

스마트팩토리 교육의 현재와 발전 방안¹⁾*

Current Status and Development Plan for Smart Factory Education

김준우(동아대학교 산업경영공학과)

차 례

1. 서론
2. 스마트팩토리 교육 현황
3. 수요기업 인력양성 교육 보완점 및 발전 방안
4. 맺음말

■ keyword : | 4차산업혁명 | 스마트팩토리 | 인력양성 | 러닝팩토리 |

1. 서론

최근 전세계적으로 정보통신기술과 산업의 융합을 통한 4차 산업혁명이 화두로 제시되면서, 다양한 분야에서 센서, 모바일 네트워크, 사물 인터넷, 빅데이터 등의 활용이 시도되고 있다[1]. 그 중에서도 제조업과 정보통신기술의 융합을 통한 스마트팩토리의 실현은 4차 산업혁명의 핵심으로 주목받고 있다.

스마트팩토리란 흔히 3M(Man, Machine, Material)으로 표현되는 제조 현장의 자원과 정보통신기술이 유기적으로 결합된 공장을 의미하며, 이를 통해 그림 1에 표현된 감지, 판단 및 수행의 3가지 핵심 기능을 효과적으로 실행하는 것을 목표로 한다[2]. 이 중 감지란 생산 공정 및 관련 업무의 진척도나 실적, 제조 자원의 상태 등을 실시간으로 집계, 측정 및 인식하는 것을 의미하며, 이를 위해서는 센서나 사물인터넷 및 정보시스템 등의 활용이 필요하다. 나아가, 판단이란 상기한 감지를 통해 축적된 정보를 문제점의 진단이나 원인 분석, 개선 및 최적화 방안의 도출에 활용하는 것을 의미하며, 수행이란 판단 결과에 따라 다양한 제조 자원들을 적절히 통제하는 기능에 해당한다.



▶▶ 그림 1. 스마트팩토리 핵심 기능[2]

이러한 스마트팩토리는 우리나라 뿐 아니라 전세계적으로 제조업 강국들이 겪어온 인건비 상승, 제조업 기피 현상으로 인한 숙련 인력의 부족, 제조 공장의 해외 이전으로 인한 일자리 부족 등의 문제를 해결할 수 있는 수단이자, 2008년 글로벌 금융위기 이후 주요 선진국들이 지속적으로 강조해 온 제조업 경쟁력 강화, 즉, 제조업 르네상스를 달성하기 위한 견인차로도 기대되고 있다[3].

과거 제조업 주도로 경제 성장을 달성해 온 우리나라 역시 이러한 동향에 맞추어 정부 차원에서 스마트팩토리의 보급·확산 및 관련 연구개발을 추진하고 있으며, 구체적으로는 산업통상자원부가 2014년에 「제조업 혁신 3.0전략」을 발표하면서 2020년까지 전국에 스마트팩토리 1만개 구축이라는 목표를 제시한 상황이다[4][5]. 나아가, 스마트팩토리 관련 정책적 지원의 경우, 자체적인 추진 역력을 가진 대기업보다는 상대적으로 자금이나 인력 측면에서의 역력이 부족한 중소기업에 초점이 맞추어

* 이 성과는 2017년도 부산광역시의 재원으로 동아대학교 URP 사업단의 지원을 받아 수행되었음.

지고 있으며, 「민관합동 스마트공장 추진단」[6]에서 다양한 지원사업을 실시 중이다.

2. 스마트팩토리 교육 현황

2.1 스마트팩토리 추진 역량

전통적으로 제조 기업의 경쟁력 강화를 위해서는 제품의 생산 과정에서 발생하는 다양한 낭비 요인들을 제거하여 QCD로 일컬어지는 세 가지 요인, 즉, 품질(quality), 비용(cost), 납기(delivery)를 적절한 수준으로 관리하고 개선해 나가는 것이 필요하다. 이를 위해서는 흔히 생산 관리 또는 운영 관리라고 부르는 다양한 생산 공정 및 자원, 기타 지원 업무들에 대한 효과적인 설계, 계획 및 통제 등의 업무가 요구된다[7][8]. 나아가, 이러한 관리 업무를 수행하기 위해서는 여러 가지 데이터의 수집과 공유 및 의사결정이 필요한데, 종래에는 이러한 업무들이 현장 관리자 개개인의 지식과 역량에 의존하여 수행되는 경우가 많았으며, 이로 인해 제조 현장에 다양한 정보통신기술을 적용할 필요성이 높아져 왔다.

