



# Human-Robot Interaction 기술의 현황 및 전망

권동수·박종찬·송현수·김영민 (KAIST)

## I. 서론

최근 10여년 사이, 로봇은 기존의 산업용 로봇에서 더 나아가, 사람들의 재미를 위한 엔터테인먼트 로봇과 교육을 위한 에듀테인먼트 로봇을 비롯해, 전시관/박물관 등의 안내 및 홍보를 위한 로봇, 레스토랑 및 각종 편의 제공을 위한 서비스 로봇 등으로 발전되어가고 있다. 이렇듯 로봇이 인간의 생활 전반에 다양하게 활용되면서 유수 대학, 정부, 산업체의 연구기관에서 인간로봇 상호작용 기술(HRI)이 개발되고 있으며, 인간과 로봇의 효과적이고, 친화적인 의사소통 기술을 개발하는 것이 중요시 되고 있다. 즉, HRI 기술은 인간의 생활공간에서 로봇을 단순한 기계가 아닌 살아있는 생명체로 바라보게 함으로써 로봇에 대한 패러다임을 전환시킬 수 있는 미래 지향적 기술로 기대된다.

본고에서 다루고자 하는 HRI 기술에 대해, T. Fong은 “Human-Robot Interaction is the study of humans, robots, and the ways they influence each other.”이라고 정의하였으며, K. Dautenhahn은 “The primary goal of human-robot interaction research is to investigate

natural means by which a human can interact and communicate with a robot.”이라고 말하였다. 이렇듯, HRI 기술은 인간에 대한 연구, 로봇에 대한 연구, 그리고 인간과 로봇간의 상호작용과 의사소통에 대한 연구를 통해 이루어질 수 있다고 볼 수 있다. 이를 위해서는 어느 특정 분야만의 연구가 아닌, 로보틱스, 인지과학, 인간공학, 자연언어처리, 심리학, 사회학, HCI(Human Computer Interaction) 분야 등의 공동 연구가 진행되어야 하며, 실제로도 여러 학회나 연구 그룹을 통해서 HRI 기술이 개발되어 지고 있다.

HRI 기술은 정보 교환 형태(Information Exchange), 자동화 수준(Autonomy level), 작업 형태(Task shape), 팀구조(Team structure), 적응 및 학습 방법(Adaptation or learning)의 관점에 따라 다양하게 분류된다<sup>[1]</sup>. 이중, 정보 교환 형태에 따라 시각(Visual), 청각(Vocal), 촉각(Haptic/Touch), 인지(Cognitive), 감정(Emotional) 상호작용(interaction)으로 세분화될 수 있다. 본고에서는, 정보 교환을 위한 로봇의 인식과 내부 인지, 감정 생성 및 로봇의 의사 전달을 위한 표현 연구 분야의 주요 기술, 주도 연구기관 및 적용 분야 등을 통해 세계 선진

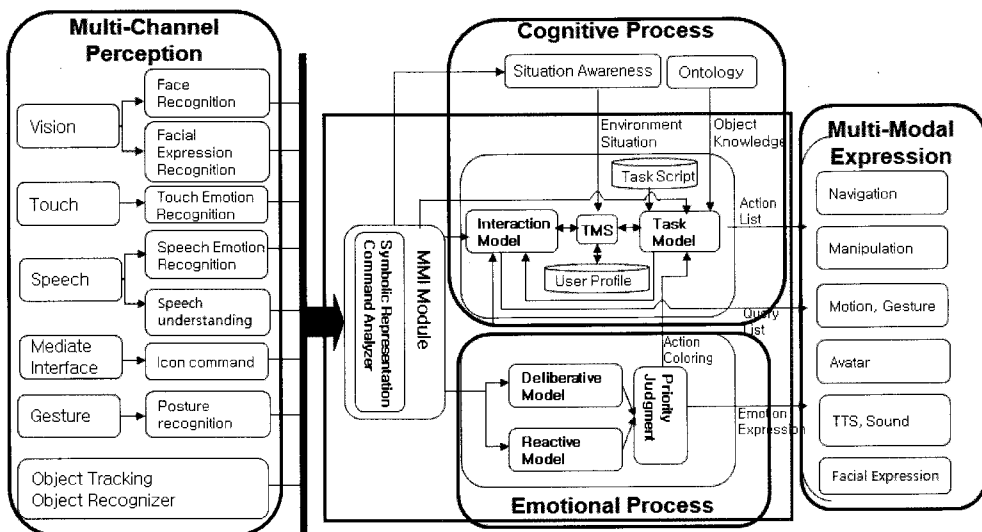
기술의 흐름을 살펴보고자 한다.

