

2D 설계도면 데이터 추출 및 3차원 공간 데이터 구축을 통한 건설산업 디지털 트윈 자동화 기법 연구

이종서* · 문일영
한국기술교육대학교

Research on Digital Twin Automation Techniques in the Construction Industry through 2D Design Drawing Data Extraction and 3D Spatial Data Construction

Jongseo Lee* · Il-YOUNG Moon

Korea University of Technology and Education

E-mail : jsclubb@koreatech.ac.kr / iymoon@koreatech.ac.kr

요 약

다양한 산업영역에 대하여 정부기관, 기업들은 디지털 트랜스포메이션 전략 수립 및 추진하고 있으며 성공적인 기술 혁신을 통한 4차 산업혁명시대를 선도하고 있다. 이런 변화의 시기에 디지털 트랜스포메이션의 성공사례로 글로벌 기업 나이키, 스타벅스의 이야기를 많이 접할 수 있다. 이 두 기업은 디지털 트랜스포메이션을 통하여 성공적인 결과를 보여 주고 있다. 국내 기업들 또한 모바일, 클라우드, IoT, 인공지능, AR·VR 기술을 기반으로 디지털 혁신을 진행하고 있으며 고효율 높은 생산성을 위한 RPA (Robotic Process Automation) 프로세스를 구축 하고 있다.

본 논문에서는 건설 산업의 설계, 시공, 유지관리의 시공 전주기 데이터를 활용하여 3차원 디지털 트윈 공간 구축 자동화 프로세스 기법을 소개하고 앞으로 건설 산업영역의 디지털 트랜스포메이션 전략에 대하여 알아본다.

ABSTRACT

Government agencies and companies are establishing and promoting digital transformation strategies in various industrial fields, and are leading the era of the 4th industrial revolution through successful technological innovation. In this time of change, we can see many stories of global companies Nike and Starbucks as successful examples of digital transformation. These two companies are showing successful results through digital transformation. Domestic companies are also conducting digital innovation based on mobile, cloud, IoT, artificial intelligence, and AR/VR technologies, and are establishing RPA (Robotic Process Automation) processes for high efficiency and high productivity.

In this paper, we introduce the 3D digital twin space construction automation process technique using data from the entire construction cycle of design, construction, and maintenance of the construction industry, and look into the digital transformation strategy of the construction industry in the future.

키워드

디지털 트윈, 2D 설계도면 데이터 추출, 3차원 공간 3D 모델링 자동화, 지하시설물 관리

1. 서 론

건설 산업 영역의 스마트 건설 기술을 도입하는 가장 큰 목적은 생산성 향상, 공사기간 단축 및 재해율을 줄이는 것이다. 우리나라 정부 및 국토교통

* corresponding author

부는 건설 산업에서 사용되는 스마트 기술을 ‘스마트 건설기술’로 정의 하였으며 4차 산업혁명의 주요 기술인 인공지능, 빅데이터, 클라우드, 사물인터넷, 증강현실, 3D 프린팅, BIM(Building Information Modeling), 드론 등 새로운 기술을 도입하여 전통적인 건설 산업을 디지털 트랜스포메이션을 통한 스마트 건설 산업 영역으로 발전하고 있다.

건설 산업은 설계, 시공, 유지관리 단계로 크게 구분한다. 스마트 건설 기술은 각 단계별로 생성되는 데이터들을 활용하여 시공 전주기 관리 가능한 기술이 개발하고 실제 현장에 적용하고 있다.

본 논문에서는 첫 번째 설계 단계의 2D 도면 데이터 추출 및 가공을 통하여 3차원 공간 데이터로 변환하는 자동화 프로세스, 두 번째 가공된 3차원 공간 데이터를 이용한 3D 공간 모델링 자동화 기법을 소개한다. 세 번째 3차원 모델링과 GIS 데이터를 활용하여 실제 시공 현장과 동일한 가상의 디지털 트윈 공간을 구축하여 시공, 유지관리 단계를 관리하는 기법 및 증강 현실 기술을 활용하여 실제 시공현장에서 사용가능한 서비스를 통한 건설 산업 영역의 디지털 트랜스포메이션 전략에 대하여 알아보하고자 한다.

