

# 중소기업을 위한 IoT와 클라우드 컴퓨팅 기반의 스마트 팩토리 시스템 설계

권영우 · 전영준 · 유윤식 · 장시웅

동의대학교

## Design of Smart Factory System based on IoT and Cloud Computing for Small Business Enterprises

Young-Woo Kwon · Young-joon Jeon · Yun-Sik Yu · Si-Woong Jang

Dong-eui University

E-mail : kyu2369@deu.ac.kr, biggood@deu.ac.kr, ysyu@deu.ac.kr, swjang@deu.ac.kr

### 요 약

최근 4차 산업의 등장 이후, 세계적으로 제조혁신을 위한 스마트 팩토리 분야의 연구가 활발히 진행되고 있다. 스마트 팩토리란 ICT 기술과 기존 제조업이 융합하여 공장 내 장비, 부품들이 연결 및 상호 소통하게 하는 생산체계 의미한다. 하지만 스마트 팩토리는 빅 데이터, 사물인터넷, 클라우드 컴퓨팅, CPS 등의 다양한 기술 요소들이 집합된 기술이기 때문에 매우 고가의 구축비용이 요구된다. 따라서 이 논문에서는 IoT, 클라우드 컴퓨팅 기술을 활용하여 중소기업의 영세성을 고려한 저비용의 스마트 팩토리 시스템을 제안하고, 제조기업에서 수집 가능한 데이터 분석과 서비스를 정의하고자 한다.

### 키워드

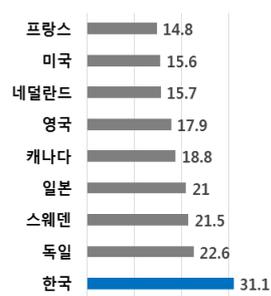
스마트 팩토리, IoT, 클라우드 컴퓨팅, 중소기업

## I. 서 론

2016년 1월 다보스포럼(WEF, World Economic Forum)에서 처음 언급된 4차 산업은 자율주행자동차, 3D프린터, 스마트 팩토리, 스마트 항만 등 다양한 신성장 기술 및 산업의 등장을 야기 시켰다. 이로 인해 일자리 지형 변화, 산업구조 및 시장경제의 새로운 비즈니스 모델 등장이 전망되고 있으며, 특히 제조분야에서 스마트 팩토리 개념의 등장은 생산성 혁신이라는 이점으로 인해 세계적으로 주목받고 있다[1]. 국내에서도 스마트 팩토리의 보급과 확산을 위하여 '민관합동 스마트공장 추진단'을 설립하여 민간 역량 중심의 적극적인 보급 사업을 진행하고 있다[2].

하지만 국내 제조업의 전망은 밝지 않다. 국내 제조업은 GDP 대비 약 30%의 비중을 차지하며 수년간 경제성장의 견인차 역할을 해왔지만, 금융위기 이후 지속적으로 경쟁력을 상실하고 있다. 한국과학기술기획평가원에 따르면 국내 제조업은 중국, 미국, 일본 등 주요 선진국 대비 기술적·비용적 차별성 부재로 인해 제조경쟁력 순위는 2010년 3위에서 2018년 6위를 기록할 것으로 전망하고 있다[3].

GDP 대비 제조업 비중(단위, %)



국가별 제조업 경쟁력 순위

순위	2010	2018(예상)
1	중국	미국
2	미국	중국
3	독일	독일
4	일본	일본
5	한국	인도
6	영국	한국
7	대만	멕시코
8	멕시코	영국
9	캐나다	대만
10	싱가포르	캐나다

그림 1. 국내 제조업 현황.

국내 제조업의 경쟁력 하락의 주된 이유는 세계 경기침체와 고령화로 인한 노동력 감소, 중국과 인도 등의 신흥국의 제조 기술력 발전, 국내 인건비 상승 등이 언급되고 있다[4]. 이에 따라 국내 제조기업의 스마트 팩토리 도입은 매우 중요한 사항으로 인식되고 있지만 기업의 인력, 투자자금 등 경영자원 부족으로 인해 도입을 망설이고 있는 상황이다. 2017년 정보통신기술진흥센터에서 제조업 종사자를 대상으로 조사한 '중소기업의 스마트 팩토리 관련 실태조사' 결과에 따라

면 스마트 팩토리를 도입하지 않는 이유로 「운영 전문 인력이나 투자자금 등 경영자원 부족 때문에」가 51%로 가장 높은 비중을 차지하였다[5].

