

파운데이션 필드버스 통신모듈 설계 및 구현

오준석, 홍승호
한양대학교 유비쿼터스 네트워크 시스템 연구실

Design and Implementation of Foundation Fieldbus communication module

Oh.JoonSeok, Hong.Seungho
Ubiquitous Network System Lab. Hanyang Univ.

Abstract - 기존의 공정자동화 설비에서는 센서를 통하여 계측된 데이터들이 4-20mA의 아날로그 신호를 통하여 제어기와 컴퓨터들로 전송되었다. 이러한 아날로그 신호 전송 방식에서는 제어 시스템의 구조가 복잡해지고 설치에 많은 비용과 노력이 투입될 수밖에 없다. 이러한 문제점을 해소하기 위하여 기술 선진국에서는 필드 장비들 간에 고속의 직렬 통신을 통하여 제어 및 자동화 관련 디지털 데이터의 전송을 실시간으로 지원하는 필드버스 통신망을 개발하였으며, 1990년대 이후 공장 자동화, 공정 제어 및 발전 설비 등 각종 산업 설비에 필드버스를 매우 활발히 도입하고 있다. Foundation Fieldbus 모듈은 공정제어 시스템에서 사용되는 센서, 제어기, PLC, 밸브, 구동기, 스위치 등의 모든 필드 장비에 바로 탑재되어 Foundation Fieldbus의 통신 기능을 제공하는 통신 부품으로 첨단 공정 자동화 시스템을 구축하기 위하여 반드시 확보되어야 할 핵심기술이다. 본 연구를 통해 제작된 Foundation Fieldbus 모듈은 기존의 센서제품을 FF기반의 지능형 센서로 바로 전환할 수 있는 핵심부품이다.

1. 서 론

기존의 공정자동화 설비에서는 제어 신호들이 4-20mA의 아날로그 신호를 통하여 제어기와 컴퓨터들로 전송되었다. 이러한 아날로그 신호 전송 방식에서는 시스템의 구축시 배선을 비롯하여 통신관련 장비의 설치에 많은 비용과 노력이 투입되고, 시스템의 구축이 완료된 후에도 시스템의 관리 및 유지보수에 많은 비용과 노력이 소모될 수밖에 없다. 시스템을 확장하거나 새로운 장비를 추가하는 경우에도 시스템의 확장 및 변형에 유연하게 대처하지 못하며, 통신시스템의 고장 파악과 이의 수리도 용이하지 않아 시스템의 신뢰도가 저하될 수 있다.

이러한 문제점을 해소하기 위하여 기술 선진국에서는 필드 장비들 간에 고속의 직렬 통신을 통하여 제어 및 자동화 관련 디지털 데이터의 전송을 실시간으로 지원하는 필드버스 통신망을 개발하였으며, 1990년대 이후 필드버스의 제품화가 완료되면서 기술 선진국들에서는 공장 자동화, 공정 제어 및 발전 설비 등 각종 산업 설비에 필드버스를 매우 활발히 도입하고 있다.

이에 반하여 국내에서는 Foundation Fieldbus 관련 제품이 많이 생산되지 못하고 있는데 이는 CAN 및 Profibus보다 Foundation Fieldbus가 훨씬 복잡한 구조를 가지기 때문이다. Foundation Fieldbus(이하 FF)의 통신 인터페이스 모듈을 상용화한 업체는 없는 실정이다. 통신 인터페이스 모듈에 대한 핵심기술이 확보되지 못하다 보니 국내에서 FF 통신 기능을 내장한 센서, 제어기 및 구동기의 개발은 요원하다고 할 수 있다. 국내에서도 포항 제철과 같은 공정제어 설비에 FF 기술이 도입되고 있으나, 대부분이 국내에 진출한 외국 업체가 이를 수주하여 외국 업체에 기술적으로 종속되어 있는 상태에 있다.

이로 인해 많은 업체에서 기존의 시스템 개선 및 신규설비에 FF설비를 고려하고 있으나 기존의 시스템을 교체하는데에 따른 부담과 기존시스템과의 연계성으로 인해 부득이 아날로그 설비를 유지하는 경우가 발생하며 신규 설비시에도 기술종속의 부담을 안게 된다.

이에 본 연구에서는 기존의 아날로그 설비를 비교적 손쉽게 FF시스템에 융합할 수 있는 라운드 카드 형태의 통신모듈을 개발하게 되었다. 본 연구를 통해 제작된 FF모듈은 기존의 센서제품을 FF기반의 지능형 센서로 바로 전환할 수 있어 향후 국내 FF장비 제조에 도움이 될 것으로 예상된다.

