

분산제어 시스템을 위한 필드버스 기술의 표준과 개요

한 전 전력 연구원
책임연구원 최 성 수

1. 도 입

1.1 개요

필드버스는 1980년대 중반에 그 필요성이 제기된 후, 최근에 기술 선진국에서 제품화가 이루어지고 있는 제어용 실시간 통신망 기술이다. 필드버스는 디지털, 양방향, 멀티드롭, 직렬 버스 특성을 갖는 통신망으로 생산 공장, 발전소, 항공기 및 선박, CNC 제어기와 자동차 등에 적용되고 있으며 그 응용 범위가 점점 넓혀지고 있다. 필드버스 기술을 제어 및 자동화 시스템의 구축에 적용할 경우 사용자는 네트워크의 설계, 구축, 운용 및 관리에 소요되는 비용 절감과 전체 시스템의 성능 향상을 기대할 수 있다.

필드버스 기술은 설비의 제어 및 자동화 시스템의 실시간 통신망 구축과 분산제어 시스템의 하부 통신망의 근간이 될 핵심 기술로서 본고에서는 그 표준화 동향과 개요를 살펴보고자 한다.

1.2 필드버스의 필요성

필드버스(Fieldbus)는 자동화 시스템에서 센서,

액츄에이터 등과 같은 현장기기와, PLC 등과 같은 제어기기들 사이의 링크를 제공하도록 고안된 가장 낮은 계층의 실시간 통신 네트워크이며 기존의 복잡한 아날로그 배선 시스템을 대체하기 위해 설계된 디지털 통신 네트워크이다. 자동화용 네트워크로 널리 알려진 MAP(Manufacturing Automation Protocol)은 실시간성의 한계와 가격 때문에 지금은 거의 사용되지 않고 있다.

생산현장에서 제어 기기들의 상태를 모니터링하기 위해 1940년대에는 3~15 psi의 압력 신호에 바탕을 둔 방식을 사용하였으며 1960년대에는 4~20 mA의 아날로그 신호 표준이 도입되었다. 1970년대에 디지털 프로세서의 발전은 중앙에서 현장 기기 계통을 모니터링하고 제어하기 위해 컴퓨터의 사용을 촉진시켰으며, 1980년대에 스마트 센서가 개발되어 각 현장 기기는 기기내에 비용이 저렴한 컴퓨팅 능력을 갖추고, 양방향 통신, 자기진단 및 보수, 제어와 같은 기능을 제공할 수 있게 되었다. 1980년대 후반에 디지털 기술의 발전은 전체 계통의 성능을 최적화하기 위해 다양한 형태의 현장 기기를 네트워크로 통합해야 할 필요성을 촉진시켰다.

필드버스는 산업계에서 현장 기기와 제어 장치와의 통신을 위해 사용되어 왔고, 현재도 많이 사용되고 있는 점대점(point to point) 연결 방식의 4~20mA 아날로그 신호 표준을 대체하기 위한 수단으로 개발된 통신프로토콜이다. 기존의 아날로그 방식은 다음과 같은 문제점이 있다.

- 정보의 전송이 항상 한 방향이다. 즉, 현장 기기로부터 제어 장치까지, 제어 장치에서 현장 기기까지의 정보의 전송 방향이 미리 정해진다
- 중앙 집중화된 제어실에서 필드의 장비를 조작하기 위해서는 두 선 이상의 배선이 필요하게 되므로 신호 전송 케이블의 설치 및 포설 비용이 높다.
- 아날로그 신호는 전송할 수 있는 정보량이 적다.
- 4~20mA 표준이 아닌 경우 현장 기기들의 아날로그 신호 레벨이 다양하다.

따라서, 위에 언급된 아날로그 신호 전송 방식의 단점을 극복하면서, 현장 장비에 접근할 수 있는 보편적인 표준이 필요하게 되었다. 이런 요구에 따라 1980년대 후반부터 생산 현장에 설치된 제어 및 자동화 관련 장비들에서 생성되는 데이터들의 실시간 통신을 가능하게 하면서 가격이 저렴한 네트워크 시스템의 필요성이 제기되었으며, 이러한 목적을 위하여 개발된 네트워크 시스템이 필드버스이다. 필드버스는 중앙 집중형의 제어망을 분산제어망으로 대체하기 때문에 단순히 4~20mA 아날로그 표준을 대체하는 것 이상의 의미를 갖는다. 다음은 필드버스를 채용할 경우의 잇

점이다.

○ 더 낮은 설치 비용

- 멀티드롭(multidrop) 연결
- I/O 인터페이스의 공유
- 현장의 각 기기들에 제어 및 경보 기능의 부가 가능

○ 더 낮은 유지보수 비용

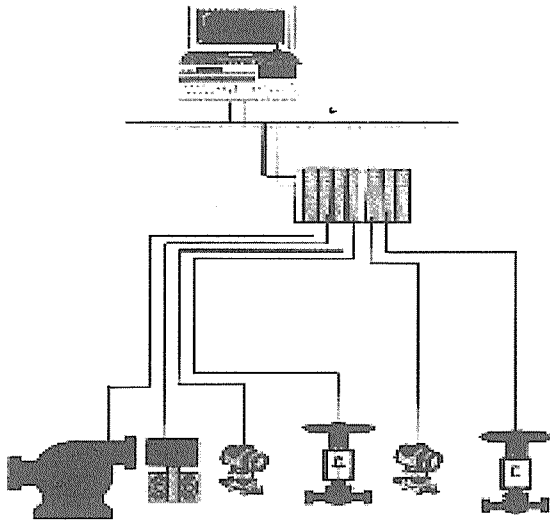
- 자기보고 능력을 갖는 진단기능
- 예측 능력이 있는 유지보수 능력
- 디지털화에 따른 더 적은 횡수의 일상적인 미세조정

