

시각적 경험 기반의 스마트 콕핏 HMI 디자인 요소 연구

샤오미 (Xiaomi) SU7을 중심으로

A Study on Smart Cockpit HMI Design Elements Based on Visual Experience

focusing on the Xiaomi SU7

주 저 자 : 전 위 (Tian, Wei)

한양대학교 일반대학원 시각디자인학과 박사과정

교 신 저 자 : 정의태 (Jung, Euitay)

한양대학교 ERICA 커뮤니케이션디자인학과 교수
junget@hanyang.ac.kr

<https://doi.org/10.46248/kids.2026.2.733>

접수일 2026. 05. 16. / 심사완료일 2026. 06. 01. / 게재확정일 2026. 06. 08. / 게재일 2026. 06. 30.

Abstract

As automobiles transform into intelligent terminals, smart cockpit HMI has become a key interface for information acquisition, interaction, and experience. Existing studies focus mainly on safety and cognitive load, while visual experience evaluation remains insufficient. This study examines Xiaomi SU7 and compares Tesla Model 3, NIO ET5, and XPeng P7i. Based on related theories, 24 design elements were extracted, and A-KANO and AHP were applied. The results show that one-dimensional requirements dominated, perceptual effectiveness had the highest weight, and information hierarchy clarity and key function recognizability were priority elements.

Keyword

Visual Experience(시각적 경험), Smart Cockpit(스마트 콕핏), HMI Design(HMI 디자인)

요약

자동차가 교통수단에서 지능형 단말로 전환됨에 따라 스마트 콕핏 HMI는 정보 획득, 인터랙션 이해 및 경험 지각에 영향을 미치는 핵심 매체로 자리잡고 있다. 기존 연구는 주로 차량용 인터페이스의 안전성과 인지 부하에 초점을 두었으며, 시각 경험 디자인 요소에 대한 체계적 평가는 여전히 부족한 실정이다. 이에 본 연구는 샤오미 SU7 스마트 콕핏을 중심으로 테슬라 Model 3, 니오 ET5 및 샤오펑 P7i를 비교 분석하여 HMI 시각 경험 평가 체계를 구축하고, 24개의 디자인 요소를 도출하였다. 연구 방법으로는 A-KANO 모델을 적용하여 사용자 요구 속성을 식별하고, AHP를 통해 전문가 가중치를 산정하였으며, 이를 2차원 매트릭스와 결합하여 통합 분석을 수행하였다. 분석 결과, 기대형 요구가 가장 높은 비중을 차지하였고, 지각 효능성의 가중치가 가장 높게 나타났다. 또한 시각적 위계 명확성과 핵심 기능 식별성은 우선적 최적화 요소로 확인되었다.

목차

1. 서론

- 1-1. 연구 배경 및 목적
- 1-2. 연구 범위 및 방법

2. 이론적 배경

- 2-1. 시각 지각과 인지 부하
- 2-2. 스마트 콕핏 시각적 진화
- 2-3. HMI 시각 디자인 지표 체계

3. 요소 추출 및 평가 방법 설계

- 3-1. 사례 분석 및 디자인 요소 추출

- 3-2. 연구 모형 및 분석 프레임워크
- 3-3. A-KANO 및 AHP 분석 방법

4 요소 추출 및 평가 방법 설계

- 4-1. A-KANO 및 AHP 분석 결과
- 4-2. A-KANO-AHP 통합 분석
- 4-3. HMI 시각 경험 디자인 최적화 전략

5. 결론

참고문헌

1. 서론

1-1. 연구의 배경 및 목적

스마트 전기차 산업의 급속한 발전은 자동차를 단순한 이동 수단에서 업무, 엔터테인먼트, 생활이 통합된 ‘모빌리티 공간’으로 변화시키고 있다. 2025년 중국 신에너지차 판매량은 1,649만 대로 전년 대비 28.2% 증가하며 시장 성장세를 이어갔다¹⁾. 이러한 변화는 스마트 콕핏 HMI의 시각 경험 평가 필요성을 확대한다. 특히 샤오미(Xiaomi) SU7은 출시 후 9개월 만에 136,854대가 인도되어 단기간 내 시장 반응이 확인된 사례이다. 차량용 휴먼 머신 인터페이스(HMI)는 운전자와 차량 지능형 시스템을 잇는 핵심 매개체로서, 그 디자인 품질은 주행 안전 및 사용자 경험과 직결된다. 샤오미 SU7과 같이 ‘Human × Car × Home’의 전 생애계 루프를 강조하는 모델이 시장에 출시됨에 따라, 스마트폰의 인터랙션 로직과 시각적 미학이 콕핏으로 전이되고 있으며, 이에 따라 기존의 HMI 디자인 평가 차원 또한 재구축될 필요가 있다.

기존 연구들은 주로 인터랙션의 안전성과 인지 부하에 초점을 맞추어 왔다. 차량용 정보 시스템(IVIS)은 주행 중 운전자 주의 분산을 야기할 수 있다.²⁾ 이는 HMI 디자인에서 주의 분산의 최소화가 기본 조건임을 의미한다. 그러나 자율주행 단계가 고도화되면서 사용자 평가 차원은 기초적 사용성에서 유희성과 경험 가치로 확장되고 있다. 사용자의 수용 의도는 자율주행 자동차의 사회적 확산과 상업적 성공을 촉진하는 결정적 요인이 되었다.³⁾ 이에 따라 HMI 디자인은 정보 배열을 넘어 향락적 동기와 기술 수용도를 높이는 요소로 작용하며, 인터페이스의 시각적 특성에 대한 분석은 지능형 인터랙션 평가의 주요 과제가 된다.

- 1) China Association of Automobile Manufacturers, ‘2025 China NEV Sales Data’, cited in The State Council of the People’s Republic of China, 2026.
- 2) Jun Ma, Jiateng Li, Zaiyan Gong, ‘Evaluation of driver distraction from in-vehicle information systems: A simulator study of interaction modes and secondary tasks classes on eight production cars’, International Journal of Industrial Ergonomics, 2022, p.1.
- 3) Dong Liu, Taotao Liu, Sangbum Son, Muwen Wang, ‘When driving becomes enjoyable: the role of hedonic motivation and interaction quality in the adoption of autonomous vehicles’, Transportation Research Part F: Psychology and Behaviour, 2026, p.1.

본 연구는 샤오미 SU7의 HMI 시각 디자인을 대상으로, 스마트 콕핏 환경에서의 시각 경험을 평가하고 최적화 방향을 제시하는 데 목적이 있다. 첫째, 시각 지각, 인지 부하, 스마트 콕핏의 시각적 전환 특성 및 사례 분석을 바탕으로 HMI 시각 디자인 평가 지표 체계를 구축한다. 둘째, 사용자 설문조사에는 A-KANO 모델을 적용하여 디자인 요소의 품질 속성을 식별하고, 전문가 평가에는 AHP 계층 분석법을 적용하여 요소별 중요도와 가중치를 산출한다. 셋째, A-KANO와 AHP 결과를 종합하여 2차원 매트릭스 분석을 실시하고, 핵심 개선 요소와 우선순위를 도출하여 HMI 시각 경험 개선을 위한 디자인 최적화 전략을 제시한다.

1-2. 연구 범위 및 방법

본 연구는 샤오미 SU7에 탑재된 하이퍼 OS(Hyper OS) 스마트 콕핏 시스템을 핵심 연구 대상으로 하며, 시각적 인터페이스 요소, 인터랙션 동역학(애니메이션), 카드형 레이아웃 및 크로스 디바이스 생태계 연동 특성에 중점을 둔다. 평가 요소 추출의 포괄성과 객관성을 높이기 위해, 세 가지 주요 스마트 콕핏 제품을 비교 사례로 선정하여 분석한다.

