

# 디지털 트윈을 위한 언리얼 엔진 기반의 데이터 분산 서비스 모니터링 시스템 설계

차중혁<sup>1</sup>, 이재민<sup>2</sup>, 김동성<sup>\*</sup>

(주)엔에스랩 연구개발팀<sup>1</sup>, 국립금오공과대학교 IT융복합공학과<sup>2,\*</sup>

jh.cha@nslab.tech<sup>1</sup>, {ljmpaul<sup>2</sup>, dskim<sup>\*</sup>}@kumoh.ac.kr

## Design of Data Distribution Service Monitoring System based on Unreal Engine for Digital Twin

Joong-Hyuck Cha<sup>1</sup>, Jae Min Lee<sup>2</sup>, Dong Seong Kim<sup>\*</sup>

NSLAB R&D Team<sup>1</sup>, Kumoh National Institute of Technology

{Dept. of IT Convergence Eng.<sup>2,\*</sup>}

### 요 약

본 논문은 디지털 트윈을 위해 언리얼 엔진(Unreal Engine) 기반의 가상환경에서 데이터 분산 서비스(DDS, Data Distribution Service)를 구축하여 가상으로 DDS 네트워크 구축하여 모니터링 할 수 있는 시스템을 제안한다. DDS는 발간/구독 통신 기반의 메시지 지향 미들웨어로, 노드의 익명성을 확보하여 네트워크의 확장성, 네트워크 유동성을 확보한다. 이러한 익명성은 DDS 디스커버리 선형을 통해 제공되는데, 통신 참여자의 수에 따라 네트워크의 트래픽이 증가하는 구조를 가진다. 또한, 수많은 데이터와 메시지들이 송수신되는 대규모 시스템 환경에서는 Domain, Topic 등의 네트워크 모델링에 따라 네트워크 성능이 유의미한 차이를 보인다. 이는 DDS를 활용하여 네트워크를 구성하기 위해서는 시뮬레이션 및 모니터링 과정이 선행되어야 함을 의미한다. 이에 본 논문에서는 언리얼 엔진을 활용하여 그래픽적인 컴포넌트 구성을 통해 노드를 구축하고 ISO 23247 프레임워크를 기반으로 DDS 모듈과 연동하여 모니터링 할 수 있는 시스템을 제안하고자 한다.

### I. 서 론

디지털 트윈(Digital Twin)은 코로나19의 영향으로 비대면 서비스의 수요가 높아지고, 인공지능, 빅데이터, 클라우드 등의 기술력과 함께 가상공간에서의 알고리즘, 시뮬레이션을 통해 제조, 건설, 의료 등의 다양한 산업 분야에 적용됨에 따라 다양한 연구가 활성화되고 있다[1]. 디지털 트윈에서의 모니터링 기술은 메타버스 시장을 기반으로 유니티(Unity), 언리얼(Engine) 등의 엔진을 활용하여 비대면으로 상태를 체크하고 관리할 수 있음으로 필수 기술로 자리 잡고 있다[2]. 특히, 네트워크 관련 기술들은 디지털 트윈 구축의 기반 기술임으로 네트워크 관련 모니터링 기술 연구가 더욱 요구된다.

한편, DDS(Data Distribution Service)는 Topic 중심의 발간/구독 기반 P2P(Peer to Peer) 메시지 교환 구조를 통해 End-point의 익명성과 실시간성을 보장해준다[3]. 이는 DDS의 디스커버리 모듈의 선형을 통해 가능하게 되는데, Participant의 증가에 따라 트래픽이 증가하는 구조를 가지게 된다[4]. 또한 대규모 시스템 환경에서 DDS Entities의 모델링에 따라 네트워크 성능이 유의미한 차이를 보인다. 또한, End-point의 익명성은 네트워크의 문제가 발생했을 때 고장 노드를 찾기 힘들다는 단점이 발생한다. 이는 DDS를 활용하는 시스템을 구성하기 위해서는 네트워크 시뮬레이션 및 모니터링 과정이 필수적임을 의미한다. 그러나 현재 가상 세계 관련 DDS 모니터링 기술은 연구가 미흡하다.

이에 본 논문에서는 언리얼 엔진을 활용하여 가상 세계 내에서 노드를 구축할 수 있게 하며, 디지털 트윈 표준 ISO 23247 프레임워크[5]를 기반으로 DDS 모듈과 연동하여 모니터링 할 수 있는 시스템을 제안한다. 가상 세계는 (주)엔에스랩의 자체 메타버스 플랫폼인 CREATIVIA를 활용하여 구축하고, CREATIVIA와 DDS 외부 모듈은 인터페이스를 통해

연동해 메타버스 공간에서 DDS 네트워크를 모니터링 할 수 있게 한다.

