

# OPC UA 서버를 이용한 이기종간 스마트팩토리 장비의 데이터 처리 및 수집 시스템에 대한 연구

권승훈, 남정현, 손영득\*  
한국기술교육대학교 기계설비제어공학과

## A Study on a Data Processing and Collection System of Heterogeneous Smart Factory Equipment using OPC UA Server

Seung-Hoon Kwon, Jeong-Hyun Nam, Yung-Deug Son\*  
Department of Mechanical Facility Control Engineering, Korea University of Technology and Education

**요약** 4차 산업 혁명과 관련하여 ICT와 생산 제조 기술이 융합된 스마트팩토리가 교육, 산업현장에 ICT 기술이 점차 적용됨에 따라 생산 제조와 관련된 데이터는 기하급수적으로 발생하고 있다. 이렇게 발생한 원시 데이터는 제조 공정에 보이지 않는 정보들을 포함하고 있지만 데이터양이 방대하여 이를 처리하기 위한 적절한 플랫폼이 필요하다. 본 논문에서는 ICT와 생산 제조 기술이 융합 되어 있는 시스템에서 발생하는 데이터들을 보다 쉽고 편리하게 추출, 누적, 가공하고 분석하기 위한 플랫폼을 제안하고 이를 이용한 분석 결과를 제시한다. 제안하는 플랫폼은 제조 공정에서 발생하는 데이터를 효율적으로 수집하여 사용자가 쉽게 데이터 분석과 시각화를 할 수 있는 플랫폼을 활용한다. 데이터 취득 플랫폼을 이용하여 국내 중소기업 생산 제조업체, 스마트팩토리 교육의 장비에 데이터를 수집하고 시각화를 진행한 결과 데이터 취득, 누적에 대한 커스터마이징 시간이 약 50% 절감을 확인하고 검증하였다.

**Abstract** In relation to the industrial revolution of cars, a smart factory combines ICT, production, and manufacturing technology and is gradually being applied to education and industrial sites. Therefore, data related to production and manufacturing are increasing exponentially. The raw data generated in this way contains information that is invisible to the manufacturing process, but an appropriate platform is needed to process it due to the huge amount. In this paper, we propose a platform for more easily and conveniently extracting, accumulating, processing, and analyzing data generated in a system in which ICT, production, and manufacturing technology converge. We also introduce analysis results from using it. The proposed platform efficiently collects data generated in the manufacturing process and utilizes a platform that allows users to easily analyze and visualize data. Time savings of about 50% were identified and verified as a result of collecting and visualizing data on equipment from domestic small and medium-sized enterprises (SMEs) of production manufacturers and smart factory education using the data acquisition platform.

**Keywords** : OPC UA, Database, Raw Data, Smart Factory, AR, Digital Twin, MES

---

\*Corresponding Author : Yung-Deug Son(Korea University of Technology and Education)  
email: ydson@koreatech.ac.kr

Received August 17, 2022

Revised September 14, 2022

Accepted November 4, 2022

Published November 30, 2022

## 1. 서론

인구 고령화로 인해 숙련된 노동자가 점차 줄어들게 되었고, 기술 동향이 급변하면서 생산 제품의 수명주기가 급격히 줄어들게 되었다. 4차 산업혁명 시대를 맞아, 단순 제조업의 생산 방식에서 정보 IT를 포함한 개인 맞춤형 서비스업 중심으로 옮겨 가면서 제조업은 큰 손실을 입게 되었고 제조업의 혁신이 필요하게 되었다. 현재, 공정 자동화 기술은 각 공정별로 자동화설비가 구축되어 전체 공정과의 유기적 연동 및 관리가 어려운 실정이다. 스마트팩토리는 ICT(Information and Communications Technology) 기술로 모든 설비나 장치가 무선통신으로 연결되어 있어 공정간 데이터를 자유롭게 연계할 수 있고 이를 통해 보다 통합적인 최적의 생산 환경을 이루게 되었다[1,2]. 스마트팩토리가 구현되면 각 공장에서 수집된 수많은 데이터를 기반으로 분석하고, 의사결정을 하는 데이터 기반의 생산 라인을 갖추으로써 생산 현장에서 발생하는 현상, 문제들의 상관관계를 얻어낼 수 있으며 원인을 몰랐던 돌발 장애, 품질 불량 등의 원인을 데이터 분석을 통해 해결할 수 있게 되었다. 이러한 데이터들이 생산관리시스템(MES: Manufacturing Execution System), 가상현실(VR: Virtual Reality), 증강현실(AR: Augmented Reality), Digital Twin, Big Data, 인공지능(AI: Artificial Intelligence) 등과 같은 생산, 경영 분야의 시간 시스템과 연동되어 주문이 접수되거나, 어떠한 최적의 생산체제로 운영할 경영상의 판단이 내려지면 생산 라인은 유연 대처를 할 수 있게 된다[3].

