

# 最新 機械制御의 動向

李 奉 珍

韓國科學技術研究所 精密機械技術센터 擔當部長

## 1. 머리말

從來의 機械制御라 하면 電氣炊飯器, 電氣洗濯機 등 家庭에서 볼 수 있는 機器서부터 自動販賣機, 交通信號機, 自動 elevator 그리고 conveyor 專用工作機, 自動組立機械의 運轉과 發電所 등의 plant의 自動起動 停止에서 볼 수 있는 것과 같이 open loop方式에 依한 sequence 制御와 最近 CNC 工作機械 등 自動機械에서 볼 수 있는 것처럼 closed loop方式에 依한 feed back 制御를 들 수 있다.

feedback 制御의 基本的인 制御動作은 P (proportional : 比例)動作, I (integral : 積分)動作 및 D (differential : 微分)動作이며, 이들의 動作을 組合해서 各種의 制御動作이 可能하다고 하겠다. 따라서 이들 動作을 하나의 裝置로 實現이 되게끔 組立하여 potentiometer로 各 制御動作의 定數를 조절하게끔 구성된 PID 調節計가 製品化되어 있어서 汎用 feedback 制御用 機器로 使用되어 왔었다. 이런 汎用 制御用 機器를 maker는 標準機種을 준비하여 앞으로의 需要를 豫測한 生産이 可能하겠고 또한 user 側에 對해서도 制御系의 設計, 保守를 容易하게 하기 위해서라도 매우 바람직한 일이라 하겠다. 이런 傾向은 NC 工作機械와 같은 數值 制御에서는 CNC 制御裝置라는 micro-computer의 利點을 살려서 PID와 같은 汎用性を 具現하고 있으며 computer가 software 如何에 따라서는 더욱 效果의이라는 것을 생각하면 近來

의 制御技術의 動向은 software 化로 더욱 融通性 있는 制御가 要求되어 있다고 하겠다.

따라서 앞서 기술한 sequence 制御에 있어서도 그 基本的인 制御動作은 論理演算, 遲延 및 計數라 하겠다. 이 基本 動作을 行하는 要素間을 配線에 依한 sequence 回路로 짜는 것이 從來의 方式(固定配線方式)이었으나 漸次 固定配線方式(hard wired方式)을 脫皮해 가는 方向에 있다고 하겠다.

現在 soft wired化로 試圖되는 것을 紹介하면 다음 3가지 方法을 들 수가 있겠다.

첫째, 回轉 drum 方式이다. 이것은 drum 위에 CAM을 調節함으로써 接點의 開閉順序를 指定할 수가 있는 方法으로서 現在 小規模의 工程에 使用되고 있으며

둘째, 핀-보-트方式이라는 것인데, 이것은 入出力 點數가 20~30點 정도인 比較的 小規模의 sequence 回路에 使用되고 있다.

셋째, 計數制御方式이라 하겠는데, 이것은 computer와 같이 sequence의 內容, 論理의 內容을 裝置, 自身の 記憶部分에 格納하여 두었다가 入力部를 介入시켜서 制御·演算部에 보내진 入力信號를 memory된 program에 따라 處理해서 出力시키는 것으로서 stored program 方式이라 하겠다. 또한 stored program은 상황에 따라 지웠다가 再 stored 함으로써 sequence를 바꿀 수가 있으므로 매우 融通性이 있는 汎用制御器라 하겠다. 이들 3種을 總合해서 sequence controller라 부르는데 特히 最後의

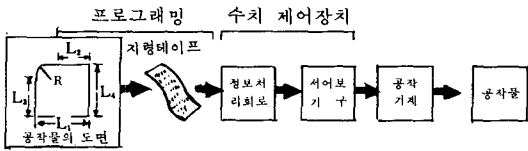
stored program 方式을 PLC (programmable language controller)라 부르고 있다. 여기서는 PLC 등 micro-computer를 利用한 機械制御의 代表格인 NC工作機械의 制御裝置와 그 주변裝置에 對해서 살펴 보기로 한다.

