DEVS/HLA 기반 가상전장 분산 시뮬레이션

*김명훈, **이상민, *유용준, *채수환, *지승도

*한국항공대학교 컴퓨터공학과

**리얼타임 비쥬얼(주)

경기도 고양시 덕양구 화전동 200-1

DEVS/HLA-based Virtual Warfare Distributed Simulation

*MyungHoon Kim, **SangMin Lee, *Yong Jun, You, *Soo Hwan Chae *SungDo Chi

*Department of Computer Engineering HangKong University

**Real Time Visual Co. Ltd

요 약

본 연구는 미국방성에서 시뮬레이션 시스템간의 표준화 분산 미들웨어 기술인 HLA와 이산 사건 시스템 형식론(DEVS: Discrete Event System Specification)을 이용한 가상전장 분산 시뮬레이션을 목적으로 한다. 최근 군체계 시뮬레이션은 지상전, 공중전, 해상전, 미사일전, 정보전 등 현대 전투개념을 모두 반영할 수 있도록 그 활용 범위가 넓어지고 있다. 따라서 기존에 개발되어 사용되고 있는 각종 군체계 시뮬레이션들을 통합하여 운영하려고 하고 있으나 각각의 시뮬레이션들은 그 목적에 따라 각기 다른 환경에서 개발되어졌기 때문에 통합환경을 제공하기가 쉽지 않다. 따라서 본 논문에서는 기존에 연구된 DEVS 기반 가상전장 환경을 확장하여 전장의 다양한 요소들을 계층 구조적으로 통합하고 HLA에 적용하여 분산 시뮬레이션 실험을 하였다. 이렇게 함으로써 분산 환경 하에서 통합 가상 전장 환경을 제공할 수 있으며, 대단위 부대의 실험시 시뮬레이션의 성능향상을 기대할 수 있다.

I. 서 론

현대전은 점점 더 복잡해지고 예측하기 어려운 다양한 상황을 내재하고 있다. 이에, 전쟁수행능력 평가를 위하여 수많은 변수들이 복잡하게 연결되어 있는 극한 상황에서 전투수행상황을 신속하게 분석할 수 있는 전쟁모의분석 기법이 다수 개발되었다[1]. 그 기법으로 모의 대상체에 따라서 전장 요소들을 모델링하여 무기체계에 대한 성능평가 및 분석을 하거나 지휘관/참모의 작전계획에 대한 평가 및 전쟁시 군수물품 소요 및 병력 산출, 지휘관/참모의 전투지휘훈련을 모의하는 가상 전장 모델 등이 있다. 이렇게 개발된 군체계 시뮬레이션은 최근 지상전, 공중전, 해상전, 미사일전, 정보전 등 현대 전투개념을 모두 반영할 수 있도록 그 활용 범위가 넓어지고 있으며, 기존에 개발되어 사용되고 있는 각종 군체계 시뮬레이션들의 통합운영 필요성이 커지고 있다. 하지만, 이렇게 개발된 모델들은 물리적 모델링, 비쥬얼 모델링, 또는 개념적 모델링 등 개별 기능중심의 단편적 플랫폼 모델링에 그치고 있으며, 무기체계 분석 시뮬레이션도 개별 단위체 중심으로 평가되어져서, 다양하고 종합

적인 그리고 상호운영성과 재사용성 등을 고려한 통합 모델링 및 시뮬레이션 환경을 제공하지 못하는 단점을 갖고 있다[2]. 또한 각각의 시뮬레이션들은 그 목적에 따라 각기 다른 환경에서 개발되어졌기 때문에 통합환경을 제공하기가 쉽지 않다. 이에 이기종간 시뮬레이션 모델의 통합운영 및 현대전의 복잡성 표현, 시스템 처리능력간의 상호 불균형을 해결하기 위하여 분산 시뮬레이션이 그 방법으로 대두되었다[3,4]. 이와 같은 분산 시뮬레이션을 위한 범용 미들웨어로는 미국방성에서 제안한 HLA[5], OMG의 CORBA[6], MS사의 DCOM[6] 등이 있다.

본 논문에서는 특히 국방 분야 모델링 및 시뮬레이션에서 각광을 받고 있는 HLA를 DEVS[7,8]와 연동한 DEVS/HLA[3,4]를 이용하여 기존에 연구된 DEVS 기반 가상전장 시뮬레이션[2]을 확장하여 분산 시뮬레이션 환경에 적용하였다.

