

BIM 형상정보를 이용한 증강현실기반 가시화 사례

A Study of Augmented Reality based Visualization using Shape Information of Building Information Modeling

허 경 진* 이 석 준** 정 순 기***
Kyung Jin Heo Seokjun Lee Soon Ki Jung

요약 기존의 건축계획 및 설계과정에서는 건축물 내·외부의 공간감을 확인하기 위해 건물모형을 제작하였으나 건물모형은 비교적 많은 제작 시간과 노력이 들며 건물의 내부 정보를 파악하기에 어려움이 따른다. 이를 보완하기 위해 기존 설계, 계획 과정과 그에 대한 가시화 방법으로써 CAD툴을 사용하여 건물 모형으로는 파악하기 어려운 건물 내부 정보를 가시화 할 수 있었지만, 건물모형에서 확인할 수 있는 부피감을 확인하기에는 부족함이 존재한다. 기본적으로 CAD는 설계에 목적을 두고 만들어진 프로그래머이며 일반적인 가시화 환경인 2차원 모니터 화면상에서 3차원 건물을 보여주게 되므로 공간에 대한 인지적 몰입감을 만족시키기에는 부족하다. 본 논문에서는 BIM 형상정보 데이터를 일련의 소프트웨어로 가공하여 증강현실 콘텐츠로 변환하는 과정을 소개한다. 이는 건축계획 및 설계과정에서 형상정보가 수정될 경우 최종 가시화까지 소요되는 비용과 시간을 단축시킬 수 있다. 또한 BIM 형상정보를 증강현실 기법을 이용하여 3차원 인공공간에서 가시화함으로써 3차원 건물의 내·외부 공간정보를 분석하기가 용이하다. 또한 건물의 내·외부 정보를 증강현실 환경에서 효과적으로 조작할 수 있도록 건축 요소의 제거, 슬라이스컷 등 다양한 인터랙션을 제안한다.

키워드 : 건축정보 모델링, 건축모델 가시화, 증강현실

Abstract In the current construction planning and designing process, an architectural miniature model was designed to verify the interior or exterior spatial sense of a building structure, but building of the miniature model is demand much more effort and time; in addition to this it has limitation to identify interior information of the building. For a complement of it, CAD would be used in the existing planning and designing process to visualize the building information, but its visualization is not satisfactory for the 3D volume which could be easily verified with the miniature model. CAD is the specific software for designing building structures and the 3D results are usually rendered on 2D monitor screen. Therefore, there is a shortage of cognitive immersion for the 3D space. In this paper, we introduce the conversion process of BIM shape data into the Augmented Reality contents by using a series of softwares. As a result of modification on construction plan or design we reduced the cost and time to reconstruct the final visualization. We have shown that the interior or exterior information of the building structures are easily visualized with BIM shape data on augmented reality environment. Several proposed interaction methods, such as removal of building components, and slice-cut operation, provide the user for the effective manipulation of models on the augmented reality environment.

Keywords : BIM(Building Information Modeling), Building Model Visualization, Augmented Reality

† 이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(2011- 0006132).

* 경북대학교 공간정보공학과 석사과정 kjheo@vr.knu.ac.kr

** 경북대학교 컴퓨터공학과 박사 sukjuni@vr.knu.ac.kr

*** 경북대학교 IT대학 컴퓨터학부 교수 skjung@knu.ac.kr (교신저자)

1. 서론

공간정보 기술은 최근 U-City, 저탄소 녹색성장, 유비쿼터스 등 공간의 설계 및 활용에 대한 효율 추구를 위한 주요 이슈로 대두하면서 공간정보 관리와 활용의 중요성이 강조되고 있다. 공간정보기술은 기존의 지리정보체계 분야에 머무르지 않고 점차 발전하여 3차원 공간정보가 융합된 새로운 콘텐츠가 개발되어 다양한 분야에서 활용되고 있다. 3차원 공간정보데이터는 기존의 2차원 공간정보 데이터와는 비교할 수 없을 만큼 많은 정보를 가지고 있어 공간정보데이터의 가시화 방법이 점차 중요해지고 있다. 공간정보 데이터 가시화를 위해 건축 분야의 BIM (Building Information Modeling) 기술을 활용한다면 뛰어난 효과를 볼 수 있을 것이다. 최근 이슈가 되고 있는 BIM 기술은 IT 기술과 융합하여 빠르게 발전하고 있으며 기존 건축과정의 한계를 해결하는데 도움을 주고 있다[7, 19]. BIM은 단순히 기술이 아니라 건축주, 건축디자이너, 엔지니어, 시공자등 서로의 생각을 쉽게 이해하게 도와주며 의사소통을 원활하게 이루어지게 할 수 있는 하나의 수단으로 BIM 데이터를 어떠한 방법으로 어떻게 가시화하여야 더욱 뛰어난 효과를 볼 수 있을 것인지 연구할 필요가 있다.

