



수시 | 20-10

가상국토 구현을 위한 디지털트윈 정책방향

Policy Direction and Institutional Basis for National Digital Twin

서기환, 오창화

수시 20-10

가상국토 구현을 위한 디지털트윈 정책방향

Policy Direction and Institutional Basis for National Digital Twin

서기환, 오창화

■ 저자

서기환, 오창화

■ 연구진

서기환 국토연구원 연구위원(연구책임)

오창화 국토연구원 전문연구원

■ 연구심의위원

임은선 국토연구원 공간정보사회연구본부장

강혜경 국토연구원 연구위원

이재용 국토연구원 연구위원

김미정 국토연구원 선임연구위원

주요 내용 및 정책제안

FINDINGS & SUGGESTIONS



본 연구보고서의 주요 내용

- 1 스마트도시(Smart City) 구현을 위한 기반으로써 디지털트윈 도시모델에 대한 요구가 증가, 국가 차원의 디지털트윈 구축을 위한 제도적 근거와 정책방향 마련을 위해 본 연구를 수행
- 2 디지털 대전환이라는 패러다임 변화에 맞게 디지털트윈, 디지털 트윈국토 등 개념을 정의하고, 국내외 디지털트윈 추진사례와 현황을 통해 한계와 시사점을 도출
- 3 디지털트윈 추진을 위한 근거 마련을 위해 관련 법제도를 검토하여 “국가공간정보 기본법” 개정(안)을 제시하고, 스마트도시와 디지털트윈이 연계를 위한 근거로써 “스마트도시법 시행령” 개선(안)을 제시
- 4 디지털뉴딜의 한 축인 디지털 트윈국토 구현을 위한 정책 추진방향으로 3차원 데이터의 구축 대상과 범위, 구축방법, 구축 및 운영 주체, 표준 및 기술개발 주요 내용, 거버넌스 구축을 위한 기본적인 내용을 정리, 향후 세부 추진전략 마련을 위한 방향을 제시함

본 연구보고서의 정책제안

- 1 본 연구는 스마트도시 건설과 함께 지속적으로 거론되는 ‘디지털트윈’ 구현을 위한 정책방향과 이를 지원할 법제도적 근거(국가공간정보 기본법 개정안)를 제시
- 2 지자체와 공공기관 등에서 산발적으로 추진되는 디지털트윈 구축에 대한 국가차원의 정책 필요성을 제기하고, 기본적인 추진방향을 제시하였다는 점에서 정책적 기대효과가 있음
- 3 본 연구에서 제시한 디지털트윈 정책 추진방향을 기반으로 좀 더 구체적인 디지털트윈(국토/도시) 구현을 위한 세부 추진전략 마련이 필요

차례

CONTENTS

주요 내용 및 정책제안	iii
--------------------	-----

제1장 연구의 개요

1. 연구의 배경 및 목적	3
2. 연구의 범위 및 방법	5
3. 선행연구와의 차별성	7

제2장 디지털트윈 개념 및 적용 분야

1. 패러다임 변화: 디지털 대전환	11
2. 디지털트윈의 등장	12
3. 디지털트윈 개념 및 적용 분야	14

제3장 디지털트윈 추진 사례 및 시사점

1. 국외 디지털트윈 추진 사례	21
2. 국내 디지털트윈 추진 현황	39
3. 국내 디지털트윈 추진의 한계	50
4. 디지털 트윈국토 추진을 위한 시사점	51

제4장 디지털 트윈국토 추진 기본방향 및 추진과제

1. 디지털 트윈국토 추진 기본방향 55
2. 디지털 트윈국토 구현을 위한 추진과제 56

제5장 디지털트윈 관련 법제도 검토 및 개선(안)

1. 법제도 검토 방향 63
2. 관련 법제도 검토 64
3. 관련 법제도 개선(안) 69

제6장 결론

1. 연구결과 및 기대효과 75
2. 향후과제 77

참고문헌 78

SUMMARY 82

부 록 83



CHAPTER 1

연구의 개요

1. 연구의 배경 및 목적	3
2. 연구의 범위 및 방법	5
3. 선행연구와의 차별성	7

01 연구의 개요

1. 연구의 배경 및 목적

1) 연구 배경

□ 최근 세계 각국은 스마트도시(Smart City) 건설과 이를 통한 경제적 가치창출에 정책 역량을 집중하고 있음

- 특히, 싱가포르(Virtual Singapore), 영국(National Digital Twin)과 같이 국가 차원에서 스마트도시 구현을 위한 인프라로서 디지털트윈을 접목하고자 3차원 공간정보 구축 등 관련 정책을 추진하고 있음

□ 한편, 우리나라는 2017년 말 U-City법을 “스마트도시 조성 및 산업진흥에 관한 법률 (이하 스마트도시법)”로 개정하고, 스마트 도시종합계획의 수립 및 건설에 국가적 관심을 기울이고 있음

- 2019년부터 추진 중인 제3차 스마트 도시종합계획의 추진전략에 따라 세종과 부산지역을 스마트도시 건설을 위한 국가시범도시로 선정하여 개발 중이며, 디지털트윈을 기반 인프라로 스마트도시 건설에 적용하고자 함
- 이 밖에도 전주와 대구 등 일부 지자체도 스마트도시 구축을 위한 시범사업을 자체적으로 수행하고 있으며,
- 새만금간척지의 일부지역도 디지털트윈 기반 스마트도시로 건설하기 위해 디지털트윈을 적용하고자 하는 시도가 이어지고 있음

-
- 그러나 스마트도시법¹⁾에는 현실 세계와 쌍둥이 가상 세계의 연결을 통한 디지털트윈 기반 스마트도시 구축에 관한 내용은 다루지 않고 있음

□ 최근 우리정부는 코로나19 사태로 인한 경기침체 극복과 구조적 대전환에 대응하기 위해 한국판 뉴딜을 추진하고 있음

- 코로나19가 가져온 비대면 수요 대응과 디지털 경제로 전환, 안전한 국토 관리와 신산업을 위한 기반으로써 디지털트윈을 10대 대표과제로 선정
- 디지털트윈 실현을 위한 기반인 3차원 공간정보²⁾는 국가공간정보인프라의 중요한 요소이기는 하나 국가공간정보 기본법에서 간행물의 한 종류로만 정의
- 즉, 국가공간정보정책 측면에서도 3차원 공간데이터 구축 외에 디지털트윈 구현을 위해 필요한 구축 대상과 범위, 표준, 연계·운영 및 관리를 지원할 정책 및 제도적 장치가 미비한 실정

2) 연구 목적

□ 이 연구는 한국판 뉴딜의 10대 대표사업 중 하나인 디지털 트윈국토 구현을 위한 국가의 정책 방향과 제도적 근거 마련이 목적임

- 인프라 성격의 디지털트윈을 국가공간정보인프라 정책의 틀에서 어떤 방향성을 가지고 추진할 것인지 디지털트윈 추진을 위한 제도적 근거와 함께 제시
- 또한 스마트도시 인프라로써 디지털트윈이 스마트도시와 잘 연계될 수 있도록 제도적 기반을 마련하고자 함

1) 스마트도시의 효율적인 조성, 관리·운영 및 산업진흥 등에 관한 사항을 규정하여 도시의 경쟁력을 향상시키고 지속가능한 발전을 촉진함으로써 국민의 삶의 질 향상과 국가 균형발전에 이바지함을 목적으로 함

2) 3차원 지형, 3차원 인공객체, 3차원 실내 및 지하공간정보 등을 포괄

2. 연구의 범위 및 방법

1) 연구 범위

- ☐ 이 연구에서는 먼저 디지털트윈의 개념적 정의와 적용대상, 디지털트윈이 필요한 이유를 국내외 관련 현황을 통해 살펴봄
 - 국내외 디지털트윈 기반 스마트도시 추진사례에서 디지털트윈 정책추진을 위해 극복해야할 문제점과 한계를 살펴보고 중장기 정책 방향을 위한 시사점 제시
- ☐ 디지털트윈 정책 추진을 뒷받침할 법제도 개선을 위해 기존의 관련 법률들을 살펴보고, 참고할 내용과 새로 추가될 내용을 검토하여 기존의 “국가공간정보 기본법” 등의 개선안을 제시하고자 함
 - 주요 대상 법률로 국가공간정보 기본법 및 동법 시행령, 국토지리정보원의 3차원 국토공간정보구축작업규정, 스마트도시법 등이 있음

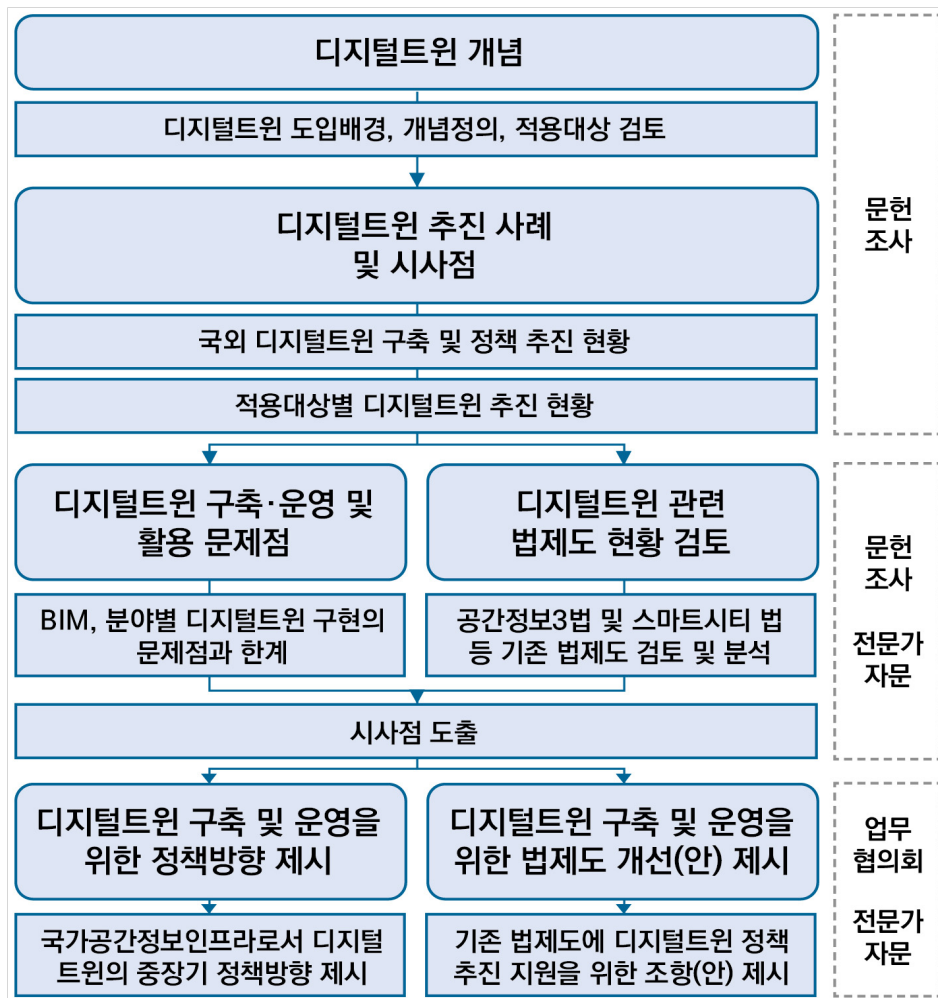
2) 연구 방법

- ☐ 문헌 및 선행연구 검토
 - 3차원 공간정보 구축(Vworld) 현황, 디지털트윈 기반 스마트도시 구축 등 관련 선행연구 및 법제도 검토
- ☐ 국내외 사례 조사
 - 국내: 세종시 5-1생활권, 부산 에코델타시티, 새만금 수변도시조성 계획, 3기 신도시 계획 등 디지털트윈 추진 사례조사
 - 국외: 싱가포르(Virtual Singapore), 영국(National Digital Twin Programme) 등 해외 공공 및 민간의 디지털트윈 접근방식 조사

□ 전문가 및 정책수요자와 협업

- 3차원 공간정보 구축, 스마트시티, 디지털트윈 관련 전문가 및 법률 전문가 자문 회의
- 국토교통부 정책담당자 의견청취 및 협업

그림 1-1 | 연구 흐름도



자료: 저자 작성

3. 선행연구와의 차별성

1) 선행연구 현황

- 공간정보인프라 및 스마트도시 관련 선행연구와 법제도에는 디지털트윈 구현을 위한 정책방향에 대해 다룬바가 없고, 오픈 플랫폼(Vworld), 또는 BIM 등의 데이터를 통한 3차원 데이터구축에 관한 연구는 일부 수행

2) 선행연구와 본 연구와의 차별성

- 임시영 등(2019)은 초연결 스마트시티를 위한 공간정보 전략 방안을 제시하였으나, 가상공간의 공간정보 구축에 대한 방향성을 제시한 것으로 전체적인 정책적 방향성을 제시하지는 않음
 - 이 연구는 공간정보 구축 전략에 그치지 않고, 국가 전반적인 정책 방향을 제시하는 데에서 차별성을 가짐
- 본 연구는 3차원 데이터 구축보다는 디지털트윈 정책방향(대상·범위, 구축·관리 및 활용)과 이를 지원하기 위한 법제도적 개선에 방점이 있다는 점에서 차별성이 있음

표 1-1 | 선행연구와의 차별성

구 분		선행연구와의 차별성		
		연구목적	연구방법	주요 연구내용
주요 선행 연구	1	- 과제명: 3차원 국토공간정보 구축 개선방안 연구 - 연구자: 박준구 외 (2008) - 연구목적: 3차원 국토공간정보의 구축을 위한 기수립 구축 지침 분석 및 새로운 기준 제시	- 문헌 조사 및 사례 분석 3차원 국토공간정보 구축 개선 방안 제시	- 기수립 3차원 국토공간정보 구축지침 및 3차원 국토공간정보 구축 현황 분석 3차원 국토공간정보 구축 작업절차 개선 방안 3차원 국토공간정보 구축항목 및 방법 재정의
	2	- 과제명: 초연결 스마트시티 구현을 위한 공간정보 전략 연구 - 연구자: 임시영 외 (2019) - 연구목적: 초연결 스마트시티를 구현하기 위해 필요한 공간정보의 역할 및 달성 전략 제시	- 기존 스마트시티의 발전 과정 정리 - 스마트시티의 공간정보 활용 사례 및 현황 조사 - 공간정보 시범구축 - 공간정보 전략 제시	- 초연결 스마트시티의 진화 전망 도출 - 초연결 스마트시티에서 공간정보의 역할 및 활용 도출 - 초연결 스마트시티 시범 구축 및 시나리오 제시 - 초연결 스마트시티를 위한 공간정보의 전략 및 추진과제 제시
	3	- 과제명: 디지털트윈 구현을 위한 BIM 프레임워크 활용 방안 - 연구자: 박소현 외 (2019) - 연구목적: 건축물의 BIM 데이터와 CityGML 정보 연계를 통한 디지털트윈 구축 활용 방안 제시	- BIM, GIS 데이터, CitiGML 데이터 및 기술 분석 - BIM 활용 프레임워크 제시	- 디지털트윈 동향 분석 - 디지털트윈 구축 시 BIM의 연계 가능 요소 분석
본 연구		향후 디지털트윈의 완성을 위한 정책 방향 및 법제도 개선 방안의 제시	- 해외사례 조사 및 검토 - 법제도 현황 조사 - 정책방안 및 법제도 개선 방안 제시	- 국외의 디지털트윈 정책 및 구축 사례 조사 - 디지털트윈과 관련된 우리나라의 법률 검토 및 현황 조사 - 우리나라 디지털트윈 구축을 위한 정책 방안 제시 및 법제도 개선 방안 도출

자료: 저자 작성



CHAPTER 2

디지털트윈 개념 및 적용 분야

- 1. 패러다임 변화: 디지털 대전환 11
- 2. 디지털트윈의 등장 12
- 3. 디지털트윈 개념 및 적용 분야 14

02 디지털트윈 개념 및 적용 분야

1. 패러다임 변화: 디지털 대전환

- 국토의 디지털 전환 역사는 현실 세계를 2차원의 종이지도라는 한정된 지면에 표현하기 위해 객체를 추상화하는 데서 출발하였음
 - 이후 컴퓨터의 등장으로 스캐닝(scanning)과 디지털라이징(digitizing)을 통해 종이지도를 디지털화 하거나 디지털 항공사진을 도화해서 사용하게 됨
 - 이러한 지도제작 기술은 2D에서 3D로 발전하였고, 현실 세계를 더 정확하고 정밀하게 표현하기 위한 노력을 끊임없이 추구해오고 있음
- 2016년 세계경제포럼(World Economic Forum)을 계기로 주목받고 있는 4차 산업혁명 기술은 과거 개념적으로만 구상하던 국토의 디지털 대전환을 실현시키는 기반을 마련
 - 2000년대 초 이미 디지털 국토¹⁾나 사이버 국토²⁾ 구축에 대한 논의가 진행되던 바 있으나, 당시 기술여건이 성숙하지 못해 개념적 담론 수준에 머물렀음
 - 2000년대 중후반 Ubiquitous computing 개념을 도시에 적용한 U-City가 등장하였고, 지금의 디지털 트윈기반 스마트시티와 유사한 개념이 논의됨
 - 2010년대 중반부터 대용량 데이터의 실시간 수집·처리·분석 및 시각화를 가능하게 하는 4차 산업혁명 기술(IoT, Big Data Analytics, AI, 5G Network, Cloud Computing 등)이 등장하면서 디지털 대전환의 기반이 마련됨

1) 최병남 외. 2000. 제2차 국가 GIS기본계획 수립 연구 :디지털국토 구축을 위한 전략과 실천 방안.

2) 김영표 외. 2001. 디지털시대에 대비한 사이버국토 구축전략 연구. 국토연구원.

