

생산환경 개선을 위한 통합 모니터링 시스템 구현

Implementation of the Integrated Monitoring System for Improvement of Production Environment

윤재현¹ · 장상길¹ · 정종문^{2*} · 고봉진¹

¹창원대학교 전자공학과

²창원대학교 정보통신공학과

Jae-Hyeon Yoon¹ · Sang-Gil Jang¹ · Jong-Mun Jung^{2*} · Bong-Jin Ko¹

¹Department of Electronic Engineering, Changwon National University, Gyeongsangnam-do 51140, Korea

²Department of Infor. & Comm. Engineering, Changwon National University, Gyeongsangnam-do 51140, Korea

[요약]

스마트팩토리에서는 최적의 생산 환경을 위해 모든 공정 과정의 실시간 모니터링과 분석이 요구된다. 모든 생산과정이 자동으로 이루어질 수 있게 만들기 위해서는 다양한 센서 데이터를 수집하기 위한 모니터링 장치가 필요하다. 이렇게 수집한 데이터들을 저장 및 분석함으로써 기계나 장비에 대한 이상 징후가 있는지를 파악할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 스마트 팩토리를 위한 생산 환경 모니터링 시스템과 계측 값 자동 저장시스템을 통합한 통합 모니터링 시스템을 구현 하였다. 계측 값 자동 저장 시스템을 이용하여 어느 장소에서든 계측값의 오기없이 간편하게 신뢰성 있는 검사를 수행할 수 있고, Lora를 이용한 생산 환경 모니터링 시스템을 통해 온도, 습도, 대기압 등 생산 환경을 실시간으로 모니터링 할 수 있다.

[Abstract]

Smart Factory requires real-time monitoring and analysis of all process processes for optimal production environment. Monitoring system for data collection from various sensors is necessary to make all production processes automatic. By storing and analyzing the collected data, we can check whether there are any signs of abnormalities in any machine or equipment. Thus, in this paper, an integrated monitoring system for smart factory incorporating a working environment monitoring system and an automatic storage system of measurement values was implemented. By using the automatic storage system of measurement values, it is possible to carry out reliable inspection in any place without misentry. Also, through working environment monitoring system using LoRa, production environments such as temperature, humidity and atmospheric pressure can be monitored in real time.

Key word : Monitoring system, LoRa, Automatic storage system, Smart factory, Environment sensor.

<https://doi.org/10.12673/jant.2019.23.5.481>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 1 October 2019; Revised 4 October 2019

Accepted (Publication) 28 October 2014 (30 October 2014)

*Corresponding Author : Bong-Jin Ko

Tel : +82-55-213-3654

E-mail : bjko@changwon.ac.kr

I. 서론

스마트 팩토리란 사람이 일일이 제품을 조립하고 포장하고 기계를 점검할 필요 없이 모든 과정이 자동으로 이뤄지는 공장이다. 스마트 팩토리는 완전히 새로운 개념이 아니라 공장 자동화가 한층 더 진화된 모습이라고 할 수 있다[1]. 공장 곳곳에 IoT (internet of things) 센서와 카메라가 붙어있고, 이 센서와 카메라들이 현장의 크고 작은 모든 데이터를 수집한다[2]. 이러한 데이터를 기반으로 AI(artificial intelligence)는 어디에서 불량품이 발생했는지, 어떤 기계나 장비에 이상 징후가 있는지 등을 파악한다. 그리고 불량품이 다음 공정으로 넘어가지 않도록 판단하여 전체 공정을 원활하게 제어한다. 스마트 팩토리는 모든 설비나 장치가 무선통신으로 연결되어, 서로 정보를 주고받고 모든 공정 과정을 실시간으로 모니터링, 분석 및 판단하여 최적의 생산 환경을 만든다고 할 수 있다[3],[4].

