

# 나사 가공 관리를 위한 스마트팩토리 시스템 설계에 관한 연구

이은규 · 김동완 · 이상완 · 김재중  
동아대학교 산학연연구단지조성사업단

## A Study on Smart Factory System Design for Screw Machining Management

Eun-Kyu Lee · Dong-Wan Kim · Sang-Wan Lee · Jae-joong Kim  
Dong-A University Research Park(DAURP)  
E-mail : jabanora@dau.ac.kr

### 요 약

본 논문은 나사 가공을 위한 원재료 공급부터 시작해서 선반 머신으로 가공되어 제품의 불량 여부에 대한 검수를 스마트팩토리 기술이 도입된 로봇이 자동으로 조립 및 분해 작업을 통해 검수를 해주는 모니터링 시스템에 대해 제안하였다. 생산 지시 수량과 생산 지시에 따른 완료 체크는 변위센서로 원재료 입고 여부에 따른 생산 현황을 체크하였고 가공된 Female, male 의 피치, 외형 검사를 진행하여 OK, NG 판별을 한다. 로봇시스템에서는 원자재 적재, 반출, 팔레트 이송 및 전반적인 공정에 개입하며, 유기적으로 구동될 수 있도록 중계역할을 하였고 나사 가공품에 대한 위치 정보는 비접촉 무선 태그를 활용하여 위치 정보를 수집하였고 Energy Saving System으로 장비 생산 효율성 및 가동율에 대해 체크하였다. 환경센서는 공조환경 데이터(온도, 습도)를 수집하여 정확한 온도 및 습도 측정 하여, 제품 가공 품질 영향 체크 제품의 구동 위험 수준 환경(과열, 다습)에 대해 관리 감시하였고 CNC 및 로봇모듈에 대한 제어는 PLC로 하여 이기종 시스템 통합 운영하였다.

### ABSTRACT

In this paper, we propose a monitoring system that starts with the supply of raw materials for threading, is processed into a lathe machine, and checks for defects of the product are automatically performed by the robot with Smart Factory technology through assembly and disassembly. Completion check according to the production instruction quantity and production instruction is made by checking the production status according to whether or not the raw material is worn by the displacement sensor, and checking the pitch and the contour of the processed female and male to determine OK and NG. The robotic system acts as a relay for loading and unloading of raw materials, pallet transfer, and overall process, and it acts as an intermediary for organically driving. The location information of the threaded products is collected by using the non-contact wireless tag and the energy saving system. Production efficiency and utilization rate were checked. The environmental sensor collects the air-conditioning environment data (temperature, humidity), measures the temperature and humidity accurately, and checks the quality of product processing. It monitors and monitors the driving hazard level environment (overheating, humidity) of the product. Controls for CNC and robot module PLC as a heterogeneous system.

### 키워드

Smart Factory, Screw Machining Management, robot system, PLC, NFC

### 1. 서 론

한국 경제에서 제조업의 영향력은 상당하다. 세계 주요국들과 비교해 보아도 제조업 경쟁력을 강화하는 것은 매우 중대한 과제일 수 있다. 지난 약

50년 동안 세계 각국은 금융업과 지식기반 서비스업 등을 중심으로 부가가치가 증대되면서 제조업이 총부가가치에서 차지하는 비중이 하락해 왔다.[1]

미국은 1970년 약 23.6%에서 지속적으로 하락하

여, 2015년 기준으로 12.0%에 달한다. 제조업 기반의 국가라고 할 수 있는 독일과 일본도 제조업이 총부가가치에서 차지하는 비중이 하락해 왔고, 주요국들도 마찬가지이다. 중국의 경우 제조업이 총부가가치에서 차지하는 비중이 2006년 32.5%로 최고점을 기록하였지만, 경제구조 개편과 서비스업 중심으로 재편되면서 제조업 비중은 상당 폭 하락하여 2015년 27.0%를 기록하고 있다. 한국도 서비스업을 중심으로 경제규모가 확대되면서 2010년 이후로 제조업 비중이 하락해 왔지만, 총부가가치의 29.5%가 제조업에서 비롯되고 있다.[2]

그럼에도 불구하고, 한국의 제조업 경쟁력은 약화되고 있다. 제조업 경쟁력을 판단하는 주요 대상국인 중국과 견주어 보았을 때, 제조업 전반에 걸쳐 한국의 세계 시장점유율이 중국 대비 축소되는 경향이 나타난다. 한국의 중국 대비 세계 시장점유율은 제조업 전체 평균이 2000년 0.73에서 2015년 0.23으로 떨어졌다.[3] 4차 산업혁명 대응을 통한 제조업 혁신이 요구되는 시점이다. 따라서 본 논문에서는 기존의 생산제조장치 중 하나인 나사 가공 시설을 활용하여 ICT 기술 융합을 접목시킨 모니터링 시스템에 대해 설계하여 생산성 향상과 불량 발생을 최소화할 수 있도록 나사 가공에 대한 스마트팩토리 시스템에 대해 제안하였다.

