

가정용 로봇의 피드백 움직임과 접근-회피 행동에 따른 사용자 경험 연구: 작업 수행 상황을 중심으로

나경화¹, 김환주¹, 강현민^{2*}

¹연세대학교 정보대학원 UX전공 석사과정생, ²연세대학교 정보대학원 강사

A Study of User Experience Based on Feedback Positioning of Home Robots and Approach-Avoidance Behaviors: Focused on the Context of Tasks

Gyoung-Hwa Na¹, Hwan-Ju Kim¹, Hyun-Min Kang^{2*}

¹Master's Course, Department of UX, Graduate School of Information, Yonsei University

²Lecturer, Graduate School of Information, Yonsei University

요약 팬데믹으로 인해 생활의 중심이 집으로 이동함에 따라 집을 다양한 활동에 최적화된 공간으로 만들어줄 수 있는 가정용 로봇의 개발이 활발하다. 이 연구는 로봇이 작업을 수행하는 상황에 따라 피드백을 하기 위한 접근 또는 회피 움직임이 사용자 경험에 미치는 효과를 확인하고자 하였다. 작업 수행 상황과 움직임 조건에 따라 6가지 시나리오를 구성하여, 각 조건에 따른 호감도, 인지된 지능, 친밀감, 부정적 태도, 행동 예측가능성을 측정하였다. 실험 결과, 작업 수행 상황에서는 인지된 지능과 친밀감, 행동 예측가능성에서 주효과가 나타났고, 움직임 조건에서는 호감도, 인지된 지능, 친밀감에서 주효과가 나타났다. 상호작용 효과는 호감도와 인지된 지능에서만 나타났다. 결론적으로 로봇의 움직임에도 접근-회피 경험을 적용할 수 있고, 회피에 따른 부정적 효과를 확인할 수 있었다.

주제어 : 인간-로봇 상호작용, 가정용 로봇, 접근-회피 행동, 피드백 위치, 사용자 경험

Abstract Due to pandemic situations, the development of home robots that can make the house an optimized space for various activities is active. This study aims to confirm the effectiveness of approach or avoidance behavior for feedback positioning on the user experience, depending on the context in which the robot performs the task. Based on two types of the task contexts(Reactive vs. Proactive) and three types of robot feedback positioning(No move vs. Avoidance vs. Approach), six different scenarios were designed for experimental study. Likeability, perceived intelligence, rapport, negative attitude and predictability of behavior are measured for each conditions. The result showed the main effects of perceived intelligence, rapport, predictability in the context of tasks, and of likability, perceived intelligence, rapport in robot feedback positioning. The interaction effects were shown in likeability and perceived intelligence. In conclusion, approach-avoidance experiences can also be applied to robot behaviors as well, and the negative effects of avoidance have been significantly confirmed.

Key Words : HRI, Home robots, Approach-avoidance behavior, Feedback positioning, User experience

*Corresponding Author : Hyunmin Kang(neets11@naver.com)

Received June 16, 2021

Accepted August 20, 2021

Revised June 28, 2021

Published August 28, 2021

1. 서론

빠르게 발전해 온 로봇은 비대면 사회현상이 지속됨에 따라 사람과의 접촉을 최대한 줄일 수 있는 대안으로 제시되며 개발이 더욱 가속화되고 있다. 2020년 국제로봇연맹(IFR)에서 발표한 보도자료에 따르면 2023년까지 개인용 로봇은 평균 25.3%, 전문 로봇은 33.6%씩 성장할 것으로 예상된다[1]. 특히, 팬데믹으로 인해 집에 머무르는 시간이 길어지며 집은 학습 공간, 업무 공간, 취미와 휴식에 공간으로 진화하였고, 이에 따라 가사 노동에 신경쓰지 않고 다른 활동에 집중할 수 있도록 사용자 개인에 최적화된 환경을 만들어줄 수 있는 가정용 로봇의 개발이 활발하다. 이런 움직임은 세계 최대 IT 전시회인 CES에도 반영되어 2021년 CES에 참가한 많은 기업들이 '로봇의 가전화'라는 키워드를 바탕으로 다양한 형태와 기능을 가진 생활 밀착형 로봇을 선보였다.

가정용 로봇은 다른 로봇에 비해 보다 장기적이고 적극적으로 사람과 상호작용하며, 요리나 청소 등과 같은 가사 보조 외에도 일상 대화, 헬스 케어 등 활용 목적이 다양하다. 이는 다시 말해 로봇이 집 안에서 관리자부터 친구까지 다양한 역할을 수행한다고 볼 수 있다. 인간과 인간의 사회적 거리가 HRI(Human-Robot Interaction)에서도 적용될 수 있고, 로봇의 물리적 거리가 사회적 거리에 따라 고려되어야 한다는 이전 연구는 로봇이 활용되는 목적과 역할에 따라 로봇의 위치가 다르게 설계되어야 함을 시사한다[2-4]. 가정용 로봇은 사람과 하나의 공간을 공유하며, 집 안에서 보다 안전하고 불편함 없이 사람과 상호작용해야 하기 때문에 적절한 위치와 움직임에 대한 설계가 중요하다. 또한, 가정용 로봇의 상용화가 가까워진 현 시점에서 집에서 발생할 수 있는 구체적인 상황을 함께 고려한 로봇의 행동 연구가 필요하다.

지금까지 HRI 분야에서 로봇과 사람의 거리 연구는 정지되어 있는 물리적 로봇과의 간단한 상호작용을 통해 이루어졌고, 사용자가 불편함을 느끼지 않는 로봇과의 거리 측정을 중심으로 진행되었다. 때문에 자유롭게 움직이던 로봇이 작업을 요청받고, 작업의 수행을 위해 위치를 이동하기까지의 구체적인 상황은 고려되지 않았다. 따라서 이 연구는 단순한 로봇의 위치를 넘어 위치를 조정하는 과정에서 발생하는 로봇의 움직임을 사람들의 선호도에 영향을 미치는 접근-회피 효과에 적용하여 알아보고자 했다. 또한, 집에서 발생할 수 있는 구체적인 상황을 능동적 상황과 수동적 상황으로 구분하여 로봇의 행동이 작업 수행 상황에 따라 사용자 경험에 어떠한 영향을 주

는지 함께 알아보고자 했다.