## 2. NC工作機械 System

### 2.1 數值制御(Numerical Control)

먼저 그림 1을 보면

NC工作機械의 구성과 정보의 흐름을 표시하고 있다.



치수 및 이송 속도...수치정보...지령 펄스열...서어보...공작물

그림 1. NC 공작기계의 구성과 정보의 흐름

그림에서 보는 바와 같이 NC에는 指令테이프라는 것이 있는데 무엇인가를 가공하고자 할 때 미리 정해진 약속에 따라 칫수라든가 가공 조건 등을 테이프에 穿孔한 것으로 컴퓨터의 人力裝置에서 볼 수 있는 것과 같다. 이 指令테이프에 穿孔된 數值情報(coded data)를 情報處理回路가 읽어서 指令펄스(pulse data)로 變換하게 된다. 이 指令 펄스가 서어보 기구(가령 pulse motor)의 入力이 되어 기계를 구동시켜 指令하는데로 가공이 이루어지게 되어 있다. 따라서 NC工作機械는 NC 制御裝置, sequence 制御裝置와 機械 本體로 構成되어 있다.

### 2.2 NC技術의 變遷

NC技術을 論하기에 앞서 이 技術의 核心이라 할 수 있는 NC裝置의 特徵을 살펴 보기로 한다.

일반적으로 他의 電子裝置와 같이 보다 小型化, 性能向上 그리고 價格을 줄이는 傾向을 볼

수 있다. 이것은 NC裝置의 主軸을 이루고 있는 半導體 素子の 變遷에 힘입은 바가 크다. 그림 2에서 보는 바와 같이 transistor와 diode 등의 個別部品을 사용하여 回路를 構成하면서 부터 IC(集積回路), MSI(中規模 集積回路) 그리고 LSI(大規模 集積回路)로 變遷하여 그 機能을 비약적으로 向上이 되었고 앞으로도 계속적인 발전을 預볼 수 있다.

### Transistor

IC (SSI)..... (Transistor 20個 以上)

MSI..... (Transistor 50個 以上)

LSI..... (Transistor 400個 以上, 現在 크기 1.5cm × 5cm × 3mm)

SLSI..... (Transistor 100萬個 以上, 將次 크기 4mm × 4mm (四方))

그림 2. 半導體 素子の 變遷과 豫想

특히 NC裝置의 print板의 量的인 면에서 2軸의 旋盤用 NC裝置를 例로 들면 그림 3과 같이 나타낼 수가 있다.

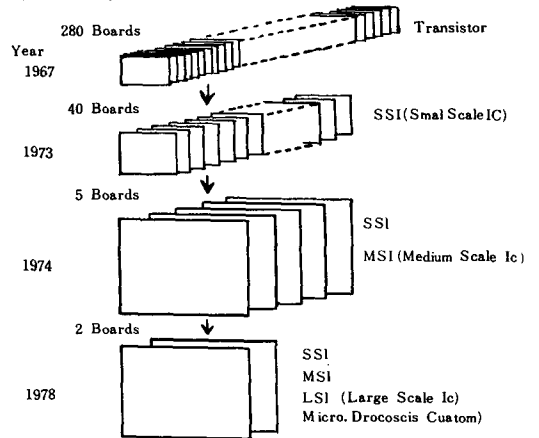


그림 3. NC裝置 print板의 變遷

print板의 相互間의 配線을 줄이기 위해서 print板의 크기는 transistor의 時代에 비해 큰 것은 使用되고 있으나 LSI를 씬으로써 從來의 MSI를 使用했을 때 5枚 程度보다 더 적은 2

枚 정도로 그 機能을 收容할 수가 있게 된다. 또 半導體 素子는 단지 集積精度 뿐만이 아니라 機能面에 있어서도 매우 發展이 向上되고 있다. 1971年 4 bit의 micro-processor가 첫 등장과 더불어 半導體 memory의 出現으로 말미암아 從來에 있던 裝置 規模가 단지 素子만으로도 代置가 可能하게 되었다. 이로 因해서 現在의 NC裝置라 하면 大概 CNC裝置(computer 또는 computerized NC裝置)를 뜻하게 되었다.

