

제조 실행 시스템 기반 정밀 가공 생산 시스템 연구

신성욱¹, 이현무², 박승호^{1*}

¹한국공학대학교 IT반도체공학과 학생, ²한국공학대학교 나노반도체공학과 학생

Research on Precision Processing Production System based on Manufacturing Execution System

Seong-Uk Shin¹, Hyun-Mu Lee², Seung-Ho Park^{1*}

¹Student, Department of IT Convergence Semi-Conductor Engineering, Tech. University of Korea

²Student, Department of Nano Semi-Conductor Engineering, Tech. University of Korea

요약 본 논문에서는 중소 규모의 정밀 가공 기업에 대한 생산 가공의 개선을 위하여 기존 공정 방식에 제조 실행 시스템을 적용하고 정밀가공의 데이터를 통합하였다. 이에 따른 기업 내 공정 관리 시스템의 강화, 장비 운용 효율의 증대, 불량률 감소를 통한 생산성 향상 및 작업 공수 감소에 따른 원가 절감률의 차이를 비교 분석하였다. 그 결과 제조 실행 시스템 도입으로 인해 생산 업무 생산성이 7.0% 향상되었고, 제품 불량률은 0.1%p 개선되었다. 제조원가 절감은 10.0%, 납기 준수율은 1.1% 개선되었음을 확인하였다. 추후 본 연구에서 제안한 제조 실행 시스템을 기반으로 추가적인 스마트팩토리 기술을 적용하는 경우 PQCD 지표의 상승으로 인한 가공 산업의 매출 및 이익 증대가 예상된다.

주제어 : 4차 산업혁명, 스마트팩토리, 제조 실행 시스템, 정밀 금속 가공, 공정 관리

Abstract In this paper, in order to improve production processing for small and medium-sized precision processing companies, we apply a manufacturing execution system to existing process methods and integrate precision processing data to strengthen process management within the company, increase facility operation efficiency, and realize a reduction in defect rates. The differences in productivity improvement and cost reduction rates were compared and analyzed. As a result, production productivity improved by 7.0% and product defect rate improved by 0.1% point due to the introduction of the manufacturing execution system. It was confirmed that manufacturing cost reduction improved by 10.0% and delivery compliance rate improved by 1.1%. If additional smart factory technology is applied based on the manufacturing execution system proposed in this study in the future, sales and profits in the processing industry are expected to increase due to an increase in the PQCD index.

Key Words : Industry 4.0, Smart Factory, MES, Precision Metal Processing, Process Management

*This work was supported by the Korea Environmental Industry & Technology Institute(KEITI) funded by the Ministry of Environment(MOE) (Training DX-based carbon supply network environmental experts).

*This work was supported by the Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning(KETEP) and the Ministry of Trade, Industry & Energy(MOTIE) of the Republic of Korea (No. 20224000000200).

*Corresponding Author : Seung-Ho Park(psh9408@tukorea.ac.kr)

1. 서론

1.1 연구 배경

4차 산업혁명[1-4] 이후 제조 강국들은 제조업 부흥을 위한 정책을 추진하고 있다. 이에 대한 예시로는 독일의 Industry 4.0, 미국의 Making in America, 일본의 산업재흥플랜, 중국제조 2025 등의 정책이 있다. 적극적인 정책의 진행과 4차 산업혁명 핵심 기술을 기반으로 민첩 생산, 맞춤형 생산, 다품종 대량생산과 같은 생산 방식의 변화가 진행 중이다. 또한, 부분 자동화 생산에서 기계 간의 통신과 시뮬레이션을 이용한 자동생산으로의 변화가 진행되고 있다. 특히, 공장 내·외부를 네트워크로 연결하여 실시간 모니터링을 통한 공정의 최적화 및 제조업과 실생활을 실시간으로 연결하는 등의 스마트화를 통한 제조혁신을 바탕으로 생산성 향상과 원가 절감을 추진하고 있다.

우리나라 역시 4차 산업혁명에 발맞추어 기존 제조 산업 인프라에 ICT 기술을 적용하는 등의 제조혁신을 추진하고 있다. 그러나 대기업 중심인 우리나라에서는 스마트팩토리의 기술 경쟁력이 선진국에 비해 열위하며, 하드웨어 및 소프트웨어 전반에 대하여 스마트팩토리 공급 산업기반이 취약하다.

