

공장 자동화와

프로그램머블 콘트롤러

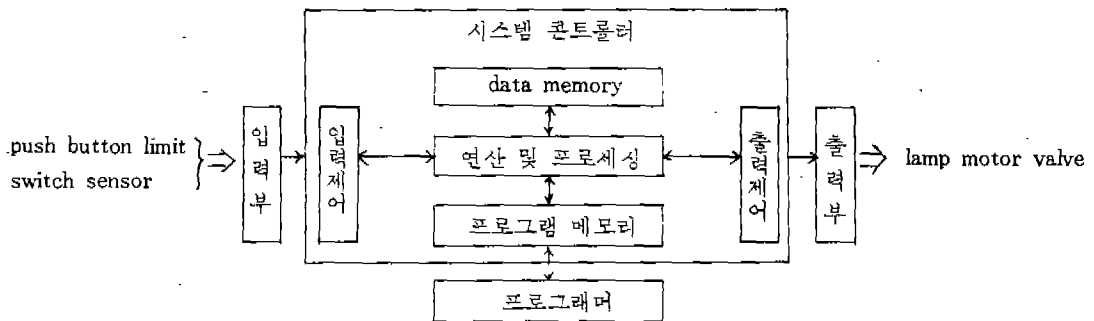
Factory Automation and Programmable Controller

卞大圭

서울대학교 制御計測工學科

오늘날의 마이크로프로세서 및 반도체기술의 발달은 사무자동화와 더불어 공장자동화의 새로운 지평을 열고 있다. 프로그램머블 콘트롤러, 수치제어장치, 로봇콘트롤러 등 수 많은 제어 기기는 계층화, 분산화로 특징지어지는 최근의 공장자동화 시스템에서 중추적 역할을 수행한다. 특히 제어 시스템을 기계가공, 조립, 반송 등과 같은 기계제어 시스템으로 한정할 때는 프

로그래머블 콘트롤러의 역할이 특히 중요하고 자동차, 철강, 화학, 발전, 빌딩 제어 등 대형 시스템에서 작은 공작기계 등의 소형 시스템에 이르기까지 폭넓게 사용되고 있는 프로그램머블 콘트롤러(이하 PC로 약함)는 사실상 최근의 공장자동화 물결을 선도하고 있다고 해도 과언이 아니다. 실제적으로 '86년도 일본의 PC 시장규모가 5천억원 정도였고 매년 50~60%의 성장



〈그림 1〉 PC의 내부 구조

세를 유지할 것으로 예상되고, PC가 도입된지 5~6년 정도인 국내 PC 시장의 규모도 이미 4백억원 정도로 추정되고 있고 '90년경엔 약 1천억원에 육박하러리는 전망⁽¹⁾이고 보면 공장자동화에서 PC의 역할을 가늠해 볼 수 있을 것이다.

1. PC의 구조 및 기능

기본적으로 PC는 입력신호를 받아들여 필요한 논리연산을 수행하고 제어기거나 공정에 출력신호를 내보내는 일을 반복한다. 그림 1은 간략화된 PC의 구조이다. 그림에서 보듯이 PC는 시스템 컨트롤러, 프로그래머, 그리고 입출력부로 구성된다.

일반적으로 시스템 컨트롤러는 연산 및 프로세싱부, 메모리부, 입출력 제어부를 가지는데, 전체 시스템의 판장, 입출력 데이터의 처리, 제어 프로그램의 처리 등과 같은 기능을 수행한다. 프로그래머는 제어 프로그램을 작성하여 시스템 컨트롤러로 전달하거나 시스템 컨트롤러 내부상태의 감시, 시스템 컨트롤러 내부의 제어 프로그램 검색 (Debugging) 등과 관련된 기능을 수행한다. 입출력부는 시스템 컨트롤러의 입출력 제어부와 실제 공정간의 입출력 데이터를 교환시키는 부분이다. 이를 위해 입출력부는 외부 신호와 PC 내부신호 사이의 신호변환을 위한 회로를 제공하게 된다.

