

가상실증단지 연계 시뮬레이션의 고가용성 확보를 위한 런타임 환경 설계

허성민, 노수지, 이지현, 김민호, 함경선, 김태형

한국전자기술연구원

heosm0402@keti.re.kr, sjro@keti.re.kr, jhlee00@keti.re.kr,

idencare@gmail.com, ksham@keti.re.kr, thkim@keti.re.kr

Design a runtime environment for high availability of Virtual Demonstration Complex Linked Simulation

Seongmin Heo, Susie Ro, Jihyeon Lee,

Minho Kim, Kyung Sun Ham, Taehyoung Kim

Korea Electronics Technology Institute

요약

재생에너지 분야에서 시뮬레이션의 정확도를 높이고자, 실증단지의 설비 중 데이터를 제공하는 설비와 연계하여 시뮬레이션하는 것에 관한 연구가 활발하다. 실증단지를 제어하는 기술의 경우, 실험 환경에서 실제 설비와의 연동 테스트를 생략하고 직접 적용하면 설비 오작동 등의 부작용이 발생할 수 있다는 점에서 시뮬레이션은 기술의 검증 단계에서 유용하게 활용될 수 있다. 이러한 시뮬레이션은 단순한 기능의 적용 가능성 검증뿐만 아니라, 개발된 기능의 안정적인 운영을 검증하는 측면에서도 의미를 가진다. 검증하는 시뮬레이션은 그 자체로서의 가용성이 확보되어야만 개발된 알고리즘 또는 제어 기술 검증의 목적을 달성할 수 있기 때문에, 시뮬레이션 자체의 가용성을 보장하는 것이 중요하다. 따라서 본 논문은 개발된 임의의 재생에너지 설비 제어 알고리즘 및 기능을 검증하는 시뮬레이션의 가용성을 높일 수 있는 런타임 환경을 제안한다. 본 논문은 시뮬레이션 내부에서 데이터, 이벤트 통신을 담당하는 컴포넌트의 분산 처리를 설계했다. 기존에 단일 프로세스로 작동하던 통신 컴포넌트를 클러스터 형태로 설계했다. 이를 통해 데이터 통신, 이벤트 전달의 요청을 분산할 수 있으며 쓰루풋을 증가시킬 수 있다. 더불어 한 컴포넌트가 중단되더라도 클러스터 내부의 다른 컴포넌트가 중단된 컴포넌트를 대체하여 요청을 처리할 수 있기 때문에 하나의 프로세스가 동작할 때보다 가용성 확보가 가능해진다. 본 논문에서는 통신 컴포넌트의 클러스터 구성으로 재생에너지 분야에서 활발히 활용하는 시뮬레이션 기술의 고가용성 확보를 위한 런타임 환경을 제안한다.

I. 서론

전 세계적으로 기후 위기가 부각됨에 따라 재생에너지 분야 연구가 활발해지는 추세이다. 특히 미국과 독일은 각각 NREL과 Fraunhofer에서 HPC를 운영하며 재생에너지 연구를 위한 인프라를 제공한다. NREL의 HPC 사용 현황을 살펴보면 풍력, 태양광, 계통에 관한 연구가 큰 비중을 차지한다.[1-2] 연구자들은 앞서 말한 인프라를 통해 다양한 연구의 실증, 모델링, 연구 검증을 수행하며 각종 시뮬레이션을 수행하기도 한다. 이러한 시뮬레이션은 실제 단지를 모사한 가상실증단지와 연계하여 연구개발 내용 도입 전 테스트를 해보는 단계이며 다양한 ESS, 풍력터빈, 수전해 설비와 같은 자원이 데이터와 이벤트를 주고받으며 복합적으로 연계되어 동작한다. 따라서 각 자원들이 원활하게 데이터를 주고받을 수 있도록 뒷받침하는 구성요소가 필수적이다. 본 논문은 단독으로 구성된 통신 컴포넌트와 달리 고가용성 확보가 가능한 클러스터 구성의 통신 컴포넌트 설계를 제시한다. 이를 통한 연구개발 결과 검증을 위한 안정적인 시뮬레이션 구동 방식을 제안한다.

