

NUI시스템을 활용한 완전자율주행차량 인클루시브 디자인 인터랙션 시나리오 제안

A Proposal for a Inclusive Design Interaction Scenario for Fully Autonomous Vehicles Using a Natural User Interface (NUI) System

조해인*

경기대학교 시각금속디자인전공

Haein Cho

Dept. of Visual Communication & Metal Design,
Graduate School of Arts, Kyonggi University

박효상**

홍익대학교 국제디자인대학원 디자인학

Hyosang Pak

Design Studies, IDAS, Hongik University

박기철***

홍익대학교 기계시스템디자인공학과 조교수

Kicheol Pak

Professor, Dept. of MSDE, Hongik University

• Key words: 완전자율주행차량(FAV-Fully Autonomous Vehicle), UX, 시나리오, NUI(Natural User Interface), 인클루시브 디자인(Inclusive Design)

1. 서론

1-1. 연구 배경

미래 자율주행 기술이 고도화되어 레벨5 완전자율주행(FAV-Fully Autonomous Vehicle)이 가능해지면, 운전의 행위는 불필요해진다(권지현 외, 2018, 박효상, 2024). 따라서 운전자의 개념은 사라지고 탑승자는 모두 동승자의 개념으로 인식되며, 차량 내부에서 업무, 휴식, 교류 등 다양한 행위가 가능해진다. 따라서 차량은 단순히 이동 수단이 아닌 하나의 공간으로 사용 가능하며, 이를 위한 사용자 경험(UX)의 선행 연구가 현재 활발히 이루어지고 있다. 관련 연구는 다음과 같이 표로 나타내었다.

[표 1] Preliminary research on FAV in UX guide

구분	연구 내용	연구자명 (년도)
스마트모빌리티 실내공간 디자인 방향 제안	사용자 니즈 설문조사 결과, 티타임, 음악감상, 잠자기와 같은 휴식 관련 키워드가 가장 높은 비율을 차지하고 있음을 확인	송규호(2021)
실내 공간 설계를 위한 행동 분석 및 유형화	사용자 니즈는 휴식, 업무 및 학습, 취미 및 사고 관련 내용임을 확인. 특히 취미 및 사고행위는 대면교제를 지원해야하므로 시트를 회전시키는 등의 새로운 배치 방식에 관련한 아이디어가 필요	권주영 외(2017)
시나리오 기반 자율주행차량 사용자 경험 디자인 콘셉트 제안	Human ↔ Information ↔ Environment 간 원활한 커뮤니케이션이 핵심 UX 전략. 동승자와의 소통, 외부환경 감상을 통한 소통의 니즈가 실내기능 제어 및 공간 구성에 있어 중요한 기준	박기철(2021)

1) 권지현 & 주다영, 2018.

2) 박효상, 2024.

3) 김규만 외, 2021.

상기 연구는, 완전 자율주행차량의 실내 공간을 활용한 ‘휴식’과 ‘소통’이 주요 니즈로 도출되었으며, 이는 관련 UX 설계의 당위성을 나타낸다.

뿐만 아니라 자율주행차량은 운전이 탑승자의 주요 행위가 아니기에 노약자 및 어린이, 운전을 할 수 없는 비운전자들이 자유롭게 차량을 이용할 수 있게 된다(박기철 외, 2017). 관련 선행 연구로 김광섭 외(2021)는 완전 자율주행차량이 현실화될 경우 목적지까지 이동을 위한 운전자가 불필요하므로 차량 내 위치 제약이 없는 차량 기능제어 기술이 필요할 것으로 예측하였으며, 고수민(2023)은 모빌리티 내부에서 기능 컨트롤 방식 및 조작 버튼의 위치가 사용자 경험에 높은 영향을 끼치므로, 레벨5 자율주행 차량에서의 컨트롤 방식에 대한 지속적인 연구가 필요하다고 언급하였다. 이와 같은 연구들을 통해 자율주행차량 내 사용자 경험의 기회가 평등하게 제공되기 위해서 연령, 신체능력, 인지능력의 차이를 고려한 인클루시브 디자인(Inclusive Design)으로서의 인터페이스 설계가 필수적임을 예상 가능하다. 인클루시브 디자인(Inclusive Design)이란, 신체적, 인지적 능력의 제한 없이 다양한 사용자를 포괄하며 디자인을 통해 소외된 계층을 포용하는 디자인 개념이다(김선아, 2020).

