

시뮬레이터를 활용한 자율주행차량 시트 배열에 따른 탑승자 감성 평가 연구

맹 주 영¹⁾ · 홍 사 라¹⁾ · 양 지 현²⁾

국민대학교 자동차공학전문대학원¹⁾ · 국민대학교 자동차공학과²⁾

Passengers Emotional Evaluation Depending on Seat Arrangement in an Autonomous Driving Simulator

Jooyoung Maeng¹⁾ · Sara Hong¹⁾ · Ji Hyun Yang^{*2)}

¹⁾Graduate School of Automotive Engineering, Kookmin University, Seoul 02707, Korea

²⁾Department of Automotive Engineering, Kookmin University, Seoul 02707, Korea

(Received 28 July 2021 / Revised 7 November 2021 / Accepted 12 November 2021)

Abstract : With the advancement in autonomous driving technology, the shape of vehicle seats is expected to change. Against this backdrop, a study is required to verify whether or not the diversely-changing seat arrangements are appropriate from the emotional perspective of the driver. This study set the first-row passenger seat with an adjustable seatback, such as an upright position, a 15-degree rotation, and a 180-degree rotation, installed in a driving simulator as independent variables, and the subjects were asked to sit repeatedly while taking note of and analyzing their emotions. Dependent variables included convenience, stability, and preference, and a total of 16 people participated in the experiment. The results demonstrated that physical comfort and mental comfort from the seatback, which rotated in a 15-degree angle, were statistically significant in those with 180-degree adjustments while driving is being monitored. This study offers correlations between the drivers' emotional perspectives and the appropriateness of seat arrangements based on the results of the experiment.

Key words : Autonomous car(자율주행 자동차), Driving simulator(주행 시뮬레이터), Seat arrangement(시트배열), Emotional evaluation(감성평가), Passenger(탑승자)

1. 서론

차세대 동력원으로 주목받는 전기차의 전용 플랫폼에 서는 기존 엔진, 트랜스미션, 연료통 등이 차지하던 부피를 활용하여 훨씬 넓고 자유로운 실내 레이아웃을 설계할 수 있다.¹⁾ 또한, 자율주행 기술의 발전으로 점차 탑승자의 운전 관련 활동과 의무가 줄어들 것이다. 이런 기술의 발전은 탑승자들에게 차량 내에서 운전 행위와 관련이 없는 업무, 회의, 영화 시청 등의 다양한 활동을 가능하게 할 것으로 기대된다. 따라서 다양한 활동을 위해 변화될 시트 배열을 탑승자의 감성적 관점에서 적합한지 검증하는 연구가 필요하다. 특히 기능적 측면에서의 감성평가 연구가 필요한데, 최규한 등²⁾은 7명의 자동차 디자인 전문가를 대상으로 다섯 가지 차종의 컨셉트카

디자인을 설문 조사한 결과 침실, 사무실, 엔터테인먼트 등 다양한 공간으로 커스터마이징 가능한 시트의 디자인 특성이 표면 처리 변화 등 심미적 요소만 갖춘 시트에 비해 상대적으로 높은 평가를 받아 자율주행 차량에서는 탑승자가 무엇을 할 것인가가 가장 중요한 요소라고 주장하였다.

정선경 등³⁾은 자동차 내장부품 중 인테리어와 감성 품질에 가장 큰 영향을 미치는 부품은 자동차 시트이며, 탑승자와 직접적으로 접촉하는 부품으로 사용자가 감성적인 차이점을 쉽게 느낄 수 있고, 새로운 기술을 도입하였을 경우 그 효과가 가장 좋은 부품이라고 하였다. 운전자들이 차에서 보내는 시간이 증가함에 따라 자동차 시트의 편의와 안락감 향상에 대한 관심이 커지고 있어 새로

*Corresponding author, E-mail: yangjh@kookmin.ac.kr

[†]This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium provided the original work is properly cited.

운 시트에 대한 연구는 매우 중요하다. 시트는 더 이상 단순히 탑승자가 앉는 의자의 역할에 그치지 않는다.

이지원 등⁴⁾은 부분 자율주행 차량 시트에 햅틱 기능을 탑재하여 제어권 전환 시 알림을 제공하는 연구를 진행하였다.

홍성경 등⁵⁾은 자율주행 자동차에서 운전자들의 니즈로 휴식 및 이동 중 편의와 관련된 부분이 대다수를 차지하고 있어 자동차 내부 공간이 휴식과 업무를 처리하는 공간으로 변화할 것이라고 예측하고 1. 승하차 보조를 위한 이지역세스 모드 2. 차량 내 휴식을 위한 자율주행 휴식모드 3. 차량 내 커뮤니케이션 활동을 위한 커뮤니케이션 모드 4. 휴식을 위한 릴렉스모드 5. 화물 적재를 위한 카고모드 등의 키워드별 시트 작동 모드를 제시하였다.

