

대형 프로그래머블 콘트롤러의 개발 : Part II (S/W)

권 옥현, 박 홍성, 변 대규, 최 한홍, 김 덕우

서울 대학교 공과대학 제어계측 공학과

Development of Large Scale Programmable Controller

Wook Hyun Kwon, Hong Seong Park, Dae Kyu Byeon
Han Hong Choi, Duk Woo Kim,

Dep. of Control and Instrumentation Engr.
Seoul National University.

ABSTRACT

The software developed for the large scale Programmable Controller consists of the programmer's S/W, the Controller's S/W, the RBC's(Remote Base Controller's) S/W and the Analog's S/W.

The programmer's S/W, running on the Programmer, includes the editor, the compiler, the communication program, and some other programs for easy use. The Controller S/W, which requires the fast scanning time, consists of the BTI(Block Type Instruction) solving program, the timer service routine, the i/o update program, the communication program and etc. The RBC's S/W includes the communication program, the error recovery program and the i/o processing program. The analog S/W, controlled by the Programmer, includes the PID program.

The data communication between the Programmer and the Controller, the Controller and the RBC, and the RBC and the Analog are developed.

1. 서 론

프로그래머블 콘트롤러(이하 PC라 칭함)는 처음에는 간단한 시퀀스 제어용 기기로 사용되었으나 LSI의 발달로 공장 자동화에 사용됨에 따라 특수

용도의 컴퓨터로 변했고 대형화와 다 기능화를 실현하였다. PC의 크기는 스캐닝 시간(scanning time)과 입출력 접점의 수에 따라 소형에서 초대형으로 나누어 진다. PC는 소형의 경우 간단하게 구성할 수 있으며 [1], 사용자가 편하도록 래더 다이어그램을 쉽게 에디터하고 컴파일하는 기능이 필요하다 [2,4]. 대형 PC의 경우 빠른 스캐닝 시간을 얻기 위하여 다중 프로세서 구조를 선택하는 경우와 특수 H/W를 사용하는 경우도 있으며 [3,5,7,8,9,11], 실시간으로 동작되기 때문에 소프트웨어가 고려된 상태에서 성능 분석이 필요하게 된다 [4,6]. 그러나 국내에서는 소형 PC만 개발되었고 중형 이상의 PC는 미 개발 상태이다. 따라서 많은 입출력 점(최대 744점)을 요구하는 공정인 경우에는 PC를 병렬로 연결하여 사용하였다 [12]. 이 논문에서는 개발된 대형 PC의 국산화를 위하여 H/W와 [10] S/W의 구조에 관하여 설명한다.

개발된 대형 PC의 H/W의 구성 요소로는 래더 프로그램 [2,3,4]을 구성할 수 있는 프로그래머, PC의 주된 부분- 래더 프로그램을 수행하는 부분 - 인 콘트롤러 부분과 외부 환경과 연결되어 있는 입출력 모듈로 구성되어 있다. [10]

프로그래머의 S/W는 메뉴에 의해 원하는 기능을 선택하도록 하였으며 래더 프로그램을 구성하거나 콘트롤러의 상태를 모니터할 수 있는 기능, 콘트롤러와의 데이터 전달 기능등이 있다. 콘트롤러의 S/W는 고 신뢰성, 실시간 동작과 병렬 구조의 특성에 따라 개발하였다. 입출력 모듈의

상태를 update하기 위하여 16개의 입출력 모듈마다 하나의 RBC(Remote Base Controller)을 하나씩 두어 그 상태를 콘트롤러와 통신하면서 교환하는 소프트웨어를 개발하였다.

프로그래머와 콘트롤러사이의 정보 전달은 3 계층 구조의 통신 규약을 사용하였고 콘트롤러와 RBC사이의 정보 전달은 2 계층 구조의 통신 규약을 사용하였다.

2. PC의 구성 [10]

본 연구에서 개발된 PC는 그림 1과 같은 동작을 하도록 H/W와 S/W가 개발되어 졌다.

