

로보사피엔스 : 현실로 다가온 인간과 로봇이 공존하는 사회

오상록*(한국과학기술연구원 생체모방시스템 국가지정연구실, 지능제어연구센터)

RoboSapience : Impending Community of Human and Robots

Sang-Rok Oh(KIST, Bio-Mimetic National Research Lab., Intelligent System Control Research Center)

ABSTRACT

Various robots are emerging nowadays to human life from industrial factories. Especially, technologies from multiple disciplines such as information technology (IT), bio technology (BT), and etc. are merged to make novel types of robots. Robots are employed to every place of works such as entertainment, education, service, rescue, medical support, dangerous job, production, etc. The robot in science fictions are now realized so that they become a new species taking human job and more than human.

Key Words : 인간형 로봇, 서비스 로봇, 로보사피엔스, 지능로봇

1. 서론

산업용 로봇이 자동차 회사에 최초로 설치된 1960년대 초 이후 로봇은 세계적으로 생산성 향상에 지대한 공헌을 하였으며 많은 과학기술자들은 인간처럼 인식하고 행동할 수 있는 지능형 로봇을 개발하는 데 온 힘을 기울이고 있어, 1921년 체코의 극작가 카렐 차פק이 최초로 기술했던 인간의 모든 일을 대신할 수 있는 만능 로봇이 더 이상 소설의 주인공이 아닌 현실로 다가오고 있다. 실제로 현재에도 공장에서 쓰이는 산업용 로봇이 아닌 일상 생활에서 쉽게 볼 수 있는 많은 형태의 로봇이 등장하고 있다. 특히 1997년 일본 혼다 회사에서 개발한 인간형 로봇과 1999년 역시 일본의 소니에서 개발한 강아지 로봇 이후 다양한 서비스 로봇이 발표되고 있으며 그 용도는 장난감 로봇, 홈로봇, 청소로봇, 안내 로봇 등 인간이 하는 일을 대신하는 로봇 뿐 아니라 인간에게 여러 가지로 도움을 주는 로봇들도 발표되고 있다. 특히 인터넷 기술을 포함한 정보공학기술(IT) 및 생명공학기술(BT)와 접목하여 새로운 형태의 로봇들도 등장하고 있다. 몇 가지 예를 들면, 컴퓨터와 인터넷에 연결된 로봇은 오락용이나 교육용 뿐만 아니라 비서용으로 개인 일정관리와 간단한 작업을 대신 하여주게 되며 집안 관리용 로봇으로 쓰이게 될 것이다. 노인 도우

미나 장애자 재활에 쓰이는 간호 및 재활 로봇, 건물이나 가정의 경비를 담당하여 외부의 침입을 감지하고 이에 대응하는 조치를 취하는 경비로봇, 전시회장이나 박물관 등에서 음성이나 간단한 행동으로 사람들을 안내하는 안내용 로봇, 화재나 재난시 활동하는 화재 진압용 로봇, 조난 구난용 로봇, 지뢰나 위험물을 제거하는 지뢰탐사 및 제거용 로봇, 위험물 제거용 로봇, 의사가 수행하기 힘든 수술이나 환자의 절개부위를 최소화하는 수술을 도와주는 의료용 로봇, 건설이나 토목공사 현장에서 힘든 일을 대신하는 건설 로봇, 농업이나 임업에서 사람을 대신하여 농작물을 심거나 관리하고 추수하는 농업용 로봇, 수산물을 가공하는 것을 도와주는 수산용 로봇 등등 현재 사용되고 있거나 곧 응용이 예상되는 로봇의 종류는 일일이 헤아릴 수 없을 정도이다. 전 세계의 직종은 크게 분류해 6,000여 가지라고 한다. 이제 로봇이 호모사피엔스 이후로 또 하나의 종이 되어 인간과 공존하며 인간의 일을 담당하고 인간보다 더 많은 일을 해낼 수 있는 날은 더 이상 공상과학 속의 이야기가 아닌 현실로 다가오고 있다.

