

한국형 전시자원소요산정 모델에 대한 VV&A 적용방안 연구

(A Study on VV&A Application for the Korean Wartime Resource Requirement Model)

† 김민숙(Kim, Min Suk)*, 정환식(Jung, Whan Sik)**, 이재영(Lee, Jae Yeong)***

초 록

최근 국방분야에서 M&S의 중요성이 증가함에 따라 이를 검증, 확인, 인증 할 수 있는 VV&A의 필요성이 요구되고 있다. VV&A는 M&S 개발시 신뢰성을 높이고, 사용자의 요구사항을 충족시켰는지를 판단하기 위한 정보를 제공한다. VV&A 과정은 M&S의 신뢰성을 보증하기 위해 필요한 활동이다. 그러나 한국에서는 현재까지 M&S 개발시 VV&A에 대한 지침과 규정이 정립되어 있지 않다. 본 연구에서는 VV&A 절차의 일부를 현재 육군에서 개발 중인 한국형 전시자원소요산정 모델에 적용하기 위해 계획은 전단계에 대해 수립하였고 제한적으로 근접지역 직접사격 손실논리에 대해 결과확인을 실시하였다. 이는 M&S 개발시 VV&A 적용의 필요성을 인식할 수 있는 계기를 제공하였다.

ABSTRACT

Recently, the necessity of VV&A and the importance of M&S are increasing in the national defense area. The purpose of VV&A is to assure a proper development of M&S and to provide users with sufficient information to determine if M&S could meet their demands. Therefore, VV&A process needs to be performed to guarantee the credibility of the M&S.

However, the basic guidance and regulation of VV&A are not yet developed in Korea. This paper proposed the VV&A application process in the Korean Wartime Resource Requirement Model, focusing on the close combat situation of the model.

The VV&A process provided in this paper can also be applied to other analytical models currently developing in Korea.

Keywords : VV&A(Verification, Validation and Accreditation), M&S(Modeling and Simulation)

논문접수일 : 2009년 7월 2일 논문게재확정일 : 2009년 8월 26일

* 육군 교육사령부 방호 M&S 담당

** 국방대학교 운영분석과 박사과정

*** 국방대학교 운영분석과 교수

† 교신저자

1. 서론

국방 M&S는 위계임, 전력분석, 국방획득 및 전투실험 등 국방 분야에서 널리 사용되어 왔다.

최근 정보기술(IT:Information Technology)의 발달과 미래 전장환경 및 전쟁 패러다임의 변화, 새롭고 다양한 작전적 요구에 비해 상대적인 국방 가용자원의 제약, 그리고 환경오염 문제 등으로 인해 국방 M&S에 대한 중요성이 부각되고 있다. 국방 M&S는 운영분석 기법 중의 하나인 모델링 및 시뮬레이션을 국방관련 다양한 업무분야에 적용하고자 하는 것으로, 결심권자로 하여금 과학적이고 합리적인 의사결정을 지원할 수 있는 통찰력을 제공하기 위한 것이다[1].

군사 선진국에서는 M&S의 중요성을 인식하고 다양한 국방 분야에 적용하고 있으며 한국군도 최근 이러한 노력을 하고 있다.

현재 군은 창조 21(육군), 청해(해군), 창공(공군), 천자봉(해병대) 등 대부대급 독자 모델을 개발완료 하였으며 전투근무지원모델(합참) 및 전투근무지원분석모델(육군) 등이 개발 예정으로 차후 훈련 및 분석용으로 활용할 예정이다.

또한, UH-60 비행 시뮬레이터 개발을 완료하였고, 향후 해군의 P-3C 해상 초계기와 LYNX 해상작전 헬기 시뮬레이터, 육군의 K계열 전차 소부대 전술 모의훈련 장비와 육군항공 전술 시뮬레이터, 공군의 전자전 훈련장비 등을 개발하여 훈련 및 무기체계 획득을 위해 활용할 예정이다.

그러나, 최근 M&S 개발 시 신뢰성에 대한 문제가 제기되고 있다. 현재까지 한국군은 M&S에 대한 신뢰성을 확보하기 위해서 시험평가를 주로 수행하여 왔다. 그러나 일반적인 시험평가 이행만으로는 M&S에 대한 신뢰성을 보증하기에는 제한이 있다. 따라서 선진국에서는 M&S 개발 시 시험평가와 더불어 VV&A 개념을 적용하고 있다. 시험평가는 시스템의 성능과 효과에 대한 보증에 초점을 두는 반면, VV&A는 M&S의 능력과

신용에 대한 보증과 그 용도에 대한 공식적인 결정을 다루고 있기 때문이다.

미국은 개발 M&S의 특성에 따라 적합한 VV&A 절차가 적용될 수 있도록 지침 및 제도가 정착되어 있으나, 한국군은 M&S에 대한 VV&A 지침이 없으며, 현재까지 규정화 되어 있지 않은 실정이다.

따라서 본 연구에서는 현재 육군에서 개발 중인 『한국형전시자원소요산정 모델』에 대해 신뢰성 및 사용자 요구사항을 충족하는 모델 개발을 위한 VV&A 적용방안을 새롭게 제시하였다.

본 연구는 6장으로 구성되어 있다. 2장에서는 VV&A 개념 및 절차에 대해 살펴보고, 3장에서는 VV&A 적용사례에 대해 설명하였다. 4장에서는 한국형전시자원소요산정 모델에서 근접전투 분야를 중심으로 VV&A 적용 계획을 수립하고, 5장에서는 V&V 수행 및 결과확인을 통해 한국형 전시자원 소요산정 모델에 대한 신뢰성을 평가하였다. 마지막으로 6장에서는 결론 및 향후 연구과제에 대해 기술하였다.

