

# 휴머노이드 로봇의 표정 디자인 요소에 대한 연구 - 실험 설계를 위한 가설

## A Study on Design Elements of Facial Expression for Humanoid Robots - A Hypothesis for Conducting Experiments

### 최정건

한국과학기술원 산업디자인학과

### Choi, Jeong-Gun

Dept. of Industrial Design, KAIST

### 김명석

한국과학기술원 산업디자인학과

### Kim, Myung-Suk

Dept. of Industrial Design, KAIST

• Key words: Humanoid Robots, Facial Expression, Emotion, Humanness

## 1. 서론

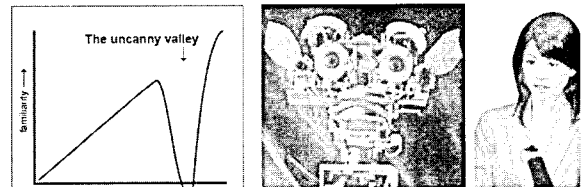
로봇이 기존의 산업 현장을 벗어나 가정과 서비스 영역으로 들어 오면서 인간과 더불어 많은 일상적인 일들을 수행하고 있다. 이에 따라 로봇과 인간이 더 심도 있는 상호작용을 해야 할 필요성이 커졌다. 인간이 이제는 단순한 로봇의 사용 주체로서 일방적으로 로봇을 제어하는 개념을 넘어서 로봇이 능동적으로 인간과 상호 작용 해야 하므로 사용자가 로봇을 복잡한 기계가 아니라 친근한 사회적 존재로 인식할 수 있어야 한다. 이러한 관점에서 로봇을 좀 더 인간과 가깝게 디자인하고, 사용자가 로봇이 무엇을 하고 무엇을 생각하는지를 쉽게 이해하도록 디자인 하는 것이 중요하다. 인간이 로봇으로부터 인지하는 Humanness를 증가시키는 요인에 대한 연구는 휴머노이드 로봇 디자인에 있어 아주 중요하며 인간과 로봇의 가장 핵심적인 커뮤니케이션 채널인 로봇 얼굴 표정은 이들 연구의 주요 대상이다.

로봇의 Humanness는 얼굴 구성 요소들의 비례나 크기같이 형상적인 측면에 의해 영향을 받기도 하지만 이런 정적인 요소보다 표정 변화와 같은 동적인 요소에 의해 더 크게 영향을 받는다. 따라서 본 연구에서는 로봇의 표정 변화 시간, 외부 자극에 대한 표정의 반응 시간, 외부 자극의 강도에 따른 표정 변화의 차이 등과 같이 시간과 관련된 로봇의 다양한 표정 요소들이 로봇의 Humanness에 어떻게 영향을 미치는지 관찰을 통해 밝혀낼 것이다.

## 2. 로봇의 Humanness

로봇의 Humanness란 인간이 로봇에게서 느끼는 로봇의 인간다움의 정도를 뜻한다. 로봇 공학이란 말이 생기기 전부터 인간은 각종 문화적 창작 매체를 통하여 로봇이란 존재에 완벽한 Humanness를 불어 넣고자 노력해왔다. 이 때문에 로봇이 지나치게 Humanness를 가지게 될 것이라는 오해가 생기고 이는 곧 기술 진보의 역기능의 한 예가 되어 인간들이 로봇에 대한 경계심을 갖게 만들었다.<sup>1)</sup> 그래서 아직도 로봇을 인간과 닮게 디자인하는 것이 옳은가에 대한 의견이 분분하다. 인간은 로봇뿐만이 아니라 다른 제품들, 또는 사물들에게까지 인간성을 부여하여 그것과의 인터랙션을 달리 하고 있다.<sup>2)</sup> 작은 생활 용품, 컴퓨터의 작은 아이콘(icon)에서부터 큰 자동차와 건축물에 이르기까지 인체와 유사한 외형이나 운동 방식을 디자인에 적용함으로써 사용자가 그 제품을 쉽게 사용하거나 그 제품에 대한 가치를 높게 부여하도록

만드는 것이다. 더욱이 로봇과 같은 사회적 기능을 하는 제품 (Social Product)의 경우는 제품 사용 시에 인간의 감성 자극 유발이 필요하기 때문에 의인화 기법을 적용하는 것이 보다 효과적일 수 있으며 의인화 기법은 사용자들에게 생소하거나 어렵게 받아들여질 수 있는 첨단 기술의 집합체인 로봇 기술들을 자연스럽게 받아들일 수 있게 하고 로봇 제품에 대한 인간의 가치 생성에도 도움을 줄 수 있다. [그림 1] 왼쪽의 마사히로 모리(Masahiro Mori, 1978)의 언캐니 밸리(Uncanny Valley)<sup>3)</sup>는 로봇이 인간과의 유사도가 증가 하는 과정에서 인간이 로봇에게서 느끼는 호감도가 급격히 떨어지는 부분이 있음을 밝혔다. 로봇의 과도한 Humanness가 오히려 인간에게 혐오감을 줄 수 있다는 연구 결과이다. 하지만 이는 로봇을 외형적인 측면에서 바라봤을 때 나타난 결과이기 때문에 외형에 걸 맞는 지능을 가지고 그 지능에 맞는 일을 수행할 수 있는 로봇을 대상으로 하면 결과가 달라질 수 있다. [그림 1] 오른쪽의 리플리(Repliee) R1은 인간과 매우 흡사한 외형과 더불어 동작, 표정을 통해서도 인간처럼 섬세한 감정 표현을 한다.<sup>4)</sup> 하지만 섬세한 외형과 동작에 비해 행동의 자율성이 부족해서 로봇의 외형과 수행능력의 Humanness가 복합적으로 영향을 미치는 휴머노이드 로봇에 대한 인간의 호감도에 대한 연구는 아직 이루어지지 않고 있다.