스마트팩토리 기술 구축의 가장 큰 문제가 되는 부분은 현장의 설비가 너무 다양한 것과 각종 제어기기의 제조 회사별 상호 호환이 되지 않는 통신 방식을 사용하고 기존의 기술을 활용하여 공장 내 데이터를 수집하고 데이터베이스를 구축할 수는 있으나 표준화된 작업이 불가능하여 매번 동일한 작업을 반복적으로 개발해야 하는 문제점을 가지고 있다[4]. 또한 데이터를 취득하기 위하여 인력을 투입하여 수행하고 있어서 많은 개발비가 소요되며 스마트팩토리 구축에 어려운 점으로 인식되고 있다. 스마트팩토리 ICT 기술로 인해 모든 설비에 플랫폼을 이용하여 쉽게 데이터를 취득하여 제조 공정을 스마트공장으로 변화하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다[5,6]. 그러나 자동화, 상위 솔루션은 여러 업체에 의해 개발되어 이에 대한 데이터 취득 부분을 다루기 어렵다는 공통점을 가지고 있다. 스마트팩토리에서 필요한 상위 솔루션은 MES, VR, AR, Digital Twin, Big Data, AI 등

과 같은 기술이며 데이터를 기반으로 구현이 가능하다[7]. 수집된 데이터를 분석하는 솔루션은 많이 개발이 되어 있으나 실제로 산재해 있는 데이터를 어떻게 수집할 것인가에 대한 고민은 부족한 현실이다[8]. 또한 데이터를 수집하기 위해서는 현장의 시스템을 분석하고 필요한 데이터와 필요하지 않은 데이터를 구분하여, 수집 가능한 데이터를 간소화하여 수집할 수 있는 인력과 솔루션이 부족하다. 특히 기초 단계에서 데이터 수집은 너무 많은 공수가 발생하고 작업의 효율이 떨어진다[9]. 이러한 문제점을 해소하기 위하여 표준 인터페이스 OPC UA(Open Platform Communication Unified Architecture) 서버(server), 클라이언트(client) 을 이용하여 상위 솔루션 MES, VR, AR, Digital Twin, Big Data, AI 등 시스템에서 요구하는 정형화된 데이터 항목을 선정하여 데이터 항목을 등록하게 되면 자동으로 데이터를 수집하고 데이터를 누적하는 플랫폼 기술이 반드시 필요하다. 본 논문에서 상기와 같은 문제점들을 개선하기 위하여 OPC UA를 이용하여 다양한 기종의 제어설비로부터 수집된 데이터를 정형화 데이터로 통합·저장하여 제공함으로써, 다양한 상위 솔루션에서 공통적으로 저장된 데이터를 기반으로 다양한 솔루션을 제공할 수 있다. OPC UA를 이용한 제조 설비의 데이터 수집 및 데이터 정형화 방법을 제공하는 것에 대한 유효성을 확인한다.

## 2. 본론

### 2.1 OPC UA 서버 시스템 구축

이기종 제조 설비에서 데이터를 구축을 위해서는 OPC UA 서버를 이용하여 데이터 등록, OPC UA 클라이언트를 이용하여 데이터를 취득이 필요하다. 데이터를 자동 취득을 위해 OPC UA 서버에 데이터 등록에 대해 표준적인 방법이 필요하다. Fig. 1는 산업 현장에서 기존의 OPC UA 서버에 등록하는 방법을 나타낸 것으로 1개의 제어기(PLC)를 OPC UA 서버에 등록하는 과정의 예이다. OPC UA 서버에 등록을 하기 위해서는 Channel(제조사 제품)을 선택, Device(제품 모델)을 선택, Tag(Data, Value 등)를 등록하고 OPC UA 클라이언트를 이용하여 데이터를 취득하는 방법을 사용한다. Fig. 1(a)는 1개의 라인 설비에 제어기(PLC)가 1개인 경우 OPC UA 등록 방법, Fig. 1(b)는 1개의 라인 설비에 같은 제조사 제어기가 여러 개가 부착되어 설비를 제어 하

는 경우 OPC UA 등록 방법, Fig. 1(c)는 여러 개의 설비에 각기 다른 제조사의 제어기(이기종 방식)를 사용하는 다양한 형태 설비가 구축된 경우의 OPC UA 등록 방법이다. 이러한 다양한 상황에서 데이터 구축을 위해서는 기존의 OPC UA 서버에 등록 방법 적용 시 매번 설비에 맞추어야 하며 데이터를 자동으로 취득할 수 없고 지속적인 커스터마이징이 필요하다.

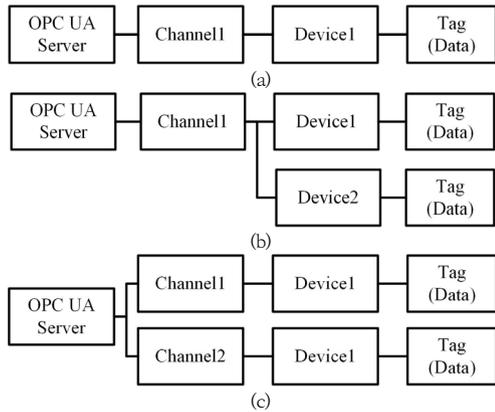


Fig. 1. Configuration of OPC UA Server with the conventional methods (a) One controller in one process line (b) Multiple controllers in one process line (c) Multiple controllers in multiple process lines