따라서 스마트 팩토리에는 모니터링이 필수적이라고 할 수 있는데, 현재까지 연구가 되어 이용되고 있는 무선 통신 기술에는 wi-fi, bluetooth, zigbee 및 Lora(Long range) 등이 있다. zigbee와 bluetooth는 실내에서도 매우 짧은 통신 거리와 전송에서의 불안정성 때문에 스마트 팩토리에 사용하기에는 부적합하다. 또한 wi-fi도 높은 속도를 가지나 높은 전력 소비량과 넓은 공장에서 사용하기에는 통신거리가 짧으며 또한 투과성이 낮아 장애물의 영향을 많이 받기 때문에 안정적인 통신을 위해서는 많은 AP(access point)가 필요하다. 따라서 저 전력 중장거리 통신이 가능한 lora를 이용하여 생산 환경을 모니터링 하는 것이 효율적이다[5]. 특히, 부품 제조가 주인 중소기업의 경우 부품 생산 시의 온도, 습도나 기압 등의 환경이 생산품에 영향을 줄 수 있기 때문에 검사의 중요성이 크다고 할 수 있다. 그러나 생산된 부품의 검사 시, 수기로 이를 기록한다면 잘못 기록될 수 있고 이에 따른 계측시간 지연 등의 문제가 발생할 수 있다. 따라서 계측값의 자동 입력 및 실시간 관리에 대한 생산 환경 모니터링 및 자동 기록 시스템이 필요하다.

따라서 본 논문에서는 Lora를 이용한 생산 환경 모니터링 시스템과 오기를 사전에 방지하고, 공장 및 회사 외부에서의 부품 검사 시 간편하게 계측 작업을 할 수 있는 계측 값 자동 저장 시스템을 통합하여 통합 모니터링 시스템을 구현하였다.

II. 시스템 구성

일반적으로 기업에서는 부품 검사 시 사용하는 마이크로미터나 버니어캘리퍼스로 치수를 계측하여 시험 성적서에 수기로 기록하고 있다. 이와 같은 방식으로 성적서에 수기로 기록할 시 오기가 발생할 가능성이 있고 외부 출장 검사 시 시험 성적서를 따로 인쇄해야 한다. 따라서 오기를 사전에 방지하고 회사 내가 아닌 외부에서의 부품 등의 검사를 하는 경우 간편하게 계측 작업을 할 수 있는 시스템이 필요하다.

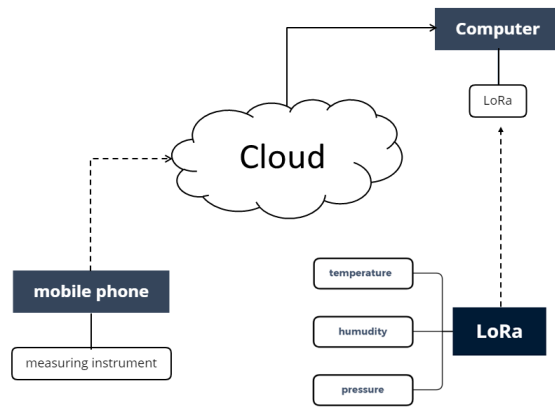


그림 1. 시스템 구성도
Fig. 1. System block diagram.

따라서 본 논문에서는 이러한 불편을 해결할 수 있는 계측 값 자동 저장 시스템과 작업 환경 실시간 모니터링 시스템을 통합하여 하나의 프로그램으로 제작하였다.

통합 시스템은 계측 값 자동 저장 시스템, 생산 환경 모니터링 시스템으로 구성되어 있다. 그림 1에 시스템 구성도를 나타내었다. 그림에서 통신의 종류를 선을 이용하여 구분하였는데, 유선통신은 실선, 무선통신은 점선을 이용하여 표시하였다. 먼저, 계측 값 자동 저장 시스템은 휴대용 장치와 계측장치로 구성되어 있으며, 휴대용 장치 앱을 이용하여 계측 값을 휴대용 장치에 바로 입력한다.

휴대용 장치 앱은 안드로이드용으로써, 먼저 시험 성적서를 load 하고, 계측장치(버니어캘리퍼스 또는 디지털 마이크로미터)를 휴대용 장치에 직접 연결하면 자동으로 계측값이 입력된다. 그리고 작성된 시험 성적서를 휴대용 장치에 저장할 수 있고, 인터넷을 이용하여 바로 업로드 할 수 있다. 계측장치를 휴대용 장치에 직접 연결하여 값을 입력 후 저장하고, 클라우드(구글 드라이브, 네이버 클라우드)를 이용하여 업로드하면 편리하게 계측 값을 저장 및 관리할 수 있다.

다음으로, 생산 환경 모니터링 시스템은 송신부와 수신부로 구성되어 있는데, 송신부는 Lora 모듈, 수신부는 Lora 모듈 및 컴퓨터로 구성되어 있다. Lora 모듈은 Mems(Micro electro mechanical system) 기반 센서(온습도, 기압, 조도/근접, 자이로)로 구성되어 있으며, 자동으로 일정 시간 마다 데이터를 보내게 설정하였다.