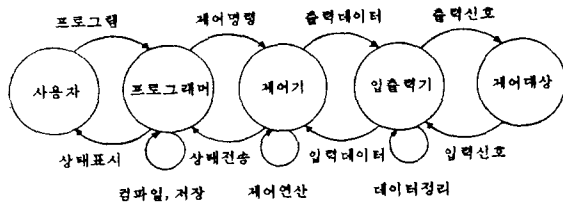


그림 1. PC의 전체 동작

PC는 프로그래머, 콘트롤러와 입출력 모듈로 구성되었으며 각 부분의 개괄적인 기능과 H/W구성은 다음과 같다.

프로그래머 : 래더 프로그램을 작성, 저장하며 콘트롤러에 작성된 프로그램을 보내거나 콘트롤러의 상태를 모니터한다.

CPU(MC68000), CRTIC, FDC, 512K Memory,

2 Port RS 232C

콘트롤러 : 래더 프로그램을 수행하고 프로그래머와의 통신과 RBC와의 통신을 실시간으로 실행 하면서 데이터를 교환한다.

CPU Board : MC 68000, RTC, 128K Memory,

2 port RS 232C

HLS Board : TTL로 구성된 Hardware Logic Solver

IOP BOARD : 2 개의 Z80, 8 port RS 422

입출력 모듈 : 콘트롤러에서 만들어진 출력 데이터를 받거나 외부 환경에서 받아들인 입력 데이터를 콘트롤러에 전송한다.

RBC Board : Z80, RS 422

3. PC의 소프트웨어

PC 소프트웨어의 기능을 기기 중심으로 보면 그림 2와 같다.

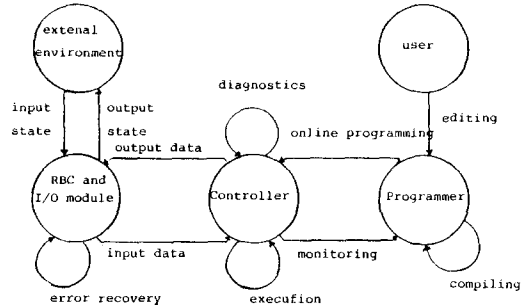


그림 2. PC 소프트웨어의 기능

본 연구의 PC 소프트웨어는 세 유형으로 나누어 지는 데 래더 프로그램을 작성하고 compile하며 콘트롤러의 상태를 모니터할 수 있는 기능등이 있는, 메뉴 선택 방식의, 프로그래머의 소프트웨어와 프로그래머에서 작성된 래더 프로그램을 전송받아 그것을 수행하게 하는 콘트롤러의 소프트웨어와 외부 환경의 입력 상태를 콘트롤러로 보내어 그 상태를 가지고 프로그램을 수행하여 나온 결과를 콘트롤러에서 받아 외부 환경으로 출력하는 입출력 관계 소프트웨어가 있다. 또, Analog 모듈에는 PID 기능을 수행하게 하는 프로그램등이 개발되어 있다.

3.1 프로그래머의 소프트웨어

본 논문에서 개발된 프로그래머는 CP/M 68K를 사용할 수 있도록 H/W를 개발하여 사용하였다.[10] 프로그래머에서 개발된 소프트웨어는 사용자가 편리하게 이용할 수 있도록 메뉴 선택 방식(menu driven)으로 구성되어 있으며 그림 3과 같은 tree 구조로 되어 있다.

본 논문에서 사용되는 시퀀스 제어용 언어로는 래더 다이어그램 방식을 사용하였다. 특수 명령을 나타내기 위한 BTI(Block Type Instruction)을 개발하였다. BTI의 종류는 다음과 같다. [2,3,4]

그림 4와 같은 동작을 수행하기 위하여 컨트롤러의 소프트웨어는 그림 5와같은 흐름도를 가진다.