이러한 문제의 대응책으로 정부는 제조업 혁신 3.0 전략, 스마트 제조혁신 비전 2025 등의 정책으로 기업들의 스마트화를 지원하고 있다. 이에 본 연구에서는 중소 규모 정밀 금속 가공 기업의 생산 공정에 스마트팩토리 시스템을 적용하고, 이에 따른 생산 가공의 개선에 대한 연구를 수행하였다.

1.2 배경 이론

1.2.1 스마트팩토리

스마트팩토리[5-9]는 최신 정보통신기술(ICT)과 첨단 기술들을 활용하여 생산 시스템을 지능적으로 최적화하는 혁신적인 개념으로, 자동화, 디지털화, 빅데이터 분석, 사물인터넷, 그리고 인공지능과 같은 기술들의 종합적인 활용을 통해 제조 과정에서의 효율성을 향상시키고 생산 비용을 최소화한다.

스마트팩토리는 전통적인 생산 체계를 뛰어넘어 공장 내의 각 구성 요소들을 실시간으로 연결하고, 이들 간의 원활한 통신과 협업을 촉진하여 하나의 통합된 생산 시스템으로 구성된다. 이를 통해 다양한 생산 변수들을 조

율하고 데이터를 실시간으로 수집·분석하여 생산 프로세스를 지능적으로 제어할 수 있다. 이러한 접근은 고객의 니즈가 다양화되고 시장 환경이 신속하게 변화하는 상황에서 높은 수준의 유연성을 제공한다. 다양한 제품에 대응할 수 있는 능동적이고 맞춤형 생산 체계를 구축하여, 다품종 대량생산에서 벗어나고 맞춤형 생산 방식으로의 전환을 가능케 하고 있다. 또한, 스마트팩토리의 궁극적인 목적은 생산 시스템의 지능화, 유연화, 최적화, 효율화를 통한 생산성의 향상, 생산 비용의 절감이다. 생산제품의 자동설계, 공정의 자동제어, 빠른 원인 파악 및 조치, 품질 관리의 자동화 등을 통해 고부가가치 제품을 최소의 비용과 시간으로 생산한다.

이와 같은 스마트팩토리의 도입은 제조산업에 있어서 경쟁력을 확보하고 새로운 시대의 요구에 빠르게 대응할 수 있는 능력을 갖추는 데 중요한 역할을 수행하고 있다.

1.2.2 제조실행시스템

제조업체는 비즈니스의 핵심이 되는 생산을 최적화하고 원가를 절감하는데 주력하고 있다. 빠른 의사결정, 전략적 운영, 신속한 환경 대응, 최소 운영 비용, 쉬운 제어 및 조작, 시스템 구축의 편의성은 현대 제조업체가 추구하는 목표이다. 이에 부응하여 등장한 시스템 중 하나가 제조실행시스템[10,11]이다. 제조실행시스템은 제품 주문부터 완성까지의 모든 생산 활동을 최적화하기 위해 실시간 정확한 데이터를 활용한다. 공장 내 작업 활동을 가이드하고 추진하며 응답하고 보고함으로써 효율적인 생산 프로세스를 조성하며, 신속한 상태 변화 대응과 부가가치 없는 작업 활동의 감소에 중점을 두어 작업과 공정의 효율성을 향상하고 있다. 생산라인 조건의 변화에 신속히 대응함으로써 부가가치 행위를 최소화하고 현장 작업과 공정을 효과적으로 운용하며, 양방향 통신을 통해 공급 체인 및 기업의 전반적인 생산 활동에 대한 중요한 정보를 제공한다. 이러한 제조실행시스템은 자동차, 반도체, 전자, 식품, 약학, 항공, 의료 기기, 타이어, 철강 및 직물 제조 등 다양한 제조 부문에서 활용되고 있다.

1.2.3 정밀 금속 가공

기초적인 동작기계는 작업자가 직접 공작물 및 공구에 대한 직선 이송 작업 및 회전 속도 제어 등의 작업을 직접 제어하여 공작물을 가공하므로 공구의 조작 및 가공을 감각에 의한 수작업에 의존하였다.