온도, 습도, 대기압 등의 환경 데이터를 송신 Lora 모듈을 이용, 모니터링 시스템으로 보내면 모니터링 시스템에 연결된 수신 Lora 모듈을 통해 수신하고 이를 저장 및 분석한다. PC 모니터링 시스템에서는 실시간으로 데이터를 확인하고 엑셀파일로 자동으로 기록 및 저장되어 생산 환경을 지속적으로 모니터링 할 수 있다.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	8006bf	2019-06-13 15:40	24.9	37.4	1001.8	Room1	2019-06-13 15:40	24.9	37.4	1001.8	
2	8006bf	2019-06-13 15:40	24.9	37.3	997.4	Room1	2019-06-13 15:40	24.9	37.3	997.4	
3	8006be	2019-06-13 15:40	24	39.9	971	Room2	2019-06-13 15:40	24	39.9	971	
4	8006b3	2019-06-13 15:40	24.7	37.9	1001.4	Room3	2019-06-13 15:40	24.7	37.9	1001.4	
5	8006bf	2019-06-13 15:40	24.9	37.3	997.3	Room1	2019-06-13 15:40	24.9	37.3	997.3	
6	8006be	2019-06-13 15:41	24.1	39.8	975.3	Room2	2019-06-13 15:41	24.1	39.8	975.3	
7	8006b3	2019-06-13 15:41	24.7	38	1001.3	Room3	2019-06-13 15:41	24.7	38	1001.3	
8	8006bf	2019-06-13 15:41	25	37.3	997.4	Room1	2019-06-13 15:41	25	37.3	997.4	
9	8006be	2019-06-13 15:41	24.1	39.6	975.3	Room2	2019-06-13 15:41	24.1	39.6	975.3	
10	8006bf	2019-06-13 15:41	25	37.1	997.4	Room1	2019-06-13 15:41	25	37.1	997.4	

그림 5. 생산 환경 모니터링 데이터
 Fig. 5. Monitoring data of industrial site.

그림 4의 C는 들어온 데이터들을 그래픽으로 표현한 것으로 온도 및 습도, 기압을 받아서 처리한다. 앞선 연구[5]와는 달리 좀 더 다양한 장소의 생산 환경을 모니터링할 수 있도록 4개 환경에서의 온도, 습도 및 기압을 나타낼 수 있게 구성하였다. 이는 환경에 따라 더 많이 확장할 수 있다.

그림 4의 A에서 모듈이 연결된 포트를 선택 후 연결하면, 포트를 통해 신호가 들어올 때마다 자동으로 온, 습도 및 기압 정보들이 실시간으로 업데이트된다. 또한 다수의 송신 모듈에 전원 장치만 연결된다면 자동으로 온, 습도 및 기압 정보를 모니터링 룸에 있는 수신 모듈로 전송하기 때문에 편리하게 다양한 정보들을 실시간 모니터링할 수 있다.

그림 5는 실제 모니터링한 온도, 습도 및 기압 정보를 모듈별로 구분하여 저장된 데이터이다. 계측된 데이터는 A~E 열의 데이터로 모듈 명에 따른 데이터들을 볼 수 있다. A열에 모듈 명을 표기하였고 B열에는 계측시간을 표시하였다. 또한 C열에는 온도, D열에는 습도, E열에는 기압을 표기하였다. A~E열의 데이터를 수신 모듈에 신호가 들어올 때마다 자동으로 기록되어 저장 되도록 하여 생산 환경 현장의 데이터를 자동으로 수집할 수 있도록 구성하였다. G~K 열의 데이터는 좀 더 구별하기 쉽도록 모듈 명을 이용하여 장소에 따라 온도, 습도 및 기압 데이터들을 나타내었다.

V. 구현 및 검토

본 논문에서는 계측 값 자동 저장 시스템과 생산 환경 모니터링 시스템을 통합하여 통합 모니터링 프로그램을 구성하였으며 이에 대한 초기 메뉴 화면을 그림 6에 나타내었다.

왼쪽(A)에는 계측 값 자동 저장 시스템을 이용하여 클라우드에 전송한 파일들을 불러와 수정 및 검토가 가능하게 구성하였고, 오른쪽은 장소에 따른 생산 환경 모니터링 프로그램을 바로 실행할 수 있게 구성하였다.

