

자율주행 차량 내 사용자 경험 요소의 구조적 분류:

이중 태깅 기반의 계층적 분류체계 개발

박 다 숨¹ · 송 규 원^{2*}

¹차세대융합기술연구원 AI도시방재연구센터 선임연구원

²차세대융합기술연구원 AI도시방재연구센터 책임연구원

Structural Classification of UX Factors in Autonomous Vehicles: Development of a Hierarchical System Based on Dual Tagging

Dasom Park¹ · Gyuwon Song^{2*}

¹Senior Researcher, AI Urban Disaster Prevention Research Center, AICT, Suwon-si 16229, Korea

²Principal Researcher, AI Urban Disaster Prevention Research Center, AICT, Suwon-si 16229, Korea

[요 약]

자율주행 기술의 고도화로 운전자의 역할이 탑승자로 변화하면서, 주행 맥락과 사용자 여정을 고려한 UX 설계 전략의 중요성이 커지고 있다. 본 연구는 체계적 문헌 검토를 통해 자율주행 UX 요소의 분류체계를 구축하고, 설계 실무를 지원하는 이중 태깅 기반 구조화 방안을 제안한다. PRISMA 2020 가이드라인에 따라 선정한 85편의 연구를 대상으로 개방 코딩 기반 질적 내용분석을 수행하여 131개의 UX 요소를 도출하고, 이를 6단계 UX 피라미드, 13개 기능 카테고리, 12개 설계 전략으로 구조화하였다. 이후 여정 맥락과 실무 적용 가능성을 고려해 21개의 핵심 UX 요소를 정제하고, 모빌리티 여정 맵을 통해 동적 인터랙션 적용 과정을 시각화하였다. 전문가 평가 결과 S-CVI/Ave는 0.86으로 나타나 수용 가능한 내용타당도를 확인하였으며, 본 연구는 향후 UX 평가 척도와 실무 가이드라인 개발의 기초 자료로 활용될 수 있다.

[Abstract]

The development of autonomous driving has shifted the driver's role toward that of a passenger, increasing the need for UX design strategies that consider driving contexts and user journeys. This study establishes a classification system for autonomous driving UX factors through a systematic literature review and proposes a dual tagging-based structure to support design practice. Based on 85 studies selected using the PRISMA 2020 guidelines, 131 UX factors were extracted through qualitative content analysis with open coding and organized into a six-level UX pyramid, 13 functional categories, and 12 design strategies. Considering journey contexts and practical applicability, 21 core UX factors were refined. A mobility journey map was developed to visualize how static factors are applied within dynamic interaction processes. Expert evaluation showed an S-CVI/Ave of 0.86, confirming acceptable content validity. This study can serve as a foundation for future UX evaluation scales and practical guidelines.

색인어 : 모빌리티 경험, 자율주행 차량, UX 요소, 이중 태깅, 분류체계

Keyword : Mobility Experience, Autonomous Vehicle, UX Factor, Dual Tagging, Hierarchical Classification System

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2026.27.7.1973>



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.

Received 07 May 2026; **Revised** 02 June 2026

Accepted 16 June 2026

***Corresponding Author; Gyuwon Song**

Tel: +82-31-888-9034

E-mail: gyuwon.song@snu.ac.kr

I. 서 론

최근 인공지능 및 차량 제어 기술의 발전으로 고도 자율주행 기술의 상용화 가능성이 확대됨에 따라, 자동차 산업은 이동 수단 중심의 제품 패러다임에서 서비스 기반의 스마트 모빌리티 패러다임으로 전환되고 있다. 기존 자동차가 운전자의 지속적인 주행 개입과 조작을 전제로 한 이동 수단이었다면, 자율주행 차량은 운전 과업의 부담이 감소한 탑승자에게 이동 시간의 새로운 가치를 제공하는 서비스 공간으로 확장될 가능성을 지닌다. 이에 따라 사용자 경험 연구의 초점 역시 운전자 중심의 조작성과 사용성에서 탑승자 중심의 총체적 경험으로 이동할 필요가 있다. 자율주행 UX와 관련된 선행연구들은 인터페이스 조작성, 사용성, 신뢰, 수용성, 안전성, 제어권 전환 등 다양한 주제를 중심으로 의미 있는 논의를 축적해 왔다. 그러나 다수의 연구는 개별 기능, 특정 상호작용 상황, 또는 제한된 평가 항목에 초점을 두는 경우가 많아, 실제 사용자가 경험하는 주행 맥락과 시간적 흐름을 통합적으로 반영하는 데에는 한계가 있다. 특히 자율주행 기술 수용성에 영향을 미치는 UX 요소들은 다양한 연구에서 파편적으로 제시되어 왔으나, 이러한 요소들이 탑승 전, 주행 중, 상황 변화 대응, 하차 및 사후 경험으로 이어지는 모빌리티 여정 속에서 어떻게 작동하는지에 대한 구조화는 충분히 이루어지지 않았다. 이로 인해 방대한 UX 요소를 후속 실증 연구나 설계 실무에서 직접 활용하기 어렵고, 실제 서비스 기획 과정에서 우선순위 판단을 지원하는 데에도 제약이 발생한다. 따라서 자율주행 UX 연구에서는 개별 요소의 단순 나열을 넘어, 사용자 여정과 설계 맥락을 반영하여 핵심 요소를 정제하고 구조화하는 접근이 필요하다. 특히 자율주행 환경에서는 사용자의 역할이 운전자에서 탑승자로 변화함에 따라 접근성, 안전성, 신뢰 형성, 제어감, 감성적 안정감, 이동 중 활동 지원과 같은 경험 요소가 새롭게 중요해진다. 이러한 변화는 기존 수동 운전 차량의 UX와 구별되는 자율주행 UX 패러다임의 구조적 전환을 요구한다. 그러나 자율주행 UX 요소를 기능적 속성과 설계 전략 관점에서 동시에 분류하고, 이를 실제 모빌리티 여정 맥락 및 실무 적용 가능성과 연결하여 검토한 연구는 아직 제한적이다. 본 연구의 목적은 선행연구를 통해 수집된 자율주행 UX 요소를 후속 실증 연구와 설계 실무에서 활용 가능한 형태로 정제하고, 이를 다차원적 프레임워크에 매핑하여 자율주행 환경에 특화된 UX 요소의 구조를 제시하는 데 있다. 이를 위해 첫째, PRISMA 2020 가이드라인에 따라 선정한 85편의 문헌을 대상으로 개방 코딩 방식의 질적 내용분석을 수행하여 131개의 초기 UX 요소를 도출한다. 둘째, 도출된 요소를 6단계 UX 피라미드, 13개 기능 카테고리, 12개 설계 전략으로 구조화하여 기능적 속성과 설계 의도를 함께 해석할 수 있는 이중 태깅 기반 분류체계를 제안한다. 셋째, 여정 맥락과 실무 적용 가능성을 고려하여 21개의 핵심 UX 요소를 정제하고, 이를 모빌리티 여정 맵에 적용함으로써 구조화된 UX 요소가 실제 이동 과정의 맥락에서 어떻게 해석될 수 있

는지를 탐색적으로 제시한다. 넷째, 전문가 평가를 통해 도출된 핵심 UX 요소와 분류체계의 내용타당도 및 적용 가능성을 검토한다. 이에 따른 연구 문제는 다음과 같다.

RQ1. 자율주행 차량 환경에서 반복적으로 제시되는 UX 요소는 무엇인가?

RQ2. 이러한 UX 요소는 기능적 속성과 설계 전략 관점에서 어떻게 구조화될 수 있는가?

RQ3. 구조화된 UX 요소는 모빌리티 여정 맥락에서 어떻게 적용될 수 있는가?

궁극적으로 본 연구는 파편화되어 있던 자율주행 UX 요소들을 평가 척도 개발을 위한 구조화된 기초 요소로 재구성함으로써, 자동차 제조사 및 디자이너, 모빌리티 서비스 기획자가 자율주행 서비스의 지향점을 설정하고 개발 우선순위를 도출하는 데 활용 가능한 기초 자료를 제공하고자 한다.

II. 이론적 배경

2-1 자율주행 차량과 사용자 경험

자율주행 기술의 고도화로 사용자는 단순한 운전자가 아닌 관찰자 또는 탑승자의 위치에서 다양한 맥락을 경험하게 되며, 이에 따라 몰입, 신뢰, 피로도, 인지 반응 등의 심리적·인지적 사용자 경험 요소들이 중요한 설계 고려 요소로 부각되고 있다. 특히 자율주행 레벨 4 이상의 자율주행 차량에서는 HMI(Human-Machine Interface)의 역할이 복잡해지며, 기존 단일 채널 기반 인터페이스의 한계가 지속적으로 지적되고 있다. 이러한 배경을 바탕으로 멀티모달 인터랙션(Multimodal Interaction)의 적용은 사용자 반응 신뢰도와 상황 적응성을 높이기 위한 핵심 전략으로 대두되고 있다[1, 2]. 멀티모달 인터랙션은 시각, 청각, 촉각 등 두 가지 이상의 감각 채널을 복합적으로 활용하여 인터랙션하는 방식[3]으로 음성 피드백, 햅틱 알람, 시각 디스플레이 등 복수 채널을 조합함으로써 정보 분산, 반응 속도 향상, 정확성 개선 등의 효과를 동반한다[4]. 특히 다양한 시뮬레이션 기반 연구에서는 NDRT(Non-Driving Related Tasks) 상황에서 멀티모달 설계가 사용자 몰입을 유지하면서도 상황 인식 능력과 신뢰에 긍정적으로 작용한다는 점을 언급한다[5]. 이러한 맥락에서 향후 자율주행 차량의 HMI 설계는 단순한 기능 제공을 넘어, 입력 채널 간의 우선순위 조절[6], 피드백 일관성 유지, 예측 가능한 인터페이스 흐름 설계를 포함하는 체계적인 설계 접근이 필요하다.

