한국시뮬레이션학회 논문지
Vol. 19, No. 4, pp. 189-198 (2010. 12)

한국형 CMMS 개발 및 관리시스템의 VV&A 프로세스 설계

김교섭[1] · 이정만[1] · 배영민[1] · 이영훈[1†] · 변재정[2]

The VV&A Process Design for CMMS in consideration of Korean mission space characteristics

Gyo Seob Kim · Jung Man Lee · Young Min Bae · Young Hoon Lee · Jai Jeong Pyun

ABSTRACT

Conceptual Model of the Mission Spaces(CMMS) is a first abstraction model of the military real world and serves as a knowledge(mission spaces) reference models for development, interoperability and reusability of defense modeling and simulation(M&S) systems, by capturing basic information about entities involved in any mission and their key actions and interactions. Therefore, the completeness of CMMS is the key to success for the quality of M&S systems based on it. To improve quality and credibility of CMMS, the Verification, Validation and Accreditation(VV&A) processes of CMMS is very important. This paper briefly describes the K-CMMS(Korean Conceptual Model of Mission Space) and the VV&A process.

Key words : 국방 M&S, CMMS, VV&A, KA/KR/KM

요 약

임무공간개념모델(CMMS, Conceptual Model of the Mission Spaces)은 실 군사 세계의 임무 수행과 관련한 전투요소 객체와 행위, 객체간의 상호 작용을 개념적 차원에서 나타낸 지식(임무영역) 참조모델로, 국방 M&S 시스템의 개발 및 상호 운용성, 재사용성을 제고시키는데 있어 기본이 되는 모델이다. CMMS의 완전성은 이에 기반을 둔 모든 M&S 체계의 품질을 보장함에 있어 중요한 요소인데, 이의 완성도를 높이기 위한 검증, 확인 및 인정(VV&A, Verification, Validation and Accreditation)과정은 매우 중요하다. 본 연구에서는 현재 국내에서 연구 진행 중인 한국형 CMMS에 대하여 소개하고 CMMS의 개발 및 관리시스템의 신뢰성을 보장할 수 있는 CMMS VV&A 적용 방법을 제안하고자 한다.

주요어 : 국방 M&S, CMMS, VV&A, KA/KR/KM

1. 서 론

국방 분야에서 정보화 기술의 발전과 더불어 미래 전장 환경이 디지털화 되어감에 따라 군은 첨단 과학기술을 기반으로 변화하는 전장 환경에 적응하고 최적의 군 건설 및 전투준비태세를 유지해야하는 과제에 당면하게 되었다. 이러한 과제를 해결하기 위해 필요한 국방자원은 한정되어 있으며 각종 훈련 및 군사 활동에 따른 환경오염, 민원제기, 실제적 접근 불가 및 민감 지역에서의 작전 수행과 훈련 제한 등 현실적 제약들로 인하여 실질적인 대안으로서 국방 M&S(Modeling & Simulation)를 적용하는 노력을 기울이고 있다.

국방 M&S를 적용하는 것은 국방 분야에서 소요결정의 합리화, 획득업무의 신속화, 부대 운용의 선진화, 교육훈련의 과학화를 추구함에 따라 비용절감, 자원절약, 소요시간 단축 차원에서 과학적 기법에 기초한 경제적, 합리적, 체계적인 효과를 얻을 수 있는 장점이 있다. 국방 M&S 분야는 교육훈련분야, 전력분석분야, 국방획득분야

* 본 연구는 방위사업청과 국방과학연구소의 지원으로 수행되었습니다.(UD080042AD)
접수일(2010년 9월 30일), 심사일(1차 : 2010년 11월 4일), 게재 확정일(2010년 11월 15일)
[1] 연세대학교 정보산업공학과
[2] 국방과학연구소 5기술연구본부 1부
주 저 자 : 김교섭
교신저자 : 이영훈
E-mail; youngh@yonsei.ac.kr

등 다양한 분야에 대하여 개발 및 적용되고 있으나 각 군 또는 사용 기관별로 개발절차 및 방법에 대한 표준화가 구축되어 있지 않은 상태에서 모델을 개발함으로써 모델의 개발, 운용, 개선에 많은 노력과 시간, 비용이 소요되고 있다. 또한 새로운 모델을 개발하기위해 기존 모델의 장점을 활용할 수 없는 재사용성에 대한 문제점과 모델간의 연계묘사의 제한 및 상이한 데이터 형식으로 인해 막대한 비용을 투입하여 구축된 데이터를 각기 다른 개발자가 이용할 수 없는 상호운용성의 문제점이 나타나고 있다. 이러한 모델 간 상호운용성과 재사용성의 문제점을 해결하기위한 방안으로 미국과 스웨덴 등 국방 M&S 선진국에서는 임무공간개념모델(CMMS: Conceptual Model of the Mission Spaces)방법을 적용하여 노력하고 있으나 국내에서는 CMMS 개발 방법 및 적용에 대한 연구가 부족한 실정이다. 또한, 상호운용성과 재사용성에 관한 문제점을 극복하려는 측면에서 한국군에 적용할 수 있는 한국형 CMMS (K-CMMS) 방법을 개발하고 적용하기 위해서는 개발 및 진행 과정에서 객관적으로 신뢰성을 보장받을 수 있는 방법에 대한 연구가 동반되어야 한다. 하지만 이러한 개발과정 및 진행과정에 대한 객관성과 신뢰성을 분석하는 전통적인 방법은 CMMS 적용방법에 대하여 새롭게 적용되는 임무공간개념을 적절하게 평가하기에 제한적이므로 CMMS의 임무공간개념 구성요소에 대한 특성을 반영한 확인, 검증, 인정을 통한 신뢰성 확보 방법이 필요하다.

