

내장형 시스템을 위한 HLA기반 분산 실시간 시뮬레이션 환경 구현

정재경⁰ 김호정 원강연 김종홍

국방과학연구소

{chunchon⁰, hjkim511, gywon, jrkim}@add.re.kr

Implementation of Distributed Real-Time Simulation Environment based on HLA for Embedded System

Jae Kyung Jung⁰, Ho Jeong Kim, Gang Yun Won, Jong Ryong Kim

Agency for Defense Development

요 약

복잡하고 특수한 기능을 수행하고 기존의 여러 다른 시스템과 연동해야 하는 내장형 시스템을 저비용 고효율적으로 개발하고 시험 및 평가하기 위해서는 분산 실시간 시뮬레이션 환경이 효과적이다. 또한, 특정한 목적으로 개발된 기존의 이질적인 시뮬레이션 모듈간의 상호호환과 재사용이 요구된다. 이러한 요구 사항을 만족시키고, 내장형 시스템과 시뮬레이션 환경의 연동 및 상호운용의 문제점을 해결하기 위해 HLA(High Level Architecture)기반으로 새로운 시뮬레이션 환경구조, 동작과정 및 운영절차를 제안하고 고찰한다.

1. 서 론

국방비의 삭감에 따른 무기 체계 개발의 저비용 고효율적 투자가 요구되고 있으며, 교육과 훈련 여건의 변화와 재설계에 대하여 획기적으로 개선해야 할 필요성이 제기되고 있다. 이런 측면에서 기존 방식에서 벗어난 새로운 패러다임의 분석 방법과 기술로 무기 체계 개발에 모델링 & 시뮬레이션(M&S)이 부각되고 있다. 80년대 초반 개별적인 시뮬레이터를 이용한 장비 조작과 이를 통한 숙달훈련에서 시작한 M&S는 85년 LAN을 통하여 여러 개의 시뮬레이터를 연결한 세계 최초의 군사 훈련용 분산 시뮬레이션 체계인 SIMNET(SIMulator NETWORKing)으로 발전하였다. 하지만 지형기반과 전차 지향 전투에 편중된 시스템으로 타 훈련에 적용하는데 제한이 있었으며 대규모 분산 가상 환경으로 확장이 곤란하였으며 표준이 없는 단점을 가지고 있었다. 이러한 SIMNET의 단점을 해결하기 위하여 89년부터 대화형 분산 시뮬레이션 구조로 확장성과 통합 표준을 고려한 구조로 설계되었으며 다양한 시뮬레이션 모형과 시뮬레이터를 하나의 동일한 가상 전장 환경에 연결하여 대규모 팀 훈련 및 그 분석에 활용한 DIS(Distributed Interactive Simulation)로 확장되었다. 하지만, DIS는 Broadcast 방식의 통신방식으로 인하여 네트워크 상의 통신량이 많고 호스트가 처리해야 하는 데이터가 많으며, 모든 데이터 구성 요소가 미리 정의되어 수정이 불가능한 단점이 있다[1].

미 국방성의 DMSO는 단일 시뮬레이션 시스템으로는 모든 사용자의 요구사항을 만족할 수 없으며 미래의 기술 발전 및 운용 환경의 다양성에 대한 지속적인 통합이 필요하다는 전제하에 시뮬레이션 사이에 상호운용성 및 모듈의 재사용성을 고려하여 확장성과 이동성을 부여한 고 수준의 시뮬레이션 구조(HLA)를 개발하였다[2]. 기능과 인터페이스가 정의된 모듈별로 설계하며 상호운용성과 관련된 지원 구조(Support Infrastructure)의 기능을 분리하였다. HLA FOM(Federation Object Model)/SOM

(Simulation Object Model) 규격을 따르면 어떤 시뮬레이션 이든 재사용(Reusability)이 가능하며, HLA 인터페이스 규격만 따르면 전체 시뮬레이션에 통합될 수 있는 상호운용성(Interoperability)이 보장된다[3].

한편, 실시간 내장형 시스템에는 특수하고 다양한 기능을 수행하기 위한 운영 및 응용 소프트웨어가 탑재되어 운용되며 기존의 여러 다른 시스템과 연동하여 내장형 시스템을 시험 평가하기 위해 분산 실시간 시뮬레이션 환경이 요구된다.

이를 위해 국방 분야에서 M&S의 표준화된 HLA-RTI를 기반으로 분산 실시간 시뮬레이션 환경을 구축하는 것이 바람직하다. 내장형 시스템을 HLA-RTI 네트워크에 연동시키기 위해 필요한 라이브러리를 포함할 경우 내장형 시스템의 구조가 복잡해지고 독립적으로 개발 및 수정하기 어려워진다.