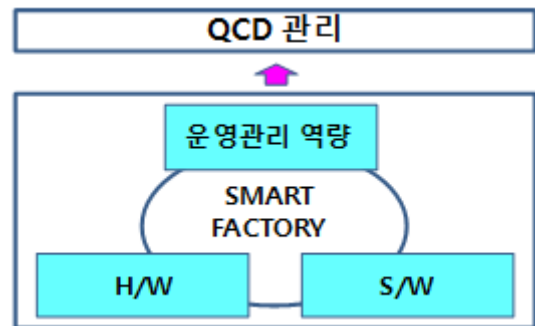
다시 말해, 정보통신기술과 제조 현장의 융합, 즉, 스마트팩토리를 통해 제조 기업의 경쟁력을 강화하기 위해서는 결국 스마트팩토리가 QCD 관리에 도움을 주어야 하며, 스마트팩토리 추진 과정에서 이러한 측면을 충분히 고민하지 않고 단순히 특정 솔루션이나 자동화 설비의 구매·도입에만 초점을 맞출 경우에는 스마트팩토리 도입의 효과가 크지 않을 가능성이 높다.

그러나 QCD 관리에 필요한 다양한 업무들을 한꺼번에 전산화하는 것은 현실적으로 쉽지 않은 일이다. 이에 「민관합동 스마트공장 추진단」에서는 그림 2와 같은 단계별 스마트팩토리 달성 수준을 제시하고 있으며, 기초수준부터 고도화까지를 순차적으로 추진하도록 권장하고 있다. 세부적으로는 기초 수준에서 실시간 데이터 수집 및 개별 업무의 전산화에 중점을 두는 반면, 고도화 수준으로 나아갈수록 업무 간의 통합과 데이터에 기반한 의사결정 및 설비의 자동화 등이 필요해지며, 처음에는 소프트웨어나 하드웨어의 도입 위주로 추진하더라도 궁극적으로는 이들에 기반한 QCD 관리를 염두에 두어야 한다는 점을 볼 수 있다.

구분	현장자동화	공장운영	기업자원관리	제품개발	공급사슬관리
고도화	IoT/IIoT기반의 CPS를				공급사슬 관리 및 CPS 네트워크 기반 CPS 네트워크 연동
	IoT/IIoT화	IoT/IIoT(모듈화) 빅데이터 기반의 자료 및 운영			
중간수준2	설비제어 자동화	실시간 공정제어	공장운영 통합	시뮬레이션과 일괄 프로세스 자동화	다중종 개발 협업
중간수준1	설비데이터 자동전체	실시간 이상탐지	가용성 통합	기술 정보 생산 피드백과 협력	다중종 생산 협업
기초수준	실시간제 지용화	공정공류 관리(POP)	관리 가능 중심 가능 개별 운영	서비스를 통한 기술/납기 관리	단일 대기업 의존
ICT 미적용	수작업	수작업	수작업	수작업	전화와 이메일 협업

▶▶ 그림 2. 스마트팩토리 달성 수준[9]

이상에서 논의한 바들을 종합해보면, 스마트팩토리가 지향하는 궁극적인 목표를 달성하기 위해서는 추진 과정에서 그림 3에 나타난 것과 같은 세 가지 역량, 즉, 하드웨어 측면의 역량, 소프트웨어 측면의 역량 및 운영관리 측면의 역량이 적절히 활용되어야 할 것이다.



▶▶ 그림 3. 스마트팩토리 추진 역량

2.2 스마트팩토리 관련 기업

스마트팩토리 관련 기업은 크게 수요 기업과 공급 기업으로 분류되며, 이 중 수요 기업이란 다양한 정보통신기술을 도입하고자 하는 제조 기업을, 공급 기업이란 이러한 수요 기업에 다양한 소프트웨어나 하드웨어로 구성된 솔루션을 제공하는 SI업체들을 의미한다[10].

