

사물인터넷 환경에서의 효율적인 스마트 공장 추진 체계 연구

이동우^{1*}, 조광문², 이성훈³

¹우송대학교 컴퓨터정보학과 교수, ²목포대학교 전자상거래학과 교수, ³백석대학교 ICT학부 교수

Research on Efficient Smart Factory Promotion System in IoT Environment

Dong-Woo Lee^{1*}, Kwangmoon Cho², Seong-Hoon Lee³

¹Professor, Department of Computer Information, Woosong University

²Professor, Department of Electronic Commerce, Mokpo National University

³Professor, Division of ICT, Baekseok University

요약 최근 전 세계적으로 COVID-19 등의 영향으로 전 부분에서 많은 어려움에 직면하고 있다. 개인적으로는 많은 일자리들이 사라지면서 가계 소득이 가파르게 줄어들고 있으며, 경제적으로는 많은 중소기업들이 파산하는 경우가 증가하고 있는 상황이다. 이러한 현상은 당분간 지속적으로 이어질 가능성이 높은 것으로 알려지고 있다. 이 같은 상황에서 스마트제조혁신추진단에서 시행하고 있는 스마트 공장 지원 사업은 어려운 중소기업들에게 생산성 향상 및 기업 체질을 변화시킬 수 있는 기회를 제공하고 있다. 본 연구에서는 국내외 스마트 공장 지원 사업에 대한 추진 현황을 살펴보고, 국내 스마트 공장 지원 사업에 대한 추진과정에서 발생하고 있는 문제점들을 도출하여 추후 좀 더 효율적인 사업이 추진될 수 있도록 개선안을 도출하였다.

주제어 : 스마트 공장, 추진 체계, 사물인터넷, 인공지능, 정보통신기술

Abstract Recently, many difficulties have been faced in all parts of the world due to the impact of COVID-19. Personally, household income is decreasing sharply as many jobs disappear, and economically, many SMEs are increasingly going bankrupt. It is known that this phenomenon is highly likely to continue for the time being. In such a situation, the smart factory support project provides opportunities for difficult SMEs to improve productivity and change the corporate structure. In this study, the current status of smart factory promotion was examined, and problems occurring in the process of promoting smart factory support projects were identified. The improvement plans were derived so that more efficient projects could be promoted in the future.

Key Words : Smart Factory, Promotion System, IoT, Artificial Intelligence, ICT

1. 서론

최근 전 세계적인 경제 환경의 악화로 인하여 우리나라의 경제 환경도 어려움을 겪고 있다. 이러한 경제적 어

려움은 특히 중소기업들에게 미치는 영향이 상대적으로 큰 것으로 나타나고 있다. 이러한 열악한 환경을 극복하고자 많은 기업들이 제조 현장에 대한 스마트화를 시도하고 있다. 스마트 제조는 컴퓨터를 활용한 통합 제조, 높

*교신저자 : 이동우(dwlee@wsu.ac.kr)

접수일 2020년 10월 4일 수정일 2020년 11월 27일 심사완료일 2020년 11월 29일

은 수준의 적응성 및 신속한 설계 변경, 디지털 정보 기술 등을 사용하는 광범위한 제조 범주라 할 수 있다[1]. 스마트 제조화에 대한 목표에는 때때로 수요에 따른 생산 수준의 빠른 변화, 공급망 최적화, 효율적인 생산 등을 포함한다[2]. 이러한 개념에 기초하여 스마트 공장은 상호 운용 가능한 시스템, 지능형 자동화, 강력한 사이버 보안 및 네트워크 센서 등을 갖추고 있다. 스마트 공장에 대한 의미는 매우 다양하고 광범위하며 필요한 기술들 역시 다양하다. 핵심 기술로는 빅데이터 처리 기능, 다양한 센서를 비롯한 산업용 연결 장치 및 서비스, 고급 로봇 등이 포함된다[3,4].

