한국시뮬레이션학회 논문지
Vol. 19, No. 2, pp. 51-62 (2010. 6)

무기체계 분석을 위한 모의엔진 아키텍처 연구

김태섭[1] · 장희정[1] · 이재민[1] · 이강선[1†]

A Modeling & Simulation Engine for Analyzing Weapons Effectiveness : Architecture

Tae Sup Kim · Hee Jung Chang · Jae Min Lee · Kang Sun Lee

ABSTRACT

Modeling and Simulation techniques are useful to construct executable battlefields and forces on computers, and have been utilized to analyze effectiveness of weapon systems in the computerized war environment. However, most weapon simulations so far have exhibited low reusability and extensibility, since they have been developed for specific simulation objectives with different structures and simulation engines. In this paper, we identify requirements for defense modeling and simulation activities and propose a simulation engine to support the identified requirements. We define the software architecture of the proposed engine, in a way to efficiently provide usability, component-based reusability, interoperability, and reuse-based development.

Key words : Defense simulation engine, MOE(measure of effectiveness) of weapons, Software architecture

요 약

모델링 및 시뮬레이션 기술은 실 전장 환경과 유사한 실험환경을 컴퓨터상에 구성하여 무기 체계에 대한 효과도를 효율적으로 실제와 유사하게 분석 할 수 있도록 한다. 그러나 기 개발된 무기체계 모델들은 각 시뮬레이션 목적에 맞도록 편중개발되어 재사용성이 낮으며, 개발된 무기체계 모델을 수행하기 위한 모의엔진의 구조도 서로 상이하여 확장성 측면에서 한계를 갖고 있다. 본 논문에서는 무기체계 분석을 위해 국방 M&S 모의 엔진에서 제공해야 할 요구사항을 식별하고, 식별된 요구사항을 반영하는 모의 엔진의 소프트웨어 아키텍처를 정의한다. 정의된 아키텍처는 모델러에게 사용상 편이성을 제공하고, 컴포넌트 기반의 재사용, 다양한 사용자 범주, 최대화된 연동능력, 모델링 및 시뮬레이션 전체 단계에 걸친 재사용을 지원하도록 설계되었다.

주요어 : 국방 시뮬레이션 엔진, 무기체계 효과도 분석, 소프트웨어 아키텍처

1. 서 론

신규 무기 체계의 효과도는 대기 · 지형과 같은 환경적 요소 및 해당 무기 체계가 실제 배치 될 교전 환경을 동시에 고려해야만 분석 할 수 있다. 그러나 이와 같은 실험 환경을 실세계에서 구성하는 것은 현실적으로 불가능하며, 비용 및 위험도 측면에서도 효과적이지 못하다. 국방 모델링 및 시뮬레이션 분야는 실제 전장 환경 및 무기체계 실험 환경을 컴퓨터상에 유사하게 모의하기 위해 모델을 어떻게 개발하고 수행하여 분석 할 것인가에 대한 요소 기술을 제공하며, 신규 무기체계의 효과도를 분석 할 수 있는 현실적인 수단으로 인정받고 있다. 특히, 국내 신규 무기체계 개발 시 시뮬레이션 기반 획득을 제도화[1] 하면서 그 중요성 및 관심이 높아졌으며, 많은 무기체계에 대한 모델이 개발되어 왔다. 그러나 신규 무기체계에 대한 모델 개발 시 기존에 개발된 유사 무기체계를 재사용하여 효과적으로 구축 할 수 있음에도 불구하고 실제적 재사용은 매우 제한적으로 이루어지고 있어 유사 업무의 M&S(Modeling and Simulation) 활동을 반복하고 있는

*본 연구는 방위사업청과 국방과학연구소의 지원으로 수행되었습니다.(UD080042AD)
2009년 12월 2일 접수, 2010년 3월 11일 채택
[1] 명지대학교 컴퓨터공학과
주 저 자 : 김태섭
교신저자 : 이강선
E-mail; ksl@mju.ac.kr

실정이다.[2-6]

미국에서는 JMASS(Joint Modeling and Simulation System)[7-11]를 개발하여 단위모델을 표준화 시키고 단위 모델 간의 연동을 통해 체계통합 수준으로의 모의분석을 지원하여 재사용을 제고한 바 있다. 또한, 미 PEO STRI (시뮬레이션, 훈련, 장비, 획득관리 책임기관)의 주도로 개발된 OneSAF(One Semi-Automated Forces)[12-14] 역시, 첨단개념 연구, 연구 개발 획득, 군사훈련/작전에 활용될 모델을 개발함에 있어 표준 모델을 정의하고 모의 엔진 구조를 표준화시켜 모델간의 상호 연동성과 재사용을 향상시키는 노력을 행하였다. 그러나 국내에서는 미국과 달리 모델 개발에서부터 시뮬레이션 수행까지 전단계의 도구와 서비스를 제공하는 통합 모의 엔진에 대한 연구 및 개발이 미흡한 상태이다. 통합 모의 엔진은 획득분야에서 공학 · 교전급 M&S에 공통으로 사용 할 수 있으며 개념평가, 요구정의, 시험기준, 운용 성능 및 효과 분석 등에 사용이 가능하고, 상위 급의 집합체에 대한 분석을 지원할 수 있다. 따라서 단위 무기체계에서 교전 수준을 아우르는 공통 M&S 표준 환경을 지원하기 위한 모의 엔진 구조의 개발이 필요하다.

본 논문에서는 무기체계 분석을 위해 기존의 국방 M&S 모의엔진을 연구하고, 국방 M&S 모의 엔진에서 제공해야 하는 요구사항을 정의하여, 식별된 요구사항을 효과적으로 지원하기 위한 아키텍처를 설계한다. 설계된 국방 M&S 모의엔진에서는 분산된 표준모델 간의 상호작용이 가능하고, 컴포넌트 간의 공유를 통해 재사용을 극대화시키기 위한 도구 및 서비스를 계층적으로 정의하도록 하였다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 국방 M&S의 모의엔진에 대한 기존 연구를 소개하고, 3장에서는 무기체계 분석을 위한 국방 M&S 모의 엔진의 요구사항을 정의하며, 4장에서는 국방 M&S 모의엔진 아키텍처의 주요 구성 요소를 도출하고 아키텍처를 소개한다. 5장에서는 분산 실시간 체계 모의 통합 엔진의 주요 기능을 Sequence Diagram으로 나타내고, 6장에서는 본 연구에서 소개하는 국방 M&S 모의 엔진과 기존 연구와의 비교를 한다. 7장은 결론과 함께 향후 연구계획을 제시한다.

2. 모의엔진 기존 연구

본 장에서는 국방 M&S 모의엔진의 대표적 실례인 JAMSS와 OneSAF의 특성을 파악하고, 지원하는 도구와 서비스를 알아보도록 한다.

2.1 JMASS

JMASS는 그림 1에서 보듯 재사용을 위한 표준소프트웨어 구조 모델 및 인터페이스, 모델링 및 시뮬레이션을 위한 서비스, 모델링 · 실행 · 사후분석을 위한 시각적 도구들의 집합이다. JMASS의 표준 모델 구조, 아키텍처, 운용절차는 2.1.1～2.1.3에서 살펴본다.

