

<https://doi.org/10.7236/JIIBC.2023.23.5.89>
JIIBC 2023-5-14

재난안전관리를 위한 디지털 트윈 데이터셋 구조 연구

A Study on the Dataset Structure of Digital Twin for Disaster and Safety Management

정기숙*, 정우석**

Ki-Sook Chung*, Woo-Sug Jung**

요약 지하공동구는 도시의 상하수, 전력, 통신 등과 같은 중요한 시설을 수용하여 관리하는 도시기반시설로 화재, 지진, 침수 등과 같은 재난으로부터 보호해야 하는 국가 시설이다. 예측, 예방, 대비, 대응, 복구 등의 재난안전 전주기 관리 체계를 구축함에 있어서 첨단 ICT 기술과 데이터가 융합된 디지털 트윈 기술을 활용하여 지하공동구의 재난안전관리 플랫폼을 개발 중에 있다. 이 논문에서는 재난안전 디지털 트윈에 대한 성숙도 모델을 살펴보고 각 성숙도 단계 별 재난안전 디지털 트윈 구현을 위해 필요한 데이터셋을 정의하였다. 정의된 데이터셋의 카테고리의 조합에 따라 성숙도 단계를 다르게 하여 디지털 트윈 구현이 가능하도록 구성하였다.

Abstract The underground utility tunnel is an urban infrastructure that accommodates and manages important facilities such as water and sewage, electricity, and communication in the city, and is a national facility that needs to be protected from disasters such as fire, earthquake, and flooding. In establishing a disaster safety life cycle management system such as prediction, prevention, preparedness, response, and recovery, a disaster safety management platform for underground utility tunnel is being developed by utilizing digital twin technology in which advanced ICT technology and data are converged. In this paper, the maturity model for the disaster safety digital twin was reviewed, and the datasets necessary for implementing the digital twin at each stage were defined..

Key Words : Dataset, Digital Twin, Disaster Safety Management, Maturity Model

1. 서 론

디지털 트윈은 2002년 미국 미시건대학교 그리브스 박사가 제안한 개념으로, 현재 빅데이터, AI, IoT 기술 등의 발전에 힘입어 의료, 제조, 에너지, 농수산, 스마트 시티, 재난안전 등 다양한 분야에서 적용되고 있다[1]. 단순히 현실세계를 디지털화하여 시각화 및 모니터링하

는 디지털 트윈에서부터 현실세계와 상호작용을 통하여 현실세계 객체를 제어하는 디지털 트윈, 그리고 모델링 및 시뮬레이션을 통해 현실세계를 미리 예측하고 대응할 수 있게 하는 디지털 트윈 등 현실세계의 반영 범위, 상호작용 여부, 현실세계에 끼치는 영향력에 따라 각 디지털 트윈의 구현 단계는 달라질 수 있다. 각 도메인에서의 역할에 따라 그 구현 범위와 특성이 달라질 수 있으므로

*정회원, 한국전자통신연구원(교신저자)

**정회원, 한국전자통신연구원

접수일자 2023년 8월 25일, 수정완료 2023년 9월 25일

계재확정일자 2023년 10월 6일

Received: 25 August, 2023 / Revised: 25 September, 2023 /

Accepted: 6 October, 2023

*Corresponding Author: kschung@etri.re.kr

Principal Researcher, Digital Convergence Laboratory, Electronics and Telecommunications Research Institute, Korea

디지털 트윈에 대한 구현이나 평가 기준이 일률적일 수 없다.

본 논문에서는 재난안전 도메인을 목표 도메인으로 하여 재난안전 디지털 트윈 시스템, 특히 지하공동구의 재난을 예방하고 대응할 수 있는 재난안전 디지털 트윈 플랫폼에서 구현하는 디지털 트윈이 갖추어야 할 기능을 성숙도 단계에 따라 구분하고 그것을 기반으로 하여 데이터셋을 설계하는 과정을 제시한다.

