

문화적 차이를 중심으로 본 사회적 로봇 디자인을 위한 인간 동작의 분석

양의정 · 황원일[†]

송실대학교 산업정보시스템공학과

Human Motion Analysis for Designing Social Robots Based on Cultural Difference

Euijung Yang · Wonil Hwang

Department of Industrial and Information Systems Engineering, Soongsil University, Seoul, 156-743

The study on social robots has been actively conducted in the robot research community. In the area of robot design, however, there are few studies regarding robot motions that are one of the methods for interaction between humans and robots. This is a preliminary study to find preferred human motions that can be applied to social robots. We conducted a two-phased empirical study about preferred human motions. In the first phase, four representative human motions, such as 'greeting', 'I don't know', 'positive answer', and 'giving', were captured through 28 body makers and video recording. 10 young and 6 elderly Singaporeans participated in the motion capture process. In the second phase, the communication efficiency, emotion, and satisfaction of the human motions recorded in the first phase were measured by a questionnaire and 31 young Koreans, 35 young Singaporeans participated to investigate cultural differences. We drew the conclusion that motions used in the same culture are efficient in communication and also give friendliness and satisfaction. In addition, regardless of user's culture, young people's motions and female motions were preferred in terms of communication efficiency, emotional aspect, satisfaction.

Keywords: Social Robots, Robot Motion Design, Human Robot Interaction, Cultural Difference

1. 서론

최근 들어 로봇은 다양한 분야에서 활용되고 있고 그 범위 또한 광범위해지고 있다. 단순 반복 작업만 수행하던 로봇이 아닌 능동적으로 판단하고 행동할 수 있는 지능형 로봇(Intelligent Robot)도 등장하였다. 지능형 로봇은 메커니즘, 감지, 인지, 감성기술들을 수행 할 수 있을 뿐만 아니라 자율행동과 상호작용까지 할 수 있다(Kim *et al.*, 2005). 또한, 인간과의 상호작용이 가능한 사회적 로봇(Social Robot)도 그 중요성이 강조되고 있다. 사회적 로봇이란, 일상생활에서 인간과 상호작용을 하고 함께 공존할 수 있는 로봇을 일컫는다(Breazeal, 2003). 그리

고 사회적 로봇은 동작과 행동을 통해 로봇 스스로의 개성을 표현 할 수 있고, 사람들과 좋은 관계를 유지할 수 있다(Graf *et al.*, 2004). 한편, 사람과 사람 사이의 관계에서도 '감성 지능(Emotional Intelligence)'이라고 불리는 능력이 전통적인 대화 기법이나 상호작용 능력보다 더욱 중요하게 대두되고 있다(Picard, 2000). 이는 의사소통과 상호작용에 있어서 상대방의 감성을 고려한 행동의 필요성을 보여주고 있다. 우리 주변에 흔히 접할 수 있는 로봇 청소기 같은 보편적인 로봇들은 인간과 섬세한 상호작용이 힘들고 수동적인 이미지를 가지고 있다. 이로 인해 사람들은 로봇을 가깝게 생각하지 못하고 일방적으로 명령을 입력하는 기계로만 여기게 되었다. 하지만 로봇은 더 이

[†] 연락처 : 황원일 교수, 156-743 서울시 동작구 상도동 송실대학교 산업정보시스템공학과, Tel : 02-820-0698, Fax : 02-825-1094,
E-mail : wonil@ssu.ac.kr

2011년 10월 26일 접수; 2012년 2월 19일 수정본 접수; 2012년 5월 15일 게재 확정.

상 단순한 기계가 아닌, 인간을 도와주고 상호작용이 가능한 존재가 되고 있다. 로봇의 외형, 음성, 햅틱 등의 요소로 사람과 상호작용을 할 수 있는 연구는 활발하게 진행되고 있지만, 로봇의 동작을 통해 사람에게 감성적으로 접근하는 연구는 부족한 실정이다.

본 연구에서는 사회적 로봇을 설계할 때 사람들이 어떤 동작을 선호할 것인가를 알아보기 위한 기초연구로서 남녀노소별, 그리고 사회적 로봇의 대표적 동작별 특징을 통해 로봇이 어떤 동작을 할 때 사회적으로 선호되는가를 알아보았다. 또한 한국인과 싱가포르인을 대상으로 하여 문화적 차이에 의해 동작에 대한 선호도가 달라지는지 알아보았다. 이에 대한 체계적 서술을 위해 제 2장에서는 로봇 모션 디자인과 사회적 로봇, 한국과 싱가포르의 문화적 차이에 대한 관련 연구들을 살펴보고, 제 3장에서는 로봇 사용자의 동작 선호도를 알아보기 위한 실험을 소개한다. 제 4장에서는 로봇 사용자의 동작 선호도에 영향을 미치는 중요한 요인들을 추출하고, 마지막으로 제 5장에서는 실험의 결과를 요약, 정리하고 추후 연구에 대해 언급한다.

2. 이론적 배경

로봇의 다양한 활용 방안이 주목 받으면서 여러 방면으로 연구가 진행되어 왔다. 그 중에서도 인간과 로봇 사이의 원활한 상호작용을 위한 연구들이 활발했는데, 주로 로봇의 외형적인 형태 디자인(Heo and Jung, 2008; Jung, 2008), 언어적 요소(Illah *et al.*, 1999), 비언어적 요소(Bethel and Murphy, 2008; Lee, 2001) 등을 변수로 삼아 진행한 연구들이 있었다. 이러한 연구들을 더욱 심화, 발전시켜 인간과 로봇 사이의 감정 상호작용에 더욱 초점을 맞춘 연구(Ahn and Choi, 2010; Ahn *et al.*, 2004)가 대두되었고, 나아가 사회적 로봇에 대한 연구까지 활발하게 진행되기 시작했다(Bartneck and Forlizzi, 2004; Kim *et al.*, 2003). 로봇 디자인 연구 초기에는 사람의 눈에 보이는 부분, 즉 로봇의 외형적인 요소에 초점을 둔 디자인 개발에 주로 중점을 두었으나, 이것은 로봇이 동적으로 움직일 경우를 덜 고려한 연구 방향이었다. 그리하여 최근에는 로봇의 외형적인 부분의 디자인뿐만 아니라 로봇의 움직임 동작, 즉 모션(motion) 디자인까지 중요시 되어 연구가 진행되고 있다. 로봇이 여러 가지 동작을 수행하는 것은 인간과 상호작용을 할 수 있는 방법 중 하나이기 때문이다(Heo *et al.*, 2006). 또한, 세계는 다양한 문화권이 공존하는 만큼, 사회적 로봇 역시 문화적 요소를 고려하여 설계될 필요가 있다.

이러한 사회적 로봇의 디자인과 관련된 연구들을 다음과 같은 세 가지의 측면에서 조사 요약하였다. 첫 번째는 로봇의 모션을 어떻게 디자인해야 효과적인지를 알아보는 구체적인 연구이고, 두 번째는 사람과 상호작용하고 더불어 생활하는 측면을 부각시킨 사회적 로봇에 대한 연구이며, 마지막으로 세

번째는 서로 다른 문화권에서 생활하는 사람들의 문화적 차이에 대한 연구이다. 여기서는 아시아 지역의 나라들 중 고유의 전통적인 문화를 가진 한국과 다인종 문화를 가졌으며 서구의 영향을 받은 싱가포르의 문화적 차이를 중심으로 조사 요약하였다. 우선 첫째, 로봇 모션 디자인에 관한 연구는 로봇의 행동을 사람의 행동으로부터 본떠서 디자인 하는 경우가 대부분이었다. 때문에 로봇의 모션을 디자인하기에 앞서 사람의 동작에 대해 조사하고 사람의 움직임 추적을 하는 연구가 진행되었다(Kluge *et al.*, 2001; Shibata *et al.*, 2003; Schulz *et al.*, 2003). 예를 들면, Dasgupta and Nakamura(2009)는 인간의 다리 보행 패턴을 조사하여 모션 데이터를 활용하는 방안을 연구하였다. 그 결과 걸음걸이의 균형이 중요한 요인임을 알아내고, 보행 동작을 연구하는 데 있어서 다리의 관절 각도와 움직임의 궤도에 초점을 맞춰야 한다고 하였다. 이들과는 다르게 인간의 하체 움직임 패턴이 아닌 인간의 상체 움직임 패턴에 대해 연구한 Zordan and Hodgins(1999)는 사람에게 드림을 연주하게 하고 그 움직임을 기록하여 모션 데이터로 사용하였다. 움직임을 기록할 때에는 자석의 성질을 띠고 있는 모션 캡처 시스템을 사용하였고, 이는 애니메이션 캐릭터의 움직임에 활용되기도 하였다.

