

PC 기반 자동화 연구

윤중범 *조남빈
한국수자원공사 합천댐관리단

PC Based Automation

YOON.CHONG-BUM, *CHO.NAM-BIN
KOWACO HAPCHUN HYDRO POWER STATION

Abstract - This paper propose the new concept and design method of PC based automation in factory automation. In order to apply this system, the essentially proposed three technologies are following
 - Using the industrial automation control language, recognized by IEC 1131-3
 - to apply Windows-NT operation system
 - to apply the Fieldbus network based on international standards

1. 서 론

근년의 산업계 자동화시스템의 구축은 주로 대규모 시스템을 중심으로 전개해 온 분산형제어시스템(DCS)개념이 중소규모의 분야에 까지 적용되고 있으며 성능이 향상된 PLC를 이용한 FA시스템을 구축해 오고 있는 추세이다. 최근에 이르러 고기능화 PC와 간편화된 네트워크, 로직 프로그램의 규격화로 피드백제어와 시퀀스제어가 혼재하는 제어계에서 조절계와 범용PC가 조합된 형태의 제어시스템이 새롭게 시도되어 지고 있으며, 시스템 구축에 요구되는 제어언어와 윈도우스 환경, 필드버스 등 관련 기술에 대하여 하드웨어 구성 및 적용사례를 중심으로 설명하고자 한다.

2. 본 론

2.1 제어 언어

PC기반의 소프트웨어로서 PLC와 같은 제어시스템의 프로그램 로직을 구현하고 있는 SOFTLOGIC은 자동화 제어를 위한 런타임(Runtime) 엔진과 제어 알고리즘 개발 툴로 구성된 산업 소프트웨어 패키지로써, IEC 1131-3(국제 산업표준으로 인정된 산업자동화 제어 언어 규격)을 따르고 있다.

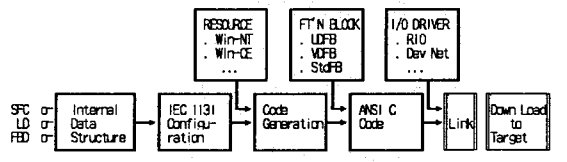
각 PLC 마다 독특한 방식으로 프로그램하는 양태에서 표준화된 IEC 1131-3의 규격으로 프로그램을 함으로써 다양한 기종들을 동일 프로그램으로 구성할 수 있으며, PC 기반의 소프트웨어로서의 개방성을 보장하고 있어서, OEM, Integrator 및 사용자들이 고유의 특성에 맞게 사용할 수 있도록 유연성을 갖추고 있다.

DCS와 PLC에서 사용되는 다섯 가지 언어인 SFC(Sequential Function Chart), FBD(Function Block Diagram), LD(Ladder Diagram), ST(Structured Text), IL(Instruction List), Flow Chart를 이용하여 프로그램 로직을 구성할 수 있으며, 그래픽 언어(SFC, FBD, LD, Flow Chart)로 구성된 프로그램을 실행 할 수 있다. 윈도우상에서 개발하여 대상 에 DOWNLOAD한다.

사용자가 만든 C function 또는 C Function Block을 SOFTLOGIC 라이브러리에 등록하여 그래픽 환경으로 디버깅 또는 시뮬레이션이 가능한 강력한 성능과 유연함을 가지고 있다.

SOFTLOGIC은 Windows-NT환경에서 IEC 1131-3 표

준에 따르는 Control Enabler로서 Code Generator, Compiling & Download 그리고 Function Block Library 으로 구성된다.



<그림 1> FBD(Function Block Diagram)

SFC, LD, FBD 등으로 개발된 control logic program은 SOFTLOGIC내의 Code generator에 의해 ANSI C(MS C++) code로 변환된다.

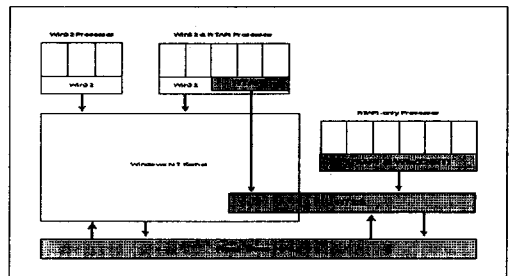
Code generator 에 의해 생성된 MS C++ code는 Resource(Windows NT 등)에 따라 실행화일(DLL or EXE)로 compile되어 Target machine(Remote PC, Motion controller, Embedded systems 등)에 download 된다.

