

중소기업 스마트공장 사전준비를 위한 이기종 시스템에 대한 네트워크 인터페이스 방안의 연구

김재표¹, 김승천^{2*}

¹한성대학교 스마트융합컨설팅학과 제품분야 박사과정, ²한성대학교 IT융합학과 교수

A Study on Network Interface Scheme of Heterogeneous Systems for SEM's Smart Factory Preliminary Preparation

Jaepyo Kim¹, Seungcheon Kim^{2*}

¹Ph.D. Course, Dept. Of Smart Convergence Consulting, Hansung University

²Professor, Dept. Of IT Convergence, Hansung University

요약 중소기업에 예상되는 통신 관련 이슈는 1) IT 시스템이 구축되어 있는 경우 연계가 쉽지 않고, 2) 이기종 시스템에서 데이터 수집과 통합이 어렵고, 3) 다양한 Fieldbus 및 프로토콜이 존재하여 인터페이스가 쉽지 않다는 것이다. 보통 스마트공장 도입 전에 중소기업은 자동화가 구축되어 있는 경우가 많다. 중소기업의 자동화 대상 설비와 통신네트워크에 노후된 Sensor와 이기종 시스템 수준에 맞게 Sensing 등 통신기술을 함께 제공할 필요가 있다. PI를 활용한 사전준비 시점에 최신 네트워크 기술을 적용하기 전에 각 유형별 네트워크 인터페이스 개선방안을 고찰하고자 한다.

주제어 : 인터페이스, 네트워크, 스마트공장, 프로토콜, 범용통신, 센서

Abstract The communication issues expected for SMEs are that 1) IT systems are not easy to connect, 2) data collection and integration by heterogeneous systems are difficult, and 3) various fieldbuses and protocols make interfaces difficult. Usually, SMEs often have automation built before the introduction of smart factories. It is necessary to provide communication technology such as Sensing to meet the heterogeneous system level with the old aged sensors in the automation equipment and communication network of SMEs. We will consider how to improve the network interface before applying the latest network technology at the time of preparation using PI.

Key Words : Interface, Network, Smart Factory, Protocol, Universal communication, Sensor,

1. 서론

1990년대부터 IT기술이 산업에 본격적으로 적용되면서 프로세스 혁신활동(PI: Process Innovation)이 시작되었다. PI활동은 생산성(Productivity), 품질(Quality), 원가(Cost), 납기(Delivery), 유연성(Flexibility)관점에서

서 글로벌 및 국내 대기업 중심으로 적용을 해왔고 성과도 있었다[1-3]. 급변하는 시장에 과학적이고 빠른 의사결정 구조에서 IT기술과 PI활동이 중요한 역할을 해왔으나 국내 중소기업 환경에서 대기업방식의 PI 활동 적용은 다음과 같은 문제점으로 효율적이지 않다. 이제까지의 중소기업의 스마트팩토리 IT기술 적용과정에서 PI과

*This research was financially supported by Hansung university.

*Corresponding Author : Seungcheon Kim(kimsc@hansung.ac.kr)

Received September 24, 2020

Accepted November 20, 2020

Revised October 20, 2020

Published November 28, 2020

정이 생략되거나 소홀이 된 채로 시스템을 도입한 후에 성공적으로 사용하는 중소기업이 많지 않다. 첫째가 경영진을 포함한 구성원이 도입시스템과 업무혁신과정인 PI 활동에 대한 이해와 관심부족이다. 두 번째 솔루션 공급업체가 참여업체와 직접 만나 공정이나 업무의 프로세스에 대한 As-is 분석과 To-be 설계과정이 부족한 채로 진행되고 업무혁신과정의 고민 없이 진행되었다는 점이다. 세 번째 구축과정에 이슈해결 및 사용자 교육 등 변화관리 활동이 부족하였고 구축 후 시스템과 프로세스의 최적화 및 고도화 활동으로 연결이 되지 않는다는 점이다. 마지막으로 자동화 설비의 노후센서, 이기종의 시스템 등과의 네트워크 연결이 PI 활동과 연계가 안 되는 경우가 많았다. 마지막 문제점은 대기업과 다르게 중소기업에서는 관리 인력 및 물적 자원의 부족으로 제대로 지원하고 있지 못한 실정이다[3,4].

본 논문에서는 노후설비 센서와 이기종 시스템의 데이터 통신 네트워크를 통한 연계에 있어서의 문제점과 그에 따른 해결책을 찾고자 한다.