이 CNC裝置엔 2가지의 形이 있다. 이것은 CNC裝置의 性能을 規定하는 soft-ware를 기억시키는 memory에 어느 쪽을 쓰느냐에 따라서 그림 4와 같이 區分이 된다.

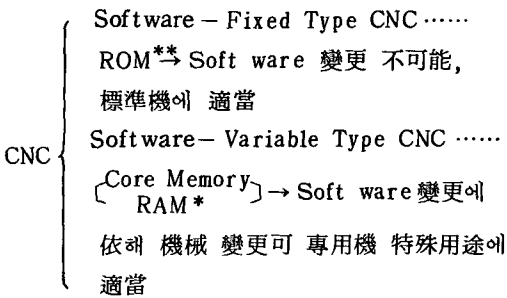


그림 4. CNC裝置의 分類

즉 read-write가 可能한 memory\*(core memory 또는 RAM)와 read만 할 수 없는 memory\*\*(ROM)을 쓴 것이 있는데 後者는 價格面에서 前者보다 有利하므로 標準機에 많이 利用되고 있다.

2.3 CNC裝置의 機能

主로 現在 使用되고 있는 이의 主機能을 紹介해 보면

(1) Tape記憶과 編集

그림 5에서 보는 바와 같이 CNC裝置內에 指令 tape의 內容을 일단 기억시키면 그후 指令 tape를 쓰지 않아도 기억된 memory 內容을

- \* RAM (random access memory)
- \*\* ROM (read only memory)

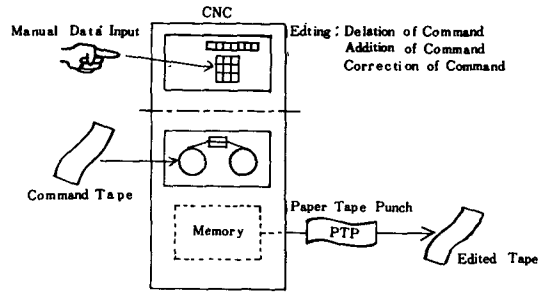


그림 5. tape記憶編集

read-out 하므로써 反復 NC加工을 할 수가 있다. 만일 指令 tape에 잘못 기입을 했다면 그 內容 또한 memory에 잘못 기억되어 있을 것이므로 manual data input key에 의해 옳은 指令을 내려서 memory의 內容을 修正하며는 NC加工을 역시 再開할 수가 있다. 이 修正을 編集(Edit)이라고 하는데 tape punch를 접속하면 修正이 끝난 memory 內容을 재차 tape에 作成이 可能하며 次回 NC加工時 利用할 수가 있다.

이 機能의 長點들은 指令 tape의 마모에 依한 誤讀防止와 效果的인 tape 管理로 NC工作 機械의 稼動率과 生産性을 向上시키는데 있다고 하겠다.

(2) 旋削 Cycle

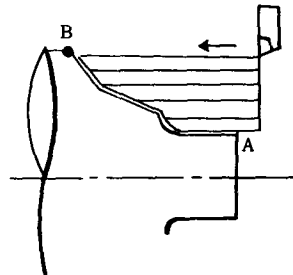


그림 6. 旋削 cycle

그림 6에서 보는 바와 같이 旋削加工에는 cycle이라는 工具의 動作이 要求되는 일이 많

다. CNC機能은 이런 作業을 위한 프로그램을 簡素化하는데 매우 큰 役割을 한다. 그림 6에서 설명하면 A點에서 B點에 이르는 輪廓形狀에 關한 data를 指令 tape에 넣어 實際의 工具 path는 CNC裝置內的 micro-computer에 算出시켜서 決定, 加工하게 된다.

