

# 초정밀 가시화를 위한 디지털 트윈 데이터 생성 및 저작 플랫폼

\*전지혜 \*\*길영익 \*\*\*백희원

(주)스탠스

\*{jhjeon, yi.gil, hw.paek}@stans.co.kr

## Digital Twin Data Generation and Authoring Platform for Ultra-precision Visualization

\*Jeon, Ji-Hye \*\*Gil, Young-ik \*\*\*Baek, Hee-won

STANS, Inc.

### 요약

디지털 트윈 기술은 산업 분야와 관련된 방대한 데이터를 다루기 때문에 데이터에서 유의미한 인사이트를 도출하는 것은 매우 중요한 이슈이다. 그러기 위해서는 관리자가 데이터를 직관적이고 빠르게 해석하고 이해할 수 있어야 하며 그와 관련된 표출 기술에 관한 연구가 필요하다.

이에 본 논문은 현장에 대한 정확한 이해를 위해 전 산업 현장에서 공통으로 활용할 수 있도록 데이터를 초정밀로 표출하고 자동으로 디지털 트윈 가상 공간의 데이터 생성 및 저작이 가능한 서비스 플랫폼에 대해 논한다. 첫 번째, 데이터 초정밀 가시화를 위해 실사 영상 기반의 3D 가상 공간 및 현장 오브젝트를 자동으로 생성하여 표출하고, 저작 가능한 기술에 대해 논한다. 두 번째, 생성한 데이터를 서비스 하기 위한 경량화 표출 기술에 대해 논한다. 두 가지 기술 요소의 융합으로 디지털 트윈 가상 공간을 빠르게 생성하여 시간과 비용을 절감할 수 있고, 서비스 가능한 형태로 변환하여 광역 표출 확장성에 대한 효과를 검증하였다.

### 1. 서론

디지털 트윈 기술은 공공, 산업 분야를 기점으로 확장되고 있으며, 원격 관리와 효율성을 위해 전 세계적으로 기술을 도입하는 추세이다. 특히 방대한 데이터를 다루는 디지털 트윈 기술 분야에서는 사용자에게 데이터에 대한 이해나 가독성이 매우 중요하다. 디지털 트윈 기술은 현장의 모든 것을 모델링하고, 시뮬레이션할 수 있도록 실제계를 가상에서 다루어야 한다. 데이터를 이해하여 유의미한 인사이트를 도출해야 하기 위해서는 그와 관련된 시각화 기술에 관한 연구가 필요하다.

데이터 시각화는 다양한 특징을 가진다. 첫 번째, 방대한 데이터의 가독성을 향상시킨다. 이는 방대한 데이터를 사용자가 쉽고 빠르게 이해할 수 있고 그 안에서 또 다른 패턴이나 흐름을 파악할 수 있다[1]. 두 번째, 분야 지식이 없어도 쉽게 인지할 수 있다. 일반적으로 스포츠, 의료 지식과 같은 전문적인 산업 분야의 지식이 없어도 우리가 화면상의 그래픽 데이터나 자료를 이용하여 쉽게 경기 흐름, 스코어, 감염병 확산 등 다양한 정보를 이해할 수 있다[2].

디지털 트윈 기술에서의 데이터 시각화는 다차원의 복합적인 데이터로 이루어진 가상 세계에서의 전반적인 관리가 중요한데, 가상 세계에서 물리적 대상을 3차원으로 구현하여 실시간으로 관리하고 변화 또는 이상 징후에 대해 업데이트를 하여 공감각적으로 파악할 수 있다. 따라서, 디지털 트윈을 위한 3D 생성을 디지털 세계를 구현함에 있어서 굉장히 중요한 요소이다.

이에 본 논문에서는 생동감, 현장감, 사실묘사 등의 초정밀 실감 표현을 유지하면서 작은 대상부터 넓은 광역 규모의 지역까지 고품질 3D 데이터로 생성하고 서비스하는 가시화 플랫폼에 대해 제안한다.

