

증강현실(AR) 기반 3D 가구 조작에서 사용자 인터페이스(UI) 디자인 요소 도출: 주요 서비스 분석 및 사용성 평가를 중심으로

이 주 예¹ · 김 지 현¹ · 민 자 경^{2*}

¹세종대학교 디자인이노베이션학과 학사과정

²세종대학교 디자인이노베이션 부교수

Deriving UI Design Elements in AR-Based 3D Furniture Interaction: A Focus on Service Analysis and Usability Evaluation

Joo-Ye Lee¹ · Ji-Hyeon Kim¹ · Ja-Kyoung Min^{2*}

¹Bachelor's Course, Department of Design Innovation, Sejong University, Seoul 05006, Korea

²Associate Professor, Department of Design Innovation, Sejong University, Seoul 05006, Korea

[요 약]

본 연구는 모바일 증강현실(AR)의 한계를 분석하고, 혼합현실(MR) 환경을 위한 3D 인터페이스 디자인 가이드라인을 도출하는 것을 목적으로 한다. 모바일 AR은 좁은 시야각과 2D 기반 조작으로 인해 높은 인지적 부하를 유발한다. 이에 디자인 전공생 20-30대 30명을 대상으로 3개 상용 AR 어플리케이션에 대한 사용자 인식 기반 설문 분석과 심층 인터뷰를 수행하였다. 분석 결과, 몰입감 및 현실감보다 공간 내 상호작용 효율성이 사용자 만족도에 더 큰 영향을 미치는 핵심 요인으로 확인되었다. 또한 제한된 시야각(FOV), 공간 정합성 오류, 비직관적 인터페이스가 몰입을 저해하는 주요 원인으로 나타났다. 이를 바탕으로 본 연구는 시각적 피드백 기반 제스처 인터랙션, 광시야각 기반 공간 인지, 그리고 공간 정합성 기반 인터페이스라는 MR 환경의 핵심 디자인 방향을 제안한다. 본 연구는 AR에서 MR로의 확장을 위한 실증적 기반을 제공한다.

[Abstract]

This study analyzes the limitations of mobile augmented reality (AR) to derive 3D interface design guidelines for mixed reality (MR) environments. Mobile AR induces high cognitive load because of its narrow field of view (FOV) and 2D manipulation. A user perception-based survey and in-depth interviews were conducted on three commercial AR applications with 30 design students. The analysis revealed that spatial interaction efficiency, rather than immersion or realism, significantly impacts user satisfaction, while limited FOV, spatial anchoring errors, and non-intuitive interfaces considerably hinder immersion. Based on these findings, this study proposes key MR design directions: visual feedback-based gesture interaction, wide FOV-based spatial awareness, and spatial anchoring-based interfaces. Ultimately, this research provides an empirical foundation for the paradigm expansion from AR to MR.

색인어 : 증강현실(AR), 혼합현실(MR), 3D 사용자 인터페이스, 가구 시뮬레이션, 몰입감

Keyword : Augmented Reality, Mixed Reality, 3D User Interface, Furniture Simulation, Immersion

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2026.27.8.2077>



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 26 May 2026; **Revised** 25 June 2026

Accepted 20 July 2026

***Corresponding Author, Ja-Kyoung Min**

Tel: +82-2-3408-2972

E-mail: mjk@sejong.ac.kr

I. 서 론

1-1 연구 배경 및 목적

최근 글로벌 리서치 기관 가트너(Gartner)가 발표한 ‘2025년 10대 전략 기술(Top 10 Strategic Technology Trends for 2025)’에 공간 컴퓨팅(Spatial Computing)이 선정되면서, 이는 현실과 디지털 정보를 융합하여 몰입적 경험을 제공하는 핵심 기술로 주목받고 있다[1]. 또한 Samsung Electronics는 XR(XR; Extended Reality)을 “차세대 컴퓨팅의 진화(next evolution of computing)”로 정의하며, 업무·소통·탐색 경험 전반을 확장하는 미래 핵심 인터페이스 기술로 제시하였다[2]. 특히 리테일 산업 중에서도 가구 및 인테리어 분야는 공간 탐색과 가상 물체 배치가 중요하다는 점에서 XR 기반 사용자 경험(UX)의 핵심 적용 분야로 부상하고 있다[3].

실제로 증강현실(AR; Augmented Reality) 및 3D 콘텐츠 기반 제품 경험은 일반 2D 이미지 대비 구매 전환율을 높이는 것으로 나타났으며[3], 특히 최근 가구·리빙 산업에서는 XR 기반 공간 시뮬레이션 서비스가 주요 소비 경험 요소로 확산되며, 실제 배치 전 가상으로 제품을 확인하려는 소비자 요구가 증가하고 있다[4]. 소비자들은 공간 구성 및 인테리어 프리뷰 기능에 대한 높은 수요를 보이고 있다[5]. 그러나 기존 모바일 기반 AR 서비스는 제한된 스마트폰 화면에서 2D 인터페이스와 3D 장면 사이의 주의 전환을 요구하며, 단일 카메라와 평면 화면으로 인해 가상공간의 깊이 정보가 제한된다. 이러한 특성은 가상 객체의 깊이와 크기 인식을 어렵게 하고, 사용자가 AR 장면에 지속적으로 몰입하는 것을 방해할 수 있다[6].

반면 혼합현실(MR; Mixed Reality)은 스테레오스코픽(Stereoscopic) 디스플레이 기반의 양안 시차(Binocular Disparity)를 통해 보다 정밀한 공간 인지와 몰입 경험을 제공하는 차세대 기술로 평가받고 있다[7]. 혼합현실(MR)은 증강현실(AR), 가상현실(VR; Virtual Reality)을 포괄하는 확장현실(XR)의 한 영역으로, 현실과 가상 환경의 경계를 더욱 자연스럽게 융합하는 사용자 경험을 제공한다. 따라서 성공적인 MR 서비스 구축을 위해서는 기존 모바일 AR 환경의 구조적 한계를 분석하고, 이를 보완할 수 있는 3D 인터페이스 설계 방향에 대한 연구가 선행될 필요가 있다.

이러한 맥락에서 본 연구는 상용 AR 기반 가구 배치 애플리케이션의 3D 인터페이스 특성과 사용자 인식 기반 설문으로 분석하고, 이를 바탕으로 향후 MR 환경에서 검증이 필요한 3D 인터페이스 디자인 방향을 제안하는 것을 목적으로 한다.

1-2 연구 범위 및 방법

본 연구는 모바일 AR 기반 가구 쇼핑 콘텐츠의 사용자 경험을 심층 분석하고, 이를 바탕으로 차세대 혼합현실(MR) 환경으로 확장하기 위한 3D 인터페이스 디자인 가이드라인을 도출하기 위해 이론적 고찰과 실증적 분석의 두 가지 접근 방

표 1. 모바일 AR과 HMD 기반 MR의 3D 인터페이스 특성 비교

Table 1. Comparison of 3D interface characteristics between mobile AR and MR

Category	Mobile AR	HMD-based MR
Visual Perception	Monocular system: Unstable depth perception of virtual objects due to a single camera lens.	Stereoscopic system: Provides realistic 3D depth using dual displays, similar to human eyes.
Spatial Context	Narrow FOV: Difficult to grasp overall spatial harmony through a small smartphone screen.	Wide FOV: The user's entire field of view becomes the workspace, securing a 1:1 scale sense of space.
Interaction	Unnatural touch: Cognitive load occurs by manipulating 3D objects on a 2D flat screen.	Intuitive gesture: Direct manipulation using eyes and hands, similar to grabbing real objects.

법을 수행한다.

첫째, 이론적 고찰 단계에서는 AR과 MR의 개념 및 기술적 특징을 정의하고, 3D 인터페이스 이론[8]과 몰입감, 실재감, 상호작용 등 주요 UX 요소를 중심으로 선행 연구를 분석한다. 이를 통해 MR 환경 사용자 경험에 영향을 미치는 핵심 3D 인터페이스 구성 요소와 분석 기준을 정립한다.

둘째, 실증적 분석 단계에서는 대표적인 AR 기반 인테리어 애플리케이션을 대상으로 사례 분석 및 사용자 평가를 실시한다. 모바일 AR과 차세대 MR은 물리적 공간 위에 3차원 가상 객체를 배치하고 상호작용한다는 점에서 공통된 3D 인터페이스 구조를 공유한다. 또한 모바일 AR은 현재 가장 보편화된 3D 인터페이스 환경이라는 점에서 실증 분석 대상으로 선정하였다.

본 연구는 모바일 AR 환경에서 나타나는 사용자 경험의 구조적 한계를 분석하고, 이를 기반으로 향후 MR 환경에서 우선적으로 검토되어야 할 핵심 디자인 방향을 도출하고자 한다.

