

5단계 자율주행 모빌리티 실내 기능제어 위치 도출을 위한 사용자 경험 디자인 연구 -아이트래킹 실험을 중심으로-

User Experience Design Study to Derive Interior Functional Control Location of Self-Driving Mobility – focusing on eye tracking experiment –

고수민, 홍익대학교 대학원 산업디자인전공 / 류민서, 홍익대학교 기계시스템디자인공학과 / 이채은, 중앙대학교 산업디자인전공 / 이옥근, 스탠퍼드대학교 대학원 기계공학과 / 박기철(교신저자), 홍익대학교

Ko, Su Min_Graduate School of Hongik University, Industrial Design / Ryu, Min Seo_Hongik University, Mechanical & System Design Engineering / Lee, Chae Eun_Chung Ang University, Industrial Design / Lee, Ok Keun_Stanford University Graduate School, Department of Mechanical Engineering / Pak, Ki Cheol(Corresponding author)_Hongik University

차례

1. 서론
 - 1.1. 연구배경 및 목적
 - 1.2. 연구방법 및 범위
2. 이론적 배경
 - 2.1. 자율주행 모빌리티의 실내공간
 - 2.2. 모빌리티 내 기능제어 방식
3. 시트 포지션
 - 3.1. 시트 포지션 선행연구 분석
 - 3.2. 실험 시트 포지션 설정
 - 3.3. 실험 환경 구성
4. 아이트래킹 실험
 - 4.1. 아이트래킹
 - 4.2. 실험설계
5. 실험결과 분석
 - 5.1. 분석방법
 - 5.2. 시트별 컨트롤 영역 분석
 - 5.3. 운전 숙련도에 따른 시트별 컨트롤 영역 분석
 - 5.4. 종합분석
6. 결론
 - 6.1. 결론 및 제언
 - 6.2. 연구 한계 및 후속 연구

References

5단계 자율주행 모빌리티 실내 기능제어 위치 도출을 위한 사용자 경험 디자인 연구 -아이트래킹 실험을 중심으로-

User Experience Design Study to Derive Interior Functional Control Location of Self-Driving Mobility – focusing on eye tracking experiment –

고수민, 홍익대학교 대학원 산업디자인전공 / 류민서, 홍익대학교 기계시스템디자인공학과 / 이채은, 중앙대학교 산업디자인전공 / 이옥근, 스탠퍼드대학교 대학원 기계공학과 / 박기철(교신저자), 홍익대학교

Ko, Su Min_Graduate School of Hongik University, Industrial Design / Ryu, Min Seo_Hongik University, Mechanical & System Design Engineering / Lee, Chae Eun_Chung Ang University, Industrial Design / Lee, Ok Keun_Stanford University Graduate School, Department of Mechanical Engineering / Pak, Ki Cheol(Corresponding author)_Hongik University

요약

본 연구는 아이트래커를 이용하여 5단계 자율주행 모빌리티 실내 시트 포지션 중 좌석별 위치에 따른 차량 기능제어 영역을 도출하는 사용자 경험 디자인 연구를 그 목적으로 한다. 자율주행 5단계 환경이 되면 운전자는 운전에서 벗어남과 동시에 차량 내에서의 활동이 증가할 것이다. 이에 따라 향후 탑승자의 사용자 경험을 높여주기 위한 모빌리티 내부 실내 디자인 및 사용성의 중요도가 높아질 것이다. 모빌리티의 실내 요소 중 차량 내부에서의 기능, 편의장치 및 버튼의 조작 방식과 위치는 사용자 경험에 큰 영향을 준다. 5단계 자율주행으로 자유로운 시트의 배치가 가능해짐에 따라 미래 모빌리티의 시트 포지션 및 기능 조작 방식과 위치를 예측하기 어렵다. 본 연구에서는 자율주행 모빌리티 시트 포지션에 대한 선행연구를 기반으로 새로운 시트 포지션을 도출하였으며, 이를 바탕으로 현대차 스타리아 모델의 치수를 참고하여 1:1 스터디 모델을 제작하였다. 실험의 참가자는 20~30대의 운전 면허 소지자를 대상으로 하였으며, 남성 7명(46.6%)과 여성 8명(53.3%)으로 총 15명이 실험에 참여하였다. 피실험자에게 안경타입의 아이트래커 토비 프로 글래스 3을 착용하도록 한 후, 각 좌석에 앉았을 때 주어진 컨트롤 영역 내에서 차량 내 기능 버튼을 조작하는 태스크를 수행하도록 하였다. 넓은 실내공간 내에서 차량 내 기능제어를 어떠한 영역에서 탐색하는지에 대한 피실험자의 안구 운동을 히트맵과 게이즈플롯 방법을 사용하여 분석하였다. 도출된 데이터를 시트의 위치에 따라 분석하였으며, 피실험자들이 시트별로 각 기능을 어떠한 컨트롤 영역에서 제어하고자 하였는지에 대한 결괏값을 도출하였다. 또한, 피실험자들의 운전 숙련도에 따라 두 그룹으로 나누어 운전 숙련도별 결괏값의 차이점을 분석하였다. 향후 미래 자율주행 모빌리티의 실내 디자인 및 공간 구성에 있어서 본 연구를 통해 도출된 기능에 따른 좌석 위치별 사용자 동향이 유용한 참고 자료로써 활용될 수 있을 것이라 기대한다.

ABSTRACT

Keywords

autonomous driving
mobility
seat position
control area
eye tracking

The purpose of this study is to study the user experience design that derives the vehicle function control area according to the position of each seat among the interior seat positions of the 5-stage autonomous driving mobility using an eye tracker. When the environment of the 5th stage of autonomous driving is reached, the driver's activities in the vehicle will increase as soon as he or she escapes from driving. Therefore, the importance of mobility interior design and usability to enhance the user experience of passengers will increase. The operation method and position of functions, convenience devices, and buttons inside the vehicle greatly influence the user experience. Since future mobility interiors can be freely arranged, it is difficult to predict seat positions and function operation methods and positions. In this study, a new seat position was derived based on previous studies, and based on this, a 1:1 study model was produced by referring to the dimensions of the Hyundai Motor's Staria model. Participants in the experiment were driver license holders in their 20s and 30s, and a total of 15 people participated in the experiment, 7 men (46.6%) and 8 women (53.3%). After the subject was asked to wear a glasses-type eye tracker Toby Pro Glass 3, when sitting in each seat, they were asked to perform the task of operating the function button in the vehicle within the given control area. The subject's eye movement in which the function control area was searched was analyzed using a heat map and a gauge plot method. The result value of what control area the subjects wanted to control each function for each seat was derived. In addition, the difference according to the driving skill level was analyzed by dividing it into two groups according to the driving skill level of the subjects. It is expected that the user trend by seat position according to the function derived through this study can be used as a useful reference for the interior design and space composition of future autonomous driving mobility.

이 연구는 2023년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임 ('202101830003')

1. 서론

1.1. 연구배경 및 목적

글로벌 컨설팅 업체(KMPG)에 따르면 2020년 71억 달러 규모였던 자율주행차 시장이 2035년 앤 1조 1,204억 달러 규모로 성장할 것이라고 전망했다. 미래 자율주행 기술이 고도화되어 레벨5 자율주행이 가능해지게 될 경우 모빌리티 내에서 이동시간 동안 운전자가 운전을 수행하지 않아도 되기 때문에 행동의 자유도가 상승하게 된다. 따라서, 모빌리티 내부에서 다양한 활동을 할 수 있는 모빌리티 내 실내공간의 중요도가 증가하게 된다. 모빌리티의 개념이 단순 이동 수단에서 휴식처, 제2의 생활공간으로 확장되며, 자율주행 모빌리티 실내공간에서 사용자의 다양한 활동을 가능하게 해주는 다양한 기능 및 자유로운 시트의 포지션(Seat Position)이 예측된다. 기존 운전자 중심 차량에서는 주로 운전석이 있는 1열에 기능제어 버튼이 집중되어 있었다. 하지만, 5단계 자율주행으로 인해 모빌리티 실내에서의 이동성이 증가하고 유연한 시트 포지션이 도입되게 될 경우 좌석의 위치에 상관없는 차량 내 기능 조작의 필요성이 생긴다. 하지만, 현시점에서는 레벨5 자율주행 모빌리티가 상용화되지 않았으며 레벨5 자율주행을 전제로 할 시에 시트 포지션의 자유도가 매우 높아지기 때문에 미래 자율주행 모빌리티의 시트 포지션을 예측하거나 확정할 수 없으므로 컨트롤 버튼의 위치를 선불리 선정하기 어렵다. 따라서 본 연구에서는 자율주행 모빌리티의 시트 포지션에 따른 좌석별 컨트롤 영역의 위치 도출을 목적으로 한다. 본 연구를 통해 레벨5 자율주행 모빌리티의 넓은 실내공간에서 차량 내 기능제어 기술을 적용하였을 때 어떠한 영역에 적용되는 것이 적합한가에 대하여 참고할 수 있는 연구가 되길 바란다.

1.2. 연구방법 및 범위

본 연구에서는 실험을 위한 시트 포지션을 설정하기 위해 자율주행 모빌리티 시트 포지션에 대한 선행연구를 기반으로 시트 포지션 항목을 수집하였다. 이를 바탕으로 새로운 시트 포지션을 도출하였고, 현대 스타리아(Staria) 모델의 제원을 참고하여 로우-피델리티 프로토타입(Low-Fidelity Prototype) 스터디 모델을 제작하였다. 모델 내부에는 핸들(Steering Wheel)이 탑재되어 있지 않으며 1인용 시트 2개와 소파형 시트 1개, 점프 시트 1개를 배치하였다. 모델 내부에는 버튼이 들어갈 수 있는 모든 영역을 ‘컨트롤 영역(Control Area)’으로 표시해 두었다. 실험 참가자는 운전 면허 소지자를 대상으로 모집하였으며, 총 15명의 참가자가 실험에 참여하였다. 피실험자에게 아이트래커(Eye Tracker)를 착용하도록 한 후, 모델 내부로 진입하여 각 좌석에 앉았을 때 주어진 컨트롤 영역 내에서 차량 내 기능 버튼을 탐색하고 조작하는 태스크(Task)를 수행하도록 하였다. 실험이 끝난 후 사후 설문조사와 인터뷰를 통해 아이트래커로 확인할 수 없었거나 실험 중 발생한 특이 사항에 대해 파악하였다. 아이트래킹 데이터는 히트맵(Heatmap)과 게이즈플롯(Gazeplot) 분석법을 사용하였으며, 피실험자의 시선 집중도와 흐름을 손동작의 위치와 함께 비교 분석하였다. 피실험자가 각 기능의 컨트롤 버튼을 어떠한 영역에서 조작하고자 했는지 좌석 위치별로 결괏값을 도출하였다. 이후, 피실험자의 운전 숙련도에 따라 두 그룹으로 나누어 그룹 간의 차이점을 분석하였다.

