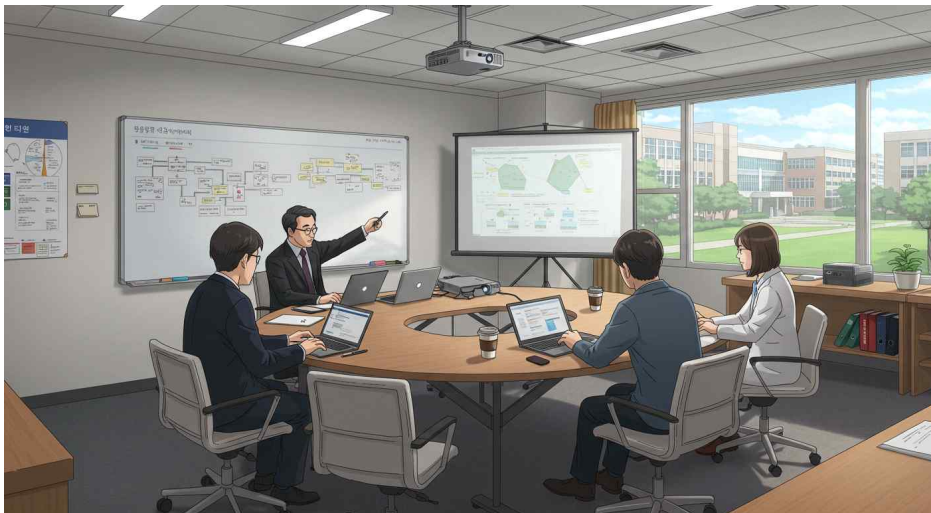


기존 M&S VV&A에서의 사용자 역할 (User' s Role in VV&A of a Legacy Simulation) (미 국방부 MSE RPG Special Topic)

번역연구-2025-02



출처 : image fx @OpenAI (2025. 02.01)

본 번역서는 한성대 국방 M&S 인정기술 연구원의 미 국방부 MSE RPG 번역 연구의 일환으로 연구목적 상 작성되었다. 임의로 복사 배포할 수 없으며 연구목적으로 활용시 당 연구원의 승인을 받아야 한다. 번역 내용은 번역자 개인 의견이며 내용에 관한 문의사항은 번역자에게 하시기 바랍니다.

2025. 2. 1.

국방 M&S 인정 기술 연구원

(번역 : 이 동 준)

역자 서문

미 국방부 M&S RPG(권장사례가이드)는 대부분 2000년대 초기에 작성되었다. 이를 현재 한국에서 적용을 검토하는 데에는 다음과 같은 몇가지 고려사항이 있다.

첫째는 미국과 한국의 국방 M&S 관련 인프라이다. 주요한 차이점은 MSCO, MSE 등 미 국방부는 M&S 관련 내용을 관할하는 중앙 통제 부서가 있다는 점이며 특히 VV&A 관련해서는 별도의 커뮤니티를 운영하면서 그 수준을 심화하고 각군 및 관련기관도 이에 해당하는 관련 지침을 운영한다는 점이다. 이러한 VV&A에 대한 특징은 국방 뿐만아니라 항공, 자동차 등 민수분야에서도 활용한다는 것이다.

두 번째는 시기적으로 작성된 시기가 15년에서 20년 전이라 변화가 있는 기술적인 부분과 관련있는 내용은 기술, 기법 등에서 보다 근원적인 배경을 이해하는 것이 필요하다. 특히 큰 변화는 컴퓨터 기술과 장비의 발전이다. 따라서 많은 메타 모델(특히, 기본 모델을 포괄하여 개략모델로 포괄하는 등)은 정확성 면에서 부족하더라도 시뮬레이션의 효율성을 위하여 받아들였으나 이제는 이 방법의 중요성이 적어진 것이다. 또한 디지털화 기술의 발전으로 실제 데이터를 그대로 수집, 처리하여 시뮬레이션을 위한 데이터베이스로 활용가능하게 되는 점 등이다.

세 번째는 VV&A의 핵심은 M&S의 개발내용과 절차에 따라 이를 진행하는 것인데 표준화된 M&S 개발절차가 아직 국내에서는 미국 대비 부족하고, 연구도 미흡하다. 이로 인해 문서에 표현된 설명이나 용어에서 미국의 개념과 차이가 있을수 있다는 점이다. 제도면에서 예를 들어 국내의 인정권자는 미국은 M&S의 사용자(소요군) 임에 비해 개발 사업 관리자(방위사업청 사업팀장), 미국의 M&S PM은 비용, 자원을 조정 통제하지만 국내의 업체 PM은 제한된 범위내에서 승인시 가능한 점등이다. 이러한 책임과 권한의 차이는 미 국방부 RPG를 활용할 때 참고해야할 점이다.

끝으로 사족(蛇足)이 다만 위와 같은 문제 외에도 용어와 문장의 번역에 있어서 기본 개념과 맥락을 염두에 둔 의역(意譯)을 하는 것이 좋은지, 영어 원어의 뜻에 맞추어 번역함으로써 독자 스스로가 그 뜻을 이해하도록 하는 것이 좋은지를 고민하여 일부 단락에서는 의견 차이가 있을 수 있음을 양해 부탁드립니다. 좋은 의견 항상 기다립니다.

Email : kopoleon@hansung.ac.kr

목차

RPG 특별 주제

2011년 1월 31일

목차

<u>기존 시뮬레이션의 검증, 확인 및 인정에서 사용자의 역할</u>	1
신규 시뮬레이션 VV&A의 사용자 역할과 어떻게 다른가?	2
<u>VV&A에서 사용자의 책임 역할</u>	4
<u>VV&A에서 사용자의 기능 역할</u>	7
전반적인 문제 해결 과정	7
사용자의 예비 활동	8
VV&A에서의 사용자 예비지원 활동	15
VV&A에서의 사용자 보조 지원 활동	23
<u>VV&A에서 사용자의 과제 해결 역할</u>	25
기존 시뮬레이션을 문제와 일치	25
성공 측정	26
데이터 획득	27
추가적인 과제	28
<u>다른 역할자와 사용자의 관계</u>	28
정보 교환	28
사용자와 M&S 관리자의 관계	30
M&S PM 및 개발자와의 사용자 관계	31
VV&A 에이전트와 사용자의 관계	32
인정 에이전트와 사용자의 관계	32
사용자와 다른 사용자의 관계	33
<u>요구 사항 문서화</u>	33
시뮬레이션 아티팩트	34
상황 보고서	34
VV&A 실적	35
<u>비용 영향 및 자원조달</u>	36
비용 및 자원 요인	36
비용 추정	38
비용 관리	38
<u>참조</u>	39
<u>약어</u>	39

기존 시뮬레이션의 검증, 확인 및 인정에서 사용자의 역할

이 문서에서는 기존 시뮬레이션의 검증, 확인 및 인정(VV&A)에서 사용자의 역할과 책임을 설명한다. 사용자는 RPG(권장 사례 가이드) 전체에서 의도한 응용 프로그램에 대한 조직, 그룹 또는 책임자를 나타내는 데 사용되는 용어이다. 사용자는 문제를 정의하고, 문제를 해결하는 데 사용할 접근 방식을 결정하고, 결과를 수락하고 사용한다. 모델링 및 시뮬레이션(M&S)을 사용할 때, 사용자는 시뮬레이션이 무엇을 할 것으로 예상되는지를 결정하고 인정 결정을 내리는 M&S 요구 사항을 정의한다. 기존 시뮬레이션을 사용하는 경우 사용자는 시뮬레이션을 선택할 책임이 있다.

기존 시뮬레이션 VV&A를 수행하고 지원하는 다른 역할은 다음과 같다.

- **인정 에이전트** – 인정 평가 수행을 담당하는 역할
- **검증 및 확인(V&V) 에이전트** – 모든 필수 요소 V&V 작업이 적절하게 수행되도록 보장함으로써 시뮬레이션이 의도한 용도에 적합한지 증거를 제공하는 역할을 담당한다.
- **M&S 프로그램 매니저(PM)** – 필요할 때 의도된 용도에 대한 시뮬레이션의 수정을 관리하는 역할
- **개발자** – 시뮬레이션 기능에 대한 기술 전문 지식을 제공하고, 시뮬레이션에 사용할 데이터를 준비하며, 필요할 때 코드를 수정하고 새 코드를 개발하는 역할을 담당한다.
- **M&S 관리자(관리자(proponent))** – 구성 관리, 응용 프로그램 및 유지 보수를 포함하여 수명 주기 전반에 걸쳐 기존 시뮬레이션을 관리하고 승인된 버전의 시뮬레이션에 대한 모든 수정을 승인하는 역할을 담당한다.

이러한 역할은 다양한 방법으로 채워질 수 있다. 예를 들어:

- 각 역할은 다른 개인, 그룹 또는 조직자에 의해 수행된다.
- 여러 역할은 동일한 개인, 그룹 또는 조직에 의해 수행된다.
- 모든 역할은 동일한 개인, 그룹 또는 조직에 의해 수행된다.

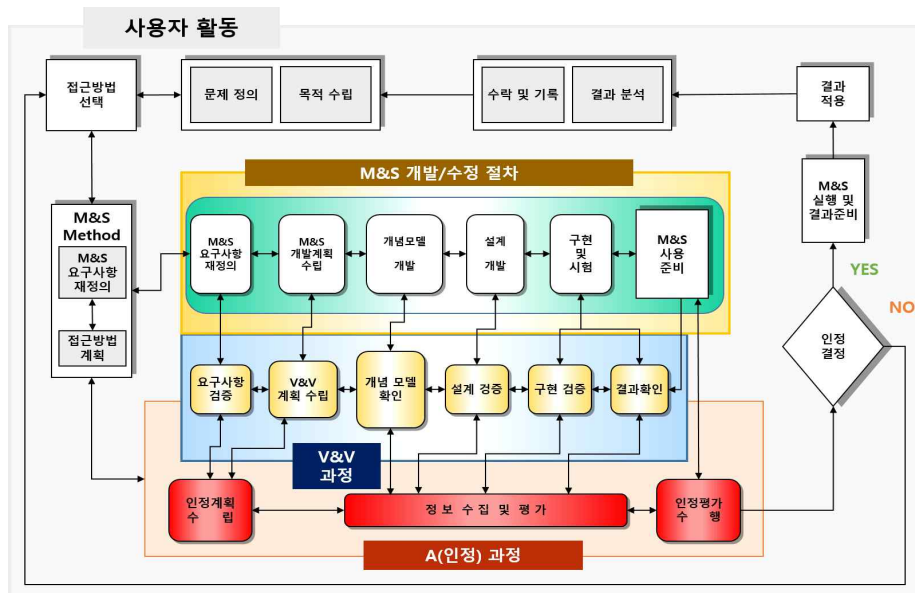
지정된 응용 프로그램에 필요한 수행자 수는 응용 프로그램의 요구 사항, 각 역할에 필요한 작업량, 리소스의 가용성 및 관련된 위험에 따라 결정된다. 광범위한 시뮬레이션 수정이 필요하거나 해결되는 문제가 중요한 문제(예: 건강, 안전)와 관련된 경우 각 역할에 대해 별도의 개인, 그룹 또는 조직이 지정될 가능성이 더 크다. 기존 시뮬레이션의 계보가 잘 문서화되어 있고 시뮬레이션이 과거에 유사한 응용 프로그램에 사용되어 수정이 거의 또는 전혀 필요하지 않은 경우 일부 역할은 동일한 개인 또는 그룹에 의해 수행될 수 있다. 예를 들어, 사용자는 M&S PM, DEVELOPER, V&V Agent, 및/또는 Accreditation Agent로서 기능할 수 있다.

사용자는 기존 시뮬레이션의 결과가 해결되는 문제의 범위 내에서 타당하고 현실적이며 신뢰할 수 있기를 원한다. 전반적인 VV&A 활동의 목적은 시뮬레이션이 사용자의 목적에 부합하는 적합성에 대한 증거를 제공하는 것이다. 궁극적으로, 사용자는 시뮬레이션이 사용하기에 충분히 신뢰할 수 있는지 여부를 결정한다.

신규 시뮬레이션 VV&A의 사용자 역할과 어떻게 다른가?

신규 및 기존 시뮬레이션의 VV&A에서 사용자는 VV&A 활동에 영향을 미치는 여러 가지 활동을 수행한다. 사용자는 문제를 정의하고, 이를 해결하기 위해 어떤 방법을 사용할지 결정하고, 시뮬레이션 결과를 수락하고 사용할 책임이 있다. 사용자는 의도된 응용 프로그램을 해결하기 위해 시뮬레이션의 능력에 영향을 미치는 모든 문제에 대한 지침을 제공하고 최종 의사결정자 역할을 함으로써 VV&A 활동을 지원한다. 신규 및 기존 시뮬레이션의 VV&A에서 사용자의 역할의 근본적인 차이점은 의사 결정에 필요한 정보 유형, 정보를 획득하고 수집하는 방법 및 시기, 그리고 정보를 얻는데 수반되는 과제에서 발생한다.

신규 시뮬레이션을 위한 VV&A 프로세스에 대한 사용자의 참여를 보여주는 아래 그림에서 새도우 박스로 표시된 주요 사용자 활동이 외부(문제 해결) 상자에 나타내고 있다. 이러한 활동은 신규 시뮬레이션이나 기존 시뮬레이션이 관련되어 있는지 여부에 관계없이 수행된다. 사용자 역할의 차이는 (사용자의) 의도된 응용프로그램에 대한 특정 요구 사항을 해결하기 위해 신규 시뮬레이션이 개발되기 때문에 발생한다. 사용자는 개발 프로세스 전반에 걸쳐 주요 의사결정자 역할을 함으로써 시뮬레이션 개발에 집중하고 구체화할 수 있다. 신규 시뮬레이션을 구축하는 개발자와 개발을 관리하는 M&S PM은 개발 프로세스 전반에 걸쳐 관여할 수 있으며, V&V 활동은 개발 활동과 조정되어 개발과 관련된 결정을 적시에 내릴 수 있도록 한다. 발생하는 모든 문제는 시뮬레이션 설계의 변경 또는 해결해야 할 요구 사항을 통해 다양한 방법으로 해결할 수 있다.