2. 본 론

본 연구의 최종 목표는 현재 널리 쓰이고 있는 4-20mA의 아날로그 신호를 사용하는 장비들을 손쉽게 FF장비로 전환할 수 있는 범용 통신모듈을 개발하는 것이다. 따라서 범용 통신모듈과 아날로그 입/출력 모듈을 개발하여 아날로그 신호를 사용하는 장비들을 상용 FF시스템과 연동시켜 보았다. 이 장에서는 본 연구에서 개발된 프로토타입 인터페이스 모듈의 하드웨어 및 소프트웨어의 구성에 대하여 기술한다.

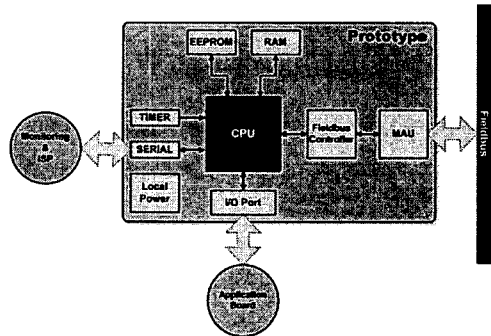
2.1 Evaluation Board

하드웨어 검증용의 Evaluation 보드는 FF의 프로토콜 스택 및 응용 프로그램을 탑재하기 위한 스택보드와 입출력 연결을 위한 입출력 보드를 분리하여 개발하였다. 스택보드와 입출력보드 간에 확장 및 변경이 용이한 인터페이스를 채택함으로써 향후 FF기반의 필드 장비 제품을 개발하기 위한 기

본 플랫폼으로 활용할 수 있도록 제작하였다.

Evaluation 보드는 FF의 물리계층과 데이터링크 계층을 담당하는 MAU (Medium Attach Unit)부와 FF의 데이터링크 계층과 네트워크 계층을 담당하는 FCC(Fieldbus Communication Controller)부 그리고 어플리케이션 계층을 담당하고 통신보드 전체를 관장하는 CPU(Central Processing Unit)부의 세 부분으로 나뉜다.

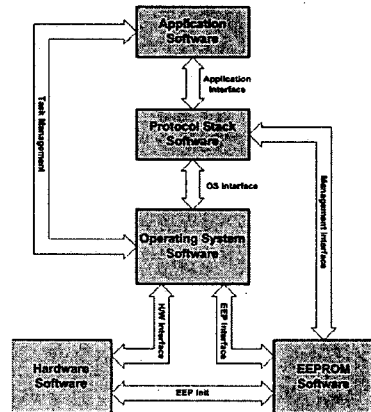
MAU는 IEC 61158-2를 준수하는 Siemens사의 SIM-1을 사용하였고, FCC는 IEC 1158-2 및 FF프로토콜을 준수하는 YAMAHA사의 YTZ420-F(FI ND1+)을 사용하였다. CPU는 Mitsubishi사의 M16C/62 16bit 프로세서를 사용하였다. 아래의 <그림 1>은 Evaluation 보드의 구조를 보이고 있다.



<그림 1> Foundation Fieldbus 프로토타입 보드의 하드웨어 구성도

본 연구에서 목표한 통신모듈은 다양한 하드웨어에 적용되어 동작할 수 있어야 하므로 개발환경은 표준 ANSI-C와 FF 규격에 제시된 DD(Device Description)등 범용적인 인터페이스를 통해 그 기능과 동작을 수정, 변경 및 확장할 수 있도록 하였다. 다중 작업환경이 가능한 실시간 운영체제(RTOS)로는 Segger사의 M16C CPU 전용 RTOS인 Embos를 채택하였고 프로토콜 스택은 Softing사의 Foundation Fieldbus Link Master Stack Library를 채택하였으며 개발된 인터페이스 소프트웨어 및 응용 프로그램은 em bOS의 다중 작업 환경과 Foundation Fieldbus Stack Library 상에서 표준 ANSI-C 언어와 DD를 통해 구현된다.

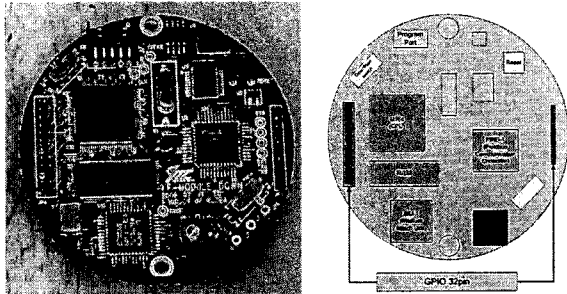
DD는 FF협회에서 제공하는 Standard DD에 개발자가 추가 장치정보를 IEC-61158기반의 DDL(Device Description Language) 형태로 작성하여 추가할 수 있도록 하였다. 이러한 Evaluation 보드에 탑재되는 프로토콜 스택 및 어플리케이션 프로그램은 아래 <그림 2>의 구조를 가진다.



