

디자인 초기 현장 시각화를 위한 증강현실기반 접근방법**

- 대학교 학술정보관 공간개선 디자인 안 예시를 중심으로 -

An Approach to the On-site Visualization in Early Phase of Design based on Augmented Reality(AR)

- Focused on an Example of a University Library Renovation Planning -

Author 이상훈 Lee, Sanghoon / 정회원, 연세대학교 실내건축학과 석사과정
김진성 Kim, Jinsung / 정회원, 연세대학교 실내건축학과 석사과정
송재열 Song, Jaeyoul / 정회원, 연세대학교 실내건축학과 석사과정
이진국 Lee, Jin-Kook / 정회원, 연세대학교 실내건축학과 조교수, 공학박사*

Abstract This paper describes an approach to the on-site visualization of design alternatives in early phase of design for enhancing visual communication by using Augmented Reality(AR) technique. Early design visualization and appropriate communication with clients is one of the keys in design project to alleviate some unnecessary time-consuming tasks such as often design changes caused by miscommunication. Conventional design communication is usually based on 2-dimensional drawings and rendering images at off-site. because they are fundamental and de-facto standard way of delivering an idea of designers. However, it is sometimes hard to fully deliver designers' intents especially complex shapes of design or on-site realism. As one of realistic design visualization media, this paper deals with an application of on-site interior design visualization using AR technique based on an actual design project. It overlaps virtual objects and real world to provide a composite view to users. By utilizing AR, the designer can represent their design ideas to the client more intuitively by providing realistically experience about design plan. This paper proposes an approach to visualizing design alternatives using AR and presents an implementation example of a on-site AR visualization especially for the interior design project using an actual demo. This implementation aims to confirm that AR could be applied as a visualization medium, especially for interior design communication.

Keywords 증강현실, 실내설계, 커뮤니케이션, 현장 시각화
Augmented Reality(AR), Interior Design, Communication, On-site Visualization

1. 서론

1.1. 연구의 배경과 목적

설계과정에서 이루어지는 커뮤니케이션은 설계자, 작업자, 클라이언트 등 다양한 참여자간 정보의 전달을 위해 이루어진다. 이때 복잡한 3차원 공간에 대한 설계정보를 효율적으로 전달하기 위한 방법으로 입면도, 단면도, 평면도 등의 2차원 투시이미지 정보를 CAD(Computer-Aided Design)기반 출력물 또는 디지털도면화하여 사용하는 것이 가장 표준화된 방법이라 볼 수 있다.¹⁾ 또한 디지털 설계기술 및 미디어기기와 인터페이스기술의 발달로 3D모델 및 실사 렌더링 이미지부터 애니메이션 등 다양한 시각화

방법과 매체를 활용한 커뮤니케이션이 주로 활용되어 왔다.²⁾³⁾ 시각화가 복잡한 설계정보를 직관적으로 표현하고 전달하기에 효율적 방법 중 하나이기 때문이다. 그러나 기존에 활용되던 시각화 방식도 모니터, 종이 등 2차원 평면기반의 매체를 통해 표현되어 설계안이 복잡할수록 3차원 공간에 대한 설계정보를 충분하게 전달하기에는 한계가 있다.

가상현실(Virtual Reality, VR)과 증강현실(Augmented Reality, AR)은 사용자의 감각을 자극해 몰입감, 현실감 있는 경험을 제공할 수 있어 관광, 교육, 의료 등 다양한 분야에서 활용되고 있다.⁴⁾ 시장조사기관인 가트너사는 미래

1) Y.E. Kalay, Architecture's New Media Principle, Theories, and Methods of Computer-Aided Design, The MIT Press, 2004
2) John. F. Pile, Interior Design, Pearson, 1995
3) Koutamanis, Alexander and Mitossi, Vicky, Computer vision in architectural design, Design Studies, Vol.14, No.1, 40-57, 1993
4) O. Baus, S. Bouchard, Moving from virtual reality exposure-

* 교신저자(Corresponding Author); leejinkook@yonsei.ac.kr

** 이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2019R1A2C1007920)

산업에 영향을 미치는 10대 전략기술 트렌드로 증강현실, 가상현실 등 몰입형 기술을 선정했고 2022년까지 70%의 기업이 가상현실, 증강현실 등의 몰입형 기술을 테스트할 것이라 전망했다.⁵⁾ 가상현실은 컴퓨터를 통해 제작된 가상 공간을 경험하고 인터랙션 할 수 있는 인터페이스 기술이며 증강현실은 현실 공간을 매개로 가상 객체를 로드하고 인터랙션 할 수 있는 기술로 사용자가 보다 현실감을 느낄 수 있고 주변 공간의 정보를 함께 파악할 수 있다는 특징이 있다.⁶⁾ 가상현실 및 증강현실은 건축분야에서도 시공, 유지관리를 위한 시뮬레이션이나 검토 등에서 연구되고 있으며⁷⁾ 설계과정에서도 복잡한 3차원 공간에 대한 설계 정보 시각화를 위한 하나의 수단으로 연구되고 있다.⁸⁾

증강현실은 실제하는 공간을 대상으로 완성된 결과물을 현장에서 시각화하고 직접 경험할 수 있어 공간 리모델링 등과 같은 경우 시각화를 위한 하나의 매체로 유용하게 활용될 수 있다. 본 연구의 목적은 증강현실을 기반으로 현장에서 초기 설계안의 시각화를 위한 접근방법을 제안하고 시연하는 것이며, 증강현실을 통한 현장감 및 몰입감 있는 설계안의 시각화가 효과적 시각 커뮤니케이션 수단으로 활용될 수 있음을 확인하고자 한다.

1.2. 연구의 범위 및 방법

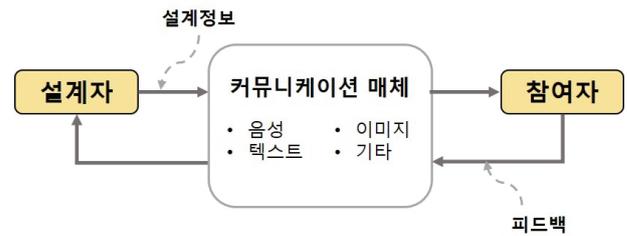
본 연구에서 증강현실은 건축물 내부의 실제하는 공간을 대상으로 실내설계 과정에서 현장에서의 초기 설계안 시각화를 위해 활용되었다. 연구의 방법과 절차는 다음과 같다.