2. 이론적 배경

2.1. 자율주행 모빌리티의 실내공간

기존의 차량은 운전자가 핸들과 조작 장치들을 직접 제어하며 주행을 해야하며, 운전자의 시각과 판단력에 의해 진행되기 때문에 운전자가 전방을 주시하는 것은 매우 중요한 조건이다. 하지만, 자율주행 기술이 발전하여 레벨5 자율주행이 가능하게 된다면 운전자와 동승자 모두 모빌리티 내부에서의 이동 및 휴식 등 자유로운 활동이 가능해지게 된다. 또한, 내연기관 자동차(ICEV, Internal Combustion Engine Vehicle)는 엔진과 변속기, 연료계, 배기계 부품 등으로 구성되어 있지만, 전기자동차(EV, Electric Vehicle)는 전기모터를 사용하기 때문에 이러한 부품들이 사라지고 구동 모터와 배터리 등이 탑재된다. 따라서 엔진이 전기모터로 대체된다면

엔진에 사용되는 많은 부품이 사라지게 되기 때문에 모빌리티의 내부 공간을 확보할 수 있게 된다. 넓은 실내공간에서 자유로운 활동이 가능해지게 되는 것이다. 송규호(Song K., 2021, p.304)는 "근미래에는 모빌리티가 더 이상 이동 수단의 기능에만 머물지 않을 것이며, 사람들은 모빌리티 실내공간에서 다양한 활동을 할 것이다"라고 예측했다. 앞으로의 모빌리티의 방향성은 단순한 이동 수단이 아닌 제2의 생활 공간이며 거주공간의 연장선인 것이다. 이러한 흐름에 따라, 모빌리티 제조사들도 점차 실내공간의 사용성과 편의성, 인테리어에 집중한 콘셉트카를 출시하였다. 엘지 비전 옴니팟(LG Vision Omnipod), 현대 아이오닉 7(Hyundai Ioniq 7), 메르세데스-벤츠 F 015 럭셔리 인 모션(Mercedes-Benz F 015 Luxury in Motion), 혼다 카펫 컨셉(Honda CARpet Concept), 폭스바겐 세드릭(Volkswagen Sedric)은 이동 중에 할 수 있는 다양한 행위에 초점을 맞춰 최적의 사용성을 제공해 줄 수 있는 자율주행 콘셉트카다. 넓은 테이블, 디스플레이, 유연한 시트 포지션 등 혁신적인 실내공간 창출에 주력하는 모습을 확인할 수 있다. 자율주행의 기술이 발전함에 따라 사용자의 니즈에 맞춘 사용성 및 공간 활용에 대한 연구가 요구되고 있다.



〈Figure 1〉 LG Vision Omnipod Indoor



〈Figure 2〉 Hyundai Ioniq 7

2.2. 모빌리티 내 기능제어 방식

현재 운전자 중심 모빌리티에서의 차량 정보 확인 및 기능제어는 대부분 운전석이 있는 1열에서 가능하다. 보조석과 2열 좌석에서 편의 기능(창문, 시트, 엔터테인먼트 등)의 제어는 가능하지만 차량 기능제어에 대한 적극적인 개입이 어렵다. 그러나, 김광섭 외(Kim et al., 2021, p.637)은 완전 자율 주행 기술이 양산화될 경우 별도의 운전자가 사라지므로 공간 제약이 없는 차량 기능제어 기술이 필요할 것으로 예측하였다. 모빌리티 내부에서의 기능 컨트롤 방식과 버튼의 위치는 사용자 경험에 높은 영향을 끼치므로, 레벨5 자율주행 차량에서의 컨트롤 방식에 대한 지속적인 연구가 필요하다. 또한, 기존의 차량에서는 운전자의 전방주시가 중요한 조건이기 때문에 디스플레이를 주시하며 컨트롤하는 행위는 위험하다. 따라서 차량 내 대부분의 컨트롤 버튼은 물리 버튼으로 디자인되어 왔다. 물리 버튼의 경우엔 디스플레이와 다르게 사용자가 해당 버튼의 위치를 경험과 감각으로 익힐 수 있으며, 작동의 여부를 촉감으로 쉽게 인지할 수 있기 때문이다. 반면, 디스플레이 조작 버튼은 메뉴를 통해 들어가거나 버튼을 찾기 위해 스크롤이 필요하며 손가락의 촉감만으로 눌림과 눌리지 않음의 구분을 쉽게 인지할 수 없다.



〈Figure 3〉 Tesla Model Y

하지만, 자율주행 기술이 발전하고 상용화되면서 사용자 경험을 향상시키기 위해 다양한 디스플레이 시스템이 도입되고 있다. 오토파일럿 기능이 탑재된 테슬라(Tesla)의 모델 Y의 경우 15인치의 터치 디스플레이를 제공하며 대부분의 컨트롤 버튼을 디스플레이에 담았다. 심플하고 깔끔한 인테리어 디자인과 운전자 중심의 사용성을 강조하고 있는 모습을 확인할 수 있다. 이처럼 이전에는 중앙의 인포테인먼트 디스플레이와 기본적인 계기판이 제공되는

것이 통상적이었지만, 최근에는 차량 내 여러 위치에 디스플레이를 활용하여 정보를 쉽게 확인

하고 상호작용할 수 있도록 변화하고 있다. 대시보드(Dashboard), 센터콘솔(Center Console), 헤드업 디스플레이(Head-up Display), 사이드 뷰 디스플레이(Side View Display) 등 차량 내 다양한 영역에서 디스플레이 기술이 적용되고 있다. 또한, 김광섭 외(Kim et al., 2021, p.637)에 따르면 지속적인 감성 품질의 중요성이 강조되고 있어 물리 버튼보다 터치 버튼, 스마트 서페이스(Smart Surface), 터치 디스플레이 등을 통한 다양한 컨트롤 기술이 적극 채용될 가능성이 높다. 따라서, 미래 자율주행 모빌리티에서는 공간의 제약 없이 기능제어 기술이 탑재되어 편의성과 사용자 경험을 향상시켜줄 수 있어야 하며, 이는 기존의 물리 버튼이 아닌 통합형 터치 디스플레이 및 감성 품질을 충족시켜 주는 컨트롤 기술로 구현될 것으로 사료된다.

3. 시트 포지션

3.1. 시트 포지션 선행연구 분석

실험을 진행할 자율주행 모빌리티 시트 포지션을 선정하기 위하여 모빌리티 제조사가 발표한 콘셉트카의 시트 포지션과 선행연구의 시트 포지션을 수집 및 분석하였다. 총 17가지의 시트 포지션을 수집하였으며 이중 사용성 평가 기준에 부합하는 4가지 시트 포지션을 선정하였다. 선정된 시트 포지션은 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Analysis of Prior Research on Mobility Seat Positions

시트 포지션				
저자	유채문 외(Yoo et al., 2019, p. 15)의 「자율주행 자동차의 시트 공간 구성 유형 분류 및 선호도 분석」	유채문 외(Yoo et al., 2019, p. 15)의 「자율주행 자동차의 시트 공간 구성 유형 분류 및 선호도 분석」	송규호(Song K., 2021)의 「스마트 모빌리티 실내공간 디자인 방향에 관한 연구」	현대 아이오닉 7
키워드	앞좌석 회전 시트(Revolving front seat), 탑승자 간의 대면 가능, 비즈니스, 엔터테인먼트	앞좌석 회전 시트(Revolving front seat), 탑승자 간의 대면 가능, 비즈니스, 엔터테인먼트	일, 공부, 시청, 게임, 수면, 피트니스, 외모 관리	일, 휴식, 엔터테인먼트, 캠핑

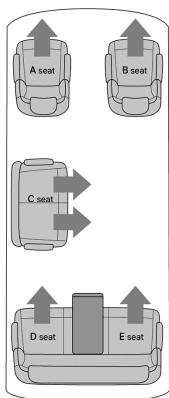
유채문 외(Yoo et al., 2019, p. 15)의 「자율주행 자동차의 시트 공간 구성 유형 분류 및 선호도 분석」 연구 결과에 따르면, 5단계 자율주행에서 가장 선호도가 높은 시트의 포지션은 '뒷좌석 일체형(소파형)'이었다. 반면 앞좌석의 일체형 시트에는 낮은 선호도를 보이는 것을 알 수 있는데, 이는 '운전자석은 독립된 공간이라는 멘탈 모델'이 강하게 작용한 것으로 파악된다. 송규호(Song K., 2021)의 「스마트 모빌리티 실내공간 디자인 방향에 관한 연구」에 따르면 핸들이 없는 모빌리티에서의 액션 니즈 설문조사 결과 터타임과 음악감상이 14%, 잠자기가 13%로 휴식과 관련된 니즈가 가장 높은 것으로 분석된다. 또한, 업무, 게임, 영상 시청, 잠자기 등의 액션에 적합하다고 판단되는 휴식에 적합한 시트 포지션을 제안하였다. 이는 사이드에 길고 넓게 놓여있는 시트 타입이다. 콘셉트카로 발표된 현대 아이오닉 7의 경우에는 자유롭게 이동할 수 있는 독립 시트 2개와 그자 형태의 일체형 시트 1개로 구성되어 있다. 본 연구에서는 기존 차량의 전형적인 시트 포지션을 벗어나게 되었을 때의 사용자 조사 및 컨트롤 영역 도출에

목적이 있기 때문에 현재 시장에서 흔히 볼 수 있는 내연기관 자동차와 동일한 시트 포지션은 선정 기준에서 배제하였다. 새로운 시트 포지션을 도출하기 위해 연구자들은 선행연구를 기반으로 실제 공간에서 의자를 배치해 보며 롤플레이(Role-Playing)을 진행하였다. 전문가(자동차 디자인 업계 종사자) 5인의 자문을 받아 다양한 시트 포지션에 대한 평가를 거쳐 실험 시트 포지션 도출하였다. 롤플레이를 진행하며 시트 포지션에 대한 평가하였던 기준은 <Table 2>와 같다.

