

## 재사용을 위한 방공 M&S 아키텍처 설계 프레임워크

윤근호<sup>\*,1)</sup> · 심신우<sup>1)</sup> · 황종수<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> LIG넥스원(주) 전투체계연구센터

### An Air Defence M&S Architecture Design Framework for a Reusability

Keunho Yun<sup>\*,1)</sup> · Shinwoo Shim<sup>1)</sup> · Jongsu Hwang<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Combat System R&D Lab, LIG Nex1 Co., Ltd., Korea

(Received 27 May 2014 / Revised 14 August 2014 / Accepted 5 September 2014)

#### ABSTRACT

In the development of the weapon systems, utilization of Modeling & Simulation is growing in every aspect of development process. For the higher utilization of M&S, reuse of the M&S resources is needed to reduce the cost of M&S. I propose the M&S architecture framework that can enhance the reusability of the M&S resources in developing surface-to-air weapon systems. This M&S architecture design framework enables interoperability between the system and sub-systems. In this paper, the advantage and the necessity of the M&S architecture design framework will be described by introducing the cases that the M&S architecture framework reused in the combat experiments, the system development tests, the system operational tests and the concept developments in real projects. These cases will show the high reusability and efficiency of the M&S architecture design framework.

Key Words : M&S(모델링 시뮬레이션), Architecture(아키텍처), Reusability(재사용성), Framework(프레임워크)

#### 1. 서론

CW 기반 복합 시스템을 위한 무기체계 개발이 요구됨에 따라 무기체계 획득환경이 모의기반 획득(SBA : Simulation Based Acquisition)으로 변화되고 있다. 현대전에서는 정보전을 기반으로 유도무기의 사정거리와 정밀도가 향상됨에 따라 적의 위협적인 공중공격

을 예측하고 효율적으로 방어하기 위해서 유도미사일을 이용한 방공 시스템 구축이 필수적이다. 이러한 무기체계의 효율적인 획득을 위해 소요분석, 설계, 시험, 평가, 운용 등의 획득 전 과정에서 모델링 및 시뮬레이션(M&S : Modeling and Simulation)을 활용하는 것은 핵심적인 업무 절차로 이해되고 있다. 그러나 실질적으로는 국내에서 획득 상의 단위 업무인 소요분석, 개발, 시험별로 독립적으로 개발하며 M&S 비용 제약 상황에서 제한적인 개발과 활용에 그치고 있는 실정이다. M&S를 활용하는 효과는 획득 전 과정상의

\* Corresponding author, E-mail: keunho.yun@lignex1.com  
Copyright © The Korea Institute of Military Science and Technology

시간, 자원, 위험을 감소시킬 수 있으며 운영유지 비용을 줄이고 배치된 체계의 품질, 운용성 등에 대한 효과도를 높일 수 있다는 이점을 가지고 있다. 그래서 M&S의 활용범위<sup>[3]</sup>가 확대되는 추세이다. M&S의 필요성은 인식하지만 M&S의 제한된 비용을 최대한 활용하기 위해서는 단계별로 활용 가능한 M&S 도구의 재사용성이 중요하게 대두된다. 재사용성을 높이기 위해서는 각 단계의 M&S 컴포넌트를 공유하고 실행하기 위한 공통 기반 환경의 아키텍처 설계와 개발을 위한 프레임워크가 필요하다. 소프트웨어 복잡도에 따라 프로그램의 오류가 증가되면 개발 소프트웨어 비용이 증가하게 되므로, 재사용을 가능하게 하는 아키텍처 및 프레임워크의 중요성이 더욱 더 증대된다.

기존 국내 M&S는 실제시험의 제약조건으로 인해 시스템 레벨의 LBTS(Land Based Test System)와 같이 수중 M&S를 중심으로 많이 발달해 왔고, 점차적으로 항공/방공을 위한 M&S 활용도가 증가되어 왔다. 그러나 LVC(Live/Virtual/Constructive) 연동이 아닌 분야별 독립적인 M&S를 중심으로 발전되어, 전 주기 M&S 통합 및 공용화에 대한 요구를 비용대비 효과를 위한 기능 모듈 재활용을 위해 고려해야 한다. 그래서 LVC 연동이 가능한 재활용성을 높일 수 있는 방공 M&S 아키텍처 설계 프레임워크를 제안한다. 본 연구는 교전급으로 단일 무기체계에 대한 표적교전상황이고 수중은 체계/부체계 기능을 실시간으로 운용할 수 있는 환경하의 방공 M&S 아키텍처 설계 프레임워크이다. M&S 모의기의 공용화로 개발 프로세스의 전 단계에 활용할 수 있어 재사용성을 향상시키고 Live 와 모의기간의 상호운용성 및 M&S간 상호운용성을 보장하는 아키텍처이다.