2. 이론적 배경과 연구 목적

2.1 가정용 로봇의 능동성과 수동성

능동성은 보다 자연스럽고 효율적인 인간-로봇 상호작용을 위한 방법으로 이전부터 많은 연구가 진행되어 왔다. 쇼핑물 환경에서 로봇의 능동성에 대해 실험한 선행연구에 따르면 수동적으로 기다리거나 간단한 능동성을 보인 로봇에 비해 방향이나 시선을 통해 적극적인 능동성을 보인 로봇에 적은 거슬림을 보였다고 보고하였다[5]. 다른 선행연구에서는 사용자가 능동적 로봇 그리고 수동적 로봇과 각각 물리적으로 접촉하였을 때, 수동적 로봇의 신뢰도가 감소하는 결과가 도출되었다[6]. 로봇의 능동성은 사용자 경험 측면에서 대부분 긍정적으로 인식되나 일부 실험 결과에서는 부정적인 인식을 보이기도 하였다. [7]의 연구에서는 로봇과 협업하여 사상자를 찾고 치료할 때 능동적 지원 능력이 있는 로봇의 선호도가 그렇지 않은 로봇에 비해 높았으나, 인지 부하는 크게 증가하는 결과가 나타났다. 이런 선행연구 결과는 로봇의 능동성과 수동성이 어떤 환경에서 적용되었는지, 어떤 상호작용 상황에서 적용되었는지에 따라 사용자가 긍정적 혹은 부정적 경험을 느낄 수 있음을 시사한다.

가정용 로봇은 일상생활 공간에서 인간과 대화하고, 힘든 일을 대신해 주며, 때때로 친구나 심부름꾼의 역할을 하는 로봇을 말한다[8]. 이처럼 가정용 로봇은 특정 과업 수행을 목적으로 하는 산업 로봇이나 서비스 로봇에 비해 수행 과업의 범위가 넓다. 가정용 로봇의 기대 기능에 대해 정리한 선행연구에 따르면 집의 방법부터 육아, 가사노동, 교육, 집안 모니터링, 라이프로그, 반려친구, 건강관리사까지 다양한 역할이 제시된다[9]. 지금까지 HRI 분야에서 능동성은 로봇의 행동적 측면에서 고려되었다. 하지만 가정용 로봇은 다양한 역할을 수행하며 작업의 종류에 따라 능동적 로봇이 되기도, 수동적 로봇이 되기도 한다. 사람에게 지시받은 작업에 수동적으로 수행하거나 스스로 답을 찾아 능동적으로 해결하는 상황이 생길 수도 있고, 또는 지시하지 않은 작업에 대해 먼저 제안하거나 수행하는 상황이 발생할 수도 있는 것이다. 따라서 가정용 로봇의 능동성은 작업 상황 측면에서 살펴보아야 한다.

이 연구는 가정용 로봇의 작업 수행 상황을 능동적 상황과 수동적 상황으로 나누고, 이에 따라 사용자 경험 측

면에서 어떻게 달라지는지 살펴보고자 한다. 구체적으로 사용자가 먼저 말을 건넨 상황에서 로봇이 사용자 발화에 대한 답변을 찾아서 수행하는 능동적 상황과 사용자 요청을 그대로 수행하는 수동적 상황으로 나누어 측정한다.

2.2 로봇의 근접성과 접근-회피 효과

로봇의 외관, 행동, 그리고 상호작용을 통한 사용자의 인식은 로봇 수용에 영향을 미친다[10]. 특히 로봇의 근접성(Proxemics)에 관한 연구는 인간과 물리적 공간을 공유하는 로봇이 사회적으로 용인될 수 있는 행동을 개발하는데 핵심이 되며, 로봇과 안전하고 편안하게 물리적 상호작용을 하는 수단으로 주목된다[11]. 근접성과 관련된 대부분의 선행연구는 특정 거리에 따라 정지된 로봇을 배치한 후, 로봇과 인사를 나누거나 게임을 하는 등 간단한 상호작용을 통해 이루어졌다. 하지만 자율성을 가진 로봇은 공간 안에서 자유롭게 이동하다 사용자의 작업 요청에 그 자리에서 정지하고, 해당 작업에 맞추어 거리를 조정하는 일련의 행동 과정이 있을 수 있다. 그러나 근접성에 대한 지금까지의 연구에서는 로봇이 작업을 요청받거나 수행하는 순간에만 집중하였으며, 피드백을 위해 로봇이 이동하는 이전의 움직임 행동은 고려되지 않았다. 따라서 이 연구는 로봇의 피드백에 따른 움직임에 주목하여 살펴보고자 하였다.

특정 사물을 보며 행동을 하거나 사물의 움직임을 보는 것이 사람들의 태도에 영향을 미칠 수 있음은 접근-회피 행동과 관련된 실증적 연구들을 통해 검증되어 왔다. 접근-회피 행동과 태도에 관련된 선행연구를 살펴보면, 의미를 알 수 없는 문자를 제시했을 때 팔을 구부리는 접근 행동이 팔을 뻗는 회피 행동보다 더 높은 선호도를 보였다[12]. 이는 특정 단어를 보며 접근 행동과 회피 행동을 한 것이 태도에 영향을 주었다고 볼 수 있다. 또 다른 선행연구에서는 스크린의 확대(접근)와 축소(회피)를 보는 것만으로 선호도와 구매의향에 차이를 보였으며, 모두 접근 조건이 회피 조건보다 높게 나타났다. 이 연구를 통해 사람이 직접 행동하지 않고 시각적인 접근-회피 경험만으로도 태도에 영향을 받을 수 있다는 것을 알 수 있다[13].