(3) 周速一定 制御

NCN工作 機械의 主軸이 AC motor에서 DC Motor의 驅動으로 되면서부터 旋盤에 있어서는 加工面을 均一하게 하기 위해 그림 7과 같이 主軸回轉을 工具의 位置에 따라 變化시켜 work와 工具의 相對 速度를 一定하게 유지하도록 하는 制御가 普及되고 있다.

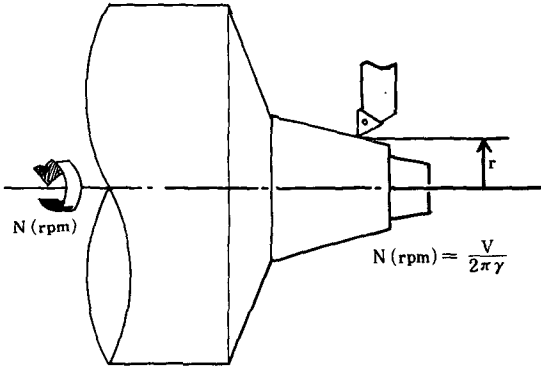


그림 7. 周速一定制御

(4) 其 他

그의 圓弧補間, 工具位置補正, 工具徑路補正, incremental absolute change, inch-metric change, EIAISO code change, fixed cycle 등이 從來 高級 option 機能 部分이었는데 CNC 裝置가 되면서부터는 比較的 값싸게 실현이 可能하므로 標準機能化되는 傾向이 있다.

이외에 CNC의 主된 機能을 정리하여 표 1에 나타냈다.

그림 8은 CNC system의 diagram이라 하겠는데 이것을 主軸으로 한 數值制御 system이 그림 9에 表示되어 있다.

CNC system에 micro-processor의 구성은

그림 10 과 11에 表示되어 있다.

표 1. CNC의 주된 기능(例)

- tape code : EIA RS-244-A
- tape format : JIS B 6313에 준함
- 제어축 : 2축(X축, Z축)
- 동시제어축수 : 2축
- 설정단위 : (X축 직경지점)
- 이송 속도지정 : mm/rev, inch/rev 직접지정 및 mm/min, inch/min 직접지정(이송 속도 over ride)
- 자동차가감속 : 조종 ; 직접가감속  
절삭이송 ; 指數函數加減速
- absolute/incremental 併用指令 : tape의 동일 block內(word address의 切換)
- 座標系設定(G 50)
- 위치결정, 직선보간, 원호보간
- 나사절삭
- buffer thyristor
- dwell
- M : 2桁, S : 2桁, T : 2桁
- 공구위치 offset : ± 5桁, 16組 memory에 一格納
- dry run
- key board式 수송 data入力(MDI)와 universal display(DPL)
- 自己診斷機能
- backlash
- single block
- optional block skip
- interlock
- machine lock
- over travel
- 外部電源 ON-OFF
- 수동이송(JOG, STEP)
- feed hold
- 接線速度一定制御
- Servomotor : GETTYS · FANUC
- DC servo motor : model 10, 20, 30 또는 FANUC DC servo motor : model 0, 5

Servo amp : 6相(3相全波) SCR 구동  
 위치검출기 : pulse ancoder  
 단일형 고정cycle : G 90, G 92, G 94  
 복합형 고정cycle A : G 70, G 71, G 72, G 76  
 복합형 고정cycle B : G 70 ~ G 76  
 周速一定制御  
 원점복귀A(수동)  
 원점복귀B(수동 및 자동)  
 E 6 桁 指定나사절삭  
 간이형 刃先R보정  
 ISO code 입력 : ISO 840 (EIA, ISO 자동  
 판별)  
 수동 pulse 발생기  
 incremental feed (1 step의 이동량 : 1 mm,  
 0.1 mm, 0.01 mm, 0.001 mm)  
 Sequence 번호 search : MDI & DPL을 사  
 용해서 N 4 桁의 search가 가능  
 외부위치표시  
 cannon connector interface  
 强電 sequence 제어  
 tape 기억 · 편집 : 기억용량은 tape 길이로  
 10 m / 20 m  
 tape punch interface  
 inch · metric 절환  
 早送 over ride  
 incremental offset

