

최유정*, 최영*, 김용성*, 백승돈*, 강선미*, 송병권*, 황지희**, 김경훈**
 서경대학교*, 전기연구원

Real-time Distributed Simulation based on DDS Blockset

You-Jung Choi*, Young Choi*, Yong-Seong Kim*, Baik-seung Don *, Sun-me Kang*, Byung-kwen Song*, Ji-hee Hwang**, Kyung-hoon Kim**
 Seokyeong University*, KERI**

Abstract - DDS는 OMG에서 정의한 통신 미들웨어로 다양한 산업 시스템 분야에서 사용되고 있다. 하지만 DDS 분산 시뮬레이션이 가능한 검증된 툴은 찾기 힘든 상황이다. 분산 환경을 위한 시뮬레이션을 DDS API를 활용해서 구축하는 것은 시간과 비용의 낭비가 발생한다. 본 논문에서는 Matlab/Simulink에서 제공하는 DDS 분산 시뮬레이션을 위한 툴인 DDS Blockset을 사용해서 실시간 분산 시뮬레이션을 구성하고 모델을 검증한다.

DDS 기반 분산 환경을 모델링 할 수 있으며, 모델로부터 신뢰할 수 있는 C/C++ 코드를 생성해서 응용 프로그램을 개발 할 수 있다. 그림 1은 Simulink에서 제공되는 DDS Block이며, Publisher 역할을 하는 Write DDS Sample과 Subscriber 역할을 하는 Take DDS Sample 두 가지의 Block을 제공한다.

1. 서 론

DDS(Data Distribution Service)는 OMG(Object Management Group)에서 정의한 통신 미들웨어이다. DDS는 분산 환경에서 실시간 처리를 위한 Publish/Subscribe 방식의 통신을 지원하며, 분산 데이터 처리 시스템의 개발 용이성, 성능, 확장성, 가용성 측면에서 강점이 있다. 이러한 강점을 기반으로 국방, 교통, 항공, 의료 분야 등 다양한 산업 시스템에서 사용되고 있다[1].

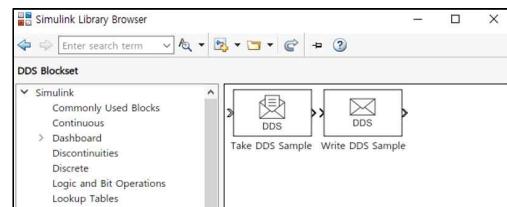
DDS를 기반으로 한 분산 시스템을 현실 세계에서 구축하고 실험하기에는 비용과 시간의 낭비 등 많은 어려움이 있으므로 현실 세계에 맞춘 시뮬레이션 모델링이 필요하다. 하지만 모델링과 시뮬레이션만을 위한 툴은 여러 제품이 있지만, DDS 분산 시뮬레이션이 가능한 검증된 툴은 찾기 힘든 상황이다. 많은 연구에서 DDS를 기반으로 한 시뮬레이션 방법을 제안하고 있지만 DDS API를 활용해서 시뮬레이션을 자체적으로 개발하고 구축한 것이며[2][3], 이는 개발자가 원하는 대로 세부적인 수정이 가능하다는 장점이 있지만 다른 모델로 교체하게 되면 시뮬레이션을 재구축해야 하므로 비용과 시간의 낭비가 발생하고 자체적으로 시뮬레이션을 구축했기 때문에 신뢰성이 떨어진다는 단점이 있다. 또한 구성된 모델은 재사용을 해야 제한된 시간에 최대한 다양한 환경에서 테스트해 볼 수 있기 때문에 유연하게 변경 가능한 모델링 툴을 선정하는 것도 중요하다.

Matlab은 알고리즘을 검증하는데 유용한 도구로서 그중에서 Simulink는 수많은 컴포넌트를 가지고 Block Diagram 형태의 시각화된 모델링이 가능하다[4]. Matlab/Simulink는 DDS Blockset이라는 DDS 분산 시뮬레이션을 위한 컴포넌트를 제공한다[5]. Simulink로 모델을 구성하고 DDS Block을 추가해서 모델링을 하면, DDS 분산 시뮬레이션을 구축하는 데 걸리는 시간을 단축할 수 있고 다양한 환경에 맞춰서 유연하게 모델을 변경할 수 있다. 본 논문에서는 DDS Blockset 기반의 실시간 분산 시뮬레이션 방법을 제안한다. Matlab/Simulink로 전력망 정보에 대한 모델을 만들고 DDS Block을 연동하여 DDS 실시간 분산 시뮬레이션을 구성하고 모델을 검증한다.