기존의 시스템, 소프트웨어, M&S 분야의 VV&A 방법에 대한 연구는 산출물에 대한 성과의 신뢰성을 보장받는 방법으로 V&V(Verification and Validation) 또는 VV&A(Verification, Validation and Accreditation)에 관한 연구가 진행되어 왔으나 본 연구에서 다루고 있는 CMMS방법은 시스템, 소프트웨어, M&S 등과 비교하여 각각의 개발 절차가 상이하고 VV&A를 적용하기 위한 대상인 임무공간개념이 상이한 특성을 가지므로 CMMS의 특성을 적절히 반영한 개발 및 관리절차에 대한 적합한 VV&A 방법 연구가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 CMMS의 기본 개념 및 국내에서 연구 중인 한국형 CMMS 개발 및 관리시스템에 대하여 소개하고, 이 시스템의 신뢰성 보장을 위한 CMMS VV&A 적용 방안을 제시하고자 한다.

2. VV&A 기존연구 고찰

2.1 VV&A 개념 및 필요성

국방 분야에서 M&S 활용도가 증대됨에 따라 모델링 및 시뮬레이션을 실제 적용하고자 할 때 신뢰성과 데이터에 대한 적합성 등에 대한 문제가 제기되고 있다. 상호 운영성 측면에서 각기 상이한 모델을 통해 도출된 결과를 믿을 수 없게 된다면 3~8년 정도의 모델 개발기간과 개발을 위해 투입된 비용을 재투입하는 노력이 동반되어야 한다. VV&A 방법은 모델의 개발 및 생산 절차에서 오류를 최소화하고 사용자가 모델을 신뢰할 수 있는 방법으로 다양한 분야에서 개발 및 생산 절차에서의 VV&A 필요성 및 적용방법에 대한 연구가 증대되고 있다.

VV&A 방법은 미 국방성 모의 분석국(DMSO)에서 M&S 개발에 따른 신뢰성(Credibility) 보장을 위해 채택한 방법으로 2007년 방위 사업청에 의해 검증, 확인, 인정이란 용어로 정리되었다. 검증(Verification)은 모델의 구현과 관련 데이터가 개발자의 개념적 설명과 요구사항을 정확히 반영되었는지를 결정하는 과정이고 확인(Validation)은 개발된 모델이 현실세계(Real World)를 정확하게 반영하였는지를 결정하는 과정이며 인정(Accreditation)은 의도된 사용자의 관점에서 모델의 적합성에 관한 공식적인 결정을 의미한다. 이러한 활동을 통하여 VV&A가 적용된 산출물을 신뢰할 수 있다.

국방 M&S 분야에서 상호운영성과 재사용성을 확보하기 위한 다양한 노력이 진행되고 있지만 CMMS를 적용한 방법은 각 군 및 사용기관에서 표준화되지 않은 상태의 개념을 기반으로 모델 개발 시 발생하는 모델 간 상호운용성 제한을 극복하고 첨단 모의기법과 정보화기술을 재사용 할 수 있도록 하는 표준화된 기법이다. 따라서 표준화된 기법에 대한 신뢰성을 확보하는 연구가 필요하며 CMMS 신뢰성 확보를 위한 방법으로 VV&A 방법의 필요성이 증대되고 있다.

2.2 VV&A 기존 연구 고찰

VV&A를 적용하는 연구는 기본적인 개념은 유사하나 적용대상에 따라 정의와 목적을 달리하고 있다. VV&A를 적용하는 대상으로는 시스템, 소프트웨어, M&S 등이 있으며 시스템과 소프트웨어는 V&V 단계를 적용하며 M&S에 VV&A를 적용하는 연구가 진행되어왔다.

권용수(2007)는 V&V 방법을 제품 및 시스템에 적용시키는 방안을 제시하였다. 시스템 V&V에서 검증(Verification)은 사용자가 요구한 대상제품과 제품요구 사항의 일치여부를 검증하는 활동으로써 시스템이 만들어지기 전까지의 모든 확인 과정으로 정의하고 있다. 또한, 확인(Validation)은 대상제품의 필요성과 일치여부를 검증하는 활동이며 시스템이 운용환경에서 적합한지 확인하는

활동으로 정의하고 있다.

추경호(2007)는 V&V 방법을 제품 및 소프트웨어에 적용하여 품질을 보장하는 방안을 제시하였다. 소프트웨어 V&V에서 검증(Verification)은 소프트웨어가 특별한 기능을 정확하게 실행하는지를 보증하는 활동들의 집합을 의미하며 확인(Validation)은 제작된 소프트웨어 사용자 요구사항을 찾아낼 수 있는지 확인하는 활동들의 집합으로 정의하였다.

김민숙 등(2008)은 국방M&S 분야에 적용하기 위한 VV&A 방안을 제시하였으며 특히 김형현 등(2009)은 국방 M&S VV&A적용 방안에서 인정결정에 대한 연구로 세부적인 인정결정옵션을 제시하였다. 많은 학자들이 M&S VV&A방안에 대한 연구를 수행하였다(이민수, 2005; 조정남, 2009; Jenifer C. et al., 2000; F.LIU et al., 2008).

시스템, 소프트웨어, M&S에 적용하는 VV&A 대상과는 달리 CMMS에 적용하는 VV&A 대상은 임무공간 개념이며 이것은 지식(Knowledge)으로 표현될 수 있다. 따라서 CM MS방법이 적용된 산출물은 지식 기반 시스템(Knowledge based system)으로 정의될 수 있으며 지식 기반 시스템에 대한 VV&A 연구는 지식획득(Knowledge Acquisition), 지식표현(Knowledge Representation), 지식모델링(Knowledge Modeling) 등에 대하여 각각의 목적에 따른 연구가 진행되어 왔다.

