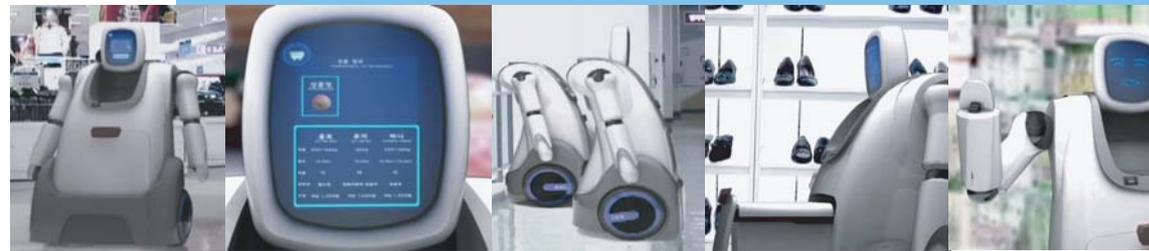


# 쇼핑 서비스 지원 로봇을 위한 HRI(Human Robot Interface) 디자인 개발에 관한 연구

*A Study on the Human Robot Interface Design Development  
for Shopping Service Support Robot Design*

R o b o t   D e s i g n   D e v e l o p m e n t



주관기관 : 한국산업기술대학교  
산업자원부 / 한국산업디자인진흥원

본 보고서는

2004년 디자인 기반기술 개발 사업에 의하여 개발 중인  
‘쇼핑 서비스 지원 로봇을 위한 HRI(Human Robot Interface)  
디자인 개발’ 에 관한 기반 기술 개발 사업의  
최종 결과 보고서로 제작된 것이다.

# 제 출 문

한국산업디자인진흥원장 귀하

본 보고서를 “디자인기반기술개발사업에 관한 연구개발”  
사업기간(2004.12.1 ~ 2005.11.31)과제의 결과보고서를 제출합니다.

2006. 1.

주관기관명 : 한국산업기술대학교

총괄책임자 : 장영주 (한국산업기술대학교 교수)

연 구 원 : 허성철 (한국산업기술대학교 교수)

홍성수 (한국산업기술대학교 교수)

주대원 (한국산업기술대학교 교수)

참 여 업 체 : (주)로보테크

## 목 차

### 1. 서론

1.1 연구 배경 및 필요성 .....	6
1.2 연구 목적 .....	9
1.3 연구 내용 및 범위 .....	10

### 2. 로봇의 개념 및 특성

2.1 로봇의 개념 .....	14
2.2 로봇의 역사 .....	15
2.2.1 로봇의 역명기-1960년대 .....	15
2.2.2 로봇의 발전기-1970-80년대 .....	16
2.2.3 로봇의 신 전개기-1990년대이후 .....	18
2.3 로봇의 특성 .....	20
2.3.1 매니퓰레이터(Manipulator)와 핸드(Hand) .....	21
2.3.2 모빌리티(Mobility) .....	22
2.3.3 비전시스템(Vision System) .....	23
2.3.4 시스템 인테그레이션(System Integration) .....	24
2.3.5 네트워크로서의 개체 .....	25
2.3.6 인터페이스로서의 의인화 .....	26
2.4 로봇의 분류 .....	26
2.4.1 로봇의 용도별 분류 .....	26
2.4.1.1 산업용 로봇 .....	26
2.4.1.2 서비스용 로봇 .....	27
2.4.1.3 복지 분야에서의 로봇 .....	28
2.4.2 제어 방법에 의한 로봇의 분류 .....	29
2.5 로봇 시장 동향 .....	31
2.5.1 서비스 로봇 시장 .....	31
2.5.2 전문 서비스 로봇 시장 .....	33
2.5.3 가정용 로봇 동향 .....	34

2.5.4 주요국 시장 동향 .....	35
-----------------------	----

### 3. 로봇 디자인

3.1 로봇 디자인의 개요 .....	39
3.1.1 로봇 디자인의 개념 .....	39
3.1.2 산업디자인 새 영역으로서의 로봇디자인 .....	40
3.1.3 움직임과 존재의 디자인 .....	40
3.1.4 도구로서의 로봇 아이덴티티 .....	41
3.1.5 디자인으로서의 공학과 로봇학 .....	42
3.2 로봇 디자인 분야 .....	43
3.2.1 로봇의 외관 디자인 .....	44
3.2.2 로봇의 감성 디자인 .....	45
3.2.3 로봇의 개성 디자인 .....	45
3.2.4 로봇의 모션 디자인 .....	46
3.3 로봇 디자인 주요 구성 요소 .....	46
3.3.1 로봇용 센서 .....	47
3.3.2 로봇에 사용되는 이동 기구 .....	49
3.3.3 로봇 디자인 Factor .....	51
3.4 기존 로봇 디자인 사례(PaPeRo) .....	56
3.4.1 2001년 개발 사례 .....	56
3.4.2 2003년 개발 사례 .....	58
3.4.3 종합 .....	60

### 4. Human Robot Interface 개요

4.1 인터페이스 개념 .....	65
4.1.1 인터페이스의 정의와 생성배경 .....	65
4.1.2 인터페이스의 분류와 구성요소 .....	65
4.2 HRI 디자인 개념 .....	67
4.2.1 액티브 휴먼 인터페이스 .....	68
4.2.2 인터페이스의 2중 접면성 .....	71
4.2.3 인터페이스의 3가지 개념 모델 .....	73

4.2.4 공유 경험에 기초하는 휴먼 로봇 인터랙션 .....	74
4.3 HRI 디자인 현황 .....	77
4.3.1 HRI 디자인 기술 동향 .....	77
4.3.2 HRI 디자인 주요 과제 .....	79
4.3.3 통합적 접근: HRI 디자인 구현을 위한 핵심 기술 .....	82
4.4 HRI 디자인 구성 요소 .....	82
4.4.1 제스처(Gesture) .....	83
4.4.1.1 로봇 모션과 지능 .....	84
4.4.1.2 로봇의 태스크와 스킬 .....	85
4.4.1.3 운동 지능의 구성론 .....	87
4.4.2 표정(Expression) .....	89
4.4.2.1 기계적 얼굴 .....	90
4.4.2.2 얼굴 시스템 .....	92
4.4.2.3 6개 기본 표정 .....	92
4.4.2.4 기본 표정의 메시지 .....	93
4.4.3 사운드(Sound) .....	94

## 5. HRI 적용을 위한 사례연구 (쇼핑 지원 로봇을 중심으로)

5.1 사용자 선호 설문 조사 .....	100
5.2 쇼핑 행태 분석에 의한 로봇 기능 도출 .....	103
5.2.1 쇼핑 행태 분석 .....	103
5.2.2 쇼핑 지원 로봇 필요 기능 도출 .....	112
5.3 HRI 요소 도출 .....	115
5.4 HRI 요소 기초 설계 .....	118
5.4.1 감정표현 대표 선정 .....	118
5.4.2 제스처 .....	121
5.4.3 표정 .....	124
5.5 쇼핑 지원 로봇 디자인 전개 .....	133
5.6 HRI 디자인 요소 검증 .....	138
5.6.1 모션 캡처에 의한 검증 .....	138
5.6.2 애니메이션에 의한 검증 .....	140

5.6.3 뇌파에 의한 검증 .....145

## 6. 디지털 시뮬레이션

6.1 보조적 HRI 요소들로서의 사운드 .....152

6.1.1 실험용 음의 선택 .....152

6.1.2 감성 반응 추출 .....152

6.1.3 실험결과 .....153

6.2 시뮬레이션 시나리오 제작 .....156

6.3 시뮬레이터 제작 .....161

## 7. 결 론

## 참고문헌

# 1. 서론

---

쇼핑 서비스 지원 로봇을 위한  
HRI(Human Robot Interface) 디자인 개발에 관한 연구

A Study on the Human Robot Interface Design Development  
for Shopping Service Support Robot



# 1. 서론

## 1.1 연구배경 및 필요성

최근 사회구조와 생활패턴에 대변혁을 가져올 IT(Information Technology), BT(Bio Technology) 등의 산업과 함께 RT(Robot Technology)산업이 각광을 받고 있다. 이동기능과 간단한 원격조작 등의 작업기능을 갖추고, 가정내 청소, 정리정돈, 조리 등 인간작업을 대행하는 인간친화적 로봇이 등장하게 되어, 인간생활에 풍요와 여유를 제공하고 있다. 병자 간호, 장애인 보조, 진료, 수술, 원격의료 등을 지원하는 인간공존형 로봇의 출현이 필요하게 될것이다. 이러한 개인용 로봇의 수요는 막대할 것으로 예측되며, 이로 인하여 기존 로봇 산업의 패턴이 바뀔 것으로 예상된다.

RT 시장은 IT, BT에 버금가는 거대한 시장으로 예측되고 있으며, 가장 높은 연평균 성장률을 나타내고 있다. RT는 IT, BT와 밀접한 개인용 로봇을 중심으로 발전할 것이다. 개인용 서비스 로봇은 기존로봇산업의 구조와 달리, 저가격, 고신뢰성을 달성할 수 있는 다품종, 대량생산체계를 요구하고 있다. 개인용 서비스 로봇은 국내 산업여건상 매우 적합한 산업분야이며, 새로운 아이디어를 바탕으로 얼마든지 세계를 상대로 개발하고 사업을 전개할 수 있고, 고부가가치의 창출이 가능한 분야이다.

개인용 로봇은 21세기 초 비교적 기술난이도가 낮은 제품군(완구로봇, 청소로봇 등)을 중심으로 시장이 형성되고, 10여년 정도의 로봇개발 경쟁기를 거쳐, 2010년 경에는 다양한 기능이 복합된 서비스 제품군(가사용 로봇, 생활지원 로봇, 여가교육 로봇, 공공복지 로봇, 안내용 로봇 등)의 복합 통합화가 추진되어, 일반생활 현장에 급속히 보급될 것으로 전망된다. 로봇분야는 기존의 산업용로봇기술의 바탕 아래 새로운 시장창출이라는 신산업분야로서 기술적으로는 메카트로닉스를 기본으로, 정보·반도체·인공지능·생체공학·신소재 등 첨단기술과 기계·전자 등 전통기술이 융합된 고부가가치 차세대 신기술의 복합체임. 한국의 로봇산업규모는 세계6위(2001년 현재)로서 정보통신 인프라, 벤처기업의 활력 등에서 비교우위에 있으며 신규 아이디어로서 조기 상품화가 가능하고 선진국도 개발초기 및 시장도입 단계이므로 대등한 경쟁이 가능한 분야임. 로봇산업은 향후 10년 내에 우리 삶에 끼칠 영향이 대단히 클 것으로 예상되기 때문에, 일본, 미국 등 로봇 선진국에서는 차세대 수종 산업으로 선정하여 집중 육성하고 있을 뿐 아니라 각국 정부는 지능형 로봇산업이 컴퓨터나 휴대 전화기처럼 보급되는 지능형 로봇 시대가 도래할 것으로 전망됨에 따라, 세계시장의 주도권을 잡기 위해 치열한 기술개발 경쟁에 적극 나서고 있는 실정임. 이렇기 때문에 앞으로 산업디자인을 생각할 때 로봇디자인을 빼놓을 수 없는 분야이다.

일상생활에 필요한 로봇은 기능과 함께 디자인이 중요하게 된다. 컴퓨터가 급속도로 보급된 이유중 하나는 아주 매력적이고 아름다운 애플2가 등장했기 때문이다. 일본 소니사에서 개발된 AIBO 로봇도 디자인이 우수했기 때문에 소비자에게 반응을 얻을 수 있었다. 로봇 인터페이스 디자인은 기존 제품 인터페이스 디자인과 차별화되는 것은 물건의 디자인(정적 디자인)에서 움직임의 디자인(동적 디자인)으로 변해가기 때문이다. 가전제품과 생활용품 디자인은 기본적으로 움직임이 정적인 물체의 디자인이다. 그래서 어떤 input 정보에 대해서 단순히 output 정보를 전달한다. 그러나 로봇은 자율적이고 지속적으로 움직이고 있기 때문에 움직임의 디자인, 특히 상황에 반응하는 최적의 움직임을 연구하는 디자인이 되어져야 한다. 또한 제품 인터페이스와는 다른 상호작용(interaction)을 필요로 하며 이것이 로봇디자인의 많은 부분을 차지하게 된다.

로봇이 인간 생활공간의 일부로써 편리함과 동시에 친근감을 주며 생활 속에서 커뮤니케이션 하는데 어려움이 없어야 한다. 인간과 공존하기 위해 요구되는 인간 친화적인 형태 디자인 기술과 기존의 가전제품 인터페이스와는 다른 인터페이스 구조를 고려한 로봇 인터페이스 디자인(Human Robot Interface; HRI)의 연구가 중요하다.

가정용 서비스 로봇 디자인은 인터페이스 디자인에 대한 비중이 기존 디지털 가전에 비해 크기 때문에 로봇이 인간에게 보다 편리한 삶을 제공하기 위해서 인터페이스에 대한 연구가 심도 있게 진행되어야 한다. 그리고 HRI 디자인 시스템을 연구하여 아름답고 세련된 로봇디자인의 기술적 가치를 더욱 더 크게 부각시킬 수 있는 연구가 필요하다.

본 연구에서 초점을 맞춘 쇼핑로봇의 모션 혹은 제스처는 인간이 로봇에게 받는 피드백에 있어서 인간에게 편리함을 제공해준다는 관점에서 볼 때 중요 역할을 한다. 혹은 언어로서 로봇이 인간에게 피드백을 줄 때 로봇의 추가적인 모션은 인간과 로봇의 상호작용의 효율성을 보강하는 요소가 된다. 이와 같이 쇼핑로봇에 있어서 필수적인 요소인 인터페이스 요소는 어떠한 방법을 통하여 결정 되고 사람과의 인터랙션에 있어서 보다 효율적인 행동 구조와 이에 대한 세부적인 로봇의 반응 모션이 일어나는지에 관한 연구가 필요하다. 따라서 디자이너 및 로봇 개발자들은 로봇 행동의 구조화 행동 구조에서 나오는 로봇의 세부 반응 모션 아이디어를 데이터베이스화 하여 로봇의 행동을 총체적으로 조망할 수 있는 능력이 요구되는 시점이기도 하다.

본 연구는 로봇과 인간의 상호 작용에서 언어에 의한 1차적인 정보 전달은 상호작용의 한계가 있으므로 더욱 원활하고 효율적인 의사소통과 나아가 로봇의 감정 표현까지 구현하기 위해서는 비언어적 커뮤니케이션이 필요함으로, 이러한 비언어 커뮤니케이션은 점차 발전해가는 로봇에게 있어서 매우 중요한 요소이며 로봇 발전의 과도기적 시점인

현재에 연구되어야 할 과제라고 생각된다.

로봇의 행동을 구조화하고 데이터베이스화 시켜야 하는 가장 큰 이유는 디자이너, 엔지니어 등 로봇 관련 전문가들이 로봇-인간 인터랙션(HRI)에 있어서 보다 효율적인 인터랙션을 연구하기 위해서이다. 이러한 로봇의 모션들에 대한 총체적인 시각을 갖고 또한 각각의 모션에 대해서 실제로 개발자가 원했던 표현인지 미리 하나하나 확인 해봄으로써 차후에 로봇을 실제로 개발할 때 보다 경제적이고 유연하게 로봇의 모션을 관리 할 수 있다는 장점이 있다.

그러나 로봇의 모션 디자인 아이디어를 내는데 있어 기존의 로봇 모션 시뮬레이션 도구들은 획일적인 하나만의 모션을 구축하는데 초점을 두거나, 혹은 쇼핑로봇의 특성에 맞추어 개발되었기 보다는 특정 업무에 대한 수행 능력의 시뮬레이션을 위하여 종합적으로 개발되었다. 따라서 무엇보다 로봇이 갖는 행동구조와 다양한 모션들에 대한 구조화 작업과 데이터베이스 작업이 없다는 것이 문제점이다. 또한 로봇의 모션 아이디어를 제공하는데 있어 실제 생물에서의 모션을 참고하여 사용하지만 쇼핑 로봇의 행동 구조에 맞추어 이러한 자료를 데이터베이스화 하는 작업이 없다는 것이 문제점으로 지적될 수 있다.

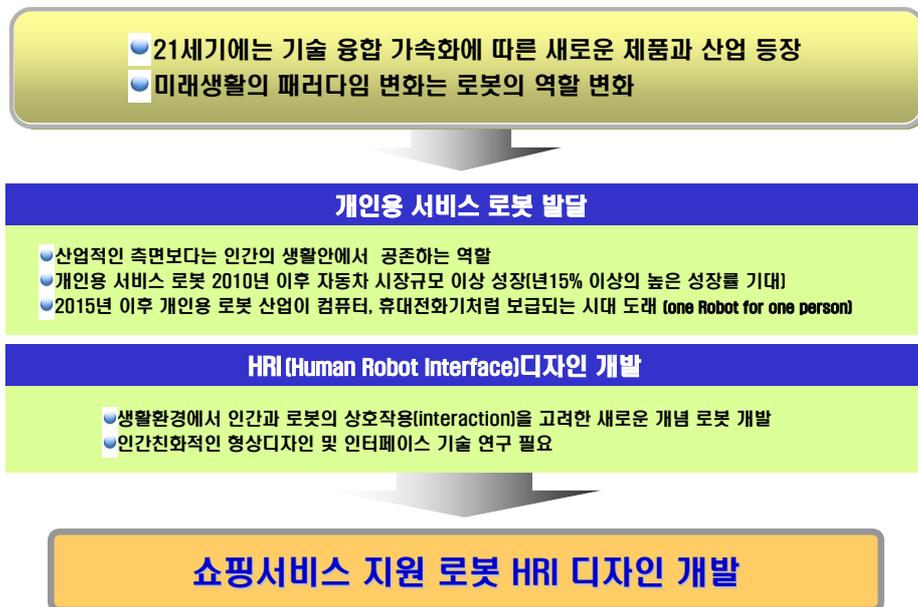


그림 1-1. 연구의 배경 및 필요성

## 1.2 연구 목적

로봇산업은 기술혁신을 활성화하고 새로운 발상에 의해 이루어지는 신 성장 동력산업으로 유망하다. 특히, 개인용 로봇 시장은 21세기 중반 자동차 산업규모로 급성장 할 것으로 예상된다. 정보통신 혁명에 따른 인간과 친숙한 인터페이스 요구 증가와 21세기 실버사회에 대응하기 위한 노약자 생활지원, 여가증가에 따른 오락, 스포츠, 애완 등 로봇수요가 급증할 전망이다.

로봇디자인은 로봇이라는 첨단기술의 결정체와 인간을 연결하는 인터페이스 역할을 한다. 디자인은 사용자에게 기술의 내용을 알기 쉽게 전달하고 편의성을 높이는데 커다란 역할을 한다. 실용화 로봇기술의 성숙기에 접어들고 있는 현재 로봇에 대한 커다란 시장이 형성될 시점에서는 더욱 로봇디자인이 중요하게 될것이다. 로봇이 인간과 같은 환경에서 살아가기 위해서는 인간의 생활공간의 일부로써 인간에게 친근감을 주며 인간의 생활 속에서 인간과 어울리며 인간을 도와줄 수 있는 형태로 디자인 되어야 한다. 또한 인간과 공존하기 위해 요구되는 인간 친화적인 인터페이스 디자인 기술과 기존의 로봇 개념과는 다른 상호작용(interaction)을 고려한 로봇디자인이 개발되어야 한다.

로봇산업은 과거의 인간대신 반복적인 일을 수행하던 산업적인 측면보다는 인간의 생활 안에서 인간생활에서 공존하면서 인간기능을 향상시킬 수 있는 역할이 증대되고 있다. 이에 따라 기존의 로봇개념과는 다르게 인간과의 상호작용(interaction)을 고려한 로봇 디자인이 개발되어야 하기 때문에 로봇디자인에 대한 앞으로의 전망은 무궁무진하며, 앞으로 수없이 많은 새로운 디자인 기회를 창출할 것이다.

로봇개발에 있어서 로봇디자인의 활약에 증대되는 이 시점에서 본 연구를 통해서 로봇 디자인 산업의 활성화를 위한 마인드를 조성할 뿐만 아니라 지능형 로봇 인터페이스 디자인 산업의 Initiative 확보 및 전기/기계/재료/디자인 등 다양한 산업군의 활성화 및 새로운 디자인 분야 창출을 통한 경쟁력을 제고 하는 데 있다.

본 연구는 개인용 Human Robot Interface(HRI) 디자인 기반구축으로 디자인 개발 시 활용 가이드를 제공할 것이다. 그리고 개인용 로봇 관련 중소기업의 상호 연계 및 협력체계 구축으로 로봇산업 전략적 비전 활용 극대화할 뿐만 아니라, 로봇 디자인과 관련한 공통 기술 개발을 통한 다양한 상품 기획을 촉진하는데 일조할 것이다.

이에 본 연구에서는 HRI 디자인에 대한 개념을 정립하고, 관련 HRI 디자인 요소를 도출하고 이에 대한 검증 및 사례연구를 통하여 디자인 측면에서의 HRI를 해석하고자 한다. 특히, 사용자 중심(User-Centered)의 쇼핑 서비스 지원 로봇 개발을 위한 HRI 디자인 시스템 구축 및 적용 모형 개발을 통한 조화로운 인간-로봇 공생관계에 대한 사용자와 로봇, 환경에 대한 체계적인 분석으로 HRI 디자인 구현을 위한 디지털 시뮬레이터를 개발하는 데 있다.

### 1.3 연구내용 및 범위

본 연구는 지능형 서비스 로봇의 개발에 있어 인간에게 필요로 하며 현재의 많은 활동 중 가장 상품성이 높은 로봇 개발경향에 맞추어 인간의 환경을 지원할 수 있는 로봇 기술과 실제 개발 가능성이 있는 로봇으로 쇼핑환경에 대응하는 서비스 지원 로봇을 개발하였다.

특히, 현재의 로봇 기술 발전과 제품으로서의 가치 등을 고려할 때, 상품화 가능성이 높다고 판단되는 대형 할인매장에서 쇼핑서비스를 지원하며 사용자와 원활한 커뮤니케이션(Communication)을 통해 사용자의 소비행동을 지원 할 수 있는 쇼핑서비스지원 로봇에 관한 것이며 국내외 대형 할인매장이라는 장소적 한계를 설정했다.

본 연구는 HRI 디자인에 대한 관계를 정립하고, 사례 연구 형식으로 쇼핑서비스지원 로봇에 적용하였다. 쇼핑지원 로봇의 디자인 개발에 있어서 지원로봇이 사용되어지는 장소, 대상, 필요기능 등에 적합한 쇼핑지원 로봇을 개발하는데 있어 로봇디자인의 디자인요소에 관하여 기능의 상관관계에 따른 필요기능을 도출하였다. 또한 앞에서 정의된 HRI 디자인 요소에 대한 설계를 전개하고 쇼핑서비스지원 로봇 디자인을 개발하였다. HRI 디자인에 대한 유효성 검증을 위해서 모션캡처, 애니메이션, 뇌파, 사운드 등의 실험을 통해서 검증하였다. 그리고 디지털 시뮬레이션을 통해서 인간과 로봇과의 구체적인 인터랙션을 알아보았다.

본 연구에서는 이러한 쇼핑서비스지원 로봇의 디자인 개발에 있어 쇼핑 시 로봇의 필요기능과 사용자를 고려한 로봇디자인 연구 방법을 제안하며, 서비스 지원로봇 디자인 개발에 적용되어질 기능에 따른 디자인요소 도출에 관한 디자인 기초 자료로 활용 가능한 기준을 제시하고자 하였다.

연구의 주요 내용은 쇼핑 지원 로봇의 행동 구조화 및 세부 모션 디자인 아이디어의 데이터베이스화를 위한 도구를 개발하는 것이다. 이러한 목적을 효과적으로 달성하기 위해서 본 연구에서는 크게 문헌적인 고찰과 실험연구를 연구 방법으로 사용하였다.

먼저 다양한 문헌을 수집하여 연구의 필요성 및 연구 목적을 정립하였는데 이는 주로 1장에서 다루어졌다. 다음으로 연구하고자 하는 주제를 문헌 연구를 통해 생활 지원 로봇을 정의하고 분류하였으며, 이를 토대로 쇼핑지원 로봇의 정의와 특성에 대해 고찰하였다. 다음으로 쇼핑지원 로봇이 갖는 행동의 중요성 및 필요성에 대해 탐구하고, 로봇 개발에 있어 초기 단계에서 갖는 행동의 구조화에 대한 방법론을 문헌 연구를 통해 정리한다. 이를 바탕으로 쇼핑 지원 로봇의 행동 구조화 방법과 행동 구조에서 갖는 세부 반응 모션 디자인의 시뮬레이션 방법론을 구축한다. 이상의 문헌 연구를 바탕으로 쇼핑 지원 로봇의 행동 구조화 방법과 행동 구조에서 갖는 세부 반응 모션 디자인의 시뮬레이션 방법론을 구축한다. 이상의 문헌 연구를 바탕으로 쇼핑 지원 로봇의 행동 구조화

와 세부 반응 모션 디자인 아이디어를 총체적으로 통합 할 수 있는 도구를 개발하고 실제 로봇 행동 구조화와 세부 반응 모션 디자인 아이디어들을 적용해 볼 수 있는 사례 연구를 진행한 후 그 프로세스를 검증한다. 마지막으로 사례연구를 통해 발견된 주요 발견점을 다루고 전반적인 결론을 내림으로써 연구를 종결하였다.

연구 보고서의 각 장에 따른 세부적인 연구 내용 및 방법은 다음과 같다.

제2장 ‘로봇의 개념 및 특성’에서는 로봇의 개념과 역사, 특성 및 전망에 대해 설명하고 로봇의 분류체계를 조사하였다. 이를 바탕으로 쇼핑 지원 로봇에 적용될 로봇의 특징과 필요 행동이 갖는 중요성과 객관성을 찾아낸다. 또한 로봇의 모션 디자인 아이디어 발상에 대한 다양한 방법의 기초 자료를 수집한다.

제3장 ‘로봇 디자인’에서는 일반 제품과 다른 로봇 디자인의 특징 및 개념에 대해서 정의한 후 필요한 구성 요소를 분류하였다. 로봇 디자인 분야는 기존의 제품디자인과 달리 로봇의 감성, 개성, 모션에 대한 부분까지 디자인하여야 하는 것을 파악하였으며, 실제 개발 사례로써 PaPeRo를 조사하였다.

제4장 ‘휴먼-로봇 인터페이스 개요’에서는 본 연구의 핵심이라고 말할 수 있는 HRI(Human-Robot Interface) 디자인 개념 및 특성을 다양한 사례의 수집과 조사를 통해 HRI 디자인의 분류체계를 도출하고 기본적인 HRI 디자인 구성 요소를 파악하였다. 특히 HRI 디자인 구성요소 중에서 제스처, 표정과 사운드를 중심으로 이론적 개념을 정리하였다.

제5장 ‘HRI 적용을 위한 사례 연구’에서는 쇼핑에서의 행동 구조화에 대한 방법론적이고찰을 통해 쇼핑지원 로봇의 행동 구조화 방법을 구축한다. 또한 쇼핑 행태에 기반한 로봇의 행동 구조를 분석함으로써 기본적인 쇼핑 지원 로봇의 행동 구조 모델의 프레임워크를 구축하고 ‘쇼핑 상황’에 초점을 맞추어 쇼핑 지원 로봇의 감정 분류에 대해 분석하고 적용할 감정 분류 모델을 선택한다.

조사 결과 도출된 사항들을 바탕으로 디자인 가이드라인을 조사하여 구체화한다. 구체적인 쇼핑 상황을 전제로 다양한 응용사례들을, 쇼핑 지원 로봇의 HRI 관점에서 비교분석함으로써 구체적인 디자인 개념들을 도출하고 적용한다.

제6장 ‘검증’에서는 지금까지 분석된 사항들을 바탕으로 HRI 인식의 응용사례들과 시스템구조를 분석한다. 도출된 HRI 디자인 요소들을 기본으로 디자인 개발을 위한 구체적인 실험을 실시하여 디자인 가설을 검증한다.

지금까지 도출된 로봇의 디자인 결과물을 디지털 애니메이션으로 구현하여 미흡했던 점은 없는지 그 주요 내용을 분석하여 이를 보완하기 위한 향후 연구에 대해 언급한다.

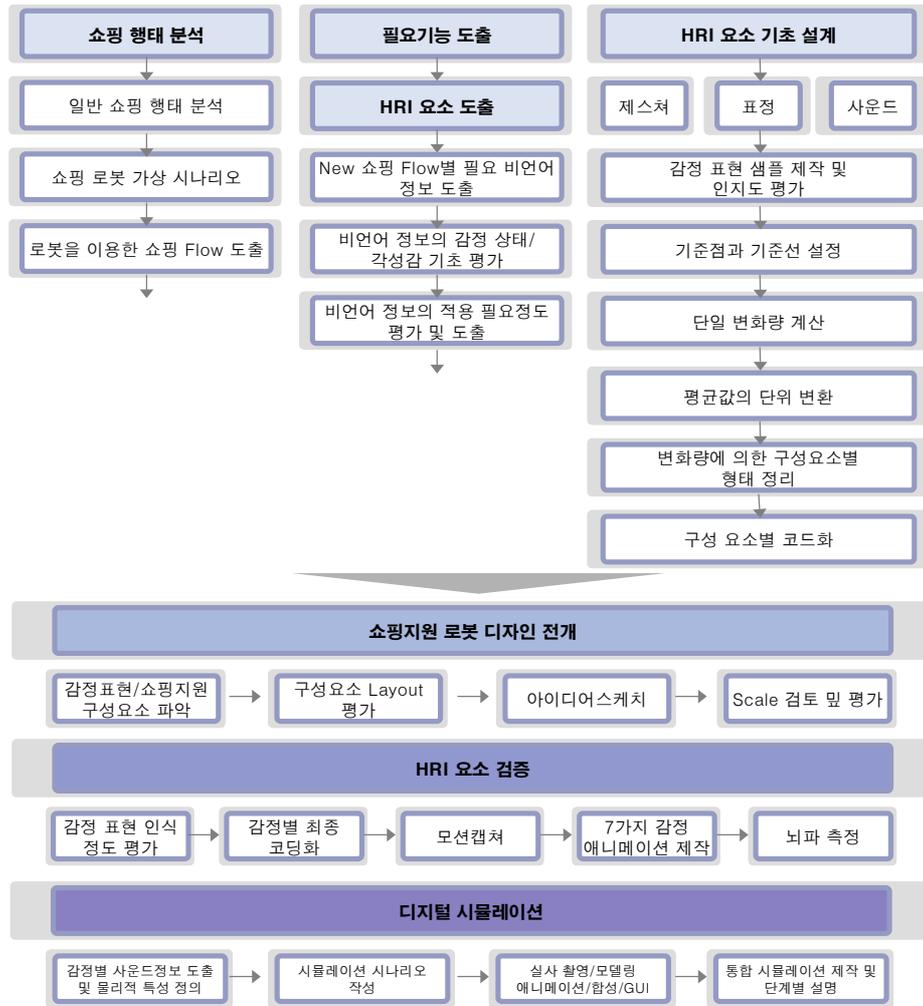


그림 1-2. 연구 내용 및 범위

## 2. 로봇의 개념 및 특성

---

쇼핑 서비스 지원 로봇을 위한  
HRI(Human Robot Interface) 디자인 개발에 관한 연구

A Study on the Human Robot Interface Design Development  
for Shopping Service Support Robot



## 2. 로봇의 개념 및 특성

### 2.1. 로봇의 개념

로봇이라는 말은 체코어의 ‘일한다(robota)’는 뜻으로, 1920년 체코슬로바키아의 작가 K.차페크가 희곡 《로섬의 인조인간:Rossum's Universal Robots》을 발표한 이래 관심을 가지게 되었다. 차페크는 이 희곡에서 기술의 발달과 인간사회와의 관계에 대하여 아주 비관적인 견해를 상징적으로 표현하였다. 모든 정신노동과 육체노동을 인간과 똑같이 할 수 있으나 인간적 정서나 영혼을 가지지 못하며, 마모되었을 때에는 폐품으로서 신품과 교환할 수 있는 인조인간을 등장시켰는데, 이 로봇은 노동자로서 인간의 지배를 받는 사회를 그렸다. 그리고 이 로봇들은 노동을 통하여 지능 및 반항정신이 발달하여 결국 인간을 멸망시키는 이야기를 전개시켰는데, 그러한 견해는 현대의 오토메이션이 사회에 미치는 영향에 대한 하나의 전형적인 견해로서 당시 관심을 끌었다.<sup>1)</sup>

인조인간을 만들려는 시도는 고대부터 있었으며, 그리스·로마 시대 및 기원전에는 종교의식의 한 도구로 만들어졌다. 중세 때에는 건물의 문을 열거나 악기를 연주하는 자동인형을 만들었다. 이들 자동인형은 장식용이었거나 또 사람들을 놀라게 하거나 또는 신(神)과 결부시켜 지배자의 권위를 과시하는 데 이용되었다. 한편으로는 기계기술자들의 장난이기도 하였다. 그러나 이들 자동인형의 제작은 과학기술의 진보에 직접적으로 기여하지는 못하였다. 20세기에 들어와서도 자동인형의 제작은 여러 가지로 시도되었고, 과학이나 기술이 진보되어 전보다는 정교하게 만들 수 있었는데, 그것은 상품 전시용이었거나 박람회의 관객 유치용이었으며 실용적인 것은 아니었다. 이런 로봇 가운데 유명한 것은 1927년에 미국의 웨스팅하우스전기회사의 기사 R.J.웬즐리가 만든 텔레복스(Televox)나 영국의 리처즈가 만든 에릭(Eric) 등인데, 모두 기계기술이나 전기기술을 응용하였으며 전화의 응답도 할 수 있는 정교한 것이었다.

최근에 와서는 전자관(電子管)·광전관(光電管)·전화·테이프리코더 등을 조합하여 사람들의 질문에 대답하거나, 손발을 교묘히 움직여 걷거나, 무선에 의한 원격조종에 의하여 자유자재로 움직일 수 있는 인조인간이 제작되었다. 그러나 이렇게 사람과 같은 모습을 가진 것은 그 동작이 아무리 정교하게 만들어졌어도 동작에 한계가 있고 그다지 실용적이지 못하였다. 그리하여 실용면에서 사람의 모습을 닮지는 않았지만 인간의 동작과 같은 동작을 하는 기계도 로봇이라고 하게 되고, 여러 방면에서 로봇을 응용하려는 경향이 강해졌다. 원래 기계는 생산수단으로 산업구조에 배치되었는데, 사회 환경의 다극화에 대응하여 로봇을 여러 가지 이상환경(異常環境)에 적응하는 기계로 등장시키

1) <http://100.naver.com/100.php?id=55562>

게 되었다. 또한 자동제어기술이나 원격조종기술의 진보에 따라 우주나 해저, 고온이나 저온 등의 위험한 환경에서의 작업 또는 아주 단조로운 작업 등은 모두 인간에게는 부적합한 것인데, 현재는 이런 이상환경에서 로봇의 응용분야가 확대되고 있다.



• 체코어의 ‘일한다(robota)’는 뜻으로, 1920년 체코슬로바키아의 극작가 차פק(K. Capak)이 희곡 로섬의 인조인간(Rossum’s Universal Robots)을 발표한 이래 관심을 가지게 되었다. (과학기술커뮤니케이션 연구소)

• 인간이 작업하기 힘든 영역, 또는 반복적인 일을 대신 작업해 주는 개념에서 오늘날에는 인간의 여가 생활에서 즐겁게 해주는 엔터테인먼트(entertainment) 목적으로 한 로봇도 포함되어 그 개념이 확대되어가고 있다.

• 최근 IT의 일반화로 정보화의 최소단위인 가정에서도 가상공간을 통하여 업무를 처리하고 제반 서비스를 받을 수 있는 정보 인프라가 구축되었으며, 디지털 가전의 등장으로 가전기기들도 가상공간 상에서의 제어가 가능하게 되었다.

그림 2-1. 로봇의 개념

## 2.2. 로봇의 역사

### 2.2.1. 로봇의 여명기-1960년대

근대 유럽의 시계 직공은, 태엽 장치로 교묘하게 움직이고 춤추고 그림이나 글자를 쓰는 정교한 자동인형을 만들었고, 에도시대의 일본에서는 여러 가지 꼭두각시 인형이 만들어졌다. 로봇이 현대기술의 대상으로서 탄생한 것은, 1960년대 초, 컴퓨터 기술의 발달이 기술자에게 로봇을 만들기 위한 강력한 틀을 제공했을 때부터이다. 컴퓨터가 여러 가지 외부 장치와 인터페이스가 되기 시작했을 때, 단순한 계산기로서의 틀을 벗어나 새로운 가능성을 열었던 것이다.<sup>2)</sup>

1962년, 매사추세츠공과대학(MIT)의 링컨연구소에서 언스트(H. Ernst)는, 방사성동위원소를 취급하기 위해서 개발된 매니퓰레이터(Manipulator)를 컴퓨터로 작동시키는 연구를 실시했다. 1963년, 로버트(L. Roberts)는 텔레비전 카메라를 컴퓨터에 연결하고, 영

2) 佐藤知正, 로봇創成, 岩波書店, 2005, p.10

상 데이터를 보내어 비친 물체의 해석과 인식의 연구를 발표했다. 이것들이 컴퓨터를 사용한 로봇의 눈과 손의 연구의 시작이었다.

1960년대 말부터 70년대 초에 걸쳐, 세계의 인공지능연구그룹은 지능 로봇의 개발을 위해 로봇의 눈과 로봇의 손을 통합한 시스템 즉, 핸드·아이·시스템으로 불리는 지능 로봇의 프로토타입을 개발하였다. 이것은 인공지능 연구를 통합하는 시도였다. 미국의 MIT, 스탠포드대학, 스탠포드연구소(SRI), 영국의 에딘버러 대학, 일본의 전자기술종합연구소(전종연, 현재의 산업기술종합연구소), 히타치중앙연구소 등 인공지능 관계의 6개의 연구 그룹이 로봇 연구를 주도하였으며, SRI에서는 닐슨(N. Nilsson) 등이 소형 컴퓨터와 텔레비전 카메라를 탑재한 셰이키(Shaky)로 불리는 이동 로봇을 만들고, 시각으로 주위를 인식하고 인공지능으로 이동경로를 계획하여 자율적으로 돌아다니는 시스템을 개발했다. 스탠포드에서는 셰이먼(V. Sheinman)이 설계한 멋진 성능의 팔(Arm)이 개발되었고, 그것이 시각시스템과 결합된 핸드·아이·시스템으로, 폴(R. Paul)과 볼(R. Bolles)은 T형 포드에 사용되고 있던 펌프 조립 작업을 실현하고 있었다. 에딘버러 대학에서는 포플스톤(R. Popplestone)등이 큰 팬터그래프 상태의 팔로 로봇 프로그래밍의 연구를 실시하고 있었다. MIT에서는, 시각의 연구, 동작 계획의 연구 등과 함께 민스키(M. Minsky)가 제안한 미니 로봇 계획 속에서 PUMA의 원형이 되는 소형 암이 개발되었다.

이 시대는 인공지능분야의 연구자가 중심이 되어 지능 로봇을 탄생시키고 그 연구개발을 견인했던 시대였다고 볼 수 있다.

### 2.2.2. 로봇의 발전기-1970~1980년대

1970년대는 생산시스템 안에서 사용되는 산업용 로봇이 급속히 진보했던 시기이다. 부품을 잡는 핸드, 도장의 스프레이, 용접 건 등 매니퓰레이터(Manipulator)의 끝에 붙이는 여러 가지 툴을 엔드이펙터(End-effector)라고 한다. 3차원공간 안에서 엔드이펙터(End-effector)의 위치와 자세를 결정하기 위해서 매니퓰레이터(Manipulator)에는 6개의 자유도가 필요하다. 그 로봇에게 여러 가지 움직임을 가르치기 위한 가장 간단한 방법은, 매니퓰레이터(Manipulator)를 자유로운 상태로 해 두고 사람이 직접 엔드이펙터(End-effector)를 집어 움직이고 그 때의 6축 움직임을 기억시키는 것이다. 이 과정을 티칭이라고 부른다. 티칭된 6축의 지령을 읽어내어 재현하는 것을 플레이백이라고 부른다. 한 번 올바르게 티칭해 두면, 그 움직임은 몇 번이라도 플레이백 할 수 있다. 이와 같이 하여, 산업용의 로봇은 같은 움직임을 정확하게 반복하는 것이다.<sup>3)</sup>

미국에서 개발된 초기의 산업 로봇인 AMF사의 바사트란이나 유니메이션사의 유니메이트

가 일본에 소개된 것은 1960년대 말이다. 이 두 가지 로봇은 자유도의 배치가 원통형과 극좌표형의 대표로, 고도성장을 시작한 일본의 제조업의 주목을 끌었다.. 그리고, 일본의 기계기기 메이커도 서로 다투어 산업용 로봇의 시작(試作)에 착수하기 시작해, 이른바 제1차 로봇붐이 일어났다. 당시의 로봇은 티칭의 결과는 다채널의 자기테이프 레코더나 자기드럼에 기억되고, 그 데이터를 재생함으로써 배운 운동을 재현했다. 확실하게 정해진 움직임은 정확하게 재현되는데, 제어의 융통성도 부족하고 센서와의 연계도 없고 컴퓨터로 제어되는 것도 아니었다.

산업용 로봇의 전환기는 70년대 중기의 마이크로 컴퓨터의 개발이다. 모토롤라의 6800이나 인텔의 8080 등으로 대표되는 LSI화된 마이크로 컴퓨터의 진보와 보급은, 산업용 로봇에 컴퓨터를 넣는 것을 현실화했다. 그리고, 유력한 응용 분야인 공장 자동화가 로봇의 기술개발을 견인해 나가게 되었다.

1980년대의 일본은 로봇에 의한 생산기술의 고도화에 의해 더욱 성장하였는데, 그 상징적인 존재가 산업 로봇이다. 정확하고 신뢰성 높은 제품을 만드는 공장 자동화의 핵심 기술로서, 질·양 모두 세계의 산업 로봇 시장을 견인하여 일본은 로봇 분야에서 앞서가기 시작했다.

산업 응용은, 우선 도장 로봇으로부터 시작되었다. 도장 로봇은 공간 내에 있어서의 도장 스프레이의 궤도를 정확하게 제어하는 것이 필요하고, 기술적으로는 로봇의 위치 제어의 정밀도와 도료를 낭비하지 않는 궤도 생성이 과제이며, 티칭 플레이백을 위한 작업이었다. 스폿 용접의 로봇은 자동차의 보디 조립 라인의 자동화를 가능하게 했다. 다수의 스폿 용접 로봇이 서로 모여서 자동차의 보디를 만드는 모습은 확실히 산업 로봇의 상징이다. 일본의 자동차 산업의 발전이 로봇 산업에 있어 유력한 응용 분야가 되어 있었다. 한편, 아크 용접 로봇은, 아크 상태의 센싱과 아크 전류의 제어, 로봇 움직임에 대한 제어 등의 연계를 취할 필요가 있고, 보다 고도의 기술을 필요로 하므로, 라인에의 도입은 늦었다. 또한, 가전제품이나 소형전자제품 조립의 로봇화도 적극적으로 진행되었다.

조립 로봇으로서의 마키노 히로시가 개발한 SCARA형으로 불리는 단순하고 성능이 좋은 로봇이 보급되었다. SCARA형 로봇에 의한 조립은 중심이 되는 기반 부품에 여러 가지 부품을 위부터 순서대로 조립해 간다. 이 방식은 워크맨 등의 제품 설계도 바뀌었다. 즉, 조립 로봇으로 조립하기 쉽도록, 제품 그 자체의 구조 설계까지 돌아와 설계 변경되고, 효율적인 작업을 저비용으로 정확하게 자동화할 수 있게 되었다. 로봇에 의한 조

---

3) Ibid., p.15

립은, 단지 주어진 기계를 그대로 조립하는 것만으로는 효율이 나빠 실용화하지 못하고, 조립성의 검토라는 새로운 설계 수법의 발전까지 얹혀서 처음으로 효과적인 로봇 작업이 실현될 수 있었던 것이다.

시각에 의한 센싱의 실용화도 일본이 선행했다. 그 대표적인 예가 IC나 LSI의 조립이다. LSI의 틱을 패키지화할 때에, LSI의 단자로부터 패키지의 단자에 가는 금선을 본딩해야 한다. 80년대 초, 미국의 반도체산업은, 현미경하에 사람 손으로 와이어본딩하는 작업을 싱가포르나 말레이시아의 인건비 낮은 나라에 돌려 비용의 삭감을 실시했다. 이에 비해, 일본에서는, 틱 단자의 현미경 화상을 컴퓨터로 인식하여 와이어본딩하는 작업을 시각 센서를 채용한 로봇으로 실행하는 기술이 개발되었다. 이것은 로봇 시각의 실용 성공예로, 일본의 반도체 공장에 도입되어, 일본 반도체의 높은 품질을 보증하는 고도의 제조 기술로서 높게 평가되었다. 미국의 현미경하의 본딩을 인간의 시각에 의지하고, 코스트 삭감을 위해 아시아의 저임금 노동력을 사용한다고 하는 전략에 대해, 일본 기업은 시각 센서 채용 로봇에 의한 자동화 전략을 채택했다. 로봇에 의한 방법은 설비비용은 비쌌지만, 현미경하의 시각 인식 작업을 안정된 기계화함으로써, 완성되는 반도체 제품의 고도의 신뢰성을 보증하는 것으로, 이 시점에서는 반도체 산업은 일본의 전략이 우위에 서 있었다.

그러나 산업 로봇의 융성과는 정반대로, 로봇의 연구 활동은 기초 기술의 심화를 위해, 대학의 연구와 산업 응용이 분리되어 갔던 것이 1980년대라는 시대이기도 했다.

### 2.2.3. 로봇의 신 전개기-1990년대 이후

혼다가 선점한 휴머노이드와 소니가 판매를 단행한 애완용 로봇은 로봇이 공장을 나와 우리의 일상생활의 장으로 들어오게 하는데 결정적인 역할을 하였다. 로봇의 일은 물건 만들기에서 서비스로 확대되었으며, 연구 개발면에서도 패러다임이 바뀌었다.<sup>4)</sup>

ASIMO, HRP-2, AIBO 등 프로그램이 가능한 로봇이 시장에 나온 것은, 로봇은 만들어지는 대상에서 그것을 사용해 새로운 연구개발을 전개하는 대상이 된 것을 의미한다. 이러한 1990년대 이후의 새로운 전개를 상징하는 것이, 휴머노이드의 연구개발이다.

인간의 형태를 한 로봇의 개발은 로봇 공학자에게 있어 큰 개발 목표의 하나였다. 와세다대학의 가토 이치로의 그룹은 일찍부터 휴머노이드의 연구에 착수하여 이족보행의 실현과 함께, 1985년의 츠쿠바에서 열린 과학 만국박람회에서는, 전자 오르간을 연주하는 인간형 로봇을 개발했다. 그후, 이족보행의 연구는 조금씩 계속되고 있었는데, 인간과

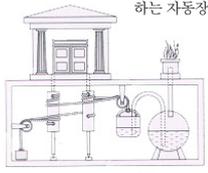
---

4) Ibid., p.30

같은 정도의 사이즈로 모든 것을 내장한 이족보행하는 로봇의 실현은 극히 곤란한 과제라고 생각되고 있었다.

1996년 12월, 혼다기술연구소는 P2 라고 하는 인간형 로봇을 발표했다. 완성도 높은 안정된 이족보행은 사회에, 그리고 로봇 연구자에게 큰 충격을 주었다. P2는 이족보행로봇 기술의 존재 증명이 되어, 지금까지의 보행 연구자의 의지를 약하게 한 한편으로, 새로운 연구자의 적극적인 개발열을 자극하여, 대학이나 기업에서 휴머노이드의 개발 경쟁이 활발하게 행해지게 되었다. 혼다의 기술개발은 급하게 진전되어 1년 후에는 P3를 그리고 그 후 완성도를 높인 실용 ASIMO를 개발해, 여러 가지 이벤트용으로 렌탈하는 비즈니스를 시작했다.

표 2-1. 로봇의 역사

16세기이전	17-19세기	20세기
<b>Robot Development</b> 기원전1세기 그리스의 발명가 헤론이 증기와 추를 동력으로 하는 자동장치 고안  헤론의 자동문 14~16세기 로봇은 귀족의 장난감 르네상스시대 기술자의 정밀기술에 의해 자동인형 제작	1773 그리스의 자케 드로스 부자가 「글자 쓰는 인형」 「오르간 치는 소녀」 제작 1778 프랑스 「자크 드 보칸슨의 오리」  18~19세기 시계기술을 응용한 자동인형 유행 19세기 초 뮷 다이어트 운동 확산 산업혁명당시 영국을 중심으로 기계 말살운동 전개 (노동운동 시작)	1954 미국 델보사가 산업용로봇 특허 1962 미국 유니메이션사와 AMF사에서 산업용로봇 발매 1973 와세다대학/세계 최초의 인형 로봇 「WABOT-1」 호 개발 1985 츠쿠바 과학 엑스포에서 와세다대학은 피아노 로봇 「WABOT-2」 발표 1993 혼다의 2족 보행 로봇 「P-1」 개발  P-1 1995 경비로봇 「가드로보」 판매개시/ 1대1000만명  가드로보
<b>20세기</b> <b>Robot Development</b> 1996 와세다대학/2족 보행로봇 「WABIAN」 개발 Honda의 로봇 「P2」 개발  P-2 1997 Robocup 축구대회 (나고야) 1999 SONY의 애완용 로봇 1세대 「AIBO」 발표 ERATO의 연구용 로봇  AIBO1세대	2000.1 원격조작 로봇 「TMSUK IV」 호 판매개시/500만명 4 ERATO 연구용 로봇 「PINO」 완성 8 아키야마라에 일본 최초의 로봇 전문점(Robocon) 11 SONY의 애완용 로봇 2세대 「AIBO」 시판  AIBO2세대 「ROBDEX 2000」 개막 「ASIMO」/Honda  AIBO3세대	2001.1 TAKARA사 통신기능 완비 인형로봇 「DREAM FORCE 01」 3 SAGA TOYS 커뮤니케이션 인형로봇 「Family Robot Series」 발표 「TOKYO TOY SHOW 2001」에서 로봇장난감 대거 등장 4 Honda 「ASIMO」 리스사업 8 「Robocup」 세계대회 (시애틀)  PINO  SAGA TOYS

### 2.3. 로봇의 특성

환경의 인식, 정보의 획득, 지능적 판단, 자율적인 행동 등의 인공지능 기술을 이용하여 인간을 지원하고, 어려운 상황에서 인간을 대신하거나 특수한 작업을 수행하는 기계, 전자, 정보, 생체공학의 복합체를 지능로봇이라 한다.<sup>5)</sup>

지능형 로봇에 사용되는 기술은 인공지능과 신경회로망, 퍼지이론, 음성과 화상인식기술, 마이크로프로세서와 모터의 제어, 센서기술 등 다양한 기술인 접목되어 사용되고 있다. 인간이 로봇에게 명령을 내리거나, 로봇으로부터 인간이 정보를 전달하기 위한 각종 입력기구와 로봇을 연결하고, 로봇이 작업하는 환경의 여러 가지 정보(시각, 촉각, 청각 등)를 인간에게 전달하는 기술로 정의할 수 있다.

지능형 로봇은 동작의 자율성에 따라 몇 가지 형태로 나눌 수 있다. 센서에 의해 시각 및 청각을 갖춘 로봇과 외부로부터 정보가 없어도 자율적으로 환경을 인식하여 행동하는 완전 자율형 로봇이 있는 반면에, 현재 지능형 로봇은 대부분의 경우, 완전 자율형이 아니라 인간으로부터의 지시, 명령이나 프로그램에 의해 동작하고 있다. 공간 속을 이동하는 로봇에게 인간이 지시나 명령을 전달하려면 통신을 이용해야 하며, 로봇이 취득한 정보와 로봇이 촬영한 화상이나 영상 등을 원격지에 있는 조작자에게 전달하기 위해서 통신이 이용되고 있다.

연구개발단계에 있는 지능형 로봇에서는 로봇 자신의 상태나 동작을 나타내는 정보(로그정보)를 외부로 송신하여 모니터링하는 경우가 많다.

향후 자율적 지능형 로봇은 스스로 외부와의 통신에 의해 정보를 취득하여 적합한 행동을 할 수 있게 되며, 통신에 의하여 로봇을 움직이는 프로그램을 다운로드 함으로써 환경이나 상태의 변화에 유연하게 대응할 수 있다.

지능형 로봇은 생활공간 속에서 안전하며 정확하게 동작되어야 하기 때문에, 로봇이 이용하는 정보통신 네트워크에는 매우 고도의 네트워크 기술이 작용되어야 한다.

정보통신 네트워크를 활용하면, 센서나 가동부분을 분산, 배치하여 그것들을 조작자의 지시로 자유자재로 동작시키는 센서 네트워크나, 인간 자신을 로봇과 같이 정보통신 네트워크와 일체화시키는 웨어러블(wearable) 컴퓨터 시스템 등이 구상될 수 있다.

지능형 산업용 로봇 기술은 학제적 결합(제어기술과 기계기술의 결합)에 의해 발전하였으며, IT 기술과 융합되고 BT 기술과 융복합화 된 후 가전, 항공, 의료, 원자력 산업 등 업체들의 결합에 의해 지능형 서비스 로봇의 기술 발전에 영향을 미칠 것으로 전망되고 있다.

---

5) 조영화, 산업용 로봇과 서비스 로봇의 사업성 비교분석, 한국과학기술정보연구원, 2004, p. 3

이 밖에 지금까지 개발되어온 로봇에 보다 구체적으로 살펴보면 로봇의 요소 혹은 시스템은 다음과 같다

### 2.3.1. 매니퓰레이터(Manipulator)와 핸드(Hand)

로봇이 물체를 잡고 조작하기 위해서는 기계의 팔과 손이 필요하다. 매니퓰레이터(Manipulator)는, 산업용 로봇을 중심으로 여러 가지 구조의 것이 개발되고 있다. 산업용 이외의 특징 있는 매니퓰레이터(Manipulator)를 몇 가지 나타낸다. 매니퓰레이터(Manipulator)나 다리는 반드시 외부 세계와 역학적인 간섭 아래에서 기능해야 한다. 로봇과 외부와의 접촉의 제어는, 로봇이 외부의 세계에 친숙해지면서 행동하는데 불가결한 것이며, 이를 위해서는 위치 제어를 베이스로 하는 것보다도 힘 제어를 베이스로 하는 것이 본질적으로 중요하다.<sup>6)</sup>

1973년, 다카세 쿠니카즈 등은 이 문제에 도전하기 위해, 모든 자유도를 와이어로 구동하고 게다가 그 와이어의 장력을 제어하는 방식의 매니퓰레이터를 개발했다. 전자 클러치에 거는 전압에 비례하도록 전달 토크를 제어함으로써 장력을 제어하는 서보를 구성한 것이다. 토크 제어 서보로 구동되는 매니퓰레이터는, 외부 세계와의 접촉력을 순조롭게 제어할 수가 있다.

일반적으로 로봇의 팔은, 어깨·위팔뚝·팔꿈치·팔뚝·손목·손의 상태로 차례차례 액츄에이터(Actuator)가 배치된다. 이러한 직렬적 배치에서는, 팔꿈치의 액츄에이터(Actuator)는 그것보다 앞의 모든 액츄에이터(Actuator)도 부하가 되고 어깨에 있어서는 모든 것이 부하가 된다. 그러니까, 직렬적인 자유도 배치의 암에서는, 어깨를 움직이는 모터는 팔꿈치나 팔뚝 등 보다 훨씬 큰 것이 필요하게 된다. 이에 비해, 수평적 매니퓰레이터(Manipulator)로 불리는 구조의 매니퓰레이터(Manipulator)도 개발되어 있다. 머리 부분과 바닥 부분의 2개의 삼각관은 만능 이음새를 매개로 3조의 팬터그래프 기구로 병렬로 접속되어 있다. 각 팬터그래프의 길이와 각도는 2조의 모터로 제어되고, 합계 6개의 모터의 각도를 제어하면, 머리 부분의 삼각관의 위치와 자세를 임의로 바꿀 수 있다. 이 기구에서는, 6개의 모터가 병렬로 부하를 떠받치기 때문에, 개개의 모터는 그렇게 큰 필요가 없다. 이 기구는, 6자유도의 로봇 손목기구로서도 사용할 수 있고, 또한 사용하게 되면 6자유도의 조작반력을 반사하는 조이스틱(Joystick)으로도 이용할 수 있다.

5개의 손가락을 가지는 인간의 손은 그 크기 안에서 높은 자유도를 가지고, 충분한 파

---

6) 佐藤知正, Op. cit., p.49

위를 내장하며, 민감한 촉각과 힘의 감각을 갖추고 있다. 이 정도의 숨씨 좋은 동작을 실현할 수 있는 기구를 인공적으로 만드는 것은 현재도 어렵다. 스탠포드대학의 샐리스베리(K. Salisbury)는 로봇의 3손가락 핸드를 개발하고, 3개의 손가락을 잘 사용해 여러가지 형태의 대상물을 잡는 것을 시연하였다. 최근의 개발에서는, 독일의 DLR(독일 항공우주 센터, 로봇 기술 연구소)의 허징거(G. Hirzinger)의 그룹이, 독자 개발 모터를 사용한 경량 암에 다지핸드를 장착한 고성능·고기능의 매니퓰레이터 시스템을 개발하였다.