본 연구의 2 장에서는 관련된 배경으로 체계공학(SE : System Engineering) 프로세스 기반 하에 활용되는 전순기의 M&S 시스템과 M&S의 LVC 연동 시스템을 알아보고, 3 장에서는 LVC 연동 가능한 M&S 방공 시스템 아키텍처의 특징에 대해 살펴본다. 4 장에서는 M&S 방공 시스템 아키텍처를 활용한 다양한 적용절차 및 사례를 보이고 5장에서 결론을 맺는다. 내용을 입력하십시오. 내용을 입력하십시오. 내용을 입력하십시오. 내용을 입력하십시오. 내용을 입력하십시오. 내용을 입력하십시오.

## 2. 배경

무기체계 개발시 체계공학 프로세스에서 M&S 시스템을 활용할 수 있는 내용을 알아보고 전순기 활용을 위해서 필수적인 LVC 연동 시스템을 살펴본다.

### 2.1 체계공학(SE) 프로세스의 M&S 활용

국방 분야에서의 M&S는 무기체계 획득 및 개발에 투입되는 비용, 시간, 노력 및 위험을 감소시키기 위해 효과도 분석 및 성능측정, 개발/시험도구 등 체계공학 프로세스 전 과정에 사용되며 그 중요성이 높아지고 있다. Fig. 1과 같이 체계공학 프로세스 과정의 획득단계별 업무활동은 소요제기 단계에서 운용개념 및 타당성을 분석하고, 개념연구일 때 모의 기반으로 대안분석 및 비용 대 운용효과분석을 실시하며, 탐색개발 시 시뮬레이션을 통해 기술 및 대안분석, 성능/목표 확립을 수행한다. 체계개발 시에도 모의기를 활용하여 연동 성능분석을 통해 설계/개발을 수행하며, 시험평가에도 대표적 교전과 같은 실 환경 시험평가가 어려운 경우 M&S를 활용한다. 이후 양산단계에서 양산품 시험/검사를 위한 양산 시험용 M&S, 운용자 교육/훈련을 위한 훈련용 M&S 등으로 M&S를 활용한다. 즉, 체계공학 프로세스 전 단계에 M&S를 다양하게 활용<sup>[1]</sup>할 수 있다.

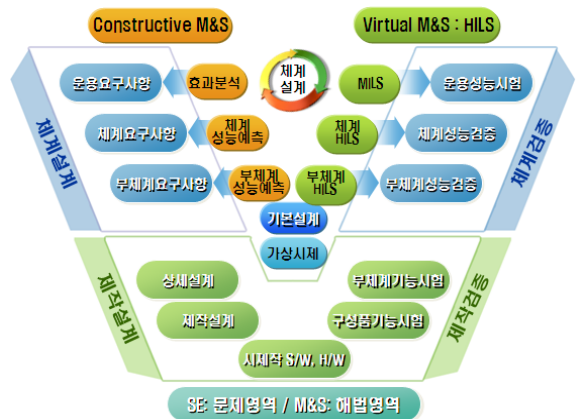


Fig. 1. The SE process of a M&S

### 2.2 LVC 연동 시스템

LVC 통합 모의 기술은 해외 여러 국가에서 LVC 통합 환경을 구축하여 훈련에 활용중이며, 모의 모델이나 기술들을 결합하여 통합연동 모의가 가능하도록 발전

중이다. 모의 합성전장을 구성하는 체계는 Constructive, Virtual, Live 시뮬레이션<sup>[7]</sup>으로 나뉜다. Constructive 시뮬레이션은 가상 상황 하에서 가상의 병력으로 시뮬레이션 하는 것이고, Virtual 시뮬레이션은 실제 장비 내부와 동일한 모의 환경을 구성하고 운용자가 가상 상황 하에서 운용을 할 수 있도록 하는 시뮬레이션이다. Live 시뮬레이션은 실 훈련으로써 실 병력이 실제 지형 하에서 직접 기동하면서 시뮬레이션 하는 것을 말한다. 기존 M&S 프레임워크로는 시뮬레이터의 컴포넌트화로 재사용성을 고려할 수 있는 JMASS나 PBA<sup>[12]</sup>가 있지만 LVC 연동 시스템의 프레임워크 측면에서는 적합하지 않고, 국내 활용사례는 아직 미비한 실정이다.

M&S 도구를 전순기에 활용하기 위해서는 LVC를 연동할 수 있는 방안이 필요하다. 체계공학 프로세스의 제작 단계부터 Live와 Virtual을 연동할 수 있는 연동방식이 필요하며, 방공 시스템에서는 표준화된 진술망 또는 진술데이터링크인 Link-11B, ATDL-1 등을 활용하여 연동하면 가능하다. 체계공학 프로세스 획득 단계에서 VC 연동방식 표준으로는 HLA(High Level Architecture), DIS 등을 활용할 수 있다. 그 중 HLA<sup>[5]</sup>는 상위수준의 모델링 및 시뮬레이션 구조로 시뮬레이션의 재사용성과 M&S 상호운용성, 적합성, 신뢰성을 증진시키기 위해 제안된 국방 M&S 분야의 표준이다. 즉, 시뮬레이션의 HLA/RTI(Run-Time Infrastructure)와 실장비망의 진술데이터링크를 활용하면 LVC 연동 시스템을 구축할 수 있다.

