

차세대 지능로봇에 관하여

朴 玟 用

(正 會 員)

延世大學校 工科大學 電子工學科 助教授

I. 서 론

1970년대부터 산업용 로봇이 본격적으로 전세계 공장에서 사용되기 시작하면서, 로봇에 관한 관심과 그 응용범위는 날로 증가, 확대되어 가고 있다.

이러한 산업용 로봇은 단순 반복작업 중심의 자동기구나 매뉴얼 매니플레이션을 행하는 제1세대 로봇인 플레이백(playback) 로봇의 수준을 벗어나, 이제는 센서와 마이크로프로세서등을 갖추고 초보적인 지식기능과 로봇 언어등으로 감각기능을 이해하며 주어진 환경내에서 동적 위치제어를 행할 수 있는 제2세대 적응형(adaptive) 로봇이 널리 활용하기 시작하였다.

이와같은 로봇의 발전은 정보화 사회로 들어 갈수록 더욱 심화되어 일반 산업용 로봇과는 별도로 이제는 지식 베이스를 가지고 일반 3차원 환경까지를 인식하며, 주어진 일을 자율적이면서 동적인 힘 제어까지도 행할 수 있는 지능형(intelligent) 로봇이 제3세대 로봇으로 연구 개발되고 있어 이들은 머지 않아 우리들 주변에 여러가지 형태로 더욱 친밀하게 등장하리라 본다.

본 논문에서는 이와같은 차세대의 지능로봇이 어떠한 형태로 우리 앞에 나타나게 될 것인가를 개괄적으로 알아보고자 한다. 먼저 지능로봇의 개념은 현재 어떻게 정립 되어 있는가를 간단히 논하고, 현재 세계적으로 연구중이거나 활용되기 시작한 특수목적의 지능로봇에 관하여 알아 보고자 한다. 그리고 차세대에 등장하게 될 각종 지능로봇에 관하여 연구 방향을 알아보고 그 활용성을 기술하고자 한다.

II. 지능로봇란

차세대 로봇의 주축이 되는 지능로봇란 “감각,

기억 또는 사고등의 기능을 어느 정도 이상을 갖추고 주어진 작업을 수행할 수 있는 로봇”라고 정의할 수 있다. 이러한 지능로봇은 일반적 단순작업을 하는 산업용 로봇과는 달리, 적어도 손(매니플레이터), 다리, 센서, 계산기의 하드웨어와, 손·다리의 제어, 시각·촉각센서등의 처리작업, AI 등의 소프트웨어를 갖추고 있어야 한다.

이러한 지능로봇의 구성을 보면 그림 1과 같다. 즉, 지능로봇이란 감각기능등을 통하여 작업 환경을 이해하고, 이를 로봇 자신이 가지고 있는 지식 기능과 경우에 따라서는 인간으로부터의 정보등을 판단하며, 이에 따라서 작업을 계획, 수행하는 자율적 로봇이라고 말할 수 있다.

지능로봇에서 작업을 하기 위한 매니플레이션 기술이란 매니플레이터에 의한 물체의 조작에 관한 기술이다. 이를 넓은 의미로 보면 제어기술에 관한 software와 기계, 전자기술과 같은 hardware로 나눌 수 있다. 즉, 기계부분은 구동부분과 기구부분으로 나눌 수 있으며, 전자부분은 계산기, 전자회로, 전기구동부분으로 나눌 수 있다. 이러한 매니플레이션의 기능향상을 위해서는 로봇용으로 설계, 개발된 기계요소, 전용전자회로등의 부품이 필요하며, 구동부분의 경량화 내지는 새로운 모터의 개발등이 필요하게 된다.

