

인공지능 안내 로봇 서비스 만족도와 품질 속성 분석

An Analysis of Quality Attributes and Service Satisfaction for Artificial Intelligence-based Guide Robot

조미영[†] · 김재홍¹ · 이대하¹ · 장민수¹

Miyoung Cho[†], Jaehong Kim¹, Daeha Lee¹, Minsu Jang¹

Abstract: Guide robots that provide services in public places have recently emerged as a non-face-to-face solution with the spread of COVID-19 and are growing. However, most guide robots provide only the same level of intelligence and the same interaction in different and changing environments. Therefore, its usefulness is limited and customers' interest is quickly lost. To solve this problem, it is necessary to develop social intelligence that can improve the robot's environment and situational awareness performance, and to continuously maintain customer interest by providing personalized and situational services. In this study, we developed guide robot services based on social HRI components that provides multi-modal context-aware. We evaluated service usefulness by measuring user satisfaction and frequency of use of the service through the survey. We analyzed the service quality attributes to identify the differentiating factors of guide robot based on social HRI components.

Keywords: Guide Robot, User Satisfaction, Service Quality Attribute, Kano Model, Timko Model

1. 서 론

공공장소에서 서비스를 제공하는 로봇(Public Relation Robots)은 최근 들어 코로나19의 확산과 함께 비대면 솔루션으로 급부상하여 성장하고 있다^[1]. 하지만 현재 로봇 기술은 상이하고 변화하는 환경에서도 동일한 수준의 지능만을 보여주고 동일한 방식의 상호작용만 제공함에 따라 활용성이 제한적이라는 한계가 있다. 결국 이러한 한계로 인해 로봇 도입 초반에 보였던 높은 기대와 달리 후반기로 갈수록 사용자의 관심이 빠르게 떨어지고 있다. 이를 해결하기 위해 로봇의 환경과 상황 인식 성능을 개선하여 사용자의 신뢰도를 높이고, 개인과 상황 맞춤 서비스 제공을 통해 지속적으로 사용자 관심을 유지할 수

있는 핵심 기술개발이 필요하다.

서비스 로봇 사용성과 관련된 사용자 기대 경험에 대한 요인 분석에 따르면 사용자는 '지능화를 통한 사용 맥락 맞춤 지원성'에 대한 기대 즉, 지능화를 통해 배우고 예측하여 사용 맥락에 적합한 도움을 지원해주기를 기대하는 것으로 나타났다. 다시 말해, 사용자의 명령 없이도 사용자의 상황이나 환경에 맞추어 필요한 지원을 제공하거나 제시해주기를 기대하는 것으로 조사되었다^[2].

최근 연구에 따르면 소셜 로봇 상용화 실패의 원인 중 하나로 지속적인 관심 유지(Long-term Engagement)를 위한 기술 서비스의 부족을 들고 있다^[3]. 여기서 로봇 장기 사용을 중단하는 이유를 세부적으로 살펴보면 '개인화 부족', '소셜 능력 부족'이 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 결론적으로 사용자 기대 경험을 만족시키고 사용자가 로봇을 지속적으로 사용하도록 하기 위해서는 '다양한 지능 및 성능 수준 확보', '개인화', '소셜 능력'이 필수적으로 요구되고 있는 실정이다^[4].

본 연구에서는 멀티모달 상황인지형 소셜 HRI를 제공하는 인공지능 안내 로봇 서비스를 개발하고 실환경 검증을 통해 인공지능 안내 로봇의 서비스에 대한 품질 속성을 분류했다. 그리고 적용된 인공지능 기술이 서비스 만족도에 미친 영향과

Received : Nov. 28. 2022; Revised : Jan. 10. 2023; Accepted : Jan. 12. 2023

※ This work was partly supported by Institute of Information & Communications Technology Planning & Evaluation (IITP) grant funded by the Korea government (MSIT) (No.2020-0-00842, Development of Cloud Robot Intelligence for Continual Adaptation to User Reactions in Real Service Environments, 50%) and by Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI) (No.21YS2200, Personalized Concierge Robot for ETRI Visitors, 50%)

1. Principal Researcher, ETRI, Daejeon, Korea (jkim504, bigsum, minsu@etri.re.kr)

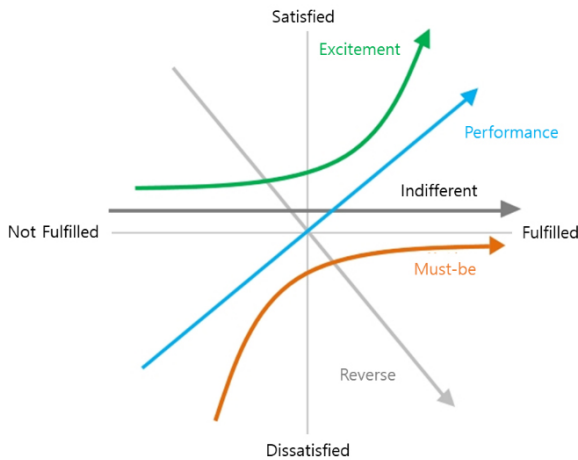
† Senior Researcher, Corresponding author: ETRI, Daejeon, Korea (mycho@etri.re.kr)

서비스 품질 개선을 위한 요인을 분석하고자 했다. 주요 로봇 서비스 및 기능에 대한 만족도와 사용빈도를 측정해 서비스 유용성을 분석하고, Kano 모델 기반 인공지능 안내 로봇의 서비스 품질 분류를 통해 인공지능 기술의 적용에 따른 차별화된 요인을 규명하고자 했다. 마지막으로 Timko의 고객만족지수 분석방법을 통해 Better 지수와 Worse 지수를 도출하여 로봇 품질 개선을 위한 서비스 전략을 마련하고자 했다.