### 2.3.2. 모빌리티

로봇은 자기 자신이 돌아다님으로써 주위의 정보를 모으고, 사람과 능동적으로 대화하고, 물건을 옮기거나 인간이 원하는 기능을 수행하는 것이 가장 큰 특징 중의 하나이다. 이러한 이동성이 전제되지 않는다면 로봇으로서의 기능적 장점이 상당부분 희석되는 것이다. 이동 방법으로서, 차륜으로 이동하는 것, 무한궤도의 것, 다리로 이동하는 것 등 다양한 로봇이 개발되고 있다. 연구용으로서의 컴퓨터와 충돌 감지 센서를 넣은 이동 로봇 플랫폼이 시판되고 있고, 시각 센서를 넣거나, 매니퓰레이터(Manipulator)를 탑재하거나 해, 로봇의 지능이나 환경 인식의 연구가 이루어지고 있다. 원자력 플랜트 등에 있어서의 사고 대책용의 원격조작 로봇이나, 지진 재해의 돌더미 속에서 돌아다니며 재해 구조 활동을 지원하는 소형의 로봇의 연구개발도 활발하다. 또한, 화성 탐사 로봇으로서, 화성 탐사기 오퍼튜니티(Opportunity)와 스피릿(Spirit)이 실제로 화성상의 탐사 활동을 실행하고 있다.<sup>7)</sup>

다리가 1개인 로봇으로서 라이버트(M. Raibert)의 호핑 로봇이 개발되었다. 스프링과 공기압 실린더로 구동되는 1개의 다리가, 보드에 탑재된 자이로에 의해 다리가 착지할 방향을 재빠르게 제어한다. 그 자리에서 안정되게 호핑할 뿐만 아니라 1개 다리로 뛰어 임의의 장소에 나아갈 수도 있다.

이족 보행은 많은 연구가 시도되었다. 와세다대학의 초기의 이족보행로봇은 정적인 밸런스를 취해 보행하는 것이었고, 시모야마 이사오의 죽마형의 이족보행 로봇은 독립진자를 제어하는 원리에 기초해 동적으로 안정을 유지하는 것이었다. 4다리 로봇, 6다리 로봇 등 여러 가지 구조의 로봇이 개발되고 제어방식에 대해서도 많은 연구가 이루어지고 있다.

JRob-1로 불리는 로봇은 메카는 히로세가 설계한 TITAN8을 사용하고, 컴퓨터의 탑재와

---

7) Ibid., p.51

소프트웨어의 개발은 도쿄대학에서 행해졌다. 가가 미사토 등은 이 다리형 로봇에게 표준의 PC를 탑재하고 시각 시스템과 음성인식을 장비하여 Linux 베이스의 지능 로봇의 플랫폼을 구축해 다양한 실험을 전개했다.

### 2.3.3. 비전 시스템(Vision System)

로봇 시각의 연구는 패턴 인식, 화상처리, 컴퓨터 비전의 연구로부터 파생했다. 그 특징은, 현실의 세계에 있어서의, 환경·물체·인간 등의 형태와 운동을 3차원 정보로서 인식하는 것과, 인식 결과를 로봇의 움직임에 반영시키기 위해 실시간의 처리가 요구되는 점에 있다. 로봇의 시각에서는 화상 전체를 자세하게 보고 인식하는 것보다도, 동작 제어의 포인트가 되는 요소를 필요에 따라 필요한 분해능으로 보면 끝나는 것이 많다. 영상내 구형의 주시 영역을 윈도우라고 부르고, 화상을 읽어들이는 때에 복수의 윈도우의 위치와 크기와 분해능을 제어하는 회로를 게이트 어레이(gate array)화하고, 16개까지의 여러 가지 윈도우의 데이터를 읽어들이고 후처리는 컴퓨터로 실시하는 시스템이 개발되었다. 이 시스템에 의해 윈도우내의 간단한 화상처리는 실시간 가능하게 되고, 움직이는 물체의 추적이나 시각 피드백을 실시간으로 실행할 수 있게 되었다.

2장의 화상의 간이상관연산에 기초하는 고속 템플릿 매칭을 사용하여, 추적, 입체시, 유틸리티 플로계산 등을 고속으로 실시하는 트래킹 비전 시스템도 개발했다. 상관연산에 기초하는 방식 자체는 잘 알려진 단순한 것이었는데, 화상압축용으로 개발되어 있던 LSI를 이용하여 지극히 파워풀하고 값싼 시각 시스템을 실현하고, 시각에 의한 로봇의 실시간 제어에 길을 열었다.

시작정보처리에는 지금까지는 처리시간을 짧게 하기 위해 전용하드웨어를 개발할 필요가 있었다. 그러나 최근의 PC에 의한 사진이나 음악 처리의 보급과 동반하여 CPU에 고성능 멀티미디어 전용 명령이 들어가게 되어 사태는 바뀌었다. 멀티미디어 명령은 화상·신호처리전용의 하드웨어 기본회로와 동등한 연산능력을 제공하고 있다. 이 때문에, 화상의 전처리의 고속화는 전용 하드웨어 개발부터, CPU 기능을 최대한으로 끌어내는 고속연산 알고리즘개발로, 연구의 중점을 옮기게 되었다.

예를 들면, 로봇의 눈에 비치는 각 화소의 3차원 이동 벡터(3차원 유틸리티 플로)의 계산은 지극히 부하가 큰 소프트웨어인데, 알고리즘과 인프리멘테이션의 고안 자체로 현재에도 PC상으로 실시간 처리할 수 있게 되어 있다. 전용기의 성능이 경합하는 신기종의 성능향상에 동반하여 급속하게 진부화 하는 것에 비해, 범용 CPU로 달리는 양질의 알고리즘은 CPU 클럭 향상과 함께 처리시간이 계속 단축되고 이용가치가 높아진다. 즉, 최근의 눈부신 범용 PC의 성능향상은 실시간 로봇시각의 실현을 전용하드의 문제에서 소

소프트웨어의 문제로 바꾼 것이다.

실시간 시각은 로봇의 제어에 있어서의 시각 피드백의 유효성을 높였다. 그리고 디지털 카메라의 진보와 보급에 따라 여러 가지 기계에 시각 센서를 넣는 것이 비용면에서도 성능 면에서도 일반화되어 왔다. 한편으로, 이시카와 마사토시 등은 1밀리 세컨드 비전이라고 부르는, 초고속의 시각 시스템을 개발했다. 1밀리세컨드의 사이에 물체의 영상이 1픽셀 이하 밖에 움직이지 않는다는 가정아래에서는, 화상의 처리는 인접하는 픽셀 내의 처리만을 생각하면 충분하다. 이러한 발상의 전환에 의해, 광센서와 병렬처리의 화상 처리 회로가 LSI 화 된 초고속의 시각 센서를 실현했다. 볼을 추종하는 비교적 단순한 병렬 화상 처리의 경우 이 방식은 위력을 발휘한다. 그러나 고차원의 인식을 동반하는 시각 처리에 대해서는 이 병렬처리는 유효하게 작용하지 않는다. 1밀리 세컨드 비전이라고 칭하는 고속성은 전처리 레벨의 간단한 화상 처리에 한정되어 있는 것이다.

#### 2.3.4. 시스템 인테그레이션

로봇은 여러 가지 요소 기능이 필요하나 그것을 어떤 목적을 위해 시스템으로서 통합하지 않으면 로봇이 될 수 없다. 로봇은 암이나 핸드나 이동 기능과 같은 모션계, 시각이나 촉각이나 청각과 같은 센싱계, 계획 입안이나 기억이나 대화, 통신과 같은 인텔리전스계, 그리고, 그것들을 시스템으로서 실장할 때의 프로그래밍계 등이 종합된 시스템이다. 로봇에게는 자율성, 범용성, 지능성, 신체성, 그것들이 통합되어 개체성을 갖추는 것이 바람직하다.

견해를 바꾸면, 로봇은 눈이나 귀나 입, 그리고 손발을 가지는 컴퓨터라고 할 수도 있다. 로봇의 연구개발이 시작되었을 무렵, 로봇의 몸체 보다 컴퓨터가 물리적으로도 가격적으로도 훨씬 크고 그리고 존재감이 있었다. 컴퓨터 성능의 비약적 진보에 따라, 외형으로서는, 컴퓨터의 존재감은 감소하고, 몸체 디자인 로봇의 존재를 주장하게 되었다. 그러나 기능적으로 로봇은 계속 컴퓨터화하고 있고, 반대로 컴퓨터가 로봇화하고 있다고도 말할 수 있다.

로봇의 시스템은 그 시대 컴퓨터의 첨단적 아키텍처를 반영한다. 로봇의 여명기와 1970년 전후의 로봇 시스템은 인공지능의 테스트베드로서 구축되었다. 시스템은 기호 처리 언어와 비전과 핸드를 통합한 것이었다. 언어처리계는 MIT에서는 Lisp, 스탠포드대학은 SAIL, 에딘버러대학은 POP-2로 불리는 각각 독자 개발의 인공지능 프로그래밍 시스템 위에 구축되고 있어, 성능적으로 실시간성은 바랄 수도 없었다.

70년대의 미니컴퓨터 시대가 되면, 로봇을 제어하는 리얼타임OS가 진보하고 시스템의 구성은 단독 컴퓨터 시스템을 이용해 제어도 센싱도 병행 처리하는 시스템으로서 구성

되게 되었다. 80년대, 워크스테이션과 인터넷의 시대가 되면, 비전, 매니퓰레이터, 로봇 환경 모델, 프로그래밍 등의 기능이 서버로서 준비되고, 그것들이 네트워크로 결합되는 형식이 되었다. 그리고, 90년대, PC의 계산 능력과 기억용량의 급속한 진보는, 종래 극히 곤란하게 생각되고 있던 계산 부하의 큰 처리도 실시간으로 실행하는 것을 가능하게 하고, 정밀한 모델 계산과 대량의 데이터베이스를 이용하는 실시간 시스템, 로봇의 지능을 실장하는데 널리 이용되게 되었다.

로봇은 보디(body)와 브레인(brain)으로 구성된다. 보디(body)는 메카로 만들어진 로봇의 본체이며, 브레인(brain)은 로봇을 움직이는 컴퓨터이다. 컴퓨터 시스템을 로봇 속에 넣으려고 하면, 기체의 치수, 전원, 중량 등의 설계 여유로부터 탑재할 수 있는 컴퓨터의 성능에 제한을 받는다.

다수의 요소로 구성되는 로봇을 만들 때의 기술상의 문제가 배선이다. 서보나 센서의 수가 증가하면 배선 실장이 복잡해지고 신뢰성도 저하한다. 메카, 엘렉트로닉스, 정보 처리 3가지 면으로부터 시스템에의 착탈을 용이하게 해 신뢰성을 향상시킬 방법이, 로봇 체내의 네트워크화이다. 로봇 내부에 전원과 정보의 기간선을 치고, 거기에 각 센서나 각 서보의 CPU를 접속함으로써 체내 LAN을 구축하는 방법이 개발되고 있다. 그와 동반하여 OS나 소프트웨어도 분산 시스템 대응의 아키텍처 개발이 진행되고 있다. 이러한 설계가 되면, 로봇의 설계라고 하기보다 오히려, 컴퓨터 시스템의 설계라고 생각하는 것이 적당하다. 로봇을 구성하는 소프트웨어의 연구뿐만이 아니라 로봇 시스템 전체의 개발시스템(마더 환경)까지 포함하게 된다. 로봇과 컴퓨터의 경계선은 없어져 왔다고 말할 수 있다.

### 2.3.5. 네트워크로서의 개체

사람의 몸의 내부에는, 신경계와 호르몬 분비에 의한 고도의 제어 네트워크가 존재한다. 그러나 이 네트워크는 통상 개체의 내부로 한정되어 있다. 생물은, 진화의 과정에서 몸을 매개로 하여 생화학 반응의 환경을 체내에 가둠으로써, 이러한 네트워크를 실현했다. 이 때문에, 다른 개체와의 통신 수단은 체내의 그것에 비교하면 매우 빈약하다.

사람의 경우, 고도의 인식능력이 정보 부족을 보충하고 있지만, 음성이나 시각을 의지하는 채널에서는, 문자 그대로 타인을 손발처럼 사용하기 어렵다.

이에 비해, 로봇의 몸을 제어하고 있는 체내 LAN은, 용이하게 체외에도 확장될 수 있다. 체내의 각부에 있던 모터를 컨트롤 하는 새틀라이트 CPU는, 원리적으로 외부의 컴퓨터와도 제휴 가능하다. 따라서 고속의 통신 수단만 있으면, 로봇에 있어 자신의 손가

락 끝을 움직이는 것과, 조금 떨어진 자동문을 작동시키는 것에는 본질적인 차이가 없다.

사람은 개체간의 정보 두절을 보충하기 위해 여러 가지 통신 수단을 개발해 왔다. 그러나 로봇은 처음부터 네트워크상의 존재이다. 장래 로봇이 유비쿼터스로 존재하는 사회가 온다고 한다면, 개체를 식별하는 것은 불가능할 뿐만 아니라, 거의 의미를 갖지 못한다. 굳이 말하자면, 리얼타임으로 제어할 수 있는 범위가 개체가 될지도 모르지만, 그렇다고 해도, 시시각각 변화하는 애매한 공간에 지나지 않는다.

### 2.3.6. 인터페이스로서의 의인화

물리 작업을 실시하는데 있어서는 합리성이 없더라도, 사람과 커뮤니케이션을 하기 위해서는, 웃는 얼굴이 만들 수 있는 얼굴이나 친절하게 행동하는 양손이 필요하지 않을까 라고 생각하는 연구자도 적지 않다. 확실히 인터페이스 상에 환경의 에이전트로서 사람과 마주보는 개체가 필요할지도 모른다.

기존의 제품에 있어서도, 대화형 인터페이스는 수많은 실현되고 있다. 그러나 현재 상태로서는, 이미 컴퓨터상이라면 상당한 의인화 인터페이스가 가능성에도 불구하고 주류가 되어 있지는 않다. 그 이유는, 기존 시스템의 대화 능력이 낮기 때문이 아니라, 대화형의 인터페이스가 반드시 효율적이지만은 아닌 것에 기인하고 있다. 컴퓨터의 조작 환경에 있어, 우리가 자주 보는 '이 작업은 취소할 수가 없다. 삭제해도 좋습니까?' 등의 대화창은 경고나 도움말 등 작업을 일단 중단하는 경우에 많이 이용된다. 툴이 고도로 인텔리전트화 되고, 잘 디자인되어 있으면, 도구는 유연하게 대응하여, 일일이 말로 문의할 필요는 없어진다. 도구로서 위화감 없이 작업에 몰두할 수 있게 되면, 데스크탑의 옆에 있는 돌고래 등은 방해자에 지나지 않는다. 대화형의 사전 툴보다, 고속으로 문서 작성을 서포트하는 예측 변환 기능 쪽이 세련된 도구인 것이다.

이와 같이 생각하면, 친절하고 애교를 부리는 인터페이스 로봇은 한정된 장소와 상황에서 사용되게 될 것이다. 캐릭터를 전혀 느끼게 하지 않고, 과부족 없이 서포트해 주는 환경 쪽이 바람직한 로봇틱스의 모습이라고 할 수 있다.

## 2.4. 로봇의 분류

### 2.4.1. 로봇의 용도별 분류

#### (1) 산업용 로봇

실제로 도움이 되는 '산업용 로봇' 이 등장하기 시작한 것은, 컴퓨터가 발명되고 나서

이다. 그때까지도 구멍을 뚫은 종이 테이프로 기계를 제어할 수 있도록 한 로봇이 직물 산업 등에서 사용되고 있었지만, 본격적인 보급까지는 이르지 않았다. 현재, 공장 등에서 이용되고 있는 산업용 로봇의 원조는, 미국 유니메이션사의 창립자 G. C. 테볼이 1954년에 출원한 특허 'Programmed Article Transfer'라고 일컬어지고 있다. 그것을 바탕으로 미국 콘소리테이티드콘트롤사가 디지털 제어 로봇의 프로토타입을 1958년에 개발했다. 그로부터 몇 년 지난 1962년에, 유니메이션사의 '유니메이트' 와, AMF사의 '바사트란' 이 실용 제1호기로서 세상에 나오게 되었다.<sup>8)</sup>

이러한 산업용 로봇은 고도성장기의 일본에도 수입되어 일손 부족과 고임금에 고민하는 경영자의 희망이 되었다. 이것이 로봇붐의 계기가 되어, 그 이후의 로봇의 연구개발이나 도입을 활성화시켰다.

1976년 이후는, 산업용 로봇의 종류도 증가하고 여러 가지 업종에 도입되었으며, 특히 1980년은, 로봇 원년이라고 불릴 정도로 로봇의 보급이 진행되었다.

## (2) 서비스용 로봇

산업용 로봇에 비해 생활에 밀착하는 '서비스용 로봇' 의 보급은 그다지 진행되어 있지 않다. 이것은 산업용 로봇의 대부분이 단순한 작업의 반복만으로 일이 되는데 비해, 서비스용 로봇에게는 상황에 따른 다양한 움직임이 요구되기 때문이다. 산업용 로봇이 상으로 '지능' 이 필요하게 되는 것이다. 다만, 이것도 컴퓨터의 고기능화나 소형화에 의해 서서히 해결되기 시작하고 있다. 그와 동반하여, 현실 사회에서 활약하는 서비스용 로봇의 종류나 수도 증가하고 있다. 실제로 일부의 병원이나 빌딩에서는, 쓰레기 운반 로봇이나 경비로봇 등이 운용되고 있다. 아마도 가까운 장래에는, 일반의 가정에서도 로봇이 일하는 모습을 볼 수 있게 될 것이다.<sup>9)</sup>

그러나 아직 문제가 완전히 해결된 것은 아니다. 일반의 가정에는, 병원이나 빌딩보다 많은 '예측불능의 사태' 가 생각되기 때문이다. 방의 형태가 일정하지 않고, 놓여 있는 가구도 다양하다. 불이나 물도 일상적으로 사용되고, 가족구성도 다를 뿐만 아니라, 노인이나 자그마한 아이는, 사소한 일도 큰 부상으로 이어질 가능성이 있다.

다음 그림은 지능형 로봇을 용도별 분류체계에 따라 나누어 본 것이다.

---

8) 城井田勝仁, ロボットのしくみ, 日本業出版社, 2004, p.18

9) Ibid., p.19



지능형 로봇은 외부로부터 수집된 정보를 스스로 판단하는 로봇이다. 이 지능형 로봇을 수행 목적으로 나누면 크게 산업용 로봇과 서비스 로봇으로 나눌 수 있다.

산업용 로봇 - 산업현장에서 사용되는 목적을 가지고 생산과 유통에 주로 목적을 가진 형태의 로봇

서비스 로봇 - 산업용 로봇을 제외한 가정, 개인용으로 사용되며 인간의 삶의 질을 높일 수 있는 서비스를 주된 목적으로 하는 로봇

지능형 서비스 로봇은 다시 그 목적에 따라, 두 가지로 구분 할 수 있는데 크게 가정용과 의료용으로 한정 지어 구분 할 수 있고, 의료용은 장애인과 노약자 도우미 역할을 하는 로봇으로 다시 나누어 볼 수 있다. 가정용은 주로 가정에서 사용되는 것을 목적으로 하는 지능형 서비스 로봇으로서 목적에 따라 Entertainment, Education, Home security, 그리고 청소용 로봇 네 가지로 구분 할 수 있다.



그림 2-2. 로봇의 분류

### (3) 복지 분야에서의 로봇

생활에 밀착하는 로봇 중에서, 가장 절실하게 요망되고 있는 것이, 복지 분야의 로봇이다. 피로를 모르는 복지 로봇은 간호하는 측과 간호되는 측을 각각 도울 수 있는 가장 최적의 대안으로 예상되고 있다.<sup>10)</sup>

#### • 복지 로봇에게 요구사항

복지 로봇에서는, 맹인 안내견 로봇 등의 일부의 것을 제외하고는, 스스로 판단해 행동하는 이른바 자율형이 선호되는 경향이다. 물론, 사람으로 착각할 정도의 로봇이라면 모르지만, 그렇지 않은 로봇에게는 기계로서의 저항감이 항상 따라다니기 때문이다. 이 때문에, 복지 로봇의 기본은, 간호하는 측과 간호되는 측이 스스로 조작하는 타입으로 되어 있다.

복지 로봇의 주류는 조종형이기 때문에 고도의 지능이 요구되지만, 몇 개의 어려운 과제를 안고 있다. 그 중 하나가, 누구라도 간단하게 조작할 수 있는 인터페이스의 실현이다.

고령자나 장애자가 조작하게 되는 "개조 로봇"이나 "사회참가지원 로봇"에서는 간단한 조작성이 매우 중요하다. 자연스러운 말로 명령할 수 있는 음성인식 기능이 가장 유망

10) Ibid., p.27

한 인터페이스이지만, 그것만으로는 부족하다. 가령, 간호되는 측이 하는 말을 알아들을 수 없더라도, 행동으로부터 지시의 내용을 추측할 수 있는 정도의 상황인식 능력이 필요하다. 말에 의한 명령과 시선이나 손가락으로 가리킨 것을 합해 판단할 수 있다면, 간호 로봇의 행동은 명령자가 바라는 것에 보다 가까워질 것이다.

- 로봇 병실

이러한 간호 로봇의 사고방식은, 병실에서도 활용되려 하고 있다. 각종 센서를 병실에 설치하고, 환자 상태 감시와 개조를 실시하자면, '로보틱스룸'이라고 불리는 새로운 아이디어를 요구하였다.

로보틱스룸에서는, 다양한 검사 장치를 환자에게 직접 부착하지 않고 호흡 상태나 뒤통이는 상황을 상시 체크할 수 있다. 또한, '물을 마시고 싶다' 등의 사소한 요구는, 센서에 대응한 로봇팔로 간단하게 응할 수 있다. 환자의 정신적 부담을 가볍게 하는 효과가 기대되고 있다.

- 복지로봇의 분류

표 2-2. 복지 로봇의 분류<sup>11)</sup>

재활치료 로봇	기능회복을 목적으로 하거나 재활을 위한 로봇. 승마 로봇 등. 주로 병원이나 훈련센터 등에서 이용된다.
개조 로봇	고령자나 장애자가 스스로 조작하는(할 수 있는) 로봇. 일상생활에 필요한 기능을 갖추고 개조하는 사람의 노력을 감소 혹은 불필요하게 한다. 식사지원 로봇 등.
간호 로봇	개조 로봇과는 달리, 개조하는 측이 조작하는 로봇. 힘이 필요한 일 등을 보조하고 개조하는 측의 부담을 감소시키는 것이 목적. 자율형이 아니라 어디까지나 개조하는 사람이 조작한다.
간호보조 로봇	고령자나 장애자의 잔존기능 및 부족기능을 살리는 종래의 목발이나 의수의족 등을 로봇화한 것.
사회참가지원 로봇	고령자나 장애자의 사회생활을 지원하는 로봇. 휠체어 로봇이나 맹인안내견 로봇 등.

#### 2.4.2. 제어방법에 의한 로봇의 분류

로봇 제어 방법은, 만들어진 시대와 기술의 수준에 따라 4가지 '세대'로 나누어져 있다.

제1세대에 포함되는 '조종 로봇'이나 '시퀀스 로봇', '플레이백 로봇', '수치제어 로봇'이 등장한 것은 1960년대이다. 전기용접의 일종인 '스폿 용접' 등의 용도로 사용되었다. 같은 동작을 정확하게 반복할 수가 있어 인간을 대신해 단조로운 작업을 실시했다.

11) Ibid., p.29

제2세대로 분류되는 ‘감각 제어 로봇’ 와 ‘적응 제어 로봇’ 은, 그 제1세대를 진화시킨 것이다. 인간의 오감에 해당하는 센서를 갖추고, 센서의 정보에 따른 동작이 가능해졌다.

1970년대에 등장한 이 제2세대 로봇은 강재의 용접에서 일반적인 용접법인 ‘아크 용접’ 등에 자주 이용되었다. 대상물에 따라 작업 내용을 바꿀 수 있는 유연성이 귀중한 보물이 되었다.

1980년대에 들어오면, 제3세대의 ‘학습 제어 로봇’ 이 등장했다. 장비된 센서가 보다 고도화되고, 지각과 인식의 성능이 대폭으로 향상되었다. 또한 성능이 보다 향상된 컴퓨터에 의해, 학습 능력을 갖추었다. 경험 정보를 축적할 수 있게 되어, 어느 정도까지는 스스로 문제를 해결할 수 있게 되었던 것이다.

이로써, 하드웨어로서의 제한은 있지만 범용성을 갖게 되어 조립 로봇 등으로 사용되게 되었다. 약간 사람에 근접해진 것이었다.

2000년 이후는, 이 제4세대의 지능 로봇의 시대라고 일컬어지고 있다. 컴퓨터는 그것을 수용할 만큼의 진화를 이룩했고, 메모리 등의 전자 부품도 더욱 더 소형으로 고기능화하고 있다.

표 2-3. 제어 방법에 따른 로봇의 분류<sup>12)</sup>

제1세대	조종 로봇	인간이 일부 또는 전부를 직접 조작함으로써 작업을 실시하는 로봇.
	시퀀스 로봇	미리 설정된 정보(순서나 조건, 위치 등)에 따라, 동작의 각 단계를 차례로 진행해가는 로봇
	플레이백 로봇	인간이 로봇을 움직임으로써, 여러 가지 정보(순서나 조건, 위치 등)를 교시하고 그 정보에 따라 작업을 실시하는 로봇.
	수치제어 로봇	인간이 로봇을 움직이지 않고, 여러 가지 정보(순서나 조건, 위치 등)를 수치나 언어 등에 의해 교시하고 그 정보에 따라 작업을 실시하는 로봇.
제2세대	감각제어 로봇	인간의 오감에 해당하는 센서를 장착하고, 센서의 감각정보에 따라 동작제어를 실시하는 로봇.
	적응제어 로봇	환경의 변화 등에 따라 제어 등의 특성을 변화시키는 것이 가능한 로봇.
제3세대	학습제어 로봇	작업경험 등을 바탕으로, 적절한 작업을 실시할 수 있는 로봇.
제4세대	지능 로봇	인공지능을 탑재한 로봇.

12) Ibid., p.36

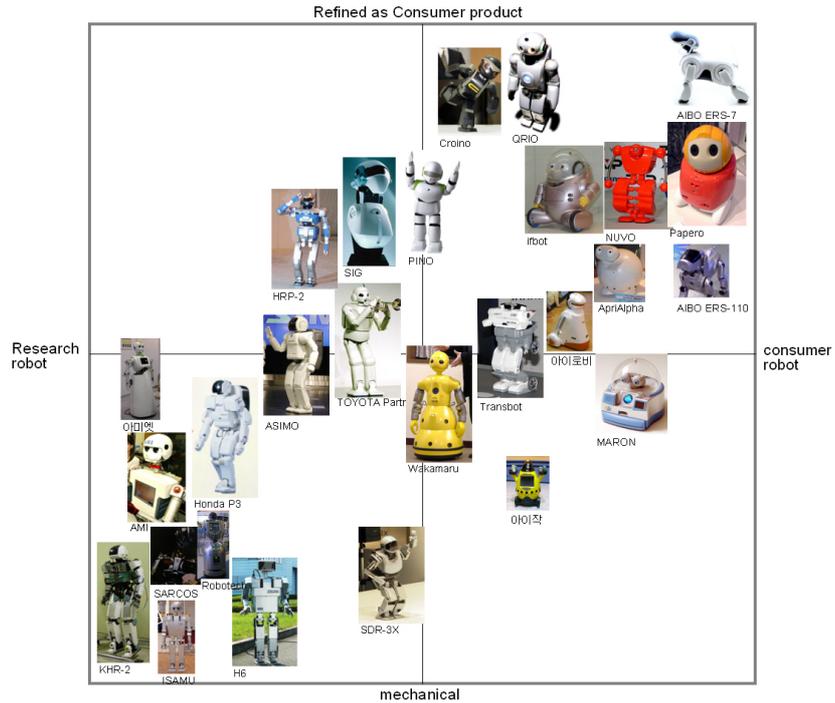
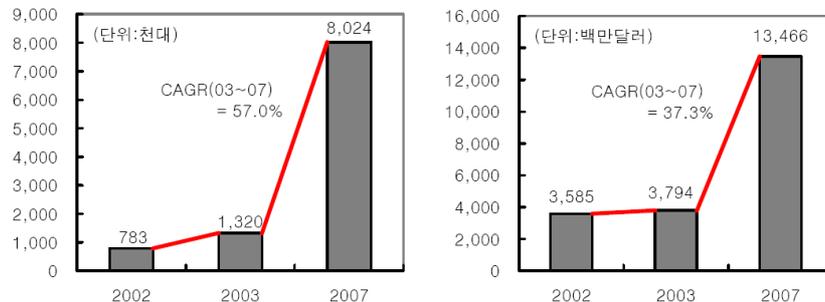


그림 2-3. 로봇 이미지 분류<sup>13)</sup>

## 2.5. 로봇 시장 동향

### 2.5.1. 서비스 로봇 시장

2003년 말의 세계 서비스 로봇 가동 대수는 132 만대로 추산되며 국제로봇연맹(IFR; International Federation of Robotics)은 2003 년에 약 54 만대가 판매된 서비스 로봇이 2004년부터 2007년까지 약 670 만대가 판매될 것으로 전망된다. 특히 2003년부터 2007년까지 누적 판매량 증가율(CAGR)이 수량 면에서 볼 때 약 57%로 전망되었으나 금액 면에서 볼 때 같은 기간에 약 37%의 증가에 그칠 것으로 전망되고 있다.<sup>14)</sup>



13) [http://hci.kaist.ac.kr/courses/ct511/2005\\_data/project/2-02\\_brick.pdf](http://hci.kaist.ac.kr/courses/ct511/2005_data/project/2-02_brick.pdf)

14) 이성희, 지능형 로봇, IT-Brief 3월호, 2005, p. 24

그림 2-4. 2007년까지의 세계 로봇 시장 전망<sup>15)</sup>

2002년까지의 누적 판매 대수가 78 만대 수준인 것을 고려하면, 2004년이후 2007년까지 세계 서비스 로봇 시장이 매우 빠르게 확장 될 것이며, 얼리어댑터(Early Adapter) 형태를 보이고 있는 현재의 서비스 로봇 시장이 빠르게 일반 소비재 시장과 같은 매스마켓(Mass-Market) 형태로 전환될 것으로 기대된다. 이처럼, 향후 로봇 성장 분야로는 산업용보다 가정용 로봇을 제시할 수 있으며, 성능과 비교한 로봇 가격이 낮아질수록 로봇시장의 성장 속도는 빨라질 것이다.

생산 분야에서 시작된 로봇 산업은 지능형 서비스 로봇으로 발전하고 있는 추세이다. 생산 분야의 제조 현장의 능률과 효율을 높이기 위해 도입되기 시작한 산업용 제품이 로봇 산업을 이끌어왔으며, 근래에 들어서면서 가정 및 개인용 서비스 로봇이 등장하였다. 개인용 로봇은 홈네트워크, 차세대 PC 등의 기술/산업과 밀접한 관계를 통해 네트워크로 통제되는 URC(Ubiquitous Robotic Companion) 형태로 발전하고 있다.

표 4-1. 개인용 로봇 분야별 누적 판매량<sup>16)</sup>

구분	2003 년말		2004~2007 년		2007 년	
	Unit	US\$M	Unit	US\$M	Unit	US\$M
서비스 로봇(전체)	1,320,015	3,794	6,703,980	9,672	8,023,995	13,466
전문용 서비스 로봇	21,060	2,443	54,280	2,854	75,340	5,297
개인용 서비스 로봇	1,298,955	1,351	6,649,700	6,818	7,948,655	8,169
가사(청소용)	607,000	217	4,145,000	2,670	4,752,000	2,887
엔터테인먼트/레저	691,490	1,125	2,497,320	4,070	3,188,810	5,195
장애보조	260	2	1,640	27	1,900	29
개인이동	250	7	740	26	990	33
보안	0	0	5,000	25	5,000	25

개인용 로봇은 산업 초기부터 2003 년까지 엔터테인먼트/레저 로봇이 누적 출하대수, 판매금액 면에서 가장 큰 시장을 기록해 왔으며, 시장 규모에서 볼 때 2007 년까지의 시장은 엔터테인먼트 로봇이 가장 큰 시장을 형성할 것으로 보이나 청소 로봇 등 가사용 로봇 시장도 매우 빠른 성장추세가 전망되고 있다.

15) UNICEF and IFR, 2004, 재구성

16) Ibid.

### 2.5.2. 전문 서비스 로봇 동향

2007년 말의 전문용 서비스 로봇 가동 대수는 약 7 만 5,000 대가 될 것으로 전망된다. IFR(International Federation Robotics)은 서비스 로봇 시장은 전문용 (Professional Use) 서비스 로봇 시장과 개인용(Personal/Domestic Use) 서비스 로봇 시장으로 구분하고 있으며, 2003년에 약 2 만 대가 판매된 전문용 서비스 로봇이 2007 년까지 약 7 만 5,340 대가 현장에서 활용될 것으로 전망하고 있다.

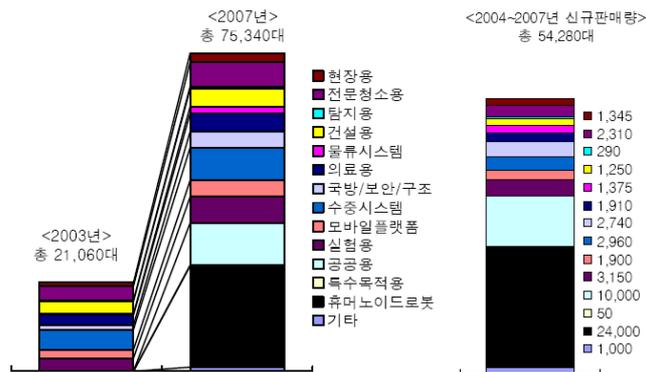


그림 2-5. 전문용 서비스 로봇 시장 동향(설치-가동 대수 기준)<sup>17)</sup>

IFR은 특히, 2003 년까지 판매량이 기록되지 않은 휴머노이드 로봇 분야에서 2004 년 이후 2007 년까지 약 2 만 4,000 의 판매가 기록될 것으로 전망하고 있다. 이와 함께 공공용 및 수중시스템, 실험용 로봇 등의 분야가 전문용 서비스 로봇 분야에서 현재 가장 많이 활용되고 있는 것으로 나타났으며, 특히 최근 IT 산업에서 새로운 시장 창출의 측면에서 관심을 모으고 있는 의료분야 및 전문 서비스 로봇 활용이 크게 증가할 것으로 전망하고 있다.

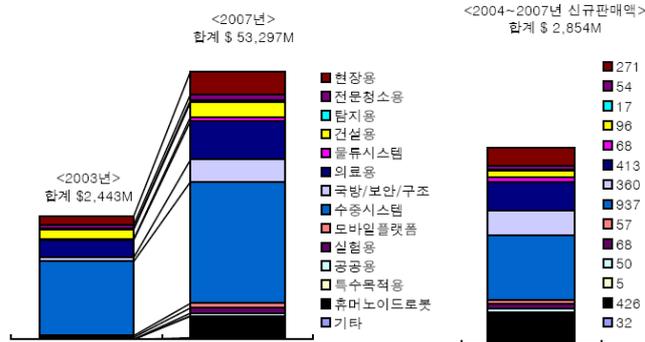


그림 2-6. 전문용 서비스 로봇 시장 동향(시장규모 기준)<sup>18)</sup>

17) UNICEF and IFR, 2004, 재구성

18) Ibid.

2004~2007년의 전문용 서비스 로봇의 누적 판매 규모는 약 28 억 5,400만 달러로 전망되는데, 2003년 말을 기준으로 볼 때 설치-가동 중인 전문용 서비스 로봇은 약 2만 1,000 대, 24 억 4,300 만 달러였던 것을 고려할 때 2004 년 이후 약 3년 동안의 전문용 서비스 로봇 시장은 매우 빠른 성장이 전망된 것으로 볼 수 있다.

### 2.5.3. 가정용 로봇 동향

산업용 제품을 중심으로 시작된 로봇 산업은 자동차와 반도체 등의 제조분야에서 시장을 형성해 왔으나, 1990년대 초-중반 이후 시장이 성숙 단계에 접어들고, 가격은 낮아지면서 점차 시장의 관심이 서비스 로봇 쪽으로 전환되고 있다. 전문용과 개인/가정용 분야로 구분되는 서비스로봇 시장에서는 전문용 분야에서 시장이 먼저 형성되어 왔으며, 개인/가정용 분야에서도 소니의 AIBO 등 엔터테인먼트용 로봇 및 청소로봇 분야에서 일부 매니아층을 형성하며 얼리어답터 시장을 보여왔다.<sup>19)</sup>

이는 현대 사회가 선진국을 중심으로 빠르게 고령화되고 맞벌이 부부가 증가하고, 삶의 질 향상에 대한 시장의 요구가 나타나면서 인간의 가사노동을 대체하기 위한 가정용 로봇이 주목 받기 시작한 것을 의미한다.

현재까지 서비스 로봇 중 기술적 수준이 상용화하기에 무리가 없고 시장의 수요가 비교적 분명하게 나타나는 청소로봇이 가장 빨리 매스마켓으로 진보하였다.

개인/가정용 서비스 로봇에서는 보안 및 방재를 핵심기능으로 채택한 “홈로봇”이 시장과 산업의 관심을 일으키고 있다. IFR은 개인/가정용 서비스 로봇을 크게 가사보조, 개인이동, 엔터테인먼트/레저, 장애보조로 구분하고 있다. 국내의 경우 KT가 다진시스템과 공동 개발한 보안용 홈로봇인 “로보엔 RU(Robot Ubiquitous)”를 2006년 8월경 출시할 계획(100만원 미만 예정)이며, 이 로봇은 비교적 단순한 기능의 청소로봇 이후 최초의 본격 상용 로봇의 등장이라는 점에서 관심을 모으고 있다.

로봇에 탑재된 와이파이(Wi-Fi) 기능을 통해 KT의 무선인터넷 서비스에 연결이 가능하여 인터넷을 통해 제어되며, 다양한 센서를 탑재하여 침입과 화재, 가스누출 등에 대한 탐지가 가능하고, 무선인터넷 기반의 영상 및 음성 전송이 가능하기 때문에 실시간 현장 감시(영상 송출)가 가능하다. 또 이상 감지 이후 일정 시간 동안의 동영상 파일을 저장하여 이를 도난과 화재 등의 증빙자료로 활용할 수 있을 것으로 기대되어 홈보안

19) 이성휘, 지능형 로봇, IT-Brief 9월호, 2005, p. 27

로봇의 기본적 기능에 충실한 것으로 평가된다.

일본에서는 일반 가정보다 업무용 건물의 보안 및 방재 기능을 탑재하고, 현장에서 즉시 활용이 가능한 수준의 보안용 서비스 로봇이 시장에 소개되어 상용화 되었다.

일본에서는 화재 진화 기능을 가진 일반 사무실 등 건물의 야간 방범용 로봇인 “가이 드로보 D1(높이 1M, 무게 90Kg)” 이 개발되었으며, 개발사인 소고시큐리티는 내년(2006년)에는 이 로봇을 시장에 출시할 계획이다.

#### 2.5.4. 주요국 시장 동향<sup>20)</sup>

##### (1) 일본

일본은 전 세계 산업용 로봇의 60%를 보유하고 있는 명실상부한 로봇 대국으로 1970년대부터 기술개발, 보급, 산업기반 육성 등을 전략적으로 추진하고 있다. 대표적으로 통산성 주도의 “극한작업로봇” 프로젝트, “인간형로봇” 프로젝트(1998~2002) 등을 진행하고 있으며, 2001년 경제 산업성은 일본이 로봇분야에서의 선두주자를 목표로 하는 “21세기 로봇 챌린지” 중장기 계획을 발표하였다. 일본의 비제조용 로봇 산업은 특정 로봇 공급업체보다는 해당 분야의 기존 산업체등을 중심으로 로봇 사업을 전개하고 있다. 소니, 혼다, NEC, 마쓰시다, 미쓰비시, Omron 등의 대기업을 비롯한 수많은 기업들이 거대 시장을 예견하고 애완용 로봇, 축구로봇 등의 로봇 시장 공략을 개시한 상태이다. 일본 로봇 공업회는 2010년 경 개인용 로봇의 수가 급증하여 향후 로봇 시장을 주도할 것으로 예측하고 있으며 개인용 로봇 중 가정용 로봇의 수요가 가장 많을 것으로 예측하고 있다. 일본은 정부주도하의 집중적인 연구 개발 및 투자를 통하여 로봇 기술의 효시인 미국을 앞지르며 과거 20여 년 동안 산업용 로봇에서 세계 제 1위의 강대국으로 자리 잡고 로봇분야의 요소 기술과 기반 산업을 보유한 상태이다. 일본이 갖고 있는 약점은 창의적인 분야의 로봇 기술 개발이 부족하다는 점이다. 이는 일본 사회가 안고 있는 경직성에 의한 것으로 판단되며 지능형 서비스 로봇은 창의적 기술이 가장 중요한 성공 요인으로 이에 대한 해결이 일본 로봇 기술의 과제라 볼 수 있다.

##### (2) 미국

미국은 1997년 이후 일본 주도의 로봇 산업에 대응하기 위해 상·하원에서 로봇 및 지능기계발전조치의 입법화를 추진하고 있다. 또한 로봇 및 지능기계협력위원회(The Robotics and Intelligent Machines Cooperative Council : RIMCC)에서 지능기계협력

20) <http://blog.naver.com/ygkgwg?Redirect=Log&logNo=90001169452>

컨소시엄을 조직하여 산업계 및 연방 정부가 향후 5년간 1억 달러의 기술개발 자금을 지원할 계획이다. RIMCC는 연구소와 대학이 연계하여 로봇이 사회에 제공할 이익에 대한 비전 등을 연구하며 500여개의 업체, 대학 및 연구소가 유기적인 네트워크로 구축되어 있다. 미국은 로봇 산업에서 인간의 대역으로서의 역할 뿐만 아니라 영화촬영용 동물 로봇, 가사 보조용 로봇, 해양 및 우주 탐사용 로봇에 이르기까지 다양한 분야에 대한 특화된 기술개발을 추진하고 있다. 연구소 및 대학에서의 핵심 기술 개발 중 시장 수요가 있는 기술은 기업체 이전을 통하여 상품화를 시도하고 있으며 기업체는 핵심 기술을 이어받아 노약자 보조, 간호 보조용, 청소용, 보안용 등의 서비스 로봇을 상품화하여 판매하고 있다. 국방성의 DARPA를 중심으로 Carnegie Mellon, MIT와 같은 대학의 기초연구를 통하여 각종 서비스 로봇이 상품화되고 있다. 예로서 Carnegie Mellon 국립 박물관 Dinosaur 홀에서 방문객들에게 영상 및 음악을 제공하는 이동형 지능로봇 Sage를 개발하였으며 MIT는 애완용 지능로봇 Yippy를 개발하였다.

### (3) 유럽

EU에서는 EUREKA, ESPRIT, BRIT, TELEMAN 등의 산학연 협동연구가 대규모로 실시되고 있으며, 1996년부터 독일 국립정보기술센터와 스위스 제네바대학 등 10개 연구기관의 협력 아래 시각을 구비한 지능형 로봇을 개발하는 VIRGO 계획을 추진 중에 있다. 독일 프라운호퍼연구소에서는 척추 수술을 위한 외과수술용 로봇을 개발 중이며, 영국 다이슨사는 센서를 이용해 장애물을 회피하며 청소를 하는 청소 로봇을 개발하였다. 스웨덴의 린셰핑 대학은 사람의 혈액 속에서 간단한 수술 등의 작업이 가능한 초소형 로봇을 개발하였다.

### (4) 국내 시장

국내 서비스 로봇 시장 규모는 아직 미비한 상태이다. 국내 서비스 로봇의 시장규모는 2005년을 기점으로 하여 폭발적으로 성장할 것으로 추정되고 있다. 2005년의 한국 시장 규모는 일본 시장 규모의 1/25 정도에 불과할 것으로 추정되나 2020년경이면 한국의 로봇 시장 규모가 세계 시장 규모의 10%를 육박할 것으로 추정하고 있다. 실제로 국내의 로봇 시장 성장률은 세계에서 유래를 찾아볼 수 없을 정도로 빠른 성장을 보이고 있다. 2020년경이면 1가구당 로봇 1대의 수준에 도달할 것으로 추정되고 있다. 현재 국내의 로봇 산업은 세계4위의 수준으로 IT 분야 벤처기업의 활성화 등의 산업 여건을 고려할 때 서비스 로봇은 국내에서 매우 중요한 사업 분야이며, 인접 산업 분야를 선도할 수 있

고, 고부가가치를 창출할 수 있는 분야이다. 서비스 로봇은 주로 중소기업에 의한 기술 개발이 중심이 되어 왔으나 2000년 이후에 대기업의 투자가 활성화되고 있으며 삼성전자, LG전자, 한울로보틱스, 유진로보틱스, 우리 기술 등에서 청소로봇과 같은 가정용 서비스 로봇의 개발을 시작한 상태이다. 이러한 가정용 로봇들은 아직은 청소, 정보 서비스 등의 부분적인기능들을1차적인 목표로 삼고 있는 상태이다. 산업자원부, 과학기술부 등에서도 최근 로봇 산업의 중요성을 인식하여 국가과제를 형성하기 시작하였으며 비교적 난이도가 낮은 애완용 로봇의 상품화가 추진되고 있으나 생활지원 기능을 갖는 로봇은 안전 및 신뢰성확보기술의 난이도가 높음으로 인해 상품화에 상당한 시간을 요함으로 부분기술에 대한 산발적인 연구만 진행되고 있다.

# 3. 로봇 디자인

---

쇼핑 서비스 지원 로봇을 위한  
HRI(Human Robot Interface) 디자인 개발에 관한 연구

A Study on the Human Robot Interface Design Development  
for Shopping Service Support Robot



### 3. 로봇 디자인

#### 3.1. 로봇 디자인 개요

##### 3.1.1. 로봇 디자인의 개념

로봇 디자인은 한때 공상과학 영화에서만 나오는 허구의 대상이었다. 현재의 인공지능과 같은 발전된 모습과는 달리 당시의 과학기술은 영화 속의 로봇 디자인을 실현하기도 역부족이었기 때문이다. 그러나 SONY사가 1999년 아이보(AIBO)를 발표하면서 로봇디자인의 필요성이 본격적으로 대두되었다. 초기 로봇의 형태는 감지장치(Sensor)와 이동기능을 하는 연동부분(Motor)에 대해 그 기능을 제대로 수행하도록 디자인되지 않은 각각의 부분들의 조립에 불과했다. 그로 인해 로봇의 감지 장치와 이동식 부품의 기능명령이 정확해지기까지 로봇디자인은 진척을 이루지 못했다. 이러한 초기 로봇의 이동성과 자율성 결핍은 대량 생산의 침범인 로봇의 지위를 격하시키는 결과를 낳았다. 이에 로봇공학은 환경과 사물인식을 통해 자동수행 능력과 이동성을 갖춘 로봇을 목표로 삼아 연구를 진행하였다.

로봇의 기능 특히 이동성에 대한 척도로서 정확하고 구체적인 외형을 가진 로봇 디자인 개발은 최근의 로봇 발전을 낳는 역할을 하게 되었다. 현재 디자인은 모든 로봇 발달의 수단으로 인식되어지고 있으며, 로봇공학은 디자이너에 의해 그 영역을 엔터테인먼트분야로 넓혔다. 유사한 예로 가정용 PC가 소비재로서 디자인을 통해 매력적인 것들로 진화하면서 홈 엔터테인먼트 제품으로 바뀌었다. 또한 애플 2의 성공은 디자인이 산업용품을 소비대중이 일반적으로 사용하게 만든 최고의 예다. 이러한 바탕아래 우리와 함께 발전하는 로봇은 우리가 로봇디자인이라 부르는 새로운 분야를 만들어 내었다.

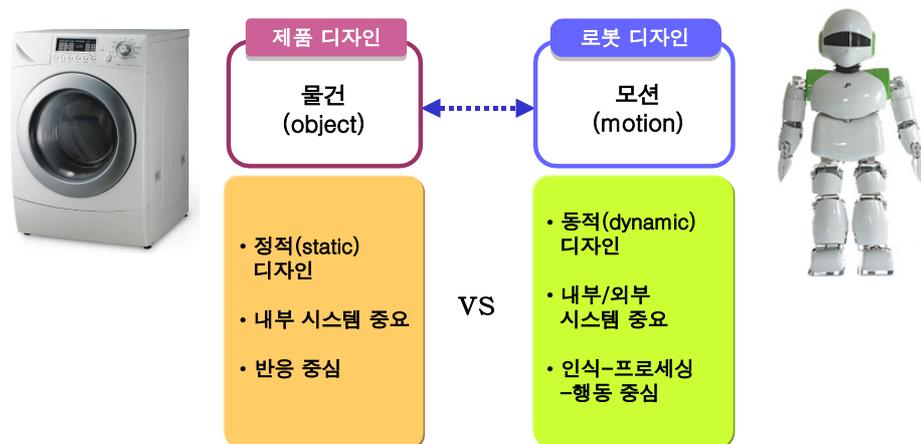


그림 3-1. 로봇 디자인의 개념

### 3.1.2. 산업디자인 새 영역으로서의 로봇디자인<sup>21)</sup>

현재의 산업디자인은 근본적으로 정지한 사물에 대한 디자인이다. 이동하는 것이 주요 기능인 자동차조차도 여전히 정지물로 디자인되어진다. 로봇이 작동하므로 인해 보장되는 움직임의 자유는 기존 산업 제품과는 근본적으로 다른 점이다. 두개 이상의 연동부분이 작동을 하면 그러한 복합적인 움직임에 의해 디자인적인 제한을 가져와 방해물로 작용하게 되지만, 모든 산업제품 디자인은 제한적인 상황에서 구현되는 것이다. 예를 들면 Formula 1 레이싱카의 몸체는 공기역학과 엔진 설치 등으로 실현된다. 이러한 제한은 로봇 디자인에서 더욱더 현저하게 나타난다. 로봇의 경우에 일반적으로 모터와 유압시스템이 연동부분을 이루며, 고성능 기어는 과학소설에 나오는 첨단 물체들처럼 작고 견고한 형태로 개발되어져 있지 않기 때문에 이러한 것들을 모두 고려한 디자인을 하기란 쉬운 일이 아니다. 그러므로 디자이너들은 로봇 디자인이 단순한 물체(Object)의 디자인이 아니라 동역학 전체범위 안에서 이루어지는 디자인임을 인식할 필요가 있다.

### 3.1.3. 움직임과 존재의 디자인

산업용 로봇 이상으로 일상생활에 필요한 로봇(서비스 로봇)에게는 기능과 함께 디자인이 중요하다. 컴퓨터도 마찬가지이다. 컴퓨터가 급속도로 보급된 이유 중 하나는 아주 매력적이고 아름다운 컴퓨터 애플2가 등장했기 때문이다. 아이보(AIBO)도 디자인이 우수했기 때문에 소비자에게 반응을 얻을 수 있었던 것이다.

로봇디자인의 흥미로운 점은 [물건]의 디자인에서 [움직임]의 디자인으로 변해 가는 과정이라는 것이다. 자동차 디자인과 컴퓨터 디자인은 기본적으로는 움직임이 없는 물체의 디자인이다. 하지만 로봇은 자율적이며 지속적으로 움직이고 있기 때문에 움직임의 디자인, 특히 아름다운 움직임을 연구한 디자인이 요구되는 것이다. 또한 [움직임]에는 새로운 기능이 추가되는 것이므로 지금까지의 디지털 기계와는 다른 상호작용 및 인터페이스를 필요로 한다. 하지만 이런 이유로 결국 동물이나 인간과 비슷한 형태의 로봇이 디자인 될 가능성이 높지만 이렇게 되면 결국 인간을 위해서 어떻게 로봇을 존재시킬 것인가에 대한 과제와 직면하게 될 것이다. 그러므로 로봇에 있어 아이덴티티라든지 로봇디자인의 이미지 제어, 이미지 조작 등이 중요한 문제로 부각되고 있다. 미래에 로봇산업이 현재의 자동차산업 정도로 규모가 커진다면 앞으로 로봇디자인에 대한 방향성을 검증할 수 있는 장이 필요하게 될 것이라 예견된다.

21) 타쯔야 마쯔이, <http://www.symbio.jst.go.jp/~tmastsui/~tmatui.htm>

디자이너는 프로젝트의 초기단계에서부터 참여하여 기술자와 같은 시각에서 보아야 한다. 로봇은 도대체 무엇인지, 무엇을 위해 만드는 것인지 등에 대하여 상호간에 의논할 필요가 있으며, 또한, 로봇의 움직임(복잡 다양함, 메카니즘)에 대해서도 충분히 이해를 한 상태에서 디자인해야 한다.

또한 외부 디자인의 중요성은 자동차나 컴퓨터가 외부 접촉으로부터 보호하는 것과 같이 내부 시스템을 보호하는 것이다. 그러나 작동하는 동안 내부 시스템을 외부 재해로부터 단순히 보호하기 위한 것이라면 미래 사회의 로봇 역할에 대한 디자이너들의 노력은 필요치 않을 것이다. 로봇의 존재성에 의미를 부여하기 위한 디자이너들의 목표는 로봇의 디자인뿐만 아니라 미래 사회에서의 역할을 설명해야 하는 창조과정을 필요로 하게 된다.

#### 3.1.4. 도구로서의 로봇 아이덴티티

인간을 닮은 로봇을 만드는 것이 최종 목적은 아니다. 인간과 똑같은 외관을 가진 로봇을 만들고 디자인하는 것이 과연 옳은 것인가에 대한 의문을 통해 로봇의 진정한 디자인 원리를 알게 되는 것이다. 결국 로봇이란 인간이 창조하는 것이므로 인간과 로봇 사이에 어느 정도 거리를 두고 디자인 할 필요성을 느끼게 된다. 그러므로 로봇만이 가진 아이덴티티를 구축해 나가는 것이 무엇보다 중요하다.

로봇은 차세대를 위한 도구로서 개발하는 것이므로 로봇은 도구로써 인식되어야 한다. 컴퓨터는 계산능력, 기억능력, 커뮤니케이션이라는 측면에서 도구적인 부분이 인간보다 우수하기 때문에 돈을 지불하고 사는 것이다. 로봇의 경우도 인간이 할 수 없는 반복적이면서도 정확한 작업을 해내는 운동능력을 가지고 있기 때문에 인간에게 도구로서의 기능을 할 수 있는 것이다.

또한 앞으로 로봇에게 기대되는 것은 커뮤니케이션 미디어 역할로서의 존재감이다. 예를 들어 AIBO를 가지고 노는 사람들의 대부분은 AIBO를 통해 가족이나 친구들과 의사소통을 하며 즐거워하고 있다. 이 재미를 한층 더 즐겁게 하기 위해서 디자인의 역할이 더욱 중요해지고 있다.

차세대 로봇 연구는 인간과 휴머노이드의 관계 형성에 대한 것으로 예상된다. 로봇의 외형 디자인은 단순한 물건과는 다른 다양한 기계적 기능과 완벽한 자동화를 이룸으로써 완성될 수 있다. 이러한 점은 인간이 로봇과 의미 있게 상호 작용하는 것을 가능하게 할 것이다. 그러므로 디자이너는 현재 로봇과 인간의 관계를 디자인하는데 노력해야 한다.

공학요소는 로봇디자인에 있어서 가장 적합한 형태로써 인간형을 추구한다. 로봇은 인

간사회에 로봇의 기능이 적합하게 적용되어 사용되어지기 위해 인간의 삶속에서 매일 접하게 되는 반복적인 장애요인을 고려해야 한다. 심각한 재해 상황과 다른 잠재적 위험요인 상황에서 로봇의 역할이 제대로 이루어지기 위해서는 인간환경에서 개발된 인간형 모습이 가장 필요하다.

또한 로봇공학 발전에서 로봇은 사용자의 포부와 욕망을 반영하는 소비재로, 심리적 수단으로서 사용자를 위한 심미성을 갖춰야 한다. 디자인은 사용자의 다양한 기대에 부응해야 하는 것이다. 일부의 경우에 사용자는 미학적 기준으로 로봇을 판단할 것이며, 이 미 그에 대한 미의 관점과 함께 로봇이 존재할 수도 있을 것이다. 다른 경우의 사용자들은 로봇을 단순한 기계장치로서, 또는 친구로서 생각하는 것이 아니라 그들에게 속하는 어떤 것으로 생각하기도 할 것이다.

로봇과 인간의 관계는 디자이너가 사회와 여러 가지 부수적인 것들을 성공적으로 통합시키기 위해 연구해야할 중요한 문제이다. 정말 로봇이 이 시대의 사회 속에 통합되는 것은 둘 사이의 조화로운 관계를 지속하는 것만으로는 부족할지도 모를 문제이므로 로봇과 인간의 관계방향은 우리가 해결해야할 과제로 남는다.

### 3.1.5. 디자인으로서의 공학과 로봇학

로봇 디자인의 개념은, 미디어로서의 로봇의 설계, 구축, 관리, 운용에 필수적인 것으로 생각된다. 디자인이란, 사양이나 사용상황이 완전히, 혹은 거의 주어져 있지 않고, 또한 얻어지는 제품뿐만 아니라, 그 프로젝트의 존재나 사용이 미친다고 생각되는 사회적 영향, 나아가서는 인간과의 인터랙션이 어떻게 되는지 전혀 혹은 거의 예측할 수 없는 상황 아래에서, 이러한 요인을 할 수 있는 한 고려하여 실시하는 설계의 행위, 프로세스, 결과이다. 간결하게 말하면, 디자인이란 미래의 불확정성을 고려해 인간과 환경의 보편적인 인터랙션을 새롭게 만들어내는 활동이다.<sup>22)</sup>

예를 들어, 디자이너는, 사람의 기호나 기분과 같은 변하기 쉬운 것을 상대로, 리스크를 감수하면서 디자인을 하고 있다. 그들은, 디자이너로서의 독자적인 감각으로 미래를 구상하고 그 미래 속에서 자신이 낳은 패션이 어떻게 평가될지를 생각해 디자인을 하고 있는 것이다.