2. VV&A 일반개요

2.1 VV&A 개념

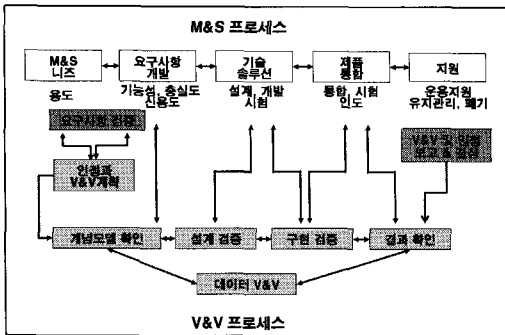
신뢰성 있는 M&S 개발 보증 및 사용자에게 충분한 정보를 제공하기 위해 VV&A를 실시하며 VV&A는 특정한 용도에 사용되는 M&S의 신뢰성 확보를 위한 근거를 수집하고 평가하는 과정이다.

미 국방성 모의분석국(DMSO)의 VV&A RPG 문서에 의하면 검증(Verification)은 M&S의 구현과 그것에 관련된 데이터가 개발자의 개념적 묘사 및 요구조건을 정확히 표현 했는지를 결정하는 과정으로 기능시험을 실시하며, 확인(Validation)은 의도된 용도의 사용관점에서 M&S와 그와 관련된 데이터가 실제상황에 어느 정도 정확하게 묘사를 하고 있는지 결정하는 과정으로 충실도로 평

가한다. 그리고 인증(Accreditation)은 M&S와 관련 데이터가 특정 목적을 위한 사용조건에 적합한지에 대한 공식적인 인증을 하는 것으로 신뢰성을 평가하는 것이다[2].

2.2 VV&A 적용절차[3]

VV&A 프로세스는 개발 M&S의 프로세스와 밀접한 관계를 유지한다. 이는 궁극적으로 M&S의 신뢰성을 결정한다. VV&A는 M&S 개발 프로세스 산출물을 기반으로 진행되고, 인증은 V&V 프로세스 산출물에 대한 평가를 통해서 이루어진다. <그림 1>은 M&S 개발 프로세스와 VV&A 프로세스 단계별 상호 관계를 보여주고 있다.



<그림 1> M&S 프로세스 및 VV&A 프로세스 상호관계

이들 각각의 노력이 성공적으로 되기 위해서는 비용대 효과, 즉시성, 그리고 충분성을 고려한 균형 있는 활동의 수행이 필요하다. VV&A 프로세스는 용도, 수락기준, 자원제약, 연관된 M&S의 형태 및 중요성에 따라 맞춤형으로 적용이 가능하다.

2.3 M&S 요구사항 수락기준 설정방법[3]

수락기준은 사용자 관점에서 M&S를 평가하는 기준을 제공한다. VV&A 프로세스를 수행하기 위해서는 M&S가 잘 개발되었는지에 대한 문제,

즉 개발된 M&S에 대한 수락기준(acceptability criteria)이 필요하다.

M&S 요구사항 수락기준 및 VV&A 계획은 요구사항 도출로부터 시작된다. M&S 요구사항은 일반적으로 문제영역, 사용자영역, 시뮬레이션 영역에서 식별 및 도출이 가능하다.

문제영역은 시뮬레이션 사용자가 직면한 특정한 문제에 대한 주제나 관심사항을 포함한 영역에 관한 것이다. 사용자 영역에서는 사용전장(field of use), 또는 특정 주제를 기술하고, 지형, 기후, 조직 등의 여건 및 제약 하에서 수행되는 EATI(entity, action, task, interaction)에 대하여 기술한다. 시뮬레이션 영역은 실제의 솔루션으로써 M&S 구현 영역이 된다.

위에서 언급한 3가지 영역에서 도출된 요구사항은 표현 요구사항과 구현 요구사항으로 구분된다. 표현 요구사항은 M&S의 사용 목적에 부합하기 위해서 모델이 표현해야 하는 개체들의 성질과 행동을 기술한 것으로 충실도 측면에서 요구되는 능력을 정의한 것이다. 구현 요구사항은 시뮬레이션 구현과 관련된 사항으로, 표현 요구사항을 제외한 나머지 부분이다. 대부분 M&S 구현과 관련하여 하드웨어, 소프트웨어, 데이터, 기타 연동 조건 사항들이 포함되며, <표 1>은 표현 및 구현 요구사항의 특성에 따른 분류를 나타낸다. <표 1>

<표 1> 요구사항의 특성에 따른 분류

구분	내용
충실도	작전범위, 세력규모, 우군 및 적군, 핵심모델 등
성능	데이터, 사용자 인터페이스, 데이터 수집 및 사후강평, 합성환경 등
설치	네트워크 관리, 표준화, 투명성, 소프트웨어, 전장지역 지도, 시설 등
운용	운용모드, 운용통제, 시각화, 시뮬레이션 시간, 반복성, 상호운용성, 조합식 솔루션 등
정비	시스템 복구, 정비관리, 지원 장비 등
기타	문서화, 형상관리, 정보보안, 교육훈련, 기타 군수지원 사항 등

의 요구사항 중에서 상대적으로 중요한 내용이 먼저 반영될 수 있도록 비교항목을 근거로 각 특성별 요구사항에 대한 중요도를 선정한다.