한편 매니플레이터의 제어계에 요구되는 가장 기본적인 제어량은 손의 위치, 자세 및 그 시간계적으로서의 운동궤도등이다. 이러한 매니플레이터의 역학계는 비선형 다자유도를 갖는 계이므로 통상의 서보계와는 달리, 역학적 보상 연산을 행하는 feed forward 제어 및 feedback 제어가 혼히 쓰이고 있다. 최근에는 각 축의 관성 모멘트 변화를 보상하기 위하여

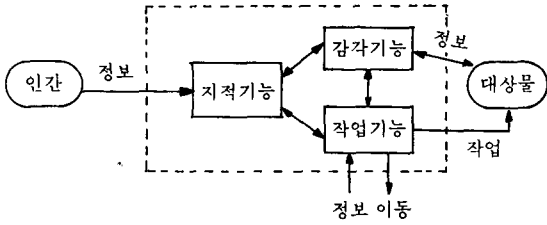


그림 1. 지능로봇의 기본 구성

feedback 이득을 가변으로 하는 적응제어방식등도 이용되고 있다. 또한 여태까지는 많은 로봇이 위치 제어를 중심으로 행하여 왔으나, 최근에는 힘제어를 포함한 compliance 제어가 많이 연구되고 있다.

정밀 작업용 로봇의 구동방식으로는 전기구동방식을 주로 쓰고 있으며, 최근에는 brushless, AC서보 모터가 많이 이용되고 있다. 또한 희토류 자성체 등으로 강력한 자석을 갖는 모터를 설계하므로써 감속기가 없이 직접 정확히 힘을 제어할 수 있는 direct drive 모터가 최근에 개발되어 로봇의 구동장치로서 각광을 받고 있다. 한편 로봇에서는 관절부에서의 정밀도 확보가 중요한 과제가 되므로, 구동방식의 선정이나 구동계의 구성에는 유의할 필요가 있다.

최근에는 새로운 원리에 의한 구동장치의 개발을 하고 있으며, 그 예로는 생체의 근육을 모방한 기계 화학적 구동장치나 형상기억 금속을 이용한 구동방식등을 들 수 있다.

이러한 지능로봇에서 중요한 작업기능중의 하나가 이동기능이다. 이 이동기능에는 궤도형과 무궤도형이 있으며, 무궤도형에는 차륜형, 크롤러형, 다리형 등이 있다.

궤도형 이동방식은 궤도에 의해 제약을 받지만 신속·정확한 이동성, 효율성등으로 초창기부터 공장, 원자력 발전소등에서 널리 쓰이게 되었다. 그러나 가이드 레일내에서만 작업이 가능한 점, 작업변경등에 의한 flexibility가 약한 점, 설치비가 큰 점등의 문제를 안고 있다.

무궤도형은 이러한 문제점을 해결하기 위해 여러 각도에서 연구되어 왔다. 이 중에서 차량 이동방식은 에너지 효율이 좋고, 제어방법도 간단하기 때문에, 보조차량을 이용한 2륜, 3륜 등이 많이 연구되고 있다.

크롤러방식은 차륜방식과 달리 계단, 불평형지등을 쉽게 주행할 수는 있지만, 소음, 미끄러짐등도 발생

하여 최근에는 가변형 크롤러도 많이 연구되고 있다. 다리방식은 인간이나 동물에 닮은 이동방식이다. 그중에서 2족방식은 인간에 가깝고 불평형지에서의 적응성이 높으므로, 그 동적제어가 어려우면서도 여러 곳에서 연구가 진행되고 있다. 특히 4족 이하에서는 그 동적인 안정점을 찾는 것이 힘들고, 그 제어 방법도 쉽지는 않다. 그런 의미에서 다족 이동방식에 관한 연구가 많이 진행되고 있으며, 극한작업(해양, 원자력발전소, 우주등) 지능로봇 연구에서도 이방식을 많이 이용하고 있다.

지능로봇에서는 위치, 속도등을 알기 위한 서어보용 내계센서 이외에, 대상물로부터 여러 형태의 정보를 얻어 내기 위한 효과기센서, 시각센서 등의 외계센서가 또한 중요하다.