로봇학은, 그러한 디자이너들의 시대를 보는 눈, 미래를 구상하는 감각을 도입하여야 한다. 로봇 연구자, 기술자도 인간과 환경과의 인터랙션 속에서 로봇을 파악해 갈 필요가 있다고 생각된다.

고기능고성능의 로봇을 설계하고 그 기술을 추구해 나가는 일도 중요하다. 그러나 앞으

22) 佐藤知正, ロボット創成, 岩波書店, 2005, p.56

로는 그것과 동시에, 위에서 서술한 의미에서의 로봇 디자인에도 착수해 가지 않으면 안된다. 불확정한 미래를 어떻게 예상하고, 로봇을 환경·인간과의 관계 속에서 어떻게 포지셔닝할 것인가를 고민하여야 한다. 그러한 디자인의 능력은, 필요한 정보를 본질적으로 불완전하게 밖에 얻을 수 없는, 예측의 곤란한 상황에 대한 기술이다. 유일한 해결안을 추구하는 분석 위주의 공학적 개념과는 다른, 이른바 ‘제반의 사정을 고려하는 밸런스 감각’이 요구되는 고도의 능력이다.

### 3.2. 로봇 디자인 분야

생활 쇼핑 지원 로봇은, 이에 대한 정형화된 제작 방법이 구체적으로 정의되지 않은 신생 산업이다. 따라서 효과적이고 유용한 생활 지원 로봇 개발과 디자인 방법론이 시급히 요구되고 있다.

우선 로봇 공학은 학제적인 분야이다. 스폰(Mark W. Spong)은 로보틱스 그 자체로 학제적인 속성 및 본질을 갖는다고 하였다.<sup>23)</sup> 한편, 니쿠(Speed B. Niku)는 “로보틱스는 기계공학, 전자 공학, 컴퓨터 공학, 생물 그 밖의 여러 학문들의 학제적 학문이다”라고 언급한 바 있으며<sup>24)</sup>, 로봇 산업의 문제점은 이러한 여러 학문 분야 간의 커뮤니케이션의 부재로 나타나며, 이러한 여러 학문 간의 커뮤니케이션을 활발히 하는 것이 로봇 산업에 중요한 영향을 미칠 것이라고 말한 바 있다. 즉, 로봇산업은 이를 구성하는 여러 분야 사이의 커뮤니케이션을 원활히 할 수 있는 방법의 개발에 결정적인 영향을 받는 것임을 알 수 있다. 지금까지는 로봇이 산업용 로봇을 중심으로 발달했기 때문에 로봇 산업의 학제적 연구의 중심이 되는 축을 이루었던 학문은 기계공학이나 전자공학, 컴퓨터 공학, 생물학 등이었다. 그러나 인지 심리학, 사회학, 인문학, 디자인 등과 같은 영역 역시 중요한 요소로 여겨지고 있다. 특히 디자인이라는 학문은 학문 자체가 학제적이고 예술과 기술의 중간 영역에 위치한다. 이러한 학제적인 특성을 갖는 디자인은 인문학, 사회학, 인지 심리학 등에서 제공하는 로봇에 대한 컨셉과 이를 실제로 구현시키는 전자, 기계, 센싱 등의 기술 분야를 연결시켜 주는 교량의 역할을 할 것이다.

23) Mark W. Spong, M. Vidyasagar, Robot Dynamics and Control, John Wiley & Sons, 1989, p.9

24) Speed B. Niku, Introduction to Robotics: Analysis, System, Applications, Prentice Hall, 2001, p.4



**로봇의 외관 디자인:**

외형 디자인은 로봇의 이미지가 제대로 표현될 수 있도록 하여야 한다. 인간이 로봇을 처음 봤을 때 가장 먼저 접하게 되는 부분이 로봇의 전체적인 움직임이나 정교한 기능보다 로봇의 외관을 보게 된다.

**로봇의 행동 디자인:**

로봇에 있어서 행동의 디자인은 본질적으로 정적으로 있는 제품디자인과는 차별을 갖는다. 로봇이 임무를 수행하기 위한 행동이 어떠한 방향으로 로봇의 각 관절의 방향, 속도를 통한 제스처, 표정 등의 동적 움직임에 대한 디자인이다.

**로봇의 개성 디자인:**

로봇에 개성을 부여하고, 새로운 상황 및 특정 목적에 부합하는 기능을 가지는 신 개념의 로봇을 창출한다. 특히, 이 부분에서는 엔지니어가 주도적으로 해결안을 제시하는 것이 아니라, 디자이너가 코디네이터로 조율하고 협력해야 한다.

그림 3-2. 로봇 디자인의 분류

**3.2.1. 로봇의 외관 디자인**

로봇의 형태와 구조는 사회적인 기대에 부응하기 때문에 매우 중요하다. 표면적인 로봇의 외관은 상호작용에 있어서 편견을 가져온다. 강아지 모습의 로봇은 의인화된 로봇과는 (적어도 처음에는) 다르게 다루어질 것이다. 또한, 상대적으로 익숙한 로봇의 형태는 접근성, 요구성, 표현성에 근본적인 영향을 끼칠 것이다. 이렇게 주어진 형태는 인간이 로봇과 상호작용 할 수 있는 범위를 제한한다.

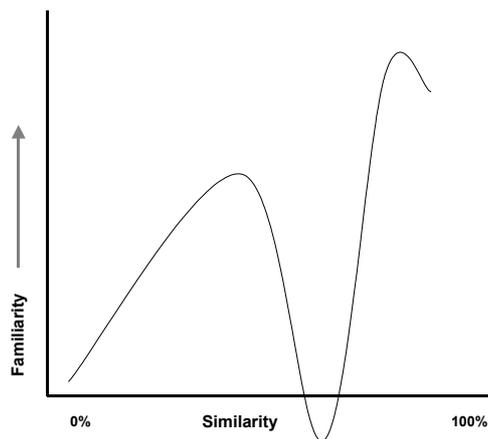


그림 3-3. 모리의 '신비한 점(uncanny Valley)'<sup>25)</sup>

25) C. DiSalvo, et al., All robots are not equal: The design and perception of humanoid robot heads, in: Proceedings of the Conference on Designing Interactive Systems, 2002

로봇의 형태는 로봇이 갖는 기능과 어울려야 한다. 인간을 위한 일을 하는 로봇이라면 적어도 어느 정도의 '제품성' 을 갖는 동시에 '로봇성' 을 가져야 한다. 이러한 요소는 사용자가 불리하게 로봇의 능력에 거짓 기대감을 갖지 않도록 하기 위해서 필요하다. 만약 로봇이 살아있는 생물을 따라 하게 된다면 로봇은 어느 정도의 친밀함(Familiarity)을 갖는 것이 필요하다. 마사로 모리(Mashiro Mori)의 연구에 의하면 로봇의 살아 있는 생물과 비교해 실제적일 때와 실제적이지 않을 때의 사용자들에 대한 연구를 한 결과 로봇이 실제 살아 있는 생물과 거의 똑 같은 외관을 갖게 될 때 'The uncanny valley'가 나타나게 된다. 그림에서 보는 바와 같이, 사용자로 하여금 친밀함(Familiarity)이 급속도로 떨어지는 것을 알 수가 있다.

### 3.2.2. 로봇의 감성 디자인

감정은 목표를 결정하는데 있어 중요한 역할을 할 것이며, 인간 사이에서 내면적 상태의 의사소통을 가능하게 할 것이다. 또한 개성은 이러한 목적을 위해 인간이 세상의 다른 사람들과 상호작용하는 방식에 있어 일관성을 보이게 되는 것을 말한다.<sup>26)</sup> 이를 좀더 구체적으로 말하자면, 인간의 감정은 의사소통의 도구로 사용될 수 있는데, 이러한 감정의 기능 중 하나는 의식적인 정신(conscious mind)과 신체의 무의식적 특성 사이의 커뮤니케이션을 가능하게 한다는 것이다. 예를 들어 배가 고플 때에 배가 고프는 감정이 심해지면, 음식을 찾게 되는 반응 행동 결과를 낳게 되는 것이다. 또 하나의 감정의 기능은 다양하고 미묘한 행동의 변화가 현 상황 및 미래의 반응에 대한 의도를 전달하도록 하는 높은 수준의 커뮤니케이션을 가능하게 한다. 또한 개성이란 개념적인 모델로서, 신념과 의도를 일관된 행동으로 이끌어내어 준다. 따라서 의도적으로 로봇에 개성을 부여하는 것은 사람들에게 호봇의 행동 모델을 제공하며, 로봇의 행동에 대한 더 나은 이해를 돕는다. 다시 말해, 로봇에 대한 개성의 부여는 강력한 디자인 도구가 될 수 있는데, 이는 사람들로 하여금 로봇의 행동을 이해하고 해석하기 위한 개념적 모델을 제공하며, 로봇과 상호작용 하는데 있어 어떻게 행동하고 지시를 내려야 할지를 제시하기 때문이다.<sup>27)</sup>

### 3.3.3. 로봇의 개성 디자인

로봇의 개성은 로봇의 행동을 인간이 이해하는데 더욱 효과적이고 유익한 요소이다. 로

---

26) Donald Norman, How Might Humans Interact with Robots?, Keynote Speech, Final Report for DARPA/NSF Study on Human-Robot Interaction, 2001, <http://www.aic.nri.navy.mil/hri/nsfdarpa/HRI-report-final.html>

27) Ibid

봇에게 필수적으로 개성이 부여 되었을 때 사람들은 로봇에게 더욱 관계를 맺으려 한다.<sup>28)</sup> 로봇에 개성을 부여한다는 것은 로봇의 행동에 일관성을 부여한다는 것으로, 일관성을 보이는 로봇의 행동은 사람들로 하여금 로봇에 대한 행동 모델을 가지게 하며, 이에 따라 로봇에 대한 보다 높은 존재감을 느끼고, 로봇의 행동을 보다 쉽게 이해하는데 도움을 줄 수 있는 것이다.

#### 3.2.4. 로봇의 모션 디자인

비언어적 정보전달에 있어 제스처와 몸의 움직임은 정보전달의 역할을 한다. 90% 이상의 제스처가 말하는데 있어서 발생한다. 감성적인 몸의 움직임들은 의사 전달에 있어 중요한 요소가 되었다.

로봇에 있어서 행동의 디자인은 본질적으로 정적인 제품디자인과는 차별을 갖는다. 따라서 사람과 로봇과의 효율적인 인터랙션을 위해서는 로봇이 움직임을 어떻게 디자인할 것인지에 대한 연구가 매우 필요하다고 할 수 있다.

서비스 로봇들은 물리적 혹은 지능적 업무들을 수행하기 위해 인간과 다양한 매체를 통해서 인터랙션 해야 한다. 로봇과의 인터랙션은 단순하게는 물리적으로 만지거나, 스크린을 조작하는 등의 행동을 통해서도 가능하며, 언어를 통하여 사용자가 내린 명령에 따라 로봇이 응답하는 대화 방식도 가능하다. 이처럼 로봇이 대화를 통해서 인터랙션하고, 표정을 통해 현재의 상태를 전달하며, 손을 올리거나 이동하는 것으로 작업 수행의 결과를 표현함으로써 기존의 제품 디자인상에서 중요하지 않았던 사회적인 요소들을 가지게 된다.<sup>29)</sup>

모션 디자인은 로봇의 움직임을 제어하고 로봇의 몸의 구조를 설계하는 연구자들과의 조율이 필요하다. 이는 로봇의 '정신 모델(mental model)'에서 만들어진 개성이나 감정을 표현하기 위한 움직임 또는 로봇의 임무를 수행하기 위한 움직임이 어떠한 형태로 디자인될 것인가에 대한 문제로, 움직임의 방향, 속도, 가속도 등의 동적 조건에 관계한 디자인이다.

### 3.3. 로봇 디자인 주요 구성 요소

로봇 디자인의 구성요소는 다양한 분야에 관련되어 있기 때문에 이들 구성요소를 체계적으로 범주화하기는 매우 힘들다. 또한 로봇 디자인 구성요소는 기업과 제품, 사용자

28) C. Bresazeal, Designing Social Robots, MIT Press, Cambridge, MA, 2002

29) 김현진 외, 로봇 디자인에서 사용자의 사회적 니즈 추출에 관한 연구, 한국디자인학회 vol. 16. no. 3

그리고 주변 환경 등 여러 상황변수에 의해 영향을 받게 되며 반대로 이 요소들이 상황 변수에 영향을 미치는 경우도 있다.

로봇 디자인 구성 요소의 규명과 범주화는 체계적인 로봇 디자인 관리를 위해 매우 중요한 일이며 이는 또한 로봇 디자인 평가모델에서 각각의 평가 항목이 되기도 한다.

특히 형태, 구조, 질감 및 색채 등 디자인 고유의 심미성 요소들은 사용자의 심미적 감정을 유발시킴으로써 사용자의 심미성 평가에 직접적으로 영향을 미치는 역할을 하게 된다.

이러한 각 심미성 요소가 사용자의 반응에 미치는 영향 요소들이 통합적인 시각적 인식을 통해 전반적으로 영향을 미치는지 아니면 하나 하나의 요소들이 단계적으로 영향을 미쳐 궁극적으로 종합적인 이미지를 구축하는지에 대해서는 아직도 논란이 되고 있다.<sup>30)</sup> 통합적인 시지각인식이라고 보는 견해는 Gestalt 심리학자들의 주된 주장으로써 대상이 원자론적이라기 보다는 전체로서 인지된다고 주장하고 있다. 이에 비하여 Durgee(1988)은 디자인에 대한 반응은 원자론적 인식(atomistic perceptions)에 기초하여 자신이 중요하게 인식하는 요소에 주의를 두고 이를 바탕으로 점차 다른 요소들 간의 상호작용을 이해해 가는 과정이라고 제시하고 있다.<sup>31)</sup>

이러한 논란에도 불구하고 대부분의 연구자들이 주장하는 일치된 견해는 형태, 구조, 질감 및 색상 등 제품디자인 자체의 심미성 요소들이 사용자로 하여금 심미적인 감성적 반응을 유발시키는 직접적인 요인으로 작용한다고 제시하는 점이다.

그러나 기존 연구에서는 이러한 제품자체의 심미성 요소들이 어떠한 과정을 거쳐 인지적 반응 혹은 감성적 반응에 영향을 미치는지에 대하여 체계적인 결과를 제시해 주지 못하고 있다.

### 3.3.1. 로봇용 센서

'외계 센서'와 '내계 센서'의 2가지로 크게 나눌 수 있다. 로봇의 센서는 인간의 다양한 감각을 모방한 것이다. 최근에는 많은 로봇에게 갖춰져 있는 것이지만, 절대적으로 필요한 기구는 아니다. 로봇의 작업에 따라서는, 불필요한 경우도 적지 않다.

고정된 환경에서, 예를 들어 공장 등에서 일하는 로봇의 경우에는, 정해진 작업을 짧은 시간 간격으로 반복하면 되는 것이 많이 있다. 그러한 용도로 사용되는 로봇의 경우에는, 센서와 같은 감각 기관은 필요 없다.

인간과 같은 감각이 요구되는 것은, 로봇 자신이 자신의 주위의 상황이나 자신 상태에

30) Durgee, Jeffrey F., Product Drama, Journal of Advertising 17(february/March), 1988, pp.42-49

31) Ibid.

따라 행동 방법이나 행동 그 자체를 바꿀 필요가 있을 때이다.

#### (1) 외계 센서

주위의 상황을 알기 위한 센서는 ‘외계 센서’ 라고 불린다. 그 중에는, "눈"이 되는 ‘시각 센서’ 나 "귀"가 되는 ‘청각 센서’ , 또한 물체에 접촉으로써 그 상태를 아는 ‘촉각 센서’ 등이 포함된다. 빛이나 초음파를 사용하거나 단순한 온오프 스위치를 사용하거나 하는 등 실현 방법은 다양하지만, 주위의 상황을 전기신호로 변환함으로써, 로봇의 두뇌에 정보를 전하다.

#### (2) 내계 센서

외계 센서와 달리, 로봇 자신 상태를 알기 위한 센서는, ‘내계 센서’ 라고 총칭된다. 자신이 어디에 있는지, 또 어떠한 자세로 있는지 등을 파악하기 위한 센서이다. 외계 센서와 마찬가지로 그 실현 방법은 다양하고, 사용되는 상황이나 필요한 정밀도에 의해 구분하여 사용된다.

#### (3) 센서의 사용법

이러한 센서는 필요에 따라 로봇에게 탑재된다. 로봇에게 지시하는 내용에 따라서는, 하나의 센서로 충분한 경우도 있고, 몇 개의 센서가 필요한 경우도 있다. 몇 개의 센서를 사용할 때에도, 각각을 다른 정보로서 처리하는 경우가 있는가 하면, 몇 개의 센서로부터 얻을 수 있는 정보를 종합적인 판단재료로 할 때도 있다. 센서는 대부분이 단기능으로, 복합적인 감각 정보는 얻을 수 없다.

센서에서 얻어진 정보를 어떻게 판단할지는 인간이 미리 프로그램 한다. 예를 들어, 뜨겁다고 느끼는 온도를 몇 도로 하는지, 어느 정도의 기울기를 자세가 무너지고 있다고 판단하는지 등은 로봇의 능력에 따라 인간이 선을 그을 필요가 있다.

#### (4) 로봇용 센서의 일반적인 분류

로봇용 센서는 우선 외계 센서와 내계 센서로 나뉘어지며, 외계 센서는 원격센서와 접촉센서로 구분된다. 이에 따라 로봇용 센서의 종류를 체계적으로 분류하면 다음과 같다.

표 3-1. 로봇 센서의 종류<sup>32)</sup>

외계 센서	원격 센서	시각 센서	
		촉각 센서	
		근접각 센서	
	접각 센서	촉각 센서	접촉간 센서
			압각 센서
			미끄러짐각도 센서
			경도각 센서
역각 센서			
내계 센서	가속도 센서		
	속도 센서		
	위치 센서		
	자세 센서		

### 3.3.2. 로봇에 사용되는 이동기구

종래의 로봇은 산업용으로서 공장 내의 한정된 장소에서밖에 사용되지 않는 경우도 있어, 이동을 위한 기구는 거의 필요 없었다. 유일하게 이동 기구를 갖추고 있었던 것이 자재 등의 반송용 로봇이다.

그러나 로봇의 필요성이 늘어남에 따라 이동 기구의 중요성이 더해지고 있다. 인간에게 있어 위험이 많은 극한 환경에서 효율적으로 일하기 위해서도, 그리고 인간의 근처에서 일하기 위해서도, 행동 범위를 넓히기 위한 이동 기구를 빠뜨릴 수 없게 되었다.

#### (1) 다양한 이동 기구<sup>33)</sup>

현재, 이동 기구로써 주목을 받고 있는 것은, 인간과 같은 2족 보행 방식이다. 2족 보행은 매우 고도의 제어 기술이 필요하기 때문에, 바로 최근까지 그 실현이 의문시되고 있었다. 그러나 혼다의 2족 보행 로봇의 등장에 의해 이미 꿈같은 이야기만은 아니게 되었다. 2족 보행 방식의 로봇은 같은 2족 보행으로 생활하는 인간의 주거환경에서의 활약이 기대되고 있다.

다만, 2족 보행 방식은 만능이 아니고, 옥외 등이 넓은 공간에서의 이동에는 차륜에 의한 이동 기구 쪽이 적합하다. 자동차 등의 탈 것에 사용되고 있으므로, 기술적으로 완성되어 있어 제어도 용이하다. 이동 속도도 있고, 정지(整地)된 도시 공간에서는 충분

32) 城井田勝仁, Op. cit., p.56

33) Ibid, p.90

한 활동이 가능하다.

정지되어 있지 않은 곳에서도, 큰 장애물이 없으면, 캐터필러를 차륜에 감은 클로라 주행 방식이 사용된다. 실제로 농지나 건설 현장, 눈길 등에서 이용되는 자동차에 장착되어 있는 보행방식으로, 일반적인 차륜 주행 방식과 같은 정도로 확립된 기술로, 높은 신뢰성이 있다.

또한 황폐한 토지나 큰 장애물이 많이 존재하는 장소에서는, 다족보행 방식이 적합하다. 그 다리가 길수록, 장애물이나, 단차 등을 쉽게 극복할 수 있다. 2족이나 3족 등의 보행 방식에서는, 항상 밸런스를 유지하는 것이 용이하지는 않다. 그러나 그 이상의 다족이면, 어떤 다리가 공중에 있어도, 3개 이상의 다리를 땅에 대고 밸런스를 유지할 수 있다. 예를 들어, 대지진 직후의 붕괴한 대도시와 같은 장소에서도, 자유로운 이동이 가능하게 된다.

## (2) 장래적인 이동 기구

어떠한 상황에 있어도, 자유로운 이동이 가능하다는 점에서는, 기술적으로는 아직 완성되어 있지 않지만, 무족보행 방식도 많이 기대되고 있다. 예를 들어, 뱀과 같은 이동이 가능한 로봇의 경우, 머리 부분이 들어갈 수 있는 공간만 있으면, 장애물이나 자갈더미의 안쪽으로 나아갈 수가 있다. 또한, 뱀의 이동 기구를 완전하게 모방할 수 있다면, 실제 뱀처럼 나무나 전주에도 올라갈 수 있을 것이다. 다리가 빠지는 늪지나 모래땅이라도, 미끄러지듯이 진행하게 될지도 모른다. 같은 무족보행 방식으로서, 지렁이나 자벌레와 같은 이동 기구도 검토되고 있다.

로봇의 이동 기구는, 실제의 생물의 움직임을 참고로 하여 생각할 수 있는 것이 적지 않지만, 그렇지 않은 것도 당연히 있다. 둘 이상의 이동 기구인지를 갖는 하이브리드 방식이다. 이 방식에서는, 예를 들어 차륜과 다족을 조합해, 상황에 따라 적합한 이동 기구를 구분해 사용하는 것이 가능해진다.

(3) 로봇에 사용되고 있는 이동기구의 종류

이러한 개념을 바탕으로 로봇에 적용되는 이동기구의 종류를 체계적으로 분류하면 다음과 같다.

표 3-2. 이동 기구의 종류

차륜	종래형	4륜차
		3륜차
		양륜 독립구동계
		장래식(클로라식)
	개량형	3차원곡면주행차
		단차등행차
		듀얼스티어링
	전방향이동차	
다족 보행	2족 보행	
	3족 보행	
	4족 보행	
	6족 보행	
	8족 보행	
무족 보행	뱀형 로봇 등	
하이브리드	차륜 + 다족 등	

3.3.3. 로봇 디자인 Factor

이상과 같이 로봇의 디자인을 분석한 결과 각각의 대한 요소를 도출하면 아래와 같다. 우선 로봇 디자인의 유형은 Skeleton type, Shell type, Hard Skin type, Soft Skin type 등으로 나누어 볼 수 있으며, 주요 요소로는 Structure, Shape, Scale 등으로 분류할 수 있다.

(1) Shape & Form

형태는 일반적으로 점, 선, 면이 연장, 발전, 변화하여 서로 밀접한 관계를 유지하면서 형성된다. 여기서 평면상의 형을 'Shape' 이라 하고, 입체적인 형상을 'Form' 이라고 구분한다. 형과 형상은 2차원, 형태는 3차원의 개념을 가지고 있다. 형태의 표현 양식은 다양하며 일반적으로, 단순/복잡성, 조화, 균형, 통일성, 율동성, 시대성 및 스타일, 신기성 그리고 게슈탈트(Gestalt) 등이 존재한다. 이러한 표현양식들이 결합되어 일정한 형태를 형성하게 되며 궁극적으로는 로봇디자인 자체에 대한 심미적 반응을 유발하는 심미성요소로서 작용하게 된다. 기존의 다양한 연구에서 이러한 로봇디자인 자체

의 형태요소가 사용자들의 심미성평가에 영향을 미치는 요인이라고 제시하고 있다.<sup>34)</sup>

## (2) Structure

구조와 형태는 종종 구분하기가 모호한 경우가 많다. 그러나 일반적으로 형태가 외부적이고 가시적인 표현 양식이라면 구조는 그러한 외부적 표현양식이 내포함으로써 개념적으로 해석되는 로봇의 내부적 내용요소를 의미한다.<sup>35)</sup> 이러한 구조는 로봇의 형태적 디자인으로부터 유추되는 특정한 내용이나 의미하는 상징적 개념구조로서의 특징을 갖는다. 이러한 구조에 대하여 사용자들은 제품자체의 기능적 특성에 대하여 좋다/나쁘다의 반응과는 별도로 로봇디자인의 개념적 상징으로서 구조에 따라 호의적 또는 비 호의적인 반응을 나타낸다.

## (3) Colors

색채는 광선이 물체에 비추어 반사, 분해, 투과, 굴절, 흡수를 통해서 인간의 눈에 들어오는 것으로 색채는 형보다 더 광범위하여 디자인 요소 중 가장 감각적인 것에 해당한다. 일반적으로 색채는 인지, 경험되는 세계를 명확히 압축시켜 가시적으로 나타내는 요소라 할 수 있다. 일반적으로 색은 세 가지 속성을 지니고 있는데 이는 색상과 명도 그리고 채도이다.

색채는 일반적으로 상징적 특성을 지니고 있다. 색이 가지고 있는 상징적 특성은 사회적, 문화적 전통을 가지며, 지역적인 차이가 있다. 그러나 색채가 지닌 감정적 특징은 세계적으로 비교적 보편성을 갖는다. 또한 같은 형태를 가진 제품이나 모양을 차별화하는 기능이 있다. 이것은 같은 형태를 가진 제품이나 모양이 다른 색을 가짐으로써 모양이 커지거나 형태가 달라지기 때문이다. 또한 색채는 상징적인 기호로 작용하여 그 속에 의미를 가지는 커뮤니케이션의 수단으로 메시지를 전달하는 커뮤니케이터의 기능을 가진다. 이러한 색채 고유의 역할로 인해 사용자는 색채를 통해 다양한 심미적 반응을 경험하게 된다.

일반적으로 색상은 크게 시각 유도 기능과 표현 기능으로 구분된다. 시각 유도 기능은 시인성, 유목성, 판독성으로 나뉜다. 시인성(visibility)은 색상에 따라서 인지할 수 있는 거리의 정도를 말하며, 유목성(attractiveness)은 색상이 사람의 눈을 끄는 힘을 말하는데 명시도가 높을수록 유목성이 높아진다. 유목성에 대한 연구 결과가 다음 표에

---

34) Brunel, Frederic Francois, "The Psychology of Product Aesthetics: Antecedents and Individual Differences in Product Evaluations (Elaboration Likelihood Model, Attitude, Consumer Behavior), Doctoral Dissertation, University of Washington, 1998

35) Faulkner, Ray and Edwin Ziegfeld, "Art Today: An Introduction to the Visual Arts, New York:Holt, Rinehart and Winston, 1969

제시되어 있다. 그리고 판독성(interpretation)은 임의의 배경 위에서 문자나 모양이 있는 대상을 판독할 수 있는 거리의 정도를 말하는데 다른 색과의 대비 관계를 통해 판독성이 결정된다.

표 3-3. 색상별 유목성 차이

색 상	주황	빨강	파랑	검정	녹색	노랑	보라	회색
인 지	21.4	18.6	17.0	13.4	12.6	12.0	5.5	0.5

색상의 표현 기능은 감정성, 상징성, 인식성, 심미성으로 구분된다. 감정성은 색상이 가져오는 여러 가지 감정 효과를 말하는데, 색상이 초래하는 일반적 감성으로는 온도감, 중량감, 경연감, 명암감, 강약감, 명쾌, 음울, 흥분, 진정, 화려함, 차분함 등이 있다. 상징성은 습관이나 문화 등 여러 가지 요소와 결합되어 특정한 것을 상징하게 되는 것을 말한다.

#### (4) Surface Finishing

질감은 손으로 만지면 어떤 느낌이 든다는 것을 경험을 통해 알고 있는데, 이것이 제품의 질감이다. 이 질감은 재료로서 구체화되기 때문에 재질에 대한 감각적 체험이 중요하다. 질감은 재질의 질감이 갖는 지각적 유형에 의해서 분류될 수 있는데 이에는 실제 손으로 만져서 알 수 있는 직접적인 질감으로서의 촉각적 질감과 눈으로 보이는 느낌, 즉 시각을 통해 촉각을 불러 일으킬 수 있는 질감으로서의 시각적 질감이 있다. 이러한 질감도 사용자의 심미성 평가에 영향을 미치게 된다.

## Types of Robot Design

- **Skeleton Type**

외골격 없이 뼈대만으로 외형이 완성되는 로봇. 혹은 외골격과 뼈대가 일체인 경우.

- **Shell Type**

외골격을 기본으로 형상을 구축한 로봇. 외골격이 구조적으로 형태를 유지하는 경우.

- **Hard Skin Type**

로봇의 기본적인 구조에 관계없이 외형을 단단한 재질로 덮은 디자인.

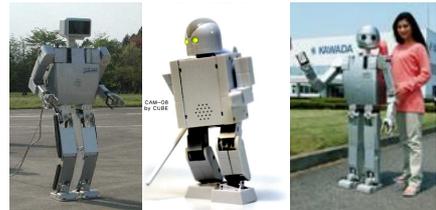
- **Soft Skin Type**

로봇의 외관을 부드러운 재질로 처리한 디자인.

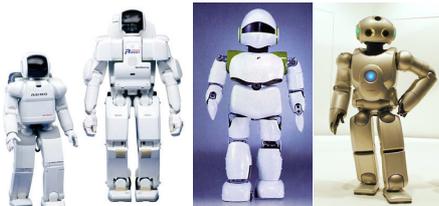
### Skeleton Type



### Shell Type



### Hard Skin Type



### Soft Skin Type



그림 3-4. 로봇 디자인 타입

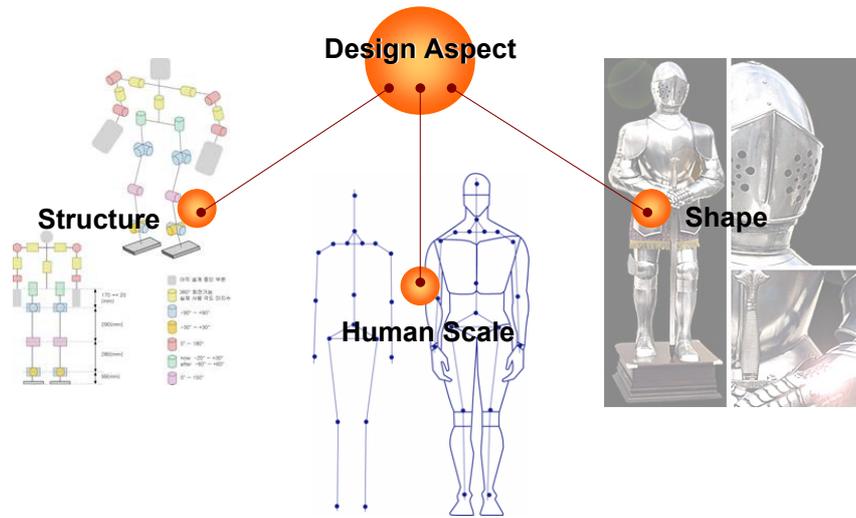


그림 3-5. 로봇 외관 디자인 Factor

이상은 로봇 디자인의 외형적 특징을 분석하여 도출한 결과이고, 종합적인 차원에서 로봇 디자인의 구성 요소를 살펴보면 컨셉, 형태, HRI, 재료 및 표면처리에 관한 사항으로 요약된다. 사용자의 시나리오에 맞추어 컨테스트와 컨테츠에 부합하는 컨셉, 로봇의 목적과 용도에 부합되면서도 세련된 형태, 사용이 편리하도록 고려된 HRI, 경제성과 생산성, 환경규제를 고려한 재료 및 표면처리에 관한 사항 등이 그것이다.

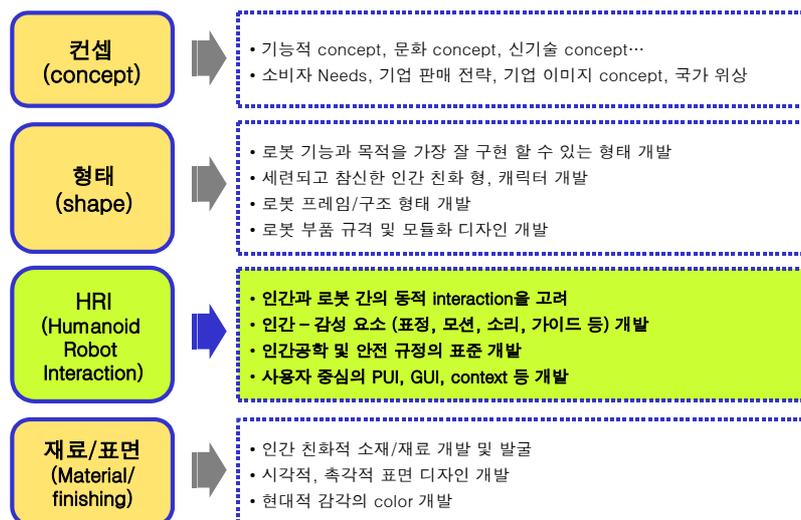


그림 3-6. 로봇 디자인의 주요 구성 요소

### 3.4. 기존 로봇 디자인 사례(PaPeRo)

NEC에 있어서의 퍼스널 로봇의 연구개발은 1997년에 시작되었다. 화상 인식 기술, 음성 인식기술을 중심으로, 사람과 커뮤니케이션 하는 인터페이스 디바이스로서의 가정용 로봇의 가능성에 대해 찾는 것이 목적이었다. 1999년에 프로토타입 1호기 R100를 발표했다. 컨셉, 기술적 가능성, 과제 등을 검토하고 더욱 연구개발을 진행해 2001년에 퍼스널 로봇 PaPeRo를 발표했다. 그리고, 일반 가정에서 활용하게 하거나, 전시회에서 실제로 PaPeRo를 접하게 하는 등, 실제 환경, 실제의 인터랙션에 주목한 관찰을 계속하여, 2003년에 새로운 성능을 향상한 버전을 발표했다.

PaPeRo의 디자인에 있어서는, 2001년에 최초의 버전(시나리오)을 개발해, 2003년에 성능 향상을 도모한 모델을 개발했다. 여기에서는, 그러한 디자인 활동에 있어서의 특징적 사항을 소개한다.

#### 3.4.1. 2001년 개발 사례

2001년도의 디자인 개발에서는, 이미지 통일을 위해 테마곡을 설정하고, 그것에 기초해 움직임, 대사, 사운드, 색채 등 개개의 디자인을 실시했다.

테마곡 : 장난감 고적대의 행진을 이미지

키워드 : '즐거움' '모두 함께' '두근두근'

캐릭터 : 약간 영뚱한 익살꾼

인터랙션 : 약간 아이 같은 주고받음

대사 : 인터랙션 과 마찬가지로 약간 어린이

사운드 : 테마곡에서의 구성 악기음, 아메코미조 SE

또한, 하드웨어의 디자인에 대해서는, 생물의 모방이나 종래형의 조작을 기다리는 수동적인 기계와는 다른, 새로운 '관계법' 을 가지는 인공물을 이미지시키는 것으로 하였다. "○○같다' 라는 것이 아니라, 지금까지 없었던 완전히 새로운 인공물로서의 '형태' 를 추구한다고 하는 컨셉으로 개발하였다. 본 개발에 있어서의 특징적인 사항은, 크게 아래의 3가지이다.

(a) 세계관의 디자인-테마곡을 이용한 이미지의 표현-

PaPeRo의 디자인에 있어서는, '세계관' 과 '캐릭터' 라는 것이 큰 키워드이다. 세계관이란, 캐릭터, 대사, 외관, 색채 등 모든 디자인 테스트의 기준이 되는 큰 구조이다.

예를 들면 ‘오늘은, 미국 서해안 추세로 가자’ 고 하면, 거기에 흐르는 시간의 흐름, 색채, 행동 패턴 등 거기에 존재하는 개별적 사항이 이미지 된다. 그것을 제시하는 수단으로서 음악을 이용하는 것을 시도했다. 왜냐하면, 디자인 요소가 움직임이나 대사 등 시간 축을 수반하고 있는 것이 많기 때문이다. 음악에는 템포와 리듬이 존재한다. 템포란, 시간 축상을 ‘흐르는 빠름’ 이고, 리듬이란 ‘흐르는 방법’ 이다. 즉, 시간 축상의 디자인에 있어서의 그리드의 역할을 담당할 수 있다고 생각했던 것이다. 시간 축을 수반하는 디자인의 경우, 템포나 리듬을 의식하고 그것들을 제대로 디자인하는 것은, 인터랙션 디자인에 있어 그 퀄리티와 사용자에게 대한 자연이라는 일에 있어 매우 중요하다.

한편 ‘캐릭터’ 는 로봇의 성격 그 자체이다. 외관이나 색채는 물론 특기(기능), 행동 패턴, 움직이는 방법, 사운드, 대사의 표현 등을 반영하게 된다. 인공물 디자인에 있어, 이러한 ‘캐릭터’ 를 부여하는 것은 매우 흥미로운 것이고, 이야기와 거기에 등장하는 인물을 만들고 있는 감각이 된다.

#### (b) 움직임/행동, 인터랙션 ‘사이’ 의 디자인

PaPeRo는 돌아다니며 사람에게 말을 건네거나 하는 동적이고 인터랙티브한 인공물이다. 이러한 대상을 디자인할 때에는, ‘움직임/변화’ 나 ‘주고받음’ 에 있어서의 ‘사이’ 라고 하는 시간 축상의 디자인이 하나의 중요한 요소가 된다. 인터랙션의 디자인에 있어서는, ‘테마곡’ 에 의해 제시된 ‘템포, 리듬’ 에 기초하는 디자인을 시도하고 있다. 말을 건네거나, 머리를 어루만지거나 라고 하는 사용자의 입력에 대해, 로봇으로부터의 피드백을 실시하는 타이밍을, 설정된 템포로 통일적으로 디자인함으로써, 다음에 사용자가 실시하는 액션의 타이밍 등 ‘주고받음’ 에 있어서의 정보의 피드백에 유효하다.

#### (c) 백그라운드 스토리

본 개발에 있어서는, 하나 더 중요한 사항이 있었다. 그것은 백그라운드 스토리라고 하는 연출적 사항이다. 이것은, 실제의 사용자 사용이나 실제 환경과는 직접적으로는 관계가 없는 이야기적 요소로, 말하자면 가상 사항이다. PaPeRo의 경우, ‘춤춰도 돼?’ 라든지 ‘오늘은 ○○날이야’ 등 자발적으로 사용자에게 말을 건넨다. 또한, 사용자의 질문에 대해 그것을 실시하는 경우도 있으면 거절하는 경우도 있다. 이러한 사항은, 그 하나하나의 리액션을 이끄는 요인에 관한 정보가 없는 한, 사람으로부터 보면 하나의

‘캐릭터’로서 성립하지 않는다. 거기에, ‘이 로봇은 변덕스럽다’ ‘이 로봇은 무엇인가를 찾으러 지구에 왔다’와 같은 어떠한 가공의 설정을 이용함으로써, PaPeRo의 하나하나의 행동에 대한 이야기적 문맥과 그 이야기상에서의 필연성을 의미적으로 이해가 능하다는 것을 시도했다. 그것을 ‘좋다’라고 할지 아닐지는 다른 문제이지만, 디자인에 있어서의, 종래의 인공물과 로봇과의 큰 차이 중 하나라고 생각되고 있다.

### 3.4.2. 2003년 개발 사례

2003년도의 개발은, 하드웨어는 계속 사용하고 모니터 평가 등에서 나온 문제점에 대한 소프트웨어의 개선에 주력했다. 디자이너와 엔지니어가 시나리오 개발팀을 구성해, 시나리오의 기획, 사양 결정, 개발을 실시했다. 본 시나리오에 있어서의 디자인적인 특징은 크게 아래의 3가지이다.

#### (a) 인터랙션 적응 시나리오와 캐릭터 만들기

‘오래 질리지 말고 애착을 가지고 계속 접해할 수 있는’ 것은, 가정용 로봇에 있어서의 중요한 과제이다. 이에 따라 인터랙션 적응 시나리오라는 것이 제안되었다. 인터랙션 적응 시나리오는, 로봇이 인터랙션에 따라 적응해 나가는 것에 추가하여, 로봇을 통제하는 사용자도 또한 ‘로봇을 서서히 이해해나간다’고 하는 것이 컨셉이다. 즉, 사용자와 로봇의 쌍방의 적응에 의한 관계의 진화에 의해, 지속적으로 교체할 수 있는 것을 목표로 한 것이다. 각각의 스텝에서의 변화에 대해서는, 대사나 사운드 등 행동에 의해 그것을 지각 가능한 설계로 하고 있다.

#### (b) 잡상담형 대화의 제안

계속적으로 교체할 수 있는 하나의 요소로서, 인터넷상의 정보를 활용하는 것을 생각했다. 그러나 ‘편리성’이라는 점에서는, 로봇을 이용하는 것의 우위성을 명확하게 하는 것은 상당히 어려운 것도 사실이다. 우리는 인터넷상의 정보를 ‘로봇의 지식’으로 파악하고, 어떤 종류의 ‘잡담’과 같은 ‘대화 인터랙션’ 실현을 목표로 해 ‘잡상담형 대화’라는 것을 설정했다. 인터넷상의 복수의 정보를 ‘지식’으로서 로봇이 축적한다. 그리고 사용자가 어떤 상담사항을 이야기하면, 거기에 관계하는 복수의 정보로부터 하나의 ‘추천’이라는 형태로 로봇이 제안한다. 그 때, 축적된 복수의 ‘지식’에 대해, 그 판단 기준은 ‘로봇의 캐릭터’에 의존한다.

예를 들면 ‘데이트하기 좋은 날은?’이라고 물으면, 로봇은 ‘날씨 정보’와 ‘사용자의 운세’ 정보를 취득한다. 그리고 ‘운세는 중요’하다는 판단 기준을 가지는 로봇은

다소 날씨가 나빠도 운세가 좋은 날을 제안한다. ‘운세는 미신’이라는 판단 기준의 로봇은 ‘운세’ 정보는 거의 참조하지 않고 날씨의 가장 좋은 날을 제안한다.

(c) 음성 디자인

음성 디자인이란 PaPeRo에 있어서 매우 중요한 디자인 요소이다. 본 시나리오에서는, 음성 합성을 채용하고 있기 때문에, 로봇의 목소리는 모두 패러미터로 지정한다. 억양의 강도, 목소리의 높이, 발화 스피드를 수치로 지정해 ‘알아 듣기 쉬운지 어떤지’ ‘세계관에 기초한 목소리로 되어 있는지’ 를 검토해 갔다. 또한, 대사에 대해서는, 로봇의 발화 어구뿐만 아니라, 사용자가 말을 건네는 어구, 즉 ‘인식어’ 도 동시에 생각 하는 것이 중요했다. 왜냐하면 로봇이 ‘○○해도 돼?’ 하고 말을 건넸다면, 인식어는 ‘좋아’ 등이 자연스럽다라고 생각해, 거기서 ‘네’ 라고 대답하는 것은 인터랙션으로서 디자인되어 있지 않다고 생각했다.

이상의 사실로부터, PaPeRo의 디자인 개발에는, (1)세계관이나 캐릭터 만들기 등 가공 사항의 설정, (2)움직임, 대사, 음성, 사운드 등 동적 요소의 디자인, (3)인터랙션 적용 시나리오나 잡상담형 대화 등 기본 사양에 있어서의 아이디어 제안과 설계와 같이 창조적 활동, 분석적 정보의 구조화, 시간축의 디자인에 있어 디자이너가 그 능력을 발휘했다.

(d) 인문계 / 미술계 대학과의 합작

인문계 대학과의 공동 작업을 디자이너가 리드한 활동 사례 중 하나이다. 로봇 개발의 경우 사람이 로봇에게 품는 인상이나 로봇이 초래하는 심리적 영향 등 인간 측에 관한 연구의 필요성이 요구되었다. 시험제작 개발한 PaPeRo를 이용해, 2001년도부터 인지과학, 사회학, 심리학, 철학 등의 연구기관과 공동 연구를 실시하여, 사람과 로봇과의 ‘관계’ 에 관한 다각적 연구를 실시하고 있다. 연구는 로봇 대역에 의한 공동 연구와, 2001년 11월에 퍼시픽 요코하마에서 개최된 ‘로보페스타 가나가와 2001요코하마 대회’ 의 NEC 부스에서, 방문자를 대상으로 한 조사 활동이다. 주된 연구와 결과는 다음과 같다.

(1) 인지 과학의 접근 : 하라다 등에 의한 연구에서는, 로봇을 ‘실재형 에이전트’ 로 파악하고, 사용자의 태스크 수행에 있어서의 ‘사용의 편리성’ 을 화면상의 에이전트와 비교함으로써 ‘실재하는 것’ 이 가져오는 ‘사용의 편리성’ 의 가능성을 검증했다.

(2) 임상 심리/발달 과학의 접근 : 이토 등에 의한 연구에서는, 아이의 무의식 레벨에서의 로봇의 파악방법에 주목해, 전시회 방문자를 대상으로 로봇과 접하는 모습의 관찰

과, 사이코 드로잉이라는 수법을 이용해 아이가 품고 있는 이미지 조사를 실시했다. 로봇에 직접 접하는 것이 이미지에 크게 영향을 주는 것을 검증했다.

(3) 상황론적 접근 : 고이케등은 로봇이 인간은 아니지만 사람처럼 다루어지는 존재라는 구조로 ‘세미 휴먼’ 이라고 정의하고, 상황론적 접근에 의해 사람과 로봇과의 관계에 관한 연구를 진행했다. 매주 1회, 약 2개월간에 걸쳐 유치원에 PaPeRo를 가지고 가서 현장 조사를 실시했다. 실험의 결과, 아동, 선생님, 로봇 및 로봇 작동자라고 하는 배치 하에 유치원이라는 하나의 사회조직에 있어, 로봇이 존재 할 수 있는 포지션이 있다는 것을 발견했다.

(4) 정보 디자인의 접근: 요시하시 등에 의한 미술 대학과의 공동작업에서는, 로봇의 행동, 인터랙션의 디자인 개발에 더해 로봇라고 하는 새로운 인공물의 디자인 방법에 관한 연구를 실시했다. 로봇의 디자인 프로세스에 있어서는, 기능과 캐릭터의 두 가지 측면이 존재하고, 기능으로부터 거기에 적당한 캐릭터를 고안하는 경우와, 캐릭터가 선행해 고안되고, 그 캐릭터에 적당한 기능이 검토되는 프로세스가 있다는 것을 고찰했다. 연구결과 ‘캐릭터’ 라고 하는 것이 검토에 있어 중요한 역할을 하는 것이 보고되었다.

이에따라 로봇에 관해서 ‘사람과 로봇과의 관계’라는 구조에서 생각할 때, 다음의 3가지가 밝혀졌다.

(1) 로봇과 접하는 ‘인간’ 에 관한 사항

→사람이 로봇을 어떻게 파악하는가

(2) 인간과 로봇과의 상호작용에 관한 사항

→가족 등 사회조직에 있어서의 로봇의 자리 매김

(3) 로봇 및 로봇 시장을 창출하는 측에 관한 사항

→로봇 생산자로서의 설계 프로세스 및 윤리적 과제 추출과 그에 대한 검토

향후, 장기적 ‘관계’ 에 있어서의 인간의 로봇에 대한 이미지 변화를 조사하는 것, 외관이나 음성, 움직임 등 디자인이나 캐릭터의 영향에 대해 밝히는 것이, 공통이 과제가 되고 있다.

#### 3.4.4. 종합

지금까지의 활동을 되돌아보고 그러한 작업을 분류하면, 크게 이하의 4가지가 된다.

(1) 디테일한 디자인 레이어 : 대사, 움직임, 사운드 등 시간 축상의 변화의 디자인.

특히 대사 등 인터랙션적 요소에 대해서는, 사용자의 액션을 포함한 일련의 흐름으로서 각각을 디자인하는 것이 중요하다.

(2) 창조적 연출의 디자인 레이어 : 세계관, 캐릭터, 백그라운드 스토리 등 가공의 설정 등이다.

(3) 기획, 사양 설계의 디자인 레이어: 엔지니어 등 공동 작업으로 수행한다. 특히 기술적 가능성이나 제약을 얼마나 이해할 수 있는가 하는 것이 포인트가 된다. 대화 시스템에 있어서는, 그 데이터베이스나 법칙 만들기에서 디자이너의 창조성이 발휘될 것이다.

(4) 공동 작업 레이어 : 지금까지 공학의 영역을 중심으로 다루어져던 로봇 연구를, 타 영역으로 전개하고 이(異)분야간에 있어서의 정보의 유통, 번역을 실시하는 것이다. 향후 로봇은 ‘기술개발로서의 로봇’에서 ‘문화로서의 로봇’이라는 측면이 중요해질 것이다.

이상으로부터, ‘로봇의 디자인’을 생각해 보면, 그것은 영화나 TV드라마를 만드는 감각과, 실세계의 인공물로서의 디자인이 융합된 형태라는 인상이다. 세계관을 설정하고 테마곡을 작곡한다. 그 이미지에 근거해, 주인공이 되는 캐릭터를 설계하고 그 캐릭터가 연기해야 할 장면을 그린다. 그리고 연기해야 할 행동이나 대사, 사운드 등 디테일을 하나하나 마무리해 간다. 한편, 실세계에서 사람과 인터랙션 하는 인공물로서, 이야기에서는 그리지 않는 디테일에 대해서도, 각각의 상황을 상정해, 하나하나의 장면에 디자인을 설정하는 일이다.

각 단계별로 구체적인 개발 사례를 보면 다음과 같다.

- AIBO와 같이 완성된 패키지의 제공이 아닌 prototype 요소를 가지면서 사용자들에게 친숙한 이미지를 도출.
- 아이디어 스케치 전개 (feedback) (금속질의 우주인)

**(디자인 컨셉)**

사용자에게 친근한 이미지  
 차별화 된 머리 부분 형상  
 다관절 시스템을 차용한 투사(팔, 다리)  
 생명감, 혼의 상징으로써의 가슴의 광  
 구체적인 손 관절 시스템 형상  
 CPU 메커니즘 확보를 위한 후두부 바디 라인 형상 강조

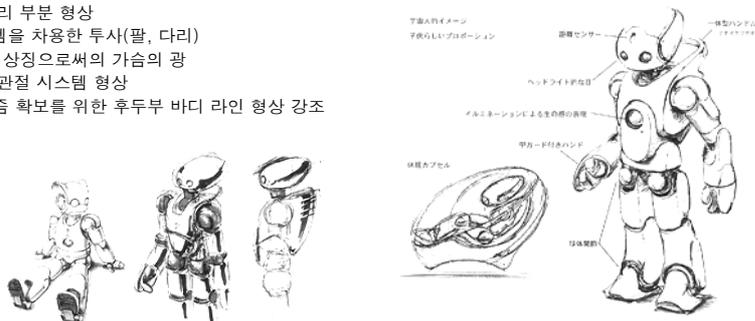


그림 3-7. 컨셉 설정 및 아이디어 전개

- 인간친화적 캐릭터 개발을 위한 얼굴 이미지 시각화 아이디어 전개

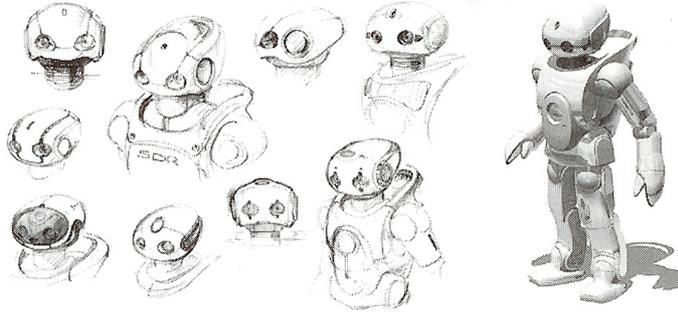


그림 3-8. 캐릭터 개발 및 설계 구상

- 아이디어 스케치의 구체화 하기 위해서 3D CG를 이용하여 Detail 한 부분 및 제품 재질, 컬러, 표면처리, 그래픽 등을 해결.
- 구조와 Lay-out을 알 수 있는 Rendering 이미지 도출



그림 3-9. 3D 컴퓨터 모델링을 통한 구체화 단계

- 전체 렌더링 이미지를 기초하여 엔지니어와의 협의를 통한 설계 구상 완료
- 먼저 Actuator 및 기구부, 배선, 센서 등을 배치하고 스탠드 자세 및 동작을 기준으로 균형을 보면서 Lay-out 및 외장 형상 도출

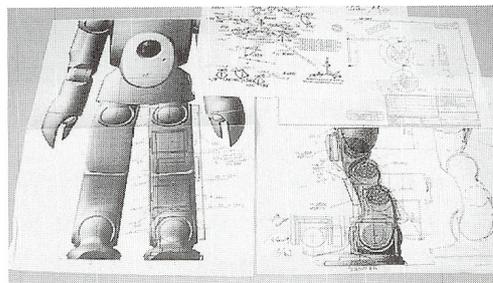


그림 3-10. 설계 및 구체화

- 결정권 설계 요건을 기반으로 뼈대를 만들고 가동 움직임 범위와 수납 부품(Actuator, 배선, 센서, 구조물 등)의 조건을 가미해 클레이로 형상을 만든다.
- 엔지니어들이 요구하는 spec을 잘 만족하고 있는지를 검토하고, 시각적 인지성 등을 객관적으로 판다
- 디지털 이미지를 실제 아날로그 이미지로 변환하면서의 입체감을 확인 및 심의

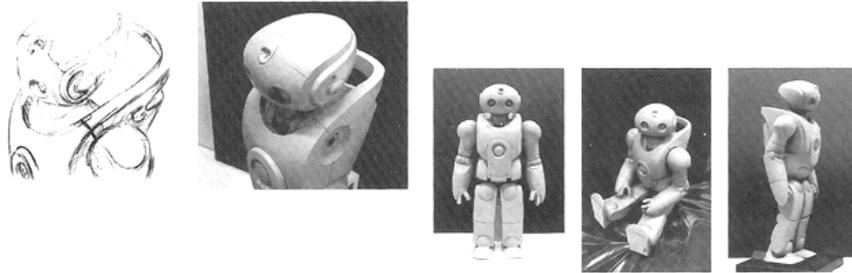


그림 3-11. 클레이 목업

- 완성된 클레이 목업을 이용한 실제 평가와 확인을 마무리 하고 엔지니어들이 구현할 때 어려운 요소를 메모하고, 스케치 하여 전달
- 최후 메커니즘을 엔지니어에 의해 구현
- 최종 표면 디자인 및 컬러, 레터링 및 그래픽 문제 해결

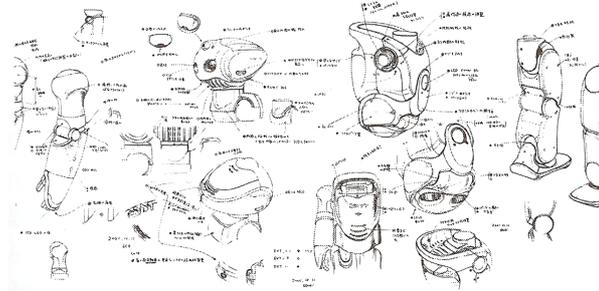


그림 3-12. 디자인 완료

# 4. Human Robot Interface 개요

---

쇼핑 서비스 지원 로봇을 위한  
HRI(Human Robot Interface) 디자인 개발에 관한 연구

A Study on the Human Robot Interface Design Development  
for Shopping Service Support Robot



## 4. Human Robot Interface 개요

### 4.1. 인터페이스 개념

#### 4.1.1 인터페이스의 정의와 생성배경

인터페이스란(Interface)란 화학 분야에서 나온 용어이다. 두 개의 다른 세계가 서로 접하는 곳에서 발생하는 면(Face)을 가리키는 것으로 직역하면 계면(界面)이라고 번역할 수 있다. 계면화학, 계면활성제, 계면장력 등이 그것으로 이에 따른다면 인터페이스 디자인을 계면 디자인이라고도 할 수 있다.<sup>36)</sup>

최근에는 주로 컴퓨터를 비롯한 정보기기의 사용성 측면만을 가리키는 용어로 쓰이는 경우가 많지만 실질적으로는 사람과 도구 및 기계와의 접점, 도구, 기계와 대상간의 접점을 가리키는 일반적인 용어이다. 또 같은 의미지만, 인터페이스는 두 시스템(System)이 만나는 경계를 말하며, 즉한 시스템의 출력(Output)이 다른 시스템의 입력(Input)이 되는 접촉점(Contact Point)을 의미하기도 한다.

멀티미디어에서의 인터페이스를 설명하면 인터페이스란 인간과 컴퓨터 사이의 경계, 혹은 상기 인터랙션(Interaction)이 이루어지는 접점을 의미한다. 일반적인 시스템 이론에 의하면 이 경계는 한 시스템이 끝나는 지점을 의미하며, 동시에 그 시스템과 주변 환경이 커뮤니케이션하는 매개역할 장소로 정의될 수 있다. 즉, 인터페이스란 두 시스템간의 인터랙션(Interaction)이 일어나는 접점이라고 할 수 있는 것이다.