2.2 윈도 환경

PC 기반의 Windows CE 나 Windows NT 환경 안에서 콘트롤에서 실시간 PLC 런타임 커널을 제공, 커널은 80x86계열의 프로세서에서 통합된 컴파일을 수행함으로써 RUNG TIME이 보장된다. 펜티엄 200MHz 사양의 프로세서를 사용할 때 IL 프로그램 한 명령당 0.02 μ sec 정도의 TIME COMPLEXITY를 갖는다.

SOFTLOGIC은 Win-NT에서 Hard Real-Time Program 또는 Soft Real-Time Program 으로 작동한다. Hard Real Time은 0.1mSEC Derministic Scan Time이 보장된다. 이는 Win-NT에 Real Time Extensions Option으로 가능해지며, 이 Extensions Option은 Win-NT의 Hardware Abstraction Layer(HAL)와 Mapping되어 Win-NT의 간섭 없이 Device Driver와 연계되어 진정한 real-time이 구현된다.

Soft Real Time은 Win-NT의 Timer0 Interrupt를 이용하여 Application실행되며, 이는 10mSEC Derministic Scan Time이 보장된다.

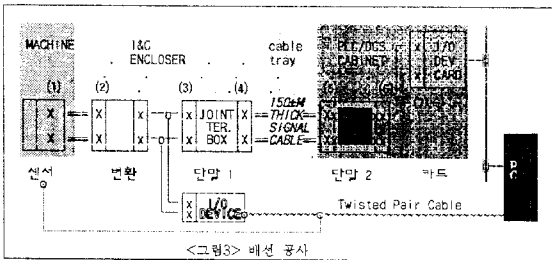


<그림2>Windows-NT의 구성

2.3 필드 버스

시스템의 FIELD BUS는 산업 현장에 광범위하게 적용되고 있는 신호방식으로 현장기기에 SLAVE MODULE을 신호 단자대 형식으로 부착하고 MULTI-DROP 단일선으로 원격지까지 통신되므로, 신호 배선이 요구되는 현 컨트롤 시스템의 근간인 PLC, DCS 방식과는 차별화 된다.

신호선 PULLING과 CABLE TRAY가 없어지고 단말 처리가 축소됨에 따라 설치 공사 간편하여 3D 작업을 축소시킨다. 또한 컨트롤 캐비넷이 불필요하므로 구성 요소가 감소된다. 그 결과 간편화되므로 시운전 시간 또한 줄게된다. 이런 요소들은 전체 시스템 설치상의 비용, 기간 그리고 엔지니어의 수고를 현저히 감소시킨다.



<그림3> 배선 공사

2.3.1 필드버스의 특성

1) 단순성

PLC/DCS는 제어반에 모든 I/O를 끌어들이야 하는 큰 취약점을 갖고 있다. PLC/DCS에서는 수많은 케이블이 각각 I/O 단자에 연결되어야만 한다. 이것은 시간, 노동력 그리고 많은 캐비넷 공간을 필요로 하게 된다. 이러한 문제점을 해결하는 방법은 I/O 연결을 캐비넷 밖으로 이동하여 기계에 설치하고 컨트롤 캐비넷 크기를 현저히 줄이거나 제거 할 수 있는 시스템 구성이다.

컨트롤 시스템의 활용능력을 감소시키고 복잡하게 하는 한가지 이유는 PLC/DCS 입력 카드에 센서하나를 연결하기 위해 많은 독립된 Termination Point가 있어야 하기 때문이다. 즉 PLC/DCS에 센서 하나를 연결하기 위해서는 “<그림3>배선 공사”에서 보듯이 18개의 접속이 필요하게 된다. 따라서 모든 단말을 연결하고 배선하기 위해서는 작업량이 많아지게 된다. 예를 들어 100개의 센서를 PLC에 연결하려면 600 - 1,800개의 접속이 필요하고, 이에 따라 시스템은 매우 복잡하게 될 것이다.

특히 “<그림3> 배선 공사”에서 “(6), (17)”사이에는 1.25SQ 인데 반해, “(4), (15)” 간의 케이블 덕트내에 약 150미터 두꺼운 신호 케이블 CVV-S 혹은 CVV-SB를 PULLING해야 한다.

