공학-교전급 전투실험을 위한 C2 가상모의 연동 시뮬레이터 개발

이상태^{1†} · 이승영¹ · 황근철² · 김세환¹ · 이규현¹

Development of C2 Virtual Linked Simulator For Engineering and Engagement Level Battle Experimentation

Sangtae Lee · Seungyoung Lee · Kun-Chul Hwang · Sachwan Kim · Kyuhyun Lee

ABSTRACT

The Korean naval weapon systems, combat experiments establish the concept of Battle operations, and create the future of the new weapons system. Doctrine development and training as well as ranging from experiments for evaluate the performance of mission operations for combat experiments are used. The battle lab is effectively support tool for the Korean Naval battle experiments. The battle lab is through a dedicated testing facility and to build efficient and effective simulation-based acquisition supporting environment. In this paper, the ship / submarines C2 operations virtual simulator was developed to support the concept of Battle operations of naval combat experiments in training and tactical development. The ship C2 operations virtual simulator makes the anti-ship and anti-aircraft the engagement scenario for performed experiments using the SADM. The submarines C2 operations virtual simulator makes the anti-submarine engagement scenario for performed experiments using EAS. EAS System was created before reuse. EAS system by modifying the additional interfaces HLA-RTI has been reused. Reflected in the tactics and training after analysis of the results through the battle experiment. Also increase training fidelity through operator involvement. The anti-ship and anti-aircraft system architecture (SADM) and anti-submarine system architecture (EAS) requires unique design of system framework since two separate architectures should be integrated into a system. An C2 virtual linked architecture was used to integrate different system architecture. A C2 virtual linked software framework, designed that have integrated protocol for battle experimental linkage and battlefield visualization environment.

Key words : Battle Experimentation, SADM (Simulation Air Defense Model), EAS (Engagement Analysis Simulator)

요약

해군 무기체계 전투실험은 미래 새로운 무기체계의 소요를 창출하고 운용개념을 정립하며, 작전운용성능을 실험하고 검증할 뿐 아니라 나아가 교리발전 및 훈련에 이르기까지 폭넓게 실험을 수행하고 있다. 한국 해군은 전투실험을 효과적으로 지원할 수 있는 도구는 물론 전용의 실험 시설을 통해서 효율적, 효과적인 모의기반획득 지원환경을 구축하기 위해 노력하고 있다. 본 논문에서는 해군 전투실험의 훈련 및 전술발전 지원을 위한 C2 가상모의 연동 시뮬레이터를 개발하고 연동을 위한 아키텍처를 설계하였다. 대함전/대공전 시뮬레이션은 교전급 모델인 SADM을 이용하고 대잠전 시뮬레이션은 공학급 모델인 교전분석 시뮬레이터를 재사용하여 운전자 참여가 가능한 전투실험을 수행하였다. 전투실험을 통해 나온 결과를 분석, 훈련 전술에 반영하고 운전자 참여를 통해서 훈련 현실감을 높였다. C2 가상모의 연동 아키텍처는 전투실험 교전에 대한 연동 및 C2 훈련이 가능한 구성의 아키텍처로 설계되었다. 또한 서로 다른 운용개념의 시스템을 통합하고 연동하기 위한 아키텍처이다.

주요어 : 전투실험, BattleLab, SADM(Simulation Air Defense Model), 교전분석 시뮬레이터(EAS)

접수일(2013년 10월 22일), 심사일(2013년 10월 30일),
게재 확정일(2013년 11월 12일)

¹⁾ LIG넥스원

²⁾ 국방과학연구소 제6기술연구본부

주 저 자 : 이상태

교신저자 : 이상태

E-mail: leesangtae@lignex1.com

1. 서론

미래 새로운 무기체계를 실험하는 과제에 대해 전장 환경에서 무기 효과를 판단하는 과정은 실제로 수행하기가 불가능한 상황이다. 또한 무기체계의 비용도 실제 아

전에서의 실험에 많은 제약이 되고 있다. 이와 같은 제약 속에서 Battlelab을 이용한 전투실험은 실제 실시가 불가능한 부분에 대한 모의실험을 가능하게 해주며, 야전실험에 소요되는 비용에 수백 내지 수천 배의 낮은 비용으로 전투실험을 가능하게 해준다. Battlelab은 전투실험 실시를 위한 최적의 수단으로 각광받고 있다^[1].

