

産業用로봇: 概要 및 動向

郭 柄 晚

〈韓國科學院 機械工學科 副教授·工博〉

1. 서 론

1.1 서 론

産業用 로봇은 과학 공상 소설에서 얘기되는 人間을 닮은 또는 능가하는 그런 超人은 아니다. 産業用 로봇을 구태여 정의하면 多軸 運動이 가능하며 쉽게 프로그램 할 수 있는 操作 機械로 人間の 목적에 맞는 일을 自動적으로 수행 할 수 있는 기계이다. 그러므로 産業用로봇은 융통성을 가지는 것이 특징으로 專用 機械에서는 최소한의 융통성이 있을뿐 다른 일을 수행하기 위해서는 설계를 바꾸든지 못쓰게 되는 것과는 달리 간단히 프로그램이나 티칭(Teaching)에 의하여 다양한 일을 목적에 맞게 수행할 수 있다. 손과 같이 다축 운동이 가능하여 기계 가공의 목적만을 수행하는 수치 제어 기계(NC 공작 기계)와는 다르며 NC 기계와 같은 일도 물론 일부 수행 할 수 있다. 그러므로 産業用 로봇의 이용으로 自動化, 省力化에 따라서 生産性 向上과 또한 높은 신뢰도와 精度로써 品質의 均一化, 惡條件에서의 작업이나 반복되는 단순 작업으로부터 人間을 해방 시킬수 있으며, 더 나아가 공장의 無人化의 접근이 가능하게 되어가고 있다.

高度의 産業用에서 生産 工業의 現 發展 추세는 生産 공정과 실제 生産을 前後한 정보 및 물량의 이동을 위한 專門化와 自動化로 특정 지을 수 있겠다. 뿐만아니라 현대의 生産 프로세스는 기업의 기술면에서의 경쟁과 경제면에서의 성공

에 주된 요인이 되고 다양한 주문과 수요에 따른 확장과 설계의 변화등에 즉시 부응할수 있도록 충분한 융통성을 가지지 않으면 안된다. 이는 정해진 상품에 대한 대단위 다량 生産을 위해 현재까지 사용되어온 극도로 전용화된 체제의 개발에서 변화를 의미한다. 합리화, 기계화, 그리고 자동화란말은 누구나 그 필요성을 느끼는 것이며 이를 위하여 컴퓨터와 로봇은 필수적이며 여러 선진 産業用에서 급속도로 발전하는 추세에 있다.

본 글에서는 로봇의 간략한 역사, 개요, 현황, 비용과 경제성, 앞으로의 동향등에 관하여 概括하고자 한다.

1.2 로봇(Robot)의 역사 및 현황

예나 지금이나 사람들은 짐승이나 사람처럼 공리를 할 수 있는 기계의 상상에 뭔가 즐거움을 가지고 있는 것 같다. 사람을 닮은 기계의 하나로 독일에서 1750년에 Friedrich Von Knaus에 의해 처음으로 만들어 졌으나 그후 1774년 몇 사람의 공동 노력으로 좀더 精巧한 것으로 쓸수 있는 기계 (인형, Android)가 스위스에서 최초로 만들어 졌다. 현재 필라델피아의 Franklin Institute에 있는 글씨를 쓸수 있는 기계는 1805년에 만들어졌으며 114kg 정도의 무게로 기계적인 要素로 구성되어 있고, 복잡하면서도 아직까지 작동이 될 수 있어 아주 훌륭한 것이라고 한다.

이와 같은 기계들과는 달리 産業用 로봇(Industrial Robot)가 開發되어 商品化되기는

이들 분류에 따른 용도를 보면 円柱座標型은 주로 물건의 Loading과 Unloading, 공구교환, 칩의 제거등에 쓰이고 Fanuc, Versatron 등은 대표적인 예이다. 極座標型은 원만한 곡선적 작업, 용접이나 塗裝용등으로 상하의 작업범위가 넓을 때 쓰이고 Unimate가 예이다. 直交座標型로봇트는 레일 등을 따라 움직이면서, 큰 물건의 취급 운반등에 쓰이고 작업장의 천장등의 이용이 가능하다. 多關節型로봇트는 활동 범위가 넓고 복잡한 작업에 쓰이고 義手나 義足과 같은 용도로 쓰인다. Cincinnati의 Milacron등이 예이다.

産業用로봇트는 3次元 공간內的 임의의 점에 이동 가능해야 하므로 이를 실현하기 위해 로봇트는 그 기계 장치가 4~6 自由度의 동작축을 가지는 것이 보통이고 작업 내용과 설치 장소의 문제등에서부터 보면 컴팩트하게 할 필요가 있다. 가장 일반적으로 생각되는 것은 5 自由度를 가지고 있으며 팔을 위한 3 自由度로 오르내리고, 좌우 회전하며, 앞으로 내 밀 수 있게 되며 손 부분에 2 自由度, 즉, 아래 위로 굽히고 손목축에 대한 회전이 가능하도록 되어 있다. 손 부분과 손가락 역할을 하는 부분은 기계 장치중 복잡한 부분의 하나로 여러가지 다양한 형태가 개발되고 있으며 새로운 개념의 설계가 가장 많이 나올 수 있는 부분이라 하겠다.

制御面, 即, 入力 情報와 티칭(Teaching)의 관점에서 산업용 로봇트를 분류하면,

1) 固定 시퀀스 로봇트(Fixed Sequence Robot)는 이미 設定된 순서와 조건 또는 위치를 따라 動作의 각 단계를 축차적으로 행하는 로봇트로 설정된 정보의 변경이 容易하지 않다. 이런 로봇트에서는 설정된 일의 내용을 기계적 구조나 전기적인 固定 配線등으로 처음부터 기억시켜 놓고 있는 것으로 自動化 장치를 위한 기계적 조작기(Manipulator)와 흡사하다.

2) 可變 시퀀스 로봇트(Variable Sequence Robot)를 이미 설정된 순서와 조건 또는 위치를 따라서 제어의 각 단계를 축차적으로 수행하는 로봇트로 設定 情報를 쉽게 변경 할 수 있다.