2-2 기존 자율주행 UX 연구 및 분류체계의 한계

자율주행 UX 연구의 초기 단계는 주로 기술적 가용성과 시스템 안전성을 확보하는 데 집중되어 왔다. 그러나 자율주행 기술이 점차 보편화되고 실증 단계에 진입함에 따라, 파편화된 연구 데이터들이 실무적 가이드라인으로 기능하지 못하

는 구조적 결함이 노출되기 시작했다. 기존 분류체계가 지닌 주요 한계점은 기술 중심적 지표에 의한 종속, 맥락과 시간성의 결여, 그리고 데이터의 평면적 나열로 인한 인지적 부하 증대로 요약될 수 있다. 현재 자동차 산업에서 가장 널리 통용되는 자율주행 분류 기준은 SAE J3016 표준이다. 이는 시스템이 주행 과제를 수행하는 기술적 성숙도를 기준으로 0단계에서부터 5단계까지 구분하고 있다[7],[8]. SAE 자율주행 레벨은 제어권의 주체와 책임 소재를 명확히 하는 데는 유용하지만, 운전자가 자율주행 중 겪는 심리적 불안감, 신뢰의 동적인 변화, 비운전 과제(NDRT) 수행 시의 몰입도와 같은 사용자 중심의 질적 가치를 설명하지 못한다[9]. 예를 들어, 조건부 자율주행인 레벨 3 환경에서 시스템이 제어권 전환을 요청(TOR: Take-over Request)할 때, 기술적 기준은 알람의 전달 여부에만 집중하지만 사용자는 주행 루프에서 이탈(Out-of-the-loop)해 있던 상태에서 갑작스럽게 개입해야 하는 인지적 과부하와 패닉 상황에 직면하게 된다. 기존의 기술적 분류 체계는 이러한 인적 요인의 복잡성을 간과함으로써 안전한 전환을 보장하기 위한 설계 전략을 도출하는 데 한계를 드러내고 있다[10].

다수의 자율주행 UX 선행연구들은 인터페이스의 조작 편의성이나 단편적인 사용성 평가 결과를 방대한 데이터베이스 형태로 제시하고 있다. 이러한 방식의 접근은 시스템 엔지니어링 관점에서는 상세한 데이터를 제공하는 것처럼 보이지만, 실제 설계 실무와 사용자 조사 단계에서는 치명적인 약점을 지닌다[11]. 특히 사용자 경험은 정지된 순간의 단면이 아니라, 이동을 결심한 순간부터 차량에 탑승하고 주행을 마친 후 차량을 떠나는 전 과정 속에서 형성된다. 그러나 기존 연구는 자율주행 중 발생하는 특정 시점의 인터랙션에만 집중되어 있다[12]. 자율주행의 맥락은 기상 상황, 도로의 혼잡도, 탑승자의 목적에 따라 역동적으로 변화하며, 이러한 외부 환경과 내부 요구 사항은 서로 인터랙션하며 전혀 다른 UX 요구 사항을 발생시킨다[13]. 기존의 맥락 배제적인 분류 체계는 이러한 상황 특이적 요구사항을 포착하지 못하며, 결과적으로 모든 상황에 적합하지만 어떤 상황에도 최적화되지 않은 모호한 설계 가이드를 양산하는 결과를 초래한다[14].

2-3 계층적 UX 모델과 구조화 전략

기존 분류체계의 평면성과 기술 중심적 사고를 극복하기 위해, 본 연구는 사용자의 본질적인 니즈와 차량의 기능적 속성을 입체적으로 결합한 계층적 UX 모델을 핵심 구조화 전략으로 제안한다. 자율주행 차량 내 사용자 경험은 물리적 안전이라는 생존의 문제부터 감성적 만족이라는 자아실현의 문제까지를 포괄하는 광범위한 스펙트럼을 가진다[15]. 이를 구조화하기 위해 심리학 분야의 매슬로우(Maslow)의 욕구 계층 이론[16]과 웹 디자인 분야에서 널리 쓰이는 아론 월터(Arron Walter)의 UX 가치 피라미드 개념[17]을 자율주행의 특수성에 적합하게 차용할 필요가 있다. 이러한 계층 구조

의 근본적인 원리는 하위 계층의 충족 없이는 상위 계층의 경험이 성립할 수 없다는 선결 조건의 법칙이다[15]. 예를 들어, 자율주행 시스템이 기술적으로 불안정하여 사고의 위험(안전성 결여 등)을 준다면, 사용자는 차량 내에서 영화를 즐기거나 휴식을 취하는 고차원적 경험(감성 및 유용성)에 도달할 수 없다[15]. 또한 평면적 나열의 한계를 넘어서기 위해서는 하나의 UX 요소가 어디에 위치하는가(What)뿐만 아니라 어떤 의도로 설계되었는가(Why/How)를 동시에 설명할 수 있는 다차원적인 분류 기준이 요구된다. 따라서 본 연구는 자율주행 차량이 단순한 주행 기계에서 서비스 공간으로 진화하는 과정을 투영할 수 있도록 기존의 단편적 구조를 탈피한 계층적 기준과 다차원적 태깅(Tagging) 전략을 결합한 새로운 프레임워크 설계를 목적으로 한다.

2-4 체계적 문헌 고찰 및 내용 분석 기반의 UX 요소 정제

자율주행과 같이 기술적으로 복잡한 도메인에서의 UX 요소들은 다수의 선행연구에 파편화되어 분포하고 있으므로, 이를 통합된 분석 구조로 체계화하는 과정이 필수적이다. 이를 위해 본 연구는 선행연구들에 산재한 문헌 데이터를 수집하고 이를 분석 가능한 형태로 압축하는 체계적 문헌 고찰 및 내용 분석 접근법을 채택하였다. 연구 대상 문헌의 수집 및 여과 과정에서 발생할 수 있는 편향을 최소화하고 객관성을 담보하기 위해 체계적인 문헌 선정을 위해 PRISMA 2020 가이드라인[18]을 준수하여 연구 대상을 식별하고 선별하였다. 확보된 문헌 풀(Pool)을 바탕으로, 개념 중심의 프레임워크 개발을 위한 문헌 고찰 방법론[19],[20]에 입각하여 자율주행 탑승자의 인지적, 심리적, 감성적 반응과 연관된 핵심 진술과 지표들을 심층적으로 추출하였다. 이후 수집된 방대한 양의 초기 UX 요소들을 대상으로 체계적인 질적 데이터 통합 논리[21],[22]를 차용한 개념적 군집화를 수행하였다. 이 단계에서는 파편화된 개념들 사이의 의미론적 유사성을 평가하고, 유연하면서도 심층적인 해석을 위해 구성주의적 관점[23]을 반영하여 중복되거나 지엽적인 지표들을 상위 개념으로 통합하는 과정을 반복하였다.

최종적으로 정제된 핵심 요소들은 본 연구가 제안하는 계층적 UX 피라미드와 각 계층별 정의에 부합하도록 재배치되었으며, 이를 통해 기존의 단선적인 데이터가 자율주행 맥락이 반영된 입체적이고 위계적인 구조로 재탄생하게 되었다.

III. 연구 방법

3-1 체계적 문헌 검토

본 연구는 자율주행 차량 환경에서 고려해야 할 포괄적인 사용자 경험 요소를 도출하고 구조화하기 위해 체계적 문헌 검토인 PRISMA 2020를 수행하였다[18]. 수집된 문헌을 바탕으로 내용 분석 및 군집화를 통해 UX 요소를 추출하였으

며, 이를 다각도로 분류하고자 이중 태깅(Dual-Tagging) 기법을 적용한 계층적 분류 체계를 설계하였다.

1) 문헌 검색 및 수집

자율주행 환경의 다학제적 특성을 반영하고 폭넓고 유의미한 문헌을 확보하기 위해, 초기 데이터베이스 검색과 핵심 시드 문헌을 활용한 후방 인용 검색(Backward citation searching)을 유기적으로 병행하였다. 이를 통해 특정 검색어에 명시적으로 노출되지는 않았으나 연구 흐름상 중요한 초기 파생 문헌들의 누락을 최소화하고자 하였다.

