

# 기계공학 입장에서 보는 로보트에 관하여

李 教 一 \*

■ 차 례 ■

- 1. 기계공업의 특성
- 2. 산업용 로봇의 현황과 기계공학

참 고 문 헌

로보트는 현재 그 이용이 다양하고 또 새로운 개발에 따라 점차 그 용도가 광범위 함으로 용어의 뜻도 여러가지로 해석되고 있다. 단순반복작업이나 작업환경이 위험한 상황에서 시작된 로봇의 이용은 이제 모든 산업분야에서 또 나아가서는 모든 생활영역에서 그 활용가능성을 한번쯤 검토하게 될 정도로 인간의 현재 작업능력을 쫓아오고 있는 실정이다.

「프로그램이 가능한 다기능 머뉴푸에이터」라는 정의로 부터 「생체의 운동부의 기능에 유사한 유연한 동작기능을 갖는 것」이라고 정의되고 있는 다양성있는 로봇을 기계공학의 입장에서 살펴보기 위하여 우선 기계공업의 특성과 문제점을 서술하고 그 합리화 방안의 하나인 산업용로봇의 현황과 기계공학과의 관계를 알아 보고자 한다.

## 1. 기계공업의 특성

국민경제에서 차지하는 기계공업의 지위를 살펴 보기 위하여 우리나라 전상품수출중 기계류의비중을 알아보면 1973년도 15.6%로 부터 81년도 30%로 증가하였으며 1986년도에는 41%에 이를 것으로 추산되고있다. <sup>1)</sup> 즉 기계공업은 노동·기술집약산업으로 부가가치가 높고 산업규모의 증대에 따라 필연적으로 다른 산업에 파급효과를 높이고 자원절약형 산업으로 수출증대에 꾸준히 기

여 하고 있다.

이러한 기계공업의 중요성으로 선진각국 에서도 자국상품의 국제경쟁력을 유지하기 위한 방편으로 기계공업의 발전에 큰 노력을 경주하고 있다.

다음 그림 1은 <sup>2)</sup> 독일의 기계공업추세를 나타 내는 것으로 완만한 종업원수의 증가와 근로시간의 단축을 알아 볼 수 있으며 상품매출의 급격한 증가 경향이 뚜렷하다.

이는 국가의 재정목표를 달성하고, 노사협력상의 임금 및 급료를 지불하기 위한 최소한의 매출

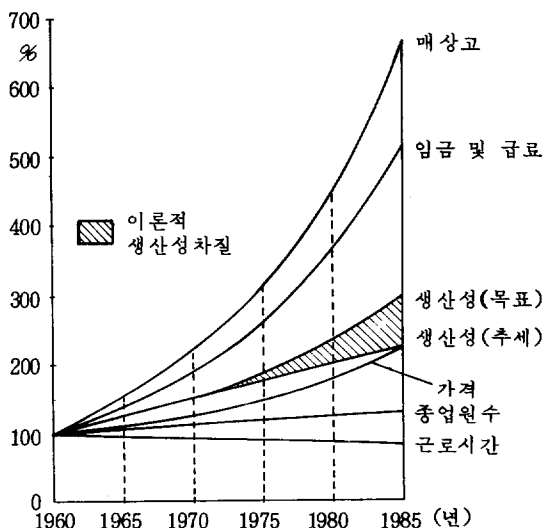


그림 1. 독일기계 공업지수 발전추세

\* 서울대 工大 機械設計學科 副教授

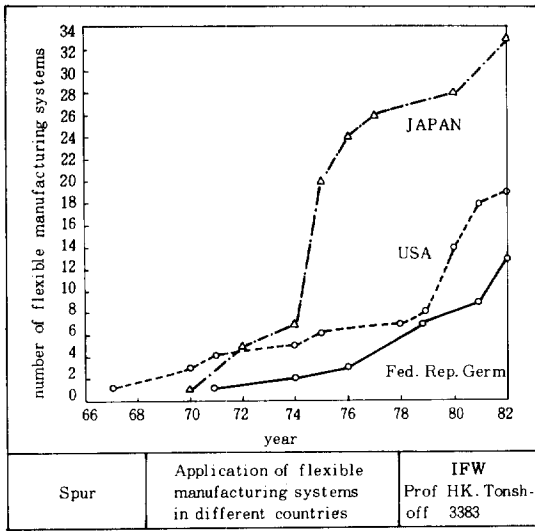


그림 2. 각국의 FMS 활용상황

목표이며 여기서 두드러진 것은 1970년대에 들어와서의 실제생산성과 목표생산성의 격차이다. 이론적 생산성 차질이라고 부르는 이러한 격차의 추세는 80년대 들어와 더욱 심화되어 자국의 경제목표를 달성하기위한 생산성이 특별한 대책이 없이는 도달될 수 없음을 잘 보여주고 있다.

