

# 유니티 기반 공장 에너지 관리 시스템 3D 가시화를 위한 관계점 오브젝트 인스턴스화 및 시각화 전략

서현경, 권동우, 지영민

한국전자기술연구원

{hkyung99, dwkwon, ym.ji}@keti.re.kr

## Unity-based instantiation and visualization strategies of data point objects for 3D visualization of factory energy management systems

Hyeonkyeong Seo, Dongwoo Kwon and Youngmin Ji

Korea Electronics Technology Institute (KETI)

### 요약

본 논문은 유니티 환경에서 공장 에너지 관리 시스템 3D 가시화를 위한 방안으로 관계점 오브젝트 인스턴스화 동적 생성 과정을 기술하고, 관리 시스템 3D 시각화 전략을 제시한다. 이 과정에서 공장 설비 정보를 설정할 수 있는 메타데이터를 구축하고, 측정값을 실시간으로 업데이트 주기에 맞게 연동하는 과정을 거쳐 관계점 정보 오브젝트는 동적 생성 과정을 효율적으로 관리했다. 3D 가시화를 통해 생산 과정별로 관계점 정보와 흐름을 파악하고, 각 위치별로 어떤 관계점이 속해있는지 직관적으로 구분될 수 있도록 하는 전략을 제시한다.

### I. 서론

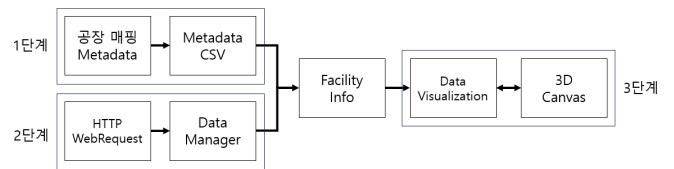
현재 다양한 산업에서 낮은 운영 및 유지 비용을 통한 비용 경쟁력을 유지하면서 환경 문제를 해결하기 위한 에너지 소비 및 온실가스 배출 감소 과제에 직면하고 있다. 공장 및 에너지 산업의 온실가스 배출을 최소화하기 위한 큰 잠재력을 가진 방안으로 디지털 기술 활용한 모니터링, 제어 및 관리 시스템 등이 제안된다.[1] 우리나라도 정부 정책에 따라 공장에너지관리시스템(FEMS: Factory Energy Management System)의 산업분야 보급/확산이 적극적으로 추진되며 국내 공장 운영 현황을 반영한 기술 개발이 진행되고 있다.[2] 공장 에너지 관리 시스템 가시화 방안 중 하나인 디지털 트윈은 물리적 객체나 환경을 실시간으로 모니터링, 예측 및 최적화를 통해 정확하고 신뢰할 수 있는 디지털 기술로 3D 표현을 통해 이해도를 높일 수 있다.[3] 즉, 3D 가시화를 통해 공장 내 에너지 소비 패턴 현황을 보다 명확히 파악하여 전반적인 생산성 향상으로 이어지게 된다.

본 논문에서는 유니티 환경에서 각 관계점을 3D 상에서 모니터링할 수 있도록 구역별 에너지 흐름을 3D로 가시화하는 것을 목표로 연구를 진행한다. 따라서 각 관계점을 3D 상에서 위치를 파악할 수 있도록 구역별 에너지 흐름을 3D로 가시화한다. 이 과정에서 공장 설비 정보를 설정할 수 있는 메타데이터를 구축하고, 관계점 정보 오브젝트는 동적 생성되도록 하여 관리 효율을 높이고자 하였다. 이를 바탕으로 개발된 공장 에너지 모니터링 시스템은 생산 과정별로 관계점 정보와 흐름을 파악하고 각 관계점 위치를 파악할 수 있다. 이를 통해 공장 공정별 에너지 데이터를 한눈에 모니터링하는 것이 가능하며 더 나아가 설비별 에너지 분석/관리/관계 활용 가능성을 기대할 수 있다.

### II. 본론

공장 생산 단계별 에너지 데이터를 3D로 표현하여 공장 내 에너지 소비 패턴 현황을 파악하고 이해도를 높일 수 있다. 따라서 각 관계점을 3D 상에서 위치를 파악할 수 있도록 구역별 에너지 흐름을 3D로 가시화했다.