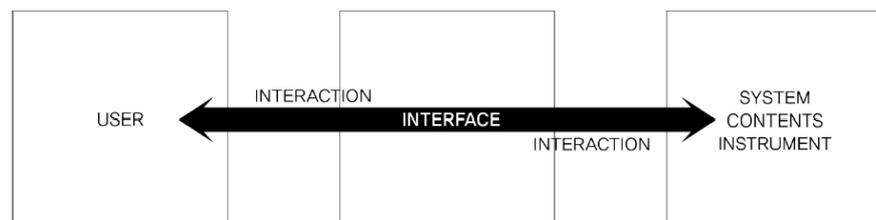


그림 4-1. 인터페이스와 인터랙션의 개념도<sup>37)</sup>

#### 4.1.2 인터페이스의 분류와 구성요소

인터페이스(Interface)는 인간의 정신적, 육체적 관계로서 구분되어지는데 인간이 각기 육체적 조건에 따라 직접 인터페이스를 조작 및 운용하는 구체적인 행위로서, 이를 생

36) 변지영, 유비쿼터스 환경에서의 휴먼 인터페이스 (Human-Interface) 디자인 적용성에 관한 연구, 숙명여자대학교 대학원, 2005, p.23

37) 홍성환, 사용자 인터페이스 이해에 기초한 사용자 중심 디자인 개발에 대한 연구, HCI, 2004, p.25

리적 또는 형태적 인터페이스라 한다. 보다 상위로 올라 갈수록 인터페이스는 추상적인 특성을 가지게 되는데 지적 인터페이스는 인간이 어떠한 사용 환경을 인지적으로 이해하는 단계로 구분되고, 조작순서를 직관적으로 인지한다거나 상황에 대한 의미성을 감지하여 적용케 하는 인터페이스를 의미한다. 마지막으로 가장 추상적이며 고도화된 인터페이스로서 감성적 인터페이스를 들 수 있는데 사용 환경 차원에서 그 환경 자체를 즐긴다는 개념단계의 인터페이스를 말한다.<sup>38)</sup>

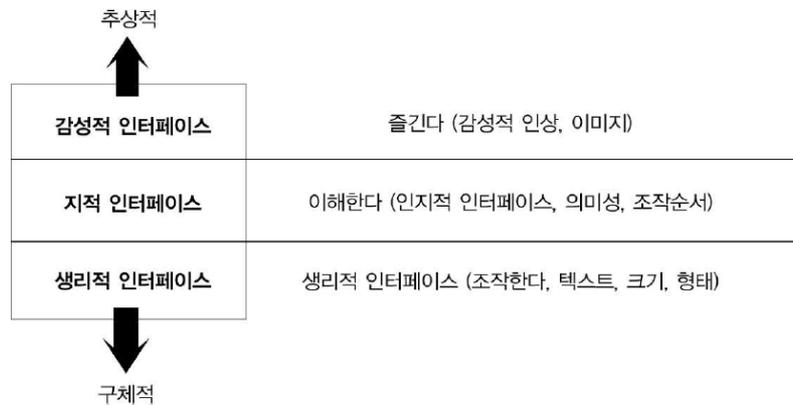


그림 4-2. 인터페이스의 분류

사용자 인터페이스의 종류는 SUI(Solid User Interface)와 GUI(Graphical User Interface) 처럼 형태상으로 분류할 수 있지만, 보다 근원적으로 인간과 관계하는 측면에서 분류하면 [그림4-2]와 같이 생리적, 형태적 인터페이스, 지적 인터페이스, 감성적 인터페이스 등으로 나뉘어 질 수 있다.

일반적으로 인터페이스는 사용자를 중심으로 다음의 세 가지 구성요소로 이루어진다.

- 표시장치(Display)는 제품의 상태를 표시하거나 정보를 전달해주며, 시각, 청각, 또는 후각을 통하여 정보를 전달.
- 조작 기(Control)는 스위치, 버튼, 노브, 다이얼, 키보드, 마우스, 태블릿과 같은 기능을 조절하기 위하여 사용하는 입력 장치
- 작동방법(Task/Operation)은 원하는 목표를 달성하기 위하여 사용자가 행하여야 하는 작동순서, 구동방법 등을 지칭

38) 변지영, Op. cit., p.24

## 4.2. HRI 디자인 개념

인간과 로봇의 공존은 상호 작용의 문제를 제기한다. 향후 인간 삶의 동반자로서의 로봇은 어린아이에서부터 노인에 이르기까지 인지능력, 교육 수준, 연령, 성별, 문화 등 모든 특성을 지닌 사용자들과의 의사소통이 가능해져야 한다. 이는 단순한 명령에 대한 이해를 넘어서 정서나 의도 그리고 사회적 맥락에 대한 이해까지도 요구된다.<sup>39)</sup>

상호작용은 양방향 의사소통의 과정이므로 상호작용 입력에 대응하여 사람에게 로봇의 정보, 감정, 의지 등을 표현할 수 있는 방법을 필요로 한다. 과거의 산업용 로봇 같은 정해진 입력에 대해 동일한 방법으로 동작하도록 프로그램 하면 되었으나 지능형 서비스 로봇의 경우 정해진 행동양식을 보일 경우 사용자들은 단시간에 싫증을 내게 되어 상품성에 중대한 타격을 입히게 될 것이다. 또한 사람들이 스스로의 의견 혹은 감정을 표현하기 위해 얼굴 표정, 음성, 손짓 혹은 몸짓과 같은 제스처 등 다양한 방법을 이용하는 것처럼 로봇 역시 사람과 상호작용 시 다양한 방법으로 표현할 수 있어야 한다. 이러한 표현은 사람들이 습관적으로 반복하는 동작도 있지만 대부분의 경우 대화를 나누는 상황과 기분에 따라 다른 방법으로 나타난다.<sup>40)</sup>

현재의 HRI 관련 연구들은 인간의 명령과 행위를 이해하는 기본적인 능력을 로봇에게 부여해주는 음성인식, 얼굴 표정 해석, 제스처 인식과 같은 요소기술에 집중하고 있다. 그러나 이들 요소 기술들은 아직 많은 과제가 남아있는 불완전한 기술들인 반면에, 가정이나 사무실과 같은 일상 환경은 초보적인 인지능력을 가지고 있는 로봇에게는 너무나도 다루기 어려운 복잡한 환경이다. 그러므로 인간-로봇 상호 작용의 효과적인 구현은 음원 추적, 얼굴인식, 얼굴 검출, 표정인식, 제스처 인식 등과 같은 각 요소기술의 개발만이 아니라, 이러한 요소 기술들을 통합, 보완하여 주어진 과제를 수행하는 기술의 개발을 동시에 추구해야 할 것이다.

상호작용을 한다는 것은 서로 상대방의 의도를 잘 이해하고 상대방에게 영향을 미치는 것을 의미한다. 따라서 사람과 로봇 사이의 상호 작용을 위해서는 사람과 로봇 사이의 커뮤니케이션(Communication)이 꼭 필요하다. 만일 로봇이 적절한 커뮤니케이션 능력을 가지고 있지 못한다면 사람은 로봇에 대해 불편함이나 두려움 같은 것을 느낄 수가 있으며 반대로 로봇은 사람의 의도를 제대로 이해할 수 없기 때문에 사용자에게 도움을 주지 못한다.<sup>41)</sup> 따라서 사람과 로봇사이의 커뮤니케이션을 위해서 로봇은 사람의 의도를 파악하고 이에 적절히 대처할 수 있도록 하여야 한다. 이를 위해서 사람과 로봇의

39) 이석한, 서비스 로봇을 위한 인지적 인간-로봇 상호작용, NuriMedia, 2004, p. 45

40) 유범재, 지능형 서비스 로봇을 위한 인간-로봇 상호작용 기술, NuriMedia, 2004, p. 37

41) 도준형, 사용자의 감정 모니터링을 이용한 서비스 로봇 구현에 관한 연구, KAIST 석사 논문, 2000, p. 2

원활한 커뮤니케이션을 위한 인터랙션이 필요한 것이다.

- HRI (Human Robot Interaction) 디자인은 인간이 로봇에게 명령을 내리거나, 로봇으로부터 인간이 정보를 전달 받기 위하여, 인간과 로봇 간의 의사소통이 원활하게 하는 디자인 행위
- 로봇이 인간의 의도 (자세, 표정, 감정, 대화 등)를 스스로 인식하여 그 정보에 따라 인간의 의도대로 만족스럽고, 사용자 편의를 더 강조한 인터페이스를 강조
- 로봇이 작업하고 있는 외부환경 정보를 인간에게 전달하는 방법으로는 각종 센서(시각, 촉각, 위치감, 청각 등)를 이용한 피드백 방법을 사용

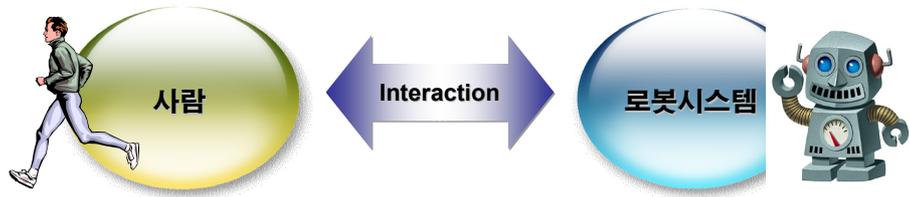


그림 4-1. HRI 디자인 개념

#### 4.2.1 액티브 휴먼 인터페이스 (AHI)

##### (1) 단방향모드 인터랙션

기계와 같은 신체를 가진 인공물시스템과 인간과의 관계에 대해서는, 시스템을 상대방에 대치시키고 시스템을 인간이 원하는 대로 움직이는 시점에서부터 시스템과 인간과의 접점의 공학적 문제가 논의된다. 시스템을 인간이 사용하기 쉽게 하기 위한 정보와 조작의 교환에 대한 공학 기술은 휴먼 인터페이스로서 연구되어왔다. 인간이 외계와 인터랙션 할 때, 외계에 대한 시각, 청각, 촉각, 후각 등의 감각 정보를 통해 손, 발, 입이나 신체 등의 동작으로서 인간은 외계에 작용한다. 이 감각(센서)과 신체의 동작(행동)과의 대응은 인간의 지능이며, 긴 진화의 과정을 거쳐 현재의 레벨에 이르렀다고 말할 수 있다. 센서 행동의 대응 관점에서부터, 기계나 플랜트 등의 인공물시스템과 인간과의 접점의 공학적 문제, 즉 휴먼 인터페이스의 문제를 보도록 하자. 인공물시스템은 인간에게 있어 외계인에 있는 것에 지나지 않고, 인간은 그것과의 접점 또는 인터페이스에서 얻어지는 지각정보에 근거해, 조작이라는 행동을 취한다. 따라서 인공물시스템과 인간과의 인터페이스에서 인간이 얻는 지각정보가 일상의 문맥에서의 것과 동떨어지고 있으면, 인간은 오판이나 부적절한 동작 행동을 취하게 된다. 이러한 문제를 해결하기

위해서, 인간인 플랜트 운전원은, 플랜트 시뮬레이터 등을 이용해 경험 학습을 반복하여 인터페이스로부터 플랜트 상태의 올바른 정보를 얻게 된다.<sup>42)</sup>

기계나 플랜트 등의 인공물시스템은, 그 시스템 구성과 상태 변화를 지배하는 법칙이 인간이라는 생물 시스템의 구성과 생리 심리의 섭리와의 면에서 다르다는 것을 이미 지적했다. PC에 익숙하거나, 자동차 운전을 잘 할 수 있게 되거나 하는데 경험과 시간이 필요하다는 것은 누구라도 알고 있다. 인공물시스템의 거동을 이해하는 데는, 그것에 대한 전문 지식과 경험과 시간을 필요로 한다. 이러한 의미에서, 기계 등 신체를 가지는 인공물시스템의 인터페이스는, 그 시스템의 거동이 인간에게 이해되기 쉽도록 되어 있는 것의 중요성이 주장되고 있다. 이러한 것은 휴먼 인터페이스의 투명성이며, 다른 말로 하면, '인터페이스의 어포던스' 이다.

이 인터페이스를 인공물시스템이라는 측면에서 보도록 하자. 플랜트와 같은 인공물시스템에서는, 그 상태의 변화를 CRT상에 그래프로 표시하거나, '얼굴그래프' 로 플랜트 상태를 통합적으로 표시하거나 할 수 있다. 인공물시스템은 인간으로부터의 '조작' 이라는 동작을 받아, 그 거동을 지배하는 자연계의 물리 화학적 법칙에 따라 자신의 상태를 바꾼다. 종래의 인공물시스템에서는, 인간인 운전원 상태를 검지하여 자신의 상태 표현을 바꾸는 일은 없었다. 그래서 인간만이 인공물시스템에 능동적으로 작용한다는 의미로, 플랜트나 기계의 운전에서 있어서의 인터랙션은 단방향모드의 인터랙션이라고 말할 수 있다.

## (2) 쌍방향모드 인터랙션

인공물시스템이 그것과 서로 관계되는 인간의 상태를 인지하고 자신의 가치 판단에 근거해, 어떠한 동작 또는 '액션' 을 취해 인간에게 작용하는 모드이다.

개와 고양이의 경우 눈이나 코, 귀 등의 감각 기관을 가지고 외계의 상황을 지각해 자신의 행동을 결정한다고 하는 것은 틀림없을 것이다. 그들에게는 '인간' 도 외계이며, 그것이 어떻게 하는지를 관찰해 자신의 행동을 취한다. 어떤 때는 장난치고, 어떤 때는 물어 뜯는다. 반면 인간은 자신이 무엇을 하고 있는가 하는 의식이 있어서 자신이 하고 있는 것의 의미에 근거해 행동하는 '자기언급성' 이 있는 시스템이라고 할 수 있다. 진화의 과정의 1단계로서, 인간과 같은 포유동물인 고양이나 개도 어느정도 '자기언급성' 이 있는 시스템이라고 생각할 수 있다. 왜냐하면, 개나 고양이의 행동을 관찰하고 있으면, 그들에게 있어, 외계의 일부인 인간의 행동이 '바람직한 것인지 아닌지' 라는

42) 原 文雄, 顔という知能, 公立出版, 2003, p. 25

구조에서 ‘의미’를 가지고 인간에 대해 행동하고 있다고 생각되기 때문이다. 거기에는, 자신이 대치하는 외계의 상황에 ‘가치’를 두고 자신의 행동을 결정하는 시스템으로서의 특징을 들 수 있다. 개나 고양이와 인간과의 인터랙션은, 이러한 시점에서 보면, 쌍방향 인터랙션이라고 말할 수 있을 것 같다. 적어도 인간은, 개나 고양이와 커뮤니케이션하고 있다고 믿고 있기 때문에, 그 인터랙션에 만족한다.

한편, 인간끼리의 커뮤니케이션에서는, 상대의 얼굴 표정이나 목소리의 어조를 감지하고 그 의미를 파악해 결국은 자신에게 가치 있는 것이 찾아온다고 예측되는 행동을 취한다. 이것을 서로 계속하여 커뮤니케이션이 이루어진다. 상대도 자기 나름대로 마찬가지로 행동한다. 이러한 의미로, 인간끼리의 커뮤니케이션은, 개나 고양이와 인간과의 사이에서의 인터랙션 보다 차원이 높은 전형적인 쌍방향모드의 인터랙션이라고 할 수 있다.

### (3) AHI (Active Human Interface)

인공물시스템이, 그것을 사용하는 인간 상태를 검지해, 인간에게 바람직한 아웃풋, 즉 행동을 취할 수 있다면, 기계나 로봇과 같은 인공물시스템과 인간과의 관계는 크게 바뀔 것이다. 그래서, 인공물시스템과 인간이 물리적으로도 정보적으로도 접촉하는 인터페이스가 인간 상태를 검지하는 기능, 그것을 판단해 액션을 결정하는 기능, 그리고 인간에게 바람직한 액션을 행하는 기능을 가지는 인터페이스를 액티브 휴먼 인터페이스(AHI)라고 부르기로 한다.<sup>43)</sup>

AHI의 제1의 기능은, 인공물시스템이 그 외계를 검지하는 기능이다. 쌍방향모드의 인터랙션 구조에서는, 그 파트너의 심리 상태의 인식 기능이다. M.Clynes의 Sentic이라고 하는 감정심리학의 지식에 의하면, 인간의 심리 상태는 신체의 모든 부분에 표현되므로 시각인식, 음성인식, 촉각인식 등 여러 가지 정보를 이용해 인식된다. 즉, 얼굴인식으로 파트너가 누구인가를 인식한다. 얼굴 표정 인식으로 파트너가 기분 좋은지, 초조해하고 있는지 등의 심리 상태나, 피곤한지와 같은 생리 상태를 검지한다. 또, 음성으로 말의 의미 인식이나, 말의 상태로부터 파트너의 심리 상태의 인식을 하는 음성 이해, 음성 감정 인식 등이 있다. 또한, 신체를 움직이는 방법 즉, 몸짓으로부터 심리 상태나 생리 상태를 인식한다. 이러한 양식(modality)을 종합해, 파트너의 심리 상태와 생리 상태를 인식하는 기능이다. 정리해 말하면, 파트너의 ‘마음’ 상태를 검지하는 기능이, AHI의 제1의 기능이다.

---

43) 原文雄, Op. cit., p. 26

제2의 기능은, 시스템이 외계를 인식하고 어떠한 액션을 취할까를 결정하는 기능이다. 고전적인 인공지능의 분야에서도 연구되고 있지만, 시스템이 대치하고 있는 문맥의 이해나 장면의이해의 기능도 포함된다고 말할 수 있다. 그리고 그러한 상황 이해에 근거해, 무엇을 액션으로 할까를 결정하는 기능이다. 바꾸어 말하면, 인공의 '심리' 기능일 것이다.

제3의 기능은, 취해야 할 액션을 파트너에게 가장 적합한 형태로 표현하는 기능이다. 문자나 음성으로 표현하는 기능이나 동작으로 표현하는 기능이며 얼굴의 표정 표출도 이 3번째의 기능에 포함된다. 예를 들어, '상냥하게 말한다' 든가, '상냥하게 다룬다' 든가, 인간에게는 그러한 표현으로 그 사람의 '마음' 이 표현된다.

한편, AHI를 준비하고자 하는 연구가 컴퓨터에 의한 서비스 에이전트의 개발로서 활발해지고 있다. 표정 인식이나 CG에 의한 표정 표출의 기술, 음성 이해나 음성 합성의 기술을 응용해 인간의 얼굴을 가진 에이전트가 컴퓨터의 디스플레이상에 나타나 사람의 일상적 질문에 답하는 '의인화 에이전트'의 연구가 진행되고 있다. 이 때, 서비스 에이전트와 사람과의 사이에서 교환되는 정보에는, 단지 사물의 설명을 위한 정보와 감성적 심리적 정보가 있는데, 후자는 인터랙티브 커뮤니케이션의 시점에서 중요하다. 또한 음성이나 화상과 같은 정보 모달리티의 상호 협조나, 에이전트와 인간과의 사이에서 교환되는 커뮤니케이션이, 인간끼리의 그것(얼굴과 얼굴을 맞댄 대화)과 같은 시간스케일로 진행되는 것도 중요하다.

#### 4.2.2. 인터페이스의 2중 접면성

사용자와 컴퓨터시스템의 인터랙션(interaction)을 이해하는데 있어서, 인터페이스의 2중 접면성이라는 시점이 중요하다. 2중 접면론이란, 사용자가 컴퓨터시스템과 관계되는 인터페이스에는, 사용자와 컴퓨터시스템 사이에 존재하는 직접적인 인터페이스(제1접면이라 불린다)와, 컴퓨터시스템과 태스크의 대상과의 사이에 존재하는 간접적인 인터페이스(제2접면이라 불린다)의 2가지가 있다고 하는 지적이다. 사용자의 물리적인 힘이나 정보를 변환해 태스크의 수행을 지원하려고 하는 인공물의 경우에는, 사용자가 직접적으로 인공물을 조종하는 조작 인터페이스와, 인공물이 사용자를 대신해 물리적 세계에서 태스크의 대상으로 작용하는 제어 인터페이스로 나뉜다는 것이다. 여기서 중요한 것은, 사용자에게 있어서는 제2접면(제어 인터페이스)에서의 태스크의 수행 그 자체가 목적임에도 불구하고, 사용자가 직접 관계될 수 있는 것은 제1접면(조작 인터페이스)이라고 하는 것이다.

라스무센은, 사용자가 외계의 대상을 조작하는 상황을 직접 조작, 간접 조작, 원격 조

작의 3가지로 나누고, 각각의 상황에 있어서의 사용자와 인공물의 정보 전달의 흐름을 도식화하고 있다. 이것은 조작 인터페이스와 제어 인터페이스의 차이를 이해하는 단서가 되는 것으로, 여기서 자세하게 보도록 하겠다.

직접 조작이란, 조작 인터페이스와 제어 인터페이스가 서로 겹치는 케이스로, 여기에는 2중 접면성은 존재하지 않는다. 예를 들면, 초밥집의 카운터에서, 나온 초밥을 손으로 직접 잡는 동작은 직접 조작이다. 이 경우, 손과 초밥과의 위치 관계가 직접 보일 뿐만 아니라, 초밥의 촉각 정보도 사람의 손에 직접 전달된다.

간접 조작은, 공구나 기계를 사용해 태스크를 수행하는 경우의 것으로, 조작 인터페이스와 제어 인터페이스가 다르다(즉, 2중 접면이 발생한다). 초밥의 예로 말하면, 젓가락을 사용해 초밥을 잡는 동작이다. 이 경우, 사람이 직접 조작하는 것은 젓가락이다. 좀 더 한정해서 말하면, 실제로 잡고 있는 젓가락의 일부분이다. 목적의 태스크는 초밥을 잡는 것이고, 이것은 젓가락의 앞부분이라고 하는 제어 인터페이스에 대해 달성된다. 손과 초밥의 위치관계는 직접 볼 수가 있지만, 초밥의 촉각 정보는 사람이 잡고 있고 젓가락 부분으로부터 간접적으로 전해지게 된다.

원격 조작에서는, 실제로 작업을 하는 현장과 조작 담당자와의 사이에 새로운 정보 전달의 채널이 필요하게 된다. 이것은, 조작 인터페이스와 제어 인터페이스의 괴리가 한층 더 진행되는 것을 의미하고 있다. 예를 들어, 컴퓨터의 문서 작성 소프트웨어를 사용해 논문을 쓴다고 하는 태스크를 생각해 보면 다음과 같다. 집필 담당자가 문서 작성 소프트웨어를 조종하면서 논문을 쓴다고 하는 작업은 간접 조작이다. 집필 담당자가 직접 접하는 것은 조작 인터페이스의 입출력 장치이며, 실제로 문서 데이터가 작성되는 것은 컴퓨터 내부의 제어 인터페이스에 있어서이다. 여기서, 논문의 교정 작업을 전화로 편집 담당자에게 지시하는 장면을 생각할 경우, 집필 담당자는, 교정 작업을 편집 담당자라고 하는 다른 정보처리 시스템을 매개로 실시하게 된다. 또한, 교정 작업이 실제로 행해지는 현장을 직접 볼 수 없다고 하는 상황에 놓여진다. 집필 담당자는 편집담당자에게 말로 지시를 보내게 되는데, 이것은 조작 인터페이스로서는 이상에 가까운 것이라고 할 수 있을지도 모른다. 왜냐하면, 마치 음성인식과 언어 이해가 완벽한 컴퓨터시스템을 향해 지시를 주고 있는 것 같은 것이기 때문이다. 그러나 실제로 교정 작업이 이루어지는 제어 인터페이스에 관해서는, 진척 상황에 관한 피드백이 매우 빈약하다고 말하지 않을 수 없다.

원격 조작의 예는, 조작 인터페이스의 질과 제어 인터페이스의 질을 구별해 검토하지 않으면 안 되는 것을 명료하게 가리키고 있다. 즉, 조작 인터페이스의 편리한 사용이,

그대로 컴퓨터시스템의 편리한 사용이나 유효성을 의미하는 것은 아니라고 하는 것이다. 이것은, 간접 조작에도 해당되는 것이다. 컴퓨터를 사용해 작업하는 장면을 예로 들면 다음과 같다. 같은 명령이라도, 키보드로부터 입력하는지, 음성인식 소프트웨어를 사용해 입력하는지는, 조작 인터페이스에 있어 질적인 차이가 있다. 그러나 제어 인터페이스에 있어서의 효과는 같다. 반대로, 문서 작성을 WYSIWYG(화면에 보이는 그대로가 인쇄 결과가 된다) 형식으로 실시하는지, 스크립트 언어(예를 들면 TeX) 형식에서 실시할지에는, 제어 인터페이스의 질이 다르다. 한가지는, 문서 작성이라고 하는 태스크의 진척 상황에 관한 피드백이 다르다고 하는 점이 있다. 그러나 두가지 경우 모두 문서 입력이 키보드를 이용해 행해진다면 조작 인터페이스에 있어서의 차이는 없다.

#### 4.2.3. 인터페이스의 3가지 개념 모델

사용자는 실행과 평가의 경계를 넘을 때 무엇을 이용하고 있는 것일까. 노만은, 사용자와 컴퓨터 시스템의 인터랙션(interaction)에 대해서, 디자인 모델, 사용자 모델, 시스템 이미지의 3가지 개념 모델을 제창하고 있다. 디자인 모델은, 시스템의 설계자가 시스템에 대해서 가지고 있는 모델이다. 설계자는, 시스템에 어떠한 기능을 갖게 할까 뿐만 아니라, 그러한 기능을 어떠한 순서로 이용 가능하게 할까에 대해서도 결정하지 않으면 안된다. 디자인 모델이란, 시스템의 기능이나 사용법에 관해 설계자가 품고 있는 기본적인 디자인 방침이나 구체적인 디자인 안이라는 것이 된다.

사용자 모델이란, 사용자가 시스템에 대해서 품는 멘탈 모델이다. 노만에 의하면, 인간은 설명을 좋아하는 존재로, 대상에 대해 반드시 멘탈 모델을 형성한다고 한다. 그러한 멘탈 모델은 경험이나 학습을 통해 타자를 포함한 환경이나 환경과 자신과의 관계에 대해 형성되는 것이다. 사용자는 구체적인 시스템과 관계하는 가운데, 시스템의 구조나 기능에 대해 사용자 모델(이라는 멘탈 모델)을 형성해 나간다. 그리고 사용자 모델에 기초해 시스템의 거동을 예측하거나, 예측의 결과에 기초해 필요한 수정을 사용자 모델에 대해서 실시한다.

시스템 이미지란, 실현된 시스템이 실제로 사용자에게 제시하는 이미지이다. 사용자로부터의 입력에 대한 직접적인 피드백이나 에러 메시지만 아니라, 태스크 수행을 위한 조작 순서도 중요한 시스템 이미지이다. 또한, 온라인 도움말이나 조작 설명서도 시스템 이미지를 구성하는 중요한 요소로 자리 매김 된다. 여기에서는, 시스템 이미지를 인터페이스 디자인과 같은 의미로 파악해도 지장 없을 것이다.

즉, 인터페이스란 설계자가 디자인 모델을 사용자에게 전하는 유일한 커뮤니케이션의 장이라는 것이 된다. 따라서 설계자는 디자인 모델이 시스템 이미지에 올바르게 반영되

고, 사용자에게 적확하게 전달되도록 주의 깊게 디자인 할 필요가 있다. 예를 들면, 사용자의 입력에 대한 피드백이 이해하기 어려운 것이거나, 조작 명령의 계열이 일관성이 부족한 것이거나 하면, 시스템 이미지가 불명료하고 부적합한 것이 되어 버린다. 그러면, 사용자도 디자인 모델에 합치된 사용자 모델을 형성하는 것이 곤란해질 것이다. 그 결과, 조작 에러를 일으키거나, 조작 방법에 대해 적확한 추론이 불가능하여 이리저도 저러지도 못하게 될 것이다. 시스템의 내부 구조에 대해 알 수 없는 사용자에게 있어서는, 시스템이 내적으로 어떻게 동작하고 있는지 문제는 아니다. 어디까지나, 시스템이 인터페이스를 통해 사용자에게 어떤 행동을 나타내는지가 중요하다.

이에 따라 로봇 시스템에 대한 인터랙션의 종류를 공간적 인지감각에 따라 나누어 보면 GUI나 Display상의 2차원 인터페이스, 물리적이고 촉감적인 감각을 활용하는 3차원 인터페이스, 공간속의 모션 및 표정을 나타내는 4차원 인터페이스로 분류할 수 있다.

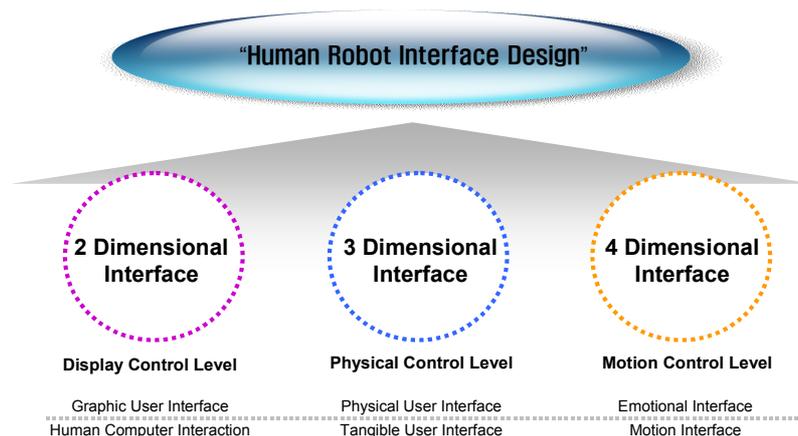


그림 4-2. HRI 디자인 분류

#### 4.2.4. 공유경험에 기초하는 휴먼로봇인터랙션

일반의 일상공간에서 사용자와 함께 행동하는 것을 목적으로 한 퍼스널 로봇이 이러한 환경에서 행동하기 위해서는, 그 환경에 관한 지식뿐만 아니라, 사용자에게 관한 지식이거나 사용자에게 맞추어 어떻게 자율 행동을 할 것인지 하는 행동을 위한 지능을 따로 획득할 필요가 있다. 그렇지만 종래의 연구의 구조에서는, 로봇의 개발자가 사용되는 환경을 상정해 로봇에게 미리 지식데이터를 입력하는 경우가 많았다. 휴먼 로보틱스 그룹에서 목표로 내걸고 있는 지능 자세로서, 로봇이 사람을 지켜보고 사람을 지원하는 것을 들 수 있는데, 이러한 종래의 방법에서는 로봇이 그 기대에 응해가는 것은 어렵다. 이 문제에 대해서, 강화 학습에 의해 행동을 획득하는 수법이나 인간으로부터의 교시(敎

示)에 의해 지식을 획득하는 수법 등이 연구되어 왔지만, 전자의 경우에는 학습 시스템의 설계자가 상정한 범위에서 행동 지능이 형성될 뿐으로, 로봇을 사용하는 사용자의 기대와 일치한 행동 지능이 형성되는 것에 대한 보증이 없다는 문제가 있고, 후자의 경우에는 사용자의 부하가 크다는 문제가 있었다.<sup>44)</sup>

본 연구에서는, 효율적으로 행동 지능을 획득하기 위해서는, 로봇으로부터 사용자에게로의 정보 제시, 사용자로부터 로봇에게로의 정보 교시라는 쌍방의 통합이 필요하다는 입장을 취한다. 그리고 사용자와 로봇과의 인터랙션 경험을 이용해 행동 지능을 시스템 설계 후에 형성하는 것을 목적으로 한다.

이러한 목적에 의해, 로봇에게 처음부터 완전한 행동 지능을 탑재하는 것이 아니라, 어느 정도의 자율 행동 레벨부터 시작해, 사용자가 로봇을 사용해가면서 점차로 자율 행동의 레벨을 높여 간다고 하는 기능의 실현으로 연결된다. 일상생활에서 장시간 사람 옆에서 사람을 지켜보고 필요할 때에는 바로 손을 내밀어 인간의 행동이 잘못되었는지 아닌지 질문이나 제안을 하는 퍼스널 로봇의 실현에는, 이러한 대화에 기초하는 행동 발달, 기능이 필수불가결하다.

아무런 지식도 가지고 있지 않은 로봇에게 새로운 지식을 교시하는 경우, 일반적인 교시 방법에서는 환경 정보나 로봇의 내부 상태에 따라 취해야 할 행동을 1대1 대응시켜 교시했다. 이것으로는 환경이 변동하여 획득된 모델을 사용할 수 없게 되자, 처음부터 교시를 다시 하게 된다. 또한, 인간의 교시도 완전하다는 보장이 없고, 인간이 교시 미스를 하게 되면 그대로 미스를 반영하는 모델이 형성되어 버린다. 이것은, 본래 동적으로 변화하는 환경 정보와 취해야 할 행동의 관계가 고정적으로 표현되어 있었기 때문이다.

이러한 문제를 피하기 위해서, 대화의 결과를 직접 기록하는 것이 아니라 통계를 이용해 확률적으로 표현하는 접근을 취하고, 베이지안 네트워크(1)로 불리는 통계모델을 도입한다. 베이지안 네트워크는 복수의 사물간의 인과 관계를 확률을 이용해 표현하는 추론모델로, 실제로 이동 로봇의 지도 획득, 컴퓨터의 에러 진단, 대화 시스템 등 폭넓게 응용되고 있는 수법이다(2). 이 모델의 장점은 다음과 같다.

- 로봇과 인간이 인터랙션을 거듭한 경험에서 단순한 통계 계산을 이용하여, 온라인에서의 의사결정 모델의 획득이 가능해진다.
- 뉴럴 네트워크 등의 수법과 비교해 심볼의 취급에 적합하기 때문에, 언어적인 대화의 결과를 표현하기 쉽고, 또 사물과의 관계를 심볼로 설명하는 것이 가능하다.
- 사용자와 로봇 사이의 관계, 로봇과 환경 사이의 관계를 같은 레벨의 표현으로 기술 가능하고, 사용자의 취향이나 기호 등을 반영한 행동 모델을 구축하는 것이 가능하다.

44) 佐藤知正, 人と共存するコンピュータ・ロボット學, Ohmsha, 2004, p.42

- 의사결정에 필요한 정보 중 일부의 정보가 얻어진 것만으로, 경험을 활용해 어느 정도의 정밀도로 의사결정을 하는 것이 가능하다.

베이지안 네트워크는 유향(有向) 그래프의 일종으로, 원인이 되는 친(親)노드와 결과가 되는 자(子)노드의 네트워크로 구성된다. 각 노드에는 확률 변수가 대응되어 있고, 확률 변수의 값으로 상태나 취해야 할 행동 등이 표현된다. 구체적으로 로봇의 센서 정보나, 로봇이 취해야 할 행동, 인간으로부터 지시를 받은 장소나 시간 등을 노드로 한다. 각 노드 사이의 관계는 확률변수를 사용한 조건부 확률(CPT: Conditional Probability Table)로 기술된다.

로봇은 실세계에서의 행동 경험을 통해 베이지안 네트워크의 조건부 확률치를 갱신하여 사용자에게 적응한 대화를 실현해 간다. 또 동시에 사용자와의 대화 자체도 경험으로서 취급하여 보다 적절한 네트워크 표현을 획득해간다. 이 프로세스는 이하의 4개의 단계로 구성된다.<sup>45)</sup>

- 관찰 단계: 기본적으로 로봇은 사용자의 지시에 따라 행동한다. 그 행동 중에서 로봇은 어떤 상황을 만났는지, 사용자가 어떠한 지시를 내렸는지, 어떠한 센서 정보를 얻었는지 등을 관찰한다. 관찰 결과는 확률 변수에 의해 기술되고 데이터베이스에 축적된다.
- 학습 단계: 데이터베이스에 축적된 경험 데이터로부터, 주로 누적 빈도 도수를 이용해 조건부 확률치를 구한다. 도수는 사용자로부터의 지시 횟수나, 어떤 센서 정보를 얻은 횟수 등에 해당한다. 이 계산을 모든 링크와 모든 노드 사이에 대해서 실시한다.
- 추론 단계: 로봇이 자율적으로 행동하는 경우, 우선, 얻어진 센서 값이나 사용자로부터의 지시 상태를 증거 데이터로 하여 확률 변수치로 변환해 베이지안 네트워크에 입력한다. 다음으로, 의사결정에 필요한 노드(가장 단순한 경우는 행동노드)의 확률 변수의 값을 계산해, 가장 큰 가능성을 가지는 명제에 대응하는 의사결정을 실시한다. 이 때 시스템은 가능한 한 확실한 선택을 실시하도록, 증거가 되는 정보를 수집해 베이지안 네트워크에 입력한다.
- 대화 단계: 추론 결과에 따라 자율 행동을 취하지만, 그 결과에 모순이 생겼을 경우나 애매함이 남는 경우에는 대화 행동이 개시되고 적절한 행동을 결정한다. 대화는 크게 나누어 확인, 질문, 제안의 3종류가 존재하고 추론의 결과인 확신도에 따라 전환된다.

---

45) Ibid., p.51

### 4.3. HRI 디자인 현황

#### 4.3.1. HRI 디자인 기술 동향

서비스 로봇 로드맵 상에서 가장 먼저 출현할 것으로 예상되거나 이미 상품화된 예로는 청소, 잔디 깎기와 같은 단순한 작업 보조 로봇이 있다. 이탈리아의 Ambrogio<sup>46)</sup>와 미국 IRobot사의 Roombavac<sup>47)</sup>은 각각 자동으로 잔디를 손질하거나, 집안을 청소하기 위한 목적으로 설계된 서비스 로봇들이다. 청소 로봇의 경우는 국내외 가전 및 로봇 회사들에서 경쟁적으로 제품화하고 있다. 이들 로봇은 버튼을 누르거나 숫자를 디스플레이 하는 정도의 매우 단순한 상호작용만을 요구한다.<sup>48)</sup>

경비, 안내와 같은 원격 조작이나 간단한 음성 및 화상 처리를 기반으로 한 서비스 로봇도 이미 많은 곳에서 개발을 마쳤다. 전시회장에서 관람객들을 안내하는 로봇으로는 CMU의 Minerva와 KIST에 의해 만들어져 현대 박물관에서 안내를 수행하는 Jinu가 대표적인 예이다. 이러한 유형의 로봇들은 주로 대화형 디스플레이와 음성 명령어를 이용하여 관람객들과의 상호작용을 수행한다. CMU의 Minerva<sup>49)</sup>는 입술, 눈썹 그리고 두 개의 카메라가 달린 얼굴을 가지고 있으며, 얼굴검출 기술을 이용하여 자신을 주시하는 사람을 확인할 수 있고, 기본 안에 멘트를 말할 뿐만 아니라 이를 변형해서 표현하는 것이 가능하다.

NEC의 PaPeRo<sup>50)</sup>, 유진로보틱스의 아이로비<sup>51)</sup>와 같은 로봇은 가정 내에서 간단한 음성 및 화상인식을 통해 정보 제공, 교육 등을 수행하는 상품화된 로봇의 예이다. PaPeRo는 동반자형의 개인용 로봇으로서, 음원 위치 추적, 음성 인식 및 합성, 얼굴 검출, 추적, 인식 기능을 내장하고 있다. PaPeRo는 얼굴을 검출하기 위해 우선 배경 영상과 움직이는 얼굴 영역의 차이를 이용하여, 머리 영역의 후보를 선정하고, 실제 얼굴 여부를 검증하기 위해 스테레오 카메라로부터 얻어진 거리 정보를 이용한 후에 템플릿 매칭을 수행한다. 음원의 위치 추적을 위해서는 복수개의 마이크로폰에 도달한 음성신호의 상대적인 위상 차이가 이용된다.

외형이 사람이나 동물과 유사한 로봇들이 나타나면서 생명체의 감성까지 모사하는 연구들도 주목받기 시작했다. 감성의 인식과 표현은 더 자연스러운 상호작용의 필수 요소이

46) <http://www.ambrogiorobot.com/>

47) <http://www.irobot.com/>

48) 이석환, Op. cit., p. 46

49) <http://www-2.cs.cmu.edu/~minerva/>

50) A. Kobayashi, I. Kume, A. Ueno, Y.Kono, M. Kidode, A Robot Programming Model for Meditating Between Familiarity Oriented Behaviors and Environment Oriented Behaviors, The 7th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics, July 2003, pp.295-302

51) <http://www.yujinrobot.com/>

기 때문이다. MIT의 KISMET은 감성엔진을 가지고 있고, 얼굴 표정을 통해 감성 표현도 가능한 3세 정도 아기의 반응을 모델로 만들어진 로봇이다.<sup>52)</sup> KISMET 연구의 목적은 로봇에게 사회적인 상호작용 능력을 심어주는 데 있다. 사람을 포함한 환경 인식과 감성 반응을 보이는 행동의 구현을 위해 심리학적 생물학적 연구들을 이용했다. 와세다의 WE 시리즈도 KISMET과 유사하게 심리학적 연구결과를 바탕으로 내부적인 감성모델과 감성 변화를 구현하였으며 감성에 따른 사람의 얼굴 표정을 모사했다. 도쿄 이과대의 SAYA<sup>53)</sup>는 인공 피부와 근육을 모사한 구동장치를 이용하여 사람의 표정을 더 현실적으로 표현하는 로봇이다. 로봇에 감성을 부여하는 연구들은 로봇이 사람과 공존하면서 자연스러운 상호작용을 할 수 있도록 하고 사람에게 하나의 생명체로 인식되도록 한다.

서비스 로봇이 상호작용에서 실제 생명체나 동반자처럼 느껴지기 위해서는 감성뿐만 아니라 개성도 중요한 요소이다. 로봇의 개성은 미리 주어지기도 하지만, 사람과의 상호작용을 통해 변해가는 것이 자연스럽게 느껴진다. 실제 소니의 애완 강아지로봇 AIBO는 주인과의 상호작용에 따라 성격이 변하도록 프로그램 되어 있다. 일본 AIST에서 개발된 PARO는 이동성은 없으나 사람이 쓰다듬거나 만지는 행동에 반응하도록 만들어져, 사람의 정서적, 심리적, 치료에 쓰인다.

로봇의 외형이 사람과 유사할수록 친근감을 줄 수 있기 때문에, KAIST의 AMI, 독일의 HERMES, Mitsubishi의 Wakaruma 등과 같이 상반신이 휴머노이드 형태인 로봇도 많이 개발되고 있다. 기본적인 음성 인식, 합성뿐만 아니라 각종 센서와 스테레오 카메라를 이용한 환경 인식과 사람처럼 두 팔을 이용한 제스처 표현이 가능하다. Wakaruma는 약 10,000개의 단어인식과 음성합성과 제스처를 이용한 표현이 가능하고, 전방향 카메라로 자신의 위치와 움직이는 사람의 위치를 확인하여 템플릿 매칭으로 얼굴을 인식하는 기능을 가지고 있다.

혼다의 Asimo, 소니의 Qrio와 같이 이동방식도 사람과 같은 이족 보행이 가능하며, 계단, 문턱도 이동할 수 있는 사람과의 공존에 한 발 더 다가선 로봇도 개발되고 있다. Asimo는 50여개의 호출, 인사, 질문과 관련된 문장을 이해하고 반응할 수 있으며, 30여개의 신체 동작과 관련한 명령을 수행할 수 있다. 또한 얼굴인식, 움직이는 사람을 수행할 수 있다. 또한, 얼굴인식, 움직이는 사람을 따라가는 기능, 손으로 지시하는 장소를 파악하는 등의 간단한 제스처 인식 기능을 갖고 있다.

이러한 휴머노이드 로봇들에게는 현재까지 개발된 음성, 비전, 촉각인식 등의 요소기술들을 응용한 멀티-모달 상호 작용 혹은 통합적 인지 기능이 필수적이다.

52) <http://www.ai.mit.edu/projects/humanoid-robotics-group/kismet/kismet.html>

53) [http://koba0005.me.kagu.넷.ac.jp/SAYA\\_2004\\_March.pdf](http://koba0005.me.kagu.넷.ac.jp/SAYA_2004_March.pdf)

눈동자의 움직임을 감지하여 휠체어 로봇이 이동하거나, 뇌파의 신경신호를 감지하고 전기적으로 변환하여 로봇팔 등을 움직이는 등의 특수한 인간-로봇 상호작용 기술이 장애인 혹은 노인의 일상생활을 돕기 위한 로봇들에게 적용된다. Michigan 대학의 Navbelt와 NavChair는 보행 시에 장애물을 탐지하고, 경보음을 우릴 수 있도록 시각장애인들을 보조하는 기능을 제공한다. 최근에는 신체장애자에게 조작 능력을 제공하기 위하여 로봇 머니플레이터를 제공하는 시도가 이루어지고 있으며, 더 나아가서 인체의 신경을 팔이나 다리의 손상된 부분을 대체하기 위한 로봇 제어 시스템과 연결하는 연구가 진행되고 있다. 그 외에 군사용, 의료용 로봇의 원격조작 및 힘 피드백이 되는 햅틱 인터페이스 개발도 여러 연구기관에서 이루어지고 있다.

#### 4.3.2. HRI 디자인 주요 과제

서비스 로봇을 위한 인간-로봇 상호 작용의 주요한 개별 요소 기술로는 크게 시각 정보 처리 기술, 음성 정보 처리 기술 그리고 감성 및 인지 관련 기술로 구분할 수 있다.<sup>54)</sup> 우선 시각 정보 처리 기술은 인간이 정보 전달을 위해 언어 이외에 동작, 표정과 같은 비언어적 수단과 같이 매우 중요한 의미를 가진다. 시각 정보처리 기술에는 얼굴검출 및 인식, 신체 영역 검출 및 추적, 표정 인식, 독순(lip reading), 시선 추정, 제스처 인식 등이 포함된다. 이 중에서 얼굴과 신체 영역의 검출은 주로 사용자의 존재나 위치를 파악하기 위해 사용될 수 있다. 얼굴검출 기술은 가장 활용도가 높은 기술 중의 하나로서, 복잡한 배경에서도 사용자의 위치를 비교적 손쉽게 추정할 수 있는 단서로 사용되는데, 원거리의 측면 얼굴까지도 검출하는 기술의 개발이 요구되고 있다. 신체 영역의 검출은 복잡한 배경에서의 영역 분할이라는 매우 어려운 문제와 관련되기 때문에 운동정보나 색상 등의 부가적인 정보에 의존하는 접근 방법이 많이 쓰이고 있다. 복잡한 배경에서 실시간으로 다양한 자세의 신체를 확인하는 기술 개발이 요구된다. 얼굴인식 기술은 미국의 Identix, Eyematic, 독일의 Coqnitec, 삼성중기원, 블루닉스, 한신텔리전트 등 다수의 국내외 기업들이 사용자 인증이나, 출입 통제 등을 목적으로 상용화하고 있는 기술이다. 그러나 많은 연구들이 제한된 조명 조건에서 자세나 표정 등이 제한된 상태의 얼굴 인식을 대상으로 하기 때문에, 인간과 로봇의 자연스러운 상호작용을 위해서는 아직 해결해야 할 과제들이 남아 있다. 특히, 조명 등의 환경 변화에 강인하게, 로봇을 직접 바라보지 않고 있는 다양한 자세의 사용자를 인식할 수 있는 기술이 요구된다. 이와 관련하여 독일의 Max Plank 연구소 등은 2차원 입력 영상만이 주어지는

---

54) 이석한, Op. cit., p. 47

경우에도 미리 저장된 3차원 얼굴 모형과의 정합을 통하여 자세와 조명 문제를 동시에 해결하는 접근 방법을 시도하고 있으나, 아직 실시간 처리는 곤란한 상황이다. 한편 3차원 카메라의 발전은 얼굴인식 문제를 보다 쉽게 해결해 줄 것이다. 신원을 확인하기 위하여 걸음걸이 등의 행동을 이해하는 기술이 연구되고 있지만 실용적으로 적용되고 있지는 못하다.

사용자의 정서 상태나 의도에 대한 이해를 위한 표정 인식 및 시선 추적 등은 주요한 요소기술의 하나이다. 얼굴의 개별적인 특징 요소의 추출 혹은 저장된 모형과의 정합은 비교적 높은 해상도의 영상입력을 요구한다. 그러나 통상적인 상호작용은 거리를 두고 이루어지기 때문에 요소기술에서 요구하는 만큼의 정보를 얻지 못하는 경우가 많게 된다. 이와 관련하여 축적된 일련의 영상으로부터 높은 해상도의 영상을 얻는 기법 등이 유용하게 적용될 수 있을 것이다. 제스처 인식은 보다 직접적으로 호출, 인사, 지시 등의 행위를 이해하기 위해 사용된다. 제스처 인식은 Sony의 Eyetoy 등과 같이 매우 초보적인 범위로만 상용화 되어 있으며, 아직 많은 연구가 필요한 상황이다. 제스처 인식 기술은 여전히 피부 색상이나 움직임 정보 등의 초보적인 단서를 사용하는 방법에 많이 의존하고 있으며, 윤곽선의 추출 및 추적, 신체 모형과의 정합 등 다양한 접근 방법들이 시도되고 있다. 그러나 가정환경의 지능 로봇에 적합한 제스처 인식 방법은 아직 연구가 많이 필요한 상황이다. 특히, 실시간에 복잡한 배경으로부터 신체 영역을 분할해 자세를 추정하는 기술이 하나의 핵심적인 과제이다.

음성 정보처리는 음원 추적, 음성인식 및 합성, 화자 인식 등을 포함한다. 음성 정보 처리는 IBM, Microsoft, At&T, TNT, ATR, MIT 등 많은 기관에서 연구되고 있는 오랜 역사를 가지고 있는 기술로서, 전화를 이용한 정보 검색 서비스, 휴대폰 서비스, 번역기 등 다양한 분야에 상용화 되고 있다. HRI 분야에서의 음성 정보는 사용자의 위치 파악 및 명시적인 명령어 입력 수단으로 주로 사용되고 있다. 음성인식 기술은 소규모, 고립 단어, 화자 속에서 대규모, 연속문장, 화장독립 기술로 확장되고 있다. 제한된 전문분야를 영역으로 하여 마이크로폰을 사용하는 경우에는 받아쓰기가 가능한 정도로 인식성능이 향상되었음에도 불구하고, 잡음 환경에서, 원거리 음성인식은 아직도 과제로 남아 있는 상황이다. 소수의 가족만을 대상으로 하는 서비스 로봇의 경우에는 화자 적응 기술을 수행하는 안내 로봇과 같은 경우에는 화자 적응 기술을 사용하는 것이 가능한 반면에, 공공 서비스를 수행하는 안내 로봇과 같은 경우에는 화자 독립 음성인식 기술이 주요한 문제가 된다. 음원의 위치 추정 기술 역시도 실제의 환경에서 요구되는 잡음 환경에서의 복수 음원 위치의 동시 추정은 아직 해결되지 않고 있다. 음성 정보처리와 관련

하여 배경 잡음과 음성신호를 실시간으로 분리하는 기술은 환경 잡음의 문제를 해결하는 하나의 중요한 기술이 될 것이다.

감성은 사회적 맥락과 관련된 매우 복잡한 현상으로 인간의 행동, 의사소통 및 상호작용에 핵심적인 요소이다. 예를 들어 휴머노이드 로봇이 음성 합성을 통해 사용자에게 정보를 전달할 때, 음성의 기복과 얼굴 표정의 변화를 적절히 사용한다면 좀 더 자연스럽게 느껴질 것이다. 또한 로봇이 사람의 얼굴 표정과 음성에서 감성 정보를 얻을 수 있다면 그 상황에 맞는 서비스를 제공하기에 유리할 것이다. 이렇듯 감성 상호작용 기술은 로봇을 단순히 기능만을 수행하는 기계가 아닌 사람과 공존하는 독립된 사회 구성원으로 느껴지게 하는 데에 없어서는 안 될 요소기술이다.

인간들 사이의 의사소통은 시각 정보와 청각 정보가 동시에 사용되는 경우가 많다. 예를 들어, 사용자가 손으로 특정한 사물을 지시하면서 음성으로 ‘저 컵 가져와’ 하고 명령을 내리는 경우라면, 로봇은 음성인식과 제스처 인식을 통합하여 상황을 이해해야만 적절한 서비스를 수행할 수 있을 것이다. 이때 시각이나 청각 단서 하나만을 사용해서는 제한적인 정보만을 얻게 된다. 따라서 효율적인 시청각 정보의 융합은 자연스러운 상호작용에 중요한 기술이 될 것이다. 한편, 영상을 이용한 독순(lip reading) 기술은 잡음이 매우 심한 환경에서 급격히 저하되는 음성인식 성능을 보완하는데 사용될 수 있다. 더 나아가 복합적인 입력정보를 상황 이해(context awareness)하고 적응 및 학습을 통해 로봇의 행동을 개선해 나간다면 생활의 동반자에 가까운 로봇이 구현될 것이다. 로봇의 상황 이해 능력을 극대화하기 위한 유비쿼터스 네트워크 환경 연구나 로봇 기술을 적용한 지능형 빌딩, 지능형 자동차와 같은 임베디드 로봇 연구도 근래 많이 이루어지고 있다.

서비스 로봇의 기능 및 목표가 변화함에 따라서 HRI의 요구사항도 발전되어야 한다. 첫째, 명령 수행을 목표로 하는 경우 HRI 기능은 추상적이고 불완전한 인간의 명령에 대하여 상호작용으로 인간 의도를 분명하게 파악하는 기능이 요구된다. 둘째, 인간과 협동하여 작업을 수행하는 것을 목표로 하는 경우에는 작업, 임무, 및 인간의 능력에 대한 이해가 필요하며, 인간의 현재 상태를 감지 및 이해하여 임무를 공동으로 성공시킬 수 있는 상호작용이 요구된다. 셋째, 인간을 감성적, 정서적으로 지원하는 목표를 갖는 경우, 로봇은 인간의 감성을 이해하는 기능이 요구되는데, 인간 인지에 대한 모델링을 통해 인간이 자세하게 불평하지 않고 불완전한 표현을 해도 대처할 수 있는 능력과 개인의 특성에 따른 학습 기능이 요구된다. 넷째, 동반자로서의 서비스 목표를 갖는 경우, 앞의 세 가지 기능에 추가하여, 지적, 정서적 조력이 가능한 기능이 요구되며, 한

예로 개인의 특성에 맞는 깊이 있는 대화가 가능해야 한다. 이와 같은 HRI의 요구사항의 실현을 위해서는 지각적 수준의 상호작용을 넘어서는 상당한 수준의 로봇 지능이 필요하다.

#### 4.3.3. 통합적 접근: HRI 디자인 구현을 위한 핵심 기술

서비스 로봇의 자연스러운 인간-로봇 상호작용을 위해서는 우선, 시각 청각 등의 개별 단서에 기반한 요소기술들을 조명 변화, 배경 잡음, 가려짐, 변형, 신호의 혼합 등과 같은 다양한 환경 요인들로부터 강인하게 동작하도록 하는 과제가 요구된다. 그러나 인간-로봇 상호작용은 다양한 감각 단서에 의존하면서 동시에 운동정보의 해석과 같은 하위 수준의 단서에서부터 상황의 이해나, 대화 상태에 대한 인지 모형에 이르는 상위 수준의 정보가 통합된다는 점에서, 분명 개별 요소기술과는 다른 수준의 문제가 제기된다. 즉, 자연스러운 인간-로봇 상호 작용을 실현하는 하나의 접근 방법으로서, 특정한 단위 요소 기술에 의존하는 것이 아니라, 각 개별 요소기술을 최대한 효과적으로 통합하여 주어진 과제를 해결하는 것에 초점을 둔 방법과 기술의 개발이 요구된다.

#### 4.4. HRI 디자인 구성 요소

로봇은 인식, 프로세싱, 행동의 순서대로 일정한 작업을 수행하게 된다. 인식의 과정에서는 하드웨어 측면에서 외부의 신호를 측정하기 위한 센서가 사용되고 소프트웨어 측면에서는 사용자의 의도를 파악하기 위한 입력장치로서 GUI가 필요하다. 프로세싱 과정에서는 로봇의 내부 과정으로서 사용자와의 상호작용 과정보다는 로봇 스스로 처리하는 내용들이 많아진다. 결과적으로 작업을 수행하기 위한 행동 단계에서는 하드웨어 측면에서는 모션을 위한 제스처, 표정 등에 대한 것이 필요하며, 소프트웨어 측면에서는 로봇의 상태를 표현하기 위한 사운드가 요구된다(그림 4-3).

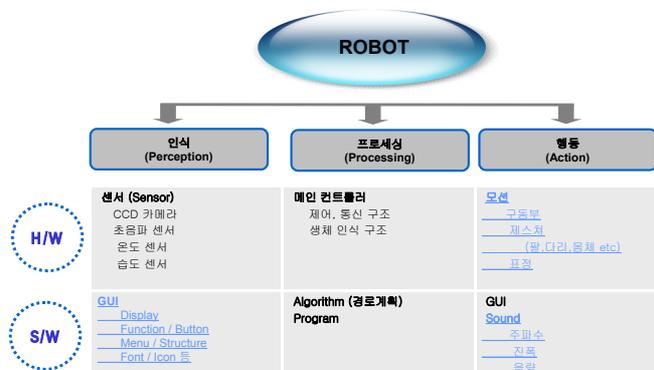


그림 4-3. HRI 디자인 구성 요소

#### 4.4.1. 제스처(Gesture)

로봇모션은, 정보 세계와 실세계의 상호작용에 의해 생성되고 본래 환경으로부터의 자극에 따라 발현되는 것이다. 로봇모션은, 우선, 컴퓨터 내부에 있어, 모션데이터로서 이미지 된다. 이 데이터는, 로봇의 태스크 혹은 행동의 모델에 의존해, 이 모델의 패러미터로 표현된 로봇의 위치, 자세 데이터의 시계열이 되고 있다. 컴퓨터는 모델에 의거해 데이터를 해석하고 로봇모션을 생성한다. 또한, 환경과의 인터랙션을 상정한 모션데이터는, 힘 제어와 인터페이스 제어데이터도 포함하게 된다.

로봇은 다자유도의 역학계로, 그 운동을 표현하려면 다차원의 좌표가 필요하다. 운동의 표현에 필요하고 충분한 차원의 좌표는, 일반화 좌표라고 불린다. 로봇이 운동하는 공간은 일반화 좌표를 성분으로 하는 다차원공간으로 표현된다. 이 공간을 구성(configuration) 공간이라고 부른다. 구성(configuration) 공간은, 말하자면, 로봇의 내부 공간이다. 로봇의 운동은, 이 다차원공간내의 점의 시간 궤적으로 표현된다. 이 시간 궤적을 궤도라고 부른다.