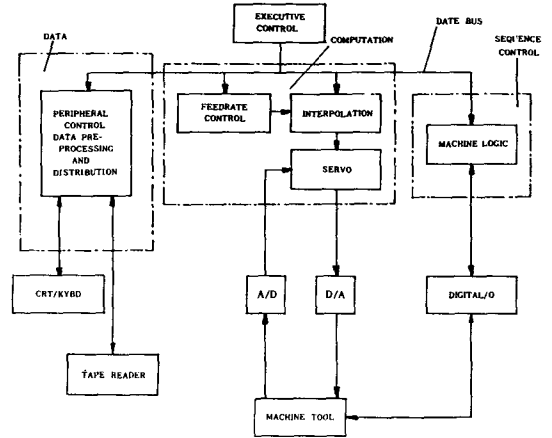


그림 9. Function diagram of numerical control system.

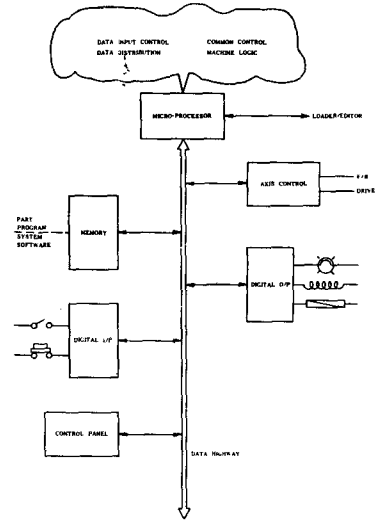


그림 10. Microprocessor controller.

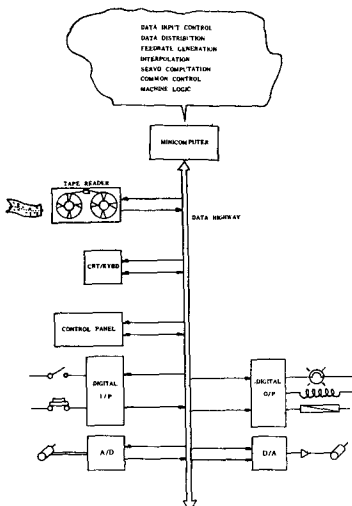


그림 8. CNC system diagram.

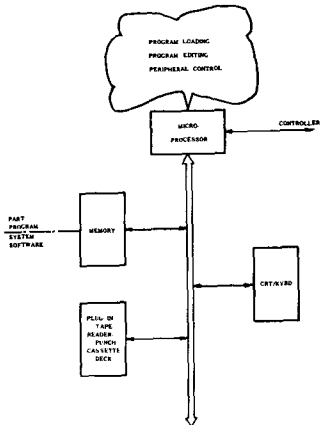


그림 11. Microprocessor loader/editor.

2.4 Sequence 制御部

sequence 制御部는 機械의 動作에 직접 관계하는 部分으로써 이 部分은 一般의으로 relay 回路로 되어 있는 것이 많으나 最近에는 soft화한 programable sequence controller (또는 programable language controller)가 많이 이용되고 있다.

