

신규 시뮬레이션의 데이터 검증 및 확인(V&V) (Data Verification and Validation(V&V) for New Simulation) (미 국방부 MSE RPG Special Topic)

번역연구-2025-05



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. 4. 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)입니다만 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

신규 시뮬레이션 데이터 검증 및 확인(V&V)

RPG 특별 주제

9/15/06¹

목차

<u>소개</u>	1
<u>M&S 개발 중 데이터 V&V 활동</u>	1
<u>M&S 요구사항 개선 단계</u>	2
V&V 활동 : 요구 사항 검증	3
<u>M&S 개발 계획 단계</u>	3
V&V 활동 : V&V 계획 개발	3
<u>개념 모델 개발 단계</u>	4
V&V 활동 : 개념 모델 확인	4
<u>M&S 설계 단계</u>	6
V&V 활동 : 설계 검증	7
<u>구현 및 테스트 단계</u>	8
V&V 활동 : 구현 검증	8
V&V 활동 : 결과 확인	9
<u>M&S 사용 준비 단계</u>	10
<u>참조</u>	10
이 문서의 RPG 링크	10

¹ 이 문서는 8/15/01 버전을 대체한다. 여기에는 사소한 편집 및 형식 변경 사항이 포함되어 있다.

이 문서는 동일한 이름과 날짜의 VV&A RPG Special Topic의 웹 버전에 해당한다. 인쇄에 적합하도록 수정되었다.

소개

데이터 검증 및 확인(V&V) 작업은 데이터가 특정 응용 프로그램의 특정 시뮬레이션에 사용 하기에 적합한지 검증하기 위해 수행된다.

- 데이터 검증은 선택한 데이터가 애플리케이션에 가장 적합하고 모델에 대해 적절하게 준비되었는지 검증하기 위해 수행된다.
- 데이터 확인은 데이터가 시뮬레이션할 실제 세계를 정확하게 나타내는지 확인하기 위해 수행된다.

시뮬레이션에서는 시뮬레이션 결과를 생성하는 데이터와 코드의 상호 작용이기 때문에 사용 된 데이터에서 실행되는 모델을 개별적으로 평가하는 것이 사실상 불가능하며, 둘 다 시뮬레이션의 신뢰성에 대한 책임이 있다.

시뮬레이션과 관련 데이터 간의 이러한 상호 의존적 관계는 데이터 V&V 활동이 전체 M&S 검증, 확인 및 인정(VV&A) 프로세스의 일부로 간주된다[VV&C Tiger Team; IEEE 1278.4, 1997]. 그러나, 데이터 V&V의 특수한 특성으로 인해, 그리고 특히 데이터 주제 영역의 다양성 때문에, 주제 전문가(SME), 특히 데이터 생산자 자신들이 데이터 V&V 프로세스를 지원해 달라는 요청을 자주 받는다.

예시:

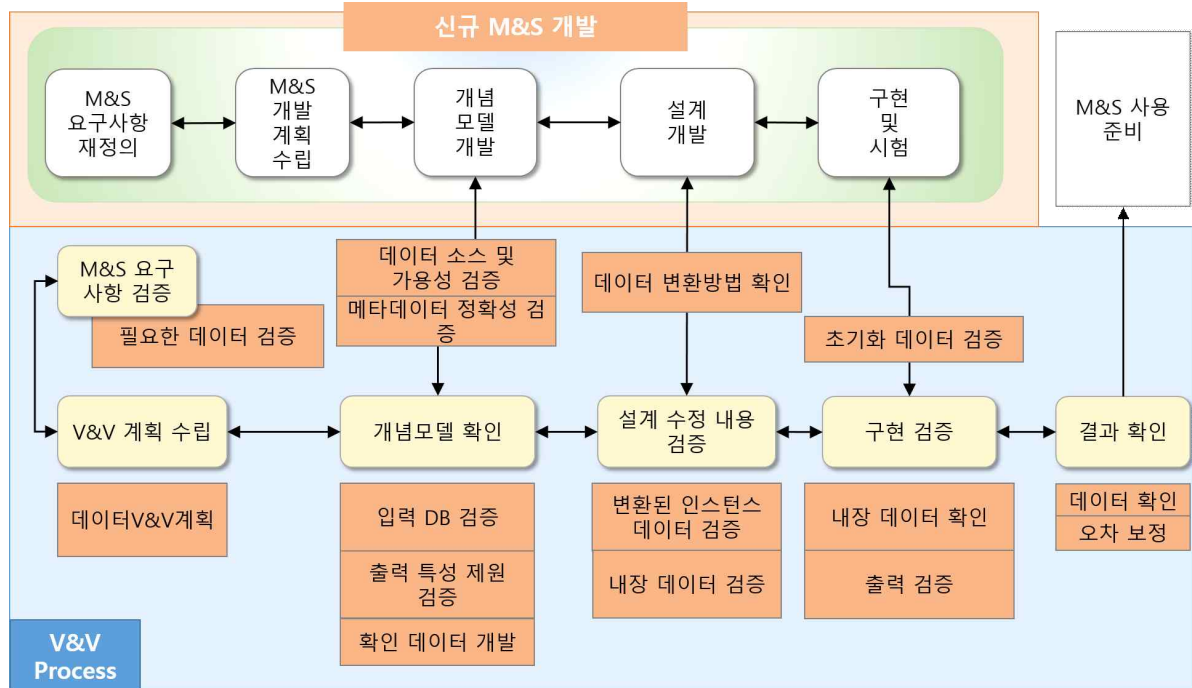
군사 시뮬레이션에는 일반적으로 시뮬레이션된 자연 환경, 인공 장애물, 날씨, 전력 구조, 시스템 특성, 시스템 성능, 동작, 명령 및 통제 등을 설명하는 인스턴스 데이터가 포함된다.

누가 데이터 V&V 활동을 수행하는지에 관계없이, 그들은 개발자 및 M&S V&V 활동을 수행하는 사람들과 긴밀히 협력해야 한다.

M&S 개발 중 데이터 V&V 활동

신규 모델링 시뮬레이션(M&S)의 개발 및 V&V 평가 중에 발생해야 하는 데이터 관련 작업 및 문제에 대해 설명한다. 신규 M&S 개발을 위한 V&V 프로세스에 오버레이된 일반적인 데이터 V&V 활동의 시각적 묘사가 아래 그림에 있다. 비록 데이터 관련 활동들이 특정한 M&S 개발 단계 및 V&V 활동과 관련하여 각각 보여지고 논의되지만, 이러한 연관성은 단지 데이터 활동이 일어날 수 있는 적절한 경우를 표시한다. 시뮬레이션에 필요한 데이터의 규모와 복잡성은 데이터 관련 활동이 여기에 기록된 것보다 더 일찍 시작하여 반복적인 방식으로 이후의 개발 단계로 계속되는 경우가 많다고 알려져 있다. 이 문서에서 권장하는 접근 방식은 데이터 활동

을 특정 주제에 묶는 것보다 가능한 한 빨리(예: 특정 활동을 수행하는 데 충분한 정보를 사용할 수 있는 경우) 특정 데이터 활동에 대해 논의하는 것이다. 이 접근법은 데이터 V&V에 대한 조기 조치의 중요성을 강조하기 위해 진행한다.



새로운 M&S를 위한 데이터 V&V

M&S 요구사항 개선 단계

데이터는 모델 또는 시뮬레이션 개발 초기에 중요한 고려 사항이어야 한다. 애플리케이션의 요구 사항이 결정되면 개발자, 사용자 및 프로그램 관리자가 협력하여 다음과 같이 M&S 환경을 구축해야 한다.

- 시뮬레이션 개발을 기반으로 제약 조건(예: 리소스 가용성, 타임라인 등)을 식별한다.
- 주어진 응용 프로그램에 대한 시뮬레이션의 데이터 요구 사항의 식별 및 정의를 포함한 요구 사항 구체화(예: 데이터 주제 영역, 필요한 충실도 수준, 시뮬레이션 실행 중에 수집해야 하는 데이터 유형 등) 이러한 데이터 요구 사항을 식별하고 정의하는 데 도움이 되는 데이터 주제 전문가(SME)가 필요할 수 있다.

