

분산전장 모의환경 구축 방법에 대한 연구 : 단일부대 1:1 교전모델 개발

최정석 · 문성환 · 김태영 · 김재권 · 이종식*

Study of Development for Distributed Battlefield Simulation Environment : One-to-One Single Unit Engagement Model

Jeongseok Choi · Sunghwan Moon · Taeyoung Kim · Jaekwon Kim · Jongsik Lee*

ABSTRACT

Modern warfare, which adopt an intensive technique of applied sciences, is difficult to predict, and has a high complexity. Thus, it is necessary to build a battle-field environment and simulation-based analysis. Various organizations are participated to build battlefield model for defense M&S according to a scale and format. On the basis of this trend, approaching from various systems is needed to reconfigure battlefield modeling for distributed system. This paper proposes building design for battlefield simulation environment with a sample of one-to-one single unit engagement model. The proposed method can expect to utilize an example of distributed environment for various participants that are involved in battlefield modeling and simulation.

Key words : Modern Warfare, Defense M&S, Engagement Model, Distributed Simulation Environment

요약

응용과학이 집약된 현대의 전쟁은 예측하기 어렵고 복잡도가 높아서, 전장 모의환경의 구축과 시물레이션 기반 획득을 통한 분석이 필수적이다. 국방 M&S 에서의 전장 모의환경 구축은 그 규모와 형태에 따라 다양한 연구기관이 참여한다. 이러한 추세에 따라, 전장 모의환경의 모델링을 분산 시스템으로 재구성하여 다양한 시스템에서의 접근을 수용할 필요가 있다. 본 논문에서는 분산전장 모의환경 구축 방법을 제안하고 단일부대 1:1 교전모델의 사례를 통해 검증한다. 제안하는 분산전장 모의환경 구축 방법은 다수의 참여자로부터 비롯되는 다양한 시스템 환경에서 전장 모의환경 모델링 및 시물레이션을 가능하게 하며, 구축된 분산 환경 또한 구축 예시로서 활용될 것으로 기대한다.

주요어 : 현대의 전쟁, 국방 M&S, 교전모델, 분산전장 모의환경

1. 서론

근대 이전의 전쟁은 수직적 상하구조를 가진 지휘체계에 의해 여러 지휘관이 존재했으며, 전장에서 승패는 지휘관의 경험에 근거한 판단력, 부대원들의 작전 수행능

력 등에 의해 결정되었다^[1]. 한편, 응용과학이 집약된 현대의 전쟁은 실시간으로 변하는 상황에 따른 예측 데이터 분석 결과, 모의전장 구축을 통한 시물레이션 결과 등을 참고하여 지휘관이 최소한의 의사결정을 통해 부대를 지휘한다. 즉, 현대전은 전장에서 승패를 결정하는 요소가 그 이전의 전쟁에 비해 훨씬 다양해짐과 동시에 그 복잡도 또한 높아졌다^[2].

국방 분야에서는 전장에서 일어날 수 있는 다양하고 많은 상황을 예측하기 위하여 전장 모의환경^[3]을 구축하고 실험하는데, 이를 국방 M&S^[4]라고 한다. 국방 M&S는 전장에서의 과학적 의사결정, 효율적 전투수행, 안전한 국방시스템 운용을 목표로 하며, 모델링의 추상화 정도와 모의 대상에 따라서 전구급 모델, 임무급 모델, 교전급 모

* 본 연구는 방위사업청과 국방과학연구소의 지원으로 수행되었습니다(UD140022PD).

Received: 2 November 2015, **Revised:** 20 November 2015,
Accepted: 27 November 2015

*Corresponding Author: Jongsik Lee

E-mail: jslee@inha.ac.kr

Department of Computer and Information Engineering,
Inha University

델, 공학급 모델로 구분한다^[5]. 이러한 계층적 구분은 각 모델링의 목표를 규정하므로, 명확한 모델의 구성 및 설계를 수행할 수 있게 한다.

전장 모의환경 구축은 국방 M&S에서 필수적이며, 그 규모와 형태에 따라 다양한 연구기관이 참여하기도 한다. 즉, 전장 모의환경의 구축과 그것을 통한 시뮬레이션은 모델링에 참여한 다수의 참여자로부터 비롯되는 다양한 시스템 환경에서 분산 수행될 수 있어야 하며, 본 논문에서는 이러한 수행 환경을 분산전장 모의환경이라 한다.