한편, 로봇의 운동을 태스크의 측면에서 바라보면, 로봇의 운동을 보다 직감적으로 나타낼 수 있는 좌표계가 존재한다. 이 좌표계는, 로봇 전체의 운동을 나타내는 공간의 부분공간이 된다. 이 부분공간을 태스크공간이라고 부른다. 구성(configuration) 공간에 비해, 태스크 공간은 말하자면 로봇의 외부 공간인 것이다.

이하, 구성(configuration) 공간, 태스크 공간, 궤도에 대해 서술한다. 또한, 표현된 운동의 실현가능성은 로봇 및 작업 대상 역학과의 정합성에 의해 결정된다.

동작	정의	비고
정상시	특별한 제스처가 아닌 정상시 제스처	정적
사랑해	양팔을 머리 위로 올려 원형으로 만드는 제스처	정적
손 흔들기	오른손을 얼굴 높이에서 좌/우로 1주기 흔드는 제스처	주기적
정지	양팔을 가슴 높이에서 앞으로 내미는 제스처	정적
이리와	왼손을 위/아래로 1주기 흔드는 제스처	주기적
지시	팔을 곧게 펴서 방향을 지시하는 제스처	정적



그림 4-4. 로봇 제어를 위한 기본 제스처

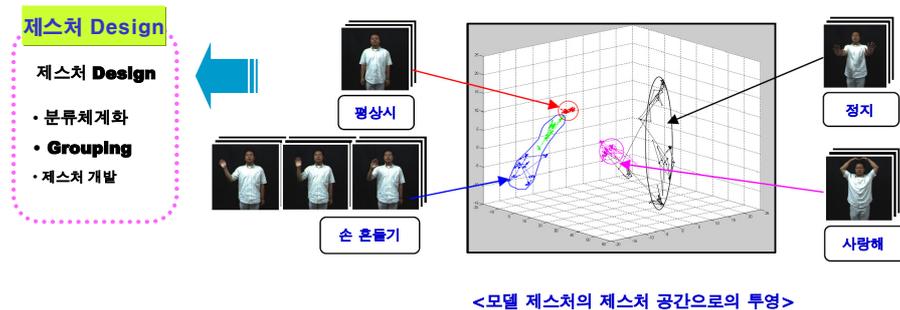


그림 4-5. 분류 체계를 통한 제스처 디자인

### (1) 로봇모션과 지능

태스크가 주어지고 로봇이 이것을 실행하려고 할 때, 로봇모션이 생성되며, 이를 매개로 로봇과 실세계와의 인터랙션이 시작된다. 이것이, 로봇의 지능이 일하는 장소이며, 이 로봇의 지능은 운동 지능이라고 불린다.<sup>55)</sup>

로봇모션과 지능과의 관계를 알려면, 우선, 태스크에 대해 알 필요가 있다. 태스크는 로봇의 행동 목표이다. 그리고 행동은, 로봇의 환경에 대한 작용이며 로봇모션을 필요로 한다. 따라서 태스크가 주어졌을 때, 로봇모션이 컴퓨터 내에 생성된다. 로봇의 행동은, 이 로봇모션을 실세계에서 실현할 때 발현된다. 행동은 환경과의 상호작용 속에서 지능에 의해 조정, 최적화되어 태스크를 실현한다.

#### ▪ 로봇모션과 행동

로봇모션은 로봇의 행동에 있어 발현되고 태스크의 실현을 목표로 한다. 태스크에는, 매니플레이션, 로코모션, 로봇과 인간과의 인터랙션 등 여러 가지의 타입이 있는데, 본 장에서는 로봇모션을 필요로 하는 태스크에 대해서만 고찰한다. 로봇모션은, 로봇과 실세계와의 인터랙션을 일으킨다. 이러한 로봇모션은, 정보세계와 실세계에서의 처리가 뒤얽힌 하이브리드 컴퓨팅으로 볼 수 있다.

로봇모션은, 컴퓨터 내에 우선 모션데이터로서 생성된다. 모션 데이터는, 소프트웨어서보 등 컴퓨터의 처리를 거쳐, 컴퓨터 밖의 실세계에서 실행된다. 그 결과는, 컴퓨터 내로 피드백되어 실세계를 포함한 큰 루프를 형성하면서 다음의 모션 데이터 생성에 사용된다. 로봇모션에 있어서의 컴퓨팅은, 이와 같이 정보 세계와 실세계에 걸친 하이브리드 컴퓨팅이 되고 있다.

그런데, 이러한 로봇모션에 의한 행동 생성의 접근에는, 크게 2가지 접근이 있다. 그것

55) 内山 勝, ロボットモーション, 岩波書店, 2005, p.170

은 모델을 사용하는 접근과 사용하지 않는 접근이다.

모델을 사용하는 접근은 모델베이스(Model-based) 접근이라고 불린다. 이 방법에서는, 컴퓨터내의 계산을 중시해, 로봇의 모델, 태스크의 모델 등 로봇과 그 환경 모델을 컴퓨터내로 가져가 그것에 기초해 로봇모션을 계획, 생성한다.

이에 비해, 모델을 사용하지 않는 접근에는, 행동베이스(Behavior-based) 접근이 있다. 이것은, 실세계의 계산을 중시하여 컴퓨터 내에는 모델을 가지지 않는다. 즉, 컴퓨터는 세세하게 계산하지 않고 실세계의 현상에 계산을 맡기는 것이다.

행동베이스접근의 예로서, 서브섬션 아키텍처가 있다. 이것에 대해서는 1. 7절에서 서술했다.

#### ▪ 행동과 지능

앞에서 보아온 것처럼, 로봇의 지능은 행동에 있어서의 태스크의 실현을 유도하고 세련시키는 정보기능이다. 그리고 그것은, 행동에 수반해 생성된 로봇모션 안에 존재한다. 그럼, 지능은 로봇모션 안 어디에 존재하고 무엇을 실행하는 것일까.

로봇모션을 하이브리드 컴퓨팅으로 보면, 이 정보기능은 컴퓨터만이 아니라 실세계에 있어서도 전혀 이상하지 않다. 즉, 태스크의 실현을 물리 현상에 생각하게 하는 것이다. 이러한 지능은, 행동베이스적인 지능이라고 할 수 있다. 그 예로서, 서브섬션 아키텍처에 의한 지능의 실현이 있다는 것은 이미 서술했다. 그 외, 패시브워크(passive walk)에 의한 보행의 실현이 있다. 패시브워크란, 모터, 컴퓨터를 전혀 사용하지 않고, 중력과 기구의 다이내믹스에 의해 경사면을 내려가는 보행이다. 이 원리를 모터와 컴퓨터에 의해 수평면의 이동에 적용한 연구가 최근 활발히 이루어지고 있다.

지능을 컴퓨터로 실현할 때 즉, 정보 세계에 지능을 둘 때, 하나의 유력한 접근은 모델 베이스적인 지능이다. 이 지능은 데이터인 경우도 있고 프로그램인 경우도 있다. 로봇의 행동은 모델로 표현된다. 이것을 행동모델이라고 부른다. 태스크를 잘 실현하도록, 행동 모델의 패러미터를 조정하는 것이 지능의 역할이다.

## (2) 로봇의 태스크와 스킬

로봇모션과 지능을 생각하는 구조 중의 하나는, 모델베이스적 접근이다. 태스크가 주어졌을 때, 로봇모션의 기술이 가능해진다. 그러기 위해서는, 태스크를 모델화할 필요가 있다. 모델화의 첫걸음은 태스크 이해이다. 즉, 주어진 태스크의 기하학, 운동학 및 역학을 이해하고 이것으로 로봇모션을 표현할 수 있도록 한다.<sup>56)</sup>

태스크의 이해가 얻어지면, 태스크의 모델을 얻을 수 있다. 이 모델에 의해, 그 태스크

의 실현에 필요한 로봇모션의 파라메트릭한 표현이 가능해진다. 따라서, 거기에 발현하는 행동도, 마찬가지로 파라메트릭으로 표현된다. 본 절에서는, 이와 같이 한정된 상황에서 로봇모션과 지능을 생각하기로 한다.

지능에 의해 패러미터가 조정되면, 로봇모션은 태스크 수행에서 숨씨 좋고 교묘한 운동이 된다. 이러한 숨씨 좋고 교묘한 운동을 실현하는 능력은 스킬이라고 불린다.

태스크란 로봇이 실현해야 할 작업이다. 즉, 로봇의 행동의 목표는 태스크의 실현이다. 로봇모션은, 이 태스크를 실현하기 위하여 생성된다. 즉, 로봇은 그 신체를 움직임으로써 이 목표를 달성한다.

로봇의 태스크는, 매니퓰레이션, 로코모션, 커뮤니케이션 등으로 분류된다.

매니퓰레이션이란 물체의 조작이다. 주로 로봇암, 핸드에 의해 행해지는 물체 조작이다. 핸드에 의해 물체를 잡아서 팔(Arm)로 반송한다. 혹은 핀을 구멍에 삽입하거나 볼트를 조이거나, 표면을 연마하는 등 여러 태스크가 있다.

로코모션이란 로봇의 이동에 관한 태스크이다. 이동의 방법으로서 차륜 이동, 크로라 이동, 다리 이동 등이 있다. 다리 이동은 2각, 4각 그 이상의 다각이동이 생각된다. 다리 이동에는 보행, 주행이 있다. 또, 특히 4각 이동에는 트롯, 갤럽 등이 있다.

로봇의 태스크에는 인간과의 커뮤니케이션도 있다. 이 태스크에는 인사, 악수, 포옹 등이 있다. 이러한 태스크의 실현에는, 매니퓰레이션, 로코 모션과는 다른 범주의 로봇모션을 필요로 하여 흥미롭다.

태스크에는 단순한 것부터 복잡한 것까지 다양한 레벨이 있다. 이것을 그림5.2에 나타낸다. 매니퓰레이션 태스크에는 단순한 PTP 모션, 크랭크 회전, 핀 삽입부터 복잡한 기계조립작업까지 다양한 태스크가 있다. 로코 모션 태스크에는 단순한 차륜 이동부터 복잡한 인조인간의 보행, 주행까지 다양한 레벨의 태스크가 있다. 휴머노이드의 전신 운동은 매니퓰레이션 태스크와 로코 모션 태스크가 조합된 복잡한 것이다.

복잡한 태스크는 보다 단순한 태스크로 분해할 수 있다. 단순한 태스크로 분해하여 이 단순한 태스크를 조합하여 복잡한 태스크를 구성할 수가 있다. 분해된 단순한 태스크를 프리미티브라고 한다. 예를 들면, 평판상에 늘어서 있는 복수의 구멍에 차례차례로 핀을 삽입하는 작업을 생각할 수 있다. 이 작업은 핀을 가지러 가는 작업, 핀을 잡는 작업, 핀을 옮기는 작업, 핀을 삽입하는 작업으로 분해된다. 이러한 분해된 작업이 프리미티브이다. 이와 같이, 복잡한 태스크를 단순한 프리미티브로 분해함으로써 그것을 실현하는 로봇 모션을 생성한다. 프리미티브에 대응하는 로봇 모션을 조합함으로써 주어

---

56) 内山 勝, Op. cit., p.172

진 복잡한 태스크를 실현한다.

### (3) 운동지능의 구성론

로봇모션은 로봇의 지능이 로봇을 둘러싼 환경 즉, 실세계와 만나는 곳에 발현한다. 따라서, 로봇모션의 이해와 로봇 지능의 이해는 표리 일체여야 한다. 1960년대 후반 이래, 로봇의 운동에 관한 지식이 집약됨으로써, 현재, 기계의 지능에 관한 구성론이 구축되고 있다. 기계에 생물적인 행동을 요구할 때, 그 구성법은 어떠해야하는가. 이러한 물음에, 신체성에 밀접하게 관계되는 지능인 운동지능에 초점을 맞추어 대답하는 것이, 본서 "로봇모션"의 주제이다.<sup>57)</sup>

신체와 운동의 문제가 지능의 구성에 이르는 기초이다. 지능은 신체를통해 환경에 관련 되는 것으로부터 시작되는데, 거기에서 점차 추상성을 추구하고 고차원적인 정보처리에 도달하는 다중의 계층성을 가지는 것이다. 이러한 지능의 전반에관련되는 자세한 사항은, 본 강좌 제4권 "로봇 인텔리전스"를 참조하기 바란다.

한편, 생물은 많은 감각기를 사용하여 복잡한 실세계의 환경으로부터 자극을 받아들이고 대규모신경계에 의해 정보 처리하여 운동계에 지령을 내린다. 지능의 표현의 문제란, 이러한 풍부한 정보의 흐름을 표현하는, 거시적인 수학 모델을 어떻게 만들 것인가 하는 점에 있다.

그러나 생물에 있어서의 지능의 생화학적·물리화학적 반응을 완전하게 수학으로 표현할 수가 있을지 어떨지는 현재 불분명하다. 이러한 상황에서는, 운동 지능의 구성론은 불량 설정 문제와 마주하게 될 수밖에 없다.

로보틱스에서는, 현실적인 접근에 의해 운동 지능의 수학 모델에 착수하는 시도가 이루어져왔다. 이 현실적인 접근이란, 로봇과 환경과의 상호작용을 상세하게 기술하여, 신경계가 실시하는 정보처리의 내용을 모델화하려고 하는 것이 아니라 좀 더 한정된 국소적인 문제로 취급하려고 하는 수법이다. 즉, 다음과 같이, 지능 전체의 문제를 국소적·단면적으로 파악해 표현한다. 그리고, 동 그림에 나타나듯이, 단면을 많이 축적하는 것이 운동 지능을 구축하는 것으로 연결된다고 생각하는 것이다. 즉, 물리학 등에서 취해져 온 요소환원론의 접근을 모방한 것이다.

예를 들면,

- 이동로봇의 운동 제어
- 이동로봇의 장애물 회피

---

57) Ibid, p.16

- 이동로봇의 지도 작성
- 매니퓰레이터의 운동 제어
- 매니퓰레이터의 힘제어
- 매니퓰레이터의 장애물 회피
- 복수 매니퓰레이터의 협조
- 로봇 핸드의 물체 파악
- 로봇 핸드의 물체 조작
- 2족 보행 제어
- 다족 보행 제어
- 조립 작업에서 핀을 구멍에 삽입하는 문제
- 조립 작업의 계획 문제
- 카메라 화상을 이용한 공간 인식
- 카메라 화상을 이용한 인간 / 얼굴의 인식
- 초음파 센서를 이용한 공간 인식
- 레이저 레인지 파인더를 이용한 공간 인식
- 각종 센서 정보의 통합 (센서 퓨전)

위의 내용은 메카니즘, 센서, 환경을 구체적으로 분류한 후에 행동을 설계하는 기초가 되는 요소이다.

이러한 분류는 지극히 직감적인 것인데, 인간이 실시하는 작업을 해석하는 경우, 우리의 인식 속에서는 매우 상식적으로 기호화되는 것이다. 이러한 각 분류 항목에 대응하여, 로봇의 행동의 목표가 보다 구체적, 국소적으로 설정된다. 이렇게 설정된 목표를 태스크라고 한다. 태스크는 실세계에서의 구체적인 작업으로 대응시킬 수 있다. 예를 들면, '용접 작업', '도장 작업', '실제 도포 작업', '동축 조립 작업', '금형 연마 작업' 등이다. 이러한 태스크의 해석과 실현 방법은, 그대로 로보틱스에 있어서의 연구 분야가 되고 있다.

여기서 첫머리에서의 설명을 정리하는 의미로 한 번 더 반복해둔다.

로봇은 정보처리계가 가지는 동기에 의해 운동 목표가 주어진다. 운동 목표는 태스크라고도 불리고, 이것에 따라 환경이나 로봇을 둘러싼 상황에 대한 자극 반응의 구조가 만들어지고 있다. 이것에 의해 만들어지는 행동이 로봇모션을 낳는다. 이와 같이 로봇모션은 대국적으로는 동기가 태스크를 부여하는 메카니즘에 의하고, 또한 국소적으로는

태스크에 대응한 자극 반응의 구조에 의해 결정되는 운동이다. 지능은, 태스크에 대응한 자극 반응의 구조를 세련시킨다. 동기가 그 자체를 대국적인 태스크라고 생각하면, 동기가 태스크를 부여하는 메카니즘을 세련시키는 것도 지능의 역할이 된다.

태스크에 대응한 자극 반응의 구조가 세련되면, 로봇은 태스크를 보다 동기에 적합한 형태로 실행할 수 있게 된다. 이렇게 해서 획득된 로봇의 능력을 스킬이라고 부른다.

#### 4.4.2. 표정

얼굴은 느낌과 감정을 표현하는 제일의 커뮤니케이터로서 이러한 감성 표현을 표정이라 한다. 에크만(Ekman)과 프렌드(Friend)에 의하면 표정은 감성의 질과 성격을 전달하고, 신체 단서는 감성의 강도를 알려준다고 한다.<sup>58)</sup>

개와 고양이와 같은 동물이 외적과 만나서 분노를 나타낼 때, 반드시 어떤 종류의 음성을 발생한다. 이 때, 음성발생은 목과 입을 중심으로 한 근육의 긴장을 동반한다. 분노의 표정은 입을 강하게 조이면서 으르렁거리는 소리를 낼 때의 얼굴의 구조적 상태이다. 분노의 표정은 자신이 놓여진 곤경을 해소하기 위한 공격행동과 연결되어 있기 때문에, 육식포유동물은 그 다음에 입을 크게 열고 이빨을 드러내고 짓으면서 외적에 달려든다. 즉, 분노의 표정은 '위협'이라는 메시지를 상대방에게 전달한다. 또한, 분노의 표정이 표출될 때는, 피부가 긴장하고 그것에 부속된 것이 기립한다고 한다. 특히, 조류는 깃털을 세우고 날개를 크게 펼친다. 포유동물도 고양이와 같이 체모를 세우고 꼬리를 굽게 하고 등을 둥글려 위로 부풀린다. 다윈은 동물과 인간은 동물과 인간의 이러한 형태변형은 외적에 대해 '위협' 효과를 크게 하기 위한 것이라고 말하고 있다.<sup>59)</sup>

감정을 표출하고 또한 타인의 감정을 아는 것, 이해하는 것은 사람과 사람과의 커뮤니케이션에 있어서 불가결한 중요한 요소이다. 감정은 인체의 각 부로 표출된다. 그 중에서 '얼굴'이 가장 잘 그리고 섬세하게 감정을 표출하고 있다. 일상회화를 하고 있을 때, 사람은 상대가 말하는 말의 의미를 보충하기 위해서가 아니라, 상대의 감정을 특히 자신에 대해 상대가 어떻게 생각하고 있는가를 살피기 위해, 이야기의 방법과 목소리 상태, 얼굴표정의 의미를 꿰뚫고 언제나 민감하게 파악하고 있다. 희로애락이 확실한 얼굴표정은 쉽게 이해되는데, 몇 가지의 감정이 눈, 입 등 다른 부위에 동시에 나타나거나 또는 눈의 좌우에서 다른 감정이 표출되거나 하면, 얼굴표정에서 감정을 읽어내는 것은 어렵다. 반대로 얼굴표정은 지극히 복잡하고 미묘한 감정의 표현을 가능하게 한다

58) Ekman, P. & Friesen, Measuring Facial Movement with the Facial Action System in: Emotion in the Human Face(Cambridge, England: Cambridge University Press, 1982, pp.178-211

59) 原 文雄, 顔という知能、公立出版、2003, p.25

고 할 수 있다.

사람과 사람의 일상회화에서는 특히 일본인끼리의 회화에서는 상대의 얼굴을 직시하는 경우가 적다. 거기에는 문화적 배경도 있고 또한 개인의 성격도 반영되어 있는데, 그러나 상대가 자신의 이야기를 이해해 주었는지 아닌지를 알기 위해 이야기의 단락부분에서 '힐끗' 얼굴을 본다. 그리고 상대가 '눈썹을 찌뿌리거나' '이마에 주름을 잡으면'라고, 자신의 이야기가 이해되어 있지 않는 것을, 반대로 상대가 '웃는 얼굴'을 나타내면 이해되었다는 것을 확신한다. 그리고 다음의 이야기로 회화가 진행된다. 상대도 이야기의 상대가 자신의 얼굴을 보았다는 것으로써 이야기의 내용이 서로 확인되었다는 것을 안다. 이렇게 하여 커뮤니케이션이 진행된다.

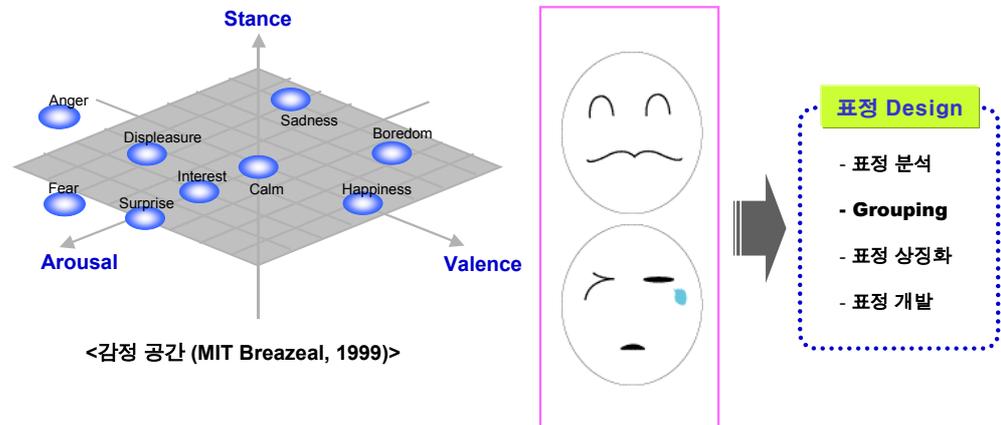


그림 4-6. 감정 공간에 따른 표정 디자인<sup>60)</sup>

### (1) 기계적 얼굴

인간의 얼굴은 일반적으로 이마부터 턱까지를 가리킨다. 우리가 보는 얼굴은 3차원의 복잡한 형상을 가지는 두개골에 30여개의 근육을 매개로 안면피부가 붙어 있는 그 외면 형상이 '얼굴'로 되어 있다. 얼굴의 형태적 특징에 의해, 그 얼굴이 사람의 얼굴이거나 원숭이의 얼굴이거나 또한 일본인의 얼굴이거나 코카시아인의 얼굴이기도 하다. 얼굴의 형태적 특징에는 그 사람의 고유한 특징이 있다고 말할 수 있다. 개개의 얼굴의 형태적 특징에 존재하는 높은 일의성 때문에 그것이 자신의 얼굴이고 타인의 얼굴이 아니라는 '인격'의식의 형성으로도 이어지게 된다고 할 수 있다.

60) C. Breazeal, Robot in Society: Friend or Appliance?, Agents99 workshop on emotion-based agent architectures, 1999, pp.18-26

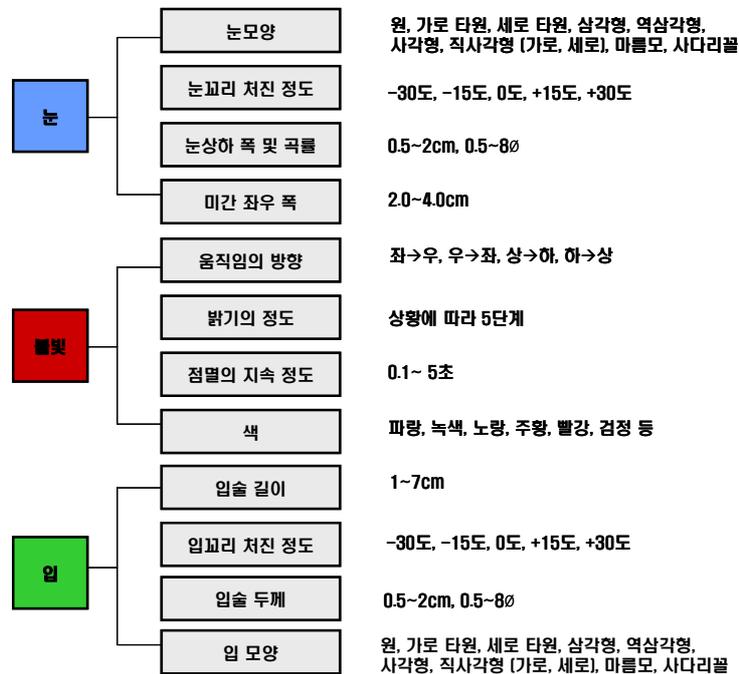


그림 4-7. 표정 디자인 요소

기계를 연구하는 저자들의 시점에서 얼굴의 구성과 기구를 보면, 강성이 높은 두개골과 부드러운 점탄성체의 피부가 근육이라는 액츄에이터(Actuator)로 연결되어 있고, 뇌에서의 신경신호로 근육이 수축하여 입과 눈이 개폐되어 얼굴표정이라는 정보가 만들어진다.

얼굴이 만들어내서 표현하는 정보, 바꾸어 말하면, 우리들이 얼굴에 붙인 기호는

- 그 사람의 인격을 나타내는 것
- 그 사람의 심리상태를 나타내는 것
- 그 사람의 생리상태를 나타내는 것

의 3가지로 크게 나누어진다. (1)의 얼굴정보는 '인상학'이라는 세간의 학문에 기초하는 '인물평가'에 사용되거나 면접에서의 중요한 정보원이 되거나 또는 미인으로 보여지거나 사람들이 좋아하거나 싫어하는 등 여러 가지로 사람의 평가에 사용된다. (2)와 (3)의 얼굴정보는 상대의 기분이나 몸의 상태를 이해하는데 불가결한 것이고 또한 일상 생활에서 상대의 진의를 간파하기 위해서 사용되기도 한다. 얼굴정보는 사람과 사람의 커뮤니케이션에서 '얼굴과 얼굴을 맞댄 회화'에서의 비언어정보로서 중요하다. 얼굴은 인간 지능의 신체적 표현 그 자체라고 할 수 있다.<sup>61)</sup>

61) 原文雄, Op. cit., p.25

## (2) 얼굴시스템

한편, 얼굴을 생리학적으로 보면, 얼굴에는 우리의 중요한 시각감각기(눈)와 청각감각기(귀), 후각감각기(코), 미각감각기(혀), 촉각기관(피부)이 존재한다. 이것들은 외계로부터의 정보를 받아들이는 기능을 갖는다. 얼굴은 거기에 있는 감각기관으로부터 여러 가지 정보양태(모달리티)가 상호 보완된 감각정보를 수용하고, 그것들에 대응하여 안면근육을 구동하고 얼굴표정의 표출행동을 하는 시스템이라고 할 수 있다. 시각이나 청각정보와 얼굴표정과의 대응이 뇌에서의 '감정에 관한 정보처리'이다. 이와 같이, 얼굴을 '신체'를 갖는 시스템으로서 보면, 얼굴이라는 시스템에 대한 과학이 보인다.

신체를 갖는 시스템 '얼굴'의 표정만을 보는 것은, 시스템의 출력만을 보게 되는 것이고 얼굴시스템의 구성이나 입력과 얼굴표정과의 관계를 간과하고 얼굴을 시스템으로서 이해할 수 없다. 그 뿐만 아니라 뇌에서의 감정에 관한 정보처리 즉 뇌기능의 중요한 측면을 이해할 수 없다.

이상과 같이 얼굴은 신체를 갖는 시스템이다. 외계를 감지하는 지각과 얼굴의 표정표출은 얼굴시스템의 입력기능과 출력기능에 대응한다. 그리고 그러한 입출력기능을 대응시키는 것으로써 '감정'을 나타낸다. '감정'은 생물이 격렬하게 변화하는 환경 속에서 세대를 거듭해 계속 살아나가는 과정에서 진화되어 온 시스템이고, 그럼으로써, 생물이 외계의 변화를 감지하고 외계의 변화를 예측하고, 그것의 가치판단 즉, 자신이 살아가는데 있어 가치가 있는지 아닌지를 판단하고 기본전략을 선택하여 외계에 적응하는 기능을 만들어내고 있다. 인간의 뇌 속에서의 화학물질의 생성과 전기신호의 흐름이 해명되고 감정의 메커니즘이 명확해지고 있는 가운데 감정모델도 제안되고 있다.

## (3) 6개 기본표정

감정을 가장 잘 나타내는 안면표정과 감정과의 1대1 대응을 가정하고 얼굴표정 사진을 6개의 카테고리 분류하면 다음과 같다.<sup>62)</sup>

- 사랑, 명랑함, 행복
- 놀람
- 공포, 고통
- 분노, 결단
- 혐오
- 경멸

스콜스버그(Schlosberg)는 이러한 감정이 원환상으로 배열되어있다고 생각하고, 이들 6

62) 原 文雄, 顔という知能, 公立出版, 2003, p.10-15

가지 감정은 유쾌-불쾌와 주목-거부의 두가지 축 또는 차원으로 구성된다고 말하고 있다. 또한 이러한 감정의 발생의 정도 "부활 수준(賦活水準)"의 축을 도입하고 있다.

#### (4) 기본표정의 메시지

100년전, 다윈은 감정을 나타내는 얼굴표정은 인종과 문화에 관계없이 생물의 진화과정에서 결정되는 것이라고 했다. 엑크만과 프리센은 공포, 혐오, 행복, 분노의 얼굴사진을 미국인, 브라질인, 칠레인, 아르헨티나인, 일본인에게 보여주고 그것들이 어떠한 얼굴로 보이는지를 실험했다. 그 결과, 이것들의 기본적 감정을 나타내는 피험자의 문화나 인종에 관계없이 똑같이 판단되었다. 따라서 얼굴표정은 우리들의 감정을 상대에게 전달할 수 있는 '언어 또는 기호'라고 할 수 있다. 그리고 그 '기호'는 각각 고유의 의미를 갖는다. 이것은 감정의 표출이 각각 특유의 표출양태를 갖는 것에 의한다고 할 수 있다.<sup>63)</sup>

'6개기본표정'의 각각이 의미하는 메시지는 무엇일까. 아이자드의 연구결과를 후쿠이 야스유키가 정리하고 있으므로 거기에서 인용한다.

- 행복: 행복감은 사건이나 조건을 획득한 결과의 평가로서 발생한다. 인간은 사회적 동물이기 때문에, 기쁨은 흥미의 보증을 의미하고 한사람한사람의 미소는 타자의 미소를 유발시킨다. 자신, 유의미감, 사랑받고 있다는 기분과 감각을 표현하고 있다. 또한 둘러싸여있는 환경과의 신뢰감과 수용감을 의미한다.
- 놀람: 놀람은 그 사건이 자신에게는 전혀 예상하지 않았던 것을 상대에게 전달한다.
- 슬픔: 슬픔이나 고뇌의 감정은 탄생시의 모태로부터의 물리적 분리에서 시작된다. 따라서 슬픔은 분리의 고뇌를 의미한다. 자기와 타자의 기준에서 보아, 생활상의 실패는 분리를 의미하고 거기에서 슬픔이 온다. 고뇌는 사람에게 슬픔, 의기소침, 낙담, 따돌림받는 느낌, 무정함을 느끼게 한다. 따라서 도움을 구하고 있다는 것을 암시한다.
- 분노: 분노는 신체적 또는심리적 구속이나 목표를 향한 행동이 방해되면 유발된다. 분노하면, 피가 끓고 얼굴은 뜨거워지며 에너지가 넘쳐 보이고 충동적 행동을 취하려고 하게 된다. 따라서 분노는 다음에 무엇을 할 지 모른다는 것을 상대에게 전달한다.
- 혐오: 혐오는 생리적, 심리적으로 손상되어 마이너스가 될 것 같은 것에 대해 유발한다. 분노와 결합된 혐오는 파괴적인 행동을 촉진하는 것을 의미한다. 따라서, 바람직

---

63) Ibid

한 상황에 하는 것을 요구하고 있음을 암시한다.

- 공포: 공포는 현실상의 또는 상상상의 위협에 의해 야기된 강하고 급속한 신경자극의 증대에 의해 활성화된다. 따라서, 위협에서의 도피행동을 위한 에너지를 발동시켜 도피하게 만든다. 공포는 상대로부터의 도피를 의미한다.

다음의 그림 4-8은 이사의 사항을 종합하여 기본 표정을 중심으로 기존 로봇의 감정에 대한 HRI 디자인의 분류를 나타내고 있다.

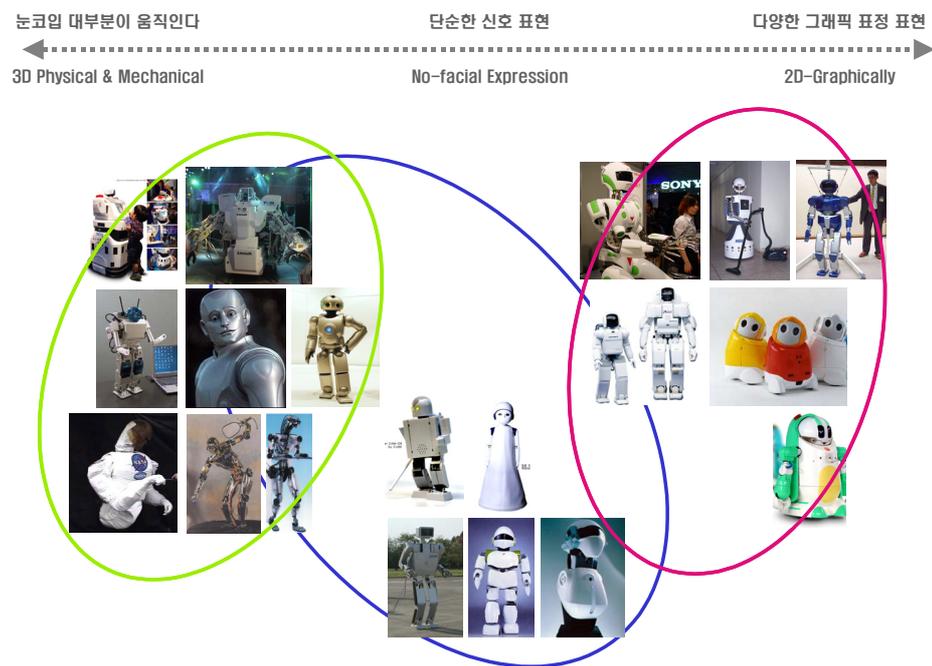


그림 4-8. 표정 표현에 따른 로봇 디자인의 분류

#### 4.4.3. 사운드

사운드는 음(音)이라고도 한다. 좁은 뜻으로는 사람의 청각기관을 자극하여 청각을 일으키는 것을 말한다. 다만 사람이 들을 수 있는 소리의 범위는 진동수가 16~2만 Hz이고 세기에도 한계가 있으며, 특히 주파수가 높은 소리나 낮은 소리는 들을 수 있는 세기의 범위가 좁다. 사람 이외의 동물에서 사람의 청각기관을 닮은 기구(機構)를 볼 수 있는 것은 척추동물이며, 이보다 하등동물에서는 청각기관이 반드시 머리 부분에 있지만은 않다. 예를 들면, 모기는 몸의 표면에 나 있는 섬모(纖毛)가 어떤 주파수역에서 잘 진동하며, 그 주파수역을 포함하는 음파에만 민감하게 반응한다. 또 주파수가 2만 Hz를 넘는 음파는 초음파라 하여 사람에게는 들리지 않으나 어떤 종류의 동물, 예를 들면 박쥐·돌고래·갈매기 등은 이것을 감지(感知)할 수 있다.<sup>64)</sup>

일반적으로 음(音)은 청각기관에서 인지되는 자극을 총칭하는 단어로 인식되고 있으나, 공기 중에서 파동(波動)하는 이유로 인해 물리적 측면을 다루는 경우에는 음파(Soundwave)라고 하는 경우가 많다. 더욱이 공기이외의 기체, 액체, 고체의 파동도 음파의 범위로 여겨지는 경우도 있는 만큼 음은 곧 음파이며, 음파의 분석을 통해 음의 성질을 규명한다. 우리가 흔히 음향이라고 일컫는 단어는 이러한 음파에 의한 진동(울림:響) 또는 반향(反響)이며, 음향공학은 이에 관한 과학적 접근과 해석을 행하는 학문 분야를 의미한다.

음이 높이(pitch), 크기(loudness), 음색(tone)의 3대 요소를 가진다는 것은 음 연구 분야에서의 보편적인 견해이다.

### (1) 음의 높이

음의 높이는 주파수에 의해 규정된다.

가청주파수영역은 약16-20,000Hz정도이며, 가청주파수 이상의 음파를 초음파(ultrasonics) 가청주파수 이하의 것을 인프라스닉스(infrasonics)이라 한다. 1kHz이상의 주파수대역에서는 주파수에 비례하여 보편적으로 낮은 주파수 대역의 소리는 저음으로 높은 주파수 대역은 고음으로 느끼게 된다.

### (2) 음의 크기

정상적인 사람의 청력을 기준으로 하여 1 kHz의 평면파의 소리에 대한 최소가청치(最小可聽值)를 기준음압( $p_0$ )으로 한다. 하지만, 실생활에서의 소리들은, 최소음압에서 최대 음압까지 100만배 이상의 폭을 가지므로 그것을 음압에 비례하여 느끼는 것은 생리적으로 무리가 있다. 청각을 포함한 인간의 감각은 약한 자극에는 민감하게 강한 자극에는 둔감해지는 성질을 가지므로, 음압에 따른 자극을 대수관계로 표현하기 위하여 음압  $p$  를 음압레벨  $20\log_{10}(p/p_0)$ 로 나타내는 경우도 많은데, 단위는 dB로 표기한다.

### (3) 음색

음이 가진 물리량과의 대응관계가 비교적 명확한 음의 높이, 음의 크기에 비해, 음의 심리적 반향에 가장 깊이 관계하고 있는 음색은 그 대응관계를 규명하기가 어렵다. 인공적으로 만들어진 음의 경우에도 그것을 구성하는 물리적 요소들의 경우수가 적지 않은데, 하물며 일상생활에서 느끼는 각종 음들은 상당히 복잡한 파형과 spectral을 가

64) <http://100.naver.com/100.php?id=93913>

지며, 더욱이 시간상의 변화도 격렬하기 때문이다.

JIS(일본공업규격) Z 8109 음향용어(음성청각·음악)에 의하면, 음색은 "청각상의 음성 질의 하나로서, 2가지 음의 크기 및 높이가 일치하였는데도 2음이 서로 다른 느낌을 주었을 때, 그 상이함에 대응하는 성질"이라고 정의하고 있다.

이 정의에 의하면 음의 크기 및 높이 이외의 음지각(音知覺)에 관계하는 모든 물리적 성질이 음색에 포함된다는 것을 의미한다. 국내외의 다른 사전들의 정의도 이와 크게 다르지 않게 애매한 정의를 내리고 있다.

#### (4) 음과 감성반응

인간이 주변 환경에서 감각기관을 통하여 수용하는 정보의 약 70%는 시각에 의존하고 있고, 청각을 중심으로 하는 나머지 감각기관으로부터 약 30%의 정보가 수용된다. 이러한 감성정보는 때로는 독립적으로, 때로는 상호 보완적으로 융합되어 새로운 감성정보를 생성하며 심리적 이미지로 기억된다.

특히 주목할 것은, 하나의 자극에 대해서는 하나의 감각기관만이 그 자극에 대응한다고 생각되어지는 것이 일반적인 통념이지만, 하나의 자극에 2개 이상의 감각기관이 동시에 대응하여 반응을 보이는 경우나 두 개 이상의 자극에 하나의 감성반응이 일어나는 부분이다.

예를 들면, 음에 의해 청각기관이 자극되면, 음을 듣는 것만이 아니라, 동시에 색이나 빛이 눈앞에 보이는 현상이 존재한다.(색청 color hearing) 또 감각심리학에서도 음이나 냄새 등의 시각 외적인 자극에 의해 시각적 표현이 생기는 현상을 소개하고 있다. 이러한 현상들을 공감각 현상(synopsien)이라고 학문적으로 정의하고 있는데, 일상생활에서 우리가 우리가 지각하고 인지하는 대다수의 감성들은 복수의 감각기관으로부터 제공되어진 이 공감각적 현상에 기인하고 있다는 것은 흥미로운 사실이다.

하지만, 이러한 시각과 청각정보의 공감각적 현상에 의존하는 멀티미디어 기능제품의 보급으로 청각정보의 중요성이 일층 주목되고 있음에도 불구하고, 그 처리를 위한 기초 연구 및 지원 시스템 등은 너무나 빈약한 것이 현실이다.

음향공학 등에서 사운드에 대한 연구가 활발히 행해지고 있고 본 연구와 유사성이 많은 음색의 연구가 행하여지고 있기는 하지만, 음성인식이나 판별, 비교 등의 기초 연구가 많고, 감성반응에 관한 연구 등 디자인 프로세스에서 요구되고 있는 사용자 중심의 제안이나 그 응용에 관한 연구는 전무하다고 해도 과언이 아니다.<sup>65)</sup>

65) 정재욱, 음에 있어서 감성자극요소의 추출과 그 상호관계에 관한 연구, 한국기초조형학회 Vol4 no.1, 2003, p.102

#### (5) 청각자극에 대한 감성반응

천둥소리를 들으면 어린이들은 무서워하고, 어른들도 유리를 깨는 소리를 들으면 오싹하는 '청원성 발작'(audiogenic seizure)반응을 보인다. 연극이나 영화에서 사용되는 효과음은 이러한 감성반응의 조작을 목적으로 하는 음이다.

따라서 효과음을 이용해 임의로 그 효과를 의도할 수 있다는 것은, 사람이 음의 감성반응에 있어서 보편적 공통성을 가지고 있다는 것을 의미한다. 다시 말해, 사람들에 따라 음식의 기호(嗜好)는 다를 수 있지만, 음식의 공감영역(共感領域)은 반드시 존재한다는 것이다.

그렇다면, 공감영역과 비공감영역의 경계는 어디이며, 공감영역 안에서는 반드시 동일한 감성반응을 기대할 수 있는 것일까?

안타깝게도 공감영역 안에서도 경우에 따라 상이한 감성반응을 보이게 된다. 오토바이의 배기음은 타고 있는 사람에게는 상쾌한 음이지만 주위의 사람들에게겐 소음이고, 아름다운 피아노의 음도 이웃집에서는 참을 수 없는 소음인 경우가 있기 때문이다. 이러한 결과는 감성 그 자체가 상황의존성이 강하여 모든 물리적 속성에 우선하여 외부환경 및 평가순간의 심리적 상태에 따라 감성반응이 결정지어지기 때문이다.

#### (6) 사운드의 기능

화면과 함께 사용되는 사운드는 그 기능적 역할에 따라 두 가지로 나뉘어지는데, 그것은 내재적 사운드와 비내재적 사운드이다.

##### ▪ 내재적 사운드

특정한 오브젝트나 사람에 의해서 생성되는 직접적인 실제의 소리를 말한다. 이런 사운드의 요소로는 다음과 같다.

Sync : 오브젝트의 이미지에 의한 모든 소리로서 오브젝트의 움직임의 시작과 끝이 사운드의 시작과 끝과 일치한다.

Selective Sync : Sync 사운드가 djEJs 특정한 오브젝트에만 적용된다.

Object Movement : 오브젝트의 움직임을 과장되게 강조하기 위하여 실제에 존재하지 않는 사운드를 과장되게 표현한다.

Silence : 소리가 없을 때를 말한다.

Forewarning(경고) : 오브젝트가 보이기 전에 그 오브젝트의 소리가 들린다. 이것은 사운드가 선행하여 의미를 전달하는 것을 말한다.

Off Sound : 사운드는 들리고 그 소리를 내는 이미지는 안들리는 것을 말한다.

Dialogue(대사) : 말하는 사람과 소리가 동시에 보이고 들린다.

Allusion(암시) : 사운드가 이미지와 전혀 관계없이 이루어지는데, 사운드가 오브젝트의 특별한 내용을 암시할 경우

▪ 비내재적 사운드

오브젝트나 사람에 의해서 생성되는 직접적인 소리가 아니고, 간접적인 Sound를 말한다. 이런 사운드의 요소는 다음과 같다.

Background Tempo : 이미지와 사운드의 움직임이 같은 템포를 가진다.

Background Music : 이미지와 사운드를 같은 무드로 만든다.

Narration/Voice Over : 화자의 모습이 보이지 않는다.

Allusion (암시) : 사운드가 이미지와 전혀 관계없이 이루어질 때, 사운드가 오브젝트의 특별한 내용을 암시할 때.

Silence : 소리가 없다.

(7) 음악심리학

음악심리학에는, 음악에 의한 인간의 심리반응을 연구하기 위해서 일반적으로 다음과 같은 3가지 방법을 사용하고 있다.

먼저, 첫번째는 생리적 반응을 지표로 하는 방법으로, 음 청취 중 뿐 만이 아니라 음 청취 전후도 포함하여 호흡수나 맥박수, 피부전기반사(GSR), 뇌파(EEG), 근전도(EMG)등을 측정하여 그 심리적 변화를 측정하는 방법이다.

두번째는 학습이론의 자극-반응설을 응용한 방법으로, 변별학습에 의한 것이나 Skinner에 의한 조작적 조건화(Operant conditioning) 기법을 사용한 것 등이 있다.

마지막으로는, 언어에 의한 반응을 수집, 분석하는 것으로, 언어적 반응을 지표로 하는 경우, 자극으로서 음에서 수용되는 '인상'을 형용사로 대표되는 짧은 단어로 표현하는 SD법과 함께 연상법이나 설정척도법등이 이용되어진다.

# 5. 사례연구

---

쇼핑 서비스 지원 로봇을 위한  
HRI(Human Robot Interface) 디자인 개발에 관한 연구

A Study on the Human Robot Interface Design Development  
for Shopping Service Support Robot



## 5. 사례연구

### 5.1 사용자 선호 설문조사

본 연구에서 개발될 쇼핑서비스지원 로봇은 대형 할인 매장에서 사용될 서비스 지원로봇이다. 이에 현재 많은 대형 할인매장의 이용 고객의 설문조사를 통해 현재 쇼핑 시 문제점과 가상의 로봇에 대한 이미지 등을 조사하여 HRI디자인 개발과정에 적용될 자료를 도출 하였다. 조사는 2004년 12월 17일부터 2004년 12월 28일까지 실시하였고, 조사 지역은 서울 및 수도권 일대 13개 대형 할인매장에서 총 100명(남 36명, 여 64명)을 대상으로 하였다.

설문내용은 크게 현재의 쇼핑 문화 현황과 문제점을 파악하기 위한 내용과 쇼핑 서비스 지원에 필요한 로봇기능을 파악하기 위한 내용으로 구분해서 실시하였다. 현재 쇼핑 문화의 현황과 문제점에 대한 설문 조사결과는 60%이상이 일주일에 한번 쇼핑하며, 즐겨 찾는 쇼핑코너는 식료품, 의류가 총 응답의 80%를 차지하고 있다.

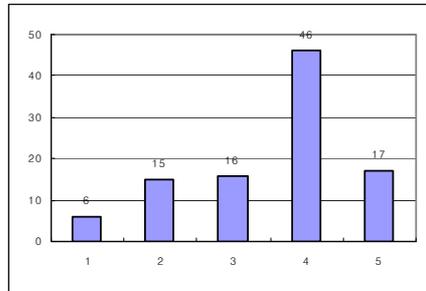
본 설문조사는 쇼핑서비스지원 로봇의 디자인 전개 시 필요한 기초자료로서 사용자의 로봇에 대한 선호도, 쇼핑의식, 로봇에 대한 이미지 등을 조사한 것으로 먼저 사용자의 쇼핑의식을 조사하였고, 그 다음 가상의 쇼핑서비스지원 로봇의 선호 이미지, Needs 등의 조사를 실시하였다.

다음은 가상의 쇼핑서비스지원 로봇에 관한 질문과 그에 따른 설문 결과이다.

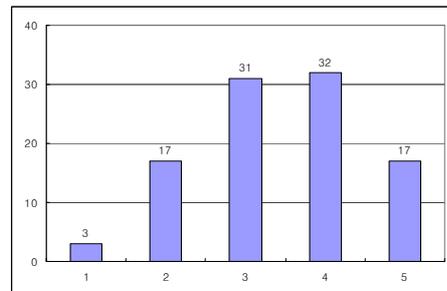
- 1) 출입구에서 고객을 맞아 인사한다면 어떨까요에 대한 질문에 전혀 안좋다 6%, 안좋다15%, 보통이다 16%, 좋다 46%, 매우좋다 17% 로 답하고 있다. 여기에서는 긍정적인 답과 부정적인 답이 거의 비슷하게 나타나고 있다.
- 2) 유아 동반시 자녀를 로봇에 대운다면에 대한 질문에 전혀 안좋다 3%, 안좋다17%, 보통이다 31%, 좋다 32%, 매우좋다 17% 로 답하고 있다.
- 3) 쇼핑 목록을 로봇에게 읽어주면, 로봇이 알아듣고 상품 있는 곳으로 안내한다는 질문에 안좋다3%, 보통이다 9%, 좋다 57%, 매우좋다 31% 로 답하고 있다.
- 4) 구매할 상품의 “위치” 를 로봇이 가장 가까운 길로 안내한다는 질문에 안좋다1%, 보통이다 13%, 좋다 56%, 매우좋다 30% 로 답하고 있다.
- 5) 구매하고자 하는 상품(구매 물건)에 대한 유용한 정보(원산지,유통기한 등)을 로봇이 알려준다는 질문에 안좋다1%, 보통이다 17%, 좋다 47%, 매우좋다 35% 로 답하고 있다.
- 6) ‘상품의 가격’ 을 로봇의 모니터에 표시하여 이용객이 검색할 수 있게 한다는 질문에 안좋다2%, 보통이다 15%, 좋다 47%, 매우좋다 36% 로 답하고 있다.
- 7) 카트에 집어넣은 ‘상품의 가격’ 을 로봇이 자동으로 계산해 준다는 질문에 전혀 안좋다 1%, 안좋다1%, 보통이다 8%, 좋다 37%, 매우좋다 17% 로 답하고 있다.

8) 로봇이 매장의 놀이방에서 이용객의 아이들과 놀아준다는 질문에 전혀 안 좋다 8%, 안좋다19%, 보통이다 28%, 좋다 34%, 매우좋다 11% 로 답하고 있다.

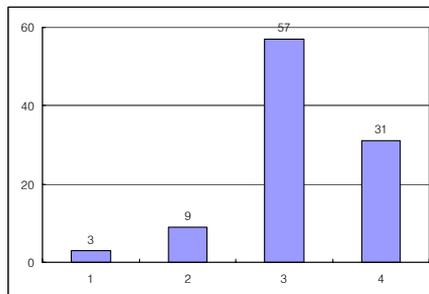
(1 전혀 안좋다, 2 안좋다, 3 보통이다, 4 좋다, 5 매우좋다)



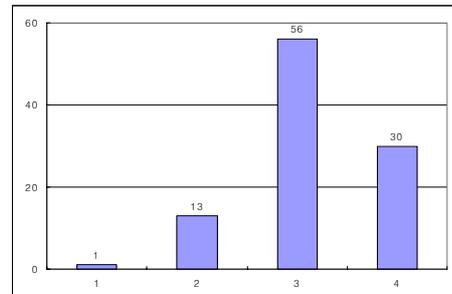
1) 출입구에서 인기기능



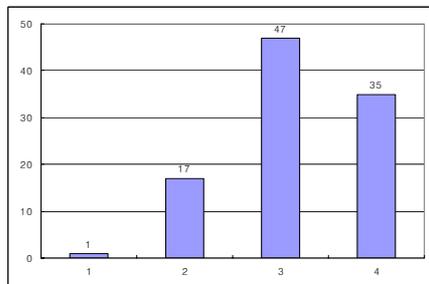
2) 자녀를 로봇에 태우는 기능



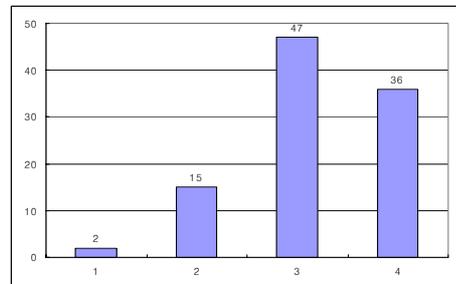
3) 쇼핑목록을 인식하고 안내하는 기능



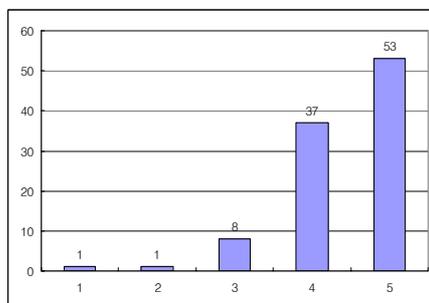
4) 상품의 위치를 안내하는 기능



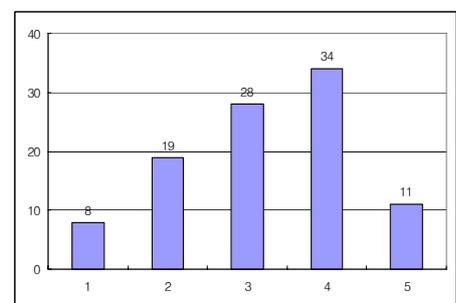
5) 상품정보를 알려주는 기능



6) 상품가격을 모니터 표시 기능



7) 상품가격을 로봇이 자동 계산



8) 아이들과 놀아주는 기능

그림5-1 소비자 설문조사 결과

선호하는 로봇의 디자인 형태에 대한 질문에서는 남성을 닮은 형상의 로봇 7%, 여성을 닮은 형상의 로봇 20%, 카트의 공간을 넓게 만든 기능적 로봇 33%, 카트 공간이 넓고 아이를 태울 수 있는 로봇 15%, 로봇이 별도의 카트와 유모차를 달고 다니는 로봇 7%, 첨단 이미지를 보여주는 로봇 16%로 답하고 있다.

또한 쇼핑카트의 사용 시 불편 사항으로는 32.5%가 방향조절이 가장 많이 어렵다고 응답했으며, 쇼핑 시 가장 어려운 점으로는 원하는 상품을 바로 찾기 힘들다가 22.6%로 가장 많았다. 쇼핑 서비스 지원 로봇 기능에 대한 설문 조사결과는 쇼핑로봇의 구입 목적에 대한 물품 안내에 대한 긍정적 대답이 89%로 나타났으며, 구매할 상품의 위치 안내에 대한 긍정적 답변도 86%로 나타났다. 선호하는 로봇의 디자인 형태에 대한 응답에서는 49%가 카트 이미지를 선호하였다

본 설문조사를 통해 얻어진 결과는 가상의 쇼핑서비스 로봇의 필요기능과 선호하는 이미지 도출을 통해 디자인에 반영하기 위함이다. 이에 도출된 결과로는 출입구에서 인사 기능과 자녀동반에 따른 보조기능, 쇼핑목록 인식 및 정보제공, 상품의 위치 및 정보제공, 상품의 자동 계산 기능, 아이들과의 오락 기능 등이 쇼핑고객들이 가상의 로봇에게 원하는 기능으로 분석 되었다. 또한, 쇼핑공간에서 사용자의 선호하는 로봇의 이미지 성향을 분석하여 디자인에 반영하였다.

다양한 형태의 쇼핑서비스지원 로봇의 이미지를 요구하나 그중 현재의 카트 기능과 로봇이 접목된 형태의 로봇을 선호하는 것으로 분석되었다. 이는 로봇의 디자인 전개 시 반영되어 최종 쇼핑서비스지원 로봇의 이미지를 통해 확인할 수 있을 것이다.

## 5.2 쇼핑행태분석에 의한 로봇 기능 도출

### 5.2.1 쇼핑행태분석

본 연구에서는 쇼핑환경에서 우리생활을 도와줄 수 있는 쇼핑 지원로봇의 상품화를 위해서 쇼핑시 요구되어지는 로봇의 기능을 도출하기 위해서 사용자의 소비 행태분석을 통한 컨셉 도출을 위한 기초 가이드 라인을 제시하는데 있다. 본 연구에서 개발될 쇼핑 서비스지원 로봇은 대형 할인 매장에서 사용될 지원 서비스 로봇이다. 현재 각국에서 많은 가정용 개인 로봇의 개발에 목표를 두고 많은 연구를 하고 있다는 것은 많은 언론 매체를 통해 알 수 있다.

그러나 현재 시중에서 판매되고 있는 개인용 로봇은 토이용 로봇과 가정용 로봇청소기 이외는 실제 상업화가 진행된 사례를 그리 많지 않은 것이 현실이다. 그 이유는 현재의 기술로 휴머노이드(Humanoid)타입의 로봇은 아직 가정용이나 개인용의 상업화가 가격에 의해 시장성이 떨어지며, 실제 로봇이 사용되어질 장소나, 활용도 등에 아직은 적합하지 않은 것이 이유일 것이다.

이에 본 연구에서는 현재 로봇산업의 기술 추이를 통해 현재의 로봇기술은 휴머노이드 타입의 로봇이 인간과 같은 행동양식을 표출하기에는 아직 시기적으로 이르다고 판단하며, 상용화되기에는 기술의 발전이 좀더 필요하다고 판단, 현재의 실제 가정이나 개인에게 적합한 로봇으로 현재 가장 먼저 서비스 지원 로봇의 진출 가능한 부분을 대형 할인매장의 쇼핑서비스지원로봇이라 생각하였다.