• 검색 DB 및 검색어 선정

데이터베이스 검색은 다양한 학문 분야의 출판물을 포괄적으로 접근할 수 있는 Google Scholar를 메인 DB로 활용하여 2025년 7월에 수행되었다. 검색 대상 문헌의 발행 연도는 자율주행 기술의 상용화 논의와 이에 따른 UX 연구가 본격화된 시기를 고려하여 2010년부터 2025년까지로 제한하였다. 자율주행 기술 중심 연구와 UX 연구 간의 교집합을 정(Boolean operators)를 조합한 두 가지의 독립적인 검색식(Search string A, B)을 설계하였다. 각 검색식은 검색의 민감도를 높이면서도 불필요한 노이즈를 줄이기 위해 동의어와 파생어를 적극 활용하였다.

• **Search string A:** (“autonomous driving” OR “automated driving” OR “autonomous vehicle*” OR “driverless car”)

AND (UX OR “user experience” OR usability OR HMI OR “human-machine interface”

OR “user requirement*” OR “user need*” OR “user expectation*” OR “user acceptance”)

• **Search string B:** (“autonomous vehicle*” OR “automated driving”)

AND (“user requirement*” OR “user need*” OR requirement* OR “design requirement”

OR “UX factor*” OR “experience factor*” OR “HMI guideline*” OR “interface requirement”)

Google Scholar의 특성상 노출되는 검색 결과가 매우 방대하므로, 검색 결과의 타당성과 스크리닝 효율성을 확보하기 위한 제한 규칙을 적용하였다. 데이터베이스 자체의 관련성 정렬 알고리즘을 기준으로 각 검색식당 가장 관련도가 높은 상위 250건의 문헌만을 스크리닝 대상으로 한정하였으며, 총 500건의 초기 문헌을 일차적으로 수집하였다.

2) 문헌 선정 및 제외 기준

명확한 문헌 필터링을 위해 연구 목적에 부합하는 구체적인 포함 및 제외 기준을 설정하였다. 먼저 문헌 선정 기준으로는 첫째, 연구 도메인은 SAE 기준 레벨 2에서 5에 해당하

는 자율주행 차량 맥락으로 한정하였다. 둘째, 연구의 핵심 기여도가 UX, 사용자 니즈, HMI, 또는 신뢰·인지 부하와 같은 인적 요인 등 인간 중심적으로 초점을 맞춘 문헌을 선정하였다. 셋째, 실증적 사용자 연구 결과, UX 측정 도구 및 평가 프레임워크, 혹은 자율주행 관점의 명시적인 개념적 원칙 등 방법론적 근거가 명확한 지식 기여를 포함해야 한다. 마지막으로, 문헌의 질적 수준과 최신성을 확보하기 위해 최근 15년 이내의 영어로 작성된 동료 평가 기반의 학술 출판물을 최종 분석 대상으로 삼았다. 추가적으로, 수집된 문헌의 타당성을 확보하기 위해 연구 범위를 벗어나는 문헌은 엄격한 배제 기준을 통해 여과하였다. 우선, 인지적·심리적 UX 요인에 대한 논의 없이 센서, 제어, 경로 계획, 알고리즘 등 시스템의 기술

표 1. 문헌 선정 기준

Table 1. Inclusion criteria

No	Inclusion Criteria
IC1	Domain/context: Studies addressing autonomous/automated driving in the automotive domain (e.g., SAE L2-L4 or equivalent), including interaction in or with automated driving functions.
IC2	Human-centered focus: The primary contribution includes at least one of the following as a major focus: UX/user experience, user requirements/needs/expectations, HMI/interface design, usability evaluation, or human factors related to driver/passenger interaction with automated driving.
IC3	Contribution type: Studies that contribute to UX/HMI knowledge via (a) empirical findings (e.g., user studies, experiments, observations), (b) methods/measurements (e.g., metrics, scales, structured evaluation procedures), or (c) conceptual frameworks/positions that explicitly organize implications for human-automation interaction.
IC4	Peer-reviewed scholarly publications (journal articles and peer-reviewed conference proceedings). Where applicable, peer-review status was verified via the venue/publisher record.
IC5	Language and time window: English-language publications within the predefined time window (2010–2025).

표 2. 문헌 제외 기준

Table 2. Exclusion criteria

No	Exclusion Criteria
EC1	Purely technical focus: Studies primarily addressing perception/control/planning/vehicle engineering performance without substantive UX/HMI/user-requirement contribution.
EC2	Out-of-scope system: Robotics or autonomous systems not connected to automotive automated driving UX/HMI (unless explicitly transferable and discussed in-vehicle).
EC3	No user-centered grounding: Studies focusing on policy/ethics/legal issues without clear linkage to user experience or interaction design implications.
EC4	Non-peer-reviewed sources (e.g., blog posts, company reports, patents, slides, preprints such as arXiv) unless a peer-reviewed version is available.
EC5	For multiple versions of the same study (e.g., arXiv preprint and published paper), only the final peer-reviewed version was retained.

적 성능 향상만을 다루는 연구는 배제하였다. 또한, 자율주행 차량 맥락과 직접적으로 연결되지 않는 일반 로봇 및 타 자율 시스템 연구, 그리고 UX 설계 근거 없이 교통 정책, 윤리, 규제 등 거시적 주제만을 다루는 문헌도 분석 대상에서 제외하였다. 아울러 학술적 객관성을 담보하기 어려운 단순 기사, 블로그, 기업 홍보자료 등은 제외하였으며, 동일 연구의 사전 출판과 최종 출판본이 중복 수집된 경우에는 최종 출판본만을 분석에 포함하였다(표 1, 2 참고).

3-2 문헌 선정 결과

문헌 선정은 사전 정의된 기준에 따라 2단계(제목/초록 스크리닝 및 전문 검토)로 진행되었다. 데이터베이스 검색을 통해 수집된 500편 중 중복 문헌 15건을 제외한 485편을 대상으로 1차 스크리닝하였다. 검색 범위를 확장하고자 2025년 9월 11편의 핵심 시드 문헌을 바탕으로 후방 인용 검색을 수행하여 355편의 문헌을 추가로 식별하였다. 총 851편(데이터베이스 485편, 인용 검색 355편, 시드 문헌 11편)의 고유 문헌 풀을 확보하였다. 이 중 포함 및 제외 기준에 따른 제목, 초록 스크리닝을 거쳐 데이터베이스 검색군에서 151편, 기타 방법군에서 68편의 전문 검토 대상 문헌을 선별하였다.

전문 검토 단계에서는 연구 범위 불일치, 순수 기술적 접근 등의 사유로 부적합 문헌을 배제하였다. 특히 초록 상으로는 사용자 요인을 언급했다라도 본문에서 구체적인 UX 설계 지침이나 인지적·심리적 측정 결과를 제시하지 않은 문헌들은

이 과정에서 엄격하게 여과하였다. 그 결과, 최종적으로 모든 포함 기준을 충족하는 총 85편의 문헌(데이터베이스 28편, 인용 검색 46편, 시드 문헌 11편)이 최종 분석 대상으로 확정되었다(그림 1 참조). 이렇게 최종 선정된 문헌은 후속되는 심층 내용 분석 및 이중 태깅 기반의 분류 체계 설계를 위한 핵심 기초 데이터로 활용되었다.

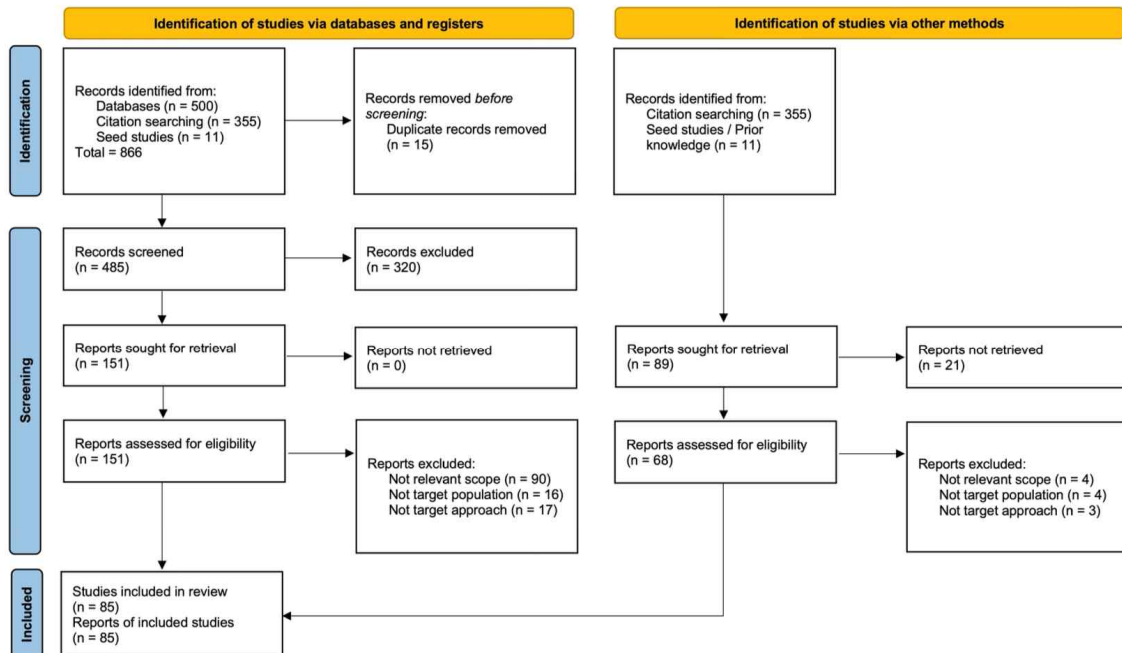
3-3 UX 요소 추출 및 데이터 분석

최종 선정된 85편의 문헌을 대상으로 근거이론에 기반한 코딩 절차를 수행하여 UX 요소를 추출하고 정제하였다. 이러한 과정을 통해 시각적 디스플레이 속성, 햅틱 피드백, 음성 인터페이스 특성 등 사용자가 직접 체감할 수 있는 설계 수준의 핵심 UX 요소 총 131개를 도출하였다.

