

인프라 혁신 : 핀란드 교통 인프라 기관의 디지털 트윈 생태계 로드맵

Transforming Infrastructure : The Finnish Transport Infrastructure Agency Roadmap to a Digital Twin Ecosystem

Aidan Mercer and Bart Brink | buildingSMART International

buildingSMART International(bSI)의 디지털 트윈 워킹 그룹(DTWG)은 2019년 창립 이래 3편의 논문을 발표했습니다. 이 논문에서 DTWG는 산업이 연결된 디지털 트윈 생태계가 사람과 자연에 가치를 창출하는 미래를 고려하는데 도움이 되는 다양한 개념과 프레임워크를 소개했습니다. 이 논문은 수년에 걸쳐 많은 기자와 정상 회담(특히 뒤셀도르프, 로마, 릴레스트롬, 마라케시) 동안 광범위한 bSI 커뮤니티와의 참여를 통해 얻은 결과입니다.

이러한 논문과 개념을 성공적으로 발표한 후, DTWG는 일부 프레임워크와 사례를 실제 사례 연구에 적용하기로 결정했습니다. 릴레스트롬에서 열린 회의에서 팀은 핀란드 교통 인프라 기관(FTIA)이 취하는 접근 방식과 특히 FTIA 인프라 데이터 개발 책임자인 Matti Pesu의 비전에 깊은 인상을 받았습니다.

따라서 bSI는 2025년 1월에 핀란드 헬싱키에 있는 FTIA 사무소에서 Matti와 함께 이틀간의 워크숍을 개최하여 지금까지의 연구를 인프라 자산 소유자의 비즈니스 맥락에 어떻게 적용할 수 있는지 알아보고 논의했습니다.

핀란드 교통 인프라 기관

이 블로그에서는 토론에서 얻은 초기 통찰력을 공유하고, DTWG가 개발한 개념과 프레임워크가 인프라 자산 소유자에게 실행 가능한 전략을 제공하는 방식을 자세히 살펴보겠습니다.

FTIA는 도로, 철도, 수로를 포함한 핀란드의 광범위한 교통 인프라를 감독합니다. 그들의 사명은 이러한 자산을 지속 가능하게 유지 관리하고 개선하는 것이며, 자산 보존과 최적화를 강조합니다.

이러한 자산은 핀란드 사회와 경제의 중요한 인프라의 일부입니다. FTIA는 자산 수명 주기와 전략적 계획 및 운영 의사 결정 모두에서 올바른 결정을 내리는데 필요한 올바른 정보를 갖는 것이 전략의 필수적인 부분이라는 점을 점점 더 인정하고 있습니다. 따라서 디지털 프로세스를 개선하고 데이터 중심 작업 방식으로 전환해야 할 필요성이 커지고 있습니다.

더욱이 이러한 프로세스와 작업 방식은 훨씬 더 사전 예방적이고 미래 지향적인 계획이 적용되어 보다 지능적인 자산 관리가 가능해질 것입니다. 이러한 개발을 위해 FTIA는 디지털 트윈을 미래를 위한 강력한 도구로 식별했습니다. 개별 자산의 여러 디지털 트윈을 보유하는 것뿐만 아니라 장기적으로 더 넓은 네트워크에서 디지털 트윈의 연결된 생태계를 보유함으로써 FTIA가 운영 맥락에서 사람과 자연에 대한 가치를 극대화할 수 있도록 합니다.

이 여정에서 단계를 밟기 위해 FTIA는 오늘날 디지털 프로세스를 개선하는데 중점을 두고 있습니다. 이는 데이터 흐름, 상호 운용성 및 우수한 데이터

거버넌스의 다른 핵심 기능을 개선하기 위해 실용적인 방식으로 수행됩니다. FTIA는 이러한 더 나은 디지털 프로세스를 제공하는 데 도움이 되는 6가지 우선순위를 발표했습니다. 6가지 핵심 우선순위는 다음과 같습니다.

- 1. 데이터 흐름:** 시스템 및 이해 관계자 간에 원활한 데이터 교환을 보장하기 위해 데이터 흐름을 식별하고 문서화합니다.
- 2. 데이터 품질:** 정확한 데이터를 보장하기 위해 이해하기 쉬운 데이터 품질 프레임워크를 개발합니다.
- 3. 데이터 상호 운용성:** 다양한 시스템 연결을 보장하기 위해 데이터 상호 운용성의 핵심 구성 요소를 자세히 살펴봅니다.
- 4. 데이터 보안:** 디지털 트윈의 고급 데이터 사용과 함께 데이터 보안 메커니즘을 개발합니다.
- 5. 사용자 중심 인터페이스:** 직관적인 도구 및 대시보드와 즉석 분석을 결합합니다.
- 6. 예측:** 모든 운송 모드에 걸쳐 예측 기능을 개발합니다.

FTIA는 이러한 6가지 우선순위에 따라 openBIM에 전념하고 이를 수용했습니다. FTIA는 Industry Foundation Classes(IFC), buildingSMART Data Dictionary(bSDD) 및 Information Delivery Specification(IDS)과 같은 표준을 테스트하고 이를 위해 열심히 노력하고 있습니다.

이러한 6가지 우선순위는 직접적인 사업적 가치를 창출할 뿐 아니라, 다음에 논의될 디지털 트윈의 미래 생태계를 위한 기반을 제공합니다.

디지털 트윈 생태계가 좋은 이유는 무엇입니까?

