VR/AR 기반 스마트건설 시뮬레이션 기술

서명배 미래융합연구본부 수석연구원

건설과 가상현실 기술 만남

국토교통부는 '18년에 건설분야 경쟁력 향상과 안전성 제고를 위해 4차 산업혁명에서 취급하고 있는 최신 ICT 기술을 건설분야에 접목해서 생산성을 높일 수 있는 「스마트건설기술로드맵」을 발표하였다. 이는 최근 건설현장의 고령화, 근로시간 단축, 숙련 인력의 급격한 감소 등에 따른 대응전략 마련이 절실함에 따라 첨단 ICT 기술을 건설분야에 접목하여 건설 혁신 성장에 투자하면서 미래시장을 선점하고자 하는 정부의 의지가 포함되어 있다. 스마트 건설기술이란 건설에 3D 모델링 기술인 BIM(Building Information Modeling), 드론, 로봇, IoT, 빅데이터, AI, VR/AR, Mobile 등을 융합하는 기술로 건설 전 단계에 걸쳐 스마트 건설기술을 적용하는 것을 말한다(그림1).

건설분야의 경우 3차원 정보모델인 BIM(Building Information Modeling) 활용이 의무화 되는 추세이며 이를 기반으로 VR/AR/MR 기술 및 첨단 센싱장비 등이 결합된 새로운 시장의 요구가 증가하고 있다. GS건설의 경우 2016년에 BIM 기반의 현장 장비 시뮬레이션을 활용한 최적의 공법을 제시해 전 세계 선진 건설사를 제치고 1조 7천억 규모의'싱가포르 차량기지 프로젝트'를 단독 수주하는 성과를 거둔 바 있다. 가상건설 시뮬레이션 기술은 발주자, 시공사, 설계사, 민원인 등 다수의 이해당사자간 설계 성과품 검토, 시공성 검토, 유지관리에 활용 가능하여 기존 건설 프로세스 혁신 가능성이 높으며, 스마트시티와 연계하여 디지털 트윈(Digital Twin) 기반기술로 활용이 가능하다. 또한 가상현실 기술을 단순히 시각적으로 활용하는 것이 아닌 사용자 경험 및 체험기반의 기술로 발전시키고 이를 근간으로 법률검토, 안전검토, 설계인증, 가상건설 등에 활용 가능성이 매우 높다. 가상건설 기술의 궁극적인 목적은 프로세스 혁신을 기반으로 건설산업의 생산성 및 품질향상을 가능하게 하고 다양한 시뮬레이션 및 의사결정을 통해 건설산업의 기반기술을 지원하는 것이다.

국내외에서는 어떻게 활용되고 있으며 기술의 현 주소는?

실제로 가상현실(VR, Virtual Reality) 기술은 설계단계, 증강현실(AR, Augmented Reality)과 혼합현실(MR, Mixed Reality) 기술은 시공 및 유지관리 단계에서 활용가능성이 높다. 미국 AECOM, 미국 Marquette 대학 등에서는 건축물설계, 도시설계, 도로설계 등에서 VR 기술을 활용한 의사결정에 활용하고 있으며, 핀란드 VTT, 미국의 Bently 등에서는 시공/유지관리 분야에서 AR 기술을 주로 활용하고 있으며 그 외에도 일본을 중심으로 VR 기반 재난/재해 시뮬레이션, 민간기업을 중심으로 AR, MR을 활용한 교육 및 협업분야에 활용되고 있는 것으로 조사되었다(그림2).

그림 1 국토교통부의 스마트건설 기술 로드맵 상의 VR/AR 기술

그림 2 건설분야에 활용중인 가상건설 시뮬레이션 기술

가상현실 기술, 건설 분야 활용이 더딘 이유와 해결 방법은?

국내의 경우 가상현실 기술을 건설분야에 접목하기 위한 다양한 사례가 있으나 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.

본 연구진은 2016년 국내 최초로 한국건설기술연구원에 구축된 3면 기반 대형 가상실증실험실을 활용하여 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 못하고 있는 것이다.

이에 본 연구진은 건설 분야 3D 모델인 BIM을 근간으로 가상현실 시뮬레이션 변환시 동일한 품질을 유지하되 기존보다 시뮬레이션 만드는 시간을 단축하여 비용을 절감하고 단순히 설계검토, 간섭체크, 시공검토가 아닌 건설분야에 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(그림3).

