

스마트 공장 전개 및 밸류체인 현황 분석

신강선, 송영근*

한국전자통신연구원

sin3401@etri.re.kr, *iesong@etri.re.kr

Smart Factory Development and Value Chain Status Analysis

Kangsun Shin, Youngkeun Song*

Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI)

요약

스마트 공장의 발전은 제조업의 미래를 혁신하며, 밸류체인의 변화에도 중대한 영향을 미치고 있다. 본 논문은 스마트 공장의 개요와 밸류체인 현황을 분석하고, 앞으로의 스마트 공장 전개를 확인하고자 한다. 이러한 내용을 바탕으로, 스마트 공장 산업의 미래 발전 가능성과 우리나라 스마트 공장의 제조 경쟁력 향상을 위한 방법에 대해 논의하고자 한다.

I. 서론

제조업은 4차 산업혁명, 디지털 전환 추세의 강화, 글로벌 공급망 재편, 리쇼어링 확대, 그리고 탈탄소화 움직임의 강화와 같은 글로벌 동향에 따라 기존 제조 과정을 ICT를 통해 디지털화하고, 미래의 첨단 산업으로 전환하기 위한 다양한 활동을 진행하고 있다[1]. 이러한 활동을 '스마트 공장'이라고 하며, 제품의 기획부터 설계, 생산, 유통 및 판매에 이르는 전 과정을 ICT 기술을 활용하여 생산성 향상과 불량률 감소, 실시간 맞춤형 생산을 목표로 한다. 스마트 공장은 공장 자동화와 달리, ICT 기술을 바탕으로 한 실시간 데이터 수집 및 활용을 통해 AI로 자체 발전하는 시스템을 추구하고 있다. 전 세계 주요 제조 강국들은 이러한 스마트 공장 정책을 수립 및 추진하고 있으며, 각국 정부도 급변하는 기술·산업·경제 환경에 유연하게 대응하기 위해 스마트 공장 혁신 정책을 지속적으로 추진하고 있다. 스마트 공장의 도입은 기업의 생산성 향상 및 불량률 감소 등 다양한 경영성과를 가져오고 있으며, 최근에는 스마트 공장의 고도화를 위해 AI 및 제조 데이터 활용을 지원하는 정책도 추진 중이다[2].

우리 정부도 급변하는 제조 환경에 대응하기 위해 다양한 스마트 공장 혁신 정책을 지속적으로 추진하고 있다. 이러한 정책들은 기업의 경쟁력 제고와 디지털 전환을 지원하는 데 중점을 두고 있으며, 2014년부터 시작된 '스마트 공장 보급·확산 사업'을 통해 스마트 공장의 양적 성장을 이루었다[3]. 또한, 스마트 공장의 고도화를 위해 AI 및 제조 데이터 활용을 지원하는 정책을 추진하고 있다[4]. 그러나 일각에서는 많은 스마트 공장이 기초 수준에 머물고 IT 역량에만 편중되어 있어 스마트 공장 전환이 대기업과 중소기업 간 혁신 격차를 심화시키고 있다고 지적하고 있으며, 성공적인 디지털 전환 및 산업 혁신을 선도하기 위해 정보기술 시스템(IT)과 운영기술 시스템(OT)의 융합, 스마트 공장 선도 테스트베드 구축, 스마트 공장 시뮬레이션 툴 보급 및 활용 지원이 필요하다고 제안하고 있다[5].

본 논문은 스마트 공장 산업의 미래 발전 가능성과 우리나라 스마트 공장의 제조 경쟁력 향상을 위한 방법에 대해 논의하고자 한다. 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 스마트 공장의 개요를 살펴본 후, 밸류체인 현황을 분석한다. 이후 스마트 공장의 발전 전개를 확인하고, 마지막으로 결론을

제시한다.

이 논문을 통해 스마트 공장의 현주소와 향후 발전 방향을 명확히 이해함으로써, 우리나라 제조 경쟁력을 높이고 스마트 공장 산업의 지속 가능한 발전을 도모하는 데 기여하고자 한다.

II. 본론

1. 스마트 공장 개요

스마트 공장은 제품의 기획, 설계, 생산, 유통 및 판매 등 제조 전주기를 통합하여 고객 맞춤형 제품을 최소의 비용과 시간으로 생산할 수 있는 진화된 공장이다. 이는 전통적인 제조 공정을 디지털화하여, 유연하고 효율적인 운영을 가능하게 하는 것을 목표로 한다[6]. 스마트 공장의 주요 특징은 정보화, 자동화 및 지능화, 협업화, 그리고 최적화로 구분될 수 있다. 각 특징은 다음과 같이 구체화된다. ①정보화: 공정의 각 단계에서 발생하는 데이터를 수집하고 분석하여 의사결정 과정을 지원한다. ②자동화 및 지능화: 기계와 시스템이 인간의 개입 없이도 작업을 수행할 수 있도록 하는 기술의 발전을 포함한다. 예를 들어 로봇 기술과 인공지능(AI)을 통한 자동화가 핵심이다. ③협업화: 인간과 기계, 기계와 기계 간의 협업을 통해 효율성을 극대화한다. 예를 들어 협동 로봇이 인간과 함께 작업을 수행한다. ④최적화: 공정의 효율을 극대화하고, 비용을 최소화하며, 생산성을 증가시키는 방향으로 전 과정을 조정한다.

