

로보택시 설계 요소 간 우선순위 분석 : AHP 방법론 적용을 중심으로

Analysis of Priority in the Robotaxi Design Elements : Focusing on Application of AHP Methodology

하 주 혜* · 정 연 비** · 최 준 호***

* 주저자 : 연세대학교 정보대학원 UX트랙 석사과정
** 공저자 : 연세대학교 정보대학원 UX트랙 석사과정
*** 교신저자 : 연세대학교 정보대학원 UX트랙 정교수

Juhye Ha* · Yeonbi Jeung* · Junho Choi*

* Dept. of Information UX Track., Univ. of Yonsei

† Corresponding author : Junho Choi, uxlab.junhochoi@gmail.com

Vol. 22 No.4(2023)
August, 2023
pp.179~193

pISSN 1738-0774
eISSN 2384-1729
<https://doi.org/10.12815/kits.2023.22.4.179>

Received 30 June 2023
Revised 18 July 2023
Accepted 7 August 2023

© 2023. The Korea Institute of
Intelligent Transport Systems. All
rights reserved.

요 약

로보택시에 대한 거부감을 낮추고 수용도를 높이기 위해서는, 사용자 친화적인 경험 디자인 요소를 파악하기 위한 선행 연구가 필요하다. 이 연구의 목표는 로보택시의 다양한 설계 요인 간의 우선순위를 분석하여 사용자 경험에 기반한 설계 가이드라인을 제시하는 것이다. 로보택시의 최상위 가치를 편안함과 안전감으로 설정하고, AHP 기법을 사용하여 4개의 상위 설계 요인과 16개의 하위 디자인 요소에 대한 잠재 탑승 고객들의 중요도 인식 우선순위를 분석하였다. 분석 결과, 인공지능 에이전트가 가장 중요한 설계 요인으로 평가되었다. 그다음 주행 안내 정보설계, 내부 디자인, 외관 디자인 순으로 중요도가 평가되었다. 이 연구 결과는 로보택시 관련 전문가들에게 수요자들이 기대하는 설계 요인과 디자인 요소의 중요도 우선순위를 제시하여, 합리적 의사 결정을 지원하는 사용자 경험 기반 가이드라인으로 활용될 수 있다.

핵심어 : 로보택시, 자율주행, 에이전트, 사용자경험, 정보설계

ABSTRACT

research on user-friendly experience design is crucial to reduce resistance and enhance acceptance of robotaxis. This study analyzes the prioritization of design factors in robotaxi systems and provides design guidelines based on user experience. Using the AHP(Analytic Hierarchy Process) technique, users' perceived importance of four primary design factors and sixteen 16 sub-design elements were assessed, and comfort and safety were top priorities. The results showed that the artificial intelligence agent was the most critical design factor, followed by driving guidance information, interior design, and exterior design. These findings offer valuable insights for robotaxi professionals, and could assist in informed decision-making and creating user-centered design guidelines.

Key words : Robotaxi, Autonomous driving, Agents, User experience, Information design

I. 서론

자율주행 차량의 발전은 교통 체증, 사고, 에너지 절약 문제의 해결책으로써 교통 부문 전반에서 긍정적인 변화를 가져오리라 예측된다(Jang et al., 2018; Liljamo et al., 2018; Woldeamanuel and Nguyen, 2018; Noh et al., 2022). 자율주행 차량의 공공 모빌리티 응용 분야에는 로보택시, 자율주행 셔틀버스, 자율주행 물류 시스템 등이 있는데, 로보택시는 수요 응답형 서비스를 제공하여 효율적인 이동을 제공하기 때문에 미래 성장 분야로 주목받으며 투자 수요가 높아지고 있다(Saeed et al., 2020; Seo et al., 2022). 현재 중국의 Baidu, DiDi, AutoX, WeRide 등은 로보택시를 운행하고 있고, 미국에서도 구글의 Waymo가 로보택시 파일럿 테스트를 진행하고 있으며, Tesla도 로보택시 서비스의 상용화를 위해 실제 교통 환경에서 신뢰성을 입증하기 위해 자율주행 차량 프로토타입을 테스트하고 있다(Dai et al., 2021).

그러나 로보택시는 일반 승객들이 이용하는 서비스이기 때문에, 자율주행 기술에 대한 사용자의 불안감을 해소해야 사용자의 수용과 채택이 가속화될 수 있다. 신규 제품과 서비스에서 사용자들의 수용을 촉진하는 핵심적인 요소는 초기부터 긍정적인 사용자 경험을 제공하는 것이다. 이에 따라 로보택시와 관련된 다양한 사용자 중심의 연구가 진행되어 왔다. 로보택시의 안전과 수용에 대한 사용자의 인식(Hulse et al., 2018; Tussyadiah et al., 2017). 가상환경(VR)에서 사용자와 택시 간의 상호작용(Griesche et al., 2016), 그리고 실제 환경에서 사용자와 로보택시의 상호작용 평가 테스트(Kim et al., 2020) 등 다양한 연구가 진행되고 있다.

로보택시에 대한 거부감을 낮추고 수용도를 높이기 위해서는, 사용자 친화적인 경험 디자인 요소에 대한 선행 연구가 필요한 시점이다. 통합적인 탑승자 경험 측면에서 로보택시의 외관 디자인, 내부 디자인, 인공지능 주행 시스템의 탑승객 접점, 주행 전 과정에 필요한 안내 정보 제시 방식 등 각 설계 요소의 중요도를 비교 평가하여, 경험 가치의 우선순위를 산출하여 이를 차량과 서비스 설계에 적용하는 것이 중요하다.

이 연구에서는 계층적 분석 방법론(Alytic Hierarchy Process; AHP)을 통해 로보택시 탑승객 접점의 여러 설계 요인 간 상대적 중요도를 산출하고, 요인별 세부 요소들의 가중치와 우선순위도 함께 분석하였다. 분석 결과에 기반으로 하여 로보택시의 실제 설계와 서비스 상용화 단계에서 사용자 가치와 선호도에 부합하는 전략을 합리적으로 선택하기 위한 가이드라인을 제시하고자 하였다.

II. 이론적 배경

1. 로보택시의 경험 가치와 상위 설계 요인

로보택시 서비스의 활성화는 사용자의 수용과 채택에 크게 좌우된다. 승객의 긍정적인 경험을 향상하려면 사용자 만족도에 기여하는 핵심 경험 가치를 설정하고, 이와 관련된 설계 요인들을 파악하는 것이 중요하다. 안전감(sense of safety)과 편안함(comfort)은 자율주행 로보택시 탑승객의 핵심 경험 가치로 설정할 수 있다.

승객에게 안전감을 보장하는 것은 로보택시 설계에서 매우 중요한 요소다. 인간 운전자가 없는 자율주행 로보택시 차량을 수용하는 데 가장 중요한 것은 안전에 대한 신뢰이다(Chen and Yan, 2019; Liu et al., 2019). 사고나 고장 방지를 위한 시스템 설계뿐 아니라, 로보택시가 안전하다는 믿음을 줄 수 있는 디자인 요소들을 탑승자들이 인지할 수 있는 다양한 설계 요인에 반영해야 한다(Liu et al., 2022). 즉, 외관 디자인, 내부 디자인, 대화형 인공지능, 운행 안내 정보 설계 등 심리적, 감성적으로 신뢰와 확신을 심어주어야 안전감을 높이고 로보택시의 수용을 확대할 수 있다(Park and Jung, 2017).

