

# 필드버스를 이용한 신호설비 제어 및 감시에 관한 연구

## A study on Control and Monitoring for Signaling system use Fieldbus

박채영\*                      이준호\*\*                      김용규\*\*\*  
Park, chaeyoung              Lee, junho                      Kim, yongkyu

---

### ABSTRACT

The real-time monitoring and controlling between the interior and the field signaling security devices is a necessity for the train safety in terms of the train operating plan. The \ type wiring lower the safety level of signaling security device, because too much wiring makes the maintenance more difficult and it might be have a problem of an induction field and contact. It also need high cost. The single network communication(Fieldbus) does not need that much wiring, and the maintenance will be easier. It also guarantee the high level of stability

---

### 1. 서 론

비교적 규모가 큰 차량기지나 단일 선구를 제어하는 신호제어시스템을 실시간으로 운용 및 관리 하는데 있어서 선결하여야 할 가장 중요한 과제 중의 하나는 많은 양의 제어 및 표시 정보 등 관련 데이터들을 적시에 수집하여 가공한 후 이를 적시, 적소에 분배해 줄 수 있는 데이터 처리 기술을 구축 하는 것이다. 이러한 문제를 해결하기 위한 방안으로 최근에 와서 대형의 복잡한 시스템을 여러 개의 분산된 부시스템으로 모듈화하고, 각각의 부시스템들의 제어기능을 수행하는 컴퓨터들을 네트워크로 연결하는 컴퓨터 통신망의 사용이 확산되고 있다.

이러한 통신망의 확산에 따라 비교적 장점이 많은 필드버스 기술이 도입되기 시작하여 초기 단계에서는 필드버스로부터 얻을 수 있는 가장 큰 장점은 배선의 절감이라고 생각되었다.

실제로 필드버스를 도입하는 경우에 배선에 소요되는 비용은 기존의 방식에 비하여 5:1 정도까지의 비용 절감이 가능한 것으로 보고되고 있으며, 이것은 엄청난 초기 투자 비용의 절감이다.

이러한 제반 통신망 처리로 인하여 기능의 향상에 의한 간접비용의 절감 효과가 더욱 큰 것으로 알려 지고 있으며 이러한 우수한 장점을 가진 통신망을 신호시스템에 접목하여 실제의 신호 시스템의 기술 향상 및 신뢰성, 안정성, 유지보수의 용이성, 경제성을 높일 수 있도록 한다.

---

\* 서울산업대학교 철도전문대학원 철도전기신호공학과 석사과정

\*\* 서울산업대학교 전자정보공학과 부교수, 정회원

\*\*\* 한국철도기술연구원 전기신호연구본부 책임연구원

## 2. 필드버스 기술

필드버스 기술은 다음 3개의 부분으로 구성된다

- 물리층 (Physical Layer)
- 통신 "스택"(Communication "Stack")
- 사용자 어플리케이션(User Application)

계층화된 통신 모델인 OSI(Open Systems Interconnect)는 그림1과 같이 3개의 요소로 구성된다.

물리층(Physical Layer)는OSI layer 1 이며, Data Link Layer (DLL)은 OSI layer 2 이고.

필드버스 메시지 사양(Fieldbus Message Specification: FMS)은 OSI layer 7 이다.

통신 스택(Communication Stack)은 OSI 모델 Layer 2 와 7 에 해당된다.

필드버스 프로토콜은 OSI Layer 3, 4, 5 그리고 6 은 사용하지 않는다.

FAS(Fieldbus Access Sublayer)가 DLL상에 FMS를 배치시킨다. 사용자 어플리케이션은 OSI 모델에서는 정의하지 않는다.

필드버스는 필드버스 기기들을 위해 사용자 어플리케이션을 정의하고 있다.

통신 시스템의 각 층은 필드버스 상에 전송되어질 메시지의 일부를 각각 차지하고 있다.

아래 그림2에 사용자 데이터를 전송하기 위하여 각 계층에 사용되는 8진수 세트의 값들을 보여준다.

