

자율주행차 내 몰입형 AR HUD 인터페이스 설계 원칙과 인지적 UX 최적화 전략

한정수*

백석대학교 컴퓨터공학부 교수

Immersive AR HUD Interface Design Principles and Cognitive UX Optimization Strategies in Autonomous Vehicles

Jung-Soo Han*

Professor, Division of Computer Engineering, Baekseok University

요약 본 연구는 자율주행 차량 환경에서 사용자 상황 인식 능력과 안전성을 향상시키기 위한 몰입형 증강현실 기반 헤드업 디스플레이(AR HUD) 인터페이스 설계 원칙과 인지적 사용자 경험(Cognitive UX) 최적화 전략을 통합적으로 제시하는 것을 목적으로 한다. 자율주행 기술의 발전에 따라 차량 인터페이스는 사용자 이해와 신뢰 형성을 지원하는 방향으로 발전하고 있으며, 이러한 변화는 인간 인지 구조와 시스템 기술 요소를 동시에 고려한 통합적 설계 접근을 요구한다. 본 연구에서는 AR HUD 인터페이스 설계를 위한 핵심 원칙으로 정보 구조 및 시각 계층 설계, 공간 정렬 및 깊이 인식 설계, 상황 적응 및 동적 정보 표현 설계, 그리고 주의 유도 및 오류 예방 중심 설계를 제시하였다. 또한 인간 인지 처리 특성을 기반으로 인지 부하 관리, 상황 인식 지원, 멀티모달 인터페이스 설계, 사용자 상태 기반 인터페이스 적응 전략을 포함한 Cognitive UX 최적화 전략을 체계적으로 정리하였다. 아울러 센서 통합과 데이터 처리 기반 인터페이스 생성 구조를 포함하는 AR HUD 시스템 통합 아키텍처와 다양한 주행 환경에 적용 가능한 상황 기반 인터페이스 설계 모델을 제안하였다. 본 연구는 자율주행 차량 인터페이스 설계를 위한 통합적 설계 프레임워크를 제시하고, 향후 AR HUD 기반 자율주행 인터페이스 설계와 시스템 개발을 위한 실질적인 설계 지침을 제공한다.

주제어 : 증강현실 헤드업 디스플레이, 자율주행 차량 인터페이스, 인지적 사용자 경험, 상황 인식, 멀티모달 인터페이스

Abstract This study proposes an integrated framework of immersive Augmented Reality Head-Up Display interface design principles and Cognitive User Experience optimization strategies to enhance situational awareness and safety in autonomous driving environments. With the advancement of autonomous driving technologies, in-vehicle interfaces have evolved to support user understanding and trust formation, requiring integrated design approaches that consider both human cognitive characteristics and system-level technologies. This study identifies four core AR HUD design principles: information structure and visual hierarchy design, spatial alignment and depth perception design, context-adaptive and dynamic information presentation, and attention-guidance and error-prevention design. In addition, Cognitive UX optimization strategies based on human cognitive processing characteristics are systematically organized, including cognitive workload management, situational awareness support, multimodal interface design, and user-state-based adaptive interface strategies. Furthermore, this study presents an integrated AR HUD system architecture incorporating sensor fusion and data-processing-based interface generation, along with a context-based interface model applicable to diverse driving environments. The proposed framework provides a systematic foundation for autonomous vehicle interface design and offers practical guidelines for future AR HUD-based interface development and system implementation.

Key Words : AR HUD, Autonomous Vehicle Interface, Cognitive UX, Situational Awareness, Multimodal Interface Design

본 논문은 백석대학교 지원을 받아 수행되었음

*교신저자 : 한정수(jshan@bu.ac.kr)

접수일 2026년 03월 30일

수정일 2026년 04월 18일

심사완료일 2026년 04월 22일

1. 서론

자율주행 기술의 급속한 발전은 차량 제어 방식뿐 아니라 인간과 차량 간 상호작용 구조를 변화시키고 있다. 특히 고도 자율주행 단계로의 전환은 운전자의 역할을 단순한 차량 조작자에서 차량 상태와 주변 환경을 감독하는 인지적 관리자(cognitive supervisor)로 변화시키며, 이는 차량 인터페이스 설계 패러다임의 재구성을 요구하고 있다. 기존 차량 인터페이스는 계기판과 센터 디스플레이가 중심으로 구성되어 운전자는 다양한 정보를 확인하기 위해 반복적인 시선 이동을 수행해야 했다. 그러나 자율주행 환경에서는 이러한 시선 이동이 상황 인식 능력을 저하시킬 수 있으며, 복잡한 교통 상황에서는 사용자 오류와 안전 위험을 증가시킬 가능성이 있다[1, 2].

