

디지털트윈과 BIM 동향

정리 한국건설기술연구원 강태욱 공학박사 E.laputa99999@gmail.com

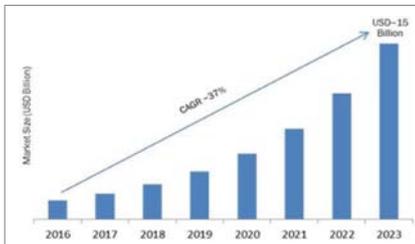
디지털 트윈 소개

디지털 트윈은 제너럴 일렉트릭(GE)에서 처음 만든 개념으로 물리적인 사물을 디지털화해 가상의 모델로 변환, 가시화, 분석, 관리하기 위한 방법이자 기술이다. 이 두가지 물리와 가상 모델은 서로 연계되어 하나의 변화가 서로간에 영향을 미친다.

시장조사 전문기관인 가트너(Gartner)는 디지털 트윈을 2017년과 2018년 미래 유망 10대 기술 중 하나로 선정했다.마켓스 앤 마켓스(Markets and Markets)는 2016년 2조원 시장규모에서 2023년에 18조원 증가, 연평균성장률을 37.87%로 예상하고 있다(The Science Times, 2019.3)(그림 1).

사실 디지털 트윈은 오래전부터 산업계에서 사용되고 있는 기술이다. 물리 세계에 센서를 이용한 데이터 취득, 디지털 공간에서 시뮬레이션 및 분석은 엔지니어링 분야에서 필수적인 것이다. 그러므로, 우리의 질문은 디지털 트윈의 기술적 차별성이 무엇인지를 이야기하는 것 보다 사람들이 관심을 가지는 디지털 트윈의 배경과 비즈니스 가치가 무엇인지가 되어야 한다.

디지털 트윈은 누가 말하는 하나의 기술만 의미하지 않는다. 3차원 모델도 아니며, IoT만 의미하는 것도 아니다. 화려한 인터페이스가 없더라도, 제대로 실세계를



<그림 1> Digital Twin 시장 예측(Market Research Future)

반영한 데이터 모델과 시뮬레이션 기능만으로도 디지털 트윈은 충분히 동작될 수 있다.

디지털 트윈과 BIM

사람들은 점점 저렴해지고 사용이 쉬워지는 AICBM(Artificial intelligent, IoT, Cloud, Big data and Mobile) 기술에 자극을 받고 있다. 이런 기술로 인해 우리는 과거보다 손쉽게 물리 세계를 디지털 기반으로 데이터를 통합, 엔지니어링, 시뮬레이션할 수 있게 된다. 로봇틱스, 3D프린팅과 같이 디지털 모델을 물리화하거나

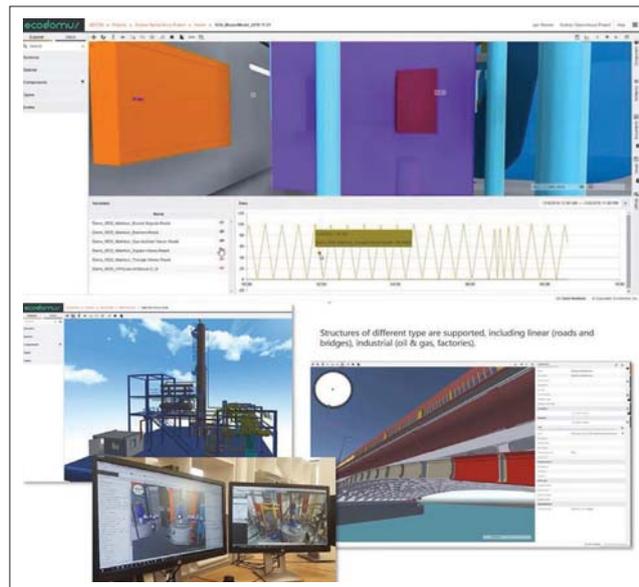


<그림 2> Bringing a Digital Dimension to Construction (Gammon Construction Limited)

