

증강현실 기반 모바일 애플리케이션의 사용성 원칙 연구 -길찾기 서비스 중심으로-

유창화¹, 오동우^{2*}

¹명지대학교 대학원 디자인학과 석사과정, ²명지대학교 예술체육대학 시각디자인전공 교수

Usability Principles for a Mobile Augmented Reality Application -Focus on Wayfinding-

Chang-Hwa Yoo¹, Dong-Woo Oh^{2*}

¹Student, Department of Design, Graduate School of Myongji University

²Professor, Department of Visual Communication Design, Myongji University

요 약 메타버스의 급부상에 따라 모바일 증강현실 시장이 빠르게 성장하고 있다. 하지만, 모바일 증강현실 환경에서의 사용자 경험 향상을 위한 연구가 부족한 실정이다. 본 연구는 증강현실 기반의 스마트폰 애플리케이션 사용성 원칙 개발을 목표로 한다. 연구 방법으로 1)모바일 증강현실의 특성을 파악하여 증강현실 애플리케이션의 사용성 요인을 파악했다. 2)증강현실의 사용성 사례 연구 분석을 통해 사용성 원칙을 수집 및 선별하고, 전문가 심층 인터뷰를 통해 사용성 원칙을 재범주화하여 14개의 사용성 원칙으로 개발했다. 3)개발된 사용성 원칙을 검증하기 위해 사용성 원칙을 바탕으로 평가 문항을 구성하여 사용성 평가 설문지를 진행했다. 결과적으로 몰입성, 현존감, 효율성, 만족감, 유희성에서 유의미한 차이를 발견하였으며, 증강현실 기반 스마트폰 애플리케이션 개발에 유용한 사용성 원칙임을 검증했다. 본 연구는 증강현실 기반 모바일 사용성 원칙에 관한 기초연구라는 점에서 의의가 있다.

주제어 : 모바일 증강현실, 증강현실 사용성 원칙, 증강현실 지도 서비스, 전문가 심층 인터뷰

Abstract The mobile augmented reality(MAR) market is rapidly growing with following the sudden rise of the metaverse. However, research on improving user experience in mobile augmented reality environment is lacking. This study aims to develop the usability principles of an AR-based smartphone app. The research conducts following methods. 1)The characteristics of MAR were understood to identify usability elements of AR apps. 2)Usability principles were collected through analysis of case studies on the usability of AR and the 14 usability principles were developed through in-depth interviews with experts for the purpose of chunking. 3)To verify the 14 developed usability principles, evaluation items were composed based on the usability principles and usability evaluation survey was conducted. Consequently, significant differences were found in immersivity, presence, efficiency, satisfaction, playfulness and It was verified that the developed usability principle is useful in developing AR based smartphone apps. This study is meaningful in that it conducted the basic research of mobile AR usability principles

Key Words : Mobile AR, AR Usability Principle, AR Map Service, Expert In-depth Interview

*Corresponding Author : Dong-Woo Oh(dongwoo@mju.ac.kr)

Received February 21, 2022

Accepted April 20, 2022

Revised April 18, 2022

Published April 28, 2022

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

코로나19 펜데믹으로 인한 언택트 문화의 확산은 메타버스 시대를 앞당겼다. 메타, 마이크로소프트, 구글, 애플, 엔비디아, 디즈니 등 다수의 기업들이 메타버스 환경에서 경제영토를 넓히고 있으며 가상현실과 증강현실 관련 응용 기술과 콘텐츠 개발에 주력하고 있다. 시장조사업체 스트래티지 애널리틱스(SA)에 따르면 메타버스 시장규모는 2025년 2천800억 달러에 달할 전망이며, 이 중 증강현실 관련 시장 규모는 900억 달러 규모로 가상현실 시장보다 6배 가량 클 것으로 예측했다.

증강현실은 메타버스의 유형 중 하나로, 사용자가 일상에서 인식하는 실제 환경에 가상의 정보를 겹쳐 놓음으로써 만들어지는 세계이다[1]. 최근 들어 증강현실은 디지털 경제의 핵심으로 부상하면서 의료, 방송, 설계, 게임, 교육 등 일상생활 전반에 다양하게 활용되고 있으며, 이러한 현상은 가속화될 것으로 보인다[2]. 본 연구는 모바일 증강현실 애플리케이션 디자인에 적용가능한 사용성 원칙의 개발을 목표로 한다.

1.2 연구의 방법 및 절차

본 연구의 연구방법은 다음과 같다. 첫째, 모바일 증강현실과 사용성에 대한 문헌고찰을 통해 모바일 증강현실의 개념과 특성에 대해 정리하고 증강현실 사용성에 관한 선행연구를 분석했다. 둘째, 수집한 사용성 원칙의 범주화를 위해 전문가 5인의 심층 인터뷰를 진행했다. 전문가 의견을 바탕으로 증강현실 기반의 모바일 애플리케이션을 위한 사용성 원칙을 도출했다. 셋째, 도출된 모바일 증강현실 사용성 원칙의 검증을 위해 프로토타입을 제작하고, UX/UI 분야에 종사하는 디자이너 및 개발자를 대상으로 사용성 평가 설문을 진행했다. 마지막으로, 설문 결과에 대해 신뢰도 분석과 대응표본 t 검정을 진행하여 유의미한 모바일 증강현실 사용성 원칙을 도출했다.