또한 본고는 II장에서의 HRI architecture에 대한 설명을 시작으로, architecture를 구성하고 있는 각 component 기술에 대해 알아보고자 한다. 로봇이 처한 상황을 다양한 모달리티의 센서들을 통해 인식하고자 하는 III장의 multi-channel perception 기술을 알아보고, IV장과 V장을 통해 로봇의 지능이라고 할 수 있는 cognitive/emotional process에 대한 기술, 마지막으로 로봇의 의도를 효과적으로 전달하기 위한 multi-modal expression 기술에 대해 살펴보고자 한다.

## II. HRI Architecture

인간과 로봇의 원활한 상호작용을 위한 HRI architecture는 <그림 1>과 같고, 크게 네 가지의 기술로 분류 가능하며, 각 기술을 이루는 컴포

넌트의 기능들은 다음과 같다. 첫째로, 로봇에게 주어지는 자극이나 주변의 상황정보들을 인식하기 위한 multi-channel perception 기술이 존재한다. 로봇은 인간의 시각에 해당하는 카메라를 통해 얼굴 인식, 표정 인식, 제스처 인식, 물체 인식 및 추종을 하게 되고, 청각에 해당하는 마이크를 통해 음성 인식, 음성 감정 인식을 하게 된다. FSR(force sensing register)이나 비접촉 터치 센서를 이용한 사용자의 접촉 인식, 그리고 이외의 인간과 로봇간의 정보 교류 매개체인 리모콘이나 아이콘 명령 같은 인터페이스를 통해 사용자의 명령을 인식하게 된다. 이렇게 인식된 다양한 정보들은 MMI(multi-modal integration) 모듈을 통해, 로봇이 종합적인 정보들을 인식할 수 있게 해준다. 둘째로, cognitive process에서 각 인식된 정보들은 situation awareness 모듈을 통해 로봇이 이해 가능한 상황 정보들로 바뀌게 되며, 로봇은 인터랙션 모델, task 모델, ontology, 사용자 정보들을 종합적으로 이용한



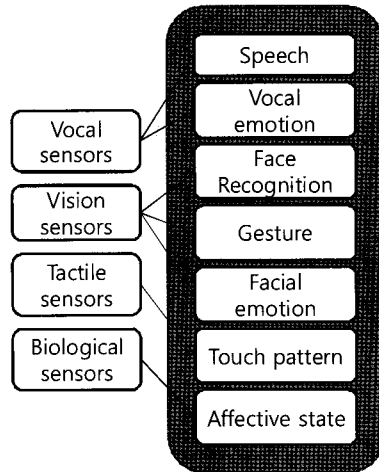
<그림 1> 상호작용 로봇을 위한 HRI architecture

인지적인 프로세스를 거쳐, 현재 로봇이 수행해야 할 작업 및 행동을 결정하게 된다. 셋째로, 인식된 여러 상황 정보들은 로봇의 현재 감정 상태를 결정하게 된다. 이 때 reactive model은 각 센서들의 low level 신호들에 대해 즉각적인 감정 반응을 가능하게 하고, deliberative model은 현재 로봇이 처한 상황을 복합적으로 고려하여 로봇의 감정 상태를 결정하게 된다. 마지막으로, 결정된 로봇의 감정, 행동은 multi-modal expression 모듈에서 여러 모달리티들을 통해 표현되게 된다. 휠이나 다리를 이용한 내비게이션, 팔을 이용한 manipulation, 바디 모션과 제스처, 얼굴 로봇이나 아바타를 통한 로봇의 표정 표현, TTS(Text To Speech)를 통한 언어 표현, 그리고 음향을 이용한 표현들을 통해 로봇의 의사 전달력과 표현력 증대를 가능하게 한다.

### III. Multi-Channel Perception

지난 20여년 사이, 인간의 음성, 터치, 제스처, 표정, 대화문장 등을 통해 사용자의 의도나 감정 상태를 인식하고자 하는 광범위한 연구가 제시되어 왔다. 특히, 사용자의 전문성이나 로봇을 다루는 훈련정도가 미약한 분야, 즉 일반 가정, 학교, 병원, 오락시설 등에 로봇이 적극적으로 활용되면서, 사용자가 보다 친화적이고, 자연스럽게 로봇에게 의사를 전달할 수 있는 다양한 방법들이 제안되어왔고, 이는 일반적으로 음성, 비전, 터치, 생체신호 센서의 네 가지 채널을 통해 구현되고 있다<그림 2>.