본 세미나에서는 이러한 인간형 로봇에 대한 세계적인 연구 개발 동향 및 우리나라의 연구 현황을 소개하고자 한다. 다음은 본 연구실에서 개발 중인 몇 가지 지능로봇을 보여주고 있다.

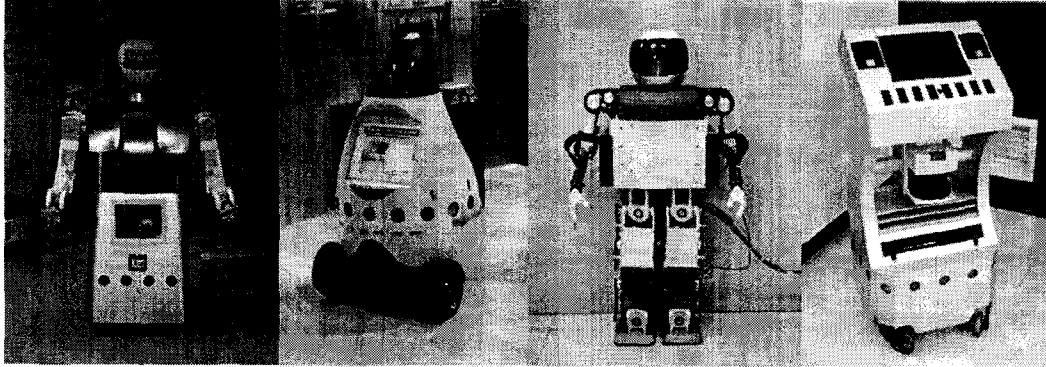


Fig. 1 Various types of intelligent robots (KIST)

2. 로봇의 발달 현황

Leonardo da Vinci 의 robot knight 에 의해 인형의 형태로 로봇의 개념이 제시된 이래로 1940 년대 원격 조종 로봇, 50 년대의 programmable 로봇을 거쳐 산업용 로봇으로 한 때 전성기를 맞이했던 로봇은 현재 다시 산업현장에서 인간 사회로의 진출이라는 새로운 응용 분야를 찾아 제 2 의 전성기를 열고 있다. 로봇 산업의 규모는 일본 (2,166 백만\$), 미국 (1,028 백만\$), 한국 (59 백만\$)의 규모를 보이며 현재 비 산업용 로봇의 응용 분야의 폭발적인 증가로 인하여 팽창 일로에 있다. 로봇의 발달을 특징별로 나누어 3 세대로 보면, 1 세대 로봇은 단순 작업을 되풀이 하는 곳에 사용된 로봇으로 고정된 자리에서 기계 팔을 움직여서 미리 주어진 작업 지시에 의해서 정교하게 움직이는 능력을 보유한 형태였다. 이들은 자동차 공장 등에서의 용접, 페인트 칠, 전자 제품의 조립등에 투입되어 공장 자동화나 무인 공장을 만드는데 일조하였다. 제 2 세대 로봇은 제 1 세대의 단순 동작 외에 몇몇 감각 장치가 추가된 로봇으로 몸체에 부착된 감각장치(센서)들을 통하여 인간과 같은 시각, 청각, 촉각 등을 감지할 수 있게 만들어진 로봇으로 화성탐사 로봇인 Sojourner (1997) 가 대표적인 예이다. 제 3 세대 로봇은 인공지능형 로봇으로, 감지된 모든 정보를 외부의 지시 없이도 로봇 스스로 판단하고 처리할 수 있는 로봇을 지향하고 있다. SONI 의 AIBO 나 MIT 의 COG 등이 대표적인 예이다. 인공지능형 로봇은 더욱 발전하여 사람과 같은 고도의 정밀한 행동과 추상적인 판단이 가능한 로봇으로 발전하고 있다. 한편 로봇의 이러한 발전 추세는 센서 기술과 지능의 증가로 인하여 로봇을 산업현장의 단순 작업에서 벗어나 인간과 공존할 수 있는 형태로 발전하였다.그

림 2 는 로봇 시스템의의 쓰임을 이러한 관점에서 요약하여 보여 주고 있다. 그림 2 에서 로봇의 응용 분야는 크게 산업용 로봇과 개인용 로봇으로 나눌 수 있다. 그러나 이제는 개인용 로봇은 물론 산업용 로봇도 인간과의 상호 작용을 하는 영역에서 활발히 그 응용 분야를 찾고 있음을 볼 수 있다.

