

# 산업용 로봇기술 발전동향

여 인 택

현대중공업(주) 로봇개발실

## 1. 서 론

국내 로봇기술에 대하여 발전동향을 정리한다는 것이 시  
기적으로 성급한 면이 없지 않으나, 국내 로봇개발의 시초  
를 1979년 KIST에서 수행된 공작기계 WORK PIECE 착  
탈용 원통좌표형 로봇이라 할 때 어언 15년이 경과하였고,  
국내의 로봇 설치 대수도 5,000대가 넘는 시점에 있으므로  
객관적인 근거자료는 부족하지만 일본의 경우와 대비하여  
봄으로써 향후 국내 로봇기술 발전방향 설정에 도움이 될  
수 있을 것으로 기대하며 부족하나마 정리하여 보았다.

일본의 경우 산업용로봇의 개념이 확립된 이후에도 로봇  
기술 발전은 여러가지 우여곡절을 겪어, 초기의 로봇이념에  
서 현실적응을 하면서 많은 변화를 거쳐 왔으며, 초창기의  
로봇 개념에서 생각해 보면 아직도 유아기를 벗어나지 못하  
였으나, 생산현장에서는 자동화를 위한 필수기기가 되었고,  
향후에도 커다란 역할과 발전이 기대되는 자동기계로서 로  
봇은 위치할 것이다.

산업용로봇이 인간의 작업을 대신하는 데 있어서 인공팔  
이라고 하는 초기의 개념이 설정된 것은 1960년이었으며,  
로봇의 도입초기에는 생산현장에서 만능 자동기계로 생각되  
어진 관계로 많은 시행착오가 있었으나 이후 관련기술의 발  
전과 더불어 생산현장의 현실적인 요구에 부응하면서 기술  
이 발전하였다.

## 2. 산업용로봇 장르의 확립

일본의 경우 1960년대 전반부터, 국내의 경우 1980년 전  
반기부터 경제의 고도성장으로 인한 노동력 부족현상이 발  
생하기 시작하였으며, 이의 해결을 위한 대안으로 로봇에

대한 관심이 높아졌고 이에 따라 여러 가지 어프로치가 이  
루어졌으나, 결국 생산현장의 needs에 구체적으로 부응한  
형태로 나타난 것이 자동 manipulator 이다.

최초의 산업용 manipulating로봇은 1958년에 미국의  
Consolidy-tek. Control社에서 prototype이 개발되어, 이것  
을 1962년에 Unimation社가 Unimate라는 이름을 붙여 발  
표하였으며, 같은 해에 AMF社가 버사트란을 발표했다. 이  
두 경우 모두 구동원으로서 유압 서보기구에 의한 pose 제  
어방식이었고, 이중 Unimate가 1966년에 일본의 닛산자동  
차에 소개되었다.

국내의 경우에는 1978년 현대자동차에 처음 sample로서  
도입되었고, 1981년 기계전시회에 국내업체가 외국의 완성  
품을 처음 소개하였다.

로봇의 개발은 국내의 경우가 KIST에 이어 80년대초  
KAIST에서 KAISM로봇이 개발되었으며 두 경우 모두  
DC 서보모터 구동식의 공작기계 공작물 착탈용이었다. 일본  
의 경우는 1965년경부터 2가지 방향으로 활발하게 진행되  
기 시작하였다. 그 하나는 유압 서보기구에 의한 방식으로  
현재도 나름대로의 장점을 가지고 닛산자동차에 많이 사용  
되고 있으며, 다른 하나는 비서보제어방식인 시퀀스 로봇이  
다.

이와 별도로 종래의 자동기계류에 새로운 시도로서 제어·  
기구·센서·수치제어를 부가한 자동방직기, 자동미싱 등도  
로봇이라는 이름으로 개발, 발표되었다.

이때의 유압 서보제어방식은 유압장치의 준비가 필요한 단  
점이 있었으므로 현장 파급에 한계가 있었고, 비서보제어식  
간이형의 시퀀스제어방식이 다수 현장에 적용되었다.

이의 응용으로는 금속 press 기계의 loading/unloading  
작업, plastic 성형기의 취출작업에 특히 많이 사용되었으며,

이 경우 작업방법을 잘 알고 있는 측에서 이 용도에 전용으로 개발되었다는 것이 특기할 만한 일이다.

현재도 이 두 분야에서는 많은 실적이 이루어지고 있는데, 로봇이 범용성인 것보다 특수한 용도에 맞게 개발된 경우가 그 보급이 빨랐으며, 국내에도 일본의 경우와 도입시기의 차이가 있고, 잘 알려져 있지는 않지만 많은 적용사례가 있는데 이는 초기로봇의 개념인 로봇은 범용성을 가진다는 이념에서 벗어난 로봇이 초기의 도입실적이 많았다는 것을 뜻한다.