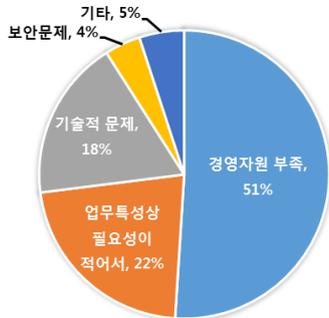


그림 2. 스마트 팩토리를 도입하지 않는 이유.

따라서 국내 대다수 중소 제조기업들은 스마트 팩토리를 독자적으로 구축하는데 한계를 인식하고 전문 역량을 가진 IT기업에 위탁을 통하여 구축하고 있다. 이러한 과정에서 ERP, MES 등의 정형화된 솔루션을 도입하여 단순 운영관리 업무의 전산화 및 데이터 공유를 통한 공정 모니터링에 초점을 맞추는 경우가 많다. 하지만 스마트 팩토리 도입 효과의 극대화를 위하여 공정의 데이터를 수집하고 분석된 결과를 제공할 수 있는 서비스 기반 플랫폼이 필요하다.

본 논문에서는 국내 제조업의 경쟁력 향상을 위하여 중소기업의 영세성을 고려한 저비용의 스마트 팩토리 시스템에 대해 설계하고, 제조기업에서 수집 가능한 데이터와 분석 기반 서비스를 정의하고자 한다.

## II. 관련 연구

### 2.1. 스마트 팩토리의 구축단계 및 국내 보급 현황

중소벤처기업부에서 제시하는 스마트 팩토리 기술로드맵에서는 스마트 팩토리의 구축단계를 ICT미적용, 기초, 중간1, 중간2, 고도화로 구분하고 있다[6]. 기초수준은 기초적 ICT(바코드 등)를 활용한 정보수집 및 이를 활용한 생산관리 구현이며, 중간수준1, 2는 빅 데이터, IoT 등을 활용한 실시간으로 최적화된 생산운영 환경 구축 단계이다. 마지막으로 고도화 단계는 실제와 가상이 결합된 고도화된 ICT 기술력과 자동화 설비를 활용해 지능화된 완전한 생산체계 구축을 의미한다. [그림 3]은 구축단계 별 상세내용을 설명한다.

현재까지 국내의 스마트 팩토리 보급은 기초적인 ICT 기술을 활용한 공정 전산화에 불과하다. 실제로 2017년 산업통상자원부에서 발표한 자료에 따르면 스마트 팩토리 구축 단계별 보급률은 기초수준 80.3%, 중간1 18.2%, 중간2 이상 1.6%로, 기초수준의 보급이 상당한 비중을 차지하였다[7].

	현장자동화	공장 운영	기업자원 관리	제품 개발	공급사슬 관리
고도화	IoT/IIoT 기반 CPS화				
	IoT/IIoT 화	IoT/IIoT 화 빅데이터 기반의 진단 및 운영		빅데이터/설계 및 개발 가상 시뮬레이션/3D 프린팅	인터넷 공간상의 비즈니스 CPS 네트워크 협업
중간수준2	설비제어 자동화	실시간 공정제어	공장운영 통합	가공정보/기술정보 생성 및 연결지능화	다품종 생산 협업
중간수준1	설비데이터 자동 집계	실시간 의사결정	기능간 통합	가공정보/기술정보 개발 운영	다품종 생산 협업
기초수준	실적 집계 자동화	공정 물류 관리	관리기능/중심기능	CAD 사용 프로젝트 관리	단일 모기업 의존
ICT 미적용	수작업	수작업	수작업	수작업	전화와 이메일 협업

그림 3. 스마트 팩토리 구축단계.

### 2.2. 스마트 팩토리 구성요소

최근 미국, 일본 등 주요 제조 선도국에서는 자국의 제조업 경쟁력 강화를 위해 스마트 팩토리 관련 구성요소별로 다양한 연구 개발이 진행되고 있다[8].

스마트 팩토리의 구성요소는 크게 애플리케이션, 플랫폼, 디바이스·네트워크로 구성된다. 애플리케이션은 스마트 팩토리 솔루션 최상단의 소프트웨어 시스템으로써 플랫폼 상에서 제조 과정을 실행하고, 수집된 데이터를 분석 및 가시화하는 기술이다. 플랫폼은 스마트 팩토리 솔루션의 디바이스들이 수집한 정보를 애플리케이션으로 전달하는 역할을 수행하며 디바이스에 의해 수집된 데이터를 분석하여 최적화된 정보를 선별하는 기술이다. 마지막으로 디바이스·네트워크는 스마트 팩토리의 최하단의 하드웨어 시스템으로 공장 내에서 발생하는 모든 상황에 대한 데이터 및 정보를 감지하고 상위 시스템으로 전송하는 기술을 의미한다. [그림 4]는 스마트 팩토리의 구성요소들을 보여준다.