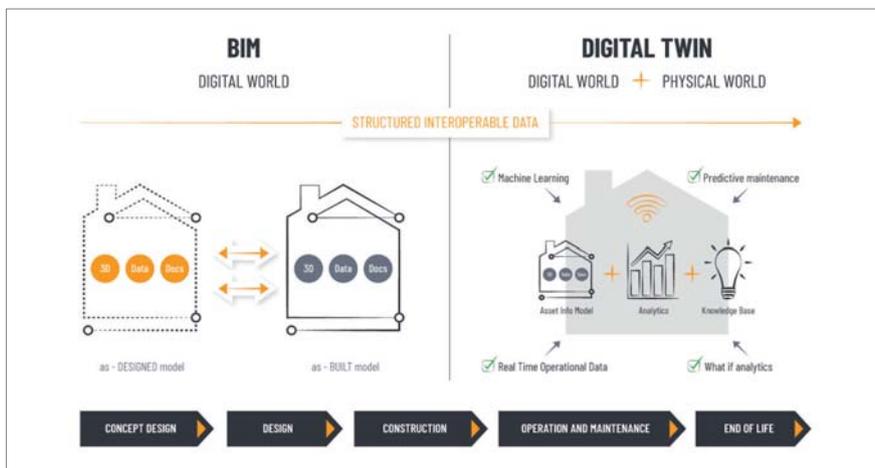
MR(Mixed Reality)같이 오버레이하는 기술은 또 다른 비즈니스 기회를 만들고 있다. 이런 기술은 이미 우리 손안에 와 있다. 예를 들어, 우리가 사용하는 스마트폰 앱들은 관련 기술들의 협업으로 제공된다(그림 2).

BIM은 건설관점에서 디지털 트윈의 한 기술이라 여겨지고 있다. BIM은 여러가지 문제점에도 불구하고, 꾸준히 발전되고 있으며, 시장은 확장되고 있다. BIM은 AICBM이 연계되면 건설 데이터를 저장, 연계, 분석, 관리하기 위한 데이터 허브가 될 수 있다. 이미 Ecodomus 같은 BIM 개발사 및 엔지니어링 업체는 디지털 트윈을 비즈니스 모델로 인식하고, 관련 서비스를 개발하고 있다(그림 3).

National Institute of Building Sciences에 따르면 BIM은 “시설의 물리적 및 기능적 특성을 디지털 방식으로 표현한 것이다. 따라서 건물 계획부터 수명주기 동안 의사 결정을 위한 신뢰할 수 있는 기반을 형성하는 자산에 대한 정보를 공유하는 지식 정보 역할을 할 수 있다”고 말한다



<그림 3> BIM-IoT 연계 기능 (Ecodomus, 2018.12)



<그림 4> BIM과 디지털 트윈 관계(cobuilder, 2018)

(Pritil Gunjan, 2018.12).

디지털 트윈과 결합된 BIM 분석 플랫폼을 통해 초기 설계부터 폐기에 이르기까지 건물 수명주기 관리가 가능하다. 예를 들어, 건물 엔지니어 및 소유자는 실제 장비 작동 조건에서 난방, 환기 및 공기 조절 장치를 시각적으로 테스트할 수 있다(그림 4).

현장을 개선하기 위해 디지털 트윈을 사용하여 장비 주문보다 먼저 건물 시스템의 성능을 조율할 수 있다. 디지털 트윈은 계획자가 예상 부하를 사용하여 안전 및 대피 시나리오를 실행하거나 실제 건설에 앞서 규제 준수 여부를 확인하는 데 필요한 기타 분석을 수행할 수 있도록 한다.

건설 중에는 스캔 기술을 통해 As-built 분석과 As-plans 분석 용 소스로 BIM을 사용할 수 있다. 프로젝트의 중요한 측면을 검토하여 현장 변경 사항이 전체 구조 성능에 미치는 영향을 평가할 수 있다.

건물 폐기시에는 디지털 트윈을 사용해 건설 개조 및 수리를 분석할 수 있다. 기존 건물 또는 인프라 프로젝트의 경우 디지털 트윈은 철거 작업을 시작하기 전에 중요한 숨겨진 요소를 파악할 수 있도록 안내할 수 있다.