이외에 PC는 상용전원을 공급받아 PC 내부에서 사용하는 전원으로 변환해 주는 전원부 및 이상시와 정전 복구기능을 위한 백업 모듈 등을 제공한다.

2. PC의 하드웨어

가. 시스템 컨트롤러

시스템 컨트롤러는 기본적으로 마이크로프로세서에 의한 컴퓨터 구조를 가지고 있으나 PC의 실시간 동작을 위해 실시간 클럭, 실시간 인

터럽트 처리기능, 시스템의 고장에 대비한 자기진단기능 등이 추가된다. 또한 비상 정전 등의 원인에 의하여 전원공급이 중단되었을 경우, 시스템의 계속동작과 빠른 복구를 위하여 시스템내의 메모리의 내용을 보존하도록 전원보호회로를 구비하여 돌발적인 사고에 대비한다.

PC 시스템 컨트롤러의 형태는 시스템의 크기에 따라 다른데, 소형 PC인 경우 주로 8비트 마이크로프로세서나 단일 칩 마이크로프로세서를 CPU로 사용한다. 중형 PC 이상의 경우 8비트 혹은 16비트 마이크로프로세서를 사용하는 데, 시스템에 따라서는 시퀀스 제어 프로그램중 AND, OR와 같은 단순논리 프로그램을 처리하기 위한 특수 하드웨어 혹은 논리 프로세서를 가지기도 한다.

대형 시스템인 경우 처리할 기능을 분산시키기 위해 다중 프로세서 방식을 채택하는 경우가 많다. 이 경우 입출력 데이터만을 전담으로 처리하기 위한 입출력 프로세서, 논리 프로그램을 처리하기 위한 논리 프로세서 그리고 주로 16비트 마이크로프로세서 혹은 Bit Slice로 된 Main CPU로 이루어진 예가 많다.

나. 프로그래머

프로그래머로서는 소형 PC인 경우 LCD를 표시부로 한 Handy 프로그래머가 주로 사용된다. 이 때 프로그래머의 기능에 필요한 소프트웨어와 전원은 시스템 컨트롤러가 제공하는 경우가 많다. Gould 084 소형 PC처럼 단일 칩 프로세서를 독자적으로 가지는 Handy 프로그래머도 있다. 소형인 경우 프로그래머에서 작성된 제어 프로그램은 ROM에 내장되어 시스템 컨트롤러에 장착될 수도 있고 바로 시스템 컨트롤러 내부의 응용 프로그램 영역에 저장될 수도 있다. 후자의 경우엔 전원공급이 중단되면 백업 배터리에서 전원을 공급하여 제어 프로그램이 지워지지 않게 되어 있다.

중·대형 PC인 경우 주로 Stand Alone Computer 형태의 그래픽 프로그래머를 사용하며 시

스텝 콘트롤러와는 Serial Interface로 통신하며 정보를 교환한다. 이 경우 시스템 콘트롤러와 프로그래머 사이엔 약속된 통신 프로토콜이 사용되며 각 PC마다 다른 형태를 가지므로 다른 PC 시스템 사이에는 호환이 불가능하다.

중·대형 PC인 경우에도 현장에서 손쉽게 사용할 수 있도록 하기 위해 Handy 그래픽 프로그램이 제공되기도 한다. 최근에 들어서는 IBM-PC에서 PC의 프로그래머 기능을 대신할 수 있는 소프트웨어를 개발, 사용하는 경우가 많아졌고 점점 그 사용이 증가할 것으로 보여진다.