현재 정밀 금속 가공[12-14] 업계는 컴퓨터 기술의 발달에 따라 컴퓨터 마이크로프로세서(Microprocessor)가 내장된 수치제어(Computerized Numerical Control:CNC) 공작기계[15]를 활용하고 있다. 이는 계산된 회전수와 비, 각도를 산출하여 가공 좌표계를 출력하는 캠(CAM)에 의한 자동 가공이 이루어지는 방식으로 CNC 공작기계는 작업자가 아닌 마이크로프로세서를 이용하여 도면을 해석하고 공작물과 공구를 제어한다. 컴퓨터의 제어를 통한 공정의 자동화로 가공 정밀도와 가공 품질이 높고, 복잡한 가공을 자동으로 수행하여 생산성이 향상되었다. 최근에는 가로, 세로, 높이의 3축을 이용한 가공 외에 회전 운동을 하는 2축이 추가된 5축 머시닝센터가 개발되어 다양한 형상의 공작물 가공이 가능해졌다. 이러한 작업은 현대 시장에서 요구하는 다품종 소량 생산에 적합한 형태이며, 4차 산업혁명으로 인해 공장자동화에 대한 기술개발이 활발히 이루어짐에 따라 CNC 공작기계의 활용도는 계속해서 높아지고 있다.



Fig. 1. Machining Center used in Manufacturing Field

2. 본론

2.1 연구 방법

2.1.1 스마트팩토리 시스템 구성

스마트팩토리 시스템의 구성을 위하여 금속가공업체 A사의 생산현장에 스마트팩토리 시스템의 구성을 위한 장비를 설치하고 통합 솔루션 시스템을 도입하였다. 이를 통하여 장비에 대한 데이터를 집계하였다.

Fig. 2는 스마트팩토리 통합솔루션 도입을 통한 하드웨어 구축 구성도이다. 각 장비에 CAD/CAM 솔루션 통합 운용관리 시스템을 도입함으로써 장비별 작업 지시 및 설비의 생산 가동데이터 수집, 실시간 생산현황 모니터링 및 설비 가동 모니터링이 가능해졌다. 이러한 데이터는 사무실의 현황판을 통해 표출되도록 하였다.

입고/출고 창고의 스마트패드를 활용하여 자재 입고 및 제품의 출하 관리를 용이하게 하였고 레이저 마킹 시스템을 통해 생산품의 제품 표시를 통해 정확성과 신뢰성을 확보하였다.

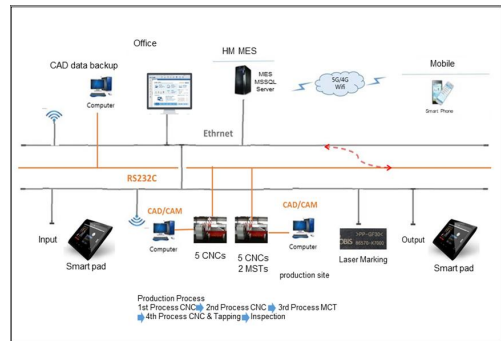


Fig. 2. System architecture of Smart factory H/W

구축하고자 하는 데이터집계 포인트로 앞의 장비 설치 위치 및 하드웨어 구축 구성도와 동일하다.

12대의 CNC, MCT 장비에서 수집한 CAD/CAM 솔루션 가공데이터(CAD/CAM)를 중앙에서 관리한다. 제조실행 시스템 도입으로 제조공정 작업에 대한 관리/영업 관리 업무를 모바일을 통하여 데이터를 수집한다. 생산계획에 따른 실시간 장비별 생산상황을 데이터 수집 기술을 활용하여 체계적인 관리하에 효율적으로 운영이 가능하도록 하였다. 소량, 다품종의 가공데이터를 체계적으로 관리 배포함으로써 관리부서의 기술데이터 축적을 가능하도록 하였다.