### 3. 방공 M&S 아키텍처 설계 프레임워크의 구성 및 특징

방공 M&S 아키텍처 설계 프레임워크의 구성과 운용 흐름 및 인터페이스, 프레임워크 기반 내부 구조를 살펴본다.

#### 3.1 방공 M&S 아키텍처 설계 프레임워크의 구성

아키텍처의 개념은 “소프트웨어 컴포넌트와 컴포넌트 사이의 가시적인 특성 그리고 컴포넌트 사이에 관계로 구성된 체계의 전체적인 구조”<sup>[7]</sup>를 뜻한다. 즉, 시스템 설계시 필수적으로 요구되는 아키텍처에서 고려되어야 하는 핵심요소는 비용대비 효과 및 재사용성 증대를 위해 컴포넌트를 활용한 확장성과 유연성

이다. 아키텍처의 개념과 핵심요소를 고려하여, 실제 체계를 고려한 재사용성이 높은 방공 M&S 아키텍처 설계 프레임워크를 구성한다. 국내외를 막론하고 최근 연구개발 되고 있는 무기체계는 전장감시체계, 지휘통제체계, 타격체계의 3가지 핵심요소로 구성되며, NCW 환경하의 통합화력 운용을 통해 신속, 정확하며 효율적인 작전을 수행<sup>[2]</sup>하는 것을 기본 목표로 하고 있다. M&S 아키텍처는 Fig. 2와 같이 7개의 컴포넌트인 모의기로 구성된다. 가상인 적군 타겟을 생성 및 모의하는 표적 모의기가 필요하며, 표적 요격용 유도탄을 모의하는 유도탄 모의기, 시뮬레이션을 관리하는 M&S 통제 시스템인 운용통제기, 표적 탐지/추적, 유도탄 포착을 위한 감시체계인 레이더 모의기, 위협평가 및 무기할당용 교전통제 시스템인 지휘통제체계 모의기, 유도탄 준비 및 발사를 위한 타격체계인 발사대 모의기, 교전 명령 하달용 상위체계 모의기가 필요하다. LVC 연동을 위해서는 시뮬레이션 시간과 실제시간이 다르게 운용함으로써 메시지 동기화를 위한 시간 관리가 필요하지만 현 시스템은 Live 장비 연동을 위해 실시간 제약조건 하에서 동작하는 것으로 가정한다.

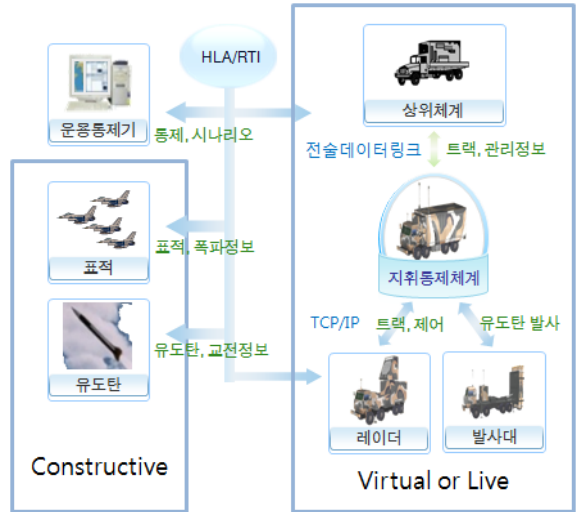


Fig. 2. The component of a M&S architecture design framework

이 아키텍처의 운용 흐름은 Fig. 3과 같다. 먼저 운용통제기에서 제작한 시나리오를 공유하고 모의 운용을 시작하면 표적 모의기에서 가상 표적을 생성한다. 상위체계의 교전 명령하에 지휘통제체계에서는 레이

더를 통해 표적 탐지/추적을 실시하고 레이더는 지휘 통제체계로 표적 정보를 공유한다. 지휘통제체계를 위협도를 판단하여 발사대의 유도탄을 할당/준비하고 발사대에 유도탄 발사준비를 요청한다. 지휘통제체계에서 발사 명령을 하달하면 발사대에서 유도탄을 발사하고 레이더는 유도탄을 포착 후 유도정보를 송신한다. 유도탄과 표적이 조우하면 지휘통제체계는 격추 판단을 실시한다.

3.2 방공 M&S 아키텍처 설계 프레임워크 인터페이스  
방공 M&S 아키텍처 설계 프레임워크는 HLA/RTI 연동을 통한 M&S 인터페이스와 Live 연동이 가능한 전술데이터링크 인터페이스를 포함한다.

