

분산 컴퓨팅 환경에서 HLA를 이용한 이기종 시뮬레이터 통합

황재준^o 이규영 최재영
한국소프트스페이스(주), M&S 연구개발부
{junhjj^o, kylee, choijy}@kssi.co.kr

A Integration of Heterogeneous Simulator based on Distributed Computing Environment Using HLA

Jaejun Hwang^o Kyuyoung Lee Jaeyoung Choi
Department of Research and Development for Model & Simulation, Korea Soft Space Inc

요 약

현대는 실제와 같은 환경을 재현할 수 있도록 제작된 시뮬레이터를 사용하여 실제 훈련을 대체하고 있다. 그러나 많은 사용자들은 이미 개발된 이종의 시뮬레이터를 하나로 묶어 연동할 필요성을 느끼게 되었고, 이에 따라 다양한 형태의 상호작용이 수반되는 시뮬레이션에 대한 요구를 만족하는 대규모 분산가상환경 (large-scaled distributed virtual environment)을 개발하려는 움직임이 크게 늘게 되었다. 이러한 요구를 바탕으로 등장한 것들 중 하나가 HLA이다. High Level Architecture (HLA)는 미국방성에서 모델과 시뮬레이션에 공통의 구조와 인터페이스를 제공하기 위해 개발된 통합 구조이다. HLA는 분산 컴퓨팅 환경에서 각각의 시뮬레이터들이 정보를 교환 할 수 있게 해줌으로써 하나의 통합 시뮬레이션 시스템을 구축하게 해준다. HLA는 크게 Object Model Template (OMT)와 Run-Time Infrastructure (RTI)로 구성되어 있으며, 이를 통하여 공통된 구조와 상호 작용 환경을 제공한다. 각각의 시뮬레이터들은 RTI를 통하여 Federation에 참여하고 선별적으로 원하는 정보를 주고받으며 하나의 통합 시뮬레이션을 이루게 된다. 본 논문에서는 분산 컴퓨팅 환경에서 이기종의 3차원 영상 시뮬레이터들에 HLA 인터페이스를 삽입하고 3차원 영상 시뮬레이션에 적합하게 개발된 공통 구조인 FOM 제공하여 하나의 통합 가상훈련 시스템을 구축하였다. 이 시스템은 현재 KA-32 헬기 시뮬레이터 영상 프로그램 제작에 적용되어있다.

1. 서 론

현대는 실제와 같은 환경을 재현할 수 있도록 제작된 시뮬레이터를 사용하여 실제 훈련을 대체하고 있다. 시간이 지나면서 많은 사용자들은 이미 개발된 이종의 시뮬레이터들을 하나로 묶어 연동할 필요성을 느끼게 되었다. 그러나 기존의 시뮬레이션 모델들의 통합에는 다음과 같은 많은 문제점을 안고 있었다. 각 사용자 집단의 목적과 필요성에 따라 좁은 초점을 가지고 개발되었고, 합동 훈련의 요구 조건을 완전히 만족시키지 못하며 다른 유용한 M&S 자산들과 상호연동이 불가능하고 유지 및 확장이 용이하지 않다는 것이다.

각각의 목적에 맞게 제작된 많은 종류의 시뮬레이터들을 상호 연동하여 대규모 분산가상환경을 구축하기 위해서는 메시지 통신을 통하여 서로간의 정보를 교환해야 되는데 모델과 시뮬레이터의 자원에 대한 통신 프로그램의 표준은 없는 상태이다. 시뮬레이션 통신 표준의 부재는 각각의 고유한 기능을 가지고 있는 시뮬레이터들을 통합함에 모델 사이의 세부 구조 차이와 데이터 교환에 필요로 하는 속성들의 차이점으로 인한 상호작용의 문제와 만나게 된다. 이러한 각기 다른 기능을 수행하는 시뮬레이터의 세부구조와 상호작용의 통합을 해결하기 위하여 등장한 것이 HLA이다.

다. HLA는 분산 시뮬레이션 환경에 공통 구조와 인터페이스의 표준을 제시하고 있다.

앞으로 본 글에서는 HLA에 대해 소개하고 두번째로 HLA 1.3과 HLA 1516 두 버전의 차이에 대해 설명하고 세 번째로 본 논문에서 개발한 통합 가상훈련 시스템을 설명하고 마지막으로 결론을 지었다.