본 논문에서는 내장형 시스템을 HLA-RTI 기반 분산 실시간 시뮬레이션 환경에서 하나의 Federate으로 만들어줌으로써 내장형 시스템과 시뮬레이션 환경의 연동문제를 자연스럽게 해결하는 인터페이스 장치를 설계 및 운영하는 방식을 제안한다.

본 논문은 2장에서 HLA-RTI 기반의 시뮬레이션 구조를 분석하고, 3장에서 내장형 시스템의 연동 및 구현 방안, 시스템 운영절차를 제안하고, 4장에서 결론을 기술한다.

2. HLA 기반 시뮬레이션 구조 분석

차세대 시뮬레이션 연동 체계와 분산 시뮬레이션 표준 기술 구조로서 개발된 HLA는 그림 2.1과 같이 크게 3 부분으로 나눌 수 있다. 즉, 시뮬레이션 구성 요소 사이의 상호작용을 정의하는 RTI(Run-Time Infrastructure) [4], 시뮬레이션 구성 요소들을 표현하는 양식을 정의하는 OMT(Object Model Template) [5] 그리고 RTI와 시뮬

레이션 사이의 인터페이스를 담당하는 Rule[6]이 그것이다.

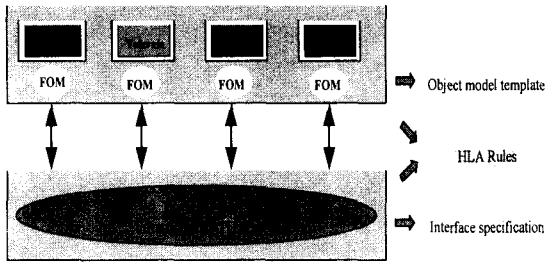


그림 2.1 HLA 구조

OMT는 HLA 객체 모델의 문서화를 위한 Framework 제공하는 한편, 시뮬레이션과 구성 요소의 상호운용성과 재사용성을 촉진한다. 그리고 HLA 분산 시뮬레이션에서 핵심적인 기능을 수행하는 RTI는 분산 OS 시스템이 응용 프로그램에 제공하는 서비스와 유사한 서비스를 각 Federate에 제공한다.

RTI는 RTIexec, Fedexec, RTIlib 파일로 구성된다. RTIexec는 Federation을 이루며 이것을 실행시킨 호스트에 테이블을 만들어 각 Federate이 Publish/Subscribe하는 모든 Object/Attribute를 관리한다. Fedexec는 하나의 Federation에 포함된 Federate을 관리하는 역할을 담당한다. 그리고, RTIlib는 각 호스트에 있는 라이브러리로서 각 Federate이 RTI에 접속하기 위해서 거쳐야 하는 포트 지원 라이브러리이다.

RTI가 제공하는 서비스는 그림 2.2와 같이 크게 6 가지 범주로 나눌 수가 있다. 첫째 Federation Management는 Federation을 생성/가입/탈퇴/소멸하는 역할을 담당한다. 둘째 Declaration Management는 각 Federate가 가진 Object와 그것의 Attribute를 RTI에 Publish/Subscribe하는 역할과 Interaction을 제공하는 기능을 담당한다. 셋째 Object Management는 Object를 생성/관리해 준다. 넷째 Time Management는 시간동기를 맞추어준다. 다섯째, Ownership Management는 Object/Attribute의 소유권을 이전하는 기능을 수행한다. 마지막으로 Data Distribution Management는 Federate간의 데이터 흐름을 제어하는 역할을 담당한다[7][8].

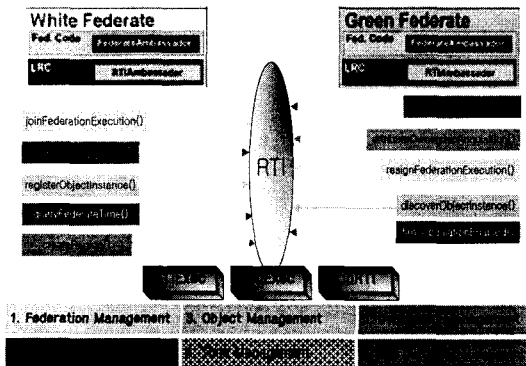


그림 2.2 HLA-RTI 서비스 개념도

각 Federate은 RTIAmbassador 함수를 호출하여 RTI에 서비스를 요청할 수 있고, Federation의 Object의 변화라든지 Federate간에 Interaction이 발생했을 때 RTI는 각 Federate의 FederateAmbassador 함수를 호출하여 서비스를 제공한다. 그리고 RTIexec가 실행된 호스트는 Object 및 Interaction 클래스에 관한 테이블을 관리한다.

