

HLA/RTI 연동 시뮬레이션을 위한 플러그인 방식의 어댑터 설계 및 구현

석문기*, 유민욱*, 김탁곤*

Design and Implementation of Interoperable and Pluggable Adaptor for Simulators Interoperation using HLA/RTI

Moon Gi Seok, Yoo Min Wook, Tag Gon Kim

Abstract

The High Level Architecture (HLA) specifies a framework for interoperation between heterogeneous simulators, and Run-Time Infrastructure (RTI) is a implementation of the HLA Interface Specification. This paper presents the design and implementation of an interoperable and Pluggable adaptor which any plugin simulator component can be plugged into. The Pluggable adaptor is extended from the smart adaptor by adding a plugin service manager. Following plugin interfaces provided by the plugin service manager, simulators can be converted into interoperable plugin components. Among many plugin components, users can choose some components and synthesize interoperable distributed simulations dynamically according to different simulation scenarios. Besides, users can change a plugged plugin component during simulation runtime. At the end of the paper, we provide chemical warfare experimental results which demonstrate the correct work of the pluggable adaptor in an interoperation simulation.

Key Words : HLA/RTI, 어댑터, 플러그인

* 한국과학기술원

1. 서론

연동 시물레이션이란 네트워크 상 다른 컴퓨터에서 시물레이터들이 데이터를 주고받으며 동작하여 전체 시물레이션이 진행되는 것을 말한다. 연동 시물레이션을 위해서는 분산된 시물레이터 간의 데이터 교환 및 시간 동기화가 필요하다. 이 데이터 교환과 시간 동기화를 위한 표준 프로토콜로 IEEE에서는 HLA (High Level Architecture)를 채택하였고, 이 HLA를 지원하기 위해 구현된 미들웨어가 RTI (Run-Time Infrastructure) 이다 [1-3].

시물레이터가 HLA/RTI를 이용해 그림 1과 같이 두 가지 방식으로 연동이 가능하다. 이 중 일체형 방식의 시물레이터 개발을 위해서는 개발자가 HLA/RTI의 많은 연동 인터페이스들을 잘 알아야하고, HLA/RTI와 데이터 교환 시에 데이터 형식을 바꾸는 번거로운 작업을 해주어야 한다. 이러한 단점들을 해결하여 쉽게 시물레이터 연동이 가능하게 하고, 시물레이터의 오작동이 시물레이션에 영향을 끼치지 않는 안정성을 확보하기 위해 스마트 어댑터 방식이 제안되었다[4-5].

기존의 스마트 어댑터 어플리케이션은 대상 시물레이터를 고려하여 개발자가 일정 부분 채워 넣어 만들어진다. 이와 같은 어댑터 어플리케이션은 시물레이터에 의존적이게 되어 새로운 시물레이터나 기존의 시물레이터가 변

경이 되면 사용할 수 없다. 많은 시물레이터가 존재하고, 시나리오에 따라 시물레이터들을 다양하게 선택하여 연동하고 싶은 상황이라면 시물레이터와 독립적으로 동작하며 어떤 시물레이터와도 붙어서 연동할 수 있는 어댑터가 필요할 것이다.

본 논문에서는 기존 스마트 어댑터에 개발자가 채워야 할 부분과 시물레이터를 묶어 플러그인 컴포넌트화하고, 어떠한 플러그인 컴포넌트도 삽입하여 사용할 수 있는 플러그인 기반의 어댑터의 설계 및 구현 방법을 제안하고자 한다. 제안한 어댑터는 기존의 어댑터에 컴포넌트들이 삽입될 수 있도록 플러그인 서비스 매니저를 추가하였다. 제안한 어댑터를 이용하면 다양한 컴포넌트들을 동일한 어댑터들을 이용해 다양한 연동 시물레이션 환경을 구축할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 스마트 어댑터에 대해 알아보고, 3장에서는 제안한 플러그인 기반의 어댑터에 대해 설명한다. 4장에는 제안한 어댑터를 이용한 화학전 연동 시물레이션 예제를 언급한다. 마지막으로 5장에서는 결론을 맺기로 한다.

2. 스마트 어댑터

스마트 어댑터는 개발자가 모든 HLA/RTI 연동 인터페이스를 모르더라도 필요한 서비스와 콜백 함수만을 설정해 시물레이션이 가능하다. 또한 HLA/RTI와 데이터 교환 시에 데이터 형식 변환을 대신해 주고, 추가적으로 시물레이터 오작동이 전체 시물레이션에 영향을 미치지 않게 한다. 이런 장점을 가진 스마트 어댑터는 스마트 어댑터 라이브러리(KHLAAdaptor)를 이용하여 개발이 가능하다 [4-5].

