

디지털 트윈(Digital Twin)과 도시 계획·관리

박민재 (주택금융연구원)

❶ 본 논문에서는 디지털 트윈에 대한 관심 배경과 기술에 대한 정의 등을 살펴보고 디지털 트윈 적용 분야 중 도시 계획·관리의 국내외 사례를 소개하고자 함

❷ **디지털 트윈(Digital Twin)은 실제 사물의 물리적 특징을 동일하게 반영한 쌍둥이(Twin)를 3차원 모델로 구현하고, 현실과의 동기화 시뮬레이션을 거쳐 관제·분석 등 해당 사물에 대한 의사결정에 활용하는 기술**

❸ 디지털 트윈은 현실세계와 가상세계의 '동기화(Sync)'를 통한 상호작용적 특성을 가지고 있기 때문에 기존에 구축된 3차원 기반의 데이터와는 차별화 됨

- 사물의 물리적 변화가 IoT 센서 등을 통해 데이터로 변환되고 이를 수학적 모델링(응용수학, 물리학 기반)반영, 실시간으로 물리적 특징이 디지털 트윈상에 구현됨

〈디지털 트윈 요소 기술 개념도〉



※ 자료: '21년도 정부 관계부처 합동 「디지털 트윈 활성화 전략」

❹ 코로나-19 비대면 문화 확산 등으로 주목받기 시작한 메타버스는 '가상에 구현된 현실 세계'라는 점에서 디지털 트윈과 유사하지만 반드시 가상공간이 현실과 동일할 필요가 없다는 점에서는 차이가 있음

- ▶ 최근 디지털 트윈은 전 세계적으로 도시문제의 해결을 위해 이용하는 등 그 적용 범위가 넓어지고 있어 본 논고에서는 디지털 트윈의 활용 사례 중에 도시 계획 및 관리 분야를 집중적으로 살펴보려고 함

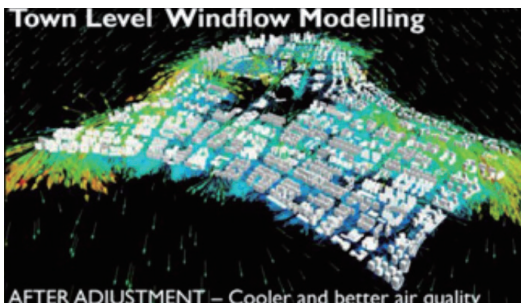
◆ 디지털 트윈은 그동안 제조·발전 분야에서 효과성이 충분히 입증됨에 따라 기술이 가진 높은 잠재성을 고려하여 국내에서도 최근 국가 과제로 선정

- ▶ 세계적인 제조·발전 기업인 GE社は '16년 디지털 트윈 플랫폼 'Predix'를 개발하여 항공기 엔진 및 발전 터빈 등 대형설비의 운영 및 유지보수 사업에 활용
- ▶ 정부는 「한국판 뉴딜 종합계획('20.7월)」에서 10대 대표과제 중 하나로 디지털 트윈을 선정하고 발전 방향 및 활성화를 위한 정책적 지원 계획 수립

◆ 싱가포르를 시작으로 해외 주요국에서는 디지털 트윈을 도시 설계와 관리에 활용하고 스마트 시티 사업 지원을 위해 적극 활용

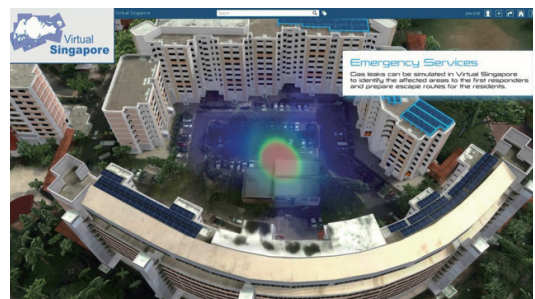
- ▶ (싱가포르) 높은 인구밀도로 발생하는 도시문제를 해결하기 위해 '14년 버추얼 싱가포르 (Virtual Singapore)를 추진하여 도시 인프라의 3D 모델링 데이터와 실시간 정보를 기반으로 도시의 공간현상을 분석함
 - 싱가포르 북부 편골(Punggol) 타운 설계 시, 도시계획 담당자들은 실제 건물이 완공될 경우 풍향을 고려하여 실제 건물 배치에 활용
 - 대규모 공동시설에서 유독가스 유출 사태 발생 시 시뮬레이션을 통해 주민들의 최적 대피경로 계획 수립
 - 매년 9월 싱가포르는 도심에서 개최하는 F1 경기에서 수많은 인파로 발생할 수 있는 사고를 대비하여 스마트폰 신호정보를 활용한 군중의 이동경로를 시각화하여 관제