2. 중소기업 스마트공장 Network

Interface 개선 방안

2.1 Smart Factory 구성 및 Network 개요

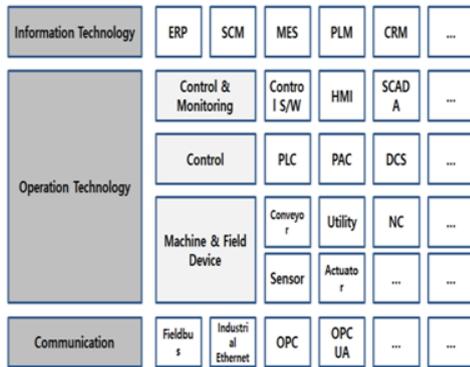


Fig. 1. Smart Factory System Architecture

Smart Factory 시스템 구조는 Fig. 1과 같이 IT 영역과 OT 영역 그리고 통신 부분으로 구성할 수 있다. Information Technology(IT) 영역은 ERP, SCM, MES, PLM, CRM 등으로 구성되고 Operation Technology(OT) 영역은 Machine & Field Device(Sensor, Actuator, 설비 등) Control 장치 (PLC, PAC, DSC 등), Control

& Monitoring(HMI, SCADA 등)으로 구성한다. 통신 영역은 Fieldbus, Ethernet, OPC, OPC UA로 구성할 수 있다[5].

Smart Factory 시스템의 인터페이스 목적은 MES가 장비의 제어를 통해 운전 정보, 생산 정보 등을 취하고, MES가 생성하여 설정한 생산 정보(레시피 등), 장비 운행지시 등의 정보를 장비의 제어기로 보내기 위함이다. 장비와 컴퓨터간의 통신 기능이 범용 통신이 해당 장비 제어기에서 지원할 경우 기본적으로 RS-232C와 Ethernet 통신(이하 범용 통신)을 지원되므로 인터페이스를 구현할 수 있다.

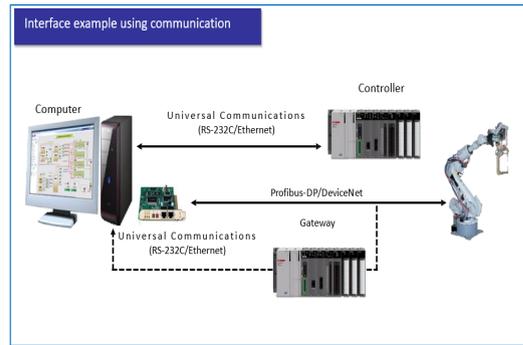


Fig. 2. Communication Interface

Fig. 2와 같이 Profibus-DP, DeviceNet 등 Fieldbus 계열의 통신을 연결할 경우 장비의 제어기에서 범용 통신이 없이 컴퓨터에 해당 통신 모듈을 장착하여 연결할 수 있고 게이트웨이를 사용하면 필드버스를 범용통신으로 변경해서 컴퓨터와 인터페이스 할 수도 있다. 직접 결선(Hard Wiring)하는 인터페이스보다 통신을 활용한 인터페이스를 사용할 경우 많은 양의 정보를 교환 할 수 있고, 사용자 요구에 부합하는 정보의 수정과 확장이 쉽고 장비와 컴퓨터 간 배선이 용이하다[6,7].

2.2 Smart Factory Network 이슈 및 문제점

생산제조 데이터 정보의 특징은 i) 제조실행 시 발생하는 RFID, 바코드, 온습도, 압력 등 물리 화학적 정보의 다양한 종류와 아날로그 성격의 데이터, ii) 대량생산시스템에서 발생한 데이터 처리속도와 크기가 큰 유형, iii) 외부 네트워크와 단절된 DCS/SCADA 시스템, iv) 다양한 설비의 환경적 차이로 발생하는 데이터 포맷의 다양성, v) 불필요한 연속적인 중복 데이터 및 반정형 데이터 활용 증가 등을 성격을 띠고 있다. 이런 정보의 특징으로

제조 기업에서 실시간 운전 데이터의 통합기술 부족 및 데이터의 신뢰성과 일관성 부족, 빅데이터의 느린 속도 문제에 노출될 가능성이 있다[8].

