

# 컴퓨터에 의한 設計·生産·管理

## —CAD·CAM·CAP—

### 3·4·2 自動 머테리얼·핸들링 設備

自動 머테리얼·핸들링 設備는 機械·裝置에 物品(部品, 지그·설치구, 공구, 팔레트 등)을 설치하거나(로딩) 제거하거나(언로딩)하는 설비와 기계간 내지 倉庫와 機械間의 物品의 搬送設備로 나뉜다.

#### (a) 설치·분리의 自動化

方式으로는 집는 方式, 押出方式, 重力 落下方式이 있다. 집는 方式은 가장 融通성이 풍부한 方式으로서 메커니컬·핸드나 로봇이 있다. 3·2·2項의 그림 3·9에 머테리얼·핸들링·로봇이 표시되어 있다. 押出方式은 푸셔 등을 사용해서 物品을 가이드나 軌道에 연해서 슬라이드시켜 出入시키는 方式이다. 3·2·2項의 그림 3·10과 같은 APC에 있어서는 팔레트를 팔레트·풀에서 工作機械의 테이블에 이동시키는데 이 方式을 이용할 수 있다. 重力落下方式은 物品의 重力을 이용해서 가이드 등에 연해서 落下

시키는 것으로서, 荷姿가 통일되어 있는 경우에 利用될 수 있다.

#### (b) 搬送의 自動化

自動搬送設備는 대별해서 다음 두가지가 있다.

#### (1) 固定 사이클(싱크로너스) 方式

移送徑路上에 일정 간격으로 배열된 物品을 전부 일정 시간간격(틱트·타임)으로 동시에 보내는 것으로서, 인덱스·테이블에 의한 원주상의 間歇搬送과 트랜스퍼·라인처럼 직선상의 間歇搬送이 있다.

#### (2) 自由 사이클(논싱크로너스) 方式

物品이 틱트·타임에 관계없이 獨立해서 移送되는 것으로서, 緩衝機能(버퍼)을 갖는 것도 있다. 設備로는 콘베이어方式, 有軌道 走行臺車方式, 無人搬送車方式 등이 있다. 콘베이어 方式은 각종 콘베이어(벨트·콘베이어, 롤러·콘베이어, 체인·콘베이어, 오버 헤드·콘베이어 등)

로 物品을 搬送하는 方式이다. 특히 완충기능을 갖는 콘베이어·시스템은 파워·에드·프리·콘베이어 또는 프리·플로·콘베이어라고 한다. 有軌道 走行臺車方式은 서틀카, 토·콘베이어, 스택커·크레인 등의 臺車가 설치된 鐵道나 안내 가이드를 연해서 이동하여 物品을 搬送하는 方式이다. 無人搬送車方式은 有軌道 走行臺車方式에 있어서의 鐵道나 안내 가이드 대신에 誘導線이나 反射 테이프, 金屬 테이프를 바닥면에 설치하고, 그것으로 無人搬送車를 유도하는 方式이다. 무인반송차의 유도방식에는 電磁誘導方式, 光學誘導方式, 金屬誘導方式 등이 있는데, 電磁誘導方式이 많이 이용되고 있다. 또한 유체도 주행대차나 무인반송차중에는 설치·제거 장치로서 로봇이나 머니플레이터, 푸슈·엔드·폴 장치를 갖추고 있는 것도 있다. 다음에 緩衝機能을 가지게 한 방법으로서는 버퍼·스페이스, 어큐뮬레이션·콘베이어를 설치하거나 루프狀 콘베이어나 搬送車를 일시적으로 이용하는 일이었다. 또 自動倉庫를 이용하는 일도 있다.

物品을 搬送하는데 있어서의 이상의 固定 사이클 方式과 自由 사이클 方式 공히 직접 반송 설비에 싣고 搬送하는 直接 피드 方式과 설치구나 팔레트 등에 싣고서 姿勢의 유지를 도모하면서 搬送하는 팔레트·피드 方式이 있다.

