VME형 대용량 플랜트 제어기의 개발

주문갑*, 이기범*, 이진수**
포항산업과학연구원 자동화부문*, 포항공과대학교 전자전기공학과**

A Development of VME type Plant Controller

Moon-Gab Joo*, Gi-Beom Lee*, Jin-Soo Lee**
RIST*, POSTECH**

Abstract - Plant controller using VME bus is developed. This controller is a PLC designed to control up to 768 I/O units of POSFA PLC which has been developed already by POSCON. In many programming aspects, it adopts IEC 1131, international standard of PLC programming to keep up with international trends. A system software and a controller architecture including CPU board, DSP board and bus extension board are developed to support the IEC 1131, and becomes a base of E.I. controller being developed now.

1. 서 론

세계의 PLC 시장의 추세는 통신, 프로그램 개발 언어 등에 있어서 타 시스템과의 호환성을 중시하는 개방화, 표준화로 가고 있다. 이러한 PLC 시장의 변화를 고려하여 본 연구원에서는 국제 표준의 VME-bus를 기반으로 하여 16000점 이상의 용량을 갖는 대용량 플랜트 제어기 개발을 목적으로 하여 시스템 구조의 설계 및 주요 기능을 구현하였다. 본 시스템은 산업 표준 버스인 VME-bus를 기반으로 하고 있기 때문에 상용의 다른 VME-bus 보드들을 효율적으로 사용할 수 있으며, VME-bus 와 POSFA-bus를 연결해주는 로칼 버스 확장 보드는 기존의 POSCON PLC인 POSFA의 다양한 I/O 기기들을 그대로 적용하여 사용이 가능하다. 또한 프로그래밍 언어에 있어서도 국제 표준의 IEC 1131-3을 선택 지원함으로써 개방성과 효율성을 높이고 있으며, 연산 기능을 위하여 고속의 DSP chip을 사용하여 보드를 개발함으로써 부동소수 연산과 같은 고급 알고리듬의 고속 구현이 가능하도록 하였다.

2. VME형 대용량 플랜트 제어기

2.1 시스템 개요

VME형 대용량 플랜트 제어기는 기본적으로 16000점 이상의 제어 접점을 제어할 수 있도록 설계된 대용량의 PLC이며, 기존의 POSFA I/O를 그대로 이용하되, 개방적이고 표준화된 사용자 인터페이스를 구현하는데에 개발 목적이 있다. 본 연구원에서는 이런 목적을 달성하기 위하여 그림 1과 같은 제어기를 개발하였다.

VME형 대용량 플랜트 제어기는 그림에서 보여지는 바와 같이 사용자 인터페이스용 호스트 컴퓨터, VME 제어 시스템, 입출력 모듈로 구성된다.

시스템 버스로서는 국제 표준의 VME-bus를 사용하여 Multi-processor형 PLC의 전체 시스템 구조를 설계하였다. 시스템 제어 보드 (PCM : plant controller manager board)는 시스템 전체를 관장하는 역할을 하는데, 상용의 68040 CPU 보드를 사용하여 구현하고, 고속의 DSP 연산 보드는 TMS320C40을 사용하여 구현하였다.

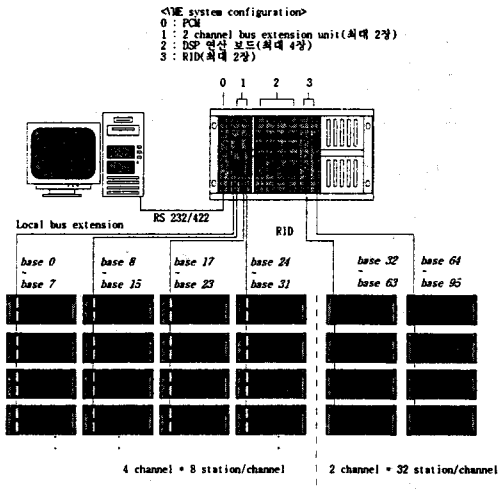

그림 1 VME형 대용량 플랜트 제어기

연산 보드는 하나의 시스템에 4대까지 장착 가능하며 16000점 제어 접점에 대한 제어를 분담한다.

