

第 3 의 産業革命

산업용 로봇에 대하여

As Regards Industrial Robot

한국과학기술원 전기 및 전자공학과

1. 로봇이란

산업용 로봇이란 기계기술과 전자기술을 복합하여 제작한 하나의 생산품으로서 최근들어 급속도로 성장하며 각광을 받고 있다. 일반적으로 로봇이란 3차원 공간상에서 高自由度를 가지고 다양한 형태의 작업을 수행할 수 있는 기능을 갖춘 시스템이라고 정의할 수 있다.

그중에서 현재의 산업용 로봇이라 하면 다시 인간의 팔과 손의 기능과 유사한 다양한 動作, 또는 센서 및 인식기능을 지닌 시스템(知能로봇)으로 묘사할 수 있다. 물론 앞으로는 기술발전의 심화와 더불어 인간의 발동작 및 뱀이나 개와 같은 동물과 유사한 동작도 지닐 수 있도록 발전될 전망이다.

이러한 다양한 기능을 갖췄다는 점에서 산업용 로봇은 기존의 自動化 장비와는 달리, 생산량은 적지만 형태가 매우 다양해야 하는 제품들까지 자동 생산할 수 있게 해주고 있다.

산업용 로봇과 전용 자동화 장비와의 차이점을 살펴보면, 전용 자동화장비가 대량생산의 효율적인 수단인데 비해 로봇은 시간 및 공간상의 가변적 동작 및 高自由度를 지님으로써, 물체의 형태나 作業方法, 디자인등이 바뀔 때마다 수반돼야 했던 개조작업의 필요성을 제거해 주고 있다. 대부분의 산업용 로봇은 현재 제조분야에서 사용되고 있지만 수중작업이나 原子核機械의 보수작업과 같은 비

제조분야에서도 사용되고 있다.

이들 로봇의 출현으로 인해 국제경쟁력 강화, 공동작업을 위한 기반조성, 그리고 作業上的 事故나 질병방지등을 통해 현저한 生産性向上을 가져오고 있다. 더 나아가 1980년도에 들어와서는 실패율 감소, 자재절감, 장비투자의 효율증대등에 의해 자

〈표-1〉

구 분	정 의
수동 매니플레이터	사람이 동작시키는 매니플레이터
고정 시퀀스 로봇	이미 정해진 순서 및 조건, 위치에 따라 각 단계별로 동작을 수행하는 것으로서, 이 정해진 정보를 쉽게 바꿀 수가 없다.
가변 시퀀스 로봇	정해진 순서 및 조건, 위치에 따라 수행하되, 이 정보들을 손쉽게 변화시킬 수 있다.
Playback 형	작업자가 먼저 매니플레이터를 동작시키면 이 작업의 순서, 위치 및 관련 정보를 기억하는 로봇으로서, 다시 그 작업을 수행하고자 할 때 기억된 정보를 사용한다.
N. C형 로봇	작업순서, 위치 및 관련정보를 수치지령에 의해 수행시키는 매니플레이터
지능 로봇	센서기능 및 인식기능을 갖춘 로봇

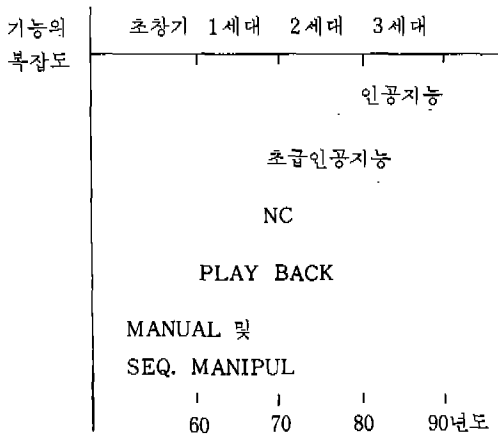
원 및 에너지 保存까지도 기대하게 되었고 작업환경 改善도 도모하게끔 발전되고 있다.

산업용 로봇은 입력정보 및 운행방식에 따라 표 1과 같이 나눌 수 있다.