편안함은 탑승객의 만족도와 긍정적 서비스 경험을 높이는 데 매우 중요한 요소이다(Hua, 2022). 로보택시는 사람 운전기사 대신 인공지능이 차량을 제어하기 때문에 승객에게 프라이빗한 공간을 제공하며, 승객의 취향에 맞춤형된 탑승 환경을 제공할 수 있다. 예를 들어 좌석 방향의 유연한 변경, 비대면 커뮤니케이션의 편리함, 개인 취향에 맞는 자유로운 엔터테인먼트 이용과 정보 제시 방식 등(Hua, 2022) 기존 택시 차량에서는 불가능했던 새로운 경험이 가능하다.

따라서 안전감과 편안함 향상과 밀접하게 관련된 로보택시 디자인 요소를 목표로 한다면, 상위 설계 요인과 요인별 하위 디자인 요소 항목들을 분류하여 계층화하는 것이 필요하다. CES나 모터쇼 등에서 공개된 자율주행 차량의 프로토타입을 참조하여, 상위 설계 요인은 외관 디자인, 내부 디자인, 차량 인공지능 에이전트, 주행 안내 정보로 구성할 수 있다. 각 설계 요인별로 구체적인 하위 디자인 요소들은 첨단적 외양 디자인, 좌석 방향 유연화, 에이전트의 의인화, 경로 안내의 정보 깊이 등으로 분류할 수 있다.

1) 외관 디자인

외관 디자인은 승객과 로보택시 차량 간 일차적 시각적 접점이며, 차량 이미지, 서비스 아이덴티티, 안전성 등과 밀접한 관련이 있다(Zhang, 2014). 특히, 자율주행 차량과 사용자 간의 상호작용을 위한 대표적인 인터페이스로 eHMI(external Human Machine Interface)가 주목받고 있다(Lee, 2020). eHMI는 자율주행 차량의 외부에 설치되어 주변 차량, 보행자, 자전거 등과의 소통을 할 수 있게 하여, 외부 환경과의 인지된 안전과 신뢰를 향상한다(Kang, 2019). 로보택시 차량의 외관 디자인은 장애인과 비장애인 승객 모두가 편리하게 승차할 수 있도록 유니버설 디자인 원칙을 고려하여야 한다. 또한, 외관 디자인을 통해 로보택시 서비스 제공업체의 브랜드 아이덴티티와 안전감을 주는 차량 이미지를 확립하고 강화할 수 있다. 따라서 외관 디자인의 세부 설계 요인을 첨단적 외양, 견고한 프레임, 로보택시 식별 정보(eHMI), 교통약자의 접근성을 고려한 낮고 넓은 문으로 추출할 수 있다. 각 하위 디자인 요소의 주요 사안은 다음과 같다.

첫째, 첨단적 외양은 기술적 정교함과 역량을 시각적으로 보여줄 수 있다. 이는 승객에게 차량의 최첨단 시스템과 센서가 잘 갖추어져 있으며 안전하고 효율적인 주행 능력을 갖추고 있다는 인상을 주어 신뢰를 높이고 편안함 인식을 높일 수 있다. 또한 첨단적 외양의 시각적 매력은 승객의 편안함에 큰 영향을 미칠 수 있다(Zhang, 2014). 차량의 부드러운 라인, 현대적인 스타일링, 세련된 디자인은 우아함과 편안함을 전달하여 탑승객이 쾌적한 경험을 느낄 수 있도록 도와줄 수 있다.

둘째, 견고한 프레임의 시각적 인상은 내구성과 견고함을 전달하여 승객에게 물리적인 보호감과 심리적 안심감을 줄 수 있다. 견고한 프레임 인상은 탑승객의 안락한 승차감 인식을 촉진할 수 있다(Da Silva, 2002).

셋째, 차량 식별 정보(eHMI)는 로보택시와 같은 수요 응답형 모빌리티 서비스를 이용할 때 사용자에게 필수적인 정보 제공 요소이다. 이는 승객과 자율주행 차량 간의 식별 불확실성을 해소하여, 서비스 명확성을 높일 수 있다(Kim et al., 2021). 선행 연구의 분석 결과, eHMI가 있는 자율주행 차량은 신뢰도·인지된 안전성·사용자 경험·인지된 지능·투명성 측면에서 더 높은 평가가 나타났다(Faas et al., 2020).

넷째, 낮고 넓은 문은 교통 약자의 동등한 접근성과 편리성을 제공할 수 있다. 공공 모빌리티 서비스인 로보택시 설계의 중요한 측면은 다양한 장애를 가진 승객의 접근성을 보장하는 것이다(Jang and Byun, 2007). 차량 바닥과 연석 사이의 높이 차이를 최소화한 낮고 넓은 문은 노인, 장애인, 이동 보조기구(예: 휠체어, 보행기) 사용자와 같이 거동이 불편한 승객이 차량에 쉽게 승하차할 수 있도록 한다. 이러한 유니버설 디자인적 고려는 특히 거동이 불편한 승객과 짐이 많은 승객에게 더욱 원활한 승하차 경험을 제공할 수 있다.

2) 내부 디자인

완전 자율주행 차량은 단순 이동 수단의 개념을 넘어 새로운 생활공간으로 정의 된다(Kwon and Ju, 2018). 로보택시와 같은 자율주행 차량에서는 운전자의 전방주시 의무가 없기 때문에, 승객들의 다양한 요구를 충족할 수 있는 실내 공간 디자인을 필요로 한다(Yoo et al., 2019). 좌석의 분리나 회전이 가능한 가변형 좌석 배치, 상황에 맞는 적절한 조명, 탑승자 특성에 맞는 공간 구성 등과 같은 내부 디자인 요소들은 승객들이 로보택시를 개인적인 공간으로 인식하고 편안하게 느낄 수 있도록 한다. 구체적으로는 유연한 좌석 방향 조절, 개인화된 인포테인먼트 컨트롤, 정보 전달과 미디어 시청을 위한 탑승자용 디스플레이, 개인 소지품 보관 공간 제공으로 하위 디자인 요소들을 추출할 수 있다. 각 하위 디자인 요소의 주요 사안은 다음과 같다.

첫째, 유연한 좌석 방향은 승객 개인의 편안함과 공간 요구 사항을 수용하여 사용자 맞춤화, 공간 효율성, 편안함, 접근성 등 전반적으로 향상된 사용자 경험을 제공할 수 있다. Yoo et al.(2019)의 연구에서도 참가자들은 다양한 목적을 위해 좌석의 분리나 회전 등 가변형으로 사용할 수 있는 좌석 배치를 선호하는 경향을 보였다.

둘째, 개인화된 인포테인먼트 컨트롤은 승객의 선호도와 용도에 맞게 다양한 기능을 조정하여 사용 편의성(Arazy et al., 2015), 편안함, 안전성을 높이는 역할을 한다. 차량용 인포테인먼트(In-vehicle infotainment, IVI)는 차량 및 주행 관련 정보, 공조 등 다양한 정보 및 엔터테인먼트 서비스를 제공하는 임베디드 시스템이다(Kim et al., 2016). 개인화된 인포테인먼트 컨트롤은 차량의 개인화 트렌드를 반영하고(Seeger and Bick, 2013) 사용자 맞춤형 경험을 제공하여 로보택시의 편안함과 안전성을 높이는 데 기여한다.