II. 본론

기존의 일반적인 시뮬레이션 시스템은 HLA(High Level Architecture)라는 이름의 프레임워크를 활용하여 내부 구조를 설계했다. [3] HLA에서 제안하는 구조에서도 통신을 담당하는 컴포넌트가 존재한다. 시뮬레이션 내

부의 컴포넌트들끼리 직접 통신하지 않고, 이 통신 컴포넌트를 거쳐 데이터를 주고받는다. 스키마가 다른 데이터를 유연하게 주고받고 상호운용성을 높이기 위한 목적으로 데이터 교환, 통신을 담당하는 컴포넌트가 시뮬레이션 내부에 존재한다.

각 컴포넌트들이 통신 담당 컴포넌트를 거쳐 통신함으로써 표준화된 통신이 가능하다는 장점이 있지만, 단일 실패 지점이 존재한다는 큰 리스크가 존재한다. 통신 담당 컴포넌트가 예기치 않게 중단되면 시뮬레이션 내부의 모든 컴포넌트들이 데이터, 이벤트를 주고받지 못하며 결국 시뮬레이션 자체가 중단되는 상황이 초래된다.

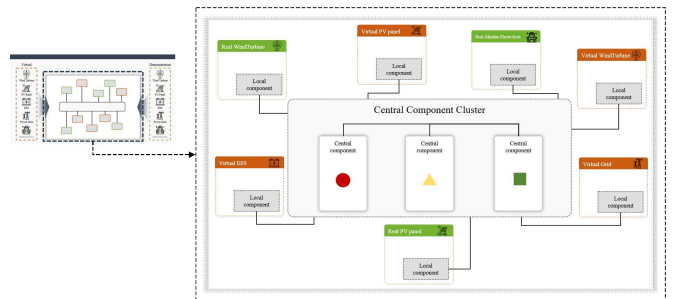


Fig. 1 클러스터 구조의 통신 컴포넌트 구조

이러한 리스크를 보완하기 위해 본 논문은 통신 담당 컴포넌트를 최소 3개의 Central Component가 구동되는 클러스터로 구성하고 서로 연계되

어 작동하는 구조를 제안한다. 가상PV패널, 실제ESS와 같은 가상실증단지 및 실제단지의 개별 구성요소들은 Local Component를 포함하며 Central Component에게 데이터 교환, 이벤트 전달 요청을 수행한다. Central Component Cluster에는 최소 3개의 Central Component가 구동하며 이들은 Local Component로부터 요청받은 데이터 교환, 이벤트 전달을 처리한다. Central Component들은 각각 담당하는 데이터 구조가 존재하며 담당하는 데이터 모델, 이벤트 모델에 대해서만 처리를 수행하며 담당하지 않는 데이터 모델은 복제만 수행하여 내부에 저장하여 중단 사태에 대비한다. 그림 1의 경우 Cluster 내부에 3개의 Central Component가 작동되고 있으며 각각 하나씩, 총 세 가지 데이터, 이벤트 모델이 존재할 때의 구조를 나타내고 있다.

이러한 클러스터 구조를 가짐으로써 얻을 수 있는 첫 번째 장점은 처리량이 증가한다는 점이다. 단일 컴포넌트는 모든 데이터 교환, 이벤트 전달 요청을 혼자서 처리한다. 시뮬레이션 내부 요소들의 요청이 급증하면 요청 처리량이 요청 증가량보다 적어질 가능성이 존재한다. 특히나 재생에너지 분야의 요소들은 수많은 센서 데이터가 존재하기 때문에 충분한 데이터 처리 요청 수요에 대응할 수 있어야 한다. 클러스터로 구성된 Central Component의 경우에는 데이터 전송 및 이벤트 전달 요청을 균등하게 분배하여 처리한다. 각 Central Component마다 처리를 담당하는 데이터 모델, 이벤트 모델에 대한 처리만 수행하기 때문에 트래픽 처리에 대한 수용력이 증대된다.