건축이 시행되기 위해서는 건축설계가 선행되어야 한다. 현재 건축설계과정에서는 도면설계 후 전체건물의 형태와 공간감을 확인하기 위해 <그림 1>과 같은 모형을 제작함으로써 형상정보를 파악, 분석하고 이를 설계에 반영하는 과정을 반복한다. 특히 건물모형은 아파트 분양을 위한 모델하우스 등에 전시함으로써 고객들의 의사결정에 매우 중요한 역할을 수행하고 있다. 하지만 수작업으로 제작되는 모형건물은 제작과정에 많은 노력과 시간, 비용이 소모된다. 만약 설계도면이 수정되었을 때 이미 만들어진 건물모형을 수정하기에는 많은 어려움이 생기게 되며, 건물 모형만으로는 내부의 형상정보를 파악하기도 힘들다. 이러한 한계는 BIM 데이터를 이용한 증강현실 기반 가시화 기법을 이용하여 건물의 형상정보를 가시화함으로써 해소할 수 있다. BIM 데이터를 직접 사용하면 추가적인 3차원 정보를 생성하지 않고도 건물의 형상모형을 생성할 수 있어 모델링 시간을 크게 줄일 수 있다. 건축물의 수정이 필요할 때에는 도면 수정만으로 3차원

모델에 적용이 가능하다. 본 연구에서 제안하는 시스템을 구축 한 후에는 사용자의 접근성이 쉬우며 BIM 프로그램이 없이도 간단하게 건물의 내·외부 정보를 선택적으로 가시화할 수 있다. 또한, 다양한 시점에서의 관찰이 가능하여 공간정보를 파악, 분석하기에 용이하다.

본 논문에서는 BIM 기술과 증강현실 기술을 융합하여 건물 공간정보의 효율적인 관찰과 분석이 가능한 가시화 방법을 제안한다.



그림 1. 건축 모형 건물 예제

2. 이론적 배경

2.1 BIM(Building Information Modeling)

BIM은 건물의 설계에서부터 완공까지의 시공간 정보를 포함하고 있을 뿐만 아니라 유지보수가 가능하여 건축물의 수명주기 동안 생성되는 모든 정보를 관리 감독하는 기술이다[1, 18].

BIM은 컴퓨터그래픽으로 만든 3차원 건축물을 효과적으로 가시화하므로 작업 진행 상황과 유지보수에 필요한 정보를 파악하기 쉬우므로 공사 견적을 손쉽게 파악할 수 있다[16]. 또한, 설계과정에서 별도의 2차원 도면 작업을 하지 않고도 바로 3차원 모델을 만들 수 있다. 기존의 2차원 CAD는 한 부분을 수정하게 되면 그와 연관된 부분도 일일이 수작업을 통하여 수정하여야 했지만, BIM은 임의의 부분을 수정하였을 때 그와 연관된 모든 도면이 자동으로 수정되어 작업시간을 현저하게 줄일 수 있다. BIM을 이용하면 사용자는 물량검토를 위한 건물에 포함된 모든 요소의 물량 표를 얻을 수 있으며, 지붕, 바닥, 벽, 실내장식 등 모든 건축요소의 일람표를 추출할 수 있다. 또한, 배치도, 상세도 등 현장에 필요한 3차원(입체적인) 시공계획을 세울 수 있어 설계가 완료된 건물에 대하여 시뮬레이션 할 수 있으며, 건축물 설계의 문제점을 쉽고 빠

르게 진단할 수 있다[16]. 이뿐만 아니라 3차원 컴퓨터그래픽 기술을 이용하여 건물의 전체 라이프 사이클을 시뮬레이션하고 가시화함으로써 건물의 수명과 대략적인 보수시기를 알 수 있다[16]. BIM을 이용하면 시설물의 유지보수를 편리하고 효율적으로 관리를 할 수 있다. 대표적인 BIM 모델링 도구로써 ArchiCAD, Bentley Architecture, Digital Project, Revit Architecture 등이 널리 사용되고 있다.

2.2 증강현실(Augmented Reality)

증강현실이란 실세계의 영상에 가상의 3차원 그래픽을 덧입혀 마치 실제로 존재하는 것처럼 보이게 함으로써 현실세계의 정보를 더욱 폭넓게 가시화할 수 있는 가시화 기법이다[3, 4]. <그림 2>는 현실세계와 가상세계와의 관계에서 증강현실의 위치를 나타내고 있다. 증강현실은 다양한 분야의 현실세계에서 발생하는 정보를 가시화할 수 있는 특징이 있다.



그림 2. 혼합현실에서 증강현실의 위치[5].

증강현실은 현실세계를 바탕으로 동작하므로 기존의 가상현실 시스템과 같이 모든 것을 새로이 구성하지 않아도 되며 가상현실보다 사실적이다. 가상현실은 가상세계가 컴퓨터그래픽으로만 표현되기 때문에 현실성을 표현하기에는 많은 시간과 노력이 필요하지만, 증강현실은 실세계를 기반으로 컴퓨터 그래픽이나 필요한 정보를 추가하여 가시화함으로써 가상현실보다 쉽고 뛰어난 현실감을 표현할 수 있다. 또한, 필요한 정보를 직관적으로 획득할 수 있게 한다. 이러한 특징 때문에 증강현실은 현재 의료, 교육, 군사, 자동차, 방송, 에너지, 유통, 장난감, 스마트폰 애플리케이션 등과 같은 다양한 정보서비스 분야에서 활용되고 있다[9, 17].

건축에서 시공 예정 건물이나 공사가 진행 중인 건물에 대하여 도면과 건설 후의 볼륨감이 다를 수 있어 프로토타입을 만들어 관찰하는 것이 중요하다.

프로토타입으로 모형건물을 사용할 경우, 설계시공 과정에서 계획의 변경이나 구조적 문제로 인한 수정이 불가피할 때에는 만들어진 모형을 수정하기 위해서 많은 시간과 노력이 필요하다. 하지만 증강현실은 변경 사항에 대하여 즉각적인 대처가 가능하여 쉽고 빠르게 수정할 수 있다. 또한, 마커를 이용한 뛰어난 조작감으로 다른 어떠한 가시화 방법보다도 뛰어난 현장 몰입감을 제공하며 직접 눈으로 관찰하기 어려운 배관이나 덕트 등을 간단한 마커 인터랙션을 이용하여 현실에서 즉시 적용할 수 있어 증강현실 기술의 활용도가 높다. 인터랙션은 현실에서 확인이 어려운 일을 미리 설정하여 별도의 작업 없이 마커 인식만으로도 설정된 데이터를 가시화할 수 있어 3차원 정보를 가상 콘텐츠로 바로 가시화할 수 있는 특징을 가지고 있다.