이러한 배경에서 차량 인터페이스 기술은 시각 중심 디스플레이에서 공간 기반 정보 제공 방식으로 발전하고 있으며, 그 중심에는 증강현실 기반 헤드업 디스플레이(AR HUD)가 있다[3-5]. AR HUD는 실제 주행 환경 위에 가상 정보를 정렬하여 제공하는 공간 기반 인터페이스로서 사용자에게 직관적인 환경 이해와 빠른 의사결정을 지원할 수 있다[1, 6]. 예를 들어 차선 변경 경로나 위험 영역을 실제 도로 위에 시각적으로 표현하는 방식은 텍스트 기반 정보보다 빠른 인지 처리를 가능하게 하며, 이는 사용자 반응 시간 단축과 안전성 향상에 기여할 수 있다[2, 6].

특히 자율주행 차량이 다양한 센서를 통해 주변 환경을 인식하고 복잡한 주행 결정을 수행하는 환경에서는 차량의 판단 과정과 향후 행동 의도를 사용자에게 명확하게 전달하는 것이 중요하다. 정보가 불명확할 경우 시스템에 대한 신뢰 형성이 어려워지고 활용도와 안전성이 저하될 수 있다. 따라서 자율주행 차량 인터페이스는 단순 정보 표시를 넘어 차량과 인간 간 인식 공유(shared perception)와 의사결정 지원을 수행하는 인지 중심 인터페이스로 발전할 필요가 있다[7].

최근 차량 인터페이스는 증강현실을 포함한 확장현실 기술과 결합하여 보다 몰입감 있는 정보 전달 환경을 구현하고 있다[8]. 이러한 XR 기반 인터페이스는 실제 환경과 가상 정보를 통합적으로 연결함으로써 사용자 경험을 확장하지만, 높은 정보 밀도는 인지 부담 증가와 상황 인식 저하를 초래할 수 있다. 따라서 몰입형 AR HUD 인터페이스 설계에서는 인간의 인지 특성과 정보 처리 능력을 고려한 UX 설계 전략이 요구된다.

특히 인간의 인지 처리 능력은 제한된 작업 기억 용량

과 주의 자원을 기반으로 작동하므로, 인터페이스 설계 과정에서는 정보 우선순위 설정, 시각 요소 최소화, 상황 적응형 정보 제공 전략이 중요하게 고려되어야 한다[9]. 최근 연구는 인간 인지 구조를 기반으로 하는 인지적 UX(Cognitive User Experience) 설계 접근 방식으로 확장되고 있으며[10], 이는 자율주행 차량 환경에서 중요한 설계 기준으로 작용한다.

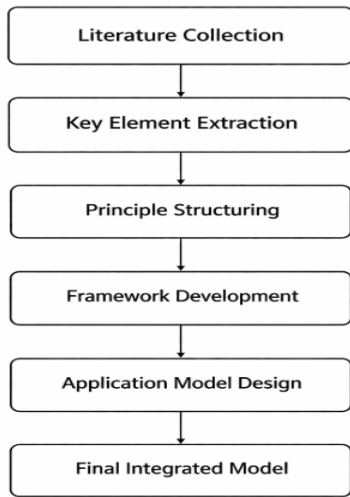
따라서 본 연구는 자율주행 차량 환경에서 효과적인 인간-차량 상호작용을 지원하기 위한 몰입형 AR HUD 인터페이스 설계 원칙과 인지적 UX 최적화 전략을 체계적으로 제시하는 것을 목적으로 한다.