II. 2D 설계도면 데이터 추출 및 3차원 공간 데이터 디지털 전환

건설 산업 영역에서 7대 스마트 건설기술로는 BIM, 빅데이터 및 인공지능, 드론, 모듈러, 가상현실과 증강현실, 3D 프린팅, 지능형 건설장비와 로봇기술이라고 정리 할 수 있다[1]. 정부와 국토교통부는 건설 산업 영역에서 BIM 도입 및 정착을 위한 노력을 보이고 있으며 국토교통부에서는 2020년 12월 29일 스마트 건설 기술의 도입 및 활성화를 위해 건설 산업 내 BIM 전면 도입을 위한 기본 지침과 로드맵을 발표 하였다.

2D 설계도면 데이터 추출 및 3차원 공간데이터 디지털 전환 프로세스는 7대 기술 중 BIM 구축을 위한 기반 기술로 설계 도면(데이터 추출 대상 도면 : 평면도, 격점상세도, 종단면도)에서 3차원 공간데이터와 다양한 속성정보를 추출하는 프로세스이다.

2D 설계 도면이라고 하면 보통 CAD로 작성된 데이터 파일로 건축 설계 엔지니어가 CAD 프로그램을 사용하여 시공 데이터를 point, polyline, block, text와 같은 요소[2]로 도면을 작성을 한다. 도면 데이터를 추출하기 위하여 도면을 구성하고 있는 요소들의 값들을 추출하는 모듈 개발 하여 사용하였다. 또한, 추출된 데이터를 의미 있는 3차원 공간 데이터로 가공하기 위한 모듈 개발 하였으며, 가공된 공간 데이터는 JSON, CSV 파일 형식으로 출력하여 이기종 소프트웨어간의 인터페이스를 용이하게 하였다.



그림 1. 2D 설계도면 데이터 추출 및 가공 프로세스 흐름도

이번 장에서 소개한 프로세스는 그림 1과 같이 2D 설계도면 데이터 입력, 추출, 가공, 출력 전 단계를 자동화 하였으며[3], 전통적인 도면 데이터 추출 하는 기법보다 빠르게 작업을 할 수 있기 때문에 3차원 공간 데이터 구축의 생산성을 향상 시킬 수 있다.

III. 3차원 공간 모델링

코로나19로 인한 비대면 서비스가 확산되고 디지털 트윈을 통한 현실세계와 가상세계를 연결하는 서비스가 주목 받고 있다. 건설 산업 영역의 디지털 트윈 공간을 표현하기 위하여 3D 모델링을 이용하여 가상공간을 구축하고 설계, 시공, 유지관리 데이터를 표현하여 현실세계와 가상세계를 연결하게 된다. 실제 위치정보가 중요한 토목 시공현장은 GIS(Geographic Information System) 기반으로 디지털 트윈을 구축하며 건축 시공 현장과 같이 공간의 정보만을 표현 할 때는 Unity, Unreal과 같은 게임엔진을 이용한 VR 서비스를 구축 한다.

2장에서 추출한 3차원 공간 데이터를 활용하여 3D 모델링 자동화 프로세스에 대하여 살펴보고자 한다.

3차원 공간 모델링이란 3차원 공간 데이터를 이용하여 실제 세계의 형상을 가상의 3차원 공간에 표현할 수 있는 3D 공간 모델링을 말한다. 3D 모델링 자동화 프로세스에서는 총 3가지의 모델링 개념이 있다. 첫 번째, 기본 모델(Base Model)이란 건설 자제들의 단위 3D 모델링 파일로 LOD(Level of detail) 단계에 맞게 구분하여 생성한 모델링 파일을 말한다. 두 번째, 개별 모델(Single Model)이란 3차원 공간 데이터에 속한 각각의 건설 자제들을 3차원 공간데이터에 포함되어 있는 형상 정보를 이용하여 실제 자제의 모습을 3D 모델링 파일로 만든 것을 말한다. 세 번째, 공간 모델(Space Model)은 공간 분석을 통하여 공간을 사각형으로 분할하여 계층적인 공간에 해당하는 개별 모델들을 하나의 공간 모델로 만든 3D 모델링 파일이다.