3. 관련 연구

증강현실을 이용한 건축물 가시화는 다양한 방법으로 연구가 진행되고 있다.

안지연 등(2010)은 자체적으로 개발한 “AR naviX”라는 시스템을 이용하여 공사현장의 사진에 BIM 기반으로 모델링한 건물과 실내 장식을 증강하여 배치함으로써 기존의 가상현실 환경 상에서 구현되었던 BIM 의사결정 지원 시뮬레이션의 한계를 극복하였다. AR naviX는 설계단계, 시공단계, 유지관리단계로 구분되어 있으며, 단계별 건설 관리 업무를 지원한다. 건설관리공학 전문가들의 평가로는 기존연구의 가상현실 기반 시스템의 한계인 실시간 정보공유 및 의사결정지원을 AR naviX를 사용함으로써 개선될 것으로 판단하였다[15].

김현승 등(2009)은 기존의 공사 진도관리 시스템에서의 한계인 가상현실과 실세계의 이질감을 해결하기 위하여 증강현실 시스템을 도입하였다. 또한, 계획 일정에 따른 4D 시뮬레이션을 현지 시점까지 수행한 후 웹 카메라를 통하여 실시간으로 시간과 공간 현장의 영상 정보를 취득하는 방법을 제안하였다. AR 솔루션 소프트웨어를 사용하여 마커 위에 마커와 정합되는 3차원 객체 모델과 공사 현장 정보를 가시화하였다[10].

박소영 등(2005)은 ARToolKit을 사용하여 생성된 건물 모델을 증강하고 큐빅 마커를 조작하여 건물의 여러 요소를 확인하였다. 증강현실 시스템을

이용하여 직관적이고 자연스럽게 건물에 대한 정보를 획득하며, 이를 통하여 의사결정에 도움이 되도록 하였다[12, 13].

류정림 등(2010)은 구글 스케치업을 사용하여 증강현실에 사용할 건물을 모델링하였다. 증강현실 기술을 실제로 적용 가능하게 테스트하여 효과적인 주거지 배치 계획 수립을 위한 활용 방안을 마련하였다. 마커를 이동시키며 가상의 3차원 환경에서 주둥을 배치하고 실제 환경에서 구현 가능한 테스트를 시행하였다. 증강현실 실험을 통하여 증강현실 기술이 실무적용에는 어려움이 따르겠지만, 주거단지 배치계획에는 활용될 수 있을 것이라는 결과를 얻었다[11].

앞선 선행 연구들은 3차원 건물 모델을 증강현실 기술을 활용하여 가시화하였지만, BIM 데이터를 사용하지 않았거나 혹은 BIM 데이터를 보다 효과적으로 활용하지 못하고 건물의 3차원 모델을 매번 직접 생성하여야 했다. 선행 연구에서 생성된 모델들은 BIM 데이터가 가지고 있는 자세한 내·외부 정보를 모두 포함하고 있지 않았으며 간단한 외부 건물요소들만을 증강하여 가시화하였다.

본 논문에서는 건물의 전체 속성을 포함하고 있는 BIM 데이터를 활용하여 3차원 모델생성 과정 없이 간단한 변환과정만을 통하여 증강현실 환경에서 가시화할 수 있도록 BIM 형상정보를 가공하는 방법을 소개한다. 이는 건물 계획 및 설계 과정에서 BIM 형상정보가 변경되었을 때 손쉽게 증강현실 콘텐츠에 반영할 수 있다. 또한 본 논문에서는 증강현실 내에서의 BIM 형상정보를 효과적으로 가시화하고 자유로운 사용자 상호작용을 구현하기 위해 건물 구성요소의 선택적 제거, 슬라이스컷 가시화 등을 제안한다.

4. 증강현실 가시화를 위한 BIM 형상정보 가공기법

본 절에서는 ArchiCAD와 3DsMax, OGRE 3D를 활용하여 건축물 객체를 생성하고, ARToolkit으로 앞서 생성한 객체를 증강 가시화하는 과정을 설명한다.

4.1 ArchiCAD

BIM 소프트웨어로는 Autodesk사의 Revit Archi-

ecture, Graphisoft사의 ArchiCAD, Bentley사의 Microstation 등이 대표적이라고 할 수 있다. 본 연구에서는 ArchiCAD 소프트웨어를 사용하여 설계 및 3차원 모델링을 수행하였다.

ArchiCAD는 건축분야 전용으로 개발된 3D 기반 BIM 모델링 툴이다. ArchiCAD의 주요 특징으로는 복잡한 곡면 및 애니메이션을 위한 Maxon, 시설관리를 위한 ArchiFM, 3D 건물 모델링 도구인 SketchUP 등 다양한 프로그램과 직접 데이터 호환이 가능하다는 점이다. 또한 다양한 객체 라이브러리를 가지고 있으며, 배우기 쉬운 인터페이스를 제공한다. ArchiCAD는 메모리 기반 프로그래머서 데이터 단위가 큰 작업일 경우 문제가 발생되지만 여러 데이터로 나누어서 관리하는 기능이 있어 단위가 큰 작업도 다룰 수 있다[14].

