

# 스마트 홈을 위한 유비쿼터스 로봇 기술 동향

유 범 재

한국과학기술연구원 지능로봇연구센터

## 1. 서론

집안의 가전제품과 다양한 장치들을 통신망으로 연결하여 제어, 모니터링 및 관리하고 필요한 정보를 제공해주는 스마트 홈의 기반기술들이 개발되어 소개되고 있으나 실생활에서 제공할 수 있는 편리함 혹은 즐거움 등의 서비스 콘텐츠의 부족으로 인해 일상생활에의 적용이 지연되고 있다. 반면, 과거 공장에서 사람의 접근이 통제된 지역에 설치되어 인간을 대신해서 반복 작업이나 힘든 작업을 대신해 주던 기존 산업용 로봇 시장의 성장이 포화상태에 이르고 성장성이 둔화됨에 따라 시장 중심의 새로운 개념에 기초하여 다수의 대중들이 일상생활 속에서 손쉽게 활용할 수 있도록 로봇을 하나의 가전기기 혹은 개인용 상품으로 개발하기 위한 노력이 전 세계적으로 활발히 진행되고 있다. 즉, 전자상가 혹은 가전기기 판매점에서 제품을 구입하여 손쉽게 활용할 수 있는 가전제품으로서의 로봇을 개발하기 위한 노력이 전 세계적인 경쟁 속에서 진행되고 있다. 이러한 로봇들은 가정용 로봇, 청소용 로봇, 장난감 로봇, 엔터테인먼트 로봇, 퍼스널 로봇, 서비스 로봇 등 다양한 이름으로 소개되고 있으나 궁극적으로 사람들의 일상생활 속에서 애완동물과 같이 부족한 부분을 채워주거나 필요한 정보와 즐거움을 제공하고 혹은 사람이 하기 싫은 일들을 대신할 수 있는 기능을 갖춘 모습으로 우리들 앞에 나타날 것으로 기대된다. 그러나 다양한 로봇들이 널리 보급되기 위해서는 일상생활 속에서 사용자에게 도움을 줄 수 있는 생활지원 기능을 탑재한 로봇의 Killer Application을 찾기 위한 노력이 절실하다. 그에 따라, 스마트 홈 시스템과 지능형 로봇을 연계한 서비스 제공을 위한 새로운 패러다임의 필요성이 대두되면서 스마트 홈 시스템을 활용하여 다양한 서비스를 제공하기 위한 실행자로서의 지능형 로봇에 대한 가능성이 제시되고 있다. 특히, 유무선 통신기술의 발달로 인해 센서 네트워크를 구축할 수 있는 인프라가 이동통신 및 인터넷의 보급과 함께 급속하게 확산되면서 통신기능을 탑재하고 독립적으로 운영될 수 있고 언제 어디서든지 서비스를 제공할 수 있는 지능형 유비쿼터스 로봇들이 출시되고, 외형적으로는 로봇의 모습을 갖추지 않고 있으나 지능을 갖추고 환경 속에 내장되어 사람들에게 다양한 정보와 서비스를 제공할 수 있는 새로운 형태의 내장형 유비쿼터스 로봇(Embedded

Ubiquitous Robot)들이 소개되면서 생활공간 속에 퍼져 있는 지능형 로봇에 대한 관심도 증가하고 있다.

이와 같이 스마트 홈 시스템 인프라 속에서 유비쿼터스 로봇들과 함께 생활할 미래의 스마트 홈에서의 가정생활을 상상해 보자. 아침에 기상 시간이 되면 로봇이 침대 옆에서 노래 혹은 고유의 소리를 이용하여 잠을 깨워준다. 세면을 하고 식사 중에 "오늘 아침 주요뉴스가 뭐니?" 음성으로 물으면 무선 인터넷으로부터 데이터를 전송 받아 음성으로 읽어준다. 또한, "오늘 날씨는?" 하고 물으면 역시 인터넷으로부터 데이터를 받아 음성정보로써 제공한다. 용변을 보는 동안 변기속의 내장형 로봇은 용변의 성분을 분석하여 건강상태를 모니터링 하고, 거울을 보면서 양치질을 하는 동안 거울에 설치된 내장형 로봇은 안색과 눈동자의 상태를 분석하여 건강상태를 모니터링 한다. 식사를 위해 벽면에 설치된 "Smart Display"에는 가고 싶은 지역의 삼차원 동영상을 몰입감을 느낄 수 있도록 보여줌으로써 마치 자신이 다른 장소에 와서 식사하고 있는 것 같은 느낌을 가질 수 있도록 해준다. 옷을 입기위해 옷장의 문을 열면 날씨, 일정 및 기분상태에 따라 조합할 수 있는 복장들을 거울형 디스플레이를 통해 보여주어 옷을 선택할 수 있게 해주고, 옷을 입는 동안 오늘의 일정과 준비물을 차례대로 들려주어 하루를 계획할 수 있게 해주고, 재미있는 이야기를 들려주어 기분 좋게 하루를 시작할 수 있게 해준다. 집을 나서면서 "아침 교통상황은 어때?" 하고 물으면 출근길에 대한 대략의 교통상황을 알려주어 교통체증이 덜한 지역으로 방향을 선택할 수 있도록 도와준다. 아이들이 있는 경우, 당일의 숙제와 준비물들을 준비할 수 있도록 정보를 알려준다. 또한, 모든 식구들이 출근하면서 음성명령을 통해 보안 동작 모드로 변환해주면 사람이 없는 동안 가정에 침입자 혹은 화재발생 등을 감시한다. 침입자 혹은 화재가 발생하면 장착되어 있는 카메라를 사용하여 해당지역의 영상을 촬영하여 무선 통신망을 통해 집주인이 근무하는 회사의 인터넷과 e-mail, 집주인 핸드폰, 보안회사의 컴퓨터 서버 및 경찰서의 컴퓨터 등에 영상 데이터를 전송하여 빠른 시간 안에 직접 현장의 상태를 확인할 수 있도록 해주고 문제가 발생한 경우 신속한 조치를 취할 수 있도록 해준다. 보안 모드에서는 주인의 음성을 구분하는 음성 인식 기능과 얼굴을 인식하는 기능을 탑재하고 있어 침입자의 사용을 방지한다. 인터넷을 통해