음성에서의 인식은 verbal communication을 위한 자연어 인식 및 처리 기술과 사용자의 감정 상태를 인식하기 위한 기술로 크게 나뉘어 개발



<그림 2> 멀티채널 인식기의 종류

되고 있다. 자연어 처리 기술을 통해 대화문장에서의 상황정보(문맥, 어휘, 문장구조)를 이용하여 사용자 대화문장의 사전적 의미 뿐 아니라 감정상태 등의 비의미적 의도를 파악하고자 하는 연구가 진행 중이다. 또한, 감정 인식에 있어서, 기존의 감정 상태에 따라 변화하는 음성의 독립적 특성치를 추출하거나 혹은 학습을 통해 보다 일반적인 감성 특성치를 추출하는 기술이 개발되고 있다. 즉, 비전문가 사용자의 의도를 보다 정확히 파악하기 위해 사용자의 감성 정보 및 상황 정보를 추출하고자 하는 연구가 주목받고 있다.

비전에서의 인식은 사용자의 얼굴 추출 및 인식 기술, 사용자 제스처/포인팅 인식을 통한 의도 파악 기술, 사용자 표정에서의 감정 인식 기술 등 다양하게 발전되어 왔다. 이같은 비전 기술은 특별히, 사용자 인식 및 추적 기술과 접목되어 HRI에서의 중요 기능인 사용자와 로봇간의 mutual attention capability를 이루는데 중요하다. 또한, 얼굴 표정에서의 감정 인식 역시 음성, 터치에서의 감정 인식과 결합되어 사용자의 감정 상태를 파악하는데 중요한 채널로 활용되고 있다.



〈그림 3〉 Robovie : 지나가는 행인과 상호작용 시도 및 자연스런 터치 유도<sup>[2]</sup>

터치에서의 인식은 최근 근접 상호작용 (proxemic interaction)이 중요해지면서 강조되고 있으며, 사용자의 다양한 터치 패턴을 통해 사용자의 감정 상태나 의도를 파악하고자 하는 연구가 진행 중이다. 로봇의 skin type, area를 고려해 FSR, capacitor, temperature, force/torque sensor, accelerometer 등을 layered array 형태로 부착하고, 쓰다듬기, 때리기, 토닥이기, 밀기 등 다양한 터치 패턴을 실시간으로 인식하는 기술이 개발되고 있다.

마지막으로 affective HRI 분야에서는 다양한 생체신호를 통해 인간의 감성적 의도를 인식하는 연구도 진행되고 있다. MIT의 Affective computing group은 blood volume pulse(BVP), respiration sensor, electromyogram, galvanic skin response를 측정해 인간의 물리적 특성 변화를 통해 화남, 분노, 슬픔 등의 감정 상태를 인식하는 기술을 개발해왔다.

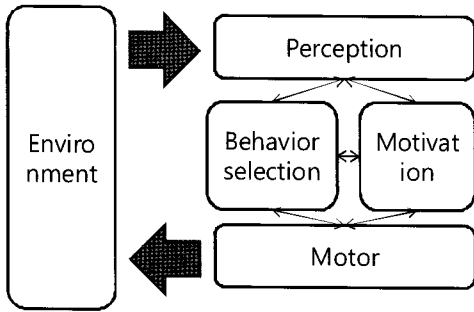
일반적으로 HRI를 구현하기 위한 인식 시스템은 음성, 비전, 터치 센서 정보들의 융합을 통해 구축되고 있다. 대표적인 예로, 일본 Intelligent Robotics and Communication Lab.의 Robovie는 56 tactile sensors, 1 RFID tag, 1 optical

tag, 2 cameras, 2 laser scanner, 1 microphone을 이용해 사용자를 추적하며 접촉 패턴에 따라 즉각적인 반응을 보이는 등 다양한 채널의 사용자와의 친화적인 인터페이스 수단을 통해 보다 자연스러운 커뮤니케이션이 가능하도록 개발되고 있다〈그림 3〉.