정부에서도 중소벤처기업부가 중심이 되어 스마트 공장 지원 사업을 추진하고 있다. 스마트 공장 지원 사업은 생산을 포함한 경영 환경 시스템을 ICT 기술을 이용하여 개선하고자 함을 주목적으로 하고 있다. 스마트 공장에 대한 의미는 다양한 내용으로 나타날 수 있지만 스마트 공장 사업을 국가적으로 지원하고 있는 스마트제조혁신추진단에서는 스마트 공장은 제품의 기획부터 판매까지 모든 생산 과정을 ICT 기술로 통합해 최소 비용과 시간으로 고객 맞춤형 제품을 생산하는 사람 중심의 첨단 지능형 공장이라고 기술하고 있다[5-8]. 우리나라의 스마트 공장 추진 사업은 스마트제조혁신추진단에서 주관하여 시행하고 있으며 지역적으로는 지역제조혁신센터가 해당 지역에 있는 기업들에 대한 현장 평가에서부터 중간 점검, 최종 점검 등의 기능을 수행하고 있다.

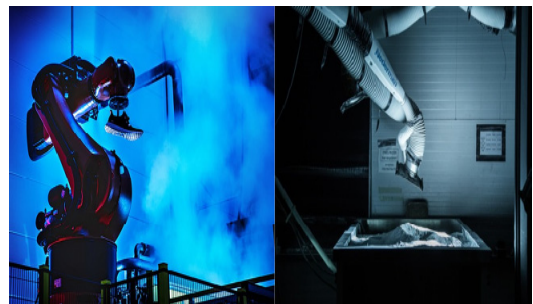
본 연구에서는 현재 많은 중소기업들을 대상으로 하여 추진되고 있는 스마트 공장 사업에 대한 추진 과정을 통하여 좀 더 효율성을 가미한 사업 추진이 될 수 있는 개선점 도출에 대해 연구하였다. 2장에서는 현재 추진되고 있는 스마트 공장 추진 현황에 대해 분석하였으며, 3장에서는 추진 과정에서 발생할 수 있는 문제점 및 문제점을 해결하기 위한 개선 방안에 대해 기술하였으며, 마지막으로 결론을 기술하였다.

2. 스마트 공장 추진 체계

2.1 스마트 공장 현황

스마트 공장은 기존의 공장 자동화 수준을 넘어 다양한 기기에서 발생하는 데이터들을 분석하여 스스로 공정 제어가 가능한 방향으로 진행되고 있다[10-13]. 스마트 공장 추진과 관련하여 전 세계적으로 주목을 받고 있는 국가로는 독일을 꼽을 수 있다. 독일의 스마트 공장 사업

과 관련한 대표적 기업으로는 아디다스를 들 수 있다. 아디다스는 운동화로 대표되는 기업으로 수익성 악화로 1993년 중국 및 베트남 지역을 중심으로 대량 생산을 하고 있다. 하지만 2015년 12월 독일의 안스바흐(Ansbach) 지역에 스마트 공장을 준공하면서 독일로 되돌아온 제조업으로 대표되는 기업으로 알려져 있다. 안스바흐 스마트 공장은 스피드 공장이라고 인식되고 있다. 그러한 배경으로는 전체 공정이 대부분 자동 로봇으로 자동되고 있어 신발을 신속하게 만들 수 있다는 의미로 해석될 수 있기 때문이다. 또한 3D 프린팅 기술을 이용하여 보다 정밀한 신발을 제작할 수 있는 환경도 갖추었다. 아디다스의 “스피드 팩토리” 내에서 대표적으로 운영되고 있는 자동화 로봇 및 3D 프린터는 [Fig. 1]과 같으며, 안스바흐 스피드 팩토리가 갖는 주요 특징들은 <Table 1>과 같다.



[Fig. 1] Adidas Speed Factory[9]

<Table 1> Adidas Speed Factory Characteristics

Goal	• Create and deliver personalized sneakers within 24 hours
Main Element	• Shorter transport distance • Low inventory management costs
Characteristics	• Automation, decentralization and flexible production
Other	• Completed the Ansbach factory in Germany in December 2015 • Completed the Atlanta plant in the US in April 2018 • Complete automation of the production process by robot

우리나라에서 스마트 공장 추진 사업의 성공사례로는 신선식품 기업에서 적용되고 있는 냉동 및 냉장창고 관리 시스템을 들 수 있다. 이 시스템은 창고 내부에 부착된 온도 센서를 통해 냉동, 냉장창고 등의 냉장 설비 온도를 제어함으로써 창고를 항상 최상의 상태로 유지시켜 준다. 이러한 기능으로 신선식품을 다루는 기업에서는 매우 유익한 기능이라 할 수 있다.