분산 환경 구축의 일반적인 목적은 시스템 수행속도 향상, 용량 측면 효율 증가, 자원 공유 등으로 다양하지만^[6], 본 연구에서는 전장 모의환경 구축에 참여하는 다수의 참여자가 어디서든 접속 가능하며, 어떤 시스템 환경에서든 모델에 접근할 수 있도록 하는 위치 및 접근 투명성을 확보할 수 있도록 기본적인 구축 절차를 제시하고자 한다.

본 논문에서는 국방 M&S의 계층적 모델 중, 수십 분부터 수십 시간 이내까지의 범위에서 수행되는 단일 작전을 대상으로 하는 교전급 M&S 모델을 기준으로 한, 분산전장 모의환경 구축 방법을 제안한다. 분산전장 모의환경의 구축에서, 모델링은 이산사건 시스템 형식론인 DEVS (Discrete Event System Specification) 형식론^[7]을 따르며, 분산 시스템은 미국 국방성 표준인 HLA (High Level Architecture) / RTI (Run Time Infrastructure)^[8]를 기반으로 수행한다. 또한 모의환경의 사례를 단일부대 간 1:1 교전모델로 하여 분산전장 모의환경의 수행을 확인한다. 제안하는 분산전장 모의환경 구축 방법은 전장 모의환경 모델링 및 시뮬레이션에 참여하는 다수의 참여자를 위한 분산 환경의 구축 예시로서 활용될 것으로 기대한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 본 논문과 관련된 내용을 소개하고, 3장에서는 분산 환경에서의 모의 실험을 위한 단일부대 1:1 교전모델을 개발한다. 4장에서는 분산전장 모의환경의 구축 방법을 제안하고 5장에서는 제안한 분산전장 모의환경에서 단일부대 1:1 교전모델로 시뮬레이션 수행을 반복 실험하여 모의환경의 통신에 대한 신뢰성을 검증한다. 마지막으로 6장에서는 결론을 맺고 향후연구를 소개한다.

2. 관련 내용

2.1 국방 M&S와 교전급 모델

국방 M&S는 모델링 관점 및 추상화의 정도에 따라 Fig. 1과 같이 4단계의 계층적 모델인 친구급 모델, 임무급 모델, 교전급 모델, 공학급 모델로 구분되며, 본 연구에

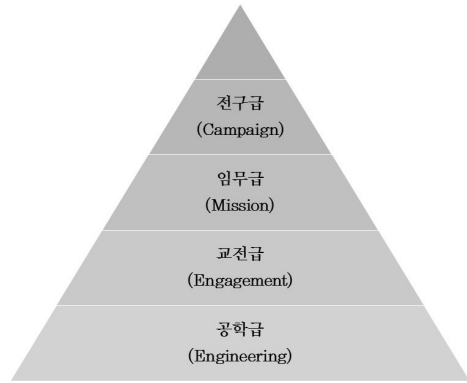


Fig. 1. Simulation Model for Defense M&S

의 전장 모의환경 구축은 교전급 모델을 기준으로 한다.

교전급 모델은 주로 이산사건 체계를 기반으로 모델링 되는 모델로, 연대 및 대대급 전술상황을 모의한다. 교전급 모델링은 주어진 무기체계를 사용한 1:1(다수) 교전 효과를 분석하는 것으로, 일대일, 혹은 소수 교전 상황과 같은 제한된 시나리오를 묘사한다. 교전급 모델의 모의 결과는 부대구조 및 무기체계 편성, 전투 체계 개발 등에 관한 분석에 활용되고 있다.

2.2 DEVS 형식론

DEVS 형식론(DEVS Formalism)은 시스템을 계층적으로 모듈화하여 표현하는 형식론으로, 이산사건 시스템의 상태 방정식을 집합론에 기반하여 표현하는 틀이다. DEVS 형식론은 2개의 모델 즉, 원자 모델(Atomic Model)과 결합 모델(Coupled Model)을 정의한다. 원자 모델은 더 이상 나누어질 수 없는 컴포넌트이며, 결합 모델은 원자 모델들 혹은 결합 모델들의 결합체를 의미한다. 원자 모델에 대한 DEVS 형식론의 수학적 정의는 Fig. 2와 같다. DEVS 모델링의 간편성 및 객체지향적 프로그래밍

$$M = \langle X, Y, S, ta, \delta_{ext}, \delta_{int}, \lambda \rangle$$

X : input event set
 Y : output event set
 S : sequential states set

ta : S → Real : time advance function
 $\delta_{ext} : Q \rightarrow Q$: external transition function
 $\delta_{int} : Q \times X \rightarrow Q$: internal transition function
 $\lambda : Q \rightarrow Y$: output function
 $(Q = \{ (s,e) \mid s \in S, 0 \leq e \leq ta(s) \})$

