

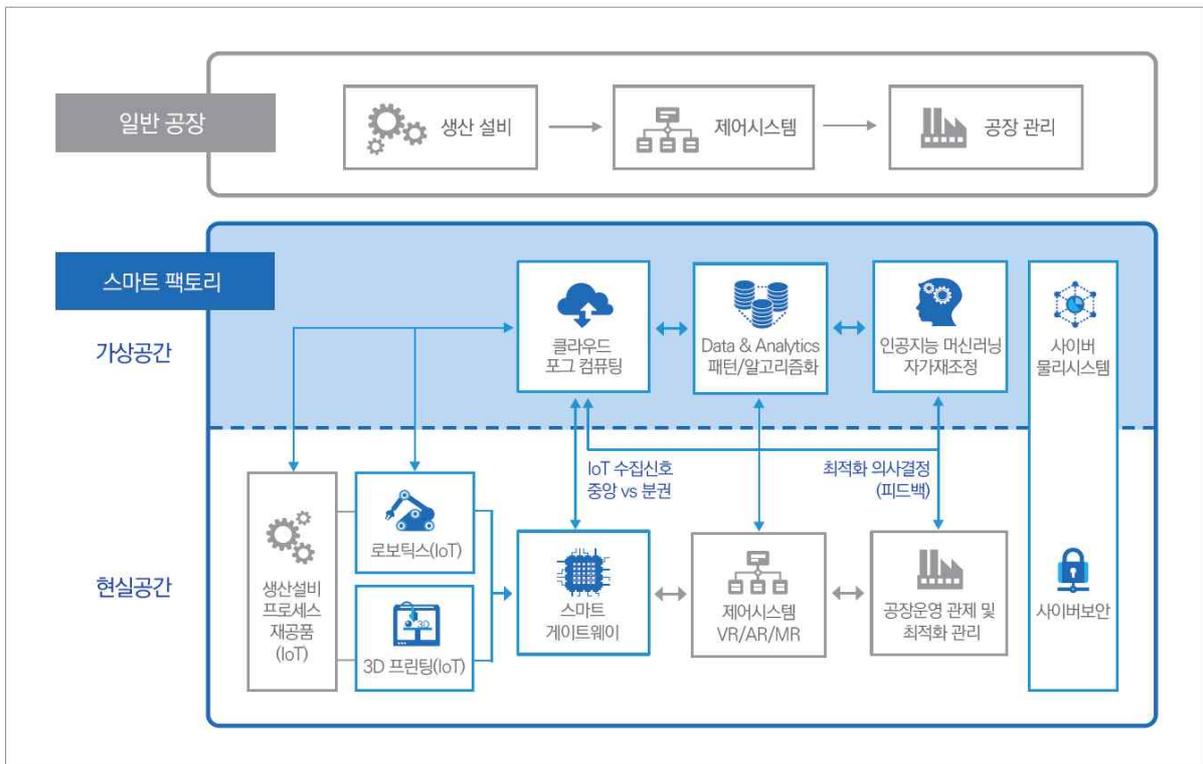
# 스마트 팩토리 기술 및 표준화 최신 동향

박용주, KETI 선임 연구원  
강병현, 고려대학교 연구원  
주병권, 고려대학교 교수

## 1. 머리말

스마트 팩토리(스마트 제조) 기술은 제품 기획, 설계, 생산, 유통, 서비스 등 제품 수명 주기의 전 과정을 ICT 기술로 통합하여 고객 맞춤형 제품을 최소의 비용 및 시간으로 생산하는 미래형 공장으로 정의할 수 있다. 스마트 팩토리는 다음과 같은 특징을 지니고 있다.