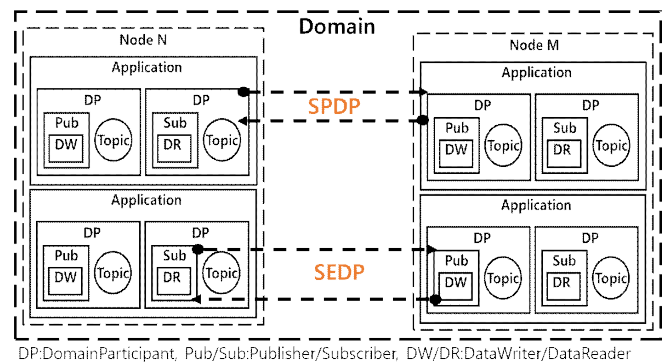


그림 1. DDS의 entities 및 노드의 관계도

### II. DDS 개요 및 분석

DDS는 확장성, 네트워크 유동성을 확보하기 위해서 디스커버리 과정을 수행하여 네트워크 참여자의 정보를 획득한다. 참여자의 정보를 기반으로 Topic 기반 발간/구독 통신을 가능케 하고, 그림 1과 같은 다양한 Entities를 정의하여 구현한다. 이는 RTPS(Real-Time Publish-Subscribe) 계층을 통해 실질적인 통신이 구현되며 디스커버리 프로토콜, 메시지 구조 등을 정의하고 있다. 특히, SDP(Simple Discovery Protocol)의 SPDP(Simple Participant Discovery Protocol)와 SEDP(Simple Endpoint Discovery Protocol)로 구성된다. SPDP는 DCPS를 통해 DP가 생성, 삭제, 또는 변경 시 디스커버리를 동작하게 한다. 이후 DP를 통해 얻은 정보를 기반으로 SEDP가 진행되며 최종 End-point인 DW/DR과 통신이 진행될 수 있는 정보들을 공유한다.

이러한 디스커버리 모듈은 End-point의 익명성을 통해 네트워크 확장성, 유동성을 확보하나 고장 분석에 시간 소요 증가와 트래픽의 원인이 된다.

### III. 언리얼 엔진 기반 DDS 모니터링 시스템

그림 2는 본 논문에서 사용되는 (주)엔에스랩 자체 메타버스 플랫폼인 CREATIVIA 가상 세계를 보여준다. CREATIVIA는 언리얼 엔진 기반의 간접광, 광택, 재료, 3D 음향 등의 초실사형 모델링을 확보하고 있다. 이러한 기술을 기반으로 박람회, 전시, 스마트 팩토리, 3D 프린터 모니터링 시스템 등 다양한 World를 구축할 수 있는 플랫폼이다. 현재 CREATIVIA 내에 플롯팅 윈도우를 구현하여 정보를 열람할 수 있는 기술과 컴퓨터를 구축할 수 있는 기술을 확보하고 있어, 모니터링 시스템 구현의 기반 기술로 활용한다.

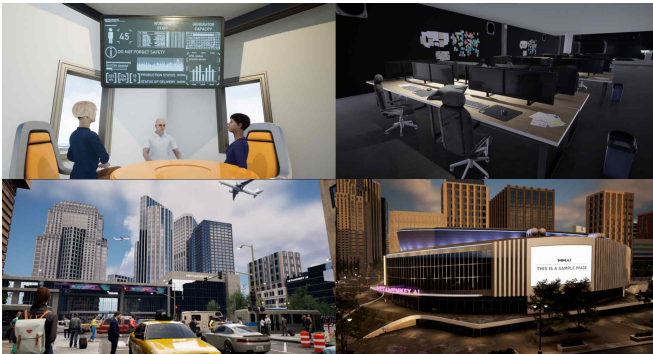
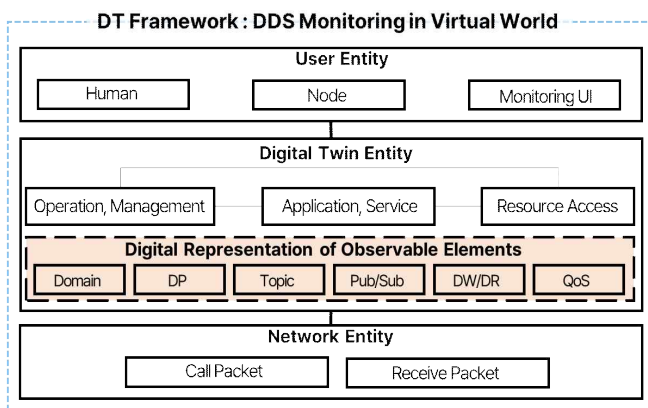


그림 2. 메타버스 플랫폼 CREATIVIA 가상 세계 예시

언리얼 엔진 기반 DDS 모니터링 시스템의 동작 순서는 다음과 같다. 먼저, CREATIVIA 실행 시 DDS 네트워크 Participant를 검색한다. 사용자는 Participant 리스트를 보고 선택하여 노드를 생성한다. 선택된 Participant는 미리 모델링 된 컴퓨터, 장비들로 생성되고, 각 Participant가 송수신하는 Topic 관련 정보를 디스플레이 한다.