요구사항의 중요도는 A, B, C의 3단계로 구분하고, 이는 요구사항의 수락기준 허용한계 및 평가주체를 결정하는 판단기준이 된다. <표 2>는 수락기준 테이블 양식으로 요구사항과 이에 대한 중요도, 척도, 및 수락기준을 보여준다.

<표 2> 수락기준 테이블 양식

구분	요구사항	분류	척도	중요도	수락기준
R1					
...					
Rn					

2.4 VV&A 계획수립 방법[3,4]

인증 계획서는 VV&A 프로세스에서 가장 먼저 생산되는 산출물으로써, M&S 사용에 대한 요구사항이 문서화된다. 인증은 M&S의 기능영역과 구현영역의 스펙트럼 간에 일관되고 형식화된 방법

1. 문제서술	7. 인정지원계획
1.1 의도된 용도	7.1 자원할당
1.2 M&S 개발	7.2 인정 마일스톤 및 시간
1.3 M&S 응용	부록A M&S 설명서
1.4 인정범위	A1 M&S 개관
2. M&S 요구사항 및 수락기준	A2 M&S 개발 및 구조
3. M&S 가정, 능력, 제한, 위협영향	A3 M&S 능력 및 제한사항
3.1 M&S 가정사항	A4 M&S 사용이력
3.2 M&S 능력	A5 M&S 데이터
3.3 M&S 제한사항	A5.1 입력데이터
3.4 M&S 위협영향	A5.2 출력데이터
4. 인정 방법	A6 형상관리
4.1 인정정보나스	부록B M&S 요구추적 매트릭스
4.2 정보수집계획	부록C 비교기준
4.3 평가계획	부록D 참고문헌
5. 인정이슈	부록E 약어
6. 참여자	부록F 용어어플리
6.1 인정참여자	부록G V&V 예산집행계획
6.2 V&V참여자	부록H 배포선
6.3 기타참여자	

<그림 2> 인정계획서 양식

으로 새로운 M&S와 기존의 M&S를 모두 다룸으로써 VV&A의 시너지 효과를 얻는다. 인정계획서 양식은 <그림 2>와 같다.

인정계획서를 바탕으로 M&S 용도와 관련된 중요한 질문을 충분히 다룰 수 있도록 수락기준을 해석하여 M&S 요구사항을 정제하고 어떤 V&V 과업이 필요한지 식별하고, V&V 과업을 수행하는 동안에 인정지원을 위한 어떤 정보를 생산할 것인가를 식별하는 것이 V&V계획서이며, 양식은 <그림 3>과 같다.

1. 문제서술	5. V&V이슈
1.1 의도된 용도	6. 참여자
1.2 M&S 개발	6.1 인정참여자
1.3 M&S 응용	6.2 V&V참여자
1.4 인정범위	6.3 기타참여자
1.5 V&V 범위	7. V&V자원계획
2. M&S 요구사항 및 수락기준	7.1 자원할당
3. M&S 가정, 능력, 제한, 위협영향	7.2 V&V 마일스톤 및 시간
3.1 M&S 가정사항	부록A M&S 설명서
3.2 M&S 능력	부록B M&S 요구추적 매트릭스
3.3 M&S 제한사항	부록C 비교기준
3.4 M&S 위협영향	부록D 참고문헌
4. V&V방법	부록E 약어
4.1 데이터 V&V 과업/활동계획	부록F 용어어플리
4.1.1 데이터 검증 과업/활동	부록G V&V 예산집행계획
4.1.2 데이터 확인 과업/활동	부록H 인정계획(서)
4.1.3 요구되는 확인데이터	
4.2 개념모델확인 과업/활동 계획	
4.3 설계검증 과업/활동 계획	
4.4 구현검증 과업/활동 계획	
4.5 결과확인 과업/활동 계획	
4.6 V&V보고 과업/활동계획	

<그림 3> V&V계획서 양식

VV&A 분석 결과에 대한 문서로는 인정보고서 및 V&V보고서가 있다. 인정보고서는 인정 요원이나 사용자가 작성하는 것으로 사용자의 인정 결정(예를 들어 완전 인정, 조건 인정, 시뮬레이션 수정 필요, 부가 정보 필요, 인정 불가)등을 문서화하며, V&V보고서는 V&V 기관에 의해 작성되며 각 V&V 활동 결과를 상세히 기술한다.

인정보고서 및 V&V보고서 양식은 <그림 4>, <그림 5>와 같다.

1. 문제서술	5. 인정이슈
1.1 의도된 용도	6. 참여자
1.2 M&S 개발	6.1 인정참여자
1.3 M&S 응용	6.2 V&V참여자
1.4 인정범위	6.3 기타참여자
2. M&S 요구사항 및 수탁기준	7. 인정자원계획
3. M&S 가정, 능력, 제한, 위험영향	7.1 자원할당
3.1 M&S 가정사항	7.2 인정 마일스톤 및 시간
3.2 M&S 능력	8. 인정교훈
3.3 M&S 제한사항	
3.4 M&S 위험/영향	
4. 인정 평가	
4.1 인정정보니즈	
4.2 정보수집	
4.3 평가계획	