집안 진공청소를 부탁하면 스스로 경로를 결정하여 다니면서 집안 구석구석 청소를 해준다. 다음, 아이들이 학교에서 돌아오면 도착한 e-mail들을 알려주기도 하고 부모들로부터 도착한 소식을 전달해줄 뿐 아니라 영어와 같은 언어 교육의 일부를 제공하기도 하며, 인기 있는 오락게임을 제공하여 아이들의 친구로서 또한 선생님으로서의 역할을 수행할 수 있을 것이다. 혹시, 강아지나 고양이를 닮은 애완용 로봇이 있다면 마치 살아있는 동물과 같이 주인이 집에 도착했음을 반가워하고 음성을 인식하여 주인이 즐거워할 수 있는 행동을 스스로 보여줄 것이다. 주인의 반응이 시큰둥하거나 자기를 귀여워 해주는 것 같지 않으면 토라져서 힘없는 모습으로 돌아다니는 행동을 함으로써 주인의 관심과 사랑을 받을 수 있도록 할 것이다. 저녁에 가족들이 모두 모이면 멋있는 지역의 동영상을 몰입형 디스플레이를 통해 제공하여 여행지에 와서 식사를 하는 듯한 느낌을 가질 수 있도록 도와줄 것이고, 가족이 즐길 수 있는 영화를 벽면과 천장 등에 설치된 디스플레이를 통해 마치 영화관에 온 것 같이 영화 속에 흠뻑 빠져들 수 있도록 한다. 취침 시간을 알려주어 적절한 시간에 잠자리에 들 수 있도록 도와준다.

언뜻 들으면 영화 속에서 나올 법한 이야기인 듯하기도 하고 너무 기계적인 생활 같다는 느낌이 들 수도 있으나 현재 진행 중인 연구들이 보다 자연스럽게 친근한 사용자 인터페이스를 제공하는 부분에 집중되고 있다는 관점에서 우리를 스스로 인식하지 못할 만큼 자연스러운 서비스를 제공할 수 있을 것이다.

## 2. 지능형 유비쿼터스 로봇

미래의 가정생활에서 서비스와 기능을 제공할 수 있는 로봇을 "지능형 유비쿼터스 로봇"이라고 정의하면 지능형 유비쿼터스 로봇은 크게 엔터테인먼트 로봇, 바퀴로 이동할 수 있는 지능형 서비스 로봇, 두 다리로 이동할 수 있는 인간형 서비스 로봇(휴머노이드) 및 청소용 로봇 등으로 구분된다. 또한, 유무선 통신 기술, 반도체 기술 및 Ubiquitous Computing 기술의 발달로 각종 부품이 소형화되면서 건물이나 가정 소품에 내장되어 Sensor Network을 통해 사용자에게 필요한 정보나 서비스를 제공할 수 있는 내장형 유비쿼터스 로봇이 또 하나의 로봇분야로 부각되고 있다.

### 2.1. 내장형 유비쿼터스 로봇

무선통신과 MEMS 기술의 발달에 힘입어 통신기능을 갖춘 초소형의 센서들이 개발됨에 따라 외형은 로봇의 모습을 갖고 있지 않으나 지능을 탑재하고 사람에게 다양한 서비스를 제공할 수 있는 내장형 유비쿼터스 로봇의 개념이 소개되고 있다. 즉, 가정의 가구들을 포함한 생활환경

(소파, 냉장고의 손잡이, 욕조, 변기, 거울, 천정 등) 속에 내장되어 사람과 환경에 대한 정보를 수집하고 이를 통신망을 통해 전달하거나, 사람을 인식하여 필요한 서비스를 제공할 수 있는 지능형 로봇 기술들이 개발되고 있다. 이는 "센서 네트워크 기반 내장형 로봇"의 개념으로 Ubiquitous Computing 분야에서 Sensor Agent를 활용한 Location Awareness 및 Context Awareness 개념의 확장으로 기존의 Software Agent와 Robotic Agent를 서로 연결하는 새로운 시도로 볼 수 있다. 이러한 내장형 유비쿼터스 로봇은 환경 속에 탑재되어 가정에서의 건강 모니터링 시스템, 전시장, 박물관 및 공공건물의 안내 시스템, 물류 시스템 등 사람이 의식하지 못하는 순간 자연스럽게 서비스를 제공하는 다양한 분야에 적용될 수 있을 것으로 기대된다.

### 2.2. 엔터테인먼트 로봇

엔터테인먼트 로봇은 오락용 로봇 및 집안에서 키우고 싶어 하는 강아지나 고양이를 대신할 수 있는 로봇들을 비롯하여 사람에게 즐거움을 제공할 수 있는 로봇을 의미한다. 실제 동물과 같이 최초로 전원을 공급받는 시점을 태어나는 시간으로 하여 서비스를 제공하는 양식을 스스로 학습하고 주인의 반응에 따라 약간씩 다른 성격을 갖도록 성장하는 모습을 보여줌으로써 사람들의 호기심과 감성을 자극한다. 대표적인 엔터테인먼트 로봇으로는 일본 소니(Sony)사에서 개발한 "아이보(Aibo)"와 일본 옴론(Omron)사에서 개발한 "네코로(Necoro)"가 있다. (그림 1)의 로봇이 "아이보"의 대표적인 모델인 ERS-210이고, (그림 2)의 로봇이 고양이 로봇 "네코로"이다.



