호도가 높지 않은 것으로 추정

- 미국의 출원현황은 감소-증가가 반복되나 전반적으로 증가하는 경향을 보이고 있으며, 외국인 출원 비중이 일정하게 유지되고 있는 것으로 보아 미국 시장에 대한 외국인의 관심도 역시 꾸준한 것으로 추정

- 일본과 유럽의 출원현황은 지속적으로 유지되고 있는 추세를 보이고 있으며, 출원인 대부분이 외국인으로 일본과 유럽은 자국인의 출원이 미미



[국가별 출원현황]

(3) 투입기술 및 융합성 분석

- 스마트 제조 빅데이터 분석 시스템 기술 분야의 투입기술을 확인하기 위하여 특허분류코드인 IPC Code²¹⁾를 통하여 살펴본 결과 스마트 제조 빅데이터 분석 시스템 기술 분야의 가장 높은 IPC는 G06F 기술분야가 178건으로 가장 많이 차지하고 있으며, 이어서 G06Q가 53건, H04L이 36건으로 다수를 차지
- 이외에 G06N 18건, G06K 11건, G05B 10건, G01N 9건, A61B 7건, G01R 7건, H04W 7건 6건 순으로 기술이 투입되어 있어 스마트 제조 빅데이터 분석 시스템 기술 분야에 다양한 기술이 융합되어 존재
- 더불어 해당 IPC의 특허인용수명을 살펴보면 G01N 기술분야의 수명이 9년으로 가장 긴 것으로 나타났으며, G06N 기술분야는 4년으로 가장 짧은 것으로 분석

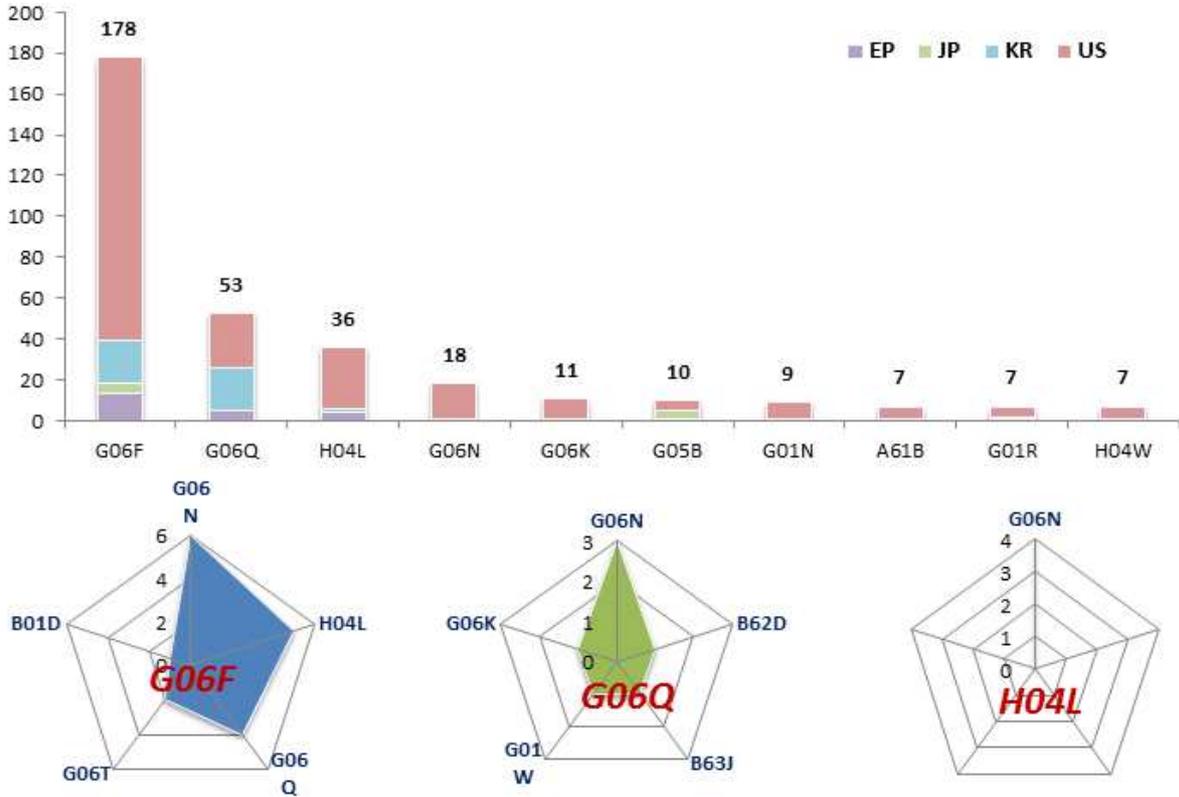
[스마트 제조 빅데이터 분석 시스템 기술 분야 상위 투입기술]

IPC	기술내용	특허인용수명(TCT) ²²⁾
G06F	전기에 의한 디지털 데이터처리	6년
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	4년
H04L	디지털 정보의 전송	6년
G06N	특정 계산모델 방식의 컴퓨터시스템	4년
G06K	데이터의 인식; 데이터의 표시; 기록매체; 기록매체의 취급	7년
G05B	제어계 또는 조정계 일반; 이와 같은 계의 기능요소; 이와 같은 계 또는 요소의 감시 또는 시험장치	6년
G01N	재료의 화학적 또는 물리적 성질의 검출에 의한 재료의 조사 또는 분석	9년
A61B	진단; 수술; 개인 식별	9년
G01R	전기변량의 측정; 자기변량의 측정	7년
H04W	무선통신네트워크	4년

21) 전세계적으로 통용되고 있는 국제특허분류(IPC: International Patent Classification)를 통해 특허정보 기술분야에서 공지기술을 조사할 수 있으며, 기술 및 권리정보에 용이하게 접근 가능

22) 특허인용수명 지수는 후방인용(Backward Citation)에 기반한 특허인용수명의 평균, Q1, Q2(중앙값), Q3에 대한 통계값을 제시함. 특히 이와 같이 산출된 Q2는 TCT(Technology Cycle Time, 기술순환주기 또는 기술수명주기)라고 부름

- 투입기술이 가장 많은 G06F 분야와 융합이 높게 이루어진 기술은 G06N 분야로 나타났으며, H04L, G06Q 분야와도 융합된 기술의 건수가 높은 것으로 분석
- 이외에 G06Q 분야와 융합된 기술은 G06N 분야와 융합된 기술이 많은 것으로 나타났으며, H04L 분야와 융합된 기술은 G06N 기술로 분석



[스마트 제조 빅데이터 분석 시스템 기술 분야 IPC 기술 및 융합성]

(4) 주요출원인 분석

- 세계 주요출원인을 살펴보면 주로 미국의 출원인이 다수의 특허를 보유하고 있는 것으로 나타났으며, 컴퓨터와 통신 분야의 출원인이 대부분
- 주요 미국 출원인을 살펴보면 International Business Machines, Oracle International, Leidos 등 컴퓨터 기업과 Fisher Rosemount Systems 등 통신기업이 다수 출원을 하고 있는 것으로 나타났으며, 이들 미국 출원인은 주로 미국 본국에 출원건수가 높은 것으로 나타남
- 한국 출원인으로는 한국전자통신연구원이 상위출원인으로 나타나 스마트 제조 빅데이터 분석 시스템 기술 관련 기술을 다수 보유

□ 가장 많은 특허를 보유하고 있는 International Business Machines의 3극 패밀리수는 0건으로 다국적 시장 보다는 자국인 미국 시장을 목표로 출원을 하고 있는 것으로 보이며, 한국전자통신연구원도 0건으로 한국 시장을 목표로 출원을 하고 있는 것으로 추정됨

□ 미국 기업인 Salesforce Com이 확보한 특허의 피인용지수가 10.00으로 가장 높게 나타나 기술의 파급성이 높은 원천기술을 다수 보유하고 있는 것으로 분석됨

[주요 출원인의 출원현황]

주요출원인	국가	주요 IP시장국 (건수 %)					3극 패밀리 수 (건)	피인용 지수	주력기술 분야
		한국	미국	일본	유럽	IP시장국 종합			
International Business Machines	미국		11			미국	0	1.36	작업 네트워크에서 입수된 데이터 분석
		0%	100%	0%	0%				
한국전자통신연구원	한국	4	6		1	미국	0	0.09	빅데이터의 전처리 장치 및 예측 시스템
		36%	55%	0%	9%				
Fisher Rosemount Systems	미국		5	4		미국	0	0.00	공정 제어 시스템에서의 빅데이터
		0%	56%	44%	0%				
EMC	미국		6			미국	0	0.33	빅데이터의 분석 및 모델링
		0%	100%	0%	0%				
Palantir Technologies	미국		4		1	미국	0	3.80	대량의 데이터 조사 시스템 및 방법
		0%	80%	0%	20%				
SAP	독일		3		2	미국	0	0.20	대용량 데이터 분석
		0%	60%	0%	40%				
Oracle International	미국		3		1	미국	0	0.25	지식 집약형 데이터 처리 시스템
		0%	75%	0%	25%				
Leidos	미국		3			미국	0	0.33	클라우드 기반 실시간 빅데이터
		0%	100%	0%	0%				
Salesforce Com	미국		3			미국	0	10.00	대규모 분석 방법 및 시스템
		0%	100%	0%	0%				
Software	독일		2		1	미국	0	0.00	대량의 이종 데이터 세트의 온라인 분석
		0%	67%	0%	33%				

(5) 국내 출원인 동향

- 국내 출원인 동향을 살펴보면 대기업은 포스코아이씨티의 출원건수가 가장 높게 나타났으며, 중소기업에서는 가이온의 출원건수가 높게 나타남
 - 대기업의 주요 출원인은 포스코아이씨티가 있으며, 중소기업의 주요 출원인은 가이온, 소프트온넷 등이 주요 출원인인 것으로 나타남

- 기업 이외의 주요출원인을 살펴보면 한국전자통신연구원, 전자부품연구원 등 연구소/공공기관의 출원이 다수 나타났으며, 대학은 국민대학교, 경희대학교 등의 출원이 높은 것으로 분석됨



[국내 주요출원인의 출원 현황]

5. 중소기업 환경

가. 중소기업 경쟁력

- 스마트 제조 빅데이터 분석 시스템 분야의 중소기업 경쟁력은 기술분류별로 차이가 있으나 자원 모델링/시뮬레이션 기술은 중소기업이 다수 참여하여 시장에서의 역할이 큰 분야로 나타남

[스마트 제조 빅데이터 분석 시스템 분야 중소기업 현황]

기술 분류	주요 기술	대기업	중소기업	중소기업 참여영역	중소기업 참여정도
생산 빅데이터 애널리틱스	생산 현장 데이터 수집/관리 기술 생산 데이터 분석 기술a 분석 결과 정보 가시화 기술 스마트팩토리 에너지 소비를 고려한 생산운영 최적화 기술	KT 넥스알	솔트룩스, 마이즈랩,	실시간 데이터 수집 기술 데이터 연계 및 통합 기술	●
자원 모델링/시뮬레이션	모델링/시뮬레이션 기술 인력/재료/공정/설비 모델링 기술 가상/증강현실 기반 공정데이터 연계형 작업자 지원 기술 프로세스 통합/공정 시뮬레이션 기술	다음소프트 KT 넥스알	구루터	대용량 트랜잭션 데이터 저장 기술 인메모리 저장 기술, 클라우드 서버 기술, 데이터베이스 NoSQL, 데이터 보안 기술	●
예측기반 품질 및 설비 고도화	데이터 분석 기반 품질 고도화 기술 실시간 데이터 기반 품질 및 제품 수명 예측 기술 고장진단 및 예측기반 설비보전 기술 설비자산 건전성 통합관리 및 설비보전 지식화 기술	다음소프트 KT 넥스알	구루터, 사이람, 솔트룩스, 와이즈넷 디지털팩토리, 마이즈랩, 리비, 코난테크놀로지, Zoy Corporation	실시간 처리/분석 기술 네트워크 분석 기술 데이터 시각화 기술 서비스 시각화 기술	●

* 중소기업 참여정도와 점유율은 주요제품 시장에 참여하는 중소기업의 참여규모와 정도(업체수, 비율 등)를 고려하여 5단계로 구분 (낮은 단계: ○, 중간 단계(●, ●, ●) 높은 단계: ●)

나. 중소기업 기술수요

- 스마트 제조 빅데이터 분석 시스템 분야의 중소기업의 기술수요를 파악하기 위하여 중소기업 기술수요조사 및 중소기업청 R&D신청과제(2013~2015년)를 분석한 결과 아래 표의 내용과 같은 수요들이 다수 있는 것으로 분석
 - 스마트 제조 빅데이터 분석 시스템 분야 중소기업은 최근에 기술과 관련된 기술개발에 다수 수요가 있는 것으로 나타났으며, 이는 최근 기술트렌드인 ICT기술과의 융복합 기술에 관심이 높아지고 있는 추세를 반영한 것으로 분석됨

[스마트 제조 빅데이터 분석 시스템 분야 과제신청현황 및 수요조사결과]

전략제품	기술 분류	관심기술
스마트 제조 빅데이터 분석 시스템	생산 빅데이터 애널리틱스	생산 현장 데이터 수집/관리 기술 생산 데이터 분석 기술a 분석 결과 정보 가시화 기술 스마트팩토리 에너지 소비를 고려한 생산운영 최적화 기술
	자원 모델링/시뮬레이션	모델링/시뮬레이션 기술 인력/재료/공정/설비 모델링 기술 가상/증강현실 기반 공정데이터 연계형 작업자 지원 기술 프로세스 통합/공정 시뮬레이션 기술
	예측 기반 품질 및 설비 고도화	데이터 분석 기반 품질 고도화 기술 실시간 데이터 기반 품질 및 제품 수명 예측 기술 고장진단 및 예측기반 설비보전 기술 설비자산 건전성 통합관리 및 설비보전 지식화 기술

다. 중소기업 핵심기술

(1) 데이터 기반 요소기술 발굴

- 스마트 제조 빅데이터 분석 시스템의 특허 및 논문데이터 검색을 통해 도출된 유효데이터를 대상으로 데이터마이닝 기법(Scientometrics 기법)을 통해 클러스터링된 키워드의 연관성을 바탕으로 요소기술 후보군을 도출
 - 스마트 제조 빅데이터 분석 시스템의 특허 및 논문 유효데이터를 기반으로 키워드 클러스터링을 통하여 10개의 요소기술 후보군을 도출
 - 제품별 dataset 구축 : 스마트 제조 빅데이터 분석 시스템 관련 특허/논문 데이터를 추출하여 노이즈 제거 후 제품별 dataset 구축
 - 1차 클러스터링 : 키워드 맵을 통한 고빈도 키워드 확인-빈도수(tf-idf)²³⁾가 상위 30%에 해당하는 키워드를 대상으로 1차 추출
 - 2차 클러스터링 : 1차 클러스터링에서 추출된 고빈도 키워드 사이에서 고연관도 키워드를 2차 추출 (고연관도 기준은 연관도수치²⁴⁾가 2이상인 클러스터로 제한)

- 다음 그림은 키워드 간 연관네트워크를 시각화한 것으로, 각 키워드를 나타내는 원과 키워드 간의 연관도를 나타내는 직선으로 구성
 - 각 키워드가 특허와 논문 중 어느 데이터에서 도출되었는지 원의 색으로 구분하였으며, 키워드로 도출된 클러스터는 황색음영으로 표시
 - 키워드를 나타내는 원은 고빈도의 키워드일수록 원의 크기가 크게 표현되며, 연관도를 나타내는 선은 키워드 사이의 연관도수치가 높을수록 굵게 표현

- 스마트 제조 빅데이터 분석 시스템 전략제품의 특허·논문 유효데이터에 대하여 키워드 클러스터링 결과를 기반으로 요소기술 도출

- 데이터 기반의 요소기술 도출은 키워드 클러스터링을 통해 도출된 요소기술에 대하여 전문가의 검증 및 조정을 통하여 요소기술을 도출

23) 빈도수(tf-idf) : 각 키워드가 출현되는 특허 또는 논문수를 의미

24) 연관도수치: 두 개 이상의 키워드 사이의 특허 또는 논문수를 의미

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
			WORLDWIDE LOCATIONS AND SOCIAL NETWORKING 3. Process and Framework For Facilitating Data Sharing Using a Distributed Hypergraph
클러스터 04	power consumption	4~6	1. ADJUSTMENT OF EXECUTION OF TASKS 2. FORECAST FOR DEMAND OF ENERGY 3. RUNTIME CONFIGURABLE ARITHMETIC AND LOGIC CELL
클러스터 05	real time, high performance	4~5	1. DATA PROCESSING SYSTEM AND METHODS 2. SYSTEM AND METHOD FOR PROVIDING EDUCATIONAL RELATED SOCIAL/GEO/PROMO LINK PROMOTIONAL DATA SETS FOR END USER DISPLAY OF INTERACTIVE AD LINKS, PROMOTIONS AND SALE OF PRODUCTS, GOODS, AND/OR SERVICES INTEGRATED WITH 3D SPATIAL GEOMAPPING, COMPANY AND LOCAL INFORMATION FOR SELECTED WORLDWIDE LOCATIONS AND SOCIAL NETWORKING 3. SYSTEMS AND METHODS FOR DATA MINING AND MODELING
클러스터 06	software application	5~7	1. SYSTEM AND METHOD FOR COLLECTION AND DISTRIBUTION OF MEDICAL INFORMATION 2. Green Software Applications
클러스터 07	event processing	4~5	1. DATA ACCELERATION 2. METHOD AND SYSTEM FOR CONTINUOUS QUERY PROCESSING 3. Systems and/or methods for statistical online analysis of large and potentially heterogeneous data sets
클러스터 08	large number	5~6	1. Using hash signatures of DOM objects to identify website similarity 2. CORONA AVOIDANCE ELECTRIC POWER LINE MONITORING, COMMUNICATION AND RESPONSE SYSTEM 3. Method and apparatus for modeling of GNSS pseudorange measurements for interpolation, extrapolation, reduction of measurement errors, and data compression
클러스터 09	distributed disk	5~7	1. Method And Process For Enabling Distributing Cache Data Sources For Query Processing And Distributed Disk Caching Of Large Data And Analysis Requests 2. A METHOD AND PROCESS FOR ENABLING DISTRIBUTING CACHE DATA SOURCES FOR QUERY PROCESSING AND DISTRIBUTED DISK CACHING OF LARGE DATA AND ANALYSIS REQUESTS
클러스터 10	database query	5~6	1. Methods and systems for optimizing queries in a multi-tenant store 2. DATABASE SYSTEM USING BATCH-ORIENTED COMPUTATION

[스마트 제조 빅데이터 분석 시스템 분야 데이터 기반 요소기술]

No	요소기술명	키워드
요소기술01	생산 데이터 분석 기술	big data, data set
요소기술02	분석 결과 정보 가시화 기술	data, visualization
요소기술03	스마트팩토리 에너지 소비를 고려한 생산운영 최적화 기술	power consumption
요소기술04	모델링/시뮬레이션 기술	storage system
요소기술05	가상/증강현실 기반 공정데이터 연계형 작업자 지원 기술	software application
요소기술07	데이터 분석 기반 품질 고도화 기술	big data, data set
요소기술08	실시간 데이터 기반 품질 및 제품 수명 예측 기술	real time, high performance

(2) 요소기술 도출

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

[스마트 제조 빅데이터 분석 시스템 분야 요소기술 도출]

분류	요소기술	출처
생산 빅데이터 애널리틱스	생산 현장 데이터 수집/관리 기술	기술/시장 분석, 전문가 추천, 특허/논문 클러스터링
	생산 데이터 분석 기술	기술/시장 분석, 기술수요, 특허/논문 클러스터링, 전문가추천
	분석 결과 정보 가시화 기술	기술/시장 분석, 전문가 추천, 특허/논문 클러스터링
	스마트팩토리 에너지 소비를 고려한 생산운영 최적화 기술	기술/시장 분석, 기술수요, 전문가추천
자원 모델링/ 시뮬레이션	모델링/시뮬레이션 기술	기술수요, 특허/논문 클러스터링
	인력/재료/공정/설비 모델링 기술	기술/시장 분석, 전문가 추천, 특허/논문 클러스터링
	가상/증강현실 기반 공정데이터 연계형 작업자 지원 기술	전문가추천, 특허/논문 클러스터링
	프로세스 통합/공정 시뮬레이션 기술	특허/논문 클러스터링, 전문가추천
예측 기반 품질 및 설비 고도화	데이터 분석 기반 품질 고도화 기술	기술수요, 특허/논문 클러스터링
	실시간 데이터 기반 품질 및 제품 수명 예측 기술	기술/시장 분석, 기술수요, 특허/논문 클러스터링
	고장진단 및 예측기반 설비보전 기술	기술/시장 분석, 기술수요, 특허/논문 클러스터링
	설비자산 건전성 통합관리 및 설비보전 지식화 기술	기술수요, 타부처로드맵

(3) 핵심기술 선정

- 확정된 요소기술을 대상으로 산·학·연 전문가로 구성된 핵심기술 선정위원회를 통하여 중소기업에 적합한 핵심기술 선정
- 핵심기술 선정은 기술개발시급성(10), 기술개발파급성(10), 단기개발가능성(10), 중소기업 적합성(10)을 고려하여 평가

[스마트 제조 빅데이터 분석 시스템 분야 핵심기술]

분류	핵심기술	개요
생산 빅데이터 애플리케이션	생산 현장 데이터 수집/관리 기술	IoT 기술을 활용한 설비 장착 Device(PLC, sensor 류)에 대한 안정적 실시간 데이터 수집과 생산 전 과정에서 기기의 유지/보수/관리/제어에 대한 이력 정보 수집 및 관리
	생산 데이터 분석 기술	생산 현장 설비 기본 감시제어 시스템 운용 및 관리를 위한 생산 데이터의 Real-Time 분석(Alarm를 등) 및 사용자 주도 분석(현상분석 및 원인분석)과 시스템 Batch 분석(감시 Point 등급 및 감시 Spec 설정) 수행
	분석 결과 정보 가시화 기술	Real-Time 분석, 사용자 주도 분석, 시스템 Batch 분석을 통해 얻어진 실시간 모니터링 상태 및 생산 현장 데이터 분석 결과에 대한 Visualization과 특정 상황에 대한 시뮬레이션이 가능한 대쉬보드 구현
자원 모델링/ 시뮬레이션	산업네트워크를 고려한 초소형 보안기술	산업용 네트워크를 해킹하는 등의 사이버 공격으로부터 안전한 보호가 필요한데, 이를 보호할 수 있는 시스템 및 보안 프로토콜 기술
예측 기반 품질 및 설비 고도화	데이터 분석 기반 품질 고도화 기술	대규모의 품질 리콜과 설비 이상에 의한 라인 중단에 사전 대응할 수 있도록 설비·공정상태와 연계한 예측기반 품질·설비 고도화 기술
	실시간 데이터 기반 품질 및 제품 수명 예측 기술	대용량 제조 데이터에 대한 분석·마이닝 기술을 바탕으로 공정품질 예측 및 출하 후 제품수명 예측 모델을 개발
	고장진단 및 예측기반 설비보전 기술	설비상태에 대한 실시간 데이터를 바탕으로 설비고장을 진단하고 유지보수하는 보전기술

6. 기술로드맵 기획

가. 스마트 제조 빅데이터 분석 시스템 기술로드맵

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

스마트 제조 빅데이터 분석 시스템의 중소기업형 기술로드맵					
Time Span		2017	2018	2019	최종목표
연도별 목표		국내 빅데이터 시장 진입기반 마련	빅데이터 기반 기술 개발 및 경쟁력 확보	기반 기술 고도화 및 해외시장 진출 초석	기반 기술 고도화와 융합을 통한 미래 빅데이터 선도
빅데이터 분석 시스템 핵심기술	생산 빅데이터 애널리틱스	생산 현장 데이터 수집/관리 기술 생산 데이터 분석 기술 분석 결과 정보 가시화 기술			사이버 물리 제조 시스템 구축
	자원 모델링/시뮬레이션	인적/재료/공정/설비 모델링 기술			모델링/시뮬레이션을 통해 최적화된 공정데이터를 토대로 효율적인 공장 운영 관리 지원
	예측기반 품질 및 설비 고도화	데이터 분석 기반 품질 고도화 기술 실시간 데이터 기반 품질 및 제품 수명 예측 기술 고장진단 및 예측기반 설비보전 기술			품질분석/설비보전 애플리케이션을 통한 생산 제어 및 관리
기술/시장 니즈		에너지 소비 절감, 보다 정확한 고장 예측	개인별 맞춤형 주문생산	ICT기술과 제조업의 융복합화	

나. 연구개발 목표 설정

- 로드맵 기획 절차는 산·학·연 전문가로 구성된 로드맵 기획위원회를 통해 선정된 핵심기술을 대상으로 기술요구사항, 연차별 개발목표, 최종 목표를 도출

[스마트 제조 빅데이터 분석 시스템 분야 핵심기술 연구목표]

분류	핵심기술	기술요구사항	연차별 개발목표			최종목표
			1차년도	2차년도	3차년도	
생산 빅데이터 애널리틱스	생산 현장 데이터 수집 / 관리 기술	데이터 정확도	90%	100%	-	생산운영 최적화 기술 개발을 통한 생산효율증대
	생산 데이터 분석 기술	분석률	95%	100%	-	
	분석 결과 정보 가시화 기술	가시화 수준	50%	75%	100%	
자원 모델링/ 시뮬레이션	인력 / 재료 / 공정 / 설비 모델링 기술	향상도	70%	85%	-	모델링/시뮬레이션을 통해 최적화된 공정데이터를 토대로 효율적인 공장 운영 관리 지원
예측기반 품질 및 설비 고도화	데이터 분석 기반 품질 고도화 기술	고도화 수준	90%	100	-	품질분석/ 설비보전 애플리케이션을 통한 생산 제어 및 관리
	실시간 데이터 기반 품질 및 제품 수명 예측 기술	예측 정확도	80%	90%	100%	
	고장진단 및 예측기반 설비 보전 기술	오진율	-	10%	5%	

스마트 제조 홀로그램

정의 및 범위

- 홀로그램(Hologram)은 물체의 표면으로부터 반사되는 빛을 기록했다가 3차원상에서 재구성해 보여주는 실감형 기술
- 홀로그램(Hologram)은 실제 사물을 보는 것과 동일한 입체감과 현실감을 제공해 주는 인간친화형 실감형 콘텐츠 기술로 각광받음
- 홀로그램 기술은 구현방식에 따라 투과형(transmission)과 반사형(reflection) 홀로그램으로 구분할 수 있으며, 이는 홀로그램을 기록할 때 기록방식에 따라 결정

정부지원 정책

- 미래창조과학부는 홀로그램을 ICT 10대 핵심기술로 선정 (ICT R&D 중장기전략, '13. 10월)
- 미래창조과학부는 '14년 8월 제2회 '정보통신 전략위원회'를 통해 정보통신(이하 ICT) 분야의 새로운 성장동력인 홀로그램 산업을 활성화하기 위한 「홀로그램 산업 발전전략」을 확정
- 홀로그램이 차세대 영상기술로 전망되고 있으며, 미래 국가 경쟁을 견인할 새로운 성장 동력으로 기대됨에 따라 정부부처는 '11년부터 홀로그램원천기술에서 상용화 기술까지 적극 지원, 육성하고 있음
- (산업통상자원부) '13년 ~ '15년까지 홀로그램 기술에 총 88억원(정부출연금 66억원, 민간부담금(현금 2억원, 현물 20억원)을 투자 중

중소기업 시장대응전략

강점(Strength)	약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none"> • 세계 최고 수준의 디지털 인프라 • 고화질 디스플레이 제조 역량 • 정부의 홀로그램 육성 전략 	<ul style="list-style-type: none"> • 홀로그램 원천기술 및 산업기술격차 • 홀로그램 개발업체의 부족 • 전문인력 부족
기회(Opportunity)	위협(Threat)
<ul style="list-style-type: none"> • 홀로그램의 높은 성장성과 확장성 • 신기술 수용도 및 동반성장 의지 • 3D 입체 영상의 수요 증가 	<ul style="list-style-type: none"> • 선진국의 홀로그램 투자 급증 • 홀로그램 관련 표준 부재 • 홀로그램 관련 비즈니스 모델 부재

중소기업의 시장대응전략

- R&D투자 확대를 통한 제조분야 전후방 기술개발
- 홀로그램의 글로벌 진출 경쟁력을 확보할 기반 구축
- 스마트 제조기술 시장의 규모 확대를 도모