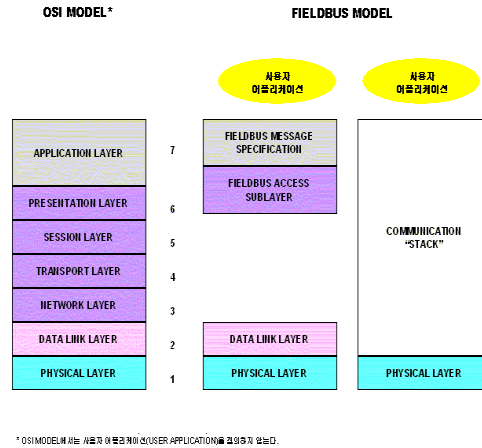


그림1. OSI(Open Systems Interconnect) 통신 모델과 Fieldbus 통신 모델

## 3. 필드버스 표준

필드버스의 국제표준은 앞에서 설명한 사용자들의 요구조건을 충족시킬 수 있는 방안으로, 표준화에 따른 제품의 생산과 공급은 산업 제어 시스템을 구축함에 있어서 설계단계에서부터 관리 운영단계에까지 많은 이점을 주며, 효율적인 시스템 구축을 가능하게 한다. 이러한 국제 필드버스 표준안은 IEC 61158과 IEC 61784가 있다.

IEC 61158은 필드버스 프로토콜 타입을 정의하며, 프로토콜 타입들은 각각의 산업설비 내에서 공유매체상의 다양한 측정 장비들과 제어시스템 간의 통신을 가능하게 하며, 어떠한 구역의 프로세서 정보뿐만 아니라 장비자체의 상태를 모니터링하며 진단할 수 있는 기능을 포함하고 있다.

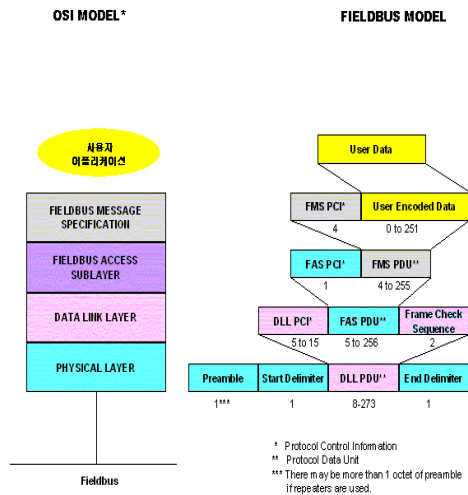


그림2. 사용자 데이터를 전송하기 위하여 각 계층에 사용되는 8진수 세트

IEC 61158은 “Digital data communication for measurement and control - fieldbus for use in industrial control systems”라는 제목으로 발표되었으며, 다음 표1의 PART가 있다.

표1. IEC 61158의 분류

IEC 61158 document	Contents	OSI Layer
Part1(IEC 61158-1)	Introductory Guide	
Part1(IEC 61158-2)	Physical layer specification and service definition	1
Part1(IEC 61158-3)	Data Link Service definition	2
Part1(IEC 61158-4)	Data Link Protocol specification	2
Part1(IEC 61158-5)	Application layer service definition	7
Part1(IEC 61158-6)	Application layer protocol specification	7

#### 4. 필드버스 기반 신호시스템의 모델 구축

지금까지 연결 개념으로 보면 현장 신호설비와 연동장치 사이는 1:1 실선을 통하여 또는 Discrete Signal 신호를 주고받기 위하여 「multi-core 및 1:1 cable 포설」과 주고받을 수 있는 송수신정보 처리가 불가능한 일방적인 처리」 및 「현장 신호설비가 점차 지능형으로 변천함에도 불구하고 이를 제대로 이용할 수 없음」으로 인하여 설치뿐만 아니라 유지보수에도 많은 시간과 비용이 필요했다.(신호설비 유지보수를 위하여 전기선로전환기 Monitoring System을 추가 하고 있는 곳도 외국 사례에서 찾아 볼 수 있다.)

이를 필드버스 개념으로 바꾸면 다음과 같다.