지식 획득에 대한 VV&A연구는 서의현(2003)이 검증 시스템을 개발하고 시스템을 통해 확실한 특성의 리스트를 이용하여 지식에 대한 구조적, 의미적 오류를 개선하는 방법을 제안하였으며 Zhaobin et al.(2004)과 Le Goc M. et al.(2002)은 지식 관리를 위한 지식획득분야의 검증 및 확인 연구를 수행하였다.

지식 표현에 대한 VV&A 연구는 Dadkhah C. et al.(2003)이 OAV(Object Attribute Value)-KB(Knowledge Base)의 구조를 가지는 시스템에 OAV-VVT(Validation Verification Tool) Expert 시스템을 적용하여 표현의 일관성에 중점을 두고 V&V 프레임워크를 개발하여 개념모델에 적용하는 방법을 제안하였다.

지식 모델링에 대한 VV&A 연구는 Kim et al.(2003)이 개념맵을 통한 지식 모델링 기법 및 지식 모델 관리 기법을 연구하였으며 Lien F.L.(2007)은 지식 엔지니어링 관점에서 각각의 모델링 지식에 대한 검증을 알고리즘을 통한 논리 검증 방안을 제시하였다.

VV&A에 대한 연구는 다양한 방법으로 여러 분야에 적용되어 왔으나 시스템, 소프트웨어, M&S 등에 대하여 적용대상이 되는 산출물을 중심으로 진행되어 왔다. 하지만 국방 M&S에서 발생하는 상호운용성과 재사용성을 보장할 수 있는 CMMS 방법은 적용대상이 임무공간개념이라는 군사지식으로서 특수성이 고려되어야 하며 개발 및 관리 시스템에 대한 VV&A 연구는 미흡한 실정이다. 또한 CMMS 방법을 적용한 산출물 형태와 유사한 지식 기반 시스템에 대해서도 VV&A 연구 역시 지식획득, 지식표현, 지식모델링 등 각각의 영역에서 연구가 진행이 되어왔으나 사용자의 최종 승인 및 인정까지 포함하는 전체적인 측면에서 VV&A 방법에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 이러한 측면에서 임무공간개념이라는 군사지식의 특수성이 반영되고 초기 적용단계부터 CMMS 방법이 올바르게 적용되고 있는가를 확인, 검증하여 최종 단계까지 인정할 수 있는 종합적인 CMMS 개발 및 관리시스템의 VV&A 절차를 개발하는 연구가 필요하다.

3. 임무공간개념모델(CMMS)

3.1 CMMS 개념

임무공간개념모델(CMMS)이란 시뮬레이션을 구현하는 것과는 독립적으로 현실의 군사작전 및 활동에 대한 표준화된 표현을 제공하고 아래의 그림 1에서 보는바와 같이 야전 군사 도메인 전문가, 도메인 분석가, 시뮬레이션 개발 엔지니어 사이에서 교량역할을 하여 시뮬레이션 모델을 개발할 때에 도메인 분석가가 잘 정의된 방식에 따라 착수단계에서의 분석을 용이하게 하도록 해주며 유사 시뮬레이션 혹은 상호 운용이 요구되는 다른 시뮬레이션을 개발할 때 재사용이 가능하도록 하는 표준화된 모델이다.

CMMS의 표현방법은 실세계의 군사 활동에 맞출 수도 있고 시뮬레이션의 기능 및 구현에 맞출 수도 있는데 표준 개념모델을 적용하여 초점들을 동일하게 서로 공유하도록 하고 있다. 이것이 가능한 이유는 현실 도메인의 개념모델 패턴이 구현영역의 객체지향 패턴과 일치하고 의미적 차이가 없기 때문이다. 이와 같은 특징을 가지고

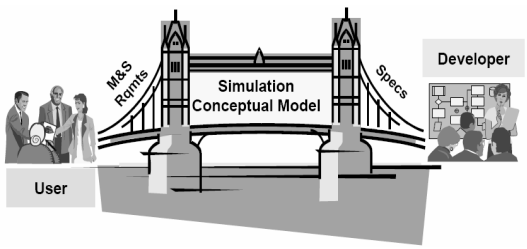


그림 1. 임무공간개념모델(CMMS) 개념도

있는 CMMS는 미 국방성에 의해 1995년 처음으로 개념이 제시된 이후 지속적으로 발전되고 있으며 오늘날에는 객체지향 개념을 대폭 수용하여 변화 발전하고 있다.

3.2 K-CMMS

한국형 임무공간개념모델(Korean-Conceptual Model of the Mission Space)은 모델을 구현하기 위한 군사 활동에 대한 표준화된 표현을 목적으로 하고 있으며 개념모델(CM), 데이터 교환서식(DIF), 데이터베이스 관리시스템(DBMS)으로 구성되어있다.

K-CMMS와 미국의 CMMS의 차이는 다음과 같다. 첫째, K-CMMS는 한국군의 작전운용 개념 및 규모, 전쟁수행방식 등을 표현하고 있다. 미국의 CMMS는 전 세계적인 규모 및 전장기능을 포함하고 있으나 K-CMMS는 한반도 전장 환경에 적합한 규모와 전장기능을 적용한다. 둘째, 미 CMMS의 개발 및 관리절차는 지식획득(KA)와 지식공학(KE)의 2단계로 적용하고 있지만 K-CMMS의 경우에는 지식획득(KA)의 절차는 동일하게 적용하되 지식공학 부분을 지식표현(KR), 지식모델링(KM)으로 세분화하여 표준화된 표현을 가능하게 할 수 있는 구체화된 절차로 적용하였다. 셋째, 미 CMMS는 구체적인 세부 자료를 공개하지 않기 때문에 한국군에 적용하기에는 제한이 있다. 따라서 한국군에 적용할 수 있는 방법을 적용하여 실제 사용이 가능한 방법으로 정립하였다.

