

디지털 트윈 기반 안티드론 시스템 구축방안

Digital twin-based Anti-drone system construction plan

이동준*¹⁾, 정길현²⁾, 권형안²⁾, 양상운³⁾

Dong Joon Lee*¹⁾, Gil Hyun Jung²⁾, Hyoung Ahn Kwon²⁾, Sang Woon Yang³⁾

[초 록]

최근 드론의 급속한 발전은 국가의 중요시설에 대한 다양한 위협으로 증가하고 있다. 고도의 기술적 특성을 지닌 드론에 대응하기 위해서는 운용, 체계, 기술 측면에서 시스템 엔지니어링 절차와 모델링 시뮬레이션 도구를 활용한 체계적이고 효율적인 구축이 필요하다. 시스템의 운영 요구사항 분석 및 설계 단계, 다양한 구성요소의 개발 및 통합 단계, 시험 평가 단계에서 디지털 트윈 기반 시뮬레이션 환경으로 검증 방법을 제안하여 최적의 시스템 구축에 기여한다.

[ABSTRACT]

Recently, the rapid development of drones is increasing as a variety of threats to important national facilities. Response to drones with high technical characteristics requires systematic and efficient construction using systems engineering process and modeling simulation tools in terms of operation, system, and technology. It contributes to building an optimal system by proposing a method for verification with a digital twin-based simulation environment in the operation requirements analysis and design stage of the system, the development and integration stage of various components, and the test and evaluation stage.

Key Words : Anti-Drone System(안티드론 시스템), Digital Twin(디지털 트윈), M&S(Modeling & Simulation)

1. 서론

4차 산업혁명 기술의 발전과 더불어 드론 산업이 급속하게 사회환경을 변화시키고 있으나 공항, 발전소, 유류저장시설 등에 대한 테러 폭파 위협은 증가하고 있다. 중요시설은 시설의 물리적 방호를 위해 다양한 수단을 강구하여 안전과 보안을 확보하고자 노력하고 있으나 새로운 위협이 되는 드론은 드론 산업의 활성화의 또 다른 한 부분이다.

세계적으로 증가하는 드론 위협에 대비하여 국내에서도 공항, 원전 등에서는 제한적이지만 안티드론 시스템을 구축하고

있으며 대응체계에 대해서도 계속 보완하고 있다.

본 연구는 이에 대한 해결방안으로 체계공학 절차와 디지털 트윈 기반의 모델링 시뮬레이션 도구를 활용하여 검증하는 방안을 연구한다. 체계의 설계, 개발/제작, 시험평가 단계별로 검증하는 도구의 운용 목적과 모의 범위 및 수준을 포함한 구성을 제시한다. 이는 활용하고자하는 M&S 체계의 개념모델로서 M&S 체계 요구사항이 된다.

2. 안티드론 시스템

위협 드론의 정의와 안티드론의 개념, 안티드론 시스템의 운용 실태를 알아본다.

2.1 드론의 위협

어떠한 드론이 위협적인가는 보호할 자산의 특성에 따라 상이하며, 드론은 크기, 속도, 고도(high or low), 수량, 형태(고정익 또는 회전익), 비행 방법(type of navigation, 자율비행 또는 원격조종), 탐지 레이더 표적으로서의 크기(RCS) 등 기준

1) 한성대학교 국방과학대학원 국방시스템학과
(The Graduate School of Defense System, Hansung University, Korea)* Corresponding author,

E-mail:kopoleon@hansung.ac.kr

2) 보안설계평가협회(Security Design & Assessment)

3) 국가보안기술연구소(National Security Research Institute)

Copyright © The Korean Institute of Defense Technology

Received : August 11, 2021 Revised :

Accepted : September 7, 2021

에 따라 다양하게 분류될 수 있다.

2.2 안티드론 시스템

안티드론 시스템은 드론의 위협 형태와 드론 침입으로부터 감수해야 하는 결과를 바탕으로, 드론 위협이 발생할 경우 신속하게 탐지하여 핵심공역 침범시 적절히 대응할 수 있도록 목표를 설정하되, 전파법, 항공안전법 등 관련 법규, 국가 차원의 공중공간관리 및 군(軍)의 방공작전체계, 기존의 물리보안 시스템, 경찰 등 지원역량 등을 고려하여, 법적, 제도적, 절차적, 가용 자산과 역량이 조화를 이룰 수 있도록 합리적으로 구축하여 운용해야 한다.

