

FOUNDATION 필드버스 응용계층의 설계

이 성 우
한국전력공사 전력연구원

Design of FOUNDATION Fieldbus Application Layer

Lee Sung Woo
Korea Electric Power Research Institute

Abstract - 본 논문에서는 필드버스를 이용한 지능형 전송기의 FOUNDATION 필드버스 응용계층에 대해 설계하였다. 필드버스 전송기에는 물리계층 데이터링크 계층 응용계층이 있는데 여기서 응용 계층 중에서 FAS(Fieldbus Access Sublayer)에 대해서만 설명하고자 한다. FAS는 DLL(Data Link Layer) 계층과 응용 계층인 FMS(Fieldbus Message Specification)간에 인터페이스 기능을 수행한다. FMS에서 생성된 메시지가 DLL에서 제공하는 토큰 패싱 또는 스케줄 방식을 통해서 전송되기 위해서는 전송단과 수신단간에 통신관계가 설정되어야 하며, 이러한 기능이 FAS 계층에서 수행된다. FAS에서 통신관계를 설정하기 위한 서비스 종류는 VCR(Virtual Communication Relationship)에 의하여 결정된다. 하드웨어 설계 부분에 대해서는 본 논문에서 설명하지 않았다.

동작된다.

FAS에서는 앞서 언급한 바와 같이 송신단과 수신단간의 통신관계, 즉 AR을 세 가지만으로 제한하고 있다. 따라서 사용자의 입장에서 일일이 통신 관계를 따로 설정하기보다는 미리 정의된 목록을 기준으로 통신 관계를 설정한다면 훨씬 편리할 것이다. VCRs은 바로 이러한 용도로 사용하도록 설계된 것이다.(그림 1참조) 또한 VFD Object description과 연관된 데이터는 VCRs를 사용해서 필드버스 네트워크를 통해 원격으로 데이터를 받을 수 있다.

1. 서 론

필드버스는 각종 제어 및 자동화 시스템에서 필드에 설치된 장치들 간에 실시간으로 데이터를 교환하도록 하는 디지털 직렬 통신망이다. 필드버스는 단일 전송 매체를 사용함으로써 기존의 일-대-일(Point-to-Point) 통신방법에 비하여 배선에 소요되는 비용을 크게 절감할 수 있고, 기존의 아날로그 방식에 비하여 노이즈에 의한 영향을 줄일 수 있다. 양방향 통신을 제공함으로써 네트워크를 통하여 각종 필드기기의 상태를 DCS(Distributed Control System)에서 모니터링 할 수 있을 뿐만 아니라 센서의 주기적 보정과 같은 조치를 네트워크를 통하여 자동으로 수행할 수 있어 시스템의 운용 및 유지보수에 소요되는 비용을 크게 절감할 수 있다. 필드버스는 센서에서 측정된 Raw data에 대한 필터링, 선형화, A/D변환, 엔지니어링 유닛 변환 등의 각종 전처리 과정이 센서 내에서 완료되도록 하는 스마트 센서의 도입을 가능하게 하여 시스템의 전체적인 제어 성능을 향상시킬 수 있다.[1]

과거의 공정제어를 위한 신호 전송 체계로 3-15psi의 공압 계측 신호가 표준으로 사용되었고, 4-20mA의 전류 또는 전압의 아날로그 신호가 표준으로 채택되었다. 현재는 시리얼 인터페이스(전형적인 RS232, RS485등) 디지털 기술을 이용하는 통신망 신호 전송 체계의 필요성이 대두되기 시작하면서 필드버스 기술이 개발되기 시작하였다.[2]

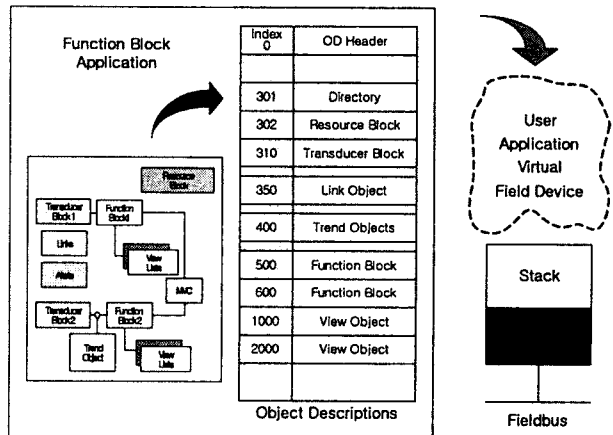
본 논문에서는 FOUNDATION 필드버스 응용계층 FAS의 가상통신 관계를 설정하여 송신단과 수신단간에 데이터 전송 방법에 대해 설명하고[3], FAS의 모델과 서비스에 대해 설계하였다.[4,5]