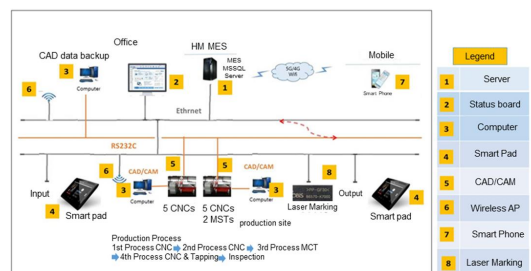


Fig. 3. Data Gathering Points of Smart Factory

2.1.2 제조실행 시스템 도입 방법

Fig. 4는 제조실행 시스템의 적용을 반영한 스마트팩토리 생산과정 흐름도이다. 작업지시 → 자재 입고 → 1차 가공 CNC → 2차 가공 CNC → 3차 가공 MCT → 4차 가공 CNC → Tapping → 검사 → 출하 순으로 진행된다. 수주와 동시에 작업지시를 내리며, 가공 CNC/MCT에서 가공데이터를 입력/수집한다.

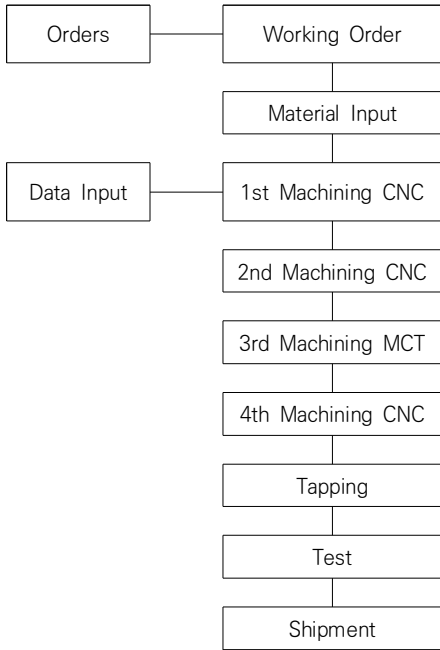


Fig. 4. Production process

Fig. 5는 제조실행 시스템의 도입을 통한 생산 현황 모니터링 시스템을 구축하기 위한 소프트웨어 시스템 구성도이다. 생산현황에 대하여 운영관리, DB 서버, 모바일, 제조 모니터링, 공정/포장, 공정 총 6가지 기능을 구현하고자 하였고, 각 기능에 대하여 적용이 필요한 소프트웨어를 시스템 소프트웨어, 상용 소프트웨어, 개발 어플리케이션으로 구분하였다. 이를 통하여 IoT 기반의 설비 실제 운용데이터 수집 및 관리 시스템의 융합기술을 구현하고자 한다.

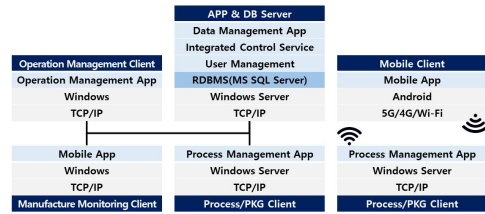


Fig. 5. System architecture of Smart factory S/W

2.2 연구 결과

정밀가공 생산시스템에 대하여 제조실행 시스템 도입 전후에 따른 각 파라미터의 변화를 확인하였다. 각 파라미터는 제조실행 시스템의 성과 지표인 생산, 품질, 원가, 납기 4가지로 구분하였다.

2.2.1 생산업무 생산성

업무 생산성은 완제품 기준 시간당 생산량을 의미한다. 시스템 도입 후 전체 품목 기준 월별 평균 생산량 향상을 측정하였으며 계산식은 다음과 같다.

$$P = \frac{P_p - P_c}{P_c} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

P_p : 도입 전 생산성 = 생산량/작업 시간 × 100

P_c : 도입 후 생산성 = 생산량/작업 시간 × 100

Table 1은 시스템 도입 5개월 후 전 공정의 생산량 데이터이다. 제조실행 시스템 적용 이후의 생산량은 월별 평균 작업시간 약 209시간 기준 생산량 18,500 EA에서 19,800 EA로 증가함에 따라 생산성은 89%에서 95%로 상승하였다. 이에 따른 개선율의 산출식은 다음과 같다. 계산 결과를 통하여 정밀가공 생산성이 실적 생산량 대비 약 7% 개선됨을 확인할 수 있었다.

$$\text{(도입 전)} \frac{18500 EA}{209 hr} \times 100 = 88.5\% \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{(도입 후)} \frac{19800 EA}{209 hr} \times 100 = 94.7\% \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{(개선율)} \frac{94.7\% - 88.5\%}{88.5\%} \times 100 = 7.0\% \dots\dots\dots (4)$$