3.2.1 방공 M&S 운용 흐름

방공 M&S 아키텍처 설계 프레임워크의 기본적인 교전 운용 흐름은 Fig. 3과 같다. 이 운용절차는 무기체계 개발의 응용연구, 탐색개발, 체계개발, 훈련, 양산에 이르기까지 유사하다. 이것은 요구사항부터 공통사항이 존재하여 설계, 코드레벨 구현 등 전 순기에 활용할 수 있다는 점을 뜻한다.

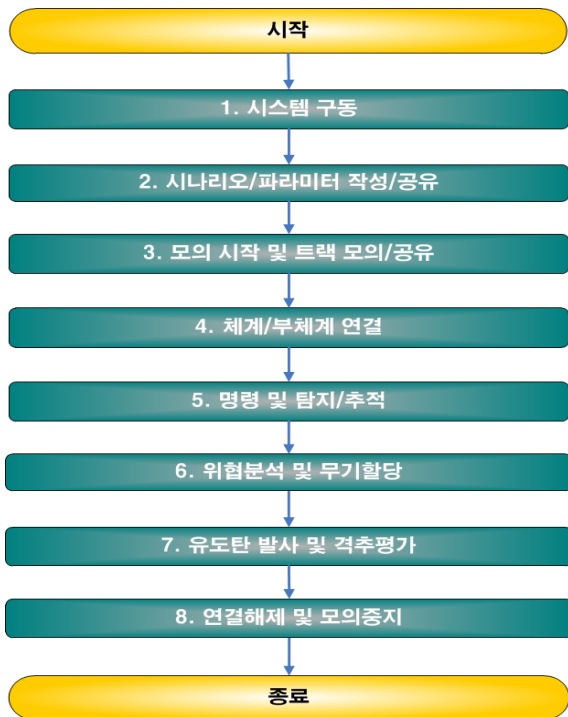


Fig. 3. The operation flow of a defence M&S system

Table 1. The RTI RPR-FOM of a object P/S

구분	Object		
	Aircraft	Munition	Ground Vehicle
운용통제기	Subscribe	Subscribe	Subscribe
표적 모의기	Publish	-	-
유도탄 모의기	Subscribe	Publish	-
레이더 모의기	Subscribe	Subscribe	Publish
발사대 모의기	-	-	Publish
상위체계 모의기	Subscribe	Subscribe	Publish
지휘통제체계 모의기	-	-	Publish

Table 2. The RTI RPR-FOM of a interaction P/S

구분	Interaction			
	Start Resume/ Stop Freeze	SetData	Data/Acknowledge	Event Report
운용통제기	Publish	Publish	Subscribe	Subscribe
표적 모의기	Subscribe	Subscribe	Publish	Publish
유도탄 모의기	Subscribe	Subscribe	Publish	Publish
레이더 모의기	Subscribe	Subscribe	Publish	Publish
발사대 모의기	Subscribe	Subscribe	Publish	Publish
상위체계 모의기	Subscribe	Subscribe	Publish	Publish
지휘통제체계 모의기	Subscribe	Subscribe	Publish	Publish

### 3.2.2 M&S 용 HLA/RTI 연동 인터페이스

M&S 시뮬레이터는 모의기간 표준화된 연동 방식이 필요하다. 페더레이트간 데이터 교환 모델로 HLA RTI의 RPR-FOM(Realtime Platform Reference - Federation Object Model) 1.0<sup>[6]</sup>을 이용한다. 페더레이트의 데이터 연동에 표준 인터페이스로 규격화된 SOM(Simulation Object Model)과 FOM을 이용함으로써 M&S간 상호운용성이 증가된다.

RPR-FOM은 객체를 송수신하는 Object와 이벤트 정보를 송수신하는 Interaction으로 구성된다. Object는 표적용 Aircraft, 유도탄용 Munition, 플랫폼 정보 공유용 GroundVehicle이 필요하고, 방공 M&S 아키텍처 설계 프레임워크의 각각 모의기에서 Publish/Subscribe 여부는 Table 1과 같이 송수신한다. Interaction은 시뮬레이션 시작/중지용인 StartResume/StopFreeze, 시나리오 배포/응답용인 SetData/Data, 메시지 응답 확인용인 Acknowledge가 필요하며, 모의기별 Publish/Subscribe 여부를 Table 2와 같이 설정 및 운용한다.

### 3.2.3 Live 연동용 전술데이터링크 인터페이스

상위체계는 전술데이터링크 연동을 통해 Virtual 모의기가 Live 장비와 연동이 가능하도록 한다. 그리고 지휘통제체계 개발시 레이다 및 발사대 연동을 위해 해당 무기체계의 전술망을 활용하여 연동할 수 있다. 상위체계와 지휘통제체계는 전술데이터링크인 Link-11B<sup>[9]</sup>, ATDL-1<sup>[10]</sup>, Link-16<sup>[11]</sup> 등으로 연동이 가능하다. 송수신하는 명령, 트랙, 체계 및 교전정보는 Table 3과 같이 전술데이터링크별 유사한 메시지를 활용하여 공유된다. 탐지체계와 지휘통제체계는 자체 전술망인 TCP/IP로 연동하며 탐지트랙, 추적요청, 추적트랙, 유도탄 포착, 폭파상황 및 삭제 메시지를 송수신한다. 타격체계와 지휘통제체계도 자체 전술망을 기반으로 발사준비를 위한 유도탄 준비 및 유도탄 발사요청과 이탈정보를 송수신한다.

