

품질속성을 고려한 지대공 유도무기체계 통합시험시스템 모의기 설계

김인한*, 이상태

엘아이지넥스원

inhan.kim@lignex1.com, sangtae.lee2@lignex1.com

A Design of Surface to Air Guided Weapon System Integrated Test System Simulator Considering Quality Attribute in Software

Inhan Kim*, Sangtae Lee

LIGNex1

요 약

통합시험시스템은 무기체계 개발 전 단계에서 M&S 환경을 구축하여 다양한 시나리오에 대한 시험을 통해 무기체계 효과도 및 효율적인 운용 방안 도출을 위한 모의기반획득 (SBA, Simulation Based Acquisition)을 수행한다. 통합시험시스템은 시험 환경 구축을 위한 시뮬레이션 환경과 무기체계 핵심 알고리즘을 구현한 교전급/공학급 모델을 탑재하여 모의 수행을 위한 모의기로 구성된다. 모의기는 모델 모의 및 제어를 위한 기능, 분산 시뮬레이션 환경을 통해 데이터 교환을 위한 기능, 실 장비 연동을 위한 기능을 공통 기능으로 식별 가능하다. 모의기는 각각의 기능이 독립적으로 실행되어야 할 뿐 아니라 고객의 요구 변경에 수정이 용이하여야 한다. 또한 실 장비 연동 시에도 소프트웨어 형상 변경 없이 시험이 가능하여야 한다. 본 논문은 이러한 품질속성을 만족하기 위한 지대공 유도무기체계 통합시험시스템 모의기 설계 구조를 제안한다. 유지보수성, 호환성의 품질속성을 최우선으로 고려하였고, 디자인 패턴을 통한 객체지향방법론을 적용하여 설계하였다.

I. 서론

국방 M&S 기술은 무기체계 전략분석, 소요제기, 획득 및 교육 훈련 등에 활용될 뿐 아니라 무기체계 개발 전 단계에서 개발 시간, 비용 및 각종 위험을 줄이면서 무기체계 품질과 군사적 가치를 제고할 수 있기 때문에 국방과학 핵심기술 중의 하나로 발전되고 있다[1].

무기체계 통합시험시스템은 무기체계 개발 전 단계에서 가상의 전장 모의 환경을 구축하고, 실제 환경에서 시험하기 어려운 다양한 시나리오 수행 및 분석 활동을 통해 최적의 효과도 및 효율적인 운용을 위한 결과를 도출한다. 통합시험시스템은 기본적으로 시험 계획, 시험 준비, 시험 수행, 시험 분석의 운용 개념을 가진다. 시험 계획 단계에서 시험의 목적을 설정하고 시험 준비 단계에서 시험의 목적에 따른 시나리오를 작성한다. 다음으로 시험 수행 단계에서 해당 시나리오에 대한 시험 및 데이터 수집을 수행한 후 마지막으로 시험 분석 단계에서 수집된 데이터 분석 활동을 통해 시험 목적 달성 여부를 결정한다. 이러한 운용 개념을 토대로 통합시험시스템은 시험 환경 구축을 위한 시뮬레이션 환경과 무기체계 핵심 알고리즘을 구현한 교전급/공학급 모델을 탑재하여 모의 수행을 위한 모의기로 구성할 수 있고, 본 논문에서는 지대공 유도무기체계 통합시험시스템 모의기(이하 모의기)에 대한 설계 구조를 제안한다. 본문에서 모의기의 공통 기능 및 품질속성(ISO/IEC 25010 참고) 요구사항을 정의한 후, 이를 만족시킬 수 있는 설계 구조를 제시한다. 마지막으로 결론을 다룬다.

지만 모듈 간 코드 종속으로 인해 모의기의 요구 변경에 대한 대응이 어렵고 구현 모듈의 재사용이 제한되는 단점이 있다[2]. 이러한 단점을 보완한 모의기 아키텍처, 프레임워크 설계 구조를 제안한다.

2.2. 모의기 아키텍처 설계 및 구조

먼저, 모의기의 공통 기능 및 품질속성 요구사항을 정의한다. 기능은 위협 모델 모의 기능, 작전통제장비 모의 기능, 교전통제장비 모의 기능, 다기능레이다 모의 기능, 발사대 모의 기능, 유도탄 모의 기능이 공통으로 요구된다. 품질속성은 요구사항 변화에 유연한 설계 구조와 최소 구현 단위 별 모듈화를 통한 재사용을 가지기 위한 유지보수성(모듈성, 재사용성, 수정 가능성), 모델 검증을 위한 분석 시험 환경 및 연동 검증을 위한 통합 시험 환경 시에도 각각의 모의기 및 실 장비 간 영향을 미치지 않고 정보를 교환하면서 시험 수행이 가능한 호환성(공존성, 상호 운용성)이 공통으로 요구된다. 아래 그림 1은 이러한 기능 및 품질속성 요구사항을 고려한 모의기 아키텍처를 정적인 관점에서 설계한 내용을 보여준다. 인터랙션 계층은 통신 인터페이스 계층을 통해 분산 시뮬레이션 연동 및 실 장비 연동을 수행하고, 모델 제어 계층을 통해 도메인 계층의 모델 모의를 수행한다. 통신 인터랙션 계층과 도메인 계층 간 의존성을 제거하였고, 모델 제어 계층에서 제공하는 모델 동작 인터페이스를 통해 도메인과의 연결을 수행한다.