특히, OPC UA 서버에 제어기를 등록하기 위해서는 해당 Device 마다 IP, Port가 필요 하다. 기존의 방식을 이용하여 OPC UA에 등록을 하게 되면 Fig. 1(b)와 같이 1개의 제어기(PLC)에서 여러 개의 포트를 Open 하여 등록하는 방식을 이용하여야 하므로 Device가 여러 개가 등록 되어 포트가 추가되는 방식이 되므로 부족 할 경우에는 증설을 하여 추가적인 비용이 발생할 수도 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 본 논문에서 Fig. 2와 같이 제안한다. Fig. 2(a)는 1개의 제어기(PLC)로 1개의 IP, Port를 이용하여 추가 증설 없이 데이터를 정형화하여 등록 설비의 데이터를 취득·제어하는 것이다. Fig. 2(b)는 서로 다른 이기종간 제어기에 의한 데이터를 취득·제어하는 것이다. 표준적인 등록 방법을 이용하게 되면 Device에서 필요한 1개의 제어기로 데이터를 취득하는 방법, 이기종간 제어기의 데이터를 자동으로 취득할 수 있는 형태와 추가 증설이 필요 없는 표준 등록 방식을 만들 수 있어 데이터 등록에 대한 커스터마이징 시간을 최소화 할 수 있다.

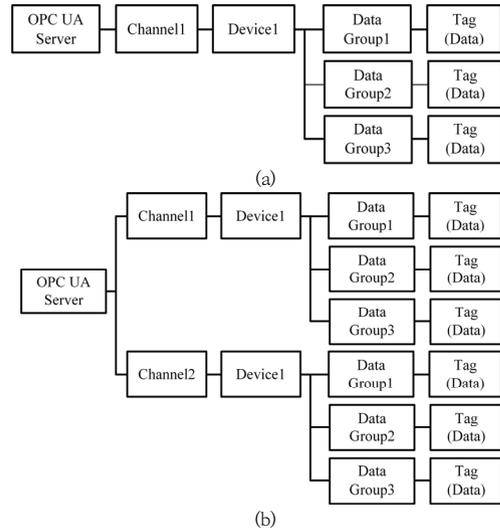


Fig. 2. Acquisition and control of data by OPC UA server in the proposed methods (a) One controller (b) Heterogeneous controllers

## 2.2 상위 솔루션의 데이터베이스 구축

고온 상위 솔루션이 필요한 기존의 데이터베이스 구축 방법을 분석하면 Fig. 3과 분산되어 있다. MES는 수주에서 생산까지의 데이터베이스이다.

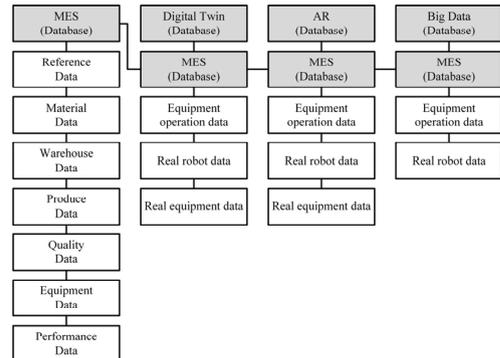


Fig. 3. Conventional method of the overall database system configuration

Digital Twin, AR 데이터베이스 및 Big Data 베이스는 MES 데이터 및 각 설비에 있는 디바이스 동작 데이터와 연동하는 시스템이다. 제조라인 설비에 MES를 기준으로 각 데이터베이스를 구축하기 위하여 각기 다른 제조사에서 각자에 솔루션들에 맞추어 시스템을 구축하기 때문에 데이터가 분산되어 데이터 등록, 수집 및 취득 과정이 복잡하다. 상위 솔루션에 대한 각 시스템 별로 데

이더베이스를 분석하면 Fig. 4(a)와 같다. 이는 MES 생산기반 데이터를 기반으로 각 솔루션들이 시각화하기 위하여 별도로 데이터 구축하기 때문이다.

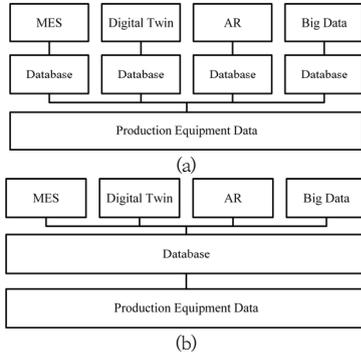


Fig. 4. Database system for higher-level solutions (a) Conventional method (b) Proposed method

이러한 문제점을 해결하기 위하여 Fig. 4(b)와 같이 기존의 MES, VR, AR, Digital Twin, Big Data, AI에서 필요로 하는 수주에서부터 제품 생산까지 발생하는 데이터·Raw 설비 데이터를 한 개의 데이터베이스에 자동으로 분류·수집·누적 하였다. 통합된 데이터베이스에서 모든 데이터를 가지고 있기 때문에 다양한 상위 솔루션 시스템이 데이터를 취득해야 하는 시간, 비용 등을 절감할 수 있다.