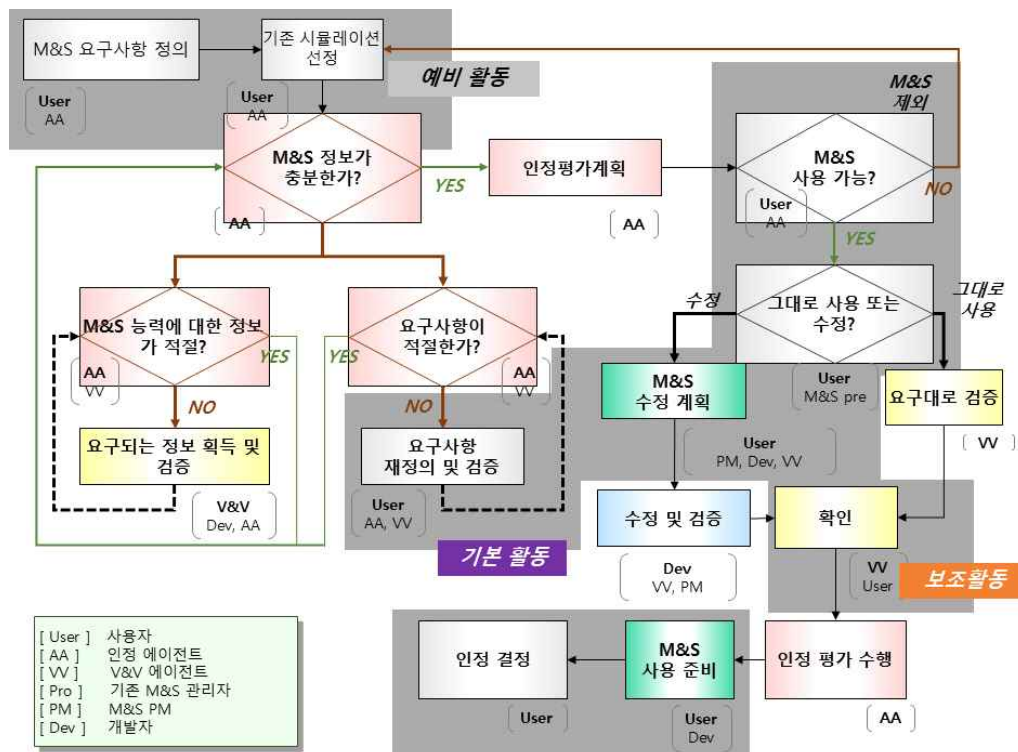
신규 시뮬레이션의 VV&A에 대한 사용자 참여

핵심 문서>기존>기존 개요에 설명된 대로 기존 시뮬레이션을 사용할 때 사용자는 시뮬레이션 개발을 구체화할 수 없으며 다른 목적을 해결하기 위해 구축된 시뮬레이션을 사용해야 하는 어려움에 직면하게 된다. 시뮬레이션이 이전 사용에서 해결한 요구 사항 및 사용내역은 의도한 사용과 공통점이 많을 수도 있고 그렇지 않을 수도 있다. 또한, 시뮬레이션을 수정해야 하는 경우, 사용자는 이를 위해 M&S 관리자로부터 허가를 받아야 할 수도 있다. 이전 사용과 금번 의도된 사용의 차이, 시뮬레이션의 기존 기능과 사용자의 요구 사항을 해결하는 데 필요한 기능 간의 차이, 시뮬레이션 및 기록에 대한 품질 정보의 가용성은 전체 VV&A 활동에 대한 사용자의 개입 정도를 결정한다.

기존 시뮬레이션의 VV&A에 대한 사용자 참여는 다음 그림과 아래에 나열된 세 가지 활동으로 그룹화할 수 있다.

- VV&A 활동의 토대를 마련하는 예비 활동 (그림에서 회색으로 음영 처리)
- VV&A 활동을 지원하는 기본 활동(그림에서 보라색으로 음영 처리됨)
- VV&A 활동을 지원하기 위해 필요에 따라 수행된 보조 활동(그림에서 주황색으로 음영 처리됨)

이러한 활동 그룹은 이 문서의 나머지 부분에서 사용자의 책임과 기능에 대한 논의를 용이하게 하기 위해 사용된다.



기존 M&S VV&A에 대한 사용자 참여

VV&A에서 사용자의 책임 역할

사용자는 의도된 용도를 정의할 책임이 있다. 처음에는 사용자가 문제를 정의하고 목표를 설정하며 문제 해결에 사용할 방법을 선택한다. M&S가 선택된 접근법일 때, 사용자는 M&S 요구사항을 정의하고, 관련된 위험을 식별하기 위해 문제 분석을 수행하며, VV&A 활동에 집중하기 위해 위험 평가를 수행하거나 이에 참여한다. 결국, 사용자는 인정 결정을 내릴 책임이 있다.

잘못된 시뮬레이션 결과를 기반으로 의사 결정을 내리는 데 수반되는 위험 때문에 사용자는 시뮬레이션이 신뢰할 수 있는 결과를 산출할 수 있다는 증거를 제공하기 위해 VV&A 활동에 의존한다. 이러한 활동의 결과는 또한 위험을 수용 가능한 수준으로 하는 데 도움이 된다. VV&A 증거는 의도된 용도에 대한 시뮬레이션의 적합성 및 해당 사용과 관련된 잠재적 위험에 대한 정보를 제공한다.

주어진 응용 프로그램에 대한 시뮬레이션의 적합성을 결정하는 핵심 요소는 다음과 같다.

- **기능** - 시뮬레이션이 기능적 표현, 행동, 관계 및 상호 작용 측면에서 수행할 수 있는 작업
- **무결성** - 오류 없는 코드, 적절한 신뢰할 수 있는 입력 데이터
- **정확성** - 결과가 현실의 의도된 견해 (즉, 참조)와 얼마나 밀접하게 일치하는지
- **유용성** - 사용자가 시뮬레이션을 적절하게 실행하고 결과를 분석 및/또는 사용할 수 있도록 하는 사용자 지원 기능(예: 매뉴얼, 교육)의 유무 및 충분성

예시:

모델이 재무 분석 커뮤니티의 상각 테이블과 같은 간단한 알고리즘 일지라도 사용자는 그 결과 (예 : 지불 및 이자 발생)가 정확하다는 것을 알아야 한다. 전투원 훈련용과 같은 보다 복잡한 시뮬레이션의 경우 시뮬레이터가 전투원이 원하는 학습 결과를 이끌어내는 환경을 제공하는지 확인하기 위해 훨씬 더 엄격한 VV&A 활동이 필요하다. 정확한 "모양"과 "느낌"뿐만 아니라 다른 충실도 문제도 이러한 시뮬레이션 클래스에서 V&V의 매우 중요한 측면이 될 것이다.

많은 관련 작업을 위임할 수 있지만 결국 사용자는 인정권자로서 다음 다섯 가지 가능한 결과 중 하나를 선택하여 인정 결정을 내릴 것이다.

- **완전 인정** - 시뮬레이션은 응용 프로그램을 지원하기에 충분히 신뢰할 수 있는 결과를 생성한다.
- **제한 또는 조건부 인정** - Constraint는 시뮬레이션을 사용하여 응용 프로그램을 지원하는 방법에 배치해야 한다.

- **시뮬레이션 수정 필요** - 시뮬레이션의 기능은 전체 또는 조건부 인정을 지원하기에 불충분하며, 결함을 수정하기 위해 수정 및 후속 V&V가 필요하다.
- **추가 정보 필요** - 시뮬레이션에 대해 얻은 정보는 전체 또는 조건부 인정을 지원하기에 불충분하며, 추가 정보를 생성하거나 다른 방법으로 얻어야 하며, 인정 결정이 내려지는 데 필요한 정보를 제공하기 위해 보충 검증, 확인 또는 테스트를 수행해야 한다.
- **인정 불가** - 평가 결과는 시뮬레이션이 응용을 적절하게 지원하지 않는다.

복잡한 시뮬레이션의 경우, 사용자가 정보에 입각한 인정 결정을 내리는 데 필요한 정보를 제공하기 위해서는 의도한 용도에 중요한 시뮬레이션에 대한 엄격한 검사가 필요하다.

사용자는 의도된 용도를 다루기 위한 시뮬레이션의 능력에 영향을 미치는 모든 문제(예: 성공 기준, 요구 사항, 목표에 영향을 미치는 변경)에 대한 최종 의사 결정권자이다. 문제 목표 및 M&S 요구 사항에 영향을 미치는 변경 사항이 발생하는 경우, 사용자는 수정된 요구 사항이 인정 에이전트, V&V 에이전트, 개발자 및 M&S PM에 전달되도록 보장하여 변경 사항을 수용하여 계획, 활동 및 일정을 조정할 수 있도록 해야 한다. 이러한 변경으로 인해 승인된 버전의 시뮬레이션이 수정되는 경우, 사용자는 M&S 관리자와 협조하여 수정이 허용되는지 확인한다. 마찬가지로, 사용자는 시뮬레이션 개발 활동의 모든 단계에 적극적으로 참여하여 그러한 활동에서 내려진 무수한 결정이 사용자의 우선 순위와 문제를 반영하도록 보장해야 한다.

사용자는 또한 인정 활동에서 주도적인 역할을 하며 V&V 활동에 대한 지원을 제공한다. 사용자는 응용 프로그램의 목적과 관련된 중요한 요소를 기반으로 전체 인정 평가의 경계를 설정하고 위험을 감수해야 하며, 인정 프로세스의 계획 및 자원 할당을 안내하고, 구현을 모니터링해야 한다. 사용자는 V&V 에이전트, 인정 에이전트 및 M&S PM과 협력하여 V&V 활동이 적절하게 집중되고 충분히 견고하며 필요에 따라 주제 전문 지식을 제공해야 한다.

사용자는 시뮬레이션에서 수행된 이전의 V&V가 의도된 용도에 충분하다고 가정해서는 안 된다. 시뮬레이션의 적용에서의 사소한 변화들(예를 들어, 입력 또는 내장 데이터의 변화, 신규 시나리오, 신규 부대 구조, 달라진 위험, 달라진 우선순위)조차도 시뮬레이션 결과의 타당성에 지대한 영향을 미칠 수 있다.

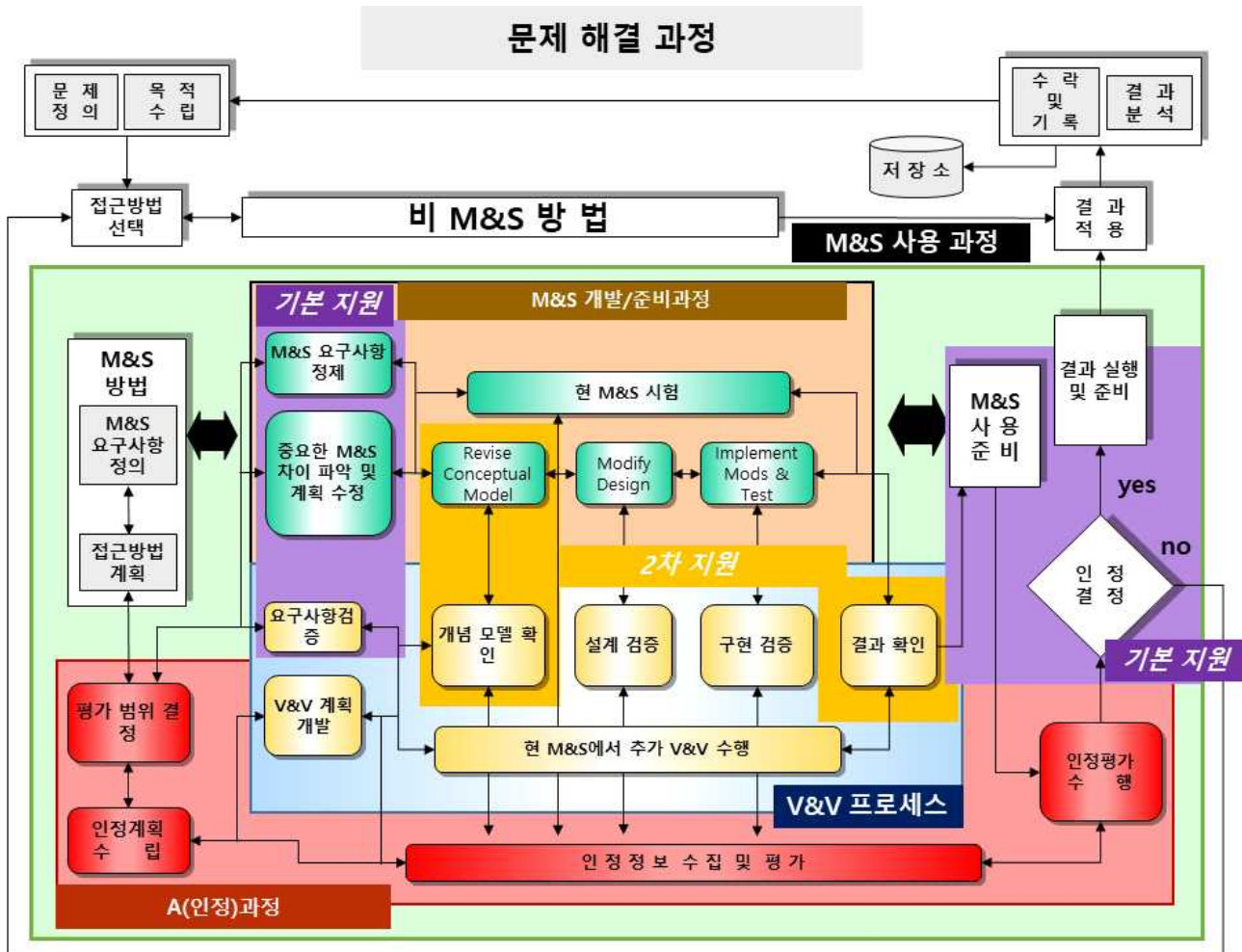
과거에 잘 작동했던 VV&A 활동을 감독하는 접근법은 통합팀 또는 이와 유사한 실무 그룹을 구성하는 것이다. 이 팀은 일반적으로 사용자, 개발자, V&V 에이전트, 인정 에이전트 및 M&S PM으로 구성되며 필요에 따라 주제 전문가(SME)가 지원한다. 팀의 목표는 가장 중요한 문제에 계속 집중하는 것이며, 팀은 그에 따라 계획과 작업을 수정하기 위해 행동해야 한다. 팀은 정기적인 회의뿐만 아니라 별도의 집중적인 문제 해결 세션을 실시하고 정기적인 보고서를 작성해야 한다.

다음 표에는 기존 시뮬레이션의 VV&A와 관련된 다양한 기능 및 활동과 관련된 일반적인 사용자 책임이 요약되어 있다.

사용자 참여	사용자 기능	일반적인 사용자 책임
예비 활동	문제 정의 및 목표 수립	해결해야 할 문제와 충족해야 하는 목표를 식별하는 문제 설명을 제공한다.
예비 활동	M&S 요구사항 정의	해결해야 할 문제를 정의하는 일련의 요구 사항 및 목표를 제공한다.
예비 활동	시뮬레이션 선택	사용할 시뮬레이션을 선택한다.
예비 활동	시나리오 개발	문제 해결을 돕기 위해 시뮬레이션 엔터티, 동작 및 상호 작용을 표현하는 방법을 설명하는 시나리오, 사용 사례, 환경, 상황 등을 제공한다.
예비 활동	인정 에이전트 지정	인정 평가를 수행하기 위해 적절한 경험 (예 : 문제 및 사용자 영역에 대한 지식, 인정 평가 기술에 대한 경험)을 갖춘 인정 에이전트를 지정한다.
예비 활동	위험 식별	위험 평가를 수행하고 지원하여 잘못된 시뮬레이션 출력으로 인해 발생할 수 있는 위험을 결정한다.
예비 활동	주제전문가(SMEs) 선택	문제 정의, 시뮬레이션 수정 및 V&V 활동을 지원할 주제전문가(SMEs) 선택
예비 활동	성공 척도 정의	적절한 조치를 선택하고 각 M&S 요구 사항을 충족해야 하는 수용 기준을 정의하는 데 도움이 된다.
기본 지원	데이터 원본 식별	시뮬레이션에 필요한 데이터에 대한 적절하고 신뢰할 수 있는 출처 식별
기본 지원	M&S 요구사항 구체화	해결해야 할 문제를 해결하기 위한 완전하고 간결한 요구 사항 및 목표 세트를 제공한다.
기본 지원	지원 요구 사항 확인	사용자 및 문제 영역의 주제전문가(SMEs) 역할
보조 지원	개념 모델 수정 및 유효성 검사 지원	사용자 및 문제 영역의 주제전문가(SMEs) 역할을 수행하고 확인된 개념 모델을 수락한다.
보조 지원	지원 유효성 검사	사용자 및 문제 영역의 주제전문가(SMEs) 역할을 수행하여 적절한 테스트 사례를 준비하고, 확인 데이터를 제공하고, 결과 평가에 참여한다.
보조 지원	사용자 문서 확인	사용자 설명서, 문서 등을 검토한다.
기본 지원	인정 결정	V&V 정보 및 인정 평가에서 제공한 증거에 근거하여 인정 결정을 내립니다.