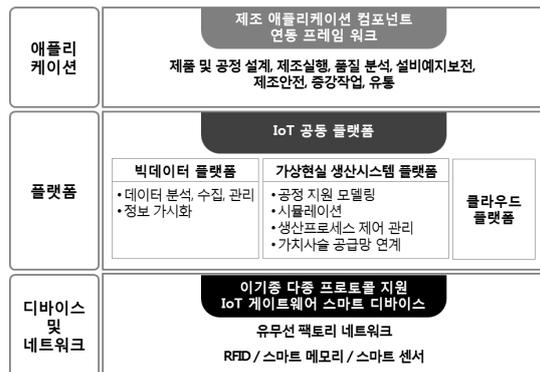


그림 4. 스마트 팩토리 구성요소.

## III. 본 론

본 장에서는 중소기업 대상의 IoT, 클라우드 컴퓨팅 기반 스마트 팩토리 시스템을 제안하고, 제조기업에서 수집 가능한 데이터와 분석 기반의 서비스를 정의한다.

### 3.1. 제안하는 스마트 팩토리 시스템 설계

기존 시스템의 경우 [그림 5]와 같이 제조기업 내 서버를 구축하고, 서비스를 제공받는 형태이다. 이는 제조기업 내 자체 서버구축 비용 발생과 시스템의 지속적인 관리를 위한 IT전문 인력 고용에 대한 부담이 존재한다.

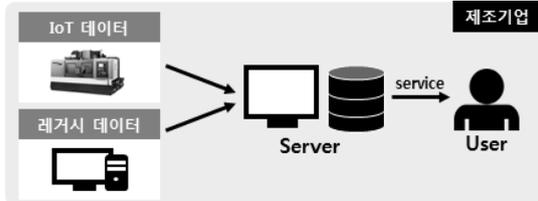


그림 5. 기존의 스마트 팩토리 시스템.

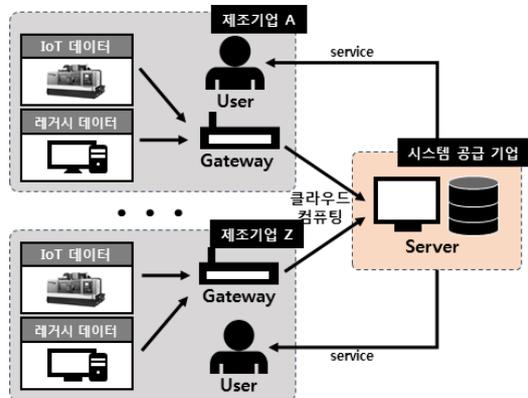


그림 6. 제안하는 스마트 팩토리 시스템.

제안하는 시스템은 구축에 필요한 서버와 관리 인력을 시스템 공급 기업(=ICT 기업)의 자원을 활용함으로써, 스마트 팩토리 시스템 도입 비용을 절감할 수 있다. [그림 6]은 다수의 제조기업(A~Z)

에서 발생하는 데이터를 시스템 공급 기업의 서버에서 수집 및 분석하고, 분석된 결과를 서비스화하여 제조기업에게 제공하는 시스템의 흐름을 설명하고 있다.

각 제조기업은 공정 내 설비기계에서 발생하는 IoT 데이터와 레거시데이터를 Gateway를 통하여 서버로 전송한다. Gateway는 클라우드 컴퓨팅 기술을 적용하여 공급 기업 내 서버 부하를 최소화하는 데이터 제어 및 전송을 위한 장치이다.

### 3.2. 제조기업 데이터 분석

제조기업에서 발생하는 데이터는 공정 내 N대의 설비기계에서 발생하는 IoT데이터와 기존의 생산관리시스템의 레거시데이터가 있다. 수집된 데이터는 Gateway를 통하여 시스템 공급기업의 서버로 전송된다.

IoT데이터를 수집하기 위하여 각 설비기계마다 데이터 수집 모듈이 장착되며, 수집데이터는 생산카운트 정보, 전압, 전류, 온/습도, 각종 오일(작동유, 절삭유 등) 정보, 진동, CNC 컨트롤러 정보 등이 있다.

레거시데이터란 기업에서 운영 중인 생산관리시스템의 데이터를 의미하며, 활용데이터는 작업자정보, 재고정보, 작업지시정보, 부품(BOM)정보 등이 있다.

### 3.3. Server 및 서비스 모듈 구성

제조기업 대상의 서비스는 Gateway로부터 전송된 데이터를 처리 분석하여 시각화한 결과이다. 대용량의 데이터를 즉각적으로 처리 분석하고 실시간으로 서비스 제공을 위해, 서버는 아파치 스파크(Apache Spark)기반으로 구현한다. 아파치 스파크는 데이터의 유실방지와 데이터 중복성에 대해 대응이 가능하다.