2. 밸류체인 현황

스마트 공장의 밸류체인은 크게 애플리케이션 및 플랫폼 시장과 장비·디바이스 시장으로 나뉜다. 이러한 분류는 스마트 공장 기술의 발전과 산업적 적용을 효과적으로 이해하는 데 중요하다. 스마트 공장 기업은 애플리케이션 및 플랫폼 시장에서는 소프트웨어 플랫폼, 솔루션, 통신사업, 서비스사업으로 구분하며, 장비·디바이스 시장은 설비 센서, 액추에이터, 통신 모듈, 송수신 센서 단말기로 구분한다.

전 세계 주요 기업들의 매출액 및 성장률을 살펴보면, General Electric과 Siemens가 상위 그룹을 형성하고 있고, Mitsubishi와 Honeywell 등이 중위 그룹을 형성하고 있다. 국내의 경우, 생산·운영 분야에서는 대기

업 중심으로 산업이 형성되고 있으며, 기획·설계 및 물류·사후 서비스 분야에서는 중소기업 중심으로 산업이 형성되어 있다.

우리나라의 삼성전자는 5G 통신 모듈을 통해 스마트 공장에서의 데이터 전송을 획기적으로 개선하고 있다. 삼성전자의 5G 통신 모듈은 초고속, 초연결, 초저지연 특성을 활용해 스마트 공장에서의 데이터 전송을 혁신적으로 개선하고 있으며, 이 기술은 실시간 연결과 반응이 필요한 다양한 첨단 서비스에 적용될 수 있다. 예를 들어 자율주행 자동차와 로봇 공학 등 다양한 분야에서의 혁신을 가속화하고 있다. 이렇게 삼성전자의 5G 네트워크는 지연 시간을 1~10ms 이하로 줄여 스마트 공장의 효율성을 극대화하고 있다[7].

이와 같은 기술적 진보는 스마트 공장의 운영 효율성을 높이는 동시에 글로벌 경쟁력 향상에도 기여하고 있다. 앞으로도 이러한 혁신적인 기술들이 지속적으로 발전함에 따라 스마트 공장은 더욱 지능화되고, 연결성이 강화된 형태로 진화해 나갈 것이다.

<표 1> 스마트 공장 밸류체인 현황

구분	유형	주요업체
애플리케이션 및 플랫폼	SW플랫폼, 솔루션	Microsoft, Google, SAP, Jasper Aveda, Aeris, Pachube, Omnicell, Data Technology Service, Cisco, Siemens, Bosch
	통신사업	Verizon, Sprint, AT&T, Vodafone, T-Mobile, NTT-DoCoMo, SKTelecom 등
	서비스사업	CrossBridge, Numerex, NTT, T-Mobile, KORE 등
장비·하드웨어	설비센서, 역추에이터	Rodwell, GE, PTC, CDS, Simoes PLM(미국), ABB(스위스), Siemens(독일), Schneider(프랑스), Invenys(영국), SAP(독일), DessaultSystems(프랑스), Mitsubishi(일본)
	통신모듈, 송수신 센서, 단말기	퀄컴, TI, 인피니온, GE, IBM, 브로드컴, 미디어텍, ARM, 삼성전자, Cinterion, Telit, Sierra, SIMCom, E-drvie, Telcar

* 출처 : 국가기술표준원, 중소기업 전략기술로드맵 2019~2021, 2019. 4.

3. 스마트 공장 전개

스마트 공장의 궁극적 목표는 자동차의 자율 주행 기술에서의 레벨 5에 비유될 수 있는 완전한 무인으로 운영되는 공장 시스템 구현이다[6]. 이러한 시스템에서는 자율 이동형 로봇이 핵심 역할을 수행할 것이며, 더 나아가 글로벌 시각에서는 헤드쿼터를 중심으로 전 세계에 위치한 생산라인과 물류 사이트 및 이들 간의 제품 이송을 실시간으로 조정하는 그룹 모빌리티 제어가 가능한 글로벌 단위의 미래 스마트 공장이 전개될 것이다. 이러한 완전 무인과 글로벌 공장 운영을 수행하기 위해서는 고도의 기술적 발전이 필요하다.