2. 연구방법과 AR HUD 개념 구조

2.1 연구 설계 및 분석 절차

본 연구는 자율주행 차량 환경에서 몰입형 AR HUD 인터페이스 설계 원칙과 인지적 UX 최적화 전략을 체계적으로 도출하기 위하여 문헌 기반 설계 연구(literature-based design study)와 개념적 프레임워크 개발(conceptual framework development) 방법을 적용하였다. 따라서 본 연구는 기존 자율주행 인터페이스, 증강현실 기반 HUD 시스템, 인지적 UX 설계 관련 선행연구를 체계적으로 분석하고, 이를 통합하여 몰입형 AR HUD 설계 원칙과 시스템 통합 모델을 도출하는 방식으로 수행하였다.

본 연구의 분석 절차는 4단계로 수행되었다. 첫째, 문헌 분석 단계에서는 자율주행 인터페이스와 AR HUD 관련 기존 연구를 분석하여 핵심 설계 요소와 UX 전략 요소를 도출하였다. 둘째, 설계 요소 구조화 단계에서는 도출된 설계 요소를 기능적 특성과 인지적 특성에 따라 범주화하고 계층적 구조로 재구성하였다. 셋째, 통합 프레임워크 도출 단계에서는 기술적 시스템 구성 요소와 사용자 인지 처리 요소를 통합하여 몰입형 AR HUD 설계 프레임워크를 구성하였다. 넷째, 적용 모델 설계 단계에서는 실제 주행 상황을 고려하여 상황 기반 인터페이스 적용 모델과 사용자 신뢰 형성 모델을 설계하였다. [Fig. 1]은 몰입형 AR HUD 프레임워크 도출을 위한 연구 흐름을 나타낸 것으로, 문헌 분석을 기반으로 핵심 설계 요소를 도출하고 이를 설계 원칙으로 구조화한 후, 통합 프레임워크와 적용 모델을 개발하여 최종 시스템 모델을 제시하는 과정을 설명하고 있다.



[Fig. 1] Research Flow for AR HUD Framework Development

2.2 자율주행 환경과 AR HUD 개념 구조

2.2.1 자율주행 레벨과 인터페이스 변화

자율주행 기술은 SAE International에서 제시한 기준에 따라 Level 0~5까지 단계적으로 구분된다. 각 자율주행 단계는 차량 제어 방식뿐 아니라 인간-차량 인터페이스(Human-Machine Interface, HMI)의 설계 구조에도 중요한 변화를 요구한다[5, 8]. Level 0~2 단계에서는 운전자가 주행의 대부분을 수행하며, 차량은 일부 기능만 보조한다. 이 단계는 기존 계기판과 센터 디스플레이 중심의 인터페이스가 충분히 기능할 수 있다. 그러나 Level 3 이상의 조건부 자율주행에서는 주행 제어를 수행하는 동안 운전자는 상황 감독자의 역할을 한다. 이러한 역할 변화는 단순 정보 표시 중심 인터페이스를 넘어, 차량 상태와 주변 환경을 직관적으로 이해토록 하는 상황 중심 인터페이스(situation-oriented interface) 설계를 요구한다[8]. 특히 Level 4~5 단계에서는 운전자의 직접적인 운전 개입이 거의 필요치 않으며, 차량은 대부분 주행 상황을 독립적으로 처리한다. 이 단계에서는 인터페이스의 역할이 기존의 차량 제어 보조 기능에서 벗어나, 탑승자의 인지적 이해와 신뢰 형성을 지원하는 방향으로 전환된다.

2.2.2 AR HUD 기술 개념

AR HUD(Augmented Reality Head-Up Display)는 실제 주행 환경 위에 가상 정보를 중첩하여 제공하는 시각 인터페이스 기술이다. 기존 HUD가 단순 정보 표시

기능에 머물렀다면, AR HUD는 실제 공간과 가상 정보를 정렬하여 공간 기반 정보 경험을 제공한다는 점에서 차별성을 가진다[3, 4].