POSFA 입출력 모듈을 사용하기 위한 방법은 로칼 버스 확장 유닛(bus extension unit)과 리모트 통신 유닛(RID)을 이용한다. 로칼 버스 확장 유닛은 2대까지 시스템에 장착될 수 있으며 한 유닛에 128개 입출력 모듈을 연결할 수 있다. 리모트 통신 유닛은 원거리에 설치되는 입출력을 연결하기 위한 것으로 2대까지 시스템에 장착 가능하며 1대당 256개 입출력 유닛이 연결될 수 있다. 하나의 입출력 유닛은 최대 32점의 제어 접점을 가진다.

사용자 인터페이스용 호스트 컴퓨터에서는 프로그램 편집기가 MS windows 95/NT에서 동작되며 이것은 PLC 국제 표준 규격인 IEC 1131의 프로그래밍 표준 (part 3) 구조를 채택하였다. 여기에는 IEC 1131-3 의 5가지 표준 언어 중 ST 언어를 제외한 IL, LD, FBD, SFC가 포함되며, 기존의 일본식 프로그래밍 환경에서 벗어난 국제 표준의 GUI를 제공한다.

2.2 제어 시스템 구조

VME형 플랜트 제어기의 제어 시스템의 구조는 다음의 그림 2와 같다.

시스템 제어 보드(PCM 보드)는 프로그램 편집기와의 인터페이스, 로칼/리모트 입출력 실행, 그리고 전체 시스템을 총괄적으로 제어하는 역할을 한다. 이를 위하여 다음과 같은 기능을 구현하였다.

- motorola MVME 162 CPU board를 사용
- RS232을 통한 프로그램 편집기 인터페이스
- VME-bus Master/Slave 인터페이스
- VME-bus System Controller 기능
- 전체 시스템의 입출력 관련 데이터 베이스

- 프로그램 저장을 위한 NVRAM 사용

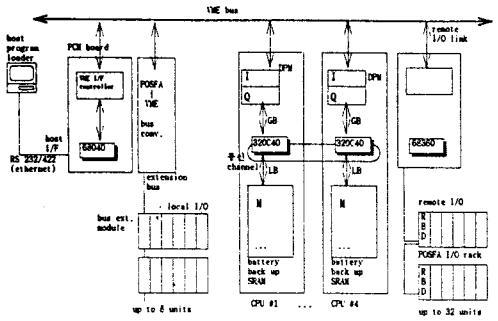

그림 2 제어 시스템 구조

그림 3은 DSP칩인 TMS320C40을 이용하여 개발된 연산보드용 VME 보드이다. 연산 보드는 사용자의 응용 프로그램을 최대한의 속도로 풀어내는데에 목적이 있으므로 고속 연산이 가능한 DSP 칩을 써서 개발되었다. VME-bus 상에서는 VME 슬레이브 보드로 동작하며 DPM(dual port memory)를 통하여 타 연산 보드 및 시스템 제어 보드와 연산 결과를 공유한다. 연산 보드는 VME-bus에 대하여 인터럽트 기능을 가지고 있어서 필요한 경우에 시스템 제어 보드에 대하여 인터럽트 신호를 보낼 수 있다.

연산 보드가 가지는 역할과 그 특징은 다음과 같다.

- 전체 시스템에 대한 관리는 PCM보드가 하고, 연산 보드는 VME-bus에 대해 slave로 동작한다.
- PCM과 연산 보드와의 데이타 교환은 연산 보드내의 DPM(dual port memory)을 통해 이루어진다.
- 연산 보드는 16,000점 이상의 입출력 접점 제어를 행할 수 있다.
- 4 대의 연산 보드가 16,000점의 입출력을 분산하여 제어하는데, 필요에 따라 1 대의 연산 보드가 16,000점의 모든 데이타를 처리하는 것도 가능하다.
- 4 대의 연산 보드가 분산하여 일을 수행할 때, 각각의 연산 보드가 행해야 하는 각각의 일은 사용자가 제어 대상 시스템의 성격에 따라 알맞게 분배하여야 한다.

연산 보드가 가지는 기본적인 사양은 다음 표1과 같으며, 그림 4의 로칼 버스 확장 보드의 사양은 표2와 같다.