○ 운전시의 장점

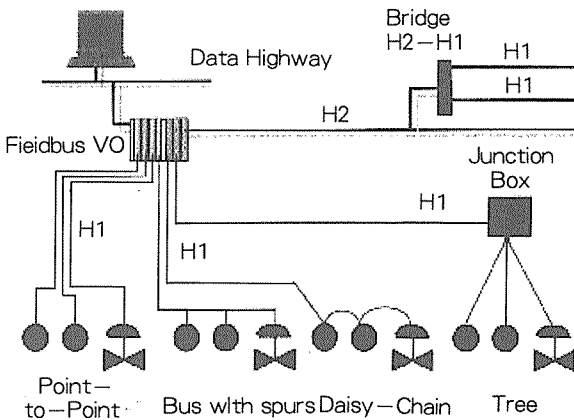
- 플랜트 성능 및 안정성의 향상
- 문제에 대한 더 빠른 응답으로 더 적은 횡수의 고장
- 미세 조정 및 고장시 최선의 결정을 내릴 수 있는 더 많은 데이터

(그림 1.1)과 (그림 1.2)는 기존의 4~20mA 아날로그 표준을 사용한 플랜트 배선의 토폴로지와 필드버스를 이용한 플랜트 배선의 토폴로지를 나타낸다.

필드버스에서는 기존의 점대점 방식의 배선을 수용하면서, 버스 방식, 데이지 체인(daisy-chain) 방식, 트리 방식 등을 지원한다. H1은 전송속도 31.25kbps의 저속 필드버스를, H2는 전송속도 1Mbps 이상의 고속 필드버스를 나타낸다.



(그림 1.1) 4~20mA 아날로그 표준을 이용한 플랜트 배선 토폴로지



(그림 1.2) 필드버스를 이용한 플랜트 배선 토폴로지

2. 관련 표준

2.1 표준화 동향

필드버스는 IEC 1158 표준에 기초한 프로토콜

에 대한 일반적인 이름이다. 지난 수년동안 필드버스 기술이 우리에게 알려졌지만 아직 널리 이용되고 있지 않다. 그 주된 이유는 서로 다른 공급제품 사이의 상호 호환성을 보장할 수 있는 국제 표준의 부재이다. 일반적으로 필드버스에 요구되는 사항은 응용 분야에 따라 여러 가지가 존재하므로 국제규격의 표준화가 쉽지 않은 실정이다. 지역적으로 WorldFIP, Profibus, Fieldbus Foundation 등의 지역적 표준이 있지만 필드버스 표준의 완성에는 앞으로도 상당한 시일이 걸릴 것으로 예상된다.

국제 표준을 결정하기 위해 ISA(Instrument Society of America), IEC(International Electrotechnical Commission(IEC), Profibus(독일 국가 표준), 그리고 FIP(프랑스 국가 표준) 표준 그룹들이 모여 IEC/ISA SP50 필드버스 위원회를 결성하였다. 개발될 표준은 넓은 범위의 제어 기기들을 통합하고, 이들 제어 기기들이 말단에 있는 다양한 현장 기기들을 동시에 동작시킬 수 있는 인터페이스와 제어 기기와 현장 기기를 모두 지원하는 통신 프로토콜을 제공해야 한다.

SP50 위원회에서는 필드버스의 국제 표준화를 위해 프로토콜상에서 다음 4개의 계층의 표준화에 노력을 집중하고 있다.

- 물리 계층(Physical Layer): 이 계층은 실제로 신호를 직접 주고받는 하드웨어와 매체에 관련된 층이다. 신호의 형태와 전송 매체, 데이터 전송속도 등을 정의한다. 4~20mA 표준을 대체하는 계층이라 볼 수 있다.
- 데이터 링크 계층(Data Link Layer): 물리 계층과 응용 계층 사이의 인터페이스를 지정하며 메시지들이 어떻게 움직여야 하고, 어

떻게 이루어져야 하는지를 결정한다. 다양한 장치들 사이에 발생하는 통신을 모니터링하고 오류를 찾는 계층이다.

- 응용 계층(Application Layer): 이 계층은 데이터가 어떻게 지정되는지를 정의하고 데이터의 번지와 그 표기를 정의한다. 데이터를 통신망에 연결된 모든 장비들이 이해할 수 있는 메시지로 포맷하고, 프로세스 제어를 위한 서비스를 제공하며 동시에 사용자 계층에 이들 서비스를 제공한다.
- 사용자 계층(User Layer): 이 계층은 각 플랜트 영역의 연결 및 응용을 위한 환경을 제공한다. 이 계층은 고수준의 제어함수를 사용하여 구현한다.

이들 4개의 계층 중에서 물리 계층 표준(ISA SP50.02 Part 2 Physical Layer Standard, 또는 IEC 1158-Part 2: Fieldbus-Physical layer Standard)이 1992년 완성되어 1993년부터 활용되어 오고 있으며, 데이터 링크 계층(Part 3: Fieldbus-Data Link Layer)은 거의 완성 단계에 있다. 응용 계층, 사용자 계층 등의 나머지 부분들은 빠르면 2, 3년내에 표준화 될 것으로 전망된다.