이러한 문제를 해결하기 위하여 기계공업의 특성인 다품종소량생산체제하에서도 급변하는 시장특성에 적응하기 위하여 도입된 생산방식인 flexible manufacturing system (FMS) 은 1970년에 나타난 생산방식의 혁신이며 선진 각국에서 다투어 이의 도입정착을 추진하여 왔다. 그림 2는<sup>3)</sup> 미국, 일본, 서독의 FMS 도입활용예를 나타낸 것이며 미국에서 시작된 FMS 생산방식은 오히려 일본에서 급격한 발전을 보이고 있으며 더구나 1970년에 들어와 선진국 특히 독일의 이론적 생산성차질이 현저해지기 시작할때 일본의 FMS의 급격한 신장은 일본이 세계경제의 추이에 맞추어 잘 적응발전해 나가는 신속성을 나타낸 것이라 하겠다. 이러한 생산방식의 혁신이라고 부르는 FMS의 특성을 살펴보면 다음 그림 3과 같다.

현재 FMS의 구성은 기계 가공을 위한 수치제어공작기계 혹은 머서닝센터, 자재운반 시스템인 산업용로봇트 혹은 무인운반차량, 시스템을 제어하는 전산기로 구성되어 있으며 기계공학 특히 생산과 연관된 분야에서 연구, 개발에 중점을 두고 있

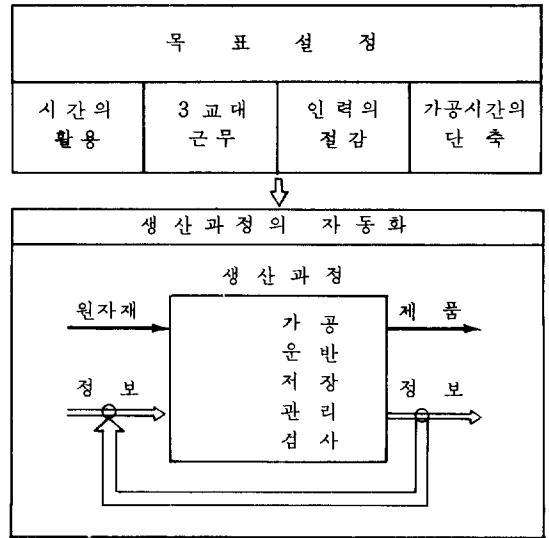


그림 3. FMS 활용에 의한 생산과정의 합리화

는 분야는 수치제어공작과 산업용로봇트가 되고있다. 이는 생산성향상이라는 측면에서의 모든 생산과정의 자동화가 필연적이며 이에선 산업용로봇트의 활용이 필수적이기 때문이다.

즉 산업용로봇트는 자재 및 공구 취급의 수단으로 FMS의 한 구성요소로서 그 차지하는 비중이 높으며 생산성향상의 견인차 역할을 하고 있다. 넓은 가공영역과 높은 정도를 보장하는 수치제어공작기계의 발달, 대용량이며 고속으로 자료를 처리할 수 있는 전산기의 성능향상과 가격하락은 로보트의 응용범위의 확장과 로보트의 성능향상에 크게 기여하고 있으며 로보트의 지능발달이 더욱 가속되어 로보트가 생산성 향상에 기여하는 폭이 더욱 넓어지라는 것은 자명하다.