연구 방법론 측면에서 본 논문은 이론 분석, 사례 연구 및 정량 분석을 결합한 연구 프로세스를 구축하였다. 첫째, 문헌 연구법을 통해 시각 지각, 인지 부하 및 사용자 경험 관련 이론을 고찰하고, HMI 시각적 경험 평가를 위한 지표 구축의 기초를 명확히 한다. 둘째, 사례 분석법을 활용하여 샤오미 SU7 및 경쟁 모델의 시스템을 비교 분석하고, 핵심 디자인 요소를 추출 및 통합하여 평가 지표군을 형성한다. 셋째, A-KANO 모델을 도입하여 사용자 요구사항 조사 및 속성 분류를 실시하고, 레이다 차트를 결합하여 각 요소의 품질 특성을 시각화하여 표현한다. 넷째, AHP를 사용하여 판단 행렬을 구축하고, 전문가 비교를 통해 각 요소의 가중치 분포를 결정한다. 이러한 과정을 바탕으로 A-KANO와 AHP 방법의 교차 분석을 수행하며, 이를 통해 샤오미 SU7 스마트 콕핏 HMI 디자인의 핵심 영향 요소 및 최적화 우선순위를 식별하고자 한다. 이러한 연구 절차를 통해 본 연구는 이론적 평가 차원의 도출, 사례 기반 디자인 요소 추출, 사용자 지각 분석, 전문가 가중치 산정 및 종합 우선순위 도출을 순차적으로 수행하였다.

2. 이론적 배경

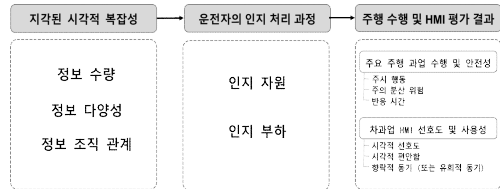
2-1. 시각 지각과 인지 부하

운전자의 시각적 주의력은 주행이라는 주과업과 차량 내 차과업 사이에 배분되는 제한된 인지 자원이다.⁴⁾ 인터페이스 인터랙션은 주행 주의와 경합하며, 차량용 HMI 디자인에서 핵심 제약으로 작용한다. 인터페이스 요소는 주행 중 즉각적으로 지각되고 인지 부하로 전환되므로, 그 구조와 표현 방식은 주행 안전과 직접 연결된다.

사용자 경험은 추상적 전략 단계에서 구체적 표현 단계에 이르는 다층적 구조로 이해할 수 있다. Garrett의 5단계 요소 모델에서 표현 단계는 사용자가 정보를 직접 지각하는 접점이며, 정보 흐름은 구조 단계와 프레임워크 단계의 조직 논리를 바탕으로 조절되어야 한다.⁵⁾ 따라서 차량용 HMI에서 정보 위계가 불명확하면, 정보량이 충분하더라도 시각적 간섭과 주의 분산이 발생할 수 있다.

지각된 시각적 복잡성은 정보 수량, 다양성, 조직 관계로 설명된다. 수량은 요소의 밀집 정도를, 다양성은 표현 방식의 차이를, 관계는 배치와 구조 논리를 의미한다. 특히 구조적 관계는 지각 부하에 직접 영향을 미치며, 체계적 시각 조직은 운전자의 처리 비용을 낮춘다. 이러한 작용 경로를 설명하기 위해 본 연구는 Garrett의 모델을 바탕으로 ‘차량용 HMI 시각 지각 및 인지 부하 작용 기제 모델’을 구축하였으며, 이는 [그림 1]와 같다. 복잡한 인터페이스 자극은 제한된 인지 자원을 점유하며, 차량 내 부차 과업으로 인한 시각적 주의 분산은 교통사고를 유발하는 주요 요인으로 지적된다.⁶⁾ 따라서 차량용 인터페이스는 단순한 정보 나열보다 구조와 위계의 최적화를 통해 시각적 요구 수준과 주의 분산 가능성을 낮추어야 한다. 또한 지각된 시각

적 복잡성은 IVMS의 사용성과 사용자 선호도에 영향을 미치는 주요 변수로 작용한다.⁷⁾ 이에 따라 시각적 위계, 모듈형 레이아웃, 적응형 컴포넌트, 시각적 코딩 기반의 실시간 피드백은 정보 인식 효율을 향상하고 조작 오류를 감소시키는 핵심 요소로 볼 수 있다.⁸⁾ 이러한 논의는 차량용 HMI 디자인이 단순한 시각 표현을 넘어, 제한된 주의 자원 안에서 정보 탐색, 인지 처리, 조작 안정성을 통합적으로 고려해야 함을 시사한다.



[그림 1] HMI 시각 지각 및 인지 부하 작용 기제

2-2. 스마트 콕핏 시각적 진화

2.1절에서 논의한 시각 지각과 인지 부하 메커니즘을 바탕으로, 차량용 인간-기계 인터랙션은 스마트 콕핏의 맥락에서 이해될 필요가 있다. 자동차가 지능형 단말로 전환되면서 콕핏은 운전 제어 공간을 넘어 ‘이동형 제3공간’으로 확장되었고, 시각 인터랙션의 중심도 조작 피드백에서 정보 신호와 감성적 경험으로 이동하고 있다. 자동화 신뢰는 인간과 자동화 시스템의 상호작용에서 핵심 역할을 하며,⁹⁾ 시각적 인터페이스의 직관성과 투명성은 사용자의 시스템 수용도와 밀접하게 관련된다. 이러한 변화에 근거하여 본 연구는 스마트 콕핏 시각 인터랙션의 단계적 진화 모델을 구축

4) Iwona Grobelna, David Mailland, Mikołaj Horwat, ‘Design of Automotive HMI: New Challenges in Enhancing User Experience, Safety, and Security’, Appl. Sci. (MDPI), 2025, p.3.

5) Jesse James Garrett, ‘The Elements of User Experience: User-Centered Design for the Web and Beyond (2nd Edition)’, New Riders, 2011, p.21.

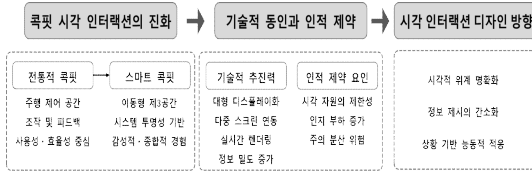
6) Hillka Grah, Tuomo Kujala, ‘Impacts of Touch Screen Size, User Interface Design, and Subtask Boundaries on In-Car Task’s Visual Demand and Driver Distraction’, International Journal of Human-Computer Studies, Vol.142, 2020, p.1.

7) Seul Chan Lee, Hwan Hwangbo, Yong Gu Ji, ‘Perceived Visual Complexity of In-vehicle Information Display and Its Effects on Glance Behavior and Preferences’, International Journal of Human-Computer Interaction, 2016, p. 213.

8) Anael Vizcarra, Gustavo Quiroz, Jose Cornejo, ‘The Impact of User Interface and Experience (UI/UX) Design on Visual Ergonomics: A Technical Approach for Reducing Human Error in Industrial Settings’, Designs (MDPI), 2026, p.1.

9) Kumar Akash, Griffon McMahon, Tahira Reid, and Neera Jain, ‘Human Trust-Based Feedback Control: Dynamically Varying Automation Transparency to Optimize Human-Machine Interactions’, IEEE Control Systems Magazine, 2020, p. 100.

하였으며, 이는 [그림 2]에 제시되어 있다.



[그림 2] 스마트 콕핏 시각 인터랙션 논리 진화

기술적 측면에서 연산 능력의 향상은 대형 디스플레이, 다중 스크린 협업, 실시간 렌더링의 발전을 촉진하였다. 그러나 정보 밀도의 증가는 인지 부하를 심화시키고 제한된 시각 자원과 충돌한다. 주행 중 IMS 사용은 주행 주과업으로부터 주의를 분산시켜 안전 운행을 위협할 수 있다.¹⁰⁾ 따라서 스마트 콕핏 디자인은 정보의 풍부함과 인지적 제어 가능성 사이의 균형을 확보하고, 수동적 정보 제시에서 상황 기반의 능동적 적용으로 전환되어야 한다.

