

# BIM 기반의 가상현실 다면투사 시뮬레이션 시스템 구축

서명배<sup>1</sup> · 박형진<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>한국건설기술연구원 ICT융합연구소

## Development of Virtual Reality Multi Screen Simulation System based on BIM

Myoung-Bae Seo<sup>1</sup> and Hyung-Jin Park<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>ICT Convergence and Integration Research Institute, Korea Institute of Civil Engineering and Building, Goyang, 10223, Korea

### Abstract

Using 3D based BIM(Building Information Modeling) enables a variety of construction simulations. The is no case to simulate BIM demonstration experiment on deeply immersed virtual reality environment in korea. This paper develops a multi screen based simulation system to enable 3D based immersed environment to diverse decision making and virtual construction simulation. In a developed simulation laboratory, we can carry out BIM drawing review, disaster evacuation simulation, constructability review on wild land and design urban planning using haptic device on 3-side space with 4K resolution . Also, It can review large amount of drawings without data conversion because of compatibility with BIM software.

**Keywords** : multi screen, simulation system, construction information model, BIM, virtual reality

### 1. 서 론

최근 건설분야에 활발히 도입중인 BIM(Building Information Modeling)은 3차원 모델을 근간으로 설계도면 검토, 도면간섭 체크, 시공 시뮬레이션, 경관검토 등 다양한 문제를 사전에 해결할 수 있다는 장점 때문에 점차 그 도입사례가 증가하고 있다(LiJuan and Hanbin 2014). 건설분야는 발주처, 설계자, 시공사, 일반 국민 등 다양한 이해당사자가 모여서 다양한 의사결정을 수행하는 일이 많기 때문에 3D 기반의 도면을 근간으로 다양한 시뮬레이션을 수행하는 시각화된 도구를 활용하는 사례도 점차 증가하고 있다.

특히 최근 화두가 되고 있는 가상/증강현실 기술이 건설 분야에 활발하게 적용되고 있으며 3D 기반의 BIM 도면을 활용할 경우 강력한 몰입환경을 기반으로 다양한 시뮬레이션이 가능하다. 이미 의학분야, 재난재해분야에서는 대형 멀티스크린 기반의 다면투사 시뮬레이션 시스템(가칭, 가상실증실험실)이

활발히 활용중이다. 다면투사 시뮬레이션 시스템은 현장과 유사한 가상환경을 컴퓨터 시뮬레이션으로 구현해 마치 실제와 같은 몰입감과 체험을 제공해 효과적이고 체계적인 실증시험이 가능하게 하는 환경을 제공한다. 현재 건축, 건설, 토목분야에서는 BIM 기반 업무 프로세스를 도입함으로써 시공 중 설계 오류발견, 설계변경, 설계변경 승인, 재시공에 걸쳐지는 시간과 인력 낭비를 시공 전에 제거하여 공기 단축, 높은 시공 품질 확보, 그리고 공사비 절감 등에 성공하고 있다(Kim *et al.* 2014). 하지만 컴퓨터 CAD 소프트웨어를 기반으로 하는 작업으로 현장감이나 몰입감과는 다소 먼 환경에서 검증이 되어지고 있다.

이에 민간회사 등에서는 BIG Room 이라고 불리는 별도의 공간을 마련하여 이 공간 내에서 다수의 의사결정자들이 모여 협업체계를 구성하고 다양한 의견공유 및 의사결정을 진행하고 있으나 일반 프로젝트 및 단순 모니터 기반의 시뮬레이션 시스템 수준에 머무르고 있으며 BIM을 기반으로 다양한 실증실험이 가능한 시뮬레이션 시스템 구축사례는 국내에 전무한 실정이다.

\* Corresponding author:

Tel: +82-31-910-0286; E-mail: parkhyungjin@kict.re.kr

Received March 8 2017; Revised March 10 2017;

Accepted March 21 2017

© 2017 by Computational Structural Engineering Institute of Korea

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.

또한 최근 국외 건설공사 발주처에서는 BIM을 기반으로 가상 현실과 다면투사가 접목된 대규모의 가상건설 시뮬레이션 시스템 구축을 요구하는 등 그 필요성은 점차 증가하고 있는 추세이다.

이에 본 논문에서는 다양한 의사결정 및 가상건설 시뮬레이션이 가능하도록 BIM 도면을 기반으로 3D 기반의 강력한 몰입 환경을 제공하는 다면(Multi Screen) 기반의 시뮬레이션 시스템 개발사례를 제시하고자 한다. 이를 위해 국외에 구축되어 운영 중인 유사시스템 사례를 분석하고 이를 근간으로 건설분야에 최적화된 다면투사 시스템을 구축하였다.

