

## 서비스 로봇의 지능 제어 기술

이주장 (한국과학기술원 전자전산학과)

### 1. 서론

로봇이 만들어져 사용되기 시작한 지 50여 년이 흘렀다. 최초의 로봇을 포함하여 기존의 로봇은 주로 산업용 분야에서 주로 사용되었으며 그 일은 사람을 대신해서 무거운 물건을 옮기거나 조립하는 단순 반복 작업을 되풀이하는 것이 전부였다. 즉, 자동차 조립 라인에서 프레임을 옮기고 용접하거나, 전자 제품 생산에서 부품을 납땀하는 주로 정해진 프로그램을 따라서 작업을 하는 경우가 대부분이었다. 따라서 기존에 로봇이라는 말은 이러한 로봇을 뜻하는 것으로 인식되었다.

최근에는 경제 및 기술 발전에 힘입어 앞서 단순 로봇을 뛰어넘어 다양한 형태와 다양한 기능을 가지는 로봇들이 소개되고 있다. 1999년 선보인 소니사의 강아지 로봇 아이보를 시작으로 2000년 혼다사의 휴머노이드형 로봇 아시모가 소개 되면서 로봇이 사람들의 많은 관심을 받게 되었다. 그리고 최근에는 일부 로봇의 보급이 이루어져 여러 회사에서 다양한 기능이 있는 청소로봇을 판

매 하고 있는 실정이다. 이렇듯 인간 생활의 편리함을 위해 여러 분야에서 로봇이 요구되고 있으며, 단순한 편리성을 제외하고 교육, 오락적인 여러 측면이 부각되면서 그러한 기능을 가진 로봇에 대한 관심도 높아지고 있다.

이에 따라 요즘 로봇이라고 하면 청소나 스케줄 관리와 같은 복합 기능을 할 수 있는 서비스 로봇을 생각하게 되고 영화나 애니메이션에서만 볼 수 있던 생각을 하고 여러 가지 일을 할 수 있는 로봇을 기대하기에 이르렀다. 그러나, 아직은 이러한 로봇들이 사람들이 원하는 수준에 크게 못 미친다는 것이 일반적인 생각이다. 이는 청소나 작업보조와 같은 비교적 단순한 수준의 작업을 처리할 수 있는 지능밖에 가지고 있지 않기 때문이다. 즉, 사람들은 로봇에게 일을 시킬 때 최소한의 조작으로 로봇이 모두 알아서 해주기를 바라는데, 아직은 기술 수준이 부족해 많은 조작을 필요로 하는 경우가 많다. 보다 사람과 가깝고 지능적인 동작을 구현하기 위해서는 특히 환경인식, 지식의 표현 및 학습,

행동 선택 등과 같은 여러 지능 제어 기법들이 요구 된다.

본 고에서는 서비스 로봇의 현황을 살펴보고, 서비스 로봇 관련 기술들을 살펴본다. 특히 여기에서는 지능 제어 기술 및 감성에 기반한 제어 기술에 초점을 둔다. II절에서는 서비스 로봇의 분류와 현황에 대해 살펴보고, III절에서 기반 기술 및 지능 제어 기술의 구현 방법에 대해 알아보며, IV절에서는 유비쿼터스 환경 하에서 서비스 로봇의 응용을 살펴보고, 마지막으로 V절에서 향후 전망에 대해 살펴본다.

## II. 서비스 로봇 현황

### 1. 종류

로봇은 크게 산업용 로봇과 비산업용 로봇으로 분류되어지며, 산업용 로봇은 다시 제조용 로봇과 비제조용 로봇으로 구분 된다. 국제로봇연맹 (International Federation of Robotics)<sup>1)</sup>에서는 다음처럼 서비스 로봇을 정의하고 있다.

#### • 정의

A robot which operates semi or fully autonomously to perform services useful to the well being of humans and equipment, excluding manufacturing operations.

즉, 서비스 로봇이란 제조 작업을 제외한 인간과 장비에 유용한 서비스를 제공하는 반자동 또는 완전자동으로 작동하는 로봇을 말한다. 가정 자동화나 인간의 일상 지원 역할을 하는 비산업용 로봇 뿐 아니라, 주로 기기나 건물의 유지 보수와 관련된 비제조용으로 쓰이는 로봇들이 서비스 로봇에 해당한다. 표 1에 로봇의 분류를 나타내었다.

또한 국제로봇연맹에서는 서비스 로봇을 기능과 그 대상에 따라 다음처럼 크게 세 가지로 구분하고 있다.

#### • 구분

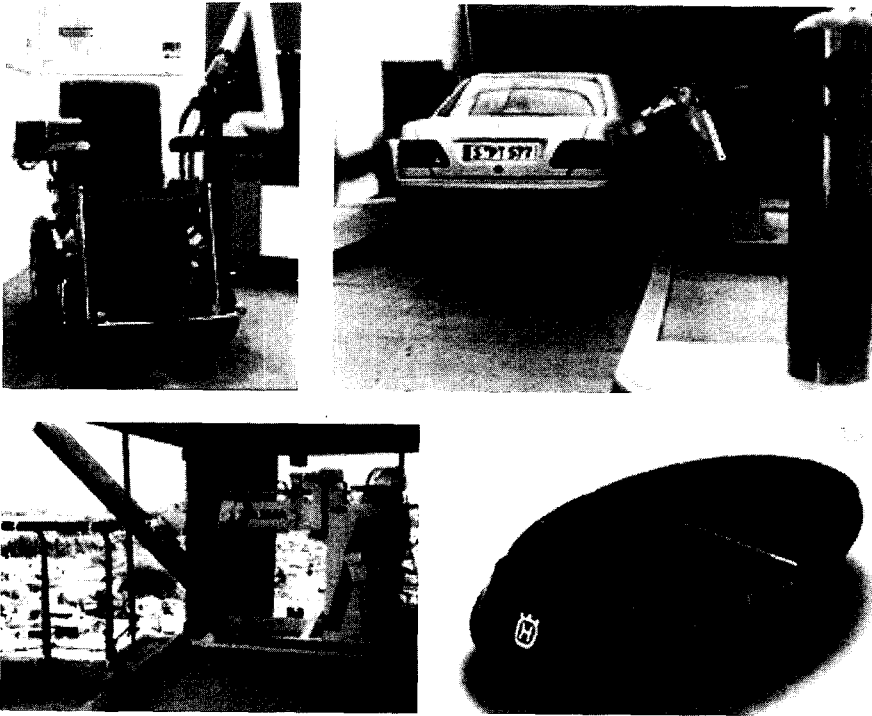
- Servicing humans (personal safeguarding, entertainment etc.)