2. HLA

High Level Architecture (HLA)는 미국방성의 DMSO (Defense Model and Simulation Office) 산하의 지원으로 모델과 시뮬레이션에 공통 구조와 인터페이스를 제공하기 위해 개발된 통합 구조이다. HLA는 분산 시뮬레이션 환경에서 각각의 시뮬레이터들이 정보를 교환 할 수 있게 해줌으로써 하나의 통합 시뮬레이션 시스템을 구축하게 해준다.

HLA 1.3은 미 국방성에서 제작하여 군용 장비에 많이 적용되어 군 장비 시뮬레이터들의 통합 전장 제작에 주로 사용되었다. 그러나 HLA를 IEEE 표준으로 만들기 위한 노력으로 2000년 12월에 IEEE 1516 시리즈 명세로 승인 받았다. HLA 1516은 민간 학회인 SISO (Simulation Interoperability Standards Organization)에서 관리하여 군

용장비의 범위를 넘어서 상업적인 부문에 까지 적용을 확대하였다. 또한 공개된 폭넓은 커뮤니티를 조성하여 다방면의 많은 개발자들의 아이디어와 경험을 반영하여 표준의 질을 보다 향상 시키게 되었다.

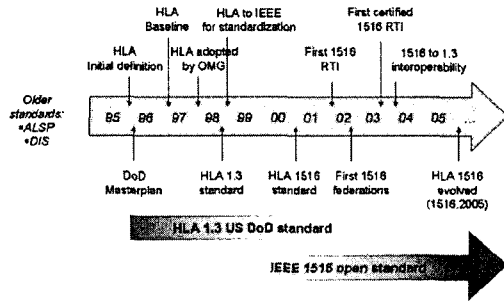


그림 1 HLA 발전방향

HLA는 자바로 이루어져 있어 높은 이식성을 가지고 있다. 그러므로 Java와 C++와 같은 각기 다른 언어와 Linux와 Microsoft Window와 같은 다른 운영체제에 만들어진 시뮬레이터들 간에 이식되어 이기종의 시뮬레이터를 통합하게 해준다. HLA의 주된 목적은 시뮬레이션 사이의 효율적인 상호운영과 재사용에 있다.

HLA에서는 Federation, Federate라는 용어를 사용하는데 Federation은 Federate의 집합을 의미하고 공통의 오브젝트 모델과 RTI를 제공하며, Federate는 Federation의 멤버로써 예를 들면 KA-32 헬기 시뮬레이터와 같은 독립적인 각각의 시뮬레이터들을 의미한다.

HLA는 크게 Federation 규칙, Object Model Template (OMT), Interface Specification로 구성 되어 있으며, 이를 통하여 공통 구조와 실행 환경을 제공 한다.

2.1 Federation 규칙

Federation 규칙은 Federation의 책임과 Federate와 RTI의 관계성을 기술해 준다. 총 10개의 규칙 중 5개는 Federation에 관한 것이고 5개는 Federate에 관한 것이다.

2.2 Interface Specification

Interface Specification는 Federation에 있는 Federate들이 어떻게 상호 작용하는지를 정의 한다. RTI (Run-Time Infrastructure)는 시뮬레이션 시스템에 공통 인터페이스 서비스를 제공하는 높은 호환성을 가진 소프트웨어이며 HLA 인터페이스 명세를 구현한 것이다. RTI는 분산운영체제가 응용 프로그램에게 서비스를 제공하는 것과 유사한 방법으로 서비스를 제공한다. HLA내에서 Federation은 객체(object)와 상호작용(interaction) 형태의 정보를 교환하는 Federate들로 구성된다.

RTI에서 Ambassador 클래스는 RTI에 의해 제공되는 서비스들을 연결시켜준다. Federate의 RTI에 대한 모든 요구는 RTIAmbassador 메소드 형태로 호출된다. 추상화 클래스인 FederateAmbassador는 각 Federate가 제공해야만 하는 "callback" 함수를 제공한다.

RTI가 제공하는 기능은 6가지 서비스영역으로 구분된다.

아래에 각 서비스의 주요 기능들을 소개하겠다.

1. Federation Management : Federation의 생성과 소멸, Federate의 참가와 탈퇴, Federation의 저장과 복귀 같은 기능을 제공하는 서비스 집합이다.

2. Declaration Management : 관심이 있는 Object (전체 또는 일부)와 Interaction을 발생하거나 얻기 위해서는 Federate는 그것이 무엇인지를 명확히 선언해야만 한다. 이 관리영역은 Federate의 publish, subscrib 기능을 제공하는 서비스 집합이다.