直接 피드 方式과 팔레트·피드 方式의 선택은 物品의 유사성의 大小, 物品의 形狀·치수·重量 그리고 工作機械나 組立機械에의 설치·제거 설비에 크게 의존한다. 예를 들면 物品間의 形狀·치수·重量에 관한 유사성이 큰 경우는 直接 피드 方式을 이용할 수 있지만 유사성이 작은 경우는 팔레트에 物品을 싣고서 유닛·로드化하여 팔레트·피드 方式을 이용하는 方法과 여러 개의 搬送(내지 供給)設備를 설치하고 直接 피드 方式을 이용하는 방법 밖에 없다.

自動 머테리얼·핸들링 設備의 運用계획 작성에 있어서의 機械間의 간섭(브로킹 등), 物品의 衝突 및 데드·록 등을 방지하고 소정의 設備에 대해 필요한 物品을 적시에 설치하거나 제거하

거나 할 수 있게 한다. 이때 버퍼의 效率的 이용이나 最適 搬送 유닛(한번에 반송하는 物品의 種類·量)의 결정이 요망된다. 또 실제로 머테리얼·핸들링 設備를 運用하는 경우는 컴퓨터·시스템 등에 의해 온 라인으로 各 時點에서의 시스템의 상태를 監視하여 運用계획에 입각한 指示를 適時에 발해서 制御하는 것이 좋다.

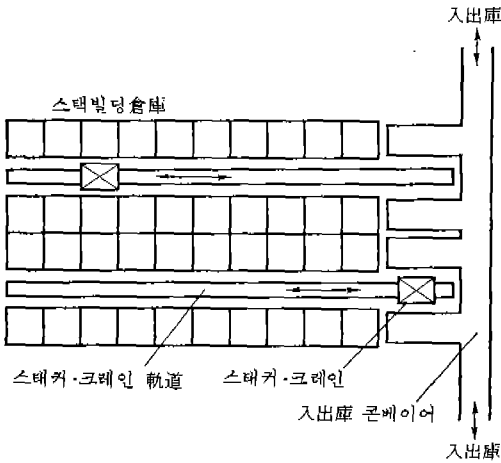
### 3·4·3 自動倉庫

自動倉庫란 資材·部品·製品을 自動적으로 保管하는 倉庫이며, 生産 시스템의 “物體의 흐름”에 있어서의 貯藏機能을 수행한다. 그리고 自動倉庫의 入力側과 出力側 사이에서의 資材·部品·製品의 수요와 공급에 관한 時間的·數量的인 밸런스를 조정한다. 구체적으로는 資材倉庫, 製品倉庫, 自動加工 시스템과 自動組立 시스템 間의 部品倉庫, 各 시스템 내의 中間倉庫 및 流通倉庫로서 사용된다.

自動倉庫는 컴퓨터에 의해 貯藏하고 있는 物品의 종류와 수량 등 現時點에서의 最新情報를 관리함(在庫情報管理)과 동시에 出入庫命令에 대한 적절한 出入庫作業을 자동적으로 함으로써(出入庫 作業管理·制御) 物品과 情報의 양쪽을 동기적으로 管理, 적합한 倉庫運用을 한다.

#### (a) 自動倉庫의 構成

自動倉庫는 荷姿의 種類, 在庫量의 多寡, 出入庫 빈도, 유닛·로드의 重量과 크기 및 注文에 의한 格納, 짐풀기의 필요성 有無에 따라 여러 가지 形式이 있다. 自動倉庫를 구성하는 基本的인 設備는 物品을 저장하는 선반과 物品의 自動 머테리얼·핸들링 設備와 컴퓨터이다. 代表的인 自動倉庫는 그림 3·25와 같은 스택빌딩倉庫(고층 창고) 스택커·크레인, 出入庫 콘베이어 및 制御用 컴퓨터로 구성된다. 이 창고는 스택커·크레인에 의해 스택빌딩 창고의 임의 위치에 고속으로 액세스할 수 있으며 창고의 회전 효율의 向上이 도모되고 있다. 한편, 그림 3·26처럼 棚(선반) 자체가 出入庫 위치까지 回轉하는 回轉棚



〈그림 3·25〉 스태커·크레인에 의한  
自動倉庫

(Carousel)이 있다. 각 선반에 적절하게 物品을 할당함으로써 오더·피킹이 효율적으로 실행된다.