성숙도 모델은 특정 관심 분야에서 대상의 성숙도 수준을 평가하고 향상시키는 데 도움이 되는 체계적인 프레임워크으로, 초기 또는 임시 상태에서부터 프로세스, 관행, 능력 및 성과 측면에서 더 고급화되고 최적화된 상태로 이동하는 로드맵을 제공한다[2][3]. Martin Fowler 는 "성숙도 모델은 사람이나 그룹의 현재 효과성을 평가하고 성능을 향상시키기 위해 다음에 어떤 능력을 습득해야 하는지를 결정하는 데 도움이 되는 도구이다." 라고 했다[3].

디지털 트윈 성숙도 모델을 활용한 예는 자산 관리 분야에서 제시한 Gemini 원칙을 기반으로 체계적이며 정량적인 성숙도 모델이 있다. 자산 관리 디지털 트윈 성숙도를 측정하기 위한 모델은 세 가지 주요 차원과 아홉 개의 하위 차원으로 구성되며, 이를 27개의 세부 지표로 기술하고 40명의 전문가가 참여한 설문 조사를 통해 이러한 지표를 검증하고 상하이와 케임브리지의 사례 연구를 통해 검증 결과를 발표했다[4].

생산 및 물류 분야에서는 PRISMA 가이드라인을 따라 IT 관리에 대한 성숙도 모델을 개발하여 디지털 트윈을 일곱 가지 범주(맥락, 데이터, 컴퓨팅 능력, 모델, 통합, 제어, 인간-기계 인터페이스)와 31가지 순위가 매겨진 특성으로 평가하고, 생산 및 물류 도메인의 다섯 가지 사용 사례에 대해 디지털 트윈의 성숙도를 평가한 결과를 제시하였다[6].

본 논문에서는 ETRI에서 제안한 5단계의 디지털 트윈 성숙도 기준을 따라서 디지털 트윈의 가장 중요한 핵심요소인 데이터 측면에서 재난 안전 디지털 트윈이 갖추어야 할 성숙도 단계를 만족하기 위해 필요한 데이터셋을 정의하고 디지털 트윈 구현을 위한 디지털 아카이브 구조를 설계하였다. 특히, 재난안전이 필수적인 도시 핵심 인프라 시설인 지하공동구를 대상으로 하여 재난안전 디지털 트윈을 구현하기 위해 필요한 데이터셋을 정의한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 본론에서 디지털 트윈의 성숙도 단계를 살펴보고 재난 안전 분야의 디지털 트

윈이 갖추어야 하는 성숙도 단계를 정의한다. 그리고 정의한 성숙도 각 단계에 준하는 디지털 트윈 구현을 위해 필요한 지하공동구 디지털 트윈 데이터셋을 정의하고 디지털 트윈의 성숙도 단계에 따라 필수적인 데이터셋을 선정한다. 마지막으로 지하공동구 재난안전 플랫폼에서 재난안전 디지털 트윈 성숙도 단계에 준하는 디지털 트윈을 생성하고 관리하기 위해 디지털 아카이브 서비스를 구현함에 있어서 정의된 데이터셋 구조를 적용한 사례를 소개한다.

II. 디지털 트윈 성숙도 모델

[3]에 따르면, 디지털 트윈 성숙도 모델의 목적은 디지털 트윈 구현 및 기능이 어느 수준에 속하는지 이해하기 위한 평가 도구를 제공하는 것이며 Atkins/IET, Gartner, Rainer, IDC, Aidan 등에서 각각 제안한 각각 디지털 트윈 성숙도 모델을 3~5 단계로 제안되어 있음을 알 수 있다.