Ⅱ. DEVS/HLA기반 시뮬레이션 환경

본 장에서는 DEVS/HLA 기반의 분산 환경에 대해서 설명한다. HLA는 미국방성에서 이기종 시스템간의 상호 운용성과 재사용성을 목적으로 표준화한 분산 미들웨어 기술이다. HLA는 federate 간의 상호작용을 위해서 구현된 통신 계층으로 RTI를 갖고 있다. 그림 1을 보면 RTI는 Federation management, Declaration management, Object management, Ownership management, Time management, Data distribution management와 같은 6개의 서비스를 갖고 이들을 수행한다. 이러한 시뮬레이션 환경에 그림 2에서와 같이 기존의 DEVS 기반 모델들이 HLA 기반의 분산 시뮬레이션 환경에서 분산 수행될 수 있도록 DEVS/HLA 인터페이스(DeSim/HLA)[9]를 이용하여 DEVS/HLA 분산 시뮬레이션 환경을 구축하였다. 이렇게 구축된 시뮬레이션 환경은 기존 분산 환경과 비교할 때 두 가지 장점을 갖는다.

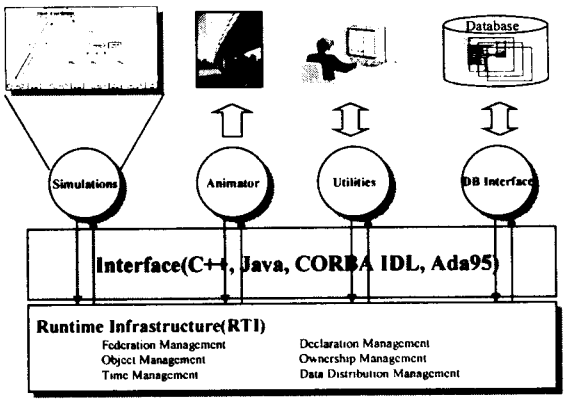

그림 1. HLA(RTI) 기반 시뮬레이션 환경

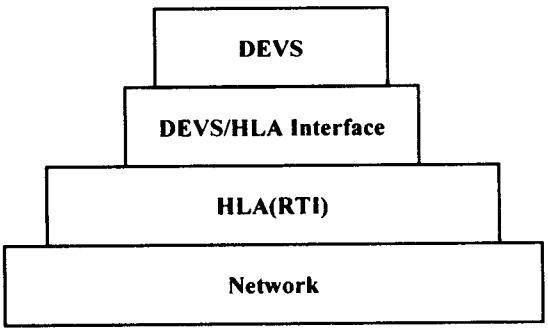

그림 2. DEVS/HLA 시뮬레이션 계층구조

첫째, 상호 운용성이다. Federate는 시뮬레이션 모델과 같은 것으로 HLA에서 정의한 표준을 기반으로 모델링하고 interface specification에서 정의한 API를 사용하면 상호 운용되는 분산 시뮬레이션이 구축된다. 둘째, 재사용성이다. HLA표준에 의해 정의된 federate는 모든 RTI 기반의 환경에서 재사용 가능하다. 본 논문에서는 DEVS/HLA 기반 가상전장 시뮬레이션을 구현함에 있어 기존 연구된 DeSim/HLA 인터페이스[9]를 이용하여 그림 3과 같이 환경을 구축하였다. 그림에서 보이는 회색 박스가 DeSim/HLA 인터페이스를 위한 클래스이다. 각 클래스는 다음과 같이 요약된다.

• **DisWFederateAmbassador** : RTI가 호출하는 함수들을 정의한 Class이고, RTI에 의해 발생되는 이벤트에 대한 Call-back function으로 정의된다. 외부 입력 메시지에 대한 이벤트, Time Advance

Grant Signal, Next Grant Time에 대한 이벤트, 시간 설정 및 동기화 등에 사용된다.

• **PortHLA** : 기존의 port 개념을 그대로 HLA 환경에 옮겨놓은 것으로, HLA의 Interaction과 Parameter 정보를 관리한다. 그리고 Interaction class의 publish와 subscribe 함수를 정의한다.

• **AtomicFederate** : atomic model을 하나의 federate로 만들기 위한 클래스이다. HLA Federate를 위한 멤버 함수를 정의한다.