<그림 4> 인정보고서 양식

1. 문제서술	4.2 개념모델확인 과업 분석
1.1 의도된 용도	4.3 설계검증 과업 분석
1.2 M&S 개발	4.4 구현검증 과업 분석
1.3 M&S 응용	4.5 결과확인 과업 분석
1.4 인정범위	4.6 V&V보고 과업 분석
1.5 V&V범위	5. V&V 권고사항
2. M&S 요구사항 및 수탁기준	6. 참여자
3. M&S 가정, 능력, 제한, 위험영향	6.1 인정참여자
3.1 M&S 가정사항	6.2 V&V참여자
3.2 M&S 능력	6.3 기타참여자
3.3 M&S 제한사항	7. V&V 집행결과
3.4 M&S 위험/영향	7.1 자원할당
4. V&V 과업 분석	7.2 V&V 마일스톤 및 시간
4.1 데이터 V&V 과업/활동분석	8. V&V& 교훈
4.1.1 데이터 검증 과업 분석	
4.1.2 데이터 확인 과업 분석	
4.1.3 요구되는 확인데이터	

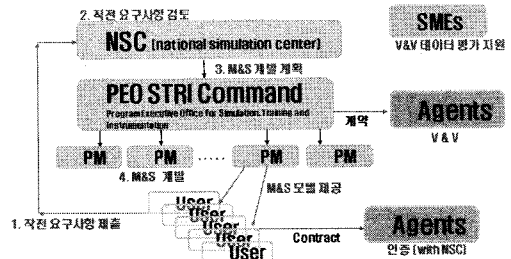
<그림 5> V&V보고서 양식

3. VV&A 적용사례

3.1 미군의 VV&A 체계

미군의 VV&A 체계에 대해 살펴보면 <그림 6>과 같다. 사용자가 작전요구사항을 NSC에 제출하면 NSC는 작전 요구사항을 검토하여 시뮬레이션 및 훈련 책임 기관인 PEO STRI로 M&S 개발 계획을 제출한다. M&S 개발계획을 받은 PEO STRI는 PM(Project Manager)를 구성하여 M&S 개발

을 의뢰하고 V&V 에이전트와 계약을 맺는다. 이 과정에서 SME(Subject Matter Expert)의 데이터 신뢰성에 대한 자문을 얻고 사용자는 사용자 관점에서의 인정을 도와줄 인정 에이전트와 계약한다. 최종적으로 PM은 M&S 모델을 개발하여 사용자에게 제공한다. 이렇듯 미군은 VV&A를 체계적으로 진행하고 있으며 모든 M&S에 대해 VV&A를 적용하도록 규정화하고 있다.



<그림 6> 미군의 VV&A 체계

3.2 JCMD 시뮬레이터

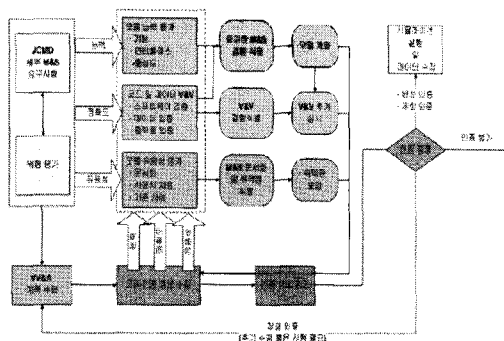
JCMD(Joint Cruise Missile Defense)는 미국의 합동방공시스템(JIADS)에 포함된 순항미사일방어 시스템으로써 순항 미사일에 대한 합동방공시스템(JIADS)의 능력을 보강하기 위해 제작되었다.

JCMD의 VV&A 활동은 JIADS 페더레이션이 레거시 시뮬레이션이고 복합체계이다 보니 시간과 비용을 고려하여 부분적으로 실시하되 검증보다는 확인활동 위주로 프로세스를 계획하였다.

VV&A 프로세스는 먼저 요구사항 및 위험 평가(Risk Assessment) 단계로서 JCMD의 M&S 요건을 위험 평가 관점에서 평가하여 VV&A 계획을 수립한다. 또 분석된 요건은 능력, 정확도, 유용성으로 나누어져 모델의 능력, 모델의 정확도, 모델 유용성 평가에 사용된다. JCMD M&S의 각 판마다 JIADS와의 페더레이션 시험을 통하여 JCMD M&S의 능력, 정확도, 유용성을 평가하였으며 세부 내용은 다음과 같다. 능력 평가에서는

각 판별 JCMD M&S의 능력에 관하여 JIADS와
의 페더레이션 시험을 실시하여 기능, 인터페이
스, 충실도를 평가한다. 코드 및 데이터 VV&A에
서는 JCMD의 정확도를 평가하기 위하여 소프트
웨어 검증, 데이터 확인 등을 실시한다. 유용성 평
가에서는 JCMD의 M&S 문서화 정도, 기존 시뮬
레이터 개발사례 등을 분석한다.

JCMD M&S 평가가 종료되면 VV&A에 대한
결과를 활용하여 모델을 개량하고 필요시 추가적
인 VV&A 활동을 실시한다. 아울러 유용성에 관
한 취약점도 보강한다. 개발과정이 반복되어
JCMD M&S가 사용자 요건을 충족하게 되면 수
집된 인정 정보를 바탕으로 인정 평가를 실시하여
인정 결정을 한다. <그림 7>은 JCMD 시뮬레이터
의 V&V 프로세스를 보여주고 있다.