- (1) 설계 커뮤니케이션과 증강현실: 설계 커뮤니케이션 과정에서 시각화의 중요성과 기존 활용되던 시각매체 기반 커뮤니케이션이 가지는 몰입감 및 현장감의 한계를 고찰하고 증강현실의 특징과 시각화 매체로써 활용에 대해 검토한다.
- (2) 증강현실기반 초기 설계안 현장 시각화 프로세스: 증강현실기반 초기 설계안의 현장 시각화에 필요한 구성 기술들을 고찰하고, 설계안 현장 시각화를 위한 프로세스를 제안한다.
- (3) 증강현실기반 초기 설계안 현장 시각화 시연: 제안된 프로세스를 기반으로 실제 모태학교 학술정보관의 공간개선 초기설계안에 대한 증강현실기반 현장 시각화를 통해 설계자와 클라이언트의 시각 커뮤니케이션을 위한 하나의 활용예시를 시연한다.

2. 설계 커뮤니케이션과 증강현실

2.1. 설계 커뮤니케이션

설계과정은 발주자, 설계자 등 여러 참여자간의 협업을 통해 이루어지며, 단순 도식화된 <그림 1>과 같이 적절한 매체를 활용해 의견 및 정보를 전달함으로써 최적의 설계안 도출을 위해 수행된다.⁹⁾ 원활한 커뮤니케이션은 불필요한 설계변경 및 공기 지연을 감소시켜 설계품질 향상에도 영향을 미치는 중요한 요소 중 하나로 작용된다.¹⁰⁾



<그림 1> 설계과정에서 커뮤니케이션 작용방식의 예시9)

설계과정에서 활용 가능한 커뮤니케이션 매체로는 음성, 텍스트, 이미지 등이 있으며 적절한 매체를 선택하는 것은 원활한 커뮤니케이션을 위한 하나의 중요한 요소가 될 수 있다. 설계과정에서는 3차원 공간에 대한 복잡한 설계정보의 직관적 표현 등의 이유로 도면, 렌더링 이미지, 사진 등의 시각매체가 커뮤니케이션에 주로 활용되어 왔다. Kalay(2004)는 그 이유로 인간의 특성상 커뮤니케이션의 많은 부분이 시각과 관련이 있기 때문이라고 논의했다. 권나현(2012) 또한 설계과정에서 활용되는 커뮤니케이션 매체를 구두, 문서, 이미지 등으로 분류해 이미지 기반의 커뮤니케이션이 클라이언트의 의견 전달에 가장 효율적이라는 연구 결과를 도출한 바 있다.¹¹⁾ 이소영(2018)의 연구에서도 설계안에 대한 의사결정에 주로 시각매체가 활용되어 커뮤니케이션이 이루어진다는 연구 결과를 도출한 바 있다.¹²⁾

설계과정에서 이루어지는 커뮤니케이션은 대상 범위가 방대하고 단편적 연구만으로 가능한 내용이 아니므로, 본 연구에서는 1) 초기설계과정에서, 2) 설계자의 컨셉디자인 시각화 및 클라이언트의 피드백과정으로 제한된 일부 커뮤니케이션 과정만을 대상으로 하였다.

based therapy to augmented reality exposure-based therapy: a review, *Front. Hum. Neurosci.* Vol. 8, 112, 2014

5) <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-tech-nology-trends-for-2020/>
 6) R.T. Azuma, A survey of making augmented reality, *Presence*, Vol. 6, No. 4, 355-385, 1997
 7) M. Golparvar-Fard, F. Pena-Mora, C. A. Arboleda, S. Lee, Visualization of Construction Progress Monitoring with 4D Simulation Model Overlaid on Time-Lapsed Photographs, in: *Journal of Computing in Civil Engineering*, Vol. 23, No. 39, 404, 2009
 8) Du, J., Zou, Z., Shi, Y., & Zhao, D., Zero latency: Real-time synchronization of BIM data in virtual reality for collaborative decision-making, *Automation in Construction*, Vol. 85, 51-64 2018

9) Y.E. Kalay, op. cit, 2004

10) 배유정, 권원, 조재호, 최병선, 전재열 (2017), 설계 커뮤니케이션 인식조사 및 QFD를 이용한 설계 커뮤니케이션 방안. *한국건설관리학회 논문집* 18(5), 50-58

11) 권나현, 박문서, 이현수 설계초기단계에서 커뮤니케이션 방법 개선을 위한 요소 도출. *대한건축학회 학술발표대회 논문집*, Vol. 32 No. 2, 613-614, 2012

12) 이소영, 김옥선 실내디자인 업무의 클레임 현황과 분쟁사례 분석에 관한 연구. *한국실내디자인학회 논문집*, Vol. 27 No. 3, 116-125, 2018

2.2. 시각매체 기반 설계 커뮤니케이션

설계 커뮤니케이션 과정에서 3차원 공간의 복잡한 설계 정보를 효율적으로 표현 및 전달하기 위해 기존에는 간단한 스케치나 CAD기반의 디지털도면과 3D 모델, 렌더링 이미지 등 시각매체가 주로 활용되었다. 이 중 도면은 약속된 기호로써 설계정보를 2차원에 투시하여 표현하는 가장 표준화된 방법 중 하나이지만, 설계안을 클라이언트가 이해하기에는 효율적이지 못한 매체일 수 있다.¹³⁾ 디지털 설계 및 인터페이스 기술의 발달로 가능해진 3D 모델과 실사 렌더링 이미지, 애니메이션 등은 설계안에 대해 직관적으로 표현하고 있어 쉽게 설계안에 대한 이해가 가능해 커뮤니케이션 과정에서 주로 활용되어 왔다.