핵심기술 로드맵

스마트 제조 홀로그램의 중소기업형 기술로드맵

Time Span		2017	2018	2019	최종목표
연도별 목표		홀로그램 프린팅 기술	홀로그래픽 스테레오그램 기술	디지털 홀로그램 기술	디지털 홀로그램 본격화
홀로그램 핵심기술	스마트 검사장비	고분해능 3차원 이미징 기술			스마트 검사장비 제조 시스템 구축
	증강현실 활용	See-Through 홀로그램 AR기기 개발 및 활용 기술 홀로그램 AR 기기 인터페이스 기술			증강현실 활용 인프라 구축
	홀로그램 메뉴얼	홀로그램 프린팅 기술	프린팅 홀로그램 기록 재료 및 저장 기술		홀로그램 메뉴얼 제작 및 보급 시스템 구축
기술/시장 니즈		홀로그램 활용을 통한 제조 활성화 요구 증대	뿌리산업의 홀로그램화		ICT기술과의 융복합화

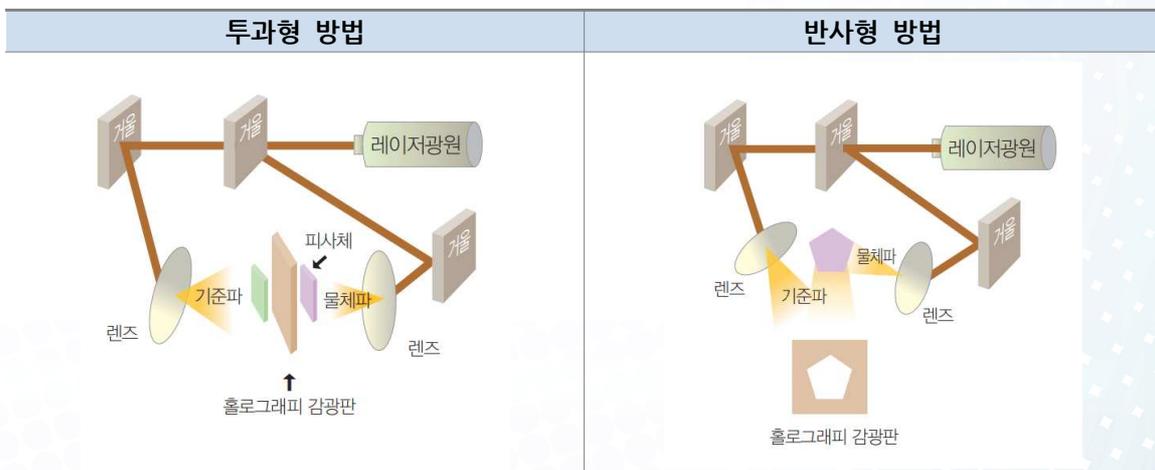
1. 개요

가. 정의 및 필요성

- 홀로그램(Hologram)은 물체로부터 전파해 오는 빛 그 자체를 간섭무늬의 형태로 기록하고 재현하는 기술임
 - 홀로그램은 실사로부터 반사되거나 회절되어 전파되는 빛의 분포를 기록 및 재현하는 기술로 데니스 가버(Denis Garbor)가 1948년에 발표한 논문 ‘A New Microscopic Principle’에서 최초로 구현원리를 설명, 가버는 이 원리로 1971년 노벨물리학상까지 수상함
 - 상용화가 이미 이루어진 3D입체 영상과 상용화 단계에 진입하고 있는 초고화질(Ultra High Definition, UHD) 영상기술을 넘어, 향후 홀로그램으로의 영상기술 진화가 이루어질 전망

- 홀로그램(Hologram)은 실제 사물을 보는 것과 동일한 입체감과 현실감을 제공해 주는 인간친화형 실감형 콘텐츠 기술로 각광받고 있음
 - 홀로그램은 기존 3D 영상대비 △안경착용 無△시각피로 無△공간왜곡 無등을 지향하는 완전한 입체 영상을 구현하는 기술임
 - 이처럼 불편함 없이 입체감과 현실감을 느낄 수 있다는 점에서 인간의 눈으로 직접 보는 효과를 가장 잘 구현하기 때문에 차세대 미래 실감형 기술로 각광받고 있음

- 홀로그램 기술은 구현방식에 따라 투과형(transmission)과 반사형(reflection) 홀로그램으로 구분할 수 있으며, 이는 홀로그램을 기록할 때 기록방식에 따라 결정됨
 - 투과형 홀로그램은 홀로그램의 뒤에서 빛을 비추어 투과하고 나온 상을 홀로그램의 앞에서 관찰하도록 제작된 것으로 밝고 선명한 색상이 장점임
 - 반사형 홀로그램은 홀로그램의 앞에서 빛을 비추어 반사하여 나온 상을 홀로그램 앞에서 관찰하도록 제작된 것으로 뚜렷한 입체감을 보유함

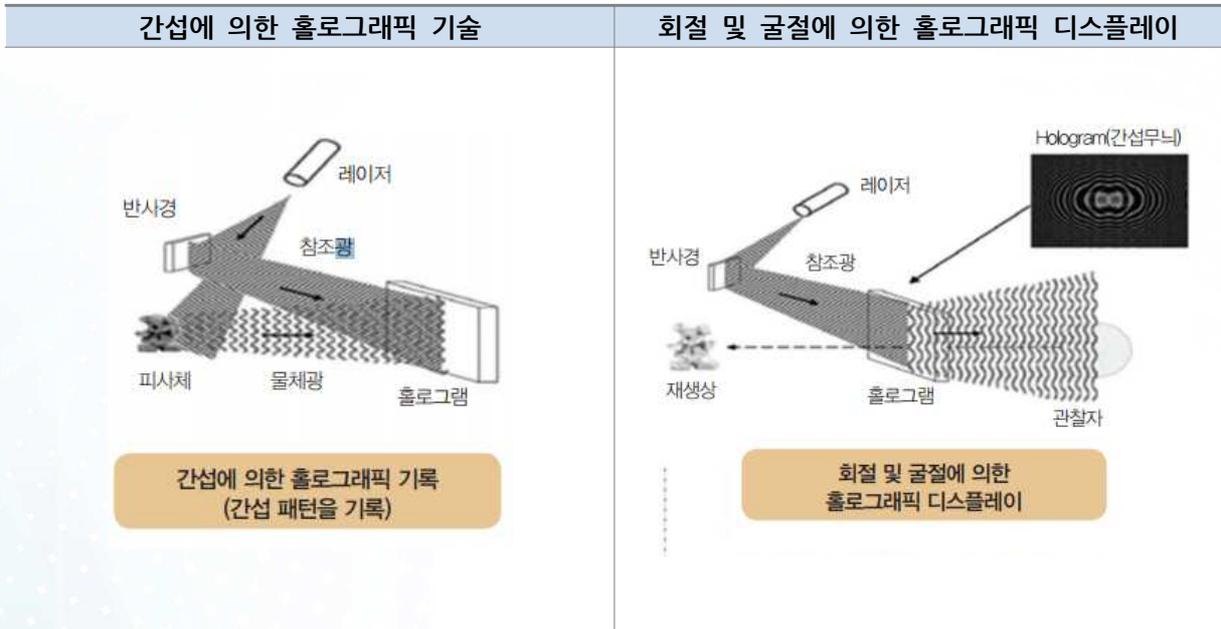


[홀로그램 기술]

- 투과형 방법은 홀로그램의 뒤에서 빛을 비추어 투과하여 나온 상을 홀로그램 앞에서 관찰하도록 제작
 - 제작 시 물체파와 기준파를 같은 방향으로 사진 필름에 노출하여 색이 선명하고 밝음

- 홀로그램의 앞에서 빛을 비추어 반사하여 나온 상을 홀로그램 앞에서 관찰하도록 제작
 - 제작 시 물체파와 기준파의 방향을 감광재료에서 반대 방향에서 입사하여 입체감이 뛰어나

- 홀로그램기술은 빛의 간섭을 기반으로 하여 데이터를 획득·복원·생성하는 기술과 디스플레이 기술로 구성됨
 - 이에 대한 활용은 3차원 객체로부터 반사된 빛과 참조광 간의 간섭을 기록하는 프린지 패턴(간섭 무늬)을 활용하는 분야와 획득된 프린지 패턴을 다시 회절 및 굴절을 시켜서 3차원으로 복원된 객체 영상을 활용하는 분야로 구분됨
 - 프린지 패턴은 어린이용 장난감이나 포장지에 활용되는 무늬의 기록이며, 이를 다시 회절 및 굴절 시켜 3차원으로 복원한 영상은 입체감을 갖는 영상이 됨



[홀로그래피 기술의 원리]

나. 범위

(1) 생성 및 재생 방식 관점

- 홀로그래피 기술을 활용하여 만들어 내는 홀로그램은 생성하고 재생하는 방식에 따라 아날로그 홀로그램, 유사 홀로그램, 디지털 홀로그램 등 크게 3가지로 분류함
 - 아날로그 홀로그램은 사진촬영을 응용하여 광원으로 레이저를 사용하여 촬영한 3차원 영상 이미지 생성 기술을 총칭함
 - 유사 홀로그램은 완전한 홀로그램은 아니지만 초다시점 입체영상을 촬영하여 홀로그램 효과를 만들어 내는 기술과 특수한 반투과형 스크린을 통해서 영상을 투영하여 홀로그램 영상효과를 모방하여 내도 록하는 기술을 말함(슈도 홀로그램, Pseudo Hologram)
 - 디지털 홀로그램은 CCD 카메라나 CMOS 센서 등의 이미지센서로 촬영한 3차원 디지털 데이터를 획득하여 홀로그램을 생성하고, 저장과 처리 및 편집이 가능한 형태인 디지털 홀로그래피 기술을 적용하 여 입체적으로 제작한 기술을 말함

[생성 및 재생 방식 관점 기술범위]

전략제품	생성 및 재생 방식	세부기술
홀로그램	아날로그 홀로그램	<ul style="list-style-type: none"> • 필름을 사용하여 실물을 입체 영상으로 구현 기술 • 홀로그램 필름, 광원 및 광학소자 기술 등
	유사 홀로그램	<ul style="list-style-type: none"> • 반투과형 스크린 투영 영상 기술 • 초다시점 입체 영상으로 홀로그램 효과 구현 기술 • 반투과형 스크린 투영 영상 및 초다시점 콘텐츠 획득·생성·전송·재현 기술
	디지털 홀로그램	<ul style="list-style-type: none"> • 사물로부터 반사된 빛을 디지털화된 기록 및 재현을 통해 현실감을 제공 하는 실감기술 • 디지털 홀로그램 획득·생성·전송·재현 기술

(2) 물리적 원리 관점

- 홀로그램 기술은 빛의 간섭을 기반으로 피사체에 대한 정보의 획득, 복원, 기술과 빛의 회절 및 굴절을 통한 디스플레이 기술로 구성되어 있으며 이의 응용 및 적용 범위는 매우 넓음
 - 홀로그램 기술의 아날로그 간섭패턴은 제조업분야 정밀기기와 의료 기기에 활용되며 디지털간섭패턴은 수학적 모델 기반 3차원 객체에 대한 간섭패턴을 계산하는 것으로 디스플레이와 보안 등에 활용됨
 - 회절 및 굴절 기술을 활용하는 디스플레이 기술은 정적 디스플레이와 동적 디스플레이로 나눌 수 있는데, 정적 디스플레이 기술은 보안 제품과 홀로그래피 프린터를 활용한 다양한 교육, 문화 그리고 HOE(홀로그래픽 광학소자, Holographic Optical Element) 등에 활용 될 수 있으며, 동적 디스플레이 기술은 홀로그래피 디지털화로 인해 향후 가능해질 분야로 현재 기술개발 단계에 있음

[물리적 원리 관점 기술범위]

전략제품	물리적 원리		세부기술
홀로그램	획득·복원·생성 기술 (빛의 간섭)	아날로그 간섭패턴 (획득·복원)	• 레이저빔 또는 카메라로 직접 객체정보를 획득하고 이로부터 정확한 3차원 객체정보 추출(복원기술) 기술 • 정밀측정기기, 비파괴검사기, 의료기기
		디지털 간섭패턴 (생성기술)	• 수학적 모델기반 3차원 객체에 대한 정확한 간섭패턴 계산 기술 • 홀로그래픽 렌더러(홀로그래픽 디스플레이 및 프린터) 기술
	디스플레이 기술 (회절 및 굴절)	정적 디스플레이	• 홀로그램 기술 매칭에 간섭 패턴을 기술하여 디스플레이 기술 • 보안제품, 홀로그래픽 프린터 기술
		동적 디스플레이	• 공간광변조기(SLM)에 의한 동영상 홀로그램 디스플레이 기술 • 동영상 홀로그래픽 플레이, 홀로그래픽 개인단말 기술

2. 산업환경분석

가. 산업특징 및 구조

(1) 산업의 특징

- 홀로그래프 기술은 다양한 산업에 적용되어 활용되고 있으며, 특히 홀로그래피 기술을 활용하면 레이저빔 또는 카메라를 이용하여 객체 정보를 정밀하게 획득할 수 있어 다양한 스캐너, 산업용 테스트, 설계 등 제조 산업 분야에 적극적으로 활용되고 있음

[홀로그래프 산업 분야]

산업	분야	내용
자동차	설계 계측, 검사	• 자동차/기계 부품의 여러 요소를 입력하여 산출된 시제품의 3차원 입체 영상을 검토하여 보완, 정밀도 등 품질향상, 비용 및 시간 절감 도모
기계, 철강		• 홀로그래픽 산업용 테스트를 통해 기존 CAT 스캔, 엑스레이, 초음파로 검출할 수 없었던 결함 파악 등 비파괴 검사 분야 적용
전자, 통신	H-HUD H-HMD	• 비행기 및 차량용 홀로그래프 HUD 개발을 통한 실시간 주행정보제공 및 안전운행 및 기존 물리적 모니터, 키보드, 마우스에서 벗어난 차세대 UI 개발 • 디스플레이를 통해 이용자에게 3차원 완전 입체 영상을 제공하는 홀로그래피 기기 개발/제공
의료	수술 진단	• 의료용 3D 홀로그래프를 활용하여 수술의 정확도와 효율성을 제고 • 홀로그래프 3차원 영상을 활용한 영상 현미경, 3차원 스캐너 등 의료진단과 약물 발견 등에 활용
문화	기록, 보존, 복원전시	• 미술품, 사적지, 경관 등 역사상 중요한 문화재 또는 자연의 기록 등을 간결하고 정확하게 기록하고 보존 • 관람객의 몰입도 증진을 위해 가상의 전시품을 극사실적인 홀로그래프 재현 기술을 통해 구현/전시
엔터테인먼트	디지털 가상공연	• 기존 공연에 홀로그래피 기술을 이용하여 배경화면 및 전경의 가상 물체를 실사에 영상을 합성하여 관객의 몰입도와 현장성을 극대화 • 현장에 실제 공연자가 공연하는 것처럼 실시간 또는 사전 제작한 영상을 홀로그래프화

- 홀로그래프 산업은 현재 강점과 약점, 기회와 위협을 모두 가지고 있음
 - 강점과 기회요인으로는 국내외적으로 정부와 민간 부문에서 홀로그래프에 관한 관심이 고조되고 있으며, 세계 최고 수준의 3D 디스플레이 기술력을 보유하고 있어 대외경쟁력이 높고 국가적으로 전략적 기술개발을 추진중에 있음
 - 약점과 위협요인으로는 선진국에 비해 홀로그래프 분야 원천기술 및 산업기술격차가 상존하고 있으며, 관련 표준을 아직 정립하지 못한 상태인바 이에 대한 보다 적극적인 표준개발 및 선점전략이 필요함

나. 경쟁환경

- 세계 시장에서 대표적인 홀로그램 전문기업으로는 스위스 3D AG, 미국의 Headwall Photonics, 독일의 JENOPTIK 등이 있음

- 아마존, 마이크로소프트 등 기존 기업들도 시장 선점을 위해 홀로그램 단말 및 실용화 서비스 프로젝트 등을 수행하고 있음
 - 아마존은 2014년 무안경 3D 스마트폰(파이폰) 출시를 발표 했으며, 마이크로소프트는 2012년 홀로그램 터치 디스플레이 '프로젝트 메르메르(Project Vermeer)'에 이어 '15년 H-HMD 기기인 홀로렌즈(Holo-lens)를 선보여 디지털 홀로그램의 성공가능성을 높임

- 해외 기업들은 현재 주목하고 있는 홀로그램 기술은 3D 홀로그램으로 3D 입체영상, 울트라 HD(Ultra HD) 등 진화를 거듭하고 있는 디스플레이 분야의 새로운 차세대 혁신 기술로 각광 받고 있음

- 글로벌 기업들은 홀로그램 시장의 잠재력을 높이 평가 하며, 지속적으로 R&D에 투자하고 있음에 따라, 미국, 일본, 독일 등의 기술 선진국에서 홀로그램 관련 특허를 선점하고 있음
 - 미국은 전체 특허 출원의 40%이상 점유하고 있으며, 일본은 24%, 유럽과 한국이 각각 21%, 14%를 차지하고 있음(KEIT, '11년)
 - 아날로그 및 유사 홀로그램분야에서는 제품 위주의 특허가 출원되고 있으며, 디지털 홀로그램 분야에서는 원천 기술 위주의 특허 출원 중에 있음

- 시장에서 상용화된 3D 홀로그램 기술은 플로팅(Floating)방식의 홀로그램 기술로 360도에서 감상이 가능한 완전한 3D 입체영상을 보여주지는 못하며, 평면에 2차원 영상을 투영하는 유사 홀로그램 기술임

- 초기에는 공연, 전시에 주도적으로 사용되기 시작한 홀로그램은 기술 발전에 따라 제조, 게임, 가상전화, 의료 수술 보조 등 다양한 분야에 활용될 수 있을 것으로 기대됨

- 3D 홀로그램의 구현을 위해 주목받고 있는 홀로그램 기술은 디지털 홀로그램으로 실사영상 및 3차원 객체를 완벽하게 재현할 수 있다는 측면에서 실감 영상의 궁극의 기술로 각광 받고 있으며 다양한 활용 서비스로의 발전이 예측되어 산업적으로 큰 의미가 있음

- 디지털 홀로그래피는 기존 아날로그 홀로그래피와는 달리, 압축/전송이 용이해지며, 동영상의 구현이 가능해지기 때문에 실감 영상의 궁극의 기술로 부상하고 있음
- 2011년부터 정부 주도로 홀로그래픽 단말 및 콘텐츠의 핵심·원천 기술 확보와 홀로그램산업 창출을 위한 연구개발 지원을 하고 있음
- 대기업을 중심으로 디지털 홀로그래픽 패널 및 프린팅 기술 개발이 추진 중이며, 중소기업은 아날로그 홀로그램 및 유사 홀로그램 기술을 활용한 사업 진행하고 있음
- 우리나라는 삼성, LG 등을 중심으로 디지털 홀로그래픽 패널 기술을 추진중이며, 중소기업은 아날로그 홀로그램 및 유사홀로그램 기술을 활용한 사업을 진행하고 있음
 - 삼성은 '15년 미래부가 주관하는 범부처 사업인 '기가코리아' 워크샵을 통해 현재 해상도를 5배 이상 높은 초고해상도 모바일 OLED 패널 양산을 위해 완전입체 디스플레이 기반 기술인 '디지털 홀로그래픽 패널' 기술을 확보하겠다고 밝힘
 - 유사홀로그램 분야에서는 KT가 와이지엔터네인먼트와 손잡고 홀로그램 공연콘텐츠를 개발하여 '14년 K-LIVE에서 '홀로그램 K-Pop 콘서트'를 운영하고 있으며, 2015년 7월 제주도 홀로그램 공연장인 '플레이 케이팝' 공연장을 오픈하여 운영하고 있음

[해외 홀로그램 주요 기업]

업체명	국적	전문 분야
3D AG	스위스	• 홀로그램 인쇄, 보안/인증
API Group PLC	영국	• 홀로그램 인쇄, 패키징, 보안/인증
CFC International	미국	• 홀로그램 인쇄, 패키징, 보안/인증
Headwall Photonics Inc	미국	• 홀로그램 정밀계측장비, 비파괴 분석(농업, 국방, 해양, 환경, 기계 분야 등)
JENOPTIK Microoptics	독일	• GGHs(Computer Generated Holograms), 홀로그램 테스트, 디지털 이미징 등
Holographix LLC	미국	• 홀로그래픽 광학소자(회절격자), 홀로그램용 replicated mirrors/lense, 회절 광학렌즈
Zebra Imaging	미국	• 3D 홀로그래픽 프린트, 3D 스캐너, 3D 홀로그래픽 디스플레이(홀로그램 지도 등)
Holografika	헝가리	• 3D 홀로그래픽 디스플레이(실시간 다시점 상용화 시스템), 홀로그램 SW(3D converter, 홀로그램 렌더러, 홀로그램 플레이어, 뷰어 등)
Leia display Systems	폴란드	• 3D 홀로그래픽 디스플레이, 홀로그램 화상전화 시스템
RealView Imaging LTD	이스라엘	• 의료용 3D 홀로그램 디스플레이 시스템, 심혈관중재 시술기, 3D 진단영상 기기

3. 시장환경분석

가. 세계시장

- 현재 아날로그 홀로그램 기술이 보안, 인증, 인쇄 등 분야에서 다양하게 활용되고 있으며, 최근 유사 홀로그램 시장이 부각되고 있는 상태로 디지털 홀로그램 시장은 태동 단계에 있음
 - 아날로그 홀로그램은 보안/인증, 인쇄/전시, 의료기기/정밀계측장비, 홀로그램 광학소자 등 다양한 분야에 적용되어 성숙단계에 도달함
 - 유사 홀로그램은 최근 공연, 전시 분야에서 반투과형 스크린 투영 영상을 이용한 유사 홀로그램 기술 및 콘텐츠가 활용되면서 주목받고 있는 시장임
 - 디지털 홀로그램은 국내외적으로 3D 콘텐츠의 확산으로 실감영상의 궁극인 홀로그램에 대한 이용자의 니즈(Needs)가 높아지는 등 점차 디지털 홀로그램 산업이 태동하고 있음

- 세계 홀로그램 시장규모는 '15년 기준 약 199억 달러 규모로 형성되어 있으며, '25년 세계 시장은 1,162억 달러로 연평균 약 14% 내외로 지속성장할 것으로 전망됨
 - 현재 세계 홀로그램 시장은 보안/인증, 인쇄/전시, 의료기기/산업장비 등 아날로그 홀로그램이 주도 하고 있는 것으로 나타남
 - 2020년까지, 아날로그 및 유사 홀로그램 시장을 중심으로 관련 기술의 상용화, 제품화 등이 계속 진행될 것으로 예상됨
 - 2020년 이후 디지털 홀로그램 시장이 본격화 되면서 기존 아날로그 및 유사 홀로그램 시장을 점진적으로 대체하면서 성장할 것으로 전망됨
 - 디지털 홀로그램 기술은 테마파크, 광고, 전시, 군사 등의 분야에서 우선 활용될 것으로 전망되며, 중장기 적으로 H-HMD/H-HUD, 웨어러블 디바이스 등의 개인 단말 시장 중심으로 성장이 이루어 질 것으로 예상됨

[세계 홀로그램 분야의 시장규모 및 전망]

(단위 : 백만달러, %)

구분	'15	'16	'17	'18	'19	'20	CAGR ('13~'15)
세계시장	19,923	22,178	24,775	27,748	31,097	34,865	9.5%

*출처: Global Industry Analysis, Inc., "Holography for Industrial Applications", 2014.9.

나. 국내시장

- 국내 홀로그램 시장규모는 2015년 기준 4,875억원 수준으로 추정되며, 2020년 국내시장은 8,155억원 규모로 지속성장할 것으로 전망
 - 이중 보안/인증 및 의료기기 등 산업장비 등 아날로그 홀로그램이 시장을 주도할 전망
 - 유사 홀로그램 분야인 홀로그램 콘텐츠 시장은 상용화, 제품화가 지속적으로 진행될 것으로 예상
 - 디지털 홀로그램 분야 중 HMD 시장은 2020년 경, HUD 시장은 2021년에 새롭게 열릴 전망

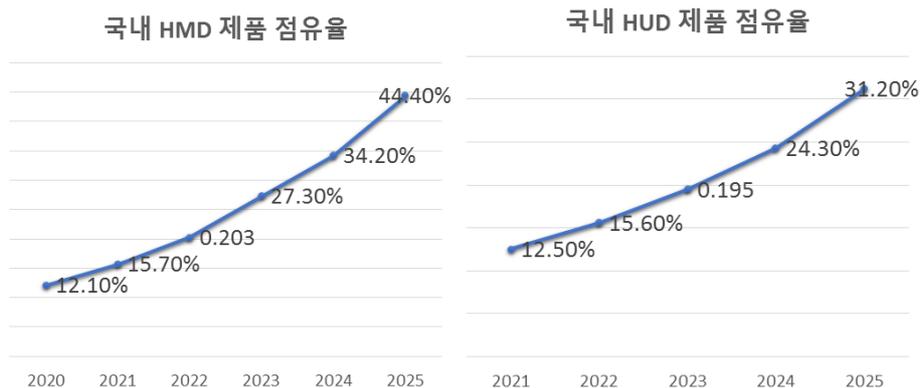
[홀로그램 분야의 국내 시장규모 및 전망]

(단위 : 억원, %)

구분	'15	'16	'17	'18	'19	'20	CAGR ('13~'15)
국내시장	4,875	5,435	6,138	6,876	7,489	8,155	6.9%

*출처: Global Industry Analysis, Inc., "Holography for Industrial Applications", 2014.9.

