

생산정보 통신망을 위한 통합 틀의 개발

김동성, 이재영, 권욱현
서울대학교 전기공학부

Development of Integrated Systems for Manufacturing Information Netwo

Dong Sung Kim, Jae Young Lee, Wook Hyun Kwon
School of Electrical Engineering, Seoul National University

Abstract - In this paper, an integration tool for the factory automation communication is proposed. It can apply to three kinds of Fieldbus, Manufacturing Message Specification and Personal Digital Assistance based systems in the factory environment. This paper focuses on the development of the testing tool and object-oriented design concepts for the synthesis of communication modules from the factory level to the field level. The integration of each communication module in the distributed environment gains importance for the realization of heterogeneous information processing systems.

1. 서론

오토메이션에서 시스템의 각 구성요소는 시스템 구축 상호호환성이나 상호 운영성 등을 유지하며 확장성이 풍부한 것이어야 한다. 그 중에서도 커뮤니케이션 기술은 기업간을 초월, 공유재산으로서 표준화하여 상호 이용할 수 있는 것으로 발전시켜야 하는 동시에 다양한 네트워크 구축 시 센서나 컨트롤러를 조합하여 오픈 시스템으로서 이용하는 환경의 확립이 추구되어야 한다. 기존의 생산 공정용 통신망으로 사용되는 하위망의 필드버스 혹은 중위망의 TCP/IP 상의 통신은 공장내의 통신 혹은 Web browser를 이용한 기계의 원격 모니터링, 원격 제어에서의 통신망으로 이용되어진다.

최근 들어 다양한 필드버스 제품이 개발되면서 여러 종류의 필드 버스들을 마이크로 소프트웨어의 DCOM 이나 CORBA 같은 개방형 미들웨어를 이용하여 통합하려는 연구가 시도되고 있다[1][2][3]. 공항이나 대규모 공장 단지의 경우 발주 업체에 따라 서로 다른 필드버스가 현지에 산재함으로써 발생하는 상호 운용성을 위한 개방 시스템에 대한 연구도 진행되고 있다[4, 5]. 이들은 필드버스 중에 주로 유사 서비스 형태를 가진 것을 대상으로 미들웨어 이용하거나 및 객체 지향 기법을 이용해 유연하게 사용자가 사용할 수 있도록 하는 통합 방법을 시도하고 있다. 그러나, 이러한 구현 방법들은 실제로 사용되기에는 복잡한 과정 및 구현 방법을 을 거쳐야 하고 실제 구현 및 실장 시 여러 가지 문제점을 가진다[6,7].

본 논문에서는 가장 대표적인 3가지 필드버스인 FIP, Profibus, DeviceNet과 중위망 통신망인 MMS 및 무선 통신의 하나로 PDA를 활용하는 생산 정보 통신망 통합 틀을 제안한다. 이를 통해 사용자가 각 통신망에 대한 전문적인 지식 없이 쉽게 각 통신망을 구성 및 테스트하도록 소프트웨어 구조도 개발한다. 본 논문의 2장에서는 통합 프로그램의 통신망의 모듈에 해당되는 3가지 필드버스 모듈 및 PDA, MMS 모듈에 대해서 간단하게 설명하고 3장에서는 이를 이용한 통합 틀 구현 방법에 대해 설명한다. 4장에서는 구현 및 실험에 대해 기술하고 5장에서는 결론을 맺는다.

2. 생산 정보 통합 시스템의 구성

2.1 생산정보통신망 통합 시스템의 구조

본 연구에서 대상으로 보는 자동화 공장의 통신망은 크게 3가지 형태로 분류하고 있다. 공장 레벨의 MMS on TCP/IP 와 하위 단계의 3 가지 필드 버스 시스템, 그리고 휴대용 단말 장치를 이용한 무선 통신 등으로 나누고 있다. 본 연구에서 사용된 MMS 응용 프로그램은 서울대에서 개발된 SNU-MMS Library를 이용했다. 그림 1은 본 연구에서 대상으로 선택한 공장용 통신망의 구조를 보여 준다.