실시간 네트워크 처리와 이기종의 필드버스 통신 관점에서 기술적 중요한 특성을 살펴보면 i) 송수신기의 거리에 비례한 경로손실, ii) 송수신기의 반양방향성 (half-duplex) iii) 물리계층의 오버헤드, iv) 반사, 회절 등의 영향으로 인한 채널 에러 발생 등을 볼 수 있다. 이런 특성으로 채널 속성 영향으로 볼 때 첫째 통신 패킷 전달과정에서 미승인 ID에 의해 공간적, 시간적 일관성 문제 발생되고 있다. 둘째 Profibus와 같이 분배 토큰패싱 방식의 이동성 대처의 프로토콜의 문제가 있다. 셋째 CAN통신의 CSMA방식 프로토콜은 유선과 달리패킷의 충돌을 회피할 경우 무선의 반양방성을 사용하는 등의 제약이 있다[9,10].

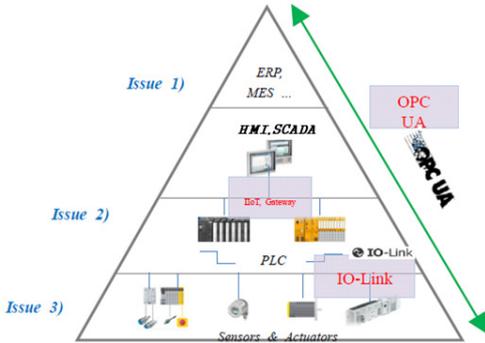


Fig. 3. System Architecture

중소기업에 예상되는 통신 관련 이슈는 Fig. 3과 같이 종합하면 크게 1) IT 시스템이 구축되어 있는 경우 연계가 쉽지 않고 2) 이기종 시스템에서 생성되는 데이터 수집 및 통합이 어렵다. 3) 다양한 Fieldbus 및 프로토콜이 존재하여 인터페이스가 쉽지 않다는 것이다. 이런 특성으로 보통 스마트공장 도입 전에 중소기업은 자동화가 구축되어 있는 경우가 많다.

중소기업의 자동화 대상 설비와 통신네트워크에 노후된 Sensor와이기종 시스템 수준에 맞게 Sensing 등 네트워크 기술을 중소기업의 인적 물적 인프라가 열세이므로 쉽게 접근할 수 있도록 제공할 필요가 있다[11,12].

2.3 Network 유형에 따른 Interface 모델 제안

Smart Factory 사전 설계의 PI 단계에서 IT인프라와 설비의 통신 네트워크 수준을 점검하여 시스템 설계시기에 대안을 제시할 필요가 있다. 노후설비 Sensor 및 이

기종 시스템간의 Network를 OPA UA, IOT Platform, Gateway Box, IO-Link 등 최신 통신기술을 적용하기 전 현재 사용하고 있는 기존 네트워크 장비 중심으로 국내 중소기업 스마트공장에 적합한 Network Interface 개선방안을 정립할 필요가 있다. 중소기업 수준에서 도입 가능하고 스마트공장을 위한 이기종 네트워크 의 이슈 및 문제점을 쉽게 접근할 수 있는 해결 방안으로 제시하고자 한다[13,14].

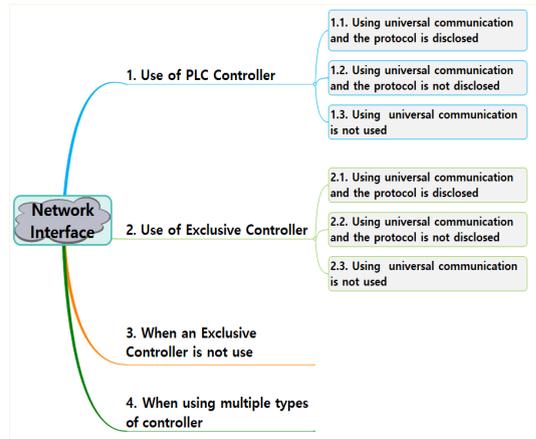


Fig. 4. Pattern Model of Network Interface

이기종 Network Interface 유형을 분류하여 유형에 따른 모델의 비교를 제시하고 대책 안을 도출하고자 한다. Network Interface 유형에 따른 모델의 제시안은 아래 Fig .4와 같이 PLC제어기 사용, 전용제어기 사용, 제어기를 사용하지 않는 경우, 여러 종류의 제어기 사용하는 경우로 크게 나누고 PLC제어기 사용과 전용제어기 사용에서 범용통신 사용 여부와 프로토콜이 공개여부에 따른 유형으로 분류한다[15].

