

소셜 로봇의 눈동자를 통해 표출되는 감정에 따른 사용자 인식 및 선호도 연구

A Study on User's Perception and Preference Based on Emotions Expressed through The Eyes of a Social Robot

주저자

박 다 숨 Park, Da-som

국민대학교 테크노디자인전문대학원 경험디자인학과 석사과정 | Master Course, Dept. of Experience Design, Graduate School of Techno Design,
Kookmin University
kalejuice56@gmail.com

교신저자

반 영 환 Pan, Young-hwan

국민대학교 테크노디자인전문대학원 경험디자인학과 교수 | Professor, Dept. of Experience Design, Graduate School of Techno Design,
Kookmin University
peterpan@kookmin.ac.kr

투고일	2019.03.10	심사일	2019.04.26	게재확정일	2019.04.27
-----	------------	-----	------------	-------	------------

본 논문은 산업통상자원부 R&D사업 '창조혁신형 디자인고급인력양성사업'의 지원으로 진행되었습니다. (N0001436)

1. 서론

- 1.1. 연구목적 및 배경
- 1.2. 연구방법 및 범위

2. 이론적 배경

- 2.1. 로봇의 분류와 정의
- 2.2. 로봇 인터랙션 구성요소
- 2.3. 감정 커뮤니케이션

3. 소셜 로봇의 감정 눈동자 추출

- 3.1. 감정 어휘
- 3.2. 눈동자 선호도 및 표본 선정
 - 3.2.1. 소셜 로봇의 눈동자
 - 3.2.2. 표본 선정 사전 실험
 - 3.2.3. 표본 선정 본 실험
- 3.3. 감정 눈동자 프로토타입 제작

4. 소셜 로봇의 감정 눈동자를 통한 사용자 인식

- 4.1. 소셜 로봇의 눈동자 감정 분류 및 측정
- 4.2. 눈동자 선호도 조사

5. 결론 및 제언

참고문헌

Keyword

소셜 로봇, 감정 측정, 눈동자, 로봇
커뮤니케이션, HRI, 감성 로봇
Social Robot, Emotional measurement, Eyes,
Pupil, Robot Communication, HRI, Emotion
Robot

In modern society, along with the infinite development of industry, robot technology has made remarkable progress, and at the same time, there have been cases where robots are used in various fields. Human-Robot Interaction (HRI) is becoming more important as robots are used in various fields. Therefore, there is a need for research on emotional communication of robots. The purpose of this study is to investigate the use of the social robot 's pupil as a communication medium between the social robot and the user. The purpose of this study is to investigate whether the emotional elements expressed by the robot's pupils have a positive effect on user consensus and acceptance formation through the process of structuring the pupil shape as a means of conveying emotions in robot communication. To understand this, we classify the basic emotions felt by humans and extract emotional words according to their emotional categories. Russell 's Circumflex model (1980) was applied as emotion word extraction and evaluation model. Experiments were conducted for the selection of emotional pupil prototypes. Based on the experimental results, pupil elements were derived and a pupil expression prototype was constructed. For the emotion classification, the relationship between the emotion corresponding to the evaluation model and the visual expression of the pupil was mapped, and then the preference of each pupil prototype type was investigated. As a result of the research, it was shown that the type of social robot 's pupil is reminiscent of a round shape, and most of the social robot' s pupils perceive the intention and intention to convey as intended.

This study investigated one of the physical elements that constitute a robot to draw empathy for emotional reaction in interaction with social robot. It also has significance by revealing the emotional influence of social robot's eyes on the emotional transmission and interaction of users.

논문요약

현대 사회는 산업의 무한한 발전과 더불어 로봇 기술은 비약적인 발전이 이루어짐과 동시에 다양한 분야에서 로봇을 활용하는 사례들이 발생하고 있다. 다양한 분야에서 로봇이 활용되는 만큼 HRI(Human-Robot Interaction)의 중요성이 부각되어지고 있으며, 이에 따라 로봇의 감정 커뮤니케이션에 대한 연구의 필요성이 제기되어지고 있다. 본 연구는 소셜 로봇과 사용자 간의 커뮤니케이션 요소로 소셜 로봇의 눈동자를 감정 전달의 매개체로 활용하는 것에 대해 알아보고자 하였다. 로봇 커뮤니케이션에서 감정 전달이 이루어지는 수단으로서 눈동자의 형태를 구조화하고자 하며, 이 과정을 통해 로봇의 눈동자가 표현하는 감정 요소들이 사용자 공감대와 수용도 형성에 긍정적인 영향을 미치는 지에 대해 연구하고자 했다. 이를 알아보기 위해 인간이 느끼는 기본적인 감정에 대해 분류하고, 그 감정 분류에 따라 감정 단어를 추출하였다. 감정 단어 추출 및 평가 모델로는 Russell의 Circumflex 모델(1980)을 적용하였다. 감정 눈동자 프로토타입 제작을 위해 표본 선정을 위한 실험을 진행하였고, 실험 결과를 바탕으로 눈동자 요소를 도출해 눈동자 표현 프로토타입을 제작하였다. 감정 분류를 위해 평가 모델에 해당하는 감정과 시각적으로 표현한 눈동자의 관계를 맵핑하였고, 이후 눈동자 프로토타입 유형 별로 선호도 조사를 실시하였다. 연구 결과 사용자가 생각하는 소셜 로봇의 눈동자 유형은 동그란 형태를 연상하는 것으로 나타났으며, 소셜 로봇의 눈동자가 의도하고 전달하고자 하는 감정에 대해 대부분은 의도한 대로 인식하는 것으로 나타났다.

본 연구는 소셜 로봇과의 인터랙션에서 감정적 반응에 대한 공감을 이끌어 내기 위해 로봇을 구성하는 물리적 요소 중 하나인 눈에 대해 알아보았다. 또한 소셜 로봇의 눈을 매개체로 하는 감정 전달과 교류가 사용자에게 미치는 감정적인 영향에 대해 밝혀냄으로써 그 의미가 있다.

