

스마트팩토리 구축전략과 중소·중견 제조기업의 적용 방안

박종식*·강경식*

*명지대학교 산업경영공학과

Strategies of smart factory building and Application of small & medium-sized manufacturing enterprises

Jong-Shik Park* · Kyung-sik Kang*

*Department of Industrial Management Engineering, MYONGJI University

Abstract

Smart Manufacturing Factory is a paradigm of the future lead to the fourth industrial revolution that led Germany and the United States. Now the automation of the production facility and won a certain degree, and through the process of integrating the entire process, including planning, design, distribution of information and communication technology products in emerging as a core competitiveness of the national economy. In particular, the company accelerated the smart factory building in order to improve the manufacturing industry, cost savings and productivity simply to incorporate internet of things(IoT), Robot, artificial intelligence, big data technology as a factory automation level of sophistication of the system and out to progress to the level that replaces human labor have. In this we should look at the trend of promoting domestic and foreign factories want to present these smart strategies for Korea.

Keywords :

1. 서론

1.1 Industry 4.0과 스마트팩토리 부상 배경

산업 기술의 급속한 발전은 우리 삶에 많은 변화를 가져왔다. 농업 중심의 경제가 상품과 서비스 생산으로 다각화된 이래로 산업 기술은 선진국과 신흥국 모두에서 생산성과 삶의 질을 높이는데 기여해왔다. 오늘날, 산업용품 제조업은 여전히 세계 총생산(GWP) 중 16%를 차지하고 있으며, 이제 스마트 공장, 즉 공장의 디지털화가 또 다시 업계를 뒤흔들려고 하고 있다.

제품의 안전성이나 품질, 가격적인 측면에서 우리는 과거에는 기적으로 상상되었던 제품들을 특이해 할 것 없이 소비하고 있다. 스마트폰이나 첨단 의료기기, 신선한 식료품 공급을 가능하게 해준 수송 및 유통의 발달 등을 통해, 이 시대는 산업 혁신의 절정에 있다고 할 수 있다.

이렇게 밀려들고 있는 산업혁신은 '인더스트리 4.0 (Industry 4.0)', '산업용 사물 인터넷(Industrial Internet of Thing)'. 심지어 '4세대 산업혁명' 등

†Corresponding Author : Kyung-Sik Kang, Industrial and Engineering, Myongji University, Yongin 449-728, Korea, E-mail : kangks@mju.ac.kr

Received November 14, 2016; Revision Received January 18, 2017; Accepted February 2, 2017.

의 다양한 용어로 표현되고 있다. 2000년대 후반 글로벌 경제 위기 이후 제조업 환경의 변화 및 부흥을 위한 움직임이 각국에서 일어나는 가운데, 독일 정부가 내세운 인더스트리4.0은 제조업 르네상스 및 스마트팩토리를 대표하는 개념으로 인식되고 있다. 독일 뿐만 아니라 미국, 일본, 중국 등에서도 제조업 부흥을 위한 다양한 국가 전략을 수립/실행하고 있으며, 우리 정부도 '제조업 혁신 3.0' 비전을 통해 융합형 신제조업을 창출하고, 주력 산업의 핵심 역량 강화 및 제조 혁신 기반의 고도화를 추진하고 있다.

이들의 기본적인 목표는 동일하다. 즉, 제조 및 상품 전달과 관련된 각 자원을 인터넷과 지속적으로 연결하는 것이다. 이 연결성을 넘어서는 '디지털 공장'은 자원, 에너지, 시간 소모량 감축 등에 대한 실제 시뮬레이션과 보다 나은 의사 결정을 가능케 하는 공유 가상 세계를 구현한다.

4차 산업혁명을 위한 스마트 팩토리는 제조업에 ICT를 접목함으로써 제품설계-BOM-생산-조달-물류-서비스에 이르는 모든 생산활동을 통합 관리하는 솔루션으로 이뤄질 것이다. 이렇게 구현된 스마트 팩토리는 제조업을 활성화할 뿐만 아니라 4차 산업혁명을 선도하고, 인터랙티브한 운영으로 생산성을 높이면서 새로운 비즈니스를 창출할 수 있다는 점에서 주목을 받고 있다.

1.2 스마트팩토리 개념 및 범위

스마트팩토리(smart factory)는 "공장의 생산설비(시스템)를 기반으로 한 수직적 통합과 고객의 요구사항을 시작으로 하는 제품개발 가치사슬(value chain) 기반 수평적 통합"이 구현되는 공장을 의미하고 있다. 수직적(생산시스템) 통합은 생산의 효율화를 위한 목표를 가지고 있으며 이를 위하여 제품이 생산되는 다양한 설비에서 센서 및 디바이스를 통하여 신호를 획득하고, PLC(Programmable Logic Controller) 및 HMI(Human Machine Interface) 등의 제어기술을 통하여 설비의 제어를 수행하며, 생산 프로세스를 관리하기 위한 MES(Manufacturing Execution System)와 창고관리를 위한 WMS(Warehouse Management System)를 거쳐 상단의 ERP(Enterprise Resource Planning)까지 유기적으로 관리될 수 있는 개념이다.

수평적(가치사슬)통합은 제품을 사용하는 고객(B2B)에서의 기업고객 및 B2C에서의 개인고객을 모두 포함)이 원하는 요구사항을 도출하기 위한 시장조사 및 제품기획 단계를 거쳐, 고객의 요구사항을 충족시키기 위한 제품개발 R&D(개념설계-상세설계)단계 및 공정설계 후 제품을 생산하여 제품을 고객에게 전달하는 과정까지 포함하고 있다.