표 1. ETRI 디지털 트윈 성숙도 모델[2][3]
Table 1. ETRI Digital Twin Maturity model

성숙도	디지털 트윈	정의
1	형상모사 디지털 트윈	2D 또는 3D로 모델링 되어 시각화된 모델
2	정적 디지털 트윈	실시간 모니터링, 부분적인 자동제어를 포함하지만 주로 인간의 개입을 통해 동작하는 모델
3	동적 디지털 트윈	현실 대상에 대한 동작 모델이 존재하며 시뮬레이션 가능한 단계, 현실 대상과 동기화되어 상호작용할 수 있으나 최종 실행단계에서는 관리자의 개입이 필요한 모델
4	연합 디지털 트윈	이종 도메인이 상호연계되는 트윈 간의 연합적 동작 모델로 디지털 트윈들 간의 연계, 동기화, 상호작용이 이루어지는 모델
5	자율 디지털 트윈	현실의 물리 트윈과 디지털 트윈, 또한 다수의 트윈들 간의 실시간, 통합적, 자율 동기화 동작이 가능한 모델

성숙도 모델은 디지털 트윈의 대상 및 목적, 모델링 범위에 따라 다양할 수 있으나, 본 논문에서 구현하고 있는 재난 안전 도메인의 디지털 트윈은 디지털 트윈의 발전가능성을 포함하여 5단계로 구분한 ETRI 디지털 트윈 성숙도 단계를 기준으로 채택하였다.ETRI에서 제안한 성숙도 모델은 표1에 기술된 바와 같이 5단계로 구성되어 있으며 단일 디지털 트윈의 성숙도 모델은 3단계까지, 그리고 복수의 디지털 트윈이 상호연동하는 4단계, 마지막으로 인간이 개입되지 않는 자동화된 5단계로 정의되

어 있다.

Gartner에서 제안한 일반적인 디지털 트윈 성숙도 모델은 3단계로 단일 트윈에 대한 기준을 갖추고 있으며 표2에서 보는 바와 같이 ETRI 모델의 1~3단계와 비슷한 기준임을 알 수 있다¹⁵⁾.

표 2. 디지털 트윈 성숙도 모델(ETRI vs. Gartner)
 Table 2. Digital Twin Maturity model (ETRI vs. Gartner)

Level	Gartner (2016)	ETRI (2021)
1	3D visualization	형상모사 디지털 트윈
2	Real-time Monitoring	정적 디지털 트윈
3	Analysis/Prediction/Optimization	동적 디지털 트윈
4	-	연합 디지털 트윈
5	-	자율 디지털 트윈

III. 재난안전 디지털 트윈

이 장에서는 ETRI 디지털 트윈 성숙도를 기준으로 재난안전 도메인에서 만족해야 할 디지털 트윈의 성숙도를 정의한다. 그리고 목표 성숙도 단계를 달성하기 위해서 디지털 트윈 구현에 있어서 가장 기본적인 데이터셋을 어떻게 구성하고 구분해 내야 하는 지, 그리고 그 데이터셋과 디지털 트윈과의 상관관계를 살펴본다. 그리고 디지털 트윈 기반 재난안전 관리플랫폼의 데이터 관리 서비스시스템인 디지털 아카이브 서비스시스템 사례를 통해 데이터셋이 어떻게 적용되어 구현될 수 있는지 살펴보기로 한다.

1. 지하공동구 재난안전 디지털 트윈 데이터셋

지하공동구라는 현실세계를 디지털화하여 상호작용하는 디지털 트윈을 생성하려고 할 때 필요한 데이터는 시공간, 환경을 고려했을 때 무수히 많고 광범위할 수 있으므로 우선적으로 기본 데이터셋을 구분해 내고 분류할 필요가 있다. 결국 구분해 낸 데이터셋이 디지털 트윈의 중요한 골격을 이루게 될 것이므로 어떤 종류의 데이터를 어떤 기준으로 선별해 내느냐가 중요하다. 데이터의 수집 방법, 생성 주기, 보관 기간, 출처 등 여러 가지 기준에 의해서 판별해 낼 수 있지만 가장 중요한 데이터 속성의 선별 요소는 디지털 트윈 내에서의 각 데이터의 역할이다. 본 논문에서는 지하공동구 디지털 트윈에서의 역할을 고려하여 카테고리를 나누어 표3과 같이 선별하였다.