<그림 7> JCMD V&V 프로세스

3.3 OneSAF(One Semi-Automated Forces) 모델[5]

OneSAF 모델은 미 육군에서 98년부터 개발
추진한 것으로 미 육군의 차세대, 조립형, 개체기
반 시뮬레이션 체계로서, 첨단개념연구(ACR), 훈
련, 연습 및 군사작전(TEMO), 연구개발 및 획득
(RDA) 분야와 같은 다양한 M&S 영역에 대한 통
합 시뮬레이션 서비스를 제공하기 위해 개발되었
다. OneSAF 모형은 엄격히 말하면 단일 모형이

아니라 시뮬레이션을 수행하기 위한 기반체계를
모두 포함하는 하나의 통합 시뮬레이션 체계라고
할 수 있다.

OneSAF에 대한 V&V 단계는 5개로 구분하였
다. 먼저 개념설계(Concept Specification)를 개발
하여 개념문서를 작성하고 TPO(TRADOC Project
Office) 또는 책임자에 의해 개념설계가 제대로 작
성되었는지 확인한다. 이때 개념문서에 TPO 상세
문서와 이름을 첨부한다. 다음 단계로 PM(Project
Management) 모델링 팀이 개념설계에 대하여 내
부시험 등으로 정확하게 개념화되었는지를 확인하
며 시험목록, 기준, 결과를 기록한다. 그리고 TPO
가 승인할 개념설계에 대한 확인 활동이 올바르게
이루어졌는지 증명하는데 개발자가 시험목록, 기
준, 결과를 활용할 수 있다. 마지막으로 검증과정
과 결과를 문서화한다. 문서는 시험목록, 기준, 결
과에 TPO 상세문서와 이름을 첨부하여 완성한다.
<그림 8>은 OneSAF 모델의 V&V 프로세스이다

구분	인정계획단계	개발자 검증이행 단계	사용자 검증 및 수용 단계
개발프로세스 (TPO, Domains, PM & developers)	· ORD 도출 · 식별/분석... · 개념 및 결과 개발 · 검증 시험 개발	· 통합알짜 이행	
검증프로세스 (TPO, Domains, PM & developers)	· 개념 증명 · 결과 증명 · ORD 요구사항 · 만족 시험 증명	· 실행코드명 증명 · 코드 통합 증명 · 시험단계 추용 · 프로세스 검토 · 개략적 시험 관찰 · 개발자 시험결과 · 검토	TPO 확인서로 실행에 기초한 검증절차 사용자 사내에 기초한 검증시험
검증결정 (TPO)	· 개념 확인 · 결과 확인 · 검증시험 확인		
수용결정 (TPO)			시험 성과 및 확인서 시험단계/문서/과제수용
인정결정 (Field User)			
V&V 문서 생산	결과, 시험, 설계, 문 개략 및 의사결정 등 문서화	실행/개발 및 통합개발 결과 문서화	M&S 수용 기준을 만족 하는 시험계획, 결과, 개념사양, 등락 분석화

<그림 8> OneSAF 모델의 V&V 프로세스

4. 한국형 전시지원소요산정 모델 VV&A 적용

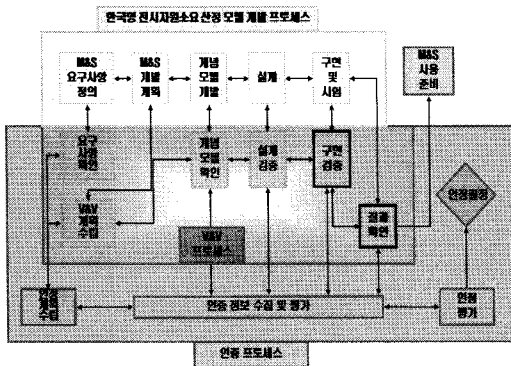
4.1 모델 개요

한국형 전시지원소요산정 모델은 현재의 한국

군 및 연합전력에 의한 전장환경과 미래 전장 환경을 반영한 전구급 전쟁 모의기능과 전구급 전쟁 모의 결과를 바탕으로 전시자원소요(인원, 장비, 탄약, 유류, 수리부속)를 산출하는 Post-Processor 기능으로 구성되어 실천적인 전구급 전쟁모의 결과를 바탕으로 전시에 발생 가능한 전시자원의 손실 및 소모량을 산정하는 분석형 모델이다.

4.2 적용 방안

VV&A 적용절차에 따르면 먼저 M&S의 형태와 용도를 결정하며, <그림 9>는 새로운 M&S 개발 시 V&V 절차와 인정 절차를 보여준다.



<그림 9> 새로운 M&S 개발 시 VV&A 절차

<그림 9>에서 보는바와 같이 새로운 M&S 개발 시 VV&A 적용방법은 M&S 요구사항 정의 단계에서 요구사항을 확인하고 M&S 개발계획 단계에 걸쳐 V&V 및 인정계획서를 작성한다. 개념모델개발 단계에서 개념모델 검증을 실시하며 설계단계에서 설계검증, M&S 구현 및 시험 단계에서 구현검증 및 결과확인을 실시한다. V&V 실시 결과를 통해 인정평가를 실시하여 모델이 특정 목적에 사용가능하다고 결정되면 인정을 결심한다. 이 과정에서 생성되는 문서가 V&V보고서와 인정보고서이다.

본 연구에서 한국형 전시자원소요산정 모델에

대한 VV&A 적용은 M&S의 구현단계이므로 이미 완성된 요구사항 명세서를 바탕으로 요구사항을 도출하고 요구사항에 맞는 수락기준을 설정한다. 수락기준은 인정을 위한 허용한계를 말하며 이때 요구사항 수락기준은 근접전투 분야를 중심으로 V&V 계획 및 모의 결과에 대한 결과확인 V&V를 실시하였다. VV&A의 계획 수립 첫 단계는 요구사항 도출을 통하여 수락기준을 설정하는 것이다.