스마트 어댑터 어플리케이션을 만들기 위해 그림 2와 같이 개발자가 채워야 할 부분이 있

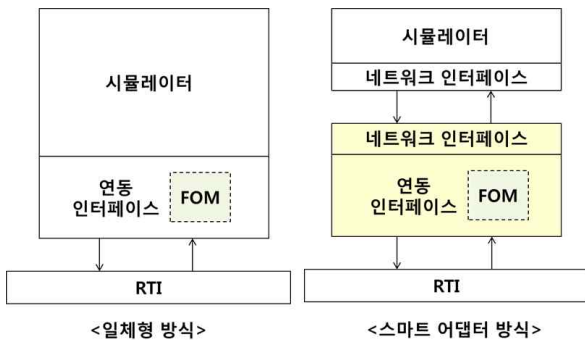


그림 1. 일체형 방식과 어댑터 방식 비교

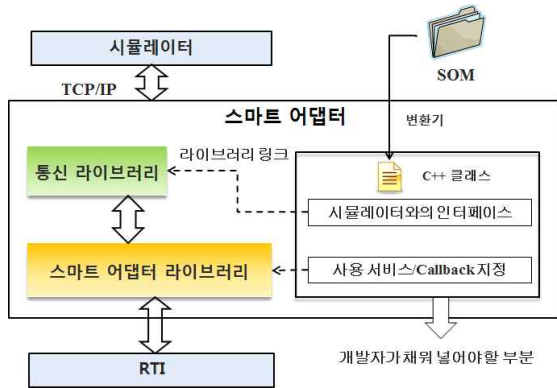


그림 2 스마트 어댑터 개발 플랫폼

다.

먼저 어댑터가 연동할 SOM (Simulation Object Model) 데이터를 이용할 수 있도록 데이터 선언 과정이 필요하다. SOM이란 각 시뮬레이터에 연동을 위해 사용하는 데이터를 말하고, 전체 시뮬레이션에 사용되는 데이터 FOM (Federation Object Model)의 부분집합이다. 개발자는 스마트 어댑터가 이 SOM 데이터들을 RTI 서비스 과정에 이용할 수 있게, 변환기를 이용하여 C++ 클래스로 바꾸는 작업을 해야 한다.

또한 시뮬레이터와의 인터페이스와 사용자 서비스/ 콜백을 설정해주어야 한다. 시뮬레이터와의 인터페이스는 시뮬레이터로 받는 TCP/IP 패킷 정보를 해석하여 어떤 서비스들을 호출할지 결정하고 혹은 콜백으로 생성된 정보를 시뮬레이터가 해석 가능한 패킷으로 만들어 보내는 역할을 한다. 사용자 서비스/ 콜백 설정은 서비스 함수들이 호출되거나, 혹은 콜백 함수가 호출될 때 구체적인 과정을 채워주는 작업이다.

이와 같이 개발자는 어댑터 라이브러리를 이용해 목적에 맞게 일정 부분을 채워 어댑터 어플리케이션을 개발한다. 생성된 어댑터와 시뮬레이터는 각기 다른 프로세스로 실행되어 TCP/IP 패킷으로 정보를 주고받으며 연동이

이루어진다.

3. 플러그인 기반의 어댑터

3.1. 플러그인 서비스

플러그인은 어떤 호스트 어플리케이션에 특정 기능 등을 추가하기 위한 컴포넌트를 말한다. 이 컴포넌트들을 스스로 동작할 수 없고, 호스트 어플리케이션에 삽입이 되어야 동작이 가능하다. 호스트 어플리케이션은 플러그인 컴포넌트가 삽입될 수 있도록, 플러그인을 위한 인터페이스들을 제공한다. 인터페이스에

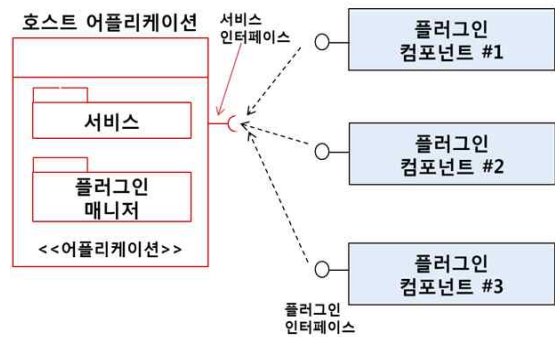


그림 3 플러그인 컴포넌트 다이어그램 예제

맞게 개발된 컴포넌트들이 어플리케이션에 삽입이 되면, 호스트 어플리케이션의 추가 기능들이 호스트와 플러그인 컴포넌트 간 정보를 주고받으며 동작한다. 이와 같이 어플리케이션이 플러그인 서비스를 제공하면

이와 같은 소프트웨어가 플러그인 서비스를 제공하면, 써드파티 개발자(Third-Party Developers)가 컴포넌트를 개발하여 호스트 어플리케이션 수정 없이 기능 확장이 가능해 진다는 장점이 있다.