- 아날로그 홀로그래피의 경우 세계 시장에서 국내 시장이 차지하는 비중은 3%에 불과하나, 향후 HMD, HUD, 홀로그래피 TV 등 디지털 홀로그램 시장에서는 디스플레이 시장의 경쟁력을 기반으로 시장의 20% 가량 차지할 것으로 예상됨
 - HMD 시장의 경우 국내 제품의 점유율은 2020년 12.1%에서 2025년 44.4%로 증가할 것으로 전망되며, 국내 HUD 제품 점유율은 2021년 12.5%에서 2025년 31.2%로 성장할 전망



* 자료: 디지털 홀로그래피 기술동향 및 전망(ETRI, 2013. 2)

[국내 디지털 홀로그래피 시장 전망]

- 디지털 홀로그래피 기기의 상용화 시점은 HMD, HUD의 경우 2017~2020년, 홀로그래피 스마트폰은 2020년, 홀로그래피 TV는 2025년으로 전망함
 - 정부의 적극적 지원이 있을 경우 2017년경부터 디지털 홀로그래피 상용화가 가능할 전망됨

다. 표준화 현황

- 홀로그램 분야는 아직 표준기술이 정해지지 않은 상태이며, 홀로그램은 아직 표준기술이 정해지지 않았음. 정보통신기술(ICT)의 특성상 기술을 선점하는 것이 무엇보다 중요함
 - 홀로그램에 관해서 현재 국제 표준화기구에서 실무조직 부재로 인해 향후 신규 표준 위원회구성 및 추진 필요성이 제기되고 있는 상황임
 - 이에 정부는 글로벌 시장선도를 위해 기술분야별 국내 표준을 마련하고 국제표준을 선도하기위한 대응방안을 마련함(홀로그램 산업 발전전략(안), 미래부, '14. 8)
- 단말·콘텐츠·서비스간 상호연계성 확보를 위한 주요 세부 사업 및 기술 분야별 국내 표준 마련
 - 홀로그램 新산업 및 서비스별 산·학·연 전문가를 중심으로 표준화 그룹 구성·운영(‘(가칭)홀로그램 포럼’ 내 표준화 분과 운영)

[주요 분야별 표준화]

분야	추진 내용
홀로그램 단말 및 서비스	· 패널, 카메라, 신호처리 및 전송, 플랫폼, 네트워킹 기술 표준
홀로그램 콘텐츠	· 인터페이스, 인터랙션, 콘텐츠 포맷, 콘텐츠 저작도구, 콘텐츠 서비스 모델, 휴먼팩터 표준
홀로그램 IOP*	· 상호 호환성 및 측정, 검증 표준

* IOP : Interoperability(상호 호환성)

- 시장초기의 표준 선점을 위한 국제표준활동 강화
 - 국내 디지털 홀로그램 표준화 방향 수립 → 국내외 산·학·연 상호 협력 및 참여유도 → 관련 국제 표준 기구에서의 공조
 - 홀로그램 新산업에 대한 국제 표준화 추진과 함께 국내 전문가들의 국제 표준기구에 진출할 수 있도록 적극 지원

4. 기술환경분석

가. 기술개발 트렌드

▣ 해외 기업들은 현재 주목하고 있는 홀로그램 기술은 3D 홀로그램으로 3D 입체영상, 울트라 HD(Ultra HD) 등 진화를 거듭하고 있는 디스플레이 분야의 새로운 차세대 혁신 기술

□ 레이저를 쏘아 360도에서 볼 수 있는 리얼 홀로그램을 구현하는 기술은 광학 기술의 한계로 당분간 실용화가 힘든 만큼 디지털 프로젝션과 반사 거울이나 투명막, 시각적 착시 효과를 이용해 보다 더 간단하고 실용적인 방식으로 홀로그램을 구현하려는 연구가 진행. 현재 아날로그 홀로그램 기술이 보안, 인증, 인쇄 등 분야에서 다양하게 활용되고 있으며, 최근 유사 홀로그램 시장이 부각되고 있는 상태로 디지털 홀로그램 시장은 태동 단계

- 3차원 홀로그램 디스플레이의 본격적인 상용화 시기는 2020년경으로 예상되며, 미국 애리조나 대학의 나세르 페이검배리언(Nasser Payghambarian) 교수 연구팀에 의하면 2020년까지 홈 3D 비디오 스크린에 홀로그램을 구현할 수 있을 것으로 전망

▣ 시장에서 상용화된 3D 홀로그램 기술은 플로팅(Floating)방식의 홀로그램 기술로 360도에서 감상이 가능한 완전한 3D 입체영상을 보여주지는 못하며, 평면에 2차원 영상을 투영하는 유사 홀로그램 기술

□ 플로팅 홀로그램은 물체의 영상이 바닥에 설치된 거울에 투사되고, 여기서 반사된 이미지가 45도로 기울어진 투명 막에 투영됨으로써 시각적인 착시를 일으키는 원리에 기반

□ 오래 전 개발된 기술인 플로팅 방식의 홀로그램으로도 관객에게 놀라움을 불러일으킬 수 있고, 높은 호응을 이끌어 내는 것으로 보면 360도에서 관람이 가능한 리얼 홀로그램 기술의 파급력과 효과는 상당히 클 것으로 예상

▣ 초기에는 공연, 전시에 주도적으로 사용되기 시작한 홀로그램은 기술 발전에 따라 제조, 게임, 화상전화, 의료 수술 보조 등 다양한 분야에 활용될 수 있을 것

□ 3D 홀로그램이 기존의 디스플레이 기술과 차별되는 지점은 물리적인 디스플레이 화면을 요구하지 않는 투명성(Transparency)과 내추럴 유저 인터페이스(NUI)와의 접목 가능

□ 3D 홀로그램으로 표현된 물체를 손으로 만지거나 다른 도구로 접촉하는 것이 자유롭기 때문에 가상공간의 사물이 실제로 같은 공간에 있는 것처럼 인간의 동작이나 조작에 반응하는 내추럴 유저 인터페이스 구현에 최적화된 특징

- NUI가 3D 홀로그램과 접목될 경우 홀로그램 체스말을 직접 손으로 집어 움직이거나, 수술 중에 장갑을 벗지 않고도 홀로그램으로 표시된 심장이나 인간의 장기(臟器)를 손으로 돌려 가며 다른 각도에서 보는 것과 같은 혁신적인 형태의 인터랙션이 가능



* 출처 : techcrunch.com

[3D 홀로그램 NUI 구현 사례]

- 향후 홀로그램이 가상현실과 증강현실과 기술융합을 통해 새로운 서비스 또는 비즈니스가 발굴 될 것

- 3D 홀로그램의 구현을 위해 주목받고 있는 홀로그램 기술은 디지털 홀로그램으로 실사영상 및 3차원 객체를 완벽하게 재현할 수 있다는 측면에서 실감 영상의 궁극의 기술로 각광 받고 있으며 다양한 활용 서비스로의 발전이 예측되어 산업적으로 큰 의미

- 일본, 유럽, 미국 등에서 홀로그래피 연구가 더욱 활성화되고 있는데, 일본은 '22년 월드컵을 타겟으로 Holo-TV 방송 계획을 발표하고 추진

- 유럽, FP7의 Real 3D 프로젝트에서 디지털 홀로그래피의 전 분야에 대한 핵심기술을 추진하고 있고, 미국에서는 민간과 대학을 중심으로 홀로그램 융합산업의 원천기술 확보를 추진

- 디지털 홀로그래피는 기존 아날로그 홀로그래피와는 달리, 압축/전송이 용이해지며, 동영상의 구현이 가능해지기 때문에 실감 영상의 궁극의 기술로 부상

- 디지털 홀로그래피는 광학계 필름을 사용하는 아날로그 기술과는 달리, CCD(Charge Coupled Device) 및 CMOS(Complementary Metal-Oxide Semiconductor)를 포함하는 광전자기기에 의해 획득 또는 수학적 모델에 의해 생성된 홀로그래피 프린지 패턴으로, 실사 영상 또는 3차원 객체 데이터에 대한 정보를 포함

- 디지털 홀로그래피의 핵심 기술은 아래와 같이 크게 디지털 홀로그래피 획득, 생성과 복원 기술, 디지털 홀로그램 신호처리 기술, 디지털 홀로그래피 디스플레이 홀로그래피 기술을 전자기기 및 광전자기기를 이용하여 구현하고, 광정보처리를 통해 홀로그래피 데이터를 처리 하는 기술로 아날로그는 광학계/필름을 사용하여 콘텐츠를 생성/기록/디스플레이, 기록 기술로 구분

[디지털 홀로그래프 세부 기술]

구분	세부기술
디지털 홀로그래피 획득, 생성 및 복원 기술	다중 디지털 홀로그래프 획득 기술 다시점/초다시점/집적 영상 기반 생성기술 디지털 홀로그래프 화질 향상 기술 디지털 홀로그래프 3차원 공간 복원 기술
디지털 홀로그래프 신호처리 기술	홀로그래피 기술 기반 왜곡 보정 기술 디지털 홀로그래프 트랜스코딩 기술 3차원 공간정보 정의 및 정보 최소화 기술 홀로그래피 토모그래피 기술
디지털 홀로그래피 디스플레이 기술	디지털 홀로그래프 공간광변조 기술 자연색 홀로그래프 광원 및 광학계 기술 디지털 홀로그래피 광학엔진 기술 고속/고휘도 디지털 홀로그래프 기록 기술

▣ 글로벌 기업들은 홀로그래프 시장의 잠재력을 높이 평가 하며, 지속적으로 R&D에 투자하고 있음에 따라, 미국, 일본, 독일 등의 기술 선진국에서 홀로그래프 관련 특허를 선점하고 있음

- 미국은 전체 특허 출원의 40%이상 점유하고 있으며, 일본은 24%, 유럽과 한국이 각각 21%, 14%를 차지
- 아날로그 및 유사 홀로그래프분야에서는 제품 위주의 특허가 출원되고 있으며, 디지털 홀로그래프 분야에서는 원천 기술 위주의 특허 출원
 - (아날로그 홀로그래프 분야) 레이저, 기록 매질 기술의 발전에 따른 대형 홀로그래프 제작 기술, 천연 색컬러 홀로그래프 제작에 관한 기술 특허
 - (유사 홀로그래프 분야) 무안경 3D, 다수 시점 제공, 다시점 동영상 처리, 눈의 피로 완화, 시점 교차 방지, 초다시점 시스템 분야 등에 관한 특허
 - (디지털 홀로그래프 분야) 컴퓨터 생성 홀로그래프 제작 기술, 잡음성분 제거 기술, 실시간 재생 기술 등에 관한 특허 출원 추진

▣ 홀로그래프는 차세대 영상기술로, 미래국가경제를 견인할 새로운 성장 동력으로 기대되고 있으나, 우리나라는 아직까지 관련기술 전반적인 측면에서의 기술성숙도가 부족한 상황임에 따라 시장 수요 중심과 미래 국가경쟁력 확보를 위한 핵심원천기술 개발이 동시에 요구

- 현재 홀로그래프 시장은 아날로그 시장과 유사 시장이 당분간 주도할 것으로 전망됨에 따라 수요 기반의 산업응용기술개발이 필요

- 아날로그 홀로그램 제작 장비 기술개발을 통해 홀로그램 제작 용이성 확보 및 서비스 산업 활성화 요구
 - 유사홀로그램 영상 투영시스템, 콘텐츠 제작기술, 실사/가상영상 합성기술 등 시장수요기반의 기술 상용화 요구
- 향후 3D 입체 영상 수요에 대비하여 이와 관련된 핵심원천기술 확보 및 조기 상용화 전략이 요구
- 우리나라가 기반 경쟁력을 확보하고 있는 홀로그램 패널 기술을 중심으로 콘텐츠 기술, 서비스 기술, 부품기술 등을 중심으로 기술개발 및 조기 상용화 요구

나. 주요업체별 기술개발동향

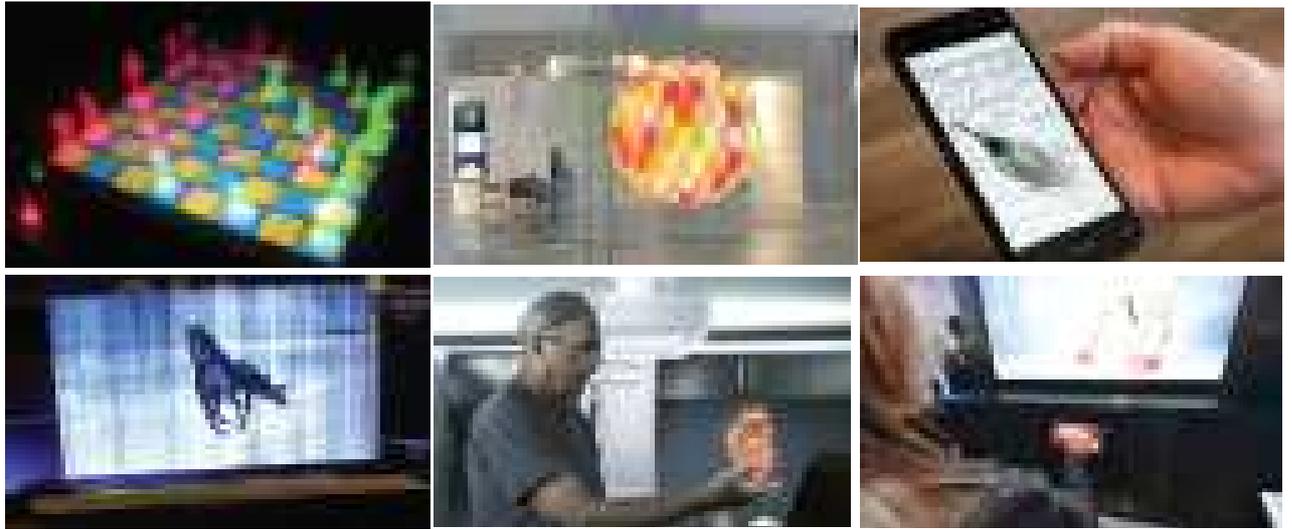
(1) 해외업체동향

- 해외 기업들은 초기 3차원 입체영상 시장 선점을 위해 실용화가 가능한 단말 및 서비스 모델 발굴에 전념
- 미국의 벤처기업인 복손(Voxon)은 박스모양의 3D 홀로그램 디스플레이 위에서 체스와 같은 게임을 즐길 수 있는 프로토타입 제품인 '복시박스(Voxiebox)'를 소개
 - 헝가리의 Holografica는 완전 입체 3차원 영상이 사용자와 자연스럽게 상호작용하는 시스템을 개발
 - 아마존은 3D 안경을 쓰지 않고도 어떠한 각도에서도 스크린의 이미지를 볼 수 있는 3D 스마트폰(파이어폰) 출시를 발표(2014. 6)
 - 폴란드 기업인 레이아 디스플레이 시스템즈(Leia Display Systems)는 영국 미러(Mirror)誌와의 인터뷰에서 홀로그램 화상전화 시스템을 개발하고 있다고 밝혀 관심을 모음
 - 이스라엘 기업인 리얼뷰 이미징 LTD(RealView Imaging LTD)는 2014년 1월 3D 홀로그램을 심장 수술 보조에 적용하는 데 성공했다고 밝힘에 따라 의료용 3D 홀로그램 디스플레이 시스템이 성공적으로 상용화될 경우 수술의 효율성을 높이는 데 기여할 것으로 전망
 - 일본 파나소닉의 '플로팅 인터랙티브 디스플레이(Floating interactive Display)'는, 유사 홀로그램을 디스플레이에 적용해 안경 없이 입체영상을 볼 수 있게 만드는 기술을 미국 라스베이거스에서 열린 CES 2014에서 선보인 바 있음

[홀로그래픽 콘텐츠 기술 개발 주요 현황]

국가	기관	내용
미국	MIT	Kinect 카메라 기반의 실시간 디지털 홀로그램 생성 및 복원 다채널 AOM 광학변조기와 LCD를 이용한 5인치급 디지털 홀로그램 동영상 재생시스템인 'HoloVideo'를 개발했으며, 홀로그램 데이터 처리 방법론, 햅틱을 이용한 홀로그램 인터랙션 등 디지털 홀로그램 관련 기초 연구를 수행 중
	NSIC	DARPA 지원 하에 홀로그램을 이용한 차세대 대용량 저장장치를 개발하기 위해 광굴절 저장물질을 개발하는 산학연 컨소시엄 형태의 대형 국책 프로젝트인 PRISM(Photo refractive Information Storage Materials)과 시스템 및 관련 부품을 개발하기 위한 HDSS(Holographic Data Storage System)를 수행 중
	CorticalCafe	Java Platform에서 Fresnel Zone-Plate 기반의 CGH 저작 툴
	커네티컷 대학교	디지털 홀로그램의 부호화를 위한 기술개발을 진행
	버지니아 공대	레이저빔이 생성하는 간섭무늬를 전기신호로 변환 및 저장해, 고해상도의 CCD 카메라 없이 효율적으로 홀로그램 데이터를 획득할 수 있는 광주사 홀로그래피(Optical Scanning Holography) 기술을 개발
일본	게이오대학	레이저 집광과 공기 중의 플라즈마 생성을 통해 점(flashpoint) 단위공간 영상의 실험적인 생성에 성공
	NTT	홀로그램 대용량 저장장치에 대하여 연구가 진행 중임
	동경대	Touchable 홀로그램 초기 연구결과물을 시연하여, 사용자와 인터랙션이 가능한 홀로그램의 개발 가능성을 시사
	NHK	HD급 공간광변조기(SLM)를 이용해 고해상도 홀로그래픽 디스플레이를 개발
	지바대	FPGA 기반으로 CGH 홀로그램을 고속 생성 및 생성·수치 복원 기술 개발 CGH 생성에 요구되는 다양한 Diffraction 계산 루틴을 API화한 CWO 및 CWO++ 라이브러리 제공
유럽	빌켄트대학(터키)	유럽 7개국에 참여하는 FP7의 'Real3D' 프로그램을 통하여, HDF5 기반의 디지털 홀로그래픽 콘텐츠 데이터 파일 포맷 연구
	케임브리지대학교(영국)	CGH 생성 및 복원 영상을 bmp나 avi 파일 형태로 출력하고, 원본 영상과 복원 영상 간의 유사성 분석 기능을 갖춘 Hololab Software 개발
	SeeReal(독일)	사용자의 관심 영역에만 홀로그램 영상을 생성함으로써 고속화된 디지털 홀로그램 생성이 가능한 Sub-hologram 기술 창안, 20인치급 홀로그래픽 디스플레이 장치를 개발
	범유럽 산학연 컨소시엄(프랑스·영국·이탈리아·스위스)	항공용의 자동 물체인식장치·자동 물체추적 장치·공장 자동화용 형상인식 장치에 응용이 가능한 초고속 홀로그래픽 디지털 광상관기 및 대용량 저장장치 개발을 위하여 BRITE-EuRAM 프로젝트를 수행 중

* 출처 : 홀로그래피 : 완전 입체영상 기술의 전망, TTA Journal Vol.133 , ETRI



*출처 : 각 기업 홈페이지 참조

[주요 선진국 기업들의 홀로그램 주요 개발품]

(2) 국내업체동향

- (민간 부문) 대기업을 중심으로 디지털 홀로그래픽 패널 및 프린팅 기술 개발이 추진 중이며, 중소기업은 아날로그 홀로그램 및 유사 홀로그램 기술을 활용한 사업 진행
 - 삼성전자 및 LG전자 등에서 초다시점 및 홀로그래픽 패널, 홀로그래픽 프린터 등의 응용시스템 개발 추진
 - (주)한교아이씨 등 일부 국내 중소기업은 아날로그 홀로그램을 중심으로 서비스 모델 발굴 및 사업화
 - KT와 YG는 미래부와 함께 지난해 1월 홀로그램 전용관 ‘K라이브(K-live)’를 오픈하는 등 유사 홀로그램 상용화에 박차

[디지털 홀로그래픽 콘텐츠 기술 개발 주요 현황]

기관	내용
서울대	공간 광변조기를 원통형 구조의 어레이로 배열하여 홀로그램 복원시 시야각을 넓히는 연구를 진행 중
광운대	동영상 표준 코덱을 이용한 디지털 홀로그램의 압축방식, 고속 CGH 생성기술, 디지털 홀로그램의 보호 및 보안 기술, 컬러 홀로그래픽 디스플레이 기술 등의 전반적인 기술개발을 진행 중
세종대	광 주사 홀로그래피를 이용해 실제 물체의 복소수 홀로그램을 추출하는 홀로그램 정보 추출 기술, 추출한 복소수 홀로그램을 변환해 데이터 량을 줄이는 디지털 변환 처리 기술, 쌍영상 잡음 없이 복원하는 복원 기술을 진행 중
충북대	Affine 변환 기반의 디지털 홀로그래픽 콘텐츠 처리 알고리즘 연구 직접 광학계를 이용해 촬영한 객체의 요소영상을 합성하여 객체의 홀로그램 생성하는 연구를 진행 중
고려대	삼각형 메쉬 기반의 CGH 생성 최적화 알고리즘 및 광학적 복원 검증 기법 연구
KIST	홀로그래픽 스크린 시스템 및 홀로그램 데이터 입출력 시스템을 개발
ETRI	실사 및 가상 객체에 대한 CGH 홀로그램 고속 생성·합성·편집 기술 및 디지털 홀로그램 프로덕션 파이프라인 기술 개발

* 출처 : 홀로그래피 : 완전 입체영상 기술의 전망, TTA Journal Vol.133 , ETRI

다. 기술인프라 현황

[홀로그램 관련 기술개발 주요 지원과제 현황]

분야	주요내용	예산('13년)	수행기관
홀로그래픽 단말 분야	(디지털 홀로그래픽 테이블탑형 단말 기술 개발) - 수평 360도/수직 60도 실시간 컬러 테이블탑형 홀로그래픽 단말 기술 개발	37억원	ETRI
	(실시간 인터랙션을 제공하는 초다시점 단말 기술 개발) - 인터랙티브 초다시점 모바일 단말 기술 및 200인치 급의 초다시점 대화면	30억원	KIST
홀로그램 콘텐츠 분야	(기가급 대용량 양방향 실감 콘텐츠 기술 개발) - 다양한 각도에서 기가급 대용량 실감 콘텐츠 획득/표현/상호 작용을 위한 콘텐츠 기술	30억원	ETRI
	(대화면 디지털 홀로그래픽 콘텐츠 제작 원천 기술 개발) - 10인치 수준의 대화면 초고해상도 (64K급) 홀로그래픽 콘텐츠 저작 도구 개발	20억원	KEIT
	(천연색 360도 3D 동영상 홀로그램 제작 기술 개발) - 천연색 멀티플렉스, 동영상, 180도, 360도 3D 동영상 홀로그램 제작 기술 개발	5억원	광운대

- 미래창조과학부는 홀로그램을 ICT 10대 핵심기술로 선정 (ICT R&D 중장기전략, '13. 10월)
 - 「국가중점과학기술 전략로드맵」에서 홀로그램 중심의 '실감 콘텐츠'를 30대 국가중점과학기술 중 하나로 선정('14. 4월)
 - 기가코리아 사업 등을 통해 '13년부터 본격 연구개발을 착수하여 152억원 규모로 홀로그램 관련 연구를 지원 중('13년 현재)

- 미래창조과학부는 '14년 8월 제2회 '정보통신 전략위원회'를 통해 정보통신(이하 ICT) 분야의 새로운 성장동력인 홀로그램 산업을 활성화하기 위한 「홀로그램 산업 발전전략」을 확정
 - '新ICT 산업생태계를 여는 홀로그램 창의국가 실현'을 비전으로 정하고, ▲기술/표준화 선도 (Leading Technology & Standard), ▲미래 유망서비스 활성화(Immersive Service), ▲혁신 인프라 구축 (Vitalizing Innovative Infrastructure), ▲지속 발전 가능한 생태계 조성 (Establishing Holo-Eco System) 등 '홀로그램 LIVE 전략'을 마련

라. 특허동향 분석

(1) 연도별 출원동향

- 스마트 제조 홀로그램 기술의 지난 7년('10~'16) 간 출원동향²⁵⁾을 살펴보면 연도별로 출원경향이 감소, 증가를 반복하고 있어 지속적으로 스마트 제조 홀로그램 기술 관련 기술개발 활발
 - 각 국가별로 살펴보면 미국 출원경향은 감소-증가 추세, 일본은 감소-증가-감소 추세, 유럽과 한국은 유지되는 경향을 보이고 있음

- 국가별 출원비율을 살펴보면 미국이 55.6%로 최대 출원국으로 스마트 제조 홀로그램 기술을 주도하고 있는 것으로 나타났으며, 일본이 20.8%로 미국 다음으로 많은 특허를 출원하였고 한국 13.7%, 유럽 9.9%로 비슷한 수준의 출원비율을 보이고 있음



[스마트 제조 홀로그램 기술 분야 연도별 출원동향]

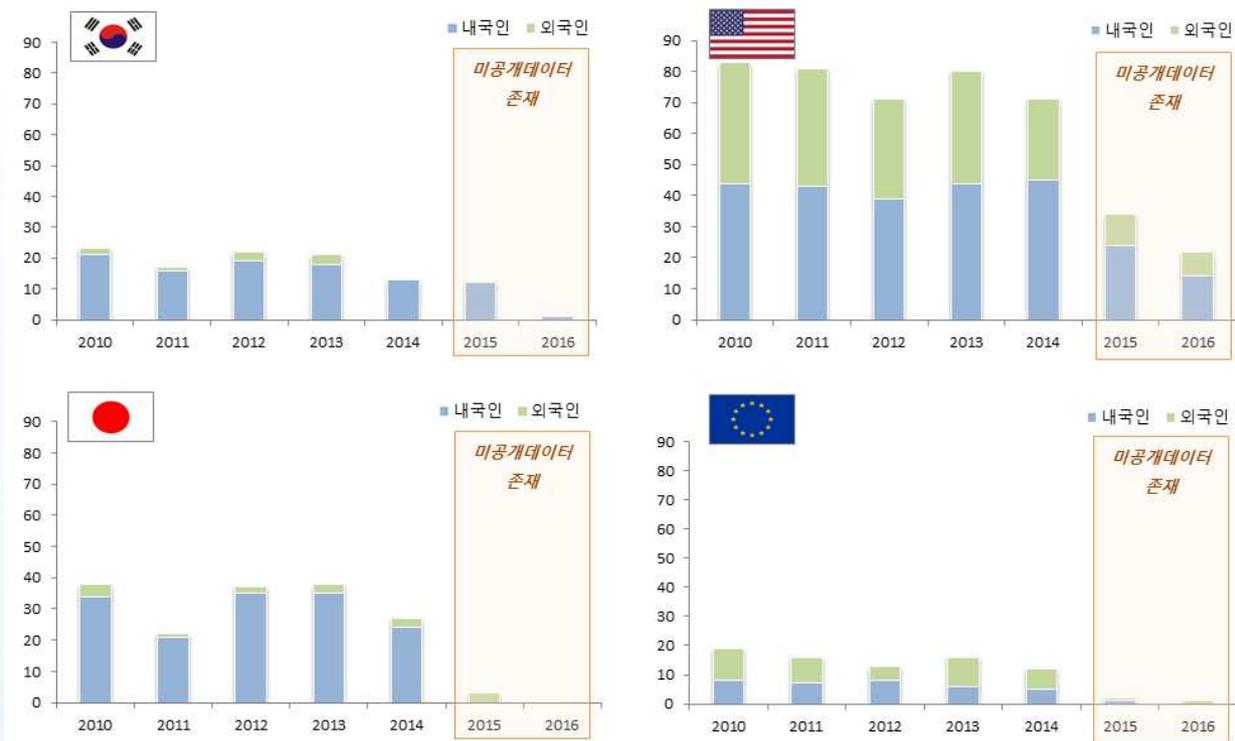
25) 특허출원 후 1년 6개월이 경과하여야 공개되는 특허제도의 특성상 실제 출원이 이루어졌으나 아직 공개되지 않은 미공개데이터가 존재하여 2015, 2016년 데이터가 적게 나타나는 것에 대하여 유의해야 함

(2) 국가별 출원현황

- 한국의 출원현황을 살펴보면 출원이 유지되는 경향을 보이고 있으며, 외국인의 출원은 낮은 비중을 유지
 - 외국인의 출원이 낮은 비중을 유지하고 있는 이유를 살펴보면 스마트 제조 홀로그램 기술의 국내 시장에 대한 외국인의 선호도가 높지 않은 것으로 추정

- 미국의 출원현황은 감소-증가가 반복되며 출원이 유지되는 경향을 보이고 있고, 외국인 출원 비중이 일정하게 유지되고 있는 것으로 보아 미국 시장에 대한 외국인의 관심도 역시 꾸준한 것으로 추정

- 일본과 유럽의 출원현황은 지속적으로 유지되고 있는 추세를 보이고 있으며, 일본 출원인 대부분이 내국인인데 비해 유럽 출원인은 외국인 비중이 높음



[국가별 출원현황]

(3) 투입기술 및 융합성 분석

- 스마트 제조 홀로그래프 기술 분야의 투입기술을 확인하기 위하여 특허분류코드인 IPC Code²⁶⁾를 통하여 살펴본 결과 스마트 제조 홀로그래프 기술 분야의 가장 높은 IPC는 G03H 기술분야가 298건으로 가장 많이 차지하고 있으며, 이어서 G02B가 86건, B42D가 45건으로 다수를 차지
- 이외에 G11B 39건, G01B 24건, H04N 23건, B32B 20건, G09F 17건, G03F 16건, G06K 16건 순으로 기술이 투입되어 있어 스마트 제조 홀로그래프 기술 분야에 다양한 기술이 융합되어 존재
- 더불어 해당 IPC의 특허인용수명을 살펴보면 G09F 기술분야의 수명이 10년으로 가장 긴 것으로 나타났으며, G11B 기술분야는 6년으로 가장 짧은 것으로 분석

