

검증 및 확인(V&V) 절차를 통한 무기체계 M&S 신뢰도 확보에 관한 연구

김석우* · 박상혁

Study of Acquiring the Credibility for Weapon System M&S with V&V Process

Seok-Woo Kim* · Sanghyuk Park

ABSTRACT

Verification, Validation & Accreditation (VV&A) process is widely applied in various disciplines as a method of acquiring the credibility for M&S tools. The guideline of VV&A states that the detailed process can be established flexibly according to the needs and the availability of resources. For example, DAPA (Defense Acquisition Program Administration) guideline suggests that the accreditation process in the VV&A can be omitted if necessary. On this study, we first introduce and describe V&V process. Accreditation process is omitted due to limited time and resources. However, the proposed V&V is sufficient for our needs. Finally, we apply the proposed process of V&V to the System-Integrated Simulator of "Raybolt", Medium-Range Infantry Missile System, for the acquisition of the M&S credibility.

Key words : Verification & Validation, Weapon System M&S, M&S Credibility

요 약

M&S 결과의 신뢰도를 확보하기 위한 방법으로, 선진국을 중심으로 개발된 VV&A(검증 확인 및 인정) 절차가 국내에도 소개되어 다양한 분야에 적용되고 있다. VV&A는 가용한 자원과 필요에 따라 그 절차를 선택적으로 적용하도록 가이드라인에 명시되어 있고, 방위사업청 무기체계 개발에 VV&A 관한 규정에도 인정(A)은 필요시 수행하도록 권고하고 있다. 본 연구에서는 V&V 절차를 소개하고, 이를 통해 무기체계 M&S 도구에 대한 신뢰도를 확보할 수 있는 방안에 대해 서술하였다. 또한 체계개발 중인 보병용 중거리 유도무기 '현궁'의 체계통합시뮬레이터에 V&V 절차를 적용하여 신뢰도를 확보한 사례를 제시하였다.

주요어 : 검증 및 확인(V&V), 무기체계 M&S, M&S 신뢰도

1. 서 론

M&S에 의한 무기체계 획득에 관한 관심이 늘어나면서, M&S에 의한 무기체계의 시험평가에 대한 수요도 증대되고 있다. 무기체계 시험평가에 M&S 결과가 활용될 때는 그 신뢰도가 매우 중요한데, 선진국에서는 M&S 신뢰도를 확보하기 위해 VV&A(Verification, Validation

& Accreditation) 절차를 지속적으로 발전시켜왔다. 국내에도 VV&A 절차가 소개되어 다양한 분야에 적용되고 있는 한편, 최근 국방 M&S에도 VV&A를 적용하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 적용 사례도 늘어나고 있다.

국방 M&S의 광범위한 모의 수준과 목적에 맞게 VV&A의 초점과 방법이 제안되었고^[1], 국내 무기체계 시험평가에 M&S와 VV&A 절차가 적용된 사례를 들어 실제적인 보완사항이 지적되기도 하였다^[2]. C4I 체계^[3], 한국형 CMMS^[4], 천궁 통합시험시스템^[5] 등에도 VV&A를 적용하기 위한 연구와 적용 사례를 찾아볼 수 있다.

천궁 통합시험시스템의 경우는 무기체계 시험평가에

Received: 6 March 2015, Revised: 23 June 2015,
Accepted: 10 July 2015

*Corresponding Author: Seok-Woo Kim
E-mail: kimsw@add.re.kr
Agency for Defense Development

M&S를 직접적으로 활용한 경우로서, VV&A를 통해 그 신뢰도를 확보한 대표적인 사례이나, 이를 위해 많은 시간과 인력, 비용이 투자되었다. 반면, 국내에서 개발되는 무기체계들은 M&S 결과를 시험평가에 활용하되, 합부를 판정하는 데 사용되기보다, 무기체계의 성능을 참고하고자 하는 경우들이 있다. 본 연구에서는, 시험평가에 직접 활용되지 않는 무기체계 M&S에 대하여 V&V(Verification & Validation) 절차를 적용함으로써 제한된 자원 하에서 그 신뢰도를 확보할 방법을 제안하고, 보병용 중거리 유도무기 ‘현공’의 체계통합시뮬레이터에 적용된 사례를 제시하였다.