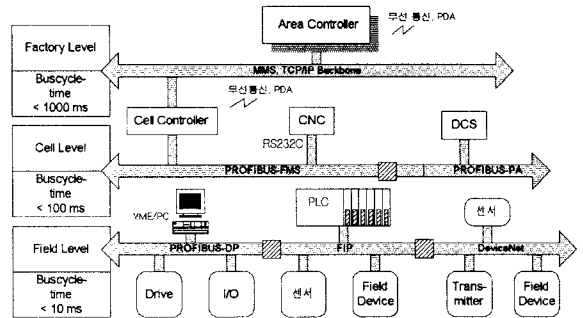


그림 1 생산 정보 통신망 통합 틀의 대상 구조

2.2 FIP(Field Instrumentation Protocol) 모듈

FIP는 자동화 시스템에서 센서, 작동기와 PLC, 제어기 사이의 연결을 제공하는 필드버스이다. 기본적인 FIP의 데이터 전송 구조는 일제 송신(broadcasting) 방식으로, 동일한 데이터를 사용하는 모든 가입자에 대하여 데이터 전송이 동시에 이루어져 전송되는 데이터의 공간적, 시간적 일치성을 응용계층 수준에서 보장해 준다. 이 때, 모든 가입자에게 제공되는 변수를 결정하는 역할이 필요한데, 이는 버스중재자(bus-arbitrator)에 의해 제어된다. 즉, FIP는 데이터 전송을 위해 생산자(변수를 제공하는 스테이션)-분배자(버스 중재자)-소비자(변수를 제공받는

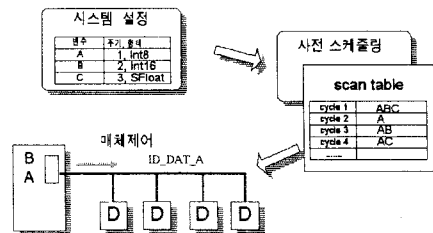


그림 2 FIP에서의 사전 스케줄링 기법 (스테이션)의 구조를 가지게 된다. 또한 OSI의 개방형 통

신망이기 때문에, 서로 다른 객체 지향적인 방법으로 연결하는 방법을 제안한다. 본 연구에서는 테스트 베드 구축을 위해 WorldFIP의 Tool Box 및 FULL FIP2 CC-121 ISA용 카드 2장을 이용하였다.

2.3 PROFIBUS(Process FieldBus) 모듈

PROFIBUS는 개방형이고 공급자에 독립될 수 있는 통신시스템이다. PROFIBUS를 사용해서 모든 종류의 자동화기기 간에 데이터를 특별한 어댑터 없이도 교환할 수 있다. PROFIBUS는 PROFIBUS-FMS, PROFIBUS-DP, PROFIBUS-PA로 나누어 진다. PROFIBUS-FMS는 셀 레벨과 필드 레벨에서 통신을 담당하는 범용의 PROFIBUS 이며, PROFIBUS-DP는 실시간성이 중요한 요소로 작용하는 자동화시스템과 분산되어 있는 주변기기 사이의 통신에 사용되는 것이며, PROFIBUS-PA는 공정제어 자동화를 위한 것이다. 그림 3은 이 3가지 모듈을 나타낸다.

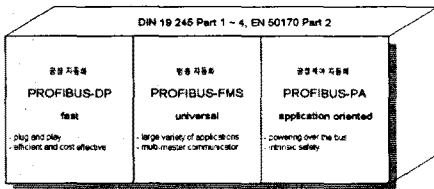


그림 3 Profibus의 종류

테스트를 위해 사용된 하드웨어 및 소프트웨어는 지멘스사의 CP-5412 ISA용 카드와 Softing사의 FMS 프로그램 라이브러리를 이용했다. 본 연구에서는 Variable Access, Domain Access, Event Management, Program Invocation, Administration Services 중 Event 부분을 제외한 나머지 서비스의 기능을 테스트했다.

2.4 DeviceNet 모듈

DeviceNet은 리미트 스위치, 광전기(photoelectric) 센서, 밸브, 모터 스타터, 공정용 센서, 네널 디스플레이, 바코드 인식기 같은 산업용 장치들을 네트워크로 연결하는 CAN 프로토콜을 기반으로 하는 저가의 통신 장치이다. DeviceNet에서는 제조용 응용장치에서 사용되는 일이 많은 저비용의 단순한 기기들의 호환성에 초점을 두고 있다. 본 연구에서는 SS technology의 5136-DNP ISA용 카드 3장을 테스트를 위해 사용하였다. 그리고 테스트용 기기로는 8개의 입출력 포트를 가진 삼성 항공의 I/O Block을 사용하였다.