AR HUD의 핵심 기술 요소는 크게 네 가지로 구분된다. 첫째, 공간 정렬 기술(spatial registration)은 가상 객체를 실제 환경의 특정 위치와 정렬하는 기술로, 차선 변경 안내 화살표를 실제 도로 차선과 일치시키는 기능이 대표적 사례이다. 정렬 정확도가 낮을 경우 사용자 혼란과 오판 가능성이 증가하므로, 고정밀 센서 데이터와 정교한 알고리즘이 요구된다[4, 11]. 둘째, 깊이 표현 기술은 가상 객체가 실제 환경 속에 자연스럽게 존재하는 것처럼 보이도록 깊이 정보를 시각적으로 표현하는 기술이다. 특히 원거리와 근거리 객체 간 깊이 차이를 명확하게 표현하는 것이 중요하다[11]. 셋째, 환경 인식 기술은 카메라, 라이더(LiDAR), 레이더(Radar) 등의 센서를 활용하여 주변 환경 정보를 실시간으로 수집하고, 객체-차선-보행자 인식 등을 수행하여 AR HUD 표시 정보의 기반을 형성한다[12]. 넷째, 실시간 렌더링 기술(real-time rendering)은 주행 환경 변화에 신속하게 대응하여 정보를 표시하는 기술로, 특히 고속 주행 상황에서는 낮은 지연 시간(latency)을 유지하는 것이 중요하다[3].

3. 몰입형 AR HUD 인터페이스 설계 원칙

3.1 정보 구조 및 시각 계층 설계 원칙

몰입형 AR HUD 인터페이스 설계에서 기본적인면서 핵심적인 요소는 정보 구조와 시각 계층의 명확한 설계이다. 자율주행 차량 환경에서는 다양한 유형의 정보가 동시에 생성되며, 이러한 정보는 사용자의 상황 인식과 의사결정 과정에 직접적인 영향을 미친다. 따라서 인터페이스 설계에서는 정보의 중요도와 긴급도를 기반으로 체계적인 정보 계층 구조를 형성하는 것이 필수적이다. 정보 계층 설계의 목적은 사용자에게 제공되는 정보의 우선순위를 명확히 정의하고 불필요한 인지 부담을 최소화하는 데 있다. 인간의 인지 처리 능력은 제한적이므로 모든 정보를 동일한 수준으로 표시할 경우 중요한 정보를 식별하기 어려워 상황 인식 지연과 오류 가능성이 증가할 수 있다. 이를 방지하기 위해 인터페이스 설계에서는 핵심 주행 정보, 보조 정보, 부가 정보를 구분하여 계층적으로 구성하는 접근이 요구된다[7, 9, 10, 12].

3.2 공간 정렬, 깊이 인식 및 상황 적응 설계

몰입형 AR HUD 인터페이스의 핵심 특성은 가상 정보가 실제 환경과 공간적으로 정렬되고, 상황 변화에 따라 동적으로 조정된다는 점이다. 이러한 공간 정렬은 사용자가 가상 정보를 실제 환경의 일부로 인식하도록 하며 인터페이스 몰입감과 정보 이해도에 영향을 미친다[3, 4]. 공간 정렬 설계는 가상 객체와 실제 환경 간 위치 관계를 정확하게 유지하는 것을 목표로 하며, 자율주행 차량과 같이 환경이 지속적으로 변화하는 상황에서는 실시간 위치 추정과 환경 인식 기술이 요구된다. 또한 깊이 인식 설계는 원근감과 겹침 등의 시각 단서를 활용하여 가상 객체가 실제 환경 속에 자연스럽게 통합되도록 하고, 정보 간 충돌을 방지하기 위해 거리와 중요도에 따른 다층 구조 배치 전략이 필요하다[11].

자율주행 환경은 동적 특성을 가지므로 인터페이스는 상황 변화에 따라 유연하게 조정되어야 한다. 상황 적응 설계는 주행 환경에 따라 필요한 정보를 선택적으로 제공하여 정보 과부하를 줄이고 핵심 정보에 대한 주의를 강화하는 것을 목표로 한다. 예를 들어 고속도로에서는 장거리 경로 정보가, 도심 환경에서는 보행자 및 교차로 정보가 우선적으로 제시되어야 한다[6, 8, 10]. 또한 예측 기반 정보 표현은 향후 발생 가능한 상황을 사전에 제시하여 사용자 준비 시간을 확보하는 데 기여한다. 결과적으로 공간 정렬, 깊이 인식 및 상황 적응 기반 정보 표현은 인터페이스 이해도와 안전성 향상을 위한 핵심 설계 원칙으로 작용한다[6, 9, 12].