이처럼, HRI에서의 인식기술은 사용자의 비속련성을 고려해 다양한 형태의 채널을 통해 감성 정보를 포함한 보다 실제적인 의도를 파악하기 위한 연구로 발전하고 있다. 앞으로, 멀티 채널에서의 융합 인식기술은 각 채널로부터 인식된 결과들의 인식률과 채널간의 상관관계 분석을 통해 보다 신뢰성 있는 인식 정보를 효과적으로 기술할 수 있는 기술로 발전되어야 할 것으로 판단된다.

#### IV. Cognitive Process for Social Capability

Artificial intelligent agent, sociable robot, relational agent 등으로 명명되어 개발되고 있는 socially interactive robot의 cognitive

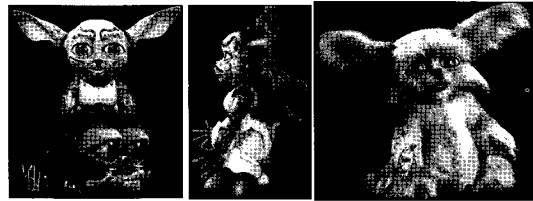


〈그림 4〉 발달 심리학에 기초한 인간 행동 결정의 메커니즘

architecture는 주로 발달 심리학에 기반한 인간의 행동 결정 구조<그림 4>를 따른다<sup>[3]</sup>. 즉, 인간과 로봇의 보다 자연스럽고, 신뢰성을 갖는 상호작용을 위해서 인간의 사고 과정을 모방한 행동 결정 방법론이 설득력을 가져왔다. 이를 바탕으로, 인간 사고의 처리를 반응의 시간적 처리 과정으로 모사하여 reactive layer, sequential layer, deliberative layer로 구분하여 실제 로봇 시스템에 구체화시키는 연구가 주류를 이루고 있다.

최근에는, 로봇이 인간의 일상생활 영역에서 복잡하고, 다양한 상황 속에 놓이게 되면서, 커뮤니케이션의 형태가 단순한 명령을 이해하고, 주어진 작업을 효율적으로 성취하는 기능을 넘어서, 생명력을 가진 존재 혹은 사회성, 개성, 친밀성 등의 특성이 발현되는 능력을 포함하는 인지 구조가 필요하게 되었다. 이로 인해, 최근 HRI에서의 cognitive process에서는 로봇의 social characteristics를 구체화시키기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

첫째, 생명체로서의 self motivation을 통해 내부 drive를 발현하고, 환경 정보로부터 다양한 감정적 대응을 자연스럽게 함으로서, 환경에 효과적으로 적응하거나 혹은 그것을 새롭게 구성

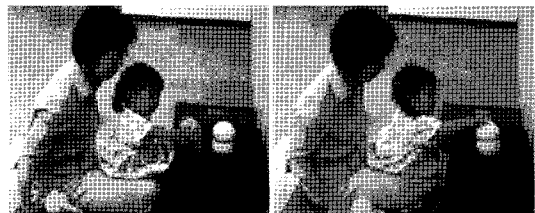


〈그림 5〉 Leonardo: 생명체 형태로 육구발현 시스템 및 사회적 학습 기능 구현<sup>[4]</sup>

하고자 하는 adaptive 혹은 proactive capability를 구현하는 연구가 MIT의 Kismet, Leonardo 등의 robotic companion을 통해 개발되고 있다 <그림 5>.

둘째, 로봇과 상호작용 대상자의 attention 일치 through 커뮤니케이션의 공감대를 형성하고자 하는 연구가 CMU와 NICT의 Keepon 로봇 등을 통해 개발 중이다. 로봇의 attention은 상호작용 대상자에 대한 직접적인 eye contact 혹은 mutual gaze를 구현하는 기술과 상호작용 대상자가 attention하고 있는 물체를 같이 바라보는 joint attention 기술로 나뉘어져 개발된다<그림 6>.

셋째, social relationship을 형성하기 위한 다양한 관계 모델을 로봇에 구현하고 이를 통해 사용자 하여금 지속적인 상호작용 후에 자연스럽게 호감이나 애착이 형성되도록 하는 robotic agent (Aibo/Sony, Kismet/MIT, Rapport agent/



〈그림 6〉 아동과 Keepon 사이의 Joint attention 기반 상호작용<sup>[5]</sup>

USC)들이 개발되고 있다.