2.5 휴대용 단말 장치(PDA)용 모듈 및 MMS 모듈

공장 환경에서의 이동성이 강조되면서 휴대 단말 장치를 이용한 응용 제어 시스템에 있어서 이용 가치를 생각할 수 있다. 자동차 공장의 경우 수많은 부품들이 항상 준비된 상태에서 작업들이 신속히 진행된다. 이런 경우 항상 부품들의 정보들이 기존의 자동차 공장에서 오류가 발생하거나 문제가 발생할 경우에 작업자들은 작업일지를 통해 정보를 다음 담당자에게 넘기게 된다. 이러한 환경에서도 휴대용 단말 장치가 효과적으로 사용되어질 수 있다. PDA에서의 통신은 크게 UART를 통한 시리얼 통신, 적외선 포트를 이용한 적외선 데이터 통신, 모뎀이나 무선 데이터 통신을 이용한 인터넷(TCP/IP) 통신으로 분류한다. 또한 멀티크래들(Multi-Cradle)을 이용하면 PC와의 통신도 가능하다. 통신을 지원하기 위한 함수도 3가지로 분류된다. 이 중에서 적외선 통신은 유효 통신 거리가 약 70cm 정도이므로 산업용 PC간 통신보다는

PDA 상호간의 통신에 사용된다. UART를 이용한 시리얼 통신은 RS232C 케이블을 통해 PDA와 PC가 연결된다. 그리고 I/O 버퍼를 통해 송수신이 가능하므로 결함이 발생한 기계의 수리에 필요한 데이터를 수집하거나 사용자에게 의해 수집된 데이터의 백업에 사용된다. PCS를 통한 무선 데이터 통신은 먼저 PPP 통신을 이용하여 통신 서비스 사업자의 서버에 연결하여 TCP/IP 통신을 할 수 있다. 그러므로 중앙 제어 컴퓨터와 연결하여 수집된 데이터의 송신이 가능하고 PDA가 적외선 통신과 무선 데이터 통신이 동시에 가능하다면 멀티 크래들을 이용하여 산업용 PC와 연결하여 적외선 통신을 수행함으로써 원격 제어를 수행할 수 있다. 본 연구에서는 JTEL 사의 Cellview의 development toolkit 을 이용해 현재 실제 응용 시스템을 구현 및 연구 중에 있다. PDA 모듈의 경우는 일부 서비스만 현재 구현되어 있다.

3. 객체지향기법 방식의 시스템 모듈 개발

본 연구에서 개발한 통합 소프트웨어 툴은 대표적인 3 가지 필드버스 모듈과 MMS 모듈, PDA 모듈의 공통 모듈 및 Specific 모듈을 이용해 구성한다. 또한 사용자가 쉽게 개발 툴을 사용할 수 있는 인터페이스 방법을 연구하였다. 제안된 전체 모듈은 크게 개념적으로 수평적 모듈과 수직적 모듈로 나누게 된다. 수평적 모듈에는 3 가지의 필드버스가 해당된다. 이 3 가지 필드버스의 경우 사용자가 개발된 툴을 사용할 경우 먼저 각 필드버스에 해당되는 하드웨어가 대상 시스템에 장착되어 있어야 한다. 그런 다음 사용자가 원하는 입력을 공통된 대화상자에 입력하게 된다. 사용자가 선택한 값이 내부적으로 처리되어 각 필드버스의 동작에 맞도록 각 값을 구성하는 과정을 거치게 되는데 이 부분은 툴 내부에 구성작성기 모듈이 있어서 처리하게 된다. 이를 통해 사용자는 각 해당 필드버스 시스템에 대해서 전문적 지식이 없더라도 각 필드버스를 설치해 현장 시스템에서 테스트 및 사용할 수 있게 된다. 수직적 모듈의 경우 MMS 모듈, PDA 모듈과 3가지 필드버스 모듈의 그룹 모듈로 이루어지게 된다. 이 경우는 필드버스의 데이터를 사용자가 PDA를 통해서 모니터링 할 수 있도록 구현되어져 있다. 물론 MMS on TCP/IP를 이용하여 전달되는 정보를 시리얼 케이블 또는 적외선 통신, PCS 통신을 통해서 PDA에서 모니터링 할 수 있게 된다. 구성된 각 개체들은 Network Configuration 모듈, Application 모듈, Application-Specific 모듈, Service 모듈로 나누어지며, 그 구조는 그림 4와 같은 형태로 나타낼수 있다. Application Specific 모듈에는 3 가지 형태의 필드버스 모듈 및 MMS on TCP/IP, PDA 모듈의 국한된 모듈들로 구성되어 지며 이들은 각각 독립적으로 수행되는 모듈이다. Application Module의 경우 서울대학교에서 개발된 CEMtool의 제어기 인터 페이스 부분 및 가상 플랜트가 존재한다. 서비스 모듈에는 공통 서비스 모듈과 Specific 모듈로 나누어진다.