그림 6에서 왼쪽(A)의 시험 성적서 부분은 4개로 구분하여 여러 기업들의 다양한 시험 성적서 양식을 수용할 수 있게 하였고, 또한 측정값이 즉시 수정 및 점검이 가능할 수 있게 구성하였다. 성적서 역시 5개 또는 그 이상의 성적서 양식으로 확장성

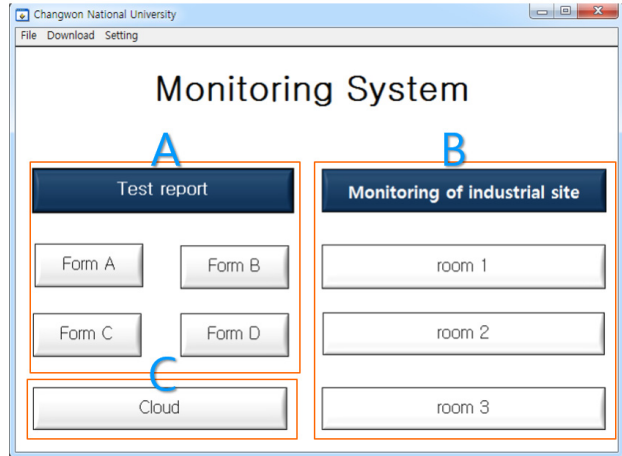


그림 6. 통합 모니터링 프로그램
 Fig. 6. Integrated monitoring program.

가능하다.

오른쪽(B)의 생산 환경 모니터링 부분은 편의상 3개로 구분하여 모니터링이 필요한 공간을 바로 모니터링할 수 있게 구성하였으며 이 역시 4개 또는 더 이상의 모니터링 룸으로 확장 가능하다.

따라서 통합 프로그램을 이용하면 여러 개의 시험 성적서를 관리 및 분석할 수 있을 뿐만 아니라 실시간으로 생산 환경을 모니터링할 수 있다.

왼쪽 아래의 클라우드 부분은 버튼을 누르면 계측 값 자동 저장 시스템에서 업로드 한 시험 성적서를 PC로 다운로드하여 볼 수 있도록 네이버 클라우드나 구글 드라이브를 선택하여 열 수 있게 구성하였다. 이로 인해 제작된 부품의 검사 시, 부품 제작공장이나 제조를 의뢰한 외부 기업 등 장소에 관계없이 어느 곳에서나 의뢰한 고객의 피드백에 의해 개선된 시험 성적서에 기입할 부품 계측값의 저장 및 관리가 용이하다. 또한 계측 즉시 구글 드라이브나 네이버 클라우드를 이용하여 모니터링 PC에 전송함으로써 제품의 품질 관리가 빠르고 애러 없이 이루어

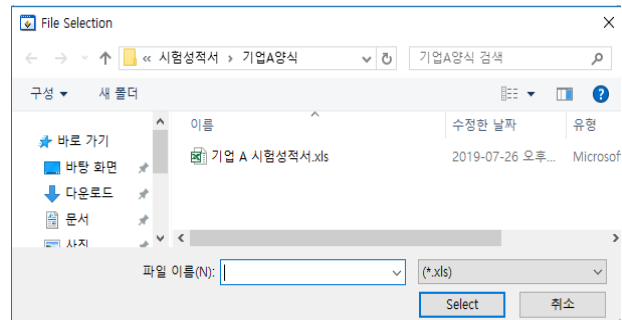


그림 7. 시험 성적서 불러오기
 Fig. 7. Import of test report.

어질 수 있도록 함으로써 제품의 품질 향상 및 작업 효율성의 증대를 기대할 수 있다.그림 7은 시험 성적서를 불러오는 화면으로써, 그림 6의 시험성적서 메뉴 중 기업 A 양식을 선택하면 엑셀 형식으로 모니터링 PC에 저장된 시험 성적서를 불러올 수 있어 편리하게 데이터 관리 및 수정을 할 수 있다.

VI. 결론

부품 제조에 있어서는 생산 환경이 생산품에 직접, 간접적으로 영향을 끼쳐 불량 발생 등 여러 문제가 발생할 수 있기 때문에 온도나 습도, 기압 등의 생산 환경이 중요하며 또한 이를 검사하는 과정이 필수적이다. 따라서 부품 제조에서는 불량 부품에 대한 효율적인 검사장치와 생산 환경에 대한 모니터링이 필요하다.