3.3 K-CMMS 개발 및 관리시스템

한국형 임무공간개념모델(K-CMMS)의 개발 및 관리절차는 그림 2와 같이 전장 환경 변화 및 군사교리 변화에 따른 다양한 군사지식에 대하여 사용자 요구를 정의하고 사용자 요구에 맞는 군사지식에 대하여 데이터, 정보를 획득하는 지식획득(KA, Knowledge Acquisition)과정과 지식공학부분에서 지식에 대하여 표현, 분석을 실시하는 지식표현(KR, Knowledge Representation), 그리고 엔지니어가 인식할 수 있게 하는 지식모델링(KM, Knowledge Modeling)으로 구분하여 개발하는 절차로 연구되고 있다.

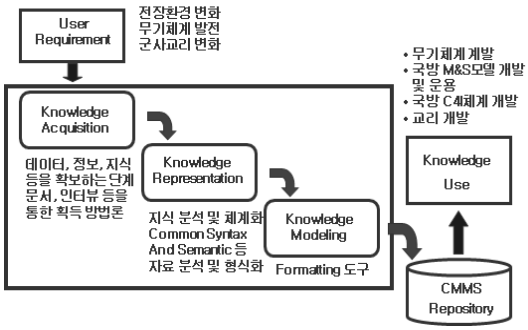


그림 2. K-CMMS 개발/관리시스템[5]

지식획득(KA)단계는 교범, 전문가와의 인터뷰 등을 통해 데이터, 정보, 지식을 확보하는 단계로 구체적인 방법으로는 Interviews, Dialogue, Questionnaires, Prototyping 등을 들 수 있다. 지식획득에 대한 협의체 참여 대상은 군사전문가, 지식공학자, 시스템 개발자 등이 될 수 있으며 획득된 지식은 객체 지식, 과제 지식, 절차 지식으로 구분한다.

지식표현(KR)단계는 획득한 지식에 대해 구조를 분석하고 체계화하여 인간과 기계가 불러 읽을 수 있는 것을 정의하는 단계이며, 표현 방법의 적합성, 추론의 적합성, 추론의 효율성과 지식 획득 관리의 효용성이라는 특징을 가진다. 지식 표현의 방법으로는 의미망 기법에서의 온톨로지(Ontologies)를 활용하고 스웨덴 국방과학연구소에서 적용하는 방법인 5W;s(Who, What, When, Where, Why)와 SPO(Subject, Predicate, Object)를 발전시킨 5W;s-PO(Who, What-Predicate, What-Object, Where, When, Why)를 사용한다. K-CMMS에서 사용하는 5W;s-PO방법은 발생가능한 모든 상황을 표현하고 필요한 내용을 확인, 검색하여 지식을 재사용하기 위한 방법으로 단어 중심의 표현방법을 사용한다.

지식모델링(KM)단계는 획득되고 표현된 지식에 대하여 시스템을 구현하기 위해 언어형태로 구현하는 것을 말한다. 따라서 개발자에게 지식을 인식할 수 있도록 표준화된 형태의 방법이 필요하며 K-CMMS에서 지식모델링의 방법은 가장 범용적으로 많이 사용하면서 객체지향에 따른 표준으로서 사용되는 UML(Unified Modeling Language)을 이용한다. UML방법은 지식 습득 및 전달이 용이하고 다양한 개발공정에서 사용할 수 있으며 적용 영역의 청사진을 확인할 수 있기 때문에 시간과 자원을 평가하고 계획하는데 유용한 방법으로 평가 받고 있으며 적용영역을 문서화하고 참여 인원의 의사소통을 원활하게 하는 특징을 가지고 있다. K-CMMS에서 UML을 통한 지식 모델링의 산출물은 정적 다이어그램과 동적 다이어그램으로 구분하며 지식 모델링 단계를 완료한 자료는 데이터저장소(Repository)에 저장한 후 지식 활용(KU, Knowledge Use)을 할 수 있다.

4. K-CMMS VV&A 적용방안

K-CMMS에 적용되는 VV&A는 K-CMMS 개발 및 관리 시스템의 절차를 기반으로 프레임워크를 정립한다. K-

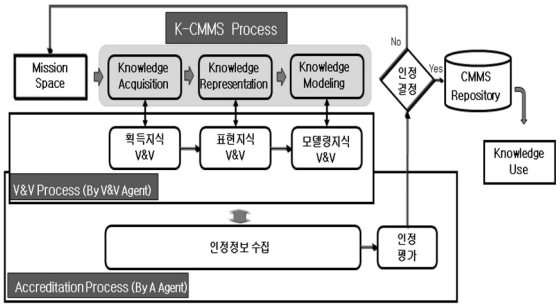


그림 3. K-CMMS VV&A 절차

CMMS의 개발 및 관리 시스템은 요구사항 정의, 지식획득(KA), 지식표현(KR), 지식모델링(KM)의 단계로 구성된다. K-CMMS 개발 및 관리 시스템을 바탕으로 VV&A 프로세스는 그림 3과 같이 요구사항검증, 획득지식 V&V, 표현지식 V&V, 모델링지식 V&V 등의 V&V 프로세스와 인정결정으로 구분하여 구성된다.

V&V 과정은 지식획득(KA), 지식표현(KR), 지식모델링(KM)의 단계를 진행하는 동안 각 지식에 적합한 특성을 검토기준으로 선정하고 확인 및 검증 과정을 통해 각 단계가 요구사항에 부합하는지를 검토한다. V&V 과정을 통해 도출된 결과를 바탕으로 V&V 결과보고서가 작성되고 인정평가과정을 거쳐 최종적으로 인정 결정을 한다.