3. 분산 실시간 시뮬레이션 환경 구현

이 장에서는 HLA-RTI기반 분산 실시간 시뮬레이션 환경과 내장형 시스템의 연동 방안을 제안하고, 이를 바탕으로 시뮬레이션 환경 및 내장형 시스템의 상호작용을 구현한 내용과 시스템의 운영 절차를 설명한다.

3.1 내장형 시스템의 연동 방안

시뮬레이션 환경을 이용하여 내장형 시스템을 개발하고 시험 및 평가하기 위해서는 연동을 해야한다.

본 연구에서 내장형 시스템을 위한 분산 실시간 시뮬레이션 환경은 그림 3.1처럼 이질적인 시뮬레이션 모델을 가진 기존의 여러 다른 시스템에 해당하는 Federate#1부터 Federate#n-1로 구성된 Federate들이 HLA-RTI 인터페이스 규정을 준수하고 RTIlib(Federate에 상주하는 RTI 라이브러리)를 사용하여 RTI 서비스의 Object 공유와 Interaction을 통해 상호작용하며 시뮬레이션을 수행한다. 또한, 내장형 시스템의 고유한 기능에 수정 및 기능 추가 없이 이러한 시뮬레이션 환경과 연동할 수 있는 효과적인 방안이 요구된다.

따라서, 그림 3.1과 같이 HLA-RTI 기반으로 시뮬레이션 환경과 상호작용이 가능하고 내장형 시스템과 통합적인 인터페이스 역할을 수행하는 Federate#n을 설계하여 연동한다. 이 방안은 Federate 마다 HLA-RTI 서비스와 무관한 별도의 연동 모듈이 필요없게 되어 시뮬레이션 환경의 설계 및 구현이 간단해진다. 또한, 각 Federate과 내장형 시스템이 상호 독립적이 되어 전체 시스템의 수정, 유지 및 보수가 쉬워진다. 더욱이 Federate#n과 내장형 시스템과의 통신 인터페이스는 내장형 시스템 사이의 통신 프로토콜 (TCP/IP-Ethernet)을 그대로 사용함으로써 추가적인 부담이 적어진다.

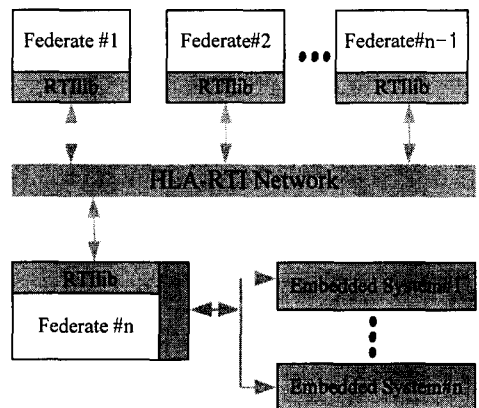


그림 3.1 내장형 시스템의 연동방안

3.2 시스템 구현

본산 실시간 환경을 구현하고, 내장형 시스템과 인터페이스 성능을 향상시키기 위하여 그림 3.2과 같이 시뮬레이션의 환경을 구성하는 각 Federate을 독립적인 플랫폼으로 구축하고 내장형 시스템은 인터페이스 장치를 통하여 플랫폼과 연결한다. 그림 3.2에서 모의기#1부터 모의기#n은 내장형 시스템이 연동해야 하는 외부의 다른 시스템(통합 무기체계의 경우, 지휘통제체계, 레이더 체계, 유도탄, 표적 등)에 해당된다.

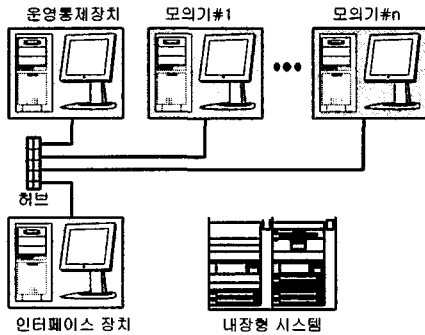


그림 3.2 구현 시스템

시뮬레이션 환경은 그림 3.3과 같이 HLA-RTI 서비스를 바탕으로 상호작용한다. 그러므로, 각 모의기는 시뮬레이션을 수행하는 Federate Application과 RTI Ambassador, Federate Ambassador로 구성된다. RTI는 Federate Ambassador를 호출하여 Federate Application에 정보를 전달하고 Federate Application은 RTI Ambassador를 호출하여 모의수행 결과를 RTI에 제공한다.

