工場自動化와 PC

金 章 鎬
<韓國 FESTO(株) 社長>

1. 머리 말

人類歷史에 있어서 工業製品의 生産이란 측면에서 時代를 分類하면 원시시대의 小量生産 時代 그리고 그 후 大量生産時代를 거쳐서 現在의 多品種時代로 나누어 말한다. 生産手段도 時代的 要求에 따라 변천해 왔다.

小量에서 大量生産時代로 變化될 때에 生産라인은 급격한 機械化가 일어난 것과 같이 大量生産時代에서 多品種時代로 접어들면서는 自動化가 主題로 등장하게 된 것이다. 多品種 生産이 要求되지만 그렇다고 多品種에 따른 生産라인의 多變化는 투자능력상 불가능한 것이므로 결국 프로세스(process)의 多變化에 의해서만 多品種 生産이 可能한 것이고 이는 곧 프로세스의 機械化, 곧 自動化이기 때문이다.

自動인 機械의 극치로 우리는 로봇을 들고 있는 바와 같이 제어의 의미에서 볼 때 最高의 自動裝置는 人間이고 따라서 自動機械를 人間에 비유함은 의미가 있다. 그림 1은 自動機械이고 그림 2는 人間이다. 여기서 기계구조는 人間의 골격과, 作動要素들은 근육과, 그리고 센서(sensor)는 人間의 五感과 비유되며 自動化에서 가장 重要한 프로세서(processor)는 사람 두뇌에 해당된다 하겠다. 따라서 工場自動化란, 作業을 제어하는 프로세서의 개발을 通해서만 可能한 것이며 이를 爲한 많은 노력이 있어 여러가지 方法이 개발되어 왔다.

수동 매니퓰레이터라고 규정하는 自動化의 첫 단계를 지나 캠(cam)이나 커어브(curve), 치차, 나사 등 단단한 기계장치를 이용해 각기 連結動作이 이루어 지도록 마련된 機械的 自動化, 보통 릴레이제어(relay control)라고 불리우는 電氣式 方法, 그리고 논리소자(logic element)를 사용한 空壓式 및 油壓式 自動化를 지나 하드와이어(hard wired)의 전자식 제어기 등에 이르기까지 여러가지 프로세서가 개발 사용되고 있다. 이들은 모두 고정시이퀜서(fixed sequencer)의 범주에 속하는 것들로 일반적인 大量生産 시스템에 적합한 것으로 사실상 아직 實用되는 제어기로써의 주종을 이루고 있다[1].

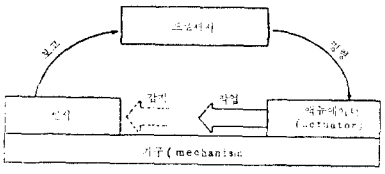

그림 1 단순자동제어장치의 조감도

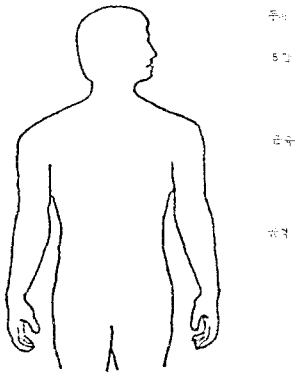

그림 2 人間 제어

그러나 生産의 특징이 大量生産에서 多品種生産으로 바뀌어 가면서 제어기도 그 조정 내용이 다양한, 그래서 多品種한 제품을 한 라인에서 生産可能토록 탄력성이 요구되게 되었다.

2. PC의 등장

전기적 사이퀜서를 차차 전자화 하려는 노력이 일기 시작한 1960년대 말, General Electric 社는 自社內의 제어장치를 설치하기 爲하여 10個 조건을 내걸고(표 1) 이에 만족하는 장치를 개발토록 촉구하였다. 물론 이런 제어장치를 만든다는 것은 당시의 수준으로는 매우 어려운 것이었으나 GE 社에 납품할 수 있다는 點과 使用者가 원하는 것이 이 方向이라는 것이 분명해짐으로 많은 제어전문회사들이 이같은 시이퀜서 개발에 나서게 된 것이다. 그 결과 DEC 社에 의해 이 조건에 만족하는 PDP-14라는 電子制御裝置가 발표된 것을 위시하여 Modicon 社가 084를, 일본의 日立製作所가 DSC-6을 갖고 뒤따르므로써 본격적인 電子制御裝置의 時代가 개막되었다.