2.4 Network유형에 따른 Interface 개선방안

2.4.1 PLC 제어기 사용

1) 범용통신을 사용하고 프로토콜 공개된 경우

PLC에서 범용 통신을 이용할 수 있고 공개된 통신 프로토콜이 있는 경우는 Fig. 5와 같이 MES 프로그램에서 공개된 프로토콜을 활용해서 PLC간 통신 프로그램을 만들어 MES에서 필요한 정보를 수집한다. PLC와 통신하는 프로그램이 구현이 MES에서 어렵다면 해당 PLC의 통신 드라이브가 있는 범용 HMI 소프트웨어를 이용한다. HMI가 PLC와의 통신하면서, MES는 HMI에서 정보를 수집하는 방법으로 PLC와 통신할 수도 있다.

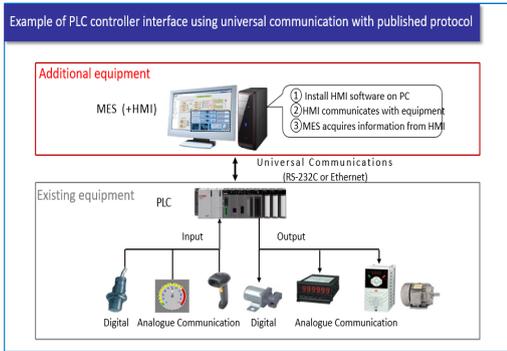


Fig. 5. Universal Communication+Protocol use

2) 범용통신 사용하고 프로토콜 비공개된 경우

(1) 범용 HMI 소프트웨어를 이용하는 방법

HMI는 다양한 장비와 통신할 수 있도록 다수의 프로토콜을 통신 드라이브로 구현되어 있어서 미공개된 프로토콜을 통신이 될 수 있다. Fig. 6과 같이 MES프로그램이 있는 컴퓨터와 HMI는 별도의 컴퓨터에 설치한 후 장비와 인터페이스를 시도하고 MES는 HMI에서 정보를 수집하는 방법으로 인터페이스를 구성하여 필요한 정보를 MES에서 수집할 수 있다.

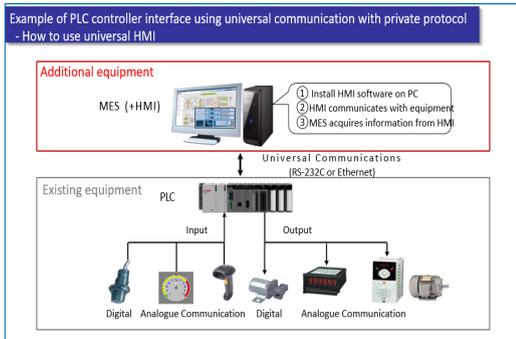


Fig. 6. Universal HMI SW use

(2) 제2의 PLC를 설치하는 방법

장비 제어기와 통신이 가능한 드라이브가 있는 HMI가 없을 경우 현재의 상태에서 Fig. 7과 같이 통신을 할 수 있는 제2의 PLC를 설치하고, 수집 대상의 정보 Data를 취할 수 있는 센서를 새로 부착하여, 신규 센서를 제2의 PLC에 연결하여 통신 방법으로 인터페이스를 구현한다.

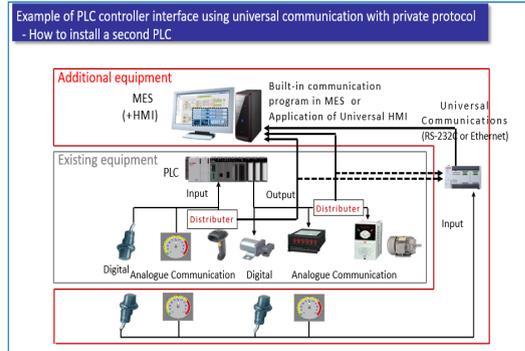


Fig. 7. The second PLC install

2.4.2 전용 제어기 사용

1) 범용통신을 사용하고 프로토콜 공개된 경우 전용 제어기에도 범용 통신이 제공하는 경우가 있으나, 입력되는 정보의 가공방법이 고정되어 있는 경우가 많으므로 HMI가 장비와 인터페이스를 담당한다. Fig. 8과 같이 MES는 HMI에서 정보를 수집하는 방법으로 인터페이스를 구성하고, MES는 필요한 정보를 확보할 수 있다.