예시:

시뮬레이션의 데이터 요구 사항을 파악하는 데 사용되는 한 가지 방법은 C&P(Characteristics and Performance) 사양을 준비하는 것이다. C&P 사양은 샘플 인스턴스 데이터 집합을 포함하여 필요한 데이터에 대한 완전한 설명을 제공하는 기술 문서이며 개념 모델의 확인에 사용할 수 있다.

일단 데이터 요구가 식별되고 정의되면, 사용자는 적절한 권위 있는 출처를 찾고 후보 데이터 및 메타데이터를 수집하기 시작해야 한다[VV&C Tiger Team, 1998; IEEE 1278.4, 1997]. M&S 요구 사항과 마찬가지로 데이터 요구 사항은 계획이 확정되고 개념 모델이 개발됨에 따라 개선되고 변경될 수 있다.

V&V 활동: 요구 사항 검증

필요한 데이터 검증

요구 사항 검증의 일환으로 데이터 요구 사항을 검토하여 결정해야 한다.

- 지정된 입력 데이터(메타데이터에 의해 설명됨)가 M&S 개념을 지원하는 경우
- 출력 데이터가 응용 프로그램의 요구 사항을 지원하는 경우

V&V 에이전트 또는 해당 주제전문가는 필요한 데이터를 주의 깊게 검토하여 애플리케이션을 지원하기에 충분한지 검증해야 한다. 이때 검토는 응용 프로그램의 요구 사항을 해결하기 위해 적절한 데이터 종류와 집계 수준, 정확성, 충실도 및 데이터 품질이 식별되었는지 검증해야 한다. 이 평가는 개념 모델의 계획 및 개발과 관련된 어려움을 피하기 위해 가능한 한 빨리 시작되어야 한다.

M&S 개발 계획 단계

데이터는 M&S 개발을 계획할 때 주요 고려 사항이 되어야 한다. 수집할 출력 데이터의 유형과 수량은 시뮬레이션의 설계 및 구현에 영향을 줄 수 있다. 입력 데이터의 가용성, 품질 및 응용 프로그램에 대한 적합성은 전체 프로그램의 일정과 비용 모두에 영향을 미친다. 후보 입력 데이터 소스는 가능한 한 빨리(예: 필요한 데이터가 정의되는 즉시) 식별되어야 한다. 적절한 데이터가 존재하는 경우, 시뮬레이션과의 호환성 및 응용 프로그램에 대한 적합성과 관련하여 평가해야 한다. 적절한 데이터가 없는 경우 개발 계획에는 새로운 데이터를 개발하기 위한 추가 시간과 리소스와 개발 프로그램 마일스톤에 대한 후속 영향이 포함되어야 한다.

V&V 활동: V&V 계획 개발

데이터 V&V 활동은 다양한 M&S 개발 단계와 M&S V&V 활동을 보완하기 위해 신중하게 계획되어야 한다. 데이터 문제(예: 사용 불가, 부적절한 충실도)를 조기에 감지하면 모델 설계에 큰 영향을 미칠 수 있다. V&V를 계획하는 동안, V&V 대리인은 데이터 관련 평가 우선순위와 적절한 수용 가능성 기준을 파악하기 위해 인가 대리인과 긴밀히 협력해야 한다. 이 작업은 인증 결정을 뒷받침하는 증거를 제공하는 데 가장 적합한 데이터 V&V 활동의 선택을 용이하게 한다.