이것은 固定 시퀀스 로봇트에 비해 別度로 기억부를 가지고 작업 변경에 따라 그 情報를 다시 프로그램을 할 수가 있다. 그러나 記憶部는 컴퓨터의 그것처럼 高級에 속하지 않는다. 運動의 制御는 써보 기구나 제한 스위치에 의한 ON-OFF 정도이다.

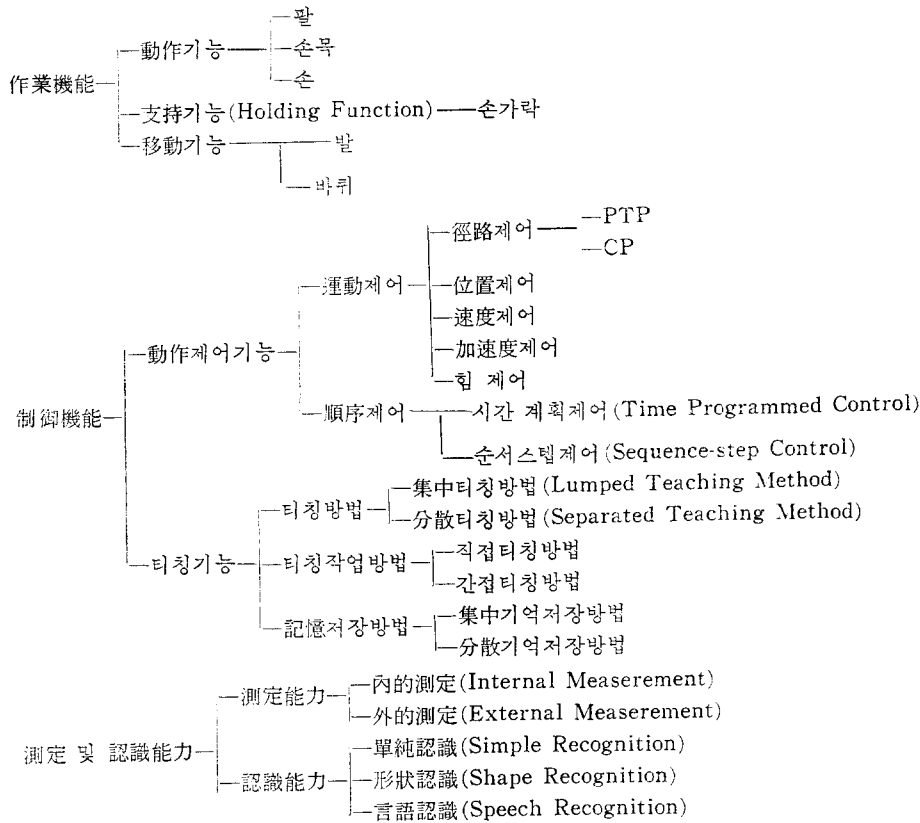
3) 記憶再生 로봇트(Play-back Robot)는 既定된 작업 내용에 따라 사람이 로봇트를 움직여 티칭하므로 그 작업의 순서, 위치 또는 기타 情報를 記憶시키고 이것을 再生시켜 그 작업을 반복 수행하게하는 것이다. 이 경우 記憶部는 위치에 관한 자료를 自動적으로 入力되는 것으로 可變 시퀀스 로봇트보다 작업의 프로그램이 쉽다. 運動의 制御는 서보 기구가 쓰이고 아날로그 또는 디지털 서보 기구이다.

4) 數値制御 로봇트(NC Robot)는 작업에 관한 순서, 위치 기타 정보를 off-line 프로그램을 통하여 그 지령을 쫓아 작업을 수행한다. 수치 제어 공작기계와 같은 원리에 의하지만, 그것으로 부족하고 記憶 再生의 기능과 適應能力을 가지게 할 필요가 있다.

5) 適應型 로봇트(Adaptive Controlled Robot)는 産業用 로봇트의 대부분이 프로그램에 따라 가르쳐진 일을 반복 수행하는 것이 보통이지만, 환경 조건이 조금 변하는 경우가 있어 일을 행하기 전에 티칭을 할 수 없는 미지의 요인이 있을 수 있으므로, 이와 같은 경우 주변환경의 변화와 미지의 요인에 대하여 적응 능력을 가지고 이에 대처하여 목적으로 하는 작업을 지장없이 수행해 나갈 수 있는 로봇트이다. 이런 로봇트의 경우 당연히 외부 주변의 상태를 측정 또는 인식하는 촉각이나 시각등 감각기의 기능을 구비해야 한다. 이보다 한 걸음 더 나아가 스스로 여러가지 기능을 할 수 있는 로봇트를 일반적으로 人工知能 로봇트(Intelligent Robot)라 부른다.

산업용 로봇트의 설치 및 이용에 있어 일본이 세계를 앞서 가고 있지만, 일본 로봇트의 대부분이 제한된 지능이나 또는 지능이 전혀 없는 단순한 고정 또는 가변 시퀀스 타입의 로봇트

표 2. 産業用 로봇의 機能과 構造의 聯關圖



이다. 이에 비해 미국이나 스웨덴 업체들은 상당히 복잡하고 고급의 로봇에 많은 관심을 쏟고 있다. 1976년까지 일본에서 생산된 로봇을 보면 숫자적으로 약 78%가 고정 시퀀스 타입이고 4%는 가변 시퀀스 타입, 그리고 또 15% 정도는 수동식 조작기 (Manual Manipulator) 이고 기억 재생식은 3% 정도이다. 값으로 보면 기억 재생식이 약 16%를 차지하고 미미하지만 지능 로봇이 1% 정도 차지하고 있다.

운반 할 수 있는 중량 및 작업 영역에 따라서 본다면 0.1kg 미만으로 0.1m³ 미만인 초소형 로봇에서 부터 1ton 이상을 다룰 수 있는 초대형 로봇까지 있다.