처음에 단순하고 초보적이었던 이런 電子시이퀜서는 電子素材分野의 IC 등 각종 部品의 發達과 더불어 매우 빠른 속도로 발전해 왔다. 그리하여 초기의 단순한 제어기능을 지나 연산, 계수기능 등 컴퓨터의 일부 기능을 갖게 되고 일부 고급장치는 컴퓨터와 접속이 가능하여 데이터의 송수신이 가능한 단계에 이르게 되었으며 결국 1978년 NEMA(National Electrical Manufactures Association)에서는 이같이 단순 제어를 넘어선 전자제어장치를 총칭하여 PC(Programmable Controller)라 명명케 되었다.

표 1 GE社의 10대 조건

조건	내 용
1	프로그램의 작성 및 수정이 간단할 것
2	보수 및 고장수리가 간편할 것
3	릴레이 시이퀜스보다 신뢰성이 높을 것
4	릴레이 시이퀜스보다 가격이 쌀 것
5	릴레이 시이퀜스보다 소형이며, 바닥 면적이 작을 것
6	출력 데이터는 중앙 통제장치에 연결되어 있을 것
7	입력은 AC 115 V가 가능할 것
8	출력은 최저 2A 115 V AC일 것
9	기본유닛은 확장 가능할 것
10	최저 4 kW에 확장 가능한 프로그래머블 메모리가 있을 것

3. PC의 構造 및 機能

PC의 구조는 대별하여 공정제어를 담당하는 CCU(Central Control Unit)와 CCU로의 入力신호를 받아주는 入力部, 그리고 처리된 신호를 액튜에이터로 전달해 주는 出力部 등 세 部分으로 나눌 수 있다(그림 3 참조).

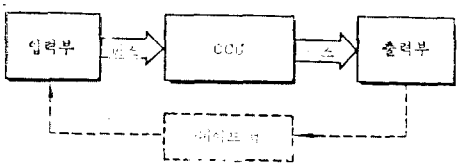

그림 3 PC의 블록선도

그러나 機械裝置를 自動化 하는 것이 目的인 使用者로써 볼 때 PC는 사실상 어느 신호가 들어가면 어떤 신호가 나온다는 式의 블랙박스(black box)로 사용되고 있을 뿐 CCU 內部에서 어떻게 처리되는 가는 알 必要가 꼭 있는 것은 아니다. 따라서 그 부분은 本文에서 제외하기로 하고 단지 CCU를 형성하는 블록선도만을 그림

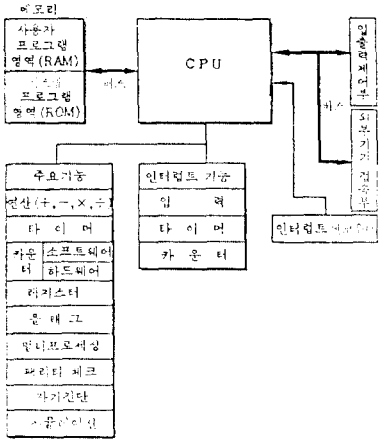

그림 4 CCU의 블록선도

4로써 도시하였다.

CCU의 內部구조는 使用者에게 重要한 것이 아닐지라도 PC가 행할 수 있는 기능과 그 능력범위는 重要하며 따라서 本文에서는 보편적으로 PC에 많이 내장되어 있는 重要 기능들에 대해서 언급하고저 한다.

• **논리기능** : 入力의 여러가지 조건 즉 and와 or, yes와 no 그리고 이들의 복합상태를 조합, 작업, 판단해 낼 수 있는 기능이다.