## 2. 산업용 로봇트의 현황과 기계공학

용접작업, 가공물의 운반등에 자동장치를 이용한 사례는 그 역사가 매우 길고 종류도 다양하다. 그러나 컴퓨터기술의 급속한 발전과 수치제어공작기계의 양산화에 따른 기계부품의 고급화, 표준화, 고속화는 이제 제어의 가능성이 다양해진 고급 자동작업기계를 출현시키고 산업용로봇트라는 명칭 아래 일반 공장근로자를 대체하기 시작하였다. 1980년도 일본의 산업용로봇트 생산액은 870억엔에 달하는 매상고<sup>4)</sup>를 올렸으며 산업용로봇트로 부터 이제는 환경을 인식하고 그 결과에 따라 행동

을 결정하는 지능로봇의 개발에 박차를 가하고 있다. 산업용로봇의 주요구성요소는 로봇본체, 제어장치, 및 구동원이며 산업용로봇의 구성에는 다음 그림 4와 같다.

본체는 작업대상에 대하여 움직이는 부분으로 "팔"과 "손"으로 구성되어 3차원 공간의 어느

위치에서나 임의의 자세로 작업을 수행하려면 팔에 3개의 자유도 (X, Y, Z), 손에 3개의 자유도 ( $\alpha, \beta, \gamma$ )가 필요하며 경우에 따라서는 작업대상의 위치나 자세에 따라 그 이차가 될 수도 있다. 팔의 좌표표시는 직각좌표계, 원통좌표계, 극좌표계, 다관절의 4가지가 있으며 그 구체적인 운