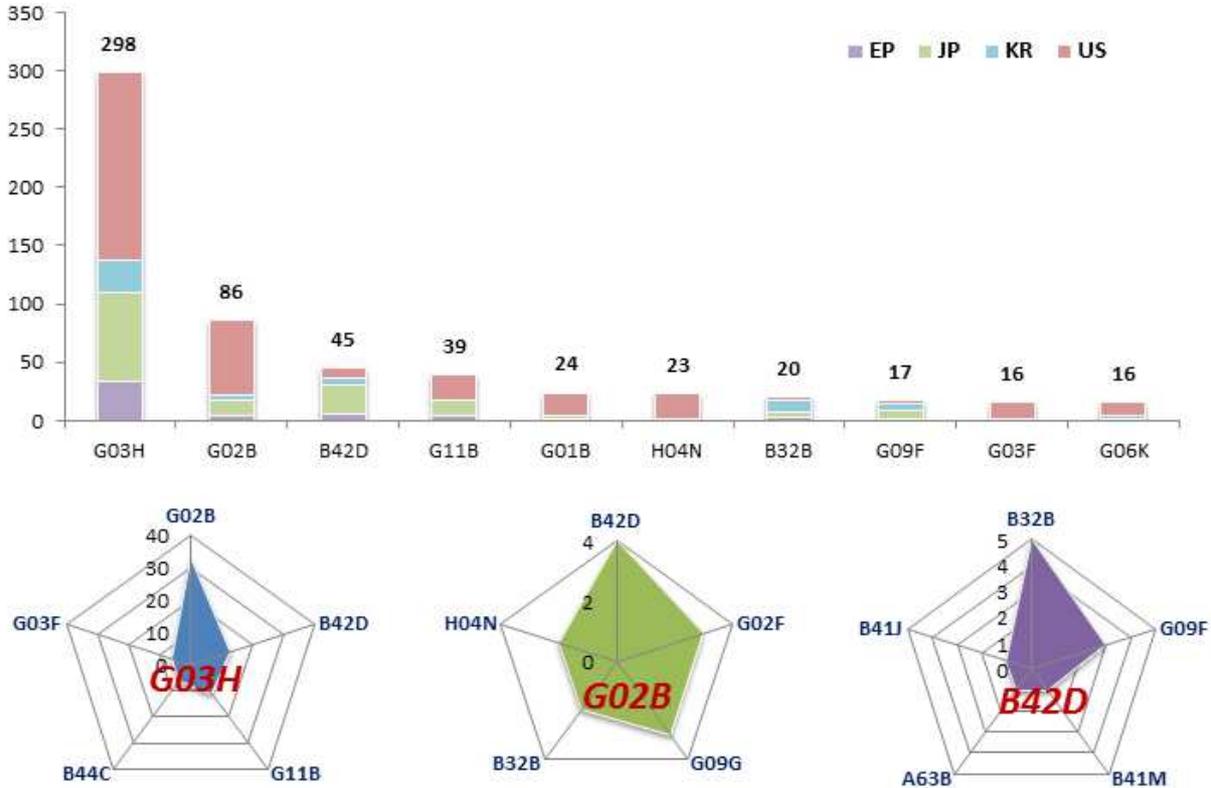
[스마트 제조 홀로그래프 기술 분야 상위 투입기술]

IPC	기술내용	특허인용수명(TCT) ²⁷⁾
G03H	홀로그래픽 처리 또는 장치	7년
G02B	광학요소 광학계 또는 광학장치	8년
B42D	책; 책의 커버; 낱장식; 달리 분류되지 않는 특수형의 인쇄물; 그것에 사용되는 장치 및 사용되지 않는 장치; 이동되는 대상체의 기입 또는 독취 장치	8년
G11B	기록매체와 변환기 사이의 상대적인 운동을 기본으로 하는 정보저장	6년
G01B	길이, 두께 또는 유사한 직선치의 측정; 각도의 측정; 면적의 측정; 표면 또는 윤곽의 불규칙성 측정	7년
H04N	화상통신	7년
B32B	적층체, 즉 평평하거나 평평하지 않은 형상	8년
G09F	표시; 광고; 사인; 라벨 또는 명찰; 시일	10년
G03F	사진제판법에 의한 요철화 또는 패턴화 표면의 제조	5년
G06K	데이터의 인식; 데이터의 표시; 기록매체; 기록매체의 취급	7년

26) 전세계적으로 통용되고 있는 국제특허분류(IPC: International Patent Classification)를 통해 특허정보 기술분야에서 공지기술을 조사할 수 있으며, 기술 및 권리정보에 용이하게 접근 가능

27) 특허인용수명 지수는 후방인용(Backward Citation)에 기반한 특허인용수명의 평균, Q1, Q2(중앙값), Q3에 대한 통계값을 제시함. 특히 이와 같이 산출된 Q2는 TCT(Technology Cycle Time, 기술순환주기 또는 기술수명주기)라고 부름

- 투입기술이 가장 많은 G03H 분야와 융합이 높게 이루어진 기술은 G02B 분야로 나타났으며, B42D, G11B 분야와도 융합된 기술의 건수가 높은 것으로 분석
- 이외에 G02B 분야와 융합된 기술은 B42D, G02F, G09G 분야와 융합된 기술이 많은 것으로 나타났으며, B42D 분야와 융합된 기술은 B32B, G09F 기술로 분석



[스마트 제조 홀로그램 기술 분야 IPC 기술 및 융합성]

(4) 주요출원인 분석

- 세계 주요출원인을 살펴보면 주로 미국의 출원인이 다수의 특허를 보유하고 있는 것으로 나타났으며, 전자와 엔지니어링 분야의 출원인이 대부분
- 주요 미국 출원인을 살펴보면 Celloptic, Qualcomm Mems Technologies 등 전자 기업과 General Electric 등 엔지니어링 기업이 다수 출원을 하고 있는 것으로 나타났으며, 이들 미국 출원인은 주로 미국 본국에 출원건수가 높은 것으로 나타남
- 한국 출원인으로는 한교아이씨와 삼성전자 등 2개 기업이 상위출원인으로 나타나 스마트 제조 홀로그램 기술 관련 기술을 다수 보유

- 가장 많은 특허를 보유하고 있는 Dainippon Printing의 3국 패밀리수가 24건으로 다국적으로 시장을 확보하며 출원을 하고 있는 것으로 보이며, Sony도 6건으로 다국적 시장을 확보
- 미국 기업인 Qualcomm Mems Technologies가 확보한 특허의 피인용지수가 1.56으로 가장 높게 나타나 기술의 파급성이 높은 원천기술을 다수 보유하고 있는 것으로 분석됨

[주요 출원인의 출원현황]

주요출원인	국가	주요 IP시장국 (건수 %)					3국 패밀리수 (건)	피인용지수	주력기술 분야
		한국	미국	일본	유럽	IP시장국 종합			
Dainippon Printing	일본		17	88	8	일본	24	0.19	홀로그래프 제조방법 및 장치
		0%	15%	78%	7%				
Sony	일본		10	12	2	일본	6	0.08	홀로그래프 제조방법, 저장필름
		0%	42%	50%	8%				
General Electric	미국		8	2	4	미국	11	0.57	홀로그래프 데이터 기록 방법
		0%	57%	14%	29%				
Celloptic	미국		9	1	1	미국	2	0.00	홀로그래프 생성 장치
		0%	82%	9%	9%				
Sabic Innovative Plastics Ip Bv	네덜란드		8		3	미국	5	0.36	홀로그래프 제작 및 저장 방법
		0%	73%	0%	27%				
Qualcomm Mems Technologies	미국		9			미국	2	1.56	홀로그래픽 디스플레이용 기기와 방법
		0%	100%	0%	0%				
한교아이씨	한국		8			한국	0	0.13	홀로그래픽 스테레오그램의 마스터 제작
		100%	0%	0%	0%				
삼성전자	한국		7			미국	0	0.14	홀로그래픽 3D 디스플레이 장치
		0%	100%	0%	0%				
Seereal Technologies	룩셈베르크		6			미국	1	1.33	홀로그래픽 디스플레이 기기
		0%	100%	0%	0%				
Sharp	일본			6		일본	0	0.00	파장 선택적인 홀로그래프 제조방법
		0%	0%	100%	0%				

(5) 국내 출원인 동향

- 국내 출원인 동향을 살펴보면 대기업은 포스코강판의 출원건수가 가장 높게 나타났으며, 중소기업에서는 한교아이씨의 출원건수가 높게 나타남
 - 대기업의 주요 출원인은 포스코강판과 기아자동차가 있으며, 중소기업의 주요 출원인은 한교아이씨, 다이셀, 선경홀로그램 등이 주요 출원인인 것으로 나타남

- 기업 이외의 주요출원인을 살펴보면 한국광기술원, 한국생산기술연구원, 한국전자통신연구원 등 연구소/공공기관의 출원이 다수 나타났으며, 대학은 서울대학교, 건국대학교, 고려대학교 등의 출원이 높은 것으로 분석됨



[국내 주요출원인의 출원 현황]

5. 중소기업 환경

가. 중소기업 경쟁력

- 스마트 제조 홀로그램 분야의 중소기업 경쟁력은 모든 기술들이 원천기술 및 높은 기술력을 요구하는 분야로 중소기업의 경쟁력이 낮은 것으로 분석됨

[스마트 제조 홀로그램 분야 중소기업 현황]

기술 분류	주요 기술	대기업	중소기업	중소기업 참여영역	중소기업 참여정도
스마트 검사장비	고분해능 3차원 이미징 기술 가변 및 시분해 특성을 이용한 계측 기술	삼성전자 LG전자 KT YG	한교아이씨	이미징기술 계측기술	●
증강현실 활용	See-Through 홀로그램 AR기기 개발 및 활용 기술 홀로그램 AR기기 인터페이스 기술 가상 입체 설계 및 Assisted 제조기술	삼성전자 LG전자 KT YG	한교아이씨	AR 기기 입체설계 제조	●
홀로그램 메뉴얼	홀로그램 프린팅 기술 프린팅 홀로그램 기록 재료 및 저장 기술 천연색 프린팅 홀로그램 제작 기술	삼성전자 LG전자 KT YG	한교아이씨	홀로그램 프린팅 프린팅 기술	●

* 중소기업 참여정도와 점유율은 주요제품 시장에 참여하는 중소기업의 참여규모와 정도(업체수, 비율 등)를 고려하여 5단계로 구분 (낮은 단계: ○, 중간 단계(○, ●, ●) 높은 단계: ●)

나. 중소기업 기술수요

- 스마트 제조 홀로그램 분야의 중소기업의 기술수요를 파악하기 위하여 중소기업 기술수요조사 및 중소기업청 R&D신청과제(2013~2015년)를 분석한 결과 아래 표의 내용과 같은 수요들이 다수 있는 것으로 분석

[스마트 제조 홀로그램 분야 과제신청현황 및 수요조사결과]

전략제품	기술 분류	관심기술
스마트 제조 홀로그램	스마트 검사장비	고분해능 3차원 이미징 기술
	증강현실 활용	See-Through 홀로그램 AR기기 개발 및 활용 기술 홀로그램 AR기기 인터페이스 기술
	홀로그램 메뉴얼	홀로그램 프린팅 기술 프린팅 홀로그램 기록 재료 및 저장 기술

다. 중소기업 핵심기술

(1) 데이터 기반 요소기술 발굴

- 스마트 제조 홀로그래ムの 특허 및 논문데이터 검색을 통해 도출된 유효데이터를 대상으로 데이터마이닝 기법(Scientometrics 기법)을 통해 클러스터링된 키워드의 연관성을 바탕으로 요소기술 후보군을 도출
 - 스마트 제조 홀로그래ムの 특허 및 논문 유효데이터를 기반으로 키워드 클러스터링을 통하여 10개의 요소기술 후보군을 도출
 - 제품별 dataset 구축 : 스마트 제조 홀로그래ム 관련 특허/논문 데이터를 추출하여 노이즈 제거 후 제품별 dataset 구축
 - 1차 클러스터링 : 키워드 맵을 통한 고빈도 키워드 확인-빈도수(tf-idf)²⁸⁾가 상위 30%에 해당하는 키워드를 대상으로 1차 추출
 - 2차 클러스터링 : 1차 클러스터링에서 추출된 고빈도 키워드 사이에서 고연관도 키워드를 2차 추출 (고연관도 기준은 연관도수치²⁹⁾가 2이상인 클러스터로 제한)

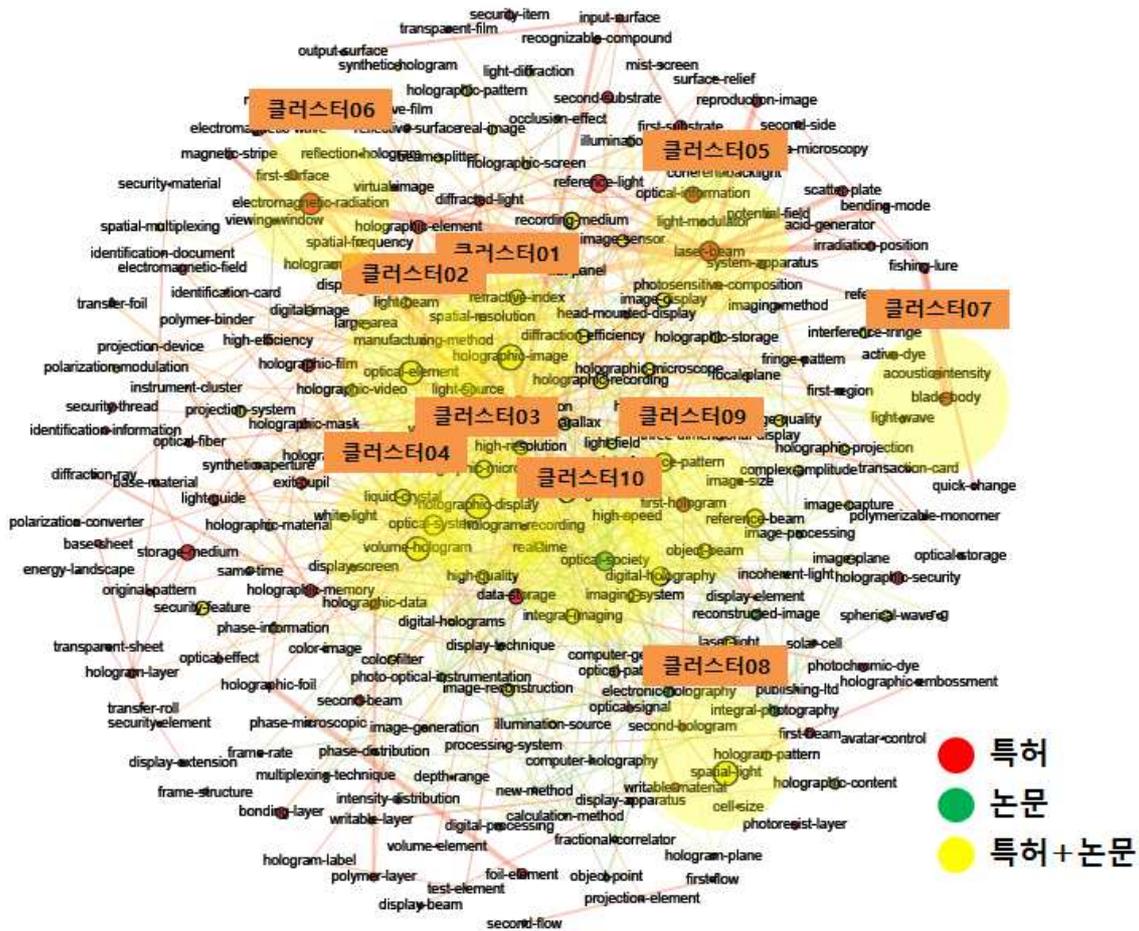
- 다음 그림은 키워드 간 연관네트워크를 시각화한 것으로, 각 키워드를 나타내는 원과 키워드 간의 연관도를 나타내는 직선으로 구성
 - 각 키워드가 특허와 논문 중 어느 데이터에서 도출되었는지 원의 색으로 구분하였으며, 키워드로 도출된 클러스터는 황색음영으로 표시
 - 키워드를 나타내는 원은 고빈도의 키워드일수록 원의 크기가 크게 표현되며, 연관도를 나타내는 선은 키워드 사이의 연관도수치가 높을수록 굵게 표현

- 스마트 제조 홀로그래ム 전략제품의 특허·논문 유효데이터에 대하여 키워드 클러스터링 결과를 기반으로 요소기술 도출

- 데이터 기반의 요소기술 도출은 키워드 클러스터링을 통해 도출된 요소기술에 대하여 전문가의 검증 및 조정을 통하여 요소기술을 도출

28) 빈도수(tf-idf) : 각 키워드가 출현되는 특허 또는 논문수를 의미

29) 연관도수치: 두 개 이상의 키워드 사이의 특허 또는 논문수를 의미



[스마트 제조 홀로그램 기술 분야 키워드 클러스터링]

[스마트 제조 홀로그램 분야 주요 키워드 및 관련문헌]

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
클러스터 01	holographic image	4~6	1. Interactive holographic display device 2. Wide angle hologram device illuminated with a near field source and method for manufacturing same 3. Apparatus for multi-wavelength holographic imaging
클러스터 02	optical element	4~5	1. ENDOSCOPIC APPARATUS AND METHOD FOR PRODUCING VIA A HOLOGRAPHIC OPTICAL ELEMENT AN AUTOSTEREOSCOPIC 3-D IMAGE 2. Optical design of a wide field of view pupil forming HUD 3. COLOR HOLOGRAPHIC OPTICAL ELEMENT
클러스터 03	holographic display	4~5	1. SCALABLE AND TILEABLE HOLOGRAPHIC DISPLAYS 2. Methods and apparatus for holographic animation 3. Anisotropic Leaky-Mode Modulator for Holographic Video Displays
클러스터 04	volume hologram	4	1. CONFOCAL RAINBOW VOLUME HOLOGRAPHIC IMAGING SYSTEM 2. Holographic Film and Recording Method 3. TRANSMISSION TYPE VOLUME HOLOGRAM RECORDING MEDIUM AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
클러스터 05	laser beam	5~8	1. DYNAMIC TIME MULTIPLEXING FABRICATION OF HOLOGRAPHIC POLYMER DISPERSED LIQUID CRYSTALS FOR INCREASED WAVELENGTH SENSITIVITY 2. PRODUCING IMAGES OF SECURITY FEATURES 3. True three dimensional imagery and use thereof
클러스터 06	electromagnetic radiation	5~7	1. SYSTEM, APPARATUS AND METHOD FOR EXTRACTING THREE-DIMENSIONAL INFORMATION OF AN OBJECT FROM RECEIVED ELECTROMAGNETIC RADIATION 2. WINDSHIELD SMART REFLECTOR SYSTEMS AND METHODS 3. HOLOGRAPHIC MODE CONVERSION FOR ELECTROMAGNETIC RADIATION
클러스터 07	blade body	5~6	1. Fishing Lure and Attractors and Methods of Manufacture
클러스터 08	spatial light	4	1. INCOHERENT FLUORESCENCE DIGITAL HOLOGRAPHIC MICROSCOPY USING TRANSMISSION LIQUID CRYSTAL LENS 2. APPARATUS FOR PRODUCING A HOLOGRAM 3. System for order alignment of diffractively produced images
클러스터 09	first hologram	4	1. Light irradiation device and light irradiation method irradiating converged light with an object 2. MOBILE TERMINAL 3. Holographic memory reproduction device and holographic memory reproduction method, demodulation device and demodulation method, and observation device and observation method
클러스터 10	optical society	4~5	1. Layered holographic stereogram based on inverse Fresnel diffraction 2. Three dimensional digital holographic aperture synthesis 3. Dynamic holographic three-dimensional projection based on liquid crystal spatial light modulator and cylindrical fog screen

[스마트 제조 홀로그램 분야 데이터 기반 요소기술]

No	요소기술명	키워드
요소기술01	고분해능 3차원 이미징 기술	holographic image
요소기술02	가변 및 시분해 특성을 이용한 계측 기술	spatial light
요소기술03	See-Through 홀로그램 AR기기 개발 및 활용 기술	holographic AR
요소기술04	가상 입체 설계 및 Assisted 제조기술	holographic image assisted produce
요소기술05	홀로그램 프린팅 기술	holographic printing

(2) 요소기술 도출

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

[스마트 제조 홀로그램 분야 요소기술 도출]

분류	요소기술	출처
스마트 검사장비	고분해능 3차원 이미징 기술	특허/논문 클러스터링
	가변 및 시분해 특성을 이용한 계측 기술	기술/시장 분석, 기술수요, 특허/논문 클러스터링, 전문가추천
증강현실 기반 제조/설계	See-Through 홀로그램 AR기기 개발 및 활용 기술	기술/시장 분석, 전문가 추천, 특허/논문 클러스터링
	홀로그램 AR기기 인터페이스 기술	기술/시장 분석, 기술수요, 전문가추천
	가상 입체 설계 및 Assisted 제조기술	기술수요, 특허/논문 클러스터링
홀로그램 메뉴얼	홀로그램 프린팅 기술	기술/시장 분석, 전문가 추천, 특허/논문 클러스터링
	프린팅 홀로그램 기록 재료 및 저장 기술	전문가추천, 기술/시장분석
	천연색 프린팅 홀로그램 제작 기술	기술/시장분석 전문가추천

(3) 핵심기술 선정

- 확정된 요소기술을 대상으로 산·학·연 전문가로 구성된 핵심기술 선정위원회를 통하여 중소기업에 적합한 핵심기술 선정
- 핵심기술 선정은 기술개발시급성(10), 기술개발파급성(10), 단기개발가능성(10), 중소기업 적합성(10)을 고려하여 평가

[스마트 제조 홀로그램 분야 핵심기술]

분류	핵심기술	개요
스마트 검사장비	고분해능 3차원 이미징 기술	고품질의 품질 검사가 요구되는 반도체와 디스플레이를 비롯한 의료 및 다양한 분야에서 활용하기 위하여, 홀로그래픽 간섭 패턴으로부터 수치적인 방법에 의해 3차원 객체 정보를 추출·계측하는 기술
증강현실 활용	See-Through 홀로그램 AR기기 개발 및 활용 기술	실제 환경에 홀로그래피 3D 영상을 추가하여 보여주는 증강현실 기기의 개발·활용하는 기술
	홀로그램 AR기기 인터페이스 기술	See-Through 광학 구조를 통해 사용자의 주위 실제 공간에 가상의 홀로그래픽 3D 영상을 정합된 형태로 인터페이싱 하는 기술
홀로그램 메뉴얼	홀로그램 프린팅 기술	홀로그램으로 제작된 메뉴얼을 통하여 3D 영상을 보여줌으로써 간접적으로 현장 체험과 기술 습득이 가능하게 하는 기술
	프린팅 홀로그램 기록 재료 및 저장 기술	설비를 구축한 엔지니어의 노하우를 홀로그램 메뉴얼로 체계화하여 저장하는 기술

6. 기술로드맵 기획

가. 스마트 제조 홀로그램 기술로드맵

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

스마트 제조 홀로그램의 중소기업형 기술로드맵					
Time Span		2017	2018	2019	최종목표
연도별 목표		홀로그램 프린팅 기술	홀로그래픽 스테레오그램 기술	디지털 홀로그램 기술	디지털 홀로그램 본격화
홀로그램 핵심기술	스마트 검사장비	고분해능 3차원 이미징 기술			스마트 검사장비 제조 시스템 구축
	증강현실 활용	See-Through 홀로그램 AR기기 개발 및 활용 기술 홀로그램 AR 기기 인터페이스 기술			증강현실 활용 인프라 구축
	홀로그램 메뉴얼	홀로그램 프린팅 기술	프린팅 홀로그램 기록 재료 및 저장 기술		홀로그램 매뉴얼 제작 및 보급 시스템 구축
기술/시장 니즈		홀로그램 활용을 통한 제조 활성화 요구 증대	뿌리산업의 홀로그램화		ICT기술과의 융복합화

나. 연구개발 목표 설정

- 로드맵 기획 절차는 산·학·연 전문가로 구성된 로드맵 기획위원회를 통해 선정된 핵심기술을 대상으로 기술요구사항, 연차별 개발목표, 최종 목표를 도출

[스마트 제조 홀로그램 분야 핵심기술 연구목표]

분류	핵심기술	기술요구사항	연차별 개발목표			최종목표
			1차년도	2차년도	3차년도	
스마트검사 장비	고분해능 3차원 이미징 기술	적용 물체 수	2개	5개	10개	스마트 검사장비 제조 시스템 구축
증강현실 활용	See-Through 홀로그램 AR기기 개발	향상도 수준	80%	90%	95%	증강현실 활용 인프라 구축
	홀로그램 AR기기 인터페이스기술	상황인지 수준	평면	3D 영상 확대	-	
홀로그램 매뉴얼	홀로그램 프린팅 기술	구현 수준	텍스트, 2D 수준	3D 확대	-	홀로그램 매뉴얼 제작 및 보급 시스템 구축
	프린팅 홀로그램 기록 재료 및 저장 기술	데이터 정확도	-	90%	100% 근접	

3D 프린팅 제조 시스템

정의 및 범위

- 전통적 제조방법인 절삭가공의 비효율성과 3차원 복잡형상 제조문제를 극복하기 위해 적층 제조 (Additive manufacturing) 기법으로, 대상 물체의 3차원 형상정보로부터 재료의 접합을 통해 2차원 적 단면층을 쌓아올리는 인쇄제조방식인 3차원 적층방식의 가공 시스템
- 3D 적층제조 기술은 분말, 액체, 고체 형태의 특정 물질(폴리머, 금속 등)로 입체 형상을 제조하기 위해 모델링, 프린팅, 후처리 등의 요소기술들을 포함하고 있으며, 기존 폴리머 기반의 단순 시제품이 아닌, 티타늄 등 메탈 기반의 초정밀/초대형 부품의 양산 기술 포함

정부지원 정책

- 3D 프린팅 산업 발전 전략 수립 및 국가적인 차원의 기술 개발 선도
- 3D프린팅 포럼 구성, 제조혁신지원센터 구축 및 운영
- 2020년까지 3D 프린팅 선도국가 도약을 위한 4대전략 11대 과제 제시

중소기업 시장대응전략

강점(Strength)	약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none"> 3D 프린팅 성능과 품질 향상, 기술 인지도 및 관심도 향상 HW, SW 및 최종 제품의 가격경쟁력 다양한 소재 개발 기술의 발전 기본적인 CAD 기술을 갖춘 인력 확대 3D 모델링 SW의 확산 	<ul style="list-style-type: none"> 국내 장비생산기술 미약 완제품 출력 시까지 장시간 소요 특정제품 인쇄에 필요한 소재의 부족 높은 소재 가격 제품의 불법복제 및 무단 제작 등의 법적 문제점 발생 우려
기회(Opportunity)	위협(Threat)
<ul style="list-style-type: none"> 최근 3D 프린터의 기술진보 및 가격 하락 네트워크+3D프린팅+신소재의 결합, 새로운 생산/유통/ 소비 방식 탄생 저가형 및 금속 프린터 고성장 예상 융합기술의 부상 	<ul style="list-style-type: none"> 글로벌 기업의 국내 진출 제품의 불법복제 및 무단 제작 등의 법적 문제점 발생 우려 총기류 등 불법 무기 제조 확산에 대한 우려 선진국과의 기술 격차



중소기업의 시장대응전략

- 특정 시장 수요에 부응하는 선택과 집중을 통해 초기 시장에 성공적으로 진입
- 클라우드/네트워크 기반의 수요 창출 및 DB 확보로 새로운 유통 모델 창출
- CAD 인력 풀을 바탕으로 하는 설계 역량의 확보
- 공동 연구, 공동 마케팅 등의 유관기업들과의 기능적 협업으로 중소기업 3D 프린팅 클러스터 창출
- ICT기술과의 융복합화를 통한 스마트 공정을 개선

핵심기술 로드맵

3D 프린팅 제조 시스템의 중소기업형 기술로드맵

Time Span		2017	2018	2019	최종목표
연도별 목표		개인 맞춤형 3D프린팅 설계 기술 개발	다기능 맞춤형 3D프린팅 제조 기술 개발	고부가가치 제품의 고속 제조 공정기술 확립	중소 제조업 스마트화를 위한 3D프린팅 설계 제조 기술확보
3D 프린팅 제조 시스템 핵심기술	제조	자유 곡면 상의 3D 전자소자 프린팅 기술 3D 프린팅을 이용한 사물인터넷용 스마트센서 모듈 제조 기술 모래형 주형제작을 위한 샌드 프린터 및 샌드 소재 국산화 및 양산 제작			고부가가치 제품을 위한 3D프린팅 제어기술 개발 고속 고정밀 3D프린팅 공정 제어기술 개발
	제품설계	클라우드 기반 3차원 가상제조 오픈플랫폼 기술 빅데이터 기반 소량생산 디지털 서칭/매칭 기술 3D 프린팅 기반 A/S용 부품설계 및 제작기술			맞춤형 설계 기술 개발
	공장설비	초고속 정밀 3D프린팅 공정 기술			다양한 수요 요구조건을 수용할 수 있는 고성능 3D프린팅 기술개발
기술/시장 니즈		소비재, 자동차, 의료, 금형 등 다양한 산업 분야 3D프린팅 확산	다품종 소량생산/개인 맞춤형 제작수요 증가	고부가가치 고정밀 제품을 위한 3D프린팅 고속 제조 기술 확대	