産業用 로봇의 機能과 構造에 따라 分類表가 表 2에 나와 있다. 여기서 P.T.P는 點移動

方式 (Point-to-point)을 의미하고 點間的 運動에 대해서는 定해진 방식을 따르고 點들을 지경하므로 컨트롤되는 방식이고 반면 CP는 連續徑路方式 (Continuous Path)을 의미하고 어떤 주어진 空間의 커브를 따르도록 制御하는 방식이다. 測定能力에서 內的測定 (Internal Measurement)이란 로봇에 고정된 座標系를 기준으로 해서 軸이나 손의 위치등의 측정, 즉, 로봇의 自體 各部의 위치, 속도등 상태의 측정을 의미하며, 外的測定 (External Measurement)은 로봇이 대상으로 일하는 對象物의 위치등 상태를 측정하는 기능을 말한다. 또한, 認識能力에서 單純認識 (Simple Recognition)이란 對象物과 주위 환경에 대한 위치등의 單純量의 파악을 말하고 이에 비해 形態認識 (Shape Recogni-

tion)은 對象物等의 모양을, 言語 認識(Speech Recognition)은 音聲에 대한 또는 음성으로 주어지는 지령에 대한 인식을 의미한다.

산업용 로봇의 能力을 항목별로 나누어 본다.

- 1) 内部 위치의 선정에 대한 능력,
- 2) 변화하는 外部 기구나 부품의 위치에 대한 능력,
- 3) 복잡한 커브를 신속히 재추적 할 수 있는 능력
- 4) 주변 환경의 시간 변화에 맞출 수 있는 시간 능력,
- 5) 다양한 대상물을 붙잡는 능력 등이다. 아직 공식적으로 분류된 바는 아니지만 산업용 로봇의 世代를 분류하면,

① 第 1세대 로봇은 그 제어시스템이 P.T.P 또는 CP이며 적용할 때 능력으로 커브 추적의 정도가 ±0.75mm이고 붙잡는 능력이 다양하지 못하고 標準面等を 사용해야 하지만 운용자의 대치가 쉽고 周邊機器가 部品를 정확히 위치시킬 수 있는 경우 精密 적용도 가능하다. 그러므로 제 1세대 로봇은 사실상 STOP/START의 感知外에는 周邊 환경과 상호 작용이 없는, 프로그램 할 수 있는 自動 크레인 정도이다. 그 응용분야로는 A) 분사식 塗裝, 솔파이닝, 點熔接, 아크 용접, 유리 切斷, 水噴流 洗滌 作業등을 할 수 있고, B) 다이캐스팅 기계나, 사출기, 프레스, 爐等으로 부터 低精度의 Loading이나 Unloading을 하고, 철관, 벽돌등의 이동, 열처리 등을 위한 물체 이동이나 등근 물체의 공작 기계와의 脫着作業등과 C) 좀더 精度가 높은 작업으로 단조, 스템핑 作業이나 일반적인 물체에 대한 공작기계의 脫着, 부품의 方向轉換, 分類, 組立등을 할 수 있다. 이들 세종류의 작업에 현재 利用度는 A) 47%, B) 33% 그리고 C) 20% 순으로 되어 있다.

② 第 1.5세대 로봇은 記憶部가 作業 環境으로부터 힘의 感知, 觸覺, 視覺등의 기능으로 간접받을 수 있고 또 조정 될 수 있다. 예로는 Hitachi社의 Hi-T-Hand등이 있으며 모우터의

조립등의 일을 할 수 있다. 최소한의 感覺機能으로 중요한 工業的 適用을 하게 하므로 매우 성공적이다.

③ 第 2세대 로봇은 制限된 事前 프로그램으로도 로봇의 팔과 손이 감각 및 認識 機能을 가지고 일을 수행 할 수 있다. 실제 工業용의 응용례는 아직 없지만 視覺이나 觸覺 기능을 가진 여러가지 프로토 타입이 있으며 매우 활발한 연구 분야이다. 79年度 제 9차 미국 로봇 공학회 주관 국제 심포지움을 보면 대부분이 이 分野의 研究를 發表하고 있다.

④ 第 2.5 또는 3세대 로봇은 큰 컴퓨터와 복잡한 기계 구조를 통합한 文字 그대로 知能을 가진 人工 知能 로봇이다. 프로토 타입은 환경을 보고서 시작이나 느낌등으로 전동 모우터를 組立할 수 있으나 現在 그런 시스템은 경제적으로 보면 별의미가 없다.

2.2 産業用 로봇의 構造

産業用 로봇을 구성하는 要素를 보면,

- 1) 動力源
- 2) 驅動 장치
- 3) 制禦 장치
- 4) 感覺 및 認識 장치
- 5) 周邊 장치

로 나눌 수 있겠으며 동력원으로 현재 사용되고 있는 방식은

- 1) 油壓式
- 2) 空壓式
- 3) 電氣式
- 4) 혼합식

이 있으며 이들 中 선정은 작동 동력, 영역, 속도, 정확도, 주위 환경 및 작업 대상물 또는 관련된 기타 물체의 형상 및 구조등을 고려해야 한다. 油壓式은 무거운 荷重을 움직이거나 큰 힘이 필요할 때, 정확한 작동이 필요할 때 좋으며 여러 로봇을 한꺼번에 작동시킬 때 부속 장치가 경감된다. 그러나 기름 누출로 인해 작업장이 더러워지기 쉽다. 空壓式은 빠른 동작이 요구되고 가벼운 일에 적합하며 크기가 적어 제

◆ 解 說

작비가 경감 될 수 있다. 전기식은 정속 운전이 가능하고 원격 조정이 가능하며 동력원을 로봇 內에 장치할 수 있어 먼지에 의한 피해등이 적어지나 로봇 자체의 무게가 커진다.

驅動 裝置로서 주요 동작부는 몸체, 팔, 손으로 나누어지며 이들 각각이 몇 개의 自由度를 가지고 여러 가지 동작을 가능하게 한다. 특히 이 중에서 중요한 것은 물체를 집는 손으로서 그 구조는 아래와 같은 조건에 의해서 변화하며 매우 다양 할 수 있다.

1) 손의 기능에는 촉각등을 사용한 감각기능과 구속 및 작업 기능

2) 대상물의 조건으로 크기, 형상등의 기하학적 조건과 중량, 경도, 외력등의 물리적 조건,

3) 對象物의 脫着 방법으로 人間型과 機械式, 吸着式, 磁氣式등의 방법이 있다.

制御 裝置는 제어계의 구조, 신호 처리 방법, 제어량 및 지시방법에 따라 분류된다. 여기에 대한 좀더 자세한 것은 本誌(p. 123)에 따로 게재되었고 여기서는 간략하게 설명하면 다음과 같다.