Fig. 2. Atomic Model on DEVS Formalism

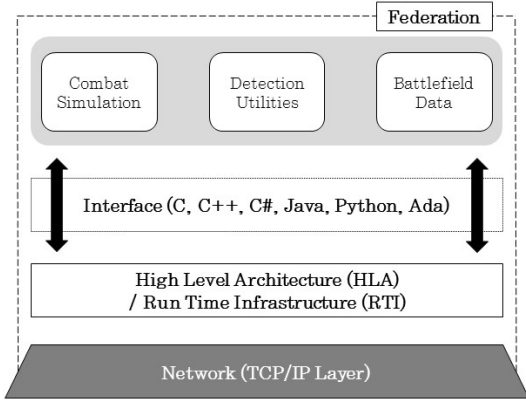


Fig. 3. Simulation Environment based HLA/RTI

구현 용이성으로 인해, 분산전장 모의환경에서의 교전급 모델은 DEVS 형식론을 통해 모델링된다.

2.3 HLA/RTI Standards

HLA는 미국 국방성에서 이기종 시스템 간 상호 운용 및 재사용을 목적으로 표준화 한 범용 분산 미들웨어 기술이며, RTI는 HLA의 구성요소인 Federate간의 상호작용을 위해 구성된 통신 계층의 명칭이다. HLA/RTI 기반 시뮬레이션 환경은 Fig. 3과 같으며, 본 연구에서는 상술한 DEVS와 HLA를 연동한 DEVS/HLA^[9]를 이용하여 분산전장 모의환경을 구축한다.

3. 단일부대 1:1 교전모델 개발

교전급 모델은 주어진 무기체계를 사용한 1:1 교전을 분석하는 것을 목표로 한다. 본 연구에서는 단일부대 간의 1:1 교전모델을 개발하여 전장 모의환경에 적용하며, DEVS 형식론을 기반으로 한 단일부대 1:1 교전모델에 대한 명세는 다음과 같다.

3.1 부대 구성요소

단일부대 간의 1:1 교전이므로 전투 객체는 아군 부대와 적군 부대로 나누어지며, 두 부대는 동일한 전력을 갖는 것으로 가정한다. 실제 교전을 위한 모의환경 구축인 경우에는 정보전을 통한 적군에 대한 정보 수집을 수행한 후 모델링해야 하겠지만, 모의실험을 위한 교전모델은 무기체계에 따른 구성요소만을 명세한다. Table 1은 전투 객체인 ‘부대’의 구성요소이며, 아군 부대와 적군 부대에 동일하게 적용되는 항목이다.

Table 1. Elements of Combat-Object

Elements	Related Mission	Details
Unit	Maneuver	Consists of 24 people
Radar	Detection	Detect Enemy
Weapon	Engagement	Attack Enemy
Analyzer	Evaluation	Make Decision

3.2 시뮬레이션 설계

위게임은 실제 또는 가상 군사작전 상황을 묘사한 시뮬레이션 프로그램으로, 합리적인 전략 결정을 위해 미국 육군에서 처음 도입되었다. 위게임 시뮬레이션^[10]은 많은 국방 M&S 관련 연구에 사용되고 있으며, 전장 모의환경 또한 위게임의 전투 논리에 따라 교전 규칙 및 임무를 정의할 수 있다. 전투 논리에 따르면 단일부대의 소수 교전 모델에서 부대는 기동, 탐지, 교전, 평가의 임무를 수행한다. 즉, 부대는 기동, 탐지, 교전, 평가라는 상태를 가질 수 있으며, 상태 간의 전이는 Fig. 4와 같이 나타낼 수 있다.

