

# 工業用 Robot 의 機能과 問題點

全北大學校工科大學

辛 奉 碩

Robot라는 말은 체코의 말 Robota 즉 「일하다」에서 由來한 것으로 1923년 체코의 劇作家 Chapek가 쓴 諷刺劇 Rossum's Universal Robots 중에서 Robot 라는 人造勞動者가 登場하는데서부터 시작한다. 옛날에 Robot 는 사람과 생김이 비슷하고 인간이 행하는 動作이나 作業을 自動的으로하는 이른바 人造人間이나 또는 機械人間이라는 意味로 쓰여졌다. 그것은 즉 空想的인 存在로 큰 博覽會의 展示品으로 奇怪한 形態를 가지는 물건으로 사용되어 왔다. 그후 여기에 光電管이나 磁氣錄音, 小形無線裝置, Relay 또는 Servo mechanism 등 새로운 장치들을 도입하여 그 外觀에는 관계없이 機能的인 의미로서 어느 特定한 作業을 自動的으로 하는 기계를 가리켜 Robot 라고 부르게 됐다. 특히 제2차 대전후에는 自動制御裝置가 크게 發達하여 自動機械나 無人裝置의 種類도 각 方面에 크게 出現되었다. 따라서 Robot 의 種類에도 工業用으로 사용되고 있는 것 외에 Robot 人工衛星을 비롯해서 Robot 積雪計, Robot 警報器, Robot 檢潮機, Robot 交通巡警, Robot 販賣器, Robot 中繼局등 마침 自動이나 無人의 同意語로 널리 쓰여지게 됐다. 그러나 여기에서는 주로 生産工程을 自動化시키는데 사용되고 있는 工業用 Robot에 관해서만 살펴보고 장치 그 性能의 이용가치와 문제점등에 관해서 계략적인 해설을 하려고 한다.

## 1. 工業用 Robot 開發의 必要性

1) 勞動力의 不足, 특히 선진국에서의 人口增加率이 저하됨에 따라 노동력신장율의 저하, 노동인구의 고령화 젊은 노동층의 Blue color 忌避現象 등을 들 수 있다. 더욱이 작업내용이 무미건조한 기계공업의 어느 분야에서 노동력 확보란 장차 심각한 양상을 띠우게 될 것이라는 것이다.

2) 勞働災害, 작업상으로 유발되는 각종 질환의 방지, 또는 위험작업이나 高熱, 粉塵, gas, 騒音 등의 좋지 못한 환경으로부터 인간이 개방하려는 마음, 또는 여러가지 기계화에 따르는 疎外感, 그리고 작업내용이 단순반복될 때 생기는 精神的疲勞에 의해서 직장의 定率着이 弱化되는 수가 있다는 것이다.

3) 生産性的의 向上 從業員의 確保를 위하여 賃金の 引上을 기획하는 동시에 生産성을 높여 外國市場에서의 경쟁

에 대처하기 위해서는 먼저 生産工程을 合理化하고 作業機械를 自動化하고 無人化하려는 企業人의 試圖는 결코 우연한 일만은 아니다.

이러한 생각 밑에서 Approach 한것이 공업용 Robot의 機能이다, 지금까지 生産공장의 生産성을 높이기 위한 방법으로 作業機械의 自動化 이외에 Transfer machine Conveyer 를 사용하여 効率的인 Automation化를 期하여 作業人員을 節減하고 있는 실정이지만 그것도 사실은 공장내의 作業量 全體를 따지고 본다면 극히 부분적인것에 불과하다. 때로는 작업의 性質상 사람의 손이 아니고서는 到底히 할 수 없는 일도 있고 더욱이 근래 需要者의 취미나 용도의 多樣化에 따라 多種小量生産인 경우에는 商品의 Life cycle도 자연 단축되어진다고 본다. 그러므로 이에 따르는 生産공정도 단순한 機能體만으로서는 대처할 수가 없고 보다 큰 Flexibility가 요구된다.

이와같은 必要性에 의해서 Robot 를 生産過程에 도입하여 人間이 가지는 融通性和 適應性을 生産性에 반영시키고 인간이 하는일을 인간과 비슷한 기계가 사람들이 하는 것과 비슷하게 처리해 주기를 바라는 것이다.