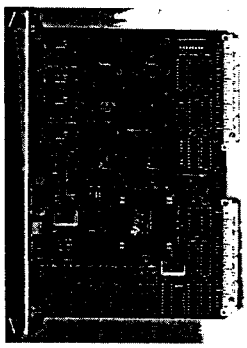

그림 3 개발된 연산보드용 DSP 보드

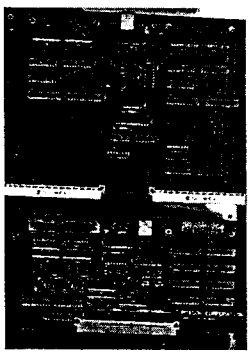

그림 4 로칼 버스 확장용 VME 보드(위) 및 POSFA 보드(아래)

구분	사양	비고
CPU	TI TMS320C40	50Mhz
program memory	256 Kbytes 20ns delay SRAM	0-wait access battery backup
data memory	2 Mbytes 70ns delay SRAM	2-wait access from CPU battery backup
DPM	64 Kbytes 35ns delay DPM	1-wait access
boot ROM	4 M bit	
통신 포트	2개의 serial port DSP emulator port	시스템 사용 H/W 개발용

표 1 DSP 연산 보드의 사양

구분	내용
확장 길이	8 단 까지 확장 가능 (총 연장 길이 6m)
장착가능수	2 개까지 시스템에 장착 가능
인터럽트	Interrupt I/O Device 지원
확 장 성	motorola 162 등 VME 보드 지원
전기적 규격	single ended, 불평형 전송

표 2 로칼 버스 확장 유닛의 사양

2.3 소프트웨어 구조

프로그램 편집기는 MS windows NT 및 windows 95를 기반으로 사용자 인터페이스용 호스트 컴퓨터에서 실행되는 응용 프로그램으로서 MS Visual C++을 이용하여 만들어졌다. 사용자는 프로그램 편집기를 이용하여 사용자 프로그램의 작성 및 간단한 모니터링을 할 수 있다.

IEC 1131-3에서 규정하는 PLC 프로그램 언어는 텍스트 기반 언어인 IL(Instruction List), ST(Structured Text)와 그래픽 기반 언어인 LD(Ladder Diagram), FBD(Function Block Diagram), 그리고 SFC(Sequential Function Chart)가 있다. VME형 플랜트 제어기는 ST를 제외한 나머지 4가지 언어를 제공한다.

그림 5는 프로그램 편집기의 사용자 인터페이스를 나타낸다. 이 그림은 SFC 언어(왼쪽)로 사용자 프로그램의 흐름을 도시하고 세부 내용을 FBD를 활용한 LD 언어(오른쪽 위) 및 IL 언어(오른쪽 아래)로서 나타낸 예를 보여준다.

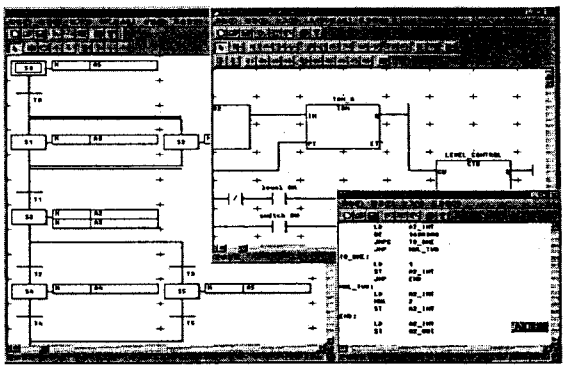

그림 5 IEC 1131-3형의 프로그램 개발 환경

시스템 제어 보드 보드의 소프트웨어는 크게 시스템 제어 보드 자체의 운용 소프트웨어와 다른 보드와의 통

신 소프트웨어로 나누어 진다. 여기서 다른 보드와의 통신소프트웨어는 다시 4가지로 나누어 지는데 이는 각각 로칼 입출력과의 통신, 리모트 입출력과의 통신, 연산 보드와의 통신, 프로그램 편집기와의 통신에 해당된다. 이것은 그림 6에 잘 나타나 있다. 이 소프트웨어는 MCC68K 컴파일러를 이용하여 C언어로 기술된 후 상용의 CPU 보드 ROM에 올려졌다.