(b) 自動倉庫의 運用

自動倉庫 制御用 컴퓨터의 역할은 在庫情報管理과 入出庫 作業管理·制御이다.

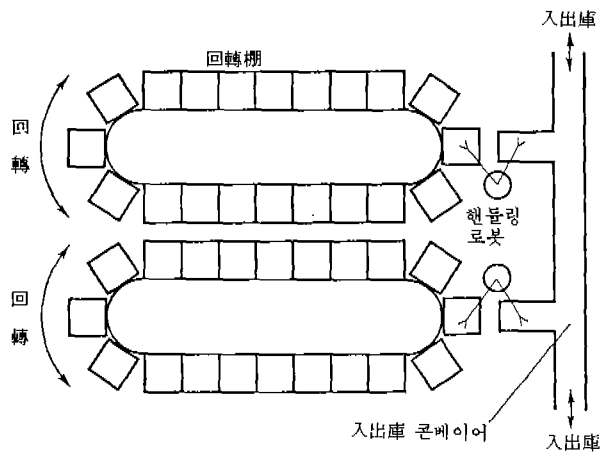
(1) 在庫情報管理

컴퓨터는 各 在庫品の 수량, 각 선반에 在庫로 있는 物品의 종류, 수량, 入庫月日 등의 情報, 그리고 빈 선반의 情報 등을 시시각각 변화하는 動態의 狀況下에서 최신의 것으로 하여 둔다. 이들 情報中에서 生産計劃에 필요한 것, 예를 들면 在庫品の 종류와 수량 등은 上位 레벨의 컴퓨터에 傳送, 적합한 生産計劃이 가능하도록 하여 둔다.

(2) 入出庫 作業管理·制御

上位 레벨의 컴퓨터의 入出庫 命令에 입각해서 컴퓨터는 入出庫 作業을 계획하고 그것에 입각해서 自動倉庫를 制御한다.

계획해야 할 入出庫 作業은 倉庫의 形式에 따



〈그림 3·26〉 回轉棚

라서 다르지만 그림 3·25와 같은 自動倉庫에서는 팔레트 할당, 재고 할당, 發送規則에 따라서 행하여진다. 팔레트 할당은 1개의 팔레트에 複數個의 物品을 싣는 경우, 그 종류와 수량을 정하는 것이다. 이에는 物品의 出庫壽命을 예측하여 할당해야 한다.

在庫 할당은 팔레트의 스택빌딩 창고 내에 두는 장소를 결정하는 문제이다. 예를 들면 入出庫口가 동일한 경우, 入出庫 回轉率이 높은 物品을 入出庫口 가까이, 반대로 回轉率이 낮은 物品을 入出庫口 멀리에 둌으로써 스태커·크레인을 효율적으로 운전할 수가 있다.

發送規則은 入出庫 命令이 여럿 있는 경우의 入出庫 作業順序 결정방법이다. 이때는 스태커·크레인이 入庫口에서 入庫品을 搬送해서 선반에 격납한 후, 入庫口에 되돌아가지 않고 出庫할 物品이 격납되어 있는 선반에 가서 出庫品을 싣고 出庫口에 搬送하고 入庫口로 되돌아가는 複合사이클의 도입이 效果的이라는 것이 보고되고 있다.

컴퓨터는 入出庫 作業計劃에 입각해서 스태커·크레인, 入出庫 콘베이어, 기타 머테리얼·핸들링 設備를 制御한다.

上記한 것 이외에 컴퓨터는 필요에 따라서 在

庫 리스트, 入出庫 리스트, 피킹·리스트, 에러·메시지 등을 出力한다.

