

Redesigning Information Display UI Design in an Autonomous Bus by Improving the Situation Awareness of Passengers

Hyunseo Kim¹, Yoobin Choi¹, Jongrae Park^{2*}

¹ Undergraduate Student, School of Undergraduate Studies, DGIST, Daegu, Korea

² Prof., School of Undergraduate Studies, DGIST, Daegu, Korea

Abstract

Autonomous driving technology is attracting attention as a core technology for the future that can provide innovations in transportation. In particular, the technology is anticipated to be capable of optimizing urban mobility effectively as a mode of public transportation. Therefore, autonomous buses and shuttles are being tested in many cities around the world, including Seoul. This study focuses on the problem of the information displays of autonomous buses currently operating in Korea failing to deliver trust to passengers and causing negative passenger experiences. The purpose of this study is to redesign the information display UI to increase the level of situational awareness of passengers and to provide guidelines for the design of information display UI ultimately to improve passenger experience in the context of autonomous buses at level 4 or higher. To this end, user research was conducted, including interviews and surveys, and improved design developed here was evaluated. The improved information display UI is expected to provide trust and positive passenger experiences and to mitigate concerns regarding the absence of a driver, therefore increasing positive perceptions of autonomous buses of level 4 or higher. As a result, increased public acceptance will promote autonomous buses and result in them being more widely used by the public.

Keywords Autonomous Bus, Passenger Experience, Trust, Situation Awareness, UI Design

This research was supported by DGIST Convergence Research Advanced Centre for Olfaction, 2024 (2020R1A6A1A03040516).

*Corresponding author: Jongrae Park (j-park@dgist.ac.kr)

Citation: Kim, H., Choi, Y., & Park, J. (2024). Redesigning Information Display UI Design in an Autonomous Bus by Improving the Situation Awareness of Passengers. *Design Works*, 7(4), 111-124.

<http://dx.doi.org/10.15187/dw.2024.12.7.4.111>

Received : Sep. 12. 2024 ; **Reviewed :** Dec. 07. 2024 ; **Accepted :** Dec. 07. 2024

ISSN 2635-7194(Print) **eISSN** 2765-4184(Online)

Copyright : This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License, which permits unrestricted educational and non-commercial use, provided the original work is properly cited.

1. 서론

1.1. 연구 배경

4차 산업혁명의 핵심기술인 사물인터넷(IoT), 빅데이터(Big Data), 인공지능(AI), 등의 비약적인 발전과 함께 자율 주행 자동차(Autonomous Vehicle, AV) 상용화 시대가 빠르게 다가오고 있다. 자율 주행 자동차는 과거 제조업 기반의 자동차 산업이 애플, 구글, 아마존 등 빅테크 기업들이 참여하는 소프트웨어 기반의 산업으로 전환되면서 높은 부가가치를 창출하는 미래 사회의 핵심 기술로 주목받고 있다. SAE(미국자동차공학회)의 기준에 따르면 자율 주행은 6 단계(0~5단계)로 구분되며 현재는 시스템이 상황을 파악하여 운전하고 시스템의 요청에 따라 운전자가 개입하는 레벨 3(조건부 자동화) 자율 주행 자동차가 도입되기 시작했다. 국내외 자동차 기업들은 운전자가 개입하지 않고 시스템이 정해진 조건 아래 운전하는 레벨4(고도 자동화) 자율 주행 자동차 상용화를 준비하고 있다.

자율 주행 자동차는 개인 차량보다는 대중교통으로서 도시 교통 시스템을 효율화하고 교통 접근성을 높이는 효과가 클 것으로 예상된다(Iclodean et al., 2020). 특히 버스는 정해진 경로를 따르기 때문에 자율 주행의 안전성과 효율성이 높다(윤태관 et al., 2019). 최근 국내 몇몇 지자체에서는 국토교통부의 지원을 토대로 자율 주행 버스를 시범적으로 운행하고 있으며 노선 및 도로 인프라를 구축해 나가고 있다. 자율 주행 단계는 3단계로 대부분의 상황에서 자율 주행이 적용되고 있지만 위험할 수 있는 상황에서는 승객의 안전을 위해 운전자가 개입하고 있으며 자율 주행 정보 및 운행 정보는 안내 디스플레이를 통해 탑승객에게 실시간으로 전달되고 있다. 자율 주행 버스는 교통 접근성 향상, 운행 시간 확대, 교통체증 완화, 사고 감소, 운전자 피로도 감소 등의 효과를 가져올 것으로 기대된다.

1.2. 연구 방향

자율 주행 버스의 효과적인 상용화를 위해서는 정책적 지원, 기술 성능 향상, 도로 인프라 구축 등도 중요하지만 탑승객의 긍정적인 탑승 경험도 중요한 요소이다. 자율 주행 버스 탑승 경험을 조사한 선행 연구에서 승객들의 경험은 대체로 긍정적이었지만, 개입할 수 있는 운전자의 존재가 긍정적인 평가에 영향을 미칠 수 있다(Mouratidis &

Serrano, 2021). 따라서 운전자가 개입하지 않는 4단계 이상의 자율 주행 버스에서도 좋은 탑승 경험을 보장하는 것이 중요한 과제로 언급되고 있다. 자율 주행과 같은 불안정한 상황에서는 신뢰가 기술의 수용과 안전감에 중요한 요소이다(Lee & See, 2004). 따라서 신뢰가 선행되어야 자율 주행에 대한 높은 안전감을 가지고 긍정적인 탑승 경험을 할 수 있을 것이다. 자율 주행 자동차에서는 운전자의 환경에 대한 이해를 높이고 미래 예측을 도움으로써 신뢰를 증진할 수 있으며, 선행 연구에서는 이를 상황 인식(Situation Awareness)¹이라는 개념으로 설명하고 있다(Miller et al., 2014). 자율 주행 버스의 탑승객은 차량을 통제하지 않기 때문에 상황 인식에 대한 중요성이 강조되지 않고 있지만, 장기적으로 탑승객이 자율 주행 기술에 대해 신뢰를 가지기 위해서는 탑승객의 상황 인식 수준을 높이는 것이 중요하다고 판단된다.

운전기사가 없는 버스에서는 안내 디스플레이가 상황 인식 수준을 높이는 기능을 할 수 있다. 따라서 자율 주행 버스 내부 안내 디스플레이의 적절한 UI(User Interface) 디자인은 탑승객의 상황 인식 수준을 높임으로써 자율 주행에 대한 신뢰를 높일 수 있다. 현재 국내에서 시범 운행 중인 자율 주행 버스에서도 안내 디스플레이를 통해 노선도, 실시간 영상 등을 제공하고 있지만 탑승객의 상황 인식에는 큰 도움이 되지 않고 있다. 센서 작동 정보를 있는 그대로 보여주고 있어 탑승객이 주행 상황을 이해하기 어렵고, 운전 기사의 손이 보이는 운전대 영상은 주행 상황과는 관련이 없기 때문이다. 현재 제공되고 있는 안내 디스플레이 UI 디자인의 정보 전달상의 문제점을 파악하고 탑승객의 상황 인식 증진에 기여할 수 있도록 UI를 재설계한다면 탑승객에게 자율 주행 차량에 대한 신뢰를 주고 탑승 경험을 개선할 수 있을 것이다.

¹ 상황 인식은 상황 내에서 관련되고 중요한 정보에 주의를 기울이고, 이 정보를 처리한 다음, 그에 따라 적시에 대응할 수 있는 능력을 말한다.

