

로봇 신기술



김 중 형

서울산업대학교
기계설계자동화공학부 교수
johnkim@snut.ac.kr

서울대학교 공대 기계설계학과 학사

한국과학기술원 생산공학 석사

한국과학기술원 기계공학 박사

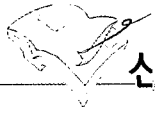
(현) 서울테크노파크의 마이크로시스템패키징
개발센터장

• 로봇과 함께 사는 사회

가까운 미래에 로봇들은 사람들이 사는 세상에서 사람들과 함께 살아갈 것으로 보인다. 우리는 이렇게 로봇이 사람과 공존하는 미래 사회에 대한 상상력의 단편을 영화나 만화와 같은 매체들을 통해서 보아 왔고 이것이 점점 실현되고 있음을 느낀다. 가까운 미래에 로봇 진공청소기, 로봇 자동차, 로봇 가정부, 로봇 청소부, 로봇 개인 비서 등은 세상을 더 능률적이고 안전한 곳으로 만들어 줄 것이다. 로봇은 노약자들이 휠체어에 타고 내리거나 침대에 눕는 것을 도와주고, 여러 개의 언어에 능통하며, 절망에 빠진 사람을 찾아내고, 아기를 돌보며, 외로운 사람들의 대화 상대가 되어줄 것이다. 이러한 매체들이 보여주는 로봇은 인간보다 동등하거나 월등한 신체적인 능력과 지능을 가지고 다양한 역할을 수행할 수 있다는 것이다. 이제 겨우 공장의 생산라인에서 단순 반복적인 작업에서 벗어나 사람들의 일상생활에 들어오기 시작한 현재의 로봇 기술의 수준을 보면 이러한 상상은 먼 미래의 일인 것처럼 보인다. 그러나 카네기 멜론 대학의 한스 모라벡 (Hans Moravec) 같은 이들은 지금은 사람들이 컴퓨터보다 훨씬 더

많은 일을 해내고 있다는 것을 인정하지만, 언젠가는 로봇의 지능이 사람의 지능을 따라잡을 것이며, 2050년까지는 앞지르게 될 것이라고 믿는다.[1] 현재 가장 영리한 로봇이 곤충 정도의 지능을 가지고 있는 것을 감안한다면, 이러한 예측은 놀라 만한 것이다.

70년대와 80년대를 대표했던 제1세대 로봇은 컴퓨터와 기계의 결합 차원에서 “재 프로그램이 가능한 기계”로 정의 되었다. 다관절 로봇의 팔에 컴퓨터 기반 실시간 동작 제어 기능과 프로그래밍 언어 환경을 접목함으로써, 원하는 응용에 맞추어 프로그래밍하는 맞춤형 조종 범용 로봇 조종기가 그 한 예이다. 90년대에 들어서면서 도입된 제2세대 로봇은 “감지와 행위를 연결하는 지능시스템”으로 일반화되어 정의됨으로 산업용 로봇은 물론 수술, 안내, 청소, 안전, 구조 등 다양한 형태로 인간을 보조하는 서비스 로봇에 까지 확장되었다. 이러한 정의가 내포하는 것은 다양한 환경에서 자유롭게 움직이면서 육체적인 서비스 외에 정신적이거나 감성적인 동반자의 역할을 수행하는 지능을 갖는 로봇으로의 발전을 의미한다. 이러한 발전과 전망은 앞으로 새롭게 탄생할 제3세대 지능로봇을 정의하는 주 요소로 작용할 것이다.



아마도 제3세대의 로봇은 인지 기반 행위를 통한 자율주행과 조작, 환경 및 상황인지 그리고 고차원 인간 로봇의 상호작용, 학습 및 자가 성장들의 요소를 갖춘 로봇이 될 것이다. 그러면 이러한 로봇을 가능하게 하는 새로운 기술은 어떤 것인지를 살펴보도록 하자.

• 새로운 로봇 기술들

미래의 로봇은 크게 외양, 지능, 지적 능력, 감성적 능력에서 현재의 로봇과는 차이를 보일 것이다. 미래의 로봇은 사람에게 친근감을 줄 수 있는 형상을 가질 것이다. 또한 기능적인 측면에서도 물리적인 힘과 속도는 지금보다 더욱 증가하지만, 사람과 접촉 상황에서는 더욱 안전해질 것이다. 지적인 능력도 향상되어 로봇이 스스로 생각하고 판단하는 기능이 대폭 향상될 것으로 보인다. 이를 실현하기 위한 기술 영역별 요소기술들은 아래와 같이 정리해볼 수 있겠다.[2]

로봇의 성능을 평가할 수 있는 인자로는 로봇의 힘, 이동 능력, 정밀도와 같이 눈에 보이거나 측정할 수 있는 요소들이 있는 반면, 친밀도, 지능 또는 감성의 재현 등과 같이 눈이 보이지 않고 측정하기 어려운 요소들이 있다. 실제로 로봇이 어느 정도의 지능을 가지

고 있는지 어느 정도의 성능을 가지고 있는지 평가하는 것은 어려운 일이다. 로봇의 지능을 정의하고 이를 척도화 하는 일 또한 앞으로 로봇 기술의 개발에 중요한 요소가 될 것이다.