또 다른 사례로서 대흥농산은 국내 팽이버섯 시장의 약 40%를 점유하고 있는 기업으로 최근에 최적의 버섯 재배 환경을 구축하기 위해 원격 모니터링 통제 시스템을 도입하는 스마트공장 추진 사업을 수행하였다[9]. 이를 통해 생육 환경 정보와 생산 현황 정보를 모니터링하고 데이터베이스화함으로써 이력 관리가 가능해졌으며, 이상을 사전에 감지할 수 있게 되었다. 대흥농산은 온도, 습도, CO₂등을 감지하는 사물인터넷(IoT) 센서를 추가해 자동 제어 시스템인 PLC(Programmable Logic Controller)와 연동, 모니터링 능력을 강화하였으며 각각의 센서는 분 혹은 시간 단위로 이상 유무를 감지함으로써 실시간 감시 제어를 가능하게 하였다. 이처럼 사물인터넷 기술은 다양한 센서를 기반으로 하며 스마트 공장 같은 다양한 분야에 적용되고 있다[14-16].

2.2 국내 스마트 공장 추진 체계

현재 진행되고 있는 스마트 공장 사업 진행과 관련해서는 크게 2단계로 시행되고 있다. 사업 전반에 대한 주관은 중소기업기술정보진흥원 산하 스마트제조혁신추진단에서 총괄, 수행하고 있다. 또한 각 지자체의 제조혁신센터에서는 각 지자체에서 스마트공장 사업을 신청한 기업들에 대해 사업 선정 평가, 중간 점검, 최종 평가 등을 수행하고 있어서 평가 관련 전 과정에 대해 관리, 감독 기능을 수행하고 있다. 이러한 내용을 <Table 2>와 같이 나타낼 수 있다.

<Table 2> Major Related Organizations for Smart Factory Promotion

Institution name	Main function
Smart Manufacturing Innovation Promotion Team	<ul style="list-style-type: none"> • Overall management and supervision of smart factory business • Selection of evaluation members for on-site evaluation of each company
Regional Manufacturing Innovation Center	<ul style="list-style-type: none"> • Performing the evaluation function from selection to final inspection for the business promotion target companies in each region

스마트 공장 지원 사업에 대한 추진 과정은 다음과 같다. 스마트제조혁신추진단의 사업 추진 공고로부터 시작하여 각 기업으로부터 사업에 대한 신청 접수가 이루어진다. 이후 해당 기업에 대한 선정 평가 작업을 위해 평가위원 선정 작업이 이루어진다. 위의 모든 과정은 스마트제조혁신추진단에서 이루어지고 있다. 다음으로 사업을 신청한 각 기업들에 대해 사업계획서를 토대로 한 현

장 평가 작업이 이루어지게 된다. 이러한 현장 평가 작업은 선정된 평가위원들이 각 기업의 현장을 방문하여 사업 추진과 연관된 현장들에 대해 사업계획서에 기술된 내용들을 확인하고 점검하는 과정이 이루어진다. 이를 토대로 평가 작업이 이루어지고 있다. 평가 작업은 공급 기업 및 도입 기업에 대한 항목들로 구성되어 있으며, 공급 기업의 기술성 및 연관 사업에 대한 수행 실적 등을 감안하여 이루어지는 반면에, 도입 기업에 대한 내용으로는 기업의 사업 추진 의지 및 시스템을 받아들일 수 있는 여건이 조성되어 있는지에 대한 내용들을 포함하고 있다.

각 기업에 대한 현장 평가 과정을 통해 사업을 수행하는 기업들은 협약을 통해 사업을 진행하게 되며, 사업 수행 기간 중 중간 점검 과정을 거치게 된다. 이는 말 그대로 전체 사업 기간에 대한 중간적 점검을 의미하며, 도입 및 공급 기업 간에 사업이 원활하게 진행되고 있는지를 점검하는 과정이라 할 수 있다. 이러한 중간 점검은 기본적으로 협약을 통해 결정된 최종 사업계획서를 통해 도입될 예정인 하드웨어나 패키지를 포함한 소프트웨어들을 대상으로 점검이 이루어진다.