### 3·5 産業用 로봇

#### 3·5·1 CAM에 있어서의 産業用 로봇

産業用 로봇은 제조공장에서 加工部品 搬送工程, 프레스 加工工程, 金屬 熱處理工程, 銲接工程, 組立工程, 塗裝工程, 檢査工程 등, 여러가지 工程에 사용되고 있어 多種少量生産에 대처하는 요긴한 것으로 生産의 自動化에 크게 기여하고 있다. 少量大量生産에서는 製造機械가 단순히 自動化되는 것만으로 되었다. 그러나 多種少量生産에서는 多品種 製品의 混合된 흐름에 대한 對應이 요구된다. 이 때문에 産業用 로봇은 다음과 같은 能力과 機能을 가져야 한다.

- (i) 1대의 産業用 로봇이 多種類의 일을 한다.
- (ii) 用途에 따라서 넓은 作業領域을 갖는다.
- (iii) 組立 등의 복잡한 動作을 하기 위해 플렉서빌리티가 높은 機能을 갖는다.

이러한 사항을 실현하기 위해서는 3·5·2절에서 설명하는 하드웨어의 機能 이외에 컴퓨터의 존재가 큰 비중을 차지하고 3·5·3절에서 설명하는 로봇 언어 등의 개발이 필요하다.

産業用 로봇은 이제까지 사람이 하고 있던 작업을 대신해서 하게 되는데, 그 導入으로 다음과 같은 效果를 생각할 수 있다.

- (i) 生産의 흐름이나 生産時間의 예측이 정확해지고 生産管理가 용이해진다.
- (ii) 製品의 品質이 安定된다.
- (iii) 製品이나 生産設備의 변경에 대해 프로그램의 변경만을 하면 되고 生産設備로서의 汎用性·柔軟性이 높다.
- (iv) 위험한 작업, 나쁜 환경하에서의 작업에서 작업자를 해방한다.

#### 3·5·2 産業用 로봇의 분류와 기능

産業用 로봇은 사람의 팔 역할을 하는 머니플레이터部, 運動·動作을 위한 動力部, 그리고 두

뇌에 상당하는 콘트롤러部로 構成된다. 그리고 머니플레이터部の 손에 상당하는 部分은 용도에 따라서 適切한 用具가 장치된다.

현재 여러가지 産業用 로봇이 개발되어 사용되고 있는데, 作業의 順序, 徑路, 位置 등의 情報를 어떻게 設定하는가에 관한 入力情報 敎示에 따른 分類와 로봇의 知能 레벨을 나타내는

〈표 3·6〉 産業用 로봇의 分類

○ 入力情報·敎示에 따른 분류		
매뉴얼·머니플레이터	사람이 操作하는 머니플레이터	
固定시퀀스·로봇	미리 設定된 順序와 條件 그리고 위치에 따라서 동작의 각 단계를 순차 진행해 가는 머니플레이터로서 設定情報의 변경이 쉽지 않은 것	
可變시퀀스·로봇	미리 設定된 순서와 조건 그리고 위치에 따라서 동작의 각 단계를 순차 진행해 가는 머니플레이터로서 설정정보의 변경이 쉬운 것	
플레이백·로봇	미리 사람이 머니플레이터를 움직여서 작업을 敎示함으로써 그 作業의 順序, 位置 그리고 다른 정보를 기억시켜 그것을 再生·시킴으로써 그 작업을 반복해서 할 수 있는 머니플레이터	
數値制御로봇	數値화된 순서, 위치, 기타 정보에 의해 작업을 할 수 있는 머니플레이터	
知能로봇	感覺機能과 認識機能에 의해 行動決定을 할 수 있는 로봇	
○ 順序情報에 따른 분류		
單能로봇	構造內에 機能이 고정기억된 머니플레이터	
반복로봇	미리 記憶된 作業 프로그램에 따라서 반복작업을 하는 머니플레이터	
單純반복로봇	固定프로그램	작업사이클의 프로그램이 쉽게 변경할 수 없는 것
	可變프로그램 1	작업사이클의 프로그램 변경이 쉽고 또한 프로그램에 따라서 固定順序로 제어가 진행되는 것
	可變프로그램 2	작업사이클의 프로그램 변경이 쉽고 사이클 중에 조건에 따른 분기의 機能을 가지는 것
多樣반복로봇	여러 作業 사이클을 갖고 指令 프로그램에 의해 사이클·프로그램을 선택할 수 있는 것	

순서정보에 따른 分類를 表 3·6에 든다. 각각 아래로 가는데 따라서 高級 로봇이며, 數値 制御化, 作業의 多樣化, 知能化됨으로써 多種 少量 生産工場에 사용하는 産業用 로봇이 실현 된다.