4. 몰입형 AR HUD 설계 모델

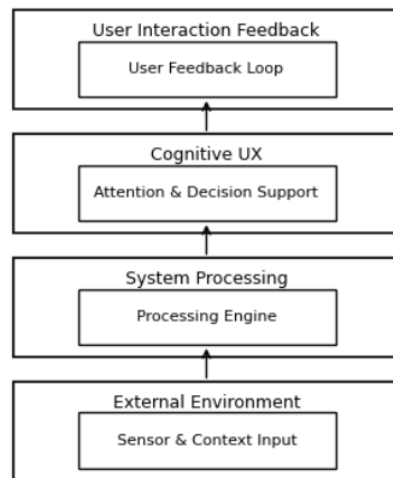
4.1 AR HUD 통합 아키텍처 및 센서·데이터 구조

몰입형 AR HUD 인터페이스의 구현을 위해서는 다양한 기술 요소와 사용자 경험 요소가 통합적으로 작동하는 시스템 아키텍처가 필요하다. 자율주행 차량 환경에서는 환경 인식, 경로 예측, 위험 분석 등 다양한 데이터가 동시에 처리되며, 이러한 정보는 실시간으로 시각화되어 사용자에게 제공된다. 따라서 AR HUD 시스템은 단순한 디스플레이 장치가 아닌 복합적인 정보 처리와 사용자 인지 지원 기능을 수행하는 통합 시스템으로 이해될 필요가 있다[3-5].

AR HUD 시스템은 일반적으로 환경 인식, 데이터 해석, 인터페이스 생성, 사용자 경험 계층으로 구성되는 다층 구조를 가진다. 환경 인식 계층에서는 센서를 통해 주

변 정보를 수집하고, 데이터 해석 계층에서는 객체 및 위험 요소를 분석하여 의미 있는 정보로 변환한다. 이후 인터페이스 생성 계층에서는 가상 객체를 생성하고 실제 환경과 정렬하며, 사용자 경험 계층에서는 정보 표시 방식이 상황과 사용자 특성에 맞게 조정된다[16]. 또한 시스템의 정확성과 안정성은 센서 통합과 데이터 처리 구조의 효율성에 크게 의존한다. 다양한 센서에서 수집된 데이터는 수집, 융합, 환경 모델 생성, 위험 예측, 인터페이스 생성 단계로 처리되며, 처리 지연은 공간 정렬 오류와 안전성 저하로 이어질 수 있으므로 고속 처리와 안정적인 위치 추정 기술이 요구된다[5, 11].

결과적으로 AR HUD 시스템은 센서 입력부터 데이터 융합, 예측 처리, AR 시각화까지 이어지는 통합 처리 파이프라인을 기반으로 구성되며, 이러한 통합 구조는 시스템 신뢰성과 사용자 안전성 확보의 핵심 기반으로 작용한다[3, 11]. [Fig. 2]는 센서·처리·UX 요소가 통합된 시스템 구조를 나타낸다.



[Fig. 2] Integrated AR HUD Framework

4.2 상황 기반 인터페이스 및 사용자 신뢰 모델

자율주행 차량 환경에서는 주행 상황이 지속적으로 변화하므로 인터페이스 역시 다양한 상황에 적응할 수 있는 구조를 가져야 한다. 상황 기반 인터페이스 모델은 특정 주행 환경에 적합한 정보 제공 전략을 통해 사용자 상황 인식 능력과 안전성을 향상시키는 것을 목표로 한다[8, 10]. 고속 주행 환경에서는 장거리 경로와 예측 정보의 중요성이 증가하므로 향후 발생 가능한 위험 요소를 사전에 시각적으로 제시하는 전략이 효과적이다. 반면

도심 환경에서는 보행자와 교차로와 같은 근거리 객체를 강조 표시하여 복잡한 상황에서 사용자 혼란을 줄일 필요가 있다. 또한 긴급 상황에서는 위험 영역과 회피 경로를 명확히 제시하여 사용자 반응 시간을 단축시키는 인터페이스 구성이 요구된다[6].