현존하는 차량 기능 제어의 대다수는 GUI(Graphic User Interface)로 구성되어 있다. 그러나 GUI는 물리적인 조작을 위한 사전 학습과 시각적 집중도를 요구하기 때문에 조작 버튼이 다수 존재할 경우 노약자나 어린이와 같은 인지취약계층에게 사용을 위한 진입장벽이 높다(Dodd, A et al, 2017).

이에 비해 NUI(Natural User Interface)는 사용자의 시선, 손짓, 몸짓 등 사용자의 자연스러운 행동을 기반으로 인터랙션하여, 사전 학습에 대한 심적 부담이 적어 직관적으로 사용할 수 있는 인터페이스 시스템이라는 점에서 버튼을 반드시 사용하지 않아도 되어 공간적 제약을 극복할 수 있으며, GUI보다 손쉽게 사용가능할 것이라고 판단한다(Wigdor&Wixon, 2011). GUI 시스템과 비교한 NUI 시스템의 특징은 다음과 같이 표로 나타내었다.

4) 박기철 & 정의철, 2017.

- 5) 김광섭 외, 2021.
- 6) 고수민 외, 2023.
- 7) 김선아, 2020.
- 8) Dodd, A 외, 2017.
- 9) Wigdor & Wixon, 2011.

[표 2] Characteristics of NUI compared to GUI

구분(유형)	GUI	NUI
주요특징	그래픽 요소(아이콘, 버튼, 창 등)를 이용하여 조작	인간의 자연스러운 동작, 제스처, 음성, 시선 등을 활용
입력방식	마우스, 키보드, 터치스크린	손짓, 시선, 음성, 터치, 몸동작
출력방식	화면에 그래픽 요소 표시	화면, 햅틱 피드백, 소리, 기능 수행
구성요소	아이콘, 메뉴, 버튼, 윈도우, 스크롤바, 체크박스, 라디오 버튼 외	터치 제스처, 음성 명령, 얼굴 인식, 동작 인식 등
연구자명 (년도)	Wigdor & Wixon(2011)	

상기 표를 통해 GUI에 비해 NUI가 인간의 자연스러운 제스처를 활용한 직관적인 인터페이스임을 확인하였다. 따라서, 연구 배경에 언급된 선행 연구를 통해 레벨5 완전 자율주행차량에서는 휴식 및 소통의 니즈가 가장 높았음을 확인하였고, 차량의 개념이 변화함에 따라 사용자의 범위가 넓어져 전 연령과 전 세대를 고려한 사용자 경험 설계가 필요하다는 것을 확인하였으며, 기존의 GUI로는 자율주행 환경에서 조작의 한계가 있으며 보완할 수 있는 사용자 인터페이스 시스템이 필요하다는 것을 확인하였다.

1-2. 연구 목적

본 연구는 레벨5 자율주행차량 내에서의 사용자 니즈인 ‘휴식’과 ‘소통’에 초점을 맞추어, 가급적 많은 사용자가 편의장치에 손쉽게 접근 가능한 인클루시브 사용자 인터랙션 시나리오를 제안하는 데 있다. 이를 위해 주요 니즈인 휴식과 소통을, 타인과 불필요한 접촉이 없는, 개인의 휴식 또는 외부 환경 감상의 휴식이 가능한 ‘프라이빗 모드’와 동승자와 소통할 수 있는 ‘소셜 모드’의 소통으로 분류하였다. 실내 행위 기능은 공조장치, 음악제어, 디스플레이 제어를 위한 시선 인식 및 제스처 인식 기반 NUI시스템을 포함한다.