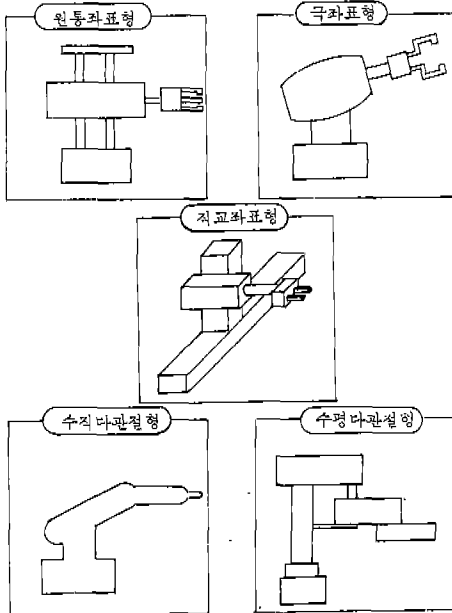
이들을 기능의 복잡도에 따라 년도별로 발전과정을 표시하면 그림 1과 같다.

또한 운동의 형태에 따라 원통좌표형 로봇, 극좌표형 로봇, 직교좌표형 로봇, 관절형 로봇으로 나누기도 한다.

이들에 대한 간단한 유형을 그림으로 나타내면 그림 2와 같다.



(그림-1) 로봇의 발전과정



(그림-2) 로봇의 형태

2. 로봇의 수요 경향

산업용 로봇의 수요는 제 2차산업의 거의 전체 분야로 확장되고 있다.

주요분야를 보면 자동차산업, 전기기계, 플라스틱 몰딩생산, 금속생산 및 금속제조기계 등을 들 수 있다. 산업용 로봇은 주로 조립, 용접, 절단, 그라인딩, 프레스, 플라스틱 몰딩, 다이캐스팅 및 도장공정에 사용되고 있으며 1980년도에 들어와 특히 전기기계 산업분야에서의 수치제어 로봇 및 조립용 로봇이 급속스런 수요증가를 보였다. 이것은 주로 전기소자(저항, 콘덴서 등)를 PCB기판에 인서트(insert)하는데 주로 사용됨에 기인한다. 앞으로는 이들 로봇에 센서 및 컴퓨터를 사용한 인공지능을 갖추게 하여 보다 복잡한 조립공정이거나 검사공정에서의 수요가 크게 늘어날 것으로 보인다.

제조산업에 있어서 각 분야에서의 수요를 고려해 볼 때, 주로 다음과 같은 종류의 로봇들이 개발되어 실용화되고 널리 사용이 확장될 것으로 보인다.

A. 다양한 변화를 요구하지만 소량생산인 경우에만 자동화 로봇:

조립기술의 주된 도구로서 쓰이는 시각센서를 갖춘 로봇처럼 빠른 반응을 요구하는 형태에서는, 위치 및 형상인식기술이 1980년경에 개발되었고, 자세 및 색깔인식에 대한 기술은 80년대 초에 개발이 완료된 전망이다. 따라서 이러한 인식기능을 갖춘 산업로봇의 수요가 증가할 것 같다. 즉 80년대 전반부에 실용화될 것이고 중반까지는 후반부에 광범하게 사용될 것으로 보인다.

B. 소재가공용 로봇:

소재 핸들링 및 가공을 위해 핸드나 공구를 자동적으로 교체할 수 있는 소재가공용 로봇이 80년대 초에 개발되어 전반부에 실용화 될 것이며 역시 중반부부터 급속도의 수요증가가 예상된다.

C. 디버링(Deburring)로봇:

이 역시 80년대 초에 개발되어 전반부에 실용화 될 것으로 보이는데, 300kg이하의 소형 주물용은 80년대 중반부에 그리고 그 이상의 대형 주물용은 후반부에 실용화 될 것으로 예측된다.

D. 자동차의 중간도장 및 최종 코팅을 위한 도장용 로봇:

이는 1970년대 말부터 80년대 초까지 실용화되고 있으나 80년대 전반부에 수요가 급증할 것 같다. 개발 및 실용화가 급속도로 진행되고 있다.

E. 다양한 변화를 요구 하면서도 중형인 급속생산용의 조립용 로봇:

80년대 초에 개발되어 80년대 중반부에 실용화될 전망이다. 그러나 대형제품에 대한 자동조립기술은 실용화에 있어 상당히 지연될 것 같다.