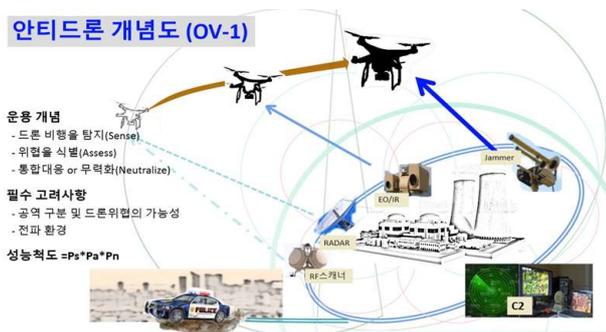


그림 1. 안티드론 개념도
Fig. 1. Concept of anti-drone

안티드론 대응개념은 “탐지”-“식별”-“지휘통제”-“대응”으로 정의하며, 각각의 시스템 운용은 경계공역 접근 이전에 드론을 감지(Sensing)하고, 핵심공역 접근 이전에 위협 의도와 위해성을 식별(Assessment)하며, 군·경 등 유관기관과 협조된 대응태세를 유지하여 위협 드론이 핵심공역 접근 이전에 지휘통제(Command & Control)를 통하여 필요시 파괴, 무력화(Neutralizing) 또는 조종자 체포 등 다양하고 협조된 방법으로 신속히 대응하는 것이다.

시설 및 기관이 안티드론 개념을 적용할 경우에 필수 고려사항은 우선 공중공간의 법적 성격(드론 비행금지구역, 군의 방공작전 공역 등)을 확인하고, 드론 위협에 따른 리스크를 평가하여 어떠한 수준과 방법으로 드론 위협에 대응할 것인지 대응 정책을 결정해야 하며, 드론 대응체계에 다양한 전파 솔루션이 활용되는바 이에 영향을 주는 지형지물, 고압선, 공사장 등 안티드론 환경을 반영하는 것이다.

최근 국내에서는 해외 및 국내의 다양한 드론 사고로 안티드론시스템의 구축에 대한 관심이 높아지고 일부 시설은 단계적으로 구축하기 시작하였다.

그러나 다양한 드론기술과 이에 대응하는 안티드론 기술의 발달로 안티드론 시스템의 구체적 운용과 체계에 대한 표준화를 바탕으로 체계적인 구축이 필요하다.

3. 디지털 트윈 기반의 시뮬레이션 체계

3.1 모델링 시뮬레이션

현실 세계의 문제를 해결하기 위하여 가상체계를 생성하는

기술로서 시뮬레이션은 실(實)세계에서 발생하는 현상이나 시스템의 동작을 컴퓨터 상에서 시간의 흐름에 따라 모사하는 기법을 사용한다. 특히 시뮬레이션은 물리 현상에 대한 분석, 개발 중인 시스템에 대한 검증, 시스템 운용자의 훈련 등 다양한 목적으로 활용될 수 있다.

시뮬레이션의 구성 요소는 모델링 기술을 통해 실세계의 현상이나 시스템의 동작을 수학적/논리적으로 표현한 대상 모델과 모델링을 위해 사용된 수학/논리에 대한 해석기(Solver)를 이용해 시간의 흐름에 따른 최적 해를 계산하는 시뮬레이터, 그리고 시뮬레이션 결과를 보여주는 가시화 시스템으로 이루어진다.

해외에서는 미국과 유럽 등에서는 상당한 수준에 있으며 상용제품들도 개발하여 국내의 대부분 모델링 Tool로 목적과 용도에 따라 개별 또는 패키지 등은 해외 제품을 사용하고 있다. 국내에서는 해외 상용 Tool, 공학 설계분야에 사용하는 패키지를 사용하고 있으며 최근 디지털 트윈 기술의 발전에 따라 다양한 응용 형태로 발전하고 있다.

3.2 디지털 트윈과 시뮬레이션

일반적으로 컴퓨터 기반의 시뮬레이션 모델은 모델과 시뮬레이션 엔진을 구분하지 않아 실세계를 단순화하거나 축약시킨 모델은 정해진 입력자료를 토대로 실행하여 결과를 분석한다. 하지만 실제 환경에서는 모델로 표현된 실 체계가 내·외부적 환경에 영향을 받기 때문에 환경을 구성하고 있는 요소들은 동적 변화를 반영해야한다.

