

소비자 시선 분석을 통한 소셜로봇 태도 형성 메커니즘 연구: 로봇의 얼굴을 중심으로

하상집

국민대학교 비즈니스IT전문대학원
(tkdwlg11@naver.com)

유인진

국민대학교 비즈니스IT전문대학원
(injin0924@gmail.com)

이은주

국민대학교 비즈니스IT전문대학원
(ejde@kookmin.ac.kr)

박도형

국민대학교 비즈니스IT전문대학원/경영정보학부
(dohyungpark@kookmin.ac.kr)

본 연구는 소셜로봇 디자인 연구의 흐름 중 하나인 로봇의 외형에 관하여 시선 추적(Eye Tracking)을 활용하여 로봇에 대한 사용자의 태도를 형성하는 메커니즘을 발견하고, 로봇 디자인 시 참고할 수 있는 구체적인 인사이트를 발굴하고자 하였다. 소셜로봇의 몸 전체, 얼굴, 눈, 입술 등을 관심 영역(Area of Interest: AOI)으로 설정하여 측정된 사용자의 시선 추적 지표와 디자인평가 설문을 통하여 파악된 사용자의 태도를 연결하여 소셜로봇 디자인의 연구 모형을 구성하였다. 구체적으로 본 연구에서 사용된 시선 추적 지표는 고정된 시간(Fixation), 첫 응시 시간(First Visit), 전체 머문 시간(Total Viewed), 그리고 재방문 횟수(Revisits)이며, 관심 영역인 AOI(Areas of Interests)는 소셜로봇의 얼굴, 눈, 입술, 그리고 몸체로 설계하였다. 그리고 디자인평가 설문을 통하여 소셜로봇의 감정 표현(Expressive), 인간다움(Human-like), 얼굴 두각성(Face-highlighted) 등의 소비자 신념을 수집하였고, 종속변수로 로봇에 대한 태도를 설정하였다. 시선 반응에 따른 소셜로봇에 대한 태도를 형성하는 과정에서 두가지 경로를 통해 영향을 미치는 것을 확인되었다. 첫번째는 시선이 태도에 직접적으로 미치는 영향으로 소셜로봇의 얼굴과 눈의 응시에 따라 긍정적인 태도 인 것으로 나타났다. 구체적으로, 로봇의 첫 응시 시점이 이룰수록 눈에서는 머문 시간이 길고 재방문 빈도가 낮을수록 로봇에 대한 태도를 긍정적으로 평가하였다. 즉 소셜로봇을 얼굴보다 눈에 집중해서 보게 될 때 피험자들이 로봇에 대한 판단에 있어 직접적으로 영향을 주는 것으로 나타났다. 두번째로는 로봇에 대한 인지적 지각된 측면을 고려하여 얼굴 두각성(Face-highlighted), 의인화(Human-like), 감정 표현(Expressive)이 태도에 미치는 영향의 결과로 모두 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 소셜로봇에 대한 지각이 구체적으로 로봇의 어떤 외형적 요소가 연관성을 가지는지 살펴본 결과 소셜로봇의 얼굴과 입술에 머문 시간이 길수록 입술을 다시 주시하지 않을수록 Face-highlighted에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 그리고 전신은 첫 응시가 늦을수록, 입술은 첫 응시가 빠르고 시선이 고정된 시간이 짧을수록 Human-like에 긍정적인 영향이 미치는 것으로 나타났다. 마지막으로 소셜로봇의 얼굴에 머문 시간은 길수록 Expressive에 긍정적인 영향이 미치는 것으로 나타났다.

주제어 : 소셜로봇(Social Robot), 시선분석(Gaze Analysis), 시선 추적(Eye Tracking), 로봇디자인(Robot Design), 태도형성(Attitude Formation)

논문접수일 : 2021년 12월 30일 논문수정일 : 2022년 2월 3일 게재확정일 : 2022년 2월 28일
원고유형 : 일반논문 교신저자 : 박도형

* This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea (NRF-2020R1A2C1006001)

1. 서론

로봇이 사람의 삶에 점점 더 가까이 다가오고 있다. 산업형 불박이로 시작된 로봇은 인간의 상상력과 함께 개인의 일상에 빠른 속도로 스며들고 있고, 이러한 삶의 양식 변화가 사람에게 미칠 영향에 관해서 다각도의 연구가 진행되고 있다. 인간 개개인을 위한 로봇(Personal Robot)은 이동, 유지관리, 청소 등을 수행하는 도구적 의미의 서비스 로봇(Service Robot)과 높은 수준의 대화, 감정교류가 가능한 소셜로봇(Social Robot)으로 분류될 수 있다(Breazeal, 2003). 소셜로봇과 관련된 선행 연구는 주로 자율적 이동과 움직임 그리고 대화가 가능한 사회적 존재(Social Agent) 또는 사회적 객체(Social Entity)의 관점에서 로봇을 설계하고 있으며, 로봇과 사용자와의 상호작용(Human-Robot Interaction: HRI)에 초점을 두고 있다. 소셜로봇 연구 중 로봇의 디자인에 관한 연구들만 분리해보면, 크게 소셜로봇의 외견 디자인, 로봇의 기능과 역할수행을 위한 디자인, 그리고 비언어적 표현에 따른 사용자 반응에 관한 인터랙션 디자인의 세 가지 흐름으로 구분할 수 있다.

인간에게 더 나은 삶을 더 효과적으로 지원하기 위한 소셜로봇은 사람에게 친숙한 외견을 갖고, 인간과 유사하게 상호작용함으로써 로봇과의 상호작용을 위한 학습이 필요하지 않을수록 바람직할 것이다. 그리고 소셜로봇에게 얼굴, 몸통, 팔다리 등이 있다면 사용자와 유사하게 움직일 수 있어 사람의 행동과 유사한 역할이 가능할 것이다. 그러나 이런 생각도 소셜로봇 외형의 수준에 따라 달라질 수 있다. ‘불쾌한 골짜기(Uncanny Valley)’로 대표되는 현상은 로봇이 인간의 외형과 유사해질수록 로봇에 대한 호감도

는 증가하나 특정 단계에 이르러 강한 거부감, 불쾌감, 혐오감이 나타날 수 있음을 의미한다(Mori, 1970). 즉, 소셜로봇 외형이 어떻게 디자인되었는가에 따라 소셜로봇에 대한 사용자의 태도와 판단은 달라질 수 있다. 따라서 소셜로봇 디자인의 외형은 단순히 디자인 뿐만 아니라 사람의 태도 형성에 직접적인 영향을 주는 중요한 요소로 다뤄져야 함을 알 수 있다.

본 연구는 로봇의 외형을 바라보는 사용자의 시선을 추적한 데이터와 설문문을 통하여 수집된 로봇에 대한 사용자의 태도를 함께 분석하여, 로봇에 대한 사용자의 태도를 형성하는 메커니즘을 밝히고자 한다. 본 연구에서 사용된 시선 추적 지표는 고정된 시간(Fixation), 첫 응시 시간(First Visit), 전체 머문 시간(Total Viewed), 그리고 재방문 횟수(Revisits)이며, 관심 영역인 AOI(Areas of Interests)는 소셜로봇의 얼굴, 눈, 입술, 그리고 몸체로 설계하였다. 그리고 디자인평가 설문을 통하여 소셜로봇의 감정 표현(Expressive), 인간다움(Human-like), 얼굴 두각성(Face-highlighted)을 수집하였고, 종속변수로 로봇에 대한 태도로 설정하였다. 본 연구는 시선 추적 반응과 소비자의 지각을 연결해 최종적으로 소비자 태도 형성의 경로를 다각적으로 분석했다는 면에서 이론적인 공헌을 하고, 본 연구의 결과를 소셜로봇 디자인 시 참고할 수 있는 구체적인 디자인 인사이트를 제안한 점에서 실무적 공헌을 할 것으로 기대된다.

2. 이론적 배경

2.1. 소셜로봇의 정의 및 유형

과학기술로 실현된 최초의 로봇은 자동차 조

립라인에 고정되어 인간 대신 단순 반복적인 일을 수행하는 산업용 기계였다. 그러나 현대에 이르러 산업용 로봇과 구분되는 개념으로 사람의 안전과 오락 등 사람을 위해 서비스를 하거나 (Servicing Humans), 유지관리, 청소 등의 서비스 도구(Servicing Equipment)로서 역할을 수행하도록 설계된 새로운 유형의 로봇이 등장했다(Breazeal, 2003). 이때 사람과 동일한 방식으로 상호작용하는 수준으로 감정교류와 높은 수준의 대화가 가능하고, 대상을 학습 및 식별할 수 있도록 설계된 것을 ‘소셜로봇’이라고 정의하고 있다(Fong et al., 2003; Hegel et al., 2009). 선행 연구에서는 소셜로봇에 해당하는 조건으로 상황에 적합한 외관을 갖추고, 살아있는 듯한 느낌을 주어야 하며, 인간을 식별할 수 있고, 상황에 따른 자신만의 대처방식이 있어야 하며, 인간 또한 로봇의 행동을 읽을 수 있도록 설계되어 있어야 하는 제안이 있었다(Breazeal, 2003). 또한 소셜로봇 설계 시의 가이드라인에 관한 연구에서는 사용자의 기대에 일치하고, 사용자와 언어적 또는 비언어적으로 소통할 수 있어야 하며, 인간의 사회적 규범을 고려해야 함을 제시하였다(Bartneck, 2004).