많은 CAD 프로그램들이 건축, 기계, 전자, 토목 등 여러 분야에서 적용될 수 있도록 호환할 수 있게 개발되었지만, ArchiCAD는 건축 분야의 전문성을 띄며 건축설계 작업환경에 최적화되어 있다[8].

4.2 3DsMax

3DsMax는 기존의 2차원 그래픽의 한계를 극복하고 3차원 공간에 3차원 객체를 생성할 수 있는 그래픽스 소프트웨어이다[6]. 3DsMax는 다양한 기능과 편리한 사용자 인터페이스로 구성되어 있어 많은 사용자들이 명령어와 플러그인으로 다양한 효과를 나타낼 수 있다. 또한, 게임캐릭터, 특수영상 효과, 건축인테리어, 애니메이션 등 다양한 분야에서 많은 비중을 차지하며 활용도가 점차 증가하고 있다. 본 연구에서는 주로 텍스처 보정과 좌표계 일치 작업에 3DsMax를 활용하였고, 부가적인 3차원 모델편집에도 유용하게 활용할 수 있다.

4.3 OGRE 3D(Object-Oriented Graphics Rendering Engine)

OGRE 3D는 C++기반 오픈소스 그래픽 렌더링 엔진이다. 모든 소스코드가 공개되어 있으며 샘플자료도 잘 만들어져 있어 사용자가 쉽게 자료를 사용할 수 있다[2]. OGRE 3D는 유연한 클래스의 계층구조로 사용자가 원하는 장면에 다양한 효과를 줄 수 있어 게임을 만들 때 많이 활용된다. 게임에서 적용되는 카메라 시각과 광원효과도 쉽게 적용할 수 있다. 또한, OGRE 3D는 객체지향 인터페이스 방식으로

설계되어 있어 적은 노력으로 깔끔한 3차원 화면을 만들 수 있다. 별도의 플러그인을 추가 설치하게 되면 물리 엔진과 인공지능 기능을 사용할 수 있다. 본 논문에서는 BIM으로 설계된 건물에 OGRE 3D를 이용하여 다양한 가시화 효과를 주었다.

4.4 구현방법

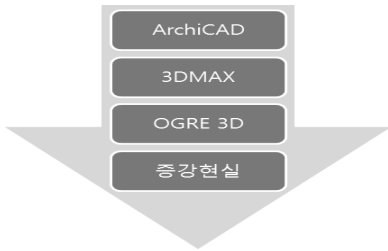


그림 3. 증강현실 기반 BIM 형상정보 가시화를 위한 데이터 가공순서

최근의 건축설계는 BIM 기술을 이용하여 설계한다. BIM으로 설계된 자료를 활용하게 되면 3차원 모델로 구축된 건물 데이터를 작은 노력만으로도 3차원 가시화 시스템에서 활용할 수 있다. 이는 설계 과정에서 생성된 3차원 모델을 사용하므로 3차원의 모델을 재구성할 필요가 없어 최소한의 변환과정만을 요구한다. 연구진행순서는 <그림 3>과 같이 차례대로 진행하였으며 실험 컴퓨터 환경은 <표 1>과 같다.

표 1. 실험 환경

OS	Windows 7 Enterprise K
CPU	AMD Phenom 9550 Quad-Core 2.20 GHz
RAM	4 GB
VGA	NVIDIA GeForce 9800 GT
Camera	Logitech HD Pro Webcam C910

먼저 <그림 4>와 같이 BIM 기술을 이용하여 설계된 건물의 정보를 ArchiCAD 프로그램을 이용하여 불러온 후 건물을 제외한 불필요한 환경 객체들을 제거한다. 건물 데이터만 남겨두고 3DsMax에서 읽을 수 있는 “.3ds” 확장자로 변환한다.

저장된 파일을 <그림 5>와 같이 3DsMax를 이용하여 파일을 로드하면, 앞선 변환과정을 통하여 3차원 건물 모델에 부분적으로 텍스처 손상을 입게 된

다. 텍스처 손상은 ArchiCAD에서의 변환과정 중 표준포맷에서 지원하지 않는 일부 데이터가 소실되어 발생하는 현상이다. 3DsMax로 손상된 텍스처 보정 작업을 수행 한 후, OGRE 3D에서는 텍스처 부분과 건물 객체 부분을 독립적으로 읽어서 각각 분리하여 저장한다. 그리고 기존의 건물모델의 중심 위치가 변환과정에서 달라질 수 있으므로, 증강하였을 시 마커 위에 정확하게 증강되도록 3DsMax를 이용하여 건물의 중심 좌표를 보정하였다.



그림 4. BIM으로 설계된 건물 모델

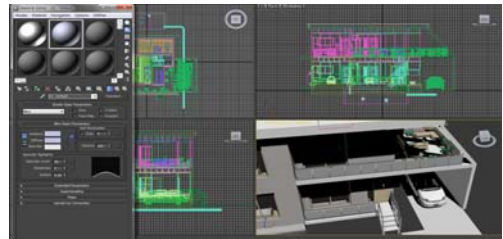


그림 5. 3DsMax로 텍스처 보정 및 파일 변환

<그림 6>과 같이 건물을 증강현실로 가시화할 때 더 사실적인 그래픽스 렌더링 환경을 구현하기 위하여 OGRE 3D 엔진을 이용한다. OGRE 3D는 다양한 물리적 효과를 부여할 수 있으며 간단한 수정만으로도 카메라 위치 및 조명의 위치, 건물의 방향, 스케일을 쉽게 조작할 수 있는 장점이 있다. 또한, 슬라이스 컷 기능을 부여하여 3차원 건축물의 내부 형상정보를 가시화함으로써 건물의 형상정보를 직관적으로 파악하고 분석할 수 있게 하였다. 본 연구에서는 증강하여 적용되는 모든 효과는 OGRE 3D 엔진을 사용하여 렌더링하였다.