디지털 트윈 기반 시뮬레이션은 실제 현장의 상황을 나타내는 실시간 정보를 사용함으로써 가상 시스템이 현실과 동기화되어 복잡한 상황에서도 동일하게 구현할 수 있다는 특징이 있다.[1]

3.3 M&S 기반 획득(M&S Based Acquisition, SBA)

M&S 기반 획득은 M&S를 활용한 합리적인 의사결정에 의한 효율적 획득관리의 의미로, 획득 전 단계에 M&S기술을 활용하여 획득체계에 대한 공통의 관점과 절차적 예측가능성을 제공함으로써, 획득기간, 비용, 성능 목표를 달성가능하게 하는 과학적인 획득절차 혁신개념 또는 패러다임을 말한다.

SBA의 목적은 새로운 전투개념 개발과 무기체계 요구능력을 사전에 검증하여 무기체계 전체 획득단계상의 기간, 비용 및 위험을 줄이고 체계 운용 및 군수지원 비용을 절감하면서 무기체계의 품질과 군사적 가치를 제고하는 것이다.

이러한 SBA 개념으로 M&S 기반의 시험평가가 체계적으로 시행된 것은 드론 대응체계와 유사하게 탐지-지휘통제-타격으로 구성된 적 항공기 요격 체계인 “천궁” 개발시 무기체계의 시험평가이다.

다양한 제한 사항을 극복하기 위하여 미국으로부터 통합시험시스템 운용기술을 도입하여 그림2와 같이 실제 장비인 레이다와 유도탄 체계와 연동하여 필요한 가상환경을 구축하여 제한되는 상황에 대한 다양한 시나리오로 시험평가하였다. 이는 현재의 CPS, Digital Twin 의 유사 형태이나 당시에는 관련 기술로서는 오랜 개발 기간과 많은 비용이 소요되었다.

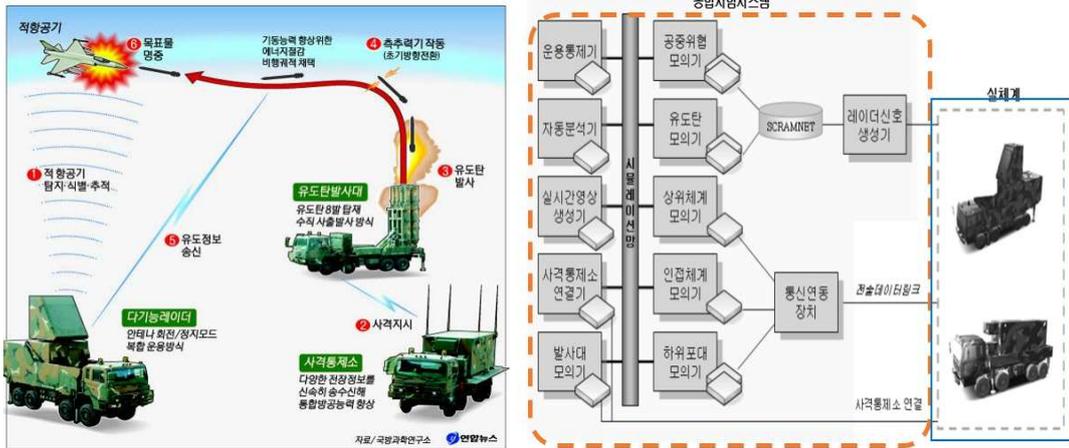


그림 2. 통합시험시스템 구성 및 운용 기술
Fig. 2. Technology and Component of MTS

시뮬레이션 설정 단계에서는 천공 체계와의 연동 시험을 위한 가상환경 구축을 위해 시나리오를 생성하고 검증한다. 시뮬레이션 수행단계에서는 지대공 표적(공중위협), 유도 단계별 유도탄 항적, 지형 및 고도에 따른 환경 변화 및 천공 상위,인접,하위 체계 인터페이스를 모의하고 체계 연동 장치를 통해 실체계와의 연동을 수행한다. 마지막 결과분석 단계에서는 교전결과 분석 및 상황 재현이 가능하고 시험결과 전송 및 저장 등의 사후 관리를 수행하도록 하였다.[2]

통합시험시스템은 대공유도무기 실체계가 체계 내 구성품 간 통신을 위해 사용하는 실체계 통신 규격과 상위,인접,하위 포대 간의 전술데이터링크 규격을 지원하여 실 체계의 변경 없이 모의 표적 및 모의 유도탄 항적의 실체계 연동을 지원할 수 있도록 하였다. 사격통제소 연결기는 사격통제소 실체계망과 시뮬레이션망의 연동을 위한 데이터 변환 및 전달기능을 수행하고 실체계 망으로부터 체계 위치 및 상태정보를 시뮬레이션 망을 통해 운용통제기로 전달하여 통합시험시스템 운용자가 실체계 상태정보 및 위치정보를 활용할 수 있도록 하고 유도탄 모의기에 사격통제명령을 전달하여 유도탄 발사 및 통제를 수행한다.