해군무기체계 전투실험 구축에 필요한 전투모의 실험과 적용가능성을 입증하기 위해 전투실험 공학분석 시범체계 시스템을 개발하였다. 신개념 무기체계 연구, 연구개발 시험평가 지원, 훈련 및 전술발전지원을 수행할 수 있다. 또한 한국해군 전투실험과의 연동 가능성을 입증한 시스템이다(Fig. 1 참조).

전투실험 공학분석 시범체계 시스템은 전투실험체계와 전투실험 지원 체계로 구성된다. 전투실험체계는 모의실험계획, 모델개발, 모의실험수행, 모의실험분석 및 전시를 위한 환경을 구축하는 시스템이다. 전투실험 지원체계는 전투실험의 다양한 가능성을 입증하기 위한 시스템이다.

전투실험체계는 크게 전투실험 실험계획, 모델링 및 시뮬레이션, 전투실험 결과분석을 수행하는 역할을 담당한다.

Fig. 1. System operation concept of battle experimental engineering system

Table 1. Battle experimental engineering system

Type of Equipment	Consist of Equipment
Battle experimental system	- Perform battle experimental equipment - Visualization equipment - Operational control display equipment
Battle experimental support system	- C2 virtual linked simulation equipment - Real linked simulation equipment - Constructive linked simulation equipment - Synthesis based environment simulation system

다. 전투실험 실험계획은 실험설계를 위해 임무상황설정, 교전시나리오 구성, 개체/체계 특성을 구성하게 된다. 모델링/ 시뮬레이션에서는 모델개발과 편집을 통해 모델을 생성하고 실험계획을 통해 구성된 시나리오를 운용, 수행하게 된다. 실시간으로 가시화를 통해 전장상황을 관찰하고 분석할 수 있다. 전투실험 결과분석은 전투실험을 통해 나온 결과 데이터를 통계분석, 민감도 분석을 수행하고 무기체계의 효과도 분석(MOE), 성능분석(MOP)을 측정할 수 있다. 전투실험 지원체계는 전투실험 체계를 통해 생성된 모델, 전투실험을 수행해서 나온 실험결과를 입증하고 향후 한국해군 전투실험에 적용 가능한지를 입증하기 위한 체계이다(Table 1 참조).

C2가상모의 연동장비는 전투실험을 통해 나온 결과를 분석하여 훈련전술에 반영하고 수상함과 잠수함 C2운용을 운용자가 직접 참여, 다양한 교전 훈련 전술을 숙련할 수 있는지의 대한 가능성을 입증하는 장비이다. 훈련 현실감을 높이기 위해서 실제 전투체계와 유사하게 제작하였다. 실제 연동장비는 어뢰의 음향탐지기와 항적탐지기를 모의할 수 있게 제작하고 실제 음향데이터와 항적데이터를 통해서 나온 탐지결과를 반영하여 어뢰의 기동을 모의하였다. 실제 야전에서 수행하기 어려운 전투실험을 수행함으로써 연구개발 시험평가를 시뮬레이션을 통해서 수행할 수 있는지의 대한 가능성을 입증하는 장비이다. 구성모의 연동장비는 임무급/ 교전급/ 공학급 모델 연동을 통해서 전투실험을 수행하고 전투실험 결과를 통해서 신개념 무기체계 연구 개발을 수행할 수 있는지의 대한 가능성을 입증하는 장비이다. 고해상도의 합성환경전장체계와 온/오프라인으로 연동되어 실제 해상환경을 모의하여 시뮬레이션의 정확도를 높일 수 있었다(Table 2 참조).

Table 2. Battle experimental support system

Type of Equipment	Contents of Equipment
C2 virtual linked simulation equipment	- Multi-resolution model interlocking - Support training and tactics development
Real linked simulation equipment	- System / sub system performance verification
Constructive linked simulation equipment	- Mission model interlocking
Synthesis based environment linked simulation system	- High-resolution synthetic based environment info

Table 3. Acquisition Technology

Type of Technology	Contents of Technology
Battle experimental architecture design technology	- Constructive model-based framework architecture design technology
Battle experimental design / analysis technology	- Planning and analysis / interpretation technology
Battle experimental model building technology	- Reconstruction, layer / component is easy to adjust the resolution of the model-building technology
Multi-layer / multi-resolution linkage simulation technology	- Multi-layer / multi-resolution model building and interworking model integration architecture technology

전투실험 공학분석 시범체계 시스템은 해군무기체계 전투실험 수행을 위한 모의실험 및 분석체계에 필요한 해상/수중무기체계 모델링, 시뮬레이션 및 분석을 하기 위해 4가지의 핵심기술을 연구하였으며 이를 증명하였다 (Table 3 참조).