다음으로, 자율주행차량 내 다양한 연령과 능력의 사용자가 직관적으로 기능을 제어할 수 있는 인클루시브 사용자 경험(UX) 설계 방향을 제시하기 위해, GUI와 NUI의 차이점을 분석하였다. 또한, NUI의 사용성을 확인하기 위해 응용 사례를 분석하였다. 본 연구에서 참고한 선행 연구는 다음과 같이 표로 나타내었다.

[표 3] Preliminary research on NUI

구분	연구 주요 내용	연구자명 (년도)
증강현실 기반 NUI개발	증강현실 환경에서 맨손 기반 상호작용 기술을 개발하여 NUI의 가능성을 입증. Depth Camera 와 Natural Marker기반 알고리즘을 통해 직관적인 2D-3D 좌표 변환으로 구현	서동우 외(2012)

환경인지 기반 UX 설계	환경 복합 센서를 활용하여 사용자인지 기반 UX설계를 제안. 날씨 정보와 사용자 행동을 통합하여 NUI기반의 직관적 입력 방식을 통해 사용자 인지 시스템의 가능성을 개념적으로 제시	전관중 (2016)
차량용 멀티모달 인터페이스	대면적 윈드쉴드 기반 헤드업 디스플레이와 터치 제스처, 음성 명령을 결합한 멀티모달 인터페이스 프로토타입을 개발. 주행 시뮬레이션 기반 실험을 통해 운전자의 워크로드 감소 및 주행 안전성 향상 효과 실증	김명섭 외(2019)

상기 선행 연구들은 NUI가 사용자의 자연스러운 행동을 반영하여 조작의 직관성을 높이고 인지적 부담을 감소시켜 접근성을 높이는 데 기여할 수 있음을 시사한다. 그러나 기존 제스처 기반 NUI시스템은 의도하지 않은 동작에 대한 잘못된 반응(False responses)이나 응답 없음(Feedback is lacking) 등으로 인해 인식의 명확성이 떨어지며, 그 결과에 대한 피드백이 부족하다는 한계가 존재한다(Norman, 2010). 따라서 해당 한계들을 보완하기 위해 시선 인식과 제스처 인식 기반으로 사용 시나리오를 제안한다. 이는 시선 인식, 제스처 인식이 일반적으로 사용되는 메커니즘임을 확인한 황석영(2025)의 연구를 기반으로 진행하였다. 궁극적으로, 본 연구는 자연 사용자 인터페이스(NUI) 시스템 중, 시선 추적 및 제스처 인식 기술을 통해 프라이빗 모드, 소셜 모드의 행위 기반 적응형 인터랙션 시나리오를 제안하고자 한다.

2. 이론적 배경

2-1. NUI 시스템 개념 및 특징

사용자 인터페이스(User Interface, UI)는 ‘직접 조작(Direct Manipulation)’ 개념을 기반으로, CLI(Command Line Interface)에서 GUI(Graphic User Interface)로 발전하며 사용자 인지 부담을 줄이고 접근성과 사용성을 크게 향상시켰다(Shneiderman, 1983). 그러나 GUI는 2D평면 기반의 상호작용 방식에 제한되어 있어, 복잡한 조작이나 정보 탐색 과정에서 여전히 높은 인지적 부담을 초래한다는 지적이 지속되어 왔다. 이와 같은 한계를 지닌 GUI는 완전 자율주행차량 환경에서 비 운전자를 포함한 다양한 사용자를 수용하기 위한 UI로 사용되기에 다소 미진하다. 이에 GUI의 한계를 보완하고자 등장한 자연 사용자 인터페이스인 NUI(Natural User Interface)는 제스처, 음성, 시선 등 사용자의 직관적인 행위를 기반으로 상호작용을 구성하며, 별도의 사전 교육 없이도 사용자가 점진적으로 기능을 익히도록 유도하는 ‘스캐폴딩(Scaffolding)’ 방식의 설계를 통해 몰입감 있는 사용성 경험을 제공하는 것이 특징이다(Wigdor&Wixon, 2011). 따라서 NUI는 기존 GUI가 제공하지 못했던 3차원 공간에서의 자유로운 상호작용을 가능하게 하며, 증강현실(AR), 가상현실(VR) 등 차세대 인터페이스 기술의 핵심 기반으로 자리잡고 있다.