데이터 V&V 활동 계획

- **데이터 검증.** 모델 알고리즘과 관련 데이터 간의 친화도는 이러한 친화도가 시뮬레이션의 신뢰성에 직접적인 영향을 미치기 때문에 주요 관심사가 되어야 한다. 그러나 시뮬레이션과 관련된 모든 데이터(참조, 고정 배선 및 인스턴스)의 적절성과 충분성은 검증 계획에서 고려되어야 한다.
- **데이터 확인.** 데이터 확인 작업 계획에는 적절한 확인 활동 및 예상 결과를 식별하는 것뿐만 아니라 결과 확인에 사용할 적절한 확인을 식별하고 평가하는 것이 포함된다. 또한 확인 계획은 확인 데이터를 획득하고 평가하는 것이 개발 프로그램 일정 및 리소스에 미치는 영향을 다루어야 한다.

개념 모델 개발 단계

개념 모델은 요구 사항을 기능 및 동작 기능으로 변환하는 수단 역할을 하며 M&S 요구 사항과 설계 구현 간의 중요한 추적성 링크를 제공한다. 많은 데이터 선택 결정은 개념 모델을 개발하는 동안 이루어집니다. 개념 모델이 구축됨에 따라 개발자는 다음을 식별해야 한다.

- 특정 개별 알고리즘, 함수 및 동작에 필요한 입력 인스턴스 데이터
- 입력 데이터가 동적으로 사용되는 대신 하드 와이어링되어야 함
- 애플리케이션에 대해 원하는 수준의 충실도를 지원하는 데 필요한 특정 데이터
- 응용 프로그램을 지원하기 위해 수집해야 하는 출력 인스턴스 데이터

입력 인스턴스 데이터에 대한 후보 데이터 원본 및 데이터베이스와 하드 와이어 데이터에 대한 후보 원본. 적절한 데이터가 발견되면 해당 설명이 개념 모델에 포함되어야 한다.

V&V 활동: 개념 모델 확인

개념 모델은 문제 영역의 물리적 측면과 행동적 측면을 모두 적절하게 지정하고 새로운 설계에서 운영 요구 사항을 적절하게 추적하는지 확인하기 위해 확인된다. 데이터 가용성 및 데이터 적합성은 모델 설계에 미치는 영향 때문에 이 단계에서 주요 고려 사항이다. 이 단계에서 수행할 수 있는 몇 가지 데이터 관련 작업은 다음 단락에 설명되어 있다.

데이터 소스 및 가용성 검증

데이터 원본 후보가 식별되는 즉시 데이터 원본 메타데이터를 검토하여 원본이 신뢰할 수 있고, 응용 프로그램에 적합하며, 필요한 데이터를 적시에 제공할 수 있는지 검증해야 한다.

예시:

- 헬리콥터 데이터의 권위 있는 출처는 시뮬레이션이 육군 또는 해군에서 사용되는지 여부에 따라 다를 수 있다.
- 탱크 데이터의 권위 있는 출처는 시뮬레이션이 기밀되지 않은 훈련 훈련에 사용되는지 아니면 기밀화된 강제 전투 분석에 사용되는지에 따라 다를 수 있다.

메타데이터의 적절성 검증

일단 데이터 소스가 검증되면(즉, 적절하고 사용 가능한 것으로 검증되면), 메타데이터를 검토하여 주어진 애플리케이션에 대한 데이터를 만족스럽게 특성화하는 데 필요한 정보를 제공하는지 검증해야 한다(예: 데이터 통화 및 가용성, 품질 평가 기록, 유사한 애플리케이션에서의 사용, 충실도 및 기타 품질 특성에 대해 검토해야 함).

입력 데이터베이스 검증

입력 데이터베이스(즉, 모든 입력 인스턴스 데이터의 집계된 세트)를 검토하여 적절하고 완전한지, 그리고 애플리케이션에 적합한지 검증하기 위해 사용할 알고리즘, 모델 또는 시뮬레이션 구성 요소에 매핑되는지 검증해야 한다.

예시:

전투 시뮬레이션의 경우 입력 데이터베이스를 검증하여 응용 프로그램에 사용된 모든 가능한 무기 시스템/표적 조합에 대해 손실 데이터를 사용할 수 있는지, 지형 지도에 응용 프로그램에 지정된 모든 기능이 포함되어 있는지, 모든 시스템에 대해 시스템 특성을 사용할 수 있는지 등을 검증해야 한다.