2. 이론적 배경

2.1 증강현실의 개념 및 특성

증강현실은 현실세계와 가상세계의 정보를 혼합하고 가공한 세계에서 상호작용하게 함으로써 사용자에게

보다 향상된 현실감과 몰입감을 제공하는 기술이다. 1968년 미국 유타 대학의 컴퓨터 과학자인 Ivan Edward Sutherland가 고안한 헤드 마운티드 디스플레이(Head Mounted Display)를 시초로 실감미디어에 대한 연구가 시작 되었으며, 증강현실이라는 용어는 1990년 보잉(Boeing)의 Tom Caudell과 David Mizell이 항공기의 전선 조립을 돕기 위해 실제 화면에 가상 이미지를 겹쳐 설명하는 과정에서 최초로 사용됐다[3].

Azuma(1997)에 따르면 증강현실 시스템은 3가지 특성이 있다: 첫째, 현실과 가상의 결합(Combines real and virtual), 둘째, 실시간 상호작용(Interactive in real time), 셋째, 3차원 공간의 적용(Registered in 3D)[4]. 즉, 현실과 가상의 단순한 융합은 증강현실이라 명하기 어려우며 융합된 둘의 관계가 상호순환적인 관계가 조성되었을 때 비로소 증강현실이라 할 수 있다. 또한, 현실세계와 가상세계 사이의 정합(Registration)이 이루어져야 한다[5].

2.2 모바일 증강현실의 개념 및 특성

모바일 증강현실은 스마트폰 카메라, 태블릿, 게임기, 스마트 안경, 웨어러블 등 휴대용 기기를 통해 생성한 데이터나 이미지가 실시간으로 현실세계에 정밀하게 오버레이 할 수 있도록 만드는 기술환경이다[6].

모바일 증강현실 인터페이스는 기존의 2D 인터페이스 환경에 비해 실시간 상호작용성이 중요하다. 또한 효과적인 맥락정보의 제공이 모바일 증강현실 애플리케이션의 성공요인이다[7]. 따라서, 모바일 증강현실 애플리케이션 디자인은 화면에 표시되는 시각정보 뿐만 아니라 사용자가 혼합환경(Mixed Reality)에서 정보를 쉽게 인지하고 편리한 조작방식으로 상호작용할 수 있는지 고려되어야 한다[8].

2.3 증강현실 인터페이스의 사용성

사용성(Usability)은 사용자가 목적 달성을 위해 도구나 시스템을 사용하는 과정이 얼마나 유용하고, 편리하며, 만족스러운가를 측정하기 위한 원칙과 지표를 포괄하는 개념이다. 디자이너는 사용성 지표를 통해 사용자의 요구사항과 심리를 심층적으로 이해하고 서비스 목적에 맞는 인터페이스 디자인을 할 수 있다[9].

본 연구에서는 선행연구에서 논의된 증강현실 인터페이스 사용성 원칙을 조사하여 총 92가지의 사용성 원칙을

Table 1과 같이 정리했다[5,10-16]. A Dünser, R Grasset, H Seichter & M Billinghurst(2007)는 가상의 3D 공간에서 디자이너의 의도대로 사용자들이 행동하게 하는 것이 중요하다고 판단하여 어포던스를 원칙으로 포함시켜 증강현실 시스템과 관련있고 증강현실 환경에 적용 가능한 8가지 사용성 원칙을 제안했다. 이진욱(2012)은 증강현실 환경에서 현실 세계와 가상 객체의 공존에 주목하여 프레젠텔(Presence)과 사용성의 상관 관계를 조사하고 프레젠텔을 증강현실 사용성의 주요 요소로 제시했다. 고상민, 장원석, 지용구(2013)는 위치 기반 서비스를 제공하는 증강현실 스마트폰 애플리케이션의 특징에 부합하는 22가지 사용성 원칙 개발을 개발했다. 이들은 해당 연구가 전반적인 개발 프로세스 설계 과정에서 사용성 문제점을 빠르고 효율적으로 찾는 데 활용될 수 있다는 점에 의의를 두었다. Subhashini Ganapathy(2013)는 모바일 증강현실 애플리케이션을 효과적으로 디자인하기 위해선 애플리케이션의 사용 시나리오, 사용될 기기의 폼팩터와 적합한 입출력 방법을 이해해야한다고 강조하였으며 이를 바탕으로 모바일 증강현실 사용자 인터페이스를 개발할 때 고려해야 할 8가지 디자인 가이드라인을 개발했다. P. E. Kourouthanassis, C. Boletsis, G. Lekakos(2015)는 선행연구 분석을 통해 모바일 증강현실 환경에 적합한 5가지 디자인 원칙을 개발했다. 이들의 연구에서 특기할 점은 주로 성능과 사용의도에 미치는 영향에만 집중했던 기존의 모바일 증강현실 연구와 달리 모바일 증강현실 시스템 디자인과 관련된 사용자의 정서적 특성 또한 고려된 연구라는 것이다. T. C. Endsley, K. A. Sprehn, R. M. Brill, K. J. Ryan, E. C. Vincent & J. M. Martin(2017)은 AR 애플리케이션 개발 시 사용자의 제스처, 위치 등 동적 물리적 환경을 고려해야 하고 사용자가 이해할 수 있는 방식으로 현실 세계에 적합한 멘탈 모델이 구축되어야 함을 강조하며 9가지 AR 휴리스틱을 제안했다. 김운과 이철승(2018)은 사용자에게 만족감을 가져다 줄 수 있는 사용성의 향상이 인터페이스 디자인의 가장 큰 목표이며 빠르고 쉬운 시스템의 사용을 평가한 기존의 휴리스틱과 달리 증강현실 환경에서는 감성적인 개념이 강조됨을 주장했다. 그들은 이를 반영한 22가지 사용성 요소를 제안했다. A. Ejaz, S. A. Ali, M. Y. Ejaz. F. A. Siddiqui(2019)는 증강현실 시스템의 입출력 방식이 매우 다양하기에 서로 다른 환경에서 연구를 진행하고 통합