2. V&V 절차

2.1 VV&A 개요

VV&A는 검증, 확인 및 인정의 약자로, M&S 도구의 신뢰도를 확보하기 위한 일련의 업무들을 정의한 절차이다. 미 국방성과 미 항공우주국에서 발간한 VV&A 적용 표준안내서를 제공하고 있으며, 이를 통해 각 활동은 다음과 같이 구분할 수 있다^{6,7)}.

- 검증 : 개발자의 의도에 맞게 개발되었는지에 대한 결정 과정
- 확인 : 사용자의 요구기능과 운용개념 충족 여부에 대한 결정 과정
- 인정 : 의도된 목적에 맞게 개발된 M&S를 사용해도 좋다는 공식적인 결정 과정

위와 같은 업무를 수행하기 위한 주요 업무수행자를 요약하면 다음과 같다.

- 사용 기관 : 문제 해결을 위해 M&S를 사용하고자 하는 주체이자, VV&A 의뢰 기관
- 개발 기관 : M&S 도구의 직접적인 설계와 구현을 담당하는 기관
- 인정 기관 : 인정활동을 수행하고 최종인정판정을 내리는 기관
- 검증 및 확인 기관 : 검증 및 확인 활동을 수행하되, 독립된 기관에서 검증과 확인 활동을 분담할 수 있다.
- 전문가 그룹 : 특정 분야에 관련한 검증 및 확인 활동에 검토와 자문을 담당

VV&A 절차를 크게 요약하면 Fig. 1과 같다. 먼저 인정기관이 인정계획과 더불어 인정 수락기준을 수립한다. 이를 참고하여 검증 및 확인 기관은 검증 및 확인 계획을 수립하고, 개발기관, 전문가집단과 함께 검증과 확인 활동을 수행하며 그 산출물을 인정기관에 제출한다. 이 산출물들을 바탕으로 인정기관에서 최종적인 M&S 사용여부에 대한 인정판정을 내리게 된다.

2.2 V&V 적용 근거

VV&A를 모두 수행하기 위해서는 현실적으로 많은 시간과 인력, 비용 뿐 아니라 다수 기관의 적극적인 참여가 필요하다. 천공의 경우와 같이 무기체계 시험평가에 있어 M&S 도구가 합격과 불합격을 결정해야 요소일 때, 개발사업 초기부터 VV&A활동에 대한 계획을 수립하여, 이에 대한 자원을 확보하는 것이 필요하다. M&S가 시험평가에 제한적으로 활용되는 경우에는 M&S 도구에 대한 신뢰도를 확보하고자 하는 요구와 가용한 자원 가운데 적절한 선택을 해야 한다. 유도무기 시험평가에서 실사격을

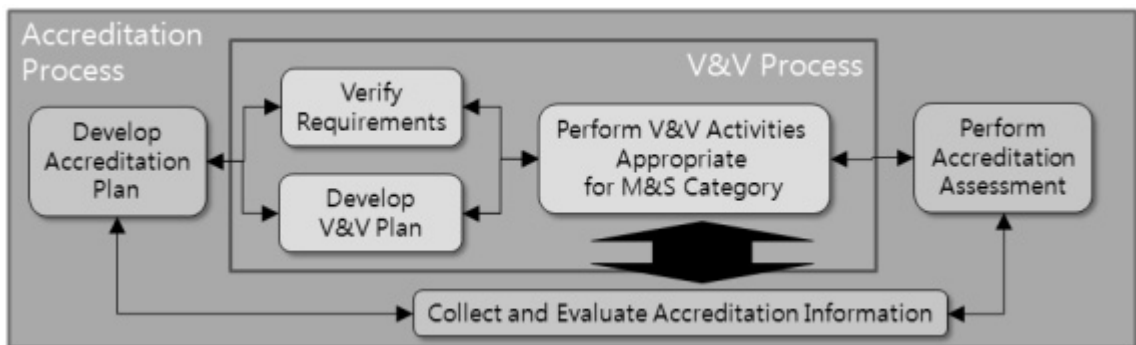


Fig. 1. VV&A Process^[6]

실시하기 어려운 조건에 대한 성능을 참고하고자 할 경우를 예로 들 수 있다. 이 경우, 신뢰도 확인 작업을 V&V 활동으로 제한하여 시간과 비용을 절약하면서도 신뢰도를 확보할 수 있을 것으로 판단하였다.

