사회적 및 기능적 상호작용의 균형: 가정용 로봇의 설계 및 사용자 평가

Balancing Social and Functional Interactions: Design and User Evaluation of Domestic Robot

서송아*
홍익대학교 기계공학과

Songah Seo
Dept. of Mechanical Engineering, HIU

이지연*
홍익대학교 시각디자인전공

Jiyeon Lee
Dept. of Visual Communication Design, HIU

하경민*
홍익대학교 디자인컨버전스학부

Kyeongmin Ha
Dept. of Design Convergence, HIU

유수연*
홍익대학교 목조형가구학과

Suyeon Ryu
Dept. of Woodworking & Furniture Design, HIU

장윤아*
홍익대학교 디자인컨버전스학부

Yun A Jang
Dept. of Design Convergence, HIU

최민준*
홍익대학교 디자인컨버전스학부

Minjun Choi
Dept. of Design Convergence, HIU

박기철**
홍익대학교 기계시스템디자인공학과 교수

Kicheol Pak
Professor, Dept. of MSDE, HIU

• Key words: Human-robot interaction, Domestic robot, User evaluation, Design, Design engineering

1. Introduction

최근 가정용 로봇의 경우, 기능 중심형 로봇과 소셜 로봇 간의 양분화가 뚜렷하게 나타나고 있다. 가정용 로봇의 종류는 로봇 청소기, 잔디 깎기 로봇 등의 기능 중심형 로봇과 가정 내 AI 어시스턴트 겸 정서적 지지를 위한 소셜 로봇이 존재한다. 기능적으로 특화된 로봇의 경우 청소와 같은 물리적인 업무를 담당하며 정서적 지지를 위한 로봇은 주로 가정 내 전반적인 디지털 디바이스 관리, IOT 등으로 비물리적인 업무를 담당하고 있다. Lee(2021)는 가정용 로봇을 "가정용/개인용 비소셜 서비스 로봇"과 "가정용/개인용 소셜 서비스 로봇"으로 구분했으며, Mahdi et al.(2022)는 344개 소셜 로봇을 분석한 결과, 이들은 주로 사회적 상호작용에 중점을 두고 있지만 실용적 가정 업무 수행에는 한계가 있는 것으로 확인했다[1] [2]. Gao et al.(2025)는 소비자들이 소셜 로봇에서 사회적 기능뿐만 아니라 집안일과 같은 기능적 지원과 실용적 이익을 동시에 기대한다고 밝혔으나 현재로서는 둘 모두를 충족하는 로봇의 수가 적음을 이야기했다[3].

[표 1] Examples of Social and Functional Robots.

Category	Kuri	Jibo	labrador	Codezero m9
Image				
Robot Type	Social	Social	Functional	Functional
Main Function	Emotional Interaction, Home Assistant	Conversational Communication, Information Delivery, Smart Home Control	Object Delivery, Automatic Serving, Care Support	Indoor Cleaning, Autonomous Driving

[1] Lee, I, 2021

[2] Mahdi et al., 2022

[3] Gao et al., 2025

실제로 Jibo, Kuri, Cozmo와 같은 기능적 측면이 상대적으로 부족한 순수 소셜 로봇들의 연이은 시장 실패가 이를 뒷받침한다[4]. 이러한 연구결과들은 가정용 로봇이 기능적 측면 혹은 사회적 측면 한 가지만으로는 충분하지 않으며 두 요소가 통합된 가정용 로봇이 필요함을 시사한다. Young et al.(2009)의 연구는 기술적 완성도만으로는 가정용 로봇의 수용을 보장할 수 없음을 강조하며, 사회 심리학적 통찰을 적용하여 수용 가능한 가정용 로봇 개발을 위해서는 로봇의 기술적 능력과 사회적 지능이 반드시 함께 고려되어야 한다고 주장했다[5]. 연구들을 종합해 보면, 사용자가 기대하는 로봇은 사회적 상호작용(감정표현, 정서적 지지 등 사용자와의 정서적 교류를 중심으로 하는 상호작용)과 기능적 상호작용(청소·운반 등 특정 과업 수행을 중심으로 하는 상호작용)을 모두 포함하고 있는 통합형 로봇이라는 점을 알 수 있다. 따라서 본 연구는 사회적-기능적 상호작용의 비율에 따른 인지된 사용자 만족도의 변화 양상을 체계적으로 분석하고, 두 기능이 서로에게 미치는 상호작용 효과를 규명하여 효과적인 통합형 가정용 로봇 설계를 위한 실증적 근거를 제공하고자 한다.