그와 NC精報 가운데에도 移動軸制御, 補助機能(M機能), 主軸機能(S機能), 그리고 工具機能(T機能)이라 불리어지는 機械 sequence에 관한 것이 있는데 이들도 member code에 의해 sequence 制御側에 傳達되어서 그 制御信號에 따라서 relay 등을 on-off 시키고 있다. 이와 같은 sequence 制御部에 micro computer를 利用해 sequence logic을 soft화하는 programable machine interface (PMI) 方向으로 研究開發되고 있다.

M, S, T 機能 以外 sequence 制御 部分에도 從來와 같이 固定 program 方式처럼 program 內容이 變할 때마다 配線變更을 要하지 않는 program sequence controller라 稱하는 準 computer化하는 傾向이 있다.

표 2. 各種 方式의 比較

	有接點 relay 方式	半導體 module 方式	PLC
長點	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 機構·動作이 直觀的이다.</li> <li>○ 現場에서 慣用되고 있다.</li> <li>○ 信賴性이 잘 알려져 있다.</li> <li>○ 標準系列化가 進行되고 있다.</li> <li>○ 外部 攪亂에 強하다.</li> <li>○ 小規模로 低價格이다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 高速이다.</li> <li>○ 設置 space가 작다.</li> <li>○ 信賴性이 높다.</li> <li>○ 信號의 同時 並列處理가 可能하다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ flexibility가 豐富하다.</li> <li>○ 高信賴性이다.</li> <li>○ digital computer에  접속이 可能하다.</li> <li>○ 小形·輕量이다.</li> <li>○ 附着이 簡単하다.</li> </ul>
短點	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 시스템開發과 製作에 長時間을 要함.</li> <li>○ sequence變更이 困難하다.</li> <li>○ 大規模 system으로는 알기 힘들다.</li> <li>○ 設置 space가 크다.</li> <li>○ 保守가 必要하다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ system開發과 製作에 長時間을 要함.</li> <li>○ sequence變更이 困難하다.</li> <li>○ 大規模 system으로는 알기 힘들다.</li> <li>○ start up時 停止가 많다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ cyclic 處理方式이므로 並列處理가 不可能하다.</li> <li>○ initial cost가 높다.</li> </ul>

一般機械 制御用으로 표 2는 有接點 relay 方式, 半導體 module 方式과 PLC를 比較한 것이다. 이 표로 알 수 있는 것처럼 특히 小規模의 것을 除外하면

(가) PLC는 flexibility

(나) 小形輕量

(다) 高信賴性

에서 優秀함을 알 수가 있다.

또한 핀 보-트方式은 同時並列處理, 高速處理가 可能하므로 이 點에 關해선 半導體 module 方式과 同一한 長點을 가지고 있어 PLC의 短點을 補完하고 있다고 하겠다.

표 3. 公작기계의 종류와 입출력 點數

용도	기계명칭	제어구모(대표예)			비고
		입력 點數	출력 點數	timer	
다소량생산 중량생산	범용기	30	15	3	
	NC기	140	50	20	
대량생산	전용기	120	80	40	
	용접기	70	40	15	
	Transfer machine	430	300	10	

표 3은 工作機械의 種類와 入出力 點數를 나타낸 것인데 이 入出力 點數와 PLC와의 經濟性을 검토한 것이 그림 12에서 볼 수가 있다. 이 그림에서 보면 汎用工作 機械는 在來式 sequence 方式이 有利하지만 NC工作 機械라든지 自動專用 機械에 이르러서는 當然히 PLC가 有利함을 알 수가 있다.

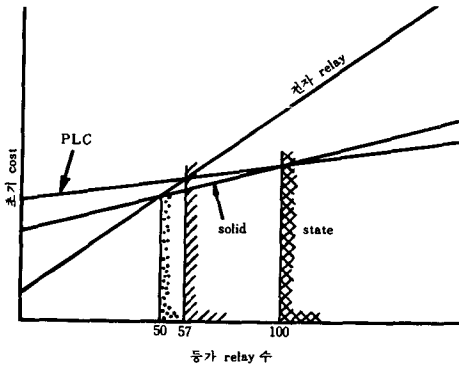


그림 12. cost 비교

따라서 PLC의 등장은 充分히 經濟的인 背景이 反映되어 있어 近來의 制御의 傾向이라 할 수가 있다.