스마트팩토리 도입을 추진하는 과정에서 가장 문제가 되는 것은 이들 중, 수요 기업 측에서 스마트팩토리에 대해 충분히 이해하지 못하는 경우가 종종 있다는 것이다. 특히, 소규모 제조 기업들의 경우, 대기업에 버금가는 가공 및 제조 역량을 가지고 있음에도 불구하고, 운영관리나 IT 역량에서 대기업과 큰 격차를 보이는 경우가 많다. 이러한 기업에서는 종종 스마트팩토리가 단순히 자동화된 설비나 로봇을 도입만으로 구축된다고 여기기도 하고, 정보시스템의 도입을 추진하더라도 자체적인 개발이 현

실적으로 불가능하여, 대부분 외부 SI업체를 통해 시스템 구축이 이루어진다. 반면, SI업체들은 일반적으로 ERP(Enterprise Resource Planning)[11]나 MES(Manufacturing Execution System)[12] 등으로 대표되는 정보시스템의 구축에 집중하는 경향이 있다.

물론, 이와 같은 솔루션들이 스마트팩토리의 추진에 어느 정도 기여하는 것도 사실이지만, 이렇게 정형화된 솔루션들의 경우 다양한 기업들의 특성을 충분히 반영하지 못하거나, 개별 중소기업에서 필요로 하지 않는 기능까지를 포함하여 비용 및 운영상의 문제점을 야기할 수 있다[13][14]. 나아가 이러한 솔루션들은 기본적으로 데이터의 수집, 측정 및 공유를 지원하지만 이렇게 수집된 데이터를 활용하는 것은 여전히 수요 기업의 역량에 맡겨지는 경우가 많다. 예를 들어, 자동화된 계측 센서를 통해 생산된 제품의 불량 여부를 실시간으로 전수조사하는 솔루션을 도입하였더라도 이러한 데이터를 분석하여 불량률의 원인 파악 및 불량률에 대한 대응 방안 수립이 이루어지지 않으면 스마트팩토리의 목표가 아직 충분히 달성되지 못한 것이다.

2.3 스마트팩토리 교육

스마트팩토리가 성공적으로 정착되기 위해서는 관련 분야에 대한 지식과 역량을 갖춘 전문 인력의 양성이 필요하고, 이를 위해 국내에서도 여러 가지 교육 프로그램이 추진되고 있다[15]. 스마트팩토리 관련 교육 프로그램은 크게 공급기업 인력양성 교육과 수요기업 인력양성 교육으로 나눌 수 있으며, 이 중 공급기업 인력양성 교육에는 프로그래밍 언어나 개발 도구 사용법 등을 교육하는 운영시스템 개발자 양성 과정 및 기타 스마트팩토리 구축에 필요한 다양한 요소 기술[17]들에 대한 교육이 포함된다.

표 1. 8대 스마트 제조 기술[17]

연번	기술
1	가상 물리 시스템(CPS)
2	에너지 절감
3	스마트 센서
4	3D 프린팅
5	사물인터넷(IoT)
6	클라우드
7	빅데이터
8	홀로그램

상기한 공급기업 인력양성 교육이 SI업체 재직자 재교육 또는 SI업체 취업 지망자 사전교육에 초점을 맞추는 것과 달리, 수요기업 인력양성 교육에서는 제조 기업에서 스마트팩토리 도입을 추진하고 이를 효과적으로 운영할 수 있는 전문인력 양성을 목표로 한다.

아울러, 수요기업 인력양성 교육의 가장 큰 특징으로는 주로 소프트웨어나 하드웨어의 활용 또는 조작 방법을 가르치는 사용자 교육이 많다는 점을 들 수 있다. 이는 수요기업 재직자들의 경우 공급기업에서 제공하는 솔루션의 사용자 입장이기 때문으로, 구체적인 예로는 ERP 시스템, 공정 시뮬레이션 소프트웨어, SPC(Statistical Process Control) 소프트웨어 등에 대한 교육 및 일선 현장에서 활용할 수 있는 첨단 설비의 조작법 교육 등이 여기에 해당한다. 또한, 향후 제조 현장에서 수집되는 데이터를 원활히 처리하고 분석하기 위한 빅데이터 교육 역시 수요기업 인력양성과 관련이 있는 것으로 볼 수 있다.

3. 수요기업 인력양성 교육 보완점 및 발전 방안

3.1 수요기업 인력양성 교육 보완점

앞에서 살펴본 바와 같이, 스마트팩토리가 이슈화되면서 정부, 기업, 대학 등에 의한 다양한 교육 프로그램이 마련되고 있고, 모두 나름대로의 성과를 얻고 있는 것이 사실이다. 그럼에도 불구하고, 대학에 재직 중인 입장에서는 수요기업 인력양성 교육에서 몇 가지 아쉬움이 느껴지기도 한다.