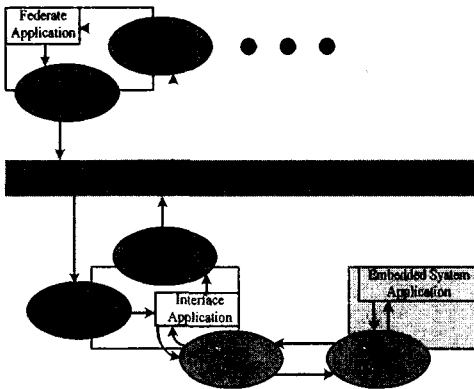


그림 3.3 시스템 구현

인터페이스 장치는 시뮬레이션 환경과 상호작용을 위해 RTI Ambassador와 Federate Ambassador, 내장형 시스템의 연동을 위한 Socket Interface, Interface Application으로 구성된다.

Interface Application은 시뮬레이션 환경과 내장형 시스템 사이에서 시뮬레이션 정보를 교환하는 역할을 수행하며 교환되는 정보의 종류와 형태 그리고 내장형 시스템의 시험평가 목적에 따라 고유하게 설계된다.

RTI는 Federate Ambassador를 호출하여 Interface Application에 정보를 전달하고, Interface Application은 RTI

Ambassador를 호출하여 RTI에 정보를 제공한다. 또한, Socket Interface를 이용하여 시뮬레이션 환경과 내장형 시스템의 연동을 구현한다.

따라서, 그림 3.2처럼 각 모의기는 RTI 서비스를 이용하여 Interface Application에 전송하고 Socket Interface를 이용하여 Embedded System Application에 전송한다. 또한, Embedded System Application은 역으로 각 모의기로 정보를 전달할 수 있다.

3.3 시스템 운영

시뮬레이션 환경은 전체 시스템 및 시뮬레이션 시나리오를 통제하는 운영통제장치와 시뮬레이션을 위한 모의기, 내장형 시스템의 연동하기 위한 인터페이스 장치 그리고 내장형 시스템으로 구성된다.

먼저 운영통제장치가 HLA-RTI에 가입하게 되면 RtiExec와 FedExec가 구성되어 Federation이 형성되고 RTI서비스를 제공한다. 그리고, 각 모의기와 인터페이스 장치를 Federation에 가입시키고 내장형 시스템을 동작시키면서 시스템은 초기화를 완료한다. 운영통제장치의 시나리오에 따라 각 모의기와 내장형 시스템은 연동하며 본산 실시간 시뮬레이션을 수행한다.

4. 결론

본 논문에서는 내장형 시스템을 위한 HLA 기반 본산 실시간 시뮬레이션 환경을 구현하기 위해 인터페이스 장치를 이용한 효과적인 내장형 시스템의 연동과 시스템의 구현 방안, 운용 절차를 제안하였다.

제안된 시스템의 연동 및 구현 방안은 다음과 같은 특징을 갖는다. 첫째 HLA-RTI 서비스만을 이용하여 시뮬레이션 환경을 위한 각 모의기 설계 및 구현이 가능하다. 둘째 내장형 시스템에 시뮬레이션을 위한 새로운 기능의 추가 및 수정을 필요로 하지 않는다. 따라서 시뮬레이션 환경과 내장형 시스템의 독립적이고 병렬적인 개발이 가능하다. 또한, 특수한 내장형 시스템을 위해 개발된 시뮬레이션 환경의 재사용성이 향상되는 장점이 있다.

5. 참고 문헌

- [1] Deb Fullford and Sue Hoxie, "Transitioning your DIS Simulator to HLA" from MAK Technologies
- [2] U.S. Defense Modeling & Simulation Office, "Introduction to the High Level Architecture", January 2002
- [3] William K. Andrews and Darren D. Humphrey and Joseph M. Swinski, "A Practical Guide to HLA Development", June 2001
- [4] U.S. Department of Defense, "High-Level Architecture Interface Specification Version 1.3"
- [5] U.S. Department of Defense, "High-Level Architecture Object Model Template Specification Version 1.3"
- [6] U.S. Department of Defense, "High-Level Architecture Rules Specification Version 1.3"
- [7] U.S. Department of Defense, "RTI1.3-Next Generation Programmer's Guide Version 3.2" 2002
- [8] U.S. Department of Defense, "HLA RTI 1.3 Next Generation Implementation V 4 Release Notes" 2002