지능로봇의 구성에서 가장 중요한 기능은, 인공지능(AI)기법등을 이용하여 외부환경을 인식해 가면서 주어진 작업을 자율적으로 수행하는데에 중추적인 역할을 하는 지적기능 부분이라 할 수 있다.

이러한 지적기능은 다른 기능등에서의 정보를 토대로 그 내부에 가지고 있는 지식을 중심으로 판단 결정하여 원하는 결과를 내게 된다. 이 기능을 원활히 수행하기 위해서는 인공지능 분야의 하나인 전문가 시스템(expert system)등의 지원으로 외부환경에 관한 이해는 물론, 경로를 선정하며 경우에 따라서는 그 레벨에서의 의사를 결정하기도 한다. 그리고 더욱 지적수준이 높아지면 주어진 작업과 환경을, 보유하고 있는 지식과 함께 비교, 수정해 가면서 고도의 계획을 세우는 자율성까지도 가지게 된다. 즉, 이와 같은 일련의 지적기능을 발휘하기 위해서는 주위 환경을 각종 센서등을 통하여 종합적으로 이해할 수 있는 환경모델이 잘 설정 되어야 하며, 환경, 작업내용과 같은 각종 지식의 습득내지는 이용, 표현이 가능해야 하며, 경우에 따라서는 man-machine interface도 잘 이루어져서 자연언어 처리까지도 가능한 로봇언어가 개발되어야 한다.

III. 특수 지능로봇의 연구 현황

특수한 목적을 수행하기 위한 지능로봇들의 연구개발은 1980년대에 들어오면서 세계곳곳에서 본격적으로 시작되었다. 이곳에서는 현재 진행중에 있는 여러 종류의 특수 지능로봇들을 소개하고자 한다.

1) 벽면 보행 로봇

고층빌딩, 원양어선, 원자로내 청소작업이나 도장

작업등에 이용되도록 개발중에 있는 것이 그림 2와 같은 벽면보행 로봇이다. 이 로봇트는 4개의 흡판을 2조로 가지고 있으면서 교대로 벽면을 흡착하면서 상하(0.5m/min) 좌우(0.25m/min)로 움직이게 되어 있다. 최근에는 흡입 및 이동용 모터를 탑재하고서 원격으로 그 이동을 제어할 수 있도록 개발되어 있다. 용도에 따라서는 흡판 대신에 차륜을 이용하거나 자석으로 된 크롤라가 이용되기도 한다. 화재시 인명을 구조하기 위한 로봇트도 개발중에 있다.

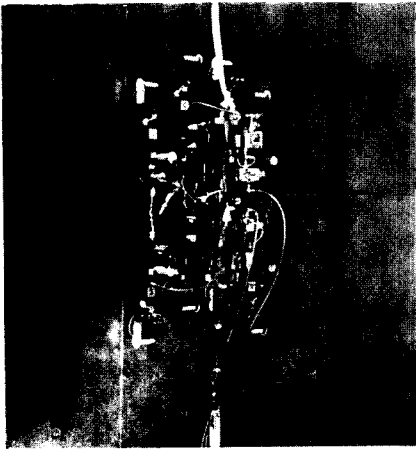


그림 2. 벽면 보행 로봇트

2) 6족 보행 로봇트

보행로봇트는 일반적으로 5족 이상이 되어야 안정되게 이동해 갈 수 있기 때문에 6족 로봇트에 관한 연구도 많이 수행하고 있다. 그림 3은 불평형지를 임의로 걸어 갈 수 있는 오하이오 주립대의 McGhee 교수가 연구 개발한 ASV라는 보행로봇트이다. 이 로봇트는 길이가 5.2m, 무게가 2.5톤이며 전면에는 사람이 탈 수 있으며 초당 2.25m 정도로 보행하게 되어 있다.

