



CNC가공공장용 스마트팩토리 기술

Smart Factory Technology for CNC Machining Factory

저자 (Authors)	김종문, 전정우, 최오규, 이현욱, 전창재 Jongmoon Kim, Jeongwoo Jeon, Ohkyu Choi, Hyeonuk Lee, Changjae Chun
출처 (Source)	정보 및 제어 논문집 , 2019.10, 214-215(2 pages) INFORMATION AND CONTROL SYMPOSIUM , 2019.10, 214-215(2 pages)
발행처 (Publisher)	대한전기학회 The Korean Institute of Electrical Engineers
URL	http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE09262865
APA Style	김종문, 전정우, 최오규, 이현욱, 전창재 (2019). CNC가공공장용 스마트팩토리 기술. 정보 및 제어 논문집, 214-215
이용정보 (Accessed)	현대모비스 211.217.77.*** 2021/01/20 15:24 (KST)

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

CNC가공공장용 스마트팩토리 기술

김종문, 전정우, 최오규, 이현욱, 전창재
한국전기연구원 전기응용연구본부

Smart Factory Technology for CNC Machining Factory

Jongmoon Kim, Jeongwoo Jeon, Ohkyu Choi, Changjae Chun, Hyeonuk Lee
Industry Applications Research Division, Korea Electrotechnology Research Institute

Abstract - 본 논문에서는 KERI에서 개발되고 있는 CNC 가공공장용 스마트팩토리 기술을 제안한다. CNC 가공공장은 기계 및 자동차 부품 등을 주로 제작하며 최근 4차 산업혁명과 더불어 각광받는 스마트팩토리 기술을 적용하여 기존보다 더 지능화되어 스마트하게 발전되고 있다. 본 논문에서 제안된 스마트팩토리 기술은 본 연구원에서 개발되고 있는 KERI e-Factory 플랫폼(MES¹⁾), 스마트 머신진단, 스마트 가공품질예측, 스마트 FEMS²⁾, 스마트 로봇자동화 등이며, 구현된 기술을 통하여 중소 CNC 가공공장의 이력관리, 생산성 향상, 품질 향상, 에너지 절감 등의 효과가 기대되고 있다.

1. 서 론

최근 국내 제조업은 생산성 저하, 주52시간 근무, 최저임금 상승, 생산가능인구 감소, CO₂ 감축, 신재생에너지 비중 증가, 전기료 상승 압력 등 산업환경이 나빠지고 있어서 제조업의 생산 경쟁력을 강화시키기 위한 대책이 절실히 요구되고 있다.

이에 대한 대책으로 공장의 로봇자동화, 지능화, FEMS 등 생산성 향상을 비롯하여 인건비 최소화를 위한 로봇 구축, 공장 에너지 피크 저감 등을 위한 스마트팩토리 기술이 꼭 필요하다고 볼 수 있다.

최근 제조업에 4차 산업혁명이 큰 이슈가 되고 있다. 이 중 스마트팩토리는 기존의 제조공장에 ICT³⁾ 기술을 접목시켜 지능화시키는 기술로서, 독일, 일본, 미국 등 선진국은 물론이고 중국도 스마트팩토리를 제조공장에 적용하기 위한 노력을 하고 있는 중이다[1].

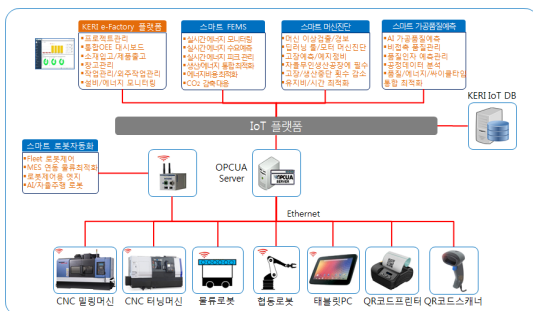
스마트팩토리 관련 핵심기술로는 인공지능, 빅데이터, 로봇, IIoT⁴⁾, AR/VR⁵⁾, CPS⁶⁾, 3D 프린팅, 5G 등을 들 수 있으며, 이러한 핵심기술을 기존의 공장에 MES⁷⁾, ERP⁸⁾ 등 기존의 소프트웨어 시스템과 함께 적용하여 생산성 향상, 품질 향상, 납기 단축, 에너지 절감 등의 효과를 기대할 수 있다.

본 논문에서는 KERI에서 연구 중에 있는 CNC 가공공장용 스마트팩토리 기술을 제안한다. 제안된 기술은 원내의 데모공장에서 구현 및 평가가 진행되고 있다.