1) 制御系의 구조에는 Open-loop 方式과 Closed-loop 方式이 있는데 Closed-loop 方式에서는 목적량과 제어되어 나온량을 비교하여 그 오차를 없애는 Feedback 方式이며, 이에 비해 Open-loop 제어에서는 Feedback이 없는 경우를 말한다.

2) 신호 처리 방식에는 아나로그(Analog) 式과 디지털(Digital) 式이 있는데 아나로그 式은 간편하다는 잇점이 있으나 최근에는 디지털 方式이 널리 쓰인다. 그 이유는 디지털 신호의 검출기가 높은 정밀도와 신뢰도를 가지며, Noise에 대해 강하고 정확히 기억하며 또한 연산 처리가 가능하여 디지털 처리 기구는 컴퓨터와 결합이 용이한 까닭이다.

3) 제어량을 보면 위치, 속도, 힘, 토크등이며 위치제어에는 點移動方式과 連續徑路方式이 있다. 點移動方式 (PTP)에는 동력원으로 유압 공기압, 전기등을 사용할 수 있으나 연속경로 방식(CP)에는 대체로 유압 또는 전기를 사용한

다.

4) 指示方法(Teaching)은 情報의 入力을 어떻게 하느냐의 문제로 알의 로봇트분류에서 언급한 바와 같다.

感覺 裝置는 外部로부터의 자극을 感知하여 제어회로에 入力시켜주는 장치로서 視覺, 觸覺, 聽覺등의 기능이 있어야 하며 감지된 신호로부터 認識하는 능력을 가지게 할 수도 있다. 이들 장치는 가장 고도의 과학 기술을 요하며 장래 연구의 주력 분야이기도 하다.

1) 시각 기능은 2次元 또는 3次元에서 위치, 색깔 또는 모양을 검출하는 것으로 패턴 인식 (Pattern Recognition)에 필요하다. TV 카메라, Real time의 물체를 인식하는 Matching 회로, 제어회로 및 Micro Computer등이 필요하다.

2) 觸覺 機能은 접촉에 의하여 위치, 압력등을 검출하는 것으로서 여러가지 변환기 즉, 압전 소자, 공기 노즐, 스트레인 게이지등이 사용된다.

周邊 裝置는 로봇 사용에 따른 작업장 또는 생산 라인의 부속 장치로서 공작물의 저장부, 공급부, 운반부등의 諸裝置이다.

2.3 標準化

産業用 로봇의 開發과 傳播는 앞에서도 언급한 바와 같이 가까운 장래에 급속히 발전 될 것으로 전망된다. 따라서 산업용 로봇트와 관련 기술의 標準化 問題는 거의 필수적으로 요구되며, 이렇게 하므로 좀더 활발한 협조된 연구나 개발을 장려할 수 있고 산업용 로봇트 산업의 발전을 촉진할 수 있을 것이다. 아직 국제적으로 조직된 기구는 없는 것 같으나, 이를 위한 첫 단계로 로봇트 업체, 사용자 그리고 연구기관등 관련 전문가 간에 충분한 논의가 필요하다.

1975년에 일본 로봇트 협회에서 산업용 로봇트의 표준화 연구 위원회가 조직되고 다음과 같은 세가지 점에서 연구 조사 하였다.

1) 用語 및 部品の 표준화에서는 산업용 로봇트를 構造와 機能에 기초를 둔 分類, 산업용 로

로봇과 관련 分野에 관한 用語의 定義 및 그림이나 文字에 의한 符號의 定義

2) 機能의 標準化에서는 試驗 項目, 試驗 方法 및 産業용 로봇과 周邊 器機와의 相互 接續을 표준화하고 人工知能의 程度를 分類 調査

3) 適用 技術의 표준화에는 安全 基準의 提示 및 産業용 로봇의 모듈화를 달성하기 위한 作業 樣式의 해석 등이다.

3. 産業用 로봇의 適用 分野

3.1 現 況

産業용 로봇의 적용례는 다양하며, 이미 언급한 바와 같이 세계적으로 수만대가 보급되어 있다. 1970년 GM회사의 오하이오 Lordstown의 Vega공장에 車體의 點熔接을 위해 26대의 Unimate 로봇이 설치된 이래 自動車 公業에서부터 복잡한 큰 컴퓨터를 포함한 생산 시스템에서 일원으로 일하고 있다. GM 회사 뉴욕의 Tarytown組立공장, 델라웨어의 Wilmington 공장등에도 설치되어 운용되고 있으며 자동차의 모델 변경에도 신속히 대처할 수 있고 다른 어떤 點熔接 라인보다 비용이 적게 드는 것으로 보고되고 있다. 또한 공작 기계의 탈착작업, 작은 부품의 조립, 차체 下部의 塗裝등에 쓰이고 있으며 곧 차체 전체의 塗裝에도 쓰일 것이다. Chrysler 공장도 네군데의 조립 공장에 80여대의 産業용 로봇이 용접을 하며, Ford회사 또한 전 공장들을 통하여 點熔接, 다이캐스팅, 塗裝, 물체의 이동 및 조립 작업에 200여대를 활용하고 있다.

유럽과 일본도 자동차 산업에 더 빠른 속도로 이용이 되고 있다. Fiat가 産業용 로봇의 이용으로 차체 생산을 두배 증가시킬 수 있었고 25% 생산성이 증가한 것으로 보도되었다. 유럽에서 거의 두번째로 이용도가 높은 곳은 스웨덴의 Volvo 회사이며 50대가 넘는 로봇이 정교한 일련의 완전 자동 용접 라인에서 일하고 있다. 상당한 生産性 向上과 함께 自動車 産業의 實情에 잘 맞는다고 평가하고 있다. 불란서의

Peugeot와 Renault社, 독일의 Daimler-Benz와 Volkswagen社, 스웨덴의 Saab등 모두 용접 라인에서 로봇을 사용하고 있으며 일본의 Toyota Mitsubishi와 Nissan은 점용접외에도 단조, 塗裝, 다이캐스팅, 열처리, 공작기계의 탈착 작업등 여러 다른 공정에도 쓰고 있다.

