

철근 배근 교육을 위한 증강현실 콘텐츠 개발

Mobile Augmented Reality for Teaching Bar Placing

박 우 열*

Park, U-Yeol*

Professor, Department of Architectural Engineering, Andong National University, Andong-Si, Kyeongbuk, 36729, Korea

Abstract

The purpose of this study is to develop an mobile augmented reality for students to learn bar placing work, which is increasingly utilized in the construction field. In order to improve the understanding of the structural drawing, a structural drawing is used as a marker image, and an augmented reality is realized by superimposing a virtual 3D bar placing model that is placed according to the structural drawing on the screen. In addition to the 3D modeling, the contents are developed so as to help students to learn the interpretation method of 2D drawings, the development and splices of reinforcing steel, bar fabricating practice according to KCI structural concrete design code, and the process of bar placing. The results show that the augmented reality is positively evaluated in terms of interface style, perceived usefulness, perceived ease of use, perceived enjoyment, attitude toward using, and intention to use. The augmented reality is worth to be introduced because it has advantages of visualization and interaction in terms of education.

Keywords : virtual reality, augmented reality, bar placing, educational content

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 정보통신기술이 발달되면서 건설현장에도 많은 기술이 도입될 것으로 예측되고 있다. 장비, 도구, 근로자, 작업반, 그리고 진행중인 단위 작업에 태그, 라벨 등을 부착하고, 이를 통해 작업과정을 실시간으로 모니터링하면서 정보가 서로 연결된 사이버공간을 창출해 갈 것으로 예측되고 있다 [1]. 정보기술 특히 가상현실(Virtual reality)을 활용한 시각화는 사용자의 학습경험과 인지능력을 향상시킬 수 있고, 복잡한 현상에 대한 정보를 교환하거나 물리적인 환경에 추상적인 개념의 적용을 검토하는데 활용될 수 있다[2].

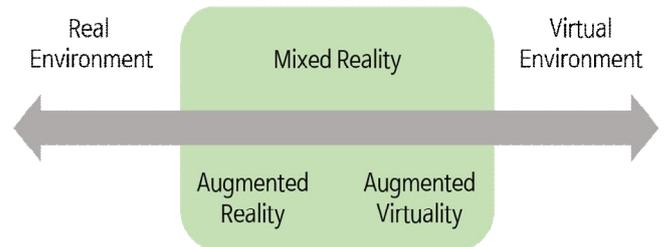


Figure 1. Reality-virtuality continuum(3)

가상현실 기술은 사용자의 감각수용기(눈, 귀)를 물리적 환경에서 분리하여 물리적 세계를 완전히 합성된 환경으로 대체한다[2]. 가상현실은 다양하게 분류할 수 있는데 Milgram and Kishino[3]는 실제 세계와 완전한 가상 환경을 양극단으로 세웠을 때 두 가지가 혼합된 정도에 따라 네 가지로 구분할 수 있는 연속체를 제시하고 있다. 이러한 관점에서 혼합 실재(Mixed reality)는 실제 세계와 가상 개체가 동시에 재현되는 환경이며 증강현실(Augmented reality)이 여기에 위치한다. 증강현실은 실제 세계를 바라보는 사용자의 시점에 디지털 정보가 겹쳐지는 환경을 창출한다[1,4].

Received : August 31, 2018
Revision received : September 18, 2018
Accepted : September 27, 2018
* Corresponding author : Park, U-Yeol
[Tel: 82-54-820-5897, E-mail: wupark@anu.ac.kr]
©2018 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.