[그림 1] Masahiro Mori의 Uncanny Valley와 표정을 가진 로봇들의 예

## 3. 휴머노이드 로봇의 얼굴과 표정

휴머노이드 로봇의 Humanness를 변화시키는 여러 가지가 요소들 중 얼굴은 가장 핵심적 요소이다. 관련 연구 결과에 의하면 인간이 로봇의 Humanness를 지각할 때 로봇의 전체 형상을 보고 내린 결과와 로봇의 얼굴만 보고 내린 결과는 거의 차이를 보이지 않았다.<sup>5)</sup> 이것은 인간과 인간의 커뮤니케이션할 때 얼굴을 미주

1) Christoph Bartneck, From Fiction to Science -A cultural reflection of social robots, CHI Workshop, Shaping Human-Robot Interaction, 2005

2) Carl Disalvo, Francine Gemperle, From seduction to fulfillment: The use of anthropomorphic form in design, 2003

3) Reichard, J. Robot: Fact, Fiction, and Prediction, 1978

4) Hiroshi Ishiguro, Generating natural motion in android mapping human motion, 2005

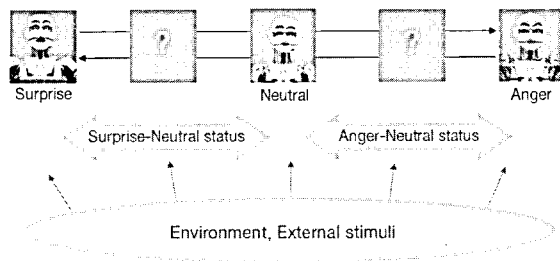
5) Carl F Disalvo, Francine Gemperle, Jodi Forlizzi, Sara Kiesler, All robots are not created equal: The design and perception of humanoid robot heads, 2002

보고 하는 것이 효과적이듯이 로봇의 얼굴은 로봇과 인간이 인터랙션 하는데 있어서 중요한 역할을 함을 반증하고 있는 것이다. 특히 휴머노이드 로봇은 얼굴요소(눈, 코, 입 등)의 존재유무 만으로도 그 로봇의 Humanness가 크게 변화하므로 표정에 관한 더욱더 심도 있는 연구가 필요하다.

컴퓨터 소프트웨어에서 사용자를 돕기 위해 행동자(agent)가 활용되는 경우가 있다. 행동자는 일반적으로 의인화된 형태로 디자인되는 경우가 많은데 이들 행동자의 형태를 다양하게 구성(추상적인 형태, 구체적이고 사실적인 형태 등)하고 거기서 느껴지는 Humanness를 실험을 통해 측정할 결과 이들 행동자가 지능적인 일을 수행하거나 감정을 표현할 때 느껴지는 Humanness와 가만히 멈춰 있을 때 느껴지는 Humanness는 차이가 나는 것으로 나타났다.<sup>6)</sup> 휴머노이드 로봇의 얼굴 또한 형상적으로 사실적인 표정 재현뿐만이 아니라 표정 변화의 진행 과정에서 자연스러움을 재현해내는 것이 Humanness 증가의 한 방법이 될 수 있다.

### 3-1. 휴머노이드 로봇의 표정 요소

휴머노이드 로봇을 포함, 현재까지 제품 혹은 연구용으로 개발된 로봇 중 많은 것들이 얼굴을 가지며 이는 인간의 눈, 코, 입, 귀 등과 유사한 형태의 얼굴 구성 요소들로 이루어져 있다. 소니사(社)의 아이보 시리즈들을 통해 제품화된 감성 로봇의 감정 표현 방식의 발전상을 볼 수 있다. 표정을 재현하는 방식에는 얼굴 구성 요소의 형태가 물리적으로 존재하여 입체적으로 동작하는 방식(Mechanical Face)이 있으며 평면적인 2D(LED 혹은 LCD 패널) 방식으로 물리적인 형태는 없으나 다양한 표정 변화가 가능한 것이 있다. 현재까지는 로봇의 표정 요소를 인간과 똑같이 모두 물리적인 요소로 재현하는 것이 로봇이 표현해낼 수 있는 감정이 인간처럼 다양하지 않고 표정변화에 대한 예측, 제어가 어려워 오히려 로봇의 Humanness를 떨어뜨리는 원인이 되기도 한다.<sup>7)</sup>



