

Nvidia Omniverse 를 활용한 스마트 공간 디지털 트윈 플랫폼 개발

송인용, 김종원
광주과학기술원 AI 대학원 NetAI 연구실

{inyong, jongwon}@smartx.kr

Development of Smart Space through Digital Twin Platform on Nvidia Omniverse

InYong Song, JongWon Kim

Networked Intelligence Laboratory, AI Graduate School, Gwangju Institute of Science and Technology

요약

본 논문은 Nvidia Omniverse 를 기반으로 GIST AI 대학원 에 위치한 꿈꾸는 아이(AI) 리빙랩 공간에 대해 디지털 트윈 스마트 공간으로 구축한 초기 결과를 제시한다. 건물 및 MobileX Station 3D 모델링 작업에는 AutoDesk 사의 AutoCAD 소프트웨어를 사용하였다. 관제 시스템의 구현을 위한 app 은 Omniverse Extension 과 Visual Studio Code(VSCode)를 활용하였으며, 최종적으로 Sage2 기반 Visualization Center 가시화 환경에 디지털 트윈을 적용한 모니터링 시스템을 연동하였다. 이를 통해 DNA (Data Networking AI)를 기반으로한 디지털 트윈 스마트 공간 시스템이 실제 물리적 공간을 더 효율적으로 관리되고 최적화할 수 있음을 보여준다.

I. 서론

디지털 트윈이란 현실 세계 대상 개체의 형상, 데이터, 행위등을 디지털 세계로 복제하고 지속적으로 동기화하여, 이를 기반으로 대상 개체의 분석, 예측, 최적화등 다양한 서비스를 제공할 수 있는 기술이다[1]. 디지털 트윈 기술을 활용할 경우 공간·시설의 장애탐지를 포함한 자동관제를 제공하여 운영효율을 높이는 자동화되고 지능화된 운영이 가능해진다[2].

디지털 트윈 기술의 핵심은 실세계와 가상세계 사이의 원활한 대응과 상호작용을 구현하는 것이다. 이를 위해, 실세계 데이터의 정밀한 가상 모델링 뿐만 아니라 DNA (Data Networking AI) 기반 물리 객체와 가상세계의 모델을 실시간으로 동기화하는 기술이 필요하다. 이러한 목표를 달성하기 위해서는 강력하고 유연한 컴퓨팅 환경과 네트워크 환경이 필수적이며, 이러한 요구조건을 만족하기 위해 클라우드 네이티브 아키텍처를 사용하는 것이 가장 적합하다고 볼 수 있다.

II. 꿈꾸는 아이(AI) 리빙랩

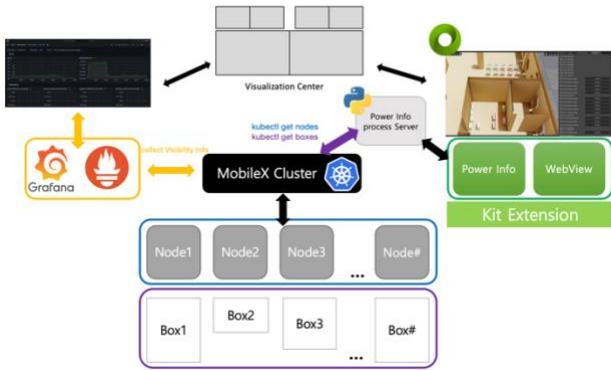
AI 융합 리빙랩 '꿈꾸는 아이(DREAM-AI Space)'는 지스트 AI 대학원 빌딩 내에 구축된, AI 기술과 클라우드 컴퓨팅의 융합을 실증하는 개방형 공간이다. 리빙랩의 일환으로 데이터-네트워크-AI 를 연계하는 D-N-A 개념의 X+AI 교육 및 훈련 환경이 MobileX Platform 을 통해 제공된다. Platform 내에는 클라우드-네이티브 컴퓨팅을 위한 실습 환경으로 AI 교육 및 실습에 필요한

기능을 갖춘 30 대의 이동식 컴퓨팅 스테이션인 MobileX Station 이 제공되고 있으며, 사용자는 이를 꿈꾸는 아이 Space 공간 어디에서나 자유롭게 이동하며 사용할 수 있다.



[Fig 1: 꿈꾸는 아이 Space]

MobileX Station 들은 기본적으로 클라우드-네이티브 Kubernetes(K8S) 기반의 MobileX Edge Cluster 에서 통합 관리되고 있어 각 Station 들의 visibility 데이터와 관리자가 원격에서 Station 들을 통제할 수 있는 기능을 제공한다. 또한 UWB(Ultra-Wideband) 기반의 RLTS (Real-time Location Tracking System)을 통해 각 MobileX Station 들에 대한 실시간 데이터를 수집하고 SAGE2 기반 Visualization 가시화 환경이 구축되어 있다.