1. 개요

가. 정의 및 필요성

- 디지털 디자인 데이터를 이용, 소재를 적층(積層)하여 3차원 물체를 제조하는 프로세스
 - 재료를 자르거나 깎아 생산하는 절삭가공과 대비되는 개념으로 공식용어는 적층제조(AM: Additive Manufacturing), 쾌속조형(RP: Rapid Prototyping)
 - 구현하고자 하는 물체를 3차원 디지털 도면을 통해 가상의 물체로 디지털화한 후, 매우 얇은 단면(약 0.015~0.10mm)을 한 층씩 형상을 쌓아 결과물을 제조
 - 적층제조(Additive Manufacturing, AM)라고도 불리며, 입체물을 기계 가공 등을 통하여 자르거나 깎는 절삭가공(Subtractive Manufacturing) 제조방식과 반대되는 개념



[3D 프린팅 과정]

- 3D 적층제조 시스템이란 적층가공(Additive Manufacturing) 또는 쾌속조형(Rapid Prototyping)이라고도 하며, 3차원 CAD프로그램 등을 이용한 설계 데이터에 따라 액체·파우더 형태의 폴리머(수지), 금속 등의 재료를 적층 방식(Layer-by-layer)으로 쌓아올려 입체물을 제조하는 방법을 의미하고, 폴리머 기반의 단순 시제품 제작형태가 아닌, 티타늄 등의 금속 기반의 초정밀 및 초대형 부품을 양산할 수 있는 기술도 포함
- 기존의 금형 제작 기술은 매우 큰 비용과 제작 시간을 필요로 하기 때문에 3D 프린팅을 활용한 금형제작기술 (Rapid Prototyping)이 각광받게 되었음. 다양한 시도를 빠르게 해 볼 수 있으면서 좋은 디자인을 만들 수 dLT다는 것이 3D 프린팅의 효시였으며 그에 따라 조악하지만 빠른 (Quick & Dirty) 방식을 굉장히 정밀하게 수행하는 것이 가능해짐
- 3D 프린팅 기술은 첨가 가공 공정기술과 기계제어 기술 및 3차원 설계기술의 발전을 기반으로 제품을 직접 혹은 시제품을 빠르게 생산해 냄으로써 제조업의 혁명을 예고하고 있음. 전자, 항공·자동차, 의료, 교육·패션, 건축 등 다양한 산업분야에 걸쳐 맞춤형 제작에 적용되고 있음

나. 범위

(1) 3D 프린팅 공급망 관점 및 공정 관점에 따른 범위

- 3D적층제조 시스템 산업은 공급망 관점에서 장비, 소재, 소프트웨어로 구분됨
 - 장비 기술은 프린터 기술이 주를 이루며 다양한 적층 방식에 따라 구분되며 적층 대상을 데이터로 변환하기 위한 스캐너도 있음
 - 소재 기술은 대상의 속성에 따라 금속, 세라믹, 고분자 수지, 생체 소재 등이 있으며 형태에 따라 액체, 분말, 고체 등으로 나눌 수 있음
 - 소프트웨어 기술은 기반 SW 기술, 응용 SW 기술 및 임베디드 SW 기술로 나눌 수 있음

[3D적층제조 시스템 공급망 관점의 범위]

대분야	중분야	세부 제품 및 기술
3D적층제조 시스템	장비	접착제분사 방식 프린터, 재료분사 방식 프린터, 분말소결방식 프린터, 고에너지 직접조사 방식 프린터, 압출방식 프린터, 광조형 방식 프린터, 시트적용방식 프린터
	소재	금속, 세라믹, 고분자, 창의소재, 생체적합성 소재, 하이브리드 스마트 소재 등
	소프트웨어	위상최적설계 SW, 가상 프로토타이핑 툴, 형상검색 SW, 디자인/콘텐츠 지적재산권 관리, 프린터용 임베디드 SW, 하드웨어 제어기술 등

- 3D적층제조 시스템은 프로세스에 따라 모델링, 프린팅, 후처리, 소재 등으로 세부 기술 구분
 - 모델링 분야에는 3D디자인 변환, 3D 스캐닝, 3D디자인 SW 등 CAD 등 컴퓨터 그래픽 설계 프로그램을 이용해 물체의 모양을 3차원으로 구성하거나, 물체를 스캔 및 디자인하여 데이터로 변환하는 기술 등이 포함
 - 프린팅 분야에는 미세노즐, 미세분사기술 등의 분사·인쇄기술, 에너지원(열, 레이저, 전자빔 등) 출력 및 조절기술, 정밀 위치제어, 고속제어 기술 등의 위치·제어기술 등이 포함되며, 디지털화된 파일로 데이터를 분석하고 조형을 하는 단계로, 해상도 및 제조시간 등을 개선하는 기술이 요구
 - 소재 분야에는 다양한 소재의 적정용점 및 경화 제어기술 등이 요구되고 있으며, 후처리 기술은 착색, 연마, 표면재료증착 기술 등이 요구

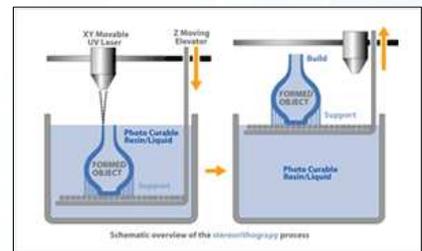
[3D적층제조 시스템 제품 분류 관점의 범위]

대분야	중분야	세부 제품 및 기술
3D적층제조 시스템	모델링	3D디자인 변환, 3D 스캐닝, 3D디자인 SW 등
	프린팅	미세노즐, 미세분사기술, 에너지원(열, 레이저, 전자빔 등)출력 및 조절기술, 정밀 위치제어, 고속제어 기술 등
	소재	적층용점 및 경화 제어기술 등
	후처리	착색, 연마, 표면재료증착 기술 등

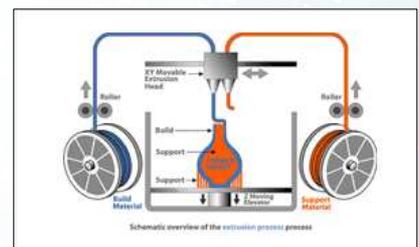
(2) 3D 프린팅 방식에 따른 기술 분류

- 3D 적층제도 시스템은 적층방식과 사용하는 재료에 따라 다양한 기술로 구분할 수 있음. 적층 공정 방식으로는 압출, 잉크젯 방식의 분사, 광중합, 분말 소결, 인발, 시트 접합 등이 있으며, 활용 가능 재료에는 폴리머, 금속, 종이, 목재, 식재료 등이 다양하게 개발 중임
- 3D 프린팅을 위한 소재로는 현재 플라스틱과 금속이 주로 사용되고 있으나, 비싼 소재 가격이 사용 확대의 큰 걸림돌로 지적됨. 현재 3D 프린팅의 한계로 지적되는 제조 시간, 해상도, 강도, 표면 특성 등의 문제는 프린터의 문제와 소재의 문제가 결합된 문제로 볼 수 있음. 그러나 기술 개발에 따라 거의 모든 종류의 소재가 3D 프린터 소재로 활용 가능할 것으로 예상
- 적층 공정방식에 따른 기술 분류

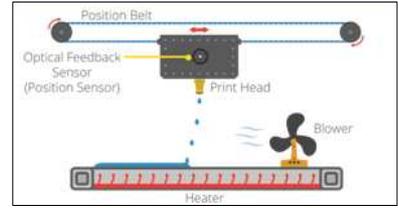
- 광중합 방식(Light Polymerization)은 빛의 조사로 플라스틱 소재의 중합반응을 일으켜 선택적으로 고형화시킴
Stereolithography(SLA)과 Continuous Liquid Interface Production (CLIP)등이 대표적인 기술



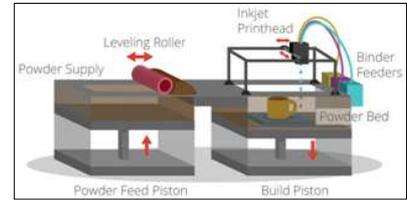
- 재료압출 방식(Material Extrusion)은 고온 가열한 재료를 노즐을 통해 압력으로 연속적으로 밀어내며 위치를 이동시켜 물체를 형성 시킴. 대표적인 기술은 Fused Filament Fabrication(FDM) 등



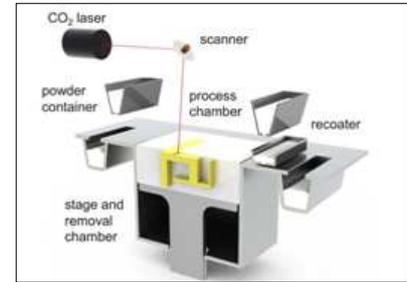
- 재료분사방식(Material Jetting)은 용액 형태의 소재를 Jetting으로 토출시키고 자외선 등으로 경화시키는 방식을 의미하고, Polyjet 등이 대표적인 기술임



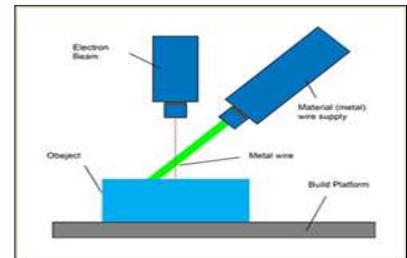
- 접착제분사 방식(Binder Jetting)은 가루 형태의 모재 위에 액체 형태의 접착제를 토출시켜 모재를 결합시키는 것으로, 대표적인 기술로는 Powder Bed and Inkjet Head (PBIH), Plaster-based 3D Printing(PP) 등이 있음



- 분말소결 방식(Powder Bed Fusion)은 가루 형태의 모재 위에 고에너지빔(레이저나 전자빔 등)을 주사하며 조사해 선택적으로 결합시키는 방식임. 대표적인 방식으로 Selective Laser Sintering(SLS) 등이 있음



- 고에너지직접조사 방식(Direct Energy Deposition)은 고에너지원(레이저나 전자빔 등)으로 원소재를 녹여 부착시키는 방법. 대표적인 방식으로 Direct Metal Tooling(DMT), Electron beam melting(EBM)등이 있음



□ 적층 공정방식의 대표적 기술

① FDM (Fused Deposition Modeling)

- 필라멘트 타입의 재료를 헤드를 통하여 분출시켜서 적층시키는 방식
- 헤드는 X, Y축으로 이동하고, 플랫폼은 Z축으로 내려가면서 제품이 적층
- 미국 Stratasys사에서 개발되었고, 현재 개인용 3D 프린터에 가장 많이 사용되는 방식
- 가장 많은 제조사들이 적용하고 있는 기술이기에 가장 보편적인 기술이라고 볼 수 있으며 높은 강도와 내열성을 가지고 있으나, 조형물의 표면이 비교적 거침

② PolyJet

- 광경화성 액상 재료를 헤드를 통하여 분출하고, UV램프로 분사된 재료를 경화시켜서 제작하는 방식으로, 주로 사용하는 액상 재료는 아크릴 계열의 재료이며, 가장 다양한 소재를 만들어 낼 수 있는 장점
- 단일 재료로 경질 및 연질의 재료가 있으며, 소재를 혼합하여 경도값이 다른 재료를 만들어 내며, 일반적으로 낮은 레이어로 적층을 하기에 표면 조도가 매우 좋은 장점이 있음
- 최근에는 컬러가 지원되는 재질이 출시되어 다양한 색상 구현으로 다양한 분야에 적용

③ SLA (Stereo Lithography Apparatus)

- 액상 수지의 재료를 레이저를 사용하여 경화시키는 방식으로, 최초의 3D 프린팅 기술이며, 전 세계적으로 가장 많이 사용되었던 방식
- 별도의 보조 재료를 사용하지 않고 미세형상의 기둥이 보조역할을 하며, Sharp Edge의 형상 구현이 매우 좋음
- 고가의 장비와 레이저 유지 보수비의 이유로 최근에는 많이 보급이 되지 않고 있으며, 대형 장비 또는 특정 분야에서만 사용
- 주로 아크릴 또는 아크릴 계열의 재료가 사용되고 있으며, 이외에도 매우 다양한 소재가 출시되고 있으나, 광경화성 재료의 한계로 제한적으로 활용됨

④ SLS (Selective Laser Sintering)

- 분말 재료를 사용하고, CO2 Laser를 주사하여 제품을 제작하는 방식으로 녹지 않는 분말재료가 지지대 역할
- 나일론을 주 소재로 사용하기에 강성이 강하거나 온도가 높은 특성이 있으며, 특히, 금속분말을 이용하여 사용하는 사례가 최근에 늘어나고 있는 추세
- 소결(Sintering) 방식이 아닌 Direct Melting방식으로 금속 분말을 이용
- 제작 속도가 빠르고, 대량 생산이 가능하기에 다품종 소량 생산에 직접 적용이 가능하나, 예열 작업과 냉각 과정을 반드시 거쳐야 하는 단점
- 미국의 3D Systems사와 독일의 EOS사가 이 방식을 이용하여 장비 제조

⑤ DLP (Digital Lighting Process)

- 광경화성 액상 수지를 사용하며, 백만개 이상의 작은 거울이 반사하는 빛으로 광경화성 수지를 고정화하는 방식
- 뛰어난 미세형상 능력을 자랑하나, 파트가 커질수록 해상도가 떨어지면서 치수정밀도는 떨어짐
- Casting 재료를 주로 사용하기에 보석, 치과용 보조재에 많이 사용
- 독일의 Envisiontec에서 최초 개발하였으며, 현재는 보급형 장비로도 많이 사용

2. 산업환경분석

가. 산업특징 및 구조

(1) 산업의 특징

- 3D프린팅은 1984년 최초로 개발된 이후 2000년대까지 단순 시제품 제작에 주로 사용되었으나, 최근 장비 및 소재의 기술진보에 따라 완성품 제작까지 활용범위가 확대
 - 3D프린팅은 기존의 제조공정과 달리 틀(금형 등) 없이 시제품을 만들 수 있고, 디자인 도면의 변경으로만 수정이 가능하기 때문에 제조업 분야의 시제품 개발 단계에서 주로 사용
- 3D 프린팅은 다품종 소량생산과 개인 맞춤형 제작이 용이한 까닭에 시제품의 제작비용 및 시간 절감, 제조공정 간소화 등 많은 장점을 보유하고 있어 규모의 경제와 저임 노동비 우위를 가진 전통적인 방식과 다른 형태의 생산/유통/소비 방식을 만들어 내고 있음
 - 3D 프린팅 시설을 갖춘 공장과 네트워크를 통하여 누구나 연결되어 무엇이든지 주문할 수 있게 되어 직접 생산 혹은 대량 맞춤형 (Mass Customization)이라고 불리며, 소비자의 주문에 맞추어 생산을 하기 때문에 미리 재고를 확보해둘 필요가 없음
- 3D프린팅은 제조업의 혁신 뿐 아니라 투자, 판매, 재무관리 등의 전 단계에 변화를 가져올 수 있는 기회를 제공
 - 3D프린팅은 금형 투자의 고정비용을 낮춰주고 시장에서의 반응을 살펴보기 위한 소량 생산을 가능케 하며, 재고자산을 줄여주어 경영리스크를 감소시킬 것으로 예상
 - 제품의 주기가 점점 짧아지는 가전 시장의 경우 성공여부가 신제품 출시 속도에 크게 좌우되는 까닭에 3D 프린팅을 적용하여 기업 경쟁력을 갖추는 것이 목적
- 최근에는 3D프린팅 관련 기술개발과 장비 재의 가격하락에 힘입어 산업용 정밀기계, 자동차, 의료, 항공 등 다양한 분야에 활용되고 있음
 - 특히 부품 제조분야에 활용도가 높는데 3D프린팅으로 부품을 생산할 경우 미리 생산해 참고에 비축할 필요가 없으며, 단종된 부품도 도면만 있으면 다시 제작할 수 있음
- 현재 3D프린팅은 제작시간 절감, 정밀성 향상, 금속소재 개발 등 단점을 극복하기 위해 다양한 기술을 개발하는 단계에 있음
 - 3D프린팅은 금형 등을 이용한 제조방식과 달리, 제품의 순차 생산에 따른 긴 제조시간과 높은 생산비용 등으로 인해 완제품의 대량생산을 대체하기에는 어려운 상황
 - 주로 3D프린터의 상용화 단계를 가속시키기 위한 기술개발이 진행되고 있으며 이러한 기술들이 개발되어야만 완제품의 대량생산이 가능

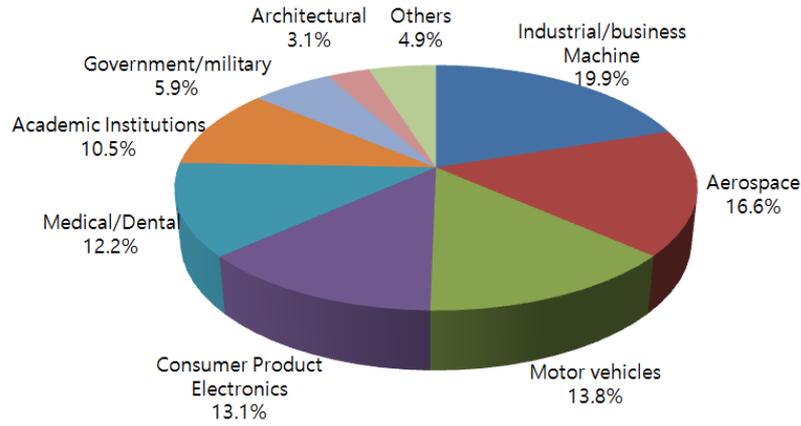
[3D 프린팅의 주요 장단점]

장점	단점
- 시제품의 제작비용 및 시간 절감	- 조형속도가 매우 느리고 규모가 큰 프린팅 한계
- 다품종 소량생산에 유리	- 표면 해상도가 아직 높지 않음
- 복잡한 형상, 내부형상을 가진 제품제작 용이	- 적층제조로 단층 방향의 힘에 약함
- 1개 장비로 다양한 제품 생산	- 소재의 다양성에 한계가 있음
- 시제품의 제작비용 간 절감	- 재료비의 가격이 비쌘
- 공정 간소화로 인건비와 조립비용 절감	- 디자인의 전문성이 요구됨
- 복수의 상이한 재료를 사용한 일체 조형도 가능	- 지적재산권 분쟁의 소지가 있음
- 조작자와 생산자의 기술력에 크게 의존하지 않음	- 소재와 공정에 대한 표준이 정립되어 있지 않음

- 장비 및 소재를 개발·생산하는 제조업과, 생산대행·제작 지원을 제공하는 서비스업 등 다양한 산업이 연관된 산업으로, 전후방산업으로의 파급효과가 큰 제조업의 토대이면서 향후 신산업을 이끌어갈 원동력이 될 전망
 - 스마트팩토리에 적용될 경우 과거 복수의 부품을 개별 생산해서 조립하던 공정을 일체형으로 설계하여 조립, 용접 등 일부 공정을 단축 가능하며, 기존 방식으로 구현이 어려운 복잡한 형태의 제품을 손쉽게 제작 가능할 뿐 아니라 재고를 보유할 필요가 없기 때문에 스마트 제조의 개념에 부합하는 제조 방식임

(2) 산업의 구조

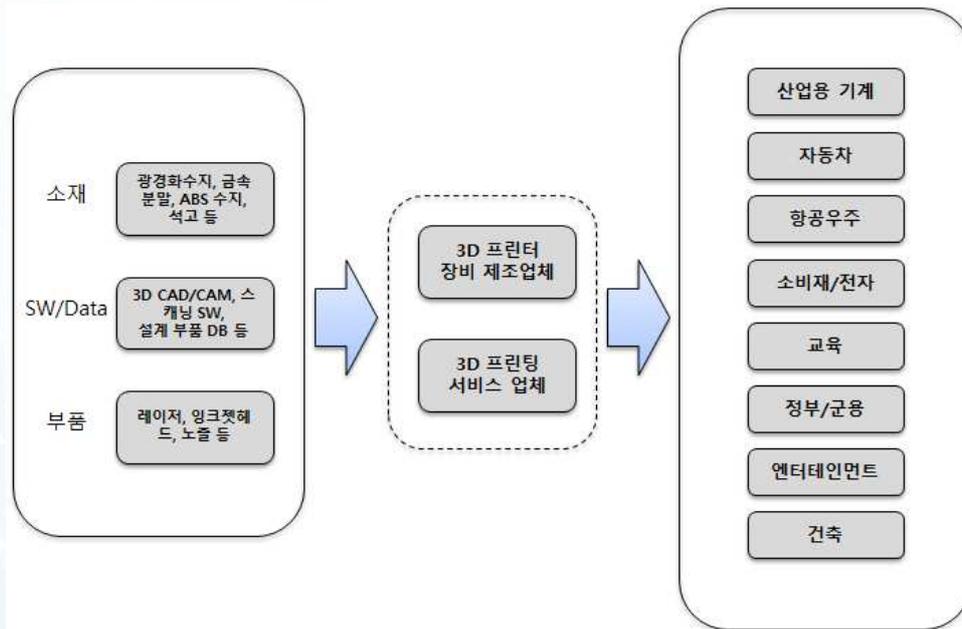
- 3D 프린터 시장은 주로 산업용 프린터를 중심으로 성장하여 왔으나 최근 규모의 경제 효과 및 기술 발전으로 인한 원가절감에 힘입어 개인용 프린터 시장의 성장이 가속화되고 있음
 - 3D 프린팅 오픈소스를 이용한 소규모 사업장에서 장비를 개발하고 원하는 제품을 현장에서 직접 생산 제공하는 서비스까지 등장하고 있으며 이에 대한 교육이 확대되면서 3D 프린터 대중화론 급 부상
- 전방산업은 산업용 기계류, 우주·항공, 자동차, 소비재·가전, 인공 뼈, 치과보형물 등의 의료용 생체조직의 의료·치과, 공학·교육, 공공·국방, 복잡한 구조의 건물의 건축모형 및 건축자재의 건축 분야 등 다양하게 존재



*출처: Wohlers Report 2016

[3D 프린팅의 활용 분야]

- 최근 수년간 3D적층제조 시스템 활용이 활발해진 산업분야로는 산업용 기계류가 비중이 크게 늘어났으며 ('12년 13.4% → '16년 19.9%), 항공, 자동차, 소비재 산업, 의료, 교육 분야에 걸쳐 고르게 성장하고 있는 추세임
- 장비 및 서비스 업체를 지원하기 위한 후방산업으로는 수지, 금속 등의 3D 프린팅용 소재산업, 노즐, 분사헤드, 레이저 등의 핵심부품 산업과 3D CAD/CAM, 스캐닝 SW 및 설계용 부품의 방대한 DB 등을 필요로 하는 SW 및 Data 산업이 있음. 수요가 다양해지고 정밀도가 높아질수록 이들 후방산업의 의존도가 커지는 만큼 이를 국가적인 핵심 사업으로 발전시키기 위한 정책적 관심이 필요함



[3D 프린터 관련 산업 구조]

나. 경쟁환경

- 국내 3D프린팅 시장은 2013년에 420억원 규모이며 연 40% 내외로 급속히 성장하고 있지만, 3D프린터 장비를 대부분 수입에 의존하고 있으며 소재 또한 장비와 소재를 연계하여 판매하는 산업구조이며 대부분 외국으로부터 수입함. 특히 고가 산업용 장비는 90% 이상 수입됨
- 기술 개발 역시 주요 선진국에서는 다양한 분야로의 응용을 위한 기술 개발에 집중 투자 중이며 장비와 소재 중심의 산업에서 향후 서비스 중심으로 전환이 예상됨. 국내의 기술 개발은 제조업과 의료 도구 제작에 활용하는 20여개 안팎의 기업에 그치고 있고 산업용 프린터를 시판하는 기업은 아직 소수임. 소재 관련 시장도 아직은 초기 단계임
- 이미 선진국에서는 제조업 원가 절감 및 재활성화, 에너지 및 소재 절감을 추구하며 의료/바이오, 우주/항공 등 3D 프린팅과 기존 산업과의 연계성에 주력하고 있으며 제조업의 경쟁력 강화를 위해 3D 프린팅 기술에 집중 투자하고 있음. 국내에서도 뒤늦은 감이 있지만 정부가 2020년까지 3D 프린팅 선도국가 도약을 목표로 전략과 과제를 제시하였고 정부 주도의 투자를 진행하고 있음 (2013~2015년간 산업통상자원부 217억원, 중소기업청 30억원 등)

[국내 기업의 경쟁 환경 SWOT 분석]

Strength	Weakness
<ul style="list-style-type: none"> - 국내시장 확대 및 보급 확산 - 성능 및 품질, 인지도 향상 - 정부 주도의 추진 - CAD 기술인력 보유 - 소재 기술의 발전 	<ul style="list-style-type: none"> - 중소기업 위주로 기반 미약 - 아직 높은 장비 및 소재의 가격 - 기술표준 부재 - 국내 산업구조 변화 대응전략 부재 - 제작시간 등 성능 부족
Opportunity	Threat
<ul style="list-style-type: none"> - 최근 시장 고성장 및 가격하락 추세 - 기술진보 속도가 빨라짐 - 새로운 산업에 적용하는 예가 많아짐 - 글로벌 기업의 국내진출로 관련산업 활성화 	<ul style="list-style-type: none"> - 선진국 주도의 기술 개발 및 투자 - 글로벌 기업의 국내진출로 기회비용 - 선진국 위주의 기술표준화 추세 - 제품의 불법복제 등 법적 이슈 존재 - 선진국과의 기술 격차

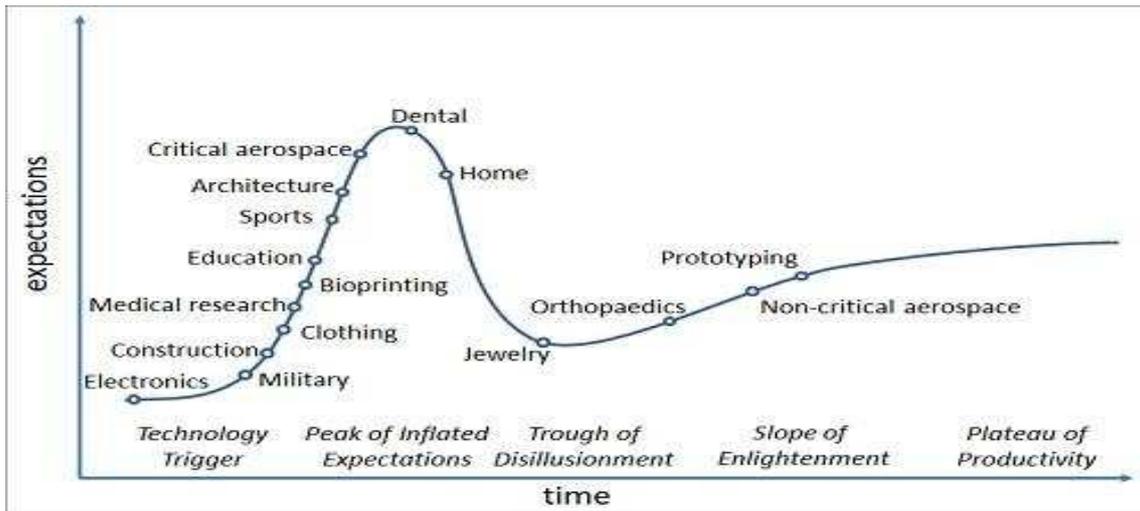
다. 전후방산업 환경

- 3D 프린팅 기술은 현재 초기 성장 단계로서 기술 발전에 따라 높은 성장이 기대되나 산업의 핵심 기술로서 수용되기까지는 앞으로 5~10년이 지나야 할 것으로 예상됨
 - 최근 3D 프린팅에 대해 낙관론을 경계하는 중립적 시각과 함께 3D 프린팅 무용론 같은 극단적 시각도 관찰되고 있음
 - 3D 프린팅과 기존 제조기술의 특성을 비교해 볼 때 미래 성장성 못지않게 아직 부족한 면이 많이 있음. 표면 품질과 정밀도, 제조 속도, 제품 가격 및 소재 가격은 아직도 기술적으로 개선해야 할 측면이 많이 남아 있음을 보여 주고 있음

- 3D 프린팅 관련 특허 출원은 지속적으로 증가 추세에 있으나 원천 특허들이 만료되어 시장 확산에 도움이 되고 있음
 - 3D 프린팅 관련 특허 출원은 1986년 미국의 3D Systems에서 출원한 특허가 최초이며 이후 1990년경에 표준특허가 출원됨. 3D Systems가 보유하고 있던 주요 원천특허들이 20년이 지나 만료가 되는 것들이 많아 이제는 3D 프린터 제조 시 특허 침해에 대한 우려가 줄어들었음
 - 소재, 서비스 등에서는 아직 특허화의 여지가 많이 남아 있으며 이를 잘 활용하면 기회가 될 것으로 전망. 특허 후발 주자로서 국내 기업들은 3D 프린팅 산업의 발전 방향에 부합하는 전략을 세울 필요가 있으며 적절한 선택과 집중으로 기회를 살릴 수 있을 것임
 - 3D 프린팅의 가장 큰 약점은 속도와 정밀도, 그리고 소재의 다양성임. 이 부분에서의 원천특허를 확보한다면 향후 크게 도약할 3D 프린팅 관련 산업에서 주도권을 가질 수 있음. 또한 3D 프린팅으로 변화하게 될 산업에서 이제까지 존재하지 않던 서비스를 창출하는 분야 역시 새로운 성장의 기회가 될 수 있음. 예컨대 CAD 관련 인력이 많다는 강점을 살려서 부품 설계의 DB화를 통한 부품 설계 data 제공을 서비스화하는 것을 고려해 볼 수 있음