2. 관련연구

2.1 Kano 모델

Kano 모델은 제품 및 서비스가 고객 만족에 영향을 주는 품질을 측정하기 위한 도구로 다양한 분야의 실증 연구에 의해 활용되고 있다¹⁵⁻⁸⁾. Kano 모델에서는 서비스 품질 만족과 불만족에 미치는 요인이 다르다는 이원적 개념을 바탕으로 품질요소의 충족에 따른 고객의 만족 및 불만족 변화를 기준으로 [Fig. 1]과 같이 품질요인을 분류한다.



[Fig. 1] Kano model

[Table 1] Two dimensions table of quality

Customer requirements		Dysfunctional form of the question				
		Like	Must-Be	Neutral	Live With	Dislike
Function al form of the question	Like	Q	A	A	A	O
	Must-Be	R	I	I	I	M
	Neutral	R	I	I	I	M
	Live With	R	I	I	I	M
	Dislike	R	R	R	R	Q

Note: A-Attractive; O-One Dimensional; M-Must-Be; I-Indifferent; R-Revers; Q-Questionable result

Kano의 품질요소 분류를 위해 각 항목별로 긍정적 질문과 부정적 질문을 동시에 하고 이에 대한 응답을 [Table 1]과 같은 평가표에 따라 값을 매기며, 항목별 최빈값을 보이는 유형으로 최종 품질 속성을 평가한다⁹⁾.

Kano 모델에 의한 품질요인 특성은 6가지로 분류되는데 각 특성은 다음과 같다. ‘매력적 품질(A)’은 충족이 되면 만족감을 주지만, 충족되지 않더라도 크게 문제가 되지 않는 품질요소를 의미한다. ‘일원적 품질(O)’은 충족되면 만족하고, 충족되지 않으면 불만족하게 되는 품질요인으로, 충족의 정도와 고객만족의 정도가 정비례하는 요소이다. ‘당연적 품질(M)’은 충족이 되지 않으면 불만족을 야기하지만 충족이 되더라도 만족에는 크게 영향을 미치지 않는 속성이다. ‘무관심 품질(I)’은 충족의 여부와 상관없이 만족과 불만족을 일으키지 않는 속성이다. ‘역품질 요인(R)’은 충족이 되면 불만을 일으키고, 충족이 되지 않으면 만족하는 속성을 의미한다. 마지막으로 ‘회의적 품질 요인 혹은 불성실 답변(Q)’는 충족 여부와 상관 없이 모두 만족하는 경우이다.

2.2 Timko 고객만족지수

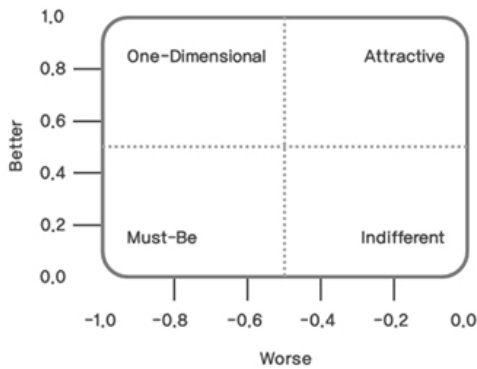
Kano 모델은 긍정적 질문과 부정적 질문을 통해 품질 특성을 분류하고, 이 결과에서 최빈값을 가지는 속성으로 요인을 판정한다. 이에 최빈값과 큰 차이가 없는 품질 속성은 고려하지 못하는 한계가 있다. 본 연구에서는 이를 극복하고자 Timko 모델을 사용했다.

Timko 모델¹⁰⁾에서는 Better 지수와 Worse 지수를 통해 품질 특성 요인을 분석한다. Better 지수는 특정 속성이 고객의 욕구를 충족하게 될 때, 고객만족을 증가시킬 수 있는 기대수준을 의미하고 Worse 지수는 특정 속성을 충족시킬 때 고객 불만을 감소시킬 수 있는 기대수준을 의미한다. Kano 품질 분류를 이용해 Timko 모델의 Better 지수와 Worse 지수는 [Table 2]와 같이 측정한다.

Better 지수가 +1, Worse 지수가 0인 경우 서비스 품질이 충족될 때 사용자 만족도가 가장 높게 증가하는 항목으로 매력적 품질이 이에 해당한다. Better 지수가 0, Worse 지수가 -1인 경우는 서비스 품질에 만족해도 만족도는 높아지지 않으나 충족되지 않으면 만족도가 낮아지는 항목으로 당연적 품질이 이에 해당한다. 그 외 Better 지수가 +1, Worse 지수가 -1인 경우는 일원적 품질, Better 지수가 0, Worse 지수가 0인 경우는 무관심 품질로 이를 좌표평면으로 나타내면 [Fig. 2]와 같다.