1) UX 요소 추출을 위한 코드북 및 결정 로그 운영

본 연구는 코딩의 일관성과 재현 가능성을 확보하기 위해 코드북(Codebook)과 결정 로그(Decision log)를 함께 운영하였다. 코드북에는 각 UX 요소의 명칭, 조작적 정의, 포함 기준 및 제외 기준을 체계적으로 정리하여 동일한 텍스트 단위가 유사한 규칙 하에서 코딩되도록 하였다.

결정 로그는 코딩 중 발생한 경계 사례, 태그 간 혼동 지점, 정의 수정 및 병합/분리 근거, 예외 처리 원칙을 시간 순으로 기록하여 분석 과정의 추적 가능성을 제공한다.



* Of the included studies (n=85), 28 were identified from databases/registers, 46 from citation searching (backward snowballing), and 11 were seed studies.

그림 1. PRISMA 2020 다이어그램
Fig. 1. PRISMA 2020 flow diagram

2) 21개 핵심 UX 요소 선정 규칙

코딩 결과로 도출된 UX 요소 중 본 연구의 최종 프레임워크에는 21개 핵심 UX 요소를 포함하였다. 핵심 요소 선정은 임의적 추약을 피하고자 사전 규칙 기반 절차로 수행하였다.

먼저, 코드북에 정의된 태그 전체를 대상으로 (a) 연구 질문과의 관련성(자동화 주행 UX 설계 또는 평가에 기여하는지), (b) 경험적 지지의 충분성(다수 문헌/사례에서 반복적으로 관찰되었는지 또는 서로 다른 출처에서 독립적으로 확인되었는지), (c) 개념적 구별 가능성(다른 요소와 중복되지 않고, 독립적 설계 함의를 갖는지)을 기준으로 1차 후보군을 구성하였다. 다음으로 유사 개념(동의어·상위/하위 개념)은 의사결정 로그에 근거를 남기며 병합 또는 위계적 정리를 하였고, 반대로 정의가 과도하게 광범위하여 설명력이 낮거나 다른 요소의 하위 항목으로 기능하는 항목은 제외 또는 재범주화 하였다. 마지막으로 21개의 핵심 요소가 서로 균형있게 주요 영역을 포괄하는지(예: 안전, 상태 인지, 인계, 사용성, 신뢰, 프라이버시, 운전자 상태, 실내 경험 등) 점검하고, 각 요소의 포함·제외 기준을 코드북에 확정 반영함으로써 최종 목록을 확정하였다.

3-4 이중 태깅 기반 분류체계 설계

도출된 131개의 UX 요소를 단선적으로 나열하는 기존 연구의 한계를 극복하고자, 본 연구는 요소를 입체적으로 구조화하는 이중 태깅 분류체계를 설계하였다. 이러한 구조는 크게 6단계의 UX 피라미드 계층과 13x12 매트릭스를 교차하여 요소를 매핑하는 방식을 적용한 것이다.

1) 6단계 계층적 UX 피라미드

도출된 요소가 사용자의 어떠한 본질적 요구를 충족시키는지를 기준으로, UX 요소를 6단계의 계층 구조에 부합하도록 1차 분류하였다. 이는 기본적인 기능 수행부터 감성적 만족까지의 UX 깊이를 구조화한 것이다.

표 3. 6단계의 계층적 UX 피라미드 속성 및 정의

Table 3. Attributes and definitions of the 6-tier hierarchical UX pyramid

Phase	Definitions
Functional	Essential technical and functional elements required for a vehicle to fulfill its intended purpose
Reliable	Factors related to trust in the system, safety, and security
Accessible	Features that enable anyone to access and use the system regardless of physical or cognitive limitations or situational conditions
Usable	Intuitive and user-friendly controls and interaction elements
Useful	Elements that help passengers achieve their goals and provide added value
Pleasurable	Emotional enjoyment, relaxation, and personalized positive experiences

2) 13x12 이중 태깅 매트릭스

본 연구에서는 UX 요소의 계층적 분류와 더불어 각 요소가 구체적으로 차량의 어떤 영역에 속하며, 어떤 설계 전략을 갖는지 명확히 하고자 2차 분류로 이중 태깅 매트릭스를 개발하였다. 각 속성의 성격에 따라 Tag A와 B로 분류하였다.

• Tag A (기능 카테고리, 13개)

Tag A는 기능 속성의 카테고리를 말하며, 인포테인먼트, 좌석 제어, 실내 조명, HMI 등 차량 내 구체적인 시스템/공간적 위치를 말한다.

표 4. 기능 카테고리의 Tag A

Table 4. Tag A in the functional category

Tag	Definitions
Warning and notification design UX	Visual and auditory alerts intended to prevent accidents and mitigate risk
Cognitive load reduction	Information-related UX aimed at reducing distraction and fatigue during driving
User accessibility and ease of use	UX designed to accommodate diverse user conditions
Control takeover	UX providing notifications during transitions between automated and manual driving
System operability and intuitiveness	UX supporting intuitive understanding and operation of system functions
System state visualization	UX communicating system operational states to the driver
Emergency response	UX supporting automatic responses and user intervention in emergency situations
Security and privacy	UX related to user protection and control over data access, share and exposure
Driver state and behavior analysis	Real-time analysis of the driver's current state based on physiological and behavioral data
Fatigue, drowsiness, and stress response UX	UX detecting and responding to physiological and psychological fatigue
Trust calibration UX	UX supporting appropriate trust formation in the automated driving system and pre-venting overtrust
System failure response	UX providing alerts and guidance when system malfunctions occur
In-vehicle environment	UX providing a comfortable and safe in-vehicle environment for occupants

• Tag B (설계 전략, 12개)

Tag B는 사용자 경험 설계에 대한 것으로, 개인화, 피드백 제공, 시각적 간결성 등 디자이너/설계자가 취해야 할 12가지 설계 접근 방식 및 전략을 말한다.

이러한 이중 태깅 시스템을 통해 131개의 각 요소는 [계층 + 기능 카테고리 + 설계 전략]이라는 다차원적인 속성을 부여받게 되며, 설계자는 13x12 매트릭스 상에서 필요한 요소를 쉽게 탐색하고 구조적으로 파악할 수 있다.

표 5. 기능 카테고리의 Tag B

Table 5. Tag B in the functional category

Tag	Definitions
Personalization	Personalized provision of functions or environments according to user Characteristics, preferences, and context
Safety	Objectives directly related to safety assurance, including accident prevention, warnings, and risk avoidance
Trust building	Trust-related objectives, including the formation of trust in the system, prevention of overtrust, and trust calibration
Takeover support	UX objectives related to control takeover (e.g., warnings, readiness, and situational awareness)
Awareness support	UX supporting the maintenance of the driver's situational awareness (e.g., surroundings perception and route anticipation)
Accessibility	UX that remains usable across diverse conditions, including both users with and without disabilities
Feedback & notification	UX related to interaction feedback between the system and the user, including information provision, warnings, and system feedback
Emotion & comfort	Objectives related to affective satisfaction, easurance, stress reduction, and comfort
Adaptivity	Automatic system responses and adjustments in accordance with changes in the user and context
Data transparency	UX explicitly communicating system status, operational rationale, and records
Autonomy control	UX supporting the configuration of the scope of automation and ensuring the possibility of manual intervention
Cognitive load reduction	UX designed to reduce the driver's attentional and cognitive burden

131개 UX 요소의 이중 태깅 결과를 기능 카테고리와 설계 전략의 교차 구조에 따라 시각화하였다. 그림 2는 각 조합에 배치된 UX 요소의 빈도를 색상 농도로 나타내며, 이를 통해 특정 기능 카테고리나 설계 전략의 조합에 요소가 집중되는 양상과 상대적으로 빈도가 낮은 영역을 확인할 수 있다.

본 연구는 방대하게 도출된 131개의 UX 요소를 실제 사용자 조사 및 실무 단계에서 적용하기 위해, 모빌리티 여정 지도를 활용하여 사용자와의 접점이 가장 크고 핵심적인 21개의 UX 요소를 선별하는 과정을 추가로 진행하였다.