실제로 VV&A 표준절차안내서에도 모든 활동을 상황과 필요에 따라 선택적으로 활동 내용을 선택적으로 적용하도록 권장하고 있다. 방위사업청 예규 또한 “성능에 결정적인 영향을 미치는 M&S 체계는 개발자와 사용자의 필요 및 관련기관의 협의에 의해 검증, 확인 및 인정(필요시)을 수행”하도록 하고 있으며, M&S 활용 계획에도 “검증, 확인, 인정 계획을 포함하되, 인정은 필요시 수행”하도록 한정하고 있다⁸⁾.

국방 분야의 특성상, M&S 도구의 개발기관과 사용기관이 동일한 기관이거나, 상세코드 또는 무기체계에 관한 세부적인 사항이 외부기관에 공개되기 어려운 경우가 있다. 상세히 모의된 무기체계 M&S는 그 자체로도 무기체계 성능이 드러나기 때문이다. 이런 이유로 개발과 사용, V&V 활동까지 동일 기관에서 수행할 경우는 그 결과에 대한 객관성 확보가 어렵다는 지적이 있다²⁾. 정보공개의 어려움과 객관성 확보를 동시에 만족하기 위해, 검증과 확인 업무를 분리하여, 검증 활동을 개발기관이 담당하고, 확인 활동을 제3의 기관에서 수행하는 방안을 제안하는 바이다. 검증 활동은 M&S 도구에 대한 상세한 요구사항과 설계, 구현 과정을 면밀히 살펴보는 활동이기 때문에 정보공개가 어려울 경우 개발기관에서 수행할 수 있다. 확인 활동은 주로 모의개념모델과 입출력 데이터의 품질을 확인하는 활동이기 때문에 제3기관에서 수행하여 객관성을 확보하는 것이 가능하다.

2.3 V&V 절차 연구

VV&A 표준안내서에 따라 Fig. 2와 같이 VV&A 절차상의 V&V과정과 기본적으로 동일하게 진행한다. 이 절에서는 V&V 표준 절차를 소개하고, 인정 활동이 수행

되지 않을 때의 달라지는 점들을 기술하였다.

2.3.1 검증 및 확인 계획

계획 수립 단계에서는 먼저 M&S 도구의 특성에 맞게 UUT(Unit Under Test), 즉 검증 및 확인 활동을 수행할 단위시험항목을 식별해야 한다. 해당 UUT에 대해 수행할 V&V 세부 활동들을 연결하고, 일정 및 인력 등 확보 자원을 토대로 활동 계획을 수립한다. VV&A에서는 인정 계획이 선행되고, 인정 판정을 돕기 위한 UUT 선정과 V&V 활동을 계획한다. 인정 계획이 선행되지 않을 경우, M&S 개발 요구문서에 명시된 M&S 도구의 작동 범위와 기능들을 기준으로 V&V 활동 계획을 세울 수 있다. 각 분야의 전문가 그룹을 선정하여 검토계획을 세우는 것을 포함한다.

2.3.2 요구사항 검증

인정 계획이 선행되지 않을 경우는 검증 및 확인 활동의 기준이 요구문서가 되기 때문에 요구사항 검증 활동의 중요성이 부각된다. 필요에 따라 검증 및 확인 계획에 선행될 수 있으며, 동시에 진행할 수 있다. M&S 도구에 대한 개발 요구문서들을 검토하여 상위 요구문서부터 하위 요구문서까지 항목들이 누락 없이 추적이 가능한지 살펴본다. 또한 문장에 오류나 오해의 소지가 있는지 등 요구사항 자체의 완전성과 정확성을 검증하는 논리 검증을 수행한다.

2.3.3 모의개념모델 확인

M&S 목적에 따라 모의하고자 하는 실세계의 범위와 상세도에 맞게 개념모델이 수립되었는지 확인하는 과정이다. 개념모델에 대한 가정 및 제약사항이 타당한지, 필요한 데이터와 입출력 인터페이스가 바르게 식별되었는지 논리적으로 검토한다. UUT 별로 해당분야에 오랜 경험이 있는 전문가들이 요구사항에 대한 추적성과 개념모