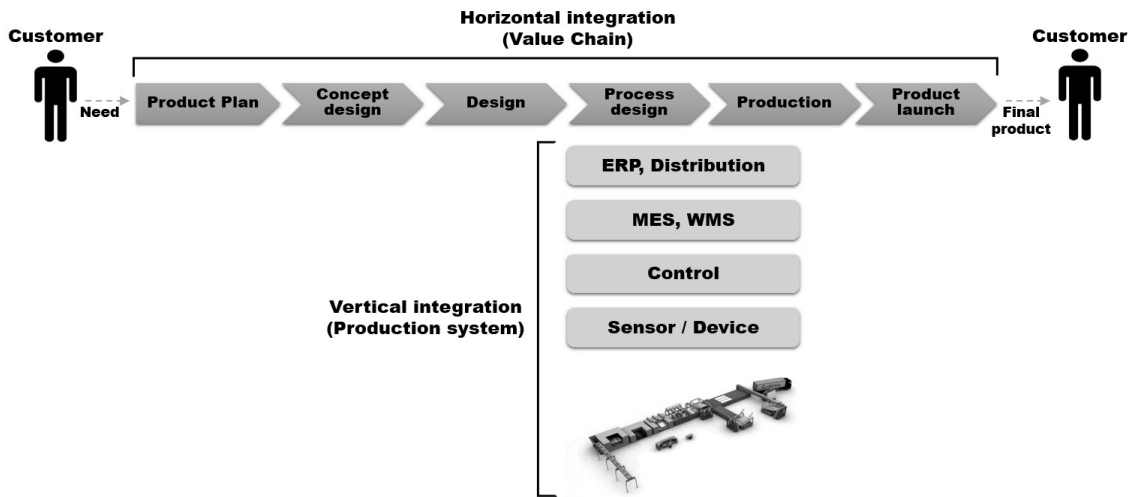
지금까지 생산현장에서 추진했던 공장자동화의 개념은 수직적 통합으로 "Factory"와 Manufacturing "의 범위로 볼 수 있으며 최근 다양해진 고객의 요구사항에 대응하기 위한 수평적 통합 방향은 Smart"의 범위로 볼 수 있다.

결국 스마트팩토리의 출현은 고객의 요구사항 변화에 따른 자연스러운 개념의 발전으로 볼 수 있고 고객의 다양한 요구사항에 대응하기 위해서는 생산시스템 통합과 가치사슬 통합이 유기적으로 연결되어야 한다.

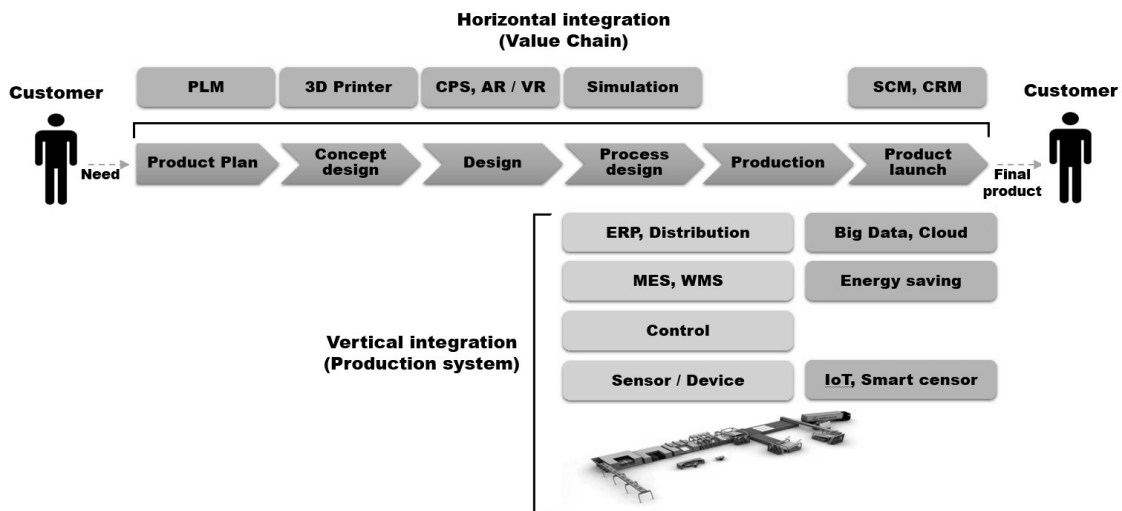
수직적·수평적 통합을 유기적으로 구현하기 위해 통합(Integration) 연결(Connection), 엔드투엔드 엔지니어링(End-to-Engineering) 관점에서 다양한 ICT기술(하드웨어, 소프트웨어)이 적용되고 있으며 IOT(Internet of Things), 빅데이터, 사이버물리시스템(CPS: Cyber Physical System)등 최신 기술의 출현으로 더욱 정교하고 세밀한 수직적·수평적 통합이 구현이 가능하게 되었다.

수평적 통합 지원 기술로는 제품설계 도구인 CAD/CAE 등을 포함하는 PLM 솔루션, 시제품 생산을 빠르게 지원할 수 있는 3D 프린터, 가상과 실제의 연동이 가능한 사이버물리시스템, 제조 프로세스 분석을 위한 공정 시뮬레이션 등이 포함되며 수직적 통합 지원 기술로는 생산설비의 많은 데이터를 획득하기 위한 스마트 센서와 IoT 기술, 생산현장 에너지절감 기술, 제조 데이터 분석을 위한 제조 빅데이터 기술 등이 포함된다.