한편 완전자율주행 환경에서는 인터페이스가 사용자 신뢰 형성과 시스템 이해를 지원하는 역할을 수행해야 한다. 차량의 행동 의도와 인식 정보를 직관적으로 전달하는 기능은 사용자와 시스템 간 인식 공유를 가능하게 하며, 이는 시스템 수용성과 주행 안정성 향상에 중요한 영향을 미친다[1, 15].

또한 사용자 중심 인터페이스에서는 개인화 기능이 중요한 요소로 작용한다. 사용자별 정보 처리 능력과 선호를 반영하여 정보 표시 방식이 조정될 수 있어야 하며, 이러한 개인화 전략은 사용자 만족도와 인터페이스 활용 효율성을 향상시키는 데 기여한다[12-14]. 결과적으로 상황 기반 정보 제공과 사용자 신뢰 형성 전략은 자율주행 차량 인터페이스 설계의 핵심 요소로 작용하며, 향후 인터페이스 설계 방향을 결정하는 중요한 기준이 된다.

5. 결론

자율주행 차량 기술의 발전은 차량 제어 방식뿐 아니라 인간과 차량 간 상호작용 구조 전반에 근본적인 변화를 요구하고 있으며, 이러한 변화는 차량 인터페이스 설계 패러다임의 전환을 촉진하고 있다. 특히 고도 자율주행 환경에서는 운전자의 역할이 단순한 조작자에서 시스템 감독자이자 의사결정 협력자로 변화함에 따라, 차량 인터페이스는 단순한 정보 표시 도구를 넘어 사용자 인지 과정을 지원하는 핵심 시스템으로 발전할 필요가 있다. 이러한 배경 속에서 본 연구는 자율주행 차량 환경에서 효과적인 인간-차량 상호작용을 지원하기 위한 몰입형 AR HUD 인터페이스 설계 원칙과 인지적 UX 최적화 전략을 통합적으로 제시하는 것을 목적으로 수행되었다.

본 연구에서는 자율주행 차량 환경의 특성과 XR 기반 인터페이스 기술의 발전 방향을 분석하고, 이를 바탕으로 몰입형 AR HUD 인터페이스 설계를 위한 핵심 원칙을 정리하였다. 특히 정보 구조와 시각 계층 설계, 공간 정렬과 깊이 인식 설계, 상황 적응형 정보 표현, 주의 유도 및 오류 예방 설계 원칙은 자율주행 환경에서 사용자 인지 부담을 최소화하고 정보 전달 효율성을 향상시키는 중요한 기준으로 작용할 수 있다.

또한 인간 인지 구조 기반 인지적 UX 최적화 전략을 제시함으로써 인터페이스 설계 과정에서 고려해야 할 인지 요소를 체계적으로 정리하였다. 특히 인지 부하 관리, 상황 인식 지원, 예측 기반 정보 제공, 멀티모달 인터페이스 설계 전략은 자율주행 환경에서 사용자 행동의 정확성과 안정성을 향상시키는 데 중요한 역할을 수행할 수 있다. 또한 기술적 요소와 사용자 경험 요소를 통합적으로 고려한 AR HUD 시스템 구조를 제시함으로써 이론적 설계 원칙과 실제 시스템 구현 간 연결 가능성을 제시하였다. 센서 통합과 데이터 처리 기반 인터페이스 생성 구조와 상황 기반 인터페이스 적용 모델은 자율주행 환경에서 발생하는 데이터 흐름을 효과적으로 관리하고 이를 사용자에게 전달할 수 있는 구조적 기반을 제공한다.

본 연구의 목적은 자율주행 차량 인터페이스 설계 기술 중심 접근에서 인간 인지 중심 접근으로 확장하였다는 점에 있다. 기존 연구들이 개별 기술 요소나 특정 기능 구현에 초점을 두었다면, 본 연구는 인간 인지 구조와 시스템 구조를 통합적으로 고려한 설계 프레임워크를 제시함으로써 인터페이스 설계 연구의 새로운 방향을 제안하였다.