〈건물배치에 따른 바람의 진행방향 예측〉



※ 자료: TEDx TALK

〈가스 유출의 방향과 범위 예측〉



※ 자료: KBS NEWS

- ◆ (중국) 항저우시는 극심한 교통문제를 해결하기 위해 '17년에 '시티 브레인 프로젝트 1.0'을 추진하여 CCTV 영상에 기반한 도시 모니터링 디지털 트윈 구축
 - 영상을 통해 인공지능 시스템이 교통량 및 차량 이동방향을 인지하고 혼잡한 교통 상황을 원활하게 하도록 대중교통 배차 간격을 조절
 - 항저우시는 '19년에 '시티 브레인 2.0'을 발표, 주변의 위성도시까지 고려한 교통 관리 체계 구축을 넘어 도시 치안 관리를 포함한 다양한 공공 서비스 분야로 확대할 예정
- ◆ (영국) 개별 도시를 넘어 국가 디지털 트윈 구축을 위해 '18년 DFTG(Digital Framework Task Group)를 설립하고 국가 인프라 디지털 트윈 구현 추진 중
 - DFTG는 디지털 트윈 발전을 위한 공통된 정의와 원칙 수립(Gemini Principle)*, 개발자를 위한 디지털 트윈 허브(DT Hub) 구축과 개발에 필요한 기본정보 관리를 위한 로드맵 마련 등 중장기 계획 수립
 - * 목적성(공공의 이익, 가치창출, 통찰력), 신뢰성(안전, 개방성, 질), 기능(진화, 연합 등)
 - 프롭테크 기업인 VU.CITY는 런던, 맨체스터 등 도시들을 3D 모델로 구축하고 교통·날씨·환경 정보 등을 이용한 도시운영 효율화와 시민 체감형 서비스를 제공하여 적용범위 확대 예정

◆ 정부는 국가 과제로 선정된 디지털 트윈의 구체적인 전략을 마련하고자 「디지털 트윈 활성화 전략('21년 8월)」 제시

- ◆ 디지털 트윈의 활용 기반 조성을 위해 3D 객체 (도시 시설물 등) 제작을 지원하고 공간정보 고도화(지하공간 통합지도 등) 및 '국가 디지털 트윈 플랫폼' 구축 추진
 - 단일기업 기술로 구축된 '버추얼 싱가포르'가 수시로 변화하는 환경을 반영하지 못하고 데이터 갱신에 어려움이 있는 점을 참고하여 정부는 다수의 기업이 참여하는 생태계를 조성해 나갈 계획
- ◆ 활성화 전략의 일환으로 수립된 '디지털 트윈 기술 K-로드맵'에서는 도시 분야의 디지털 트윈의 정의와 기술요소 도출
 - 다양한 도시문제를 해결하기 위해 현실 공간을 모사한 가상공간 모형에 실세계 정보를 실시간으로 반영하여 도시 현안을 감시·진단·예측하고 데이터 기반의 해결방안을 사전에 학습·시험·검증할 수 있는 지속 가능한 도시관리 지능화 융합기술
 - 도심에서 활용할 수 있는 시뮬레이션, 다양한 사용자에게 정보를 제공하기 위한 3차원 시각화 및 정보표출, 도시의 다양한 정보의 관계성 구축 및 시공간 동기화 등

서울 등 지자체는 한국판 뉴딜 대표과제 선정 이전부터 디지털 트윈이 도시 정책 수립 및 관리에 활용될 수 있도록 ‘디지털 트윈 도시’ 실증 사업 추진