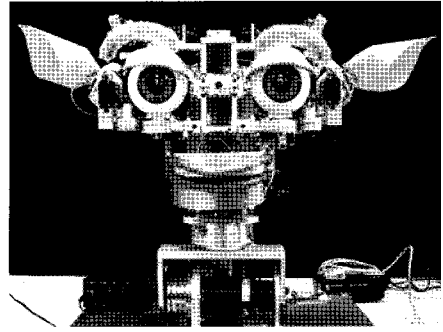
넷째, 로봇의 행동 선택이 인간에게 보다 신뢰성 있게 비춰지게 하기 위해서는 cognitive process와 emotional process의 연동을 통한 행동 선택의 조절 메커니즘이 필요하다. USC의 computational emotion group 등은 외부 환경과 동기 시스템으로부터 평가된 현재 agent의 감정 상태를 통해 로봇의 현재 행동을 inhibition, activation함으로써 적절히 대처할 수 있는 제어 메커니즘을 연구하고 있다.

다섯째, 로봇이 환경으로부터 얻은 정보를 통해 행동 결정을 보다 효과적으로 하기 위한 한가지 방법으로 사회적 학습을 이용한 지능 증식 기술이 제시되고 있다. MIT의 Kismet 등은 인간이 발달 심리학에 근거한 사회적 교습 방법을 통해 로봇에게 사물을 인지시키고, 설명함으로써 로봇이 환경 정보들로부터 원하는 물체를 선택적으로 학습해나갈 수 있다고 제안하고 있다.

지금까지 살펴본 바와 같이 HRI에서의 cognitive process의 주요 이슈 중 하나로서 로봇의 social capability의 증대를 통한 보다 신뢰성 있는 상호작용 향상 기술이 주목받고 있다. 이와 같은 연구는 향후 로봇과 인간이 공생 환경에서 보다 효과적으로 정보를 공유하고, 상호 적응해 나갈 수 있게 해주는 중요 기술로 성장해나갈 것이다.

## V. Emotional Process

로봇은 외부에서 입력되는 정보와 로봇 내부의 상태를 고려하여 로봇 자신의 감정을 생성하게 된다. 현대의 HRI에서 감정적인 상호작용은 상당히 중요한 이슈로 부각되고 있으며, 로봇을 보다 사람처럼 느껴지게 하기 위해 많은 연구가

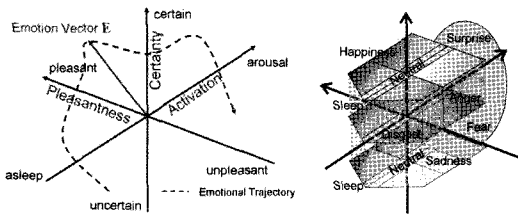


〈그림 7〉 Kismet : Socially/Emotionally intelligent robot

이루어지고 있다. 로봇의 감정 생성은 심리학 이론에 기반하여 실험적으로 이루어지는 경우가 많으며 각 로봇의 컨셉트에 따라 중요도를 고려하여 감정 생성 모델이 만들어지므로 다양한 형태를 띠게 된다.

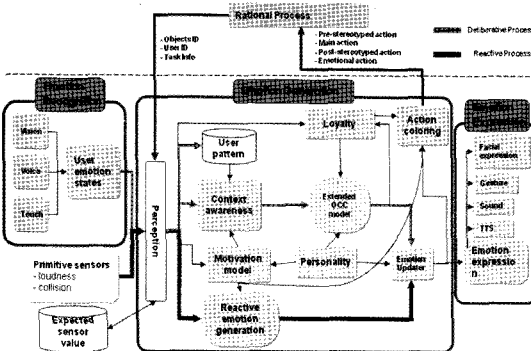
미국 MIT의 Media Lab.의 Personal Robots Group<sup>[4]</sup>에서는 arousal, valence, stance의 3가지 요인에 따라 감정이 생성되는 모델을 연구하고 이를 Kismet〈그림 7〉과 Leonardo〈그림 5〉 등의 로봇에 적용하였다. 외부 자극의 강한 정도와 영향을 주는 방법, 자극에 맞서는 방법에 따라 다른 감정이 생성되도록 모델링 되어있다. 이 모델과 더불어 로봇 내부의 상태가 항상 일정하게 유지되도록 하는 항상성 메커니즘을 통해 로봇의 감정 상태와 행동을 결정짓는다.

일본 와세다대학의 Takanishi Lab.<sup>[6]</sup>의 Faculty of Science and Engineering Group (Prof. Atsuo Takanishi)에서는 pleasantness, activation, certainty의 3가지 요인에 따라 감정이 생성되는 모델〈그림 8〉을 연구하고 있다. 외부에서 들어오는 자극이 로봇에게 얼마나 친근하게, 얼마나 자극적으로, 얼마나 확실하게 들어오느냐에 따라 로봇의 emotional trajectory가 결정되며 이를 표현한다.



