

DEVS기반 가상전장 모델링 및 시뮬레이션

김명훈* · 강경남* · 이종근* · 지승도* · 이상민**

DEVS-based Virtual Warfare Modeling and Simulation

MyungHoon Kim · KyungNam Kang · JongKeun Lee · SungDo Chi · SangMin Lee

요약

본 연구는 이산 사건 시스템 형식론(DEVS: Discrete Event System Specification)을 이용한 가상전장 모델링 및 시뮬레이션 방법론을 제안한다. 기존 군체계에 관련된 모델링 기술은 물리적 모델링, 비주얼 모델링, 또는 개념적 모델링 등 개별 기능중심의 단편적 플랫폼 모델링에 그치고 있으며, 무기체계 분석 시뮬레이션도 개별 단위체 중심으로 평가되어져서, 다양하고 종합적인 그리고 상호운영성과 재사용성 등을 고려한 통합 모델링 및 시뮬레이션 환경을 제공하지 못하는 단점을 갖는다. 따라서 본 논문에서는 개별 전투병력에서부터 첨단 무기체계에 이르는 다양한 전장 요소들을 계층 구조적으로 통합함으로써 전장에서 발생될 수 있는 개별 전투병력의 미시적 행동 특성뿐 아니라 분대/중대/대대/사단급 단위의 거시적 전략/전술에 대한 묘사까지도 가능한 가상전장 모델링 및 시뮬레이션 환경을 제안한다. 제안된 방법론은 분대 단위의 가상전장 환경에 대한 사례연구를 통해 검증하였으며, 향후 연구로는 대단위 가상전장에 대한 묘사를 위한 HLA 분산 시뮬레이션 기술의 적용에 대한 연구가 필요할 것이다.

1. 서론

위게임이란 실제 또는 가상전쟁, 전투 등 군사상황을 묘사하기 위해서 둘 또는 그 이상의 적대세력간에 발생하는 군사적 상황을 규칙, 자료, 절차 등을 사용하여 모의하는 군사 작전 게임을 말한다[1]. 특히, 위게임은 전쟁수행능력 평가를 위하여 수많은 변수들이 복잡하게 연결되어 있는 극한 상황에서 전투수행상황을 신속하게 분석할 수 있는 전쟁모의분석 기법으로 대두되고 있다[2]. 최근 컴퓨터의 처리능력이 급격히 증대됨에 따라서 현실과 같은 가상환경에서 합동작전을 모의할 수 있고, 전략·작전 및 전술 수준을 모두 고려할 수 있는 환경이 구축되었다. 또한, 지상전, 공중전, 해상전, 미사일전,

정보전 등 현대 전투개념을 모두 반영할 수 있도록 그 활용 범위가 넓어지고 이에 맞춰 위게임 모형도 발전되고 있다[2,3]. 하지만 기존에 개발되어 사용되어지고 있는 JANUS[4], JTLS[5]와 같은 대부분의 위게임들은 단위 부대의 분석형 모델로 개발된 것들이 주를 이루고 있는 실정이다. 또한 기존에 개발된 모델들은 물리적, 비주얼 모델링, 또는 개념적 모델링 등 개별 기능중심의 단편적 플랫폼 모델링에 그치고 있으며, 무기체계 분석 시뮬레이션도 개별 단위체 중심으로 평가되어져서 통합 모델링 및 시뮬레이션 환경을 제공하지 못하는 실정이다. 따라서 이러한 기존의 모델로는 복잡성과 다양성을 갖는 최근의 가상전장 환경을 효과적으로 묘사하기에는 한계가 있다. 이에, Zeigler는 HLA-DEVS기반의 무기체계의 모델링 방법을 제안한 바 있지만 이론적 접근에 그치고 있다[6].

* 한국항공대학교 컴퓨터공학과

** 리얼타임 비주얼(주)

따라서, 본 논문에서는 기존에 연구된 무기체계의 능동방어에 관한 연구[7,8]를 기반으로 각종 무기체계뿐만 아니라 개개의 전투병력의 지능적인 미시적 행동 묘사 및 부대단위의 거시적 묘사까지도 가능한 통합 모델링 및 시뮬레이션 환경을 제안한다. 제안된 시뮬레이션 환경은 크게 Space Model, Platform Model, Experimental Frame의 세 모델로 구성된다. Space Model은 전장의 상황과 환경 등을 전파하고 관리한다. Platform Model은 전장에서의 객체들을 표현하며, Experimental Frame Model은 각종 시나리오와 시뮬레이션 분석 등을 하는 역할을 한다. 위의 모델들은 DEVS 기반 System Entity Structure /Model Base[9,10]를 기반으로 하여 구현하였다. 또한, 사례연구를 통하여 그 가능성을 제시하였다.