PTP 서보제어의 제어장치는 검출센서로서 analog식의 potentiometer를 사용하고 지령을 위한 목표치도 가변저항기를 사용한 순analog서보계와 저분해능 encoder식 검출센서와 memory와 wired-logic을 사용한 hybrid 방식이 채용되었다. CP 제어는 자기 tape에 녹음된 data를 순차적으로 읽어내는 방식을 채용하는 어려운 작업을 통하여 실현되었다.

이상과 같은 저급의 방식에도 불구하고 로봇이 산업현장에서 사용될 수 있었던 것은 교시·재생에 playback 방식을 채용한 덕택이었으며 당시의 sequence 제어를 위하여는 비서보제어를 위해 pin board, cam, limit switch, wired-logic 등의 부품이 사용되었다.

### 3. 제1차 발전기

(일본의 경우 1970~1972년, 국내의 경우에는 1980~1985년)

국내의 경우, 이 기간에 KIMM을 중심으로 4개회사가 로봇기술을 공동개발하였으며 KIMM에서는 KIMBOT가 발표되었고, 자체개발제품에 의한 사업화를 목적으로 대우중공업은 NOVA10, 삼성항공은 SCARA 로봇, 금성계전은 ARC 용접로봇의 개발이 의욕적으로 이루어졌으나 이후의 지속적인 개발이 이루어지지 못하였고, 기술도입에 의한 사업화의 형태가 이 시기에 일본업체와 기술제휴에 의해 나타났다. 또한 각사에서는 로봇의 도입에 대한 실적은 적었으나 검토에 대하여는 상당한 관심을 가지고 있었다.

1972년에는 미국의 GM社가 로즈타운 공장에 로봇을 도입하였으나 노조의 사보타지 대상이 되었으며, 노동쟁의 해결 후에 다시 수리되어 24대의 Unimate 로봇이 사용되었다. 이는 일본에 로봇이 도입되는 데 커다란 영향을 주었으며, 일본의 자동차회사가 먼저 도입을 하여 자동차 body의 spot 용접에 사용하였는데, 이는 그때까지의 로봇 도입이 cell 단위의 규모였던 것에 비해 line 단위의 규모라는 면에서 획기적인 진보였다.

당시의 line 에의 도입에 따른 어려움으로는 대량의 로봇이 도입되지 않으면 merit가 없다는 것과 engineering이 정확히 실시되지 않으면 쓸모가 없게 되는 것 등의 로봇도입에 따른 어려움이 가시화되었다.

1985년 국내에는 자동차메이커에 수량은 적으나 로봇이 도입되었는데 이것이 나중에 국내자동차 수출에 큰 역할을 하였다.

이 시기에 로봇에 대한 문제점도 도출되었는데, 이는 로봇단체로는 주변기기의 도움없이 일을 할 수 없다는 것과 로봇에 의한 안전사고를 방지할 수 있는 대책이 필요하다고 하는 것 등이었다.

주변기기의 필요성에 대해서도 산업용로봇이 작업의 주역이 되는 경우(handling용)와 그렇지 않은 경우가 있는데 주역이 되는 경우가 로봇의 도입에 따른 경제적인 효과가 커서 초기의 투자 실적의 대부분을 차지하였다. 그러나 다용도 대응의 범용기로서의 로봇에 대한 needs가 커져 이것이 다음의 산업용로봇발전의 모티브를 제공하게 된다.

그러나 국내의 경우는 로봇이 주역이 아닌 것에 먼저 투자가 되는 현상이 일어났으며, 후에 잠재수요였던 handling 분야의 수요가 급증하게 되었다고 할 수 있다.

### 4. 잠복기

(일본의 경우 1974~1977년, 국내의 경우에는 1986~1987년)

이 시기는 국내의 경우, 로봇제품 개발이 주춤했던 시기이며, 이는 의욕적으로 진행한 로봇제품 개발이 초기의 많은 어려움에 봉착하여 의욕을 상실한 것과 더불어 초기 로봇의 무분별한 도입에 따른 시행착오에 의한 국내 user들의 실망이 합쳐서 자체적인 반성과 신중론이 우세하던 시기였다고 볼 수 있다.

일본의 경우 이 시기는 1차 오일 쇼크로 인한 갑작스런 경기침체로, 이를 돌파하기 위한 수단으로 자동화에 대한 관심이 높아졌고, 산업용로봇을 사용하여 인간을 단순반복 작업으로부터 해방시키자는 의식이 계속 살아 있었다. 그러나 설비 cost 에 관해서는 매우 엄격하여져, sequence 로봇을 판매하던 종래 10개사 정도의 로봇전문회사가 2개 사만 남고 모두 도산하였고, 서보제어식의 범용로봇 제작사도 대부분 도산하여 관련 부품회사도 연쇄 도산을 하였다.