센서등을 통하여 받아들여진 82개의 제어 변화량이, 탑재된 컴퓨터에서 해석이 되어 CRT 상에 표시가 되며, 전면에는 3축의 힘까지 감지, 제어할 수 있는 조작용 조이스틱이 부착되어 있다. 최근에 만 6년간의 연구가 수행 되었으나 아직 연구 개선해야 할 곳이 많이 있는 상태이다.

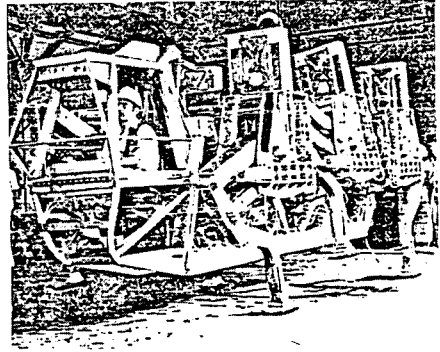


그림 3. 6족 보행 로봇트

한편, 하나의 구동원으로 쉽게 6족 이동이 가능하게 개발된 로봇트가 일본 기계기술 연구소에서 만들어 지기도 하였다. 이 로봇트는 자기 무게의 4배까지도 탑재가 가능한 매우 획기적인 이동원리를 이용하고 있다.

3) 양털 깎기 로봇트

1979년부터 호주의 양모 협회에서는 자동으로 양털을 깎는 로봇트를 개발하기 시작하였다. 그 작업 구조는 그림 4와 같이 되어있다. 깎는 기계 부분에는 누르는 힘과 각도를 알 수 있는 센서가 부착되어 있어서 테이블에 고정되어 있는 양의 체표면 형태에 따라 일정한 힘과 각도를 가지고 작업을 할 수 있도록 되어 있다. 또한 양의 3차원 모델, 양의 기본 성질등을 데이터 베이스로 가지고 있어서, 양의 체형의 차이, 움직임, 모질의 차이등을 감지하여 이에 대처해 가면서 보통 10분간에 80%의 작업을 할 수 있게 되어 있다.

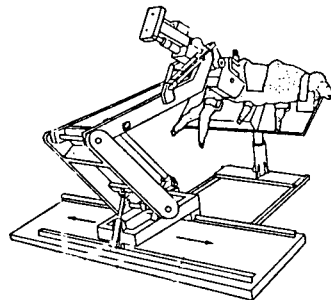


그림 4. 양털 깎기 로봇트

4) 자동 봉제 로봇

이 로봇은 1982년부터 일본의 기계기술 연구소와 여러 방직회사 등이 공동 개발하기 시작하였으며, 그 결과 1985년에 기초 연구용으로 만든 것이 그림 5와 같다. 이 로봇은 단순한 플레이 백 형태가 아닌, 끝에 붙어 있는 작은 제봉기기로 3차원적인 부분을 부드럽게 작업할 수 있도록 고안되어 있다. 7개의 관절은 정밀 작업을 위하여 모두 direct drive 모터를 사용하고 있으며 0.5mm이내의 정밀도를 가지고 1m/sec 이상으로 움직일 수 있게 되어있다. 현재는 칼라 부분이나 어깨와 팔의 접합부분등을 원활히 꿰매 수 있도록 새롭게 개발된 천정고정식 대형 봉제 로봇트를 만들어 7개의 링크가 유기적으로 networking 되어 사용되고 있다.