표 3. 지하공동구 디지털 트윈 데이터셋
 Table 3. Dataset for UUT Digital Twin

DataSet Category	설명
D1. 공간데이터	가장 기본적인 데이터로써, 지하공동구의 물리적인 공간을 3차원 격자체계[지하공동구 3차원을 기반으로 하여 화재, 지진, 침수 등의 재난 방재를 위한 효율적인 구조로 표현. 성숙도 1단계의 형상모사 디지털 트윈을 구현하기 위한 기본 데이터셋으로 공간 정보 및 시설물의 정보가 포함됨
D2. 센서데이터	재난의 예방 및 신속한 감지 및 판단을 위해 각종 물리적인 센서들로부터 수집되는 지하공동구 환경 및 상황 데이터가 이에 해당하며 D1 공간데이터가 가리키는 지리적 공간의 현재 상황이나 상태를 나타냄
D3. 시뮬레이션 데이터	재난 발생 시 확산 방향과 속도를 추정하여 신속한 대응을 할 수 있도록 사전에 준비한 시뮬레이션용 데이터. 지하공동구에 심각한 위험을 끼칠수 있는 지진, 침수, 화재 등과 같은 재난에 대해 발생 시점이나 발생 원인 및 강도에 따라 피해 확산에 대한 시뮬레이션 데이터가 포함. 성숙도 3단계의 동적 디지털 트윈을 구현하기 위해 필수적인 데이터셋임
D4. 동적 모형 데이터	상황에 따른 사용자 또는 시설물에 대한 행동 및 대응과 관련된 데이터를 포함하며, 일상 점검 및 순찰 데이터 뿐만 아니라 유사시에 필요한 표준 행동 절차인 SOP(Standard Operating Procedure)등이 포함됨
D5. 관리 데이터	지하공동구 시설물 관리를 포함하여 재난 시 대응을 위한 소방서, 군, 경찰, 지방청과 같은 연계 기관 등에 대한 데이터를 제공함

이렇게 분류된 D1~D5 까지의 데이터셋을 조합한 데이터 모델이 현실 세계의 지하공동구에 대한 디지털 트윈의 핵심 골격이 된다. 다음 절에서 지하공동구를 위한 재난안전관리 플랫폼에서 갖추어야 하는 디지털 트윈의 성숙도 레벨과 데이터셋과의 관계를 살펴보기로 한다.

2. 지하공동구 데이터셋과 디지털 트윈 성숙도

지하공동구 재난안전 디지털 트윈을 생성하기 위해 추출하고 구분해낸 데이터셋은 그 역할에 따라 D1~D5와 같이 5종의 카테고리로 구분되었다. 각각의 데이터셋은 지하공동구를 디지털화할 수 있는 기본 데이터로 사용될 수 있으며 이들의 조합으로 다양한 범위의 디지털 트윈을 생성할 수 있다.

가령, 기본적인 모니터링을 통한 관제 디지털 트윈을 생성하기 위해서는 공간정보 및 해당 공간의 상태정보를 조합하여 가시화하는 과정에서 D1과 D2의 두가지 데이터셋으로 충분하다. 하지만 재난 발생시 확산을 예측하고 예방 또는 대응을 하기 위해서는 D3, D4, D5 등의 데이터셋이 추가적으로 필요하다. 본 논문에서 선정한 D1 ~ D5의 기본 데이터셋을 조합하는 방식에 따라 다음

과 같이 다양한 종류의 디지털 트윈의 생성이 가능하다. 데이터셋의 조합은 더 다양해 질 수 있지만 대표적인 케이스에 대해 한정적으로 살펴본다.

- D1+D2 = 지하공동구 공간정보 디지털 트윈
- D1+D2+D3 = 지하공동구 재난 확산 예측 디지털 트윈
- D1+D2+D3+D4 = 지하공동구 재난 예방대응 디지털 트윈
- D1+D2+D4+D5 = 지하공동구 재난대응 디지털 트윈
- D1+D2+D3+D4+D5 = 지하공동구 재난관리 디지털 트윈

위의 예에서 데이터셋의 조합으로 구성되는 지하공동구 디지털 트윈의 성숙도 단계를 ETRI 성숙도 단계에 따라 분류해보면 표 4와 같다.