2. Method

2-1. Hardware

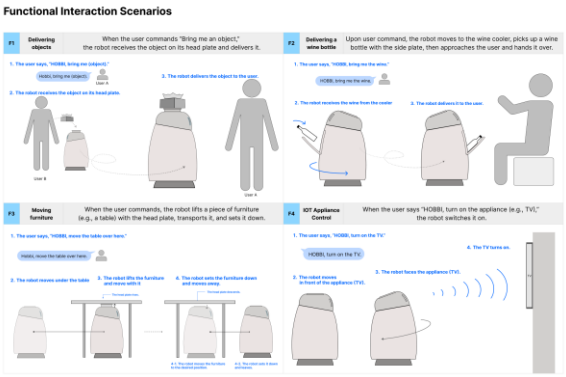
본 연구에서는 사회적 상호작용과 기능적 상호작용을 모두 수행 가능한 “Hobbi”라는 로봇을 디자인하고 프로토타입을 제작하여 실험을 진행하였다. Hobbi의 전체 외형은 [그림 1]과 같으며 총 6자유도의 구조로 크게 머리, 바디, 사이드 플레이트, 주행부 파트로 나뉘어진다.

[그림 1] Overall appearance of HOBBI.

본 연구에서 설계한 사회적-기능적 상호작용 시나리오에 해당하는 인터랙션 수행을 위해 직접 구동 가능한 하드웨어 시스템을 구성하였다. 시스템 제어를 위해 Arduino Mega 2560을 메인 MCU로 사용했으며, PS2 무선 컨트롤러를 통한 실시간 제어가 가능하도록 구현하였다. Hobbi는 총 6개의 액추에이터로 구성되며, 이 중 4개의 Dynamixel 서보 모터는 각각 head lift, head rotate, body swing, side plate 동작을 담당하여 다양한 기능 및 소셜 인터랙션 표현이 가능하게 한다. 주행부는 2개의 BLDC in-wheel motor를 사용했으며, 전·후진, 좌우 회전, 제자리 회전이 가능하도록 하였다. 또한 dot matrix LED 모듈을 사용하여, 시나리오에 따라 로봇의 다양한 눈 표정을 실시간으로 출력할 수 있도록 구현하였다.

2-2. Scenarios & Stimuli

본 연구는 인간-로봇 상호작용(Human-Robot Interaction)에서 로봇의 사회적-기능적 상호작용 비율이 사용자 반응에 미치는 영향을 탐색하기 위해 설계되었다. 기존 문헌에서 강조된 사용자 선호 서비스 유형 및 로봇의 표현적 행동의 중요성을 반영하여 구성하였다. Ezer et al., 2009에서 기능적 상호작용 중 사용자에게 가장 선호된 것은 물건 가져다 주기와 같은 실용적 상호작용이었다. 따라서 와인, 책상, 작은 소품 등을 가져다주기와 TV 켜주기 같은 실용적 시나리오를 실험에 반영하였다[6]. Venture & Kulić, 2019에서는 감정 표현, 비언어적 소통은 HRI의 질을 크게 향상시키는 것이 확인되었다[7]. 따라서 사회적 상호작용에서는 칭찬에 대한 반응, 이름을 부를 때 비언어적으로 반응하기, 함께 춤추기와 같은 시나리오를 구성하였다. 총 8가지의 기능적-사회적 행동요소의 비율을 조합하여 [표 2]와 같은 5가지 시나리오를 제작하였다 [그림 2~3]. 각 시나리오별 사용자 반응 패턴을 정리하여 로봇 서비스 설계에 있어 기능적-사회적 상호작용 균형의 중요성을 실증적으로 검증하였다.