-
- 특히, 국토는 한정된 자원이며, 한번 개발되고 나면 원래대로 복구가 어려울 뿐만 아니라 복구를 위해 많은 시간과 비용이 소요되고 주변 환경에 미치는 영향이 매우 큼
 - 따라서 국토자원을 효율적이며 지속가능하게 이용·관리하기 위해 시행착오를 줄여야 하는데, 국토의 디지털트윈 구축은 공간계획과 시뮬레이션을 통해 이것을 가능하게 할 것임
 - 또한, 가상 국토 구현을 위한 디지털트윈 정책방향은 코로나 사태가 불러온 디지털 대전환 요구에도 부합, 타 분야의 디지털 대전환을 선도할 것임

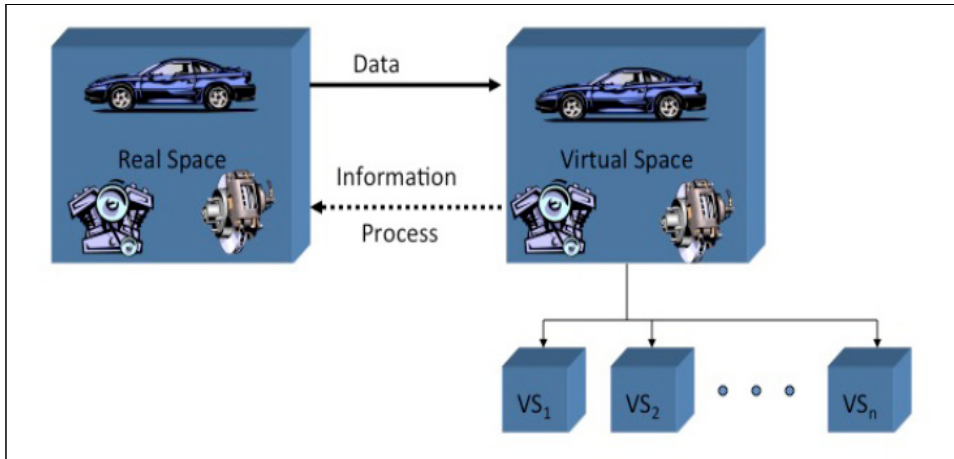
2. 디지털트윈의 등장

- 현대적인 디지털트윈 개념이 등장한 시기는 2002년 Michael Grieves 교수가 미 시건 대학에서 Product Lifecycle Management(PLM)를 소개하면서부터임³⁾
 - 그림 2-1과 같이 현실세계(Real Space)와 가상세계(Virtual Space)의 객체가 서로 연결되어 실세계 데이터(Data)가 가상세계로 전달되고, 가상세계의 정보(Information)가 실세계와 하부 가상세계로 전달되어 현실세계 객체의 생애 주기(Lifecycle)에 영향을 미치는 개념임
- 2010년 미국항공우주국(NASA)은 지속가능한 우주탐사를 위한 로드맵에 차세대 우주 비행체와 전투기 등의 효율적인 유지·보수를 위해 디지털트윈 개념과 용어를 도입⁴⁾
 - 우주공간이라는 환경적 특성을 고려해 임무 중 발생하는 사태에 대비할 수 있도록 로켓 등의 디지털트윈을 만들어 예측 및 시뮬레이션을 통해 임무를 지원

3) Challenge Advisory. <https://www.challenge.org/insights/digital-twin-history/> (2020년 4월 23일 검색)

4) Michael Grieves. 2016. Origins of the Digital Twain Concept.

그림 2-1 | PLM의 개념



자료: Michael Grieves. 2016. Origins of the Digital Twin Concept.

- 미국항공우주국은 디지털트윈이라는 개념이 등장하기 훨씬 이전인 1970년 4월 Apollo 13호의 달 탐사 임무를 지원하기 위해 유사한 시도를 한 바 있음
- Apollo 13호 제작 시 쌍둥이 우주선을 제작해 지구귀환에 필요한 시뮬레이션을 쌍둥이 우주선으로 지구에서 수행, 지금의 디지털트윈 개념을 물리적 방식으로 구현한 바 있음

□ 민간에서는 2014년 GE(General Electric)가 현업에 디지털트윈을 적용, 자사의 생산 시설과 기계를 가상공간으로 구축하고, 생산 공정과 제품을 제어·관리하는 데에 활용

- 예를 들면, 항공기 엔진 관리 시스템은 항공기의 엔진에 다수의 센서를 부착하여 데이터를 수집, 엔지니어에게 엔진의 종합적인 상태를 데이터로 제공하여 엔진의 내구성 관리와 교체 시기 예측 및 정비에 활용⁵⁾
- 이를 통해 항공기의 결항 감소 및 정비 비용 절감 등 편익을 창출

5) Techworld. 2019. 현실 속 디지털 트윈 적용 사례. 6월 19일.

<http://www.epnc.co.kr/news/articleView.html?idxno=90787> (2020년 4월 20일 검색)

□ 디지털트윈이라는 용어 또는 개념이 폭발적으로 확산된 계기는 2017년 말 가트너(Gartner)가 2018년 10대 전략기술 트렌드에 디지털트윈을 포함시키면서 부터임⁶⁾

- 이후 GE의 사례와 유사하게 다양한 민간 기업(독일 Siemens, 미국 Honeywell, 프랑스 Total 등)들이 자사가 가진 생산시설과 기계 또는 제품을 3차원 가상 공간과 모델로 구축, 생산 공정, 사용현황 모니터링 등 제품의 생애주기(Lifecycle)를 제어·관리하는 데에 디지털트윈을 활용
- 공공측면에서도 세계 각국이 디지털트윈 도시/국가 건설을 위한 논의가 진행 중이며, 일부 국가의 구축 사례가 세계의 관심을 받고 있음

3. 디지털트윈 개념 및 적용 분야

1) 디지털트윈 개념

□ 가트너(Gartner)는 실세계의 객체(entity)나 시스템(system)을 디지털로 묘사(representation)한 것을 디지털트윈이라고 간략히 정의⁷⁾하였고,

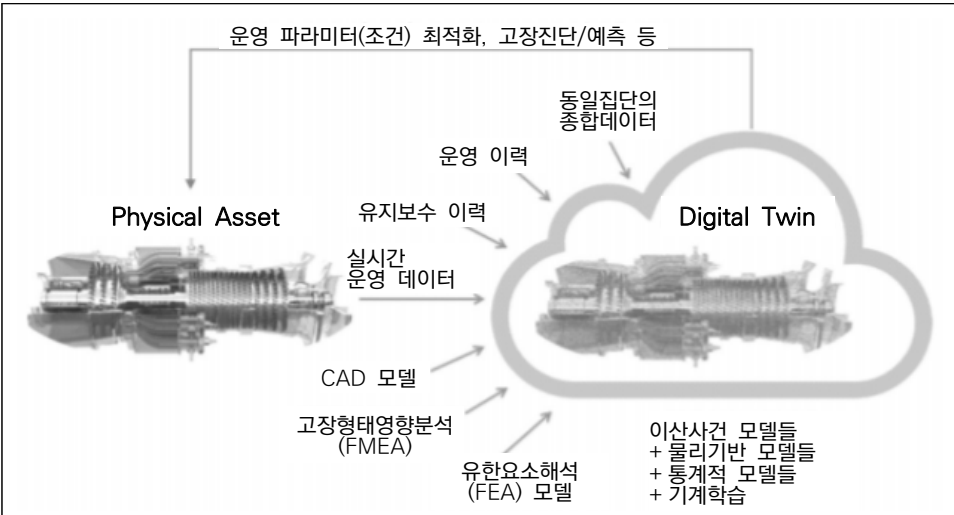
- 이광기 등(2018)은 “디지털 트윈(digital twin)이란 물리적 객체(자산, 프로세스 및 시스템 등)들에 대한 디지털 복제(쌍둥이)로서, 수명주기 전체에 걸쳐 대상 객체 요소들의 속성·상태를 유지하며 이들이 어떻게 작동하는지 동적 성질을 묘사하는 가상의 모델”이라고 정의(그림 2-2 참조)
- 디지털트윈이 가상세계의 제어기능을 현실세계와 연결하여 물리적 시스템을 제어한다는 측면에서 Cyber-Physical System(CPS)과도 유사한 개념임

6) Gartner. 2017. Top 10 Strategic Technology Trends for 2018.

7) Gartner. 2017. Top 10 Strategic Technology Trends for 2018.

- GE의 사례를 통해본 디지털트윈 구성의 기본 요소로는 물리적 자산(physical asset), 가상의 쌍둥이 모델(3D model), 자산에 부착된 센서(sensor), 센서로부터 생산된 데이터(data), 수집된 데이터 분석을 위한 모델(analytic model)과 플랫폼(cloud based platform)을 들 수 있음

그림 2-3 | 디지털트윈 개념도

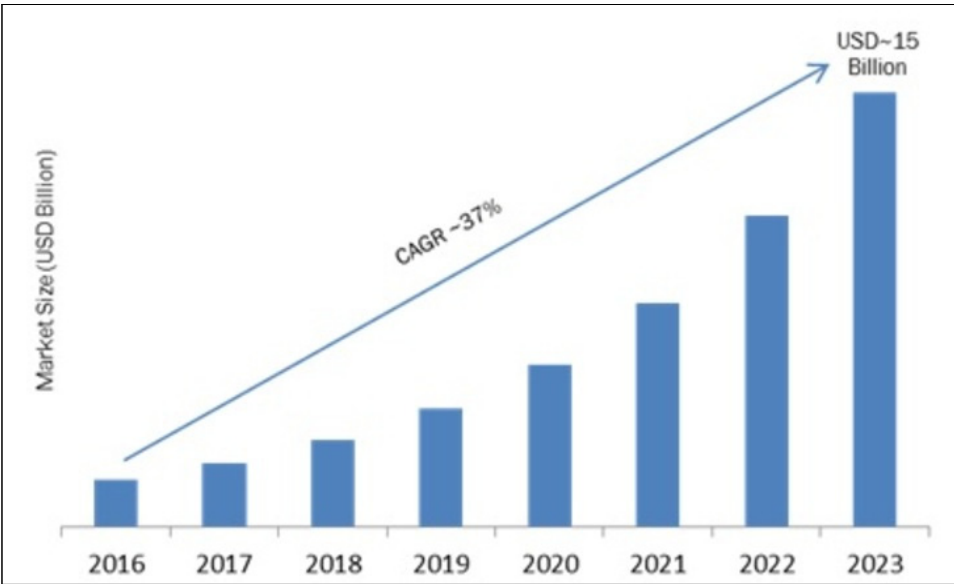


자료: 이광기 외. 2018. 디지털 트윈 기술 발전방향. 한국산업기술평가관리원.

- 디지털트윈을 구축하는 이유는 실세계로부터 실시간으로 수집한 데이터를 분석해 사전에 가상세계에 적용(simulation)하거나 미래를 예측(prediction)하는 등 능동적인 제품의 모니터링과 문제 대응으로 경제적 편익을 취할 수 있기 때문
- Market Research Future의 세계 디지털트윈 시장 전망에 따르면 2016년 18억 달러 규모에서 2023년까지 약 157억 달러 규모로 연평균 37%의 성장률을 예상⁸⁾(그림 2-3 참고)

8) 홍창희 외. 2018. 도시/건설 분야 디지털 트윈 기술 기획 연구. 한국건설기술연구원. 32p.

그림 2-4 | 디지털트윈 세계시장 전망



자료: Market Research Future, 2018.

2) 가상 국토 vs. 디지털 트윈국토

- “가상 국토”는 디지털트윈의 개념을 국토 공간에 투영한 것으로 기존에 축척과 2차원 지도 형태로 표현되던 국토 공간을 3차원 공간데이터로 컴퓨터에 구현한 국토라고 정의할 수 있음
- “디지털 트윈국토”란 현실 세계에 존재하는 자연적·인공적인 객체에 대한 3차원 위치와 형태, 속성정보를 포함한 공간정보로 구축된 가상 국토로 정의할 수 있으며, 결국 한 국어 표현인 가상 국토의 다른 명칭이 디지털 트윈국토임

3) 디지털트윈 적용 분야

□ 디지털트윈은 스마트 제조 및 공장, 전력, 우주·항공, 자동차, 국토·도시, 건축 및 시설물, 의료 등 광범위하게 적용이 가능

- 예를 들어 제조 및 공장 부문에서는 제품설계에서부터 공장 모니터링, 고장진단 및 예측 등 제조과정의 효율성을 높이고, 최적화를 통해 시간과 비용 절감
- 스마트 도시는 도시기반시설에 대한 모니터링, 예측, 도시계획 및 환경 변화에 대한 시뮬레이션 수행 등 물리적 실행에 앞서 사전에 문제점 파악 및 대응

□ 디지털트윈은 다양한 분야에 적용 가능한 만큼 해당 분야에 적용하기 위해서는 각 분야의 목적에 부합하는 디지털트윈 모델 마련이 필요함

- 디지털트윈을 구축하는 목적, 대상과 범위가 분명해야 하고, 얻고자 하는 편익 또는 제공하고자 하는 서비스가 무엇인지 정의되어야 함
- 특히, 국토·도시와 같은 공공의 영역에서의 디지털트윈은 국가나 지자체 또는 민간의 역할이 정의되어야 하며, 제조 및 공장, 전력, 우주·항공 등과는 다른 형태의 디지털트윈 구성요소가 필요할 것임



CHAPTER 3

디지털트윈 추진 사례 및 시사점

- 1. 국외 디지털트윈 추진 사례 21
- 2. 국내 디지털트윈 추진 현황 39
- 3. 국내 디지털트윈 추진의 한계 50
- 4. 디지털 트윈국토 추진을 위한 시사점 51

03 디지털트윈 추진 사례 및 시사점

1. 해외 디지털트윈 추진 사례

- 최근 국가 차원에서 디지털트윈을 국토 또는 도시에 적용하기 위한 정책을 실행하는 국가는 대표적으로 싱가포르와 영국이 있음¹⁾
 - 싱가포르는 Virtual Singapore를 통해 도시 내 모든 시설과 구조물을 3차원 디지털트윈으로 구현하고 있으며,
 - 영국은 국가 인프라위원회(British National Infrastructure Commission, NIC)에서 데이터 공유, 인프라 가치 및 사회적 편익 향상을 목표로 국가 디지털트윈(National Digital Twin, NDT)을 권고·추진 중

1) Virtual Singapore²⁾

- 버추얼 싱가포르(Virtual Singapore)는 도시국가인 싱가포르 전체를 3차원의 디지털트윈으로 재현하고자 하는 모델
 - 싱가포르의 스마트 네이션(Smart Nation) 프로젝트 일환으로, 다양한 주체들이 협업할 수 있는 가상 국토 플랫폼을 구축

1) S&T GPS. 2020. [이슈분석 133호] 주요국의 디지털 트윈 추진 동향과 시사점.
https://now.k2base.re.kr/portal/issue/ovsealssued/view.do?polilsueId=ISUE_0000000000000931&menuNo=200046&pageIndex=1 (2020년 4월 8일 검색)

2) Virtual Singapore. <https://www.nrf.gov.sg/programmes/virtual-singapore> (2020년 4월 8일 검색).

- 2014년부터 싱가포르 국립연구재단(National Research Foundation, NRF) 주도로 버추얼 싱가포르 프로젝트를 시작
- 전 국토의 가상화를 위해 다쏘시스템(Dassult Systemes)과 협업, 3차원 공간 정보를 기반으로 한 디지털트윈을 구축하고, 관리 및 제어를 위한 플랫폼을 구축
- 2018년까지 약 7,300만 달러를 투입해 버추얼 싱가포르를 구축하였으나 이후 기능개선과 데이터 갱신에 지나친 비용요구로 사업이 일시 중단된 바 있음

□ 버추얼 싱가포르는 3차원 가상도시 환경을 통해 도시계획 및 정책 추진을 위한 의사결정을 지원하고, 도시의 각종 정보 공개를 통해 시민들과 소통·공유³⁾하며, 이를 통해 시민의 삶의 질을 높이는 것을 목표로 함 (임시영 외, 2019)

- 싱가포르 전체의 3D 모델링과 시각화를 통해 다양한 도시 공간현상을 분석하는 것이 주사용 목적임
- 버추얼 싱가포르를 통해 정부의 효과적인 정책 추진과 의사결정, 민간의 기업 환경 분석, 연구자를 위한 테스트 베드, 공공 커뮤니티 협업과 같은 다양한 영역에서 효과를 기대할 수 있음
- 예를 들어 도시 설계 시 가상공간에 먼저 건물을 구현하고, 건물 배치에 따른 공기흐름을 시뮬레이션하여 최적의 통풍(바람길) 설계나 일조권 등을 분석⁴⁾

3) GovInsider. 2018. Meet Virtual Singapore, the city's 3D digital twin.
<https://govinsider.asia/digital-gov/meet-virtual-singapore-citys-3d-digital-twin/>(accessed April 20, 2020)

4) KBS News. 2019. [스마트시티①] 싱가포르, 3D 가상현실로 스마트 국가 건설. 4월 6일.
<http://news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=4174908> (2020년 4월 9일 검색)

□ 버추얼 싱가포르는 표 3-1과 같이 가상 실험(Virtual Experimentation), 테스트 베드(Virtual Test-Bedding), 계획 및 의사결정(Planning and Decision-Making), 연구 개발(Research and Development)의 네 가지를 주요 기능으로 제시

표 3-1 | 버추얼 싱가포르의 주요 기능

기능	적용 예시
가상 실험(Virtual Experimentation)	3G/4G 네트워크의 커버리지 지역을 탐색하고, 커버리지 취약지역에 대한 시각화, 개선 가능 영역에 대한 하이라이트를 3D 도시모델로 제시
테스트 베드(Virtual Test-Bedding)	건물의 비상 시 대피계획 수립을 위해 군중의 분산에 대한 시뮬레이션과 모델링에 활용 가능
계획 및 의사결정(Planning and Decision-Making)	교통 흐름과 보행자 이동 패턴 분석을 위한 어플리케이션 개발 등
연구 개발(Research and Development)	3D 도시모델을 통해 새로운 3D툴 연구 및 개발에 활용

자료: Virtual Singapore. <https://www.nrf.gov.sg/programmes/virtual-singapore> (2020년 4월 8일 검색)

□ 버추얼 싱가포르의 주요 활용사례는 그림 3-1과 같이 협업과 의사결정, 접근성 분석 및 도시계획 등 도시의 다양한 분야에 활용

- 앞서 말했던 도시 설계 시 공간 배치 시뮬레이션 외에도 태양광 발전과 같은 신재생 에너지 생산시설의 배치 분석(그림 3-1 상단),
- 가스 유출과 같은 위기 상황에서의 대피 경로 시뮬레이션 등 재난재해와 관련 해서도 다양한 측면에서 활용(그림 3-1 하단)

□ 버추얼 싱가포르 구성 주요 데이터

- 버추얼 싱가포르 3D모델의 모든 객체는 의미정보(Semantic Information)가 결합되어 있어, 건물 내외부가 객체로 구분되어 플랫폼에 적용됨

그림 3-1 | 버추얼 싱가포르의 활용 사례



자료: KBS News. 2019. [스마트시티①] 싱가포르, 3D 가상현실로 스마트 국가 건설. 4월 6일.
<http://news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=4174908> (2020년 4월 9일 검색)

□ 거버넌스

- 버추얼 싱가포르 프로젝트에는 싱가포르 국립연구재단, 국무총리실, 국토청 (Singapore Land Authority, SLA), 기술청 (Government Technology Agency of Singapore, GovTech) 등 다양한 주체가 참여하고 있음

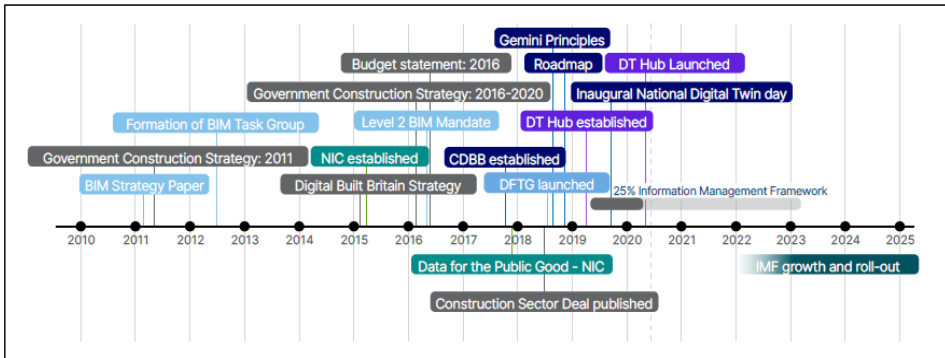
- 싱가포르 국립연구재단이 버추얼 싱가포르 프로젝트의 개발 주체를 맡고 있으며, 국토청은 3D 공간데이터의 제공과 버추얼 싱가포르 플랫폼 운영을 담당
- 기술청은 정보통신 기술 분야의 전문기를 제공하는 등 다양한 공공주체가 여러 단계에서 참여하고 있으며,
- 공공주체 외에도 연구기관, 민간 사업체, 시민 등 다양한 주체가 버추얼 싱가포르에 참여하여 정보를 탐색·분석하고 활용할 수 있도록 함

2) 영국 국가 디지털트윈

(1) 추진 경위

- 2017년 영국 국가 인프라위원회(British National Infrastructure Commission)는 도시 내 인프라의 생산성 향상 및 데이터 기반 산업 창출·활성화를 위한 권고로서 디지털 프레임워크와 국가 디지털트윈 추진을 제시 (그림 3-2 참고)

그림 3-2 | 영국 국가 디지털트윈의 타임라인



자료: CDBB. 2020. The approach to delivering a National Digital Twin for the United Kingdom.