증강현실은 관련 기술이 점점 더 성숙하고 안정적으로 구축되면서 더욱 많은 분야에 적용되고 있으며[4], Shin and Dunston[5]은 작업-기술 적합도 관점에서 건설공사에서 가상현실을 적용하기에 유망한 분야 여덟 가지-배치, 굴착, 위치 선정, 검사, 업무 조정, 감독, 작업 지시, 전략 구축-를 제시하였다. 증강현실과 관련된 연구가 증가하면서 다년간의 연구 동향이나 성과를 분석한 연구결과도 다수 발표되었다[1,4,6,7,8]. 1999년부터 2012년까지 출판된 연구를 분석한 결과에 따르면, 관련 연구의 20%가 시각화와 시뮬레이션을 중점적으로 다루었으며, 이와 관련된 부분이 가장 적용 가능성이 높은 것으로 분석되었다[6]. 1997년부터 2017년까지 출판된 가상현실 관련 연구 66편을 분석한 결과 2013년 이후 논문 편수가 급증하는 것으로 나타났으며, 기술별로 보면 BIM기반 가상현실이 47%로 가장 많았고 증강현실은 15%를 차지하였지만 모두 최근에 발표되어 관심이 집중되고 있는 것으로 나타났다[8]. 증강현실을 활용하면 프로젝트 당사자는 3D 모델의 시각화를 통해 문서에 대한 이해와 상호 협력을 더욱 증진할 수 있는 이점이 있으며, 가상현실 기술은 현재 데스크탑 기반에서 몰입감과 상호작용 능력이 있는 모바일 기반으로 옮겨가고 있다[8].

이처럼 급변하는 환경 속에서 전통적인 교육방식을 고집하는 학교는, 실무로 가는 징검다리 역할을 효과적으로 수행하지 못하는 것으로 지적받고 있으며[9], 이를 극복하기 위해 공학교육분야에서도 다양한 정보통신기술을 활용하려는 노력이 계속되고 있다[10]. Wang et al.[8]에 따르면 교육과 훈련에 가상현실을 활용하면 가상의 3차원 공간 속에서 상호작용할 수 있다는 장점이 있으며, 가상공간 속에서 객체, 그리고 관련된 메시지 및 신호와 상호작용하면서 학습주제를 직관적으로 이해할 수 있다.

이와 같은 배경을 바탕으로 본 연구는 증강현실을 활용하여 건축시공학 수업에 활용할 수 있는 콘텐츠를 개발하고 교육적 성과를 분석하고자 한다. 특히 건축시공학 수업 중 교육 내용이 복잡하고 난이도가 높아 학생들의 이해도가 가장 낮은 철근 배근작업을 대상으로 콘텐츠를 개발하여 적용하고자 하였다. 이를 통해 건설분야에서 정보통신 기술의 활용 가능성을 높이고 학생들의 학업성적을 높이는 것을 목적으로 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

건축시공학 수업에서는 건설프로젝트 단계별로 이루어지

는 다양한 작업 프로세스를 학습하기 위해 다양한 매체를 활용한다. 기존의 텍스트나 사진 자료로는 현장에서 이루어지는 작업 프로세스를 이해하기에 한계가 있기 때문에 3D 모델이나 동영상을 많이 활용하고 있다. 그러나 일반적인 강의실 환경에서는 이와 같은 매체를 활용하더라도 학생들과 상호작용하기 어렵고 일방적 전달에 그치는 경우가 많다. 특히 다년간의 수업 경험으로 미루어 볼 때 건축시공학 수업 중 철근공사에 대한 학생들의 이해도가 가장 낮고 수업 진행 속도도 더딘 편이다. 개별 구조 부재의 배근방법이 상이할 뿐 아니라 구조도면의 복잡한 표기방법, 다양한 부재 형상 등 때문에 학생들이 이해해야 할 내용도 매우 많다. 특히 구조 기준이 통합되면서 이음·정착에 관련된 내용도 복잡해져 학습에 따른 난이도가 높아지고 있다. 따라서 본 연구는 일반 강의 환경에서 건축시공학을 수강하는 학생들을 대상으로 하며 수업 내용 중 특히 철근 배근에 대한 학생들의 이해도를 높일 수 있는 증강현실 콘텐츠 개발하고 적용효과를 분석하는 것으로 연구 범위를 제한하였다.

이를 위해 증강현실 관련 문헌 및 기술을 고찰하여 본 콘텐츠의 개발 방향을 확정하였다. 배근에 대한 이해에서 학생들이 우선 습득해야 하는 내용은 2D 도면의 독도법이며, 이음·정착길이를 포함한 부재별 구조설계기준과 기준에 따른 배근방법, 그리고 실제 배근하는 순서 등을 학습해야 현장에서 활용할 수 있다. 따라서 이와 같은 내용을 학습할 수 있도록 증강현실 콘텐츠를 개발하였으며 개발된 콘텐츠를 직접 적용하여 학생들의 만족도를 분석하였다.