또한 사람의 단기 움직임을 예측하는 연구도 있었다(Tadokoro *et al.*, 1995; Zhu, 1991). Riley *et al.*(2000)는 'Optotrak'이라는 모션 캡처 시스템을 사용하여 사람의 모션 데이터를 저장하고 기록하였으며, 이렇게 기록된 데이터를 로봇에게 적용하고자 했다. 하지만 로봇이 움직일 수 있는 관절 각도 범위를 벗어난 사람의 움직임은, 로봇이 허용 할 수 있는 범위로 수정해 주어야 하는 한계가 있었다. 그리고 Playter(2000)는 움직이는 2차원 캐릭터를 모션 캡처 데이터를 사용하여 제어하는 시스템을 구축하였다. 그 결과 2차원 캐릭터가 가지고 있는 각각의 관절을 원하는 궤도로 움직일 수 있게 되었다. 하지만 애니메이션 캐릭터의 복잡한 움직임을 모두 표현하는 것에는 어려움이 있었다. 또한 Nancy *et al.*(2002)은 사람의 모션을 휴머노이드 로봇에 적용하는 것에 대해 연구하였는데, 사람 몸의 관절 부분에 마커를 부착하여 사람이 움직인 모션들을 로봇이 따라서 움직일 수 있다는 결과를 보였다. 한편, 로봇의 역할과 로봇 디자인의 관계를 연구한 Jung(2008)은 로봇이 수행하는 역할과 그 사용 목적에 따른 로봇의 얼굴, 체형을 구성하는 요소를 조사하였다. 그리고 그 중 가장 많은 영향을 끼치는 디자인 요소를 발견하고, 그 부분에 대한 얼굴과 선호도의 상관관계를 분석하였다. 그 결과 로봇 얼굴을 구성하고 있는 형태 요소가 로봇 사용자가 직관적으로 판단하여 로봇의 선호 정도를 평가하는데 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 로봇 모션 디자인에 있어 로봇이 맡는 역할이 외형적 요소인 로봇 형태와 상관관계가 있다는 것을 보여주는 것이다. 또한 Kwak and Kim(2009)은 인간과 인간 사이에 발생하는 감정 상호작용이 인간과 로봇 사이에서도 발생하는지 알아보려고 하였으며, 로봇 사용자가 로봇에게 공감하도록 하기 위해서는 로봇이 친구 같고, 따뜻하

며, 상냥한 인상을 가져야 한다는 결론을 도출하였다. 하지만 로봇 모션 움직임의 구체적인 선호도는 밝혀지지 않았다.

그리고 두 번째로, 사회적 로봇에 대해 기능과 디자인 측면에서 접근한 연구들이 있었다. 예를 들어 Bartneck and Okada(2001)는 전자기기로 하는 게임, 장난감 그리고 소프트웨어에 있어서 감성적인 부분을 접목시키는 것에 대하여 연구하였고, Breazeal and Scassellati(1999)는 'Kismet'이라고 불리는 사회적 휴머노이드 로봇(Social Humanoid Robot)에 대한 연구를 수행하였는데, 'Kismet'은 아기를 돌보는 사람의 시나리오를 기반으로 하여, 목소리와 시각적 자극을 통해 사람과 상호작용 할 수 있도록 제작되었다. 그리고 'Kismet'이 표현할 수 있는 감정은 승인, 금지, 주목, 편안함의 네 가지 종류로 분류되었다(Breazeal, 2002). 그 결과 두 연구 모두 감정을 표현할 수 있는 로봇과 사람과의 상호작용은 일반적인 로봇과의 상호작용보다 사람에게 친숙하게 느껴질 수 있다는 것을 보였다.

그리고 Miwa *et al.*(2001)은 'WE-3RV'라고 불리는 휴머노이드 로봇을 제작하였는데, 이 로봇은 부착된 센서를 이용하여 시각 자극과 청각 자극으로 사람과 상호작용 할 수 있도록 설계되었다. 시각 자극으로는 사람의 움직임에 따라서, 청각 자극으로는 소리에 따라서 상호작용을 하였다. 뿐만 아니라 온도와 연기 등 기타 자극으로도 상호작용이 가능하였다. 'WE-3RV'는 내부에 부착된 스스로의 멘탈 모델을 이용하여 감정을 표현할 수 있었다. 또한, Arkin *et al.*(2003)은 'AIBO'라고 불리는 실제 강아지와 흡사하게 생긴 사회적 로봇을 제작하였는데, 역시 사람과의 감성적 상호작용을 할 수 있도록 설계하였다. 'AIBO'는 시각적 자극, 접촉 그리고 목소리를 통하여 사람과 상호작용을 할 수 있도록 설계하였고, 사람들이 다른 일반적인 로봇과 함께 있는 것 보다 'AIBO'와 상호작용을 할 때에 더욱 친근함을 느낀다는 것을 보였다. 이와 비슷한 연구로 고양이 형태를 띠고 있는 사회적 로봇을 제작하여, 사람과 로봇의 상호작용에 있어서 감성적으로 접근하고자 하는 연구도 있었다(Shibata *et al.*, 2000). 그리고 Tojo *et al.*(2000)은 'Robovie'라는 대화 로봇을 제안하였는데, 이 로봇은 감정적 측면에 관련 없이 상호작용이 가능하도록 설계되었다. 예를 들어, 여러 대화 그룹 안에 속한 하나의 참가자가 되어 소리 요인을 구분하여 대화를 나눌 수 있고, 표정을 인식 할 수 있으며, 몸을 사용하여 제스처를 구현할 수도 있다. 이렇게 다양한 사회적 로봇의 디자인이 소개되었음에도 불구하고 로봇의 움직임에 대한 선호도가 로봇 사용자의 입장에서 고려된 연구들은 아니었다.

마지막으로 세 번째는 서로 다른 문화권에서 생활하는 사람들의 문화적 차이를 알아보는 측면에서 접근한 연구들이 있었다. 주로 한국과 싱가포르를 비교 분석하는 연구들을 중심으로 알아보았는데, 예를 들어 Lee *et al.*(2002)는 인터넷 쇼핑물에서의 한국과 싱가포르의 소비자 태도를 비교분석 하였고, 지불위험, 사용능력, 가격, 쇼핑경험, 쇼핑물 업체의 수준, 속도를 변수로 사용하였다. 그 결과 한국의 경우 쇼핑경험이 가장 큰 영향을 미치고, 싱가포르의 경우에는 쇼핑물 업체의 수