3.2.1 기동(Maneuver)

기동은 교전이 있기 이전까지 적을 탐색하며 전장을 배회하는 임무이다. 부대의 규모에 따라서는 정찰 및 공격징후 파악을 위해 소부대를 분리하여 기동을 세분화하지만, 본 연구에서는 단일부대가 단순히 전장을 단위시간 동안 이동하는 것을 기동 임무로 한정한다.

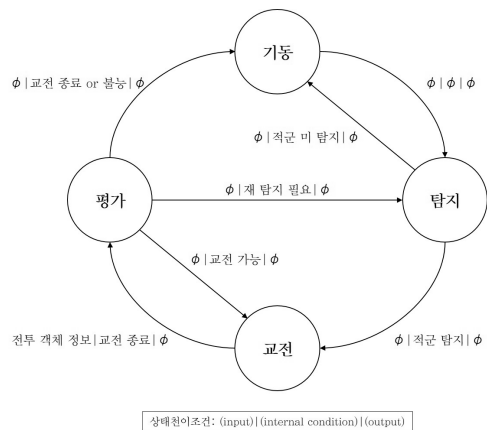


Fig. 4. State Transition Diagram of Combat-Object

3.2.2 탐지(Detection)

탐지는 기동을 통해 적의 위치, 사정권 내 여부, 적의 장비 및 표적 이동상태 등을 발견하는 임무이다. 전장에서 상대방을 얼마나 빠르게 탐지하느냐에 따라 승패가 좌우될 수 있기 때문에 탐지는 매 기동이 끝남과 동시에 수행한다.

3.2.3 교전(Engagement)

교전은 적군 부대가 아군 부대의 화력 사정권 내의 거리에 있는 것으로 탐지되었을 때 실시하는 임무이다. 본 연구에서는 아군 부대와 적군 부대의 전력이 동일한 것을 고려하여, 교전의 결과를 무작위로 산출하는 것으로 정한다.

3.2.4 평가(Evaluation)

평가는 교전 이후에 아군 부대가 교전에 의해 얼마나 피해를 입었는지 혹은 무기가 손상되었는지에 대해 평가하는 임무이다. 평가는 피해 평가 혹은 손상 평가라고도 하며, 부대의 현재 전력에 따른 작전 수행능력을 최대한 객관적으로 평가하여 다음 작전을 수행할지 여부를 결정하는 근거로 삼는다.

3.3 전장 공간

전장 공간은 단일부대 1:1 교전모델이 전투 객체의 특성 상 대공 임무를 수행할 수 없으므로, 2차원 좌표 공간으로 한정한다. 단, 아군 부대와 적군 부대가 서로 탐지하여 교전하게하기 위하여 전장 평면의 면적을 달린 공간으로 한정해야 한다.

4. 분산전장 모의환경의 구축

분산전장 모의환경 구축 방법은 분산 시스템을 통해 전장 모의환경의 모델링 및 시뮬레이션에 다수의 참여자가 동시에 접근할 수 있도록 하는 방법과 절차이다. 분산전장 모의환경의 구축은 Fig. 5와 같은 절차를 통해 이루어지며, 각 절차에 대한 설명은 다음과 같다. 단, 교전급 모델을 대상으로 한다.

4.1 모의대상 선정

분산전장 모의환경의 첫 번째 구축 절차는 모의대상을 선정하는 것이다. 모의대상의 선정은 모델링하려는 전장의 규모가 어떠한지, 모델링의 거시적 목적 혹은 구체적 목표가 무엇인지에 따라 추상화 수준을 선택할 수 있으며, 추상화 수준에 따라 국방 M&S에서 분류하고 있는 4가지

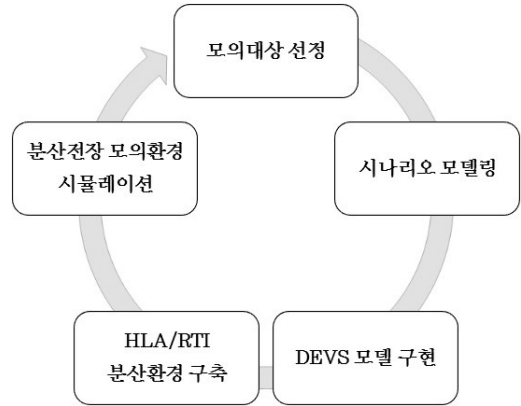


Fig. 5. Development of Distributed Environment

의 계층적 모델 - 전군급 모델, 임무급 모델, 교전급 모델, 공학급 모델 - 중 하나로 모델링해야 한다. 본 연구에서는 전투 객체 컴포넌트인 부대 모델 단위로 분산하기 위하여 교전급 모델을 모의대상으로 채택하였다.