- 3D 프린터의 영향으로는 ① 기술집약형 산업화가 이루어지고, ② 제조업과 ICT 융합 등 새로운 산업 형태가 생기며, ③ 제품, 부품, 취미활동용 장식품 등을 3D 프린팅으로 직접·제작·생산·소비하는 프로슈머 및 소비자와 제조업자의 결합을 의미하는 콘슈팩처러 (consu-facturer)의 등장 ④ 온라인 또는 공용 제작공간에서 소통하며 창의적 결과물을 산출하는 집단 지성 협업 문화 확산이 이루어질 것으로 전망
 - 전통산업에서 기존 제조설비, 컨베이어 벨트, 로봇 등 자동화 기계와 3D 프린팅을 결합할 경우 제조업 4.0과 스마트 공장의 효율성을 극대화할 수 있을 것으로 전망
 - 소규모 생산이 활성화되고 수요와 공급 간의 물리적, 시간적 거리가 크게 줄어들 것이므로 새로운 형태의 업종이 생겨날 것으로 전망. 누구나 설계와 디자인, 서비스에 접근할 수 있게 되며 아이디어가 실물로 구현되는 시간이 획기적으로 줄어들게 되어 인터넷이 정보의 교환과 공유를 강화하여 산업을 변화시켰듯이 아이디어의 실물화를 강화함으로써 또 한번의 큰 변화를 예고

- 아이디어 제품, 부품, 취미활동용 장식품 등을 3D 프린팅으로 직접 제작, 생산, 소비하는 프로슈머 (생산적 소비자) 형성을 촉진할 것이며 책상 위 프린터에서 물건을 직접 만들어 내는 데스크톱 (Desktop) 공장이 현실화될 것임
- 3D 프린팅 기술이 기존 산업의 변화에 영향을 주기 위해서는 융합기술이 필수적임. 예컨대 개인 맞춤형 의료기기를 생산하기 위해서는 ICT 기술이 의료기기에 적용되어 개인화를 촉진하듯이 ICT 기술을 수용할 수 있는 기술 기반을 갖추는 것이 필요함. 그러려면 피부나 보청기 같이 자유 곡면을 가진 표면 위에 실장될 수 있는 ICT 부품들의 설계 기술이 반드시 확보되어야 할 것이며 이와 같은 융합기술의 확보는 아직까지 만개되지 않은 3D 프린팅의 새로운 영역을 개척할 수 있을 것으로 전망



*출처: IDTechEx

[3D 프린팅의 application 추세를 보여주는 hype curve]

3. 시장환경분석

가. 세계시장

- Wohlers Associates의 2016년 보고서에 따르면 3D 프린팅 관련 시장은 '09년 이후 큰 성장을 경험하고 있으며 최근 5년 동안 시장 크기가 4배로 성장하여 2015년에 약 51억 달러 규모를 기록
 - [3D 프린팅 제품] 전세계 매출은 2015년 약 23.6억 달러이며 2014년 19.97억 달러에 비해 18.4% 성장. 장비, 시스템 업그레이드, 재료, 애프터마켓 제품(소프트웨어, 레이저 등)이 시장의 성장을 이끌었음
 - [3D 프린팅 서비스] 전세계 매출이 2015년 약 28억 달러로 성장했으며 2014년에 비해 33% 증가. 3D 프린팅으로 제작한 부품, 유지보수 계약, 교육, 세미나, 컨퍼런스, 전시회, 광고, 출판물, 컨설팅 서비스, 연구용역 등이 주를 이룸

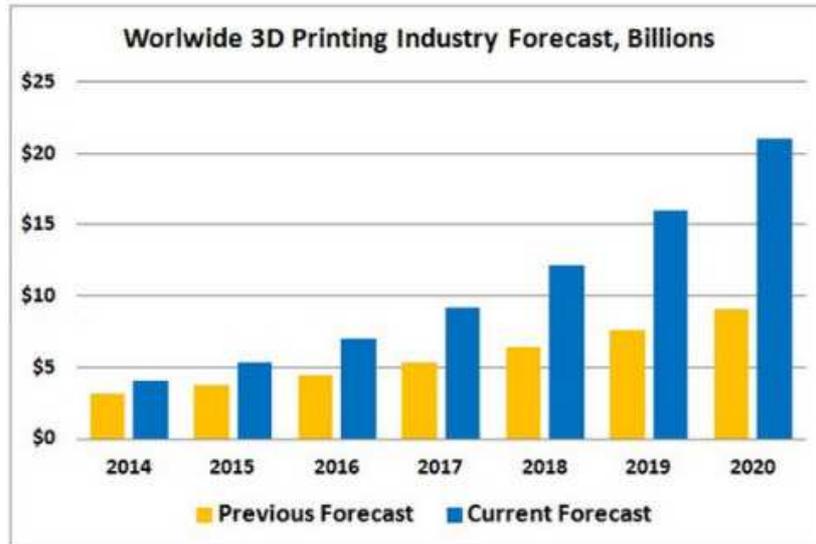
[3D 프린팅의 세계 시장규모 및 전망]

(단위 : 십억달러, %)

구분	'15	'16	'17	'18	'19	'20	CAGR ('13~'15)
세계시장	51	72	91	125	168	210	10.2

*출처: Wohlers Associates (2014)

- 세계 3D프린팅 시장은 일반 기계설비 시장에 비해 규모가 작지만 장비의 성능향상, 가격하락 및 관련 서비스산업 발전에 힘입어 고속 성장 전망
 - 세계 3D프린팅 시장은 2015년 기준 51억 달러 규모로 강한 성장세에도 불구하고, 기계설비 시장에 비하면 여전히 작은 규모
 - RolandBerger의 2013년 보고서에 따르면 금속을 이용한 3D프린팅은 일반 기계설비 시장의 약 10% 정도 차지
 - 전체 3D 프린트 시장은 향후 2018년 125억 달러, 2020년 210억 달러로 성장 전망

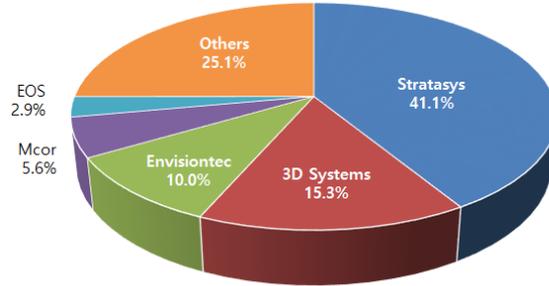


*출처: Wohlers Associates (2014)

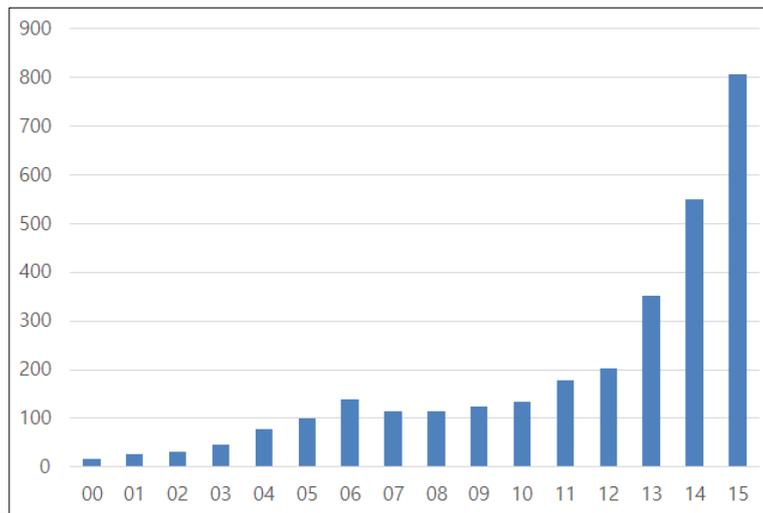
[세계 3D프린팅 세계 시장규모 및 전망]

- Gartner는 3D 프린터 세계 시장 규모가 2016년 16억 달러에서 저가격 3D 프린터의 보급 확대에 따라 2018년에는 69억 달러, 3D 프린팅 재료의 시장 규모는 2016년 7.8억 달러에서 2018년 69억 달러가 될 것으로 전망
- 영국의 시장조사 기관인 Canalis는 3D 프린터, 소재 및 관련 서비스 시장은 2013년 25억 달러, 2014년 38억 달러, 2018년 162억 달러에 이를 것으로 예측
- 3D프린터 시스템의 실제 활용은 미국, 독일, 일본의 3개국에 60% 이상을 차지하고 있음. 프린터 시장 규모는 항공기, 자동차, 의료분야를 중심으로 하여 많은 기업들이 의욕적으로 도입하여 성장되고 있으며, 2018년까지 세계 제조업체의 25% 이상이 3D 프린터를 도입할 것으로 전망되고 있음
 - 산업용 3D프린터의 1988년~2013년 누적 설치대수는 약 66,702대로, 이 중 미국이 전 세계의 38%를 차지하며 일본, 독일, 중국이 각각 9.4%, 9.1%, 8.8%를 차지하는 반면, 우리나라는 2.5%에 불과
 - 개인용 3D프린터는 2010년 이후 기술 특허 만료에 따른 가격인하로 판매대수가 크게 증가하고 있으며 2013년에는 72,000대 이상이 보급됨
- 3D프린터 장비 공급업체는 소수의 선두기업들이 시장의 약 70% 이상을 점유하고 있으며, 장비 공급업체가 직접 소재 개발을 통해 소재 공급까지 주도하고 있는 상황
 - 현재 500개 이상의 국제 특허기술을 보유 중인 미국의 Stratasys와 세계 최초로 3D 프린팅 기술을 개발한 미국의 3D Systems가 세계시장을 이끌고 있는 상황

- 산업용에서는 금속 부품 제작을 위한 메탈 3D 프린팅 기술의 수요가 증가하고 있으며 808대의 금속 프린터가 판매되어 2014년의 550대에 비해 47% 증가
 - 산업용은 Stratasys(美)(41.1%), 3D Systems(美)(15.3%) 등 2개사가 시장 과점 중



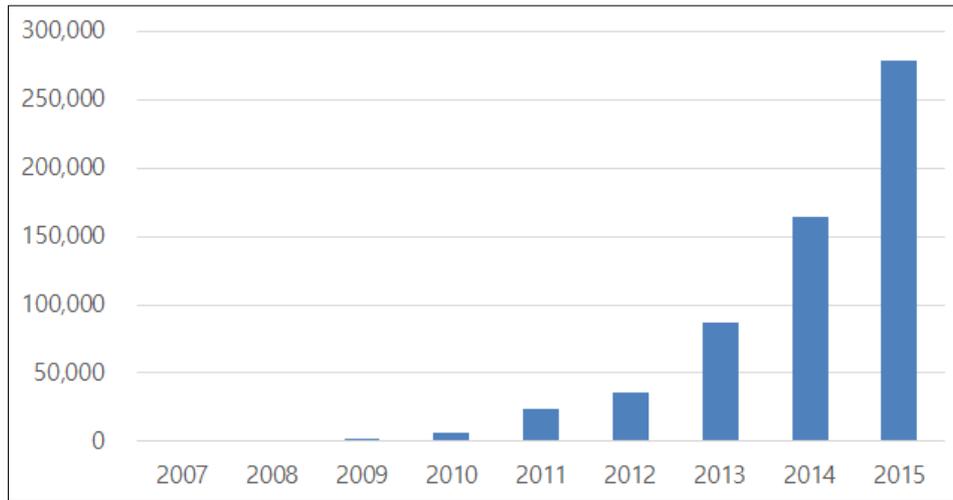
[산업용 3D 프린터 제조사 시장 점유율(2016)]



*출처: Wohlers Report 2016

[금속 3D 프린팅 시장 연도별 성장추이 (판매량)]

- 개인용 3D 프린터는 5천 달러 이하의 RepRap 및 그에서 파생된 FFF 방식의 장비 시장으로 정의함
 - 개인용은 Stratasys(美)가 인수한 MakerBot(25%), 3D Systems(美)의 자회사(Bits From Bytes, Cubify)(25%), Beijing Tiertime(中) (25%) 등 3개사가 전체 시장의 75% 차지
 - 개인용 3D 프린터 판매량은 해마다 급증하고 있으며 2015년도에는 전년도 대비 69.7% 성장한 278,385대가 판매된 것으로 추정. 최근 3년간 급격한 성장률을 보이고 있으며 2012년부터 4년간 판매량 평균 성장률은 87.3%에 이릅니다
 - 2015년 시장 규모는 약 2.9억 달러이며 이는 전체 3D 프린팅 시장 대비 19.4%임. 2014년에는 1.8억 달러였으며 14%에 해당됨. 개인용 프린터 시장의 성장이 돋보임



*출처: Wohlers Report 2016

[전세계 개인용 3D 프린터 판매량 (대)]

- (해외 동향) 주요 선진국(미국, EU 등)들이 주도, 다양한 분야로의 응용을 위한 기술개발 집중투자 중이며, 서비스 시장 확대 전망
 - 미국, 일본, EU, 이스라엘, 중국 등 주요 국가의 장비가 시장을 점유하고 있으며, 장비기술 보유업체가 소재기술도 동시 보유

- (국가별 장비 점유율) 미국(63.4%), 이스라엘(16.6%), EU(12.9%), 중국(3.6%), 일본(2.8%) (Wohlers Report 2014)
 - 주요 국가별로 소비재, 전자, 자동차, 의료, 항공 분야 등으로 활용범위 확대중이며, 신규 원천기술 개발에도 집중
 - 3D프린팅 관련 산업생태계는 장비와 소재 중심에서 ‘서비스’ 중심으로 전환이 예상되며, 소프트웨어 및 서비스 기술들도 발전하고 있음
 - * 3D프린팅 제조 서비스 : Redeye(미국), Materialise(벨기에), Proto Labs(미국) 등
 - * 3D프린팅 온라인 서비스 : I.materialise(벨기에), Sculpteo(프랑스), Thingiverse(미국), Cubify(미국) 등

나. 국내시장

- 13년 이후 급격한 성장세에 있으나, 국내업체의 시장 점유율이 10%에 불과하며, 해외 기술에 의존적인 실정임
 - 국내 3D프린터 시장 현황 : 해외업체 90%/국내업체 10% (한국경제 '13.5.21)
- 일부 중소/벤처기업 중심으로 제품 개발, 상용화 초기 단계 진입하였으나, 시장을 선점하기에는 역부족

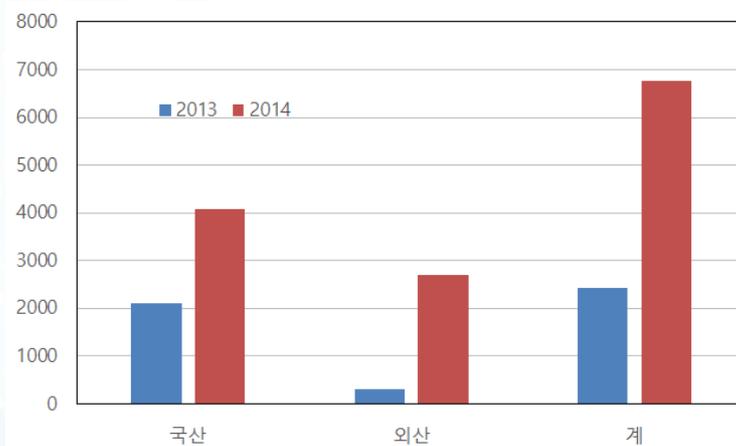
[3D 프린팅의 국내 시장규모 및 전망]

(단위 : 억원, %)

구분	'15	'16	'17	'18	'19	'20	CAGR ('13~'15)
국내시장	820	1,160	2,260	3,160	4,551	6,554	39.7%

*출처 : MauldinEconomics,2013.한국경제2013.5.21.,기타년도는 연평균 성장률 기준 추정치

- 2015년에 실시한 국내 3D 프린팅 산업 실태조사 결과 2014년 국내 3D 프린팅 산업의 총 매출액은 1,562억원이며 분야별로는 장비가 1,266억원, 소재 215억원, 서비스 57억원, 소프트웨어 24억원임
 - 2013년 대비 2014년도의 장비 판매량은 국산장비의 경우 192% 성장, 외산장비는 858% 성장을 보임
 - 국산제품에 비해 외산 제품이 4배 이상 팔린 이유는 국산제품의 신제품 개발 빈도 저하 및 외산 제품에 대한 선호 등이 주요 요인임
 - 2014년 동 국산제품의 수출은 110대 규모로 총 판매대수의 2%에 불과함



[2014년도 국내 3D 프린팅 장비 판매량 (대)]

- 국내에서 3D 프린팅 관련 사업을 하는 기업은 190여개로 추정되며 서울 경기 지역에 100개 이상이 분포
 - [장비] 국산 제조사와 외산 제조사로 구분되며 국산 제조사는 48개사 정도. 이중 25개사 정도가 지속적 제품 판매를 하고 있으며 나머지는 기술 개발 중임
 - [소프트웨어] 인텔리코리아, 로이비즈 3D TADA 같은 국산 소프트웨어 개발사와 외산 소프트웨어 개발사로 구분
 - [소재] 대림화학, 3D 코리아와 같은 FFF용 필라멘트 개발사와 SK케미칼, LG 화학 등 원재료 개발사 및 스트라사시스 코리아, 3D 시스템즈 코리아와 같은 장비 연계하여 재료를 판매하는 외산 장비 판매사로 구분
 - [활용] 관련 기술활용 기업은 3D 프린팅 대행, 피규어 제작, 교육 등으로 구성

- 국내 3D프린터 장비 공급업체는 주로 저가 산업용 장비를 생산하는 중소·중견기업
 - 산업용 3D프린터를 제조, 판매하는 국내 기업은 2개사에 불과하며, 개인용 3D프린터의 경우 최근 국내에 진출한 해외기업(Stratasys(美)의 자회사 Makerbot, 3D Systems (美)의 자회사 Cubify 등)이 시장의 대부분을 차지

- 3D프린터 장비 관련 원천기술 취약, 소재 및 소프트웨어 개발 부족 등으로 우리 기업들의 세계시장 참여는 미진한 상황
 - 미국 등 글로벌 선도기업이 3D프린터 핵심 원천기술(SLS, SLA 등)을 주도하고 있으며 국내 기업들의 장비 제조 기술력은 미흡한 편
 - 국내 몇몇 기업은 디지털광학기술(Digital Light Processing, DLP, 캐리마), 레이저 금속 성형기술(Direct Metal Tooling, DMT, 인스텍) 등 기술을 보유하고 있지만 대부분 SLS, SLA와 같은 글로벌 기술 활용
 - 소재로는 플라스틱 등에서 고부가가치 소재 (세라믹, 바이오, 복합소재 등)로 활용분야가 다양화되고 있으나 국내 관련 연구개발은 미흡
 - 3D Systems, EnvisionTEC 등 글로벌 선도 장비업체는 전용소재만 사용 가능(RFID 탑재)하여 고부가소재 시장의 종속 우려

다. 각국의 정부 정책 동향

- 우리나라 정부는 3D 프린팅 기술을 타 산업과의 융합을 통한 파급 효과가 큰 차세대 제조 핵심 기술로 선정, 미래창조과학부와 산업통상자원부 주관으로 3D 프린팅 산업 발전 전략을 수립하고 기술 개발과 산업발전 지원을 가속화하고자 함
 - 2014년 4월 “3D 프린팅 산업 발전전략”을 국가 과학기술심의회에서 의결, 범부처 3D 프린팅 산업 발전협의회 구성
 - 2020년 3D 프린팅 산업의 국제적 선도국가 도약을 비전으로 제시하고, 세계적 선도기업 5개, 독자기술력 확보를 통한 세계 시장점유율 15% 달성을 목표로 선정
 - 4대 전략 : 수요연계형 성장기반 조성, 비즈니스 활성화지원, 기술경쟁력 확보, 법·제도 개선
 - 11대 과제 : 기업제조혁신 지원, 국민참여 환경 조성, 기초·전문인력 양성, 비즈니스 모델 발굴 및 사업화 지원, 3D 프린팅용 콘텐츠 시장 활성화, 창업 및 글로벌 진출지원, 수요연계형 전략기술 로드맵수립, 3D 프린팅 소재·장비기술개발, 3D 프린팅 SW 기술개발, 법·제도 개선, 3D 프린팅 설비·유통 환경 보안강화

- 미국·유럽·독일·일본·중국 등 해외 주요국은 제조업 원가절감 및 다양한 산업에 3D 프린팅을 적용하기 위한 지원 정책을 활발히 시행 중
 - 미국은 세계 최고의 기술력을 기반으로 국방, 항공, 자동차, 의료 등 다양한 제조 분야에서 원가 절감 추구. 에너지 및 소재의 절감을 통해 지속가능한 성장을 위한 제조 인프라 구축시도
 - 유럽은 제조업의 재활성화를 위해 3D 프린터 기술을 제조업의 주요 트렌드로 육성하기 위한 전략 개발 및 개발자금 투자를 논의 중. 특히 영국은 3D 프린터를 제조업과 경제를 변화시키는 기술로 인식, 아이디어를 SW로 구현하고 3D 프린터로 직접 만드는 교육과정을 계획
 - 독일은 프라운호퍼를 중심으로 의료/바이오/금속소재 등에서 성과를 올리고 있음. 2009년부터 프라운호퍼에서 프로젝트 ‘바이오 랩’을 진행하여 2011년 인공혈관 제작, 2013년 생체조직용의 젤라틴 형태의 바이오 잉크를 공개했고 인공피부 제작을 위한 나노 수준의 3D 프린팅 기술개발 프로젝트인 ‘아티바스크 3D’ 추진 중임. 또한 금속소재 부문에서도 개발 역량을 집중하고 있음
 - 일본은 콘텐츠, 뿌리산업, 금속소재 등에서 다양한 지원을 진행 중. 별도의 금형을 사용하지 않고 복잡한 형상의 구조물을 제작할 수 있는 3D 프린터 개발에 착수하여 산학연 컨소시엄을 통해 2018년까지 30억엔의 예산을 투입. 금속소재 부문에서도 2014년 한해에만 37억엔을 투입하여 30여개 대학·기업·산업체의 기술종합연구소들이 참여하는 금속분말 3D 프린팅 기술개발 프로젝트 진행 중
 - 중국은 4대 국가 첨단 기술 연구프로그램으로 복잡 부품 및 금형에 3D 프린팅을 적용하는 과제를 지원하고 이를 위해 혁신센터를 건립, 기존 산업과 3D프린팅 기술 연계를 지원. 우주항공 분야에서 정부 주도로 대학 연구소에 인프라를 지원하고 세계 최초로 티타늄 합금 이용 복합구조물 인쇄 기술을 개발. 신소재 분야에서도 2014년 9월 국가성장재료 제조산업 발전계획을 발표하여 천연재료, 합성고분자 등의 특수소재 연구를 시작함

4. 기술환경분석

가. 기술개발 트렌드

- 3D 프린팅 기술은 제조업, 의료, IT 등 다양한 분야에서 기술 패러다임을 바꾸며 산업 혁신을 이끌 것으로 기대되고 있음
 - 높은 가격 때문에 주로 산업용 프로토타입 시제품 제작용으로 사용되던 3D 프린터가 가격이 저렴해지면서 집에서 개인맞춤형으로 제작된 완구, 액세서리에 적용되거나 맞춤형 보청기, 의수, 의족 등의 의료기기를 만드는 데 사용하는 방향으로 확산되고 있음
 - 의료분야에서 3D 프린팅 기술은 단순히 개인맞춤형 보청기, 의족, 틀니 등이 실리콘, 플라스틱이나 금속으로 제작되어 생체 친화성이 아직 부족하나 미래에는 자신의 세포와 조직을 사용하여 재료를 배양하고 이를 인쇄 재료로 써서 완벽한 자신만의 뼈, 피부, 혈관, 장기 등을 재생, 생산할 수 있는 연구 개발이 진행 중임
 - 시장 조사전문기관인 Gartner에 따르면, 3D 스캐너 및 디자인 도구의 발전으로 3D 프린팅 기술이 향후 제조 뿐 아니라 건축, 엔지니어링, 토목 등으로 확장될 것으로 전망. 또한 다른 시장조사기관인 IDTechEx에 따르면, 3D 프린터의 응용 분야로서 보석, 가정용, 치과용은 이미 상용화 단계에 있고, 항공, 구조물, 스포츠, 교육, 의약, 건축 등의 순서로 상용화가 진행될 것으로 예상
 - 산업용 프린터 시장은 이미 기대 절정기를 지나 안정적으로 성장하는 단계에 접어들었고 개인용 3D 프린터 시장 역시 과도한 기대감에서 벗어나 꾸준한 저변 확대가 이루어지고 있음. 아직까지 3D 프린팅은 소형 속도, 표면 해상도, 가공 재료의 제한이 있으나 지속적 기술 개발로 수년 내 해결될 수 있을 것으로 예상됨

- 기술 관련 주요 이슈로는 핵심 특허권 만료, 위상 기하학 최적화, 새로운 프로세스 기술개발, 금속물질의 개발 및 진화 등이 있음
 - 기존의 특허가 만료되어 누구나 사용할 수 있게 됨에 따라 이를 발전시키거나 새로운 방식의 기술을 개발하려는 노력이 진행되고 있음
 - FDM 방식의 원천 기술 특허권 만료 시 오픈소스 프로그램인 RepRap 같은 시스템이 가능해졌고 그 결과 2011년 2만대 이상의 개인용 3D 프린터 보급이 이루어짐
 - 위상기하학적 최적화란 수학적 계산을 통해 재료를 배치하여 제품의 강도, 중량, 소요시간을 획기적으로 개선하려는 기술이며, 전통 제조방식에서는 가격이 높아 불가능했으나 3D 프린팅에서는 가능함
 - 새로운 프로세스 기술 개발로는 현재의 SLS 기법보다 빠른 속도인 레이저 용형 기술, 후처리 프로세스를 생략할 수 있는 Printoptical 기술 등이 연구되고 있음
 - 플라스틱에 이어 금속 물질 기술이 빠르게 발전하는 중이며 수요산업과 연계되어 다양한 소재가 등장하고 있음. 연철 물질과 동일한 소재이지만 주물 성분의 강도를 뛰어넘는 다양한 재료가 연구되고 있음

- 표준화 동향: ISO/TC 261, ASTM F42, SASAM 프로젝트 등을 통해 3D 프린팅의 전반적 표준화 활동이 진행 중임
 - ISO/TC 261은 2011년 Additive Manufacturing (3D printing) 분야의 표준화를 위해 설립된 국제표준화 위원회로서 3D 프린팅 분야의 프로세스, 용어 정의, HW/SW의 프로세스 체인, 시험 절차, 품질관리를 위한 파라미터, 공급계약 등 전반적인 기본적 사항들을 표준화하는 것을 목적으로 함
 - ASTM F42: IASTM과 ISO가 적층제조 표준화를 위해 PSDO (Partner Standards Developing Organization Agreement)를 맺고 Joint Group을 구성하여 표준화를 추진. 두 기관이 MoU를 통해 ASTM F42 표준 2건을 ISO TC261에서 표준으로 채택하고 두 기관이 같이 사용하도록 명칭 결정. ASTM F42는 2009년 설립되었음
 - SASAM은 유럽연합(EU)중심 프로젝트로서 유럽위원회 (European Committee)의 지원으로 Additive Manufacturing의 표준화를 위한 지원활동을 수행하며 표준화 로드맵을 수립