## II. 장치 구성도

본 논문에서 활용되는 나사 가공 장비에 대한 구성도는 그림1과 같다. 그림.1에서 파츠피더는 원자재를 적재해 놓고 자동으로 정렬하여 장비에 공급하는 파츠피터가 있고 원자재를 CNC에 공급하고, 가공 완료된 가공품을 컨베이어로 반출하는 오토로드가 있다. 원자재가 공급되어 장착된 원자재를 나사선과 형태로 볼트로 가공은 CNC로 하였다. 가공된 가공품이 컨베이어를 지날 때 특정 영역에서 Vision 검사를 진행하여 양품과 불량품을 선별하며, 불량품은 컨베이어 밖으로 배출한다. 적재파렛트는 CNC 가공부에서 가공된 양품 가공품을 적재하며, TEST 부에서 TEST 완료된 가공품을 다시 적재하는 창고 역할 수행한다. 로봇시스템에서는 원자재 적재, 반출, 파レット 이송 및 전반적인 공정에 개입하며, 그림.2와 같이 유기적으로 구동될 수 있도록 중계역할 수행한다. 장비의 생산 수량, 운전, 정지, 리셋, 에러 에 대한 전반적인 조작 및 조회를 HMI(사용자 인터페이스)로 작동시킨다. 그리고 Robot에서 투입된 자재를 활용하여, 조립 후 높이측정 검사 진행을 하며, 이후 분해 공정을 거쳐 조립품을 분해하는 Test를 진행한다. 장비의 운영 상황을 전반적으로 모니터링 할 수 있다.

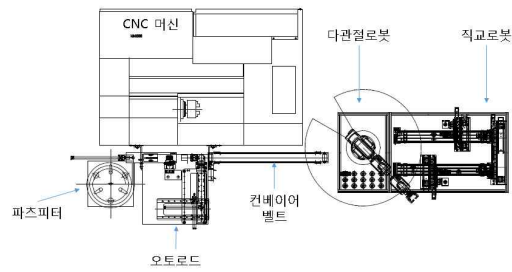


그림 1. 장치 구성도(평면도)

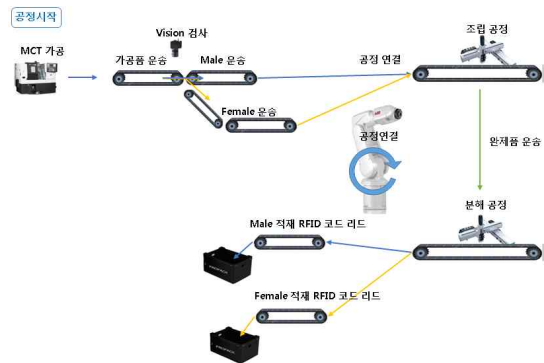


그림 2. 공정시나리오

## III. 나사 가공 시스템

나사 가공의 시스템은 그림.3과 같이 애플리케이션, 서비스, 네트워크, 디바이스 크게 4가지 형태로 구분이 되고 디바이스 중 가공품 검수에 사용되는 Vision 검사 시스템은 C 마운트 타입의 200만 화소 컬러 카메라와 엡지식 백라이트 조명 및 조명 제어기이용하여 가공된 Female, male 나사의 피치, 외형 검사를 진행하여 OK, NG 판별을 한다. 환경 감시 System은 공조환경 데이터(온도, 습도)를 수집하여 환경 데이터 수집하여 정확한 온도 및 습도 측정 하여, 제품 가공 품질 영향 체크하여 제품의 구동 위험 수준 환경(과열, 다습)시 경고 표시하도록 하였다. 전력 관리 및 에너지 절약 절차는 정지 상태, 대기진력, 기동전력으로 분류하여 전력 모니터링 할 때 대기상태 공정 전원 OFF (Main 제어기 제외)하고 전원 OFF 공정 Wake up Time 고려하여 전원 ON하였다. 임의 대기 상태와 정지 상태의 전력을 비교하였다. 가공 나사의 위치는 Ethernet 방식 및 Modbus 네트워크 지원이 가능한 OMRON VS680 RFID System을 사용하여 공정별 위치 정보를 수집하였다. 그림.4는 가공 나사를 운반해 주는 파렛트 모형으로써 위치 정보를 송신하기 위하여 운반 파렛트 특성을 고려하여 13.56MHz 주파수로 설계한 태그를 파렛트 아래부분에 삽입하였다.