2.1.1 JMASS 모델 구조

JMASS는 모델 개발자가 표준 인터페이스와 구조에 따라 모델을 개발 할 수 있도록 하는 소프트웨어 구조 모델을 정의한다. JMASS에서는 팀(Team)을 구성하여, 시나리오(Scenario)에 의해 시뮬레이션을 수행한다. 팀은 플레이어(Player) 들의 집합으로 이루어지며, 포트(Port)를 통해 연결된다. 플레이어는 다시 컴포넌트 및 하위 컴포넌트로 구체화되며, 포트를 통해 연결된다. 그림 2는

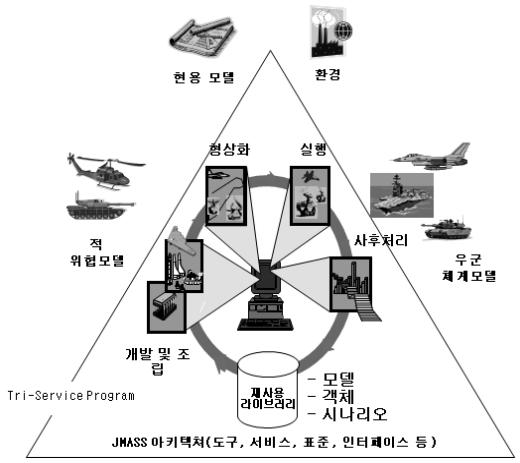

그림 1. JMASS 체계

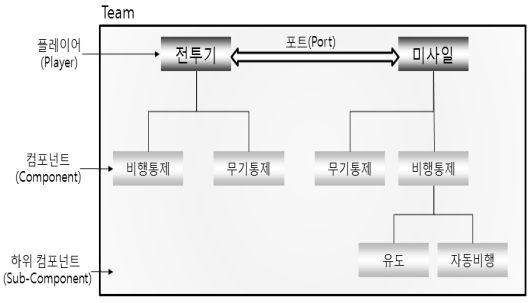

그림 2. JMASS 표준 모델 계층 구조

JMASS 표준 모델의 계층구조를 나타내고 있는 그림으로 전투기와 미사일은 플레이어이며, 각 비행통제, 동력학, 무기통제, 통제컴퓨터, 유도, 자동비행의 컴포넌트와 하위 컴포넌트를 가지고 있다. 이때, 전투기와 미사일 플레이어는 포트를 통해서만 상호작용 하게된다.

2.1.2 JMASS 아키텍처

JMASS는 그림 3에서 보이는 바와 같이 모델링 · 실행 · 분석 전체단계를 위한 도구 및 서비스를 제공하고 있다. 모델링 과정을 지원하기 위한 도구로 모델 생성·관리 도구, 모델 검토 도구가 있으며, 모델 실행을 위한 도구로 시나리오 개발환경 도구, 시뮬레이션 통제 도구, HLA 페더레이션 생성·관리 도구, 시뮬레이션 검토 도구가 있다. 분석 및 가시화를 위한 도구로 자체 분석 도구와 외부 분석 도구가 있고, 전체과정을 지원하기 위한 8가지 서비스가 있다.

2.1.3 JMASS 모델 개발 및 운용 절차

JMASS의 모델 개발 및 운용 절차는 그림 4와 같다. 사용자는 JMASS의 Builder 도구를 이용하여 새로운 모델을 생성하고, 신규 모델의 소스 및 헤더파일을 생성한다. 이때, 생성된 소스파일에 모델의 행위를 프로그래밍하여 신규 모델의 생성을 완료한다. 모델의 생성이 완료되면 포트를 이용하여 팀 단위로서 모델을 조립하여 팀에 대한 실행 파일을 생성하고, 모델의 생성과 조립이 끝나면 신규 시나리오를 생성한다. 다음으로 시나리오를 설정, 편집하는 형상화 작업을 시행하고, 시나리오를 실행하는 실행단계를 거쳐 시뮬레이션의 실행을 끝내고 해당 시나리오 결과 파일에 대한 사후분석을 함으로서 시뮬레이션은 종료된다.

2.2 OneSAF

OneSAF는 첨단개념연구(ACR), 훈련/연습 및 군사작전(TEMO), 연구개발 및 획득(RDA) 등의 다양한 M&S 영역에 대한 통합 시뮬레이션 서비스를 제공하기 위해 개발되었다. 또한, 단일 체계가 아니라 시뮬레이션을 수행하기 위한 기반체계를 모두 포함하는 하나의 통합 시뮬레이션 체계로서 그 특성을 종합적으로 표현하면 그림 5와 같다.

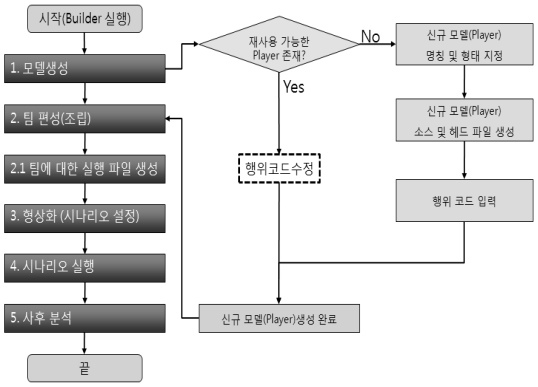

그림 4. JMASS 모델 개발 운용 절차

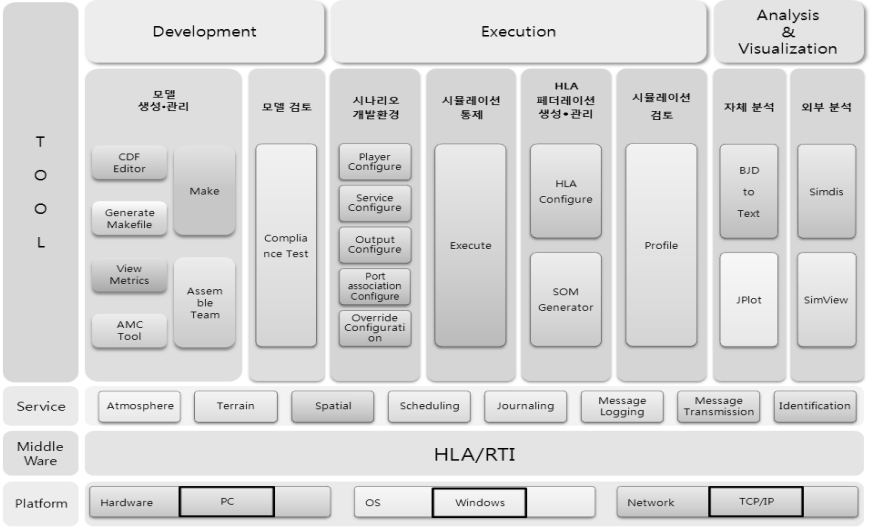

그림 3. JMASS 아키텍처

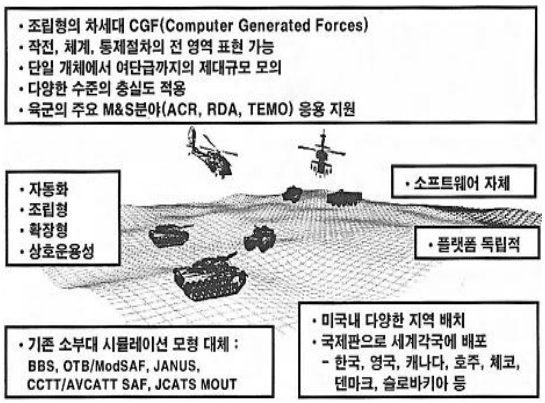

그림 5. OneSAF 특성(참고문헌[12])