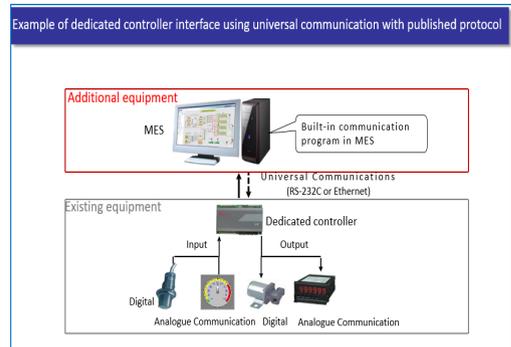


Fig. 8. Universal Communication+Protocol use

2) 범용통신 사용하고 프로토콜 비공개된 경우

전용 제어기에서 범용통신을 사용하지만 통신 프로토콜이 미 공개된 경우 Fig. 9와 같이 MES는 직접 장비와 인터페이스가 어렵다. 통신 할 수 있는 PLC를 설치하고 수집할 정보Data를 모을 수 있는 센서를 PLC에 연결해서 통신하는 방법으로 인터페이스를 구성한다.

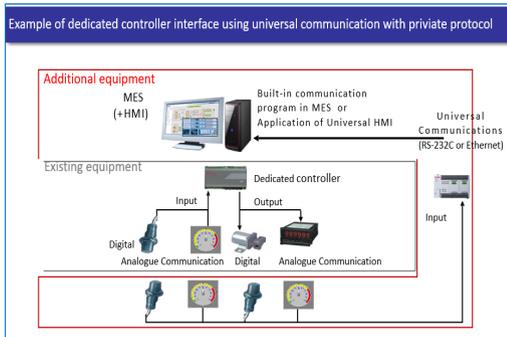


Fig. 9. Universal Communication + unreleased Protocol use

3) 범용통신을 사용하지 않은 경우

전용 제어기에서 범용 통신을 이용하지 않을 경우 MES는 직접 장비와 인터페이스 할 수 없다. HMI가 장비와 인터페이스 함으로써 MES가 정보를 확보하는 방법으로 인터페이스를 구성한다. MES는 필요한 정보를 확보할 수 있다.

2.4.3 전용 제어기 사용하지 않는 경우

제조현장에는 Fig 10과 같이 PLC나 별도의 제어기가 없이 스위치나 릴레이 제어반을 사용하여 장비의 운전, 정지 등 단순한 조작만 하는 경우가 있다. 장비 자동화를 위해 범용통신의 기능이 있고 프로토콜이 공개된 PLC를 선정한다.

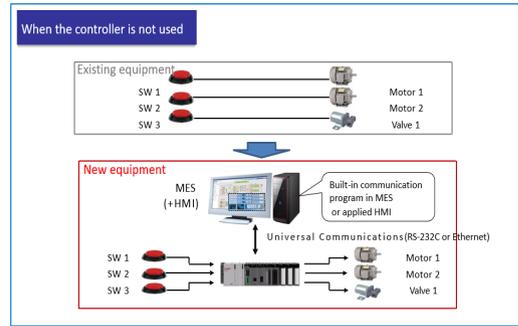


Fig. 10. without Exclusive Controller

2.4.4 여러 종류의 전용 제어기를 사용하는 경우

PLC는 2.4.1, 전용제어기는 2.4.2, 전용제어기를 사용하지 않은 경우 2.4.3을 따른다.

2.5 Network Interface 유형별 모델의 방안 비교 및 결과

2.5.1 Network Interface 유형별 모델 비교

Network Interface 개선방안에 따라 모델링 유형은 크게 범용통신 사용여부와 프로토콜 공개 여부에 따라 PLC제어기, 전용제어기 사용, 기타로 나눠 Fig. 11과 같이 4가지로 분류하여 모델링 유형별에 따른 비교 내용을 제시하고 대책 안을 정립한다.