<Table 2> Usability Assessment Criteria for Seat Position

평가 기준	내용
승하차의 간편성(Ease of Getting On and Off)	누구나 쉽게 승하차 할 수 있는가
공간의 효율성(Space Efficiency)	모빌리티 내부 공간이 효율적으로 활용될 수 있는가
사용자 선호도(User Preferences)	일반적으로 사용자의 선호도가 높은가
다양한 활동성(Various Activities)	실내에서 다양한 활동이 가능한가

3.2. 실험 시트 포지션 설정



<Figure 4> Experiment Seat Position Setting

선정된 시트 포지션을 토대로 실험의 목적과 부합하는 새로운 시트 포지션을 도출하였다. 시트의 포지션은 <Figure 4>와 같다. 전방에는 회전이 가능하지만 기본적으로 전방을 주시하고 있는 독립형 시트 2개를 배치하였으며, 사이드에는 일체형 점프 시트 1개, 후방에는 일체형 시트 1개를 배치하였다. 또한, 후방의 일체형 시트 중앙에는 이동이 가능한 콘솔을 탑재하였다. 콘솔이 없을 경우엔, 중앙에 앉은 사용자의 손이 닿을 수 있는 컨트롤 영역이 매우 한정적이며, D와 E에 앉은 사용자의 경우엔 컨트롤 영역이 좌측과 우측에 한정되

어 있기 때문에 편향된 결괏값이 나올 수 있기 때문이다. 또한, 현재 모빌리티 시장에서는 후석에서 엔터테인먼트 및 각종 기능을 컨트롤할 수 있도록 콘솔의 뒤쪽에 후석을 위한 디스플레이 및 기능 버튼이 탑재되는 경우가 다수 있음을 확인할 수 있다. 따라서 중앙의 자리에는 이동형 콘솔을 탑재하여 D와 E 좌석에서의 컨트롤 영역 선택지를 넓히고자 하였다. 본 연구에서 이러한 시트 포지션을 바탕으로 다음과 같은 세 가지 연구 문제를 분석하고자 한다. 1) 기존 1열에서만 제어할 수 있던 차량 내 기능제어 버튼을 후열에서 조작하게 되었을 때 사용자는 어떤 영역에서 조작하고자 할 것인가? 2) 기존에 경험하기 어려웠던 사이드 좌석(시트 C)에 앉게 되었을 때 차량 내 기능제어 버튼을 어떤 영역에서 조작하고자 할 것인가? 3) 핸들이 없는 자율주행 차량에서 운전석에 앉게 되었을 때 사용자는 각 기능제어를 어떠한 컨트롤 영역에서 조작하고자 할 것인가?

3.3. 실험 환경 구성

아이트래킹 실험을 위해 선정된 시트 포지션을 폼 보드를 활용하여 로우-피델리티 프로토타입 1:1 스케일 모델을 제작하였다. 모빌리티의 제원은 현대차 스타리아 모델을 기반으로 하였으며, 스타리아 모델의 상세 제원은 <Table 3>과 같다. 레벨5 자율주행 모빌리티인 점을 고려하여 모델 내부에는 핸들이 탑재하지 않았다. 앞쪽엔 독립형 시트 2개를 배치하고, 사이드에는 소파형 점프 시트 1개를 배치하였으며, 뒷좌석은 3인용 시트를 제작하였다. 아이트래킹 실험 진행 시 피실험자가 외부의 간섭을 받지 않고 내부에서 집중도 있는 실험을 진행할 수 있도록

〈Table 3〉 *Hyundai Staria Specifications*
<https://www.hyundai.com/kr/ko/e/vehicles/staria/spec>

디젤 VGT 2.2 투어리 모델	
전장 (mm)	5,255
전폭 (mm)	1,995
전고 (mm)	1,990
축간거리 (mm)	3,275
윤거 전 (mm)	1,732(17") / 1,721(18")
윤거 후 (mm)	1,743(17") / 1,732(18")

하얀색의 폼 보드를 사용하여 외벽을 만들어 외부환경과 차단하였다. 제작된 스타디 모델의 내부가 그리드(Grid) 혹은 포인트(Point) 지점이 없이 모두 하얀색인 점을 고려하여 아이트래커 분석 시 정확한 시선의 위치를 파악하기 위해 모빌리티 실내에서 버튼이 들어갈 수 있는 영역에 검은색 종이와 빨간 라인 테이프를 사용하여 '컨트롤 영역'을 지정해 두었다. 각 시트에 앉아 손을 뻗었을 때 닿을 수 있는 공간 내에서 물리적으로 적용 가능하다고 판단되는 위치에 영역을 선정하였으며, 연속적으로 나열되는 영역의 간격은 시선이 이동하였을 때 유의미한 차이를 볼 수 있는 간격으로 설정하였다. 파일럿 테스트(Pilot Test)를 진행하여 컨트롤 영역의 크기와 영역별 간격이 아이트래킹 분석 시 결과에 간섭이 생기지 않도록 조정하였다. 또한, 태스크(Task)마다 주어진 탐색시간이 적절한지에 대해 시험해 보며 각 태스크 별 소요 시간을 조정하였다.



〈Figure 5〉 Experiment Environment



〈Figure 6〉 Pilot Test

4. 아이트래킹 실험

4.1. 아이트래킹

아이트래킹(Eye Tracking)은 눈 움직임을 측정하는 생리학적 시스템으로 인간의 시각 행동에 대해 심도 있는 이해가 가능하도록 해준다. 착용자의 시선의 흐름과 응집 점 및 시선 체류시간 등을 파악할 수 있으며, 이를 기반으로 정량적인 데이터 산출이 가능하다. 아이트래킹 장치는 방식에 따라 크게 비접촉 타입과 안경 타입으로 나뉜다. 본 연구에서는 토비(Tobii)사의 안경 타입의 아이트래커 토비 프로 글래스 3(Tobii Pro Glasses 3)을 사용하였다. 아이트래킹 데이터 분석에 사용된 프로그램은 토비 프로 랩(Tobii Pro Lab)을 사용하였다.



〈Figure 7〉 Tobii Pro Glasses 3



〈Figure 8〉 Tobii Pro Lab

4.2. 실험설계

1. 실험대상

미래 자율주행 모빌리티의 탑승자는 어린이, 청소년, 노인 등 다양한 신체 조건을 가진 사람들 이 될 수 있다. 그러나 연령층별 1차 그룹을 모집하고 운전 숙련도를 기준으로 2차 그룹을 나누어 실행하게 된다면 실험의 규모가 방대해질 것으로 판단되어 제한적인 기간 내에 정확한 실험을 진행하기 위해 모집단의 연령층을 국한함으로써 피실험집단 간의 차이를 최소화하고자 하였다. 한국갤럽에서 전국 성인 1,002명에게 자율주행 기능에 대한 필요성에 대해 설문을 진행한 결과 20, 30대가 가장 많은 관심을 갖고 있는 것을 확인할 수 있었으며, 본 실험에서

다양한 연령층 중 하나의 연령층에 국한하여 실험을 진행하게 되었을 때 가장 효과적이라고 판단되는 20~30대를 피실험자 그룹으로 선정하였다. 차량에 탑승해 본 경험이 있는 자라면 높은 확률로 이해하고 있는 간단한 기능에 대한 테스크로 실험 내용을 구성하였지만, 실험 도중 피실험자가 기능 및 테스크를 이해하지 못하여 실험자의 지속적인 개입이 발생하게 되거나 데이터에 영향을 미치게 되는 상황을 사전에 방지하기 위하여 운전 면허 소지자를 대상으로 피실험자를 모집하였다. 실험 내용을 공개할 수 없는 상황에서 모빌리티 내부 기능에 대한 기본적 이해를 기반으로 한 피실험자를 선별하기 위한 객관적 지표로 운전 면허 소지 조건을 채택하였다. 실험에 사용된 아이트래커는 안경 타입으로 얼굴에 착용하는 기기로, 안경을 착용한 자는 제한하여 모집하였다. 또한, 정확한 시선 추적 및 오류 가능성의 최소화를 위해 서클렌즈 착용자, 사시, 난시, 근시와 같이 눈에 이상이 있거나 시력이 좋지 않아 사물의 인지가 힘든 자도 정확한 데이터 수집을 위해 제외하였다. 청각 스크립트를 기반으로 시나리오 테스크를 정확하게 수행해야 하므로 청각에 이상이 있는 자도 제외하여 피실험자를 선정하였다. 또한, 피실험자의 운전 숙련도에 따라 실험의 결괏값이 다르게 나올 것이라는 가설을 설정하였고, 사전 설문조사에서 운전 숙련도 및 차량의 소유 여부를 수집하였다. 모집된 피실험자 중 차량 소유 여부 및 운전 숙련도에 따라 두 개의 그룹으로 나누고 두 그룹의 비율을 유사하게 선정하고자 하였으나, 자차 소유 비중이 낮은 연령층 특성상 피실험자 그룹의 비중을 맞추는 데 어려움이 있었다. 결과적으로 20대~30대의 남성 7명(46.6%)과 여성 8명(53.3%)으로 총 15명의 피실험자를 대상으로 아이트래킹 실험을 실시하였다.