사람을 직접 도와주는 로봇으로 홈로봇, 의료용 로봇 (휠체어, 수술용) 등이 포함된다.

- Servicing equipment (maintenance, repair,

구분	분야	종류
산업용 로봇	제조분야	농업, 산림, 수산업 분야 광업 및 건설업 전기, 가스, 상수도 도 소매업 교통, 통신
	비제조분야	
비산업용 로봇	서비스로봇	기타 서비스 로봇 등 가정 자동화 노인과 장애인을 위한 일상 지원 여가활동 등

<표 1> 로봇의 분류



〈그림 1〉 다양한 서비스 로봇

cleaning etc.)

시설이나 다른 로봇을 보조하는 로봇으로 주유로봇, 항공기 청소로봇, 건물벽 유지보수로봇, 건축용 로봇, 수중로봇 등이 포함된다.

- Other performing an autonomous function (surveillance, transport, data acquisition, etc.) and/or service robots that can not be classified in the above two groups.

기타 자동화 기능을 포함하며 병원 스케줄 보조로봇, 청소로봇, 잔디 깎기 로봇, 보안로봇 등이 포함된다.

## 2. 현황

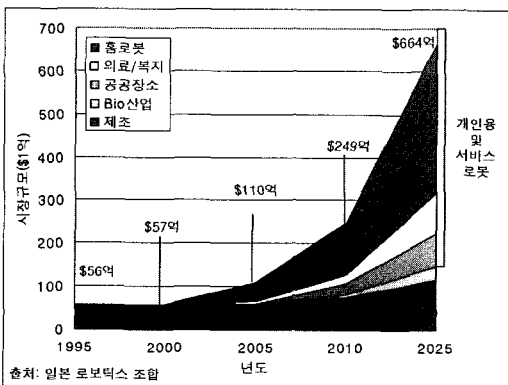
세계적으로 미국과 일본을 중심으로 로봇 개발에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다.

미국에서는 인공지능, 인터페이스 기술 등 컴퓨터 관련 기술을 바탕으로 지능을 강화시키는데 주력하고 있다. 이와 관련하여 산업계와 연방정부는 로봇 및 지능기계협력위원회(RIMMC)를 구성하여 3세대 지능 로봇 기술개발에 5년간 1억불을 지원한다고 한다. 일본에서는 메카트로닉스 기술의 강세로 인간과 유사한 모습과 동작에 관심을 갖는 휴머노이드형 로봇 개발에 중점을 두고 기술을 개발하고 있다. 통산성 주도하에 인간형로봇 프로젝트(HRP)를 지난 1998년에서 2003년에 진행하였고, 2001년에는 경제산업성에서 “21세기 로봇 챌린지” 계획을 발표하였다.

국내에서도 2000년 이후에 많은 중소 벤처기업이 세계적인 추세에 따라 가정용, 오락

용, 교육용, 서비스 로봇을 상용화하여 판매하고 있지만, 그 수요는 그리 크지 않은 실정이다. 정부에서도 로봇 개발을 위해 관련 부처에서 신성장동력과 프런티어 산업 등 여러 가지 형태의 지원을 하기로 발표한 바 있다. 이러한 결과로 우리나라에서는 산학연 각 분야에서 청소용 로봇, 휴머노이드형 로봇, 공공로봇, 의료용 로봇 등 다양한 종류의 서비스 로봇들이 개발 되고 있다.

로봇 시장 상황을 보면, 산업현장에서 쓰이고 있는 로봇은 이미 성숙단계에 이르렀으며, 지능형 서비스 로봇은 정보통신기술 (IT), 생명공학기술 (BT) 에 버금가는 거대시장을 형성할 것으로 전망되고 있다. 산업기술평가원에서는 2010년 로봇의 세계시장규모는 1,000억불에 달하며 가정용 로봇이 전체 시장의 62% (620억불)을 차지할 것으로 예상하였다. 최근의 보고에서는 일본 로봇 협회 (JPA), UN 경제 위원회 (UNEC) 및 국제로봇연맹은 2005년말 개인로봇, 서비스로봇 시장이 산업로봇 시장을 넘어서며, 2010년에는 2배, 2025년에는 4배가 될 것으로 예측했다. 이는 금액으로 2005년 540억불에 해당한다<sup>12)</sup>.



〈그림 2〉 세계 로봇 시장 현황

### Ⅲ. 서비스 로봇의 지능 제어 기술

#### 1. 요소 기술 종류

하나의 로봇이 개발되고 사용되기 위해서는 다양한 기술이 요구 된다. 로봇의 설계, 제작 단계에서 필요한 재료나 기구학적인 지식, 로봇을 원하는 대로 동작시키기 위한 제어방법, 이 밖에도 주위 환경을 인식하는 기술이라든지 전원과 관련되는 배터리 기술 등 기계, 전자, 재료 등 여러 분야의 복합적인 기술들이 로봇 제작 시에 사용되고 있다. 이러한 로봇 기술은 표 2처럼 크게 이동, 감각, 제어와 기타 기술로 분류될 수 있다<sup>13)</sup>.