- 가치사슬(value chain), 즉 제조 활동의 모든 단계를 자동화 · 정보화함으로써 '하나의 공장'으로 간주되는 공정 전체에 대해 최적의 솔루션을 제안하는 사이버 물리 시스템 기반 지능형 제조 방법
- 소비자의 요구를 제품 설계 및 생산의 모든 과정에 실시간으로 반영, 고객별 맞춤 제품을 생산하여 제공할 수 있는 지능적이고 유연한 생산 체계 지향



[스마트 팩토리 개념도]

[자료] Samjong INSIGHT, Issue 55, 2018

스마트 팩토리 기술은 기존의 공장 자동화(Factory Automation, FA) 수준을 넘어 소비자가 중심이 된 지능화된 공장을 의미한다. 각 공정의 모듈화를 통하여 동일한 생산라인에

서도 소비자의 요구에 유기적, 능동적으로 반응하여 다양한 맞춤형 제품 생산이 가능하다. 또한 가상공간을 통해 실시간으로 제조 현장 및 제품의 품질 관리에 관여함으로써 에너지, 인력 등의 자원 활용 측면에서 효율을 향상시켜 결과적으로 생산 원가 절감을 통한 제품 경쟁력 강화를 기대할 수 있다는 점에서 기존의 공장과 비교하여 강점을 가진다.

## 2. 시장 동향

스마트 팩토리 기술은 제조 부문의 경쟁력을 강화하며 4차 산업혁명시대 각국의 첨단 산업을 주도할 것으로 기대된다. 스마트 팩토리 기술의 세계 시장 규모는 매년 평균 8% 가량 성장하고 있으며, 2020년에는 미화 2,870억 달러에 이를 것으로 보인다.

[아태 지역 국가별 스마트 팩토리 시장 규모 전망]

(단위 : 10억 달러, %)

지역	2014	2015	2016	2018	2020	CAGR
중국	9.02	9.72	10.45	2018	2020	7.08
일본	6.26	6.65	7.03	7.82	8.61	5.45
호주	1.04	1.10	1.16	1.27	1.39	4.85
기타 국가	3.15	3.35	3.55	3.96	4.38	5.62
계	19.47	20.82	22.19	25.02	27.98	6.28

[자료] 2014년 국가기술표준원 자료를 CAGR 계산법을 이용하여 2018년 버전으로 보정함

지역별 스마트 팩토리 시장 현황을 분석해보면, 아시아 및 중동 지역이 미주 및 유럽보다 높은 성장세를 나타낼 것으로 보인다. 세계 주요 기업들의 제조 공장들이 주로 아시아 지역에 많이 위치하고 있어 스마트 팩토리 도입이 타 지역에 비해 빠르게 이루어질 것으로 보이기 때문이다. 특히 중국은 '중국제조 2025' 슬로건에 의해 제조 역량을 대폭 확대하고 있어 아시아 시장 성장에서 높은 비중을 차지하고 있다. 또한 중동의 경우 원유 수출을 통해 확보한 막대한 자금을 바탕으로 자국의 제조업을 본격적으로 육성할 것으로 예상되어, 최신 설비를 갖춘 스마트 제조 도입이 본격적으로 이뤄질 것으로 보인다.

국내 스마트 팩토리 시장은 2020년 예상치 5억 달러 규모로, 아시아 지역에서 중국에 이어 두번째로 빠르게 성장할 것으로 예상된다. 하지만 현재 국내의 스마트 팩토리 플랫폼 시장은 대부분 선진 외국기업이 장악하고 있는 실정이다. 최근 스마트 공장 시범사업 추진을 통해 최근 스마트 공장 시범사업 추진의 결과 공급기술의 국산화율은 34.1%로 높은 편이지만 주로 중저가 장비, 부품, 소모품 등에 한정되어 있다는 점에서 한계가 있다.

[아태 지역 국가별 스마트 팩토리 시장 규모 전망]

(단위 : 10억 달러, %)

제품	2014	2015	2016	2018	2020	CAGR
MES	68	75	83	102	126	10.85
센서/ 액추에이터	47	49	51	56	61	4.53
통신 기술	36	39	42	49	57	8.13
산업용 로봇	298.5	313	331	366	401	5.19
PLC/DCS	34	36	38	42	47	5.31

[자료] 2014년 국가기술표준원 자료를 CAGR 계산법을 이용하여 2018년 버전으로 보정함

현재 자동차, 반도체/전자, 에너지, 광업/금속업, 화학, 식음료 등의 분야에서 스마트 팩토리 기술을 적극적으로 도입할 것으로 전망하고 있으며 산업용 사물인터넷과 빅데이터 분석이 스마트제조 분야의 핵심 기술이 될 것으로 예상된다. 위에 제시한 표는 MES 등 어플리케이션과 산업용 로봇, 사물 인터넷 등 디바이스 기술에 대한 시장 조사 결과이다.