설비, 에너지, 보안, 임대, 유지 보수와 같은 조직 전체에 사용되는 데이터를 연결함으로써 건물 운영이 중앙 집중화되고 단순화될 수 있다. 이를 위한 디지

털 트랜스포메이션은 매우 큰 도전과제이다.

스마트시티는 도시 관점에서 디지털 트윈 기술이 효과적으로 접목될 수 있다. 싱가포르 버추얼 싱가포르 프로젝트는 2014년에 시작했으며, 매우 도전적인 프로젝트이다. 도시의 다양한 문제를 해결하기 위한 플랫폼 개발을 위해 노력하고 있다. 플랫폼은 도시에 설치된 다양한 센서와 액추에이터를 관리하고, 데이터를 모아 분석하고 적절히 제어한다.

가짜 디지털 트윈

디지털 트윈은 BIM과 같이 모호하고 오해하기 쉬운 용어이다. 아직 BIM을 3차원 모델, 경관 시뮬레이션 같은 프로그램으로 보는 사람들이 많듯이 디지털 트윈을 3차원 가상 디지털 모델로 보는 사람들이 많다.

가짜 디지털 트윈은 가치에서 사람들을 멀어지게 만들고, 불필요한 비용을 낭비하게 하며, 함께 참여하는 사람들을 지치게 만든다. 그럼 무엇이 가짜 디지털 트윈일까? 가짜 디지털 트윈을 확인할 수 있는 몇가지 팩트가 있다.

- **명확한 디지털화 전략과 작업 지침 부재**
전략과 지침이 없는 디지털 트윈은 산출물의 이익과 발주 과정을 올바르게 통제할 수도 없을 뿐더러, 품질조차 보증하기 힘들다.

- **목적과 유스케이스가 불분명한 디지털 트윈**

목적이 없는 프로젝트는 성공하기 어렵고, 그럴듯한 결과물만 만들어낸다.

- **목적성 없고 과도한 3차원 모형과 화려한 시각적 효과의 강조**

3차원 모델이나 시각적 효과만 강조하는 디지털 트윈은 그 자체로 사용될 수 있는 곳이 없을 것이다. 이는 홍보 전시 수단으로만 사용될 수 있는 것이며, 동영상의 한 형태에 지나지 않는다.

- **수작업되는 데이터 트랜스포메이션 프로세스**

자동화되지 않은 데이터 변환은 데이터 사용에 큰 장애요인이 된다.

- **데이터 시뮬레이션과 분석 기능보다는 화려한 인터페이스만 강조**

본질적 가치는 데이터의 의미있는 활용이다.

- **이기종 시스템과 연계되지 않는 단독 실행 시스템**

상호운용성이 없는 플랫폼은 산업 현장에서 의미가 없다.

- **개방형 데이터 API(Application Program Interface)와 데이터 교환 표준 도구 부재**

오픈 데이터 정책이 없다면 디지털 트윈도 실행하기 어렵다. 특히, 국가 공공 공유 경제에서 오픈 데이터 정책은 핵심적인 것이다.

- **데이터 무결성 확보 방안 부재**

데이터 무결성, 품질 확보방안이 없다면, 디지털 트윈에서 얻은 정보 사용은 매우 위험한 것이다.

- **데이터 처리 및 분석 방안 부재**

이런 부분은 관련 전문가가 해당 시스템의 개발 계획서, 요구사항 명세서, 아키텍처 설계와 소스코드를 확인하거나, 실제 사용할 이해당사자들과 시스템 요구사항을 상호 체크해도 문제 있는 부분을 확인할 수 있는 것이다.