통합시험시스템은 천공 체계의 상위/인접/하위 체계 연동 시험을 위해 실체계의 전술데이터링크 주기 및 정보의 모의 기능을 제공한다. 즉, 공중위협모의기에서 생성한 표적정보를 상위/인접/하위 모의기에서 시나리오 상의 체계정보에 따라 전술데이터링크 정보로 변환하고 실체계와의 통신 주기에 맞도록 실체계에 전송한다. 이러한 과정을 통해 무기체계와 지휘 통제체계 간의 상호운용성 및 작전운용성 시험 수행이 가능하다.

M&S 기반으로 안티드론 시스템 구축하는 방법은 당시의 통합시험시스템에 현재의 CPS, Digital Twin기술을 적용하고 규모를 드론장비 및 대응장비로 조정하여 적용하는 것이다.

4. 시스템 구축 검증을 위한 M&S 체계

시뮬레이션 방법은 목적에 따라 정하는데 이는 M&S 체계 활

용의 수준이다. 임무 수준에서의 시뮬레이션은 운용지역에서 주어진 임무를 달성하는지 실험하는 것이고 시스템 수준의 실험은 안티드론 시스템이 통합된 시스템으로서 요구하는 성능을 발휘하는지 구성 장비들은 개별 성능을 발휘하는지 시스템 수준에서 평가하는 것이다.

요구분석 단계의 중요시설별 배치 소요 검증을 통해 안티드론 시스템의 구성요소들에 대한 중복, 누락, 과다, 과소를 해결하는 것으로 전체 수명주기 종합적으로는 예산과 기간 소를 절감하는 것이다.

따라서 본 연구는 단계별로 ① 요구분석 및 설계 단계 ② 개발 및 통합 단계 ③ 운용시험평가단계로 나누어 제시한다. 안티드론 시스템 구축을 위한 M&S 체계는 현지에 배치하기 전까지는 동일한 환경에서의 전 장비 배치가 불가능하므로 시험장에서의 장비별 시나리오별 검증을 통해 불법드론에 대응하는 최적화 검증 도구로 활용하는 것이다.

4.1 구성형(constuctive) 모델 기반 디지털 트윈

안티드론 시스템 구축에 활용되는 구성형 모델기반 디지털 트윈의 구성은 물리대상을 모두 모의하는 것인데 이때 모의대상에 대한 모델링은 물리모델, 행위모델, 환경모델을 모델링한다. 물리모델이란 장비모델, 지형정보모델, 인공구조물모델, 항공 및 드론 비행모델, 드론대응팀모델 등으로 물리적 자산의 능력을 모델링하는 것이다. 행위모델이란 물리적 자산의 동작과 절차, 대응조치 절차, 통제 및 의사결정 절차 등을 모델링하는 것이다. 환경모델은 이들 물리적 자산들을 시나리오에 의해 시뮬레이션하는 것을 가시적으로 보여주는 기반이 된다.

4.2 요구분석 및 설계 검증용

설계 요구사항의 확정을 위하여 설계가 제대로 이루어져 요구하는 성능발휘가 가능한 가하는 검증 시험이 필요하다. 설계의 핵심은 위협 드론을 방호하기위한 배치로서 장비별 위치와 수량을 결정하는 것이며 설계 검증은 예상하는 위협 드론의 비행시나리오에 의한 시뮬레이션을 통해 배치된 장비별 성능을 검증하는 것이다.

이는 안티드론 시스템을 도입하는 첫단계의 의사결정을 지원하는 도구이다. 이 시뮬레이션 체계는 컴퓨터 기반의 시뮬레이션이 가능하다. 운용시나리오와 운용요구사항을 입력으로 하고 체계 요구사항이 출력되며 이때 다양한 시나리오와 다양한 대안 탐색을 통해 최적의 배치, 수량, 장비 성능을 결정하는 것이다.