• 미래형 로봇을 위한 기반 기술들

미래형 로봇을 위해 필요한 기반 기술 또는 핵심 기술을 다음과 같이 5개로 정리해 보았다. 로봇의 인프라 기술, 로봇의 디자인과 메커니즘, 로봇의 인공지능, 인간과 로봇 사이의 상호작용 그리고 로봇의 적응 행동 제어가 그것이다. 이를 아래에서 좀 더 자세히 알아보기로 하자.

1) 로봇의 인프라 기술

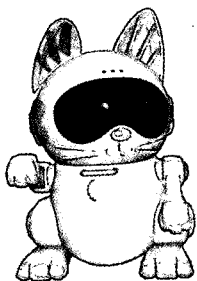
인프라 기술은 로봇 고유 기술과 대비되는 개념으로 로봇 소프트웨어와 하드웨어의 기반을 형성하여 이를 바탕으로 로봇 고유기술이 작동하는 기술을 말한다. 인프라 기술의 특징은 독립된 학문 분야가 존재하고 로봇 기술과 독립적으로 기술발전이 이루어지며 기술 발전 속도가 빨라 지능 로봇의 기술발전에 지대한 영향을 미치는 기술 군으로 이루어진 것이다. 로봇 기술은 정밀기계, 컴퓨터, 센서, 정보통신, 소프트웨어 등의 종합기술로 로봇의 고유기술로는 이동 매니플레이터

<표 1. 기술 영역별 요소 기술>

기술 영역	요소 기술
설계 영역	이동 메커니즘, 팔 및 링크 설계, 손목 설계, 손 설계, 눈-목 설계, 관절 설계 등
제어 영역	제어구조, 주행제어, 보행제어, 매니플레이터 제어, 지능제어 등
센서 영역	시각, 청각, 촉각, 후각, 지도작성, 자기 위치 인식, 촉각 센서, 거리 센서, 미각, 지능형 입력장치 등
요소품 영역	구동기, 감속기, 엔코더, 햅틱 장치, 인공근육 등
지능 및 감성 영역	인공지능, 감성재현, 대화 등
기 타	IT 기반 통신 및 네트워크, 생체 신호 처리 등

기술, 로봇-인간 상호작용 기술 및 로봇지능기술을 들 수 있으며 인프라 기술로는 데이터베이스 기술, 정보통신망 기술, 컴퓨터 프로세스 기술, 센서기술, 구동기 기술, 지능 컴퓨팅 기술, 뇌 과학 기술, 유비쿼터스 기술 등이 포함된다. 인프라 기술은 지능 로봇의 응용분야가 확대되어 감에 따라 그 대상 분야가 늘어나며 기술 인프라 분야 자체의 발전속도가 빠르고 로봇 이외의 분야에서의 많은 응용 예가 발생하고 있으므로 지속적으로 발전 현황을 모니터링 하여 지능 로봇 분야의 응용 가능성을 검토하여야 할 분야이다.

2) 로봇의 디자인과 메커니즘



로봇 디자인이라고 함은 단순한 로봇의 외형 디자인 외에 로봇의 작동/행동 디자인, 인간 로봇 인터페이스 디자인, 개성 디자인, 등을 포함한다. 로봇 디자인 공학은 로봇의 기능 및 스타 디자인

분야의 기술적인 측면을 이야기 한다. 로봇 메커니즘은 로봇 프레임, 프레임의 내부 센서 작동에 의한 간섭과 관련된 구조적인 형태, 각 단위 형태들간의 간섭, 그리고 환경과의 간섭 및 기동성을 고려하여야 한다. 최소 공간에 최소 단위 구조의 형태로 프레임의 최종 형상 이미지를 반영하여 설계하여야 한다.

3) 로봇의 인공 지능

최근 서비스 로봇, 특히 인간의 일상생활 지원을 위한 고품질 서비스를 지원하는 서비스 로봇의 연구 개발 및 실용화에 대한 관심이 높아지고 있다. 서비스 로봇이 인간의 육체적, 정신적 또는 감성적인 보조자로 또는 동료로서 인간을 돕기 위해서는 현재의 수준보다 한 단계 높은 수준의 인지 능력 및 자율성을 보장하는 강건한 실시간 지능을 요구한다. 따라서 미래의 로봇 핵심 기능을 구현하기 위한 기본 기술로서 실시간 구현 가능하고 다양한 환경 변화에 강인하게 적용될 수 있는 로봇 지능에 대한 수요의 지속적 증가 요구와 함께 기술의 급속한 발전이 예상된다.[3] 따라