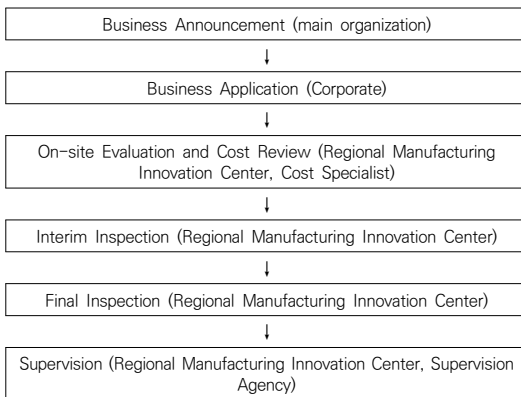
마지막 단계인 최종 점검은 사업의 종료 시점에서 행하여지며, 사업이 계획대로 수행 및 완료되었는지에 대한 점검이라 할 수 있다. 점검의 대상 역시 하드웨어 및 소프트웨어를 포함한다. 계획된 하드웨어가 도입되었는지, 도입된 하드웨어를 통해 의미 있는 데이터들이 집계되어 시스템에 반영되는지, 커스터마이징된 응용 소프트웨어의 기능들이 정확하게 운영되는지 등에 대하여 점검이 이루어진다. 또한 사업계획서에 제시된 성과 지표들에 대한 목표 수준들이 적정하게 이루어졌는지에 대한 점검도 최종 점검 내용에서 중요한 대상이다. 평가 과정에서 수행되는 주요 내용들은 <Table 3>과 같이 제시할 수 있다.

<Table 3> Major Evaluation Process and Contents of Smart Factory

Evaluation stage	Main Contents
On-site evaluation	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluation for selection of a smart factory support business company • Introduction of smart factory system, inspection of target sites • Presentation, inquiries and responses to introducing and supplying companies to determine the appropriateness of the business plan based on on-site inspection • Appropriateness for project cost
Intermediate check	<ul style="list-style-type: none"> • Mid-term inspection of selected companies, implemented in the middle of the entire project period • The main purpose is to check whether the project is being carried out in accordance with the business plan

	<ul style="list-style-type: none"> • Inspection target includes hardware and software (including package)
Final check	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluation conducted at the conclusion of the project • In accordance with the business plan, check whether the hardware has been introduced, the appropriateness of operation and the appropriateness of the operation of software functions. • Checking the achievement of the target level after building the system suggested in the business plan

스마트 공장 추진과 관련한 마지막 단계는 감리라 할 수 있다. 사업 추진과 관련한 전반적인 내용이 사업계획서에서 제시한 내용에 따라 추진되었는지에 대해 감리 활동을 하는 것이다. 이 과정을 통해 사업에 대한 성공 혹은 실패가 결정된다. 사업을 시행하기 위한 사업의 공고로부터 사업 결과에 대한 감리까지의 전 과정은 [Fig. 2]와 같다.



[Fig. 2] Smart Factory Promotion Process

3. 스마트 공장 추진 체계의 개선 방안

스마트 공장 추진 사업에 대한 결과는 여러 관련 기관 등의 보고서 등을 살펴보면 대체적으로 긍정적인 것으로 나타나고 있다[17]. 위에서 기술한 전체적인 사업에서의 개선점이 있다면 이를 통해 좀 더 효율성 있는 사업 수행이 가능하다는 점에서 몇 가지 사업의 완성도에 지장을 초래할 수 있는 사안들에 대해 살펴보고자 한다.

현장 평가 및 원가 계산 검토 과정을 통해 사업 지원이 결정된 신규 기업들은 먼저 사업 추진 시에 제출하는 사업계획서 상의 사업 기간을 6개월 이하로 하여 진행한다. 본래의 사업 기간은 사업계획서에 포함된 내용을 수행하는데 필요한 기간이라 할 수 있다. 문제는 최근 들어

이 사업 기간이 온전히 사업 수행만을 위한 기간이 아니라라는 점이다. 이 기간 안에 사업에 대한 최종 점검 및 감리까지 진행되어야 한다는 점이다. 이로 인해 해당 기간만큼 본질적인 사업 수행이 지연될 가능성이 존재할 수 있다. 이로 인해 기업과 시행 기관 간에 불필요한 분쟁 등이 발생할 가능성이 있는 문제가 상존하게 된다. 따라서 이 사업 기간 내에 최종 점검 및 감리 활동이 이루어지는 것은 바람직하지 못하다고 할 수 있다.