### 2.3 OPC UA 데이터 처리를 위한 플랫폼

본 논문에서 제안하는 OPC UA 데이터 처리를 위한 플랫폼을 Fig. 5와 같이 구축하였다. 스마트팩토리의 표준 통신 프로토콜 OPC UA를 이용하여 Database Processing 부분은 데이터 저장, OPC UA Client는 데이터 처리부, OPC UA Server는 데이터 등록부로 구성하였다. OPC UA Server는 설비의 제어기 PLC, Sensor 등과 연결되어 취득한 데이터를 관리하기 위해서는 생산라인에서 필요한 데이터 항목에 대한 분석, 생산에 반드시 필요한 중요 데이터들을 선정하고 저장한다. OPC UA Client 을 이용하여 OPC UA Server에 저장된 데이터 Tag에서 이벤트가 발생을 하게 되면 이벤트 관리(데이터 기록), 생산 설비 데이터로 분류하여 저장한 상태에서 이벤트 관리(데이터 기록) 신호를 설비에서 발생을 하게 되면 현재 취득한 생산 설비 데이터를 Database processing의 각 항목에 맞게 기록·저장한다. Fig. 6은 실제 OPC UA Server/Client로 구성된 전

체 플랫폼 화면이다.

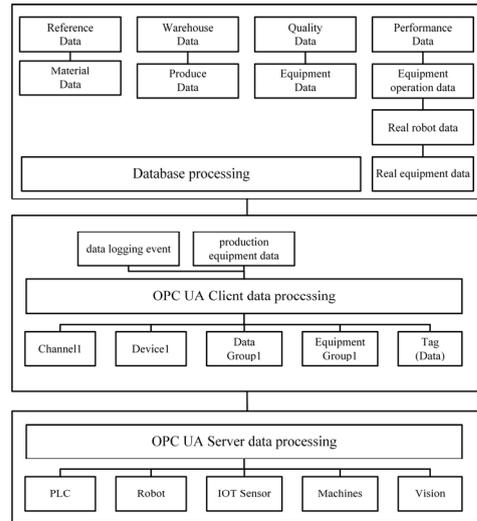


Fig. 5. Platform for processing OPC UA data

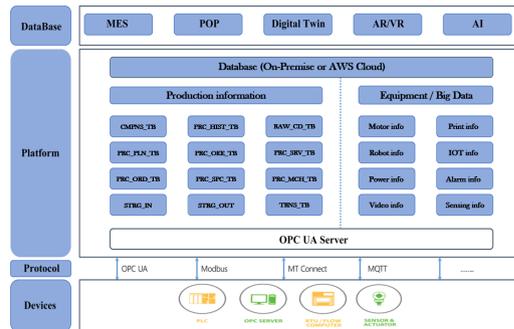


Fig. 6. Overall platform by OPC UA server/client

Fig. 7은 플랫폼 데이터 처리 절차를 나타내었다. OPC UA Server와 데이터베이스의 연결을 확인 후에 OPC UA Server와 Tag 데이터를 OPC UA 클라이언트와 연결한다. Tag에서 발생하는 데이터는 각 이벤트 신호(데이터 기록)와 생산 설비 데이터로 분류하여 데이터를 가지고 있으며 이벤트 관리(데이터 기록 신호)에서 신호가 발생하면 생산 설비 데이터를 데이터베이스에 기록하는 방법이다.

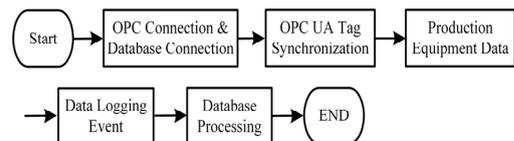


Fig. 7. Flowchart of platform data processing

### 2.4 플랫폼 프로그램 설계·구현

프로그램 개발을 위하여 제조사에서 접속할 수 있는 로그인과 관리자, 사용자 접속에 따른 권한에 따라 프로그램을 조작 할 수 있는 사항을 분리하기 위하여 프로그램을 설계하였다. 플랫폼에서 데이터베이스의 수주 정보가 등록 되어 제조 설비에서 생산이 가능한 상태가 되면 자동으로 생산 지시를 OPC UA 프로토콜을 이용하여 설비에 전달, 자동 생산 지시가 가능 하도록 하였다. 가상 물리시스템(CPS: Cyber Physical System)에 기능 중 일부를 간단한 생산 라인에 동작할 수 있게 적용하였으며 본 기능을 통하여 현장에서 불필요한 작업을 줄여주기 위한 일부 기능을 구현하였다. 검사, 설비, 생산 등 데이터를 활용하는 사용자에게 따라 중요시하는 데이터가 서로 상이하므로 기존 시스템의 데이터를 기업의 요구사항에 맞추어 시스템을 구축하게 되면 데이터 표현, 분석에 따른 확장성이 떨어진다. 이로 인해 플랫폼에서는 Data Export 기능을 추가 하여 사용자가 필요한 데이터를 데이터베이스에서 선택된 기간, 필요한 데이터를 불러와서 CSV 파일로 Export하는 기능을 탑재하여 사용자가 데이터 표현 확장성을 두었다. 또한, 시스템 구동에 필요한 기업 정보, 사용자 등록, 라인, 설비, 제품, 자재명세서(BOM: Bill of Material) 등록 기능들로 구성되어 있으며 플랫폼이 구동하기 위한 기본 입력 항목이다. 이 항목은 MES, ERP, VR, AR, Digital Twin, Big Data, AI 와 같이 솔루션들이 구동, 데이터베이스에서 데이터를 검색하기 위한 조건들이 필요하기 때문에 최소한의 입력 정보이다. 실시간 데이터에 확인을 위하여 OPC UA Server에서 변화하는 데이터를 확인이 가능 하며 데이터에 대한 설명, 메인 제어기에 실제 Address를 사용자/관리자가 확인하여 설비에서 추출 되는 데이터를 확인할 수 있으며 시스템 구축 시 필요한 데이터 검증에 대한 커스터마이징 시간을 줄일 수 있도록 하였고 기존 라인, 설비, 제품, BOM 코드를 등록하는 방법 외에 사진 이미지를 등록하여 사용하도록 설계하였다. Fig. 8은 생산관리(CS: Customer's Satisfaction)를 위한 자동 생산 지시