2. 본 론

2.1 DDS Blockset

DDS Blockset은 DDS 기반 소프트웨어를 개발하기 위한 모델링, 시뮬레이션 및 코드 생성을 포함한 모델 기반 설계 환경을 제공한다[5]. Simulink 툴을 사용해서 간단한 조작으로 쉽게



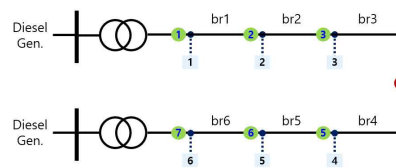
<그림 1> DDS Blockset in Simulink

2.2 DDS Blockset 기반 모델링

분산 시뮬레이션 환경을 구축하기 위해 먼저 모델링을 한다. 전력망 정보를 모델링하고 DDS 분산 시스템 환경을 구축하기 위해 IDL(Interface Description Language)을 구성하며, DDS Blockset을 사용해서 분산 환경을 모델링한다.

2.2.1 전력망 정보 모델링

Matlab/Simulink를 사용하여 전력망 정보를 모델링한다. 전력망의 구간별 손실을 계산하기 위한 모델링을 하고 DDS와 연동하기 위해 구축된 모델을 모듈화 시킨다. 모듈은 계통 토폴로지, 계통 측정치 데이터 입력으로 해서 계산된 구간별 손실을 출력하는 역할을 한다.



<그림 2> 전력 계통도

그림 2는 모델링할 전력 계통도를 나타낸다. 구간마다 7개의 Switch가 위치하고 있으며, Switch 사이의 각 Branch별로 손실 값을 계산한다.

<표 1> 모델 입출력 파라미터

| Parameter | Description | |
|-----------|-----------------|-----------------|
| Input | Switch Topology | 스위치 On/Off 상태 값 |
| | Branch Topology | 각 구간 토폴로지 값 |
| | Switch Measure | 스위치 계측 데이터 |

| | | |
|--------|-------------------|----------|
| Output | Branch Power Loss | 구간별 손실 값 |
|--------|-------------------|----------|

2.2.2 DDS IDL 구성

모델링 된 전력망 정보에 대해 DDS로 정보를 교환할 IDL을 구성한다. IDL은 총 두 개의 구조체로 구성되며, 하나는 모듈의 입력으로 들어갈 정보로 구성되고 다른 하나는 모듈에서 나온 출력에 대한 정보로 구성된다.

```

struct CalculatePowerLossData {
    float sw_topology[128];
    short sw_topology_size;

    float br_topology[128];
    short br_topology_matrix_size[2];

    float sw_i_measure[128];
    short sw_i_measure_size;
};

struct CalculatePowerLossResult {
    float br_p_loss[128];
    short br_p_loss_size;
};

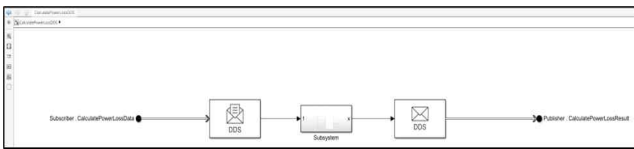
```

〈그림 3〉 DDS IDL 구성

그림 3은 DDS 통신에 사용되는 IDL 구성을 나타낸다. 두 개의 구조체로 이루어져 있으며, 각 구조체의 이름은 DDS의 Topic 이름으로 대응된다. 첫 번째 구조체 변수들은 모듈의 입력부에 사용되는 정보이며, 계통 토폴로지 정보와 계통 측정치 정보를 나타낸다. 두 번째 구조체 변수들은 모듈의 출력부에 사용되며, 구간별 손실 값을 나타낸다.

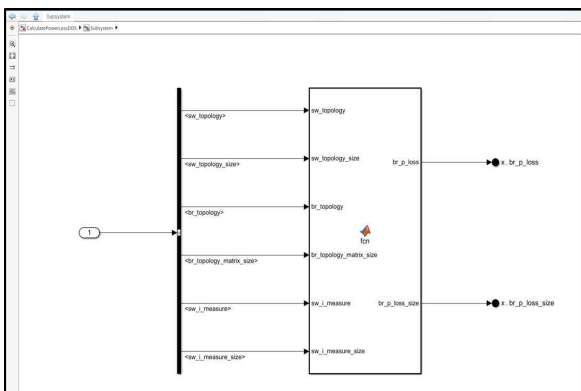
2.2.3 DDS Blockset 모델링

앞서 구성한 구간별 손실 계산 모듈과 DDS IDL을 사용해서 모델링을 진행한다. Simulink를 이용해서 DDS Block과 구간별 손실 계산 모듈을 결합해서 모델링 한다.