〈지자체별 디지털 트윈 실증 사례〉

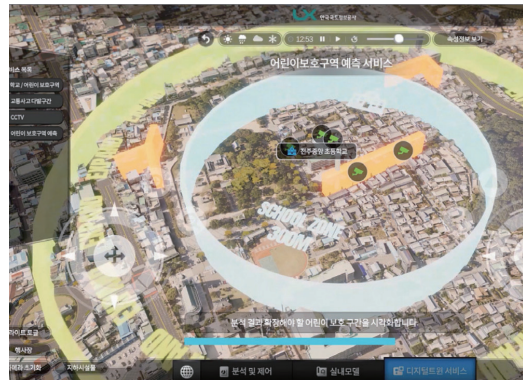
도시	사례
서울특별시	개발지의 조감도 모형을 디지털 트윈상에 구현하여 조망권, 일조량, 스카이라인 등을 정량적으로 분석한 결과를 도시계획교통영향평가 위원회 등 7개 위원회의 의사결정 시에 활용
	서울의 지형에 따른 바람의 경로, 세기와 방향 등을 파악하고 이를 활용해 도시계획, 산불 확산 방지, 도시환경문제(미세먼지, 열섬현상 등)에 활용할 모델 구축 예정('23년)
전주시	전주천의 용존산소량 등 14개의 수질정보 통해 수질 이상 징후를 모니터링하고 하천수위와 실시간 기상정보를 연계하여 하천 범람 범위 예측
	일률적인 스쿨존 범위(300m)를 학교 주변 교통사고 데이터와 연계하고 분석하여 정형·비정형의 스쿨존의 범위를 조정
세종특별자치시	수목, 국유유지, 토질현황 데이터, 수종별 미세먼지 저감효과를 기반한 시뮬레이션을 통해 나무심기의 입지선정에 활용하여 열섬현상·미세먼지 등과 같은 도시 환경문제에 대응
	수집가능한 데이터를 활용한 모델링 기법 등을 활용하여 도시의 이동행태를 1분 단위로 모사한 디지털 트윈을 구축, 이를 활용하여 도시 공영자전거(‘어울링’) 운영 방식 개선

※ 자료: 서울시, 도시문제해결 시뮬레이션 ‘디지털 트윈 S-MAP’ 전국 최초 구축(보도자료), 자체 디지털트윈 활용 및 시사점 : 전주시 사례, 디지털트윈 기술의 도시 정책 활용 사례(세종시 도시행정 디지털트윈 프로젝트를 중심으로)

〈전주시, 하천 모니터링 서비스〉



〈전주시, 스쿨존 범위 구역 조정〉



※ 자료: LX 디지털 트윈 KIOSK

◆ **실시간으로 도시 구성원의 행위와 도시의 물리적 변화가 반영된 디지털 트윈은 교통, 주거, 안전, 환경 등과 관련된 도시문제를 해결할 수단으로 활용되어 의사 결정을 위한 기간과 비용을 단축하고 정책의 효과성을 제고할 것으로 기대**

- ◆ 한정된 자산 내에서 패턴화가 가능한 제조·발전 분야의 디지털 트윈과 달리 도시 분야는 다수의 객체(시설물, 환경, 인간)와 현상을 실시간 동기화해야하는 한계를 고려하여 실증 가능한 사례 위주로 발굴 필요
- ◆ 디지털 트윈이 효과적으로 운용되기 위해서는 데이터 수집 관리와 기능 개선에 많은 초기 비용이 필요하므로 끊임없는 투자가 선행되어야 할 것으로 보임
- ◆ 다만 디지털 트윈을 구축하기 위해 수집되는 대량의 정보 중 도시 구성원의 행위와 같은 정보는 개발 시 보안 및 관리 방안이 충분히 논의되어야 할 과제로 남아 있음



참고문헌

- 관계부처 합동, 2021. 9. 6., “한국판 뉴딜 2.0, 초연결 신산업분야의 핵심” 「디지털 트윈 활성화 전략」
- 서울시 보도자료, 2021. 4. 1., 서울시, 도시문제해결 시뮬레이션 ‘디지털 트윈 S-MAP’ 전국 최초 구축
- 이관도, 2021. 4. 10., 지자체 디지털트윈 활용 및 시사점 : 전주시 사례. 국토연구원정기간행물 국토 통권 474호. pp 31-35
- 장영준 외 18명, 2021. 4. 2., 디지털트윈 기술의 도시 정책 활용 사례 (세종시 도시행정 디지털트윈 프로젝트를 중심으로). (전자통신동향분석 Vol.36 No.2). pp 43-55
- 서기환 외 3명, 2022. 3. 14., 디지털 트윈 국토 구현을 위한 전략 및 과제. 국토정책 Brief No.856
- 서기환 오창환, 2020. 9. 7., 가상국토 구현을 위한 디지털 트윈 정책방향. 국토정책연구원 연구보고서 (수시 20-10)
- 정보통신기획평가원, 2021. 12., 디지털 트윈 기술 K-로드맵 VER 1.0
- 한국과학기술기획평가원, 2020. 2. 14., ICT 주요국의 디지털 트윈 추진 동향과 시사점. 과학기술&ICT 정책·기술 동향-기술 동향 160호. pp 1-10
- KBS, 2019. 4. 6., ‘싱가포르, 3D 가상현실로 스마트 국가건설’