한편 소셜로봇의 개념이 등장하고 소셜로봇이 생활 속에 녹아 들에 따라서, 소셜로봇의 구성요소들을 논의할 때 빠지지 않는 것이 디자인이다. 이는 디자인의 개념이 현대에 이르러서는 미적인 아름다움 뿐만 아니라 기능적 요소 또한 포함하고 있기 때문이다. 구체적으로 전자는 조형적, 예술적 영역으로 소셜로봇에서는 로봇 외관의 형태에 대한 디자인으로 표현된다. 후자는 사용자의 목적을 달성하기 위한 로봇의 설계 자체, 설계 과정, 또는 설계가 구현된 것을 의미한다(Kim & Park, 2017). 따라서 본 연구에서는 소비자자들이 직관적으로 관찰할 수 있으면서 직접적

으로 보는 영역인 조형적인 영역을 기준으로 디자인을 보고자 하였다.

2.2. 소셜로봇의 디자인

소셜로봇의 디자인에 관한 연구들은 크게 세 가지 유형의 흐름을 통해 확인해 볼 수 있다. 첫째, 소셜로봇의 외형에 관한 구체적인 디자인이다. 소셜로봇의 형태는 전반적으로 인간의 형상을 닮고 있으며, 세부적으로 로봇의 얼굴, 몸통, 팔, 다리 등과 같이 인간 유사성과 비율 등을 다루는 조형적 영역의 디자인을 의미한다. 외형에 관한 대표적인 개념으로는 로봇의 인간 유사성이 높아질수록 호감도 또한 상승하지만, 어느 정도의 유사성 수준에 도달하면 강한 거부감이 발생하는 ‘불쾌한 골짜기(Uncanny Valley)’ 현상이 관찰되기도 하였다(Mori, 1970).

두 번째, 사용자의 목적을 달성하기 위해 설계된 로봇의 역할과 기능에 관한 디자인이다. 특히 소셜로봇은 사용자층에 따라 노인 케어(Salichs et al., 2020), 자폐아 치료(Ramirez-Duque et al., 2020), 어린이 교육(Chen et al., 2020) 등의 특수 목적을 수행하기 위한 디자인이 요구된 로봇들이 있다. 또한 사실상 인간 만의 영역으로 분류되었던 감정적, 사회적 영역에 속하는 서비스업에서도 인간 대신 로봇만으로 (Robot-delivered), 혹은 인간과 로봇이 한 팀이 되어 (Human-robot-team-delivered) 고객 경험 향상에 초점을 둔 디자인이 이루어지고 있다(Wirtz et al., 2018).

마지막으로 세 번째, 로봇의 비언어적 표현에 따른 소비자 반응에 관한 디자인이다. 소셜로봇의 경우 사용자와의 교감을 주 기능으로 하며, 상호작용 과정에 있어서 언어적 표현 뿐만 아니라, 움직임, 효과음, 표정 등의 다양한 비언어적

표현 또한 가능하다는 특징이 있다. 특히 텍스트를 활용하는 챗봇이나, 음성을 활용하는 AI 스피커와는 달리 소셜로봇은 형체(Embodiment)가 있으므로, 실제로 모습이 존재하고 움직임이 가능하다는 차이점이 존재한다. 그렇기 때문에 다른 인공지능에 비해 소셜로봇은 대상을 소유할 때 소비자는 사회적 효용(Social Benefit)을 느끼기도 한다(McLean & Osei-Frimpong, 2019). 이러한 소비자 반응은 로봇의 크기, 온도, 속도, 톤(Friend-like vs. Engineer-like), 압력, 넛징(Nudging) 등에 따라 상이하게 달라지기도 한다(Borenstein & Arkin, 2016; Borenstein, 2017).

2.3. 소셜로봇 디자인이 소비자 태도에 미치는 영향

산업용 로봇과는 달리 소셜로봇에 있어서 외형 디자인은 로봇의 성능과 기능적인 측면을 강조하는 것이기보다는 인간과의 상호작용을 통한 인지적, 정서적 교류의 측면을 강조하고 있다(Duffy, 2003). 이와 같은 소셜로봇의 특성상 외형 디자인은 소비자에게 강한 영향을 미치고, 로봇에 대한 소비자의 평가와 태도 또한 변하게 된다(Walters et al., 2008). 따라서 소셜로봇 디자인에 있어서 개인의 지각이나 심리적 특성을 간과해서는 안 된다.

소비자의 태도에 영향을 미치는 대표적인 요인들로는 로봇의 얼굴, 의인화 정도, 표현 유형이 있다. 먼저 첫 번째, 소셜로봇의 얼굴에 관한 디자인에서 로봇의 얼굴은 인간과 의사소통하는 기본적인 수단으로 활용되고 있으며 소비자의 태도에 아주 중요한 영향을 미친다(Blow et al., 2006). 가령, 소셜로봇 외형에 대한 선호도는 얼굴의 비율과 종류에 따라 다르며, 특히 인간과

유사한 형태로 디자인된 얼굴일수록 소비자의 선호가 더 커진다(Park et al., 2014).

두 번째, 소셜로봇의 의인화 정도에 관한 디자인이다. 의인화는 인간의 특성을 동물, 무생물 등 인간이 아닌 대상에게 인간적인 면을 부여하는 것을 의미한다(Duffy, 2003). 특히 이와 같은 의인화 경향은 사람과 유사한 형태와 기능이 요구되는 로봇에서 주로 확인해 볼 수 있으며, 로봇 디자인에 있어서 물리적 형태, 동작, 상호작용과 관련된 다양한 부문에서 적용되고 있다(Fink, 2012). 이와 같은 의인화 수준은 실제로 소비자의 선호에 영향을 미치기도 한다. 가령 소비자들은 공공 서비스에 사용되는 로봇에 있어 실제 서비스 종사자들과 유사한 행동을 하길 기대고 있으며, 언어적 상호작용 또한 사람과 유사할수록 소비자의 선호가 증가한다고 밝혀진 바 있다(Kim & Kim, 2020).

세 번째, 소셜로봇의 감정 표현에 관한 디자인이다. 소셜로봇에 있어서 감정 표현은 사용자와의 효과적인 상호작용을 위하여 제스처, 표정, 억양, 시선 방향, 자세 등의 비언어적 표현이 활용되고 있다(Breazcal, 2003). 특히 로봇이 동작을 통하여 감정을 표현할 때, 소비자는 로봇이 감정을 가졌다고 인식하기도 한다. 즉 로봇과의 사회적 관계 형성에서도 로봇의 비언어적 표현이 중요한 역할을 하고 있다는 것이다(Kim & Oh, 2018). 나아가 로봇의 감정 표현과 함께, 로봇의 표정을 고려한 연구에서는, 감정을 전달하는 중요한 매개체인 눈동자의 형태에 따라 소비자의 평가가 달라짐을 보이기도 하였다(Park & Pan, 2019).

앞선 연구들에서는 소셜로봇의 디자인이 소비자의 평가에 영향을 줄 수 있는 요소들을 세분화하고, 각 요소의 영향력을 탐구하였다. 그러나

이들 연구는 사용자의 주관적 설문과 인터뷰를 기반으로 수행되어 방법론의 객관성에서 한계를 가진다. 즉, 소셜로봇 디자인에 대한 소비자의 객관적인 반응이 수집되어 있지 않고, 좀 더 정밀한 측정 도구를 활용하는 연구는 미약했다. 따라서 본 연구에서는 소비자의 태도에 영향을 미치는 요인과 그 형성 메커니즘을 시선 추적을 통한 객관적 지표를 활용하여 검증해보고자 한다.