4.3 요구사항 수락기준 설정

한국형 전시자원소요산정 모델의 요구사항은 분석모델의 활용 형태를 의미하는 문제영역, 운용개념기술서(Operational Concept Document)를 나타내는 사용자영역, 사용 환경인 시뮬레이션 영역으로 구분하여 도출하였다. 요구사항은 운용개념기술서(O), 체계규격서(S), 프로그램 목록(P) 등을 근거로 작성되며 <표 3>은 전투모의 실시단계 중 근접전투 분야에 해당하는 요구사항을 나타낸다[6].

<표 3> 근접전투 분야 요구사항 목록(일부)

구분	요구사항 목록	관련근거
R-M-기동-0	철수 시 소규모 적진 잔류 부대를 운용하여 공군과 연계된 타격효과를 반영한다.	P-0.0.0.0.0 O-0.0.0.0
R-M-기동-0	탐지된 표적이 공격부대가 보유한 무기체계의 유효사거리 범위 내 접근 시 자동 교전이 시작된다.	P-0.0.0.0.0 O-0.0.0.0

요구사항의 내용에 따라 충실도, 성능, 설치, 운용, 정비 분야로 분류한 후 AHP(Analytic Hierarchy Process) 기법을 적용하여 항목별 가중치를 산출하였다[7]. 가중치 산출결과는 <표 4>와 같다.

수락기준 테이블 작성 시 중요도는 AHP 기법에 의한 가중치가 높은 순으로 A, B, C 등급으로 구분하였다. 목적의 적합성과 M&S의 능력, 데이터

〈표 4〉 수락기준 계층별 가중치 산출결과

수락기준 (w_i) (level 2)	가중치	세부항목(r_{ij}) (level 3)	가중치	복합가중치 ($w_i \times r_{ij}$)
총실도	0.4087	목적의 적합성	0.8042	0.3286
		소프트웨어 정확성	0.1958	0.0800
성능	0.2370	M&S 능력	0.4405	0.1044
		DATA 정확성	0.4054	0.0961
		유용성	0.1541	0.0365
설치	0.1096	설치 용이성	0.4500	0.0493
		운용 보장성	0.5500	0.0603
운용	0.1967	운용 편의성	0.1892	0.0372
		신뢰성	0.3491	0.0687
		가용성	0.1183	0.0233
		데이터 신뢰성	0.3434	0.0675
정비	0.048	정비 용이성	0.1832	0.0088
		지속성	0.2914	0.0140
		확장성	0.3449	0.0166
		구조화	0.1805	0.0087
계	1	.	.	1

의 정확성 관련 요구사항을 A 등급으로 분류하고, 정비 용이성, 지속성, 확장성, 구조화 관련 요구사항을 C 등급으로 구분하였다. 이와 같이 구분된 등

〈표 5〉 요구사항 중요도에 따른 수락기준 및 평가기관(일부)

구분	요구사항 내용	분류	중요도	수락기준	평가기관
R-M-기동-0	철수 시 소규모 적진 잔류부대를 운용하여 화력과 연계된 타격효과를 반영한다.	총실도	A	정확도 97.5% 이상	인정기관
R-M-기동-0	탐지된 표적이 공격부대가 보유한 무기체계의 유효사거리 범위 내 접근 시 자동 교전이 시작된다.	총실도	A	정확도 97.5% 이상	인정기관

급을 바탕으로 허용한계치 및 평가기관을 설정한다. <표 5>는 근접전투 분야에서 요구사항 중요도에 따른 수락기준 및 평가기관을 분류한 것이다.

<표 6>은 근접전투 분야에서 요구사항 수락기준 테이블 일부 내용이다.

〈표 6〉 근접전투 분야 요구사항 수락기준 테이블(일부)

구분	분류	척도	중요도	수락기준
R-M-기동-0	총실도	적합성 (Y/N)	B	적진잔류부대 제대 크기별 탐지범위 반영 여부
		적합성 (Y/N)	A	적진잔류부대 첩보 수집 즉시 지휘소 자동보고 이행 여부
		정확도 (%)	A	실제 적진잔류부대 첩보 수집 시 지휘소 보고 시간 대비 허용오차 ±5% 이내
		적합성 (Y/N)	A	입수된 첩보에 따라 부대의 가용자산(화력)에 의한 타격 효과 반영 여부
R-M-기동-0	총실도	적합성 (Y/N)	A	공격부대 기동 중 적부대 탐지시 적방향으로 이동 여부
		적합성 (Y/N)	A	적 방향 기동 부대 보유무기 체계 유효사거리 접근시 자동 교전 실행 여부

4.4 V&V 계획 수립

2.3에서 언급한 양식을 기반으로 인정계획서 및 V&V계획서를 수립하였다. 인정계획서에 포함되어야 하는 문제서술, M&S 요구사항 및 수락기준 등과 같은 일반적인 내용은 생략하고 핵심적인 내용을 위주로 계획을 수립하였으며 평가계획은 <표 7>과 같다.

각 요구사항별 수락기준에 대한 개념/설계모델 반영여부와 결과확인 실험 계획의 세부내용은 <표 8>, <표 9>와 같다.

근접전투 결과확인 실험을 통해 모델이 사용자가 의도한대로 구현이 되었는지 현실과 유사한지를 평가할 수 있다.