[Table 2] Customer satisfaction coefficient

Better index	Worse index
$(A + O) / (A + O + M + I)$	$(O + M) / (A + O + M + I)^{-1}$



[Fig. 2] Classification chart of Timko quality characteristics

[Table 3] Service quality attribute of robot^[12]

Construct	Definition
Tangibles	Appearance of physical facilities, equipment, and communication materials
Reliability	Ability to perform the promised service dependably and accurately
Responsiveness	Willingness to help customers and provide prompt service
Assurance	Knowledge and courtesy feature of robots and their ability to convey trust and confidence
Empathy	Caring and individualized attention and robots provide to its customers

2.3 로봇 서비스 품질

서비스 품질이란 이용자가 기대하는 서비스 수준과 지각된 서비스 수준의 차이로 결정되는 개념으로 Parasuraman^[11]은 지각과 기대간의 차이라고 정의하고 있다. 이를 기반으로 Chiang^[12]은 서비스 로봇의 서비스 품질 분석을 위해 5가지 항목(유형성, 신뢰성, 반응성, 확신성, 공감성)을 제안했으며, 이에 대한 세부내용은 [Table 3]과 같다. 본 논문에서는 외형적인 품질 속성인 유형성을 제외하고 사용자와 상호작용 요인인 HRI를 추가해 로봇 서비스 품질 속성 대상을 선정했다^[13].

3. 로봇 시스템

3.1 하드웨어 플랫폼

실험을 위한 인공지능 안내 로봇으로 한컴 로보틱스의 ‘엘리젠’ 플랫폼을 활용했다([Fig. 3] 참고). ‘엘리젠’ 플랫폼은 터치 스크린을 활용한 서비스 제공이 가능하고 로봇 헤드의 움직임과 얼굴 표정 변화를 통한 감정 표현이 가능해 다양한 형태로 사용자와 상호작용 기술을 적용할 수 있다. 뿐만 아니라 영상 인식과 음성 인식을 통해 소셜 HRI가 가능하고 리더



[Fig. 3] Robot platform^[14]

[Table 4] H/W specification

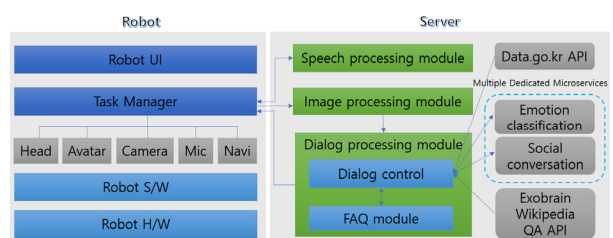
Num.	Item	Specification
1	Dimension (mm)	550(W)*690(L)*1510(H)
2	Robot Head	2 DOF
3	Sound	2 channel speaker (MAX80W)
4	Microphone	4 microphone
5	Sensor	Ultrasonic sensors, LiDAR, touch sensor, Gyro sensor
6	Camera	HD camera
7	Moving Speed	0.5 m/s
8	Wheels	2 drive wheel 1 caster wheel
9	Obstacle Avoidance	Detects distance around 300 mm
10	Battery	80AhLithiumBattery (charging time: 6 hours, quick charging time: 2 hours)

센서 기반으로 자율 주행이 가능함에 따라 박물관, 전시관 등 다양한 공공장소에서 실제 안내 로봇으로 활용되고 있으며, 자세한 하드웨어 주요사양은 [Table 4]와 같다.

3.2 주요 기능 및 서비스

본 연구에서는 멀티모달 상황인지형 소셜 HRI를 제공하기 위해 음성 처리, 대화 처리, 영상 처리 모듈 기술을 기반으로 인공지능 안내 로봇의 주요 서비스를 개발했다.

시스템은 [Fig. 4]와 같이 로봇과 각종 AI 모듈을 포함한 서



[Fig. 4] System architecture

버로 구성되어 있다. 로봇 태스크 매니저는 사용자 음성과 영상 정보를 입력받아 서버의 각 모듈에 전달하고 대화 응답 및 로봇 감정 표현 결과값을 받아 처리하는 역할을 한다.

음성 처리 모듈에서는 사용자 발화 단위로 음성인식 결과를 출력한다. 실환경에서 음성인식 성능을 높이기 위해 로봇 플랫폼 환경에서 연령과 성별을 균등하게 분배해 총 100명으로부터 음성 DB를 수집했다. 수집한 음성 DB에서 발성 속도 조절을 이용해 증강된 데이터로 음성인식 모델을 훈련했으며, 사용자와 비사용자 구분을 위해 화자 식별 기술을 적용했다.

영상 처리 모듈에서는 로봇 입력 영상으로부터 사용자의 헤어 속성(색상, 스타일, 길이), 의상 속성(색상, 종류)을 인식한 결과값과 마스크 착용 유무 결과값을 대화 처리 모듈로 보낸다. 실환경에서 강인한 외형 특징 인식을 위해 헤어 속성은 Vision image Transformer (ViT)을 적용했으며, Weakly supervised 기반 의상속성 인식용 다중속성 심층망 모델을 개발해 적용했다. 그리고 얼굴 영상에서 마스크 착용 여부를 분류하기 위해 얼굴 RIO를 binary classification하는 모델을 학습하고 정확한 마스크 영역을 분리하기 위해 semantic segmentation 모델을 학습해 실환경에서 성능을 개선시켰다.

인공지능 안내 로봇에서 대화처리는 시스템의 빠른 응답성이 요구되는 서비스이다. 특히, 외부 정보 서비스(엑소브레인 OpenAPI, data.go.kr OpenAPI 서비스 등)를 참조함과 더불어, 소셜 대화, 감정 분류 등 별도로 동작하는 하위 서브 시스템에 질의해야 하므로 단순 순차적 요청 및 처리 방법으로는 빠른 응답성을 만족하기는 어렵다. 이에 따라, 하위 서브 시스템과 비동기로 요청, 통신하여 응답 지연시간을 최소화하는 대화 흐름 컨트롤이 응답을 결정하고, 주어진 제한 시간 내 최선의 응답을 반환하도록 시스템을 구성했다. 로봇의 응답 말화에 대한 감정 생성은 한국어 버전의 BERT 모델인 ‘KoBERT’를 활용하여 7가지 감정(중립, 행복, 슬픔, 놀람, 분노, 공포, 혐오) 중 하나나 예측하고 로봇의 14개 표정으로 해당 감정을 매핑해 출력하도록 했다. 정리하면 대화 처리 모듈에서는 대화의 종류를 구분하고 영상 처리 모듈로부터 받은 결과값을 이용해 각 질의에 적합한 답변과 감정을 분류해 태스크 매니저에게 전달한다.

