

가상현실 기반 건설 시뮬레이션 기술



I. 서론

최근 코로나 등 팬데믹의 영향에 따라 비대면을 기반으로 한 온라인 서비스 등이 급부상함에 따라 현실과 가상 이 공존하는 3차원 세계인 '메타버스'에 대한 관심이 높아지고 있다. 메타버스는 현실과 같은 사회, 경제, 문화 활동이 이뤄지는 3차원 가상세계를 일컫는 말로 1992년 미국 SF작가 닐 스티븐슨의 소설 '스노 크래시'에 처음 등장한 개념이다. 이러한 가상현실 기술이 건설분야도 최근 접목되기 시작하면서 3D 모델과 가상현실 기술 이 접목된 다양한 연구가 진행되고 있다.

건설분야의 경우 3차원 정보모델인 BIM(Building Information Modeling) 활용이 점차 증가되고 있으며 BIM 을 기반으로 VR(Virtual Reality, 가상현실)/AR(Augmented Reality, 증강현실)/MR(Mixed Reality, 복합현실) 등 가상현실 기술을 접목하여 다양한 의사결정을 지원하는 시뮬레이션 기술이 최근 주목받고 있다. 가상건설 시뮬레이션 기술은 발주자, 시공사, 설계사, 민원인 등 다수의 이해당사자간 설계 성과품 검토, 시공성 검토, 유지 관리에 활용 가능하기 때문에 기존 건설 프로세스 혁신 가능성이 높으며, 스마트시티와 연계하여 디지털 트윈 (Digital Twin) 기반기술로 활용이 가능하다.

본 고에서는 국내외 가상현실기술과 건설분야 접목사례를 소개하고 현행 문제점 분석 및 이를 해결하기 위한 방안에 대해 알아보기로 한다.



서명배

한국건설기술연구원
미래융합연구본부
건설자동화연구센터 연구위원

II. 국내외 접목 사례 및 시사점

1. 국내외 접목사례

국내외 사례조사 결과 실제로 가상현실 기술 중 VR기술은 설계단계, AR과 MR기술은 시공 및 유지관리 단계에서 활용가능성이 매우 높은 것으로 조사되었다. 미국 AECOM이나 Marquette 대학 등에서는 VR 기술을 활용하여 건축물설계, 도시설계, 도로설 계 등에서 의사결정에 활용하고 있다. 핀란드 국책연구소인 VTT, 미국의 Bentley 등에서는 시공 및 유지관리 분야에서 AR 기술표를 주로 활용하고 있으며, 일본의 경우 국가의 특성상 VR 기반 재난/재해 시뮬레이션에 주로 활용하고 있다. 또한 민간기업을 중 심으로 AR, MR을 활용한 시공, 유지관리 교육 등에 활용되고 있는 것으로 조사되었다. (그림 1)

[그림 1] 건설분야에 활용중인 가상건설 시뮬레이션 기술

기획 / 설계	시공 / 유지관리	재난 / 재해	교육 및 협업
 도시설계 (핀란드, VTT)	 현장 공정관리 (핀란드, VTT)	 쓰나미 시뮬레이션 (일본, 도쿄중앙대)	 원격 프로젝트 협업 기술 (미국, CDM Smith)
 설계 검토 (미국, AECOM)	 지하상수도 관리 (한국, ㈜태후)	 화산재 시뮬레이션 (일본, 고베대)	 현장 교육 기술 (미국, GE)
 극저 시공성 검토 (미국, Marquette Univ.)	 가상건설 시공 시뮬레이션 (한국, ㈜태성에스엔아이)	 지진 시뮬레이션 (일본, 고베대)	 사전시공 교육 (영국, Balfour Beatty)

2. 국토교통부의 「스마트건설기술로드맵」과 가상현실

국토교통부는 2018년 최신 ICT기술을 건설에 접목하여 건설분야의 생산성을 향상시키고 안정성을 제고하기 위해 생산성 향상을 위해 「스마트건설기술로드맵」을 발표하였다. 이는 건설현장의 고령화, 위험작업 기피현상 심화, 숙련 인력의 급격한 감소, 외국인 노동자 증가 등에 따른 대응 전략 마련의 필요성이 부각됨에 따라 건설분야의 디지털화를 기반으로 건설 분야 혁신을 위한 성장산업에 투자하면서 미래 시장을 선도하고자 하는 정부의 의지가 내포되어 있다. 특히 3차원 설계기술인 BIM을 기반으로 설계분야에 VR 기술을 접목하여 대안검토 활용 가능성을 제시한 바 있다. (그림 2)