10) Norman, 2010.

11) 황석영 외, 2025.

12) Shneiderman. B, 1983.

2-2. NUI 적용 사례 분석

시나리오 제작 전, 차량 내 NUI시스템의 사용 시퀀스를 참고하기 위해 적용 사례를 조사하였으며 이를 표로 정리하였다.

[표 4] Applications using NUI in mobility

이미지	사용단계(시퀀스)	제품/회사명 (년도)
	시스템 활성화 → 제스처 인식 및 명령 수행 → 피드백 제공	기아자동차 V터치 (2019)
	시스템 활성화 → 제스처 수행 → 명령 인식 및 수행 → 피드백 제공	현대모비스 가상공간 터치 기술 (2020)
	음성 인식 시스템 활성화 → 음성 인식 및 터치 인식 명령 수행 → 기능 실행 → 피드백 제공	메르세데스-벤츠 MBUX 인포테인먼트 시스템 (2018)
	차량 시동 시 시스템 자동 활성화 → 센터페시아 앞 제스처 수행 → 기능 실행 → 피드백 제공	BMW Gesture Control (2015)

해당 적용 사례들은 제스처, 터치, 음성 인식 기반의 NUI시스템이 도입되어 오디오 제어, 내비게이션 조작, 인포테인먼트 기능 활성화 등 다양한 편의 기능을 지원하고 있다. 그러나 기존의 NUI 시스템은 특정 한계점을 가지는데 이를 다음과 같이 표로 나타내었다.

[표 5] Limitation of traditional NUI systems

구분	연구내용	연구자명 (년도)
제스처 인식 정확도 저하	외부 조명, 사용자의 위치, 손의 각도 변화에 따라 제스처 인식 오류가 발생하며, 명령이 인식되지 않거나 잘못 수행되는 문제가 보고됨	Frison et al.(2017)
다중 사용자 권한 관리 미흡	운전자와 조수석 등 다수 사용자가 물리적 공간에서 제스처를 사용할 경우, 시스템이 사용자 간 명령을 구분하지 못해 입력 충돌이나 기능 오작동이 발생할 수 있음	김명성 외 (2019)
피드백 시스템의 부족	제스처 수행 결과에 대한 시각적 또는 청각적 피드백이 부족하여, 사용자 입장에서는 시스템의 현재 상태나 동작 성공 여부를 파악하기 어려움	Wigdor & Wixon (2011)
인지적 부담 및 접근성 저하	고령자나 아동 등 정보 약자는 복잡한 제스처 조작이나 인식 오류에 취약하며, 점진적인 학습 단계를 고려하지 않은 NUI설계로 사용성 저하 가능성 존재	
기능 확장성 한계	대부분의 제스처 기반 NUI시스템은 오디오 제어나 간단한 명령 실행 등에 국한되어 있으며, 복합적인 기능 흐름이나 차량 내 다기능 인터페이스와의 통합에 한계 존재	

위와 같은 NUI의 한계 중 제스처 인식 정확도 저하, 피드백 시스템의 부족, 인지적 부담 및 접근성 저하, 3가지를 우선으로 고려하여 시나리오를 제작하고자 한다. 다만, 선행 연구로서 제스처 인식률을 높이기 위한 방안으로 시선 인식과 제스처 인식을 결합한 멀티모달 입력방식으로 단일모달 보다 인식도가 높은 입력 환경을 제공하고자 한다.

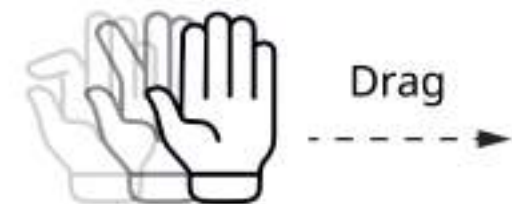
2-3. 기술 배경

본 연구는 멀티모달 입력방식을 위해 제스처 기반 NUI 시스템 연구의 pinch 매커니즘(황석영 외, 2025)과 웹캠 기반 실시간 시선 추적 시스템인 SearchGazer 매커니즘(Papoutsaki, A 외, 2017)을 활용하였다.