그림 13은 PLC의 등장에 이르기까지의 背景이 說明되어 있다.

그림 14는 micro-process를 利用한 PLC의 基本구성을 나타내고 있다.

### 3. 맺는말

지금까지 機械의 制御 傾向을 micro-computer를 中心으로 說明해 왔다. 1971年 以後 Micro-computer의 登場을 기해서 制御의 樣相도 매우 달라졌는데 從來의 hardware 制御 裝置로부터 micro-computer를 利用한 software 制御裝置로 脫皮하고 있음을 볼 수가 있다. 그리고 制御部分이 機械에서 分離된 裝置가 아니라 機械속에 組立되어 있는 機械의 한 部品으로 機電一體의 傾向이 더욱 뚜렷함을 알 수가 있다.

### 參 考 文 獻

1. 李奉珍: 機械制御에 있어서의 micro-computer의 應用, 技術現況 分析報告 Vol. 2, No.1, 1979. 1, KORSTIC.

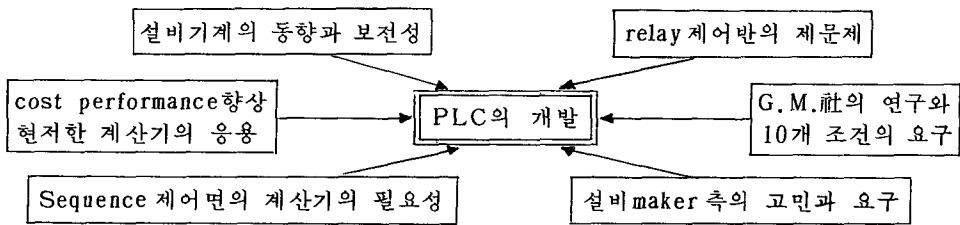


그림 13. PLC의 출현과 그 배경

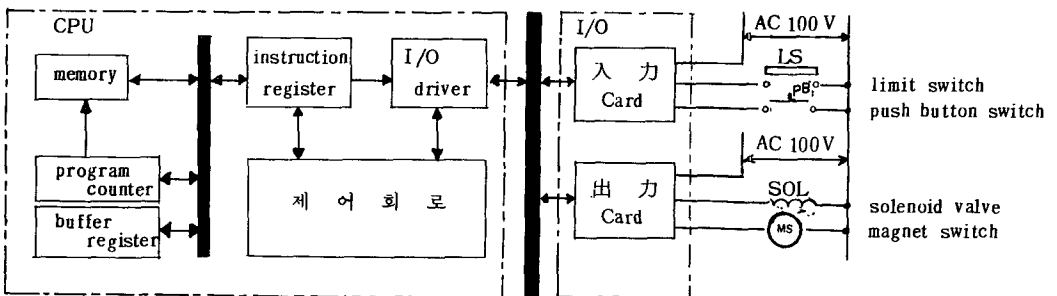


그림 14. PLC의 기본구성

2. 李奉珍：工作機械의 새로운 傾向, 技術現況  
分析報告 Vol. 1, No 7, 1978.10, KORSTIC.
3. 李奉珍：NC工作 機械의 展望과 來日의 機械  
工業, 大韓機械學會誌 Vol. 18, No 2, 1978.6.
4. 李奉珍：最新 工作機械와 주변기술 傾向,  
PMTC 第3回 生産技術세미나 1978.10.
5. 稻葉清右衛門：NC and NC Machine Tool  
System, Fujitsu FANUC LTD. 1977. 6.
6. 關口 隆：シーケンサの最近の動向, 自動化  
技術 Vol. 11, No 2, 1978.
7. 高井宏幸：シーケンス制御, オール社, 1977