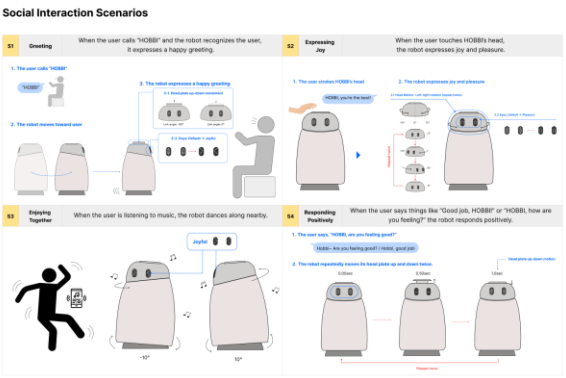
[그림 2] Illustration of Functional Scenario.

[4] Hoffman, 2019

[5] Young et al., 2009

[6] Ezer et al., 2009

[7] Venture & Kulić, 2019



[그림 3] Illustration of Social Scenario.

[표 2] Scenarios descriptions of 5 Social and Functional Interaction.

Scenario	Type	Title
1	F1	Delivery objects
	F2	Delivery a wine bottle
	F3	Moving furniture
	F4	IOT Appliance Control
2	S1	Greeting
	F2	Delivery a wine bottle
	F1	Delivery objects
	F4	IOT Appliance Control
3	S1	Greeting
	F2	Delivery a wine bottle
	F4	IOT Appliance Control
	S3	Enjoying Together
4	S1	Greeting
	S2	Expressing Joy
	S4	Responding Positively

실험은 실제 로봇을 이용하되, 사전 촬영된 영상을 피실험자에게 제시하는 영상 기반 시뮬레이션 방식으로 진행하였다. 로봇 프로토타입과의 실시간 상호작용에서 발생할 수 있는 외부 변수(기계적 소음, 오작동, 반응 지연 등)를 통제하기 위함이다. Frid et al. (2018)와 Sauer & Sonderegger (2009)에서는 로봇의 소음, 낮은 완성도의 프로토타입 등 로봇의 구현도가 부족함에 따라 피실험자가 부정적이고 회피적인 편향 결과를 보이는 것을 밝혔다[8] [9]. 반면, Woods et al. (2006)는 실시간 인터랙션과 영상 자극을 비교하는 실험에서 영상기반 방법론의 신뢰성을 입증하였기에, 외생변수를 통제하고 순수한 HRI 반응을 도출하기 위해 영상 기반 시뮬레이션 방식을 활용하고자 한다[10].

2-3. Questionnaires

참가자들의 로봇에 대한 인식을 다차원적으로 평가하기 위해 기존 HRI 연구의 측정 도구들을 참고하여 9개 문항의 설문지를 개발하였다. 소셜 측면의 평가를 위해서는 Chen et al. (2023)의 로봇 사회적 존재감 측정 연구를, 기능적 측면의 평가를 위해서는 Schneiders et al. (2021)과 Pham et al. (2017)의 가정용 로봇 사용성 연구 및 Davis (1989)의 기술수용모델(Technology Acceptance Model)을 참고하였다. 전반적 만족도 측면에서는 De Graaf et al. (2019)의 가정용 소셜 로봇 수용 모델을 활용하였다[11] [12] [13] [14] [15]. 이러한 선행 연구들을 바탕으로 소셜, 기능적, 전반적 측면을 각각 3문항씩 총 9문항으로 구성된 사용자 평가 설문지를 개발하였다 [표 3]. 모든 문항은 9점 리커트 척도로 측정하였다.