이와 같이 대부분의 산업용 로봇은 현재 제조 산업에 사용되고 있지만, 해양산업(海洋産業), 원자력 산업, 의료산업, 농업, 임업 및 건설업분야로도 확장될 수 있다. 즉 이들 分野에서도 새로운 수요가 創出될 것으로 보인다.

구체적으로 살펴보면

A. 原子力 工場에의 적용:

원자력 공장에서의 방사성 물질 취급공정에서의 다양한 작업 및 이들 공장의 보수 및 정기적인 검사에 광범하게 사용될 것이다.

B. 의료산업에의 적용

지체 불구자들을 보조해 주는 로봇이나, 병원에서 간호원을 도와주는 등의 의료산업용 로봇은 이들이 정상인과 같은 동작을 할 수 있도록 보조해 준다.

또한 소방작업, 탈출작업, 또는 위험한 물질 제거 및 청소등을 수행할 수 있다.

C. 海洋産業에의 적용:

水中 構造物 建設이나 제작 또는 다목적용 수중 관측 등에 사용된다.

D. 農業 및 林業에의 적용:

농산물 수확이나 비료공급, 산림벌채, 가지치기 등에 사용될 수 있다.

E. 건설업에의 적용:

교량이나 고층건물등의 건설에 있어서 내외부 도장이나 조립작업등에 쓰일 수 있다.

현재 세계적으로 로봇트를 가장 많이 사용하고 있는 나라로서 일본과 미국을 꼽을 수가 있는데 일본, 미국 및 전세계의 로봇트 수요대수를 용도별로 살펴보면 표2와 같다.

3. 로봇트의 생산성 및 성력화 효과

3-1. 로봇트 공급측의 고용인원

〈표-2〉 용도별 로봇트 수요대수 (일본, 미국, 전세계합계)

국명	용도	스프링 용접	아크 용접	도장용	조립용	기타	계
일본	82	1210 (18.9)	1990 (31.0)	510 (8.0)	1330 (20.7)	1370 (21.4)	6410 (100%)
	85	1200 (9.4)	4500 (35.4)	1100 (8.7)	4000 (31.5)	1900 (15.0)	12700 (100%)
	90	1500 (3.4)	11000 (25.3)	4000 (9.2)	20000 (46.0)	7000 (16.1)	43500 (100%)
미국	82	730 (27.6)	470 (17.8)	240 (9.1)	400 (17.4)	740 (28.0)	2640 (100%)
	85	1350 (15.0)	2230 (24.8)	1000 (11.1)	2700 (30.0)	1720 (19.1)	9000 (100%)
	90	3000 (6.0)	13200 (26.4)	3900 (7.8)	25400 (50.8)	4500 (9.0)	50000 (100%)
전세계합계	82	2765 (24.2)	2890 (25.4)	1060 (9.3)	1940 (17.0)	2744 (24.1)	11399 (100%)
	85	3900 (14.9)	7950 (30.4)	2650 (10.1)	7220 (27.6)	4470 (17.0)	26190 (100%)
	90	7100 (6.5)	28620 (26.3)	9200 (8.5)	49820 (45.9)	13890 (12.8)	108630 (100%)

(자료: NRI보고서)

로봇트에 의한 생산량의 증가에 따라 양산효과가 예상되므로 로봇트 공급의 生産性은 계속上昇할餘地가 있다.

조사한 바에 의하면 1990년대까지는 연 10%정도로 로봇트 공급의 생산성이 向上한다고 보고되고있다(표3 참조).

〈표-3〉 로봇트의 생산성 및 성력화효과

로봇트 공급측에서의 고용 (로봇트생산 10억엔당의 인원)	1982	1985	1990	연평균 변화율
	76	57	47	10%
로봇트 이용에 따른 성력효과 (로봇트 1대당의 성력인원)	0.9	1.0	1.2	+4%

*단 생산액은 1982년 가격으로 계산

자료출처: NRI보고서

3-2. 로봇트의 성력효과(人員)

로봇트 1대당의 성력효과(人員)은 로봇트의 용도변화, 로봇트 기능향상(예를 들면 속도향상 등), 사용자의 로봇트 이용방법, 로봇트의 시스템이용으로의 이동, 로봇트 도입에 따른 공장 가동율 향상 등에 따라 앞으로 변화할 것으로 예상된다. 또 로봇트 가격의 저렴화에 따라 로봇트이용의 경제적 역할이 강조될 것으로 예상되기 때문에 다소의 성력효과(人員)을 떨어뜨리더라도 도입하도록 하려는 이

용량이 증가할 것으로 예상된다. 이상의 로봇트 성
 력효과(人員)를 장래 변할 수 있는 요인을 고려해
 볼 때, 로봇트 성력효과는 전반적으로 上昇할 것으
 로 結論질 수 있으며 그 상승율은 연 4%로 예상
 된다(표 3 참조).