- 디지털트윈 구축을 통해 데이터 기반 경제에서 인프라 분야의 발전과 국가 인프라의 관리, 계획 및 예측을 도모할 것을 기대⁵⁾

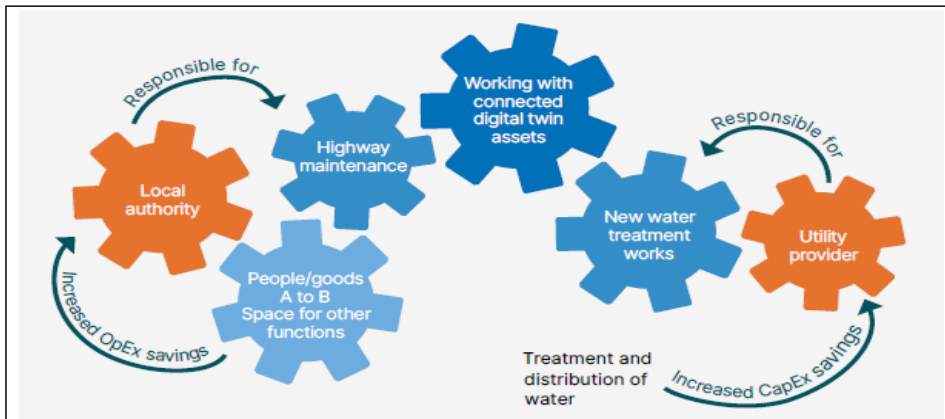
- 예를 들면, 에너지나 수자원 등의 최적 사용량 예측, 교통 흐름을 반영한 교통 체증 해소, 테러 등 위기 상황에 대한 회복력 증대, 시민 삶의 질 향상을 목적으로 함
- 영국의 국가 디지털트윈은 2011년 건축 환경에 BIM을 적용하고자 한 BIM task group의 뒤를 이어 2015년 국가 인프라위원회(NIC)의 발족으로 이어졌고,
- 2017년 Centre for Digital Built Britain(CDBB)이 설립되면서 지금의 국가 디지털트윈 전략까지 마련됨

(2) 국가 디지털트윈 개념⁶⁾

□ 영국의 국가 디지털트윈(National Digital Twin)은 하나의 큰 모델이 아니라 다양한 국가 인프라 네트워크의 디지털트윈이 상호 연계되어 시스템을 최적화하고, 계획 및 예측을 가능하게 하는 디지털트윈 간의 연계를 의미하는 개념 (그림 3-3 참고)

- 즉, 국가 디지털트윈은 다양한 분야 및 조직의 디지털트윈이 서로 연결되어 더 큰 가치 창출을 실현할 수 있는 시스템의 구현을 목적으로 함

그림 3-3 | 영국 국가 디지털트윈 - Connected twins



자료: CDBB. 2020. The approach to delivering a National Digital Twin for the United Kingdom.

5) NIC. 2017. Data for the Public Good. NIC Report.

6) CDBB. 2020. The approach to delivering a National Digital Twin for the United Kingdom.

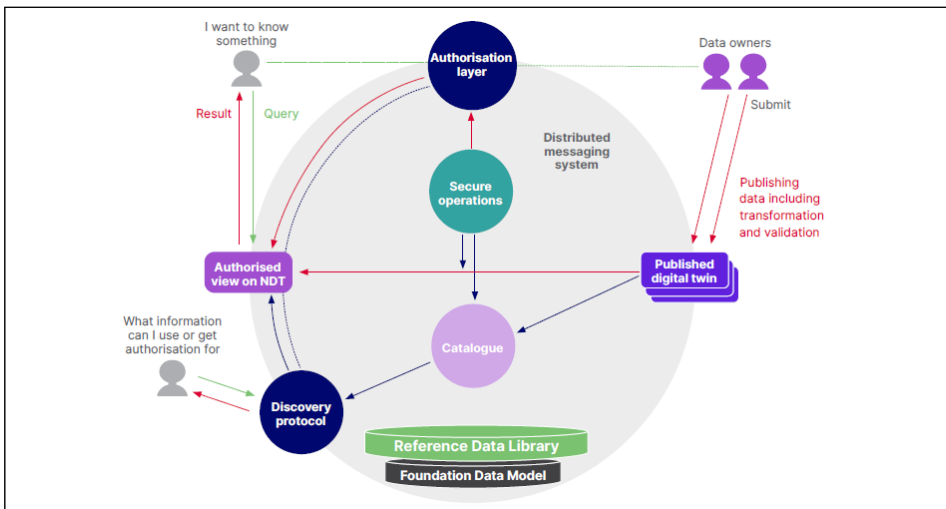
- CDBB는 국가 전체의 건축 및 자연 환경에 대한 데이터 모델을 공유·통합하도록 지원하기 위해 Information Management Framework(IMF)를 제시하고,
- 국가 디지털트윈을 위한 IMF의 접근 방향으로서 Foundation Data Model (FDM), Reference Data Library(RDL), Integration Architecture(IA) 제안 (그림 3-4 참고)

※ FDM: 디지털트윈 생태계에서 공유 및 활용 가능한 데이터 구조 마련

※ RDL: 확실한 공유를 위한 데이터와 디지털트윈에 대한 공통된 reference, 개념 등에 대한 라이브러리 조성

※ IA: 상호 연결된 디지털트윈의 관리를 위한 통합적 시스템 구조 설계

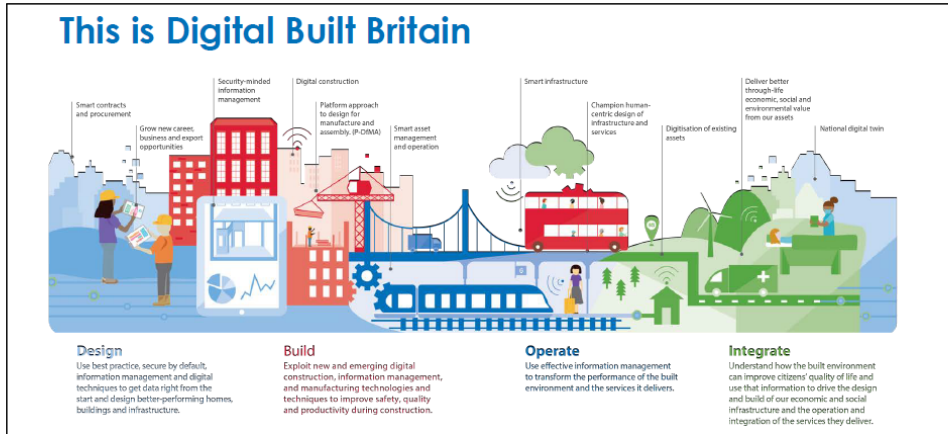
그림 3-4 | IMF의 Integration Architecture의 요소



자료: CDBB. 2020. The approach to delivering a National Digital Twin for the United Kingdom.

- CDBB의 국가 디지털트윈은 건축 환경(주거/상업/산업용 건물, 사회기반시설, 교통, 에너지, 수자원, 자연환경 등 사람의 정주공간을 구성하는 모든 물리적 환경을 포함하는 개념)에 있어 더 효율적이고 빠른 의사결정 지원에 중점을 둠 (그림 3-5 참고)

그림 3-5 | CDBB의 디지털트윈 개념도



자료: Mark Enzer. 2019. Introducing the National Digital Twin. NDT Day 2019 발표자료.

□ 국가 디지털트윈의 여덟 가지 프레임워크⁷⁾

- ①개별 디지털트윈의 상호 통합 범위, ②상호 데이터 연결 및 전송 방법, ③데이터의 업데이트 주기, ④사이버물리시스템의 자동화 능력, ⑤시뮬레이션 기능, ⑥디지털 데이터 모델 정보의 방대함, ⑦인간과 디지털트윈 플랫폼의 상호작용 방법 및 인터페이스, ⑧디지털트윈에 대한 현실 세계의 라이프 사이클 등 살아있는 디지털트윈 원칙에 기반 해 작동할 수 있도록 여덟 가지의 프레임워크를 제안

(3) 디지털트윈 거버넌스

□ CDBB 중심의 국가 디지털트윈 협력 체계

- 데이터 공유·개방을 위한 디지털 프레임워크의 방향 제시를 위해 통계청 (Office for National Statistics; ONS), 규제기관 연합체(UK Regulators Network, UKRN), 기반시설소비자그룹(Infrastructure Client Group, IGC),

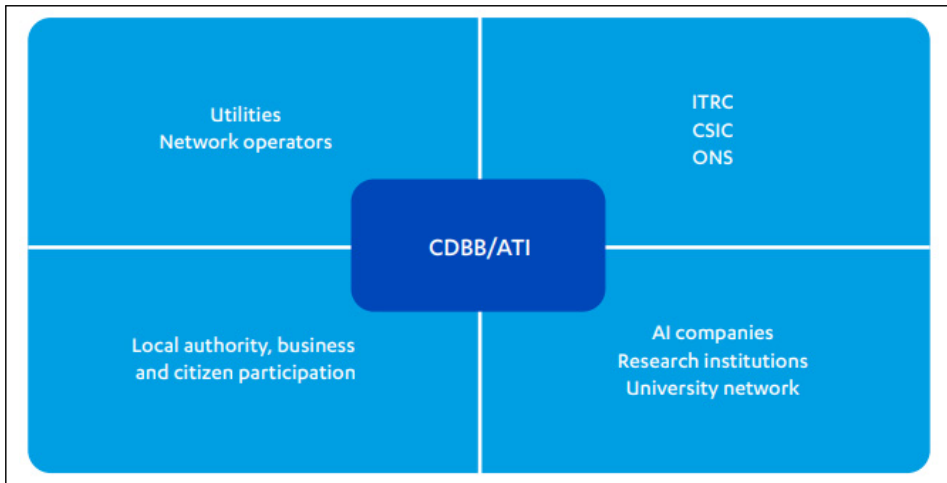
7) Kirsten Lamb. 2019. Principle-based digital twins: a scoping review. CDBB

건설대표연합(Construction Leadership Council, CLC), 지리원(Ordnance Survey, OS), 공개자료협회(Open Data Institute, ODI) 등 다양한 기관이 참여(Digital Framework Task Group)

□ 다양한 기관이 참여하는 파일럿 프로젝트 수행

- 디지털 빌트 브리튼 센터와 앨런 튜링 재단(Alan Turing Institute, ATI)의 주도로 진행되는 디지털트윈 파일럿 프로젝트에 공공기관인 통계청, 기반시설 전환연구 협력단(Infrastructure Transitions Research Consortium, ITRC), 스마트기반시설 및 건설 센터(Centre for Smart Infrastructure and Construction, CSIC), 지방 정부, 주민, 연구기관, 대학 네트워크, 기업 등 다양한 주체가 워킹 그룹으로서 참여(그림 3-6 참고)

그림 3-6 | 영국 디지털트윈 파일럿 프로젝트에 참여하는 다양한 주체



자료: NIC. 2017. Data for the Public Good. NIC Report.

(4) 국가 디지털트윈 구현을 위한 정책 방향

□ 디지털트윈 구축을 위해 협력체계 아래에서 다양한 정책 및 기술 연구 수행(허용, 2020)

- 2019년 국가 디지털트윈 개발을 위한 제미니 원칙(Gemini Principles)을 세우고 디지털트윈의 방향성을 논의
- 제미니 원칙은 목적성(Purpose), 신뢰성(Trust), 기능성(Function)이라는 가치 아래에 각각 세 가지, 총 아홉 가지의 원칙을 제시(그림 3-7)
- 국가 디지털트윈의 발전에 따라 디지털트윈의 방향성을 제시하는 제미니 원칙도 지속적으로 발전시킬 예정

그림 3-7 | 제미니 원칙

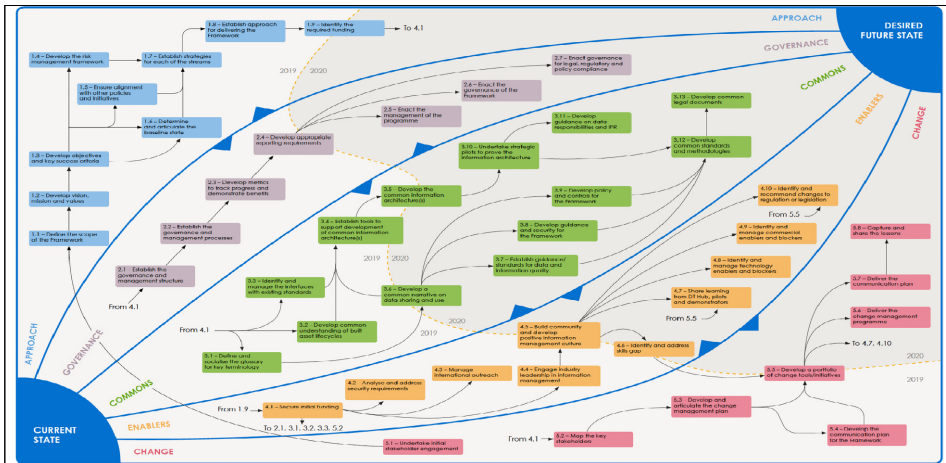


자료: Gemini Principles. 2019. <https://www.cdbb.cam.ac.uk/DFTG/GeminiPrinciples> (accessed on April 9, 2020)

□ CDBB는 디지털트윈 허브 구축을 위한 디지털프레임워크 태스크 그룹(Digital Framework Task Group, DFTG)의 역할을 로드맵으로 제시(그림 3-8 참고)⁸⁾

- 로드맵은 접근방식(approach), 거버넌스(governance), 일반사항(common), 조력자(enablers), 변화(change)로 나누어, 각 부분이 추진해야 할 사항을 단계적으로 제시
- 디지털트윈 구축을 위한 법제도적 사항은 로드맵 일반사항(common)의 최종 단계에서 제시하였으며,
- 법제도의 작성을 위해 선행적으로 표준 및 방법론, 프레임워크 정책, 보안사항, 데이터 표준 및 품질, 정보 전략 및 구조 등의 사항을 먼저 완성할 것을 제안
- 또한 디지털트윈의 구축에 제한이 되는 규제 및 법령(regulation and legislation)의 개선도 조력자(enablers) 부분의 마지막 단계로서 제안

그림 3-8 | CDBB의 DFTG 로드맵



자료: Centre for Digital Built Britain.

<https://www.cdbb.cam.ac.uk/news/2019April8RoadmapPressRelease> (2020년 4월 22일 검색)

8) Centre for Digital Built Britain.