전투실험 아키텍처 설계기술은 공학급 모델 기반의 전투실험 프레임워크 아키텍처를 통해 설계한 기술이다. 전투실험계획/분석기술은 효율적인 전투실험 계획수립 및 분석/해석 기법을 확보하는 기술이다. 전투실험 모델 구축 기술은 계층/해상도의 조정이 용이한 컴포넌트 모델을 구성하고 구축하는 기술이다. 다계층/ 다해상도 연동 모의기술은 다계층/ 다해상도 모델의 통합 아키텍처 구축 및 모델 간 연동을 수행하는 기술이다. 이와 같은 전투실험 공학분석 시범체계 시스템을 개발하면서 전투실험 수행에 필요한 4가지 핵심기술들을 확보할 수 있었다. 또한 구성모의 연동장비, 실체계 연동장비, C2 가상모의 연동장비를 통해서 핵심기술들의 대한 전투실험 적용가능성을 입증하였다. 다계층/ 다해상도 연동모의기술과 교전훈련 전술모의 기술 확보를 위해 C2 가상모의 연동장비를 개발하게 되었다. 위 두 기술들을 통해 서로 다른 계층간 모델들과 연동하여 전투실험을 수행할 수 있게 되었으며^[2], 다양한 교전 시나리오를 통해서 전술훈련 전술모의를 실험 할 수 있게 되었다. C2 가상모의 연동장비는 대함전/대공전에 교전 시나리오를 SADM을 이용하여 생성하고 대잠전에 교전 시나리오는 교전 분석 시뮬레이터(EAS)를 재사용하여 실험을 수행하였다. 전투실험을 통해 나온 결과를 분석하여 훈련 전술에 반영하고 운용자 참여를 통해서 훈련 현실감을 높였다. 전투실험 교전에 대한 통합 연

동 및 전장 환경 가시화를 위한 프로토콜로는 HLA-RTI를 사용하였다^[4]. 이는 서로 다른 시뮬레이션 아키텍처를 통합하기 위해서도 사용되었다.

2. 시스템 아키텍처

2.1 C2 가상 모의 연동장비

C2 가상모의 연동장비는 수상함 C2 운용 가상 시뮬레이터와 잠수함 C2 운용 가상 시뮬레이터로 구성된다. 수상함 C2 운용 가상 시뮬레이터는 대공전과 수상전 교전 모델을 SADM이라는 상용 모델을 활용하였다. SADM은 개발기간의 단축과 검증된 모델을 활용하기 위해서 연동하게 되었다. SADM 외부 모델 연동과 수상전 C2 모델 운용을 위해 새로운 인터페이스를 개발하고 수상전 C2 운용 모델을 만들게 되었다. 수상전 C2 운용 모델의 현실감을 높이기 위해 운용모드를 3가지로 두고 운용이 가능하게 하였다. SADM 모델은 수상함의 대공전과 수상전만을 제공한다. 따라서 수상함의 대잠전을 위해서 대잠전의 C2 운용 모델을 전투실험 수행장비(QUEST)에서 만들고 SADM과 연동하게 되었다. 또한 잠수함의 대잠전을 위해서는 기 개발되었던 교전분석 시뮬레이터를 재사용하여 연동하게 되었다. 잠수함 C2 운용 가상 시뮬레이터는 교전분석 시뮬레이터의 새로운 운용개념을 추가하여 인터페이스를 만들고 다른 장비들과 연동되도록 개발하였다. 잠수함 무장 운용을 위한 장비로서 잠수함의 대수상함 교전을 운용자가 다양한 교전 시나리오를 이용하여 교전 전술을 훈련하고 교전 후 결과를 분석하여 새로운 교전 전술을 만드는 데 활용하는 장비이다. 서로 다른 시뮬레이터를 연동하기 위한 인터페이스로는 연동 표준인 IEEE 1516 HLA-RTI^[5]를 기반으로 하며 페더레이트 구축을 위해 RTI adaptor를 이용하여 연동 페더레이션 개발에 대한 부담을 줄였다^[6]. 또한 서로간의 상이한 데이터의 해상도 조절 및 통합을 위해 이용하였다. SADM RTI adapter 소프트웨어는 수상함 C2 운용 가상 시뮬레이터의 데이터를 TCP/IP로 전송 받아 HLA-RTI로 데이터를 변환하고 해상도를 조절하는 역할을 수행한다. EAS RTI adapter 소프트웨어는 잠수함 C2 운용 가상 시뮬레이터의 데이터를 UDP로 전송 받아 HLA-RTI로 데이터를 변환하고 해상도를 조절하는 역할을 수행한다. 따라서 전체 시뮬레이션 데이터는 RTI adapter 소프트웨어를 통해서 HLA-RTI로 데이터를 변환하여 통합하고 연동하였다^[7]. HLA-RTI를 이용하여 전체 전장상황 가시화에 활용하였다. C2 가상모의 연동장비는 새로운 시스템을 개발하는 것보다 어