선행연구 결과를 종합적으로 살펴봤을 때, 사람에게 가까이 접근하는 행동은 긍정적인 경험과 연결되고, 멀리 떨어지는 회피 행동은 부정적인 경험과 연결된다. 접근-회피 경험이 로봇 사례에도 적용된다면, 로봇이 위치를 조정하면서 사람으로부터 가까워지고 멀어지는 움직임은 사용자 경험에 긍정적 또는 부정적 영향을 줄 수 있음을

알 수 있다. 따라서 이 연구에서는 접근-회피 경험이 로봇의 움직임에 대한 사용자 경험에 영향을 미칠 수 있는지 알아보는 것을 목적으로 한다. 그리고 로봇의 움직임을 접근과 회피, 움직임 없음 조건으로 나누어 어떤 조건에서 긍정적 또는 부정적 영향을 미치는지 세부적으로 알아보고자 하였다.

2.3 연구 목적

가정용 로봇은 다양한 삶의 공간으로 변화한 집 안에서 사용자에게 최적의 환경을 만들어줄 수 있는 목적으로 활용되며, 가사 노동부터 일상 대화 상대까지 역할이 확대되었다. 사람과 공간을 공유하며 장기적으로 상호작용하기 위해선 긍정적인 사용자가 경험으로 이어질 수 있는 로봇의 움직임 설계가 중요하다. 따라서 집이라는 환경 안에서 로봇과 사람이 상호작용할 수 있는 구체적인 상황을 바탕으로 하여 긍정적인 사용자 경험으로 이어질 수 있는 로봇의 행동 연구가 필요하다.

이 연구의 목적은 가정용 로봇의 피드백에 따른 움직임이 접근-회피 경험에 따라 사용자가 느끼는 경험에 긍정적 또는 부정적 효과를 나타내는지 검증하는 것이다. 또한, 인간과 기계의 상호작용이 맥락에 결정된다는 선행 연구를 바탕으로[14] 가정용 로봇의 작업 수행을 능동적 상황과 수동적 상황으로 분류하고, 움직임에 대한 사용자 경험이 상황에 따라 차이가 있는지 함께 알아보고자 했다. 구체적인 연구 문제는 다음과 같이 정리할 수 있다. 첫째, 로봇의 움직임이 접근-회피 경험에 적용되며, 로봇의 접근과 회피는 각각 긍정적, 부정적으로 인식될 것인가? 둘째, 로봇 움직임에 대한 사용자 경험은 작업 수행 상황에 따라 달라지는가? 가정용 로봇의 대한 사용자 경험은 호감도, 인지된 지능, 친밀감, 부정적 태도, 그리고 행동 예측가능성의 다섯 가지 요인으로 효과를 분석하고, 추후 로봇의 작업 수행 상황별 움직임 설계에 대한 가이드라인을 제시하고자 한다.

3. 연구 설계

3.1 실험 참가자

실험 참가자는 로봇과의 상호작용을 이해할 수 있는 만 19세 이상의 성인이 대상으로, 온라인을 통해 모집되었다. 실험은 총 56명이 참여했으나, 답변의 양상이 일정하지 않은 참가자 2명과 답변에서 동일한 숫자를 기입한

1명이 분석에서 제외되었다. 분석에 사용된 참가자(N=53)는 남자 15명, 여자 38명으로 구성되었으며, 평균 연령은 24.43세였다. 모든 실험 참가자는 실험이 종료된 후 소정의 사례품을 지급받았다.

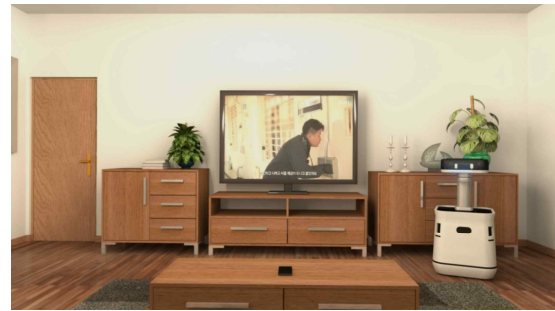
3.2 실험 도구

3.2.1 실험 영상

이 연구는 로봇의 피드백에 따른 움직임이 작업 수행 상황에 따라 사용자 경험에 어떤 영향을 주는지 확인하는 것을 목적으로 한다. 참가자 모두 실제 가정용 로봇을 경험한 적이 없기 때문에 상황에 대한 몰입감이 부족할 수 있어 연구의 6가지 조건을 영상으로 제작하여 실험하였다. 영상은 3D 영상 제작 프로그램 Cinema4D를 활용하였고, 영상 제작 프로그램 Adobe After Effect CC를 통해 실험에 대한 가이드와 로봇의 음성 및 빛 효과를 추가하여 완성했다.

작업 수행 상황은 가정용 로봇에 대한 사용자의 코어 니즈를 도출한 이전 연구를 바탕으로 각각의 시나리오를 구체화하였다[9]. 능동적 상황에서는 사용자의 코어 니즈 중 '감성적인 교감'을 바탕으로, 사용자가 우울감을 호소했을 때 로봇이 "기분이 좋지 않으신가요? 친구에게 전화를 걸어보는 건 어떨까요? 기분이 나아질거예요."라고 반응하는 시나리오를 선정하였다. 그리고 수동적 상황에서는 사용자의 코어 니즈 중 '물리적 노동'을 바탕으로, 사용자가 TV 채널 변경을 요구하였을 때 로봇이 "어떤 채널로 변경해드릴까요?"라고 반응하는 시나리오를 선정하였다. 실험에서 사용된 로봇의 음성은 모두 네이버 클로바 더빙을 통해 제작되었다.