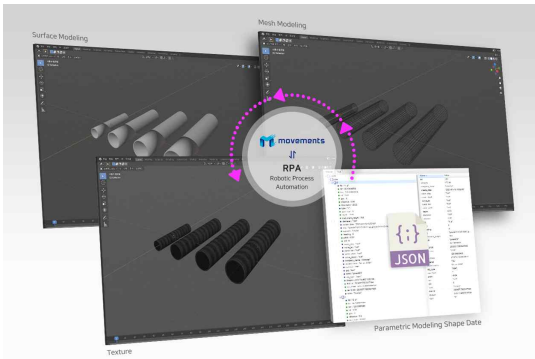


그림 2. 파라메트릭 3D 모델링 자동화 프로세스 흐름도

그림 2는 파라메트릭 3D 모델링 자동화 프로세스[4] 흐름도를 보면 3차원 공간 데이터(JSON)를 입력 데이터와 기본 모델을 조합하여 개별 모델을 생성한다. 그리고 GIS 데이터를 기반으로 3차원 공간을 분할하여 해당 공간에 포함되는 개별 모델을 하나로 합쳐서 공간 모델을 생성한다. 그림 3과 같이 생성한 3D 공간 모델은 실제 서비스에 적용된 모습이다.

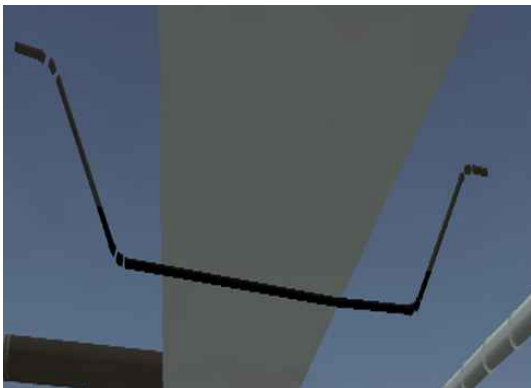


그림 3. 3D 공간 모델링 파일 적용 모습

3D 모델링 자동화 프로세스를 통하여 빠른 시간 안에 3차원 공간 모델을 생성 할 수 있기 때문에 높은 생산성을 보장하며, 또한 최적화된 모델링 생성기법을 통한 휴먼에러를 최소화 할 수 있다.

IV. 스마트 건설 기술과 디지털 트윈을 통한 디지털 트랜스포메이션

2장과 3장의 자동화 프로세스를 연계하여 사용하면 설계, 시공 단계에서 생성된 시공 데이터를 3차원 공간 데이터 구축 할 수 있으며, 생산성 증가와 작업 시간을 단축시킬 수 있다.

본 논문에서 제시한 프로세스는 스마트 건설 기술의 BIM, 빅데이터 및 인공지능 기술을 활용하여 기술 개발을 하였다. 구축된 3차원 공간 데이터를 활용한 서비스로는 GIS기반의 시공 현장 디지털 트윈 서비스, 증강현실 기술을 활용하여 지하시설물, 건물 구조 등을 확인 할 수 있는 서비스가 있다.

GIS 기반의 디지털 트윈 서비스[5]는 구축된 3차원 공간 데이터와 3차원 공간 모델링 데이터를 조합하여 시각화를 할 수 있다. 또한 이 서비스는 실시간으로 시공 데이터를 수집하여 디지털 트윈 공간에 반영할 수 있다. 그림 4는 실제 시공 현장을 가상의 디지털 트윈 공간에 표현한 모습이다. 상단 그림은 2D 도면데이터의 모습이며 하단 그림은 디지털 트윈으로 구축된 시공 현장을 확인 할 수 있다.

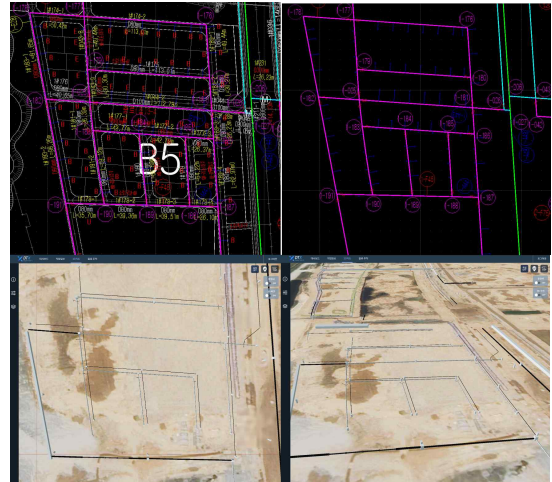


그림 4. 3차원 공간 데이터를 활용한 시공현장 디지털 트윈 서비스

시공현장을 방문하지 않고 비대면으로 시공 진행 상태를 확인 할 수 있기 때문에 시공 감독자 및 발주처 관계자의 시간을 절약 할 수 있다.