스마트팩토리의 다양한 개념과 정의가 있을 수 있지만 가장 중요한 두 가지는 스마트팩토리의 고객은 인간(Human-being)이며 스마트팩토리의 철학은 연결 및 통합에 있다는 점이다.



[Figure 1] Scope of Smart Factory



[Figure 2] Smart Factory integration technology

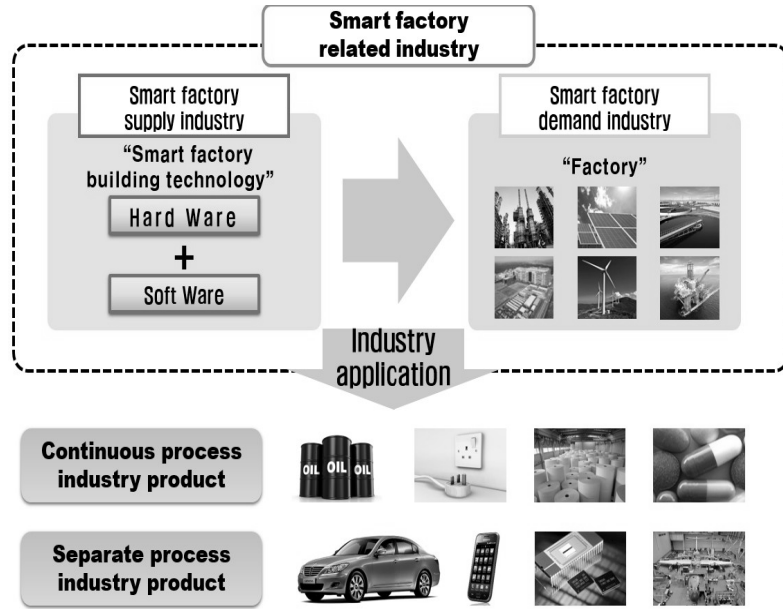
1.3 스마트팩토리 관련 산업

스마트팩토리와 관련된 산업은 크게 공장을 스마트하게 만드는 하드웨어와 소프트웨어 기술을 공급하는 “스마트팩토리 공급산업” 과 이러한 스마트팩토리 구축 기술을 도입하여 제품을 만드는 “스마트팩토리 수요산업” 으로 구분할 수 있다.

스마트팩토리 공급산업은 산업용 네트워크, RFID 시스템, 센서, 산업용 로봇, 3D 프린터, 컨트롤러 등의 하드웨어 기술과 MES, ERP, 빅데이터, 클라우드, 사이버물리 시스템, 시뮬레이션 등의 소프트웨어 기술로

구분할 수 있다.

스마트팩토리 수요산업은 자동차, 반도체, 핸드폰, 항공 등 조립 프로세스를 포함하고 있는 이산산업 (Discrete Industry)과 정유, 발전, 제기, 제약 등의 연속적인 프로세스를 포함하고 있는 연속공정 산업 (Continuous Industry)으로 구분할 수 있으며 스마트팩토리 공급산업에서 구축된 기술이 수요산업의 프로세스와 융합되어 사용자가 원하는 다양한 제품을 스마트하게 생산하게 되는 것이다.



[Figure 3] Smart Factory Related Industry

2. 스마트팩토리 국내외 동향

2.1 스마트팩토리 국내외 정책 동향

스마트 ICT 와 제조업의 결합이 부각되고 있다. 세계 최대 제조업 국가의 위상을 중국에 넘겨준 미국, 전통적인 제조업 강국인 독일과 일본, 그리고 세계의 공장 역할을 더욱 강화하려는 중국 등의 국가들은 각각 ‘스마트매뉴팩처어링’, ‘인더스트리 4.0’, ‘이노베이션 25 이니셔티브’, ‘인텔리전트 매뉴팩처어링’ 이라는 테마를 가지고 국가 신성장동력으로써 제조업의 새로운 도약 또는 부흥을 모색하고 있다.

(1) 독일

국가 하이테크 비전 2020의 액션 플랜에 Industrie 4.0을 2012 년에 편입하고 2.5억 유로를 투입하여 사물인터넷과 스마트팩토리 등을 통해 제품개발, 생산제조, 유통, 서비스 등 제조업의 모든 공정을 최적화하여 산업생산성 30% 향상을 목표로 하고 있다.

초기의 Industrie 4.0은 BITKOM, VDMA, ZVEI 등의 산업협회가 중심이 되어 연구 주체 중심으로 활동하였으나 2015년 4월 부터는 경제에너지부와 교육연구부가 주도하는 Platform Industrie 4.0을 주창, 정부기관 책임 하에 산업, 노조, 연구기관이 함께 참여하는 정부 핵심 5대 추진 분야인 Reference Architecture 와 표준, 연구와 혁신, 연결시스템 보안,

법적·정책적 조건, 인력 육성 및 교육에 대해 활용 가능한 결과물을 제시하고 있다.

(2) 미국

글로벌 금융위기 이후 첨단 제조업을 국가 경쟁력의 근간으로 인식하고 인력양성·R&D 투자 확대 등의 정책을 추진 중에 있으며, 2009년부터 ‘Remarking America’를 슬로건으로 국가 첨단 제조방식 전략계획(2012.2)등 제조업 부흥정책을 강력 추진하였고, 대통령과학기술자문위원회(PCAST)의 권고로 첨단제조파트너쉽(AMP) 프로그램을 발족(2011년 6월)하였다.