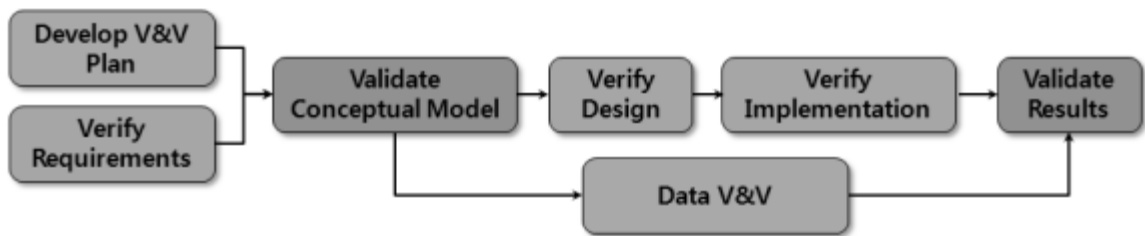


Fig. 2. V&V Process

Table 1. V&V Process and Report List related to M&S tool Development Phase

M&S Development Phase	V&V Process	Report
M&S Development Plan	Develop V&V Plan	Verification & Validation Plan
Requirements Analysis	Verify M&S Requirements	Requirements Verification Report
Conceptual Model Development	Validate Conceptual Model	Conceptual Model Validation Report
Design	Verify Design	Design Verification Report
Implementation	Verify Implementation	Implementation Verification Report
Input Data Review	Data V&V	Data V&V Report
Result Analysis (Test)	Validate Result	Result Validation Report
	Summary of V&V activities	V&V Report

델의 완전성, 일관성, 정확성 등을 살펴본다.

2.3.4 설계 검증

요구사항에 명시된 내용들이 설계에 반영되었는지, 그 추적성을 확인하는 것을 포함하여, 요구문서와 수립된 개념모델에 따라 M&S 도구에 대한 설계가 진행되면서 수행한 설계 검토와 그 수정사항들이 설계 검증 활동에 해당한다. 하드웨어와 프로그램의 구조가 효율적이고 논리적으로 설계되었는지 검토한다. 기본 설계 검토 회의(PDR)와 상세 설계 검토 회의(CDR)의 자료나 설계 검토 보고서 등을 근거 자료로 사용할 수 있다.

2.3.5 구현 검증

M&S 도구가 모의개념모델 및 설계 결과대로 잘 구현되었는지 평가한다. 요구문서의 기능이 코드로 구현되었는지, 코드가 일관되고 규칙적으로 작성되었는지, 표준 코딩 규칙들이 잘 준수되었는지, 오류나 경고 사항들이 수정되었는지, 인터페이스가 알맞게 구현되었는지 등을 논리적으로 검토한다. 코딩 오류 검토나 표준 코딩 규칙 준수 여부는 별도의 코딩 검사 소프트웨어를 사용할 수 있다. 오류 확인을 위한 코드 단위의 시험 성적 또한 검증 근거로 활용 가능하다.

2.3.6 데이터 검증 및 확인

개념모델 수립 시나, 설계, 구현 단계에서 식별된 여러 유형의 데이터들을 분석, 비교, 검토의 방법으로 검증한다. 분석은 해당 데이터가 계산과정을 거쳐야 하는 경우나, 모델링 과정에서 단순화되는 경우, 오차분석 등을 통해 데이터 값에 대한 신뢰도를 확보하는 방법이다. 분석이 필요 없이 데이터가 신뢰할만한 문서 등을 근거로 둘 경우 비교의 방법을 사용한다. 유형의 문서가 없어 해당

분야의 전문가가 검토하는 방법으로 데이터를 검증한다.

데이터의 검증 절차나 근거들을 토대로 확인 과정을 거쳐야 한다. 식별된 데이터들의 일관성이나 참고문헌의 신뢰도, 검증 방법 선택의 적합성, 단위 사용의 표준성과 데이터 값의 정확성 등을 확인한다.

2.3.7 결과 확인

M&S 도구가 사용 의도에 적합한 결과를 생산할 수 있는지 평가한다. 모의범위 안에서 실세계를 얼마나 잘 반영하였는지 평가함으로써 요구사항에 적합한지 판단한다. 동일한 조건에서의 실 시험 결과와 M&S의 결과를 비교하거나, 신뢰도가 확인된 다른 M&S 결과와 전문가의 관점에서 비교하여 확인 활동을 수행할 수 있다. 이때, 기준 데이터의 신뢰성이나 입력조건 적합성 등을 확인해야 한다. 요구사항에 정의된 기능들이 모두 작동하는지 또한 확인할 수 있다.

2.3.8 기타 활동

V&V 기타활동으로는 소프트웨어와 문서들의 형상관리와 M&S 도구의 보안 및 교육훈련 자료의 평가가 있다. M&S 도구 개발 단계와 연결하여 검증 및 확인 활동과 그 산출물을 Table 1에 정리하였다.