이와 같은 상황에서도 ARC 용접용 로봇 system을 개발한 업체가 두각을 나타내었는데, 이는 범용로봇 분야에서 user의 needs를 철저히 분석한 결과 manipulator부를 최소한으로 간략화하여 주변기기의 기능을 충실하게 하고, engineering에 만전을 기한 결과였다.

이와 같은 불황의 시기에 기술발전을 지속할 수 있는 환경을 일본의 경우 정부에서 제공하였는데, 1974년부터 4년간 일본 통상산업성 공업기술원 표준부로부터 사단법인 일본산업용로봇공업회가 사업을 수탁하는 형태로 “산업용 로봇 표준화에 관한 연구”가 수행되어, 용어·특성기능·용용기술의 3분야에 대한 원안의 작성을 통하여 진행되었다.

## 5. 제2차 발전기 전야

〈일본의 경우 1978~1979년, 국내의 경우에는 1988~1995년〉

이시기 국내의 경우는 사회적인 여러 기존의 틀이 바뀌기 시작한 시기로, 노동환경의 변화로 인한 임금의 급상승이 이루어져 임금의 제품생산 cost에 대한 압박과 산업구조의 변경에 대한 필요성이 제기되는 과정에서 로봇의 중요성이 사회적인 관심을 받기 시작하였으며, 업계에서 로봇관련 조직의 정비에 대한 준비가 이루어졌으며 특히 1988년과 1989년의 2년 사이 자동차수출 호조에 힘입어 로봇에 대한 투자가 급격히 많아졌다. 제품개발에 있어서는 1992년 이후 업체의 활동이 활성화되어 기반기술이 정착되는 단계에 접어들게 되었다.

일본의 경우는 오일 쇼크의 불황이 일본 산업구조를 변화시켰으며 자동화에 대한 생각도 마찬가지로 변화를 하였는데, 대량생산지향 요구에 부응하는 것과 필요성만이 아니라, 정확하게 로봇이 기능하여야 한다는 사고가 넓게 자리를 잡았다.

그런데 전용기는 도입에 있어서 engineering의 필요성이 적지만 이와 같은 needs에는 적합하지 않아 범용로봇이 주목을 받게 되었으며, 이에 따라 주변기기의 정비나 engineering 과제해결이 중요한 문제가 되어 이를 극복한 업체가 급속히 신장을 하였고, 전동식 다관절로봇에 의한 arc 용접기술이 확립된 계기가 되었다.

또한 마이크로 컴퓨터 관련기술 및 전력제어용 반도체 소자 제조기술의 발달로 기존의 유압서보제어식을 대신하여 전기서보제어기구가 로봇에 실현되기 시작하였다.

## 6. 제2차 발전기

〈일본의 경우 1980~1985년, 국내의 경우에는 1996~1999년〉

이 시기부터 일본의 산업용로봇이 본격적으로 성장하게 되었는데, 그 첫번째 이유는 마이크로프로세서의 발달에 의한 수치연산처리능력의 향상이다. 이때까지 PTP제어만으로는 대응불가능한 분야가 많이 나타났고, CP 제어를 하기 위해서는 기존의 방식으로는 대응량의 memory가 필요하였으며 이에 따른 cost의 문제가 심각히 대두되었다.

이와 별도로, 사람에게 편리한 직각좌표계와 다관절로봇의 joint 좌표계의 matching 문제와 제어를 원활하게 하기 위한 상호간 좌표변환연산이 불가피하게 필요하였는데, 이를 마이크로프로세서 기술에 의해 해결하게 되었다. 이로 인하여 결과적으로 playback 로봇 주류의 시대로부터 수치 제어 로봇시대로 변화가 일어났으며 또한 시스템구성도 이때까지의 복수대의 로봇이 각각 단독으로 움직이며 inter-

lock적인 상호정보교환에 의한 구성 방식에서 로봇 상호간의 유기적인 동작이 가능한 방식으로 전개되기 시작하였다.

두번째 이유로 로봇 신뢰성의 향상을 들 수 있다. 시행착오적 방법이라고도 말할 수 있는 경험의 축적이 고장 등의 trouble에 의한 생산효율 저하에 대한 위험부담을 줄여, 이때까지 로봇이란 trouble을 일으키는 것이라는 인식이 user들에게 깊이 박혀 있었으나, 신뢰성 향상에 의해 로봇이 안심하고 사용할 수 있는 기계라는 인식변화가 있었다.