셋째, 차량 내 디스플레이는 승객과의 상호 작용 및 정보 전달을 위한 중요한 요소이며(Hua, 2022) 승객들에게 미디어의 즐거움을 제공하는 데에도 활용될 수 있다. 조명, 오디오 시스템 또는 개인용 스마트 디바이스와 같은 다른 미디어와 달리 차량용 디스플레이는 로보택시의 고유한 요구 사항에 맞게 특별히 맞춤화할 수 있기 때문에(Hua, 2022) 디스플레이의 위치, 기술, 크기 등의 다양한 설계가 고려되고 있다(Kwon and Ju, 2018).

넷째, 개인 소지품 보관에 대한 승객의 요구를 해결하는 것은 승객을 편안하게 하고 개인화된 공간 경험을 제공할 수 있다(Hua, 2022). 승객은 배낭이나 쇼핑백 등 개인 물품을 휴대할 때 각기 다른 수납 습관과 선호도를 가지고 있는 경우가 많다. 이러한 점을 고려하여 공간 시스템을 세심하게 계획하지 않으면 승객이 지정된 장소에 물건을 놓을 때 안전하거나 편안하다고 느끼지 못한다(Hua, 2022). Eden et al.(2017) 등의 연구에 따르면 사용자들은 편안하고 안전한 좌석과 짐을 운반하고 쇼핑할 수 있는 충분한 공간을 중요하게 여기는 것으로 나타났다.

3) 인공지능 에이전트

인공지능 에이전트는 기존 택시의 운전기사를 대체하여, 승객이 로보택시 시스템과 상호 작용할 수 있는 인터페이스 역할을 수행한다. 인공지능 에이전트는 로보택시 서비스의 필수 구성 요소로서, 경로 선택과 안내, 엔터테인먼트 콘텐츠 이용, 안전 모니터링 등의 탑승객 소통 접점의 기능을 수행한다. 최근 VUI(Voice User Interface)와 상황 인식 기술이 발전하면서 차량이 인간 운전자처럼 인지, 사고, 추론 능력을 갖춘 지능형 존재로 설계되고 있으며, 차량용 인공지능 에이전트는 차량 및 주행 정보를 제공하고 목적지 설정, 실내 온도 조절, 엔터테인먼트 옵션 이용 등 다양한 작업에서 승객을 지원할 수 있다. 최근 사례로, 음성 대화형 인공지능 에이전트인 SK의 누구는 차량용 버전으로 Nugu Auto를 볼보 신형 차량에 탑재하였다. 중국 메이커인 니오(Nio)는 Nomi라는 표정을 갖춘 캐릭터 형 인공지능 에이전트를 차량에 장착하고 있다.

Ramm et al.(2014)은 음성을 통한 차량과의 상호 작용이 승객에게 가장 자연스럽게 직관적으로 느껴지기

때문에, 무인 운행 환경에 대한 불안감을 가진 승객에게 대화형 상호작용이 특히 중요하다고 주장한다. 따라서, 인공지능 에이전트의 설계 스타일 선택은 사용자와의 상호 작용에 큰 영향을 미친다(Culley and Madhavan, 2013). 로보택시 서비스는 사용자의 선호도와 문화적 규범에 맞춰 인공지능 에이전트의 스타일 또는 개성(페르소나)을 설계함으로써 무인 운행 시스템에 대한 신뢰 형성과 안심감 향상에 영향을 미칠 수 있다(Yoo and Jun, 2020). 이를 고려하여 인공지능 에이전트의 하위 디자인 요소를 사람과 비슷한 외양의 의인화, 운전 전문가 같은 설명과 답변, 친절하고 유머러스한 말투로 추출하였다.

첫째, 의인화는 인간의 특성, 행동, 외모를 모방하도록 설계된 시스템으로(Hoff and Bashir, 2015) 승객과의 친밀감을 형성할 수 있다. Green(2010)의 연구 결과에 따르면 에이전트의 눈동자 움직임, 형태의 정상성, 턱 모양이 신뢰도에 영향을 미칠 수 있는 중요한 변수라고 하였다. de Visser et al.(2012)는 자동화된 시스템에서 의인화가 증가하면 참가자들이 시스템 오류 후 신뢰 회복력이 더 커진다는 것을 발견했다.

둘째, 전문가 같은 설명과 답변과 같이 로보택시가 문제 해결 옵션을 제공하고 해결 방법과 행동의 결과를 설명하는 것은 승객의 신뢰를 높일 수 있다(Hua, 2022). 이는 승객이 가질 수 있는 불안감이나 의구심을 완화하고(Hua, 2022) 서비스에 대한 긍정적인 인식을 촉진하는 데 도움이 된다.

셋째, 친절한 말투는 로보택시 서비스 품질에 대한 전반적인 인식을 향상한다. Hua(2022)의 연구에서 "최고의 승차 경험은 무엇인가?"라는 질문에 모든 참가자가 운전자의 친절한 환영을 칭찬했으며 차량 내 엔터테인먼트 기능보다 편안한 승차감과 부가 가치(좋은 대화나 간식 등)가 더 중요하다고 답변했다. 따라서 인공지능 에이전트가 친절한 말투로 소통하면 승객은 해당 서비스를 신뢰할 수 있으며 고객 중심적인 서비스라고 인식할 가능성이 높아질 수 있다.

넷째, 유머러스함은 부정적인 감정을 완화하고 긍정적인 감정을 강화하며 즐거운 관계 형성을 촉진할 수 있다(Mathies et al., 2016). 이러한 유머 효과는 인간과 로봇의 상호작용에서도 유사하게 작용한다(Zhang et al., 2021). 연구에 따르면 로봇이 고객과 유머러스하게 소통할 때 서비스 로봇과 고객 간의 사회적 대화가 최대 50%까지 증가한다는 사실을 발견했다(Niculescu et al., 2013). Kobel and Groeppel-Klein(2021)의 연구에서도 서비스 장애 및 복구 영역에서의 유머 사용이 서비스 회복에 도움이 된다고 하였다.

4) 주행 정보

상황에 맞는 적절한 주행 정보 안내는 사람 운전자가 없는 로보택시에 대한 승객의 신뢰를 구축하고 안전감을 향상하는 데 중요한 역할을 한다. 특히 사람에게 제어권을 이양하지 않는 완전 자율주행 환경에서는 차량의 현재 주행 상황에 대한 효과적인 정보 전달이 중요하기 때문에 완전 자율주행 차량의 정보 제공 방식은 부분 자율주행 환경과는 다르게 접근해야 한다(Joo et al., 2019). 자율주행 환경에서는 운전자가 원하는 시점에서 즉각적인 정보 전달이 매우 중요하며(Joo et al., 2019), 로보택시의 경우 탑승자의 요구에 맞는 주행 정보 제공 방식이 서비스의 편안함과 안전감의 핵심 요인으로 작용할 것이다. 주행 정보 하위 디자인 요소는 경로 안내의 자세한 디테일, 경로 변경 시 이유를 제공하는 설명 투명성, 탑승객의 요구와 교통 상황별로 주행 경로와 속도를 변동할 수 있는 유연성, 돌발 상황 발생 시 탑승객이 효과적으로 대응할 수 있도록 지원하는 정확한 정보 제공 등으로 추출할 수 있다.