〈표 2〉 요소 기술 분류

기술 분류	종류
운동	Mobility, Manipulation, Haptic Device
감각	촉감, 시각, 음성, 후각
제어	학습 및 인지, 자율제어, 기반 기술
기타	동력/전원

운동기술은 바퀴구동, 2족 보행, 전방향 구동 기술 등의 이동 기술과 로봇 암과 로봇 손의 제어와 관련 있는 조작 기술, 사용자 입출력과 관련 있는 햅틱 장치 기술을 뜻한다. 감각 기술은 주로 환경인지에 관련된 것으로 토크센서와 인공피부 등의 촉감 기술, 스테레오 비전과 거리센서 등의 시각 기술, 음원 추적과 음성인식 등의 음성 기술, 가스 상태 파악이나 냄새 감지와 관련 있는 후각 기술을 뜻한다. 기타 기술은 배터리 및 충전기 기술, 홈 오토메이션 연계 기술, 다개체 로봇 중앙제어 기술 등을 뜻한다.

본 고에서 관심이 있는 제어 기술은 세 분야로 나뉘어 진다.

#### • 학습 및 인지기술

로봇의 지능적인 행동을 위해서는 작업의 목적에 맞게 스스로 생각하고, 인식하고, 판단하고, 행동하는 것이다. 이 기술에서는 다양한 센서에 통해 주위 환경을 인식하는 인식기능과 학습제어 기능이 그 핵심이다. 인식과 관련된 가장 보편적인 기술은 외부 환경의 인식 및 구성을 위한 센서 융합 기술로 비전, 초음파, 엔코더 등의 다양한 센서로부터 정보를 종합하여 외부환경을 3차원으로 인식, 표현하는 기술이다. 또한 사람의 얼굴이나 표정, 손동작 등을 파악하는 기술도 연구 되고 있다. 학습과 관련하여 구현된 제어 기술에 좀더 보편적이고 일반적인 환경에 대응하여 스스로 적응 능력을 키워나가는 기술로 컴퓨터 하드웨어, 소프트웨어 기술과 여러 알고리즘의 개발과 관련이 있다.

#### • 자율제어기술

자율제어기술은 공간이동 능력이 생김에 따라 공간상의 자율 이동 제어와 환경 조건에 반응하는 기능상의 자율제어가 있다. 자기 위치 인식기술, 각종 task 및 motion planning, 힘 반영 제어나 인터넷 기반 원격 조작 기술 등이 관련이 있다.

#### • 기반제어기술

그 밖의 로봇의 핵심적인 기능으로 꼭 필요하지만 별도의 기술 개발 없이 타 분야의 기술발전에 따라 응용기술만을 개발하면 사용할 수 있는 기술로 원격제어 및 모니터링,

로봇 전용 언어 개발, 음성 및 영상 통신 시스템, 실시간 운영 체제 기술 등이 있다.

## 2. 지능 제어 기술

처음 산업용 로봇은 단순 반복 작업을 하는 대신 해주는 인간 대체 기능을 가지는 것에 불과하였고 이를 위해 기본적인 동력 구동제어, 위치제어 및 결정기술과 이런 제어의 고속, 고정도 달성이 주된 목적이었다. 제어기도 이러한 작업에 알맞은 시퀀스 프로그램 형태가 대부분이었다.

과학기술의 전반적 발전으로 인해 로봇의 역할 및 기능의 한계도 극복되면서 특히 극한 상황이나 원격지에서의 다양한 작업이 요구 되면서 작업의 자율성, 적응성 및 안정성 등이 강조되었다. 또한 로봇 스스로 학습하거나 입력된 지식에 따라 동적 환경에서 인간의 간섭을 최소화 하면서 다양한 상황에 대처해야 하는 경우가 생기며 이러한 상황에서 행동을 결정하는 것도 중요하게 된다. 이러한 지능 제어 기술에서는 환경에 적응하며 신속히 반응하고 행동상의 강인성을 보여주며 사람과 친밀한 상호작용이 이루어져야한다. 본 고에서는 자율적인 행동을 하기 위해 지식을 표현하고 학습하는 방법에 대해 알아보기로 한다. 아래에서는 기존의 지능에 기반한 제어와 최근에 많이 고려되고 있는 감정을 포함한 지능 제어 방법에 대해 알아보기로 한다.

#### • 지능 기반 제어

사람이 가지고 있는 지식이나 데이터로부

터 지식을 구성하여, 이에 따라 제어를 하게 하는 방법이다. 퍼지 시스템, 신경망, 진화연산, 강화학습 등이 대표적인 방법으로 각각의 장단점이 존재하며 적절히 융합하여 쓸 수도 있다. 퍼지 시스템은 사람의 지식을 규칙으로 표현할 수 있으며 언어로 표현 가능하다는 것이 장점이다. 신경망은 사람의 뇌를 모방한 것으로 일반화 특성이 있지만 그 구조에서 어떤 의미를 찾기 힘들고, 진화연산은 스스로 학습하며 진화할 수 있지만 적합도 선정이나 진화방식에 따라 성능이 많이 좌우되게 된다. 강화학습은 시행착오로 학습을 하여 스스로 지식을 습득할 수 있으나 시간이 많이 걸린다는 단점이 있다.

지식의 학습과 관련하여 가장 단순한 형태의 학습은 교시 학습으로 반복적인 교육을 통해 물체나 행동을 학습시키는 기술이다. 이보다 더 진보된 것으로 스스로 대상체를 인식하고 학습과정을 강화해나가는 알고리즘도 연구 되고 있다.