VV&A에서 사용자의 기능 역할

전반적인 문제 해결 과정



기존 M&S VV&A에 대한 사용자 참여

기존 시뮬레이션의 사용은 전체 문제 해결 프로세스에서 하나의 경로를 나타냅니다. 이 경로는 User의 요구를 해결할 수 있는 충분한 기능을 갖춘 시뮬레이션이 존재하는 경우 상당한 이점을 가질 수 있다. 아래 그림은 핵심 개념에 설명된 전체 문제 해결 프로세스의 기존 시뮬레이션을 보여 줍니다. 사용자 참여 흐름도에서 식별된 세 세트의 사용자 활동은 전체 프로세스에서 그들의 위치를 설명하기 위해 이 그림에 겹쳐져 있다.

기존 시뮬레이션 VV&A 활동에 대한 사용자의 영향은 전체 문제 해결 프로세스의 시작 부분에서 시작되며 인정 결정이 내려질 때까지 모든 주요 결정을 계속한다. 사용자는 먼저 문제를 정의하고 그 해결책을 위해 충족될 목표를 수립함으로써 전체 문제 해결 프로세스를 개시하고, 그 다음, 접근법(예를 들어, 모델링 및 시뮬레이션, 실험, 통계 분석, 라이브 테스트)을 선택함으로써 진행하여 이를 해결하기 위해 that을 사용할 것이다. 사용자는 방법을 적용하고(예를 들

어, 사용을 위해 시뮬레이션을 승인하기로 결정하고, 시뮬레이션을 실행하고, 시뮬레이션 결과를 수락함) 전체 솔루션을 분석, 수락 및 기록함으로써 전체 프로세스를 완료한다. 이러한 활동, 특히 처음에 얼마나 잘 수행되는지는 전체 프로세스의 성공이 중요하다.

이 섹션의 나머지 부분에서는 기존 시뮬레이션의 VV&A에 영향을 미치는 사용자 활동을 구성하는 작업과 기능에 대해 설명한다. 이 논의를 용이하게 하기 위해, 태스크와 기능은 다이어그램에 예시된 바와 같이 그룹화된다.

사용자의 예비 활동

전반적인 문제 해결 프로세스 초기에 수행된 활동은 시뮬레이션을 평가하고 준비하기 위한 토대를 마련한다. 이러한 활동 중에 VV&A 활동에 영향을 미치는 열두 가지 특정 사용자 기능에 대해 자세히 설명한다.

1. 문제 정의 및 목표 설정

문제를 정의할 때 사용자는 먼저 관련된 문제를 식별하고 다음과 같은 기본 질문을 해결하여 문제를 해결하기 위해 충족해야 하는 목표를 설정해야 한다.

문제 영역 질문
• 해결해야 할 근본적인 문제는 무엇인가? 목표는 무엇인가? 어떤 질문들에 대한 답을 얻을 필요가 있는가?
• 시뮬레이션이 문제 해결에 도움이 될 문제의 특정 측면은 무엇인가? 활용 프로그램은 무엇인가?
• 문제의 범위는 무엇인가? 어떤 경계나 임무 공간이 적용되는가?
• 시뮬레이션 결과를 바탕으로 어떤 결정을 내릴 것인가?
• 잘못된 시뮬레이션 출력을 받아들이거나 이를 기반으로 결정을 내릴 때 발생할 수 있는 위험은 무엇인가?

2. 문제 분석

주어진 문제가 철저하게 해결되도록 하기 위해 사용자는 문제 분석을 수행해야 할 수 있다. 따라야 할 일반적인 단계는 다음과 같다.

- 문제 진술과 목표를 개별 M&S 요구사항으로 분해한다.
- 각각의 개체 및 상호 작용을 포함하여 각 요구 사항을 해결하기 위해 필요한 주요 표현을 식별한다.
- 각 상호 작용을 나타내는 데 필요한 충실도 확인
- 시뮬레이션의 목표와 요구 사항을 충족하는 능력을 평가하는 데 필요한 메트릭 또는 측정 유형 및 시뮬레이션이 이를 해결하는 데 필요한 데이터를 식별한다.

- 각 주요 표현을 지원하는 데 필요한 입력 데이터의 범주를 식별한다.
- 요구 사항을 충족할 가능성이 가장 낮은 것으로 보이는 표현을 식별하고 우선 순위를 지정한다(즉, 위험 식별).

사용자는 목표를 수립하고 M&S 요구사항을 정의하는 과정에서 초기 문제 분석을 수행해야 한다. 그러나 더 많은 정보를 얻을 수 있게 됨에 따라 시뮬레이션 준비와 V&V 및 인정 활동이 응용 프로그램의 우선 순위와 요구 사항에 계속 집중할 수 있도록 추가 분석을 수행해야 한다.

3. M&S 요구사항 정의

응용의 M&S 요구사항은 기존 시뮬레이션 평가(기존 시뮬레이션 선택, V&V 활동 및 인정 평가 포함)의 주요 핵심이다. 사용자는 사용자의 M&S 요구사항을 정의하고, 문제 해결에 필요한 것에 초점을 맞추고, 개발자와 M&S PM이 문제를 해결하기 위해 시뮬레이션에 필요한 것을 식별하는 시뮬레이션 영역 요구사항을 정의하도록 돕는다. 사용자는 시뮬레이션의 한계로 인해 M&S 요구사항에 대한 수정 또는 조정을 포함할 수 있는 모든 결정을 내린다.

사용자는 인정 에이전트, 개발자 및 M&S PM이 요구 사항과 목표를 명확하게 이해하여 기존 시뮬레이션의 기능을 먼저 평가한 다음 의도한 용도에 대한 적합성을 높이기 위해 수행해야 할 작업을 결정해야 한다. 명확하게 명시된 요구 사항이 없으면 기존 평가 및 준비의 모든 측면이 더 다양하고 오류가 발생하기 쉬우며, 시뮬레이션 결과는 사용자의 요구를 해결할 가능성이 적다. 자세한 내용은 [고급 항목>특별 항목>요구 사항](#)을 참조한다.

문제 분석 및 위험 평가는 위험 영역과 잠재적인 "장애(show-stoppers)"를 기존 시뮬레이션으로 식별하는 데 사용되는 보완적인 프로세스이다. 문제 분석은 문제가 M&S 요구사항에 의해 적절하게 정의되고(즉, 올바른 문제가 해결되고 있음) 각 요구사항에 대해 적절한 지표와 수락 기준이 식별되도록 하기 위해 수행된다. 위험 평가는 시뮬레이션이 의도된 용도에 적합하도록 계획(즉, 인정 계획, V&V 계획, 수정 계획)에 사용되는 우선 순위 설정에 필요한 위험을 식별하기 위해 수행된다.

4. 시나리오 개발

시뮬레이션 요구 사항을 발견하고 캡처하기 위한 입증된 전략 중 하나는 시나리오(사용할 위치, 환경 조건, 플레이어, 장비 조직 구조, 행동 과정, 가정, 제약 조건 등)를 특성화하는 것이다. 시나리오는 환경 문제 및 표현해야 할 엔터티 및 행동과 같은 측면을 경계하여 문제의 범위를 설정하는 데 도움이 된다. 또한 시나리오는 다음과 같은 역할을 한다.

- 시뮬레이션에 필요한 충실도 결정
- 시뮬레이션 개념 모델의 기초 역할.
- 시험 및 확인 중에 특정 의도된 용도에 대한 시뮬레이션의 적합성을 평가하는 데 사용.

시나리오는 문제를 정의하는 동안 식별되고, 정의되며, 정제되고, M&S 요구 사항의 일부로 검증되어야 한다. 시나리오가 정확하고 신뢰할 수 있는 정보를 기반으로 하는지 확인하기 위해 사용자는 상황을 스크립팅하고 사용할 사용 사례를 정의하기 위해 주제전문가(SMEs)의 지원을 요청해야 한다. 시나리오는 문제 영역(예를 들어, 모델링될 무기 시스템이 어떻게 사용되는지를 기술함) 또는 사용자 영역(예를 들어, 사용자가 시뮬레이션을 어떻게 사용하고 싶은지를 기술함)의 관점에서 스크립팅될 수 있다.

5. 성공 척도 식별

M&S 요구사항이 정의된 후, 사용자는 인정 에이전트, V&V 에이전트, 개발자 및 M&S PM과 협력하여 각 요건에 대한 성공 여부를 측정해야 한다. 이는 적절한 척도 (예를 들어, 효과 척도, 성능 척도)를 식별하고 각 요구 사항에 대한 수락 기준 (예 : 성공 기준, 임계값)을 수립함으로써 달성된다 (시뮬레이션 수락 기준 예제의 링크 참조). 사용자 및 인정 에이전트는 측정 및 수락 기준을 수립하는 주요 행위자이다. 그러나 개발자와 V&V 에이전트의 참여는 중요하다: 개발자는 시뮬레이션 영역에 대한 기준을 제공할 수 있으며, V&V 에이전트는 이러한 기준에 대한 데이터의 정확성과 완전성, 시뮬레이션 성능 및 행동 표현을 확인할 수 있다.

프로그램 목표, 측정값, 기준 및 결과 시뮬레이션 출력 간의 정확한 관계는 필수적이다. M&S 요구사항은 시뮬레이션 특성 및 기능과 비교하기 위해 수락 기준의 체크리스트를 개발할 수 있는 매개 변수의 기초 세트를 구성한다. 이 비교는 특정 V&V 및 인정 활동의 선정을 객관적으로 정당화하기 때문에 인정 계획의 필수적인 측면이지만, 우선 순위를 설정하고 V&V 활동의 규모를 결정하기 위해서는 해결되고 지원되는 프로그램에 대한 추가 정보(예: 프로그램 결정이 얼마나 중요한지, 프로그램 결정이 시뮬레이션 결과에 의해 어떻게 영향을 받는지)가 필요하다.

자세한 내용은 [고급 항목>특별 항목>측도](#)를 참조한다.

6. 기존 시뮬레이션 선정

일반적으로 사용자는 시뮬레이션을 사용할 방법으로 선택한 직후 또는 동시에 기존 시뮬레이션을 재사용하기로 결정한다. 이 결정은 시뮬레이션을 사용자를 지정하거나 단순히 신뢰 범위 내 후보를 정의할 수 있다. 기존 시뮬레이션이 실제로 선택되는 프로세스는 매우 다양하다. 어떤 경우에는 미리 선택된 기존 시뮬레이션이 결정되거나, 사용자가 검색하여 후보 목록을 작성할 수도 있다.

특정 시뮬레이션은 여러 가지 이유로 후보가 될 수 있다.

- 커뮤니티에서 좋은 평판을 얻고 있는 시뮬레이션이다.
- 사용자가 그것에 익숙하다.
- 시뮬레이션이 가용하다.

- 특정 사용자가 반드시 하드웨어 및 소프트웨어에 접근할 수 있다.
- 시뮬레이션에는 잘 문서화 된 계보와 사용 기록이 있다.
- 시뮬레이션의 알려진 기능이 의도한 용도와 일치하는 것으로 보인다.

선택할 수 있는 여러 가지 실행 가능한 후보가 있는 경우, 각 후보는 의도된 용도에 필요한 기능을 가진 것인지 검토해야 한다. 이 검토의 초점은 후보의 가용성 및 유지 관리 가능성, 모델링된 개체 및 사용 가능한 문서 측면에서 평판이 좋은 품질, 특정 응용 프로그램에 맞게 필요한 수정의 가능성 및 예상 비용과 같은 높은 수준의 고려사항에 있다. 아래 표에 나열된 질문은 이 예비 평가에서 고려해야 할 몇 가지 핵심 요소를 식별한다.

시뮬레이션 기능 평가를 위한 기본 질문
• 주요 결정을 지원하거나 주요 문제를 해결하기 위해 필요한 정보는 무엇인가?
• 필요한 정보와 관련된 특정 시뮬레이션 출력은 무엇인가?
• 이러한 출력은 얼마나 좋은가? 출력의 불확실성에 대한 허용 오차 수준은 얼마인가?
• 시뮬레이션 출력은 필요한 정보를 생성하는 데 어떻게 사용되는가?

각 후보의 역량을 검토하여 사용 목적의 M&S 요구 사항을 수용할 수 있는지 결정해야 한다. 한 가지 기술은 각 후보에 대한 정보를 수집하고 그 표현 능력을 의도된 용도에 필요한 기능과 비교하는 것이다. 이 기능 특성화는 일반적으로 인정 에이전트에 의해 수행되며, V&V 에이전트 및 개발자의 도움을 받는다. 필요한 정보에 대한 일반적인 자원은 기존 시뮬레이션 정보 링크에 제공된다.

시뮬레이션 기능을 검사하는 또 다른 기술은 M&S 요구 사항의 아주 작은 샘플을 사용하여 기존 시뮬레이션을 실행하는 것이다. 최소한의 비용으로 시뮬레이션 기능에 대한 귀중한 정보를 제공하는 것 외에도, 이것은 사용자에게 도구를 익히고 어떤 표현 기능을 추가하거나 수정해야 하는지 식별하는 데 도움이 된다. 또한 M&S 요구 사항을 개선하여 사용 가능한 도구에 더 잘 맞게 조정할 수 있는 기회(예: 충실도 수정)가 될 수 있다.

고려해야 할 추가 요소는 다음과 같다.

- **비용 및 이점** – 비용과 이점이 추정치에 불과하더라도 특정 시뮬레이션을 사용할 때의 비용과 이점 간의 상쇄분석을 분석해야 한다.

예시:

잘 문서화 된 계보를 가진 시뮬레이션은 계보가 하나일 때 적절한 선택인 것 같다. 그러나, 관련된 비용(예를 들어, 필요한 하드웨어 또는 소프트웨어 구매 비용, 수정 비용, 데이터 비용, 교육 비용)은 더 적은 수정을 필요로 할 수 있는 다른 시뮬레이션의 능력을 발견하는 비용을 훨씬 초과한다.

- 재무 및 일정 비용의 영향은 적절하게 가중되어야한다. 두 요인 모두 선택에서 일부 역할을 할 가능성이 있지만 상황에 따라 다른 가중치를 가져야한다.
- **의도된 사용의 목적** - 시뮬레이션에서 허용할 수 있는 유연성을 결정하기 위해 사용자는 시뮬레이션 결과를 사용하여 의도된 사용의 요구 사항과 결정의 중요도를 고려해야 한다. 하나의 시뮬레이션을 통해 사용자는 수정 없이 M&S 요구 사항의 80%를 처리할 수 있는 반면, 다른 시뮬레이션은 사용자 목표의 95%를 처리할 수 있지만 필요한 기능을 추가하기 위해 막대한 재정 및 일정 투자가 필요하다. 그러나 응용 프로그램의 목적이 인간의 안전(예를 들어, 의료 진단, 파일럿 훈련)을 포함한다면, 위험 인자는 95% 시뮬레이션이 선택될 것을 요구할 수 있다.
- **시뮬레이션 신뢰성** - 신뢰성은 시뮬레이션의 적합성(즉, 기능, 정확성, 정확성 및 유용성)에 대한 사용자의 믿음에 근거한다. 많은 경우, 주어진 시뮬레이션에 대한 자신감은 개인적인 경험이나 다른 사람들의 경험에 대한 평가를 통해 파생된다. 그러나, 사용자는 고려되는 경험이 의도된 사용과 관련이 있는지 확인하도록 주의해야 한다. 이 조언은 명백해 보이지만 많은 부분은 시뮬레이션 된 표현을 사용하는 데 있다. 예를 들어, 핵 효과에 대한 신뢰할 수 있는 시뮬레이션은 날씨와 지형을 제대로 모델링하지 않으면 오염 분산에 대한 매우 부족한 정보를 제공할 수 있다.
- **지원 인프라** - 기존 시뮬레이션에 대한 초기 지원은 시뮬레이션 문서화 및 경험의 주요 소스 역할을 하는 시뮬레이션의 M&S 관리자로부터 제공된다. 시뮬레이션의 개발 및 개선에 참여한 개발자도 가능한 경우 중요한 역할을 할 수 있다. 마지막으로, 기존 사용자 커뮤니티의 지원은 기능, 교육, 사용 및 유지 관리 정보의 소스를 제공하는 등 많은 목적을 달성할 수 있다. 광범위한 사용자 기반과 적극적인 M&S 관리자, 좋은 구성 관리 시스템은 지속적인 피드백 및 응답 프로세스를 통해 실행 및 표현 오류를 최소화하는 데 도움이 될 수 있다.