준이 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그리고 Yoon *et al.*(2011)은 한국과 싱가포르의 학생들이 지구 온난화 완화와 관련된 행동들에 대해 어느 정도의 신념과 행동 의지를 가지고 있는지, 또한 그 둘 사이의 일관성 정도는 어떠한지를 알아 보았다. 그 결과 지구 온난화 완화에 대한 행동 의지, 신념 등은 국가에 따라 다르게 나타났지만, 양국 사이에 많은 공통점이 있다는 것을 보였다. 그리고 전반적으로 볼 때 싱가포르 학생들이 지구 온난화에 대한 관심이 더 높은 것으로 나타났다. 그리고 Yoon *et al.*(2003)은 한국과 싱가포르의 교육 의식에 대해서 비교 연구하였는데, 교육 의식의 개념을 5가지 대립적인 개념으로 설정하고 한국과 싱가포르의 학부모, 교사, 학생을 대상으로 조사를 실시하였다. 그 결과 한국인은 교육의 목표를 개인의 성공이나 자아실현에 중점을 두어야 한다고 생각하고, 싱가포르인은 국가발전에 이바지 할 수 있는 인재를 양성하는 것이 더 중요하다고 여긴다는 것을 보였다. 그리고 Kwon *et al.*(2009)은 한국과 싱가포르의 스포츠 참여에 대해서 비교 분석하였는데, 싱가포르는 국민들이 스포츠 활동에 참여할 수 있는 환경을 조성하는 것에 중점을 두었고, 많은 사람들이 공공 스포츠 시설을 이용하는 것으로 나타났다. 반면 한국인들은 싱가포르인들보다 스포츠 활동 참가율이 낮으며 많은 사람들이 사설 스포츠 시설을 이용하는 것으로 나타났다. 그리고 Hong *et al.*(2005)은 한국 가정과 싱가포르 가정의 구매의사결정에 대해 비교분석하였는데, 싱가포르가 급격히 발전하고 개인적 경제지표는 한국보다 앞서 있지만, 많은 제품 카테고리에 있어 남편 지배적 의사결정이 많고 협의적 의사결정이 상대적으로 적었기에 의식구조가 개방적이지 않음을 보였다. 또한 한국과 싱가포르 모두 구매의사결정에 있어 배우자가 영향력이 있음을 나타냈다. 이와 같이 한국과 싱가포르의 문화 차이를 입증하는 다양한 연구들이 있었으나, 인간 및 로봇의 행동과 동작에 대한 문화권별 선호도를 구체적으로 파악하고자 하는 연구들은 아니었다.

한국인과 싱가포르인의 문화적 특징에 대하여 전반적으로 살펴보면, 한국인의 경우 반말과 존댓말이 있는 한국어를 사용하고, 한국에는 한국 고유의 문화가 존재한다. 이와는 다르게 싱가포르인들은 반말과 존댓말의 개념이 없는 영어를 모국어로 사용하고, 싱가포르의 문화는 중국·인도·인도네시아·영국 또는 서구 문명의 영향을 받아 형성되었다. 본 연구에서는 이와 같은 문화적 특징과 연구 측면에 바탕을 두고 로봇 사용자의 동작 선호도에 영향을 미치는 요인을 파악한다는 점에서 의의가 크다고 할 수 있다.

3. 연구 방법

사회적 로봇에 대한 사용자의 동작 선호도에 영향을 미치는 요인들을 파악하기 위하여 2단계에 걸친 실증적 연구를 진행하였다. 첫 단계는 사회적 로봇에 적용할 수 있는 대표적인 인

간 동작들을 수집하고 측정하는 단계로서, 동작 수행자들에게 4가지의 동작들을 수행하게 하였다. 동작 수행자들은 싱가포르인 젊은이 10명(남자 5명, 여자 5명), 싱가포르인 노인 6명(남자 3명, 여자 3명)이었고, 싱가포르 난양이공대학(Nanyang Technological University)의 동작 분석 실험실(motion analysis lab)에서 실험이 진행되었다. 젊은이 10명의 평균연령은 25.9세였고, 노인 6명의 평균 연령은 65.3세였다. 본 연구에서는 젊은이는 20대로, 노인은 60대로 규정하였다. 그리고 동작 수행자들이 수행한 동작은 인사하기(greeting), 모르겠다고 하기(I don't know), 긍정적인 대답하기(positive answer), 전달하기(giving)의 4가지 동작이다. 이들은 실험 진행자가 사회적 로봇을 사용할 사용자라고 생각하고 실험자가 설명한 4가지 동작들을 수행하였으며, 외모에서 비롯될 수 있는 선호도의 편차를 줄이기 위해 마스크를 착용하였다. 또한 캡카드로 실험자의 모든 동작들을 녹화하였다. 동작은 정면과 왼쪽 측면(동작 수행자 입장에서 촬영되었으며 촬영된 모습은 <Figure 1>(a)와 같다. 동작을 촬영하는 동안 동작 수행자 움직임의 정량적 데이터 측정을 위해 Cortex 소프트웨어를 사용하였다. 동작 수행자의 이마, 어깨, 팔꿈치, 손목, 엄지손가락, 새끼손가락 등 주요관절에 총 28개의 마커를 부착하여 움직임을 측정하였다(<Figure 1>(b)는 마커 부착의 예시를 보여줌). Cortex 소프트웨어에서는 총 41개까지 마커를 사용할 수 있는데 본 실험에서는 하체를 움직이지 않고 가만히 서서하는 동작들을 대상으로 하였으므로, 상체 위주의 동작을 동영상으로 촬영하고, 발에 부착하는 8개의 마커와 엉덩이 부분에 부착하는 4개의 마커는 사용하지 않았다. 또한 머리카락 때문에 붙일 수 없었던 정수리에 부착하는 1개의 마커도 사용하지 않았다. 총 28개의 마커를 사용하여 실험한 뒤, 이를 통해 얻어진 Cortex 소프트웨어의 결과 파일은 로봇 사용자들에게 선호되는 동작에 대한 정량적 데이터를 얻어내는 데에 사용하였다. 정량적 데이터는 총 이동거리와 평균 속도, 최대 순간 가속력을 변수로 삼아 계산하였고,

Table 1. Calculated variables and Definition of Quantitative data

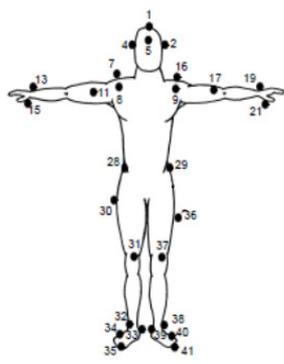
Variable	Definition	Measure
Total Distance of Movement	Cumulative Distance of Movement	mm
Average Speed	Average Speed (Total Distance of Movement/Total Time)	mm/s
Maximum Moment Accelerating Force	Maximum Moment Accelerating Force (Maximum Moment Speed/0.1sec)	mm/s ²

단위는 총 이동거리의 경우 mm, 평균 속력의 경우 mm/s, 최대 순간 가속력의 경우 mm/s²을 사용하였다. 이는 <Table 1>에서 확인할 수 있다. 남녀노소의 동작 특징을 요약해 보면, 남성 동작의 경우 대부분의 동작 유형에서 머리, 어깨, 몸통, 팔, 손을 전반적으로 사용하였으나, 여성 동작은 동작 유형에 따라 몸의 일부 부위만 사용하는 경우가 많았다. 그리고 노인 동작의 경우 총 이동거리가 적고 평균 속도, 최대 순간 가속력이 느린 반면, 젊은이 동작의 경우 총 이동거리가 크고, 평균 속력과 최대 순간 가속력이 빨랐다.

두 번째 단계에서는 이렇게 동작 수행자들의 동작을 녹화한 동영상상을 31명의 한국 젊은이들과 35명의 싱가포르 젊은이들에게 보여주고 선호도를 설문조사를 통해 측정하였다. 총 16명의 동작 수행자 중에서 동작이 명확하고, 인간공학 전문가의 검토 결과 연령별과 성별로 대표성이 인정되는 4명의 동작(젊은이 남자 1명, 젊은이 여자 1명, 노인 남자 1명, 노인 여자 1명)을 선정하였으며, 이 4명이 수행한 각각 4가지 동작 동영상만 로봇 사용자들에게 보여주었다. 즉, 한국 젊은이들과 싱가포르 젊은이들이 동작 수행자들의 16가지 동작을 보고 설문조사에 답하였다. 우선 한국 젊은이를 대상으로 하는 설문조사는 숭실대학교에서 진행되었고, 빔 프로젝터와 스크린을 이용하여 동작을 보여주고 설문조사를 실시하였다. 그리고 싱가포르 젊은이를 대상으로 하는 설문조사는 싱가포르 난양이공대학의 강의실에서 진행되었고, 역시 빔 프로젝터와 스크린을 이용하여 동작을 보여주고 설문조사를 실시하였다. 설문조사



(a) Participant of Motion Analysis



(b) An example of markers attached (Cortex ver.1.1, Motion Analysis, 2008)

Figure 1. Participant of Motion Analysis and an Example of Markers Attached

Table 2. Demographics of Survey Participants

Item		frequency	%
Korean	Male	20	64.52
	Female	11	35.48
	Total	31	100.00
Singaporean	Male	26	74.29
	Female	9	25.71
	Total	35	100.00

대상자들에게 동작 수행자들이 수행하는 동작들의 의미는 알려주었으나, 동작 수행자의 성별이나 나이 등은 알려주지 않았다. 선행 연구(Shibata *et al.*, 2000; Jung, 2008)에서 사용된 문항들을 동작 분석에 적용하여 수정 및 추가한 결과, 설문 문항은 총 19문항으로 이루어졌으며 크게 ‘의사소통의 효율성’ 측면(5문항), ‘감성적 다양성’ 측면(13문항), ‘만족도’ 측면(1문항), 이렇게 3부분으로 나뉘어졌다. 그리고 각 문항은 7점 척도를 사용하여 측정되었다.