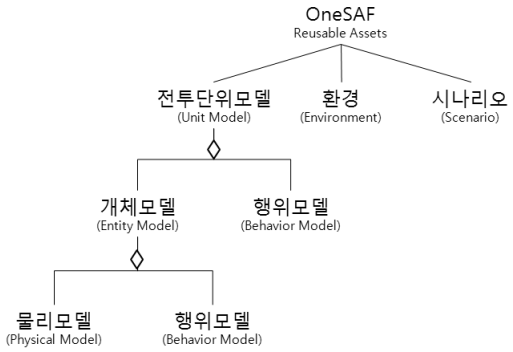

그림 6. OneSAF 모델 구조

2.2.1 OneSAF 모델 구조

OneSAF의 모델 구조는 그림 6과 같다. OneSAF의 표준 모델 구조, 아키텍처 및 운용절차는 다음과 같다. OneSAF의 모델은 시뮬레이션을 위한 구성요소를 표현한 것으로 전차, 병사, 트럭과 같은 단일의 전투 플랫폼을 의미하는 개체 모델과 소대·중대·대대와 같은 군대 조직을 의미하는 유닛 모델이 있다. 또한, 무기, 기동, 취약성, 통신 등과 같이 실 장비 및 무기의 기본 특성 및 물리적 기능을 표현하는 물리 모델과 계획수립, 실행 평가 등과 같이 지휘통제 및 전술적 기능을 수행하는 개체 및 유닛의 활동을 의미하는 행위모델이 있다. 환경 모델은 시뮬레이션과 관련된 지형 및 기상과 같은 환경자료를 표현한 것이다.

2.2.2 OneSAF 아키텍처

OneSAF의 아키텍처는 그림 7과 같이 상위 계층을 지원하기 위한 독립된 역할의 7개의 계층으로 구성된다. 플랫폼 계층은 시스템 운용의 기반이 되는 물리적인 장비를 나타내고, 공통 서비스 계층은 소프트웨어 구성요소들이나 객체들이 지원한다. 저장소 컴포넌트 계층은 OneSAF의 지원 모델 및 시나리오 등을 저장하며, 컴포넌트 지원 계층은 각 제품 및 컴포넌트들이 사용하는 기능이다. 컴포넌트 계층은 개별 기능을 수행하는 소프트웨어 컴포넌트 이며, 제품 계층은 컴포넌트들의 조합이다. 또한, 이러한 제품들의 조합인 아키텍처 응용 계층이 있다. OneSAF

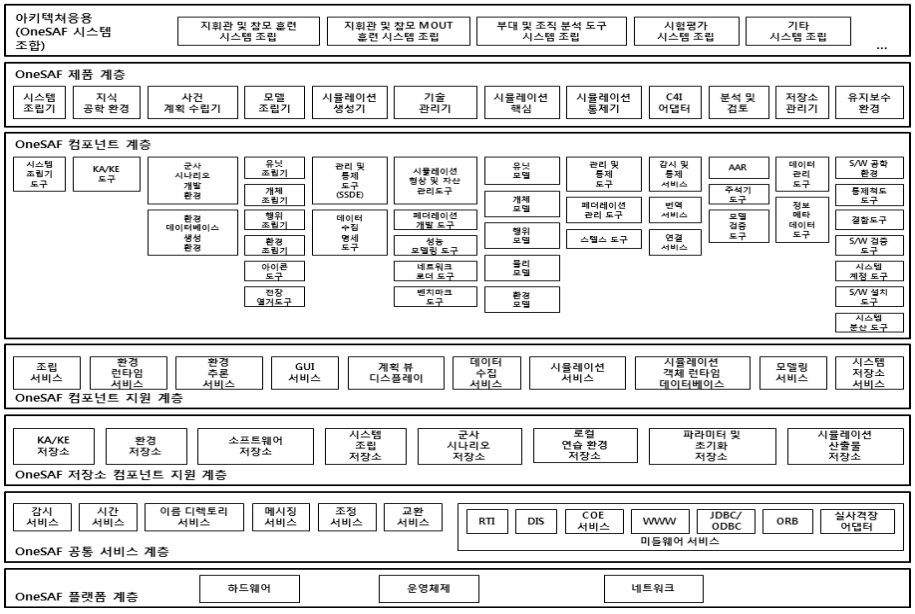

그림 7. OneSAF 아키텍처(참고문헌[12])

는 PLAF(Product Line Architecture Framework)의 형태로서 시스템 개발자들이 구조적 컴포넌트 및 경계, 분류 및 구조적 요소들의 계층들 간의 조립 관계를 식별 할 수 있도록 도와주는 도구이다.

2.2.3 OneSAF 모델 개발 및 운용 절차

OneSAF의 모델 개발 및 운용 절차는 그림 8과 같다. 실 전장을 KA/KE 전문가가 개념적 모델링을 실시하고, 모델 조립자/모델 확인자/소프트웨어 개발자가 모델을 구현한다. 이후 분석가와 시나리오 개발자가 해당 모델을 이용하여 시나리오를 개발한다. 이렇게 마련된 시나리오를 이용하여 관리자/통제관/분석가/훈련참가자가 시뮬레이션을 진행하게 된다.

표 1은 JMASS 및 OneSAF에서 제공하는 도구 및 서비스를 유사성에 따라 정리한 것이다. 모의 엔진이 높은 수준의 재사용을 지원하기 위해서는 원칙적으로 표 1에서 도출된 바와 같이 모델 개발·실행 및 분석의 전체과정을 지원하는 다양한 도구 및 서비스를 제공해야 한다. 그러나 본 논문에서 제안하는 모의엔진은 시뮬레이션의 목적을 무기체계 분석에 두고 있으므로, 표 1을 참고하여 무기체계 분석에 필요한 도구 및 서비스를 추출하고, 또한 부가적으로 필요한 도구·서비스 및 표준을 정의할 필요가 있다. 3장에서는 이를 위해 고려된 요구사항을 살펴본다.

3. 국방 M&S 모의엔진의 요구사항

본 장에서는 무기체계 분석을 위한 국방 M&S 모의 엔진을 설계하기 위해 재사용 정도, 시뮬레이션 수준, 사용자 범위, 연동 능력, 재사용 저장소(Repository)의 운영정도를 고려하였다.