데이터 생산자가 적절한 형식으로 응용 프로그램의 필요한 타임라인 내에서 적절한 데이터를 제공할 수 있음을 증명하기 위해 샘플 입력 데이터베이스를 생성할 수 있다.

데이터 또는 데이터 소스 문제가 발견되면 사용자는 요구 사항을 수정할지(및 개념 모델을 조정할지), 완전히 적절하지 않은 사용 가능한 데이터를 사용할지(즉, 신뢰성 저하의 위험을 감수할지), 공백을 메우기 위해 데이터 생성 작업을 수행할지 여부를 결정해야 할 수 있다. 그러한 결정은 일찍 내려질수록 좋다. 시뮬레이션이 설계되고 구축되면 데이터 문제를 해결하기 위한 변경에 훨씬 더 많은 비용과 시간이 소요된다.

출력 데이터 특성 검증

시뮬레이션에 사용하기 위해 식별된 알고리즘과 모델을 검사하여 애플리케이션의 요구 사항을 지원하는 출력 데이터를 제공할 수 있는지 검증해야 한다. 이 검토에는 데이터 특성화(예: 충실도, 형식, 완전성)와 수집 및 준비 방법이 포함되어야 한다.

예시:

미사일 치사율과 관련된 응용 프로그램의 경우, 시뮬레이션에 사용하기 위해 선택한 미사일 비행 모델은 탐지, 추적, 교전 및 최근접 접근 지점의 확률뿐만 아니라 살상 확률(Pk) 값에 대한 출력을 생성할 수 있어야 한다.

확인 데이터 개발

결과 확인은 일반적으로 시뮬레이션 결과를 referent(M&S 요구 사항에 따라 시뮬레이션되는 것에 대한 코드화된 지식 체계)와 비교하는 것을 포함하기 때문에 referent를 설명하는 데이터를 식별하고 수집하거나 개발해야 한다. 사용 가능한 경우 실제 경험적 데이터(예: 물리적 측정, 테스트 범위 결과, 과거 기록)가 가장 좋다. 그러나 실제 데이터를 사용할 수 없는 경우 적절한 테스트 시나리오를 개발하고 SME는 시뮬레이션에서 실행할 시나리오 또는 사용 사례에 대해 합리적이고 예상되는 결과를 제공하도록 요청해야 한다[Rotherberg et al., 1997]. 이러한 경험적 결과와 예상 결과 모두의 확인 데이터는 결과 확인 중에 시뮬레이션의 실제 출력 인스턴스 데이터와 비교된다. 참조대상 및 결과 확인에 대한 자세한 내용은 특수 항목 [확인](#)을 참조한다.

M&S 설계 단계

M&S 개발의 설계 단계에서 개발자는 개념 모델에 명시된 정보와 관계를 사용하여 코드로 구현하는 방법을 결정한다. 종종 이것은 반복적으로 수행된다. 예비 설계는 개념 모델에서 파생된 요구 사항을 하드웨어 및 소프트웨어 구성 항목에 할당한다. 그런 다음 이 설계는 소프트웨어 구성 요소에 대한 요구 사항 할당, 사용할 특정 데이터 세트 및 요소의 식별, 구성 요소와 외부 시스템 간의 인터페이스 정의를 포함하는 보다 세부적인 설계로 발전한다.

데이터 식별 및 선택 프로세스는 가능한 한 개발 프로세스 초기에 시작해야 하지만(예: 개념 모델 개발 중) 이 단계 전반에 걸쳐 계속될 수 있다. 추가 고려 사항은 선택한 데이터를 사용할 수 있도록 준비하는 방법에 중점을 둔다.