총 66명이 설문조사에 답변하였는데, 설문 응답자의 분포는 <Table 2>에서 알 수 있듯이 한국 젊은이 31명, 싱가포르 젊은이 35명이었고, 한국 젊은이의 경우 남자(64.5%)가 여자(35.5%)에 비해 29%p 정도 더 많았다. 그리고 싱가포르 젊은이의 경우 남자(74.3%)가 여자(25.7%)보다 48.6%p 정도 더 많았다. 또한 한국 젊은이의 경우 설문 응답자의 평균 연령은 25.3세, 표준편차는 1.9였으며 20대가 다수를 차지하였다. 싱가포르 젊은이의 경우 설문 응답자의 평균 연령은 23.02세, 표준편차는 1.04이었으며, 20대가 다수를 차지하였다.

4. 연구 결과

동작 동영상 16가지를 보고 설문조사를 수행한 66명의 답변을 바탕으로 분산분석과 다중비교를 수행하여 보다 심층적인 분석을 시도하였고, ‘의사소통의 효율성’ 측면의 5문항은 상관관계를 구한 뒤 1개의 요인으로, ‘감성적 다양성’ 측면의 13문항은 요인분석을 이용하여 2가지 요인으로 정리하였다. 또한 도출된 설문조사 결과와 Cortex 분석으로 얻어낸 정량적 데이터를 비교분석하여 어떠한 특징을 가진 동작이 선호되었는지를 알아보았다. 이러한 분석들의 결과를 ‘의사소통의 효율성’ 측면과 ‘감성적 다양성’ 측면, ‘만족도’ 측면의 세 가지 측면에서 정리하였다.

4.1 의사소통의 효율성

‘의사소통의 효율성’ 측면에 대한 분석은 5개 항목의 데이터가 사용되었고, 5가지 문항은 ‘동작을 이해하기 쉽다’, ‘동작을 인지할 수 있다’, ‘동작들을 구분할 수 있다’, ‘동작의 의미를 적은 노력으로 인지할 수 있다’, ‘동작을 정확하게 이해할 수 있다’라는 질문이었다. 이 문항들은 상관관계 분석과 신뢰성 지수를 나타내는 Cronbach’s α (0.96)을 확인한 결과 1개 요인으로 결합하여 사용하기로 하였다. 그리고 분산분석을 수행한 결과, 유의한 결과만 나타난 <Table 3>에서 알 수 있듯이 설문자의 국적(한국 vs. 싱가포르)이 의사소통의 효율성에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 싱가포르 젊은이(5.10점)가 한국 젊은이(4.29점)보다 동작들을 쉽게 이해한다는 결과가 나왔고 ($F_{1,1176} = 120.95, p < .0001$), 이는 동작 수행자들이 모두 싱가포르인이었기 때문에 같은 문화권의 동작을 이해하기 수월했

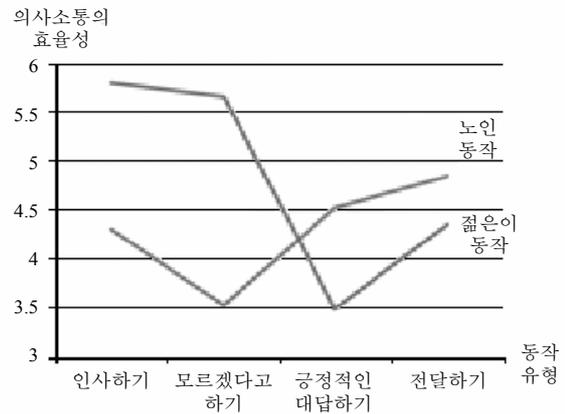


Figure 2. ‘Communication Efficiency’-Interaction Plot (Motion×Age)

Table 3. ANOVA Results of Communication Efficiency

Item		Avg.	F	p	
Users	Korean	4.29	120.95	< .0001	
	Singaporean	5.10			
Age	Elderly	4.54	18.27	< .0001	
	Young	4.85			
Gender	Male	4.29	121.52	< .0001	
	Female	5.10			
Motion	Greeting	5.08	14.81	< .0001	
	I don't know	4.61			
	Positive Answer	4.46			
	Giving	4.62			
Motion × Age	Greeting	Elderly	4.32	156.69	< .0001
		Young	5.83		
	I don't know	Elderly	3.54		
		Young	5.68		
	Positive Answer	Elderly	5.42		
		Young	3.51		
	Giving	Elderly	4.87		
		Young	4.38		
Motion × Gender	Greeting	Male	4.63	7.99	< .0001
		Female	5.52		
	I don't know	Male	4.28		
		Female	4.95		
	Positive Answer	Male	3.79		
		Female	5.14		
Giving	Male	4.46			
	Female	4.79			
Age × Gender	Elderly	Male	3.85	60.05	< .0001
		Female	5.23		
	Young	Male	4.73		
		Female	4.97		

던 것으로 보인다. 또한 연령별 동작(노인 동작 vs. 젊은이 동작)도 의사소통의 효율성에서 유의한 결과를 보였다. 젊은이 동작(4.85점)이 노인 동작(4.54점)에 비해 높은 점수를 받았고 ($F_{1,1176} = 18.27, p < .0001$), 이 결과를 <Table 6>과 비교하여 살펴보면, 젊은이 동작의 경우 노인 동작에 비해 총 이동거리, 평균 속력, 최대 순간 가속력 모두 높은 수치를 보였다. 그리고 성별 동작(남성 동작 vs. 여성 동작)도 의사소통의 효율성에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 여성 동작(5.10점)이 남성 동작(4.29점)에 비해 높은 점수를 받았고($F_{1,1176} = 121.52, p < .0001$), 이 결과를 <Table 6>과 함께 살펴보면, 여성 동작의 경우 남성 동작과 비교하였을 때 머리, 어깨, 몸통은 총 이동거리, 평균 속력, 최대 순간 가속력이 남성 동작보다 낮은 수치를 보였으나, 팔과 손의 총 이동거리, 평균 속력, 최대 순간 가속력은 남성 동작과 비슷한 수치를 보였다. 또한 동작 유형(인사하기, 모르겠다고 하기, 긍정적인 대답하기, 전달하기)도 의사소통의 효율성에서 유의한 결과를 보였다. ‘인사하기’(5.08점)가 ‘모르겠다고 하기’(4.61점)와 ‘긍정적인 대답하기’(4.46)와 ‘전달하기’(4.62점)에 비해 높은 점수를 받았고($F_{3,1176} = 14.81, p < .0001$), 이 결과를 <Table 6>과 비교하여 살펴보면, ‘인사하기’의 경우 주로 팔과 손의 움직임이 많은 것으로 나타났다. 그리고 교호작용(interaction effect)을 살펴보면, 동작 유형별로 연령별 동작의 효율성이 다르게 나타났고($F_{3,1176} = 156.69, p < .0001$), 이는 <Figure 2>에서 확인할 수 있다. ‘인사하기’(5.83점)와 ‘모르겠다고 하기’(5.68점)의 경우 젊은이 동작이 높은 점수를 받았으나, ‘긍정적인 대답하기’(5.42점)와 ‘전달하기’(4.87점)는 노인 동작이 의사소통의 효율성에서 높은 점수를 받았다. 또한 동작 유형과 성별 동작을 함께 고려한 교호작용이 유의한 것으로 나타났지만($F_{3,1176} = 7.99, p < .0001$), 4가지의 모든 동작에서 여성 동작이 남성 동작보다 높은 점수를 받았다. 그리고 연령별 동작과 성별 동작을 함께 고려한 교호작용이 유의하였는데($F_{1,1176} = 60.05, p < .0001$), 노인 동작의 경우 여성 동작(5.23점), 젊은이 동작의 경우 남성 동작(4.73점)이 의사소통의 효율성이 높은 것으로 나타났다. 반면 설문자 국적과 동작 유형을 함께 고려한 교호작용과 설문자 국적과 연령별 동작을 함께 고려한 교호작용, 그리고 설문자 국적과 성별 동작을 함께 고려한 교호작용의 경우는 유의한 결과가 나타나지 않았다.