유채문 등⁶⁾은 자율주행 자동차의 시트 공간 구성의 선호도를 분석하는 연구를 진행하였다. 5점 척도의 설문조사 결과로 선호도를 분석하였으며, 그 결과 운전자가 필요시 제어권 전환을 받아야 하는 자율주행 레벨 3단계에서는 뒷좌석(전/후 무빙시트), 앞좌석(전/후 무빙시트)의 선호도가 가장 큰 것으로 나타났고 완전 자율주행인 레벨 5단계에서는 앞좌석 회전 시트와 뒷좌석 일체형 시트 구성을 가장 선호한다는 결과를 제시하였다.

앞에서 서술한 것과 같이, 차량 시트 구성의 니즈와 발전 방향에 대한 연구가 활발히 이뤄지고 있다. 하지만 앞에서 진행된 연구들은 실 주행 상황이 아니라 이미 이루어진 조사 등을 분석한 결과이거나 시트 구성의 가상 이미지를 보고 선호도를 조사하였다. 이는 조사 대상자들의 상황에 대한 이해 부족으로 이어져 선호도 조사에 대한 정확성이 다소 떨어질 수 있다. 본 연구는 이러한 한계점을 보완하기 위해 ① 자율주행 시뮬레이터에 회전이 가능한 동승석 시트를 설치하여 주행 상황 몰입도를 높였고, ② 주행 영향도를 높이기 위해 휴식, 엔터테인먼트, 커뮤니케이션, 주행 모니터링과 같이 자율주행 차량에서 할 수 있는 Use Case(UC)를 수행하였다. 이러한 방법으로 현실감이 반영된 환경을 구현하였고 독립 변수인 시트 배열을 정자세, 15도 회전, 180도 회전 시트 세 가지 수준으로 설정하였다.

독립 변수로 설정된 모든 시트 배열에 탑승하여 엔터테인먼트, 소통, 주행 모니터링 UC를 경험하는 시나리오를 주행하며 시트의 편의성, 안정감에 대해 평가하고 각 사용 환경에 대한 선호 시트를 조사하고자 한다. 평가는 실험 중간과 각 실험이 끝난 뒤 설문조사를 통해 이루어지며 시트 배열에 대한 감성적 평가를 비교함으로써 각 시트 배열이 감성적 관점에서 사용하기에 적합한지 분석한다. 본 연구는 향후 자율주행 차량의 시트 배열 개발

시 고려해야 할 사용자 감성 평가법 및 결과를 도출하는 것을 연구 목표로 한다.

2. 실험 설계

2.1 연구 가설

H₁: 시트 회전 각도에 따라 탑승자가 느끼는 편의성(Physical comfort)에 차이가 있다.

H₂: 시트 회전 각도에 따라 탑승자가 느끼는 안정감(Mental comfort)에 차이가 있다.

2.2 독립 변수

독립 변수는 동승석 시트 배열로 휴식 UC에서 사용된 릴렉스 시트를 제외하고 정자세 시트, 15도 회전 시트, 180도 회전 시트 3가지 수준으로 설계하였다(Fig. 1). 릴렉스 시트는 휴식 UC에서 2회만 평가하였으므로 다른 시트와 비교에 무리가 있다고 판단하여 제외하였다.

2.2.1 정자세 시트

현재 차량에서 일반적으로 사용되는 정자세 착좌 시트이다. 정면을 바라보기 때문에 주행 모니터링 상황에서 높은 평가를 기대하며 설계하였다. 정자세 시트의 평가 결과는 대조군인 15도 회전 시트, 180도 회전 시트와 비교하기 위한 기준이 된다.

2.2.2 15도 회전 시트

동승석의 시트를 안쪽으로 15도 회전시킨 시트이다. 본 산학 협력 연구과제 의뢰 기관의 요청에 따라 실험에 사용된 Cabin에서 센터패시아에 위치한 디스플레이 화면을 자연스럽게 바라볼 수 있는 15도로 설정하였다. 엔터테인먼트 사용 환경에서 영화 시청 편의성과, 후석 탑승자와 대화 편의성에서 높은 평가를 기대하며 설계하였다.

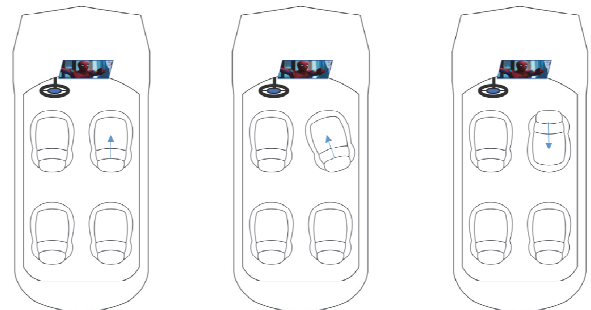


Fig. 1 Seat arrangement(Basic posture seat, 15° rotation seat, 180° rotation seat)

2.2.3 180도 회전 시트

동승석의 시트를 180도 회전시켜 후석 탑승자와 마주 보게 착석하는 시트이다(Photo. 1). 업무나 회의등 커뮤니케이션 UC에 특화된 배열이다. 180도 회전 시트에서는 동승석 탑승자가 센터페시아의 모니터를 볼 수 없기 때문에 엔터테인먼트 UC에서는 태블릿PC로 영화를 시청하였다.