센서가 비정상적으로 동작하는 원인으로 센서 고장, PLC/DCS 입력의 부동작, 배선상의 문제 등 크게 3가지를 들 수 있다. 이것은 각각의 배선 문제일 수도 있고, 18개 터미널중 임의 한 개의 문제일 수도 있다. 이러한 모든 가능성을 점검하기 위해서는 많은 시간과 비용 및 정지시간이 증가하게 된다.

필드버스 기술은 I/O 신호를 현장기기 주변으로 분산시킴으로써 이러한 결함을 줄일 수 있다. 필드버스에서는 모든 I/O 태그를 컨트롤러에 연결하는데 하나의 버스 케이블이 이용되어 I/O DEVICE와 센서/변환기를 연결하는 접속 단말의 수를 최소화한다.

2) 정비성

단순동작 기기가 생산에 있어 연계되는 타 설비와 유기적 관계를 갖이므로 플랜트는 Single Task 기기가 다기능화 되고 이 기기의 동작 조합으로 단위 공정이 자동

화되고 나아가 점, 선 그리고 면의 자동화가 이루어진다. 이를 통한 생산성의 향상을 피하려는 의도로 자동화 시스템을 도입하지만 시스템이 갖는 복잡성으로 문제 발생 시에 고장 정지시간(Downtime)이 증가하고 때로는 생산성이 저하되어 생산 비용이 증가 된다. 필드버스를 시스템에 적용 할 경우 모든 문제를 해소 할 수는 없지만 근간의 PLC/DCS 보다는 현저히 “SIMPLE” 구성이기 때문에 상당한 이익을 볼 수 있을 것이다.

3) 표준화

현재까지 필드버스의 표준화가 이루어지지는 않았지만 (앞으로도 그럴 것이다) 필드버스 기술은 컨트롤 시스템을 간단히 하는데 사용될 것이고, 컨트롤 시스템의 복잡한 문제를 해결하는 방안을 제공할 것이다.

2.3.2 필드버스의 장점

1) 설치공사

신호선 PULLING과 CABLE TRAY가 없어지고 단말 처리가 축소됨에 따라 설치 공사 간편하여 3D 작업을 축소시킨다. 또한 컨트롤 캐비넷이 불필요하므로 구성 요소가 감소된다. 이에 따른 시운전 시간의 감소 및 전체 시스템 설치상의 비용, 기간을 현저히 감소시킬 수 있다.

2) 정비

동일 필드버스의 I/O DEVICE를 추가, 보수용 SPARE 등의 마련시 “B2B”를 통한 조달이 가능해질 뿐만 아니라, 다른 필드버스의 I/O DEVICE로 대처 할 경우도 해당 드라이버가 표준(IEC1131.3)언어에 포함되어 있어 매 이기 의존성이 없어진다.

PLC/DCS결선::

센서-->현장단말-->패널단말-->보호장치-->I/O

필드버스 결선::

센서-->I/O DEVICE

<그림4>PLC/DCS와 필드버스결선

“<그림4>PLC/DCS와 필드버스결선”에서 보듯이, 줄어든 배선으로 접속개수가 줄어 육안 점검으로 유지정비를 쉽고 간편하게 고장발생 가능개수 발견할 수 있기에 Troubleshooting 빠르다. 뿐만 아니라 신호선 상의 쥐의 피해, CULVERT상의 화재, 유도전기에 의한 노이즈에서 해방 될 수 있다.

FLEXIBILITY // “B2B”를 통한 구매, 타 I/O DEVICE사양 대처
 MAINTAINABILITY // 표준언어의 통합, 빠른 TROUBLESHOOTING
 DISTURBTY // 신호선상 피해, CULVERT화재, 유도잡음

3) 운전

이런 장점들은 고장 정지시간을 줄이고 유지 정비 서비스 시간을 보다 빠르게하여 플랜트의 조업을 향상시킨다.

2.3.3 필드버스의 종류

1) Foundation Fieldbus

FOUNDATION FIELDBUS는 ISA와 IEC 표준위원회 를 포함한 FIP, ProfiBus, HART 등의 기존기술에 바탕을 두고 개발되었다. 기술은 물리계층(Physical Layer), 통신 스택(Communication Stack), 사용자 응용계층(User Application Layer)으로 구성되며, 통신 스택에는 데이터 링크 계층과 OSI 7 계층 통신 모델에 준하는 계층이 있다.