7. 위험과 불확실성 분석

V&V 활동과 인정 평가에 초점을 맞추기 위해서는 먼저 의도된 용도에서 기존 시뮬레이션을 사용하는 것과 관련된 위험(즉, 운영 위험, 상속된 위험, 수정/개발 위험)을 식별하고 추정해야 한다. 위험 평가는 다음을 결정하기 위해 수행될 수 있다 :

- 시뮬레이션 결과에 근거한 잘못된 결정으로 인해 어떤 위험이 초래될 것인가
- 어떤 시뮬레이션 한계, 약점, 비호환성을 장애(Show-stopper)로 간주해야 하는가
- 어떤 종류의 위험이 관련되어 있는지(예: 안전, 재정, 단위 효율성, 프로그램 위험 등)
- 이러한 위험의 결과에 누가 영향을 받을지, 그리고 어느 정도까지 영향을 받는가?
- 잘못된 결정이 가질 수 있는 가시성

- 응용 프로그램과 관련된 특정 문제 또는 우려는 위험으로 간주 되어야 한다.

초기 위험 평가는 문제 분석과 관련하여 사용자가 수행하거나 인정 평가 범위를 설정하는 일환으로 인정 에이전트에 의해 수행되어야 한다. 위험 평가는 또한 사용자와 다른 사람(예: 인정 에이전트, V&V 에이전트)이 수행하여 다음과 같은 다양한 요구를 해결할 수 있다.

- 운영적, 계속 이어져 내려오거나 또는 수정/개발 위험 식별
- 인정 프로세스의 범위 설정
- V&V 활동을 위한 우선순위 설정
- 인정 평가를 지원하기 위해 필요한 V&V 정보 유형 결정
- 시뮬레이션 결함을 해결하는 방법 결정

신규 정보를 사용할 수 있거나 우선 순위에 영향을 줄 수 있는 변경 사항이 발생할 때마다 위험을 재평가해야 한다. 기존 평가 및 준비 프로세스 전반에 걸쳐 주요 이벤트 및 활동과 함께 수행되는 위험 평가는 표에 표시된 것처럼 큰 영향을 미칠 수 있다.

이벤트(활동)	위험 평가
초기 평가 (평가 범위 결정)	• 기존 시뮬레이션에 필요한 정보를 식별하고 순위를 평가.
시뮬레이션 능력 평가(심각한 결함 식별)	• 시뮬레이션에서 중요한 결함을 식별하고 순위를 평가.
수정 계획 (계획 수정)	• 개별 시뮬레이션 결함을 해결하는 방법 결정
V&V 계획 (V&V 계획 개발)	• 테스트 및 V&V를 통해 시뮬레이션에 대해 수집할 증거를 식별하고 순위를 평가.
인정 평가(인정 평가 수행)	• 의도한 용도에 대한 시뮬레이션의 적합성 결정

자세한 내용은 [고급 주제>특별 주제>위험 및 VV&A에 미치는 영향](#)을 참조한다.

8. 인정 에이전트 지정

사용자가 인정 에이전트를 지정하는 최적의 시간은 기존 시뮬레이션을 사용하기로 결정한 경우이다. 이렇게 하면 인정 에이전트가 다음과 같은 초기 이벤트 및 결정 중에 기술 지원을 제공할 수 있다.

- 적절한 메트릭과 수락 기준을 선정하고 M&S 요구 사항 정의를 지원
- 위험 평가 수행 또는 지원, 인정 정보 요구 사항 식별 및 V&V 활동에 대한 우선 순위 설정
- 충분성을 위해 사용 가능한 시뮬레이션 정보 평가

- 시뮬레이션 기능을 M&S 요구사항과 비교하는 기술 평가 수행

사용자는 관련된 시뮬레이션 유형에 대한 경험과 문제 영역에 대한 지식 및 인정 평가 분야에서 경험을 바탕으로 인정 에이전트를 선택해야 한다.

9. M&S PM 지정

M&S PM은 필요한 경우 수정 활동을 계획하고 관리할 책임이 있다. 많은 경우, 수정이 비교적 간단한 경우와 마찬가지로 이러한 기능은 각각 사용자와 개발자가 수행한다. 그러나 수정 활동이 크거나 복잡한 경우 사용자는 별도의 M&S PM을 지정한다.

수정 중인 시뮬레이션 버전이 프로그램 구성 제어 하의 버전인 경우, M&S 관리자는 M&S PM 선택에 참여할 수 있다. 그런 다음 M&S PM, 사용자, M&S 관리자(proponent)가 협력하여 시뮬레이션을 언제 어떻게 수정할지 결정한다.

10. 신뢰할 수 있는 데이터 원본 식별

시뮬레이션에 사용할 데이터를 찾고 준비하는 것은 시간과 활동 측면에서 비용이 많이 들 수 있다. 기존 시뮬레이션은 특정 범주의 데이터를 특정 방식으로 사용하도록 개발되었다. 따라서 기존 시뮬레이션의 요구를 충족하고 새 응용 프로그램의 요구를 해결하는 데이터를 찾는 것이 중요하다. 이전에 사용된 데이터를 고려해야 하며 신규 데이터 요구는 가능한 한 빨리(예를 들어, 시뮬레이션 능력의 초기 평가 동안) 식별되어야 한다. 해결해야 할 문제는 다음과 같다.

- 사용된 데이터 원본, 관련된 데이터 범주, 데이터의 구성 및 준비 방법에 대한 충분한 정보가 있는가?
- 이러한 데이터 원본을 사용할 수 있는가?
- 이러한 데이터는 여전히 적절한가?
- 새 데이터 범주 또는 형식이 필요한가?

사용자와 개발자는 시뮬레이션 기능 및 M&S 요구 사항 구체화 평가의 일환으로 시뮬레이션의 데이터 요구 사항을 식별한다. 필요한 데이터는 시뮬레이션에서 이전에 사용된 데이터와 동일하거나 의도한 용도에 대한 M&S 요구 사항에 따라 신규 데이터 요구 사항이 있을 수 있다. 사용자는 신뢰할 수 있는 데이터 원본(이전에 사용한 데이터와 새 데이터 모두에 대해)을 식별하고 개발자는 데이터에 대한 모든 requests를 생성한다. V&V 에이전트는 데이터 정보 및 데이터 소스의 적절성을 조사하고 개발자는 사용할 데이터를 준비한다.

11. 전반적인 전략 수립

사용자는 인정 에이전트와 가능한 V&V 에이전트, M&S PM, 개발자와 협력하여 시뮬레이션을 준비하고 효과적인 VV&A 활동을 수행하기 위한 전반적인 전략을 개발한다. 이러한 활동은

기존 시뮬레이션을 사용하기로 결정하고 인정 에이전트와 M&S PM이 선정되는 즉시 시작되어야 하며, 계획의 기초로 사용될 때 시뮬레이션 평가가 이루어질 때까지 계속되어야 한다. 이러한 활동에는 문제 분석 수행, 위험 식별, 수정 프로세스 프로파일링(있는 경우), 전체 활동의 범위 지정, 우선 순위 설정, 다양한 참가자 간의 관계 정의, 생산할 제품 및 문서 식별, 일정 수립 등이 포함된다.

12. 주제전문가(SMEs) 지정

사용자는 문제의 주제전문가(SMEs)를 식별하고 시뮬레이션 준비, V&V 활동 및 인정 평가에 참여할 사용자 영역을 식별하는 데 주력한다. 이러한 전문 지식은 주제전문가(SMEs)가 요구 사항 검증, 개념 모델 확인, 결과 확인이 인정 결정에 기여할 수 있는 기타 영역을 지원하는데 필요한 V&V 활동에 특히 중요하다. 문제 및 사용자 영역 주제전문가(SMEs)은 M&S 요구 사항의 정의 및 개선 및 개념 모델의 수정 중에도 중요하다.

SME는 일반적으로 일정 수준의 예산이 필요하다. 정부 직원(예: 군사 전문가)은 일반적으로 최소 여행 비용이 요구된다. 민간 부문의 전문가들은 일반적으로 자신의 시간에 대한 보상도 요구된다. 사용자는 주제전문가(SMEs)을 위한 비용이 예산에 포함되어 있는지 확인해야 한다.

자세한 내용은 [고급 주제> 특별 주제>주제 전문가 및 VV&A](#)를 참조한다.

VV&A에서의 사용자 예비지원 활동

사용자의 주요 관심사는 현재 문제에 대하여 시뮬레이션이 신뢰할 수 있는 결과를 산출할 것인지 여부이다. VV&A 활동은 이러한 목적에 대한 시뮬레이션의 적합성을 입증할 수 있는 정보를 찾는 데 중점을 둔다. 인정 평가는 전체 기존 시뮬레이션 준비 활동의 원동력으로 볼 수 있다. 기존 시뮬레이션 개요에서 설명하고 흐름도에 표시된 대로 인정 에이전트는 위험, 우선 순위 및 사용자의 우려 사항을 충족하는 데 필요한 정보 측면에서 평가 범위를 정의한다. 그런 다음 V&V 활동은 이 정보를 제공하기 위해 계획된다. 전체 시뮬레이션 준비 활동(예 : 수정, V&V, 테스트)은 시뮬레이션이 설정된 우선 순위에 따라 가능한 한 적은 위험으로 요구 사항을 충족하는지 확인하는 데 중점을 둔다.

기존 시뮬레이션 평가에는 두 가지 평가가 포함된다.

- **사용 가능한 정보의 충분성 결정** – 사용 가능한 정보를 평가하고 시뮬레이션에 대한 결정을 내리는 데 더 많은 정보가 필요한지 여부를 결정한다.
- **시뮬레이션 적합성 평가** – 지정된 목적에 대한 시뮬레이션의 적합성 평가

시뮬레이션 적합성 평가에서 시뮬레이션이 수정 없이 사용하기에 적합하다는 것을 보여주면 ("있는 그대로"), 시뮬레이션을 사용할 준비를 할 수 있으며 사용자는 인정 결정을 내릴 수 있다. 대신 수정이 필요하다는 것을 나타내는 경우 수정 후 시뮬레이션의 적합성을 평가하기 위해 추가 평가가 필요하다. 두 평가 모두 아래에서 자세히 설명한다.

1. 사용 가능한 정보의 충분성 결정

이 평가에서는 두 가지 기본적인 질문이 제기된다.

- 기존 시뮬레이션을 평가하는 데 사용할 수 있는 충분한 정보가 있는가?
- M&S 요구사항이 적절하게 정의되어 있는가?

두 질문 모두 긍정적으로 대답할 수 있으면 시뮬레이션의 적합성 평가를 계속할 수 있다.

기존 시뮬레이션을 평가하는 데 사용할 수 있는 충분한 정보가 있는가?

이러한 활동은 일반적으로 인정 에이전트에 의해 주도된다. 기존 시뮬레이션에 대한 사용 가능한 모든 문서를 수집하고 검토하여 다음과 같이 시뮬레이션의 기능, 제한 사항 및 의도된 목적에 대한 유용성을 평가하는 것이 적절한지 여부를 결정한다.

- 시뮬레이션 개발 및/또는 수정으로 인해 발생하는 기술 문서, 아티팩트 및 제품(예: M&S 요구 사항, 시뮬레이션 개념 모델, 설계, 코드)
- 시뮬레이션의 이전 사용에 대한 보고서 및 기록(예: 연구 보고서, 시뮬레이션 핸드북, 사용자 매뉴얼)
- 시뮬레이션 구성 관리 문서
- 시뮬레이션 VV&A 역사

일반적인 문서 소스에는 시뮬레이션의 M&S 관리자, 이전 개발자 및 이전 사용자가 포함된다. 시뮬레이션의 기존 기능에 대한 필요한 정보가 누락되거나 불완전한 경우 사용자는 개발자 또는 V&V 에이전트에게 이를 제공하도록 요청할 수 있다. 가장 간단한 경우에, 누락된 정보들은 이용가능한 아티팩트 및 문서들로부터 함께 조각될 수 있다(예를 들어, 요건들은 기존의 아티팩트들을 통해 재추적될 수 있고; 대리 개념 모델은 설계 문서들 및 요구사항들 사양들로부터 함께 풀려날 수 있다). 아래 표에 열거된 방법들 중 하나 이상이 필요한 정보를 생성하는데 사용될 수 있다.

추가 정보를 얻기 위한 방법
• V&V 이력 검토
• 이전 개발자 인터뷰
• 테스트 수행
• 회귀 분석 수행
• 이전 사용자 인터뷰
• 리버스 엔지니어링 수행
• 보충 V&V 수행

선택한 방법과 지출된 활동의 양은 다음과 같은 영향을 받는다.

- 전에 행해진 일
- 누락된 정보
- 해결되는 문제에 대한 누락 된 정보의 중요성
- 시뮬레이션 결과의 중요도
- 시간과 자원의 유용성

예시:

욕실을 리모델링하는 하청 업체는 합병증의 위험이 거의 없는 경우에 배관 라인, 전기 라인 또는 난방 덕트를 이동하지 않는 한 집의 청사진을 볼 필요가 없다.

부착된 차고의 일부를 욕실로 변환하는 업체는 집과 관련된 청사진의 일부를 보고 싶어하지만 반드시 전부는 아니다. 차고 및 인접한 방의 전기 배선, 배관 및 덕트 작업을 보여주는 청사진은 문과 문을 추가할 수 있는 위치와 난방 덕트, 배선 및 배관 등을 가장 잘 확장하는 방법을 결정하는 데 필요하다.

자원과 시간이 모두 제한되어 있을 때, 정보를 얻기 위한 활동은 사용자의 문제에 가장 중요한 시뮬레이션 영역(위험 분석 중에 식별됨)에만 국한되어야 한다.

새로 생성된 정보 및 보조 출처 (예 : 인터뷰, 비공식 문서)에서 얻은 정보는 이전에 사용 가능한 정보와의 일관성을 검증해야 한다. 사용자는 주로 완료에 필요한 리소스를 제공하여 이 활동을 지원한다. 정보 소스에 대한 추가 정보는 기존 시뮬레이션 정보 소스 링크에 제공된다.

M&S 요구사항이 동일하게 정의되어 있는가?

요구 사항 개선은 의도된 사용에 대한 직접적인 정보를 제공할 수 있는 사용자가 주도해야 한다. 이 활동은 필요한 개선 정도(즉, detail의 수준)를 결정하는데 도움이 될 수 있는 인정 에이전트 및 개발자가 지원해야 한다.

요구 사항은 명확하게 명확하고 일관되며 완전한지 확인하기 위해 검증된다. V&V 에이전트는 일반적으로 사용자의 지원을 받아 요구 사항 검증을 수행하며, 사용자는 응용 프로그램 및 요구 사항 정의의 정확성, 완전성 및 응용 프로그램에 대한 전문 지식을 제공한다. 또한 사용자는 기술 진행 상황 및 상태 보고서를 검토 및 승인하며 불일치를 해결하기 위한 최종 의사 결정자 역할을 한다.

요구 사항이 충분히 구체화되고 검증되도록 하기 위한 주요 고려 사항은 아래 표에 나열되어 있다.