3. 적용 사례

국방과학연구소 주관으로 체계개발이 진행되고 있는 보병용 중거리 유도무기 ‘현궁(영문명 : Raybolt)’의 체계 통합시뮬레이터의 신뢰도를 확보하기 위해 V&V 절차를 적용하였다. ‘현궁’은 보병이 휴대하여 운용이 가능하고, 적외선 영상 탐색기를 적용하여 발사 후 망각(F&F : Fire & Forget)이 가능한 3세대 유도무기이다. 시험평가 주관

기관은 고가의 유도무기 실 사격 시험평가가 제한되는 바, 다양한 전장 환경에 대한 비행능력과 명중률을 참고자료로 제시해 줄 것과, 사용되는 M&S 도구에 대한 신뢰도 확보를 위해 V&V를 수행할 것을 요구하였다.

3.1 현궁 체계통합시뮬레이터

현궁 체계통합시뮬레이터(RSIS : Raybolt System-Integrated Simulator)는 원래 탐색기 추적 알고리즘 개발 및 유도탄 종합 성능 분석을 위한 도구로 개발되어 체계개발 과정에서 운용하였다. 체계통합시뮬레이터의 특징은 적외선영상을 모의하여 탐색기의 영상추적 알고리즘이 포함된 유도탄의 비행 시뮬레이션을 수행할 수 있다는 것이다. 이를 위해 체계통합시뮬레이터는 크게 비행역학모의기와 적외선영상모의기로 구성되며, 두 모의기의 정보를 전달하는 인터페이스 모델, 운용자와 시뮬레이터간의 시나리오를 전달하는 시나리오 모델로 이루어진다(Fig. 3).

비행역학모의기는 유도탄과 표적의 6자유도 비행 동역학을 모의한다. 유도탄 모델에는 공력, 추력, 탐색기, 구동장치, 유도조종 알고리즘, 영상추적 알고리즘 등이 상세히 모델링 되어, 유도탄 비행에 관한 상세한 모의가 가능하다. 유도탄 모델과 표적 모델에서 각각의 위치의 자세를 적외선영상모의기에 전달한다. 적외선영상모의기는 유도탄 탐색기의 시점에서 표적과 배경의 적외선 영상을 모의하여 유도탄 모델 내의 영상추적 알고리즘에 전달하여 영상 유도에 의한 유도탄 비행이 가능하도록 하였다. 이를 위하여 각종 시뮬레이터의 가시광/적외선 가상영상 생성기로 널리 사용되는 미국 Presagis사의 VegaPrime를 적외선영상모의기로 채택하였다.

3.2 V&V 활동

3.2.1 검증 및 확인 계획

국방과학연구소가 개발 기관이자 사용 기관으로서 검증 활동을, 인하대학교 통합 M&S 기술 연구센터에서 확

인 활동을 담당하였다. V&V 활동 중 구현 검증은 주어진 기간 및 자원에 비해 필요 활동이 많아 UUT별 결과 확인에서 검증을 겸하는 것으로 시험평가 관련 기관들이 합의하였다.

요구사항 문서 및 세부 모델에 대해 UUT를 식별하였고, 어떤 V&V 활동을 수행할지 Table 2와 같이 선정하였다. 유도조종 알고리즘이나 탐색기 영상추적 알고리즘은 탑재코드와 동일한 코드가 적용되기 때문에 UUT에서 제외하였다. 유도무기 개발 및 시뮬레이션 분야, 공력 분야, 모의 적외선영상 분야, VV&A 전문가들을 전문가 그룹으로 선정하고 분야별 검토의견을 듣기로 계획하였다.

각 활동별 최종 산출물로서, 검증 및 확인 계획서, 요구사항 검증 보고서, 모의개념모델 확인 보고서, 설계 검증 보고서, 데이터 검증 및 확인 보고서, 결과 확인 보고서, 검증 및 확인 보고서 및 평가 결과 확인서까지 총 8종의 보고서를 작성하기로 결정하였다.

3.2.2 요구사항 검증

시뮬레이터 규격명세서와 시뮬레이터 SW 요구규격명세서의 논리적인 검증을 수행하였다. 요구사항 검증을 위해 국방과학연구소 연구개발 표준지침 중 요구사항 개발 지침을 토대로 요구사항 및 요구규격들의 정확성, 완전성, 일관성, 명확성, 분명도, 추적성, 검증성, 유일성, 타당성, 경쟁성을 검토하였다. 특별히 추적성은 상위 요구사항으로부터 하위 규격까지 모든 사항이 추적되는지 검토하고 수정하는 활동을 수행하였다.