이러한 기존의 일반적인 시각화 방법은 3차원 공간의 정보를 종이, 모니터 등 2차원 매체에 투영하여 시각화하기 때문에, 설계가 복잡해질수록 형상정보를 포함한 설계 정보를 표현하기에는 한계가 있으며 몰입감과 현장감은 부족할 수밖에 없다. 가상현실 및 증강현실은 사용자에게 현실감 있는 경험을 제공할 수 있어 이러한 한계를 넘어 보다 현장감 있고 상세한 설계정보를 전달 받을 수 있는 장점이 있다. 홍승완(2013)은 설계 스튜디오 수업에서 결과물에 대한 온라인 가상환경을 통해 직접적으로 경험하는 것이 설계의도 및 설계정보의 이해에 도움이 된다고 연구한 바 있다.¹⁴⁾ 이밖에도 가상현실 등을 활용한 설계안에 대한 직접적인 체험이 설계 커뮤니케이션 향상에 도움이 된다는 연구가 진행된 바 있다.¹⁵⁾¹⁶⁾

2.3. 건축분야 가상현실, 증강현실 활용 연구

Milgram(1994)은 현실-가상 연속체(Reality-Virtuality Continuum)라는 용어를 통해 가상성의 정도에 따라 가상현실, 증강현실의 개념에 대해 설명했다.¹⁷⁾

가상현실은 사용자에게 컴퓨터를 통해 만들어진 가상 공간(Virtual Environment)을 실제처럼 받아들이고 체험할 수 있도록 하는 기술을 의미한다.¹⁸⁾ 가상현실은 현실과 분리된 가상공간에서 이루어지는 시각화 방식이라는 점에서 시공간에 제약받지 않고 공간에 대해 체험할 수 있다는 장

점이 있어 가상공간 체험, 설계 협업, 시공 현장 관리 등 다양한 분야에서 활용되고 있다.¹⁹⁾

증강현실은 사용자의 환경 위에 가상 객체와 정보 등을 이음새 없이 증강하는 기술로 주변 환경의 맥락정보를 함께 파악할 수 있는 것이 그 특징이다. Azuma (1997)은 증강현실의 세 가지 특징으로 1) 현실 환경에 가상 객체를 로드, 2) 실시간 인터랙션, 3) 3차원 공간에 위치함을 들었다.²⁰⁾ 증강현실을 통한 시각화는 현실 공간 위에 가상 객체, 정보들을 로드하기 때문에 가상현실에 비해 현실감을 제공하기 용이할 수 있다.²¹⁾

이러한 특징으로부터 건축분야에서도 증강현실을 활용한 시각화 연구들이 진행되고 있다. 변재형(2003)은 전문 지식이 없는 일반 사용자들의 디자인 요구사항을 반영하기 위해 직접 설계과정에 참여할 수 있도록 증강현실기반의 시각화를 통한 인터랙션 방법을 제안했다.²²⁾ 박소영(2005)은 건축물 관리를 위한 건축물 정보 데이터베이스를 구축하고 마커를 통해 정보를 시각화해 현장기반 건물관리 시스템을 제안했다.²³⁾ 임장식(2012)은 프로젝트 관리자의 의사결정을 지원하기 위해 건축 단계별 증강현실기반 시뮬레이션 시스템을 제안했다.²⁴⁾ 류재호(2014)는 건축 모델의 프리젠테이션을 위한 증강현실기반 시각화 프로세스를 제안했다.²⁵⁾ 민연홍(2018)은 증강현실 설계안 시각화를 위한 직관적인 마커 디자인에 대한 연구를 진행했다.²⁶⁾

건축분야에서 증강현실은 설계 단계에서 시각화 도구로 활용되거나, 건축 프로세스 및 건축물 관리 등 다양하게 활용되고 있다. 하지만 현재까지의 증강현실기반의 시각화 연구는 현장에서 실제 스케일로 시각화되기보다는 작은 스케일의 객체를 마커를 활용해 로드하거나 외부 카메라를 활용해 획득된 이미지를 원거리에서 모니터에 증강해 시각화하는 방식으로 주로 진행되었다.

13) John. F. Pile, op. cit, 1995

14) Hong, S.W., Lee, Y.G., & Kalay, Y.E. The effects of online multiuser virtual environments on creative motivation in collaborative design studios, HCII 2013, 499-503. 2013

15) 문준식 포커스그룹 인터뷰를 통한 가상현실 헤드셋의 공간 디자인 분야 적용가능성에 관한 연구. Journal of Integrated Design Research, Vol. 13 No.1, 33-44, 2014

16) 이슬비, 김솔미, 박선화, 신수양, 성사라, 김영환, 가상현실(VR)을 활용한 시민참여형 가로공간설계. 대한건축학회 학술발표대회 논문집, Vol. 37 No.2, 1159-1164, 2017

17) Milgram, Paul & Kishino, Fumio, A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. IEICE Trans. Information Systems. vol. E77-D, No. 12. 1321-1329. 1994

18) 장영찬, 임종석, 김재현 (2018). 가상증강현실(VR/AR) 산업 동향. 한국통신학회지(정보와통신), 36(1), 35-41

19) Zhang, Y., Liu, H., Zhao, M., & Al-Hussein, M. User-centered interior finishing material selection: An immersive virtual reality-based interactive approach. Automation in Construction, Vol. 106, 2019

20) R.T. Azuma, op. cit, 1997

21) O. Baus, S. Bouchard, Moving from virtual reality exposure-based therapy to augmented reality exposure-based therapy: a review, Front. Hum. Neurosci. Vol. 8, 112, 2014

22) 변재형 증강현실을 활용한 사용자참여 디자인 방법에 관한 연구. 한국실내디자인학회 논문집 Vol. 36, 136-142, 2003

23) 박소영, 최진원 기존 건축물의 효율적인 정보 관리를 위한 증강현실 기술 응용에 관한 연구. 대한건축학회 논문집 - 계획계, Vol. 21 No. 8, 37-44, 2005

24) 임장식, 옥종호, 증강현실 기반의 비정형 건축물 건설관리 의사결정지원시스템 개발에 관한 기초적 연구. 한국CDE학회 논문집, Vol. 17 No. 3, 175-187, 2012

25) 류재호, 백대선, 이은희. 건축 디지털 모델의 프리젠테이션에 있어서 AR 기술의 활용에 관한 연구 - 데스크-탑 및 모바일 건축 AR 애플리케이션 및 작업 프로세스 제안을 중심으로 -. 디자인융복합연구, Vol. 13 No. 1, 83-97. 2014