## 2. 工業用 Robot 의 機能

현재 선진국에서 工業用 Robot 로 開發되어 사용되고 있는것은 어느 限定된 作業을 반복하여 일할 수 있게 되어 있는것으로 이른바 Materia handling machine 이라고 볼 수 있다. 그러나 이것도 長期的인 眼目으로 볼 때 결코 便利하고 効率的인 作業機械라고만 볼 수 없으므로 여기에 다시 人工的인 知能을 가미시켜 여러가지 動的이고 立體的인 認識技術을 부여하여 이에 따라서 스스로가 意思決定할 수 있는 判斷力을 갖게 하는 것이 앞으로의 工業用 Robot 의 機能이라고 본다. 이에 관한 分野로서는

- ① Pattern 의 認識
- ② 意思決定에 따르는 몇가지의 判斷
- ③ 複雜한 操作法
- ④ 이것들을 連結하는 System 의 구성 등이 그 核心이라고 볼 수 있다.

Robot 가 이와같이 知能的인 活動까지 할려면 Robot 는 먼저 周圍環境을 認識하고 다시 동작을 할려고 하는目的物의 인식이 필요하게 된다. 여기서 인식이란 感知한 狀

뿐만 아니라 알게 된 것을 判斷하는 機能까지를 말한다. 이것은 즉 공간을 공간으로 인식하는 일이며 立體物은 그 投影的인 형상 뿐만 아니라 입체적인 물체 그대로를 認識하는 일이다. 따라서 근래 情報처리 기술로서 개발되고 있는 어느 도형 인식법이나 그 처리 방법보다도 높은 차원의 인식기술을 필요로 한다.

### 1) Robot 의 손

Robot 의 image 로서는 그 손이 가장 象徵的이다. 특히 原子力이나 宇宙開發 또는 深海開發과 같은 특수환경 하에서의 人工的인 손은 다음과 같은 세가지 기술을 기반으로 하고 있다.

- ① Servo 기술을 導入하여 遠距離 操作用 Manipulator
- ② 自動化를 위한 Material handling machine
- ③ 身體障害者가 利用하고 있는 義手의 技術

따라서 Robot 의 손은 自由度와 精度, 그리고 機能性을 가지는 多關節形이어야만 한다. 그리고  $\pm 90^\circ$ 의 屈折이 가능하고 제2관절과 제3관절사이, 또는 손목과 팔목, 어깨에서는 모두  $\pm 180^\circ$ 의 회전이 가능하게 되어야만 한다. 즉 손가락 끝을 제외하고는 6自由度를 가지며 慣性moment는 손의 끝 부분에 이를수록 크게 되므로 안쪽을 보다 굽게 設計할 필요가 있다. 이것들의 騷動方式은 油壓式이 보다 편리하고 손가락 끝만은 精度를 높이기 위하여 전기 motor에 의해 움직이게 한다. 이때 유압의 구동압력은  $34 \sim 140 \text{kg/cm}^2$  정도이고 3kg의 물건을 2초동안 반경 1m의 공간에서 자유로이 흔들어낼 수 있을 정도로 한다.

Robot 의 손가락은 보통 2개이고 그 손가락과 손바닥 주위에는 여러개의 micro-switch를 부쳐서 觸覺을 갖도록 한다. 즉 Smitch의 接觸에 壓力의 크기에 따라 感覺의 強弱이 調節되도록 하여 접촉 Pattern 인식을 시키는 것이다.

### 2) Robot 의 눈

Robot 가 對象物의 위치나 형태를 살펴보고 알아내기 위해서는 반드시 光學的인 눈에만 의존할 필요는 없다. 超音波나 電波에 의해서 探知하거나 接觸感覺으로 살펴보는 방법도 있다. 현재 Robot 의 눈으로는 보통 T.V 카메라를 이용하고 또 근래에는 Laser (Light Amplification by Stimulation of Emitted Ray) 光源으로 하여 대상물을 감지하는 방법도 쓰여지고 있다. 그러나 여기서 어느 物體의 대상물이 복잡한 背景 속에 끼여 있을때 그것만을 어떻게 감지하여 인식 할 수 있을 것인가 하는 문제는 매우 어려운 과제이므로 현재로서는 검은 막과 같은 단순한 배경 앞에 놓여진 입방체나 원기둥과 같은 것들에 한정 되고 있다.