<https://www.cdbb.cam.ac.uk/news/2019April8RoadmapPressRelease> (2020년 4월 22일 검색)

□ 2020년 현재 수립된 로드맵에 따라 계획이 진행 중이며, CDBB는 디지털트윈 허브 커뮤니티 플랫폼⁹⁾의 초안을 완성하여 공개함

- 디지털트윈의 향후 비전과 계획을 공유하고 함께 논의하기 위해 디지털트윈과 관련 있는 이해관계자(공급자, 혁신가, 전문가 등)들 간 의견을 나눌 수 있는 허브 커뮤니티 운영
- 디지털트윈 허브 플랫폼에서 디지털트윈의 핵심 개념, 나아가야 할 방향 등에 관한 문건을 공유함으로써 국가 디지털트윈 프로그램 발전에 기여

(5) BIM 기반 디지털트윈 데이터

□ 건축 환경의 디지털 변혁을 위해 디지털트윈의 기반으로 BIM(Building Information Modelling)의 도입 및 적용을 지원

- BIM은 건축물의 생애주기에 걸쳐 건축물 정보 관리 및 의사결정을 지원할 수 있는 3D 기반 건축물 데이터 모델로, BIM 도입을 통해 디지털 자산에 대한 관리와 작동이 가능하도록 지원
- CDBB는 건축물 정보의 시스템 상 운영 및 통합(operate & integrate)을 위해 BIM Level 3~4를 적용할 것을 권고하고 있음

□ 디지털트윈의 기반 데이터로서 BIM과 관련하여 사례 연구도 수행하고 있으며, 일례로 케임브릿지 대학은 교내 건축물에 대해 BIM 구축을 실증 (그림 3-9 참고)

9) DT Hub Community. <https://digitaltwinhub.co.uk/> (2020년 7월 10일 검색)

그림 3-9 | BIM 구축을 통한 건축 관리의 편익



자료: CDBB. <https://www.cdbb.cam.ac.uk/CDBBResearchBridgehead/BIMUoCEstate>
(2020년 6월 18일 검색)

- 교내 자산 관리 전략으로 건축물의 BIM을 구축하는 디지털화 전략을 추진하였으며, 자산관리팀이 BIM 도입에 따른 활용 가능성과 편익을 조사하고 학교 전체를 대상으로 구축하는 프로젝트로 발전시킴
- BIM 기술을 적용함으로써 건축물 관리에 대해 시각적인 시뮬레이션이 가능하며, 건축물의 에너지 사용량 평가, 라이프 사이클 관리, 건축물이 주변 환경에 미치는 영향 평가 등 BIM을 활용하여 다양한 관리기능 구현

(6) 디지털트윈의 기대효과

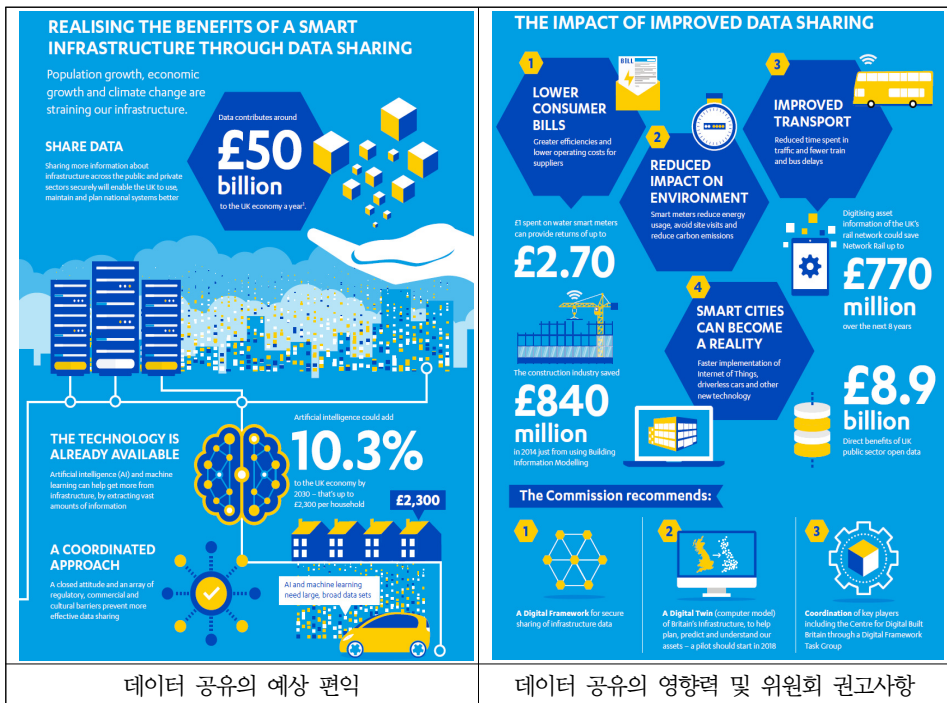
□ CDBB에서 제시한 국가 디지털트윈의 효과¹⁰⁾

- 국가 인프라위원회는 Data for the public good 보고서를 통해, 데이터 공유를 통한 스마트인프라의 편익을 500억 파운드(약 76조 원)로 추산

10) Mark Enzer. 2019. Introducing the National Digital Twin. NDT Day 2019 발표자료.

- 사회적 편익: 인프라 개선을 통한 최종 소비자(국민)의 만족 경험 향상, 이해 관계자들의 참여 증대 등
- 경제적 편익: 국가 생산성 향상, 정보 보안 향상
- 산업 편익: 새로운 시장과 서비스, 비즈니스 모델 창출, 비즈니스에 있어 불확실성 감소 및 위기관리 강화
- 환경적 편익: 폐기물 배출 절감, 자원 재활용 등
- 또한, 스마트인프라의 영향력으로 ①수도·전기 등의 생산 비용 감소로 인한 사용 금액 절감, ②에너지 사용 절감으로 인한 환경 보호, ③대중교통 개선, ④스마트시티 실현 등을 제시(그림 3-10 참고)

그림 3-10 | 데이터 공유에 대한 영국 국가 인프라위원회의 예상 편익 및 영향력



자료: NIC. 2017. Data for the Public Good. NIC Report.

3) 기타 민간분야 사례

□ 민간에서는 디지털트윈을 직접 구축하여 생산자산의 관리·제어 등에 활용하는 사례도 있으나, 일부 기업은 디지털트윈을 구축하고 가상환경에서 분석할 수 있는 솔루션을 판매하기도 함

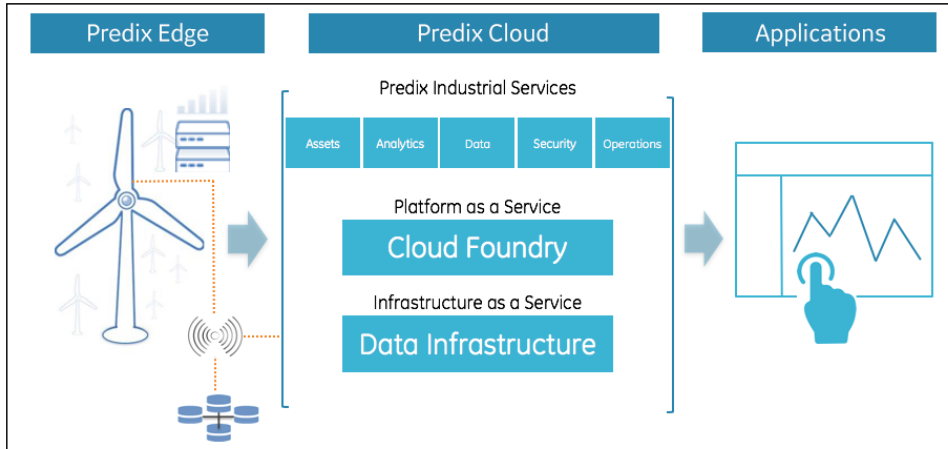
- 예를 들면, GE의 Predix, 마이크로소프트(MicroSoft; 이하 MS)의 AZURE Digital Twins, HEXAGON의 Operational Twin 등이 있음
- 민간기업의 디지털트윈 솔루션은 산업 기기에 초점을 맞추고, 디지털트윈 구축을 통해 기기에서 발생하는 수많은 데이터를 수집·분석하여 기기의 효율적 제어 및 운영을 돕고자 하는 것임

□ GE의 Predix는 2016년에 발표한 클라우드 기반의 디지털트윈 솔루션으로, 산업 기계에서 데이터를 수집·분석하여 기기의 효율적인 운영을 지원¹¹⁾

- Predix는 산업분야를 대상으로 설계된 솔루션으로, 설비의 수명을 연장하고, 설비 유지·관리 비용을 절감, 운영의 정확도 향상 등의 효과를 도모
- 기기에 연결된 센서에서 실시간으로 대량의 데이터를 전송받고, 어플리케이션을 통해 클라우드 내부에서 제공하는 다양한 관리·분석·운영 기능 등을 활용할 수 있음(그림 3-11 참고)

11) GE리포트 코리아. 2016. 프레딕스, 산업용 빅데이터 플랫폼 - 산업인터넷 황금시대의 시작.
<https://www.gereports.kr/ge-opens-industrial-internet-platform-predix-to-everyone/>(2020년 4월 20일 검색)

그림 3-11 | GE Predix의 구조



자료: GE Predix.

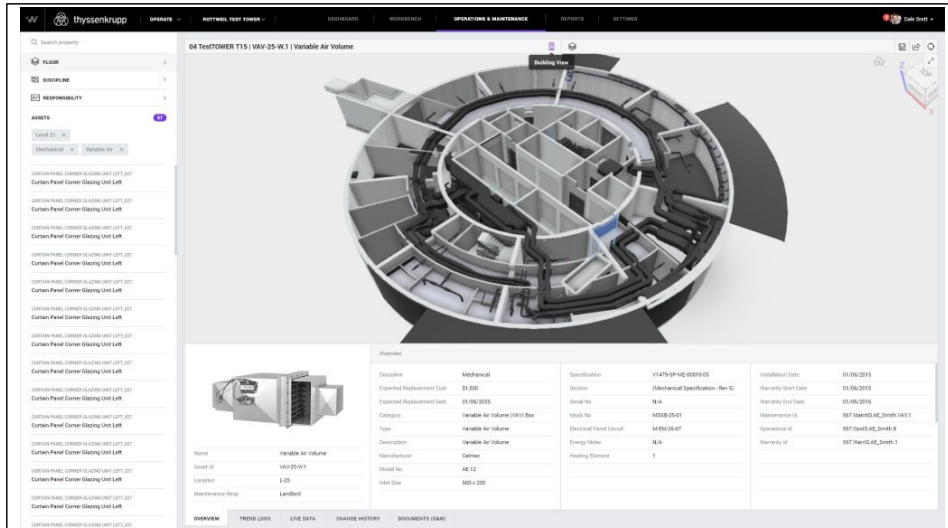
<https://www.ge.com/digital/documentation/predix-platforms/Chunk1397809114.html> (2020년 4월 20일 검색)

□ 마이크로소프트는 사용자가 디지털트윈 모델을 직접 구축하기 위한 클라우드 기반 솔루션으로서 ‘AZURE Digital Twins’를 제품으로서 제공¹²⁾

- AZURE Digital Twins는 작게는 사용자의 디바이스에 대한 가상공간을 구축에서부터 스마트 건물, 공원, 전력 그리드, 도시까지 광범위하게 적용 가능함
- 또한, AZURE Digital Twins를 통해 구축된 가상환경 안에서 물리환경의 제어 위한 함수 구현, 외부 접근, 객체화 등의 기능을 활용할 수 있음
- 예를 들어, Willow 사는 Thyssenkrupp 엘리베이터 그룹의 엘리베이터 테스트 타워에 대한 디지털트윈을 모델링(그림 3-12 참고)

12) Microsoft AZURE. <https://azure.microsoft.com/ko-kr/> (2020년 4월 20일 검색)

그림 3-12 | AZURE Digital Twins의 적용 예시



자료: MyIoT Learning Center. 2018. Announcing Azure Digital Twins: Create digital replicas of spaces and infrastructure using cloud, AI and IoT. September 24.
<http://www.myiotlearningcenter.com/announcing-azure-digital-twins-create-digital-replicas-of-spaces-and-infrastructure-using-cloud-ai-and-iot/> (2020년 4월 21일 검색)

- 엘리베이터 테스트 타워의 모델에서 건물의 모든 객체를 구현하고, 각 부분의 사양과 운영 일지, 유지·관리 기록, 매뉴얼 등 모든 정보를 구성하여 타워의 운영과 유지·관리를 효율적으로 처리

□ HEXAGON의 ‘Operational Twin’¹³⁾

- Operational Twin은 디지털트윈을 통해 시설의 운영과 관련된 대량의 데이터 (operational data)를 수집·활용
- 근로자들의 노동 생산성을 증대시키고 효율적으로 일할 수 있도록 기존에 축적된 대량의 데이터를 가상공간에 입력, 시설 운영에 필요한 디지털 트윈 구축
- 이를 통해 근로자들은 현재 시설의 현황 모델을 언제 어디서든 디바이스를 통해 볼 수 있고, 이 정보를 활용하여 위험을 줄이고, 생산성을 높일 수 있음

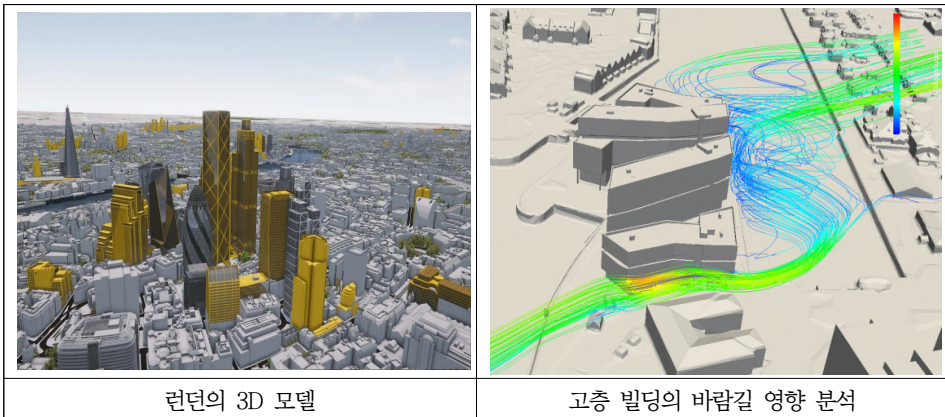
13) HEXAGON. <https://hexagonppm.com/offerings/solutions/operational-twin> (2020년 4월 20일 검색)

- Operational Twin의 적용 예로, Deepwater Subsea LLC의 Janus24 실시간 모니터링 플랫폼이 있음
- Janus24 실시간 모니터링 플랫폼은 해저에 있는 표준화되지 않은 규격과 정보의 석유·가스 굴착 장치를 모니터링하기 위한 목적으로 구축되었으며, 기존 방식의 모니터링 과정에 비해 95% 이상의 시간과 70% 이상의 비용을 절감

□ VU.CITY사는 런던, 맨체스터 등 영국의 주요 도시를 대상으로 3차원 공간정보를 구축, VU.CITY 플랫폼을 통해 공공과 민간을 대상으로 유료 서비스 제공

- 도시개발 기업과 3D 콘텐츠 기업이 함께 제작한 도시 플랫폼으로, 3D 기반 가상 도시 모델 구축을 통한 도시 운영 및 체험형 서비스 제공 (그림 3-13 참고)¹⁴⁾
- 도시계획에 따른 영향 평가, 경관 시뮬레이션, 건물에 대한 평가 등 의사결정 지원을 할 수 있는 다양한 분석 기능을 제공
- 3차원 데이터는 고해상도 영상 활용 방식과 객체 방식으로 구축

그림 3-13 | VU.CITY의 3D 도시 모델 예시



자료: Placotech. <https://placotech.net/products> (2020년 4월 9일 검색)

14) 김희민. 2019. KB 지식 비타민: 미래를 이끌 기술, 디지털 트윈의 진화와 적용 사례. KB 금융지주 경영연구소

2. 국내 디지털트윈 추진 현황

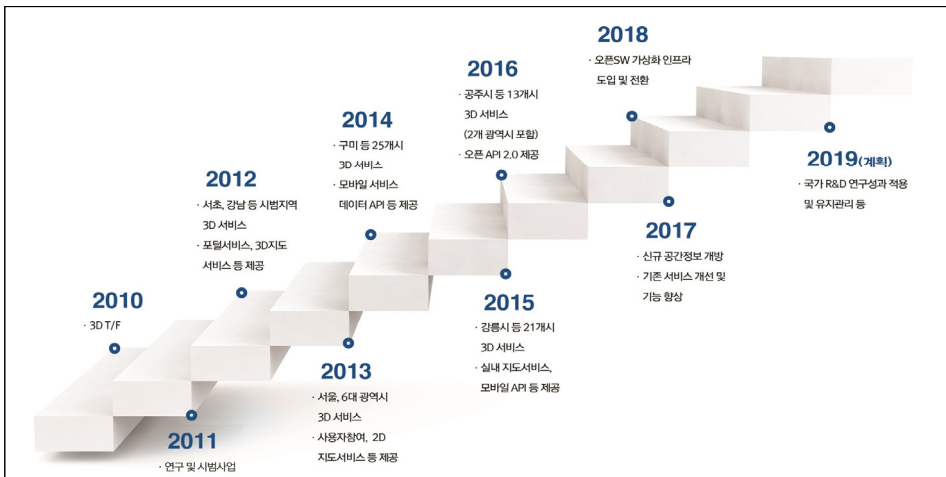
1) 디지털트윈 기반 데이터 구축

(1) Vworld 구축 사례

□ V-world¹⁵⁾는 공간정보산업진흥원이 운영하는 공간정보 오픈플랫폼으로 3차원 공간 정보를 포함한 국가 공간정보와 활용 프로그램을 제공하고 있음 (그림 3-14 참고)

- 국가에서 생산하는 2차원·3차원의 공간정보를 공공과 민간 모두가 쉽게 접근해서 활용할 수 있도록 2011년부터 플랫폼 서비스를 제공
- 타 공간정보 플랫폼과 차이점은 영상지도, 행정경계, 지적도, 배경지도 및 용도지역지구도, 시설위치정보 등 2차원 공간정보 외에 3차원 공간정보를 제공

그림 3-14 | V-world의 추진 연혁



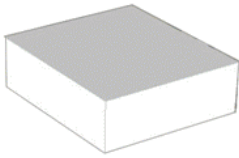
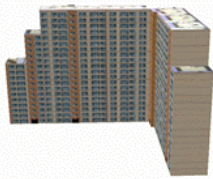
자료: 공간정보오픈플랫폼. http://www.vworld.kr/v4po_inthis_a001.do (2020년 8월 25일 검색)

15) 공간정보오픈플랫폼. http://www.vworld.kr/v4po_main.do (2020년 8월 25일 검색)

□ V-world의 3차원 공간정보는 객체 정밀도가 상이한 건축물과 교통시설 데이터를 제공하고, DEM(Digital Elevation Model) 기반 정형정보도 함께 제공

- V-world에서 제공하는 3차원 공간정보는 객체의 정밀도에 따라 LoD(Level of Detail) 1~4의 수준을 제공하며, 지역에 따라 구축 수준에 차이가 있음
- 3차원 공간정보는 국토지리정보원의 「3차원국토공간정보구축작업규정」의 ‘3차원 건물데이터 세밀도 및 가시화정보 제작기준’에 따라 구축(그림 3-15 참고)
- 서울을 포함한 6개 광역시 등 일부 지역을 제외한 전국의 건축물에 대해서는 국토지리정보원에서 생산한 LoD 1 수준의 3차원 건물정보를 제공