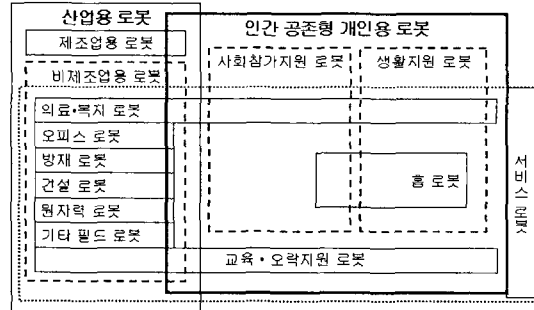


Fig. 2 Robot application fields

3. 분야별 로봇

본 절에서는 현재 활발히 개발되고 있는 인간 공존형 로봇을 각 분야별로 대표적인 로봇을 소개하고 그 특징을 살펴보고자 한다.

3.1 엔터테인먼트 로봇

엔터테인먼트 로봇은 최근 들어 로봇 산업이 시장을 확대해 나가기 시작한 시발점이 되는 응용 분야로서 일본을 중심으로 활발한 연구 개발이 이루어지고 있는 분야이다. NEC 가 발표한 달걀 모양

의 로봇 R-100 은 유명한 Sony 의 AIBO 와 더불어 상당한 수준의 지능형 로봇 시스템으로 평가 된다. 바퀴로 움직이는 이 로봇은 전자우편을 주고 받을 수 있고 자기도 하고 집안을 번덕스럽게 돌아 다니다 사람을 발견하면 이야기를 한다. 가족의 얼굴을 외우고 일본어 수백 개 수준의 간단한 회화도 가능하다. 감정표현도 풍부하여 상대에 따라 반응 한다. 말로 지시하면 TV 와 에어컨 스위치를 켜주고, 집을 비울 때는 가족에게 말도 전해주는 로봇 이다. 마치 가족이 한 사람 늘어난 것처럼 느껴질 정도의 지능을 갖추고 있다.

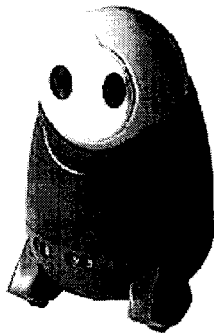


Fig. 3 R-100 (NEC)

로봇의 새로운 장을 열었다고 평가되는 Sony 사의 AIBO 를 들 수 있다. AIBO 는 6 개의 감성 (기쁨, 슬픔, 성냄, 놀람, 공포, 혐오)과 4 개의 본능 (성애욕, 탐색욕, 운동욕, 충전욕)이 있는데 외부의 자극과 자신의 행동으로 이러한 수치가 항상 변화 해 간다. 칭찬이나 귀여움을 받거나 좋아하는 공 놀이를 할 때 기쁨의 수치는 높아지고, 보살핌을 못 받으면 슬픔의 수치가 높아진다.

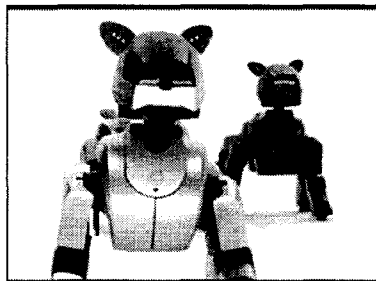


Fig. 4 AIBO (Sony)

AIBO 의 지능의 가장 큰 특징은 학습기능을 강조했다는 것이다. 성장 유형 (유년기,소년기,청년기,

성년기)이 입력되어 있어 성장단계와 양육방법에 따라 행동유형이 자주 변화한다. 즉 획일적으로 프로그래밍된 로봇이 아닌 나만의 로봇이 되는 것이다. 완전히 자율적이며 주인의 생각처럼 되지 않는 어느 수준의 독립적인 개체로서의 지능을 구현한 것이다. 이러한 엔터테인먼트 로봇의 출현은 동물의 지능을 모방함으로써 인간의 감성에 친근하게 하여 로봇과 인간의 공존에 대한 공감대를 일반 사회에 확대시키는 커다란 계기가 되었다.