- 하드 와이어링 데이터의 경우 적절한 형식 선택이 고려된다(예: 부동 또는 정수) 및 정확도 정도(예: $S(\pi)$ 를 3.14, 3.1416 또는 3.141592로 표시해야 합니까?) 시뮬레이션의 요구 사항을 충족한 다음 근거를 문서화한다.
- 입력 인스턴스 데이터의 경우 주요 관심사는 데이터를 사용할 수 있는 형식, 모델에 데이터가 필요한 형식, 변환을 수행하는 가장 좋은 방법을 결정하는 것이다. 대부분의 경우 인스턴스 데이터는 원래 상태에서 변환되어야 한다.

예시:

- 모든 속도 속도를 시속 킬로미터로, 모든 범위를 킬로미터로 변환
- 획득, 사격, 명중 및 사살 확률을 단일 사살 확률로 변환
- 시간 경과에 따른 개별 무기 시스템 등급별 표적의 개별 등급의 사살을 전체 사살 확률로 집계

적절한 변환 기술을 선택(또는 개발)하고 확인해야 한다.

- **출력 인스턴스 데이터**의 경우 주요 관심사는 설계(즉, 알고리즘, 코드, 인터페이스)가 원하는 출력 데이터를 생성, 수집 및 저장할 수 있는지 확인하는 것이다. 많은 상황에서 사용 가능한 결과를 생성하기 위해 출력 데이터를 변환(예: 집계, 결합)해야 한다. 데이터 수집이 모델 외부에서 발생하는지 여부에 관계없이 적절한 변환 기술을 선택(또는 개발)하고 설계 중에 확인하여 적절한 수집이 가능한지 확인해야 한다.

V&V 활동: 설계 검증

설계 검증의 초점은 설계에 정의된 모든 기능, 기능, 동작 및 상호 작용이 개념 모델에 표현된 요구 사항으로 역추적될 수 있고 개념 모델에 표현된 모든 요구 사항이 설계에 명시되어 있는지 검증하는 것이다. 설계 검증과 관련된 주요 데이터 관련 V&V 활동은 아래 단락에 설명되어 있다.

데이터 변환 방법 확인

사용할 데이터를 준비하는 데 사용되는 기술을 검사하여 데이터의 정확성, 충실도 및 무결성을 유지하는지 확인한다. 변환이 올바르게 수행되도록 각 입력 인스턴스 데이터베이스를 준비하는 데 사용되는 알고리즘 및 기술을 평가해야 한다. 마찬가지로, 출력 인스턴스 데이터를 수집하고 준비하는 데 사용되는 방법은 모델 내부인지 여부에 관계없이 데이터를 적절하게 수집하고 변환할 수 있는지 확인하기 위해 평가해야 한다. 일반적으로 이 작업은 출력 인스턴스 데이터의 유효성을 조사하지 않다. 오히려 데이터에 수행된 작업의 유효성에 중점을 둔다.

변환된 입력 인스턴스 데이터 검증

이 작업은 변환된 입력 인스턴스 데이터가 원래 의도에 해당하고 시뮬레이션에서 사용하기에 적합한 형식임을 보장한다. 원래 입력 인스턴스 데이터의 생산자는 이 작업 중에 SME 역할을 할 수 있다. 변환된 출력 인스턴스 데이터는 제대로 수집되었는지 검증하기 위해 출처를 추적해야 한다. 적절하고 사용 가능한 결과를 제공하는지 확인하기 위해 특성화를 검증해야 한다.

하드 와이어드 데이터 검증

고정 배선된 데이터는 일반적으로 특정 알고리즘에 사용되는 독립적인 단일 데이터 인스턴스 또는 고정 상수이기 때문에 별도로 간주된다. 그것들은 그것들이 배치되는 알고리즘과 함께 검증되어야 한다. 구체적인 작업은 다음과 같다.

- 데이터가 신뢰할 수 있는 출처에서 얻었는지 검증
- 데이터가 시뮬레이션에 사용되는 데 필요한 형식으로 변환되었을 때 의도된 목적에 적합한지 검증
- 필요한 데이터로부터의 편차가 수정되거나 최소한 문서화되도록 한다.