본 논문에서는 회사 내부 또는 외부에서도 부품 검사를 간편하게 수행할 수 있는 계측 값 자동 저장 시스템과 LoRa 모듈을 이용하여 생산 환경을 모니터링할 수 있는 생산 환경 모니터링 시스템을 통합한 통합 모니터링 시스템을 구현하였다.

구현된 계측 값 자동 저장 시스템은 계측값이 시험 성적서에 자동으로 저장되므로 간편하게 검사를 수행할 수 있고 수기로 작성 시 발생할 수 있는 오기의 가능성을 배제함으로써 시험성적서의 신뢰성 및 검사 효율을 향상시킬 수 있다.

또한 생산 환경 모니터링 시스템을 통하여 온도, 습도, 대기압 등 생산 환경을 실시간으로 모니터링함으로써 생산 환경에 민감한 여러 산업 현장에 적용 시 불량률 감소 등의 생산 효율을 증대시킬 수 있다. 더 나아가 진동 센서를 사용한다면 CNC 머신 등의 여러 기계의 불안정한 진동 같은 이상 징후를 모니터링할 수 있는 통합 모니터링 시스템까지 구축할 수 있다.

이러한 통합 모니터링 시스템은 앞으로 중소기업형 스마트 팩토리의 구축에 활용될 수 있을 것이라 기대한다.

Acknowledgments

이 논문은 2019~2020년도 창원대학교 자율연구과제 연구비 지원으로 수행된 연구결과임.

References

- [1] S. K. Cha, "Standardization trend and system structure of smart factory with IoT/M2M," *The Journal of Korea Institute of Communication Sciences*, Vol. 32, No. 5, pp. 36-41, Apr. 2015.
- [2] Y. N. Chae, C. G. Kim, H. R. Ko and W. S. Kim, "An architecture for managing faulty sensing data on low cost sensing devices over manufacturing equipments," *Korea Information Processing Society*, Vol. 7, No. 3, pp. 113~120, Dec. 2017.
- [3] S. J. Yu and G. I. Kwon, "Smart factory data collection using IoT device and non-licensed frequency band wireless network," *The Journal of Korean Institute of Next Generation Computing*, Vol. 15, No. 1, pp. 58-70, Feb. 2019.
- [4] W. J. Jang, S. I. Cho, S. S. Kim, and G. Y. Gim, "A study on the implementation of big data infrastructure in smart factory," *Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology*, Vol. 8, No.10, pp. 11-23, Oct. 2018.
- [5] J. H. Yoon, J. M. Jung, and B. J. Ko, "Implementation of monitoring system for smart factory," *Journal of Advanced Navigation Technology*, Vol. 22, No. 5, pp. 485-489, Oct. 2018.
- [6] M. S. Jeon and B. J. Ko, "A GUI-based the recognition system for measured values of digital instrument in the industrial site," *Journal of Advanced Navigation Technology*, Vol. 20, No. 5, pp. 496-502, Oct. 2016.
- [7] Changes in the telecommunications industry—Why use LoRa technology? [Internet]. Available:<https://netmanias.com/ko/post/blog/12512/iot-lora/shift-in-the-telecom-industry-why-to-use-lora-technology>



윤 재 현 (Jae-Hyeon Yoon)

2018년 2월 : 창원대학교 전자공학과 (공학사)
2018년 3월 ~ 현재 : 창원대학교 전자공학과 석사과정
※ 관심분야 : 무선모니터링시스템, 스마트 팩토리



장 상 길 (Sang-Gil Jang)

2018년 3월 ~ 현재 : 창원대학교 전자공학과 석사과정
※ 관심분야 : 무선모니터링시스템, 스마트 팩토리



정 종 문 (Jong-Mun Jeong)

2014년 : 창원대학교 정보통신공학과 (공학사)
2016년 : 창원대학교 친환경해양플랜트FEED공학전공 (공학석사)
2019년 ~ 현재 : 창원대학교 친환경해양플랜트FEED공학전공 대학원 박사과정
※ 관심분야 : 네트워크 보안, 사용자 인증, 사물인터넷



고 봉 진 (Bong-Jin Ko)

1994년 ~ 1996년 : 인하공업전문대학 통신과 조교수
1996년 ~ 현재 : 창원대학교 전자공학과 교수
※ 관심분야 : 스마트 팩토리, 이동통신, 무선센서네트워크