2. 본 론

2.1 가상 통신 관계 설정

분산 시스템에서 AP(Application Process)들 간에 통신을 위해서는 이들간에 통신 채널이 설정되어야 하며, 이러한 통신 채널을 AR(Application Relationship)이라 한다. AR은 송신단과 수신단의 AREP(Application Relationship End Point)을 연결함으로써 이루어진다. FAS에서는 Client, Server, Publisher, Subscriber, Source, Sink의 여섯 가지 AREP를 지원한다. AREP는 호환이 가능한 상대와의 통신만이 가능하며, 따라서 상대방 AREP의 역할이 클래스로써 묶여지게 되고 이러한 클래스를 AREP 클래스라고 한다.

AREP 클래스에는 표 1에서 보는 바와 같이 클라이언트/서버, Publisher/Subscriber, Source/Sink의 세 가지 종류가 있으며, 이들이 AR로 정의된다. 클라이언트/서버는 한 개의 클라이언트 노드에 대하여 한 개의 서버 노드가 대응되는 통신관계를 지원하는 경우에 사용되는 서비스이다. Publisher/Subscriber는 Publisher의 메시지를 여러개의 Subscriber 노드에 전송할 필요가 있을 때 사용되는 서비스이다. Source/Sink 역시 하나의 Source에서 발생한 메시지를 Broadcast를 통하여 여러 개의 Sink에 전달할 필요가 있는 경우에 사용된다. 1-대-1 통신관계를 지원하는 클라이언트/서버 AR은 수신단에서 메시지가 수신되었음을 확인하는 Confirmed service를 통하여 수행되며, 1-대-다수 통신 관계로 동작되는 Publisher/Subscriber와 Source/Sink 통신관계에서는 수신단에서 메시지가 수신되었음을 확인하지 않는 Unconfirmed service를 통하여



〈그림 1〉 Virtual Communication Relationships

2.2 FAS 모델

FOUNDATION 필드버스에서 AP 간의 연결은 FAS에서 제공하는 VCR을 통하여 AREP 클래스를 참조함으로써 이루어진다. AREP 클래스에는 QUU(Queued User-triggered Unidirectional), QUB(Queued User-triggered Bidirectional), BNU(Buffered Network-Scheduled Unidirectional)의 세 종류가 있다. 표 1 에는 이러한 세 가지 AREP 클래스의 특성들이 나타나 있다.

〈표 1〉 AREP 클래스의 특징

AREP 클래스		
QUU	QUB	BNU
Source/Sink	Client/Server	Publisher/Subscriber
단방향	양방향	단방향
큐	큐	버퍼
사용자 유발	사용자 유발	네트워크 스케줄링

2.2.1. QUU

QUU는 Source/Sink 통신서비스에 사용되며, 토큰-패싱 방식으로 동작된다. 필드버스 내의 Source 노드는 LAS(Link Active Scheduler)로부터 PT DLPDU(Pass Token Data Link Protocol Data Unit)를 받은 후 VCR의 리스트를 참조하여 VCR에 미리 정의된 다수의 Sink 노드에게 메시지를 전송한다. QUU는 Source에서 Sink로의 Unconfirmed service에 의하여 단방향 전송만을 지원하며, DLL에서의 데이터 전송은 큐방식을 따른다. 여기서 큐방식이란 FIFO 큐를 사용하여 메시지를 전송하는 것을 의미한다. FIFO 큐에서는 메시지가 도착된 순서로 전송큐에 쌓이고, 메시지는 먼저 도착한 순서에 의하여 전송된다. QUU 서비스는 사용자에게 의하여 전송될 메시지가 생성되는 경우에 수행된다. Source/Sink 서비스는 주

로 경고 신호를 여러 노드들에게 전송하는데 사용된다.