표 4. 구성하는 데이터셋과 디지털 트윈의 성숙도
Table 4. Datasets vs. the Maturity level of Digital Twin

디지털 트윈의 성숙도	데이터셋 조합
level 1	D1+D2
level 2	D1+D2+D5
level 2	D1+D2+D4
level 2	D1+D2+D4+D5
level 3	D1+D2+D3
level 3	D1+D2+D3+D4+D5

표4에서 보는 바와 같이, 구현하고자 하는 디지털 트윈의 용도와 목적에 따라 같은 성숙도 단계에서 데이터셋 조합이 다를 수 있다.

데이터셋과 재난안전 디지털 트윈의 성숙도와와의 관계를 그림으로 나타내면 그림1과 같이 나타낼 수 있다. 기본적인 현실세계를 보여주는 D1, D2 데이터셋이 성숙도 1단계 트윈의 주요 데이터이며 동적인 상호작용을 할 수 있도록 해주는 D4, D5 데이터셋이 추가되면 2단계, 그리고 재난에 대한 예측, 시뮬레이션을 가능하게 하는 D3 데이터셋이 추가되는 경우, 성숙도 3단계에 해당한다.

디지털 트윈 기반의 지하공동구 재난안전 관리 플랫폼은 사회 재난, 자연 재난이 인과관계를 가지고 동시에 발생하는 복합 재난이 급증하는 복잡한 현실 세계를 반영하여 가상세계 모의를 통해 재난을 사전에 예측하고 예방하며 피해를 최소화하기 위한 전주기 안전관리 서비스를 제공해야 한다[7]. 재난 안전 분야는 예측-예방-대비-대응-복구-조사 분석의 형태로 전주기 관리 체계를 지원 하는 디지털 트윈이 필요하다[2].

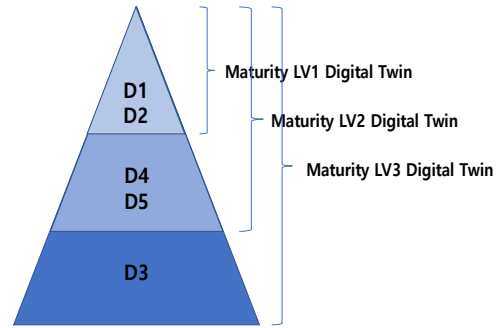


그림 1. 데이터셋과 재난안전 디지털 트윈 성숙도과의 관계
Fig. 1. Relationship between dataset and maturity level of DT in Disaster safety domain

지하공동구 재난안전 관리 플랫폼에서 구현하는 디지털 트윈의 성숙도 단계는 1단계~2단계의 관계 기능을 제공하는 디지털 트윈이 아니라 재난 상황을 예측하고 이를 예방하며 재난 상황에 대응할 수 있도록 관리 기능까지 포함하여야 하므로 단일 재난안전 디지털 트윈이 갖 추어야 할 최고의 단계인 성숙도 3단계 동적 디지털 트윈을 구현하여야 한다.

IV. 재난관리 디지털 트윈을 위한 데이터셋 기반 디지털 아카이브 설계

앞서 살펴본 바와 같이 지하공동구의 재난을 관리할 수 있는 성숙도 3단계의 디지털 트윈을 생성하기 위해서는 D1, D2, D3, D4, D5 의 데이터셋이 필수적으로 포함되어야 한다. 따라서 재난안전관리 플랫폼에서 이들 데이터셋을 저장하고 관리하는 디지털 아카이브 서비스 시스템은 이들 5종의 데이터셋을 기반으로 하여 설계하고 구현되었다. 이 장에서는 각 데이터셋을 보다 상세히 살펴보고 데이터셋을 관리하는 디지털 아카이브 서비스 시스템 구현 사례를 살펴본다.