주요 M&S 요구사항 고려사항
M&S 요구사항은 솔루션을 충분히 설명해야 한다.
M&S 요구 사항은 문제 영역(즉, 해결되는 특정 문제에 대한 세부 정보), 사용자 영역(즉, 응용 프로그램의 특정 주제 영역 또는 사용 분야) 및 시뮬레이션 영역(즉, 시뮬레이션 자체의 특성)의 세 가지 영역에서 비롯된다. 세 가지 영역 모두 만족스러운 결과를 얻기 위해 시뮬레이션에 필요한 기능, 표현, 조건 및 제약 조건을 완전히 특성화하는 데 필요하다.
요구 사항은 측정 가능해야 한다.
조치는 정의된 요구 사항에서 논리적으로 파생되어야 한다.
요구 사항에는 성공을 정의하는 특정 기준이 있어야 한다.
수락 기준은 시뮬레이션이 완료되었을 때 어떻게 수행되어야 하는지를 설명한다. 사용자가 시뮬레이션이 응용 프로그램에 충분하다고 판단하는 방법을 정의한다. 수락 기준은 M&S와 함께 초기에 개발되어야 하며, 그 후 시뮬레이션 개념 모델의 일부로 완전히 개발되어야 한다.
요구 사항은 추적 가능해야 한다.
각 요구 사항 및 관련 구성 요소(예 : 정의, 측정 및 수락 기준)는 문제 설명에 설명 된대로 목표에 대해 추적할 수 있어야 한다. 마찬가지로, 각 요구 사항은 구현된 솔루션의 하나 이상의 구성 요소로 추적할 수 있어야 한다.

신뢰성은 응용 프로그램에 대한 시뮬레이션의 수락을 결정하는 핵심 동인이어야 한다. 시뮬레이션이 신뢰할 수 있다는 사용자의 믿음은 사용자가 얼마나 많은 위험을 기꺼이 받아들일 의향이 있는지에 달려 있다. 이 질문은 사용자가 구체적이고 정량화 가능한 용어로 위험을 거의 지정하지 않기 때문에 종종 답변이 어렵다. 그러나 엄격한 위험 평가는 이 질문에 답하는 데 도움이 될 수 있다.

2. 시뮬레이션 적합성 평가

시뮬레이션과 M&S 요구 사항에 대한 충분한 정보가 있으면 시뮬레이션의 기존 기능을 M&S 요구 사항과 비교하여 시뮬레이션이 의도한 용도를 지원할 수 있도록 해야 할 작업을 결정할 수 있다. 해결해야 할 몇 가지 기본 질문은 아래 표에 나와 있다.

시뮬레이션 적합성을 확립하기 위한 기본 질문
기존 시뮬레이션은 의도한 용도에 필요한 모든 객체, 속성 및 종속성을 나타내는가?
기존 시뮬레이션은 의도한 우리의 요구와 충돌하는 객체, 속성 또는 종속성을 나타내는가?
기존 시뮬레이션은 원하는 객체, 속성 및 종속성을 의도된 용도에 필요한 충실도로 나타내는가?
시뮬레이션의 입력 데이터 구조 (즉, 사용된 입력 데이터의 다양한 범주의 구

성)가 의도된 용도에 적합한가? 신규 데이터 요구를 해결하기 위해 신규 입력 데이터 구조를 고안해야 하는가?
• 사용된 입력 데이터 요소가 의도된 용도에 대해 허용되는 기존 시뮬레이션인가? 입력 데이터 구조에 새 입력 데이터 요소를 추가해야 하는가?
• 기존 시뮬레이션에서 얻은 출력 데이터가 의도한 사용의 출력 요구를 해결하기에 충분한가?
• 기존 시뮬레이션의 VV&A 기록은 검증 활동이 의도된 용도에 대한 관심 영역에서 시뮬레이션의 정확성을 적절하게 입증했음을 나타내는가?
• 기존 시뮬레이션의 VV&A 역사는 검증 활동이 의도된 용도에 대한 관심 영역에서 시뮬레이션의 정확성을 적절하게 입증했음을 나타내는가?
• V&V 활동은 의도된 용도에 필요한 것보다 더 느슨한 허용 오차에 대해 수행되었는가?
• 인정 평가에 의도된 사용자가 신뢰할 수 있는 것으로 받아들일 수 있는 결과와 결과가 표시되는가?
• 기존 시뮬레이션의 사용 기록은 무엇인가? 현재 사용자 그룹이 있는가? 시뮬레이션이 구성 관리 하에 있는가? 그렇다면 어떤 그룹에 의해 관리되는가?
• 사용자 정보(예: 프로그래머 매뉴얼, 사용자 가이드, 자습서, 입력 데이터베이스 구조)가 현재 사용자의 요구에 충분한가? 시뮬레이션을 실행 가능하고 작업 순서대로 실행하는 데 필요한 도구, 하드웨어 등이 있는가?
• 계속 이어져 내려온 위험은 무엇인가?

이 평가는 인정 프로세스의 일환으로 인정 에이전트에 의해 수행된다. 인정 에이전트는 수행된 모든 테스트 및 V&V 활동(예: 소프트웨어 검증, 데이터 V&V, 결과 확인)에서 얻은 증거, 도달한 결론에 대한 근거 및 시뮬레이션의 의도된 사용 적합성에 대한 권장 사항을 포함하여 결과를 사용자에게 제공한다. 사용자는 결과 및 권장 사항을 검토하고 시뮬레이션을 있는 그대로 사용할 수 있는지, 수정해야 하는지, 전혀 사용해서는 안 되는지를 결정한다.

- **시뮬레이션 제외** – 평가 결과에 시뮬레이션에 광범위한 수정이 필요하다는 것을 나타내는 경우, 사용자는 충분한 시간과 자원을 사용할 수 있는지, 수정된 시뮬레이션 결과가 충분한 신뢰성을 제공하는지 여부를 결정해야 한다. 비용(자원, 시간 또는 신뢰성)이 너무 높고 사용자가 시뮬레이션을 사용하지 않기로 결정하면 다른 시뮬레이션을 선택하거나 현재 문제를 해결하기 위해 다른 방법을 선택하기로 결정한다.
- **현재 시뮬레이션 사용** – 평가에서 시뮬레이션이 M&S 요구 사항을 해결하는 데 필요한 기능을 보유하고 있고 시뮬레이션의 적합성 및 정확도를 입증할 충분한 증거가 있는 것으로 나타나면 기존 시뮬레이션을 사용할 위험이 상대적으로 낮다. 사용자가 시뮬레이션을 있는 그대로 사용하기로 결정하면 시뮬레이션을 준비하여 입력 데이터를 획득 및 준비하고 시뮬레이션을 테스트하는 것으로 구성된다. V&V 활동은 기존 시뮬레이션 정보를 기반으로 시뮬레이션의 기능과 정확성을 평가하고 데이터 V&V 및 결과 확인을 수행하여 의도된 용도에 대한 표현의 정확성을 평가하는 것으로 구성된다. 시뮬레이션의 적합성과 정확

성을 보여주는 근거가 충분하지 않은 경우, V&V 활동에는 필요한 정보를 얻기 위한 보충적인 V&V 작업이 포함되어야 한다.

- **시뮬레이션 수정** – 평가에서 일부 수정이 필요함을 나타내면 사용자는 변경 작업을 수행하기 위해 시간과 자원의 가용성을 평가하고 관련된 위험을 평가한다.

시뮬레이션을 수정하기로 결정하면 다음에 설명 된대로 중요한 결함을 식별하고 수정을 계획하기위한 활동이 시작된다.

결함 식별

개발자, V&V 에이전트 및 기타 기술 주제전문가(SMEs)들은 일반적으로 결함을 식별할 책임이 있지만 사용자는 의사 결정자로서 직접 관여한다. 시뮬레이션 결함 및 한계는 시뮬레이션 기능을 평가하는 동안 확인되며, 이 동안 기존 시뮬레이션의 기능은 M&S 요구 사항을 해결하는 데 필요한 시뮬레이션 기능과 비교된다. 결함이 확인되면 어떻게 추가할 것인지에 대한 결정이 내려져야한다. 사용자의 역할에는 일반적으로 다음과 같은 몇 가지 활동이 포함된다.

- 결함의 우선 순위를 정하기 위한 지침 제공
- 결함을 해결하기 위한 다양한 접근법과 관련된 위험의 균형 (결함을 수정하지 않을 위험보다 클 수 있는 코드 수정과 관련된 위험이 있음을 유의한다)
- 사용 가능한 리소스 식별

모든 결함은 시뮬레이션 코드를 수정하여 해결할 수 있거나 해결해야하는 것은 아니다. 일부 결함은 시뮬레이션 사용 제한 해소, 입력 데이터 변경 또는 다른 시뮬레이션으로 기본 시뮬레이션 보완과 같은 해결 방법으로 해결할 수 있다.

- 결함이 작고 국부화될 때, 사소한 수정들은 구현하기가 비교적 쉬울 수 있다(예를 들어, 검색 알고리즘의 경계 조건들의 변경). 그러나, 사용자는 대안을 채택하거나(예를 들어, 상이한 데이터를 사용하거나, 시나리오들을 변경하거나), 아무것도 하지 않을 수 있다. 개발자는 지시에 따라 수정, 변경 및 해결 방법을 수행하고, 각 결함과 솔루션을 문서화하고, 개발 아티팩트를 업데이트하고, 데이터를 준비하고, 수정된 영역을 테스트한다. V&V 에이전트는 해결 방법의 효과를 테스트하고, 수정된 코드를 확인하며, 데이터 V&V 및 결과 확인을 수행한다. 인정 에이전트는 각 결함 솔루션과 관련된 위험을 평가한다.
- 심각한 결함이 발견되고 코드 수정이 필요한 경우 수정 작업은 신규 개발과 유사한 프로세스를 따라야 하며, 수정은 계획되고 단계적으로 실행되며 개발 아티팩트는 업데이트된다. V&V 활동은 각 수정 단계와 조정되며, 시뮬레이션의 수정된 영역에 대한 정확성과 전체 시뮬레이션의 성능에 미치는 영향에 대해 평가한다.

확인된 모든 결함, 해결 방법 및 그 이유에 대한 목록을 작성해야 한다. 이 결함 목록은 수정 계획의 기초로 사용된다.

수정 계획

수정 계획은 일반적으로 사용자 또는 M&S PM이 개발자의 지원과 V&V 에이전트 및 인정 에이전트와 협력하여 개발한다. 이 계획은 확인된 모든 결함을 설명하고 우선 순위를 정하고 어떻게 해결할 것인지 설명해야 한다. 수정할 시뮬레이션의 버전이 프로그램 구성 제어 하에 있는 버전인 경우 계획은 M&S 관리자의 승인을 받아야 한다. 승인되면 개발자는 수정 목록을 우선 순위 순서로 구현한다.

우선 순위가 지정된 결함 목록은 V&V 및 인정 계획을 개발하는 데 사용되어야 한다. 필수 계획 정보를 수집하고 필터링하여 V&V 프로세스 및 인정 평가를 형성하는 데 사용해야 한다. 사용자는 문제 및 사용자 영역의 대변인으로서 많은 정보를 제공할 수 있다. 아래 표는 이 활동 중에 수집된 자료 중 일부를 보여줍니다.

일반적인 시뮬레이션 계획 정보
• 전투 역할, 임무 및 작전 목표
• 환경, 지리, 교전 장소, 지형, 바다, 공간 등
• 시나리오 기반 및 일반 운영 기능
• 모델링 중인 시스템의 사양 및 요구 사항
• 계획된 사용 일정 (필수 인정 날짜)
• 필요한 리소스 (참가자 포함)
• 개념 모델링, 설계 수정, 구현 및 테스트를 포함한 수정 일정
• 알려진 불확실성 및 위험
• 기타 계획 정보
• 이전 사용 내역 및 V&V 및 인정 결과

인정과 V&V 활동의 범위와 성격은 이러한 자원이 검토되고 분석됨에 따라 구체화 된다. 이 정보 수집은 아래 두 표와 같이 공식적인 인정 및 V&V 계획의 기초가 된다.

일반적인 인정 계획 정보
• 일정
• 관련 사이트의 수 및 위치
• 응용 프로그램의 요구 사항
• 일반화 된 시나리오 및 운영 제약 조건
• 수락 기준
• 위험 및 불확실성 요인
• V&V 활동이 제공하는 정보
• 추가 평가 활동

일반적인 V&V 계획 정보
• 일정
• 관련 사이트의 수 및 위치
• 시뮬레이션 사용의 요구 사항
• 일반화된 시나리오 및 운영 제약 조건
• 수락 기준
• 수정 및 테스트 프로그램 내의 V&V 이벤트 스케줄링
• 위험 및 불확실성 요인
• 인정 평가를 위해 수집해야 할 정보

맞춤화는 시간, 자원 및 비용의 제약 내에서 가능한 가장 적절한 분석을 제공하려는 시도이다. 여기에는 신뢰성을 결정하는 데 필요한 검증 및 확인 작업을 결정한 다음 사용 가능한 자원을 기반으로 활동 수준을 조정함으로써 균형 잡힌 (즉, 과도하거나 불충분하지 않은) V&V 접근 방식을 개발하는 것이 포함된다. 일반적으로 원하는 것, 충분한 것, 가능한 것 (즉, 저렴한 것)과 절충안이 이루어져야 하는 것 사이에는 격차가 있다. 맞춤형 접근 방식은 위험 분석 중에 얻은 정보를 사용하여 활동을 집중시킬 고위험 영역을 식별한다. 사용자는 V&V 활동이 사용 가능한 자금 조달 내에서 가장 효과적인 증거를 증명할 수 있도록 하기 위해 각 요구 사항의 상대적 중요성을 설명해야 한다.

비용 효율적인 인정은 시뮬레이션 신뢰성에 대한 필요성과 실제 일정 및 예산 제약의 균형을 맞춘다. 인정을 지원하는 V&V 활동은 시뮬레이션 준비의 다른 측면이 전반적으로 더 우수하고, 빠르고, 저렴한 제품을 달성하기 위해 균형을 이루는 것과 같은 방식으로 균형을 이루어야 한다. V&V 프로세스를 신중하게 조정하면 잘 정의된 프로그램 목표와 결정에 대한 감사 추적을 생성할 수 있다. 이 정보는 사용자가 시뮬레이션 사용과 관련된 제한 사항, 제약 조건 및 위험을 더 잘 이해하는 데 도움이 될 수 있다.

인정 결정

수정, 테스트 및 V&V 활동이 완료되면 인정 에이전트는 수집된 증거를 검토하고, 결정과 관련된 위험을 평가하고, 변경의 효과를 평가하고, 인정 보고서를 사용자에게 제출하여 의도된 용도에 대한 수정된 시뮬레이션의 전반적인 적합성을 평가한다.

사용자의 인정 결정은 문제 해결 프로세스의 핵심 포인트이다. 그것은 "모델 또는 시뮬레이션이 특정 목적을 위해 받아 들여질 수 있다는 공식적인 결정"이다. 시뮬레이션 개발 또는 수정 중에 사용자는 변화하는 요구 사항에 맞게 집중하고 방향을 전환한다.

사용자의 인정 결정은 인정 보고서를 기반으로 한다. 이 보고서에는 의도한 대로 시뮬레이션을 사용하는 것과 관련된 위험, 제약 조건 및 제한 사항, 시뮬레이션에 허용되는 사용 범위에 대한 결과 및 권장 사항이 포함되어야 한다. 사용자는 보고서를 검토하고 평가에 다음 정보가

포함되어 있는지 확인해야 한다.

- 요구 사항 및 수락 기준이 명확하게 정의되었으며 기존 시뮬레이션 기능이 이에 대해 평가되었다는 증거
- 평가에 시뮬레이션 기능, 운영자 기능, 시뮬레이션 및 사용자 문서, 장비 호환성, 데이터 수집 및 데이터 신뢰성에 대한 검토가 포함되었다는 증거
- 각 결함의 식별과 관련된 제약 조건, 제한 사항 및 위험을 포함하여 어떻게 해결되었는지에 대한 설명

증거가 시뮬레이션이 수락 기준을 충족하고 사용자가 결과 및 결과에 동의한다는 것을 나타내는 경우 인정 결정은 쉽게 따라야 한다. 그러나 시뮬레이션 성능이 응용 프로그램의 요구 사항에 미치지 못한다는 증거가 표시되면 사용자는 다음 세 가지 옵션 중에서 선택해야 한다.