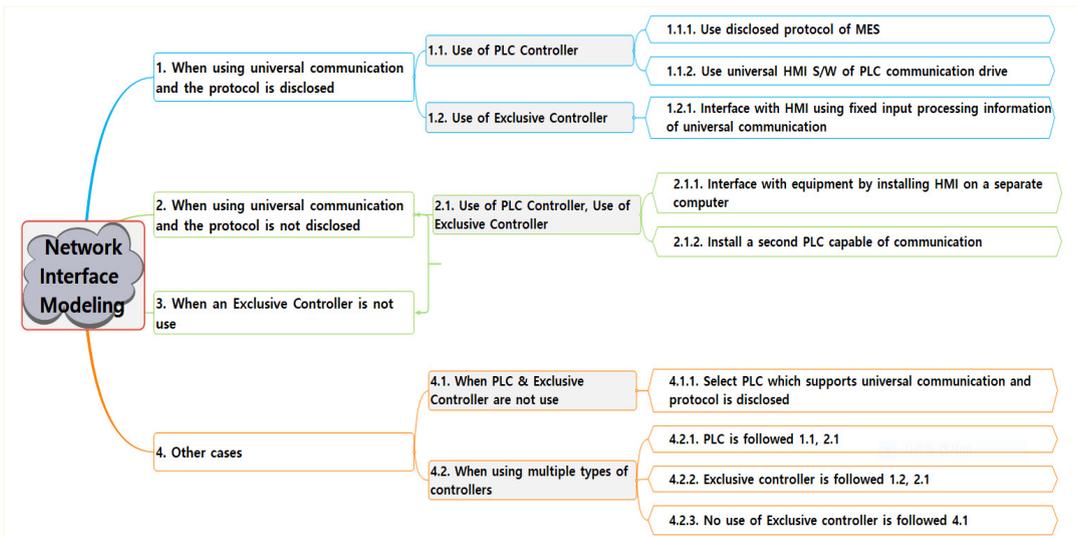


Fig. 11. Network interface modeling plan

2.5.2 Network Interface 유형의 방안 결과

Network Interface의 모델링 유형에 대한 방안을 결과는 요약해 보면 아래와 같다

- 1) 범용통신의 프로토콜이 공개가 된 경우는 PLC제어기는 MES의 공개 프로토콜, PLC 통신의 HMI SW를 활용하고, 전용제어기는 범용통신의 고정정보로 활용 할 수 있다.
- 2) 범용통신의 프로토콜이 미공개가 되거나 사용하지 경우는 PLC제어기와 전용제어기에 동일하게 별도 컴퓨터에 HMI설치하거나 통신가능한 제 2의 PLC를 설치할 수 있다.
- 3) PLC,전용 제어기를 사용하지 않은 경우는 범용통신이 가능한 프로토콜이 공개되어 있는 PLC를 선정할 수 있다.
- 4) 다수의 전용제어기를 사용하는 경우 PLC와 전용제어기에 따라 1), 2), 3)의 방안을 적용한다.

3. 결론

- 1) 최근에 중소기업에서 스마트공장을 추진하고 있으나 주로 MES, ERP, PLM 등 IT영역의 솔루션 중심으로 진행되고 있으나 현장은 대부분의 센서가 노후화된 센서로 Fieldbus류로 사용하고 있고 Ethernet도 드문 편이어서 자동화설비에서 Data의 인터페이스가 한계가 있다.
- 2) 제조 현장에 최신 Network 기술인 OPA UA, IOT Platform 등 최신 통신기술을 적용하기에는 무리가 있어 PI를 활용한 현장의 DSP(Data Strategy Plan)관점에서 네트워크 인터페이스의 현실적인 방안에 대한 사전준비가 필요하다
- 3) 중소기업은 기존 자동화설비의 노후센서가 관리되지 않고 이기종의 시스템의 구성으로 네트워크 인터페이스의 한계가 있다. 기존 장비에서 PLC제어기 및 전용제어기의 범용통신과 프로토콜 유무에 따라 네트워크 인터페이스의 모델링 유형에 따라 표준화하여 유지관리를 하면서 고도화를 위해 개선안이 필요하다.
- 4) 본 연구의 장점 및 기대효과는 ①네트워크 유형에 따라 문제점에 대한 해결책을 쉽게 찾을 수 있고 대책마련이 가능하다는 것이다. ②스마트공장 시스템 도입 시 이기종 시스템 간 네트워크의 사전준비

(PI) 가이드로서 준비할 수 있다고 본다. ③고도화 측면에서 최신 스마트센서와 프로토콜의 채택 시 자사에 예 맞게 의사결정에 도움이 될 것이다. ④ 유지관리측면에서 센서, 통신장비, 프로토콜에 따른 인터페이스의 표준화 방안에 대한 도움이 될 것으로 본다.