연구 대상은 시장 영향력과 사용자 접근성을 고려하여 ‘오늘의집’, ‘IKEA Place’, ‘Amazon AR’을 선정하였다. 사용자 평가는 20~30대 디자인 전공자 30명을 대상으로 수행하였으며, 리커트 척도 기반 설문조사와 심층 인터뷰를 병행하여 사용자 인식 기반 설문 데이터를 수집하였다.

본 연구는 선정된 사례에 대한 3D 인터페이스 분석과 사용자 평가를 통해 현행 모바일 AR 서비스의 한계점과 사용자 니즈를 규명하고, 최종적으로 MR 환경에서 사용자의 몰입적 경험을 극대화할 수 있는 실질적인 3D 인터페이스 디자인 요소를 도출하여 제안하고자 한다.

II. 관련 선행 연구

선행 연구들은 가상현실(VR), 증강현실(AR), 혼합현실(MR), 확장현실(XR) 등을 기반으로 한 디자인 원칙과 다양한

표 2. XR 공간 경험

Table 2. XR spatial experience

Author (Year)	Research Topic	Research Results
Lee Jae-sung et al. (2019)[9]	Immersion and Realism in VR/AR Content	- Analyzed immersion and realism factors. - Found visual elements as major immersion factors.
Liu Woong-wi (2024)[10]	MR Sensory Activation Design	- Enhanced realism, immersion, and interactivity. - Verified multi-sensory MR design effects.

표 3. AR 사용자 경험

Table 3. AR user experience

Author (Year)	Research Topic	Research Results
Sim Min-seop (2025)[11]	AR-Based Online Service Experience	- Identified environmental embedding and physical control. - Linked spatial presence to decision comfort.
Hilken et al. (2017)[12]	Interaction Design in AR Applications	Identified interactivity, immersion, realism, personalization, and reward.
Javornik (2016)[13]	Consumer Responses to AR Applications	- Analyzed affective, cognitive, and behavioral responses. - Highlighted realism and interactivity.

표 4. 3D 가구 및 3D 인터페이스

Table 4. 3D furniture and 3D interface

Author (Year)	Research Topic	Research Results
Ju Ga-gil et al. (2023)[14]	Digital Virtual Furniture Design	- Found immersion as the strongest satisfaction factor. - Provided VR furniture UX indices.
Shin Jae-woo (2023)[15]	VR 3D UI and Immersion Improvement	- Proposed 3D UI guidelines. - Focused on selection, manipulation, navigation, and control.

분야에서의 활용 방안을 제시해 왔다. 주요 선행 연구의 내용은 표 2, 표 3, 표 4와 같다.

XR 공간 경험 연구는 몰입감, 현실감 및 다중감각 자극과 같은 사용자 경험 요소를 중심으로 XR 콘텐츠의 경험 특성을 규명하였다[9],[10]. AR 사용자 경험 연구는 모바일 AR 서비스에서 상호작용성, 현실감, 몰입감 및 소비자 반응 간의 관계를 분석하였다[11]~[13]. 3D 가구 및 인터페이스 연구는 가상 객체 조작과 3D UI 설계가 사용성 및 몰입감에 미치는 영향을 분석하고 인터페이스 설계 원칙을 제안하였다[14],[15].

기존 선행연구는 표 5와 같이 XR 환경에서의 사용자 경험 특성 규명, AR 서비스의 사용자 경험 분석 또는 3D UI 설계 원칙 제시에 중점을 두고 있었다. 반면 본 연구는 모바일 AR 기반 3D 가구 배치 애플리케이션을 대상으로 사용자 경험을 분석하고, 분석 결과를 MR 환경의 3D 인터페이스 설계 방향

표 5. 선행연구와 비교

Table 5. Comparison with previous studies

Category	XR Spatial Experience	AR User Experience	3D Furniture & UI	Present Study
Environment	VR, AR, MR	Mobile AR	VR	Mobile AR to MR
Object	XR contents	AR services	3D furniture UI	Mobile 3D furniture app
Method	Literature, FGI	Experiment, Survey	Survey, Usability test	Survey, interview
Focus	Immersion	UX factors	UI principles	3D UI usability
Contribution	XR UX elements	AR UX factors	3D UI principles	MR UI guidelines
Differences	No MR UI guidelines	No expansion to MR	No actual mobile AR	MR UI guidelines proposed

으로 확장하였다는 점에서 기존 연구와 차별성을 가진다. 또한 기존 연구는 개별 AR 혹은 MR 환경을 중심으로 연구가 수행된 반면, 본 연구는 모바일 AR에서 확인된 사용성 특성을 바탕으로 MR 인터페이스 설계 방향을 제안하였다는 점에서 의미가 있다.

III. MR 전환을 위한 3D 인터페이스 분석 기준

3-1 모바일 AR과 MR의 공간 인터페이스 차이

1) 증강현실(AR)과 혼합현실(MR)의 개념 및 특징

밀그램(Milgram)이 제안한 현실-가상 연속체(Reality-Virtuality Continuum) 이론에 따르면 AR과 MR은 이 스펙트럼 내에서 현실과 가상이 융합된 상호작용적 환경을 의미한다[16]. 증강현실(AR)은 컴퓨터로 생성된 이미지, 동영상 및 3D 객체 등의 가상 정보를 현실 환경에 결합하여 실시간 상호작용을 제공하는 기술로[17], 주로 스마트폰과 같은 모바일 기기의 카메라를 통해 현실 세계를 인식하고 화면에 가상 콘텐츠를 오버레이하는 방식으로 구현된다. 반면 혼합현실(MR)은 실제 공간을 스캔하고 인식하는 기능을 통해 가상 객체를 물리적 공간에 정확하게 배치하고 사용자의 상호작용을 강화한다[9]. 특히 MR은 공간 스캐닝 및 인식 기능이 AR보다 발전하였다[11].

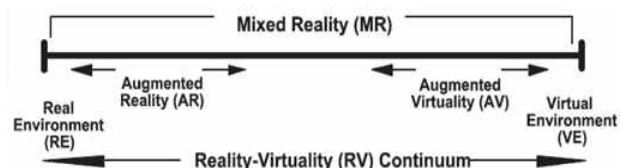


그림 1. 현실 가상 연속체

Fig. 1. Reality-virtuality continuum

2) 혼합현실과 증강현실의 관계 및 확장성

혼합현실(MR)은 증강현실(AR)의 진화된 형태로, 현실과 가상 객체가 공존하며 서로 영향을 주고받는 상호 피드백 정보 회로를 구축한다. 스티브 만(Steve Mann)은 그의 연구에서 “모든 에이전트는 결국 AR에서 MR로 전환될 것”이라고 말했듯이, MR은 AR보다 더 깊은 가상현실 통합 경험을 제공한다. 이처럼 MR은 현실과 가상 환경에 대한 사람들의 인식 유연성, 몰입감, 상호작용성, 공존의 특성을 강화하는 역할을 한다[10].

3-2 모바일 AR과 MR 환경에서의 사용자 경험 요소

AR 환경에서는 가상 객체가 실제처럼 보이는 현실감을 통해 소비자의 감정적, 인지적, 행동적 반응에 영향을 미칠 수 있다[13]. 높은 수준의 몰입은 사용자의 과업 수행과 경험 형성에도 영향을 미치는 요소로 논의되어 왔다[18]. 따라서 본 연구에서는 몰입감, 현실감, 상호작용성을 모바일 AR 기반 3D 가구 조작 경험을 분석하고 MR 환경으로 확장하기 위한 주요 사용자 경험 요소로 설정한다.

MR 환경에서 3D 가구 시뮬레이션 경험을 설계하기 위해서는 몰입감, 현실감, 상호작용성을 주요 사용자 경험 요소로 고려해야 한다. 선행연구에서는 VR/AR 콘텐츠에서 몰입감과 현실감이 사용자 경험을 형성하는 핵심 요소로 논의되었으며[9], AR 기반 디지털 공간에서도 상호작용성, 몰입감, 현실감, 개인화 등이 주요 UX 요소로 제시되었다[11]. 또한 가상 환경의 실감화를 평가하기 위한 요인으로 시각적 현실감, 시각적 몰입감, 시각적 상호작용성이 제시되었다[19].

표 6. 보우만의 3D 사용자 인터페이스 핵심 과업 분류

Table 6. Classification of core tasks in 3D user interfaces by bowman

Category	Definition
Navigation	The act of the user moving their viewpoint or changing their location within the virtual space.
Selection & Manipulation	The act of selecting virtual objects and modifying their position, rotation, size.
System Control	The act of changing the state of the system or executing functions via menus or commands.