2.2.2. QUB

QUB는 클라이언트/서버 통신서비스에 사용되며, 토큰-패싱 방식으로 동작된다. 필드버스 내의 클라이언트 노드가 필드버스 내의 다른 노드에게 메시지를 요청하는 경우에 LAS로부터 PT DLPDU를 수신한 후 VCR을 참조하여 서버 노드에게 요청 메시지를 전송하며, 요청을 받은 서버노드는 LAS로부터 PT DLPDU를 수신한 후 요청에 대해서 요청 메시지를 보내게 된다. QUB는 클라이언트와 서버 간에 Confirmed 서비스에 의한 양방향 전송을 지원하며, DLL에서의 데이터 전송은 QUU와 마찬가지로 큐방식을 따른다. QUB 서비스 역시 QUU와 마찬가지로 사용자에 의하여 전송될 메시지가 생성되는 경우에 수행된다. 클라이언트/서버 서비스는 주로 운전원이 Set-point를 설정하거나, 파라미터 값을 변환하는 경우, 경고 신호에 대한 응답을 필요로 하는 경우와 파일의 Upload/ Download 등에 사용된다.

2.2.3. BNU

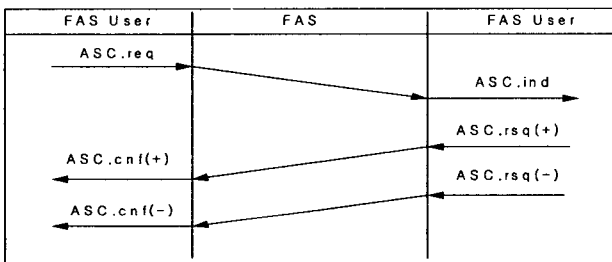
BNU Publisher/Subscriber 통신서비스에 사용되며, 스케줄링 방식을 지원한다. 필드버스내의 Publisher 노드는 LAS로부터 CD(Compel Data) DLPDU를 수신한 후 다수의 Subscriber 노드들에게 메시지를 브로드캐스트 한다. BNU는 QUU와 마찬가지로 Unconfirmed 서비스에 의한 단 방향 전송을 지원하며, DLL에서의 데이터 전송은 버퍼 방식을 따른다. 여기서 버퍼 방식이란 가장 최근에 생성된 메시지만이 전송큐에 저장되며, 새로운 메시지가 생성되면 기존의 메시지를 덮어쓴다. CD DLPDU의 전송은 LAS에 미리 스케줄링되며, 따라서 BNU에 의한 데이터 전송은 스케줄링에 의하여 동작된다. Publisher/Subscriber 서비스는 주로 사용자 계층의 기능 블록에서 주기적으로 프로세스 변수와 제어 출력 값을 전송하는 경우에 사용된다.

2.3. FAS 서비스

2.3.1. 상위계층 서비스 인터페이스

상위 계층간에 인터페이스를 FAS에서 제공하며, 통신서비스에는 다음과 같은 것들이 있다.

1) Associate(ASC) : AR의 연결을 설정하는 서비스이다. 그림 2에 서비스 연결 관계가 잘 나타나 있다.



〈그림 2〉 AR의 연결을 설정하는 서비스(Client/Server)

- 2) Abort(ABT) : 연결 설정되어 있는 AR을 해제한다.
- 3) DataTransfer Confirmed(DTC) : 상위계층에 양방향 데이터 교환 서비스를 제공한다.
- 4) Data Transfer Unconfirmed(DTU) : 상위계층에 단방향 데이터 교환 서비스를 제공.
- 5) FAS-Compel (FCMP) : BNU 서비스에서 FAS가 DLL에게 데이터를 전송하도록 요구하는 경우에 사용 된다.
- 6) Get-Buffered-Message(GBM) : BNU 서비스에서 FAS가 DLL의 데이터를 읽어오는데 사용하는 서비스이다.
- 7) FAS-Status(FSTS) : BNU 서비스에서 DLL의 버퍼 메시지가 전송되었음을 상위 계층에게 알려주는데 사용된다.

2.3.2. DLL 인터페이스 서비스

FAS와 DLL간에 인터페이스를 위하여 FAS에서 제공되는 통신서비스에는 다음과 같은 것들이 있다.