2. 기존 연구의 고찰

서론에서 밝힌 바와 같이 증강현실은 건설산업의 다양한 분야에 적용되고 있다. 본 장에서는 증강현실과 관련된 건설분야의 교육 관련 연구로 한정하여 고찰하였다.

우선 건설관련 교육에 증강현실을 도입한 많은 사례에서 다양한 효과가 있음을 입증되고 있다. Wang et al[8]과 Ayer et al[11]은 다양한 문헌을 분석한 결과 증강현실이 시각화에 장점이 있으며, 특히 교육적 관점에서 사용자와 대상과의 상호작용이 용이하다는 점을 강조하고 있다. 기존의 시각화 방식인 2D 평면, PC BIM 및 태블릿 BIM을 증강현실과 비교한 결과, 기본설계의 시각화와 건설단계의 모니터링에서 모두 높은 평가를 받았다[12]. 또한 시선추적기법

Table 1. Classification of AR

Level	Description
Level 0	Physical world hyper linking : a simple link from the physical world to the virtual world without involving any real time rendering and graphics. Examples include bar code and 2D image recognition
Level 1	Marker-based AR : 2D marker AR based on PC and webcam. Level 1 AR is very challenging for mobile use due to the lack of robustness of markers and computing power
Level 2	Markerless AR : there is no requirement for markers for registration and tracking methods. The tracking is more robust, enabling the realization of mobile AR.
Level 3	Augmented vision which is currently being developed

을 활용하여 학습성과를 분석한 연구[13]에서는 증강현실을 활용한 방법이 문자와 도표를 활용한 교육방식보다 더 나은 학습성과를 도출하는 것으로 나타났다. 구조해석 수업에 증강현실을 활용한 기존 연구에서는 증강현실을 활용한 도구가 시각화 및 상호작용 측면에서 전통적인 교육뿐 아니라 다른 멀티미디어 도구보다도 더 많은 강점이 있는 것으로 입증되었다[14].

한편 증강현실은 다양한 기술을 활용하여 교육분야에 적용할 수 있다. Wang et al.[1]은 증강현실의 적용 수준을 Table 1에서 볼 수 있는 바와 같이 기술적인 수준에 따라 네 단계로 구분하고 있다. 현재까지 교육 분야에서 적용된 수준은 기술의 발달 정도에 의존하고 있는데 마커를 활용한 방식이 많이 사용되었다. Wang et al.[13]은 구조해석에 대한 이해를 높이기 위해 마커를 기반으로 증강현실 콘텐츠를 개발하였으며, Benzadan and Kamat[15]은 건설장비에 대한 교육을 위해 마커를 활용한 증강현실을 구현하였다. 이들 연구는 마커를 부착한 교과서나 관련 문제를 직접 마커로 활용함으로써 활용도를 높이고 있다. 본 연구도 배근작업에 대한 학생들의 교육 성과를 높이는 것을 목적으로 하고 있고, 배근작업은 도면에 대한 이해가 기본이 되기 때문에 구조도면을 마커로 활용하는 것이 효과를 높일 수 있을 것으로 판단되어 이를 기반으로 콘텐츠를 구현하였다.

3. 배근 교육용 증강현실 콘텐츠 구현

3.1 콘텐츠 구현 방향

본 콘텐츠는 건축시공학 수업 중 철근 배근작업을 수월하게 학습할 수 있도록 지원하는 것을 목적으로 한다. 철근 배근은 다른 공사에 비해 관련 내용이 복잡하기 때문에 교육

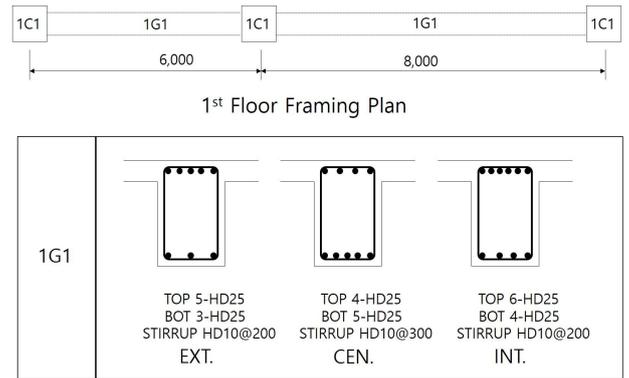


Figure 2. Marker image sample of girder

에 많은 시간이 필요하고 학생들의 이해도 또한 높지 않은 실정이다. 더욱이 콘크리트 구조설계기준에 포함된 이음 정착길이나 부재별 배근기준도 숙지해야만 배근된 결과를 이해할 수 있고 구조기준이 점점 세분화되어 복잡해지는 경향이 되기 때문에 학생들의 부담 또한 가중되고 있다.