- ① 한 개의 케이블에 여러 개의(2-32개) 현장 신호설비를 접속하여 보통 2Km까지 전송할 수가 있다.
- ② I/O module 대신에 communication module이 보다 많은 points를 담당 하므로 연동장치 랙 및 각종 interface 장비를 설치하는 분선반의 수량이 줄어들 뿐만 아니라 연결하기위한 결선 작업도 획기적으로 줄어든다.
- ③ 또한 많은 현장 신호설비들이 기능(function Module)을 갖고서 Peer-to-peer communication을 할 수 있으므로 현장 신호설비들의 상태정보를 실시간으로 감시 및 제어를 할 수 있다.
- ④ 예전에는 상태정보를 I/O module까지만 볼 수 있었지만, 디지털 통신을 하므로 현장 신호설비까지 정보의 획득범위를 확장할 수 있어 Installation, Commissioning (loop checks 등)등의 시간과 노력이 대폭 경감된다.  
(시스템에 따라서는 전기선로전환기 monitoring system 구축 등 유지보수를 위한 장치를 별도로 구축할 필요가 없다.)
- ⑤ 연동장치 및 부대설비 등 여러 시스템과 자유로운 연결이 가능하다.

이러한 개념을 그림으로 표현하면 그림3으로 표현 할 수 있다.

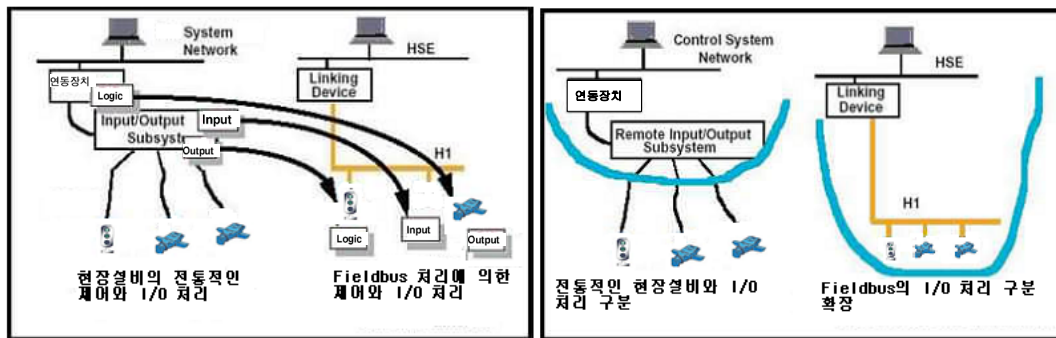


그림3. 필드버스 기반 신호시스템 구성 예

#### 4.1 필드버스 Cable

필드버스 케이블은 외란의 영향을 적게 받을 수 있는 Twisted Pair 케이블에 실드가 된 cable로 적용이 가능하다.

표2. 필드버스 케이블 사양

Wire Size	18 AWG(0.8mm)
Shield	90% Coverage
Attenuation	3dB/km@39kHz
Resistance Each Wire	22 Ohm/km
Capacitive Unbalance	2nF/km
Characteristic Impedance	100 Ohm±20% @31.25kHz

필드버스 케이블 요구사항을 정리하여보면 기존의 현장신호를 전송하는 제어용 케이블(CVVS-SB)과 거의 유사한 파라미터를 가지고 있으므로 기존 현장의 증설, 개선의 경우는 그대로 사용하여도 무방하다. 단, 신설인 경우 표2와 같은 필드버스 케이블 요구사항을 만족하는 케이블을 사용하여야 한다.

#### 4.2 시스템 모델 구성

신호설비에 필드버스를 전면적으로 적용하려면 현장 신호설비가 우선 통신을 기반으로 하는 설비로 개량 또는 전환되어야 하나, 기존 설비에 통신Interface장치가 구축되지 않은 상태이며, 신뢰성 및 안전성, 안정성 등 해결해야 할 과제가 있으므로, 현재 시스템을 기본으로 하여 점차 단계적으로 적용하여야 하며, 각 단계별로 적용내용을 검토하였다.

##### 1) 초기 1단계 모델

현장 신호설비가 필드버스 통신이 가능하지 않은 상태에서 지역 또는 설비별 특성을 모아 grouping된 기존 접속함은 철거하고 대신 Junction Box를 현장에 신설하여 신호기기실과 현장의 JB와 JB-JB 간 필드버스 통신 구성이 될 수 있도록 구성하며, JB와 현장 신호설비 간은 기존의 제어 Cable을 사용하며, 기존 cable 포설시 여유 cable을 두어 포설하였으나, 이 경우에는 고려하지 않는다.