3-3 3D 가구 조작을 위한 인터페이스 요소

3D 사용자 인터페이스는 사용자가 3차원 공간에서 정보를 인식하고, 그 공간 안에서 가상 객체와 직접 상호작용할 수 있도록 지원하는 시스템과 도구의 총체를 의미한다. 보우만은 3D 사용자 인터페이스의 핵심 과업을 탐색(Navigation), 선택 및 조작(Selection & Manipulation), 시스템 제어(System Control)로 구분하였으며[8], 이는 3D 가구 시뮬레이션에서 사용자가 가구를 선택하고, 이동·회전·조정하는 과정을 분석하

표 7. MR 전환을 위한 3D 인터페이스 분석 기준

Table 7. 3D interface analysis criteria for MR transition

Researcher	Proposed Evaluation Elements	Key Implications
Doug A. Bowman	- Navigation - Selection & Manipulation - System Control	A scale evaluating whether users can navigate, select, and manipulate naturally and efficiently in a 3D environment.
Won Myeong-ju et al.	- Visual Presence - Visual Immersion - Visual Interactivity	Evaluates realistic experience quality via user presence, visual immersion, and natural interaction.
Shin Jae-woo	- 3D UI Function Test (Navigation, Selection/Manipulation, System Control) - Nielsen's 10 Heuristic Evaluation Principles	Proposes a VR-based framework evaluating UI safety, intuitiveness, and consistency through heuristic tasks.

는 기준이 된다.

본 연구는 이러한 선행 연구의 분석을 바탕으로, AR/MR 환경에서의 3D 인터페이스를 평가하기 위한 주요 구성 요소를 체계화하고자 한다. 주요 선행 연구에서 제시한 평가 요소는 표 7과 같다.

보우만(Bowman)[8]은 가상 환경 내에서 사용자의 핵심 과업을 명확히 분류하고, 이를 기반으로 상호작용 기술의 효율성을 평가하는 체계를 마련했다. 3D 인터페이스가 단순한 시각적 표현을 넘어, 사용자 조작의 직관성과 효율성을 어떻게 높일 수 있는지에 대한 중요한 기준을 제시한다.

원명주 외[19]는 가상 실감화를 중점으로, 시각적 요소가 몰입도와 현실감에 어떤 역할을 하는지를 분석했다.

신재우[15]는 VR 시스템 개발 사례를 중심으로, 이론적 평가 기준을 실제 적용하고 검증하는 실용적인 방법을 제시했다. 그는 보우만의 과업 분류를 바탕으로 닐슨의 휴리스틱 원칙과 함께, 사용성 평가의 신뢰도를 높이고 3D 인터페이스 디자인의 안전성과 일관성을 확보하는 방안을 모색했다.

본 연구는 이러한 선행연구를 바탕으로 모바일 AR 기반 3D 가구 조작 경험을 분석하기 위한 요소를 몰입감, 현실감, 상호작용성, 공간 정합성, 피드백으로 정리한다. 이는 모바일 AR의 한계를 파악하고, MR 환경에서 요구되는 3D 인터페이스 디자인 방향을 제안하기 위한 분석 기준으로 활용된다.

IV. AR 어플리케이션 사용성 평가 설계

4-1 어플리케이션 선정 기준 및 조작 방식 분석

1) 어플리케이션 선정 기준

본 연구는 국내외 가구 및 인테리어 시장에서 AR 기술을 도입하여 실질적인 상용화 성과를 거두고 있는 대표적인 플랫폼을 분석 대상으로 선정하였다. 실제 커머스 와 연동되어

표 8. AR 인테리어 앱 선정 지표

Table 8. Selection criteria for AR interior apps Classification of core tasks in 3D user interfaces by bowman

Category	Ohouse	IKEA Place	Amazon AR
Revenue & Scale	Annual Revenue: Approx. 240.2 Billion KRW	Annual Revenue: Approx. €44.6 Billion (Approx. 70 Trillion KRW)	Annual Revenue: Approx. \$574.8 Billion (Approx. 760 Trillion KRW)
Cumulative Downloads	Over 30 Million	Over 30 Million	Over 1 Billion

소비자의 구매 의사결정에 직접적인 영향을 미치는 서비스를 중심으로 선정하여 연구 결과의 실무적 활용도를 높이고자 하였다. 이에 따른 구체적인 선정 기준은 다음과 같다.

첫째, 기업의 연 매출 규모가 2023년 기준 2,400억 원 이상인 서비스로, 시장 내 영향력이 검증된 사례를 선정하였다. 둘째, 어플리케이션의 누적 다운로드 수가 약 2,500만 회 이상으로, 기반을 확보한 서비스를 대상으로 하였다.

위 기준을 충족하는 대표적인 서비스로 ‘오늘의 집’, ‘IKEA Place’, ‘Amazon AR’을 최종 분석 대상으로 선정하였다. 각 서비스의 주요 지표는 표 8과 같다.

4-2 AR 기반 어플리케이션 사례 분석

1) 사례 분석 기준

본 연구는 사용자 인식 기반 설문 분석을 기반으로 하였으며, 현실 기반 가상환경 디자인의 성공적 구현을 위해 선행 연구에서 제시된 3D 사용자 인터페이스의 핵심 구성 요소인 직관적 인터페이스, 몰입감, 실시간 피드백을 평가 기준으로 설정하였다.

직관적 인터페이스(Intuitive Interface)는 사용자가 시스템을 쉽게 이해하고 빠르게 반응할 수 있도록 설계된 요소를 의미한다[20]. 몰입감 및 현실감(Immersion & Presence)은 시스템의 기술적 성능과 사용자의 심리적 상태를 아우르는 개념이다. 여기서 몰입감은 가상의 정보가 현실 공간과 정

표 9. 가상 현실 공간에서의 디자인 요소

Table 9. Design elements in virtual environment interfaces

Design Element	Description	Sub-elements
Intuitive Interface	Users easily understand the system and react quickly.	- Interactivity - Virtual Spatiality
Immersion & Presence	Users are immersed in the virtual environment and feel a sense of reality.	- Immersion (Technical Condition) - Presence (Psychological State)
Real-time Feedback	Maintains immersion through immediate feedback from the system to the user.	- Provision of Feedback

교하게 융합되어 시스템이 제공하는 객관적이고 기술적인 감각적 충실도를 의미한다[16]. 반면, 현실감은 이러한 몰입 환경을 바탕으로 AR 환경에서 가상 객체를 조작하며 사용자가 체험하는 주관적이고 심리적인 실제성과 직결된다. 실시간 피드백은 사용자 조작에 대한 즉각적인 시스템 반응을 의미하며, AR 환경에서는 오브젝트 조작 과정에서 명확하고 일관된 피드백이 제공되어야 상호작용의 흐름과 사용자의 인지적 현실감이 지속적으로 유지될 수 있다[19].

2) 사례 분석

도출된 평가 기준에 따라 오늘의 집, IKEA Place, Amazon AR 세 가지 상용 AR 인테리어 어플리케이션을 대상으로 사례 분석을 실시하였다. 분석 결과, 각 서비스의 직관적 인터페이스, 몰입감 및 현실감, 실시간 피드백 측면에서의 강점과 한계가 드러났으며, 특히 AR 기반 인테리어 서비스 전반에서 정합성 부족, 몰입감의 제한, 공간 반영의 불완전성과 같은 공통 문제가 존재함을 확인하였다.

오늘의 집, IKEA Place, Amazon AR 세 가지 상용 어플리

표 10. 상호작용성 비교

Table 10. Comparison of interactivity

Category	Ohouse	IKEA Place	Amazon AR
Image			
Description	Long-press is required for movement; immediate responsiveness is lacking.	Long-press is required for movement; response is slow during fast manipulation.	Immediate movement via one-hand touch without long-press; fastest response.

표 11. 가상공간성 비교

Table 11. Comparison of virtual spatiality

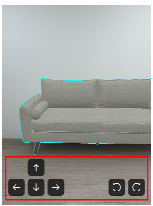
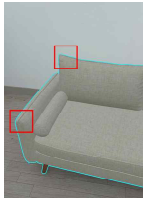
Category	Ohouse	IKEA Place	Amazon AR
Image			
Description	Operational consistency lacks due to mixed two-hand drag and button controls.	Two-hand rotation is intuitive, but furniture follows instantly without floor adherence.	Most intuitive operation via mobile-friendly gestures like two-hand rotation.

표 12. 몰입감 비교

Table 12. Comparison of immersion (technical condition)

Category	Ohouse	IKEA Place	Amazon AR
Image			
Description	Shadows are natural, but jittering occurs as the viewpoint moves.	Visual disparity arises from lacking shadows, lighting, and texture quality.	Lighting and texture reflections are limited due to simple placement focus.