2.3 종속 변수

2.3.1 편의성(Physical Comfort)

편의성⁷⁾의 사전적 의미는 행편이나 조건 따위가 편하고 좋은 특성이다. 본 연구에서는 각 UC에서 주어진 시트를 사용할 때 편리한 정도를 의미한다. 본 실험에서 실험 참가자는 설계된 UC와 주행 이벤트 등을 경험하고 시트 배열의 편의성을 평가하였다.

2.3.2 안정감(Mental Comfort)

안정감⁸⁾의 사전적 의미는 육체적 또는 정신적으로 편안하고 고요한 느낌이다. 본 연구에서는 UC와 주행이벤트를 경험하며 느낀 시트의 안정감을 의미한다. 실험 참가자는 설계된 시나리오를 주행하고 여러 시트의 안정감에 대해 평가한다.

2.3.3 선호도(Preference)

모든 시트 배열 탑승 후 최종 설문 평가에서 각 UC에서 어떤 시트를 선호하는지 명목척도로 조사하였다. 선호도는 릴랙스 시트까지 포함하여 중복 선택이 가능하도록 설문 조사하였다.

2.3.4 실험 결과 취득방법

본 실험의 종속 변수인 감성 평가 결과는 설문조사를 통해 취득되었다. 설문 평가는 ‘모르겠다’, ‘보통이다’와

같은 응답자의 중립적인 입장을 취하는 경우를 피하기 위해 1점(전혀 그렇지 않다.)부터 10점(매우 그렇다.)까지의 짝수점 10점 척도로 평가하였다.⁹⁾ 데이터는 Survey Monkey 설문 플랫폼을 사용하여 수집하였다.

2.4 실험 시나리오 설계

2.4.1 Usecase(UC) 선정

권주영 등¹⁰⁾의 문헌연구 기반의 차량 실내행위 분석 결과에 따르면 실내 행위 유형 중 ‘교제활동’, ‘취미활동’, ‘업무 및 학습활동’에 대한 행위는 모든 출처 문헌에서 언급되어 자율주행 차량의 실내공간 구성에서 가장 중요하고 필수적인 요소라고 하였다. 이에 본 연구에서는 ‘엔터테인먼트’와 ‘소통’ UC를 선정하였으며 자율주행에서 수동 주행으로 제어권 전환하는 이벤트 상황을 평가하기 위해 ‘주행 모니터링’ UC를 선정하였다.

1) 엔터테인먼트 UC

자율주행이 시작되면 센터페시아에 설치된 모니터를 통해 영화를 시청한다(Photo. 2). 영화는 ‘스파이더맨 홈커밍’, ‘악마는 프라다를 입는다’, ‘인터스텔라’ 세 가지를 보기로 제시하여, 실험 참가자가 선택한 영화를 시청하도록 하였다. 자율주행 중인 차량에서 영화를 시청하기에 어떠한지 평가를 하기 위해 자막이 있는 해외영화를 선정하였다. 영화 시청 시간은 총 4회 탑승에 걸쳐 약 5분씩 시청하였다.

2) 소통 UC

영화 상영 종료 후 실험 참가자는 2열에 탑승한 실험 진행자와 2~3분 정도 대화를 나누었다. 대화 내용은 휴가 계획, 관심 분야, 탑승 소감 등과 같은 일상적인 대화로 진행되었다.



Photo. 1 Seat arrangement example: 180° rotation



Photo. 2 Entertainment UC

3) 주행 모니터링 UC

목적지인 고속도로 출구에 다다르면 자율주행 차량이 제어권 전환을 요청하고 운전자가 페달, 스티어링을 조작하면 수동 주행이 시작된다. 이러한 상황에서 동승석에 탑승한 실험 참가자는 진방 주행 상황을 모니터링 한다.

2.4.2 주행 이벤트 설계

김상균 등¹¹⁾은 급제동 상황에서 탑승자의 긴장감이 증가한다는 사실을 밝혔다. 홍승준 등¹²⁾은 감속, 선회, 급격한 차선 변경이 탑승자의 불쾌감에 영향을 준다는 결과를 밝혔다. 이에 다양한 주행 상황에 따른 감성 영향을 고려하기 위해 Merge, Collision Avoidance, Curve, Cut-in, Traffic Jam, Take over, Highway Exit와 같은 주행 이벤트 7개를 설계하였다.