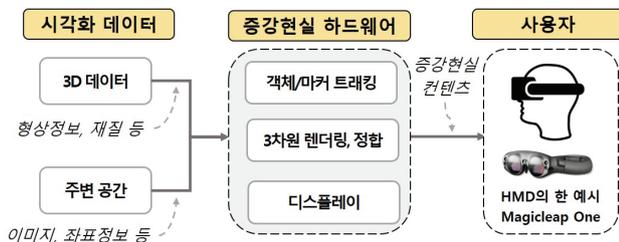
26) 민연홍, 정민희, 이종민, 류재호, 건축 클라이언트와의 협의를 위한 증강현실 기반 설계 검토방법 제안 - 기능별 실 배치와 인터페이스 중심으로 -. 디자인융복합연구, Vol. 17 No. 2, 105-119. 2018

본 연구에서는 실내설계 과정에서 실재하는 공간을 대상으로 주변 환경에 대한 파악이 가능한 증강현실기반의 초기 설계안 현장 시각화를 통해 설계과정의 커뮤니케이션을 향상시킬 수 있는 하나의 방법을 제안하고자 한다.

3. 증강현실기반 초기 설계안 현장 시각화를 위한 프로세스

3.1. 증강현실 시각화를 위한 구성기술

증강현실 기기를 활용한 시각화에는 다양한 기술들이 복합적으로 활용된다. 그 중 디스플레이, 객체/마커 트래킹 및 정합, 영상 합성 및 3차원 렌더링기술 등이 주요 구성 기술로 논의될 수 있고, 각 기술들을 통해 증강현실은 <그림 2>와 같이 시각화 될 수 있다.²⁷⁾



<그림 2> 증강현실 시각화 구성도의 한 예시

1) 증강현실 하드웨어의 카메라를 통해 주변 공간으로부터 획득된 이미지와 특징점, 좌표 정보를 기반으로 3차원 가상객체를 로드해 사용자에게 시각화한다. 2) 이때 가상 객체가 로드될 좌표를 지정해주기 위해 마커 인식 등의 기술 및 기기의 움직임이나 주변 환경의 움직임 등을 트래킹해 가상객체를 로드하기 위한 좌표를 획득한다. 3) 사용자가 어색함을 느끼지 않고 현실감있는 체험이 가능하도록 주변 공간과 가상객체의 정합 및 3차원 렌더링 기술이 활용된다.

(1) 증강현실 디스플레이

증강현실 시각화를 위한 디스플레이는 분류 방식에 따라 조금씩 차이가 있을 수 있지만 본 논문에서는 Non-HMD (Non-Head Mounted Display), HMD(Head Mounted Display), 핸드헬드(Hand-held) 디스플레이 세 가지 방식으로 분류했다.²⁸⁾ 각 디스플레이별 특징은 <표 1>에 정리되어 있다.

<표 1> 증강현실 시각화 디스플레이 비교

구분	특징	대표 기기
Non-HMD	하드웨어의 성능에 비교적 제약받지 않으며 높은 화질을 제공할 수 있으나, 휴대성이 떨어지며 물입감이 상대적으로 낮다.	데스크탑, 키오스크
HMD	물입감이 높고 증강현실을 구현하기 위한 다양한 기능을 자체적으로 제공하는 경우가 많으나, 착용감이 떨어지며 현재 기술로는 시야각이 좁고, 컴퓨팅 성능 및 처리가능 데이터의 용량 등의 한계가 있음	홀로렌즈, 매직리프원, 구글글라스
핸드헬드 디스플레이	휴대성과 활용성이 우수하지만, 컴퓨팅 성능 및 처리가능 데이터의 용량 등의 한계가 있음	스마트폰, 태블릿

Non-HMD 방식은 크기나 성능에 비교적 제약이 적어 대용량의 데이터가 처리 가능하며, 대형 스크린 등을 활용해 고해상도의 증강현실을 구현할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 최근 모바일 기기의 컴퓨팅 성능의 발전 및 클라우드 컴퓨팅 기술 등으로 인해 편리한 휴대성을 기반으로 현장에서의 체험이 용이한 HMD, 핸드헬드 디스플레이의 활용 가능성이 점차 커지고 있다.

(2) 객체/마커 트래킹

현실감 있는 증강현실 시각화를 위해서는 기기를 통해 주변 환경의 맥락 정보 파악과 함께, 가상객체를 정확한 위치에 로드하는 것이 필요하다. 이를 위해 사용되는 기술이 객체/마커 트래킹이다.

가상객체 로드를 위한 정확한 3차원 좌표를 얻기 위해서는 최소 두 대의 카메라가 필요하지만, 대부분의 증강현실 기기는 한 대의 카메라를 활용하기 때문에 이를 보완하기 위해 마커기반 방법이나 마커리스방법을 활용해 객체 로드를 위한 좌표를 얻어낸다.

마커기반 방식은 QR코드 등 주변 환경과 잘 대비되는 일정한 표식(마커)을 인식시켜 해당 위치에 가상객체를 로드하는 방식이다. 등록이 간편하고 사용성이 용이하지만, 사용자의 움직임 등에 따라 마커가 가려지면 로드에 문제가 있다. 반면 마커리스 방식은 GPS(Global Positioning System)나 자이로스코프 등의 기기를 활용하고, 주변 환경을 스캔함으로써 특징점을 잡아 가상 객체 로드시 필요한 좌표값을 얻어내 가상 객체를 로드하는 방식이다.²⁹⁾ 또한 주변 환경이나 사용자의 움직임 등의 변화에 따라 반응해 객체를 로드하기 위한 방식으로 센서 등을 활용한 트래킹 기술이 활용된다.³⁰⁾

(3) 3차원 렌더링과 정합

가상객체를 현실 공간에 이질감 없이 로드하기 위해서는 주변 환경에 따라 가상 객체의 조명, 빛 등을 사실적으로 계산해 실시간으로 변경하는 3차원 렌더링 기술이 활용되며