해야 함을 강조했다며 10가지 GUI 디자인 원칙을 개발하고 사용성 테스트를 통해 개발된 원칙이 증강현실 시스템 인터페이스를 디자인하는 데 실질적인 도움을 주는지를 검증했다.

선행연구 문헌조사를 통해 최근 증강현실 사용성 연구들이 초기 증강현실 사용성 연구와 비교하여 사용자 만족감을 강조하고 있으며, 증강현실의 기술환경 특성을 반영한 물리적 속성의 사용성 원칙의 개발이 시도되고 있음을 확인할 수 있었다.

Table 1. Collected Usability Principles

Precedent research	Usability Principles
A Dünser, R Grasset, H Seichter & M Billinghurst(2007). Applying HCI principles to AR systems design	Affordance, Reducing cognitive overhead, Low physical effort, Learnability, User satisfaction, Flexibility in use, Responsiveness, Feedback, Error tolerance
J. W. Lee(2012). The Attributes of Usability Test for Augmented Reality Environment	Clarity of system, Ease of input devices, Playfulness, Personalization, Feedback, Presence(involvement of ambient), Presence(involvement of sensory), Presence(Clarity of Coherence), Presence (reality of expression)
S. M. KO, W. S. Chang & Y. G. Ji(2013). Usability Principles for Augmented Reality Applications in a Smartphone Environment	Defaults, Enjoyment, Familiarity, Hierarchy, Multi-modality, Visibility, Consistency, Learnability, Predictability, Recognition, Error management, Help and documentation, Personalization, User control, Direct manipulation, Feedback, Low physical effort, Responsiveness, Availability, Context-based, Exiting, Navigation
S. Ganapathy(2017). Design Guidelines for User Interface for Augmented Reality	Clear Textual Information, Contrast, Grouping, Placement, Alert/Attention Sensitivity, Interaction Methods, Distinct Icons, Visibility and Distance
P. E. Kourouthanassis, C. Boletsis, G. Lekakos(2015). Demystifying the design of mobile augmented reality applications	Use the context of providing content, Deliver relevant to the task content, Inform about content privacy, Provide feedback about the infrastructure's behavior, Support procedural and semantic memory
T. C. Endsley, K. A. Sprehn, R. M. Brill, K. J. Ryan, E. C. Vincent & J. M. Martin(2017). Augmented reality design heuristics: Designing for dynamic interactions	Fit with user environment and task, Form communicates function, Minimize distraction and overload, Adaptation to user position and motion, Alignment of physical and virtual worlds, Fit with user's physical abilities, Fit with user's perceptual abilities, Accessibility of off-screen objects, Accounting for hardware capabilities
W. Kim & C. S. Lee(2018). A Study on User - centered Usability Elements of User Interface Designs in an Augmented Reality Environment	Controllability, Input method, Direct Manipulation, User Control, Interaction, Efficiency, Feedback, Ease, Learnability, Simplicity, Predictability Consistency, Congruity, Visibility, Size, Attractiveness, Arrangement, Accuracy, Effectiveness, Subjective satisfaction, Familiarity
A. Ejaz, S. A. Ali, M. Y. Ejaz. F. A. Siddiqui(2019). Graphic user interface design principles for designing augmented reality applications	Affordance(Perceived affordance), Visibility and natural mapping, Low physical effort, Learnability, User satisfaction, Feedback, Error tolerance, Reducing the cognitive burden, Flexibility, Simplicity