2.4.3 주행 시나리오 설계

주행 시나리오는 서초IC를 진입하여 경부고속도로와 영동고속도로로 이어지는 가상 도로로 설계되었다. 서초IC 램프를 통해 고속도로 본선에 진입하면 자율주행이 시작된다. 자율주행 시작과 동시에 동승석 탑승자는 주어진 시트 배열로 영화를 시청한 후 엔터테인먼트 UC에 대한 평가를 한다. 이후 후석 탑승자와 소통 및 주행 모니터링 UC를 경험하고 주행이 종료되면 소통, 주행 모니터링에 대한 평가를 진행하였다. 시나리오 1회당 소요 시간은 총 실험 진행 시간과 휴식 시간을 고려하여 10~15분 정도로 설계하였다.

3. 실험 방법

3.1 실험 진행 절차

3.1.1 사전 절차

실험 참가자들은 코로나19 확산 예방을 위하여 실험 장소에 도착하는 즉시 체온 체크와 손소독을 하였다. 이후 IRB 동의서를 작성하고 실험 배경과 실험 시 주의사항 등 실험에 대한 교육을 듣고 독립 변수의 특성을 미리 인지하였다. 실험 참가자들은 원활한 실험 진행과 데이터 추출을 위해 연습 주행을 실시하였다. 연습 주행을 통해 시뮬레이터의 주행 감각에 미리 적응하고 주행 중 설문조사 진행 방법을 숙지하였다.

3.1.2 본 실험 및 주행중 설문

약 10분의 연습 주행을 통해 주행 감각과 실험 진행 절차를 숙지한 참가자들은 여러 시트 배열의 주행 감성을 평가하게 된다. 한 명의 실험 참가자가 모든 시트 배열에 탑승하면서 발생할 수 있는 적응 효과를 방지하기 위해 실험 참가자마다 시트 배열 탑승 순서를 랜덤하게 배정

하였다. 실험 참가자들은 배정된 시트에 탑승하여 자율주행 시나리오 시작과 동시에 영화를 시청하였다. 시청이 끝나면 설문을 통해 엔터테인먼트 상황에 대한 감성 평가를 진행하였다. 이후 소통 UC와 주행 모니터링 UC를 경험하고 목적지에 정차하면 각 UC에 대한 감성 평가를 진행한다. 이후 탑승자 대기실로 이동하여 주어진 시트로 세 가지 UC를 경험한 종합적인 감성 평가를 진행한다.

설문 평가를 마치면 10분 정도 휴식을 취한 후 다음 시트 배열의 차량을 탑승한다. 3회 반복 탑승을 완료하면 본 실험이 종료된다.

3.1.3 사후 절차

본 실험을 완료한 실험 참가자는 탑승자 대기실에서 최종 설문 평가를 진행한다. 최종 설문은 각 사용 환경별 선호하는 시트와 주관적인 의견, 실험에 대한 전반적인 평가로 구성되었다. 최종 설문까지 완료되면 모든 설문 평가가 정상적으로 취득되었는지 확인을 하고 실험을 종료하였다.

3.2 실험 장비

3.2.1 시뮬레이터

본 실험은 경기도 화성에 위치한 한국도로공사 도로교통연구원 내 도로주행 시뮬레이터 실험센터에서 진행되었다. 실험센터의 시뮬레이터 장비는 국내 최대 규모로 모션 돔 안에 실차 크기의 Cabin 설치가 가능하다. x,y 축 레일, Yaw-table, 6축 액츄에이터, 가진기(4개)구조로 13 자유도를 갖춰 탑승자가 roll, pitch, yaw, 가속도 등과 같은 실차 주행과 유사한 주행 관성을 느끼며 가상 주행을 할 수 있는 시뮬레이터이다(Photo. 3). 가상 주행 환경 구현은 AV Simulation 사의 SCANeR studio ver 1.9를 사용하여 자율주행 및 제어권 전환 상황과 주행 상황을 구현하였다.



Photo. 3 Driving simulator of Korea Expressway Corporation

3.2.2 시트 배열

시뮬레이터에 회전 시트와 영화 시청용 디스플레이를 갖춘 차량 목업을 설치하였다. 1열 동승석을 15°, 180° 단위로 회전 가능하도록 제작하였으며 시트를 회전시키기 위해 기존 B필러 설치가 아닌 BIS(Belt in Seat) 방식의 안전벨트를 설치하였다.