4.2 감성적 다양성

‘감성적 다양성’ 측면에 대한 분석은 13개 항목의 데이터가 사용되었고, 13가지 문항은 ‘재미있다’, ‘즐겁다’, ‘편안하다’, ‘무섭다’, ‘위험하다’, ‘제어 불가능하다’, ‘당황스럽다’, ‘압도적이다’, ‘예쁘다’, ‘접근성이 있다’, ‘흥미롭다’, ‘복잡하다’, ‘정감 있다’라는 질문이었다. 분산분석을 수행하기에 앞서 우선 요인 분석을 수행하였는데 고유치(Eigenvalue)가 1보다 큰 경우로 요인의 수를 정하였다. 이를 통해 2개 요인이 적정 요인 수로 결정되었고, 설명되는 분산의 비율은 약 60%였으며, 2개 요

인은 ‘불안감’(Cronbach’s $\alpha = 0.84$)과 ‘친근감’(Cronbach’s $\alpha = 0.78$)을 나타냈다. 첫 번째로 ‘불안감’의 경우, 유의한 결과만 나타낸 <Table 4>에서 알 수 있듯이 성별 동작(남성 동작 vs. 여성 동작)이 유의한 결과를 보였고, 남성 동작(2.63점)이 여성 동작(2.15점)에 비해 불안하게 느껴진다는 결과가 나왔다($F_{1,1178} = 58.10, p < .0001$). 이 결과를 <Table 6>과 비교하여 살펴보면, 남성 동작의 경우 여성 동작과 비교하였을 때 머리, 어깨, 몸통은 총 이동거리, 평균 속력, 최대 순간 가속력이 여성 동작보다 높은 수치를 보였으나, 팔과 손의 총 이동거리, 평균 속력, 최대 순간 가속력은 여성 동작과 비슷한 수치를 보였다. 그리고 교호작용을 살펴보면, 동작 유형과 연령별 동작을 함께 고려한 교호작용이 유의한 결과를 보였다($F_{1,1178} = 11.45, p < .0001$). 노인 동작에서는 ‘인사하기’(2.55점)가 불안하게 느껴진 반면, 젊은이 동작에서는 ‘전달하기’(2.74점)가 불안하게 느껴지는 것으로 나타났다. 하지만 설문자 국적, 연령별 동작, 동작 유형은 유의하지 않은 것으로 나타났다. 또한 설문자 국적과 동작 유형, 설문자 국적과 연령별 동작, 설문자 국적과 성별 동작, 동작 유형과 성별 동작, 연령별 동작과 성별 동작을 함께 고려한 교호작용의 경우는 유의하지 않은 것으로 나타났다.

그리고 두 번째로 ‘친근감’의 경우 설문자의 국적(한국 vs. 싱가포르)이 유의한 것으로 나타났다($F_{1,1177} = 76.88, p < .0001$). 싱가포르 젊은이(3.93점)가 한국 젊은이(3.45점)보다 동작들을 친근하게 느낀다는 결과가 나왔고, 이는 동작 수행자들이 모두 싱가포르인이었기 때문에 같은 문화권의 동작을 친근하게 여긴 것으로 보인다. 또한 연령별 동작(노인 동작 vs. 젊은이 동작)도 친근감에서 유의한 결과를 보였다($F_{1,1177} = 34.34, p < .0001$). 젊은이 동작(3.85점)이 노인 동작(3.53점)에 비해 높은 점수를 받았고, 이 결과를 <Table 6>과 비교하여 살펴보면, 젊은이 동작의 경우 노인 동작에 비해 총 이동거리, 평균 속력, 최대 순간 가속력 모두 높은 수치를 보였다. 또한 성별 동작(남성 동작 vs. 여성 동작)도 친근감에 영향을 미치는 것으로 나타났다($F_{1,1177} = 69.93, p < .0001$). 여성 동작(3.92점)이 남성 동작(3.46점)에 비해 높은 점수를 받았다. 그리고 교호작용을 살펴보면, 설문자 국적과 동작 유형을 함께 고려한 교호작용이 유의

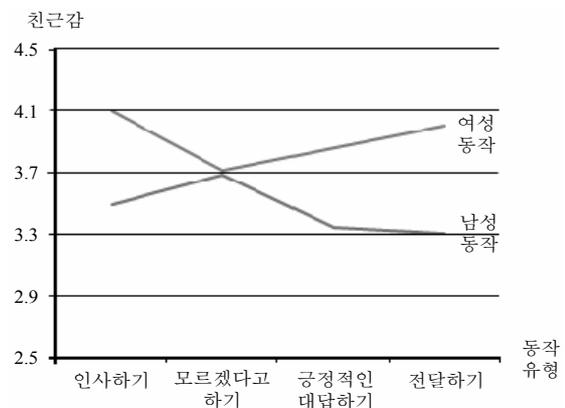


Figure 3. 'Friendliness'-Interaction Plot(Motion×Gender)

Table 4. ANOVA Results of Emotional Aspect

		Item	Avg.	F	p	
Anxiety	Gender	Male	2.63	58.10	< .0001	
		Female	2.15			
	Motion × Age	Greeting	Elderly	2.55	11.45	< .0001
			Young	2.10		
		I don't know	Elderly	2.51		
			Young	2.29		
		Positive Answer	Elderly	2.20		
			Young	2.42		
		Giving	Elderly	2.27		
			Young	2.74		
Users Nationality	Korean	3.45	76.88	< .0001		
	Singaporean	3.93				
Age	Elderly	3.53	34.34	< .0001		
	Young	3.85				
Gender	Male	3.46	69.93	< .0001		
	Female	3.92				
Users Nationality × Motion	Korean	Greeting	3.50	2.67	0.0464	
		I don't know	3.56			
		Positive Answer	3.27			
		Giving	3.47			
	Singaporean	Greeting	4.10			
		I don't know	3.85			
		Positive Answer	3.94			
		Giving	3.84			
Users Nationality × Age	Korean	Elderly	3.21	7.95	0.0049	
		Young	3.69			
	Singaporean	Elderly	3.85			
		Young	4.02			
Motion × Age	Greeting	Elderly	3.38	14.01	< .0001	
		Young	4.21			
	I don't know	Elderly	3.51			
		Young	3.91			
	Positive Answer	Elderly	3.65			
		Young	3.56			
	Giving	Elderly	3.58			
		Young	3.73			
Motion × Gender	Greeting	Male	3.49	7.12	< .0001	
		Female	4.10			
	I don't know	Male	3.69			
		Female	3.72			
	Positive Answer	Male	3.35			
		Female	3.86			
	Giving	Male	3.31			
		Female	4.00			