Table 2. Usability principle for Smartphone AR Application

Representative principle	Definition
Visibility	<ol style="list-style-type: none"> 1. Design elements (position, size, shape, color, motion, etc.) should be designed not to interfere with each other visually. 2. The user should be able to immediately identify the information presented. 3. The font used should be readable.
Learnability	<ol style="list-style-type: none"> 1. The user must be able to learn the design purpose and function of the interface in a short period of time. 2. The user's learning process should not be recognized as learning as much as possible. 3. Familiar graphic elements and terms should be used to help users learn. 4. Help should be given to users by providing a guide for functions users have not experienced.
Immersivity	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cognitive load should be minimized in the process of interaction between users and systems. 2. Information that helps users make functions feasible should be provided so that they do not need to use working memory. 3. Commonly used terms and interfaces are to be maintained consistently for the users to quickly understand the meaning and function.
Clarity	<ol style="list-style-type: none"> 1. The visual representation and intrinsic meaning of the provided information should be delivered to the user as intended by the design. 2. The system response shown by the user's manipulation method should be intuitive.
Affordance	<ol style="list-style-type: none"> 1. An interface containing social cognitive information has to be designed for the users to predict functions from the visual form. 2. Functions unfamiliar to users should be able to induce behaviors from them through active appeal information.
Presence	<ol style="list-style-type: none"> 1. Information suiting the context (visual information, auditory information, tactile information, etc.) should be provided. 2. AR objects should be expressed in realistic form and color. 3. AR experience should be designed considering the user's environment and type of work. 4. The real and virtual environments should be recognized accurately without any awkwardness in spatial expression. 5. Visual expression should be clarified by the use of contrast between design information and the actual environment.
Controllability	<ol style="list-style-type: none"> 1. You should make the user feel like they are controlling the system, in such ways as stopping work directly or making it easier to return to the previous work situation. 2. Users should be free to navigate in the application. 3. Users should be able to easily recognize and manipulate elements outside the screen. 4. When reworking, the options set in the previous work must stay the same.
Error management	<ol style="list-style-type: none"> 1. When an error occurs, a notification should be given, and a solution should be provided to quickly resolve the error. 2. To prevent errors, the AR experience should be designed to accommodate the functions and limitations of the platform.
Efficiency	<ol style="list-style-type: none"> 1. The goal is to be achieved by minimizing the user's physical effort and interaction phase. 2. When designing an interface, arrangement and configuration should be labeled as important 3. The interface should be open to modification to suit the user's characteristics and environment. 4. Information should be designed step by step.
Responsiveness	<ol style="list-style-type: none"> 1. The system must respond quickly to the user's behavior and immediately inform the current state. 2. Users should be able to recognize whether their personal information on their activities is stored. 3. User's boredom should be minimized in situations where it is inevitable for them to wait for a long time.
Flexibility	<ol style="list-style-type: none"> 1. Various types of input and output methods should be provided. 2. When the user switches their usage environment or work state it should be changed to an appropriate interface.
Contextuality	<ol style="list-style-type: none"> 1. The interface should be designed appropriately for the user's characteristics and use environment. 2. Information should be provided in an appropriate form according to the user's environment and working condition. 3. Switching to a contextual interaction method should be possible.
Playfulness	<ol style="list-style-type: none"> 1. The visual expression style should be attractive. 2. Feedback must be delivered through the five senses and must meet the user's expectations. 3. Good memories should be given to users through positive feedback.
Satisfaction	<ol style="list-style-type: none"> 1. User's satisfaction should be able to be recognized by considering quantitative and qualitative data. 2. Periodic management using the user's behavioral data is required in order for users to maintain high satisfaction with the service.

3. 증강현실 기반의 스마트폰 애플리케이션 사용성 원칙 개발

3.1 모바일 증강현실 사용성 원칙의 범주화

전문가 심층 인터뷰에 앞서 선행연구를 통해 취합된 92가지 사용성 원칙을 정리하고 유사 개념을 범주화하여 총 75개의 사용성 원칙으로 정리했다.

3.2 전문가 심층 인터뷰

도출된 75개의 사용성 원칙을 기반으로 전문가 심층 인터뷰를 실시했다.

인터뷰 대상자는 모바일 증강현실 애플리케이션의 사용성 원칙에 대한 전문지식이 필요하였다. 따라서 모바일 환경 또는 증강현실 기반 업무 경험이 있는 경력 5년 이상의 UX/UI전문가 9명을 1차 확보하였다. 1차 선별된 전문가 그룹은 필터링 설문을 거쳐 5인의 전문가를 선정했다. 전문가 심층 인터뷰 방법은 Creswell(1998)의 질적연구방법을 참고했으며, 인터뷰는 화상 회의 서비스인 구글 미트(Google Meet)를 활용하여 비대면 1:1 심층 인터뷰로 진행했다. 개인당 인터뷰 시간은 10분의 오리엔테이션을 포함하여 약 120분간 진행되었다.