1. 서론

1.1. 연구목적 및 배경

현대 사회는 산업의 무한한 발전과 더불어 로봇 기술은 비약적인 발전이 이루어지고 있으며, 다양한 분야에서 로봇을 활용하는 사례들이 발생하고 있다. IFR 연간 보고서에 따르면,

세계 로봇 시장은 꾸준히 성장하여 “2014년 기준 167억 달러 규모를 형성하였다. 이후 2020년 까지 산업용 로봇 시장은 400.8억 달러, 서비스용 로봇 시장은 194.1억 달러 규모로 크게 성장하여 총 594.9억 달러 규모의 시장을 전망”하고 있다.¹⁾ 다양한 분야에서 로봇이 활용되는 만큼 HRI(Human-Robot Interaction)의 중요성이 부각되어지고 있으며, 이에 따라 로봇의 감정 커뮤니케이션에 대한 연구의 필요성이 제기되어지고 있다. 소셜 로봇은 인간이나 동물과 유사한 외적인 형태를 가지게 되면서 필수적인 요소로 이목구비를 지니고 있다. 그러나 기존 소셜 로봇의 감정 커뮤니케이션에서는 이목구비나 얼굴 표정과 같은 시각적인 자극보다 사운드와 같은 다른 감각과의 커뮤니케이션이 이루어지고 있는 실정이다. 본 연구는 이러한 점에서 착안해 로봇이 청각적인 수단 외에도 시각적인 자극으로 하여금 사용자와 감정 전달이 이루어질 것으로 보았으며, 인간의 의사소통 과정에서 중요한 매개체인 ‘눈’을 감정 전달의 수단으로 보았다. 본 연구는 소셜 로봇과 사용자 간의 커뮤니케이션 요소로 소셜 로봇의 눈동자를 감정 전달의 매개체로 활용하는 것에 대해 알아보고자 하였다. 이를 통해 소셜 로봇의 눈동자 반응을 매개체로 하여 로봇이 전달하고자 하는 감정을 사용자에게 전달하고, 이 전달 과정에서 1) 로봇이 눈동자를 통해 표출하는 감정과 사용자가 느끼는 감정의 맵핑과 2) 로봇의 감정을 사용자가 어떻게 수용하는지에 대한 감정 커뮤니케이션을 중점적으로 파악하고자 하였다. 즉, 로봇과의 인터랙션에서 감정 전달이 이루어지는 수단으로서 눈동자의 형태를 구조화하고자 하며, 이 과정을 통해 로봇의 눈동자가 표현하는 감정 요소들이 사용자 공감대와 수용도 형성에 영향을 미치는 지에 대해 연구하고자 한다.

1.2. 연구의 범위 및 방법

본 연구의 연구 방법은 다음과 같다. 먼저 인간이 느끼는 감정에 대해 분류하고, 그 감정 분류에 따라 감정 단어를 추출하였다. 감정 단

1) 지능형 로봇: 우선 고려해야 할 3가지 적용 영역. (2017. 5. 10). 인사이터스.
http://www.insightors.com/portfolio_page/column_robot/

어 추출 및 평가 모델로는 Russell의 Circumflex 모델(1980)을 적용하였다. 이후 추출한 감정 단어 별로 눈동자 표현 프로토타입을 제작해 평가 모델에 해당하는 감정과 시각적으로 표현한 눈동자의 관계를 맵핑하고자 한다. 이 과정에서 표본 선정을 위한 사전 실험과 본 실험을 통해 감정을 내포하는 눈동자의 조정에 대해 이상적인 조합을 도출해 눈동자 감정 분류에 대한 선호도와 사용자 인식을 알아보기 위한 설문 조사를 전개하였다.

2. 이론적 고찰

2.1. 로봇의 분류와 정의

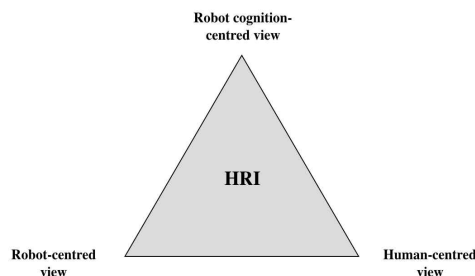
Thrun(2004)에 따르면, 로봇 기술은 세 가지로 분류할 수 있으며 적용 분야에 따라 산업용 로봇, 전문 서비스 로봇, 개인화 서비스 로봇으로 나눌 수 있다.²⁾ ISO 국제표준에서 로봇의 정의는 일정한 자율 수준을 가지고 과제를 수행하는 산업자동화 기계로 (ISO 8373:2010 Robots and robotics devices-Vocabulary) 정의하며³⁾, 로봇의 목적은 인간이 할 수 없거나 특정 업무를 수행하는 것 등의 업무를 도와주는 것이다.⁴⁾

소셜 로봇은 인간을 대신하여 특정 업무를 정확하고 효율적으로 수행하는 것 외에도 감성이나 교감 기능을 통해 인간과 밀접하게 교류하는 능력이 강화된 로봇이며(Fong et al, 2003)⁵⁾, 대화나 얼굴 표정 그리고 제스처 등의 행위를 통해 인간과의 정서적, 감정적인 교감과 사회적인 소통이 가능한 로봇이다.⁶⁾ 현재의 로봇 기술은 단순 작업 위주의 산업용 로봇이 중심이었던 과거에 비해 인간 표정에서 감정을 인식하고 대화를 자연스럽게 수행하는 데이터 인식과 처리 기술의 비율이 증가하였

다. 이에 따라 점차적으로 다양한 기술을 활용해 인간과의 소통을 중요시하는 방향으로 발전하고 있는 추세이다. 미래의 로봇은 인간의 일상적인 생활을 보조할 수 있도록 다양한 기능을 갖추고 인간과 소통과 교감을 중요하게 생각하는 로봇으로 진화할 것이며, 음성 인식과 감정 표현 등의 기능을 탑재한 소셜 로봇은 인공지능 기술을 바탕으로 사용자의 심리 패턴을 분석해 적절히 대응함으로써 인간과의 감정적 교류가 가능할 것으로 기대한다.

2.2. 로봇 인터랙션 구성요소

HRI(Human-Robot Interaction)에서 로봇과의 사회적 상호 작용은 로봇 중심의 HRI, 로봇 인지 중심의 HRI, 인간 중심의 HRI의 세 가지 접근 방식으로 분류할 수 있다.⁷⁾



[Fig. 1] HRI에서 사회적 상호작용을 위한 접근의 개념적 공간

로봇 중심의 HRI는 로봇을 자율적인 성격으로 간주하고 인간을 로봇을 케어하는 사람으로 인간이 로봇의 요구를 식별하고 대응해야하지만, 로봇 인지 중심의 HRI는 로봇을 지능형 시스템으로 간주한다. 즉 관점의 차이는 로봇에게 인지 능력의 여부인 것이다. 한편, 인간 중심의 HRI는 인간의 시각이 강조되어지며 인간에게 적합한 로봇 행동 설계의 주체가 이 접근법에 해당된다.⁸⁾

본 연구에서는 로봇의 사회적 상호작용 중 인간 중심의 HRI로의 접근을 시도하고자 하며, 이에 대한 수단으로 인간과 로봇의 커뮤니케이

2) Thrun, S. (2004). Toward a framework for human-robot interaction, Human-Computer Interaction.19(1), 9-24.