• **연산기능** : 통상 연산기능은 2진법, 8진법, 10진법, 16진법으로 연산(+, −, ×, ÷)이 이루어지도록 되어 있으며 특히 入·出力되는 信號가(2진법으로 表現되기 때문에 2진연산 및 2진법과 10진법의 변환기능이 重要한 검사점(checkpoint)이 된다.

• **타이머**(Timer) : 특정 時間의 지연 및 주기적인 業務의 반복수행시 必要한 기능으로서 기종마다 다소간의 差異는 있으나 통상 8개의 타이머를 내장하고 있으며 각 타이머들은 0.01초~600초 정도의 時間지연이 可能하도록 되어 있다.

• **카운터**(Counter) : 特定된 수량 및 횟수를 계수할 수 있는 기능으로써 증가/감소 계수가 가능하다. 카운터에는 프로그램에 의해서 使用可能한 소프트웨어 카운터와 入力 信號의 수를 계수할 수 있는 고속 하드웨어 카운터가 있는데 一般的으로 카운터라 함은 소프트웨어 가운터이며 통상 PC에 16개가 내장되어 있고 각 카운터는 −32658~+32657를 계수 할 수 있도록 16비트로 構成되어 있다.

• **레지스터**(Register) : 特定한 I/O상태 및 연산結果 등을 기억시키기 위해서 使用되며 一般的으로 16개가 내장되어 있으며 각 레지스터는 16비트로 되어 있어 −32658~+32657의 숫자를 기억할 수 있다.

레지스터는 많을수록 좋으나 너무 많을 경우 저용량 메모리 PC에서는 使用者 프로그램의 영역을 減少시킬 수 있다.

• **플래그**(Flag) : 特定된 값을 기억시킨다는 점에서는 레지스터와 다를 바가 없다. 플래그는 비트(bit) 단위로 使用이 可能하여 어떤作業 또는 特定한 入力의 相態를 비트 單位로 기억토록 되어 있다. 통상 64플래그(8 byte)를 내장하고 있어 64개의 相態를 기억할 수 있다.

• **멀티프로세싱**(Multi-Processing) : 1개의 CCU가 2個 以上의 프로그램을 獨立的으로 同時에 수행하는 기능으로써 1個의 CCU로 2個 以上의 CCU를 使用하는 것과 같은 效果를 얻을 수 있다. 그러나 너무 많은 프로그램이 同時에 처리되도록 되어 있는 CCU는 各 프로그램의 처리時間이 지연될 可能性도 있어 통상 4個 정도의 프로그램이 同時 수행될 수 있도록 되어 있는 것이 적합하다.

• **페리티검사**(Parity Check) : 자료의 송·수신時 오차가 發生되는 것을 放止하기 위해서 使用되는 기능으로 이븐페리티(짝수) 또는 오드페리티(홀수) 검사를 할 수 있도록 되어 있으며 이 기능을 위하여 데이터의 제일 앞의 비트를 페리티 검사비트로 쓴다.

一般的으로 PC는 잡음이 많은 工場內에서 使用되기 때문에 오차의 發生을 사전에 放止하기 爲해서 페리티 검사 기능은 重要하다. 特히, 타기기와 연결 使用할 때 이 기능이 없으면 자료의 전송이 안되는 경우가 있으므로 타기기와 접속 使用하고자 할 경우 반드시 확인하여야 하는 기능이다.

• **자기진단**(Diagnostic) : PC는 다른 제품들과는 달리 자기 진단 기능을 내장하고 있어 기기내에 故障이 發生하였을 경우 故障부위 및 相態를 表示하도록 되어 있어 故障수리가 단시간 내에 可能하다.