자율주행 단계가 높아질수록 사용자의 역할은 조작 집행자에서 경험 참여자로 변화한다. 이에 따라 시각 평가 차원도 효율성 중심에서 안전성, 심리적 편안함, 장기적 사용 경험을 포함하는 방향으로 확장된다. 운전 중 휴대전화 사용은 대표적인 분심 요인으로 지속적으로 논의되어 왔으며,¹¹⁾ 이는 콕핏 시각 환경이 단기적 가독성뿐 아니라 운전자 상태 유지와 시각 피로도까지 고려해야 함을 시사한다. 또한 인터랙션 디자인은 단순한 사용성을 넘어 즐거움, 몰입, 매력과 같은 경험적 가치를 중시하는 방향으로 변화하고 있다.¹²⁾ 이러한 흐름은 후속 HMI 시각 경험 평가 차원 구축의 이론적 기반이 된다.

2-3. HMI 시각 디자인 지표 체계

사용자 경험(UX)은 특정 제품, 시스템 또는 서비스를 사용하는 과정에서 나타나는 행동, 태도, 감정을 포괄한다.¹³⁾ 따라서 HMI 시각 디자인 지표는 기능적 효율성에만 한정될 수 없으며, 감각적 지각과 정서적 반응을 포괄해야 한다. 스마트 콕핏의 정보 밀도가 높아짐에 따라 운전자의 인터페이스 평가는 단순한 과업 수행 효율을 넘어 시각적 위계의 명확성, 레이아웃의 일관성, 피드백의 자연성에 대한 요구로 확장된다.

사용자 경험 평가 프레임워크는 추상적 지각 과정을 평가 가능한 디자인 변수로 전환하는 이론적 근거를 제공한다. 차량용 HMI의 시각 경험은 표면적 표현에 국한되지 않으며, 정보 구조, 레이아웃, 요소 수량, 색채 구성, 시각적 탐색 효율과 밀접하게 관련된다. 차량용 계기판 연구에서도 일부 객관적 측정 변수는 지각된 시각적 복잡성과만 관련되지만, 다른 변수는 주관적 지각과 행동 측정에 모두 영향을 미치는 것으로 나타났다.¹⁴⁾ 이를 바탕으로 본 연구는 HMI 시각 경험 평가 차원 구조 모델을 구축하였으며, 그 내용은 [그림 3]에 제시하였다.

평가 지표는 정보 전달 효율과 인간공학적 안전성의 균형을 전제로 한다. 차량용 정보 시스템이 복잡해질수록 입력 과정의 잠재적 위험도 증가하므로, 터치 버튼의 형태, 색채 조합 및 테두리 등 구체적 인터페이스 요소는 정보 표시 효율과 조작 안전성을 함께 고려해 설계되어야 한다.¹⁵⁾ 기존 연구와 인지 부하 이론을 종합하여, 본 연구는 HMI 시각 경험 평가를 지각 효능성, 인터랙션 일관성, 감성적 심미성의 세 가지 1차 차원으로 도출하였다. 또한 생성형 AI 요소를 활용한 사

10) Qi Zhong, Jinyi Zhi, Yongsheng Xu, Pengfei Gao, and Shu Feng, 'Assessing driver distraction from in-vehicle information system: an on-road study exploring the effects of input modalities and secondary task types', Scientific Reports, 2024, p. 1.

11) Oscar Oviedo-Trespalacios, Md. Mazharul Haque, Mark King, and Simon Washington, 'Understanding the impacts of mobile phone distraction on driving performance: A systematic review', Transportation Research Part C, 2016, p. 360.

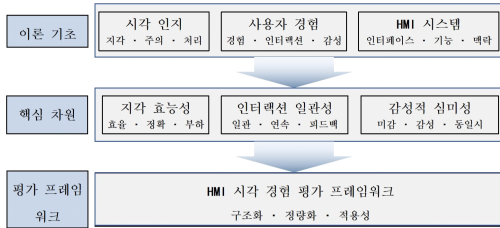
12) Dorian Peters, Rafael A. Calvo, and Richard M. Ryan, 'Designing for Motivation, Engagement and Wellbeing in Digital Experience', Frontiers in Psychology, 2018, p. 1.

13) Mohammad Zarour, Mubarak Alharbi, 'User experience framework that combines aspects, dimensions, and measurement methods', Cogent Engineering, 2018, p.2.

14) Sol Hee Yoon, Ji Hyoun Lim, Yong Gu Ji, 'Perceived Visual Complexity and Visual Search Performance of Automotive Instrument Cluster: A Quantitative Measurement Study', International Journal of Human-Computer Interaction, Vol.31 No.12, 2015, p.890.

15) Suhwan Jung, Jaehyun Park, Jungchul Park, Mungyeong Choe, Taehun Kim, Myungbin Choi, Seunghwan Lee, 'Effect of Touch Button Interface on In-Vehicle Information Systems Usability', International Journal of Human-Computer Interaction, Vol.37 No.15, 2021, p.1404.

용자 경험 기반 콘텐츠 생성 접근은 지능화된 콘텐츠 제시 방식이 사용자 지각에 미치는 영향을 고려해야 함을 시사한다.¹⁶⁾ 각 차원의 이론적 근거와 도출 논리는 [표 1]에 정리하였다.



[그림 3] 평가 차원 구조 모델

[표 1] HMI 시각 경험 차원의 이론적 근거

차원 명칭	이론 출처 유형	주요 근거	핵심 개념
지각 효능성	시각 인지, 인지 부하	Lee et al.(2016), Maetal.(2022)	정보 처리 효율, 시각적 부하 제어, 위계 명확성
인터랙션 일관성	UX 프레임워크, 인터랙션 디자인	Garrett(2011), Jungetal.(2021)	구조 일관성, 경로 연속성, 피드백 안정성
감성적 심미성	경험 디자인, 동기 및 신뢰	Liu et al.(2026), Petersetal.(2018)	감성 경험, 시각적 즐거움, 시스템 신뢰

3. 요소 추출 및 평가 방법 설계

3-1. 사례 분석 및 디자인 요소 추출

현실적 근거와 보편성을 갖춘 차량용 HMI 시각 경험 평가 체계를 구축하기 위해, 본 연구는 제2장에서 제시한 지각 효능성, 인터랙션 일관성, 감성적 심미성의 세 가지 평가 차원을 기준으로 사례 분석을 수행하였다. 핵심 분석 대상은 샤오미 SU7에 탑재된 샤오미 하이퍼 OS 스마트 콕핏 시스템으로 설정하였으며, 비교 사례로 Tesla Model 3, NIO ET5 및 XPeng P7i를 선정하였다. 사례 선정은 단순한 브랜드 인지도나 판매량이 아니라, 공식 제품 자료, 사용자 매뉴얼, 기술 발표 자료 및 관련 산업 보고서에서 확인 가능한 HMI 구성 특성을 근거로 하였다. 구체적으로는 스마트 콕핏 기능의 명확성, 시각 인터페이스 자료의 확보 가능성,

정보 표시 및 조작 방식의 비교 가능성, 브랜드별 HMI 전략의 차별성을 기준으로 삼았다. 이에 따라 샤오미 SU7은 생태계 연동과 멀티스크린 시각 경험을 보여주는 핵심 사례로, Tesla Model 3는 중앙 집중형 터치스크린 기반 인터페이스의 비교 사례로, NIO ET5는 다중 화면과 감성적 콕핏 경험의 비교 사례로, XPeng P7i는 지능형 인터랙션과 음성-터치 통합 경험의 비교 사례로 활용하였다.