2.4. 시선 추적

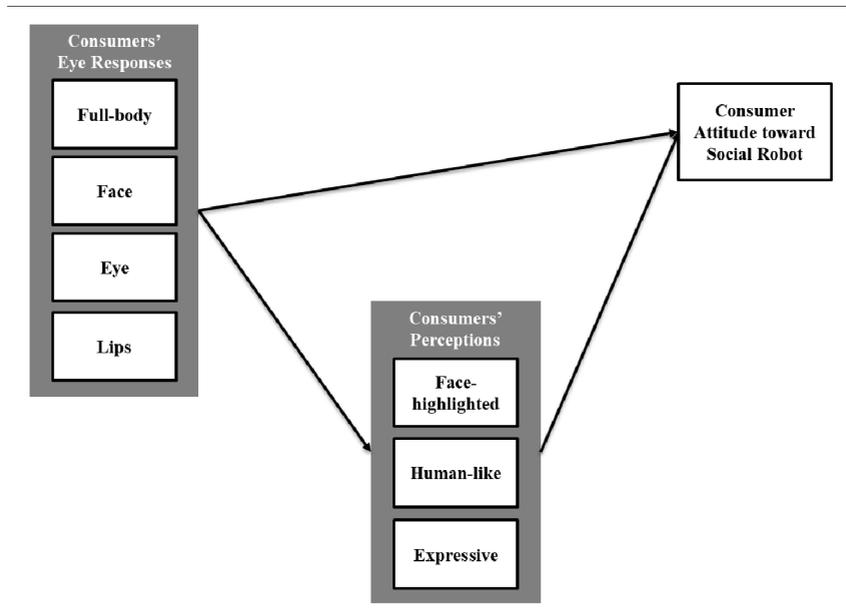
시선 추적(Eye Tracking)이란 사람의 시선이 머무른 지점을 파악하고 머리를 기준으로 눈의 상대적 움직임을 측정하는 과정을 의미한다. 이러한 시선의 움직임은 시선 추적 기기(Eye Tracker)를 통하여 탐색 가능하며, 측정된 데이터를 갖고 시각화로 활용하여 시선의 이동이 어떠한지 살펴볼 수 있다. 특히 관심 영역(AOI)을 지정하여 관심을 가지는 영역 중에서 주로 어디에 시선을 두었는지 탐색하는 연구가 주로 수행되었다.

시선 추적은 다양한 분야에서 활용되고 있는데, 그 중 소셜로봇과 관련된 연구는 다음과 같다. 먼저 로봇 캐릭터와 사람 간의 상호작용을 확인한 연구에서 사람의 시선은 로봇 캐릭터와 실제 사람을 대할 때 유사한 시선 이동의 패턴이 나타났음을 보고하고 있다(Jang & Cho, 2019). 즉, 사람이 로봇 캐릭터와 상호작용할 때, 실제 사람과 상호작용할 때처럼 눈에 시선이 오래 머물렀다. 시선 추적 기기를 사용한 로봇 디자인에 관한 다른 연구로, 로봇 디자인에 대한 반응과 선호도를 연구하기 위해 시선 추적 기기와 뇌파 측정 기기(EEG)를 함께 활용한 연구를 찾아볼

수 있었다. 연구 결과, 좋은 로봇 디자인을 위해서는 로봇의 팔, 다리 등의 신체 기관보다는 머리와 얼굴의 특징이 더 중요하다는 것을 발견하였다(Liu et al., 2019).

시선 추적을 활용하는 연구에서 사용되는 다양한 측정 지표 중, 본 연구에서 활용하고자 하는 지표들은 다음과 같다. 첫 번째, 사용자의 시선이 얼마 동안 머물렀는지에 대한 정보인 ‘고정점(Fixation)’이다. 이는 사용자가 어느 특정 영역을 주시하고 있는지 직관적으로 확인할 수 있게 하고, 이를 통해 사용자의 관심이나 흥미를 객관적으로 탐색할 수 있게 하므로 통상적으로 가장 중요하게 활용되는 지표이다(Choi, 2003). 시선 추적 기기를 통하여 수집된 고정점은 고정된 지점의 좌표 뿐만 아니라 고정 시간, 변화한 시간, 시선이 머문 전체 시간, 이전 고정점 기준 거리, 운동 속도 등으로 세분화할 수 있다. 두 번째, 대상에 대한 시선이 전체적으로 어떠한 방향으로 이동하는지의 패턴에 대한 지표인 ‘시선 경로(Gaze Path)’가 있다. 시선 경로는 시선이 이동한 경로가 시간의 순서에 따라 시각적으로 표현되어 포괄적인 시선 이동의 패턴을 알려준다는 장점이 있다. 특히 시선 경로는 마케팅, 제품, 옥외 광고 등의 디자인 분야에서 많이 활용되고 있다(Seo, 2017).

본 연구에서는 시선 추적 기기를 활용하여 획득할 수 있는 데이터 중, 고정점의 세분된 데이터의 일부, 즉 고정된 시간(Fixation), 첫 응시 시간(First Visit), 전체 머문 시간(Total Viewed)을 활용하고자 한다. 또한, 시선 경로를 정량적 지표로 반영하기 위하여 재구성한 데이터인 재방문 횟수(Revisits)도 활용하고자 한다.



〈Figure 1〉 Research Model

2.5. 소비자의 시선 반응 기반의 태도 형성 메커니즘

본 연구에서는 소비자의 시선 반응으로부터 출발하여 소비자가 소셜로봇에 갖게 되는 지각된 신념, 더 나아가 소셜로봇에 대한 태도까지의 전 단계를 하나의 연구 모형으로 구성하여 분석하고자 한다. 구체적으로 첫 번째 단계에서는 소비자의 시선이 소셜로봇 디자인의 어느 요소에 머무르는지를 확인하고, 각 요소에 머문 시선이 소비자의 신념에 어떻게 영향을 주는지 확인한다. 기존연구에서 중요하게 다룬 소셜로봇의 얼굴은 눈, 입으로 세부적으로 나누어 몸 전체와 함께 비교하고자 하며, 소비자의 신념으로는 소셜로봇의 감정 표현(Expressive), 인간다움(Human-like), 얼굴 두각성(Face-highlighted)을 고려하였다. 두 번째로 소비자의 태도 형성이 크게 두 가지 경로를 통해서 가능한지 확인하고자 한

다. 하나는 시선을 통해 형성된 소비자의 신념이 태도에 영향을 주는 경로이고, 다른 하나는 소비자의 시선이 바로 태도에 영향을 미치는 직접적인 경로이다. 본 연구가 소셜로봇에 대한 모든 신념을 고려하진 않았기 때문에, 본 연구에서 다루지 않는 신념의 영향을 시선의 직접적인 영향 경로를 통해 확인하고자 한 것이다. 본 연구가 제안하는 연구 모형을 다음의 <Figure 1>에서 정리하여 표현하였다.

3. 연구 설계 및 방법

3.1. 실험 참가자

본 연구는 서울에 있는 K 대학교의 UROP (Undergraduate Research Opportunities Program) 수업을 참여하고 있는 대학생과 대학원생을 대

상으로 수행되었다. 총 32명의 참가자가 모집되었으며 각각 남성 17명(53.1%), 여성 15명(46.6%)으로 구성되어 남녀 간 성비가 비교적 균등하게 확보되었다. 참가자들의 나이는 20대에서부터 40대까지 분포 되어있으며 각각 20대 94%, 30대 3%, 40대 3%로 평균 나이는 25.78세이다.

3.2. 측정 도구

시선 추적을 위한 측정 도구는 Gazepoint사의 ‘GP3’ 기기를 활용하여 측정하였다(<Figure 2>). 해당 기기는 카메라의 적외선 센서를 통하여 피험자의 동공 형태를 인식하고, 이미지 분석 소프트웨어를 통해 동공의 중심 위치를 초당 60Hz 시선 반응으로 기록하였다. 시선 측정 기기는 피험자가 위치한 컴퓨터의 모니터 아래에 거치되어 자극물이 출력되는 화면을 바라보는 참가자의 시선을 측정하였다.



<Figure 2> Eye Tracker (Gazepoint's 'GP3')

3.3. 실험 자극물

본 연구에서 사용된 실험 자극물은 현재 출시 및 시연되어 인간의 모습과 특징이 연상되는 소셜로봇을 대상으로 하였다. 소셜로봇 선정에 앞서 사전 검사를 위하여 8명의 학부생을 대상으로 다양한 소셜로봇을 제시하고, 그 중에서 감정 표현 정도가 잘 나타나 있는 로봇을 선정하였다. 이때 로봇이 제공할 수 있는 기능적 측면의 디자인은 본 연구에서는 초점을 두지 않았기 때문에 제외하였다. 따라서 디자인 측면을 중점적으로 고려한 결과, 실험에 활용하는 자극물로서 ‘Zenbo’, ‘Nao’, ‘Mero-S’, ‘Mero-3’의 네 가지 로봇이 선택되었다(<Figure 3>).

3.4. 실험 과정 및 자극 제시

소셜로봇의 디자인에 초점을 맞출 수 있도록, 본 연구에서는 실험 참가자에게 소셜로봇 디자인 평가 관련 실험임을 사전에 설명하였다. 따라서 자극물에 대한 기능이나 기술 수준 등의 추가적인 정보는 제시되지 않았다. 구체적인 실험 과정과 자극 제시는 다음과 같다.

참가자와 모니터 간의 거리는 50cm에서 60cm 정도의 간격을 두었다. 총 자극물 노출 시간은



<Figure 3> Social Robot Stimuli

참가자 당 10분가량 소요되었으며, 실험에 앞서 시선 조정 과정(Calibration)을 거친 뒤 자극물이 제시되었다.

실험 자극물은 해상도 1920 * 1080의 24인치 규격의 모니터를 통하여 제시되었다. 이때 자극물이 제시되기 전의 시선 위치가 실험에 미치는 영향을 통제하기 위하여 검은색 점 형태의 응시 점을 사전에 제시하여 시선을 고정된 후 자극물이 노출되도록 하였다. 나아가 로봇 외의 배경에 의한 영향을 통제하기 위하여 소셜로봇을 제외한 배경은 모두 소거하여 흰색 바탕으로 처리하였다.