출산율 감소로 인한 생산 가능 인구 감소, 인건비 상승 등의 요인으로 약화되고 있는 국내 제조업 부문의 대외 경쟁력을 제고시키기 위해서는 근본적으로 제조 역량을 강화시킬 필요가 있다. 생산성 향상 및 효율성 증대를 위하여 스마트 팩토리 도입을 확대하여야 하며 정부차원의 적극적인 지원 정책이 수반되어야 보다 속도를 낼 수 있을 것이다.

### 3. 기술 개발 동향

스마트 팩토리의 주요 기반 기술들로는 사이버물리시스템(CPS), 로봇틱스, 3D 프린팅, IoT 기반 포그 컴퓨팅, 사이버 보안 기술 등이 있다. 화학, 자동차, 철강, 항공, 식료품, 섬유 등 다양한 제조 산업에 디지털 신기술을 접목한 스마트 팩토리를 도입하게 되며 기존의 시스템으로는 소비자에게 제공하지 못하던 다양한 서비스 제공이 가능해 지고 있다.



[스마트 팩토리의 기반 기술과 패러다임 변화]

[자료] Samjong INSIGHT, Issue 55, 2018

먼저 제조 공정의 디지털화(Digitalization)가 가속화되며 소비자의 니즈를 실시간으로 반영한 맞춤형 제품 생산 시스템의 구축이 가능해졌으며 재고량을 최소화하고 제품 불량률을 낮추며 인건비 절감을 이끌어내는 등 생산성 측면에서 소비자에게 이점을 제공하고 있다. 또한 생산 라인뿐만 아니라 공급의 전 공정에 걸쳐 사물 인터넷, 센서, 클라우드 기반의 초연결화가 가능해지면서, 제조사와 부품공급업자간의 유기적인 연결성이 강화되고 있다. 이를 통해 3D 프린팅 활용을 위한 소재의 첨단화가 진행되고 있고, 내구성·내열성이 요구되는 로봇을 위한 첨단 소재나, 초정밀 공정을 위한 첨단 신소재 등에 관한 관심이 높아지고 있다. 마지막으로 스마트 팩토리 도입으로 인하여 기계, 부품 등의 자산 보안에서 빅데이터 중심의 사이버 보안으로 무게중심이 이동하였다는 점도 중대한 변화 중 하나이다.