Fig. 2. System Architecture of C2 Virtual Linked Simulation Equipment

려우며 기존에 정해져 있는 운용개념을 바꾸고 만드는 것은 개발자들과의 협의와 타협이 필요했다. 전체 연동을 위한 시스템 엔지니어링 작업은 더욱 쉽지 않았다. 운용상의 정의된 요구를 시스템 형상으로 변환시키기 위해 기능분석과 할당, 설계조합, 설계최적화를 위해 반복적으로 진행하고 개발자와 사용자간에 의견 조율과 반복적인 회의를 통해서 개발하게 되었다 (Fig. 2 참조).

2.2 수상함 C2 운용 가상 시뮬레이터

수상함 C2 운용 가상 시뮬레이터는 기존 SADM 외부 인터페이스를 확장하여 개발하였다. SADM 개발 팀의 개발목적과 운용개념을 공유하고 SADM에서 제공되는 외부연동 인터페이스를 분석하였다. 또한 추가되는 인터페이스를 식별하여 SADM 시스템을 확장하여 활용할 수 있는 방안에 대해서 협의하고 점진적으로 개발하게 되었다.

- 1) SADM 인터페이스 분석 및 활용
- 2) 외부 모델을 어떤 형식으로 SADM과 연동 할 수 있는지를 연구하고 인터페이스를 확장 할 것인지를 확정
- 3) SADM과의 외부모델 연동을 위한 SADM Controller 개발과 SADM 내부의 C2 모델 추가로 인한 C2 인터페이스 확장
- 4) RTI 연동을 위한 SADM RTI adapter 개발

HLA 통합 연동은 SADM Controller와 SADM RTI adapter간의 이루어진다. 개발단계에서 요구사항을 고려하여 SADM Controller의 복잡도를 낮추기 위해서 SADM Controller와 SADM RTI adapter를 나누어서 개발하게 되었다. SADM Controller는 SADM과의 인터페이스만 담당하고 SADM RTI adapter는 SADM의 데이터를 제공받아 RTI로 변환하는 역할을 담당한다.

Fig. 3. Typical SADM Based Training Environment

Fig. 4. Expanding the SADM Based Training Environment

Fig. 3은 SADM 기반의 일반적인 훈련 시스템 구조이다. 시뮬레이션 제어는 구성, 운용, 시뮬레이션 분석을 담당한다. 일반적으로 Ship의 운용을 통하여 단독적인 시뮬레이션 기능을 제공한다. 물리적인 환경(대기, 지형, RF 등), 시뮬레이션 객체 (Ship, Missile, Aircraft 등), Ship의 센서와 무장 시스템 등이 있다. SADM 내의 C2 시스템은 자동모드를 통해서 C2 명령과 제어 처리를 수행하게 된다.

Fig. 4는 SADM 기반의 외부모델을 추가할 수 있는 확장된 인터페이스로 개발하게 되었다. 외부모델을 추가하는 확장된 인터페이스는 두 가지로 설계하였다.

- 1) 런타임 중에 API를 통해서 외부 모델을 추가하게 되는 경우 : Jammer 모델, ASM 모델
- 2) TCP/IP 인터페이스를 통해서 외부 모델을 추가하게 되는 경우 : 시뮬레이션 제어 인터페이스를 통해서 aircraft, ASMs, or other 'platforms'을 추가 할 수 있도록 설계되었다.

SADM 내의 C2를 외부에서 TCP/IP를 통해서 연동하기 위한 인터페이스를 개발하였다. 이를 통해서 운용자와의

Fig. 5. Integrating to HLA-RTI

인터랙션을 통해 C2 명령과 제어 처리를 수행하게 된다.