IV. 자율주행 UX 다차원 분류체계 구축

4-1 개방 코딩 기반 131개 포괄적 자율주행 UX 요소 도출

본 연구는 체계적 문헌 검토를 통해 수집된 85편의 문헌을 분석하여, 자율주행 환경에서 고려해야 할 포괄적인 UX 요소를 도출하고 이를 다차원적으로 분류하는 체계를 구축하였다.

	PER	SAF	TRU	TOS	AWS	ACC	FBN	EMC	ADA	DAT	AUC	COG
Warning and notification design UX												
Cognitive load reduction												
User accessibility and ease of use												
Control takeover												
System operability and intuitiveness												
System state visualization												
Emergency response												
Security and privacy												
Driver state and behavior analysis												
Fatigue, drowsiness, and stress response UX												
Trust calibration UX												
System failure response												
In-vehicle environment												

Note. PER = Personalization; SAF = Safety; TRU = Trust building; TOS = Takeover support; AWS = Awareness support; ACC = Accessibility; FBN = Feedback & notification; EMC = Emotion & comfort; ADA = Adaptivity; DAT = Data transparency; AUC = Autonomy control; COG = Cognitive load reduction.

그림 2. 이중 태깅 매트릭스 기반 UX 요소 분포도

Fig. 2. PRISMA 2020 flow diagram

4-2 클러스터별 분포 및 이중태깅 구조 시각화

131개라는 방대한 요소를 단순히 평면적으로 나열하는 것은 학술적/실무적 활용도를 저하시킨다. 따라서 본 연구는 요소들을 입체적으로 파악하고 구조화하고자 기능 기준과 설계 기준을 교차 적용한 이중 태깅 분류체계를 구축하였다.

본 분류체계는 크게 두 가지 차원으로 구성된다. 첫째, ‘어떤 기능(What)인가?’를 나타내는 기능 중심의 13가지 클러스터이다. 이는 경고 및 알림 설계, 사용자 접근성 및 사용 편의성, 제어권 전환 등과 같이 사용자 경험에서 발생하는 주요 이슈 및 인터랙션 흐름을 기준으로 명명되었다. 둘째, ‘어떤 목적과 전략(Why/How)을 위한 것인가?’를 나타내는 설계 전략 태그이다. 본 연구는 각 UX 요소가 단순히 어떤 기능을 수행하는 지를 넘어, 어떤 설계 의도와 전략적 맥락을 가지는 지를 종합적으로 표현할 수 있도록 각 요소당 최대 2개의 태그를 부여하는 이중 태깅 매트릭스를 적용하였다. 이러한 이중 태깅 체계는 동일 맥락의 기능이라도 설계 의도에 따라 전혀 다른 UX 가치와 매핑됨을 명확히 규명한다. 구체적인 예로, ‘피로, 졸음, 스트레스 대응 UX’ 클러스터에 속하는 일정 주행 시간 경과 시 자동 경고에 대한 요소는 사용자의 안전 확보와 시스템 적응성을 동시에 달성하기 위해 Safety 및 Adaptivity 태그를 동시에 가진다. 또한 사용자 접근성 및 사용 편의성 클러스터에 속하는 ‘음성 명령으로 주요 기능 완전 제어 가능’ 요소는 Feedback & Notification과 Autonomy control 태그를 동시에 부여받음으로써, 단순한 조작 편의를

넘어 자율주행 차량의 주도권 제어라는 설계자의 심층적 의도를 구체화한다.

나아가 엑셀 기반으로 구축된 이중 태깅 데이터베이스는 각각의 요소가 궁극적으로 UX 피라미드의 어느 계층에 속하는지를 직관적으로 연결한다. 결과적으로 본 이중 태깅 기반의 분류체계는 복잡하게 얽혀있는 자율주행 HMI 설계 의도와 맥락을 하나의 좌표계로 매핑하여 조망할 수 있는 강력한 분석을 제공한다.

4-3 핵심 자율주행 UX 요소 도출

도출된 21개의 핵심 요소를 본 연구에서 제안하는 6단계 계층적 UX 피라미드에 매핑하여 정량적 분포를 분석하였다. 그 결과, 각 계층별로 뚜렷한 특징과 시사점이 도출되었다.

위의 매핑 결과는 자율주행 UX의 중심 축이 이동하고 있음을 시사한다. 기존의 자율주행 연구가 주로 기능성과 신뢰성에 치중했던 반면, 본 연구에서 정제된 21개의 핵심 요소는

표 6. 자율주행 핵심 UX 요소 및 정의

Table 6. Core UX factors in autonomous driving

Tag	Definitions	Phase
Automatic deceleration control	A feature that detects when the driver shows signs of fatigue or an abnormal state, and automatically reduces speed or stops the vehicle	Functional
Button for ensuring manual intervention availability	A feature that provides a physical intervention button to allow the driver to take direct control at any time	Functional
Provision of multimodal warnings during takeover requests	A feature that alerts the driver through various means such as visual, auditory, and tactile cues when a change in control is necessary	Accessible
Automatic transition to emergency mode in the absence of driver response	A function that automatically decelerates or stops the vehicle and enters emergency mode if the driver does not respond.	Functional
Automatic emergency braking and lane-keeping functions	A feature that automatically decelerates and brakes the vehicle while maintaining its lane in the event of a dangerous situation	Functional
Automatic activation of privacy mode	A feature that automatically switches the system to privacy mode to protect information during sensitive activities such as phone calls	Utility
Combined voice and gesture input	A feature that enables system operation via voice or gestures even when hands are occupied	Accessible
Error logging and user feedback guidance	A feature that automatically records system errors when they occur and notifies users to enhance trust	Reliable
Explanation of system interpretation of user selections	A feature that provides customized system messages—including tone, content, and frequency—based on the driver's preferences or the situation	Utility
Personalized feedback provision	A feature that enables users to configure in detail which data is shared with whom	Utility
Configuration of information-sharing scope	A feature where the system clearly explains the rationale behind its decisions regarding user choices (e.g., manual switching, route changes, etc.)	Reliable
Explanation and response support in emergency situations	A feature that automatically adjusts the vehicle environment, such as lighting or ventilation, to prevent drowsiness when drowsiness is detected	Utility
Automatic environment configuration	A feature that immediately explains the reason when a vehicle suddenly stops or takes a detour	Reliable
Environment transition in response to driver drowsiness	A feature that automatically adjusts lighting, temperature, and other settings based on the driver's condition or external factors (weather, time, etc.)	Utility
Provision of multimodal warning notifications	A feature that simultaneously provides visual, auditory, and tactile warnings when disengaging autonomous driving mode or transferring control to reduce confusion	Accessible
Automatic application of personalized UI	A feature that allows users to pre-select and configure their preferred alert method (visual, auditory, tactile, etc.) in the event of a dangerous situation	Accessible
Selectable warning channels (warning delivery methods)	A feature that automatically adjusts text size and button size based on the driver's condition or environment to enhance operability and readability	Accessible
Emotion-based system responses	A feature that automatically adjusts lighting, sound, and interface factors to match the driver's emotional state by recognizing their facial expressions, voice tone, and mannerisms	Pleasurable
State restoration after notification completion	After the warning ends, the system automatically returns to the original driving display (HUD, etc.) to reduce visual confusion	Usable
Priority-based information display	A feature that highlights only essential driving information on the screen	Usable
Multimodal guidance during context transitions	A feature that normally provides guidance via the screen but switches to voice in unexpected situations for rapid communication	Usable

접근성(23.8%)과 유용성(23.8%)에 가장 높은 비중을 두고 있다. 이는 자율주행 차량이 단순히 안전한 자율주행 기계의 수준을 넘어, 탑승자의 다양한 맥락을 이해하고 개인화된 가치를 능동적으로 제안하는 지능형 생활 공간으로 진화해야 함을 실증적으로 보여준다.

V. 모빌리티 여정 기반 핵심 UX 요소 정제 및 심층 분석

5-1 시나리오 기반 모빌리티 여정 지도를 통한 핵심 요소 정제

4장에서 도출된 131개의 자율주행 UX 요소는 포괄적인 데이터베이스로서의 가치는 지니지만, 실제 주행 맥락에서 사용자가 겪는 동적인 심리 변화를 반영하기에는 평면적이라는 한계가 있다.

이를 보완하기 위해, 본 연구는 자율주행 환경에서 발생 빈도와 중요도가 높은 주요 시나리오(일반상황 및 비상상황)를 설정하고, 이를 바탕으로 ‘시나리오 기반 모빌리티 여정 지도(Scenario-based Mobility Journey Map)’를 구축하였다. 이는 연구자가 설계한 가상의 페르소나와 주행 시나리오를 교차 분석하여, 단계별 예상 페인 포인트와 잠재적 니즈를 도출하는 분석 기법[24]에 기반한 것이다. 자율주행 환경에서의 사용자 경험은 단순히 차가 주행하는 순간에만 발생하지 않으며, 이동을 결심한 순간부터 목적지에 도착하여 차를 떠나는 사후 여정 단계까지 연속적인 흐름 속에서 형성되기 때문이다. 이에 따라 사용자의 전체 여정을 4 가지 핵심 접점으

로 세분화하고, 앞서 정의한 주요 주행 시나리오를 타임라인에 올려 사용자의 예상 페인포인트 및 니즈를 단계별로 도출하였다.