3.3 실험 참가자

본 실험은 시트 변화에 대한 이해도와 전문적인 지식에 기반한 평가를 위해 현직 자동차 연구원을 대상으로 진행되었다. A사의 연구원 16명이 참여하였으며 이들의 평균 나이는 38세(SD=8.66), 평균 운전 경력은 14.5년(SD=8.97)이다. 남성 13명(82%), 여성 3명(18%)이 참가하였다. 본 실험은 국민대학교 생명윤리위원회의 승인을 받은 후 진행하였으며, 생명윤리위원회의 규정을 준수하였다.(KMU-202006-HR-239)

4. 결과

시트 배열에 따른 감정 평가 결과의 유의미한 차이를 확인하기 위해 통계 검정을 진행하였다. 통계 검정 방법으로 One way Repeated Measures ANOVA를 사용하였다. RM ANOVA는 독립변수의 각 수준을 동일한 실험 참가자가 반복하여 측정하므로 ANOVA의 기본 가정인 독립성을 만족할 수 없게 된다. 그 대신 반복적으로 측정되는 자료들의 시차에 따른 분산이 동일한지 검정하는 구형성(Sphericity)을 만족해야 한다.¹³⁾ 데이터가 구형성(Sphericity)을 만족하지 못한 경우, Greenhouse-Geisser를 이용하여 보정된 자유도와 유의 확률을 사용하였다. 유의 확률이 0.05 미만일 때 Bonferroni 사후 검정을 통해 시트 배열 간 유의미한 차이가 있는지 확인하였다. (사후 검정 시 보정 유의수준 $\alpha=0.017$). RM ANOVA 통계검정 결과는 Table 1에 나타내었으며 통계결과 항목의 F는 통계량, df는 자유도, p는 유의확률을 의미한다.

4.1 Usecase 평가

4.1.1 엔터테인먼트 UC

통계 검정 결과(Table 1, Fig. 2) 엔터테인먼트 UC에서 시트 회전에 따른 편의성(Physical comfort)의 유의확률(p-value)은 0.05 미만으로 통계적으로 유의미한 차이가 있다. $[F(2,30)=5.438, p=.010]$ (여기서, 5.438은 F값이다. F값이 클수록 시트 회전에 따른 편의성의 변화 효과가 크다고 볼 수 있다. 2는 가설 자유도를 의미한다. 이는 독립변수 수준-1로 산출된다. 30은 오차 자유도로, (실험 참가자 수 - 1)x(독립 변수 수준 - 1)으로 산출된다.) 안정감(Mental comfort)도 마찬가지로, 유의확률이 0.05 미만으로 통계적으로 유의미한 차이가 있다. $[F(1.306,19.594)=6.477, p=.014]$ (안정감의 경우, 데이터가 구형성을 만족하지 못해 Greenhouse-Geisser 보정값을 사용하였다.) 사후 검정으로 Basic posture-15°, Basic posture-180°, 15°-180°를 비교한 결과(쌍대 비교, Paired comparison), 편의성, 안정감 모두 유의 수준($\alpha=0.017$)을 만족한 결과는 없었다.

4.1.2 소통 UC

통계 검정 결과(Table 1, Fig. 3), 소통 UC에서 시트 회전에 따른 편의성(Physical comfort)의 유의확률이 0.05 미만이므로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났으며 $[F(2,30)=7.159, p=.002]$, 시트 회전에 따른 안정감(Mental comfort)에는 유의한 차이가 없었다 $[F(1.417,21.250)=.800, p=.423]$.

4.1.3 주행 모니터링 UC

통계 검정 결과(Table 1, Fig. 4), 주행 모니터링 UC에서 시트 회전에 따른 편의성(Physical comfort)의 유의확률이 0.05 미만이므로 유의미한 차이가 있었다 $[F(2,30)=14.587, p<.001]$. 사후 검정 결과 15도 회전 시트의 평균은 7.63점으로 180도 회전 시트의 3.75점보다 유의미하게 높았다

Table 1 Inferential statistics result table

RM ANOVA result		Physical comfort			Mental comfort		
		F	df	p	F	df	p
Driving evaluation	Entertainment	5.438	2.000	.010*	6.477	1.306	.014*
	Communication	7.159	2.000	.002**	.800	1.417	.423
	Monitoring	14.587	2.000	<.001***	11.004	2.000	<.001***
Post driving evaluation		1.190	2.000	.318	6.015	2.000	.006**

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

Greenhouse-Geisser 방법으로 보정된 자유도 혹은 유의확률

($p < .001$; Table 2). 시트 회전에 따른 안정감(Mental comfort)에도 유의미한 차이가 있었다[F(2,30)=11.004, $p < .001$]. 사후 검정 결과 정자세 시트의 평균 6.57점과, 15도 회전 시트의 평균 6.75점은 180도 회전 시트의 평균 4.63점에 비해 유의미 하게 높았다($p=0.007, 0.004$; Table 2).

4.2 주행 후 종합 평가 결과

주행 후 종합 평가 결과는 각 시트로 모든 UC를 연속적으로 경험해보고 각 탑승 종료 후 해당 시트에 대한 감

성 평가 결과이다. 통계 검정 결과(Table 1; Fig. 5), 시트 회전에 따른 시트 편의성(Physical comfort)에는 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났으며[F(2,30)=1.190, $p = .318$], 시트 회전에 따른 안정감(Mental comfort) 평가 결과 유의확률이 0.05 미만이므로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다[F(2,30)=6.015, $p = .006$]. 본 연구의 모든 평가항목에서 탑승 순서에 따른 적응 효과는 없는 것으로 나타났다.