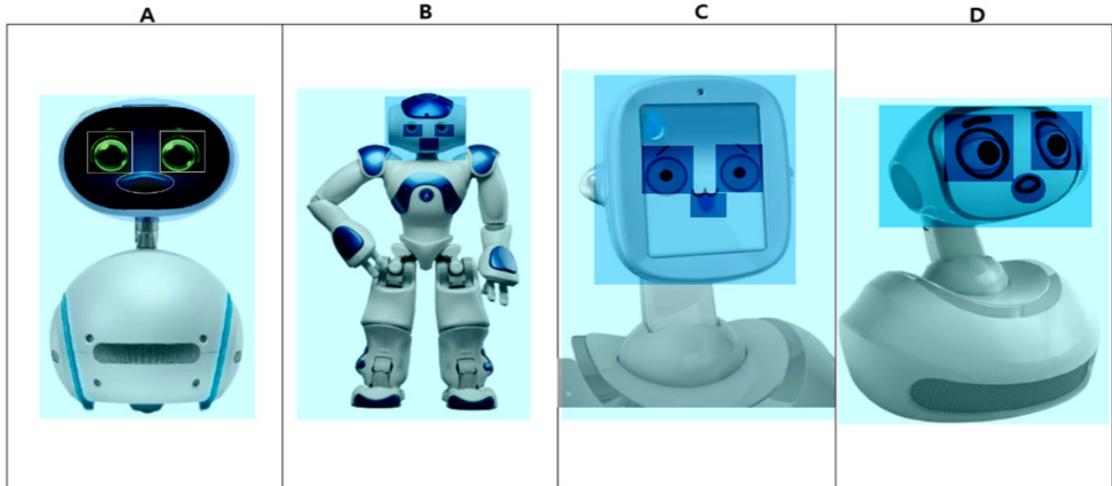
자극물은 화면 가운데를 중심으로 좌우 및 상하 간격이 동일하게 배치하였다. 이때 각 소셜로봇의 실제 크기는 서로 상이하지만, 본 연구에서는 로봇의 디자인 측면의 평가를 수행하므로 로봇의 크기를 동일하게 통제하였다. 따라서 각 로봇은 화면의 1/4 영역에 해당하는 가로(12.5cm), 세로(22.5cm)의 크기로 배치되었다. 이에 피험자들에게는 한 화면에 4개의 로봇이 배치된 실험 자극물이 30초 동안 제시되었다.

3.5. 측정 문항

본 연구의 실험을 통하여 측정된 시선 반응은 총 네 가지 지표로 다음과 같다. 첫 번째, 고정된 시간(Fixation)은 특정 관심 영역(AOI)에 시선을 어느 정도 시간 동안 머물렀는지에 대한 지표이다. 본 연구에서는 일반적으로 통용되는 0.1초 이상 시선이 머무른 경우를 고정된 것으로 간주하였다. 두 번째, 첫 응시 시간(First Visit)은 특정 관심 영역(AOI)에 처음 시선이 도달하는데 걸리는 시간의 평균을 의미한다. 첫 응시 시간은 관심 영역(AOI) 중에서 어느 곳을 우선하여 보고

자 하는지 알 수 있는 지표로 활용될 수 있다(Jacob & Karn, 2003). 세 번째, 전체 머문 시간(Total Viewed)은 관심 영역에 시선이 얼마나 오랜 시간 동안 머물렀는지에 대한 시간을 의미한다. 이는 전반적인 사용자의 관심도를 반영할 수 있으며, 제품 디자인에서 시·지각적 특징을 발견할 수 있는 주요 측정요소로 알려져 있다(Choi, 2003). 마지막으로 네 번째, 재방문 횟수(Revisits)는 관심 영역(AOI)에 시선이 이탈하였다가 다시 되돌아온 횟수를 의미한다. 시선 경로를 반영할 수 있는 지표일 뿐만 아니라 특정 관심 영역(AOI)에 대해서 소비자가 얼마나 주의를 기울이는지 확인할 수 있다(Kim & Kim, 2017). 연구의 주요 관심 영역(AOI)은 소셜로봇의 외형 디자인에 있어서 감정 표현과 관련된 부분인 얼굴, 눈, 그리고 입을 세분화하여 지정하였다. 나아가 전반적인 로봇에 대한 디자인 영역을 함께 평가하기 위하여 전신 모습 또한 별도의 관심 영역(AOI)으로 지정하였다.

본 연구에서 시선 측정 이후 소셜로봇에 대한 소비자 신념으로서 수집된 변수들은 로봇에 대한 태도, 감정 표현(Expressive), 얼굴 두각성(Face-highlighted), 인간다움(Human-like)의 네 가지인데, 구체적인 내용은 다음과 같다. 먼저 소셜로봇에 대한 태도는 ‘해당 로봇에 대하여 호감이 간다’ 라는 문항으로 측정하였다(Park et al., 2014). 그리고 감정 표현은 ‘해당 로봇의 표정이 잘 나타나 보인다’ 라는 문항으로 로봇의 표정을 인지할 수 있는지에 대한 참가자의 반응을 확인하였다(Jeong, 2013). 얼굴 두각성은 ‘해당 로봇의 얼굴이 두드러져 보인다’ (Oh et al., 2017), 인간다움은 ‘제시된 로봇이 사람처럼 느껴진다’ 라는 문항으로 제시된 로봇으로부터 느껴지는 의인화 정도를 반영하고자 하였다(Kim & Choi, 2019).



<Figure 4> Area of Interests of Experimental Stimuli

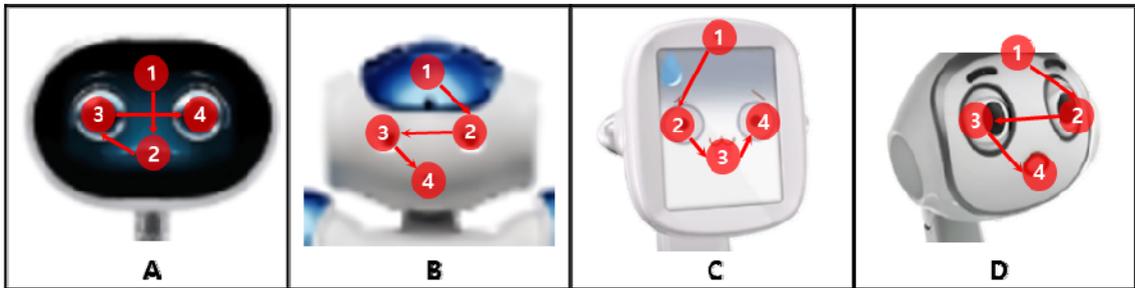
4. 연구 결과

본 연구에서 소셜로봇의 디자인에 대한 사용자의 반응을 알아보기 위하여, 소셜로봇의 외형 요소를 로봇 전신, 얼굴, 눈, 입술 등의 네 영역으로 관심 영역(AOI)을 지정하여 고정된 시간(Fixation), 첫 응시 시간(First Visit), 전체 머문 시간(Total Viewed), 그리고 재방문 횟수(Revisits)를 측정하였다(<Figure 4>).

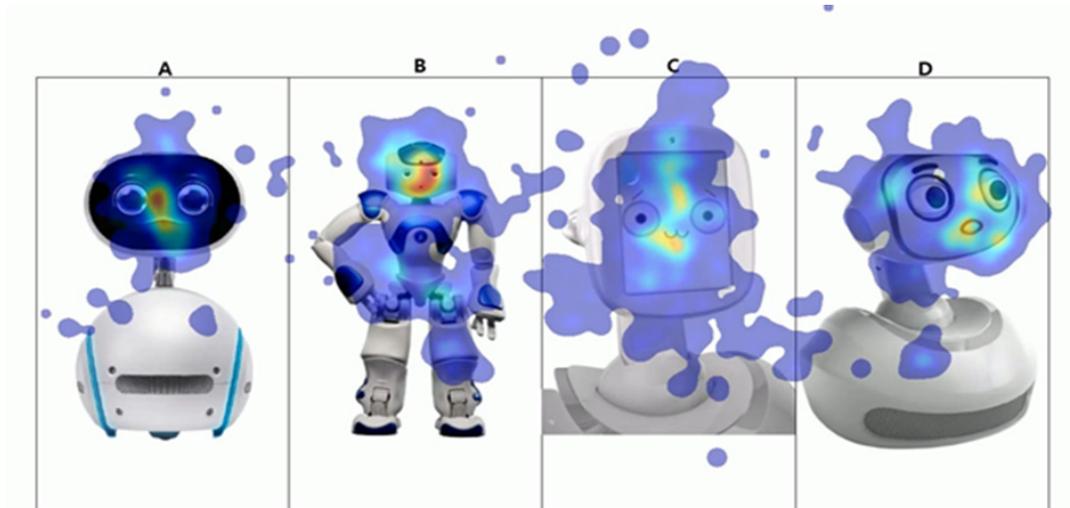
또한 소셜로봇에 대한 소비자의 지각 정도와 소셜로봇에 대한 태도의 관계를 확인하기 위해, 실험에서 제시된 소셜로봇 각각에 대해서 로봇의 감정 표현, 얼굴 두각성, 인간다움이 어떻게 지각되는지 측정하였고, 해당 로봇을 어느 정도 선호하는지 조사하였다. 측정된 변수 간의 관계는 앞서 설정한 연구모형을 기반으로 하여 위계적 회귀분석을 통해 알아보았다.