한편 Foundation Fieldbus는 OSI 7계층 모델의 3,4,5,6 계층을 사용하지 않는다. 이는 이러한 계층의 서비스가 프로세스 컨트롤 어플리케이션에서 필요치 않기 때문이다. 때문에 파운데이션 필드버스에서는 사용자 계층이 아주 중요하다.

2) ProfiBus

ProfiBus는 독일의 국가표준 DIN19245로 지정된 프로토콜로 최근에 WorldFIP, P-NET과 함께 유럽의 표준인 EN50 170으로 지정되었다. ProfiBus는 주로 생산자동화, 공정 제어, 빌딩 자동화 등의 분야에서 필드 장비들간에 실시간 통신을 위하여 사용된다. 또 ProfiBus는 필드버스 사양으로서 ProfiBus-FMS, ProfiBus-DP, ProfiBus

-PA 등 3계층의 구조를 가지고 있으며 통신망 관리기능을 포함하고 있다.

3) InterBus

InterBus의 기본적인 개념은 "Open"화에 있다. 이것은 마치 IBM에서 Personal Computer의 내부 architecture를 PC 응용 Programmer들에게 개방함으로써 사업적인 면에서 큰 성과를 거둔 것과 매우 유사하다. InterBus System을 처음 개발한 Phoenix Contact사에서도 이러한 면을 주시하고 있고 이에 대한 성과를 기대하고 있다고 말할 수 있다.

4) AS-interface

ASI(Actuator Sensor Interface)는 11개의 독일과 스위스 회사들의 Consortium으로부터 개발되어 많이 사용되고 있다. ASI는 Binary 구동기와 Sensor에 적합하고 특별히 구동기 센서와 제어사이의 데이터 교환을 위해 고안되었다. 이 ASI는 이름 그 자체가 의미하듯이 Field 장비와 상위컴퓨터 사이의 인터페이스로 고안되고 독립적인 시스템으로는 의미가 거의 없다.

5) DeviceNet

DeviceNet은 CAN 통신방식을 상용하는 프로토콜이다. 따라서 값이 싼 저가격의 CAN 마이크로 칩을 사용하고 있으므로 비용을 감소할 수 있다. 그리고 마스터 및 각 기기가 다바이스 레벨의 네트워크에 직접 접속하는 것이 가능하여 기기간의 통신이 개선되었고 종전의 I/O 인터페이스를 경유하는 접근과 이용이 불가능했던 다바이스 레벨의 중요한 진단 정보에 접근이 가능하여 고장 상태에 대하여 유연하게 대처할 수 있다. 산업용 통신 네트워크 표준들은 더 나은 첨단생산시스템 구축을 위해 기능 블록의 개념인 오브젝트 라이브러리(object library)로 구성되는데 DeviceNet에서는 두가지에 관한 규격을 정해놓고 있다.

2.3.4 필드버스의 특성 비교

앞으로 필드버스 기술은 제어설비의 주요 부분을 차지하게 될 것이다. 필드버스를 이용하면 사용자와 생산자 모두가 위에서 언급한 이득을 얻을 수 있을 것이다. 현재의 많은 버스 시스템 중 하나가 표준화로 될 때까지 기다릴 필요는 없다. 왜냐하면 대부분의 버스 시스템이 실제 제어에서 필요로 하는 해법을 제시해 주기 때문이다. 문제는 필드버스 기술을 사용할 것인지 아닌지가 아니라, 응용목적에 가장 적합한 버스가 어느 것인가 하는 것이다. 결국 시스템 디자이너는 하나 이상의 필드버스 시스템을 사용하게 될 것이고, 이 기술은 더욱 강력하고 유연한 제어설비를 바라는 요구를 충족시키기 위한 방법을 제공할 것이다.