그림 1. 아이보



그림 2. 네코로

“아이보”는 네 다리로 걸을 수 있으며 코 부분에 영상을 획득할 수 있는 CCD 영상소자를 탑재하고 영상처리 기능을 갖추고 있어 특정한 색깔을 갖는 물체를 따라갈 수 있다. 머리 위, 등 및 턱 부분에 사람의 접촉 여부 및 접촉 강도를 감지할 수 있는 압력 센서를 장착하고 있어 사람이 쓰다듬어 주는 횟수와 강도에 따라 다른 성격을 갖는 로봇으로 성장하게 된다. 외형 및 장착된 센서들에 대한 구체적인 사양은 (그림 3)에 제시되어 있다. 각 다리는 3개의 관절들로 구성되어 있고, 머리를 움직일 수 있도록 목에 3개의 관절이 장착되어 있으며, 꼬리를 움직일 수 있는 2개의 관절, 각 귀를 움직일 수 있는 1개의 관절, 입을 움직일 수 있는 1개의 관절을 포함하여 모두 20개의 자유도(Degree of Freedom)를 갖는 로봇이다. 음성 입력이 가능하도록 두 개의 소형 마이크를 장착하고 있으며 특히, 50개 이상의 단어와 문장에 대한 인식능력을 내장하고 있다. 두 개의 마이크(Stereo Microphone)를 사용하여 소리가 나는 방향을 감지하여 인식된 방향으로 이동할 수 있다. 또한, 소리를 전달하기 위한 소형의 스피커도 장착하고 있다. 음성 명령에 따라 다양한 행동과 제스처를 보여줄 수 있고, 스스로의 기분과 감정에 따라 사람들이 예상치 못한 동작들을 할 수 있기 때문에 사람의 호기심과 감성을 자극한다. 내부에 가속도 센서를 장착하고 있어 자신이 넘어져있는지 제대로 서있는지를 판단할 수 있으며, 거리를 측정할 수 있는 적외선 센서를 장착하고 있어 이동 중에 앞에 위치한 장애물을 감지할 수 있다.

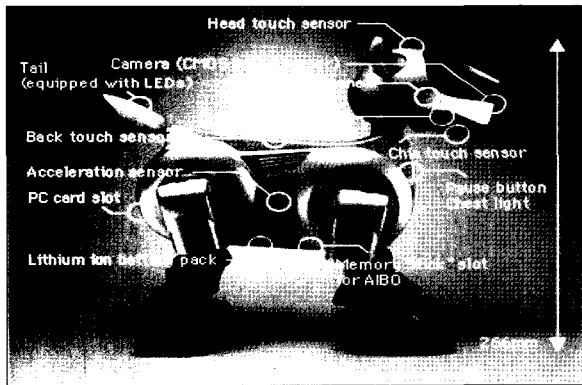


그림 3. 아이보 외관 사양

“네코로”는 “아이보”와 달리 자유로운 이동이 불가능하지만 귀 뒷부분과 등 부분에 예민한 피부센서 어레이(Array)를 장착하고 있어 사람의 쓰다듬는 동작에 반응하여 실제 고양이와 비슷한 소리를 내면서 척추를 움직여주는 동작을 보여줌으로써 살아있는 듯한 느낌을 준다. 목과 귀를 움직일 수 있고 다리를 폈다 구부릴 수 있어서 앉아있는 고양이와 많이 닮은 동작을 보여준다. 또한, 접촉이 없는 경우에는 고양이를 닮은 48가지의 자연스런 소리와 동작을 보여줌으로써 소유자에게 감성적인 자극을 준다. 소리센서를 탑재하고

있어 자신의 이름을 인식할 수 있고 커다란 소음을 감지할 수 있으며, 시각 센서를 통해 주변의 갑작스런 운동을 인식한다. 소유자가 자주 접촉을 하고 보살피 주면 더 부드럽고 자연스런 동작을 보여주는 반면, 접촉이 없거나 놀아주지 않으면 로봇은 주인을 무시하는 동작을 한다.

### 2.3. 지능형 서비스 로봇

지능형 서비스 로봇이란 최근 국내외에서 많이 소개된 로봇으로 세 개의 바퀴를 사용하여 이동하면서 음성 인식 및 합성에 의한 무선 인터넷을 통한 정보 서비스, 빈집의 보안 및 감시 서비스, 무선 정보통신 기기를 통한 데이터 전송 및 실시간 제어 서비스, 간단한 진공청소, 교육 서비스 등을 제공하는 로봇을 말한다. 대표적인 로봇으로는, 일본 NEC사의 “파페로(Papero)”, 미국 iRobot사의 “아이로봇(iRobot)”, 한국의 (주)우리기술의 “아이작(ISSAC)”, 삼성전자(주)의 “아이코마(iComar)”, 일본 TMSUK의 “TMSUK-04” 등이 있다. 모두 바퀴로 굴러가는 구조를 가지고 있는 반면 “아이로봇”은 특수한 구조를 가지고 있어 문턱과 같은 높이 차이가 나는 지역을 통과할 수 있는 장점을 가지고 있다. (그림 4)는 “파페로”, (그림 5)는 “아이로봇”, (그림 6)은 “아이작”, (그림 7)은 “아이코마”, (그림 8)은 “TMSUK-04”의 모습을 각각 보여준다.