### 2. 데이터 초정밀 가시화를 위한 디지털 트윈 서비스 플랫폼

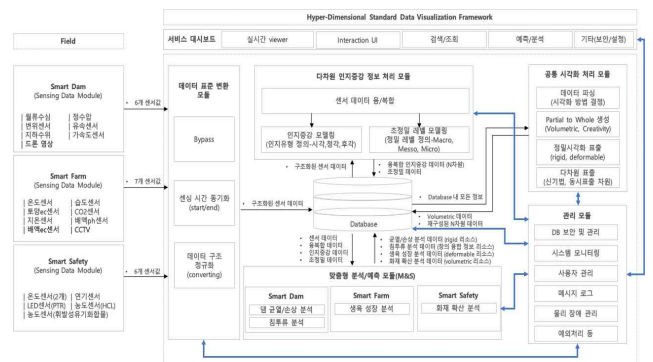


그림 1. 데이터 초정밀 가시화를 위한 범용 디지털 트윈 가시화 서비스 플랫폼 개념도

그림 1은 제안하는 데이터 초정밀 가시화를 위한 디지털 트윈 서비스 플랫폼 개념도이다. 제안하는 플랫폼의 특징은 어떤 한 특정 산업 분

야에 국한되지 않고, 데이터 구조가 국제 표준을 준수하면서 다양한 방식으로 다차원 시각적 표현을 할 수 있는 서비스 플랫폼으로 설계하는 점이다. 일반적으로 현존하는 기술들은 대부분 어떤 한 분야에 특정하게 적용하는 시스템 또는 플랫폼이 많은데, 향후 추세에 따라 다양한 산업 분야에서 공통으로 활용 가능한 범용 디지털 트윈 서비스 플랫폼과 기술은 더욱 중요한 요소이다. 따라서, 본 논문에서는 공통으로 활용할 수 있는 데이터 생성 기술 및 서비스를 위한 경량화 연구 내용을 제안한다.

### 2-1. 초정밀 가시화를 위한 범용 디지털 트윈 데이터 생성 및 저작 플랫폼



그림 2. 초정밀 가시화를 위한 실사 영상 기반의 3D 생성 및 렌더링 결과

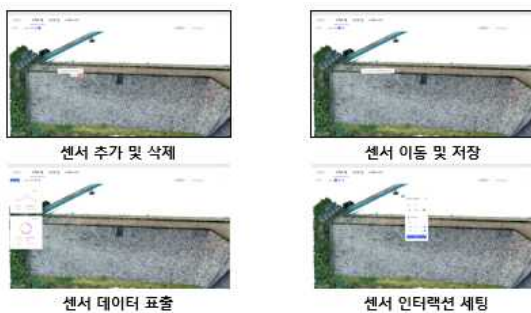


그림 3. 3D 내 정보 저작이 가능한 사용자 저작 기술

그림 2는 공동 연구를 통해 취득한 감포댐 데이터로 포토그래메트리 기술을 활용하여 3D 생성한 결과이다. 초정밀 가시화를 위해 실사 영상 기반의 3D 생성과 사용자 서비스를 위한 UI를 적용하였다. 본 논문에서는 항공 드론 영상을 활용하는 포토그래메트리 기술을 활용하였다 [3][4]. 취득한 영상으로부터 3D를 생성하는데 도움이 되는 강한 특징(strong feature) 외에 불필요한 약한 특징(weak feature) 또는 아웃라이어(outlier)들을 최소화해야 한다. 이를 위해 사전 특징점을 추출, 필터링을 진행한 후 3D로 표현하기 위한 기하학(geometry) 변환 알고리즘으로 초정밀 3D 데이터를 생성할 수 있었다.

디지털 트윈 기술로 관리가 필요한 시설들은 산업별도 각각 다르고, 관리 체계의 변형이 일어날 수 있기 때문에 그 때마다 매번 3D 데이터를 유지보수 업체를 통해 변경하는 것은 효율이 저하될 수 있다. 따라서, 사용자가 직접 현장에 대해 대응할 수 있는 저작 기능 및 기술들을 제공하여 사용자 측면에서 효율을 높일 수 있는 서비스 플랫폼이 제공되어야 한다. 그림 3은 제안하는 생성한 3D 모델을 가지고 정보 추가, 변형 등

에 대한 것이다. 이를 통해 우리는 현장에서 쉽게 변경, 교체, 제거 가능한 IoT 기기에 대해 하나하나 손쉽게 추가 변형이 가능하고 그에 대한 데이터를 디지털 트윈 관제에서 실시간으로 파악이 가능하다. 또한 동적 시각화도 직접 사용자가 추가하여 적용 환경 특징을 모델링하여 관리자의 특성에 맞게 적용할 수 있다.

### 2-2. 초정밀 가시화 데이터 서비스를 위한 경량화 연구

본 절에서는 초정밀 가시화 서비스를 위해 생성된 초고해상도의 3D 데이터에 대해 실제 서비스를 할 수 있는지에 대한 경량화 연구에 대해 논한다.