• 탑승 전(Pre-trip): 진입 및 맞춤 설정 단계

목적지 설정, 차량 호출 및 개인화 인증이 이루어지는 단계이다. 이 단계에서는 사용자를 사전 인지하여 시트, UI, 공조를 맞추는 사용자 프로필 기반 맞춤 설정 및 직관성을 높인 다국어/멀티모달 보조 피드백 요소가 도출되었다.

• 주행 중(In-trip): 비운전 과제 및 환경 제어 단계

운전 주체에서 벗어난 운전자가 업무, 엔터테인먼트 등 NDRT를 수행하는 단계이다. 블랙박스 현상에 의한 불안감을 통제하기 위해 의사결정 과정 및 시스템 상태 가시화가 요구되며, 시스템이 특수한 맥락을 선제적으로 인지하여 환경(조명, 온도, 사운드) 자동 세팅을 제안하는 요소가 정제되었다.

• 제어권 전환(Transition): 인지 지연 극복 및 안전 확보 단계

자율주행 한계 상황(ODD(운영설계영역) 이탈 등) 도달 시, 운전자에게 제어권이 넘어가는 가장 치명적인 안전 단계이다. 자율주행 중 주의를 거둔 상태에서 발생하는 복잡한 맥락 속 순간적인 인지 지연을 방지하고자, 단순 알림을 넘어선 멀티모달 경고(시각/청각/촉각)와 판단의 여유를 제공하는 카운트다운 기반 시점 안내 요소가 핵심으로 추출되었다. 제어권 전환 단계의 경우, 자율주행 단계가 완전 자율주행이 아닌 이상 언제든지 발생할 수 있는 특수한 상황이기 때문에 주요 주행 단계로 선정되었다.

Stage	Takeover Request	Response Monitoring	Transition Failure	Emergency Mode	Maintaining Control	Recovery Support
	UX factor 6 UX factor 148	UX factor 5	UX factor 49	UX factor 7	UX factor 154	UX factor 154
System Response	System requests control transfer due to situation. Multimodal Warning, Info Clarity	System monitors driver's reaction. Status Monitoring, Countdown	Driver fails to take over; System initiates fallback. Fallback Feedback, Auto-Deceleration	Auto-entry into emergency mode. Autonomy Control, Error Mitigation	System maintains emergency control state. Maintains speed limit/lane; Displays status on UI.	UI provided for driver to regain control. Maintains emergency state; Offers "Resume" option.
System Feedback	Provides multimodal warnings (visual, auditory, haptic).	Displays countdown until transition deadline.	Auto-deceleration; Visual/Audio feedback on fallback.	Executes emergency maneuvers (pull over/stop).	Status Visibility, Continuous Feedback	Intervention Support, Mode Restoration
User Action	Perceives warning; Moves hands to steering wheel.	Checks countdown on HUD/Display.	No response.	No physical action; Passive monitoring.	Recognizes the system is in emergency mode.	Decides to resume; Presses the recovery button.
User Narrative	"The warning is clear, but I froze for a second."	"I saw the countdown, but I was too late to judge."	"I didn't grab the wheel, but the car is stopping itself. Started."	"I lost control, but relieved the car handled it."	"Seeing the system UI, I realize it's in a safe state."	"I feel ready to drive again, so I'll press the button."
Insight	Multi-channel alerts are effective for attention.	Visual countdowns aid in immediate situation awareness.	Even without response, fallback logic must be transparent.	Forced intervention requires minimal intrusion but high reassurance.	"Invitation to Intervene" design is needed for recovery.	User intention must be verified to prevent accidental re-engagement.

그림 3. 비상상황(제어권 전환 실패 시)의 모빌리티 여정 지도

Fig. 3. Mobility journey map for emergency

• 하차 및 사후(Post-trip): 경험의 완결 및 데이터 동기화 단계

목적지 도착 후 자동 주차, 클라우드 데이터 동기화 등 경험을 마무리하는 단계이다. 운전자가 차량을 떠난 후에도 개인정보가 안전하게 보호되고, 다음 탑승 시의 경험이 연속적으로 이어질 수 있도록 지원하는 프라이버시 및 연결성 관련 요소들이 검토되었다. 이러한 타임라인 기반의 분석 과정에서 특정 여정이 지나치게 종속되거나 기능적으로 중복되는 요소들은 과감하게 배제하거나 상위 요소로 병합하였다. 그 결과, 자율주행 경험의 본질을 대변하는 21개의 핵심 UX 요소가 성공적으로 정제되었다. 이 요소는 향후 자율주행 차량 내 UX의 실무적 설계에 적용할 수 있으며, 사용자 조사 단계에서 인지적 피로도를 최소화하면서도 수용성을 정확히 평가할 수 있는 최적화된 척도 역할을 수행한다.

5-2 피라미드 매핑을 통한 자율주행 UX 패러다임 변화 규명

도출된 21개의 핵심 요소를 앞서 정의한 6단계 UX 피라미드 모델에 매핑하여 정량적 분포 패턴을 심층 분석한 결과, 기존의 수동 운전 차량과는 완전히 대비되는 자율주행 차량만의 UX 패러다임 이동 현상을 명확하게 포착할 수 있었다. 각 계층별 분포 비율과 그에 담긴 학술적 함의는 다음과 같다.

첫째, 포용적 설계(Inclusive Design)를 통한 접근성 확보이다. 탑승 전, 진입 단계에서 연령이나 신체 조건에 구애받지 않는 모빌리티 시나리오를 적용한 결과, 복잡한 탭스 조작이나 단일 감각에 의존한 피드백은 사용자의 장벽을 높이는 것으로 나타났다. 따라서 사용자를 사전 인지하는 초기 탑승 시 사용자 프로필 기반 맞춤 설정과 직관성을 높인 다국어 및 멀티모달 보조 피드백 요소가 진정한 유니버설 모빌리티를 구현하기 위한 핵심 지표로 채택되었다. 실제 정량적 매핑 결과, 접근성 및 유용성 영역이 전체의 47.6%(각 23.8%)로 많은 비중을 차지하며 이러한 진화 방향성을 명확히 뒷받침하였다.

둘째, 인지 부하 감소 및 안전 및 사용성 확보를 위한 직관적 인터랙션의 필요성이다. 제어권 전환이나 비상상황 시나리오를 분석한 결과, 시스템의 경고가 명확히 제공되더라도 특유의 루프 이탈 현상으로 인해 사용자의 순간적인 인지 지연 및 당황하는 현상이 발생할 가능성이 높은 것으로 예측되었다. 이를 보완하고자 단순 알람을 넘어선 멀티모달 경고와 판단의 여유를 제공하는 카운트다운 기반 시점 안내가 필수적인 안전 요소로 정제되었다. 기능성(19.0%)과 사용성(14.3%) 계층에 매핑된 이러한 요소들은 자율주행의 고도화 속에서 여전히 UX 피라미드를 지탱하는 기반 역할을 수행함을 보여준다.

셋째, 데이터 투명성에 기반한 시스템 신뢰성 형성이다. 주행 중 시스템 주도의 자율주행 시나리오에서는 시스템의 블랙박스 현상이 사용자의 가장 큰 불안 요소로 작용한다. 분석 결과, 시스템이 차량의 제어 상태나 오류 원인을 설명 가능한 AI(XAI, Explainable AI) 형태로 명확하게 시각화하여 제공할 때, 사용자의 불안감이 효과적으로 통제되고 두터운 신뢰

자본이 형성되는 것으로 분석되었다. 신뢰성 계층(14.3%)에 매핑된 이러한 요소들은 단순한 결과 통보를 넘어, 판단 근거 및 의사결정 과정의 가시화가 굳건한 신뢰 형성의 핵심 요건이자 상위 계층의 긍정적 UX를 실현하기 위한 필수 선결 과제임을 증명한다.

넷째, 맥락 인지 기반의 능동적 개입을 통한 감성 충족이다. 주행 중 NDRT를 수행하거나 하차하는 일상 주행 시나리오에서는 차량이 단순한 이동 수단을 넘어 공감하는 비서의 역할을 수행할 때 효용이 극대화된다. 탑승자의 피로나 통화 상태 등 특수한 맥락을 시스템이 선제적으로 인지하고 대처하는 과정을 시뮬레이션한 결과, 환경(조명, 온도, 사운드) 자동 세팅 및 피로 감지 시 선제적 휴식 제안과 같은 능동적 개입이 자율주행 차량을 안락한 제3의 공간으로 거듭나게 하는 최상위 핵심 요소로 도출되었다. 감성 계층의 요소는 현재 비중은 가장 적으나, 완전 자율주행 시대가 도래함에 따라 폭발적으로 성장할 핵심 차별화 요소임을 뚜렷하게 시사한다.