3.2.3 모의개념모델 확인

모의개념모델 확인을 위해 UUT로 식별된 각 모델들의 가정 및 제한사항을 서술하고, 수학적, 논리적 모델을 상세히 제시하였다.

모델들에 대해 크게 추적성, 완전성, 일관성, 정확성 등의 관점에서 확인활동이 이루어졌다. 추적성은 요구사항과 모의개념, 모의범위가 잘 연결되어있는지 평가하고, 실세계 대상물과 환경 등의 범위에 적합하게 포함되어 있는지 여부를 검토하였다. 완전성 확인은 규격서에 서술된 모의 대상물의 기능들이 충분히 모의될 수 있는지 확인하는 것을 의미한다. 일관성 확인은 각 개념모델간의 입출력 데이터의 모순이 있는지를 확인하는 것이다. 정확성에 대한 평가는 모의수준 및 명시된 가정 / 제약 사항들을 고려하였을 때, 원하는 결과를 얻을 수 있도록 모델이나 인터페이스 등이 정확하게 고려되고 있는지를 평가하는 것을 의미한다.

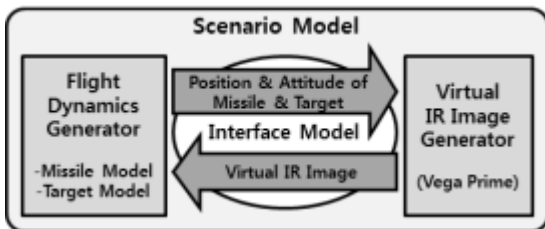


Fig. 3. Raybolt System-Integrated Simulator Concept

Table 2. RSIS UUT-V&V Activity Cross Work Matrix

Unit Under Test		Verification		Validation		Others	
		Logic	Code	Structural	Output	Data Qualification	Configuration Management Process Evaluation
RSIS System-Subsystem Specification		✓					✓
RSIS SW Requirement Specification		✓					✓
Scenario Model		✓		✓			
Flight Dynamics Generator	Missile Model	Seeker Model	✓		✓	✓	✓
		Actuator Model	✓		✓	✓	✓
		Aero Model	✓		✓	✓	✓
		Thrust Model	✓		✓	✓	✓
		Gravity Model	✓		✓	✓	✓
		Dynamics Model	✓		✓	✓	✓
		Sensor Model	✓		✓	✓	✓
	Error Model	✓		✓	✓	✓	
Target Model		✓		✓	✓		
Virtual IR Image Generator				✓	✓	✓	
Interface Model		✓		✓			

3.2.4 설계 검증

설계 검증은 기 수행된 PDR과 CDR, 설계 검토 보고서를 토대로, 요구사항에 서술된 기능들이 누락되지 않았는지 그 추적성 검토를 중심으로 검증활동을 수행하였다.

적외선영상모의기는 상용 SW를 적용한 만큼, VegaPrime의 적용 사례를 조사함으로써, 본 시뮬레이터의 적외선영상모의기로 적합한 도구인지 검증을 실시하였다. 조사결과, VegaPrime은 다양한 대기 및 재질 특성을 제공하고, 영상 생성 속도가 및 다양한 소프트웨어 및 하드웨어와의 연동성이 비교적 우수한 것으로 나타났다. 이러한 장점으로 국외에서 전투기 시뮬레이터 및 헬리콥터 조종사들의 적외선 표적 식별 훈련 시뮬레이터에 적용된 사례를 찾아볼 수 있었다. 또한 국내 개발중인 적외선 탐색기를 이용한 유도무기 개발에도 사용된 사례가 있어, 본 시뮬레이션 목적에 알맞은 도구임을 검증할 수 있었다.

3.2.5 데이터 검증 및 확인

검증 및 확인 대상 데이터는 장착형 데이터로 구분되는 초기 입력 데이터와 모델 파라미터, 적외선영상모의기의 입력 데이터에 해당하는 표적 및 배경의 3차원 형상 데이터를 포함한다. 모델 파라미터를 선정할 근거를 수집

하고, 앞서 제시한 분석, 비교, 검토 방법을 통해 검증 활동을 수행하였다.