II. 본론

2.1. 기존 모의기 배경 지식

기존 모의기는 분산 네트워크 기반 시뮬레이션 환경에서 연동을 위한 요구사항에 중점을 두거나 기반 프레임워크를 통한 기능 구현에 중점을 두었다. 이에 따라 시뮬레이션 연동, 프레임워크 동작을 위한 설계 구조, 공통 모듈 및 동작을 위한 인터페이스를 제공을 통해 재사용성을 향상시켰

2.3. 모의기 프레임워크 설계 및 구조

다음으로, 아래 그림 2는 모의기 아키텍처를 통한 모의기 프레임워크 구성을 보여준다. 기반프레임워크는 연동을 위한 통신 인터페이스 및 Task 간 메시지 송수신 기능을 제공한다. Model Agent는 모델의 동작을 위한 입출력을 추상화한 인터페이스를 제공하고, 이를 상속받아 개발한 DLL 형태의 모델을 명시적 연결(Explicit Linking)을 통해 플러그-인 수행, 객체

생성 및 관리, 병렬처리가 적용된 모의 엔진을 통해 모의를 수행하는 공통 모듈이다[3]. Simulation Model Task는 모델과의 직접적인 관계없이 Model Agent를 통해 모델 객체를 생성, 모델 입출력 기능을 수행한다. 즉, 모의기와 모델을 완전히 분리 및 재사용이 가능하고, 모델이 수정되더라도 Model Agent 및 Simulation Model Task의 구조 및 소스 코드 수정이 불필요하다. ICD(Interface Control Document) Network Task는 실 장비 간 연동을 수행하기 위한 기능을 수행하는 기능과 실 장비 간 연동 정보를 수집하는 기능도 수행한다. ICD Network Task 내 탑재되는 실 장비 간 연동은 각 무기체계에 종속적이고, 통신 인터페이스 및 패킷 송수신을 위한 공통 기능모듈을 통해 구현한다. DDS Handler는 분산 시뮬레이션 서비스를 제공하는 RTI사 Connex DDS 상용 모듈을 사용하고 기반 프레임워크로부터 제공되는 통신 인터페이스를 통해 구현하였다. Packet Sniffing Handler는 실 장비 간 연동 정보를 수집한다. Simulation Network Task는 실 장비 패킷 정보를 수집하여 IDL(Interface Definition Language)로 작성된 시뮬레이션망 ICD를 통해 분산 시뮬레이션 연동을 수행한다. 기존에는 IDL을 Code Generator 기능을 통해 모듈 단위로 변환 후, 사용자는 이를 컴파일 하여 사용하였다. 이 때문에 IDL을 변경할 때마다 Code Generator 및 컴파일 과정을 반복해야 하는 불편함이 있었다. 이를 개선하기 위해 동적 토폴 생성 기능을 사용하도록 리팩토링을 수행하였다. 동적 토폴 생성은 소프트웨어 실행 시 정의된 IDL을 바탕으로 토폴 정보를 동적 생성하는 기능이다. 이를 통해 IDL이 수정되더라도 모듈 변환 및 재 컴파일 수행이 불필요하다.

2.4. 모의기 구성 예시

마지막으로, 모의기 프레임워크를 통한 실제 모의기 구성 예시를 보여준다. 이를 통해 모의기 연동 및 실 장비 연동 상황에서 모의기가 어떠한 방식으로 동작을 하는지를 보여준다. 아래 그림 3은 레이더 모의기의 구성을 예시로 보여준다. 먼저, 모델 모의를 통한 레이더 모의기 실행 시 Model Agent를 통해 레이더 모델을 플러그-인, 객체 생성, 모의를 수행 후 Simulation Model Task로 모델 정보를 출력하여 ICD Network Task로 송신한다. 이 정보를 교전통제장비-레이더 연동 메시지로 변환 후 기반 프레임워크를 통해 연동을 수행한다. 다시 이 정보를 Simulation Network Task의 Packet Sniffing Handler를 통해 수집 후 시뮬레이션망 ICD 연동 메시지로 변환하여 분산 시뮬레이션 망을 통해 정보를 교환한다. 다음으로, 실 장비인 레이더가 통합시험시스템 연동 시 Simulation Model Task는 기반 프레임워크 설정 환경에서 구동이 제한된다. 다음으로, 실 장비 레이더 연동을 통한 레이더 모의기 실행 시 Simulation Model Task 및 ICD Network Task는 기반프레임워크의 설정을 통해 구동하지 않는다. 실 장비인 레이더가 송신하는 연동 정보를 Simulation Network Task의 Packet Sniffing Handler를 통해 수집 후 시뮬레이션망 ICD 연동 메시지로 변환하여 분산 시뮬레이션 망을 통해 정보를 교환한다.