4.1. 소셜로봇 외형 속성에 대한 소비자의 시선 반응

먼저 실험을 위해 설계된 4가지 소셜로봇의 외형 모습에 대해 피험자들의 전반적인 시선 움직임을 알아보고자 시선 경로 분석을 실시하였다. 시선 경로는 미리 설정한 관심 영역들 중 어떤 영역에 소비자의 시선이 가장 빨리 도달하는지를 순서를 매긴 것으로, 첫 응시 시간(First Visit)을 기준으로 확인할 수 있다. 시선 이동 경로를 시각적으로 표현한 결과는 <Figure 5>에 나타나 있다. 로봇에 대한 시선 이동은 로봇 전신에 시선이 도착하고 그 이후 얼굴 내에서도 시선의 이동이 활발하게 나타났다. 얼굴에서 시작된 시선은 A로봇은 입, 왼쪽 눈, 오른쪽 눈 순서대로 시선의 이동이 보였으며, B로봇은 오른쪽 눈, 왼쪽 눈, 입 순서대로 시선 경로가 나타났으며, C로봇은 왼쪽 눈, 입, 오른쪽 눈 순서대로 시선의 경로가 보였다. 마지막으로 D로봇은 오른쪽



〈Figure 5〉 Gaze path of Experiment Participants



〈Figure 6〉 Heatmap of Experiment Participants

눈, 왼쪽 눈 입 순서대로 시선의 패턴이 나타났다. 이를 통해 로봇마다 세부적인 시선 패턴은 다르게 나타났지만, 전반적으로 로봇의 시선은 주로 위에서 아래로 내려다보는 패턴이 발견되었으며, 예외적으로 A로봇인 경우는 입의 모양이 독특하게 나타났기 때문에 입을 먼저 보고 눈을 보는 패턴으로 나타난 것으로 추정할 수 있다.

다음으로 피험자들의 시선이 어느 곳에 오랫동안 머무는 지 탐색적으로 살펴보기 위해 히트

맵(Heatmap)을 확인하였다(〈Figure 6〉). 히트맵은 고정된 시간(Fixation)을 중심으로 작성되며, 오래 시선이 머문 곳일수록 붉게 표현된다. 히트맵 분석을 통해 확인할 수 있는 사실은 첫 번째로 사람들은 소셜로봇을 관찰할 때, 얼굴에 시선을 오랫동안 둔다는 점이다(〈Figure 6〉). 두 번째로 얼굴 중에서도 얼굴의 중심 부분(코나 입 주변)을 좀 더 집중해서 관찰함을 알 수 있다. 세 번째로 확인할 수 있는 점은 소셜로봇의 몸통이 사람과 비슷한 형태의 외형을 가질 경우, 몸체에

<Table 1> Descriptive Statistics of Eye Tracking Data, Consumer Perception and Attitude

	A				B				C				D			
Favorable	3.6				2.6				2.6				2.3			
Expressive	3.5				2.3				3.8				3.4			
Face-highlighted	3.8				3.3				4.1				4.1			
Human-like	1.8				2.6				1.8				1.9			
	FV	TV	Fix	RV	FV	TV	Fix	RV	FV	TV	Fix	RV	FV	TV	Fix	RV
Full-body	0.0	3.1	8.5	1.6	0.0	3.1	9.2	4.4	0.0	4.3	13.0	4.9	0.0	3.1	8.3	2.6
Face	0.1	2.1	5.8	3.8	0.7	1.5	5.1	3.8	0.2	3.7	11.1	5.0	0.0	2.3	6.6	3.3
Eye	7.7	0.8	4.4	1.7	3.4	0.5	3.9	4.8	3.3	0.6	3.7	4.0	1.4	0.6	3.1	2.5
Lips	2.5	0.3	2.2	2.2	3.7	0.1	1.6	1.7	5.4	0.4	2.6	4.2	4.1	0.3	1.6	2.1
Image																

Note. FV: First Visit, TV: Total View, Fix: Fixation, RV: Revisits

도 시선이 많이 가며, 전반적으로 시선이 분산된다는 점이다 (<Figure 6> A, B). 특히 B의 경우 소셜로봇의 몸에도 시선이 머무는 것을 확인할 수 있다. 이를 정리하면, 사람들의 시선은 로봇을 볼 때 사람과 유사한 부분(i.e. 사람과 닮은 얼굴, 사람과 유사한 몸체)에 집중된다고 할 수 있고, 대상을 바라볼 때 전체적으로 살펴보기보단 상대적으로 관심 있는 특정 부분을 위주로 시선 반응이 나타난다고 해석된다.

4.2. 소셜로봇 디자인에 대한 소비자 시선 반응과 지각, 태도

소비자 시선 반응의 AOI 영역별 측정 결과와 각 로봇에 대한 소비자의 지각과 태도는 <Table

1>에 제시되어 있다. 소셜로봇마다 신체기관 별 응시한 시간을 살펴보면, 첫 응시 시간(First visit)에서는 A 로봇의 경우, 입을 평균적으로 눈보다 더 빠르게 응시하였으며 B 로봇, C 로봇과 D 로봇은 눈을 본 후 입으로 시선이 이동하여, 눈을 입보다 더 빨리 응시하는 것을 확인할 수 있었다. 전체 머문 시간(Total Viewed) 같은 경우, 소셜로봇의 얼굴 중 모두 상대적으로 입에 비해 눈에 시선이 오랫동안 머무르게 나타났으며, 시선이 고정된 시간(Fixation) 또한 눈에 주로 머무르게 나타났다. 마지막으로 재방문 횟수(Revisits)는 A 로봇과 C 로봇의 입이 눈보다 더 높게 나타났으며, 반대로 B 로봇과 D로봇은 눈이 입보다 재방문 횟수가 더 높게 나타났다. 특히 B 로봇은

<Table 2> Hierarchical Regression Results for the Research Model

	Face-highlighted			Human-like			Expressive			Attitude		
	B (Std. Error)	β	t-value (Sig.)	B (Std. Error)	B	t-value (Sig.)	B (Std. Error)	β	t-value (Sig.)	B (Std. Error)	β	t-value (Sig.)
	3.4 (0.16)	0.00	21.66 (0.01)	2.52 (0.29)	0.00	8.71 (0.01)	2.73 (0.18)	0.00	15.33 (0.01)	1.31 (0.4)	0.00	3.3 (0.01)
FullBody_First Visit				0.06 (0.03)	0.17	1.92 (0.06)						
FullBody_Total Viewed												
FullBody_Fixation												
FullBody_Revisits												
Face_First Visit										-0.11 (0.02)	-0.36	-4.55 (0.01)
Face_Total Viewed	0.21 (0.06)	0.35	3.29 (0.01)				0.22 (0.06)	0.31	3.66 (0.01)			
Face_Fixation												
Face_Revisits												
Eye_First Visit												
Eye_Total Viewed										0.66 (0.29)	0.30	2.28 (0.02)
Eye_Fixation												
Eye_Revisits										-0.18 (0.06)	-0.40	-3.03 (0.01)
Lips_First Visit				-0.06 (0.03)	-0.18	-2.08 (0.04)						
Lips_Total Viewed	0.94 (0.39)	0.36	2.39 (0.02)									
Lips_Fixation				-0.21 (0.08)	-0.24	-2.7 (0.01)						
Lips_Revisits	-0.31 (0.1)	-0.52	-3.2 (0.01)									
Face_highlighted										0.2 (0.1)	0.19	2.07 (0.04)
Human_like										0.25 (0.07)	0.27	3.43 (0.01)
Expressive										0.19 (0.08)	0.20	2.18 (0.03)
	Adjusted R ² =0.097 F(3,124) = 5.54, p <0.01			Adjusted R ² =0.09 F(3,124) = 4.93, p <0.01			Adjusted R ² =0.09 F(1,126) = 13.40, p <0.01			Adjusted R ² =0.26 F(6,121) = 8.43, p <0.01		

Note. B: Unstandardized Beta, β : Standardized Beta

다른 소셜로봇에 비해 눈과 입의 재방문 횟수가 큰 차이로 나타난 것으로 보아 물리적으로 작게 설계된 입이 사람들의 시선을 끌지 못하기 때문에 상대적으로 눈에 더 집중하는 것으로 볼 수 있다.