PRD_PLN_CD	LOT	CMP_CD	PRD_CD	CMP_LINE_CD	CMP_EQ_CD
220422001	ASN2011220422001	3128302165	ASN2011	LN01	EQ01
220422002	ASN2011220422002	3128302165	ASN2012	LN01	EQ01
220422003	ASN2011220422003	3128302165	ASN2012	LN01	EQ01
220422004	ASN101220422004	3128302165	ASN1012	LN01	EQ01
220422005	ASN101220422005	3128302165	ASN1012	LN01	EQ01
220422006	ASN1011220422006	3128302165	ASN1011	LN01	EQ01
220422007	ASN201320422007	3128302165	ASN2013	LN01	EQ01
220422008	ASN201320422008	3128302165	ASN2013	LN01	EQ01
220422009	ASN201420422009	3128302165	ASN2014	LN01	EQ01
220422010	ASN2011220422010	3128302165	ASN2011	LN01	EQ01

Fig. 8. Production Automatic Scheduling

프로그램으로 데이터베이스에 생산 지시(설비 작업 시작) 정보를 입력하면 해당 정보를 PLC와 연동하여 설비가 자동적으로 생산을 할 수 있는 시스템이다.

Fig. 9는 OPC UA Server의 실시간 데이터 정보로 등록된 생산 라인 실시간 데이터 값을 확인, 데이터 기록 필요시 데이터베이스에 데이터 기록할 수 있다. 데이터베이스에 누적된 데이터를 활용하기 위하여 현재까지 누적된 데이터를 CSV 파일형태로 Export 하여 분석할 수 있도록 설계하였다[9]. Fig. 10은 생산 라인별 분류를 위해 ID를 등록 할 수 있도록 구성하였으며 등록된 ID에 이미지를 삽입하여 검색 시 등록된 라인 이미지를 볼 수 있도록 하였다. Fig. 11은 생산 라인에 연결되어 있는 각 설비별 분류를 위한 ID 등록 화면으로 생산 라인 등록 방법과 유사하게 이미지를 추가할 수 있도록 설계하였다.

EQ_ID	DATA_GRP	TAG_NAME	PLC_ADDRESS	DATA_TYP	Value	Quality	Timestamp
EQ02	EQP_AR10	LN01_01.MT5800.EQ02.EQP_AR10.AE_13M	461	Word	0	GOOD	10:09:14
EQ02	EQP_AR10	LN01_01.MT5800.EQ02.EQP_AR10.INS_DS	462	Word	0	GOOD	10:09:14
EQ02	EQP_RE100	LN01_01.MT5800.EQ02.EQP_RE100.REL_D800	800	Word	4	GOOD	10:15:51
EQ02	EQP_RE100	LN01_01.MT5800.EQ02.EQP_RE100.REL_D801	801	Word	2	GOOD	11:24:08
EQ02	EQP_RE100	LN01_01.MT5800.EQ02.EQP_RE100.REL_D802	802	Word	2	GOOD	11:23:47
EQ02	EQP_RE100	LN01_01.MT5800.EQ02.EQP_RE100.REL_D805	805	Word	0	GOOD	11:23:00
EQ02	EQP_RE100	LN01_01.MT5800.EQ02.EQP_RE100.REL_D806	806	Word	0	GOOD	10:39:28
EQ02	EQP_RE100	LN01_01.MT5800.EQ02.EQP_RE100.REL_D807	807	Word	1	GOOD	10:09:14
EQ02	EQP_RE100	LN01_01.MT5800.EQ02.EQP_RE100.REL_D860	860	Word	0	GOOD	10:09:14
EQ02	EQP_RE100	LN01_01.MT5800.EQ02.EQP_RE100.REL_D861	861	Word	0	GOOD	10:09:14
EQ02	EQP_RE100	LN01_01.MT5800.EQ02.EQP_RE100.REL_D862	862	Word	0	GOOD	10:09:14
EQ02	EQP_RE100	LN01_01.MT5800.EQ02.EQP_RE100.REL_D863	863	Word	0	GOOD	10:09:14
EQ02	EQP_RE100	LN01_01.MT5800.EQ02.EQP_RE100.REL_D864	864	Word	0	GOOD	10:09:14
EQ02	EQP_RE100	LN01_01.MT5800.EQ02.EQP_RE100.REL_D865	865	Word	0	GOOD	10:09:14
EQ02	EQP_RE100	LN01_01.MT5800.EQ02.EQP_RE100.REL_D866	866	Word	0	GOOD	10:09:14
EQ02	EQP_RE100	LN01_01.MT5800.EQ02.EQP_RE100.REL_D867	867	Word	0	GOOD	10:09:14