데이터 확인은 일관성, 완전성, 적절성, 표준화, 정확성 등 크게 다섯 관점으로 검토되었다. 일관성 확인은 모의 개념모델 확인 과정에서 식별된 모델 파라미터들에 누락이나, 데이터 변경사항에 대한 관리가 잘 이루어지고 있는지를 확인하는 것이다. 완전성 확인은 모든 데이터에 근거가 제시되어 있고, 그 근거 자료의 신뢰도를 검토하는 것이다. 적절성 확인은 검증 방법 또는 검증 논리가 적절한지, 추가 검증이 필요한지 등을 검토하는 것이다. 표준화는 데이터가 표준 단위를 사용하고 있는지 검토하는 항목이고, 정확성에 대해서는 근거로 제시된 값과 시뮬레이터의 입력 데이터가 정확하게 일치하는지 검토하였다.

3.2.6 결과 확인

결과 확인은 각 UUT별 출력을 동일한 입력 조건에서의 실제 시스템의 결과와 비교하는 활동으로 요약된다. 또한 시뮬레이터의 전체적인 결과물 또한 실 시험과 비교하여 사용의도에 적합한 결과를 생산할 수 있는지 확인하였다. 결과 확인을 위한 비교 기준은 시험 데이터, 검증된 모의도구 출력 또는 체계 규격을 활용하였다. 비교할 데

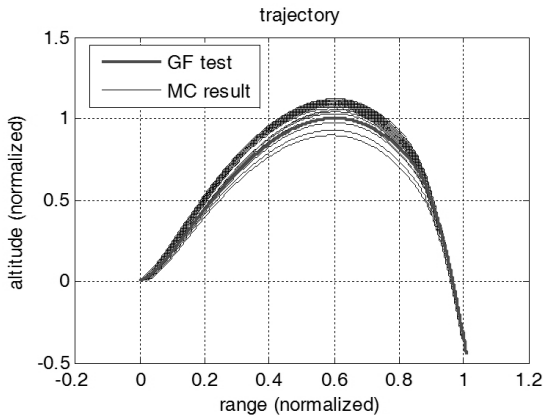


Fig. 4. Range-Altitude Trajectory

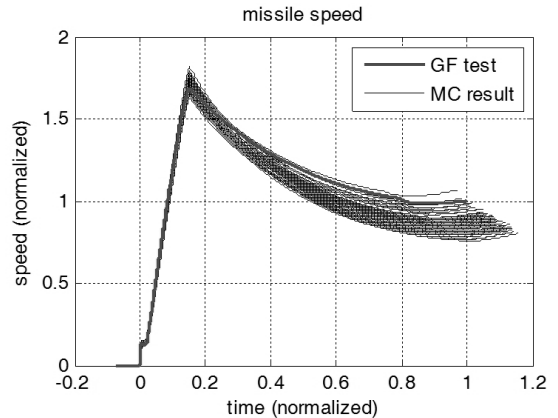


Fig. 5. Missile Speed

이터가 가용하지 않을 경우에는 민감도 분석을 통해 해당 UUT의 결과가 전체 시스템 결과에 미치는 영향을 고려하였다.

결과 확인은 완전성, 적합성, 정확성의 기준으로 수행되었다. 비교 기준 데이터 획득과 관련한 시험결과(또는 벤치마킹 결과) 및 성적서가 모두 존재하는지 완전성을 평가하였다. 비교 기준 데이터가 모델의 결과 확인에 이용할 수 있도록 입력 조건이 적합한지 적합성을 검토하였다. 각 모델의 출력이 검증된 데이터와 일치하는지 정확성을 평가하여 결과 확인 활동을 수행하였다.

적외선영상모의기의 경우, 유도탄의 비행환경과 유사한 궤적으로 무인헬리콥터에서 탐색기로 촬영한 영상과, 적외선영상모의기로 생성한 모의영상을 비교하였다. 영상은 계절과 주/야 환경을 고려하고, 표적의 종류, 화염 및 가림 등의 전장환경, 표적간의 거리 등을 고려하여 다양하게 선정하였다. 동일한 상황에 대해 적외선영상모의기를 이용해 모의 적외선영상을 제작하고, 탐색기 영상추적 알고리즘에 두 영상을 입력하여 유사한 추적성능을 보이는지 확인하였다.

시뮬레이터의 최종 목적인 명중률 확인의 경우는, 실제 명중률 산출을 위해 동일한 조건에서 다수의 유도탄 비행 시험을 수행할 수는 없다. 따라서 이미 수행된 비행시험의 비행궤적, 속도, 자세 등의 결과가 동일한 조건을 입력한 상태에서 오차요소를 포함한 몬테카를로 시뮬레이션의 결과 안에 포함되는지 확인하여 오차요소를 포함한 시뮬레이션이 정상적으로 수행되는지 확인하였다. Fig. 4와 Fig. 5는 각각 비행시험 결과와 몬테카를로 시뮬레이션 결과 중 비행궤적과 속력을 나타낸 것이다.