4. 앞으로의 주요 R&D 분야

현재 산업용 로봇트를 더욱 개선시키기 위한 노
 력이 각국에서 활발히 추진되고 있다. 일본의 JIRA
 (Japan Industrial Robot Association)에서 조사한
 산업용 로봇트의 앞으로의 주요 R&D분야를 살펴보
 면 다음과 같다. 여기서 보듯이 속도문제와 컴퓨터
 제어문제, Compactness 및 중량의 감소화 문제가
 크게 관심의 대상이 되고 있다.

〈표 - 4〉 앞으로의 주요 R&D 분야

항 목	%	Priority
1 Compactness	8.3	3
2 Lighter Neight	6.6	4
3 Improvement in the quality of materials	1.1	21
4 Increased carrying capacity	4.6	9
5 Higher speed	13.4	1
6 Actuator	2.6	18
7 Holding mechanism	3.5	12
8 Joint mechanism	3.7	11
9 Moving mechanism	2.7	15
10 Self-monitoring system	4.6	9
11 Self adjusting system	0.5	22
12 Adoption of compatible modules	5.9	5
13 Safety mechanism	4.0	5
14 Recognition-sense of sight	5.9	5
15 Recognition-sense of touch	2.7	15
16 Recognition-sence of hearing	0.6	22
17 Sense of equilibrium	0.2	24
18 Adaptability Control	2.6	18
19 Learning	2.0	20
20 Programming(including languages)	3.3	13
21 Computer Control	10.3	2
22 Group Control	3.3	13
23 Accuracy	4.9	8
24 Others	2.7	15
계	100	

5. 국내 로봇트 산업현황

국내에서는 아직 로봇트가 도입단계에 있지만
 최근들어 이의 개발의 필요성이 절실히 요구되고 있
 다. 이미 로봇트 제어 및 공작기계용 수치제어 분야
 에 국내에서도 많은 연구및 개발을 해왔지만 산업
 용으로 제품화하여 공장에서 사용되기에는 아직 기
 술수준이 미약하다고 볼 수 있다. 현재 국내에서 로
 보트개발에 주력하고 있는 업체로는 대우중공업 삼
 성정밀, 금성사, 두산기계, KNC(韓國뉴메릭(주))
 등을 들 수 있고 한국과학기술원, 서울대학교 등 학
 계에서도 그 개발 및 연구가 활발히 진행중이다.
 아직은 주로 로봇트 본체의 개발이 국산화되어 상
 품화되고 있고 제어장치는 선진국에서 도입해 사용
 하고 있는 실정이다. 그러나 대우중공업등 일부 업
 체에서는 제어장치의 국산화를 이루어 상품으로 나
 오기도 하였다. 그러나 아직 로봇트산업이 활성화
 되기에는 축적된 기술부족으로 인한 기술수준문제,
 제작과 관련된 주변 전자사업의 미비, 수요부족 등
 의 문제점이 있다.

특히 로봇트의 도입은 주변 기계설비의 자동화문
 제와 직접적으로 연결되므로 이의 현장적용에 따른
 어려운 문제점들이 많이 노출되고 있는 것이 사실
 이다.

하지만 앞으로 수년후에는 점차 자동화추세에 발
 맞추어 그 수요및 생산성이 급격히 증대될 것으로
 보이며 이에 따른 국내 연구도 더욱 활발해질 것으
 로 생각된다.