서비스 모듈은 실시간 모니터링, 고장예지 분석, 생산효율성 분석으로 구성하였다. 상세 분석 내용은 [표 1]과 같다.

표 1. 서비스 구성 내용.

구분	분석 내용
실시간 모니터링	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 계획대비, 생산량 현황 모니터링 정보 제공</li> <li>* 기계가동률, 운전현황, 작업자 정보 등 다양한 정보 제공</li> <li>* 공정 내 설비기계의 가동 유무 정보 제공</li> <li>* 활용데이터               <ul style="list-style-type: none"> <li>- IoT데이터(생산카운트 정보, CNC 컨트롤러 정보 등)</li> <li>- 레거시데이터(작업지시 정보, 생산수량 정보 등)</li> </ul> </li> </ul>
고장예지 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 설비기계의 필수 오일량 분석을 통해 사전 경고 알림</li> <li>* 설비기계의 진동, 온/습도 분석을 통해 기계 이상 유무 경고 알림</li> <li>* 활용데이터               <ul style="list-style-type: none"> <li>- IoT데이터(오일정보, 진동, 온/습도, 압력 등)</li> <li>- 레거시데이터(부품정보 등)</li> </ul> </li> </ul>
생산효율성 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 가동률 분석을 통하여 생산수량 이상 원인분석</li> <li>* 설비기계의 운전여부, 가동률 분석을 통하여 가동 패턴분석 및 공정 생산 능력 분석</li> <li>* 활용데이터               <ul style="list-style-type: none"> <li>- IoT데이터(설비기계 운전정보, CNC 컨트롤러)</li> </ul> </li> </ul>

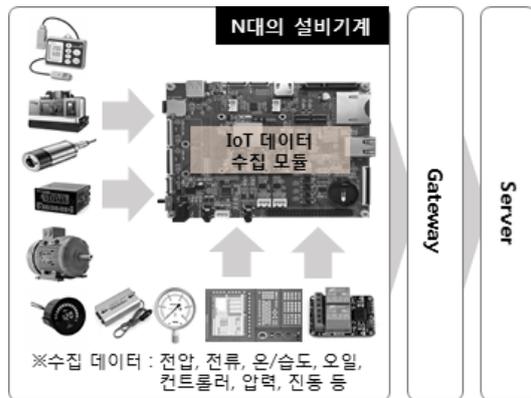


그림 7. 설비기계의 수집 데이터.

- [7] 산업통상자원부, 스마트 제조혁신 비전 2025, 2017.04.
- [8] Roland Berger, INDUSTRY 4.0' : The new industrial revolution How Europe will succeed, 2013.
- [9] 산업통상자원부, 스마트 제조혁신 비전 2025, 2017.04.20.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 중소기업을 위한 IoT, 클라우드 컴퓨팅 기반 스마트 팩토리 시스템 설계와 제조 기업에서 획득 가능한 데이터 정보, 분석 기반 서비스를 정의하였다. 본 논문의 시스템은 중소기업에서 우려하는 스마트 팩토리 도입비용의 절감을 위해 공급 기업의 자원(서버, IT 인력 등) 활용방안을 제시하고 있으며, 이를 통해 기존 구축비용 대비 약 26% 절감할 수 있을 것으로 예상된다[9].

본 논문은 실제 스마트 팩토리 시스템의 연구, 개발 진행 중의 내용이며, 향후 수집 데이터 및 서비스의 정확한 정의를 통해 구체적으로 구현하고자 한다.

#### ACKNOWLEDGEMENT

본 논문은 중소벤처기업부와 한국산업기술진흥원의 '지역특화산업육성(R&D) 기술개발' 사업으로 수행된 결과입니다.(과제번호 : R0006368)

#### 참고문헌

- [1] 노선영, 스마트팩토리 고도화를 위한 예측 분석 시스템 프레임워크 설계, 한국통신학회 학술대회논문집, 791-792, 2017.06.
- [2] 민관합동스마트공장추진단, 스마트공장 지원사업 가이드북, 2017.
- [3] 한국과학기술기획평가원, 4차 산업혁명 대응을 위한 스마트공장 R&D 현황 및 시사점, 2017.08
- [4] 최예찬, 사물인터넷 기술을 활용한 스마트 팩토리 공정 모니터링 시스템 설계 및 구현, 대전전자공학회 학술대회, 1145-1148, 2017.06.
- [5] 정보통신기술진흥센터, ICT 제조혁신 스마트팩토리, 2017.11.
- [6] 중소벤처기업부, 중소기업 기술로드맵 2018 - 2020(스마트공장), 2018.01.