3) ISO 8373:2010 Robots and robotics devices-Vocabulary. <https://www.iso.org/standard/55890.html>

4) Fong, T., Nourbakhsh, I., & Dautenhahn, K. (2003). A survey of socially interactive robots. Robotics and Autonomous Systems.

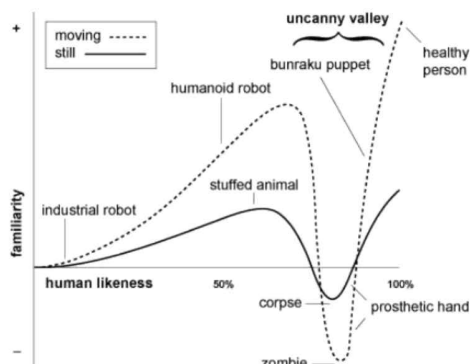
5) Fong, T., Nourbakhsh, I., & Dautenhahn, K. (2003). A survey of socially interactive robots. Robotics and Autonomous Systems

6) 김창환. (2017). 소셜로봇의 행동 표현 기술. 로봇과 인간, 14(4), 25-36.

7) Alenljung, B., Lindblom, J., Anderasson, R. & T.Ziemke. (2017). User experience in social human-robot interaction. International Journal of Ambient Computing and Intelligence(IJACI). 8(2), 12-31.

8) Alenljung, B., Lindblom, J., Anderasson, R. & T.Ziemke. (2017). User experience in social human-robot interaction. International Journal of Ambient Computing and Intelligence(IJACI). 8(2), 12-31.

선이 어떻게 이루어지는지 알아보고자 한다. 인간과 로봇의 커뮤니케이션 수단으로는 제스처, 얼굴 인식 등 시각, 청각, 촉각적인 요소로 분류할 수 있다. 그러나 일본의 로봇 공학자 모리 마사히로의 언캐니밸리(Uncanny valley) 효과(1970)에 따르면 로봇이 인간과 유사성을 떨수록 인간이 로봇에게 느끼는 호감도가 상승하다가 어느 한 지점에 도달하게 되면 호감도가 강한 거부감으로 전환되는 현상을 일컫는다.⁹⁾ 이러한 이론을 살펴보았을 때 로봇과의 커뮤니케이션에서 사용자가 느낄 수 있는 감정의 폭을 고려하여 디자인 요소를 적절하게 조합하여야 할 것이다.



[Fig. 2] Uncanny Valley 효과

2.3. 감정 커뮤니케이션

‘감성’이라는 용어는 ‘감성 공학’의 개념과 1988년 제 10회 인간공학총회(IEA)에서 정서 공학이라는 용어를 감성공학으로 전환하면서 파급되었다.¹⁰⁾ 먼저 ‘감성’과 ‘감정’의 차이에 대해 알아보고자 하였다. 일반적으로 감성과 감정에 대해 혼동하여 사용하는 경우가 많아 본 연구에서는 연구 시작에 앞서 각각의 단어에 대해 정의하고자 한다. ‘감성’은 외부에서 일어나는 자극에 대한 반응으로 인간의 내부에서 일어나는 심리적 경험을 말하며¹¹⁾, ‘감정’은 어떤 현상이나 사건을 마주했을 때 인간의 마음속에서 일어나는 느낌이나 기분을 말한다.¹²⁾ 이러한 이론적 정의를 바탕으로 이후

감성공학적인 디자인이 전개되었고 이는 인간이 호감을 느끼는 것들을 파악하고 그 요소들을 표현하는 지표로 인간의 감각과 심리상태를 반영해 디자인에 활용하는 것이다.¹³⁾

인간의 의사소통에 있어서 상대방의 얼굴을 대면하는 것이 상호 간의 감정전달에 효과적이듯이 로봇의 얼굴 또한 감정의 표현과 전달에 있어 주요 매개체로 꼽을 수 있다. 인간의 경우 이목구비와 그에 따른 근육의 움직임으로 스스로의 감정과 의미를 얼굴 표정을 통해 전달하며, 상대방은 이러한 요소들의 조합으로 감정과 심리 상태를 파악할 수 있다.¹⁴⁾ 또한 Mehrabian의 원칙에 따르면, 인간과 인간의 면대면 커뮤니케이션에서 상호간의 호감도에 영향을 미치는 요소(7%-말, 38%-음성, 55%-몸짓)에서 볼 수 있듯이 직접적인 언어 표현보다 비언어적 표현 수단이 호감도에 93% 정도 영향을 미치는 것으로 나타났다.¹⁵⁾ 즉 의사소통에서 대부분의 감정전달과 표현은 인간의 얼굴을 통해 이루어지고 이 중 가장 중요한 부위는 ‘눈’으로 볼 수 있으며, 이는 소셜 로봇이 각각의 감정에 대해 다양한 형태와 구조를 가진 눈 모양을 가져야 함을 알 수 있다.¹⁶⁾

그러나 인간의 감정 구조는 매우 복잡하고 다양하기 때문에 로봇이 구현할 수 있는 형태로 명확하게 구조화하는 것은 어려우며, 로봇이 인간에게 감정을 인식시키기 위해 시각, 청각, 촉각 등 적절한 피드백과 다양한 인터랙션을 통해 감정 표현을 명확히 해야 함을 알 수 있다.¹⁷⁾

안혜영(2017)은 로봇의 피드백에 대해 감정과 개성으로 분류하였으며, 각각 태도와 외형으로 피드백을 주는 것을 알 수 있다.¹⁸⁾ 본 연구에

9) 김서광, 조준동. (2017). AI와의 커뮤니케이션에서 언캐니 밸리 현상 분석. 한국HCI학회 학술대회, 1032-1034.
10) 정형권, 나건. (2007). 디자인 평가를 위한 감성어휘 연구. 아시아퍼시픽디자인학회, Vol.4, 167.
11) ‘감성’. (2019). 네이버 지식백과.
12) ‘감정’. (2019). 네이버 지식백과.