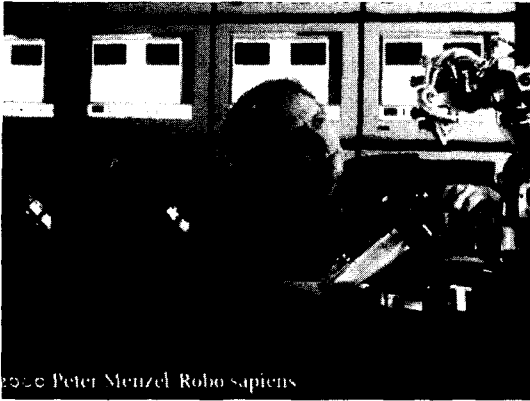
지능 제어의 적응성 측면에서 보면 학습방식을 고려해야 한다. 학습방식에는 처음부터 모든 상황을 고려하여 지식을 만드는 오프라인 학습법과 그 때 그 때 들어오는 상황에 대해 학습을 행하는 온라인 학습법이 있다.

오프라인 학습법의 경우에는 비교적 쉽게 지식을 구축할 수 있으나 학습 후에 최종적으로 획득된 적응행동이 예측가능하지 않은 인간 환경을 다룰 만큼 강력하지 못하다는 단점이 있다. 즉, 예측 가능한 환경에서만 잘 동작하고 학습과정에서 배우지 못한 것에 대

해서는 어디 멈춰버리거나 이상한 동작을 한다. 그리고 학습과정에서 인간 세계의 모든 가능한 이벤트들을 학습시키는 것은 불가능하고 가능하다해도 그 비용이 너무 크게 된다.

온라인 학습법의 경우에는 환경에 대처하는 적응 행동을 표현할 수 있지만 새로운 행동들을 어느 정도 테스트하기 위해 학습시키는 환경을 잘 설계하여야 한다. 가장 큰 단점은 시간이 많이 걸린다는 것이다. 외부 환경과의 많은 상호작용 때문에 학습이 잘 되었는지 판단하기 힘들며, 학습과정에 있어서도 그 때의 센서 값에 대한 행동에 따라 그 다음 상태의 센서 값들이 변하기 때문에 규칙적인 환경이 만들어지기 힘들어 효율적으로 학습 패턴을 표현하기가 힘들다. 결과적으로 온라인 적응형 로봇 진화의 실제적인 특성을 보여주기에는 하지만 동작 단계에서 적응을 수행하기는 너무 어렵다.

현재까지의 학습제어기능의 연구성과 중 가장 탁월한 것은 로봇 사피엔스 (Robo-Sapiens) 를 주창하고 있는 미국 매사추세츠 공대 인공지능 연구소<sup>18)</sup>의 로드니 브룩스 박사가 개발 중인 코그 (COG)가 현재 가장 앞선 것으로 알려져 있다. 코그는 중앙통제프로그램 대신 수많은 별이나 개미가 모여 하나의 집단 지식을 형성하듯 독립적인 마이크 로프로세서들의 네트워크를 이뤄 주변 환경을 인식한다. 그 결과 코그는 날마다 새로 마주치는 것을 모두 받아들인 뒤 시행착오를 거쳐 자신의 것으로 만들며 이는 사람의 학습과 크게 다르지 않다.

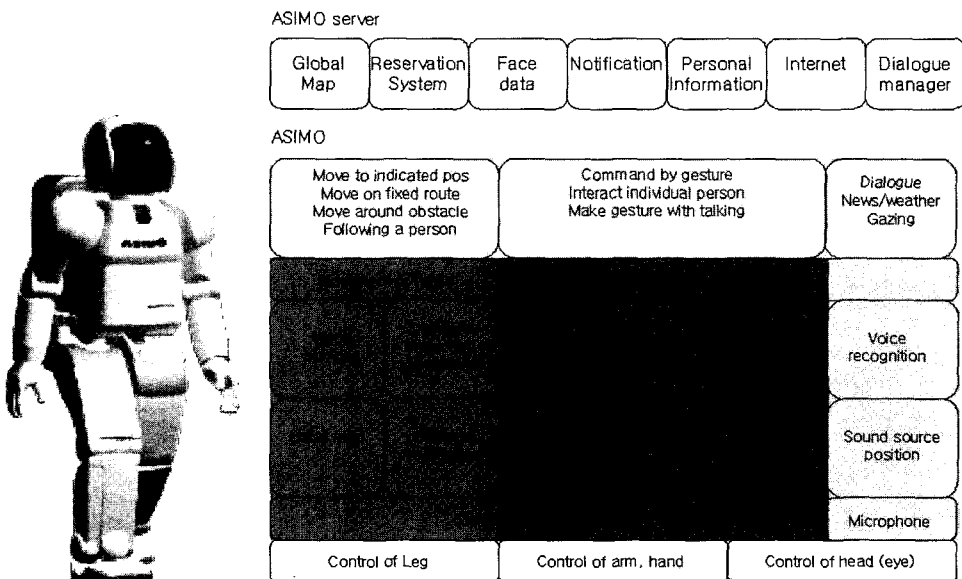


〈그림 3〉 코그 (MIT)

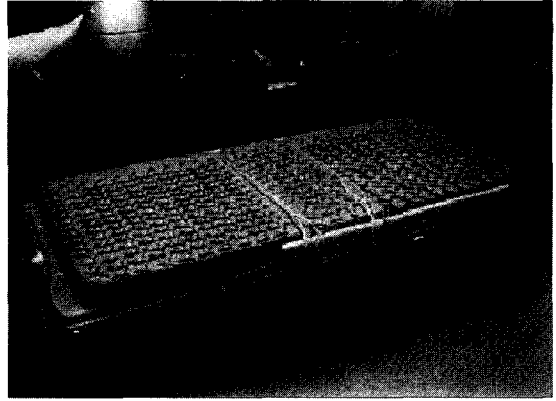
혼다의 아시모 (ASIMO) 의 경우에도 여러 가지 기법이 이용 되었다<sup>6)</sup>. 행위 기반 제어 구조를 가지는 아시모는 비전, 음성, 촉각 센서를 통해 입력을 받으며 각각 움직임, 상호 작용, 대화를 담당하는 숙고 (Deliberate) 행동 매니저와 각각 걸음걸이, 눈제어, 음원검출, 로봇 제어를 담당하는 반사 (Reactive) 행동

매니저로 이루어져 있다. 각각의 매니저에서 여러 가지 방법들을 통해 지능이 구현되어 있으며 최종적으로 인간과 유사한 행동을 하게 된다.