産業用 로봇은 그 목적상 복잡한 動作이 요구 되는데, 伸縮, 回轉, 旋回 등의 基本動作의 조합에 의해 그림 3·27에 표시하는 동작형태가 있다. 이 중 円筒座標型은 여러 機械가 放射線狀으로 배치된 경우의 핸들링에 적합하다. 또 關節 座標型은 작업영역이 넓어서 복잡한 운동이 가능하다.

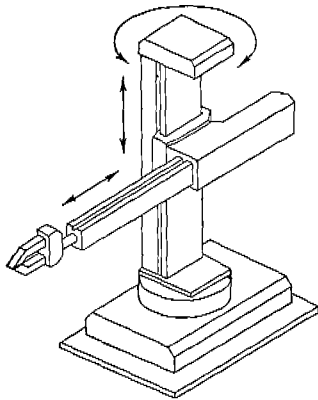
産業用 로봇이 CAM 중에서 그 能力을 충분

히 발휘하기 위해서는 다음과 같은 性能의 向上을 도모해야 한다.

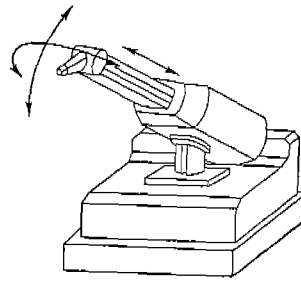
(i) 知能化: 산업용 로봇의 知能化는 현재 가장 관심이 높은 과제로서, 로봇 자체에 感覺, 認識, 判斷하는 기능이 부가된다. 그러기 위해서는 感覺, 認識을 위한 센서와 센서로부터의 情報處理와 制御를 하기 위한 소프트웨어의 개발이 필요하다.

(ii) 動作速度의 고속화와 動作의 多樣化·緻密化: 生産의 능률화와 고정밀도화, 조립 등의 복잡한 作業에의 대응을 위해 필요하다.

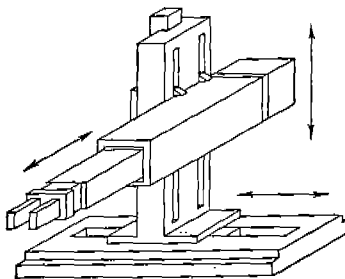
(iii) 可搬重量의 증대와 輕量 小型化: 현재의 産業用 로봇은 그 自重에 비해 搬送할 수 있는



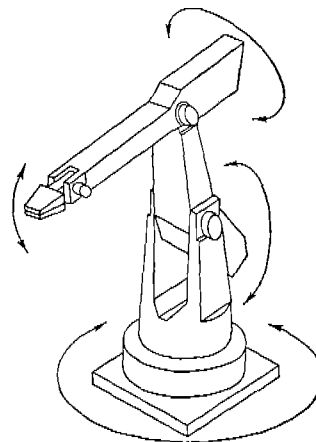
(a) 円筒座標 로봇



(b) 極座標 로봇



(c) 直角座標로봇



(d) 多關節 로봇

〈그림 3·27〉 動作形態에 따른 産業用 로봇의 分類



物品의 重量이 작다. 運轉에 요하는 에너지를 작게 하고 또 制御를 쉽게 하기 위해서도 로봇을 小型化, 輕量化해야 한다.