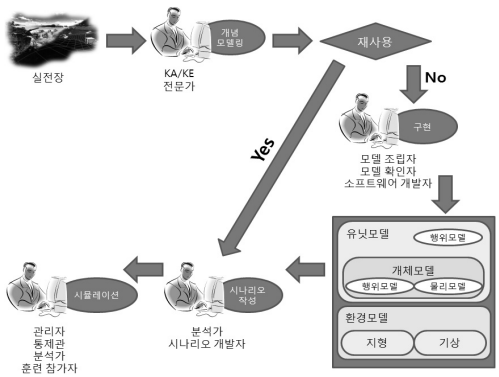

그림 8. OneSAF 모델링 절차

3.1 재사용 정도

국방 M&S 모의 엔진의 대표적 실례인 JMASS는 Player, Scenario, Team, Port, 단위[15]로 표준 구조 모델을 정의하고 있다. 재사용의 기본단위인 플레이어는 C++ 객체로 속성과 행위를 캡슐화 한 클래스로 재사용을 지원한다. 그러나 클래스 단위의 재사용은 구현언어에 종속적이며, 모델러가 재사용 여부를 판단하기 위해서는 클래스 구조 및 행위에 대해 소스코드를 어느정도 분석하고 이해하는 과정을 필요로 한다. OneSAF는 훈련 및 운용을 위해 단위 구성 요소에 대한 물리 모델과 행위 모델, 집합적 구성 요소에 대한 물리 모델과 행위 모델 등의 다양한 단위의

표 1. JMASS/OneSAF 기능

구분	분류	JMASS	OneSAF
도구	개발	·Builder ·Assemble ·CDF Editor	·개체 조립기 ·유닛 조립기 ·행위 조립기
		·Create Executable ·Configure	·사건 계획 수립기
			·전장 열거 도구
	실행	·Execute	·유닛 모델 ·개체 모델 ·환경 모델 ·물리 모델
			·관리 및 통제 도구
		·SOM Generator	·페더레이션 개발 도구
	분석	·JPlot ·BJDtoText	·데이터 수집 명세 도구 ·AAR ·주석기 도구
		·SimView ·SIMDIS	·스텔스
서비스			·조립서비스
		·스케줄링 서비스 ·식별 서비스	·시뮬레이션 서비스
			·시스템 저장소 관리 서비스
			·시뮬레이션 객체 런타임 DB 서비스
		·메시지 로깅 서비스 ·메시지 전달 서비스 ·저널링 서비스	·데이터 수집 서비스
		·대기 서비스 ·지형 서비스 ·공간 서비스	·환경 런타임 서비스 ·환경 추론 서비스
			·GUI 서비스 ·계획 View 디스플레이

재사용을 지원한다. 또한, 재사용의 단위를 jar로 패키지화하여 시뮬레이션의 실행 시 로드되기 때문에 모델러가 소스코드를 분석하지 않아도 재사용 할 수 있는 장점이 있다. 그러나 신규무기체계 분석의 경우는 교전급 시뮬레이션 모델의 생성에 초점을 두고 있으므로, OneSAF와 같이 재사용의 단위를 세밀하게 구분할 당위성이 없으며, 모델러의 사용상 편이성을 저해 시킨다. 본 연구에서는 JMASS와 OneSAF의 장점을 규합하여 물리 모델 및 행위 모델을 하나의 단위로 묶어 캡슐화하며, 실행단위의 컴포넌트를 재사용 단위로 사용한다.

3.2 시뮬레이션 타입

국방 모델링 및 시뮬레이션은 그 목적에 따라 전구급, 임무급, 교전급, 공학급[16] 모델로 구현 될 수 있으며, 이에 따라 구축된 시뮬레이터의 양상이 많이 다르다. 기술적인 면에서 보았을 때, 공학급 모델은 수식을 많이 포함하는 연속 시스템(Continuous System)을 통해 주로 표현되며, 임무급, 전구급, 교전급은 모두 이산사건 시스템(Discrete Event System)으로 표현 될 수 있다. 본 연구에서 목적으로 하는 무기체계 분석은 공학급 및 교전급 모델을 필요로 한다. 따라서 상이한 두 시뮬레이션인 연속 시뮬레이션과 이산사건 시뮬레이션의 연동을 지원하도록 한다[17].

3.3 사용자 범주

국방 M&S는 기본적으로 성격이 다른 다수의 사람들을 통해 개발되고 운용되어 진다. 따라서 다양한 사용자의 특성을 파악하는 것이 중요하다. 예를 들어 공학모델 개발자는 자유롭게 프로그래밍을 할 수 있도록 하고, 프로그래밍에 익숙하지 않은 무기체계 효과도 분석자는 Click, Drag&Drop을 통해 개발이 가능하도록 고려해야 한다. 본 연구에서는 무기체계 모델을 직접 프로그래밍 할 수 있는 소프트웨어 개발자, 컴퓨터의 활용은 능숙하나 프로그래밍이 어려워 기 개발된 모델의 조립을 통해 필요한 시뮬레이션을 수행하는 일반 모델 조립자, 시나리오 개발자, 전장 환경 DB를 구성하는 운영자, 분석가로 사용자 범주를 구분하여 해당 사용자의 특성에 맞는 사용성을 지원하도록 한다.

3.4 연동능력

무기의 경우 대개 공학급 모델로 생성되어 특정 상황에서의 성능지수를 시뮬레이션을 통해 얻어내게 된다. 그러나 실제 전장 환경에서의 무기 효과지수는 환경 및 해당 무기를 사용하는 전장 교리를 고려하여 얻어지고, 이산사건 모델로 생성되기 때문에 공학급 모델과 교전급 모델의 연동은 국방 M&S 모의엔진에 있어 필수 요건이다. 이렇게 생성된 임의 무기에 대한 효과지수 분석 모델이 HLA/RTI 표준에 맞게 작성될 경우, RTI를 통해 다른 HLA/RTI 페더레이션 모델과 연동 할 수 있어야 한다. 또한, 다양한 사용자의 관점 및 목적을 지원하기 위해서 다중해상도 시뮬레이션(multi-resolution simulation)을 수행하고 전장 공간 정보를 처리 할 수 있어야 한다. 이외에 감시·타격체계를 지휘·통제·정보체계와 컴퓨터의 유기적 연결로 통합전투력을 극대화하는 C4I[18] 와의 연동, 시뮬레이션의 데이터를 저장한 DB와의 연동, 실 기동, 가상 전투시뮬레이터와의 연동[19], 국방 외 분야와의 상호 운용성을 높이기 위한 Web연동, Legacy 시스템과의 연동을 제공하는 것이 필요하다[11].

3.5 재사용 저장소(Repository) 운영정도

JMASS에서는 재사용 가능한 플레이어들이 위치할 별도의 디렉터리를 마련하고 있으나, 재사용 할 수 있는 플레이어가 어떤 것인가를 판단하기 위해서는 개발자가 일일이 수작업을 통해 검색하여야 한다. OneSAF 또한 재사용 저장소로 이용되는 디렉터리가 있으며, 무기 및 행위모델들의 입출력 인터페이스를 XML로 명세하여 문법 수준의 검색을 지원한다. 컴포넌트 기반의 무기체계 효과분석을 위한 시뮬레이터는 무기 컴포넌트, 환경 컴포넌트, 교전 컴포넌트를 생성하고 시나리오를 기술하여 이를 실행하고 분석하는 과정을 모두 포함하고 있다. 따라서 본 연구에서 제시하는 국방 M&S 모의 엔진은 모델을 구성하는 모든 컴포넌트와 시나리오, 데이터를 저장소에 관리하도록 하고, 의미기반 검색을 지원하도록 한다.

