

분산 시뮬레이션 환경에서 DDS와 HLA 연동을 지원하는 재사용 통신 모듈 개발

심준용*, 유승기*, 김성민*, 이원식*

Development of Reusable Communication Module that Supports DDS and HLA in Distributed Simulation Environment

Jun-yong Shim*, Seung-kee Yu*,
Soung-min Kim*, Won-sik Lee*

요약

최근 국방 분야는 개발 무기체계의 실제 운용 환경에서 수행하기 어려운 다양한 기능과 성능 시험을 위해 시뮬레이션 환경과 상호 운용하는 방안을 연구하고 있다. 한편, 실 체계 및 시뮬레이션 연동 표준으로 활용되고 있는 DDS와 HLA는 구현 인터페이스 및 메시지 형식이 다르기 때문에 각 표준 기반 소프트웨어를 상호 재사용하는 것은 어렵다. 본 논문은 DDS 및 HLA 기반의 무기체계 소프트웨어를 교체 및 재사용이 용이하도록 데이터 교환 서비스를 추상화하고, 공통 데이터 모델을 적용함으로써 개발 품질을 향상시킬 수 있는 통신 모듈을 제안한다.

Key Words : HLA, DDS, Simulator, Distributed System, Software Reuse

ABSTRACT

Recently, the defense field studies methods of interoperability with the simulation environment to test various functions and performance that are difficult to perform in the operating environment of the weapon system. On the other hand, it is difficult to reuse each standard-based software because DDS

and HLA, which are used as real system and simulation interworking standards, have different implementation interfaces and message formats. This paper proposes a communication module that can improve the development quality by abstracting the data exchange service so that the DDS and HLA-based weapon system software can be replaced and reused, and by applying a common data model.

I. 서론

개발 무기체계는 기능 검증 및 성능 확인을 위해서 다양한 교전 상황의 훈련이 필요하지만, 제한적인 비용 및 일정으로 인해 모든 요구를 만족시키는 것은 어렵다. 이를 해결하기 위해 국방 분야는 모델링 및 시뮬레이션 기술을 활용하여 시뮬레이션 시스템 개발을 늘리고 있으며, 해당 무기체계를 시험 목적에 맞게 모델링하고, 시뮬레이션 함으로써 소요제기, 무기획득 및 훈련에 이르기까지 무기 체계 개발에 중요한 수단으로 활용하고 있다. 하지만 시뮬레이션 시스템은 시험에 운용되는 정보가 제한적이기 때문에 실 체계와 시뮬레이션을 통합 할 수 있는 Live-Virtual-Constructive 연동을 고려해야 한다. 한편, 시뮬레이션 및 실 체계 연동 표준으로 활용되는 HLA(High Level Architecture)^[1]와 DDS(Data Distribution Service)^[2]는 구현 인터페이스 및 메시지 형식이 다르기 때문에 상호 재사용이 어렵다.

본 논문은 실 체계와 시뮬레이션 연동을 위한 연구의 일환으로 HLA와 DDS 연동을 지원하는 통신 모듈을 제안한다. 특히, 각 연동 모듈의 교체 및 재사용이 용이하도록 데이터 교환 서비스를 추상화하고, 공통의 데이터 모델을 정의하여 사용자 모듈과 분리 설계함으로써 개발 품질을 향상시킨다. 논문의 구성은 다음과 같다. 2장은 HLA와 DDS의 특징을 살펴본다. 3장에서 기존 문제를 개선할 수 있는 통신 모듈을 설계하고, 4장에서 구현 및 재사용 방법을 다룬 후, 5장에서 결론을 내린다.

II. 시뮬레이션 연동 소프트웨어

DDS는 OMG(Object Management Group)에서 제안된 표준으로써 분산 환경에서 데이터 중심의 통신 미들웨어이다. 통신 주체인 DomainParticipant가 도메인

* First and Corresponding Author : LIG Nex1 Co., Ltd. junyong.shim2@lignex1.com, 정희원

* LIG Nex1 Co., Ltd. seungkee.yu@lignex1.com; soungmin.kim2@lignex1.com; wonsik.lee@lignex1.com
논문번호 : 202106-125-D-LU, Received June 7, 2021; Revised June 29, 2021; Accepted July 19, 2021

에 참여하여 데이터를 실시간으로 공유하며, Topic을 기반으로 정보를 교환한다. HLA는 DoD(Department of Defense)에서 제안된 분산 시뮬레이션 아키텍처 표준으로 HLA 서비스를 구현한 RTI(Run-Time Infrastructure)^[3] 소프트웨어를 통해 통신을 수행하며, FOM(Federation Object Model)을 기반으로 정보를 교환한다.

III. DDS와 HLA 연동 통신 모듈 구조

HLA와 DDS 표준은 Publish-Subscribe^[4] 기반의 동일한 통신 방식을 사용하지만, 구현 인터페이스와 데이터 모델이 다르기 때문에 시뮬레이터 개발 시 해당 표준 구조에 의존해야만 했다.