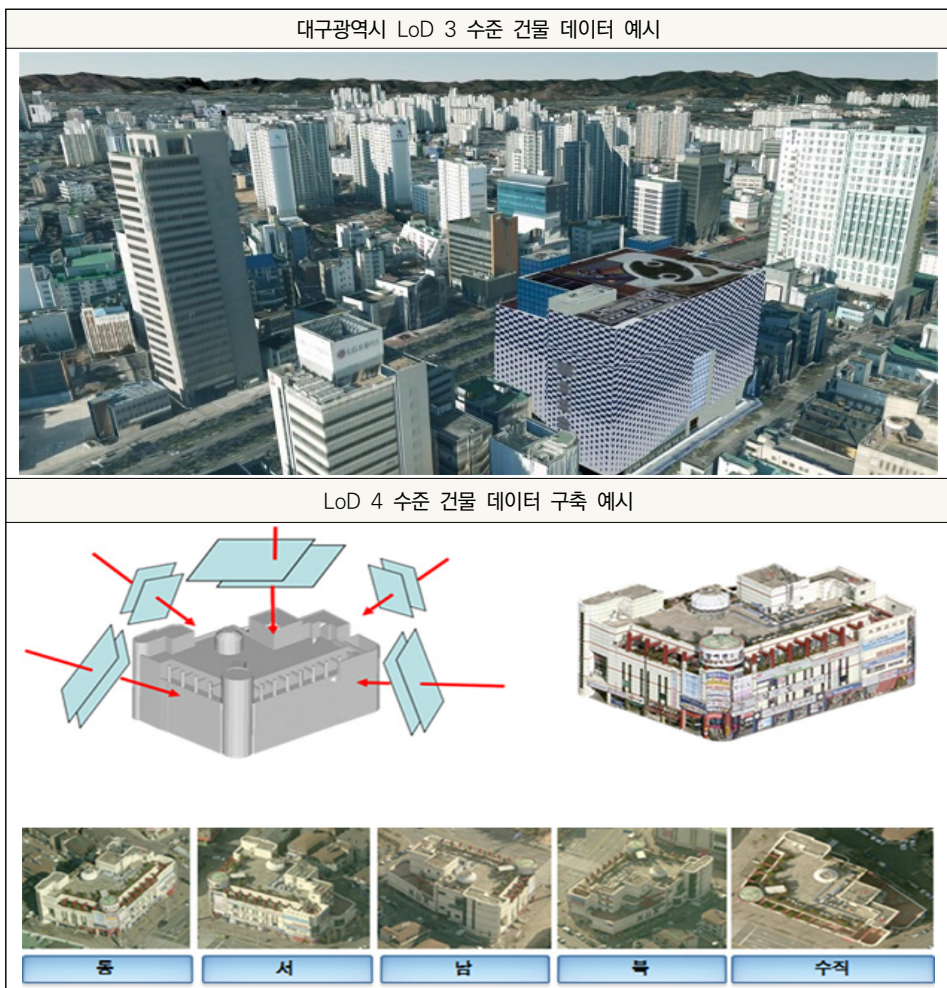
그림 3-15 | 3차원 건물데이터 세밀도 및 가시화정보 제작기준

세밀도	제작기준	제작 예
Level 1	• 블록 형태 • 지붕면은 단색 텍스처 • 수직적 돌출부 및 함몰부 미제작 • 단색, 색깔 또는 가상 영상 텍스처	
Level 2	• 블록 또는 연합블록 형태 • 지붕면은 색깔 또는 정사영상 텍스처 • 수직적 돌출부 및 함몰부 미제작 • 가상 영상 또는 실사 영상 텍스처	
Level 3	• 연합블록 형태 • 지붕구조(경사면) 제작 • 수직적 돌출부 및 함몰부까지 제작 • 가상 영상 또는 실사 영상 텍스처	
Level 4	• 3차원 실사모델 • 지붕구조(경사면) 제작 • 수직적·수평적 돌출부 및 함몰부까지 제작 • 실사 영상 텍스처	

자료: 3차원국토공간정보구축작업규정. 2019. 국토지리정보원고시 제2019-146호(5월 23일 일부개정)

- 서울특별시, 6개 광역시 및 세종특별자치시, 8개 시도의 시급 지역 일부는 국토부와 지자체가 생산한 LoD 4 수준의 3차원 건물정보를 제공(그림 3-16 참고)
- 대구광역시 전역은 시에서 생산한 LoD 3 수준의 3차원 건물정보를 제공
- LoD 4 수준의 3차원 건물정보를 제공하는 지역에서는 5m 단위의 고해상도 DEM을 통해 3차원 지형모델도 제공

그림 3-16 | V-world의 LoD 3, 4 수준 3차원 공간데이터



자료: 공간정보오픈플랫폼. <http://www.vworld.kr/> (2020년 8월 25일 검색)

□ V-world의 3차원 공간 데이터(건물/지형)는 보안상의 문제로 API로만 제공, 실제 조작 및 분석이 가능한 데이터를 제공하지 않고 있어 활용에 제약이 있음

- 또한, 앞서 언급한 바와 같이 현재 구축된 3차원 공간데이터의 객체 구현 수준이 지역별로 차이가 있어, 통합적 분석·활용에도 어려움이 있음

□ 주요 활용 현황¹⁶⁾¹⁷⁾

- 서울특별시는 V-world의 3차원 건물 및 지형 데이터를 API로 제공받아 3차원 공간정보시스템을 구현하여 서비스 중
- 한국토지주택공사의 온나라 부동산정보 통합포털도 V-world의 3차원 건물정보를 API로 연계, 부동산정보를 제공하였으나 현재는 2차원 정보만 제공
- SKT는 5G 무선망의 전파전달 환경을 분석하기 위해 V-world의 3차원 건물정보를 활용, 입체적인 이동통신망 전파 환경 및 서비스 성능예측에 활용
- 이외에도 웹 지도서비스를 위한 배경지도나 3차원 실감정보 확인을 위한 목적으로 다양한 공공 및 민간 기관에서 V-world의 3차원 공간 데이터를 활용¹⁸⁾

16) 공간정보산업진흥원. http://www.spacen.or.kr/vworld_mgm/business_info.do (2020년 8월 25일 검색)

17) 공간정보오픈플랫폼. http://www.vworld.kr/v4po_apiappl_s001.do (2020년 8월 25일 검색)

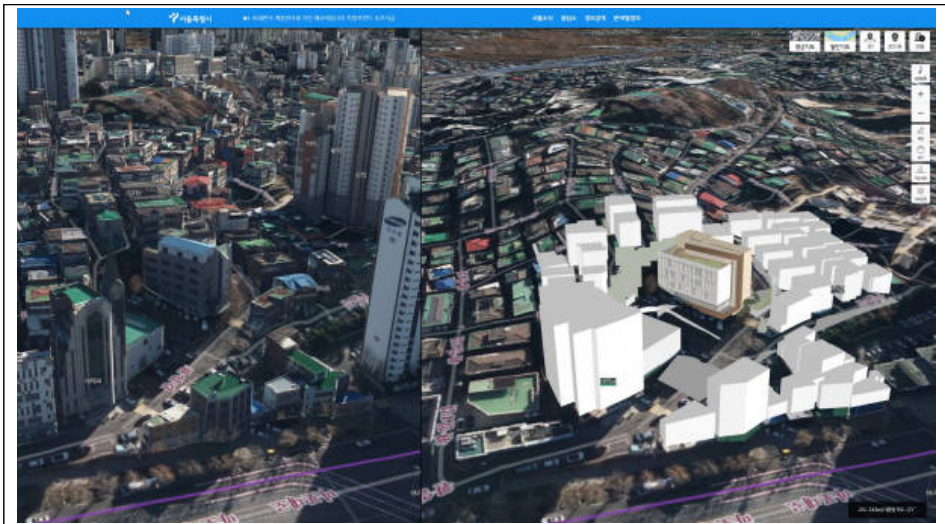
18) 부록 1. Vworld 3차원 공간정보 활용 현황 참고.

(2) 버추얼 서울(Virtual Seoul)¹⁹⁾²⁰⁾

□ 서울시는 디지털트윈 프로젝트 일환으로 ‘버추얼 서울(Virtual Seoul) 통합 플랫폼’ 구축을 추진하고 있으며, 올해 초 일부기능을 오픈하였고, 2021년까지 완성 계획

- 2019년부터 플랫폼 구축을 시작하였으며, 플랫폼 기능으로 3차원 공간정보 연계·관리, 실감형 3D 가상 콘텐츠 갱신 관리, 통합 시각화 뷰어, 도시계획 의사결정 지원, 정책지원부서 협업 기능 등을 도입
- 2020년 1월부터 도시계획위원회의 경관심의에 시범운영을 시작하였으며, 향후 계획 경관심의 뿐만 아니라 설계공모, 재난안전지원, 바람길 시뮬레이션 등 다양한 분야로 확대 예정 (그림 3-17 참고)

그림 3-17 | 버추얼 서울 도시설계공모 플랫폼 예시



자료: 전자신문. 2020. 또 하나의 수도 ‘버추얼서울 시스템’ 구축. 1월 19일.
<https://m.etnews.com/20200117000200> (2020년 6월 17일 검색)

19) 전자신문. 2020. 또 하나의 수도 ‘버추얼서울 시스템’ 구축. 1월 19일.
<https://m.etnews.com/20200117000200> (2020년 6월 17일 검색)

20) 보안뉴스. 2020. 지속가능한 스마트시티 모델 ‘디지털 트윈’ 사례 집중탐구. 2월 9일.
<https://www.boannews.com/media/view.asp?idx=86197> (2020년 6월 17일 검색)

(3) 국토지리정보원 3차원 공간데이터 구축

□ 국토지리정보원은 스마트시티 등의 발달에 따른 3차원 디지털 공간정보의 수요 대응을 위해 2021년부터 본격적인 3차원 공간데이터 구축 사업 추진을 예고하고 있음²¹⁾

- 기존에 국토지리정보원은 일부지역만을 대상으로 3차원 건물 및 지형(Digital Elevation Model, DEM)데이터를 구축해 왔으나,
- 2021년부터 전국을 대상으로 매년 12cm급 항공사진을 기반으로 속성정보를 포함한 LoD 1과 LoD 2 수준의 3차원 건물 및 DEM 구축을 추진
- 특정 도심지는 LoD 3 수준의 3차원 데이터를 구축해 관계부처나 지자체, 민간 기업이 이를 기반으로 LoD 3 또는 그 이상의 데이터를 구축하도록 지원

표 3-3 | 국토지리정보원 3차원 공간정보 구축 방법

구 분	구축대상	구축방법
전국	도심지	정밀 수치표고모델(0.2m)
		실감정사영상
		3D입체모형(LoD3)
		수치지형도(1/1,000)
	비도심지	정밀 수치표고모델(1m)
		실감정사영상
		3D입체모형(LoD2)
		수치지형도(1/5,000)
		항공레이저측량
		항공사진촬영
		영상매칭
		항공레이저측량
		항공사진촬영
		도화데이터 활용

자료 : 국토지리정보원. 2020. 디지털 트윈 국토 추진전략. TF팀 자료 참조.

□ 3차원 공간정보의 구현을 통해 스마트시티 및 자율주행 등 다양한 신산업 분야에서의 활용 증대를 꾀하며, 관련 산업 분야의 육성을 지원하고자 함

- 재난재해 상황에 대한 대응, 건물별 에너지 사용, 교통 분야의 시뮬레이션 등 다양한 활용 모델 발굴 예정

21) 국토지리정보원. 2020. 디지털 트윈 국토 추진전략. TF팀 자료 참조.

2) 디지털트윈 적용 시범사업

(1) 전주시 LX 스마트시티 디지털트윈 사업

□ LX는 전주시를 대상으로 스마트시티 디지털트윈을 시범 구축하고 플랫폼을 구현, 서비스 모델을 마련하는 사업을 진행 중(2018년~2022년)

- 디지털트윈 구축 실험사업은 2018년에 시작해 2019년 완료

□ 전주시의 시범지역 디지털트윈 통합 모델은 지형정보, 실내외 통합 건물 정보, 도로·교통·지하 등 각종 시설물을 포함하고, 활용 시나리오도 함께 개발 중 (그림 3-18 참고)

- 현재 실험사업 이후 1단계 사업으로서 디지털트윈의 활용을 위한 플랫폼 구현 및 디지털트윈 모델의 전주시 전역으로 확대하여 구축을 진행 중
- 디지털트윈 모델과 행정대장 정보를 연계하여 원활한 활용이 이루어질 수 있도록 기초 DB 구축도 추진 중

그림 3-18 | LX 스마트시티 디지털트윈의 통합모델

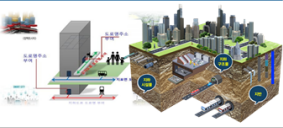


자료: LX. 2020. LX 스마트시티 디지털트윈사업 추진현황 보고 자료

□ LX의 스마트시티 디지털트윈 플랫폼은 SOC와 같은 인프라 디지털화를 통해 한국형 디지털 뉴딜 실현을 목표로 하며, 사업성과를 국가 또는 민간이 추진하는 사업과 연계해 시너지를 창출할 것으로 기대

- 디지털트윈 플랫폼을 토대로 다양한 기반데이터를 연계·활용하는 체계가 실현 되기 위해서는 유관기관들 간의 거버넌스가 구축되어야 함
- 도시 전체가 디지털 데이터로서 구축·관리되면 스마트시티 관련 서비스와 다양한 국가사업을 위한 인프라로 활용이 가능할 것이며, 민간 부문과도 스마트 시티 서비스 모델을 위한 협업 가능성이 증대될 것임 (그림 3-19 참고)

그림 3-19 | LX 스마트시티 디지털트윈 연계 활용

공공·교육기관	민간기업	LX위탁사업
		
산림청 수목 디지털트윈 모델 활용 각종 시뮬레이션 분석 적용 계획	한글과 컴퓨터 그룹 • (소방) 소방안전 서비스 플랫폼 구현을 위한 디지털트윈 활용 요구 • 자회사 스마트기술을 바탕으로 3차원 도시모델과 연계하여 다양한 도시 서비스 개발 시도	도로대장 3차원 도로시설물에 기존 2D 기반 도로대장 연계 시도 지하시설 3차원 지하공간통합지도 사업 성과물을 도시 디지털트윈과 연계 도로명 (입체주소) 입체주소, 자율주소 규칙 생성 후 3차원 도시모델에 적용 시도

자료: LX. 2020. LX 스마트시티 디지털트윈사업 추진현황 보고 자료

(2) LH 3기신도시 디지털트윈 플랫폼 구축 마스터 플랜

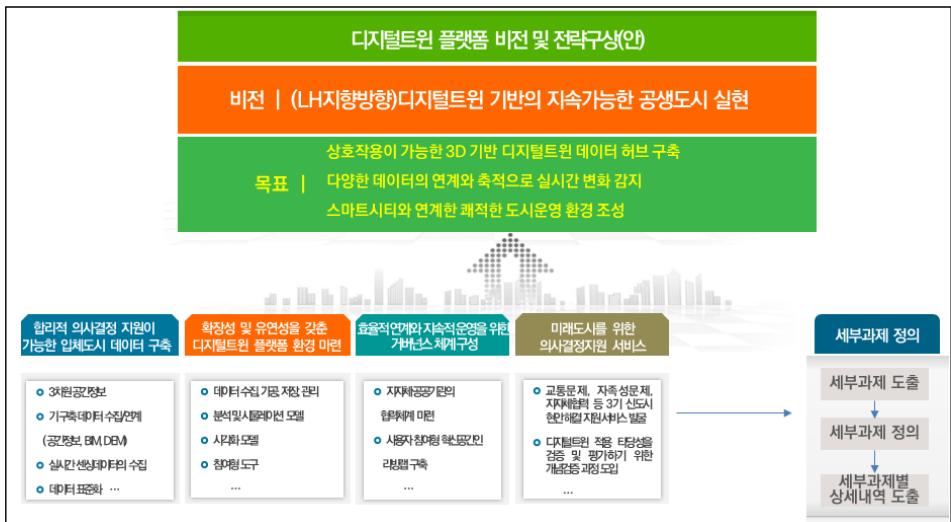
□ LH는 현재 정부가 추진 중인 3기신도시에 디지털트윈 플랫폼을 구축하기 위한 마스터 플랜(MP) 수립을 추진 중 (국토연구원 수행, 2019.11. - 2020.09.)

- 디지털트윈 마스터플랜 수립 연구는 플랫폼 수립 전략 및 이행계획, 거버넌스 방안과 디지털트윈 활용 서비스 모델 개발을 포함하고 있음

□ 3기신도시 디지털트윈 플랫폼의 역할 및 구성을 정의하고, 플랫폼의 구축을 통한 비전과 목표, 추진과제를 도출 (진행 중)

- 3기신도시 디지털트윈 플랫폼은 신도시의 개발과 함께 이루어지기 때문에 도시개발의 생애주기 단계별로 모니터링이 이루어질 수 있는 통합 모니터링 플랫폼을 목표로 하며, 플랫폼 내에서 다양한 이해관계자가 상호 소통 가능한 체계를 구상 중
- 이를 위해 디지털트윈 플랫폼 내에 도시 생애주기 단계(도시계획 수립 - 도시 설계 - 도시개발 분양 - 도시 관리·운영)에 맞추어 다양한 단위 서비스 및 서비스에 필요한 데이터를 선정, 플랫폼 구축 모델 설계 진행 중
- 3기신도시 디지털트윈 플랫폼의 목표를 상호작용 가능 3D 디지털트윈 데이터 허브 구축, 실시간 변화 탐지, 스마트시티 연계 도시운영 환경 조성으로 설정하고, 이에 따른 추진과제를 제시 (그림 3-20 참고)

그림 3-20 | 3기신도시 디지털트윈 플랫폼의 비전 및 목표 모델



자료: 국토연구원, 2020. 3기 신도시 특화 디지털트윈 플랫폼 구축을 위한 마스터플랜 수립연구 중간보고회 발표자료

- 추진과제로서 3차원 기반 데이터 구축, 확장성·유연성 기반 디지털트윈 플랫폼 환경 구축, 거버넌스 체계 구성, 의사결정지원 서비스 도입 등을 제시

□ LH의 3기신도시 디지털트윈 플랫폼 사업은 아직 MP 단계로서 새롭게 개발되는 신도시 맞춤형 디지털트윈 플랫폼의 구축을 위한 방향성을 설정하는 단계

(3) 스마트시티 국가시범도시 사업

□ 세종 5-1 생활권과 부산 에코델타시티에서도 스마트시티 사업 내에 디지털트윈 내용을 포함하여 시범사업을 추진하고 있음(그림 3-21 참고)

- 두 국가시범도시 모두 신도시로 개발되는 지역으로 도시계획단계에서부터 디지털트윈을 적용하여 도시의 전 생애주기를 관리할 수 있도록 계획

그림 3-21 | 세종 5-1 생활권 디지털트윈 단계



자료: 관계부처 합동, 2019. 세종 스마트시티 국가 시범도시 시행계획, p.129.