Table 3. The interface of a tactical data link

구분	Link-11B	ATDL-1	Link-16
명령정보	M.15	B.15	J9.0
체계정보	M.5	B.5	J2.x
트랙정보	M.2	B.2	J3.x
교전정보	M.14	B.14	J10.2

### 3.3 방공 M&S 아키텍처 설계 프레임워크 내부 구조

소프트웨어 프레임워크의 정의는 특정 응용분야 소프트웨어에 대해서 재사용할 수 있도록 설계된 상호작용하는 클래스들의 집합이다.

Fig. 4와 같이 모의기 설계/제작시에는 자체적인 M&S 프레임워크<sup>[4]</sup>를 활용한다. M&S 프레임워크의 특징은 시뮬레이션의 필수적인 모듈을 컴포넌트인 관리자라 구축하고 시뮬레이션의 틀을 제공한다. 이것은 재사용 용이한 설계구조를 가진 이벤트 기반 시뮬레이션 도구이다. M&S 프레임워크는 메시지 디스패처, 스케줄러, NICE, NICE-Link, 모의 관리자들로 구성되어 있다. 메시지 디스패처는 관리자 간 메시지 기반으로 송수신 할 수 있는 구조를 제공하고, 스케줄러는 실시간 시뮬레이션을 진행할 수 있도록 주기 및 비주기적인 스레드를 호출할 수 있는 기능을 담당하여 스레드 등록 및 해제 기능을 제공한다. M&S 프레임워크는 마이크로소프트의 MFC(Microsoft Foundation Class)와 유사한 화이트박스에서 추가 코딩을 통한 적용이 가능한 프레임워크이다. 그리고 NICE는 TCP/IP 통신을 가능하게 하는 모듈이며, NICE-Link는 RTI 통신 모듈로써 RTI 연동을 용이하게 할 수 있도록 기본적인 처리 기능을 제공하고, 모의기 내의 모듈을 모의 관리자로 구성하여 다른 모의기와 연동할 수 있도록 한다. 설정통제 관리자는 관리자들을 중앙 통제하는 역할을 수행하며 관리자간 단일화된 통로이다. 통제관리자는 각 모의기의 상태관리 및 분산 환경을 구성하는 장비의 원격 점검 및 제어를 위한 관리자이다. 파라미터 관리자는 장비의 환경 설정, 파라미터 데이터 정보 관리를 위한 것이다. 시나리오 관리자는 XML 기반 시나리오 로드 및 저장 관리를 위한 것이다. 이와 같이 방공 M&S 아키텍처 설계 프레임워크<sup>[8]</sup>의 내부 M&S 연동은 NICE-Link 기반으로 HLA/RTI 연동을 함으로써 VC 연동의 상호운용성을 유지한다. GUI(Graphic User Interface) 모듈은 사용자 인터페이스를 독립적으로 처리하고 부하 발생시 분산이 가능하도록 TCP/IP로 연결된다. RTI 연동을 위한 NICE-Link를 가진 시뮬레이션망 관리자와 전술망 연동을 위한 네트워크관리자를 별도로 두어 프레임워크를 구성하고 모의기에 활용한다. 이와 같이 서로 다른 기능을 하는 관리자들을 분리함으로써 독립적인 처리와 유지보수와 성능개량, 재사용이 용이하도록 한다. 이를 통해 재사용하는 모의기의 개발기간을 단축하고 개발 비용을 감소시킬 수 있다.

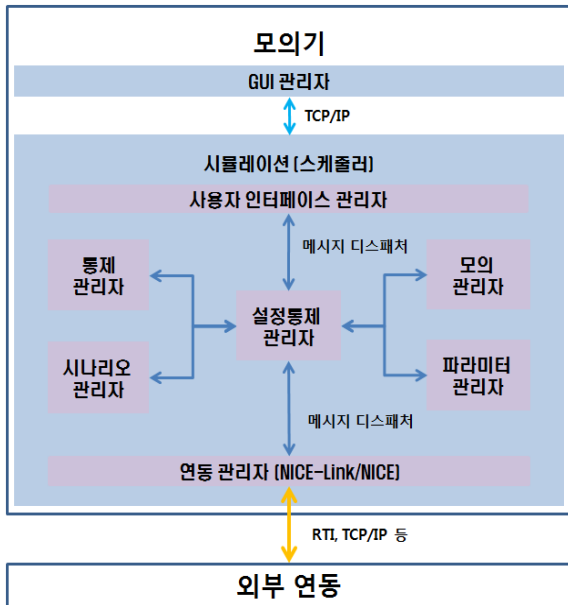


Fig. 4. The M&S framework structure

#### 4. 방공 M&S 아키텍처 설계 프레임워크의 적용 사례

방공 M&S 아키텍처 설계 프레임워크를 활용하는 절차와 전 순기에 활용되어 적용된 사례를 보인다.