6. 한국 과학기술원의 연구내용

현재 한국과학기술원 전기및 전자공학과와 의 제어
 실에서는 로봇트및 기타 수치제어 분야에 많은 연
 구가 진행중에 있다. 로보틱스와 관련하여 로봇트
 언어및 제어기 디자인, 조립용으로서의 멀티로봇트
 시스템 제어, 음성인식 및 원격제어를 갖춘 모바일로
 보트 시스템, 시각 센서를 갖춘 지능로봇트등에 연
 구가 활발히 진행중이다. 특히 로봇트 비전과 관련
 해서는 2-Dimension, 3-Dimension 이미지 프로
 세싱 및 현상인식과 인공지능에 많은 연구를 하고
 있고, 그외에도 초음파, 레이저 빔등의 센서연구도
 계획중이다. 또한 최적제어, 적응제어, 유도제어,

디지털제어를 비롯한 최신제어이론에 대한 연구가 활발하고, 선형 및 비선형시스템, 대형스케일 시스템에 대한 시스템분석도 아울러 진행하고 있다.

7. 結 論

공장자동화 추세에 따라 생산성 향상 및 품질안정, 인력절감등을 기하기 위하여 산업용 로봇의

개발이 시급하다.

또한 로봇산업의 수년후의 전망은 상당히 밝을 것으로 보인다. 따라서 이의 조속한 개발 및 시장확보를 위해서는 산업체와 학계와의 활발한 연구 및 정보교환이 이루어져야 할 것이며, 이에 대한 선진기술 확보에 전력을 기울여야 하겠다. 기술보유만이 국제경쟁력을 강화시킬 수 있는 방법인 것이다. *

2 分講座 *

〈原子核 融合의 수수께끼〉 ⑰

“人類的 꿈”

核融合에너지란 무엇인가?

質量數가 60에 접근하는 核反應의 경우는 質量이 에너지로 變하는 發熱反應이 된다. 우라늄235와 같은 큰 原子核이 分裂하여 2개의 分裂片이 생기는 核分裂反應은 큰쪽으로 부터 60에 접근하나 그것과는 反對로 例로 2개의 重水素가 합쳐 헬륨이라는 큰 原子核이 생긴다. 即 작은 쪽으로 부터 60에 접근하는 方向으로 反應하는 것이 核融合으로서 어느것도 큰 에너지를 放出한다.

比較的 작은 原子核이 融合할 때에 에너지가 放出되는 것은 1932年께 부터 알려지고 있는데 核分裂이 發見된 1938年 보다 數年前의 일이다. 그러나 實用的인 것은 1942年 펠미가 만든 最初의 核分裂을 이용한 原子爐인 시카고파일과 1945年の 原子爆彈과 같은 核分裂 쪽이 앞서고 있으며 오늘날 實用되고 있는 發電 其他의 原子力平和利用은 대부분이 核分裂 反應의 利用이다. 人工的인 核融合의 實證은 1952年の 熱核兵器 即 水素爆彈이 最初이다.

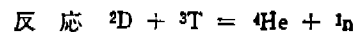
우리들의 關心事는 이같은 爆發이 아니라 核融合反應을 制御하면서 천천히 에너지를 放出시켜 平和的으로 利用하자는데 있다.

核融合反應에 있어서도 質量缺損 即 物質의 消滅에 의해 에너지가 생기는 것이나 重水素(D)와 3重水素(T)가 核融合하여 헬륨과 中性子が 되는 反應에 대해서 계산해 보면 表와 같이 되어 1회의 反應으로 約 17.6 밀리온 อิเล็ก트론볼트의 에너지가 放出되는 것을 알 수 있

다.

重水素 原子核等の 反應을 일으키는 原子核은 正의 電荷를 갖고 있으므로 그러한 것들이 接近하면 그사이에 電氣的 反澆力(쿠우롱反澆力)이 作用한다.

核融合反應에서는 反應粒子가 無限遠에서 그 反澆力에 반항하여 核力이 미치는 領域에 達할 때까지 소비한 에너지에 相當하는 庫우롱障壁을 넘을 수 있듯이 反應粒子를 高速으로 走行시킬 必要가 있다. 또 反應粒子의 密度를 높이고, 그것이 容器內에 남아있는 時間을 충분히 길게하여 核融合 反應의 충돌이 일어 나도록 하지 않으면 안된다. *



左辺 D=2.01410 amu

T=3.01605 amu

合計=5.03015 amu

右辺 He=4.00260 amu

n=1.00867 amu

合計=5.01127 amu

差(質量欠損)=0.01888 amu

≈17.6 MeV

但, $^{12}\text{C}=12.000$ amu 을 基準

D-T 反應에 있어서의 質量欠損