- 문제를 해결하기 위해 사용 가능한 시간과 자원을 더 많이 사용한다(예 : 시뮬레이션 수정 또는 시뮬레이션 변경)
- 완전한 사용을 위해 시뮬레이션을 인정하는 것(즉, 추가 수정 없이 시뮬레이션 사용과 관련된 높은 위험 수락)
- 인정 제한(즉, 위험이 낮은 시뮬레이션의 해당 부분에서만 실행 또는 수락)

사용자가 제한된 인정을 허용하기로 선택한 경우 제약 조건과 제한을 명확하게 식별하고 허용 가능한 사용 범위를 명확하게 정의해야 한다.

VV&A에서의 사용자 보조 지원 활동

앞의 논의는 사용자가 중요한 역할을 하는 활동과 임무에 초점을 맞췄다. 그러나 사용자는 전체 문제 해결 프로세스의 모든 활동에 참여해야 한다. 다음은 백그라운드에서 사용자의 참여가 중요한 네 가지 추가 작업 영역을 식별한다.

1. 시뮬레이션 개념 모델 수정 및 확인 지원

시뮬레이션 개념 모델은 현재 시뮬레이션에 대한 정보의 훌륭한 소스로서 기능하며, 의도된 사용과 관련된 모든 수정 및 변경(예를 들어, 시나리오, 데이터)을 반영하도록 업데이트되어야 한다. 개념 모델의 수정 및 확인에 대한 사용자 참여는 매우 중요하다. 사용자는 의도된 사용에 필요한 실제 세계 (시뮬랜드)의 적절한 추상화 수준을 명확히하고 의도된 사용에 의해 부과된 시나리오, 사용 사례, 제한 및 제약 조건을 제공함으로써 참여한다. 또한 사용자는 시뮬레이션 개념 모델의 개정을 검토하여 현재 요구 사항을 적절하게 해결해야 한다. 자세한 내용은 [고급 항목>특수 항목>개념 모델 개발 및 확인](#)을 참조한다.

2. 지원 데이터 V&V

시뮬레이션에 사용된 모든 데이터는 이전에 시뮬레이션에서 사용되었는지 또는 신규 데이터 인지, 입력 또는 내장 여부에 관계없이 데이터 V&V를 거쳐서 의도된 용도에 적합한지 확인해야 한다.

예시:

- 이전에 사용한 데이터의 원본은 현재 사용자에게 신뢰할 수 있는 원본이 아닐 수 있다.
- 내장 데이터 값은 필요한 충실도의 변경으로 인해 조정이 필요할 수 있다.

데이터 V&V 활동의 범위는 또한 관련된 신규 데이터의 양과 의도된 용도와 이전 응용 프로그램 간의 유사성에 따라 달라진다. 데이터 V&V 활동은 주로 V&V 에이전트 및 개발자에 의해 처리되지만, 사용자는 적절한 자원이 할당하기 위한 활동을 계획하는 데 참여해야 한다.

자세한 내용은 [리소스>참조 문서>M&S 데이터 개념 및 약관 및 고급 주제>특별 주제>기존 시뮬레이션을 위한 데이터 V&V](#)를 참조한다.

3. 확인 지원

V&V 에이전트는 인정 에이전트가 제공한 지침에 따라 검증 활동을 수행하고 검증 문서를 작성하지만, 사용자는 검증 방법론 및 결과의 검토 및 승인에도 긴밀하게 관여해야 한다. 사용자는 해결해야 할 요구 사항의 우선 순위를 지정하고 수집할 출력 데이터를 식별하여 유효성 검사 활동을 지원한다.

시뮬레이션 결과와 비교하기 위해 사용할 수 있는 확인 데이터(예: 경험적 데이터, 테스트 결과)가 없는 경우가 많다. 이 경우 적절한 기능 영역의 주제전문가(SMEs)는 관련 시나리오 및 사용 사례를 기반으로 "현실 세계 관점"에 대해 컨설팅해야 한다. 그들이 제공하는 기준선은 비교에 사용된다.

V&V 에이전트가 사용자 및 기타 주제전문가(SMEs)의 지원을 받아 개발한 확인 시험은 필요한 시뮬레이션 기능을 실행할 수 있어야 한다. 대표적인 결과를 얻기 위해 계획된 시나리오에 대해 유효성 검사 테스트를 실행해야 한다.

4. 사용자 문서 검증

시뮬레이션을 실행하고 운영하려면 훌륭한 교육 및 사용자 매뉴얼이 필요하기 때문에 사용자는 완전성, 적합성, 유용성 및 현실성에 비판적으로 관심을 가져야 한다. 매뉴얼은 사용자의 시뮬레이션 작동 능력에 직접적인 영향을 미치기 때문에 완전하고 정확하며 일관되고 서비스 가능한지 확인하기 위해 검토 및 검증되어야 한다. 시뮬레이션의 궁극적인 사용자이자 어떻게 사용되어야 하는지에 대한 전문가로서, 사용자는 이 리뷰에 관련된 주제전문가(SMEs) 중 하나가 될 것이다.

VV&A에서 사용자의 과제 해결 역할

사용자는 인정 활동을 수립하고 다음을 포함하여 인정 결정을 내리는 데 여러 가지 어려움에 직면해 있다.

기존 시뮬레이션을 문제와 일치

아마도 사용자의 가장 큰 과제는 기존 시뮬레이션이 의도된 용도를 해결하는 데 적합한지 확인하는 것이다. 사용자가 선택할 수 있는 기존 시뮬레이션이 여러 개 있는 경우 첫 번째 과제는 작업에 가장 적합한 시뮬레이션을 선택하는 것이다. 시뮬레이션 기능, 제한 사항, 이전 기록, 유용성 및 가용성을 각 후보에 대해 고려해야 한다. 기존 시뮬레이션이 미리 결정된 경우, 사용자는 여전히 그 준비가 의도된 용도에 적합한 시뮬레이션을 초래할 수 있도록 적절하게 이해되었는지 확인해야 한다.

또한, 시뮬레이션이 의도된 용도에 어떻게 사용될 것인지는 잘 이해되어야 하며, 따라서 관련된 위험을 식별하고 이를 완화하기 위한 적절한 활동을 기울일 수 있다. 이는 기존 시뮬레이션을 사용할 때 특히 중요한데, 이는 사용자가 의도한 용도와 비슷하지만 다른 목적으로 개발된 시뮬레이션으로 시작하기 때문이다.

예시:

여러 사용자를 위해 개발된 시뮬레이션은 종종 하나의 특정 응용 프로그램에 일반적으로 필요한 것보다 더 광범위한 기능을 가지고 있다. 예를 들어, 육군 훈련과 분석 응용 프로그램을 모두 수용하기 위해 하나의 반자동 병력 시뮬레이션이 개발되었다. 분석 응용 프로그램을 사용하는 사용자는 교육 응용 프로그램을 사용하는 사용자보다 시뮬레이션의 반복성에 대해 더 염려한다.

부대 대 부대 분석을 위해 설계된 시뮬레이션에는 동일한 시나리오에서 동일한 부대를 포함하는 지상작전용 지뢰 연구에 사용되는 이동 알고리즘, 손실 알고리즘, 환경 표현 등이 없을 수 있다.

의도한 용도를 해결하는 데 필요한 시뮬레이션 기능과 기존 시뮬레이션이 이미 가지고 있는 기능 간의 차이점을 파악하는 것은 적절한 시뮬레이션 준비 프로세스를 구현할 수 있도록 조기에 수행해야 한다.

예시:

교육 도구로서 매우 성공적이었던 가상 시뮬레이션이 분석 도구로 선택되었다. 일 년 사용 후, 시뮬레이션은 분석에 필요한 정량적 정보 대신 질적 부분 정보만 제공했기 때문에 프로그램은 중요한 결과를 얻지 못했다. 정량적 결과에 대한 요구 사항은 시뮬레이션이 사용을 위해 선택되었을 때 규정되지 않았다.

성공 측정

의도된 용도에 대한 시뮬레이션의 적합성을 확립하기 위해 사용자 및 인정 에이전트는 M&S 요구 사항(예: 성능, 효과 등)을 해결하기 위한 시뮬레이션의 능력을 측정하는 방법을 식별해야 한다. 이러한 측정은 의도된 용도에 대해 수용될 수 있는 능력의 수준을 식별하는 미리 결정된 기준의 집합과 비교될 수 있는 관점에서 달성되어야 한다. 공식적인 문제 분석을 수행하면 사용자가 문제가 충분히 정의되고 M&S 요구 사항이 일관되게 유지되는지 확인하는 데 도움이 될 수 있다.

M&S 요구 사항이 확인되고 각각에 대한 적절한 충실도 및 조치가 결정되면 사용자 및 인정 에이전트는 각각에 필요한 성공 수준, 즉 시뮬레이션이 수용 가능하기 위해 충족해야 하는 수준(즉, 수락 기준)을 설정해야 한다.

예시:

훈련 응용 프로그램은 무기 시스템으로 대상을 찾고, 식별하고, 교전하는 데 필요한 작업을 나타낸다. 시뮬레이션은 상위, 하위, 인접한 무기 시스템 및 다른 모든 전투공간 개체와의 통신을 모의해야 하며, 주요 시스템의 휴먼 인터페이스와 상황 인식 출력을 제공해야 한다.

충실도:

- 사수가 목표를 획득하기 위해 사용해야 하는 판독값, 버튼 및 기타 물리적 물체의 표현
- 사수가 목표물의 전투 피해를 평가하고 평가하기 위해 사용해야 하는 판독값, 버튼 및 기타 물리적 물체의 표현 조치:
- 실제 테스트에서 관찰된 실제 시간의 X % 이내의 목표를 식별하는 데 필요한 시간
- 실물 테스트의 X 퍼센트 이내의 목표 식별의 정확도
- 실물 테스트의 X-퍼센트 내에서 목표를 획득하고 참여시키는 데 필요한 시간

수락 기준:

- 시뮬레이션은 표적이 범위 내에 있는지 여부를 평가하는 데 필요한 논리적 및 물리적 메커니즘(예를 들어, 시력 사진, 범위 찾기 및 시각적 표적 표현)을 나타내야 한다.
- 시뮬레이션은 목표물을 획득하고 발사하는 데 필요한 물리적 메커니즘을 나타내야 한다.

사용자는 M&S 요구사항이 충분히 상세하고 적절한 대응 지표 및 수락 기준을 갖추고 있는지 확인한다. 이러한 기준의 품질은 사용자의 입력의 정밀도와 완전성에 직접적으로 의존한다. 수용성 기준의 예로는 링크 [시뮬레이션 수락 기준 실시예](#)에 제공된다. 수락 기준을 개발하고 사용하는 방법에 대한 자세한 내용은 [고급 주제>특별 주제>척도](#), [고급 주제>특별 항목>충실도](#), [고급 주제 > 특별 주제 > 수락 기준](#)에서 찾을 수 있다.

데이터 획득

시뮬레이션에 사용할 유효한 데이터를 얻는 것은 매우 시간이 많이 걸리고 비용이 많이 들 수 있다. 원래 시뮬레이션은 특정 방식으로 준비된 특정 범주의 데이터를 사용하도록 설계되었다. 시뮬레이션을 재사용하려면 의도한 응용 프로그램에 대해 선택한 데이터를 시뮬레이션에 사용할 수 있도록 하기 위해 사용된 데이터와 사용 방법을 모두 이해해야 한다. 시뮬레이션은

이전에 사용한 데이터를 맹목적으로 재사용함으로써 단순히 초기화되고 실행될 수 없다. 기존 데이터 범주 및 구조를 재사용할 수 있는 경우에도 일반적으로 의도된 사용의 특정 요구 사항을 해결하기 위해 서로 다른 데이터 값이 필요하다. 신규 버전의 무기 시스템 또는 탄약이 도입되거나 시나리오, 부대 구조, 위협 또는 환경의 변경으로 인해 다른 데이터 값이 필요할 수 있다. 동일한 데이터를 사용할 수 있는 경우에도 공식적으로 요청하고 신뢰할 수 있는 출처에서 얻어 가장 최신의 정확한 값을 제공해야 한다.

예시:

시간 제약으로 인해 내부 기존 시뮬레이션을 사용한 대안 연구의 분석은 전년도에 완료된 유사한 연구의 데이터 세트를 재사용하여 기본 사례를 설정하여 시간을 절약하기로 결정했다. 그러나, 신규 데이터가 도착했을 때, 기본 케이스는 위협 탱크 생존 가능성 및 치사율 데이터 값의 현저한 변화로 인해 유효하지 않은 것으로 나타났다. 이전 값은 새로 획득한 탱크가있는 위협 세력이 사용할 수 있는 교육 및 지원 부족을 반영했다. 갱신된 위협 탱크 값은 탱크 유닛의 재구성과 교육 및 지원의 증가로 인한 위협 능력 증가를 반영했다.

데이터(메타데이터)를 정의하고, 데이터 소스를 식별하고, 데이터를 수용하는 데 사용되는 데이터베이스 구조를 설명하고, 사용을 준비하는 데 필요한 변환 및 데이터 V&V 실적을 정의하는 정보는 원래 문서(예: 프로그래머 매뉴얼, 사용자 가이드, 시뮬레이션 개념 모델, 세부 설계)의 일부가 되어야 한다. 이 정보는 사용을 위해 선택된 데이터가 시뮬레이션에서 사용될 수 있도록 하기 위해 필요한 정보이다. 이러한 데이터를 사용할 수 없는 경우 데이터를 만들어야 한다.

사용자는 이전에 사용한 데이터의 원본과 메타데이터를 가능한 한 빨리 검토하여 응용 프로그램에 적합한지 여부를 결정할 수 있다. 신규 데이터 값을 얻어야 하지만, 동일한 데이터 소스, 구조 및 데이터 준비 기술을 사용할 수 있는 경우 바람직하다.

예시:

의도된 사용은 중동 시나리오가 필요하다. 시뮬레이션의 이전 사용은 서남 아시아 및 유럽 시나리오를 사용했다. 각 시나리오와 관련된 데이터의 범주가 동일하기 때문에 데이터 구조 및 준비 기술은 사소한 조정으로 사용할 수 있다.

의도된 용도에 다른 범주의 데이터가 필요한 경우 신규 데이터 구조를 개발하고 신규 준비 기술을 고안해야 할 수도 있다. 다음과 같은 여러 조건에서 서로 다른 범주의 데이터가 필요할 수 있다.

- 시뮬레이션은 의도한 용도를 해결하기 위해 신규 개체 또는 동작을 나타내야 한다.
- 이전에 데이터를 사용했던 알고리즘들은 상이한 데이터를 필요로 하는 알고리즘들로 대체되었다(예를 들어, 가장 정사각형에 가까운 가시선 알고리즘으로부터 보간적 실효면 가시선 알고리즘으로 변환).
- 의도된 사용은 원본보다 치열한 수준의 보안을 필요로 한다.

예시:

합동 훈련 훈련에 사용하기 위해 육군 훈련 시뮬레이션이 선택되었다. 훈련 시뮬레이션은 원래 분류된 환경에서 작동하도록 개발되었으며 비밀 수준 데이터를 사용했다. 그는 합동 훈련 훈련은 분류되지 않아야 한다. 모든 분류된 데이터는 분류되지 않은 데이터로 대체되어야 한다. 데이터 구조가 재사용될 수 있지만, 데이터가 시뮬레이션에서 사용될 수 있도록 보장하기 위해 상이한 데이터 준비 기술이 요구될 수 있다. 데이터 범위와 경계 조건은 비밀에 해당하는 미분류 데이터에 대해 다를 것으로 예상되기 때문에 시뮬레이션이 계속 소품으로 계속 작동하도록 보장하기 위해 광범위한 데이터 V&V 활동이 필요할 수 있다.