표 1. 시스템 설계 평가 시뮬레이션 모의 범위 및 수준

Table 1. Modeling scope & level

	모의내용	장비	모의범위	모의수준	결과
탐지	탐지거리 탐지율	레이더	탐지능력	RCS 별, 거리별 각도별 탐지여부	정확도
		R F 스캐너	탐지능력	거리별 각도별 탐지여부, 조종사 동시 탐지여부	정확도
식별	식별거리 식별율 식별시간	EO/IR 카메라	식별능력 탐지장비 연동능력	거리별 해상도, 추적여부	정확도
통제	연동소요	통제시스템	장비연결	직접, 간접, 병행 연결	연동소요
무력화	무력화거리 무력화율	재머	무력화능력	출력별, 거리별 무력화여부	성공율

모의내용은 시스템의 성능척도(Mesure of Performance)으로 효과척도(Mesure of Effectiveness)를 평가한다. 센서들의 탐지 및 식별거리, 탐지 및 식별율과 무력화장비의 성공률이 효과척도이다. 통제장비는 모두 가능한 것으로 보아 통제장비의 요구능력을 도출하는 시뮬레이션이다.

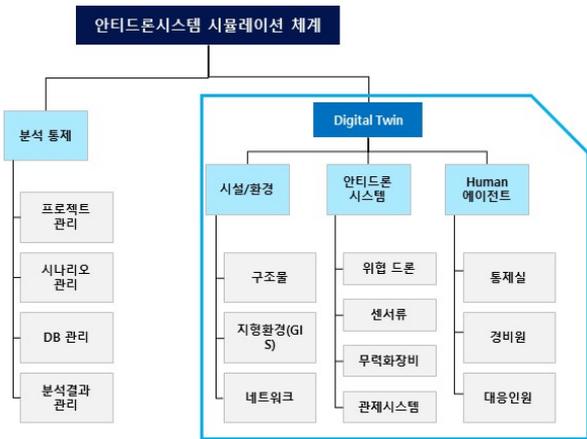


그림 3. 요구분석 및 설계 검증

Fig. 3. Requirement analysis & design validation

시뮬레이션 체계는 두 부분으로 구성하는데 하나는 분석 통제하는 기능과 디지털 트윈 구현 기능이다. 디지털 트윈은 다양하고 복잡한 의미로 발전되었는데 여기서는 3수준 모의 DTw(Modeling Simulation)로서 디지털 트윈 모의결과를 적용한 물리대상의 최적화를 지향한다. 시뮬레이션을 위한 디지털 트윈의 물리대상들은 컴퓨터 모델(Computational Model)

로서 시설 환경은 구조물, 지형환경, 네트워크 등을 가상화한다. 안티드론 시스템은 모의범위와 수준에 따라 이산 사건 모델(Discrete Event Model)로 모델링한다. 관제시스템은 필요한 능력을 포함하여 연동소요 등 능력 소요를 도출하도록 모델링한다. 구성형 모델(Constructive Model)로 시뮬레이션에 포함되는 인적 요소는 에이전트(Agent)로 모델링하여 모의한다.

4.3 개발 및 통합 검증용

시뮬레이션 시스템 목적은 개발 과정에서 각각의 장비가 통합되기 이전, 통합된 상태에서의 연동 성능 평가 위주의 시험 평가 제작 검증/통합 시험도구를 활용하는 개발시험으로 통합된 시스템이 현장에 나가기 이전에 실험실 또는 간이 시험장 수준에서 성능발휘 여부를 평가하는 것이다.

모의내용은 구성제품의 하부 시스템의 성능척도(Mesure of Performance)으로 장비의 성능척도를 기본으로 효과척도(Mesure of Effectiveness)의 달성여부를 평가한다. 센서들의 탐지 및 식별거리, 탐지 및 식별율과 무력화장비의 성공률이 효과척도이지만 실장비를 연동하거나 실장비의 신호 생성 모의기를 연결하여 해당 실장비를 평가하는 것이다.

평가하는 목적에 따라 장비의 구성도 다양하게 연동되도록 체계를 개발한다. 따라서 실장비를 연결하거나 모의기를 연결하도록 네트워크와 인터페이스를 구성한다.

통제장비의 핵심적인 평가가 여기서 이루어진다. 요구분석 및 설계단계에서는 모두 가능한 것으로 보아 통제장비의 요구능력을 도출하는 시뮬레이션이지만 이 도구는 실제 장비로서 운용통제 시스템을 각 실장비 또는 모의기로 시험한다. 목적에 따라 시나리오를 수립하고 이를 평가하도록 시뮬레이션 시스템을 구성할수 있다.