이 외에도 비교적 간단한 것으로 본 연구실에서 개발하고 있는 노약자 및 장애인을 위한 로봇에서도 이런 구조가 사용되었다. 보행 도우미 로봇의 경우 사용자를 지지하고 있는 로드셀을 통해 무게를 감지하고 사용자의 의도를 파악할 수 있으며 침대로봇의 경우 매트리스에 부착되어 있는 압력센서와 토크센서 정보로부터 사용자의 의도를 파악해 자세를 조절할 수 있다. 이 과정에서 신경망을 이용하여 센서정보를 처리하며 원하는 동작을 할 수 있게 된다. 이러한 접근 방식을 통해 자율 기능을 구현을 할 수 있다.



〈그림 4〉 아시모와 제어구조



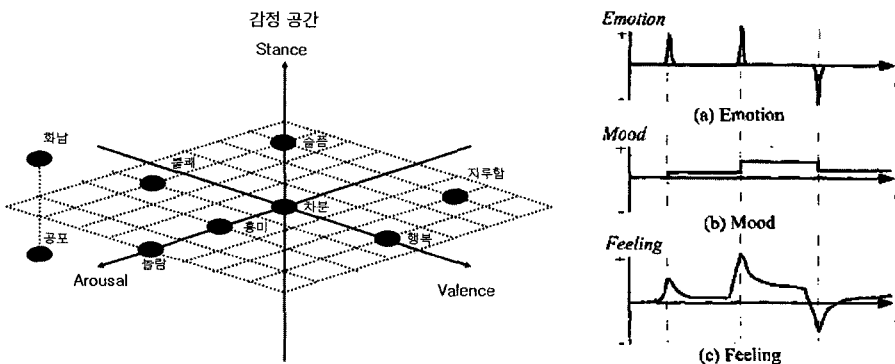
〈그림 5〉 보행 도우미 로봇과 침대로봇

• 감정 기반 제어

최근에는 로봇이 엔터테인먼트와 교육 등을 목적으로 인간과 상호작용하는데 많이 이용되고 있다. 단순한 지능에 따라 움직이는 로봇의 경우 어떠한 목표를 가지고 주어진 작업만을 처리하는 경향이 있기 때문에 이런 로봇을 가지고는 사용자에게 충분한 흥미와 관심을 제공하지 못한다. 그렇기 때문에 보다 로봇을 인간답게 보이기 위해 감정을 모델링하고 표현하려는 노력이 많이 있었다.

로봇의 행동을 결정하는데 있어서 감정은

큰 도움을 준다. 감정은 일반적으로 항상성에서 이탈한 상태를 지칭하는 것으로 본능과 관련이 있다고 여겨진다. 사람이 무서운 것에 공포를 느끼고 더러운 것을 혐오스러워하는 것은 자기 자신을 보호하기 위해서이다. 또한 같은 반응에 대해 현재의 감정상태에 따라 전혀 다른 반응이 나올 수도 있다. 개를 기쁠 때 쓰다듬어 주면 꼬리를 흔들며 좋아하지만 화날 때 쓰다듬어 주면 공격태세를 취할 지도 모른다. 이런 식으로 로봇에 있어 감정은 로봇을 보호하는 기능 외에 행동을 다양화 시켜 로봇을 보다 사람에 가깝게 만



〈그림 6〉 감정 모델링 방법



드는데 도움을 줄 수가 있다.

감정을 로봇에서 사용하기 위해 기존의 심리학이나 생리학과 같은 인문학 분야의 연구를 많이 이용해 왔으며 이를 통해 비록 논란의 연지는 있지만 감정을 수학적으로 표현하여 사용하고 있다. 기존의 연구에서 공학적인 목적으로 감정을 모델링 하는 방법에는 크게 세 가지가 있다.

- 감정별로 감정 상태를 가지며 각각의 감정 상태를 조절해주고 그 중 하나의 감정을 선택하는 방법

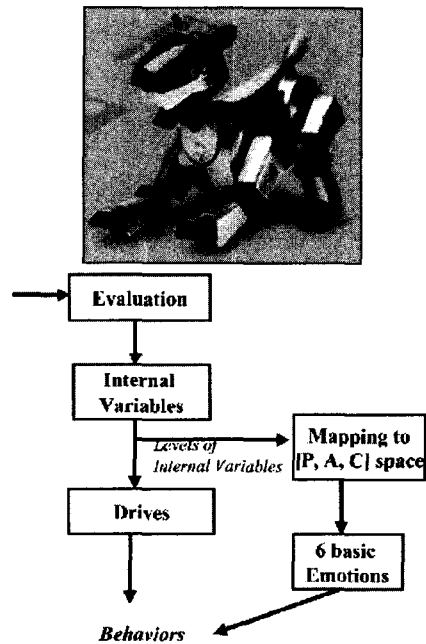
- 2차원이나, 3차원 감정 공간을 정의하여 감정 공간상의 값을 조절하여 감정을 선택하는 방법 (그림 6 왼쪽)

- 감정을 세분화, 계층화하여 조절해 주는 방법, 감정을 감정, 분위기, 느낌으로 세분화 (그림 6 오른쪽)

그러나 아직 연구가 진행되고 있는 단계이기 때문에 어떤 모델이 적합하다는 것은 논쟁의 여지가 있으며, 또한 감정을 분류하는 방법도 놀람, 공포, 혐오, 분노, 슬픔, 행복의 여섯 가지로 구분하기도 하고 여기에 중립을 더하거나 다른 유사한 감정을 구분하는 식으로 다양하다. 또한 감정을 판별하는데 있어서도 개인차이가 날 수 있으며 역시 불확실성이 존재하게 된다.