OGRE 3D로 모든 과정을 테스트한 후 건물을 현실공간에 증강하기 위해서는 ARToolKit을 활용한다. 실험방법은 <그림 7>과 같이 웹캠을 이용하여 책상 위에 놓인 마커를 인식하면 <그림 8>과 같이

모니터 화면을 통해 마커 위에 실제로 존재하지 않지만 실제로 존재하는 것처럼 증강된 건물을 확인할 수 있다.



그림 6. OGRE 3D 엔진을 이용한 건물의 3차원 렌더링 결과



그림 7. 증강현실 기반의 가시화 시스템의 실험장면 예제

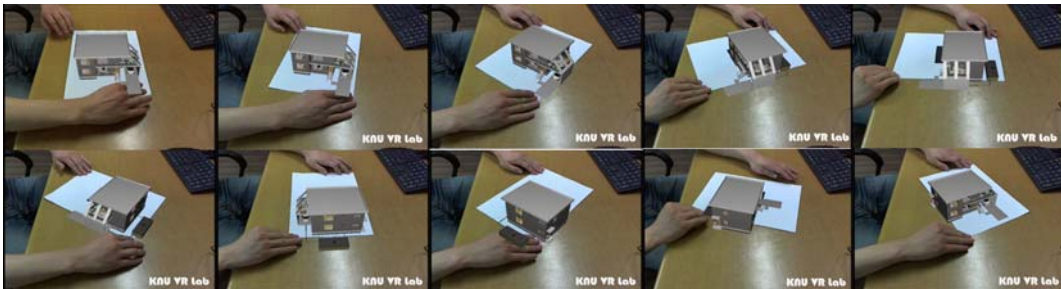


그림 8. 마커 회전에 따른 관찰 시점 변화



그림 9. 카메라 시점 변화에 따른 건물외형의 3차원 가시화

4.5 증강현실을 통한 형상정보 가시화 효과

증강현실을 통한 건물의 형상정보를 가시화할 경우 마커의 위치와 방향에 따라 3차원 객체의 실제적 이동이 가능하다는 점으로, 이를 통하여 다각도에서 건물관찰이 가능하며 거리에 따른 관찰도 가능하다. 뿐만 아니라 건물 내의 보일러 배관, 덕트, 슬라이스 컷 등 사용자가 원하는 정보를 쉽게 확인할 수 있다. <그림 8>은 마커의 회전으로 다양한 각도에서 건물을 관찰하는 과정을 보여주고 있다.

<그림 9>는 거리에 따른 관찰을 설명한 것으로 사람이 실제 건물에 접근하면 건물이 점차 크게 보이는 것과 같은 방식으로 카메라를 마커에 근접하게 되면 건물이 점차 확대되어 보이며 사람이 창문을 통하여 건물 내부를 살펴볼 수 있듯이 카메라를 창문 쪽으로 비추면 건물 내부도 사용자가 직접 관찰하듯이 살펴볼 수 있다.

BIM 데이터들은 다른 툴로 만들어진 경우 서로 호환이 되지 않지만, 각 BIM 모델링 데이터들은 해당 소프트웨어에서 표준 3D 데이터 파일로 변환할 수 있으며 본 시스템의 OGRE 3D에 적용하였을 때 자연스럽게 작동할 수 있다. 따라서 BIM 모델링 데이터를 호환성의 문제없이 통합하여 가시화가 가능하다.