이 시스템은 장비를 개발하는 각 개발부서에서도 개발간 시험장비로 활용가능하다. 단, 에러율이 포함 모의되어야하는데 2가지 유형의 에러율¹⁾로서 해당시스템의 허용 수준은 요구수준을 지정하는 방법과 해당 장비의 실제 에러율을 포함하는 방법이 있다. 이에 대한 선택은 시험평가 목적에 따라 선정하여야하며 임계치 선정은 오경보율과 연결되어 실제 운용상 영향을 크게 미치므로 주의깊게 진행되어야 한다.

가상화 모의기는 일방신호를 생성하느냐(Emulator), 연결된 장비간에 필요한 쌍방 신호를 받아서 처리후 교환하느냐(Stimulator)에 따라 모의수준이 다른데 이는 시험목적에 맞도록 구성한다.

따라서 시뮬레이션 체계는 두 부분의 네트워크가 필요한데 하나는 외부모의기로 연동하는 기능과 실제 장비로 연동하는 기능이다. 여기서 디지털 트윈은 4수준 연합 DTw(Federate)로서 최적화된 개별 물리대상들이 상호 연계된 복합 디지털 트윈 재구성 및 물리대상 상호운영 최적화를 지향한다.

1) 1유형은 드론을 드론이 아니라고 탐지 또는 식별하는 에러이며, 2유형은 드론이 아닌데 드론이라고 탐지/식별하는 에러이다. 이에 대한 모의기 포함방법은 장비의 과거 데이터, 또는 시험간 발생데이터, 요구수준값 등으로 산정할 수 있다.

표 2. 시스템 구축 개발시험 모의기의 모의 범위 및 수준

Table 1. Modeling scope & level

시스템 구분	모의 내용	구성 장비	모의 범위	모의수준	비고
탐지장비	탐지 거리, 탐지율	레이더 모의기	탐지능력	위 치 별 거 리신호	에러 포함
		R F 스 캐 너 모의기	탐지능력	거리별 각도별 탐지 위치, 조종자 위치	에러 포함
식별장비	식별 거리, 식별율, 식별 시간	EO/IR 카메라 모의기	식별능력, 탐지장비 연동 능력	탐 지 장 비 의 신호	에러 포함
통제장비	연 동 소	통제시스템	장비 연 결	장비간 연 결 신호	
무력화장비	무 력 화 거 리, 무 력 화 율	재 머 모의기	무 력 화 능 력	재 머 진 행, 성 공신 호	

시뮬레이션을 위한 디지털 트윈의 물리대상들은 컴퓨터 모델(Computational Model)로서 시설 환경은 구조물, 지형환경, 네트워크 등을 가상화하고 내부에서 안티드론 시스템을 이산 사건 모델(Discrete Event Model)로 모델링한다. 다만, 관제시스템은 실제 운용통제 시스템으로 연결하거나 연동능력을 신호발생기로 모델링한다. 인적요소는 구성형 모델(Constructive Model)로 시뮬레이션에 포함되는 인적 요소는 에이전트(Agent)로 모델링하여 모의하는것과 Human In The Loop Simulation으로 하여 필요시 운용자가 모의기 또는 실장비를 운용한다. 실 장비를 연동시에도 필요시 운용자 에이전트를 이용하여 무인으로 실 장비를 운용할 수도 있다.