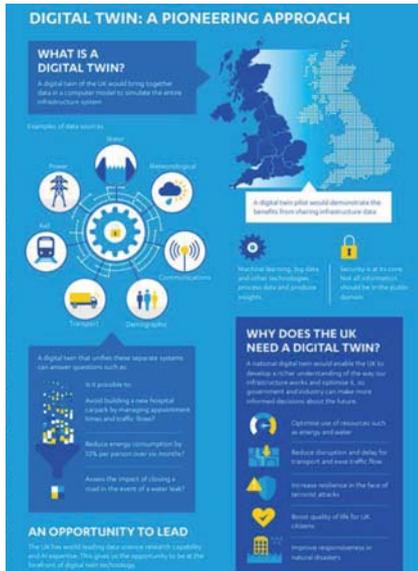
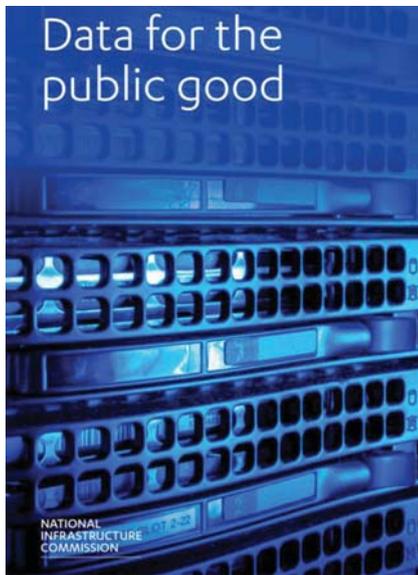
영국의 디지털 트윈 전략과 원칙

2017년 12월 NIC (National Infrastructure Commission)은 영국 인프라 스트럭처의 '디지털 트윈'이 자산 계획, 예측 및 이해를 돕기 위해 개발되어야 한다고 권고했다.

영국은 국가 인프라 자산관리를 위한 방

향타를 국가 디지털 트윈(브리티시 트윈)로 결정했고, 관련 표준화 전략을 준비하고 있다. 영국과 같은 선진국이 BIM 초기단계에서 어떤 역할을 했는 지 기억해 보면 앞으로 무엇을 할 지 충분히 예상할 수 있을 것이다. 이 글은 Data for the Public Good 보고서를 간략히 설명한다(그림 5).

디지털 트윈은 인공지능, 기계학습 및 시뮬레이션 분석을 데이터와 통합한다. 이를 통해 실세계와 연계되는 실시간 디지털 시뮬레이션 모델을 만든다.



<그림 5> Data for the Public Good 리포트(NIC, 2017.12, Data for the Public Good)

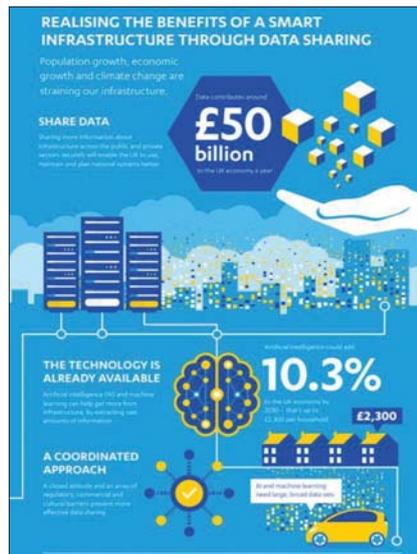
디지털 트윈의 가치는 실제 자산 또는 서비스에 대해 통찰력있는 실시간 정보를 제공할 수 있다는 것이다. 즉, 자산 소유자가 자산을 잘 테스트하고 계획 관리할 수 있다는 의미이다.

GE와 같이 디지털 트윈이 항공 산업에 제공할 수 있는 가치는 분명하지만, 전 국가 규모에서 디지털 트윈 기술을 구현하고 National Digital Twin을 구현하는 것은 매우 다른 것이다. 이는 큰 도전이다.

영국은 “세계 최고 수준의 데이터 과학 연구 능력과 인공지능 전문 기술”을 통해 디지털 트윈 기술의 개발 및 응용에서 선구자로서의 위치를 차지할 기회를 노리고 있다.

영국은 이미 내셔널 디지털 트윈(National Digital Twin)을 제공하는 데 필요한 기술적 능력을 갖추고 있다고 판단한다. 이 기술은 건설 및 인프라 분야와 조정할 수 있고 협력적인 접근에 의해서 구현될 수 있다(그림 6).