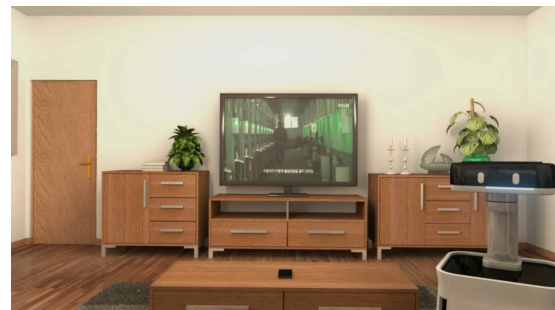
영상에서 구현된 로봇은 CES 2021에서 삼성전자가 선보인 가정용 로봇 '삼성봇 케어'를 참고하여 유사하게 제작하였다. 영상의 몰입감을 위하여 먼저 거실에서 천천히 이동하는 로봇의 모습이 약 15초정도 나타나고, 음량과 전체화면에 대한 안내 메시지를 보여준 후에 피드백 영상을 재생했다. 영상에서 로봇은 TV를 피해 거실을 이동하던 중 사용자의 부름에 멈춰 사용자를 바라본 후에 움직임 없음 조건에서는 이동없이 바로 응답을 하고, 접근 조건에서는 참가자 방향으로 가까이 다가온 후 피드백을 하며, 회피 조건에서는 시선 방향을 돌려 다른 곳으로 이동한 후 피드백을 한다. 영상은 실제감을 높이기 위하여 사용자가 쇼파에서 TV를 향하고 앉아있는 거실의 상황을 1인칭 시점으로 보여주었으며, 영상의 길이는 30초 내외로 구성하였다.



(a)



(b)



(c)

Fig. 1. Screenshots of video provided to research participants

(a)No move (b)Avoidance (c)Approach

3.2.2 종속변인의 정의와 측정

인간과 로봇의 상호작용(HRI)에서 로봇에 대한 사용자의 태도를 확인하기 위해 측정 도구를 개발한 여러 선행연구를 바탕으로 설문 문항을 구성하였다[15-17].

먼저, 호감도(Likeability)는 로봇의 특성이 사람에게 긍정적인 감정 경험을 만드는 것으로 정의할 수 있다[18]. [17]의 연구에서는 호감도, 편안함, 즐거움 등을 측정하였고, 감동-부하 로봇과 상호작용하는 거리에 따라 사용자가 로봇에게 느끼는 긍정적인 감정이 달라지는 것을 확인하였다. 다음 인지된 지능(Perceived Intelligence)은 객관적 측정이 어려운 로봇의 지능 대신 로봇의 행동을 보고 사용자가 인식한 로봇의 지능 정도를 개념화한 것

이다. 선행연구에 따르면 인지된 지능은 로봇이 능동적이고 독립적으로 과업을 완료함으로써 사용자의 인지 부하와 작업 복잡성을 줄여 유용성 인식에 도움이 된다 [19]. 친밀감(Rapport)은 호감보다 더 깊은 감정을 말하며, 사전적으로는 서로를 잘 이해하는 우호적인 관계로 정의된다. 정서적인 상호작용 측면에서 친밀감은 높은 관심 정도, 공감, 그리고 공유된 기대가 특징인 관계로 설명되는데, 로봇과의 장기적인 상호작용이나 협력 과제에서 사용자가 느끼는 인상을 측정할 때 사용된다 [20,21]. 행동 예측가능성(Predictability of Behavior)은 사용자가 로봇의 이전 행동을 통해 다음 로봇이 실제 할 행동을 예측하는 정도를 의미한다. 로봇의 행동 예측가능성은 사용자의 로봇 수용 향상에 영향을 미치기 때문에, 로봇 행동을 설계하는데 있어 중요한 고려사항이 된다[22]. 행동 예측가능성의 설문 항목은 선행연구에서 쓰인 척도를 참고하여 구성하였다[23]. 마지막 부정적 태도(Negative Attitude)는 일상에서 로봇과의 소통하는 사람의 태도를 측정한 것으로, 로봇과의 상호작용을 방해하는 심리적 요인 중 하나이다[24]. 이 연구에서는 응답자의 성실 응답 여부를 확인하기 위한 역문항으로 배치되었다.

로봇의 움직임과 작업 수행 상황에 따른 사용자의 전반적인 태도 및 인식을 측정하기 위해 선행연구를 바탕으로 한 23개의 설문 문항으로 설문지를 구성하였다. 설문 항목은 리커트형 7점 척도 (1점 = 매우 그렇지 않다, 7점 = 매우 그렇다)로 측정하였고, 설문지는 리서치 소프트웨어 Qualtrics로 제작하여 배포하였다.

3.3 실험 절차

먼저 참가자는 연구에 대한 전반적인 설명 글을 읽은 후, 연구 참여에 대한 동의서를 작성하였다. 다음으로 연구 데이터와 개인 정보의 보관 기간 및 데이터 활용 목적 등에 대한 안내를 한 후 본 실험에 들어갔다. 본 실험은 독립 변인에 따라 구성된 6가지 시나리오로 구성되었고, 작업 수행 맥락의 수동적 맥락-능동적 맥락의 순으로 3가지씩 무작위로 진행되었다. 사용자는 영상을 본 후 23개의 설문 문항에 응답했으며, 이 과정을 조건별로 6번 반복하였다. 6가지 실험 진행이 종료된 후에는 로봇에 대한 사용자의 인식 관련 설문문이 이어서 진행되었고, 마지막으로 사용자는 인구통계학적 질문지를 작성하였다. 실험을 진행하는 총 시간은 약 20분 소요되었다.

4. 결과 분석

4.1 설문 문항 신뢰성 검증

설문 문항의 신뢰도를 검증하기 위해 Cronbach's α 계수를 통한 신뢰도 분석을 진행하였다. 그 결과, 호감도 ($\alpha = .84$), 인지된 지능($\alpha = .84$), 친밀감($\alpha = .87$), 부정적 태도($\alpha = .83$), 행동 예측 가능성($\alpha = .75$)에 대하여 모든 변인의 Cronbach's α 값이 0.7 이상으로 분석되어 신뢰도가 검증되었다. 각 변인의 설문 항목은 Table 1과 같다.