SADM은 HLA 인터페이스를 제공하지 않는다. 따라서 SADM의 데이터를 확장된 외부 인터페이스를 통해서 제공받고 이를 SADM RTI adapter를 통해서 RTI데이터로 변환하는 형태로 인터페이스를 확장하여 설계하게 되었다(Fig. 5 참조). RTI 데이터를 외부의 확장된 인터페이스를 통해서 SADM 내의 객체를 추가, 삭제가 가능하도록 개발되었다.

2.3 잠수함 C2 운용 가상 시뮬레이터

교전분석 시뮬레이터(EAS)는 잠수함에 탑재된 차기중 어뢰의 대한 체계운용능성과 효과도 분석을 위해 만들어진 시스템이다. 잠수함 C2 운용 가상 시뮬레이터는 교전 분석 시뮬레이터의 체계운용능력 모드를 재사용하고 외부 연동을 위해 EAS RTI adapter를 추가하여 개발하였다. 내부에서 운용되는 데이터를 외부와 연동할 수 있도록 HLA-RTI를 사용하였다. 운용통제콘솔의 운용통제기 소프트웨어는 대잠전 시나리오를 생성하고 시뮬레이션을 통제하는 역할을 수행한다. 기존에 제공되는 대잠전 시나리오를 잠수함 C2 운용개념에 맞게 수정하고 외부체계와의 시나리오 연동을 위해 객체 ID를 통일하였다. 운용통제콘솔은 콘솔에서 상용 PC로 운용하도록 하였다. 운용함 모의 콘솔은 잠수함 전투체계와 무장 통제를 위해 차기중어뢰를 운용할 수 있는 콘솔이다. 운용함 모의 콘솔과 운용함 모의 소프트웨어는 재사용하도록 설계하였다. 표적함 모의 콘솔은 기만기와 표적함을 운용할 수 있는 콘솔이다. 표적함은 수상함 C2 운용 시뮬레이터에서 전송되는 수상함 데이터를 이용하여 표적으로 운용하고 기만기는 전투실험 수행장비(QUEST)에서 생성된 모델을 이용하여 기존에 시스템에서 제공되는 모델보다 상세한

Fig. 6. Reuse Configuration of Submarine C2 Virtual Simulator

공학급 모델을 만들어 충실도 높은 시뮬레이션이 가능하도록 설계하였다. 기존의 표적함과 기만기 소프트웨어의 HMI를 재사용하여 개발기간을 단축하였다(Fig. 6 참조).

2.4 복합전 가상 시뮬레이션 환경 구성

C2 가상모의 연동장비는 수상함 C2 운용 가상 시뮬레이터의 교전급 모델과 잠수함 C2 운용 가상 시뮬레이터의 공학-교전급 모델, 전투실험 수행장비(QUEST)를 통해서 만든 대잠전 공학모델을 이용하여 전체 수상전과 대잠전의 가상 시뮬레이션 환경을 구성하게 된다(Fig. 7 참조). C2 가상모의 연동장비는 수상함 C2 운용 가상 시뮬레이터를 이용하여 수상함의 대함/대공전 시뮬레이션을 수행한다. 수상함 C2 운용 가상 시뮬레이터에서 제공하지 않는 수상함 대잠전 시뮬레이션의 대해서는 전투실험 수행장비에서 생성된 공학급 C2 모델을 이용하여 수상함의 대잠전 시뮬레이션을 수행하게 된다. 잠수함 C2 운용 가상 시뮬레이터에서 잠수함의 대수상전 시뮬레이션을 수행하게 된다. 수상함 C2 운용 가상 시뮬레이터의 수상함 C2 운용자는 대공/대함/대잠전 교전 운용이 가능하다. 잠수함 C2 운용 가상 시뮬레이터의 잠수함 C2 운용자는 대잠전 교전 운용이 가능하다. 운용자가 직접 참여하여 수상함과 잠수함의 복합 교전 전술운용 훈련을 수행할 수 있다. 수상전/대잠전의 복합적인 환경을 제공하여 다양한 교전 전술 운용이 가능하도록 개발되었다. 또한 훈련 상황을 실시간으로 관찰 할 수 있는 3D가시화 도구를 만들어 연동함으로써 훈련 현실감을 높였다. 훈련 결과를 분석하고 재현할 수 있는 기능도 개발하였다. C2 가상모의 연동장비는 서로 다른 계층의 모델, 즉 교전급 모델과 공학급 모델의 연동을 통해서 다계층/ 다해상도 연동 가능

Fig. 7. Complex Warfare Configuration of Integrated C2 Virtual Simulator

성을 입증하였다. 또한 서로 다른 운용개념을 가진 장비들을 통합하여 운용하기 위해서 통합된 인터페이스인 HLA-RTI를 사용하여 개발하였다.