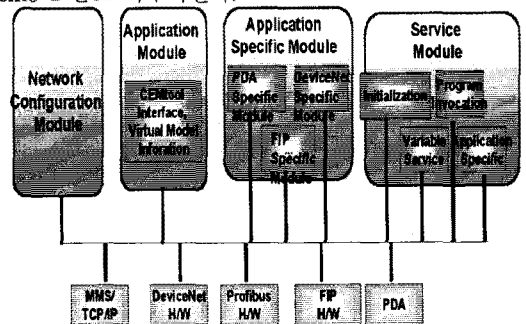


그림 4 생산 정보 통신망 통합 시스템의 구조

4. 실험

본 연구에서는 각 필드버스용 카드 및 PDA 하드웨어를 장착하여 개발된 생산정보 통합 시스템을 테스트 하였다. 이를 위해 간단한 I/O나 가상 머신을 이용해 테스트를 수행하였다. 가상 실험용 기기로는 모터 및 물 탱크, 스피링 시스템 등을 MMS, FIP, Profibus-FMS, P 테스트를 위해 사용했다. 필드버스 시스템의 경우 사용자가 각 통신망에 전문적인 지식이 없어도 쉽게 사용할 수 있도록 필드버스용 구성 작성기를 사용하였다. 표 2의 같은 서비스 계층의 필드버스의 공통 모듈을 뽑아 이를 대상으로 구성 작성기 및 필드버스 모듈을 구현하였다. 시스템의 구성의 작동 원리를 각 통신망 별로 간단히 소개하면 다음과 같다

표 2. DeviceNet, FIP, Profibus의 공통 모듈

종류	변수 지원 모듈	동작 지원 모듈	초기화/종료 모듈
FIP	A_READLOC	FL_ENABLE_IT	FL_SET_ADDRESS
	A_READSTS		FL_SET_VALID
	A_READSTS_CONFIG	FL_DISABLE_IT	FL_LOAD_STATION
	A_WRITELOC		FL_START_STATION
	A_UPDATE	FL_PROCESS_Its	FL_STOP_STATION
	A_READFAR		
	A_WRITEFAR		
L_FREE_UPDATE			
Profibus (FMS)	Fms_initiate_req, ind, cnf	Compute_invoke_id	Fms_create_vfd
	Fms_read_req, ind, cnf	Build_ctrl, od	Fms_load_od
	Fms_write_req, ind, cnf	Fmb_set_configuration	Fm7_load_crl
	Fms_info_req, ind, cnf	Fmb_load_bus_param	Fms_set_phy_status
	Fms_abort_req, ind	Fmb_exit	Initprofi
	Fms_reject_ind		Endprofi
DeviceNet	DNC_GetCardPtr	DNC_SetIrqMask	DNC_OpenCard
	DNC_FreeCardPtr		
	DNC_Read/WriteBit	DNC_ClrIrqMask	DNC_LoadDriver
	DNC_Read/WriteBlock	DNC_WaitIrq	DNC_FreeDriver
	DNC_Read/WriteByte		
	DNC_Read/WriteHC	DNC CancelWaitIrq	DNC_CloseCard