4. 국방 M&S 모의엔진 아키텍처

본 연구에서는 3장에서 정의한 요구사항을 토대로 그림 9와 같은 무기체계 분석을 위한 모의엔진을 정의하였다. 정의된 모의엔진은 모델의 개발과 실행, 분석 시 재사용 및 상호 운용성을 최대화하기 위해 필요한 도구와 서비스를 계층적 구조로 정의하였다[20]. 아키텍처 설계에 따라 도출된 주요 구성 요소를 각 계층별로 살펴보면 다음과 같다.

4.1 도구 계층

모델과 시나리오의 생성, 실행, 분석과 외부연동을 지

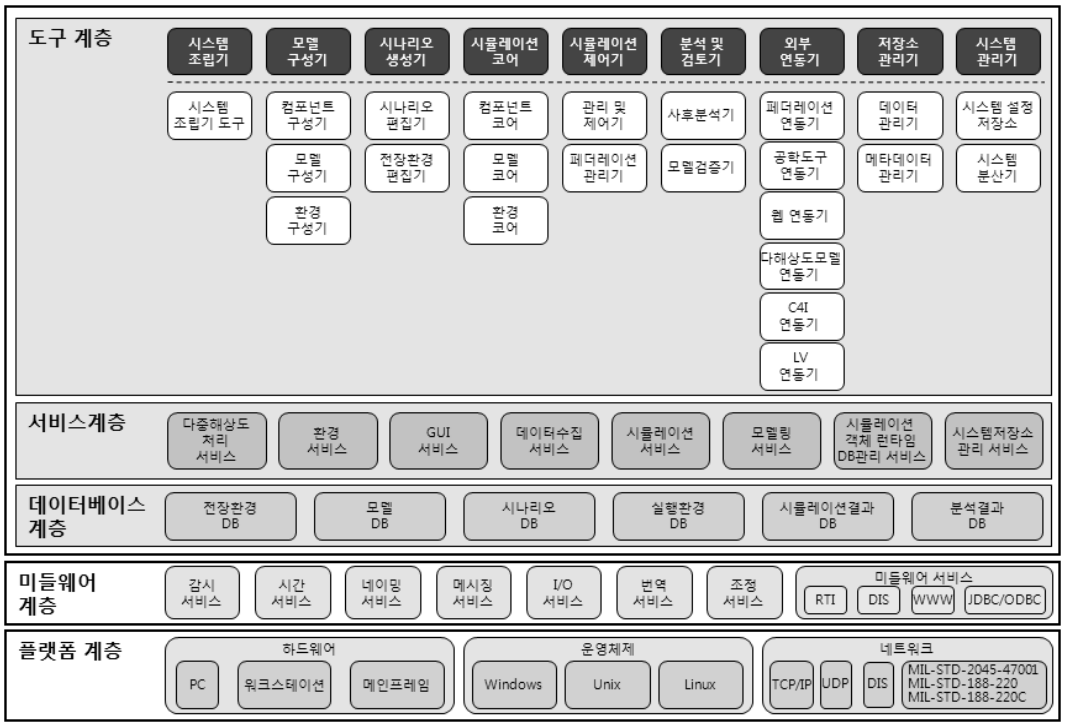

그림 9. 분산 모의 통합엔진 아키텍처

원하는 도구들을 모아 놓은 것이 도구 계층이다. 모델 구성기, 시나리오 생성기는 컴포넌트 및 교전환경, 전장 환경 등의 모델과 시나리오를 생성하고 편집, 조립하는 도구이다. 시뮬레이션 코어와 시뮬레이션 제어기는 시나리오 실행 시에 생성된 컴포넌트 및 모델을 제어하고 시뮬레이션을 실행하고 관리(제어, 모니터링)하기 위한 도구이다. 분석 및 검토기는 실행된 시뮬레이션의 사후 분석과 검증을 위한 도구이다. HLA/RTI의 외부 페더레이션과 연동, 외부 공학도구와의 연동, 모델의 해상도와 관계없이 시뮬레이션 될 수 있도록 하는 다해상도모델 연동, 웹 기반 재사용 저장소(Repository) 등의 타 모델과의 연동을 가능하게 하는 것이 외부 연동기이다. 그 밖에 시스템 조립기는 국방 M&S 모의엔진 시스템 밖에서 시뮬레이션을 수행하고 결과를 조회 할 수 있는 별도의 시스템을 생성하기 위한 도구이고, 저장소 관리기는 시뮬레이션을 통해 나온 데이터를 저장하고 사용하기 위한 인터페이스를 제공하는 데이터베이스 관리 도구이며, 시스템 관리기는 시뮬레이션 엔진 시스템의 설정을 저장하고, 분산 구성요소의 통합과 연계 시 필요한 여러 기능을 지원하는 도구이다.

4.2 서비스 계층

도구 계층의 수행을 지원하는 것이 서비스 계층이다. 기능적인 서비스로는 모델 생성 및 조립을 지원하기 위한 모델링 서비스, 전장 공간 구성을 위한 대기·지형·공간 서비스를 지원하는 환경 서비스, 시뮬레이션 시간 진행과 사건 관리 등의 기본 시뮬레이션 기능을 수행하기 위한 시뮬레이션 서비스, 런타임 시뮬레이션 객체의 생성·소멸 등을 관리하는 객체 런타임 DB관리 서비스가 있다. 또한 단일 전장 공간에서 이동객체에 대한 다수준 해상도 처리 서비스, 시나리오의 실행 결과물을 수집하는 데이터 수집 서비스, 관리를 위한 시스템 저장소 서비스 및 공통 사용자 인터페이스를 지원하는 GUI 서비스가 있다.

4.3 데이터베이스 계층

모델링 및 시뮬레이션을 통해 도출된 데이터를 저장하는 곳이 데이터베이스 계층이다. 데이터베이스 계층에는 모델과 시나리오의 생성·편집에 관련하여 대기·지형·공간 데이터를 저장하는 전장 환경DB, 컴포넌트와 모델을 저장하는 모델DB, 시나리오를 저장하는 시나리오DB가 있다. 또한, 시뮬레이션 실행과 분석을 위한 DB로 시뮬레이션 실행을 위한 설정 내용을 저장하는 실행환경DB와 시

나리오의 실행 결과를 저장 할 수 있는 시뮬레이션결과DB가 있다. 이외에 시뮬레이션 수행 후 사후분석 한 내용을 저장 할 수 있는 분석결과DB가 있다.

4.4 미들웨어 계층

타 시스템과 원활한 통신을 지원하기 위한 것이 미들웨어 계층이다. 미들웨어 계층에는 플랫폼의 시간·네트워크 시간·프로토콜에 접근을 할 수 있게 하는 시간 서비스와 플랫폼에 독립적으로 네트워크 프로토콜에 접근 할 수 있게 하는 메시징 서비스, 플랫폼에 독립적으로 플랫폼의 디스크에 접근 할 수 있게 하는 I/O 서비스가 있고, RTI·Web·DB 연결 프로토콜 등의 다른 미들웨어 구현에 대한 접근을 허용하는 미들웨어 서비스가 있다. 이외에 타 미들웨어에 접근을 위해 실행 객체를 감시하기 위한 감시 서비스, 실행 도구가 서비스를 등록하거나 요청 할 수 있게 하는 네이밍 서비스, 데이터 형식을 특정 프로토콜에 맞도록 변환시키는 번역 서비스, 외부 시스템과 물리적으로 연결 시 충돌을 해결하기 위한 조정 서비스가 있다.