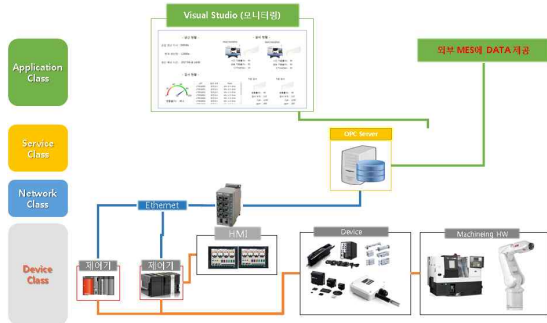


그림 3. 시스템 흐름도

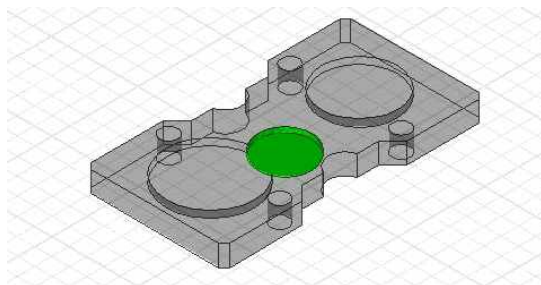


그림 4. 가공 나사 운반파렛트

#### IV. POP 모니터링 시스템



그림 5. 모니터링 Display Layout View

POP 모니터링 시스템의 생산 현황은 그림.5와 같이 생산 지시 수량과 생산 지시에 따른 완료 예상 시간 표시하고 실제 생산량이 얼마나 생산되는 지도 표시하였다. 그리고 경고에 따른 생산 계획 조정은 시간별 생산데이터를 체크((MCT 속도, 품질 수준))하여 표준 시간에 목표 달성 못했을 경우 예측 데이터 표시 하였다. 설비 효율 표시는 설비 시간 가동율, 종합 효율, C/Time, 전력소모량 표시, 마지막으로 품질 현황은 각 검사 라인에 양품을 표시 하도록 하였다.

#### V. 결 론

본 논문은 나사 가공을 위한 원재료 공급부터 시작해서 선반 머신으로 가공되어 제품의 불량 여

부에 대한 검수를 스마트팩토리 기술이 도입된 로봇이 자동으로 조립 및 분해 작업을 통해 검수를 해주는 모니터링 시스템에 대해 제안하였다. 생산 지시 수량과 생산 지시에 따른 완료 체크는 변위 센서로 원재료 입고 여부에 따른 생산 현황을 체크하였고 가공된 Female, male 의 피치, 외형 검사를 진행하여 OK, NG 판별을 한다. 로봇시스템에서는 원자재 적재, 반출, 파렛트 이송 및 전반적인 공정에 개입하며, 유기적으로 구동될 수 있도록 중계역할을 하였고 나사 가공품에 대한 위치 정보는 비접촉 무선 태그를 활용하여 위치 정보를 수집하였고 Energy Saving System으로 장비 생산 효율성 및 가동율에 대해 체크 하였다. 환경센서는 공조환경 데이터(온도, 습도)를 수집하여 정확한 온도 및 습도 측정 하여, 제품 가공 품질 영향 체크 제품의 구동 위험 수준 환경(과열, 다습)에 대해 관리 감시 하였고 CNC 및 로봇모듈에 대한 제어는 PLC로 하여 이기종 시스템 통합하였다. 설계된 본 시스템으로 경쟁력이 떨어지는 나사가공 업체가 활용되면 제조현장을 모니터링 할 수 있을 뿐더러 제어 까지 가능하여 공장 관리가 용이하며 품질 및 원가 경쟁력 강화로도 이어질 것으로 전망된다

#### Acknowledgement

본 연구는 부산광역시의 대학산학연연구단지조성사업 중 동아대학교 산학연연구단지조성사업" 지원으로 수행되었음.

#### References

- [1] Seong-kyu Hwang, "Implementation of reliable transmission technique in jamming environment", J. Korea Inst. Inf. Commun. Eng, Vol. 21, No. 12 : 2279~2284 Dec. 2017.
- [2] C. Ghali, A. Narayanan, D. Oran, G. Tsudik, and C. A. Wood, "Secure fragmentation for content-centric networks," in Proceedings of IEEE International Symposium on Network Computing and Applications, pp. 47-56, Sept.2015.
- [3] T. Li, Q. Ni, D. Malone and D. Leith "Aggregation with fragment retransmission for very high-speed WLANs," IEEE/ACM Transactions on Networking, vol.17, no.2, pp.591-604, Apr.2009.