

인공지능 기반의 중소기업 스마트팩토리 효율성 강화 모델 설계

정윤수

목원대학교 정보통신융합공학부 조교수

A Model Design for Enhancing the Efficiency of Smart Factory for Small and Medium-Sized Businesses Based on Artificial Intelligence

Yoon-Su Jeong

Assistant Professor, Department of information Communication Convergence Engineering, Mokwon University

요약 우리나라 중소기업은 현재 국내·외 다양한 환경 요인(경쟁력 확보 및 우수 제품 개발 등)으로 인하여 산업 구조가 과거에 비해 빠르게 변화하고 있는 상황이다. 특히, 인공지능과 관련된 다양한 장비가 제조 현장에 투입되면서 스마트팩토리 환경에서 생산되는 데이터 수집 및 활용의 중요성이 점점 증가하고 있다. 본 논문에서는 최근 중소기업 제조현장이 스마트팩토리화 되면서 제조 현장에서 생산되는 제품의 프로세스를 향상시키기 위한 인공지능 기반 스마트팩토리 모델을 제안한다. 제안 모델은 갈수록 치열해지는 제조 환경의 경쟁력 확보 및 생산 비용 절감을 최소화시키는 것이 목적이다. 제안 모델은 인공지능 기반의 스마트팩토리 현장에서 생산되는 제품의 정보뿐만 아니라 제품 생산에 소비되는 노동력, 노동 근무 시간 및 가동 공장기계 상태 등을 모두 고려하여 관리한다. 또한, 제안 모델에서 생산되는 데이터는 유사 기업과 시스템 연계 및 정보 공유가 가능하기 때문에 제조 현장 운영의 기업간 전략적 협력이 가능하다.

주제어 : 중소기업, 인공지능, 스마트팩토리, 빅 데이터, 생산 데이터

Abstract Small and medium-sized Korean companies are currently changing their industrial structure faster than in the past due to various environmental factors (such as securing competitiveness and developing excellent products). In particular, the importance of collecting and utilizing data produced in smart factory environments is increasing as diverse devices related to artificial intelligence are put into manufacturing sites. This paper proposes an artificial intelligence-based smart factory model to improve the process of products produced at the manufacturing site with the recent smart factory. The proposed model aims to ensure the increasingly competitive manufacturing environment and minimize production costs. The proposed model is managed by considering not only information on products produced at the site of smart factory based on artificial intelligence, but also labour force consumed in the production of products, working hours and operating plant machinery. In addition, data produced in the proposed model can be linked with similar companies and share information, enabling strategic cooperation between enterprises in manufacturing site operations.

Key Words : Small business, Artificial intelligence, Smart factory, Big data, Production data

*Corresponding Author : Yoon-Su Jeong (bukmunro@mokwon.ac.kr)

Received February 4, 2019

Revised February 28, 2019

Accepted March 20, 2019

Published March 28, 2019

1. 서론

최근 중소·중견 기업을 중심으로 인건비 부담과 경영 악화로 인하여 경영환경 개선에 대한 필요성이 증가하고 있다[1,2]. 정부에서는 제품 생산성 향상 및 유사 업체와의 경쟁력 확보를 위해서 중소·중견 기업의 제조 현장을 스마트팩토리로 개선하려고 노력하고 있지만 스마트팩토리 구축에 소요되는 구축 비용 문제가 중소·중견 기업의 걸림돌로 자리잡고 있다[3].

현재 중소·중견 기업의 경영악화는 단기간에 해결하기 어렵기 때문에 중소·중견 기업의 제조 현장 또한 중장기적으로 제품 생산성 향상 및 경쟁력 강화를 위해서 현재의 위기상황을 기회로 전환할 필요가 있다. 특히, 4차 산업혁명의 키워드로 부각되고 있는 빅 데이터와 인공지능을 중심으로 적극적으로 경영위기를 대응해 나가야 한다[4-6].

미국은 스마트팩토리를 구축하기 위해서 대기업을 중심으로 개방형 스마트화를 추진하여 제조 및 IT기업을 산업 인터넷 컨소시엄으로 구축하였다. 미국은 사물인터넷을 기업과 제조업외에 다양한 산업분야에 확산되도록 노력하고 있다.