케이션을 대상으로 수행한 사례 분석은 각 서비스의 직관적 인터페이스, 몰입감 및 현실감, 실시간 피드백을 중심으로 평가하였다. 이를 통해 서비스별 특징을 도출하고, 그 결과 AR 기반 인테리어 서비스 전반에서 정합성 부족, 몰입감의 제한, 공간 반영의 불완전성과 같은 공통적 문제를 확인하였다.

4-3 사용자 평가 기준

본 연구는 노먼(Norman)의 ‘인간 중심 디자인(HCD)’ 원칙과 보우만(Bowman)의 ‘3D 인터페이스 이론’을 기반으로 AR 기반 가구 배치 환경을 평가하기 위한 네 가지 사용자 평가 기준을 설정하였다. 이는 공간 상호작용 경험을 구조적으로 분석하고, 향후 MR 환경에서 검증이 필요한 3D 인터페이스 디자인 방향을 도출하기 위한 분석 체계로 활용된다.

첫째, ‘상호작용의 자연스러움(IN)’은 보우만의 3D 인터페이스 핵심 과업 분류와 노먼의 인간 중심 디자인 원칙 중 직관성과 사용성 관련 요소를 바탕으로 정의하였다. 이 항목은 사용자가 인터페이스를 불필요한 인지적 부하 없이 조작할 수 있는지를 평가한다.

둘째, ‘공간 내 상호작용 효율성(NSM)’은 보우만이 제시한 ‘탐색(Navigation)-선택 및 조작(Selection & Manipulation)-시스템 제어(System Control)’의 3D 인터페이스 기본 과업 모델을 기반으로 한다. 이는 가상 공간에서의 이동, 선택, 조작 행위가 얼마나 쉽고 정확하게 이루어지는지를 측정한다.

셋째, ‘몰입감 및 현실감(IP)’은 보우만의 몰입성 이론[8]과 원명주 외[19]의 시각적 실감화 평가 연구를 근거로 한다. 이 항목은 시스템이 제공하는 객관적인 기술적 감각 충실도인 ‘몰입감(Immersion)’과, 이를 바탕으로 사용자가 가상 객체를 실제처럼 느끼는 주관적 ‘현실감(Presence)’이 사용자 경험에 미치는 영향을 종합적으로 평가한다.

넷째, ‘만족감(US)’은 기존 HCD 및 3D 인터페이스 이론에서 사용자 경험의 최종적 지표로 간주되는 요소이다. 이는 사용자가 전체적인 사용 과정에서 느끼는 긍정적 평가와 성취감 수준을 종합적으로 파악하기 위해 포함되었다.

표 13. 현실감 비교

Table 13. Comparison of presence (psychological state)

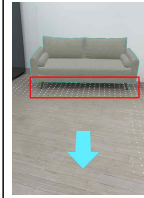
Category	Ohouse	IKEA Place	Amazon AR
Image			
Description	Shape is adequate, but simple texture limits visual consistency with real space.	Models and shadows are excellent, but size consistency decreases with distance.	Low texture quality and absence of shadows create an unnatural floating effect.

표 14. 피드백 제공 비교

Table 14. Comparison of provision of feedback

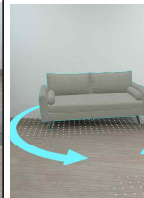
Category	Ohouse	IKEA Place	Amazon AR
Image			
Description	Provides real-size figures and immediate feedback during placement, deletion, and rotation.	Placement and rotation feedback are fast, but state change feedback is inaccurate.	Provides clear visual feedback indicating state during rotation and movement.

표 15. 사용자 평가 기준

Table 15. User evaluation criteria

Evaluation Item	Definition
Interaction Naturalness (IN)	Is the interface manipulation intuitive and natural, allowing use without unnecessary cognitive load?
Navigation, Selection & Manipulation (NSM)	Are movement, object selection, and manipulation within the virtual space performed easily and accurately?
Immersion & Presence (IP)	Does the system provide high sensory fidelity (Immersion), and does the user feel as if the virtual objects actually exist in the physical space (Presence)?
User Satisfaction (US)	Is the user generally satisfied with the overall usage experience?

4-4 사용성 평가 설계

본 연구는 AR 기반 가구 배치 어플리케이션의 3D 인터페이스 사용성을 다각도로 분석하기 위해 사용자 인식 기반 설문 평가와 심층 인터뷰를 혼합한 연구 방법으로 평가를 설계하였으며 수집된 설문 결과를 통계적으로 분석하였다.

사용자 인식 기반 설문 평가는 앞서 정의한 네 가지 핵심 기준인 ‘상호작용의 자연스러움(IN)’, ‘공간 내 상호작용 효율성(NSM)’, ‘몰입감 및 현실감(IP)’, ‘만족감(US)’을 중심으로 5점 리커트(Likert) 척도를 적용하여 측정하였다.

과업 수행 직후 서술형 응답 및 심층 인터뷰를 진행하였다. 이는 사용자 인식 기반 설문 분석 결과를 보완하고, 사용자가 인식한 조작 난이도, 인터페이스의 직관성, 공간 정합성에 대한 한계의 구체적인 맥락을 규명하기 위해 수행되었다.

V. 실험 및 결과 분석

5-1 실험 설계 및 진행

1) 실험 절차 및 환경

본 연구는 가구 배치 어플리케이션 사용 시 몰입감에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위해, 실험 변수 이외의 조건은 가능한 한 동일하게 통제하였다. ‘오늘의집’, ‘IKEA Place’, ‘Amazon AR’은 2025년 10월 당시의 최신 버전을 사용하였으며, 모두 동일한 실내 형광등 조명 환경 하에 진행하여 조도 환경의 변수를 최소화하였다. 실험은 모바일 기기(iPhone 15pro)를 통해 실행되었으며, 참가자는 실험 전 과정에서 기기를 손에 들고 일어난 상태에서 과업을 수행하였다. 또한 실험에 사용된 가구는 모든 조건에서 동일하게 가로 길이 약 2m의 소파 모델을 사용하여 가구 크기에 따른 지각 차이가 발생하지 않도록 하였다.

실험 과업은 가상 공간에 소파를 배치하고, 지정된 위치로 이동시킨 후 각도를 회전시키는 작업으로 구성되었다. 이는 보우만(Bowman)이 제시한 3D 인터페이스의 핵심 과업인 탐색(Navigation), 선택(Selection), 조작(Manipulation)을 모두 포함하는 대표적인 3D 상호작용 과업이다. 실험 참가자는 어플리케이션의 인터랙션 방식에 따라 직접 이동하거나 화면 터치를 통해 소파를 조작하였으며, 목표 위치는 바닥에 마스킹 테이프로 표시하여 동일한 조건에서 과업을 수행하도록 통제하였다.

실험 참가자는 3D 인터페이스의 조작 원리를 인지하고 비평할 수 있는 전문성을 갖춘 실험군으로 진행하였고, 실험군은 디자인 전공 20~30대 국내 성인 남녀 총 30명으로 구성되었다. 모든 참가자는 동일한 실내 공간에서 각 앱 사용 직후

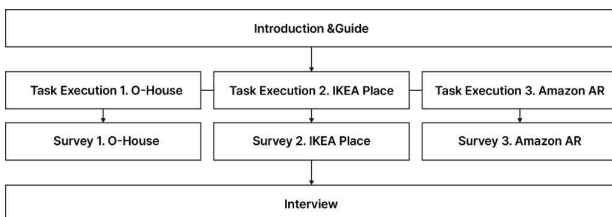


그림 2. 실험 절차 흐름도

Fig. 2. Experimental procedure flowchart



그림 3. 실험 화면(좌측)과 참가자 실험 예시(우측)

Fig. 3. Experimental interface and setup

설문에 응답하였으며, 이후 심층 인터뷰를 진행하였다. 수집된 데이터는 어플리케이션별 사용자 경험 및 3D 인터페이스 특성을 분석하는 데 활용되었다.