1. 지하공동구 데이터셋 세부 구조

앞서 도출한 재난안전 디지털 트윈 데이터셋 분류에 따라 디지털 트윈을 구현하기 위해서 지하공동구에 적용한 보다 구체적인 데이터셋을 살펴 보기로 한다.

D1. 공간형상데이터

- 1) 정의: 지하공동구를 표출하기 위한 공간 정보 또는 시설물, 설치물 등 물리적 객체 데이터

- 2) 사용 목적 및 용도: 관리 및 2D/3D 시각화
- 3) 데이터 획득: Lidar 센싱을 통한 구조물 데이터
- 4) 저장 기간: 영구보관, 변경 사항 업데이트
- 5) 발생빈도 및 주기: 시스템 구축 시 1회 발생
- 6) 데이터 예: 표준격자 정보, 3차원 기하학 형상 정보, 메시 정보, 객체의 지리적 좌표를 포함한 공통 속성, 레이어 정보

D2. 센싱 데이터

- 1) 정의: 공동구 내의 환경 정보 및 상황 정보를 타나 내는 데이터셋
- 2) 사용 목적 및 용도: 공동구 위치 별 환경 및 상황 정보 모니터링, 재난 발생 판단
- 3) 데이터 획득: 공동구 내 설치한 센서를 통한 주기적인 수집
- 4) 저장 기간: 트윈 모형 저장 기간과 동일
- 5) 발생빈도 및 주기: 센서 별 센싱 주기에 따라 발생, 데이터 전달 주기 및 전처리 방식에 따라 결정됨
- 6) 데이터 예: 온도, 습도, 진동, 이산화탄소, 연기, 불꽃, 산소, 일산화탄소 등 환경 데이터, 영상 데이터 등

D3. 모델링 및 시물레이션 데이터

- 1) 정의: 실제 지하공동구 공간데이터 D1을 기반으로 하여 지진, 화재, 침수 발생 시 확산 속도 및 방향을 시물레이션한 입출력 데이터셋
- 2) 사용 목적 및 용도: 재난 확산 속도 및 방향 예측
- 3) 데이터 획득: 각 재난에 대한 모델링 및 시물레이션을 통한 데이터 획득
- 4) 저장 기간: 영구 보관, 시물레이션 데이터 추가
- 5) 발생빈도 및 주기: 구축시 또는 시물레이션 데이터 추가 시
- 6) 데이터 예: 각 재난 별 발생 조건, 시점, 상태 값 등에 대한 데이터 및 시물레이션 결과 데이터

D4. 동적 모형 데이터

- 1) 정의: 상황에 따른 사용자별 행위 및 대응하기 위한 데이터를 정의함, 즉, 지하공동구에서 공간과 사용자에게 제공되는 동적 서비스에 해당함
- 2) 사용 목적 및 용도: 순찰자 및 대응자 등 사용자 별 행동 요령, 사용자의 행위 등을 명시
- 3) 데이터 획득: 관련 규정이나 업무 요령 등에 준하는 데이터 추출, 행위 결과 보고
- 4) 저장 기간: 행동 요령, 양식등은 영구 저장, 순찰

결과 등 업무 보고서 등은 트윈 모형 저장 기간과 동일

- 5) 발생빈도 및 주기: 행위 발생시
- 6) 데이터 예: 순찰일지, 출입이력, 시설물 제어 및 관리 이력, 동적 SOP 등

D5. 관리데이터

- 1) 정의: 위험도에 따른 상황 대응을 위한 유관 기관, 연계 기관 데이터, 지하공동구 시설물 관리를 위한 데이터
- 2) 사용 목적 및 용도: 지하공동구 시설물 관리 및 재난 상황 대응
- 3) 데이터 획득: 각종 규정, 관련 매뉴얼로부터 습득
- 4) 저장 기간: 영구저장
- 5) 발생빈도 및 주기: 구축 시 또는 관리 데이터 업데이트 시 발생
- 6) 데이터 예: 재난 예방/대응/대비를 위한 관련 기상 데이터 및 기관 데이터, 상황 전파 기관 연락 정보, 능동대응을 위한 데이터, 각종 시설물 및 장비 관리 데이터