## 2. 다면투사 시뮬레이션 구축 및 활용사례

### 2.1 개요

다면투사 기반의 시뮬레이션 시스템은 현장과 유사한 가상 환경을 컴퓨터 시뮬레이션으로 구현해 마치 실제와 같은 몰입감과 체험을 제공해 효과적이고 체계적인 실증시험이 가능하게 하는 환경을 제공한다. 현재 건축, 건설, 토목분야에서는 BIM 기반 업무 프로세스를 도입함으로써 시공 중 설계 오류발견, 설계변경, 설계변경 승인, 재시공에 걸쳐지는 시간과 인력 낭비를 시공 전에 제거하여 공기 단축, 높은 시공 품질 확보, 그리고 공사비 절감 등에 성공하고 있다. 하지만 컴퓨터 CAD 소프트웨어를 기반으로 하는 작업으로 현장감이나 몰입감과는 다소 먼 환경에서 검증이 되어지고 있다.

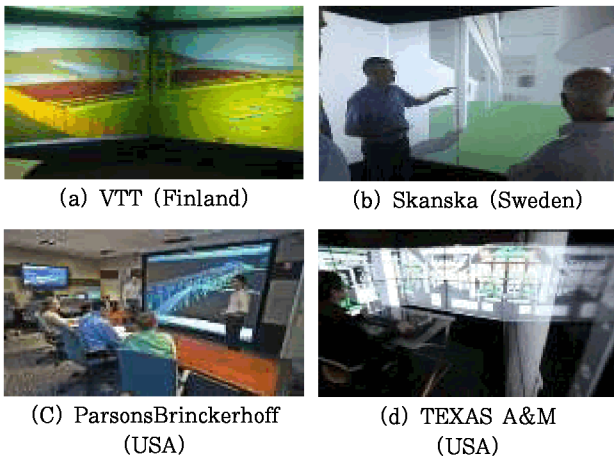


Fig. 1 Example of multiscreen simulation system

해외 다면투사 시뮬레이션시스템 관련 VR시장은 국방 및 항공사업의 시뮬레이터에서 출발하여 제조 부문의 품질시스템, 의료 스포츠, 여가, 재난대응, 건축건설 산업영역까지 확대되면서 큰 시장을 형성(14년 529억 달러에서 18년 884억 달러로

60%이상 성장할 것으로 예측)하고 있다. 또한 스마트폰의 보급 및 VR컨텐츠의 확산으로 일반 대중에게까지 그 활용도가 급속도로 성장하고 있다. 현재 다면투사 시뮬레이션 시스템이 가장 많이 활용되고 있는 산업군은 자동차로서 과거에는 단순 디자인 품평장에서 설계검증, 환경, 시뮬레이션 등 검증의 영역으로 확대되고 있다. 국내는 자동차 메이커를 중심으로 품평장을 구축하여 활용하고 있으며 과거 디자인 품평만을 진행했으나 다양한 환경을 구축하여 설계 검증 및 가상의 시뮬레이션 환경을 테스트 진행하고 있다. 또한 국방 및 연구소 기관에서 대형 디스플레이를 구축하여 시뮬레이터, 의학, 약학, 반도체 등에 활용하고 있으나 국내의 가상실증시험 시스템은 단순한 디스플레이에 머물고 있다.

반면 해외에서는 가상실증시험실을 다양한 분야에 활용하고 있다. 도시의 환경 시뮬레이션, 인체의 세밀한 부분의 표현이 필요한 의학, 원자 단위의 연구가 필요한 분야에서 활용되고 있다. 또한 단순한 대형 디스플레이만의 활용에서 벗어나 트래킹 장비, HMD(Head Mount Display), AR(Augmented Reality) 등을 활용하여 다양한 분야에 융합적인 연구로 활용되어 지고 있다. 또한 컨텐츠의 종류 및 활용성이 증대되면서 소프트웨어를 활용한 시뮬레이션 및 가상실증환경 구축이 활발하게 진행되고 있다. 이에 다양한 국외기관들을 직접 방문하여 다면투사 시뮬레이션 시스템 하드웨어, 소프트웨어 구성, 활용사례 등을 조사하였으며 조사된 자료를 근간으로 건설 분야에 적합한 다면투사 시뮬레이션 시스템을 구축하였다.

### 2.2 도쿄 중앙대(일본)

도쿄중앙대 가상실증시험실에서는 디스플레이에 입체적으로 물건이 보이는 원리를 이용한 다양한 실험과 그들을 구현하는 장치를 공개하고 있다. 또한, 최신 대형 가상현실 장치(몰입형 VR 장비)를 같이 공개하고 실제로 가상현실의 공간을 체험할 수 있게 구성하였다. 관람객이 CG를 이용하여 도시 공간을 재현하고 그 거리를 가상현실 공간에서 체험하는 코너도 설치되어 있다.