3.3 전문가 심층 인터뷰 결과

전문가 심층 인터뷰를 통해 선행연구 분석을 통해 수집된 75가지 사용성 원칙을 재범주화하였다. 그 결과 Table 2와 같이 가시성, 학습 용이성, 몰입성, 명확성, 행동 유도성, 현존감, 통제성, 오류 대처성, 효율성, 응답성, 유연성, 맥락성, 유희성, 만족감으로 총 14개의 사용성 원칙이 최종 도출되었다. 범주화 과정을 통해 도출된 상위 개념을 대표 원칙으로 명명하고, 각 대표 원칙에 속한 세부 원칙은 하위 원칙이라 정했다. 사용성 원칙의 재범주화 과정에서 전문가들 간 의견이 다른 경우는 다수의 의견을 따랐다.

4. 모바일 증강현실 사용성 원칙의 검증

4.1 대상 애플리케이션 선정

4.1.1 네이버 지도 서비스

선정된 모바일 증강현실 사용성 원칙 14가지의 유의성을 확인하기 위하여 실험자극물을 제작하여 검증하였다. 실험 대상 서비스는 국내 모바일 지도 서비스 중 선정일

기준(2021년 9월) 다운로드 수가 가장 많은 네이버 지도를 선정하고 길찾기 기능을 중심으로 살펴보았다. 길찾기는 자신의 현재 위치와 주변 지형 정보를 지속적으로 비교판단하는 행위다. 지도 애플리케이션은 개선과 발전을 거듭해왔으나 여전히 사용자들에게 어려운 이유는 사용자의 자기중심적 정보와 서비스가 제공하는 외부 중심적 정보가 정합(Registration)하게 인지되지 않기 때문이다[17].



Fig. 1. Naver map app screen in use

4.1.2 프로토타입 제작

이러한 문제를 해결하기 위해서는 사용자들이 모바일 기기 화면에 제시된 2차원 지리 정보를 3차원 공간인 현실에 맥락적으로 적용할 수 있어야 한다. 본 연구에서는 2D 인터페이스 기반 애플리케이션과 증강현실 기반 애플리케이션의 사용성 비교 평가를 위해 증강현실 기반 네이버 지도 프로토타입을 제작했다.

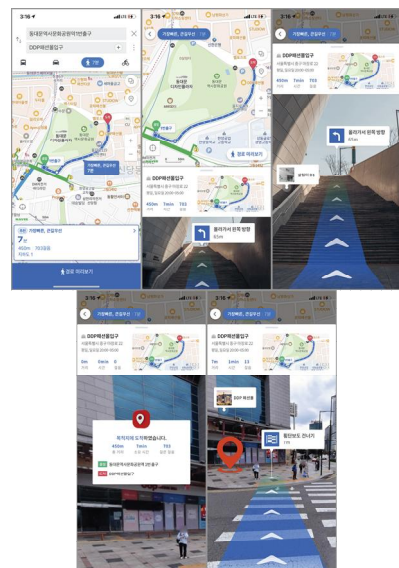


Fig. 2. Prototype screen in use

태스크 시나리오는 ‘도보를 이용한 길찾기’로 설정하였으며, 기존 네이버 지도 서비스의 GUI 디자인 가이드를 따라 프로토타입을 제작했다.

4.2 사용성 원칙 검증

4.2.1 설문조사 참여자

코로나 팬데믹 환경으로 인해 사용성 설문조사는 구글 폼을 활용하여 온라인 설문조사로 진행하였다. 조사에 적합한 표본집단 구성을 위해 눈덩이표집(snowball sampling) 방법을 적용해 50명의 참여자를 모집했다. 설문 참여자는 본 연구의 주제에 대한 지식이 전혀 없는 일반인을 제외하고 인터페이스 디자인과 사용성에 대한 이해도가 높은 UX/UI 분야 대학생 및 대학원생과 UX/UI 디자이너 및 개발자를 대상으로 진행했다.

4.2.2 설문조사 방법

14가지 모바일 증강현실 사용성 원칙의 검증을 위해

사용성 원칙 속성을 바탕으로 설문조사 문항을 구성하였다. 설문조사 방법은 1차 현행 네이버 지도 사용성 평가와 2차 프로토타입 사용성 평가로 진행했다. 실험 참여자는 설문 전 시나리오 기반의 태스크 수행 영상을 시청 후 설문에 참여하였다. 태스크 시나리오는 ‘동대문 역사문화공원역 1번 출구에서 DDP 패션몰 입구까지 도보를 이용하여 길찾기’로, 1차와 2차 실험에서 모두 동일하게 설정했다. 1차 설문기간은 2021년 10월 22일부터 10월 29일까지, 2차 설문기간은 2021년 11월 05일부터 11월 12일까지로 각 일주일 간 실시하였고 리커트 5점 척도 방식의 설문지를 작성 후 온라인 배포했다. 설문 항목은 14가지 사용성 원칙을 바탕으로 구성 후 태스크 시나리오에 적합한 질문을 선정했다. 그 결과 가시성, 학습 용이성, 몰입성, 명확성, 행동 유도성, 현존감, 통제성, 효율성, 응답성, 유연성, 맥락성, 유익성, 만족감과 관련된 총 32개의 문항으로 정리되었으며 1차와 2차 설문항목은 동일하게 구성했다.