##### 4.1 아키텍처 적용 절차

유도무기 획득을 위한 M&S 아키텍처 설계 프레임워크는 Fig. 5와 같은 절차를 활용하면 적용이 용이하다. 우선 개발하고자 하는 M&S의 시스템을 분석한다. 그 시스템의 구성요소와 M&S 아키텍처 설계 프레임워크의 구성요소를 분석한다. 이후 M&S 아키텍처 설계 프레임워크 중 활용할 수 있는 부분을 식별하고 적용한다. 그리고 Fig. 3의 방공 M&S 운용 흐름 시퀀스에서 아키텍처 내 모의기간 추가/보완되는 설계 시퀀스를 분석하고 처리한다. 그리고 M&S 프레임워크 기반하에 관리자 구성요소를 식별하고, 기존 문서화된 컴포넌트간 인터페이스 유사성을 바탕으로 재활용/재사용/신규 여부를 판단하여 내부 메시지를 식별하고 설계한다. 여기서 재사용은 수정없이 100% 사용되는 것을 뜻하며, 재활용은 기존 컴포넌트에 일부 수정사항을 반영하여 활용하는 것을 뜻한다. 즉, 아키텍처 개발문서를 바탕으로 분석 및 설계가 이루어지며, 컴

포넌트간 인터페이스 설계를 참조하여 클래스 수준 이상의 재활용이 가능하다. 식별된 관리자를 기반으로 모의기를 구성하며, 관리자별 구현/시험 이후 모의기를 구성하고 시험하여 M&S 시스템으로 활용하면 된다. 즉, M&S 아키텍처 설계 프레임워크 적용을 통해 공용 컴포넌트 및 제어흐름을 파악하여 구현하고 배포/적용하면 개발시 시간과 비용을 절약할 수 있다.

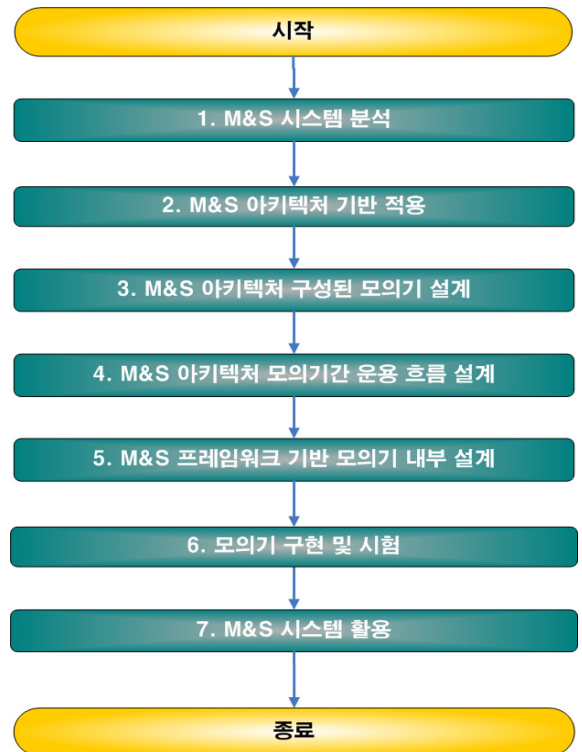


Fig. 5. The application of a M&S architecture design framework

##### 4.2 아키텍처 적용 사례

체계개발 시험도구는 중거리 지대공 유도무기 지휘 통제 개발용 시험도구로써, 유도무기의 지휘통제체계 개발용으로 연결체계 모의를 통한 시험환경을 제공하기 위한 목적으로 개발되었다. 이 도구의 구성은 운용 통제기, 유도탄, 표적(공중위협), 발사대, 레이더(다기능레이더), 다양한 상위체계(중앙방공체계, AN/TSQ-73 등) 모의기로 구성이 유사하다. 지휘통제체계는 주장비를 활용하여 연동하였다. 시험도구를 통하여 지휘통제체계 개발 시 Live 장비가 연결되기 전에 시험할 수 있는 M&S 환경이 제공되었다.

체계개발 시험평가 도구인 중거리 지대공 유도무기 지휘통제 개발시험평가 및 운용시험평가용 시험시스템은 신규 유도무기 체계의 개발 시 실사격 시험으로 수행 곤란한 동시교전 능력을 시험평가하기 위한 체계 시험평가 장비<sup>8)</sup>이다. 또한, 이 시험 시스템은 시험 기간이 길지만 실사격 시험이 불가능한 방공 유도무기 체계의 시험평가 환경을 제공하는 시스템이다. 이것은 이전 개발용 시험도구에서 지휘통제, 센서, 슈터 1대를 주장비로 변경하여 연동한 시스템이다.