[그림 2] 국토교통부의 스마트건설기술 로드맵 상의 가상현실 기술 접목 가능성



3. '가상현실' 기술과 '가상현실 시뮬레이션' 기술의 차이점

대부분의 사람들이 '가상현실' 기술과 '가상현실 시뮬레이션' 기술을 같다고 생각할 수 있으나 실은 다르다고 할 수 있다. 가상현실 기술은 3D 모델을 기반으로 가상화 도구를 활용하여 사용자의 몰입감을 극대화 시키는 기술로 3D 모니터, 머리에 착용하는 HMD(Head Mounted Display), 안경을 활용한 대형 3D 스크린 등을 활용하여 구현할 수 있다. '가상현실 시뮬레이션' 기술은 가상현실이라는 도구를 활용해서 실제 사용자가 다양한 입력값을 가상현실 환경에 던지고 결과를 피드백해서 의사결정에 활용하는 기술이라고 말할 수 있다. 예를 들면 3D 도면을 가상현실로 투영해서 건축물을 가상으로 걸어보는 기술을 '가상현실' 기술이라 한다면 '가상현실 시뮬레이션' 기술은 걸어다니면서 물체를 움직이거나, 소방시설을 검토해서 결과를 피드백하거나, 화재상황을 고려해서 탈출을 해 보거나 하는 과정 등 가상현실 환경에서 사용자가 가상현실 간에 상호 인터랙션 작업이 포함된다.

4. 가상현실 시뮬레이션 기술 활성화 전략

국내외 사례조사 결과 가상현실 기술을 건설분야에 접목하기 위한 다양한 노력이 진행중이나 발주처 의사결정 지원, 프로젝트 수주, 대형 건설사들이 홍보 및 분양을 위해 사이버 모델하우스에서 주로 활용하는 등 업무에 제대로 적용되는 사례는 많지 않다. 최근 BIM이 활성화 되면서 BIM 모델링 저작도구와 호환되는 VR도구를 활용해 단순한 설계검토를 하는 사례는 증가하고 있으나 이마저도 프로토타입 수준이다. 실제로 건설분야에 활용되기 위해서는 반드시 '가상건설 시뮬레이션' 까지 기술이 확장되어야 유의미한 결과를 얻을 수 있다.

한국건설기술연구원 가상건설 연구팀은 2016년 국내 최초로 3면 VR 기반 대형 가상실증실험실을 구축하였고, 다양한 가상건설 시뮬레이션 실험을 진행하던 중 실제로 건설분야에서 사용되는 3D 도면인 BIM 도면을 가상현실 환경 투사시 다양한 시뮬레이션을 위한 추가 작업에 많은 시간이 소요되고 도면의 재활용도 어렵다는 사실을 알게 되었다. 결국 가상현실 기술을 건설에 접목시 큰 효과가 있음에도 좋은 품질의 가상현실 콘텐츠를 제작하기 위해서는 많은 인력과 시간이 소요되고 이에 따른 경제성이 확보되지 못해 시장이 활성화되고 있지 못하는 것이다.

이에 건설기술연구원 가상건설 연구팀은 건설 분야 3D 모델인 BIM을 근간으로 가상현실 시뮬레이션 변환시 동일한 품질을 유지하되 기존보다 시뮬레이션 만드는 시간을 단축하여 비용을 절감하고 단순히 설계검토, 간섭체크, 시공검토가 아닌 건설 분야에 가상현실 기술을 활용시 최적의 효과가 있는 최적의 활용사례(Best Practice) 시뮬레이션을 개발하고 현장 적용을 통해 효과를 검증할 경우 새로운 시장개척이 가능하다는 판단을 하게 되었으며 이러한 부분을 해결하기 위해 관련 연구를 진행하였다. (그림 3)