4. 연구방법

4.1 조사 방법

연구는 객관성 확보를 위해 한국전자통신연구원 방문자를 대상으로 안내 로봇 사용 후 QR 코드 접속을 통한 온라인 설문 조사를 실시했다[Fig. 5]. 통계학에 의하면 무작위로 추출된 표본의 크기가 100인 경우 오차율은 $\pm 9.8\%$ 이다. 엄격한 가설 검증을 요구하는 경우에는 일반적으로 $\pm 5\%$ 의 오차율을 허용하



[Fig. 5] Survey method

고 있다. 그러나 조건에 따라 큰 의미를 갖는 탐색적 연구의 경우는 $\pm 10\%$ 의 오차율에 한해서도 그 의미를 인정하고 있다¹⁾. 이를 근거로 설문조사는 2022년 9월 6일부터 11월 4일까지 연구원을 방문한 20세 이상의 성인남녀 총 102명(최소 표본 크기 100이상을 만족)을 대상으로 했으며, 연구 수행 전 기관 생명윤리위원회를 통해 연구 윤리 승인을 받았다(승인번호: N01-202210-01-006).

[Table 5] Questionnaire on user satisfaction

Num.	Module	Functionality
1	S	The robot continues to have a conversation with the user even in an environment with noise.
2	I	The robot can perform gaze processing, such as turning its head.
3	I	When the user approaches, the robot first speaks.
4	I	The robot recognizes the user and moves closer to the user to induce a conversation.
5	I	When the user is looking elsewhere, the robot tells the user to pay attention.
6	D	The robot induces or leads the conversation.
7	S	The robot provides interactive services through speech recognition.
8	S	The user can know the current state of the robot through the screen.
9	S	The robot displays the recognition results of the user's speech on the screen.
10	D	The user can initiate conversations with robots without hotwords.
11	D	The robot displays facial expressions based on what it says.
12	I	The user's facial and clothing attribute recognition results are reflected in the conversation.
13	D	The robot can have social conversations with the user.
14	S	It does not process the speech of people who are not the robot's conversation partners.

Note: S-Speech processing module, I-Image processing module, D-Dialog processing module

4.2 설문지 구성

설문지는 크게 안내 로봇 서비스에 대한 만족도 조사를 위한 섹션 A와 안내 로봇 서비스 품질 속성 분류 및 요인 분석을 위한 섹션 B로 구성되어 있다.

4.2.1 로봇 서비스에 대한 만족도 조사

섹션 A에서는 인공지능 안내 로봇의 음성 인식, 대화 모델, 영상 처리 모듈 기반의 주요 서비스에 대해 [Table 5]와 같이 사용자 만족도 조사 내용으로 구성했다. 총 14개의 세부 문항으로 각 문항에 대해 5점 척도(매우 만족, 만족, 보통, 불만족, 매우 불만족)로 선택하도록 했다. 그리고 연구대상자를 직접 모집하는 것이 아니라 방문자를 대상으로 자유의사에 따라 로봇을 사용하고 온라인으로 설문조사를 하는 방식으로 진행하기 때문에 기능별로 사용 빈도를 살펴보기 위해 ‘기능이 있는지 느끼지 못함’을 선택지에 추가했다.

4.2.2 Kano 모델에 의한 품질 속성 분석

소셜 로봇의 서비스 품질 속성 및 요인 분석을 위해 Kano 모델을 이용한다. Kano 모델은 [Table 6]와 같이 하나의 품질 속성에 대해 긍정적 질문과 부정적 질문 형태로 설문항목을 구성한다.

2.3절에서 정의한 5가지 로봇 서비스 품질 속성을 기반으로 [Table 7]과 같이 설문을 위한 11개의 세부 문항을 구성했다. 여기서 로봇 외형 관련 인식에 해당하는 유형성 항목은 상용 로봇 플랫폼인 ‘엘리젠’을 사용하였으므로 제외했다. 이를 대신해 멀티모달 상황인지형 소셜 HRI 기술에 대한 인식을 조사하기 위해 인터페이스 항목을 추가했다. 설문 문항은 인공지능 안내로봇의 안내 서비스와 일상 대화 서비스를 기반으로 긍정적 문장과 부정적 문장으로 작성했다.

[Table 6] Kano Model Questionnaire Format

	Examples
Answer to the Functional question	What if the guide robot has a speech recognition function? ① I like it the way. ② It must be that way. ③ I am neutral. ④ I can live with it that way. ⑤ I dislike it that way.
Answer to the Dysfunctional question	What if the guide robot does not have a speech recognition function? ① I like it the way. ② It must be that way. ③ I am neutral. ④ I can live with it that way. ⑤ I dislike it that way.