4.5 플랫폼 계층

플랫폼 계층은 제안된 모의엔진의 실행을 위한 계층이다. 대상 하드웨어로는 PC, 워크스테이션, 메인프레임이 있으며, 운영체제로는 Linux, Windows를 대상으로 한다. 고려되는 Network로는 TCP/IP, UDP, DIS 및 국방망이 있다.

5. 국방 M&S 모의엔진 아키텍처 주요기능

본 장에서는 4장에서 소개한 무기체계 분석을 위한 모의엔진의 아키텍처를 토대로 주요 기능을 살펴본다. 주요 기능으로는 신규 컴포넌트 생성, 신규 시나리오 생성, 시뮬레이션 수행이 있으며, 수행과정을 UML Sequence Diagram으로 보이도록 한다.

5.1 신규 컴포넌트 생성

모델 개발자는 컴포넌트 구성기를 이용하여 신규 컴포넌트를 생성 할 수 있다. 먼저, 컴포넌트의 메타데이터를 정의한다. 컴포넌트 구성기는 기본 컴포넌트 온톨로지/IDL 정보를 정의하기 위한 도구를 제공하며, 정의된 정보는 메타데이터 관리기를 통해 모델DB에 저장된다. 신규 컴포넌트의 생성은 작성된 온톨로지/IDL에 따라 컴포넌트의 이름, 타입, 속성, 메서드를 정의함으로써 이루어지며, 모델 DB에 저장되어 재사용 될 수 있다. 이에 대한 Sequence Diagram은 그림 10과 같다.

5.2 신규 시나리오 생성

시나리오 개발자는 시나리오 편집기를 이용하여 신규 시나리오를 생성 할 수 있다. 시나리오 편집기는 시나리오 작성을 위한 시나리오 템플릿을 로드하여 시나리오 작성을 위한 환경을 구성한다. 시나리오 편집기는 데이터 관리기를 통해 모델DB에 있는 모델들의 목록을 시나리오 개발자에게 제공하고, 시나리오 개발자는 시나리오에 참여하는 모델들을 선택한다. 모델이 선택되면 시나리오 편집기는 메타데이터 관리기를 통해 모델 온톨로지를 검색하여 시나리오 구축에 필요한 파라미터를 입력 할 수 있는 화면을 구성한다. 구성된 화면을 통해 교전 모델과 무기 모델에 필요한 파라미터를 설정하여 시나리오를 구성하고 이를 저장한다. 작성된 시나리오는 시나리오DB에 등록, 저장되어 재사용 될 수 있다. 이에 대한 Sequence Diagram은 그림 11과 같다.

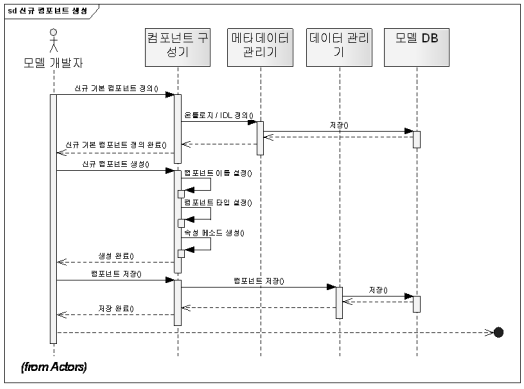

그림 10. 신규 컴포넌트 생성 Sequence Diagram

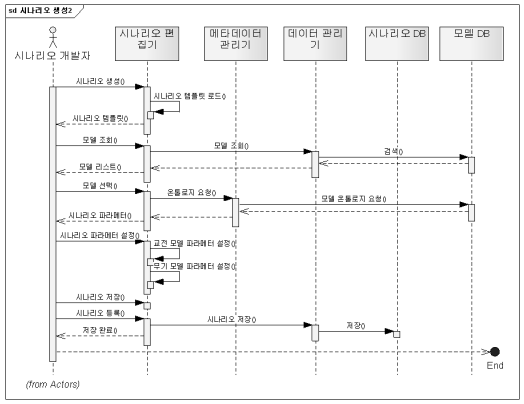

그림 11. 신규 시나리오 생성 Sequence Diagram

5.3 시뮬레이션 수행

분석자는 시뮬레이션을 수행 할 수 있다. 관리 및 제어기를 통해 모의하고자 하는 시나리오를 검색 할 수 있다. 관리 및 제어기는 데이터 관리기를 통해 시나리오DB를 검색하여 시나리오 목록을 분석자에게 제공하며, 분석자는 이 중 시나리오를 선택한다. 관리 및 제어기는 데이터 관리기에 선택된 시나리오와 관련된 무기모델, 교전모델, 환경모델을 요청하여 시뮬레이션 수행에 필요한 파라미터를 설정 할 수 있는 화면을 구성하고, 환경모델과 관련된 전장 환경 데이터 목록을 전장 환경DB에 요청하여 분석가에게 제공한다. 분석가는 제공된 전장 환경 목록 중 시뮬레이션의 수행에 사용하고자 하는 전장 환경 데이터를 선택하고 관리 및 제어기는 데이터 관리기를 통해 전장 환경DB에서 전장 환경 데이터를 받아 온다. 분석가가 시뮬레이션의 수행에 필요한 파라미터를 입력하고 시뮬레이션 실행을 명령하면 관리 및 제어기는 설정된 실행환경을 실행환경DB에 저장하고 무기모델, 교전모델, 환경모델의 객체를 생성하여 시뮬레이션을 실행한다. 이때, 관리 및 제어기는 시뮬레이션의 수행과정을 감시하며, 수행이 완료되면 결과를 시뮬레이션 결과DB에 저장한다. 이에 대한 Sequence Diagram은 그림 12와 같다.

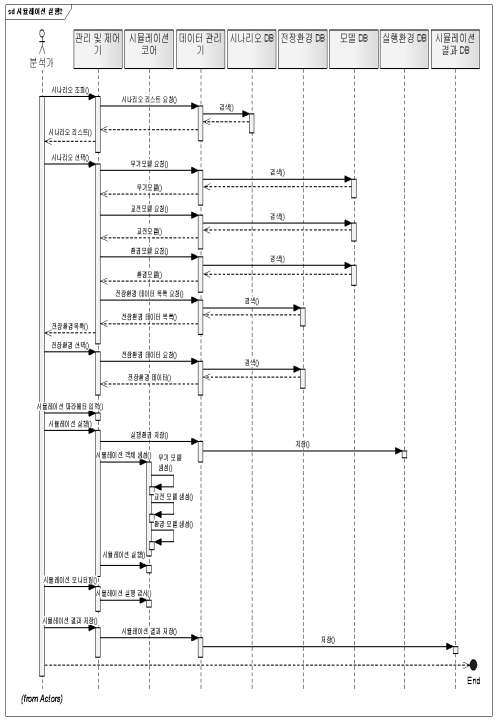

그림 12. 시뮬레이션 수행 Sequence Diagram

6. 기존 엔진과의 비교

모델링 및 시뮬레이션 자원에 대한 재사용과 타모델 및 시스템과의 상호연동은 본 연구에서 제안한 국방 M&S 모의엔진의 주요 목적들 중 하나이다. 이에 본 연구에서 제안한 국방 M&S 모의엔진 아키텍처의 재사용의 정도를 재사용 대상, 재사용 형태 및 재사용 과정 측면과 상호연동성에서 JMASS 및 OneSAF와 비교해보면 다음과 같다.