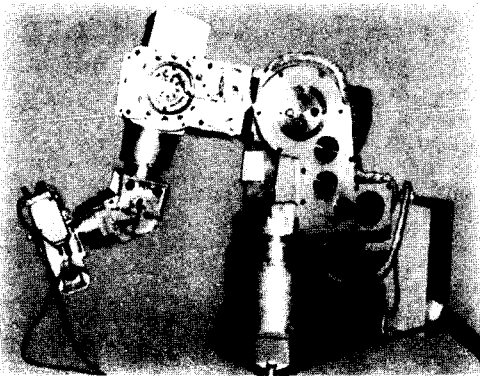


그림 5. 자동 봉제 로봇

5) 전자오르겐 연주 로봇

그림 6 과 같은 이 로봇은 와세다대학의 Kato 교수가 1983년에 1호기를 완성한 이래, 1985년에 있었던 추쿠바 세계 박람회에서 큰 이목을 끌었던 로봇이다. 현재는 전면의 악보를 실시간 computer vision 처리로 해석을 하고, 이에 따라 7개의 자유도를 가진 팔이 건반의 위치로 이동하게 되며, 14개씩의 자유도를 가진 양손이 정밀하게 건반을 누르게 되어 있다. 또한 다리로 페달을 사용할 수 있게 하고, 섬세한 손가락의 움직임을 고려함으로써 완전한 음역을 연주할 수 있게 하였다. 현재는 복잡한 음색 변화등 고도의 기술을 요하는 피아노 연주를 할 수 있는 로봇에 관한 연구가 진행중이다.

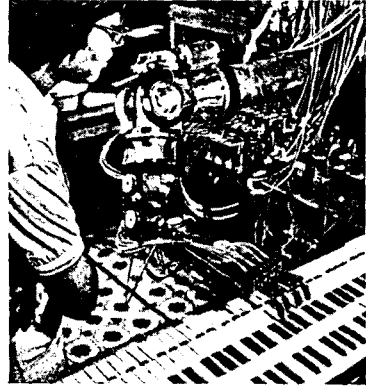


그림 6. 전자 오르겐 연주 로봇

6) 복지용 로봇

고령화 사회에서의 노인보조, 신체 장애자나 환자의 운반등을 도와줄 수 있는 로봇트가 복지용 로봇이다. 그림 7은 전신 마비 환자나 누워있는 환자의 운반을 목적으로 하는 MEL-KONG이라는 로봇이다. 이 로봇트는 환자에게 고통을 주지 않도록 부드럽게 작업을 하게 되어 있으며 좁은 공간에서도 임의의 방향으로 움직일 수 있도록 되어있다.

이 로봇트 외에도 노인이나 환자의 간단한 심부름을 도와줄 수 있는 로봇트나 맹인의 길 안내를 해 줄 수 있는 맹도견 로봇트 등도 개발되고 있다.

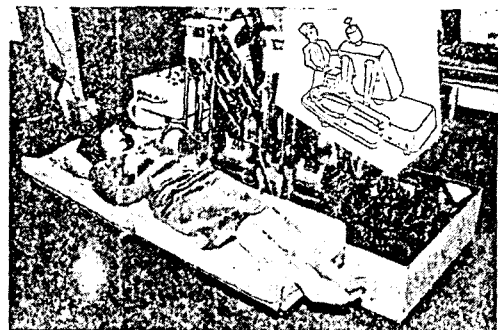


그림 7. 복지용 로봇

7) 관내 검사용 로봇

서독에서 개발된 이 로봇트는 차량으로 이동해 가면서 관내 상태를 조사하기 위한 2모듈형 이동 로봇이다. 뒷모듈만 DC 모터로 구성시켜서 스스로 위

치결정, 자세제어를 할 수 있게 되어 있으며, 앞 모
 들에는 TV 카메라, 초음파센서 등이 부착되어 있어
 서 각종 관내의 손상등을 검사할 수 있게 되어 있다.
 현재로는 관이 큰 원자력 발전소내 배관검사등의 목
 적으로 연구되고 있다. 이 밖에도 여러 연구기관에
 서 여러 형태의 관내 및 관외 검사용 로봇트가 연구
 되고 있다.