3.2 서비스 로봇

서비스 로봇은 비제조용 산업로봇의 대표적 예로서 기존에 인간이 수행하던 각종 서비스 업무를 로봇이 대체하게 되는 분야이다. 병원이나 사무실 등의 물품 전달등과 같이 단순한 업무나 홈 서비스 로봇 같이 지속적으로 시간을 내어 상태를 감시하고 상황에 맞는 서비스를 해주어야 하는 어려움을 극복하는데 쓰일 수 있는 응용 분야이다. 그 중에 특히 홈 서비스 로봇 분야는 현재의 자동차와 같이 각 가정에 하나씩 구비될 것이라는 청사진을 가지고 있는 커다란 잠재적 시장성을 가지고 있는 분야이다. 국내에서는 KIST 에서 이미 KARA(KIST Autonomous Robotic Assistant)에 home assistant 의 개념을 적용하여 서비스 로봇의 초기 모델을 발표한 바 있다 (그림 5). 또한 위의 그림 1 의 두 번째에 소개한 KIST-우리기술의 ISSAC 은 국내에서 발표된 시제품용 서비스 로봇의 대표적인 예이다. ISSAC 은 홈 서비스 기능을 종합적으로 모아 놓은 범용 홈 로봇으로서 가정기기를 제어하고 청소를 하며, 방범 및 보안 기능이 있다. 음성인식 및 합성을 통하여 인간과의 상호 작용이 가능하며 인터넷을 통하여 정보를 전달하는 기능을 지니고 있다. 이러한 종합적인 서비스외에 최근 실질적인 산업으로서의 성공을 거두고 있는 분야가 가전제품의 로봇화이다. 그 대표적인 예가 청소로봇으로서 스웨덴 일렉트로룩스사의 '트릴로바이트'가 올해초 국내에 출시되었으며 LG 전자도 이미 '로보킹'의 판매에 들어갔으며 삼성과 대우도 곧 시제품을 선보일 예정으로 이미 시장을 확보하기위해 치열한 경쟁을 벌이고 있는 분야이다.

3.3 의료용 로봇

의료용 로봇 분야는 사람이 하기 힘든 수술을 보조 하거나, 커다란 의료기기가 접근하기 힘든 인체 내부에 직접 투입되어 상태를 관찰하고 의료 조치를 취하는 마이크로 로봇의 형태로 응용되는