첫째, 자세한 경로 안내는 현재 경로와 목적지 도착 예정 시간 등 이동 상태와 관련된 정보이다. 레벨 5 로보택시의 상용화 초기 단계에서 승객은 로보택시의 주행에 대해 혼란스러워할 수 있다. 연구에 따르면 참가자들은 레벨 5 로보택시에서는 운전자가 없기 때문에 현재 상태를 파악하여 올바른 경로를 가고 있다는 확신을 갖는 것을 선호하였다(Hua, 2022). 따라서 로보택시의 주행안내는 승객이 신뢰를 구축할 수 있도록 모든 여행 및 차량 정보를 사전에 제시하여 승객에게 진행 상황을 알려야 한다(Hua, 2022).

둘째, 로보택시의 경로 변경에 대한 투명한 커뮤니케이션은 승객에게 신뢰를 심어주고 의사 결정 과정을 이해하는 데 도움이 된다. 예상치 못한 상황으로 인해 경로가 변경될 수 있으며, 로보택시는 이러한 변경 사유를 쉽게 설명하여 승객의 신뢰를 높이고 안전감을 느낄 수 있게 해야 한다(Hua, 2022). 따라서 로보택시의 판단에 대한 정확한 피드백을 제공하는 것은 시스템에 대한 신뢰를 촉진할 수 있다(Hoff and Bashir, 2015).

셋째, 택시를 이용하는 주된 목적이 빠르고 편리한 이동에 있기 때문에 주행 유연성은 중요한 요소이며 안전과 유연성은 서로 상충되는 요소인 만큼 향후 로보택시 개발에서 매우 중요한 쟁점이 될 수 있다(Yoo et al., 2020). 로보택시는 도로 상황과 예기치 않은 상황에 적응하여 승객이 빠르고 편리하게 목적지에 도착할 수 있도록 해야 하며, 승객 선호에 맞는 개인화된 온디맨드 운송 서비스를 제공해야 한다.

넷째, 로보택시의 신뢰성을 높이고 불안감을 줄이기 위해서는 주행 중 돌발 상황에 대한 정확한 정보를 승객에게 제공해야 한다(Yoo et al., 2020). 돌발 상황의 예로는 자동차 사고, 사람 충돌, 물체 충돌 등이 있다. Meurer et al.(2020)의 연구에서도 참가자들은 교통 상황과 지연은 물론 위험하거나 안전하지 않은 상황에 대한 정보를 원한다는 것을 알 수 있었다.

Ⅲ. 연구 방법

1. AHP(Analytic Hierarchy Process) 방법론과 우선순위 산출

AHP기법은 복잡한 의사결정을 합리적이고 능률적으로 하기 위한 노력의 일환으로 개발된 다기준 의사결정 방법론이며, 계층 분석 과정 또는 계층 분석적 방법으로 불린다. AHP는 인간이 복잡한 의사 결정을 내릴 때 뇌가 단계적이고 계층적 분석 과정을 활용한다는 인지과학 이론에 착안하여 개발되었다(Saaty, 1994). AHP는 대안 간의 쌍대 비교(Pairwise Comparison)를 수행하여 모든 대안을 순위 척도로 서열화하며, 의사결정 요소들을 계층으로 구조화함으로써 의사결정 요소 간의 복잡한 관계에 대한 통합적 이해의 틀을 제공한다(Kim and Shim, 2007). AHP의 가장 큰 장점은 로보택시와 같은 미래 제품이나 서비스에 대한 만족도나 선호도와 같은 주관적인 견해에 대한 정성적 수치에도 적용할 수 있다는 것이다(Kim and Shim, 2007). 쌍대 비교의 형태인 AHP기법의 설문지는 측정 대상의 측정 요인 간 상대적 중요성 및 우선순위를 도출하기 위해 AHP용 이원 비교 문항으로 구성되며, 두 요인 간 중요도를 함수화하여 산출하고 비교한다(Yun and Park 2022).

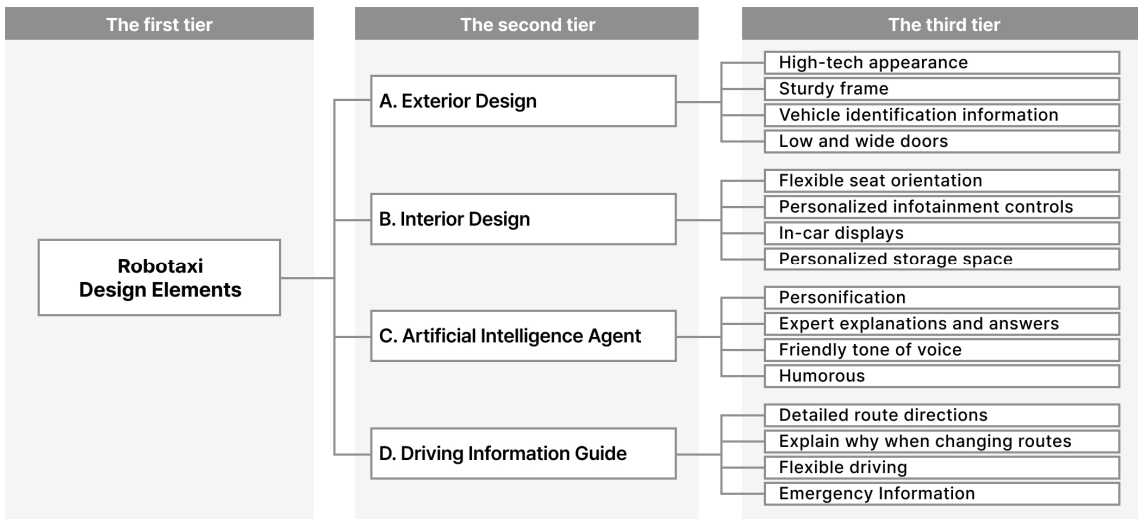
AHP를 적용하는 첫 번째 단계는 복잡한 의사결정 문제의 계층적 구조화(decision hierarchies)이다. 계층적 구조화를 통해 의사결정 문제를 여러 수준 또는 계층으로 체계적으로 세분화할 수 있다. 계층 구조의 최상위층에는 의사결정의 전반적인 목표 또는 핵심 가치가 위치한다. 최하위층에는 의사결정 대안 또는 설계 및 디자인 선택사항이 위치한다. 이 두 계층 사이에는 관련 속성 또는 세부 설계 사항들이 위치한다(Kim and Shim, 2007).

다음 단계는 기준과 대안들의 비교에 필요한 데이터를 수집하는 것이다. 구조화된 설문을 통해 각 의사결정자로부터 대안의 속성이나 요소들의 상대적 선호도, 즉 가중치를 얻는다. 상위 요인과 관련하여 각 요소의 우선순위 또는 가중치를 계산하기 위해 9점 척도로 이루어진 쌍대 비교가 수행된다. 의사결정 계층의 각 수준에 포함된 상호 독립적인 요소 간의 반복적인 쌍 비교를 통해 요소들의 가치가 상호 비교되며 이를 통해 요소 간의 상대적 중요도, 즉 가중치가 결정된다.