Table 1. Production by Product

	Oct. 2020	Nov. 2020	Dec. 2020	Jan. 2021	Feb. 2021
Product	18,500	19,100	19,520	19,600	19,800

작업실적 집계에 따른 시간의 소요는 '개인별 수기 작업 일보 작성(10~20분/일) → 자료 취합/정리(약 2~3 시간/일) → 익일 집계결과 보고'의 과정을 걸쳐 약 1일의 시간이 소요되었다. 이를 제조실행 시스템의 도입으로 시스템상에 패드를 활용하여 작업 일보를 작성하고 업로드함으로써 실시간 작업실적 집계 가능하도록 하였다. 이를 통해 디지털상으로 기입하는 개인별 작업 일보 작성(10~20분/일)과 집계(40분) 총 60분의 시간의 소요로 기존 30일의 공정 기간을 기준으로 단축 시간은 1,800분(30시간)임을 확인하였다.

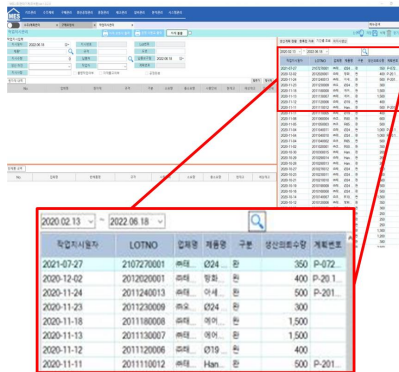


Fig. 6. Working order monitoring system

2.2.2 제품 불량 감소율

제품 불량률은 품질력 강화와 공정품질의 향상을 위해 불량수량을 생산 수량으로 나눈 지표이다. 시스템 도입 전/후의 전체 품목 기준 월별 평균 불량률을 측정하였으며 계산식은 다음과 같다.

$$Q = \frac{q_p - q_c}{q_p} \times 100 \dots\dots\dots (5)$$

q_p : 도입 전 월별 평균 불량률 = 불량수량/생산수량 × 100

- 불량 수량 구성

- a. 공정불량
- b. 완제품 불량
- c. 검사불량
- d. 반품

q_c : 도입 후 월별 평균 불량률 = 불량수량/생산수량 × 100

시스템 도입 후 5개월의 간격을 두고 1개월간 공정 불량률을 측정하였으며, 가공, 조립, 사상 등 전 공정을 대상 공정으로 하여 데이터를 수집하였다. 제조실행 시스템 적용 이후의 공정불량률은 기존 불량수량 75개에서 현재 불량수량 63개로 감소하여 전체 생산량 기준 0.4%에서 0.3%로 0.1%p 감소됨을 확인하였다.

2.2.3 제조원가 절감율

동일 생산품 제조시간 절감에 따른 제조원가 감소를 나타낸 지표이다. 정밀 금속가공의 경우 제조원가에 인건비의 비율이 높아 제조원가를 작업 공 수에 대하여 시스템 도입 전/후의 전체 제조원가 절감률을 측정하였으며 이에 대한 개선율의 측정은 다음의 계산식을 따른다.

$$C = \frac{c_p - c_c}{c_p} \times 100 \dots\dots\dots (6)$$

c_p : 도입 전 제조원가 절감률

c_c : 도입 후 제조원가 절감률

생산을 위한 가공데이터는 기존에는 도면 및 CAM 데이터를 받아 현장작업자가 직접 수기 작업지시서에 따라 CNC 선반 및 머시닝센터에 제조 공정 데이터 파일을 업로드해야하여 약 30분의 시간이 소요되었다. 생산 공정 중 CAM/CAD 데이터를 입력하기 위하여 대기하는 평균 횟수는 약 60회로, 총 단축시간은 1,800분(30시간)임을 확인하였다.

이에 따라 제조실행 시스템 적용 이후의 제조원가는 생산 공정당 평균 작업 공 수로 계산하였을 때 도입 전 300공에서 도입 후 270공으로 감소하였으며, 이에 따른 개선율의 산출식은 다음과 같다.