3. 연동 아키텍처

3.1 C2 가상모의 연동 아키텍처

C2 가상모의 연동장비는 서로 다른 운용 개념을 가진 시스템을 통합된 운용 개념에 맞춰 연동하기 위해 C2 가상모의 연동이 가능한 구성의 아키텍처로 설계하게 되었다. 또한 향후 추가 될 장비의 대한 확장성과 재사용성을 고려하여 설계에 반영하였다. 서로 다른 이기종의 외부체계를 하나의 전장 환경 하에서 연동이 가능하도록 설계하였다(Fig. 8 참조)

C2 가상모의 연동 아키텍처는 4개의 독립적인 계층을 가지고 있다. 훈련제어/ 가시화 계층, 중재자 계층, 수상전 시뮬레이션 계층, 대잠전 시뮬레이션 계층으로 구성된다. 훈련제어/ 가시화 계층에는 전투실험 수행장비(QUEST)와 가시화 장비가 포함된다. 훈련제어/ 가시화 계층은 훈련통제 및 3D 가시화를 담당하는 계층이다. 전투실험 수행장비는 전투실험 계획에서부터 훈련, 시뮬레이션, 사후 분석에까지 전체 훈련 상황을 통제하고 모니터링 할 수 있다. 동적 플러그인(plug-in)이 가능한 컴포넌트(DLL)를 조립 또는 분해하여 전투실험 수행을 위한 소프트웨어 개발 시 용이하게 구현할 수 있도록 설계되었다. 3D 가시화 장비는 훈련 상황을 보다 리얼하게 전시하기 위해 육상, 해상, 해저 그리고 대기의 전장 상황을 표현 할 수 있도록 설계되었다. 중재자 계층은 C2 가상 연동 구조에서 가장 중요한 역할을 담당한다. 서로 다른 네트워크의 데이터를 조정하여 통합하고 네트워크가 다른 장비들을 연결 시켜

Fig. 8. C2 Virtual linked Architecture

Fig. 9. C2 Virtual linked layer Architecture

줄 수 있는 구조로 설계되었다. SADM RTI adapter는 SADM 시스템과 HLA-RTI간의 연결과 데이터 통합이 가능한 구조로 설계 되었다. EAS RTI adapter는 잠수함 C2 운용 가상 시뮬레이터와 HLA-RTI간의 연동 및 데이터 통합이 가능한 구조로 설계 되었다. RTI adapter는 소프트웨어 구조를 공통으로 설계하여 재사용이 가능하도록 하였다. 공통 구조는 통신과 메시지 제어이다. 수상전 시뮬레이션 계층은 수상전/대공전 C2 훈련이 가능한 상용 장비인 SADM을 이용한 계층이다. 상용 장비인 SADM에 외부연동이 가능한 구조를 위해서 SADM Controller를 개발하게 되었다. 또한 SADM에서 제공되지 않는 HLA-RTI 인터페이스와의 연동을 위해서도 SADM Controller를 사용하였다. 대잠전 시뮬레이션 계층은 대잠전 C2 훈련이 가능한 기 개발된 잠수함 C2 운용 가상 시뮬레이터를 이용한 계층이다. 기 개발된 잠수함 C2 운용 가상 시뮬레이터의 기본 시스템 구조를 변경하지 않고 재사용하기 위해 소프트웨어의 변경을 최소화하도록 노력하였다(Fig. 9 참조).

3.2 RTI Adapter 기능 아키텍처

RTI adapter는 다중 통신을 통해서 수상전/대공전/대잠전 전체 시뮬레이션 데이터를 변환하고 조정하여HLA-RTI로 연결시켜 주는 중계역할을 수행한다^[8]. 전체 시뮬레이션에서 가장 중요한 역할을 담당하는 RTI adapter는 수상함 C2 운용 가상 시뮬레이터 내의 SADM과는 TCP/IP로 연결되고 잠수함 C2 운용 가상 시뮬레이터 내의 운용통제기와는 UDP/IP로 연결된다. RTI adapter는 네 개의 기능 블록으로 구성된다. HLA-RTI I/F Manager, Message Control Manager, Simulation I/F Manager, Communication Middleware이다(Fig. 10 참조).