13) 정형권, 나건. (2007). 디자인 평가를 위한 감성어휘 연구. 아시아퍼시픽디자인학회, Vol.4, 167.
14) 조흥목, 김태완, 박태근. (2010). 사용자의 감성에 동조화된 로봇의 감정 표현 디자인 및 구현. 디지털디자인학연구, 10(4), 513-522.
15) 박소나, 김은호. (2009). 인간의 공감을 위한 감성로봇 디자인. 디자인학연구, 22(5), 27-36.
16) 조흥목, 김태완, 박태근. (2010). 사용자의 감성에 동조화된 로봇의 감정 표현 디자인 및 구현. 디지털디자인학연구, 10(4), 513-522.
17) 최정권, 박소나, 김명석. (2006). 지능형 로봇의 감정 생성 알고리즘과 표정 디자인에 관한 연구. 한국디자인학회, 62-63.
18) 안혜영. (2017). 노화 메타포를 적용한 로봇 UX 디자인 프레임워크. 국민대학교 테크노디자인전문대학원 석사학위논문.

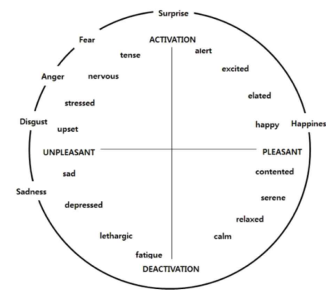
서는 로봇의 인터랙션 구성 요소 중 하나인 표정으로 전달하는 감정에 대해 알아보고자 하며, 그 중 눈동자를 매개체로 하는 감정 전달과 교류에 대한 반응을 목적으로 한다.

3. 소셜 로봇의 감정 눈동자 추출

3.1. 감정 어휘

본 연구의 감정 측정 모형으로는 Russell의 Circumflex 모델(1980)¹⁹⁾을 활용하였다. Russell은 감정 차원들은 서로 독립적이 아니라 체계적인 틀 안에서 상호 간의 연관성이 존재하기 때문에 원의 순서로 배열되는 2차원(bipolar)으로 체계화하는 것을 증명하였다. Russell은 이 방법을 통해 쾌-불쾌와 각성-이완의 두 차원이 감정 어휘들 간의 유사성에 대한 분산의 대부분을 차지하고, 모든 감정을 설명하는 차원들은 2차원이며, 모든 감정 어휘가 2차원 공간의 원의 경계에 따라 배치되는 것을 증명하였다. 또한 감정은 감정 간의 상관관계를 고려했을 때, 2차원으로 정의되어야 한다고 주장하였다.²⁰⁾

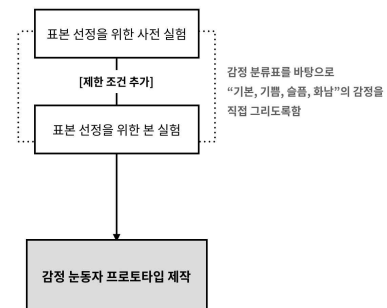
감정 어휘는 쾌-불쾌(긍정과 부정), 각성-이완(활성과 비활성)의 두 차원으로 나누어지며, 각 차원 축을 중심으로 들뜬, 익숙한, 행복한, 평화로운, 편안한, 차분한, 지친, 우울한, 슬픈, 속상한, 압박스러운, 긴장한의 감정으로 분류할 수 있다. 본 연구에서는 러셀(Russell)의 감정 모형에 나타난 감정 축 중 기쁨(Happiness), 슬픔(Sadness), 화남(Anger)의 감정과 기본 감정을 도출하였다. 이를 토대로 눈동자의 형태와 인간이 느끼는 감정 사이의 관계에 대해 연결하고, 인간과 로봇의 인터랙션에서 감정 커뮤니케이션의 주요 요소로 눈동자가 표출하는 감정의 영역에 대해 알아보고자 하였다.



[Fig. 3] Russell의 감정 모형

3.2. 눈동자 선호도 및 표본 선정

눈동자 선호도 및 표본 선정을 위해 실험 모집단을 구성하였다. 본 연구에서는 먼저 눈동자를 구성하는 요소와 사용자가 선호하는 형태를 알아보고자 하였다. 연구 설계 모형은 아래 그림과 같다.



사용자 선호도 및 사용자가 느끼는 감정과 눈동자가 내포하는 감정이 일치 여부 확인

[Fig. 4] 연구 설계

본 연구에서는 소셜 로봇의 눈동자가 내포하고 있는 감정 별 사용자 선호도를 파악하고자 하였으며, 이를 위해 사용자 선호도와 만족도를 알아보고자 눈동자 프로토타입을 제작하고자 하였다. 실험을 위한 눈동자 표본 선정을 위한 사전 실험과 본 실험을 구성하였고 각 실험에서는 현직 디자이너로 구성된 집단을 모집해 수행하였고, 사전 실험과 본 실험 모두 동일 실험 참여자로 이루어졌다.

3.2.1. 소셜 로봇의 눈동자

로봇의 눈이 가지는 형태를 파악하기 위해 현재 출시된 소셜 로봇의 눈 형태에 대해 분류하였으며, 대부분의 로봇이 가지는 눈의 형태는 인간과 유사한 동그란 형태 안에서 이루어지고 있음을 알 수 있었다. 소셜 로봇은 인간과 유사한 외양을 지니고 있으며, 눈동자의 구조 또한 유사한 형태를 띄고 있다. 그러나 각 로봇

19) Jonathan Posner, James A. Russell, & Brabley S. Peterson. (2005). The circumplex model of affect: An integrative approach to affective neuroscience, cognitive development, and psychopathology. *Development and Psychopathology*. 17(3), 715-734

20) 안상민, 황민철, 김동근, 김종화, 박상인. (2012). 개인화 프로세스를 적용한 실시간 감성인식 기술. 15(1). 133-140.

별로 눈동자 내부의 눈꺼풀, 색채, 빛, 크기 등의 조합으로 각기 다른 차이점을 보이고 있음을 알 수 있다. 기존 소셜 로봇 눈동자의 전체적인 실루엣은 동그란 형태이며 눈의 내부에서 각각의 요소들의 조합으로 다양한 유형의 눈동자 타입을 접목한 것으로 보여진다. 이는 소셜 로봇의 눈을 통해 로봇과 인간의 커뮤니케이션에서 표현하고자 하는 감정적인 반응들을 내포하고 있는 것으로 판단된다.