Table 1 Previous literature review

저자 및 출판년도	제목	핵심 내용	시사점
1 Iclodean et al., 2020	Autonomous Shuttle Bus for Public Transportation: A Review	자율 주행 기술의 셔틀 버스 적용에 있어서의 함의와 선행 연구 분석	자율 주행 셔틀 버스는 도시 교통 문제 해결에 효과적이다.
2 Mouratidis & Serrano, 2021	Autonomous buses: Intentions to use, passenger experiences, and suggestions for improvement	노르웨이 오슬로에서 자율 주행 셔틀 탑승객 경험 조사	자율 주행 버스에서 운전자의 존재가 탑승객의 안전감에 영향을 미친다.
3 Lee & See, 2004	Trust in automation: Designing for appropriate reliance.	자동화에 대한 신뢰 개념의 정의	자동화에 대한 신뢰 개념의 정의
4 Xu et al., 2022	An EEG study of human trust in autonomous vehicles based on graphic theoretical analysis	자율 주행 차량에 대한 신뢰를 EEG 를 이용해 측정	신뢰는 자율 주행 수용도에 중요한 요인이며 정량적으로 측정할 수 있다.
5 Miller et al., 2014	Situation awareness with different levels of automation	2~3 단계 자율 주행 차량에서 상황 인식이 운전자의 신뢰와 편안함에 미치는 영향	운전자의 상황 인식은 안전한 제어권 이동에 중요하며, 운전자의 신뢰와 편안함을 증진한다.
6 Fröhlich et al., 2019	“What’s the Robo-Driver up to?” Requirements for Screen-based Awareness and Intent Communication in Autonomous Buses	자율주행 셔틀 버스에서 인식과 의도 전달이 탑승객의 신뢰에 미치는 영향	자율 주행 버스의 인식과 의도를 전달하는 것은 신뢰에 중요하며 내부 스크린이 이에 효과적이다.
7 Koo et al., 2015	Why did my car just do that? Explaining semi-autonomous driving actions to improve driver understanding, trust, and performance.	부분 자율 주행 자동차에서 피드포워드 메시지의 내용 (Why 정보와 How 정보) 이 운전자의 태도에 미치는 영향	자율 주행 차량이 주는 정보는 피드백과 피드포워드로 구분할 수 있고 Why 정보를 제공하는 것은 빠른 인지에 중요하다.

2. 연구 설계

2.1. 연구의 목적 및 가설

본 연구는 현재 국내에서 운행 중인 자율 주행 버스의 안내 디스플레이가 탑승객에게 신뢰를 주지 못하며 부정적인 탑승 경험을 유발한다는 문제에 주목하고자 한다. 따라서 본 연구의 목적은 안내 디스플레이 UI를 탑승객의 상황 인식 수준을 높이도록 재설계하고, 4~5단계 자율 주행 버스의 도입 시 탑승 경험을 향상시킬 수 있는 안내 디스플레이 UI 디자인의 방향성을 제시하는 것이다. 자율 주행 버스의 안내 디스플레이 UI 개선을 통해 탑승객의 상황 인식 수준이 높아진다면 탑승 경험의 질을 향상시킬 수 있다는 것을 본 연구의 가설로 설정한다.

2.2. 선행 연구 분석

본 연구는 자율 주행 버스의 내부 안내 디스플레이 UI를 탑승객의 상황 인식 수준을 높이도록 디자인하고, 개선된 디자인이 탑승 경험을 개선할 수 있는지 확인하고자 한다. 이를 위해 신뢰, 상황 인식, UI 등 3가지 키워드로 선행

연구 조사를 진행했다. 첫 번째 키워드인 신뢰는 불확실성과 불안정성이 있는 상황에서 에이전트가 어떻게 목표를 달성하는 데에 도움을 줄 수 있는지에 대한 사용자의 태도로 정의할 수 있다(Lee & See, 2004). 자율 주행 자동차의 맥락에서는 신뢰가 기술에 대한 수용도(Acceptance)를 높이고 긍정적인 탑승객 경험에 영향을 미친다고 알려져 있다(Xu et al., 2022). 두 번째 키워드인 상황 인식은 정보 전달과 관련이 깊은 개념이다. 운전자와 차량의 관계가 가장 역동적인 2~3단계 자율 주행 차량에서 음성 메시지로 인한 높은 상황 인식은 운전자의 차량에 대한 신뢰를 향상시키고 편안한 감정에 도움을 준다(Miller et al., 2014). 자율 주행 버스에서도 차량의 의도를 전달하고 상황 인식을 높이는 것은 탑승객의 신뢰에 도움이 된다는 연구가 있다(Fröhlich et al., 2019). 마지막 키워드인 UI를 통해 자율 주행 버스 및 셔틀에서 제공하고 있는 정보 시스템의 다양한 형태와 정보 제공 방식을 확인했다. 예를 들어 부분 자율 주행 자동차에서 메시지의 내용(Why 정보와 How 정보)이 운전자의 태도에 어떤 영향을 미치는지 연구된 바 있다(Koo et al., 2015). 또 자율 주행 셔틀에서 안내 디스플레이가 제공하는 정보의 형태(아이콘, 텍스트 등)에 대한 연구도 확인할 수 있었다(Fröhlich et al., 2019). Table 1은 참고한 선행 연구의 내용과 시사점을 정리한 것이다.

2.3. 연구의 흐름과 방법

본 연구는 문제 인식, 고객 조사, 디자인 제안, 디자인 검증 및 최종 디자인 제안의 4단계로 진행하고자 한다. 일반적인 디자인 개발 프로세스와 유사하지만, 새로운 제품 및 서비스의 개발보다는 고객 조사와 검증을 통한 기존의 제품 및 서비스에 대한 개선에 초점을 두었다. Figure 1은 본 연구의 흐름과 방법을 나타내고 있다.

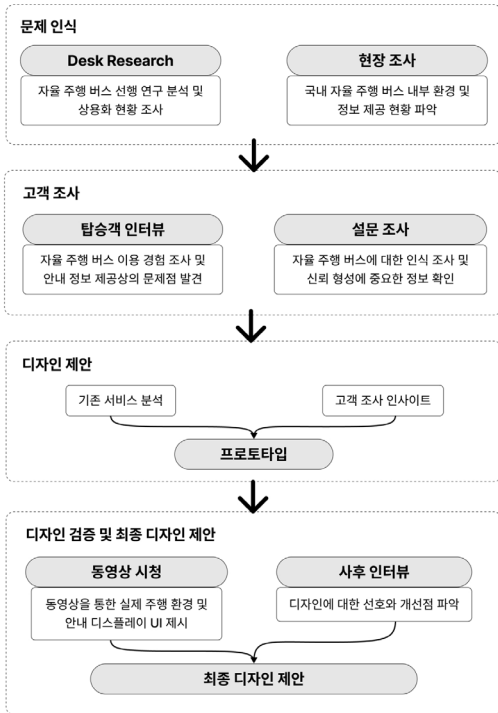


Figure 1 Flow of the research

우선 문제 인식 단계에서는 자율 주행 버스를 다룬 선행 연구를 분석했으며, 운행 중인 자율 주행 버스에 직접 탑승해 안내 디스플레이와 음성 안내에 대한 탑승객들의 반응을 면밀하게 관찰하고 일반적인 문제점을 발견했다. 고객 조사 단계에서는 앞에서 발견된 문제에 대해 실제 탑승객들이 어떤 불편을 겪고 있는지, 불편을 겪고 있다면 구체적인 원인이 무엇인지 파악하기 위해 자율 주행 버스에 탑승한 경험이 있는 승객을 대상으로 심층 인터뷰를 진행했다. 또한 자율 주행 버스 탑승 경험은 없지만 일반 버스를 타는 승객의 입장에서 자율 주행 버스에 대한 인식 및 신뢰 형성에 중요한 정보를 파악하기 위해 설문조사를 실시했다. 고객 조사를 통해 구체적인 문제를 정의하고, 문제를 해결하

기 위한 안내 디스플레이 UI 디자인의 방향성을 도출했다. 디자인 제안 단계에서는 UI 디자인의 방향성을 기반으로 탑승객이 이해하기 쉬운 자율 주행 정보를 제공하고 상황 인식 수준을 높일 수 있는 프로토타입을 제작했다. 마지막 디자인 검증 및 최종 디자인 제안 단계에서는 제작한 프로토타입이 탑승객의 상황 인식에 긍정적으로 기여하는지 검증하기 위해 동영상을 통해 상황과 UI를 함께 제시하고 디자인 선호와 개선 방향을 파악하기 위해 사후 인터뷰를 실시했다. 최종적으로 탑승객의 상황 인식 수준과 신뢰를 높이고 탑승 경험을 개선할 수 있는 UI 디자인을 제안했다. 연구의 흐름은 단계별로 진행되지만, 각 단계에서 조사 설계를 고찰하고 보완하는 과정을 통해 연구의 방향성을 명확하게 할 수 있었다.