현재의 대형 할인매장은 로봇의 많은 기능이 발휘될 수 있으며, 로봇의 역할인 인간의 편의를 도모하는 부분에 충족 될 수 있다. 먼저, 대형 할인매장이란 쇼핑센터의 일종으로 내부 장식을 하지 않은 창고형 매장과 기존 매장에서 유통단계를 줄여 할인된 가격으로 물품을 공급하는 디스카운트 스토어 두 가지 형태를 말하며, 구매 고객은 박스 단위의 생필품 포장 식음료, 문구, 일반용품 등을 카트를 이용하여 쇼핑하고, 배달은 해주지 않으며 점원은 계산대에서 계산하여 쇼핑백에 담은 역할만 하는 것을 말한다.<sup>66)</sup> 그중 현재 확산되고 있는 대형 할인매장은 창고형 매장 형태보다는 디스카운트 스토어 형태가 일반적이다. 또, 국내 대형 할인 매장의 특징은 식품류를 약 50% 정도 취급하면서 유럽의 하이퍼마켓과 같은 특징을 갖으며, 점포의 위치는 도시 외곽지역에 위치하여 점포의 분위기보다는 상품 가격의 저렴성에 초점을 맞추고 있다. 또한 할인 매장의 인

66) 안태형, 일산 신도시 대형 할인매장의 고객 유치효과에 관한 연구, 연세대학교 생활과학 연구소, 1998

원 비중을 2.9%로 최소화 하여 셀프 서비스에 중점을 두고 있다. 국내 대형할인 매장의 특징으로 매장을 이용하는 대부분의 소비자들은 동반한 유아의 탑승을 비롯해서 구입물품의 운반을 위해 쇼핑카트(shopping cart)를 사용하여 구입, 물품을 차량까지 운반한다.

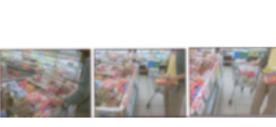
대형 할인 매장의 급속한 성장은 끊임없이 변화되는 소비자의 소비욕구에 근간을 두고, 이중 소비자의 상대적으로 저렴한 상품의 가격 수준에 대한 욕구이며, 그 외 상품의 다양성, 이용의 편리성 등의 소비욕구를 들 수 있다.

본 연구의 주 대상인 소비자의 욕구 변화에 따른 소비 행태의 분석은 실제 할인 매장 이용 고객의 소비 행태를 분석하여 공통점을 분석하고, 이를 구매 행태의 통상적인 행동양식으로 구분 하였다. 피 실험자는 4개 지역의 대형 할인매장을 이용하는 구매자 5명을 대상으로 쇼핑을 위한 도착에서부터, 최종 귀가를 위한 차량 탑승까지의 일련의 행태를 조사하였다.

표5-1 쇼핑행태분석 피실험자

성 별	나 이	직 업	이용경험	특 징	쇼핑시간
여	49	전업주부	월 3회 이상	- 쇼핑시 항상 구매 목록을 작성하여 물품을 구매	1~2hr
여	25,24	대학생	월 5회 이상	- 구매 물품의 계획구매와 총동구매 빈번.	1~2hr
여	30	회사원	월 5회	- 고소득 업종의 싱글족으로 잦은 이용 - 야간에 주로 이용	1~2hr
여	51	전업주부	월 1회	- 주로 거주지의 상가를 주로 이용	1hr

표5-2. 쇼핑행태분석 결과표

액션	사진	이벤트	고려사항	개선안
대형할인마트도착		카트수령 -방향이동 입구방향으로 민다.	카트를 꺼낼 때 주위 사람과 부딪히지 않도록 주의한다. -동전 카트인 경우 미리 동전을 준비	카트를 꺼내는 동작을 충분히 안전하게 할 수 있는 공간 필요 -동전 카트 이용의 번거로움 해소
마트입장		마트입구 및 입장 -매장 왼쪽편 부터 시작한다.	쇼핑하기에 편리한 진행방향의 결정 (왼쪽으로 돌 것인가 오른쪽으로 돌 것인가)	효율적인 쇼핑 진행방향 안내 -물품배치도 분배
채소코너탐색		필요한 채소가 있는지 훑어본다. -관심 품목으로 다가간다.		
천원경 양상추		진행방향의 반대 쪽 천원경 채소코너로 다가감	진행방향 변경 시 다른 사람과의 카트 진로 고려	
일반 양상추		다시 진행방향 쪽으로 카트를 돌려 일반 채소 코너로 돌아옴 -양상추의 크기, 상태, 가격 비교함	진행방향 변경 시 다른 사람과의 카트 진로 고려	
호박죽 시식코너		호박죽 시식코너 발견 -담당판매자로부터 호박죽의 정보 획득 -시식후 구매	원하는 양을 판매 담당자에게 알해주고 가격표가 붙은 바코드를 붙여줄 때까지 대기	물품선택, 가격표붙이기, 계산 과정으로 간소화
양념쇠고기구매		쇠고기 코너 탐색 -종류별 상태 탐색 -가격비교 -코너 담당자로부터 상품 정보 획득	원하는 양을 판매 담당자에게 알해주고 가격표가 붙은 바코드를 붙여줄 때까지 대기	물품선택, 가격표붙이기, 계산 과정으로 간소화
물건찾아이동		매장 바깥쪽 큰 통로에서 매장 가운데 쪽 좁은 통로의 방향으로 진행  -필요한 물품이 있지, 어떤 제품이 나왔는지 둘러 보면서 탐색	동선이 험하지 않도록 해야 한다.  -다른 쇼핑자들과 물이나 카트가 부딪히지 않도록 주의	효율적인 동선에 대한 탐구와 안내 필요  쇼핑진행에 관한 일관적인 통일된 방향 제안
할인 유제품		할인 요거트 발견 -제품과 가격비교 및 선택	유제품 유통기한 점검	

할인 유제품		할인 우유 코너로 다가감 -제품과 가격 비교 및 선택	제일 아래 선반에 놓인 우유선택 -> 허리를 많이 구부려 든다. -더으로 주는 물품들 이 우유유통기와 함께 테이프로 들들 감겨 있다.	집기 편한 선반 위치에 대한 개선
둘러보기		필요물품이 있는지 둘러보기		
할인 음료탐색		할인 판매중인 음료 발견 -가격비교	꼭 필요한지 고려	
카트 되돌리기		계산대로 카트를 가져가다가 다시 돌려 쇼핑	더 필요한 물품이 있는지 고려 -진행 방향을 거스를 때 충돌주의	
시식코너		냉동식품 시식코너 발견 -시식 후 가격 비교 -구매결정	냉동식품의 유통기한 확인	
방향전환진행		구매예정인 물품을 담고 카트를 돌려 계속 쇼핑 -계속된 쇼핑	코너 모퉁이 주의 -타 쇼핑자와의 충돌 조심	
둘러보기		바진 것이 없는지 다 둘러보기 -통로를 지나며 양 측 번갈아 보며 탐색	카트 충돌주의	
떡 판매코너		떡 판매 코너 발견 -떡 시식 -구매 결정	시식을 원하는 사람들 이 많을 시, 시식을 위 해 카트와 함께 옆에서 대기	
달걀 코너로 진행		달걀 판매 코너로 카트 앞면서 진행	좁은 통로에서 병목현 상 발생 -타 쇼핑자와 충돌주 의	다른 진행경로 안내 -더 넓은 통로 확보
달걀구매		제품명, 가격명 달걀 탐색 구매 -구매결정	들어 볼 때, 깨지지 않도록 주의	
속 구매		속 상태와 양에 따라 제품 결정		
채소코너		채소 코너를 한번 다 돌아봄		

과일코너		과일 코너 둘러보기 가격과 과일 상태 탐색	구매를 원할 시 그램 수 및 가격표 바코드 받아야 한다. 개수 별로 가격 매겨져 바코드 부착이 필요한 항목도 있다.	
할인채소품목		할인 채소 코너 발 견 상태와 가격 점검		실시간 제품이므로 확한 입고 정보가 필 요
계산대로돌아진행		다시 과일 코너를 지나 계산대 쪽으로 향한다. 진행도중 할인 스넵 드종류를 선택 다시 카트를 들고 계산대로 향한다.	계산대로 가는 가장 빠른 경로 고려	
계산대로가기		계산대 당도 카트를 세우고 계산 대 앞에서 순서를 기다림 계산 대기	어느 줄이 가장 빠른지 고려하고 계산대 선택 타 쇼핑자와 경로가 얽 히지 않도록 주의	
상품검토		상품을 가져와 카트 에 담으려다가 유통 기한을 점검한다.		
상품검토		더 최근의 상품이 없는지 다시 되돌아 가서 검색한다. 선택한 제품을 카트 에 실는다.	타이밍 고려	
계산순서대기		카트와 함께 서서 계산순서 기다리기	이전 계산자와 카트가 부딪히지 않도록 한다.	바로이전 계산하는 쇼핑 자와의일정 간격 유지
계산대에 올리기		선택한 물품들을 모 두 계산대위에 올리 는다.	이전 계산자의 제품과 섞이지 않도록 주의 모든 물품을 올려야 하 는 번거로움 선반이 좋다.	넓은 선반 바코드를 인식하는 카트 를 이용한 자동 계산
가격확인		카운터 직원: 모든 물 품 바코드 제거 참 표, 지불가격 확인 계속 물건 정리		
쇼핑백 준비		가져온 쇼핑백을 꺼 내어 물건을 담는다.	계산이 잘 되고 있는지 확인 해가며 물품을 담 는다.	

계산하기		물품을 담다가 금액 지불 신용카드 이용 카운터직원의 계산 처리 진행		
쇼핑백담기		담은 쇼핑 물품들을 다시 카트에 담는다. 카드결제 싸인을 하고 직원으로 부터 잔금과 영수증을 받는다.	쇼핑백과 잔금 영수증을 발라 쟁겨야 함 다시 카트로 가져가는 번거로움 발생	
물건운반		카트에 담은 쇼핑백이 쓰러지지 않도록 정리 받은 장금과 영수증을 지갑에 제대로 넣는다.	쇼핑백으로부터 물품들이 흘러나오지 않도록 주의 계산이 제대로 되었는지 재빠르게 확인	
매장외부코너		카트를 돌려 출구 쪽으로 향한다. 매장 외부 제품 코너 스키밍	이미 지불한 물품과 섞이지 않도록 한다.	
빙과류할인코너		아이스크림 할인 코너 발견 원하는 품목 고르기		
빙과류 계산하기		아이스크림 계산 바깥 매장 전용 계산대에서 계산	외부 계산대 확인	
잔돈확인		잔금과 영수증 챙기기	다시 카트와 함께 서서 지갑에 넣는다.	
카트제지리에		카트를 원래 놓인 자리로 가지고 간다 다시 한번 지갑확인 카트로 부터 쇼핑백 꺼낸다. 카트를 밀어 넣는다.	카트가 놓인 장소는 사람이 많이 몰리는 곳이므로 정지 시 타 쇼핑자들의 진로방해가 발생될 수 있다. 카트 넣는 동안 쇼핑백들을 바닥에 둘 때 쓰러지지 않도록 유의한다.	
쇼핑물품운반		쇼핑백 다시 주워들고 에스컬레이터로 이동	비닐 쇼핑백이므로 걸당 할 수 있는 무게인지 고려	
쇼핑완료		에스컬레이터 탑승하여 지상 출구로 향한다. 쇼핑완료		

본 연구의 행태분석은 로봇의 필요기능과 사용 환경, 발생될 문제등과 같은 실제 쇼핑 서비스지원 로봇의 디자인 전개 시 필요한 needs도출의 중요한 자료가 되었다.

사용자의 소비행태는 크게 ①매장 도착과 카트수령 ②카트를 끌고 매장 이동 ③구입 물품 검색 및 물품 카트 내 수납 ④구입 물품의 계산 ⑤카트의 반납과 귀가 등 총 5개의 행동으로 표출 되었다.



그림5-2 쇼핑매장에서의 소비행태

위와 같은 소비자 행태는 쇼핑지원 로봇의 사용에 있어 사용자의 소비행태를 도출 할 수 있었으며, 이를 토대로 사용자 쇼핑행태 구조도를 작성, 실제 쇼핑 시 필요한 쇼핑 서비스지원로봇의 기능들을 도출 할 수 있었다. 그리고 쇼핑구조도를 통하여 사용자가 로봇에 대한 필요 기능(Needs)을 도출 할 수 있었으며 본 자료를 토대로 가상 쇼핑 시나리오를 접목, 로봇의 가상 지원 기능을 도출 할 수 있다.

또한, 실제 사용자의 소비행태를 통해 로봇에게 구현될 고려사항들을 분석할 수 있었으며, 이는 지원 로봇의 개발방향을 유추 할 수 있는 기회가 되었다. 특히, 각각의 행태에서 상위의 6가지 소비행태를 기준으로 많은 하위 기능이 도출 되었는데 사용자 행태에서 ③구입 물품 검색 및 물품 카트 내 수납 부분에서는 총 24가지의 세부행태가 도출되었고, ④구입 물품의 계산에서는 총 16개의 세부 행태를 도출되었다.

도출된 쇼핑행태는 로봇의 필요 니즈를 분석할 수 있는 중요한 자료이며, 가상 쇼핑서비스지원 로봇의 필요 기능(needs)을 도출하기 위한 근거가 될 수 있었다.

표5-3. 가상시나리오 기반 쇼핑로봇 필요 기능 도출

Consumption behavior	Problems discovered	Hypothetical function of shopping service support robot
I. arriving at the market and receiving a cart		
a cart receiving personally by inserting a coin and by a staff	- difficult to know cart-location - if purchasing small, carts unnecessary	- auto driving itself or half-auto - printing out an information map of a whole market - informing where goods are - automatically providing to customers at an entry - checking whether they select by buying amount

<b>2. moving to displayed shelves pulling a cart</b>		
moving to the shelf by purchasing list and considering the items	- inexperienced people: they don't know market information	- delivering market-info (in/exterior, items, events)
checking where goods are by info-maps and experiences → and then moving	- impossible to know product-location - time-wasting occurred when purchasing a single item	- informing item-locations -examining the shortest way according to input purchasing-lists and presenting the courses
<b>3. retrieving where the shelf of buying items is and putting purchasing items into a cart</b>		
checking description and text of item-information	POP, copy, shortage of info-maps	- presenting and delivering robot advertising copy
choosing one after checking item-info being supported by a staff if necessary	-shortage of current staff at the market -possible to occur a problem when urgent-calling	-staff-calling by pushing an urgent calling button -automatically checking and presenting whether in stock
mostly choosing goods by customers' experiences	conveying new product information	-conveying new product information -auto-moving location of purchasing item
bar-coding for calculation according to amount	time-wasting occurred according to individually figuring the amount cost out	-connecting to the shelves -automatically grasping the amount and figuring the cost out -figuring how much the cost is out by a robot bar code itself
when moving on, more interested in event items	- when retrieving the items, wasting-time may be occurred - concentration at the corridors may be occurred	-when customers stop, automatically determining the location -operation for minimizing touch-frequency one another
more interested in fresh goods details	easy to know product details	-presenting products' details and info -automatically choosing-function by comparison/confirmation
when moving a carts and controlling it, inconveniences occurred	in case of old people and women, controlling a cart isn't easy. inconvenience at a narrow corridor	-if necessary, performing as a walker for the handicapped or the old -recognizing forward congestion and auto-moving -recognizing walking speed of customers and automatically maintaining it
reluctant to select items on the shelf at a congested corridor	reluctant to approach items on the shelf at a congested corridor	-presenting the location of product shelves -automatically conveying the location of the next buying item
selecting personally purchasing items → receiving	coming back after picking up an item ,far from the current location, separately from the cart	-minimizing moving action by auto stand-by function and calling function for customers
when cart-turning, more space needed	when purchasing in great quantities, getting bigger turning radius	-function of grasping forward obstacles and evading them -when obstacles appeared, previously bringing customers notice and suddenly stopped
difficult to control with a single hand when moving	-difficult to control hard to keep pace in case of phoning or etc. -inconvenience occurred when moving on the moving-walk	-half-auto controlling and auto operation -auto recognition when customers conducting others -safe operation on the moving-walk or other equipments
<b>3-1 selection after retrieving products according to purchasing itemsorts</b>		
if differences discovered when moving, choosing or changing	if differences from selected goods are discovered, frequently changing	-comparing merits/demerits of buying list(price, due date, etc.) -re-calculation according to changing items
in case of fresh groceries, selecting an item though staff's assistance	-in case of fresh groceries, staff's assistance required -not easy to know the details	-function of calling a staff by using an urgent calling button -presenting purchasing lists and printing them out
bar-coding according to the amount after purchasing products	waiting time longer when accounting	-automatically printing out the amount andbill
when selecting goods to taste, customers' experiences affect	-hard to know immediately where goods I want are -confirmation for the location required	-giving a priority when a customer asks a certain information of a product -searching and showing the location -directly informing one's preference (keeping a customer's walking speed)
according to shelf location, selecting goods turns to be different	hard to know the location of product shelves that customers want	-informing the location of goods -comparing item features / informing events being held
<b>3-2 searching and selection according to the environment</b>		
at a single area for the same item, a cart may become more distant from a customer	a customer separately shops from a cart	- auto cognizance of the shelves of the same item - auto cognizance of a customer's movement
putting an item and then moving to another section	do not know where the next product one wants to pick is	- showing the next goods to buy according to inputting the purchase list (directly inputting or using another device)
differing each behaviour according to different packaging types(eg. bunch or box, etc.)	shortage of cart space	- if Box-type items, receiving at the counter after inputting the order -if big volumed items, ordering while shopping and then receiving at the counter
<b>3-3 searching other items once retrieving completed</b>		
moving just to a preference shelf	wasting time occurred because of many changes of moving direction	-providing other services according to each mode (auto, semi-auto, manual) -delivering information of other items
food sample at a tasting section and its details are	being congested at the corridor because of tasting food	-informing events being held

required at the same time		-altering moving way by the function of auto traffic cognizance forward -maintaining passing without a hitch
requirement the details of one's preference to a staff	difficulty to call a staff difficulty to recognize the location of the preference	-calling a staff by pushing an urgent button -inputting preferences and the details showing
<b>3-4 keep searching at the same location where one chose the others previously</b>		
given details of one's preference being separate from a cart because of searching	cart-congestion by individual purchasing	-when being separate from a robot because of individual behaviour, automatically searching the customer -grasping forward situation and moving to avoid
moving to the quiet corridor in order to avoid congestion	inconveniences at the congested corridor	-avoiding congested corridor -confirming the shortest way for purchasing items -auto cognizance of forward situation and auto moving
<b>4. counting of purchasing items</b>		
searching the way to the counter for paying account	difficulty to check distance from current location to the counter	-figuring the shortest way to destination out/presenting it -automatically representing the countered bill of shopping goods(immediately)
searching a counter and moving to there as pulling a cart for the fastest accounting	inconvenient waiting-time when putting many into a cart, cart-controlling be hard	-counting / paying automatically items in a cart -auto changing controlling modes according to the amount(auto, semi-automatic, manual)
waiting in order	order changing while waiting if there is an extra purchase	-re-paying account caused by auto-counting and extra purchase
for accounting, items place on the counter	if buying many, small space of the counter makes inconvenience	-auto packing function(vinyl / paper box/ shopping bag) -automatically delivering the information of products and accounting
moving to pack as checking items when accounted	inconvenience when moving to pack/deliver	-automatically paying account
choosing a method to pack registered goods (with vinyl, paper, shopping bag)	-determining whether pulling a cart according to packing methods -difficulty to pull a cart according to packing types	-auto packing function of robot -receiving Box-type after ordering many items in advance
informing the amount payable and choose how to pay	signing, saving points, and reconfirming items etc. result to time wasted	-auto payment system / cash payment -auto printing of bill in robot itself
arranging goods inside a cart for individual package and delivery	choosing how to pack considering car-delivery inconvenience occurred when pulling a cart because of different packing method	-auto packaging and directly moving to one's car -auto packaging of box-type goods and putting into one's car
reconfirmation of payment	cart waiting time occurred hard to recognize if already packed	-auto accounting and printing receipts out
<b>4-1 pulling a cart to one's parked car</b>		
moving to car parking area as pulling a cart with purchased goods inside	hard to control a cart if it's filled	-driven automatically/ semi-auto/ manually, according to customer's requirement -cognizance of one's walking speed / auto driving
while moving, searching and waiting for extra purchase	a stopped cart when extra purchase's occurred ->congestion of corridor occurs	-functions of auto forward cognizance and removal of congestion -another payment account when there's extra purchase
hard to drive a cart if it's full of goods	hard to drive a cart if women or the old do	-auto cognizance of one's walking speed -performing as a medical equipment (for the old or the handicapped)
moving a cart to car parking area	-hard to drive a cart as moving -when it's raining, inconvenience to move	-safely working facilities such as a moving walk -keeping goods from rain as moving to car park area
moving to exit in order to deliver paid goods by oneself	hard to know where to return a cart	-easy to put goods in because of open/close a basket function
<b>4-2 putting packed goods into one's car</b>		
moving to a parked car and putting goods in	trouble to put good into a car trunk (according to goods' condition or size)	-once completing to put goods into a car, coming back automatically by a command -providing transportation info and supporting customer's convenience
after completing to put goods into a car, searching where to return it	hard to know where to return a cart	-automatically coming back -examining itself and start servicing again
<b>5. returning a cart and coming back home</b>		
after returning a cart, moving to the car	if it's far, returning a cart may be inconvenient	
coming back home		

### 5.2.2 쇼핑지원 로봇디자인 필요 기능 도출

로봇에 대한 니즈는 로봇에게 바라는 가치 또는 로봇을 구매하고자 하는 이유로 볼 수 있다. 로봇을 개발하고 디자인하는 과정에서 사용 대상자들의 니즈를 파악하여 반영하는 것은 반드시 필요한 프로세스이다.

앞에서 언급된 행태분석에서 도출된 각 단계별 문제점 도출에 따른 로봇 개념을 접목하여 가상 쇼핑 지원 로봇 니즈를 각 단계별로 도출하였다. 그 중 정보전달 니즈와 조종-작동에 관한 니즈 20개는 사용빈도가 높은 니즈로서 구분하였다.

또한, 설문조사 결과에서 총 11개의 니즈를 도출 했다. 특히, 행태분석에서 도출된 니즈와 일부 중복되는 것이 나타났는데 이는 다른 어떤 니즈보다도 우선적으로 로봇 개발시 적용되어야 한다. 특히, 니즈 도출의 실제적인 상관관계를 알고 가상시나리오를 반영한 쇼핑지원 로봇의 니즈 구조도를 작성 할 수 있었다.

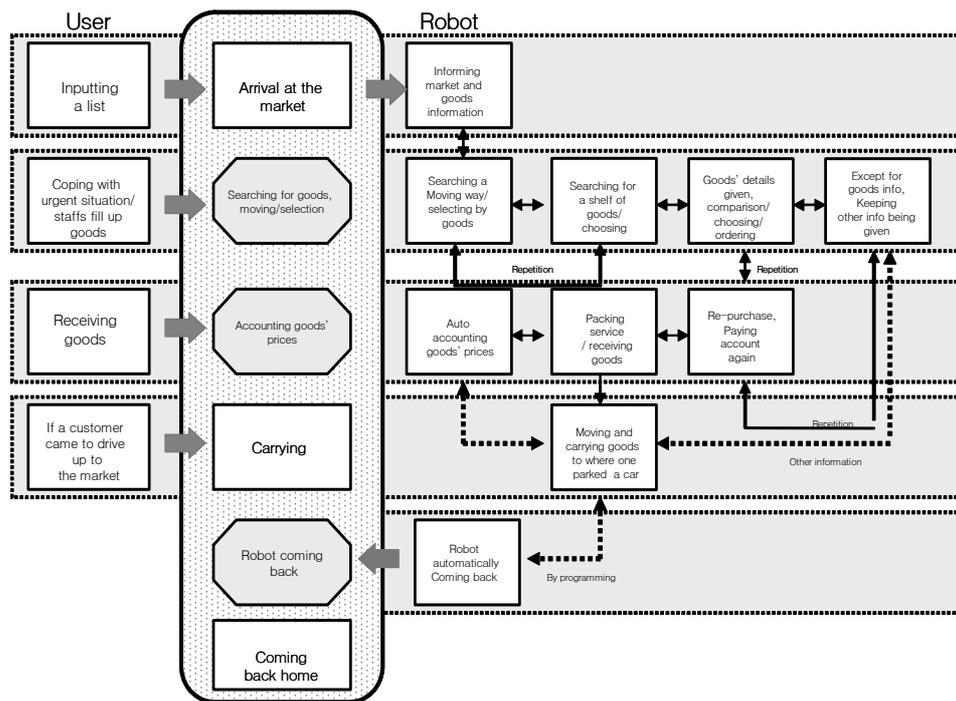


그림5-3. 가상 시나리오를 활용한 쇼핑 지원 로봇 기능 구조도

본 쇼핑서비스지원 로봇의 가상시나리오는 기존 소비자의 쇼핑행태분석에 따른 일련의 프로세스를 적용하면서 각 단계별에 로봇의 활동에 따른 가상의 시나리오를 완성하였고, 이를 로봇에 반영하여 전개하였다.

먼저 가상 시나리오는 매장의 도착에 따른 로봇의 자동 선택과 쇼핑목록의 입력 및 쇼핑 시 보조업무 수행, 자동적인 물품의 정보제공 및 계산, 자동운반과 포장 지원, 자동적인 로봇의 복귀 순으로 전개가 될 것으로 예상하였으며, 이를 과 같은 사용자와 지원 로봇의 기능과 가상 시나리오에 따른 로봇의 필요 니즈 구조도로 완성할 수 있었다.

표5-4. 쇼핑행태에 대한 Basic Activity 도출

상 황		Activity	Basic Activity	
이 동		소비자 만남	물건 탐색	
		소비자 헤어짐		
		제자리 돌아감	소비자 관계	
정 보	물 품	물품품질에 대한 정보	정보커뮤니케이션	
		물품가격에 대한 정보		
		물품품목에 대한 정보		
	계 산	중간계산		정보처리
		총계산		
	처 리	비교분석		

가상 시나리오를 통해 도출된 로봇의 기능은 앞서 분석된 사용자의 소비행태와는 다른 사용자의 쇼핑을 위한 모든 일련의 행동이 로봇으로 대체 된다는 것을 알 수 있었으며, 실제 사용자의 역할은 좌측의 사용자 그룹의 행동으로 축소 된 것을 알 수 있다. 또한, 지원로봇의 행태에서는 각 단계별 세부적인 기능 니즈가 도출 되었고, 이는 공통적으로 로봇의 기능 니즈로 반복적인 기능들이 발생된다는 결과를 얻을 수 있었다.

여기에서 각 상황에 따른 세부 행동을 도출한 결과 제자리 돌아감, 물품품질에 대한 정보, 물품가격에 대한 정보, 물품품목에 대한 정보, 중간계산, 총계산 이라는 세부행동이 도출되었으며 각각에 해당되는 Basic Activity을 도출하였다. 그 결과 물건 탐색, 소비자 관계, 정보커뮤니케이션, 정보처리 등이 해당되었으며, Basic Activity에 해당되는 각각의 필요 GUI 기능을 도출하였다. 또한, 각 기능에 대한 자율구매방식과 자동 구매방식으로 분류하여 필요 GUI 기능 구조도를 제안하였다. 본 연구에서는 자동구매 한정하여 연구가 진행될 것이다.

BA	물건탐색	분류	Goal	쇼핑하기
context	쇼핑을 위한 환경 조성 가족과 함께 쇼핑경우		Situation	이동
	Life Scenario		필요 GUI 기능 도출	
	좋은 물건 구매한다.		구내	
	다른 물건들과 품질 비교한다.		물품	
	다른 물건들과 가격 비교한다.		물품	
	무거운 물건을 운반한다.			
	구매 물건을 빨리 이동한다			
	베스트 물품 및 이벤트 정보를 습득한다.		추가구매	

BA	소비자 관계	분류	Goal	쇼핑하기
context	쇼핑을 위한 소비자 환경 조성		Situation	이동
Life Scenario		필요 GUI 기능 도출		
소비자와 접촉한다. - 처음 소비자 만남 - 쇼핑 중 의사 전달 - 포장 물건 전달		감정에 의한 Automation Automation 포장		
소비자와 헤어진다.		종료		
원위치로 돌아간다.		종료		
소비자 위치 파악 - 최단 쇼핑 위치 - 현재 쇼핑 위치 - 쇼핑 중 다음 위치 파악		Automation Automation Automation		
BA	정보 커뮤니케이션	분류	Goal	쇼핑하기
context	좋은 물건 구매를 위한 환경 조성		Situation	정보
Life Scenario		필요 GUI 기능 도출		
물품 품목 정보를 전달한다. - 수동적 물품 구입 - 자동적 물품 구입		물품		
물품 품질 정보를 전달한다. - 날짜, 제조사, 연락처, 특징, 주의사항 등		물품		
베스트 물품 정보를 전달한다.				
나쁜 물품 정보를 전달한다.		구매취소		
음성정보 정보를 전달한다.				
BA	정보처리	분류	Goal	쇼핑하기
context	좋은 물품구매를 위한 환경 조성		Situation	정보
Life Scenario		필요 GUI 기능 도출		
계산을 한다. - 중간 계산 - 총 계산		계산		
물품을 비교 분석한다. 수시로 정보를 알려준다. - 예상 비용을 초과 - 적정 품질 아님 - 다른 위치 이동시 - 베스트 물품 정보 - 고장시- 직원 호출		물품  Automation		

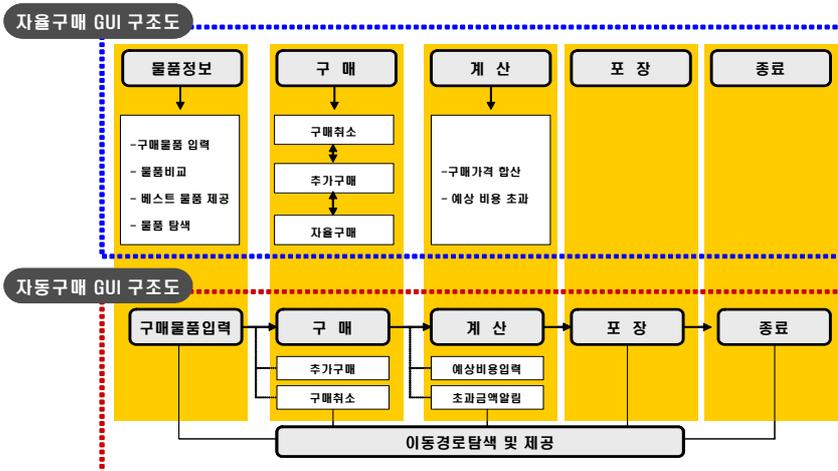


그림5-4. 필요 GUI 기능 구조도

### 5.3 HRI 요소 도출

본 연구에서는 설문조사, 행태분석, 쇼핑로봇필요기능 도출 및 GUI 기능도출 까지 연구를 진행하는데 있어서 각각의 쇼핑 구매 단계와 가상 시나리오를 통한 로봇 상황을 알아보았다. 구매단계는 매장 도착과 로봇 수령, 구매필요정보입력, 품목별 구매, 구매종료 및 로봇 반납 순으로 설정하였다. 그리고 품목별 구매단계에서는 구매시작, 구매정보입출력, 이동, 계산, 기타의 5가지의 세부상황으로 분류하였다. 설정된 구매단계에 대한 로봇상황을 나열하였다. 그리고 각각의 상황에 대하여 표현필요가 예상되는 비언어정보를 도출하였다.

표5-5 시나리오기반 로봇 상황별 비언어정보(감정 표현) 도출

구매 단계	로봇 상황	Nonverbal Information	
1. 매장도착과 로봇 수령	_구매자를 대면함	반가움	
2. 구매 필요 정보 입력	_구매 예정 물품의 입력 정보 인지	수긍, 인지	
	_입력 정보에 의한 동선 검색	고민	
3. 품목별 구매	3-1. 구매 시작	_구매 시작 안내	친절함
	3-2. 구매 정보 입출력	_구매 예정 물품의 위치 안내	친절함
		_다음 구매 예정 물품의 안내	친절함
		_구매 예정 물품의 특정 정보 제공	친절함, 편안함(정보 제공)
		_불량 물품 구매 거절	거절
		_추가 구매 희망 물품 정보의 인지	수긍, 인지
		_추가 구매 물품의 위치 안내	친절함
		_필요 제품 정보 부재	미안함
		_비정기 세일 정보의 인지, 제공	신남
		3-3. 이동	_통로의 혼잡도 인지(1)
	_통로의 혼잡도 인지(2)		당황(반복 발생시)
	_신규 동선의 안내 및 회피 이동		친절함
	_보행자 이동 인지(1)		친절함(구매자 동반 여부의 일반적 확인)
	_보행자 이동 인지(2)		당황(구매자의 예정 동선 이탈, 정지시)
	_보행자 이동 인지(3)		화남(구매자의 예정 동선 이탈 반복)
	_이동 대기		따분함, 졸림(정지 상태로 대기)
	_재이동 시작		반가움(이동 개시와 구매자 조우)
	_급정지		놀람, 당황
	3-4. 계산		_구매 물품의 계산(1)
		_구매 물품의 계산(2)	뿌듯함(어려운것을 해냈다!)
		_구매 물품의 계산(3)	당황(구매 예산 초과)
		_최종 수납 인지	감사함
	3-5. 기타	_직원 호출(1)	미안함(자신이 문제해결 불가능)
		_직원 호출(2)	궁금함(구매자의 일반적 호출)
	4. 구매 종료 및 로봇 반납	_복귀 이동 명령 인지	감사함

각 상황에 대한 표현 필요가 예상되는 비언어 정보는 반가움, 수궁, 고민 등 13가지가 도출되었다. 이들 13가지의 비언어 정보에 대한 검증을 실시하였다. 검증은 1차적으로 로봇 전문가 5명을 대상으로 의미분별 척도법에 의해 7척도를 사용하였다. 그리고 값에 대한 평균값을 비교 분석하였다. 분석결과 반가움, 수궁, 거절, 감사함과 같은 정보는 높은 점수를 받는 것으로 나타났으며, 친절함, 미안함, 화남과 같은 정보는 낮은 점수를 받고 있다.

표5-6 로봇 상황별 비언어정보 필요도 평가

구매 단계	로봇 상황	Nonverbal Information	표현 필요정도					합계	
1. 매장도착과 로봇 수령	구매자를 대면함	반가움	7	7	7	7	7	7	
2. 구매 필요 정보 입력	구매 예정 물품의 입력 정보 인지	수궁, 인지	6	6	7	6	7	6.4	
	입력 정보에 의한 동선 검색	고민	6	5	6	6	5	5.6	
3. 품목별 구매	3-1. 구매 시작	구매 시작 안내	친절함	1	6	3	4	4	3.6
		3-2. 구매 정보 입출력	구매 예정 물품의 위치 안내	친절함	1	4	3	2	2
	다음 구매 예정 물품의 안내		친절함	1	4	2	1	2	2
	구매 예정 물품의 특정 정보 제공	친절함(정보 제공)	1	5	1	2	2	2.2	
	불량 물품 구매 거절	거절	7	7	6	7	6	6.6	
	추가 구매 희망 물품 정보의 인지	수궁, 인지	5	5	6	6	5	5.4	
	추가 구매 물품의 위치 안내	친절함	1	4	2	2	3	2.4	
	필요 제품 정보 부재	미안함	2	4	3	2	1	2.4	
	변정기 세일 정보의 인지, 제공	산남	7	4	6	5	6	5.6	
	3-3. 이동	통로의 혼잡도 인지(1)	고민(1~2회 정도 발생시)	2	3	1	2	1	1.8
		통로의 혼잡도 인지(2)	당황(반복 발생시)	7	3	1	2	1	2.8
		신규 동선의 안내 및 회피 이동	친절함	1	4	3	3	1	2.4
		보행자 이동 인지(1)	친절함(구매자 동반여부의 일반적 확인)	1	2	1	2	2	1.6
		보행자 이동 인지(2)	당황(구매자의 예정 동선 이탈, 정지시)	7	6	6	5	4	5.6
		보행자 이동 인지(3)	화남(구매자의 예정 동선 이탈 반복)	1	4	1	2	2	2
		이동 대기	미안함(출입(정지 상태로 대기))	1	3	1	2	1	1.6
		재이동 시작	반가움(이동 개시와 구매자 조우)	5	5	5	6	5	5.2
		급정지	놀람, 당황	7	4	6	6	6	5.8
	3-4. 계산	구매 물품의 계산(1)	친절함(일반적 진행 가능)	1	5	2	3	2	2.6
		구매 물품의 계산(2)	뿌듯함(아려운것을 해냈음)	1	4	2	3	3	2.6
		구매 물품의 계산(3)	당황(구매 예산 초과)	7	5	6	5	6	5.8
		최종 수납 인지	감사함	3	5	3	2	2	3
	3-5. 기타	직원 호출(1)	미안함(자신이 문제해결 불가능)	6	4	3	2	3	3.6
직원 호출(2)		궁금함(구매자의 일반적 호출)	5	4	2	2	2	3	
4. 구매 종료 및 로봇 반납	복귀 이동 명령 인지	감사함	7	7	7	7	7	7	

표5-7 비언어정보의 직관적 의미 평가

	불쾌-----쾌						진정-----흥분							
	-3	-2	-1	0	1	2	3	-3	-2	-1	0	1	2	3
반가움	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
수긍	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
고민	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
친절함	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
거절	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
미안함	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
신남	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
당황	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
확남	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
따분함	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
뿌듯함	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
감사함	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
공급함	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

	불쾌/쾌					평균값
	쾌감자1	쾌감자2	쾌감자3	쾌감자4	쾌감자5	
반가움	3	3	2	3	3	<b>2.8</b>
수긍	1	2	1	1	0	<b>1</b>
고민	0	-1	0	-2	-1	<b>-1</b>
친절함	2	1	1	2	2	<b>1.6</b>
거절	-3	-2	-2	-3	-2	<b>-2</b>
미안함	-1	0	-1	-2	-1	<b>-1</b>
신남	3	3	3	3	3	<b>3</b>
당황	-2	0	-1	-1	-2	<b>-1</b>
확남	-3	-3	-3	-3	-3	<b>-3</b>
따분함	-1	0	0	-1	0	<b>-0</b>
뿌듯함	2	2	2	3	3	<b>2.4</b>
감사함	3	2	3	3	2	<b>2.6</b>
공급함	0	0	-1	-1	-2	<b>-1</b>

	진정/흥분					평균값
	쾌감자1	쾌감자2	쾌감자3	쾌감자4	쾌감자5	
반가움	-1	2	1	2	1	<b>1</b>
수긍	0	0	-1	-2	-1	<b>-1</b>
고민	0	1	1	0	2	<b>0.8</b>
친절함	-2	-1	1	2	1	<b>0.2</b>
거절	2	1	2	2	1	<b>1.6</b>
미안함	1	0	-1	1	1	<b>0.4</b>
신남	3	3	3	2	3	<b>2.8</b>
당황	1	2	2	1	2	<b>1.6</b>
확남	3	3	3	3	3	<b>3</b>
따분함	-1	0	-1	-2	-1	<b>-1</b>
뿌듯함	1	1	2	2	1	<b>1.4</b>
감사함	0	1	1	2	2	<b>1.2</b>
공급함	0	1	1	1	2	<b>1</b>

또한, 참여연구원 5명을 대상으로 “쾌-불쾌”의 감정과, “진정-흥분”의 각성감에 대한 7단계 직관적 평가 실시하였다. 이는 로봇의 표현 감정에 따른 정보의 유형 정의와 향후 뇌파 검증의 동일 기준 비교를 위해서 이다. 여기서 도출된 결과를 X축은 “진정-흥분”으로 Y축을 “쾌-불쾌”로 설정하여 그래프로 나타내면 아래 그림과 같이 3개 그룹으로 나눌 수 있다.

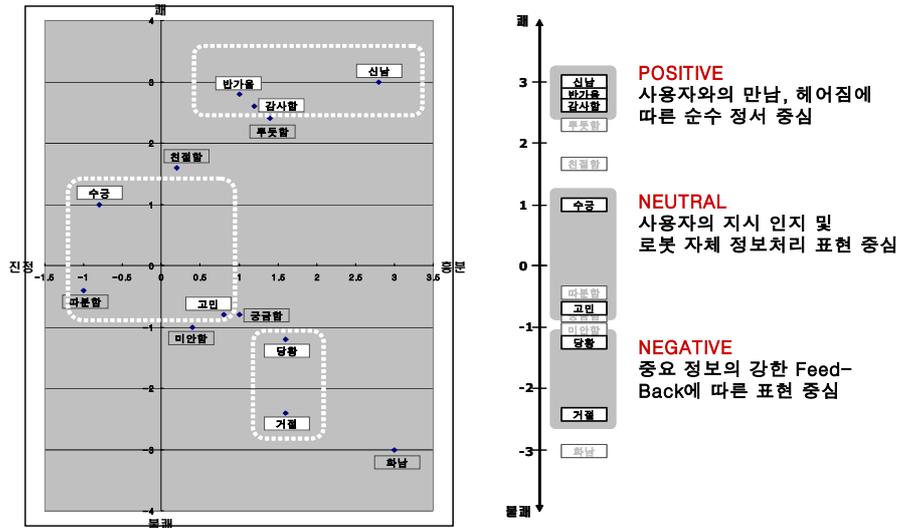


그림 5-5 감정어휘별 직관적 의미공간 분포도

또한, 쇼핑로봇에 중요한 감정요소인 “쾌-불쾌” 필요감정에 대한 직관적 평가를 실시한 결과를 Y축에서만 분석하면, Positive 그룹과 Neutral 그룹, Negative 그룹으로 나누었다. 먼저 Positive 그룹은 사용자와의 만남, 헤어짐에 따른 순수 정서를 나타내는 정보로 여기에는 신남, 반가움, 감사함이 해당된다. Neutral 그룹은 사용자의 지시, 인지 및 로봇 자체 정보처리 표현으로 수긍, 고민이 해당된다. 마지막으로 Negative 그룹은 로봇이 중요정보에 대한 강한 Feedback를 표현하는 것으로 여기에는 당황, 고민이 해당된다.

## 5.4 HRI 요소 기초 설계

### 5.4.1 감정표현 대표 선정

21세기의 로봇 개발방향은 인간에 보다 가까운 감성적인 로봇이라 할 수 있으며, 이러한 목표를 위해서 사람과 함께 상호작용하는 다양한 로봇을 개발하는데 박차를 가하고 있다. 기존의 연구자들이 중점적으로 연구되던 작업의 정밀성 및 신속성뿐만 아니라 인간과 로봇간의 친화적이고 지능적인 상호작용(Interaction)기술 개발 연구가 요구되고 있다.

인간친화적인 HRI 구현이라는 말은 인간과 대상체와의 상호작용이 인간에게 거부감이나 어색감을 주지 않는다는 것과 밀접한 관계가 있다. 인간은 감정적인 교류를 전제로 하고 있다. 다시 말해 나의 감정적인 대응은 대상체로 감정적인 반응을 전제로 하게된다.

본 연구에서의 쇼핑 지원 로봇은 표정, 행동 등의 표현기관을 통해 인간과 커뮤니케이션 해야 된다. 이는 대상체 역시 감정의 표출을 가능하게 하는 감정의 중요성을 이야기 하고 있다. 감정은 인간과 로봇간의 친화적인 상호작용을 개발하고자 하는 연구에서는 반드시 연구돼야 할 요소 중의 하나이다. 그렇기 때문에 본 연구에서는 쇼핑을 지원하는 로봇에 필요한 감정에 대한 대표 샘플을 선정하기 위해서 피실험자 6명을 대상으로 앞에서 선정된 감정(감사, 거절, 고민, 당황, 반가움, 수궁, 신남)을 표현하도록 하였다. 그 결과 7가지 감정표현에 대한 6명에 의한 42가지의 샘플을 도출할 수 있다.

감정별 의미분별척도법에 따른 직관적 평가에 따라 감정별 대표 샘플을 선정하였다. 선정 결과 감사함은 샘플15이 평균 평가값이 6.3으로 가장 높았으며, 거절은 평균 평가값이 6.9인 샘플9, 고민은 평균 평가값이 6.6인 샘플10, 당황은 평균평가값이 6.6인 샘플 11, 반가움은 평균 평가값이 6.9인 샘플12, 수궁은 평균 평가값이 6.9인 샘플27, 신남은 평균 평가값이 6.9인 샘플21로 가장 높게 나타났다.

여기에서 도출된 결과는 앞으로 제스처 및 표정에 대한 쇼핑 지원 로봇 개발을 위한 HRI 디자인 결과를 도출하기 위한 자료로 사용될 것이다.

**피험자01**



**피험자02**



**피험자03**



**피험자04**



**피험자05**



**피험자06**



그림 5-6 42개 감정표현 샘플

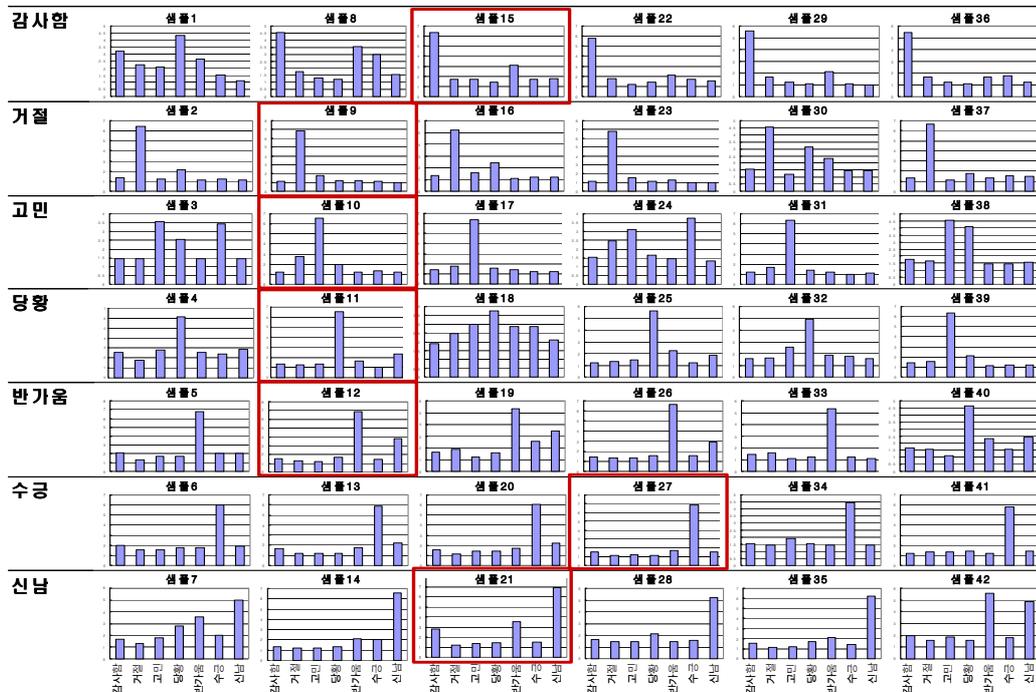


그림 5-7 감정표현 샘플 인지도 평가 결과



### 5.4.2 제스처

로봇에서의 제스처는 물체의 운동이기는 하지만, 그것에만 머물지 않는다. 그 운동은 역학법칙 뿐만 아니라, 커뮤니케이션으로서의 역할을 수행해야 되기 때문이다. 그래서 로봇의 움직임인 제스처는 중요하다. 로봇에게 기대되는 것은 커뮤니케이션의 역할 존재감을 통해서 가족이나 친구들과 의사소통을 하고 있는 것이다. 로봇디자인의 정의에서도 말 한 것과 같이 로봇디자인은 정적 디자인이 아니라 움직임의 디자인이다. 자동차 디자인 및 제품 디자인은 기본적으로는 움직임이 없는 정적인 디자인이다. 그러나 로봇은 자율적이며 지속적으로 움직이고 있기 때문에 움직임의 디자인, 특히 아름다운 움직임을 연구한 디자인이 요구된다.

본 연구에서는 이에 앞에서 쇼핑로봇에 적용 가능한 감정별 대표샘플을 선정하였다. 7 가지 대표샘플에 대하여 그림5-8과 같이 기초적인 특징의 변화량을 관찰하였다. '감사함'의 경우에는 6단계로 특징 변화가 뚜렷하게 구분되었으며, 다른 제스처도 4~7단계 내에서 각각의 특징 변화가 뚜렷하게 구분되었다.

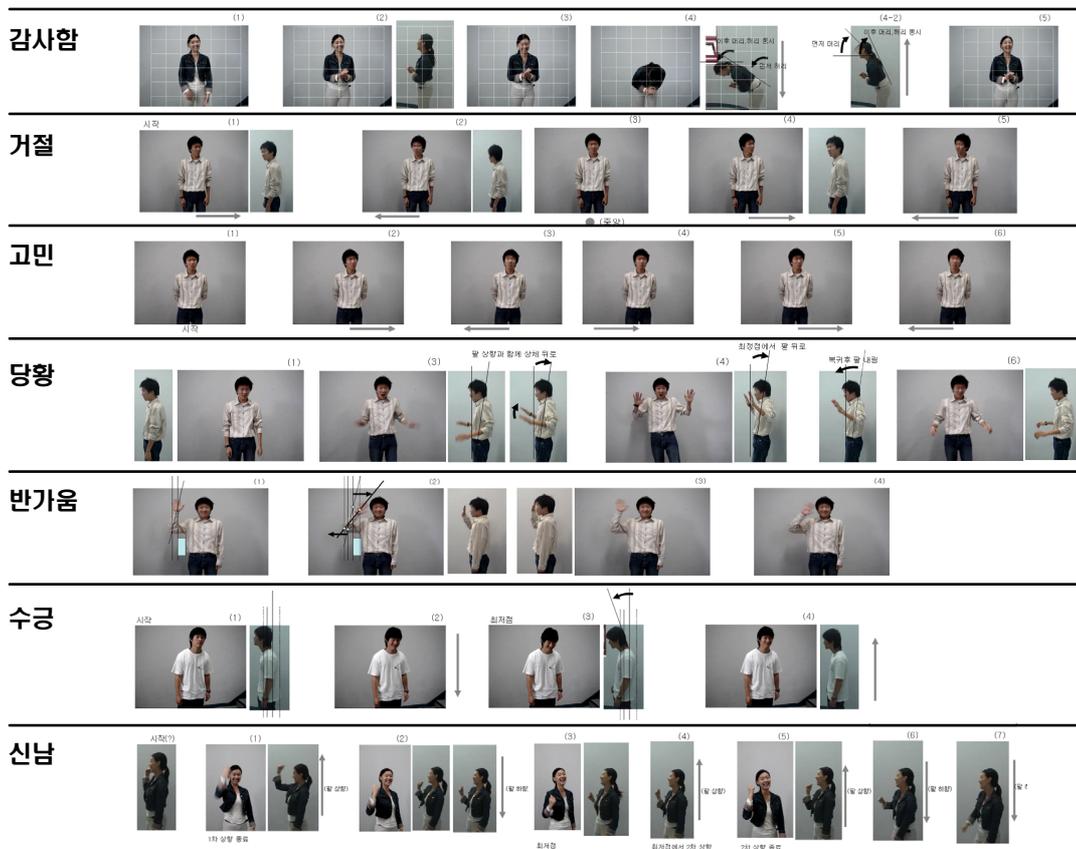
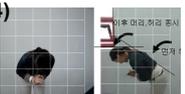


그림 5-8 감정별 제스처 단계 구분

기초적 특징 변화량 관찰의 한 가지 예를 들면 '감사함'의 경우에는 표5-9와 같이 6가지 단계별로 머리, 몸통, 팔과 손의 기본적인 움직임이 관찰되었다.

표5-9 신체구성요소별 감사함의 표현 특성

감사함			
단계	머리	몸통	팔/손
(1) 	-기본자세	-기본자세	-기본자세
(2) 			-팔하단부를 100°정도 올림 -두 팔의 하단부를 안쪽으로 모음
(3) 	-앞으로 숙이기 시작함	-앞으로 숙이기 시작함	-모아진 팔을 10°정도 더 올림 -두 팔의 하단부를 더욱 모음
(4) 	-(몸통 기울임 이후) 머리의 숙임 각도가 커짐	-앞으로 60°정도 숙임	-팔의 형태 유지
(5) 	-(몸통 기울임 유지) 머리를 먼저 들어올림 -이후, 머리와 몸통 동시 들어올림	-머리와 몸통 동시에 들어올림	-팔의 형태 유지
(6) 	-(2)단계까지 들어올림	-(2)단계까지 들어올림	-팔의 형태 유지

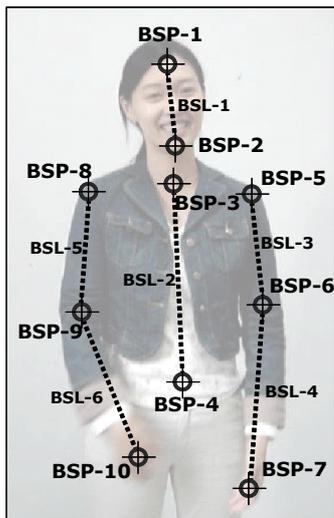


그림5-9 변화량 분석을 위한 기준점

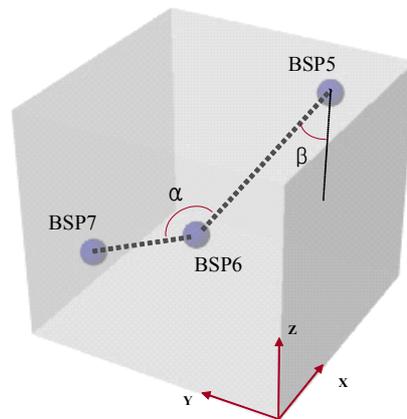


그림5-10 기준점 변화량의 복잡성

그러나 표5-9에서 관찰된 제스처의 변화량 특징은 전체적인 이미지를 설명할 수는 있지만 데이터화하여 재현하기에는 무리가 있다. 따라서 제스처의 구체적인 특징을 도출하기 위해서는 기초적인 특징 변화량 관찰 결과를 바탕으로 머리, 몸통, 팔1, 팔2 손 등의 5가지 신체 구성요소에 대한 10개의 기준점과 6가지의 기준선의 정의가 필요하며 이들에 대한 동작의 변화 단계별 정량적인 데이터 분석이 필요하다(그림5-9).

그림5-10과 같이 제스처의 특징 변화량은 각 기준점의 x, y, z축의 좌표값, 각 기준점 상호간의 각도 및 각 기준점의 단계별 이동 속도와 같은 3차원 입체공간 내에서의 복잡한 값을 가지고 있기 때문에 기초 특징 변화량 관찰 단계에서 2D 영상 및 사진을 가지고 분석한 결과는 한계가 있다. 그래서 기초 특징 변화량 관찰 단계에서 분석된 결과를 가지고 모션캡처 장비를 이용하여 3차원 데이터를 기반으로 한 각 제스처 더욱 구체적인 정량 데이터를 도출하였다.

### 5.4.3 표정

기계와 기계의 사이에서 전달되는 것은 논리적인 정보이지만, 인간의 정보 전달에 있어서는 논리적인 정보 이외에 비논리적인 감성 정보가 중요한 역할을 하고 있다. 커뮤니케이션에 있어서, 이야기하는 사람의 소리가 가지는 음질과 곡조 억양 등의 감성 정보가, 언어의 논리적인 정보와는 다른 내용을 전달하는 경우도 있다. 대면 커뮤니케이션에서는 특히 몸짓과 표정 등의 감성 정보가 추가되는 것에 의해 언어가 전달하는 의미의 범위가 확대된다. 최근 들어, 정보 과학이 현저하게 발전하는 것과 함께, 컴퓨터와 로봇을 시작으로 한 지능형 보조기기에 있어서는, 이러한 감성 정보의 다루는 문제가 상당히 중요하게 작용된다.

일반적으로, 타인과 커뮤니케이션 할 때에는 표정이나 대화의 내용 등의 상대로부터 제공되는 다양한 판단 정보와, 상대방의 성격 능력 등을 참고하여 상대가 어떤 행동을 할 것인가를 예측한다. 이때에, 어떠한 정보에 주목 할 것인가는, 개인의 상황에 따라서 다르겠지만, 상대의 눈을 보면 상대가 의도하는 진의를 이해 할 수 있는 경우가 많다. 이와 같은 프로세스를 '대인 인지 과정'이라고 부른다(그림5-11).

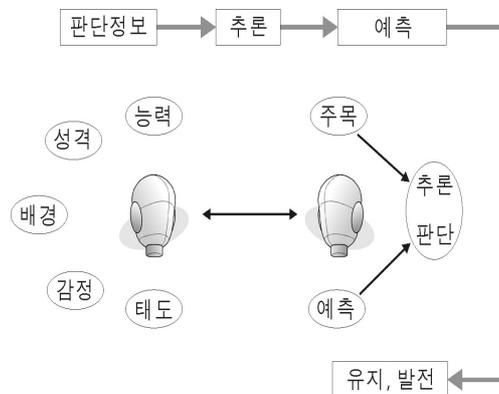


그림 5-11 대인 인지 과정

일반화되어 있는 이메일을 이용한 커뮤니케이션은 편지나 서류와 같이 문자와 문장으로 정보를 전달한다. 즉, 언어적 정보에 의한 커뮤니케이션이다. 예로, 일본에 있는 사람이 한국에 있는 친구에게 특정 사항에 필요한 과정과 시행 방법에 대하여 설명할 때에는, '~을 준비하여, ~까지, ~에 제출해야 합니다.'라고 하는 설명적인 문장만으로 필요한 정보의 대부분을 전달하는 것이 가능하다. 그러나 자신이 '기뻐하고 있는 것' 또는 '부탁하고 싶은 것' 등에 관하여 이메일을 보낼 때에는, 문장만으로 어느 정도의 감정 표현이 가능하겠지만, 미묘한 기분까지 전달하는 것은 어렵다.

이메일을 사용하는 사람들을 보면, 「이모티콘 (Emoticon)」 혹은 「스마일리 심볼 (Smiley symbol)」이라고 불리는 표정을 나타내는 그림 문자를 사용한다. 이모티콘은 감정 (Emotion)과 아이콘(Icon, 컴퓨터 프로그램 기능 표시 형상)의 합성어로, 컴퓨터 키보드의 문자와 기호, 숫자 등을 적절하게 조합해 미세한 감정과 특정인물, 직업 등의 의미를 전달하는 사이버 공간 특유의 언어이다. 이모티콘은 미묘하고 다양한 감정 표현을 하는 것이 가능하고, 자기의 감정을 간단하게 전달하는 것이 가능하기 때문에 특히 자주 사용되고 있다(그림5-12).