• **시뮬레이션**(Simulation) : 作成된 프로그램으로 실제 제어 作業을 하기전에 프로그램을 작동시켜 프로그램의 이상 유무 및 제어 상태를 확인할 수 있는 기능으로 타이머, 카운터, 플래그, 레지스터 등의 모든 내부 값을 변경 및 연속 表示할 수 있는 보조기능을 갖추고 있다. 따라서 프로그램이 실제제어에 미치는 영향을 사전에 충분히 검토할 수 있을 뿐만 아니라, 길고 복잡한 프로그램의 개발 및 오차의 수정을 초보자 일지라도 단시간 내에 完成할 수 있도록 해

주는 PC의 고급 기능이다.

• 인터럽트(Interrupt)기능 : 이 기능은 入力信號, 타이머 및 카운터와 함께 使用되는 기능으로써 信號가 入力 또는 만족될 경우 모든 수행되던 프로그램은 즉시 중단되고 미리 지정되어 있는 인터럽트 프로그램이 수행되며 인터럽트 프로그램이 完了됨과 同時에 인터럽트 전 프로그램의 인터럽트 전 수행되던 상태로 복귀하여 프로그램이 수행되도록 하는 기능으로써, 긴급 및 비상업무처리 등을 爲해서 아주 重要한 PC 기능이다[2,3,4].

4. PC의 프로그램

PC를 利用하여 제어를 하기 위해서는 제어를 하기 위한 명령문, 즉 프로그램을 作成하여 PC에 入力, 使用하여야 한다는 것은 이미 알려진 事實이다. 그러나 프로그램이라면 누구나 전문가가 아니면 作成하기 어렵다는 것이 통념이지만 요즈음 나오는 PC는 메이커들이 自社 프로그램 專用 언어(language) 등을 開發하게 됨에 따라 누구든지 쉽게 프로그램 作成이 용이해졌다. 그러나, 각사에서 중구난방으로 개발된 프로그램 언어가 표준화를 크게 위협하고 있으며 특히 使用者가 PC 구입시 신중히 고려 검토해야 할 重要한 部分이 되었다. PC에서 주로 使用되어온 프로그램 言語로는 래더다이어그램, 타임차트, 로직심볼 및 플로우차트 등이 一般的으로 使用되어 왔으나 그 使用의 한계성과 몇몇 유경험자 이외에는 프로그램 作成이 어려워 요즈음은 各社에서 개발한 PC언어로 점차 넘어가고 있는 추세다. PC언어는 一般 컴퓨터의 베이식 언어와 비슷한 形態이나 각 명령어들이 그림 5에서와 같이 자판상에 하나의 독립된 키(key)를 조작함에 따라 전문적인 지식없이도 쉽게 使用할 수 있도록 되어 있는 것이 특징이다.

더구나 퍼스날 컴퓨터 等 他기기를 使用하여서도 PC에 프로그램을 入力할 수 있을 뿐 아니라 카세트 레코더와 프린터 等과 연결 프로그램 入力은 물론 기록, 보존도 하는 등 連結 使用이 可能한 PC가 開發되어 있어 使用上의 편리성을 제공한다(그림 6 참조).