〈Table 4〉 List of Research Subjects

no.	이름	나이	성별	차량 소유 여부	운전 숙련도	주 차량 이용 형태
1	이○○	28세	남성	O	상	본인 명의 차량 운전
2	조○○	30세	남성	X	중상	일회성 렌터카 이용하여 운전
3	김○○	28세	여성	X	중하	부모님/지인의 차량 및 택시에 탑승자로 이용
4	김○○	25세	여성	X	중하	부모님/지인의 차량 및 택시에 탑승자로 이용
5	김○○	26세	남성	X	중상	일회성 렌터카 이용하여 운전
6	이○○	25세	여성	X	중하	부모님/지인의 차량 및 택시에 탑승자로 이용
7	황○○	24세	남성	X	중하	부모님/지인의 차량 및 택시에 탑승자로 이용
8	김○○	28세	남성	X	중하	부모님/지인의 차량 및 택시에 탑승자로 이용
9	김○○	25세	여성	X	하	부모님/지인의 차량 및 택시에 탑승자로 이용
10	이○○	32세	남성	X	중	부모님의 차량 운전
11	김○○	22세	여성	X	중하	부모님/지인의 차량 및 택시에 탑승자로 이용
12	양○○	28세	남성	O	상	본인 명의 차량 운전
13	박○○	22세	여성	X	중하	부모님/지인의 차량 및 택시에 탑승자로 이용
14	유○○	22세	여성	X	중하	부모님/지인의 차량 및 택시에 탑승자로 이용
15	김○○	26세	여성	O	중	본인 명의 차량 운전

운전 숙련도의 기준은 '상 : 항상 운전한다.(일주일 3회 이상)', '중상 : 종종 운전한다.(일주일 3회 이하)', '중 : 가끔 필요시에만 운전한다.(한달 3회 이하)', '중하 : 면허 취득 후 운전을 거의 하지 않는다.(1년 3회 이하)', '하 : 면허 취득 후 운전 경험이 전혀 없다.(전혀 경험이 없음)'으로 선정하여 분류하였다.

2. 실험내용

본 연구에서는 선행연구 분석을 통해 도출된 시트 포지션에서 각 좌석에서의 모빌리티 내 기능

컨트롤 영역을 도출하기 위해 레벨5 자율주행 모빌리티 스터디 모델 실내 환경에서 아이트래커를 착용하고 각 좌석에 앉아 기능 컨트롤 버튼을 조작하는 행동을 수행한다. 피실험자가 실험자를 의식하거나 바라보는 것을 방지하기 위하여 모빌리티 실내 환경의 외벽은 하얀색의 품 보드로 모두 막아두어 외부의 개입이 발생하지 않도록 조성하였다. 실험의 상세 과정은 <Table 5>과 같다.

<Table 5> *Process of Experiment*

과정		상세 내용	소요 시간
1	사전 설문조사	인적사항 및 운전 숙련도 설문조사	3 분
2	사전설명	자율주행 및 미래 모빌리티 개념 설명	5 분
3	캘리브레이션	캘리브레이션 지점(Calibration Points) 응시 및 응시점 측정	1~2 분
4	모빌리티 실내 실험환경 체험	모빌리티 실내 환경 내에서 자유롭게 탐색	5 분
5	아이트래킹 실험 (태스크 수행)	음성 지시사항에 따른 태스크 수행	25 분
6	실험 종료 및 인터뷰	모니터링 중 발생한 특이사항에 대한 인터뷰	5 분

1) 피실험자에게 기본적인 인적 사항 및 운전 숙련도에 대한 간단한 설문조사를 진행한다. 2) 준비된 시각 자료와 영상을 통해 자율주행 및 미래 모빌리티의 개념에 관해 설명하여 피실험자가 실험 실행 전 미래 자율주행 모빌리티에 대하여 충분한 이해를 갖출 수 있도록 한다. 또한, 실험의 전반적인 절차와 내용, 소요 시간에 대하여 설명한다. 이때 실험 중 특정 행위나 위치를 의식하는 것을 방지하기 위하여 실험의 목적에 대한 설명은 하지 않는다. 3) 피실험자가 아이트래커를 착용하도록 하고 캘리브레이션(Calibration) 과정을 거친다. 이는 사람마다 얼굴의 형태, 코의 높이, 중심좌(Foveal)의 위치가 다르기 때문에 캘리브레이션 과정을 통해 피실험자의 동공을 아이트래커의 카메라 중앙에 위치하게 하여 아이트래커의 데이터 정확성을 높이기 위함이다. 조정과 보정 과정이 끝나면 4) 피실험자가 모빌리티 실내 환경 내에서 익숙해질 수 있도록 모빌리티 내부환경에서 자유롭게 앉아보고 탐색할 수 있는 체험 시간을 5분가량 제공하였다. 실험 환경 체험이 끝나면 5) 차량의 입구에서 진입하는 것을 시작으로 인공지능(Ai) 음성 스크립트의 지시 사항에 따라 태스크를 수행하도록 하여 아이트래커를 통해 피실험자의 시선 움직임 데이터를 수집한다. 본 실험에 사용된 태스크는 <Table 6>과 같으며, 각 좌석(A, B, C, D, E)에서 모든 태스크를 수행하는 방식으로 진행되었다. 이때, 좌석에 앉는 순서와 각 좌석에서 수행해야 하는 기능 버튼의 순서는 각각 랜덤하게 제공하여 사용자가 반복되는 기능 버튼의 순서를 외우는 것을 방지하였다. 또한, 모든 기능 버튼 조작 태스크의 탐색시간을 동일하게 하도록 하기 위해 인공지능 음성 스크립트를 이용하여 각 태스크에서의 탐색시간을 20초로 통일하였다. 각 태스크의 앞과 뒤에는 앞을 바라보라는 태스크를 추가하여 각 태스크가 진행될 때마다 시선을 중립으로 변경하는 시간을 5초간 가졌다. 6) 피실험자는 태스크 수행이 끝난 후, 실험 환경 외부로 나온 후 아이트래커를 벗는다. 실험자가 아이트래킹 실시간 모니터링 중에 발견한 특이점에 대하여 피실험자에게 그렇게 행동한 이유에 대해서 간단한 인터뷰를 실시한 뒤 실험을 종료한다.

<Table 6> *Task*

독립변인	통제변인			
시트	분류	기능	태스크	시간
A, B, C, D, E	주행기능	시동	차량의 시동 버튼이 어디에 있을까요? 주변을 탐색하며 컨트롤 영역 중에 어디에 있을지 추측해 보세요.	20 초
			차량의 시동 버튼을 눌러 주세요. 누르셨다면 고개를 들고 앞을 바라봐주세요.	5 초
	내비게이션		내비게이션 버튼이 어디에 있을까요? 주변을 탐색하며 컨트롤 영역 중에 어디에 있을지 추측해	20 초

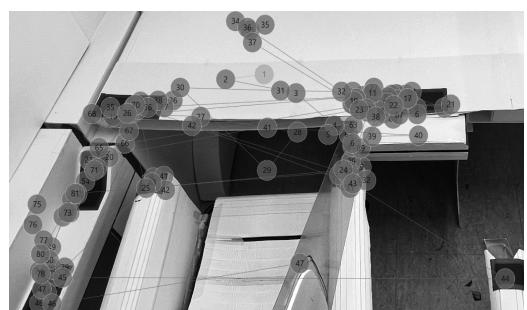
		보세요.	
		내비게이션 버튼을 눌러 주세요. 누르셨다면 고개를 들고 앞을 바라봐주세요.	5 초
긴급 정지	음악	자율주행 차량에 문제가 발생한 것 같습니다. 긴급 정지 버튼이 어디에 있을까요? 주변을 탐색하며 컨트롤 영역 중에 어디에 있을지 추측해 보세요.	20 초
		긴급 정지 버튼을 눌러보세요. 누르셨다면 고개를 들고 앞을 바라봐주세요.	5 초
엔터테인먼트	음악	음악 재생 버튼이 어디에 있을까요? 주변을 탐색하며 컨트롤 영역 중에 어디에 있을지 추측해 보세요.	20 초
		음악 재생 버튼을 눌러주세요. 누르셨다면 고개를 들고 앞을 바라봐주세요.	5 초
시트 편의 기능	시트 리클라이닝	시트의 리클라이닝 버튼이 어디에 있을까요? 주변을 탐색하며 컨트롤 영역 중에 어디에 있을지 추측해 보세요.	20 초
		시트 리클라이닝 버튼을 눌러주세요. 누르셨다면 고개를 들고 앞을 바라봐주세요.	5 초
	시트 워머	온열시트를 켜는 버튼이 어디에 있을까요? 주변을 탐색하며 컨트롤 영역 중에 어디에 있을지 추측해 보세요.	20 초
		온열 시트 버튼을 눌러주세요. 누르셨다면 고개를 들고 앞을 바라봐주세요.	5 초
공조	에어컨의 작동과 멈춤	에어컨 버튼이 어디에 있을까요? 주변을 탐색하며 컨트롤 영역 중에 어디에 있을지 추측해 보세요.	20 초
		에어컨 버튼을 눌러주세요. 누르셨다면 고개를 들고 앞을 바라봐주세요.	5 초
창문 제어	창문의 열림과 닫힘	창문을 내리는 버튼이 어디에 있을까요? 주변을 탐색하며 컨트롤 영역 중에 어디에 있을지 추측해 보세요.	20 초
		창문을 내리는 버튼을 눌러보세요. 누르셨다면 고개를 들고 앞을 바라봐주세요.	5 초