〈표 7〉 평가계획

구 분	한국형 전시자원소요 산정모델	VV&A 절차	VV&A 산출물
'06년	계획/분석	요구사항 검증 인정계획/ V&V계획	인정 계획서 V&V계획서
'07년	분석/설계 및 테스트	개념모델확인 설계확인	V&V보고서
'08년	구현 및 테스트	구현/결과 검증	
'09년	자료구축 및 시험평가단계, 인도단계	인정평가	인정 보고서

〈표 8〉 개념/설계모델 반영여부 및 V&V 기법(일부)

구 분	수락기준	개념/설계모델 반영여부	V&V 기법
R-M-기동-0	적진잔류부대 체대 크기별 탐지범위 반영 여부	반 영	검사/검토
	적진잔류부대 첩보 수집 즉시 지휘소 자동보고 이행 여부	반 영	검사/검토
	입수된 첩보에 따라 부대의 가용자산에 의한 타격효과 반영 여부	반 영	검사/검토
R-M-기동-0	공격부대 기동 중 적부대 탐지시 적방향으로 이동 여부	반 영	검사/검토
	적 방향 기동 부대 보유무기 체계 유효사거리 접근시 자동 교전 실행 여부	반 영	검사/검토

5. V&V 수행 및 결과확인

전시자원소요산정 모델은 현재 개발 중으로 근접전투 전체에 대한 결과확인인은 제한되어 구현이 완료된 근접 지역의 직접사격에 대한 손실논리 일부에 대해 결과확인을 실시하였다.

결과 확인을 위한 V&V 수행방법은 한국형 전시 자원소요산정 모델의 참조모델인 창조 21과 동일한 손실논리를 적용하는 분석용 모델 비전 21(사단급 체대 작전분석용 모델)의 손실 결과와 현재 육

〈표 9〉 근접전투 결과확인 실험 계획

구 분	내 용
실험 이름	근접전투 전쟁모의 결과 확인 실험
수행자 이름, 조직, 전자우편	○○○, 국방대학교, ppippi8010@army.mil
하드웨어 /소프트웨어 아키텍처 설명	소프트웨어는 전쟁모의 소프트웨어체계와 체계지원 소프트웨어체제로 구분되며 이는 전쟁모의 준비단계, 전쟁모의 실시간, 자원소요 산정단계, 시스템 소프트웨어, 시스템지원 소프트웨어로 분류하여 개발된다. 하드웨어는 실제 사용되는 네트워크 서버, DB 서버, 전쟁모의 서버와 Switching Hub로 연결하는 모의 통제체계 및 청/홍 모의체제로 구성되어 있다.
실험 목적	모델의 근접전투 결과와 실 교전결과의 유사성 입증
구성품 설명	근접전투는 모델의 핵심모의로써 가상 전투 상황을 통해서 피해평가 결과 및 소요 분석/판단을 도출해 낼 수 있다.
시험수행 전 준비조건	없음
시험을 위한 입력 사항	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사용자 주요 입력요소 • 작전 단계/체대별 전투지경선 • 작전 단계별 전투편성 • 전투부대(보병연대 및 기갑대대)의 임무수행 명령(공격, 방어, 철수, 이동 명령 입력) • 예비대 운용기준 판단을 위한 세부조건 입력(방어 시 역습, 중원, 전선조정, 예비 및 우발계획 수행조건) ○ 자동화 모의요소 • 예비대 운용방법 자동 결심 및 명령하달 • 공격로(전진축)에 의거 부대 이동 통제 • 부대이동 경로 자동 설정(출발지/목적지 입력) • 부대 기동 및 전투수행(시간기준, 위치기준, 후속, 기준부대 위치 및 전투력 기준 등) • 근접전투 교전 조건(무기 사거리이내, 적 탐지) 충족 시 자동교전 및 전투력 저하시 자동철수 명령 입력
실험에서 기대되는 결과	<ul style="list-style-type: none"> • 교전 조건 만족 시 교전 발생 • 교전 후 피해평가 결과가 실제와 유사한 결과가 나와야 함
시험 절차	각종 명령 입력 후 교전 조건 상황을 부여하여 근접전투가 이루어지는지 여부와 근접전투 이후 피해평가를 직접화기 및 간접화기로 구분하여 도출되는지를 검증한다.
검증 기법	유사모델 및 특정분야전문가 의견에 의한 입증

군에서 소요산정에 반영하고 있는 COSAGE (COmbat SAmples GEnerator) -ATCAL ATtrition CALibration)-CEM(Concep Evaluation Model)을 적용하여 산출된 손실률 결과를 비교 분석하였다[8,9].

<표 10>은 비전 21 모델과 COSAGE-ATCAL-CEM(K-2008 전시 장비 및 인원 손실률)에 의한 청군의 일일평균 손실률을 비교한 것으로, 전투병의 경우 7배의 차이가 났으며, 90M 무반동총의 경우 80배의 차이가 나는 것을 확인 할 수 있다.