- 세종 5-1 생활권은 스마트시티의 기초 데이터로서 디지털트윈을 추진하며, 디지털트윈을 통해 도시 관리 환경을 데이터 기반으로 구현하고자 함²²⁾
- 세종특별자치시는 한국전자통신연구원과의 협업을 통해 2022년까지 세종 5-1 생활권 스마트시티 디지털트윈 플랫폼 구축사업을 진행 중
- 7대 혁신요소로 모빌리티, 헬스케어, 교육과 일자리, 에너지와 환경, 거버넌스, 문화와 쇼핑, 생활과 안전을 제안, 분야별 스마트시티 서비스 계획을 수립
- 특히, 데이터 생산에서 수집, 가공, 분석 및 활용 전 단계를 데이터 플로우 기반 통합 도시운영체제로 구축, 데이터 개방과 활용을 통한 시민 중심 거버넌스와 새로운 비즈니스 모델 창출로 지속가능한 혁신 생태계를 조성하고자 함

□ 부산에코델타시티도 도시의 모든 생애주기에 대해 디지털트윈을 통한 관리를 계획하고 있으며, 계획단계에서의 도시계획 시뮬레이션, 조성단계에서의 BIM 적용 및 환경 검사, 운영단계에서의 도시운영 플랫폼 구축 등 디지털트윈 적용을 계획에 포함

- 부산 에코델타시티는 2020년 도시계획 단계에 디지털트윈 기술을 적용하여 도시의 첫 입주 예정 단지의 경관심의를 진행²³⁾
- 사용자가 도시를 가상환경에서 경험할 수 있도록 스마트시티 통합플랫폼에도 디지털트윈 기반의 가상도시를 구현할 예정이나, 현재 수준에서 디지털트윈은 3차원 공간정보를 통해 경관 시각화 및 시뮬레이션 구현기술 정도만 제시

22) 관계부처 합동. 2019. 세종 스마트시티 국가 시범도시 시행계획.

23) 매일경제. 2020. 수자원공사, 부산 에코델타 경관심의에 '가상현실' 기술 적용. 2월 11일.
<https://www.mk.co.kr/news/business/view/2020/02/139919/> (2020년 6월 18일 검색)

3. 국내 디지털트윈 추진의 한계

□ 디지털 트윈국토/도시에 대한 기초 연구 부족

- 국내 디지털트윈 사례들은 사업 중심으로 추진됨에 따라 도시나 국가를 디지털트윈으로 구축할 경우의 개념적 정의나, 디지털 트윈국토/도시의 구축 대상과 범위에 대한 고민이 담긴 기초연구가 부족

□ 디지털트윈 구축을 위한 정책방향과 가이드라인 부재

- 현재 우리나라에서 추진하고 있는 다양한 지자체 단위 디지털트윈 관련 사업을 살펴보면, 구축 주체가 상이하며 원칙 없이 산발적으로 추진
- LX, LH, K-Water 등 공기업과 민간 기업 등 디지털트윈 사업 시행 주체는 다양하지만, 각 주체가 구축하는 디지털트윈의 개념과 구성에는 차이가 있음
- 국가의 가이드라인 없이 사업이 추진됨에 따라, 추후 국가 디지털트윈 추진 시 개별(도시별)사업과 국가 디지털트윈이 호환되지 않아 데이터나 서비스의 통합관리에 어려움이 예상됨
- 반면, 영국은 국가(국가인프라위원회)가 중심이 되어 국가 디지털트윈을 위한 데이터, 시스템 구조, 관련 개념 등 일관성 있는 가이드라인을 제시하고 있음

□ 디지털트윈 활용 모델 부족

- 디지털트윈의 활용 계획은 버추얼 싱가포르의 도시 시뮬레이션(바람길 분석, 재난 대응, 도시계획 시뮬레이션 등) 수준에서 큰 진전이 없음
- 디지털트윈 플랫폼을 기반으로 도시 및 국토 정책분야와 연관된 다양한 활용 모델 발굴이 필요

□ 스마트시티 종속적 사업 추진

- 전주시 디지털트윈, 세종 5-1 생활권, 부산 에코델타시티 등 현재 추진 중인 대부분의 디지털트윈 사업은 스마트시티의 일부로 추진되고 있음

4. 디지털 트윈국토 추진을 위한 시사점

□ 가상 국토 구현을 위한 디지털트윈 추진에 필요한 기초연구 수행 필요

- 특히, 국토교통부와 국토지리정보원 등 3차원 공간데이터 생산·관리·운영의 주체인 중앙부처에서 국가 차원의 정책방향과 중장기 전략 마련이 필요

□ 제조업의 디지털트윈과 달리 도시 또는 국가라는 공간을 디지털트윈으로 구현하고자 할 때는 도시 내 다양한 주체의 참여와 협력이 무엇보다 중요함

- 예를 들어, 도시의 다양한 기반시설물은 관리주체와 관리방법이 달라 단순히 3차원 디지털트윈 데이터로 구축되는 것으로 끝나는 것이 아님
- 영국은 이런 이유로 기술적인 측면에서의 디지털트윈 구축보다 다양한 데이터의 공유·활용을 위한 기관들 간 거버넌스의 중요성을 강조하였음

□ 스마트시티 시범도시 사례에서 디지털트윈이 스마트시티 서비스를 위한 중요한 인프라로 고려되고 있으나, 이를 뒷받침할 제도적 근거가 미약함

- 스마트시티 추진근거나 기본계획에는 디지털트윈에 관한 구체적인 내용을 포함하지 않고 있으며,
- 디지털트윈이 스마트시티 추진을 위한 3차원 데이터 인프라 임을 감안할 때 스마트시티와 연계는 국가공간정보인프라 측면에서 접근할 필요가 있음

-
- 디지털트윈 플랫폼은 구축 자체보다, 구축된 플랫폼을 이용한 서비스 모델 개발이 더 중요하며, 공공과 민간을 위한 활용 및 서비스 모델 도출에 많은 노력이 필요
 - 3차원 디지털트윈 데이터 구축은 3차원 데이터의 구축 수요와 비용(시간)을 고려해 구축 대상과 주체, 정밀도(LoD) 등 국가의 역할과 범위가 정해져야 함
 - 개방형 소프트웨어에 기반 한 플랫폼 개발 필요
 - 싱가포르가 3차원 데이터와 플랫폼 구축을 위해 도입한 소프트웨어²⁴⁾는 약 600억 원에 달하는 초기 구축비용에도 불구하고, 기능 개선 과정에 과도한 추가 비용으로 인해 한동안 사업이 중단된 바 있음
 - 특정 상용소프트웨어에 대한 종속문제는 기존에 공간정보 분야에서도 경험한 바 있으며, 국가 차원의 디지털 트윈 추진에서 하향식과 상향식의 균형 잡힌 정책추진과 함께 고려되어야 할 사항임
 - 도시에 디지털트윈을 적용할 때 신도시와 기존 도시는 디지털트윈의 구축과 운영을 위한 접근 방식에서 차이가 있을 것이며, 이에 대한 방안이 고려되어야 함

24) 3차원 데이터 및 플랫폼 구축을 위해 프랑스 다쏘 시스템(Dassault Systemes)을 도입

CHAPTER 4

디지털 트윈국토 추진 기본방향 및 추진과제

1. 디지털 트윈국토 추진 기본방향 55
2. 디지털 트윈국토 구현을 위한 추진과제 56

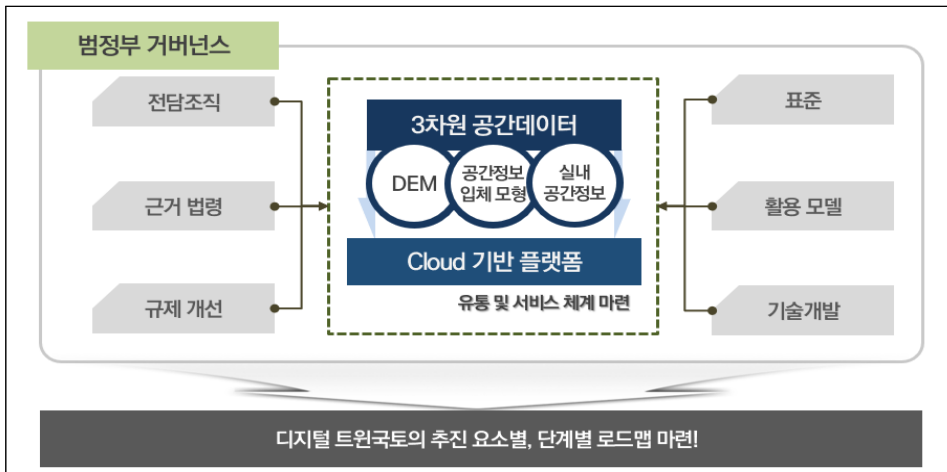
04 디지털 트윈국토 추진 기본방향 및 추진과제

1. 디지털 트윈국토 추진 기본방향

□ 최근 국가 시범도시, 지자체, 공공기관이 우후죽순 식으로 추진하는 디지털 트윈 국토/도시 구현을 위한 기본방향은 **범정부 컨트롤타워와 거버넌스 구성, 로드맵 수립**임

- 범정부 거버넌스를 중심으로 데이터의 연계·**통합·중복구축을 방지** 할 수 있는 요소별(표준, 기술개발, 플랫폼, 활용모델 등) 로드맵을 수립(그림 4-1 참고)
- 특히, 디지털 트윈 데이터의 생산과 갱신이 실세계의 변화와 동시에 데이터에 반영될 수 있도록 업무절차, **규제완화 및 제도개선** 등 기반 마련을 병행해야 함

그림 4-1 | 디지털 트윈국토 구축 기본방향



자료: 저자 작성

2. 디지털 트윈국토 구현을 위한 추진과제

□ 디지털 트윈국토 구축 기본방향을 바탕으로 조속한 3차원 데이터 구축, 유통 및 서비스를 위한 플랫폼 구축이 디지털 트윈국토 구현을 위해 선행되어야 할 과제임

- 이를 위해 국가 시범도시와 지자체에서 이미 추진 중인 디지털 트윈 구축 사업을 파일럿 프로젝트나 테스트 베드 성격으로 국가가 지원하여 관련 표준, 활용 모델, 개선이 필요한 제도를 도출하고, 기술개발(R&D)을 병행
- 거버넌스 체계(중앙정부+공공기관+지자체+민간기업)를 중심으로 신속한 3차원 공간데이터(수치표고 모형, 공간정보 입체 모형, 실내공간정보) 구축과 지속적인 갱신을 위해 누가, 무엇을, 어떻게 구축·갱신할 것인지 합의

1) 범정부 디지털 트윈국토 거버넌스 구성

□ 대통령 직속 또는 국무총리급 컨트롤 타워 필요

- 범정부(국토부, 과기부, 지자체 등)를 총괄하는 컨트롤 타워로 대통령직속(가칭)디지털 트윈국토 위원회 또는 국무총리를 위원장으로 하는 거버넌스 구성
- 범정부 거버넌스 하위에 워킹그룹 및 전문위원회 설치, 디지털 트윈국토 관련 정책방향, 기술기준 제정 등 논의

* 4개 분과: ①정책·조정, ②DB구축·갱신, ③표준기술기준, ④유통·활용시스템

□ 데이터 구축 및 갱신 관련 거버넌스

- (데이터 구축) 최초 3차원 데이터 생산기관과 활용기관 간 거버넌스를 구성, 생산기관은 활용기관의 요구를 반영한 3차원 데이터 및 표준 개발
- (데이터 갱신) 데이터 활용기관 업무프로세스를 중심으로 데이터의 활용과 갱신 업무를 담당하고, 갱신된 데이터를 생산기관 및 플랫폼에 제공

-
- 특히, 업무지침 등의 개정을 통해 업무수행과정에서 변화가 발생할 경우 업무 수행과 함께 3차원 데이터가 갱신되는 행정업무 개선을 병행

□ 데이터 및 플랫폼 활용 관련 민·관 파트너십

- (보안규정 준수) 공공 데이터를 활용하는 민간부문은 보안관리 규정을 준수하는 등 법제도의 범위 내에서 사업을 영위
- (데이터/플랫폼/서비스 제공기관) 플랫폼을 통해 데이터 및 서비스를 제공하는 공공기관은 민간의 요구를 수시로 반영하여 플랫폼 구축 목적을 달성

2) 디지털 트윈국토 추진 근거 및 로드맵 마련

□ 디지털 트윈국토 구현을 위한 데이터 및 플랫폼 조기 구축, 거버넌스 체계 마련에서 다른 세부내용에 대해 보다 구체적인 방안 마련과 단계적 추진을 위한 로드맵 제시

- (법제도 개선) 5장에 제시된 내용을 중심으로 “디지털 트윈국토”, “디지털 트윈국토 기술”, 디지털 트윈국토 플랫폼“ 등 관련 정의, 데이터 및 플랫폼 구축·운영을 위한 추진 근거 마련
- (로드맵) 데이터, 거버넌스, 표준, 기술개발, 유통 및 서비스, 클라우드 기반 플랫폼 등 디지털 트윈국토 추진 요소별 단계적 추진 전략 제시
- * 국가시범사업, 지자체 추진사업에서 국가의 추진방향과 전략 도출

□ 디지털 트윈국토 구현을 위한 표준

- (표준 대상) 행정정보, 민간 빅데이터(카드사, 통신사, 교통기종점 등), IoT 데이터 등을 공간정보(위치/도형)를 기반으로 통합하기 위한 표준
- 3차원 데이터의 국가표준과 정부가 생산한 데이터를 활용하는 지자체, 민간 등에서 더 높은 수준의 LoD 데이터 구축 및 연계를 위한 표준 및 지침 마련

- (품질표준) 3차원 공간데이터의 LoD 수준별 품질표준 제시
- (국제 표준 협력 및 선도) OGC, ISO 등 국제 표준화기구와 교류 협력을 통해 디지털트윈 관련 표준을 선도하고, 한국표준이 국제 표준화 되도록 추진

□ 디지털 트윈국토 구현을 위한 기술개발

- 디지털 라이브 국토교통 기술개발 사업('22 ~ '26; 약 1,800억원)과 연계
- (데이터 자동갱신) 고정밀 3차원 공간데이터의 실시간 갱신을 위한 기술개발은 부진, 실시간 데이터 갱신 및 플랫폼 관련 기술개발 추진
- (국산/개방형 플랫폼) 특정 국내/외국기술 또는 상품에 종속되지 않아야 하고, 데이터 갱신 및 고도화를 고려한 개방형 플랫폼 기술개발 지원
- (분석 및 처리기술/분석모형) 융·복합데이터로 대용량 공간데이터 처리기술 및 지능형 국토관리를 위한 분석모형 등 개발
- (IoT 센서와 연계) 3D 도시모델(플랫폼)과 IoT 센서의 연계에 의한 데이터 분석, 시뮬레이션 및 예측 기술 개발

3) 국토/도시 디지털화 조기 완성

□ 국토/도시 디지털화를 위한 3차원 공간데이터 구축 대상과 범위

- 구축대상: 3차원 지형(수치표고모형: DEM, 수치표면모형: DSM), 건물, 도로 기반시설물(정밀도로지도), 지하시설/구조물(12종), 지반(3종) 등
- 공간적 범위: 전국(지상, 지하), 시간적 범위: 국토 디지털 대전환을 통한 디지털뉴딜 목표달성 시기인 2025년까지(2025년 이후는 갱신 중심)
- 데이터 정밀도(LoD): 전국(LoD 1 + LoD 2), 주요 도시 지역(LoD 3~4), 지하시설/구조물/지반은 LoD 2~4 수준으로 구축

□ 3차원 공간데이터 구축 방법

- (국토지리정보원) ① 기존 국가기본도 제작 과정에서 취득된 항공사진 도화(지형·지물 묘사)성과를 활용하여 LoD 1수준의 3차원 데이터 구축, ② '21년부터 12cm급 항공사진을 도화하여 LoD 2수준의 3차원 데이터 구축
- (지자체/공공기관/민간 등) 초정밀 항공사진(8~12cm) 또는 드론영상(3cm), MMS 영상(건물옆면) 등을 활용하여 객체기반 LoD 3~4 데이터 구축
- (3D 게임엔진 활용 등) Unreal engine과 같은 게임엔진을 이용한 실감형 3D 국토/도시 구축 가능성 검토

□ 3차원 공간데이터 구축 주체

- 전국 LoD 1~2 및 주요 도시지역 LoD 3 구축: 국토교통부(국토지리정보원)
- LoD 2까지 중앙정부 제공 데이터 활용, 필요시 LoD 3~4 구축: 지자체/공공기관/민간
- LoD 2~4 수준의 지하시설/구조물/지반: 국토교통부(관리 및 갱신은 해당 지하시설물 관리주체)

□ 디지털 트윈국토 플랫폼 구축 및 운영 주체

- 플랫폼 구축 및 운영: 전담조직 신설 및 지원근거를 위한 제도개선
- * 플랫폼 구축 근거 및 제원 등은 4장 법제도 개선안 참고

CHAPTER 5

디지털트윈 관련 법제도 검토 및 개선(안)

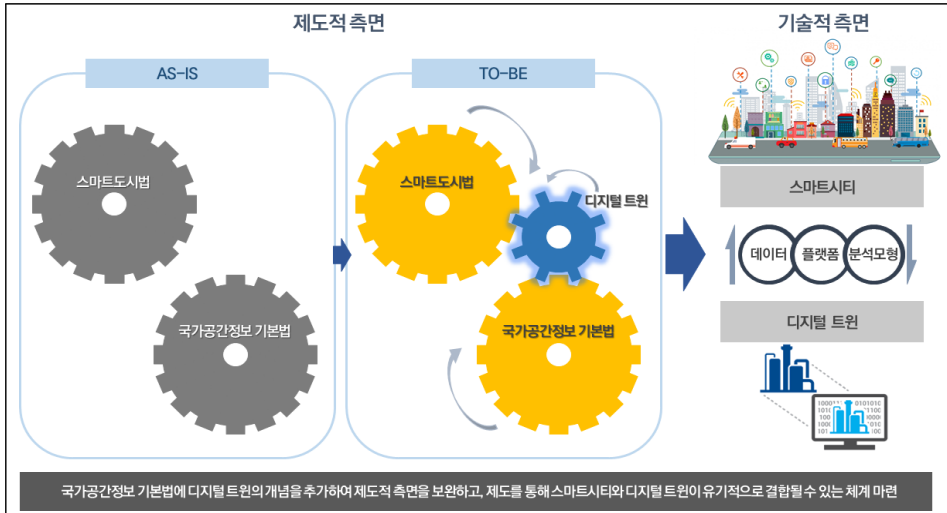
- 1. 법제도 검토 방향 63
- 2. 관련 법제도 검토 64
- 3. 관련 법제도 개선(안) 79