또한, 오바마 대통령은 2012년 9월에 범국가 차원의 제조혁신 연구 네트워크(National Network of Manufacturing Innovation Institutes)를 제안하였고, 2012년에 스마트제조선도기업연합(Smart Manufacturing Leadership Coalition: SMLC)이 청정 에너지제조혁신계약(Clean Energy Manufacturing Contract)을 체결하고 스마트제조 연구 프로젝트를 착수하는 등 발 빠른 움직임을 보이고 있다. 한편, 새로운 산업 플랫폼 형성을 위한 대학의 기초연구 강화 및 기업연구개발 투자 장려 정책과 세계 최고수준의 IT·SW 기술을 바탕으로 제조업의 국내 복귀(Reshoring) 및 경쟁력 제고를 통한 제조업 르네상스 운동을 전개하면서 제조업 경쟁력을 강화하고 있다.

(3) 일본

디스플레이선 탈피와 경제 재건을 위한 아베노믹스 3대 전략의 하나로서 '산업재흥플랜' (2013.6)에 기반을 둔 과학기술혁신 정책을 전개하고 있으며, 기존에 발표된 신 성장 전략(2010), 일본재생전략(2012) 등과 달리 문제점 해결을 위한 세부전략과 구체적인 목표를 제시하고, 첨단 설비투자 촉진과 과학기술혁신 추진을 핵심과제로 선정하고, 제조업 경쟁력 강화를 위한 설비투자지원, 도전적 R&D 투자 강화 등을 통해 향후 5년 이내에 기술력 순위를 1위(현재5위)로 하는 목표를 제시했다.

(4) 중국

제조업의 특정 분야가 아닌 제조업 전체를 아우르고, 5년 단위로 수립된 과거의 계획들과 달리 10년 앞을 내다본 '중국제조 2025' 계획을 제정하였다.

본 계획에서 앞으로 10년(2015~2025년) 안에 전 세계 제조업 '2부 리그'에 들어가고, 그 다음 10년(2025~2035년)에는 '1부 리그' 진입 뒤, 세 번째 10년 기간(2035~2045년)에 1부 리그의 선두로 발돋움하겠다는 전략을 제시하고, 제조업 전반에 대해 톱다운 방식의 전략적 대응과 상황변화에 유연한 대응을 할 수 있는 전략과 함께 차세대IT기술, 첨단 CNS 공작기계 및 로봇등의 10대 육성 전략을 세우고 있다.

(5) 한국

정부는 '제조혁신 3.0 전략'을 발표하고, 개인맞춤형 유연생산을 위한 스마트팩토리 고도화와 융합신제품 생산에 필요한 8대 스마트 제조기술 개발을 추진하고 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 예정이다.

이를 위해 제조업 주기에 맞춰 스마트 제조기술별 수요 연계형 기술 개발을 다음과 같이 추진하고 있다.

- (서비스·제품) 소비자 요구를 반영한 맞춤형 제품·설계·생산, 개인맞춤형 서비스 및 비즈니스 창출이 가능한 기술개발(예; 빅데이터, 클라우드, 홀로그램 등)
- (생산공정) 제조공정의 가상화, 제조설비-시스템간 연동 등을 통한 최적화 생산·제어 및 에너지 절감 기술개발(예;홀로그램, CPS, 에너지절감, 3D 프린팅 등)
- (네트워크 연결 디바이스) 제조공정 디바이스간 자율협업, 공장-설비-제품-소비자의 네트워크 연결 및

통합관리가 가능한 기술개발 (예;스마트센터,IoT,3D 프린팅 등)

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 지역창조경제혁신센터를 중심으로 현재(2016년 7월)까지 2,000여개 공장을 구축, 지원하고 있으며, 이를 통해 약 25%의 생산성 향상 효과를 나타낼 것으로 보인다.

2.2 스마트팩토리 국내외 기술 동향

스마트 팩토리 경우 다양한 소비자 요구에 부응하기 위해서 다음과 같은 요소들은 필수적이다. 먼저 생산 조건 변화, 재고 위치 변경과의 같은 생산관련 변화를 감지하는 기능이 필요하며 이러한 감지된 생산 환경 관련 변화에 대해서 자율적으로 판단해서 적절하게 조치가 이루어지도록 하는 제어관련 기능이 필수적이다. 마지막으로 위에서 결정된 조치 방안에 대해서 생산 공정을 변화시킬 수 있는 기능이 유기적으로 연결되어야만 스마트 팩토리가 적절하게 운영 될 수 있다.

그렇지만 한국의 경우 그 동안 관련 기능들에 연구가 개별적으로만 이루어져 이러한 기능들을 유기적으로 결합시키는 관련원천기술이 전무한 실정이다. 사실 한국이 그동안 취해왔던 선진국 추격형 전략은Bench Marking에 의해 특허를 피하기 위한 형상 및 구조 변경을 한 후 실험을 통한 trial error에 의해 품질 기준치를 만드는 방식이었다. 따라서, 기술적인 측면의 진화에 의해 제품 및 공정이 개발되지 않고 필요에 의한 즉흥식 대응으로 이루어져서 개발에 응용된 원리 및 진화된 논리에 대한 체계적 이고 논리적인 지식 및 기술부족이 심각하여 선진국과의 개발기술 격차를 줄이지 못했다.

이는 소재 및 기초연구 분야의 개발 능력의 부족에서 기인하는 문제가 아니다. 국내 대부분의 중견 및 중·소기업들이 이런 형식으로 제품을 개발해 왔으므로 실제로 축적된 know how가 별로 없으며 다시 말해 임기응변 식 대응이라고 해도 과언이 아니었다.