최근 일본에 자주 발생하고 있는 재난/재해와 관련하여 도심을 3차원으로 모델링하고 가상 홍수 모의시험을 통해 도심지 침수 피해현황 분석, 유속 분석, 도시피해 현황 분석,

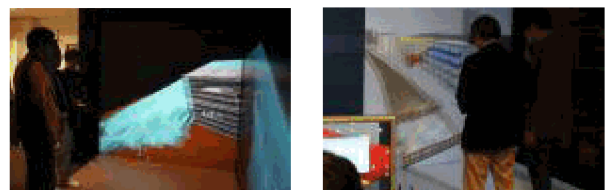


Fig. 2 Flood simulation on urban

대피경로 분석 등을 수행하고 있었다. 특히 홍수에 따른 건물의 피해현황을 VR 안경을 쓰고 체험을 할 수 있으며 실제 홍수가 난 것 같은 몰입감을 제공하여 일반 시민들이 홍수 체험을 통해 위험도를 실감할 수 있는 환경을 제공하고 있다.

자동차, 기차, 비행기 등 다양한 교통수단으로부터 발생하는 소음과 관련된 피해 분석 등을 위해 3차원으로 설계된 도로, 철로, 비행장 등을 기반으로 방음벽을 설치 했을때와 하지 않았을 때의 음향을 가상공간 내에서 구현하여 실제와 같은 몰입환경의 시뮬레이션이 가능하다. 또한 자동차 속도, 자동차의 종류(소형, 대형 등), 도로의 특성(시멘트, 아스팔트 등), 도로 표면 온도, 방음벽 높이, 건물 내에 있을 경우와 건물 밖에 있을 경우 등 다양한 옵션을 활용하여 소음 테스트가 가능하도록 기능이 개발되었다. 소음 시뮬레이션을 위해 7.1ch의 음향시스템을 구축하여 시연자를 중심으로 소음이 원거리 → 근거리 → 원거리, 좌 → 우, 우 → 좌 등으로 움직이는 효과를 체험할 수 있어 현실감이 매우 높다.

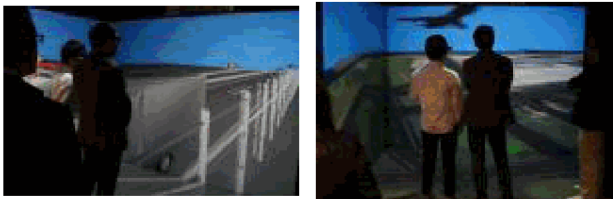


Fig. 3 Noise simulation

도시 설계 모형 등을 사전에 제작하여 다양한 경관을 사전에 시뮬레이션함으로써 VIP 및 국민들에서 현실감 있는 환경을 사전에 체험할 수 있도록 제공하고 있다.



Fig. 4 View simulation for building

### 2.3 고베대학(일본)

고베대학은 파이케이브라는 이름으로 가상실증시험실을 운영하고 있으며 4K급 프로젝터를 4면 구축하여 몰입감을 높이고 입체(스테레오)를 구현하여 현실감 있는 시뮬레이션이 가능하도록 구축하였다. 환경, 도시, 원자, 자기장, 의학 등 다양한 분야에 활용하고 있으며 4면을 구성하여 가상의 3차원 환경 안에 있는 극대화된 몰입감을 제공하고 있으며 고베대학에서 보유하고 있는 슈퍼컴퓨터와 연계하여 복잡한 연산을 처리하고 있다.



Fig. 5 PieCAVE of kobe university

### 2.4 Marquette대학(미국)

다양한 가상실증시험을 위해 밀워키에 있는 Marquette 대학에서 대규모의 가상실증시험실을 구축하였으며 주로 의학 분야와 연계하여 다양한 실험을 진행중에 있다. 특히 의료 교육과 관련하여 수술실과 비슷한 환경 등을 구축하여 간호사나 인턴 등을 대상을 실습을 진행하고 있다. 더불어 사회공헌활동도 적극적으로 하고 있으며 중소기업들에게 공간대여, 사이버 전시회 개최, 연극 개최 등을 통해 지역사회에 이바지하고 있다.

4면 규모의 BIM Cave로 구성(전체공간 가로 15m, 세로 13m, 높이 4m)되어 있으며 4K 해상도의 4면의 스크린을 구성하기 위해 FHD 해상도의 프로젝터를 활용하여 전면 4개, 측면 각 2개, 바닥면 2개 등 총 10개의 프로젝터를 활용하고 있다. 특히 인상적인 것은 전면 4K 구성을 위해 1920×1080 해상도의 FHD를 옆으로 돌려 1080을 4개 붙여서 가로 해상도를 4032로 구성시키고 세로 해상도를 1920으로 세팅하게 맞춘점이 인상적이었다. 이에 따라 전면만 4개의 프로젝터를 근간으로 Edge Blending을 수행하여 4개의 영상이 전면 스크린을 구성하고 있는 부분이다.

MARVL은 의료쪽과 협업으로 다양한 일을 수행하고 있으며 병원이나 의료단체에서 비용을 받고 콘텐츠를 제작해 주고 있다.