따라서 기존의 수업방식으로는 학생들의 이해도를 높이는 데 한계가 있다. 현장 사진 등을 통한 수업자료는 복잡한 배근 상태를 쉽게 식별하기 어렵기 때문에 동영상이나 모형과 같은 자료를 활용할 수 있다. 그러나 축소 모형으로는 작업순서와 같은 프로세스를 이해하기 어렵고, 영상을 이용한 방법은 작업순서 등을 확인할 수 있으나 부재별 배근 작업에 대한 풍부한 영상자료를 확보하기 어렵고, 사용자의 필요에 따른 상호작용이나 피드백을 기대하기 어렵다. 이처럼 기존 수업자료가 가진 한계를 극복하기 위해서는 사용자의 상호작용이나 피드백이 가능해야 할 뿐 아니라 즐겁게 학습할 수 있는 도구가 필요하다고 할 수 있다.

철근 배근과 관련하여 학생들이 우선 습득해야 하는 내용은 2D 도면의 독도법이라고 할 수 있다. 시공자의 입장에서 2D로 제시된 도면을 보고 적합한 철근 가공 형상 및 배치 방법을 도출하는 것이 필요하다. 따라서 2D 도면에 대한 적응도를 높이기 위하여 증강현실을 가동시킬 마커의 이미지로 구조도면을 활용하였다. Figure 2는 본 연구에서 보 배근 증강현실 콘텐츠에 활용한 마커 이미지의 사례이다. 구조도면에서 별도로 구성되어 있는 구조평면도와 부재 일람표를 합쳐 하나의 이미지로 만들었으며 이를 통해 도면에 대한 이해를 높일 수 있도록 하였다. 이처럼 마커 이미지를 기반으로 가상 3D 배근 모델이 겹쳐 보일 수 있도록 하였으며, 표시된 3D 배근 모델을 바탕으로 이음·정착길이를 포함한 부재별 구조설계기준과 구조설계기준에 따른 배근, 그