분석 과정에서는 먼저 각 사례의 공식 자료와 사용자 매뉴얼을 중심으로 인터페이스 화면 구성, 정보 위계, 레이아웃 구조, 색채와 아이콘 표현, 동적 피드백, 교차 디바이스 연동 방식 등 시각 경험과 관련된 내용을 수집하였다. 이후 샤오미 SU7의 인터페이스 레이아웃, 정보 구조, 시각적 스타일 및 피드백 방식을 중심으로 핵심 디자인 특성을 분해하고, 경쟁 사례와의 횡적 비교를 통해 각 브랜드의 시각 조직 및 인터랙션 전략 차이를 정리하였다. 이러한 과정은 단일 사례의 특징을 일반화하는 한계를 줄이고, 스마트 콕핏 HMI 시각 경험을 구성하는 공통 요소와 차별 요소를 함께 도출하기 위한 절차이다.

디자인 요소의 도출은 이론적 차원과 사례 분석 결과를 교차 검토하는 방식으로 이루어졌다. 시각 지각 및 인지 부하 관련 논의에서는 정보량, 정보 밀도, 시각적 위계, 가독성, 탐색 효율성과 관련된 요소를 추출하였다. HMI 인터랙션 및 사용자 경험 관련 논의에서는 조작 경로, 피드백 명확성, 인터랙션 일관성, 교차 디바이스 연동성과 관련된 요소를 정리하였다. 또한 스마트 콕핏이 단순한 주행 제어 공간을 넘어 경험 중심 공간으로 확장되고 있다는 점을 고려하여, 시각적 미감, 감성적 색채 표현, 애니메이션의 자연성, 몰입감 및 브랜드 인지성과 관련된 요소를 보완하였다. 이후 의미가 중복되거나 범위가 과도하게 넓은 항목은 통합하고, 각 요소가 설문 문항과 전문가 평가 항목으로 전환될 수 있도록 조작적 정의를 부여하였다.

추가 분석 결과, 일부 요소는 샤오미 SU7에서 확인되지만 핵심 특징으로 충분히 드러나지 않는 경우가 있었다. 예를 들어 감성적 시각 표현과 인터페이스 간 피드백 연속성은 NIO ET5 사례를 통해 보완하였으며, 동적 피드백과 제스처 일관성은 XPeng P7i 사례를 통해 강화하였다. 정보 밀도 제어와 조작 경로의 간결성은 Tesla Model 3의 중앙 터치스크린 기반 인터페이스 구조를 참고하여 정리하였다. 이러한 보완 과정을 통해 요소 체계의 완전성과 대표성을 높이고자 하였다.

최종적으로 본 연구는 지각 효능성, 인터랙션 일관

16) Mohammad Javad Shayegan, Hossein Hosseinpour, 'A hybrid approach to content generation based on user experience using generative AI elements', Machine Learning with Applications (Elsevier), 2025, p.1.

[표 2] HMI 시각적 경험 평가 지표 체계

차원	번호	요소	조작성 정의	주요 추출 사례
B1 지각 효능성	C1	시각적 위계 명확성	시각적 위계 구분 정도	샤오미 SU7, 테슬라 Model 3
	C2	정보 밀도 제어	단위 인터페이스 정보 밀도	테슬라 Model 3, 샤오미 SU7
	C3	시각적 탐색 효율성	목표 정보 탐색 속도	샤오미 SU7, 샤오펑 P7i
	C4	아이콘 인지성	아이콘 의미 인지 정확성	샤오펑 P7i, 샤오미 SU7
	C5	텍스트 가독성	텍스트 정보 가독성	테슬라 Model 3, 샤오미 SU7
	C6	색상 대비도	인터페이스 요소 대비 강도	샤오미 SU7, 니오 ET5
	C7	핵심 기능 식별성	핵심 기능 식별성	샤오미 SU7, 테슬라 Model 3
	C8	정보 그룹화의 합리성	정보 구조 명확성	니오 ET5, 샤오미 SU7
	C9	시각적 부하의 균형성	시각 자원 점유 균형성	테슬라 Model 3, 샤오미 SU7
B2 인터랙션 일관성	C10	레이아웃 일관성	인터페이스 구조 반복성	테슬라 Model 3, 샤오미 SU7
	C11	내비게이션 구조의 명확성	조작 경로 이해 가능성	샤오미 SU7, 샤오펑 P7i
	C12	조작 경로의 간결성	과업 수행 단계 수	테슬라 Model 3, 샤오미 SU7
	C13	인터랙션 논리의 통일성	조작 규칙 통일성	샤오미 SU7, 니오 ET5
	C14	제스처 조작 일관성	제스처 조작 일관성	샤오펑 P7i, 샤오미 SU7
	C15	교차 인터페이스 피드백 일관성	교차 인터페이스 피드백 일관성	니오 ET5, 샤오미 SU7
	C16	인터랙션 피드백의 적시성	조작 응답 시간 지각	샤오펑 P7i, 샤오미 SU7
	C17	상태 피드백의 명확성	시스템 상태 표현 명확성	샤오미 SU7, 테슬라 Model 3
	C18	교차 디바이스 연동 일관성	교차 디바이스 인터랙션 일관성	니오 ET5, 샤오미 SU7
B3 감성적 심미성	C19	인터페이스 스타일의 통일성	시각 스타일 일관성	샤오미 SU7, 니오 ET5
	C20	시각적 미감	인터페이스 미학적 표현	니오 ET5, 샤오미 SU7
	C21	색상의 감성 표현	색채 감정 전달성	니오 ET5, 샤오미 SU7
	C22	인터랙션 애니메이션의 유연성	애니메이션 전환 자연성	샤오펑 P7i, 샤오미 SU7
	C23	몰입감	인터페이스 연속 경험 강도	샤오미 SU7, 샤오펑 P7i
	C24	브랜드 인지성	브랜드 시각 인지성	테슬라 Model 3, 샤오미 SU7

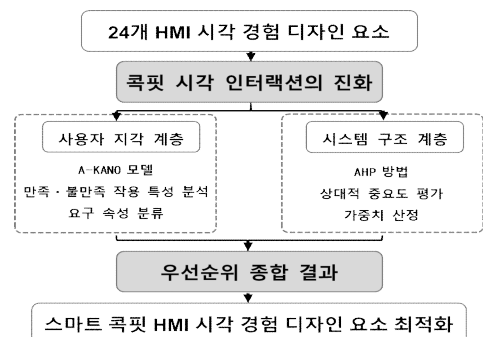
성, 감성적 심미성의 세 가지 1차 차원 아래 총 24개의 2차 디자인 요소를 도출하였다. 각 요소는 선행 이론에서 도출된 개념적 근거와 사례 분석에서 확인된 시각적·인터랙션적 특성을 바탕으로 정리되었으며, 후속 A-KANO 요구 속성 분류와 AHP 가중치 분석을 위한 구조화된 평가 지표로 활용된다. 구체적인 분류 체계는 [표 2]와 같다.

3-2. 연구 모형 및 분석 프레임워크

디자인 요소의 도출과 구조적 규정이 완료된 이후에는 다차원 지표 체계 안에서 각 요소의 요구 속성과 상대적 중요도를 함께 판단할 필요가 있다. 사용자 지각 기반 방법은 디자인 요소가 만족도와 불만족도에 미치는 비대칭적 영향을 파악하는 데 유용하며 (Kano et al., 1984; Mikulić & Prebežac, 2011), 구조적 의사결정 방법은 각 지표가 전체 평가 체계에서 갖는 상대적 중요성을 정량화하는 데 활용된다 (Saaty, 1980). 그러나 단일 방법만으로는 사용자 지각 특성과 구조적 가중치를 동시에 반영하기 어렵다. 이에 본 연구는 사용자 지각 계층과 시스템 구조 계층을 결합한 통합 분석 프레임워크를 설정하였으며, 그 구조는 [그림 4]에 제시하였다.

해당 프레임워크에서 사용자 지각 계층은 A-KANO 모델을 통해 각 디자인 요소의 요구 속성을 분류하는 역할을 한다. 이 계층은 요소가 충족되었을 때의 만족도와 결핍되었을 때의 불만족도를 함께 고려함으로써, 사용자가 어떤 요소를 기본 조건, 기대 조건 또는 부가적 매력 요인으로 인식하는지를 파악한다. 시스템 구조 계층은 AHP 방법을 통해 각 요소의 상대적 중요도와 가중치를 산정하는 역할을 한다. 이 계층은 전문가 판단을 바탕으로 기준 차원과 세부 지표 간의 구조적 관계를 정량화한다.