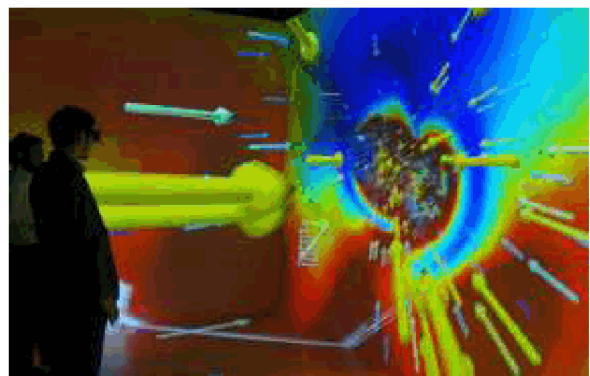


Fig. 6 Medical simulation

심장수술과 같이 복잡한 형태의 수술을 진행해야 하는 경우 혈관의 크기 등에 따른 혈맥의 흐름등을 분석하고 이를 3차원으로 시각화 해줌에 따라 환자, 수술을 진행하는 의료진들 간의 의사소통을 원활하게 하는 시뮬레이션 등을 진행하고 있다.

박물관으로부터 의뢰를 받아 다양한 미술품 및 조각품 들을 3차원으로 볼 수 있도록 제작하였다. 사용자가 사이버박물관을 조이스틱 장비와 같은 Haptic 장비를 활용하여 이동하고 상세한 정보를 보고 싶은 작품을 선택할 경우 제작연대, 작자, 작품특징 등을 즉시 볼 수 있도록 구성하였다.

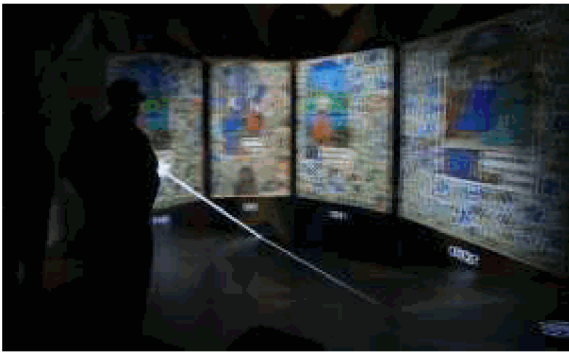


Fig. 7 Cyber museum

병원 등과 일을 많이 진행하다 보니 병원의 설계 인테리어 등을 검토하기 위해 3차원으로 설계된 병원건물을 근간으로 응급환자 등의 수술을 위한 최적의 동선, 의사, 간호사들을 위한 수술실 및 대기실, 수납처 등을 검토하기 위한 용도로 제작되었다. Haptic 장비를 활용하여 사용자가 실제 건물을 돌아 다니면서 공간, 동선, 내부인테리어 등을 확인하는 의사결정 도구로 활용하고 있다.

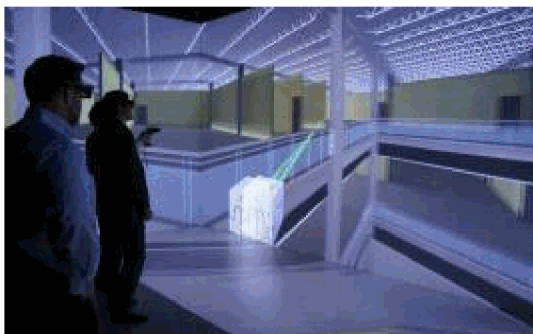


Fig. 8 Design simulation for building

극지나 오지 등 사람이 가기 어려운 환경을 체험하기 위해 만들어진 시뮬레이션으로 구글맵 등에서 제공되는 위성영상 및 실제로 현지에서 촬영된 영상을 근간으로 지형정보에 Texture 를 매핑하여 가상공간이 아닌 실제 공간을 체험하는 느낌이 날 수 있도록 시뮬레이션 시스템 설계하였다. 사막을 텍스처 매핑한 사례를 보여주었으며 VR 환경으로 관찰시 현장과 너무나 유사한

몰입감을 제공하여 콘텐츠를 다양하게 만들 경우 활용도가 매우 높을 것으로 예상된다.



Fig. 9 Texture mapping simulation

## 2.5 NASA Goddard Space Flight Center(미국)

NASA에서는 4K급 프로젝터를 4면 구축하여 몰입감을 높이고 우주공간의 현실감 있는 시뮬레이션이 가능하도록 구축하였다. 우주공간에 구축되어 있는 위성, 정거장 등 큰 규모의 구조물을 시뮬레이션하고 분석하는 시스템을 갖추고 있으며 우주공간에 적합하도록 4면의 3차원 공간을 구성하여 시뮬레이션에 활용하고 있다.



Fig. 10 NASA goddard space flight center

## 2.6 VTT(핀란드)

VTT는 북유럽 최대규모의 국가연구소로 2면으로 구성된 BIM Room을 보유하고 있다. 주로 3차원 도시모델 시뮬레이션 및 홍보공간으로 활용하고 있으며 Unity 프로그램을 기반으로 자체적으로 개발한 시뮬레이션 모델을 활용하고 있다.