<그림 2> Foundation Fieldbus 프로토타입 보드의 인터페이스 소프트웨어 구조도

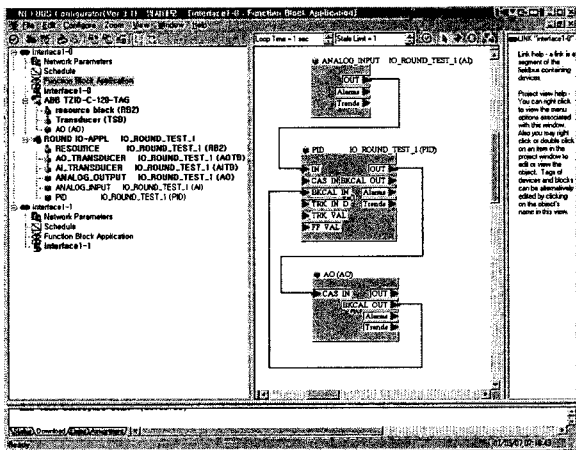
2.2 프로토타입 보드 및 IO카드

프로토타입 보드는 다양한 기능 검증과 시험이 가능하도록 Round card 형태로 개발을 하였으며, 향후 파운데이션 필드버스 기반의 신규 제품이나 모델을 개발할 경우 기능을 검증할 수 있는 입/출력 보드와 연계할 수 있도록 제작하였다. Evaluation보드의 FCC, CPU 및 MAU 연결 회로중 핵심 기능을 추려서 집약하고, 기능 확장을 위한 확장 보드 및 디버깅을 위한 시리얼 통신 모듈을 장착할 수 있는 IO 포트를 외부로 배치하였다. <그림 3>은 프로토타입 보드의 실제 사진 및 구조도이다.



<그림 3> 프로토타입 보드의 구조

이렇게 개발된 프로토타입 보드는 해외 유명 제작사의 제품들과 동시에 연결하여 통신 및 제어 변수의 연결이 정상적으로 이루어지는 것을 확인하였다. 아래의 <그림 4>는 ABB의 포지셔너와 PID 모듈로 연결된 Configuration 화면이다.

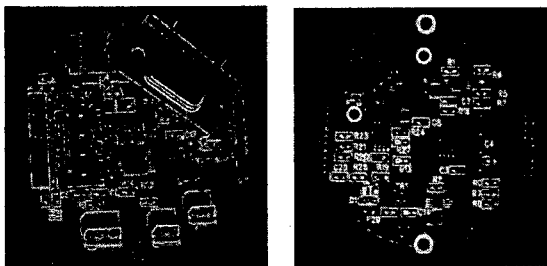


<그림 4> Configuration : FF프로토타입 보드-ABB포지셔너

2.2.1 아날로그 입출력 모듈 제작

프로토타입 보드의 CPU에 전달을 위해 산업현장에서 많이 쓰이는 4~20mA의 전류신호를 입력력하는 확장 보드를 제작하였다. 이를 통해 아날로그 장비의 데이터는 프로토타입 보드를 통해 FF시스템에 맞게 전환된다. 확장보드의 입력측에는 TI(Texas Instrument)사의 12bit ADC(ADS7822)를, 출력측에는 TI의 12bit DAC(DAC-7513)를 내장하였다. 각각의 DAC와 ADC는 FF의 Intrinsic Safety를 위한 저전력 구동을 만족하며 샘플링시간이 짧은 부품을 선정하였다.

또한 포텐셜미터를 통해 0~10KΩ의 저항값을 입력받아서 CPU로 전달할 수 있도록 하였다. 이를 위해 전류모듈의 입력 부분은 ADC의 2개 채널을 사용하여 전류입력 또는 저항 입력을 수행하도록 하였다. 아래의 <그림 5>는 전류 입/출력 확장보드의 모습이다.



<그림 5> 전류 입출력 확장보드

2.2.2 파라미터 및 DD 작성

이렇게 외부 확장보드에서 전달되는 정보는 FF의 Analog Input 파라미

터중 Field_value라는 파라미터로 입력되며 Field_value 파라미터는 OUT이라는 파라미터와 연결됨으로써 PID제어를 위한 인자로 사용되게 된다.