- 3D 프린팅 기술을 시제품 생산을 빠르게 하는데 초점을 두고 사용하고 있지만, 최근 일부 다국적 기업들은 3D프린팅을 비즈니스 모델에 적용하여 그들의 가치전달 네트워크의 효과성과 효율성을 높이려는 움직임을 보여주고 있으며, 가장 대표적으로 눈에 띄는 움직임을 보이고 있는 곳은 신발산업임
 - 전 세계 최대 스포츠 용품업체인 NIKE社は 3D프린팅 기술을 활용하여 아직 일부이기는 하지만 축구화에 사용되는 미끄럼 방지용 밑창의 시제품을 제작하여 작업의 효율성을 높이고 있으며, NIKE社가 개별 선수들의 발에 맞는 미끄럼 방지용 밑창을 만들지는 않는 반면에, 경쟁사인 New Balance社は 3D프린팅 기술을 활용하여 개별 육상선수들의 발에 맞춤형된 운동화를 제작하기 시작

- 3D프린팅은 기업에 파괴적 혁신을 가져다 줄 것으로 전망되며 이러한 파괴적 혁신은 (1) 제조 프로세스의 효율성(Efficiency)증대와 (2) 기업의 가치사슬 및 가치전달 네트워크의 변화로 나타날 것으로 예상

- 제조 프로세스의 효율성 증대에 대해서는 다양한 보고서에서 제시되어 왔으며, 제조 방식의 근간인 주물(Casting), 주조(Molding), 성형(Forming) 등의 작업이 원재료 또는 금형을 깎아 제조하는 절삭가공이라면, 3D 프린팅은 점진적으로 재료를 더하는 적층가공으로 3D 프린팅을 사용할 경우, 절삭으로 인해서 발생하는 재료의 낭비를 줄일 수 있고 금형의 필요성을 줄여서 제조비용을 감소를 예상
 - 또한 절삭가공을 사용할 경우, 부품 또는 제품의 내부와 외부를 분리해서 작업해야 하고 이로 인해서 제조 프로세스가 늘어나거나 부품의 단순화를 추구
 - 적층가공 방식일 경우, 과거에는 불가능하거나 고비용으로 고려되지 않았던 소비자 개개인의 요구에 맞춤형된 제품 및 복잡한 부품의 디자인 및 제조가 수월해질 수 있을 것으로 예상됨에 따라

이점을 인식하고 일부의 기업에서는 이미 3D 프린팅을 비록 대량생산은 아니지만 소량 전문화된 생산에 활용하기 시작

- 유럽의 자동차회사 중 하나인 애스턴 마틴(Aston Martin)社は F1 포물러에 참가하는 자동차의 엔진 및 부품을 3D 프린팅 기술을 활용하여 제작하고 있으며, 보잉(Boeing)社は 전투기인 F18의 엔진 부품을 3D 프린팅 기술을 활용하여 제조하고 있고, 최근 제네럴 일렉트로닉(General Electronic)社와 롤스로이스(Rolls-Royce)社도 항공기 엔진의 부품을 제작하기 위해서 3D 프린팅을 사용한다고 발표
- 소비자가 상대적으로 쉽게 접할 수 있는 제품으로는 얼라인 테크놀로지(Align Technology)社가 전 세계 소비자들에게 맞춤형된 교정기를 3D 프린팅 기술을 통해서 제공하고 있고, 지멘스(Siemens)社와 포낙(Phonak)社가 전 세계 소비자들의 귀에 개별적으로 맞춤형된 보청기를 제조

□ 현재 기업이 가지고 있는 가치사슬 뿐만 아니라 가치전달 네트워크상의 변화를 가져올 수 있을 것으로 예상되어 소비자들에게 맞춤형된 제품을 제공하는 데 현재의 시스템보다 높은 효율성을 가져다줄 수 있을 것으로 예상

- 가치전달 네트워크에서 기업들은 값싼 노동력과 물류비용 감소를 위해서 생산 및 물류거점을 지정하고, 이들 거점 지역에서 대량 생산하여 관련 지역에 공급하였으나, 맞춤형된 제품을 제공하는 것이 확산될 경우, 기업은 대량생산에 따른 원재료, 부품 그리고 완제품 재고보관의 필요성이 줄어들게 될 것으로 전망
- 소형 공장들을 수요지 중심으로 재배치하는 것이 더 높은 효율을 가져다줄 수 있을 것이고 대형 물류기지의 필요성이 줄어들 것임. 그 결과 값싼 노동력을 찾아서 대형 공장을 이전해야 할 필요성이 감소
- 맞춤형된 제품을 제공함으로써 기업들은 마케팅 중개자 없이 고객과 직접 의사소통을 하는 것이 가능해져 가치전달 네트워크에서 중개자의 역할이 줄어들 것이고, 기업은 고객과의 접점이 강화될 수 있는 기회가 확대
- 부품의 수리나 교환을 위해서 기업이 부품을 보관하고 있을 필요성도 줄어들 것임. 소프트웨어 산업에서 일어나고 있는 것과 비슷하게 일부 부품에 대해서는 소비자가 부품의 도면을 온라인으로 받아서 직접 부품을 만들어 수리하는 셀프서비스(Self-Service)의 시대가 제조업에 확산

□ 신제품 개발 관련 R&D의 주체로서 고객의 영향이 확대될 수 있으며, 3D 프린팅이 확산될 경우 소비자가 더 이상 소비의 주체만이 아닌 제품 계획단계에 주도적으로 참여 가능

- 과거 많은 혁신적인 제품들(예를 들어 스노보드 및 비행기 등)이 사용자 맞춤화를 통해서 시작되었고, 이후 시장에 성공을 거두었으며, 최근에도 신제품 개발 과정에 소비자 참여의 중요성이 강조되고 있음
- 3D프린팅이 활성화될 경우, 신제품 개발 R&D에서 소비자의 개발 및 사용 경험을 기업이 흡수하는 역량, 소비자의 아이디어를 인식하고 관리하는 역량, 그리고 개방형 혁신역량이 더욱 강조될 전망

나. 주요업체별 기술개발동향

(1) 해외업체동향

- 주요 선진국(미국, EU 등)들이 주도, 다양한 분야로의 응용을 위한 기술개발 집중 투자 중이며, 서비스 시장 확대 전망
 - 미국, 일본, EU, 이스라엘, 중국 등 주요 국가의 장비가 시장을 점유하고 있으며, 장비기술 보유업체가 소재기술도 동시 보유
 - 국가별 장비 점유율 : 미국(63.4%), 이스라엘(16.6%), EU(12.9%), 중국(3.6%), 일본(2.8%) (Wohlers Report 2014)
 - 주요 국가별로 소비재, 전자, 자동차, 의료, 항공 분야 등으로 활용범위 확대 중이며, 신규 원천기술 개발에도 집중

- Stratasys (미) - 2012년 이스라엘의 Objet 사를 인수하여 자사의 강점인 열용해 방식에 잉크젯 방식을 더하여 제품 라인업의 보완 확대 및 판매 체제와 개발체제를 강화함
 - 2014년 9월 트리플 젯 (Triple-jet)기술을 탑재한 복합재료 3D 프린터를 출시. 이 기술은 한번에 최대 세가지의 서로다른 재료를 조합하여 제품 제작이 가능하며 여러 재료를 혼합하여 디지털 ABS 같은 새로운 재료를 만들어낼 수 있게 설계됨
 - Stratasys는 정밀도와 적층 속도를 높여 전세계에 판매하고 있으나 아직 장비의 가격이 고가인 까닭에 아시아 시장에서는 도입이 활발하지 않음

- 3D Systems (미) - 3Dp 방식의 860 Pro를 출시하여 인쇄 가능 색상 6백만 컬러에 도달하였고 5개의 프린터 헤드를 장착, 적층 속도와 해상도를 향상. 하지만 고가의 가격 때문에 개인용보다는 전문가용 판매가 더 활발히 이루어지고 있음

- HP (미) - 2014년 10월 멀티젯 퓨전이라는 새로운 기술을 발표하여 3D프린터 시장에 진입
 - 멀티젯 퓨전은 기존 제품보다 10배 더 빠르고 출력 비용이 50% 저렴하여 비용과 시간을 획기적으로 줄인 대량 생산이 가능. 또한 여러 색상과 재질을 동시에 지원하며 고해상도 묘사력과 기계적 강도가 높은 품질의 제품을 인쇄할 수 있다고 함

- 3D프린팅 관련 산업생태계는 장비와 소재 중심에서 ‘서비스’ 중심으로 전환이 예상되며, 소프트웨어 및 서비스 기술들도 발전하고 있음
 - 3D프린팅 제조 서비스 : Redeye(미국), Materialise(벨기에), Proto Labs(미국) 등
 - 3D프린팅 온라인 서비스 : I.materialise(벨기에), Sculpteo(프랑스), Thingiverse(미국), Cubify(미국) 등

(2) 국내업체동향

- 선진국 대비 기술경쟁력이 부족하지만, 수요 산업과의 연계를 통한 성장 잠재력 보유
 - 산발적인 지원으로 인해, 국내 기술수준은 선도국(미국)대비 미약한 수준으로 국책사업 차원의 적극적인 지원이 시급함
 - 미국, '제조업 혁신 국가 네트워크' 구축(10억\$), 3D프린팅 특화연구소(NAMII) 설립(0.7억\$) 등
 - 국내 3D프린팅 관련 투자규모는 2011년부터 2013년까지 정부(21.5억원)와 민간(0.24억원)을 합쳐 21.74억원이 투자됨

- 장비/소재 기술개발에 머무르지 않고, 수요 산업과의 연계를 통한 기술개발 추진 중
 - 최근 3D프린팅 기술을 의료분야에 응용하기 위한 산·학·연 연계 기술개발이 추진되고 있음
 - 미래창조과학부, 'ICT기반의 의료용 3D프린팅 응용 SW플랫폼 및 서비스 기술개발 (5년, 200억)' → 대구 첨단의료복합단지 및 13개 기업·기관 연계추진

- 국내 3D프린터 장비 공급업체는 주로 저가 보급형 장비를 생산하는 중소·중견기업들이며 국내 제조업체로는 (주)캐리마, (주)인스텍, (주)로킷 등 소수의 업체가 있음
 - 이외에도 개인용 3D프린터를 제작하는 오픈크리에이터, 윌리봇이 있으며, 3D 설계 소프트웨어 기술을 보유한 (주)아이너스기술 등이 있음
 - (주)아이너스기술은 우수한 3D 소프트웨어 기술력을 인정받아 '12년 3D Systems(美)에 약 3,500만 달러에 인수되었음
 - (주)캐리마는 기계적인 구조가 복잡하지 않은 DLP방식의 산업용 프린터를 제조하고 있으며, 아크릴, 에폭시 등 5종의 광경화성 소재를 자체적으로 개발하여 생산·판매하고 있음. 핵심부인 DLP모듈은 외부(Texas Instrument)에서 구입하여 사용하고 있으며, 수출 실적을 늘리며 성장 중이나 '2년 매출규모는 약 16억원 수준으로 미미한 편임
 - (주)인스텍은 대부분 기술을 자체적으로 개발하는데 성공한 것으로 알려져 있는 산업용 3D프린터 제조업체로, DMT(Directed Metal Tooling) 원천기술을 보유하고 있음. 고에너지형(Directed Energy Deposition) 기술을 미국에 이어 세계에서 2번째로 개발한 것으로 알려져 있으며, LG전자(주), 현대자동차(주) 등 전자·자동차·의료 등 다양한 분야에 장비를 납품하고 있음
 - 이외에도 엔피케이(주)는 3D 프린터의 주원료인 열 가소성 수지의 착색 컴파운드 및 고농도 안료의 설계·개발·생산·판매를 하고 있으며 새로운 가공 안료를 개발 중임

[제품분류별 경쟁자]

공급망 단계	3D적층제조 시스템		
주요 내용	산업용 3D 프린터	개인용 3D 프린터	3D 프린팅 서비스
해외 기업	Stratasys(미국), Object(이스라엘), 3D Systems(미국), Beijing Tiertime(중국), Z corp(미국), Organovo(미국), EnvisionTec(독일), EOS(독일), solidscape(미국)	Bit From Bytes(영국), MakerBot(미국), PrintrBot(미국), Cubify(미국)	Shapeways(미국), Materialise(벨기에), Quirky(미국)
국내 기업	캐리마, 인스텍, TPC메카트로닉스	로킷, 오픈크리에이터, 윌리봇, 제이씨현시스템	아이너스기술, 트루바인

다. 기술인프라 현황

- 미래창조과학부에서는 3D 프린팅산업 진흥 육성을 위한 프린팅 전략기술 로드맵을 발표함
 - 장비·소재·소프트웨어 전략기술을 발굴하기 위한 10대 핵심 활용분야를 도입하여 단기 또는 중장기적 확보전략 마련함
 - 향후 기술 주도권 확보를 위한 3D 프린팅 방식별 핵심기술 개발을 통해 주력산업 및 신산업 적용을 고려하여 응용분야별 특화함
 - 기술격차 해소를 위한 금속, 고분자, 세라믹 소재 및 미래 시장 선점을 위한 창의 소재 개발, 내수 수출용 Two Track 추진함
 - 획득, 저작, 활용 분야 핵심 소프트웨어 국산화 및 생태계 활성화를 위한 서비스 소프트웨어 개발함
 - 주력산업 경쟁력 강화와 신산업 육성을 목표로 기초·원천연구에서 사업화까지 전주기를 포괄하여 수립함



* 출처: 미래창조과학부

[3D 프린팅 관련 분과별 기술전략]

- 3D 프린팅산업 본격 육성 추진을 위한 ‘삼차원프린팅 산업 진흥법’ 시행

[삼차원프린팅법령 체계]

구분	주요내용
법률	삼차원프린팅산업 진흥법(약칭 : 삼차원프린팅법)
대통령령	삼차원프린팅산업 진흥법 시행령
부령	삼차원프린팅산업 진흥법 시행규칙
고시(지침)	삼차원프린팅서비스사업의 신고 등에 관한 규정
	삼차원프린팅서비스 안전교육 위탁 및 운영 등에 관한 규정
	삼차원프린팅제품의 안전한 이용을 위한 이용자보호지침
기타	품질인증가이드라인(SW(미래부), 장비·소재(산업부))

* 자료 : 미래창조과학부

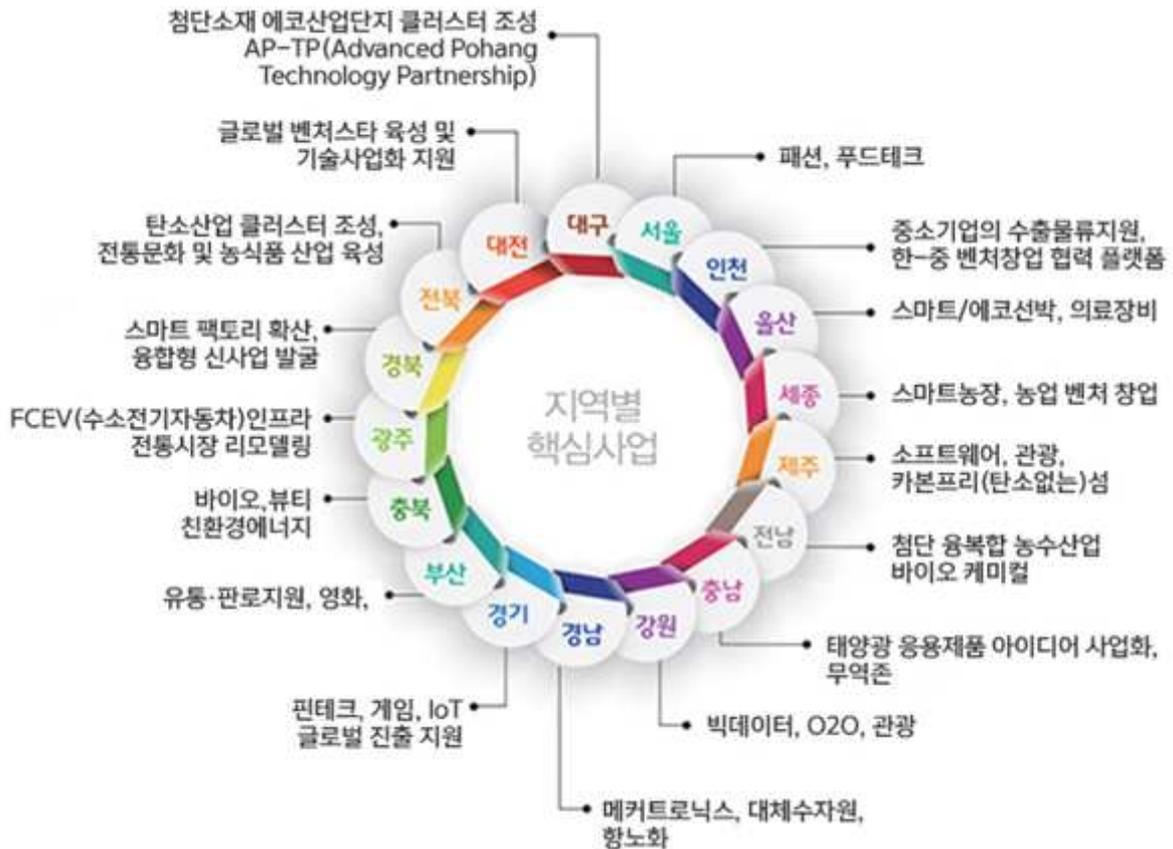
- 미래창조과학부에서는 창업기업 육성, 중소기업 혁신, 지역특화사업을 위하여 지역별 창조경제 혁신센터 운영함
 - 전국 17개 지역, 18개 혁신센터가 있음
 - 각 지역센터는 정부/지자체/지원 대기업이 협업하는 일대일 전담지원체계로 운영함



※출처 : 미래창조과학부

[창조경제혁신센터 지역별 협업현황]

- 창업을 희망하는 경우 맞춤형 컨설팅을 제공함
- 우수 기술 기업에는 입주공간, 멘토링, 투자자 연결, 글로벌 진출 등 종합서비스 제공함
- 법률/금융/특허 전문가의 컨설팅 제공함
- 지역특성에 전문화된 프로젝트를 진행함



※출처 : 미래창조과학부

[창조경제혁신센터 지역별 핵심사업]

미래창조과학부 산하 K-ICT 디바이드랩

- 아이디어 발굴, 전문 교육 프로그램 운영, 기술·디자인·마케팅 등 멘토링 서비스 제품화(시작품·시제품), 시험·인증·테스트 및 컨설팅 지원, 투자유치 및 판로개척 등의 전주기 지원 프로그램 운영함
- 3D 모델링, 3D 프린터, CNC, 레이저 커터 등 스마트 디바이스 제작을 위한 기본적인 환경 지원함
- 구축된 고성능 장비를 활용하여 상주 전문인력을 통해 시제품 개발(3D 모델링, 외형출력, 정밀가공, 간이생산) 지원함



※출처 : K-ICT

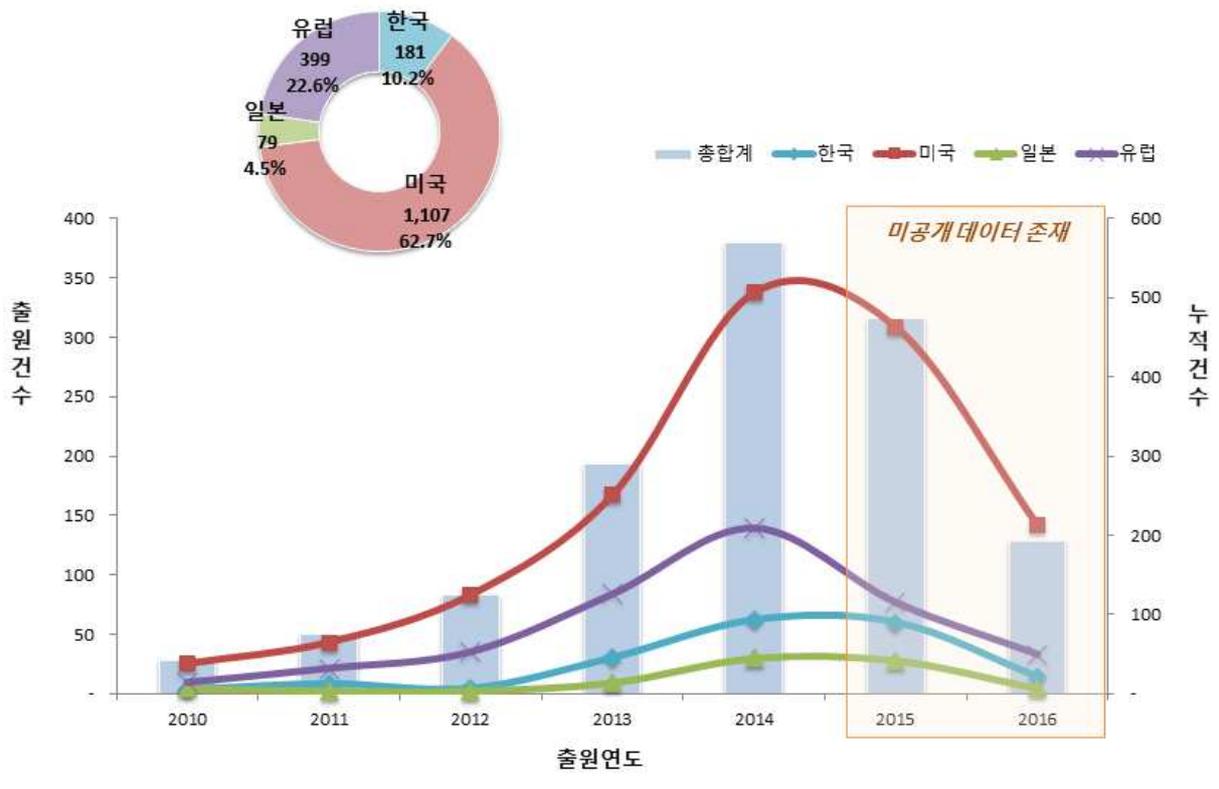
[지역별 K-ICT 디바이드랩]

라. 특허동향 분석

(1) 연도별 출원동향

- 3D 프린팅 제조 시스템 기술의 지난 7년('10~'16) 간 출원동향³⁰⁾을 살펴보면 연도별로 출원 경향이 증가하고 있어 지속적으로 3D 프린팅 제조 시스템 기술 관련 기술개발 활발
 - 각 국가별로 살펴보면 미국, 유럽, 한국, 일본 모두 증가하는 추세를 보임

- 국가별 출원비중을 살펴보면 미국이 62.7%로 최대 출원국으로 3D 프린팅 제조 시스템 기술을 주도하고 있는 것으로 나타났으며, 유럽이 22.6%로 미국 다음으로 많은 특허를 출원하였고 한국 10.2%, 일본이 4.5%의 출원비중을 보이고 있음



[3D 프린팅 제조 시스템 기술 분야 연도별 출원동향]

30) 특허출원 후 1년 6개월이 경과하여야 공개되는 특허제도의 특성상 실제 출원이 이루어졌으나 아직 공개되지 않은 미공개데이터가 존재하여 2015, 2016년 데이터가 적게 나타나는 것에 대하여 유의해야 함

(2) 국가별 출원현황

- 한국의 출원현황을 살펴보면 '13년부터 증가하는 경향을 보이고 있으며, 외국인의 출원은 낮은 비중을 유지
 - 외국인의 출원이 낮은 비중을 유지하고 있는 이유를 살펴보면 3D 프린팅 제조 시스템 기술의 국내 시장에 대한 외국인의 선호도가 높지 않은 것으로 추정

- 미국의 출원현황은 빠르게 증가되는 경향을 보이고 있고, 외국인 출원 비중이 일정하게 유지되고 있는 것으로 보아 미국 시장에 대한 외국인의 관심도 역시 꾸준한 것으로 추정

- 일본과 유럽의 출원현황도 증가추세를 보이고 있으며, 일본 출원인 대부분이 내국인인데 비해 유럽 출원인은 외국인 비중이 높음



[국가별 출원현황]

(3) 투입기술 및 융합성 분석

- 3D 프린팅 제조 시스템 기술 분야의 투입기술을 확인하기 위하여 특허분류코드인 IPC Code³¹⁾를 통하여 살펴본 결과 3D 프린팅 제조 시스템 기술 분야의 가장 높은 IPC는 B29C 기술분야가 562건으로 가장 많이 차지하고 있으며, 이어서 B22F가 221건, B23K가 76건으로 다수를 차지
- 이외에 G06F 55건, A61F 38건, F01D 36건, G05B 33건, A61C 32건, B28B 27건, G06Q 22건 순으로 기술이 투입되어 있어 3D 프린팅 제조 시스템 기술 분야에 다양한 기술이 융합되어 존재
- 더불어 해당 IPC의 특허인용수명을 살펴보면 B28B 기술분야의 수명이 11년으로 가장 긴 것으로 나타났으며, G06Q 기술분야는 4년으로 가장 짧은 것으로 분석

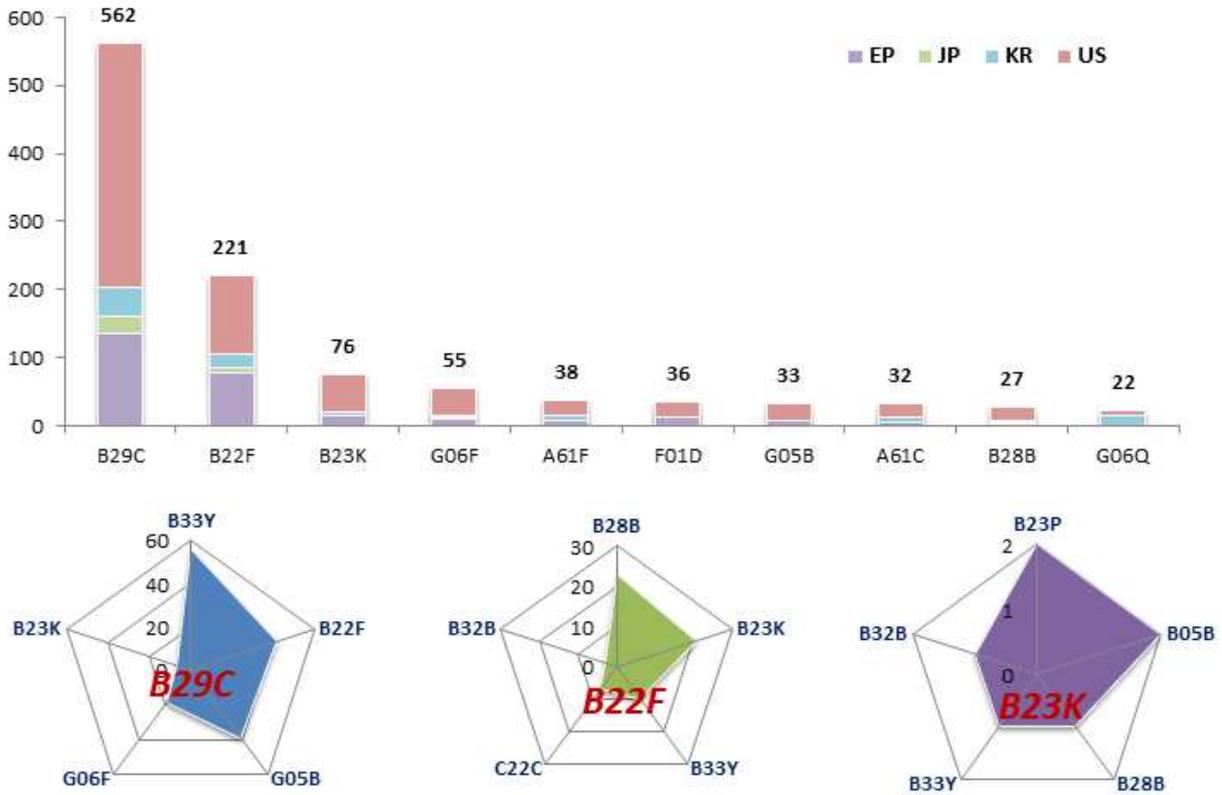
[3D 프린팅 제조 시스템 기술 분야 상위 투입기술]

IPC	기술내용	특허인용수명(TCT) ³²⁾
B29C	플라스틱의 성형 또는 접합; 가소 상태에 있는 물질의 성형 일반; 성형품의 후처리	9년
B22F	금속 분말의 가공; 금속분말로부터 물품의 제조; 금속분말의 제조; 금속 분말에 적용되는 특수 장치 또는 장비	8년
B23K	납땀 또는 비납땀; 용접; 납땀 또는 용접에 의하여 클래딩 또는 피복; 국부 가열에 의한 절단	8년
G06F	전기에 의한 디지털 데이터처리	6년
A61F	혈관에 이식할 수 있는 필터; 보철; 인체의 관상 구조를 개조 시키는 또는 붕괴를 방지하는 장치; 정형외과 용구, 간호 용구 또는 피임 용구; 찜질; 눈 또는 귀의 치료 또는 보호; 붕대; 피복 용품 또는 흡수성 패드; 구급 상자	9년
F01D	비용적형의 기계 또는 기관	9년
G05B	제어계 또는 조정계 일반; 이와 같은 계의 기능요소; 이와 같은 계 또는 요소의 감시 또는 시험장치	6년
A61C	치과; 구강 또는 치과용 위생	10년
B28B	점토 또는 다른 세라믹 조성물, 슬래그 또는 시멘트 함유 혼합물	11년
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	4년