마지막 단계는 의사결정자 응답의 일관성을 평가하는 일관성 평가이다. 일관성이란 의사 결정자의 판단에

대한 동의 또는 일관성의 정도를 의미하며 이는 의사 결정자의 응답이 신뢰할 수 있고 불일치나 무작위적인 변동에 영향을 받지 않음을 보장해 준다. 일관성을 평가하기 위해 AHP는 일관성 지수(Consistency Index) 척도를 사용한다. CI는 의사 결정자가 제공한 쌍대 비교를 기반으로 계산되며 이는 판단의 편차 또는 불일치 정도를 측정한다. 일관성 지수가 임계값보다 작은 경우 응답의 일관성이 있다고 판단한다(Saaty, 1994). 연구 분야에 따라서 0.2 미만까지는 수용할 수 있는 수준으로 보는 경우도 있다.

이 연구에서는 문헌 검토를 통해 로보택시 디자인 목표로 사용자 경험 차원에서 편안함과 안전감을 목표로 정하고 외관 디자인, 내부 디자인, 인공지능 에이전트, 주행 안내 정보의 4가지 상위 설계 요인과 이에 따른 16가지 하위 디자인 요소를 <Fig. 1>과같이 도출하였다.



<Fig. 1> Hierarchical Structuring

2. 실험 설계 및 참가자

이 연구에서는 AHP 기법을 활용한 사용자 경험 차원에서 로보택시의 디자인 요소의 우선순위 및 가중치 산정을 위해 구성된 계층구조에 맞추어 설계 요인 간 상호비교가 쉽도록 설문지를 작성하였다. 쌍대 비교의 척도는 이해를 돕기 위한 디자인 요소별 이미지를 포함하여 9점 등간 척도로 제시하였다. AHP 분석기법 조사에 사용된 연구모형의 항목에 해당하는 설문지의 내용과 구성 및 이미지를 정리한 그림은 <Fig. 2>와 같다.

연구의 조사 기간은 2023년 5월 20일-5월 30일까지로 온라인 설문조사를 통한 계층화 분석이 진행되었으며, 설문 종료 후 비대면 인터뷰가 약 20분간 진행되었다. 실험 참가자는 온라인 게시판 공고를 통해, 로보택시의 무인 자율주행 방식에 대해 인지하고 있는 만 20세 이상의 성인 총 25명(여성 13명, 남성 12명)을 모집하였으며 이들의 평균연령은 28.2세(SD = 3.8)였다. 참가자들은 실험 종료 후 5,000원 상당의 보상을 받았다. 수집된 설문 자료를 Python 기반 AHP 분석용 라이브러리인 APHy를 통해 일관성 확인과 가중치 분석이 이루어졌다. 쌍대 비교 설문 문항들의 일관성 비율은 모두 0.005~0.02 사이로 나타나 유효성이 확인되었다.

Upper Hierarchy Item	Lower layer Items	Example Image	Upper Hierarchy Item	Lower layer Items	Example Image
Exterior Design	High-tech appearance		Artificial Intelligence Agent	Personification	
	Sturdy frame			Expert explanations and answers	
	Vehicle identification information			Friendly tone of voice	
	Low and wide doors			Humorous	
Interior Design	Flexible seat orientation		Driving Information Guide	Detailed route directions	
	Personalized infotainment controls			Explain why when changing routes	
	In-car displays			Flexible driving	
	Personalized storage space			Emergency Information	

<Fig. 2> Table of Contents, Composition, and Images of the Questionnaire

IV. 분석 결과

1. 상위 설계 요인의 상대적 우선순위

AHP 방법을 이용하여, 로보택시 설계에 관련된 4개 상위 설계 요인(외관 디자인, 내부 디자인, 인공지능 에이전트, 주행 안내 정보)들의 상대적 중요도와 우선순위를 산출하였다. 분석 결과, 인공지능 에이전트가 1순위로 가장 중요하게 평가되었다(0.4345). 2순위로는 주행 안내 정보(0.2716), 3순위는 내부 디자인(0.2278), 4순위는 외관 디자인(0.0662)으로 나타났다 <Table 1>.

<Table 1> Relative Priority of Higher-tier Items

Parent Hierarchy Item	Weight	Priority	Consistency Index
Artificial Intelligence Agent	0.4345	1	0.0095
Driving Directions Information	0.2716	2	
Interior Design	0.2278	3	
Exterior Design	0.0662	4	

2. 하위 디자인 요소별 상대적 우선순위

1) 외관 디자인 요인 결과

로보택시 외관 디자인을 구성하는 4개 하위 디자인 요소별 중요도 분석 결과, 차량 식별 정보의 중요도가 가장 높게 나타났다(가중치 0.3729). 2순위로는 튼튼한 프레임 (0.2818), 3순위는 접근성을 위한 낮고 넓은 문 (0.2645), 4순위는 첨단적 외양 (0.0807) 순으로 평가되었다. 외관 디자인의 요소 결과는 <Table 2>와 같다.

<Table 2> Exterior Design Factor Results

Upper Hierarchy Item	Lower layer Items	Weight	Priority	Consistency Index
Exterior Design	Vehicle identification information	0.3729	1	0.0111
	Sturdy frame	0.2818	2	
	Low and wide doors	0.2645	3	
	High-tech appearance	0.0807	4	

2) 내부 디자인 요인 결과

내부 디자인을 구성하는 4개 하위 디자인 요소별 중요도 분석 결과, 개인화된 공조 & 엔터테인먼트 컨트롤의 중요도가 가장 높게 나타났다(가중치 0.4348). 2순위는 차량 내 디스플레이 (0.3013), 3순위는 개인 소지품 보관 공간 (0.1534), 4순위는 유연한 좌석 방향 (0.1105) 순으로 평가되었다. 내부 디자인의 요소 결과는 <Table 3>과 같다.

<Table 3> Interior Design Factor Results

Upper Hierarchy Item	Lower layer Items	Weight	Priority	Consistency Index
Interior Design	Personalized infotainment controls	0.4348	1	0.0182
	In-car displays	0.3013	2	
	Personalized storage space	0.1534	3	
	Flexible seat orientation	0.1105	4	

3) 인공지능 에이전트 요인 결과

로보택시의 운전기사 역할을 담당하는 인공지능 에이전트 요인에 대하여 4개의 하위 디자인 요소별 중요도를 살펴보면, 전문적인 설명과 답변의 중요도가 가장 높게 나타났다 (가중치 0.4084). 2순위는 친절한 말투 (0.3013), 3순위는 의인화 (0.1684), 4순위는 유머러스함 (0.1085) 순으로 평가되었다. 인공지능 에이전트의 요소 결과는 <Table 4>와 같다.