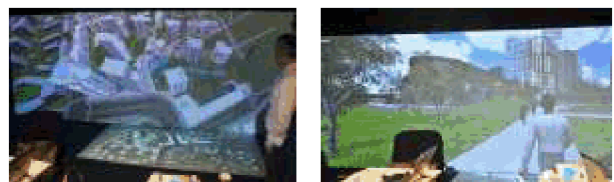


Fig. 11 BIM room of VTT

## 2.7 분석결과

국외의 여러 연구기관에서는 각기 다양한 목적의 시뮬레이션을 위해 가상실증시험실을 구축하여 운영하고 있다. 핀란드의 VTT에서는 3D 도면검토와 도시 시뮬레이션에 활용하고 있으며, 일본의 도쿄중앙대에서는 쓰나미 및 소음 시뮬레이션에 활용하고 있다. 고베대학교에서는 화산폭발에 따른 화산재 시뮬레이션과 지진 시뮬레이션 등을 활용하고 있으며, 미국의 Marquette 대학에서는 가상현실을 이용하여 사이버박물관, 극지대 가상 건설, 의학실험 등에 활용하고 있다. 또한 NASA에서도 우주 공간을 시뮬레이션하고 독일의 Airbus에서는 비행 시뮬레이션에 활용하고 있다.

Classification	Finland (VTT)	Japan (Chuo Univ.)	US (Marquette Univ.)
Screen			
Utilization	3D floor plan review, urban simulation	Disaster (tsunami etc.), noise damage status etc., mock simulation	3D floor plan review, Medical and art museum's mock simulations
Configuration	2 sides(front, floor)	3 sides (Holo Stage)	4 sides(Cave)
Resolution	Low	High (FHD)	High (4K)
VR	X	O	O
Capacity	15 persons (meeting room)	10 persons (simple chairs)	15 persons (simple chairs)

Fig. 12 Comparison virtual lab. with others

## 3. 다면투사 시뮬레이션 시스템 설계 및 구축

### 3.1 해외사례 검토 및 요구사항 분석 결과

다양한 해외사례를 분석하고 발주처, 현장에 근무하는 시공사 및 해외건설전문가 등과의 미팅을 통한 요구사항 분석 결과 건설분야에 활용가능한 다면투사 시뮬레이션시스템을 구축하기 위해서는 다음과 같은 요구사항이 도출되었다.

첫째, 시뮬레이션 시스템 규모의 경우 건설분야는 다양한 이해당사자간의 업무협약이 매우 중요하기 때문에 다면투사 시뮬레이션 시스템은 수용인원이 20명 이상이 되어야 한다. 필요에 따라서는 전면스크린을 활용하여 의사결정 회의를 진행해야 하며 또한 3D 도면 검토를 위해서는 다면투사 시뮬레이션 시스템 안에 들어가서 다양한 실험이 가능해야 한다. 때문에 전면 스크린은 가로 5m, 세로 3m 이상의 규모를 확보해야 하며 몰입감을 극대화하기 위해서는 2면 이상의 스크린이 유기적으로 연동되어야 한다.

둘째, 도면검토, 간섭체크, 공정시뮬레이션 등 건설분야에

활용하기 위해서는 전면, 측면 뿐만 아니라 바닥면 활용이 매우 중요하다. 바닥면 투영이 가능해야 고층이나 하늘에서 건축물이나 SOC 시설물의 시뮬레이션 검토가 효율적이기 때문이다.

셋째, 건설분야 도면은 매우 상세하기 때문에 효율적인 도면검토를 위해서는 다수의 LED 패널을 붙여서 구축하는 방식보다 고해상도의 빔프로젝터를 활용하여 단면을 투사하는 것이 효과적이다. 다수의 LED를 활용할 경우 LED 패널을 연결하는 베젤로 인해 도면검토가 원활하지 않을 수 있기 때문이다. 또한 전면투사의 경우 향후를 위해 Full HD 이상의 해상도를 갖는 화면 구성이 필수적일 것으로 판단된다.

넷째, 건설분야서 3D 도면설계에 활용되고 있는 Autodesk, Bentley 등 다양한 소프트웨어에서 제작된 3D 성과물이 다면투사 시뮬레이션 시스템과 호환이 되어야 한다. 이는 3D 기반의 중립파일을 사용할 수도 있고 또는 OpenGL의 이미지 후킹 방법을 사용해서 구현할 수도 있을 것이다.

다섯째, 다면투사 시뮬레이션 시스템 상에서 사용자와 도면 간의 다양한 인터랙션이 가능한 장비들의 호환성이 확보되어야 한다. 예를 들면 VICON, ART와 같은 트래킹 시스템, Wearable Device, JoyStick 등이 해당할 것이며 향후에는 모션인식도 가능하도록 Kinect 등과의 연계성도 확보되어야 한다.

건설분야에 활용가능한 다면투사 시뮬레이션 시스템 구축은 국내에서 최초로 시행되는 사례로 관련 전문가가 국내에 부재하여 국외에 있는 전문가들과 수차례 면담을 통해 하드웨어 및 소프트웨어 플랫폼을 구성하였다.