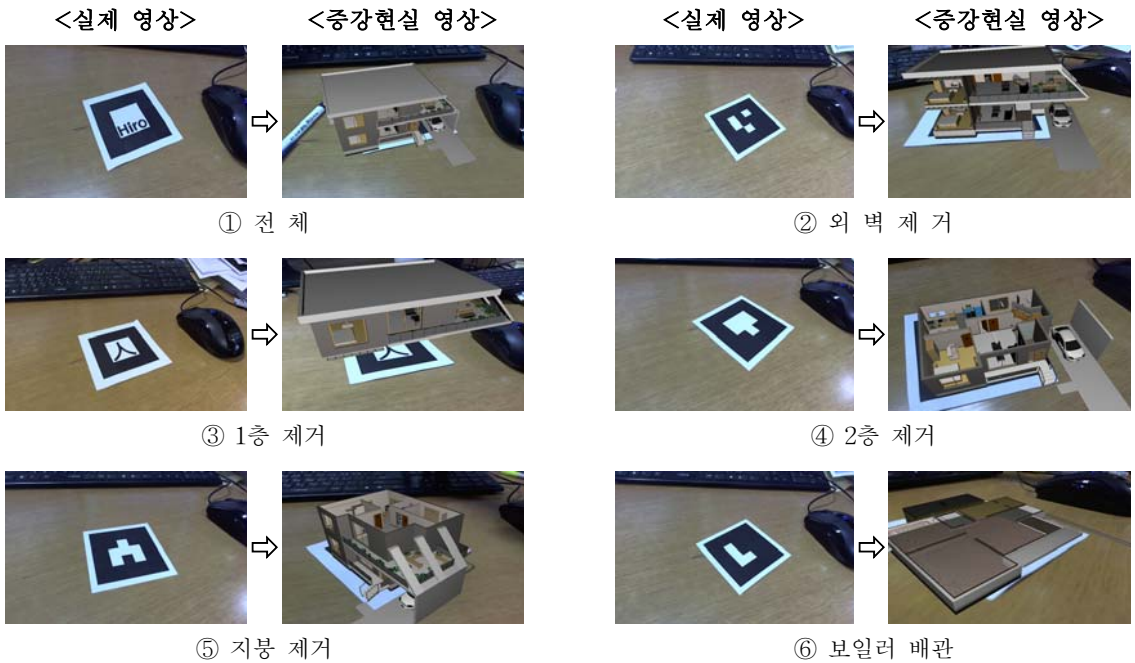


그림 10. 다양한 마커 인터랙션 예시

4.6 상호작용 기반 증강현실 가시화

BIM 형상정보를 더욱 몰입감 있게 가시화하기 위하여 증강현실 시스템에 적합한 상호작용 인터페이스를 구현할 필요가 있다. 증강현실 시스템에서 사용되는 가장 대표적인 인터랙션 방식인 마커 기반 인터랙션은 3차원 모델을 관찰하기에 매우 적합하다. <그림 10, 11, 12>과 같이 다양한 마커를 이용한 마커 인터랙션을 통해 현실에서 즉각 확인하기 어려운 건물 외벽 제거나 바닥 제거, 건물의 층별 제거를 손쉽게 할 수 있다. <그림 11>은 2층을 제거하여 1층의 내부 형상정보를 확인할 수 있으며, 집안의 인테리어 배치를 직접 눈으로 확인할 수 있다.



그림 11. 2층 제거를 통한 1층 단면 형상정보 가시화 예제

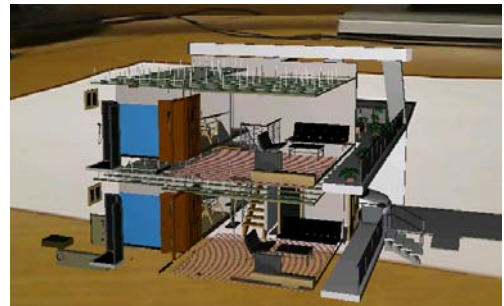


그림 12. 천장, 외벽 및 바닥 제거를 통한 선택적 가시화 예제

<그림 12>은 천장의 덕트를 가시화하여 주택의 환기 시스템을 한눈에 확인할 수 있으며, 바닥을 제거함으로써 통해 보일러 배관 형상정보를 관찰할 수 있다. <그림 10>와 같은 전용 마커를 이용하여 카메라에 마커가 인식되었을 때 실시간으로 층별 내부 정보를 관찰 가능하며, 외벽, 지붕, 내부 배관 등에 1:1로 대응되는 마커를 추가로 사용하여 각 정보의 디스플레이 여부를 선택적으로 가시화할 수 있다.

건물 형상모델의 부분적 가시화를 위한 모델 분류는 기본적으로 모델링 작업에서 지정된 모델 레이어를 기준으로 수행한다. 모델링 작업 시에 나누

어진 모델 레이어는 필요에 의해 합쳐지거나 분리하여 하나의 모델이나 다수의 모델로 나타낼 수 있으며, 개별 단위로 나누어진 각 모델 레이어에는 하나의 인덱스 번호가 부여된다.

증강현실 환경에서 부분적 가시화를 구현하기 위해서는 모델 레이어에서 지정된 개별 단위의 모델 레이어 수와 동일한 수의 마커를 지정할 필요가 있다. 이 과정을 통해 카메라 장면 영상으로부터 인식된 AR 마커의 인덱스는 모델링 틀에서 지정된 모델 레이어 인덱스에 대응하게 되며, 인식된 마커에 대응된 3차원 부분 모델을 증강현실 환경에서 가시화할 수 있게 된다.

부분 모델의 가시화를 위해 Ogre3D에서는 아래와 같은 루틴에 의해 3차원 모델의 초기화와 장면 생성을 수행하며, 이때 생성되는 3차원 객체의 배치와 자세는 ARToolKit을 통해 인식된 마커에 대한 카메라 자세를 따른다. 아래는 레이어별 인덱스를 Ogre3D에 지정하는 예제 코드(c++)이다.

```
//레이어 인덱스 생성
sprintf(house[index], "layer%d.mesh", index);
//레이어에 대한 Ogre3D 모델 인덱스 연결
Entity* model[index] =
    mSceneMgr->createEntity("house", "layer.mesh");
//레이어 선택과 장면(scene) 생성
mSceneMgr->getRootSceneNode()
->attachObject(model[index]);
```

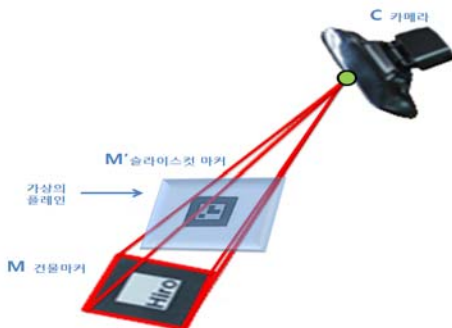


그림 13. 슬라이스 컷을 위한 카메라와 각 마커의 관계

슬라이스 컷 기능은 <그림 13>과 같이 각 마커와 카메라의 상대적 거리를 구한다. 평면방정식을 이용하여 M에 생성된 건물객체와 M'의 교차점을 찾아

M'의 노말 벡터 방향으로 생성된 건물을 그리지 않으면 마치 건물이 잘린 것처럼 보이게 된다.

슬라이스 컷 기능은 건물을 자신이 원하는 방향으로 3차원 모델링한 건물을 자를 수 있어 현실에서는 보기 어려운 3차원 건축물의 내부 정보 관찰이 가능하다. 슬라이스 컷 기능을 이용하여 건물을 원하는 방향으로 다양한 각도로 잘라서 내부를 확인하여 더욱 효과적인 공간정보를 관찰할 수 있을 것이다.