또한, 증강현실 기술을 이용한 서비스[6]는 설계 데이터를 시각화 하여 시공위치를 정확하게 파악 할 수 있으며 시공이 완료된 곳에서는 설계 데이터와 비교하여 설계 변경이 일어난 곳을 쉽게 파악 할 수 있다는 장점이 있다. 그림 5는 증강현실 서비스로 실제 현장에서 시공 위치를 가이드 하는 모습이다.

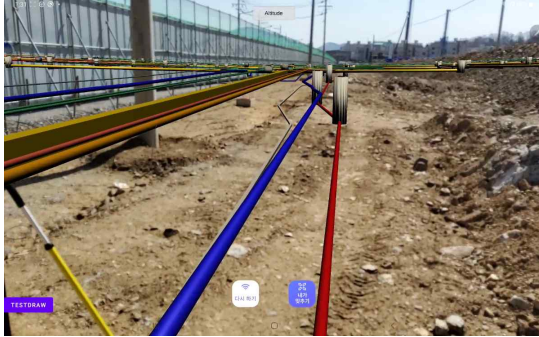


그림 5. 3차원 공간 데이터를 활용한 증강현실 서비스

증강현실 서비스는 시공 전주기의 유지관리 단계에서 많은 장점을 가지고 있다. 시공된 정보를 모바일 화면에서 확인 가능하며 시설물 관리 이력을 기록하여 유지관리의 데이터 수집하는데 있어서 큰 이점을 가지게 된다.

3차원 공간 데이터를 빠르게 수집 및 가공하여 현실 세계와 동일한 디지털 트윈 가상공간을 구축하고 설계, 시공, 유지관리 데이터를 표현하는 서비스가 많이 도입될 것으로 전망한다.

V. 결 론

건설 산업 영역에서 디지털 트랜스포메이션은 스마트 건설 기술을 활용한 다양한 기술 발전을 가져오고 있다. 스마트 건설 기술과 함께 전통적인 건설 산업영역의 데이터가 디지털화가 되면서 서론에서 언급하였던 생산성 향상, 공사기간 단축 및 재해율을 감축하는 목표를 달성 할 수 있다.

본 논문에서는 건설 산업 전 주기 데이터를 의미 있는 3차원 공간 데이터로 구축 하는 자동화 프로세스에 대하여 살펴보았다.

2D 설계도면 데이터 추출 및 3차원 공간 데이터로 가공하여 3D 공간 모델링을 통한 디지털 트윈 가상 환경 시각화를 통하여 간접 설계 확인을 할 수 있으며 오시공에 의한 재시공을 줄일 수 있게 된다. 재시공을 줄인다는 것은 시공 비용을 크게 줄일 수 있고 공사 기간이 늘어나는 것을 방지 할 수 있게 한다.

이외의 시공 자재 관리, 시공 현장 인적 안전관리와 같은 시공 현장 업무 프로세스를 자동화 한다면 지금보다 효율적인 시공 관리를 할 수 있을 것이다.

디지털 트랜스포메이션은 건설 산업 영역에서도 많은 변화를 가져오고 있으며 혁신적인 기술 개발을 통하여 ‘1980년대 건설 코리아’의 영광을 다시 한 번 재현 할 수 있을 것이다.

Acknowledgement

이 논문은 2021년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(No. 2021R1I1A3057800) 과제 지원에 의하여 연구되었음.

References

- [1] 이광표, 최수영, 손태홍, 최석인, 국내 건설기업의 스마트 기술활용 현황과 활성화 방향, 대한민국: 한국건설산업연구원, 1-101, 2019.
- [2] AUTODESK AUTOCAD 2019 : <https://help.autodesk.com/view/ACD/2019/KOR/>.
- [3] T3D (Transform 2D drawing to 3D data) : <https://glistening-salamander-8c9.notion.site/T3D-2D-3-fe82f88c8d264ee2bed0f33a82f81c77>
- [4] P3D (Parametric 3D modling automation) : <https://glistening-salamander-8c9.notion.site/P3D-3D-35a008ac4a4b4b9c9f31539c875008c1>.
- [5] DTX (Digital Twin X) : <https://glistening-salamander-8c9.notion.site/DTX-3-efb9698279ea4b888f58d15fcabd7e5d>.
- [6] DTX AR (Digital Twin X Augmented Reality) : <https://glistening-salamander-8c9.notion.site/DTX-AR-DTX-5db92e7551004243b5cac39a0b3e7766>.