데이터 정의에 대해서는 [리소스>참조 문서<M&S 데이터 개념 및 약관](#)을 참조한다. 데이터 품질을 설정하는 데 도움이 되는 템플릿은 [리소스>템플릿>데이터 품질 템플릿](#)을 참조한다.

추가적인 과제

사용자는 다음과 같은 몇 가지 추가 문제에 직면한다.

- **시뮬레이션에 대한 신뢰할 수 있고 완전한 정보 획득**- 개발 아티팩트(예: 요구 사항 사양, 시뮬레이션 개념 모델, 설계, 코드), 사용자 보고서, VV&A 기록 등을 포함
- **맞춤화** – 시뮬레이션을 평가하는 비용 효율적인 방법 찾기; V&V 활동이 응용 프로그램의 요구를 충족하기에 적절하고 적절한지 확인
- **사실상의 인정 회피** - 그 가치에 대한 엄격하지 않은 추정치에 근거한 수락에 대한 평가 없이 시뮬레이션을 수락한다.
- **V&V 실적의 적합성 평가** – 이전 V&V 활동의 결과가 실제로 시뮬레이션의 능력에 대한 유용한 정보를 제공하는지 확인

다른 역할자와 사용자의 관계

정보 교환

사용자는 응용 프로그램에 대한 권한이며 응용 프로그램 (사용)에 영향을 미치는 모든 문제에 대한 최종 의사 결정자 역할을 한다. 따라서 사용자는 아래 표에 표시된 정보를 모든 참가자에게 제공할 책임이 있다.

사용자 제공 정보
• 문제 영역 요구 사항
• 사용자 영역 요구 사항
• 신뢰할 수 있는 데이터 원본
• 주제전문가(SMEs)
• 계획된 시나리오 및 사용 사례
• 위치, 시설, 조직 등을 포함한 시뮬레이션 사용에 대한 일반 정보
• 인정 기준을 주도할 수 있는 기타 중요한 사용 요구 사항

기존 시뮬레이션의 재사용은 다음 단락에서 논의된 역할들이 실제로 별개의 개인들에 의해 달성될 것을 요구하지 않을 수 있다(예를 들어, 기존 시뮬레이션이 있는 그대로 사용될 수 있을 때). 사용자 또는 사용자 조직은 이러한 모든 roles를 수행할 수 있다. 그러나 누가 특정 역할을 수행하든 관계없이 기능 간의 정보 흐름과 행동 및 결정에 대한 책임 집합을 이해해야 한다.

예시:

시뮬레이션을 수정할 책임이 있는 사용자에게는 수행할 기능 그룹이 없으며, 각 기능 그룹에는 특정 관점이 있다. 사용자로서의 사용자는 시뮬레이션 기능이 의도된 용도에 필요한 것에 초점을 맞추어야 하며, 개발자로서의 사용자는 현재 시뮬레이션 기능이 무엇인지 이해해야 한다. 역할 간의 차이가 잘 이해되지 않으면 다른 방법 대신 응용 프로그램을 시뮬레이션에 맞추는 데 문제가 있을 수 있다.

시뮬레이션이 무엇을 할 수 있어야 하는지 이해하려면 사용자는 시뮬레이션의 기존 기능 및 제한 사항에 대한 전체 설명과 시뮬레이션 정확도 및 유용성에 대한 증거가 필요하다. 시뮬레이션이 의도된 용도에 대해 ide를 증명해야하는 것을 이해하려면 사용자는 다음에 대한 광범위한 정보가 필요하다

- 의도한 용도로 이 시뮬레이션을 사용하는 것과 관련된 위험
- 데이터 – 시뮬레이션에서 이전에 사용된 입력 데이터, 의도된 용도를 위해 도입되는 입력 데이터, 의도한 용도의 출력 데이터 요구 사항
- 운영자 및 분석가는 평가가 시뮬레이션과 함께 사용할 수 있는 지원 문서(예: 사용자 매뉴얼, 자습서)의 적절성을 평가할 수 있도록 한다.

아래 표에는 기존 시뮬레이션 준비 프로세스에서 역할 간의 정보 교환이 요약되어 있다.

역할 간 정보 교환						
정보	사용자		AA	PM	개발자	가깝다
기존 시뮬레이션	R	R	R	R	R	P
기존 시뮬레이션 문서	R	R	R	R	R	P
요구 사항	P	R	R	R	R	
인정 결정	P					
계획	P	R	R	R	R	
수정 계획	A	R	R	P	R	A*
자금/일정	A	R	R	P	R	
시뮬레이션 개념 모델		R		A	P	R*
설계		R		A	P	R*
코드		R		A	P	R*
구현		R		A	P	R*
매뉴얼		R		A	P	
테스트 계획 및 결과		R		A	P	
V&V 계획	R	P	A	R	R	
검증 결과		P	A	R	R	R*
확인 결과		P	A	R	R	R*
인정 계획	A	R	P	R	R	
수락 기준	A	R	P	R	R	
인정 정보 요구		R	P	A	R	
인정 보고서	A	R	P	R		
*관련된 시뮬레이션 버전이 프로그램 구성 제어 하에 있는 경우.						
P: 아티팩트 또는 제품 생성한다						
A: 아티팩트 또는 제품의 배포를 승인하거나 승인정다						
R: 아티팩트 또는 제품을 수신하거나 사용한다.						

사용자와 M&S 관리자의 관계

M&S 관리자(proponent) 역할은 시뮬레이션 프로그램에 책임이 있기 때문에 독특하며, 시뮬레이션 프로그램은 의도된 사용을 지원하는 시뮬레이션 버전과 직접 관련되거나 관련되지 않을 수도 있다. 일부 시뮬레이션 프로그램은 시뮬레이션의 한 버전만 존재하도록 허용하며, 다른 프로그램은 하나의 신뢰할 수 있는 버전을 유지하지만 다른 버전이 존재할 수 있도록 허용한다. M&S 관리자(proponent)와 사용자 사이의 관계, 또는 실제로 M&S 관리자(proponent)가 시뮬레이션의 의도된 사용에 관여하는 정도는 프로그램 구성 제어 하에서 사용 중인 버전이 유지되고 있는지에 달려 있다.

- 프로그램 구성 제어하에 유지되는 경우, M&S 관리자는 어떤 아티팩트가 프로그램에 다시 제공되어야 하는지에 대한 지침을 what 형식으로 제공하고 수정에 대해 최종 의견을 제시할 것이다.
- 시뮬레이션이 엄격한 구성 제어하에 있는 경우, M&S 관리자는 언제 누구에 의해 수정이

이루어질지 결정할 수도 있다. 이러한 상황에서, 수정의 비용은 시뮬레이션 프로그램에 의해 전부 또는 부분적으로 부담될 수 있다.

- 사용자에게 구성 제어하에 있지 않은 시뮬레이션 사본이 제공되면, 사용자는 어떤 수정을 할 것인지 결정하고 수정 활동에 대한 자원과 자금을 제공한다. M&S 관리자의 참여는 신뢰할 수 있는 버전의 시뮬레이션에 대한 정보를 제공하는 것으로 제한된다.

M&S PM 및 개발자와의 사용자 관계

M&S PM과 개발자의 역할은 각각 수정을 관리하고 수행하기 위해 수정이 수반될 때만 이루어집니다. 많은 상황에서, M&S PM 역할은 사용자에게 의해 수행될 수 있다. 일부 상황에서는 수정이 지연될 때 사용자가 개발자로 활동할 수도 있다. 별도의 M&S PM 및 개발자가 지정되면 사용자에게 의존하여 문제를 정의하고 요구 사항을 제공하고, 신뢰할 수 있는 데이터 원본 및 주제전문가(SMEs)를 찾고, 수락 기준을 제공하고, 사용자 및 문제 영역의 영역 전문가 역할을 하고, 수정 일정의 잠재적 변경에 대한 결정을 내린다. 사용자는 M&S PM 및 개발자와 긴밀히 협력하여 요구 사항이 시뮬레이션 개념 모델을 통해 설계에 충실하게 추적되고 마지막으로 코드로 전달되도록 해야 한다.

M&S PM은 수정 활동을 관리하는 역할로서 사용자에게 수정 활동 및 V&V 활동의 상태에 대한 잦은 업데이트를 제공하고, 문제 해결에 있어서 사용자를 지원하며, 수정 활동과 V&V 활동이 모두 순조롭게 유지되도록 해야 한다. 개발자는 코드를 수정하고, 사용할 입력 데이터를 준비하며, V&V 및 테스트 작업을 지원한다. 개발자는 또한 소프트웨어 개발의 일환으로 여러 가지 검증 작업을 수행할 수 있다.

예시:

잘 설계된 소프트웨어 개발 활동에는 구현 검증을 위해 상당한 양의 정보를 제공할 수 있는 기본 제공 코드 검증 도구가 포함될 수 있다.

대부분의 경우, V&V 에이전트는 정보를 얻기 위해 개발자와 긴밀히 협력하지만, 일부 상황(예: 낮은 예산, 기존 시뮬레이션에 대한 복잡하지 않은 수정)에서 개발자는 전체 V&V 활동을 수행할 수 있다. 사용자와 M&S PM은 이 접근법에 동의하기 전에 응용 프로그램의 요구와 V&V 분석을 수행할 수 있는 개발자의 능력을 신중하게 평가해야 한다.

재사용을 위해 기존 시뮬레이션을 수정할 때 "원래의" 시뮬레이션 개발자를 참여시키는 이점이 있을 수 있다. 기존 시뮬레이션에 대한 기록 정보를 사용할 수 없거나 불완전한 경우 특히 그렇다. 원래 개발자는 다음에 관여할 수 있다.

- 시뮬레이션을 설계하고 코딩하고 만들어진 요약과 상쇄분석에 대한 지식을 가진 기술 전문가
- 수정 자체, 수행된 테스트 및 분석, 검증 활동, 결과 및 권장 사항에 대한 세부 정보

- 개발 도구, 문서 라이브러리(구성 관리 정보 포함), 소프트웨어 라이브러리 및 코드 자체

동일한 도구 및 전문가를 사용하면 수정된 코드가 나머지 시뮬레이션에 미치는 영향을 평가할 때 특히 유용할 수 있다. 또한 원래의 테스트 및 분석은 최종 인정 결정을 지원하기 위해 추가 정보를 제공할 수 있다.

V&V 에이전트와 사용자의 관계

V&V 에이전트는 사용자에게 문제 영역 요구 사항 및 의도된 응용 프로그램에 대한 전문 지식을 제공하고 V&V 프로세스 중에 발생하는 문제를 해결한다. 사용자는 시뮬레이션의 타당성에 대한 증거를 얻기 위해 V&V 에이전트에 요구한다. V&V 에이전트는 수정 프로세스 전반에 걸쳐 문제에 관한 시기 적절한 보고서와 권장 사항을 제공해야 한다.

V&V 활동은 사용자를 지원하기 위해 수행되지만, V&V 에이전트는 일반적으로 인정 에이전트와 직접 협력한다. 그러나 사용자는 V&V 정보 교환 회의에 참여하여 V&V 활동을 응용 프로그램 요구에 초점을 맞추어야 한다. V&V 활동에 계속 참여함으로써, 사용자는 작은 문제들이 큰 문제로 발전하지 않도록 보장하고, 오류, 문제점 및 감독이 장애가 되는 것을 방지하기에 충분히 일찍 발견되도록 할 수 있다. 사용자는 다양한 에이전트로부터 수신된 정보의 연속성을 보장하기 위해 추적 메커니즘을 개발하기를 원할 수 있다.

인정 에이전트와 사용자의 관계

인정 에이전트는 사용자를 위해 직접 작동한다. 그들은 인정 프로세스의 타이밍 범위가 적절한 인정 결정을 내릴 수 있도록 긴밀히 협력해야 한다.

사용자는 인정 에이전트에 요청하여 다음을 수행한다.

- 위험 평가 수행 또는 지원
- 응용 프로그램의 요구사항 및 수용 가능한 위험에 따라 수락 기준을 개발하거나 지원.
- 인정 평가에 필요한 정보 식별
- 인정 정보 요구에 따라 V&V 활동에 대한 우선순위 설정
- 인정 활동의 수행을 위한 자원 및 비용 건적 제공
- 인정 평가 계획 및 수행
- 인정 평가 보고서 작성

인정 결정을 내릴 책임이 있는 사람으로서 사용자는 인정 에이전트를 지정하고 인정 활동을 위한 자금을 조정하며 프로그램이 인정 평가에 필요한 정보를 개발하도록 보장한다. 사용자와 인정 에이전트는 적절한 수락 기준을 개발하고 V&V 활동에 대한 우선 순위를 설정하기 위해

함께 협력해야 한다. 사용자는 인정 평가 프로세스 전반에 걸쳐 필요에 따라 문제 및 사용자 영역 요구 사항에 관한 주제 전문 지식과 정보를 제공해야 한다.

사용자와 다른 사용자의 관계

시뮬레이션의 인정에 대한 사용자의 관심은 인정 결정에 중요한 정보를 제공할 수 있는 추가 조직 및 기관과의 관계가 필요할 수 있다.

테스트 및 평가

추가 인정 정보를 제공하고 비용을 절감할 수 있는 활동을 활용하기 위해 사용자는 V&V 활동과 테스트 및 평가 및 시뮬레이션 또는 응용 프로그램과 관련된 기타 분석 활동 간의 협력과 협력을 장려해야 한다. 테스트를 결합하고, 데이터를 공유하고, 결과를 비교하면 전체 비용을 절감하고 수집된 정보의 포괄성을 개선하는 데 도움이 될 수 있다. 외부 조직을 검토 및 현장 테스트에 참여시키면 시뮬레이션의 적합성과 신뢰성에 대한 추가 증거를 제공할 수 있다.

주제 전문가

주제전문가(SMEs)는 요구 사항 정의, 시뮬레이션 개념 모델 설계 및 시나리오 개발을 돕고 다양한 주제 (예 : 운영 교리, 전술 및 절차, 소프트웨어 언어, 데이터, 물리적 및 자연법 및 관계, 하드웨어)에 대한 정보를 제공하기 위해 프로세스를 수정하고 사용하는 데 의존한다. 주제 전문가(SMEs)들은 또한 검증 테스트를 위한 실제 데이터 제공 및 시뮬레이션 개념 모델 확인 및 결과 확인 중 대면 확인 활동의 부분적 입증과 같은 다양한 작업을 수행하기 위한 V&V 및 인정 활동에 참여하고 있다. 사용자는 일반적으로 문제 및 사용자 영역에 대한 전문 지식을 갖춘 주제전문가(SMEs)를 식별한다.

요구 사항 문서화

의도된 응용 프로그램과 관련된 기존 시뮬레이션의 이러한 측면에 대한 완전하고 정확한 정보는 인정 활동에 필수적이다. 기존 시뮬레이션이 구성 제어 하에 있었다면, 이 정보의 대부분은 시뮬레이션 문서 및 아티팩트의 M&S 관리자(proponent)를 통해 사용할 수 있다. 이전 사용자 또는 개발자로부터 다른 정보를 얻어야 할 수도 있다.