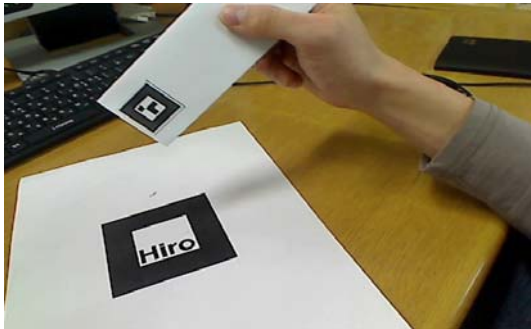
<그림 14-①>과 같이 건물이 증강되는 기준 마커와 상호작용을 위해 사용하는 슬라이스 컷 마커를 카메라에 인식하게 되면 빨간색 평면이 생성되며 증강된 건물에 <그림 14-②>와 같이 임의의 방향으로 건물 내부에 삽입한다. 삽입된 평면을 기준으로 슬라이스 컷 기능을 작동시키면 <그림 14-③>과 같이 원하는 방향으로 잘린 건물의 단면을 실시간으로 확인할 수 있다. 또한, 여러 방향에서 건물 내부의 가구나 벽 내부에 숨겨진 천장의 덕트, 바닥의 보일러 배관 등을 즉각 확인할 수 있다. 이와 같은 상호작용은 실세계에서는 불가능한 것으로써 증강현실에서 얻을 수 있는 향상된 현장 경험을 제공한다.

5. 결론

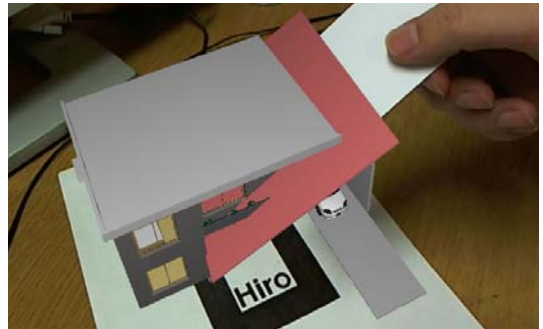
공간정보 분석을 위한 기존의 가시화 방법으로는 2차원 디스플레이로 인한 가시성 확보와 형상정보 전달에 한계가 존재했다. 본 논문에서는 증강현실기술을 이용한 건축물 형상정보 가시화 기법을 제안하여 실세계와의 조화로운 가시화를 구현함으로써 기존의 고정된 형태의 가시화 방법에서 나타나는 한계들을 개선할 수 있었다.

본 논문에서는 BIM으로 설계된 3차원 모델을 이용하여 건물의 형상정보를 증강현실로 표현하는 일련의 과정을 정의하고 다양한 3차원 모델 가시화 방법을 사례별로 연구하였다. 이를 위하여 ArchiCAD, 3DsMax, OGRE 3D를 활용하여 3차원 건축물 객체를 생성한 후 ARToolkit으로 BIM 데이터에 의하여 생성된 건물을 증강하였다. 다양한 마커를 추가 인식 가능하게 하여 마커 인터랙션과 슬라이스 컷 기능을 이용하여 건물의 내부 형상정보를 관찰할 수 있도록 하였다.

본 논문에서 제안한 BIM 데이터의 증강현실 기반



① 슬라이스컷 마커 기능을 위한 마커 인터랙션 장면



② 슬라이스컷 기능을 통해 생성된 평면을 삽입하는 장면



③ 슬라이스컷에 의한 건축물 단면



④ 세로방향의 슬라이스 컷을 수행한 건축물 단면

그림 14. 슬라이스컷 과정

가시화를 통하여, 건축물정보에 대한 3차원 가시화 콘텐츠를 보다 효과적으로 생성할 수 있음을 보여 주었다. 이는 최종적으로 BIM 3차원 모델 가시화를 위한 목적으로서의 활용뿐만 아니라, 본 논문에서 제시한 다양한 사용 사례와 같이 3차원 멀티미디어 가시화 환경에서의 다양한 기능적 장점들을 최대한 활용할 수 있음을 증명하였다. 본 논문의 연구에서는 거리와 각도에 따라 건물모델을 다양한 시점으로 관찰할 수 있었으며 추가적인 마커 인식을 통하여 건물을 선택적 가시화가 가능하였다. 또한, 슬라이스 컷 기능을 구현하여, 현실에서는 불가능하였던 건물을 원하는 방향으로 잘라서 내·외부 정보를 쉽고 빠르게 관찰할 수 있었다.

본 논문에서 제안한 가시화 방법은 수작업으로 모형을 제작하여 가시화하는 기존의 방법에 비하여, BIM 3차원 모델의 가시화를 위한 콘텐츠 제작 시간상의 효율을 향상할 뿐만 아니라, 3차원 가시화를 위한 다양한 인터랙션 기법을 동원함으로써 더욱

다양한 형태의 가시화가 가능케 되었다. 전통적인 방법으로 조형모델을 구축할 경우, 물리적으로 형태가 고정되어 있으므로 수정사항에 대한 반영이 힘들고 내부정보 가시화를 위한 해체가 불가능한 단점이 있었으나 본 논문에서 제안된 시스템은 계획 수정이나 보완에 대한 반영이 쉬우므로 보다 현장 적용적으로 활용할 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 증강 시스템을 구축한 후에는 사용자의 접근성이 쉬우며 BIM 프로그램 없이도 간단하게 건물의 내·외부 정보를 가시화할 수 있으므로 사용자가 원하는 요구를 빠르게 반영할 수 있어 다양한 조합의 건축물 공간정보 가시화를 구현할 수 있었다.