가장 먼저 지적하고 싶은 것은 종래의 생산 및 운영관리 교육과의 차별성이다. 스마트팩토리 개념의 등장 이전에도 제조업 운영관리와 관련된 학과들은 ERP 시스템 사용법 교육이나 통계 소프트웨어를 이용한 SPC 실습, 시뮬레이션 소프트웨어 실습 등을 다루어 왔다. 스마트팩토리 교육을 통해 보다 성능과 기능이 우수한 최신 소프트웨어를 활용할 수도 있겠으나, 그런 경우에도 여전히 기존 교육과의 차별성에 대한 의문이 남는다.

두 번째 문제점은 생산 현장과의 괴리이다. 상기한 ERP, SPC, 시뮬레이션 등의 소프트웨어들은 제조 기업 내에서의 사무 또는 관리 업무 수행에 사용되고, 실제 생산 공정의 실행 및 통제에 직접적으로 관여하지 않는다.

반면, MES나 POP와 같이 생산 공정과 직접적으로 연동되는 솔루션들이 있으나, 이들의 교육을 위해 실제 기계나 설비를 갖춘 생산 현장을 구축한다는 것은 대학 입장에서 상당히 부담스러운 일이다. 결과적으로 대학 내에서의 수요기업 인력양성 교육에서 생산 현장이 충분히 고려되지 않는 경우가 많다.

마지막으로는 다양한 교육 주제들의 통합성 부족을 들 수 있다. 실제로 스마트팩토리는 다양한 자원과 업무를 대상으로 하는 매우 복잡한 시스템으로 여러 기능 영역들 간의 상호작용이 필요한데, 수요기업 인력양성 교육에서는 보통 이 중 일부 교육 주제만을 다루다보니, 교육생들에게 스마트팩토리에 대한 통합적인 시각을 전달하는데 어려움이 발생하기도 한다. 다시 말해, 수요기업 인력양성 교육에서는 ERP에 의한 수주, 설계, 구매, 생산 지시 등의 프로세스 진행, MES에 의한 생산 실행 및 통제, POP나 센서를 이용한 제조 데이터 수집 및 데이터 분석 기술을 통한 개선 활동 등이 유기적으로 다루어져야 하는데, 이 중 특정 영역만을 학습할 경우, 진정한 의미의 스마트팩토리 운영관리 인력으로 성장하는데 한계가 있을 것으로 생각된다.

3.2 교육용 스마트팩토리의 구축 및 활용

최근 국내에서는 정책적으로 스마트팩토리의 보급·확산을 추진하면서, 여타 기업들에게 참조가 될 수 있는 모델 공장 또는 대표 공장이 구축되기도 한다. 이와 유사하게 대학 내에서 스마트팩토리 수요기업 인력양성을 위한 교육용 스마트팩토리를 보급하는 것이 상기한 수요기업 인력양성 교육의 문제점들을 해결하는 방안이 될 수 있지 않을까 생각된다. 나아가, 실제 생산 현장을 구축해두고 이를 교육에 활용한다는 점에서 유럽의 러닝 팩토리(learning factory)[18][19]가 교육용 스마트팩토리의 좋은 벤치마킹대상이 될 것이다.

유럽에서는 미래 제조업에 대한 효과적인 교육을 위해 러닝 팩토리의 활용이 추진되고 있으며, 이러한 패러다임은 우리나라에서도 충분히 적용가능할 것으로 보인다. 다만, 실제 현장에서 활용되는 수준의 기계와 장비, 관련 솔루션을 갖추고자 할 경우 많은 비용과 유지보수 노력이 요구되므로, 교육용 스마트팩토리의 활용 목적이 무엇인지, 즉, 운영관리 역량, 소프트웨어 역량 및 하드웨어 역량 중 어떤 영역의 교육에 초점을 맞출 것인지에 따라 스마트팩토리 구성요소들 중 적절한 것을 선택 및 간소

화하여 설계 및 구축하는 것이 필요하다.

나아가, 수요기업의 운영관리 역량 교육을 위해서는 앞서 살펴본 바와 같이 ERP, MES, POP 및 계측, 데이터 관리 등을 필수 모듈로 구성하여 수주부터 출고 및 현장 개선에 이르는 다양한 활동들을 순차적으로 실행해볼 수 있는 형태가 바람직하다고 생각된다.