3. 디자인 기획

3.1. 자율 주행 버스 현황 조사

첫 번째 단계로 실제 운행 중인 자율 주행 버스에 대한 이해를 높이고자 현재 국내에서 시범 운행 중인 자율 주행 버스를 2회씩 직접 탑승해 보고 내부 환경과 정보 제공 현황을 조사했다. 고객 조사를 하기 전 실제 운행 중인 자율 주행 버스에 대한 이해를 높이고자 했다. 조사 대상은 성남시 판교 판타G 버스, 서울시 심야 A21, 세종시 A2 세종이다. 세 자율 주행 버스의 안내 디스플레이와 정보 제공 방법, 문제점을 Table 2에 정리했다.

판교 판타G 버스의 안내 디스플레이에는 정류장 안내나 노선도 없이 라이다 센서 작동 화면과 운전석 영상만 제공하고 있다. 라이다 센서 작동 화면은 데이터를 가공하지 않고 빨간색과 초록색 사각형으로 주변 환경을 표시하고 있지만 일반 탑승객들의 입장에서는 이해하기 어렵다. 또한 운전석 영상으로 자율 주행 여부를 파악할 수 있지만 탑승객들의 상황 인식에는 큰 도움이 되지 않는다. 심야 A21 버스는 중앙부 상단에 안내 디스플레이가 있고 외부 카메라를 통해 주행 상황을 전달하고 있지만 화면이 작고 외부 상황에 대한 버스의 대응 정보는 없다. 또한 V2X 정보(교통 신호)는 탑승객에게 큰 의미가 없으며 하나의 화면에 다양한 정보가 위계 없이 들어가 있어 빠른 정보 파악이 어렵다는 문제가 있다. 세종시 A2 버스의 경우 가장 많은 정보를 제공

Table 2 Autonomous bus information displays currently operating

버스명	안내 디스플레이	시각 정보	음성 정보	문제점
판교 판타G		<ul style="list-style-type: none"> - 운전석 영상 - 2D 라이다 센서 작동 화면 - 전후방 카메라 영상 	<ul style="list-style-type: none"> - 자율 주행/수동 주행 안내 - 이번/다음정류장 안내 - 탑승 안전 안내 	<ul style="list-style-type: none"> - 라이다 센서 화면이 그대로 표시되고 있으나 탑승객 입장에서 이해하기 어렵다. - 운전석 영상을 실시간으로 제공하고 있으나 상황 인식에 큰 도움은 되지 않는다. - 정류장 정보 등 운행 정보는 시각적으로 표시되지 않고 음성으로만 제공되고 있다.
서울시 심야 A21		<ul style="list-style-type: none"> - 전방 카메라 영상 - V2X 정보 (교통신호) - 속도 - 이번/다음 정류장 - 노선도 - 안전 안내 	<ul style="list-style-type: none"> - 자율 주행/수동 주행 안내 - 이번/다음정류장 안내 - 탑승 안전 안내 	<ul style="list-style-type: none"> - 외부 카메라 영상이 작아서 주행 및 도로 상황 파악에 큰 도움이 되지 않는다. - 외부 상황에 대한 자율 주행 버스의 대응 정보가 없다. - V2X 정보(교통 신호) 정보는 탑승객에게는 큰 의미가 없다. - 작은 화면에 다양한 정보가 위계 없이 들어가 있어 빠른 정보 파악이 어렵다.
세종시 A2		<ul style="list-style-type: none"> - 운전석 영상 - 3D 라이다 센서 작동 화면 - V2X 정보 (교통신호) - 속도 - 이번/다음 정류장 - 노선도 - 안전 안내 	<ul style="list-style-type: none"> - 자율 주행/수동 주행 안내 - 이번/다음정류장 안내 - 탑승 안전 안내 	<ul style="list-style-type: none"> - 안내 디스플레이가 버스 앞부분 높은 위치에 있어 정보가 잘 안보인다. - 운전석 영상을 실시간으로 제공하고 있으나 상황 인식에 큰 도움은 되지 않는다. - V2X 정보(교통 신호) 정보는 탑승객에게는 큰 의미가 없다. - 안내 디스플레이의 색상이 어둡고 문자 크기가 작아서 정보의 가독성이 낮다.

하고 있지만 어두운 색상과 작은 글씨로 인해 정보의 가독성이 낮고 안내 디스플레이가 버스 앞부분에 높이 자리 잡고 있어 뒤쪽의 승객은 정보 파악이 어렵다. 자율 주행 버스의 현장 조사로부터 자율 주행 정보, 버스 운행 정보, 안내 디스플레이의 제공 정보 및 위치를 확인했다. 대체로 탑승객의 입장보다는 운전자 및 운영 주체의 입장에서 기술적인 정보를 일방적으로 전달하고 있으며 자율 주행에 대한 신뢰와 탑승객의 상황 인식에 기여하지 않고 있다고 판단되었다.

3.2. 탑승 경험 조사 방법

탑승 경험 조사는 탑승객 인터뷰와 설문조사의 고객 조사를 통해 진행했다. 먼저 자율 주행 버스에 탑승한 경험이 있는 사람을 대상으로 인터뷰를 실시했으며 버스 탑승 경험을 더 상세하게 파악하고 구체적인 문제를 정의하고자 했다. 다음으로 자율 주행 버스에 대한 탑승 경험은 없지만 일반 버스에 대한 이용 경험이 있는 탑승객을 대상으로 자율 주행 버스에 대한 인식 및 신뢰 형성에 중요한 정보를 조

사하기 위해 설문 조사를 진행했다. 인터뷰와 설문조사의 구체적인 방법은 다음과 같다.

Table 3 Interview method

인터뷰 대상	자율 주행 버스 이용 경험이 있는 사람
모집 방법	인터넷 카페, 직장인 온라인 커뮤니티
인터뷰 기간	2024.04.10 ~ 04.15
인터뷰 목적	자율 주행 버스 이용 경험 조사 및 안내 정보 제공상의 문제점 발견

Table 4 Survey method

설문 대상	일반 버스 이용 경험이 있는 사람
설문 방법	SNS, 대학생 커뮤니티 및 유료 설문 서비스 서베이지
설문 기간	2024.04.20 ~ 04.30
설문 목적	자율 주행 버스에 대한 인식 조사 및 신뢰 형성에 중요한 정보 확인

3.3. 고객 조사

3.3.1. 자율 주행 버스 탑승객 인터뷰

자율 주행 버스 탑승 경험을 더 상세하게 파악하고 구체적인 문제를 정의하기 위해 탑승객 대상 인터뷰를 진행했다. 아직 국내에서 자율 주행 버스가 본격적으로 상용화되지 않아 인터뷰 대상 확보에 어려움이 있기 때문에 다수의 탑승객보다는 소수의 탑승객을 대상으로 심층 인터뷰를 실시했다. 판타G 버스 2명, 심야 A21과 A2는 각각 1명의 인터뷰 대상자를 선정했고 인터뷰 질문과 답변은 아래와 같다.