4.1 획득지식 V&V

획득지식 V&V는 획득된 지식이 K-CMMS 사용에 적합한지를 보증하기 위해 적합성을 결정하고 요구사항과 의도된 용도를 충족시킬 수 있는지에 대해 평가하는 활동이다. 따라서 K-CMMS 개발 시 요구사항과 일치하고 획득지식의 용도와 목적에 부합하는지를 확인해야한다. 획득지식 V&V에는 획득된 지식, 지식을 획득하는 방법, 획득된 지식의 분류에 대한 평가가 이루어져야 한다. 획득된 지식에 대한 평가는 획득 지식에서 도입하고 있는 배경이론이 올바른지 즉, 실제 군사지식과 일치하고 의도된 용도와 목적에 부합하는지를 평가하는 것이며, 지식획득의 방법 평가는 지식엔지니어 중심 지식획득, 전문가 중심 지식획득, 기계중심 지식 획득의 절차와 방법이 올바르게 되었는지를 평가하는 것이다. 획득된 지식의 분류에 대한 평가는 각각의 지식이 대상으로 하고 있는 객체를 파악하고 파악된 객체가 현 분류체계에 적합한지를 평가한다. 획득지식 V&V 절차는 검토기준 설정, 알고리듬 생성, 획득지식 V&V, 획득지식 V&V 결과보고서 작성의 순서로 진행된다.

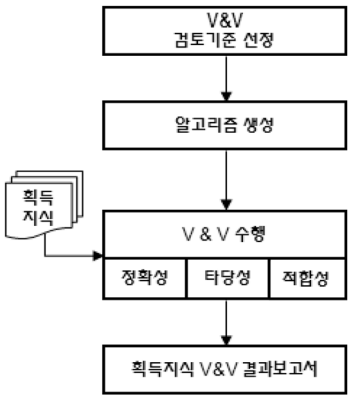


그림 4. 획득지식 V&V 절차

표 1. 획득지식 V&V 검토기준

검토기준		
정확성	불충분성	요구사항 및 필수항목이 입력되었는지 여부
	부정확성	입력된 항목의 비논리성 및 출처와의 불일치성 검사
	모순성	입력된 항목간의 비논리성 검사
타당성	출처의 유효성	입력된 출처가 목록화된 출처에 존재하지 여부
	출처의 명확성	입력된 contents가 출처에서 다루고 있는지 여부
적합성	분류의 적합성	입력된 지식 종류가 올바른지 검증

획득지식이 의도한 목적에 맞게 제대로 획득이 되었는지를 확인 및 검증을 하기 위해서는 확인 및 검증을 할 수 있는 기준이 필요하다. 획득지식 확인 및 검증의 기준이 되는 검토기준으로는 획득 지식에 대한 지식 본질의 정확성, 지식을 획득하는 방법에 대한 타당성, 그리고 획득된 지식을 정리하기 위해 분류하는 체계의 적합성 등이 포함된다. 각각의 검토기준은 대상지식, 절차지식 등 각 지식에 대하여 표 1과 같이 적합한 구체적인 기준을 선정하여 사용한다.

4.2 표현지식 V&V

지식획득 과정을 통해 획득된 지식은 지식표현 과정을 통해 세분화된 문장 형태로 표현이 된다. 표현지식 V&V은 표현된 지식의 표현방법, 추론과정, 획득된 지식을 관리하는 역할 등에 대해 객관적인 평가를 하여 표현지식의 신뢰성을 보장받는 활동을 말한다. 표현지식 확인 및 검

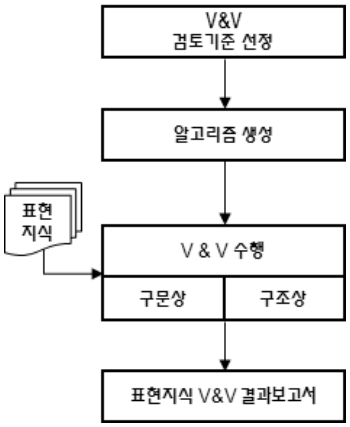


그림 5. 표현지식 V&V 절차

표 2. 표현지식 V&V 검토기준

검토기준		
구문상 검증	일치성	지식표현방법의 구조적으로 알맞은 지식의 사용 여부검증
	의미적 모순	획득된 지식을 지식표현방법에 의미적으로 알맞게 지식을 불러오는지 여부를 검증
구조상 검증	중복	지식표현 방법의 구분기준의 중복이나 누락 여부 검증
	누락	

증의 과정을 통해 표현지식에 대한 신뢰성을 확보하게 되면 지식 획득의 결과에 대한 객관적인 보증과 지식 모델링 과정에서 발생 가능한 오류를 예방할 수 있는 효과를 거둘 수 있다. 표현지식 확인 및 검증은 획득된 지식을 표현하게 되면 표현된 지식의 구문상 검증, 구조상 검증을 실시하여 결과를 도출하는 일련의 과정을 거치게 된다.

지식 표현은 지식획득 과정을 통해 획득된 지식을 구조 단위의 형태로 지식을 표현하는 과정을 말하고, 표현지식 확인 및 검증은 표현된 지식의 표현방법, 추론과정, 획득된 지식의 관리 역할 등에 대해 객관적인 평가를 통하여 표현지식의 신뢰성을 보장받는 활동을 말한다. 표현지식 V&V 절차는 다음의 그림 5와 같이 검토기준 설정, 알고리즘 형성, 표현지식 V&V, 표현지식 V&V 결과보고서 작성의 순서로 진행된다.

지식의 구문상 검증은 표현되는 지식이 획득된 지식과 일치하는지에 대한 판단과 의미상으로 이상이 있는지에 대한 여부를 평가하는 것이고, 지식의 구조상 검증은 표현된 지식이 표현구조상에서 동시에 사용되거나 요구되는 지식이 표현 지식으로 변환되는 과정에서 누락되는지 등에 대한 평가를 하여 혼란을 방지하고 표현지식을 정상상태로 보전하는 것이다.