産業用 로봇의 利用度는 自動車 工業이 30 내지 40%로 가장 많으며, 그 나머지도 전기 기계 조립, 사출 플라스틱 제품 공업등도 크게 이용하고 있는 분야이다. 이외에 정밀 기계 공업, 금속 가공 공업등에도 점점 이용이 커지고 있는 분야이다.

또한 原子力 發電所用 移動式 점접 장치, 配管 용접 작업 및 非破壞 檢査등도 이용 분야이고, 미국 Avondale 造船所에서의 파이프 이음부 용접, 선체 용접에의 적용등과 생산 유니트 등에서와 같이 컴퓨터에 의해 컨트롤되는 복잡한 시스템으로의 적용이 확대 개발되고 있다.

이외에도 製造業이 아닌 産業분야에서 利用이 예상되는 분야로 醫療 福祉 분야, 海洋 및 宇宙 開發關聯 分野, 農業 및 林業 分野, 建設業에의 응용 및 서비스 産業 分野등으로 로봇 技術의 發達과 함께 産業用 로봇이 크게 利用될 것으로 보인다. 産業용 로봇의 구체적인 適用例에 대해서는 本誌(p. 115)의 다른 글에서 게재되었다.

3.2 費用 및 經濟性

産業用 로봇의 使用이 不連續的인 工程을 해내고 지루한 반복 작업을 보다 나은 精確度와

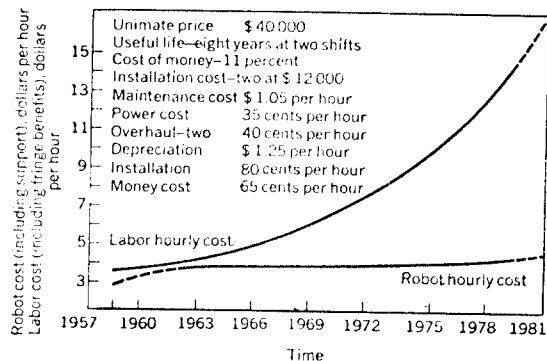


그림 4. 産業用 로봇의 비용과 勞質의 推移

◆ 解 說

빠르게 지칠 줄 모르고 해 낼 뿐만 아니라 더러운 환경, 시끄럽거나 생명이 위험한 惡條件 下에서의 작업을 해냄으로 社會福祉에 이바지하고 있다는 것은 앞에서도 언급한 바와 같다. 그러나 가장 중요한 점은 經濟적으로 優位를 점령하게 되고 每年 더 매력적으로 되어가고 있다는 점이다. 산업용 로봇은 勞動과 固定된 自動化에 의한 생산 기술등과 비교해도 특히 Batch 작업에서 좋게 평가되고 있다. 이런 종류의 작업은 미국의 모든 生産作業의 75% 이상을 차지하고 있다.

Unimate 회사에서 제공된 자료에 의하면 그림 4에 보인 바와 같이 1961년부터 미국 자동차 회사의 勞賃이 수당까지 포함하여 時間當 \$ 3.80 이던 것이 1979년 \$ 14로 뛰어 올랐다. 이에 비교하여 산업용 로봇의 시간당 비용은 1961년 처음 공업용으로 사용된 이래로 시간당 \$ 4.60 으로 거의 변동이 없다.

이 숫자는 산업용 로봇을 운용하기 위해 필요한 모든 비용, 즉, 설치, 정비, 유지, 감가상각, 전력등을 포함한 것이다. 감가 상각은 8년 에 기초를 두었으며 일일 2부제 (2 shift)에 사용되는 것으로 하였고 이것은 다시 말해 32,000 시간의 수명을 가진 것으로 한 것에 해당한다. 이 비교의 숫자는 로봇의 종류나 적용에 따라 다르며 또한 산업용 로봇이 모든 일에 있어서 勞賃보다 싼 것은 아니다.

실제로 과거 수년간 가장 높은 생산성을 보인 선진 제국 (일본, 독일, 스웨덴등)은 自動化에 힘입은 바 크다. 미국은 비교적 세계 무대에서 산업용 로봇 무대에서 증가율이 낮은 편이지만 앞으로 생산성 향상과 로봇의 이용이 크게 증가되리라 예상된다. 회수기간 즉 초기 투자를 연간 노임의 절약분에서 연간 운영비를 뺀 값으로 나눌 것으로 로봇의 경우 3년 이내라고 하며 위에서 예로 든 경우의 2부제에서 뿐만 아니라 1부제 작업체제에서도 투자에 대한 효과가 좋다고 한다. 그래서, 산업용 로봇 산업을 보면 1977年度 4천만불 판매에서 보수적인 추산을 해도 최종 단계에서는 30억불 시장이 될 것으로

보고 있다. 이 예상은 앞으로 50年 後에는 구미 제국에서 모든 노동의 5%를 로봇이 차지하게 될 것이라는 조건에서 본 것이다.

그림 5에는 組立 라인에서의 産業用 로봇의 勞動, 그리고 固定된 專用 라인의 비교를 보인다. 이는 Charles Stark Draper Lab의 컴퓨터 제어 組立에 대한 연구 결과로 賃金率, 資本費用과 回收期間에 대하여 로봇이 年間 30萬 내지 300萬個 生産하는 中間級 生産에서 經濟적으로 有利한 組立 方法임을 보여 주고 있다. 여기서 제시한 생산량의 범위에 대해서는 너무 좁다는 의견도 있으며 300萬個 以上の 경우도 산업용 로봇이 專用 라인에 필적한다고 로봇 업체는 주장하고 있다.

産業用 로봇의 다른 장점은 높은 信賴度이다. Unimate社에 의하면 로봇의 故障 時間은 2% 정도이지만, 미국의 경우 급속 가공 분야 노동자의 피할수 없어 쉬게 되는 시간은 3.5%이고 固定된 專用機械의 경우 10%에 달한다고 한다. 産業用 로봇의 平均 故障間의 時間 (Mean Time between Failures)은 400시간을 넘고 물론 휴가나 加外 수당이 필요 없고 밤낮으로 혼자서 일할 수 있다.