둘째로 사업계획서에 명시된 구축 시스템에 대한 목표 수준 확인과 관련한 활동 및 정량적 목표 내용 중 핵심 지표들에 대한 목표 수준의 달성 여부 판단이 이 사업 기간 안에 이루어져야 한다는 점이다. 일례로 <Table 4> 및 <Table 5>에 기술된 두 업체의 정량적 지표 내용을 살펴보자.

<Table 4> Quantitative Goals of Company A

Field	Key Indicators	Now	Goal
P	Hourly Production (unit: EA)	12.5	15
Q	Process Defect Rate (reduction) (unit: EA)	80	60
C	Inventory in stock (reduction) (unit: EA)	300	200
D	Reduced Delivery Time (unit: day)	3.5	2.5

<Table 5> Quantitative Goals of Company B

Field	Key Indicators	Now	Goal
Q	Process Defect Rate (reduction) (unit: %)	8	5
C	Work man-hour (reduction) (unit: hour)	8	6

위에서 기술된 표에서 나타난 핵심 지표들에 대한 목표 수준 평가는 핵심 지표와 관련된 소프트웨어 기능들의 개발이 완료된 후에 가능하다. 이와 관련된 데이터들이 시스템에 축적된 이후에 시스템에 의한 목표 수준 산출이 가능하기 때문이다. 또한 목표 수준 산출의 대상이 되는 데이터들은 1개월 또는 3개월, 길게는 6개월에 해당하는 데이터일 수가 있다. 따라서 사업 기간 안에 이 같은 정량적 목표에 대한 달성 여부에 대해 판단하는 것은 적절하지 못한 것으로 볼 수 있다. 따라서 최종 점검은 사업 수행이 종료되어 구축된 시스템이 안정적으로 운영되는 최소한의 시기가 지난 이후에 이루어지는 것이 합리적이라 할 수 있으며, 이를 토대로 정량적 목표 수준의 달성 여부에 대한 결과를 좀 더 정확하게 파악할 수

있을 것이다. 이어서 사업에 대한 감리 절차가 이루어지는 것이 전체적인 스마트 공장 지원 사업을 위해 필요해 보인다. 따라서 각 기업에서의 사업 추진에 대한 전반적인 과정은 <Table 6>과 같은 내용으로 진행되는 것이 타당할 것으로 보인다.

<Table 6> Comparison of Progress before and after Improvement

Now	• Mid-term inspection, final inspection, and supervision are in progress during the project period
Improvement (plan)	• The final inspection and supervision stage is implemented separately after the project period • Final inspection and supervision are implemented after the establishment system has done through the stabilization stage

향후 스마트공장 추진 사업이 위에서 기술한 방안으로 추진된다면 <Table 7>과 같은 기대효과를 나타낼 수 있을 것이다.

<Table 7> Expected Benefits

<ul style="list-style-type: none"> • It is possible to carry out faithful business during the project execution period • Exclusion of business period problems in the event of a business failure between a provider and a supplier • It is possible to increase the completeness of the functions to be applied to the business

4. 결론

최근 1년 사이에 일어나고 있는 COVID-19의 영향으로 인류 사회는 지금까지 겪어보지 못한 상황에 직면하고 있다. 이러한 환경 변화는 우리 생활에도 많은 영향을 미치고 있으며, 특히 중소기업과 같은 소규모 기업들 및 자영업자들에게 보다 큰 어려움을 주고 있다. 이러한 상황에서 기업의 생산성 향상 및 체질 개선을 위해 많은 기업들이 스마트 제조 공정을 위한 스마트 공장 지원 사업을 수행하고 있다. 정부에서는 지금까지 많은 기업들을 대상으로 지난 수년간 스마트 공장 지원 사업을 추진해 오고 있으며, 이에 대한 평가도 긍정적인 것으로 4차산업 혁명위원회 등 관련기관에서 보고되고 있다. 이 같은 스마트 공장 지원 사업을 통해 기업들은 기존의 공장 자동화 과정을 넘어 인공지능 및 사물인터넷 기술 등을 포함하는 스마트화된 기업을 지속적으로 추구할 것이다.