디지털 트윈 생태계는 물리적 인프라를 디지털 대응물과 연결하여 더 큰 통찰력과 향상된 의사 결정을 가능하게 합니다. 모든 조직에서 이는 수행하는 모든 비즈니스 또는 제공하는 모든 서비스에 대한 디지털 모델을 만드는 것을 의미합니다. 목적을 위해 수집된 실제 데이터를 연결함으로써 조직은 정확한 디지털 표현을 구축하여 지속적인 데이터 흐름과 시기적절한 통찰력을 보장할 수 있습니다.

그러나 관리해야 할 데이터 양이 증가하는 모든 조직에서 디지털 트윈에 대한 강력한 거버넌스 전략은 필수적입니다. 이는 이러한 시스템을 구동하는 데 생성되고 필요한 방대한 양의 데이터를 효과적으로 관리, 보안 및 사용할 수



[그림1] Aidan Mercer, Bart Brink, Mark Enzer and Matti Pesu at FTIA's offices in Helsinki.

있기 때문입니다. 조직 내 누군가가 거버넌스를 감독하도록 하는 것은 장기적인 성공을 위해 필수적입니다.

더욱이 이러한 디지털 트윈은 조직적 경계에 국한되지 않습니다. 점점 더 많은 데이터 흐름이 자산 소유자와 가치 사슬(예: 설계, 건설 및 유지 관리) 간의 경계를 넘나듭니다. 도로 및 철도와 같은 자산도 교통망과 같은 더 광범위한 생태계의 일부입니다. 따라서 교통 시스템 수준에서 여러 디지털 트윈이 협업할 수 있는 것이 중요합니다. 이는 시스템 전체의 복잡한 디지털 트윈 하나를 만드는 것이 아니라 연합되고 안전하며 안전한 방식으로 데이터를 공유하는 연결된 디지털 트윈 네트워크를 개발하여 달성됩니다.

이러한 관점은 DTWG의 세 번째 논문에 설명된 디지털 트윈에 대한 시스템적 관점과 완전히 일치합니다.

FTIA 로드맵을 구성하기 위해 Three Horizons Framework 적용

인프라 소유자로서 6가지 우선순위와 FTIA 맥락을 취하면 데이터 관점에서 7가지 관점 중 하나인 3가지 지평 프레임워크에 대한 여정을 매핑할 수 있습니다.

Horizon 1: 오늘날의 과제 해결

현재 단계는 다음과 같은 디지털 트윈 도입 장벽을 극복하는 데 중점을 둡니다.

- 데이터 품질: 정확하고 표준화된 데이터 보장.
- 데이터 상호 운용성: 다양한 데이터 소스 통합.
- 데이터 보안: 민감한 정보 보호.

Horizon 2: 생태계 확장

이 단계에서 FTIA는 모든 운송 자산에 걸쳐 디지털 트윈 생태계를 확장하는 것을 목표로 합니다. 주요 노력은 다음과 같습니다.

- 예측 유지 관리를 위한 디지털 트윈 모델 개선.
- 모든 자산 유형의 데이터를 응집력 있는 시스템으로 통합.
- 이해 관계자 간의 크로스 사일로 협업 촉진.

Horizon 3: 비전 실현

궁극적인 목표는 실시간 통찰력과 예측 기능을 제공하는 완전히 통합된 디지털

트윈 생태계입니다. 이를 통해 FTIA는 다음을 수행할 수 있습니다.

- 인프라 계획, 구축 및 유지 관리 비용을 최적화합니다.
- 지속 가능성을 향상하고 환경 영향을 최소화합니다.
- 자산 고장을 방지하고 자산 수명 주기를 연장하기 위해 사전 예방적이고 데이터 중심적인 의사 결정을 내립니다.

FTIA에서 연결된 디지털 트윈을 달성하는 궁극적인 목표를 지원하기 위한 데이터 거버넌스 전략에 집중함으로써 Three Horizons Framework에 적용할 수 있습니다. Horizon 1에서는 기본적인 과제를 해결하기 위해 데이터 품질, 보안 및 상호 운용성을 확립하는 데 중점을 둡니다. Horizon 2에서는 생태계를 확장하려면 자산 전반으로 확장하고 협업을 촉진하기 위해 데이터 흐름, 상호 운용성 및 사용자 중심 인터페이스가 필요합니다. 마지막으로 Horizon 3에서는 예측, 실시간 데이터 흐름 및 고급 상호 운용성을 통해 지속 가능하고 예측 가능하며 완전히 통합된 디지털 트윈 생태계의 궁극적인 비전을 실현할 수 있습니다.

위에서 우리는 데이터와 상호 운용성이라는 두 가지 관점에 초점을 맞췄다는 점을 인정해야 합니다. 두 번째 DTWG 논문에서 소개했듯이 Three Horizons Framework 옆에 있는 이 두 가지는 앞으로의 여정에서 고려해야 할 일곱 가지 관점 중 두 가지에 불과합니다.

마지막 생각

DTWG에게는 훌륭한 여정이었고, 2025년 1월에 헬싱키 사무실을 방문하게 되어 기쁩니다. 우리는 조직이 취한 접근 방식에 큰 감명을 받았고 Matti Pesu와 그의 동료들과 함께 일하면서 진정한 통찰력을 발견했습니다. 또한 FTIA가 많은 대형 자산 소유자와 같은 배에 있다는 것도 매우 분명합니다.

FTIA의 6가지 우선순위는 데이터 중심 의사 결정 달성, 상호 운용성 보장, 이해 관계자 간 협업 촉진에 대한 포괄적인 접근 방식을 반영합니다. 이러한 우선순위는 또한 혁신적일 뿐만 아니라 실용적이고 확장 가능한 생태계를 만드는 것의 중요성을 강조하는 DTWG의 광범위한 목표와 일치하며 이를 위한 기반이 됩니다.