

# 지능형 공장: 스마트팩토리

## Intelligent Plant: Smart Factory

배성민(한밭대학교 산업경영공학과)

### 차 례

1. 4차 산업혁명 핵심기술들의 집약체로서의 스마트팩토리
2. 스마트팩토리: 기능요건 및 산업동향
3. 스마트팩토리와 일자리 변화
4. 결론

■ keyword : | Smart Factory | 4th Industrial Revolution |

## 1. 4차 산업혁명 핵심기술들의 집약체로서의 스마트팩토리

2016년 스위스 다보스에서 열린 세계경제포럼(WEF: world economic forum)에서 클라우스 슈밥(Klaus Schwab)에 의해 소개된 4차 산업혁명이라는 단어는 우리나라에 소개되어 폭발적인 반응을 얻고 있을 뿐 아니라 다양한 정부 정책 등에도 등장하는 단어지만 아직까지 아직 학계나 전문가에서 공통으로 인정되는 개념으로 보기는 어렵다. 해당 단어를 처음으로 주장한 클라우스 슈밥 조차도 그의 저서에서 4차 산업혁명이란 용어의 정의에 대해 전문가들이 동의하지 않는다고 고백하고 있다.

하지만 인공지능, 빅데이터, 3D프린팅, 사물인터넷, 스마트팩토리 등 최근 이슈가 되고 있는 기술들이 산업 전반에 영향을 미치고, 나아가 우리의 삶까지 크게 변화시킬 것이라는 것에 대해 이견을 가진 학자나 전문가는 많지 않다는 것에서 산업측면에서의 어떠한 “혁명”이 그리 멀지 않았다는 것을 알 수 있다.

특히 미래 일자리의 변화 예측과 관련된 다양한 보고서, 언론 보도에서 빠지지 않고 언급되는 스마트팩토리(smart factory)는 산업 전반에 가장 큰 영향을 줄 것으로 예상되는 분야이다. 스마트 팩토리는 공장 내 설비와 중간 부품이 스스로 정보를 교환하면서 제품을 생산하는 무인공정을 구현함으로써 제조 산업의 경쟁력을 향상시키며, 생산라인을 다양화해 소품종 대량생산이라는 규모의 경제에서 개인 맞춤형 다품종 소량생산으로의 패러다임의 전환을 가능하게 해주는 것을 의미한다.

또한 스마트팩토리는 다양한 4차 산업혁명의 핵심기술들이 집약된 결과물로 볼 수도 있다. 사물인터넷(IoT, Internet of things)을 이용하여 생산설비에서 생성되는 데이터들을 포착하고, 빅데이터(Big data)기술을 이용하여 실시간으로 생성되는 데이터들을 저장·분석하며, 인공지능(AI, artificial intelligence)기술을 이용하여 이를 최적화한다. 생산현장에서는 3D프린터를 이용하여 고가의 복잡한 부품들이 프린팅되고 산업용 로봇(industrial robot)들이 생산현장을 오가며 자재와 부품들을 운반하고 완성 제품들을 창고에 저장하며 인공지능기술이 적용된 운반용 로봇들이 최적화된 창고관리를 수행한다.

본 원고에서는 4차 산업혁명 핵심기술들의 집약체로서의 스마트팩토리 정의, 구성요소, 기대효과 등에 대해 소개하고 각국의 스마트팩토리 지원 정책 및 현황 등을 소개하고자 한다.

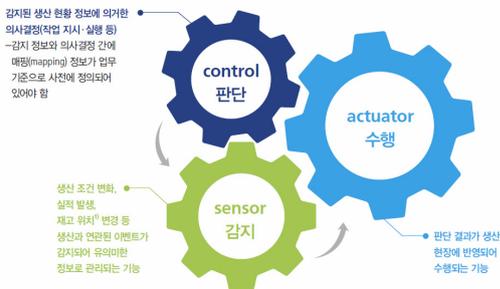
## 2. 스마트팩토리: 기능요건 및 산업동향

### 2.1 스마트팩토리의 기능 요건

스마트팩토리의 기능 요건은 크게 생산현장의 변화를 자동으로 감지(sensor)하고 감지된 변화를 판단하여 어떤 조치가 이루어지도록 판단(control)하고, 판단에 따른 실행(actuator)하는 3가지로 구분된다. [1]

감지 기능은 생산과 관련된 다양한 이벤트(생산 조건 변화, 실적 발생, 재고위치 변경 등)가 사물인터넷 등을 통해 인지되는 것을 의미하며, 판단 기능은 감지된 정보를 기반으로 작업 지시나 실행 등의 의사결정이 이루어

지게 된다. 수행 기능은 의사결정이 이루어지고 나면 이를 생산현장에 직접 적용하여 실제로 수행되는 것으로 정의할 수 있다.