<Table 4> Artificial Intelligence Agent Factor Results

Upper Hierarchy Item	Lower layer Items	Weight	Priority	Consistency Index
Artificial Intelligence Agent	Expert explanations and answers	0.4084	1	0.0046
	Friendly tone of voice	0.3013	2	
	Personification	0.1684	3	
	Humorous	0.1085	4	

4) 주행 안내 요인 결과

주행 안내 방식의 설계에 영향을 미치는 4개 하위 디자인 요소별 중요도를 살펴보면, 돌발 상황 정보 제공이 가장 높은 중요도를 나타냈다 (가중치 0.4166). 2순위는 주행의 유연함 (0.2886), 3순위는 경로 변경 시 이유 설명 (0.2091), 4순위는 자세한 경로 안내 (0.0858) 순으로 평가되었다. 주행 안내의 요소 결과는 <Table 5>와 같다.

<Table 5> Driving Directions Information Factor Results

Upper Hierarchy Item	Lower layer Items	Weight	Priority	Consistency Index
Driving Information Guide	Emergency Information	0.4166	1	0.007
	Flexible driving	0.2886	2	
	Explain why when changing routes	0.2091	3	
	Detailed route directions	0.0858	4	

5) 하위 디자인 요소별 복합 가중치와 우선순위

로보택시 디자인에 영향을 미치는 하위 디자인 요소 간의 가중치 및 순위를 살피기 위해 상위 설계 요인과 해당 요인의 하위 디자인 요소의 가중치를 곱해 복합 가중치를 산출하였다<Table 6>. 하위 디자인 요소에서 가장 복합 가중치가 높은 요인은 숙련된 택시 기사와 같이 안내하는 ‘전문가 같은 설명과 답변’(1.1774)이 가장 높았으며, 다음으로 서비스 만족감을 느낄 수 있는 ‘친절한 말투’(1.1367), 사고 발생 시 대응책까지 알려주는 ‘돌발 상황 정보제공’(1.1131)이 그 뒤를 이었다. 이들 중 첫 번째와 두 번째 우선순위는 모두 ‘인공지능 에이전트’를 상위 설계 요인으로 두고 있으며, 이는 인공지능 에이전트가 로보택시 디자인에 상대적으로 매우 중요한 영향을 미침을 의미한다.

<Table 6> Overall priority among Lower layer Items

Priority	Lower layer Items	Compound Weight	Upper Hierarchy Item
1	Expert explanations and answers	0.1774	Artificial Intelligence Agent
2	Friendly tone of voice	0.1367	Artificial Intelligence Agent
3	Emergency Information	0.1131	Driving Directions Information
4	Personalized infotainment controls	0.0990	Interior Design
5	Flexible driving	0.0784	Driving Directions Information
6	Friendly tone of voice	0.0732	Artificial Intelligence Agent
7	In-car displays	0.3013	Interior Design
8	Explain the reason for the route change	0.0568	Driving Directions Information
9	Humorous	0.0471	Artificial Intelligence Agent
10	Personalized storage space	0.0349	Interior Design
11	Flexible seat orientation	0.0252	Interior Design
12	Vehicle identification information	0.0247	Exterior Design
13	Detailed route directions	0.0233	Driving Directions Information
14	Sturdy frame	0.0187	Exterior Design
15	Low and wide doors	0.0175	Exterior Design
16	High-tech appearance	0.0053	Exterior Design

V. 결론과 함의

이 연구의 목적은 로보택시의 다양한 설계 요인 간의 우선순위를 산출하는 것이다. 로보택시의 최상위 가치를 편안함과 안전감으로 설정하고, 4개의 상위 설계 요인(외관 디자인, 내부 디자인, 인공지능 에이전트, 주행 안내 정보)과 16개의 하위 디자인 요소에 대한 잠재 탑승 고객들의 중요도 인식을 AHP 기법으로 분석하였다.

상위 설계 요인 분석 결과, 인공지능 에이전트가 가장 중요한 로보택시 설계 요인으로 평가되었다. 주행 안내 정보 설계가 2순위, 내부 디자인이 3순위, 외관 디자인이 4순위 요인으로 나타났다. 인공지능 에이전트의 하위 디자인 요소별 우선순위는 설명과 답변의 전문성이 가장 높았고, 대화 응대의 친절함, 사람처럼 느껴지는 의인화, 긴장감을 낮추는 유머러스함 순으로 평가되었다. 주행 안내 정보 설계의 하위 디자인 요소별 우선순위는 돌발 상황 정보제공이 가장 높은 중요도를 나타냈고, 경로 선택의 유연성, 설명의 투명성, 경로 안내 정보의 자세함 순으로 평가되었다. 내부 디자인의 하위 디자인 요소별 우선순위는 개인화된 인포테인먼트 컨트롤이 가장 중요한 디자인 요소이고, 디스플레이, 개인 소지품 보관 공간, 유연한 좌석 방향 순으로 나타났다. 외관 디자인의 세부 요소 중 가장 중요하게 나타난 것은 호출한 로보택시를 쉽게 확인할 수 있는 차량 식별 정보(e-HMI), 튼튼한 프레임 모습, 접근성을 위한 낮고 넓은 문, 자율주행 기술을 각인시키는 첨단적 외양 순으로 평가되었다.

연구 결과의 주요 발견과 함의, 그리고 실무적 시사점은 아래와 같다.

첫째, 상위 설계 요인 1순위가 인공지능 에이전트로 나타난 결과는 운전기사를 대체하는 인공지능 에이전트의 상호 작용 방식이 로보택시의 사용자 경험에 가장 큰 영향을 미친다는 것을 의미한다. 잠재 탑승객들은 편안하고 안전한 로보택시 이용을 위해 인공지능 에이전트의 역할이 가장 중요하며, 승객의 요청, 질문, 우려 사항을 신속하고 적절한 방식으로 해결해 줄 것으로 기대하고 있었다. 특히, 로보택시 인공지능 에이전트는 전문성 높고 친절한 대상으로 인식될 수 있도록 적절한 목소리와 외양을 디자인해야 한다. 후속 인터뷰의 “택시 기사님이 없으니까, 신뢰감과 편안함을 줄 수 있는 에이전트가 필수적이라고 생각해요,” “로보택시가 목적지에 정확하게 데려다준다고 해도, 택시 안에서의 소통 스타일이 중요해요. 단순히 이동 수단으로 이용하는 것보다는, 내 요청에 대해 에이전트가 적절한 응답을 어떻게 하는지가 중요해요.” 진술은 로보택시 경험에서 인공지능 운전기사의 성격과 역할에 대한 기대가 무엇인지 잘 보여주고 있다.

둘째, 로보택시의 주행 안내는 탑승객용 스크린과 대화형 상호작용이 활용될 상황을 고려하여 정보의 범위와 깊이를 조절한 최적화된 정보 설계가 필요하다. 잠재 탑승객들은 정차, 주행 속도나 경로 변경 등 돌발 상황으로 인한 주행 정보를 신속하고 정확하게 제공하는 것을 가장 중요한 경험 요인으로 생각하고 있었다. 예측하지 못한 상황에 대한 정보 제공이 잠재적인 위험 상황에 대한 사전 인식과 적절한 대응을 가능케 하여 안전감을 높이는 데 필요하기 때문이다. 반면에, 일반적인 상황에서 너무 자세한 경로 설명은 중요도가 낮게 나타났다. 탑승객들은 내비게이션 화면을 통해 쉽게 경로 정보를 확인할 수 있기 때문에, 일반 상황에서는 정보 과부하나 간섭이 없는 편안한 탑승 경험을 원하고 있음을 확인하였다. 후속 인터뷰에서 “자세한 경로 안내는 굳이 안 들어도 돼요. 지금 택시도 경로에 관해 설명과 상의를 거의 안 하니깐요. 필요할 때 아니면, 정보 제공이 적은 것이 더 편하다고 생각해요.” 이 답변은 이러한 기대를 잘 보여준다.