### 3.2 다면투사 시뮬레이션 시스템 구축

하드웨어 플랫폼을 구성하기 위해서는 공간이 무엇보다 중요하다. 시뮬레이션을 위한 다면투사를 위해서는 후면(Rear) 투사가 기본이 되어야 하기 때문에 이를 근간으로 하드웨어 구성을 고려해야 한다. 건설분야에 적용가능한 시뮬레이션 실험실 구성을 위해 하드웨어 전문가들과 협의한 결과 기본적인

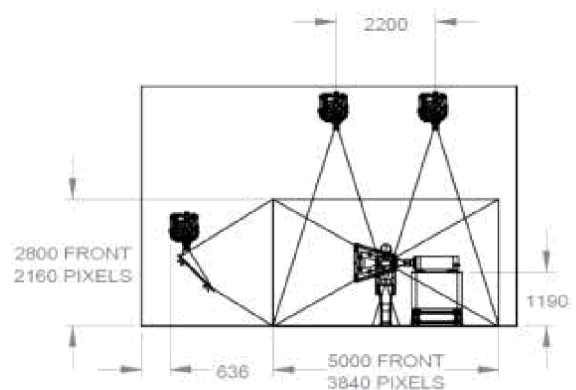


Fig. 13 Structure design of KICT virtual lab.

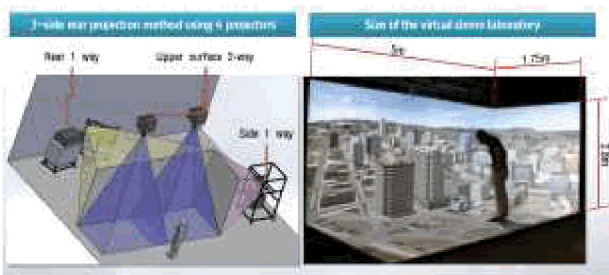


Fig. 14 Specification of KICT virtual lab.

공간 구성은 가로 5m, 세로 1.75m, 높이 2.8m의 규모로 스크린을 구성하였고 4개의 프로젝터를 활용한 3면 후면 투사 방식으로 구축하였다.

전면은 4K 이상의 해상도를 지원하며, 측면과 바닥면은 FHD 해상도를 지원한다. 전면과 측면은 프로젝터가 스크린 뒤에서 영사하는 후면투사방식이며, 바닥면은 2개의 프로젝터가 위에서 투사하는 전면 투사방식이다. 바닥면을 투사하는 2개의 프로젝터로 인해 겹쳐지는 부분은 Edge Blending 기술로 처리하여 영상을 왜곡없이 볼 수 있도록 하였다. 운영시스템은 서버급 PC 7대(마스터 1, 슬레이브 5)로 구성되었다. 서버간의 영상을 동기화하기 위해 G-Sync 기능을 사용하였으며 내부 네트워크 구성을 통해 서버간의 데이터 통신이 가능하다. 각각의 슬레이브 서버는 마스터서버와 네트워크허브를 통해 연결되며, 각 슬레이브를 통합관리하는 마스터를 통해 모든 프로젝터를 제어할 수 있다. 각 슬레이브에는 디스플레이간의 딜레이를 없애고 한 개의 화면처럼 만드는 하드웨어인 Quadro sync가 장착되어 있으며 이를 통해 총 10개의 그래픽카드를 한 개의 시스템처럼 제어할 수 있게 된다.

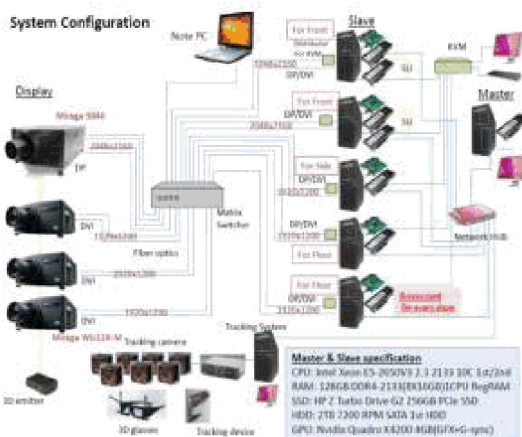


Fig. 15 System configuration of KICT virtual lab.

다면투사 시뮬레이션 시스템 구축시 핵심이 되는 소프트웨어 구축을 위해 국내외 다양한 사례조사를 통해 요구사항에 맞는 사양을 분석하였다. 효과적인 소프트웨어를 구축하기 위해서는

Autodesk Revit, Navisworks, 3DSMAX, CATIA, ArchiCAD, Bentley 등 다양한 3D 모델링 도구를 사용하여 작성한 3차원 모델을 근간으로 3면 이상의 프로젝터 면에 투영할 수 있는 기능을 지원하는 VR 소프트웨어가 반드시 필요하다. 이를 위해 일본에 있는 전문가들과 협의하여 VR 소프트웨어의 장단점을 분석하였다.