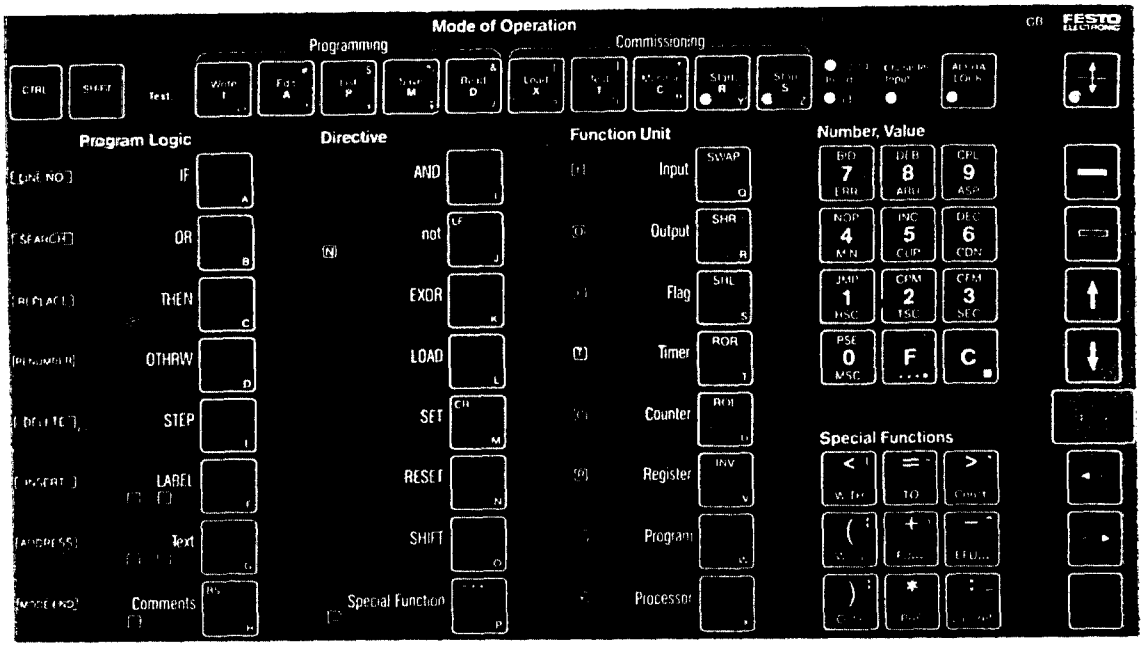

그림 5 프로그래머(programmer)의 키보드

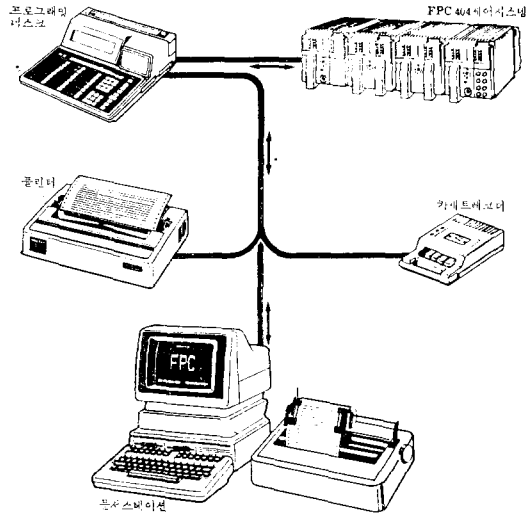

그림 6 PC와 他기기와의 연결사용 가능성

5. 自動化의 추세와 PC

現代的 生産의 특징은 製品의 수명주기가 짧아지고, 多品種 小量生産이 요구됨에 따라 生産공정이 자주 바뀌게 된다는 점이다. 그러므로 이러한 요구를 충족시킬 수 있도록 工場의 生産시스템도 FMS(Flexible Manufacturing System) 쪽으로 움직여 가고 있으며, 이는 PC를 制御裝置로 利用하면 쉽게 해결이 可能하다.

現在 自動化의 추세는 그림 7에서와 같이 PC의 使用이 급증하고 있다. 1975年에는 전체 電氣를 利用하는 제어方法에서 PC가 9%만을 점

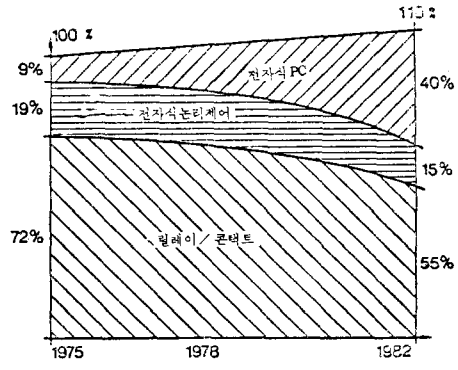

그림 7 전기·전자식 제어장치의 市場점유율

유했고 또 1982年까지 전체 전기를 利用하는 제어분야는 10% 증가에 그쳤으나 그 기간동안 PC는 40%로 늘어났음을 알 수 있다. 그러나 PC는 표 2에서 보는 바와 같이 가격이 비싸고 트랜지스터나 다이오우드(diode) 等을 利用하는 기