[표 3] Survey Questionnaires for User Evaluation.

Type	Questionnaires
Social Dimension	"I feel that this robot is interested in me." "This robot seems to affect my mood." "This robot seems to understand my feelings well."
Functional Dimension	"This robot would be helpful in daily life." "This robot would be easy to use." "It would be easy to make this robot do what I want."
Overall	"I would like to have this kind of robot at home." "I would recommend this robot to people around me." "People would find this robot interesting."

3. Results

실험은 참가자들이 온라인 설문 플랫폼을 통해 5가지 시나리오 영상을 시청한 후 본 연구에서 설계한 설문지에 응답하였다. 총 56명 (여성 = 42명, 남성 = 14명; 연령 범위 22 ~ 28세)의 응답을 수집하였으며, 모든 참가자로부터 실험 참여 및 연구 목적의 데이터 수집에 대한 사전 동의를 받았다. 실험 결과의 통계적 분석을 위해 세 가지 방법을 사용하였다. 먼저, 동일 피험자에게 여러 조건에서 반복 측정된 데이터를 분석하기 위해 반복측정 분산분석(Repeated Measures ANOVA)을 적용하였으며, 조건 간 변화의 형태가 단순한 차이인지, 선형 또는 곡선 패턴을 따르는 지 확인하기 위해 다항 대비 분석(Polynomial Contrast Analysis)을 수행하였다. 또한, 여러 예측변수가 결과 변수에 미치는 영향을 동시에 고려하고, 변수 간 상호작용 효과를 분석하기 위해 최소제곱법(OLS: Ordinary Least Squares)을 기반으로 한 다중회귀분

[8] Frid et al., 2018

[9] Sauer & Sonderegger, 2009

[10] Woods et al., 2006

[11] Chen et al., 2023

[12] Schneiders et al., 2021

[13] Pham et al., 2017

[14] Davis, 1989

[15] De Graaf et al., 2019

석(Multiple Regression with Interaction Terms)을 활용하였다.

3-1. H1: 사회적 상호작용과 기능적 상호작용이 균형 잡혔을 때 사용자 만족도가 높을 것이다.

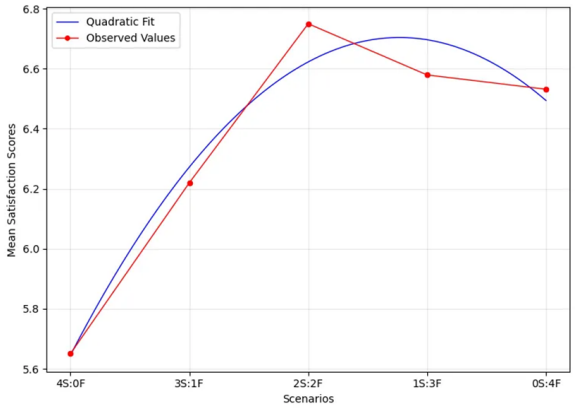
가설 1 (사회적 상호작용과 기능적 상호작용이 균형 잡힌 비율에서 사용자 만족도가 높을 것이다)을 검증하기 위해 반복측정 분산분석을 실시하였다. 분석 결과, 시나리오 간 만족도에 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다 ($F = 35.10$, $p < 0.001$). 이는 사회적-기능적 상호작용 비율에 따라 사용자 만족도가 유의하게 달라짐을 의미한다. 효과크기는 큰 수준으로, 사회적-기능적 상호작용 비율이 사용자 만족도 변량의 39.0%를 설명하는 것으로 나타났으며, 인터랙션 비율이 사용자 만족도에 실질적으로 중요한 영향을 미친다는 것을 시사한다.

[표 4] Repeated Measures ANOVA Results.