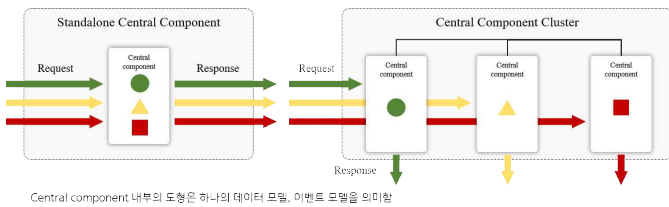


Fig. 2 단일, 클러스터 통신 컴포넌트 처리량 차이 비교

두 번째 장점은 단일 장애 지점을 극복할 수 있다는 점이다. 단일 통신 컴포넌트로 동작하는 시뮬레이션의 경우에 이 컴포넌트가 동작을 멈추면 시뮬레이션 내의 모든 요소가 데이터, 이벤트를 주고받지 못한다. 반면 클러스터로 구성된 통신 컴포넌트 클러스터는 서로가 처리를 담당하는 데이터, 이벤트 모델을 복제하여 보관하는 구조를 가진다. 클러스터 내부의 한 Central Component가 중단되면 다른 Central Component들은 중단된 컴포넌트가 담당하던 데이터를 균등하게 재분배받아 처리한다. 처리량은 다소 낮아질 수 있어도 시뮬레이션이 중단되는 상황을 방지할 수 있다.

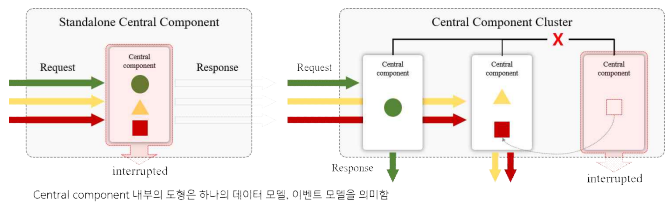


Fig. 3 단일, 클러스터 통신 컴포넌트 장애 발생 상황 비교

III. 결론

본 논문에서는 시뮬레이션 고가용성 확보를 위한 런타임 환경 설계의 한 방법을 제안했다. 다수의 요소가 동시에 작동하며 서로 소통하는 시뮬레이션 시스템 내부에서는 대부분 원활한 통신을 위해 통신 담당 컴포넌트가 존재한다. 이 컴포넌트가 단독으로 존재하면 가용성 차원에서 시뮬레이션의 안정성이 떨어질 수 있다. 따라서 통신 담당 컴포넌트를 클러스터

로 구성하여 가용성을 높일 것을 제안했다. 클러스터로 구성되어 작동하는 컴포넌트는 극도로 짧은 재생에너지 연구 분야의 데이터 트래픽을 수용할 수 있을 것이다. 더불어 클러스터 단위로 작동하기 때문에 하나의 통신 컴포넌트의 예상치 못한 중단에도 시뮬레이션이 중단되는 것을 막을 수 있다는 점에서 시뮬레이션의 가용성을 확보할 수 있다. 현실을 모사하여 연구를 검증하는 가상실증단지 연계 시뮬레이션 기술은 점점 중요도가 증대되는 만큼 안정적인 시뮬레이션 설계 연구는 지속적으로 필요하다. 추후 연구에서는 Central Component 클러스터 내부에서 데이터 및 이벤트 전달, 전송, 보유 방법 설계를 통해 통신 클러스터 내부의 연동성을 향상하는 설계에 대한 연구를 진행할 계획이다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2023년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국에너지기술평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2023-00231702, 분산형 재생에너지 시스템 개방형 통합 플랫폼 개발)

참고 문헌

- [1] National Renewable Energy Laboratory, “HPC at NREL”, (<https://www.nrel.gov/>), 2019
- [2] National Renewable Energy Laboratory, “National Renewable Energy Laboratory”, 2022
- [3] IEEE, “IEEE Standard for Modeling and Simulation (M&S) High Level Architecture (HLA) - Framework and Rules”, pp.1-38, Aug. 2010