향후 연구에서는 인간과 차량 간 협력적 상호작용을 지원하는 인터페이스 설계가 더욱 중요해질 것으로 예상된다. 자율주행 차량 환경에서는 사용자와 차량 간 공동 의사결정을 지원하는 구조가 요구될 수 있으며, 이러한 협력적 인터페이스 설계는 사용자 신뢰 형성과 시스템 수용성 향상에 중요한 역할을 수행할 것으로 기대된다.

REFERENCES

- [1] J.Koo, J.Kwac, W.Ju, M.Steinert, L.Leifer, and C.Nass, "Why Did My Car Just Do That? Explaining Semi-Autonomous Driving Actions to Improve Driver Understanding, Trust, and Performance," *International Journal of Interactive Design and Manufacturing*, vol. 9, no. 4, pp. 269-275, 2015.
- [2] W.Chen, J.Song, Y.Wang, C.Wu, S.Ma, D.Wang, Z.Yang, and H.Li, "Inattentive Blindness to Unexpected Hazard in Augmented Reality Head-Up Display Assisted Driving," *Traffic Injury Prevention*, vol. 24, no. 4, pp. 344-351, 2023.
- [3] C.Zhou, W.Qiao, J.Hua, and L.Chen, "Automotive Augmented Reality Head-Up Displays," *Micromachines*, vol. 15, no. 4, 442, 2024.
- [4] Q.Jiang and Z.Guo, "AR-HUD Optical System Design and Its Multiple Configurations Analysis," *Photonics*, vol. 10, no. 9, 954, 2023.

- [5] PutraA.R.Yamin, J.Park, and H.K.Kim, "In-Vehicle Human-Machine Interface Guidelines for Augmented Reality Head-Up Displays," *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, vol. 104, pp. 266-285, 2024.
- [6] P.Xu, J.Garcia, W.T.Ooi, and C.Jouffrais, "SafeSpect: Safety-First Augmented Reality Heads-up Display for Drone Inspections," in *Proceedings of the 2025 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '25)*, 2025.
- [7] X.Gao, X.Wu, S.Ho, T.Misu, and K.Akash, "Effects of Augmented-Reality-Based Assisting Interfaces on Drivers' Situational Awareness," *IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)*, 2022.
- [8] L.Kettle and Y.C.Lee, "Augmented Reality for Vehicle-Driver Communication: A Systematic Review," *Safety*, vol. 8, no. 4, 84, 2022.
- [9] C.D.Wickens, W.S.Helton, J.G.Hollands, and S.Banbury, *Engineering Psychology and Human Performance*, 5th ed., Routledge, 2021.
- [10] C.Spence, "Multisensory Driver-Vehicle Interaction: A Review," *Human Factors*, vol. 63, no. 4, pp. 585-607, 2021.
- [11] Z.Lv, J.Liu, and L.Xu, "A Multi-plane Augmented Reality Head-Up Display System Based on Volume Holographic Optical Elements With Large Area," *IEEE Photonics Journal*, vol. 13, no. 4, 2021.
- [12] F.You, Y.Chen, and X.Li, "Design Factors of Shared Situation Awareness Interface in Automated Driving," *Information*, vol. 13, no. 9, 437, 2022.
- [13] C.D. Wickens, "Information Processing, Decision Making, and Human Performance," in *Engineering Psychology and Human Performance*, Routledge, 2021.
- [14] C.Spence, "Multisensory Integration in Human-Machine Interaction," *Human Factors*, vol. 63, no. 4, pp. 585-607, 2021.
- [15] M.R.Endsley, "Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems," *Human Factors*, vol. 37, no. 1, pp. 32-64, 1995.
- [16] J.S.Han, "Design and Optimization Strategies for Immersive VR Systems in Autonomous Vehicles," *Journal of Internet of Things and Convergence*, vol. 11, no. 4, pp. 99-106, 2025.

한 정 수(Jung-Soo Han)

[정회원]



- 1992년 8월 : 경희대학교 컴퓨터 공학부(공학석사)
- 2000년 8월 : 경희대학교 대학원 컴퓨터공학부(공학박사)
- 2001년 3월 ~ 현재 : 백석대학교 컴퓨터공학부 교수

<관심분야>

AI 교육, 자율주행, 데이터 분석, SW 모델링