K-CMMS 표현지식에서 구문상 오류를 검증하는 과정과 구문상 오류가 도출되었을 경우 K-CMMS 표현지식을 수정하고, 구문상 오류가 더 이상 발생하지 않았을 경우에 구조상 오류 확인을 실시하며 구조상 오류가 발생한다면 CMMS 표현지식을 재수정하고 그렇지 않다면 V&V 절차를 최종 종료하게 된다. 확인 및 검증 과정을 통해 오류 및 수정사항에 대한 결과가 도출되고 도출된 결과를 토대로 결과를 분류하며 표현지식 확인 및 검증 결과를 바탕으로 각각의 검토 기준별 오류평가를 V&V 결과보고서에 작성한다. 요구사항 시나리오와 표현지식에 대한 비교 평가 결과를 오류가 발생한 위치와 내용, 오류사항의 수정 내용을 작성하여 이상 유무를 판단한다. 표현지식 V&V 결과보고서가 작성되면 최종 인정 결정에 필요한 근거자료로 제시된다.

4.3 모델링지식 V&V

모델링 지식의 V&V는 지식 모델의 품질 및 안정성을 향상시키기 위한 과정으로 문장(Context)과 문장(Context) 간의 연결 및 문장(Context)과 행동자(Function)간의 연결에 있어 발생할 수 있는 오류를 검색한다. 확인 및 검증은 구조상의 검증, 그리고 의미상의 검증 2가지로 나뉘어져 있다. 구조상의 검증은 문장(Context)과 문장(Context), 문장(Context)과 행동자(Function)의 연결에 있어 발생할 수 있는 일반적인 논리 오류를 검색하는 과정을 말하며, 의미상의 검증은 각 연결 간에 있어 구조상 문제는 발생하지 않지만, 일반적 상식에 어긋나는 오류를 검색하는 과정이다. 이러한 모델링 지식의 확인 및 검증 과정은 다음과 같이 이루어진다. 우선 구조상 검증 및 의미상의 검증에 있어 발생할 수 있는 오류의 목록을 구성하고 각 목록마다 이를 검색할 수 있는 알고리즘을 개발한다. 마지막으로 이를 모델링 지식에 대해 수행함으로써 모델링 지식에 검증 과정이 완료되며 이에 대한 결과를 종합한 V&V 결과 보고서가 산출된다. 구체적인 내용은 확인 및 검증절차, 알고리즘 그리고 평가기준에서 자세히 설명한다.

모델링 지식 V&V의 목적은 표현 지식에 대한 모델링 결과가 K-CMMS 레파지토리(Repository)에 저장되어 사용될 수 있도록 올바른 형태와 내용을 포함하면서 모델링 되었는지를 확인하고 검증하는 것이다. 이는 모델링 지식을 통하여 지식이 저장되고 활용될 수 있는 단계를 확보할 수 있으며 장기적인 측면에서 K-CMMS 신뢰성확보,

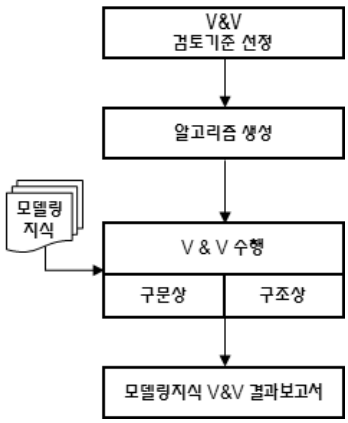


그림 6. 모델링지식 V&V 절차

표 3. 모델링지식 V&V 검토기준

검토기준		
구조상 검증	반복	중언부언의 반복에 대한 검증
	명제	불필요한 포함 조건에 대한 검증
	무의미	불필요한 선행 조건에 대한 검증
	충돌	두 명제 사이의 충돌 오류 검증
	순환성	명제 사이의 순환성 오류 검증
의미상 검증	개념 오류	동일한 문장이 상반되는 결론을 내리는지 검증
	관계 오류	상반되는 문장이 동일한 결론을 내리는지 검증
	일반화 오류	상위 객체의 명제와 하위 객체의 명제가 모순되는지 검증
	행위 오류	Actor 사이에 모순이 존재하는 검증
	강제 오류	동일한 문장을 제약하는 제약들 사이에 모순이 있는지 검증
	행동 오류	동일한 상황과 이벤트에서 하나 이상의 결과를 가져오는 검증

품질향상을 통하여 궁극적으로 재사용성과 상호운용성에 대한 실현이 가능하게 한다. 이를 위하여 모델링 지식 V&V 절차는 그림 6과 같이 평가 기준 설정, 알고리즘 형성, 그리고 이를 통한 모델링 지식 V&V, 모델링 지식 V&V 결과보고서 작성의 순서로 진행된다.

선택된 알고리즘에 대하여 세부적인 확인 및 검증을 실시하면서 핵심 검토 기준은 구조상 검증, 의미상 검증으로 실시하고 구조상의 검증에 관한 내용은 크게 2가지 형태에서 발생 가능한 오류내용에 대한 검증을 실시한다. 첫 번째, 문장(Context)과 문장(Context)사이에서 내용을 검증하고 두 번째, 문장(Context)과 행동자(Function)의 연결에 있어 발생할 수 있는 일반적인 논리 오류를 검색하여 구조상의 내용에 대하여 검증한다. 의미상의 검증은 각 연결 간에 있어 구조상 문제는 발생하지 않지만, 일반적 상식에 어긋나는 오류를 검색하는 과정이다. 선언적인(Declarative) 지식과 절차상(Procedural) 지식의 의미적인 오류를 검증하기 위하여 의미적인 구성요소에서의 상호 연결된 절차상과 선언적 의미에서의 내용에 대한 검증을 실시한다. 수행된 결과는 모델링 지식 검증 및 확인 결과보고서의 형태로 유지되며 V&V 결과와 추후 방향 등에 대하여 구체적으로 기록된다.