2008년 이후 금융위기를 겪은 유럽 국가 중 제조업이 강한 독일, 오스트리아 등은 빠른 경기 회복세를 보였으나, 반대로 제조업 비중이 낮은 그리스와 포르투

갈, 스페인 등은 마이너스 성장을 보였다. 이 시점 이후부터 선진국들은 제조업의 경쟁력 강화의 중요성을 인식했다.

특히, 독일 및 일본 등 제조 선진국들은 제조업의 경쟁력은 생산성 및 품질 향상에 의존한다고 믿고 이들을 위한 전략, 방법론 및 툴들의 개발에 치중하고 있다. 즉, 높은 임금 및 고정비용을 상쇄할 수 있는 방안들을 개발하여 혁신역량을 갖추어 추격하고자 하는 후발주자들을 압도하면서 격차를 지속적으로 유지하겠다는 야심 찬 계획이다. 그리고 그러한 계획 중에 하나인 독일의 인더스트리 4.0은 제조업에 정보통신기술(ICT)을 적용하여 모든 생산기계·공정·물류·서비스 시스템을 통합 관리하는 새로운 산업생산 시스템이며 사물인터넷(IoT) 기술 활용이 기본이 된다. 이를 기반으로 해서 스마트 팩토리에 대한 보급을 추진하고 있다.

미 연방정부에서는 제조업 부흥의 확산 전개를 목표로, 첨단 제조(Advanced Manufacturing) 혹은 스마트 제조(Smart Manufacturing)이라 일컬어지는 제조업의 하이테크화를 위한 연구 및 개발(R&D) 예산 확충 및 프로그램 시행을 적극적으로 추진하고 있다. 구체적으로 백악관에서는 첨단 제조 파트너쉽(Advanced Manufacturing Partnership) 프로그램을 가동하고, 관련 연구기관을 45개로 확대하였다. 스마트 팩토리화 관련 있는 첨단 제조 기술 컨소시엄 프로그램(Advanced Manufacturing Technology Consortia Program) 및 미표준기술연구소의 제조확대 파트너쉽(Manufacturing Extension Partnership) 프로그램의 연구 개발 예산은 증가하였다.

또한, 스마트 팩토리라 일컬어지는 혁신적인 제조 환경 변화에 적극적으로 대응하기 위하여 미국의 제조 관련 연구 개발 프로그램은 사물 인터넷, 시스템 통합, 지속가능 생산 및 적층 가공 등을 주요 핵심 기술 개발과제로 초점을 두고 있다.

본 원고에서 한국 경제에 미치는 효과, 스마트 팩토리 관련 기술적인 우위 선점과 각 산업분야에 미치는 파급효과 및 응용성을 고려하여 크게 다섯 분야, 가상 장비 모델링 및 시뮬레이션, 하이브리드 복합생산시스템, 유연생산시스템, 첸(Cyber Physical System) 기반의 생산시스템, 임의형상 적층생산시스템에 대한 기술동향 및 기본적인 구상 등을 살펴보고자 한다.

3. 스마트팩토리 구축 전략

3.1 가상장비 모델링 및 시뮬레이션

전 세계적으로 증가되는 제품 경쟁력에 의해 각 산업분야에서 불량품의 양산은 허용되지 않고 있다. 따라서, 시장 점유율을 높이기 위해서 제조공정 단축과 비용 절감은 피할 수 없는 추세이다. 이에 따라 각 산업분야에서는 디지털 툴을 이용하여 공정수행의 효율성의 품질 측면에서 제조공정의 최적화를 추구하고 있다.

최근 동작기계는 상당히 복잡한 메카트로닉스 시스템이며 동작 기계의 능력과 효율성은 구조적인 정·동적 특성과 CNC 시스템의 특성에 의해 결정된다. 그러므로 이를 모델링 하기 위해서는 기계의 정·동적 운동 특성, 구동부의 제어특성 및 가공공정 특성 해석에 의한 그들 간의 상관관계 묘사가 필수적이며 이를 기반으로 해서 이들 특성 요소들의 통합에 의해 Multi body dynamics model이 생성된다. 이에 의해 가공공정, 장비의 구동과 NC 제어특성이 시뮬레이션 되며 이 시뮬레이션 시스템의 응용을 통해 공정의 최적화 및 가공품질의 사전평가를 수행하려는 연구 개발이 추진 중이다. 가상 가공시스템의 개발에 요구되는 핵심 요소들이 아래에 나타나 있다.

3.2 하이브리드 복합생산기술

고객의 요구가 다양해지고 제품의 수명주기가 짧아 지므로 다양한 종류의 부품을 경제적으로 가공하는 것이 경쟁력 강화에 큰 도움이 된다. 이에 따라 유연화, 효율화 및 생산성 측면에서 증가되는 요구사항들은 생산시스템이 가장 합리적으로 이런 다양성에 적응하도록 강요하고 있다. 이의 구현에서 지향하는 바는 과도한 투자가 아니라 적절한 투자에 의해 품질을 확보하거나 적은 자원에 의해 적합한 품질 수준을 갖는 부품을 생산하는 것이다. 이를 위해서는 복합 생산 시스템(Hybrid Production System) 및 복합 생산 공정(Hybrid Production Process) 방식이 큰 성장 능력을 갖고 있다. 다양한 가공방법들이 하나의 장비 안에서 복합적으로 통합될 수 있으며 즉 가공방법들의 융합이 이루어진다.

한 번의 셋업으로 서로 다른 세 가공방법들 선삭, 밀링 및 레이저 가공이 동시에 진행될 수 있는 다 기능

의 밀링 기계도 개발되어 현장에 응용되고 있다.