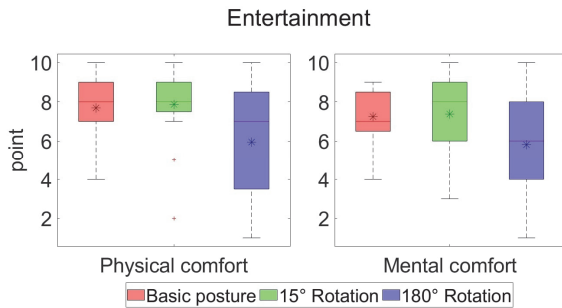


Fig. 2 Boxplot for physical and mental comfort result (Entertainment UC)

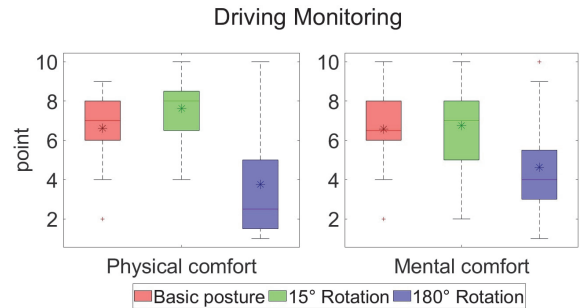


Fig. 4 Boxplot for physical and mental comfort result (Driving monitoring UC)

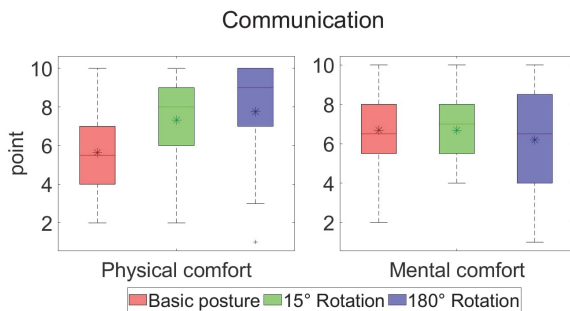


Fig. 3 Boxplot for physical and mental comfort result (Communication UC)

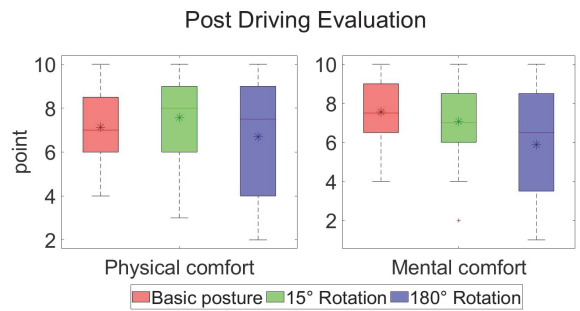


Fig. 5 Boxplot for post driving comprehensive evaluation

Table 2 Post hoc test result table (Bonferroni pairwise comparison) table

Bonferroni pairwise comparison ($\alpha=0.017$)		Physical comfort		Mental comfort	
		15° rotation	180° rotation	15° rotation	180° rotation
Entertainment	Basic posture	1.000	.050	1.000	.080
	15° Rotation	-	.077	-	.033
Communication	Basic posture	.046	.018	1.000	1.000
	15° Rotation	-	.968	-	.649
Monitoring	Basic posture	.204	.019	1.000	*.007
	15° Rotation	-	*<.001	-	*.004
Post driving evaluation	Basic posture	1.000	1.000	.492	.031
	15° Rotation	-	.421	-	.142

4.3 시트 선호도

시트 선호도 조사 결과는(Table 3) 다른 시트와의 비교는 어렵지만 실험 참가자가 실험 시 릴렉스 시트도 탑승하였으므로 본 논문의 독립변수로 쓰이지 않은 릴렉스 시트까지 포함하여 각 UC에서 가장 선호하는 시트를 복수 응답으로 조사하였다. 엔터테인먼트 UC에서는 15도 회전 시트가 40 %(8명)로 가장 선호되었다. 소통 UC에서는 180도 회전 시트가 55 %(11명)로 가장 선호되었다. 주행 모니터링 UC에서는 정자세 시트가 82 %(14명)로 가장 선호되었다. 각 시트에 대한 의견으로 정자세 시트는 “무난하고 편안하다.”, 15도 회전 시트의 경우 “후석 탑승자와 대화를 나누기에도 편리하고 전방을 주시하기에도 편리하다.”, “디스플레이 시인성이 좋다.” 등의 의견이 있었고 180도 회전 시트의 경우 “후석 탑승자와 대화를 나누기에 용이하지만, 전방의 상황을 알 수 없어 주행 이벤트 발생 시 다소 불안하게 느껴진다.”라는 의견이 있었다.