2. 디지털 아카이브 내 데이터셋 구현

디지털 아카이브 서브시스템은 디지털 트윈 기반 재난 안전 관리 플랫폼의 서브시스템으로, 디지털 트윈 모형을 생성하기 위한 기본 데이터를 플랫폼 상의 모듈이 사용할 수 있도록 저장하고 관리하는 역할을 한다. 기본적인 데이터 저장소 이외에 데이터 동기화를 통한 이중화 기능 및 데이터 접근 관리 등의 기능을 제공하는 서브시스템으로 지하공동구 데이터셋을 보관하고 관리하게 된다. 기본적으로 데이터를 저장하는 기능을 제공하므로 5가지의 데이터셋에 대해 저장하는 데이터베이스 블록을 표 5와 같이 구성하였다.

표 5. 지하공동구 데이터셋과 관련 데이터베이스 블록
 Table 5. Datasets and storage Database block

Dataset	Database block
D1. Space Object Data	SIDB (Spatial IoT DB)
D2. Sensing Dat	SIDB (Spatial IoT DB)
D3. Simulation Data	MSDB (Modeling&Simulation DB)
D4. Dynamic model Data	DMDB (Disaster Management DB)
D5. Management Data	DMDB (Disaster Management DB)
Digital Twin Data	TMDB (Twin Model DB)

디지털 트윈은 생성 시점에서 수집한 D1~D5의 데이터셋을 조합하여 또 다른 형태로 생성되며 TMDB에 저장하게 된다. 각 데이터셋, 디지털 트윈 모형 데이터와 이들을 저장하는 데이터 저장 블록 간의 관계는 그림 2와 같이 나타낼 수 있다.

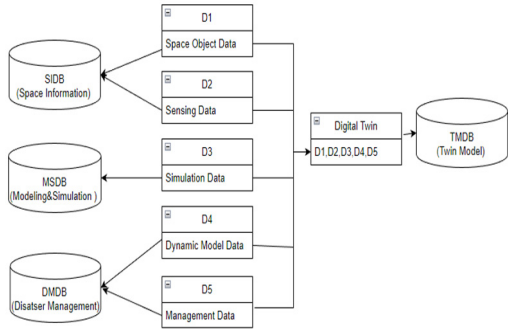


그림 2. 데이터셋/디지털 트윈모형/데이터 저장블록 관계
Fig. 2. Relationship between dataset and Digital twin and database blocks

디지털 아카이브는 각 데이터셋 뿐만 아니라 생성된 트윈 모형을 동기화시켜 또 하나의 디지털 아카이브로 저장하며 각 데이터셋에 대한 접근 관리 기능을 통해 디지털 아카이브에 저장되는 데이터를 보호하며 그림 3과 같은 형태로 설계하였다.

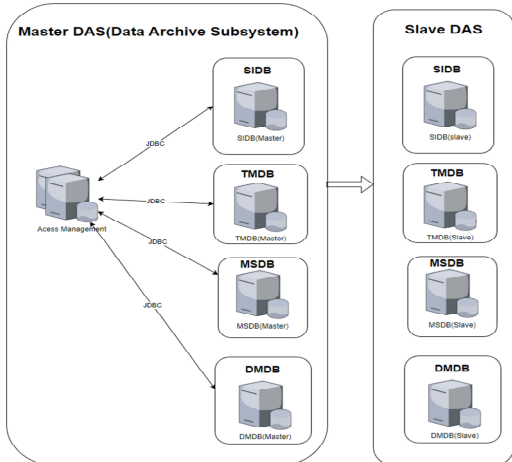


그림 3. 디지털 아카이브 동기화 구조
Fig. 3. Synchronization structure of Digital Archive

디지털 아카이브는 각각의 데이터베이스 블록을 이중화한 구조를 가지며 유사시를 대비하여 모든 데이터가 동기화 저장하여 재난 발생 시 혹은 이후에도 디지털 트

윈 데이터셋에 접근하여 트윈 모형 복원 및 데이터 분석을 통해 원인 파악 및 대응 체계 구축을 위한 자료로 활용할 수 있다.