6.1 재사용

6.1.1 재사용 대상

본 연구에서 제안된 모의 엔진 아키텍처의 재사용 대상은 JMASS와 같이 개발되며, 물리 모델 및 행위 모델을 하나의 단위로 묶어 재사용 단위로 취급한다. 따라서 OneSAF의 경우처럼 행위 모델 단위로 재사용 하는 것을 허용하지 않는다. 또한, OneSAF와는 달리 모델링 단계 이전인 KA(Knowledge Acquisition)/KE(Knowledge Engineering Artifacts)의 산출물들을 재사용 대상으로 취급하지 않는다. 위의 내용을 정리하면 표 2와 같다.

6.1.2 재사용 수준

JMASS의 재사용 수준은 정적(실행 전 재사용) 방식이다. 모델러는 자신이 재사용 할 Player를 실행 전에 파악하고, 재사용 대상 Player를 새로운 Player들과 결합하여 새로운 Team을 다시 만드는 과정을 수행해야 한다. 또한 Team에 대한 실행 파일은 재사용된 Player들을 별도의 실행 가능한 객체로 연결하여 생성하는 것이 아니라, 전체를 묶어 단 하나의 실행 파일을 생성한다. 반면, OneSAF는 개발자가 재사용 할 물리모델 및 행위모델을 식별하게 되면, 해당 모델에 대한 실행파일을 jar로 패키지화하여 새로 생성/수정한 모델에 대한 실행 파일과 연결하여 수

표 2. 재사용 대상 비교

JMASS	OneSAF	제안된 모의엔진
Player, Team, Port	물리모델	Component
-	행위모델	
-	물리 모델 데이터	Component 데이터
Scenario	Scenario	Scenario
환경 데이터	환경 데이터	환경 데이터
-	KA/KE	-

행하는 동적(실행 시 재사용) 방식이다. 따라서 재사용 대상은 black-box 형태로 취급되어 단지 데이터를 통해서만 타 모델과 연결되기 때문에 개발자는 재사용 대상에 대한 복잡한 구현내용을 알 필요가 없으며, 분리 컴파일을 통해 대규모 모델 개발에 필요한 비용을 줄일 수 있다. 본 연구에서 제시하는 재사용 수준은 OneSAF와 같은 동적 방식이다. 그림 13은 JMASS, OneSAF, 본 연구에서 제안하는 국방 M&S 모의 엔진의 재사용 대상 및 수준을 수상함 모델의 예로 비교 설명한 것이다. 전투함을 이루는 모델이 레이더, 선체, 미사일이라 가정 할 때, JMASS의 각 Player는 물리적 부분과 행위적 부분을 모두 포함하고 있으며, 재사용된 Player 및 새로 구축된 Player들을 다시 새로운 Team으로 조립하여 시뮬레이션에 필요한 단 하나의 실행 파일을 생성하게 된다. 따라서 Player 단위의 동적 재사용은 구조적으로 불가능하며, 다시 새로운 Team을 만드는 과정을 반복하는 문제점이 제기된다. OneSAF는 전투함을 구성하는 레이더, 선체, 미사일에 대한 물리 모델(속성 및 구조)과 행위 모델(동작)을 각 jar로 패키지화하여 무기를 구성하는 단위 및 동작 별로 실행단위의 재사용을 지원한다. 즉, 미사일의 몸체 및 구조를 물리모델로 만들고, 미사일의 동작을 행위 모델로 만들게 된다. 만약, 미사일의 몸체는 그대로 유지하고 미사일 발사 추진 알고리즘을 변경하고자 할 경우 미사일 모델을 다시 작성 할 필요 없이 행위 모델만 새로 작성하여 동적으로 연결하면 되는 방식이다. 이러한 재사용 기술은 다양한 시나리오 별로 무기체계의 효과도를 분석 할 때 신규 모델 작성을 위한 비용을 최소화 할 수 있다. 본 연구에서 제시하는 국방 M&S 모의 엔진은 무기 체계를 이루는 구성단위 별로 실행 파일을 만들어 동적으로 재사용 할 수 있다는 면에서 OneSAF와 동일하나, 새로운 무기 효과도 분석을 위한 모델링 및 시뮬레이션에서는 무기의 물리 모델 및 행위 모델이 별도의 단위로 재사용 될 필요가 없다고 판단하여 행위 모델 단위의 동적 재사용은 지원하지 않는다.

6.1.3 재사용 과정

재사용을 위해서는 대상에 대한 명세, 검색 및 저장과정을 필요로 한다. 표 3은 JMASS와 OneSAF, 본 연구에서 제시하는 국방 M&S 모의 엔진의 재사용 과정을 비교한 것이다. JMASS에서는 재사용 대상에 대해 별도의 명세 과정을 거치지 않으며, 별도의 재사용 저장소를 유지하고 있지 않다. 오직 사용자 모델링 영역을 Team 단위로 구조화 한 디렉터리를 제공할 뿐이다. 따라서 JMASS 개발자는 자신이 재사용 할 대상을 파악하기 위해서는 수작업을 통해 검색해야 한다는 문제점이 발생한다. OneSAF는 시뮬레이션 실행 전에 군 시나리오 및 시뮬레이션 대상의 인터페이스 정보를 XML 형태로 기술하여 재사용을 준비하며, 시뮬레이션 실행 후에는 시뮬레이션의 결과 data를 XML 형태로 기술하고 있다. 또한 해당 대상들을 SQL 기반 RDB에 저장하여 추후 검색을 위한 별도의 저장소

표 3. 재사용 과정 비교

	JMASS	OneSAF	제안된 모의 엔진
명세	X	○	○
검색	X	△	○
저장	△	○	○

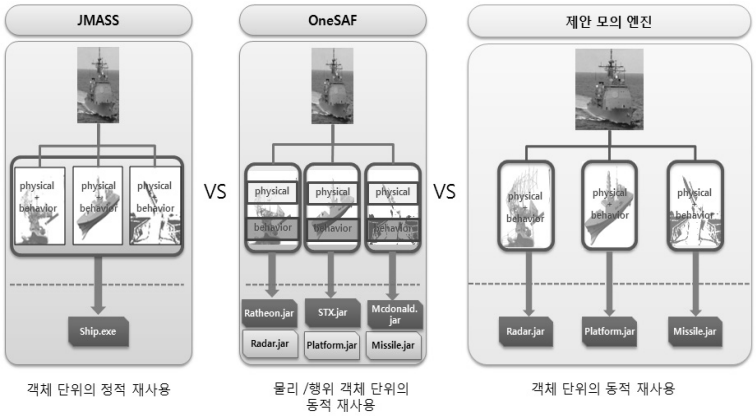

그림 13. 재사용 대상 및 수준 비교 수상함 예

표 4. 상호연동성 비교

연동대상	JMASS	OneSAF	제안된 모의 엔진
공학도구	AMC Tool	-	공학도구연동기
분산모델	JMASS-HLA framework	DIS 2.0.4 & 2.0.6 HLA/RTI (1.3.6 and 1516)	페더레이션 연동기
C4I	-	US Army and Joint C2 systems	C4I 연동기
Legacy	-	JC3IEDM과의 연동	LV 연동기
LVC	-	OneSAF + LVC framework	
Web	-	-	웹 연동기
환경DB	SEDRIS	SEDRIS	-
다해상도	-	Multi-Fidelity 모델과의 정적 연동	다해상도 모델과의 동적 연동