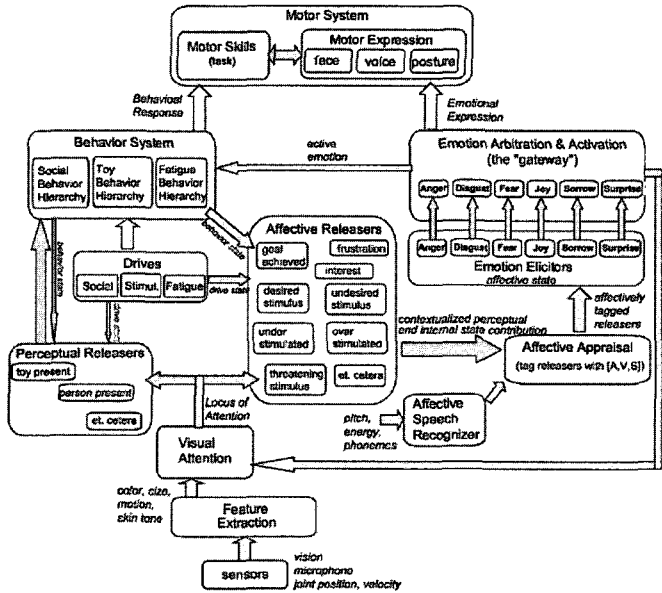
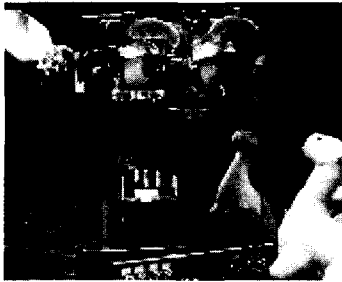
감정 모델을 가지는 로봇으로는 소니의 아이보 (AIBO) 가 있다. 아이보는 놀람, 공포, 혐오, 분노, 슬픔, 행복의 여섯 가지 기본 감정을 가지고 있으며 감정 모델 구조는 그림 7

과 같다<sup>17)</sup>. 외부 환경으로부터 들어오는 값을 평가하여 내부 변수를 조절하게 된다. 항상성을 유지하기 위하여 각 변수들이 일정한 범위에 오도록 이끌기도 하고 (Drive), 변수 값에 따라 호감 (Pleasant), 각성 (Arousal), 신용 (Confidence)의 세 축에 표현되는 감정 상태를 변화시켜 최종적으로 감정을 선택하게 된다. 이러한 방식으로 행동 선택에 영향을 주게 된다.



〈그림 7〉 아이보와 감정 모델

이 밖에도 매사추세츠공대 인공지능 연구실의 키즈멧 (Kismet) 이 있다<sup>18)</sup>. 키즈멧의 제어구조도 아이보와 유사한데 감정 릴리서 (Affective Releasers) 에서 이벤트 입력을 받아 각성 (Arousal), 유의 (Valence), 자세 (Stance) 의 세 축에 표현되는 감정 상태에서부터 여섯 가지의 감정을 구분한다. 역시 항상성과 관련하여 사람과 상호작용하고 싶고 (Social-

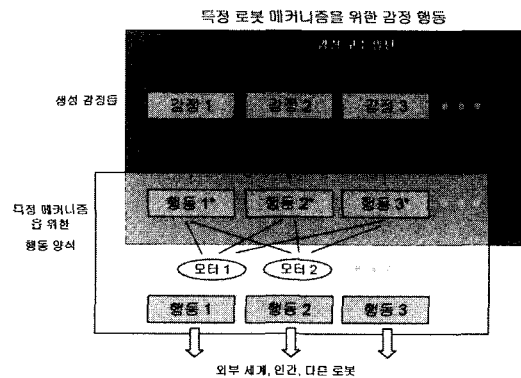


〈그림 8〉 키즈넷과 제어구조

drive), 장난감에 자극 받고 싶고 (Stimulation-drive), 쉬고 싶은 (Fatigue-drive) 의지를 가지고 있다. 최종적으로 감정 선택은 확률적인 방법에 의해 하게 된다.

상태를 적절히 표현할 수 있는데 로봇의 기구적인 부분을 활용하거나 사람과 같이 음성을 통해서 이루어지게 된다.

또한 본 연구실에서 공동 개발한 로봇으로 지능이 있는 감성로봇 라이(RAI)가 있다<sup>[6]</sup>. 라이는 사람이 감정표현을 할 수 있는 음성, 얼굴표정, 제스처 등에 반응을 하여, 로봇과 사람이 상호 의사소통이 가능하며, 이를 통해서 사람과 교감을 할 수 있는 로봇이다. 또한 감성로봇이 가지는 감성모델을 주위환경의 변화와 사람과의 교감을 하는 도중에 스스로 주위환경의 변화를 인지 및 판단하여, 자신의 감성모델을 학습 및 진화가 가능하며, 새로운 환경을 만나게 되더라도, 지금까지 학습된 감성모델을 기반으로 변화를 판단하여 적응해 가는 능력을 가지게 된다. 그림 9에서 간략히 보이듯이 감성모델을 기반으로 자신의 감성