다만, 디지털 트윈은 부득이하게 공공 데이터와 관련된 법적, 사회적 및 윤리적 질문과 문제점을 제기한다. 이를 고려해, National Innovative Digital Twin 프로젝트에 대한 잠재적인 위험을 완화해야 하며, 시민의 신뢰를 구축하기 위한 효과적인 메커니즘이 마련되어 있는지 확인할 필요



<그림 6> 디지털 트윈 기반 데이터 공유의 가치(NIC, 2017.12, Data for the Public Good)



<그림 7> Centre for Digital Built Britain 웹사이트

가 있다.

이를 효과적으로 수행하는 것은 우리의 일상 생활에서 경제, 사회 및 개인에게 커다란 이익을 가져다 줄 수 있겠지만, 이런 중요한 과정들을 간과한다면 오히려 많은 부작용과 퇴보를 가져올 수 있다.

영국은 공익을 위한 데이터 사용을 보장하는 DFTG(Digital Framework Task Group)를 설립하였다(그림 7).

여기에는 디지털 트윈과 관련된 전문가와 실무자들이 포함되어 있으며, 법적, 정책적 규제를 해결할 수 있는 역량을 가진 전문가들이 주의 깊은 전문가 선정 프로세스에 의해 멤버로 선택되어 있다. 전문가가 누구인지 확인하는 것은 테스크 그룹 개발에서 가장 중요한 것 중 하나이다. 이들은 플랫폼, 기술 개발에 대한 직접적인 경험이 있고, 다양한 규제 완화 업무에 대한 실무적 능력이 있는 사람들이어야 한다.

최근 CDBB(Centre for Digital Built Britain)에서 릴리즈한 Gemini Principles(2019.1)은 National Digital Twin을 개발하기 위한 원칙을 보여준다. CDBB는 영국이 디지털



<그림 8> NDT(National Digital Twin) Gemini Principles (The Gemini Principles, 2019.1)



<그림 9> NDT(National Digital Twin) Gemini Principles (The Gemini Principles, 2018)

트윈으로 무엇을 해야하는 지를 논의하고 방향성을 디자인하는 곳이다.

이 보고서는 디지털 트윈이 효과적인 정보 의사 결정을 도와준다고 말한다. National Digital Twin 생태계는 공익을 위한 데이터를 사용해 더 큰 가치를 만든다. 이 리포트는 National Digital Twin 기반 국가 정보관리 프레임워크 개발 원칙을 제시한다(그림 8).

더 나은 의사 결정을 지원하는 향상된 통찰력을 제공함으로써 가치를 실현함으로써 실제 세계에서 더 나은 성과를 이끌어 냅니다. 이 보고서는 '공익을 위한 데이터'라는 개념에 기반하여 NDT와 프레임 워크를 개발하고 활용하는 데 필요한 원칙을 제공하고 있다. 이 프레임워크의 중심에는 트윈 원칙(Gemini Principles)이라고 부르는 9가지 요소를 제공한다.

이 보고서에서 말하는 트윈 원칙은 공공 데이터, 가치, 통찰, 보안, 개방, 품질, 연합, 큐레이션, 진화이다. 각 원칙은 목표, 신뢰, 기능에 따라 연계된다(그림 9).