2. 본 론

2.1 CNC 가공공장용 스마트팩토리 구축

CNC 가공공장에서의 일반적인 공정은 소재입고 → 가공 → 조립 → 검사 → 제품출고를 들 수 있으며, 각 공장마다 세부공정은 달라 질 수 있다. KERI 내 데모공장은 CNC 머신센터와, CNC 시뮬레이터, 가상 CNC 다수, CNC 가공품 로딩/언로딩 협동로봇, 모바일 로봇 등으로 구축되어 있으며, KERI의 스마트팩토리 기술은 KERI e-Factory 플랫폼(생산관리), 스마트 머신진단(설비관리), 스마트 가공품질예측(품질관리), 스마트 FEMS(에너지관리) 그리고 스마트 로봇자동화 등 5개의 카테고리로 구성되어 있다.



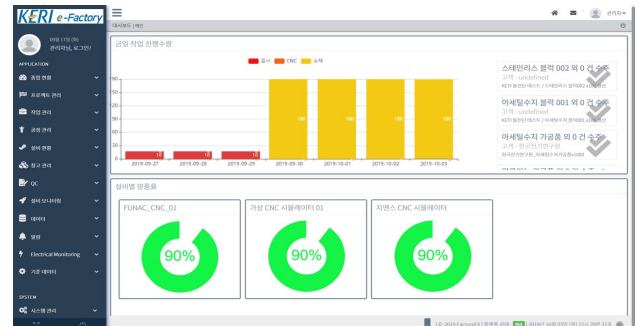
〈그림 1〉 KERI 스마트팩토리 구성도

- 1) MES : Manufacturing Execution System
- 2) FEMS : Factory Energy Management System
- 3) ICT : Information and Communication System
- 4) IIoT : Industrial Internet of Things
- 5) AR/VR : Augmented Reality/Virtual Reality
- 6) CPS : Cyber-Physical Systems
- 7) MES : Manufacturing Execution System
- 8) ERP : Enterprise Resource Planning

2.2 KERI e-Factory 플랫폼

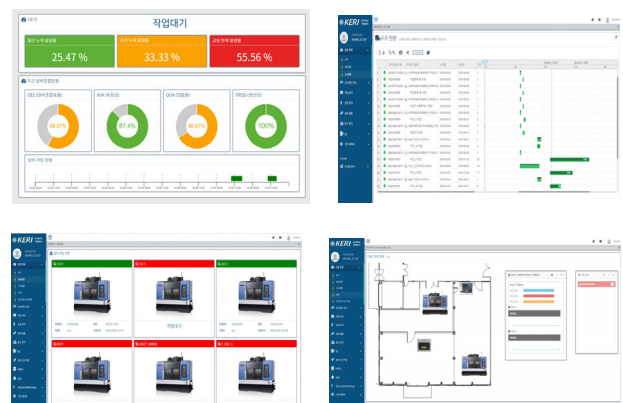
KERI e-Factory 플랫폼은 보급형 MES(기초화 단계)로 개발이 되었으며, IoT 플랫폼과 연결되어 CNC 머신의 CNC와 스마트센서로부터 올라오는 데이터를 이용하여 생산관리 역할을 하게 된다. 기존의 MES는 프로그램이 무겁고 가격이 비싸 연매출 100억 내외의 중소기업에는 운영이 힘들기 때문에 본 플랫폼은 중소기업에서 필수적인 모듈만 뽑아 구성되어 있다.

본 플랫폼의 주요 모듈로는 프로젝트관리, 통합OEE 대시보드, 소재 입고/제품출고, 창고관리, 작업관리/외주작업관리, 설비/에너지 모니터링 등이 있으며, IoT 플랫폼을 통하여 KERI의 고도화 기술과 연동된다.



〈그림 1〉 KERI e-Factory 플랫폼의 메인대시보드

그림 1은 KERI e-Factory 플랫폼의 메인대시보드로서 작업 진행과 설비별 불량률 등을 표시하게 되며, OEE⁹⁾, 설비현황, 간트차트 등과 연결되게 된다. 현재 화낙 CNC, 지멘스 CNC 시뮬레이터, 가상 CNC가 연결되어 있으며, 가동율, 설비상태 등을 알 수 있다.



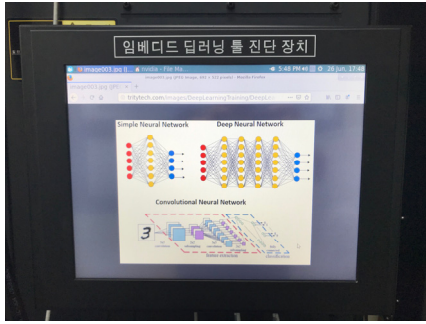
〈그림 2〉 KERI e-Factory 플랫폼의 OEE, 프로젝트 간트차트, 설비현황, 장비운영(도면)

그림 2는 KERI e-Factory 플랫폼의 OEE, 프로젝트 간트차트, 설비현황, 장비운영(도면)을 보여준다. OEE는 공정의 유용성, 양품율, 생산성의 곱으로 표시되는 핵심 지표이다. 프로젝트 간트차트는 각 프로젝트마다 현재 진행되고 있는 상황을 알 수 있으며, 설비현황은 각 장비의 상태를 표시한다. 또한, 장비운영(도면)은 공장 도면상 각 장비의 운영 상태를 알 수 있다.