그러나 그것만으로도 電子計算機 속에서 演算되는 과정은 매우 복잡한 조작을 필요로 하는 것이다. 가령 어느 立方體를 인식할 때 그 면과 稜線이 뚜렷하게 구별되

어 있을 때에는 어느 한쪽에서 빛을 보내면 그 면들은 서로 照度가 다르게 된다. 이와같은 현상을 X, Y軸에 각각 나누어 畧點들을 이어가면 그 稜線을 얻을 수 있고 어느 立方體의 환상을 인식할 수 있다. 이와같은 방법을 空間微分法이라 한다.

여기서 만일 立方體가 서로 겹쳐져 있을 때에는 빛을 4方向에서 비쳐 그 共通的인 稜線을 얻고 理論的인 방법으로 線과 면을 推理해 나간다. 역시 이 방법은 대상물에 대한 어느 정도의 知識을 前提로 해서 이루어 진다.

한편 Robot 의 눈이 물체의 빛깔을 인식하는 일은 물체의 형체나 위치를 인식하는 것만큼 重要하지는 않다. 실제로 色盲者라 할 지라도 어느 정도의 작업은 할 수 있는 것과 같다. 그러나 복잡한 작업에 있어서는 그 색깔도 중요한 判別要素가 되므로 소홀히 할 수가 없다. 현재까지 개발되고 있는 色彩의 인식방법에는 光學的으로 볼 때 古典的인 방법이기도 하지만 색 filter를 써서 물체를 바라보는 방식이 이용 된다. 즉 색 filter의 光學的인 특성에 의하여 색 filter Combination으로 물체의 빛깔을 識別할 수 있다. 이것도 현재로는 原色的인 단조로운 색깔에만 한한다.

따라서 앞으로의 본격적인 Robot 의 눈에 관해서는 Bionics의 연구에 의존해야 할 것이다.

### 3) Robot 의 두뇌

Robot 의 손으로 촉감을 가지며 그 눈으로 立體認識을 하는 경우에 있어서도 Pattern 의 두뇌가 이를 좌우하게 된다. 가령 촉감 Robot 인식에 있어서 어느 장해물을 避하여 Robot 의 손이 한번 접촉한 대상물에 있어서는 이 사실을 스스로 記憶해 두었다가 다음 접촉과 정에 있어서 이것과는 다시 접촉되지 않도록 하는 學習의 行爲를 담당 처리하게 된다.

Robot 의 눈으로 물체를 認識할 때 그 背景이 너무 복잡하여 對象物의 認識이 어려울 때에는 그 물체를 위로 잡아 올리어 인식을 새롭게 정확하게 하는 行爲들도 모두 Robot 의 두뇌가 하는 機能에 속한다. 이와같이 Robot 의 눈이나 손으로 물체를 認識하고 操作하기 위하여 종합적인 判斷을 내리기 위해서는 電子計算機의 힘을 얻어 이를 처리하게 한다. 즉 Robot 에 어느 일을 실행시키기 위해서는 미리 基本的인 順序를 정하여 Program modul로서 사용할 수 있도록 만드려 두고 이것을 직접 Robot 에 命命하면 Robot 는 그 기능을 성실하게 발휘하여 순서에 따라서 정확히 움직이고 판단하고 인식하게 된다.

## 3. 工業用 Robot 의 種類

현재 선진국가에서 주로 쓰여지고 있는 工業用 Robot는 “물건을 쥐거나 흡착시킬 수 있는 先端部를 가지는 Arm 이 屈伸 上下移動, 左右移動, 또는 旋回와 같은 複合運

動을 自動的으로 할 수 있어 사람이 하는 일을 代行하는 記憶장치를 가지는 기계라고 말 할 수 있다". 이것은 다시 機種別로 區分하면 ① 記憶再生反復 Robot ② 固定 또는 可變型反復 Robot, ③ manipulator 로 나누어 진다.

1) 記憶再生反復 Robot

이것이 가장 최신형이며 Robot 다운 기종이다. 물품을 쥐는 기구 및 손목등 自由度는 5~6이나 된다. 따라서 다 목적으로 適用할 수 있도록 각 운동축은 Survo mechanism 에 의해 연속제어 되게 되어 있다. 따라서 어느 정도 복잡한 작업이라도 미리 敎示한 Programing 에 의해서 운동이 진행되며 몇개의 Pattern 으로 나누어진 작업도 선택의 능력을 가지면서 할 수 있게 되어 있다. 그 구조는 마치 인체의 손 발과 같이 Cantilever 식으로 만드려져 있다. 이것이 기계의 作業性質上 有利한 구조이기도 하지만 이것은 作業重量에 比하여 몸체를 너무 크게 설계할 필요가 있고 손 끝까지의 위치를 정확하게 제어하는데는 몇가지 어려운 점이 있기도 하다. 여기서 Arm 의 운동방식은 미국의 Unimate Co.에서는 極座標系이고 Versatran에서는 圓筒座標系를 쓰고 있어 어느것이 더 有利한가하는점은 그 作業內容에 따라 달라지므로 一律的으로 評價하기는 어렵다.