2.2 필드버스의 역사

지난 수년간 WorldFIP(World Factory Instrumentation Protocol, 1993년 설립) 표준그룹과 ISP(Interoperable Systems Project, 1992년 설립) 표준그룹이 필드버스 표준화 분야에서 시장을 선도하기 위해 경쟁해 왔다. WorldFIP 표준은 프랑스의 국가표준 필드버스인 FIP에 바탕을 두고 있으며 버스상에 버스 관리자 역할을 하는 기

기가 있어서 일반 기기의 요구에 부합하는 정확한 시간을 기준으로 토큰을 발생시킴으로써 버스를 제어한다. ISP 표준은 독일의 국가표준 필드버스인 Profibus에 바탕을 두고 있으며 토큰-패싱 방법을 사용함으로써 버스를 제어한다. 토큰은 참가한 모든 스테이션을 통하여 순환되고 스테이션은 토큰을 소유하는 동안 전송 권한을 가진다. 토큰은 미리 설정된 타이밍에 따라 순환한다.

이처럼 WorldFIP와 ISP는 필드버스의 구현에 있어서 다른 방향으로 발전해 왔지만, 1994년 6월 필드버스 표준의 조속한 완성을 위하여 북미 지역의 WorldFIP와 ISP 표준 그룹은 함께 FF(Fieldbus Foundation) 표준 그룹을 결성하였다. 현재, 북미 지역에서는 Fieldbus Foundation 표준 그룹과 Profibus-ISP로 알려진 또 다른 표준 그룹이 시장에서 우세를 잡기 위해 경쟁하고 있다.

WorldFIP, ISP, 그리고 FF 표준 그룹은 ISA/IEC SP50 표준 그룹에 참여하고 있지만 한편으로는 시장을 선점하기 위해 치열하게 경쟁하고 있다. WorldFIP 등은 ISA/IEC SP50의 필드버스 표준안이 공식화되면 그들의 제품을 ISA/IEC SP50 표준에 맞게 바꿀 것이라고 주장하지만, 국제 표준이 완성될 시점이 불분명하고, 또한 표준이 완성되면 기존의 사용자들은 낡은 장비를 그대로 운용하거나 비싼 비용을 들여 표준안에 따르는 새로운 시스템을 구축해야 할 것으로 예상된다. 전 세계적으로 WorldFIP, ISP 계열은 유럽 지역에서 우세를 보이고 있으며, FF 계열은 북미 지역에서 우세를 보이고 있다.

한편, EN50170은 필드버스에 대한 새로운 표준으로 기존의 유럽지역의 3가지 표준인 덴마크의 P-Net, 프랑스의 WorldFIP, 독일의 Profibus

(-FMS and -DP, but not -PA)를 포함한다. 영국 표준, DD236으로 제안된 FOUNDATION Fieldbus는 EN50170의 Part 4 추가분으로 지정되었다.

2.3 필드버스 표준 그룹

• World Factory Instrumentation Protocol

World Factory Instrumentation Protocol (WorldFIP)는 프랑스 국가 표준인 NFC 46-600 또는 FIP로부터 발전되었다. WorldFIP는 메시징 시스템을 사용하는 필드버스 기기를 생산하는 회사들의 컨소시엄이다. WorldFIP는 본래 지역적인 특성이 있어서 영국, 유럽, 북미 지역으로 나누어지며, 각 지역의 WordFIP는 비슷한 목적과 구현으로서 구별되며 독자적으로 운영된다. WorldFIP에 참가하고 있는 주요 업체는 아래와 같다.

- Honeywell(Arizona)
- Bailey Controls(Ohio)
- Cegelec(Paris)
- Allen Bradley Corporation(Ohio)
- Telemecanique(Paris)
- Ronan Engineering Co.(California)
- Square D
- Electricite de France(France)
- Elf(France)

• Interoperable Systems Project

Interoperable Systems Project(ISP) 구현은 Process Field Bus 또는 Profibus라고 알려진 독일의 국가 표준 DIN STD19245에 바탕을 둔다. Profibus는 오늘날 많은 네트워크에 구현된 토큰

-패싱 네트워크와 유사하다. ISP에 참가하고 있는 주요 업체는 아래와 같다.

- Siemens(Germany)
- The Rosemount Group(Minnesota)
- Fisher Controls, Inc.(Texas)
- Foxoboro Co.(Massachusetts)
- ABB Co.(Sweden)
- Yokogawa Electric Corporation(Tokyo)

• Fieldbus Foundation

1993년 후반 이후 ISP와 WorldFIP(North American division)는 산업계가 필요로 하는 단일 솔루션을 개발하기 위해 각자의 기술을 통합하기 위해 함께 일해왔다. 그 결과 1994년 6월 Fieldbus Foundation(FF)이 ISP와 WorldFIP(북미)사이에 결성 되었다.

• Profibus-ISP

Profibus-ISP는 Profibus와 ISP 제품으로부터 파생된 것으로 양쪽 표준의 특징을 모두 갖고 있으며 약간의 기능이 덧붙여져 있다. Profibus에 대한 ISP 확장은 Device Description Language(DLL)이다. DDL은 버스 시스템에 추가된 하나의 기기가 그 기능과 능력을 마스터 제어기에게 알릴 수 있도록 해준다. 이 표준 그룹은 1994년 중반에 그들 자신의 필드버스 통신 시스템을 발표하였다.