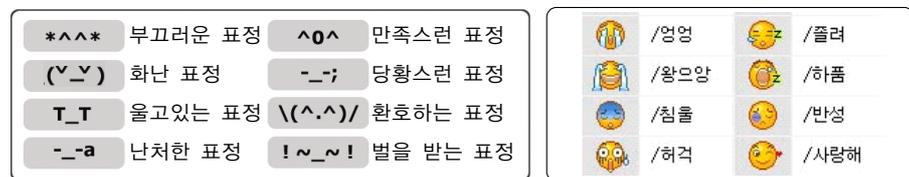


그림 5-12 표정문자 사례

표정 문자의 사용은 애매한 표현으로 오해를 낳는 수도 있지만, 부분적이라도 상대에게 기분 또는 감정을 가능하다고 생각된다. 최근에는, 멀티미디어 네트워크의 기술도 발전하여, 화상 전화 등에 의해 감성적 정보의 전달이 가능한 커뮤니케이션이 이루어진다. 이러한 관점에서, 7가지 감정 표현 대표 샘플에 대한 표정을 의인화된 표정 문자의 방향에서 분석하였다. 인간의 얼굴은 일반적으로 이마부터 턱까지를 가리킨다. 우리가 보는 얼굴은 3차원의 복잡한 형상을 가지는 두개골에 30여개의 근육을 매개로 안면피부가 붙어 있는 그 외면형상이 '얼굴'로 되어 있다. 또한 얼굴의 형태적 특징은 각각의 사람마다 고유한 특징이 있다고 말할 수 있다. 그러나 본 연구에서는 표정의 분석을 제스처의 분석과는 달리 2차원적 측면에서 접근하였으며, 특히 표정 문자의 특성을 잘 표현할 수 있는 임의의 기준점과 기준선을 선정하였다.

표정 분석을 위하여 그림5-13과 같이 입, 코, 눈, 눈썹 등 4가지의 얼굴 구성요소를 중심으로 13개의 기준점과 8개의 기준선을 선정하였다. 예를 들어, 'SP-5'와 'SP-6'은 입의 양 끝점을 표시하는 기준점이다. 그리고 'SL-3'은 윗입술의 하단부 라인을 표시하는 기준선이다. 또한, 기준점 중에서 'SP-1'은 코에, 'SP-2'와 'SP-3'은 두 눈의 내측에 해당하는 것으로서 거의 변화량 없는 부분이다. 따라서 이 3개의 기준점을 중심으로 하여 표정 변화량 계측하였다. 계측 대상은 7가지 대표 샘플에 해당하는 3명의 피험자 얼굴로 한정하였다.

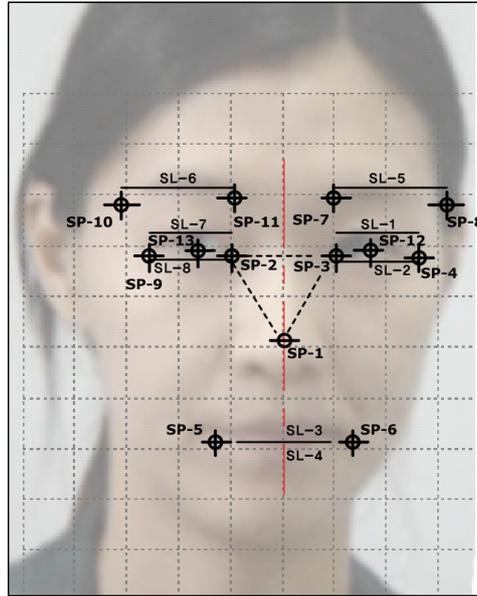


그림 5-13 표정 분석을 위한 기준점

먼저, 각 대표 샘플에서 표정 변화가 이루어지는 프레임을 구분하여 각각의 프레임에 대하여 앞에서 설정한 기준점과 기준선의 변화량을 측정하였다(그림5-15). 다음으로 각 기 특성이 다른 3명의 피험자의 측정값을 하나의 기준으로 통일하고 이후에 얼굴의 각 구성요소를 효율적으로 모듈화하기 위해서, 각 대표 샘플의 측정값을 [(SP-2)-(SP-3)]의 값이 동일하도록 변경한 후에, [(SP-2)-(SP-3)]의 기본 단위를 '100'으로 설정하여 모든 측정값을 이에 대응되도록 계산하였다.

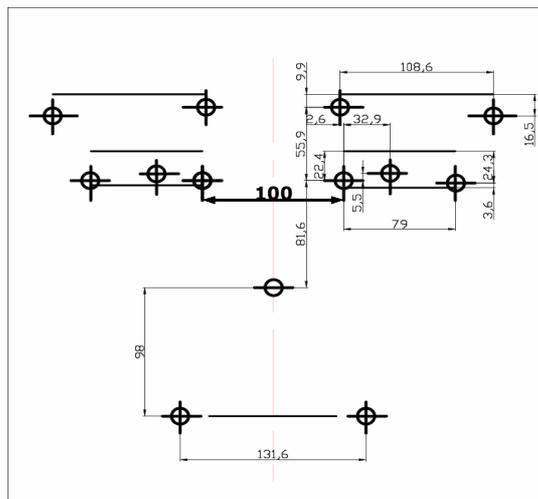


그림 5-14 기준점의 기본단위 설정



다음으로 기본단위에 대한 환산이 끝난 데이터를 단순화하였다. 데이터를 단순화하는 방법에 있어 표정의 특징에 영향도가 높다고 판단되는 두 가지 변화량 데이터의 최대, 최소, 변곡점 등의 특정 데이터에 주목하였다. 예를 들어, '고민'의 경우 기본 표정이 외에 6단계의 프레임으로부터 특징 변화량 데이터를 측정하였다. 측정된 데이터 중에서 '상단 눈꺼풀'과 '하단 입술'의 움직임이 '고민'이라는 표정에 영향도가 높은 것으로 판단되었으며, 이 두 가지의 데이터를 비교하면 그림5-16과 같다. 표에서 '고민3'과 '고민7'은 두 가지 데이터의 변화에 의하여 변곡점이 형성되며, '고민5'는 두 가지 데이터의 절대값 차이가 최대를 이룬다. 다른 관점에서 보면, '고민2, 4, 6'은 그 사이의 변화값으로서 '고민3, 5, 7'의 자연스런 연속적 변화라고 할 수 있다. 따라서 고민의 경우에는 기본 표정을 제외하고 '고민3, 5, 7'의 값을 최종적인 데이터로 선정하였으며, 그 결과 표정 재현에는 문제가 없음을 알 수 있었다.

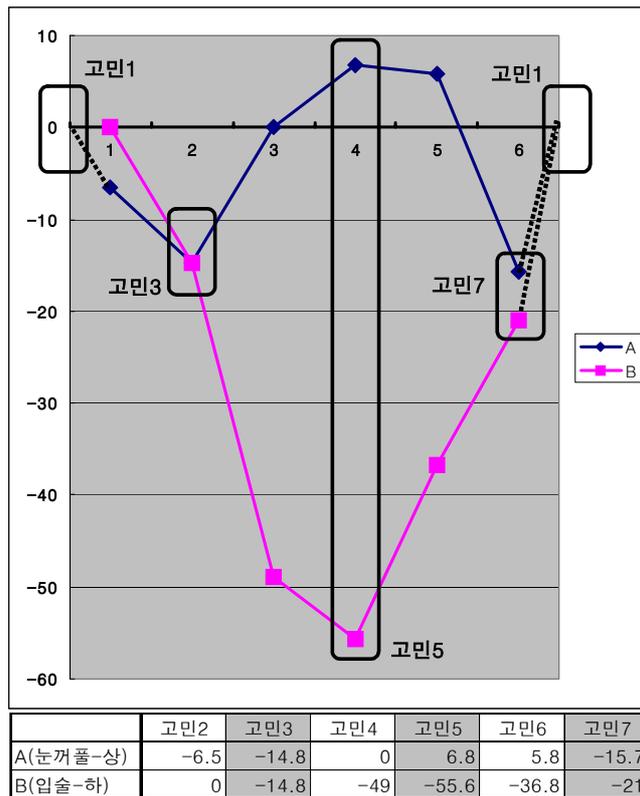


그림 5-16 데이터의 단순화 과정

이와 같은 데이터 단순화 과정을 통하여, 초기에 기본 표정 데이터를 포함하여 총 23가지의 데이터 종류를 13종류로 정리되었다. 최종적으로 정리된 데이터는 표5-10과 같다.

표5-10 표정변화 단계별 기준점 변화량

	감사a	감사b	감사c	거절a	거절b	고민a	고민b	고민c	고민d
SL-1(눈꺼풀-상)		7.7↓	16.6↓		10.5↓		7.8↑	7.8↑	7.8↑
SL-2		0.0	0.0		0.0		0.0	0.0	0.0
SL-3(입술-상)		24.2↑	22.9↑		10.8↑		0.0	0.0	0.0
SL-4(입술-하)		20.0↓	43.7↓		10.8↑		0.0	0.0	0.0
SL-5(눈썹-우)		0.0	0.0		7.8↓		10.4↑	10.4↑	10.4↑
SP-1		0.0	0.0		0.0		0.0	0.0	0.0
SP-2		0.0	0.0		0.0		0.0	0.0	0.0
SP-3		0.0	0.0		0.0		0.0	0.0	0.0
SP-4		0.0	0.0		0.0		0.0	0.0	0.0
SP-5(입끝점-좌)		13.5(17.1)	9.8(9.8)		9.65↓		9.65↓	9.65↓	9.65↓
SP-6(입끝점-우)		13.5(17.1)	9.8(9.8)		9.65↓		9.65↓	9.65↓	9.65↓
SP-7(눈썹끝점-내측)		0.0	0.0		7.0↓		8.3↑	8.3↑	8.3↑
SP-8(눈썹끝점-외측)		0.0	0.0		0.0		0.0	0.0	0.0
SP-12(눈동자-좌)		0.0	0.0		0.0		6.3(19.3)	11.7(11.1)	13.3(6.6)
SP-13(눈동자-우)		0.0	0.0		0.0		6.3(19.3)	11.7(11.1)	13.3(6.6)

\* [SP2-SP3]의 값을 기준단위 100으로 설정 \* ( )의 값은 세로방향의 변화량

	단형a	단형b	반가면a	반가면b	평면a	평면b	평면c	고민a	고민b	고민c
SL-1(눈꺼풀-상)		7.8↑		0.0		7.7↓	7.7↓		7.7↓	16.6↓
SL-2		0.0		0.0		0.0	0.0		0.0	0.0
SL-3(입술-상)		5.5↑		0.0		0.0	0.0		24.2↑	22.9↑
SL-4(입술-하)		55.6↓		0.0		0.0	0.0		20.0↓	43.6↓
SL-5(눈썹-우)		12.6↑		5.7↑		0.0	0.0		0.0	0.0
SP-1		0.0		0.0		0.0	0.0		0.0	0.0
SP-2		0.0		0.0		0.0	0.0		0.0	0.0
SP-3		0.0		0.0		0.0	0.0		0.0	0.0
SP-4		0.0		0.0		0.0	0.0		0.0	0.0
SP-5(입끝점-좌)		17.9↓		8.9(15.4)		8.9	8.9(15.4)		13.5(17.1)	9.8(9.8)
SP-6(입끝점-우)		17.9↓		8.9(15.4)		8.9	8.9(15.4)		13.5(17.1)	9.8(9.8)
SP-7(눈썹끝점-내측)		10.1↑		0.0		0.0	0.0		0.0	0.0
SP-8(눈썹끝점-외측)		8.6↑		0.0		0.0	0.0		0.0	0.0
SP-12(눈동자-좌)		0.0		0.0		0.0	0.0		0.0	0.0
SP-13(눈동자-우)		0.0		0.0		0.0	0.0		0.0	0.0

또한, 상기 표는 데이터의 단순화 과정과 함께 얼굴 구성요소의 모양을 단순화하는 과정도 진행된 결과다. 표정 분석 초기에 언급하였던 얼굴 구성요소인 '입, 눈, 눈썹' 등의 모양을 특정 감정에 관계없이 모듈 개념으로 코드화하여 표정에 부합하는 감정 표현에 활용하기 위하여, 데이터를 단순화한 값을 기초로 하여 감정 표현에 필요한 입모양, 눈모양, 눈썹모양 등을 도출한 뒤 직관적 인지도 평가에서 유사성을 보이는 것은 클러스터링 하여 그 평균값을 적용하였다. 이러한 과정을 통하여 입모양은 직선모양 2가지, 곡선모양 2가지, 폐곡선모양 3가지를 포함하여 총 7가지의 모양으로 코드화가 가능하였다. 그리고 눈꺼풀 모양은 기본 모양을 포함하여 총 5가지 모양으로, 눈썹 모양은 총 4가지 모양으로 코드화가 가능하였다(그림5-17).

## 눈꺼풀 모양 코드



■ 눈꺼풀 B

기본 - 나머지



■ 눈꺼풀-1

감사 b 수궁 b, c  
신남 b 반가움 b



■ 눈꺼풀-2

거절 b



■ 눈꺼풀-3

신남 c,  
감사 c



■ 눈꺼풀-4

고민 b, c, d  
당황 b



## 눈썹 코드



■ 눈썹-B

기본 - 나머지



■ 눈썹-1

거절 b



■ 눈썹-2

고민 b, c, d



■ 눈썹-3

당황 b



## 입 모양 코드

■ 입-B

기본 - 나머지



■ 입-1

수궁 b



■ 입-2

수궁 c  
반가움 c



■ 입-3

고민 b, c, d  
거절 b



■ 입-4

당황 b



■ 입-5

감사 b  
신남 b



■ 입-6

감사 c  
신남 c



## 눈꺼풀 모양 코드



■ 눈꺼풀 B

기본 - 나머지



■ 눈꺼풀-1

감사 b 수궁 b, c  
신남 b 반가움 b



■ 눈꺼풀-2

거절 b



■ 눈꺼풀-3

신남 c,  
감사 c



■ 눈꺼풀-4

고민 b, c, d  
당황 b



## 눈썹 코드



■ 눈썹-B

기본 - 나머지



■ 눈썹-1

거절 b



■ 눈썹-2

고민 b, c, d



■ 눈썹-3

당황 b



## 입 모양 코드

■ 입-B

기본 - 나머지



■ 입-1

수궁 b



■ 입-2

수궁 c  
반가움 c



■ 입-3

고민 b, c, d  
거절 b



■ 입-4

당황 b



■ 입-5

감사 b  
신남 b



■ 입-6

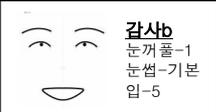
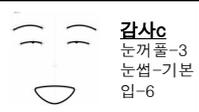
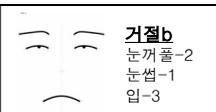
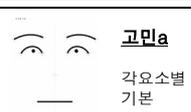
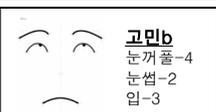
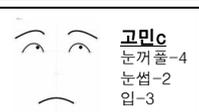
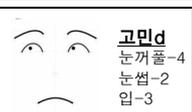
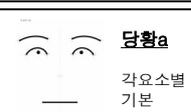
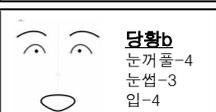
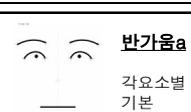
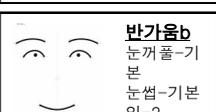
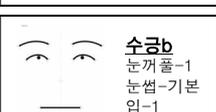
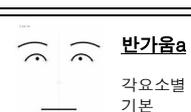
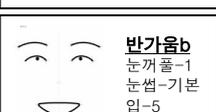
감사 c  
신남 c



그림 5-17 구성요소별 모양 코드

앞에서 정의한 '눈, 눈썹, 입' 모양의 코드를 이용하여 7가지 대표 감정의 표정에 대한 조합은 표5-11과 같다. HRI요소로서의 표정에 대한 다음과 같은 코드 조합은 각 코드에 대한 데이터를 감정 표현의 단계에 따라 체크처와 연동시킴으로써 보다 효율적인 비언어정보의 재현에 활용할 수 있다. 단지, 본 코드 조합이 '감사', '거절', '고민', '당황', '반가움', '수금', '신남'의 7가지 감정에 대해서만 작성되어 그 한계성이 있을 수 있으나, 추가적으로 필요한 감정이 있을 경우 동일한 표정 분석 방법을 활용하여 신규 코드를 보완한다면 표정에 대한 비언어 정보 데이터베이스로서 그 활용 가치가 높아질 것으로 판단된다. 그러나 본 연구에서 다룬 7가지 감정이 (1) 사용자와의 만남, 헤어짐에 따른 순수 정서 중심, (2) 사용자의 지시 인지 및 로봇 자체 정보처리 표현 중심, (3) 중요 정보의 강한 피드백(Feed-Back)에 따른 표현 중심으로 구성 되어있기 때문에 HRI요소로서의 범위는 충분하다고 생각된다.

표5-11 감정별 모양코드의 조합

<b>감사함</b>	 <b>감사a</b> 각요소별 기본	 <b>감사b</b> 눈꺼풀-1 눈썹-기본 입-5	 <b>감사c</b> 눈꺼풀-3 눈썹-기본 입-6	
<b>거절</b>	 <b>거절a</b> 각요소별 기본	 <b>거절b</b> 눈꺼풀-2 눈썹-1 입-3		
<b>고민</b>	 <b>고민a</b> 각요소별 기본	 <b>고민b</b> 눈꺼풀-4 눈썹-2 입-3	 <b>고민c</b> 눈꺼풀-4 눈썹-2 입-3	 <b>고민d</b> 눈꺼풀-4 눈썹-2 입-3
<b>당황</b>	 <b>당황a</b> 각요소별 기본	 <b>당황b</b> 눈꺼풀-4 눈썹-3 입-4		
<b>반가움</b>	 <b>반가움a</b> 각요소별 기본	 <b>반가움b</b> 눈꺼풀-기 본 눈썹-기본 입-2		
<b>수금</b>	 <b>수금a</b> 각요소별 기본	 <b>수금b</b> 눈꺼풀-1 눈썹-기본 입-1	 <b>수금c</b> 눈꺼풀-1 눈썹-기본 입-2	
<b>신남</b>	 <b>반가움a</b> 각요소별 기본	 <b>반가움b</b> 눈꺼풀-1 눈썹-기본 입-5	 <b>반가움c</b> 눈꺼풀-3 눈썹-기본 입-6	

## 5.5 쇼핑 지원 로봇 디자인 전개

본 연구의 쇼핑지원 로봇의 디자인은 앞에서 연구를 통해 얻어진 결과를 토대로 쇼핑서비스를 지원 할 수 있는 필요 기능과 로봇 전문가와의 기구 메카니즘 및 전기전자 메카니즘에 따른 레이아웃을 통해 진행되었다. 쇼핑서비스지원은 많은 고객을 상대하기 때문에 먼저 인간 친화적이면서도 관련 정보를 편리하게 제공할 수 있어야 한다. 또한 사용자의 필요 기능에 부합할 수 있으며 그 필요 기능을 원활하게 수행하기 위한 로봇의 형태로 디자인을 전개 하였다.

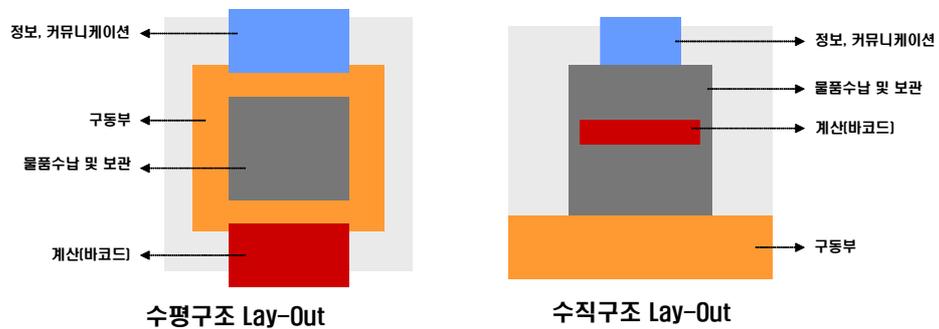


그림 5-18 구조 Layout

본 연구의 쇼핑지원 로봇의 디자인 아이디어 도출 방향은 많은 아이디어 스케치와 관련 문헌, 그리고 인간공학적 측면을 고려하여 각 부분의 디자인 안을 선정하였다.

쇼핑서비스지원 로봇의 각 부분 형태 도출을 위해서 디자인 컨셉과 부합 될 수 있는 형태의 선정을 위해 여러 각도에서 검토 되었다. 먼저, 머리부와 몸통부, 팔부분과 구동부로 나누어 각 부분에 대한 도출된 문제점에 적합한 디자인안을 선택하였다. 또한 각 부분에 대한 Lay-Out를 중심으로 로봇의 전체 이미지를 고려하면서 아이디어를 전개하였다.

그리고 마지막으로 디자이너와 엔지니어가 3회에 걸친 회의와 수정을 통해 적합성을 고려하여 최종 디자인안을 도출 하였다. 특히, 메카니즘 구성에 따르는 Lay-Out 및 구동부의 적용 가능한 메카니즘을 우선적으로 적용한 연구 결과를 토대로 아이디어 스케치를 전개해서 최종 디자인안을 도출하였다.

■ 회사별 로봇 디자인 변천

본 연구에서는 외국의 사례보다는 국내 로봇 전문회사를 중심으로 디자인 변천과정을 정리해 보았다. 현재 로봇전문회사중에서 가장 많은 실적을 내고 있는 유진로보틱스와 한울로보틱스, 다진시스템은 99년과 01년부터 많은 로봇을 개발해 왔다. 특히, 로봇디자인에 대한 형태에 대한 아이덴티티가 부족하고 컨셉에 대한 독창적인 아이디어가 부족하다.

또한, 삼성전자도 중소 로봇전문회사와의 디자인적 측면에서 차별화된 요소가 부족하다. 로봇에 대한 형태, 사용성 및 칼라, 표면처리 디자인에 대한 연구가 부족하여, 앞으로 더 많은 연구가 진행되어야 할것 같다.



그림5-19. 회사별 로봇디자인 변천

■ 디자인 전개 방향

본 연구에서는 앞에서 도출된 필요기능과 HRI 디자인 결과와 함께, 공간적, 인간공학적 분석을 기반으로 디자인을 전개했다. 디자인 전개 방향 중에서 인간과 로봇이 함께 생활하면서 로봇이 더욱 친근하게 다가갈 수 있으며, 인간이 로봇과 상호작용하여 조화를 이룰 수 있도록 디자인 하고자 노력했다. 특히, 본 연구에서는 HRI 디자인을 구현하는데 중점을 가지고 진행했다.

- COLOR 및 적용 소재의 변화가 필요
- 기능을 숨기지 않고 그대로 보여주는 형태적 솔직함
- 각 사별로 모델의 IDENTITY 추구
- SOFT한 라운드형태 적용
- 디자인의 DETAIL 완성도에 전력
- 전체적인 COLOR감은 여전히 SILVER 일색

### 대응전략

- 다양한 COLOR 및 감성적 소재 적용
- 타사제품과의 차별화 전략에 승부
- 디자인의 DETAIL 강조

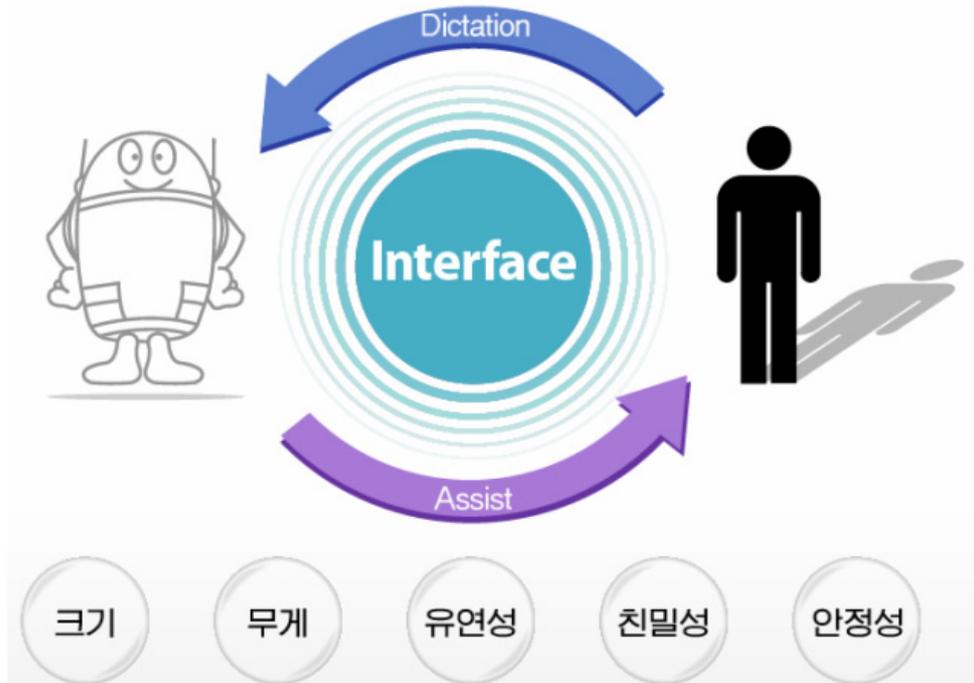
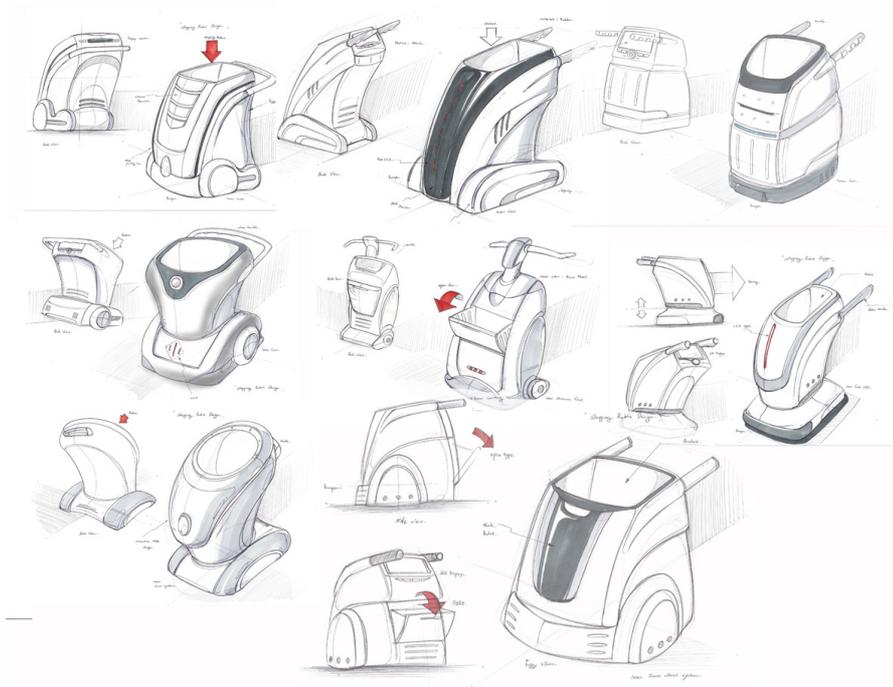


그림 5-20. 로봇디자인 전개방향

■ 아이디어스케치 전개

1차 아이디어 스키치



2차 아이디어 스케치

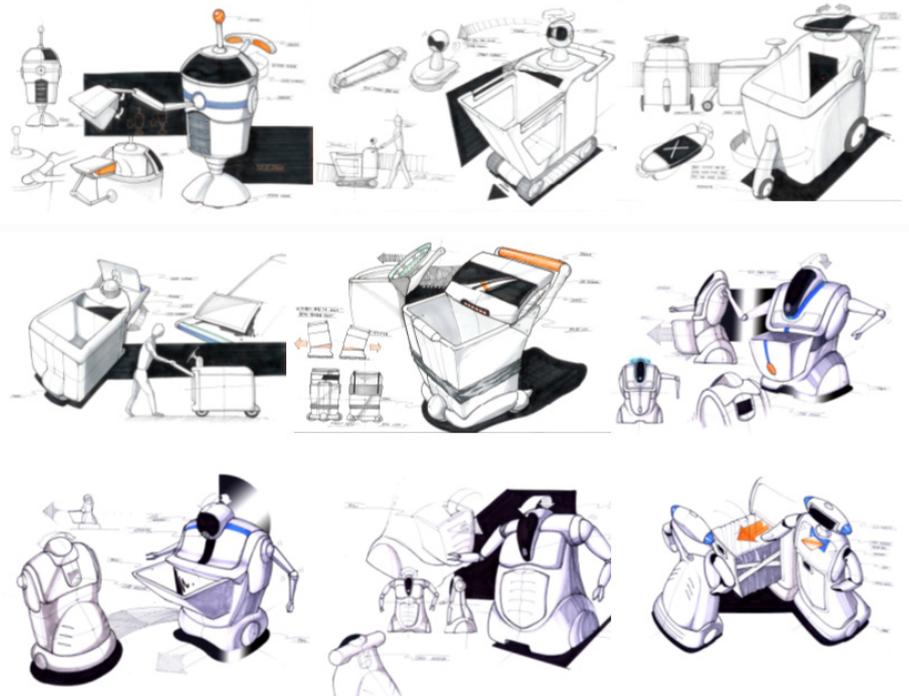


그림 5-21 아이디어 스케치

■ 3D 데이터 및 구성요소 전개

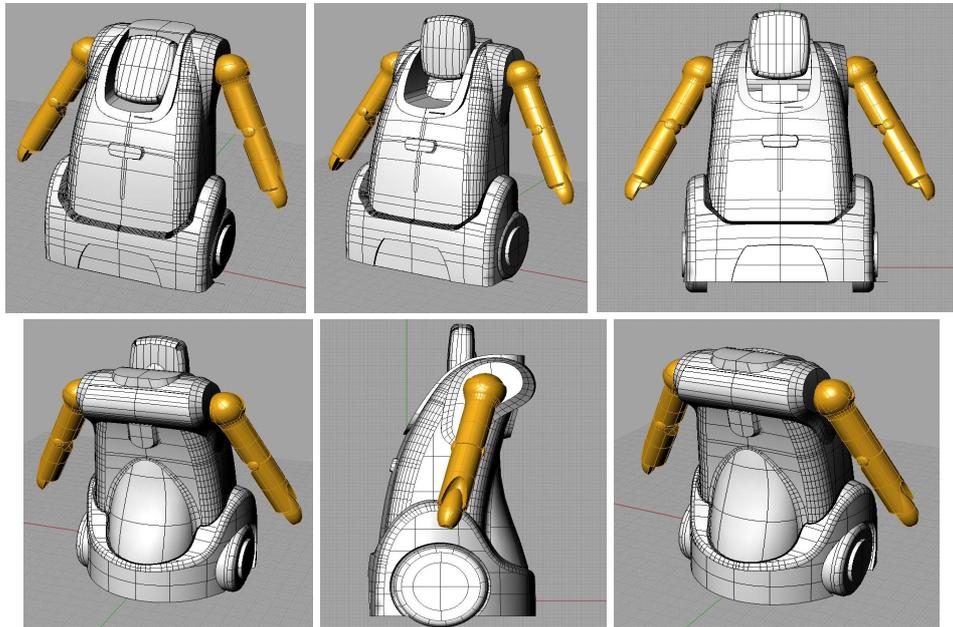


그림 5-22. 3D 렌더링 및 구성요소

## 5.6 HRI 디자인 요소 검증

### 5.6.1 모션캡처에 의한 검증

본 연구에서는 3차원 데이터의 제스처 정보 변화량에 대한 특징을 정확하게 알아보기 위해서 모션캡처 장비를 이용하였다. 이 정보는 향후 쇼핑로봇 시뮬레이터를 제작하는데 기본 자료를 사용되었다. 모션캡처 장치를 만들거나 모션 데이터를 다루는 회사는 많다. 그래서 각 회사별 다른 파일 형식을 사용하고 있어서 모션캡처 데이터에는 여러 형식이 있다. 본 연구에서는 그중에서도 가장 보편적으로 쓰이고 있고 BioVision사의 BVH 포맷을 사용하였다.

BVH는 BioVision Hierarchical 데이터의 약자로써, 모션캡처 파일 형식 중 가장 많이 사용되는 것 중의 하나이다. 기존 포맷이었던 BVA에 골격의 구조를 계층적으로 표현한 부분을 추가한 파일이다. BVA 파일은 텍스트 형식으로 저장되어 있으며, 그 내용에 따라 두 부분으로 구성되어 있으며, 골격의 구조를 표현한 계층 구조부분과 실제 모션의 움직임을 각 프레임별로 표현하는 데이터 부분이 그것이다.

모션캡처를 이용해서 동작을 생성할 때에는 각 관절의 동작 형태를 중요시할 것인지, 동작 전체의 특징을 중요시할 것인지에 대한 고려가 필요하다. 일반적으로 춤과 같은 동작에 있어서는 각 관절의 동작형태를 그대로 보존하는 것이 중요한데 반해서, 물체를 드는 동작 등 주변 환경과 상호작용하는 동작에 있어서는 각 관절의 동작 형태보다는 손이나 발의 위치가 더 중요시되어야 한다. 본 연구에는 모션캡처를 이용한 동작은 가벼운 제스처이기 때문에 특히, 각 관절의 형태를 보존하는 데에 중점을 두었다. 모션캡처에 대한 데이터 및 특징은 부록을 참조하기 바란다.

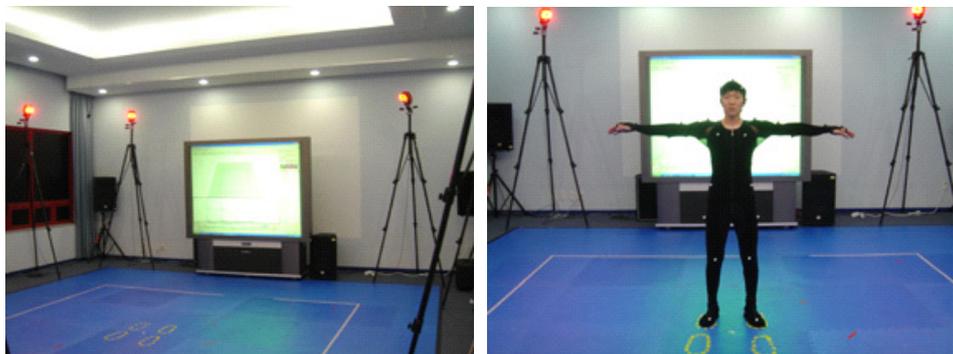


그림 5-23 모션캡처

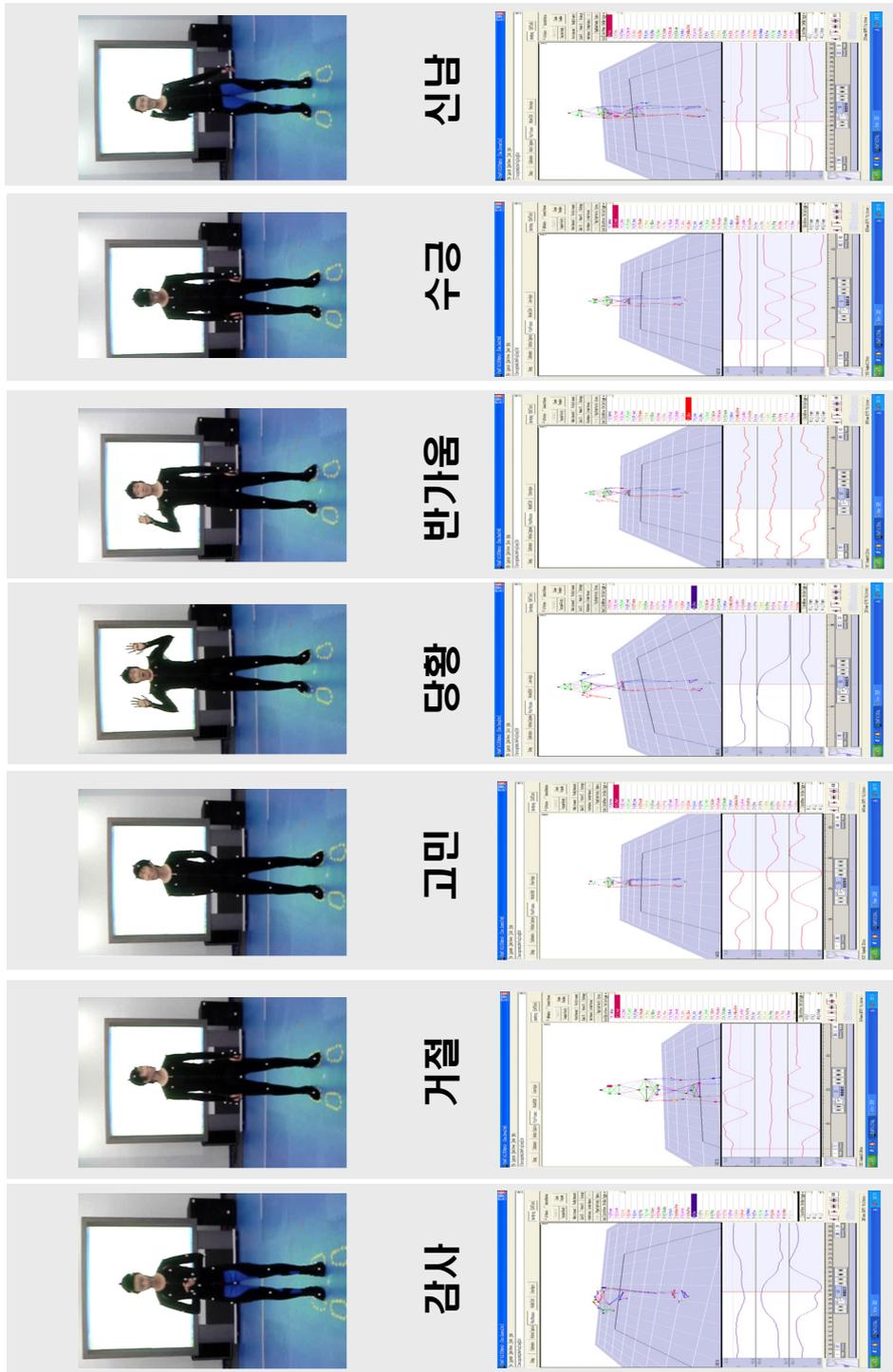


그림 5-24. 감정별 모션캡처 데이터

### 5.6.2 애니메이션에 의한 검증

앞에서 도출된 모션캡처 데이터를 사용하여 쇼핑로봇에 적용하였다. 앞의 모션 캡처에서 받은 3D 데이터 값을 FBX 파일이나, BVH 파일로 컨버터하고, 다시 이 파일을 3d max 툴을 이용하여 쇼핑지원 로봇에 머지(merge)시키지 위해서 바이메타에 의해 3D 애니메이션 데이터 값으로 입력했다. 그렇게 하기 위해서 모션 캡처에서 받은 잘못된 데이터들을 수정하고, 모션빌드(MotionBuild) 툴을 이용하여 효율적으로 사용 가능한 데이터 값으로 컨버터했다.

모션캡처 데이터의 골격은 로봇의 골격과 완전히 일치하지 않지만 유사한 골격을 지니고 있다. 로봇은 모션캡처 데이터에 정의되어 있는 골격의 관절을 제외하고는 상반신에 있는 거의 모든 관절을 표현할 수 있도록 하였다. 즉 모션캡처 데이터에 있는 데이터를 그대로 쓸 수 있다.

그러나 모션캡처 데이터를 그냥 적용하기에는 무리가 있다. 특히, 어깨 골격의 움직임에 있어 더욱 그렇다. 비록 어깨가 모션 캡처 데이터에 정의된 골격처럼 3축의 회전을 표현할 수 없는 동작이 생길 수 있다. 또한, 로봇의 동작의 연속성을 보장해 주기 위하여 편집된 데이터를 수정해 주는 것이 필요하다. 로봇의 동작이 끊기는 현상은 모션 데이터가 편집된 부분과 편집되지 않은 부분의 경계에서 발생한다. 이러한 현상을 해결해 주기 위하여 편집된 모션 데이터가 불연속성을 보이는 경계부근의 데이터들을 수집하여 보정해 주었다. 불연속의 경계점에 있는 데이터를 중심으로 일정 프레임 구간의 데이터들을 수정했다.

이와 같이 모션캡처를 사용하여 로봇의 동작을 구현하기 위해서 3가지 과정을 거쳤다. 우선 모션캡처 데이터의 관절과 로봇의 관절을 맵핑시킨다. 그 다음 로봇이 할 수 없는 동작을 보정해 주기 위해 모션캡처 데이터의 편집 작업이 필요하며, 마지막으로 편집된 모션 데이터가 자연스러운 움직임을 보일 수 있도록 수정하는 과정을 거쳤다.

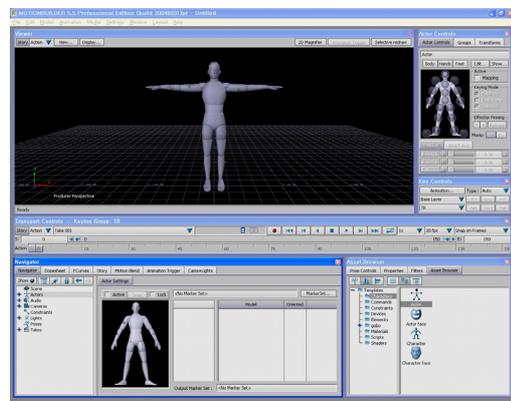


그림5-25 모션캡처 데이터 애니메이션

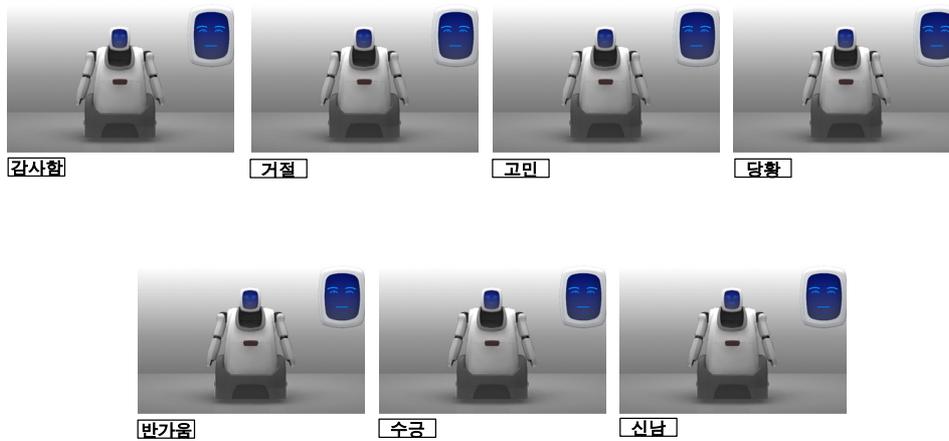
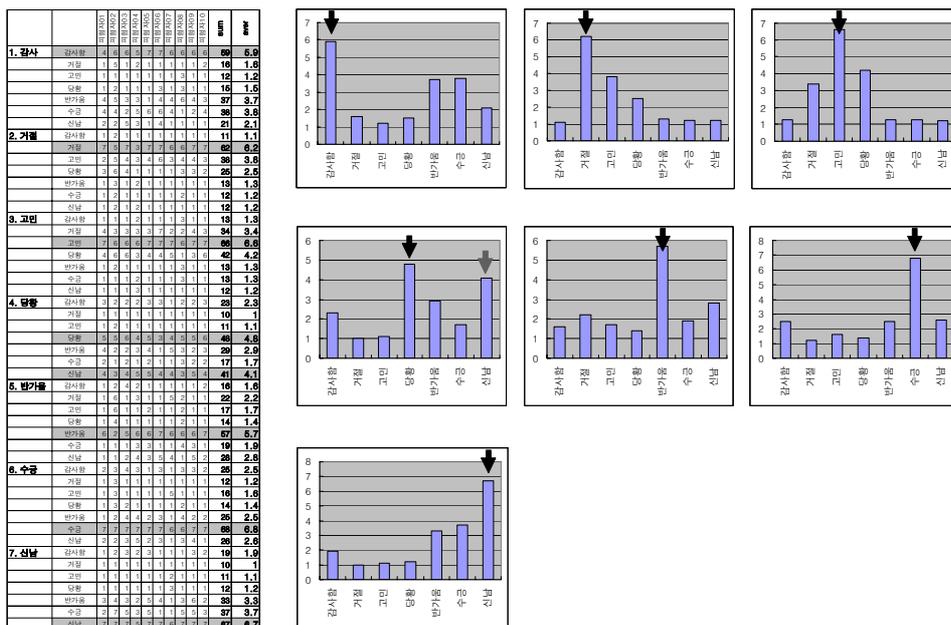


그림 5-26 감정별 로봇 애니메이션

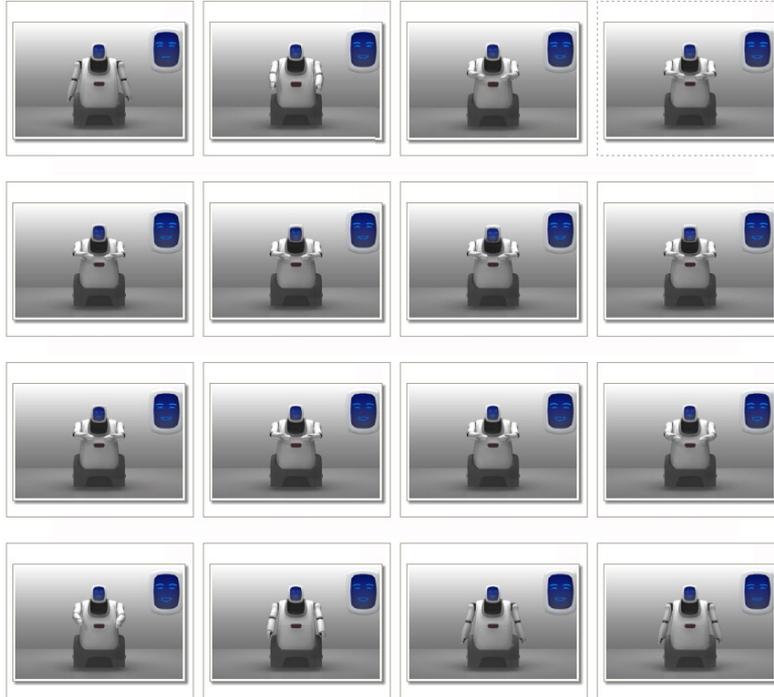
이렇게 해서 완성된 애니메이션을 피실험자 10명을 보여주고, 연상되는 감정을 표시하게 했다. 그 결과 감사의 애니메이션에서는 감사함 평균값이 5.9로 가장 높은 값으로 분석되었다. 거절의 애니메이션에서는 거절 평균값이 6.2로 가장 높은 값을 나타내며, 고민의 애니메이션에서는 고민 평균값이 6.6, 반가움에서는 반가움이 5.7, 수궁에서는 수궁이 6.8, 신남에서는 신남이 6.7로 가장 높은 값을 나타내고 있다. 여기에서 주목해야 될 점은 당황의 애니메이션에서는 당황의 평균값이 4.8, 신남의 평균값이 4.1로 기록되어서 거의 비슷한 결과를 보여주고 있어서 당황 애니메이션에 대한 문제점을 나타내고 있다.

표5-12 로봇애니메이션의 인지도 평가 결과

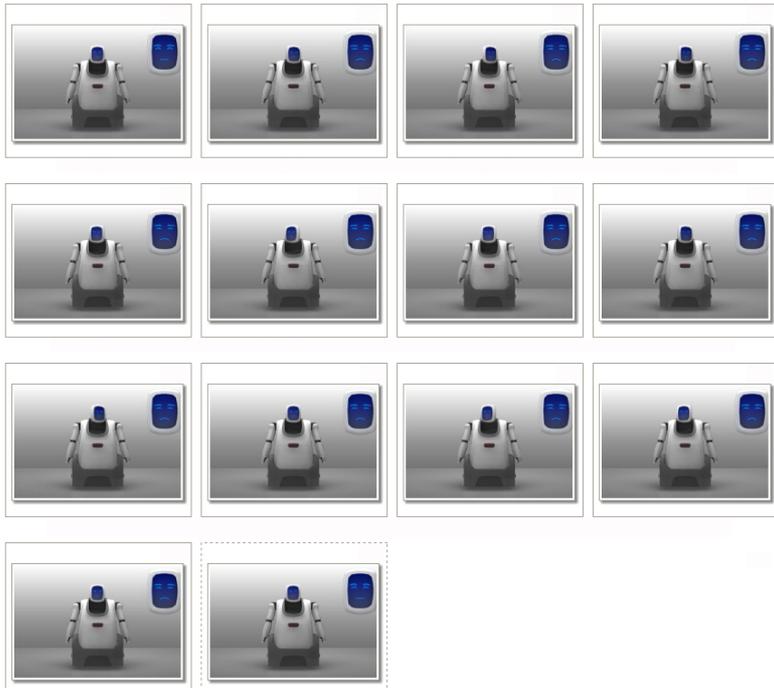


■ 감정별 로봇 애니메이션 동영상

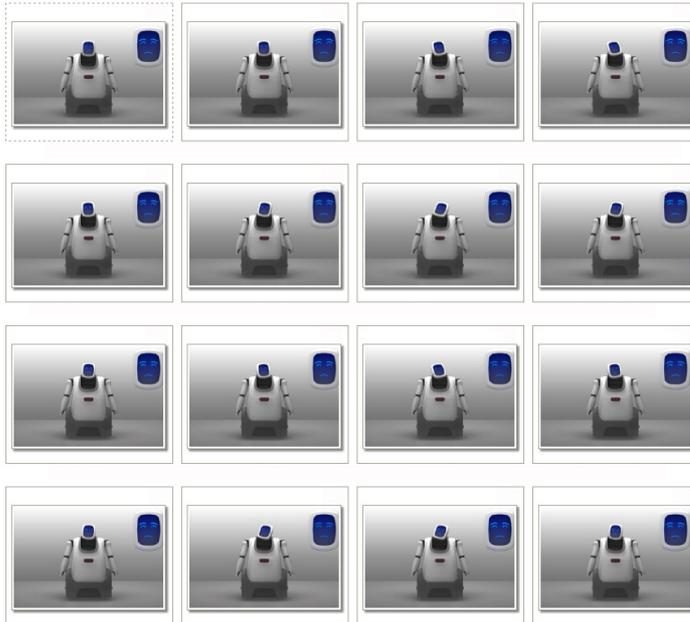
<감사함>



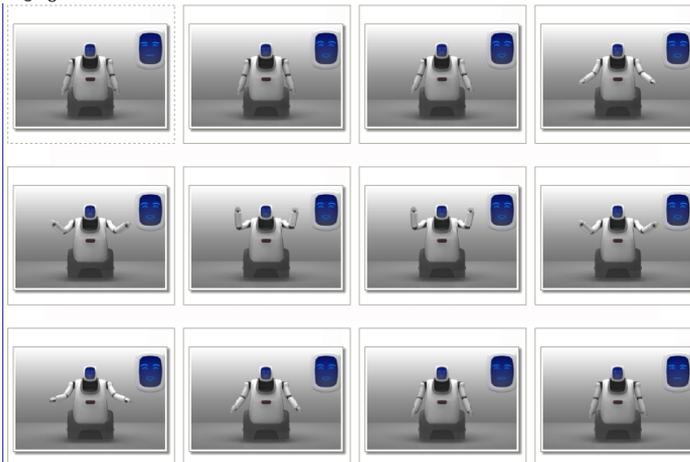
<거절>



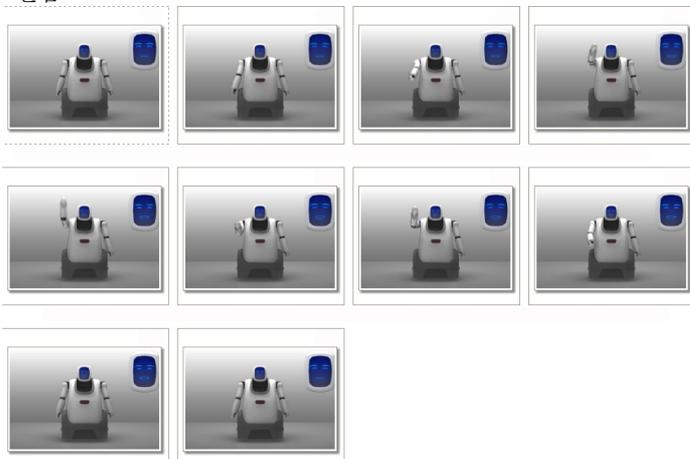
<고민>



<당황>



<신남>



<반가움>



<수궁>



### 5.6.3 뇌파에 의한 검증

비언어정보로서의 표정과 제스처의 최종적인 결과를 바탕으로 제작된 로봇의 감정 표현이 일반인에게 어떠한 이미지를 전달하는지 생리 데이터를 통하여 검증하기 위하여 뇌파 측정을 하였다. 뇌파 측정에 의한 검증은 각 감정의 의미를 정확하게 전달하는지에 대한 검증이 아니라, 초기 피험자에 의해 얻어진 각 감정 표현 동영상과 그에 대응하는 로봇의 감정 표현이 내포하고 있는 이미지가 어느 정도 유사한 수준인지를 파악하기 위한 것이다.

우선, 실험에서 뇌의 반응 패턴을 조사하는 위하여, 요시다(吉田, 2002)의 '뇌파의 주기 리듬에 의한 쾌적도 평가 모델을 적용하였다.

요시다의 쾌적도 평가 모델은 리듬성을 가지고 있는  $\alpha$  파를 이용하여 쾌적감을 크기와 방향으로 나타내는 방법이다. 요시다는 쾌적감을 의식으로써 느껴지는 심리적 상태라고 정의하고, 그 감정 상태를 나타내는 가장 기본적인 요소 축으로써 '쾌-불쾌'와 '흥분-진정'의 2가지 축을 제시하고, 쾌적도 평가 모델에 적용하였다. 이러한 '흥분-진정'과 '쾌-불쾌'의 2가지 축을 기본으로 한 모델에서는, 벡터의 방향이 기본 감정의 질을, 길이가 양을 나타낸다고 설명하고 있다. 그리고 요시다는 쾌적도를 물리량으로 나타내기 위하여, 좌전두부(左前頭部)에 대한  $\alpha$  파의 주파수 분포 스펙트럼의 경사도를 '쾌-불쾌'에 대응시키고, 우전두부(右前頭部)는 '흥분-진정'을 대응시켰다. 다시 말하면, '쾌-불쾌'는 좌전두부의 뇌파의 주파수 리듬에 반영되어, 좌전두부의 뇌파의 주파수 리듬은 유쾌한 감정 상태가 강할수록 경사가 절대치 1에 접근하고, 기분의 좋은 정도가 감소하면 0에 접근한다. 한편, 각성감(覺醒感)은 우전두부 뇌파의 주파수 리듬의 변화와 대응하고, 흥분인 감정 상태가 높을수록 경사가 0에 접근한다(그림5-27). 이러한 방법으로 나타내는 쾌적도가 크기와 방향은 다음의 계산식으로 얻어 진다<sup>67)</sup>.

$$\text{쾌적도} = [\sqrt{\{(Fp1 \text{ slope})^2 + (Fp2 \text{ slope})^2\} / 2}] \times 100 \text{ (Unit:\%)}$$

$$\text{방향 (각도 } \theta) = \text{ATAN}[(Fp1 \text{ slope} - 0.5) / (0.5 - Fp2 \text{ slope})] \times 180 / \pi$$

이 식에서, Fp1slope, Fp2slope은 좌전두부, 우전두부의 주파수 분포의 경사도(절대치)를 나타냄.

67) 吉田 倫幸: 脳波の周期リズムによる快適度評価モデル, 心理學評論, Vol.45, No.1, 2002, pp.38-56

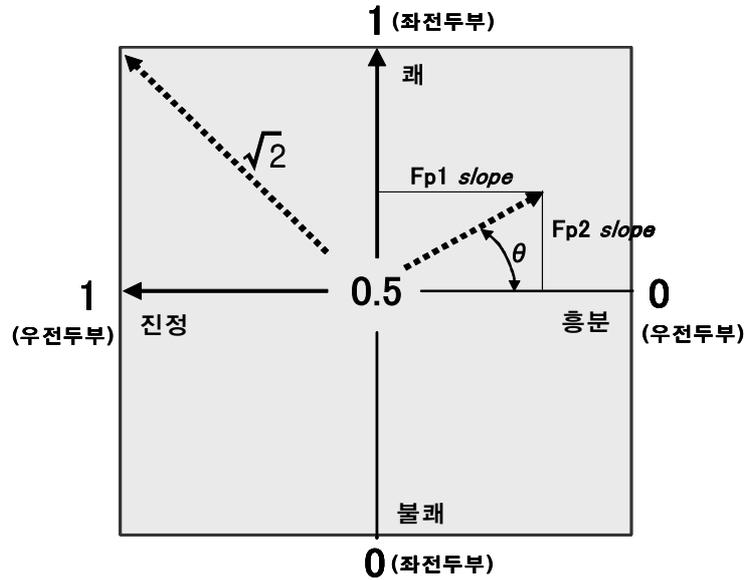


그림5-27 쾌적도 크기 및 방향 평가맵

실제 뇌의 반응으로써의 쾌적도를 측정하기 위해서는, 이러한 요시다의 "뇌파의 주기리듬에 의한 쾌적도 평가 모델"에 의해 개발된 히토센싱(ひとセンシング)사의 「HSK 중추리듬 모니터 SLIM 시스템」을 이용하였다(그림5-28).



그림 5-28 뇌파 측정 실험

실험에서, 시스템의 필터로써 상한 주파수는 13Hz, 하한 주파수는 8Hz로 설정하고, 교차 폭( $\mu v$ )은 3으로 설정했다. 그리고 실험 자극으로써는 피험자를 대상으로한 7가지 대표 감정 샘플 동영상과 표정 및 제스처 분석에 의해 제작된 7가지 로봇 감정 표현 동영상 등 총 14가지를 사용하였다.