이 시뮬레이션 시스템의 응용을 통해 공정의 최적화 및 가공 품질의 사전평가를 수행하고자 한다. 가상 가공시스템의 개발에 요구되는 핵심요소들이 위에 그림에 나타나 있다.

3.3 유연 자율 생산 시스템

생산시스템에서 최근의 딜레마는 외적 요인들, 글로벌 경쟁력, 증가되는 복잡성(Increasing Complexity), 자율성, 짧아지는 제품 수명 주기와 제품 다양화 등에 의해 영향을 받는 생산 프로세스를 어떻게 안정적으로 유지하면서 품질 및 생산성을 향상 시킬 방안을 강구하는 것이다. 이런 요구를 충족시키기 위해 자율 생산 시스템(Autonomous Production System)이라는 새로운 개념의 생산시스템을 현장에 응용하고자 한다. 이 시스템은 민첩한 생산, 품질 요구에 대한 동적 대응, 공정변화에 대한 실시간 대응, 자율 최적화 등을 가능하게 하는 첨단 지능화, 인지(cognitive technology) 및 지능 에이전트 기능들을 갖고 있다. ICT 기술의 발전에 따라 공정 상태를 모니터링하여 상태 변화에 따라 실시간 자율 대응할 수 있는 자율 공정 최적화 시스템(Self optimizing System)으로 발전하고 있다.

3.4 CPS(Cyber Physical System)기반 생산시스템

ICT 기술과 자동화 기술의 융합을 통해 생산 효율 극대화를 추구하는 독일에 주창된 Industry 4.0의 기반 기술은 IoT(Internet of Thing)와 CPS(Cyber Physical System)이다.

CPS(Cyber Physical System)이란 실세계와 IT가 긴밀하게 결합된 시스템으로 임베디드 시스템의 복잡성이 급속하게 증대하면서, 기존의 기법과 다르게 SW와 물리세계의 인터랙션을 위한 품질 높고 신뢰할 수 있는 설계 기법이 요구됨에 따라 CPS 다시 주목 받고 있다. 이를 바탕으로 고임금 국가인 독일의 제조혁신을 통해 글로벌적인 경쟁력을 갖겠다는 것이 핵심 목표이다.

CPS 기반 스마트 팩토리의 경우 분산된 지능은 시스템 네트워킹 안에서 가상 세계와 실세계와의 상호 교류를 통해 객체를 지능화 시켜 생산 프로세스가 스마트하게 진행되도록 한다. 이것은 생산장비가 단순히

프로그램 된 공정을 수행하는 것이 아니라 가공물과 상호 정보 교류를 통해 무엇을 해야 할 지를 스스로 결정하게 하는 것이다. 임베디드 디지털 스마트 가공물은 적은 수량의 다양한 품목을 가장 경제적인 방법으로 가공될 수 있도록 스마트 팩토리 내에서 가공 흐름을 제어한다. 아울러 수많은 센서들로부터 수집된 빅데이터의 기반에서 공정 파라미터들의 최적값을 선정하여 최상의 품질이 얻어지도록 한다.

이에 따라 스마트 팩토리는 스마트 그리드, 스마트 교통체계, 스마트 빌딩과 연동되고 재료와 제품의 생애 전주기 관리시스템을 구축하게 되며 실시간 제품 정보가 출하에서 폐기 단계까지 공유되고 저장된 모든 정보가 생산 과정에 환류 되어 자원 효율의 극대화에 기여하게 된다.

3.5 임의형상 적층생산 기술

미국에서 제조업의 즉흥을 주도적으로 추진하고 있는 적층 제조의 측정과학(Measurement science for additive manufacturing) 프로그램은 적층 가공 및 시스템을 위한 소재 특성화, 가공 중 측정/모니터링/최적화, 소재/가공/제품의 성능 검증, 디지털화를 통하여 신속 설계 제품화하는 것을 전략적인 방향으로 잡고 있으며 이는 신속하게 소비자의 요구 사항을 만족시키려는 스마트 팩토리화 그 방향성이 동일하다. 또한, 한국의 경우도 임의형상 적층 생산기술을 스마트 팩토리 8개 기반 기술에 하나로 지정하고 있다.

4. 스마트팩토리 추진 전략

4.1 국내 스마트팩토리 추진 전략

최근 2~3년 동안 국내에서는 정부와 민간에서 스마트팩토리화 관련한 다양한 정책을 수립하고 있지만 제조혁신을 위한 국가적인 전략 및 실행방안 마련 측면에 있어서 보다 구체적이고 거시적인 로드맵 수립이 요구되고 있다.

국내 스마트팩토리 사업의 경우 주로 OEM 기업의 생산성 향상을 목표로 진행되고 있으나 장기적으로 OEM 생산 방식을 넘어서 스마트 팩토리 기업으로서의 특화 및 브랜드화가 요구된다.

현재 국내 스마트팩토리 사업의 경우 공급산업, 수요

산업 육성을 상호 연계하는 방식을 통해 OEM 기업의 생산성 증대를 목표로 추진되고 있다.

하지만 독일, 일본 사례에서 보듯 스마트팩토리 산업은 공급·수요산업 육성이 필수적이므로 OEM 기업 상태에서 생산성 향상을 추구하기보다 장기적으로는 스마트팩토리 기업 브랜드를 구축할 수 있도록 공급·수요산업별로 지원하는 전략이 필요로하다.