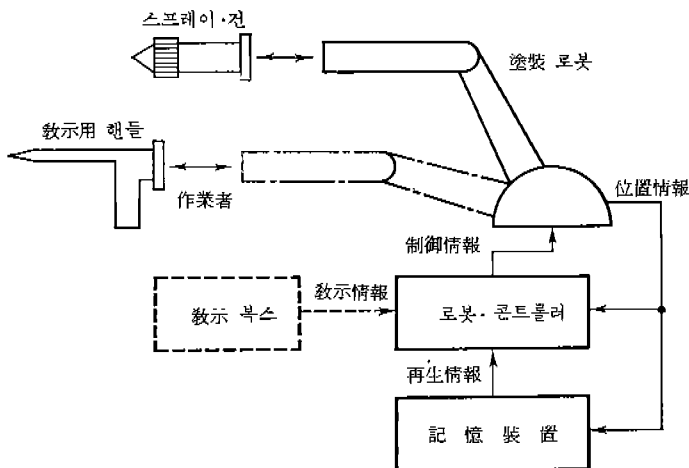
(iv) 로봇 構造의 모듈化 : 로봇 구조의 적절한 모듈化를 도모하여 多樣한 작업에 유연하고 또한 민속하게 대처해야 한다.

### 3·5·3 産業用 로봇의 소프트웨어

#### (a) 敎示와 再生

産業用 로봇을 어떤 作業目的에 따라서 機能시키는 方法의 하나에 敎示(Teaching)라고 하는 方法이 있다. 이 方法은 産業用 로봇에 作業指令, 作業順序 등을 遂次 敎示하고 그것을 再生(Playback) 시킴으로써 實行된다. 이것은 産業用 로봇 分野에서 지금도 主要 制御方式으로서 사용되고 있다.

敎示方式을 操作方法으로 분류하면 間接敎示 방식과 直接敎示方式으로 大別된다. 즉 磁氣 디스크, 磁氣 테이프 등의 人力媒体를 통해 敎示



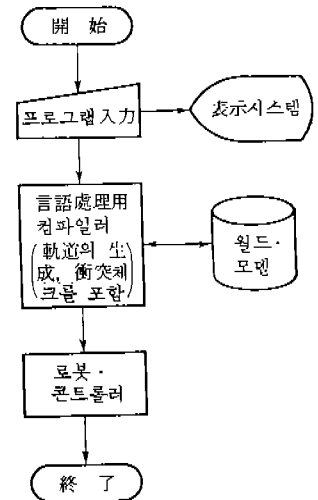
〈그림 3·28〉 塗裝 로봇의 敎示圖

데이터를 産業용 로봇에 指示해 가는 間接敎示 방식에 대해 直接敎示 방식은 로봇·핸드의 선단에 敎示用 핸들을 장치, 작업자가 직접 그 핸들을 잡고 로봇에게 作業順序를 가르치는 方法으로서 塗裝·鎔接工程 부문에서 널리 實用化되고 있다. 그림 3·28은 塗裝 로봇의 敎示圖이다. 스프레이·건을 敎示用 핸들과 교환하여 작업자가 직접 핸들을 잡고 눈으로 確認하면서 로봇에게 作業내용을 敎示해 나간다. 이 방식은 비교적 단순한 作業工程에서는 여전히 有效한 手段이다.

그러나 直接敎示方式의 결점은 敎示時에 肉體的·精神的인 부담이 증가하는 것이다. 그래서 최근에는 敎示 복스라고 하는 육체적인 부담을 경감하는 리모트 방식의 것도 있다.

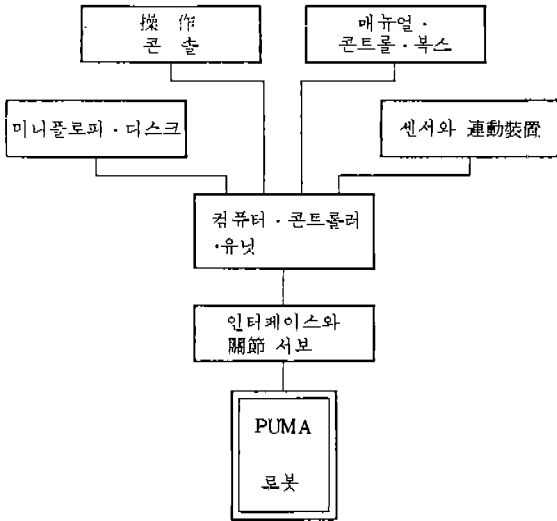
#### (b) 로봇用 言語의 必要性

현재는 産業用 로봇의 多自由度化, 作業내용의 複雜化 등에 수반하여 敎示에 요하는 時間이 큰 比重을 차지하고 있다. 또 作業내용의 일부 변경 등에 대해서도 처음부터 敎示를 다시 해야