그림 3 기존 기술 한계 및 가상건설 기술 활성화 전략

(a) 재질 매핑 전

(a) 재질 자동화 매핑 후

그림 4 Auto Material 기능 적용 전과 후

가상건설 활성화 첫 단추, 가상현실 콘텐츠 제작 생산성 향상

BIM 모델을 활용하여 가상현실 콘텐츠를 제작함에 있어 고품질이 아닌 단순히 모니터에서 평면 기반 VR 기술로 사용하고자 하면 지금도 간단한 도구를 쓰면 활용 가능하다. 하지만 기술의 발전으로 사용자의 눈높이가 높아지고 머리에 착용하는 VR 안경(HMD, Head Mounted Display)을 활용해 몰입감이 높은 실제와 같은 시뮬레이션 구현을 위해서는 많은 인력과 시간 투입이 필요하다. 실제로 200메가 규모의 플랜트 시설을 기반으로 어지러움을 느끼지 않는 최소의 기준 120FPS(Frame Per Rate)를 충족하는 컨텐츠를 제작하기 위해서 초벌데이터 분석, 데이터 경량화, 오브젝트 최적화까지 약 3개월의 시간이 필요함을 알 수 있었다.

본 연구에서는 고품질의 BIM 데이터를 가상현실 환경에서 구현하는데 있어서 시간과 비용을 줄이기 위해 기존의 BIM 데이터를 VR로 변환하는 시간(BIM to VR)을 줄이기 위해 물리적인 데이터 양을 줄이는 경량화와 불필요한 BIM 속성을 자동으로 제거하는 속성 경량화 알고리즘을 개발하였으며, 아무것도 입혀지지 않은 빈 3D 모델을 근간으로 고품질의 콘텐츠 제작을 위해 BIM 모델 속성을 추출해서 건설분야에 가장 많이 활용되는 텍스쳐(재질)를 자동으로 매핑시켜 수작업을 줄여줄 수 있는 Auto Material 기술을 개발하였다. 관련된 핵심기술은 민간기업 기술이전 되었으며 H건설 가상현실 컨텐츠 제작에 실제로 활용되었다. 또한 본 기술을 검증하기 위해 200메가 규모의 10개의 파일을 근간으로 테스트를 진행하였으며 재질매핑 분야의 경우 기존보다 50% 시간이 단축되었으며 '20년 3월에 한국정보통신기술협회(TTA)에서 성능에 대한 인증을 획득하였다.

가상건설 시뮬레이션 플랫폼, 최적의 활용사례 개발 및 현장적용

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 연구 초기에 다양한 이해당사자 등을 대상으로 최적의 시뮬레이션 콘텐츠를 고민하였으며 한국건설기술연구원이라는 공공기관의 특수성상 공공성, 시급성, 파급성을 고려하여 시뮬레이션을 개발하였다. VR 기술은 3D 모델을 기반으로 한 사전검토에 강점이 있어 화재 및 소음 시뮬레이션 콘텐츠를 개발하였다. 화재 시뮬레이션의 경우 화재발화위치, 화재크기 등을 임의로 조정할 수 있으며 3D 모델 속성 정보가 연동되어 불길이 번져나가는 속도를 시뮬레이션 할 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).