구현 및 테스트 단계

이 단계에서 M&S 설계는 실제 하드웨어와 데이터를 사용하여 코드로 구현된다. 구성 요소 또는 모듈이 구축, 테스트 및 통합된다. 실제 입력 인스턴스 데이터 세트가 초기화되고 테스트된다.

V&V 활동: 구현 검증

요구 사항은 구현된 소프트웨어 구성 요소를 추적하고, 개별 알고리즘 및 구성 요소를 테스트하여 설계된 대로 작동하는지 검증하고, 적절한 작동을 위해 데이터/코드 관계를 검토한다.

초기화된 데이터 검증

초기화된 데이터 세트(즉, 초기화 또는 시작 상태에서 변환된 입력 인스턴스 데이터의 집계된 세트)는 원래 데이터와 계속 일치하는지, 의도한 대로 변환되었는지, 의도한 용도에 필요한 정확성, 충실도 및 무결성을 유지했는지 검증하기 위해 검사된다.

하드 와이어링된 데이터 확인

하드 배선 데이터는 일반적으로 특정 알고리즘 또는 수식에 사용되는 개별 고정 상수로 구성되기 때문에 별도로 평가된다. 그것들은 그것들이 배치되는 알고리즘과 함께 검증되어야 한다. 고정 배선된 데이터는 관련 개별 알고리즘을 실행하여 제대로 실행되고 확인 데이터 (즉, 예상 출력)와 비교할 때 적절한 출력을 제공하는지 확인할 수 있다. 원인(예: 알고리즘의 설명 또는 실행, 고정 배선 데이터 또는 검증 데이터)과 문제 해결을 위한 권장 사항을 결정하기 위해 모든 편차를 평가해야 한다.

출력 데이터 검증

개별 알고리즘 및 모델을 구현하는 코드를 검사하여 이러한 알고리즘 및 모델이 애플리케이션의 요구 사항을 지원하는 출력 데이터를 제공하는지 검증해야 한다. 이 검토에는 데이터 특성화(예: 충실도, 형식, 완전성)와 수집 및 준비 방법이 포함되어야 한다.

예시:

미사일 치사율과 관련된 응용 프로그램의 경우, 시뮬레이션에 사용된 미사일 비행 모델을 실행하고 출력을 검사하여 필요한 데이터 범주(Pk, 최근접 접근 지점 등)가 포함되어 있는지, 각 범주에 대해 생성된 값이 정확하고 사용 가능한지 검증해야 한다.

V&V 활동: 결과 확인

결과 확인은 시뮬레이션이 응용 프로그램의 요구 사항을 해결하는 정도를 결정하기 위해 수행된다. 데이터와 시뮬레이션은 불가분의 관계에 있기 때문에(즉, 하나가 유효하지 않으면 다른 하나의 타당성을 입증할 수 없음) 확인은 일반적으로 협력적으로 수행된다. 시뮬레이션은 보정된 것으로 생각하는 것이 더 나을 것이다. 시뮬레이션의 성능은 작동하려는 데이터 값의 범위 내에서 관찰되고, 알려지고, 이해된다.

이 작업은 유효한 입력 인스턴스 데이터에 의해 구동되는 시뮬레이션이 응용 프로그램의 컨텍스트에서 실행될 때 적절한 응답을 제공할 수 있는 범위를 검사한다. 구현 단계부터 개별 구성 요소 또는 모듈이 실행되어 적절한 성능과 출력을 보장한다. 구성 요소가 통합됨에 따라 추가 테스트가 수행된다. 궁극적으로 완전한 시뮬레이션이 실행되고 결과 데이터를 확인 데이터와 비교하여 시뮬레이션이 신뢰할 수 있고 적절한 답변을 생성하고 있는지 확인한다.