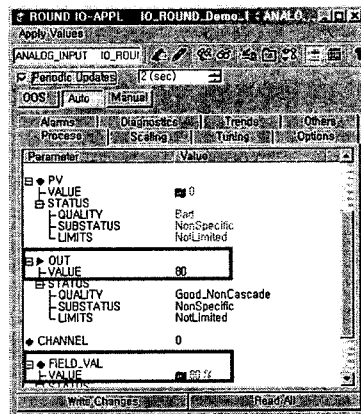
이처럼 파라미터와 실제 데이터 사이의 관계를 규정짓기 위해서 FF에서는 DD(Device Description)를 정의하고 있다. DD는 DDL(Device Description Language)로 기술되며 FF에서 사용되는 각 파라미터의 추상적 개념과 실제 구동되는 변수의 관계를 표현하는 역할을 한다. 따라서 신규 장비를 개발하게 되면 DD를 새로이 정의하여야 한다. 제조사별로 상이한 DD를 사용하게 되면 호환성을 보장할 수 없는 문제가 발생하게 되므로 FF협회에서는 각 기능에 따라 표준 DD를 제시하고 제조사에서는 표준 DD의 조합으로 제조물의 기능을 표현하도록 하고 있으며 기존의 DD이외의 DD를 작성하는 경우 해당 DD를 FF협회에 검증을 통해 등록하도록 되어있다.

본 연구에서는 확장 모듈에 대한 AI(Analog Input), AO(Analog output) 기능 블록의 DD를 구성하여 앞서 설명된 Field_value 파라미터를 사용하도록 구성하였다.

2.3 아날로그 센서의 연결

개발된 프로토타입 하드웨어에 프로토콜 스택 및 인터페이스 소프트웨어를 탑재하고 아날로그 장비를 통해 전달되는 값이 FF시스템에서 Field_value로 전달되는 내용을 확인하였다. 본 시스템을 구성하는 데에 사용된 장비로는 아날로그 센서로 Endress Hauser사의 공압측정기인 CERABAR M 제품군의 1-10bar 센서를 사용하였고, AI 확장 보드와 프로토타입 보드를 아날로그 센서의 전류를 받아들이도록 하였다.

이렇게 연결된 장비는 <그림 6>과 같이 NI의 FBUS PCI카드를 통해 Configurator(Version 3.1)상에서 확인하였다.



<그림 6> 아날로그 센서값을 FF시스템에서 확인

3. 결 론

본 연구의 결과로 제작된 Round card 형태의 통신모듈은 범용 통신 모듈로 산업용 기기에 폭넓게 적용할 수 있도록 고안되었다. 특히 기존의 아날로그 센서의 경우 본 FF통신 모듈에 센서값을 전달함으로써 기존의 센서 제품을 FF기반의 지능형 센서로 바로 교체될 수 있다.

특히 PID 제어를 위해 기존의 아날로그 방식의 자동화 시스템을 사용하는 경우 별도의 제어를 추가하여야 했지만 본 연구를 통한 FF 모듈에서는 모듈내의 프로그램으로 제어로직의 구현이 가능하게 되는 장점을 가지고 있다. 따라서 하나의 부품을 선택하듯 사용할 수 있는 장점 때문에 필드버스에 관한 전문적인 지식이 없는 국내의 센서 제작업체에 매우 유용하게 사용될 수 있을 것으로 예상된다.

추후에는 다른 입출력 모듈을 추가로 개발하고 이를 통해 FF피드백 제어 시스템을 구축하여 기존의 FF 시스템과의 성능 비교를 수행하여 본 연구의 결과를 검증할 필요가 있다.

[참고 문헌]

- [1] Foundation™ Specification:Device Description Language(FF-900/December 1, 2005)
- [2] Foundation™ Specification:Transducer Block Common Structures(FF-902/March 2 2004)
- [3] NI-FBUS™ Configurator User Manual(February 2004 Edition/Part Number 370514C-01)
- [4] NI-FBUS™ Communications Manager User Manual(February 2004 Edition/Part Number 370515D-01)
- [5] NI-FBUS™ Communications Manager Function Reference Manual(March 2002 Edition/Part Number 370516A-01)
- [6] 송승민,홍승호, "Foundation Fieldbus에서 주기적 데이터 스케줄링 기법 및 실험적 평가", 제어·자동화·시스템공학 논문지 제 11권, 제2호, 167-174, 2005.02

이 논문은 경기도에서 추진하는 경기도 지역협력 연구센터 사업의 지원으로 작성되었습니다.