앞서 언급한 한국형 스마트팩토리 추진방향을 좀 더 구체적인 전략으로 살펴보면, 크게 공급기업전략, OEM 기업전략, 브랜드 기반 대량생산 기업전략, 사용자 맞춤형 기업전략, Factory Maker 전략 등의 다섯 가지 전략으로 구성될 수 있으며 "Factory Maker" 전략의 경우는 국내 공급기술을 기반으로 부가가치가 높은 영역인 "팩토리를 설계(엔지니어링)할 수 있는 역량"을 키우는 것을 궁극적인 목표로 볼 수 있다.

예를 들어, 자동차와 핸드폰 제품(Product)이 그렇듯이 공장(Factory) 및 플랜트(Plant)도 하나의 제품으로 볼 수 있다.

(1) 공급산업 육성전략

국내 스마트팩토리 공급산업의 경우 많은 기업들이 개발된 공급기술을 검증할 수 있는 대상 즉, 테스트베드 개념의 공장이 필요하다.

국내 대기업과 중소·중견 제조기업의 설비와 운영 시스템은 해외 공급기업의 제품으로 구축되어있는 비율이 높은 것이 현실이며, 변동이나 고장이 발생할 경우 해외엔지니어가 국내 제조현장을 직접 방문해야 하는 위험성으로 인해 공급기술을 검증하기가 거의 불가능하다.

또한, 많은 중소·중견 제조기업에서는 주문생산방식에 따라 납기를 준수하여 제품을 생산해야 하므로 생산일정에 영향을 줄 수 있는 스마트팩토리를 적용할 기회가 제한되어 있다.

테스트베드 구축은 공급기업 뿐 아니라 수요기업 입장에서도 적용하려는 스마트팩토리 기술의 신뢰성을 확보하고 전사적 차원에서의 스마트팩토리 도입시 ROI를 미리 확인 할 수 있는 기반이 될 수 있다.

독일의 Industry 4.0의 핵심기술 중 하나인 사이버 물리시스템 기술이 제조분야에 적용되면 사이버물리생

산시스템(CPPS: Cyber Physical Production System)이 구축될 수 있으며 궁극적으로는 스마트팩토리 공급기술 국산화율을 높이고 적용된 공급기술을 확보하고 있는 국내 스마트팩토리 공급기업과의 협력을 통하여 글로벌 스마트팩토리 시장에서 경쟁력을 확보하는 데 있다.

(2) 수요산업 육성전략

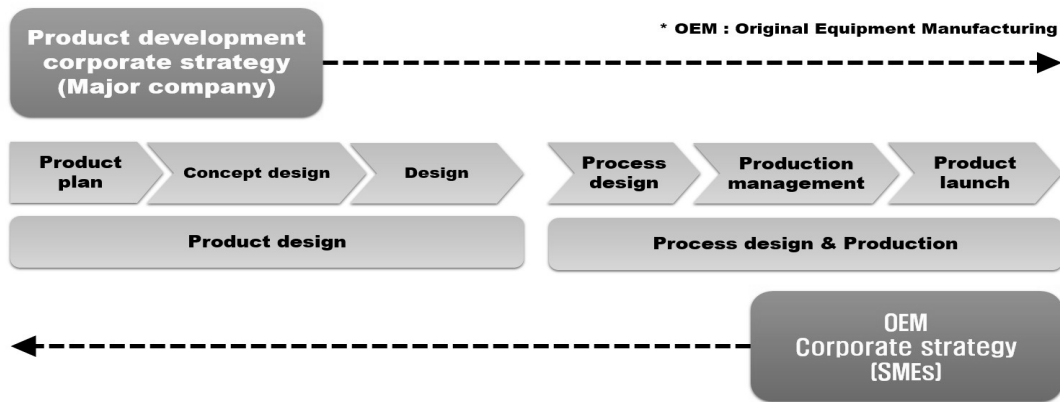
스마트팩토리 수요산업 발전전략 중 "OEM 생산방식 수요기업"의 스마트화를 위해서는 제품설계 영역보다는 공정설계와 제품생산 단계에서 스마트 기술이 적용되어야 한다.

세부적인 적용 기술로는 MES와 공정 시뮬레이션 기술 등을 포함하는 고정관리 플랫폼, 수요산업의 특징을 반영하는 모델 공장 형태의 테스트베드, 공정 내 병목현상(bottleneck)을 해결할 수 있는 설비 자동화 및 로봇 도입이 필요하다.

스마트팩토리화를 진행하고 있는 대상 공정의 프로세스와 요구사항을 분석한 결과, 글로벌 브랜드의 다양한 요구(품질, 가격, 납기 등)에 대응하기 위한 영업 대응 시스템이 필요하고 노동집약적 제조공정(재단-봉제-포장)으로 관리수준이 정형화되어 있지 않아 이에 따른 공정설계, 품질개선, 인력관리를 해결하기 위한 시스템 도입이 필요하며, 多설비에 따른 설비관리 및 에너지 관리를 위한 관리 방안이 필요한 것으로 도출되었다.

대상 기업의 스마트화를 위해 적용할 기술의 검증을 위해 모델 공장을 구축하였으며, 검증된 기술을 베트남 현지 1~2 제조라인에 실제 적용하는 두 단계로 추진하고 있다.

수요기업의 스마트화 추진 시 비용 절감, 생산성 향상 등을 통한 공정 최적화 가능하다



[Figure 4] Direction of Korea smart Factory

4.2 중소·중견 제조기업 스마트팩토리 추진 전략

(1) 수요산업 대상 제언

국내 스마트팩토리 수요기업에 해당하는 국내 중소·중견 제조기업이 기존 공정의 스마트팩토리화를 추진하기 위해서는 제한된 기업의 예산과 인력이 투입되어야 하므로 단기적이고 지엽적인 관점보다는 거시적인 관점에서의 신중한 접근이 필요하다.