Table 5 Interview question for passengers

구분	질문
버스 이용 경험	일반 버스와 비교했을 때 다른 점이 있었습니까?
	탑승 전, 하차 시 정보를 어떻게 확인했습니까?
	탑승 중 느낀 감정은 무엇이었습니까?
제공 정보에 대한 의견	어떤 정보가 가장 도움이 되었습니까?
	개선이 필요하다고 생각한 부분은 무엇이었습니까?
	UI 및 음성 안내가 자율 주행에 대한 신뢰를 높이는 데 도움이 되었습니까?

Table 6 Interview answer from passengers

탑승 버스	구분	답변
판타G 버스	이용 경험	-탑승감은 일반버스와 큰 차이는 없었지만 급출발이 느껴졌다. -차량이 예상치 못한 변수에 잘 대응할 수 있을지 걱정이 되었다.
	제공 정보	-라이다 센서 화면이 무슨 의미인지 파악하기 위해 집중해서 보았다. -기술적인 정보가 많은 디스플레이가 위압감을 준다. -운전석 화면을 통해 자율 주행 되고 있다는 것을 확인할 수 있었다. -센서 작동 화면이 무슨 의미인지 잘 이해하지 못했지만 자율 주행이 잘 작동되고 있다는 것은 알 수 있었다. -자율 주행 버스에 대한 설명이 있었으면 좋겠다.
	서울시 심야 A21	이용 경험 -자율 주행은 실제 사람이 운전하는 것보다 안전하지 않을 것 같다. -기사가 없었다면 불안하겠지만 기사가 있어서 불안하지는 않았다.
세종시 A2	제공 정보	-카메라 영상과 교통 신호는 불필요하다고 느꼈다. -정류장 정보와 자율 주행 여부 아이콘이 눈에 띄었다.
	이용 경험	-상용화 가능성이 있다는 생각이 들어서 신기했지만, 도로가 불균형한 상황에서는 속도가 불안정해져서 불안함을 느꼈다.
	제공 정보	-승객의 입장에서 목적지까지 가는 것이 중요하므로, 정류장까지 남은 시간과 거리를 보여주는 정보가 가장 도움이 되었다. -제공되고 있는 운전석 실시간 영상은 승객에게는 필요 없는 정보라고 생각한다. -센서 작동 현황도 승객이 관심을 가지는 정보는 아닌 것 같다. 다만 자율 주행 시스템이 잘 작동하고 있다는 것을 보여주면安心이 될 것 같다.

버스 이용 경험에 대한 답변에서는 탑승감, 안전, 차량의 인식 능력 등에 대한 전반적인 불안감이 존재한다는 것을 파악할 수 있다. 몇 가지 주목할 만한 의견을 보면, 이용 경험에 대해서는 기사의 존재가 탑승 경험에 영향을 미친다는 답변은 선행 연구의 시사점과 일치하는 것으로 파악된다. 제공 정보에 대한 의견으로는 판타G 버스 2명의 탑승객이 버스의 라이다 센서 작동 화면을 이해하기 어렵고 라이다 센서 작동 화면과 운전석 영상이 기술적인 정보라서 위압감이 느껴진다고 했다. 심야 A21에서는 카메라 영상과 교통 신호는 불필요한 정보라는 의견이 있었고, 세종시 A2에서는 목적지까지의 시간과 거리 정보가 도움이 되지만 운전석 실시간 영상은 승객 입장에서 필요로 하는 정보는 아니라는 의견을 확인했다.

3.3.2. 일반 버스 탑승객 설문조사

자율 주행 버스 탑승 경험이 없는 사람의 입장에서 일

반 버스에 대한 이용 경험 및 자율 주행 버스에 대한 인식을 조사하기 위해 일반 시민 215명에게 설문조사를 진행했다. 현재 국내 상용화된 4단계 자율 주행 버스가 없는 이유로 일반 버스 탑승 경험 설문 조사를 통해 자율 주행 버스 탑승에 관한 인사이트를 도출하고자 했다. 일반 버스 탑승객 대상 설문조사 질문과 결과는 다음과 같다.

Table 7 Survey question

구분	질문
버스 이용 경험	버스를 이용할 때 가장 중요하다고 생각하는 것은 무엇인가? (중복선택 가능)
	버스 탑승 중 이용 정보(얼마나 남았는지, 어디서 내려야 하는지 등)를 어떻게 확인하시나요? (중복 선택 가능)
자율 주행 버스에 대한 인식	현재 서울, 세종시, 판교 등에서 자율 주행 버스가 시범 운행 중입니다. 자율 주행 버스에 대해 어느 정도의 긍/부정적 감정을 가지고 있나요?
	자율 주행 버스에 대해 부정적인 인식이 있다면 그 이유는 무엇인가? (중복 선택 가능)
자율 주행 버스 내부 디스플레이에 표시되는 정보	자율 주행 버스에서는 버스 앞쪽 대형 디스플레이를 통해 이용자에게 필요한 정보를 제공하고 있습니다. 자율 주행 버스에서는 기존의 일반 버스에서 제공하는 정보보다 더 많은 정보가 필요할 것이라고 생각하시나요?
	자율 주행 버스 내부 디스플레이에 어떤 정보가 제공되어야 자율 주행 상황 이해에 도움이 될 것 같은지 선택해주세요. (중복 선택 가능)

Table 8 Survey result

질문	보기	선택(명)
1	제 때, 빠르게 목적지에 가는 것	164(76%)
	운행 정보를 쉽게 알 수 있는 것	115(53%)
	버스를 안심하고 이용할 수 있는 것	67(31%)
2	스마트폰	145(67%)
	안내화면	93(43%)
	음성안내	76(35%)
	실제환경	48(22%)
	종이 노선도	46(21%)
	운전기사	10(5%)
	3	1
2	41(19%)	
3	66(31%)	
4	76(35%)	
5	24(11%)	
4	사고가능성	138(64%)
	운전기사 부재	87(40%)
	약용 가능성	35(16%)
	서비스 품질 저하	21(10%)
	승차감	14(7%)
	부정적인 인식 없음	38(18%)

5	1	8(4%)
	2	35(16%)
	3	39(18%)
	4	88(41%)
	5	45(21%)
6	속도	129(60%)
	교통신호	76(35%)
	센서 작동 현황	122(57%)
	돌발상황에 대한 설명	151(70%)
	남은 거리 및 시간	161(75%)

3.3.2.1. 버스 이용 경험

버스를 이용할 때 가장 중요하다고 생각하는 것은 제 때, 빠르게 목적지에 가는 것(76%)으로 나타났으며 운행 정보 파악, 안심 이용도 높은 비율을 보였다. 버스 탑승 중 정보를 확인하는 방법은 스마트폰(67%)이 가장 높았고 안내 화면(43%)과 음성 안내(35%)도 유용한 것으로 파악되었다. 반면 버스 내에 게시된 노선도와 운전기사에게 직접 문의하는 것에 대한 선호도는 낮았다.