[Table 7] Questionnaire on service quality attribute

Construct	Questionnaire
Reliability	A1. The information provided by the AI guide robot is accurate.
	A2. The AI guide robot gives accurate answers to my questions.
Responsiveness	B1. The AI guide robot provides me with a good service.
	B2. The AI guide robot responds quickly and accurately to my questions.
Assurance	C1. I can trust what the robot says.
	C2. I think robots are social.
Empathy	D1. The robot seems to focus on me, the conversation partner.
	D2. The robot first talks to me when I want it.
	D3. The robot induces or leads the conversation.
Human-Robot Interaction	E1. The AI guide robot provides interactive services through speech recognition.
	E2. The user can start a conversation with the robot without a hotword (a specific word to call the robot).

4.3 분석 방법

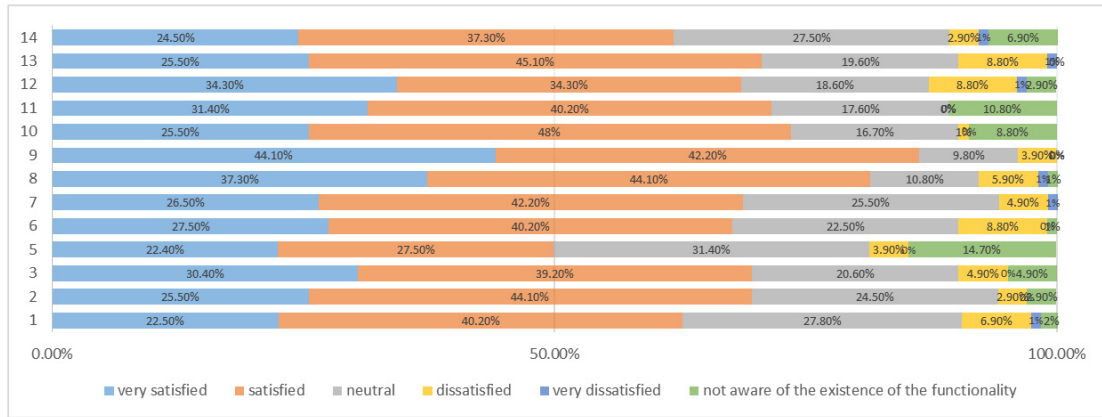
안내 로봇의 14가지 주요 서비스에 대한 사용자 만족도는 리커트 척도(5점 척도)를 이용해 분석한다. 안내 장소의 특성상 14가지 모든 서비스에 대해 정해진 시나리오에 따라 평가하는 것은 불가능하기 때문에 사용자가 이용한 서비스에 대해서는 만족도를 평가하고 사용하지 못한 서비스에 대해서는 ‘기능이 있는지 느끼지 못함’으로 체크해 서비스별로 사용 빈도를 분석한다.

안내 로봇의 서비스 품질은 Kano 모델을 기반으로 ‘매력적 품질(A)’, ‘일원적 품질(O)’, ‘당연적 품질(M)’, ‘무관심 품질(I)’, ‘역 품질(R)’, ‘희의적 품질(Q)’의 6가지 속성으로 분류한다. 그리고 최빈값과 유사한 품질속성을 반영하지 못하는 Kano 분석의 단점을 보완하기 위해 Timko의 고객만족지수 산출방법을 활용한다. Timko의 고객만족지수 산출방법을 활용해 개별 품질 요소들의 Better지수와 Worse지수를 구하여 Kano모델에 의해 도출된 결과를 보완 설명한다.

5. 연구결과

5.1 서비스 만족도 분석 결과

섹션 A의 설문 항목 중 실제 기능을 사용하지 않은 4번 항목을 제외한 총 13개의 항목에 대한 만족도는 [Fig. 6]과 같다. 가



[Fig. 6] User satisfaction Results

[Table 8] Verification of service quality attributes of guide robot by using Kano's model

Num.	A	M	O	I	R	Q	Kano Classification	Better	Worse	Timko Classification
A1	28	13	14	28	1	10	A&I	0.51	-0.33	A
A2	41	8	16	19	1	9	A	0.68	-0.29	A
B1	39	8	26	15	0	6	A	0.74	-0.39	A
B2	43	3	25	15	1	7	A	0.79	-0.33	A
C1	26	14	26	23	0	5	A&O	0.58	-0.45	A
C2	37	3	13	28	6	7	A	0.62	-0.2	A
D1	36	5	29	20	1	3	A	0.72	-0.38	A
D2	28	14	9	31	3	9	I	0.45	-0.28	I
D3	21	5	7	45	7	8	I	0.36	-0.15	I
E1	34	7	17	23	7	6	A	0.63	-0.3	A
E2	28	3	7	28	8	20	A&I	0.53	-0.15	A

장 높은 만족도를 보인 항목은 ‘로봇은 사용자 발화 내용에 대한 음성인식 결과를 화면에 보여준다.’로 44.1%가 매우 만족했다. 가장 낮은 만족도를 보인 항목은 ‘사용자가 다른 곳을 보고 있을 때 집중해 달라고 말한다.’로 22.4%만이 매우 만족한다고 답했다. 이 항목은 대화 도중 사용자가 다른 곳을 바라보는 특정 상황에서만 발현되는 기능으로 대부분의 사용자가 경험하지 못했기 때문에 만족도가 낮은 것으로 해석된다. 이 외 ‘사용자는 기동어 없이도 로봇과 대화를 시작할 수 있다.’와 ‘로봇 발화 내용에 맞춰 얼굴 표정을 표시한다.’가 사용 빈도수가 낮은 기능으로 나타났다. 이는 사용자가 주로 로봇의 얼굴이 아닌 스크린을 바라보며 이야기하기 때문에 로봇 표정을 볼 수 없었기 때문이라고 해석된다.