▶▶ 그림 1. 스마트팩토리의 기능요건 [1]

스마트팩토리의 구현을 위해 필요한 생산 기능요건은 아래 표 1과 같다. 표에서 알 수 있듯이 스마트팩토리와 관련된 기술들을 주로 IoT, 빅데이터, 인공지능, 산업용 로봇과 관련되어 있음을 알 수 있다.

표 1. 스마트팩토리 구현을 위한 생산 기능 요건[1]

스마트팩토리 구현을 위한 생산 기능 요건	관련 기술
1. 물리적 위치 제약을 벗어난 생산 현장 정보의 실시간 파악	IoT
2. 현물과 정보 간 적합성 확보 기반의 물류 트래킹	산업용 로봇
3. 이상 조업 대응 기준에 따른 알람 등 조치 체계	인공지능
4. 마스터데이터를 통한 운용 기준 관리	빅데이터
5. 생산 관련 실시간 의사결정을 위한 집계 정보 제공	빅데이터
6. 인적 요인에 따른 변화 폭 최소화	-
7. 공정의 설비 부하 차이에 따른 공정 내 물류 루트 운영	산업용 로봇 + 인공지능
8. 생산 장애 대응 정보의 지적 자산화를 통한 자체 복구 기반 단축	인공지능
9. 생산 환경의 변화 감지원의 다각화	IoT
10. 생산 전략 요인에 따른 우선순위규칙 운영	인공지능

## 2.2 국가기업별 스마트팩토리 추진 동향

글로벌 경제의 저성장 기조와 생산성 하락으로 인해 선진국에서는 새로운 성장동력이 필요하게 되었으며 특히 제조업을 통한 경제성장 견인을 위해 스마트팩토리에 대한 관심이 커지고 있는 상황이다.

표 2. 국가별 스마트팩토리 관련 정책[2]

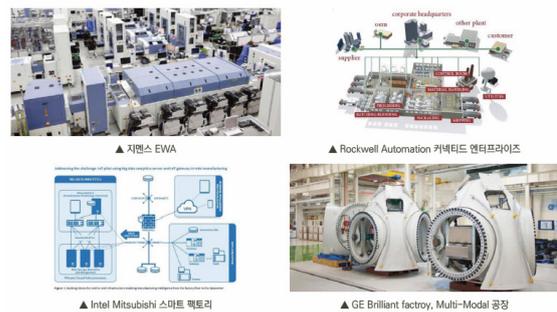
국가	주요내용
미국	- 첨단 제조혁신을 통해 국가경쟁력 강화 및 일자리 창출을 위한 첨단제조파트너십(AMP) 프로그램 확대 운영
독일	- ICT와 제조업의 융합을 위한 Platform Industry4.0 을 수행 중이며, 스마트팩토리의 표준화를 위한 주도적 역할을 수행
중국	- "Made in China 2025" 전략의 5대 중점과제 가운데 스마트 제조업 분야에 대한 집중 투자
일본	- 일본산업재흥전략을 통해 일본 제조업에 대한 경쟁력 강화를 위한 정책적 지원을 수행하고, 기업 연합을 중심으로한 실행 체계 지원
한국	- IT융합, 스마트 생산방식 확산, 제조업 소프트웨어 등으로 대표되는 "제조업3.0" 발표

표 2에 나타난 바와 같이 각 국에서는 전체적인 제조업의 지원 방향을 설정하고 그 범위 내에서 스마트팩토리에 대한 다양한 지원 정책을 마련함으로써 제조기업들이 스마트팩토리로 전환하도록 돕는다.

스마트팩토리 분야에서의 글로벌 전문기업들은 전통적인 전문분야를 기반으로 하드웨어와 IoT와 클라우드 서비스를 결합한 소프트웨어 등을 제공하고 글로벌 시장지배력을 무기로 하여 독점력을 강화하고 있는 추세이다.

특히 스마트팩토리의 선두 주자라고 할 수 있는 독일의 지멘스(Siemens)는 세계 최고의 지능형 공장을 구현하여 생산설비, 제어시스템 및 산업용 소프트웨어 등 거의 모든 산업분야의 제조 및 공정자동화를 보유하고 있으며 자동화, 디지털화 영역에 핵심역량을 집중하고 있다. 또한 락웰오토메이션(Rockwell automation)은 센서 장비, 제어 장비와 같은 하드웨어 인프라에서 네트워크 기술 및 응용 프로그램과 같은 소프트웨어까지 산업전 분야에 걸친 자동화와 솔루션을 제공하고 있다.