Table 3. Usability assessment item

Related Principles	Questions item
Visibility	1. Is the design factor (position, size, form, color, motion, etc.) designed not to interfere with each other visually?
	2. Can the shown information be immediately identified?
	3. Is the used font readable?
Learnability	4. Didn't it take a long time to learn the design purpose and function of the interface?
	5. Was the learning process for the application usage natural?
	6. Were the graphic elements and terms familiar?
Immersivity	7. Wasn't it inconvenient because there were many factors to pay attention to during the interaction process?
	8. Will there be no difficulty in using it again after a long time?
	9. Are the terms and interfaces used consistently maintained?
Clarity	10. Was the visual representation and intrinsic meaning of the information provided easy to understand?
	11. Was the system response shown by the manipulation method intuitive?
Affordance	12. Is the interface designed to predict functions from visual form?
Presence	13. Did you provide information suitable for the context (visual information, auditory information, tactile information, etc.)?
	14. Is the directions screen expressed in realistic shapes and colors?
	15. Is the virtual content designed according to the user's condition and type of work?
	16. Was it possible to accurately recognize the actual environment and virtual spatial expression without any awkwardness?
	17. Did you make it clear with the visual expression between virtual information and the actual environment through proper contrast?
Controllability	18. Was it easy to pause working or go back to the previous working status?
	19. Were you able to freely explore in the application?
	20. Were the elements outside the screen easy to recognize and manipulate?
	21. When moving to another screen, were the options set in the previous task maintained the same?
Efficiency	22. Do you think the user's physical effort and interaction phase have been minimized?
	23. Was the arrangement and configuration of the interface appropriate?
	24. Is the information designed step by step?
Responsiveness	25. Did it respond quickly to the behavior and immediately notify about the current state?
Flexibility	26. Are various types of input and output methods provided?
	27. Has it been changed to an appropriate interface when switching the user environment or work state?
Contextuality	28. Is the interface designed to suit the user's characteristics and usage environment?
	29. Was the information provided appropriately according to the user's environment and working condition?
Satisfaction	30. Are you satisfied with the application?
Playfulness	31. Do you think the visual expression style is attractive?
	32. Were good memories made through making positive feedback?

4.3 결과 분석

1차와 2차 설문을 통해 수집한 데이터는 SPSS 25.0을 이용하여 분석하였으며 모두 유의수준 $p < 0.001$ 에서 검증했다. 설문 결과 분석은 다음과 같은 절차를 거쳐 진행됐다. 첫째, 1차 설문조사와 2차 설문조사의 신뢰도 검사를 위해 Cronbach's alpha 계수를 사용하여 내적 신뢰도분석(reliability analysis)을 실시했다. 둘째, 1차 설문과 2차 설문의 결과 사이에 유의미한 차이가 있는지를 판단하기 위해 대응표본 t검정을 실시했다. 마지막으로 신뢰도 측정과 대응표본 t검정을 통해 분석된 자료들을 바탕으로 개발된 모바일 증강현실 사용성 원칙이 증강현실 기반의 스마트폰 애플리케이션의 평가에

적합함을 검증했다.

4.3.1 신뢰도 분석

cronbach's α 계수는 0~1의 값을 갖는데, 높은 값을 나타낼수록 신뢰도가 높다는 것을 의미한다. 일반적으로 사회과학 분야에서는 0.6 이상이면 신뢰도가 있다고 판단한다. 1차와 2차 설문에 대한 신뢰도는 각각 0.908과 0.884로 신뢰도가 매우 높은 것으로 나타났다.

Table 4. The results of survey Reliability Analysis

Category	cronbach's α
The first survey	0.908
The second survey	0.884

Table 5. The results of paired t-test

Category			Descriptive statistics			t(p)
			N	M	SD	
Immersivity	7. Wasn't it inconvenient because there were many factors to pay attention to during the interaction process?	Naver Map	50	3.1800	.82536	-4.993 (.000)***
		Prototype	50	3.8000	.75593	
Presence	14. Is the directions screen expressed in realistic shapes and colors?	Naver Map	50	3.4400	.76024	-4.610 (.000)***
		Prototype	50	3.8800	.55842	
	16. Was it possible to accurately recognize the actual environment and virtual spatial expression without any awkwardness?	Naver Map	50	3.4200	.64175	-4.200 (.000)***
		Prototype	50	3.7200	.64015	
	17. Did you make it clear with the visual expression between virtual information and the actual environment through proper contrast?	Naver Map	50	3.4400	.83690	-4.056 (.000)***
		Prototype	50	3.7800	.61578	
Efficiency	22. Do you think the user's physical effort and interaction phase have been minimized?	Naver Map	50	3.6000	.80812	-4.030 (.000)***
		Prototype	50	3.9800	.62237	
Satisfaction	30. Are you satisfied with the application?	Naver Map	50	3.5000	.93131	-4.221 (.000)***
		Prototype	50	3.9000	.70711	
Playfulness	31. Do you think the visual expression style is attractive?	Naver Map	50	3.1000	.78895	-4.245 (.000)***
		Prototype	50	3.5400	.64555	

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

4.3.2 대응표본 t검정

기본 네이버 지도 서비스와 프로토타입의 설문 결과 간 대응표본 t검정을 실시했으며, 유의수준 기준은 0.001보다 작음으로 설정했다.