불만족이 높은 항목은 ‘로봇이 대화를 유도하거나 이끌어 나간다.’와 ‘사용자 이해의 결과(외형 특징 인식)를 대화에 반영한다.’로 9.8%가 불만족(매우 불만족 포함)하다고 답했다. 사용자들은 대상 로봇을 안내로봇으로 인식하기 때문에 정보 제공이 아닌 소셜 대화로 유도하는 것에 대해 불만족을 표현

했다. 그리고 얼굴이나 의상 등 외형 특징 인식 결과 기반의 대화는 조명 등의 영향으로 오인식에 의해 생성된 로봇 발화 내용에 대한 사용자의 불만이 반영되었다.

5.2 Kano의 품질 속성 분류

Kano 모델에 의한 분석을 위해 섹션 B의 설문 결과 중 모든 항목에 대해 Q (Questionable result)를 체크한 불성실 응답자 8명을 제외하고 총 94명의 데이터를 분석했으며 그 결과는 [Table 8]과 같다.

Kano 분석 결과 대부분 항목이 매력적 품질 속성에 해당되었다. 이 중 ‘로봇은 내 질문에 맞는 답변을 해준다.’와 ‘로봇은 내 질문에 대해 신속 정확하게 응답한다.’ 항목은 가장 매력적인 품질 요인(A)으로 나타났다. 이는 사용자가 대상 로봇을 안내로봇으로 인식하기 때문에 반응성과 신뢰성을 매력적인 품질 요인으로 선택한 것으로 분석된다. 반면 공감성에 해당하는 ‘로봇은 내가 원할 때 먼저 말을 걸어온다.’와 ‘로봇이 대화

를 유도하거나 이끌어 나간다.’ 항목은 무관심 품질 요인(I)에 해당되었다. ‘나는 로봇이 하는 말을 믿을 수 있다’ 항목은 매력적 품질(A)과 일원적 품질(O)요인이 동일하게 나타났다. 그리고 ‘안내 로봇으로부터 제공된 정보 및 안내 서비스 내용은 정확하다’와 ‘사용자는 기동어 없이도 로봇과 대화를 시작할 수 있다’ 항목은 매력적 품질(A)과 무관심 품질(I)이 동일하게 나타났다. 특히, ‘사용자는 기동어 없이도 로봇과 대화를 시작할 수 있다’ 항목은 Q (Questionable result) 결과가 많았는데 이는 질문의 의도가 잘 전달되지 않았거나, 무관심의 다른 표현일 가능성이 높다.

5.3 Timko의 만족지수와 불만족 지수

Timko의 고객만족지수는 Better 지수와 Worse 지수로 표현되며 매력적 품질(Better 지수 0.5이상, Worse 지수 0.5이하), 일원적 품질(Better 지수와 Worse 지수 모두 0.5이상), 당연적 품질(품질로, Better 지수가 0.5이하이며 Worse 지수가 0.5이상), 무관심 품질(Better 지수와 Worse 지수가 모두 0.5이하)로 분류하고 있다.

Timko의 평균분석에 의한 품질 분류 결과와 Kano의 이원적 품질 분석에 의해 분류된 결과는 큰 차이 없이 유사하게 나타났다. 설문조사 결과 Better 지수가 높은 항목은 ‘인공지능 안내 로봇은 내 질문에 대해 신속 정확하게 응답한다.(0.79)’, ‘인공지능 안내 로봇은 나에게 좋은 서비스를 제공한다.(0.74)’ 항목과 ‘로봇은 대화 상대인 나에게 집중하는 것처럼 느껴진다.(0.72)’으로 나타났다. 이들은 주로 반응성에 대한 항목으로 서비스 품질이 충족될 때 사용자 만족도가 가장 높게 증가하는 품질 요인으로 해석된다.

Better 지수와 Worse 지수가 모두 0.5 이하인 항목은 Kano 모델에 의한 분류와 동일하게 ‘로봇이 대화를 유도하거나 이끌어 나간다.(Better 지수: 0.36, Worse 지수: -0.15)’와 ‘로봇은 내가 원할 때 먼저 말을 걸어온다.(Better 지수: 0.45, Worse 지수: -0.28)’로 무관심 품질 요인으로 나타났다.

Kano 모델에 의한 평가에서 ‘로봇은 내가 원할 때 먼저 말을 걸어온다’, ‘인공지능 안내 로봇으로부터 제공된 정보 및 안내 서비스 내용은 정확하다’와 ‘사용자는 기동어 없이도 로봇과 대화를 시작할 수 있다’ 항목의 매력적 품질 평가 수는 동일하게 나타났다. 하지만 Timko의 평균 분석에서 Better 지수는 차이를 보였으며, 다른 품질 요인으로 분류되었다.

설문조사 결과 Worse 지수는 ‘나는 로봇이 하는 말을 믿을 수 있다.(-0.45)’ 항목이 가장 높게 나타났으며, ‘인공지능 안내 로봇은 나에게 좋은 서비스를 제공한다.(-0.39)’과 ‘로봇은 대화 상대인 나에게 집중하는 것처럼 느껴진다.(-0.38)’ 항목이 그 뒤를 이었다. 이들 항목은 다른 항목에 비해 서비스 품질이 충족되지 않으면 만족도가 크게 떨어지는 품질 요인이다.