III. 결론

본 논문에서는 품질속성을 고려한 지대공 유도무기체계 통합시험시스템 모의기 설계 내용을 다뤘다. 먼저, 모의기가 가지는 공통 기능 및 소프트웨어 아키텍처 품질속성 요구사항을 도출하고 정적인 관점에서의 모의기 아키텍처 설계를 기술하였다. 다음으로, 모의기 아키텍처 기반으로 모의기 아키텍처 프레임워크 구성 및 동작 원리를 기술하고 마지막으로 레이더 모의기 구성 예시를 통해 기능 및 품질속성 요구사항을 만족함을 보였다. 공통 기능 모듈화, 기반 프레임워크에서 동작하기 위한 태스크 식별하

고, 이를 위한 추상화된 공통 인터페이스 제공 및 구동시키는 방식을 통해 유지보수성(모듈성, 재사용성, 수정 가능성) 품질속성을, 모의기 수정 없이 속성 변경만으로 실 장비 연동 및 미연동 가능한 방식을 통해 호환성(상호 운용성) 품질속성을 만족할 수 있다.

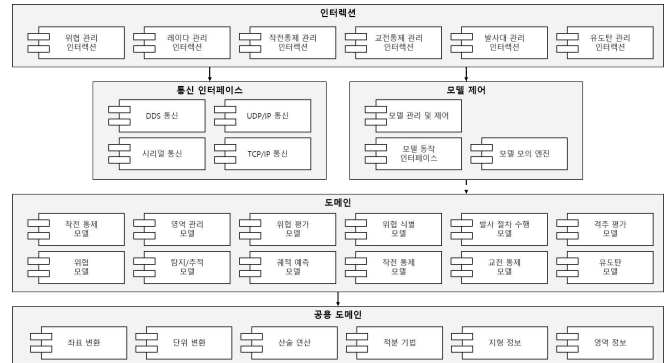


그림 1 정적인 관점에서 설계한 모의기 아키텍처

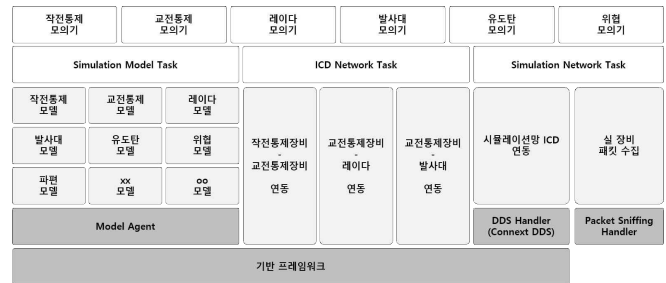


그림 2 모의기 프레임워크 구성

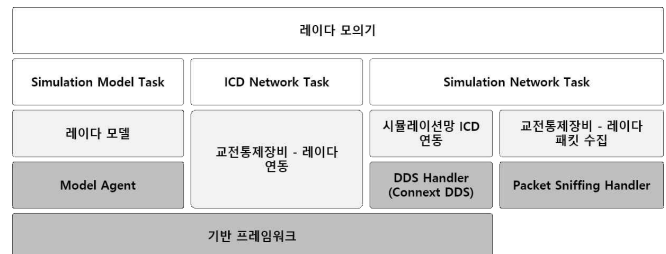


그림 3 레이더 모의기 구성

참 고 문 헌

- [1] Piljung Lee, Younguk Lee, "Weapon Systems for the implementation of an effective Modeling & Simulation on the use of computational fluid dynamics research," Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 12, No. 8, pp. 3492-3496, 2011.8.
- [2] Junyong Shim, Wonsik Lee, Seokki Lee, Sounghyoun Wi, "Development of Weapon System Simulator Framework Considering Quality Attribute in Software Architecture", KIISE Transactions on Computing Practices, Vol. 25, No. 8, pp. 389-396, 2019. 8.
- [3] Inhan Kim, Chansu Kim, Sangtae Lee, Sounghyoun Wi, "Plug-In Dynamic Model Simulation Manager Design", KIISE Transactions on Computing Practices, Vol. 28, No. 11, pp. 533-538, 2022. 11.