• IEC/ISA SP50

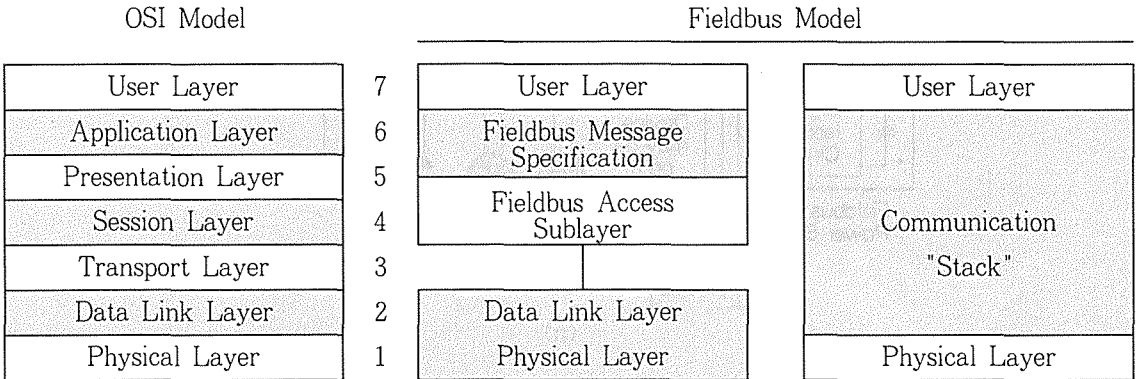
ISA/IEC는 SP50이라는 작업명으로 표준을 개발하고 있다. 이 표준은 데이터 통신을 위해 ISO/OSI 7계층 모델을 따르고, 제품의 interoperability에 초점을 맞춘 부가적인 8번째 계층을 갖출 것이

다. 그러나, IEC/ISA SP50 표준은 ISO/OSI 모델의 7계층 모두를 포함하지는 않으며, 물리 계층, 데이터 링크 계층, 응용 계층, 그리고 사용자 계층에 대해 작업을 완료했거나 진행하고 있다.

3. 프로토콜 구조

디지털 통신 프로토콜은 일반적으로 메시지를 인코딩하여 인접한 계층에 전달해 주는 역할을 하

는 다양한 계층을 가진 개방형 시스템 접속 표준을 따르고 있다. 필드버스 또한 그러하지만, OSI 참조 모델의 7 계층을 모두 포함하지는 않고 산업 현장의 자동화 시스템에 적합한 구조인 물리계층, 데이터 링크 계층 및 응용 계층의 3개 계층과 사용자 계층으로 구성되어 있다. 다음 (그림 3.1)은 OSI 참조 모델과 필드버스의 모델을 서로 비교하여 나타낸 것이다.



(그림 3.1) OSI 참조 모델과 필드버스 모델

3.1 물리계층(Physical Layer)

물리 계층은 IEC/ISA의 규격을 따르고 데이터의 전송 및 수신을 위한 통신 속도, 신호 인코딩, 연결 길이, 버스상의 기기의 수, 전원 공급 등의 항목을 규정한다.

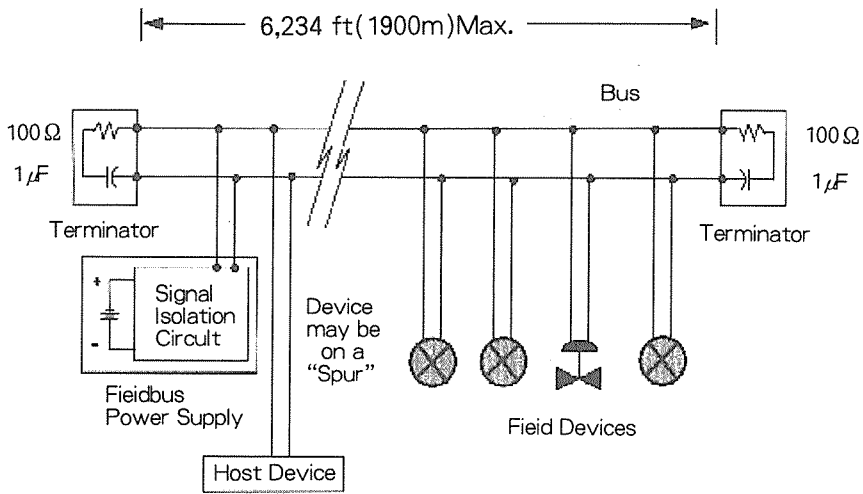
필드버스 통신망에서는 전송선의 단순화를 위해 버스 토폴로지가 많이 사용되고, 트리형이나 지선을 가진 버스(Bus with Spurs) 토폴로지도 사용된다. 버스의 길이는 수 미터에서 2,000미터까지 다양하며 전송 매체로서 차폐된 꼬인선(shielded twisted pair) 이외에 광 파이버나 무선도 고려한다.

버스의 길이는 배선의 질에 달려있다. 31.25kbps의 저속 통신에서는 전형적인 차폐된 꼬인선(Screened and twisted-pair)을 이용한 배선의 길이는 약 1,900미터까지이지만, 배선의 품질이 떨어지면 이 거리는 상당히 줄어든다. 배선의 길이를 계산하는 데 있어서 버스상에 기기를 연결하는 데 필요한 1m이상의 지선 길이를 포함해야 한다. 또한, 고속 통신일수록 데이터 전송시 신뢰할 수 있는 배선의 길이가 줄어든다.

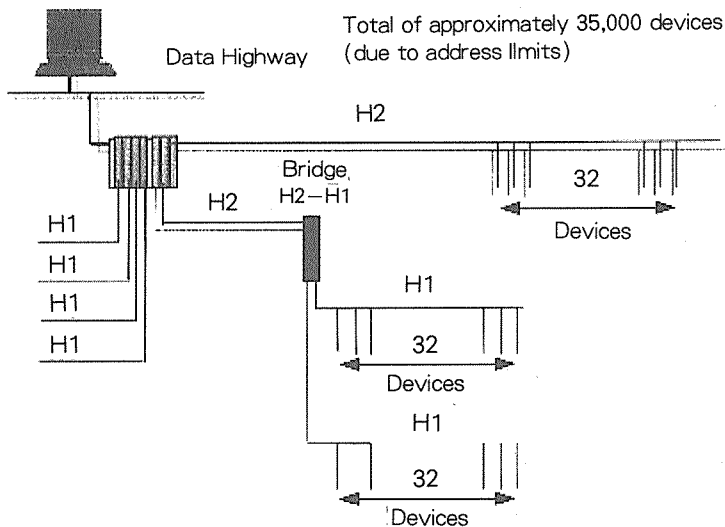
(그림 3.2)는 필드버스 배선의 한 예로서 필드 버스 기기는 지선(Spur)상에 추가적으로 설치될 수 있다. 버스 라인의 각 끝에 터미네이터가 부착