HD현대의 경우, CES 2024의 기조연설에서 사이트 트랜스포메이션과 같은 글로벌 사업 추진을 발표하였다[8]. 이는 스마트 공장 기술의 효과적인 구현과 확산을 촉진하는 긍정적인 방향으로 볼 수 있다. 이러한 글로벌 프로젝트는 스마트 공장의 구축 및 고도화를 통해 기업이 글로벌 경쟁에서 우위를 선점할 수 있도록 할 것이다. HD현대의 글로벌 단위의 스마트 공장 초연결 프로젝트가 진행되기 위해서는 전세계를 커버할 수 있는 통신기술이 필요하며, 광대역 실시간 연결성을 위해 기존 방식과는 다른 통신 데이터 처리 기술이 필요하다.

현재 아마존에서 연구 및 개발 중인 에지 컴퓨팅 기술이 융합된 저궤도 위성 통신 기술은 이러한 목표를 달성하는 데 중요한 역할을 할 수 있다[9]. 이 통신 시스템은 저궤도 위성을 활용하여 전 세계를 커버리지 할

수 있으며, 에지 컴퓨팅 기술로 데이터의 처리 및 분석을 통해 응답 시간을 단축하여 네트워크 대역폭 혼잡을 완화함으로써 다양한 글로벌 지역에 위치한 공장들의 생산 및 물류 활동을 동시에 실시간으로 제어할 수 있는 능력을 제공할 수 있다. 이는 스마트 공장의 효율성을 극대화하고, 제조 및 물류의 글로벌 최적화를 가능하게 할 전망이다.

III. 결론

스마트 공장은 제조업의 미래를 형성하는 중요한 요소로, 글로벌 산업 환경에서 핵심 역할을 수행한다. 인구 감소로 인한 근로 인력 축소에 따른 무인화 및 자동화의 필요성 증가에 대응하여 스마트 공장은 고도의 기술을 통해 생산과 물류 활동을 효율적으로 제어하고, 글로벌 밸류체인을 강화하여 생산성을 극대화하고 있다[10].

미래의 스마트 공장은 초공간, 초신뢰, 초연결 등의 차세대 통신기술을 통해 지리적 제약 없이 전 세계 공장을 연결하고 관리할 수 있게 될 것이다[8]. 이를 통해 기업은 전 세계의 생산 라인을 실시간으로 최적화하고, 자원 배분 및 공정 관리를 효율적으로 수행할 것이다.

우리나라 스마트 공장의 제조 경쟁력 향상을 위해서는 미래 스마트 공장에 필수적인 차세대 통신기술과 함께 인공지능, 머신러닝, IoT, 로봇틱스와 같은 첨단 기술의 융합이 필요할 것이다. 이러한 기술들은 스마트 공장의 경쟁력을 향상시키는 핵심 요소로 지속적인 기술 혁신과 정책적 지원이 필수적인 것이다. 특히, 미래 스마트 공장 인프라에 필수적인 차세대 통신과 융합하는 AI기술을 집중 지원하는 정책이 필요할 것이다. 그리고 지속적인 기술 수요 조사를 통해 스마트 공장 도입을 추진하는 기업의 필요한 기술 개발 수요 파악과 연구 진행이 필요하며 산학연의 긴밀한 연계와 소통을 통해 학과와 연구원의 원천기술을 산업 현장에서 유연하게 활용, 적용할 수 있는 생태계를 조성하는 것이 필요할 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 한국전자통신연구원 연구운영지원사업의 일환으로 수행되었음 [24ZF1130, ICT 국가기술전략 정책연구]

참 고 문 헌

- [1] 소프트웨어정책연구소, 포스트 코로나 시대와 글로벌 밸류체인의 재편, 디지털 전환과 리쇼어링, 2021.10월
- [2] 중소기업기술정보진흥원, 중소기업 전략기술로드맵 2024~2026, 2024.4월
- [3] 중소벤처기업부, ICT 융합 스마트 공장 보급확산사업 공고, 2022.1월
- [4] 중소벤처기업부, AI·데이터 기반 중소기업 제조혁신 고도화 전략, 2020.7월
- [5] 과학기술정책연구원, 스마트제조 테스트베드 기반의 중소·중견기업 디지털 전환 지원 방안, 2022.4월
- [6] 스마트 공장 사업관리시스템, 홈페이지, 2024.5월
- [7] 삼성SDS 인사이트 리포트(2023), 5G 특화망 기반 스마트 팩토리 혁신, 2023.2월
- [8] 연합뉴스, HD현대 정기선 “인류문명 토대 바꿀 사이트 혁신 나서겠다”, 2024.1월
- [9] 한국경제, 아마존, 우주 통신전쟁 선전포고...스페이스X와 맞붙는다, 2024.5월
- [10] 한국노동연구원, 제조업 인적경쟁력의 현재와 미래, 2022.10월