<표 2. 미래형 로봇을 위한 기반 기술들>

기술 내용	소 개
인프라 기술	분산인공지능, 통신 언어 기술 및 메시지 생성 기술, 객체 지향형 데이터 모델, 하드리얼타임 DB, 모바일 DB, LAN 기술, 무선통신 기반 모듈 센서 기술, 센서 및 신호처리를 위한 SoC 기술 등
디자인과 메커니즘	로봇 디자인 방법론, 로봇 사용자 분석 기술, 구조 리엔지니어링 기술, 인간 친화형 캐릭터 개발 기술, 홈네트워크 기반 사용자 분석 기술, 가상현실 적용 기술, 모듈화 디자인 기술 등
인공지능	3차원 감지 기술, 센서 퓨전 및 필터링 기술, 3차원 모델링 기술, 물체인식 기술, 동작 추적 기술, 상황 이해 기술, 환경 데이터베이스 기술 등
인간 로봇 상호작용	얼굴 인식, 음성/화자 인식, 촉각 인터페이스, 매개 인터페이스, 표정 표현, 인간 로봇 상호작용 프레임워크 구성 등
적응 행동 제어	지도 작성, 위치 추적, 경로계획, 장애물 회피 및 추적, 주행용 센서 및 센서융합 기술, 다양한 학습 기능, 다중 센서 정보의 융합 등
기 타	로봇의 지능 측정, 인간과 로봇 공존 사회에 대한 고찰 등



서 로봇의 지능은 로봇의 감지 기능과 동작기능을 연결하여 자율적이고 효율적으로 임무를 정의하고 수행하는 집적된 인지, 추론 및 학습 기술로 정의한다.

4) 인간 로봇 상호작용

인간-로봇 상호작용은 다양한 의사소통 채널을 통하여 인지적/정서적 상호작용을 할 수 있도록 로봇 시스템 및 상호작용 환경을 디자인, 구현 및 평가하는 기술이다. 인공지능이 인간의 지적인 능력을 로봇이나 계산도구에 직/간접으로 구현하는 기술이라며, 인간-로봇 상호작용은 두 에이전트 간의 상호작용 및 의사소통 연결고리를 형성하는 것이다. 또한 로봇이 가지는 자율성, 상호작용이 양방향성, 상호작용 또는 제어 수준의 다양성 등에서 인간-컴퓨터 상호작용과는 근본적인 차이를 가지고 있다. 주행, 제어, 매니플레이터 등 로봇의 하드웨어적 또는 외부 환경적 요인을 고려하는 기술과는 달리 인간-로봇 상호작용 기술은 인간 요인에 대한 고려가 그 중점이 된다는 측면에서 차이점을 가진다.

5) 로봇의 적응 행동 제어



로봇은 자신에 부여된 임무, 내부상태와 환경으로부터의 입력 정보를 고려하여 적절한 행위를 선택하여 실행한다. 미래 로봇은 이러한 행위를 기반으로 제어 및 학습을 수행하는 능력을 갖추게 되는데, 로봇의 주행 또는 매니플레이션도 그 동작을 분해하면 행위의 연속으로 나타날 수 있다. 행위기반 제어 및 학습은 로봇의 제어를 행위의 관점에서 행위의 단위로 설계하고 운용하는 기법이다. 즉, 외부 환경의 상태를

자극으로 입력 받아 행위 선택 모듈에서 내부상태와 입력 받은 자극의 영향을 고려하여 알맞은 행위를 선택하여 이 행위 선택 모듈을 통해 외부자극에 대해 적절한 행위를 선택할 수 있도록 학습하는 기술이다.[4] 주행은 환경을 인식하여 지도를 작성하고, 지도를 기반으로 로봇의 정확한 위치를 추정하고 원하는 목표위치까지 최적의 경로를 계획하고, 이 경로상의 장애물들을 회피하면서 이동하는 기술을 말한다.

로봇이 처음 개발된 20세기 초반과 현재의 기술을 비교해보면 길지 않은 시간 동안 로봇 분야에서 눈부신 발전을 이루어 왔음을 알 수 있다. 이러한 발전의 속도를 보면, 앞에서 전망했던 미래 로봇의 실현이 멀지 않았음을 알 수 있다. 로봇이 점점 인간 사회의 한 구성원으로서 역할을 하게 되면, 우리의 생활 모습을 많이 변화시켜 나갈 것이다. 궁극적으로 우리가 원하는 미래의 로봇을 실현시키기 위해서는 많은 요소기술의 개발과 더불어 로봇이 인간 사회에 미칠 영향, 이를 긍정적으로 유도하기 위한 연구 등에 대한 진지한 고민이 필요할 것이며 이를 통해 진정한 인간과 로봇이 공존하는 사회를 만들어 나갈 수 있을 것이다.

[참고문헌]

1. 로보사피엔스, 피터 엔젤, 페이스 달루이시오, 김영사, 2002
2. 차세대 지능 로봇 핵심 기술, 인간기능 생활지원 지능로봇 기술개발 사업단 편, Jinhan M&B, 2006
3. 지능형 로봇 개념 및 동향 (전자부품 연구소 보고서), 권수갑, 2005
4. 일본 로봇 산업 동향 분석, (전자부품 연구소 보고서), 전자부품 연구소 대외협력실, 2006

기획 : 장동영 공학설계교육연구회장 dyjang@snut.ac.kr