2.3 스마트 머신진단

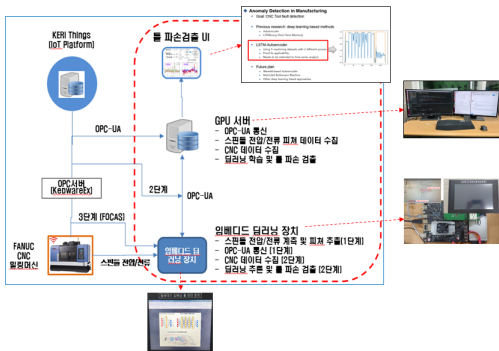
스마트 머신진단은 CNC 머신의 톨과 스핀들모터의 고장을 딥러닝으로 진단한다. 본 연구에서는 진동센서를 사용하지 않고, 스핀들모터의 전류신호와 CNC 로드 데이터를 이용하여 진단함으로써 현장에서 쉽게 사용할 수 있고, 가격도 저렴하게 구현 할 수 있다. 딥러닝 알고리즘은 파이썬으로 구현하였고, 임베디드 형태로 제작하였다. 진단은 스핀들모터와 로드 데이터

를 이용하여 틀과 스핀들모터에 대한 솔루션을 별도로 개발하고, 추후에 통합하여 진단할 계획이다.



〈그림 3〉 임베디드 딥러닝 틀 진단장치

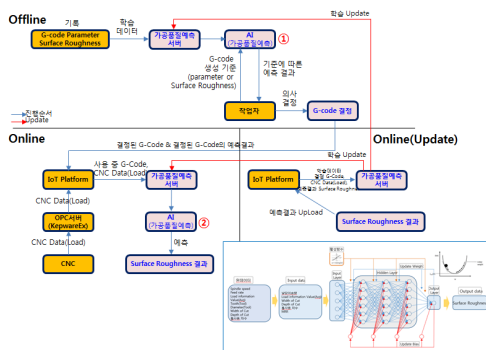
그림 3는 임베디드 딥러닝 틀 진단장치로서, 리눅스 기반의 임베디드에 GPU 보드가 함께 추가된 방식으로 되어 있고, 스핀들모터의 전압과 전류3상 신호를 합쳐 20kHz까지 샘플링이 가능하다. 임베디드 진단장치는 CNC 머신당 하나씩 사용되므로 진단성능과 가격 양쪽 측면을 동시에 고려해서 제작해야 한다.



〈그림 4〉 임베디드 딥러닝 틀 진단 구성도

그림 4는 임베디드 딥러닝 틀 진단 구성도를 보여준다. GPU서버에서 딥러닝 데이터 수집 및 학습모델을 만들고, 임베디드에 학습된 모델을 다운로드한다. 실시간 전압 및 전류신호는 IoT 플랫폼, OPC-UA, FOCAS 방식으로 데이터를 가져온다. 각각의 데이터마다 주기가 다른데 FOCAS 이후의 데이터가 가장 주기가 짧아 진단에 유리하다고 볼 수 있다.

2.4 스마트 가공품질예측



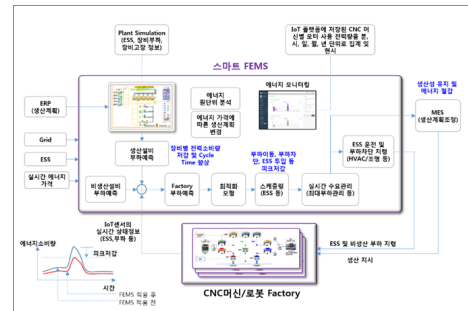
〈그림 5〉 스마트 가공품질예측의 프로세스

CNC 머신은 스핀들속도, 피드레이트, 가공깊이, 가공폭 등 파라미터를 결정할 후, 가공하게 되며, 각 조건마다 가공품의 품질(Surface Roughness)이 결정된다. 본 연구에서는 각 파라미터 조건과 그 때의 품질을 인공지능망으로 학습하여 가공품질예측모델을 구축하였다. 학습 데이터를 얻기 위해 각 파라미터별로 가공을 하였고, 각각의 경우에 Surface Roughness를 측정하였다[3]. 그림 5는 스마트 가공품질예측의 프로세스를 보여주며, Offline에서 학습모델을 구축하고, Online으로 품질을 예측하게 된다. 또한, 일정한 목표 품질을 제시하면, 이 목표를 만족하는 파라미터 후보군을 얻을 수 있다. 현장 작업자는 이 후보군 중 하나를 선택하여 사용할 수도 있다. 이러한 접근 방식은 품질에만 사용할 수 있는 것은 아니고, 생산량 혹은 에너지 소비 예측에도 사용할 수 있다.