圖中の 월드·모덴에 대해서는 2·3·3項(b)를 參照

〈그림 3·29〉 로봇用 言語의 處理 시스템



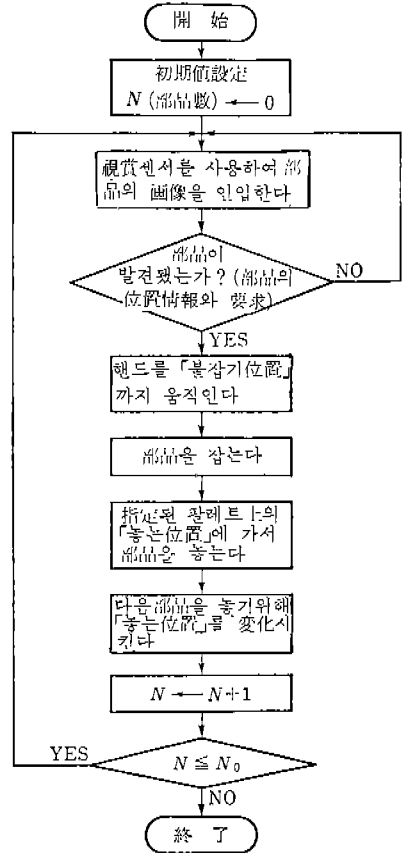
〈그림 3·30〉 PUMA 로봇의 시스템

한다. 그래서 敎示에 대신하는 하나의 手段으로서 로봇用 言語의 필요성이 생긴다. 로봇의 動作을 프로그램으로서 기술할 수 있으면 多製品의 生産 라인에서도 프로그램의 변경만으로 타 제품의 生産에 대응할 수 있다.

(c) 産業用 로봇에서의 言語 시스템

일반적인 言語 시스템에는 汎用言語와 專用言語가 있다. FORTRAN이나 COBOL 등의 고 級언어는 前者에 속한다. 汎用言語를 로봇의 制御에 사용한 경우의 장점은 복잡한 작업에 대한 數值計算을 쉽게 할 수 있다는 점이지만 이것은 로봇을 動作시키기 위한 言語는 아니므로 로봇 자체의 動作을 효율적으로 制御하는 것은 곤란하다는 큰 단점도 있다.

한편, 專用言語는 로봇의 동작을 쉽게 기술할 수 있고 또 효율적으로 제어할 수가 있다. 그림 3·29에 로봇 專用言語의 처리 시스템을 표시한다. 로봇用 言語는 산업용 로봇 중에서도 특히 組立 로봇에 널리 적용되고 있으며, PUMA 로봇에 있어서의 VAL이나 SIGMA 로봇에 있어서의 SIGLA 등은 그 대표적인 言語이다. 一例



〈그림 3·31〉 VAL 프로그램의 개요

로 그림 3·30에 PUMA 로봇의 시스템 圖를 들고 그 專用言語인 VAL의 프로그램 개요를 그림 3·31에 든다. 이 프로그램 例는 視覺 시스템을 사용하여 먼저 部品の 위치정보를 도입해서  $N_0$  개의 部품을 팔레트 위에 배열하는 作業을 기술한 것이다.

이것에 의해 이 言語 로봇의 손목 動作 등, 로봇의 움직임을 中心으로 表現된 動作 레벨의 것이라는 것을 알 수 있다. 앞으로 더욱 作業 레벨 言語가 개발될 것이 예상된다. AUTOPASS, LAMA, RAPT 등은 그 범주에 포함되는 것이라고 생각되는데, 아직 實用化되지 않고 있고 또 그것에 대응할 수 있는 로봇 자체의 하드웨어의 개발도 앞으로의 課題이다.