본 논문의 순서는 먼저 2장에서 가상 전장 모델링 및 시뮬레이션 접근 방법론에 관하여 논하고 3장에서는 사례연구를 통해 제안된 방법을 검증하고 4장에서 결론을 맺는다.

2. 가상전장 모델링 및 시뮬레이션 방법론

본 논문은 실제 전장에서 서로 다른 군사적 행동을 하는 개체들이 내부의 의사결정 및 특성에 따라서 행동을 표현할 수 있는 통합 모델링 및 시뮬레이션 환경을 갖는 위게임 모형의 제안에 그 목적을 두고 있다. 그림 1에서 제안된 방법은 실제 전장에 있는 장애물(군사적 행동을 갖지 않는 개체)을 Space Model에 연결된 GIS DB에 저장하고, 전장에 존재하는 전투개체들을 각각의 Platform Model에 대응시킨다. 이렇게 함으로써, 계층 구조적 모듈화 시뮬레이션 틀 속에 전장과 개체들을 독립적으로 구축하게 된다. 따라서 단순한 전투능력을 나타내는 수치의 비교를 이용한 시뮬레이션에서 나타낼 수 없는 각각의 모델들의 행동들을 상세하게 묘사할 수 있다.

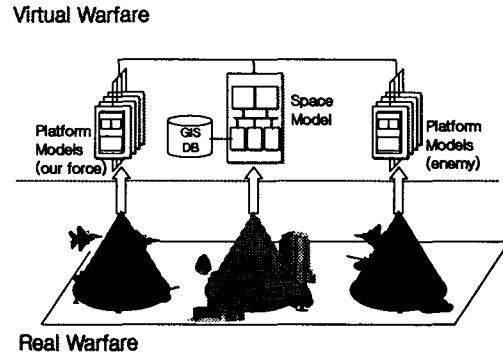


그림 1. 가상 전장 모델링 및 시뮬레이션 개념도

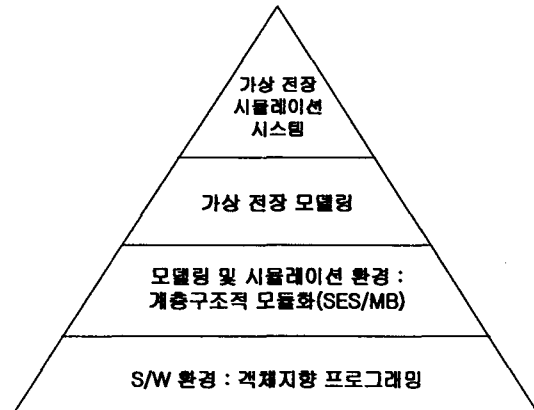


그림 2. 가상 전장 모델링 및 시뮬레이션 계층적 접근 방법

본 연구에서 제안하는 시뮬레이션 시스템의 접근 방법은 그림 2와 같이 객체 지향적 소프트웨어 환경위에 시뮬레이션의 동역학적 방법론과 인공지능의 기호적 방법론을 체계적으로 결합시킨 SSES/MB 형식론을 기반으로 한다. 이렇게 함으로써 모델들의 재사용성과 구현이 용이하게 된다. 이러한 모델링 및 시뮬레이션 환경을 기반으로 모델의 추상화 및 생성을 통해 통합 모델링 및 시뮬레이션 환경을 제공하며, 무기체계의 미시적 및 거시적 표현이 가능한 가상 전장 모델을 만든다. 이 과정을 통하여 가상전장 시뮬레이션 시스템이 구축된다.

SES/MB 환경을 기반으로 그림3과 같이 제안

된 시뮬레이션 시스템은 전장을 관리하는 Space Model과 전장에서의 군사적 행동을 갖는 객체들을 표현하는 Platform Model 및 각종 시나리오 입력 및 보고서 작성 등의 역할을 하는 Experimental Frame으로 구성된다.