어떤 종류의 生産에서 로봇의 이용이 적합

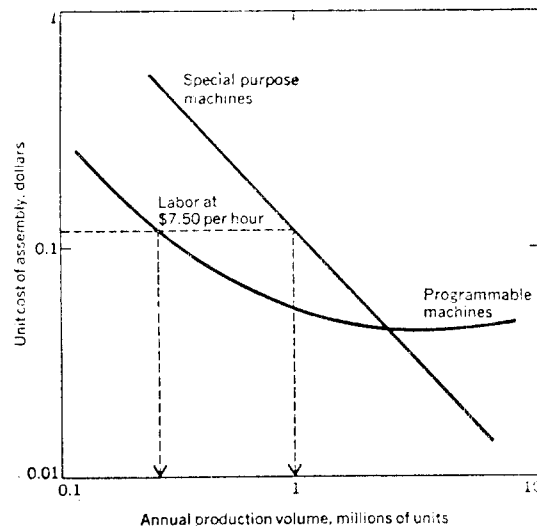


그림 5. 生産量에 따른 勞動, 로봇, 專用機 사용 시 組立單價

한지는 뚜렷이 말 할 수 없다. 이와 관련해서 몇 가지 制限을 보면, 첫째 人間の 노동을 그대로 정확하게 복사할 수 있게 노력해서는 안되고 로봇의 強點과 制限에 따라서 로봇을 이용해야 할 것이다. 둘째 로봇은 이의 使用을 적당하게 하는 주변 器機와 함께 사용해야 한다. 예를들면 로봇이 스텝핑 프레스에 가공물을 넣을 수 있는 작업 능력이 있다하더라도 分當 1,200 行程을 하는 경우 이를 따라갈 수 없을 것이다. 또한 自動으로 적는 시스템이 없는 구식 공작 기계와도 함께 쓴다면 낭비일 뿐이다. 그리고 그러한 自動 시스템이 있다해도 加工物을 로봇이 집기 좋게 정해진 위치와 방향으로 준비해주는 방법이 없다면 낮은 생산성을 면하지 못할 것이다. 周邊 器機와 環境이 로봇과 잘 부응되게 한다면 소량, 배취 (Batch) 생산에도 높은 생산성 향상을 가져올 것이다.

産業用 로봇의 價格 범위를 보면 단순한 固定 사이퀀스 타입은 \$5천 이내 인 것도 있다고 한다. 이에 비해 써보 장치를 가진 티칭형 로봇은 \$4만에서 \$6만 또는 그 이상일 수도 있다. 現在 아직 工業의 適用 단계에 있지는 못하지만 활발한 연구 단계에 있는 人工 知能 로봇은 얼마 정도의 視覺이나 觸覺 機能을 가져야 하는지 정해야 하지만 使用者의 立場에서 보면 우선 값이 싸야 할 것이다. 現在의 視覺 시스템은 단 \$만 5천 내지 \$2만이고 여기에 相互 接續費用이 \$만 정도이고 \$6만 정도의 기능이 높은 산업용 로봇에 연결하면 \$10만은 되어 아직은 産業用 로봇으로서 너무 비싸다.

4. 産業用 로봇의 研究 方向

4.1 研究 및 開發 方向

어떻게 보면 제 1세대 로봇 시대는 지나가고 있으며 제 2세대 로봇이 벌써 사용되기 시작하고 있다. 앞으로의 산업용 로봇의 발전 및 전망을 요약한다면 주로 로봇의 制御시스템에 큰 발전이 기대되고 周邊 環境과 상호관련하여 일을 수행할 수 있는 능력의 증가가 클 것

이다. 산업용 로봇의 Hardware, 특히 기하학적 모양등은 앞으로 수년간 큰 변화가 없을 것이지만, 주변 설비와의 Match를 위한 設計, 小型, 高精密度를 가진 輕量의 로봇에 큰 발전이 있을 것으로 기대된다. 주된 연구는 앞에서 언급했지만 人工知能 즉 사물을 보고, 인식하며 느껴서, 스스로 판단을 가능하게 하여 인간의 의존도를 낮추는 노력일 것이다. 또한 生産 시스템에의 응용에 있어서는 컴퓨터의 발전과 함께 실제로 여러가지 다양한 기능을 가진 個의 단위체로 工場 自動화 시스템과 잘 부합시킬 때 100% 이상의 능력을 발휘 할 것이다.

한편, 산업용 로봇 산업의 발전은 使用者側의 必要性을 인식하고 이에 부응하는 開發 研究가 될 것이다. 일본의 경우 노동성 조사에서 보면 앞으로 5年後에는 기계 공장에서 노동력의 부족이 1천만명에 달할 것으로 예측하고 있다. 따라서 고도의 숙련을 요하는 기계 공작에는 충분한 인원을 확보하기가 어렵고 상승하는 賃金을 흡수하는 것은 지극히 어려울 것이다. 또한, 人間性的 회복, 絶對的인 安全性등의 논의가 점점 고조되는 가운데, 무거운 荷重의 운반, 騒音 高熱, 먼지등의 惡條件下 作業으로부터 解放과 安全性 확보가 경영자의 急先 課題인 때가 오고 있다.

이러한 傾向과 必要에 부응하기 위해서는 다음과 같은 方向으로 되어야 할 것으로 보고 있다.

1) 모듈화 : 이것은 단순한 작업을 하는 경우에서 벗어나서 Material Handling등에서와 같이 多種多樣하여 광범한 要素의 動作을 요구하는 경우 한 종류의 로봇으로는 이를 실현할 수 없고, 실행할 수 있다해도 복잡하고 高價로서 실용성이 희박할 것이다. 이런 문제를 해결하기 위한 수단으로 各種의 要素動作을 실현할 수 있는 標準 유닛들을 만들어 용도에 따라서 그때 그때 필요한 유닛으로 다시 組立하는 Building Block 방식의 構成으로 된 모듈형 産業用 로봇을 생각 할 수 있다. Hitachi에서 모듈형 로봇과 Conveyor等과 조합하여 使用者의 필

◆ 解 說

요에 적합하도록 한 Material Handling 시스템의 연구는 한 예이다.