- 1) DL-Connect : 새로운 연결을 설정하거나 이미 존재하는 곳에 추가하는데 사용된다.
- 2) DL-Connection-Established : DLL 연결이 이미 사용되고 있음을 알리기 위하여 사용된다.
- 3) DL-Disconnect : 이미 존재하는 곳에 연결을 해제하기 위하여 사용되어 진다.
- 4) DL-Unitdata : Connectionless 방식의 데이터 전송을 위하여 사용된다.
- 5) DL-Data : Connection-oriented 방식의 데이터 전송을 위하여 사용된다.
- 6) DL-Put : 버퍼에 전송할 메시지를 복사하는데 사용된다.

- 7) DL-Get : 버퍼로부터 수신된 데이터를 읽거나 FIFO 큐에서 데이터를 제거 할 때 사용 된다.
- 8) DL-Buffer-Received : 수신 버퍼에 새로운 데이터가 갱신되었음을 알리는데 사용된다.
- 9) DL-Buffer-Sent : 송신 버퍼에서 데이터가 전송되었음을 알리는데 사용된다.
- 10) DL-Compel-Data : 특정 버퍼의 데이터 전송을 지시하는데 사용된다.

2.3.4. FAS Protocol State Machine

FPSM(FAS Protocol State Machine)에는 FSPM, ARPM, DMPM의 3가지 통합된 프로토콜 장치가 있다.

2.3.4.1. FSPM(FAS Service Protocol Machine) : FAS User와 특정한 AREP 서비스 인터페이스

- 1) FAS 서비스로부터 서비스 명령어를 받아들여 FAS 내부 명령어로 전환한다.
- 2) 선택된 ARPM로 FAS 내부 명령어를 보낸다.
- 3) ARPM으로부터 FAS 내부 명령어를 받아들여 FAS User를 위해 서비스 명령어로 전환 한다.

2.3.4.2. ARPM(Application Relationship Protocol Machine) : AR의 설정 해제 and FAS-PDU의 교환

- 1) FSPM으로부터 FAS 내부명령어를 받아들여 DMPM으로 FAS 내부 명령어를 낸다.
- 2) DMPM으로부터 FAS 내부명령을 받아들여 FSPM로 FAS 내부 명령을 보낸다.
- 3) 만약 기본명령어 중에 연결, 중지 서비스가 있다면, 그것은 설정, 해제 해주어야 한다.

2.3.4.3. DMPM(DLL Mapping Protocol Machine) : FAS와 DLL 사이를 매핑함

- 1) ARPM으로부터 FAS 내부 명령어를 받아들여 그것을 DLL로 보낸다.
- 2) DLL에서 형성된 DLL-ind, DLL-cnf를 받아들여 ARPM으로 보낸다.

3. 결 론

산업용 필드버스 통신망에는 50개 이상의 다양한 프로토콜이 존재한다. 그중에서 세계적으로 많이 사용하는 FOUNDATION Fieldbus H1에 대해서만 논하였다. 본 논문에서는 필드버스를 이용한 지능형 전송기에 대해 설계하였다. 필드버스 전송기에는 물리계층 데이터링크 계층 응용계층이 있는데 여기서는 응용 계층 중에서 FAS에 대해서만 논하고자 한다. FAS는 DLL계층과 응용 계층인 FMS간에 인터페이스 기능을 수행한다. FMS에서 생성된 메시지가 DLL에서 제공하는 토큰 패싱 또는 스케줄 방식을 통해서 전송되기 위해서는 전송단과 수신단간에 통신관계가 설정되어야 하며, 이러한 기능이 FAS 계층에서 수행한다. FAS에서 통신관계를 설정하기 위한 서비스 종류는 VCR에 의하여 결정된다. 다음 논문은 FMS에 대해서 작성하고자 한다.

[참 고 문 헌]

- [1] 이성우, 광귀일, 오용세, 송성일, "필드버스를 이용한 분산제어시스템", 대한전기공학회, 2004.11.
- [2] 이성우, "객체지향 언어를 이용한 필드버스 메시지 규격 서비스의 설계", 대한전기학회, 2005.7
- [3] FOUNDATION Fieldbus H1 Technical Specifications. 2001.5.
- [4] FOUNDATION™ Specification Fieldbus Message Specification FF-870, 2001.5.
- [5] N.P. Mahalik, "Fieldbus Technology", Springer, 2003.
- [6] Fieldbuses for Process Control : Engineering, Operation, and Maintenance. Jonas Berge. 2002.