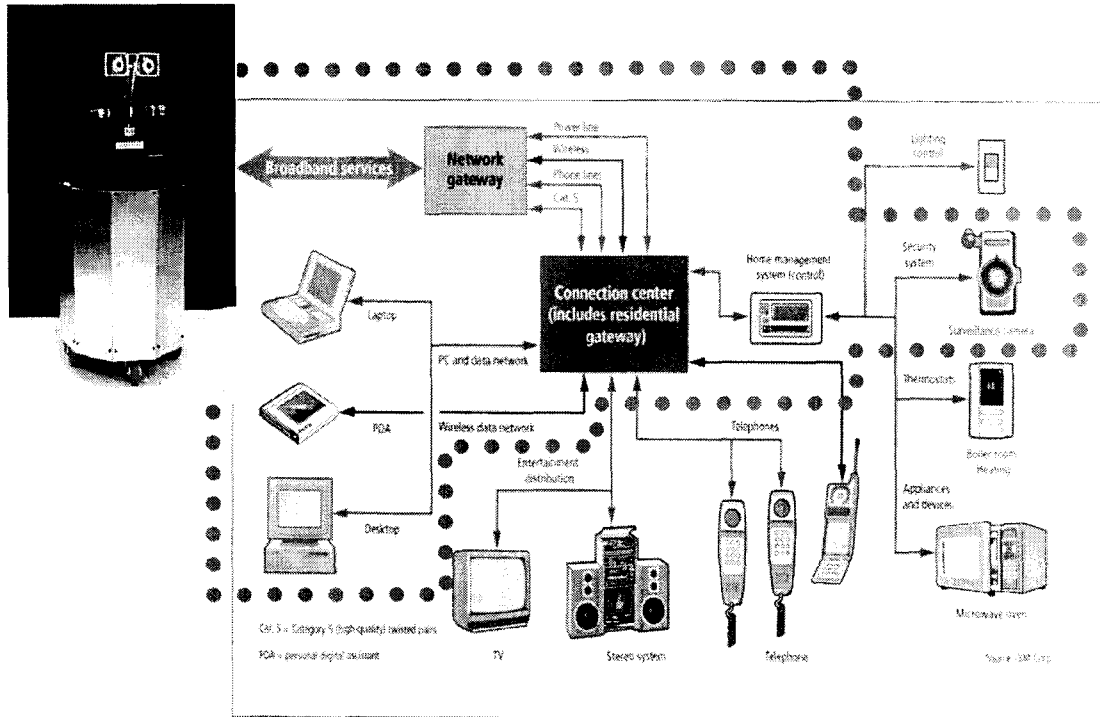


Fig. 5 The robot KARA and the concept of Home Assistant

의료계에 새롭게 필수적으로 요구되고 있는 응용 분야이다. 수술용 로봇으로 1997년 3월 외과 수술용 로봇인 '다빈치'가 인체를 대상으로 시술을 시작한 이후 현재는 심장수술 가운데 가장 어렵다는 관상동맥 바이패스 수술에까지 로봇을 이용하고 있는 실정이다. 마이크로형 로봇의 예로서 대표적인 것이 캡슐형 내시경 분야이다. 마침 올해 우리나라에서 세계 최소형의 캡슐형 내시경이 발표되었다. 과학기술부의 21세기프론티어연구개발사업의 지능형마이크로시스템개발사업단 (IMC, Intelligent Microsystem Center)에서는 KIST, 연세대, 한꿈엔지니어링이 공동으로 캡슐형 내시경인 MiRo를 발표하였다. 이는 세계에서 가장 작으면서 기능은 최고 수준으로 "복용과 동시에 식도, 십이지장, 소장 등 소화기 계통 출혈과 궤양, 염증, 그리고 암 등 종양을 실시간으로 진단할 수 있다. 지름 10mm, 길이 25mm의 크기를 가지고 있어 마취, 구조감 등을 일으키지 않으며 지금까지 내시경을 거의 사용할 수 없었던 소장(작은 창자)까지 정밀하게 촬영해 진단할 수 있게 되었다.

3.4 휴머노이드 로봇

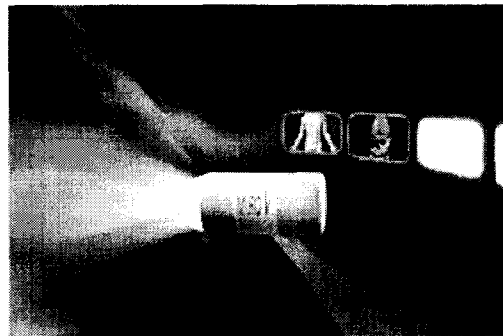


Fig. 6 Capsule type colonoscopy (IMC)

휴머노이드 로봇은 궁극적으로 만들고자 하는 로봇의 최고 형태로 사람과 같은 움직임은 물론 사람과 같은 감각 수준과 사람과 같은 수준의 지능을 갖추는 것을 최종 목표로 한다. 산업용 로봇의 한 팔 대신 두 팔의 자유로운 협동 작업은 보다 정밀하고 자유로운 형태의 작업이 가능하게 하며 모터 구동 방식이 아닌 새로운 형태의 근육과 유사한 구동 방식 등의 개발은 보다 부드러운 동작을 가능하게 한다. 또한 사람과 같이 시각과 촉각 등을 동시