2) 低價格化: 産業用 로봇의 利用은 價格과 省力의 程度 및 生産性等과 比較하여 經濟的으로 맞아야 하므로 單純作業等에 必要 以上の 機能을 가진 것이라든가 로봇 設置를 위해 周邊 裝置의 負擔이 너무 크면 안되므로 같은 일을 하되 機構의 簡略化, 制御 시스템의 簡略化로 低價格을 이룩할 연구가 필요하다.

3) 高機能化: 産業用 로봇은 그 適用 범위를 넓히기 위해서는 機能이 多樣해야 할 것이다 이를 위해서는 視覺, 觸覺等의 感覺 機能을 가지게 하는 것이 필수적이다. 예를 들어 觸覺을 가진 로봇은 마이크론 단위의 精度를 要하는 作業을 觸覺 制御에 의하여 自動化가 가능해질 것이다. 視覺을 통한 패턴 認識(Pattern Recognition) 機能에 있는 로봇은 自動 位置 決定이나 自動 外觀 檢査등의 분야에 적용될 수 있으며 앞으로의 發展이 기대된다.

한편 産業用 로봇의 開發 및 傳播에 있어서 여러가지 제한이 있으며, 이들의 解決이 오히려 시급하기도 하다. 주요한 發展 阻害 要因을 보면,

① 産業用 로봇의 設置에 따른 經濟性 分析의 어려움,

② 設置를 위해 필요한 시간적 손실과 초기의 대량 投資,

③ 適用 技術을 비밀로 하여 관련 정보를 공표하지 않음,

④ 기존 설비 또는 기기에 대한 새로운 설계와 배치의 변경,

⑤ 産業用 로봇의 信賴度에 대한 기업체와 일반인의 認識 不足等이다.

이는 이제 시작하려고 하는 國內의 産業用 로봇의 利用 및 開發에 대해서도 그대로 맞는 말이며 특히 인식 부족과 경제적인 측면에 문제가 있겠으나 무엇보다도 아직 利用 實績이 없는 데다 관련 제반 기술, 즉 제어 기술, 제작 기술, 주변 장치의 설계등의 미비로 선진국에 비해 너무나 발전이 늦은 것으로 사료된다.

4.2 國內 産業用 로봇의 現況

앞에서도 언급했지만 國內에서는 産業用 로봇의 使用 實績도 없으며 이렇다할 자료도 없는 상태이다. 다만 1978년에 한국 과학기술 연구소에 들어온 Fanuc Robot Model이 있고, 大宇 重工業회사에서 역시 Fanuc Robot가 들어와 있으나 아직 사용하지 않고 있다. 한편 1979년에 기아 산업에 Unimate 로봇이 2대 도입되어 현재 車體 組立 라인에서 點熔接을 하고 있으나 周邊 設備등 라인이 아직 産業용 로봇의 使用을 위해서는 未備하기 때문에 그 능력을 충분히 발휘하고 있지 못하다.

學界 또는 研究所 등에서 로봇 공학에 관심을 가지고 있는데가 몇 곳 있는 것으로 생각되거나 아직 部分的인 研究밖에 없는 것으로 보인다 한국 과학기술 연구소의 精密 機械 센터가 李奉珍박사를 중심으로 産業用 로봇 開發의 重要性을 인식하여 그 동안 文獻 調査와 國內의 예상 需要者에 대한 설문 조사등을 한바 있으며, NC 工作 機械의 연구와 관련 로봇의 Software 등의 개발에 傾注하고 있다. 1979年 韓國 科學院은 電氣 및 電子 工學科의 卞增男박사와 機械 工學科의 趙榮錫박사 및 筆者의 팀이 共同으로 로봇의 制御 系統과, 몸체 및 손부분의 製作을 試圖하여 프로토타이프를 完成하였다. 아직 초보적인 단계이지만, 이로부터 얻은 경험을 바탕으로 앞으로의 研究와 開發이 정상 궤도에 오르는데 자극제가 되길 기대한다.

4.3. KAISEM ROBOT I

韓國에서도 製造工業 分野에서 産業用로봇의 必要性이 증대될 것으로 판단되고, 또한 既發展된 機械-電子工業의 바탕위에 이루어질 로봇 工學은 관련 技術의 波及效果의 観点에서도 이의 研究 및 開發은 반드시 시작되어야 할 것으로 생각된다. 이에 따라 韓國 科學院에서는 國內 製作에 필요한 資料 수집등과 아울러 기계적 구조를 設計·製作하며 制御 裝置를 設計·組立하여 1979年末에 KAISEM이란 이름으로 그림 6

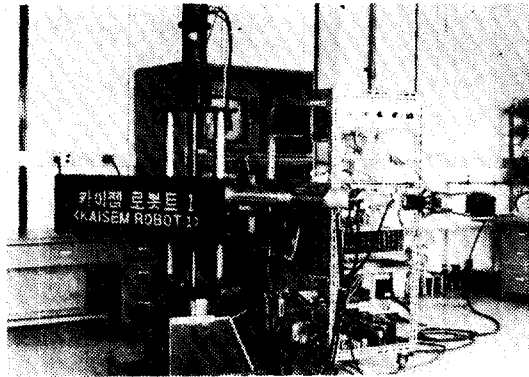


그림 6. KAISEM ROBOT I

에 보인 바와 같은 試製品을 만들어 보았다. 制御 裝置에 對해서는 本誌 (p. 123)의 다른 글에서 게재되었으므로 줄이고 여기서는 構造와 제작 시 문제점 등을 간략히 논의하여 앞으로의 연구 개발에 도움이 되었으면 한다.

製作된 로봇은 物件의 脫着과 운반을 주목적으로 하고 記憶 再生式 (Play-back)으로 디지털 신호를 사용한 Closed loop의 點移動方式을 하기로 하였다. 이에 따라 D.C. Motor를 사용한 圓柱座標型을 택하였으며 손 部分은 空壓을 사용하였다. KAISEM ROBOT I의 諸元 및 운동 범위는 그림 7에 나와 있다.