5. 실험결과 분석

5.1. 분석방법



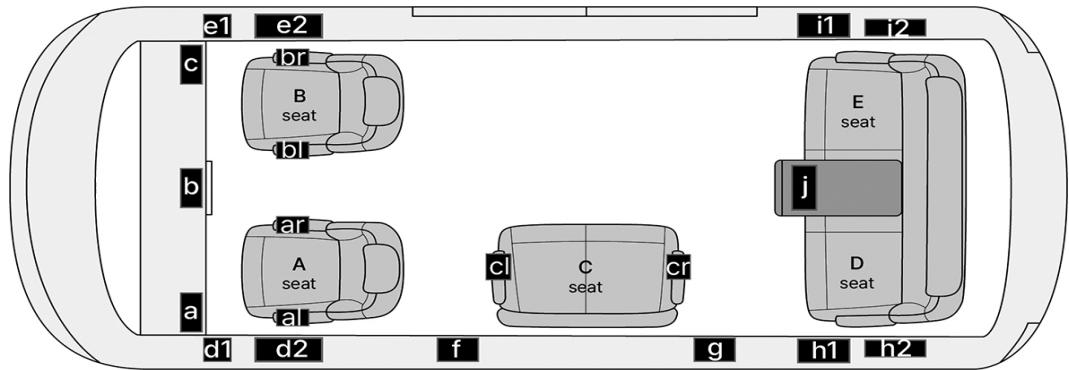
〈Figure 9〉 Heatmap



〈Figure 10〉 Gazeplot

분석 프로그램은 토비 프로 랩(Tobii Pro Lab) 프로그램을 사용하였으며, 각 피실험자의 아이트래킹 영상 데이터를 히트맵(Heatmap)과 게이즈플롯(Gazeplot) 방법으로 시각화하여 분석하였다. 히트맵은 사용자가 어느 곳을 가장 많이 응시하였는가에 대해 색상의 구분으로 확인할 수 있는 시각화 방법이다. 총 응시 시간이 높은 영역일수록 적색으로 표현되며 낮은 영역일수록 녹색으로 표현된다. 게이즈플롯은 시선 도약의 순서를 원과 선으로 나타내어 사용자의 시선의 순서를 확인할 수 있는 분석법이다. 어느 지점에서 사용자의 안구 고정이 있었고 어느 지점으로 도약하였는지 한 눈에 볼 수 있는 시각화 방법이다. 히트맵을 통해 피실험자가 가장 주의 깊게 살펴본 컨트롤 영역의 위치를 파악하였으며, 게이즈플롯을 통해 어떠한 흐름으로 탐색하였고 최종적으로 집중하여 응시한 영역이 히트맵 결과와 일치하는지 확인하였다. 본 실험에서는 어떠한 영역에서 응시 시간이 높았는지에 대한 데이터와 시선의 흐름에 따른 사용자의 탐색 흔적 및 최종적으로 집중 응시한 영역에 대한 데이터가 유의미한 결과를 갖기 때문에 위와 같은 분석 방법을 사용하였다. 아이트래커 결과를 바탕으로 시트별 기능 조작을 어떠한 컨트롤 영역

에서 주로 탐색하고 선정하였는지 분류하였으며, 결괏값이 확실하게 나오지 않은 항목에 대해서는 해당 피실험자와의 인터뷰를 통해 해당 기능을 조작하고자 했던 컨트롤 영역에 대하여 질문 후 값을 도출하였다. 분석을 위해 각 컨트롤 영역에 알파벳을 부여하여 <Figure 11>과 같이 정리하였다.



<Figure 11> In-Vehicle Control Area

5.2. 시트별 컨트롤 영역 분석

피실험자가 차량 내 기능제어를 조작하는 태스크를 수행했을 때, 시트별로 어떠한 컨트롤 영역에서 조작하려고 하였는지에 대해 A, B, C, D, E 시트 순으로 분석하였다. 피실험자 그룹이 어떠한 컨트롤 영역에서 기능제어를 하려고 했는지 대한 값(x_i)을 다음과 같은 표로 정리하였다. 총 15명의 피실험자(Σx)와 20개의 컨트롤 영역(n)으로 이루어져 있다. 기능제어에 대한 x_i 의 값이 클수록 해당 컨트롤 영역에서 제어하고자 하는 피실험자가 많았음을 의미한다. ($x_i - \bar{x}$)²의 값이 클수록 피실험자들이 기능제어를 해당 컨트롤 영역에서 제어하고자 하는 경향이 편중되어 있음을 의미한다.

<Table 7> Seat A

시트 A																
	주행기능				엔터테인먼트		시트 편의 기능				공조		창문 제어			
	시동		내비게이션		긴급 정지		음악		시트 리클라이닝		시트 워머		에어컨의 작동/멈춤		창문의 열림/닫힘	
	x_i	$(x_i - \bar{x})^2$	x_i	$(x_i - \bar{x})^2$	x_i	$(x_i - \bar{x})^2$	x_i	$(x_i - \bar{x})^2$	x_i	$(x_i - \bar{x})^2$	x_i	$(x_i - \bar{x})^2$	x_i	$(x_i - \bar{x})^2$	x_i	$(x_i - \bar{x})^2$
a	3	5.0625	2	1.5625	3	5.0625	3	5.0625	—	0.5625	1	0.0625	2	1.5625	—	0.5625
al	—	0.5625	—	0.5625	—	0.5625	1	0.0625	5	18.0625	2	1.5625	1	0.0625	1	0.0625
ar	1	0.0625	—	0.5625	1	0.5625	4	10.5625	2	1.5625	6	27.5625	—	0.5625	1	0.0625
b	9	68.0625	13	150.0625	10	85.5625	3	5.0625	—	0.5625	—	0.5625	5	18.0625	—	0.5625
d1	2	1.5625	—	0.5625	—	0.5625	4	10.5625	4	10.5625	3	5.0625	6	27.5625	3	5.0625
d2	—	0.5625	—	0.5625	1	0.0625	—	0.5625	4	10.5625	3	5.0625	1	0.0625	10	85.5625
n	20		20		20		20		20		20		20		20	
Σx	15		15		15		15		15		15		15		15	

A 시트에 착석하였을 때, 주행과 관련된 모든 기능을 b 영역에서 제어하고자 하는 경향을 보였다. 반면 음악 재생의 경우에는 다양한 컨트롤 영역에서 자유롭게 제어하고자 하는 경향을 보였다. 시트의 리클라이닝 및 시트 워머에 대한 제어는 앞쪽의 컨트롤 영역보다 좌측 벽 혹은 시트의 팔걸이 부분에 편향된 모습을 보였다. 에어컨 기능 조작에 대해서는 기준 차량과 같은 위치인 b 영역과 좌측 영역으로 나뉘어 선택된 모습을 확인할 수 있었다. 또한, 창문의 제어를 하고

자 할 때는 대부분 d2 영역에서 제어하고자 하는 경향이 있었다.

〈Table 8〉 Seat B

시트 B																
	주행기능					엔터테인먼트		시트 편의 기능				공조		창문 제어		
	시동		내비게이션		긴급 정지	음악		시트 리클라이닝		시트 워머		에어컨의 작동/멈춤		창문의 열림/닫힘		
	x_i	$(x_i - \bar{x})^2$														
b	12	126.5625	11	105.0625	7	39.0625	2	1.5625	—	0.5625	—	0.5625	6	27.5625	—	0.5625
bl	—	0.5625	—	0.5625	3	5.0625	1	0.0625	2	1.5625	4	10.5625	2	1.5625	—	0.5625
br	—	0.5625	—	0.5625	1	0.0625	3	5.0625	6	27.5625	2	1.5625	—	0.5625	1	0.0625
c	2	1.5625	3	5.0625	3	5.0625	4	10.5625	—	0.5625	1	0.0625	2	1.5625	—	0.5625
e1	1	0.0625	1	0.0625	1	0.0625	4	10.5625	3	5.0625	5	18.0625	4	10.5625	9	68.0625
e2	—	0.5625	—	0.5625	—	0.5625	1	0.0625	4	10.5625	3	5.0625	1	0.0625	5	18.0625
n	20		20		20		20		20		20		20		20	
Σx	15		15		15		15		15		15		15		15	

B 시트에 착석하였을 때, 주행과 관련된 기능인 시동 버튼과 내비게이션 조작을 b 영역에서 제어하고자 하는 경향을 보였다. 내연기관 차량의 비상경고등과 유사한 비상 정지 버튼은 b 영역에 편향될 것이라 설정했던 가설과는 달리, b 영역이 높은 비중을 차지하는 것은 맞지만 c와 bl 영역에서도 소수의 피실험자에게 선택받은 모습을 확인할 수 있었다. 음악 재생의 경우 A 시트에서와 마찬가지로 다양한 영역에서 제어하고자 하는 경향이 있었으며, 시트 리클라이닝도 A 시트에서와 유사하게 우측 벽 혹은 시트의 팔걸이에서 제어하고자 하는 경향을 확인할 수 있었다. 에어컨 기능 조작의 경우 b 영역과 e1 영역으로 나뉘어 분포되어 있었다. 창문의 제어는 대다수가 e1 영역에서 조작하고자 하는 모습을 확인할 수 있었다. 이는 대청구조인 A 시트와 유사한 영역이기는 하지만, 살짝 뒤쪽에 있는 e2 영역을 선택했다는 것에 차이가 있다.

〈Table 9〉 Seat C

시트 C																
	주행기능					엔터테인먼트		시트 편의 기능				공조		창문 제어		
	시동		내비게이션		긴급 정지	음악		시트 리클라이닝		시트 워머		에어컨의 작동/멈춤		창문의 열림/닫힘		
	x_i	$(x_i - \bar{x})^2$														
b	1	0.0625	1	0.0625	1	0.0625	—	0.5625	—	0.5625	—	0.5625	—	0.5625	—	0.5625
cl	6	27.5625	12	126.5625	3	5.0625	5	18.0625	3	5.0625	5	18.0625	4	10.5625	5	18.0625
cr	3	5.0625	1	0.0625	4	10.5625	6	27.5625	12	126.5625	9	68.0625	3	5.0625	3	5.0625
f	1	0.0625	—	0.5625	2	1.5625	—	0.5625	—	0.5625	—	0.5625	1	0.0625	1	0.0625
g	—	0.5625	—	0.5625	2	1.5625	1	0.0625	—	0.5625	1	0.0625	2	1.5625	6	27.5625
j	4	10.5625	1	0.0625	3	5.0625	3	5.0625	—	0.5625	—	0.5625	5	18.0625	—	0.5625
n	20		20		20		20		20		20		20		20	
Σx	15		15		15		15		15		15		15		15	

기존의 내연기관 차량에서는 쉽게 볼 수 없었던 사이드 일체형 시트인 C 시트에서는 cl, cr 영역에 주로 분포가 되어있는 모습을 확인할 수 있었다. 특히 사항으로, 실험 전 피실험자에게

태스크 도중의 자리를 이동해도 되는지에 대한 언급은 하지 않았지만, 주행 기능 조작 태스크를 수행하기 위하여 차량의 앞쪽(b)으로 이동하는 피실험자가 있었다. 해당 피실험자와 사후 인터뷰를 통해 자리를 이동한 이유에 관해 물어보았을 때, 피실험자는 'C 시트 주변에 주행 관련 버튼이 없을 것 같아서'라고 답변하였다. 음악 재생은 팔걸이 쪽인 cl, cr 영역에 분포된 모습을 확인할 수 있었다. 또한, 시트 조작과 관련된 버튼은 오른쪽 팔걸이인 cr 영역에 편향되었다. 에어컨과 창문의 제어는 다양한 영역에서 자유롭게 제어하고자 하는 경향을 보였다.