따라서 제조실행 시스템 적용 이전 제조원가 절감율 대비 약 10.0%의 개선율을 확인하였다.

$$\text{(개선율)} \frac{300 - 270}{300} \times 100 = 10.0\% \dots\dots\dots (7)$$

2.2.4 납기 준수율

납기 준수율은 고객사에서 주문을 받고 제품을 정해진 기간에 납품하는 지표이다. 제조실행 시스템 적용 이전의 발주 업무는 수기 양식 또는 구두로 진행하여 발주 현황에 대하여 각 품목의 발주자를 제외한 인원이 알 수

없어 중복발주 및 발주된 제품의 입고 시점을 파악하기 어려웠다.

제조실행 시스템 도입 후 검색을 통하여 발주현황을 파악함으로써 중복발주 등의 업무적 오류를 해결하여 발주 업무를 효율화하였다. 이로 인하여 불용재고의 발생을 방지하고 정확한 입고 시점을 파악하여 생산계획을 수립하여 설비의 유휴시간을 줄여 생산량 증가 및 설비가동 시간 증가로 비용 절감이 가능하다. 전체 품목에 대하여 월별 납기 준수율을 시스템 도입 전과 후로 비교하여 산출하였다. 계산식은 다음과 같다.

$$D = \frac{d_p - d_c}{d_c} \times 100 \dots\dots\dots (8)$$

d_p : 도입 전 납기 준수율 = 납기 준수 제품/총 수주 제품

d_c : 도입 후 납기 준수율 = 납기 준수 제품/총 수주 제품

제조실행 시스템의 적용에 따른 납기 준수율은 기존 92%에서 93%로 개선되었고, 이에 따라 기존 납기 준수율 대비 1.1%의 개선율을 확인하였다.

$$(\text{개선율}) \frac{93\% - 92\%}{92\%} \times 100 = 1.1\% \dots\dots\dots (9)$$

3. 결론

본 논문에서는 정밀가공 공정의 기존 공정 방식에 제조 실행시스템(Manufacturing Execution System : MES)을 적용하고 정밀가공의 데이터를 통합함에 따라 기업 내 공정관리 강화, 설비 운용 효율 증대, 작업 공수 감소 및 발주 현황 직관화를 통해 향상 및 개선된 생산 업무 생산성, 제품 불량률, 원가 절감률 및 납기 준수율의 차이를 비교 분석하였다. 그 결과 시스템 도입으로 인해 생산업무 생산성이 7.0% 향상되었고, 제품 불량률은 0.1%p 개선되었다. 제조원가 절감은 10.0%, 납기 준수율은 1.1% 개선되었음을 확인하였다. 본 데이터를 활용하여 스마트팩토리 통합 솔루션 시스템의 효율성을 증명하였다.

추후 공급망관리 SCM(Supply Chain Management), 제품수명주기관리 PLM(Product Life-cycle Management), 전사적 자원관리 ERP(Enterprise Resource Planning) 구축으로 제조경쟁력 향상에 따른 가공산업의 매출 및

이익 증대가 예상된다.

REFERENCES

- [1] Y. Yoon. (2020). Technology Innovation, Decentralization and Creativity in the Era of the 4th Industrial Revolution. *Journal of Culture Industry*, 20(3), 23-33
DOI : 10.35174/JKCI.2020.09.20.3.23
- [2] J. W. Byun. (2021). Analysis and Implications of Smart Factory Policy in the 4th Industrial Revolution: Case Studies of Germany and the USA. *Journal of Culture Industry*, 21(3), 143-150
DOI : 10.35174/JKCI.2021.09.21.3.143
- [3] B. K. Oh. (2018). An Analysis on Adapted Relative Rankings using the Fourth Industrial Revolution Categories among the Regions of South Korea. *Journal of Industrial Economics and Business*, 31(1), 275-292
DOI : 10.22558/jieb.2018.02.31.1.275
- [4] H. Lim & C.K. Suh. (2022). Visualization of the Intellectual Structure on the Internet of Things Focuses on the Industry 4. *Journal of the Korea Industrial Information Systems Research*, 27(6), 127-140
DOI : 10.9723/jksis.2022.27.6.127
- [5] H. Yang. (2020). Policy Measures for Revitalizing the Artificial Intelligence-Based Smart Factory. *The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, 45(9), 1659-1665
DOI : 10.7840/kics.2020.45.9.1659
- [6] J. Lim, D. Jo, S. Lee, H. Park & J. Park. (2017). A Case Study for the Smart Factory Application in the Manufacturing Industry. *Korean Journal of Business Administration*, 30(9), 1609-1630
DOI : 10.18032/kaaba.2017.30.9.1609
- [7] H. Kim. (2020). A Study of the Effect of Smart Factory Quality on Efficiency and Utilization, *Journal of Korean Corporation Management Association*, 27(4), 145-161
DOI : 10.21052/KCMR.2020.27.4.08
- [8] Y. J. Park. (2020). A study on the improvement of mold production system by applying smart factory. Master dissertation. Korea Polytechnic University. Siheung.
- [9] H. G. Kim. (2019). An Empirical Study on Continuous Use Intention and Switching Intention of the Smart Factory. *Journal of Korea Society of Industrial Information Systems*, 24(2), 65-80