데이터 확인

또한 M&S 구현 단계부터 입력 데이터가 개별 구성 요소의 성능 및 통합 시뮬레이션에 미치는 영향을 평가한다. 각 모델 확인 테스트에 대해 적절한 출력을 보장하기 위해 주요 데이터 요소를 추적해야 한다. 민감도 편위(sensitivity excursions)를 실행하여 주요 데이터 요소에 대한 경계 조건을 테스트하여 데이터 범위가 모델 출력에 미치는 영향을 평가할 수 있다. 데이터 확인은 증분 방식으로 수행할 수도 있다. 예를 들어, 전투 시뮬레이션을 위한 지형 데이터베이스는 전투 개체 및 객체가 추가되기 전에 확인할 수 있다.

데이터 확인은 입력 데이터가 특정 응용 프로그램의 특정 시뮬레이션에 사용하기에 적합한지 확인하기 위해 수행된다. 모델을 구동하는 데 사용되는 모든 데이터는 확인의 대상이 된다. 그러나 데이터의 양이 너무 많기 때문에 비용 및 일정 제약을 감안할 때 비현실적일 수 있다. 주요 데이터 구성 요소, 즉 응용 프로그램에 대한 모델의 성능에 가장 직접적인 영향을 미치는 데이터를 식별하고 우선 순위를 지정하려면 신중한 계획이 필요하다.

오류 판정

가능한 원인을 파악하기 위해 시뮬레이션 출력과 확인 데이터 간의 불일치를 조사한다. 오류는 코드, 입력 데이터, 출력 데이터, 확인 데이터 또는 이러한 요인의 조합과 관련된 문제로 인해 발생할 수 있으며 원인을 파악하는 것이 중요하다. 발산하는 출력은 코드, 중요 알고리즘 및 입력 데이터를 통해 다시 추적해야 한다. 오류를 격리하기 위해 민감도 이탈이 필요할 수

있다. 원인이 확인되면 정보가 기록되고 문제를 해결하기 위한 권장 사항이 만들어진다.

M&S 사용 준비 단계

테스트 중에 식별된 모든 오류가 판정 및/또는 제거되면 사용자는 시뮬레이션을 승인한다. 이 시점에서 통합 모델은 의도한 용도에 맞게 준비된다.

참조

DoD Data Administration, DoD Modeling and Simulation(M&S) Data Administration Strategic Plan(DASP), DMSO, 1996년 4월.

IEEE 1278.4: 분산 대화형 시뮬레이션을 위한 권장 사례 -- 검증, 확인 및 인정, 부록 C, "데이터 검증, 확인 및 인정", 1997.

로텐버그, 제프; 월터 스탠리; 조지 한나; Mark Ralston, 랜드 프로젝트 각서 PM-710-DMSO, 1997년 8월. 이 보고서는 데이터 검증 및 확인을 위한 뛰어난 이론적 기반을 제공한다. 여기에는 데이터 VV&C(검증, 확인 및 인정, 즉, 데이터 V&V) 프로세스 모델이 포함된다

다양한 종류의 데이터로 개별 데이터 V&V 노력을 구조화하기 위한 고려 사항을 나열한다. 또한 생산자 및 사용자 V&V 활동을 모두 계획하기 위한 가이드를 제공한다.

이 문서의 RPG 링크:

RPG 다이어그램: "새로운 M&S를 위한 데이터 V&V"

RPG 참조 문서: "Data V&V 개념 및 용어"

RPG 참조 문서: "백서: VV&C(Report of Verification, Validation, and Certification) Tiger Team"

RPG 특별 주제: "개념 모델 개발 및 확인"

RPG 특별 주제: "요구 사항"

RPG 특별 주제: "주제 전문가와 VV&A"

RPG 특별 주제: "검증"

RPG 템플릿: "데이터 품질 템플릿"

하이퍼링크가 표시된다고 해서 DoD, DMSO, 이 웹 사이트의 관리자 또는 여기에 포함된 정보, 제품 또는 서비스를 보증하는 것으로 간주되지 않습니다. 군사 교류 및 사기, 복지 및 레크리에이션 장소와 같은 승인된 활동 이외의 경우, DoD는 이러한 위치에서 찾을 수 있는 정보에 대해 편집 권한을 행사하지 않습니다. 이러한 링크는 본 DMSO 웹사이트의 명시된 목적에 따라 제공됩니다.