[Table 1] 기존 소셜 로봇의 눈동자 분류

제품	주요 특징	눈동자 이미지	눈동자 형태	감정 표현 방법
kuri	로봇 기술 자체의 우수성보다 사용자가 느끼는 심리적 장벽 완화		외형만 동그랗고 눈꺼풀이 있음	눈꺼풀을 이용해 움직임으로 감정을 표현
pepper	사용자의 표정을 인식해 감정을 파악하고 목소리 톤, 제스처를 사용해 사용자와 소통 가능		동그란 형태지만 보조적인 수단	눈보다 다른 감각을 활용해서 표현
ninebot	타 제품과의 연동으로 가족 구성원들과 상호작용이 가능		동그랗고 단순한 형태	디스플레이 내의 눈을 감았다 떴다 하며 표현
kirobo mini	대화하는 사용자 쪽으로 고개를 돌리는 등 얼굴과 손 등을 움직여 비교적 자연스러운 대화가 가능		동그란 형태로 동공의 크기가 매우 큼	홍채 색의 변화로 감정을 표현
fribot	1인 가구를 대상으로 한 로봇으로, 사회적인 연결을 도와주는 소셜 네트워킹 로봇		동그랗고 단순한 형태	LED로 홍채의 영역(크기, 모양) 조절로 감정을 표현
cosmo	주변을 인식하고 느껴지는 감정을 디스플레이로 표현		디지털 눈동자 형태	디지털 이모티콘과 유사한 형태로 감정을 표현

3.2.2. 표본 선정 사전 실험

본 연구에서는 로봇 눈동자의 감정 표현을 알아보기에 앞서 일반적인 눈동자의 선호도에 대해 파악하고자 하였다. 선호도 파악 및 표본

선정에 앞서 현직 디자이너로 근무하고 있는 실험 집단을 구성해 직접 눈동자에 대해 그림을 그리도록 하였다. 이는 디자이너로 실험 모집단을 구성해 실험에 대해 일반 실험 참여자들보다 전문성을 보강하고자 하였다. 현직 디자이너들로 구성되어 있는 실험 모집단은 총 10명이며, 정보는 아래 표와 같다.

[Table 2] 실험 참여자(현직 디자이너)의 인구통계학적 정보

	분야	경력	성별	나이
id 01	시각디자인	6년	여	30
id 02	시각디자인	7년	여	30
id 03	시각디자인	12년	여	36
id 04	UX디자인	2년	여	26
id 05	제품디자인	5년	여	30
id 06	제품디자인	3년	여	29
id 07	시각디자인	2년	여	26
id 08	UX디자인	2년	여	26
id 09	UX디자인	5년	여	28
id 10	제품디자인	2년	남	29

또한 실험 참여자의 분야를 다양하게 구성하여 각 분야별 관점에서 떠올릴 수 있는 로봇의 눈동자 형태를 파악하고자 하였다. 실험 방법은 연구자가 실험에 대한 개요 안내 후 실험 참여자가 태스크를 수행하는 과정을 거치는 형태로 구성되었다.

- (1) 직관적으로 떠오르는 로봇의 눈동자 형태 (기본 상태)
- (2) 로봇의 눈동자가 전달하고자 하는 감정 (기쁨, 슬픔, 화남)의 표현 방법

[Table 3] 표본 선정을 위한 사전 실험 데이터

	기본	기쁨	슬픔	화남
id 01				
id 02				
id 03				
id 04				
id 05				
id 06				
id 07				
id 08				
id 09				
id 10				

사전 실험 결과 실험 참여자들마다 떠올리는 눈동자 형태는 다른 것으로 보여졌으며, 눈동

자 외 다른 요소(눈썹, 눈물과 같은 애니메이션을 연상하게 하는 것들, 눈꺼풀, 눈의 외형의 움직임 등)로 감정을 전달하고자 하는 것을 알 수 있었다. 이에 따라 본 실험에서 다른 요소를 활용할 수 없게 하고, 눈동자만으로 감정 전달을 하기 위해 제한 요소를 두고자 하였다.

3.2.3. 표본 선정 본 실험

사전 실험에서 도출된 데이터 결과를 바탕으로 본 실험을 진행하였으며, 사전 실험과는 다르게 태스크 수행에 있어 제한 요소를 두었다.

- (1) 직관적으로 떠오르는 로봇의 눈동자 형태 (기본 상태)
- (2) 로봇의 눈동자가 전달하고자 하는 감정 (기쁨, 슬픔, 화남)의 표현 방법
- (3) 로봇의 눈동자는 디지털이 아닌 아날로그 형태로 표현할 것

제한 요건은 다음 두 가지와 같다.

- (1) 눈썹, 눈꺼풀을 제외하고 감정 표현할 것
- (2) 모션을 제외한 정적인 상태에서 감정 표현할 것

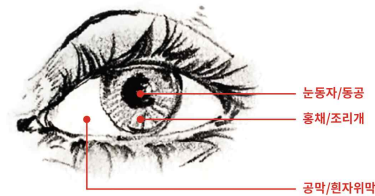
표본 선정을 위한 본 실험의 모집단은 사전 실험과 동일한 현직 디자이너로 총 10명으로 구성되었으며, 사전 실험과 실험에 대한 과제는 동일하되 추가적으로 로봇의 눈동자 형태를 아날로그 유형(디지털은 제외)으로 표현하게 하였다. 또한 제한 요소 두 가지를 제시해 실험에 대한 변수를 최소화하고자 하였다.

[Table 4] 표본 선정을 위한 본 실험 데이터 (아날로그 형태)

	기본	기쁨	슬픔	화남
id 01				
id 02				
id 03				
id 04				
id 05				
id 06				
id 07				
id 08				
id 09				
id 10				

3.3. 감정 눈동자 프로토타입 제작

앞서 진행한 사전 실험과 본 실험의 결과를 근거로 감정 눈동자 프로토타입을 제작하였다. 감정을 표현하기 위한 눈동자 프로토타입은 긍정적인, 부정적인, 중립적인 감정을 기준으로 기본(Neutral), 기쁨(Happiness), 슬픔(Sadness), 화남(Anger)으로 분류하였으며, 이는 러셀 모형의 큰 축에서 도출하였다. 각 4가지의 눈동자씩 총 12가지로 구성해 눈동자 프로토타입을 제작하였다.