[그림 3] 기존 기술 한계 및 가상건설 기술 활성화 전략

기존사례의 경제성, 시장성 분석	<ul style="list-style-type: none"> 건설+VR 접목에 대한 사례는 많으나 특정 수요자 기반이며 퀄리티가 낮음 3D 콘텐츠를 제작하고 VR/AR 환경에 접목하기 위한 경제성, 시장성 기대 불만
건설+가상현실 적용분야 검토	<ul style="list-style-type: none"> 가상현실 기술을 활용하여 건설 시공상의 불확실성이나 리스크 사전 예방 및 제거 기획/설계 분야는 VR 기술, 시공/유지관리/교육 분야는 AR 기술이 활용 가능성 높음 BIM 데이터와 연계하여 VR/AR 시뮬레이션시 컨텐츠 제작에 필요한 인력 및 비용을 줄일 수 있다면 경제성, 시장성이 높을 것으로 기대
가상건설 기술을 활성화하기 위한 최고의 전략은?	<ul style="list-style-type: none"> BIM to VR/AR 생산성 및 경제성 향상을 위한 핵심 기술 및 플랫폼 개발 기존 기술 단순 모사(가짜) VR/AR 기술을 활용했을 때 효과가 극대화 될 수 있는 분야 발굴 및 실효성 검증을 통한 신시장 개척 (Unreal ↔ Real 상호 보완 : Digital Twin 기반 기술) BIM to VR/AR을 위한 제작 가이드, 발주 가이드 및 활용가이드 제작

III. 가상현실 기반 건설 시뮬레이션 기술

1. 대용량 BIM 데이터 VR 변환시간 단축 기술

건설분야에서 활용되는 3D 도면의 경우 대부분 대용량 데이터인 경우가 많다. 때문에 대용량 데이터를 빠르게 VR로 변환시키기 위한 기술이 매우 중요하다. 실제로 200메가 규모의 플랜트 3D 도면을 활용하여 어지러움을 느끼지 않는 최소의 기준 120FPS(Frame Per Rate)를 충족하는 콘텐츠를 제작하기 위해서 초벌데이터 분석, 데이터 경량화, 오브젝트 최적화까지 약 3개월의 시간이 필요함을 알 수 있었다.

이를 해소하기 위해 한국건설기술연구원 가상건설 연구진은 대용량의 BIM 데이터를 가상현실 환경에서 구현하는데 있어서 시간과 비용을 줄이기 위해 기존의 BIM 데이터를 VR로 변환하는 시간을 줄이기 위해 물리적인 데이터 양을 줄이는 경량화와 불필요한 BIM 속성을 자동으로 제거하는 속성 경량화 알고리즘인 Auto Material 기술을 개발하였다. (그림 4) 본 기술을 검증하기 위해 200메가 규모의 10개의 파일을 근간으로 테스트를 진행하였으며 재질매핑 분야의 경우 기존보다 시간이 50% 단축되었음을 확인할 수 있었다.

[그림 4] Auto Material 기능 적용 전과 후

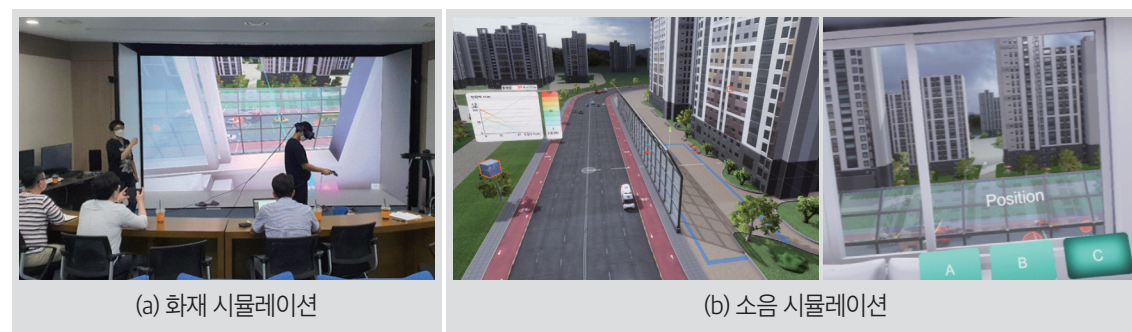


2. VR/AR/MR 기반 최적 건설 시뮬레이션 개발

가상건설을 활성화하기 위해서는 발주처, 설계사, 시공사 등 다양한 이해당사자가 효과를 체감할 수 있는 최적의 콘텐츠를 제작하고 현장적용을 통해 효과를 검증해 내는 작업이 매우 중요하다. 이에 공공성, 시급성, 파급성을 고려하고 전문가 의견수렴을 통해 최적의 시뮬레이션을 개발하였다.