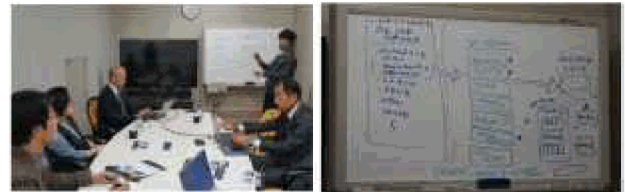


Fig. 16 Meeting of SW expert group in Japan

다면투사 시뮬레이션 시스템을 구현하기 위한 대표적인 소프트웨어들은 WorldViz, TechViz, VRED, VR4MAX, ESI ICIDO 등이 있으며 이러한 장비들은 ART, VICON 등 다양한 Tracking 장비 및 HMD와 같은 Haptic 장비 등과 상호 어울려 구성된다. WorldViz는 제공되는 API 등을 활용하여 프로그래밍이 가능하기 때문에 연구용으로 활용하기 좋다는 의견이 있었으며 TechViz는 200여개 이상의 3D 모델링 툴을 지원하고 별도의 데이터 모델 변환없이 바로 VR을 구현할 수 있다는 장점이 있는 것으로 조사되었다.

다양한 사용자가 손쉽게 장비를 활용하여 가상실증실험을 할 수 있는 환경 제공과 중소기업 등 외부에서 시험실을 이용하는 용이하기 위해서는 대용량 데이터 변환없이 다양한 3D 모델링 도구를 지원해야 하기 때문에 이러한 조건에 맞는 소프트웨어는 TechViz가 가장 적합할 것으로 판단되어 TechViz를 선정하였으며 건설분야에 특화된 기능을 활용하기 위해 오픈 AIP를 활용하여 일부 기능은 변경하였다. 이러한 내용을 근간으로 구성된 전체 개념도는 다음과 같다.



Fig. 17 Principle of KICT virtual lab.

### 3.3 통합 테스트

이러한 구성을 통해 구축된 최종적인 다면투사 시스템은

Fig. 18과 같다. 건설분야에 맞는 최적화된 시스템 구축을 위해 다양한 의사결정자가 회의를 할 수 있는 공간을 동시에 구축하였으며 국외사례는 실험용 시스템인 반면 본 시스템처럼 협업과 실험이 가능한 시스템은 세계 최초의 사례라고 할 수 있다.

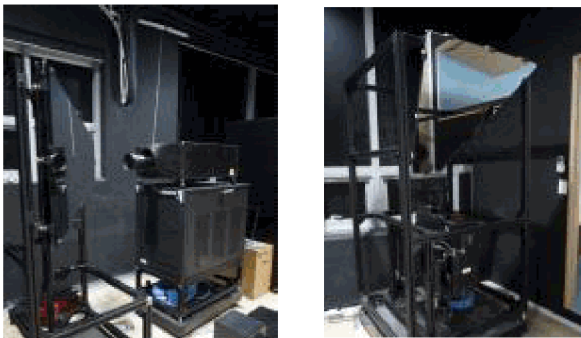


Fig. 18 Virtual lab. of KICT

사용자는 얼굴에 3D 입체안경을 쓰고 손에 Joy-Stick을 착용한 후 시뮬레이션 시스템에 들어가면 강력한 몰입감을 기반으로 가상현실 기반의 도면검토 및 다양한 실험을 진행할 수 있다. 구축된 시스템을 근간으로 BIM 도면 투영 테스트 한 결과는 다음과 같으며 투사영상의 품질 및 스크린 테스트 결과는 정상적으로 작동함을 알 수 있었다.

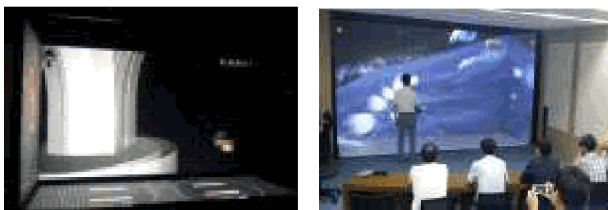


Fig. 19 Test result

또한 시스템 구축의 결과물 검토를 위해 건설분야 전문가, 시스템 전문가 등 외부전문가들의 자문을 수행하였으며 전문가 검토 결과는 향후 BIM 기반의 다양한 활용시나리오를 만드는 데 기본자료로 활용할 예정이다.

#### 4. 결 론

과거에 개발되었던 가상현실, 증강현실과 같은 기술이 스마

트폰의 보급, 사용자의 시각화 요구 등에 힘입어 최근 다시 부각되고 있다. 또한 건축, 건설, 토목 및 도시환경 등의 분야에서 빠른 BIM 보급, 정착 및 소프트웨어에 발전이 이루어지고 있다. 국외에서는 대학 및 민간기업 등을 중심으로 가상실증 실험 공간을 구축하여 다양한 실험등을 진행중에 있으며 가상현실의 강력한 몰입환경을 기반으로 2D → 3D → 3D+VR로 진화하고 있음을 알 수 있다. 3D CAD가 사용자에게 현실적으로 다가오기 위해서는 현실과 같은 실재감과 몰입감이 중요한 필요 요소이고 이를 위해서는 인프라 투자와 더불어 콘텐츠에 대한 연구 및 개발이 절실하다. 이를 활용한다면 단순한 BIM이나 GIS 정보와 같은 1차 콘텐츠를 융합적인 미래지향적 콘텐츠로 활용할 수 있게 된다.