4.2 시나리오 모델링

분산전장 모의환경의 두 번째 구축 절차는 시나리오에 따른 모델링이다. 모의실험을 수행하려는 전장의 모델이 교전급 모델로 설정되었다면, 주어진 전장 시나리오^[11]에 따라 교전급 모델을 DEVS 형식론에 맞게 재구성해야 한다. 전장 시나리오란, 시뮬레이션 모델 구축을 위해 예상 가능한 범위의 전장상황, 전투 논리에 의한 교전규칙, 무기체계에 따른 탐지확률 및 명중률 등을 설정하여 시뮬레이션의 결과에 대한 신뢰를 보장하는 구성요소로, 모델링 절차에서 반드시 고려되어야 한다. Fig. 6은 교전급 모델을 DEVS 형식론에 맞게 구성한 DEVS 모델이다.

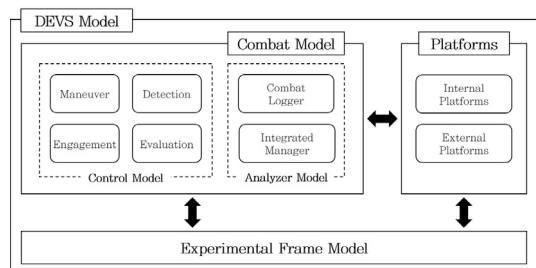


Fig. 6. Combat Model based on DEVS

4.3 DEVS 모델 구현

분산전장 모의환경의 세 번째 구축 절차는 프로그래밍 즉, 모델의 구현이다. 구현은 앞서 시나리오 모델링 과정에서 구성한 DEVS 모델을 토대로 원자 모델 및 결합 모델을 차례로 구현하여, 모의전장 전체를 이산사건 체계로 나타내는 것이다. 교전급 모델에서는 전투 객체가 원자 모델로 정의되며, 전장 전체와 실험 프레임이 합쳐져서 결합 모델로 표현된다. DEVS는 프로그래밍 언어인 C++, Java 등에 API를 제공하고 있어 다양한 언어 환경에서 모델 구현이 가능하지만, 분산전장 모의환경을 구축할 때에는 하나의 언어로 통일해야 한다. 즉, 여러 명의 모의환경 구축 참여자가 자신이 담당할 모델을 각각 구성한다 하더라도, 프로그래밍 언어는 통일해야 한다.

4.4 HLA/RTI를 이용한 분산 환경 구축

분산전장 모의환경의 네 번째 구축 절차는 HLA/RTI를 이용한 분산 환경의 구축이다. 분산 환경은 전장 모의환경을 구축하는데 참여하는 다수의 참여자가 자신의 시스템 환경을 통해 접근 위치와 환경의 제약에서 벗어날 수 있도록 하는 역할을 한다. DEVS와 HLA를 연동한 DEVS/HLA는 DEVS를 통해 구현된 개별 모델 즉, 전장 모의환경을 구성하는 원자 모델 혹은 결합 모델들이 여러 개의 분산된 시스템에 각각 존재하더라도, 하나의 분산전장 모의환경으로서 통합하여 작동할 수 있도록 한다. Fig. 7은 전장 모의환경을 구성하는 각각의 모델이 HLA/RTI를 통해 어떤 형태로 통신하는지를 나타내고 있다.