27) 류지현, 증강현실 기반 차세대 체험형 학습모델 연구, 한국교육학술정보원, 2006

28) 방준성, 최은주 증강현실(augmented reality) 국. 내외 기술동향과 발전전망, 한국과학기술정보연구원

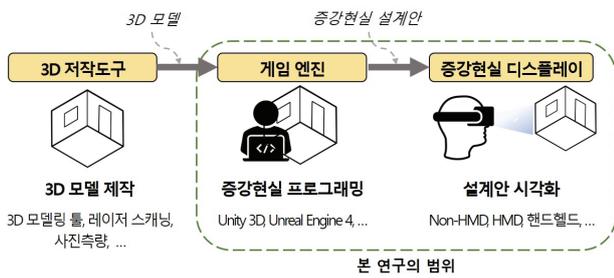
29) Jack C.P. Cheng., Keyu Chen., and Weiwei Chen. Comparison of marker-based AR and markerless AR: A case study on indoor decoration system. In: Proc. Lean & Computing in Construction Congress (LC3), Vol. 2 (CONVR), Heraklion, Greece, 2017

30) 임상우, 서경원, AR/VR기술, 한국과학기술기획평가원, 2018

이를 통해 사용자들은 가상 객체들을 보다 현실감있게 체험할 수 있다. 또한 현실 공간에서 가상객체가 어긋나지 않고 자연스럽게 합성될 수 있도록 하는 정합 과정이 필요하다. 이 과정에서 발생하는 정적, 렌더링, 동적 오차 등의 다양한 오차들은 카메라 교정 장비 및 위치 센서를 기반으로 교정될 수 있다. 앞에서 소개한 여러 기술들이 적용되어 사용자에게 현실감 있는 증강현실 체험을 제공할 수 있다.³¹⁾

3.2. 증강현실 설계안 시각화 프로세스

일반적인 증강현실 설계안 시각화 프로세스는 <그림 3>과 같이 크게 세 단계로 구분될 수 있다.³²⁾



<그림 3> 증강현실 설계안 시각화 프로세스

1) 3D 모델링 툴, 레이저 스캐닝, 사진측량(Photogrammetry) 등의 방법을 통해 시각화 대상이 될 3D 모델의 데이터를 생성한다. 2) 게임엔진을 통해 3D 모델에 대한 재질 설정과 증강현실 환경에서 현실감 있는 체험을 위한 인터랙션, 인터페이스 등을 프로그래밍해 증강현실 콘텐츠를 제작한다. 3) 증강현실 디스플레이를 통해 제작된 설계안을 시각화한다.

3D 모델 데이터의 획득 및 생성을 위한 3D 저작도구의 활용은 본 연구의 범위를 벗어나기 때문에, 본문에서는 설계안에 대한 프로그래밍과 증강현실기반 시각화에 대한 내용만을 다루고자 한다.

3.3. 증강현실 설계안 프로그래밍과 현장 시각화

3D 모델의 데이터는 fbx³³⁾, obj³⁴⁾ 등 다양한 파일 형식으로 게임엔진에 로드될 수 있다. 게임엔진에서 로드된 3D 데이터에 대해 인터랙션 및 객체 트래킹 및 마커 인식을 설정 및 프로그래밍함으로써 현실감있는 증강현실 설계안을 제작할 수 있다.

증강현실 설계안 제작을 위한 게임엔진으로는 Unity

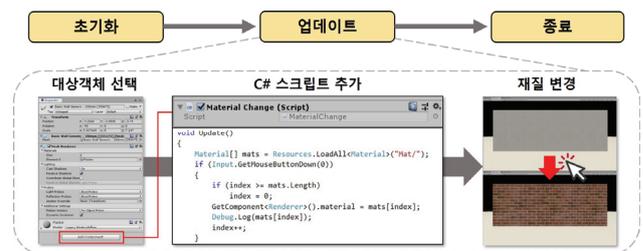
3D, Unreal Engine4, Cry Engine 등이 있다. 가장 대중적으로 활용되는 게임엔진은 Unity 3D와 Unreal Engine4 두 가지로, <표 2>에서는 두 게임 엔진에 대한 비교를 나타내고 있다. 두 게임엔진은 컴포넌트 기반으로 객체와의 인터랙션을 위한 다양한 기능들을 추가할 수 있다는 것이 공통적이다. Unity 3D는 개발 언어로 C#을 사용하며 모바일 개발에 장점을 가지고 있으며, 언리얼 엔진은 그래픽 성능이 우수하며 개발 언어로 C++와 블루프린트라는 비주얼랭귀지를 제공하고 있다.³⁵⁾

<표 2> 증강현실 설계안 제작을 위한 게임엔진 비교

구분	Unity 3D	Unreal Engine4
개발사	유니티 테크놀로지	에픽 게임즈
개발 언어	C#	C++, 블루프린트(비주얼 랭귀지)
컴포넌트	게임오브젝트	액터
라이선스	조건부 무료	조건부 무료
특징	모바일 개발에 강점 제공 라이브러리 및 예셋 다수 상대적으로 진입이 쉬움	콘솔/PC 개발에 강점 엔진 소스코드 Github 제공 한국어 인터페이스 및 문서 제공
지원 플랫폼	Windows, macOS, Linux, iOS, Android, Playstation, Steam, ARcore, ARkits 등	Windows, macOS, Linux, iOS, Android, Macigleap, Hololens2 등

본 연구에서는 Unity 3D를 활용한 설계안 프로그래밍에 대해 다루고자 한다. 유니티의 객체들은 게임오브젝트라 불리며 컴포넌트를 추가함으로써 현실감있는 시각화를 위한 속성들을 추가할 수 있다. 기본적으로 제공되는 물리속성, 광원 등의 기능들은 물론, C#기반으로 작성된 스크립트를 추가함으로써 다양한 기능들을 구현할 수 있다.

Unity 3D의 스크립트는 <그림 4>의 상단의 순서를 따라 동작하도록 설정되어 있다. 1) 먼저 게임오브젝트에서 스크립트가 동작하기 위한 초기화가 이루어지고, 2) 작성된 코드에 따라 게임오브젝트의 속성/동작 등을 업데이트 한다. 업데이트에 작성된 코드는 스크립트의 종료 조건이 정의되지 않은 경우 반복적으로 실행된다. 3) 이 후 특정 조건이 만족되면 스크립트의 실행은 종료된다. <그림 4>는 마우스 클릭을 통한 벽체의 재질 변경 스크립트 프로그래밍의 예시를 보여주고 있다.