IV. 결론

인공지능, IoT, 빅데이터 기술 등의 발전과 더불어 현실 세계를 디지털화한 디지털 트윈 기술이 제조 뿐만 아니라, 재난안전분야, 스마트시티, 건설, 해양, 기상 등과 같은 여러 분야에서 적용되고 있다. 본 논문에서는 재난안전 도메인에서 디지털 트윈이 갖추어야 할 성숙도 단계를 지정하고 성숙도 단계를 만족시킬 수 있는 디지털 트윈 시스템을 구현하기 위해 필요한 데이터셋을 정의하고 설계하였다.

재난안전 도메인에서 실생활과 밀접하게 관련된 지하 공동구를 디지털 트윈화하고 재난안전을 관리하는 플랫폼에 데이터셋을 적용하여 디지털 아카이브 서비스 시스템을 설계하고 구현하였다. 정의된 데이터셋을 기반으로 디지털 트윈의 목적에 따라 선별 조합하거나 추가 데이터셋을 확장하여 다양한 형태의 디지털 트윈을 생성할 수 있다. 본 논문에서 정의한 데이터셋들은 특히, 재난을 예측하고 방지하는 분야에서 디지털 트윈 시스템을 구축하고자 할 때 기본 데이터셋으로 사용될 수 있으며 가이드라인으로 활용될 수 있을 것으로 예상된다.

References

- [1] Michael Grieves, "Origins of the Digital Twin Concept," Florida Institute of Technology, 2016. 8.
- [2] Electronics and Telecommunications Research Institute, Intelligent Convergence Research Laboratory, "Digital Twin Technology Report", January, 2021.
- [3] K. Yong-Woon, "Digital Twin Maturity model," 2020.
- [4] Chen L, Xie X, Lu Q, Parlikad AK, Pitt M, Yang J. Gemini Principles-Based Digital Twin Maturity Model for Asset Management. Sustainability. 2021; 13(15):8224. <https://doi.org/10.3390/su13158224>
- [5] Gartner, "Use the IoT Platform Reference Model to Plan Your IoT Business Solutions," 2016. 9.
- [6] J. -F. Uhlenkamp, J. B. Hauge, E. Broda, M. Lütjen, M. Freitag and K. -D. Thoben, "Digital Twins: A Maturity Model for Their Classification and Evaluation," in IEEE Access, vol. 10, pp. 69605-69635, 2022. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3186353>.

- [7] M.S. Lee, W.S.Chung. "Development of Disaster Management Platform for UUT", OSIA Standards & Technology Review Journal, vol.36, no.1, pp.17-22, 2023.

저 자 소 개

정 기 숙(정회원)



- 1995년 : 포항공과대학교 컴퓨터공학과
- 1995년 : 포항공과대학교 컴퓨터공학과 졸업(학사)
- 1997년 : 한국과학기술원 전산학과 졸업(석사)
- 1997년 ~ 2001년 : (구)데이콤 종합연구소 연구원
- 2001년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 책임연구원
- 주관심분야 : Intelligence Network, Blockchain, Digital Twin

정 우 석(정회원)



- 1987년 3월 ~ 1992년 2월 : 명지대학교 전자공학과 졸업(학사)
- 1992년 3월 ~ 1994년 2월 : 명지대학교 전자공학과 대학원 졸업(석사)
- 2002년 3월 ~ 2009년 8월 : 충남대학교 컴퓨터공학과 대학원 졸업(박사)
- 1994년 2월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 재난안전지능화융합센터 센터장
- 주관심분야 : PS-LTE, IoT, Digital Twin, 메타버스, 재난안전 응용서비스

※ 이 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부, 행정안전부, 국토교통부, 산업통상자원부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2020-0-00061, 디지털트윈 기반의 지하공동구 화재·재난 지원 통합플랫폼 기술개발)