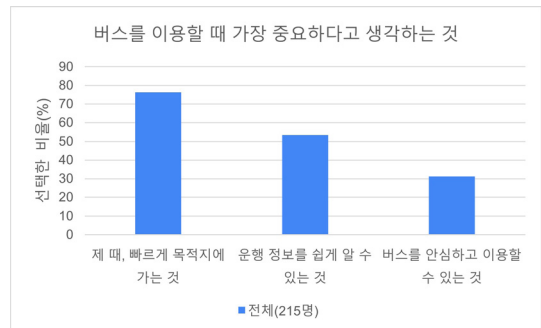


Figure 2 Survey result: The most important consideration when using a bus

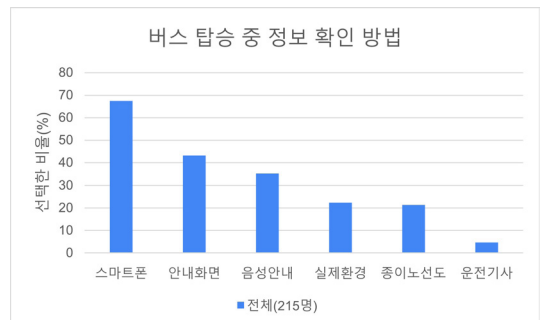


Figure 3 Survey result: Ways to check information while using a bus

3.3.2.2. 자율 주행 버스에 대한 인식

자율 주행 버스에 대한 긍정적인 감정(44%, 4~5점)은 부정적인 감정(22%, 1~2점)보다 많았다. 부정적인 인식이 있다면 무엇이 문제인지에 대해서는 전체 응답자 중 64%가 사고 가능성, 40%의 응답자는 운전자 부재에 대한 우려를 나타냈다. 반면 자율 주행 버스에 대한 부정적인 인식이 없다는 응답자도 18% 정도 있다는 것이 주목된다.

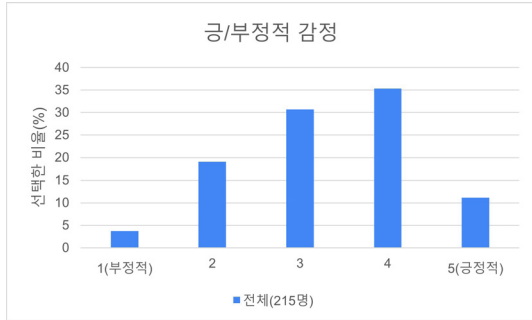


Figure 4 Survey result: Positive/negative emotion towards autonomous bus

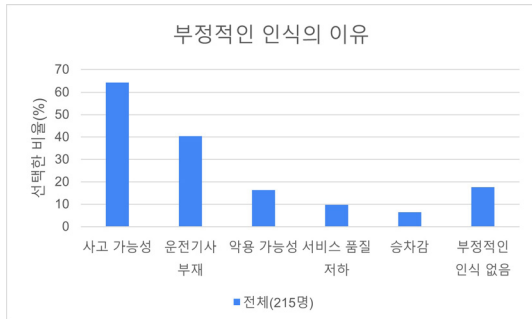


Figure 5 Survey result: Reason for negative emotion

3.3.2.3. 내부 디스플레이에 표시되는 정보

정보의 필요성에 대해 전체 응답자의 61%가 자율 주행 버스에서는 일반 버스에 비해 더 많은 정보가 필요하다는 의견을 주었다. 대부분의 응답자가 가장 필요하다고 생각하는 정보는 정류장까지 남은 시간과 거리이며 이는 목적지까지 빠르게 도착하는 것을 가장 중요하게 여긴다는 자율 주행 탑승 경험자의 인터뷰 답변에서도 확인되었다. 또한 주행 중 돌발 상황에 대한 텍스트/음성 설명이 필요하다는 응답은 70%로 그 뒤를 이었다. 한편, 교통신호는 다른 요소에 비해 상대적으로 그 필요성을 느끼는 응답자가 적었다(35%).

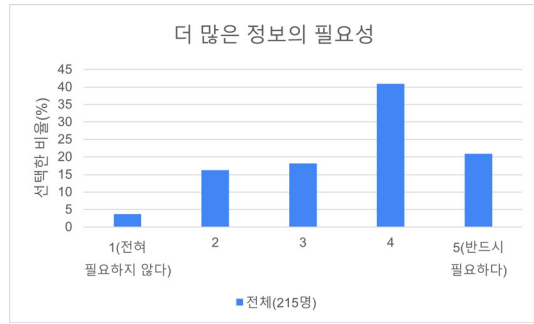


Figure 6 Survey result: Need for additional information

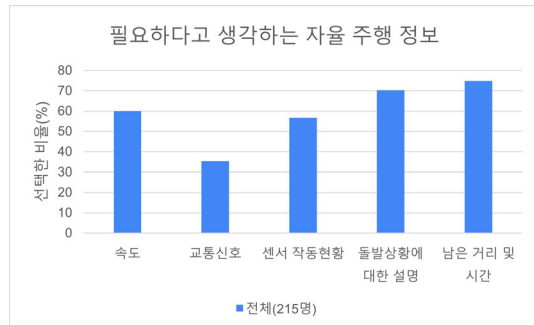


Figure 7 Survey result: Information that is necessary for autonomous bus

3.4. 고객 조사에 대한 고찰

고객 조사를 통해 현재 운행 중인 자율 주행 버스의 안내 디스플레이는 탑승객에 대한 깊이 있는 이해 없이 운영 주체 또는 운영사의 입장에서 일반적으로 정보를 제공하고 있다는 것을 확인할 수 있었다. 제공 중인 정보는 이해하기 힘들거나, 탑승객이 주행 상황을 이해하는 데에 큰 도움이 되고 있지 않다. 탑승객 인터뷰를 통해서 승객들은 자율 주행 버스에 대해 낮은 신뢰를 가지고 있으며, 안내 디스플레이는 이를 해결해 주지 못하고 있다는 점도 파악되었다. 설문 조사에서는 자율 주행 버스에 대한 낮은 신뢰의 원인을 구체적으로 알 수 있었다. 자율 주행의 안전성에 대한 우려가 가장 많지만, 운전자 부재에 대한 우려도 많다. 일반 버스에 비해 자율 주행 버스에서 더 많은 정보가 있어야 안심하고 버스를 이용할 수 있다는 사실도 파악할 수 있었다.

고객 조사를 통해 승객에게 전달해야 하는 자율 주행 정보는 이해하기 쉽게 가공하고, 불필요한 정보는 제외하는 것이 상황 인식 수준을 높일 것으로 예상된다. 또한 탑승객을 고려한 UI 요소를 적극적으로 도입한다면 운전자 부재

에 대한 불안감 해소에 도움이 될 것이며, 목적지에 빠르고 정확하게 도달하고자 하는 대중교통 탑승객의 기본적인 요구에도 대응할 수 있을 것이다.

4. 디자인 제안 및 검증

4.1. 프로토타입

고객 조사를 바탕으로 탑승객들은 자율 주행 중 상황 인식이 떨어지며, 그로 인해 자율 주행에 대한 신뢰가 낮다는 문제를 도출할 수 있었다. 자율 주행 버스에 대한 신뢰를 주기 위해서는 주행 정보를 이해하기 쉽게 제공하고, 상황 인식 수준을 높일 수 있는 UI 요소를 안내 디스플레이에 반드시 도입해야 한다.