하였으나($F_{1,1177} = 2.67, p = 0.0464$), 4가지의 모든 동작에서 싱가포르 젊은이가 한국 젊은이 보다 더 친근감을 느끼는 것으로 나타났다. 또한 설문자 국적과 연령별 동작을 함께 고려한 교호작용에서도 유의하였으나($F_{1,1177} = 7.95, p = 0.0049$), 한국 젊은이와 싱가포르 젊은이 모두 젊은이 동작을 노인 동작보다 친근하게 여기는 것으로 나타났다. 그리고 동작 유형과 연령별 동작을 함께 고려한 교호작용이 유의하였는데($F_{1,1177} = 14.01, p < .0001$), 젊은이 동작의 ‘인사하기’(4.21점)와 ‘모르겠다고 하기’(3.91점)가 친근하게 느껴지는 것으로 나타났다. ‘긍정적인 대답하기’와 ‘전달하기’의 경우 친근감에 있어서 젊은이 동작과 노인 동작이 별 차이가 없었다. 또한 동작 유형과 성별 동작을 함께 고려한 교호작용이 유의하였는데($F_{3,1177} = 7.12, p < .0001$), <Figure 3>에서 알 수 있듯이 여성 동작의 경우 ‘인사하기’(4.10점), ‘긍정적인 대답하기’(3.86점), ‘전달하기’(4.00점)가 남성 동작에 비해 친근하게 느껴지는 것으로 나타났다. ‘모르겠다고 하기’의 경우 친근감에 있어서 남성 동작과 여성 동작이 별 차이가 없었다. 반면 동작 유형은 친근감에 있어서 유의하지 않은 것으로 나타났고, 설문자 국적과 성별 동작을 함께 고려한 교호작용과 연령별 동작과 성별 동작을 함께 고려한 교호작용의 경우는 유의하지 않은 것으로 나타났다.

4.3 만족도

‘만족도’ 측면에 대한 분석은 ‘동작이 만족스럽다’라는 문항을 바탕으로 하였다. 그리고 문항별 분산분석을 수행한 결과, 유의한 결과만 나타낸 <Table 5>에서 알 수 있듯이 설문자의 국적(한국 vs. 싱가포르)이 만족도에 영향을 미치는 것으로 나타났고($F_{1,1179} = 103.06, p < .0001$), 싱가포르 젊은이(4.57점)가 한국 젊은이(3.79점)보다 동작들을 만족스럽게 여긴다는 결과가 나왔다. 또한 연령별 동작(노인 동작 vs. 젊은이 동작)도 만족도에서 유의한 결과를 보였는데($F_{1,1179} = 17.73, p < .0001$), 젊은이 동작(4.34점)이 노인 동작(4.02점)에 비해 높은 점수를 받았다. 그리고 성별 동작(남성 동작 vs. 여성 동작)도 만족도에 영향을 미치는 것으로 나타났는데($F_{1,1179} = 111.5, p < .0001$), 여성 동작(4.59점)이 남성 동작(3.77점)에 비해 높은 점수를 받았다. 또한 동작 유형(인사하기, 모르겠다고 하기, 긍정적인 대답하기, 전달하기)도 만족도에서 유의한 결과를 보였는데($F_{3,1179} = 6.86, p < .0001$), ‘인사하기’(4.46점)가 ‘모르겠다고 하기’(4.10점)와 ‘긍정적인 대답하기’(4.11점)와 ‘전달하기’(4.04점)에 비해 높은 점수를 받았다. 그리고 교호작용을 살펴보면, 설문자 국적과 연령별 동작을 함께 고려한 교호작용이 유의하였는데($F_{1,1179} = 6.00, p = 0.0145$), 한국 젊은이의 경우 젊은이 동작(4.04점)을 노인 동작(3.53점)에 비해 만족스럽게 여기는 것으로 나타났다. 반면 싱가포르 젊은이의 경우 젊은이 동작, 노인 동작에 대한 만족도에 별 차이가 없었다. 또한 동작 유형과 연령별 동작을 함께 고려한 교호작용이 유의하였는데($F_{1,1179} = 53.34, p < .0001$), <Figure 4>에서 알 수 있듯이 젊은이 동작의

Table 5. ANOVA Results of Satisfaction

Item		Avg.	F	p	
Satisfaction	Users Nationality	Korean	3.79	103.06 < .0001	
		Singaporean	4.57		
	Age	Elderly	4.02	17.73 < .0001	
		Young	4.34		
	Gender	Male	3.77	111.5 < .0001	
		Female	4.59		
	Motion	Greeting	4.46	6.86 0.0001	
		I don't know	4.10		
		Positive Answer	4.11		
		Giving	4.04		
	Users Nationality × Age	Korean	Elderly	3.53	6.00 0.0145
			Young	4.04	
		Singaporean	Elderly	4.50	
			Young	4.64	
	Motion × Age	Greeting	Elderly	3.77	53.34 < .0001
			Young	5.15	
		I don't know	Elderly	3.53	
			Young	4.67	
Positive Answer		Elderly	4.58		
		Young	3.65		
Giving		Elderly	4.18		
		Young	3.90		
Motion × Gender	Greeting	Male	3.87	7.23 < .0001	
		Female	5.05		
	I don't know	Male	3.98		
		Female	4.22		
	Positive Answer	Male	3.60		
		Female	4.63		
	Giving	Male	3.65		
		Female	4.44		
Age × Gender	Elderly	Male	3.47	12.77 0.0004	
		Female	4.56		
	Young	Male	4.07		
		Female	4.61		

‘인사하기’(5.15점)와 ‘모르겠다고 하기’(4.67점)가 만족스럽게 느껴지는 것으로 나타났고, 노인 동작에서는 ‘긍정적인 대답하기’(4.58점)가 젊은이 동작에 비해 만족스럽게 여겨지는 것으로 나타났다. 반면 ‘전달하기’는 만족도에 있어서 유의하지 않았다. 그리고 동작 유형과 성별 동작을 함께 고려한 교호작용이 유의한 것으로 나타났는데($F_{3,1179} = 7.23, p < .0001$), ‘모르겠다고 하기’를 제외한 3가지의 동작에서 여성 동작이 남성 동작보다 높은 점수를 받았다. ‘모르겠다고 하기’는 만족도에 영향을 미치지 않았다. 또한 연령별 동작과 성별 동작을 함께 고려한 교호작용이 유의하였는데($F_{1,1179} = 12.77, p < .0001$),

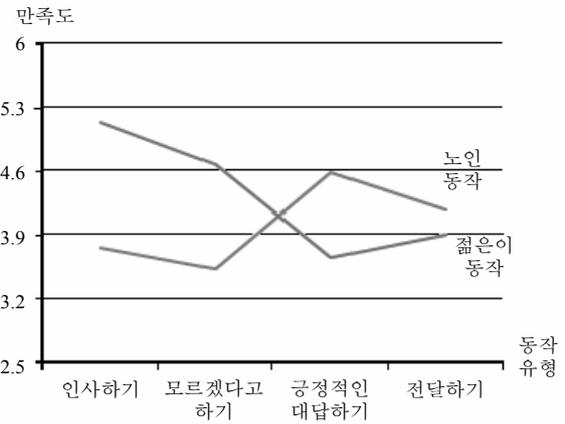


Figure 4. “Satisfaction”-Interaction Plot(Motion×age)

남성 동작의 경우 젊은이 동작(4.07점)이 노인 동작(3.47점)에 비해 만족스럽게 느껴지는 것으로 나타났다. 여성 동작은 젊은이 동작과 노인 동작이 만족도에 있어서 유의하지 않았다. 반면 설문자 국적과 동작 유형을 고려한 교호작용, 설문자 국적과 성별 동작을 고려한 교호작용의 경우는 유의하지 않은 것으로 나타났다.