시선 반응을 측정된 이후 소셜로봇에 대한 피험자의 로봇에 대한 지각 및 태도를 네 가지 문항으로 측정된 값이 소셜로봇 별로 어떻게 나타나는지 확인하였다. 설문 결과 평균적으로 Favorable 문항은 A 로봇이 가장 좋은 태도(Mean = 3.6)를 보였으며, Expressive는 C 로봇(Mean=3.8)이 가장 높았으며, Face-highlighted는 C와 D 로봇이 동일하게 가장 높게 나타났다(Mean = 4.1). 그리고 Human-like는 B 로봇이 가장 높은 점수로 나타났다. 여기서 확인할 수 있는 것은, 로봇 기종에 대한 사람들의 판단에서 A 로봇이 Favorable 점수가 높게 나타났지만 Human-like 점수는 상대적으로 낮아 꼭 인간의 외형을 닮았다고 해서 선호도가 높게 나타나지 않는다는 것이다.

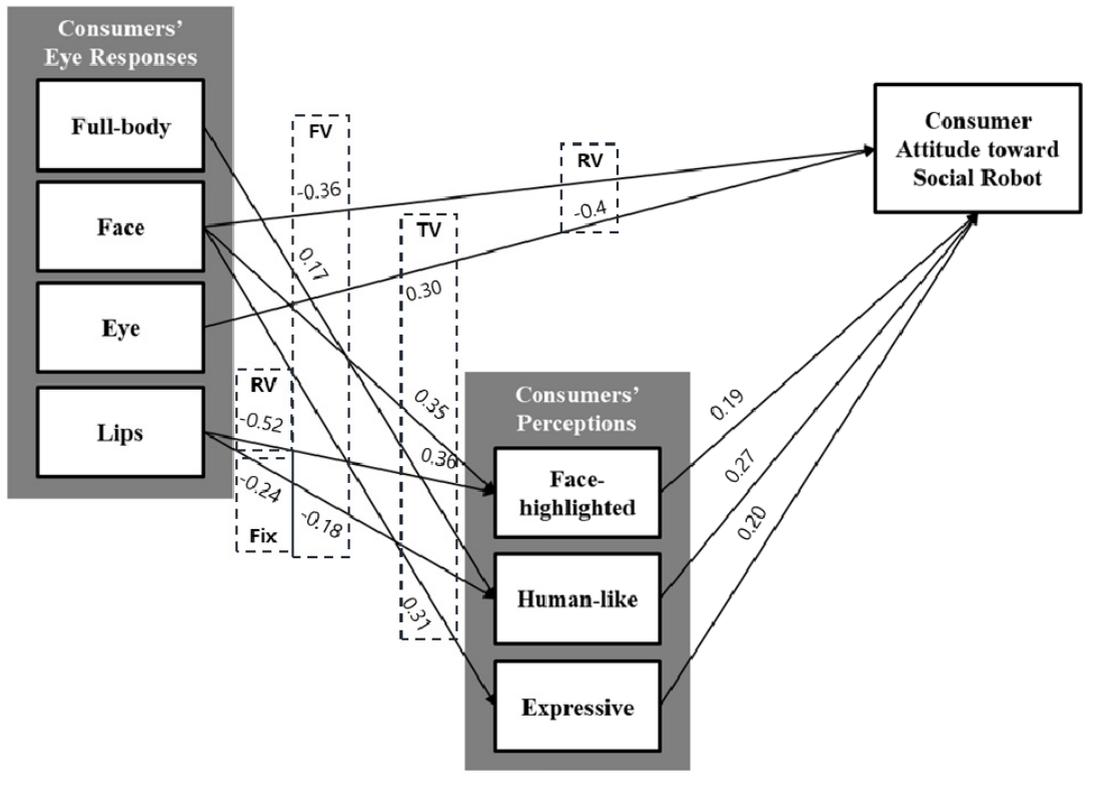
4.3. 소비자 시선 분석을 통한 소셜로봇 태도 형성 메커니즘

이제까지 소셜로봇의 디자인에 따른 시각 반응 데이터와 로봇에 대한 지각 및 태도로 측정된 값의 전반적인 양상에 대해 알아보았다. 하지만 기초적인 통계분석만으로는 어떠한 외형적 요소가 지각 및 태도에 영향을 미치는지 알 수 없기에, 각 변수 간의 위계적 회귀분석을 실시하였다. 분석에 사용될 독립 변수로는 시선 추적을 통해 측정된 AOI영역에 대한 지표들 설정하였으며, 종속 변수는 각각 설문을 통해 측정된 로봇에 대한 사용자의 지각 변수들로 설정하였다. 소비자 태도 변수의 경우, AOI영역 지표와 지각 변수들

을 모두 독립변수로 설정하여 분석하였다. 분석 결과는 <Table 2>에 나타나 있다.

위계적 회귀 분석을 실시한 결과 로봇 외형적 요소에 따른 각각 Face-highlighted, Human-like, Expressive와 Attitude의 종속변수로 한 결과들이 $p < .01$ 수준에서 통계적으로 모두 유의한 것으로 나타났다. 유의한 관계를 보인 외형적 요소를 세부적으로 살펴보면 첫 번째로 Face-Highlighted를 종속변수로 한 모형으로 영향을 주는 요인은 Face Total Viewed와 Lips Total Viewed, Lips Revisits가 유의한 영향을 주는 것으로 나타났다. Total Viewed는 Face Total Viewed ($B = 0.21$)와 Lips Total Viewed ($B = 0.94$)가 유의한 것으로 나타났으며, 얼굴에 머무는 시간이 길어질수록 얼굴에 주목하게 된다는 일반적인 결과가 나온 반면 Lips Revisits ($B = -0.31$)는 음의 관계가 나타났다. 이는 Revisits의 변수 특성상 다시 돌아와서 보는 행위로 사람들이 의아하거나 조금 조화롭지 않은 부분에 대해서 다시 주시하는 특징이 있는 것으로 보아 얼굴에 비해 입의 시선 재방문이 오를수록 얼굴을 덜 인식하는 것으로 해석할 수 있다.

두 번째로 Human-like를 종속 변수로 영향을 주는 요인을 살펴본 결과 Full Body First Visit, Lips First Visit, Lips Fixation가 유의한 것으로 나타났다. First Visit는 값이 올라갈수록 첫 응시가 늦다고 보기 때문에 Full Body First Visit ($B = 0.06$)이 높을수록 Human-like가 올라가는 것으로 로봇 전신 모습을 볼 때 인간과 닮은 로봇일수록 늦게 보게 되고 인간과 닮지 않은 로봇일수록 더 빠르게 주목한다고 해석할 수 있다. 그리고 Lips First Visit ($B = -0.06$)와 Lips Fixation ($B = -0.21$)은 높을수록 Human-like가 낮아지는 것으로 나타났다. 즉 로봇에 대한 시선이 소셜로봇의 입술



Note. FV: First Visit, TV: Total View, Fix: Fixation, RV: Revisits

(Figure 7) The Underlying Mechanism for Attitude Formation

을 빠르고 짧게 보는 로봇을 더 사람답다고 지각함을 알 수 있다.

세 번째로 Expressive를 종속변수로 하여 소셜 로봇의 잠재적인 설명 요인을 살펴본 결과 Face Total Viewed ($B = 0.22$)가 높을수록 Expressive가 높아지는 것으로 나타났다. 이를 통해 로봇의 얼굴 표정이 감정 표현 되고 있다고 느끼면 오랫동안 시선이 머무른다고 해석할 수 있다.

최종적으로 Attitude에 영향을 미치는 요인을 살펴본 결과 Face First Visit, Eye Total Viewed, Eye Revisits, Face-highlighted, Human-like, Expressive가 영향을 미치는 것으로 나타났다. 얼굴은 Face

First Visit가 높을수록 ($B = -0.11$) 태도는 낮아지는 것으로 호감 가는 로봇의 얼굴에 시선이 빠르게 응시하는 것으로 해석될 수 있으며, 눈은 Eye Total Viewed가 높을수록 태도를 긍정적으로 평가하는 것으로 나타났다. 이는 로봇의 눈을 오랫동안 본다고 했을 때 실제 호감이 있어서 보는 시간이 늘어날 수도 있고 이질적이고 독특한 외형의 모습에 끌려서 시선이 오래 머문 걸 수도 있다. 그렇지만 Eye Revisits와 같이 해석해 보면 Eye Revisits은 낮을수록 태도에 정적 영향을 미치는 것으로 눈과 다른 로봇의 외형 요소들을 번갈아 가며 자주 보지 않을수록 눈이 이상하지

않아서 자꾸 볼 필요가 없다고 느끼기 때문에 눈이라는 외형적 요소는 태도에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 볼 수 있다. 그 외에 Face-highlighted ($B = 0.2$), Human-like ($B = 0.25$), Expressive ($B = 0.19$)는 높을수록 태도에 모두 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

따라서 각각의 종속 변수에 독립변수가 로봇의 외형이 미치는 영향 정도를 가지고 주요 디자인의 핵심 포인트를 살펴보면 Face-highlighted는 얼굴과 입술, Human-like은 몸통과 입술, Expressive은 얼굴, 태도는 얼굴과 눈이 중요한 디자인적 요소라고 볼 수 있다. 본 연구에서는 회귀 분석을 각각 종속 변수를 다르게 하여 각 외형 요소별 영향력이 어떻게 나타나는지 살펴볼 수 있었다. <Figure 7>은 이상의 결과를 종합하여 연구 모형에 표현한 것이다.