<표 10> 비전 21 및 K-2008 모델 손실률 비교 결과

구 분	비전21 손실률(A)	K-2008 손실률(B)	(A)/(B)
105M	00	00	26
155M 견인	00	00	8
155M 자주	00	00	25
4.2인치	00	00	11
60M	00	00	38
81M	00	00	39
90M	00	00	80
전투병	00	00	7

K-2008 전시 장비 및 인원손실률 결과는 작전 계획을 근거로 하여 전문가에 의해서 산출된 신뢰성 있는 자료로써, 비전 21 모델에 의해 산출된 결과와 비교시 많은 차이를 보였다. 따라서 창조 21모델의 손실논리를 전시자원소요산정 모델의 손실논리로 사용하기에 적합하지 않으며, 차후 신뢰성 있는 모델을 개발하기 위해서는 손실논리의 수정 및 보완이 필요하다. 손실논리에 대한 검증은 최초 요구사항 정의, M&S 개발계획 및 개념 모델 개발 과정에서 개념모델 확인 절차를 통해 검증이 되어야 한다. 개념모델 확인 단계에서 이를 검증할 수 있었다면 설계 및 구현 단계 이전에 소요를 확인 및 보완 가능했을 것이고 시간 및 비용을 절감할 수 있을 것이다. 이렇듯 V&V는 M&S 개발 어느 단계에서만 이루어지는 것이 아

니라 전 단계에 걸쳐 이루어짐으로써 개발 완료시 비용 및 시간에 관한 RISK를 최소화 할 수 있다.

6. 결론

M&S의 중요성 및 활용이 증대되면서 M&S에 대한 신뢰성 정립을 위한 방안이 요구된다. 그 방법으로 선진국에서는 VV&A를 적용하고 있으며, 한국군 또한 제한된 비용과 자원 내에서 효과적인 M&S를 개발하기 위해서는 VV&A를 적용하는 것이 절실히 요구된다. M&S 개발과 병행하여 VV&A를 적용한다면 시행착오를 최소화하고 특정 목적에 적합한 신뢰성이 높은 M&S를 개발할 것이다.

본 연구에서는 VV&A의 기본 개념과 절차, 선진국의 적용사례에 대해 알아보았고 현재 육군에서 개발 중인 한국형 전시자원소요산정 모델에 대한 VV&A 적용방안을 근접전투 분야에 초점을 두고 구체적으로 제시하였다.

한국형 전시자원소요산정 모델은 창조 21 모델의 논리를 참조하여 개발 중인 모델로 실제 구현이 제한되어 창조 21 손실논리와 유사한 비전 21 모델을 V&V 결과 확인에 적용하였으며, 모의 결과를 육군에서 소요 산정에 사용하고 있는 COSAGE-ATCAL-CEM(K-2008 전시 장비 및 인원 손실률) 모델의 의한 결과와 비교 분석하였다.

분석 결과, 전시자원 소요산정을 위한 손실논리로 창조 21의 손실논리를 적용하는 것은 고려되어야 하며 V&V 계획 수립 및 V&V 수행을 통해서 모델의 신뢰성 재고에 기여하였다.

국내에서는 현재 개발 중인 M&S에 대한 VV&A를 적용하고자 하는 노력은 있지만 현재까지 규정화 되어있지 않고 전문적인 인정 및 V&V 에이전트가 없는 실정이다. 향후, 군에서 개발되는 모든 M&S에 대해서 VV&A를 적용할 수 있도록 규정과 지침이 제도화 되어야겠다.

또한, 본 연구에서는 V&V 계획 및 근접 지역

의 직접사격 모의논리의 일부에 대해 V&V를 적용하였지만 향후 간접사격 모의논리의 정확성에 대한 검증 및 방안 연구가 추가로 이루어진다면 보다 향상되고 현실적인 분석모델 구현이 가능할 것이다.

참고문헌

- [1] 이종호, 모델링 및 시뮬레이션 이론과 실제, 21세기군사연구소, 2008.
- [2] DMSO(Defense Modeling & Simulation Office), DoD Verification, Validation, Accreditation RPG, millenium ed, Alexandria, VA, 2000.
- [3] 김치한, 국방 M&S 수락기준 및 VV&A 계획 수립에 관한 연구, 국방대학교 석사논문, 2007.
- [4] DOA, Pamphlet 5-11 Verification, Validation, and Accreditation of Army Models and Simulation, 1999.
- [5] Hoffman Dave, OneSAF Users Conference The OneSAF Development V&V Process, 2004.
- [6] 한국형 전시자원소요산정 모델, 운용개념기술서, 체계규격서, 표준지침서, 2006.
- [7] Satty, T. L, The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill Inc, 1980.
- [8] 육군교육사령부, 비전 21모델 모의논리분석서, 사용자지침서, 2007.
- [9] 육군교육사령부, 창조 21모델 모의논리분석서, 사용자지침서, 2008.

저자소개

김민숙(E-mail: ppippi8010@naver.com)

2002 한국해양대학교 해양에너지 자원공학과 졸업(공학사)
 2009 국방대학교 운영분석학과 졸업(석사)
 현재 육군 교육사 전력발전부 방호M&S장교
 관심분야 VV&A, M&S, Military O.R

정환식(E-mail: jung896@naver.com)

1997 해군사관학교 졸업(문학사)
 2004 고려대학교 졸업(산업공학 석사)
 현재 국방대학교 운영분석전공 박사과정
 관심분야 C4I 체계효과 평가, 전투실험(Battle-lab), VV&A, M&S, Military O.R

이재영(E-mail: leeis100@yahoo.co.kr)

1980 육군사관학교(이학사)
 1988 미국 해군대학원(OR 석사)
 1995 미국 North Carolina 주립대학(OR & 통계학 박사)
 현재 국방대학교 운영분석학과 교수
 관심분야 비용대 효과분석, C4I 체계효과 평가, 국방지식경영, 의사결정모델 개발, 최적화모델 개발, 시뮬레이션, 전투실험(Battle-lab), M&S, MIS, ERP, CRM, SCM, VV&A