Table 1. Questionnaire of dependent variables

Dependent Variables	Questionnaire
Likeability	<ul style="list-style-type: none"> This robot is friendly. It is fun to use this robot. This robot make me feel good. This robot can learn how to use it easily. I will continue to use this robot.
Perceived Intelligence	<ul style="list-style-type: none"> I feel this robot was capable. I feel this robot know a lot. I feel that robot has a sense of responsibility. This robot will have the function that I'm satisfied with. I feel the need for this robot in my daily life.
Rapport	<ul style="list-style-type: none"> This robot and I are very close. I have complete faith in this robot. I can reveal my secrets to this robot. I can communicate with this robot better than most people I know. I can fully understand this robot. I can think of this robot as part of a family.
Negative Attitude(R)	<ul style="list-style-type: none"> This robot is not reliable. I don't prefer this robot. This robot's movements are unpleasant. I feel fear in this robot. I'm not close to this robot at all.
Predictability of Behavior	<ul style="list-style-type: none"> This robot's intentions for action are clear. I can predict what this robot is going to do.

4.2 종속 변인 측정 결과

먼저, 개인의 성별에 따라 모든 종속변인 간 차이가 있는지 알아보기 위해 독립표본 t검정을 실시하였다. 그 결과, 성별에 따른 호감도, 인지된 지능, 친밀감, 부정적 태도, 행동 예측가능성은 차이가 없는 것으로 나타났다. 다음은 과업 수행 맥락(능동적 맥락 - 수동적 맥락)과 피드백 움직임(접근 - 움직임 없음 - 회피)의 주효과와 상호작용 효과를 이원 배치 반복측정 분산분석(Two-way Repeat Measure ANOVA)을 통해 검증하였다.

4.2.1 호감도(Likeability)

작업 수행 상황과 피드백에 따른 움직임이 호감도에 미치는 영향에 대한 분석 결과는 다음과 같다. 호감도에 대한 작업 수행 상황의 주효과는 유의하지 않게 나타났고, $F(1, 52), p = .057$, 피드백에 따른 움직임의 주효과는 유의하게 나타났다, $F(2, 104), p < .01$. 회피 움직임이 다른 두 조건보다 낮은 호감도를 보였다. 작업 수행 상황과 피드백에 따른 움직임에 대한 호감도의 상호작용 효과 역시 유의하게 나타났다, $F(2, 104), p < .01$. 구체적으로 살펴보기 위해 단순 주효과 분석(simple main effects)을 실시한 결과, 회피 움직임에서 능동적 상황과 수동적 상황 간에 차이가 있었음을 알 수 있었다, 95% CI[-.98, -.25], $p < .01$.

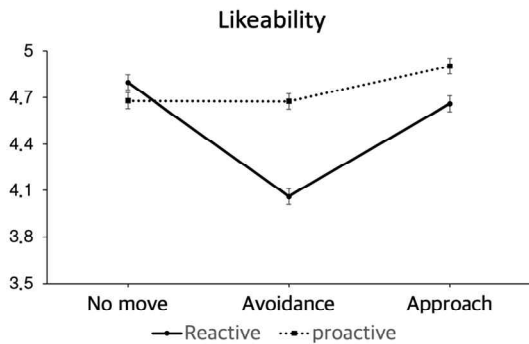


Fig. 2. Interaction effect graphs of likeability

4.2.2 인지된 지능(Perceived Intelligence)

작업 수행 상황과 피드백에 따른 움직임이 인지된 지능에 미치는 영향에 대한 분석 결과는 다음과 같다. 인지된 지능에 대한 작업 수행 상황의 주효과와, $F(1,52), p < .05$, 피드백에 따른 움직임의 주효과 모두 유의하게 나타났다, $F(2, 104), p < .01$. 능동적 상황에서 인지된 지능이 더 높게 나타났고, 회피 움직임이 다른 두 조건보다 낮은 인지된 지능을 보였다. 작업 수행 상황과 피드백에 따른 움직임에 대한 인지된 지능의 상호작용 효과 또한 유의하게 나타났다, $F(2, 104), p < .01$. 구체적으로 살펴보기 위해 단순 주효과 분석을 실시한 결과, 두 가지 작업 수행 상황의 회피 움직임에서 차이가 있었음을 알 수 있었다, 95% CI[-1.26, -.41], $p < .001$.

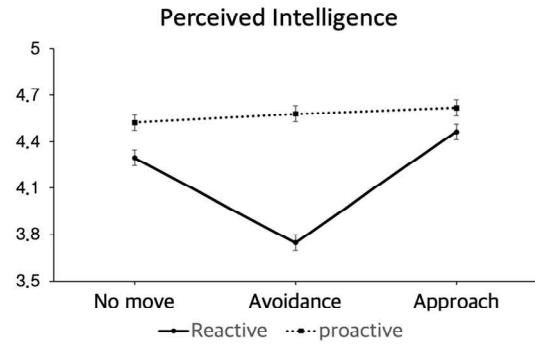


Fig. 3. Interaction effect graphs of perceived intelligence

4.2.3 친밀감(Rapport)

작업 수행 상황과 피드백에 따른 움직임이 친밀감에 미치는 영향에 대한 분석 결과는 다음과 같다. 친밀감에 대한 작업 수행 상황의 주효과와, $F(1,52), p < .01$, 피드백에 따른 움직임의 주효과 모두 유의하게 나타났다, $F(2, 104), p < .05$. 수동적 상황보다 능동적 상황에서 친밀감이 더 높게 나타났고, 회피 움직임이 다른 두 조건보다 낮은 친밀감을 보였다. 친밀감에 대한 상호작용 효과는 유의하지 않았다, $F(2, 104), p = .191$.

4.2.4 부정적 태도(Negative Attitude)

작업 수행 상황과 피드백에 따른 움직임이 부정적 태도에 미치는 영향에 대한 분석 결과는 다음과 같다. 부정적 태도에 대한 작업 수행 상황의 주효과와, $F(1,52), p = .35$, 피드백에 따른 움직임의 주효과, $F(2, 104), p = .65$. 작업 수행 상황과 피드백에 따른 움직임에 대한 부정적 태도의 상호작용 효과는 모두 유의하지 않게 나타났다, $F(2, 104), p = .46$.