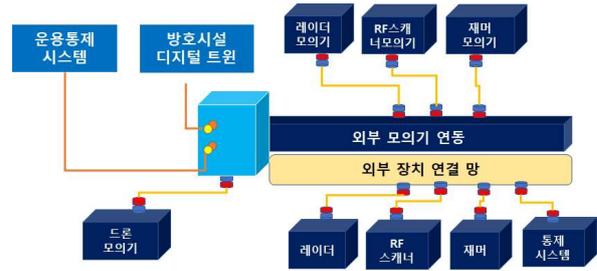


그림 4. 개발 및 통합 검증

Fig. 4. Development & integration verification

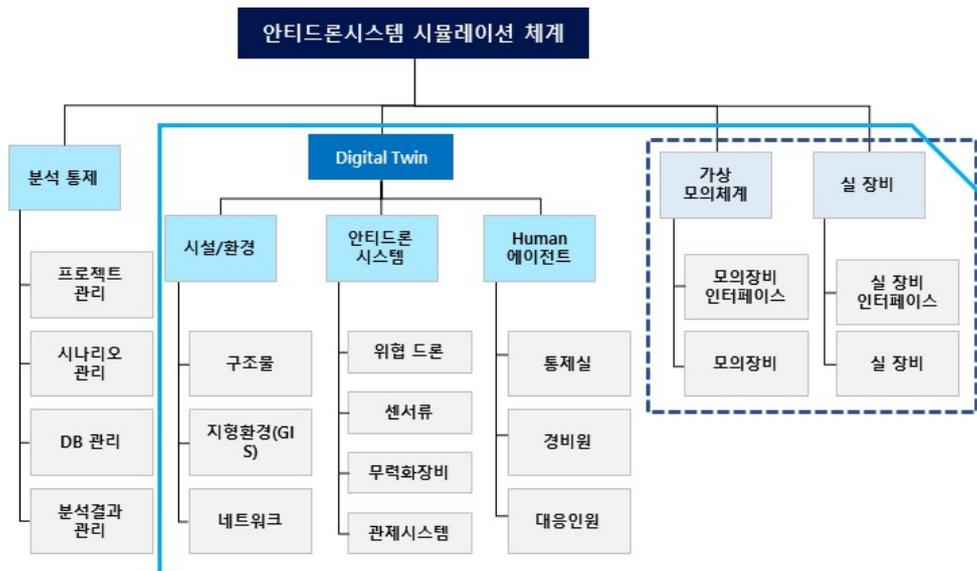
4.4 운용 시험평가용

운용이 필요한 현장에서의 평가를 위해서는 실제 현장 상황을 조성하기 불가능한 상황 조성용 도구와 시험 조건을 충족하기위한 측정용 센서, 측정을 반복하는 것에 대한 분석용 도구 등이 필요하다.

이러한 시뮬레이션 시스템 목적을 달성하기 위해서는 장비 통합 연동 성능 평가, 시나리오에 의한 시험 평가를 실제 현장에서 성능발휘 여부를 평가하는 것과 동일한 환경을 구성하여야한다.

모의내용은 구성제품의 시스템의 성능척도(Mesure of Performance)기반의 효과척도(Mesure of Effectiveness)로 임무 척도(Mesure of Mission Success)의 달성여부를 평가한다. 센서들의 탐지 및 식별거리, 탐지 및 식별율과 무력화장비의 성공률이 효과척도이지만 실장비를 연동하거나 실장비의 신호 생성 모의기를 연결하여 해당 실장비를 평가하는 것이다.

다만 개발시험 평가와의 차이점은 하부 시스템의 성능 충족은 달성된 장비들을 대상으로 운용 시나리오를 다양하게 하여 실제 운용상황에서 충분하게 임무를 성공하느냐 하는 것이다.



* 가상모의체계 : 실 장비의 신호정보를 생성하여 디지털 트윈으로 전송하는 device 수준(Emulator, Stimulator)

그림 5. 운용시험 평가

Fig. 5. Operational test & evaluation

평가하는 목적에 따라 장비의 구성도 다양하게 연동되도록 체계를 개발한다. 이 장비는 개발시험 평가도구로 사용한 시뮬레이션 체계의 모의기를 시스템 설계 평가도구와 연결하도록 네트워크와 인터페이스를 구성한다.

전체 시스템의 핵심적인 평가이며 시설장들의 장비 수락여부가 결정되는 평가이다. 여기서는 요구분석 및 설계단계에서 요구되는 성능을 모두 충족하느냐하는 시뮬레이션이지만 이 도구는 실제장비로서 운용통제 시스템, 그리고 구성되는 실장비로 시험한다. 해당 시설에서 발생가능한 시나리오를 수립하고 이를 평가하도록 시뮬레이션 시스템을 구성할 수도 있다.

이 시스템을 활용하는 시험평가는 시나리오를 실제와 유사하도록 하지만 발생가능한 다양한 악조건을 조성하는 것이 다르다. 따라서 환경모델이 실제와 일치하도록 구성되거나 실제 지역에서 운용될수 있다. 다양한 악조건이라함은 강우 강설, 안개 등 기상의 악화 상황에서 하거나 어려울 경우 환경모델을 변경하면서 시험한다. 지형 조건 역시 악조건으로 부여하기 위해 드론을 저고도 회피 비행, 고속비행 등을 하거나 여의피 않으면 드론 모의기를 운용하여 시험할 수 있다. 그 외에도 드론의 위협을 다양하게 하여 동시 다발로 수개의 방향에서 다수의 드론이 접근하는 경우 몇 개의 방향에서 몇 개까지 수용 가능한지 등을 평가하는 것이다.