본 연구에서 개발된 가상실증시험실은 BIM 관련 콘텐츠를 손쉽게 활용하여 다양한 실험이 가능할 뿐만 아니라 지속가능한 개발이 가능하도록 제작되었다. 단순한 하드웨어적인 인프라 투자만이 아니고 누구나 활용할 수 있고, 다양한 분야의 기술이 융합적으로 접목되면서 단순한 정보 파일을 무궁무진한 개발이 가능한 살아있는 콘텐츠로 활용할 수 있는 공간이 될 것으로 예상된다. 이를 위해서 교육, 재난/재해 시뮬레이션, 도시계획 설계 및 사회공헌 활동이 가능한 다양한 콘텐츠를 지속적으로 개발하는게 무엇보다 중요할 것으로 판단된다.

구축된 다면투사 시뮬레이션 시스템은 중앙정부 및 지자체, 중소기업, 국민 등을 대상으로 가상의 건설 프로젝트 공간에서 BIM 모델을 기반으로 각 분야의 전문가들이 원격 회의를 통한 협업설계, 설계시공성 검토, 안전진단 점검 등을 할 수 있고 교통 시뮬레이션, 도로주행 시뮬레이션, 구조하중 가상 테스트, 극한지 모의 환경 테스트, 원자력 등 위험시설 설비 가상테스트 등에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

#### 감사의 글

본 연구는 미래창조과학부 SW컴퓨팅원천기술개발사업의 연구비지원 (R7117-16-0036)에 의해 수행되었습니다.

#### References

- Kim, J.H., Ji, S.G., Jung, T.H., Seo, J.W. (2014) A Feasibility Study to Adopt BIM-based Infrastructure Management System, *J. Korean Soc. Civil Eng.*, 34(1) pp.285~292
- LiJuan, C., Hanbin, L. (2014) A BIM-based Construction Quality Management Model and Its Applications, *Autom. Constr.*, 46, pp.64~73.
- Jeon, K.Y., Na, W.J., Hong, W.H. (2007) A Study on

- the Prediction of Evacuation behavior through Virtual-Reality Simulation for an Evacuation Situation in Underground Spaces, *Korean Inst. Archit. Sustain. Environ. & Build. Sys.*, 1(1), pp.36~42.
- Kang, I.S., Moon, J.S., Kwon, J.H.** (2007) Development of Virtual Reality Functions for Visualizing Concept Design Information for Civil Engineering Projects, *KSCE J. Civil Eng.*, 27(6), pp.759~765.
- Kwon, H.J., Kim, B.H., Back, J.Y.** (2013) Construction of Service Laboratory based on VR Technology, *Korea CAD/CAM*, pp.379~402.
- Kobe University** (n.d.) Retrieved February 17, 2017 from [www.kobe-u.ac.jp/en/](http://www.kobe-u.ac.jp/en/)
- Commmuitech Hub** (n.d.) Retrieved February 17, 2017 from <https://www.communittech.ca/>
- VTT** (n.d.) Retrieved February 17, 2017 from <http://www.vtt.fi>
- Christie Japan** (n.d.) Retrieved February 17, 2017 from [www.christiedigital.jp/](http://www.christiedigital.jp/)
- Marquette Univ MARVL Lab** (n.d.) Retrieved February 17, 2017 from <http://www.eng.mu.edu/vizlab/>
- TechViz** (n.d.) Retrieved February 17, 2017 from [www.techviz.net/](http://www.techviz.net/)

---

## 요 지

3D 기반의 BIM 도면을 활용을 통해 다양한 건설 시뮬레이션이 가능하다. 이러한 BIM을 기반으로 강력한 몰입환경이 수반되는 가상현실 공간에서 실증실험이 가능한 시뮬레이션 시스템 구축사례가 국내에는 전무한 상황이다. 본 논문에서는 다양한 의사결정 및 가상건설 시뮬레이션이 가능하도록 BIM 도면을 기반으로 3D 기반의 강력한 몰입환경을 제공하는 다면(Multi Screen) 기반의 시뮬레이션 시스템 개발사례를 제시하였다. 구축된 시뮬레이션 실험실은 4K 이상의 해상도를 기반으로 대규모의 3면 디스플레이 공간내에서 다양한 Haptic 장비를 활용해 도면검토, 재난/재해시뮬레이션, 극한건설, 도시계획 설계 등이 가능하다. 또한 기존의 BIM 소프트웨어와 완벽한 호환이 가능하여 데이터의 실시간 변환없이 대용량의 도면 등을 검토할 수 있다.

**핵심용어** : 멀티스크린, 시뮬레이션 시스템, 건설정보모델, BIM, 가상현실