“파페로”는 “주행(Walking) 모드”와 “대화(Talking) 모드”의 두 가지 동작모드를 지니고 있는데, 사람과 대화하지 않고 상호작용이 없을 때 재미 삼아 방안을 배회하거나 사람을 찾기 위해 주변을 돌아다니는 동작 모드를 “주행 모드”라고 한다. 주행 중 사람을 발견하고 사람과 상호작용을 하기 위해 노력하는 모드를 “대화 모드”라고 한다. “주행 모드”에서는 시각 센서와 초음파 센서를 사용하여 가구나 다른 장애물들을 피하면서 사람을 찾아다니는데 피곤하거나 사람을 오랜 시간 발견하지 못하면 졸기도 한다. 어떤 사람에게 e-mail과 같은 소식이 도착하면 해당되는 사람을 찾아다닌다. “대화 모드”에서는 음성 인식 및 합성을 통해 상호작용이 가능한 간단한 대화, 춤추기, 퀴즈 게임, 오늘의 운세 알려주기, 음성 및 영상 메시지 수신 및 전송, 텔레비전 무선 조정, 시간 알려주기, 생일 기억 및 축하 등 다양한 기능을 보여준다. 특히, 사람의 얼굴을 추종하는 기능과 함께 얼굴 인식 및 모델 기능을 가지고 있고, 사람과의 상호작용에 따라 다양한 성격을 갖는 모습으로 성장하는 기능을 가지고 있다.

“아이로봇”은 세 개 이상의 바퀴를 사용하여 굴러가면서 높이가 다른 문턱과 같은 장애물이 나타나면 높이를 조절해 가면서 이동할 수 있는 구조를 가지고 있다. 다양한 기능 보다는 원격지에서 집안 여러 지점의 동영상을 로봇을 움직이면서 직접 볼 수 있는데 머리 부분에 카메라가 장착되어 있고, 집안에 설치된 개인용 컴퓨터와 무선통신을 통해 명령을 전달받고 데이터를 전송한다.

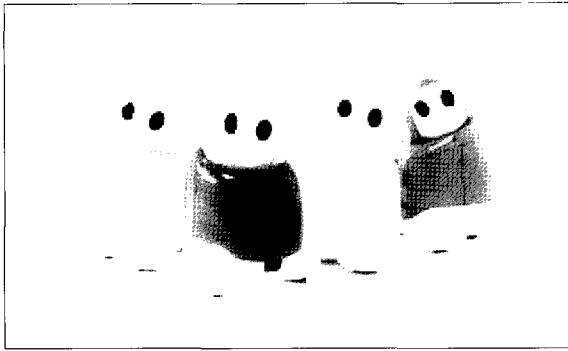


그림 4. 파페로

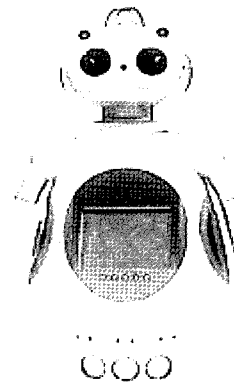


그림 7. 아이꼬마

Take Control

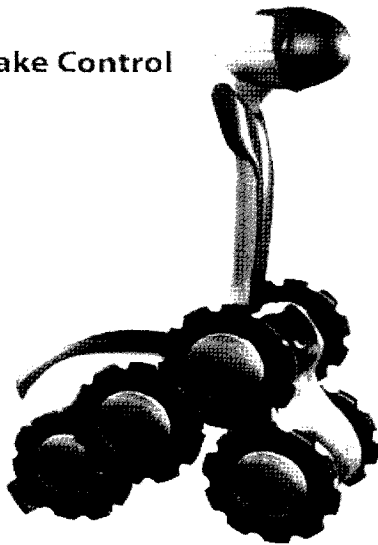


그림 5. 아이로봇



그림 8. TMSUK 04



그림 6. 아이작

휴가 혹은 근무를 위해 집 밖에 있는 경우 아이, 노인 혹은 애완동물 등을 원격지에서 동영상을 통해 관찰할 수 있으며 보안 목적으로도 활용할 수 있다.

“아이작”은 국내에서 최초로 개발된 홈 서비스 로봇으로 세 개의 바퀴를 사용하여 이동할 수 있는 로봇이다. 음성 인식 및 합성 능력을 가지고 있어 사용자와의 대화를 통해 정보를 전달하거나 명령을 받는다. “정보 서비스” 기능을 가지고 있는데 오늘의 날씨, 주요 뉴스, 증권 정보 등 필요한 정보를 인터넷에서 수집하여 사용자에게 음성으로 전달하는 기능을 탑재하고 있다. 또한, 개인용 컴퓨터, PDA 혹은 핸드폰을 사용하여 로봇을 움직일 수 있어 집밖에서 집안의 상황을 동영상으로 볼 수 있는 기능을 가지고 있다. “보안 및 감시” 기능이 있어 빈집에 들어오는 침입자를 감지하여 관련 부분의 영상을 장착된 카메라를 사용하여 찍은 후 무선 인터넷을 사용하여 경찰소, 경비실 및 집주인에게 전송할 수 있으며, CDMA-2000 인터페이스를 가지고 있어 주인의 핸드폰으로 직접 영상데이터를 전송할 수 있어 사고 시 빠른 대응을

할 수 있다. "진공 청소" 기능을 내장하고 있어 부분적인 청소와 방 청소의 두 가지 모드로 동작한다. 부분 청소의 경우에는 로봇 앞부분의 좌측 혹은 우측의 1 미터 x 1 미터 범위를 청소해주는 기능을 발하고, 방 청소는 방 내부를 스스로 주행하면서 청소를 한다. "가전기기 무선 제어" 기능은 집안에서 사용중인 텔레비전, VTR, 오디오 등의 가전기기들을 음성 명령에 의해 제어할 수 있다. 즉, 주방에서 일하면서 혹은 다른 일을 하면 오디오를 켜서 음악을 듣거나 불필요하게 켜진 가전기기를 끌 수 있다. 전원을 끄고 켤 뿐 아니라 소리 크기의 조절, 채널 변경 등 다양한 무선 제어 기능을 가지고 있다.