• **HLACoordinate** : Digraph model을 하나의 federate로 만들기 위한 HLACoordinate 클래스가 있다. 이 클래스는 AtomicFederate와 같이 HLA Federate를 위한 멤버 함수를 가진다. 하지만 다른 점은 외부에서 입력된 메시지를 내부의 Atomic 혹은 Coupled 모델로 전달해주기 위한 함수가 정의되어 있다는 점이다.

• **Wrapper** : 이러한 기저 모델에 추가적으로 외부와의 통신을 위해 Port 모델을 가지는 Wrapper 모델을 추가하여 Wrapper 모델 밖으로 나가는 메시지는 HLA를 통해 다른 Federate로 전달되도록 한다.

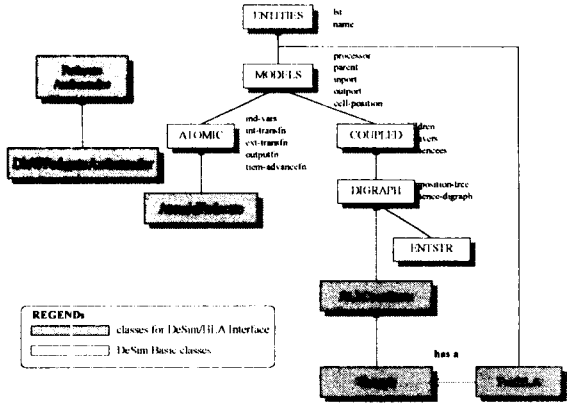

그림 3. DeSim/HLA Class 개념도

Ⅲ. 가상전장 분산 모델링 및 시뮬레이션

본 장에서는 DEVS/HLA 기반 가상전장 모델링 및 시뮬레이션 방법론을 나타낸다. 그림 4를 보면 1단계는 전장 상황에 각 전장 요소들의 제약조건과 요구사항 등을 입력받아 시뮬레이션 대상 및 초기조건을 부여하는 단계이며, 2단계는 각종 정보 및 구조적/동적 DEVS기반 모델들을 검색하거나 생성시키는 단계로서, (1) 전장 환경에 대한 GIS 데이터베이스, (2) 가상전장 컴포넌트들의 구조적 모델베이스 (3) 가상전장 컴포넌트들의 행태를 표현한 동역학 모델베이스, (4) 가상 전장 시뮬레이션 분석을 위한 다양한 시나리오 데이터베이스 등으로 구성될 수 있다. 3단계는 이러한 데이터와 구조적 및 동역학 모델들을 합성시킴에 의해 분산 및 객체지향 시뮬레이션 모델이 생성되어 시뮬레이션이 수행된다. 마지막으로 4단계에서는 시뮬레이션 수행 결과에 대한 분석 및 응용 단계이다.

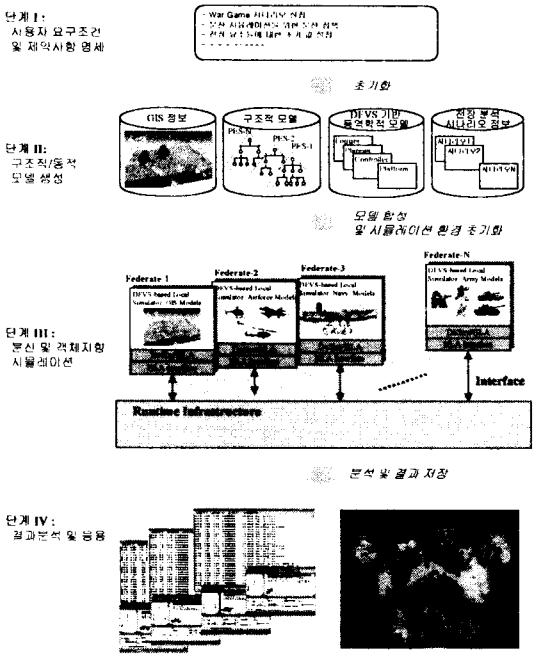

그림 4. DEVS/HLA기반 가상전장 모델링 개념도

그림 5는 앞에서 언급한 개발 방법론에 의해 설계된 가상 전장 시뮬레이션 환경을 보여주고 있다. 가상전장 시뮬레이션 환경[10]은 그림 5와 같이 Space model과 Experimental Frame model을 기반으로 구성되어 있다. Space model은 가상전장