세번째 이유는 산업용로봇의 시스템화기술의 진보인데, 이는 주변기기 내지는 다른 시스템과의 제어정보 교환기술의 진척에 기인한다. computer 기술의 진보만이 아니라, 여기에 축적된 기술결과가 spot 용접이나 arc 용접과 같이 적용하여 효과를 많이 볼 수 있는 부분과 press 및 plastic 취출물의 운반 handling 등과 같은, 별효과가 없는 분야로의 양극화가 더욱 심하게 나타나게 되었으며, 보급이 진행됨에 따라 사람에 대한 안전문제가 대두되어 안전통칙이 제정되었다.

국내의 경우는 1996년부터 이 시기가 도래할 것으로 보이며, 이를 대비한 업계의 노력이 매우 활발해져 자체모델에 의한 사업과 기술기반이 이 기간에 확립될 것으로 예상된다.

## 7. 성숙기

〈일본의 경우 1986년부터 국내의 경우에는 2000년부터〉

일본의 경우, 1980년대 후반기에 들어서면서, 산업용로봇 기술은 성숙단계로 접어들었다. CIM의 중요한 한 개의 기기로써 상위 제어기 내지는 총괄제어 computer와의 data 송수신 등의 몇 가지 과제는 남아 있지만, 기구 및 제어에 관해서는 거의 만족할 만한 수준에 있다고 할 수 있으며, 본래의 로봇개념과는 상당히 상이한 형태로 성숙상태로 접어들었다.

이로써 user의 needs에 따른 채산성에 충실히 대응하고, 생산현장의 작업자 수준에서 운전과 보수작업이 가능하고, 생산에 치명상을 입히지 않을 정도의 신뢰성이 확보됨으로써 로봇의 입장에서가 아니고 생산현장에 있어서의 하나의 자동화기기로써 역할을 하는 산업용로봇이 정립되어, 사람으로부터 격리된 상태에서 안전확보의 의무가 주어지게 되었다.

기구적으로는 성능향상을 위한 노력이 가해졌고, design 면에서 세련화되어, 예로써, 기구의 기계적 공진현상의 회피를 제어기에서 해결하고자 하였으며, AC 서보기구의 채용에 의해 Maintenance 면의 향상을 가져왔다.

1980년대말에는 이때까지의 material handling 작업은 부가가치가 적어 로봇의 도입을 기피하였으나, 3D 현상 분야에 작업자 부족이 심해져 가반중량 100kg 이상급의 팔레

타이징 로봇이 각광을 받게 되었다.

## 8. 향 후

일본에 있어 산업용로봇은 생산현장에 없어서는 안될 필수품이 되었으나, 현재의 산업용로봇은 결코 만족할 만한 것이 아니라 당초의 이념에서 상당히 축소된 상태로 되어 있다.

그러므로 향후의 로봇 보급확대를 위하여 본래의 로봇이념에 좀더 근접한 형태가 될 필요가 있으며 우선 필요한 것을 정리하면

- 1) 인간과 공존가능하게 되어, 현재의 산업용로봇이 사람과 격리되어 사용되어야만 하는 데서 오는 한계를 극복한다.
- 2) 이동기능이 현실적으로 실현되어, 현재의 고정식에 따른 한계를 극복한다.
- 3) 인간의 힘을 넘는 작업의 자동화를 위해 대형화한다.

- 4) 조작성·신뢰성을 향상시켜 누구라도 안심하고 쉽게 사용할 수 있게 한다.
- 5) 감각·지능기능을 부여하여 자율성을 갖게 함으로써 주변기기와의 의존도를 낮춘다.

## 9. 결 언

현재의 국내 로봇기술 상황은 일견 혼란스러워 보이나 이는 로봇기술이 제대로 정착되지 않은 상태에서 급속히 로봇의 보급이 확산되고 성급하게 자체 로봇개발을 진행시키면서 일본의 경우 서서히 문제가 되었던 것이 갑자기 동시다발적으로 발생하게 된 때문으로, 가까운 시일내에 정리가 될 것으로 보인다.

이제는 맹목적으로 일본의 기술을 추종하는 것이 아니라 일본의 발자취를 잘 분석하여 우리의 상황에 맞는 나름대로의 전략을 수립하여 로봇기술을 발전시켜야 나가야 할 시점에 있다고 하겠다.

## 저 자 소 개



### 여 인 택

1979년 연세대학교 전자공학과 졸업  
 1982년 KAIST 전기 및 전자공학과 졸업  
 1989년 KIMM 자동제어실  
 1990년 현대중공업 로봇개발실  
 TEL/(0331)289-5170  
 FAX/(0331)284-1017

경기도 용인군 구성면 마북리 80-10