실험에 있어서, 그림5-28과 같이 피험자에게는 14가지의 동영상을 컴퓨터 화면에서 하

나씩 제시하는 방법을 적용하였다. 그리고 피험자의 머리에 쾌적도 측정기를 설치하고, 하나의 동영상에 대해서 25.6 초의 시간이 지난 후부터 102.4 초간의 데이터를 측정하였다<sup>68)</sup>.

먼저, 첫 번째 실험에서 얻은 데이터를 최종적인 쾌적도를 중심으로 정리하였다. 최종적인 쾌적도는 그림5-29와 같이 우뇌의 분포 리듬의 정도(흥분-진정)과 좌뇌의 분포 리듬의 정도(쾌-불쾌)에 따라서 방향과 함께 표시된다. 그림5-29에서 우뇌의 분포 리듬의 정도는 0.35이며, 좌뇌의 분포 리듬의 정도는 0.11이다. 따라서 앞에서 기술한 계산식에 의해 쾌적도의 크기는 25.81%가 되며, 방향은 291.06°가 된다. 이것은, '특별한 각성감이 없는 상태에서의 약간 불쾌한' 상태를 나타낸다. 이와 같은 최종적인 쾌적도와 방향을 14개의 실험 자극과 피험자를 대응시키는 표로 작성하였다(표5-13, 14). 표는 신뢰도가 낮은 피험자1명의 데이터를 제외시키고 총 5명의 데이터를 중심으로 작성하였다. 또한 그림5-30은 실험자극 14개에 대한 피험자1인의 그래프 결과를 나타낸다.

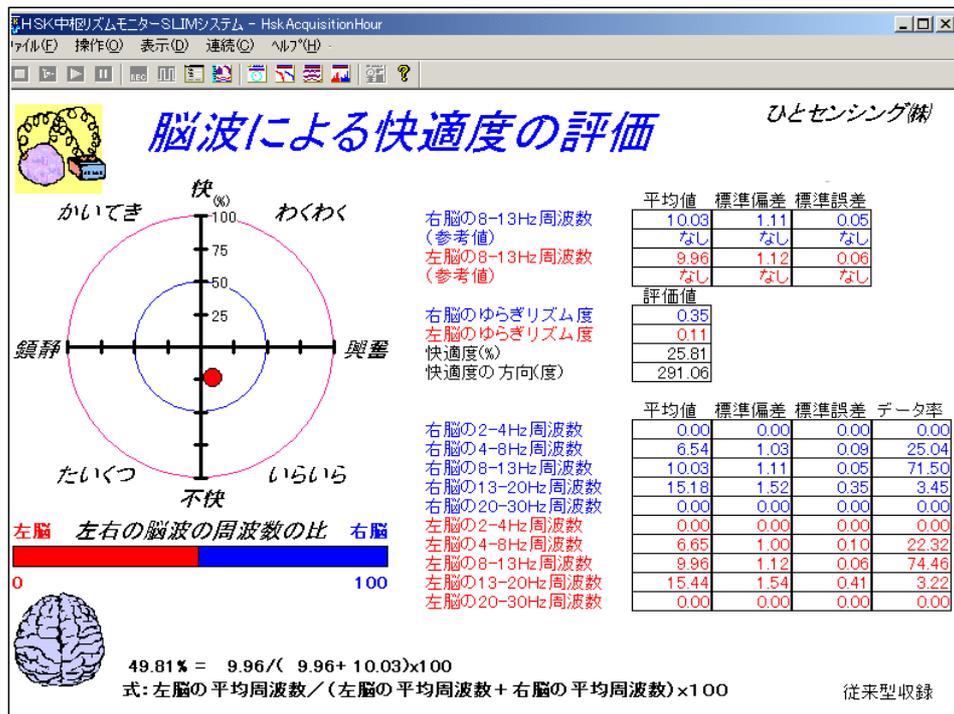


그림 5-29 쾌적도 평가 결과 사례

68) 吉田 倫幸: 脳波の周期リズムによる快適度評価モデル, 心理學評論, Vol.45, No.1, 2002, p49

거 절		
	인간	로봇
쾌적도(%)	58.09%	55.14%
쾌적도 방향	210.24	189.43

고 민		
	인간	로봇
쾌적도(%)	25.81%	38.23%
쾌적도 방향	291.06	278.31

당 황		
	인간	로봇
쾌적도(%)	42.79%	71.01%
쾌적도 방향	311.41	109.61

반가움		
	인간	로봇
쾌적도(%)	58.87%	63.90%
쾌적도 방향	122.04	109.61

수 금		
	인간	로봇
쾌적도(%)	36.08%	42.54%
쾌적도 방향	278.31	350.47

신남		
	인간	로봇
쾌적도(%)	72.15%	75.45%
쾌적도 방향	100.7	123.59

감사		
	인간	로봇
쾌적도(%)	54.41%	54.41%
쾌적도 방향	35.2	54.51

그림5-30 감정별 쾌적도 평가 결과

표5-13은 뇌파 측정 결과에서 쾌적도의 크기를 나타내는데, 전반적으로는 인간의 감정 표현과 로봇의 감정표현에는 쾌적도 크기의 편차가 적다. 이것은 인간의 감정표현과 로봇의 감정표현에 대한 '쾌-불쾌'의 이미지 차이가 적다라고 할 수 있으며, 다시 말하면, 인간이 표현하여 전달하고자하는 감정의 이미지가 로봇의 비언어 정보 표현에 의해서도 잘 전달되는 것이라고 할 수 있다. 또한 표5-14의 쾌적도 방향에서도 그 편차가 전반적으로 크지 않은 것은 의인화된 로봇의 감정 표현이 상당 수준 신뢰성 있음을 반증한다고 할 수 있다.

그러나 두 표에서 당황에 대한 결과는 다른 결과에 비하여 그 편차가 상당히 심하다. 특히, 쾌적도의 방향에서 인간의 감정 표현과 로봇의 감정 표현이 상반된 방향을 나타내는 것은 어느 한쪽의 이미지 전달에 문제가 있다는 것이다. 그림5-30에서 인간의 당황 표현에 대해서는 '불쾌'의 방향에 쾌적도가 표기되어 앞에서 실시한 7가지 감정에 대한 직관적 이미지 평가의 결과와 유사하다. 하지만 로봇의 당황 표현은 '쾌'방향에 쾌적도가 표기되어 "당황"이라는 부정적 이미지가 잘못 전달되었다. 이 결과를 로봇의 감정 표현 애니메이션에 대한 인지도 설문 평가의 결과를 바탕으로 고찰하여 보면, 부정적인 이미지를 전달하는데 있어 단순화된 입모양과 눈썹모양이 부분적으로 인지의 착오를 수반하였다고 할 수 있다. 그리고 인간의 감정표현은 보다 많은 요소의 조합에 의하여 미묘한 감정까지 전달이 가능하며 이에 반해 단순화된 코드의 조합에는 부분적인 오류의 원인이 내포되어 있다고 볼 수 있다. 이에 부정적 이미지의 감정 표현에는 코드의 적절성에 대한 검토가 데이터의 단순화 과정과 함께 이루어져야 한다.

표5-13 쾌적도 크기 비교표

	거절		고민		당황		반기움		수긍		신남		감사	
	인간	로봇	인간	로봇	인간	로봇	인간	로봇	인간	로봇	인간	로봇	인간	로봇
피험자1	58.09	55.14	25.81	38.23	42.79	71.07	63.9	58.87	36.08	42.54	72.15	75.45	54.36	54.41
피험자2	66.32	64.54	36.44	39.23	40.54	66.94	77.43	69.95	25.39	30.32	69.43	71.28	50.37	49.87
피험자3	59.19	54.83	29.32	30.54	39.09	79.47	60.39	40.34	39.22	45.21	55.93	59.53	60.32	58.43
피험자4	55.76	49.78	20.48	23.96	45.49	65.76	52.87	55.28	34.76	39.93	102.32	95.02	54.29	50.45
피험자5	60.14	60.23	19.08	22.89	41.9	70.73	62.41	64.19	39.34	40.31	70.25	72.46	49.32	54.21
평균	59.9	56.904	26.226	30.97	41.962	70.794	63.4	57.726	34.958	39.662	74.016	74.748	53.732	53.474
편차	2.996		-4.744		-28.832		5.674		-4.704		-0.732		0.258	

표5-14 쾌적도 방향 비교표

	거절		고민		당황		반기움		수긍		신남		감사	
	인간	로봇	인간	로봇	인간	로봇	인간	로봇	인간	로봇	인간	로봇	인간	로봇
피험자1	210.24	189.43	291.06	278.31	311.41	51.39	122.04	109.61	341.66	350.47	100.7	103.59	54.36	54.51
피험자2	288.32	268.78	349.48	294.55	359.54	53.34	120.42	122.29	311.43	339.32	99.23	110.32	53.31	50.84
피험자3	189.33	189.48	308.43	258.92	388.58	67.42	142.28	132.46	390.32	301.49	122.23	132.3	59.41	52.41
피험자4	201.43	210.38	287.38	339.67	276.98	44.34	99.09	101.02	299.38	299.21	103.22	102.31	60.34	59.47
피험자5	192.23	197.33	230.43	287.48	301.32	50.35	103.64	92.29	301.49	349.87	89.73	92.21	50.39	55.43
평균	216.31	211.08	293.356	291.786	327.566	53.368	117.494	111.534	328.856	328.072	103.022	108.146	55.562	54.532
편차	5.23		1.57		274.198		5.96		0.784		-5.124		1.03	

그림5-31의 뇌파 측정 결과 그림에서 '신남', '반가움', '감사'에 대한 뇌파 결과는 보편적으로 쾌 방향에 분포하고, '거절'은 약간 불쾌의 방향, '고민', '수궁'은 원점에 가깝지만 어느 정도 불쾌의 방향에 분포되어 있다. 이 결과는 앞에서 실시한 7가지 감정에 대한 직관적 이미지 평가의 결과(그림5-5)와 '쾌-불쾌'의 기준축에서 큰 차이를 보이지 않았다.

이것은, 개념적으로 의미가 있는 어휘에 대한 직관적 이미지 평가와 인지 대상의 특정 움직임에 대한 인지적 이미지 평가는 인간의 사전 학습에 의해 형성된 이미지 공간의 범위를 크게 벗어나지 않는다고 할 수 있다. 다시 말하면, 인위적 비언어정보의 표현 방법에 대한 연구에 있어서, 인간이 경험에 의하여 형성하고 있는 이미지의 구조에 대한 기초 연구도 동반되어야 보다 효과적인 결과를 도출할 수 있다고 이야기할 수 있다.

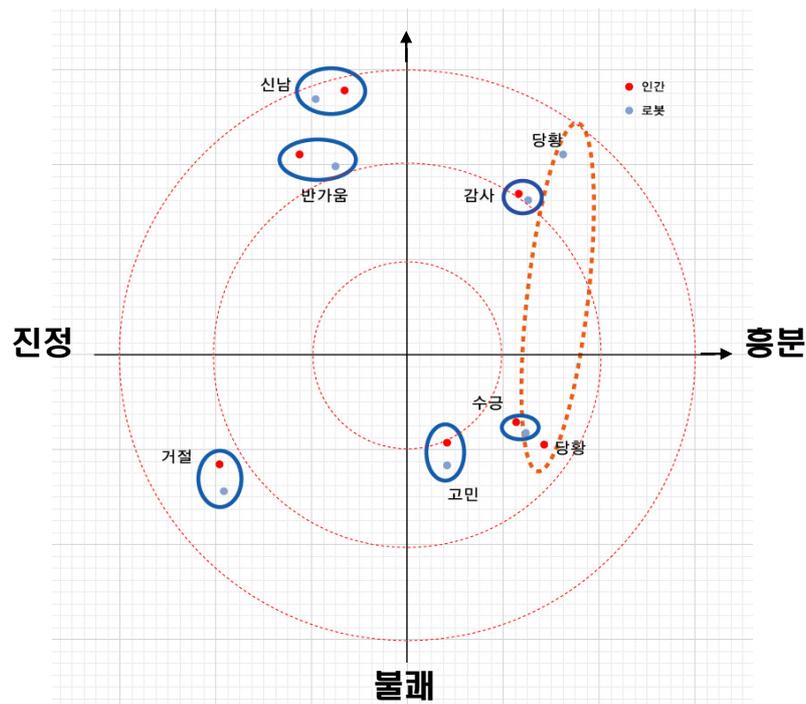


그림5-31 쾌적도 평가 결과 분포도

## 6. 디지털 시뮬레이션

---

쇼핑 서비스 지원 로봇을 위한  
HRI(Human Robot Interface) 디자인 개발에 관한 연구

A Study on the Human Robot Interface Design Development  
for Shopping Service Support Robot



## 6. 디지털 시뮬레이션

### 6.1 보조적 HRI 요소들로서의 사운드

#### 6.1.1 실험용 음의 선택

실험에 사용한 음은 시판되는 다수의 멀티미디어 편집용 효과음 CD에 수록된 수천개 샘플사운드 중에서 비유사도를 근거로 디자인 관련 5명의 대학원생이 최종적으로 67개의 실험용 음을 선정하였다. 음 선정 기준으로는, 자연음(과도, 천둥, 계곡물, 바람 등)과 동물소리, 운송수단(오토바이, 자동차, 기차, 비행기 등), 악기음 등, 구체적인 음원(sound source)을 파악할 수 있는 음들은 그 대상에서 제외시켰다. 이는 음 그 자체에 의한 감성반응 보다는 음을 들음으로써 연상되어지는 음원에 대한 잠재적 인상이 감성반응치에 포함되는 것을 배제하기 위해서였다.

음이 적용되는 물체가 사람과 흡사한 로봇이란 관점에서 음성도 실험대상으로 고려되었지만, 정확한 의사 전달이 목적이 아니라 제한된 관절에 의해 설정된 로봇의 모션으로 전달되어지는 비언어(non-verbal)커뮤니케이션이 실험의 concept 이란 관점에서 최종적으로 제외시켰다. 그리고 음원이 연상되어지지 않는 음이라 할지라도, 그 음의 구성이 음계에 기준한 규칙성을 가진 곡(music)이라면 대상에서 제외시켰다. 이는 음정과 리듬에 의한 선입견 및 잠재인상을 배제시키기 위함이었다. 선정된 67개의 실험용 음들에 무작위로 1번에서 67번까지의 파일명을 부여하고 실험 및 분석과정에서 번호로서의 의미만 부여된 채 관리되었다.

#### 6.1.2 감성반응 추출

실험은 남녀 대학생 30명으로 구성된 두개의 피험자 집단을 대상으로 하였다. 이미 제작되어진 로봇 모션 동영상(감사, 거절, 당황, 고민, 반가움, 수궁, 신남의 순서)을 1회 관람하고 로봇의 동작에 적용될 음이란 설명과 함께 감성반응 데이터를 수집하였다. 실험용 음은 컴퓨터와 스피커가 설치되어 있는 멀티미디어 강의실에서 window media player v.10을 이용하여, 1번부터 순번대로 5초의 간격으로 2번씩 들려주었으며, 하나의 음에 대하여 제시된 7개의 감성어와 관련

성이 있는 항목에 복수 체크가 가능하도록 데이터를 수집하였다.



그림6-1. 감성어에 따른 음의 관련도와 그 대표음들

실험결과, '감사'의 감성반응을 얻은 음으로는 62, 18, 45, 21, 64이었고, '거절'의 감성반응을 얻은 음으로는 23, 52, 44, 58이었고, '고민'의 감성반응을 얻은 음으로는 03, 15, 26이 동일한 감성반응치를 얻었고, 63역시 높은 반응치를 얻었다. '당황'의 감성반응은 01, 47, 41, 42, 53의 음들이었고, '반가움'의 감성반응을 얻은 음들은 04, 45가 동일한 최고 반응치를 얻는데 이어 18, 49의 순이었다. '수궁'의 감성반응을 얻은 음들은 10, 30, 49, 17, 62이었고, '신남'의 감성반응을 얻은 음들로는 56, 39, 55, 61, 51의 음들이었다.

### 6.1.3 실험결과

실험용 음들의 물리적 요소는 주파수 특성에 근거하여 추출하였다.

Spectra Lab의 3D surface를 이용하여 dB과 Hz그리고 시간의 데이터를 추출하여 비교분석 하였다.(그림6-2) 특히, 관련 선행연구<sup>69)</sup>를 통하여 음의 감성반응에 가장 깊이 관여하는 물리적 요소는, 엔베로프 곡선의 선단부(attack)와, pitch를 통한 배음 구조(음의 깨끗함), 그리고 잔향(release rate)이라는 것이

69) '음에 있어서 감성자극요소의 추출과 그 상호관계에 관한 연구', 정재욱, 한국기초조형학회, pp101-106, 2003

밝혀졌으므로 이 3가지 물리적 속성의 상관관계를 중심으로 물리적 요소를 분석하였다.

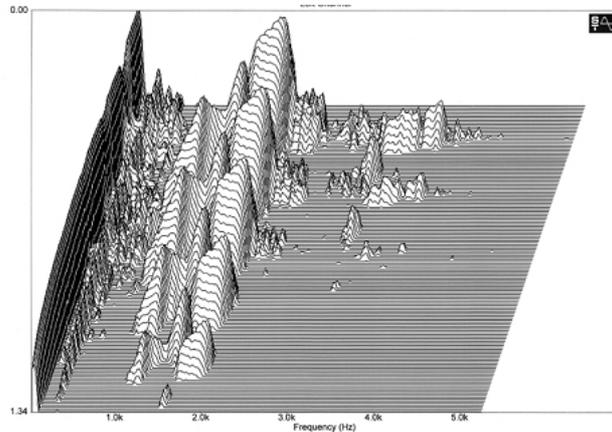


그림 6-2. Spectra Lab의 3D surface 분석화면

본 연구에서는 실험결과를 분석함에 있어서 음에 대한 심리적 공간을 중심으로 그 결과를 해석하였다. 음에 대한 인상을 분석하고자 할 때, 제공 되어진 몇 개의 감성어를 기준으로 샘플음에 대한 인상을 기록하게 되고 그 값들을 '샘플음에 대한 감성 반응치'라 한다.

이 감성 반응치를 근거로 각각의 샘플음들 사이의 유사도 및 상관관계를 측정하는 부분에 활용되어진다. 본 연구에 있어서 제공 되어진 감성어는 '감사' '거절' '고민' '당황' '반가움' '수궁' '신남'의 7개였다. 이 감성어들은 긍정적인 의미의 단어인 감사, 반가움, 수궁, 신남과 부정적 의미의 단어인 거절, 고민, 당황으로 다시 나누어 생각해 볼 수 있다.

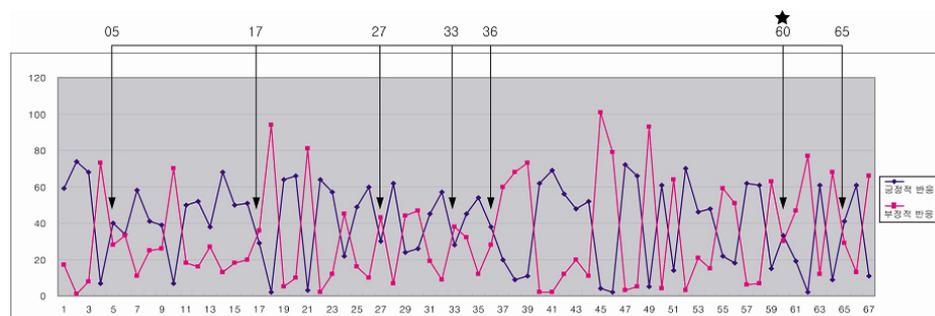


그림 6-3. 샘플음의 긍정-부정 감성반응치 비교 그래프

설문조사의 감성반응치를 이 두 그룹으로 나누어 집계해 본 결과, (그림6-3)과

같은 결과를 얻을 수 있었는데, 대부분의 샘플음들이 긍정과 부정의 명확한 감성반응치를 가지고 있었다. 특히 18, 21, 45, 49, 62와 같이 그 차이가 크고 분명한 감성반응을 보이는 음들과 05, 17, 27, 33, 36, 60, 65와 같이 그 차이가 작고 불명확한 감성반응을 보이는 음들의 물리적 요소를 비교할 필요성을 느낄 수 있었다.

수량화 이론III류의 분석은 자극에 대한 정성적인 감성반응치를 근거로 각각의 자극들 사이의 상관관계를 유사도에 근거하여 수량데이터로 나타내어주는 분석이다. 이 결과를 분산분포도에 옮기면 일종의 2차원 평면 맵이 얻어지는데, 이는 자극에 대한 내적 감성반응을 외적 시각 데이터로 치환한다는 것뿐만 아니라, 자극(음)과 자극사이의 유사도를 좌표점에 기인한 수량적 거리(distance)데이터로 나타내어 준다는 것에 그 의미가 크다고 할 수 있다.

그림6-4는 본 실험에서 사용한 7가지 감성어휘들의 유사도 특성을 수량화 이론 III류를 이용하여 평면상에 나타낸 분포도이다. 이를 통해 x축은 음의 밝기(Brightness)에 의해 정의되어졌고, y축은 음의 격렬함, 또는 역동성(Violent)에 의해 규정지어졌음을 알 수 있었다.

7가지 감성어휘에 상관된 샘플음들의 물리적 기준은, 실험 전 예상되었던 관련 주파수 대역 보다는 배음구조, 음의 어우러짐, 주파수 대역의 이동, 음압 에너지량, 음압의 증감변화 등에 크게 영향을 받는다는 것을 알 수 있었다.

감사와 반가움, 고민과 당황은 물리적 특성상 유사성이 높은 감성영역임을 알 수 있었고, 수궁은 긍정적 감성영역과 부정적 감성영역의 특징을 조금씩 가지고 있는 중간적인 영역이란 것을 할 수 있었다.

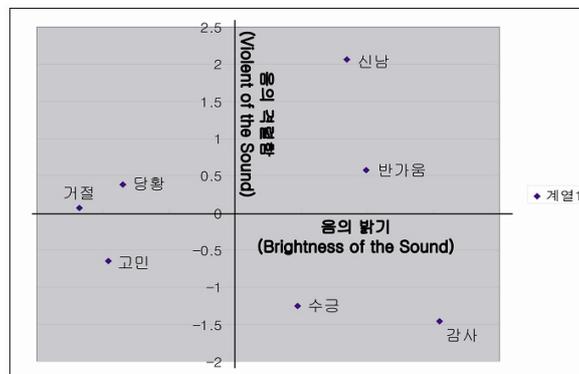


그림 6-4. 7가지 감성어휘의 유사도 분포도

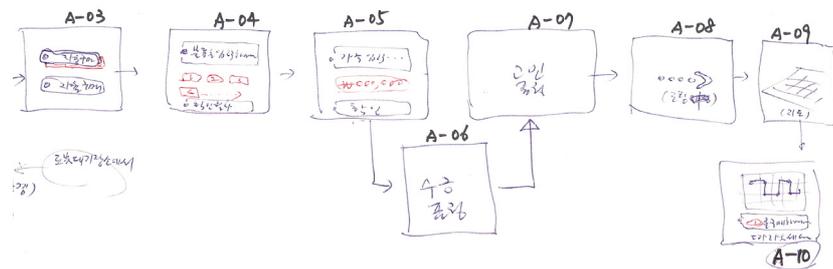
## 6.2 시뮬레이션 시나리오 제작

본 연구의 시뮬레이션 시나리오는 앞에서 연구되어진 가상 시나리오를 기반으로 가장 많이 사용하는 상황과 돌발적으로 벌어질수 있는 상황을 적절하게 배분해서 제작하였다. 특히, Scene 1에서 Scene 5까지 구분해서 진행하여서 각각의 상황에 대한 로봇표정, 제스처, 그리고 GUI 화면을 중심으로 진행하였다. 또한 각 상황에 대한 로봇과 인간과의 HRI 디자인 요소를 표현될 수 있도록 상황을 표시하였다.

아래 프리핸드로 작성한 것은 각 상황에 대한 GUI 및 HRI 디자인 요소와의 관계를 작성한 것으로 각 단계의 기호에 대한 로봇 표정, 제스처 등을 매핑시켜서 시뮬레이션 제작시 기초 자료로 사용 될 수 있도록 하였다.

Scene 1은 쇼핑시작, PDA전달, 로봇호출, 쇼핑정보입력, 최적이동경로탐색, 쇼핑시작순으로 진행된다. 이 장면의 특징은 쇼핑시작에서에 대한 HRI 디자인 요소를 표현하는데 주안점을 두고 있다.

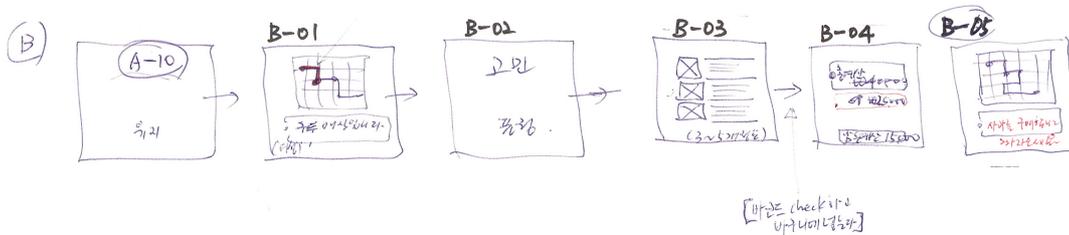
표6-1 Scene 1 시나리오



내용	Real	로봇표정	Graphic
#1. 쇼핑 로봇 사용 준비			
1.30대 주부(이하유저)가 마트로 들어온다.			
2.설레는 표정의 유저			
3.안내테스크로 간다			
3-1. 안내원에게서 PDA를 전달받는다			
3-2. PDA를 목에 건다.			
3-3. 유저가 PDA 전원을 ON 한다.			A-01
3-4. 로봇이 나온다.		A-02	
4.환영인사를 하는 로봇, 살짝 앞으로 나온다.			
5.유저 살짝 미소 짓는다.			
6.로봇화면에 정보가 나타난다.			A-03
7.최종적으로 예상 비용과 예정 물품을 음성으로 입력하는 유저 (4만원, 구두, 사과, 샴푸)		A-6③	A-04① A-05②
8.로봇은 최적의 이동경로를 화면에 표시한다.		A-7①	A-08② A-09③
9.센서장치에 Start 버튼을 누른다.			
10.쇼핑로봇과 함께 이동			A-10

Scene 2은 매장안내, 정보제공, 구매비용계산 순으로 진행된다. 이 장면의 특징은 가장 일반적이고 표준적인 구매 상황에 대한 HRI 디자인 요소를 표현하는데 주안점을 두고 있다. 쇼핑로봇의 고민의 표정과 개별적 상황에 대한 정보검색에 대한 인터랙션 제시 및 구매 비용에 대한 계산 상황을 표현하였다.

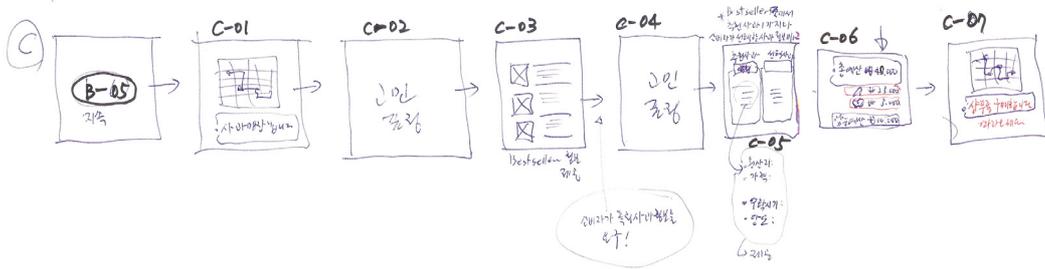
표6-2 Scene 2 시나리오



내용	Real	로봇표정	Graphic
#2. 신발 쇼핑 이벤트			
1.유저가 로봇을 쫓아 간다.			A-10
2.신발매장에 도착한 로봇과 유저			B-01
3.신발 매장을 가리키는 로봇			B-01
4.로봇을 쳐다 본다.	궁금한 표정		
5.베스트셀러 제품정보와 함께 물품 정보를 제공하는 로봇		B-02	B-03
5-1. 신발을신어보고 발에 맞는지 체크한다			B-03
6.결정을 한 듯 고개를 끄덕이는 유저	결심의 표정		B-03
7.신발을 집어 드는 유저	신발 집는모션		B-03
8.로봇에서 보관 통이 자동으로 나온다.			B-03
9.신발을 로봇에 보관			B-03
10.로봇이 비용적립 내용과 남은 비용 정보 제공			B-04
11.웃음을 띄는 유저	웃음표정		
12.로봇과 함께 다음 단계로 걸어간다.			B-05

Scene 3은 매장안내, 정보제공, 상품정보비교, 구매비용계산 순으로 진행된다. 이 장면의 특징은 구매 상황에 대한 상품의 정보를 제공하고 상품간의 정보를 비교하는 상황에 대한 HRI 디자인 요소를 표현하는데 주안점을 두고 있다. 쇼핑로봇의 정보 검색뿐만 아니라 자동적으로 상품의 정보를 비교하는 상황에 대한 인터랙션을 보여주고 있다.

표6-3 Scene 3 시나리오



내용	Real	로봇표정	Graphic
#3 사과 쇼핑 이벤트			
1.로봇이 소비자를 안내한다.			B-05
2.소비자는 로봇의 안내에 따라 발걸음을 옮긴다.			B-05
3.로봇이 사과가 있는 곳에 도착하여 사과 매장을 가리킨다.		C-02②	C-01① C-03③
3-1. 유저가 선택한 사과를 PDA를 가지고 쓴다.		(3-1 행동후) C-04	
4.로봇의 모니터에서 비용 및 사과의 진단결과가 나온다.			C-05
5.소비자의 PDA손에 들어 그 진단결과를 확인한다.			C-05
6.확인 후 고민하는 소비자.	고민하는 모션		C-05
7.PDA와 로봇의 모니터에 비교분석과 가격 등 자세한 정보가 산출된다.			C-05
8.원래 목적인 일반사과에서 베스트 사과로 목적 변경 후 구입한다.			
9.총금액 및 현재 남은 비용이 모니터와 PDA로 산출 제공하다			C-06
10.다음 물건 구입을 위해 로봇이 소비자를 다시 안내 한다			C-07

Scene 4은 매장안내, 상품정보비교, 비용계산, 추가구매, 비용초과, 행사안내 순으로 진행된다. 이 장면의 특징은 구매 상황에 대한 추가 상품을 구매하고 그 비용에 대한 초과 상황에 대한 인터랙션 상황을 보여주고 있다. 특히 상품 구매시 돌발적인 상황에 대한 HRI 디자인 요소를 표현하는데 주안점을 두고 있다.

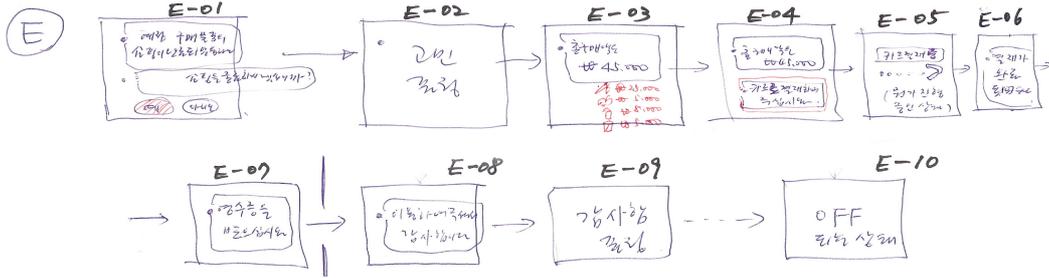
표6-4 Scene 4 시나리오



내 용	Real	로봇표정	Graphic
#4 샴푸 이벤트			C-07
1.로봇 앞장서고 뒤로 유저 따른다			D-01
2.로봇 샴푸 앞에 멈춘다			D-01
3. 로봇이 샴푸매장을 가르킨다.			D-01
4.소비자 샴푸쪽을 바라본다			D-01
5.로봇 샴푸의 Spec및 각종 정보 제공		D-02	D-03
6.로봇의 정보를 보고 끄덕이는 유저			D-03
7.유저 구입 결정을 한 표정			D-03
8.샴푸를 로봇에 담은 유저			D-03
9.로봇 남은 비용 산출 제공			D-04
10.빠뜨린 것이 있는 듯 두리번거리는 유저			
11.PDA를 들고 주방세제 물품 구입 요구하는 유저			(13 행동후) D-05
12.로봇 비용 초과 메시지		D-06	D-07
13.입력신호를 받은 로봇 방향을 틀어 이동(행사제품안내)		D-08	D-09 D-10(로봇이동)
14.로봇의 뒤를 따르는 유저			D-10
15.주방세제 진열대 앞에 멈추는 로봇			D-11
16.로봇이 멈추자 따라 멈추는 유저			D-11
16-1. 주방세제 진열대 쪽을 가리킨다.			D-11
17.로봇 주방세제 정보 제공			D-12
18.로봇이 제공하는 정보를 진지하게 바라보는 유저			D-12
19.제공 된 자료를 보고 구입 결정하는 유저			D-12
20.주방세제를 로봇에 담은 유저			D-12
21.흐뭇해하는 표정	흐뭇함		
22.로봇 비용적립 및 현재 남은 비용 산출 및 정보 제공			D-13

Scene 5은 종료명령, 총계산, 결제, 포장, 쇼핑종료, PDA반납, 쇼핑출구 순으로 진행된다. 이 장면의 특징은 쇼핑로봇에 쇼핑 종료에 대한 HRI 디자인 요소를 표현하는데 주안점을 두고 있다.

표6-5 Scene 5 시나리오



내 용	Real	로봇표정	Graphic
#5. 쇼핑 종료			
1. 최종 출구로 나오는 유저와 로봇 정해진 위치에서 멈춘다.			E-01
2. PDA로 계산 명령을 내린다	굳은표정		E-01
3. 로봇의 화면엔 총비용에 대한 내용이 제공된다.		E-02	E-03
4. 꼼꼼히 살피는 유저 이윽고 카드를 꺼낸다.	카드 꺼내기		E-04
5. 결제 화면에 카드를 든다.			(5행동후) E-05
6. 수금하는 유저	즐거움 표정		E-06 (다음 6행동)
7. 영수증을 받는다.			E-07 (다음 7행동)
7-1. 로봇이 바구니를 손으로 들어서 포장대에 올려 놓는다			E-08
7-4. 로봇카트가 몸체로 들어간다			E-08
7-3. 유저가 포장대에서 물품을 든다..			E-08
8. 물건을 가져가는 유저			
9. 로봇 감사 인사.	흐뭇해 하는 표정	E-09	
10. 유저 흐뭇해함			
10-1. PDA를 돌려준다			
11. 제 위치로 돌아가는 로봇			(로봇대기 장소 이동후) E-10

### 6.3 시뮬레이터 제작

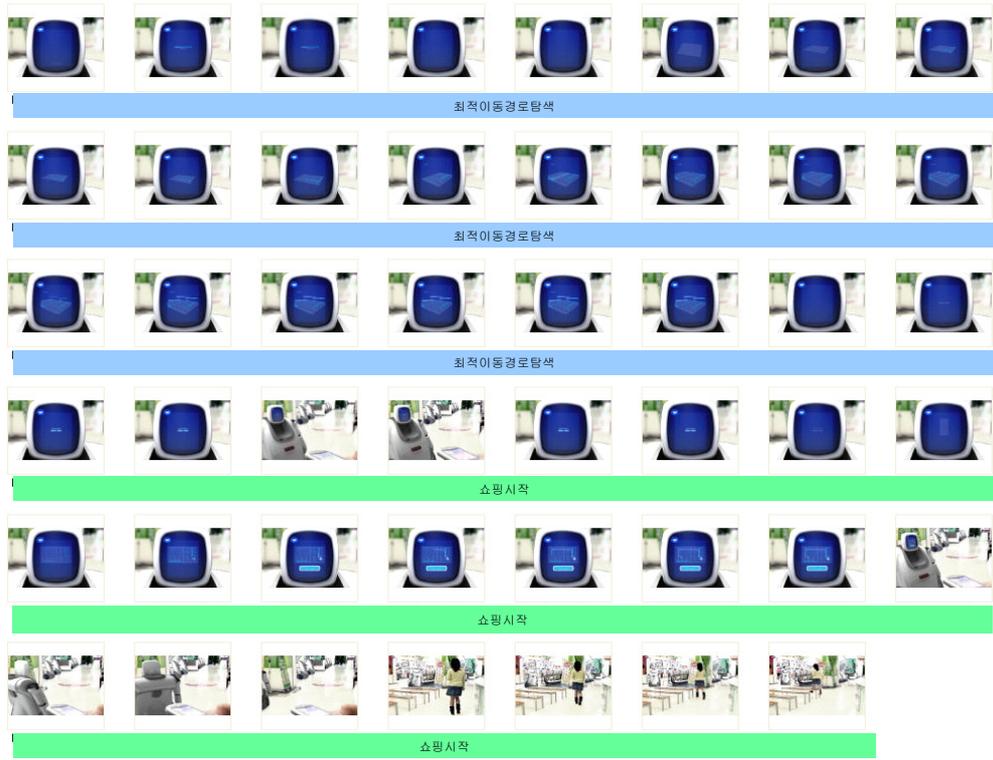
본 연구에서는 앞에서 만들어진 애니메이션을 기반으로 가상 쇼핑로봇에 대한 시나리오를 기반으로 HRI 디자인에 대한 결과물을 도출하였다. 시뮬레이터를 만들기 전에 실제 장면에 대한 실사 촬영과 3차원 그래픽으로 재현된 쇼핑로봇과 같은 자유도를 가지는 모션을 구현을 하도록 애니메이션을 각각 구현하였다. 3차원 가상공간에서 만들어진 것이기에 실제 로봇의 관절보다 더 많은 움직임을 표현할 수 있으나, 그 경우 애니메이션 상에서의 로봇의 움직임과 다른 모습을 보여줄 수 있기 때문에 실제 로봇의 동작을 가늠할 수 있도록 하였다.

아래 그림에서 보는것과 같이 시뮬레이터는 플래쉬 프로그램을 이용하여 표현하였다. 화면은 크게 시나리오 기반 5단계 화면, 단계별 시뮬레이션 화면, 시뮬레이션 조작 버튼, 시뮬레이션 진행 이벤트 화면, 단계별 로봇 디스플레이 시뮬레이션 화면의 5프레임으로 구성되었다. 특히, 단계별 시뮬레이션에 대한 로봇 얼굴에 해당되는 화면을 크게 보여주기 위해서 오른쪽에 개별적으로 독립시켰다. 또한, 각 단계별 시뮬레이션 이벤트에 대한 현재 진행 상황을 보여주기 위해서 아래부분에 위치하여 그 상황을 보여주고 있다.

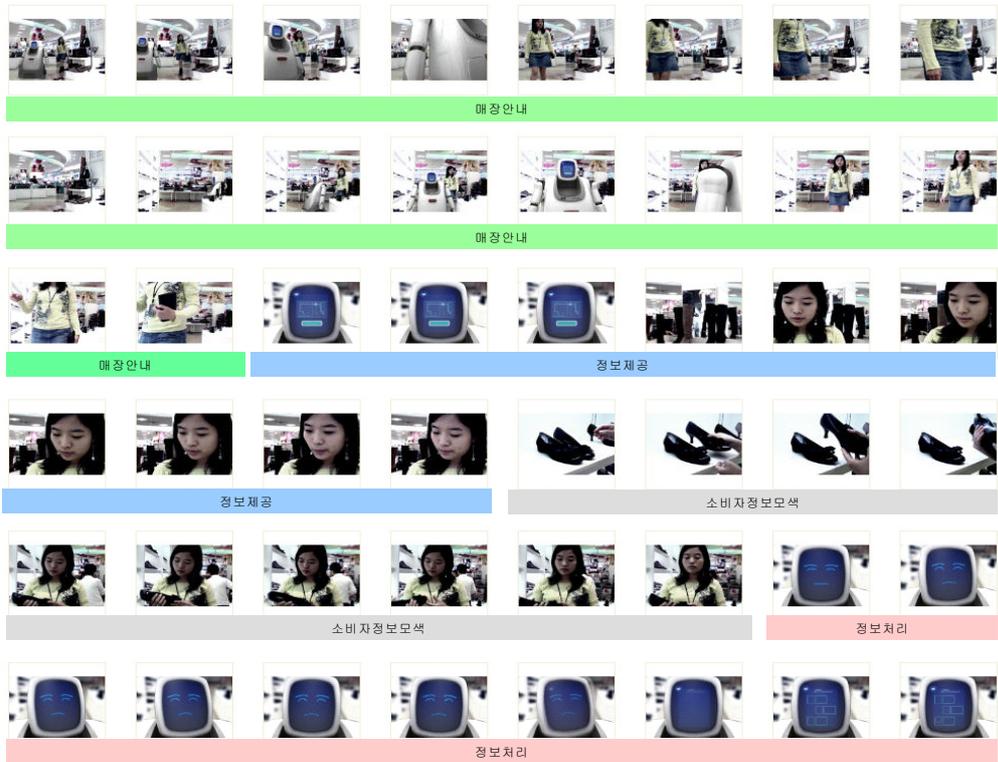


그림6-5 로봇 시뮬레이터 메인 화면





■ Scene 2





정보제공

소비자정보모색



소비자정보모색



소비자정보모색



소비자정보모색

물품저장



물품저장



구매비용계산



구매비용계산

물품수납

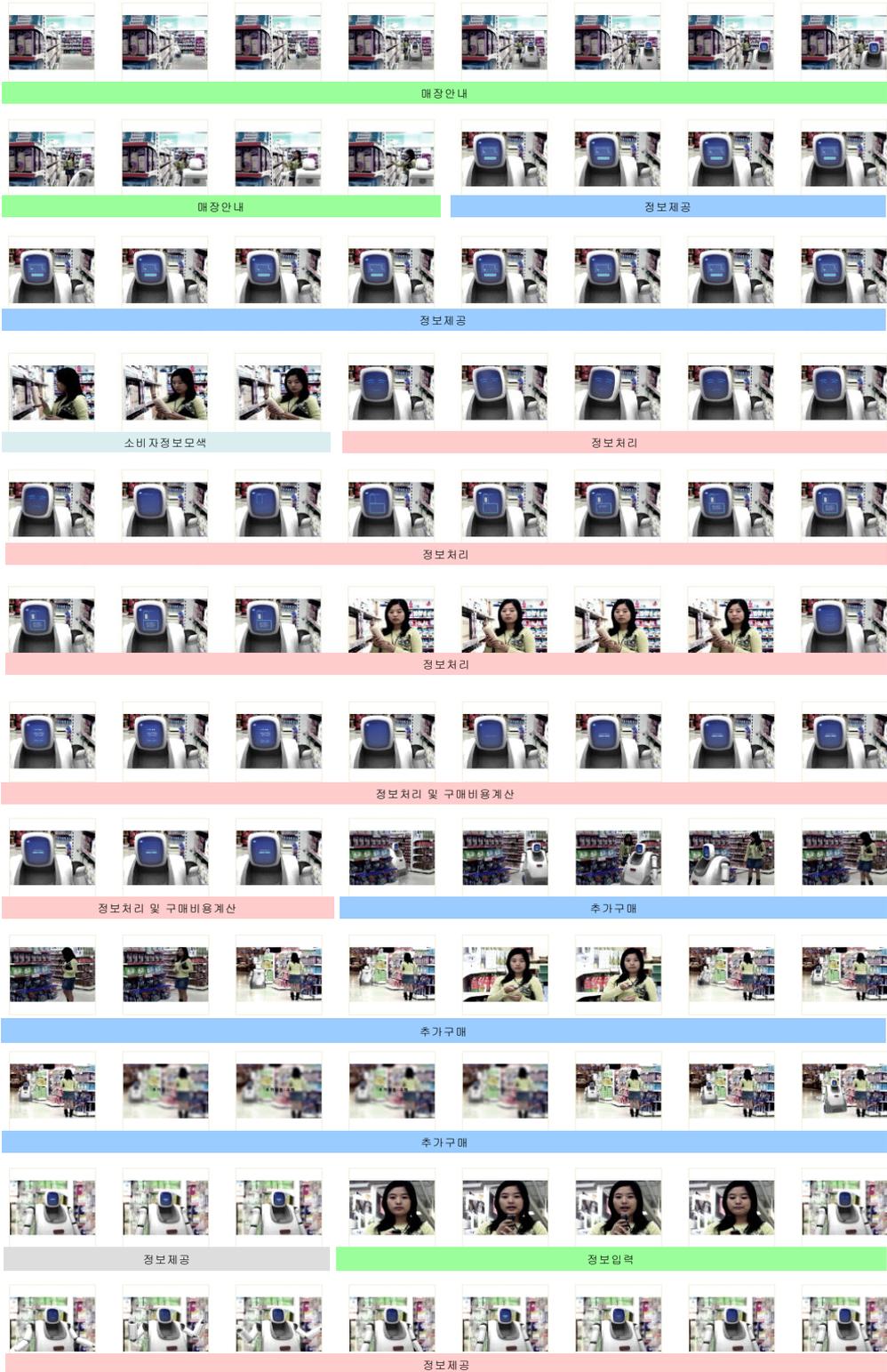


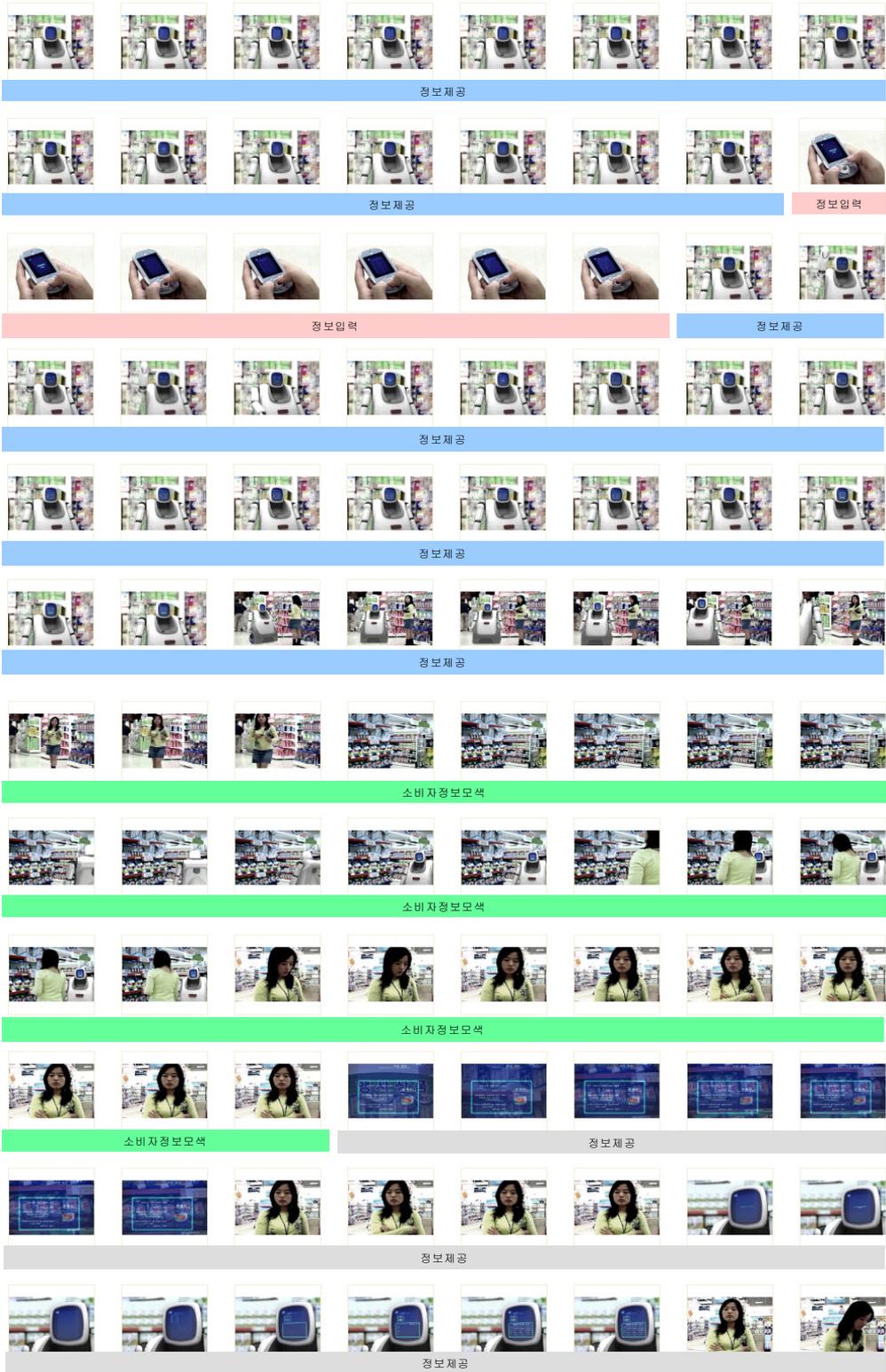
물품수납

다음 매장안내

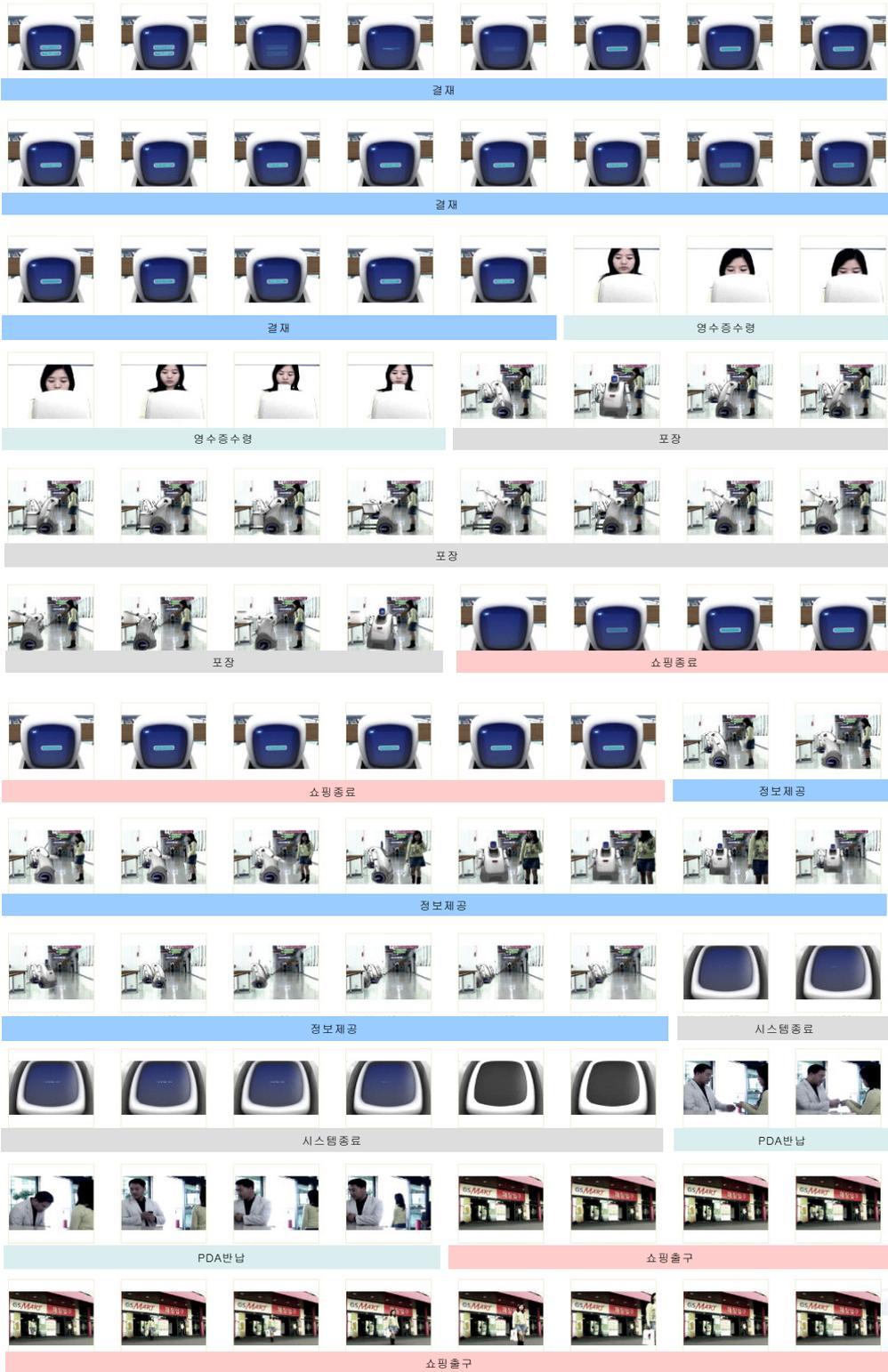


■ Scene 4









# 7. 결 론

---

쇼핑 서비스 지원 로봇을 위한  
HRI(Human Robot Interface) 디자인 개발에 관한 연구

A Study on the Human Robot Interface Design Development  
for Shopping Service Support Robot



## 7. 결론

로봇은 기계, 전자, 통신 등의 기술이 유기적으로 결합되어 인간행동을 자동으로 수행해주는 시스템을 말한다. 즉, 로봇은 인간의 노동을 대신하면서 인간 사용성 향상의 궁극적인 종착점이 되는 것이다. 이때, 대신해 주는 노동의 종류에 따라 산업용 로봇과 서비스 로봇으로 구분된다. 산업용 로봇은 조립, 용접 등의 제조활동을 수행하는 로봇이며, 서비스 로봇은 인간과 상호작용하면서 생활, 교육 등 다양한 서비스를 제공하는 인간 지향적 로봇이다. 이러한 로봇은 인구감소 및 고령화로 인한 노동력 부족, 삶의 질 추구에 힘들고 단순한 노동회피 등의 트렌드와 맞물려 미래유망 사업으로 오래전부터 주목받아 왔다.

이와 같이 로봇산업은 앞으로 우리가 전혀 생각지도 못한 미지의 분야나 생활공간 그리고 우주, 재해, 탐색, 수중 등에서 주어진 역할을 수행하게 될 것이다. 또한 이로 인한 사회변화와 인간의 인식변화는 로봇에 대한 새로운 니즈(needs)로 창출로 이어지게 될 것이다. 그리고 자동차와 같이 가까운 장래에 한 가구에 1대씩 나아가 한 사람당 1대의 로봇을 소유하는 시대가 도래하게 될 것이다. 이제 로봇이 우리 생활환경 안에까지 그 개념이 확장됨에 따라 로봇에 대한 아이디어로써 디자이너가 발상할 수 있는 범위가 넓어졌다. 로봇 디자이너는 기술과 기능을 접목한 높은 수준의 아이템을 통해 새로운 로봇의 창출을 가능하도록 할 수 있다.

피노(PINO)는 일본 과학 기술 진흥 사업단이 기획한 로봇이다. 피노는 디자이너에 의해 흰색몸통에 적색, 녹색, 청색 선과 피노키오처럼 뽀족한 코가 달려있는 형태로 재탄생되었다. 이처럼 고철덩어리를 새롭고 동시에 세련된 지성이 느껴지는 로봇은 디자이너에 의해 디자인 되었다. 마쓰야는 피노를 통해 로봇공학에 처음으로 디자인 개념을 도입했다. 고철덩어리 수밖에 없는 로봇이 디자인을 갖게 됨으로써 생명을 얻을 수 있었다. 피노 디자인은 로봇 디자인에 새로운 바람을 불어넣었다.

지금까지의 제품디자인과 건축디자인은 세상의 모든 것에 디자인이 되어 왔다. 그러면, 로봇디자인은 이전의 디자인과 무엇이 다른가? 우선 로봇은 가동부 및 관절이 많다. 그리고 그 하나하나의 가동역이 넓다. 움직임의 방해를 하지 않는 디자인이 요구되며, 디자이너에 의해 움직임을 보다 아름답게 표현할 수 있다. 즉, 로봇 디자인은 단순한 물체(Object)의 디자인이 아니라 동역학 전체범위 안에서 이루어지는 디자인이다.

또한, 서비스 로봇이 인간의 생활공간의 일부로써 편리함과 동시에 친근감을 주며 생활 속에서 커뮤니케이션 하는데 어려움이 없어야 한다. 인간과 함께하는데 있어서 인간 친화적인 형태 디자인 기술과 동적측면이 강조된 HRI(Human Robot Interface)디자인 연구가 중요하다. 이에 본 연구에서는 인간-로봇간의 상호작용을 하는데 있어서 보다 자연스럽게 들어와 공존 할 수 있는 방안에 대해서 모색하는데 있다.

로봇개발에 있어서 로봇디자인의 활약에 증대되는 이 시점에서 사람과 로봇사이의 커뮤니케이션을 위해서 로봇은 사람의 의도를 파악하고 이에 적절히 대처할 수 있도록 하여야 한다. 이를 위해서 사람과 로봇의 원활한 커뮤니케이션을 위한 인터랙션이 필요한 것이다. 이에 본 연구를 통하여 HRI 디자인의 의미와 역할 등 로봇디자인의 인식에 대해 조명하고 로봇디자인 분야 및 로봇디자인 구성요소에 대해서 정립하였다. 특히, 제스처(Gesture), 표정(Expression), 사운드(Sound)의 HRI 디자인 구성을 쇼핑서비스 로봇에 적용하여 구체적인 결과를 도출하였다. HRI 디자인에 대한 유효성 검증을 위해서 모션캡처, 애니메이션, 뇌파, 사운드 등이 통합된 디지털 시뮬레이션을 통해서 인간과 로봇과의 구체적인 인터랙션을 제시하였다.

본 연구의 결과를 통해 향후 로봇 디자인 개발에 있어서 HRI 디자인 적용을 위한 기초 가이드 라인으로 충분히 활용될 수 있을 것이다. 로봇디자인에 대한 앞으로의 전망은 무궁무진하며, 앞으로 수없이 많은 새로운 디자인 기회를 창출 할 것이다.