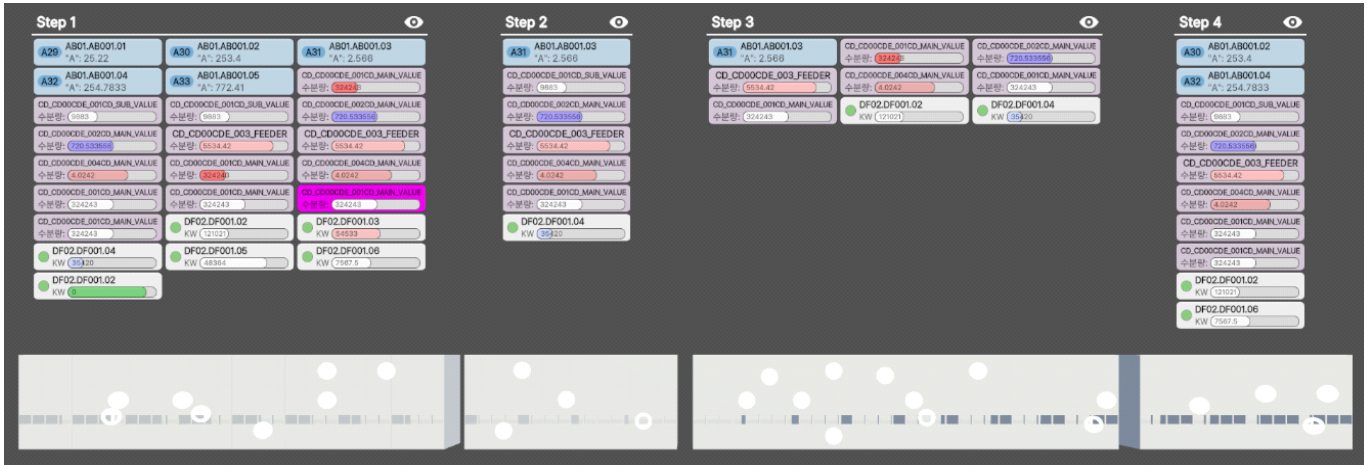
관계점 데이터는 필요한 데이터를 종합하여 인스턴스화 및 동적 생성하여 관리한다. 이러한 관계점 데이터의 관리 및 동적 생성 과정 구조는 그림 1과 같다.



(그림 1) 관계점 데이터의 관리 및 동적 생성 과정

첫 번째 단계는 관계점 정보를 분류하고 부가적 정보를 추가하기 위해 메타데이터를 구축하는 것이다. 즉, 데이터의 정확성과 후속 처리 단계에서 효율적인 관리를 위해 각 관계점 가시화 및 분석을 위한 기본적인 정보 구조를 구성한다. 해당 과정을 거치게 된 이유는 개발 초기에 다음과 같은 문제점이 있었기 때문이다. 우선 한 공장에 수십 개에서 수백 개의 관계점이 존재하는 특성상 개별로 관계점을 설정하기에 너무 많다. 또한 한 설비에 여러 관계점이 속해있는 경우도 잦았다. 따라서 쉽게 수정이 가능한 CSV 파일을 활용했다. CSV 파일은 데이터를 쉼표로 구분하여 저장하는 텍스트 파일 형식으로 데이터를 다른 시스템으로 쉽게 전송할 수 있어 데이터 교환에 유용하다. 이러한 특성을 가진 CSV를 활용해 공장 설비 정보를 설정할 수 있는 메타데이터를 세팅해준다.

두 번째 단계는 에너지 측정 데이터를 실시간으로 각 업데이트 주기에 맞게 연동해 인스턴스화하는 것이다. 신속한 업데이트와 정확한 모니터링을 위해 실시간 데이터 연동은 필수적이다. 에너지 측정값의 경우 Unity 환경에서 HTTP 요청하고 응답하는 모듈 시스템 UnityWebRequest를 사용한다. 서버에서 DataManager를 거쳐 가져온 측정값은 Facility Info의 관계점 리스트에 저장한다. 실제 환경 데이터 갱신 주기에 맞게 UnityWebRequest 비동기 작업을 반복하기 위해서 일련의 절차적 단계를 수행하는 Coroutine을 활용한다. Coroutine은 시간의 경과에 따라 절차적으로 실행되기 때문에 함수를 효율적으로 사용할 수 있다. 이를 활용해 실



(그림 2) 공장 에너지 관리 시스템 가시화

시간 에너지 데이터 측정값 저장 및 관리 과정이 유연해진다. 그리고 메타 데이터와 실시간으로 업데이트되는 측정값을 종합하여 관계점 오브젝트를 인스턴스화한다.

세 번째 단계는 관계점 오브젝트를 가시화 및 동적 생성하는 것이다. 이는 복잡한 데이터를 이해하기 쉽게 표현할 수 있도록 하기 위함이다. 3D 가시화를 위해 관계점 오브젝트를 유니티 3D Canvas에서 각 위치에 맞게 매핑한다. 이때 수많은 관계점 정보 오브젝트는 설정된 관계점 데이터를 바탕으로 동적 생성되도록 하여 관리 효율을 높인다. 유니티에서 인스턴스화는 클래스로부터 실제 객체를 생성하는 과정으로 프리팹이라는 게임 오브젝트 템플릿을 통해 인스턴스를 생성하는 것을 말한다. 프리팹에서 생성된 인스턴스는 독립적으로 작동하며, 실행 중에도 동적으로 생성하여 코드 효율성과 유연성을 높일 수 있다.