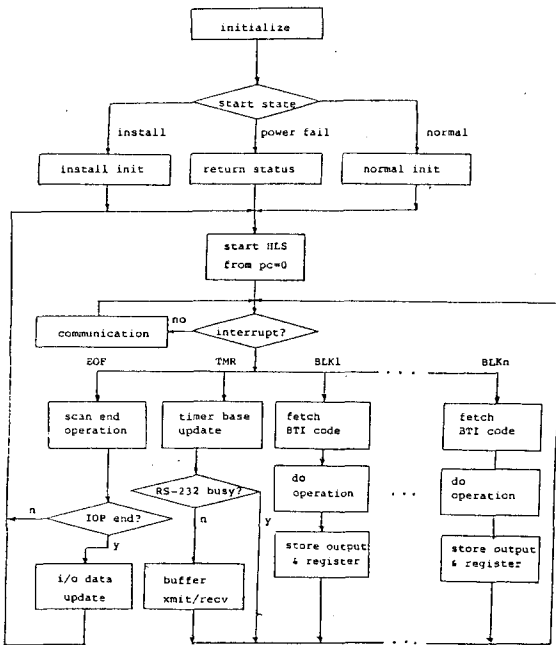
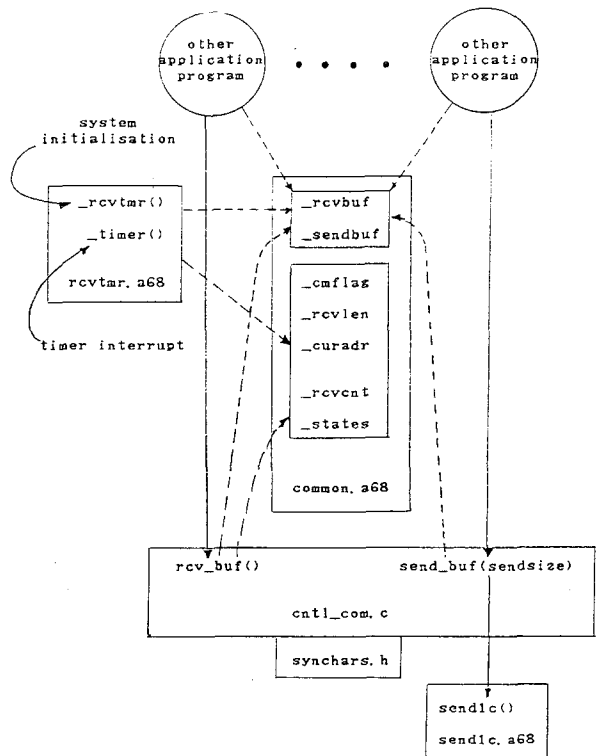


그림 5. 컨트롤러의 소프트웨어의 흐름도

3.3. 프로그래머와 컨트롤러의 통신

본 PC에서는 프로그래머와 컨트롤러가 정보를 주고 받기 위하여 RS 232C를 통한 통신 기능을 low level에서 제공하도록 개발되어 졌다. 이러한 low level의 통신 기능은 보다 상위 층에서 사용될 수 있도록 function 형태로 정의되며 이렇게 정의된 function은 보다 복잡한 응용 프로그램 작성을 위하여 용이하게 사용된다. 통신과 관련된 구조가 그림 6에 나타나 있다.

프로그래머와 컨트롤러의 통신은 프로그래머 측으로 부터의 특별한 요구가 있을 때 그 요구에 대해 응답해 주도록 개발되어 졌다. 즉 컨트롤러에서는 항상 수동적으로 메시지가 수신되기를 기다리고 있다가 프로그래머에서 어떤 메시지가 도달하면 이를 분석하여 해당되는 서비스를 행하고 필요할 경우 응답 메시지 또는 요구하고 있는 데이터를 전송해 준다. 또한 컨트롤러는 BTI의



A → B : A initiates B
A ----> B : A accesses B

그림 6 a) 컨트롤러의 통신 구조

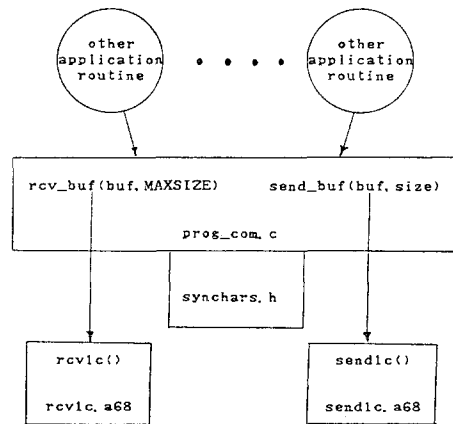


그림 6 b) 프로그래머의 통신 구조

해석, 입출력 데이터의 update등 많은 작업을 해야 하므로, 가능한 짧은 시간안에 통신과 관련된 작업을 완료할 수 있도록 통신 프로그램이 개발되어 졌다.