초정밀 3D 데이터는 실제로 굉장히 많은 정점(vertices)을 갖는다. 매우 많은 정보를 정확하게 사실적으로 이해할 수 있지만, 사용자 서비스를 할 경우 부하가 심하다는 상충관계(trade off)를 갖는다. 특히 웹 기반 서비스를 하기 위해서는 3D 데이터 전송 및 지연에 대한 이슈도 고려해야 하기 때문에 경량화 기술 연구는 필수적 요소이다. 본 논문에서는 경량화를 위한 정점 및 정점 3개로 이루어지는 삼각면(face)의 개수를 줄여 서비스 부하를 줄이면서 품질을 유지할 수 있는지 그림 3과 같이 실험하였다. 그림 3(a) 원본에서 (b), (c), (d) 각각 정점과 삼각면을 20% 수준씩 상대적으로 줄이는 방법으로 실험하였다. 결과적으로 10% 미만의 정점과 삼각면으로 줄이고, 파일 용량도 그에 비례하여 축소됨을 확인할 수 있었으며, 웹 등 서비스 환경에서 원활하게 렌더링 될 수 있음을 보였다.

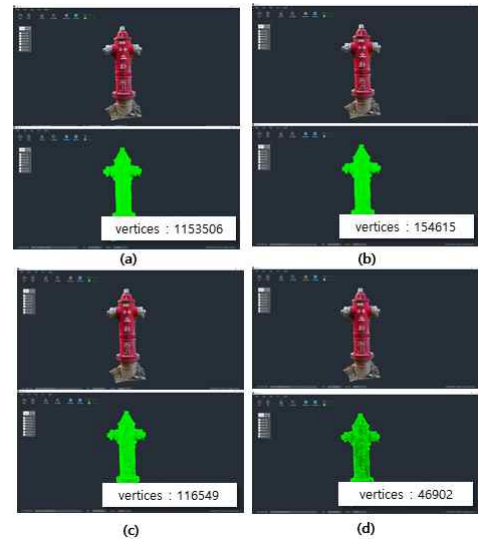


그림 4. 3D 데이터 경량화 실험 (a)원본 (b)80% (c)60% (d) 40% 적용 결과

### 3. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 전 산업 현장에서 활용 가능하고, 초정밀 데이터 가시화를 위한 디지털 트윈 3D 데이터 생성 및 저작 플랫폼에 대해 제안하였으며, 다음과 같은 서비스 효과에 대한 결론을 도출하였다.

첫 번째는 실사 기반의 매우 초정밀하고 사실적인 현장을 가상 공간에서 즉시 파악할 수 있으며, 균열, 파손, 보수, 이상 징후 시뮬레이션 등과 같은 관리 솔루션으로의 활용이 가능하다는 것을 확인하였다. 두 번째는 3D 모델링, 텍스처링 등의 일부 과정이 자동화가 되기 때문에

3D 생성을 위한 시간과 비용이 기존 방식 대비 70% 이상 매우 큰 효과로 절감이 되며, 광역 규모를 가시화 할수록 그 효과는 점점 커질 수 있음을 예측할 수 있다. 세 번째, 사용자가 필요한 관리 영역에 대해 3D 모델을 직접 생성하고 환경에 맞게 데이터를 저장할 수 있는 범용성 플랫폼에 대해 검증하였다. 끝으로 초정밀과 서비스가 상충적 관계가 있지만 경량화 기술 연구로 서비스에 대한 실질적 가능성을 검증하였다.

향후 연구로는 단위 모듈로 개발된 이러한 검증된 기술들을 통합하는 과정과 범용 환경, 사용자 편의를 고려한 UI/UX와 실제 범용성에 대한 검증을 위해 테스트베드를 확장 검증할 예정이다.

### Acknowledgement

이 논문은 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2021-0-00751, 0.5mm 급 이하 초정밀 가시·비가시 정보 표출을 위한 다차원 시각화 디지털 트윈 프레임워크 기술 개발)

### 참고문헌

- [1] Albert Cairo, "The Functional Art : An introduction to information graphics and visualization," 1st. Voices That Matter, 2012.
- [2] C. Peri et al, "State of the Art of Sports Data Visualization," Vol. 37, No. 3, STAR - State of The Art Report, EUROVIS 2018, 2018.
- [3] K. Kraus "Photogrammetry: geometry from images and laser scans," 2nd. Berlin: Walter de Gruyter, 2011.
- [4] 박재민, "레이저스캐닝과 포토그래메트리 소프트웨어 기술을 이용한 조경 수목 3D모델링 재현 특성 비교", 한국정보통신학회논문지, 제24권 2호, 304-310쪽, 2020.