3.2. 플러그인 기반의 어댑터

어떠한 시뮬레이터도 각각의 스마트 어댑터를 이용하여 RTI에 붙어 연동이 가능하다. 그러나 다양한 시뮬레이터들이 존재하고, 이들

중 모의시나리오에 맞게 시뮬레이터들을 선택하여 연동하고자 할 때, 시뮬레이터들은 그림 4와 같이 각각의 스마트 어댑터 어플리케이션을 이용해야 한다.

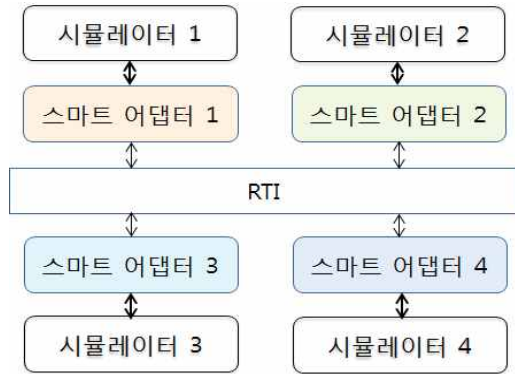


그림 4. 스마트 어댑터 사용 예

아니면 모든 시뮬레이터를 고려하여 어댑터를 만들어 주어야 한다. 그러나 이 또한 새로운 시뮬레이터가 추가 되거나 기존의 시뮬레이터들이 수정이 된다면 어댑터 또한 변경해야 하는 상황이 발생한다. 이러한 단점을 해결하기 위해 그림 5와 같이 고정적으로 동작하는 플러그인 기반의 어댑터를 제공하고, 시

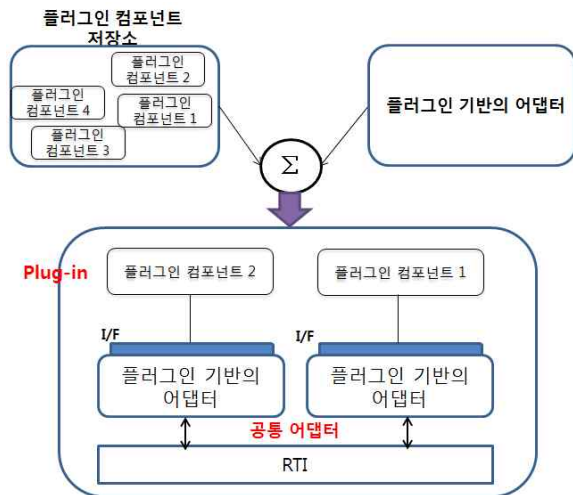


그림 5. 플러그인 어댑터를 이용한 연동

뮬레이터와 관련 모듈들을 포함하는 플러그인 컴포넌트들을 목적에 맞게 어댑터에 삽입하고자 한다.

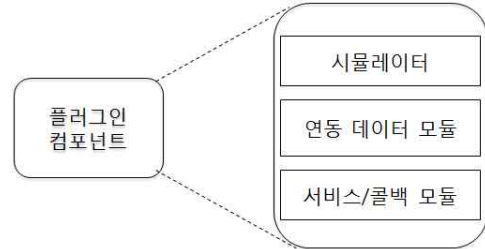


그림 6. 플러그인 컴포넌트의 구조

삽입되는 플러그인 컴포넌트들은 그림 6과 같이 시뮬레이터, 연동 데이터 모듈, 서비스/콜백 모듈로 구성된다. 연동 데이터 모듈은 다른 시뮬레이터와 데이터 교환을 위해 시뮬레이터/어댑터 공유 데이터를 선언한 모듈이다. 서비스/콜백 모듈은 개발자가 특정 RTI 서비스/콜백을 사용하기 위한 모듈이다. 플러그인 어댑터는 연동 데이터, 서비스/콜백 모듈을 쉽게 작성할 수 있는 템플릿을 제공하여, 사용자는 모의목적에 맞게 내용을 채우면 컴포넌트를 구성할 수 있도록 하였다.