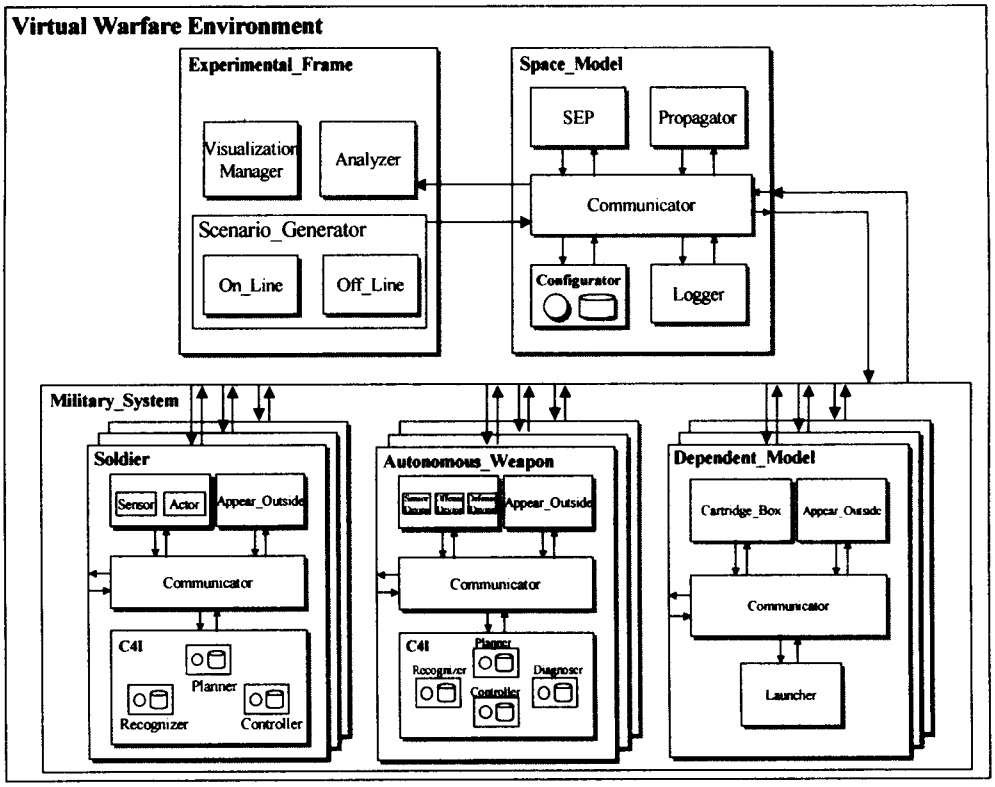

그림 5. 가상 전장 시뮬레이션 환경

관리 및 Military System 내부에 있는 Soldier, Autonomous Weapon, Dependent model들간의 결합 정보 제공 및 Configurator model을 통한 계층 구조의 지휘통제체계를 표현하는 역할을 한다. Experimental frame은 시뮬레이션의 가상 시나리오 설정 및 각 부대의 무기 등 속성을 설정하고, 시뮬레이션 결과를 분석하는 역할을 담당한다. 이것을 기반으로 다양한 형태의 전장 컴포넌트를 묘사하는 Military System을 구성하여 가상전장 환경을 묘사하게 된다. Military System은 Soldier model과 지능체계무기 시스템인 Autonomous weapon model과 일반 병기인 Dependent model로 구성이 되며, 지능을 갖는 모델들은 다양하게 벌어지는 전장상황에 따라 그에 알맞은 행동판단을 내릴 수 있는 C4I 모델을 갖고 있다. 그림 6은 이와 같은 가상 전장 시뮬레이션 환경을 기반으로 한 대단위 부대 및 광범위 전장의 분산 시뮬레이션 구조를 나타낸다. 그림 6에서 Distributed Virtual Warfare Model은 효율적인 시뮬레이션을 위하여 분할된 범위내의 전장 및 부대를 모델링한 것으로