Pinch 매커니즘 방식은 'Pinch to drag'와 'Pinch and drag' 방식으로 나뉘는데, 'pinch to drag' 방식의 경우 검지와 엄지가 맞닿아있는 상태를 touch=1, 떨어져 있는 상태를 Touch=0으로 엄지와 검지가 맞닿은 상태에서 손이 움직일 때 모터를 구동하게 되는 방식이다. 'Pinch to drag' 방식은 초기 실행 시 Touch=0이며, 검지와 엄지가 닿았다가 떨어질 때마다 On/Off(Touch=1, Touch=0) 값이 변환되며 On(Touch=1)일 때만 손이 움직일 때 모터가 구동된다. 이를 그림으로 나타내면 다음과 같다.



[그림 1] Pinch and drag



[그림 2] Pinch to drag

조작 화면으로 사용자의 행동을 인식하는 모습은 다음과 같다.



[그림 3] Hand Recognition via Webcam

SearchGazer 매커니즘은 인공지능 기술을 통해 얼굴과 동공의 위치를 분석하여 화면 내 시선의 위치를 파악하는 자바스크립트로 구현된 오픈소스 라이브러리인 WebGazer를 활용한다(김동심 외, 2024). 즉, SearchGazer는 얼굴 정보를 추출한 후 이를 숫자로 변환한 정보인 WebGazer를 바탕으로 시선의 위치를 화면 좌표에 매핑하는 방식으로 작동된다(Papoutsaki, A 외, 2017). SearchGazer은 사용자의 눈 위치를 화면 좌표상으로 예측하고, 해당 위치가 어떤 HTML요소에 대응되는지 식별하기 때문에 사용자가 특정 구간을 바라보는지 판단하기에 적절하다. 또한 시선 좌표 데이터를 통해 사용자의 시선이 일정 시간 이상 한 지점을 머물러 있는지에 대한 판단도 가능하다.

따라서 본 연구에서는 시선 인식 기반 SearchGazer 매커니즘을 활용하여 사용자의 시선 위치 및 응시 시간을 인식하고, 기능을 위한 활성화 단계를 이룬다. 다음으로, 제스처 인식 기반 Pinch 매커니즘을 활용하여 특정 기능을 수행할 수 있도록 한다.

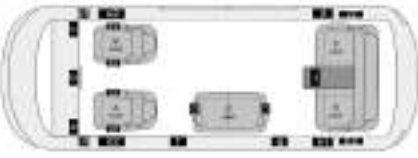
3. 컨셉 도출

3-1. 제어 기능 대상 선정

선행 연구와 같이 NUI는 공간적 제약을 극복하고 편의장치에 대한 사용자의 손쉬운 이용을 가능하게 한다. 그러나 [표5]에서 언급된 바와 같이, 기존의 NUI시스템은 조작 가능 범위가 사용자의 신체 위치나 인터랙션 맥락을 충분히 반영하지 못하는 시나리오적 한계를 지닌다.

이에 본 연구는 시나리오 기반 자율주행차량 내 기능 제어 대상을 선정하기 위해 선행적으로 자율주행차량 내 기능 제어 위치 도출 관련 연구를 참고하였다. 본 연구에서 참고한 선행 연구는 다음과 같이 표로 나타내었다.

[표 6] Preliminary research on the location of function control in FAV

좌석 배치	 자율주행차량의 경우, 운전석을 필요로 하지 않기 때문에 AB 좌석은 고려하지 않고, 자유롭게 변화되는 C,D,E,좌석만 고려		
편의기능	공조장치 (에어컨)	엔터테인먼트 (음악감상)	디스플레이 (네비게이션)
제어 영역	다양한 영역에서 기능을 제어하려는 경향	다양한 영역에서 기능을 제어하려는 경향	앞은 자리에서 기능을 제어하려는 경향
연구자명 (년도)	고수민 외(2023)		

상기 연구를 통해 일반 차량의 운전자와 비 운전자를 대상으로 자율주행차량 예상 시나리오를 평가하게 하였다. 이때, 편의 기능 중 공조 장치와 엔터테인먼트를 제어할 때 타 기능보다 비교적 더 자유로운 영역에서 탐색하는 경향이 있다는 것을 확인하였다. 또한, 네비게이션을 제어할 때는 앞은 자리에서 탐색하는 경향을 확인하였다.