<그림 4> Unity 스크립트 실행 도식 및 작동 예시

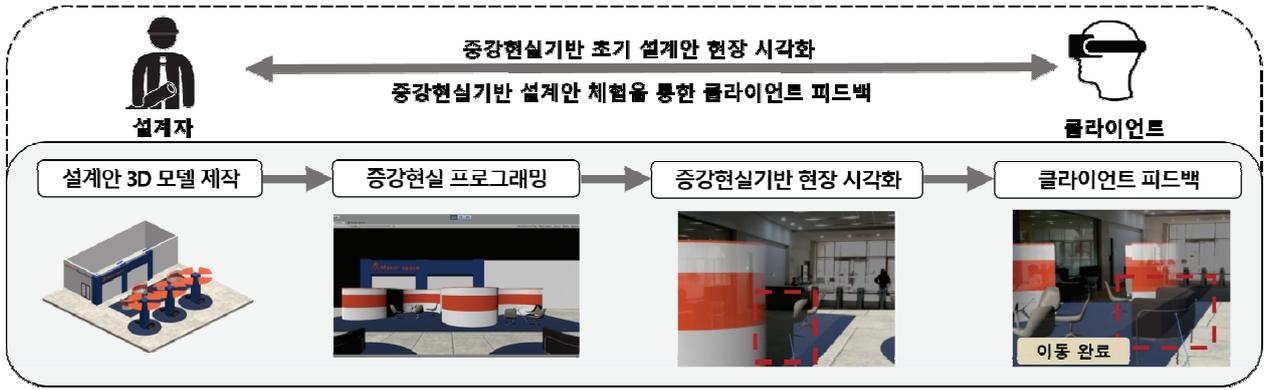
31) 방준성, 최은주, op. cit, 2007

32) R. Bille, S.P. Smith, K. Maund, G. Brewer, Extending building information models into game engines, Proceedings of the 2014 Conference on Interactive Entertainment, ACM, 2014, pp. 178, , <http://dx.doi.org/10.1145/2677758.2677764>.

33) <https://en.wikipedia.org/wiki/FBX>

34) https://en.wikipedia.org/wiki/Wavefront_obj_file

35) 이한성, 류승택, 서상현 (2019). 유니티와 언리얼 엔진 4의 구조와 구현 방식 비교 연구. 컴퓨터그래픽학회논문지, 25(4), 17-24



<그림 5> 증강현실기반 초기 설계안 현장 시각화를 통한 설계 커뮤니케이션 시나리오

증강현실 디스플레이에서의 시각화를 위해 객체/모션 트래킹 및 정합 등을 보다 쉽게 활용하기 위해 SDK (Software Development Kit) 및 API(Application Programming Interface)가 추가적으로 활용될 수 있다. 대표적으로는 Apple의 ARKit나 Google의 ARCore, PTC의 Vuforia 등이 있고, AR기기에 따라 Hololens의 MixedReality Toolkit, Magic Leap의 Lumin 등 개별 기기를 위한 SDK도 활용 가능하다.³⁶⁾

인터랙션 및 인터페이스 추가 등 프로그래밍 과정을 통해 제작된 증강현실 설계안은 사용자의 목적에 따라 선택된 디스플레이 환경에서 시각화될 수 있다. 본 연구에서 중점적으로 다루고자 하는 현장기반의 설계안 시각화에는 Non-HMD에 비해 이동이 용이한 HMD나 핸드헬드 디스플레이를 활용하는 것이 적합할 것이다. 본 연구에서는 보다 높은 몰입감을 제공할 수 있는 HMD를 통한 현장기반 설계안의 시각화를 진행했다.

4. 증강현실기반 초기 설계안 현장 시각화 시연

4.1. 시각화 시나리오 설정

앞서 논의된 시각화 프로세스를 바탕으로 모태학교 학술정보관 1층 로비 공간을 대상으로 증강현실기반 초기 설계안의 현장 시각화가 시연되었다. 시연을 위한 시나리오는 <그림 5>에 서술되어 있으며, 학술정보관의 공간 개선 및 활용을 위해 세 가지 설계안이 제작되었다.

본 시연에 제시된 설계안 A는 오픈스페이스를 활용한 텔레프리젠스 기반의 스티디존으로, 원거리 캠퍼스간 실시간 원격 학습을 위한 공간 설계안의 예시이다. 설계안 B는 로봇암 등의 장비를 추가해 현재 대상 공간과 인접해 있는 메이커스페이스에 대한 확장 설계안의 예시이며, 설계안 C는 도서관 책장을 형상화한 프리폼 형태의 천장구조를 설치한 휴식공간 설계안 예시이다.

설계안 제작을 위한 3D 모델링 툴로는 Autodesk사의 Revit이 활용되었다. 설계안은 fbx 파일 형식으로 Unity 3D에 로드되고 프로그래밍을 통해 시각화에 활용될 기능들이 추가되었다. 증강현실 시각화를 위한 디스플레이로 HMD의 하나인 매직리프원을 활용해 실제 공간에서 설계안에 대한 시각화가 수행되었다.

4.2. 증강현실기반 초기 설계안 시각화를 위한 프로그래밍

설계안의 현장기반 시각화는 사무실 등 원거리에서 3D 모델링 및 렌더링을 통해 시각화되었던 설계안보다 클라이언트가 설계안을 직접 체험하며 주변 공간으로부터의 다양한 맥락정보를 파악할 수 있기 때문에 설계안에 대한 직관적인 이해가 가능하다. 이를 기반으로 사용자가 설계안을 변경할 수 있도록 기능들을 구현해 현장에서 피드백이 가능하도록 구현하였다. 사용자는 체스처, 음성, 컨트롤러 등 다양한 형태로 설계안과 인터랙션이 가능하다. 본 연구에서 증강현실기반 초기 설계안의 현장 시각화를 위해 구현된 기능들은 <표 3>과 같다.