Robot 전체를 이동시키는 기구로서는 대체로 軌道나 어느 案内板에 의해서 움직이게 되어 있고 사람처럼 自由自在로 前進後進하는 제어방식은 여러가지 어려운 問題點

이 있다. 이때의 Energy 의 供給도 큰 문제점의 하나이다. 운동의 驅動方式은 出力에 비하여 外形과 重點이 적 으면서 힘의 慣性이 크고 圓滑한 運動傳達方式을 얻기위 하여 油壓驅動裝置가 가장 理想的이다.

현재 실용되고 있는 공업용 Robot의 規格은 다음과 같다.

2) 固定 또는 可變型反復 Robot

현재 가장 많이 生産되어 普及되어 있는 것이 이 機種이다. 全體의 自由度는 3~4이지만 특별히 5~6으로 개량된 것도 있다.

Arm의 제어는 On-off의 單純制御方式으로부터 Dog와 Limit switch의 結合으로 여러 point의 位置選定이 可能하게 한것도 있고 또 Survo 제어방식등 여러가지가 있다. 그 기억장치로는 Dog의 위치로서 정해지는 기계적방식 또는 Potentiometr를 사용하는 電氣的方式도 있다. 또 그 構造는 記憶再生式과 비슷하여 Cantilever 식으로 되어 있고 Arm의 운동도 極座標系와 圓座標系의 2종류가 채용되고 있다. 때로는 Robot의 몸체는 없고 팔과 손만이 붙어 있는 形態의 電動 Arm 型式도 있다. 따라서 이와 같은 종류의 형식은 복잡한 운동을 하는 일에는 不適當 하지만 단순한 反復型式의 작업에는 充分히 그 目的을 達成할 수 있다. 이때의 驅動方式으로는 壓縮空氣나 電氣를 利用하고 運搬할 수 있는 重量은 40kg 程度이다. 3kg까지는 압축공기이고 10kg 정도까지는 전기방식으로 그

區 分		會 社 名		A M F Co. Versatran	M A R K II Unimate	日 立 製 作 所
自 由 度				5	5	5
運 搬 能 力 kg				34	11.3~34	10
位 置 決 定 精 度 mm				±3.2	±1.27	±2.5
壽 命				—	40,000h	—
驅 動 力				油 壓	油 壓	電 氣 · 油 壓
移 動 量	팔	上	下	762mm	30°+27°	700mm
		前	後	762mm	1,041mm	700mm
	左	右	240°	220°	240°	
손	左	右	180°	—	180°	
	上	下	—	220°	—	
목	回	轉	180°	180°	180°	
	開	閉	34° max	—	—	
制 御 系	方	式		油壓 Survo	油壓 Survo	電氣 · 油壓 Survo
	記	憶		磁氣 Tape	磁氣 Dram	磁氣 Tape
	容	量		各軸 6點	180點 點分	216 割

以上은 油壓으로 처리한다.

### 3) Manipulator

옛날에는 製鋼會社의 強力機械 또는 放射能의 同位元素를 다룰때와 같이 惡條件下에 있어서의 Handling 장치로서 개발된 것이 Manipulator 이다. 그러나 근래에는 사람의 손 또는 팔에 해당되는 機能을 가진 遠距離操作用機器를 일반으로 Manipulator 라고 한다.

이와같은 Manipulator 를 Robot 의 概念과 결부시켜서 미국의 G. E. Co. 에서는 MAN MATE 라는 이름을 부쳐 새로운 概念을 가지는 기계를 개발했다. 이 기계는 힘뿐만 아니라 知能을 구비하고 있으며, 어느 還境에서는 사람의 能力을 効率으로 擴大할 수 있고 空間에 대한 認識과 힘의 feed-back 을 가지는 새로운 것이라고 한다. 이것은 다른 Robot 와 같이 팔과 손목에 5~6의 自由度를 가지는 運動器具로 組立되고 Lever 에 의해서 제어된다. 예를 들면 물건을 Handling 한다는 의미에서는 Crane 이나 Hoist 와 같은 運動機械도 일종의 Manipulator 라고 할 수 있으나 운동의 자유도가 많고 사람이 하기 어려운 일을 사람과 비슷한 능력으로 때로는 보다 優秀한 作業能率을 發揮할 수 있다는 점이 Manipulator 의 長點이라고 할 수 있다.