다. 입출력부

입출력부는 주로 공정 현장에서의 ON/OFF 신호 혹은 아날로그 신호를 CPU 모듈과 교환하는 부분이다. 현장에서의 입력신호로서 근접 스위치, 푸시 버튼, 리미트 스위치, 릴레이 접점 등이 ON/OFF 신호를 발생하고 각종 센서의 출력이 아날로그 신호를 발생한다. PC에서의 ON/OFF 출력신호는 솔레노이드 밸브, Fan, Alarm, 모터 Starter 등의 동작을 위한 신호로 사용되고 아날로그 신호는 Analog Valve, Analog Actuator, Chart Recorder, Analog Meter 등을 위한 신호로 사용된다. 그러나 현장에서의 신호가 PC 내부에서 바로 사용될 수는 없으므로 입출력부는 신호변환회로, 잡음제거회로, 현장 신호와 PC 내부신호와의 절연회로 등을 제공한다.

이상에서 언급한 일반적인 입출력장치 이외에도 특수한 작업환경을 위한 Intelligent I/O에 대한 요구가 점점 증가하고 있고 Intelligent I/O의 구비 여부가 제품의 선호도를 결정하는 때 중요한 요소가 되고 있다. Intelligent I/O로서는 Positioning Module, BCD I/O Control Module, High Speed Counter, RTD Input Module, Remote I/O장치 등이 있다. 리모트 I/O 장치는 시스템 콘트롤러와 수 km 떨어진 곳에 있는 입출력신호를 처리할 수 있게 하는데,

중·대형 PC인 경우 대부분 구비하고 있다.

3. PC의 소프트웨어

PC의 소프트웨어는 프로그램이 있는 위치에 따라 시스템 콘트롤러 소프트웨어, 프로그래머 소프트웨어, 입출력 소프트웨어로 나눌 수 있다. 가장 간단한 형태의 PC에서는 이 모든 소프트웨어가 시스템 콘트롤러 합 곳에 있게 된다.

PC의 규모가 커지고 기능이 복잡해짐에 따라 각각의 프로그램은 서로 분리되어 할당된 고유의 작업을 수행하게 된다. 프로그램이 서로 분리되어 있는 경우엔 상호간예, 즉 시스템 콘트롤러와 프로그래머간 그리고 시스템 콘트롤러와 입출력부 사이에 정보를 교환하기 위한 통신 프로그램이 있어야 한다.

가. 시스템 콘트롤러의 소프트웨어

PC의 크기에 따라 또 제품이 제공하는 기능에 따라 조금씩 차이가 있지만 대형 PC인 경우 다음에 열거한 내용들이 주로 수행이 되고 소형 PC인 경우 이 중 일부 고급기능은 수행이 되지 않는다.

- 시스템의 초기화 작업
- 시스템 관리
- 시퀀스 제어 프로그램 수행
- 입출력 데이터 처리
- PID 프로그램 수행
- 프로그래머와의 통신
- 자기 진단
- Hot 백업
- 네트워크 관련 작업
- 특수 입출력 모듈 처리
- 기타

시스템 콘트롤러의 동작형태는 입력을 읽어들이고 제어프로그램을 수행하고 출력을 내보내는 일련의 작업을 반복하는 것으로 간략화시킬 수 있다. 이러한 작업을 한번 수행하는 데 걸리는 시간을 스캔타임이라고 한다. 시스템에 따라서

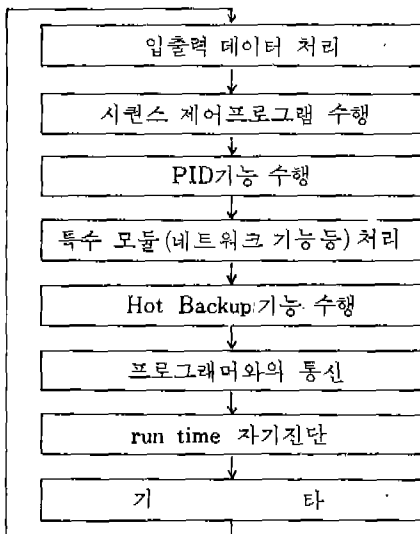
또 수행하는 제어 프로그램의 길이에 따라서 차이가 있으나 대개 20~100ms가 소요된다. 논리 프로그램을 풀기 위한 논리 프로세서, Multiple CPU의 도입 등은 스캔 타임의 고속화를 위해서 도입된 기법들이다. 처음 PC에 전원이 인가되면 시스템 소프트웨어는 시스템의 자기진단을 수행하고 여러가지 하드웨어 소자와 필요한 메모리 영역의 초기화 작업을 수행한 후 스캔을 반복하게 된다.