Type	df	F	P	$\eta^2 p$
RM ANOVA	4.0, 220.0	35.10	< 0.001	0.390

df (degrees of freedom): 변동을 추정하는 데 사용되는 독립적인 값의 개수.
F (F-statistic): 집단 간 평균 차이의 통계적 유의성을 검정하기 위한 통계량.
p (p-value): 관찰된 결과가 우연에 의해 발생할 확률.
$\eta^2 p$ (partial eta squared): 독립변수가 종속변수 분산에 기여하는 비율을 나타내는 효과크기 지표.

이후 H1에서 제시한 균형 잡힌 비율에서의 만족도가 높음을 보이는 역 U자 관계의 존재 여부를 확인하기 위해서 추가적으로 다항 대비 분석을 실시하였다[표 4]. 분석 결과, 유의한 이차 항 관계가 확인되었다($t(55) = 6.972$, $p < 0.001$). 이는 사회적-기능적 상호작용 비율에 따른 만족도 변화가 선형이 아닌 곡선 형태를 보이며, 특히 중간 지점에서 높고 양 극단에서 낮은 역 U자 패턴임을 의미한다[그림 4].



[그림 4] Polynomial Contrast Analysis Results.

[표 5] Polynomial Contrast Analysis Results.

Polynomial Contrast	t	p
Quadric	6.972	< 0.001

다항 대비 분석을 통해 전체적인 역 U자 패턴이 확인되었으나, 구체적으로 어느 시나리오 간에 유의한 차이가 있는지 확인하기 위해 Tukey HSD 사후검정을 실시하였다[표 6]. 분석 결과, 2S2F - 4S0F, 1S3F - 4S0F, 0S4F - 4S0F 간에 유의한 차이가 나타났다. 다항 대비 분석을 통해 확인된 역 U자 패턴은 소셜-기능적 요소가 균형을 이룰 때 사용자 만족도가 높을 것이라는 가설과 일치한다. 4S0F와 다른 시나리오 간의 유의한 차이는 극단적인 사회적 상호작용 중심 설계의 한계를 보여주며, 기능적 요소와 사회적 요소의 혼합의 중요성을 강조한다. 또한 이외 인접한 시나리오들 간 차이가 유의하지 않은 것은 만족도 변화가 급격하지 않고 점진적임을 보여준다. 따라서 이러한 결과는 H1 가설을 지지하는 것으로 해석된다.

[표 6] Tukey HSD Results.

Group 1	Group 2	p-adj	Significant
4S0F	3S1F	0.254	False
4S0F	2S2F	0.001	True
4S0F	1S3F	0.009	True
4S0F	0S4F	0.016	False
3S1F	2S2F	0.325	False
3S1F	1S3F	0.703	False
3S1F	0S4F	0.800	False
2S2F	1S3F	0.974	False
2S2F	0S4F	0.937	False
1S3F	0S4F	1.000	False

3-2. H2: 사회적 상호작용과 기능적 상호작용은 서로 정적 상호작용 효과를 줄 것이다.

가설 2 (로봇의 사회적 및 기능적 상호작용이 사용자 만족도에 정적 상호작용 효과를 줄 것이다)는 다음과 같은 두 개의 세부가설로 구성되며, 정적 상호작용 효과는 한 상호작용 요소가 다른 상호작용 요소에 대한 만족도를 증가시키는 효과를 의미한다.

- H2a: 사회적 상호작용 요소가 기능적 상호작용 만족도에 정적 상호작용 효과를 줄 것이다.
- H2b: 기능적 상호작용 요소가 사회적 상호작용 만족도에 정적 상호작용 효과를 줄 것이다.

위 가설을 검증하기 위해 최소제곱법을 기반으로 한 다중회귀분석을 수행하였으며, 다음과 같은 회귀모델을 설정하였다.