[Table 9] Advantages/disadvantages of the AI guide robot

	Comments
Advantages	1) Expression of emotions through changes in facial expressions of robot 2) Communicate through speech recognition unlike other guide robots 3) Provides information through images as well as voice
Disadvantages	1) Conversations start without hotword, so users don't know when or how to start a conversation 2) Annoying if user wants to end the conversation as the robot continues to drive the conversation

5.4 정성적 결과 분석

설문조사는 연구원을 방문한 성인남녀를 대상으로 특별한 제한없이 로봇 사용 후 온라인으로 실시되었으며, 안내 로봇과 소셜 로봇에 대한 경험 유무, 로봇에 대한 사전 지식 등은 고려되지 않았다. 이에 일부 사용자들은 익숙하지 않은 사용법으로 인해 인공지능 안내 로봇을 사용함에 있어 불편함을 겪었다고 토로했다.

로봇에 사전 지식 및 경험 유무에 따른 직접적인 비교는 어렵지만, 일부 연구대상자들이 기존에 경험해 본 상용 로봇과 비교해 인공지능 안내 로봇에 대한 의견을 제시했으며 이를 장/단점으로 정리해보면 [Table 9]와 같다.

연구대상자들은 감정 표현, 음성 인식 등 소셜 로봇 기능에 대해 장점이라고 느끼는 반면, 기존에 다른 로봇으로부터 경험해보지 못한 기동어 없는 대화 기능, 대화 유도 기능에 대해서는 단점으로 인식하는 경향이 있었다. 또한, 익숙한 음성 인식 기술에 대해서는 다른 상용 제품과 성능을 비교할 정도로 이해도가 높았으나, 영상 기반의 외형 특징 인식 기술(마스크 인식, 헤어 스타일 인식, 의상 특징 인식)에 대한 이해도는 상대적으로 낮았다. 특히, 헤드 포즈 인식 기술에 기반해 사용자가 다른 곳을 쳐다볼 때 로봇이 ‘저와의 대화에 집중해 주세요.’ 라고 말하는 것에 대해 사용자 대부분이 로봇이 왜 이런 말을 하는지 상황을 이해하지 못했다.

6. 결론

본 연구에서는 멀티모달 상황인지형 소셜 HRI를 제공하는 인공지능 안내 로봇 서비스를 개발해 실환경 검증을 통한 각 기능에 대한 사용자 만족도를 분석하고 유용성을 검증하고자 했다. 그리고 안내 로봇 서비스 품질 속성을 Kano 모델에 따라 분류해보고 Timko의 고객만족지수를 산출해 품질 요인을 분석함으로써 이를 토대로 차별화된 서비스 전략을 제시하고자 했다.

사용자와 자연스러운 상호작용을 위해 외형 특징 인식 기술 기반의 소셜 AI 컴포넌트, 음성 인식, 대화 처리 컴포넌트를

통합한 서버 시스템을 개발하고 이를 인공지능 안내 로봇 플랫폼과 연동하기 위한 인터페이스를 개발했다. 이를 통해 사용자들로 하여금 멀티모달 상황인지형 소셜 HRI 기반 소셜 대화와 정보 제공 및 안내 기능을 동시에 경험할 수 있도록 했다.

연구대상자는 ‘음성인식 결과를 화면에 보여주는 기능’, ‘로봇 화면에 현재 상태를 알 수 있도록 표시해 주는 기능’ 등 인터페이스 측면에서 제공된 기능에 대해 높은 만족도를 보였다. 반면, ‘로봇이 대화를 유도하거나 이끌어 가는 기능’, ‘외형 특징인식 기반 사용자 이해 기능 등 소셜 대화 유도 기능’에 대한 만족도는 상대적으로 낮게 나타났다. 이는 사용자들이 대상 로봇을 안내로봇으로 인식하기 때문에 소셜 로봇 기능에 대해서는 만족도가 낮았던 것으로 해석된다.

서비스 품질 속성을 분석한 결과를 살펴보면 반응성에 해당하는 ‘정확하고 신속한 정보 제공’은 매력적 품질 요인으로 분류되었으며, 동시에 서비스 품질이 충족될 때 사용자 만족도가 높게 증가하는 품질 요인으로 분석되었다. 반면에, 공감성에 해당하는 ‘로봇이 대화를 유도하거나 이끌어 나가는 기능’에 대해 사용자들은 무관심 품질 요인으로 인식하는 것으로 나타났다. 그리고 ‘나는 로봇이 하는 말을 믿을 수 있다’ 항목은 서비스 품질이 충족되지 않으면 만족도가 크게 떨어지는 품질 요인으로 분류되었다. 특히, ‘로봇은 나에게 좋은 서비스를 제공한다’ 항목은 고객 만족지수도 높지만 불만족 지수도 높은 것으로 나타나 서비스 품질이 충족되면 사용자 만족도도 높게 증가하지만 반대로 품질이 충족되지 않으면 만족도가 크게 떨어지는 요인으로 해석된다.

전체적으로 인공지능 안내 로봇의 소셜 대화 기능에 대한 사용자 만족도는 높았으나, 소셜 대화 기능이 안내 로봇의 매력적 품질 요인으로 이어지지는 못했다. 향후 매력적 품질 요인에 해당하는 신뢰성 측면에서의 안내 로봇 서비스 보완이 필요할 것으로 보인다. 또한, Better 지수가 높은 반응성과 관련된 ‘신속하고 정확한 응답’ 항목에 대한 서비스 품질 향상을 통해 고객만족지수를 높이기 위한 차별화된 서비스 제공 전략이 필요하다. 그리고 Worse 지수가 높은 확신성과 관련된 ‘로봇 응답에 대한 신뢰’ 항목은 오답율을 낮추고 성능을 높여 고객만족지수를 낮추기 위한 노력이 필요할 것으로 보인다.