〈Table 10〉 Seat D

시트 D														
	주행기능				엔터테인먼트		시트 편의 기능				공조		창문 제어	
	시동		내비게이션		긴급 정지		음악		시트 리클라이닝		시트 워머		에어컨의 작동/멈춤	창문의 열림/닫힘
	x_i	$(x_i - \bar{x})^2$	x_i	$(x_i - \bar{x})^2$	x_i	$(x_i - \bar{x})^2$	x_i	$(x_i - \bar{x})^2$	x_i	$(x_i - \bar{x})^2$	x_i	$(x_i - \bar{x})^2$	x_i	$(x_i - \bar{x})^2$
b	1	0.0625	—	0.5625	1	0.0625	—	0.5625	—	0.5625	—	0.5625	—	0.5625
g	7	39.0625	—	0.5625	7	39.0625	1	0.0625	—	0.5625	—	0.5625	2	1.5625
h1	4	10.5625	1	0.0625	1	0.0625	1	0.0625	12	126.5625	10	85.5625	2	1.5625
h2	—	0.5625	3	5.0625	1	0.0625	7	39.0625	3	5.0625	3	5.0625	5	18.0625
j	3	5.0625	11	105.0625	5	18.0625	6	27.5625	—	0.5625	2	1.5625	6	27.5625
n	20		20		20		20		20		20		20	
Σx	15		15		15		15		15		15		15	

D 시트에서도 C 시트와 마찬가지로 시동과 비상 정지 기능을 조작하기 위해 차량의 앞으로 이동하여 b 영역에서 제어하고자 하는 피실험자가 존재했다. 반면 주행 기능 중 내비게이션은 j 영역에서 조작하고자 하는 모습을 확인할 수 있었다. j 영역은 C 시트에서 약간 손을 뻗어야 닿을 수 있는 거리이기 때문에 C 시트에서 j 영역을 선택하는 경우가 없을 것이라고 설정했던 가설과는 다르게 j 영역에서 조작하고자 하는 피실험자가 다수 있었다. 사후 인터뷰를 통해 j 영역을 선택한 피실험자들에게 그 이유에 대해 질문하였을 때, 피실험자들은 '콘솔에 디스플레이가 탑재된 경우는 봤지만, 팔걸이에 탑재된 경우는 보지 못했기 때문에 디스플레이가 있을 것 같은 콘솔의 컨트롤 영역(j)를 선택했다', '팔걸이는 폭이 좁아서 cr 영역이나 cl 영역에서 지도와 같은 화면을 보기는 힘들 것 같다'고 답변하였다. 음악 재생은 h1 영역과 j 영역으로 나뉘어 분포된 모습을 볼 수 있었으며, 시트 리클라이닝과 시트 워머 기능은 모두 h1 영역에서 제어하려는 경향을 보였다. 에어컨 기능은 좌측 벽 쪽과 j 영역으로 나뉘어 제어하고자 하는 모습을 확인할 수 있었다. 창문에 대한 제어는 h1 영역에 편향되어 있었다.

E 시트에서도 시동과 비상 정지 기능을 조작하기 위해 b 영역으로 이동한 피실험자가 존재

〈Table 11〉 Seat E

시트 E														
	주행기능				엔터테인먼트		시트 편의 기능				공조		창문 제어	
	시동		내비게이션		긴급 정지		음악		시트 리클라이닝		시트 워머		에어컨의 작동/멈춤	창문의 열림/닫힘
	x_i	$(x_i - \bar{x})^2$	x_i	$(x_i - \bar{x})^2$	x_i	$(x_i - \bar{x})^2$	x_i	$(x_i - \bar{x})^2$	x_i	$(x_i - \bar{x})^2$	x_i	$(x_i - \bar{x})^2$	x_i	$(x_i - \bar{x})^2$
b	1	0.0625	—	0.5625	1	0.0625	—	0.5625	—	0.5625	—	0.5625	—	0.5625
i1	9	68.0625	4	10.5625	10	85.5625	4	10.5625	6	27.5625	10	85.5625	6	27.5625
i2	1	0.0625	3	5.0625	—	0.5625	8	52.5625	2	1.5625	1	0.0625	5	18.0625
j	4	10.5625	8	52.5625	4	10.5625	3	5.0625	7	39.0625	4	10.5625	4	10.5625

n	20	20	20	20	20	20	20	20
Σx	15	15	15	15	15	15	15	15

하였으며, 대부분의 피실험자는 i1 영역에서 조작하고자 하였다. 내비게이션 조작은 콘솔에 있는 j 영역에서 제어하고자 하는 경향을 보였다. 음악 재생은 다른 시트에서 자유롭게 분포된 모습을 보였지만, E 시트에서는 i2 영역에 편향된 모습을 볼 수 있었다. 또한, 시트의 리클라이닝 조작은 i1과 j 영역으로 나뉘었지만, 시트 워머 조작의 경우 i1 영역으로 편향된 모습을 확인할 수 있었다. 에어컨 기능제어는 i1, i2, j 영역에 골고루 나뉘어 선택되었으며, 창문 제어는 i1으로 편향된 모습이었다.

5.3. 운전 숙련도에 따른 시트별 컨트롤 영역 분석

〈Table 12〉 List of Research Subjects

	차량 소유 여부	운전 숙련도	주 차량 이용 형태
운전 숙련도가 높은 그룹 (5)	O	상	본인 명의 차량 운전
	O	상	본인 명의 차량 운전
	X	중상	일회성 렌터카 이용하여 운전
	O	중	본인 명의 차량 운전
	X	중	부모님의 차량 운전
운전 숙련도가 낮은 그룹 (10)	X	중하	부모님/지인의 차량 및 택시에 탑승자로 이용
	X	중하	부모님/지인의 차량 및 택시에 탑승자로 이용
	X	중상	일회성 렌터카 이용하여 운전
	X	중하	부모님/지인의 차량 및 택시에 탑승자로 이용
	X	중하	부모님/지인의 차량 및 택시에 탑승자로 이용
	X	중하	부모님/지인의 차량 및 택시에 탑승자로 이용
	X	중하	부모님/지인의 차량 및 택시에 탑승자로 이용
	X	중하	부모님/지인의 차량 및 택시에 탑승자로 이용
	X	중하	부모님/지인의 차량 및 택시에 탑승자로 이용
	X	하	부모님/지인의 차량 및 택시에 탑승자로 이용

피실험자의 운전 숙련도에 따라 도출된 값이 다를 것이라는 가설을 검증하기 위하여 피실험자를 두 그룹으로 나누어 분석하였다. 첫 번째는 운전 숙련도가 높은 그룹이며, 두 번째는 운전 숙련도가 낮은 그룹이다. 운전 숙련도를 나눈 기준은 앞서 수집하였던 사전 설문조사지의 값을 기준으로 하였다. 운전 숙련도가 높은 그룹은 5명이며, 운전 숙련도가 낮은 그룹은 10명으로 나눌 수 있었다. 컨트롤 영역(n)과 해당 영역에서 기능제어를 하고자 한 피실험자의 수(xi)로 표를 구성하였다.

〈Table 13〉 Seat A

	시트 A														
	주행기능				엔터테인먼트		시트 편의 기능				공조		창문 제어		
	시동		내비게이션		긴급 정지		음악		시트 리클라이닝		시트 워머		에어컨의 작동/멈춤		창문의 열림/닫힘
n	Xi	n	Xi	n	Xi	n	Xi	n	Xi	n	Xi	n	Xi	n	Xi

운전 숙련도가 높은 그룹	b	4	b	4	b	5	a	2	al	2	ar	2	a	2	d2	3
	a	1	a	1	-	-	d1	2	d1	2	d1	2	b	2	d1	2
	-	-	-	-	-	-	b	1	d2	1	a	1	d1	1	-	-
운전 숙련도가 낮은 그룹	b	5	b	9	b	5	ar	4	d2	4	ar	4	d1	5	d2	7
	d1	2	a	1	a	3	b	2	al	3	d2	3	b	3	al	1
	a	2	-	-	ar	1	d1	2	ar	2	al	2	al	1	ar	1
	ar	1	-	-	f	1	a	1	d1	1	d1	1	d2	1	d1	1
	-	-	-	-	-	-	al	1	-	-	-	-	-	-	-	-

A 시트에서 운전 숙련도가 높은 그룹은 시동, 내비게이션, 긴급 정지 3가지의 주행 관련 제어를 모두 b 영역에서 하고자 하는 경향을 보였다. 반면 운전 숙련도가 낮은 그룹은 b 영역에서 제어하고자 하는 인원도 절반가량 되었지만, 나머지 절반은 다양한 영역에 분포되어 있었다. 하지만 내비게이션 조작에 있어서는 그룹에 상관없이 13명의 인원이 b 영역을 선택한 모습을 확인할 수 있었다. 엔터테인먼트, 시트 관련 기능, 공조에 있어서는 그룹의 차이에 따른 유의미한 패턴을 찾을 수 없었지만, 창문 제어에서는 두 그룹 모두 d1 영역 또는 d2 영역으로 좌측 벽에 있는 컨트롤 영역에서 선택하였음을 알 수 있었다.