현재는 주로 방사선 장해로부터 人體를 守護하기 위하여 사용하고 있지만 앞으로의 應用分野는 다음과 같은 관점에서 기대가 자못 크다.

- ① 海洋工學에서의 水中 Manipulator
- ② 宇宙工學에서의 探索子
- ③ 遠距離操作作用 crane
- ④ 힘의 增幅機械
- ⑤ 사람의 義足, 義手의 技術

### 4. 工業用 Robot 의 制御量

工業用 Robot 의 主任務는 Material Handling 이므로 이 운동을 제어하기 위한 어느 운동에 관한 요소를 制御系의 制御量이라고 한다.

일반으로 어느 機械에 一定한 일을 시킬때의 制御量은 다음과 같다.

- ① 位置 또는 角度
- ② 速度
- ③ 加速度
- ④ 힘

이 4가지 요소를 적당히 Control 하는 것이다.

#### 1) 位置 또는 角度

Handling 작업에서는 이것이 가장 중요한 요소이다. 일반으로 Handling 이라함은 대상물체가 공간에 있어서의 座標位置의 변경이나 자체의 변경을 말하고, 여기에는 각각 3개의 自由度가 必要하고 合計 6自由度로 되어

있어야만 한다.

座標位置의 변경 방법으로는 直交座標方式, 圓筒座標方式, 極座標方式 등이 있으나 姿勢의 변경을 하지 않고 座標의 位置 변경만을 할 수 있는 것은 直交座標方式 뿐이다. 가령 선박작업에 있어서 재료의 Loading 이나 Unloading 또는 Die casting machine 에서의 加工物을 빼내는 작업 등은 直交座標 制御方式이 훨씬 쉽다. 만일 2대 이상의 기계 사이에서 Handling 작업을 하는 경우에는 어느 한쪽만을 이동시켜서 Robot 의 Arm 軸과의 상대각도가 2臺 다 同一하게 되면 원통좌표나 극좌표와 같은 이른바 旋回型 Robot 인 경우가 直交座標型보다도 簡潔한 裝置로 되어 좋다.

#### 2) 速度

일반으로 速度는 작업의 어느 Cycle time 以內에 들어서기만 하면 되는 경우가 많으므로 嚴密한 速度制御는 그다지 必要하지 않다. 다만 매우 低速作業에 있어서 連續 速度制御가 必要한 때가 있고 때로는 Cycle time 의 制約 때문에 急速歸還運動을 해야만 되는 경우가 많다. 이런 경우에 위치에 관한 값을 연속적으로 實時間 Base로 計算機에 넣으면 소기의 急速歸還運動은 쉽게 實現시킬 수가 있다.

#### 3) 加速度

이 加速度는 Robot 가 Handling 하는 對象物, 또는 Grip 에 걸리는 衝擊力이 許容值以下가 되도록 한다. 여기서 許容值의 값은 대상물에 따라 다르지만 한개의 基準值를 設定한다면 사람이 선체로 약 4kg 의 물건을 운반하는 경우를 측정하여 최대치는 약 0.4G 로 하는 것이 바람직 하다. 특히 완만한 起動이나 완만한 정지의 특성을 낼려면 기동, 정지시의 加速度는 0.4G 정도가 되도록 制御하여야만 좋다.

#### 4) 힘

Robot 에서 힘이 문제가 되는것은 Handling 할 때 물건을 쥐는 Grip 의 壓力이다. 그러나 실제 문제에 있어서는 工業用 Robot 가 어느 특정한 作業을 하는 경우에는 Grip 가 쥐는 물건도 자연 정해지므로 거기에 알맞는 Set 를 끼워서 적합하도록 설치하게 된다. 사람의 손과 같이 손이나 두부와 같은 연한 물체에서부터 철봉에 이르기까지 多樣하게 알맞게 쥐는 기능은 Robot 에는 없다. 따라서 Robot 는 物體에 따라 Grip 부분을 交替하여 Setting 하게 된다. 보통 Grip 에는 油壓이나 壓縮空氣로 驅動시키고 특히 Grip line 에는 強壓 Valve 를 넣어 調節되도록 한다.