〈그림 4〉 DDS Blockset 모델링 전체 구성

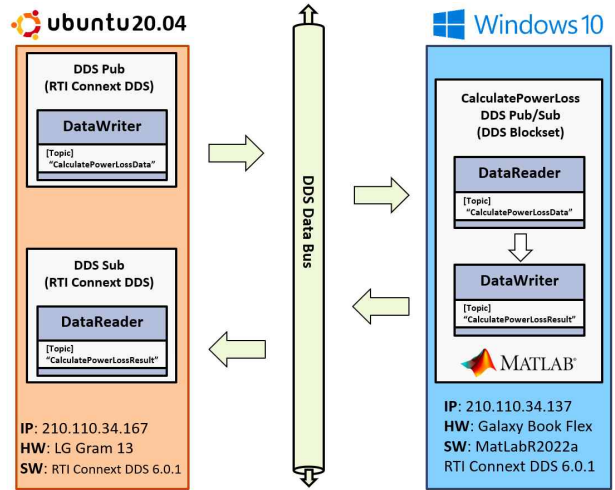
그림 4는 DDS Blockset을 사용한 모델링 부분이다. 모듈의 입력 정보를 DDS로 받기 위해 좌측에 DDS Subscriber를 두었으며, 모듈의 출력 정보를 DDS로 보내기 위해 우측에 DDS Publisher를 두었다. 중간 Subsystem은 구간별 손실 계산 모듈이 위치한다. Subsystem의 내부 구성은 그림 5와 같다.



〈그림 5〉 DDS Blockset Subsystem 모델링 구성

2.3 DDS Blockset 기반 실시간 분산 시뮬레이션

DDS Blockset을 기반으로 한 실시간 분산 시뮬레이션의 전체 구성은 그림 6에서 보여준다. 우측 시스템은 DDS Blockset 기반으로 구성된 DDS Publisher/Subscriber가 있으며, 내부에는 구간별 손실 계산 모듈이 위치한다. 좌측 시스템은 RTI DDS API로 구현한 DDS Publisher/Subscriber가 있다. 좌측 시스템의 DDS Publisher가 계통 토폴로지, 측정치 정보를 발행하면 우측 시스템의 DDS Subscriber가 구독한 정보를 이용해서 구간별 손실을 계산한다. 계산된 결과를 우측 시스템의 DDS Publisher가 발행하면 좌측 시스템의 DDS Subscriber가 구독하게 된다.



〈그림 6〉 DDS Blockset 기반 실시간 분산 시뮬레이션 구조

3. 결 론

본 논문에서는 Matlab을 사용해서 전력망 정보를 모델링한 모듈을 구현하였고 분산 시스템 환경에서 모델링된 정보를 취득하기 위해 DDS Blockset을 이용해서 실시간 분산 시뮬레이션을 구성하였다. 제안한 DDS Blockset을 활용한 시뮬레이션 구성은 분산 시스템 환경을 구축하는데 DDS API만을 사용해서 구축하는 것보다 시간 소모가 적고 Matlab/Simulink 모델을 활용할 수 있으므로 다양한 환경에 대응해서 모델 수정이 쉽다는 장점이 있다. 따라서 제한된 시간에 다양한 환경에 대응하는 시뮬레이션을 수행할 수 있다.

감사의 글

본 논문은 2022년도 과학기술정보통신부의 재원으로 국가과학기술연구회의 지원을 받아 수행된 한국전기연구원 기본사업(No. 22A01057)으로 이루어진 연구입니다.

참고 문헌

- [1] OMG, Data Distribution Service for Real-time Systems Version 1.4, Apr. 2015.
- [2] 홍석준 외 2, “OMG DDS 미들웨어를 이용한 FMI기반 실시간 CPS 분산 시뮬레이션 프레임워크”, 전기전자학회논문지, vol.22, no.1, pp. 6-13, 2018
- [3] 김진명 외 3, “CPS 설계 검증을 위한 DDS 및 DEV&DESS 기반의 실시간 분산 시뮬레이션 방법”, 한국시뮬레이션학회 논문지, vol.23, no.2, pp. 1-6, 2014
- [4] MathWorks, <https://kr.mathworks.com/help/simulink>
- [5] MathWorks, <https://kr.mathworks.com/help/dds>