2.1 SPACE MODEL

Space Model은 전장을 표현하는 모델로써, Platform Model의 좌표 갱신을 담당하는 Logger, Platform Model에게 전장 상황을 전파하는 Propagator, 연산을 담당하는 SEP로 구성되어 있다. 또한 이 Model은 전장에 있는 장애물에 대한 위치 및 속성을 DB로 갖고 있으며 그 정보를 Platform Model에게도 전달해주어, Platform Model들은 그 것을 이용하여 다양한 행동 및 상황을 표현 가능토록 해준다

- **Propagator Model** : 전장에서의 환경 및 다른 Platform의 Emitter(Platform이 발산한 소리 및 공격 등)에 대하여 그 영향범위

내의 다른 Platform들에게 전파한다.

- **Logger Model** : Platform Model로부터 이동 Message를 받아서 이동좌표의 계산을 SEP Model에 요청하고 계산된 결과를 SEP Model로부터 받아서 Platform Model의 새로운 좌표를 갱신한다.
- **SEP Model** : Platform Model들의 전장에서의 위치정보 및 궤도변경 등의 계산 및 Platform의 Emitter가 미치는 영향범위를 예측한다.
- **GIS Manager** : GIS DB를 관리하고 GIS data를 요청하는 모델에 정보를 전달해준다.
- **Configurator** : 모델간의 커플링 정보를 갖고 있다.

2.2 PLATFORM MODEL

Platform Model은 전장에서 군사적 행동을 하는 개체(병사 또는 무기체계)들을 표현한 모델이다. 내부의 모델들간의 Message Routing과 Platform Model의 생존여부를 판단하는 Hull

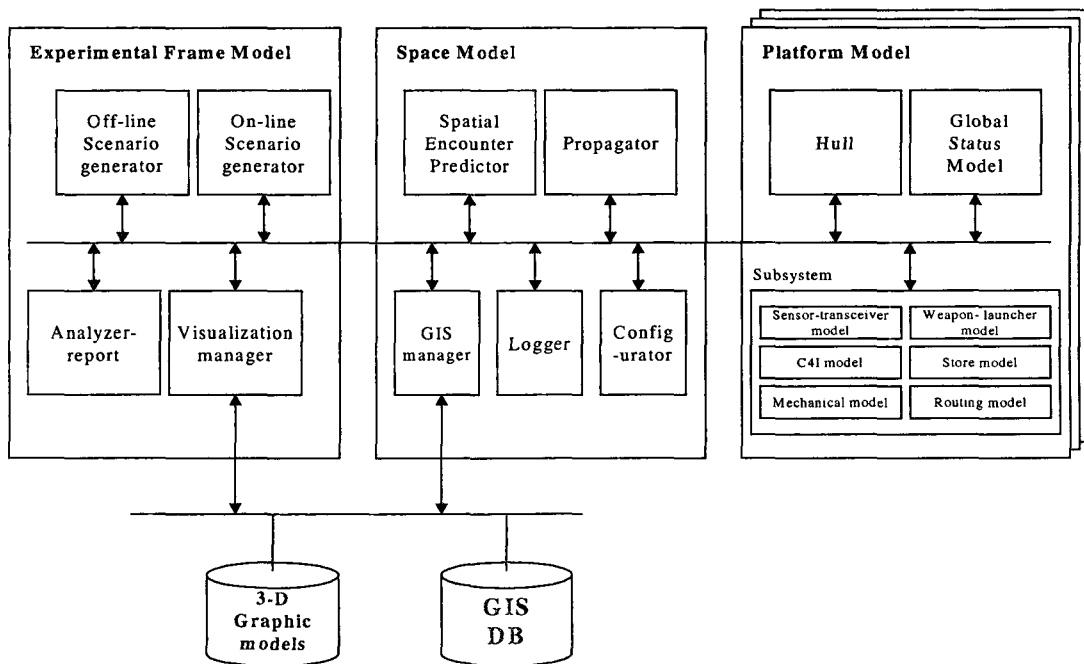


그림 3. 가상전장 시뮬레이션 시스템 모델구조

Mode, 외부에 보여지는 상태를 표현하는 Global Status Model, 외부의 상황을 인지하고 판단하여 의사결정을 통해 다양한 행동으로 표현하는 Sub system으로 구성되어 있다.