일본은 중소기업의 경쟁력 강화를 위해서 IoT를 중심으로 제조업의 고도성장을 추진하고 있다. 일본은 일본 기계학회와 미쓰비시전기, 파나소닉 등의 주요 제조사들을 참여시켜 자국 내 제조기업의 스마트화를 도모하고 있다.

그러나, 우리나라는 한국형 스마트팩토리가 불과 몇 년전에 설립된 민·관합동 스마트공장추진단을 중심으로 보급 사업을 시작했다. 최근에는 정부 관계부처와 대기업(삼성, SK, LG 등)을 중심으로 스마트팩토리 보급 및 확산을 추진하고 있다.

본 논문에서는 중소·중견 기업의 제조 현장을 스마트팩토리화하기 위한 인공지능 기반의 스마트팩토리 효율성 강화 모델을 제안한다. 제안 모델은 스마트팩토리 환경에서 새로 출시되는 제품을 보다 신속하게 설계할 뿐만 아니라 제품 생산 비용을 줄일 수 있다. 제안 모델은 인공지능 기반의 스마트팩토리 현장에서 생산되는 제품의 정보뿐만 아니라 제품 생산에 소비되는 노동력, 노동 근무 시간 및 가동 공장기계 상태 등을 함께 사용하기 때문에 스마트팩토리에서 발생할 수 있는 다양한 요인들을 관리할 수 있다. 또한, 제안 모델에서 생산되는 데이터는 유사 기업과 시스템 연계 및 정보 공유가 가능하

여 제조 현장 운영의 기업간 전략적 협조가 가능하다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 공장자동화와 스마트팩토리를 비교분석하고 스마트팩토리와 관련된 국내·외 동향을 설명한다. 3장에서는 인공지능 기반의 중소기업 스마트팩토리의 효율성 강화 모델을 제시한다. 마지막으로 4장에서는 이 논문의 결과를 요약하고 향후 연구에 대한 방향을 제시한다.

2. 관련연구

2.1 공장자동화 vs. 스마트팩토리

최근 중소기업은 제조현장에서 생산되는 대부분의 제품이 기계를 거쳐 생산되고 있다[4,5]. 과거 중소기업은 생산되는 모든 제품을 대부분 수작업을 통해 생산하였지만, 최근 중소기업은 경영 및 생산 비용을 줄여 경영실적을 향상시키기 위해서 중소기업에서 생산되는 제품을 반자동화 또는 자동화 과정을 통해 생산되는 제품으로 바뀌어가고 있다. 지금까지 중소기업에서 사용되고 있는 공장 자동화와 스마트 팩토리는 제대로 구분하지 않고 현장에서 사용하였다[6]. 그러나, 스마트 팩토리와 공장 자동화는 사회구조적인 변화에 따라 제조업의 경쟁력 및 생산성 확보 그리고 효율성 증대에 따라 사용하는 의미가 많이 다르다[7].

Table 1은 공장자동화와 스마트팩토리의 개념을 4가지 측면에서 비교 정의하고 있다.

공장자동화는 기계의 조작을 사람에 의존하지 않고 제어하는 생산시스템의 메커니즘으로써 대부분의 공정을 기계를 통해 동작하는 무인공장(Unmanned Factory)을 의미한다. 공장자동화는 보통 컨베이어, 자동 창고, 수직 제어 공작 기계, 품질 검사 장치 등과 같은 제어 시스템으로 구성되며, 다품종 소량생산에 따른 빈번한 공정변경에 적절한 컴퓨터 이용 설계, 컴퓨터 이용 제조, 컴퓨터 통합 제조 등의 분야에서 활용되고 있다.

스마트팩토리는 제조 현장에서 생산되는 모든 프로세스가 정보통신기술(ICT)과 통합하여 생산 제품의 비용과 시간을 고객에 맞추는 진화된 생산 공장을 의미한다. 스마트팩토리는 정보통신기술과 공장 프로세스가 융합되어 고객의 요구사항을 충족시킬 수 있는 최소 비용과 시간으로 다품종 소량생산이 가능한 생산 시스템에 활용된다.