두 분석 경로는 서로 다른 평가 목적에 대응한다. A-KANO 결과는 사용자 관점에서의 요구 속성과 결핍



[그림 4] 평가 차원 구조 모델

위험을 설명하고, AHP 결과는 평가 체계 내부에서 각 요소가 갖는 구조적 우선순위를 제시한다. 본 연구는 두 결과를 종합하여 HMI 시각 경험 디자인 요소의 최적화 우선순위를 도출하고, 이후 통합 매트릭스 분석을 통해 핵심 개선 영역과 전략적 강화 영역을 구분한다.

3-3. A-KANO 및 AHP 분석 방법

사용자 지각 계층에서는 A-KANO 모델을 도입하여 디자인 요소의 요구 속성을 식별하였다. 해당 방법은 정방향 및 역방향 평가 항목을 통해 요소가 ‘충족’ 및 ‘결핍’ 상태에서 만족도와 불만족도에 미치는 영향을 규명한다. 정방향 평가는 x , 역방향 평가는 y , 중요도는 w 로 정의하며, 가중 만족도와 가중 불만족도는 식(1)과 식(2)에 제시되어 있다. 이때 $\bar{x}$ 는 요소가 충족될 때의 만족도 수준을, $\bar{y}$ 는 요소가 결핍될 때의 불만족도 수준을 의미한다. 각 요소는 극좌표 공간에 매핑되어 평가 벡터 $S_i = (s_i, \alpha_i)$ 를 구성하며, 그 계산은 식(3)에 제시되어 있다. 여기서 $i=1,2,\dots,24$, s_i 는 종합 지각 강도, α 는 만족도와 불만족도 간의 관계 각도를 나타내며, 식(4)에 따라 요구 유형이 판정된다.

$$\bar{x} = \frac{1}{w} \sum_{j=1}^n w_j x_j \quad \text{식(1)}$$

$$\bar{y} = \frac{1}{w} \sum_{j=1}^n w_j y_j \quad \text{식(2)}$$

$$s_i = \sqrt{\bar{x}^2 + \bar{y}^2} \quad \text{식(3)}$$

$$\begin{cases} |s_i| \leq 0.5 \\ 0.5 < |s_i| \leq 1 \wedge \alpha \leq 25^\circ \\ 0.5 < |s_i| \leq 1 \wedge 25^\circ \leq \alpha \leq 65^\circ \\ 0.5 < |s_i| \leq 1 \wedge 65^\circ < \alpha \leq 90^\circ \end{cases} \quad \text{식(4)}$$

설문 설계에서는 24개 디자인 요소를 기반으로 정방향 평가, 역방향 평가 및 중요도 평가의 세 가지 문항을 구성하였다. ‘C1 시각적 위계 명확성’을 예로 한 설문 구조는 [그림 5]과 같다. 모든 문항은 5점 리커트 척도를 적용하였으며, 데이터 처리 과정에서 비대칭 변환을 수행하고 중요도는 0~1 범위로 정규화하였다. 실험 절차는 설문 배포, 표본 선별, 데이터 부호화, 정규화 처리 및 요구 유형 판정의 단계로 구성된다.

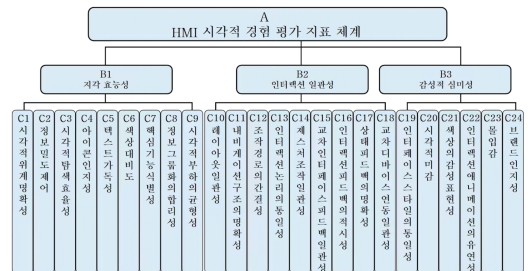
A-KANO 사용자 설문은 스마트 전기가 및 차량용 HMI에 대한 기본 인지 또는 사용 경험이 있는 응답자를 대상으로 하였으며, 문항은 24개 디자인 요소의 조작적 정의를 바탕으로 구성한 뒤 표현의 명확성과 지

C1: 시각적 위계 명확성										
	매우 좋다	좋다	보통 이다	싫다	매우 싫다					
이 기능을 사용할 수 있을 때	1	0.5	0	-0.25	-0.5					
이 기능을 사용할 수 없을 때	-0.5	-0.25	0	0.5	1					
당신이 생각하는 이 기능의 중요도는										
조금도 중요하지 않다* → 매우 중요하다										
	0	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1

[그림 5] 기능만족도 조사 설문 설계

표 대응성을 검토하여 확정하였다. AHP 전문가가 평가는 총 7인을 대상으로 실시하였으며, 자동차 HMI 관련 엔지니어 1인, 인터페이스 및 시각 디자인 실무 전문가 2인, 디자인 UX 관련 대학교수 2인, 관련 분야 박사 연구자 2인으로 구성하였다.

시스템 구조 계층에서는 AHP 방법을 도입하여 디자인 요소의 중요도를 산정하였다. 계층 구조 모델은 [그림 6]와 같이 목표 계층, 기준 계층 및 지표 계층으로 구성된다. 목표 계층은 HMI 시각 경험 최적화이며, 기준 계층은 지각 효능성, 인터랙션 일관성 및 감성적 심미성으로 이루어지고, 지표 계층은 24개 디자인 요소로 구성된다. 판단 행렬과 고유벡터 방법을 통해 가중치를 산출하고 일관성 검증을 수행하였다. CR 계산은 식(5), CR 계산은 식(6)에 제시되어 있으며, $CR < 0.1$ 일 경우 판단 행렬은 수용 가능한 일관성을 갖는다.



[그림 6] AHP 모델 평가 구조

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) \quad \text{식(5)}$$

$$CR = CI / RI \quad \text{식(6)}$$

AHP 설문은 1-9 척도를 적용하여 구성하였으며, 전문가들은 기준 계층과 지표 계층의 요소를 쌍대 비교하는 방식으로 평가하였다. 분석 절차는 전문가 평가 수집, 판단 행렬 구성, 일관성 검증 및 가중치 산정으로 이루어졌으며, 이를 통해 국부 가중치와 종합 가중치를 도출하였다. A-KANO 결과는 사용자 지각 기반 요구 속성을 반영하고, AHP 결과는 구조적 중요성을 반영하므로, 두 결과의 결합은 후속 통합 분석을 위한 근거로 활용된다.

4. 결과 분석

4-1. A-KANO 및 AHP 결과 분석

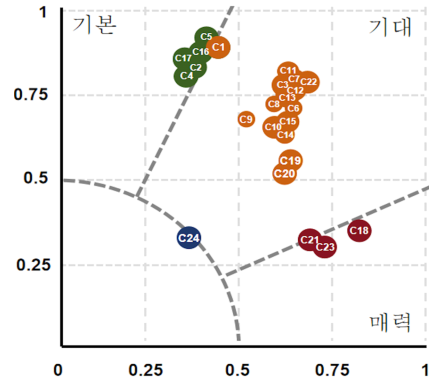
제3장에서 설정한 분석 절차에 따라, 본 절에서는 A-KANO 사용자 설문과 AHP 전문가 평가 데이터를 바탕으로 24개 HMI 시각 디자인 요소의 요구 속성과 구조적 중요도를 분석하였다. A-KANO 설문은 총 337부를 배포하여 318부를 회수하였으며, 이 중 유효 설문은 285부로 나타났다. 유효 표본 데이터를 기반으로 24개 HMI 시각 디자인 요소에 대해 계산을 수행하여 각 요소의 $\bar{x}$, $\bar{y}$, $\bar{w}$ 및 요구 유형을 도출하였으며, 결과는 [표 3]에 제시되어 있다. 신뢰도 분석 결과, $\bar{x}$ 차원의 Cronbach's α 는 0.806, $\bar{y}$ 차원은 0.765, $\bar{w}$ 차원은 0.773, 전체 Cronbach's α 는 0.870으로 나타나 설문 데이터가 양호한 내적 일관성을 갖는 것으로 확인되었다.