가령, 그림 1과 같이 HLA는 RTIAmbassador를 통해 데이터 송신을 수행하지만, DDS는 Topic 별로 생성된 DataWriter를 통해 수행하기 때문에 통신 모듈이 분리되어 있지 않다면 소프트웨어 전체 모듈이 표준 구조에 영향을 받는다.

이를 개선하기 위해 의존하는 모듈을 찾아 추상화하고, Topic과 FOM의 서로 다른 데이터 구조에 적용할 수 있는 공통 데이터 모델을 정의한다. 그림 2는 제안 모듈의 전체 구조를 보여준다.

Simulator Internal Interface는 사용자 개발 모듈이 HLA와 DDS에 의존하지 않도록 추상화 모듈을 제공

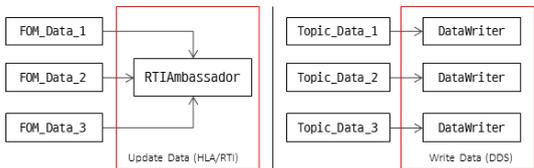


그림 1. HLA와 DDS의 데이터 송신 방식
Fig. 1. Module for Transmitting Data of HLA and DDS

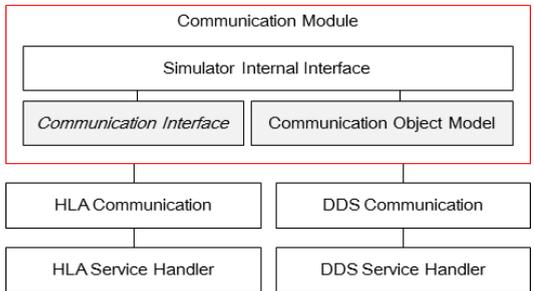


그림 2. HLA 및 DDS 재사용 통신 모듈
Fig. 2. Reusable Communication Module of HLA and DDS

```
<COM:ComObjectModel xmlns:COM="http://www.omg.org/spec/HLA/2011/05/01/XMLSchema-instance" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xsi:schemaLocation="http://www.omg.org/spec/HLA/2011/05/01/XMLSchema-instance http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" date="2021-05-09" author="FG03">
  <COM:objects>
    <COM:object name="Aircraft" id="Dx4001" nameNotes="Aircraft" sharing="Publish"/>
    <COM:object name="VelocityVector" dataTypes="VelocityVectorStruct"/>
  </COM:objects>
  <COM:interactions>
    <COM:interaction name="MissileFire" id="Dx9001" nameNotes="Fire" sharing="Subscribe">
      <COM:parameter name="Complete" dataTypes="bool"/>
    </COM:interaction>
  </COM:interactions>
</COM:ComObjectModel>
```

그림 3. 데이터 모델 작성 예시
Fig. 3. Example of Communication Object Model

하는데, Communication Interface는 통신 서비스를 사용할 수 있는 공통의 인터페이스를 정의하고, Communication Object Model(이하, COM)은 Topic 및 FOM에 대한 공통 데이터 모델을 정의한다. 특히, 그림 3과 같이 XML로 데이터를 작성하고, COM 해석기를 통해 작성된 데이터를 객체화하여 Topic이나 FOM 데이터로 쉽게 변환할 수 있도록 직렬화 및 역직렬화 서비스를 제공한다.

DDS_Service_Handler와 HLA_Service_Handler는 표준이 제공하는 통신 서비스를 구현하고, COM 모델로 데이터를 변환하여 각각 DDSCommunication과 HLACommunication에 모듈화된다.

IV. DDS와 HLA 연동 통신 모듈 구현

• DDS 통신 모듈

DDSCommunication은 사용자 모듈 연동을 위해 그림 4와 같이 Communication Module에서 제공하는 서비스를 구현하고, DDSServiceHandler는 필요한 DDS 서비스를 구현한다.

Topic 별로 동일한 API가 생성되므로 중복 제거를 위해 XXX_TopicData 클래스를 템플릿으로 구현한다. DDSServiceHandler 클래스는 템플릿을 구현하여

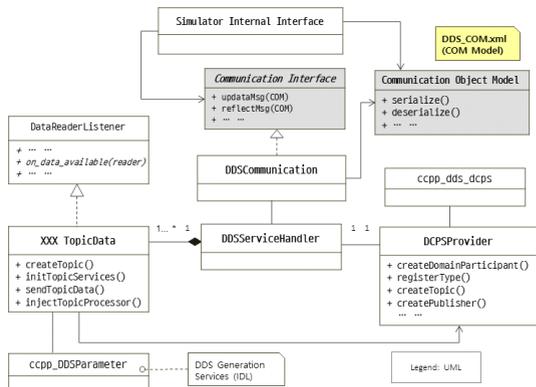


그림 4. DDS 통신 모듈 설계
Fig. 4. DDS Communication Module Design

COM(DDS_COM.xml)에 맞는 Topic을 생성하고, DDS 표준 서비스를 구현한 DCPSPProvider 클래스와 연결하여 DDS 통신을 수행한다.