Table 1. Factory automation vs. Smart Factory

Division	Factory automation	Smart Factory
Definition	the mechanism of a production system that controls the operation of a machine without relying on humans	An intelligent automation platform that automates environmental safety/marketing/design/process/shipment at the factory and optimizes quality and performance
Advantage	Create available software components using scripted languages as well as compiler languages such as C++	Integrate with Internet of Things (IoT), AI (Artificial Intelligence), Big Data, etc. for automation and digitalization
Weakness	Difficulty in connecting, collecting and analyzing data generated during production	Make a lot of initial investment capital
Object	equipment such as computers and robots	Procurement, Logistics, and Consumer Related to Manufacturing
Function	Connect, collect, and analyze data autonomously by giving each object intelligence and connecting it to the Internet of Things (IoT)	Automate factory-wide unmanned and production processes using equipment such as computers and robots
Range	Vertical Integration - 'Factory' and 'Manualizing'	Horizontal Integration - 'Smart'
Characteristics	Integrate business activities with a focus on production management	Increase efficiency and increase productivity across management by combining the latest technologies, from factory operations to management.

2.2 국내 · 외 동향

미래창조과학부는 2013년 6월 사물인터넷을 클라우드와 빅데이터를 함께 인터넷 신산업으로 분류한 이 후 중소,중견 기업의 고용, 생산성, 효율성을 30% 향상시키기 위한 다양한 정책을 발표하였고 이를 육성하기 위한 구체적인 과제를 제시하였다[8].

포스코(POSCO)는 전통적인 철강산업 분야에서 스마트팩토리를 구축한 기업 중 하나이다. 포스코가 스마트팩토리를 구축한 이유는 고 숙력자를 감소하고 설비 노후화 및 기존 기술 개발 한계를 극복하기 위해서이다. 포스코는 최신 IoT 기술을 적용하여 조업에 관련된 모든 데이터를 디지털화 한 후 이를 빅 데이터로 분석하고 인공지능으로 학습 및 진화할 수 있도록 조업을 수행하고 있다[9].

국내에서 구축되고 있는 스마트팩토리는 생산 공정에 정보통신기술(ICT)를 적용한 공정 시스템이 필요하다. 또한, 기존 제조 현장에 구축된 공정 시스템은 제품의 불량률을 감소시키기 위한 추가적인 방법이 없이 제조 공정에서 생산되는 제품의 불량율을 감소시킬 수 있는 스마트팩토리 구현이 필요하다[10-12]. 그러나, 각 기업 여건에 맞는 기업간 글로벌 지원 프로그램이 저조하여 추가적인 기업 경쟁력을 위해서는 지속적인 생산능

력 관리 시스템이 도입되어야 한다[13-15].

3 인공지능 기반의 스마트팩토리 효율성 강화 모델 설계

3.1 정보 수집 및 공유

현재 중소기업의 제조현장에서 수집되는 데이터는 관측이 불가능한 인자 요소들이 대부분이어서 제조현장 전체에서 수집되는 데이터보다는 부분적인 공정에서 수집되는 데이터가 대부분이다. 또한, R&D와 같은 분야에서는 개발 제품의 주기가 빠르기 때문에 중소기업의 제조현장에서 생성되는 데이터의 유의한 분석 결과를 얻기가 어려운 상황이다. 중소기업의 제조현장에서 생산되는 다양한 데이터를 융합 및 통합시키기 위해서는 다양한 매체를 통해 정보수집 · 분석 · 공유 등을 활용해야 한다.

제안 모델에서 중소기업의 제조현장에 인공지능 기반의 스마트팩토리를 구축하여 설치된 센서로부터 다양한 데이터를 수집하기 위한 데이터 수집모델을 Fig. 1과 같이 설계하였다. Fig. 1은 중소기업의 제조현장에 구축된 다양한 제조 장비에 설치된 센서로부터 데이터를 수집하여 고갱의 요구사항을 반영한 데이터를 반영하여 생산 제품 데이터를 모델링하여 서비스하는 정보 수집 프로세스를 보여주고 있다.