3. Object Management : 객체 생성자 측면에서는 인스턴스의 등록 (registration)과 갱신 (update)을, 객체 사용자 측면에서는 인스턴스의 발견 (discovery)과 반영 (reflection)을 제공하는 서비스 집합이다.

4. Ownership Management : 객체 인스턴스 어트리뷰트는 오직 하나의 Federate에 의해 소유되어진다. 이러한 경우 소유권을 가진 Federate는 객체와 관련된 모든 속성에 대해 책임을 진다. 소유권 관리 영역은 인스턴스 어트리뷰트의 소유권 관리를 제공하는 서비스 집합이다.

5. Time Management : 각각의 Federate는 자신의 시간 축에 따라 시뮬레이션을 진행 할 것이다. 그러나 Federation에 참가한 Federate는 Federation의 시간 축에 따라 시간 진행이 이루어 져야 한다. 이 관리 영역은 Federation과 Federate의 시간 조절 서비스를 제공한다.

6. Data Distribution Management : 네트워크 상에 산재해 있는 publish와 subscribe된 관심영역을 위해 유연성 있고 확장된 메커니즘을 제공하여 RTI의 데이터 교환을 효율적으로 라우팅하는 서비스를 제공한다.

2.3 Object Model Template

객체 모델 템플릿 (OMT: Object Model Template)은 HLA 객체 모델 문서를 통해 통합 가상훈련 시스템에 공통 구조를 제공한다. 생성되는 주요 모델은 FOM (Federation Object Model), SOM (Simulation Object Model)이 있다. FOM은 Federate들이 Federation 안에서 공유하는 공통 오브젝트 모델을 말하고, SOM은 각각의 Federate들이 사용하는 오브젝트 모델을 말한다.

3. HLA 1.3과 HLA 1516

1516은 1.3을 실질적으로 사용하면서 발견한 많은 문제를 해결했다. 보다 엄격하게 규격을 정의하여 사용자의 혼돈을 막았으며, 많은 기능들은 논리적이고 좋은 성능을 보이고 있다. 분산 데이터 관리의 정보 필터링은 보다 쉬워졌고 유연해 졌다. 1516 오브젝트 모델은 1.3 버전의 BNF에서 XML로 전화하였다. 이는 오브젝트 모델의 보다 완전한 표현이 가능하게 되어 시스템 통합 속도 향상과 위험과 비용의 감소를 기대할 수 있다. 또한 ASCII 대신에 산업 표준인 Unicode를 사용하고 있어 데이터 인코딩을 보다 표준화 하였다.

NASA의 지원을 받는 NSBRI (Nations Space Biomedical Research Institute)는 CVVS (Cardiac Vascular-Ventricular System)시스템에 IEEE 1516을 적용하여 시뮬레이터의 통합을 성공적으로 이루었다. 이 시스템은 초기에는 1.3으로 개발 되었으나 1516이 발표되고 나

서 버전의 업그레이드와 1516 Adapter를 사용하여 두개 버전의 효율적 사용에 성공을 이룬 사례이다.

4. 통합 가상훈련 시스템

본 논문에서는 기존의 3차원 영상 시뮬레이터들에 HLA를 적용하여 통합 가상훈련 시스템을 구축하였다.

RTI는 Pitch사의 pRTI 1516을 사용하였고 기존에 HLA 1.3 버전으로 제작된 시뮬레이터와의 상호 작용을 위해 1516 Adapter를 추가하였다. 1516 Adapter는 HLA 1.3 버전으로 만들어진 시뮬레이터들을 HLA 1516의 RTI와 연결하게 해주어서 이전 버전의 시뮬레이터를 사용할 수 있게 해준다.

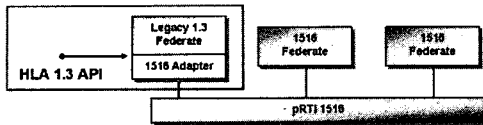


그림 2 1516 Adapter Interface

개발방식은 기존에 개발된 이기종 시뮬레이터들에 HLA에 인터페이스를 삽입하여 상호작용을 이루게 하였으며, 통합 시뮬레이션 환경을 이루는 공통 구조를 제공하기 위해 효율적인 FOM을 개발하였다. 본 논문에서 개발한 FOM은 기존의 RPR FOM (Real-time Platform Reference Federation Object Model)과는 다르게 불필요한 요소를 제거하였으며, 3차원 영상을 재생하는데 적합하게 제작되었다. 이는 시스템의 데이터 통신 사이즈를 줄여 통신 속도의 향상을 초래하여 보다 사실적인 3차원 영상을 재생할 수 있게 한다.