- H2a Model: Functional Satisfaction= $\beta_0 + \beta_1$(Social Count) + β_2(Functional Count) + β_3(Social Count × Functional Count) + ε
- H2b Model: Social Satisfaction= $\beta_0 + \beta_1$(Functional Count) + β_2(Social Count) + β_3(Functional Count × Social Count)+ ε

H2a의 회귀모델의 유의성 ($R^2 = 0.199$, $p < 0.001$)과 모든 계수의 유의성($\beta_3 = 0.241$, $p < 0.001$)이 모두 확인되었다. 사회적 상호작용 수(Social Count)가 많을수록 기능적 상호작용 만족도도

증가하였으며, 상호작용 항 역시 유의하여 로봇의 사회적 상호작용은 기능적 상호작용에 대한 인지적 평가를 강화하였다. 따라서 사용자가 로봇과 감정이 연결되면 기능도 더 좋아 보인다는 것을 확인하였다.

- Functional Satisfaction = 0.662 + 1.563(Functional Count) + 1.085(Social Count) + 0.260(Functional Count× Social Count) ($p < 0.001$)

[표 7] Regression Coefficients and Model Statistics of H2a.

R^2	F	P	β_0	β_1	β_2	β_3
0.199	34.306	<0.001	0.667	1.586	1.081	0.241

β_0*** ($p < .001$), β_1*** ($p < .001$), β_2*** ($p < .001$), β_3*** ($p < .001$)

반면, H2b 의 회귀모델은 유의하지 않았고 (R^2= 0.016, p = 0.111) 상호작용 항 또한 유의하지 않았다 (β_3 = 0.051, p = 0.111). 기능적 상호작용은 사회적 상호작용 만족도에 별다른 영향을 주지 않았다. 따라서 사회적 상호작용 만족도는 기능적 상호작용과는 상대적으로 독립적으로 형성되며, 로봇에 대한 사용자의 정서적 반응은 실용적 성능 보다는 전반적인 상호작용 자체의 질에 더 의존하는 것으로 해석된다.

- Social Satisfaction = 0.658 + 1.387(Social Count) + 1.244(Functional Count) + 0.051(Social Count× Functional Count) (p = 0.111)

[표 8] Regression Coefficients and Model Statistics of H2b.

R^2	F	P	β_0	β_1	β_2	β_3
0.016	2.220	=0.111	0.658	1.387	1.244	0.051

β_0*** ($p < .001$), β_1*** ($p < .001$), β_2*** ($p < .001$)

H2 가설 검증과 더불어, 본 연구에서는 전체 만족도에 대한 소셜-기능 간의 상대적 기여도를 정량적으로 분석하기 위해 소셜 만족도와 기능적 만족도에 대한 추가적인 회귀분석을 실시하였고 다음과 같은 결과가 도출되었다($F = 444.57$, $p < 0.001$, $R^2 = 0.762$).

[표 9] Overall Regression Coefficients and Model Statistics.

R^2	F (2, 277)	p	β_0	β_1
0.762	444.58	< 0.001	0.664	0.991

β_0*** ($p < .001$), β_1*** ($p < .001$)

- User Satisfaction = 0.664 × Social Satisfaction + 0.991 × Functional Satisfaction

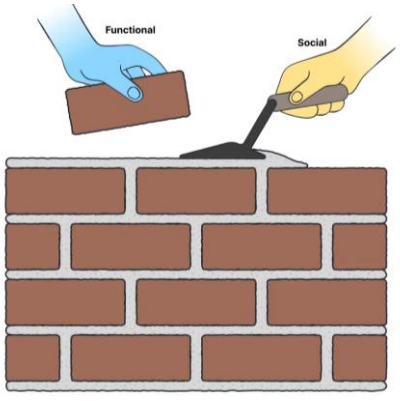
분석 결과에 따르면 functional dimension 의 표준화 회귀계수(β = 0.991, t = 18.378, $p < 0.001$)가 social dimension 의 표준화 회귀계수(β = 0.664, t = 12.309, $p < 0.001$)보다 높게 나타났다. 이는 전체 만족도에 있어 기능적 상호작용 요소의 영향력이 더 크다는 것을 의미한다. 하지만 사회적 상호작용 요소도 유의한 영향력을 가지므로, 둘 다 고려하는 것이 필요하다.