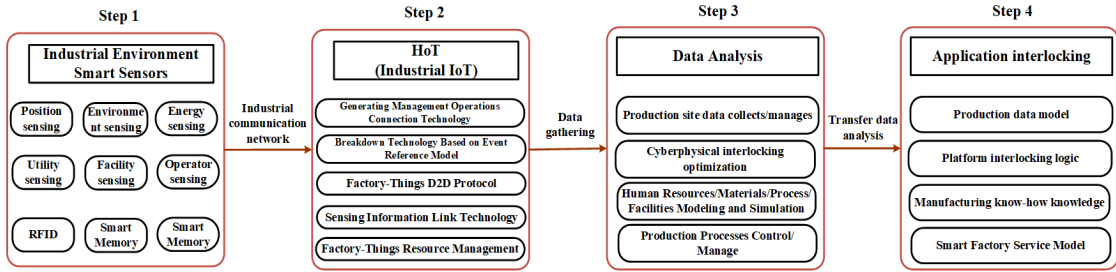


Fig. 1 Gathering and sharing information at manufacturing sites

Fig. 1에서는 제조 현장에서 수집할 데이터를 효율적으로 수집하기 위해서는 다음과 같은 요구사항이 충족되어야 한다. 첫째, 제조 현장에 구축된 기존 설비 및 장비가 교체 또는 업그레이드가 가능한 연결 설을 가져야 한다. 둘째, 이기종 시스템의 연계가 가능한 프로토콜 및 통신 인터페이스가 구축되어야 한다. 셋째, 유·무선, RFID, Wi-Fi 등의 통신망을 통해 정보가 송·수신되어야 한다. 넷째, 제조 현장에 구축된 장비의 재배치 및 활용이 가능해야 한다. 다섯째, 장비 간 송·수신되는 정보의 보호가 필요하다. 제안 모델에서는 중소기업 제조 현장에 구축된 장비를 통해 수집되는 데이터 분석 결과를 활용하여 R&D, 교육 및 인력양성 사업화 컨설팅과의 지원 연계가 가능하다.

3.2 기능 및 역할

3.2.1 제조현장에 구축된 정보 수집

제안 모델은 제조 현장에 구축된 장비, 인력, 작업량 등을 실시간으로 수집하여 제조 현장에서 생산되는 데이터를 직접 액세스하여 제조 프로세스를 정의할 수 있다. 제조 부서에서는 제품 개발을 처리하기 위한 관리가 원활할 뿐만 아니라 제조 요구사항을 비롯한 엔지니어링 데이터까지도 재사용한다.

3.2.2 실시간 데이터 분석

제안 모델을 통해 제조 현장에서 실시간으로 수집된 정보는 제조 현장의 생산품 생산 효율성 향상뿐만 아니라 데이터 분석이 가능하다. 또한, 제조 현장에서 수집된 정보를 분석하여 제조 현장 각 공정에서 처리되는 제조 과정을 관리할 때마다 발생하는 혼란 등을 사전 예방한다.

3.2.3 응용 서비스 프로그램과 연계

실시간으로 제조 현장에서 수집된 정보가 분석되면 제조현장의 공장 자동화 응용 서비스 프로그램을 활용하여 타 기업과의 협업 및 개발 서비스로 연계 가능하다. 응용 서비스 프로그램은 제조현장의 역량을 강화시킬 수 있다.

3.2.4 비용 절감 및 생산성 향상

제안 모델은 제조 현장에서 수집·처리·분석 과정에서 제조현장의 문제점 및 애로 사항에 대한 컨설팅이 수행가능하다. 또한, 제조현장에서 생산되는 데이터를 새로운 유통 체계로 소통할 수 있도록 재생산한다. 이 같은 과정은 스마트팩토리 환경에서 발생할 수 있는 생산 시행착오 및 피드백을 최소화할 수 있다.

3.3 스마트 팩토리 모델 프로세스

제안 모델에서는 제조현장에서 생산되는 제품이 경쟁력을 갖추기 위해서는 비용 및 시장 진입 시간 등에 유연한 제조 환경이 중요하다. 제안 모델에서는 인공지능 기반 스마트팩토리를 위해서 Fig. 2과 같이 제조 현장을 정의한다. Fig. 2처럼 제안모델이 제조 현장에 적용될 경우 다음과 같이 4가지 큰 이점을 갖는다.

첫째, 제조 현장에서 근무하는 엔지니어의 효율성을 향상시킬 수 있다. 제조 현장에 구축된 인공지능 기반 스마트팩토리 환경에서는 정확한 작업 지침을 통해 교육 시간을 단축시킬 수 있다. 또한, 제조 프로세스가 기존 프로세스 보다 최적화하여 생산되는 제품의 시행착오가 감소된다.

둘째, 제조과정을 통해 생산되는 생산 증대 및 생산량이 향상된다. 제조 부서로부터 적시적소에 피드백을 받아 초기에 설계되었던 내용을 파악하여 변경 작업 및 작업 변경 영향을 최소화할 수 있다.