VI. 전문가 평가를 통한 분류체계 검증

6-1 평가 대상 및 절차

본 연구에서 도출한 자율주행 UX 요소 분류체계의 내용타당도와 적용 가능성을 검토하기 위해 전문가 평가를 실시하였다. 평가는 문헌 분석을 통해 도출된 21개 핵심 UX 요소와 각 요소에 부여된 기능 카테고리 및 설계 전략 태그를 대상으로 하였다. 전문가 선정 기준은 관련 분야 석사학위 이상 또는 자동차 UX/HMI 및 자율주행 관련 실무, 연구 경험 3년 이상으로 설정하였으며, 총 6명의 전문가가 평가에 참여하였다.

6-2 평가 항목 및 분석 방법

평가를 위해 연구 목적, 문헌 분석 절차, 13개 기능 카테고리, 12개 설계 전략 태그, 21개 핵심 UX 요소의 목록과 정의를 포함한 평가 자료를 제공하였다. 각 전문가는 21개 핵심 UX 요소 각각에 대해 명칭의 명확성, 요소 정의의 적절성, 요소 간 독립성, 자율주행 UX 프레임워크 내 중요도, 모빌리티 여정 맥락에서의 적용 가능성을 리커트 5점 척도로 평가하였다. 추가로 전체 분류체계에 대해서는 전체 포괄성, 구조적 일관성, 중복 최소화, 태그 기반 정제 과정의 적절성, 실무 활용성을 평가하였으며, 명칭, 정의, 태그, 여정 단계 적용과 관련한 서술형 의견을 수집하였다.

분석은 평균, 표준편차, 내용타당도 지수(Content Validity Index, CVI)를 중심으로 수행하였다. 리커트 5점 척도 중 4점 이상을 타당한 평가로 간주하고, 각 항목에 대해 4점 또는 5점을 부여한 전문가 수를 전체 전문가 수로 나누어 I-CVI를 산출하였다. 요소별 평가는 동일한 평가 속성이 21개 요소에 반복 적용되었으므로, 표 7의 요소별 평가 I-CVI는 각 평가 속

성에 대해 21개 요소에서 산출된 I-CVI의 평균값으로 제시하였다. 전체 분류체계 평가는 항목별 I-CVI를 산출하였으며, 전체 내용타당도는 요소별 평가와 전체 분류체계 평가에서 산출된 I-CVI의 평균인 S-CVI/Ave로 제시하였다.

6-3 평가 결과 및 수정 반영

전문가 평가 결과의 평균, 표준편차, I-CVI 및 S-CVI/Ave는 아래 표 7과 같다. 전체 S-CVI/Ave는 0.86으로 나타나, 본 연구의 21개 핵심 UX요소와 태깅 결과가 자율주행 UX/HMI 분류체계로서 전반적으로 수용 가능한 내용타당도를 확보한 것으로 판단된다. 요소별 평가에서는 적용 가능성의 평균 I-CVI가 0.94로 가장 높았고, 중요도도 0.88로 비교적 높게 나타나 도출된 요소들의 설계 및 평가 활용 가능성을 확인하였다. 반면 정의의 적절성과 요소 간 독립성은 각각 0.81로 나타나, 일부 요소의 정의 표현과 개념적 경계에 대한 보완 필요성을 확인할 수 있었다. 전체 분류체계 평가에서는 태깅 기반 정제 과정의 적절성과 실무 활용성이 각각 I-CVI 1.00으로 높게 평가되었으나, 구조적 일관성과 중복 최소성은 각각 I-CVI 0.67로 나타나 분류 기준과 요소 간 중복성에 대한 보완이 필요한 것으로 해석된다.

전문가 의견은 크게 멀티모달 경고 관련 요소 간 중복성 조정, 분류체계의 구조적 정교화, 서비스 UX 및 안전 정책 관점의 보완으로 요약되었다. 일부 전문가 의견으로는 멀티모달 경고 관련 요소의 중복 가능성을 지적하며, 상황 기반 인수요청 경고와 일반 경고 알림 제공처럼 적용 상황과 기능 목적에 따른 구분 기준이 필요하다고 보았다. 추가적으로 각 요소를 상황, 기능 목적, 시스템 신뢰, 탑승자 경험 등의 상위 차원

과 연결할 필요가 있다고 제안하였다. 그 외 의견으로는 본 분류체계가 제어권 전환, 운전자 상태 대응, 경고 설계, 정보 우선순위, 사용자 신뢰 등 주요 요소를 균형있게 포함하고 있으며, 모빌리티 서비스 여정 및 탑승자 보호 관점에서 활용 가능성이 높다고 평가하였다. 이러한 의견을 바탕으로 일부 핵심 UX 요소의 명칭과 정의를 수정하고, 유사 요소 간 경계 기준 및 태깅 적용 기준을 보완하였다. 이를 통해 본 연구의 분류체계는 문헌 기반 도출 결과에 전문가 검토를 더하여 내용타당도와 실무 적용 가능성을 강화하였다.

Ⅶ. 결론 및 논의

본 연구는 완전 자율주행 시대로의 전환을 맞이하며, 기존 수동 운전 중심의 차량 UX 패러다임에서 벗어나 자율주행 환경에 특화된 사용자 경험 요소를 도출하고, 그 구조적 변화를 규명하는 데 목적이 있다. 이를 위해 선행연구 및 사례 분석을 통해 131개의 초기 자율주행 UX 요소를 구축하였으며, 이를 실질적으로 활용 가능한 수준으로 정제하기 위해 시나리오 기반 모빌리티 여정 지도를 도입하였다. 탑승 전부터 하차 후까지의 타임라인을 따라 사용자의 페인포인트와 니즈를 심층 분석한 결과, 자율주행 경험의 본질을 대변하는 21개의 핵심 UX 요소를 도출하였다.

또한 본 연구는 도출된 핵심 UX 요소와 분류체계의 내용타당도 및 적용 가능성을 검토하기 위해 전문가 평가를 수행하였다. 21개 핵심 UX 요소의 명확성, 정의의 적절성, 요소 간 독립성, 중요도, 적용 가능성과 전체 분류체계의 포괄성, 구조적 일관성, 중복 최소성, 태깅 기반 정제 과정의 적절성, 실무 활용성을 평가한 결과, 전체 S-CVI/Ave는 0.86으로 나타났다. 이는 본 연구에서 도출한 자율주행 UX/HMI 분류체계가 전반적으로 수용 가능한 수준의 내용타당도를 확보했음을 의미한다. 특히 적용 가능성과 중요도는 높게 평가되어, 도출된 핵심 요소들이 향후 자율주행 UX/HMI 설계 및 평가 맥락에서 실질적으로 활용될 수 있음을 확인하였다. 다만 일부 경고 관련 요소의 중복 가능성과 분류 기준의 명확성에 대한 보완 필요성이 제기되었으며, 이에 따라 명칭과 정의, 유사 요소 간 경계 기준, 태깅 적용 기준을 수정 및 보완하였다.

정제된 21개 핵심 UX 요소를 6단계 피라미드 모델에 매핑하여 분석한 결과, 자율주행 차량이 가져올 UX 패러다임 이동은 다음과 같이 확인되었다. 첫째, 접근성의 확장으로 복잡한 조작 중심의 인터페이스에서 벗어나 맞춤형 설정과 멀티모달 인터랙션을 통해 다양한 인지적·신체적 특성을 지닌 사용자를 포용하는 유니버설 모빌리티로의 진화를 의미한다. 둘째, 안전성 패러다임의 변화로 자율주행 환경에서 안전성은 단순히 기계적 결함을 방지하는 차원을 넘어, 제어권 전환 과정에서 발생할 수 있는 루프 이탈, 인지 지연, 상황 인식 오류를 선제적으로 완화하는 직관적인 인터랙션 설계로 확장된다. 셋째, 신뢰성 형성 방식의 고도화로 자율주행 시스템의 판단

표 7. 전문가 평가 결과 요약

Table 7. Summary of expert evaluation results for the UX factor framework

Evaluation criteria	Mean	SD	I-CVI
Factor-level Evaluation			
Clarity	4.25	0.44	0.84*
Appropriateness of Definition	4.13	0.47	0.81*
Distinctiveness	4.09	0.54	0.81*
Importance	4.34	0.49	0.88*
Applicability	4.52	0.48	0.94*
Overall Framework Evaluation			
Comprehensiveness	4.17	0.75	0.83
Structural Consistency	4.00	0.89	0.67
Minimization of Redundancy	3.67	0.52	0.67
Appropriateness of the Tag-based Refinement Process	4.67	0.52	1.00
Practical Applicability	4.33	0.52	1.00
S-CVI/Ave	-	-	0.86

*The I-CVI values for the element-level evaluation represent the average I-CVI values calculated across the 21 UX elements.

과정이 사용자에게 불투명하게 인식될 경우 불안과 불신이 발생할 수 있으므로, 설명 가능한 AI 기반의 정보 제공과 데이터 투명성을 통해 인간과 시스템 간 신뢰를 형성하는 것이 중요한 과제로 확인되었다. 마지막으로, 감성적 경험의 확장으로 자율주행 차량이 단순한 이동 수단을 넘어 맥락 인지 기반의 능동적 개입과 개인화된 서비스 제공을 통해 사용자의 라이프스타일을 지원하는 제3의 공간으로 변화하고 있음을 시사한다.