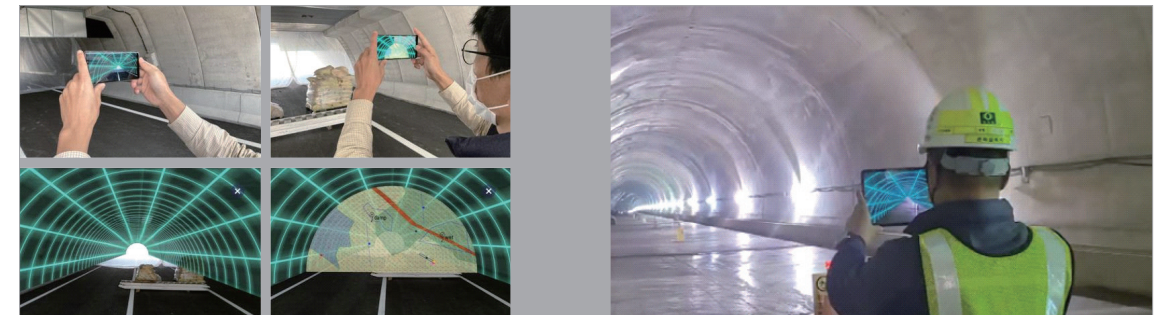
VR 기술은 3D 모델을 기반으로 한 사전검토에 강점이 있어 화재 및 소음 시뮬레이션에 적용하였다. 화재 시뮬레이션의 경우 화재발화위치, 화재크기 등을 임의로 조정할 수 있으며 3D 모델 속성 정보가 연동되어 불길이 번져나가는 속도를 시뮬레이션할 수 있다. 이 기술은 향후 사용자 경험기반 소방설계에도 활용이 가능하다. 또한 시각적인 효과가 가미된 소음 시뮬레이션을 개발하여 향후 민원 대응 등이 가능한 콘텐츠를 개발하였다. (그림 5)

[그림 5] VR기반 화재, 소음 시뮬레이션

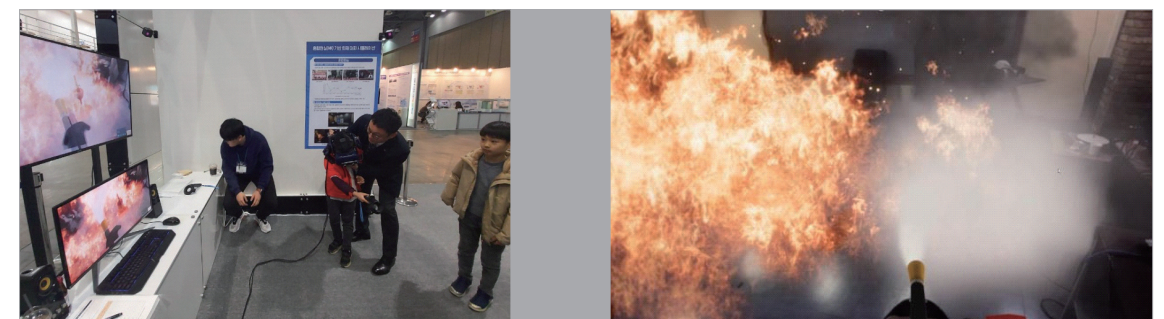


AR 및 MR 기술은 시공 및 유지관리 현장에서 활용 가능성이 매우 높다. 본 연구에서는 AR기술을 활용하여 현장에서 테블릿 장비를 활용하여 철도 시설물 성능평가 및 터널 시설물 유지보수에 적용하였다. (그림 6) 또한 MR 기술의 경우 화재와 연동하여 3D 모델이 필요없는 상황에서 주변의 시설물을 인식하여 화재 체험을 할 수 있는 기술을 개발하였다. (그림 7)

[그림 6] AR 기반 시설물 유지관리 시뮬레이션



[그림 7] MR 기반 화재 시뮬레이션



IV. 결론

BIM의 의무화, 코로나에 의한 언택트 환경 조성, 메타버스 기술 급부상 등 사회적인 상황을 고려할 때 건설분야에 가상현실 기술 접목은 더 이상 먼 미래의 이야기가 아닐 수 있다. 실제로 민간을 중심으로 다양한 접목사례들이 속속히 등장하고 있으며 가상현실 장비의 발전과 더불어 관련 시장 활성화는 매우 빨라질 것으로 예상된다.

이에 따라 단순히 3D 모델을 가상현실 환경에 투사하는 기술을 벗어나 몰입감 있는 가상현실 환경에서 사용자 체험 및 경험을 중심으로 한 다양한 데이터를 수집하고 이를 근간으로 새로운 의사결정이 가능한 분야에 눈을 돌려야 할 것이다. 이 기술은 향후 Digital Twin의 근간 기술로 활용될 수 있으며 건설산업의 새로운 시장으로 자리매김 할 수 있을 것이다.^{카셈}

※ 외부 필진의 글은 본지 편집 방향과 다를 수 있습니다.