Gemini Principle 1 Public good	Gemini Principle 2 Value creation	Gemini Principle 3 Insight
<p>Key statement: The NDT and framework must be used to deliver genuine public good in perpetuity.</p> <p>Premise: The NDT and framework are national resources with the purpose of delivering benefits to the public.</p> <p>Key points: The purpose of the NDT should start with end-users' needs. It should help to deliver inclusive social outcomes.</p> <p>"Public good" does not imply that the NDT must be entirely publicly funded. The principle of "value creation" does imply both private and public investment in digital twins.</p>	<p>Key statement: The NDT must enable sustainable value creation, performance improvement and effective risk management at asset, process and system levels.</p> <p>Premise: Greater economic value will be released by creating an open and dynamic market related to digital twins. Improving the performance of existing and new infrastructure will increase national productivity.</p> <p>Key points: The NDT must be structured to promote innovation and competition, and to ensure wide access to the benefits, consistent with the principle of public good.</p> <p>The NDT must facilitate improved infrastructure performance, both as a system and as a service.</p> <p>Value must be shared fairly within the NDT ecosystem.</p>	<p>Key statement: The NDT must provide determinable insight into the built environment.</p> <p>Premise: Better insight based on better data will enable better decisions and lead to better outcomes for the public. The NDT must help to achieve this and it must be measurable.</p> <p>Key points: The NDT must enable the generation of meaningful metrics to provide insight on performance and improvement in the built environment. This should include measures of the success for the framework and NDT.</p> <p>The NDT must facilitate a response to enduring questions¹ such as:</p> <ul style="list-style-type: none"> • What infrastructure does the nation have? • What are its capacity, location, condition and value? • How do people and businesses use infrastructure? • How well is the nation's infrastructure performing as a system? • How well is it providing service? • What are the environmental, social and economic impacts of existing and proposed infrastructure?

<그림 10> NDT(National Digital Twin) Gemini Principles (The Gemini Principles, 2018)

각 원칙은 다음 그림과 같이 키 포인트를 정의하고 있으며, 이에 대한 기준이 설명되어 있다(그림 10).

디지털 트윈의 기회

이 장에서는 Intellectsoft 기사(Intellectsoft, 2018)에서 제안한 디지털 트윈에 대한 건설 분야의 기회를 간략히 기술해 본다.

■ 안전 모니터링

건설 산업은 세계에서 가장 위험한 부문 중 하나이다. 미국노동통계국(Bureau of Labor Statistics)에 따르면 2008 년과 2012 년 사이에 4000 명이 넘는 건설 노동자가 현장에서 사망했다.

디지털 트윈을 통해 업계의 회사는 건설 현장에서 사람과 위험한 장소를 추적 할 수 있으며, 부적절한 행동, 안전하지 않은 물질의 사용 및 위험 지대에서의 활동을 방지할 수 있다. Microsoft는 최근 비디오 카메라, 모바일 장치와 결합된 시를 사용하여 작업장을 위한 광범위한 안전망을 구축하는 데 유용한 비전을 공유했다(그림 11).

■ 자동화된 모니터링

진행 모니터링은 완료된 작업이 계획 및 사양과 일치하는지 확인한다. 보고된 작업 비율을 확인하고 프로젝트 단계를 결정하기 위해 실제 현장관찰이 필요하다. BIM과 계획실행과 비교하고 편차를 수정하기 위한 조치를 취할 수 있다. 사람들은 종종 자신의 진도와 일을 끝내는 데 필요한 시간에 대해 보다 낙관적인 태도를 취

할 수 있다. 자동화된 데이터 수집 및 비교를 통해 설계된 BIM 모델에 대한 결과 모델이 실수에 덜 민감하다는 것을 의미한다. 디지털 트윈은 일반적인 건설 공정, 시설물 관리 등과 관련된 모니터링 문제를 해결할 수 있다(그림 12).

■ 품질 평가 이미지 처리

알고리즘을 사용하면 IoT 센서, 비디오 또는 사진 이미지를 통해 재료 상태를 확인할 수 있다. 건설 현장에서 기둥의 균열이나 물질적 변위를 검사 할 수도 있다. 이렇게 하면 추가 검사가 시작되고 조기에 가능한 문제를 발견하는 데 도움이 된다(그림 13).

■ 근로자 모니터링 및 추적

일부 국가는 건설 현장에서 사람의 존재



<그림 11> 현장 작업 안전 사례(마이크로소프트, 2017, Workplace Safety Demonstration)



<그림 12> 시설물 관리 모니터링 개념도 (csengineeringmag.com, 2019, © se commerce)



<그림 13> IoT 센서 기반 작업 관리(Diese Geschichte teilen, 2018)

를 모니터링하는 방법에 대한 엄격한 규제를 적용한다. 여기에는 현장 모든 직원과 위치에 대한 디지털 기록이 포함되어 있어, 비상시 구조 대원이 이 정보를 사용할 수 있다.