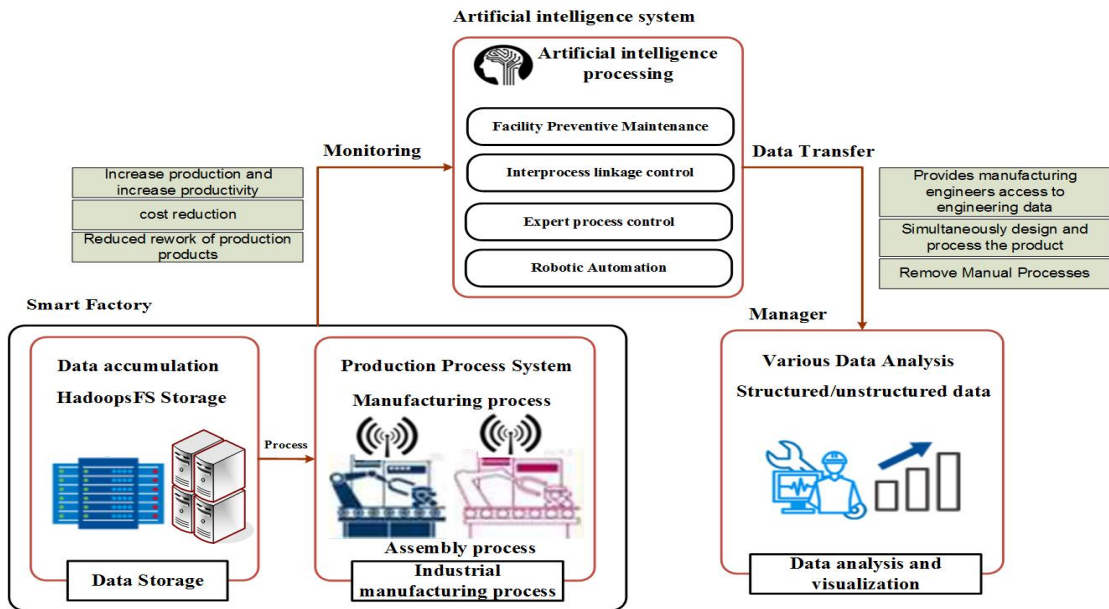


Fig. 2 Intelligent Smart Factory Model Process

셋째, 제조 프로세스 과정에서 발생하는 제조 비용이 절감된다. 제조 부서로부터 요청받은 설계 내용을 적은 비용으로 효과적으로 의사결정을 수행할 수 있어 통합 프로세스 관리가 가능하다.

넷째, 제조과정에서 발생할 수 있는 제작업 시간을 감소할 수 있다. 제안 모델은 제조 프로세스에서 정의한 내용과 작업 지침 간의 불일치를 최소화할 수 있어 잘못된 제품 생산의 위험에서 벗어날 수 있다.

제안 모델은 기 구축된 데이터 분석 툴을 이용하여 데이터를 시각화 및 하둡 분석하기 위해서 제안 모델은 스마트팩토리에 구축된 다양한 센서로부터 수집된 데이터를 대용량의 데이터베이스에 로그 데이터로 저장함으로써 Hive, Pig, Spark 등과 같은 소프트웨어를 사용한다. 데이터는 인공지능 기반으로 분석 및 파악되기 때문에 데이터 중복 없이 자동으로 시각 추출이 가능하다. 제안 모델은 다양한 통계 라이브러리를 이용하여 적은 코드로 다양한 데이터 처리가 가능하다. 또한, 제안 모델은 유사 업종의 전문성 강화를 위해서 활용될 수 된다.