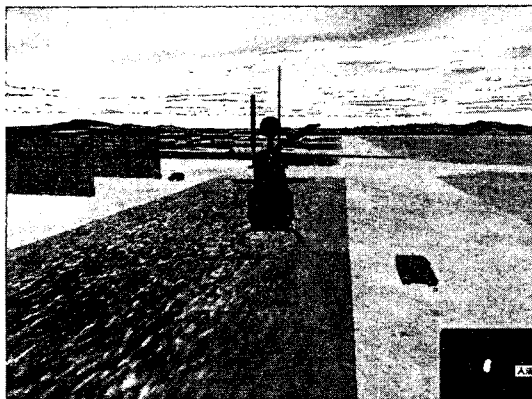


그림 3 통합 가상훈련 시스템

위의 그림은 여러 종류의 3차원 영상 시뮬레이터들이 하나의 통합 가상훈련 시스템에 참여하여 종합 훈련을 하고 있는 상황을 보여주고 있다. 각각의 시뮬레이터는 RTI를 통하여 본 논문에서 개발한 통합 시뮬레이션 환경인 Federation에 참가하고 Federation에 참여한 다른 시뮬레이터들과 상호 연동하여 임무를 수행하게 된다. 이

는 독립적인 시뮬레이터의 기능이 하나의 종합 시뮬레이션 환경에 복합적으로 나타나게 되어 보다 실제 상황과 같은 효과를 얻을 수 있다.

5. 결론

HLA를 적용한 시뮬레이터를 구현함에 있어 본 글의 저자는 아래와 같은 항목을 신중히 고려해야 한다고 생각한다.

1. 각 시뮬레이터는 독립적으로 독자적인 기능을 수행할 수 있어야 하며, 분산 시스템의 통합 환경에 자유로운 참가와 탈퇴가 이루어 져야 한다.
2. 시뮬레이터는 한정된 시뮬레이션 상황이 아닌 가변적이고 확장 가능한 통합 환경 시스템의 환경에 적응 할 수 있어야 한다.
3. FOM은 향후의 추가적인 항목에 대한 확장성을 가져야 하며, 불필요한 요소 없이 모델과 시뮬레이션의 공통 데이터 구조를 지녀야 한다.
4. 시뮬레이터들의 고유한 특성을 최대한 발휘하기 위하여 전략적인 시스템을 구성하여야 한다.

본 논문에서는 분산 컴퓨팅 환경에서 3차원 영상 시뮬레이터들에 HLA를 적용, 개별적인 시뮬레이터들의 임무를 종합 시뮬레이션 환경으로 통합하여 시뮬레이터의 재사용과 통합 가상 훈련 시스템을 구축하였다. 향후 HLA를 사용하여 자연이 없는 3차원 실시간 영상 시뮬레이션 연구를 수행 할 것이다.

6. 참고 문헌

- [1] Simulation Interoperability Standards Organization web site, <http://www.sisostds.org>
- [2] Defense Model and Simulation Office web Site, <https://www.dmsomil/public/>
- [3] <http://www.pitch.se/>
- [4] National Space Biomedical Research Institute web site, <http://www.nsbri.org>.
- [4] Murphy SP, Coolahan J, Lutz R, Saunders R, Feldman A, Mulkamala, R 2002, "Integrating Cardiac and Cardiovascular Simulations Using the HLA." in Proceedings of the Spring 2002 Simulation Interoperability Workshop (Orlando, FL). SISO.
- [5] Murphy SP, Coolahan J, Lutz R, Saunders R, Feldman A, Kovalchik J, 2003, "Human Physiology Simulation Integration Using the HLA: ExerFed1516." in Proceedings of the Spring 2003 Simulation Interoperability Workshop (Orlando, FL). SISO.
- [6] IEEE Standards for Modeling and Simulation High Level ArchitectureFederate Interface Specification, Std 1516.1-2000.
- [7] IEEE Standards for Modeling and Simulation High Level ArchitectureObject Model Template (OMT) Specification, Std 1516.2-2000.