4. Implications

본 연구의 결과는 가정용 로봇 개발 및 상용화 과정에서 활용할 수 있는 구체적인 전략적 로봇 개발 접근법을 제공한다. 로봇 상호작용 설계에 있어 사회적 상호작용과 기능적 상호작용 요소의 비율이 사용자 만족도에 미치는 영향을 실증적으로 분석한 결과, 두 요소의 균형이 가장 높은 만족도를 유도하는 '역 U자형' 패턴이 나타났다. 이는 로봇 개발 시 사회적 상호작용과 기능적 상호작용의 비율을 균형 있게 통합하는 것이 최적의 디자인임을 시사한다. 특히 극단적인 사회적 상호작용 중심 설계(4SOF)는 오히려 사용자 만족도를 저해하는 것으로 나타나, 두 영역의 조화로운 통합이 필수적임을 강조한다.

4-1. Social and Functional Interaction

H2 검증 결과, 사회적 상호작용 요소는 기능적 상호작용 만족도에 정적 상호작용 효과를 보였다. 이는 기능 중심 로봇에도 적절한 사회적 상호작용 요소를 추가하는 것이 사용자 경험을 향상시킬 수 있음을 시사한다. 가설 검증과 더불어 실시한 전체 사용자 만족도에 대한 회귀분석 결과, 기능적 상호작용 요소가 사용자 만족도의 핵심 요소이면서도, 사회적 상호작용 요소 또한 전체 만족도에 유의미하게 기여함을 확인하였다. 인터뷰에서도 이러한 정량적 분석을 뒷받침하는 증언이 이어졌다. 한 참여자는 "로봇이 완전한 사람은 아니기 때문에, 오히려 귀여움이나 유대감 같은 먼이 더 중요하게 느껴진다" 고 답했으며, 이는 기능적 완전성에 대한 현실적 한계를 인정하면서도, 사회적 상호작용 요소가 이러한 한계를 보완할 수 있는 중요한 역할을 한다는 점을 시사한다. 또 다른 참여자는 "일을 시켰을 때 대답 없이 바로 가는 것보다, 반응해주는 게 좋다" 고 말하며, 단순 명령 수행을 넘어서는 의사소통에 대한 기대를 표현하였다. 특히 "같은 일을 해도 표정을 짓거나 상호작용하는 로봇이 더 잘해주는 것처럼 느껴진다" 는 답변은 소셜 반응이 기능 인식과 기대에 직접적인 영향을 미칠 수 있음을 의미하며, 두 요소가 상호보완적으로 작용함을 강조한다. 따라서 로봇 개발 전략은 '기능적 상호작용 기반 + 사회적 상호작용 보조' 접근법을 채택해야 한다. 마치 벽돌 사이에 시멘트를 발라주어 더 견고하게 만들어주듯이 기능적 상호작용 사이에 사회적 상호작용을 배치하여 전체 사용자 만족도를 증진시켜주는 접근법이라고 말할 수 있다. 이는 기능 위주의 설계에 사회적 상호작용 요소를 단순 추가하는 방식이 아니라, 초기 기획 단계부터 두 영역의 시너지 효과를 고려한 통합적 접근이 필요하다는 것을 의미한다.



[그림 5] Social-Functional Integration.