References

- [1] “Smart Robots Market with COVID-19 Impact Analysis by Component (Sensors, Actuators, Control Systems), Type, Operating Environment, Mobility, Application (Domestic, Field/Agricultural, Public Relations, Industrial), and Region-Global Forecast to 2025,” *MarketsandMarkets*, [Online], <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/smart-robots-market-48470534.html>, Accessed: Nov. 27, 2022.
- [2] S.-E. Jeong, “User Expectation Experience by Service Type of Social Robot,” *Journal of Integrated Design Research*, vol. 19, no. 1, pp. 9-25, 2020, DOI : 10.21195/jidr.2020.19.1.001.
- [3] G. Hoffman, “Anki, Jibo, and Kuri: What we can learn from social robots that didn’t make it,” *IEEE Spectrum*, May., 2019, [Online], <https://spectrum.ieee.org/anki-jibo-and-kuri-what-we-can-learn-from-social-robotics-failures>, Accessed: Nov., 27, 2022.
- [4] M. D. Graaf, S. B. Allouch, and J. V. Diik. “Why do they refuse to use my robot?: Reasons for non-use derived from a long-term home study,” *the 2017 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, Vienna, Austria, pp. 224-233, 2017, DOI: 10.1145/2909824.3020236.
- [5] N. Kano, N. Seraku, F. Takahashi, and S. Tsuji, “Attractive Quality and Must-Be Quality,” *The Journal of the Japanese Society for Quality Control*, vol. 14, no. 2, pp. 147-156, 1984, DOI: 10.20684/quality.14.2_147.
- [6] C. Berger, R. E. Blauth, and D. Boger, “Kano’s methods for understanding customer-defined quality,” *Center for Quality of Management Journal*, Vol. 2, No. 4, pp. 3-36, 1993.
- [7] M. Löfgren and L. Witell, “Two decades of using Kano’s theory of attractive quality: a literature review,” *Quality Management Journal*, vol. 15, no. 1, pp. 59-75, 2008, DOI: 10.1080/10686967.2008.11918056.
- [8] T. Luor, H.-P. Lu, K.-M. Chien, and T.-C. Wu, “Contribution to quality research: a literature review of Kano’s model from 1998 to 2012,” *Total Quality Management and Business Excellence*, vol. 26, no. 3-4, pp. 234-247, 2015, DOI: 10.1080/14783363.2012.733264.
- [9] J.-W. Kang and N. Young, “Classifying quality attributes of self-service kiosk in the restaurant industry using Kano model,” *Korean Journal of Hospitality and Tourism*, vol. 27, no. 8, pp. 263-279, 2018, DOI: 10.24992/KJHT.2018.12.27.08.263.
- [10] M. Timko, “An experiment in continuous analysis,” *Center for quality of Management Journal*, vol. 14, no. 2, pp. 17-20, 1993, [Online], <https://www.walden-family.com/public/cqm-journal/2-4-Whole-Issue.pdf>.
- [11] A. P. Parasuraman, V. A. Zeithaml, and L. L. Berry, “SERVQUAL: A multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality,” *Journal of Retailing*, Jan., 1988, [Online], https://www.researchgate.net/publication/225083802_SERVQUAL_A_multiple-Item_Scale_for_measuring_consumer_perceptions_of_service_quality.
- [12] A.-H. Chiang and S. Trimi, “Impacts of service robots on service quality,” *Service Business*, vol. 14, pp. 439-459, 2020, DOI: 10.1007/s11628-020-00423-8.
- [13] I. Kharub, M. Lwin, A. Khan, and O. Mubin, “Perceived Service Quality in HRI: Applying the SERVBOT Framework,” *Frontiers in Robotics and AI*, vol. 8, 2021, DOI: 10.3389/frobt.2021.746674.
- [14] *Self-driving guide robot Elligen*, <http://www.hancomrobotics.com/GuideRobot>, Accessed: Jan. 27, 2022.
- [15] A. C. Burns, N. Sinha, and R. F. Bush, *Marketing research*, 7th ed. Harlow: Pearson Education, 2014, [Online], <https://prism.librarymanagementcloud.co.uk/dmu/items/933189>.



조 미 영

2002 조선대학교 정보통신공(학사)
2004 조선대학교 전자계산학(석사)
2008 조선대학교 전자계산학(박사)
2008~2009 CMU Robotics Institute,
Visiting scholar
2009~현재 한국전자통신연구원, 선임연구원

관심분야: Human-Robot Interaction, 로봇 성능평가



이 대 하

1994 경북대학교 전자공학과(학사)
2001 경북대학교 전자공학과(석사)
2016 경북대학교 전자공학과(박사)
2001~현재 한국전자통신연구원, 책임연구원

관심분야: Human-Robot Interaction, Object Detection/Tracking



김 재 흥

1994 경북대학교 컴퓨터공학과(학사)
1996 경북대학교 컴퓨터공학과(석사)
2006 경북대학교 컴퓨터공학과(박사)
2001~현재 한국전자통신연구원,
소셜로보틱스연구실장

관심분야: 인간로봇상호작용, 인간-로봇 협업, 소셜로봇 지능, 클라우드
로봇지능



장 민 수

1992 서강대학교 전산학과(학사)
1994 서강대학교 전산학과(석사)
2015 한국과학기술원 전산학과(박사)
1999~현재 한국전자통신연구원, 책임연구원

관심분야: Social Robotics, Cloud-Robot Intelligence, Self-Awareness