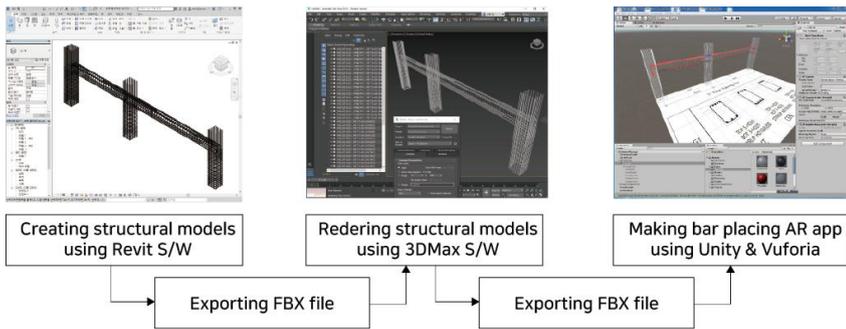


Figure 3. Development process of mobile app for learning of bar placing

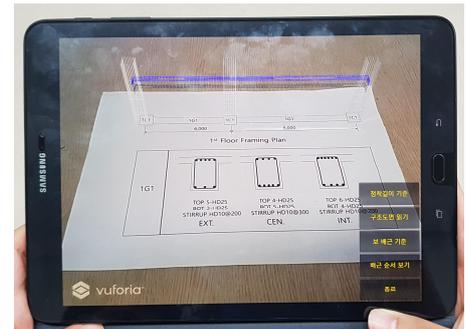


Figure 4. AR model on tablet

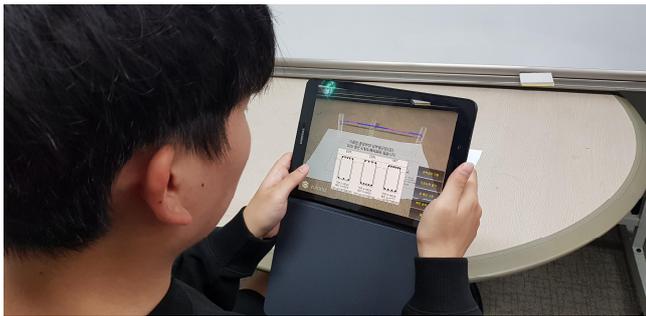


Figure 5. Student learning bar placing using tablet

리고 실제 배근하는 순서 등을 학습할 수 있도록 별도의 메뉴를 구성하여 제시하였다.

3.2 가상현실 콘텐츠 구현

Figure 3은 보 배근 사례를 중심으로 증강현실 앱의 개발 절차를 나타낸 것이다. 우선 BIM(Building Information Modeling) 도구로 활용되고 있는 Autodesk Revit에서 배근 모델을 작성한 후 FBX 파일로 저장한다. Revit에서 제공하는 보강철근 모델 작성 도구는 국내 배근 현실에 특화되어 있지 않고 범용으로 적용될 수 있도록 지원하기 때문에 국내 배근 현실에 맞게 모델링할 수 있도록 개선할 필요가 있을 것으로 생각된다. 추출된 FBX 파일은 철근 모델이 현실감 있게 보이도록 3D MAX에서 렌더링하는 과정을 거친 후 유니티(Unity)를 통해 증강현실 콘텐츠를 개발하였다. 유니티는 FBX 파일 뿐 아니라 스케치업 등 범용 3D 모델의 импорт(Import) 기능을 지원하며, 많은 응용 프로그램에서 FBX로 파일을 전환하는 기능을 갖추고 있어서 3D모델을 유니티로 삽입하는 문제는 없을 것으로 판단된다.

개발 초기에는 스마트폰을 기반으로 하였으나 복잡한 철근 부재를 작은 스마트폰 화면에 표현하는 데에는 한계가 있기 때문에 태블릿을 기반으로 작성하였다. 본 연구는 태블릿

릿에서 활용할 수 있도록 작성하였지만 작성된 콘텐츠가 안드로이드를 기반으로 하기 때문에 모바일 스마트폰에서도 구동할 수 있으며 이 경우 활용도도 매우 높아질 것으로 생각된다. 또한 태블릿 화면에서도 상하부 철근이 겹쳐지면 잘 구분되지 않는 문제가 있어 상부철근과 하부철근의 색상을 구분하여 나타내었다. 기존 연구[13]에 따르면 철근 종류를 색상으로 구분하는 것이 학습자의 입장에서 적은 노력으로 주의를 집중할 수 있는 장점이 있다.

본 연구에서는 뷰포리아(Vuforia) SDK (Software Development Kit)를 활용하여 증강현실 콘텐츠를 작성하였다. 뷰포리아는 모바일 환경에서 증강현실 앱을 구현할 수 있는 도구를 제공하며, 국내에서도 타워크레인의 위치를 검토하기 위해 활용된 사례가 있다[16].

Figure 4는 태블릿에 부착된 카메라가 마커에 해당하는 이미지를 검출하였을 때, 3D로 작성된 철근 모델이 화면에 겹쳐 표현되는 장면을 보여주고 있다. 이처럼 증강현실은 실제 물리적인 환경에 가상의 이미지를 덧붙여 표현함으로써 사용자를 둘러싼 환경에 대한 이해를 한 층 높일 수 있으며 다양한 방식으로 응용될 수 있다. Figure 4에서 볼 수 있는 바와 같이 구조도면을 마커 이미지로 활용하였기 때문에 마커 이미지의 구조도면을 보면서 구조도면의 독도법을 자연스럽게 익힐 수 있으며, 마커 이미지에 가까이 다가갈수록 3D 증강 현실 이미지도 확대되기 때문에 필요한 부분을 집중적으로 탐색할 수 있어 사용자와의 상호작용이 용이하다고 할 수 있다.