안내 디스플레이 UI 디자인 개선을 위해 3가지 UI 요소를 도입했다. 첫 번째 요소인 시스템 정상 작동 메시지는 Figure 8과 같이 디자인했다. 앞서 고객 조사로부터 센서 작동 화면은 이해하기 힘들지만, 시스템이 정상적으로 작동 중이라는 시각적인 피드백을 제공한다는 것을 파악했다. 따라서 평상시 주행 중에 상태에 대한 피드백을 제공하기 위해 시스템 정상 작동을 나타내는 아이콘을 도입했다. 두 번째는 Figure 9에 해당하는 돌발 상황에 대한 설명이다. 자율 주행 버스에서의 정보 전달을 다룬 선행 연구에서는 차량의 인식(Awareness)과 의도(Intention) 모두를 안내 디스플레이에 포함하고 있다(Fröhlich et al., 2019). 따라서 상황에 관해 설명할 때 차량이 무엇을 인식했고 어떤 행동을 했는지 모두 전달하고자 했다. 세 번째는 차량의 출발을 예고하는 안내이며, Figure 10과 같이 디자인했다. 선행 연구에 따르면 피드포워드 정보²는 운전자가 자율 주행 차량의 움직임 예상할 수 있도록 한다(Koo et al., 2015). 해당 연구에서는 부분 자율 주행 차량의 제동을 운전자에게 미리 알리기 위해 피드포워드 정보를 도입하고 있는데, 본 연구의 대상인 버스 탑승객에게는 주행 중 차량의 움직임보다는 정류장 정착과 출발이 중요하다. 따라서 버스 출발을 알리기 위해 피드포워드 정보를 도입했다. 개선된 안내 디스플레이 UI 화면은 다음과 같다.

² 이벤트 발생에 앞서 주는 정보로, 이벤트 발생 이후 주는 정보인 피드백 정보와 구분된다.



Figure 8 Design prototype: default

시스템 정상 작동을 나타내는 아이콘은 화면의 왼편에 배치했다. 기존 라이다 센서 화면과 다르게 버스 이미지와 초록색 배지(Badge)를 사용해 자율 주행 기술에 대한 지식이 적은 일반적인 탑승객도 이해할 수 있도록 했다. 초록색 배지가 점멸하면 탑승객에게 시각적인 피드백을 주기 때문에 시스템이 멈추지 않고 정상적으로 정보를 제공하고 있다는 것을 전달할 수 있다. 버스 이미지와 함께 ‘자율 주행 시스템이 정상적으로 작동 중입니다.’라는 텍스트도 하단부에 표시되어 이해를 높이도록 했다.



Figure 9 Design prototype: emergency event

급정거 등의 돌발 상황에 대한 설명은 돌발 상황이 발생하는 경우에만 시스템 정상 작동 아이콘의 자리에 나타난다. 상황이 왜 발생했는지 보여주는 애니메이션을 표시함으로써 직관적으로 상황을 이해할 수 있도록 했다. 차량이 급정거한 경우, 탑승객은 차량이 급정거한 이유와 차량의 대처를 확인함으로써 높은 상황 인식 수준을 유지한다. 이는 기존의 자율 주행 버스에서 보여주고 있는 실시간 카메라 영상보다 빠른 정보 파악을 가능하게 하고, 다양한 돌발 상황을 몇 가지 애니메이션으로 통합한다는 의도가 있다.



Figure 10 Design prototype: departure

차량의 움직임을 예고하는 안내 텍스트는 노선도가 표시되는 하단에 도입했다. 차량이 정류장 등에 정차 후 다시 출발하는 경우 ‘차량이 곧 출발합니다’와 같은 안내를 통해 탑승객이 미리 손잡이를 잡거나 자리에 앉는 등 미리 대응할 수 있도록 했다.

4.2. 검증

디자인 검증을 위해 21명의 학생을 대상으로 주행 상황 동영상 시청 후 인터뷰를 진행했다. 피험자는 모두 만 19세부터 만 25세 사이의 대학생으로, 자율 주행 버스 탑승 경험은 없지만 일반 버스에 대한 탑승 경험이 있는 사람들로 구성되었다.

Table 9 Validation method

기간	24.05.08 ~ 05.25
대상	19세부터 만 25세 사이의 DGIST 학부생
목적	개선된 디자인에 대한 평가 및 개선 방향 확인
방법	동영상 시청 및 사후 인터뷰

인터뷰를 위해 주행, 돌발 상황, 출발의 3가지 상황의 버스 주행 영상과 각 상황에 적절한 UI 화면 및 음성 안내를 함께 제시해 버스 내부의 안내 디스플레이를 영상으로 구현했다. 동영상 시청 전 완전 자율 주행 버스의 개념을 설명하고 기사의 개입이 없는 완전 자율 주행의 상황이라고 가정하고 실험 영상을 시청할 것을 지시했다. Figure 11은 동영상의 캡처 화면이다. Experiment UI는 디자인 프로토타입, Control UI는 기존의 개선되지 않은 버스 화면과 유사한 프로토타입을 제작해 비교했다.



Figure 11 Experiment video screen



Figure 12 Control UI

영상 시청 직후 UI에 대한 인터뷰를 진행했다. 프로토타입에 대한 의견을 통해 개선 방향을 확인하고자 했다. 인터뷰 질문은 다음과 같다.

Table 10 Post experiment interview question

이해도 확인	- Control vs. Experiment UI의 차이를 인지했습니까? - 각각의 요소가 무슨 뜻인지 이해가 되었습니까?
선호 확인	- 어떤 UI가 자율 주행 버스의 정보를 충분히 전달해주고 있다고 느꼈습니까?
기타 의견	- UI 개선 사항이 있다면 무엇입니까? - 버스 내부 디스플레이 외에도 필요하다고 생각하는 서비스가 있습니까?

4.3. 사후 인터뷰 결과

21명의 피험자에 대해 사후 인터뷰를 진행한 결과, 대부분의 피험자가 Control UI와 Experiment UI의 차이를 인지했다. 하지만 많은 피험자가 Control UI에서 보여준 공되지 않은 센서 작동 화면에 대해 낮은 이해도를 보였다.

Table 11 Post experiment interview result

선호 UI	이유	기타 의견
Experiment (71.4%)	-보기에 편하다 -정상 작동을 알려주어 안심이 된다	-노선도는 다 보여줄 필요 없이 앞뒤 몇 개만 보여주면 될 것 같다.
Control (28.6%)	-아이콘만 있는 디자인은 당연한 사실 같고 정보가 많아야 차량이 주변을 잘 인식하고 있다는 것이 보인다. -실시간으로 주변을 파악하는 것 같아 안전하게 느껴진다.	-남은 거리와 시간 글씨가 작은 것이 아쉽다. -뒤에서도 잘 보일 수 있게 하면 좋을 것 같다.

2가지 UI의 선호에 대한 질문에는 21명 중 15명(약 71.4%)의 피험자가 Experiment UI에 대해 더 긍정적인 응답을 했다. 이들은 Experiment UI가 더 보기에 편하고 신뢰를 가지는 데에 도움이 된다고 응답했다. 반면 Control UI가 낫다고 응답한 6명(28.6%)의 피험자들은 정보를 이해할 수 있는지 보다는 더 많은 정보를 얻는 것이 신뢰를 가지는 데에 더 중요하다고 느꼈다. 이들은 공통으로 시스템 정상 작동 아이콘의 정보가 부족하다고 느꼈다.

또한 여러 피험자가 전체적으로 UI 요소가 작아 읽기 힘들다는 의견을 주었다. 특히 노선도는 인쇄물의 형태로 버스 내부에 부착되기 때문에 안내 디스플레이에는 불필요하다는 의견이 있었다.

4.4. 디자인 개선 방향

사후 인터뷰를 통해 차량의 시스템 상태를 제공하는 아이콘이 충분한 상황 정보를 전달해 주지 못한다는 결론을 얻었다. 따라서 돌발 상황에서만 제공되었던 3D 영상을 항상 표시해 더 많은 정보를 제공하도록 개선했다. 이는 버스 주변 환경을 실시간으로 렌더링하며 일반적인 주행 상황일 때도 승객의 상황 인식 수준을 높일 것이다.

또한 노선을 디스플레이로 제공하는 것에 대해 불필요하다는 의견이 있었기 때문에 화면에서 노선 정보는 제외하고 다른 요소들을 더 크게 표시했다. 노선도 위치에 표시되었던 정류장에 정차하기 전, 정류장에서 출발할 때의 안내 문구는 주행 정보와 구분해 상단에 배치함으로써 탑승객이 승차할 때 쉽게 확인하게 했다. 위 개선 사항들을 반영하여 수정한 화면 디자인은 다음과 같다.