최근 들어 가장 활발한 활동을 하고 있는 새로운 강자인 제너럴 일렉트릭(GE, general electric)은 공장 시설과 컴퓨터가 산업인터넷(industrial Internet)을 통해 실시간 대화 및 정보공유 뿐만 아니라 품질유지 및 돌발적 가동중지를 예방하는 의사결정을 내리고, 나아가 공급망(supply network), 서비스 유통망까지 연결하여 가치사슬 전반에 걸친 최적화를 추진하고 있는 상황이다.



▶▶ 그림 2. 글로벌 선도기업의 스마트 공장

글로벌 기업의 광폭 행보에 비해 우리나라의 경우는 대기업을 중심으로 "ICT 기술이 결합된 생산현장 혁신"이라는 형태로 추진되는 경우가 대부분이다. 뿐만 아니라 도입된 하드웨어와 소프트웨어들은 모두 외산의 경우가 많으며 국내 기술의 한계로 인해 아직 본격적인 민간 투자는 이루어지지 않고 있는 상황이다.

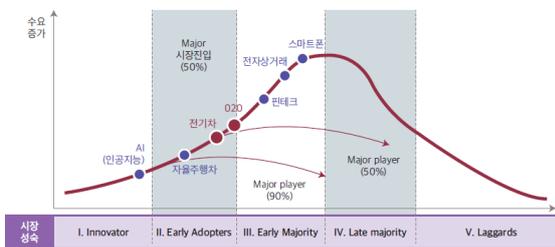
포스코(POSCO)는 2017년까지 국내 제철소를 대상으

로 설비, 품질, 에너지, 안전관리 분야에 스마트팩토리를 적용하는 프로젝트를 추진하여 일부 성과를 얻은 분야도 있으나, 협력업체의 영세성 등으로 인해 아직 가치 사슬 전반으로 스마트팩토리 적용이 확대되지는 못하고 있다. LS 산전은 PLC(programmable logic controller) 기반의 조립자동화 라인을 구축하고 수요예측시스템(APS, advanced planning system)이 적용된 유연생산시스템(FMS, flexible manufacturing system)을 운영하여 다품종 대량 생산 뿐만 아니라 맞춤형 다품종 소량생산까지 가능한 생산체계를 마련하였다.

또한 우리나라에서는 2015년 6월에 출범한 민관합동 스마트공장 추진단을 통해 2020년까지 1만여개 공장을 스마트공장으로 전환시키기 위한 생산현장 디지털화, 업종/지역/기업별 구축, 금융 지원 등의 다양한 정책을 수행하고 있다.

### 3. 스마트팩토리와의 일자리 변화

4차 산업혁명으로 인해 산업구조의 변화가 급변할 것이라는 것은 노동 시장에도 큰 변화가 있을 것이라는 것을 의미한다. 4차 산업혁명의 핵심 기술인 빅데이터, 사물인터넷, 인공지능, 자율주행자동차 등은 기술개발 수준 및 주기를 고려할 때 향후 몇 년 내로 본격적인 상용화 단계로 변화할 것으로 예상되며 이로 인한 일자리 감소 및 새로운 일자리 창출이 빈번해질 것으로 예상된다.



▶▶ 그림 3. 글로벌 스마트 산업의 제품 사이클  
(출처: Global Market Strategy, 삼성증권, 2016)

특히 자동화 기술 및 컴퓨터 연산기술의 향상으로 단순·반복적인 사무행정직이나 저숙련(low-skill) 업무와 관련된 일자리의 고용율은 감소할 것으로 예측되며, 현재 직업의 47%가 20년 이내에 사라질 가능성이 높은 것으로 예측하기도 한다. [3]

독일 제조업 분야에서는 기계가 인간의 업무를 대체함

에 따라 생산 부문에서 12만개, 품질관리부문에서는 2만여개, 유지부문에서는 1만여개의 일자리가 감소하고 이 같은 현상은 2025년 이후 더욱 가속화 될 것으로 전망하였다. [4]

미국의 경우, 인공지능, 첨단로봇 등을 활용한 물리적·지적 업무의 자동화로 대부분의 업무에서 특정 분야가 자동화되어 단순 업무뿐만 아니라 고숙련 고임금 직업의 45%가 자동화 될 것으로 예측하고 있다. [5]

앞서 살펴본 바와 같이 하지만 4차 산업혁명으로 인해 새롭게 생겨나는 직업도 많을 것이라는 예측도 공존한다. 하지만 새롭게 생겨나는 일자리에서 가장 중요한 능력은 복합문제 해결능력(complex problem solving skill)이 될 것이며 컴퓨터 및 IT, STEM(Science, Technology, Engineering, and Mathematics) 분야의 지식이 효율적 업무수행을 위해 필요할 것이라고 예측되고 있다.