- **Hull Model** : Platform Model 내부에 있는 Sub Model간의 Message Routing을 담당하는 것으로 Space Model에서 전달되는 Message를 받아서 그 Message가 일반 사항이면 다른 Sub Model로 전송해주고 다른 Platform의 공격에 의한 상황전파이면 Hull Model에서 Platform Model의 생존성 여부를 판단하여 피해상황 정도를 결정한다.
- **Global Status Model** : 외부에 보이는 Platform 모델의 형태를 결정하는 모델로서 결정된 의사에 따라 상태를 결정하게 된다.
- **Routing Model** : 다음 아래에서 설명되는 Subsystem을 구성하는 Model들 사이에 message를 routing 해준다.
- **Sensor Model** : Hull을 통해서 Space Model에서 전달된 전장상황을 아군의 수, 적군의 수, 근접한 적군, 적군과의 거리, 장애물의 위치, 공격 대상 등의 정보로 분류하여 C4I Model로 전달한다.
- **C4I Model** : Platform Model부의 의사결정을 담당하는 곳으로 아래의 그림 4에서 보는 바와 같이 Sensor로부터 전달받은 Sensing data를 Recognizer를 거쳐서 분

석·인지하고 그 상황을 의사결정 Table에 저장된 이전의 의사와 비교하여 다음의 행동의사를 결정한다. 결정된 의사는 이전의 의사를 저장하는 Decision Table과 Routing Model을 통해 다른 Model로 전달된다.

- **Mechanical Model** : C4I에서 결정된 의사에 따라서 Platform Model의 행동을 나타내는 역할을 한다. C4I에서 결정된 의사가 넘어오면 의사에 따라서 walking, running, creep-moving, getaway, stand-shoot, creep-shoot stand-ready, creep-ready, command 와 같은 행동상태로 변환이 된다.
- **Weapon Launcher Model** : Platform Model이 무기체계일 때 무기 시스템을 특징을 표현한다.
- **Store Model** : Platform Model이 소유하고 있는 자원을 관리한다

2.3 EXPERIMENTAL FRAME MODEL

시뮬레이션의 가상 시나리오 설정 및 각 부대의 무기 등 속성을 설정하고, 시뮬레이션 결과를 분석하는 역할을 담당한다

- **Off/On Line Scenario Generator** : 시뮬레이션 실행시 혹은 실행 중에 사용자가 시나리오를 설정할 수 있게 한다.
- **Analyzer Report** : 시뮬레이션 된 결과를 분석한다.
- **Visualization Manager** : 시뮬레이션 된 결과를 3D graphic model을 이용하여 화면에 출력한다.

3. 사례연구 : 분대단위 전투

본 장에서는 위에서 언급한 시뮬레이션 구조에 따라 시스템을 설계 구현하여 시뮬레이션 실험을 한다. 시뮬레이션을 위한 시나리오는 다음과 같이 가정한다.

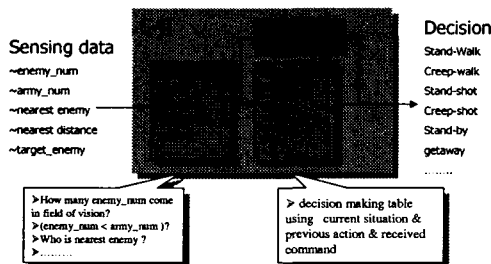


그림 4. C4I의 의사결정 개념도

시나리오 : 그림 5에서와 같이 공격측은 수비측의 레이더망을 교란시키기 위하여 수비측의 레이더를 폭파해야 한다. 이에 공격측은 부대를 투입하여 수비측의 레이더 기지를 공격한다.

수비측 전술 : 적의 공격이 있을 시 가용 병력을 집중하여 빠른 시간 내에 적을 섬멸한다.

공격측 전술 : 2개의 조로 나뉘어서 한 개의 조가 수비측을 유인하고, 다른 조가 목표지점을 점령한다.