〈Table 14〉 Seat B

시트 B																
	주행기능						엔터테인먼트		시트 편의 기능				공조		창문 제어	
	시동		내비게이션		긴급 정지		음악		시트 리클라이닝		시트 워머		에어컨의 작동/멈춤		창문의 열림/닫힘	
	n	Xi	n	Xi	n	Xi	n	Xi	n	Xi	n	Xi	n	Xi	n	Xi
운전 숙련도가 높은 그룹	b	5	b	3	b	4	c	2	e2	2	bl	2	b	3	e1	5
	-	-	c	2	bl	1	e1	2	bl	1	c	1	c	1	-	-
	-	-	-	-	-	-	br	1	br	1	e1	1	e1	1	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	e1	1	e2	1	-	-	-	-
운전 숙련도가 낮은 그룹	b	7	b	8	b	3	b	2	br	5	e1	4	b	3	e2	5
	c	2	c	1	c	3	br	2	e1	2	bl	2	e1	3	e1	4
	e1	1	e1	1	ar	1	e1	2	e2	2	br	2	bl	2	br	1
	-	-	-	-	bl	1	c	2	bl	1	e	2	c	1	-	-
	-	-	-	-	br	1	ar	1	-	-	-	-	e2	1	-	-
	-	-	-	-	e1	1	e2	1	-	-	-	-	-	-	-	-

B 시트에서도 마찬가지로 주행 관련 제어를 b 영역에서 하고자 하는 경향이 운전 숙련도가 낮은 그룹보다 운전 숙련도가 높은 그룹이 더 높았다. 엔터테인먼트, 시트 관련 기능에서는 두 그룹에서 차이점을 보이지 않았다. 반면 에어컨 조작의 경우 운전 숙련도가 높은 그룹은 b에서 제어하고자 하는 경향을 보였으며, 운전 숙련도가 낮은 그룹에서는 다양한 영역에서 선택하는 경향을 보였다. 창문 제어의 경우 운전 숙련도가 높은 그룹은 모두 e1 영역에서 제어하고자 하는 모습을 보였으며, 운전 숙련도가 낮은 그룹은 e1 영역을 포함하여 다양하게 분포된 모습을 확인할 수 있었다.

사이드 시트인 C 시트에서는 운전 숙련도가 높은 그룹이 주행 관련 기능을 제어하고자 할 때,

〈Table 15〉 Seat C

시트 C																
	주행기능						엔터테인먼트		시트 편의 기능				공조		창문 제어	
	시동		내비게이션		긴급 정지		음악		시트 리클라이닝		시트 워머		에어컨의 작동/멈춤		창문의 열림/닫힘	
	n	Xi	n	Xi	n	Xi	n	Xi	n	Xi	n	Xi	n	Xi	n	Xi
운전 숙련도가 높은 그룹	cl	2	cl	3	g	2	cr	2	cr	3	cr	4	j	2	g	3
	j	2	b	1	b	1	j	2	cl	2	cl	1	cr	1	cr	2
	b	1	j	1	cr	1	cl	1	—	—	—	—	f	1	—	—
	—	—	—	—	j	1	—	—	—	—	—	—	g	1	—	—
운전 숙련도가 낮은 그룹	cl	4	cl	9	cl	3	cl	4	cr	9	cr	5	cl	4	cl	5
	cr	3	cr	1	cr	3	cr	4	cl	1	cl	4	j	3	g	3
	j	2	—	—	f	2	g	1	—	—	g	1	cr	2	cr	1
	f	1	—	—	j	2	j	1	—	—	—	—	g	1	f	1

특별한 패턴 없이 여러 개의 영역에서 탐색하는 모습을 보였으며 자리에서 일어나 b 영역으로 이동하여 조작하려고 하는 피실험자도 있었다. 또한, 인터뷰를 통해 해당 자리에서 주행 관련 기능을 수행하는 것이 어색하다고 답변한 피실험자도 존재하였다. 반면 운전 숙련도가 낮은 그룹은 시동과 긴급 정지버튼을 cr 영역에서 제어하려는 모습이 다수 있었으며, 내비게이션 조작은 10명 중 9명이 cl 영역을 선택하였다. 엔터테인먼트 기능에 있어서는 두 그룹에서 유의미한 차이점을 발견할 수 없었다. 시트 관련 제어에 있어서는 두 그룹 모두 cl 영역 또는 cr 영역에서 조작하려는 경향이 있었다. 공조와 창문 기능제어는 두 그룹에서 유의미한 차이점이 나타나지 않았다.

〈Table 16〉 Seat D

시트 D																
	주행기능						엔터테인먼트		시트 편의 기능				공조		창문 제어	
	시동		내비게이션		긴급 정지		음악		시트 리클라이닝		시트 워머		에어컨의 작동/멈춤		창문의 열림/닫힘	
	n	Xi	n	Xi	n	Xi	n	Xi	n	Xi	n	Xi	n	Xi	n	Xi
운전 숙련도가 높은 그룹	g	3	j	5	g	3	h2	2	h1	3	h1	4	h1	2	h1	2
	b	1	—	—	b	1	j	—	h2	2	h2	1	h2	2	g	2
	j	1	—	—	j	1	g	1	—	—	—	—	j	1	h2	1
운전 숙련도가 낮은 그룹	g	4	j	6	g	4	h2	5	h1	9	h1	6	j	5	h1	7
	h1	4	h2	3	j	4	j	4	h2	1	h2	2	h2	3	h2	2
	j	2	h1	1	h1	1	h1	1	—	—	j	2	g	2	g	1
	—	—	—	—	h2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

D 시트에서는 시동과 긴급 정지 조작에서 두 그룹의 차이점을 발견할 수 없었지만, 내비게이션 조작에 있어서는 운전 숙련도가 높은 그룹이 전원 j 영역을 선택하였으며 운전 숙련도가 낮은 그룹은 j 영역의 선택도 다수 있었지만, h1 영역과 h2 영역을 선택한 피실험자도 존재하였다. 음악 제어와 공조 제어에 있어서는 두 그룹에서 유의미한 차이점을 발견할 수 없었으며, 시트 관련 기능에 있어서는 두 그룹 모두 h1, h2 영역에서 조작하고자 하는 경향이 있었다. 창문

제어의 경우엔 두 그룹 모두 h1 영역을 선택하는 비중이 높은 모습을 확인할 수 있었다.

〈Table 17〉 Seat E

시트 E																
	주행기능						엔터테인먼트		시트 편의 기능				공조		창문 제어	
	시동		내비게이션		긴급 정지		음악		시트 리클라이닝		시트 워머		에어컨의 작동/멈춤		창문의 열림/닫힘	
	n	Xi	n	Xi	n	Xi	n	Xi	n	Xi	n	Xi	n	Xi	n	Xi
운전 숙련도가 높은 그룹	i1	4	j	4	i1	3	i2	4	i1	2	i1	3	i1	2	i1	4
	b	1	i1	1	b	1	j	1	j	2	i	1	i2	2	i2	1
	-	-	-	-	j	1	-	-	i2	1	j	1	j	1	-	-
운전 숙련도가 낮은 그룹	i1	5	i1	4	i1	7	i1	4	j	5	i1	7	i1	4	i1	7
	j	4	i2	3	j	3	i2	4	i1	4	j	3	i2	3	i2	2
	i2	1	j	3	-	-	j	2	i2	1	-	-	j	3	j	1

E 시트에서 시동 기능을 조작하고자 할 때, 운전 숙련도가 높은 그룹은 좌석에서 일어나 b 영역으로 이동한 피실험자 한 명을 제외하고는 모두 i1 영역을 선택하였다. 반면 운전 숙련도가 낮은 그룹은 j, i1, i2로 나뉘는 모습을 보였다. 내비게이션 조작에 있어서는 운전 숙련도가 높은 그룹 4명이 j 영역, 1명이 i1 영역을 선택하였고 운전 숙련도가 낮은 그룹에서는 다양한 영역에서 탐색하는 모습을 확인할 수 있었다. 긴급 정지 버튼에서는 두 그룹에서 유의미한 차이점이 없었지만, 대체로 i1 영역을 선택하였다. 음악 재생 버튼은 운전 숙련도가 높은 그룹 4명이 i2 영역, 1명이 j 영역을 선택하였으며 운전 숙련도가 낮은 그룹에서는 다양한 영역에서 탐색하는 모습을 보였다. 시트 관련 기능제어는 두 그룹 모두 i1 영역에서 제어하려는 경향이 있었다. 창문 제어 또한 두 그룹 모두 i1 영역에서 제어하려는 경향을 보였다.

5.4. 종합분석

5단계 자율주행 모빌리티 내부의 넓은 환경에서 시트 포지션의 좌석별 위치에 따른 차량 기능 제어 영역 연구 결과는 다음과 같다.

첫째, 핸들이 없는 5단계 자율주행 모빌리티라는 전제하에도 기존의 익숙한 내연기관 차량과 유사한 위치에서 기능을 제어하려고 하는 경향이 있다. 피실험자들은 5단계 자율주행의 개념과 미래 모빌리티의 방향성에 대하여 충분한 설명을 듣고 시청각 자료를 시청한 후 실험에 임했음에도 불구하고, 주행 관련 기능을 제어하기 위해 일어서서 앞쪽의 공간으로 이동하는 피실험자가 있었다. 또한, 그러지 않은 피실험자들도 사후 인터뷰에서 시트에서 일어나서 다른 곳에 있는 영역을 탐색해도 되는지 고민하였다고 말한 사례가 다수 존재했다. 또한, A, B, C, D, E 시트 중에 가장 탐색하는 데 어려움이 있었던 시트는 무엇이었는지 묻는 질문에는 C 시트가 가장 어려웠다고 답변한 피실험자가 과반수를 차지하였다. 이러한 결과를 통해 사람들은 핸들이 없는 자율주행 모빌리티더라도 내연기관 차량에 대입하여 기능제어 영역을 탐색했다는 사실을 알 수 있었다. 또한, 이러한 경향은 운전 숙련도가 높은 그룹에서 더욱 뚜렷하게 있었다. 기능별 제어 위치를 탐색할 때, 운전 숙련도가 높은 그룹이 운전 숙련도가 낮은 그룹보다 더 높은 비율로 내연기관 차량의 기능제어 위치와 유사한 위치에서 탐색하고자 하는 경향이 있다. 운전 숙련도가 높은 그룹은 특정 기능제어 위치를 탐색하는 데에 있어 전원이 하나의 영역으로 수렴되는 경우가 다수 있었지만, 운전 숙련도가 낮은 그룹에서는 보다 자유로운 위치에서 탐색하고 제어 위치를 선택하는 경우가 많았다.