특히 스마트팩토리 영역인 제조업에서는 2018년까지 전체 일자리의 63%가 STE 분야의 교육 이수를 요구할 것이며, 첨단 제조분야의 15% 이상이 STEM 관련 고급 학위(석사학위 이상)를 필요로 할 것으로 전망하고 있다. [6]

앞에서 살펴본 바와 같이 스마트팩토리는 단순하고 반복적으로 수행된 제조 현장의 다양한 업무들을 빠른 시간 내에 대체할 것으로 예상되며 이로 인해 생겨나는 직업들은 고부가가치의 복잡한 문제 해결능력과 과학/기술/수학에 관련된 지식을 요구하게 될 것이다.

미래의 구직자들이 제조업의 큰 변화를 주도할 스마트팩토리에 선제적으로 대응하기 위해서는 현재 스마트팩토리가 어떻게 발전되고 있으며 어떤 업무를 대체할 것이며 이를 위해 어떠한 능력을 키워야 하는지에 대해 끊임없이 고민해야 할 것이다.

### 4. 결론

지금까지 4차 산업혁명의 핵심기술의 집합체로서의 스마트팩토리의 기본 요건, 국내외 동향, 일자리 변화에 대한 내용들을 살펴보았다. 하지만 스마트팩토리도 하나의 공장일 뿐이라는 것을 잊으면 안 된다. 즉 스마트팩토리를 IT 시스템이 아닌 생산 체계 시스템으로써 접근하는 것이 올바른 방법이라는 것이다.

스마트팩토리가 제조업의 전반적인 혁신을 불러일으킬

것이라는 것에는 이견이 없지만 실제로 스마트팩토리를 도입하기 위해서는 기존 제조 운영 환경을 고려해야 하고 생산관리의 편리성보다는 생산 실행이 원활하게 이루어질 것인지가 우선적으로 고려되어야 한다는 것이다.

제조기업의 98% 이상이 중소기업인 우리나라 제조기업의 특성을 고려하였을 때, 생산현장 전반의 스마트팩토리로의 전환보다는 자동화로 인한 효율이 큰 프로세스의 자동화를 우선적으로 추진함으로써 성공사례를 확보하는 것이 중요할 것이며, 생산관리자보다 직접 생산에 참여하는 작업자들에게 초점을 맞추어 스마트팩토리로의 전환 방향을 설정하는 것이 중요하다. 또한 스마트팩토리로의 전환이 단순한 생산현장의 IT화가 아닌 작업자 중심의 생산 체계로의 변환이라는 것을 명심해야 할 것이다.

즉 스마트팩토리는 도입이 중요한 것이 아니라 도입 후의 운영을 통해 작업자와 관리자가 모두 활용할 수 있도록 정착하는 과정에 초점을 맞추어야 하며, 작업자 중심의 스마트팩토리로 전환된 국내 제조기업들의 지속 가능한 제조 경쟁력을 확보하는데 큰 도움을 줄 수 있을 것이다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 김억, 김승택, "유연 생산 체계를 구현하는 Smart Factory: 생산 전략의 효과적 운용 방안", 안전-딜로이트 리뷰, No. 4, 2015
- [2] 소아영, "4차 산업혁명과 국내외 스마트 공장 산업동향", 융합 Weekly TIP, Vol. 57, 2017. 02
- [3] Cral Benedikt Frey and Michael A. Osborne, "The future of employment: how susceptible are jobs to computerization?," Technological Forecasting and Social Change, Vol. 114, pp. 254-280, 2017
- [4] Boston Consulting Group(BCG), "Man and Machine in Industry 4.0", 2015
- [5] James Manyika, Michael Chui, Mehdi Miremadi, Jacques Bughin, Katy George, Paul Willmott, and Martin Dewhurst, "A future that works: automation, employment, and productivity", McKinsey Global Institute, 2017. 01
- [6] World Economic Forum, "The future of jobs", 2016

#### 저 자 소 개

##### ● 배 성 민(SungMin BAE)



- 1996년 2월 : 한국과학기술원 산업경영학과 (공학사)
- 1998년 8월 : 한국과학기술원 산업공학과 (공학석사)
- 2003년 8월 : 한국과학기술원 산업공학과 (공학박사)

▪ 2003. 09 ~ 2004. 02 KAIST 산업경영연구소 박사후 연구원

▪ 2004. 02 ~ 현재 국립한밭대학교 산업경영공학과 교수

<관심분야> : Data Mining, Manufacturing Information System, Customer Relationship Management, Patent Information Analysis