본 연구에서는 현재 추진되고 있는 스마트 공장 사업

에 대한 국내외 현황들에 대해 살펴보았으며, 더불어 현재 국내에서 추진되고 있는 사업에 대한 추진 체계에서 나타나고 있는 비효율적인 내용들에 대한 개선 방안을 제시하였다. 이러한 개선 방안을 통해 추진사업에 대한 완성도를 높일 수 있을 것으로 기대한다.

REFERENCES

- [1] J.Davis, T.Edgar, J.Porter, J.Bernaden and M.Sarli, "Smart Manufacturing, Manufacturing Intelligence and Demand-dynamic Performance," Computers & Chemical Engineering, Vol.47, No.20, pp.145-156, 2012.
- [2] S.Stephanie, "Emerging Global Trends in Advanced Manufacturing," <https://www.wilsoncenter.org/person/stephanie-ship>, 2012.
- [3] J.Leveling, M.Edelbrock and B.Otto, "Big Data Analytics for Supply Chain Management," 2014 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 2014.
- [4] C.Leiva, "On the Journey to a Smart Manufacturing Revolution," <https://www.industryweek.com>, 2015.
- [5] <https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=3548875&categoryId=42346>
- [6] <https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=3331323&categoryId=42107>
- [7] <https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=3651488&categoryId=43667>
- [8] <https://www.smart-factory.kr/smartFactoryIntro>
- [9] <https://www.weloveadidas.com/2016/08/adidas-speed-factory/>
- [10] K.S.Jang, "Domestic and Overseas Smart Factory Trends," KB Financial Holding Research Institute(www.kbfg.com/kbresearch), 2017.
- [11] D.K.Ho, "Integrated Solution for Smart Factory to Increase Productivity and Poor Compromise," Tech M, 2016.
- [12] K.S.Jang, "Domestic/International Smart Factory Trends," KB Financial Group, 2017.
- [13] B.Marr, "Why Everyone Must Get Ready For The 4th Industrial Revolution," Forbes, 2016.
- [14] M.Liffler and A.Tschiesner, "The Internet of Things and the Future of Manufacturing," <https://www.mckinsey.com>, 2016.
- [15] K.H.Lee, "Object Tracking in Multiple CCTV Internet of Things Environments," Journal of KIOTS, Vol.5, No.1, 2019.

- [16] C.Yang, W.Shen and X.Wang, "The Internet of Things in Manufacturing: Key Issues and Potential Applications," IEEE Systems, Man, and Cybernetics Magazine, 2018.
- [17] 4th Industrial Revolution Committee, Smart Factory Expansion and Advancement Strategy, 2018.

이 동 우(Dong-Woo Lee) [정회원]



- 1984년 8월 : 고려대학교 일반대학원 컴퓨터공학 (공학석사)
- 2005년 2월 : 고려대학교 일반대학원 전산학과 (이학박사)
- 1995년 3월 ~ 현재 : 우송대학교 컴퓨터정보학과 교수

<관심분야>
웹기반분산시스템, 능동시스템, 데이터베이스, 컨버전스

조 광 문(Kwangmoon Cho) [종신회원]



- 1995년 8월 : 고려대학교 전산학과(이학박사)
- 1995년 9월 ~ 2000년 2월 : 삼성전자 통신연구소 선임연구원
- 2000년 3월 ~ 2005년 2월 : 백석대학교 정보통신학부 조교수
- 2005년 3월 ~ 현재 : 목포대학교 전자상거래학과 교수

<관심분야>
사물인터넷, 통신 소프트웨어, 전자상거래, 콘텐츠 유통, 모바일 콘텐츠, 웹 서비스

이 성 훈(Seong-Hoon Lee) [종신회원]



- 1995년 2월 : 고려대학교 일반대학원 컴퓨터학과 (이학석사)
- 1998년 2월 : 고려대학교 일반대학원 컴퓨터학과 (이학박사)
- 1998년 3월 ~ 현재 : 백석대학교 ICT학부 교수

<관심분야>
분산시스템, 웹서비스, 지능정보, 컨버전스, 융합산업