"아이포마" 역시 세 바퀴를 사용하여 이동하는 가정용 로봇으로 사람이 없을 때 침입자를 감시하여 알려주는 보안 기능, 외출 시 메시지를 남겨두어 전달해주거나 도착한 e-mail을 알려주는 메시지 전달 기능, 장착된 카메라에 포착된 영상을 전송해주는 기능을 내장하고 있다. 핸드폰 혹은 PDA를 통해 명령을 전달하여 동작을 제어할 수 있고 데이터를 전송할 수 있다.

"TMSUK-04"는 가정에서의 서비스 역할을 강조하기 위해 (그림 8)에 보인 바와 같이 치마를 입은 모습을 갖추고 있다. 역시 세 개의 바퀴로 굴러가는 구조의 로봇으로 두 팔과 손을 가지고 있어 작업을 할 수 있는 점이 앞서 소개된 로봇들과 구분된다. 그러나, 자율적인 동작이나 기능보다는 원격 제어(Tele-operation)에 의해 구동되기 때문에 원격지에서 원하는 작업이나 서비스를 시키고자 할 때 사용될 수 있다.

#### 2.4. 진공청소 로봇

앞서 소개된 로봇들이 복잡한 구조와 다양한 기능을 탑재한 로봇이라면 기존의 가전기기와 마찬가지로 한 가지 기능에 충실한 로봇을 만들기 위한 노력도 전 세계적으로 진행 중이다. 즉, 냉장고는 음식을 보관하기 위한 단일 기능을, 세탁기는 물빨래를 위한 전용 기능을, 토스터는 빵을 굽기 위한 전용 기능을 가지고 있는 것처럼, 자율적으로 주행하면서 진공청소를 담당해주는 청소용 로봇이 유럽을 필두로 그 모습들을 보이고 있다. (그림 9)의 로봇이 영국 다이슨(Dyson)사의 청소로봇 "DC06", (그림 10)의 로봇이 스웨덴 Electrolux사의 "Trilobite", (그림 11)이 독일 Karcher GmbH사의 "RoboClean", (그림 12)가 미국 Probotics사의 "Cye"로 현재까지 발표된 청소로봇들이다. 이러한 청소로봇은 주로 실내의 진공청소를 담당해주는 로봇들로 청소를 하기 위한 경로생성 방법과 자율주행 능력 및 장착된 센서들의 복잡도에 따라 가격 및 기능이 결정된다.

청소로봇 "DC06"은 70개의 센서를 장착하고 있고 자기 위치 결정 및 자율주행 능력을 가지고 있으며 주변환경을 감지할 수 있는 다양한 센서를 장착하고 있어 고급스러운 청소로봇이나 가격이 US\$3,500 이상으로 가정에서 사용하기에 아직까지 비싼 점이 흠이다. 자신이 청소한 지역을

기억하고 있어 한 번 청소한 지역은 다시 청소하지 않아 배터리를 효율적으로 사용할 수 있고, 최외곽 경계를 감지한 후 내부지역 청소 시에는 계획된 경로를 따라 자율적으로 주행하면서 청소를 한다. 또한, 오염도 센서를 장착하고 있어 먼지가 많은 지역에서는 로봇의 이동속도를 느리게 하고 먼지가 적은 지역에서는 이동속도를 빠르게 하여 청소의 효율을 고려한 동작제어 기능도 탑재하고 있다. 거리 센서를 장착하고 있어 주행 중에 테이블의 다리 혹은 의자의 다리와 같은 장애물이 있는 경우 이를 피해 주행할 수 있다.

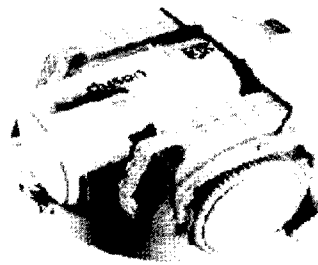


그림 9. DC06

"Trilobite"은 도너스와 같이 직경 40cm 정도의 둥근 모양으로 정해진 경로를 따라 움직이지 않고 한 방향으로 주행하다 장애물을 만나면 임의의 다른 방향으로 진행하면서 청소하고, 또 다시 장애물을 만나면 방향을 바꾸어 주행하면서 청소를 계속하는 방식으로 주행한다. 따라서, 많은 센서를 필요로 하지 않아 가격이 "DC06"에 비해 매우 저렴한 청소기이다. 위의 두 청소로봇은 배터리 충전을 위해 충전소에 스스로 들어갈 수 있는 자율 도킹(Docking) 기능을 가지고 있다. 가격은 US\$1,000 이하로 알려져 일반가정에서 사용을 시도할 수 있을 것으로 기대된다.



그림 10. Trilobite

"RoboClean" 역시 "Trilobite"와 비슷한 방식으로 Random Pattern에 의해 주행하면서 청소하는 방식이나 다른 점은 아직 상품으로 출시되지 않았으며 배터리 충전을 수동으로 해야한다. 개발 당시 목표로 한 판매가격은 US\$500 이었으나 현재의 센서, 액츄에이터 및 청소기술의 수준으로 보아 어려움이 많은 가격대로 판단된다.