2) 데이터 수집 및 평가 항목

사용자 인식 기반 설문 평가는 사용자 주관 평가를 기반으로 하였으나, HCI분야에서 널리 사용되는 5점 리커트(Likert) 척도로 측정하였다. ‘상호작용의 자연스러움’, ‘공간 내 상호작용 효율성’, ‘몰입감 및 현실감’, ‘만족감’의 네 가지 핵심 항목을 평가 지표로 활용하였다. 실험은 오늘의집, IKEA Place, Amazon AR 세 가지 상용 AR 어플리케이션을 동일한 환경에서 수행하였으며, 측정 도구의 신뢰도를 검증하

표 16. 사용성 평가 항목 분류에 따른 설문 문항 설계

Table 16. Derivation of usability evaluation items

Usability Category	Questionnaire Item
Interaction Naturalness (IN)	Q1: Was the system's operation method intuitive and easy to understand?
	Q2: Was the manipulation performed naturally in accordance with your intent?
	Q3: Did the system respond immediately and consistently to your manipulation?
Navigation, Selection, and Manipulation (NSM)	Q1: Was the process of selecting and manipulating objects accurate and efficient?
	Q2: When rotating the sofa, did it move smoothly without errors?
	Q3: When moving the sofa, did it move smoothly and in the intended direction?
Immersion and Presence (IP)	Q1: Did you feel as if the virtual sofa actually existed in your physical space?
	Q2: Did you feel that the shape, texture, and details of the sofa provided a high level of visual realism?
	Q3: Did you feel that the lighting and shadow representation blended naturally with the real space?
User Satisfaction (US)	Q1: Were you generally satisfied with the overall usage experience?
	Q2: Did you feel that this system helped estimate the actual size or spatial sense of the furniture?
	Q3: Did you find this AR feature helpful for actual furniture placement and purchasing decisions?

기 위해 Cronbach's α 분석을 수행하여 각 평가 항목의 내적 일관성을 확인하였다.

5-2 사용자 인식 기반 설문 평가

본 장에서는 수집된 데이터를 기반으로 모바일 AR 가구 배치 서비스의 3D 인터페이스 사용성을 분석하였다. 분석은 신뢰도 검증과 3개 어플리케이션(오늘의집, IKEA Place, Amazon AR)의 평가 항목별 비교 분석으로 진행되었다.

1) 신뢰도 및 평균, 표준편차 분석

사용성 평가 도구의 신뢰도를 검증하기 위해 4가지 핵심 평가 항목(IN, NSM, IP, US)에 대한 Cronbach's α 계수를 산출하였다. 분석 결과, 모든 항목의 Cronbach's α 값이 0.76 이상으로 나타나 기준치인 0.70을 상회하였으며, 이는 설문 문항의 내적 일관성이 확보되었음을 의미한다.

평균 및 표준편차 분석 결과, Amazon AR이 네 가지 지표 모두에서 가장 높은 평균값(IN M=4.21, NSM M=4.11, IP

M=3.69, US M=4.13)을 보였으며, 표준편차 또한 낮게 (SD=0.91~0.96) 나타나 사용자 평가의 일관성이 높게 확인되었다. 반면 IKEA Place는 만족감(US M=2.94)이 가장 낮았고 표준편차(SD=1.13~1.32)가 높게 나타나, 시스템 오류로 인해 사용자 경험 편차가 크게 발생한 것으로 분석되었다.

본 연구는 상용 AR 가구 배치 어플리케이션(오늘의집, IKEA Place, Amazon AR)의 3D 인터페이스 사용성을 4가지 핵심 평가 항목(상호작용의 자연스러움, 공간 내 상호작용 효율성, 몰입감 및 현실감, 만족감)을 기준으로 비교 분석하였고 각 평가 항목별 세부 분석 결과는 다음과 같다.

2) 상호작용의 자연스러움(IN) 분석

본 절에서는 '상호작용의 자연스러움'에 대한 사용자 인식 기반 설문 평가 결과를 기술한다. 앞서 정의한 바와 같이, 본 평가 항목은 노먼(Norman)의 인간 중심 디자인(HCD) 원칙 중 직관성과 사용성 요소를 기반으로 하며, 보우만(Bowman)의 3D 인터페이스 과업 수행 과정에서 사용자가 체감하는 조작의 용이성을 평가한다. 구체적으로는 사용자가 별도의 학습 없이 인터페이스를 직관적으로 이해할 수 있는지, 조작 행위가 의도한 대로 자연스럽게 수행되는지, 그리고 시스템이 사용자 입력에 대해 즉각적이고 일관된 피드백을 제공하여 인지적 부하를 최소화하는지를 중점적으로 측정하였다.

분석 결과, Amazon AR이 평균 4.21점(SD=0.91)으로 가장 높은 점수를 기록하며, 사용자가 가장 자연스러움을 경험한 것으로 나타났다. 이는 모바일 환경에서 사용자에게 친숙한 제스처(단일 터치 이동, 멀티 터치 회전 등)를 3D 객체 제어에 그대로 적용함으로써, 별도의 학습 과정 없이도 직관적인 조작이 가능했기 때문으로 분석된다.

반면, 오늘의집은 평균 3.12점(SD=1.02), IKEA Place는 평균 2.93점(SD=1.29)으로 상대적으로 낮은 평가를 받았다. 특히 IKEA Place의 경우, 3D 공간 내 조작 방식에 대한 명시적인 시각적 가이드가 부재하여 초기 과업 수행 시 사용자의 인지적 부하와 혼란을 가중시킨 점이 최하점을 기록한 주요 원인으로 파악되었다.

표 18. 상호작용의 자연스러움(IN) 분석 결과

Table 18. Analysis results of interaction naturalness (IN)

Category	Ohouse	IKEA Place	Amazon AR
M	3.12	2.93	4.21
SD	1.02	1.29	0.91

3) 공간 내 상호작용 효율성(NSM) 분석

본 절에서 다루는 '공간 내 상호작용 효율성'은 AR 환경에서 가구 객체를 선택하고, 위치를 이동하거나 회전시키는 3D 인터페이스 조작 과정이 얼마나 정확하고 신속하게 이루어지는지를 평가하는 지표이다. 이는 단순한 조작의 가능 여부를 넘어, 사용자가 의도한 위치와 각도로 가구를 정교하게 배치하는 과정에서 수반되는 물리적·인지적 효율성을 측정하였다.

표 17. 사용성 평가 항목에 대한 신뢰도 계수 검증 결과

Table 17. Reliability coefficient results for usability evaluation items

	Item	Number of Questions	Cronbach's α	M	SD
Ohouse	Interaction Naturalness (IN)	3	0.85	3.12	1.02
	Navigation, Selection, and Manipulation (NSM)	3	0.88	3.02	1.16
	Immersion and Presence (IP)	3	0.76	3.4	1.08
	User Satisfaction (US)	3	0.79	3.52	1.05
IKEA Place	Interaction Naturalness (IN)	3	0.90	2.93	1.29
	Navigation, Selection, and Manipulation (NSM)	3	0.81	2.74	1.32
	Immersion and Presence (IP)	3	0.90	2.94	1.13
	User Satisfaction (US)	3	0.93	2.94	1.28
Amazon AR	Interaction Naturalness (IN)	3	0.88	4.21	0.91
	Navigation, Selection, and Manipulation (NSM)	3	0.91	4.11	0.94
	Immersion and Presence (IP)	3	0.91	3.69	0.96
	User Satisfaction (US)	3	0.93	4.13	0.91

표 19. 공간 내 상호작용 효율성(NSM) 분석 결과**Table 19.** Analysis results of navigation, selection, and manipulation (NSM)

Category	Ohouse	IKEA Place	Amazon AR
M	3.02	2.74	4.11
SD	1.16	1.32	0.94

분석 결과, Amazon AR이 평균 4.11점(SD=0.94)으로 상호작용 효율성 부문에서도 가장 높은 점수 받았다. 이는 부드러운 조작감과 더불어, 객체의 이동 및 회전 방향을 지시하는 화살표 형태의 시각적 가이드와 실제 치수 데이터 등 명확한 실시간 피드백을 제공하여 사용자의 조작 효율성을 극대화한 결과로 해석된다.

반면, 오늘의집은 평균 3.02점(SD=1.16)을 기록하였으며, 목표 지점에 대한 미세 조작 시 반응성이 저하되거나 객체가 과도하게 이동하는 제어의 불안정성이 주요 문제로 지적되었다. IKEA Place는 평균 2.74점(SD=1.32)으로 3개 어플리케이션 중 최하점을 기록하였다. 이는 디바이스의 불안정한 공간 인식으로 인해 객체가 잘못된 물리적 표면에 고정되거나, 이동 중 가구의 스케일이 변동되는 등 ‘기술적 정합성’의 오류가 빈번하게 발생하여 전반적인 조작 효율성을 크게 저하시켰기 때문이다.

4) 몰입감 및 현실감(IP) 분석

본 절에서 다루는 ‘몰입감 및 현실감’은 시스템이 제공하는 몰입도(Immersion)와, 이를 바탕으로 사용자가 체험하는 주관적 현실감(Presence)을 복합적으로 평가하는 지표이다. 분석의 초점은 모바일 AR 환경에서 렌더링된 가상 가구의 형태, 질감, 조명 및 그림자 표현이 물리적 공간과 얼마나 이질감 없이 융합되는지에 맞추어졌다. 이를 통해 기술적인 시각적 표현력이 사용자가 가상 객체를 실제 물체처럼 인지하는 심리적 현실감에 미치는 영향을 분석하였다.