각각의 원자 모델 혹은 결합 모델은 자신이 가진 정보를 자신의 이름과 동일하게 생성된 Federation 이라는 HLA

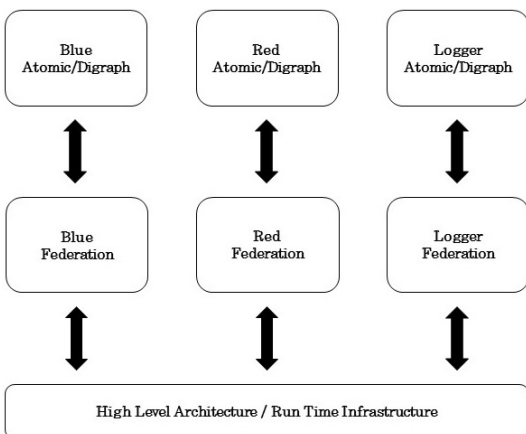


Fig. 7. DEVS/HLA Architecture

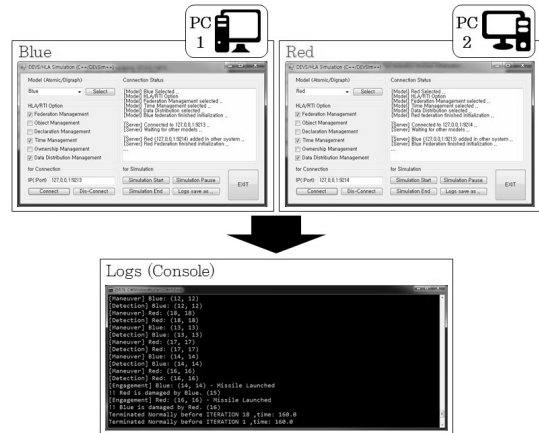


Fig. 8. Simulation in Distributed Environment

고유의 통신 계층에 전달한다. 이 과정에서 DEVS 모델을 이루는 객체, 변수 그리고 함수들은 Federation 이 제공하는 규약에 맞게 변환된다. 이후 각각의 모델에 대한 Federation은 HLA/RTI라는 분산 미들웨어 구조에 변환된 DEVS 모델을 전달하며, HLA/RTI 는 통상적인 네트워크 계층인 TCP/IP 계층¹²⁾에 재차 DEVS 모델을 전달함으로써 실제 통신이 이루어져서 실제의 분산 환경이 구축된다.

4.5 분산전장 모의환경 시뮬레이션

분산전장 모의환경의 마지막 절차는 구축된 환경을 통해 전장 모의실험을 수행하는 것이다. Fig. 8은 네트워크에 연결된 2개의 시스템 환경에서 각각 아군 부대와 적군 부대의 모델을 열고, HLA/RTI를 통해 구축된 분산전장 모의환경을 통해 시뮬레이션 하는 장면을 나타낸 것으로, 하단의 콘솔 창을 통해 아군과 적군이 어떤 임무를 수행하고 있는지 확인할 수 있다.

5. 분산전장 모의환경 수행 실험

본 절에서는 분산전장 모의환경 구축에 앞서 개발한 단일부대 1:1 교전모델을 DEVS/HLA를 통해 구축된 분산전장 모의환경에 적용하여 실험한다. 교전급 모델에서의 구체적 M&S 목적은 주어진 무기체계를 사용한 1:1 교전 효과를 분석하는 것이지만, 해당 실험에서는 구축된 분산전장 모의환경이 정상적으로 수행되는지 확인하는 것이 중점이므로, 아군 부대와 적군 부대를 분산전장 모

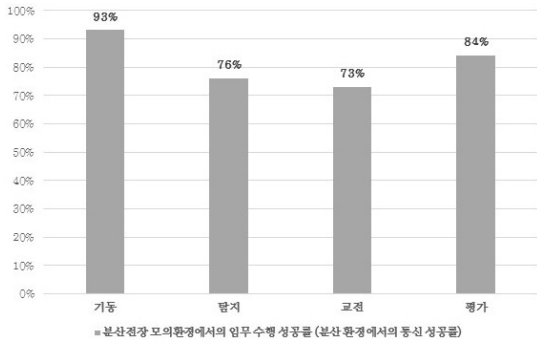


Fig. 9. Mission Success Rate in Distributed Battlefield Simulation Environment

의환경에 배치하였을 때 정상적으로 기동, 탐지, 교전, 평가의 임무를 수행하는지에 대한 실험 결과를 도출한다.