5. 결론

본 연구에서는 사회적 로봇을 설계할 때 사람들이 어떤 동작을 선호할 것인가를 알아보기 위하여 인간 동작에 바탕을 둔 기초연구를 수행하였다. 남녀노소의 동작별 특징과 동작의 문화적 차이를 통해 앞으로 로봇이 어떤 동작을 할 때 사회적으로 선호되는가 알아보았다. Cortex 소프트웨어를 통해 얻은 정량적 데이터 분석 결과 <Table 6>을 바탕으로 남녀노소의 동작 특징을 요약해 보면, 남성 동작의 경우 대부분의 동작 유형에서 머리, 어깨, 몸통, 팔, 손을 전반적으로 사용하였으나, 여성 동작은 동작 유형에 따라 몸의 일부 부위만 사용하는 경우가 많았다. 그리고 노인 동작의 경우 총 이동거리가 적고 평균 속력, 최대 순간 가속력이 느린 반면, 젊은이 동작의 경우 총 이동거리가 크고, 평균 속력과 최대 순간 가속력이 빨랐다. 이러한 동작 특징들을 선호도와 관련된 세 가지 측면과 관련지어 살펴보면 다음과 같이 결론지을 수 있다. 첫 번째로 ‘의사소통의 효율성’ 측면에서는 같은 문화권에서 사용하는 동작, 이동거리가 크고 평균 속력이 빨랐던 젊은이 동작, 동작 유형에 따라 몸의 일부 부위만 사용하는 여성 동작을 수행할 때 효율적이라는 결론을 도출하였다. 또한 인사를 할 때와 모르겠다고 표현할 경우 몸을 전반적으로 사용하고, 긍정적인 대답을 할 때나 무엇인가를 전달하고자 할 경우 팔과 손만 사용하여 명료하게 표현하는 것이 선호된다는 결론을 도출하였다. 두 번째로 ‘감성적 다양성’ 측면에서는 여성 동작에 비해 많이 움직이고 빠르게 움직인 남성 동작을 피하는 것이 불안감을 느끼

Table 6. Quantitative data analysis of 16 motion

Gender	Age	Motion	Variable	Head	Shoulder	Body	Arm	Hand
Female	Elderly	Greeting	Total Distance of Movement	113.0	61.7	43.4	684.1	874.5
			Average Speed	33.2	18.1	12.7	201.2	257.2
			Maximum Moment Accelerating Force	716.7	385.4	230.1	4301.3	5952.9
		I don't know	Total Distance of Movement	111.2	67.6	36.0	374.2	725.3
			Average Speed	48.3	29.3	15.6	162.7	315.3
			Maximum Moment Accelerating Force	1222.2	872.9	384.9	4347.8	10339.1
		Positive Answer	Total Distance of Movement	285.4	61.7	60.0	180.8	255.1
			Average Speed	92.0	19.9	19.3	58.3	82.3
			Maximum Moment Accelerating Force	2973.1	1109.7	892.8	2630.0	3729.3
		Giving	Total Distance of Movement	289.7	175.9	166.0	495.0	676.3
			Average Speed	43.2	26.2	24.7	73.8	100.9
			Maximum Moment Accelerating Force	1130.4	1065.0	812.7	2398.7	3993.1
	Young	Greeting	Total Distance of Movement	151.6	131.4	86.1	1401.5	1932.5
			Average Speed	28.6	24.8	16.2	264.4	364.6
			Maximum Moment Accelerating Force	923.0	1312.2	635.8	13052.7	14801.5
		I don't know	Total Distance of Movement	143.1	136.2	87.6	518.4	691.1
			Average Speed	29.2	27.7	17.8	105.8	141.0
			Maximum Moment Accelerating Force	1151.3	1455.5	748.7	4460.0	9109.0
		Positive Answer	Total Distance of Movement	222.3	86.2	67.2	121.6	138.3
			Average Speed	54.2	21.0	16.3	29.6	33.7
			Maximum Moment Accelerating Force	1827.6	523.9	462.2	1007.2	1334.0
		Giving	Total Distance of Movement	250.3	172.5	157.9	753.7	1034.9
			Average Speed	34.2	23.6	21.6	103.2	141.7
			Maximum Moment Accelerating Force	1801.3	812.5	543.5	6184.3	8325.7
Male	Elderly	Greeting	Total Distance of Movement	70.8	47.2	50.4	459.8	676.4
			Average Speed	24.4	16.2	17.4	158.5	233.2
			Maximum Moment Accelerating Force	675.5	322.9	723.1	2583.3	4798.5
		I don't know	Total Distance of Movement	85.5	44.7	52.9	514.3	1314.3
			Average Speed	23.8	12.7	15.1	146.9	375.5
			Maximum Moment Accelerating Force	1099.5	304.3	617.1	3400.4	8952.0
		Positive Answer	Total Distance of Movement	328.7	116.6	105.4	161.1	226.1
			Average Speed	126.4	44.8	40.5	61.9	86.9
			Maximum Moment Accelerating Force	3993.7	1392.9	982.9	1516.3	2481.4
		Giving	Total Distance of Movement	162.8	61.6	52.9	298.5	372.4
			Average Speed	27.5	10.4	15.1	50.5	63.1
			Maximum Moment Accelerating Force	876.2	202.6	617.1	1647.0	2098.5
	Young	Greeting	Total Distance of Movement	171.9	224.0	124.4	2353.2	2207.2
			Average Speed	35.1	45.7	25.4	480.2	450.4
			Maximum Moment Accelerating Force	1046.6	2587.0	837.2	23118.6	27921.7
		I don't know	Total Distance of Movement	278.3	141.0	87.6	533.2	564.3
			Average Speed	59.2	30.0	18.6	113.4	183.8
			Maximum Moment Accelerating Force	5458.2	1877.0	1143.9	8107.8	12704.5
		Positive Answer	Total Distance of Movement	327.2	128.1	98.4	119.8	115.7
			Average Speed	65.4	25.6	19.6	23.9	23.1
			Maximum Moment Accelerating Force	3191.8	900.4	523.7	1115.3	1428.9
		Giving	Total Distance of Movement	473.5	466.8	292.6	1229.6	1495.8
			Average Speed	69.6	68.6	43.0	180.8	219.9
			Maximum Moment Accelerating Force	2514.2	3222.6	1749.4	9753.2	13461.0

Note : Bold numbers indicate significant motions. Head \geq 50.3, Shoulder \geq 30.4, Body \geq 33.4, Arm \geq 117.6, Hand \geq 117.2.

지 않게 하는 것으로 나타났다. 그리고 같은 문화권에서 사용하는 동작을 수행할 때와 남성 동작에 비해 이동거리가 적고 속도가 느린 여성 동작을 수행할 때 친근감을 느끼는 것으로 나타났다. 마지막으로 ‘만족도’ 측면에서는 같은 문화권에서 사용하는 동작을 수행할 때, 이동거리가 크고 평균 속력이 빨랐던 젊은이 동작을 수행할 때, 상황에 따라 몸의 일부 부위만 사용하는 여성 동작을 수행할 때 만족스럽게 느껴진다는 결론을 도출하였다. 또한, 인사를 할 때와 모르겠다고 표현할 때에는 몸을 전반적으로 사용하는 것이 만족스럽게 느껴진다는 결론을 도출하였다. 한국인과 싱가포르인의 문화적 특징에 따른 동작 선호도 차이를 살펴보면, 싱가포르인의 경우 같은 문화권의 동작을 한국인에 비해 선호하는 것으로 나타났다. 동작 수행자가 모두 싱가포르인이었기 때문에, 본 연구에서는 한국인의 경우 같은 문화권의 동작을 선호하는지 여부는 다루지 않았다. 그리고 한국인과 싱가포르인 모두 동작 유형에 따라 몸의 일부 부위만 사용하는 여성 동작을 선호하는 것으로 나타났다. 이를 통해 한국과 싱가포르의 고유한 문화적 특징에 따라 로봇 동작 선호도가 달라진다고 하기 보다는, 싱가포르인들은 같은 문화권의 동작을 선호하고 한국인들은 다른 문화권의 동작을 선호하지 않는다는 것을 알 수 있었다. 이는 향후 자세한 문화차이에 대한 접근을 통해 추가적인 연구가 필요할 것이다. 본 연구에서 밝혀진 인간 동작의 선호도 결과는 로봇 동작 디자인의 가이드라인으로 사용될 수 있고, 향후 로봇 동작으로 실제 구현되었을 때 어떤 차이를 보일지는 추후 연구에서 확인되어야 할 것이다.