4.4 인정 결정

K-CMMS에서 인정의 의미는 임무공간개념(지식)에 대하여 CMMS 용도에 맞게 사용하기에 적합한지에 대한 공식적인 결정을 의미한다. 인정결정 과정은 신뢰성을 보장받고 의도된 목적에 맞는 사용이 가능한지에 대한 결정을 위해 검토하고 평가하는 것이다. K-CMMS VV&A분야에서 인정결정과정은 인정을 위한 자료를 수집하고 평가하며, 평가를 완료한 후에 인정보고서를 작성하고 인정보고서를 바탕으로 인정결정을 하는 절차로 진행된다. 인정 평가는 인정평가를 위한 산출물에 대한 검토에 의존되며 V&V 결과보고서에 대한 검토를 바탕으로 한다. 따라서 검토자는 K-CMMS의 임무공간개념에 대한 표현 능력과 한계를 판단하기 위한 전문성을 가져야 하며 V&V 결과보고서는 인정결정을 위한 인정기준에 근거하여 평가해야 한다. K-CMMS가 임무공간개념을 충분히 반영하였다는 것을 확인하기 위해서는 인정평가를 통해서 K-CMMS의 능력을 식별하고 K-CMMS의 한계와 부족함을 권고하여야 한다. 성공적인 인정평가 과정을 위해서는 인정평가를 위해 구성된 기관들의 효과적인 의사소통이 중요하고 방대한 V&V 결과 자료를 정확하게 분석하기 위하여 정량적 분석과 동시에 정성적인 분석이 가능하도록 하여야 한다. 인정평가가 완료되면 최종적인 인정 결정과정은 인정 결정에 대한 기준을 선정하게 된다. 인정결정 절차는 그림 7과 같다.

인정 결정 절차를 통해 인정 평가 보고서 작성이 완료되면 최종 인정결정권자가 인정 결정을 하게 되며 인정결정을 위해서는 인정결정 옵션에 따라 최종 인정에 대한 판단을 하게 된다. 인정결정 옵션은 M&S VV&A에 대한 연구가 진행되어 왔으나 M&S VV&A에 적용되는 인정결정 옵션은 M&S 모델에 대한 인정결정을 위한 옵션으

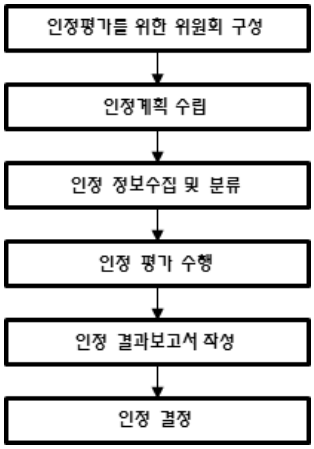


그림 7. K-CMMS 인정결정 절차

표 4. 인정결정 옵션

검토기준	
완전 인정	K-CMMS를 통해 임무공간을 표현하기에 충분한 가치와 신뢰성을 가지고 있다.
부분 인정	임무공간개념모델로 사용을 인정하되 부분적으로 수정이 필요하며 수정에 따른 V&V가 필요하다.
추가정보 필요	V&V 활동을 통해 도출된 결과가 인정 결정을 판단하기에 자료가 불충분하다. 추가 정보가 필요하며 인정결정 전 추가 정보에 대한 V&V가 필요하다.
인정 불가	K-CMMS가 임무공간개념모델로 사용하기에 문제점이 크며, 이를 수정하는데 소요되는 비용과 시간이 너무 크다.

로 분류되어 연구가 진행되어왔다. 따라서 본 논문에서는 K-CMMS의 특징에 맞는 인정결정 옵션을 제안한다. K-CMMS 인정결정 옵션은 완전 인정, 부분 인정, 추가정보 필요, 인정 불가 등 총 4가지로 구성되어있으며 K-CMMS를 구성하는 임무공간개념(지식)의 완성도와 신뢰성, K-CMMS를 통해 활용 가능성에 중점을 두고 분류하였다. 표 4는 K-CMMS VV&A의 인정결정 옵션에 대한 내용이다.

5. 결 론

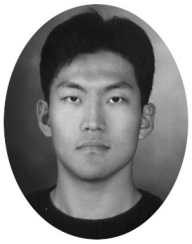
한정된 국방자원의 효율적인 사용을 위해 국방 M&S를 적용하는 것은 현실적인 대안이 되고 있다. 국방M&S의 중요성이 부각되고 활용도가 증대됨에 따라 상호운용성과 재사용성의 문제를 해결하기 위해 CMMS는 국방 M&S 선진국의 적용사례를 통하여 필요성을 확인 할 수 있다. CMMS의 올바른 적용을 위하여 확인, 검증, 인정하는 절차는 시간과 비용 측면에서 낭비를 최소로 할 수 있는 효과적인 방법이 될 수 있다. 본 연구에서는 K-CMMS VV&A방법에 대하여 종합적인 상황 및 절차를 고려하여 획득지식 V&V, 표현지식 V&V, 모델링지식 V&V 그리고 인정결정의 4단계로 제시하였다. 제시된 VV&A 방법은 임무공간개념이 K-CMMS Repository에 저장되기 전 지식에 대한 내용, 형태를 지식의 특징에 맞는 검토기준을 토대로 확인 및 검증하여 오류를 최소화하고 지식의 질을 향상시켜 공식적인 인정결정과정을 통해 K-CMMS의 사용에 신뢰성 및 객관성을 확보할 수 있는 절차이다.