그러나 PC가 수행해야 할 기능이 많아짐에 따라 스캔의 구조도 좀 더 복잡해진다. 그림 2는 대형 PC의 스캔 구조의 한 예이다⁽²⁾. 따라서 제어 프로그램의 양이 많을수록, 처리해야 할 기능이 많을수록, Monitoring 등에 의한 프로그래머와의 통신량이 증가할수록 스캔 타임은 늘어남을 알 수 있다.

나. 프로그래머의 소프트웨어

프로그래머는 제어 프로그램을 작성하여 시스템 콘트롤러로 전달하는 것을 주임무로 하고 있다. PC에서 사용되는 제어 언어는 래더 언어를 위시하여 여러가지 종류가 있으나 다음의 4가지가 주요한 언어들이다.

- 텍스트 언어 :



〈그림 2〉 대형 PC의 스캔 구조의 일례

IL (Instruction List) 언어

ST (Structured Text) 언어

· 그래픽 언어 :

LD (Ladder Diagram) 언어

FBD (Functional Block Diagram) 언어

위의 4가지 언어 중 LD 언어가 가장 일반적으로 사용되는 제어언어이다.

프로그래머는 제어 프로그램을 작성하여 시스템 콘트롤러로 전달하는 것 이외에도 시스템 콘트롤러와 통신하면서 다음과 같은 기능을 제공하여야 한다.

- 시스템 Configuration 프로그램
- 감시 (Monitoring) 프로그램
- 검색 (Debugging) 프로그램
- 프린팅 프로그램
- 기타

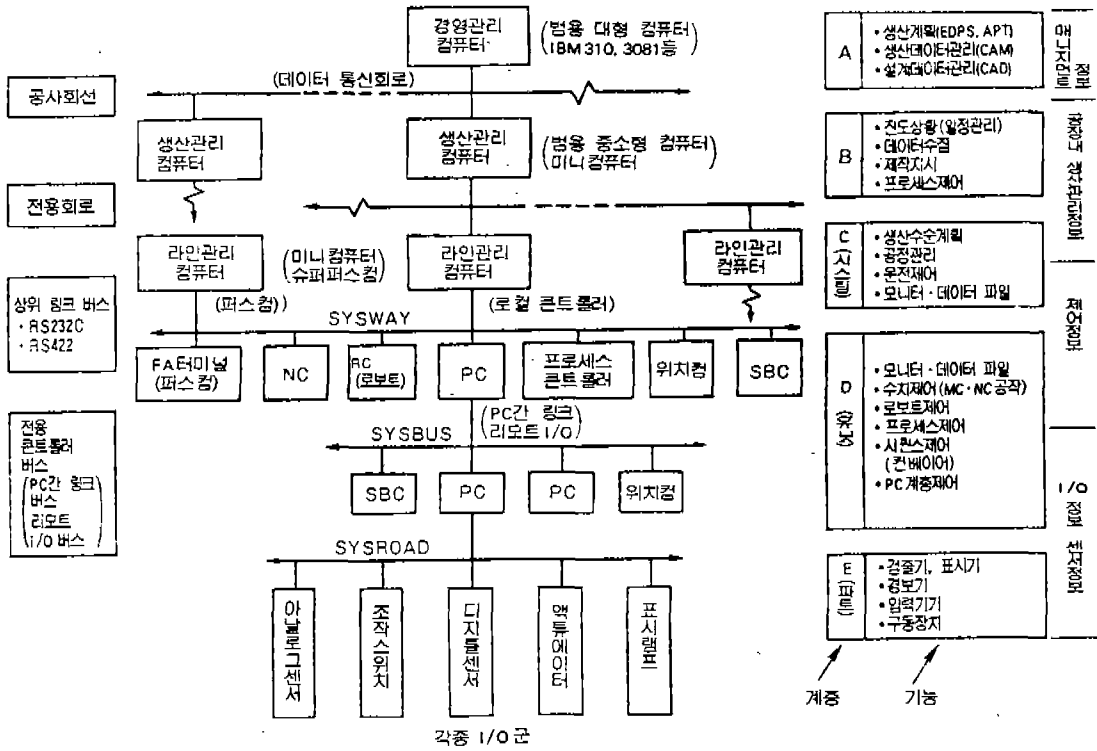
이 외에 입출력부 소프트웨어는 주로 시스템에서 요구하는 방식대로 입력 데이터를 수집하고 출력 데이터를 내보내는 일을 전담한다.