분석 결과 몰입성 관련 항목인 '상호작용 과정에서 신경 써야 할 요소가 많아 불편함을 느끼지 않았는가?', 현존감 관련 항목인 '길 안내 화면은 사실적인 형태와 색으로 표현되었는가?', '실제 환경과 가상의 공간 표현은 어색함 없고 정확하게 인지 가능하였는가?', '디자인 정보와 실제 환경 사이의 적절한 대비를 통해 시각 표현을 명확히 하였는가?', 효율성 관련 항목인 '사용자의 육체적 노력과 상호작용 단계는 최소화되었다고 생각하는가?', 만족감 관련 항목인 '애플리케이션에 대해 만족스럽다고 생각하

는가?', 유희성 관련 항목인 '시각적 표현 양식은 매력적 이라고 생각하는가?' 등 모두 7개 문항에서 Table 4와 같이 통계적 유의성이 나타났다. 유의미한 차이를 보이지 않은 나머지 25개 문항들은 프로토타입 제작 시 네이버 지도 인터페이스에서 사용된 폰트, 아이콘, 색, 레이아웃 등의 디자인 요소들을 유지하는 방향으로 제작되었기 때문에 두 대상 간 차이를 보이지 않은 것으로 사료된다.

몰입성 관련 항목인 '상호작용 과정에서 신경 써야 할 요소가 많아 불편함을 느끼지 않았는가?' 문항의 경우 네이버 지도에서는 지도에 표시된 그래픽 요소들과 실제 공간을 비교하며 길을 찾아가야 하는 반면, 프로토타입에서는 실제 환경에 가상의 그래픽이 덧입혀져있기 때문에 스마트폰 화면을 보는 것만으로 길을 찾아갈 수

있다는 점이 영향을 미친 것으로 보인다. 현존감 관련 항목인 '길 안내 화면은 사실적인 형태와 색으로 표현되었는가?', '실제 환경과 가상의 공간 표현은 어색함 없고 정확하게 인지 가능하였는가?', '가상의 정보와 실제 환경 사이의 적절한 대비를 통해 시각 표현을 명확히 하였는가?' 문항에서 유의미한 차이를 보인 이유는 기존의 2D 기반 지도와 다르게 프로토타입의 길 안내 화면은 사용자가 실시간으로 보고 있는 환경 그대로를 담고 있기 때문인 것으로 해석된다. 효율성 관련 항목인 '사용자의 육체적 노력과 상호작용 단계는 최소화되었다고 생각하는가?' 문항은 앞서 언급한 몰입성 평가 항목과 유사한 이유가 영향을 끼친 것으로 보인다. 만족감 관련 항목인 '애플리케이션에 대해 만족스럽다고 생각하는가?' 문항과 유희성 관련 항목인 '시각적 표현 양식은 매력적이라고 생각하는가?' 문항은 프로토타입에서의 효율성, 몰입성 그리고 현존감 관련 사용성이 향상되면서 주관적 경험 지표 점수가 높게 평가된 것으로 해석된다.

5. 결론

본 연구는 최근 메타버스와 증강현실 기반 모바일 환경의 급부상에 따라 증강현실 기반 모바일 인터페이스 디자인에서의 사용성 연구가 필요하다는 데서 출발했다. 본 연구에서는 증강현실 애플리케이션의 특성은 무엇이며 개발과 평가를 진행할 때 고려되어야 하는 사용성 원칙은 무엇인지 알아보고자 했다. 이를 위해 선행연구 분석을 통해 선별된 75개의 사용성 원칙을 재범주화하고 전문가 심층 인터뷰를 실시했다. 전문가 심층 인터뷰 결과를 바탕으로 75개의 사용성 원칙으로부터 가시성, 학습 용이성, 몰입성, 명확성, 행동 유도성, 현존감, 통제성, 오류 대처성, 효율성, 응답성, 유연성, 맥락성, 유희성, 만족감의 총 14가지 모바일 증강현실 사용성 원칙을 도출하였다. 또한, UX/UI 분야에 종사하는 학생, 디자이너 및 개발자를 대상으로 진행한 설문조사를 통해 기존 2D 기반 모바일 서비스와 증강현실 기반 모바일 프로토타입 서비스의 사용성 비교 테스트를 통해 5가지 사용성 원칙(몰입성, 현존감, 효율성, 만족감, 유희성 관련 항목)에서 유의미한 차이가 있음을 발견하였다. 본 연구는 기초적인 단계이긴 하지만 모바일 증강현실 애플리케이션 개발에 유용한 사용성 원칙을 도출하고 검증하였다는 점에서 학문적 의의가 있다.