실험은 임무 수행 성공률을 측정한다. 임무 수행 성공률은 분산전장 모의환경에 참여한 아군 부대에 대해, 상술한 4가지의 임무에 대한 전투 객체의 상태 갱신 및 메시지 교환이 HLA/RTI 분산 환경의 통신을 통해 정상적으로 일어나는지를 측정된 것으로, 분산전장 모의환경의 시뮬레이션 성공 확률을 나타내는 지표이다. 정상적으로 종료된 교전 시뮬레이션의 횟수를 총 수행된 분산전장 모의환경 시뮬레이션의 횟수로 나누어서 계산하며, 식 (1)과 같다.

$$\text{분산전장 모의환경의 임무 수행 성공률} = \frac{\text{정상 종료된 교전 시뮬레이션 횟수}}{\text{총 수행된 교전 시뮬레이션 횟수}} \quad (1)$$

Fig. 9는 단일부대 1:1 교전모델이 분산전장 모의환경에서 각각의 임무를 정상적으로 수행했는지 즉, 각각의 원자 모델 및 결합 모델이 서로 정상적으로 통신했는지를 알아보기 위한 임무 수행 성공률이다. 실험은 100회의 분산전장 모의환경 시뮬레이션을 수행하여 그 중, 로그를 통해 확인할 수 있는 오류에 의해 분산 환경에서의 통신에 실패한 즉, 임무를 정상적으로 마치지 못한 경우를 제외하고 성공한 작업에 대해서만 집계하여 백분율로 나타내었다.

실험 결과에 의하면 각각의 임무 수행 성공률은 기동 93%, 탐지 76%, 교전 73%, 평가 84%로 나타났다. 기동과 평가는 80%를 상회하는 임무 수행을 보이는 반면, 탐지와 교전의 성공률은 기동과 평가에 비해 비교적 낮은

성공률을 보인다. 이러한 이유는 기동과 평가는 부대가 전장 공간 내에서 이동함으로써 변경된 2차원 좌표 정보 혹은 부대가 입은 피해를 HLA/RTI에 단순히 메시지로 전달하는 통신이기 때문이다. 반면, 탐지와 교전은 각기 다른 환경에 위치한 아군 부대와 적군 부대가 서로의 모든 객체 정보를 계속적으로 교환해야하기 때문에 기동과 평가에 비해 통신 빈도가 높아서 비교적 통신에 실패하는 경우가 많았다.

또한, 기동과 평가 중에서도 기동의 임무 수행 성공률이 더 높게 나타나는 이유는 분산 환경을 구축한 이후에 부대가 최초로 수행하는 임무가 기동이기 때문이다. 그에 반해 평가는 탐지와 교전의 결과에 따라 수행하는 횟수가 매번 달라질 수 있는 종속적인 임무로, 탐지와 교전의 임무 실패에 영향을 받기 때문에 단순히 수치정보가 담긴 메시지를 전달하는 임무임에도 불구하고 기동보다는 임무 수행 성공률이 떨어진다.

본 논문에서 제안한 분산전장 모의환경 구축 방법은 다양한 시스템 환경을 가진 모델링 참여자가 접근 위치와 환경에 구애받지 않고 분산 환경을 통해 전장 시나리오를 모델링 할 수 있도록 하며, 실험 결과와 같이 일정 수치 이상의 통신 성공률을 보장하여 모델링 참여자 입장에서 분산 환경의 구축을 고려하도록 유도하였다.

6. 결론 및 향후연구

응용과학이 집약된 현대의 전쟁은 예측이 어렵고 복잡하기 때문에 국방 M&S는 필수적이며, 국방 분야에서는 안전한 국방 운용을 위하여 전장 모의환경을 통한 다양한 시뮬레이션을 수행하고 있다. 전장 모의환경 구성에는 다수의 전문 인력이 참여하는데, 이러한 추세에 따라 다양한 시스템 환경에서의 분산된 접근을 수용할 필요가 있다.

본 논문에서는 분산전장 모의환경 구축 방법을 제안하고, 단일부대 1:1 교전모델의 사례연구를 통해 분산전장 모의환경이 실제로 적용될 수 있음을 확인하였다. 제안한 분산전장 모의환경 구축 방법은 전장 모의환경 모델링 및 시뮬레이션에 참여하는 다양한 인력을 위한 분산 환경 구축 예시로서 활용될 것을 기대한다.

향후 연구로는 임무급 이상에서의 대규모 분산전장 모의환경을 구축하는 방법에 대해 연구하여, 전장 상황을 더욱 구체적이고 실시간으로 재현할 수 있는 사례를 적용해 볼 예정이다.