### 5. 工業用 精密 Robot

工業用으로 利用되고 있는 Robot 중에서 특히 位置設定의 精度가 높고 小型이면서도 精密한 機構와 動作을 하

는 Robot 를 精密 Robot 라 부른다. 이것은 주로 높은 精密度를 要하는 機械의 部分品의 供給이나 組立 作業, 또 是 檢査, 選別 등에 쓰여지고 있다. 이런 경우 종래에는 自動選別機, 自動組立機, 등을 開發하여 使用하고 있었으나 大量生産이 아닌 경우에는 이와같은 專用機의 生産만으로는 Cost down 이 不可能하게 되어 결국 어느 程度의 判斷機能을 가지는 精密 Robot 의 出現을 期待하게 된다.

精密 Robot 의 特性은 다음과 같다.

① 간단한 判斷機能을 가지고 사람을 대신하여 反復性 作業을 할 수 있다는 것.

② 用途에 따라 2臺以上の Robot 를 연결하여 서로 信號를 주고 받으며 有機的으로 한대의 機械裝置처럼 動作시킬 수 있음으로 매우 經濟的인 效果를 낼 수 있다는點

③ 自由度는 3~6정도 이지만 비교적 적은 自由度로 큰 效率를 가진다. 특히 多種少量生産인 경우와 Model change 가 甚한 品種에는 當然 Robot 가 經濟的이다.

④ 加工對象物이 變되는 경우에 Setting 하는 勞苦가 매우 적고 간편하다. Program 의 변경만으로 쉽게 조정되고 손끝으로 操作하는 裝置도 다른 專用機에 比하면 훨씬 容易하다는點

⑤ 가격이 다른 自動化된 專用機에 比하여 싸다는點

## 6. 工業用 Robot 의 利用實態

현재 가동중에 있는 工業用 Robot 는 美國에서 約1,500 臺, 유럽에서 약 700臺, 日本에서 約250臺 가량 利用되고 있는 實情이다. 이것들을 利用하고 있는 作業部門은 大體로 다음과 같다.

- 1) 鍛造機나 工作機械에 끼우는 加工物의 Loadling 作業
- 2) Die casting 작업이나 Injection moulding 機械에서 나오는 成型品의 feed.
- 3) 塗裝作業
- 4) 溶接作用
- 5) Conveyer 와 臺車間의 移材作業

6) 高溫, 毒性, , 危險作業 등 惡境遇에서의 各種 作業.

## 7. 研究課題

現在까지 開發되고 있는 工業用 Robot 를 앞으로는 步行技能을 가지면서 위치결정을 할 수 있도록 改善하고그 精密度는 Imm 이내 여야만 될 것이다. 더우기 Robot 의 손바닥은 壓力感과 吸着力을 自動的으로 制御할 수 있도록 하고 電子計算機에 의해서 複數의 Robot 를 同時에 制御하는 Group Control System로 改良되기를 期待한다. 또 工業用 Robot 는 生産工業에 必要한 作業 뿐만 아니라 앞으로는 海洋工業에 必要한 水中 또는 宇宙工業에서 큰役割을 할 宇宙用 Robot 등으로 개발해 나가야만 할 것이다. 이때의 經濟性이나 安全性, 信賴性등에 관해서는 앞으로 많은 研究課題가 남아있는 것으로 본다.

manipulator: 사람의 손과 팔목과 같은 機能을 먼 위치에서 代行하고 再現할 수 있는 汎用形 遠距離操作裝置

Bionics: 새로운 말을 創造한 J. E. Steel 에 의하면 「生物에 관한 System 을 研究하고 그 훌륭한 機能을 工學的으로 實現하는 科學技術의 學問分野」를 말한다.

## 參 考 文 獻

- (1) Proc. 1st National symp. on Industrial Robots, (1971)
- (2) E. A. Feigenbaum: Computers and Thought, Mc Gram-Hill (1963)
- (3) N. J. Nilsson: Learning Machine. Mc Gram-Hill, (1965)
- (4) 加藏, 人工의 손, 다리, 計測과 制御 Vol. 7 No. 12 (1968)
- (5) 人間工學 Handbook, 金原出版社
- (6) 宮脇一男: 人間工學, 오ム社 p. 134
- (7) 一瀬 博: 手作業 自動化, 日刊工業新聞社(1963)
- (8) 小林成楨: 機械의 研究 p. 181 養賢堂 第24卷, 第1號 (1972)

국력 배양은 과학풍토 조성에서