Fig. 9. Real-time data information of OPC UA Server



Fig. 10. Registration of production line ID



Fig. 11. Registration of production facility ID

### 2.5 시스템 성능 시험

본 연구를 통해 개발된 플랫폼의 성능 검증을 위해 Fig. 12와 같은 실험실 제조관리시스템(MPS: Modular Production System) 실습 장비를 공급·가공·검사·이송·적재 공정으로 분류하고 8대의 실습 장비를 플랫폼과 연결하여 소규모 생산 공장으로 구성을 하였다. 각 생산 라인에서 발생하는 데이터를 본 플랫폼과 연결하여 플랫폼이 생산 지시(생산 시작)를 OPC UA 프로토콜을 이용하여 데이터를 전송하고 실습 장비는 생산을 시작하게 된다. 이후 8대의 실습 장비에서 생산하는 과정을 거쳐 발생하는 생산 데이터, 설비 데이터, 검사 데이터 등이 데이터베이스에 누적되어 플랫폼, 각 상위 시스템이 구동하는데 이상이 없는지 성능 시험을 구현하였다.

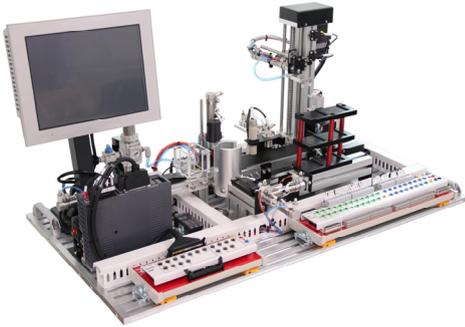


Fig. 12. Practice Equipment of Modular Production System

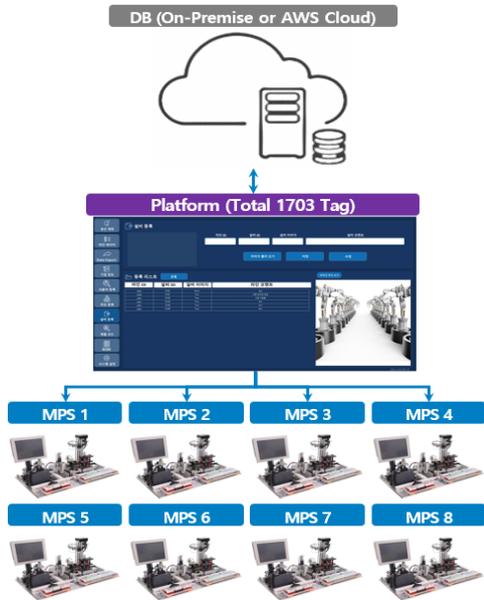


Fig. 13. Test Configuration Environment

첫 번째 성능 시험으로 기존 구성된 시스템(PLC 6대, Tag 1000)과 비교를 위해[10], Fig. 13과 같이 8대의 MPS 라인으로 구성을 하고 앞서 Fig. 9와 같이 전체 1703개 데이터(Tag)가 변경된 시간을 기록하여 동기시간 300msec 내 변화를 확인하여 Synchronization Time 시간의 효율성을 입증하였다.

두 번째 성능 시험으로 데이터베이스에 생산 지시 정보를 입력하면 8대의 생산 라인에 자동으로 생산 지시 데이터를 OPC UA 프로토콜을 이용하여 해당 생산 라인에 Data Write 하여 전송 시간 10초 이내 자동 장비 시작되는 것으로 Fig. 8과 같이 확인하였다. 또한, 데이터베이스를 활용하게 되면 AR, Digital Twin, MES등과 같은 상위 솔루션들과 연동하여 설비를 자동 생산으로 가동이 가능한 기술로 활용할 수 있다.

세 번째 성능시험으로 8대의 생산 라인에서 생산 중 발생하는 데이터 설비 가동 이력, 서보 모터 정보, 검사 정보에 대한 누적 데이터를 Fig. 14와 같이 각 생산 라인 별로 설비의 전체적인 운영 데이터 상황을 알 수 있다.