둘째, 엔터테인먼트(음악 재생)와 공조 기능을 제어할 때 타 기능보다 비교적 더 자유로운 영역에서 탐색하는 경향이 있다. 주행, 시트, 창문 관련 기능은 피실험자들의 선택이 한 곳으로 수렴하는 모습을 종종 확인할 수 있었지만, 음악 재생 기능을 찾는 경우엔 다양한 영역에서

시선이 이동되고 체류 되어 있었으며, 최종적으로 도출된 값도 피실험자마다 다양한 영역을 선택한 것을 확인할 수 있었다.

셋째, 시트와 창문 기능을 제어할 때는 시트의 팔걸이 혹은 바로 옆에 위치한 벽 쪽에서 컨트롤 버튼을 찾는 경향이 있었다. 시트 팔걸이의 좌측과 우측, 벽으로 나뉘어 분포되어 있는 경우는 존재했지만, 그 외의 영역을 선택하는 피실험자가 극히 적었다. 타 기능제어는 한가지로 수렴되는 경향을 보여도 나머지 소수의 피실험자가 다른 영역을 선택하는 경우가 비교적 많았지만, 시트와 창문 기능을 제어할 때는 해당 영역 외의 영역을 선택하는 경우가 드물었다.

6. 결론

6.1. 결론 및 제언

본 연구는 아이트래커를 이용하여 5단계 자율주행 모빌리티 실내 시트 포지션 중 좌석별 위치에 따른 차량 기능제어 영역을 도출하는 사용자 경험 디자인 연구를 진행하였다. 선행연구를 기반으로 한 새로운 시트 포지션을 도출하였으며, 그에 따른 1:1 스케일의 스터디 모델을 제작하였다. 피실험자가 스터디 모델에서 연구자와 분리되어있는 상태로 인공지능 음성 스크립트를 통해 연구자의 개입 없이 실제로 앉아보고 탐색하며 직접 체험하였다. 또한, 아이트래킹 데이터로 추적할 수 없는 부분(모니터의 시야각 이외에서 일어난 행동, 피실험자의 심리 등)은 사후 설문조사 및 인터뷰를 통한 추가적 검증을 진행하였다. 실제 크기의 모델에서 정량적 조사와 정성적 조사가 함께 이루어진 실증적인 검증을 진행하였다. 자율주행 모빌리티의 넓은 실내 공간 내에서 사용자의 컨트롤 영역 탐색 동향과 공간 배치 디자인을 위한 유의미한 결과를 도출하였으며, 향후 미래 자율주행 모빌리티의 실내 디자인 및 공간 구성에 있어서 본 연구를 통해 도출된 기능에 따른 좌석 위치별 사용자 동향이 유용한 참고 자료로써 활용될 수 있을 것이라 기대한다. 또한, 선행연구에서 사용되던 일반적인 아이트래킹 UX/UI 사용성 평가 방식과는 달리 기능에 대한 명시가 되어있는 아이콘의 제공 없이 컨트롤 영역만을 제공하였으며, 영역 내에서 각 기능의 제어 버튼의 위치를 추측하는 피실험자의 안구 운동 흐름을 분석하였다. 본 연구의 실험 방법은 변형의 자유도가 높으며 다기능 제어를 필요로 하는 공간 내에서의 사용성 평가에 활용될 수 있다. 향후 변형의 자유도가 높은 실내공간 내에서 기능제어 영역을 설정을 위한 사용성 평가 실험을 설계할 때 참고가 될 수 있길 바란다.

6.2. 연구 한계 및 후속 연구

피실험자의 운전 숙련도에 따라 실험의 결괏값이 다르게 나올 것이라는 가설에 따라 운전 숙련도 및 차량의 소유 여부를 기준으로 두 그룹으로 나누었으나, 두 그룹의 인원 비율이 같지 않다는 점에서 연구에 한계점이 있다. 또한, 아이트래커 장비를 활용한 타 연구와 비교해 봤을 때 표집 인원이 매우 적은 편은 아니지만, 표집 인원이 15명이었다는 점에서 연구 결과를 일반화하기에 부족한 점이 있다. 실험에 사용된 자율주행 모빌리티의 모델은 폼 보드로 제작된 로우-피델리티 프로토타입으로, 실제 주행하는 자율주행 모빌리티 혹은 재질(CMF)이 구현된 모델과 몰입도에 차이가 있을 수 있음을 고려해 본다면 아쉬운 점이 있다. 미래 자율주행 모빌리티의 탑승자는 어린이, 청소년, 노인 등 다양한 신체 조건을 가진 사람들이 될 수 있으며, 같은 실험 환경에서도 연령층, 성별, 신체 조건 등에 따라 실험 결과가 달라질 수 있다. 또한, 실험이 실행되는 시기의 자율주행 기술 발전 수준에 따른 대중의 인식에 따라서도 실험 결과에 차이가 있을 수 있다. 따라서 본 연구는 같은 시기에 다양한 신체 조건을 가진 피실험자들을 그룹별로 모집하여 실험하는 것이 바람직할 것이라는 가설을 세웠다. 본 실험에서는 우선적으로 모집단의 연령층을 하나의 연령대로 국한함으로써 피실험집단 간의 차이를 최소화하고자 하였으며, 20~30대로 국한하여 피실험자 그룹으로 선정하였다. 후속 연구에서 20대 이하, 40~50대, 60~70대 피실험자 그룹을 모집하여 그룹별 차이점을 분석하게 될 시 더욱 의미 있는 연구가 될 것으로 사료 된다. 따라서 향후 본 연구를 바탕으로 한 후속 연구에서는 연령층별로 그룹을 모집하고 그에 따른 차이점을 분석해 보고자 한다.

References

- Chung, D. (2015). Eye tracking to select optimal advertising spots in subway cars. *The Korean Journal of Advertising and Public Relations*, 17(4), 146–172. 10.16914/kjapr.2015.17.4.146
- Chung, S., Lo, S. (2021). Research on transformable seats based on autonomous driving mobility –focused on L5 autonomous driving mobility-. *Bulletin of Korean Society of Basic Design & Art*, 22(4), 343–354. 10.47294/KSBDA.22.4.25
- Gallup Korea. (2018, February 22). *Awareness of new automotive technologies – self-driving, vehicle sharing, electric vehicles*.
<https://www.gallup.co.kr/gallupdb/reportContent.asp?seqNo=910> (accessed 2023, November 18)
- Hanggu, L. (2023, August 1). Rescue of internal combustion locomotives and electric vehicles… What's the difference. *Dong-A Ilbo*.
<https://www.donga.com/news/lt/article/all/20230801/120513077/1> (accessed 2023, october 5)
- Hyundai. (2023, March 14). *Level 3 self-driving car that is about to be launched in Korea*.
Hyundai Transys. <https://blog.hyundai-transys.com/387> (accessed 2023, october 5)
- Hyundai. *Staria*. Hyundai Motor Company.
<https://www.hyundai.com/kr/ko/e/vehicles/staria/spec> (accessed 2023, october 5)
- Kim, J., Kim, J., Lee, Y. (2021). A study on the optimum location of safety information equipment in the vehicle using eye tracker. *Journal of Korean Society of Transportation*, 39(3), 240–250. 10.7470/jkst.2021.39.3.240
- Kim, K., Lee, D., Kwak, S. (2021). A study on application of doortrim lighting and touch switch based on smart surface. *Comprehensive Academic Conference of the Korean Automotive Engineers Association*, 221(6), 637–637
- Kwon, J., Ju, D. (2017). The change of vehicle interior space due to autonomous driving. *Academic Conferences and Exhibitions of the Korean Automotive Engineers Association*, 2017(11), 1101–1102.
- Lee, H., Shim, H. (2015). Eye tracking user research for comparative advantage analysis of premium design elements. *Journal of the Korean Society of Design Culture*, 21(2), 563–574.
- Ministry of Land. (2023, October). *Total Registered Motor Vehicles*.
[https://stat.molit.go.kr/portal/cate/statFileView.do?hRsId=58&hFormId=1244&hSelectId=1244&sStyleNum=562&s시동\(Start\)=2021&sEnd=2021&hPoint=00&hAppr=1](https://stat.molit.go.kr/portal/cate/statFileView.do?hRsId=58&hFormId=1244&hSelectId=1244&sStyleNum=562&s시동(Start)=2021&sEnd=2021&hPoint=00&hAppr=1) (accessed 2023, November 18)
- Oh, B., Lo, S. (2021). Proposal for interior design of public smart mobility based on psychological and physical changes of the new silver generation. – Focusing on the interior mood, seat, and seat position. *Bulletin of Korean Society of Basic Design & Art*, 22(6), 313–326. 10.47294/KSBDA.22.6.21
- Park, H. (2010). A study on evaluating visual attention of public environment facilities in subways by using eye tracking method. *Archives of Design Research*, 23(1), 238–247.
- Song, K. (2021). A study on the design direction of smart mobility interior space. *Journal of the Korea Institute of the Spatial Design*, 16(8), 303–312.
- Yoo, C., Pan, Y., Yoo, H. (2019). A classification of autonomous car's seat type and an analysis of driver's requirements. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 38(6), 403–418. 10.5143/JESK.2019.38.6.403

List of Figures

⟨Figure 1⟩ <https://www.ajunews.com/view/20220210154600801>(accessed 2023, October 3)

⟨Figure 2⟩

<https://www.hyundai.com/worldwide/ko/brand-journal/ioniq/introducing-the-seven-concept>(accessed 2023, October 3)

〈Figure 3〉 https://www.tesla.com/ko_kr/modely(accessed 2023, October 3)

〈Figure 7〉 <https://www.tobii.com/products/eye-trackers/wearables/tobii-pro-glasses-3>(accessed 2023, November 18)

〈Figure 8〉

<https://www.tobii.com/products/software/behavior-research-software/tobii-pro-lab/free-trial#retrial>(accessed 2023, November 18)