따라서, 자율주행차량 내에서 사용자에게 엔터테인먼트와 공조장치 기능 제어 위치에 대한 혼란을 일으켜 즉각적인 사용성이 저하되므로 위크로드를 증가시킬 수 있음을 예상할 수 있다. 이에, 직관적 사용성의 특성으로 위크로드를 감소시킬 수 있는 NUI 시스템의 도입이 필수적이라고 판단하였다. 또한 네비게이션 기능 제어를 위해 사용자는 주로 앞은 자리에서 수행하려는 경향이 있으므로 자연스러운 행동을 기반으로 한 NUI 시스템의 도입이 필수적이라고 판단하였다. 따라서 시나리오 대상 편의 기능으로 공조 장치 제어 기능, 음악 제어 기능, 디스플레이 제어 기능을 선정하였다. 이때 네비게이션 제어 기능은 유사 기능으로서의 확장성을 고려해 디스플레이 제어 기능으로 변경하였다.

3-2. 시나리오 도출

본 연구의 시나리오는 단순한 사용자 니즈 분석에만 기반하지 않고, 실제 기술 구현이 가능한 제스처 기반 NUI 시퀀스를 참조하여, 사용자 행위 분석 → 문제 구조화 → 기술-행위 매핑 → 시나리오 구체화의 절차를 통해 구성되었다. 이를 그림으로 나타내면 다음과 같다.



[그림 4] Flow Chart

Flow Chart의 흐름에 따라 주요 니즈인 휴식과 소통을, A-프라이빗 모드, B-소셜 모드로 정의하였다. 여기서 A는 타인과의 불필요한 접촉을 원하지 않는 경우로 한정한다.

또한 완전 자율주행차량의 경우, 사용자의 범위가 넓어져 다

13) 김동심 외, 2024.

14) Papoutsaki A 외, 2017.

양한 사용자들을 포괄적으로 고려하기 위해 아이, 노인, 장애인(휠체어 사용자)과 같은 기존의 비운전자로 분류되었던 사용자의 신체 능력, 인지 능력의 한계를 주의하여 시퀀스 및 시나리오를 설계한다.

정의한 내용을 바탕으로, A-프라이빗 모드는 A-1) 공조 장치 제어 기능과 A-2) 음악감상 제어 기능으로 구분하였고, B-소셜 모드는 B-1) 디스플레이 제어 기능으로 구분하여 총 3가지의 사용 시나리오를 작성하였다. 도출된 시나리오를 요약하여 다음과 같이 표로 나타내었다.

[표 7] Categorization of needs in FAV

구분	실내행위
A. 프라이빗 모드 (휴식)	A-1) 차량 공조장치 (바람위치)
	A-2) 음악감상 (노이즈캔슬링)
B. 소셜 모드 (소통)	B-1) 디스플레이 (동시시청모드)

A-1은 개인의 휴식으로, 휴식 중 얼굴 전면에 불어오는 공조 장치의 바람에 불쾌함을 느껴, 공조 장치의 방향을 제어하기 위한 시나리오이다.

사용자는 차량 내에서 휴식 중, 공조 장치의 방향이 얼굴 전면을 향하여 불쾌함을 느낀다. 사용자는 앉은 상태에서 공조 패널을 일정 시간 이상 응시한다. 이때 NUI기술을 통해 사용자의 시선을 인식하여 공조 장치 방향 제어 기능을 활성화하고 사용자에게 소리를 통해 이를 알리는 피드백을 제공한다. 피드백을 받은 사용자는 ‘pinch to drag’ 제스처를 수행하여 원하는 방향을 조절한다. 이때 전체 동작은 개인 좌석에 국한되어 수행된다.

A-2는 개인의 휴식으로, 휴식 중 외부 소음을 차단하고 개인 공간에서 음악을 청취하기 위한 시나리오이다.