4. PC의 네트워크 기능

그림 3은 최근의 공장자동화 시스템의 개념을 체계적으로 나타내고 있다⁽³⁾. 그림 3에서 볼 수 있듯이 분산화, 제충화된 제어 시스템에서 네트워크 기능은 필수적임을 알 수 있다.

특히 PC는 공장 내의 수많은 입출력장치의 신호들을 모으는 장치로 사용 가능하므로 최근의 공장자동화 시스템에 네트워크 기능을 도입하는 데 많은 기여를 하고 있다⁽⁴⁾. 네트워크기능은 PC와 PC간, PC와 다른 콘트롤러간, PC와 상위 컴퓨터 간에서 생산 정보나 운전제어 데이터의 송수신을 비롯하여 프로그램의 업 다운 로드를 간편하게 하고 정보의 신속한 수집, 정리 판단을 가능케 한다.

하지만 공장자동화에 사용되는 네트워크는 업체마다 조금씩 다른 형태를 가지고 있기 때문에 다른 기종 사이에 호환이 어렵거나 불가능한 경우가 많다. 최근에 공장형 네트워크에 대한 표



〈그림 3〉 공장자동화 시스템

준화 작업이 활발히 전개되고 있고 그 중 GM에서 제안한 MAP (Manufacturing Automation Protocol)으로의 표준화가 가장 유력시 되고 있다. 유수의 PC업체들도 자사의 기존 네트워크 방식을 포기하고 MAP의 채택을 발표하거나 MAP에의 접속을 위한 게이트웨이의 개발을 발표하고 있다. 표준화된 공장형 네트워크의 정립은 현 단계의 공장자동화에서 가장 시급한 과제 하나이고 당연히 PC는 그러한 표준화 네트워크에의 접속이 가능해야 할 것이다.

5. 맺음말

참고문헌

- (1) 전자시보 1988년 10월 12일 제372호
- (2) TI Model 560 and 565 Product/Sales Training, Rev 1.0, Feb. 1985
- (3) 자동화기술, "FA분산제어를 실현시키는 토틀

이상에서 PC의 구조, 보유해야 할 기능 및 공장자동화 시스템에서의 PC의 역할 등에 대해서 간단히 서술하였다.

시퀀스 제어를 위한 단순한 ON/OFF 제어를 수행하던 초기의 PC와는 달리 다양하고 복잡한 제어기능과 정보 집합 장치로서의 능력을 가진 최근의 PC는 이미 공장자동화 시스템의 핵심적인 장치가 되었으며 사용자가 요구하는 복잡다양한 요구를 만족시키며 기능확대에 따른 새로운 수요의 창출과 함께 현대의 복잡한 제어 환경에서 가장 유용하고 광범위하게 사용될 수 있는 자동화 기기가 될 것이다.

PC 시스템" 1985년 9월

- (4) J. West, "Programmable Logic Controllers Spearhead Factory Automation," Robotics Age, 1985년 10월