1) 사양 비교

필드버스	통신 방법	사이클/응답 시간	버스 제어 방법
CAN	Multimaster	134 μ s 이하 (1 Mbps 사용시)	CSMA with Non-destructive Bitwise Arbit
DeviceNet	Master-Slave, Multimaster, Client/Server	7.2 ms (500 Kbps와 63 μ)	CSMA with Non-destructive Bitwise Arbit
SDS	Master-Slave, Client-Server	26 ms (32 μ 연결시)	CSMA with Non-destructive Bitwise Arbit
ASI	Master-Slave	5 ms 이하	Master-Slave
Profibus-FMS	Client/Server, Master-Slave	Not Available	Token Passing & Master/Slave
Profibus-DP	Master-Slave	10 μ s	Master/Slave
InterBus	Master/Slave	약 15 ms(4096 I/O)	Master/Slave
P-Net	Master/Slave, Client/Slave	ms 단위	Token Passing, Master/Slave
Fieldbus Foundation	Publisher /Subscriber, Client/Server	1 ms 이하	Centralized- Scheduler

2) 응용분야

필드버스 기술	특성	응용
마르지안 적은 기술	단순 센서·작동기에 적합	CAN SDS ASI FIP(MicroFIP) Profibus DP
마르지안 제한된 기술	적당한 크기의 데이터 블록을 전송 제2계층 포함	DeviceNet LonWorks SILBus DIN ManBus InterBus Modbus
모든 기능을 제공	공장 전체적인 통신 시스템을 제공 다양한 응용에 사용 Data Overhead가 없다. 제3계층이라는 사용자 계층을 제공 - Device Description Language - Function Blocks - Virtual Devices	Profibus-FMS FIP P-NET Foundation
높은 전송속도	공장과 공정보다는 사무용 통신	ARCHET Ethernet
SMART Device Bus	제7.8 계층의 기능을 제공 매우 낮은 전송속도 포함 2개의 데이터버스를 읽음 아날로그방식으로 디지털 Data 전송	HAAT

3. 결 론

SoftLogic은 PC 기반의 소프트웨어로서 PLC와 같은 제어 시스템의 양상을 뒤바꿔 놓을 새로운 개념의 제어용 시스템으로써, 표준 제조공정의 구현을 지원하기 위하여 개인용 또는 산업용 컴퓨터에 적용할 수 있는 개방형 구조를 필수로 하고 있다. PLC의 CPU와 Memory를 예로 볼 때, 가격에서 엄청난 차이가 있을 뿐 아니라, 과거 추세로 본다면 PC인 경우 2년마다 처리속도가 약 2배 향상되지만 가격은 거의 그대로 유지되고 있는 경우가 이를 뒷받침 해준다.

SoftLogic은 Windows환경에서 처리되며 확장이나 시설 개선에 있어 부담이 적고, I/O networks, computer, memory 등을 application 요구에 맞게 혼용하여 사용할 수 있는 표준화된 제어수단으로 기존의 PLC를 대체해 나가고 있는 추세이다. 소프트 로직 패키지에서 다양한 plug in I/O board, Device network, Serial devices, Motion controllers, 그리고 PLC controllers 등의 드라이버를 제공하고 있다.

시스템과 공정의 부하에 따라, 여러 노드로 구성하여 기능을 분산시키므로 부하 분산을 할 수 있다.

Windows-NT 특성에 Real-Time 확장을 통한 소프트웨어 개발 툴(Software Development Tool)로, 기존의 Windows NT가 갖고 있는 특성인 호환성/이식성/보안/분산 처리/신뢰성/견고성/Localization/확장성에 Realtime을 수정한 기능이다.

본 시스템의 OS는 다양한 기능이 제공되고 그 신뢰성이 입증된 환경으로 누구나 익혀 사용하고 있는 "Windows-NT"로 EMBEDDED 시스템을 적용 함으로써 기존 IT 인프라를 그대로 사용하면서 기기 들을 제어하는 "Windows NT EMBEDDED OS" 환경을 산업자동화설비에 적용하였다.

Windows-NT인 경우 VIRTUAL MEMORY를 사용하기 때문에 수행중 PAGING의 SWAPPING이 MEMORY와 HARD DISK사이에 발생하지만 이 SWAPPING을 제거하고 필요한 기능만 선택하여 OS의 PLATFORM을 최소화시키고 MEMORY에서만 수행토록하므로서 PERFORMANCE가 향상되고 먼지와 진동에 약한 HARD DISK를 사용하지 않으므로 안정된 시스템을 구축할 수 있다.

[참 고 문 헌]

- [1] 한국수자원공사저자명, "현장자료취득을위한 프로토콜및 MMI표준화연구", 1997
- [2] MICROSOFT사, "WINDOWS-NT EMBEDDED"