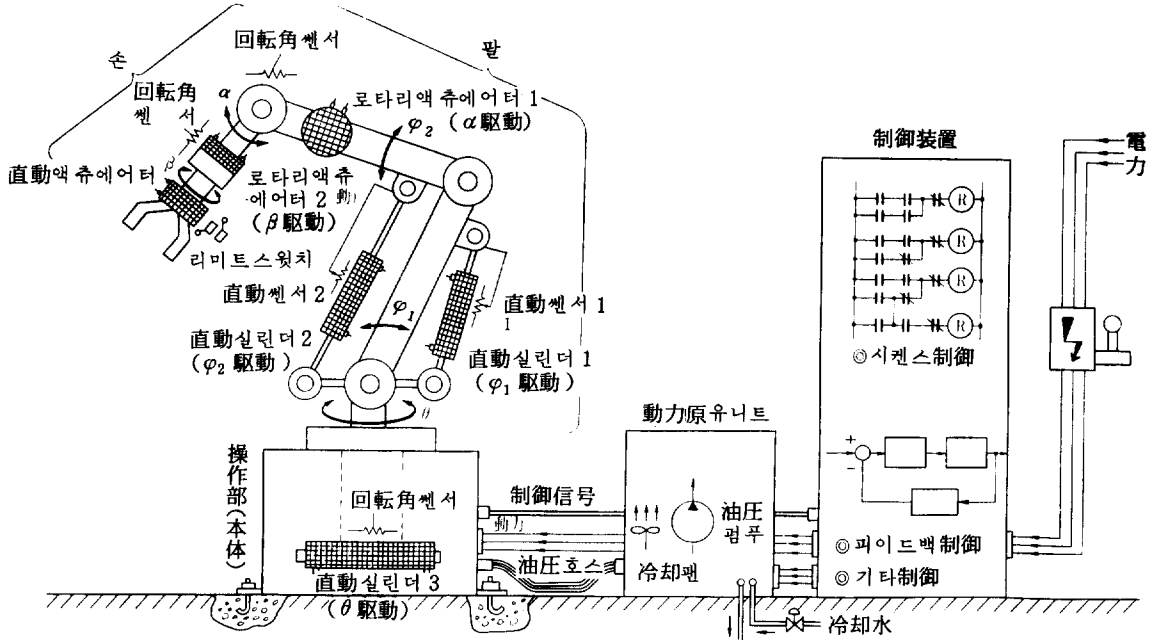


그림 4. 산업용로봇의 구성에

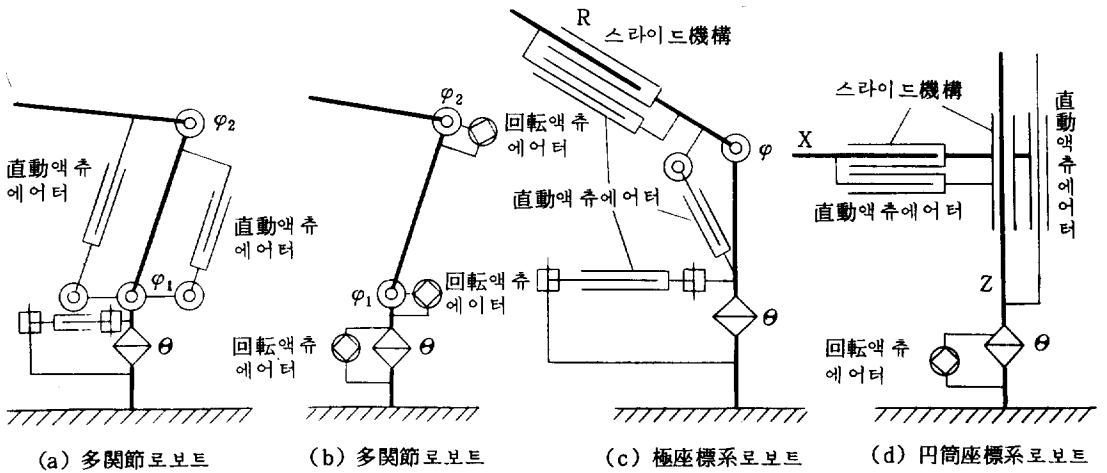


그림 5. 구체적인 운동기능구조

동기능 구조는 그림 5와 같다.

로봇의 팔을 구성하는 요소는 중량을 받치는 구조물, 관절기능과 신축기능을 실현하는 운동부로서, 조인트, 피보트, 슬라이드등, 액츄에이터의 운동을 전달하기 위한 메카니컬 링크기구로서 체인과 풀리, 각종차차등이며 동력전달계통과 제어신호전달계통이 포함되어 있다. 이러한 구성요소의 재질, 가공정밀도, 형상에 따른 진동 모드, 운동접촉면의 마찰특성등은 팔의 운동에 결정적인 영향을 미치고 있다.

로봇의 손은 사용목적에 따라 수많은 형태가 있으며 쥐는 대상에 따라 금속, 고무, 합성수지, 진공흡착등의 여러가지 손가락을 사용한다.

제어장치는 그 기능이 수치제어공작기계의 제어기와 유사하게 수치제어방식으로 행하여지고 있으며 주변기기와의 연결로 유사한 기능을 갖고 있다. 수치제어공작기계와 다른 점은 많은 경우에 제어장치의 제작자가 산업용 로버트를 개발 제작하고 있는 것이 특이하다고 하겠다. 이것은 수치제어공작기계에서 요구되는 여러가지 가공기술상의 문제점과 공작기계 구성요소에 요구되는 엄격한정적, 동적특성이 전문적인 사용자의 요구조건과 그를해결하는 기계공학적인 기술을 필요로 하는데 반하여 산업용로봇은 그 구성요소의 기능이 특정위치를 제어해주는 데 있으며 하중이 크게 문제되지 않을경우에 한하고 있었기때문이다. 하중이 커지거나 속도가 빨라서 구성요소에 대한 동적특성이 타워해하여야 하는 경우에는 기계전문메이커가 산업용로봇을 개발해 나가고 있다.

산업용로봇의 제어기술은 전술한 바와 같이 위치제어에 그 특성이 있으며 위치제어방식에는 직선제어 (point-to-point control) 와 윤곽제어 (continuous path control) 의 두가지가 있다. 일정위치에서만 작업이 시행되고 각축이 서로 독립적으로 구동되는 직선제어 방식이 현재가장 많이 채용되고 있으며 경로에 따라서 연속적으로 작업이 시행되는 페인팅작업의 경우에는 각축의 운동에 관한 정보가 여러점에 관하여 저장되거나 연산될수 있는 윤곽제어를 사용한다. 산업용로봇의 운동경로와 작업에 관한 프로그램은 기계자체에서 시행되는 것이 통례이며 이때 실제운동과 작업활동이 기록보존되는 티칭모드가 산업용로봇과 수치제어공작기계의 프로그램작성상 차이라고 할 수 있다.