31) 전세계적으로 통용되고 있는 국제특허분류(IPC: International Patent Classification)를 통해 특허정보 기술분야에서 공지기술을 조사할 수 있으며, 기술 및 권리정보에 용이하게 접근 가능

32) 특허인용수명 지수는 후방인용(Backward Citation)에 기반한 특허인용수명의 평균, Q1, Q2(중앙값), Q3에 대한 통계값을 제시함. 특히 이와 같이 산출된 Q2는 TCT(Technology Cycle Time, 기술순환주기 또는 기술수명주기)라고 부름

- 투입기술이 가장 많은 B29C 분야와 융합이 높게 이루어진 기술은 B33Y 분야로 나타났으며, B22F, G05B 분야와도 융합된 기술의 건수가 높은 것으로 분석
- 이외에 B22F 분야와 융합된 기술은 B28B, B23K, B33Y 분야와 융합된 기술이 많은 것으로 나타났으며, B23K 분야와 융합된 기술은 B32P, B05B 기술로 분석



[3D 프린팅 제조 시스템 기술 분야 IPC 기술 및 융합성]

(4) 주요출원인 분석

- 세계 주요출원인을 살펴보면 주로 미국의 출원인이 다수의 특허를 보유하고 있는 것으로 나타났으며, 프린터와 엔지니어링 분야의 출원인이 대부분
- 주요 미국 출원인을 살펴보면 Stratasys, Xerox 등 프린터 기업과 General Electric, Honeywell International 등 엔지니어링 기업이 다수 출원을 하고 있는 것으로 나타났으며, 이들 미국 출원인은 주로 미국 본국에 출원건수가 높은 것으로 나타남
- 한국 출원인으로는 상위출원인 목록에 오른 기업은 없었음

- 가장 많은 특허를 보유하고 있는 Stratasys의 3국 패밀리수가 36건으로 다국적으로 시장을 확보하며 출원을 하고 있는 것으로 보이며, General Electric도 27건으로 다국적 시장을 확보
- 스웨덴 기업인 Arcam이 확보한 특허의 피인용지수가 1.82으로 가장 높게 나타나 기술의 파급성이 높은 원천기술을 다수 보유하고 있는 것으로 분석됨

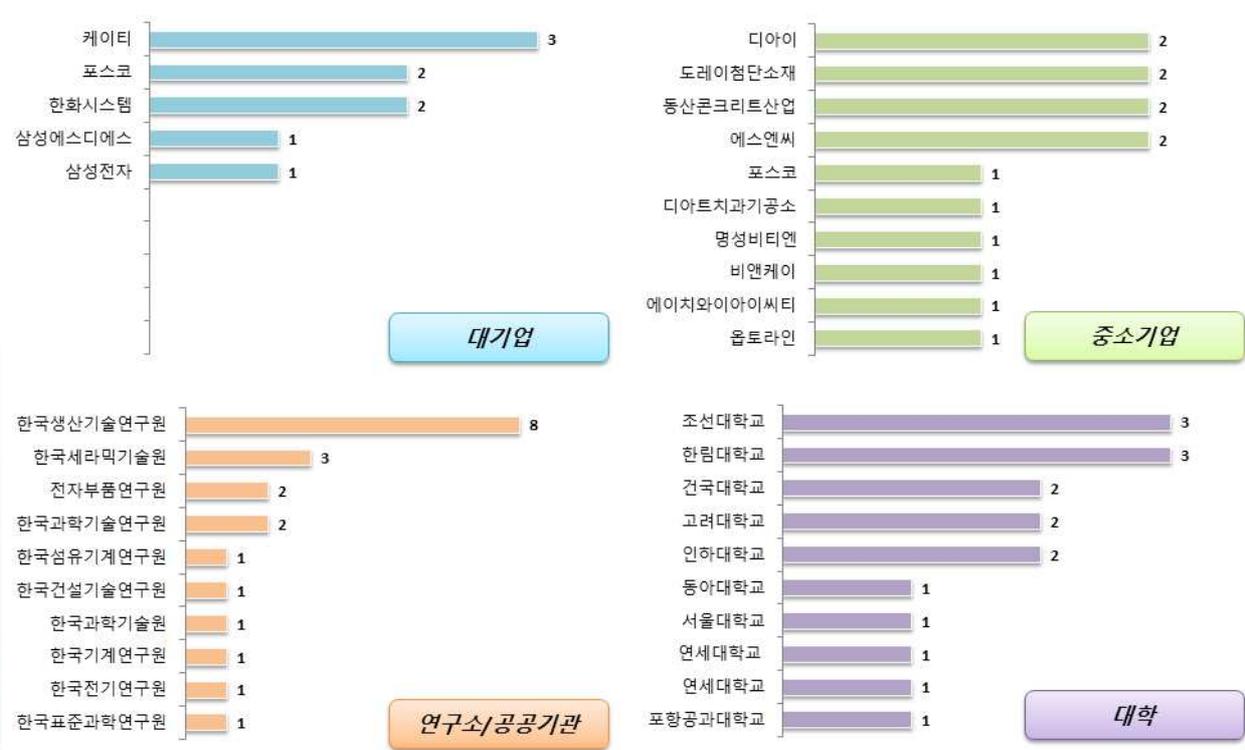
[주요 출원인의 출원현황]

주요출원인	국가	주요 IP시장국 (건수 %)					3국 패밀리수 (건)	피인용지수	주력기술 분야
		한국	미국	일본	유럽	IP시장국 종합			
Stratasys	미국	7	103	1	33	미국	36	1.76	적층 제조를 위한 레이어 트랜스퓨전
		5%	72%	1%	23%				
General Electric	미국	1	36	8	20	미국	27	0.02	3D 컴포넌트의 적층 제조 방법과 장치
		2%	55%	12%	31%				
Arcam	스웨덴		22		11	미국	7	1.82	3D 물품 형성을 위한 적층 제조 방법
		0%	67%	0%	33%				
Boeing	미국		16	3	9	미국	13	0.18	3D 물품 제조 방법 및 장치
		0%	57%	11%	32%				
Honeywell International	미국		16		11	미국	2	1.33	터빈 부품, 가스 터빈 엔진 등의 적층 제조 방법
		0%	59%	0%	41%				
Hamilton Sundstrand	미국		16	1	8	미국	0	0.00	임펠러, 블레이드 로터 등의 적층 제조
		0%	64%	4%	32%				
Renishaw	독일		11		11	유럽	14	0.00	적층 제조 장치 및 방법
		0%	50%	0%	50%				
Voxeljet	독일		13		6	미국	0	1.32	3D 프린팅 방법과 기기
		0%	68%	0%	32%				
Bae Systems	독일		5		9	유럽	0	0.00	적층 제조 방법에 의한 물품 제조 기술
		0%	36%	0%	64%				
Xerox	미국		10	4		미국	2	0.14	3D 프린트 제조 시스템 및 장치
		0%	71%	29%	0%				

(5) 국내 출원인 동향

- 국내 출원인 동향을 살펴보면 대기업은 케이티의 출원건수가 가장 높게 나타났으며, 중소기업에서는 디아이의 출원건수가 높게 나타남
 - 대기업의 주요 출원인은 케이티와 한화시스템이 있으며, 중소기업의 주요 출원인은 디아이, 동산콘크리트산업, 에스엔씨 등이 주요 출원인인 것으로 나타남

- 기업 이외의 주요출원인을 살펴보면 한국생산기술연구원, 한국세라믹기술원, 전자부품연구원, 한국과학기술연구원 등 연구소/공공기관의 출원이 다수 나타났으며, 대학은 조선대학교, 한림대학교, 건국대학교, 고려대학교, 인하대학교 등의 출원이 높은 것으로 분석됨



[국내 주요출원인의 출원 현황]

5. 중소기업 환경

가. 중소기업 경쟁력

- 3D 프린팅 제조 시스템 분야의 중소기업 경쟁력은 기술분류별로 차이가 있으나 3D 프린팅 제조 시스템 기술은 중소기업이 다수 참여하여 시장에서의 역할을 하고 있음

[3D 프린팅 제조 시스템 분야 중소기업 현황]

기술 분류	주요 기술	대기업	중소기업	중소기업 참여영역	중소기업 참여정도
제조	초고속 가공시스템, 고능력 복합 가공시스템, 다축/다기능 터닝시스템, 대형/다기능 가공시스템, 난삭재 가공공정 및 시스템	두산인프라코어, 현대위아, 화천기계, SIMPAC, LS엠트론, 세스코	한국정밀, SKEM, 대영, 한국정밀, 기흥기계, 엘엠에스, 동신프레스, 우진플라임	대형공작기계, 연삭장비, 요소부품 가공, 프레스 및 성형 가공장비	●
제품설계	초정밀 형상 부품 가공공정 및 시스템, 초미세 레이저가공시스템, 미세 패턴 롤성형 시스템, 대면적 미세형상 성형시스템, 초미세 입자빔 가공시스템, 고정밀 연삭시스템 기술, 플라즈마 응용 가공시스템	세스코,	AM Tech.	초정밀 미세 패턴 가공장비	●
공장설비	초고속 정밀 3D프린팅 공정 기술, 저진공 고출력 전자빔을 이용한 고융점 3D프린팅 시스템 기술, 다중 와이어 공급과 고출력 전자빔을 이용한 하이브리드 3D프린팅 시스템	두산인프라코어, 현대위아,	다가치, 엑센솔루션	운영관리 솔루션	●

* 중소기업 참여정도와 점유율은 주요제품 시장에 참여하는 중소기업의 참여규모와 정도(업체수, 비율 등)를 고려하여 5단계로 구분 (낮은 단계: ○, 중간 단계: ◐, ◑, ◒) 높은 단계: ◓)

나. 중소기업 기술수요

- 3D 프린팅 제조 시스템 분야의 중소기업의 기술수요를 파악하기 위하여 중소기업 기술수요조사 및 중소기업청 R&D신청과제(2013~2015년)를 분석한 결과 아래 표의 내용과 같은 수요들이 다수 있는 것으로 분석
- 3D 프린팅 제조 시스템 분야 중소기업은 최근에 제품설계, 공장설비 기술과 관련된 기술개발에 다수 수요가 있는 것으로 나타났으며, 이는 최근 기술트렌드인 ICT기술과의 융복합 기술에 관심이 높아지고 있는 추세를 반영한 것으로 분석됨

[3D 프린팅 제조 시스템 분야 과제신청현황 및 수요조사결과]

전략제품	기술 분류	관심기술
	제조	자유곡면상의 3D전자소자 프린팅 기술 3D프린팅을 이용한 사물인터넷용 스마트센서 모듈 제조 기술 제작-검사장비 일체형 제조설비 기술 모래형 주형 제작을 위한 샌드프린터 및 샌드 소재 국산화 및 양산을 위한 샌드 소재 제작 장치 개발 기술 3차원 고성능 바이오 chip 프린팅 기술
	제품설계	클라우드 기반 3차원 가상 제조 오픈 플랫폼 기술 빅데이터 기반 소량 생산 디지털 서칭·매칭 기술 3D프린팅 기반 A/S용 부품 설계 및 제작 기술
	공장설비	초고속 정밀 3D프린팅 공정 기술 저진공 고효율 전자빔을 이용한 고용점 3D프린팅 시스템 기술 다중 와이어 공급과 고효율 전 자빔을 이용한 하이브리드 3D프린팅 시스템

다. 중소기업 핵심기술

(1) 데이터 기반 요소기술 발굴

- 3D 프린팅 제조 시스템의 특허 및 논문데이터 검색을 통해 도출된 유효데이터를 대상으로 데이터마이닝 기법(Scientometrics 기법)을 통해 클러스터링된 키워드의 연관성을 바탕으로 요소기술 후보군을 도출
 - 3D 프린팅 제조 시스템의 특허 및 논문 유효데이터를 기반으로 키워드 클러스터링을 통하여 10개의 요소기술 후보군을 도출
 - 제품별 dataset 구축 : 3D 프린팅 제조 시스템 관련 특허/논문 데이터를 추출하여 노이즈 제거 후 제품별 dataset 구축
 - 1차 클러스터링 : 키워드 맵을 통한 고빈도 키워드 확인-빈도수(tf-idf)³³⁾가 상위 30%에 해당하는 키워드를 대상으로 1차 추출
 - 2차 클러스터링 : 1차 클러스터링에서 추출된 고빈도 키워드 사이에서 고연관도 키워드를 2차 추출 (고연관도 기준은 연관도수치³⁴⁾가 2이상인 클러스터로 제한)

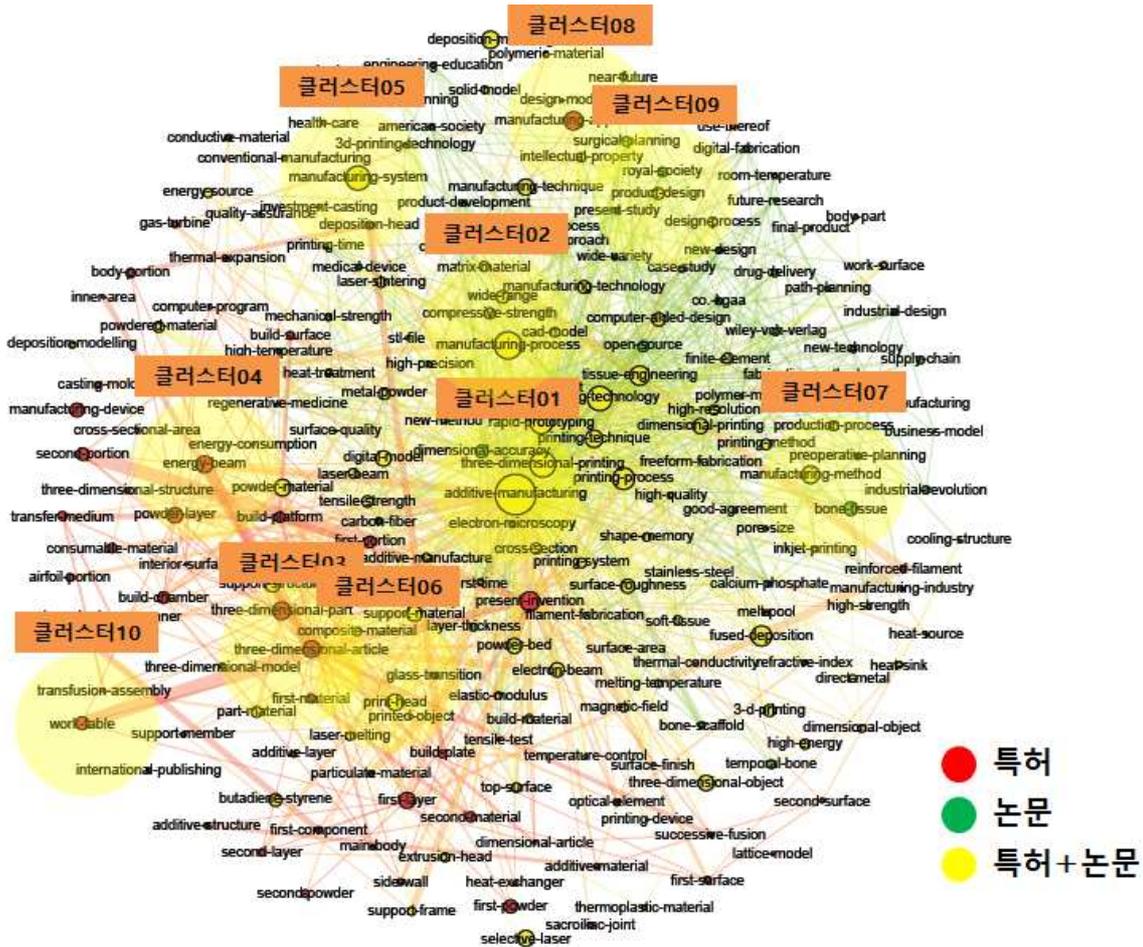
- 다음 그림은 키워드 간 연관네트워크를 시각화한 것으로, 각 키워드를 나타내는 원과 키워드 간의 연관도를 나타내는 직선으로 구성
 - 각 키워드가 특허와 논문 중 어느 데이터에서 도출되었는지 원의 색으로 구분하였으며, 키워드로 도출된 클러스터는 황색음영으로 표시
 - 키워드를 나타내는 원은 고빈도의 키워드일수록 원의 크기가 크게 표현되며, 연관도를 나타내는 선은 키워드 사이의 연관도수치가 높을수록 굵게 표현

- 3D 프린팅 제조 시스템 전략제품의 특허·논문 유효데이터에 대하여 키워드 클러스터링 결과를 기반으로 요소기술 도출

- 데이터 기반의 요소기술 도출은 키워드 클러스터링을 통해 도출된 요소기술에 대하여 전문가의 검증 및 조정을 통하여 요소기술을 도출

33) 빈도수(tf-idf) : 각 키워드가 출현되는 특허 또는 논문수를 의미

34) 연관도수치: 두 개 이상의 키워드 사이의 특허 또는 논문수를 의미



[3D 프린팅 제조 시스템 기술 분야 키워드 클러스터링]

[3D 프린팅 제조 시스템 분야 주요 키워드 및 관련문헌]

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
클러스터 01	additive manufacturing	4~6	1. Checking gauge having integrated features and method of making the same 2. Low density subsea buoyancy and insulation material and method of manufacturing 3. ADDITIVE MANUFACTURING WITH ELECTROSTATIC COMPACTION
클러스터 02	manufacturing process	4~5	1. Personalized fit and functional designed medical prostheses and surgical instruments and methods for making 2. Low density subsea buoyancy and insulation material and method of manufacturing 3. Use of additive manufacturing processes in the manufacture of custom wearable and/or implantable medical devices
클러스터 03	three dimensional article	5~7	1. METHOD FOR ADDITIVE MANUFACTURING 2. ADDITIVE MANUFACTURING OF THREE-DIMENSIONAL ARTICLES 3. POLYMERIC COMPOSITION FOR USE AS A TEMPORARY SUPPORT MATERIAL IN EXTRUSION BASED ADDITIVE MANUFACTURING
클러스터 04	energy beam	5~7	1. ADDITIVE MANUFACTURING USING A FLUIDIZED BED OF POWDERED METAL AND POWDERED FLUX

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
			2. BELOW SURFACE LASER PROCESSING OF A FLUIDIZED BED 3. LASER CONFIGURATION FOR ADDITIVE MANUFACTURING
클러스터 05	manufacturing system	4~5	1. DESIGN TOOL FOR A HYBRID ELECTRO-MECHANICAL 3D PRINTER 2. Material Dispensing System 3. Solid imaging apparatus with improved part separation from the image plate
클러스터 06	print head	5~7	1. Apparatus and method of embedding cable in 3D printed objects 2. Structural Analysis for Additive Manufacturing 3. SYSTEM, METHOD AND APPARATUS FOR 3D PRINTING
클러스터 07	manufacturing method, bone tissue	4~5	1. Low density subsea buoyancy and insulation material and method of manufacturing 2. Apparatus and method of embedding cable in 3D printed objects 3. Remotely-Accessible Additive Manufacturing Systems and Methods
클러스터 08	manufacturing apparatus	4~5	1. MATERIAL DISPENSING AND COMPACTION IN ADDITIVE MANUFACTURING 2. Apparatuses and Methods for Additive Manufacturing 3. SYSTEMS AND METHODS IMPLEMENTING ADDITIVE MANUFACTURING PROCESSES THAT UTILIZE MULTIPLE BUILD HEADS
클러스터 09	product design	4	1. USER SPECIFIC DESIGN CUSTOMIZATION FOR 3D PRINTING 2. System and Methods for Additively Manufacturing Highly Customized Structures 3. ADDITIVE ELX AND MECH INTERFACES FOR ADAPTING TO COTS PLUG-AND-PLAY VARIANCE
클러스터 10	work table	5~8	1. Powder distribution in additive manufacturing of three-dimensional articles 2. Method and apparatus for additive manufacturing 3. METHOD FOR ADDITIVE MANUFACTURING

[3D 제조 프린팅 시스템 분야 데이터 기반 요소기술]

No	요소기술명	키워드
요소기술01	자유곡면상의 3D전자소자 프린팅 기술	three dimensional printing
요소기술02	3D프린팅을 이용한 사물인터넷용 스마트센서 모듈 제조 기술	three dimensional IoT manufacturing process
요소기술03	3차원 고성능 바이오 chip 프린팅 기술	three dimensional chip printing
요소기술04	클라우드 기반 3차원 가상 제조 오픈 플랫폼 기술	three dimensional article
요소기술05	초고속 정밀 3D프린팅 공정 기술	three dimensional process
요소기술06	다중 와이어 공급과 고효율 전자빔을 이용한 하이브리드 3D프린팅 시스템	three dimensional hybrid

(2) 요소기술 도출

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

[3D 프린팅 제조 시스템 분야 요소기술 도출]

분류	요소기술	출처
제조	자유곡면상의 3D전자소자 프린팅 기술	기술/시장 분석, 전문가 추천, 특허/논문 클러스터링
	3D프린팅을 이용한 사물인터넷용 스마트센서 모듈 제조 기술	기술/시장 분석, 기술수요, 특허/논문 클러스터링, 전문가추천
	제작-검사장비 일체형 제조설비 기술	기술/시장 분석, 전문가 추천,
	모래형 주형 제작을 위한 샌드프린터 및 샌드 소재 국산화 및 양산을 위한 샌드 소재 제작 장치 개발 기술	기술/시장 분석, 전문가 추천,
	3차원 고성능 바이오 chip 프린팅 기술	기술/시장 분석, 전문가 추천, 특허/논문 클러스터링
제품설계	클라우드 기반 3차원 가상 제조 오픈 플랫폼 기술	기술/시장 분석, 전문가 추천, 특허/논문 클러스터링
	빅데이터 기반 소량 생산 디지털 서칭·매칭 기술	기술/시장 분석, 전문가 추천,
	3D프린팅 기반 A/S용 부품 설계 및 제작 기술	기술/시장 분석, 전문가 추천,
공장설비	초고속 정밀 3D프린팅 공정 기술	기술/시장 분석, 전문가 추천, 특허/논문 클러스터링
	저진공 고효율 전자빔을 이용한 고용점 3D프린팅 시스템 기술	기술/시장 분석, 기술수요, 전문가추천
	다중 와이어 공급과 고효율 전자빔을 이용한 하이브리드 3D프린팅 시스템	기술수요, 특허/논문 클러스터링

(3) 핵심기술 선정

- 확정된 요소기술을 대상으로 산·학·연 전문가로 구성된 핵심기술 선정위원회를 통하여 중소기업에 적합한 핵심기술 선정
- 핵심기술 선정은 기술개발시급성(10), 기술개발파급성(10), 단기개발가능성(10), 중소기업 적합성(10)을 고려하여 평가

[3D 프린팅 제조 시스템 분야 핵심기술]

분류	핵심기술	개요
제조	자유 곡면 상의 3D 전자소자 프린팅 기술	일반적인 제조공법으로 제작된 3차원 물체 표면에 전자회로와 구조물을 구현하는 기술
	3D프린팅을 이용한 사물인터넷용 스마트센서 모듈 제조 기술	스마트 센서를 실제 IoT에 적용하기 위해 넘어야할 가장 핵심 요소인 안정성과 저가격을 구현하기 위해, 스마트 센서 칩을 각 IoT 응용에 최적화된 모듈 형태로 구현하도록 3D프린팅을 이용하는 기술
	모래형 주형 제작을 위한 샌드 프린터 및 샌드 소재 국산화 및 양산을 위한 샌드 소재 제작 장치 개발 기술	금형 산업의 디지털화를 위하여 모래형 거푸집을 직접 3D프린팅하는 기술
제품설계	클라우드 기반 3차원 가상제조 오픈플랫폼 기술	집단지성을 이용하여 3D 제품, 서비스 기술 등의 아이디어를 3차원 설계하는 오픈 소싱 플랫폼을 개발하는 기술
	빅데이터 기반 소량생산 디지털 서칭·매칭 기술	누구나 자기가 원하는 3D 제품 자료를 빠르게 서칭할 수 있고 원하는 다품종 소량생산 3D제품을 매칭해주거나 혹은 유사 3D제품을 실시간으로 매칭해주는 빅데이터 기반의 디지털 서칭/매칭하는 기술
	3D프린팅 기반 A/S용 부품설계 및 제작기술	단종제품의 기구물 대상 3D프린팅에 특화된 설계 및 제작을 지원하는 기술
공장설비	초고속 정밀 3D프린팅 공정 기술	소량 생산은 물론 다품종 대량생산에도 3D프린팅 활용하여 기존의 절삭, 성형 공정으로 제작하기 어려운 복잡한 형상의 경량 부품 제작 가능한 기술

6. 기술로드맵 기획

가. 3D 프린팅 제조 시스템 기술로드맵

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

3D 프린팅 제조 시스템의 중소기업형 기술로드맵					
Time Span		2017	2018	2019	최종목표
연도별 목표		개인 맞춤형 3D프린팅 설계 기술 개발	다기능 맞춤형 3D프린팅 제조 기술 개발	고부가가치 제품의 고속 제조 공정기술 확립	중소 제조업 스마트화를 위한 3D프린팅 설계 제조 기술확보
3D 프린팅 제조 시스템 핵심기술	제조	자유 곡면 상의 3D 전자소자 프린팅 기술 3D 프린팅을 이용한 사물인터넷용 스마트센서 모듈 제조 기술 모래형 주형제작을 위한 샌드 프린터 및 샌드 소재 국산화 및 양산 제작			고부가가치 제품을 위한 3D프린팅 제어기술 개발 고속 고정밀 3D프린팅 공정 제어기술 개발
	제품설계	클라우드 기반 3차원 가상제조 오픈플랫폼 기술 빅데이터 기반 소량생산 디지털 서칭/매칭 기술 3D 프린팅 기반 A/S용 부품설계 및 제작기술			맞춤형 설계 기술 개발
	공장설비	초고속 정밀 3D프린팅 공정 기술			다양한 수요 요구조건을 수용할 수 있는 고성능 3D프린팅 기술개발
기술/시장 니즈		소비재, 자동차, 의료, 금형 등 다양한 산업 분야 3D프린팅 확산	다품종 소량생산/개인 맞춤형 제작수요 증가	고부가가치 고정밀 제품을 위한 3D프린팅 고속 제조 기술 확대	

나. 연구개발 목표 설정

- 로드맵 기획 절차는 산·학·연 전문가로 구성된 로드맵 기획위원회를 통해 선정된 핵심기술을 대상으로 기술요구사항, 연차별 개발목표, 최종 목표를 도출

[3D 프린팅 제조 시스템 핵심기술 연구목표]

중분류	핵심기술	기술요구사항	개발 목표			최종 목표
			1차년도	2차년도	3차년도	
제조	자유 곡면 상의 3D 전자소자 프린팅 기술	곡률 반경 적응도	연구수준	제한적	제한없음	고부가가치 제품을 위한 3D 프린팅 제어기술 개발 및 고속 고정밀 3D 프린팅 공정제어 기술 개발
	3D프린팅을 이용한 사물 인터넷용 스마트센서 모듈 제조 기술	센싱 수준 정확도	70%	80%	100%	
	모래형 주형 제작을 위한 샌드 프린터 및 샌드 소재 국산화 및 양산을 위한 샌드 소재 제작 장치 개발 기술	소재 종류	2개 이상	10개 이상	20개 이상	
제품설계	클라우드 기반 3차원 가상제조 오픈플랫폼 기술	향상도	5%	10%	20%	맞춤형 제품설계 기술 개발
	빅데이터 기반 소량생산 디지털 서칭·매칭 기술	다양성 확보 및 정확도	80%	100%	-	
	3D프린팅 기반 A/S용 부품설계 및 제작기술	후처리 완성도	70%	805%	98% 이상	
공장설비	초고속 정밀 3D프린팅 공정 기술	해상도 정밀도 색상 수	-	150dpi 50um 5색	300dpi 25um 10색 이상	다양한 수요 요구조건을 수용할 수 있는 고성능 3D 프린팅 기술 개발