PRO_SIL_NO	PRO_RLN_NO	OPF_CD	PRO_CD	OPF_LINE_ID	OPF_SLD	PRO_TIP_NO	PRO_LOT	RECE_CD
MPS0100-211222002-0000	211222002	2158723455	MPS0100	LM01	EQ01	PRDC	MPS0100-211222002	RC00
MPS0100-211222002-0000	211222002	2158723455	MPS0100	LM01	EQ01	PRDC	MPS0100-211222002	RC00
MPS0100-211222002-0000	211222002	2158723455	MPS0100	LM01	EQ02	PRDC	MPS0100-211222002	RC00
MPS0100-211222002-0000	211222002	2158723455	MPS0100	LM01	EQ02	PRDC	MPS0100-211222002	RC00
MPS0100-211222002-0000	211222002	2158723455	MPS0100	LM01	EQ03	PRDC	MPS0100-211222002	RC00
MPS0100-211222002-0000	211222002	2158723455	MPS0100	LM01	EQ03	PRDC	MPS0100-211222002	RC00
MPS0100-211222002-0000	211222002	2158723455	MPS0100	LM01	EQ04	PRDC	MPS0100-211222002	RC00
MPS0100-211222002-0000	211222002	2158723455	MPS0100	LM01	EQ04	PRDC	MPS0100-211222002	RC00

Fig. 14. Data analysis on the operation of production facilities

생산 라인에서 발생한 데이터를 플랫폼과 연동하여 활용하여 Digital Twin 가상화 동작 구동화면을 Fig. 15에 나타내었으며 AR을 활용한 시각화를 Fig. 16로 표현하였다. 상기의 결과를 바탕으로, 플랫폼에서 데이터를 누적되면 MES, VR, AR, Digital Twin, Big Data, AI 등에서 다양한 솔루션 활용이 가능하다.

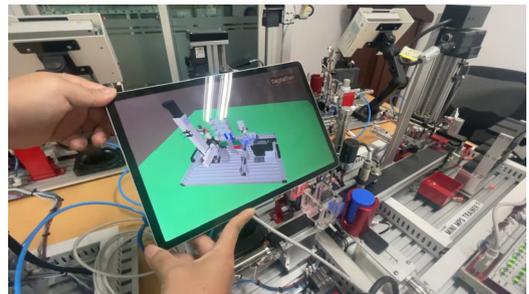


Fig. 15. Virtualization using the Digital Twin

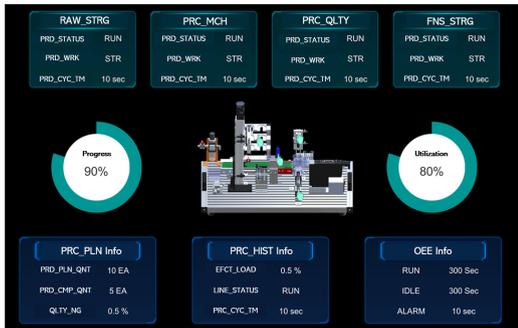


Fig. 16. Visualization using Augmented Reality

## 2.6 시스템 성능 결과

스마트 팩토리 기술이 도입된 스마트 공장 구축 비용은 평균 약 1.5억 원 정도의 비용이 소요된다[11]. 이 중 MES 솔루션이 평균 66 % 약 1억 원의 비용이 발생된다[12]. 또한, 프로그램(데이터) 커스터마이징까지 약 60일 (man-day) 정도에 시간이 필요하다[13,14]. 본 플랫폼을 이용하여 8대의 실습 장비에 데이터 취득 까지 약 30일이 소요되었으며 본 실험으로 약 50 %의 절감 효과가 확인되었다. 금액으로 환산을 하게 되면 응용 소프트웨어 엔지니어(SW 소프트웨어협회) 평균 1일(약 300,000원) 임금을 기준으로 약 9,000,000원에 절감 효과를 보였다. 본 플랫폼을 이용하여 커스터마이징 비용의 절감을 검증하였다.

## 3. 결론

본 논문 플랫폼 개발은 ICT와 생산 제조 기술이 융합된 스마트팩토리에서 발생하는 공정 데이터의 정형적 수집 방법과 플랫폼을 이용한 데이터 처리 및 수집, 수집된 데이터에 대한 상위 솔루션의 활용에 대한 중요성과 데이터 기반 기술에 대한 성능을 검증하고 유효성을 확인하였다. 스마트팩토리는 모든 설비에 플랫폼을 이용하여 데이터 등록·저장·취득 등을 공정이 이루어지고 있으며 자동화 설비, 상위 솔루션 등은 여러 업체에 의해 개발되어 있다. 그러나 데이터 호환 및 연계 등 취급이 다소 어렵다는 공통점을 가지고 있다. 따라서 본 연구에서 설계한 플랫폼을 이용하여 데이터를 수집하게 되면 정형적 데이터 취득법, 데이터 통합, 공통 데이터베이스 구축, 각 상위 솔루션에 대해 신속히 대처할 수 있다. 본 연구를 바탕으로 제조 공정의 플랫폼 상품화 개발에 기여하고자 한다.