사용자는 차량 내에서 휴식 중, 외부 소음에 대한 스트레스를 차단하고자 한다. 사용자는 앉은 상태에서 개인 디스플레이에 ‘음악’ 아이콘을 일정 시간 이상 응시한다. 이때 NUI기술을 통해 사용자의 시선을 인식하여 노이즈캔슬링 기능을 활성화하고 사용자에게 화면을 통해 이를 알리는 피드백을 제공한다. 피드백을 받은 사용자는 ‘pinch and drag’ 제스처를 수행하여 노이즈캔슬링 기능을 수행한다. 이때 전체 동작은 개인 좌석에 국한되어 수행된다.

B-1은 동승자와의 소통으로, 차량 내에서 사용자의 디스플레이 화면을 특정 동승자와 공유하여 소통하기 위한 시나리오이다.

사용자는 개인 디스플레이를 통해 해당 콘텐츠를 특정 동승자에게 공유하고자 한다. 사용자는 공유하고자 하는 동승자의 디스플레이 화면을 일정 시간 이상 응시한다. 이때 NUI기술을 통해 사용자의 시선을 인식하여 공유 기능을 활성화하고 사용자의 디스플레이 화면을 통해 이를 알리는 피드백을 제공한다. 피드백을 받은 사용자는 ‘pinch and drag’ 제스처를 수행하여 동승자에게 화면을 공유하여 동시 시청 모드로 전환한다. 동승자의 디스플레이 화면에 동시 시청모드의 활성화 알

림을 표시하고, 동승자는 터치 방식을 통해 동시 시청 모드를 허용한다.

상기 내용을 정리하여 다음과 같이 표로 나타내었다.

[표 8] Scenarios and user experiences in FAV

구분	시나리오	사용자 경험 키워드
A-1	공조패널 일정 시간 이상 응시 - 공조 방향 제어 기능 활성화 - 피드백 제공 - 제스처 수행 - 기능 수행	휴식, 개인화, 직관적 사용성, 비접촉 사용성
A-2	디스플레이 내 음악 아이콘 일정 시간 이상 응시 - 노이즈 캔슬링 기능 활성화 - 피드백 제공 - 제스처 수행 - 기능 수행	휴식, 개인화, 직관적 사용성, 비접촉 사용성, 간결한 사용성(워크로드 감소)
B-1	동승자의 디스플레이 일정시간 시선 이상 응시 - 공유 기능 활성화 - 피드백 제공 - 제스처 수행 - 동승자 디스플레이 동시 시청 모드 허용 여부 제공 - 허용 시, 기능 수행	소통, 직관적 사용성, 간결한 사용성(워크로드 감소)

4. 결과

본 연구에서는 실내 행위 니즈 관련 선행 연구를 통해, 완전 자율주행 차량에서 실내 행위의 선호도가 가장 높은 휴식 및 소통의 공간의 사용자 경험 UX 설계의 필요성을 확인하였다. 기존 비 자율주행차량의 UX는 대체로 GUI기반으로 구성되어 있지만, 완전 자율주행차량에서는 운전석이 사라져 기존의 비운전자까지도 수동적이 아닌 능동적 주력 이용층으로 편입되므로 사용을 위한 사전 교육 및 학습 시간이 NUI에 비해 다소 필요한 GUI시스템은 적합하지 않다고 판단하였다. 따라서 직관적인 사용성, 자연스러운 행동 기반으로 다양한 사용자가 인클루시브 디자인(Inclusive Design)으로 사용가능한 UX설계로서 NUI시스템의 도입이 필요하다고 판단하였다.

기존 NUI사례분석을 토대로, 자율주행차량에서 NUI를 사용할 때의 한계점을 분석하고 이를 보완하는 시선 인식 및 제스처 인식 기반 멀티 모달 인터페이스를 바탕으로 시나리오를 제작하고자 하였다.