References

1. Keeley, L.H., War before civilization, Oxford University Press, 1996.
2. Y.H., Sohn and W.B., Kim, "A Study on Evaluation Criteria for M&S Analysis of Command and Control Effectiveness in Joint Operations", Journal of the Korea Society for Simulation, Vol. 20, No. 4, pp. 167-175, 2011.
3. Sun, M., Tao, H.X and Zhang, L., "Research on a Method of Combat Simulation Creditability Evaluation based on Event Logic Analysis", Proceedings of the 2012 ACM/IEEE/SCS 26th Workshop on Principles of Advanced and Distributed Simulation, Zhangjiajie, pp. 181-183, 2012.
4. J.H., Kim, S.M., Jeong, I.H., Hwang, H.J., Cho, D.Y., Kim and Y.J., Jang, "M&S Verification, Validation and Accreditation Research Direction considering the Characteristics of Defense M&S", Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers, Vol. 39, No. 6, pp. 486-497, 2013.
5. H.J., Cha, H.J., Kim and H.Y., Lee, "RUP Model based SBA Effectiveness Analysis by considering the V Process and Defense Simulation Hierarchy", Journal of the Korea Society for Simulation, Vol. 24, No. 3, pp. 55-60, 2015.
6. Tanenbaum, A.S. and Van Steen, M., Distributed Systems, Prentice Hall, 2007.
7. B.P., Zeigler, H., Praehofer and T.G., Kim, Theory of Modeling and Simulation: Integrating Discrete Event and Continuous Complex Dynamic Systems, Academic Press, 2000.
8. C., Sung and T.G., Kim, "Framework for Simulation of Hybrid Systems: Interoperation of Discrete Event and Continuous Simulators using HLA/RTI", Proceedings of the 2011 IEEE Workshop on Principles of Advanced and Distributed Simulation, Nice, pp. 1-8, 2011.
9. K.C., Kang, J.Y., Oh, S.D., Chi, S.H., Chae and S.M., Lee, "DEVs/HLA-based Virtual Warfare Simulation Methodology", Proceedings of the 2005 Korea Society for Simulation, Busan, pp. 123-128, 2005.
10. K.T., Lee, O.J., Kwon and B.R., Jung, "A Study on Development of Wargame Model's Standard Combat Organization Function", Journal of the Korea Society for Simulation, Vol. 23, No. 2, pp. 35-46, 2014.
11. J.W., Bae, K.H., Lee, H.E., Kim, J.S., Lee, B.S., Goh, B.W., Nam, I.C., Moon, K.E., Kim and J.H., Park, "Modeling Combat Entity with POMDP and DEVs", Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers, Vol. 39, No. 6, pp. 498-516, 2013.
12. Davidson, J., An Introduction to TCP/IP, Springer Science & Business Media, 2012.



최 정 석 (jeongseokchoi.korea@gmail.com)

2015 인하대학교 컴퓨터정보공학과 학사
2015~ 인하대학교 컴퓨터정보공학과 통합과정

관심분야 : 클라우드 컴퓨팅, 모델링 & 시뮬레이션



문 성 환 (shmoon@inhaian.net)

2014 인하대학교 컴퓨터정보공학과 학사
2014~ 인하대학교 컴퓨터정보공학과 석사과정

관심분야 : 클라우드 컴퓨팅, 사물 인터넷 (IoT), 모델링 & 시뮬레이션



김 태 영 (taeyoung.kim@selab.inha.ac.kr)

2007 인하대학교 컴퓨터공학과 학사
2009 인하대학교 컴퓨터정보공학과 석사
2009~ 인하대학교 컴퓨터정보공학과 박사과정

관심분야 : 병렬 분산 컴퓨팅, 모델링 & 시뮬레이션



김 재 권 (jaekwonkorea@naver.com)

2011 가천의과학대학교 정보처리과 학사
2011 인하대학교 컴퓨터정보공학과 석사
2013~ 인하대학교 컴퓨터정보공학과 박사과정

관심분야 : 클라우드 컴퓨팅, 인공지능, 모델링 & 시뮬레이션



이 종 식 (jslee@inha.ac.kr)

1993 인하대학교 전자공학과 학사
1995 인하대학교 전자공학과 석사
2001 미국 애리조나대 전기·컴퓨터공학과 박사
2001~2002 캘리포니아 주립대학교 전기·컴퓨터공학과 전임강사
2002~2003 클리블랜드 주립대학교 전기·컴퓨터공학과 조교수
2003~ 인하대학교 컴퓨터정보공학과 교수

관심분야 : 모델링 & 시뮬레이션, 클라우드 컴퓨팅, 소프트웨어공학