DOI : 10.9723/jksits.2019.24.2.065

- [10] B. W. Jeon, K.Y. Shin, D.G. Hong & S.H. Suh. (2015). A Study on Application of Systems Engineering Approach to Design of Smart Manufacturing Execution System. *Journal of the Korea Society of Systems Engineering*, 11(2), 95-105
DOI : 10.14248/JKOSSE.2015.11.2.0
- [11] Y. K. Kim, M. S. Kang & B. K. Kim. (2002). Design and Implementation of Web-based Factory Monitoring System for Complement MES. *Journal of KIPS Transactions on Software and Data Engineering*, 9(4), 667-676
DOI : 10.3745/KIPSTD.2002.9D.4.6
- [12] J. B. Go, G. H. Kim, & I. S. Yun. (2003). The Study on Ultra-Precision Cutting Characteristics Evaluation of Non-Ferrous Metals Using Attractor Quadrant Method. *Journal of the Korean Society for Precision Engineering*, 20(6), 20-26.
- [13] M. K. Park & B. G. Lee. (2018). A Study on the Structural Analysis of the Spindle of Swiss Turn Type Lathe for Ultra Precision Convergence Machining. *Journal of the Korea Convergence Society*, 9(5), 145-150
DOI : 10.15207/JKCS.2018.9.5.145
- [14] K. Lee, K. H. Ko, Y. H. Huh, C. J. Park & L. R. Cho. (2022). Effect of milling and sintering process on integrity of zirconia prosthesis: a literature review. *Journal of Dental Rehabilitation and Applied Science* 38(3), 127-137.
DOI : 10.14368/jdras.2022.38.3.127
- [15] K. Lee, S. Park, S. H. Sung & D. Park. (2019). A Study on the Prediction of CNC Tool Wear Using Machine Learning Technique. *Journal of the Korea Convergence Society*, 10(11), 15-21
DOI : 10.15207/JKCS.2019.10.11.015

신 성 욱(Seong-Uk Shin)

[정회원]



- 2023년 2월 : 한국공학대학교 나노반도체공학 전공(공학석사)
- 2023년 3월 ~ 현재 : 한국공학대학교 IT반도체융합학과 전공(박사과정)
- 관심분야 : LED, Laser, Optical System, 광학 해석
- E-Mail : seonk6221@gmail.com

이 현 무(Hyun-Mu Lee)

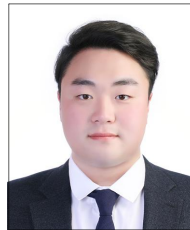
[정회원]



- 2022년 8월 : 한국공학대학교 나노반도체공학과(공학사)
- 2022년 9월 ~ 현재 : 한국공학대학교 나노반도체공학과(석사과정)
- 관심분야 : 3D 기구설계, 메타버스, IoT
- E-Mail : privu@naver.com

박 승 호(Seung-Ho Park)

[정회원]



- 2020년 2월 : 한국공학대학교 기계공학과(공학사)
- 2022년 2월 : 한국공학대학교 AI제조융합공학과(공학석사)
- 2022년 9월 ~ 현재 : 한국공학대학교 IT반도체융합공학과(박사과정)
- 관심분야 : 3D 기구설계, 데이터 계터링, 머신러닝, 탄소중립
- E-Mail : psh9408@tukorea.ac.kr