셋째, 로보택시 실내디자인에서는 차량 디스플레이와 오디오 시스템을 통해 음악, 영상, 검색 정보 등을 개인 취향에 맞게 조정하는 것을 가장 중요하게 인식하고 있었다. 즉, 일상생활 공간에서의 인포테인먼트 이용 경험과 유사하게, 로보택시 공간에서도 개인화된 인포테인먼트 컨트롤이 필요하다고 생각하는 것이다. 반면, 미래 차의 컨셉 디자인으로 소개되고 있는 실내 좌석의 전후좌우 방향 조정은 로보택시의 사용 경험에는

큰 효과가 없을 것으로 나타났다. 후속 인터뷰에서 “어디를 가든 혼자 택시 타는 경우가 많아서, 로보택시에 서도 나 혼자만의 개인적인 시간을 즐기고 싶어요,” “짧은 탑승 시간이라면 탑승객이 다수여도 마주 보며 가 기보다는 개인적인 시간을 선호해요.”라는 답변은 독립성을 중시하는 사람들의 태도를 잘 보여준다.

넷째, 외관 디자인은 로보택시 설계 요인 중 가장 낮은 중요도 순위로 평가되었는데, 이는 로보택시 잠재 탑승객들이 로보택시를 개인 소유 차량으로 인식하지 않기 때문으로 보인다. 외관 디자인 세부 디자인 요소 중 가장 중요하게 선정된 항목은 로보택시의 기능적인 면과 편의성을 강조하는 차량 식별 정보였다. 현재도 택시의 외관 디자인은 어디서나 쉽게 사람들이 인식할 수 있도록 색채와 표시 형태가 규정되어 있기 때문에, 로보택시도 유사해야 한다고 생각하고 있었다. 반면, 첨단적 외양 디자인의 중요성은 가장 낮게 평가하였는데, 이는 택시 탑승객들은 효율적이고 편리하며 안전한 이동이 가장 중요하며 로보택시 외관의 첨단적인 요소는 그들의 요구에 직접적으로 연결되지 않고, 탑승 경험에 별 영향이 없다고 생각하는 것으로 보인다. 인터뷰 내용 중에 “자율주행 기술을 과시하는 첨단적 외양은 일시적으로 호기심이 느껴질 수 있겠지만, 막상 자주 탄다면 외관이 크게 중요하지 않아요. 외양이 첨단적이라도 내 차가 아니잖아요,” “잠깐 타는 것이니 첨단적 외양보다는 안전성, 편한 승하차 경험과 같은 다른 요소에 우선순위를 두는 게 당연해요.”와 같은 태도를 나타냈다.

이 연구 결과는 로보택시의 차량 설계 관계자, 택시 서비스 운영자, 대중교통 규제기관 담당자들에게 수요자들이 기대하는 상위 설계 요인과 하위 디자인 요소의 중요도 우선순위를 제시하여, 합리적인 의사결정에 도움을 주는 사용자 경험 기반 설계 가이드라인으로 활용될 수 있다. 우선순위 결과에 따른 합리적 의사 결정으로, 로보택시 서비스의 고객 경험 향상과 수용 확대 효과를 기대할 수 있다.

연구의 한계와 후속 연구 제안은 다음과 같다. 이 연구에서는 노년층을 포함한 다양한 인구통계학적 특성을 고려하지 못했는데, 후속 연구에서는 연령별, 성별, 지역별로 다양한 참가자 그룹을 포함하여 일반화 가능성과 타당성을 높이기를 기대한다. 시범운영 중인 로보택시 서비스를 실제 이용한 사람들의 평가와 피드백을 포함하여, 더욱 포괄적인 연구를 수행함으로써 실제 서비스 도입 시의 문제점 개선과 차량 설계 피드백을 파악하는 것이 중요하다.

REFERENCES

- Arazy, O., Nov, O. and Kumar, N.(2015), “Personalityzation: UI personalization, theoretical grounding in HCI and design research”, *AIS Transactions on Human-Computer Interaction*, vol. 7, no. 2, pp.43-69.
- Chen, H. K. and Yan, D. W.(2019), “Interrelationships between influential factors and behavioral intention with regard to autonomous vehicles”, *International Journal of Sustainable Transportation*, vol. 13, no. 7, pp.511-527.
- Culley, K. E. and Madhavan, P.(2013), “A note of caution regarding anthropomorphism in HCI agents”, *Computers in Human Behavior*, vol. 29, no. 3, pp.577-579.
- Da Silva, M. G.(2002), “Measurements of comfort in vehicles”, *Measurement Science and Technology*, vol. 13, no. 6, R41.
- Dai, J., Li, R., Liu, Z. and Lin, S.(2021), “Impacts of the introduction of autonomous taxi on travel behaviors of the experienced user: Evidence from a one-year paid taxi service in Guangzhou,

- China”, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 130, 103311.
- De Visser, E. J., Krueger, F., McKnight, P., Scheid, S., Smith, M., Chalk, S. and Parasuraman, R.(2012), “The world is not enough: Trust in cognitive agents”, *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, vol. 56, no. 1, pp.263-267.
- Eden, G., Nanchen, B., Ramseyer, R. and Evéquoz, F.(2017), “Expectation and experience: Passenger acceptance of autonomous public transportation vehicles”, *Human-Computer Interaction-INTERACT 2017: 16th IFIP TC 13 International Conference*, pp.25-29.
- Faas, S. M., Mathis, L. A. and Baumann, M.(2020), “External HMI for self-driving vehicles: Which information shall be displayed?”, *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, vol. 68, pp.171-186.
- Green, B. D.(2010), *Applying human characteristics of trust to animated anthropomorphic software agents*, State University of New York at Buffalo.
- Griesche, S., Nicolay, E., Assmann, D., Dotzauer, M. and Käthner, D.(2016), “Should my car drive as I do? What kind of driving style do drivers prefer for the design of automated driving functions”, *Braunschweiger Symposium*, vol. 10, no. 11, pp.185-204.
- Hoff, K. A. and Bashir, M.(2015), “Trust in automation: Integrating empirical evidence on factors that influence trust”, *Human Factors*, vol. 57, no. 3, pp.407-434.
- Hua, T.(2022), *How to Establish Robotaxi Trustworthiness Through In-Vehicle Interaction Design*, Doctoral Dissertation, University of Cincinnati.
- Hulse, L. M., Xie, H. and Galea, E. R.(2018), “Perceptions of autonomous vehicles: Relationships with road users, risk, gender and age”, *Safety Science*, vol. 102, pp.1-13.
- Jang, C. H., Song, J. M. and Jang, J. Y.(2018), “Analysis of Impacts of Autonomous Vehicles and Car-sharing on Spatial Configuration in Urban Areas: Focusing on Parking Demand”, *The Korea Spatial Planning Review*, pp.151-169.
- Jang, H. J. and Byun, S. T.(2007), “Research on development of design concepts, especially interior design, for taxi vehicles”, *Journal of Basic Design & Art*, vol. 8, no. 4, pp.621-630.
- Joo, H. H., Kang, C. Y. and Choi, J. H.(2019), “A study on the driver experience according to the information provision method of conversational AI agents in level 3 autonomous driving environment: Focusing on the explainability and visual cues”, *Journal of Digital Contents Society*, vol. 20, no. 8, pp.1577-1584.
- Kang, H. T.(2019), *A Study on Interaction Design through Lighting in Autonomous Vehicle Exterior Styling: Focused on communication between autonomous vehicles and pedestrians*, Master's Thesis, Kookmin University.
- Kim, J. H., Kim, S. C. and Nam, C.(2016), “User resistance to acceptance of In-Vehicle Infotainment (IVI) systems”, *Telecommunications Policy*, vol. 40, no. 9, pp.919-930.
- Kim, S. W., Choi, J. H. and Kang, H. M.(2021), “A Study of User Experience According to the Information Composition and Display Placement of eHMI at the Pick-up Stage of Autonomous Mobility on Demand Service”, *Society of Design Convergence*, vol. 20, no. 4, pp.79-92.
- Kim, S., Chang, J. J. E., Park, H. H., Song, S. U., Cha, C. B., Kim, J. W. and Kang, N.(2020), “Autonomous taxi service design and user experience”, *International Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 36, no. 5, pp.429-448.