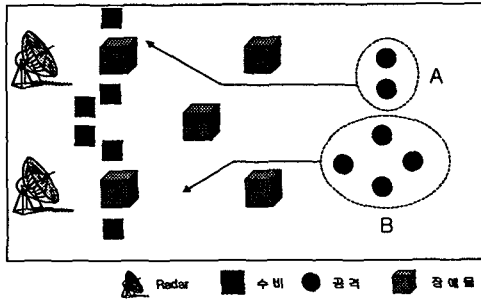


그림 5. 시나리오 맵

그림 6은 시나리오에 따른 모델간의 데이터 흐름을 보여준다. 표 1에서는 시나리오에 따라서 공격측의 유인조가 수비측에게 접근했을 때 공격측을 발견한 수비측 병사가 공격측의 침입을 다른 병사들에게 알리는 상황의 데이터 흐름을 나타낸 것이다. 공격측 병사가 수비측 병사의 가시권에 들어가면 ①, 수비측 병사는 이를 인지하고②, 상황을 파악하여③ 다른 수비측 병사에게 도움을 요청④하려 알람을 울린다⑤. 이 알람소리를 Propagator가 다른 수비측 병사에게 전파하고⑥, 다른 병사들은 소리를 들은 후⑦, 적의 침입이 있음을 인지하고⑧, 침입 지역으로 이동한다⑨,⑩. 이동 Message를 받은 Logger는 SEP에 이동된 좌표에 대한 계산을 요청하고⑪, 계산된 좌표를 이용하여 Platform의 좌표를 갱신한다⑫.

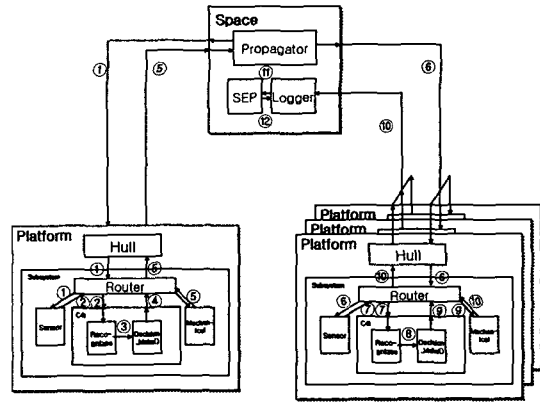


그림 6. 시나리오에 따른 데이터 흐름도

한편 공격측은 다른 공격조에 의해 유인된 수비측 병사가 이동하면①, 적군의 이동을 보고②, 적군이 없는 상황을 인지하고③, 전진명령을 내린다④, ⑤. Propagator가 명령을 전파하고⑥, 명령을 들은 공격측은⑦, 목표지점으로 이동한다

⑧, ⑨, ⑩. 마찬가지로 이동 Message를 받은 Logger는 SEP에 이동된 좌표에 대한 계산을 요청하고⑪, 계산된 좌표를 이용하여 Platform의 좌표를 갱신한다⑫.

표 1. 그림 6에서 시나리오에 따른 Message

번호	수비측 Message	공격측 Message
①	propagator Message	propagator Message
②	enemy_num, army_num, nearest_enemy distance, ...	enemy_num, army_num, nearest_enemy distance, ...
③	dangerous	clear
④	require_help	advance
⑤	alarm	command(advance)
⑥	alarm_emitter	command
⑦	hearing_alarm, alarmed_position	hearing_command
⑧	attacked	advance
⑨	move	move
⑩	running	running
⑪	request_clac	request_clac
⑫	moved_position	moved_position

전투 발생 시 모델간의 데이터 흐름은 표2와 같다. Propagator가 전장정보를 전파하고(①), 병사가 전장정보를 적의 위치 및 거리등으로 분석 후(②), 판단하여(③), 사격을 한다(④, ⑤). 사격 Message를 받은 Propagator는 표적이 되는 다른 Platform에게 전파하고(⑥), Hull은 공격에 대하여 피해 여부를 판단 후, 피해를 곧바로 Propagator에 전파(⑩)한다.

표 2. 그림6에서 전투시 Message

번호	Message
①	propagator Message
②	enemy_num, army_num, nearest_emy distance, ...
③	bowshot
④	shoot
⑤	fire
⑥	bullet_emitter
⑩	dead or alive

그림 8은 시뮬레이션 후 시간 경과도를 그린 것이다. 공격측은 시나리오에 따라서 2개조로 나뉘어 움직인다. 유인조가 먼저 이동하여 적에게 발견되어 적을 유인하고 다른 공격조가 그 후에 이동하는 것을 볼수 있다.