되어 있다. 터미네이터는 통신 네트워크를 균형화하고 에코로 인한 데이터의 변형을 피하기 위한 저항 커패시턴스이다. H1은 31.25kbps의 저속 필드버스, H2는 1Mbps, 2.5Mbps의 고속 필드버스를 나타낸다. H1, H2는 FF(Fieldbus Foundiond)

에서 사용하는 전송 속도를 나타내는 기호이다. FIP(Factory Instrumentation Protocol)에서는 31.25kbps의 전송속도를 S1, 1Mbps의 전송속도를 S2, 그리고 2.5Mbps의 전송속도를 S3로 나타낸다.



(a)



(b)

(그림 3.2) 필드버스 배선도

〈표 3.1〉은 필드버스 배선시 트위스트 페어 케이블(twisted pair cable)에 대한 최대 케이블 길이를 나타낸다. 〈표 3.1〉에서 최대 길이는 실험에 따른 길이이고, 더 나은 품질의 케이블에서는 길

이가 길어진다. 최대 길이는 필드버스 간선(trunk) 길이와 지선(spur)들의 길이를 더한 것이다.

〈표 3.1〉 필드버스 배선시 최대 케이블의 실시

Type \ 전송속도	31.25kbps	1Mbps	2.5Mbps
Type A	1,900m	750m	500m
Type B	1,200m		
Type C	400m		
Type D	200m		
Type A:single twisted pair with overall shield Type B:multiple twisted pair with overall shield Type C:single or multiple twisted pair without any shield Type D:multiple conductor cable without twisted pair			

아래의 〈표 3.2〉는 31.25kbps로 통신하는 버스 상에서 장비들의 수와 지선의 길이를 나타낸다. 하나의 버스상에는 장치를 32개까지 접속한다. 지선이란 필드버스 간선에 연결된 길이 1m 이상의 라인을 말한다. 〈표 3.2〉에서 하나의 지선에 연결된 장치의 수는 하나이다. 지선에 장치가 하나 추가되면 지선의 길이를 30m씩 줄여야 한다

〈표 3.2〉 장치의 수에 따른 지선의 길이(31.25kbps)

버스상의 장치의 수	지선 길이
1 - 12	120m
12 - 14	90m
15 - 18	60m
19 - 24	30m
25 - 32	0m(none)

표준에서 하나의 버스 라인에 연결할 수 있는 기기의 수는 최대 32개까지 가능하나 버스에서 전원을 공급받는 기기에 대해서는 12개까지, 내구적 안정성이 요구되는 라인에는 6개까지의 기기를 연결할 수 있다.

필드버스의 신호변환 방식은 Manchester biphas L synchronous 방식을 사용하며, 데이터 프레임은 데이터 링크 계층에서 만들어진 데이터에 Preamble과 프레임의 시작을 나타내는 Start Delimiter, 프레임의 끝을 나타내는 End Delimiter 등을 포함하여 만들어진다. (그림 3.3)은 필드버스 데이터 프레임의 형태를 나타낸다.

프레임	Preamble	Start Delimiter	Data From Data Link Layer	End Delimiter
-----	----------	-----------------	---------------------------	---------------

(그림 3.3) 필드버스 데이터 프레임의 형태

3.2 데이터 링크 계층(Data Link Layer)

데이터 링크 계층은 필드버스의 데이터 링크 계층은 필부분의 FMAC(Fieldbus Media Access Control)과 윗부분의 FDL(FC(Fieldbus Data Link Control)의 두 개의 부계층(sublayer)으로 구성되어 있으며, 전송 매체를 통하여 누가 언제 메시지를 송신할 수 있는지를 결정하고 frame check sequence에 의해 메시지의 에러를 검사한다.

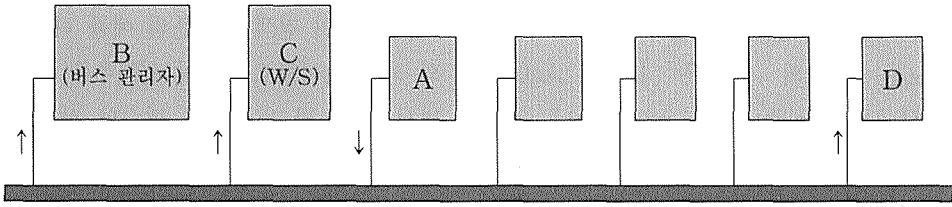
필드버스 네트워크에 접속되어 있는 기기들은 크게 두 가지 형태로 나눌 수 있다. 하나는 마스터 스테이션(master station)이고 다른 하나는 슬레이브 스테이션(slave station)이다. 마스터 스테이션은 각 기기에 매체를 할당할 수 있는 권리를 가지고 있지만, 슬레이브 스테이션은 마스터 스테이션의 요청에 응답할 수 있는 능력만을 가지고 있다.

필드버스 네트워크에서 서로 다른 기기 사이에 데이터를 교환할 때 이를 제어하기 위한 버스의 관리가 필요하다. 필드버스의 버스 관리방식에는 중앙집중형 방식과 분산제어형 방식이 있는데 각 관리방식에 따라 내용이 서로 다르다.