Figure 4와 같이 태블릿 화면 우측 하단에는 이 콘텐츠에서 활용할 수 있는 메뉴가 표시된다. 이 메뉴는 마커 이미지가 검출되었을 때 3D 배근 모델과 함께 나타나도록 구현하였으며, ‘정착길이 기준’, ‘구조도면 읽기’, ‘보 배근 기준’, ‘배근순서 보기’로 구성되어 있다. 각 메뉴를 터치하면 3D

Table 2. Student attitudes toward using AR app(N=26)

Survey item	M	SD
Interface style		
1. Navigating the AR application is easy	4.42	0.70
2. Using an AR application on tablet pc is a good idea	4.50	0.71
3. I could easily control the course of the bar placing using the AR application	4.27	0.92
Perceived usefulness		
4. The use of AR improves learning in the classroom	4.31	0.88
5. Using the AR application would facilitate understanding of certain concepts	4.27	0.83
6. I believe the AR system is helpful when learning	4.27	0.87
Perceived ease of use		
7. I think the AR system is easy to use	4.12	0.91
8. Learning to use the system is not a problem	4.12	0.99
9. Operation with the AR system is clear and understandable	4.15	0.97
Perceived enjoyment		
10. I think the AR system allows learning by playing	4.31	0.79
11. I enjoyed using the AR system	4.08	1.02
12. Learning with an AR system is entertaining	4.04	1.00
Attitude toward using		
13. The use of an AR system makes learning more interesting	4.12	0.99
14. Learning through the AR system was boring (reversed item)	2.00	1.17
15. I believe that using an AR system in the classroom is a good idea	4.50	0.76
Intention to use		
16. I would like to use the AR system in the future if I had the opportunity	4.58	0.70
17. Using an AR system would allow me to solve bar placing problems on my own	3.77	0.91
18. I would like to use the AR system to learn the bar placing and other engineering subjects	4.23	0.86

배근 모델에서 관련된 부분이 붉은 색으로 강조되며, 배근방법에 대한 설명이 화면에 제시된다. Figure 5는 ‘구조도면 읽기’ 메뉴를 통해 화면에 표시된 설명과 3D 배근 모델을 통해 학습하는 사진을 보여준다.

4. 적용결과

본 연구에서 개발한 증강현실 콘텐츠의 적용 효과를 검증하기 위하여 학생들의 대상으로 설문조사를 실시하였다. 설문대상은 건축시공학 수업에서 철근공사의 배근 과정을 수강한 학생을 대상으로 하였다. 배근 과정을 전혀 수강하지 않은 상태에서 증강현실 콘텐츠만으로 관련 내용을 모두 이해하기는 어렵다고 판단된다. 배근 과정을 수강한 학생들도 배근 관련 문제를 완전히 해결한 학생은 드물기 때문에 관련 내용을 수강한 후에 콘텐츠를 활용하는 것이 가장 바람직하다고 판단했기 때문이다.

설문 내용은 기존 연구[14]를 참조하여 여섯 가지 항목별로 세 문항씩 총 18문항으로 구성하였다. 개별 항목은 인터페이스 스타일, 지각된 유용성, 지각된 활용의 용이성, 지각된 즐거움, 활용 태도, 활용 의도로 구성된다. 개별 문항은 5점 척도로 구성하였으며 각 항목의 만족도가 높을수록 높은 점수를 부여하도록 하였다.

설문방식은 태블릿에 탑재된 증강현실 콘텐츠의 사용방법을 5분 정도 설명한 후 한 시간정도 개별적으로 사용하여 학습하도록 하였으며, 18개 문항에 대한 만족도를 설문을 통해 조사한 후 사용소감을 개별적으로 청취하였다.

총 26명을 대상으로 설문조사를 실시한 결과 대부분의 학생이 수업관련 내용을 증강현실 콘텐츠를 통해 접하는 것이 처음이기 때문에 신기하고 재미있다는 태도를 보였다. 학생들은 증강현실 콘텐츠가 참신하다고 평가했으며(4.50), 일부 개념을 이해하는 데 유익하며(4.27), 도움이 된다(4.31)고 평가하였다. 이는 학생들이 스마트 폰 등 모바일 환경에 익숙하고 필요에 따라 알고 싶은 부분만 선택해서 설명을 듣는 등 상호작용이 용이하기 때문인 것으로 판단된다.