그림 3은 언리얼 엔진 기반 DDS 모니터링 시스템의 디지털 트윈 프레임워크를 보여준다. 사용자가 이용하는 Entity는 크게 휴먼 아파트, 네트워크 참여 Node, 모니터링 UI로 나뉘고, 이를 관리, 리소스, 서비스를 담당하는 뼈대로 나뉜다. 이를 가능하게 하기 위해 가상 세계 내에 DDS Entity 인터페이스를 구축하여 RPC(Remote Procedure Call) Call, Receive Packet을 호출한다.



DT: Digital Twin, DP: Domain Participant, Pub/Sub: Publisher/Subscriber, DW/DR: Data Writer/Data Reader

그림 3. DDS 모니터링 시스템 디지털 트윈 프레임워크

그림 4는 디지털 트윈을 위한 언리얼 엔진 기반 DDS 모니터링 시스템 아키텍처를 보여준다. 제안하는 시스템은 가상 세계, 외부 DDS Module, 실제 DDS 네트워크로 구성된다. 가상 세계에는 설치된 노드마다 DDS

데이터를 복제하여 전시하며, 메인 모니터링 UI에서는 전체적인 DDS 상태가 전시된다. 이는 디지털 트윈 프레임워크(ISO 23247)의 Entity를 준수하여 구성되고, 수집된 데이터를 저장하여 내/외삽 기법을 활용해서 DDS 노드들의 상태 및 경향 진단을 포함한다. 데이터 수집은 외부 DDS 모듈로부터 분산 통신에 장점을 갖는 RPC 통신을 통해 수행된다. DDS Module은 마스터 Topic을 통해서 실제 DDS 네트워크의 데이터를 모두 수집하여 RPC 통신을 통해 가상 세계로 보내준다.

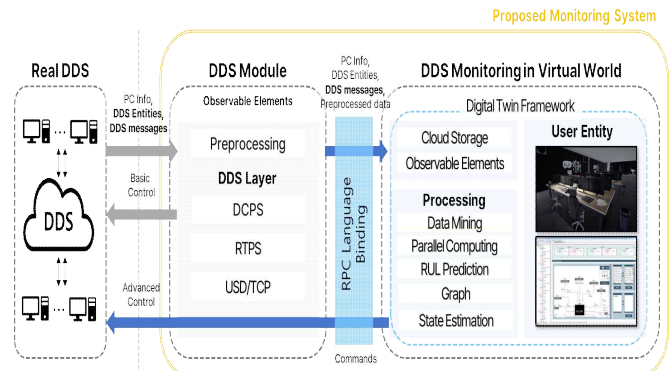


그림 4. 언리얼 엔진 기반 DDS 모니터링 시스템 아키텍처

### III. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 ISO 23247 프레임워크를 활용한 언리얼 엔진 기반의 DDS 모니터링 시스템을 제안하여 디지털 트윈의 기반 기술을 확보할 수 있게 하였다. 또한, 수집한 데이터를 기반으로 마이닝, 내/외삽 통계 기법 등을 적용해서 Participant의 상태, 경향 등을 전시하여 End-Point의 고장 대처도 가능하게 한다.

향후에는 자체 메타버스 플랫폼 CREATIVIA와 DDS를 통합 테스트를 수행하여 성능 평가를 수행할 예정이며, 대규모 분산 시스템에 적용하기 위한 디스커버리 경량화 기법도 적용할 것이다.

### ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 2022년도 과학기술정보통신부의 재원을 지원받아 수행된 연구임(1711175292/2022-IT-RD-0084-01).

### 참 고 문 헌

- [1] J. N. Njoku, C. I. Nwakanma, G. C. Amaizu, and D.-S. Kim, "Prospects and challenges of Metaverse application in data-driven intelligent transportation systems," IET Intelligent Transport Systems, Vol. 17, No. 1, pp. 1-21, Aug. 2022.
- [2] T. Huynh-The, Q.-V. Pham, X.-Q. Pham, T. T. Nguyen, and D.-S. Kim, "Artificial Intelligence for the Metaverse", Engineering Applications of Artificial Intelligence, Vol. 117, Part A, Jan. 2023.
- [3] J. H. Cha, J. W. Lee, J. M. Lee, and D.-S. Kim, "민·군 ICT융합기술을 위한 실시간 미들웨어 응용 및 동향 연구," Journal of KICS, vol.37, no.10, pp.47-54, Oct. 2020.
- [4] J.-Y. Im, D.-S. Kim, K.-S. Song and Y.-S. Choi, "Design and Realization of Distributed Real-time Message Management Scheme for Naval Combat System Development Tool", Journal of Institute for Control Robotics and Systems, Vol. 22, No. 7, pp. 570-577, July 2016.
- [5] D. B. Kim, G. d. Shao, and G. j. Joc, "A digital twin implementation architecture for wire + arc additive manufacturing based on ISO 23247," Manufacturing Letters, Vol. 34, pp. 1-5, Oct. 2022.