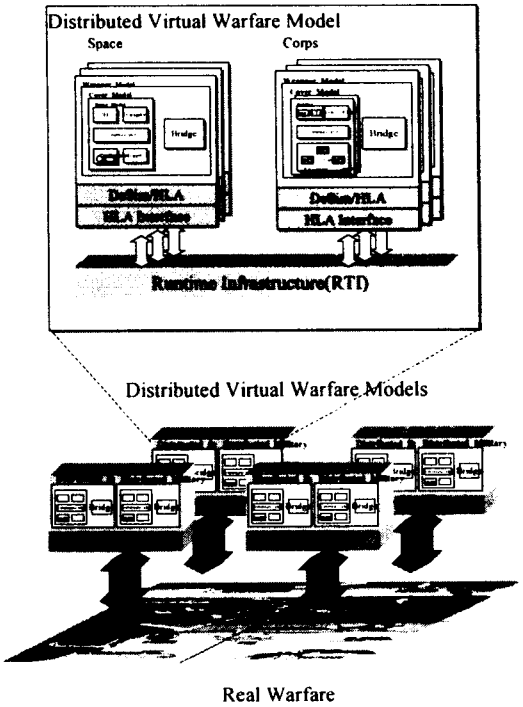

그림 6. 가상 전장 분산 시뮬레이션 구조

전장환경을 제어하는 Space Model과 전장 구성 요소를 모델링한 Military System Model의 집합인 Corps Model로 구성된다. 이와 같이 구성된 Distributed Virtual Warfare Model들이 HLA 기반으로 연동이 됨으로써 광범위한 전장 제어 및 대단우 부대의 효율적인 전장 시뮬레이션이 가능해진다.

Ⅳ. 사 례 연 구

앞에서 설계된 가상 전장 분산 시뮬레이션 환경을 그림 7과 같이 소대단위의 분산 환경을 기반으로 한 Distributed Virtual Warfare Model을 통하여 검증하였다. 3대의 PC에 전장을 관리하는 Space_Model, 공격임무를 맡은 Red_Platoon과 공격군에 대응하는 수비임무를 맡은 Blue_Platoon을 분산 시켜 설계하였다. 설계된 시뮬레이션 조건으로는 표1과 같다.

공격군은 공격목표를 파괴하기 위해 수비군을 다른 곳으로 유인한 후 목표물 공격을 하게 된다. 그림 8은 RTI에 접속된 각각의 모델들이 분산환경에서 각각 메시지를 교환하며 시뮬레이션을 하고 있는 과정을 나타낸 것이다. 그림 9는 소대단위 분산 시뮬레이션 결과를 Display하는 인터페이스로서 공격군이 공격목표에 도달하여 목표물을 파괴하는 것을 볼 수 있다.

표 1 시뮬레이션 조건

	공격군	방어군
병력	1개 소대	1개 소대
가시거리	300M	
전 략	공격목표 파괴	침투적 격퇴
승리조건	· 방어군 전멸 · 공격목표에 공격군 도달	· 침투적 후퇴 혹은 전멸
전 술	· 부대를 유인조와 침투조로 나누어 유인조가 수비군을 유인하고 침투조가 공격 감행 · 유인조의 의사결정시 적 공격 및 유인 우선적 고려 · 후퇴 결정 : 병력 50%손실 및 적병력이 아군 병력의 2배	· 적군을 발견하면 우선적으로 적군의 격파를 목적으로 행동 · 의사결정시 적 공격에 우선적 고려