[표 3] 사용자 만족도 조사 데이터 통계

일련 번호	$\bar{w}$	$\bar{x}$	$\bar{y}$
C1	0.833	0.438	0.882
C2	0.845	0.376	0.818
C3	0.849	0.611	0.766
C4	0.859	0.347	0.783
C5	0.753	0.398	0.896
C6	0.853	0.644	0.702
C7	0.903	0.620	0.766
C8	0.858	0.584	0.716
C9	0.886	0.507	0.671
C10	0.841	0.585	0.634
C11	0.894	0.612	0.778
C12	0.899	0.627	0.749
C13	0.899	0.607	0.748
C14	0.841	0.610	0.624
C15	0.848	0.615	0.660
C16	0.753	0.392	0.858
C17	0.745	0.364	0.865
C18	0.832	0.809	0.343
C19	0.806	0.626	0.545
C20	0.810	0.632	0.535
C21	0.762	0.677	0.315
C22	0.805	0.643	0.754
C23	0.702	0.715	0.290
C24	0.578	0.362	0.318

A-KANO 분석 결과, 기대형 요구는 총 15개로 나타났다. C1 시각적 위계 명확성, C3 시각적 탐색 효

율성 등이 포함된다. 기본형 요구는 총 5개로 나타났으며, C2 정보 밀도 제어, C4 아이콘 인지성, C5 텍스트 가독성 등이 이에 해당한다. 매력형 요구는 총 3개로 나타났으며, C18 교차 디바이스 연동 일관성, C21 색상의 감성 표현 및 C23 물입감이 포함된다. 무차별 요구는 C24 브랜드 인지성으로 나타났다. 각 요소의 만족도와 불만족도 차원에서의 분포 상태를 제시하기 위해 본 연구는 결과를 극좌표 그래프로 시각화하였으며, 이는 [그림 7]에 제시되어 있다.



[그림 7] A-KANO 모델 분석

AHP 분석에서는 각 계층 판단 행렬의 일관성 검증 결과가 [표 4]에 제시되어 있으며, 목표 계층과 각 기준 계층의 CR 값은 모두 0.1 이하로 나타나 일관성 기준을 충족하였다. 기준 계층 판단 행렬은 [표 5]에 제시되어 있으며, 시각 효능성 B1의 가중치가 0.44로 가장 높게 나타났고, 인터랙션 일관성 B2는 0.35, 감성적 심미성 B3는 0.21로 나타났다. 지표 계층 판단 행렬은 [표 6]에 제시되어 있으며, 종합 가중치와 순위 결과는 [표 7]에 제시되어 있다. 종합 가중치가 높은 요소로는 C7 핵심 기능 식별성, C1 시각적 위계 명확성, C22 인터랙션 애니메이션의 유연성, C4 아이콘 인지성 및 C8 정보 그룹화의 합리성이 나타났다. A-KANO 결과는 사용자 시각 기반 요구 속성을 반영하고, AHP 결과는 시스템 구조적 중요성을 반영하며, 두 결과는 후속 통합 분석을 위한 근거를 제공한다.

[표 4] 일관성 검증

지표	$\lambda_{\max}$	CI	RI	CR
A	3.063	0.031	0.580	0.054
B1	9.406	0.051	1.450	0.035
B2	9.368	0.046	1.450	0.032
B3	6.087	0.017	1.240	0.014

[표 5] 지표 계층 B의 판단 행렬

A	B1	B2	B3	가중치
B1	1.00	1.64	1.62	0.44
B2	0.61	1.00	2.09	0.35
B3	0.62	0.48	1.00	0.21

[표 6] 지표 계층 C의 판단 행렬

B1	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	가중치
C1	1	3.31	0.62	0.93	2.04	3.92	0.93	1.90	2.86	0.17
C2	0.30	1	0.65	0.31	0.40	1.66	0.43	0.38	0.88	0.06
C3	1.60	1.54	1	0.73	0.66	1.66	0.36	1.17	0.79	0.10
C4	1.08	3.23	1.37	1	1.39	1.94	0.50	0.95	1.37	0.13
C5	0.49	2.51	1.51	0.72	1	1.21	0.80	0.85	1.14	0.11
C6	0.26	0.60	0.60	0.51	0.82	1	0.30	0.39	0.48	0.05
C7	1.08	2.30	2.76	1.99	1.24	3.35	1	1.05	2.02	0.18
C8	0.53	2.66	0.85	1.05	1.17	2.54	0.95	1	1.94	0.13
C9	0.35	1.14	1.27	0.73	0.88	2.09	0.50	0.51	1	0.08
B2	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	가중치
C10	1	0.27	0.26	0.36	0.40	0.33	0.68	0.65	0.56	0.05
C11	3.65	1	0.79	1.14	1.53	1.94	0.99	0.93	1.72	0.14
C12	3.78	1.26	1	1.42	0.78	1.08	0.70	0.82	1.18	0.12
C13	2.76	0.88	0.70	1	1.26	1.17	0.50	0.59	0.91	0.10
C14	2.50	0.65	1.27	0.79	1	0.61	0.73	0.50	0.73	0.09
C15	3.00	0.51	0.93	0.85	1.64	1	0.85	1.00	0.63	0.11
C16	1.47	1.01	1.44	2.02	1.37	1.17	1	1.54	1.00	0.14
C17	1.54	1.08	1.21	1.70	1.99	1.00	0.65	1	0.67	0.12
C18	1.79	0.58	0.84	1.10	1.37	1.58	1.00	1.49	1	0.12
B3	C19	C20	C21	C22	C23	C24	가중치			
C19	1	0.33	0.96	0.29	0.81	0.81	0.10			
C20	3.00	1	2.04	0.70	1.23	0.93	0.20			
C21	1.04	0.49	1	0.31	0.77	0.59	0.10			
C22	3.48	1.42	3.23	1	1.66	1.53	0.29			
C23	1.23	0.81	1.31	0.60	1	0.65	0.14			
C24	1.23	1.08	1.70	0.65	1.54	1	0.18			

[표 7] 종합 가중치 및 순위

1차 지표	가중치	2차 지표	가중치	종합 가중치	순위
B1	0.44	C1	0.17	0.074	2
		C2	0.06	0.026	20
		C3	0.10	0.044	9
		C4	0.13	0.058	4
		C5	0.11	0.047	8
		C6	0.05	0.023	21
		C7	0.18	0.078	1
		C8	0.13	0.056	5
		C9	0.08	0.037	15
B2	0.35	C10	0.05	0.017	24
		C11	0.14	0.050	6
		C12	0.12	0.043	10
		C13	0.10	0.035	17
		C14	0.09	0.032	18
		C15	0.11	0.037	16
		C16	0.14	0.048	7
		C17	0.12	0.042	13
		C18	0.12	0.042	12

B3	0.21	C19	0.10	0.021	23
		C20	0.20	0.043	11
		C21	0.10	0.021	22
		C22	0.29	0.061	3
		C23	0.14	0.029	19
		C24	0.18	0.038	14