[그림 2] 휴머노이드 로봇의 표정변화 과정

### 3-2. 휴머노이드 로봇의 표정과 소요시간의 관계

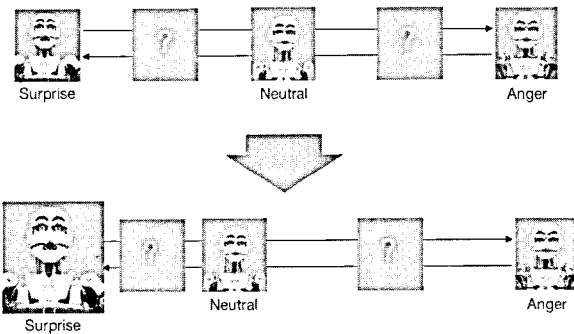
심리학에서 인간의 감정의 종류를 정의할 때 일반적으로 전형적으로 6가지로 분류하고 있다. 놀람, 두려움, 싫음, 화남, 행복함, 슬픔 (Surprise, Fear, Disgust, Anger, Happiness, and Sadness) 이 그 6가지다. 본 연구에서는 이런 인간의 대표적인 6가지 감정에 중립(Neutral)의 감정을 추가하여 휴머노이드 로봇이 총 7가지 감정을 표현할 수 있다고 가정한다. 이 7가지 감정의 표현을 위해 얼굴요소가 변화 하며 이 과정에는 일정 시간이 소요된다고 보면 표정들이 나타내는 감성의 종류와 표정 변화 원인인 외부인자의 강도에 따라 그 소요시간이 달라지는 결과가 예측된다. 본 연구에

서는 이들 사이의 역학관계(Dynamics)에 따라서 휴머노이드 로봇의 표정의 자연스러움이 변화하고 이는 곧 로봇의 Humanness에 영향을 미칠 것이라는 사실을 실험을 통해 증명하기 위해 아래 가설들을 세웠다.

### 4. 실험 가설

· 가설 1 : 로봇이 표정 변화 시에 변화 전후의 감정 사이의 중간 단계를 표현하는 표정(그림2의 Surprise-Neutral status, Anger-Neutral status에 해당하는 표정)의 유무에 따라서 사람들이 지각하는 Humanness는 달라진다.

· 가설 2 : 로봇의 감정이 중립(Neutral)상태에서 외부 감정 변화 요인에 의해 다른 나머지 6가지 감정으로 변화 할 때 혹은 6가지 감정에서 중립 상태로 돌아가는데 걸리는 시간(Humanness가 최대치)은 감정의 종류에 따라 변한다.



[그림 3] 휴머노이드 로봇의 감정과 표정 변화 소요시간의 관계

· 가설 3 : 로봇이 복합적인 감정변화를 할 때 걸리는 시간과 그 변화 과정은 복합적인 감정변화를 구성하는 각 감정변화 소요시간과 변화 과정의 단순 함으로 구성되지 않는다.

· 가설 4 : 로봇이 표정 변화를 일으켰을 때 그 표정을 유지하는 최소 시간이 존재한다.

· 가설 5 : 연속적, 복합적인 표정 변화 요인의 입력이 있을 때는 단순한 표정 변화 때와 감정 변화 시간, 감정 유지 시간이 다르다. 향후 위 가설들에 바탕을 둔 실험을 통해 로봇의 표정변화 시간과 감정표현의 역학관계를 통해 변화하는 로봇의 Humanness를 측정할 수 있다.

### 5. 결론 및 향후 과제

인간의 감성과 표정은 다양하고 복잡하기 때문에 로봇이 그것을 표현할 수 있는 범위가 넓어질수록 로봇의 Humanness가 증가하지만 로봇의 표정을 이루는 요소들 간의 역학관계에 자연스러움을 부가하는 것 또한 로봇의 Humanness를 증가 시키는 방법이다. 앞에서 세운 가설들을 실험을 통해 밝힘으로써 디자인을 통한 휴머노이드 로봇의 Humanness 증가 방법 제시와 더불어 향후 개발되는 휴머노이드 로봇의 얼굴 디자인에 유용한 지식 체계를 제공할 수 있을 것이다. 로봇의 표정은 단순히 로봇의 감성을 표현하는 출력(Output) 장치가 아니라 사용자의 입력(Input)을 촉진시킬 수 있는 감성적인 매개체가 될 수 있다. 앞으로 로봇이 인간과 좀 더 밀접한 관계를 이루고 사회적 역할을 수행하기 위해서는 현재의 일방적인 의사소통 방식에서 벗어나 양방향의 의사소통을 할 것이며 이에 중요한 요소인 인간과 로봇의 눈 맞춤(Eye Contact)이 표정 연구의 중요한 변수가 될 것이다. Humanness는 이 변수에 의해 어떻게 변화하는 지에 초점을 두고 연구할 것이다.

6) Tomoko Koda, Agent with faces:The effect of personification, 1997

7) 김두형, 로봇얼굴 표정구현의 기초연구, CIR Workshop Proceeding, 2005