〈그림 8〉 WE-4RII의 감정 모델

한국 KAIST의 Telerobotics & Control Lab.<sup>[7]</sup>의 HRI Group (Prof. Dong-Soo Kwon)에서는 충성도와 개성을 고려한 하이브리드 감정 생성 엔진<그림 9>을 개발하였다. 하이브리드 감정 생성 엔진은 즉각적인 감정 생성 단계 (reactive process)와 복합적인 감정 생성 단계 (deliberative process)의 두 부분으로 나뉜다. Reactive process의 경우 외부에서 들어오는 자극에 대하여 감정을 즉각적으로 발현하는 과정이며, deliberative process는 입력된 외부 정보와 사용자와 로봇 사이의 충성도 수준(친밀도), 로봇의 개성 등의 내부적 요인들을 고려하여 복합 감정을 생성한다. 사람과 로봇 사이의 지속적인 상호작용은 충성도의 수준과 로봇의 개성을 단계적으로 변화시키며 로봇의 감정 상태와 행동 반응에 영향을 미치게 된다.



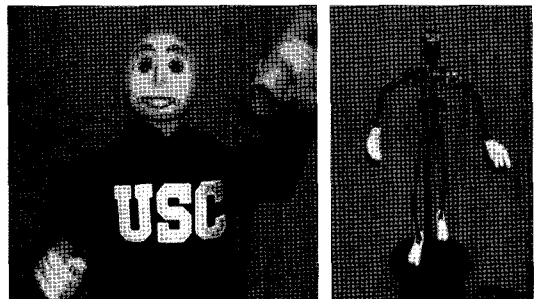
〈그림 9〉 하이브리드 감정 생성 엔진 아키텍처

## VI. Multi-Modal Expression

마지막으로 설명할 것은 멀티 모달리티를 활용한 로봇의 표현(multi-modal expression)에 관한 것이다. 로봇들은 얼굴, 제스처, 음향 등의 다양한 표현 기재를 가지고 로봇의 감정과 상태 등을 표현한다. 하나의 표현 방식을 사용하는 것보다 두 개 이상의 표현 기재를 동시에 활용하여 표현력 증대를 꾀하고 있다. 로봇에 따라 각각의 캐릭터에 맞추어 외관을 구성하고, 그에 따라 표현할 모달리티를 결정하게 된다.

미국 USC의 Robotics Research Lab.<sup>[8]</sup> 내의 Interaction Lab. (Prof. Maja Mataric)에서는 멀티 채널을 활용한 로봇의 표현을 활발하게 연구하고 있다. 얼굴 표정과 몸동작을 통한 표현을 연구하기 위한 테스트베드로 Bandit <그림 10>를 개발하였으며, 두 번째 버전까지 완성된 상태이다. Bandit와는 별개로 사람의 동작을 그대로 모사하면서 사람처럼 움직일 수 있도록 다자유도 로봇 시스템인 Sparky <그림 10>도 함께 개발하였으며, 이 로봇은 tendon-driven 방식으로 총 18개의 모터를 제어하여 움직임을 표현한다.

개발된 로봇들을 이용하여 표현 모달리티의 수에 따라 표현하는 감정들을 사람들이 얼마나



〈그림 10〉 Bandit-II(좌) 와 Sparky(우)



〈그림 11〉 TOFU

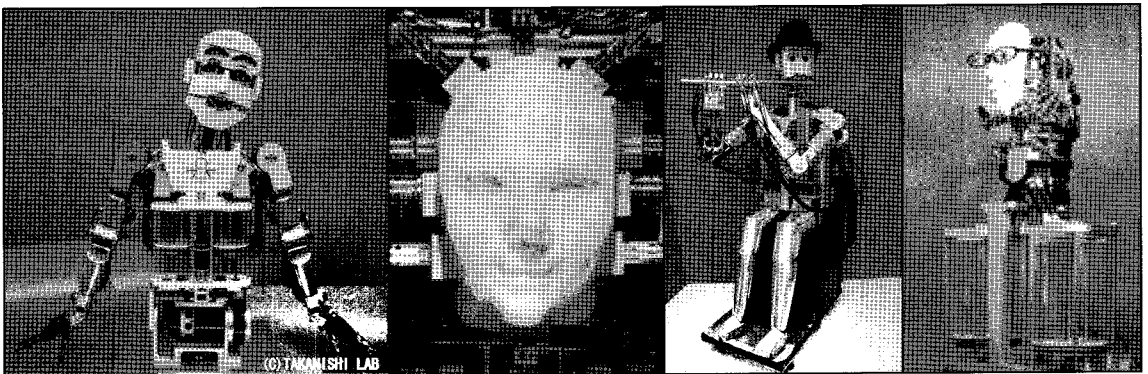
분류할 수 있는지를 실험하였고, 음향이나 동작만을 사용하였을 경우에 비해 음향과 동작을 동시에 표현의 수단으로 삼았을 때 감정 표현의 분류가 뚜렷해지는 것을 볼 수 있었다.