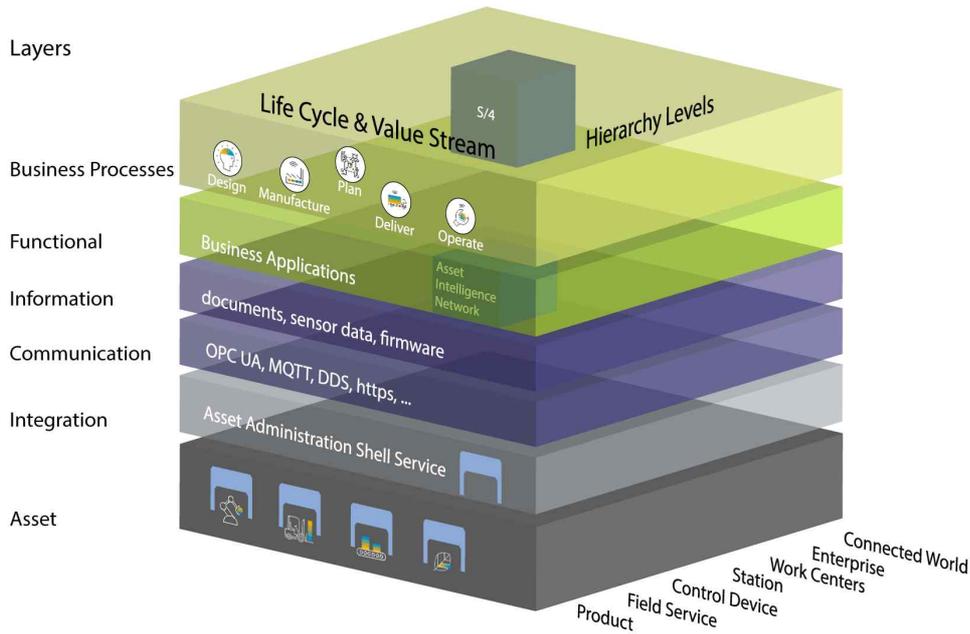
빅데이터와 사물인터넷, 로봇 등 4차 산업혁명의 기반 기술의 발전은 무겁고 경직되어 있던 생산의 과정을 보다 유연하게 바꿔나가고 있다. 스마트 팩토리의 도입을 통하여 소비자의 니즈는 보다 빠르게 생산 공정에 반영되고 있으며, 생산 공정에 있어서 자원의 효율적인 분배가 가능해지며 생산성 향상이 이루어지고 있다. 제조업계는 빠른 속도로 과거의 일방적, 획일적인 생산 체계에서 양방향 맞춤형 생산으로의 패러다임 전환을 맞이할 것이다.

#### 4. 국내외 표준화 동향

스마트 팩토리에 대한 표준화는 제조 소프트웨어의 상호 운용성 등 제조와 직접 관련 있는 표준을 진행하는 것과 제조에 대한 지능화 등 간접적으로 관련된 표준화를 진행하는 것으로 구분할 수 있다. 스마트 제조 관련 주요 국제 표준화 기구로 ISO TC 184와 IEC TC 65가 있으며, 스마트 제조 참조 구조를 위해 공동 작업반인 JWG 21(Joint Working Group 21)을 설치하여 표준화를 수행하고 있다. 또한 ISO/IEC JTC1, IEEE, OCF(Open Connectivity Foundation), IIC(Industrial Internet Consortium) 등은 IoT, 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅, 보안, CPS 등 제조와 관련된 ICT 표준 개발을 수행하고 있다.

IEC 표준화관리이사회(IEC SMB, IEC Standardization Management Board)에서는 스마트

제조 분야의 다양한 분야에의 중요성 및 파급 효과를 고려하여, 스마트 제조 시스템 위원회(SyC SM, System Committee Smart Manufacturing)를 신설하였다. 이 위원회는 스마트 팩토리 기술과 관련 있는 수많은 기술 및 관계자들 간에 상호 협력 체계 구축을 목적으로 미래 활동 계획을 분석하였다. 아래 그림은 독일의 RAMI 4.0을 이용하여 IEC관련 표준들을 표시한 것이다. 본 작업은 스마트 팩토리를 지원하는 수많은 표준들을 통일하기 위한 '표준을 표준화해야 한다.' 구호 아래 수행되었으며, 인더스트리 4.0을 추진하기 위한 전체 표준의 골격을 완성하겠다는 목표로 마련된 것이다.



[RAMI 4.0 Value Stream & Life Cycle Diagram]

[자료] 독일 전기 전자 협회

그림처럼 RAMI 4.0은 3개의 축을 가지고 있으며, 각각의 설명은 아래와 같다.