산업용로봇의 구동장치는 현재 대부분이 직류모우터를 사용하고 있으며 손의 구동에는 압축공기를 사용하는 경우가 많다. 자동장치나 공작기계에서 전기구동 이외에 유압장치나 기계적방식을 사용하는데 반하여 로봇구동에 직류모우터의 사용이 보편화된 것은 제어방식과 제어기와의 결합방식이 간편하고 에너지와 신호의 변환상 이점이 있기 때문이다. 그러나 로봇의 독자적보행이 요구되거나 큰 하중을 취급하는 경우에는 유압구동방식이 구조와 효율의 관점에서 매우 유리한 위치를 차지하게 된다.

현재 산업용로봇은 제어기능뿐만 아니라 감각기능차지도 부여하려고 각종기능의 센서가 개발이용되고 있어 이를 내계측센서와 외계측센서로 분류한다. 전자는 로봇자체의 위치, 속도, 가속도, 힘, 경사도, 온도, 이상유무등을 측정하는데 사용되고 후자는 인간의 오감에 대응하는 감각을 측정하거나 자기, 전파, 초음파등을 이용하여 계측한다.

이상에서 살펴본 산업용로봇의 여러 구성요소는 그 기능상 기구학적 운동법칙에 따라 특정경로를 움직이며 동력학적 특성에 따라 지정된 위치에서의 운동이 예측되어야 한다. 또한 구조물의 결합된 강성과 형태가 성능에 결정적 영향을 미치고 있으므로 이러한 제특성이 기계공학적인 관점에서 고찰되어야 한다. 이러한 연후에 컴퓨터의 유연성을 최대한 활용한 제어기와 결합될때 비로서 산업용로봇은 그 본래의 기능을 유감없이 발휘하게 될 것이다. 이러한 경향은 개개구성요소에 새로운 소재, 새로운 기술을 활용하려는 데서 엿볼 수 있으며 다음의 몇가지 예가 좋은 보기가 된다.

관절부에 합성수지를 사용하며 접촉면의 마찰특성을 개선하고 고기능화, 소형화, 경량화를 기하고 있으며, 구동장치에서 하중특성에 따른 요구조건을 충족시키기 위하여 유압구동장치를 사용하는 경우 서어모벨브, 비레벨브등의 성능이 향상되고 있으며, 동력의 전동특성을 향상시키기 위하여 기어벨브, 볼스크류, 베어링, 안내면, 커플링, 댐퍼등의 구성요소 개발이 눈부시게 진전되어 산업용 로버트의 성능향상에 크게 이바지하고 있다.

이상에서 살펴본 바를 종합하여 보면 기계공학의 입장에서 볼때 로봇은 크게 2가지 관점에서 고찰할 수 있다.

즉 앞으로 도래할 복지사회를 실현시키는데 필요한 생산성의 증가는 생산기술의 혁신없이 이루어질 수 없으며 산업용로봇과 수치제어공작기계의 결합이 핵을 이루는 무인자동공장 형태의 생산 혁신을 실용화하는데는 산업용로봇 및 지능로봇의 역할이 중요하다. 이들의 기능발휘가 생산성에 직결되는 혁명적인 기술시대에 접입하고 있는 오늘날 기계공학의 입장에서 보는 산업용로봇은 생산활동의 반력자로서 협력자로서 크게 환영 받고 있다.

이러한 로봇의 구성요소 및 그 기능상의 역할이 기계공학의 운동법칙에 따라 구동되고 작동될 때 제성능을 발휘하게 됨으로 로봇 산업은 다른 한편으로는 기계공학의 활동무대 자체가 되고 있다. 즉 이들이 요구되는 정확도, 정밀도를 가지고 움직

일 수 있도록 구성요소를 개발하고 결합함으로써 로봇 산업이 본 궤도에 오르도록 이끌어 나가야 할 임무를 느끼고 있다.

#### 참 고 문 헌

- 1) 우리 機械工業의 現況  
1982. 韓國機械工業振興會
- 2) Produktionssystematik 1975 WZL TH  
Aachen
- 3) 한·독 공동 워크 샵 생산시스템의 향상  
과 산업로봇의 응용 1982. 한국과학기술원.
- 4) 機械の研究 第34卷 第11号 (1982. 11)
- 5) 自動化技術 vol. 15, No.1 日本工業調  
査會 (1983. 1)