에 이용하면 정밀한 작업에 많은 도움이 될 뿐 아니라 지능적인 행동을 하는 데에도 커다란 도움이 된다. 또한 인간과 같은 수준의 지능을 갖추게 된다면 스스로 일하고, 사람과 함께 활동하며 살 수 있는 공상과학속의 로봇이 가능하게 되는 것이다. 이러한 차원에서 휴머노이드는 현재 기구적인 측면에서 사람과 같은 부드럽고 자유로운 이족 보행과 손가락의 움직임을 만들려는 노력과, 지능적인 측면에서 사람과 같은 인식 능력과 학습능력 등을 만들려는 노력이 여러 분야에서 진행되고 있다. 기구적인 분야에서의 휴머노이드의 대표적인 예는 Honda 의 ASIMO 로서 1986 년부터 개발을 시작하여 1 억달러 이상의 연구비와 10 여년의 연구 끝에 내놓은 야심작이다. 120cm 의 신장과 43kg 의 어린이 정도의 크기로 사람과 같은 부드러운 보행과 걸으면서 자유로운 방향전환 등이 가능하고, 원격 조종에 의한 주차 유도 등도 가능한 만큼 발전된 운동성을 지니고 있다.

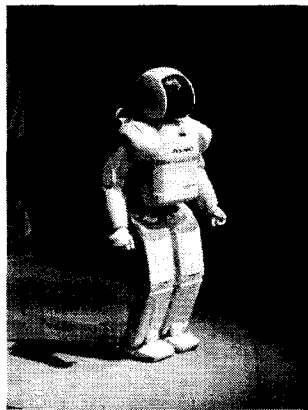


Fig. 7 ASIMO (HONDA)

지능 분야에 있어서의 휴머노이드 연구의 대표적인 사례로 MIT 의 Cog 를 들 수 있다. Cog 는 인간과 인공지능의 다양한 연구를 위한 platform 으로 제작되었다. 머리와 몸통 두 팔을 가지고, 인간과 같은 감각의 구현을 위하여 시각, 청각, 감촉 센서 등을 가지고 있다. 어떤 생명체의 지능은 그 개체의 물리적인 구조와 이를 통한 환경과의 상호 작용으로부터 구현되고 변화한다는 관점에서 출발한 흥미로운 로봇으로 embodied intelligence 의 대표적인 주장자인 Brooks 에 의해서 연구가 진행되고 있다. 인간의 지능은 인간과 똑같은 형태의 로봇으로만 구현할 수 있다는 관점에서 인간의 모습을 충실히 모방하여 제작되었다. Cog 의 지능은 사람과 비슷한 감각(perception)과 모터 동작을 통하여 실제 사람

사이에 또는 사람과 환경 사이에 일어나는 상호작용을 통한 학습을 통하여 정의되고 구현되도록 하고 있다. Cog 의 지능의 수준을 보면 사람의 눈과 비슷한 정도의 부드러운 눈 운동을 하며, 관심 대상의 움직임을 따라 시선을 집중할 수 있다. 또한 환경으로부터 사람의 얼굴과 눈동자를 구분해내며 사람의 머리 끄덕임을 흉내내기도 한다. 어린 아이들의 움직임처럼 손에 물체가 닿았을 때 놀라 뒤로 빼기도 하는 정도의 지능을 가지고 있다.

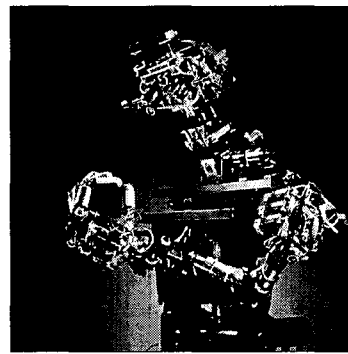


Fig 8. Humanoid Cog (MIT)

4. 연구 주제 및 향후의 발전 방향

4.1 로봇의 발전추세

향후 로봇은 산업용에 있어서는 정밀도와 작업 속도가 높아지는 방향으로 발전할 것이며, 엔터테인먼트 로봇과 서비스 로봇 등의 분야에서의 지능형 로봇이 더욱 박차를 가하여 개발될 것이다. 휴머노이드 로봇은 아직 기술 수준이 목표치에 크게 미치지 못하지만 각 요소기술의 발달과 함께 꾸준한 발전을 거듭할 것으로 보인다.