• HLA 통신 모듈

HLACommunication은 그림 5와 같이 RTI 서비스 구현 모듈을 제외하고 DDSCommunication과 동일하게 구현된다.

HLA는 FOM을 통해 COM(HLA_COM.xml)에 작성된 교환 메시지를 기술하며, 데이터 송수신 모듈인 RTIAmbassador와 FederateAmbassador 클래스를 HLAServiceHandler 모듈에 구현한다.

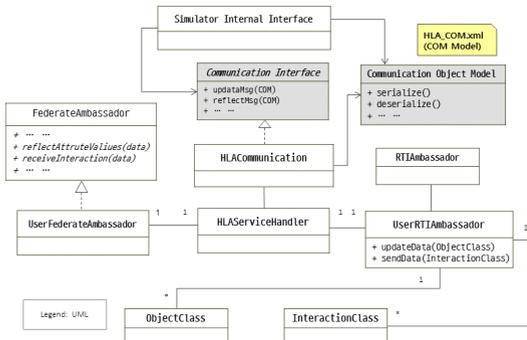


그림 5. HLA 통신 모듈 설계
Fig. 5. HLA Communication Module Design

• 구현 결과 및 적용 예시

그림 6은 제안 모듈을 적용했을 때 기존 개발과 비교하여 재사용 범위에 대한 차이를 보여준다.

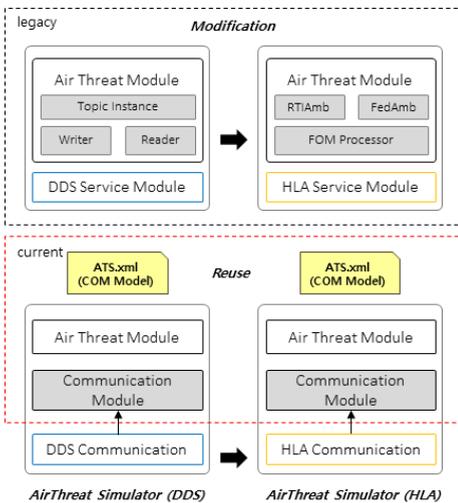


그림 6. 통신 모듈의 재사용
Fig. 6. Reusing the Communication Module

표 1. 모듈의 재사용률
Table 1. Reuse Rate of Module

Software	Reuse ($\frac{Reuse\ Component}{All\ Components} \times 100$)
Air-Threat Simulator	$\frac{6}{9} \times 100 = 66.7\%$
Test Control Computer	$\frac{6}{12} \times 100 = 50\%$
Launcher Simulator	$\frac{6}{7} \times 100 = 85.7\%$
Sensor Simulator	$\frac{6}{8} \times 100 = 75\%$

표 1은 기존 대함유도탄 방어유도탄 시뮬레이션을 제안 방식으로 구현한 결과 모듈의 재사용률을 보여준다. HLA를 DDS 통신 모듈로 교체가 가능하므로 기 개발된 모듈을 대부분 재사용할 수 있다.

V. 결론

국방 분야는 실 체계와 시뮬레이션 연동 표준으로 DDS와 HLA를 적용하여 다수 사업을 수행해왔지만, 사업 및 기술적인 이유로 동일한 목적의 소프트웨어를 각 연동 규격에 맞게 중복 개발해왔다. 본 논문은 실 체계와 시뮬레이션의 상호 연동에 관한 연구의 일환으로 DDS와 HLA 연동을 지원하는 재사용 통신 모듈을 개발했다. 제안 모듈을 적용하여 DDS와 HLA의 동일한 통신 방식을 추상화하고, 사용자 데이터 모델을 정의함으로써 통신 모듈을 제외하기 개발 모듈의 변경을 최소화할 수 있었다.

References

- [1] IEEE, "IEEE Standard for Modeling and Simulation(M&S) High Level Architecture (HLA) - Federate Interface Specification," IEEE Standard No. 1516.1-2000.
- [2] OMG, "OMG Data Distribution Service(DDS) Version 1.4," Standard Document URL: <http://www.omg.org/spec/DDS/1.4>
- [3] J. Y. Shim and S. H. Wi, "An implementation of IEEE 1516.1-2000 standard that apply the hybrid data communication method," *J. KICS*, vol. 37C, no. 11, pp. 1094-1103, Nov. 2012.
- [4] F. Buschmann, R. Meunier, and H. Rohnert, "Pattern Oriented Software Architecture, Volume 1: A System of Patterns," John Wiley & sons, 1996.