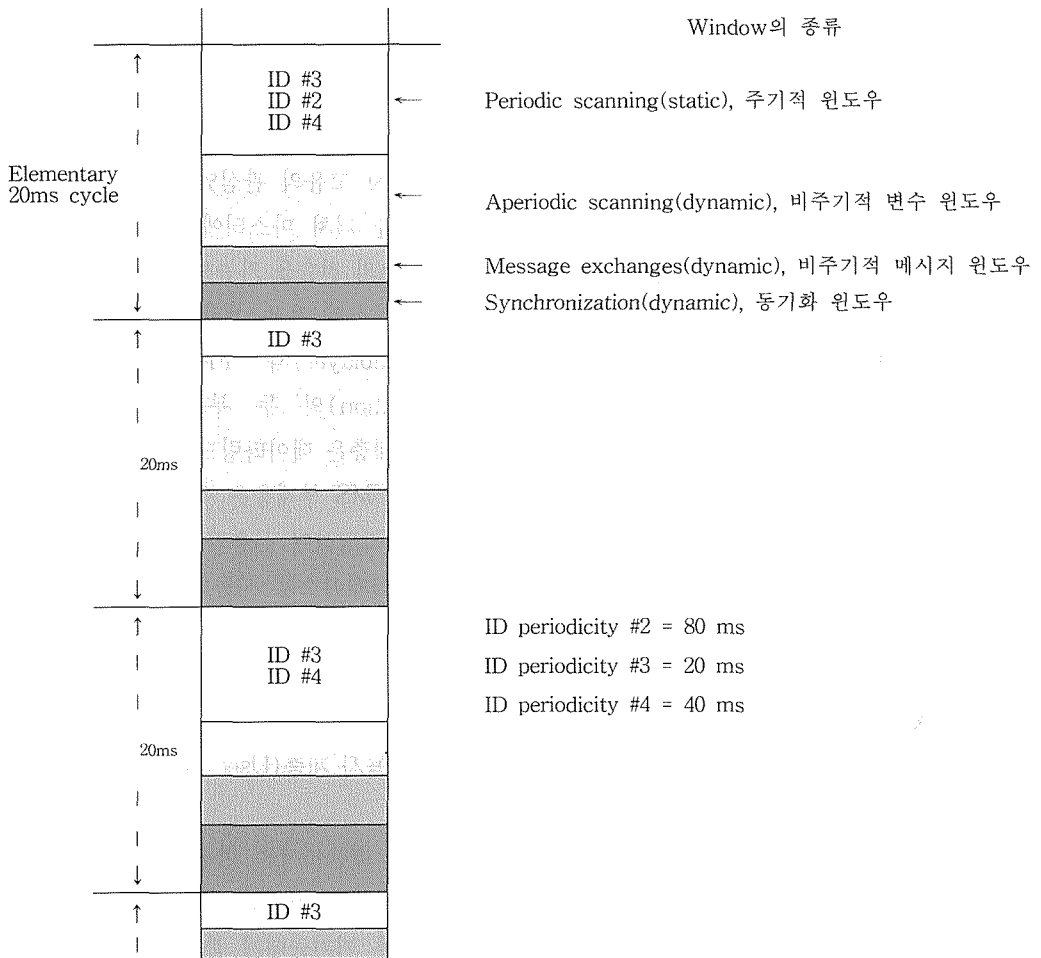
중앙집중형은 버스-중재자나 버스-스케줄러라고 불리는 버스 관리자를 도입하여 기기가 접속되어 있는 버스를 관리하며, 분산제어형은 마스터(master)가 하나의 논리적인 링을 구성하고 토큰 패싱(token passing)의 방법을 사용하여 전송 권한을 관리한다. 토큰을 가진 기기는 제한된 시간

동안에 버스에 대한 마스터 함수를 실행하고, 다음 기기와 통신하여 토큰을 넘겨준다. 토큰을 넘겨받은 기기는 토큰을 다른 기기에 차례로 넘겨줌으로써 논리적인 링을 구성한다.

데이터 링크 계층은 변수 교환과 메시지 전송의 두 가지 형태의 데이터 교환 서비스를 제공한다. 변수 교환 서비스는 주기적 변수 교환(cyclical variable exchange)과 변수 교환 요구(explicit request for variable exchange)에 의한 비주기적 변수 교환(aperiodic variable exchange)의 두 가지 형태의 서비스를 제공한다. 주기적 변수 교환 서비스는 변수명과 주기가 시스템이 구성될 때 정의되고, 주기적 전송은 사용자의 요구에 관계없이 시스템에 의해 자동적으로 이루어진다. 변수 교환 요구에 의한 비주기적 변수 교환 서비스에서는 사용자의 요구시에 하나 이상의 변수의 값이 순환된다. 메시지 전송 서비스도 역시 주기적 메시지 전송(cyclical message transfer)과 비주기적 메시지 전송(aperiodic message transfer)의 두 가지 형태의 서비스를 제공한다. 주기적 메시지 전송 서비스는 자원과 주기가 시스템이 구성될 때 정의되고, 사용자의 요구에 관계없이 시스템에 의해 자동적으로 이루어진다. 비주기적 메시지 전송 서비스에서는 사용자의 요구시에 하나 이상의 메시지가 순환된다. 비주기적 메시지는 운전원의 트랜드 표시를 위한 데이터의 요구나 버스상의 기기가 생성하는 경보, 이벤트 등의 비규칙성 메시지이다.