05 디지털트윈 관련 법제도 검토 및 개선(안)

1. 법제도 검토 방향

- 디지털트윈은 한국판 뉴딜 사업의 핵심 축인 디지털 뉴딜의 10대 중점사업으로 선정된 만큼, 디지털 뉴딜 추진을 위해 제도적으로 뒷받침 할 수 있는 근거 마련이 필요
- 또한 현재 국가시범사업, 공공기관 및 지자체에서 추진 중인 다양한 스마트시티 사업들은 모두 디지털트윈 기반의 스마트시티 구축을 추진, 이들 간의 유기적 연계를 지원하기 위한 근거가 미진함
- 이런 측면을 고려할 때 디지털트윈과 관련한 법제도는 다음 3가지 측면에서 검토 필요
 - 첫째, 기존 법제도 중에서 디지털트윈을 추진하기 위한 근거로 활용될 수 있는 법제도의 존재 여부와 근거로 활용될 수 있는 법률이 있다면 관련 법조항을 어떻게 개선 할 것인지가 검토되어야 함
 - 둘째, 디지털트윈 추진 근거로 활용할 법률이 없다면, 별도의 특별법 제정에 대한 검토가 필요 (단, 디지털트윈 관련 특별법 제정 가능성이 낮다는 점을 고려해 본 연구에서는 기존 법제도의 개정안 제시를 연구범위로 한정 함)
 - 셋째, 디지털트윈을 위한 법제도적 근거가 도출되면, 이를 근거로 구축한 디지털트윈이 스마트시티와 연계 될 수 있는 근거 마련을 위한 검토가 필요함(그림 5-1)

그림 5-1 | 제도 개선을 통한 스마트시티와 디지털트윈의 기술적 연계



자료: 저자 작성

우하단 이미지 출처: <https://www.emerson.kr/> (2020년 8월 31일 검색)

2. 관련 법제도 검토

1) 국가공간정보 기본법 및 동법 시행령

□ 「국가공간정보 기본법」(이하 기본법)은 국가공간정보체계의 효율적 구축, 종합적 활용 및 관리에 관한 사항을 규정한 법률¹⁾로 국가공간정보의 구축, 관리, 공개, 활용 전반에 관한 내용을 담고 있음

- 디지털트윈 구성요소²⁾ 중 기본적인 3차원 데이터 모델 구축과 관리의 측면에서 볼 때 「국가공간정보 기본법」이 디지털트윈 구현을 뒷받침하는 데에 가장 적합할 것으로 판단됨

1) 국가공간정보 기본법. 2020. 법률 제17453호(6월 9일 타법개정). 제1조.

2) 디지털트윈 구성요소 : 물리적 자산(physical asset), 가상의 쌍둥이 모델(3D data model), 자산에 부착된 센서(sensor), 센서로부터 생산된 데이터(data), 수집된 데이터 분석을 위한 모델(analytic model)과 플랫폼(platform)으로 구성

-
- 다만, 제2조(정의)에서부터 제19조 기본공간정보의 취득 및 관리에 이르기까지 공간정보 전반에 대한 내용을 다루고 있으나, 디지털트윈을 구체적으로 지원하는 조항이 없어 이를 보완하는 것이 필요

□ 「기본법」에는 디지털트윈을 위한 3차원 공간정보 구축 등 직접적인 표현 또는 내용은 없으나, “공간정보”를 포괄적으로 정의함으로써 디지털트윈을 위한 3차원 공간정보 구축의 근거로 적용 가능함

- 기본법 제2조(정의) 1항 “공간정보란 지상·지하·수상·수중 등 공간상에 존재하는 자연적 또는 인공적인 객체에 대한 위치정보 및 이와 관련된 공간적 인지 및 의사결정에 필요한 정보를 말한다.”라고 정의,
- 구체적으로 디지털트윈을 위한 3차원 공간정보라는 표현은 없으나, 공간정보의 개념에는 디지털트윈의 3차원 데이터 모델을 포함한다고 보는 것이 타당함
- 특히, 기본법 제19조 및 동법 시행령 제15조(기본공간정보의 취득 및 관리)의 4, 5, 6항에는 수치표고 모형, 공간정보 입체 모형, 실내공간정보와 같이 디지털트윈의 기반 데이터를 모두 국가가 구축 및 관리하도록 정하고 있음

□ 플랫폼 또는 활용체계 측면에서 디지털트윈은 기본법 제2조 2항 “공간정보데이터베이스”와 3항 “공간정보체계”의 범주에 포함됨

- “공간정보데이터베이스”란 공간정보를 체계적으로 정리하여 사용자가 검색하고 활용할 수 있도록 가공한 정보의 집합체를 말하고,
- “공간정보체계”란 공간정보를 효과적으로 수집·저장·가공·분석·표현할 수 있도록 서로 유기적으로 연계된 컴퓨터의 하드웨어, 소프트웨어, 데이터베이스 및 인적자원의 결합체를 말함
- 즉, “공간정보데이터베이스”와 “공간정보체계”는 각각 “디지털 트윈국토데이터베이스”와 “디지털 트윈국토 플랫폼”에 대응하는 내용으로 간주할 수 있음

□ 기본법 제2조 6항의 “국가공간정보통합체계”를 정의한 내용은 국가공간정보 기본법을 근거로 디지털 트윈국토를 추진 할 수 있는 하나의 사례를 제시하고 있음

- 기본법 제2조 6항의 “국가공간정보통합체계”는 기본공간정보데이터베이스를 기반으로 국가공간정보체계를 통합 또는 연계할 수 있도록 국토교통부장관이 구축 및 운용하는 별도의 공간정보체계임
- 본 조항은 다양한 “공간정보체계” 중에서 기본공간정보데이터베이스와 같이 국가공간정보기반 조성을 위해 구축 및 운용에 있어서 중요성이 높을 때 별도의 항목을 정의하여 특별히 관리하는 사례임
- 기본법 시행령 제18조(국가공간정보통합체계의 구축과 운영)에는 국가공간정보통합체계의 구축과 운영의 효율성을 위해 관리기관과 협의체를 구성하여 운영할 수 있도록 함
- 또한, 국가공간정보체계의 개발기준과 유지·관리 기준을 정할 수 있고, 국가공간정보통합체계의 구축과 운영에 필요한 예산의 전부 또는 일부를 관리기관에 지원할 수 있도록 정함

2) 3차원 국토공간정보구축 작업규정³⁾

□ 3차원 국토공간정보구축 작업규정 제2조(용어의 정의) 1호에 따르면 “3차원 국토공간정보”라 함은 지형지물의 위치·기하정보를 3차원 좌표로 나타내고, 속성정보, 가시화정보 및 각종 부가정보 등을 추가한 디지털 형태의 정보라고 정의 함

- 동 규정 5호에는 LoD(Level of Detail)를 “세밀도”라고 표현하고, 규정에 포함된 별도자료(별표 1~15)를 통해 3차원 데이터 가시화 및 품질 기준을 제시
- 3차원 데이터는 세부적으로 교통데이터, 건물데이터, 수자원데이터로 구분하여 가시화 정보 제작기준을 제시

3) 3차원국토공간정보구축작업규정. 2019. 국토지리정보원고시 제2019-146호(5월 23일 일부개정)

- 품질평가를 위한 기준으로 완전성, 논리 일관성, 위치 정확성, 주제 정확성 및 기타 항목을 제시하여 국토지리정보원이 생산하는 3차원 국토공간정보의 규격과 품질을 확보하고자 함

□ 국토지리정보원은 3차원 국토공간정보구축을 위한 데이터 형식으로 3DF-GML(3 Dimension Feature Geographic Markup Language) 포맷을 활용, 객체(entity)와 객체의 속성(attribute), 관계(relationship)를 정의 함

- 3DF-GML은 기본적으로 OGC(Open Geospatial Consortium) 표준인 City-GML을 개선하여 간결하게 개발된 포맷이며, 3차원 데이터 모델을 LoD 1 ~ 4단계로 표현 (그림 3-15 참조)

□ 3차원 국토공간정보구축 작업규정은 디지털트윈 구현을 위한 3차원 데이터 구축 가이드라인으로 활용될 수 있으나, 국토지리정보원의 내부 규정으로 지리원이 생산·관리하는 3차원 데이터에 대해서만 적용이 가능

- 이 문제를 해결하기 위해 국토지리정보원의 3차원 국토공간정보구축 작업규정을 개선해 국가표준으로 전환하거나 국토지리정보원 고시로 규정하기보다 법령에 규정하여 따르도록 하는 것도 방법임
- 이와 같은 과정을 거쳐 정부부처와 지자체가 3차원 데이터를 생산 및 관리할 때 공통적으로 따를 수 있도록 규정할 필요가 있음

3) 스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률⁴⁾

□ 「스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」(이하 스마트도시법)은 스마트도시의 효율적인 조성, 관리·운영 및 산업진흥 등에 관한 사항을 규정하고 있음

4) 스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률. 2020. 법률 제17454호(6월 9일 일부개정)

- 스마트도시법 제2조(정의) 제1~7호에는 “스마트도시”, “스마트도시서비스”, “스마트도시기반시설”, “스마트도시기술”, “건설·정보통신 융합기술”, “스마트도시 건설사업” 및 “스마트도시산업” 등에 관한 용어를 정의하고 있음
- 7개 용어정의 중 **스마트도시**는 “도시의 경쟁력과 삶의 질의 향상을 위하여 **건설·정보통신기술 등을 융·복합하여 건설된 도시기반시설**을 바탕으로 다양한 도시 서비스를 제공하는 지속가능한 도시”라고 정의
- **스마트도시서비스**는 “스마트도시 기반시설 등을 통하여 행정·교통·복지·환경·방재 등 도시의 주요 기능별 정보를 수집한 후 그 정보 또는 이를 서로 연계하여 제공하는 서비스”로 정의
- **건설·정보통신 융합기술**은 “「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제2조제6호에 따른 기반시설 또는 같은 조 제13호에 따른 공공시설을 **지능화**하기 위하여 건설기술에 전자·제어·통신기술을 융합한 기술로서 대통령령으로 정하는 기술”로 정의

□ 스마트도시법의 용어 정의와 주요 내용에는 ‘디지털트윈’ 관련 내용이 전혀 포함되어 있지 않아 스마트도시 구현을 위한 소프트웨어로서 ‘디지털 트윈국토’ 또는 ‘3차원 데이터’를 활용할 수 있도록 타 법률(국가공간정보 기본법)과 연계가 필요

- 타 법률과의 연결고리로써 스마트도시 정의에 제시된 “건설·정보통신기술” 등을 융·복합하여 건설된 도시기반시설을 바탕으로 다양한 도시서비스를 제공, 또는 스마트도시서비스 정의에 제시된 도시의 주요 기능별 **정보를 수집**한 후 그 정보 또는 이를 **서로 연계**하여 제공하는 서비스 등 이라는 정의를 참조
- 디지털트윈이 객체에 부착된 센서와 센서 통신을 통해 현실세계와 가상세계를 융합한다는 기술적 측면에서 “건설·정보통신 융합기술”의 범주에 “**디지털 트윈국토 기술**”을 추가하여 두 법률 간의 연결고리를 제시

3. 관련 법제도 개선(안)

1) 「국가공간정보 기본법」

□ 디지털 트윈국토 관련 정의 신설

- 「국가공간정보 기본법」 제2조(정의)에서 ‘디지털 트윈국토’, ‘디지털 트윈국토 기술’, ‘디지털 트윈국토 플랫폼’ 등의 용어 정의 신설
- 기본법 제2조제2호 “‘디지털 트윈국토’란 현실 세계에 존재하는 자연적·인공적인 객체에 대한 3차원 위치와 형태, 속성정보를 포함한 공간정보로 구축된 가상 국토를 말한다.”로 정의
- 기본법 제2조제3호 “‘디지털 트윈국토 기술’이란 현실 세계 객체에 부착된 사물 인터넷 센서로부터 수집한 데이터를 디지털 트윈국토 상에 저장·분석 또는 시뮬레이션 하여 현실 국토를 실시간으로 제어하도록 돕는 기술을 말한다.”로 정의할 수 있음
- 기본법 제2조제9호 “‘디지털 트윈국토 플랫폼’이란 디지털 트윈국토 기술을 활용하여 국가공간정보기반의 조성 및 스마트도시 서비스 제공을 위한 기반을 마련하기 위해 국토교통부 장관이 구축·운영하는 공간정보체계를 말한다.”로 정의

□ 디지털 트윈국토 등 3개의 용어가 추가로 정의됨에 따라, 디지털 트윈국토 플랫폼 구축과 운영을 위해 제4장 국가공간정보기반 조성 관련 조항 및 시행령 신설 필요

- **기본법 제25조(디지털 트윈국토 플랫폼의 구축과 운영)**
 - 제1항 국토교통부장관은 관리기관과 공동으로 디지털 트윈국토 플랫폼을 구축·운영하여야 한다.
 - 제2항 국토교통부장관은 관리기관의 장에게 디지털 트윈국토 플랫폼의 구축과 운영에 필요한 자료 또는 정보의 제공을 요청할 수 있다. 이 경우 자료 또는 정보의 제공을 요청받은 관리기관의 장은 특별한 사유가 없으면 그 요청을 따라야 한다.

- 그 밖에 디지털 트윈국토 플랫폼의 구축 및 운영에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

• **기본법 시행령 제19조(디지털 트윈국토 플랫폼의 구축과 운영)**

- 국토교통부장관은 법 제25조제1항에 따른 디지털 트윈국토 플랫폼의 구축과 운영을 효율적으로 하기 위하여 관리기관과 협의체를 구성하여 운영하여야 한다.
- 국토교통부장관은 관리기관의 장과 협의하여 디지털 트윈국토 플랫폼의 구축 및 운영에 필요한 디지털 트윈국토 플랫폼의 개발기준과 유지·관리 기준을 정할 수 있다.
- 관리기관이 디지털 트윈국토 플랫폼과 연계하여 공간정보데이터베이스를 활용하는 경우에는 제2항에 따른 기준을 적용하여야 한다.
- 국토교통부장관은 디지털 트윈국토 플랫폼의 구축과 운영을 위하여 필요한 예산의 전부 또는 일부를 관리기관에 지원할 수 있다.

표 5-1 국가공간정보 기본법 개선(안)

기존 법	개선(안)
제2조(정의) 1. “공간정보”란... 2. “공간정보데이터베이스”란... (중략) 6. “국가공간정보통합체계”란... 7. “공간객체등록번호”란...	제2조(정의) 1. “공간정보”란 ... 2. “디지털 트윈국토”란 현실 세계에 존재하는 자연적·인공적인 객체에 대한 3차원 위치와 형태, 속성정보를 포함한 공간정보로 구축된 가상 국토를 말한다. 3. “디지털 트윈국토 기술”이란 현실 세계 객체에 부착된 사물인터넷 센서로부터 수집한 데이터를 디지털 트윈국토 상에서 저장·분석 또는 시뮬레이션 하여 현실 국토를 실시간으로 제어하도록 돕는 기술을 말한다. 4. “공간정보데이터베이스”란... (중략) 8. “국가공간정보통합체계”란... 9. “디지털 트윈국토 플랫폼”이란 디지털 트윈국토 기술을 활용하여 국가공간정보기반의 조성과 스마트도시 서비스 제공을 위한 기반을 마련하기 위해 국토교통부장관이 구축·운영하는 공간정보체계를 말한다. 10. “공간객체등록번호”란...

기존 법	개선(안)
제24조(국가공간정보통합체계의 구축과 운영) (중략)	제24조(국가공간정보통합체계의 구축과 운영) (중략)
제25조(국가공간정보센터의 설치) (중략)	제25조(디지털 트윈국토 플랫폼의 구축과 운영) ① 국토교통부장관은 관리기관과 공동으로 디지털 트윈국토 플랫폼을 구축·운영하여야 한다. ② 국토교통부장관은 관리기관의 장에게 디지털 트윈국토 플랫폼의 구축과 운영에 필요한 자료 또는 정보의 제공을 요청할 수 있다. 이 경우 자료 또는 정보의 제공을 요청받은 관리기관의 장은 특별한 사유가 없으면 그 요청을 따라야 한다. ③ 그 밖에 디지털 트윈국토 플랫폼의 구축 및 운영에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.
	제26조(국가공간정보센터의 설치) (중략)

자료: 국가공간정보 기본법. 2020. 법률 제17453호(6월 9일 타법개정) 바탕으로 저자 작성

표 5-2 국가공간정보 기본법 시행령 개선(안)

기존 법	개선(안)
제18조(국가공간정보통합체계의 구축과 운영) (중략)	제18조(국가공간정보통합체계의 구축과 운영) (중략)
제19조(중복투자의 방지) (중략)	제19조(디지털 트윈국토 플랫폼의 구축과 운영) ① 국토교통부장관은 법 제25조제1항에 따른 디지털 트윈국토 플랫폼의 구축과 운영을 효율적으로 하기 위하여 관리기관과 협의체를 구성하여 운영하여야 한다. ② 국토교통부장관은 관리기관의 장과 협의하여 디지털 트윈국토 플랫폼의 구축 및 운영에 필요한 디지털 트윈국토 플랫폼의 개발기준과 유지·관리 기준을 정할 수 있다. ③ 관리기관이 디지털 트윈국토 플랫폼과 연계하여 공간정보데이터베이스를 활용하는 경우에는 제2항에 따른 기준을 적용하여야 한다. ④ 국토교통부장관은 디지털 트윈국토 플랫폼의 구축과 운영을 위하여 필요한 예산의 전부 또는 일부를 관리기관에 지원할 수 있다.
	제20조(중복투자의 방지) (중략)

자료: 국가공간정보 기본법 시행령. 2017. 대통령령 제28211호(7월 26일 타법개정) 바탕으로 저자 작성

2) 「스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」

□ 「스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」 제2조제5호를 근거로 스마트도시법 시행령 제5조(건설·정보통신 융합기술)에 제3호 신설