Figure 13 Final design: default



Figure 14 Final design: emergency event

5. 결론

5.1. 의의 및 기대효과

본 연구에서는 자율 주행 버스의 내부 안내 디스플레이 UI를 탑승객의 상황 인식 수준을 높이도록 디자인하고, 개선된 디자인이 탑승 경험을 개선할 수 있는지 확인하고자 했다. 이를 위해 국내 3단계 부분 자율 주행 버스에서 탑승객의 탑승 경험을 조사하고 문제를 정의하는 과정을 거쳤다. 또 동영상상을 통해 상황과 UI를 제시한 뒤 인터뷰를 통해 디자인을 검증하고 수정했다. 연구의 의의는 다음 2가지다.

첫째, 운전자가 아닌 탑승객의 상황 인식 수준을 다뤘다는 의미가 있다. 다수의 선행 연구에서는 운전자 입장에서 자율 주행의 신뢰에 영향을 미치는 요인을 조사하고 분석했다. 그러나 자율 주행 버스 탑승객의 신뢰에 대한 구체적인 연구는 찾아보기 어렵다. 많은 자율 주행 버스에 관한 연구는 대중의 수용도에 대한 통계적, 정성적 연구에 머물러 있다. 자율 주행 버스는 탑승객이 운전과 관련 및 책임을 지지 않지만, 주행 상황을 인식하고 예측하는 것은 안전감과 신뢰에 있어 중요하다. 따라서 버스의 탑승객이 충분한 신뢰를 가질 수 있도록 하는 정보 전달 방법에 대한 면밀한 연구가 필요하며, 기존의 운전자 중심의 안내에서 벗어나 탑승객 중심의 UI 디자인을 고려해야 한다. 본 연구는 탑승객의 탑승 경험을 개선하기 위해 탑승객의 상황 인식 수준에 집중했다는 점에서 의미가 있다.

둘째, 본 연구에서 수행한 고객 조사는 기존 자율 주행 버스 안내 디스플레이가 운영사의 입장에서 일방적으로 제공되고 있다는 문제를 해결한다는 의의가 있다. 자율 주행 버스 탑승 경험이 있는 사람들을 대상으로 한 인터뷰를 통해 안내 디스플레이 UI의 문제를 파악했으며, 설문조사를 통해 자율 주행 버스에 대한 일반적인 인식을 파악했다. 이를 바탕으로 탑승객을 고려한 UI를 설계할 수 있었다. 또한 본 연구는 국내에서 운행 중인 3단계 자율 주행 버스에서의 탑승 경험을 파악하고 UI 디자인의 방향성을 제시했다는 의의가 있다.

개선된 안내 디스플레이 UI는 탑승객을 고려한 정보를 제공함으로써 자율 주행 버스 경험이 없는 승객에게도 차량에 대한 신뢰와 긍정적인 탑승 경험을 제공할 것으로 기대된다. 또한 자율 주행 버스에 대한 부정적인 인식의 많은 부분이 운전기사 부재에 대한 우려인 만큼, 이를 완화해 4단계 이상 자율 주행 버스에 대한 긍정적인 인식을 높일 것이다. 결과적으로 자율 주행 기술 발전과 함께 일반 대중의 수용도도 함께 높아진다면 자율 주행 버스의 효과적인 상용화가 가능할 것으로 기대된다.

5.2. 실증적 함의

본 연구는 자율 주행 버스 탑승객의 긍정적인 탑승 경험을 위해 내부 안내 디스플레이 UI에 주목했다. 안내 디스플레이 UI를 설계하는 과정에서 방향성과 고려 사항을 파악할 수 있었다.

우선 고객 조사를 통해 승객들은 주행 상황에 대한 인식이 떨어지며, 그 원인은 안내 디스플레이가 탑승객의 요구를 충족시키지 못하기 때문임을 파악했다. 판타G 버스에서 제공하고 있는 센서 작동 화면은 기술적인 정보로 승객이 이해하기 쉽지 않으며, 운행 정보도 부족한 상태였다. 다른 버스의 경우에도 운전석 영상, 교통 신호 등 승객에게 필요한 정보가 많고 UI 디자인의 시스템이 명확하지 않아 주행 정보와 운행 정보를 인식하는 것이 어려웠다. 고객 조사에서 추가로 드러난 것은 대중교통 이용객은 일반 차량의 운전자와 다르게 목적지에 대한 정보를 주로 확인한다는 것이다. 따라서 버스의 안내 디스플레이는 정류장 정보 등의 운행 정보를 가장 눈에 띄게 배치해야 하며, 자율 주행과 관련된 기술적 정보는 적절히 가공해 승객에게 필요한 정보만 제공해야 한다.

또한 탑승객들은 자율 주행에 대한 낮은 신뢰를 가지

고 있다는 것을 알 수 있었다. 낮은 신뢰에 대한 원인은 자율 주행의 안전성에 대한 우려가 가장 많지만, 운전기사 부재에 대한 우려도 큰 부분을 차지한다. 따라서 안내 디스플레이와 음성 안내가 운전기사가 없는 버스에서 탑승객에게 신뢰를 주는 역할을 해야 한다. 또한 자율 주행에 문제가 생기거나 승객이 난동을 피우는 등의 상황에서 관제실에 알릴 수 있는 경로가 필요하다. 설문조사에서는 운전기사가 없기 때문에 비상시에 대비한 시스템이 있어야 한다는 의견이 많았다. 따라서 비상시에 버스를 통제할 수 있는 관리 시스템의 존재는 자율 주행을 신뢰하는 데에 도움이 될 것이다.

디자인을 제안하고 검증한 결과 자율 주행 차량은 탑승객의 상황 인식을 높이는 방향으로 정보를 제공해야 한다는 것을 확인했다. 상황 인식을 위해 도입한 3가지 UI 요소에 대한 구체적인 탑승객의 의견은 사후 인터뷰를 통해 확인할 수 있었다. 시스템 정상 작동 메시지는 판타G 버스와 유사한 가공되지 않은 센서 작동 화면에 비해 이해하기 쉬우며, 신뢰를 준다는 응답이 있었다. 또한 돌발 상황이 발생한 이유와 차량의 대처를 제공하는 것도 신뢰를 가지는 데에 도움이 된다는 응답이 많았다. 많은 자율 주행 버스에서 제공하고 있는 교통 신호는 차량에는 중요한 정보이지만 승객의 상황 인식에는 도움이 되지 않는다는 것이 고객 조사로부터 드러난 바 있다. 따라서 프로토타입에서 제거했으며 차량의 정차와 출발 예고가 탑승객을 고려한 정보라고 판단되어 디자인에 반영했다.

마지막으로 사후 인터뷰에서 주목할 점으로, 피험자 별로 원하는 정보의 양이 차이가 있다는 것이었다. Control 화면에 대한 선호도가 높은 피험자는 정보에 대한 이해도가 떨어지더라도 정보량이 신뢰를 가지는 데에 중요하다고 여기는 경향이 있었다. 대중교통은 다양한 특성의 이용객을 대상으로 하는 만큼 가장 정보 인식이 어려운 탑승객, 가장 정보가 많이 필요한 탑승객을 염두에 두고 UI를 설계해야 한다고 판단했다. 따라서 수정한 디자인에서는 실시간 3D 렌더링이 항상 표시되도록 해서 정보의 양을 늘리고 탑승객의 상황 인식을 높이고자 했다.