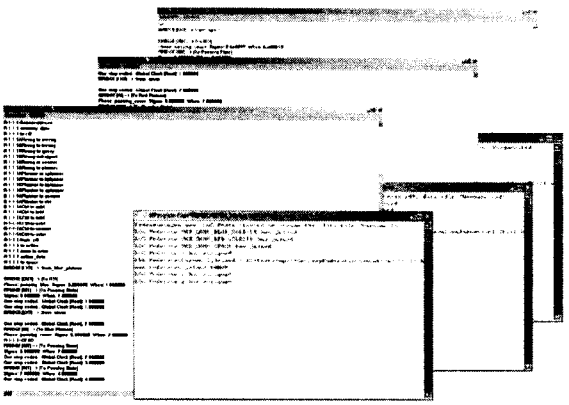

그림 8. DEVS/HLA 기반 시뮬레이션 수행

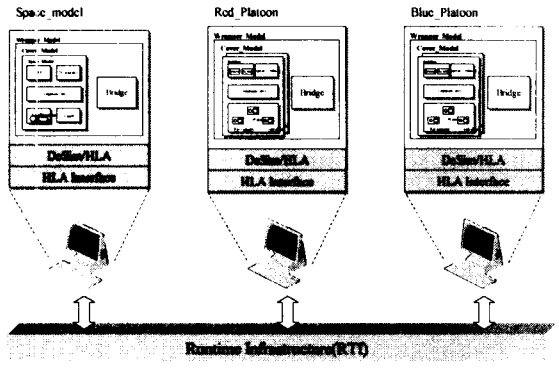

그림 7. 사례연구 : 소대단위 분산시뮬레이션 구조

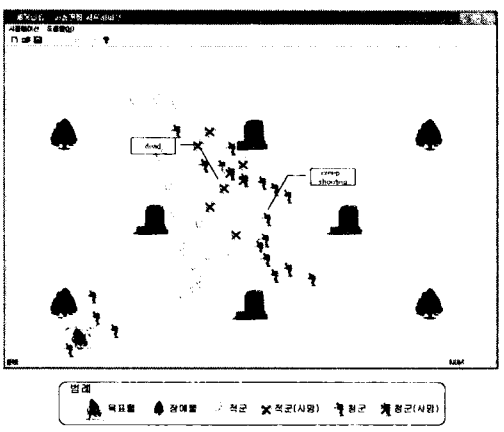

그림 9. 소대단위 분산 시뮬레이션 결과

V. 결 론

본 연구에서는 DEVS/HLA 가상 전장 분산 시뮬레이션 모델링을 통해서 실세계의 전장 상황을 DEVS/HLA 기반의 분산 환경에 적용하여 보았다. 이렇게 함으로써, 다음과 같은 장점을 얻을 수 있다. 첫째, 각각 다른 목적으로 모델링된 전장 요소 가상 전장 시뮬레이션간의 상호 운용성이 증대된다. 둘째, 가상 전장에 대한 통합 환경을 제공할 수 있게 되며, 복잡 다양한 현대전의 특징을 효과적으로 묘사할 수 있다. 셋째, 분산 표준화 기술을 사용함으로써 가상 전장 시뮬레이션 환경에서 만들어진 모델들의 재사용이 가능하며, 대단위의 가상 전장 환경을 효과적으로 구축 할 수 있을 것으로 기대가 된다. 향후 연구로 Distributed Virtual Warfare Model의 확장을 통하여 대단위 부대 및 광역 전장 시뮬레이션 구현에 관한 연구가 계속되어야 하겠다.

Acknowledgements

본 연구는 리얼타임 비쥬얼(주)에서 지원하는 "DEVS를 이용한 가상전장 모델링 및 시뮬레이션 방법론 연구"의 위탁과제로 수행되었음.

참 고 문 헌

[1] 문형곤, "한국형 워게임모형 개발기법", *한국시뮬레이션학회 춘계학술대회*, 1994.

[2] 김명훈, 강경남, 이종근, 지승도, 이상민 "DEVS 기반 가사전장 모델링 및 시뮬레이션", *한국시뮬레이션 학회 2002 춘계학술대회논문집, p53-59*

[3] Cho, H.J., Discrete Event System homomorphism : Design and Implementation of Quantization-based Distributed Simulation Environment, *Ph. D. Thesis, Dept. Elec. Comput. Eng., Univ. of Arizona, Tucson. 1999*

[4] Lee, J.S., Spaced-based data management for high performance distributed simulation, *Ph. D. Thesis, Dept. Elec. Comput. Eng., Univ. of Arizona, Tucson. 2001.*

[5] Defense Modeling and Simulation Office-(DMSO). *The High Level Architecture Homepage. Online available at http:// hla.dm- so.mil.*

[6] DCOM & CORBA Overview. Online abailable *http://www.cs.wustl.edu/~schmidt/submit/Paper.html*

[7] B.P Zeigler, Object-oriented Simulation with Hierarchical, Modular Models : *Intelligent Agent and Endomorphic Systems, Academic Press, 1990*

[8] S.D Chi, "Modeling and Simulation for High Autonomy Systems", *Ph.D. Dissertation, Dept. of Electrical and Computer Engineering, Univ. of Arizona, 1991*

[9] 이종근 "지능형 교통시스템을 위한 DEVS 기반 모델링 및 시뮬레이션", *한국항공대학교 컴퓨터공학과 대학원, 공학박사 학위논문, 2월, 2002.*

[10] 김명훈, 이종근, 지승도, "가상전장 시뮬레이션 환경에서의 계층구조적 지휘통제체계 모델링", *국방과학연구원 제6차 통신·전자 학술대회 2002, p202-207*