[Fig 2: Cloud-Native 기반 디지털 트윈 구조도]

MobileX Station 들은 꿈꾸는 아이(AI) 리빙랩내 분산되어 사용 되기에 관리 효율성을 위한 관제시스템이 필요하며, 디지털 트윈 구축에 적합한 클라우드 네이티브 환경인 MobileX Edge Cluster 로 구성되어 관리되고 있다. 따라서 디지털 트윈 기반 스마트 공간을 실증적으로 구현하기 위한 테스트베드로서 이상적이다.

III. 디지털 트윈 구축 과정

NVIDIA Omniverse 는 Universal Scene Description (USD)을 기반으로 하는 개방적이고 확장 가능한 3D 시뮬레이션 및 디자인 협업 플랫폼으로, 다양한 3D 애플리케이션과 데이터 형식과의 높은 호환성을 제공한다[3]. Omniverse 내에서 PhysX 기반의 물리 시뮬레이션 기술과 Kafka, Web-RTC 등 외부 통신 기능을 지원하기에 실시간 데이터 통합이 필요한 Digital Twins 구현에 적합한 플랫폼이다.

물리적 객체 복제를 위해 AutoCAD 를 활용하여 GIST AI 대학원 꿈꾸는 아이 Space 와 MobileX Station 들에 대한 1:1 사이즈의 정밀한 3D 모델을 생성하였다. AutoCAD 에서 생성된 3D Model 들은 Omniverse 의 Converter 를 이용하여 USD 파일로 쉽게 변환하고 Omniverse 환경에서 렌더링한다.



[Fig 3: 디지털 트윈내 MobileX Station 시각화 과정]

3D Model 들과 실제 수집되는 데이터와 연동은 Omniverse 의 Extension 을 활용하였다. Omniverse 환경에서 사용할 수 있는 기능들은 각각 Extension 으로 분산되어 있으며, 사용자의 필요에 따라 적절한 Extension 을 선택하면 된다. 또한 공식 KIT 를 활용하여 프로젝트에 맞는 Extension 을 직접 개발하여 Omniverse 플랫폼을 확장하는 것이 가능하다. 본 연구에서는 이러한 Extension 기능을 이용해 UWB RLTS 를 통해 수집되는 MobileX Station 들의 실시간 위치 데이터와 <Fig 2> 와 같이 MobileX Cluster 에서 수집하고 있는 각 Station 들의 Visibility 데이터를 가상세계의 MobileX Station 3D Model 과 연동하였으며 Visualization 가시화 환경과 통합할 수 있는 App 을 개발하였다.

꿈꾸는 아이(AI) 리빙랩의 Visualization 관제센터는 SAGE2 기술을 이용해 구현되어 있다. <Fig 4>와 같이 2 개의 3840x2160 디스플레이와 4 개의 1920x1080 디스플레이를 하나로 결합하여 가시화 환경을 구현하였다. SAGE2 의 WebView 기능을 사용하여 기존의 Visualization 관제센터와 Omniverse 기반 디지털 트윈 시스템을 연계하여 스마트 공간 모니터링이 가능함을 확인했다.



[Fig 4: 디지털 트윈과 연계한 Visualization]

IV 결론

본 논문에서는 스마트공간 디지털 트윈 플랫폼을 구축하기 위해 GIST AI 대학원의 꿈꾸는 아이 Space 를 Nvidia Omniverse 기반으로 렌더링하고, Extension 기능을 활용해 UWB 기반 RLTS 를 연동하여, 실제 물리세계와 가상세계의 MobileX Station 들 간의 미러링이 가능함을 보였다. 또한 SAGE2 기반 Visualization 가시화와 디지털 트윈 플랫폼을 연계하여 운영자가 GIST X+AI Studio 에서 MobileX Station 위치와 상태를 모니터링하여 보다 효과적으로 관리 개선이 가능함을 확인하였다. 앞으로 AI 기반 효율-최적화, UWB 오차 보정 방법을 적용하여 미러링 수준을 고도화 시켜 DNA (Data Networking AI)를 기반으로한 디지털 트윈 스마트 공간 플랫폼을 완성도를 더욱 높일 수 있을 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 2023 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2021-0-01176, 클라우드 기반 융합형 자율주행 지능학습 데이터 생성/제공을 위한 데이터 수집가공 핵심기술 개발; No. 2019-0-01842, 인공지능대학원지원(광주과학기술원))

참고 문헌

- [1] GIST AI 대학원, "DNA 디지털 트윈-V07R03 보고서"
- [2] 송인용, 김창우, 김종원, "디지털 트윈 대응을 위한 UWB 기반 MobileX Station 위치 추적 및 가시화 KCI 2023"
- [3] "NVIDIA Omniverse Connectors", NVIDIA Omniverse Documentation Connect Overview, (<https://docs.omniverse.nvidia.com/connect/latest/overview.html>)