이를 바탕으로 개발된 공장 에너지 관리 시스템 3D 가시화는 그림 2와 같이 표현되며 다음과 같은 세 가지 전략을 가진다.

첫째, 생산 과정 별 빠른 관계 대응점을 파악하기 위해 관계점 정보와 흐름을 한눈에 볼 수 있도록 한다. 전체적인 화면을 봤을 때, 관계점의 정보를 한눈에 보일 수 있도록 정보 요약 박스를 사용했다. 요약 박스는 모든 데이터를 요약해서 한눈에 보여주기 위해 각 이름 혹은 태그와 그 관계점을 대표할 수 있는 에너지 측정값을 주로 보여준다. 또한 요약 박스를 각 생산 단계별로 모델링과 비슷한 크기의 리스트 형태로 모아 근접하게 배치하여 하나의 공정 그룹으로 인식되도록 한다. 요약되지 않은, 전체 데이터를 알고 싶을 때에는 관계점이나 3D 매핑 위치 정보를 클릭하게 되면 관련 에너지 측정 데이터를 우측 사이드 바의 상세 정보 박스에서 확인하도록 구분하였다. 이를 통해 전반적인 관계점별 주요 에너지 데이터 측정값을 한 화면에서 모두 파악할 수 있다.

둘째, 에너지 흐름을 쉽게 파악할 수 있도록 시각적인 지표를 활용한다. 색상 변화를 모니터링하면 공정 상태를 쉽게 파악할 수 있다. 그림 2의 일부 관계점 정보 요약 박스는 해당 관계점의 작업 상태를 색으로 파악할 수 있는 식별 원을 가지고 있다. 초록색은 작업, 노란색은 대기, 빨간색은 비작업을 나타내는 등 다양한 상태와 종합하여 활용이 가능하다. 에너지 효율 정도를 직관적인 색 및 그래프로 파악하기 때문에 앞으로 관계 방향성에 대해 빠르게 대응할 수 있을 것으로 기대된다.

셋째, 각 위치별로 어떤 관계점이 속해있는지 쉽게 구분될 수 있도록 한다. 앞서 언급했던 것과 같이 수많은 관계점이 존재하고, 같은 위치에 속해있는 관계점이 여러 개가 있기도 한다. 따라서 구역별로 관계점을 구분하고, 각 관계점 요약 박스와 해당하는 3D 매핑 위치 정보를 연결한다. 특정 요약 박스를 마우스로 호버하게 되면 해당하는 3D 위치에서도 상호작용한다. 또한 그 반대의 경우 즉, 위치 정보를 상호작용하면 관련 관계

점을 모두 볼 수 있도록 한다. 추후 상호작용 애니메이션, 이펙트 등과 함께 응용한다면 공장 에너지 흐름을 더 직관적으로 이해하는 데에 도움이 될 것이다.

### III. 결론

본 논문에서는 유니티 환경에서 공장 에너지 관리 시스템을 구축을 목표로 관계점 오브젝트 인스턴스화 개발 과정을 제시한다. 따라서 메타데이터를 구축하고, 측정값을 실시간으로 업데이트 주기에 맞게 연동하는 과정을 거쳐 에너지 데이터를 관리했다. 각 관계점 오브젝트는 인스턴스로 동적 생성하여 관리 효율을 높였다. 이때 관계점 정보와 흐름을 한눈에 볼 수 있도록 하고, 각 위치별로 어떤 관계점이 속해있는지 직관적으로 구분될 수 있도록 하는 전략을 제시했다.

이 중 기본적인 정보 구조를 구성하는 메타데이터를 직접 작성해 구축했으나, 해당 부분도 자동화 및 표준화 과정을 추가한다면 다양한 공장 가시화에서 작업 효율을 더 높일 수 있을 것이다. 또한 상호작용할 수 있는 요소에 유니티의 가장 큰 장점인 애니메이션, 이펙트 등을 함께 사용하여 공장 에너지 흐름을 강조해 표현할 수 있을 것이라 기대한다.

### ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술연구원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 20202020900290)

### 참고 문헌

[1] Wei Yu, Panos Patros, Brent Young, Elsa Klinac, and Timothy Gordon Walmsley, "Energy digital twin technology for industrial energy management: Classification, challenges and future," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 161, Jun 2022. (<https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112407>)

[2] J. Roh, B. Song, W. Kim, and B. Park, "A Study on the Standardization of Factory Energy Management System(FEMS)," *Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Information Sciences*, pp. 67-68, Nov 2023.

[3] Julia Robles, Cristian Martín, and Manuel Díaz, "OpenTwins: An open-source framework for the development of next-gen compositional digital twins," *Computers in Industry*, vol.152, Nov 2023. (<https://doi.org/10.1016/j.compind.2023.104007>)