<표 3> 증강현실기반 초기 설계안의 현장 시각화를 위한 구현 기능

구현 기능	구현 기능에 대한 설명
공간 스캔	설계안 및 객체의 배치를 위한 좌표를 획득하기 위해 주변 공간을 스캔함으로써 보다 정확한 위치에 설계안을 로드하고 이를 활용할 수 있도록 함
설계안 로드	실제 스케일 및 1/200 스케일의 설계안을 로드함으로써 여러 설계안을 한곳에서 비교할 수 있음
객체정보 로드	설계안에 활용된 가구의 종류, 크기, 가격 등 상세정보를 현장에서 확인할 수 있음
객체 이동/추가/삭제	사용자의 현장기반 설계안 시각화를 통해 설계안에 활용된 가구 등의 종류를 변경하거나, 객체 이동, 추가, 삭제할 수 있음
재질/색채 변경	사용자가 현장에서 설계안에 포함된 벽체, 바닥, 가구에 사용된 재질, 형태 등을 변경할 수 있어 주변 환경 및 설계안에 가장 적합한 재질/색채 등을 선택할 수 있음

또한 사용자의 헤드포즈, 시선을 트래킹할 수 있는 인터페이스를 구현했다. 인터페이스는 설계안에 대한 시각적 체험을 방해하지 않도록 컨트롤러를 통해 on/off가

36) 조규성, 허용석, 박재완, AR SDK 산업계 기술 동향. 한국통신학회지(정보와통신), Vol. 36 No. 10, 18-25, 2019

가능하도록 구현되었다. 사용자는 인터페이스를 통해 현장에서 설계안에 대해 구현된 여러 기능들을 보다 편리하게 활용할 수 있으며, 현장에서 설계안에 대한 객체정보 등을 확인할 수 있다.

4.3. 증강현실기반 초기 설계안 현장 시각화 시연 결과

증강현실기반 초기 설계안의 현장 시각화 결과는 <표 4>에 정리되어 있다. 시각화 결과는 증강현실 디스플레이의 시야각, 조명 등 다양한 현장 조건에 따라 달라질 수 있다.

설계안의 정확한 위치 조정을 위해 현장의 기둥을 기준으로 설계안을 시각화했다. 시각화 결과 사용자는 현장에서 증강현실 디스플레이를 통해 설계안을 직접 체험함으로써 각 설계안별 형태, 재질 등 다양한 정보를 직접 확인할 수

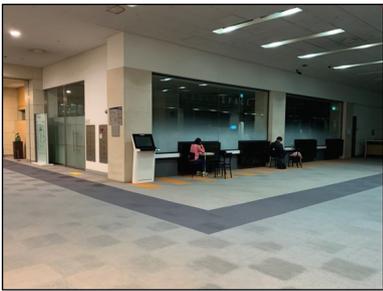
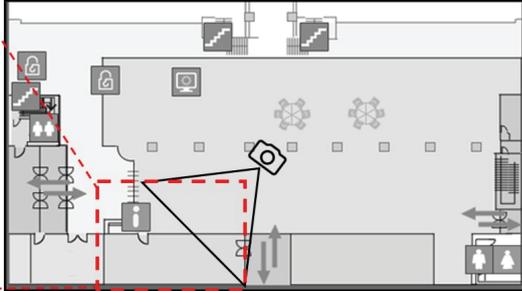
있었다. 또한 기존 시각화 방식으로는 파악에 한계가 있던 인접 공간의 재질, 분위기 등을 파악할 수 있어 현장에서 사용자가 직접 설계안에 대한 재질, 가구 변경 등 시각화를 위해 구현된 기능들을 활용해 디자인에 대한 변경이 가능했다.

사용자는 HMD를 통해 설계안에 대한 시각화된 정보뿐 아니라 주변 공간의 정보 등에 대해 직접 체험할 수 있어 보다 효과적으로 설계정보를 파악할 수 있다. 또한, 이를 바탕으로 설계안을 직접 변경해보는 등의 피드백을 통해 보다 명확한 요구사항의 표현도 가능함을 확인할 수 있었다.

5. 요약 및 제언

본 연구는 설계자와 클라이언트의 커뮤니케이션을 위해 증강현실을 활용해 초기 설계안에 대한 몰입감 있는

<표 4> 개별 설계안에 대한 증강현실기반 현장 시각화 결과

대상 공간 개요 및 시각화 시연			
			
a) Y대학교 학술정보원 1층 로비		b) 증강현실기반 현장 시각화 시연 모습	
설계안 개요	설계안 A	설계안 B	설계안 C
설계안 개요	오픈스페이스를 활용한 텔레프레젠템스 기반의 스테디존	로봇암 등의 장비를 구비해 인접한 메이커스페이스에 대한 확장안	책장을 형상화한 프리폼 형태의 천장구조가 설치된 휴식공간
3D 모델링 틀에서의 각 설계안별 시각화 예시			
공간 시각화	 <p>기둥</p>	 <p>Information 분류 : 의자 크기 : 1800*700*600 재질 : 가죽</p>	 <p>프리폼 객체</p>
사용자가 현장에서 변경한 각 설계안별 현장 시각화 예시	 <p>색상 변경 완료</p>	 <p>Information 분류 : 책상 크기 : 1400*700*850 재질 : 원목</p> <p>가구 변경 완료</p>	 <p>재질 변경 완료</p>

현장기반 시각화 접근방법을 제안하였다. 제안된 방법을 통해 설계안에 대한 시각적 체험을 통해 클라이언트가 설계안을 직관적으로 이해할 수 있었다. 또한, 주변 공간에 대한 맥락적 이해가 가능한 증강현실의 특징을 바탕으로 클라이언트가 현장에서 시각화된 설계안을 직접 변경하는 등의 피드백이 가능해 설계과정에서 하나의 시각화 매체로 활용이 가능했다.

현재 현장기반 증강현실 시각화에 활용 가능한 기기들의 성능은 아직 사용자에게 이음새없는 체험을 제공하기에는 완벽하지 않다. 그러나 증강현실 기기들의 성능도 빠르게 발전하고 있고 다방면의 활용을 위한 다른 기술들과의 연계도 논의되고 있다. 본문의 서술 내용도 대학의 콘텐츠 다변화 및 IT기술 연계를 통한 교육진전화 사업의 일환으로, 초고속 네트워크를 기반으로 원거리 캠퍼스를 연결하기 위한 증강현실 활용 방안의 하나의 컨셉 예시로 제시된 내용을 발전시켜 서술되었다.³⁷⁾ 증강현실과 초고속 네트워크의 연계를 통해 현장에서 시각화된 설계안을 원거리에서도 공유하고 실시간으로 협업할 수 있는 환경을 제안할 수 있을 것이다.