그림 9는 개별 시뮬레이션 실행 후의 전투병력의 시뮬레이션 궤적을 보여주는 것으로서, 각각 병력의 시간대별 위치 및 행동, 상태 등 앞에서 제시한 미시적 행동 표현이 가능함을 잘 나타

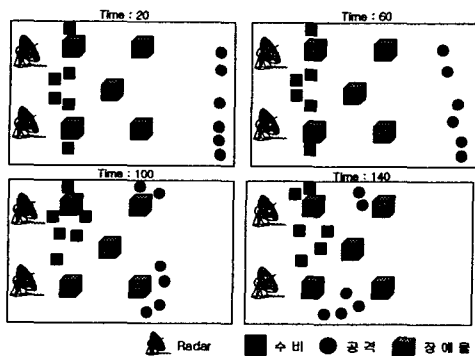


그림 8. 시간에 따른 전장 상황변화 개념도

내고 있다. 또한 이 개인별 시뮬레이션 궤적을 분석하여 전체 부대에 대한 정보와 부대간의 전투결과 등의 정보를 제공하는 등 거시적 전략/전술을 보여줄 수 있다.



그림 9. 전투병력의 시뮬레이션 궤적

4. 결론

기존의 워게임은 기능 중심적이고 단편적이며 통합 모델링 및 시뮬레이션 환경을 제공하지 못하는 단점을 갖고 있다. 이에 본 논문에서는 가상전장 환경을 DEVS 기반의 SES/MB를 통하여 각 전투병력의 미시적 행동표현 및 부대단위의 전투결과와 표현이 가능한 가상전장 모델링 및 시뮬레이션 방법론을 제안하고 사례연구를 통하여 제안된 방법론을 검증하였다. 또한, 병사 개개인의 미시적 특성을 표현함으로써 보다 더 현실감 있고, 부대전체의 작전뿐 아니라 병사 개개인의 작전까지도 표현할 수 있을 것으로 기대가 된다.

향후 연구방향으로는 현재 분대단위의 부대 단위까지 구현된 시스템을 대단위의 부대단위에 적용시키고, 이를 위한 HLA기반의 분산 시뮬레이션 연구가 계속되어야 하겠다.

Acknowledgements

본 연구는 리얼타임 비주얼(주)에서 지원하는

“DEVS를 이용한 가상전장 모델링 및 시뮬레이션 방법론 연구”의 위탁과제로 수행되었음.

참고문헌

- 1) <http://www.army.go.kr/yookun/yo-8/w1-1.htm>, 대한민국 육군 홈페이지
- 2) 문형곤, “한국형 위게임모형 개발기법”, 한국시뮬레이션학회 춘계학술대회, 1994.
- 3) 문형곤, 박찬우, “위게임 모형의 CAI 기능통합 및 연동화 시뮬레이션 기법”, 한국시뮬레이션학회 춘계학술대회, 2000
- 4) M. Shing, V. Berzins, J. Willams “Architectural re-engineering of Janus using object modeling and rapid prototyping”, *IEEE International Workshop on*, 1999 Page(s): 216 -221
- 5) Kevin Brandt, Elten Roland, “Modeling Coalition Warfare_A Multi-sided Simulation Design”, *Simulation Conference Proceedings*, 1993. Winter Page(s): 977
- 6) Bernard P. Zeigler, Steve B. Hall, Hessam S. Sarjoughian, “Exploiting HLA and DEVS To Promote Interoperability and Reuse in Lockheed’s Corporate Environment”, *Simulation November*, 1999
- 7) 이종근, 지승도, “자치적 방어시스템을 위한 모델베이스 기반 설계”, 한국시뮬레이션 학회 논문지 1999 제 18권 1호 p89-99
- 8) 이종근 “자치적 능동 방어 시스템의 설계 방법론에 관한 연구”, 한국항공대학교 컴퓨터 공학과 대학원, 석사논문. 2. 1998
- 9) B.P Zeigler, *Object-oriented Simulation with Hierarchical, Modular Models : Intelligent Agent and Endomorphic Systems*, Academic Press, 1990
- 10) S.D Chi, “Modeling and Simulation for High Autonomy Systems”, *Ph.D. Dissertation, Dept. of Electrical and Computer Engineering, Univ. of Arizona*, 1991