MMS 및 PDA 모듈은 Profibus의 FMS와 동일한 기능들을 테스트 했다

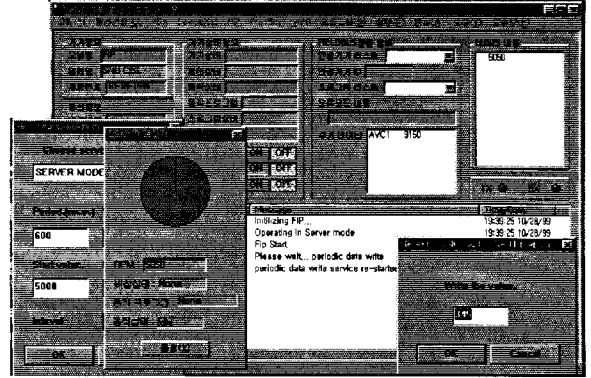


그림 6 개발 통합 툴의 FIP 모듈 데모

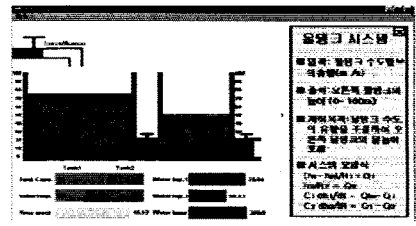


그림 7 Profibus 용 가상 데모 시스템

5. 결론

본 연구에서는 공장용 통신망의 3 계층에 사용되어 지는 통신 시스템을 대상으로 사용자가 실제 환경에서 좀더 쉽게 사용할 수 있는 생산 정보 통신망 통합 툴을 개발하였다. 객체 지향적 기법을 이용하여 개발된 생산 정보 통신망 통합 툴은 필드버스 및 생산 메시지 규약, 휴대용 단말 장치를 이용한 시스템 설계 및 테스트를 용이하게 해 주는 도구이다. 특히 이 통합 툴은 서로 다른 필드버스 시스템을 모듈화 하여, 실제 사용되는 필드버스의 종류와 무관하게 사용자가 필드버스를 사용할 수 있도록 해준다. 제공된 통신 모듈만을 이용하여 상위 응용 프로그램에서 각 필드버스의 기능을 사용할 수 있게 해 준다.

[참고 문헌]

- [1] Carsten Ditze and Carsten Boke "Supporting Software Synthesis of Communication Infrastructure for Embedded Real Time Application", pp.133-140, DCCS 98,
- [2] Alberto Coen-Preisini and Daniela Gatti, Daniela Mariani "High Level Design of Supervision and Control Systems Using Corba", pp.141-146, DCCS 98, 1998
- [3] Antonio Casile, Giorgio Buttazo, Gerardo Lamastra, Giuseppe Lipari "A Scheduling Simulator for Real-Time Distributed System", pp.167-173, DCCS 98, 1998
- [4] Gerald Schickhuber, Oliver McCarthy, "Dist Fieldbus and Control Network systems", pp. Computer and Control Engineering Journal, 1997
- [5] M. Wollschlaeger. "Intranet based Management Framework for Industrial Communication Systems", pp. 823-830, IEEE International Conference and Eme Technology of Factory Automation, 1999
- [6] Knizak, M, etc. "Modular Agent Design for Fi Management" pp.857-864, IEEE International Co and Emerging Technology of Factory Automation,
- [7] P.Neumann, F.Iwanitz "Integration of Fieldbus Systems into Distributed Object-Oriented Systems", pp.247-253, IEEE International Conference on Emerging Technology and Factory Automation, 1997

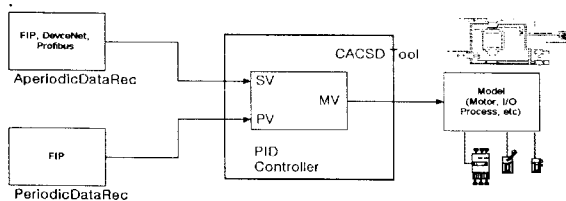


그림 5. 제어 시스템에서 응용 예

그림 5는 필드버스 통합 시스템을 사용하여 PID 제어 시스템을 구성할 때, 통신 모듈을 이용하여 PID 제어 시스템을 구성하는 사용 예이다. 이 때, PID 모듈의 SV(set value)에는 비주기 데이터 수신 모듈이, PID 모듈의 PV(process variable)에는 주기 데이터 수신 모듈이, 그리고 PID 모듈의 MV(manipulated variable)에는 주기 데이터 전송 모듈이 각각 사용될 수 있다. 이 사용 예에서와 같이, 생산정보 통신망 통합 시스템을 사용하면 사용하는 필드버스의 종류와는 무관하게 사용자는 필드버스 종류만 선택하면 그에 해당되는 기능 모듈을 사용함으로써 통신 시스템을 구성할 수 있다. 그림 6의 경우는 사용자가 FIP 모드를 선택하여 비주기 서비스, 주기 서비스를 실행시키고 실험을 위한 예제로 만든 가상 모터를 제어하는 것을 보여 준다. 그림 7은 Profibus용 테스트 모델로써 초기화 및 기기 동작, 변수 읽기, 쓰기 서비스를 행할 수 있도록 구성된 가상 플랜트이다. DeviceNet의 경우는 실제 I/O 장치를 이용해서 테스트를 하였고 상태를 모니터링 할 수 있도록 만들었다.