4. 맺음말

스마트팩토리의 중요성이 높아지면서 향후 관련 인력의 수요도 늘어날 것으로 보인다. 이에, 우리나라에서도 기업체를 대상으로 한 스마트팩토리 보급·확산 및 연구개발 지원 이외에 재직자 및 대학생을 대상으로 여러 가지 스마트팩토리 교육이 추진되고 있다. 다만, 기존과 같은 교육 방식만으로는 충분한 전문인력을 양성하는데 한계가 있으므로, 앞으로 교육용 스마트팩토리와 같이 ‘보다 스마트한 스마트팩토리 교육’에 대한 논의가 좀 더 활성화되기를 바라며, 이 글을 마치는 바이다.

참 고 문 헌

- [1] 윤일영, 제조업과 ICT의 융합, 4차 산업혁명, 융합연구정책센터, 융합 Weekly Tip, 2017년 1월
- [2] 김억, 김승택, 유연 생산 체계를 구현하는 Smart Factory: 생산 전략의 효과적 운영 방안, Deloitte Anjin Review, 2015년 4호
- [3] 김승택, 윤주성, 구정인, 제조업의 정보통신 기술 적용 산업 실태 및 활성화 방안 연구, 한국생산기술연구원 연구보고서, 2015년
- [4] 창조경제 구현을 위한 제조업 혁신 3.0 전략, 산업통산자원부, 2014년
- [5] 김의중, 우리나라 제조업의 미래 제조업혁신 3.0전략, 정책과 이슈, 2015년 6월호
- [6] 민관합동 스마트공장 추진단, <http://www.smart-factory.kr>
- [7] Bhasin, S., Lean Management beyond Manufacturing: A Holistic Approach, Springer, 2015.
- [8] Jacobs, F.R. and Chase, R.B., Operations and Supply Management: The Core, McGraw Hill, 2008.
- [9] 민관합동 스마트공장 추진단, 스마트공장 참조모델: 업종 중심으로, 2016년
- [10] 조용주, 중소·중견 제조기업의 스마트팩토리 구축을 위한 제언, 이슈페이퍼, 2016년 2월호
- [11] Botta-Genoulaz, V., Millet, P.A. and Grabot, B., A

- Survey on the Recent Research Literature on ERP Systems, Computers in Industry, Vol.56, No.6, pp.510-522, 2005.
- [12] Song, H.S., Jung, H.R. and Jeong, S.H., A Review of MES Implementation Methodology and Its Representative Cases, SAMSUNG SDS Consulting Review, Vol.1, pp.103-121, 2007.
- [13] 박정현, 요시다 아즈노리, EXCEL VBA를 이용한 중소제조업체용 간이형 MES 구축, 산업공학, Vol.22, No.4, pp.302-311, 2009년
- [14] 김철, 조용주, 조현재, 중소기업 제조공정 테스트베드를 통한 c-MES 도입에 관한 연구, 2011 한국정밀공학회 학술대회 논문집, pp.265-266, 2011년
- [15] 삼성, 경북에 ‘스마트팩토리’ 교육과정 개설, 브릿지경제, 2015년 3월 23일
- [16] 안동희, 스마트공장 운영을 위한 전문인력 교육훈련 프로그램 개발, 한국자동차산업협동조합 연구보고서, 2016년
- [17] 「제조업 혁신 3.0 전략」 실행대책 - 창조경제 구현을 위한 제조업의 스마트 혁신 추진방안, 제7차 무역투자진흥회의, 2015년
- [18] Abele, E., Metternich, J., Tisch, M., Chryssolouris, G., Shin, W., Elmaraghy, H., Hummel, V. and Ranz, F., Learning Factories for Research, Education, and Training, Procedia CIRP, Vol.32, pp.1-6, 2015.
- [19] Erol, S., Jäger, A., Hold, P., Ott, K. and Sihm, W., Tangible Industry 4.0: A Scenario-based Approach to Learning for Future of Production, Procedia CIRP, Vol.54, pp.13-18, 2016.

저 자 소 개

● 김 준 우(Jun Woo Kim)



- 2001년 2월 : 한국과학기술원 산업공학 (공학사)
- 2003년 8월 : 한국과학기술원 산업공학 (공학석사)
- 2009년 8월 : 한국과학기술원 산업및시스템공학 (공학박사)

- 2009년~2011년 한국기술교육대학교 대우교수
- 2011년~2017년 동아대학교 산업경영공학과 조교수
- 2017년~현재 동아대학교 산업경영공학과 부교수

<관심분야> : 조합최적화, 생산운영관리, 인공지능, 메타휴리스틱, 데이터마이닝, 컴퓨터응용