3.3. 플러그인 기반의 어댑터 구조

플러그인 기반의 어댑터는 그림 6과 같이 기존의 스마트어댑터 부분과 플러그인 서비스를 위한 플러그인 서비스 매니저로 나눈다. 이 플러그인 서비스 매니저는 플러그인 컴포넌트의 시뮬레이터, 연동 데이터 모듈, 서비스/콜백을 위한 플러그인 컴포넌트 인터페이스 제공하고, 이 컴포넌트가 어댑터에 붙을 수 있는 플러그인 서비스 인터페이스를 제공한다. 그리고 플러그인 기반의 어댑터는 어떠한 플러그인 컴포넌트도 제어 가능한 기본 GUI (Graphical User Interface)를 제공한다. 이 GUI를 이용하여 여러 컴포넌트들 중 모의목적에 맞게 컴포넌트를 선택하여 어댑터에 삽

입할 수 있고, RTI 초기화 서비스 (페더레이

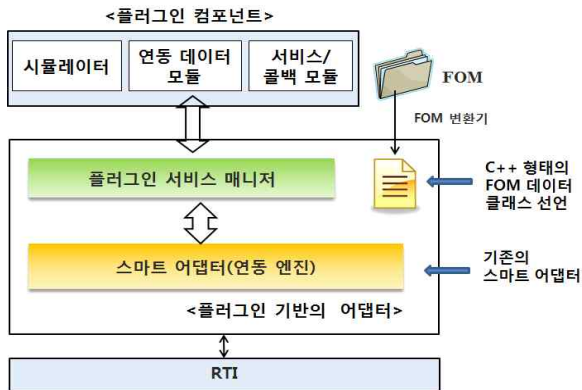


그림 7. 플러그인 기반의 어댑터 구조

션 생성, 참여, 데이터의 출판(Publish), 구독(Subscribe) 등)나 시뮬레이터 제어 등이 가능해진다. 그리고 기존의 어댑터는 SOM을 데이터 클래스를 변환하여 사용했지만, 플러그인 기반의 어댑터에서는 어떤 플러그인 컴포넌트들도 삽입되어 동작할 수 있게 모든 시뮬레이터의 연동 데이터를 나타내는 FOM을 FOM 변환기를 이용하여 데이터 클래스로 바꾼다.

4. 실험: 화학전

제안한 플러그인 어댑터를 이용한 연동 시뮬레이션 동작 검증을 위해 화학전을 모의하였다. 화학전은 화학 구름 모델과 부대 행동 절차를 모의한 부대 모델로 구성되어 있다.

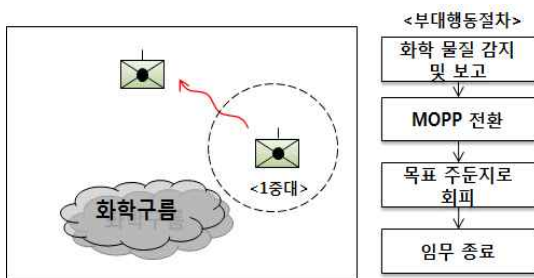


그림 8. 화학전 모의 시나리오

시나리오는 그림 8 과 같이 화학탄이 터져서 화학 구름이 점차 하나의 중대 쪽으로 다가가고, 중대는 탐지 센서를 통해 화학 물질을 감지한다. 중대가 화학 물질을 탐지하면 일련의 절차 (보고-> MOPP(화학 임무형 방어태세) 전환->목표주둔지로 회피)에 따라 행동하고 시뮬레이션이 종료된다. 이를 모의한 화학전 전체 시뮬레이션 구조는 그림 8과 같다.

중대 모델은 4개의 소대로 구성되어 있고, 각 소대는 그림 8의 부대 행동 절차를 따르는 이산 사건 모델로 표현되고, 이 모델을 시뮬레이션 하는 시뮬레이터와 관련 모듈을 이용하여 DLL (Dynamic-link Library) 형태의 플러그인 컴퍼넌트를 만든다[6]. 화학 구름 모델은 전장을 격자구조로 나누고, 각 격자는 나비에-스톡스 (Navier-Stokes) 방정식에 따라 구름의 확산을 모의한다. 화학 구름 모델을 모의하기 위한 CFD(Computation Fluid Dynamics) 기반의 연속 시뮬레이터와 관련

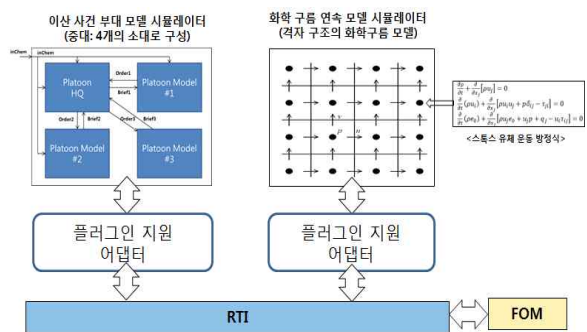


그림 9. 화학전 연동 시뮬레이션 구조

데이터 모듈로 또 다른 플러그인 컴포넌트를 구성한다[7].