다만 본 연구에는 다음과 같은 한계점이 존재한다.

첫째, 전문가 5인의 심층 인터뷰 결과를 일반화시키기에 아쉬운 부분이 있다. 둘째, 눈덩이 표집으로 모집한 UX/UI 분야 관련 종사자의 수가 50명이라는 점에서 한계가 있다. 셋째, 실험자극물과 태스크 시나리오가 네이버 지도의 길찾기 서비스에 한정되어 있어 다양성이 충분하지 않다는 한계가 있다. 이러한 연구의 한계점은 후속연구를 통해 보완해 나가길 기대한다.

REFERENCES

- [1] Y. J. Oh. (2021). *The metaverse is coming again*. NIA [Online]. https://www.nia.or.kr/viewer/skin/doc.html?fn=db076c82_5ffc_4dac_a62f_ba07cad8167f.pdf&rs=/viewer/result//board/82618/
- [2] H. K. CHO. (2019). *A Study on the Use of Affordance Design through Cognitive Elements in Augmented Reality(AR) Contents*. Doctoral dissertation. Hanyang University, Seoul.
- [3] K. A. Lee. (2021). A Study on Immersive Media Technology in the Metaverse World. *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, 26(9), 73-79.
- [4] R. T. Azuma. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence: teleoperators & virtual environments*, 6(4), 355-385.
- [5] J. W. Lee. (2012). *The Attributes of Usability Test for Augmented Reality Environment*. Master dissertation. Hongik University, Seoul.
- [6] Innopolis foundation. (2019). *Mobile augmented reality market*. Innopolis foundation
- [7] J. H. Lee & W. T. WOO. (2011). UI Design Guideline for Location Based Service in Augmented Reality Application. *The HCI Society of Korea Conference*, 2011(1), 994-996
- [8] E. Y. Wang. (2020). *Improving Interface Usability of Mobile E-Commerce Augmented Reality(AR) Contents*. Master dissertation. Yonsei University, Seoul.
- [9] H. K. CHO. (2019). Usability Evaluation Concept of Mobile Augmented Reality Interface Design. *Korea society of design trend*, 21(53), 191-200
- [10] A Dünser, R Grasset, H Seichter & M Billingham. (2007). Applying HCI principles to AR systems design. *Proceedings of the 2nd International workshop on Mixed Reality User Interfaces: Specification, Authoring, Adaptation*, 37-42

- [11] S. M. KO, W. S. Chang & Y. G. Ji. (2013). Usability Principles for Augmented Reality Applications in a Smartphone Environment. *International journal of human-computer interaction*, 29(8), 501-515
- [12] S. Ganapathy. (2017). *Design Guidelines for User Interface for Augmented Reality*. Master dissertation. Masaryk University, Brno.
- [13] P. E. Kourouthanassis, C. Boletsis, G. Lekakos. (2015). Demystifying the design of mobile augmented reality applications. *Multimedia Tools and Applications*, 74(3), 1045-1066.
- [14] T. C. Endsley, K. A. Sprehn, R. M. Brill, K. J. Ryan, E. C. Vincent & J. M. Martin. (2017). Augmented reality design heuristics: Designing for dynamic interactions. *Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting*, 61(1), 2100-2104.
- [15] W. Kim & C. S. Lee. (2018). A Study on User - centered Usability Elements of User Interface Designs in an Augmented Reality Environment. *The Journal of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, 13(6), 1317-1322.
- [16] A. Ejaz, S. A. Ali, M. Y. Ejaz, F. A. Siddiqui. (2019). Graphic user interface design principles for designing augmented reality applications. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 10(2), 209-216.
- [17] H. J. Gwon & J. Y. Lee. (2021). A Study on User's Wayfinding Information-Seeking Behavior When Using the Mobile Map Application on Foot. *Journal of the Korean Society for Library and Information Science*, 55(1), 469-492.

유 창 화(Chang-Hwa Yoo)

[학생회원]



- 2020년 8월 : 명지대학교 시각디자인 전공(학사)
- 2022년 2월 : 명지대학교 대학원 디자인학과(디자인석사)
- 관심분야 : UX/UI디자인
- E-Mail : ychwa04@mju.ac.kr

오 동 우(Dongwoo Oh)

[정회원]



- 1998년 2월 : 홍익대학교 시각디자인과 (학사)
- 2001년 2월 : 홍익대학교 대학원 시각 디자인학과(석사)
- 2019년 5월 : 일리노이공과대학교 디자인학과(석사)
- 2019년 5월 : 일리노이공과대학교 디자인학과(박사수료)
- 관심분야 : UX디자인, 서비스디자인, 디자인방법론
- E-Mail : dongwoo@mju.ac.kr