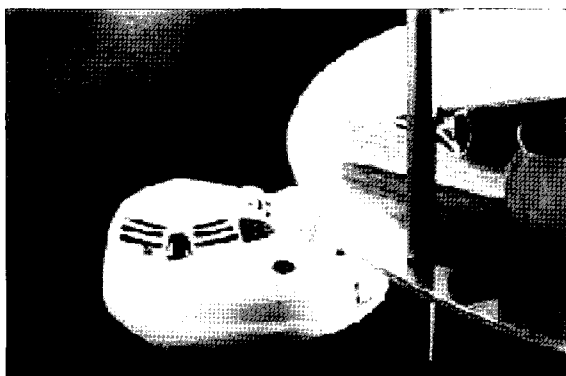


그림 11. RoboClean

“Cye”는 청소전용의 로봇이 아니라 이동로봇 플랫폼에 기존의 충전용 청소기를 장착하여 사용하는 방식으로 구성되었다. 집안에 설치된 개인용 컴퓨터에서 경로를 계획하여 전송하면 그 경로를 따라 진공청소를 하는데 외부환경을 감지할 수 있는 센서가 없어 모터에 장착된 엔코더만을 사용하여 자기의 위치를 결정하기 때문에 오차가 많고, 청소기와 바닥의 마찰에 적용할 수 있는 제어기법이 필요하다. 국내에서도 대기업과 중소기업 등 여러 곳에서 개발을 진행중인 것으로 알려져 있으나 아직 상품화되어 발표된 모델은 없다. 가정용 서비스 로봇인 “아이작”이 청소기능을 장착하고 있으나 청소전용의 로봇이 아니라 다른 복합적인 기능을 가지고 있어 청소로봇으로 개발되기 위해서는 시간이 필요로 할 것으로 보인다.



그림 12. Cye

이 외에 최근에 개발 소개된 국내의 LG전자(주)에서 개발된 청소로봇 “로보킹”, 한울로보틱스(주)의 청소로봇, 미국의 아이로봇(주)에서 개발된 청소로봇 “Roomba(룸바)” 등이 출시 혹은 출시예정인 청소로봇이 가정으로 파고들 것으로 예상되나 청소의 충실도, 청소 시간 및 동작 속도, 청소 소음, 동작 시간, 제품 가격 등 개선을 위한 문제들이 먼저 해결되어야 할 것으로 판단된다.

## 2.5. 인간형 서비스 로봇

앞서 소개된 로봇들은 대부분 바퀴로 둘러 다니면서 서비스를 제공하는 구조를 가지고 있어 이러한 로봇을 원활하게 사용하려면 집의 바닥을 높이 차이가 거의 없도록 바꾸어야 한다. 따라서 기존의 사람이 생활하던 환경을 그대로 유지하면서 사용할 수 있는 로봇이 있으면 더 많은 응용분야를 찾을 수 있을 것이다. 그 한 가지 방법은 사람과 같이 두 발로 자유롭게 걸을 수 있는 로봇 즉, 인간형 로봇을 사용하면 앞서 소개된 지능형 서비스 로봇과 달리 기존의 환경에 적응하여 사용할 수 있을 것으로 기대된다. 현재까지 가정용 로봇으로 분류되어 개발된 인간형 로봇은 없으나 보행 능력이 안정화 되면 복잡한 환경은 물론 가정에서도 이용될 수 있을 것이다.

개발된 대표적인 이족보행 로봇을 살펴보면, 일본 혼다(Honda)사에 의해 발표된 이족 보행 로봇 “아시모(ASIMO)”, 소니(Sony)사의 “SDR-3X”와 “SDR-4X”, JST사의 “PINO”, 일본 AIST에서 개발된 “HRP-2”, 한국 KIST에서 개발된 베이비봇(BabyBot) 등이 있다. 이들 로봇은 두 다리로 걷기 위해 ZMP(Zero Momentum Point)의 위치를 제어해 주는 보행 알고리즘을 탑재하고 있다. (그림 15)는 “아시모”, (그림 13)은 “SDR-4X”, (그림 14)는 “PINO”, (그림 16)은 “HRP-2”, (그림 17)은 “BabyBot”이다.

“아시모”는 세계 최초로 안정된 이족 보행 기능을 선보이면서 인간형 로봇의 상품화 가능성을 전 세계에 선보인 로봇이다. 평지는 물론 계단도 올라갈 수 있을 만큼 안정적인 보행 기능을 가지고 있다. 혼다 사에서는 2010년까지 기존의 자동차 생산라인에서 사용하고 있는 산업용 로봇을 제거하고 “아시모”를 생산라인에 투입하여 자동차 모델변화에 빠르게 대응할 수 있는 생산라인을 구축하는 것을 목표로 로봇 개발을 추진하고 있다. 아직 주변 환경에 대한 자율적인 판단에 근거하여 스스로 판단하거나 움직이지 못하고 원격조종에 의해 움직이지만 가정용 서비스 로봇에서 소개된 기능들을 탑재하면 충분히 가정에서도 사용할 수 있을 것으로 기대된다. “SDR-3X”, “SDR-4X” 및 “PINO” 등은 키가 120 cm인 “아시모”에 비해 작은 키인 80 cm로 개발되어 아기와 같은 느낌을 주고 개발 목적이 장난감 혹은 엔터테인먼트용으로 개발되었지만 키가 큰 “아시모”에 비해 보다 유연하고 부드러운 동작을 하기 때문에 가정용 서비스 로봇에서 소개된 기능들을 탑재하면 충분히 가정에서도 사용할 수 있을 것으로 기대된다.