4.2.5 행동 예측가능성(Predictability of Behavior)

작업 수행 상황과 피드백에 따른 움직임이 행동 예측가능성에 미치는 영향에 대한 분석 결과는 다음과 같다. 행동 예측가능성에 대한 작업 수행 상황의 주효과는 유의하게 나타났는데, $F(1,52), p < .05$, 능동적 상황보다 수동적 상황에서 더 높은 행동 예측가능성을 보였다. 피드백에 따른 움직임의 주효과와, $F(2, 104), p = .81$, 상호작용 효과는 유의하지 않았다, $F(2, 104), p = .47$.

Table 2. Means for each conditions
(A: No move, B: Avoidance, C: Approach)

Dependent Variables		A	B	C
Likeability	Reactive	4.80 (.99)	4.06 (1.12)	4.66 (1.17)
	Proactive	4.68 (1.08)	4.68 (1.13)	4.90 (1.09)
Perceived Intelligence	Reactive	4.29 (1.05)	3.75 (1.18)	4.46 (1.18)
	Proactive	4.52 (1.16)	4.58 (1.30)	4.62 (1.28)
Rapport	Reactive	2.82 (1.07)	2.57 (1.03)	2.95 (1.24)
	Proactive	3.04 (1.08)	3.13 (1.36)	3.32 (1.30)
Negative Attitude	Reactive	3.65 (1.39)	3.78 (1.18)	3.77 (1.47)
	Proactive	3.66 (1.48)	3.37 (1.45)	3.71 (1.47)
Predictability of behavior	Reactive	5.40 (1.18)	5.25 (1.37)	5.19 (1.26)
	Proactive	4.97 (1.07)	4.95 (1.32)	5.04 (1.32)

Table 3. Results of two-way RM ANOVA

Dependent Variables		Mean Square	F
Likeability	Context of task	4.83	3.80
	Feedback position	5.45	6.39*
	Interaction effects	4.16	6.82**
Perceived Intelligence	Context of task	13.12	6.64*
	Feedback position	3.89	3.70*
	Interaction effects	3.67	6.50**
Rapport	Context of task	11.85	13.59**
	Feedback position	2.27	3.40*
	Interaction effects	.72	1.68
Negative Attitude	Context of task	1.90	.88
	Feedback position	.72	.43
	Interaction effects	1.33	.78
Predictability of behavior	Context of task	6.80	4.18*
	Feedback position	.20	.21
	Interaction effects	.50	.77

** $p < .01$, * $p < .05$

5. 논의

이 연구는 접근-회피 효과를 가정용 로봇에 적용하여 로봇의 작업 수행 상황에서 피드백을 위한 접근 및 회피 움직임이 사용자 경험에 어떤 영향을 미치는지 확인하고자 하였다. 로봇의 작업 수행은 사용자가 특정 과업을 지

시하고 로봇이 수행하는 수동적 상황과 로봇이 사용자의 요구에 스스로 답을 찾는 능동적 상황으로 구분하였고, 피드백에 따른 움직임은 접근과 회피, 움직임 없음으로 구분하여 총 6가지 시나리오의 실험을 진행한 후 호감도, 인지된 지능, 친밀감, 부정적 태도, 행동 예측가능성에서 어떤 차이를 보이는지 살펴보았다.

실험 분석 결과, 사람들은 로봇이 수동적 상황보다 능동적 상황에서 행동할 때, 인지된 지능과 친밀감, 행동 예측가능성이 높다고 보고하였다. 또한 로봇이 상황과 관계 없이 회피 행동을 보일 때 호감도, 인지된 지능, 친밀감이 낮다고 응답하였다. 작업 수행 상황과 움직임에 따른 상호작용 효과도 보고되었는데, 사람들은 로봇이 능동적 행동을 할 때는 움직임에 따른 호감도와 인지된 지능에서 차이를 느끼지 않았다. 하지만 로봇이 수동적 행동을 하는 상황에서는 제자리에서 행동하거나 접근할 때보다 회피할 때 호감도가 떨어지고 인지된 지능이 낮다고 평가했다.

이러한 실험 결과를 바탕으로 다음과 같은 논의점을 제시할 수 있다. 첫째, 로봇의 회피 움직임은 부정적인 경험으로 이어질 수 있으며, 이런 움직임은 능동적 상황보다 수동적 상황일 때 더욱 세심한 설계가 필요하다. 호감도와 인지된 지능 모두 수동적 상황의 회피 조건에서 통계적으로 유의하게 낮은 결과가 나타났는데, 이는 적응차이(Adaptation Gap)을 통해 설명할 수 있다. 적응 차이는 사용자가 상호작용을 시작하기 전에 기대하는 로봇의 기능과 상호작용 후에 인식하는 기능의 차이를 말한다. 선행연구에 따르면 상호작용 시작 전후의 기능 차이가 사용자가 에이전트와 상호작용할 가치가 있다고 느끼는 지를 결정하기 때문에[25], 로봇은 사용자의 기대를 충족시킬 수 있도록 설계되어야 한다. 능동적 상황에서 사용자는 작업 요청 후에 이어질 로봇의 행동을 쉽게 예측하기 어렵다. 그러나 수동적 상황에서 사용자는 로봇에게 구체적인 작업을 요청했기 때문에 로봇의 움직임에 대한 기대를 가지기 쉽고, 기대와 상관없는 회피 움직임을 보였을 때 더 부정적으로 느끼게 된 것이다. 이 점은 행동 예측가능성이 수동적 상황에서 통계적으로 유의하게 높은 결과를 보인 것과도 연결지어 생각해볼 수 있다.