- (1) 생애주기 가치 흐름(Life Cycle Value Stream) 축 : '제품'의 개발(development)과 생산(production), 그리고 그 각각의 사용과 유지보수(usage, maintenance)의 단계를 보이는 시간의 흐름 축을 보여준다. 여기서 '제품'은 스마트 공장에서 생산되는 제품이지만, 동시에 공장에서 사용되는 설비들도 제품의 한 종류로 일반화가 가능하다.
- (2) 계층 구조 수준(Hierarchy levels) 축 : 공장의 물리적인 구성을 나타내는 계층구조를 표현하는데, 장비(device), 스테이션, 작업 센터(work center), 기업, 연결된 세계(connected world)로 점점 더 큰 범위의 계층구조를 보인다.
- (3) 겹(Layer)으로 표현된 수직 축 : 정보통신(ICT) 기술의 축으로, 자산(asset)은 현실에 존재하는 HW와 SW를 모두 표현할 수 있다. 예를 들어 IoT를 통해 설비 운영 데이터를 확보하면, 빅데이터 분석을 이용한 스마트 팩토리 운영 등이 가능한 것을 나타낸다.

## 5. 맺음말

전 세계적으로 화두가 되는 4차 산업혁명의 일환으로 스마트 팩토리에 대한 기술 개발과 표준화 활동이 활발히 진행되고 있다. 스마트 팩토리는 기존의 제조업 경쟁력 향상과 변화하는 시장 환경에 능동적으로 대응하기 위해 전통 제조 산업에 ICT를 결합한 제조 기술이다. 제조업은 전후방 연관 산업 및 경제 전반에 끼치는 영향이 크기 때문에 전통적 제조 강국을 중심으로 제조업에 대한 국가 차원의 관심과 지원이 증가하고 있다. 미국, 독일 등 주요 선진국은 제조업 부흥을 기반으로 하는 4차 산업혁명을 통해 새로운 성장과 일자리 창출을 위해 노력하고 있다.

현재 독일과 미국의 소수 스마트제조 관련 제품 공급 기업이 제조 생태계를 선점하고 있기 때문에 관련 기술 개발 및 표준화에 대한 독점이 우려되고 있다. 따라서 글로벌 제조업 패러다임 변화의 흐름에 맞는 생산현장의 자동화와 지능화를 위해서는 기업 수요와 수준에 대한 면밀한 파악이 앞서야 하고, 우리 실정에 맞는 스마트 제조 고도화 기술 개발 및 이를 기반으로 하는 국제 표준 주도가 지속적으로 필요하다.

### [사사표기]

본 연구는 산업통상자원부의 지원을 받는 산업기술혁신사업[20003574, 실시간 제조물류 흐름 최적화 및 유연적시제조를 위한 E-paper 기반 양방향 통신 지원의 에너지자립형 스마트 태그 디바이스 개발]의 일환으로 수행되었습니다.

### [참고문헌]

- [1] ETRI 표준연구본부, '스마트제조 기술 및 표준' (표준화동향 2018-01)
- [2] ICT 표준화 전략맵. '스마트 공장' (Ver. 2019)
- [3] Samjong Insight, '4차 산업혁명과 제조업의 스마트 팩토리 도입', (Issue 55, 2018)
- [4] IEC SyC SM AhG4 'System Committee Smart Manufacturing – Navigation Tools for SyC SM deliverables'
- [5] TTA 저널 '스마트제조 표준화 동향' (Ver. 181, 2019-01)
- [6] 산업기술평가원, '스마트제조 R&D 로드맵' (Ver. 2018)

### [주요 용어 풀이, ※]

- CPS(Cyber Physical System) : 컴퓨팅과 물리 세계가 네트워킹을 통해 유기적으로 융합되어 자동적, 지능적으로 제어되는 시스템
- MES(Manufacturing Execution System) : 환경의 실시간 모니터링, 제어, 물류 및 작업 내역 추적 관리, 상태파악, 불량관리 등에 초점을 맞춘 현장 시스템
- 포그 컴퓨팅(Fog Computing) : 방대한 양의 데이터를 먼 곳에 있는 커다란 데이터 서버에 저장하지 않고, 데이터 발생 지점 근처에서 처리하는 시스코의 기술
- IEC 표준화관리이사회(IEC SMB, IEC Standardization Management Board) : IEC 표준화 그룹을 관리하는 관리 체계
- RAMI 4.0(Reference Architecture Model Industrie4.0) : 독일이 추진하는 인더스트리 4.0에 사용될 표준들의 골격을 만든 것