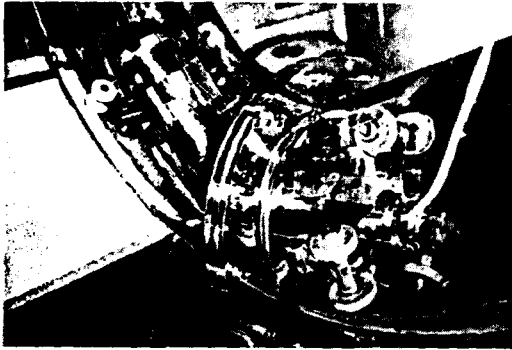


그림 8. 관내 검사 로봇트

IV. 차세대 로봇트의 연구 현황

1. 기술적인 연구 과제

차세대 로봇트의 연구에 있어서 먼저 고려해야 할
 점은 작업 환경에 관한 이해이다. 즉, 주위의 대상 물
 체는 모두 강체라고 가정을 해도 되는지, 실시간 처
 리가 꼭 필요한지, 동적 대상 물체의 상대 운동의 고
 려가 필요한지 등, 연구 대상으로 하는 차세대 로봇
 트의 범위를 정할 필요가 있다.

또한 차세대 로봇트가 인간과 같이 대량의 상식을
 가질 수는 없다 하더라도, 지식 공학과 같이 목적하
 는 특정 분야의 전문 지식을 이용하기 위한 데이터
 베이스나 지식 베이스를 갖추어야 하리라 본다.

그리고 차세대 지능 로봇트는 외계 모델을 이용하
 여 관측이나 작업을 수행하는 기능에서부터 작업 실
 패시의 대처 기능 등에 관한 어느 정도의 학습 기능
 까지도 갖추고 있어야 한다. 이를 위해서는 인식 수
 준에 관한 깊은 연구가 필요하며, 대화적인 작업 수
 행을 자동화하는 연구, 추론 등을 행하며 인식해 가
 는 방법 등이 연구되어야 한다.

이러한 기술적인 연구를 해나가기 위해서는 이동
 기능, 고도의 매니플레이션 기술은 물론, 적합한 센
 서나 손의 개발, 시각 등을 이용한 3차원 인식, 로
 보트의 동작 제어 전략, 작업 계획에 맞는 로봇트 언
 어의 개발, 목적에 따른 인공지능적 기능의 기술 개
 발 등과 같은 연구 과제들이 해결되어야 한다.

2. 예측되는 분야

제 3장에서 본 몇몇 연구 중인 로봇트 이외에도
 여러 분야에 걸쳐서 많은 종류의 특수한 목적의 로
 보트가 연구 개발되고 있다. 이러한 로봇트들이 가지
 고 있는 특징은 대부분이 주어진 명령에 따라 주위
 환경을 인식해 가면서 목적하는 작업을 자율적으로
 수행해 나가는 지능 로봇트라는 점이다. 이러한 차세
 대 지능 로봇트들이 이용될 수 있는 연구 분야를 산
 업별로 나누어서 알아보면 표 1과 같다. 표에서와
 같이 차세대 지능 로봇트들은 제 1차 산업에서부터
 제 3차 산업에 이르기까지 각종 분야에서 그 목적에
 따라 여러 형태를 갖추고 크게 활용될 수 있으리라
 본다.

표 1. 차세대 지능로봇트들

제 1차 산업	농업	수확, 경작, 제초, 자동교배로봇트, 양털깎기로봇트등
	임업	벌채, 운반로봇트
	어업·수산업	낚시로봇트, 수중목장용로봇트등
제 2차 산업	광업	채굴로봇트, 광도이동로봇트, 광맥탐사로봇트
	건설업	목공로봇트, 건물청소·도장로봇트
	제조업	산업용 각종 로봇트(생략)
제 3차 산업	소매업	지능판매로봇트, 운반로봇트
	운수업	무인자동차, 자동착륙유도로봇트, 우주개발로봇트
	에너지	원자로보수로봇트, 가스검출로봇트, 정비로봇트
	서비스	간호원로봇트, 수술용로봇트, 안내로봇트, 의료·교육
	공행	정 호적로봇트, 경비로봇트등
	무정	서류정리로봇트, 소방로봇트 호적로봇트, 경찰로봇트