HLA-RTI I/F Manager는 RPR FOM 1.0을 표준기반으로 개발되었다^[3]. 전체 시뮬레이션의 데이터 타입을 전송 받아 RPR FOM 1.0타입으로 encoding/decoding하여 전송하는 역할을 수행한다^[9]. Message Control Manager에서는 메시지의 변환, 분배, 좌표변환과 같은 기능을 수행한다. Simulation I/F Manager는 각 시뮬레이터에 전송 받은 데이터를 HLA-RTI I/F Manager로 전송하는 역할과 HLA-RTI I/F Manager로 부터 전송된 데이터를 각 시뮬레이터에 맞는 데이터 타입으로 변경하여 전송하는 역할을 수행한다. Communication Middleware는 다중 통신 역할을 독립적으로 수행한다. 다중 통신을 수행함으로써 발생하는 성능 저하를 방지하기 위해 멀티쓰레드 방식의 비동기식 소켓을 사용하였다.

4. C2 가상모의 연동장비 구성

전투실험 공학분석 시범체계는 2개의 큰 부분으로 구성된다. 전투실험을 수행하는 전투실험 수행실과 전투실험 수행 후 실험 분석을 위한 전투실험 강평실이 있다. 전투실험 수행실은 전투실험에 필요한 훈련장비들이 위치

한 곳으로서 전투실험 수행장비, 가상화장비, 운용통제전시장비, C2운용 가상 시뮬레이터가 있다. 전투실험 강평실은 전투실험 사후 분석을 위한 회의실과 빔 프로젝트, 스크린으로 구성된다.(Fig. 11 참조).

운용통제 전시장비는 원격으로 전체 시뮬레이션의 시작과 중지를 할 수 있도록 개발되었다. 운용자는 전체 시뮬레이션을 한자리에서 통제 할 수 있으며 관찰이 가능하도록 하였다. 전투실험 수행장비는 전투실험 계획 및 모델 개발, 실험 구성, 실험 수행, 결과 분석을 하는 장비이다. 고속 시뮬레이션을 수행하기 위해서 클러스터 컴퓨팅 환경을 구축하였다. 가상화장비는 전투실험 전장환경 3D 영상 생성 및 재현을 통해서 전시할 수 있도록 개발되었다.

C2 가상모의 연동장비는 수상함 C2 운용자 훈련을 위한 무장콘솔, 교전콘솔, 센서콘솔과 수상전/대공전 시뮬레이션을 위한 SADM, SADM RTI adapter, SADM Controller로 구성된다. 잠수함 C2 운용자 훈련을 위한 잠수함 무장

Fig. 11. 3-Dimensional View of C2 Virtual Training System

Fig. 10. Functional Architecture of RTI adapter

Fig. 12. Configuration of C2 Virtual Training System

콘솔과 대잠전 시뮬레이션을 위한 운용통제장비, EAS RTI adapter로 구성된다(Fig. 12 참조).

5. 결 론

해군 무기체계 전투실험은 미래 새로운 무기체계의 소 요를 창출하고 운용개념을 정립하며, 작전운용성능을 실험하고 검증할 뿐 아니라 나아가 교리발전 및 훈련에 이르기까지 폭넓게 실험을 수행하고 있다. 해군무기체계 전투실험 구축에 필요한 전투모의 실험과 적용가능성을 입증하기 위해 전투실험 공학분석 시범체계 시스템을 개발 하였다. 신개념 무기체계 연구, 연구개발 시험평가 지원, 훈련 및 전술발전지원을 수행 할 수 있다. 또한 한국해군 전투실험과의 연동 가능성을 입증한 시스템이다.

본 논문에서는 해군 전투실험의 훈련 및 전술발전 지 원을 위한 공학-교전급 가상모의 연동 아키텍처를 설계하 고 C2 가상모의 연동장비를 개발하였다. C2 가상모의 연 동장비는 서로 다른 운용 개념을 가진 시스템을 통합된 운용 개념에 맞춰서 연동하기 위해서 C2 가상모의 연동 이 가능한 구성의 아키텍처로 설계하게 되었다. C2 가상 모의 연동 아키텍처는 향후에 추가 될 장비의 대한 확장 성과 재사용성을 고려하여 설계하였다. 향후 해군 무기체 계 전투실험 개발 시 C2 가상모의 연동 아키텍처를 재사용 하게 된다면 설계 및 개발 기간을 단축 할 수 있을 것이다.