構造의 主要 구성 部分으로 몸체 1은 팔 部分으로 D.C. Motor, 카플링, Lead Screw 및 팔로 되어 있고, 몸체 2는 수직 운동 部分으로 D.C. Motor, 카플링, Magnetic Brake, Lead Screw 및 축 등이며, 몸체 3은 몸체의 회전부로서 D.C. Motor, 카플링, 워엄기어 및 평치차등이고, 손 部分으로 空壓 회전축, 空壓실린더 등으로 되어 있다. 積荷重量은 10kg으로 하였으며 팔의 수평 및 수직 운동속도는 최대 30cm/초로 정하고 회전 운동은 90°/초로 하였다. 손은 空壓 ON-OFF 制御로 0°, 90°의 회전 범위와 쥐는 운동을 하게 하였다.

各部品은 기존 상품을 구입하는 방법과 設計하여 加工하는 방법이 있겠으며 가공 방법은 大量 生産으로 상품화하는 것이 아니므로 주로 절

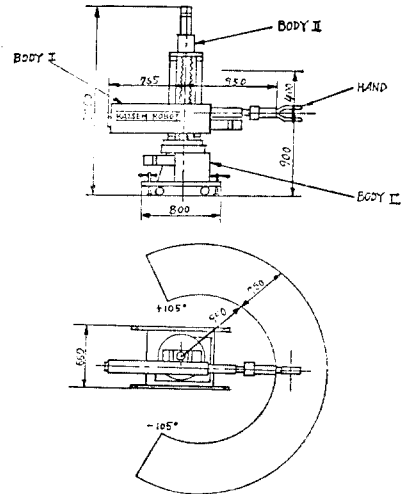


그림 7. KAISEM ROBOT I

삭 가공과 용접으로 하였다. 구입품은 주로 規格化品으로 예를들면 Bearing, D.C. Motor, 워엄기어, Magnetic Brake, Bumper, 바퀴, Bellows 등이며 기타 대부분은 設計하고 加工하고 이들을 組立 하였으나 많은 문제점의 파악과 함께 경험을 할 수 있었다는데 의의가 컸다고 생각한다. 주요 문제점들을 요약해보면, 첫째, 국내에서 부품 조달의 어려움을 들 수 있겠다. 예를 들면 Ball-Screw의 구입에 時間관계 등으로 市中에서 加工된 Lead Screw로 대체하였던 바 Backlash는 말할 것도 없고 마찰력으로 인한 過負荷는 사용을 거의 不許하여 앞으로 Ball Screw가 구입되는대로 교환해야 한다. 設計上의 문제점으로 회전부 설계는 좋지 못한 것으로 제일 먼저 개선 되어야 할 부분이다. 製作 및 組立上의 문제점으로 軸整列 문제, 精密度 문제 등이 중요한 것으로 지적이 되겠다.

이번 로봇의 제작을 통하여 제작을 실제 해 봄으로써만이 설계의 타당성이 입증되며 기술 축적이 이루어질 수 있음을 경험하였으며, 앞으로 제 문제점을 위한 改善 設計와 作動 試驗등이 곧 이루어져야 하며 또한 계획중에 있다. 무엇보다도 이와 같은 研究·開發을 위한 諸般 餘件이 문제이며, 아직 우리나라는 未備한 상태에 있는만큼 國家的 次元에서 支援이 있어야 할 것으로 보인다. 뿐만 아니라, 先進國에서와 같이 自動化를 통한 生産性 向上을 추구하게 된다면 大韓機械學會誌 / Vol. 20, No. 2, 1980 / 113

◆ 解 說

産業用 로봇트를 傳播하기 위해서, 초기 設置費用 등에 대한 혜택이 국가적 차원에서 있어야 할 것으로 생각된다.

參 考 文 獻

1. Proceedings of 1979 CAM-I, International Seminar, April 10-12, 1979, Computer Aided Manufacturing-International, Inc., Arlington, Texas:
Kensuke Hasegawa, "Overview of Industrial Robot in Japan," p.134-151,
O.H. Ytatin, "Use of Robot Welding in Shipbuilding," p.93-97,
B. Dawson, "Role of a Computer-Controlled Robot in Advanced Manufacturing," p.202-214.
2. Proceedings of 9th International Symposium on Industrial Robots, March 13-15, 1979, Society of Manufacturing Engineers and Robot Institute of America:
J. Buc and A. Morecki, "Study and Application of the Industrial Robot in Poland," p.1-16,
J.G. Holmes, "An Automated Robot Machining System," p.39-56.
3. R. Allan, "Busy Robots Spur Productivity," IEEE Spectrum, Sept. 1979.
4. G.E. Munson, "Robots quietly take their places alongside humans on the Production line to raise productivity-and do the 'dirty work,'" IEEE. Spectrum, Oct. 1978.
5. Kanji Yonemoto, "Will Industrial Robots Change the Course of History?" J. of Electronic Engineering, Feb. 1975.
6. Machinery and Production Engineering:
"Much to learn about Robots," 22 March, 1978, p.43-45,
"Automate those unwanted Jobs," 5 April, 1978, p.25-28,
"Robot looks see to move into Europe." 4 Jan, 1978, p.28-29.
7. "Increasing Productivity is Theme of Robot Show," Mechanical Engineering, June 1979, p.65-66.
8. B. J. Davies, "Automation of Machine Tools," Lecture Note, Korea Advanced Institute of Science, Aug, 1979.
9. 沼倉俊郎, "日立의 産業用로봇의 動向", 日立評論, Vol. 59, No.11, 1977
10. 張間利昭外, "原子力發電所への 로봇트技術의 應用", 日立評論, Vol. 59, No. 11, 1977
11. 眞船忠雄, "産業用로봇의 動向", 日立評論, Vol. 57, No. 10, 1975
12. 久良修郭, "産業用로봇트", 機械設計, 22卷, 3號, 1978
13. 米本完二, "産業用로봇트의 現狀と將來展望", 로봇트, No. 24, 1979
14. H.-J. Warnecke, "Possibilities and Ways of Automation in Production Engineering," 生産工學技術의 최신 動向 및 기업관리에 관한 韓·獨 공동워크숍, 독일측 세미나 全文, 한국과학 기술연구소, 1979년 3월 19~28일
15. 이봉진, 이후상, 이상용, "로봇트 개발을 위한 기초조사 연구, "한국과학 기술연구소 보고서, 1978년 12월
16. 박영제, "산업용로봇트의 설계 및 제작—기계장치" 한국과학원 기계공학과, 석사논문, 1980년 2월