[Fig. 5] 눈동자 구조

앞서 표본 추출을 위한 실험(사전 실험, 본 실험)에서 도출된 데이터를 살펴보면, 대부분의 실험 참여자들은 소셜 로봇의 눈동자의 외형은 인간의 눈과 유사한 동그란 형태로 생각하고 있음을 볼 수 있었다. 이에 따라 실험을 위한 프로토타입 제작에 앞서 인간의 눈의 구조에 대해 알아보하고자 하였다. 눈동자를 포함한 인간의 눈을 구성하는 요소는 크게 공막/흰자위막, 홍채/조리개, 눈동자/동공으로 구성되어 있다.²¹⁾ 본 연구에서는 공막, 홍채, 눈동자라는 용어로 눈의 구성 요소를 분류하고자 하였다. 본 실험 결과 기본적으로 눈동자는 어떤 감정의 형태라도 필수적으로 포함되어 있었으며, 실험 참여자가 떠올리는 것에 따라 홍채의 유무가 있었다. 여기에 추가적으로 반사광의 유무와 개수, 홍채/조리개의 크기로 감정을 표현하고자 함을 알 수 있었다. 이를 바탕으로 본 연구에서는 눈동자의 감정을 표현하는 요소의 조합으로 로봇의 감정 눈동자 프로토타입을 제작하였다. 이 때, 앞서 살펴본 기존 소셜 로봇의 눈을 보았을 때 다수의 소셜 로봇이 동그란 외형을 지니고 있고, 표본 선정을 위한 실험에서도 알 수 있듯이 대다수의 실험 참여자가 동그란 형태를 연상하는 것으로 나타났다. 이에 따라 감정 눈동자 프로토타입의 외형은 동그란

21) '눈의 구조'. (2019). 브리태니커 비주얼 사전.

형태를 고정하며, 그 안에서 각 요소의 조합으로 도출하였다. 마지막으로 경우의 수를 최소화하고자 눈썹과 눈꺼풀 그리고 색상에 대한 요소는 배제하였다. 제작한 프로토타입은 아래 표 5와 같다.

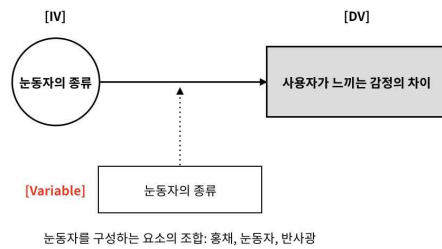
[Table 5] 감정 눈동자 프로토타입

	기본	기쁨	슬픔	화남	특성
Type A	● ●	☺ ☺	☹ ☹	● ●	홍채와 눈동자, 반사광의 조합
	홍채, 눈동자	홍채, 눈동자, 반사광	홍채, 눈동자의 모양, 반사광의 개수	홍채	
Type B	● ●	☺ ☺	☹ ☹	○ ○	눈동자, 반사광의 조합
	눈동자	눈동자, 반사광	눈동자, 반사광의 개수	눈동자	
Type C	● ●	☺ ☺	☹ ☹	● ●	눈동자, 반사광의 모양과 개수
	눈동자, 반사광과 반사광의 모양	눈동자, 반사광의 모양과 개수	눈동자, 반사광의 모양과 개수	눈동자, 색상	

감정 눈동자 프로토타입은 공막을 제외한 눈동자와 홍채와 반사광의 조합으로 구성하였다. Type A는 홍채와 눈동자, 반사광의 조합으로 기존 소셜 로봇에서도 볼 수 있는 형태이며, Type B는 눈동자와 반사광의 조합으로 홍채와 공막을 배제한 것이 특징이다. Type C는 눈동자와 반사광의 모양과 개수를 조정하였고, Type B와 동일하게 홍채와 공막을 배제하고 표현하였다.

4. 소셜 로봇의 눈동자를 통해 표출되는 감정 인식

본 연구에서는 소셜 로봇의 눈동자 반응을 통해 로봇의 감정을 사용자에게 전달하는 커뮤니케이션이 발생하며, 검증을 위해 로봇의 눈동자 감정 별 프로토타입을 제작하였다. 연구의 독립변수로는 소셜 로봇의 눈동자의 종류가 있으며 종속변수로는 사용자가 느끼는 감정의 차이가 있다.



[Fig. 6] 연구 모형

4.1. 소셜 로봇의 감정 눈동자 분류 및 측정

소셜 로봇의 눈동자 감정 측정을 위해 앞서 제작한 프로토타입을 활용해 Russell의 Circumflex 모델(1980)의 감정 항목 어휘를 활용하여 온라인 설문지로 배포하였다. 설문은 피험자 내 설계(Within Subject Design)으로 진행되었으며, 총 50명의 20-30대 남녀를 대상으로 실시하였다. 또한 설문 조사에 앞서 개인별 단어에서 연상하는 감정의 차이가 있을 수 있으므로, 감정 어휘에 대해 동일한 이해를 돕기 위해 정의를 제시하고 진행하였다. 본 연구에서 사용한 감정 어휘의 정의는 국립국어원에서 제공하는 표준국어대사전에서 발췌한 내용으로 진행하였다.²²⁾

[Table 6] 감정 어휘의 정의

유형	감정 어휘의 정의
감정 분류	들뜬: 마음이나 분위기가 가라앉지 않고 조금 흥분된 상태
	익숙한: 반복된 일로 서투르지 않은 상태
	행복한: 충분한 만족과 기쁨을 느껴 흐뭇한 상태
	평화로운: 평온하고 확묵한 상태
	편안한: 편하고 걱정없이 좋은 상태
	차분한: 마음이 가라앉아 조용한 상태
	지친: 어떤 일에 시달려서 기운이 빠진 상태
	우울한: 근심스럽거나 답답하여 활기가 없는 상태
	슬픈: 마음이 아프고 괴로운 상태
	속상한: 화가 나거나 걱정이 되는 따위로 인해 마음이 불편하고 우울한 상태
	압박스러운: 강한 힘으로 내려 누르는 상태
	긴장한: 마음을 조이고 정신을 바짝차리는 상태

설문 조사의 목적은 감정 눈동자가 표현하고자 하는 감정이 사용자에게 실제로 해당 감정을 연상시키는지를 검증하고자 하였다. 각 타입별 기본, 기쁨, 슬픔, 화남 상태의 감정 눈동자를 보여주고 감정 어휘를 제공해 눈동자를 보고 어떤 감정이 떠오르는지 Rikert 5점 척도로 그

22) 들뜬, 익숙한, 행복한, 평화로운, 편안한, 차분한, 지친, 우울한, 슬픈, 속상한, 압박스러운, 긴장한. (2019). 국립국어원 표준국어대사전.

렇지 않다(1점), 그렇다(5점)으로 눈동자 별 점수를 받았으며, 감정 분류에 따라 응답한 척도의 평균값을 구하였으며, 이를 통해 눈동자가 표현하고자 하는 감정이 실제로 사용자가 그 감정을 느껴 감정 어휘를 연상하는지 수치화하여 검증하고자 하였다. 이후 눈동자 별 실제 느끼는 감정에 대한 사용자 차이를 파악하기 위해 감정 분포를 실시하였다. 각 타입별로 응답한 감정 어휘의 평균값은 아래 표와 같다.