3.4. 입출력부의 소프트웨어

이들 소프트웨어는 대부분이 통신에 관계되는 것으로써 크게 Controller/IOP, IOP/RBC와 RBC/ I/O 모듈(입력,출력, analog 모듈)사이의 통신으로 구분된다. 이들 통신은 각기 서로 다른 통신 방식을 사용하며 그림 7에 표시되어 있다.

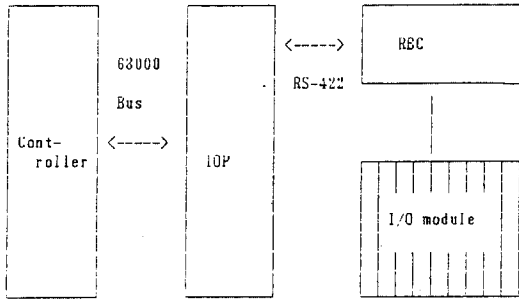


그림 7. 입출력부의 통신 구조

컨트롤러와 IOP 사이의 통신은 Master-Slave 방식으로 tightly-coupled된 RAM을 통하여 이루어지도록 하였으며, IOP와 RBC는 RS-422 인터페이스를 통하여 이루어진다. RBC와 I/O 모듈간의 통신은 독자적으로 구성된 버스를 개발하여 사용하였다.

IOP의 총괄적인 작업을 나타내는 부분으로 그림 8이 그 흐름도이다. 모든 채널의 서비스가 끝나게 되면 update flag를 set함으로써 컨트롤러에게 I/O update작업이 종료되었음을 알리게 한다.

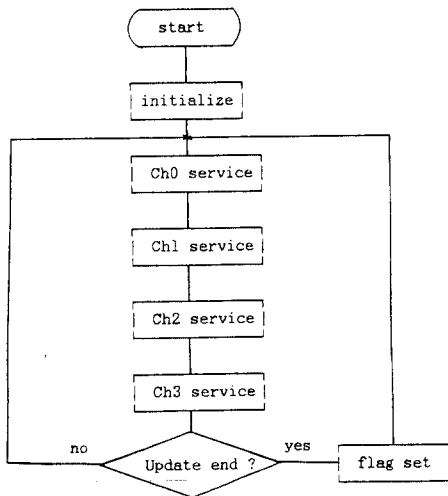


그림 8. IOP의 main routine

RBC 소프트웨어는 IOP와의 통신에 사용하는 프로그램과 I/O 모듈(24V/110V 입력/출력 모듈, Analog 모듈)과의 통신에 사용되는 것과 이들을 support하는 프로그램으로 나누어지며, 그림 9에 RBC 프로그램의 흐름도가 표시되어 있다.

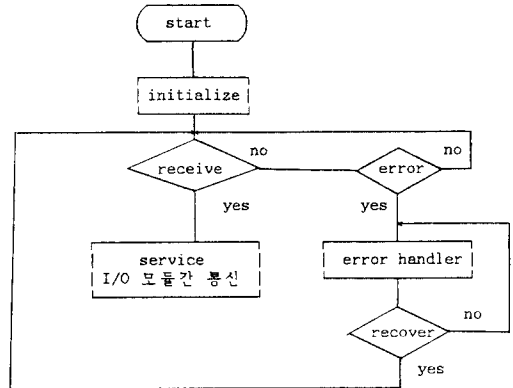


그림 9. RBC 프로그램의 흐름도

4. 결론

본 논문에서는 다음 3 가지 특성을 목적으로 PC 소프트웨어를 개발하였다.