본 연구에서 제시한 K-CMMS VV&A 방법은 한국군의 상황을 반영하여 적용할 수 있으며 상호운용성과 재사용성을 증대 시킬 수 있는 K-CMMS 방법에 대하여 위험요소를 식별하고 문제점을 해결하여 신뢰성을 보장하면서 개발과정에서의 비용과 시간에 대한 문제점을 개선할 수 있는 방법이 될 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

1. 권용수, 시스템 엔지니어링 입문, 국방대학교, 2007년.
2. 김도엽, 이철규, “국방 M&S 체계 발전방향”, 정보과학회지, 26(3), pp. 13-20. 2008년 11월.
3. 김민숙, 이재영, “한국형 전시자원소요 산정모델에 대한 VV&A 적용방안에 관한 연구”, 한국경영과학회 2008년 추계학술대회 및 정기총회, pp. 364-368. 2008년 10월.
4. 김형현, 이창의, 조내현, “국방 M&S VV&A 적용방안연구(시험평가를 위한 M&S를 중심으로)”, 한국시뮬레이션학회 논문지, 18(4), pp. 157-164, 2009년 12월.
5. 배영민, 이정만, 이영훈, 변재정, 조내현, “국방 M&S의 재사용성과 상호운영성 향상을 위한 임무공간개념모델(CMMS) 적용방안”, 산업경영시스템학회지, 33(2), pp. 140-147, 2010년 6월.
6. 서의현, “개선된 쌍검증방식을 이용한 지식 검증 시스템”, 퍼지 및 지능 시스템학회 논문지, 13(5), pp. 505-511, 2003년 10월.
7. 이민수, “무기체계 시뮬레이터 VV&A 적용방안 연구”, 석사학위논문, 국방대학교, 2005년 12월.
8. 장상철, “한국군 M&S 발전 방안”, 국방정책연구, 53, pp. 9-41, 2001년 11월.
9. 조정남, “국방 M&S 개발시 VV&A 발전방안 연구”, 석사학위논문, 국방대학교, 2009년 12월.
10. 최상영, 국방 모델링 및 시뮬레이션, 국방대학교, 2007년.

11. 추경호, 검증과 확인(V&V), LG CNS, 2007년.
12. Basili and Victor R., “Software modeling and measurement: the goal / question / metric paradigm”, CS-TR-2956, UMIACS-TR-92-96, University of Maryland, 1992.
13. Dadkhah C. and Barforosh A. A., “OAV-VVT expert, an active system for verification and validation of knowledge base using OAV knowledge representation”, The CSI Journal on Computer Science and Engineering, vol. 1, no. 4(b), Pages 19-29, 2003.
14. DMSO(Defense Modeling and Simulation Office), DoD Verification, Validation, Accreditation Recommended Practices Guide, millenium ed, Alexandria, VA, 2000.
15. FEI LIU, MING YANG and ZICAI WANG, “VV&A solution for complex simulation systems”, International Journal of Simulation, vol. 9, no. 1, p.21-29, 2008.
16. Jenifer Chew and Cindy Sullivan, “Verification, validation, and accreditation in the life cycle of models and simulations”, Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference. 2000.
17. J. Sheehan, T. Prosser, H. Conley, G. Stone, K. Yentz and J. Morrow, “Conceptual models of the mission space(CMMS): basic concepts, advanced techniques, and pragmatic examples,” Proceedings of Spring Simulation Interoperability Workshop, 1998.
18. Kim S., Suh E. and Hwang H., “Building the knowledge map: an industrial case study”, Jounal of Knowledge Management, vol. 7, no. 2, pp. 34-45, 2003.
19. Le Goc M,, Frydman C. and Torres L., “Verification and validation of the SACHEM conceptual model”, International Journal of Human-Computer Studies, 56, 199-223, 2002.
20. Lien F.L. “A knowledge engineering approach to knowledge management”, Information Sciences, vol. 177, pp. 4072-4094, 2007.
21. Williams, Marion L, and James J. Sikora, “Overview.” Simulation Validation Workshop Proceedings(SIM VALII), ed. Adelia E Richie, I 1-6. Alexandria, VA:MORS, 1992.
22. Zhaobin and Chenjuhong, “Matching analysis on JIT knowledge management with knowledge supply and requirement”, R&D management, vol. 17, no 5, pp. 51-57, 2004.



김 교 섭 (mir8035@yonsei.ac.kr)

2005 육군사관학교 기계공학 학사
2009～현재 연세대학교 정보산업공학과 석사과정

관심분야 : 모델링&시뮬레이션, 임무공간개념모델, VV&A

이 정 만 (2jylover@yonsei.ac.kr)

1997 육군사관학교 정보공학 학사
2005 국방대학교 관리대학원 운영분석 석사
2007～현재 연세대학교 정보산업공학과 박사과정

관심분야 : 설비 입지선정, 모델링&시뮬레이션, 스케쥴링

배 영 민 (miso517@yonsei.ac.kr)

1998 육군사관학교 토목공학 학사
2007 고려대학교 산업공학과 석사
2009～현재 연세대학교 정보산업공학과 박사과정

관심분야 : 모델링&시뮬레이션, 경제성분석, 다기준 의사결정

이 영 훈 (youngh@yonsei.ac.kr)

1981 서울대학교 산업공학과 학사
1989 Columbia University 산업공학과 석사(M.S)
1992 Columbia University 산업공학과 박사(Ph.D)
1997～현재 연세대학교 정보산업공학과 부교수

관심분야 : 생산관리, 스케쥴링, 재고관리, 수배송 및 로지스틱스

변 재 정 (jjpyun@add.re.kr)

1982 충북대학교 사회과학대학 통계학과 학사
1984 숭실대학교 대학원 전산학과 석사(M.S)
1996 Illinois Institute of Technology 대학원 전산학과 박사(Ph.D)
1997～1998 국방정보체계연구소 작전체계(C4I)부장/연구위원
1999～현 재 국방과학연구소 5기술연구본부1부/PM(과제책임자)/책임연구원

관심분야 : SBA, 모델링 및 시뮬레이션, 워게임 아키텍쳐, 실시간 처리 시스템, 정보보호 등