MIT의 Media Lab.<sup>[4]</sup>에서는 애니메이션 기법을 활용한 멀티 채널 표현에 관한 연구를 하고 있다. TOFU〈그림 11〉는 3자유도의 몸 움직임과 1자유도의 목 움직임, OLED를 이용한 눈의 움직임으로 구성된 단순한 메카니즘의 로봇이지만 디즈니 애니메이션 기법 중의 하나인 ‘Squash and stretch’를 적절히 활용하여 소프트 커버의 이점을 충분히 살리면서 역동적인 움직임을 보여준다. ‘Squash and stretch’는 공을 바닥에 튀

겼을 때 변형이 발생한 후에 다시 돌아오면서 튀어 오르는 현상을 의미한다.

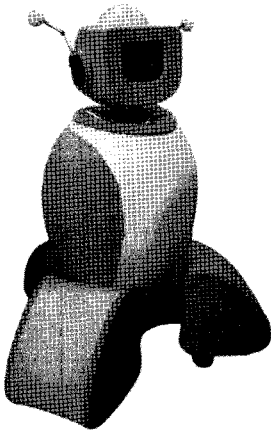
일본 외세다대학의 Takanishi Lab.<sup>[6]</sup>에서는 의인화 기법을 활용하여 로봇을 디자인하고 그에 맞는 멀티 채널 표현이 가능하도록 연구하고 있다. 의인화 기법이란 사람의 모습을 그대로 모사해서 제작하는 것은 물론, 그 구조 역시 사람의 것과 동일하게 만드는 것이다. 예를 들어 실린더를 이용하여 사람의 폐를 모사하고, 성대, 혀, 치아 등의 구강 구조 역시 흉내내어 제작한다. 다양한 로봇들이 개발되고 있지만 그 중에서도 WE-4RII〈그림 12-1〉는 감정 표현에 특화시켜 개발하고 있는 로봇이다. 총 59개의 자유도(손 12, 팔 18, 허리 2, 목 4, 안구 3, 눈꺼풀 6, 눈썹 8, 입술 4, 턱 1, 폐 1)로 이루어진 이 로봇은 얼굴 표정과 팔의 움직임을 활용하여 사람과 최대한 유사한 동작을 할 수 있도록 개발되었다.

KAIST의 HRI Group에서는 6가지 모달리티를 활용하여 다양한 표현을 하는 로봇 KaMERo〈그림 13〉를 개발하였다. KaMERo는 터치, 음성 등으로 들어온 사람의 감정 정보와 주변 상황 정보에 따라 로봇의 감정 상태를 결정하여 얼굴



〈그림 12〉 의인화 기법을 이용하여 디자인된 다양한 형태의 로봇들  
좌측부터 WE-4RII(감정 표현), WD-2(얼굴 표정), WF-4RIV(플룻 연주), WT-7(대화)





〈그림 13〉 Emotional Interactive Robot KaMERo :  
KAIST Motion Expressive Robot

표정, 안테나, LED, 음향, 감정 TTS, 몸 움직임의 멀티 모달리티를 이용하여 표현한다. 이중 감정 TTS의 경우 일반적인 TTS의 단조로운 톤을 피하기 위해 개발된 새로운 형태의 TTS 방식으로써 로봇의 감정 상태에 따라 억양과 말의 속도 등이 변화하여 발화된다.