첫째, 사용자가 쉽게 프로그램을 할 수 있게 하였다. 메뉴에 의한 선택으로 필요한 제어 프로그램의 작성을 용이하게 하도록 프로그래머의 소프트웨어를 개발하였다. 제어 언어로 래더 다이어그램 방식을 채택하였고 BTI(Block Type Instruction)을 개발하여 제어 언어등 Analog 신호의 제어를 가능하게 하였다. 또 래더 다이어그램과 BTI의 프로그램은 네트워크 단위의 스크린 에디터를 개발하여 구현하였다.

둘째, 제어 프로그램의 수행시 빠른 스캔 시간을 갖도록 컨트롤러의 소프트웨어를 개발하였다. 본 PC는 2000 점 이상의 입출력 점을 갖는 대형을 대상으로 하였으므로 이를 프로그램으로 처리하는 데는 많은 시간이 걸리므로 본 논문에서는 이를 제한된 시간내에 처리하기 위하여 HLS의 개발과 인터럽트 처리에 의한 실시간 운영 프로그램으로 빠른 스캔 시간을 갖도록 하였다.(HLS의 처리

속도는 100 ns/step)

마지막으로 PID기능을 수행할 수 있도록 Analog 프로그램을 개발하였고 PID의 계수등을 프로그래머에서 입력하여 화학 공정과 같은 analog 공정을 원하는 대로 제어할 수 있게 하여 시퀀스 제어와 Analog 제어를 동시에 할 수 있도록 개발하였다.

개발된 S/W는 프로그래머 부분이 C 언어로 10000 줄정도이며 컨트롤러 부분은 C 언어로 5000 줄이며 어셈블리어로 약 6000 줄이며 I/O 부분은 1000줄 정도의 어셈블리어로 구성되어 있다.

8000 점 이상의 PC로 이용되기 위해서는 i/o에 고속 모뎀을 사용과 스캔 시간 중 큰 비중을 차지하는 BTI의 처리를 고속화 시키는 방법이 요구된다.

참 고 문 헌

1. 김 원철, "프로그램형 제어기의 설계 및 제작에 관한 연구," 서울 대학교 공과 대학 제어 계측 공학과 석사학위 논문, 1984
2. 변 대규, "제어 언어에 관한 연구," 서울 대학교 공과 대학 제어 계측공학과 석사학위 논문, 1985
3. 박 홍성, "프로그램형 논리 다중 프로세서 구조와 성능 평가에 관한 연구," 서울 대학교 공과 대학 제어 계측 공학과 석사학위 논문, 1986
4. 최 한홍, "대형 프로그램형 제어기를 위한 소프트웨어의 개발 및 성능 분석에 관한 연구," 서울 대학교 공과 대학 제어 계측 공학과 석사학위 논문, 1987
5. 박 홍성, 김 종일, 변 대규, 권 옥현, "다중 프로세서를 이용한 대형 PC 구조 및 성능 해석", 한국 자동 제어 학술 회의, pp169-174, Oct, 1986
6. 최 한홍, 박 홍성, 변 대규, 권 옥현, "대형 프로그래머블 컨트롤러를 위한 소프트웨어 개발에 관한 연구," 제어계측 연구회 합동 학술 연구 발표 논문집, pp73-76, May, 1987
7. J.A.Siebel and C.L.Arosor, "Programmable Controllers," Automation, pp.61-64, Feb. 1984
8. Texas Instrument, Advanced PC's unveiled by Texas Instrument, Texas Instrumnet, 1984
9. Gould, Gould Modicon 584M Programmable Controllers, Gould, 1983
10. 권 옥현, 김 종일, 최 한홍, 김 덕우외. "대형 프로그래머블 컨트롤러의 개발 : Part I", 한국 자동 제어 학술 회의, 1987
11. H.F.Felder and G.A.Tendulkar, "Multiprocessing Boosts PC Performancs", i&CS, Jan, 1985
12. 안 재봉, 지 동근, 최 호현, "Programmable Controller의 link system에 관한 연구", 한국 자동 제어 학술 회의, pp175-177, Oct, 1986