분석 결과, Amazon AR이 평균 3.69점(SD=0.96)으로 가장 높은 점수를 기록하였다. 이는 우수한 3D 모델링 품질과 정교한 조명·그림자 표현의 융합을 통해 높은 수준의 기술적 몰입감을 제공함으로써, 결과적으로 사용자의 심리적 현실감을 극대화한 결과로 해석된다.

반면, 오늘의집은 평균 3.40점(SD=1.08)으로, 가구의 기본 형태와 스케일감에서는 높은 점수를 받았지만 낮은 품질의 재질 표현으로 인해 실제 공간과의 시각적 조화가 다소 저하되는 것으로 나타났다. IKEA Place는 평균 2.94점(SD=1.13)으로 최하점을 기록하였다. 이는 시스템의 불안정

표 20. 몰입감 및 현실감(IP) 분석 결과**Table 20.** Analysis results of immersion and presence (IP)

Category	Ohouse	IKEA Place	Amazon AR
M	3.4	2.94	3.69
SD	1.08	1.13	0.96

한 움직임으로 인해 가구가 허공에 부자연스럽게 떠 있는 듯한 현상을 유발하거나 이동 중 크기 변동 오류를 발생시킴으로써, 물리적 공간 결합에 대한 사용자의 심리적 현실감을 훼손했기 때문으로 분석된다.

5) 만족감(US) 분석

본 절에서 다루는 ‘만족감’은 앞서 분석한 상호작용의 자연스러움(IN), 공간 내 상호작용 효율성(NSM), 몰입감 및 현실감(IP)의 요인들이 복합적으로 작용하여 형성되는 최종적인 사용자 경험 지표이다. 이는 인간 중심 디자인(HCD) 관점에서, 사용자가 가상 가구를 배치하고 조작하는 전체 과정 수행 과정 동안 체험한 시스템의 실질적 유용성과 긍정적 정서를 종합적으로 평가하였다.

표 21. 만족감(US) 분석 결과**Table 21.** Analysis results of user satisfaction (US)

Category	Ohouse	IKEA Place	Amazon AR
M	3.52	2.94	4.13
SD	1.05	1.28	0.91

분석 결과, Amazon AR이 평균 4.13점(SD=0.91)을 기록하며 사용자들에게 가장 높은 만족감을 제공한 것으로 나타났다. 이는 명확한 시각적 가이드에 기반한 직관적인 조작성(IN, NSM)과 높은 수준의 ‘몰입감 및 현실감’이 유기적으로 결합하여 긍정적인 작용을 한 결과로 해석된다.

반면, 오늘의집은 평균 3.52점(SD=1.05)을 기록하여, 가구 구매 전 공간의 단순한 크기 및 비례 확인 용도로는 유용하나 미세 조작의 편의성 측면에서는 개선이 필요하다는 한계를 보였다. IKEA Place는 평균 2.94점(SD=1.28)으로 3개 어플리케이션 중 가장 낮은 만족도를 보였다. 이는 잦은 조작 오류와 공간 정합성(Registration) 실패가 사용자의 인지적 피로도를 높이고, 궁극적으로 시스템 전반에 대한 신뢰도와 경험의 질을 크게 저하시켰음을 입증한다.

5-3 심층 인터뷰 분석

본 절에서는 사용자 인식 기반 설문 분석 결과를 보완하고, 사용자 경험의 구체적인 원인과 맥락을 규명하기 위해 실험 종료 후 표본 편향을 최소화하고 표본의 대표성을 확보하기 위해 무작위로 선정하여 심층 인터뷰를 수행하였다. 분석 결과 첫째 시각적 피드백 유무에 따른 ‘상호작용 효율성’ 차이, 둘째 디바이스 ‘시야각 한계’로 인한 공간 맥락 파악의 어려움, 셋째 정합성(Registration) 오류로 인한 ‘현실감’ 저하라는 세 가지 핵심 범주가 되었으며 내용은 다음과 같다.

1) 시각적 피드백과 직관적 제스처가 공간 내 상호작용 효율성(NSM)에 미치는 영향

실험 참여자들은 인터페이스가 제공하는 시각적 가이드의 명확성에 따라 작업 수행의 인지적 난이도에 큰 차이를 보였

다. Amazon AR은 회전이나 이동 방향을 그래픽(화살표 등)으로 시각화하여 제공함으로써, 사용자가 직관적으로 3D 객체를 제어할 수 있도록 지원했다. 이는 ‘상호작용의 자연스러움’과 ‘공간 내 상호작용 효율성’ 점수가 가장 높게 나타난 앞선 사용자 인식 기반 설문 결과를 구체적으로 뒷받침한다.

“회전시킬 때도 가구 밑에 회전 방향을 알려주는 화살표가 생겨서 친절하다는 느낌을 받았습니다. 'Tap to place' 같은 조작 문구가 있어 방법을 한눈에 알 수 있었습니다.” (실험 참여자 12, 여, 24세)

반면, IKEA Place와 같이 구체적인 3D 조작 가이드가 부재하거나 불명확한 경우, 사용자는 단순한 회전이나 이동 조작에서도 잦은 시행착오를 겪으며 높은 인지적 부하를 경험하였다.

“화면에 갑자기 물체가 등장하고, 어떻게 움직여야 한다는 가이드나 별개의 조작 버튼이 없어서 당황스러웠습니다. 손가락 두 개로 회전해야 한다는 사실을 우연히 탭하다가 알게 되었습니다.” (실험 참여자 19, 남, 28세)

2) 제한된 시야각(FOV)으로 인한 공간 맥락 파악의 한계

오늘의집과 같은 모바일 기반 AR 서비스에서는 스마트폰 디스플레이의 물리적 화면 크기 제약이 대형 가구 배치 시 공간 전체의 맥락을 파악하는 데 결정적인 한계를 드러냈다. 참여자들은 좁은 시야각으로 인해 가구의 전체적인 스케일감과 주변 환경과의 비례를 예측하는 데 어려움을 겪었다.

“가구를 설치하고 난 뒤 전반적인 배경을 보고 싶었는데, 가구 중심으로만 렌더링을 보여줘서 전체적인 분위기를 파악하기 힘들었습니다. 더 넓은 풍경에서의 조화를 볼 수 있도록 줌아웃(Zoom-out)할 수 없는 것이 아쉬웠습니다.” (실험 참여자 22, 여, 25세)

3) 공간 정합성(Registration) 오류와 몰입감 및 현실감(IP)의 저하

가상 객체의 조명 및 그림자 표현과 같은 시각적 사실성은 사용자의 ‘몰입감 및 현실감’을 결정짓는 주요 요인이다. 일부 참여자는 Amazon AR의 바닥 인식과 그림자 표현에 대해 긍정적으로 평가했으나, 다수의 참여자는 여전히 가상 물체가 실제 물리적 공간과 완벽히 결합되지 못하고 겹도는 ‘이질감’을 지적하였다.

“실제 공간에 물체가 배치된 느낌보다는, 그저 카메라 화면 위에 가상 물체를 올려놓은(합성한) 느낌이 강했습니다. 라이팅(Lighting)이 주변 환경과 자연스럽게 어울리지 못해 현실과 완전히 동떨어진 것 같았습니다.” (실험 참여자 11, 여, 25세)

이러한 분석 결과는, 향후 AR/MR 환경에서 사용자에게 완전한 몰입적 경험을 제공하기 위해서는 단순한 ‘몰입감 및 현

실감’의 구현을 넘어, 명확한 가이드를 통한 사용자의 조작 효율성과 넓은 시야각 확보를 통한 공간의 인지적 정합성이 더욱 핵심적인 3D 인터페이스 디자인 요인으로 다루어져야 함을 실증적으로 시사한다.

5-4 선행 연구와 사용성 평가 결과 비교

본 연구의 사용자 인식 기반 설문 결과는 기존 3D 인터페이스 및 몰입감 관련 선행 연구들의 주요 주장과 맥락을 같이 하면서도, 모바일 AR이 지닌 하드웨어 및 구조적 한계를 실증적으로 규명함으로써 차세대 MR 환경의 필수 디자인 요건을 도출했다는 점에서 보완적 의의를 지닌다.