표 2 PC의 장·단점 비교

장점	• 배선 및 설치가 간편함 • 설치면적이 작음 • 스위칭 부분이 없어 수명이 반영구적임 • 자기 진단 기능을 이용 고장 수리가 쉬움 • 전문 지식 없이도 프로그램 작성이 가능함
단점	• 표준화가 되어 있지 않아 호환성이 없음 • 회사마다 다른 프로그램 언어를 사용 • 기존 릴레이 이용 방법보다 가격이 비쌈 • 하드와이어의 제어보다 스위칭 시간이 느림

표 3 PC와 다른 장치와의 比較

	릴레이	솔리드 스테이트 제어	범용마이크로컴퓨터	범용미니컴퓨터	PC
하드웨어의가격	낮음	보통	낮음	높음	복잡성에 따라 좌우됨
다양성	낮음	낮음	좋음	좋음	좋음
보존성	좋음	낮음	낮음	낮음	좋음
컴퓨터와 연결	나쁨	나쁨	좋음	좋음	좋음
산술계산	나쁨	나쁨	좋음	좋음	좋음
정보수집	나쁨	나쁨	좋음	좋음	좋음
작업환경	좋음	나쁨	나쁨	나쁨	좋음
설치가격	높음	높음	높음	높음	낮음
재사용성	나쁨	나쁨	좋음	좋음	좋음
면적	큼	큼	작음	보통	작음

존의 하드와이어 한 전자적인 제어방식 보다는 스위칭시간이 느린 단점도 있지만 기능이 점점 개선되고 가격은 낮아져 가고 있다. 또 프로그램도 使用者가 전문적인 知識없이도 복잡한 문제를 해결할 수 있도록 改善되어 가고 있다.

표 3은[5] 다른 제어장치와의 성능比較를 表示하고 있는데 왜 PC가 工場自動化 분야에서 점점 큰 比重을 차지해 가고 있는가를 說明해 주고 있다. 先進國에서 PC의 利用이 점점 증가되고 있어 工場自動化의 총아가 될 전망인 이때 國內에서도 몇개 會社가 PC를 開發市販하고 있고 外國의 有名 PC가 도입 활발히 利用되고 있음은 工場自動化라는 面에서 매우 고무적이라 하겠다[6].

참 고 문 헌

(1) JIS B-O 134-1979; 産業로봇의 分類

(2) V.J. Maggioli; "Programmable Controllers in Process Control Application", IEEE Trans. Ind. Application Nov. 1979

(3) L. Teschler; "Differences Shrink between Computers and PCs", Machine Design. Jun. 1981

(4) FESTO; Electronic Tips, Nr. 3/1985 Ulm, W. Germany

(5) 權旭鉉; "프로그램型 制御器의 原理 및 應用", 대한기계학회지, 제 23권 제 5호. pp. 370~376, 1983

(6) 金章鎬; PC의 기능과 國內시장동향, 자동화기술, Sep. 1985.

◇

제 2 차 아시아·태평양 재료강도평가 학술대회 안내 (APCS—86)

일　　시 : 1986년 7월 3~5일 (3일간)
장　　소 : 서울대학교
문 의 처 : 서울대학교 공과대학 기계설계학과 염영하 박사〔전화 : 879-5011 (交)3478〕
분　　야 : ○재료의 기계적 성질
　　○재료와 용접부의 피로 및 파괴
　　○재료의 시험평가법(기계적, 광학적, 비파괴 검사)
　　○암석 역학 및 반도체 강도
　　○컴퓨터 기술에 의한 자료 처리
　　○해양구조물 및 압력용기의 해석 및 설계
　　○재료의 기계적 성질에 미치는 환경의 영향
참가범위 : 한국, 일본, 중공 등 10개국
조　　직 : 아시아·태평양 재료강도평가 연구회
　　(APCS : Asian-Pacific Congress on Strength Evaluation)
주　　관 : APCS 한국지부