본 연구는 다음과 같은 학술적·실무적 의의를 지닌다. 학술적 측면에서 본 연구는 자율주행 UX 요소를 모빌리티 여정, 기능 카테고리, 설계 전략 태그, UX 피라미드 계층과 연결하여 구조화함으로써 자율주행 UX/HMI 평가 프레임워크를 입체적으로 재구성하였다. 또한 접근성, 안전성, 신뢰성, 감성 등 다차원적 계층을 포괄하고, 전문가 평가를 통해 내용타당도를 검토함으로써 문헌 기반 분류체계의 학술적 신뢰성을 보완하였다. 실무적 측면에서 본 연구는 자동차 제조사, HMI 디자이너, 모빌리티 서비스 기획자에게 자율주행 UX 설계 및 평가를 위한 기초 자료를 제공한다. 도출된 21개 핵심 UX 요소는 향후 사용자 설문조사, 사용성 평가, 프로토타입 검증에서 평가 척도의 기초 항목으로 활용될 수 있으며, 제어권 전환, 정보 우선순위, 멀티모달 경고, XAI 기반 신뢰 형성, 접근성 확보 등 핵심 경험 가치 중심의 개발 방향을 제시한다.

그럼에도 본 연구는 실제 잠재적 자율주행 이용자를 대상으로 한 대규모 정량 검증이 이루어지지 않았고, 전문가 평가 표본이 6명으로 제한되었다는 한계를 지닌다. 따라서 향후 연구에서는 21개 핵심 UX 요소를 척도화하여 대규모 설문조사를 수행하고, 사용자 세그먼트별 요구 차이를 통계적으로 검증할 필요가 있다. 또한 VR 또는 드라이빙 시뮬레이터 실험을 통해 멀티모달 경고, 제어권 전환 인터페이스, XAI 기반 시각화 정보가 인지 부하, 상황 인식, 신뢰 형성 및 시스템 수용성에 미치는 영향을 경험적으로 검증해야 한다.

감사의 글

이 논문은 2026년도 정부(문화체육관광부)의 재원으로 한국콘텐츠진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(No.RS-2024-00441262).

참고문헌

- [1] R. Kaufman, J. Costa, and E. Kimani, "Effects of Multimodal Explanations for Autonomous Driving on Driving Performance, Cognitive Load, Expertise, Confidence, and Trust," *Scientific Reports*, Vol. 14, 13061. June. 2024. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-62052-9>
- [2] H. Yun and J. H. Yang, "Multimodal Warning Design for

- Take-Over Request in Conditionally Automated Driving," *European Transport Research Review*, Vol. 12, 34. May 2020. <https://doi.org/10.1186/s12544-020-00427-5>
- [3] A. Gomaa, "Adaptive User-Centered Multimodal Interaction Towards Reliable and Trusted Automotive Interfaces," in *Proceedings of the 2022 International Conference on Multimodal Interaction*, Bengaluru, India, pp. 690-695. November 2022. <https://doi.org/10.1145/3536221.3557034>
- [4] X. Sun and Y. Zhang, "Improvement of Autonomous Vehicles Trust through Synesthetic-Based Multimodal Interaction," *IEEE Access*, Vol. 9, pp. 28213-28223, February 2021. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3059071>
- [5] N. Monsaingeon, L. Caroux, S. Langlois, and C. Lemercier, "Multimodal Interface and Reliability Displays: Effect on Attention, Mode Awareness, and Trust in Partially Automated Vehicles," *Frontiers in Psychology*, Vol. 14, 1107847, February 2023. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1107847>
- [6] S. Lee, J. Hong, G. Jeon, J. Jo, S. Boo, H. Kim, ... and S. Kim, "Investigating Effects of Multimodal Explanations Using Multiple In-Vehicle Displays for Takeover Request in Conditionally Automated Driving," *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, Vol. 96, pp. 1-22, July 2023. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2023.05.014>
- [7] Weights & Biases. The 6 Autonomous Driving Levels Explained [Internet]. Available: <https://wandb.ai/mukilan/autonomous-cars/reports/The-6-Autonomous-Driving-Levels-Explained--VmldzoyNTcwOTQ1>.
- [8] SAE International. J3016_202104: Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles [Internet]. Available: https://www.sae.org/standards/content/j3016_202104/.
- [9] M. A. Gerber, R. Schroeter, and B. Ho, "A Human Factors Perspective on How to Keep SAE Level 3 Conditional Automated Driving Safe," *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, Vol. 22, November 2023. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2023.100959>
- [10] A. Ahmed and A. S. Imran, "The Role of Large Language Models in UI/UX Design: A Systematic Literature Review," *arXiv:2507.04469*, 2025. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2507.04469>
- [11] S. Cronholm, "The Usability of Usability Guidelines: A Proposal for Meta-Guidelines," in *Proceedings of the 21st Annual Conference of the Australian Computer-Human Interaction Special Interest Group: Design: Open 24/7*, Melbourne Australia, pp. 233-240, November 2009.

<https://doi.org/10.1145/1738826.1738864>

- [12] P. Ebel, J. Orlovská, S. Hünemeyer, C. Wickman, A. Vogelsang, and R. Söderberg, "Automotive UX Design and Data-Driven Development: Narrowing the Gap to Support Practitioners," *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, Vol. 11, September 2021. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100455>
- [13] C. Xu and R. Sanker, "A Comprehensive Review of Autonomous Driving Algorithms: Tackling Adverse Weather Conditions, Unpredictable Traffic Violations, Blind Spot Monitoring, and Emergency Maneuvers," *Algorithms*, Vol. 17, No. 11, November 2024. <https://doi.org/10.3390/a17110526>
- [14] F. You, X. Yan, J. Zhang, and W. Cui, "Design Factors of Shared Situation Awareness Interface in Human-Machine Co-Driving," *Information*, Vol. 13, No. 9, September 2022. <https://doi.org/10.3390/info13090437>
- [15] S. Nordhoff, M. Hagenzieker, E. Lehtonen, M. Oehl, M. Wilbrink, I. Ozturk, ... and N. Merat, "Instrument for the Assessment of Road User Automated Vehicle Acceptance," arXiv:2309.10559, September 2023. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2309.10559>
- [16] A. Maslow and K. J. Lewis, "Maslow's Hierarchy of Needs," *Salenger Incorporated*, Vol. 14, No. 17, pp. 987-990, 1987.
- [17] A. Walter, *Designing for Emotion*, New York, NY: A Book Apart, 2011.
- [18] M. J. Page, J. E. McKenzie, P. M. Bossuyt, I. Boutron, T. C. Hoffmann, C. D. Mulrow, ... and D. Moher, "The PRISMA 2020 Statement: An Updated Guideline for Reporting Systematic Reviews," *BMJ*, Vol. 372, n71, 2021. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- [19] J. Webster and R. T. Watson, "Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review," *MIS Quarterly*, Vol. 26, No. 2, pp. xiii-xxiii, 2002.
- [20] J. F. Wolfswinkel, E. Furtmueller, and C. P. M. Wilderom, "Using Grounded Theory as a Method for Rigorously Reviewing Literature," *European Journal of Information Systems*, Vol. 22, No. 1, pp. 45-55, August 2009. <https://doi.org/10.1057/ejis.2011.51>
- [21] B. G. Glaser and A. L. Strauss, *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*, Chicago: Aldine,
- [22] J. M. Corbin and A. Strauss, *Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory*, 2nd ed. Thousand Oaks, CA: Sage, 2014.
- [23] K. Charmaz, *Constructing Grounded Theory: A Practical*

Guide Through Qualitative Analysis, London, UK: Sage, 2006.

- [24] J. E. Park, Y. J. Yoo, S. H. Hong, S. H. Lee, and H. H. Choi, "A Proposal of Travel Service to Improve the Reliability of Self-driving Cars - Focused on Service Design Methodology," *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 20, No. 3, pp. 559-567, March 2019. <http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2019.20.3.559>

박다솜(Dasom Park)

2017년 : 단국대학교 시각디자인
(학사)

2019년 : 국민대학교
테크노디자인전문대학원
(디자인학석사)

2022년 : 국민대학교
테크노디자인전문대학원
(디자인학박사)



2022년~2023년: 바디프랜드 경험디자인연구소

2024년~현 재: 차세대융합기술연구원 AI도시방재연구센터
데이터과학연구실

※관심분야: 데이터 분석, 사용자 경험, 모빌리티, 멀티모달
인터랙션

송규원(Gyuwon Song)

2006년 : 아주대학교 정보 및
컴퓨터공학 (학사)

2016년 : 과학기술연합대학원대학교(K
IST) (공학박사)



2016년~2019년: KIST 영상미디어연구센터 박사후 연구원

2019년~현 재: 차세대융합기술연구원 AI도시방재연구센터
데이터과학연구실 실장

※관심분야: 데이터 과학 및 공학, 클라우드·엣지컴퓨팅,
블록체인