이 두 플러그인 컴포넌트를 각각 플러그인 기반의 어댑터에 삽입하여 연동 시뮬레이션을 하였다. 동작 검증을 위해 전체 시뮬레이션 진행 상황을 가시화했다.

그림 10을 통해 실제 모의한 시나리오와 같

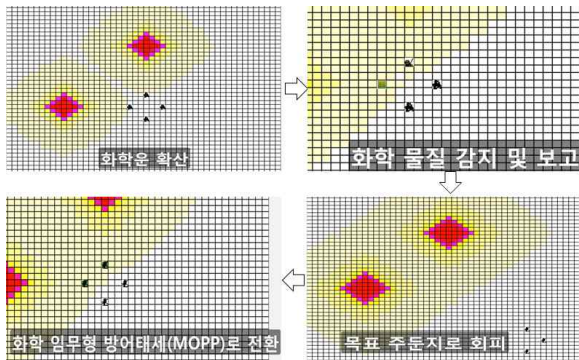


그림 10. 화학전 연동 시뮬레이션 결과

이 화학 구름이 발생 및 확산하고, 부대는 부대 행동절차에 따라 행동함을 확인할 수 있었다. 시뮬레이션 가시화를 통해 연동 시뮬레이션이 제대로 동작함을 확인하였고, 이를 통해 플러그인 기반의 어댑터 역시 제대로 동작함을 확인할 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 기존의 스마트 어댑터가 시뮬레이터에 의존적으로 개발되어 사용되기 때문에 여러 시뮬레이터들 다양하게 재구성하여 모의해야 되는 상황에서는 부적합하다. 따라서 본 논문은 다양한 시뮬레이터들이 삽입될 수 있는 플러그인 기반의 어댑터를 제안한다.

제안한 플러그인 기반의 어댑터는 기존의 스마트 어댑터에 채워 넣어야 할 부분들을 시뮬레이터와 함께 구성된 플러그인 컴포넌트가 삽입가능하다. 플러그인 기반의 어댑터는 컴포넌트 삽입, 기본적인 RTI 서비스, 시뮬레이터를 제어 할 수 있는 GUI를 제공한다. 제안한 어댑터를 활용하여 사용자는 여러 컴포넌트들을 목적에 맞게 다양하게 조합하여 연동 시뮬레이션 할 수 있다.

후기

본 연구는 방위사업청과 국방과학연구소의

지원으로 수행되었습니다. (UD110006MD)

참고문헌

- [1] IEEE, IEEE Standard for Modeling and Simulation (M&S) High Level Architecture (HLA) - Framework and Rules, Std 1516, 2000.
- [2] IEEE, IEEE Standard for Modeling and Simulation (M&S) High Level Architecture (HLA) - Federate Interface Specification, Std 1516.1, 2000.
- [3] IEEE, IEEE Standard for Modeling and Simulation (M&S) High Level Architecture (HLA) - Object Model Template (OMT), Std 1516.3, 2000
- [4] 홍정희, 성창호, 안정현, 김탁근, "IEEE 1516 HLA/RTI 기반 연동 시뮬레이션을 위한 연동 어댑터의 설계 및 구현," *한국 군사과학기술학회 논문지*, Vol. 12, No. 1, pp. 88 - 96, 2009년 2월.
- [5] Tag Gon Kim, Chang Ho Sung, Su-Youn Hong, Jeong Hee Hong, Chang Beom Choi, Jeong Hoon Kim, Kyung Min Seo, and Jang Won Bae, "DEVSIM++ Toolset for Defense Modeling and Simulation and Interoperation," *Journal of Defense Modeling and Simulation: Applications, Methodology, Technology*, Vol. 8, No. 3, pp. 129 - 142, July, 2011.
- [6] Bernard P. Zeigler, Herbert Praehofer and Tag Gon Kim, *Theory of Modeling and Simulation*, ACADEMIC PRESS, 2000.
- [7] Versteeg, H.K., Malalasekera, W., 1995. *An introduction to computational fluid dynamics—the finite volume method*, Longman Scientific and Technical, New York.