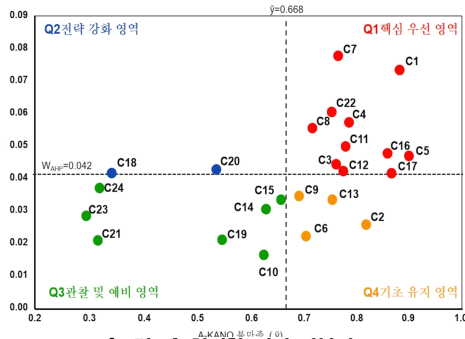
4-2. A-KANO-AHP 통합 분석

A-KANO 사용자 지각 결과와 AHP 전문가 가중치 결과를 통합하기 위해, 본 연구는 IPA 분석 논리를 기반으로 A-KANO-AHP 통합 평가 매트릭스를 구축하였다. 해당 매트릭스는 AHP 종합 가중치 W_{AHP} 를 세로축으로 설정하여 디자인 요소의 구조적 중요성을 나타내고, A-KANO 불만족도 $\bar{y}$ 를 가로축으로 설정하여 요소 결핍 시 발생하는 사용자 불만 위험 수준을 반영한다. 본 연구는 24개 디자인 요소의 W_{AHP} 평균값과 $\bar{y}$ 평균값을 판정 기준값으로 설정하여 네 가지 최적화 영역을 도출하였다. 종합 데이터와 사분면 분류 결과는 [표 8]에 제시되어 있으며, 네 가지 최적화 영역의 사분면 도식은 [그림 8]에 제시되어 있다. 구체적으로 W_{AHP} 는 정규화 처리 후 총합이 10이므로 산술 평균은 $1/24=0.042$ 로 계산되었으며, $\bar{y}$ 의 산술평균은

[표 8] 종합 데이터와 사분면 분류 결과

지표	W_{AHP}	수준	$\bar{y}$	수준 0.668	분류 결과
C1	0.074	높	0.882	높	Q1
C2	0.026	낮	0.818	높	Q4
C3	0.044	높	0.766	높	Q1
C4	0.058	높	0.783	높	Q1
C5	0.047	높	0.896	높	Q1
C6	0.023	낮	0.702	높	Q4
C7	0.078	높	0.766	높	Q1
C8	0.056	높	0.716	높	Q1
C9	0.037	낮	0.671	높	Q4
C10	0.017	낮	0.634	낮	Q3
C11	0.050	높	0.778	높	Q1
C12	0.043	높	0.749	높	Q1
C13	0.035	낮	0.748	높	Q4
C14	0.032	낮	0.624	낮	Q3
C15	0.037	낮	0.660	낮	Q3
C16	0.048	높	0.858	높	Q1
C17	0.042	높	0.865	높	Q1
C18	0.042	높	0.343	낮	Q2
C19	0.021	낮	0.545	낮	Q3
C20	0.043	높	0.535	낮	Q2
C21	0.021	낮	0.315	낮	Q3
C22	0.061	높	0.754	높	Q1
C23	0.029	낮	0.290	낮	Q3
C24	0.038	낮	0.318	낮	Q3

16.03/24=0.668로 산출되었다. 이에 따라 $W_{AHP} \geq 0.042$ 는 높은 구조 중요성, $W_{AHP} < 0.042$ 는 낮은 구조 중요성으로 구분하였으며, $\bar{y} \geq 0.668$ 는 높은 결핍 위험, $\bar{y} < 0.668$ 는 낮은 결핍 위험으로 구분하였다.



[그림 8] 최적화 영역 사분면도

제1사분면은 핵심 우선 영역으로, C1 시각적 위계 명확성, C7 핵심 기능 식별성 등이 포함되며, 높은 구조 중요성과 높은 결핍 위험을 동시에 가지므로 HMI 시각 경험 최적화에서 우선적으로 개선이 요구되는 영역이다. 제2사분면은 전략 강화 영역으로, C18 교차 디바이스 연동 일관성과 C20 시각적 미감 요소가 포함된다. 해당 영역은 구조 중요성은 높지만 결핍 위험은 낮아 경험 향상 및 차별화된 최적화 방향으로 활용될 수 있다. 제3사분면은 관찰 및 예비 영역으로, C21 색상의 감성 표현, C23 몰입감 등이 포함되며, 구조 중요성과 결핍 위험이 모두 낮아 후속 반복 설계 및 장기적 관찰 대상으로 적합하다. 제4사분면은 기초 유지 영역으로, C2 정보 밀도 제어, C13 인터랙션 논리의 통일성 등이 포함된다. 해당 영역은 구조 중요성은 낮지만 결핍 위험이 높으므로 기본 품질 수준을 유지하여 요소 결핍으로 인한 경험 저하를 방지할 필요가 있다. 이상의 결과는 후속 디자인 최적화 전략 수립을 위한 근거를 제공한다.

종합하면, A-KANO-AHP 통합 분석은 사용자 시각의 결핍 위험과 전문가 판단의 구조적 중요도를 함께 고려하여 개선 우선순위를 도출하기 위한 절차이다. 따라서 통합 매트릭스는 핵심 우선, 전략 강화, 관찰 및 예비, 기초 유지 영역을 구분하는 기준으로 활용된다.

4-3. HMI 시각 경험 디자인 최적화 전략

A-KANO-AHP 통합 분석 결과를 기반으로, HMI 시각 경험 최적화는 핵심 우선 영역, 전략 강화 영역, 관찰 및 예비 영역, 기초 유지 영역을 중심으로 차별화된 전략 체계를 형성해야 한다. 핵심 우선 영역의 요소는

높은 구조적 중요성과 높은 결핍 위험을 동시에 가지므로 디자인 최적화의 우선 대상이 된다. C1 시각적 위계 명확성, C7 핵심 기능 식별성 등의 요소에 대해서는 인터페이스 내 정보 위계, 핵심 기능 진입 구조 및 시각적 유도 관계를 강화할 필요가 있다. 이를 위해 명확한 모듈 구분, 핵심 정보 강조 및 고빈도 기능의 전면 배치를 통해 운전 상황에서의 정보 탐색 부담을 감소시켜야 한다.

전략 강화 영역의 요소는 구조적 중요성은 높지만 결핍 위험은 상대적으로 낮아 경험 차별화를 위한 방향으로 활용될 수 있다. C18 교차 디바이스 연동 일관성, C20 시각적 미감 등의 요소에 대해서는 기본 기능의 안정성을 전제로 차량 시스템, 모바일 기기 및 생태 디바이스 간의 시각적 연속성을 강화해야 한다. 또한 통일된 스타일, 동적 디테일 및 시각 품질 향상을 통해 전체 경험 수준을 향상시킬 필요가 있다.

관찰 및 예비 영역의 요소는 구조적 중요성은 낮지만 결핍 위험이 상대적으로 높아, 즉각적인 핵심 개선 대상보다는 후속 반복 설계에서 지속적으로 검토할 필요가 있다. C21 색상의 감성 표현, C23 몰입감 등의 요소는 다양한 주행 상황과 사용자 상태에 따라 만족도와 불만족도 반응이 달라질 수 있으므로, 색채 분위기, 인터랙션 애니메이션의 리듬 및 상황 기반 인터페이스 표현을 점진적으로 조정할 필요가 있다.

기초 유지 영역의 요소는 구조적 중요성과 결핍 위험이 모두 상대적으로 낮지만, 기본 품질의 안정성을 위해 지속적인 관리가 요구된다. C2 정보 밀도 제어, C13 인터랙션 논리의 통일성 등의 요소에 대해서는 단일 화면의 정보 밀도를 적절히 통제하고 불필요한 시각적 간섭을 줄여야 한다. 동시에 조작 규칙, 피드백 방식 및 페이지 구조의 일관성을 유지함으로써 기본 요소의 결핍으로 인한 사용자 이해 부담을 방지할 필요가 있다. 종합적으로 HMI 시각 경험 최적화는 핵심 기능 식별성과 정보 구조 명확성을 기반으로, 인터랙션 일관성과 감성 경험 확장을 함께 고려하는 방향으로 구축되어야 한다.

5. 결론

본 연구는 샤오미 SU7 스마트 콕핏을 핵심 사례로 설정하고, 테슬라 Model 3, 니오 ET5 및 샤오펑 P7i 등 대표 차량과의 비교 분석을 수행하였다. 시각 지각, 인지 부하 및 사용자 경험 이론을 기반으로 지각 효능

성, 인터랙션 일관성 및 감성적 심미성으로 구성된 HMI 시각 경험 평가 차원을 구축하였으며, 24개의 2차 디자인 요소를 도출하여 이론 분석, 사례 정리 및 정량 평가를 연결하는 연구 경로를 형성하였다.