– 중소·중견 제조기업에서는 전체적인 제품개발 프로세스 관점에서 스마트팩토리 기술 도입을 고려해야 한다.

– 중소·중견 제조기업에서는 “스마트팩토리 추진을 위해 제한된 인력, 예산, 시간 등의 자원을 어떻게 활용할 것인가?”에 대해 결정할 필요가 있다.

– 중소·중견 제조기업과 유사한 형태의 모델팩토리 벤치마킹을 통한 ROI(Return On Investment, 투자수익률)의 검증 과정이 필요할 것이며 스마트팩토리 관련 솔루션의 기술성, 유지보수, 확장성 등에 대한 정확한 판단이 요구된다.

2) 공급산업 대상 제언

– 공급기술의 기술개발은 공급기업의 몫이지만 개발된 기술을 어디서 검증할 것인가에 대해 판단할 필요가 있다.

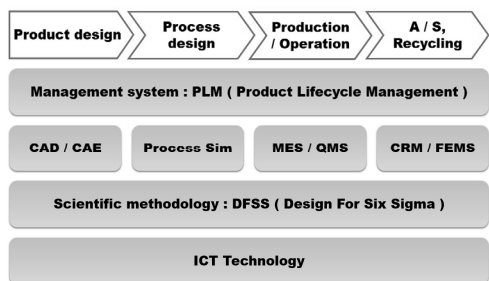
– 공급기술은 단위기술 개발로 끝나는 것이 아니라 융합 및 통합 관점에서의 기술개발이 이루어져야 한다.

– 마찬가지로 공급기술의 요소기술 개발로 끝나는 것이 아니라 기술 간 인터페이스(I/F) 및 융합을 고려할 필요가 있다.

5. 결론

본 논고에서는 스마트팩토리를 기존의 대량생산 제품을 대상으로 좀 더 생산성과 자원 효율성이 향상되도록 제조하는 것 이상으로 시장의 수요가 급변하는 상황에서 개별화된 개인들의 욕구를 충족시켜주면서도 수익성이 있도록 “개인화된 제품(Personalized Product)”을 효율적으로 제조하는 개념과 이와 연관된 생산제조 기술 연구동향에 대해서 살펴보았다. 향후 소비자 요구 및 산업계의 환경이 크게 달라짐으로서 미래의 제조는 생산품 보다는 생산방식의 중요성 및 필요성이 부각될 것으로 전망된다.

현재의 한국의 경우 고부가가치 첨단제품은 선진국과 기술격차가 여전하고, 저가 범용시장은 중국, 인도 등 후발 공업국들의 추격에 직면하여 소위 Sandwich 위기 상황에 직면해 있다. 또한, 그 동안 성장을 주도했던 메모리 반도체, 자동차, 철강 등 주력산업들의 경쟁력 제고와 새로운 미래 성장동력 확보가 시급한 상황이다. 따라서 한국의 경우 스마트 팩토리의 기반이 되는 ICT 기



[Figure 5] General Product Development Process and Smart Factory Technology

술 및 기존의 생산제조기술의 융합을 통해서 기존의 주력산업들의 고부가가치화와 스마트 팩토리 관련 신산업 창출이 필요하다.

특히, 주요 선진국들의 스마트 팩토리 관련 연구 개발에서는 민관 협력이 강조되었으며, 한국의 스마트 팩토리 관련 정책에서도 산학연의 긴밀한 협력이 필요하다.

또한, 스마트 팩토리 관련 산업의 체계적인 육성과 이를 위한 스마트 팩토리 테스트베드 구축을 통해 국내 경쟁력 기반을 마련이 필요하고 실제 제조현장의 지속적인 요구사항을 정책에 반영하여 현장에서 실제로 사용될 수 있는 스마트팩토리가 필요하다.

이를 위해서는 산학연 컨소시엄의 구성, 한국형 첨단 제조 혹은 스마트 제조 개념의 확립, 스마트 팩토리 체계적인 로드맵 및 연구개발 항목 확정, 그리고 스마트 팩토리 연구 컨트롤 타워 설립, 산업체 적용 및 활용분야 확대, 스마트팩토리 산업 및 인력의 확대 및 세제 지원이 필요하다.

6. References

- [1] MarketsandMarkets Analysis, 2013 / Smart Factory at DFKI, Germany
- [2] MFG Manufacturing 2016 - 6,7,8,9,10
- [3] The Journal of Korea of Communications and Information Science 15-12 V.40
- [4] ICT-Brief,IITP, 2016-21
- [5] KITA Issue Paper 2016 No.02
- [6] "Smart Factory Status and Implications " , KESSIA Issue Report 2015.12
- [7] "Best practice case for companies participating in smart factory support project in 2015" - KOSF (Korea Smart Factory Foundation)

저자 소개

박종식



명지대학교 산업공학과 학사.
 동국대학교 정보통신 석사. 현재 명지대학교 대학원 산업경영공학과 박사과정 중.
 관심분야 : 생산관리, SCM, Smart Factory, 경제성공학, 기술창업 등

강경식



인하대학교 산업공학과에서 학사 석사·박사와 연세대학교·경희대학교에서 경영학 석사·박사 취득. North Dakota State Univ.에서 Post-Doc과 Adjunct Professor 역임. 현재 명지대학교 산업경영공학과 교수로 재직 중.
 관심분야 : 생산관리, 물류관리,

안전경영 등