■ **설계된 모델 체크**

실시간 디지털 트윈을 사용하면 일별 및 시간별로 변경된 모델을 추적 할 수 있다. 불일치를 조기에 발견하면 추후 의사 결정 프로세스를 위한 상세한 분석이 가능하다. 프로젝트 관리자는 오류가 발생한 단계를 재구성하고 향후 작업 일정을 변경하여 유사한 오류가 발생하지 않도록 할 수 있다. 또한 성과가 저조한 부분을 찾아 프로젝트 초기에 문제의 원인을 수정하거나 전체 프로젝트의 예산 및 시간 척도에 필요한 변경을 계획 할 수 있다.

■ **자원 계획 및 물류**

불필요한 자재 이동 및 자재 취급시 약 25 %의 생산 시간이 낭비된다. 디지털 트윈 기술은 자동 리소스 할당 모니터링 및 낭비 추적을 제공하므로 리소스 관리에 대한 예측 가능 및 접근을 허용한다.

마무리

이 글을 통해 건설 산업 관점에서 디지털 트윈 개념, 기술 및 일부 선진 해외 동향과 관련 보고서 내용을 요약해 설명하였다. 기술과 방법은 시너지 효과를 통해 새로운 가치를 창조한다. 항상 기회는 우리 앞에 있다.

많은 기회가 있으나, 이 모든 것은 다음과 같은 사전 조건이 준비되어 있을 때 가능한 것이다.

- ◆ **디지털 트랜스포메이션**
- ◆ **합리적인 오픈 데이터 공유와 개방 메커니즘**
- ◆ **오픈 데이터에 대한 사회적 합의와 신뢰**
- ◆ **건설 인프라 데이터 무결성 확보 방법**
- ◆ **합리적이고 투명한 계약 체계와 발주 제도**
- ◆ **업역간 불필요한 규제와 장벽 해소**

우리는 많은 기술이 오픈되고 이용할 수 있는 시대에 살고 있다. 하지만, 아직 공유 비즈니스는 장벽으로 막혀 있고, 오픈 데이터는 접근하기 어렵다. 작은 기술적 정책적 차이라 생각할 수 있지만, 이를 가능하게 하는 기술을 둘러싸고 있는 생태계를 봐야 한다. 기술을 사용하는 것보다 생태계를 만들어나가는 것이 훨씬 어렵다. 이는 합리적인 정책과 함께 현명한 의사결정자가 참여자들과 함께 지속적으로 정책을 추진해야 가능하다. 모두가 함께 나무를 심어 숲을 가꾸는 마음으로 오랫동안 노력해야 가능한 것이라 생각한다. 🌈

레퍼런스

1. Diese Geschichte teilen, 2018, PCL Construction uses IoT with Azure to revolutionize the construction industry, Microsoft
2. cseengineermag.com, 2019, USE CASES DEFINED FOR DIGITALTWIN
3. Mixed Reality, Elizabeth Robinson, 2018.2, Microsoft outlines three trends that will impact mixed reality in 2018
4. Ecodomus, 2018.12, Digital Twins via BIM CDE, IoT, PIM & AIM
5. Pritil Gunjan, 2018.12, Building Information Modeling and Digital Twins Set to Revolutionize the Construction Sector
6. Bringing a Digital Dimension to Construction, Gammon Construction Limited
7. cobuilder, 2018, The 'digital twin' – a bridge between the physical and the digital world
8. CDBB, 2019.1, NDT(National Digital Twin) Genimi Principles
9. NIC, 2017.12, Data for the Public Good
10. intellectsoft, 2018, ADVANCED

IMAGING ALGORITHMS IN DIGITAL TWIN RECONSTRUCTION OF CONSTRUCTION SITES

11. 마이크로소프트, 2017, Workplace Safety Demonstration
12. 버추얼 싱가포르, 싱가포르
13. The Science Times, 2019.3, IoT와 시로 디지털 트윈이 대세



계룡건설산업(주)	04
(주)두울테크	67
(사)빌딩스마트협회	61
(주)삼우씨엠건축사사무소	68
트림블솔루션즈코리아	03
현대건설(주)	02