본 연구는 제작된 설계안의 증강현실기반 시각화에만 초점을 맞춰 서술되었지만, 초기설계단계에서 사용자 참여형 설계안 생성이나, 기계학습기반 설계안 자동생성과 변경, 최적화 등과도 연계되어 증강현실은 설계과정에서 하나의 시각화 매체이자 협업의 매체로도 활용될 수 있을 것이다.

참고문헌

- 류재호, 백대선, 이은희. 건축 디지털 모델의 프레젠테이션에 있어서 AR 기술의 활용에 관한 연구 - 데스크-탑 및 모바일 건축 AR 애플리케이션 및 작업 프로세스 제안을 중심으로 - . 디자인융복합연구, Vol. 13 No. 1, 83-97. 2014.
- 문준식 포커스그룹 인터뷰를 통한 가상현실 헤드셋의 공간 디자인 분야 적용가능성에 관한 연구. Journal of Integrated Design Research, Vol. 13 No.1, 33-44, 2014.
- 민연홍, 정민희, 이종민, 류재호, 건축 클라이언트와의 협의를 위한 증강현실 기본 설계 검토방법 제안 - 기능별 실 배치와 인테리어 중심으로 -. 디자인융복합연구, Vol. 17 No. 2, 105-119. 2018.
- 박소영, 최진원 기존 건축물의 효율적인 정보 관리를 위한 증강현실 기술 응용에 관한 연구. 대한건축학회 논문집 - 계획계, Vol. 21 No. 8, 37-44, 2005.
- 변계형 증강현실을 활용한 사용자참여 디자인 방법에 관한 연구. 한국실내디자인학회 논문집 Vol. 36, 136-142, 2003.
- 배유정, 권원, 조재호, 최병선, 전제열 (2017), 설계 커뮤니케이션 인식조사 및 QFD를 이용한 설계 커뮤니케이션 방안. 한국건설관리학회 논문집 18(5), 50-58.
- 이소영, 김옥선 실내디자인 업무의 클레임 현황과 분쟁사례 분석에 관한 연구. 한국실내디자인학회 논문집, Vol. 27 No. 3, 116-125, 2018.
- 임장식, 옥종호, 증강현실 기반의 비정형 건축물 건설관리 의사

- 결정지원시스템 개발에 관한 기초적 연구. 한국CDE학회 논문집, Vol. 17 No. 3, 175-187, 2012.
- 류지현, 증강현실 기반 차세대 체험형 학습모델 연구, 한국교육학술정보원, 2006.
- 이한성, 류승택, 서상현 (2019). 유니티와 언리얼 엔진 4의 구조와 구현 방식 비교 연구. 컴퓨터그래픽스학회논문지, 25(4), 17-24.
- 권나현, 박문서, 이현수 설계초기단계에서 커뮤니케이션 방법 개선을 위한 요소 도출. 대한건축학회 학술발표대회 논문집, Vol. 32 No. 2, 613-614, 2012.
- 이슬비, 김솔미, 박선화, 신수양, 성사라, 김영환, 가상현실(VR)을 활용한 시민참여형 가로공간설계. 대한건축학회 학술발표대회 논문집, Vol. 37 No.2, 1159-1164, 2017.
- 방준성, 최은주 증강현실(augmented reality) 국. 내외 기술동향과 발전전망, 한국과학기술정보연구원, 2007.
- 임상우, 서경원 AR/VR기술, 한국과학기술기획평가원, 2018.
- 장영찬, 임종석, 김재현 (2018). 가상증강현실(VR/AR) 산업 동향. 한국통신학회지(정보와통신), 36(1), 35-41.
- 조규성, 허용석, 박재완, AR SDK 산업계 기술 동향. 한국통신학회지(정보와통신), Vol. 36 No. 10, 18-25, 2019.
- Y.E. Kalay, Architecture's New Media Principle, Theories, and Methods of Computer-Aided Design, The MIT Press, 2004.
- John. F. Pile, Interior Design, Pearson, 1995.
- Du, J., Zou, Z., Shi, Y., & Zhao, D., Zero latency: Real-time synchronization of BIM data in virtual reality for collaborative decision-making. Automation in Construction, Vol. 85, 51-64 2018.
- Hong, S.W., Lee, Y.G., & Kalay, Y.E. The effects of online multiuser virtual environments on creative motivation in collaborative design studios, HCII 2013, 499-503. 2013.
- Koutamanis, Alexander and Mitossi, Vicky, Computer vision in architectural design, Design Studies, Vol.14, No.1, 40-57, 1993.
- M. Golparvar-Fard, F. Pena-Mora, C. A. Arboleda, & S. Lee, Visualization of Construction Progress Monitoring with 4D Simulation Model Overlaid on Time-Lapsed Photographs, in: Journal of Computing in Civil Engineering, Vol. 23, No. 39, 404, 2009.
- R.T. Azuma, A survey of making augmented reality, Presence, Vol. 6, No. 4, 355-385, 1997.
- Milgram, Paul, & Kishino, Fumio, A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. IEICE Trans. Information Systems. vol. E77-D, No. 12. 1321-1329. 1994.
- O. Baus, S. Bouchard, Moving from virtual reality exposure-based therapy to augmented reality exposure-based therapy: a review, Front. Hum. Neurosci. Vol. 8, 112, 2014.
- Zhang, Y., Liu, H., Zhao, M., & Al-Hussein, M. User-centered interior finishing material selection: An immersive virtual reality-based interactive approach. Automation in Construction, Vol. 106, 2019.
- Jack C.P. Cheng., Keyu Chen., & Weiwei Chen. Comparison of marker-based AR and markerless AR: A case study on indoor decoration system. In: Proc. Lean & Computing in Construction Congress (LC3), Vol. 2 (CONVR), Heraklion, Greece, 2017.
- <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-tech-nology-trends-for-2020/>

[논문접수 : 2019. 12. 30]
[1차 심사 : 2020. 01. 20]
[게재확정 : 2020. 02. 14]

37) https://www.yonsei.ac.kr/ocx/news.jsp?mode=view&ar_seq=20181210131628308007&sr_volume=0