첫째, 3D 인터페이스 조작 효율성 측면에서의 선행 연구 일치 및 ‘시각적 가이드’의 필요성 구체화이다. 본 연구에서 ‘상호작용의 자연스러움’ 및 ‘공간 내 상호작용의 효율성’ 점수가 가장 높았던 Amazon AR의 결과는 3D 인터페이스 가이드라인의 중요성을 강조한 신재우[15] 및 심민섭[11]의 연구를 지지한다. 그러나 기존 연구가 상호작용의 ‘도입’ 자체를 강조하는 데 그친 반면, 본 연구는 모바일 환경 특유의 ‘조작의 모호함’을 실증하였다. 이를 바탕으로, 향후 MR 기기의 허공 제스처(Mid-air interaction) 조작 시 발생할 수 있는 인지적 부하를 최소화하기 위해서는 ‘실시간 시각적 가이드’가 상호작용 효율성을 확보하는 필수 조건임을 구체화하였다.

둘째, 몰입감 및 현실감 형성 요인의 확장 및 단순한 시각적 충실도에서 ‘공간 맥락의 시야각(FOV)’으로의 전환이다. 시각적 사실성이 몰입감과 만족도에 미치는 영향을 강조한 주가길 외[14]와 이재성 외[9]의 주장은 모델링 품질이 우수했던 Amazon AR이 획득한 높은 ‘몰입감 및 현실감’ 및 ‘만족도’ 점수로 재확인된다. 다만 본 연구의 정성 평가 결과, 고품질의 3D 에셋이 제공되더라도 디스플레이의 좁은 시야각(FOV)은 대형 가구 배치 시 공간 맥락을 단절시켜 주관적 현실감을 크게 저해하는 것으로 나타났다. 즉, 객체 단일의 그래픽 품질을 넘어 1:1 스케일로 공간 전체를 인지할 수 있는 MR 기기의 ‘광시야각(Wide FOV)’ 확보가 몰입적 경험의 핵심 전제 조건임을 새롭게 규명하였다.

셋째, 시스템의 ‘공간 정합성(Registration)’이 사용성 전반에 미치는 지배적 영향력 입증이다. 감각 자극을 통한 공간 몰입 극대화를 제안한 리우명위[10] 등의 프레임워크는 3D 객체의 안정적인 물리적 공간 인식을 기본 전제로 한다. 본 연구의 IKEA Place 평가에서 나타난 잦은 정합성 오류는 사용자의 ‘공간 내 상호작용의 효율성’, ‘몰입감 및 현실감’, ‘만족감’ 등 모든 지표의 급락을 초래했다. 이는 가상 객체와 현실의 물리적 일치감이 깨지면 사용자 경험 전체가 근본적으로 훼손됨을 의미한다. 따라서 고성능 심도 센서(LiDAR 등)를 활용한 ‘정밀도 기반의 시각적 피드백’이 실감형 환경 디자인의 최우선 선결 과제를 실증하며 기존 논의를 보완하였다.

결과적으로 본 연구는 선행 연구에서 제시된 3D 인터페이스 및 몰입감 이론을 사용자 평가를 통해 재확인하는 동시에,

모바일 AR 환경에서 나타나는 구조적 한계를 기반으로 향후 MR 환경에서 검증이 필요한 3D 인터페이스 디자인 방향을 제언하였다는 점에서 의의를 가진다.

VI. 결론 및 시사점

6-1 핵심 디자인 요소 도출

본 장에서는 가구 중심 AR 서비스의 사용자 인식 기반 설문과 심층 인터뷰를 종합하여, 향후 MR 환경에서 실증적으로 검증이 필요한 핵심 3D 인터페이스 디자인 방향을 도출하고자 하였다. 특히 사용자에게 완전한 몰입적 경험을 제공하는 결정적 요인을 규명하기 위해, 3개 어플리케이션 간의 평가 항목별 평균값 격차를 분석하여 디자인 요소의 영향력 우선 순위를 설정하였다.

분석 결과, 사용자가 체감한 시스템 간 만족도 차이를 가장 극명하게 가른 요인은 ‘공간 내 상호작용 효율성’으로, 최고점(Amazon AR)과 최저점(IKEA Place) 간의 평균값 격차가 1.37점으로 가장 크게 나타났다. 이는 사용자가 가상 객체를 선택하고 의도한 대로 정밀하게 조작하는 과정의 정확성과 효율성이 3D 사용자 경험을 결정짓는 가장 핵심적인 요인임을 시사한다.

그다음으로는 ‘상호작용의 자연스러움’이 1.28점의 격차를 보이며 두 번째로 중요한 영향 요인으로 확인되었다. 반면, ‘몰입감 및 현실감’은 0.75점의 차이로 상대적으로 가장 적은 격차를 보였다. 이러한 결과는 가상 객체의 단순한 ‘몰입감 및 현실감’을 높이는 것보다, ‘공간 내 상호작용 효율성’과 ‘상호작용의 자연스러움’을 보장하는 것이 MR 환경의 몰입적 경험을 형성하는 데 훨씬 더 지배적인 디자인 요인으로 작용함을 실증적으로 입증한다.

6-2 MR환경에서 검증이 필요한 디자인 방향 제언

본 연구에서 도출된 AR 사용성 평가 결과와 Apple Vision Pro(AVP) 등 고성능 MR 디바이스의 기술적 특성을 결합하여, 향후 MR 기반 공간 디자인 환경에서 실증적으로 검증되어야 할 3가지 디자인 방향을 다음과 같이 제언한다. 단, 본 연구에서 제안하는 디자인 요소는 모바일 AR 실험 데이터를 기반으로 한 이론적 제언이며, 실제 MR 환경에서의 효과는 후속 연구를 통한 실증적 검증이 필요하다.

첫째, 시각적 피드백을 동반한 ‘직관적 제스처(Intuitive Gesture)’이다. Amazon AR의 사용자 인식 기반 설문 결과를 통해 명확한 시각적 가이드가 상호작용의 효율성을 결정짓는 핵심 요인임을 증명하였다. 특히 물리적 화면을 터치하는 햅틱 반응이 부재한 MR 환경에서는 ‘허공에서의 제스처(Mid-air gesture)’ 조작 시 불가피하게 모호함이 발생하게

표 22. MR환경에 검증이 필요한 디자인 요소

Table 22. Design elements requiring validation in MR environments

Design Element	Limitations of Existing Mobile AR	Technical Characteristics of MR	Design Guideline
Intuitive Gesture	Lack of haptic feedback causes 'mid-air gesture' ambiguity.	3D spatial gesture recognition via advanced hand-tracking.	- Provide Visual Guide for real-time interaction confirmation.
Field of View (FOV)	Narrow screen limits overall spatial context when placing large objects.	Resolves screen limits by using full FOV as a display.	- Provide 1:1 scale sense of space matching the environment.
Registration	Sensor limits cause spatial mapping and object sizing errors (lowers trust).	Precise spatial mapping and scaling via depth sensors & LiDAR.	- Maximize physical coherence (Registration) between real and virtual.

된다. 이로 인해 사용자는 시스템이 자신의 명령을 정확히 인식했는지 확신하지 못하는 인지적 ‘불안감’과 ‘시스템 비신뢰성’을 겪게 되며, 이는 서비스의 인터페이스 품질을 저해하는 요소가 된다. 따라서 MR 인터페이스 디자인은 단순히 손동작을 인식하는 기술적 차원을 넘어, 조작 즉시 사용자의 조작 확신성(Certainty)을 확보할 수 있도록 시각적·청각적 동기화 피드백 가이드를 제스처 액션과 완벽하게 연결하여 제공하는 방향으로 설계되어야 한다.

둘째, 1:1 공간 맥락을 온전히 확보하기 위한 ‘광시야각(Wide FOV)’이다. 이러한 좁은 시야각은 가상 콘텐츠와 실제 공간 간의 시각적 단절을 초래할 뿐만 아니라, 사용자가 공간을 확인하기 위해 고개를 과도하게 돌려야 하는 ‘신체적 피로감’을 유발하고 결과적으로 공간에 대한 ‘몰입감’을 저해하는 결과를 낳는다. 반면 MR 디바이스는 사용자의 시야 전체를 디스플레이로 활용하여 물리적 화면의 구조적 제약을 해소한다. 따라서 MR 환경의 인터페이스는 사용자의 시야를 가리는 불필요한 2D UI 요소의 배치를 최소화하고, 자연스러운 시선 이동만으로도 현실과 가상 객체의 1:1 스케일 조화를 직관적으로 파악할 수 있도록 설계되어야 한다.

셋째, 인지적 신뢰를 구축하는 정확도 기반의 ‘공간 정합성’이다. MR 환경에서는 고성능 심도 센서와 라이더(LiDAR) 스캐너를 통해 기존 AR의 스케일링 문제가 하드웨어적으로 상당 부분 해결된다.