둘째, 능동적 상황에서는 피드백에 따른 접근 또는 회피의 움직임을 보이는 것이 긍정적으로 인식된다. 능동적 상황에서 움직임은 조건별 큰 차이가 나타나지 않았지만, 수동적 상황과 달리 능동적 상황에서 회피 조건은 움직임 없이 로봇이 바로 피드백 반응을 보였을 때보다 높은 인지된 지능을 보였다. 이는 자유 이동하던 로봇이 사용자의 과업 요청에 잠시 멈췄다가 피드백 위치를 조정하

는 과정에서 접근-회피 움직임으로 인해 발생하는 대담 지연을 사용자는 로봇이 자신의 요청에 더 고심하는 행동으로 이해되었다고 추측할 수 있다. 선행연구에서 호기심 정도에 따른 피드백 지연 시간의 이점에 대해 실험하였는데, 피드백 지연 편익은 답을 알고 싶어 하는 호기심과 답이 언제 나타날지 모르는 불확실성에 영향을 받는다고 밝혔다[26]. 이를 연구에 대입해보면 능동적 상황에서 사용자의 요청에 로봇이 어떤 답을 할지 알고 싶어 하는 호기심과 접근-회피 행동으로 인한 피드백 지연이 긍정적인 경험으로 이어졌다고 볼 수 있다. 따라서 사용자의 직접적인 작업 요청이 아닌 경우에는 피드백 답변 전 조금의 움직임을 보이거나, 움직임이 없다면 로봇의 피드백 시간을 지연시키는 방향의 행동 설계가 필요하다.

셋째, 부정적 태도는 로봇에 대한 개인의 인식차이가 더 큰 영향을 미친다. 호감도, 인지된 지능, 친밀감, 부정적 태도, 행동 예측가능성 5가지 종속변인 중 부정적 태도만 주 효과와 상호작용 효과 모두 나타나지 않았다. 로봇에 대한 개인적 인식과 관련된 설문 항목에서 부정적인 이미지를 선택한 참가자는 로봇의 움직임과 작업 수행의 상황에 관계없이 일관적으로 높은 부정적 태도를 보였으며, 긍정적인 이미지로 답변한 참가자는 대부분 낮은 부정적 태도를 보였다. 일부 참가자는 긍정적인 이미지를 선택했음에도 “로봇과의 거리가 필요하다고 느꼈다.”, “로봇이 가까이 다가올 때 아이러니하게도 웬지 모를 거부감과 동시에 유용함을 느꼈다.” 등 로봇에 대한 부정적인 반응을 보이기도 하였으며, 대부분 평균적으로 낮은 친밀감과 높은 부정적 태도를 보였다. 이런 결과는 모든 참가자가 아직까지 로봇과의 상호작용을 경험해보지 않아 로봇의 수용이 이루어지지 않았고, 이로 인한 거부감에서 기인한 것으로 볼 수 있다.

이 연구는 가정용 로봇이 사람과 상호작용할 수 있는 구체적인 시나리오를 중심으로 로봇의 피드백에 따른 전후 움직임을 접근-회피 경험에 적용하여, 작업 상황에 맞는 로봇의 움직임 행동 설계를 제안함에 의의가 있다. 이 연구는 다양한 한계점 또한 존재하는데, 우선 영상 실험으로 인한 실험 환경 통제와 상호작용 부족이 있다. 실험 참가자가 각자의 공간에서 온라인으로 실험했기 때문에 실험 환경의 외부 변인을 통제하지 못했고, 영상 실험으로 인해 적극적인 상호작용이 어려워 실험 자극 몰입에 제한이 있을 수 있다. 두 번째 한계는 다양한 연령층을 고려하여 실험이 이루어지지 않았다는 점이다. 연령층에 따라 주거 환경이나 가족 구성원에 차이가 있고, 이런 개인의 경험은 실험 결과에 큰 영향을 줄 수 있다. 그럼에

도 불구하고 이 실험은 하나의 주거 형태를 제시하여 진행되었고, 참가자들의 연령이 20-30대로 구성되어 있어 다른 연령대의 참가자를 대상으로 실험이 진행될 경우 다른 결과가 나타날 수 있다.

따라서 후속연구에서는 연령층을 확장하여 개인의 경험에 맞는 주거 형태와 다양한 연령층으로 대상을 확장해 실험을 진행할 필요가 있으며, 적극적인 상호작용이 가능한 시나리오를 설계하여 통제된 환경에서 실험을 진행할 것을 제안한다. 이런 연구를 여러 주거 형태와 가족 구성원에 따른 로봇의 행동 설계가 가능하다면 가정용 로봇과 안전하고 편안하게 집을 공유할 수 있고, 장기적으로 로봇과 상호작용할 수 있는 일상은 조금 더 가까워질 것으로 기대된다.

6. 결론

현재 로봇은 산업과 서비스 로봇을 넘어 가정용 로봇으로 발전하고 있다. 기술적인 발전과 함께 로봇을 어떻게 설계하는 것이 사람에게 더 적합한가에 대한 부분이 동시에 연구되어야 한다. 여전히 사람들은 로봇에 대한 두려움과 부정적인 인식을 가지고 있기 때문에, 다른 로봇과 달리 보다 장기적으로 사람과 상호작용하는 가정용 로봇의 상용화를 위해선 불쾌감을 주지 않는 행동 설계가 필수적이다. 이 연구는 HCI 관점에서 로봇이 상황에 따라 어떤 움직임을 보이는 것이 좋은지 살펴보았다. 앞으로는 로봇의 행동과 관련된 사용자 경험 연구들이 많이 진행되어야 하며, 이를 바탕으로 한 로봇의 행동 설계가 필요할 것이다.

REFERENCES

- [1] IFR (24 Sep, 2020.). *IFR Press Conference*, [https://ifr.org/downloads/press2018/presentation_WR\)2020.pdf](https://ifr.org/downloads/press2018/presentation_WR)2020.pdf)
- [2] Y. K. Kim, S. S. Kwak & M. S. Kim. (2010). Effects of intergroup relations on people's acceptance of robots, *HRI'10: Proceedings of the 5th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, 107-108. DOI: 10.5555/1734453.1734495
- [3] D. Kuchenbrandt, F. Eyssel, S. Bobinger & M. Neufeld. (2013). When a robot's group membership matters, *International Journal of Social Robotics*, 5, 409-417.
- [4] Y. K. Kim, B. Mutlu. (2014). How Social Distance shapes