를 유지하고 있다. 그러나 OneSAF도 개발자가 재사용할 대상을 파악하기 위한 지능적 검색을 지원하지 않으며, 문법수준으로 보았을 때 재사용 가능한 후보군을 나열하는데 그치고 있다. 본 연구에서는 무기체계 재사용을 위한 자체 온톨로지를 구축하여, 온톨로지에 따라 모든 재사용 대상에 대해 XML 형태로 메타 데이터를 기술하여, 재사용을 위한 지능적 검색을 지원하고자 한다.

6.2 상호연동성

표 4는 본 연구에서 제시하는 모의 엔진의 상호 연동성을 JMASS 및 OneSAF와 비교한 것으로 상기에서 설명한 바와 같이 다양한 상호 연동 능력을 지원하고자 하며, 이를 위한 여러 표준 기술을 적용 할 예정이다.

7. 결 론

대부분의 기 개발된 M&S는 각 시뮬레이션 엔진의 목적에 맞도록 편중·개발되어 재사용성이 낮고, 유지보수나 확장성 측면에 있어 제한을 받고 있다. 이에 본 연구는 M&S 모델의 중복된 개발을 방지하고 시뮬레이션 모델간의 상호 운용성을 보장하면서 재사용이 가능한 국방 M&S 모의엔진에 대해 요구사항을 도출하고 이를 토대로 아키텍처를 명세하였다. 향후 연구로서 본 엔진에서 사용되는 모델의 표준 구조를 정의하고, 모델간의 상호 운용성을 최대화하기 위한 표준 인터페이스, FFS(File format Specification), 무기체계 및 환경 모델의 개발·실행·분석을 위한 각종 서비스 API를 연구 할 계획이다. 또한 다양한 예제를 통해 본 연구에서 제안된 모의엔진의 재사용성 및 상호연동성을 JMASS 및 OneSAF와 정량적으로 분석할 계획이다.

참 고 문 헌

1. 최상영, 변재정, “SBA(Simulation Based Acquisition) 개념과 발전 전망”, 정보과학회지, 26(11), pp. 6-11, 2008년.
2. 윤상윤, “국방 모델링/시뮬레이션 현 실태 진단 및 발전 방안”, 국방정책 연구, pp. 139-143, 2004년.
3. 임명식, 김기형, “컴퓨터 네트워크 가상 실습을 위한 컴포넌트 기반의 시뮬레이터 설계 및 구현”, 한국시뮬레이션학회논문지, 12(1), pp. 1-10, 2003년.
4. 김주영, 김탁곤, “DEVS를 이용한 워게임 시뮬레이터 자동합성 방법론”, 한국시뮬레이션학회 학술대회 논문집, 춘계학술대회, pp. 67-72, 2006년.
5. 국방 M&S 기술특화 센터, “분산 실시간 체계모의엔진 연구(MS-41)-RFP”, 국방 M&S 기술특화 센터 RFP, 2007년.
6. 윤상윤, 한경섭, “우리 군의 M&S 비전과 과제”, 국방정책연구, pp. 2-36, 2005년.
7. 장상철, 정상윤, “전투실험 활성화를 위한 모의체계 발전방안”, 국방정책연구, pp. 137-179, 2002년.
8. 손미애, 유승근, 박태유, “국방 M&S 활성화 연구: 차세대 획득체계(JMASS) 도입·활용방안 연구”, 한국국방연구원, 2002년.
9. Robert J. Meyer, “Joint Modeling And Simulation System, What it does,…and What it doesn't,” Simulation Interoperability Standards Organization (SISO), 01S-SIW-117, 2001.
10. Jim Russell, “An Overview of Modeling Digital Communications Networks with JMASS and DIS”, Simulation Interoperability Standards Organization (SISO), 03S-SIW-024, 2003.
11. Bob Mayer, “Joint Modeling and Simulation System (JMASS), Transition from Development to Sustainment”, Simulation Interoperability Standards Organization (SISO), 03S-SIW-210, 2003.
12. 문형곤, 유승근, 김태홍, “OneSAF 모형 도입, 실용화(I)”, 한국국방연구원, 2008년.
13. 방위사업청, “OneSAF 개념 소개”, 사업관리본부 자료실, 2007.
14. OneSAF Public Site, “OneSAF Papers and Presentations”, http://www.onesaf.net/.
15. 원강연, 최상영, “M&S PlugIn-Based Architecture Framework

개발", 정보과학회논문지 : 시스템 및 이론, 36(2), pp. 53-59, 2008.
16. 장상철, "한국군 M&S 발전 방안", 국방정책연구, pp. 9-41, 2001년.
17. 황도성, 박성봉, 안명수, 김탁곤, "개선된 DEVS 모델을 이용한 전략 시뮬레이터 개발", 한국시뮬레이션학회 학술대회논문지, 추계학술대회, pp. 22-27, 2000년.
18. 김의순, "전술데이터링크 운용개념과 차세대 C4ISR 체계", 국방정책연구, pp. 49-83, 2006년.
19. 유병주, 이종호, 권오정, "국방 M&S를 활용한 훈련체계 혁신 방안", 국방정책연구, pp. 67-93, 2005년.
20. 한국정보보호진흥원, "소프트웨어 아키텍처 기반 설계 모델 및 명세기법 개발", KISA-WP-2007-0045, 한국정보보호진흥원, pp. 1-132, 2007년.

김 태 섭 (karma1209@mju.ac.kr)

2009 명지대학교 컴퓨터공학과 학사
2009 명지대학교 컴퓨터공학과 석사과정

관심분야 : 컴퓨터시뮬레이션, 국방 M&S, 무기체계 효과도 분석

장 희 정 (coltish@mju.ac.kr)

2001 명지대학교 공과대학 컴퓨터공학과 학사
2003 명지대학교 공과대학 컴퓨터공학과 석사
2010 명지대학교 공과대학 컴퓨터공학과 박사

관심분야: 컴퓨터시뮬레이션, 웹서비스, SOA, 의료 정보

이 재 민 (hleejm@mju.ac.kr)

2007 명지대학교 컴퓨터공학과 학사
2007～2009 프람트 재직
2009 명지대학교 컴퓨터공학과 석사과정

관심분야 : 컴퓨터시뮬레이션, 웹서비스, 국방 M&S

이 강 선 (ksl@mju.ac.kr)

1992 이화여자대학교 전자계산학과 학사
1994 이화여자대학교 전자계산학과 석사
1998 미) University of Florida, 박사
현재 명지대학교 컴퓨터공학과 주임교수

관심분야 : 컴퓨터시뮬레이션, 국방 M&S, 웹서비스