활용의 용이성 측면에서 조작이 쉽고 명료했는지에 대한 문항은 4.12 정도로 다른 항목에 비해 점수가 낮게 나타났는데, 구조기준 등에 대한 설명이 순차적으로만 진행되었고, 학생 자신의 이해도에 따라 일부 내용을 생략하거나 앞부분으로 되돌아가는 기능이 부족했기 때문이라는 답변이 있었다. 따라서 일반적인 모바일 앱과 유사하게 동작될 수 있도록 개선한다면 용이성에 대한 부정적인 평가는 개선될 수 있을 것으로 판단된다.

활용태도 측면에서는 증강현실을 사용해서 수업이 더 흥미롭고(4.12), 수업에 활용하는 것을 참신한 아이디어(4.50)라고 생각하는 것으로 나타났다. 상대적으로 지루하다고 답변한 학생이 적은(2.00) 것으로 나타났기 때문에 활용태도에 일관성이 있다는 것을 확인할 수 있다. 다만 철근공사에서 학습해야 할 내용이 상당히 복잡하기 때문에 본 연구에서 제시한 콘텐츠만으로는 관련 문제를 스스로 해결하는 데에는 한계가 있는 것으로 보이며(3.77) 학생들의 이해도를 높일 수 있는 방식으로 음성 설명을 도입하거나 다른 형식을 개선할 필요가 있을 것을 판단된다.

학습의 즐거움 측면에서 증강현실은 학습을 재밌게 만들고(4.31), 사용 의도 측면에서 학생들은 기회가 된다면 증강현실 시스템을 활용하고 싶어하며(4.58), 배근 문제뿐 아니

라 차후 엔지니어링 관련 주제에서도 증강현실을 활용하고 싶다(4.23)는 적극적인 활용 의도를 표명하는 것으로 나타났다. 따라서 증강현실 콘텐츠를 수업에 활용하는 것은 다양한 측면에서 매우 유익하다는 점을 확인할 수 있다.

5. 결 론

본 연구는 최근 건설분야에서 활용도가 높아지고 있는 증강현실 도구를 활용하여 학생들이 철근공사 배근작업을 학습할 수 있도록 교육지원 콘텐츠를 개발하고 적용효과를 분석하였다. 구조도면에 대한 이해도를 높이기 위해 구조도면을 마커 이미지로 활용하였으며, 구조도면에 따라 배근된 가상의 3D 배근 모델을 화면에 겹쳐 표현하는 방식으로 증강현실을 구현하였다. 또한 3D 배근 모델과 함께 2D 도면의 독도법, 이음·정착길이 기준, 부재별 구조설계기준에 따른 배근방법, 그리고 실제 배근하는 순서 등을 학습할 수 있도록 콘텐츠를 구성하였다.

적용결과 인터페이스 스타일, 지각된 유용성, 지각된 활용의 용이성, 지각된 즐거움, 활용 태도, 활용 의도 측면에서 대부분 높은 점수를 받았으며, 학습과정에서 즐거움과 재미를 느끼고 관련 내용을 학습하는데 유익했다고 평가했으며 차후 적극적으로 활용하고 싶다는 의견을 나타낸 것을 감안할 때 증강현실을 수업에 활용하는 것은 다양한 측면에서 교육적 성과를 낼 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구는 사전에 작업한 가상의 3D 배근 모델이 마커 이미지 위에 겹쳐서 표현되도록 구성하였으나 교육적인 활용도를 높이기 위해서는 다양한 도면에 적용할 필요가 있으며, 각기 다른 도면에 따라 적합한 3D 배근 모델을 산출할 필요가 있다. 차후 마커를 사용하지 않는 비마커방식을 기반으로 자동으로 사용자 환경을 인식할 수 있도록 기술이 개발된다면 적용 가능성은 더욱 높아질 것이며, 도면에 제시된 그래픽 정보나 문자 정보를 인식하고 그 결과를 바탕으로 3D 배근 모델을 산출할 수 있도록 프로그램을 개선한다면 활용도를 높일 수 있을 것으로 판단된다.