본 논문에서는 BIM 건축물 데이터를 활용하여 증강현실 환경에서 몰입적 가시화를 위한 정보공개 방법을 제안하고, 다양한 사례별 활용도를 실험 결과를 통하여 제시하였다. 본 논문에서 제시한 결과는 하나의 건물에 대하여 본 연구에서 제안하는 방법에 대한 가공방법과 그 활용법을 사례별로 정리

하여 제시하는데 초점을 두었으나, 앞으로 현장에서의 효과적 활용과 콘텐츠 구축을 위해서는 본 논문에서 제안한 가공과정을 자연스럽게 연결하여 처리할 수 있는 소프트웨어적인 최적화 작업이 요구된다. 이는 매끄러운 업무동선을 고려하고 현장 실무자의 컴퓨터 활용 경험에 따라 하나의 시스템으로 통합되어 정리될 필요가 있다. 또한, 풍부한 BIM를 증강현실 환경에서 실시간으로 렌더링하기 위한 그래픽스 파이프라인 체계화를 통하여 더욱 다양한 가시화 정보를 그래픽스 환경에서 매끄럽게 재생함으로써 사용자에게 3차원 가시화 경험을 보다 몰입적으로 체험할 수 있도록 하여야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Charles Thomsen, 2009, "Building Information Modeling," PMIS.
- [2] Gregory Junker, 2010, "Pro OGRE 3D Programming," Apress, p.288.
- [3] James R. Vallino, 1998, "Interactive Augmented Reality," University of Rochester, New York.
- [4] Paul Milgram, Haruo Takemura, Akira Utsumi, Fumio Kishino, 1994, "Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum," SPIE Vol. 2351, pp.282-292.
- [5] Ronald T. Azuma, 1997, "A Survey of Augmented Reality," Teleoperators and Virtual Environments, Vol. 6, No. 4, pp.355-385.
- [6] 강일웅, 2009, "3DS MAX 재질 MATERIAL REALITY," 디지털박스, p.512.
- [7] 고일두, 최중현, 김이두, 정연석, 이재민, 2008, "BIM으로부터 가상도시 구축용 건축물정보의 추출," 한국GIS학회, 제16권, 제2호, pp. 249-261.
- [8] 김규환, 2010, "ARCHICAD 13," 구미서관, p.266.
- [9] 김정환, 김신형, 길우성, 2009, "u-GIS 야외 증강현실 시스템 개발에 관한 연구," 한국공간정보시스템학회지, 제11권, 제1호, pp. 183-188.
- [10] 김현승, 김민지, 박서영, 강인석, 2009, "증강현실과 Telepresence 기술 연계에 의한 건설 공사 진도관리 시각화 방법론 연구," 한국건설관리학회 정기학술발표대회 논문집, pp.632-635.
- [11] 류정립, 추승연, 조진성, 2010, "주거단지 배치계획을 위한 증강현실 기술의 활용방안에 관한 기초연구," 한국주거학회 논문집, 제21권, 제4호, pp. 89-97.
- [12] 박소영, 최진원, 2004, "건물정보 통합 데이터베이스와 증강현실기술을 이용한 건물정보 탐색에 관한 연구," 대한건축학회 발표 논문집, 제24권, 제2호, pp.1151-1154.
- [13] 박소영, 최진원, 2005, "기존 건축물의 효율적인 정보 관리를 위한 증강현실 기술 응용에 관한 연구," 대한건축학회논문집, 제21권, 제8호, pp. 37-44.
- [14] 박정욱, 김상철, 이상수, 송하영, 2009, "사례 분석을 통한 국내 BIM 적용 문제점 및 대안 도출에 관한 연구," 한국건축시공학회 논문집, 제9권, 제4호, pp.93-102.
- [15] 안지연, 2010, "BIM 데이터를 적용한 증강현실 기반의 건설관리시스템 개발에 관한 연구," 한국산학기술학회논문지, 제11권, 제8호, pp.3083-3093.
- [16] 정관량, 2010, "BIM 설계 사례를 통해 본 문제점과 해결책," 한국건축시공학회지, 통권, 제41호, pp. 18-22.
- [17] 정동영, 2010, "증강현실이 가져올 미래변화," SERI 경영노트, 제46호, pp.1-12.
- [18] 조한광, 2010, "BIM 소개," 기술사, 제43권, 제5호, pp.31-34.
- [19] 최기무, 연설희, 김한규, 허비도, 2010, "IT 융·복합서비스에서의 디지털 컨버전스," 정보와통신, 제27권, 제5호, pp.8-15.

논문접수 : 2011.07.29

수정일 : 1차 2011.12.05 / 2차 2012.02.21

심사완료 : 2012.03.19



허 경 진

2010년 계명대학교 전자공학 학사
2010년~현재 경북대학교 공간정보학과 석사과정
관심분야는 3차원 공간정보구축, 증강현실, BIM, GIS, U-CITY



이 석 준

2004년 대구대학교 정보통신공학부
공학사

2006년 경북대학교 컴퓨터공학과
공학석사

2012년 경북대학교 컴퓨터공학과

공학박사

관심분야는 Augmented Reality, HCI, Computer Vision
등



정 순 기

1990년 경북대학교 컴퓨터공학과
공학사

1992년 한국과학기술원 전산학과
이학석사

1997년 한국과학기술원 전산학과

공학박사

1998년~현재 경북대학교 IT대학 컴퓨터학부 정교수
관심분야는 Virtual Reality, Artificial Intelligence,
Computer Vision, Image Processing, Computer
Graphics 등