Table 3 Descriptive statistics result table

Evaluation item	Dependent variable (DV)	Mean (SD)		
		Basic posture	15° rotation	180° rotation
Entertainment	Physical comfort	7.69 (1.54)	7.88 (2.03)	5.94 (3.00)
	Mental comfort	7.25 (1.40)	7.38 (1.93)	5.82 (3.02)
	Preference	2	1	3
Communication	Physical comfort	5.63 (2.40)	7.32 (2.06)	7.75 (2.65)
	Mental comfort	6.69 (2.06)	6.69 (1.86)	6.19 (2.47)
	Preference	3	2	1
Driving monitoring	Physical comfort	6.63 (1.97)	7.63 (1.67)	3.75 (2.98)
	Mental comfort	6.57 (1.94)	6.75 (2.09)	4.63 (2.69)
	Preference	1	2	3
Post driving evaluation	Physical comfort	7.13 (1.97)	7.57 (1.97)	6.69 (2.75)
	Mental comfort	7.57 (1.64)	7.07 (2.02)	5.88 (2.81)

5. 결론

엔터테인먼트 UC에서 편의성과 안정감은 통계적으로 유의미한 차이가 있었고 15도 회전 시트를 가장 선호

하였다.

소통 UC에서는 편의성만 통계적으로 유의미한 차이가 있었고 180도 회전 시트를 가장 선호하였다.

주행 모니터링 UC에서는 편의성은 15도 회전 시트가 180도 회전 시트에 비해 유의미하게 높았고, 안정감은 정자세, 15도 회전 시트가 180도 회전 시트보다 유의미하게 높았으며 정자세 시트를 가장 선호하였다.

주행 후 종합 평가에서는 안정감만 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.

엔터테인먼트와 소통 UC에서는 시트 배열 간 유의수준을 만족하는 차이는 없었다. 즉, 기준이 되는 정자세 시트 대비 유의한 차이가 없으므로 15도 회전 시트와 180도 회전 시트도 탑승자 감정적인 측면에서는 사용하는 데 문제가 없다는 결론을 제시한다. 반면 주행 모니터링 UC는 180도 회전 시트가 정자세와 15도 회전 시트에 비해 유의하게 낮은 평가를 보였으므로 감성 평가의 관점에서 사용하는데 적합하지 않다는 결론을 제시한다.

박기철¹⁴⁾은 차량 이용 시간이 짧을 때는 모니터링에 대한 높은 관심과 웹검색, 온라인 쇼핑과 같은 간단한 UC에 대한 니즈가 높은 반면, 장거리 위주의 사용자들은 휴식과, 엔터테인먼트, 학습 등의 니즈가 주를 이룬다고 하였다. 본 연구의 선호도 조사 결과 역시 UC에 따라 선호 시트가 모두 다르다는 결과를 보였다. 다양한 시트를 실사용하기 위해선 UC에 따라 손쉽게 시트 배열을 변경하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 주행 중에 시트를 변경할 수 있는 환경을 갖추지 못해 정차 후에 시트를 세팅하고 주행을 하는 방법으로 진행됐다. 향후 주행 중에 탑승 상태로 자연스럽게 시트를 변경할 수 있는 환경을 갖추어 시트 배열 변경 용이성에 대한 평가가 더해진다면 좀 더 실제 UC에 가까운 결과를 도출할 수 있을 것이다. 본 논문에서는 다루지 않았지만 실제 실험 시나리오의 일부 구간에서 릴렉스 시트를 적용하여 도심로 주행에서 휴식을 취하는 상황에 대한 평가도 진행하였다. 모터그래프에서¹⁵⁾ 2,820명을 대상으로 설문조사를 진행한 결과에 따르면 자율주행 차량에서 수면을 하고싶다는 응답이 23.9 %(674명), 아무것도 안하고 경치를 본다는 응답이 18.5 %(521명)로 휴식에 대한 니즈가 가장 높은 것으로 나타났다. 따라서 휴식 상황에 대한 시나리오와 Usecase를 구체화 시켜 사용자들의 휴식 니즈를 충족시킬 수 있는 후속 연구가 필요하다. 또한 시뮬레이터의 가속, 제동, 스티어링과 같은 주행감이 실차 주행과는 차이가 있어 연습 주행을 충분히 하고 실험을 진행했다. 시뮬레이터 주행감을 개선하면 실험 참가자의 몰입감을 높여 좀 더 현실적이고 정확한 결과를 얻을 수 있을 것이다. 현재의 일반적인 차량은 운전자의 사이드미러 시야

확보¹⁶⁾ 문제와 에어백 전개 각도 등과 같은 여러 가지 문제로 인해 회전 시트 적용이 불가능하다. 따라서 범용 문제, 설계적인 문제가 함께 고려되어야만 실제 주행 중인 차량에서 다양한 배열의 시트를 경험하는 날을 맞이할 수 있을 것이다.