〈그림 9〉 라이와 감성모델 행동 구조

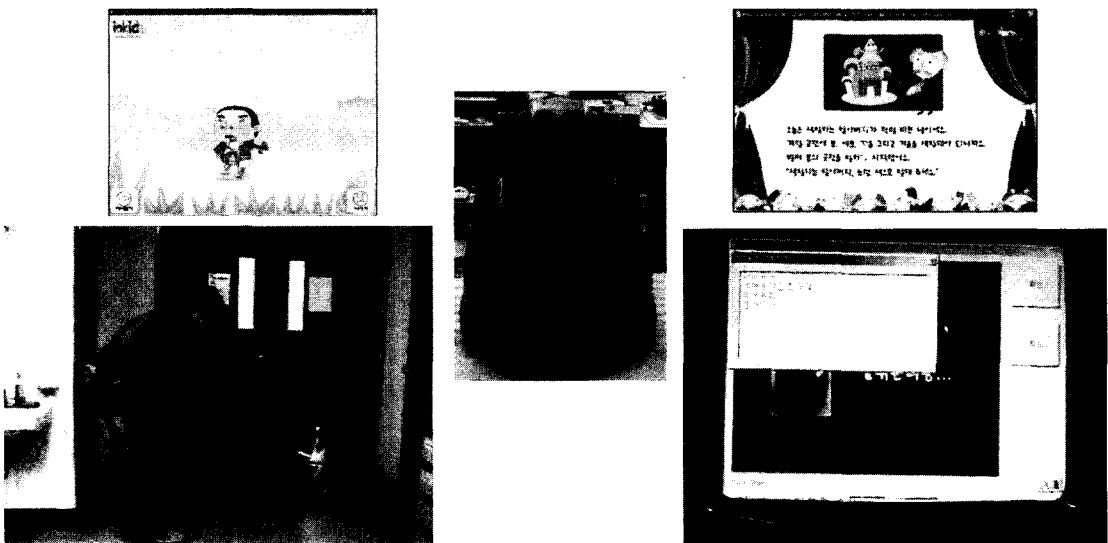
실제 설계에서는 외부환경의 인식과 로봇의 감성을 진화시키기 위한 필수적인 인지능력을 위해 음성인지와 영상인지를 사용하였다. 음성 인지를 위해서 소리의 원천을 찾는 음원추적기능과 마이크를 통해 들어오는 음성을 분석하는 음성인식 기술을 포함시켰다. 이와 별도로, 영상적인 면에서는 사용자의 감정상태를 판단하기 위한 수단으로 사용하였는데, 사용자를 찾고, 인지하며, 이와 더불어 감정상태가 어떠한지를 인지하는 기술을 포함시켰다. 이들은 각각의 하드웨어로 따로 구성하여 빠른 시간 내에 인지결과가 나올 수 있도록 시스템을 최적화시켜 설계 제작하였다.

마지막으로 본 연구실의 지능 교육형 엔터테인먼트 로봇도 있다<sup>9)</sup>. 이 로봇은 감성모형을 가지는 외에도 자율주행기능과 얼굴추적 및 인식기능을 가지고 사용자를 찾고 인식할 수 있으며 표정을 읽을 수 있다. 음성인식 및

합성 기능이 있어 필요한 문장을 읽을 수 있어 사용자와 간단한 대화가 가능하다. 그리고 인터넷을 통해 동화를 읽어 주고, 영어공부를 할 수도 있으며, 원하는 노래를 들려주고, 영화를 보여주는 등 다양한 교육 및 엔터테인먼트 기능을 제공한다.

#### IV. 유비쿼터스 환경하의 서비스 로봇 응용

앞에서도 보았지만 교육형 엔터테인먼트 로봇도 인터넷을 이용하여 다양한 콘텐츠를 보여주고 원격제어가 가능하다. 앞으로는 인터넷을 통해 제공할 수 있는 콘텐츠가 보다 세분화되고 다양화되며 로봇 지능 기술에 다른 분야에서 이러한 내용 뿐 아니다 다양한 정보통신기술 (Information Technology) 을 접목 시킬 수가 있을 것이다. 이런 의미에서 앞으로는 유무선 네트워크에 중심을 둔 정보통

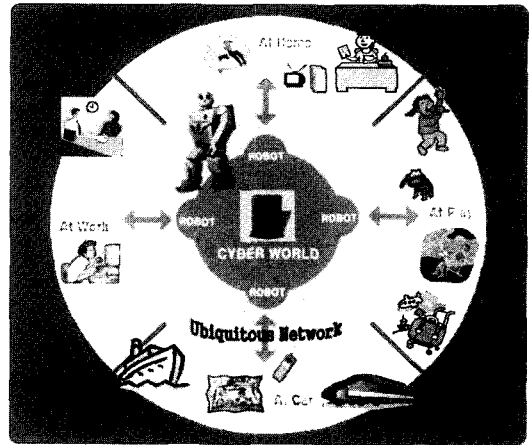


〈그림 10〉 지능 교육형 엔터테인먼트 로봇

신 기반 사회, 혹은 디지털, 멀티미디어 사회가 될 것이다.

기존의 로봇들은 독립형으로 존재하며 그 용도에 따라 제작 되는 경우가 많았다. 즉, 청소로봇은 청소만 하고 경비로봇은 경비만 서게 되어 다른 용도로 전환하고 싶은 경우 수정이 까다롭게 된다. 그러나 이러한 서비스 로봇들에는 공통으로 사용되는 부분들이 많이 존재한다. 예로 센서를 이용해 주변 정보를 받아들여 자기위치를 찾고 장애물을 피하며 자율주행을 하여야 하고, 사용자의 명령을 주고받는 인터페이스 부분 등이 공통으로 필요하게 된다. 따라서, 각각의 로봇에서 공통으로 사용할 수 있는 부분은 공통으로 사용하고 용도에 맞추어 필요한 부분만 변경하는 것이 효율적이며 이를 가능하게 해주는 것이 정보통신기술이라 할 수 있다. 즉, 환경인식을 위해 건물이나 구조물에 센서들을 부착하여 로봇의 위치 및 방향정보와 주변 장애물 정보를 로봇에게 보내주고, 원거리에 있는 사용자가 원하는 명령을 전달하고 로봇의 상태를 확인할 수 있다. 또한 로봇에 고성능의 프로세서를 탑재하기 어렵는데 음성인식, 영상처리 등 계산량이 많은 작업을 하고자 할 경우 메인서버에 접속하여 처리된 데이터만을 주고받을 수도 있을 것이다.