## VII. 맺음말

앞서 우리는 HRI architecture에 대한 설명과 함께 4가지 주요 분야들의 각 컴포넌트 기술들과 역할에 대해 알아보았다. 또한 세계적인 연구기관과 연구그룹들에서 수행된 연구 내용에 대해 기술하였다. 여러 연구자들이 관심을 가지고 있고, HRI의 각 기술들이 발전되고 있음에도 불구하고, 아직까지는 인간과 로봇 사이에는 서로간의 능력의 차이가 존재한다. 인식, 인지, 감정적인 능력에서부터 서로간의 정보를 교환하는 방법에 있어서의 수준이 서로 다르다. Multi-channel perception 능력에 있어서, 인간과 로봇은 서로 인식하기 위한 센서들의 특성이 다르

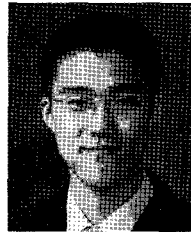
며, 센서들을 통해 인식하는 능력 또한 다르다. Cognitive process에 있어서, 서로 다른 지식영역(knowledge domain)과 추론기능, 학습 기능을 가지고 있으며, Emotional process에서는 정서적 관계를 형성하는데 있어서 차이점을 보인다. 또한 multi-modal expression 기술에 있어서는 사회적 행동이나 의사전달력에 있어서의 능력의 차이를 보인다. 이러한 능력의 차이를 최대한 극복하고, 관련 기술들을 발전시킴으로써 HRI architecture에 있는 각 컴포넌트의 능력이 향상된다면 HRI기술은 점차 인간과 로봇간의 상호 연결고리가 되어줄 수 있을 것이다. 또한, 이를 통해, 향후 인간의 생활 속에 산재할 로봇은 인간과의 공생 관계를 형성할 수 있을 것이라 기대 본다.

### 참고문헌

- [1] Michael A. Goodrich and Alan C. Schultz, "Human-Robot Interaction: A Survey," Human Computer Interaction, Vol.1, No.3, pp.203-275, 2007.
- [2] Intelligent Robotics and Communication Lab. of ATR-Advanced Telecommunication Research Institute International, [www.irc.atr.jp/en/](http://www.irc.atr.jp/en/)
- [3] Jerry A. Hogan, Causal Mechanism of Behavioural Development, chapter 1. The concept of cause in the study of behavior, page 3-15, Cambridge University Press, 1994.
- [4] Personal robot research group of MIT, [www.media.mit.edu/research/groups/personal-robots](http://www.media.mit.edu/research/groups/personal-robots)

- [5] Hideki Kozima, Cocoro Nakagawa, Hiroyuki Yano, "Can a robot empathize with people?," Artificial Life and Robotics, Vol.8, pp.83-88, 2004.
- [6] Waseda University, Takanishi Lab., www.takanishi.mech.waseda.ac.jp
- [7] KAIST, Telerobotics and Control Lab., HRI Group, robot.kaist.ac.kr
- [8] University of Southern California, Robotics Research Lab., www-robotics.usc.edu

저자소개



박종찬

2004년 2월 KAIST 기계공학과 기계공학전공 학사

주관심 분야 : Human-Robot Interaction, Robot's Personality, Emotion Generation

저자소개



권동수

1991년 6월 Georgia Institute of Technology 기계공학과 박사

1982년 2월 KAIST 기계공학과 석사

1980년 2월 서울대학교 기계공학과 학사

2008년 6월~현재 미래 의료로봇 연구단 단장

2005년 4월~2008년 6월 KAIST 입학본부장

2004년 5월~현재 KAIST 인간-로봇 상호작용 핵심연구센터소장

1995년 8월~현재 KAIST 기계공학과 조교수, 부교수, 교수

1991년 7월~1995년 7월 미국 Oak Ridge 국립연구소 로보틱스 및 공정 시스템부 텔레로보틱스 과 선임연구원

1985년 9월~1991년 6월 미국 Georgia Institute of Technology, Flexible Automation 연구소 연구조교

1982년 3월~1985년 7월 주식회사 광림 연구소 과장, 부장

주관심 분야 : Human-Robot Interaction, Telerobotics, Haptics, Medical Robotics, Entertainment Robot, Rehabilitation Robot



송현수

2008년 2월 KAIST 기계공학과 기계공학전공 석사

2006년 2월 KAIST 기계공학과 기계공학전공 학사

주관심 분야 : Human-Robot Interaction, Emotional Expression



김영민

2001년 2월 포항공과대학교 기계공학과 석사

1999년 2월 연세대학교 기계설계학과 학사

2001년 3월~2006년 2월 인간친화복지로봇시스템 연구센터, 위촉 연구원

주관심 분야 : Human-Robot Interaction, Human-Robot Affective Relationship, Incremental Learning, Reinforcement Learning