##### 2) 2단계 모델(최종)

1단계 적용에서 신호시스템에 적용하는 최종 단계로서 JB까지 아닌, 현장 신호설비까지 개개의 현장 신호설비가 필드버스 통신모듈을 장착하여 필드버스 통신이 가능한 경우이다.

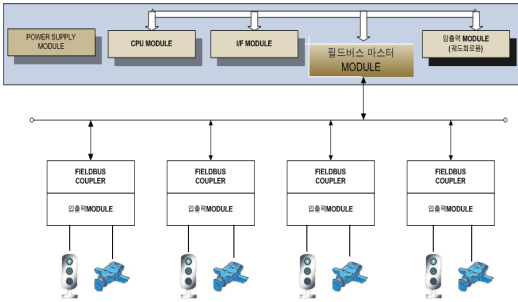


그림4-1 1단계 모델 구성

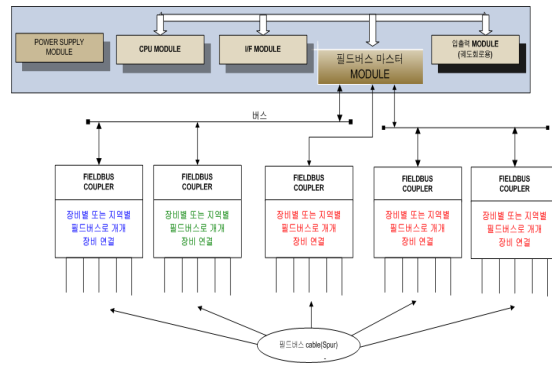


그림4-2 2단계(최종) 모델 구성

### 4.3 적용 결과

신호설비가 설치된 국철역 중에서 규모 및 설비가 보편적인 평균 규모(상본선1, 상부분선1, 하본선1, 하부분선1, 장비유치선 1선)의 역을 선택하여 1단계 적용 결과를 비교 분석하였다.

#### 1) 관로 설비 비교

각 관로 설비의 전체 평균을 산출하여, 신호제어실에서 현장까지 1:1 배선을 적용한 경우의 단면적 대비 약 37.2%의 감소율을 나타낸다.

#### 2) 실내설비 설치 수량 및 면적 비교

신호제어실에 설치되는 실내 설비 수량이 약 36%로 감소되었으며, 설치 면적은 일반 적용 면적 대비 24%의 설치 면적이 감소되는 것으로 검토되었다.

#### 3) 시공성 비교

해당 Cable이 포설되는 거리 대비 약 32%의 전체 거리가 감소되는 효과가 있으며, 해당 cable의 단자결선 작업은 65%가 감소된다.

### 5. 결론

디지털 데이터 전송을 하여 강한 내잡음성을 가지고 있고, 통신을 이용한 시스템 설치 및 유지보수가 용이하며, 시스템 신뢰도, 유연성, 확장성 증가를 기대할 수 있으며, 양방향 통신을 통하여 현장 신호설비의 감시 및 제어가 용이하게 구축할 수 있고, 무엇보다도 시스템의 구성이 간단하므로 시공의 간편성으로 인건비 절감 및 공기 단축이 가능하므로 설비 투자비용이 크게 감소되는 것을 확인 할 수 있다.

### 참고문헌

- [1] 한국철도기술연구원, "Smart-Rail 기술개발"(신호·운영), 2003.12
- [2] Yokogawa, "Fieldbus Technical Information구", 2002. 9
- [3] 네트워크 총론, 2003, 글로벌, 전승흡, 두창호, 주준석
- [5] 산업용 필드버스 통신망, 2004, 성안당, 김동성, 김형석, 권옥현
- [6] James A. Rehg, William H. Swain, Brian P. Yangula, "Fieldbus in the Process Control Laboratory - Its Time Has Come", San Juan, Puerto Rico, 1999. 11
- [7] Li Lingqu, Koichi Hanasaki, Wei Wiangyu, Pang Yanbin, Liu Zheng, Youhua, "Integration of Fieldbus into DCS" SICE, 1999, 2, Morioka