- Kim, Y. J. and Shim, J. S.(2007), “A Comparison of Weight Elicitation Techniques: Focusing on AHP, JA, and SW”, *Public Policy Review*, vol. 21, pp.5-33.
- Kobel, S. and Groeppel-Klein, A.(2021), “No laughing matter, or a secret weapon? Exploring the effect of humor in service failure situations”, *Journal of Business Research*, vol. 132, pp.260-269.
- Kwon, J. Y. and Ju, D. Y.(2018), “Interior Design of Fully Autonomous Vehicle for Emotional Experience: Focused on Consumer’s Consciousness toward In-Vehicle Activity”, *Korean Society for Emotion and Sensibility*, vol. 21, no. 1, pp.17-34.
- Lee, S. C.(2020), “A Systematic Review on Design Space of External Human-Machine Interface for Autonomous Vehicle”, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, vol. 39, no. 6, pp.549-559.
- Liljamo, T., Liimatainen, H. and Pöllänen, M.(2018), “Attitudes and concerns on automated vehicles”, *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, vol. 59, pp.24-44.
- Liu, M., Wu, J., Zhu, C. and Hu, K.(2022), “Factors Influencing the Acceptance of Robo-Taxi Services in China: An Extended Technology Acceptance Model Analysis”, *Journal of Advanced Transportation, Hindawi Limited*, vol. 2022, pp.1-11.
- Liu, P., Yang, R. and Xu, Z.(2019), “Public acceptance of fully automated driving: Effects of social trust and risk/benefit perceptions”, *Risk Analysis*, vol. 39, no. 2, pp.326-341.
- Mathies, C., Chiew, T. M. and Kleinaltenkamp, M.(2016), “The antecedents and consequences of humour for service: A review and directions for research”, *Journal of Service Theory and Practice*, vol. 26, no. 2, pp.137-162.
- Meurer, J., Pakusch, C., Stevens, G., Randall, D. and Wulf, V.(2020), “A wizard of oz study on passengers’ experiences of a robo-taxi service in real-life settings”, *ACM Designing Interactive Systems Conference*, pp.1365-1377.
- Niculescu, A., Van Dijk, B., Nijholt, A., Li, H. and See, S. L.(2013), “Making social robots more attractive: the effects of voice pitch, humor and empathy”, *International Journal of Social Robotics*, vol. 5, pp.171-191.
- Noh, J. M., Ko, W. R., Kim, J. H., Oh, S. J. and Yun, L. S.(2022), “Development of Functional Scenarios for Automated Vehicle Assessment: Focused on Tollgate and Ramp Sections”, *The Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, vol. 21, no. 6, pp.250-265.
- Park, K. G. and Jung, C. C.(2017), “A Study on Driver Experience for Autonomous Vehicles in 2030”, *Journal of the HCI Society of Korea*, pp.376-379.
- Ramm, S., Giacomini, J., Robertson, D. and Malizia, A.(2014), “A first approach to understanding and measuring naturalness in driver-car interaction”, *Proceedings of the 6th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications*, pp.1-10.
- Saaty, T. L.(1994), “How to make a decision: The analytic hierarchy process”, *Interfaces*, vol. 24, no. 6, pp.19-43.
- Saeed, T. U., Burris, M. W., Labi, S. and Sinha, K. C.(2020), “An empirical discourse on forecasting the use of autonomous vehicles using consumers’ preferences”, *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 158, p.120130.
- Seeger, G. and Bick, M.(2013), “Mega and Consumer Trends-Towards Car-Independent Mobile Applications”, *International Conference on Mobile Business*, vol. 27.

- Seo, S. J., Kim, J. H., Lee, J. H. and Yang, B. S.(2022), “Analysis on the Importance Rank of Service Components of Autonomous Mobility-on-Demand Service by Potential User Groups”, *The Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, vol. 21, no. 6, pp.177-193.
- Tussyadiah, I. P., Zach, F. J. and Wang, J.(2017), “Attitudes toward autonomous on demand mobility system: The case of self-driving taxi”, *Information and Communication Technologies in Tourism 2017*, Springer International Publishing, pp.755-766.
- Woldeamanuel, M. and Nguyen, D.(2018), “Perceived benefits and concerns of autonomous vehicles: An exploratory study of millennials’ sentiments of an emerging market”, *Research in Transportation Economics*, vol. 71, pp.44-53.
- Yoo, C. M., Pan, Y. H. and Yoo, H. S.(2019), “A Classification of Autonomous Car’s Seat Type and an Analysis of Driver’s Requirements”, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, vol. 38, no. 6, pp.403-418.
- Yoo, S., Lee, S., Kim, S., Kim, E., Hwangbo, H. and Kang, N.(2020), *A Study on Anxiety about Using Robo-taxis: HMI Design for Anxiety Factor Analysis and Anxiety Relief Based on Field Tests*, arXiv preprint arXiv. 09155.
- Yoo, Y. J. and Jun, S. J.(2020), “Analysis on the User-Agent Interaction and Design Elements of Anthropomorphized Agent Based on Interpersonal Relationship”, *Journal of Integrated Design Research*, vol. 19, no. 3, pp.111-127.
- Yun, E. G. and Park, S. Y.(2022), “A Study on the Development of the Quality of Life Using AHP Analysis”, *Korean Governance Review*, vol. 29, no. 2, pp.145-174.
- Zhang, J.(2014), *A study on Sensitivity elements and Formative art for Automobile Design*, Master's Thesis, Jeonju University.
- Zhang, M., Gursoy, D., Zhu, Z. and Shi, S.(2021), “Impact of anthropomorphic features of artificially intelligent service robots on consumer acceptance: Moderating role of sense of humor”, *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, vol. 33, no. 11, pp.3883-3905.