- human-Robot interaction, *Int. J. Human-Computer Studies*, 72, 783-795.
DOI: 10.1016/j.ijhcs.2014.05.005
- [5] Y. Kato, T. Kanda & H. Ishiguro. (2015). May I help you? Design of human-like polite approaching behavior. Proceedings of the Tenth Annual ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI'15), 35-42.
DOI: 10.1145/2696454.2696463
- [6] H. Cramer, N. Kemper, A. Amin & V. Evers. (2009). The effects of robot touch and proactive behaviour on perceptions of human-robot interactions. *HCI'09*.
- [7] Y. Zhang, V. Narayanan, T. Chakraborti & S. Kambhampati. (2015). A human factors analysis of proactive support in human-robot teaming. *International Conference on Intelligent Robots and Systems*, 3586-3593.
- [8] D. W. Lee. (2018. 7). Home service robot. *Korea Industrial Technology Promotion Association, Technology and Innovation*.
- [9] J. H. Park. (2019). User-centered service concept for home robot development. *Journal of Integrated Design Research*, 18(4), 47-62.
- [10] K. Jokinen, G. Wilcock. (2017). Expectations and first experience with a social robot. *Proceeding of the 5th International Conference on Human Agent Interaction*, Bielefeld, 511-515.
- [11] K. L. Koay, D. S. Syrdal, M. Ashgari-Oskoei, M. L. Walters & K. Dautenhahn. (2014). Social roles and baseline proxemic preferences for a domestic service robot. *Int J of Soc Robotics*, 6, 469-488.
DOI: 10.1007/s12369-014-0232-4
- [12] J. Priester, J. Cacioppo & R. Petty. (1996). The influence of motor processes on attitudes toward novel versus familiar semantic stimuli. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 22(5), 442-447.
- [13] Y. J. Jung, H. M. Kang, M. S. Yun & K. H. Han. (2019). Get it closer: Effect of the approach-avoidance experience on attitude through a touchscreen device. *Sci. Emot. Sensib*, 22(2), 17-28.
- [14] J. Goetz, S. Kiesler & A. Powers. (2003). Matching robot appearance and behavior to tasks to improve human-robot cooperation, *12th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication*, 55-60.
DOI: 10.1109/ROMAN.2003.1251796
- [15] C. Bartneck, E. A. Croft, D. Kulic & S. Zoghbi. (2008). Measurement instruments for the anthropomorphism, animacy, likeability, perceived intelligence, and perceived safety of robots. *International Journal of Social Robotics*, 71-81.
DOI: 10.1007/s12369-008-0001-3
- [16] T. Nimomiya, A. Fujita, D. Suzuki & H. Umemuro. (2015). Development of the multi-dimensional robot attitude scale: Constructs of people's attitudes towards domestic robots. *International Conference on Social Robotics*, 482-491.
DOI: 10.1007/978-3-319-25554-5_48
- [17] Y. K. Kim & B. Mutlu. (2014). How social distance shapes human-robot interaction, *International Journal of Human-Computer Studies*, 72, 783-795.
DOI: 10.1016/j.ijhcs.2014.05.005
- [18] M. Poel, D. Heylen, A. Nijholt, M. Meulemans & A. van Breemen. (2009). Gaze behavior, believability, likeability and the iCat. *AI & Society*, 24(1), 61-73.
- [19] S. Moussawi. (2016). Investigating personal intelligence agents in everyday life through a behavioral lens, CUNY Academic works.
- [20] G. Coan, Jr. (1984). Rapport: Definition and dimensions. *in NA-Advanced in Consumer Research*, 11, 333-336.
- [21] T. Nomura & T. Kanda. (2016). Rapport- expectation with a robot scale. *International Journal of Social Robotics*, 8, 21-30.
DOI: 10.1007/s12369-015-0293-z
- [22] F. Eyssel, D. Kuchenbrandt & S. Bobinger. (2011). Effects of anticipated human-robot interaction and predictability of robot behavior on perceptions of anthropomorphism. *In Proceeding of the 6th international Conference on Human-Robot Interaction*, 61-68.
- [23] K. E. Choi. (2021). *Human-robot interaction study to communicate the status and operational intentions of non-human robots: based on the bystander's perception of the color and movement of light interface*. M.A. dissertation, Yonsei University, Seoul.
- [24] T. Nomura, T. Kanda & T. Suzuki. (2006). Experimental investigation into influence of negative attitudes toward robots on human-robot interaction. *AI & Social*, 20(2), 138-150.
DOI: 10.1007/s00146-005-0012-7
- [25] T. Komatsu & S. Yamada. (2011). Adaptation gap hypothesis: How differences between users' expected and perceived agent functions affect their subjective impression. *Systemics, Cybernetics and Informatics*, 9(1), 67-74.
- [26] K. M. Mullaney, S. K. Carpenter, C. Grotenhuis & S. Burianek. (2014). Waiting for feedback helps if you want to know the answer: the role of curiosity in the delay-of-feedback benefit. *Memory & Cognition*, 42, 1273-1284.
DOI: 10.3758/s1342-014-0441-y

나 경 화(Gyoung-Hwa Na)

학사학위



- 2017년 2월 : 홍익대학교 디지털미디어디자인(미술학사)
- 2020년 3월 ~ 현재 : 연세대학교 정보대학원 UX트랙 석사과정
- 관심분야 : UX Design, HRI(Human-Robot Interaction), HMI(Human-Mobility Interaction) 등

· E-Mail : nagy230@yonsei.ac.kr

김 환 주(Hwan-Ju Kim)

[학생취업]



- 2020년 2월 : 이화여자대학교 사학과 (문학사)
- 2021년 3월 ~ 현재 : 연세대학교 정보대학원 UX트랙 석사과정
- 관심분야 : UX(User Experience), 인공지능, VUI(Voice User Interaction) 등

· E-Mail : hwanjukim930@gmail.com

강 현 민(Hyun-Min Kang)

[취업]



- 2012년 2월 : 부산대학교 심리학과(문학학사)
- 2014년 2월 : 부산대학교 심리학과(문학석사)
- 2021년 2월 : 연세대학교 심리학과(철학박사)
- 2018년 ~ 현재 : 연세대학교 정보대학원 UX트랙 전임강사

· 2021년 ~ 현재 : Able Edutech 선임 연구원

· 관심분야 : 인간공학(Human Factors), UX Design 등

· E-Mail : neets11@naver.com