(그림 3.4) 중앙집중형 버스 관리방식의 매체 할당



(그림 3.5) 버스 관리자가 수행하는 검색 테이블의 예

(그림 3.4)는 중앙집중형 버스관리 방식에서 사용하는 매체 할당 과정을 설명한다. 버스에서 일어나는 모든 정보의 교환은 Link Active Scheduler(LAS, Fieldbus Foundation)나 Bus Arbitrator(BA, FIP)를 탑재한 버스 관리자에 의해 관리되는 데, 버스 관리자는 변수의 식별자를 포함하는 프레임을 방출함으로써 각각의 데이터를 생산하는 기기가 전송매체로 접근하는 것을 통제한다. 다수의 버스 관리자가 네트워크상에 존재할 수 있지만, 단지 하나의 버스 관리자만이 활동해야 한다. 버스 관리자는 버스의 환경 설정 과정에서 버스상에 있는 장비의 목록과 규정된 시간에 필요한 데이터에 대한 정보를 인식한다. 한 장비가 데이터를 내어 놓을 시간이 될 때 버스 관리자는 그 장비에게 버스상에 데이터를 내어 놓으라고 알리고, 데이터가 버스상에 존재하게 되면 그 데이터를 필요로 하는 장비들은 그 데이터를 동시에 받아 이용한다. (그림 3.4)에서 버스 관리자 B는 정해진 시간이 되면 브로드캐스트 방식을 이용하여 기기 A에게 측정값을 버스상에 내어 놓으라고 지시한다. 이 때 버스상의 모든 장비들은 버스 관리자 B의 명령을 들을 수 있다. 그 다음 기기 A는 버스 관리자 B의 명령을 받아 측정값을 버스상에 내려 놓는다. 마지막으로 기기 B, C, D는 버스상에 존재하는 측정값을 받아들여 목적한 바에 따라 사용한다.

버스 관리자는 변수의 주기적 검색, 요구된 변수의 검색, 요구된 메시지의 전송이라는 중요한 3가지 기능을 수행하며 검색 주기를 일정하게 하기 위하여 동기화 기능을 수행할 수 있다. 각 검색은 특정한 윈도우(주기적 윈도우, 비주기적 변수 윈도우, 비주기적 메시지 윈도우, 동기화 윈도우)에서 발생하고 이러한 네 개의 윈도우는 하나의 기

본 검색 주기를 형성하게 된다. (그림 3.5)는 버스 관리자의 검색 테이블의 예를 나타낸다. 20ms의 기본 사이클로 4개의 윈도우를 차례로 순환하면서 주기 및 비주기의 변수와 메시지를 처리한다.

3.3 응용 계층(Application Layer)

응용 계층은 사용자의 응용 프로그램에게 간단한 인터페이스를 제공한다. 기본적으로 읽기, 쓰기, 번역, 그리고 메시지와 명령들을 어떻게 처리할 것인가를 정의한다. 이 계층의 서비스는 사용자 계층(User Layer)의 명령들을 인코딩 및 디코딩하면서 고유의 관심있는 데이터를 데이터 링크 계층을 거쳐 마스터에서 필드 장비까지 또는 그 역으로의 전송을 가능하게 한다.

필드 버스의 응용 계층은 FAS(Fieldbus Access Sublayer)와 FMS(Fieldbus Message Specification)의 두 부분으로 나누어져 있다. FAS 부계층은 데이터링크 계층과 연결 통로를 형성하며, FMS 부계층은 유저 계층의 명령을 인코딩 및 디코딩하여 사용자의 응용프로그램이 표준화된 인터페이스를 사용하는 필드버스를 따라서 원격지에 있는 장비들과 통신하는 것을 가능하게 한다.

3.4 사용자 계층(User Layer)

사용자 계층에서는 현장 기기로부터 정보를 얻어내는 방법과 얻어낸 정보를 필드버스 네트워크 내의 다른 기기들에게 분배하는 방법들을 정의한다. 사용자 계층은 네트워크 관리(Network management), 시스템 관리(System management),

사용자 응용(User application)의 세 분야로 구성 되어 있다.

네트워크 관리는 버스 관리자의 환경 설정, 성능 및 고장 진단에 대한 모니터링 기능을 제공한다. 또한, 통신 스택에 있는 다른 함수들의 환경설정도 지원한다.

시스템 관리는 장비에 주소를 할당하고, 응용 클록을 동기시키고, 태그가 있는 장비들의 위치를 설정하고, 함수 블록의 동작 등을 스케줄하기 위한 기능을 제공한다.

사용자 응용은 장비들 사이의 상호 운용성을 지원하고, 프로세스 제어 및 자동화 분야의 목적에 맞게 개발된 함수 블록들로 이루어져 있다. 함수 블록은 입력과 출력의 연결, 그 블록에서의 파라미터, 이벤트와 제어모드 선택에 대한 응답 등의 항목으로 정의된다. 모든 기능 블록들은 알고리즘과 사용자 정의 이름(user-defined name) 및 알고리즘에서 사용하는 데이터베이스, 자신만의 블록 이름 등을 가지고 있으며 필드버스의 TAG, PARAMETER-NAME 등을 통하여 대화를 주고 받을 수 있다. 이들 함수 블록은 필요한 기능을 제공하기 위해 필드버스 장비 내부에 구현된다. 예를 들어, 단순한 압력 트랜스미터는 아날로그 입력 함수 블록을 포함하고, 제어 밸브 지시기는 AO(Analog Output) 함수 블록에 덧붙여 PID 함수 블록을 포함할 수 있다.

4. 필드버스 선택시 고려사항

4.1 필드버스 서비스

대부분의 필드버스 응용 시스템에서 필드버스는 주기적, 비주기적인 데이터를 동시에 처리할 수

있어야 하며, 각각의 데이터에 대해 시간적, 공간적인 일관성과 유효시간이 보장되도록 보장해 주어야 한다. 필드버스 시스템에서 제공해야 하는 서비스는 다음과 같다.