본 연구는 동작 수행자 16명의 동작 실험과 한국 젊은이 31명, 싱가포르 젊은이 35명의 설문조사를 바탕으로 진행되었고 어떠한 동작이 로봇 사용자들에게 선호되는지 알아보았다. 이를 통해 사회적 로봇의 동작을 설계할 때, 로봇 사용자들에게 선호된 동작을 로봇에 적용하는 것이 바람직하다는 결론을 도출하였다. 하지만 본 연구는 네 가지 동작 유형에 중점을 두어 분석하였기 때문에 다른 다양한 동작 측면들을 함께 다룰 수 없었고, 동작 수행자가 16명이었고 모두 싱가포르인이었기 때문에 다양한 동작을 수집하는 데에는 한계가 있었다. 향후 이 네 가지 동작과 아울러 더욱 다양한 동작 유형, 더 많은 동작 수행자들의 동작을 수집하여 보다 포괄적인 연구를 기대한다. 또한 현재는 한국과 싱가포르의 설문자를 통해 양국의 문화적 차이만 비교분석 하였으나 향후에는 더욱 다양한 문화권의 설문자를 대상으로 하여 다양한 국가의 문화적 차이에 대한 연구를 기대해본다.

참고문헌

Ahn, H. S. and, Choi, J. Y. (2010), Integrated Emotional Robot System for Applying Various Robots to Emotion and Behavior Generation System, *The Institute of Electronics Engineers of*

- Korea*, **33**(1), 2183-2186.
- Ahn, H. C., P, M. S., and Choi, J. Y. (2004), Model Behavior selection based on the motivation and hierarchicalized emotions, *KFIS*, **14**(1), 29-33.
- Bartneck, C. and Forlizzi, J. (2004), A Design-Centred Framework for Social Human-Robot Interaction, *IEEE International workshop on Robot and Human Communication*, **13**, 591-594.
- Bartneck, C. and Okada, M. (2001), Robotic User Interfaces, *Proceedings of the Human and Computer Conference*.
- Bethel, C. L. and Murphy, R. R. (2008), Survey of non-facial/non-verbal affective expressions for appearance-constrained robots, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews*, **38**, 83-92.
- Breazeal, C. (2002), *Designing Sociable Robots*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Breazeal, C. (2003), Towards Sociable Robots, *Robotics and Autonomous Systems*, **42**, 167-175.
- Breazeal, C. and Scassellati, B. (1999), How to build robots that make friends and influence people, *IROS*, 858-863.
- Dasgupta, A. and Nakamura, Y. (2009), Making feasible walking motion of humanoid robots from human motion capture data, *Proceedings of the 1999 IEEE International Conference on Robotics and Automation*, 1044-1049.
- Graf, B., Hans, M., and Schraft, R. D. (2004), Care-O-bot II development of a next generation robotic home assistant, *Auton Robots*, **16**(2), 193-205.
- Heo, S.-C., Jang, Y.-J., Hong, S.-S., and Kim, E. (2006), A Study on the Sensitivity Expression Elements in HRI Design, *Korea Society of Design Science*, **7**(2), 78-79.
- Heo, S. C. and Jung, J. P. (2008), Characteristics of Formative Factor Influencing Robot Design's Preference Response, *Korean Journal of the science of Emotion and sensibility*, **11**(4), 511-520.
- Hiroyasu, M., Tomohiko, U., Atsuo, T., and Hideaki, T. (2001), Robot Personality based on the Equations of Emotion defined in the 3D Mental Space, *Proceedings of the 2001 IEEE International Conference on Robotics and Automation*, 2602-2607.
- Hong, S. T. and Na, W. B. (2005), Influence Patterns in Purchase Decision Making in Korean and Singapore Family, *Journal of marketing management*, **10**(1), 77-94.
- Illah, R. N., Judith, B., Sebastien, G., Ron, L., Roland, M., and Alvaro, S. (1999), An Affective Mobile Robot Educator with a Full-time Job, *Artificial Intelligence*, **114**, 95-124.
- Jung, J.-P. (2008), A study on the design guideline considering the morphological context of robot, Department of Mechanical Engineering, *Graduate School of Industrial Technology and Management*, Korea Polytechnic University.
- Kim, E. S., Park, D. U., Park, C. K., and Park, H. W. (2005), Market Engineering and Technology Opportunities for R&D-Robotics, *Korea Institute of Science and Technology Information*.
- Kim, H.-J., Park, Y., and Kim, J. (2003), A Study on the Social Needs of Customer for Robot Design, *Journal of korean society of design science*, **16**(3), 253-262.
- Kluge, B., Kohler, C., and Prassler, E. (2001), Fast and robust tracking of multiple moving objects with a laser range finder, *In Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics & Automation (ICRA)*.
- Kwak, S. S. and Kim, E.-H. (2009), Design of the Emotional Robot for Human Empathy, *Journal of korean society of design science*, **22**(5), 27-36.

- Kwon, H. I. and Pyun, D. Y. (2009), The Comparison of Sport Participation between Korea and Singapore, *Journal of sport and leisure studies*, **36**(2), 921-933.
- Lee, S. C., Lee, H. S., Lee, Y. H., and Kim, J. K. (2002), A Comparative Analysis of Customer Attitude on Internet Shopping Malls between Korea and Singapore, *The Korean Institute of Industrial Engineers*, **2002**, 86-92.
- Lee, S.-H. (2001), A study on the coordination of facial expressions of robot as a non-verbal communication tool in robot design, *Department of industrial design, Graduate school of Hong Ik University*.
- Nancy, S. P., Jessica, K. H., Marcia, J. R., and Christopher, G. A. (2002), Adapting Human Motion for the Control of a Humanoid Robot, *Robotics and Automation*, **2**, 1390-1397.
- Playter, R. (2000), Physics-based simulations of running using motion capture, *SIGGRAPH Course Notes*, Course #33.
- Rileym M., Udem A., and Atkeson, C. G. (2000), Methods for motion generation and interaction with a humanoid robot: Case studies of dancing and catching, *AAAI and CMU Workshop on Interactive Robotics and Entertainment*.
- Ronald, C. A., Masahiro, F., Tsuyoshi, T., and Rika, H. (2003), An Ethological and Emotional Basis for Human-Robot Interaction, *Robotics and Autonomous Systems*, **42**(3/4).
- Rosalind, W. P. (2000), Toward Computers that Recognize and Respond to User Emotion, *IBM Systems Journal*, **39**(3/4), 705.
- Schulz, D., Burgard, W., Fox, D., and Cremers, A. B. (2003), People tracking with a mobile robot using sample-based joint probabilistic data association filters, *International Journal of Robotics Research (IJRR)*.
- Shibata, T. et al. (2000), Emergence of emotional behavior through physical interaction between human and artificial emotional creature, *Int. Conf. on Robotics and Automation*, 2868-2873.
- Shibata, T., Wada, K., and Tanie, K. (2003), Statistical analysis and comparison of questionnaire results of subjective evaluations of seal robot in Japan and UK, *In: Proceedings IROS*.
- Tadokoro, S., Hayashi, M., Manabe, Y., Nakami, Y., and Takamori, T. (1995), On motion planning of mobile robots which coexist and cooperate with human, *In Proceedings of the IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, 518-523.
- Tojo, T., Matsusaka, Y., Ishii, T., and Kobayashi, T. (2000), A Conversational Robot Utilizing Facial And Body Expressions, *IEEE Proc. SMC*, 858-863.
- Yoon, H. G., Kim, M. J., Boyes, E., Stanisstreet, M., and Skamp, K. (2011), Understanding Students' Beliefs about Actions and Willingness to Act on Global Warming in Korea and Singapore, *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, **31**(2), 181-197.
- Yoon, J. I. and Park, J. H. (2003), Comparative Study on Educational Consciousness between Korean and Singaporean, *The Journal of Educational Administration*, **21**(1), 291-311.
- Zhu, Q. (1991), Hidden Markov model for dynamic obstacle avoidance of mobile robot navigation, *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, **7**(3), 390-397.
- Zordan, V. B. and Hodgins, J. K. (1999), Tracking and modifying upper-body human motion data with dynamic simulation, in *Computer Animation and Simulation, Eurographics Animation Workshop*.