방공 M&S 아키텍처는 상호운용성 평가도구를 개발하기 위한 M&S 환경을 모의해주는 시스템에도 활용되었다. 이 시스템은 무기체계의 시험평가시 상호운용성 시험을 위해 개발하는 도구로써 실제 환경과 유사한 인터페이스 모의를 통해서 로그 및 분석을 통해 실장비와 상호운용성을 증명할 수 있는 도구로 활용된다.

Table 4. The analysis of a M&S architecture application

구분	체계 개발 시험 도구	체계 개발 시험 평가 도구	상호 운용성 평가 도구	전투 실험 개발 도구	지휘 통제 알고리즘 개발 도구
운용 통제기	적용	적용	적용	적용	적용
표적 모의기	적용	적용	적용	적용	적용
유도탄 모의기	적용	적용	미사용	적용	적용
상위 체계 모의기	적용	적용	적용	적용	적용
지휘 통제 체계 모의기	Live 활용	Live 활용	적용	적용	GUI 적용 +Live 활용
레이더 모의기	적용	Live 활용	미사용	적용	적용
발사대 모의기	적용	Live 활용 및 적용	미사용	적용	적용

무기체계 개발 시 탐색개발 개발도구와 유사한 전투실험 개발도구는 개발단계 중 탐색개발 때에 M&S 기법을 적용하여 핵심기술을 확보하고, 체계개발시 기술적 위험요소를 최소화하며 체계 시험평가로 가능한 지 가능성을 확인하는 시스템이다. 기본적으로 구성은 운용통제기, 유도탄, 표적(공중위협), 발사대, 레이더(다기능레이더), 지휘통제체계(교전통제체계) 모의기가 필요하며 개발 후 지휘통제체계를 Live로 변경하여 시험하여 M&S의 활용을 극대화하였다.

탄도탄 교전용 지휘통제 알고리즘 개발 도구는 M&S 기반 정밀교전 기술개발 및 시험을 위한 작전 환경의 모의 시스템 구축을 목적으로 개발되었다. 구성은 M&S 아키텍처와 유사한 형태이다. 지휘통제체계의 모델만 주장비를 활용하고 GUI는 별도로 결합한 시스템이다. Table 4와 같이 해당 아키텍처 하에서 Live 장비로 변경된 부분을 제외하고는 M&S 아키텍처 설계 프레임워크를 기반으로 각 단계별 시스템 개발에 활용되었다. 이외에도 향후 다른 유도무기체계의 방공 시스템 획득 시에 해당 M&S 아키텍처 설계 프레임워크를 활용하면 시뮬레이션 엔진 재사용 등을 통해 비용 및 시간을 단축할 수 있다.

4.3 아키텍처 설계 프레임워크 적용 재사용성 분석

M&S 운용의 핵심인 M&S 통제와 시나리오 저장 도구 특성을 가진 운용통제기 재사용을 분석을 통하여 방공 M&S 아키텍처 설계 프레임워크의 재사용을 알아본다. Table 5는 체계 개발시 다양한 M&S 도구개발 상황에서 요구사항의 유사성을 비교하여 설계, 코드, 테스트(도구), 문서 측면에서 재사용을 분석한 것이다. 체계개발 시험과 체계 개발 시험평가 도구 개발은 공용화 모의기로 두가지 기능을 모두 수행할 수 있도록 아키텍처 기반하에 개발하였다. 요구사항은 어느 수준으로 어떻게 명시하냐에 따라 다르게 표현될 수 있다. 유사한 프로젝트에서 동일한 담당자가 작성했다는 가정하에 전체 요구사항 대비 아키텍처 기반 요구사항을 식별하였다. 시나리오 편집 및 모의 운용 통제 기능을 가진 운용통제기는 M&S의 필수요소로써 아키텍처 설계 프레임워크의 재사용성이 높은 M&S 도구이다. 설계는 UML의 내외부 인터페이스인 메시지 레벨의 시퀀스 다이어그램과 모듈의 기능 범위를 나타내는 클래스간 관계 및 함수/변수를 표현하는 클래스 다이어그램으로 유사성을 판단하였다. 코드는 소프트웨어 코드 라인수 대 재사용된 공통 아키텍처 설

계 프레임워크 코드라인수의 비율을 분석한 것이다. 테스트(도구)는 시험항목 및 도구의 재활용 범위를 고려하여 분석하였다. 문서는 개발프로세스상의 필수 문서인 요구사항명세서, 설계명세서, 시험절차서, 시험결과서의 재활용율을 비교/분석하였다. Table 5와 같이 해당 M&S 아키텍처 설계 프레임워크를 활용한다면 요구사항 유사성이 높을수록 설계, 코드, 테스트(도구), 문서의 모든 면에서 50% 이상 재사용을 통해 개발기간 및 비용을 50% 이상 절감할 수 있다는 것을 확인할 수 있다.