5. 결론

본 연구에서는 시선 추적 기기로 측정된 소셜로봇의 신체적 외형 디자인 특성이 소셜로봇에 대한 소비자의 지각과 태도에 어떤 영향을 미치는지 살펴보았다. 그 결과 소셜로봇을 본 피험자들은 소셜로봇에 대한 태도를 형성하는 과정에서 소셜로봇의 외형 요소 중 얼굴과 눈의 응시에 따라 태도가 높아지는 것으로 나타났다. 이는 기존의 소셜로봇 디자인 연구에서 주로 살펴본 외형의 주요 요인과의 부합하며 시선 반응에서도 그 원리가 적용될 수 있음을 보여준다. 구체적으로 시선의 응시에 얼굴에서는 첫 응시 시간이 짧을수록, 눈에서는 전체 머문 시간이 길수록 재방문 횟수가 짧을수록 로봇에 대한 태도를 긍정적으로 평가하였다. 즉 소셜로봇을 얼굴보다 눈

에 집중해서 보게 될 때는 피험자들이 로봇을 판단할 때 직접적으로 영향을 주는 것으로 나타났다.

또한 피험자들이 로봇에 대한 인지적 지각된 측면을 고려하여 얼굴 두각성(Face-highlighted), 의인화(Human-like), 감정 표현(Expressive)이 태도에 미치는 영향을 살펴본 결과 모두 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉 소셜로봇을 본 피험자들은 소셜로봇을 볼 때 로봇의 얼굴 형태를 뚜렷하다고 지각할수록, 사람과 비슷한 모습이라고 지각할수록, 그리고 로봇의 얼굴에서 감정 표현이 있다고 느낄수록 태도가 긍정적으로 높아진다는 결과가 나타났다. 이는 소셜로봇의 특성상 사람과 상호작용하기 위해 만들어지고 사용하는 로봇이라는 점에서 소셜로봇에 대한 지각 반응에서 사람들은 로봇의 주로 인간적인 면모에 따라 긍정적으로 평가한다는 사실을 보여준다. 아울러 소셜로봇의 외형 그 자체가 피험자들로부터 평가받는 판단의 대상이라는 사실을 함께 보여준다.

그리고 소셜로봇에 대한 지각이 구체적으로 로봇의 어떤 외형적 요소가 연관성을 가지는지 살펴본 결과 소셜로봇의 얼굴과 입술에 머문 시간이 오래 머물수록, 입술을 다시 주시하지 않을수록 Face-Highlighted에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 이는 소셜로봇의 얼굴을 인지할 때 얼굴뿐 아니라 입술 또한 로봇의 얼굴 형태를 잘 인식하게 한다는 사실을 알 수 있다. 또한 전신은 첫 응시가 느릴수록, 입술은 첫 응시가 빠르고 시선이 고정된 시간이 짧을수록 Human-like에 긍정적인 영향이 미치는 것으로 나타났다. 이는 로봇의 전체 모습을 볼 때 상대적으로 시선이 덜 가거나 입술을 빠르게 보고 지나칠 때에는 로봇이 사람과 비슷한 대상이라고

판단하고 있다는 사실을 알 수 있다. 마지막으로 소셜로봇의 얼굴에 머문 시간이 길수록 Expressive에 긍정적인 영향이 미치는 것으로 나타났다. 이는 로봇의 얼굴 안에 표정이라는 해석해야 할 정보가 담겨 있어 피험자들은 나타난 표정을 보고 판단을 하는 데 시간이 걸린다는 사실을 확인하였다.

본 연구를 통하여 다음과 같은 이론적, 실무적 시사점을 기대할 수 있다. 이론적으로 첫 번째, 소셜로봇에 대한 개인의 신념이 시선 반응과 관련이 있음을 보여줄 수 있다는 점이다. 두 번째, 소비자의 시선 반응을 얼굴과 얼굴 내의 세분된 요소들, 몸 전체로 확장하여 좀 더 구체적이면서 폭넓은 시선 반응 데이터를 연구 모형에 반영했다는 점이다. 마지막으로 소비자의 소셜로봇에 대한 디자인 태도가 형성되는 경로가 시선 반응을 통한 직접적인 경로와 소셜로봇에 대한 소비자 신념을 통한 간접적인 경로도 나뉠 수 있음을 보여주었다는 점이다.

실무적으로 본 연구가 기대하는 공헌은 다음과 같다. 첫 번째, 본 연구는 소셜로봇 디자인에 있어 얼굴이 중요하며, 그 중에서 특히 눈과 입술의 중요성을 강조한다는 점이다. 소셜로봇에 대한 사람들의 평가는 사람을 평가하는 것과 유사하므로, 사람들이 외모를 평가하면서 중요하게 생각하는 부분들을 중점적으로 소셜로봇 외형 디자인 설계에 고려해야 한다. 두 번째 실무적 공헌은 소비자의 소셜로봇에 대한 태도는 어느 한 요소의 평가와 관련되어 있기보다, 여러 요소를 복합적으로 고려하여 다양한 신념을 통해 형성됨을 보여준 점이다. 소셜로봇 디자인 설계 시 해당 로봇이 전달하려는 가치를 정의하고 그 가치에 맞는 여러 신념 요인들을 도출한 후 가장 최적으로 설계될 수 있도록 해야 할 것이

다. 마지막 실무적 공헌은 시선 추적 등의 과학적인 실험 도구들이 디자인 설계에 활용될 수 있음을 보여준 점이다.

본 연구가 소셜로봇에 대한 사용자의 태도는 소비자의 시선 반응의 직접적인 경로와 소비자 신념을 통한 간접적인 경로를 통해 형성될 수 있다는 메커니즘을 제안하고 검증했다는 면에서 의의가 있으나 다음과 같은 한계도 가지고 있다. 첫 번째, 본 연구에서는 시선 추적 기기만을 활용하였지만, 뇌파 분석이나 피부 전도 반응 등의 다양한 측정 도구들이 활용된다면, 소셜로봇 제작에 한층 더 과학적이고 객관적인 디자인이 가능해질 것이다. 두 번째, 실험 참여 대상이 적었다는 점이다. 통계분석을 수행할 수 있는 수는 넘었으나 본 연구 결과를 일반화하기엔 더 많은 사람을 대상으로 검증할 필요가 있다. 세 번째는 본 연구에서 조사한 소셜로봇이 4개로 한정되었다는 점이다. 현재 소셜로봇은 다양한 형태와 디자인으로 다수가 출시되었거나 준비 중에 있다. 디자인 면에서 이들을 그룹화하고 고유한 특징별로 구분 지어 본 연구와 같은 실험을 수행한다면 좀 더 일반적이고 의미 있는 연구 결과를 도출할 수 있을 것이다.

참고문헌(References)

- Bartneck, C. and Forlizzi, J., "A design-centred framework for social human-robot interaction," In RO-MAN 2004. 13th IEEE international workshop on robot and human interactive communication (2004): 591~594.
- Breazeal, C., "Toward sociable robots," Robotics and autonomous systems, Vol. 42, No. 3-4(2003), 167~175.

- Breazeal, C., "Emotion and sociable humanoid robots," *International journal of human-computer studies*, Vol. 59, No. 1-2(2003), 119~155.
- Borenstein, J. and Arkin, R., "Robotic nudges: the ethics of engineering a more socially just human being," *Science and engineering ethics*, Vol. 22, No. 1(2016), 31~46.
- Borenstein, J. and Arkin, R. C., "Nudging for good: robots and the ethical appropriateness of nurturing empathy and charitable behavior," *Ai and Society*, Vol. 32, No. 4(2017), 499~507.
- Blow, M., Dautenhahn, K., Appleby, A., Nehaniv, C. L. and Lee, D. C., "Perception of robot smiles and dimensions for human-robot interaction design," In *ROMAN 2006-The 15th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (2006)*: 469~474.
- Chen, H., Park, H. W. and Breazeal, C., "Teaching and learning with children: Impact of reciprocal peer learning with a social robot on children's learning and emotive engagement," *Computers and Education* Vol. 150(2020): 103836.
- Choi, M. Y., "A Study on the Method of Eye Tracking Analysis Based on the Properties in Visual Perception of User -With Emphasis on the Development of Analysis-Framework for Product Design," *Journal of Korean Society of design science*, Vol. 16, No. 4(2003), 197~206.
- Duffy, B. R., "Anthropomorphism and the social robot," *Robotics and autonomous systems*, Vol. 42, No. 3-4(2003), 177~190.
- Fink, J., "Anthropomorphism and human likeness in the design of robots and human-robot interaction," In *International Conference on Social Robotics*, Springer, Berlin, Heidelberg (2012): 199~208.
- Fong, T., Nourbakhsh, I. and Dautenhahn, K., "A survey of socially interactive robots," *Robotics and autonomous systems*, Vol. 42, No. 3-4 (2003), 143~166.
- Hegel, F., Muhl, C., Wrede, B., Hielscher-Fastabend, M. and Sagerer, G., "Understanding social robots," In *2009 Second International Conferences on Advances in Computer-Human Interactions (2009)*: 169~174.
- Jacob, R. J. and Karn, K. S., "Eye tracking in human-computer interaction and usability research: Ready to deliver the promises," In *The mind's eye*, North-Holland (2003): 573~605.
- Jang, S. and Cho, H. K., "Analysis of User's Eye Gaze Distribution while Interacting with a Robotic Character," *Journal of Korea Robotics Society*, Vol. 14, No. 1(2019), 74~79.
- Jeong, S. W., "Designing Facial Expressions of an Educational Assistant Robot by Contextual Methods," *Archives of Design Research*, Vol. 26, No. 2(2013), 409~435.
- Kim, B. S. and Kim, S. I., "User Preference for the Personification of Public Service Robot," *Journal of Digital Convergence*, Vol. 18, No. 2(2020), 361~366.
- Kim, D. and Choi, S., "The Effect of Expressions of Self-consciousness in Social Robots during Social Attraction," *Journal of KIISE*, Vol. 46, No. 7(2019), 653~663.
- Kim, K. and Park, D., "Design Evaluation Mode Based on Consumer Values!: Three-Step Approach from Product Attributes, Perceived Attributes, to Consumer Value," *Intelligence Information Research*, Vol. 23, No. 4(2017), 57~76.