시나리오를 제작하기 위해, 선행 연구 기반 Flow Chart를 통해 시나리오를 제작하였다. 좌석 배치에 따른 기능 제어 위치를 도출하여 UX 사용성을 판단하기 위해 선행연구를 조사하였고 이를 기능 제어 상황에서 워크로드를 증가시킨다고 판단하여 선정된 주요 편의장치로 공조 장치(에어컨), 엔터테인먼트(음악감상), 그리고 네비게이션을 포괄적인 개념으로 디스플레이로 변경해 편의 기능 제어 대상을 총 3가지 선정하였다.

5. 결론

본 연구는 시선 인식 및 제스처 인식 기반 NUI시스템을 활용한 시나리오를 통해 완전 자율주행 차량에서 개인의 휴식, 소통의 공간을 활용하는 방안으로 공조장치의 개인화, 음악기능의 개인화, 소통을 위한 콘텐츠 공유를 제안하였다. 또한 기존에 비운전자들로 분류된 인원들이 자율주행차량에서는 주력

사용자로 떠오르면서, NUI시스템의 도입은 기존 GUI에 비해 포용적으로 사용가능한 시스템임을 재확인하였다.

후속 연구로는, 설계된 3가지의 시나리오를 바탕으로 Low-Fidelity Prototype로 편의장치 및 자율주행차량 모사 환경을 제작하여 NUI기술과 시나리오에 대한 사용자 평가를 진행할 것이다. 사용자 평가는 작업 수행 시간을 포함한 워크로드 감소 및 직관적 사용성을 측정할 예정이다.

참고문헌

- 권지현, & 주다영. (2018). 문헌 연구 기반 완전 자율주행차 실내디자인을 위한 탑승자 활동 분석 및 분류. *Journal of the HCI Society of Korea*, 13(2), 5-20.
- 김광섭, 이동주, & 박성복. (2021). 스마트 서페이스 기반 도어트림 조명 및 터치 스위치 적용 연구. *2021 한국자동차공학회 춘계학술대회 논문집*, 637.
- 김동심, 류다현, & 박규동. (2024). 시선추적 데이터 기반 AI 실시간 온라인 교육 맞춤형 피드백 시스템 설계 및 사용 의향 평가. *컴퓨터교육학회 논문지*, 27(1), 25-37.
- 김선아. (2020). 디자인 씽킹을 활용한 인클루시브 디자인 콘셉트 개발. *기초조형학연구*, 21(3), 53-64.
- 고수민, 류민서, 이채은, 이육근, & 박기철. (2023). 5단계 자율주행 모빌리티 실내 기능제어 위치 도출을 위한 사용자 경험 디자인 연구: 아이트래킹 실험을 중심으로. *기초조형학연구*, 24(6), 39-58.
- 박기철, & 정의철. (2017). 2030년 자율주행차 환경에서 운전자 경험디자인 방향 고찰. *Journal of Korean Society of Design Science*, 30(4), 376 - 379.
- 박효상, & 박기철. (2024). AHP 분석을 활용한 자율주행 모빌리티 콘솔 편의장치 디자인 요소 제안. *기초조형학연구*, 25(6), 245-256.
- 이동운, 황석영, 조해인, 박효상 & 박기철. (2025). MediaPipe를 활용한 제스처 인식 기반 자연 사용자 인터페이스(NUI) 시스템 제안. *2025 자동차공학회 춘계학술대회 논문집*.
- Dodd, A., Athauda, R., & Adam, M. T. P. (2017). Designing user interfaces for the elderly. *Proceedings of the 28th Australasian Conference on Information Systems (ACIS 2017)*, Hobart, Australia.
- Norman, D. A. (2010). Natural user interfaces are not natural. *Interactions*, 17(3), 6-10.
- Shneiderman, B. (1983). Direct manipulation: A step beyond programming languages. *Computer*, 16(8), 57-69.
- Papoutsaki, A., Laskey, J., & Huang, J. (2017). SearchGazer: Webcam eye tracking for remote studies of web search. *Proceedings of the 2017 Conference on Human Information Interaction and Retrieval (CHIIR)*, Oslo, Norway.
- Wigdor, D., & Wixon, D. (2011). *Brave NUI world: Designing natural user interfaces for touch and gesture*. Morgan Kaufmann Publishers.