References

1. Yoo, S.K. and Moon, H.K., "Utilization of Defense Simulation Model in Warfighting Experimentations", The Korea Society For Simulation 2005 conference, pp. 117-122, 2005.5.
2. Kim, J.H., Choi, C.B., Moon, I.C. and Kim, T.G., "Battle Experiments via Interoperating the Mission and the Engagement Simulation Models: a Case Study of Fleet Anti-Air Defense's Effectiveness Analysis", Korea Institute of Military Science and Technology 2010 conference, pp. 2022-2025, 2010.6.
3. Simulation Interoperability Standards Organization Inc, "RPR-FOM Version 1.0 SISO-STD-001.1-1999", 1999.
4. IEEE, "IEEE Standard for Modeling and Simulation (M&S) High Level Architecture (HLA)-Federate Interface Specification." IEEE Standard No.: 1516.1-2000.
5. IEEE, "IEEE Standard for Modeling and Simulation (M&S) High Level Architecture (HLA)-Framework and Rules," IEEE Std 1516-2000, pp. i-22, Sep. 2000.
6. Hong, J.H., Seo, K.M. and Kim, T.G., "Interoperation between Engineering and Engagement Level Models for MOE and MOP Analysis", Korea Institute of Military Science and Technology 2010 conference, pp. 184-187, 2010.6.
7. Ahn, J.H., Hong, J.H., Sung, C.H. and Kim, T.G. "Design and Implementation of Interoperable Adaptor based on IEEE 1516 HLA/RTT", Korea Institute of Military Science and Technology 2008 conference, pp. 165-168, 2008. 8.
8. Hong, J.H., Sung, C.H., Ahn, J.H. and Kim, T.G., "Design and Implementation of Interoperable Adaptor for Simulators Interoperation using IEEE 1516 HLA/RTT", Journal of The Korea Society For Simulation, Vol. 17, No. 2, pp. 21-29, 2008.6.
9. IEEE, "IEEE Standard for Modeling and Simulation (M&S) High Level Architecture (HLA)-Object Model Template(OMT)", IEEE Std 1516.2-2000.
10. Kevin Cox, "A Framework-based Approach to HLA Federate Development", Simulation Interoperability Workshop, 1998, Fall.
11. MAJ Arne Worm, M.Sc, "Information-centered human-machine systems analysis for tactical command and control systems modeling and development", IEEE International Conference, 2000.
12. Patel, B, Training through Distributed C2 and Simulation Systems, "Distributed Simulation and Real Time Applications (DS-RT), 2011 IEEE/ACM 15th International Symposium on," IEEE Conference Publications, Publication Year: 2011, Page(s): 147.

이 상 태 (leesangtae@lignex1.com)

2004 건국대학교 컴퓨터공학과 학사
2004~현재 LIG넥스원 S/W연구센터 선임연구원

관심분야 : 모델링&시뮬레이션, T&E

이 승 영 (seungyoung.lee@lignex1.com)

2000 인하대학교 전자공학과 학사
2002 인하대학교 전산학과 석사
2002~현재 LIG넥스원 S/W연구센터 수석연구원

관심분야 : 모델링&시뮬레이션, SBA, T&E

황 근 철 (hkchul@add.re.kr)

2001 경북대학교 전자전기공학부 학사
2003 서울대학교 전기컴퓨터공학부 석사
2003~현재 국방과학연구소 제6기술연구본부 연구원

관심분야 : 무기체계 모델링&시뮬레이션, 체계시뮬레이션 및 체계성능분석(System Simulation & System Operational Performance Analysis), 모델기반 시뮬레이션, 시뮬레이션 프레임워크

김 세 환 (saehwan.kim@lignex1.com)

1985 경북대학교 전자공학과 학사
1987 경북대학교 전자공학과 석사
2005~현재 LIG넥스원 S/W연구센터 수석연구원(팀장)
2007~2008 국방과학기술조사 M&S자문위원
2009~현재 국방과학기술수준조사 기술전문가

관심분야 : 모델링&시뮬레이션, SBA, LVC

이 규 현 (kyuhyunlee@lignex1.com)

2004 아주대학교 컴퓨터공학과 학사
2006~현재 LIG넥스원 S/W연구센터 선임연구원

관심분야 : 모델링&시뮬레이션, T&E