후 기

본 연구는 현대NGV “주행시물레이터를 이용한 자율주행조건의 인테리어 시스템 연구”과제의 지원을 받아 수행되었습니다. 또한, 한국연구재단의 중견연구사업(No.2021R1A2C1005433)과 BK21 사업의(5199990814084) 지원을 받아 수행된 연구입니다.

본 실험의 시결과 장비 운영을 지원해준 한국도로공사 도로교통연구원 이기영 센터장님, 신기원, 현석규 주임, 공동 연구를 수행한 현대자동차 공병석 연구위원님, 최성식 책임연구원님, 김수경 연구위원님, 실험 진행에 도움을 준 권석주 학부생에게 감사를 표합니다.

References

- 1) HMG JOURNAL, Hyundai Motor Group Unveils EV-only Platform ‘E-GMP’ for the First Time, [https://stdict.korean.go.kr/search/searchView.do](https://news.hmgjournal.com/MediaCenter/News/Press-Releases/%ED%98%84%EB%8C%80%EC%9E%90%EB%8F%99%EC%B0%A8%EA%B7%B8%EB%A3%B9-%EC%A0%84%EA%B8%B0%EC%B0%A8-%EC%A0%84%EC%9A%A9-%ED%94%8C%EB%9E%AB%ED%8F%BC-E-GMP-%EC%B5%9C%EC%B4%88-%EA%B3%B5%EA%B0%9C, 2020.
2) K. Choi and J. Jung, “Study on the Characteristic of Autonomous Vehicle Interior Design using AEIOU Evaluation Factors,” <i>Journal of Basic Design & Art</i>, Vol.20, No.4, pp.583-596, 2019.
3) S. Jeoung and H. Lee, “Emotional Evolution of Car Seats,” <i>Auto Journal</i>, KSAE, Vol.38, No.11, pp.32-35, 2016.
4) J. Lee, H. Yun, J. Kim, S. Baek, H. Han, S. M. FakhrHosseini, E. Vasey, O. Lee, M. Jeon and J. Yang, “Design of Single-modal Take-over Request in SAE Level 2 & 3 Automated Vehicle,” <i>Transactions of KSAE</i>, Vol.27, No.3, pp.171-183, 2019.
5) S. Hong, S. Shin and J. Jang, “The Next Generation Autonomous Car Seat Design Development,” <i>KSAE Fall Conference Proceedings</i>, pp.1250-1256, 2018.
6) C. Yoo, Y. Pan and H. Yoo, “A Classification of Autonomous Car’s Seat Type and an Analysis of Driver’s Requirements,” <i>Journal of the Ergonomics Society of Korea</i>, Vol.38, No.6, pp.403-418, 2019.
7) National Institute of the Korean Language, <i>Physical Comfort</i>, <a href=), N.D.
- 8) National Institute of the Korean Language, *Mental Comfort*, <https://stdict.korean.go.kr/search/searchView.do>, N.D.
- 9) H. Lee, *Marketing Research*, 2nd Edn., Bobmu-nsa, Paju, p.172, 2005.
- 10) J. Kwon and D. Joo, “Analysis and Classification of In-Vehicle Activity Based on Literature Study for Interior Design of Fully Autonomous Vehicle,” *Journal of the HCI Society of Korea*, Vol.13, No.2, pp.5-20, 2018.
- 11) S. Kim, B. Min, S. Chung, B.Min, J. Oh, Y. Kim, J. Shin, C. Kim and S. Park, “Galvanic Skin Response of Car Passengers due to Sudden Start, Sudden Braking,” *Proceedings of the ESK Conference*, pp.253-256, 1999.
- 12) S. Hong, L. Lim and J. Oh, “A Study on In-vehicle Aggressive Driving Detection Recorder System for Monitoring on Drivers’ Behavior,” *Transactions of KSAE*, Vol.19, No.3, pp.16-22, 2011.
- 13) A. Field, *Discovering Statistics Using SPSS*, 3rd Edn., SAGE, London, p.461, 2009.
- 14) K. Pak, *A UX Design Proposal for Vehicles That Can Accommodate Various Daily Pleasures in Autonomous Driving Environments*, Ph. D. Dissertation, Seoul National University, Seoul, 2019.
- 15) Motorgraph, *When a Fully Self-driving Car Comes Out, What Will You Do?*, <https://www.motorgraph.com/news/articleView.html?idxno=21897>, 2019.
- 16) The National Law Information Center, *Rules on the Performance and Standards of Automobiles and Auto Parts*, <https://www.law.go.kr/LSW/lsInfoP.do?lsId=007939&ancYnChk=0#0000>, 2020.