5. Limitations & Future Research

본 연구는 다음과 같은 한계를 가진다. 첫째, 실제 로봇과의 물리적 상호작용이 아닌 영상 기반 평가로 실험이 진행되었기 때문에, 로봇의 크기나 공간적 존재감이 사용자 인식에 충분히 반영되지 않았을 수 있다. 둘째, 본 연구는 특정 형태와 기능을 지닌 로봇을 대상으로 진행되었기 때문에, 연구 결과를 모든 유형의 로봇에 일반화하기에는 제한이 있다. 로봇의 외형, 크기, 이동 방식 등의 특성에 따라 다른 로봇의 최적의 사회적-기능적 상호작용 비율과 상호작용 패턴이 달라질 수 있다. 이러한 한계점들을 바탕으로 후속 연구에서는 다양한 로봇 플랫폼을 대상으로 한 교차 검증 연구, 실제 사용 환경에서의 종단 연구가 추가적으로 필요하다. 또한 문화적 배경이나 연령대에 따른 차이, 그리고 장기간 사용에 따른 만족도 변화 패턴에 대한 연구도 로봇 상용화를 위한 핵심적인 과제가 될 것이다.

참고문헌

- Chen, N., Liu, X., Zhai, Y., & Hu, X. (2023). Development and validation of a robot social presence measurement dimension scale. Scientific Reports, 13(1), 2911.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. MIS Quarterly, 13(3), 319-340.
- De Graaf, M. M., Ben Allouch, S., & Van Dijk, J. A. (2019). Why would I use this in my home? A model of domestic social robot acceptance. Human–Computer Interaction, 34(2), 115-173.
- Ezer, N., Fisk, A. D., & Rogers, W. A. (2009, October). More than a servant: Self-reported willingness of younger and older adults to having a robot perform interactive and critical tasks in the home. In Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting (Vol. 53, No. 2, pp. 136-140). Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications.
- Frid, E., Bresin, R., & Alexanderson, S. (2018). Perception of mechanical sounds inherent to expressive gestures of a nao robot-implications for movement sonification of humanoids. Sound and music computing, 43-51.
- Gao, Y., Chang, Y., Yang, T., & Yu, Z. (2025). Consumer acceptance of social robots in domestic settings: A human-robot interaction perspective. Journal of Retailing and Consumer Services, 82, 104075.
- Hoffman, G. (2019). Anki, Jibo, and Kuri: What we can learn from social robots that didn't make it. IEEE Spectrum, 1(05), 2019.
- Lee, I. (2021). Service robots: a systematic literature review. Electronics, 10(21), 2658.
- Mahdi, H., Akgun, S. A., Saleh, S., & Dautenhahn, K. (2022). A survey on the design and evolution of social robots—Past, present and future. Robotics and Autonomous Systems, 156, 104193.
- Pham, T. X. N., Hayashi, K., Becker-Asano, C., Lacher, S., & Mizuuchi, I. (2017, August). Evaluating the usability and users' acceptance of a kitchen assistant robot in household environment. In 2017 26th IEEE international symposium on robot and human interactive communication (RO-MAN) (pp. 987-992). IEEE.
- Sauer, J., & Sonderegger, A. (2009). The influence of prototype fidelity and aesthetics of design in usability tests: Effects on user behaviour, subjective evaluation and emotion. Applied ergonomics, 40(4), 670-677.
- Schneiders, E., Kanstrup, A. M., Kjeldskov, J., & Skov, M. B. (2021, May). Domestic robots and the dream of automation: Understanding human interaction and intervention. In Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (pp. 1-13).
- Venture, G., & Kulić, D. (2019). Robot expressive motions: a survey of generation and evaluation methods. ACM Transactions on Human-Robot Interaction (THRI), 8(4), 1-17.
- Woods, S. N., Walters, M. L., Koay, K. L., & Dautenhahn, K. (2006, September). Methodological issues in HRI: A comparison of live and video-based methods in robot to human approach direction trials. In ROMAN 2006-the 15th IEEE international symposium on robot and human interactive communication (pp. 51-58). IEEE.
- Young, J. E., Hawkins, R., Sharlin, E., & Igarashi, T. (2009). Toward acceptable domestic robots: Applying insights from social psychology. International Journal of Social Robotics, 1, 95-108.