- 5) 향후에는 노후 센서와 이기종 시스템에 대한 최신 통신 네트워크 기술의 활용과 연계하여 PI를 통한 해결책을 찾고자 한다.

REFERENCES

- [1] J. P. Kim. (2020). *A Study on Improvement of Network Interface between Obsolete Equipment Sensors and Heterogeneous Systems for SME's smart Factory Preliminary Preparation*, The 10th International Conference on Convergence Technology, 128-129.
- [2] J. P. Kim. (2019). *A Study on Protocol and general purpose Communication of Network Interface between Heterogeneous Systems*, 2019 Hansung University Autumn Joint Conference, 15-18
- [3] S. H. Song. (2000). *The Adoption of Process Organization: A Case of Samsung Electronic Corporation*, Gyong Hee Management Research Institute, 73-75.
- [4] D. O. Kwon. (2018). Manufacturing Core Competencies and Engineering-based Design for Smart Factory, *Process control instrumentation technology monthly journal*, 90-96
- [5] G. S. Jeong. (2018). *ICT-based consulting methodology in the 4th industrial revolution era*, Korea Smart Consulting Association. 3-24
- [6] D. H. Kwon.(2016), G. Yoon & S. G. Lee(2016) Trends Of Industrial Network for Smart Factory, *Process control instrumentation technology monthly journal*, 114-123
- [7] G. H. Han et al. (2013). A Study on the Efficient CAN to Ethernet Protocol Converter based on Heterogeneous Field Bus Sensor Network, *Korea Institute Of Communication Sciences*, 331-332
- [8] Big Data Management System of Plant & Sensor for Smart Factory <http://www.plantpulse.co.kr/> 4-5
- [9] S. G. Moon. (2006). Problem Analysis of Real Time Transaction and Fieldbus Communication Industrial Networks, *Korean Institute of Information Technology*, 303-306
- [10] S. G. Moon. (2007). Consideration of Wireless Technology in Industrial Networks, *The journal of the Korea Institute of Maritime Information & Communication Sciences*, 157-162

- [11] D. O. Kwon. (2018). Engineering Design of Automation System for Smart Factory Implementation, Korea Industry Intelligentization Association, *Smart Factory Conference 2018*.
- [12] S. I. Jeong & I. G. Kwon. (2018). Implementation of Low-Cost Data Management System for Smart factory 1-2
- [13] G. H. Han et al (2014). A Study on the Efficient Multiple Heterogeneous Data Converter Protocol based on Field Bus Network, *Korea Institute Of Communication Sciences*, 167-168
- [14] T. W. Chang, S. I. Sung & J. C. Lee. (2019). Survey Analysis on Small and Medium-Sized Suppliers of Smart Factory and Improvement Plan for Them, *Entrue Journal of Information Technology*, 77-88
- [15] KOSF. (2017). *Smart Factory Reference Model_version3.1*, Korea of smartfactory, 676-692.

김 재 표(Jaepyo Kim)

[정회원]



- 1987년 2월 : 울산대학교 기계공학과 (공학사)
- 2018년 2월 : 숭실대학교 기업재난 관리학과(경영학석사)
- 2019년 3월 ~ 현재 : 한성대학교 스마트융합건설링학과(박사과정)
- 관심분야 : 스마트공장, AI, IoT, 빅데이터, 정보통신

이터, 정보통신

· E-Mail : gyong20@naver.com

김 승 천(Seungcheon Kim)

[정회원]



- 1994년 2월 : 연세대학교 전자공학과 (공학사)
- 1996년 2월 : 연세대학교 전자공학과 (공학석사)
- 1999년 8월 : 연세대학교 전기컴퓨터공학과 (공학박사)
- 2000년 1월 ~ 2001년 1월 : Univ. of Sydney Research Fellow

of Sydney Research Fellow

· 2001년 2월 ~ 2003년 8월 : LG전자 DTV/DA 연구소 선임연구원

· 2009년 7월 ~ 2010년 7월 : Univ of Oregon 방문교수

· 2003년 3월 ~ 현재 : 한성대학교 IT융합공학부 교수

· 관심분야 : 네트워크 보안, 블록체인 서비스, 사물인터넷 보안, 5G 이동통신망 서비스

· E-Mail : kimsc@hansung.ac.kr