소개된 이족 보행 로봇들을 살펴보면, “아시모”와 “PINO”는 26개의 모터에 의해, “SDR-3X”와 “SDR-4X”는 24개의 모터에 의해 움직이는 복잡한 구조를 가지고 있다. 각 로봇은 목에 2 자유도, 각 다리에 6 자유도, 각 팔과 손에 5 혹은 6 자유도, 허리에 2 자유도를 구현하기 위해 모터를 장착하여 사용하고 있다. 몸무게는 “아시모”가 43 Kg, “SDR-3X”가 5 Kg, “PINO”가 4.5 Kg이다. 최고 보행 속도는 “아시모”는 1.6 Km/h, “SDR-3X”는 0.9 Km/h이며, “SDR-3X”, “SDR-4X”, “PINO”

등은 넘어진 상태에서 스스로 일어날 수 있다. 또한, 대부분의 로봇이 외부의 충격을 감지할 수 있는 센서를 장착하고 있어 외부에서 손으로 밀면 자세를 바꾸거나 뒤로 물러나 넘어 지지 않는 기능을 가지고 있고, 기본적으로 음성 센서와 시각 센서를 장착하고 있어 주인의 음성과 얼굴을 인식하거나 동작(Gesture)을 인식하기도 하고 사람을 따라가기도 한다. 특히, 사람과 같이 주변 환경을 시각 센서로 감지하여 장애물을 피해가거나 경로를 계획하기 위한 노력이 시작되고 있다.

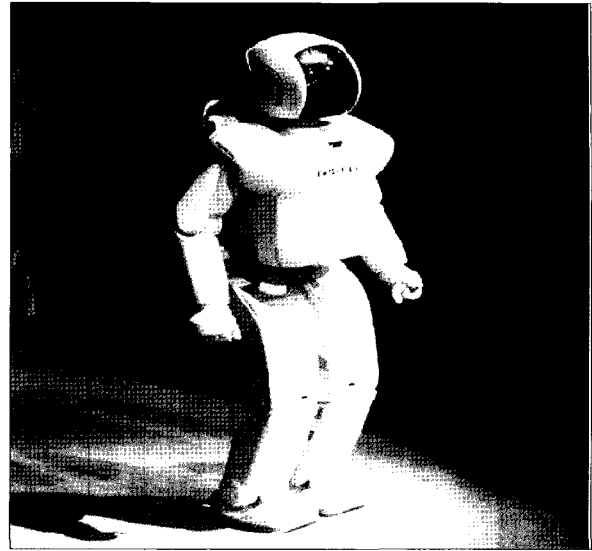


그림 15. 아시모

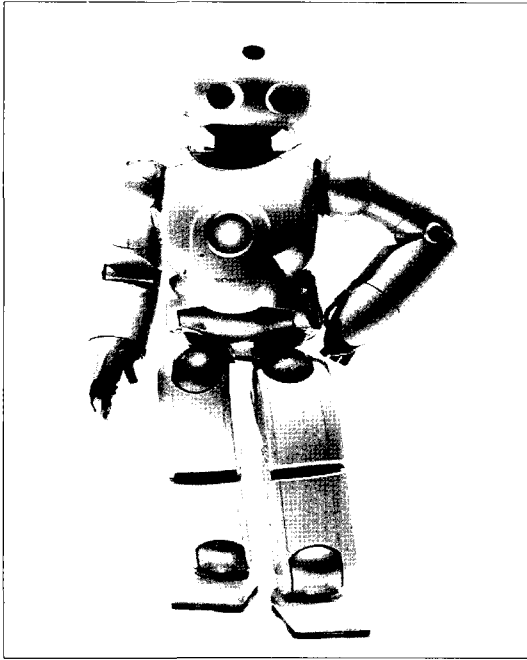


그림 13. SDR 4X

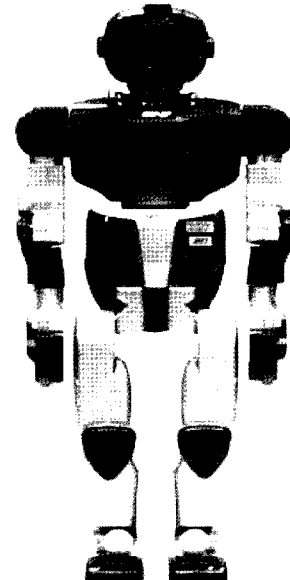


그림 16. HRP 2

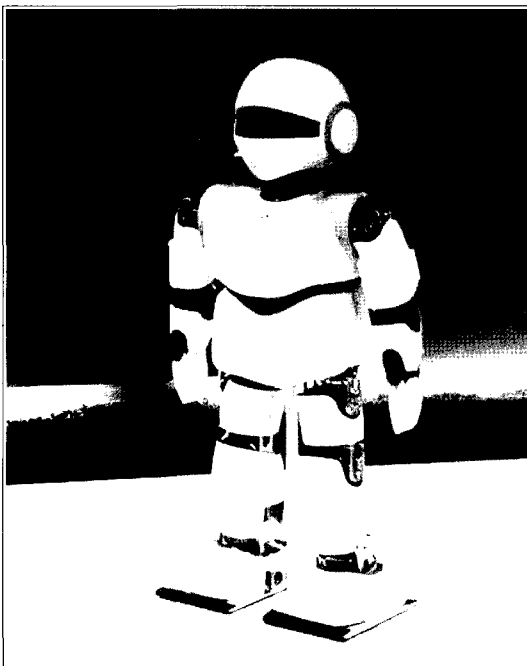


그림 14. PINO

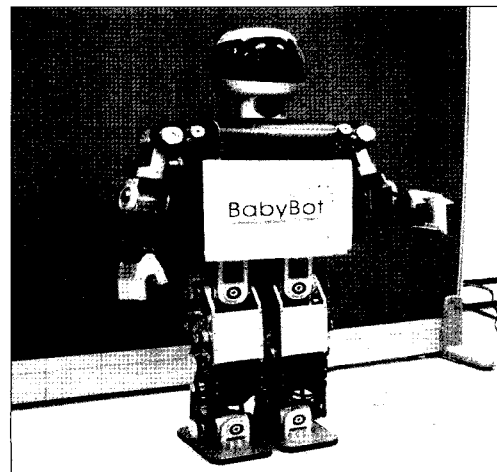


그림 17. BabyBot

소개된 인간형 이족 보행 로봇들은 두 팔과 손을 가지고 있어 정보 서비스 이외에 심부름이나 물건 운반과 같은 작업을 시킬 수 있어 가정에서의 새로운 서비스를 제공할 수 있는 가능성을 가지고 있다. 또한, 아기를 키우는 것과 같은 느낌을 가질 수 있도록 다양한 엔터테인먼트 기능과 감성적 교류가 가능한 상호작용 기능을 갖추고 가격을 낮추면 가정용 로봇으로서의 응용 가능성은 보다 넓어질 것으로 기대된다.