A-KANO 분석 결과, 24개 디자인 요소 중 기대형 요구가 총 15개로 가장 높은 비중을 차지하였으며, C1 시각적 위계 명확성, C3 시각적 탐색 효율성, C7 핵심 기능 식별성 등이 이에 포함되었다. 이는 다수의 시각 요소가 충족 및 결핍 상태 모두에서 사용자 경험에 영향을 미침을 의미한다. 기본형 요구는 총 5개로 나타났다. C2 정보 밀도 제어, C4 아이콘 인지성, C5 텍스트 가독성 등이 포함되었다. 해당 결과는 정보 인지 및 피드백 요소가 스마트 콕핏 인터페이스의 기본 조건임을 보여준다. 매력형 요구는 총 3개로 나타났으며, C18 교차 디바이스 연동 일관성, C21 색상의 감성 표현 및 C23 몰입감이 이에 해당한다. 이는 스마트 콕핏이 기능 중심 인터랙션에서 감성 경험 중심으로 확장되고 있음을 반영한다. C24 브랜드 인지성은 무차별 요구로 분류되었으며, 이는 사용자가 즉각적 인터랙션 과정에서 가독성, 조작 이해 및 시각적 편안함과 같은 직접적 경험 요소를 더욱 중시함을 보여준다.

AHP 분석 결과, 시각 효능성의 가중치가 0.44로 가장 높게 나타났으며, 인터랙션 일관성은 0.35, 감성적 심미성은 0.21로 나타났다. 종합 가중치 순위에서는 C7 핵심 기능 식별성, C1 시각적 위계 명확성, C22 인터랙션 애니메이션의 유연성, C4 아이콘 인지성 및 C8 정보 그룹화의 합리성이 상위에 위치하였다. 이는 HMI 시각 경험 최적화가 핵심 기능 진입 구조, 정보 구조, 아이콘 인지 및 동적 피드백과 같은 핵심 요소를 우선적으로 고려해야 함을 의미한다. 감성적 심미성 관련 요소의 가중치는 상대적으로 낮게 나타났으나, A-KANO 결과에서는 경험 증대 특성을 보였으며, 차별화된 경험 향상 방향으로 활용될 수 있다.

통합 분석에서는 A-KANO 불만족도 $\bar{y}$ 와 AHP 종합 가중치 W_{AHP} 를 기반으로 통합 매트릭스를 구축하였으며, $W_{AHP}=0.042$ 와 $\bar{y}=0.668$ 을 기준으로 설정하였다. 분석 결과, C1 시각적 위계 명확성, C7 핵심 기능 식별성 등은 핵심 우선 영역에 포함되었고, C18 교차 디바이스 연동 일관성, C20 시각적 미감 등은 전략 강화 영역에 포함되었다. 또한 C21 색상의 감성 표현, C23 몰입감 등은 관찰 및 예비 영역에 포함되었으며, C2 정보 밀도 제어, C13 인터랙션 논리의 통일성 등은 기초 유지 영역에 포함되었다. 이러한 결과는 스마트 콕핏 HMI 시각 경험 디자인이 정보 인지

효율과 인터랙션 구조 안정성을 기반으로 구축되어야 하며, 동시에 감성 경험 가치를 점진적으로 확장할 필요가 있음을 보여준다. 본 연구는 A-KANO 및 AHP 통합 분석을 통해 스마트 콕핏 HMI 시각 경험 평가와 최적화를 위한 방법론적 참고를 제공하였다. 다만 연구 범위와 표본 조건의 한계로 인해, 후속 연구에서는 차량 표본을 확대하고 주행 과업 실험, 시선 추적 데이터 및 실제 주행 환경 테스트 등을 결합하여 결과를 추가적으로 검증할 필요가 있다.

참고문헌

1. Garrett, Jesse James, 『The Elements of User Experience: User-Centered Design for the Web and Beyond』, New Riders, 2011.
2. Akash, Kumar, Griffon McMahon, Tahira Reid, Neera Jain, ‘Human Trust-Based Feedback Control: Dynamically Varying Automation Transparency to Optimize Human-Machine Interactions’, IEEE Control Systems Magazine, 2020.
3. Grahm, Hilka, Tuomo Kujala, ‘Impacts of Touch Screen Size, User Interface Design, and Subtask Boundaries on In-Car Task’s Visual Demand and Driver Distraction’, International Journal of Human-Computer Studies, Vol.142, 2020.
4. Grobelna, Iwona, David Mailland, Mikolaj Horwat, ‘Design of Automotive HMI: New Challenges in Enhancing User Experience, Safety, and Security’, Applied Sciences, 2025.
5. Jung, Suhwan, Jaehyun Park, Jungchul Park, Mungyeong Choe, Taehun Kim, Myungbin Choi, Seunghwan Lee, ‘Effect of Touch Button Interface on In-Vehicle Information Systems Usability’, International Journal of Human-Computer Interaction, Vol.37, No.15,

- 2021.
6. Lee, Seul Chan, Hwan Hwangbo, Yong Gu Ji, 'Perceived Visual Complexity of In-vehicle Information Display and Its Effects on Glance Behavior and Preferences', *International Journal of Human-Computer Interaction*, 2016.
7. Dong Liu, Taotao Liu, Sangbum Son, Muwen Wang, 'When Driving Becomes Enjoyable: The Role of Hedonic Motivation and Interaction Quality in the Adoption of Autonomous Vehicles', *Transportation Research Part F: Psychology and Behaviour*, 2026.
8. Jun Ma, Jiateng Li, Zaiyan Gong, 'Evaluation of Driver Distraction from In-vehicle Information Systems: A Simulator Study of Interaction Modes and Secondary Task Classes on Eight Production Cars', *International Journal of Industrial Ergonomics*, 2022.
9. Oscar Oviedo-Trespalacios, Md. Mazharul Haque, Mark King, Simon Washington, 'Understanding the Impacts of Mobile Phone Distraction on Driving Performance: A Systematic Review', *Transportation Research Part C*, 2016.
10. Peters, Dorian, Rafael A. Calvo, Richard M. Ryan, 'Designing for Motivation, Engagement and Wellbeing in Digital Experience', *Frontiers in Psychology*, 2018.
11. Shayegan, Mohammad Javad, Hossein Hosseinpour, 'A Hybrid Approach to Content Generation Based on User Experience Using Generative AI Elements', *Machine Learning with Applications*, 2025.
12. Vizcarra, Anael, Gustavo Quiroz, Jose Cornejo, 'The Impact of User Interface and Experience Design on Visual Ergonomics: A Technical Approach for Reducing Human Error in Industrial Settings', *Designs*, 2026.
13. Yoon, Sol Hee, Ji Hyoun Lim, Yong Gu Ji, 'Perceived Visual Complexity and Visual Search Performance of Automotive Instrument Cluster: A Quantitative Measurement Study', *International Journal of Human-Computer Interaction*, Vol.31, No.12, 2015.
14. Zarour, Mohammad, Mubarak Alharbi, 'User Experience Framework That Combines Aspects, Dimensions, and Measurement Methods', *Cogent Engineering*, 2018.
15. Zhong, Qi, Jinyi Zhi, Yongsheng Xu, Pengfei Gao, Shu Feng, 'Assessing Driver Distraction from In-vehicle Information System: An On-road Study Exploring the Effects of Input Modalities and Secondary Task Types', *Scientific Reports*, 2024.
16. China Association of Automobile Manufacturers, '2025 China NEV Sales Data', cited in The State Council of the People's Republic of China, 2026.
17. Xiaomi Corporation, '2024 Annual Report', 2025.
18. Lu Jiamin, 'Xiaomi Auto: An Important Opportunity from 0 to 1, A Strong New Player Enters the Market', *Cinda Securities Co., Ltd.*, 2024.
19. www.tesla.com
20. www.nio.cn
21. www.xiaopeng.com
22. www.xiaomiev.com