- 유효시간이 지정된 데이터에 대한 주기적인 전송
- 주기적인 데이터를 다수의 수신자에게로의 전송
- 기기의 상태나 설정을 표시하는 비주기적인 데이터 전송
- 비실시간의 일대일 통신으로서 우선순위, 순서화, 확인 등을 요구할 수 있는 데이터 전송
- 기기의 환경설정 데이터, 사용자의 프로그램 다운로드, 업로드
- 사용자 프로그램의 시작, 중지, 속개 등의 명령

4.2 버스 선택 기준

필드버스를 선택하기 위해 몇 가지 조사가 선행되어야 한다. 특정한 장비끼리 연결하는 데 있어 모든 장비가 한 제작사의 제품이라면 해당 표준 필드버스를 사용할 수 있으나, 그렇지 않은 경우 가격적인 면을 고려하여 개방형 버스 형태를 선택하는 것이 유리하다.

현장 기기 제어에 사용되는 짧은 데이터 블록의 전송시에는 송신, 수신, 응답 시간을 모두 포함하여 실시간이 보장되어야 한다. 이 데이터 블록들은 일반 통신에 사용되는 데이터보다 상대적으로 작다. 일반 통신에 사용되는 데이터의 전송은 실시간 처리의 문제라기보다는 큰 데이터 블록의 전송이 주가 된다.

전송속도, 실시간 처리에 따른 필요성 그리고 데이터의 길이, 종류 및 형태(Data Format)는 긴 안목을 가지고 고려해야 한다. 데이터 형태 등의 변경은 소프트웨어 변경에 따른 비용 및 연결되어 있는 장비의 동작 중단 등을 유발할 수 있기 때문이다.

전송매체의 선택도 중요한 사항이 된다. 버스 케이블 확정시에 고려해야 할 사항은 외란의 영향, Damping의 고저 등으로 이미 놓여 있는 케이블을 그대로 활용할 경우 특히 주의를 기울여야 하며, 새로운 전송 매체를 사용하고자 할 때에는 서로 다른 프로토콜과 자동화 장비간 안정성 있게 데이터를 교환할 수 있는 전송매체를 선택하는 것이 중요하다. 대형 장비의 백본(Backbone)과 같은 긴 거리, 강력한 외란의 영향이 있을 때에는 광 케이블을 우선적으로 고려해야 한다.

필드버스의 선택시에는 다음과 같은 검토 리스트의 작성이 필요하다.

- 기술적 사항
 - 전송속도, 버스의 확장성, 전송의 안정성, 버스상의 노드의 수

- 경제성
 - 각 요소 및 매체의 가격, 개방형 시스템, 규격화된 시스템
- 응용
 - 주기적 데이터 트래픽
 - 비주기적 데이터 트래픽
 - 화학공정에 있어서의 폭발방지
 - 기존의 다른 시스템으로의 연결성
- 구조
 - Point to Point, Bus, Tree, Star, Ring
- 프로토콜
 - Broadcast, Multicast, CSMA/CD, Token Passing, Master/Slave, Hybrid
- 전송매체
 - 광 케이블, 동축 케이블, Twisted Pair

4.3 대표적인 필드버스

〈표 4.1〉은 프로세스 제어 및 공장 자동화에 이용되는 대표적인 필드 버스를 종류별로 필요한 사항을 비교한 표이다.

〈표 4.1〉 필드버스의 개발 년도 및 표준

	Technology Developer	Year Introduced	Governing Standard	Openness
PROFIBUS DP/PA	PTO	DP-1994, PA-1995	DIN 19245 part 3/4	Products from over 150 vendors
INTERBUS-S	Phoenix Contact	1984	DIN 19258	Products from over 400 manufacturers
DeviceNet	Allen-Bradley	March 1994	ISO 11898 & 11519	6 chip vendors, 100+ products

	Technology Developer	Year Introduced	Governing Standard	Openness
ARCNET	Datapoint/SMC	1975	ANSI 878	Chips, boards, ANSI docs
AS-I	AS-I Consortium	Fall 1993	Submitted to IEC	AS-I.I.C. Market item
Fieldbus Foundation	Fieldbus Foundation	1995	ISA SP50/IEC TC65	Chips/software from multiple vendors
IEC / ISA SP50 Fieldbus	ISA & Fieldbus Foundation	1992 - 1996	IEC 1158/ANSI 850	Multiple chip vendors
Seriplex	APC, Inc.	1990	Seriplex spec	Chips available multiple interfaces
WorldFIP	WorldFIP	1988	IEC 1158-2	Multiple chip vendors
LonWorks	Echolon Corp.	March 1991	ASHRAE of BACnet	Public documentation on protocol
SDS	Honeywell	Jan., 1994	Honeywell Specification, Submitted to IEC, ISO11989	6 chip vendors, 200+ products

5. 결론

필드버스 기술의 표준화 동향과 개요에 대해 살펴 보았다. 필드버스 네트워크 기술에 대한 연구는 현재 미국, 유럽 등의 기술 선진국에서도 완전히 표준화가 되어 있지 않고, 공급업체들이 지역적 표준으로 되어있는 자신들의 제품을 국제 표준에 반영시키기 위해 시장 확대를 위해 경쟁하고 있는 상태이다.

현재 국내의 필드버스 연구는 외국의 필드버스 기술을 그대로 도입하여 구현하는 수준에 머물고 있으며, 자체적인 필드버스 연구는 아직 시작 단계에 불과하다. 따라서 현시점에서 이 분야에 대한 연구 및 개발에 적극 참여하여 응용 분야별로 고유의 기술을 확보하여 제어 및 자동화 시스템의 구축에 있어서 선진 외국과의 기술격차를 줄여야 할 것이다.