요 약

본 연구는 최근 건설분야에서 활용도가 높아지고 있는 증강현실 도구를 활용하여 학생들이 철근공사 배근작업을 학

습할 수 있는 교육지원 콘텐츠를 개발하고 적용효과를 분석하였다. 구조도면에 대한 이해도를 높이기 위해 구조도면을 마커 이미지로 활용하였으며, 구조도면에 따라 배근된 가상의 3D 배근 모델을 화면에 겹쳐 표현하는 방식으로 증강현실을 구현하였다. 또한 3D 배근 모델과 함께 2D도면의 독도법, 이음·정착길이 기준, 부재별 구조설계기준에 따른 배근방법, 그리고 실제 배근하는 순서 등을 학습할 수 있도록 콘텐츠를 구성하였다. 적용결과 인터페이스 스타일, 지각된 유용성, 지각된 활용의 용이성, 지각된 즐거움, 활용 태도, 활용 의도 측면에서 긍정적으로 평가되었으며, 증강현실은 교육적 측면에서 시각화와 상호작용의 장점이 있기 때문에 활용가치가 높을 것으로 판단된다.

키워드 : 가상현실, 증강현실, 철근 배근, 교육 콘텐츠

Acknowledgement

This work was supported by a Research Grant of Andong National University.

References

1. Wang X, Kim MJ, Love PE, Kang SC. Augmented reality in built environment: Classification and implications for future research. *Automation in Construction*. 2013 Jul;32:1-13.
2. Behzadan AH, Dong S, Kamat VR. Augmented reality visualization: A review of civil infrastructure system applications. *Advanced Engineering Informatics*. 2015 Apr;29(2):252-67.
3. Milgram P, Kishino F. A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*. 1994 Dec;E77-D(12):1321-9.
4. Chi HL, Kang SC, Wang X. Research trends and opportunities of augmented reality applications. *Automation in Construction*. 2013 Aug;33:116-22.
5. Shin DH, Dunston PS. Identification of application area for augmented reality in industrial construction based on technology suitability. *Automation in Construction*. 2008 Oct;17(7):882-94.
6. Rankohi S, Waugh L. Review and analysis of augmented reality literature for construction industry. *Visualization in Engineering*. 2013 Dec;1(1):1-18.

-
7. Li X, Yi W, Chi HL, Wang X, Chan AP. A critical review of virtual and augmented reality(VR/AR) applications in construction safety. *Automation in Construction*, 2018 Feb;86:150–62.
 8. Wang P, Wu P, Wang J, Chi HL, Wang X, A critical review of the use of virtual reality in construction engineering education and training. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2018 Jun;15(6):1–18.
 9. Sampaio Z, Rosário DP. Virtual reality applied on civil engineering education: Construction activity supported on interactive models. *International Journal of Engineering Education*, 2013 Jan;29(6):1331–46.
 10. Ku K, Mahabaleshwarkar PS. Building interactive modeling for construction education in virtual worlds. *Journal of International Technology in Construction*, 2011 Feb;16:189–208.
 11. Ayer SK, Messner JI, Anumba CJ. Augmented reality gaming in sustainable design education. *Journal of Architectural Engineering*. 2016 Jan;22(1):1–8.
 12. Meža S, Turk Ž, Dolenc M, Measuring the potential of augmented reality in civil engineering. *Advances in Engineering Software*, 2015 Dec;90:1–10.
 13. Wang TK, Huang J, Liao Pin-Chao, Piao Y. Does augmented reality effectively foster visual learning process in construction? An eye-tracking study in steel installation. *Advances in Civil Engineering*. 2018 Jul;2018:1–12.
 14. Turkan Y, Radkowski R, Karabulut-İlgu A, Behzadan AH, Chen A, Mobile augmented reality for teaching structural analysis. *Advanced Engineering Informatics*, 2017 Oct;34:90–100.
 15. Behzadan A, Kamat VR. Enabling discovery-based learning in construction using telepresent augmented reality. *Automation in Construction*, 2013 Aug;33:3–10.
 16. Ryu HG, Choi HB, Jang MH, Method to select tower cranes using augmented reality in smart devices. *Journal of the Korea Institute of Building Construction*, 2014 Aug;14(5):407–13.