[Table 7] Type A 감정 분류 별 평균값

유형		기본	기쁨	슬픔	화남
감정 분류	들뜬	2.29	3.75	1.34	1.34
	익숙한	2.61	2.75	1.68	1.18
	행복한	1.77	3.5	1.45	1.15
	평화로운	2.41	2.86	1.27	1.34
	편안한	2.22	2.59	1.20	1.61
	차분한	2.56	2.13	1.22	2.09
	지친	1.72	1.38	2.38	3.11
	우울한	1.84	1.56	3.68	2.70
	슬픈	1.72	2.02	4.68	2.06
	속상한	1.56	1.63	4.22	2.25
	압박스러운	2.47	1.68	2.75	2.59
	긴장한	3.52	1.95	2.52	2.40

[Table 8] Type B 감정 분류 별 평균값

유형		기본	기쁨	슬픔	화남
감정 분류	들뜬	1.5	3.59	3.18	1.54
	익숙한	2.77	2.65	2.31	1.77
	행복한	1.54	3.47	3.11	1.43
	평화로운	2.31	3.09	2.36	1.68
	편안한	2.43	2.90	2.27	1.70
	차분한	2.95	2.52	2.09	2.15
	지친	1.97	1.63	1.77	2.77
	우울한	1.68	1.59	2.06	2.68
	슬픈	1.95	1.86	2.52	2.40
	속상한	2.95	1.79	2.34	2.40
	압박스러운	2.25	1.43	1.65	2.88
	긴장한	2.34	1.65	1.72	3.15

[Table 9] Type C 감정 분류 별 평균값

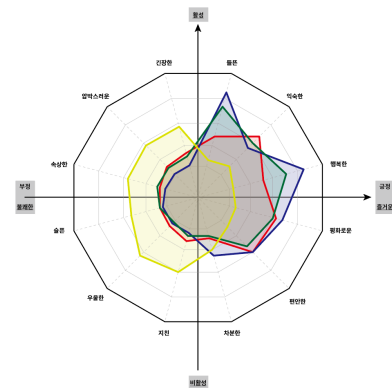
유형		기본	기쁨	슬픔	화남
감정 분류	들뜬	2.56	4.29	3.70	1.27
	익숙한	3.36	2.97	3.09	1.34
	행복한	2.65	4.27	3.65	1.15
	평화로운	3.11	3.43	3.36	1.22
	편안한	3.02	3.02	3.04	1.31
	차분한	3.18	2.34	2.70	2
	지친	1.52	1.29	1.47	3.09
	우울한	1.63	1.22	1.38	3.13
	슬픈	1.47	1.18	1.31	2.54
	속상한	1.43	1.13	1.40	2.75
	압박스러운	1.5	1.27	1.36	2.86
	긴장한	1.81	1.29	1.31	2.86

감정 분류에 따른 평균값을 바탕으로 Russell의 Circumflex 모델(1980)에 해당하는 감정

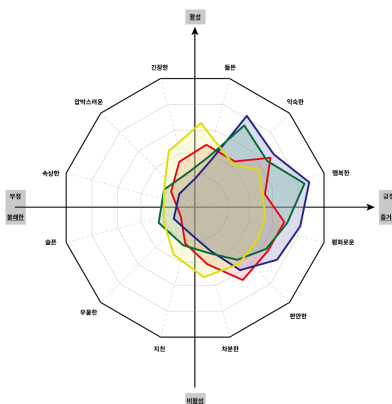
어휘 항목에 도출된 평균값으로 레이더 차트(radar chart) 형태로 표현하였다.

[Table 10] 감정 분류표 범례

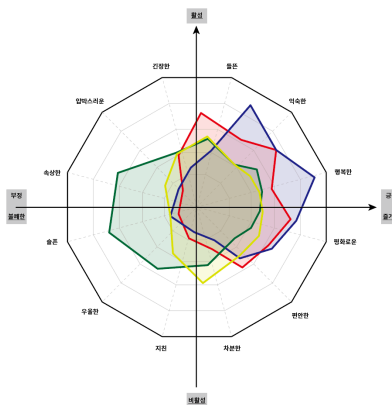
유형						
Type A						
Type B	기본	기쁨	슬픔	화남		
Type C						



[Fig. 7] Type A 감정분포도



[Fig. 8] Type B 감정분포도



[Fig. 9] Type C 감정분포도

설문 결과 감정 눈동자 프로토타입과 사용자가 실제 느끼는 감정에 대한 분포도를 통해 사용자들은 대부분의 눈동자가 의미하고 전달하고

자 하는 감정을 연상하는 것으로 나타났다. 프로토타입에 있어서 홍채가 있거나 반사광의 크기가 큰 경우(홍채를 연상하는 형태) 해당 감정을 보다 더 느끼는 것으로 보여진다. 홍채가 없이 눈동자와 반사광의 개수로만 제작한 Type B의 경우 사용자가 느끼는 감정의 폭이 미미한 것으로 나타났다. 그러나 Type B와 Type C는 동일한 조건의 조합(홍채와 공막을 배제하고 표현)이지만, 각 Type에 따라 반사광의 모양을 부여한 Type C가 Type B 보다 사용자가 감정을 인식하는 것이 원활한 것으로 보여진다. 또한 Type B와 Type C의 경우 슬픈 감정의 표현이 기쁜 감정과 유사한 조합으로 사용자는 슬픈 감정보다 긍정적이고 활성화된 감정으로 인식하는 경우가 있었다. 이는 기쁨과 슬픔의 감정 표현 시 보다 명확하게 표현해야하며, 눈동자와 별개로 보조적인 다른 수단으로의 전달이 있다면 감정 전달 효과가 극대화될 것으로 판단된다.

4.2. 소셜 로봇의 감정 눈동자 선호도 조사

소셜 로봇의 감정 눈동자 프로토타입의 선호도를 알아보기 위해 온라인 설문지를 통해 이루어졌다. 조사를 위한 피험자는 20대-40대 사이의 성인을 대상으로 총 50명을 선정해 실시하였다. 감정 눈동자 프로토타입의 유형 별로 선호하는 형태인지 아닌지에 대해 Rikert 5점 척도로 선호하지 않는다(1점), 선호한다(5점)으로 점수를 측정하게 하였다. 선호도 조사에 대한 결과는 아래 표 11과 같다.

[Table 11] 선호도 조사 결과

	기본	기쁨	슬픔	화남	평균값
Type A					3.64
Type B					2.64
Type C					3.44

선호도 조사 결과 사용자는 눈동자와 반사광만 있는 Type B 보다 홍채가 포함된 Type A, Type C를 선호하는 것으로 나타났다. 이는 인간과 유사한 눈동자 타입을 선호하는 것으로 보여지며, 눈동자의 크기 또한 영향을 받는 것으로 파악되어진다.