## References

- [1] H. S. Kang, J. Y. Lee, S. S. Choi, H. Kim, J. H. Park, J. Y. Son, B. H. Kim, S. D. Noh, "Smart manufacturing: Past research, present findings, and future directions", *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology*, Vol.3, No.5, pp.111-128, Jan. 2016.  
DOI: <https://doi.org/10.1007/s40684-016-0015-5>
- [2] S. Y. Hwang, D. J. Shin, K. J. Kwak, J. J. Kim, J. M. Park, "Real-time Processing of Manufacturing Facility Data based on Big Data for Smart-Factory", *Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication*, Vol.19, No.5, pp.219-227, Oct. 2019.  
*Research in Engineering Design*, Vol.21, No.4, pp.209-234, Oct. 2010.  
DOI: <https://doi.org/10.7236/IJIBC.2019.19.5.219>
- [3] D. J. Lim, K. S. Kwon, "Research on The Implementation of Smart Factories through Bottleneck improvement on extrusion production sites using NFC", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.22, No.2, pp.104-112, Feb. 2021.  
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2021.22.2.104>
- [4] D. B. Ko, J. M. Park, "A Study on the Visualization of Facility Data Using Manufacturing Data Collection Standard", *International Journal of Internet, Broadcasting and Communication*, Vol.18, No.3, pp.159-166, Jun. 2018.  
DOI: <https://doi.org/10.7236/IJIBC.2018.18.3.159>
- [5] H. R. Bae, S. H. Park, Y. L. Choi, B. J. Joo, "Operational Big Data Analytics platform for Smart Factory", *Journal of BIGDATA*, Vol.1, No.2, pp.9-19, Aug. 2016.
- [6] S. J. Kim, "Technology Research Trends of Smart Factory through the Keyword Network Analysis", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.23, No.5 pp.17-23, May 2022.  
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2022.23.5.17>
- [7] Q. Qinglin, T. Fei, "Digital Twin and Big Data Towards Smart Manufacturing and Industry 4.0: 360 Degree Comparison", *IEEE Access*, Vol.6, pp.3585-3593, Jan. 2018.  
DOI: <https://dx.doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2793265>
- [8] A. Bondarev, D. Zakirov, "Data warehouse on Hadoop platform for decision support systems in education", *International Conference on Electronics Computer and Computation (ICECCO)*, IEEE, Almaty, Kazakhstan, pp.1-4, September 2015.  
DOI: <https://dx.doi.org/10.1109/ICECCO.2015.7416884>
- [9] Y. K. Hahm, "Data Integration Strategy in Big Data Era: A Public Sector Case Analysis", *Journal of Information Technology and Architecture*, Vol.14, No.2, pp.115-128, Jun. 2017.
- [10] Y. M. Lee, W. B. Lee, S. H. Lee, "The Development of Protocol for Construction of Smart Factory",

*j.inst.Korean.electr.electron.eng.*, Vol.23, No.3,  
pp.1096-1099, Sep. 2019.  
DOI: <https://dx.doi.org/10.7471/ikeee.2019.23.3.1096>

- [11] C. D. Seo, Average smart factory construction cost 150 million won, Maeil Business News Korea, 2018, November 13.  
<https://www.mk.co.kr/news/business/view/2018/11/710973>
- [12] Smart Manufacturing Innovation Promotion Team, AI/Data-based SME Manufacturing Innovation Advancement Strategy, Technical Report, Ministry of SMEs and Startups, 2020 July 23, Korea, pp.19-20.
- [13] H. J Lee, Supporting the expansion of smart factories for 18,000 companies over 3 years, Techworld OnLine News, 2020 November 17.  
<https://www.epnc.co.kr/news/articleView.html?idxno=108832>
- [14] D. J Cho, Small and Medium Business Smart Factory Consulting Case, Hello T, 2019 March 26.  
[https://www.hellot.net/news/article\\_print.html?no=45523](https://www.hellot.net/news/article_print.html?no=45523)

손 영 득(Yung-Deug Son)

[정회원]



- 2015년 2월 : 부산대학교 전자전 기공학부 (공학박사)
- 2001년 2월 ~ 2009년 8월 : 현대 중공업 선임연구원
- 2016년 3월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 기계설비 제어공학과 부 교수, 건축전기설비기술사, 전기응용기술사

<관심분야>

자동제어, 지능제어, 모터제어, 전기설비, 기계설비

권 승 훈(Seung-Hoon Kwon)

[정회원]



- 2020년 8월 : 국가평생교육진흥원 멀티미디어 공학사
- 2022년 8월 : 한국기술교육대학교 기계설비 제어공학과 공학석사
- 2011년 4월 ~ 현재 : ㈜아이지 소프트웨어 팀장

<관심분야>

자동제어, AI, Digital Twin, Raw Data, Smart Factory

남 정 현(Jeong-Hyun Nam)

[정회원]



- 2014년 2월 : 한국폴리텍IV대학 청주캠퍼스 메카트로닉스 전문학사
- 2019년 8월 : 국가평생교육진흥원 메카트로닉스 공학사
- 2022년 8월 : 한국기술교육대학교 기계설비 제어공학과 공학석사
- 2013년 12월 ~ 현재 : ㈜아이지 제어설계 팀장

<관심분야>

자동제어, PLC, 산업용 로봇, Smart Factory