### 3. 스마트 홈과 유비쿼터스 로봇

소개된 바와 같이 유비쿼터스 로봇은 다양한 모습으로 개발, 소개되고 있으며 외형과 무관하게 탑재된 기능에 따라 인간에게 다양한 서비스를 제공할 전망이다. 물론 아직까지 가격이 비싸고, 현재의 기능으로 과연 사용자들이 로봇을 유용하게 사용할 수 있을 것인가에 대한 의문이 있지만 4-5년 사이에 각 가정에서 1-2 대의 로봇이 사용될 것으로 기대되고 있다. 그러나, 이러한 로봇들이 가정에서 신뢰성을 갖고 사용되기 위해서는 독립적인 동작이나 기능도 중요하지만 시공단계에서부터 미래의 주택과 연계하여 고려되고 개발해야 할 부분도 많을 것으로 판단된다.

첫째, 정보화의 중요성이 증가하면서 무선 통신망과의 연계성과 홈 네트워크와의 연계성이 필요할 것이고, 홈 네트워크 속에서 유비쿼터스 로봇의 기능을 정의할 필요도 있을 것이다. 즉, 집마다 설치되어 있는 개인용 컴퓨터를 유비쿼터스 로봇으로 대체하여 집안의 네트워크와 데이터 관리를 로봇에 탑재된 컴퓨터에 맡겨 처리할지 전혀 독립된 존재로 사용할지를 결정해야 할 것이다.

둘째, 로봇이 가정에서 움직이면서 전송된 명령을 실행하기 위해서는 가정 내에서 자기의 위치를 알아야 한다. 즉, 로봇이 거실에 있을 때 "안방으로 오라"라는 명령이 입력되면 스스로 자기가 어디에 있는지를 판단하고 안방으로 가기 위한 경로를 계획한 후 동작을 시작해야 한다. 그런데, 자기의 위치를 알기 위해서 현재까지 개발된 기술의 수준을 보면 집안의 주요지점에 주행신호(Landmark)를 설치해야 하는데 이러한 부분들이 건물의 시공단계에서부터 함께 고려가 되면 인터리어에 영향을 미치지 않으면서 로봇이 활동할 수 있는 주택을 만들 수 있을 것으로 판단된다.

셋째, 주행신호 이외에 로봇의 가격을 낮추고 보다 많은 사람들이 로봇을 활용하기 위해서 산업초기에는 두 발로 걷는 인간형 로봇보다는 세 개의 바퀴를 활용하여 이동할 수 있는 로봇이 적합할 것으로 예상된다. 그러나 기존의 우리나라 주택들은 대부분 문턱이 있어 이를 극복하기 위한 별도의 기구 혹은 특별한 센서를 필요로 하는 바 문턱이 없는 주택을 표준으로 채택하기 위한 노력도 필요할 것으로 보인다.

넷째, 기존의 아파트 시공방식을 보면 바닥의 편평도와 수평도를 맞추는 작업이 정밀하게 이루어지지 않아 나무 바닥을 시공하거나 다른 딱딱한 재질의 바닥재를 시공할 때 어려움을 겪는 것을 흔히 볼 수 있다. 로봇의 경우에도 수평이 맞지 않거나 바닥의 요철이 심한 경우 자기 위치 결정 및 센서 데이터를 얻을 때 불안정한 데이터를 얻게 되어 동작에 어려움을 겪는 경우가 흔히 발생하므로 이를 고려한 바닥공사의 주의 깊은 시공도 필요할 것이다.

### 4. 결론

이상에서 스마트 홈 시스템과 서비스 로봇의 한계를 극복할 수 있는 하나의 대안으로 무선통신에 기초한 유비쿼터스 통신망을 활용하되 스마트 홈에서 실용적인 서비스를 제공할 수 있는 대안으로서의 유비쿼터스 로봇의 개념을 소개하고, 기존의 로봇을 중심으로 로봇 개발동향을 살펴 보았다.

지능형 유비쿼터스 로봇은 과거의 산업용 로봇과 비교할 때 매우 복잡한 구조를 가지지만 가전기와 같이 넓은 시장을 확보하고 있다는 측면에서 발전가능성은 매우 크다 하겠다. 또한, 청소로봇과 같이 아주 빠른 시간 내에 가정에서 사용할 수 있는 로봇이 소개되고 있다는 관점에서 볼 때 핸드폰이나 인터넷처럼 로봇이 우리 곁으로 성큼 다가올 날도 멀지 않은 듯 하다.

### ..... 저 자 소개 .....



《유범재 (You, Bum-Jae)》

- 1985년 서울대학교 공과대학 제어계측공학과 공학사.
- 1987년 한국과학기술원(KAIST) 전기 및 전자공학과 공학석사.
- 1991년 한국과학기술원(KAIST) 전기 및 전자공학과 공학박사.
- 1991년~1994년 (주)터보테크 기술연구소 연구실장.
- 1994년~현재 한국과학기술연구원(KIST) 지능로봇연구센터 책임연구원.
- 관심분야 : Vision-based Robotics, Vision-based Control, Real-time Computer Vision, 지능형 서비스 로봇, 휴머노이드 및 신호처리소자/마이컴 응용기술.