5. 결론 및 제언

다양한 기술의 발전으로 로봇 분야는 빠르게 변화되어왔고 산업용 로봇 중심에서 소셜 로봇 분야로의 확대가 이루어지고 있다. 소셜 로봇은 인간과의 많은 인터랙션이 이루어지고 있으며, 그 중 감정 전달과 교류에 대해 많은 연구가 이루어져왔다. 그러나 인간은 감정 전달과 교류에 있어서 시각적인 요소에 많은 영향을 받는 것으로 보여지지만, 로봇 연구에서는 시각적인 요소보다 다른 감각을 활용한 커뮤니케이션에 대한 연구가 많은 실정이다.

본 연구에서는 이러한 점에서 착안해 인간 중심의 HRI에서 인간과 로봇의 감정 커뮤니케이션이 어떻게 이루어지는지 알아보았다. 그 중 감정 전달의 매개체로 눈동자에 대해 살펴보았으며 감정 눈동자 프로토타입을 제작해 각 요소들 간의 조합의 차이에 따라 사용자들이 의도한 감정을 인식하는지에 대해 조사해보고자 하였다. 연구를 진행해 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

첫째, 사용자가 생각하는 소셜 로봇의 눈동자 유형은 동그란 형태를 연상하는 것으로 나타났다. 이 부분에서 알 수 있듯이 사용자들은 일반적으로 인간과 유사한 형태의 눈동자를 떠올리는 것으로 보여진다.

둘째, 사용자는 소셜 로봇의 눈동자가 의도하고 전달하고자 하는 감정에 대해 대부분은 의도한 대로 인지하는 것으로 나타났다. 그러나 기쁨 감정과 슬픈 감정의 경우 보다 명확한 감정 표현이 필요한 것으로 보여지는데, 이는 슬픈 감정을 나타내는 대부분의 표현 수단이 눈물을 나타내는 반사광의 많은 개수로 기쁨 감정과 유사한 것으로 인식하는 것이 주된 원인으로 추측된다.

셋째, 눈동자의 유형별 선호도는 인간과 유사한 형태의 조합과 익숙하게 보았던 형태를 더 선호하는 것으로 나타났다. 그러나 언캐니밸리(Uncanny Valley)효과를 고려했을 때 유사함의 정도 또한 추가적으로 고민해야 할 부분으로 사료된다.

마지막으로 본 연구의 결과를 실제 소셜 로봇에 적용하기에는 보다 많은 변수를 추출해 변수의 조합으로 다양한 프로토타입을 개발하고 적용한 실험이 필요해 보인다. 본 연구에서는

홍채와 눈동자, 반사광의 유무와 개수를 변수로 설정하였으나 눈꺼풀의 모션과 눈썹의 유무와 홍채의 색상이 추가되었을 때의 감정 교류가 어떻게 변화하는지에 대해 추가적으로 살펴보아야 할 것이다.

소셜 로봇과의 감정 커뮤니케이션에서 사용자들은 다양한 반응을 보일 것이며 본 연구에서 다루고자 하였던 감정 전달과 교류는 소셜 로봇과 인간의 소통에서 감정적 반응을 이끌어낼 것으로 보여지며 적절하게 활용될 것이다. 또한 본 연구를 바탕으로 소셜 로봇에 대한 감정적 교류 연구가 심도 있게 진행된다면 최적의 사용자 경험을 이끌어내어 사용자에게 의미 있는 경험으로의 확장이 가능할 것으로 기대한다.

참고문헌

- ‘감성’ . (2019). 네이버 지식백과.
- 들뜬, 익숙한, 행복한, 평화로운, 편안한, 차분한, 지친, 우울한, 슬픈, 속상한, 압박스러운, 긴장한. (2019). 국립국어원 표준국어대사전.
- 김창환. (2017). 소셜로봇의 행동 표현 기술. *로봇과 인간*, 14(4), 25-36.
- 김서광, 조준동. (2017). AI와의 커뮤니케이션에서 언캐니 밸리 현상 분석. *한국HCI학회 학술대회*, 1032-1034.
- 곽소나, 김은호. (2009). 인간의 공감을 위한 감성로봇 디자인. *디자인학연구*, 22(5), 27-36.
- ‘눈의 구조’ . (2019). 브리태니커 비주얼 사전.
- 인사이터스 (2017. 6.9). 지능형 로봇: 우선 고려해야 할 3가지 적용 영역. <http://platum.kr/archives/82499>
- 안상민, 황민철, 김동근, 김종화, 박상인. (2012). 개인화 프로세스를 적용한 실시간 감성인식 기술. *한국감성과학회*, 15(1), 133-140.
- 안혜영. (2017). 노화 메타포를 적용한 로봇 UX 디자인 프레임워크 국민대학교 테크노디자인전문대학원 석사학위논문
- 정령, 반영환. (2012). 인간-로봇 상호작용에서의 로봇 행동 분류-서비스 로봇을 중심으로. *한국디자인학회*, No.42, 23-32.
- 정형권, 나건. (2007). 디자인 평가를 위한 감성어휘 연구. *아시아퍼시픽디자인학회*, Vol.4, 167.
- 조홍목, 김태완, 박태근. (2010). 사용자의 감성에 동조화된 로봇의 감정 표현 디자인 및 구현. *디지털디자인학연구*, 10(4), 513-522.
- 최정권, 곽소나, 김명석. (2006). 지능형 로봇의 감정 생성 알고리즘과 표정 디자인에 관한 연구. *한국디자인학회*, 62-63.
- Alenljung, B., Lindblom, J., Anderasson, R. & T.Ziemke. (2017). User experience in social human-robot interaction. *International Journal of Ambient Computing and Intelligence(IJACI)*. 8(2), 12-31
- Dauetenhahn, K. (2007). Socially intelligent robots: Dimensions of human-robot interaction. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*.
- Fong, T., Nourbakhsh, I., & Dautenhahn, K. (2003). A survey of socially interactive robots. *Robotics and Autonomous Systems*.
- ISO 8373:2010 Robots and robotics devices-Vocabulary
- Jonathan Posner, James A. Russell, & Brabley S. Peterson. (2005). The circumplex model of affect: An integrative approach to affectiveneuroscience, cognitive development, and psychopathology. *Development and Psychopathology*. 17(3), 715-734
- Thurn, S. (2004). Toward a framework for human-robot interaction, *Human-Computer Interaction*. 19(1), 9-24.