- 스마트도시법 제2조제5호는 ““건설·정보통신 융합기술”이란 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제2조제6호에 따른 기반시설 또는 같은 조 제13호에 따른 공공시설을 지능화하기 위하여 건설기술에 전자·제어·통신 등의 기술을 융합한 기술로서 대통령령으로 정하는 기술을 말한다.’ 라고 정의
- 동법 시행령 제5조(건설·정보통신 융합기술) 법 제2조제5호에서 “대통령령으로 정하는 기술”이란 다음 각 호의 기술에 전자·제어·통신 등의 기술을 융합한 기술을 말한다.
 - 1. 「건설기술 진흥법」 제2조제2호의 건설기술
 - 2. 「전력기술관리법」 제2조제1호의 전력기술
 - 3. 「국가공간정보 기본법」 제2조제2호의 디지털 트윈국토 기술

표 5-3 스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률 시행령 개선(안)

기존 법	개선(안)
제5조(건설·정보통신 융합기술) 법 제2조제5호에서 “대통령령으로 정하는 기술”이란 다음 각 호의 기술에 전자·제어·통신 등의 기술을 융합한 기술을 말한다. 1. 「건설기술 진흥법」 제2조제2호의 건설기술 2. 「전력기술관리법」 제2조제1호의 전력기술	제5조(건설·정보통신 융합기술) 법 제2조제5호에서 “대통령령으로 정하는 기술”이란 다음 각 호의 기술에 전자·제어·통신 등의 기술을 융합한 기술을 말한다. 1. 「건설기술 진흥법」 제2조제2호의 건설기술 2. 「전력기술관리법」 제2조제1호의 전력기술 3. 「국가공간정보 기본법」 제2조제2호의 디지털 트윈국토 기술

자료: 스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률 시행령. 2020. 대통령령 제 20895호(8월 4일 타법개정) 바탕으로 저자 작성



CHAPTER 6

결론

- 1. 연구결과 및 기대효과 75
- 2. 향후과제 77

06 결론

1. 연구결과 및 기대효과

1) 연구결과

□ 본 연구는 우리나라를 비롯한 세계 각국에서 추진 중인 스마트도시 건설과 스마트도시 건설의 소프트웨어로서 ‘디지털트윈’의 중요성 부각과 함께 국가가 정책을 어떻게 마련하고 이끌어 나갈지에 대한 고민을 담고 있음

- 도시와 국토공간에 대한 디지털트윈의 적용은 일부 해외 사례를 고려하더라도 누구도 가보지 못한 새로운 분야의 개척인 만큼 다양한 기초연구가 필요하며, 본 연구도 이에 해당하는 연구임

□ 특히, 코로나19 사태를 계기로 우리정부가 추진 중인 한국형뉴딜의 한 축인 ‘디지털 뉴딜’의 대표 사업으로 ‘디지털트윈’이 선정됨에 따라 국가의 정책방향 설정과 사업추진을 위한 근거 마련 요구에 신속한 대응이 필요

- 이를 위해 먼저, 다양하게 제시되고 있는 디지털트윈의 개념을 참고하여 본 연구에서의 디지털트윈과 디지털 트윈국토 등을 조작적으로 정의하고,
- 디지털트윈과 관련한 국내외 사례 조사를 통해 현재 디지털트윈의 기술구현 수준과 정책 추진에 따른 다양한 문제점과 이슈를 검토하였음

- 무엇보다 디지털트윈 추진을 위한 제도적 근거를 제공하기 위해 관련 법제도에서 개정되어야 할 사항과 신설되어야 할 내용을 검토하여 법제도 개정안을 제시하였음
- 마지막으로 선행연구, 국내외사례, 기존 사업추진의 한계와 시사점, 법제도 개선 등을 종합적으로 고려해 디지털 트윈국토 구현에서 가장 핵심인 거버넌스 체계와 전략 로드맵 구축의 필요성을 강조하고, 3차원 공간데이터와 플랫폼 구축을 위한 주요 검토사항을 정책방향으로 제시하였음

□ 본 연구의 성과는 제도개선(안) 마련과 추후 정부의 디지털트윈 정책 및 사업 추진을 위한 방향성을 제시하고, 기초연구로써 차기 연구를 위한 연구의 방향을 제시한 것임

2) 기대효과

□ 정책적 기대효과

- 스마트도시 건설과 함께 지속적으로 거론되는 ‘디지털트윈’ 구현을 위한 정책 방향과 이를 지원할 법제도 개선(안)을 제시하여,
- 국가정책 추진의 근거와 방향성 부재에 따른 관계 부처, 지방자치단체, 공공기관과 민간 산업계의 디지털트윈 관련 사업추진에 불확실성을 제거하고, 디지털트윈이 스마트도시 분야와 연계·활용될 수 있는 근거를 마련함

□ 학술적 기대효과

- “디지털 트윈국토”, “디지털 트윈국토 기술”, “디지털 트윈국토 플랫폼” 등 디지털 트윈국토와 관련하여 학술연구 추진 시 필요한 용어의 법률적 개념을 정의, 학술연구 추진의 근거와 기초를 제공

2. 향후과제

□ 디지털 트윈국토 구축 및 추진을 위한 전략계획(로드맵) 수립

- 본 연구의 정책 추진방향에서 제시한 각 요소 중 3차원 지형, 건물, 도로 및 도로기반 시설물, 지하시설/구조물, 지반 등 관련 데이터 구축,
- 3차원 데이터의 유통, 분석 및 시뮬레이션 등 활용서비스 제공을 위한 플랫폼 구축 및 운영을 위한 구체적인 추진전략 및 방안을 마련 필요

□ 법·시행령 개정과 그에 따른 하위 지침, 전문위원회 신설 등 제도적 변화 내용을 반영하기 위한 세부 사항 점검 및 변경 방안 마련

- “디지털 트윈국토”, “디지털 트윈국토 기술”, “디지털 트윈국토 플랫폼” 등 새로운 개념 신설에 따른 하위 지침, 디지털트윈 전문위원회 구성, 또는 “디지털 트윈국토 플랫폼 구축 및 운영”을 위한 세부사항 등 관련 내용 수정 필요

□ 디지털 트윈국토 추진을 위한 「국가공간정보 보안관리규정」 세부 내용 개정

- 2020년 8월 현재 「국가공간정보 보안관리규정」 개정을 위한 근거 마련을 위해 당정협의를 거쳐 「국가공간정보 기본법」 일부개정(안)이 발의 됨
- 연내에 기본법 개정안이 통과된다면 2021년에는 “국가공간정보 세부분류기준” 등의 규정 내 세부기준에 대한 개정 추진이 필요
- “국가공간정보 세부분류기준”은 디지털 트윈국토의 품질을 좌우하는 기준이 될 것이며, 민간부문의 신산업 창출과 활성화와 직결, 제도개선의 핵심내용임

참고문헌

REFERENCE



【인용문헌】

- 3차원국토공간정보구축작업규정. 2019. 국토지리정보원고시 제2019-146호(5월 23일 일부개정)
- GE리포트 코리아. 2016. 프레딕스, 산업용 빅데이터 플랫폼 - 산업인터넷 황금시대의 시작. <https://www.gereports.kr/ge-opens-industrial-internet-platform-predix-to-everyone/> (2020년 4월 20일 검색)
- KBS News. 2019. [스마트시티①] 싱가포르, 3D 가상현실로 스마트 국가 건설. 4월 6일. <http://news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=4174908> (2020년 4월 9일 검색)
- LX. 2020. LX 스마트시티 디지털트윈사업 추진현황 보고 자료
- S&T GPS. 2020. [이슈분석 133호] 주요국의 디지털 트윈 추진 동향과 시사점. https://now.k2base.re.kr/portal/issue/ovsealIssued/view.do?poliIssueId=ISUE_000000000000931&menuNo=200046&pageIndex=1 (2020년 4월 8일 검색)
- Techworld. 2019. 현실 속 디지털 트윈 적용 사례. 6월 19일. <http://www.epnc.co.kr/news/articleView.html?idxno=90787> (2020년 4월 20일 검색)
- 공간정보산업진흥원. http://www.spacen.or.kr/vworld_mgm/business_info.do (2020년 8월 25일 검색)
- 공간정보오픈플랫폼. <http://www.vworld.kr/> (2020년 8월 25일 검색)
- 관계부처 합동. 2019. 세종 스마트시티 국가 시범도시 시행계획.
- 국가공간정보 기본법. 2020. 법률 제17453호(6월 9일 타법개정)
- 국가공간정보 기본법 시행령. 2017. 대통령령 제28211호(7월 26일 타법개정)

-
- 국토연구원. 2020. 3기 신도시 특화 디지털트윈 플랫폼 구축을 위한 마스터플랜 수립연구 중간보고회 발표자료.
- 국토지리정보원. 2020. 디지털 트윈 국토 추진전략. TF팀 자료 참조.
- 김영표, 한선희, 김미정, 문린곤. 2001. 디지털시대에 대비한 사이버국토 구축전략 연구. 안양: 국토연구원.
- 김희민. 2019. KB 지식 비타민: 미래를 이끌 기술, 디지털 트윈의 진화와 적용 사례. KB 금융지주 경영연구소.
- 매일경제. 2020. 수자원공사, 부산 에코델타 경관심의회 ‘가상현실’ 기술 적용. 2월 11일. <https://www.mk.co.kr/news/business/view/2020/02/139919/> (2020년 6월 18일 검색)
- 박소현, 한지수, 최림, 조찬원. 2019. 디지털트윈 구현을 위한 BIM 프레임워크 활용 방안. 한국CDE학회 논문집. 24권 4호: 361-372.
- 박준구, 조우석, 노명종, 송낙현, 김민철. 2008. 3차원 국토공간정보 구축 개선방안 연구. 한국지형공간정보학회지. 16권 4호: 89-99.
- 보안뉴스. 2020. 지속가능한 스마트시티 모델 ‘디지털 트윈’ 사례 집중탐구. 2월 9일. <https://www.boannews.com/media/view.asp?idx=86197> (2020년 6월 17일 검색)
- 스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률. 2020. 법률 제17454호(6월 9일 일부 개정)
- 스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률 시행령. 2020. 대통령령 제 20895호(8월 4일 타법개정)
- 이광기, 유호동, 김탁곤. 2018. 디지털 트윈 기술 발전방향. 대구: 한국산업기술평가관리원.
- 임시영, 사공호상, 오창화, 안종욱, 유재준. 2019. 초연결 스마트시티 구현을 위한 공간정보 전략 연구. 세종: 국토연구원.
- 전자신문. 2020. 또 하나의 수도 ‘버추얼서울 시스템’ 구축. 1월 19일.

<https://m.etnews.com/20200117000200> (2020년 6월 17일 검색)

최병남, 김영표, 한선희, 김미정. 2000. 제2차 국가 GIS기본계획 수립 연구 :디지털국토 구축을 위한 전략과 실천 방안. 안양: 국토연구원.

홍창희, 김성식, 백남철, 김영록, 윤천주, 박승화, 정승현, 김지은. 2018. 도시/건설 분야 디지털 트윈 기술 기획 연구. 고양: 한국건설기술연구원.

허용. 2020. 정보통신산업 활성화를 위한 도시공간 데이터 개방·공유. 세종: 국토연구원

Callenge Advisory. <https://www.challenge.org/insights/digital-twin-history/> (2020년 4월 23일 검색)

CDBB. 2020. The approach to delivering a National Digital Twin for the United Kingdom.

CDBB.

<https://www.cdbb.cam.ac.uk/CDBBResearchBridgehead/BIMUoCEstate>(2020년 6월 18일 검색)

Centre for Digital Built Britain. <https://www.cdbb.cam.ac.uk/news/2019-April8RoadmapPressRelease> (2020년 4월 22일 검색)

DT Hub Community. <https://digitaltwinhub.co.uk/> (2020년 7월 10일 검색)

Emerson. <https://www.emerson.kr/> (2020년 8월 31일 검색)

GE Predix. <https://www.ge.com/digital/documentation/predix-platforms/Chunk1397809114.html> (2020년 4월 20일 검색)

Gartner. 2017. Top 10 Strategic Technology Trends for 2018.

Gemini Principles. 2019. <https://www.cdbb.cam.ac.uk/DFTG/GeminiPrinciples> (2020년 4월 9일 검색)

GovInsider. 2018. Meet Virtual Singapore, the city's 3D digital twin. <https://govinsider.asia/digital-gov/meet-virtual-singapore-citys-3d-digital-twin/> (2020년 4월 20일 검색)

HEXAGON. <https://hexagonppm.com/offerings/solutions/operational-twin>

(2020년 4월 20일 검색)

Kirsten Lamb. 2019. Principle-based digital twins: a scoping review. CDBB

Mark Enzer. 2019. Introducing the National Digital Twin. NDT Day 2019 발표자료.

Market Research Future. 2018.

Michael Grieves. 2016. Origins of the Digital Twin Concept.

Microsoft AZURE. <https://azure.microsoft.com/ko-kr/> (2020년 4월 20일 검색)

MyIOTLearningCenter. 2018. Announcing Azure Digital Twins: Create digital

replicas of spaces and infrastructure using cloud, AI and IoT. September 24.

[http://www.myiotlearningcenter.com/announcing-azure-digital-twins-creat](http://www.myiotlearningcenter.com/announcing-azure-digital-twins-create-digital-replicas-of-spaces-and-infrastructure-using-cloud-ai-and-iot/)

[e-digital-replicas-of-spaces-and-infrastructure-using-cloud-ai-and-iot/](http://www.myiotlearningcenter.com/announcing-azure-digital-twins-create-digital-replicas-of-spaces-and-infrastructure-using-cloud-ai-and-iot/)

(2020년 4월 21일 검색)

Placotech. <https://placotech.net/products> (2020년 4월 9일 검색)

NIC. 2017. Data for the Public Good. NIC Report.

Virtual Singapore. <https://www.nrf.gov.sg/programmes/virtual-singapore>

(2020년 4월 8일 검색)

SUMMARY



Policy Direction and Institutional Basis for National Digital Twin

Kihwan Seo, Changwha Oh

Key words: Digital Twin, National Digital Twin, Policy Direction, Smart City, Institutional Basis

The purpose of this study is to suggest a policy direction and institutional basis for establishing a national digital twin. In addition, as the infrastructure of a smart city, it was intended to establish an institutional basis for the digital twin to be connected with the smart city. To this end, the concept of the digital twin was defined, and problems and limitations that appeared in the digital twin establishment process were derived through investigations of domestic and overseas cases and status.

On the other hand, by analyzing the relevant laws that can serve as the basis for the promotion of the digital twin, a proposal to improve the legal system as the basis for the government's promotion of the digital twin was presented. In addition, by presenting an amendment(draft) of laws related to smart cities, the basis for linking the digital twin and smart cities was prepared. This study presented not only the legal and institutional grounds, but also the basic direction necessary when the Korean government wants to fully promote the establishment of a national digital twin in the near future.

부 록

APPENDIX



▣ 부록1. V-world 3차원 공간정보 활용 현황

□ 공공분야

연번	활용 분야	활용 서비스	기관 수
1	기술연구	무인항공기 딥러닝 연구(서울시립대), 에너지 소비 예측에 관한 연구(카이스트) 등	48개
2	공공행정	지자체GIS시스템(부산광역시청), 차세대 국세행정 시스템(국세청) 등	46개
3	군	해군지형정보체계(정보사령부), 도시작전계획(수도방위사령부) 등	26개
4	시설관리	지하시설물 통합시스템(국토교통부), 지하시설물 DB관(인천광역시청) 등	23개
5	재난안전	지진·급경사지 방재 시스템(행정안전부), 도심지 폭발피해 예측 SW 개발(국방과학연구소) 등	16개
6	문화관광	국토발전전시관(국토교통부), 춘천 애니메이션 박물관(춘천시청) 등	11개
7	교통항공	드론 난조건 안전운용 기술(항공우주연구원), 드론 용역 성과 활용 검증(서울특별시)	9개
8	생활편의	모바일 내비게이션(한국공항공사), 실내 내비게이션(과학기술정보통신부) 등	9개
9	공간분석	수치표고모형 구축(국토지리정보원) 등	5개
10	자연환경	연안재해 취약성 평가, 항만관리(국립해양조사원) 등	4개
11	자원관리	에너지공유 커뮤니티 구축, 신재생 에너지자원지도(한국에너지기술연구원) 등	4개
12	기타(이동 통신, 가상현실, 방송영화)	전파 특성 분석 및 채널모델 연구(한국전자통신연구원), AR 제작을 위한 연구(서울디지털 재단) 등	4개
합계			205개

□ 민간분야

연번	활용 분야	활용 서비스	기관 수
1	생활편의	카카오맵(카카오), 네비게이션(맵퍼스, 현대엠엔소프트) 등	9개
2	방송영화	다큐멘터리 영화 제작(뭇), 미리 가본 북한...지금 평양은?(연합뉴스TV) 등	7개
3	시설관리	지하시설물 통합관리시스템(차후), 도로설계시스템(하니소프트) 등	6개
4	문화관광	문화비용절감서비스(포스트미디어), 항공바이크 시뮬레이터(H&S) 등	5개
5	이동통신	T-EoS(SKT), KT공간정보서비스(KT) 등	4개
6	기타(가상현실, 자원관리, 재난안전, 기술연구)	홍보용VR제작(에이포인트), 재난안전통신망(KT)	7개
합계			38개

수시 20-10

가상국토 구현을 위한 디지털트윈 정책방향

저 자 서기환, 오창화

발 행 인 강현수

발 행 처 국토연구원

출판등록 제2017-9호

발 행 2020년 9월 7일

주 소 세종특별자치시 국책연구원로 5

전 화 044-960-0114

팩 스 044-211-4760

가 격 비매품

I S B N 979-11-5898-551-6

홈페이지 <http://www.krihs.re.kr>

© 2020, 국토연구원

이 연구보고서를 인용하실 때는 다음과 같은 사항을 기재해주시십시오.

서기환, 오창화. 2020. 가상국토 구현을 위한 디지털트윈 정책방향. 세종: 국토연구원.

이 연구보고서의 내용은 국토연구원의 자체 연구물로서 정부의 정책이나 견해와는 상관없습니다.

이 연구보고서는 한국출판인협회에서 제공한 KoPub 서체와 대한인쇄문화협회가 제공한 바른바탕체 등이 적용되어 있습니다.

가상국토 구현을 위한 디지털트윈 정책방향

Policy Direction and Institutional Basis for National Digital Twin



제1장 연구의 개요

제2장 디지털트윈 개념 및 적용 분야

제3장 디지털트윈 추진 사례 및 시사점

제4장 디지털 트윈국토 추진 기본방향 및 추진과제

제5장 디지털트윈 관련 법제도 검토 및 개선(안)

제6장 결론



KRIHS 국토연구원

(30147) 세종특별자치시 국책연구원로 5 (반곡동)

TEL (044) 960-0114 FAX (044) 211-4760