표 2는 1984년에 일본에서 여러 전문가를 중심으
 로 조사한, 1999년까지 실용화되리라 보는 198 종류
 의 차세대 지능 로봇트에 관한 기술 예측을 한 것 중
 에서 그 중요도가 높다고 평가된 것들을 선정한 것

표 2. 주요 차세대 로봇의 실현시기(일본)

1987~1989	농약 살포 로봇, 계란 검사 및 포장로봇, 창고내 입출고 로봇
1989~1992	수확물 운반 로봇, 가속차 청소 로봇, 석탄 채굴 로봇, 철골 조립 로봇, 용접부 검사 로봇, 휠체어 로봇, 쓰레기 수집 로봇, 도서등 화일 작업 로봇
1989~1993	목재 수집 로봇, 가스관 검사 로봇, 송전선 점검 로봇, 간호 로봇
1989~1994	해저 광물 채취 로봇, 벌목 작업 로봇, 관내이동검사 로봇, 소화용 로봇, 원자력 발전소 작업 로봇
1992~1997	해난 구조 로봇, 송전선 교환 로봇, 화재시 구조 로봇
1994~1999	우주기지 건설 로봇, 우주 비행사 구조 로봇

이다. 기술 예측의 결과 개발 시작 시기는 주로 1987년에서 1992년 사이이고, 이 중 1989년에 개발 완료되는 것이 많으며 1992년에서 1997년 사이에는 대부분 실용화되리라고 예측하고 있다.

3. 선진국의 현황

차세대 로봇의 연구 개발을 위해서는 국가적인 차원에서의 지원도 매우 중요한 셈이다. 프랑스의 경우 원자력청(CEA), 전력공사(EDF), 철도청 등에서 원자력발전소용 보수 로봇, 열차등 청소 로봇, 해양작업 로봇 등이 개발되고 있다. 일본의 경우는 통산성을 중심으로 1983년부터 1991년까지 총액 200억엔을 투자하여 극한 작업 로봇이라는 대형 프로젝트를 수행 중에 있다. 이 연구의 내용은 원자력 관련 작업 로봇, 해양 석유 개발 지원 로봇, 재난 대처 로봇 등이며, 이를 위해서 많은 연구 기관이 협력하여 개발해 나가고 있다.

또한 1982년에 베르사이유에서 있었던 선진국 수뇌 회담에서는 차세대 로봇(advanced robotics)의 기초적 연구에 관한 국제적인 협력 관계가 구체적으로 제안되었다. 이 회의에서는 차세대 로봇의 협력연구가 세계 경제의 활성화에 도움이 될 수 있는 것으로 보고, 1983년에는 미국, 프랑스, 일본, 영국,

독일, 이태리, 캐나다 등 7개국의 전문가들에 의한 합동 조정 회의가 결성되어 구체적인 연구 협력 방법을 진행하게 되었다.

4. 차세대 로봇의 전망

차세대 지능 로봇의 개발은 앞서서도 논한 바와 같이 여태까지의 산업용 로봇과는 달리 산업 전반에 걸쳐서 그 특수한 목적 수행을 위한 형태로 널리 쓰이게 될 것이다.

특히 이를 위해서 미국, 일본, 프랑스를 비롯한 여러 선진국들이 장기 계획을 세우고 이를 추진해 나가고 있는 셈이다. 특정 목적을 위한 차세대 로봇에 따라서는 고도의 기술을 요하는 부분도 있지만, 어떠한 여건만 주어진다면 대부분의 차세대 로봇들은 국내의 기술 수준으로도 충분히 연구 개발해 나갈 수 있는 것들이라고 볼 수 있다. 이러한 측면에서 최근에 국내에서 행하여지고 있는 몇몇 지능 로봇 연구 계획은 매우 고무적인 것이라 할 수 있다.