2.5 스마트 FEMS

스마트 FEMS는 딥러닝을 이용하여 공장의 에너지(전력)소비를 예측[3]하여 에너지 피크 및 사용량을 저감하는 생산계획을 얻는 것으로서, 에너지 실시간 모니터링, Plant Simulation을 이용한 에너지소비량 계산, 딥러닝 기반의 실시간 에너지소비량 예측, 에너지관리 및 생산계획 출력 등으로 구성되어 있다(그림 6). 실시간 에너지관리는 실시간 에너지가격, 공장의 장비상태 등 정보를 입력받아 최적화를 하여 최종 출력을 MES에 보내고 MES에서 최종 생산계획을 결정하여 공장에 생산지시를 내리게 된다.

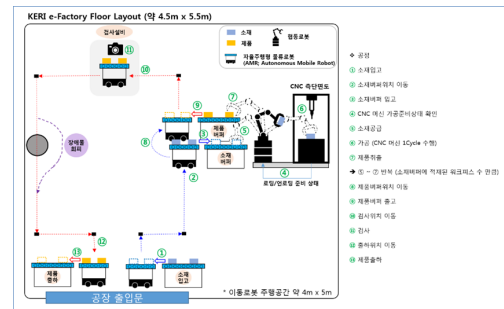
에너지 절감율을 높이기 위해서는 비생산설비 및 생산설비의 수요예측을 정확히 해야 하며, 현장 정보 등 실시간 데이터 입력, MES와의 연동 등이 매우 중요하다고 볼 수 있다. 추후 정부의 3차 에너지기본계획에 따른 신재생에너지 사용 비중 증가, CO₂ 감축, 미세먼지 대책, 전기차 사용량 증가, 로봇자동화 구축 증가 추세 등에 따라 FEMS가 점점 각광을 받을 것으로 예상된다.



〈그림 6〉 스마트 FEMS 구성도

2.6 스마트 로봇자동화

본 연구에서는 스마트팩토리 구축을 위해 CNC 머신 연동 협동로봇(모델명: 두산로보틱스 M1013)과 모바일 로봇(모델명: 인아텍 Mir100)을 사용하였다. 협동로봇은 가공소재를 CNC 머신 안으로 자동으로 로딩/언로딩을 하고, 모바일 로봇은 소재/제품을 장�물 회피하면서 자율적으로 이동하는 역할을 한다. 스마트 로봇자동화는 CNC와 더불어 자율형 스마트팩토리의 핵심 요소로서, 사람의 개입을 최소화하여 인공지능을 사용하여 자율적으로 인지 및 판단을 하고, 스스로 상태진단을 하여 공장의 가동율을 올릴 수 있도록 한다. 그림 7은 스마트 로봇자동화의 개념도로서, 소재입고 → 물류 → 가공 → 물류 → 검사 → 제품출고의 순으로 진행된다.



〈그림 7〉 스마트 로봇자동화 개념도

3. 결 론

본 논문에서는 CNC 가공공장용 스마트팩토리 기술을 제안하였다. CNC 머신과 로봇 중심의 공장에 대해 가공, 물류, 검사 등 공정과 함께 KERI의 고도화 기술을 소개하였는데, 대부분의 카테고리에서 인공지능 기술을 적용함으로써 자율형 공장 구축의 요소로 사용이 가능하다고 기대한다. 현장의 CNC 가공공장은 매출 규모가 작아서 소프트웨어나 하드웨어 비용에 민감하기 때문에 가성비 좋은 솔루션을 개발해야만 하고, 스마트팩토리 보급사업을 통하여 신규구축 및 고도화를 구축하여 공장의 생산성 향상, 비용 절감, 품질 향상이 기대된다.

[참 고 문 헌]

- [1] 이광기 등, "스마트공장 선도모델공장 및 R&D 연계 전략", 한국산업기술평가원 PD리포트, 2018.12.
- [2] N. Fang 등, "Neural Network Modeling and Prediction of Surface Roughness in Machining Aluminum Alloys", Journal of Computer and Communications, 1'9, 2016.
- [3] 김소현 등, "딥러닝을 이용한 에너지 수요 예측 방법에 관한 연구", 한국통신학회 동계종합학술발표회 논문지, 1014~1015, 2016.