시뮬레이션에서 실제 드론이 어려운 경우 드론 모의기를 통해서 RCS의 축소나 잦은 변형 등을 모의한다. 이 도구는 이러한 다양한 실제 운용환경을 모델링하여 시뮬레이션 하는 것이다. 모의범위와 수준은 요구분석 설계단계의 개략적 수준과 개발시험 평가단계의 상세 수준 등 두가지 수준을 모두 포함하는 것으로 모의된다.

4.5 M&S 체계의 VV&A

실제 세계를 가상화하는데 있어서 가장 큰 전제 조건은 가상 세계가 얼마나 실제 세계와 일치하느냐 그것의 신뢰성은 무엇으로 어떤 방법으로 보장하느냐이다. 모델링 시뮬레이션에 있어서 실제 세계 데이터가 부족한 경우에서의 신뢰성 확보는 사용자가 수락(Accept)할 수 있는 수준이다. 실제 데이터를 사용하여 또 하나의 컴퓨터에서의 가상 환경을 구성하는 기술이 발전되어 많은 어려움이 해소되고 있지만 실제 데이터를 확보하기 어려운 부분에서는 여전히 해결해야 할 과제이다.

이는 모델링과 데이터에 대한 검증(VV&A, Verification, Validation, Accreditation) 계획을 병행하여 준비하고 병행하여 수행하여야 한다. 검증은 두가지 분야로 설계한대로 모델링대로 구현되었는지를 검증(Verification)하는 개발 및 제작결과와 검증과 설계내용과 제작내용이 실제 세계와 일치하는지 확인(Validation)하는 것으로 모델과 데이터의 검증이다. 인정(Accreditation)은 이러한 과정들이 제대로 진행되었는지 객관적으로 인증하는 것이다.

국방 모델링 시뮬레이션 분야에서는 이러한 검증(VV&A)에 대하여 구체적인 절차를 마련하여 시행하고 있는데 이는 미국방성의 모델링 시뮬레이션 통제기구 (Modeling Simulation Enterprise)의 기준을 적용하고 있다.

5. 결 론

본 연구는 디지털 트윈기반의 M&S 체계 연구를 통해 안티드론 시스템의 구축에 필요한 시스템의 기능 및 성능 평가 측정 도구 및 시험장 요구내용을 기반으로 시험평가체계를 제시하였다.

이는 최근 디지털 트윈 기술을 기반으로 안티드론 시스템의 효율적 운용을 위한 모델링 시뮬레이션 기술 적용 분야를 3가지 분야로 구체화 한 것이다. 안티드론 시스템의 설계 및 구축 시 각 장비별 배치 위치, 수량, 요구되는 성능을 설정하고 평가하는 도구 분야, 각 장비 제조사와 통합시스템 구축하는 기관의 개발 및 시험 분야, 해당 시설에서 필요한 장비의 요구성을 충족여부 평가분야로 활용가능하다.

본 연구로 제시한 디지털 트윈 기반 시험평가 체계가 조기에 구축되면 현장에서 체감하고 있는 관계자 들의 안티드론시스템 체계 구축에 관한 요구사항을 해결할 것으로 기대한다.

References

- [1] Seong-Beom Hwang et al., "Manufacturing environment simulation model design applying the concept of digital twin", Journal of the Korean Simulation Society, Vol. 20, No. 2, 2020.6
- [2] Gyu-Tae Cho et al., "Methods to Strengthen Efficiency and Reliability of M&S-based Test Evaluation Equipment Development", Korea Simulation Society, Vol. 21, No. 1, pp.88-96, 2012.3
- [3] C. Kouhestani' *, B. Woo, G. Birch.. "Counter Unmanned Aerial System Testing and Evaluation Methodology", Sandia National Laboratories, 2017.
- [4] Christian, Robby. Yadav, Vaibhav. St Germain, Shawn W. Weathersby, John H. Prescott, Steven R. "Methodology and Application of Physical Security Effectiveness Based on Dynamic Force-on-Force Modeling". INL/EXT-20-59891, U.S. Department of Energy Office of Nuclear Energy, 2020.
- [5] Jan Farlik et. al. . "Multispectral Detection of Commercial Unmanned Aerial Vehicles", 2019.
- [6] John R. Hoehn & Kelley M. Sayler. Counter-Unmanned Aircraft Systems, Department of Defense, 2021