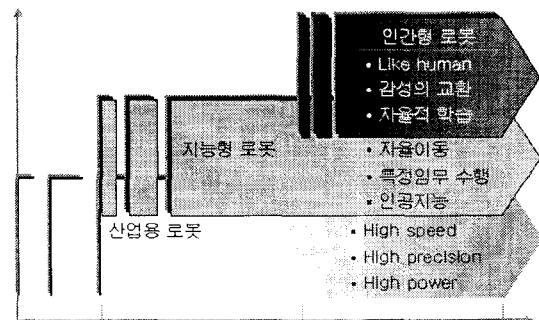


Fig. 9 Trend of development of robots

4.2 중요 연구 주제들

최근의 가장 활발한 로봇 분야의 연구 주제는 로봇의 지능화이다. 로봇 시스템이 예측 불가능한 환경에의 적응, 자율적인 동작, 다중 임무의 수행을 위한 범용 로봇이 되기 위해서는 지능화가 필수적인 요소이다. 로봇의 지능화는 로봇 몸체에 구현할 수 있는 컴퓨터의 능력과 센서 시스템에 의해 크게 영향을 받는다. 로봇 산업이 공장의 생산 라인 외에 서비스 분야나, 가정용 등 다양한 환경에의 적용이 폭발적으로 증가하고 있는데, 이들 새로운 응용의 성패는 바로 로봇 시스템의 지능화의 수준에 달려있다고 할 수 있다. 다음으로 요구되는 로봇의 연구 주제는 로봇의 감성화이다. 로봇이 사무실, 병원, 가정과 같이 인간과 더불어 같은 공간에서 생활하며 활동하기 위해서는 인간과의 상호 인터페이스 과정에서 요구되는 자연스런 형태의 커뮤니케이션 수단이 필요하다. 사람의 물리적인 움직임을 느끼는 것에서부터 출발하여 사람의 의도를 이해할 수 있어야 한다. 사람의 의도는 쉽게는 음성으로 명령하는 것에서부터 보다 고차원적인 감정상태로 표현이 된다. 이 모든 것이 바로 '감성'이라 말할 수 있다. 로봇은 바로 이 감성을 이해하고 이를 자신의 행동의 적절한 제어에 이용할 수 있어야 한다. 또한 로봇의 궁극적인 목표인 인간화 (humanoid)의 꿈은 꾸준한 연구 주제로서 앞으로도 계속 활발한 연구가 진행되어질 분야이다.

5. 결론

로봇 기술은 현재 인간과 밀접한 영역에서의 응용을 시작하고 있다. 로봇은 기존의 작업의 정확성과 반복성, 정밀성을 넘어 지능화, 인간화를 추구함으로써 새로운 응용분야를 창출하며 제 2의 전성기를 열려 하는 시점에 서 있는 것이다. 이미 일본 등에서는 로봇 산업을 국가의 중요 전략 산업으로 정하여 연구 개발과 시장 형성에 본격적으로 나선 지 오래 이고, 미국 등 선진국들의 로봇 활용 역시 본 궤도에 오르고 있다. 로봇 산업은 여러 분야의 기술이 결집되는 응용 기술로서 아직 선진국과의 기술차이가 크지 않은 이 시점에서 우리의 로봇 기술 연구의 집중 육성이 시급히 요구된다.

참고문헌

1. 오상록, 유범재, "생체 모방 지능 로봇 기술", 전 기학회지, vol. 50, No.8, pp. 31-36, 2001년 8월
2. 오상록, 윤도영, "감성 로봇용 지능제어기술," 전

자공학회지, 제 28 권 제 12 호, pp. 32-36, 2001년 12월.

3. 오상록, 윤도영, "로봇 시스템의 지능화", 한국 정밀공학회지, 제 19 권 제 2 호, pp. 7-16, 2002년 2월.