6-3 향후 연구 제언

본 연구는 모바일 AR 환경에서 발견된 사용자 경험 문제를 바탕으로, MR 환경으로의 인터페이스 전이를 위한 3D UI 디자인 가이드라인을 탐색적으로 도출하고 검증하고자 하였다. 그러나 본 연구는 다음과 같은 한계를 지닌다.

첫째, 하드웨어 인터페이스의 근본적 차이로 인한 경험 전이의 한계이다. 본 연구는 스마트폰 기반 모바일 AR 환경에서 수행되었으므로, 실제 HMD(Head-Mounted Display) 기반 MR 환경에서 발생할 수 있는 신체적 피로도, 멀미 현상, 허공 제스처 조작 시의 촉각적 피드백 부재 등 다양한 사용자 경험 요소를 충분히 반영하지 못하였다.

둘째, 실험 환경 및 생태학적 타당도의 한계이다. 본 연구는 실험 변수의 통제를 위해 동일한 실내 공간과 조도 환경에서 특정 가구를 배치하는 과업으로 실험을 진행하였다. 이에 따라 실제 사용 환경에서 발생할 수 있는 다양한 조도 조건, 공간 구조, 다중 객체 배치 상황 등 복합적인 맥락이 사용자 경험에 미치는 영향을 충분히 반영하지 못하였다.

셋째, 표본의 인구통계학적 편중이다. 본 연구는 20~30대 디자인 전공자를 대상으로 수행한 탐색적 사용자 연구이며, 향후에는 다양한 연령과 사용자군을 포함한 객관적 성능 평가 및 실제 MR 환경에서의 실험을 추가하여 연구 결과를 확장할 필요가 있다.

본 연구는 모바일 AR 환경에서 구현된 3D 인터페이스 디자인 요소가 사용자 경험에 어떠한 영향을 미치는지를 분석하고, 이를 바탕으로 MR 환경에 적용 가능한 3D UI 디자인 가이드라인을 탐색적으로 제안하였다는 점에서 의의를 가진다. 향후 연구에서는 Apple Vision Pro와 같은 실제 MR 기기를 활용하여 본 연구에서 제안한 디자인 요소의 효과를 검증할 필요가 있다. 또한 다중 객체 배치와 같은 복합 과업 환경을 구축하고, 시선 추적, 작업 수행 시간, 오류율 등 객관적인 행동 데이터를 함께 수집함으로써 디자인 요소가 사용자의 몰입감과 인지적 부하에 미치는 영향을 보다 종합적으로 검증할 필요가 있다.

감사의 글

이 논문은 2026년도 교육부 및 서울특별시의 재원으로 서울엔지니어센터의 지원을 받아 수행된 지역성장 인재양성체계(ANCHOR)의 결과입니다(2026-ANCHOR-01-019-04).

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 정보통신방송혁신인재양성(가상융합대학원)사업 연구 결과로 수행되었음(IITP-2026-RS-2023-00254529).

참고문헌

[1] Gartner. Gartner Top 10 Strategic Technology Trends For 2025 [Internet]. Available: <https://www.gartner.com/en/articles/top-technology-trends-2025>.
[2] Samsung Global Newsroom. Introducing Galaxy XR: Opening New Worlds [Internet]. Available: <https://news.samsung.com/global/introducing-galaxy-xr-opening-new-worlds>.

[3] A. Pfaff and M. Spann, "Augmented Reality and Spatial Fit Uncertainty in Online Retailing," *Journal of Retailing and Consumer Services*, Vol. 87, 104442, October 2025. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2025.104442>
[4] The Living. 2023 Furniture & Interior Consumer Report [Internet]. Available: <https://www.theliving.co.kr/news/articleView.html?idxno=23807>.
[5] Urbanbase. Home Interior Service Trend Report [Internet]. Available: <https://thegear.kr/news/articleView.html?idxno=28092&utm>.
[6] Google Design. Early Challenges in AR UX [Internet]. Available: <https://design.google/library/early-challenges-in-ar-ux>
[7] K. Bogomolova, M. A. T. M. Vorstenbosch, I. El Messaoudi, M. Holla, S. E. R. Hovius, J. A. van der Hage, and B. P. Hierck, "Effect of Binocular Disparity on Learning Anatomy with Stereoscopic Augmented Reality Visualization: A Double Center Randomized Controlled Trial," *Anatomical Sciences Education*, Vol. 16, No. 1, pp. 87-98, 2023. <https://doi.org/10.1002/ase.2164>
[8] E. Kruijff, J. J. LaViola Jr., and I. Poupyrev, *3D User Interfaces: Theory and Practice*, Boston, MA: Addison-Wesley, 2004.
[9] J. S. Lee and J. Y. Kim, "A Study on Spatial Characteristics of Immersion and Reality in Cases of VR and AR Technology and Contents," *Journal of the Korean Institute of Interior Design*, Vol. 28, No. 3, pp. 13-24, June 2019. <https://doi.org/10.14774/jkiid.2019.28.3.013>
[10] M. Liu, Research on Sensory Activation Design for Mixed Reality (MR) - With a Focus on Golf Games, Ph.D. Dissertation, Graduate School of Sookmyung Women's University, Seoul, 2024.
[11] M. Shim, "An Analysis of Successful Interaction Design Cases in Augmented Reality-Based Digital Spaces," *Journal of the Korea Institute of Spatial Design*, Vol. 20, No. 1, pp. 287-302, February 2025. <https://doi.org/10.35216/kisd.2025.20.1.287>
[12] T. Hilken, K. de Ruyter, M. Chylinski, D. Mahr, and D. I. Keeling, "Augmenting the Eye of the Beholder: Exploring the Strategic Potential of Augmented Reality to Enhance Online Service Experiences," *Journal of the Academy of Marketing Science*, Vol. 45, No. 6, pp. 884-905, 2017. <https://doi.org/10.1007/s11747-017-0541-x>
[13] A. Javornik, "It's an Illusion, but It Looks Real!" Consumer Affective, Cognitive and Behavioural Responses to Augmented Reality Applications," *Journal*

of Marketing Management, Vol. 32, No. 9-10, pp. 987-1011, 2016. <https://doi.org/10.1080/0267257X.2016.1174726>

- [14] J. Zhou and S. W. Lee, "A Study on the Effect of VR Digital Virtual Furniture Design on User Satisfaction," *Journal of the Korean Society of Design Culture*, Vol. 29, No. 3, pp. 439-450, September 2023. <https://doi.org/10.18208/ksdc.2023.29.3.439>
- [15] J. W. Shin, "A Study on Factors Involved in Interaction Design in Immersive Virtual Reality - Focused on 3D UI Development of Immersive Virtual Reality System -," *The Korean Society of Science & Art (KSAF)*, Vol. 41, No. 3, pp. 137-148, 2023. <http://doi.org/10.17548/ksaf.2023.06.30.137>
- [16] P. Milgram and F. Kishino, "A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays," *IEICE Transactions on Information and Systems*, Vol. E77-D, No. 12, pp. 1321-1329, December 1994.
- [17] R. M. Yilmaz and Y. Göktaş, "Using Augmented Reality Technology In Education," *Cukurova University Faculty Of Education Journal*, Vol. 47, No. 2, pp. 510-537, October 2018. <https://doi.org/10.14812/cuefd.376066>
- [18] E. D. Ragan, A. Sowndararajan, R. Kopper, and D. A. Bowman, "The Effects of Higher Levels of Immersion on Procedure Memorization Performance and Implications for Educational Virtual Environments," *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, Vol. 19, No. 6, pp. 527-543, 2010.
- [19] M. J. Won, S. I. Park, C. J. Kim, E. C. Lee, and M. Whang, "A Study on Evaluation of Visual Factor for Measuring Subjective Virtual Realization," *Science of Emotion & Sensibility*, Vol. 15, No. 3, pp. 389-398, September 2012.
- [20] D. Norman, *Emotional Design: Why We Love (or Hate) Everyday Things*, New York, NY: Basic Books, 2004.



이주예(Joo-Ye Lee)

2026년 : 세종대학교
(디자인이노베이션 학사)

2019년~현 재: 세종대학교 디자인이노베이션 학과 학사
※ 관심분야 : 혼합현실(MR)·가상현실(VR), UI/UX,
브랜드디자인 등



김지현(Ji-Hyeon Kim)

2026년 : 세종대학교
(디자인이노베이션 학사)

2021년~현 재: 세종대학교 디자인이노베이션 학과 학사
※ 관심분야 : 혼합현실(MR)·가상현실(VR), UI/UX,
브랜드디자인 등



민자경(Ja-Kyoung Min)

2018년~현 재: 세종대학교 창의소프트학부디자인이노베이션
전공 부교수
※ 관심분야 : 혼합현실(MR)·가상현실(VR), UI/UX,
브랜드디자인 등