4. 결론

최근 중소기업은 생산 혁신을 통한 생산 제품의 시간 단축, 기계고장 등의 사고를 최소화하여 생산 경쟁력을

갖추기 위해서 인공지능 기반의 스마트팩토리를 구축하려고 하고 있다. 그리고, 중소기업은 생산 설비 비용 문제로 인하여 손쉽게 스마트팩토리를 구축하기는 쉽지 않은 상황이다. 본 논문에서는 중소기업 제조현장에서 생산되는 데이터 관리 효율성을 향상시키기 위해서 제조 현장에 센서를 부착한 기계장비를 통해 인공지능 기반의 스마트팩토리 모델을 제안하였다. 제안 모델은 제조 환경에서 생산되는 제품이 시장 진입 시간 및 비용을 줄일 수 있다. 제안 모델은 제조 현장에서 생산되는 제품 정보뿐만 아니라 제품 생산에 투입되는 노동력, 노동 근무 시간, 장비 상태 및 구동 시간 등을 모두 점검한다. 또한, 제안 모델에서 생산되는 모든 데이터는 유사 기업에서 생산되는 제품 시스템과의 연계 및 공유가 가능하여 기업 간 전략적 협력이 가능하다. 향후 연구에서는 본 연구의 모델을 임의의 제조 공정 프로세스에 적용하여 제조 현장에서 생산되는 제품의 생산량 및 관리 효율성을 시뮬레이션을 통해 결과를 비교분석하는 연구를 수행할 계획이다.

REFERENCES

[1] R. N. Kanungo. (1982). Measurement of job and work involvement. *Journal of Applied Psychology*, 67(3), 341-349.

- [2] B. J. Babin & J. S. Boles. (1996). The effects of perceived co-worker involvement and supervisor support on service provider role stress, performance and job satisfaction. *Journal of retailing*, 72(1), 57-75.
- [3] S. S. Shin, Y. S. Jeong & Y. J. An. (2015). A Study of Analysis and Response and Plan for National and International Security Practices using Fin-Tech Technologies. *Journal of Convergence Society for SMB*, 5(3), 1-7.
- [4] Y. S. Jeong. (2016). A Study of An Efficient Clustering Processing Scheme of Patient Disease Information for Cloud Computing Environment. *Journal of Convergence Society for SMB*, 6(1), 33-38.
- [5] D. Ilic, S. Karmouskos, P. Silva & S. Detzler. (2014). A system for enabling facility management to achieve deterministic energy behaviour in the smart grid era. *International Conference on Smart Grids and Green IT systems (Smart-Green 2014)*.
- [6] C. F. Lai, Y. X. Lai, L. T. Yang & H. C. Chao. (2012). Integration of IoT energy management system with appliance and activity recognition. *2012 IEEE International Conference on Green Computing and Communications (GreenCom)*, 66-71.
- [7] D. Ilic, S. Karmouskos & M. Wilhelm. (2013). A comparative analysis of smart metering data aggregation performance. *2013 11th IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN)*, 434-439.
- [8] E. K. Kim & Y. M. Moon. (2016). The Fourth Industrial Revolution and Its Implications for Gyeonggi-Do. *Gyeonggi Research Institute*, 1-88.
- [9] S. H. Choi. (2017). Current Status of POSCO Smart Factory and Artificial Intelligence Application. *Transactions of the Korean Society of Automotive Engineers*, 143-153.
- [10] Y. S. Jeong. (2010). An Efficiency Management Scheme using Big Data of Healthcare Patients using Puzzy AHP. *Journal of Digital Convergence*, 13(4), 227-234.
- [11] Y. S. Jeong. (2016). Design of Prevention Model according to a Dysfunctional of Corporate Information. *Journal of Convergence Society for SMB*, 6(2), 11-17.
- [12] L. Raymond. (1985). Organizational Characteristics and MIS success in the Context of Small Business. *MIS Quarterly*, 37-52.
- [13] K. H. Han & Y. S. Jeong. (2017). Efficient Authentication Establishment Scheme between IoT Device based on Pascal Triangle Theory. *Journal of the Korea Convergence Society*, 8(7), 15-21.
- [14] Y. S. Jeong & K. H. Han. (2018). An efficient access control techniques between different IoT devices in a cloud environment. *Journal of the Korea Convergence Society*, 8(7), 15-21.
- [15] Y. S. Jeong, Y. T. Kim & G. C. Park. (2019). Designing an Automated Production Information Platform for Small and Medium-sized Businesses. *Journal of Convergence for Information Technology*, 9(1), 116-122.

정 윤 수(Yoon-Su Jeong)

[중신회원]



- 1998년 2월 : 청주대학교 전자계산학과 학사
- 2000년 2월 : 충북대학교 전자계산학과 석사
- 2008년 2월 : 충북대학교 전자계산학과 박사

- 2012년 3월 ~ 현재 : 목원대학교 정보통신공학과 조교수
- 관심분야 : 유·무선 통신 보안, 정보보호, 바이오인포매틱, 헬스케어, 빅 데이터, 클라우드 컴퓨팅
- E-mail : bukmunro@mokwon.ac.kr