Table 5. The reusability analysis of a operation control system

구분	체계 개발 시험 도구	체계 개발 시험 평가 도구	상호 운용성 평가 도구	전투 실험 개발 도구	지휘 통제 알고리즘 개발 도구
요구 사항 유사성	35/81	35/81	24/29	28/33	21/26
설계	50%	50%	80%	80%	70%
코드	30%	30%	70%	70%	60%
테스트 (도구)	50%	50%	70%	70%	60%
문서	50%	50%	70%	70%	60%
개발 기간	28개월		12개월	9개월	10개월
개발 인원	2명		1명	1명	1명

## 5. 결론

방공 M&S 아키텍처 설계 프레임워크는 체계공학 프로세스 전순기에 활용 가능한 M&S 도구이다. 이것은 센서인 레이더, 슈터인 발사대, 플랫폼인 지휘통제 체계와 상위체계, 적군인 표적, 아군 방공 무기인 유도탄, M&S용 운용통제기로 구성된 시스템 틀을 제공한다. 이것은 M&S용 HLA/RTI 연동을 통해 VC 연동

을 위한 기본적인 망을 구성하고 Live 연동용으로는 전술데이터링크와 전술망을 활용하여 LV 연동이 가능한 망을 구성한다. 그리고 구조적으로 M&S 프레임워크를 활용하여 모의기 내부는 유지보수와 성능개량, 재사용이 용이하도록 한다. 구현된 시뮬레이터 시스템 아키텍처를 사용하여 활용한 사례분석을 통하여 요구사항이 50% 이상 유사하다면 설계, 코드, 테스트, 문서 등 모든 개발 프로세스에서 요구되는 내용에서 재사용을 할 수 있으며 저비용 고효율이 요구되는 M&S 환경에서 효과적인 M&S 아키텍처 설계 프레임워크로 활용할 수 있다. 이와 같은 사례에 비추어 볼 때 M&S 아키텍처 설계 프레임워크는 무기체계간 인터페이스 유사성과 모델 수준에 따른 인터페이스 유사성 범위 안에서 추후 방공 무기체계 개발시에도 충분히 적용할 수 있을 것으로 판단된다. 향후에는 본 연구의 시스템에서 확장이 용이한 형태의 구조에 관한 연구 및 재사용성을 높일 수 있는 프레임워크에 대한 연구로 발전할 수 있다. 또한, 플러그인 및 컴포넌트화로 좀 더 효율성을 높이는 향후 발전을 기대할 수 있다.

## References

- [1] Changhwan Kim, "The Object Model Development Study for a Subsurface Engagement Simulation," Proceedings of the Annual Autumn Meeting, pp. 308-311, 2011.11.
- [2] Jeonghoon Yi, "A Implementation of Command and Control Simulator System for Missile System," Journal of the Korea Institute of Military Science and Technology, Vol. 14, No. 4, pp. 556-563, 2011.08.
- [3] Kihwan Kim, Yoonho Seo, "Development of Simulator for Analyzing Intercept Performance of Surface-to-air Missile," Journal of the Korea Society for Simulation, Vol. 19, No. 1, pp. 63-71, 2010.03.
- [4] Kyutae Cho, "Development of Simulation Architecture Framework for Simulation Based Acquisition," Journal of the Korea Society for Simulation, Vol. 19, No. 3, pp. 81-89, 2010.09.
- [5] IEEE, "IEEE Standard for Modeling and Simulation (M&S) High Level Architecture(HLA) - Federate



- Interface Specification,” IEEE Standard No. : 1516.1-2000, 2000
- [6] Simulation Interoperability Standards Organization Inc., “RPR-FOM Version 1.0 SISO-STD-001.1-1999,” 1999.
- [7] Keunho Yun, Shinwoo Shim, Dongjoon Lee, “The LVC Linkage for the Interoperability of the Battle Lab”, Journal of the Korea Society for Simulation, Vol. 21, No. 1, pp. 81-88, 2012.03.
- [8] Sunghyuk Yi, “The Test Evaluation Engagement of Simulation Architecture Framework for a SBA,” Hannam University Master's Thesis, 2010.02.
- [9] MIL-STD-6011B, Tactical Digital Information Link (TADIL) A/B Message Standard, United States Department of Defense, 1999.04.
- [10] MIL-STD-6016C, Tactical Data Link(TDL) 16 Message Standard, United States Department of Defense, 2004.03.
- [11] MIL-STD-6013A, Army Tactical Data Link-1 (ATDL-1) Message Standard, United States Department of Defense, 1997.03.
- [12] Garngyun Won, Sangyeong Choi, “M&S PlugIn-Based Architecture Framework Development,” Journal of the Korea Information Science Society : Computer Systems and Theory, Vol. 36, No. 2, pp. 532-559, 2009.04.