3.2.7 기타 활동

기타 활동으로 요구사항 문서들의 형상관리를 수행하였다. 또한 전문가 그룹 회의를 개최하여 주요 분야와 V&V 활동에 대한 검토의견을 수렴하고 반영하였다.

3.3 V&V 결과

검증 및 확인 활동을 통해 계획된 보고서가 모두 작성되었다. 기상 조건 가시화 효과 등 VegaPrime의 제한사항으로 실제와 유사한 적외선영상을 모의하는 것에는 제한이 있는 것으로 평가되었으나, 영상추적 알고리즘 관점에서는 유사한 적외선영상을 모의할 수 있는 것으로 확인되었다. 결론적으로, 검증 및 확인 활동을 통해 현궁 체계 통합시뮬레이터가 목적된 범위 안에서 신뢰도 있게 운용이 가능한 도구임을 확인할 수 있었다.

4. 결 론

M&S 도구의 신뢰도를 높이기 위해 VV&A 절차가 국내에도 많이 소개되어 연구되고 있다. M&S에 의한 무기체계 시험평가가 늘어나고 있는 추세이지만, M&S 결과가 합격과 불합격을 결정하는 요소가 아닐 경우도 많이 있다. 현실적으로 VV&A를 수행하기 위해서 많은 비용이 필요한 점을 고려할 때, V&V 활동으로 제한하여 M&S 도구의 신뢰도를 확보할 수 있을 것으로 기대된다. 국방 M&S의 보안성과 V&V 활동의 객관성을 고려하면, 검증 활동은 개발 기관에서, 확인 활동은 제3의 기관에서 수행하는 것을 제안하였다. 체계개발 중인 보병용 중거리 유도무기 ‘현궁’의 체계통합시뮬레이터에 대해 V&V 활동을

수행하였으며, 신뢰도 있는 M&S 도구임을 확인하였다.

References

1. Kim, J., Jeong, S., Hwang, I., Cho, H., Kim, D., Jang, Y.J. (2013), "M&S Verification, Validation and Accreditation Research Direction Considering the Characteristics of Defense M&S", Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers, Vol. 39, No. 6, pp. 486-497.
2. Kim, H.H., Lee, C.H., Cho, N.H. (2009), "A Study on Application and Promotion of DM&S VV&A (Focused on M&S for Test and Evaluation)", Journal of the Korea Society for Simulation, Vol. 18, No. 4, pp. 157-164.
3. Kim K.-H., Kang, S.-J. (2010), "A Study on VV&A Application Method for Credibility Improvement of The DM&S for C4I Test and Evaluation", Journal of Korea Institute of Military Science and Technology, Vol. 13, No. 6, pp. 1080-1090.
4. Kim, G.S., Lee J.M., Bae Y.M., Lee, Y.H., Pyun, J.J. (2010), "The VV&A Process Design for CMMS in Consideration of Korean mission space characteristics", Journal of the Korea Society for Simulation, Vol. 19, No. 4, pp. 189-198.
5. Cho, K., Lee, S., Lee, H., Kim, S., Jeong, H. (2012), "Enhancing the Efficiency and Reliability for M&S based Test and Evaluation System Development", Journal of the Korea Society for Simulation, Vol. 21, No. 1, pp. 98-96.
6. Defense Modeling and Simulation Office (DMSO), "Recommended Practices Guide(RPG)", 2006.
7. NASA, "M&S VV&A RPG", 2007.
8. 방위사업청, "무기체계 획득단계별 M&S활용 실무참고서", 2013.



김 석 우 (kimswo@add.re.kr)

2007 연세대학교 기계공학과 학사
2009 연세대학교 기계공학과 석사
2009~현재 국방과학연구소 선임연구원

관심분야 : 전술 유도무기, 시뮬레이션, 성능분석



박 상 혁 (sanghyuk.park@lignex1.com)

2006 인하대학교 항공우주공학과 학사
2008 인하대학교 항공우주공학과 석사
2013 인하대학교 항공우주공학과 박사
2013~2014 인하대학교 통합시스템 M&S 연구센터 연구원
2014~현재 LIG 넥스원 선임연구원

관심분야 : 유도제어, 임무계획, 시뮬레이션, 성능분석