기존 시뮬레이션에 대한 정보
• 문제 정의 및 목표
• M&S 요구사항 정의, 조치 및 수용성 기준
• M&S 요구사항 추적 매트릭스
• 확인된 주석이 달린 시뮬레이션 개념 모델
• 실제 지식과 데이터의 출처
• 확인된 주석이 달린 시뮬레이션 설계 (예비 및 세부 사항), 설계 개체 (예 : 객체, 속성, 매개 변수)

• 시뮬레이션 개념 모델 요소, 목표, 요구 사항에 매핑되는 설계 엔티티
• 인정 코드
• 테스트 보고서(기술, 데이터, 시나리오[사용 사례] 및 결과 포함)
• 데이터 생성 흐름 분석, 데이터 생산자 품질 보증(QA) 보고서 및 데이터 V&V 보고서
• VV&A 역사
• V&V 보고서(기술, 데이터, 시나리오[사용 사례], 식별된 문제 및 해결 방법, 결과 포함)
• 인정 보고서 (인정 정보 요구 사항, 평가 보고서, 수정 / 수정 / 수정 필요, 수정 / 수정, 응용 프로그램과 관련된 제약 조건, 제한 사항, 가정 포함)
• 사용자 문서(프로그래밍 매뉴얼, 사용 설명서, 데이터 저장 및 준비 보고서 포함)
• 사용 기록(연구 보고서, 조치 검토 후, 교육 시나리오, 실행 결과 등)

기존 시뮬레이션이 구성 제어 하에 있지 않거나 필요한 정보를 사용할 수 없거나 의심되는 경우(예: 불완전, 일관성 없음, 제어되지 않은 소스에서 얻은 경우) 누락된 문서 또는 아티팩트를 생성하거나, 코드를 리엔지니어링하거나, 회귀 테스트를 통해 다시 생성해야 할 수 있다. 이러한 활동의 범위는 누락된 정보와 의도된 응용 프로그램에 얼마나 중요한지에 따라 다르다.

VV&A 활동 중에 수집된 정보(VV&A 아카이브 형성 링크 참조)는 기존 시뮬레이션의 향후 사용자가 혜택을 받을 수 있도록 보관해야 한다. VV&A 정보를 재생성하는 것은 비용이 많이 들고 시간이 많이 걸리며, 특히 테스트 및 기타 V&V 활동을 반복해야 하는 경우에는 더욱 그렇다. 추가 정보는 Resources>Reference Documents>Documentation of Verification, Validation and Accreditation (VV&A) for Models and Simulations (MIL-STD-3022)에서 확인할 수 있다.

문서는 현실적으로 접근해야 한다. 문서는 모든 참가자와 공동으로 계획해야 하며 구성 제어를 위해 설정된 형식 및 형식 사양을 따라야 한다. 신중한 계획은 현재 및 미래의 사용자, 개발자, V&V 에이전트 및 인정 에이전트 모두에게 서비스를 제공하는 제품을 제공할 수 있다.

시뮬레이션 아티팩트

시뮬레이션을 수정하려는 경우 개발자는 수정 사항을 설명하는 문서 및 아티팩트(예: 수정된 요구사항 사양, 수정된 시뮬레이션 개념 모델, 수정된 설계)를 생성해야 한다. 이러한 문서와 아티팩트는 V&V 활동과 인정 평가를 위한 중요한 정보 소스이다. 또한 시뮬레이션의 기술적인 문서화에 중요한 추가 기능이며 나중에 시뮬레이션을 사용할 수 있도록 지원할 수 있다.

상황 보고서

사용자는 M&S PM과 인정 에이전트를 통해 V&V 에이전트로부터 정기적인 상황 보고서를 받아야 한다. 이 보고서는 V&V 및 누적된 활동 및 발생한 비용을 요약해야 한다. 실제 성과와 계획된 성과와 이벤트 간의 약간의 차이가 허용되지만, 보고서에 불리한 추세가 나타나는 경우 사용자는 M&S PM과 함께 즉각적인 조치를 취해야 한다.

VV&A 실적

문제 및 사용자 영역 요구 사항 및 의도된 응용 프로그램에 대한 인정 결정과 관련된 문서만 사용자가 생성하지만 사용자는 모든 VV&A 활동에 대한 정확하고 포괄적인 기록이 유지되도록 하기 위해 VV&A 정보 및 work의 전체 기록을 유지하는 것이 중요하다는 것을 인식해야 한다. 기존 시뮬레이션에 대한 설명서에는 최소한 다음 표에 나열된 항목이 포함되어야 한다.

기존 시뮬레이션을 위한 M&S VV&A 정보
• 문제점 설명
• 기존 시뮬레이션의 상태를 포함한 M&S 접근법 설명
• 측정 및 수락 기준을 포함한 M&S 요구사항 설명
• 수정을 포함한 시뮬레이션 개념 모델 설명
• 수정을 포함한 디자인
• 작업, 기술, 시나리오를 포함한 V&V 계획(사용 사례)
• 인정 정보 요구 사항을 포함한 인정 계획
• 확인 데이터
• 요구 사항 확인 보고서
• 시뮬레이션 개념 모델 확인 보고서
• 설계 검증 보고서
• 구현 검증 보고서
• 데이터 V&V, 테스트, 결과 확인을 포함한 검증 보고서
• 인정 평가 보고서
• 인정 결정 기술서

이 정보를 유지 관리하는 두 가지 주요 이유는 책임과 모델 재사용 가능성이다.

- **책임** - 잘 문서화 된 VV&A 기록은 신청 과정에서 어떻게 그리고 왜 결정이 내려졌는지에 대한 기록을 제공한다. 이 정보는 원래 개발의 근거, 후속 수정 및 이전 용도를 설명 할 수 있다. 잘 기록된 VV&A 역사는 시뮬레이션의 기능과 한계에 대한 문제가 제기될 때 매우 중요하다.
- **모델 재사용** - 시뮬레이션 개발 및 적용 중에 VV&A 활동이 유지되면 시뮬레이션의 신규 응용 제품에서의 재사용 적합성을 훨씬 쉽게 평가할 수 있다.

이 문서는 모든 V&V 및 인정 활동의 엄격함을 입증할 수 있을 만큼 충분히 구체적이어야 하며, 응용 프로그램, 시뮬레이션 및 데이터에 대한 수정, 시뮬레이션에 가해지는 제약 조건 및 제한 사항, 전체 VV&A 프로세스를 완전히 설명할 수 있을 만큼 포괄적이어야 한다. 기존 시뮬레이션은 일반적으로 구성 제어 하에 유지되므로 문서를 쉽게 통합할 수 있도록 설정된 형식과 형식에 따라 문서를 준비해야 한다.

비용 영향 및 자원조달

비용 및 자원 요인

신규 사용을 위해 기존 시뮬레이션을 준비하고 인정하는 것은 항상 시간과 자원의 투자를 필요로 한다. 이 투자 금액에 영향을 미치는 요인은 다음과 같다.

- 응용 프로그램 관련 요소
- 시뮬레이션 관련 요소
- 인적 자원
- 도구
- 지식 습득 제품

활용 프로그램 관련 요소

활용 프로그램에 대한 사용자가 요구하는 신뢰성은 V&V 및 인정 활동을 형성한다. 신뢰성은 운영 위험과 직접 관련이 있다. 운영 위험이 크면 사용자는 시뮬레이션이 사용하기에 적합하다는 증거를 요구할 것이다 (신뢰할 수 있음). 일반적으로 운영 위험이 클수록 시뮬레이션의 사용 적합성을 확립하기 위해 더 많은 증거를 축적해야 한다.

전체 문제에 대한 명확하고 완전한 설명과 시뮬레이션이 해당 문제를 해결하는 데 어떻게 사용될 것인지는 비용 효율적인 VV&A 활동을 구조화하는 데 필수적이다. 문제 정의, 요구 사항 식별 및 계획의 품질은 기존 시뮬레이션을 적용하는 방법을 이해하는 데 직접적인 영향을 미칩니다. 이는 인정 평가에 충분한 증거가 있는지 확인하기 위해 수행해야 하는 검증 및 확인의 양에 영향을 미칩니다. 모호한 목표, 일관성 없는 요구 사항 및 불완전한 계획으로 인해 구현이 지연될 수 있으며 비용을 늘리고 인정 평가에 사용할 수 있는 시간을 단축하는 추가 V&V 작업이 필요할 수 있다.

시뮬레이션 관련 요소

기존 시뮬레이션의 상태와 얼마나 많은 수정이 필요한지에 대한 지식은 어떤 특정 V&V 활동이 인정 평가에 필요한 증거를 제공할지 결정하는 데 큰 도움이 될 것이다. 일반적으로 기존 시뮬레이션을 위한 V&V 및 평가 활동은 일반적으로 평가에 필요한 많은 정보를 제공하기 위해 사전 사용 기록에 따라 확장될 수 있다.

기존 시뮬레이션을 통해 비용을 최소화하는 한 가지 열쇠는 역사의 완전성과 접근성이다. 시뮬레이션의 이력이 쉽게 이용 가능하다면(예를 들어, 구성 관리 및/또는 M&S 자원 저장소에 기록됨), 필요한 정보는 비교적 적은 비용으로 획득될 수 있다. 그러나 시뮬레이션 문서가 불완전

하거나 사용할 수 없는 경우 필요한 정보를 찾거나 생성하는 데 추가 시간과 리소스가 필요하다.

인적 자원

인정 평가에 사용할 수 있는 시간은 필요한 인적 자원 및 기타 자원의 양에 영향을 미친다. 짧은 보류가 있는 경우, 평가를 완료하기 위해 추가 인적 자원이 필요할 수 있다 (예 : 테스트를 수행하고 결과를 수집하기 위한 추가 기술 인력; 평가를 지원하는 주제전문가(SMEs) 및 분석가; 보고서를 준비하는 관리 인력).

관련된 사람들의 경험과 특정 V&V 작업과 관련된 지식, 기술 및 능력은 사람들을 신속하게 데려 오는데 얼마나 많은 시간과 훈련이 필요한지 결정한다.

예시:

인정 활동에 참여자를 선정하면 비용에 큰 영향을 미칠 수 있다. 올바른 경험이나 배경이 없거나 평가 활동을 준비하고 참여할 시간을 제공 할 수없는 참가자는 다른 사람들의 불필요한 작업, 막판 해결 방법, 중단, 지연 및 손상된 평가로 이어질 수 있다.

도구

도구와 기술도 비용에 영향을 줄 수 있는 요소이다. 도구를 신중하게 선택하여 사용하는 데 드는 비용 절감이 구매, 교육 및 유지 관리 비용보다 크다. 이상적으로는 기존 시뮬레이션과 관련된 도구 및 기술이 잘 알려져 있고 사용 가능하다. 사용에 대한 지침을 제공하는 문서도 제공되어야 한다. 수정 및 V&V 활동 모두에 유용한 도구와 과거에 시뮬레이션에 사용 된 도구에 대한 특별한 고려 사항이 있어야 한다. 기존 시뮬레이션의 초기 개발 또는 최근 수정 중에 사용된 도구를 선택하는 것은 초기화에 수반되는 모든 비용이 수반되는 새 도구를 선택하는 것보다 비용 효율적이다.

지식 습득 제품

지식 획득 제품, 예를 들어, 전투 공간에 대한 기능적 설명은, 수정 및 평가에서 가장 비싼 단일 부분이 될 수 있다. 문제 공간과 관련된 검증된 기능 설명의 아카이브를 사용할 수 있는 경우 지식 획득 비용을 줄일 수 있다. 기능 설명에 대한 좋은 문서는 검증 및 확인 활동에 필요한 수준을 줄일 수도 있다.

비용 추정

V&V와 인정 모두에 대한 비용 추정은 복잡하며 기존 시뮬레이션을 위한 기록 정보 분석과 연결되는 여러 종속성을 가지고 있다. V&V 및 인정 에이전트는 비용 추정치를 준비하고 검토를 위해 사용자에게 제공해야 한다. 사용자는 비용 추정에 대한 전문가가 될 필요는 없지만 결

과를 산출하는 계획이 인정 결정을 지원하는 데 필요한 정보를 제공하는지 확인하는 데 사용되는 비용 추정 도구 및 프로세스에 대해 충분히 숙지해야 한다.

비용 추정은 프로젝트의 위험이나 불확실성에 가장 직접적으로 영향을 미치는 요인에 중점을 둡니다. 추가 비용도 고려해야 한다.

- 전문화된 도구
- 특정 작업에 주제전문가(SMEs) 활용
- 출장 및 파견 비용
- 전문 교육
- 특수 컴퓨터 또는 장치
- 통신 및 네트워킹 장비
- 유지 보수 계약, 라이선스 등

이러한 비용은 프로젝트 자체의 위험이나 불확실성의 영향을 받지 않으므로 조정 및 계산이 이루어진 후에 비용 매트릭스에 추가해야 한다.

비용 관리

인정 에이전트 및 V&V 에이전트와 협력하여 사용자는 비용을 통제하기 위해 여러 단계를 수행할 수 있다.

- 특정 M&S 요구사항 및 신뢰성 요구 사항을 포함하여 명확하게 정의된 문제 진술 및 목표를 제공한다.
- 문제 분석을 수행하여 M&S 요구 사항을 구체화하고, 요구 사항 설명에서 식별된 개체 및 동작을 분석하고, 가장 중요한 항목(즉, 시뮬레이션 출력에 가장 큰 영향을 미침)을 결정한다.
- 인정 에이전트 및 M&S PM이 수행하는 위험 분석에 참여하여 위험을 식별하고 우선 순위를 정하고, 프로그램이 집중력을 유지하기 위해 주기적으로 추가 위험 분석을 수행한다.
- 인정 에이전트가 V&V 활동을 가장 중요한 대상과 행동에 집중할 적절하고 충분한 정보 요구와 우선 순위를 식별하여 인정 범위를 적절하게 지정했는지 확인한다.
- 모든 계획이 상세하고 철저하며 조정되었는지 확인한다. 수정 계획과 조정되는 잘 계획된 V&V 활동은 오류와 재작업을 줄임으로써 자체적으로 비용을 지불하는 것 이상의 비용을 부담할 수 있다
- 중요한 개체 및 해당 동작과 관련된 오류에 대한 적절한 허용 오차 수준을 결정하고 덜

중요한 다른 기능의 오류 허용 오차와 균형을 맞춥니다.

문서화 표준은 현재와 미래의 사용자 모두에게 도움이 될 수 있다. 이러한 표준은 준비 시간을 줄이고, 적절하고 완전한 정보가 제공되도록 하며, 검토 및 편집에 필요한 시간을 줄일 수 있다. 문서 표준을 통해 향후 사용자는 필요한 특정 정보 요소를 신속하게 찾을 수 있다.

참조

Doyle, J., "가상 공학: 복잡한 시스템의 모델링 및 시뮬레이션을 위한 이론을 향하여," Volume 9 모델링 및 시뮬레이션의 부록 B, United States Navy and Marine Corps 2000-2035를 위한 기술: 21세기 전력, 모델링 및 시뮬레이션에 관한 패널, 미래 해군 기술 위원회, 해군 연구위원회, 물리 과학, 수학 및 응용 위원회, 국립 Rese아치 협의회, 국립 아카데미 출판사, 워싱턴 DC, pp. 158-159 1997.

Muessig, P., Laack, D., & Wroblewski, J., "시뮬레이션 신뢰성 평가에 대한 통합 접근법", Proceedings, Summer Computer Simulation Conference, Vancouver, BC, July 2000.

약어

AA	인정 에이전트
DMSO	국방 모델링 및 시뮬레이션 사무소
DoD	국방부
M&S	모델링 및 시뮬레이션
PM	프로그램 관리자
RPG	권장 사례 가이드
SME	주제 전문가
V&V	검증 및 확인
V&V Agent	검증 및 확인 에이전트
VV&A	검증, 확인 및 인정

하이퍼링크의 출현은 DoD, M&S CO, 이 웹사이트의 관리자, 또는 그 안에 포함된 정보, 제품 또는 서비스의 보증을 구성하지 않는다. DoD는 이 위치에서 발견된 정보에 대한 편집 통제권을 행사하지 않는다. 이러한 링크는 이 웹 사이트의 명시된 목적과 일치하여 제공된다.