이처럼 정보통신 기술을 이용하여 센서나 서버 네트워크가 존재하는 곳이면 마찬가지로 로봇도 어디에서나 사용될 수 있다. 이런 경우에 개인에게 특성화된 로봇이 소프트웨어 형태로 존재하기도 하며, 가정에서 사용하는 로봇을 직장이나 야외에서, 심지어는 차안에서까지 사용할 수 있다. 이처럼 센서 및 서버



〈그림 11〉 유비쿼터스 로봇 개념도

가 도처에 존재하는 유비쿼터스 환경에서 언제 어디서나 사람에게 필요한 서비스를 제공하는 유비쿼터스 로봇이 앞으로는 많이 사용될 것이다.

## V. 전망

우선 서비스 로봇의 발전 방향은 현재 많이 연구되고 있는 로봇들을 살펴보면 알 수 있다. 그 척도가 될 수 있는 특허 현황을 보면, 우리나라의 경우 지능제어 분야의 특허가 1996년 이래 꾸준히 증가하며 상대적으로 많은 출원이 이루어짐을 알 수 있다. 그 밖의 주행제어, 시각인식 분야는 많은 출원 건수를 보이지만 감소추세를 보이고 있으며 정보통신 기반 명령, 감성명령, 감성표현 등 로봇의 지능화 및 인간행동 모방 관련 기술이 최근 증가추세를 보이고 있다. 일본에서는 주로 보행구현과 계단 굴곡 관련 기술로 인간에 가까운 보행과 동작을 가능하게 하는 연구가 이루어지며, 미국의 경우에는 일본 기업들이 특허를 많이 출원하고 있어 비슷한

성향을 보이며 감정에 따른 동작 결정, 표정-목소리 인식, 합성 기술들에 대한 연구와 인간동작 및 표정인식에 대한 기술들이 연구되고 있다.

이러한 추세로 볼 때 서비스 로봇의 로봇 기술은 복잡한 환경에서 안정적으로 이동하는 방법과 지능에 대한 연구를 중심으로 계속 진화할 것으로 보인다. 특히 우리나라에서는 정보통신기술과 메카트로닉스 기술에서 세계적인 수준을 가지고 있어 이러한 기술과의 결합을 통해 세계적 수준의 유비쿼터스 로봇을 개발하는 것이 유리할 것이다.

지능 제어와 관련하여서는 현재 상태에서도 수요자의 요구에 비해 많이 떨어지는 부분인 학습 및 인지 기술을 중심으로 개발이 될 것으로 보인다. 학습 방법에서는 지식을 체계적으로 표현하는 것, 적응성을 높이며 계산량을 줄이는 효율적인 알고리즘에 대한 연구가 필요하다. 인지기술에서는 주위 환경을 인식하기 위해 기존의 비전 센서나 마이크, 거리센서 뿐 아니라 많이 고려되지 않았던 미각이나 후각과 같은 센서의 개발과 이용법에 대한 연구가 이루어 질 것으로 보인다. 이러한 센서의 발전은 최근에 많이 연구되는 반도체와 초정밀미세가공기술(MEMS)의 발달로 급속화 될 것이며, 그 정밀도도 보다 높아질 것으로 보인다. 또한 센서 기술과 더불어 이를 이용한 3차원 환경인식이라든지 물체인식, 표정 인식 등의 환경이나 물체를 인식하고, 이를 지능 부분에서 효과적으로 표현하는 기술에 대한 연구도 많이 이루어 질 것이다.

## 참고문헌

- [1] IFR 홈페이지 (<http://www.ifr.org>)
- [2] 로보틱스 트렌드 (<http://www.robotictrends.com>)
- [3] 2002 신기술동향조사 결과보고서 지능형 로봇, 특허청.
- [4] 산업 기술 로드맵 로봇, 산업자원부 한국산업기술평가원, 2001, 8.
- [5] MIT 인공지능 연구실 (<http://www.ai.mit.edu>)
- [6] Y. Sakagami, R. Watanabe, C. Aoyama, S. Matsunaga, N. Higaki and K. Fujimura, "The intelligent ASIMO: System overview and integration", IEEE Proceedings of Intelligent Robots and Systems, pp. 2478-2483, Oct., 2002.
- [7] R. C. Arkin, M. Fujita, T. Takagi, R. Hasegawa, "An ethological and emotional basis for human-robot interaction", Journal of Robotics and Autonomous Systems, Vol. 42, pp. 191-201, 2003.
- [8] 김병수, 곽윤근, 이주장, 김명석, "G7 감성공학기술개발사업 감성 DB를 활용한 대화형 감성완구로봇의 개발 최종보고서", 과학기술부, 2002.
- [9] 이주장, "지능 교육 및 엔터테인먼트 로봇 개발 최종보고서", 과학기술부, 2004.

## 저자소개



### 이 주 장

1977년-1978년 한국전자통신연구소 연구원  
 1978년-1980년 GTE Automatic Electric Co. Processing Engineer  
 1983년-1983년 Wisconsin Electric Power Co. Project Engineer  
 1987년-1987년 Imperial College Robotics Lab. Visiting Professor  
 1991년-1992년 Carnegie Mellon Univ. Robotics Inst. Visiting Professor  
 주관심 분야 지능제어, 장애인용 서비스로봇, 우주로봇, 진화연산, 강인제어, 가변구조제어, 혼돈된 제어 시스템, 진화형 감성 로봇, 지능형 교통 시스템, 전력 시스템 안정기