(a)화재 시뮬레이션

(b)소음 시뮬레이션

그림 5 VR기반 화재, 소음 시뮬레이션

그림 6 MR 기반 화재 시뮬레이션

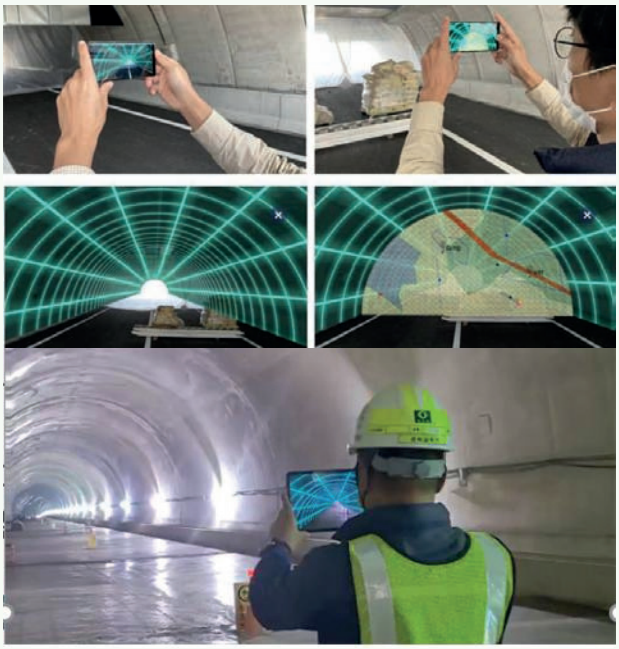

그림 7 AR 기반 시설물 유지관리 시뮬레이션

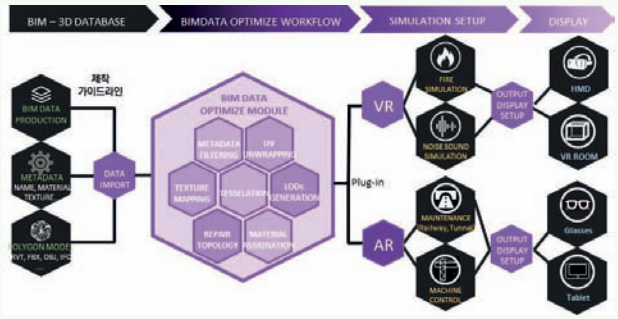

그림 8 시뮬레이션 플랫폼 기술 개요도

그림 9 BIM to VR 시뮬레이션 플랫폼

AR 및 MR 기술은 현장에서 시설물 유지관리 및 성능평가 등에 활용 가능하다. 본 연구에서는 AR 기반 철도 시설물 성능평가, AR 기반 터널 시설물 유지보수, MR 기반 화재 현장교육, 경관검토, 장비 원격제어 기술을 개발하였으며 지자체 및 현장 등에 실제 적용함으로서 가능성을 검증하였다(그림 6, 7).

이러한 시뮬레이션을 위해서는 BIM 도면이 필요하나 현재 BIM을 제작하는 저작도구들이 다양한 점을 고려하여 3D 중립파일 포맷인 FBX를 활용하여 시뮬레이션 플랫폼을 개발하였다. FBX 파일을 불러와 데이터 경량화, Auto Material을 수행하고 각각의 시뮬레이션을 Add-In 형태의 플러그인을 재작하여 기본 속성(화재 및 소음 크기, 체험자의 위치 등)만을 셋팅 후 도면에 탑재할 경우 다양한 환경에서 시뮬레이션이 가능하도록 플랫폼 형태로 제작하였다(그림8, 9).

본 과제에서 개발된 핵심 시뮬레이션 기술의 검증을 위해 고양시, 서울교통공사, 대곡–소사 4공구 복합터널 현장 등에 적용하여 기술의 효과를 검증하였다. 또한 핵심기술 해외진출 노력의 일환으로 BIM to VR 핵심기술을 사우디 신도시 개발 프로젝트(Neon City)에 적용하기 위해 '20년 2월 사우디 왕자 소유의 기업인 Tanal Group과 MOU를 체결하였으며 현지 연구소 설립, 공동연구, 핵심기술이전 등을 위한 논의가 진행중이다.

맺음말

본 연구를 통해 가상건설 시장 활성화를 위한 가상현실 시뮬레이션 콘텐츠 제작에 필요한 생산성 향상기술, 7개의 최적의 활용사례 개발 및 현장적용, 핵심기술 민간기업 기술 이전 등을 진행하였다. 건설 분야의 AR/VR/MR 융합기술은 코로나19에 대응가능한 언텍트 핵심기술이며 향후 폭발적 성장이 예상되기 때문에 기술경쟁력을 갖추어 미래 건설시장을 선점하고 추가적인 성공사례 개발, 응용분야 연구, 비즈니스 모델 발굴, 관련 산업 활성화를 위한 제도적인 지원 등 다각도의 추가 연구 진행이 필요할 것으로 예상된다. 더불어 스마트 건설 가상화 시뮬레이션 연구는 기존 건설산업의 시간적, 공간적 제약을 극복하고 경제성, 다양성, 실용성을 확보할 수 있기 때문에 향후 신규시장 개척을 위한 기초기술로 활용할 수 있을 것이라 판단된다.

참고자료

- 국토교통부(2018), 스마트 건설기술 로드맵
- 한국건설기술연구원(2019), VR/AR 기반 스마트건설 가상화 시뮬레이션 기술 개발(2/3)
- 한국과학기술연구원(2020), VR/AR 기반 스마트건설 가상화 시뮬레이션 기술 개발(3/3)