- Kim, J. H. and Kim, J. Y., “Characteristics of Visual Perception for the Bluetooth Headset Image Based on Eye-Tracking Experiment,” *Journal of The Korean Society of Living Environmental System*, Vol. 24, No. 2(2017), 433~445.
- Kim, S. and Oh, D., “The Kinesics for emotional expression in the household social robot - Focus on the head movement of the robot,” *The Korean Society of Science & Art*, Vol. 35(2018), 69~82.
- Liu, Y., Li, F., Tang, L. H., Lan, Z., Cui, J., Sourina, O. and Chen, C. H., “Detection of humanoid robot design preferences using EEG and eye tracker,” In *2019 International Conference on Cyberworlds (2019)*: 219~224.
- McLean, G. and Osei-Frimpong, K., “Hey Alexa... examine the variables influencing the use of artificial intelligent in-home voice assistants,” *Computers in Human Behavior* Vol. 99(2019): 28~37.
- Mori, M., “Bukimi no tani [the uncanny valley],” *Energy*, Vol. 7 (1970) : 33~35.
- Oh, Y. J., Shin, Y. S., Lee, J. H. and Kim, J. W., “A Study on Interaction Design of Companion Robots Based on Emotional State,” *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 18, No. 7 (2017), 1293~1301.
- Ramirez-Duque, A. A., Bastos, T., Munera, M., Cifuentes, C. A. and Frizera-Neto, A., “Robot-Assisted Intervention for children with special needs: A comparative assessment for autism screening,” *Robotics and Autonomous Systems* Vol. 127(2020): 103484.
- Park, D. S. and Pan, Y. H., “A Study on User’s Perception and Preference Based on Emotions Expressed through The Eyes of a Social Robot” *Journal of Communication Design* Vol. 67(2019): 24~35.
- Park, J. M., Koo, K. S. and Hong, S. S., “The Study on the Proportional Preference for Humanoid Robot,” *Journal of Digital Design*, Vol. 14, No. 2(2014), 725~734.
- Salichs, M. A., Castro-González, Á., Salichs, E., Fernández-Rodicio, E., Maroto-Gómez, M., Gamboa-Montero, J. J. and Malfaz, M., “Mini: A New Social Robot for the Elderly,” *International Journal of Social Robotics* (2020): 1~19.
- Seo, E. S., “The Suggestion for the Design of Eye Tracker to Promote the Study on the Gaze Tracking Interface,” *Journal of Cultural Product and Design*, No. 50(2017), 145~152.
- Walters, M. L., Syrdal, D. S., Dautenhahn, K., Te Boekhorst, R. and Koay, K. L., “Avoiding the uncanny valley: robot appearance, personality and consistency of behavior in an attention-seeking home scenario for a robot companion,” *Autonomous Robots*, Vol. 24, No. 2(2008), 159~178.
- Wirtz, J., Patterson, P. G., Kunz, W. H., Gruber, T., Lu, V. N., Paluch, S. and Martins, A., “Brave new world: service robots in the frontline,” *Journal of Service Management*, Vol. 29, No. 5(2018).

Abstract

A Study on the Mechanism of Social Robot Attitude Formation through Consumer Gaze Analysis: Focusing on the Robot's Face*

Sangjip Ha** · Eunju Yi** · In-jin Yoo** · Do-Hyung Park***

In this study, eye tracking was used for the appearance of the robot during the social robot design study. During the research, each part of the social robot was designated as AOI (Areas of Interests), and the user's attitude was measured through a design evaluation questionnaire to construct a design research model of the social robot. The data used in this study are Fixation, First Visit, Total Viewed, and Revisits as eye tracking indicators, and AOI (Areas of Interests) was designed with the face, eyes, lips, and body of the social robot. And as design evaluation questionnaire questions, consumer beliefs such as Face-highlighted, Human-like, and Expressive of social robots were collected and as a dependent variable was attitude toward robots. Through this, we tried to discover the mechanism that specifically forms the user's attitude toward the robot, and to discover specific insights that can be referenced when designing the robot.

Key Words : Social Robot, Gaze Analysis, Eye Tracking, Robot Design, Attitude Formation

Received : December 30, 2021 Revised : February 3, 2022 Accepted : February 28, 2022

Corresponding Author : Do-Hyung Park

* This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea (NRF-2020R1A2C1006001)

** Graduate School of Business IT, Kookmin University

*** Corresponding author: Do-Hyung Park

Graduate School of Business IT/School of Management Information Systems, Kookmin University

77, Jeongneung-ro, Seongbuk-gu, Seoul, The Republic of Korea

Tel: +82-2-910-5613, E-mail: dohyungpark@kookmin.ac.kr

저자 소개



하상집

국민대학교 BIT CX트랙 석사 과정 이수 중이다. 심리학/사회복지학 학사를 취득 후, 사람과 실제 제품 간의 interaction에 관심을 갖게 되었다. 주요 연구분야는 사회심리학 기반 고객행동이론(User/Customer Behavior), 통계 및 인공지능 기법 기반 고객애널리틱스(User/Customer Analytics), 디자인사고 기반 고객경험디자인(Experience Design)이며, 현재 Data-Driven 컨셉 기획 및 개발, 텍스트 분석 및 사용자 감성에 기반한 의사결정 도출 분야에 관심을 갖고 연구를 수행하고 있다.



이은주

Global Supply Value Chain기획, 크루즈 기획, 조직문화컨설팅, 라이프 코칭 일을 해왔다. 인간이 과학기술을 만나 더욱 풍요로운 정서적 충만을 경험하고, 초연결적 유대감으로 더욱 안심하며 즐겁게 지내는 삶을 구상하고자 국민대 비즈니스 IT 박사과정에 합류했다. 주요 관심분야는Human Computer Interaction, AI, User/Customer Behavior, User/Customer Analytics, Design Thinking, User Experience Design, Social Root Design, 과학기술정책이다.



유인진

국민대학교 경영정보학부에서 학사 학위를 취득하였으며, 현재 국민대학교 비즈니스 IT 전문대학원에서 CX Lab.에 소속되어 Customer Experience, BusinessAnalytics 트랙으로 박사과정에 재학 중이다. 주요 관심 분야는 Customer Behavior & Analytics이며, 그 외 Time-series Clustering & Analysis, SME, R&D, Trading area 등에 대한 정량적, 정성적 분석 등을 수행하고 있다.



박도형

KAIST 경영대학원에서 MIS 전공으로 석사/박사학위를 취득하였다. 현재 국민대학교 경영대학 경영정보학부/비즈니스 IT 전문대학원 부교수로 재직 중이며, 고객경험연구실(CXLab.)을 책임지고 있다 (www.cxlab.co.kr). 한국 과학 기술 정보 연구원(KISTI)에서 유망아이템 발굴, 기술가치 평가 및 로드맵 수립, 빅데이터 분석 등을 수행하였고, LG전자에서 통계, 시선/뇌파 분석, 데이터 마이닝을 활용한 소비자 평가 모형 개발을 담당하였고, 스마트폰, 스마트TV, 스마트Car 등에 대한 Technology, Business, Market Insight 기반 컨셉 도출 프로젝트를 다수 수행하였다. 현재 주요 관심분야는 사회심리학 기반의 사용자/소비자의 행동 이론(User/Customer Behavior), 통계 및 인공지능 기법 기반의 사용자/소비자 애널리틱스 (User/Customer Analytics), 디자인사고 (Design Thinking) 기반의 사용자/소비자 경험 디자인 (Experience Design)이다.