특히 정보 산업 사회로 들어서는 현 시점에서는 제 1, 2차 산업용 차세대 로봇의 개발은 물론, 제 3차 산업을 중심으로 한 차세대 로봇의 개발은 국가적인 차원에서 매우 중요한 연구 과제들을 내포하고 있다. 서비스업을 중심으로 한 각종 비제조업 분야의 지능 로봇이나 가정용 로봇의 개발도 머지않은 장래에 매우 중요한 위치를 차지하리라 본다. 이 때에는 자연 언어를 통하여 인간과 닮은 지능 로봇과 대화를 할 수도 있으며, 이로 인해 심리적 만족감도 인간에게 줄 수 있어서, 인간과 로봇의 공존 상태도 어느 정도 가능한 미래가 전개되리라 본다.

V. 결 론

여태까지 먼 곳에서만 존재한다고 상상하던 여러 차세대 로봇들이 선진국을 중심으로 하나하나 개발되어 가고 있다. 이러한 로봇들은 아직 연구실 수준에서 개발하고 있기도 하지만 산업의 발달과 각 분야의 필요성과 함께 서기 2000년까지는 수많은 차세대 로봇들이 실용화 수준까지 되리라 보고 있다.

이러한 차세대 로봇을 시스템화 하는데 있어서는 전자 공학, 기계 공학분야는 물론 컴퓨터, 재료, 정보공학등 여러 분야가 집대성된 것이다. 그러므로 목적하는 차세대 로봇을 만들기 위해서는 여러 분야의 연구자가 상호 협력하여 연구를 해야만 바람직한 결과를 얻을 수 있으리라 본다.

이제 로봇트가 단순 반복 작업의 산업용 로봇의 개념을 벗어나 정말로 로봇다운 로봇으로서 우리 앞에 나타나게 될 날도 그리 멀지 않은 것 같다.

參 考 文 獻

[1] Takano, M, et al., "로봇 설계론 특집," 일본 로봇학회지, vol. 4-4, pp. 55~108, 1986.

[2] IEEE, "Special Issue on Robotics," Proceedings IEEE, July, 1983.

[3] Nitzan, D, "Development of Intelligent Robots," Robotics and Automation, vol. 1-1, pp. 3-13, 1985.

[4] Peter Marsh, "Robots," CRESCENT Books, 1986.

[5] Tanaka K, et al. "Special Issue on Knowledge Information Processing and Robots," IECE, vol. 65-4, 1982.

[6] Tsuji, S, "지능로봇," 일본로봇학회지, vol. 1-1, pp. 25~30, 1983.

[7] Fukuda, T, "극한 작업용 지능로봇" (일어), McGraw-Hill, 1986.

[8] Itakura "지능로봇의 개발동향" (일어), 센서 기술, vol. 6-3, 1986.

[9] Wakamathu, et al, "지능로봇 독본" (일어), 日刊工業新聞社, 1983


[10] Gonzalez. C., et al. "Robot Sensing and Intelligence," IEEE Short Course, 1983.

[11] Sheridan T, et al., "Robotics," IEEE Short Course, 1982.

[12] Kato, I., "산업용 로봇에 관한 기술조사 및 예측," 일본산업용로봇 공업회, 1984.

[13] Tachi S., "메카트로닉스 이야기" (일어), 일간공업신문사 간, 1984.

[14] Itakura M., "지능 로봇트 입문" (일어), 공업조사회, 1987.

[15] 일본로봇학회, "지능로봇 특집," 일본로봇학회지, vol. 5-6, 1987. 

筆 者 紹 介



朴 玟 用

1950年 9月 6日生

1973年 연세대학교 전자공학과 졸업

1977年 연세대학교 전자공학과 졸업(공학석사)

1982年 일본 동경대학 전자공학과 졸업(공학박사)

1978年~1982年 동경대 의용전자연구실 연구원

1982年 3月~1982年 8月 MIT, U. C. Berkeley 연구원

1986年~1987年 일본 통산성기계연구소 로봇부 연구원

1982年~현재 연세대학교 전자공학과 교수

관심분야 : 제어 및 계측, 의용전자, FA