5.3. 연구의 한계

본 연구의 한계점은 3가지다. 첫 번째로 조사 대상이었던 자율 주행 버스의 상용화된 노선이 적어 안내 디스플레이에 대한 의견이 일반적이지 않음 우려가 있다. 기존 서비스의 개선을 위해서는 더 많은 탑승객을 모집하고 각 요소에 대한 의견을 더욱 자세히 듣는 것이 필요할 것이다.

두 번째로 4단계 이상의 자율 주행 버스에 대한 탑승 경험은 조사가 어려웠다는 점이다. 조사 대상인 국내 자율 주행 버스는 운전기사가 존재하기 때문에 운전기사가 없는 자율 주행에 대한 신뢰를 파악하기 어려웠다. 선행 연구에서도 운전자의 존재가 탑승 경험에 영향을 미쳤다는 것이 한계점으로 논의된 바 있다(Mouratidis & Serrano, 2021). 실제로 탑승객 대상 인터뷰에서 운전기사가 있었기 때문에 불안하지 않았다는 응답이 있었다. 따라서 운전기사가 개입하지 않는 자율 주행 버스에 대한 탑승객 경험 조사가 필요하며, 디자인에 대한 검증도 유사한 환경에서 이루어져야 한다.

마지막 한계점은 디자인에 대한 검증이 미흡했다는 점이다. 프로토타입을 검증할 때 뇌파 측정을 계획했지만, 유의미한 데이터를 확인하지 못했다. 추후 연구에서는 탑승객의 상황 인식과 긍정적인 경험을 확인할 수 있는 과학적인 검증 절차가 필요하다. 또한 개선된 최종 디자인도 실제 환경에서 탑승 경험을 향상시킬 수 있는지 확인하는 과정이 필요하다. 특히 디자인에 대한 의견을 수집해 더 효과적으로 정보를 전달할 수 있도록 UI 디자인을 개선하는 과정이 필요할 것이다.

향후 과제는 운전기사가 없는 자율 주행 버스에서 승객과 차량의 다양한 상호작용 상황에 대한 연구가 될 것이다. 자율 주행 자동차에서 운전자와 차량의 상호작용에 관한 연구는 많지만, 버스 탑승객과 차량의 상호작용에 대한 연구는 적다. 본 연구는 안내 디스플레이에 초점을 두었지만 음성 안내, 스마트폰 등 다양한 채널과 상황에 대한 연구가 필요하다. 또한 더욱 다양한 승객의 특성을 고려한 연구가 진행되어야 한다. 대중교통의 정보 시스템은 다양한 연령대를 고려해 설계되는 만큼 자율 주행 버스의 정보 전달에서도 연령대 등 다양한 요소에 대한 분석이 중요하며, 이는 자율 주행 버스에서의 좋은 탑승 경험과 빠른 상용화에 기여할 것이다.

References

1. Azad, M., Hoseinzadeh, N., Brakewood, C., Cherry, C. R., & Han, L. D. (2019). Fully autonomous buses: A literature review and future research directions. *Journal of Advanced transportation*, 2019(1), 4603548. <https://doi.org/10.1155/2019/4603548>
2. Fröhlich, P., Schatz, R., Buchta, M., Schrammel, J., Suetter, S. & Tscheligi, M. (2019). "What's the Robo-Driver up to?" Requirements for Screen-

- based Awareness and Intent Communication in Autonomous Buses. *i-com*, 18(2), 151-165. <https://doi.org/10.1515/icom-2018-0032>
3. Iclodean, C., Cordos, N., & Varga, B. O. (2020). Autonomous shuttle bus for public transportation: A review. *Energies*, 13(11), 2917. <https://doi.org/10.3390/en13112917>
4. Koo, J., Kwac, J., Ju, W., Steinert, M., Leifer, L., & Nass, C. (2015). Why did my car just do that? Explaining semi-autonomous driving actions to improve driver understanding, trust, and performance. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 9, 269-275. <https://doi.org/10.1007/s12008-014-0227-2>
5. Lee, J. D., & See, K. A. (2004). Trust in automation: Designing for appropriate reliance. *Human Factors*, 46(1), 50-80. https://doi.org/10.1518/hfes.46.1.50_30392
6. Miller, D., Sun, A., & Ju, W. (2014, October). Situation awareness with different levels of automation. In *2014 IEEE International Conference on systems, man, and cybernetics (SMC)* (pp. 688-693). IEEE. doi: 10.1109/SMC.2014.6973989.
7. Mouratidis, K., & Serrano, V. C. (2021). Autonomous buses: Intentions to use, passenger experiences, and suggestions for improvement. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 76, 321-335. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2020.12.007>
8. Won, Y., & Lim, J., (2024). 자율주행버스 이용경험이 자율주행기술 수용성에 미치는 영향[A Study on the Impact of Autonomous Bus Experience on Acceptance of Autonomous Vehicle Technology]. *Journal of Korea Planning Association*, 59(1), 73-87. <https://doi.org/10.17208/jkpa.2024.02.59.1.73>
9. Xu, T., Dragomir, A., Liu, X., Yin, H., Wan, F., Bezerianos, A., & Wang, H. (2022). An EEG study of human trust in autonomous vehicles based on graphic theoretical analysis. *Frontiers in Neuroinformatics*, 16, 907942. <https://doi.org/10.3389/fninf.2022.907942>
10. Yoon, T., Lim, Y., Park, J., Lee, H., Yeon, K., & Jung, K. (2019). 자율주행기반 대중교통체계 구축방안 연구: BRT 및 셔틀 도입을 중심으로[Strategies to Implement Autonomous Public Transit : Focusing on Autonomous Bus Rapid Transit and Shuttle Services]. 세종: 국토연구원[Korea Research Institute for Human Settlements].

자율 주행 버스 내부 안내 디스플레이 UI 디자인 연구: 탑승객의 상황 인식을 중심으로

김현서¹, 최유빈¹, 박종래^{2*}

¹DGIST 융복합대학 기초학부 학생, 대구, 대한민국

²DGIST 융복합대학 기초학부, 교수, 대구, 대한민국

초록

자율 주행 기술은 교통 분야를 혁신할 수 있는 미래 사회의 핵심 기술로 주목받고 있으며, 특히 대중교통으로써 도시 교통 시스템을 효율화하는 이점이 클 것으로 예상된다. 이에 서울을 비롯한 세계 여러 도시에서는 자율 주행 버스와 셔틀이 시범적으로 운행되고 있다. 본 연구는 현재 국내에서 운행 중인 자율 주행 버스의 안내 디스플레이가 탑승객에게 신뢰를 주지 못하며 부정적인 탑승 경험을 유발한다는 문제에 주목했다. 연구의 목적은 자율 주행 버스의 안내 디스플레이 UI를 탑승객의 상황 인식 수준을 높이도록 재설계하고, 4~5단계 자율 주행 버스의 도입 시 탑승 경험을 향상시킬 수 있는 안내 디스플레이 UI 디자인의 방향성을 제시하는 것이다. 이를 위해 인터뷰, 설문조사 등 탑승객 경험 조사를 진행했으며, 개선된 디자인을 검증하는 과정을 거쳤다. 개선된 안내 디스플레이 UI는 탑승객에게 차량에 대한 신뢰와 긍정적인 탑승 경험을 제공하고 운전기사 부재에 대한 우려를 완화해 4단계 이상 자율 주행 버스에 대한 긍정적인 인식을 높일 것이다. 결과적으로 일반 대중의 수용도가 높아진다면 자율 주행 버스가 효과적으로 상용화될 수 있을 것으로 기대된다.

주제어 자율 주행 버스, 탑승 경험, 신뢰, 상황 인식, UI 디자인

이 논문은 2024년도 대구경북과학기술원(DGIST) 후각융합연구센터의 지원을 받아 수행된 연구임(2020R1A6A1A03040516).