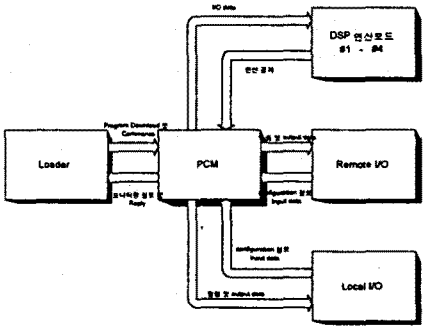

그림 6 시스템 제어 보드 소프트웨어 구성

시스템 제어 보드는 연산 보드가 실행한 사용자 프로그램의 입출력 접점에 대한 제어 결과를 외부 장치에 실제로 인가하거나, 외부의 신호를 받아들여 사용자 프로그램에 이용하는 일을 한다. 또한 프로그램 편집기와의 통신을 통하여 시스템의 실행 중지 및 재개, 사용자의 요구에 응답하는 일을 한다. 그리고 시스템 자체의 초기화 및 오류 검사 등 시스템 전체에 관련되는 일들을 수행한다.

연산 보드의 소프트웨어는 task scheduler와 명령해석기로 나뉜다. task의 상태는 그림 7과 같은 과정을 따라 변화하며, priority based, preemptive scheduling을 실현한다.

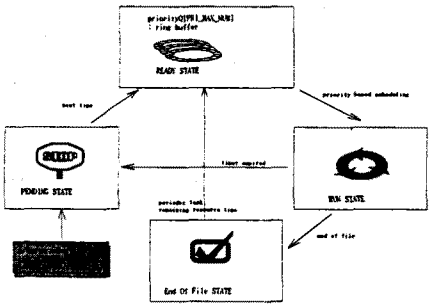

그림 7 task의 상태 천이

모든 사용자 프로그램은 IEC 1131-3에 규격한 IL, LD, FBD, SFC의 형태로 사용자가 설계한다. 그러나 프로그램 편집기의 내부에서는 모든 형태의 프로그램을 IL과 비슷한 형태의 내부 중간 코드로 전환하여 연산 보드에 전달한다. 중간 코드에는 multi tasking이나 SFC의 진행에 관계된 정보들 이외에 실제로 수행되어야 할 명령들이 포함되어 있다. 이 명령들은 연산 보드의 명령 해석기 부분에서 판단하고 수행한다.

3. 결 론

VME-bus를 기반으로 하는 16000점 용량의 대용량 플랜트 컨트롤러를 개발하였다. 개발 언어는 국제 표준으로 주목을 받고 있는 IEC1131-3을 따르고 있으며, 연산 CPU로는 고속의 DSP chip을 채택하여 고급 알고리듬의 구현을 용이하게 하였다. 시스템 컨트롤러의 기능은 상용의 162보드를 사용하였으며, VME- bus와 POSFA-bus 인터페이스 보드를 개발하여 기존의 POSFA I/O 기기들을 사용할 수 있도록 하고 있다. 또한 4대의 연산보드가 multi-processing을 하기 때문에 프로그램의 효과적인 분산 실행이 가능하다.

대용량의 PLC로서 개발된 VME형 플랜트 제어기는 현재 본 연구소에서 진행되고 있는 전기 계장 통합 제어기의 개발에 있어 근간이 되는데, 이것은 PLC 및 DCS/DDC의 기능을 통합하여 더욱 더 강력한 실행 모듈 및 시스템 네트워크, DCS급의 사용자 인터페이스 기능을 제공하게 된다.

[참 고 문 헌]

[1] IEC, IEC 1131-1,2,3,4,5 international standards
[2] R.W.Lewis, Programming industrial control systems using IEC 1131-3, The institution of electrical engineers, 1995
[3] 포항산업과학연구원 연구결과보고서, 차세대 전기계장 통합 제어기의 개발, 1996
[4] 포항산업과학연구원 연구결과보고서, 대용량 plant controller 시스템 개발 I, II, 1996, 1997
[5] LG 산전, 산전기술, 1995. 10.