

NCW 통신 체계의 전투 효과도 분석을 위한 NetSPIN 통신 모델과 워게임 모델의 시물레이션 연동

강봉구^{1†} · 김병수¹ · 배장원² · 성창호¹ · 김탁곤¹ · 안명길³ · 천재영³

Interoperation of NetSPIN Communication Model and Wargame Model for Analysis of Combat Power

Bong Gu Kang · Byeong Soo Kim · Jang Won Bae · Changho Sung · Tag Gon Kim ·
Myung Kil Ahn · Jae Young Cheon

ABSTRACT

Due to the development of communication system in the warfare, the future warfare is changing to network-centric warfare (NCW). In the NCW, the communication effect has a significant influence on the combat power. There is growing importance for analysis of communication effect in the combat power. There are many researches about this issue, but there is no study on analysis using relationship between communication system and combat power. In this paper, we illustrates interoperation environment consisting of NetSPIN communication model and wargame model to analyze influence of parameters of communication model on combat effectiveness of wargame model. The wargame model is a corps-scaled model based on Discrete Event System Specification (DEVS) formalism. The communication model is a corps-scaled SPIDER network model of NetSPIN based on OPNET. Especially, we uses OAI matrix to identify parameters in communication simulator influencing on combat power, and analyze relationship between parameters and combat power through design of experiment and simulation by using them. For the future work, we expect that requirement analysis of communication equipment in NCW by using meta-modeling method

Key words : War game simulator, Communication simulator, Simulation interoperation, Combat power, NetSPIN

요약

전장 환경에서 통신 시스템의 발달로 인해, 미래의 전장 환경은 네트워크 중심전(NCW)으로 변화하고 있다. 이러한 네트워크 중심전에서 통신 체계 효과는 전투력에 많은 영향을 미치기 때문에, 네트워크 중심전 환경에서의 전투효과도 분석에 대한 중요성이 증대되고 있다. 통신 효과와 전투 효과도 분석에 대한 독립적인 연구는 있었지만, 통신 체계와 전투 효과도를 관련지어 분석한 연구는 이루어지지 않았다. 본 논문에서는 NCW 통신 체계의 전투 효과도를 분석하기 위한 NetSPIN 통신 모델과 워게임 모델의 시물레이션 연동 환경을 설명한다. 워 게임 모델은 군단급 수준의 DEVS 모델로 구성되고, 통신 모델은 OPNET 기반의 NetSPIN 개발환경을 이용한 군단급 SPIDER망 모델로 구성된다. 특히 본 논문에서는 OAI 매트릭스를 이용하여 전투 효과도에 영향을 주는 통신 파라미터를 식별하고, 통신 파라미터와 전투 효과도의 관계를 실험적으로 분석한다. 추후 연구에서는, 연동 시물레이션 환경을 이용한 실험 결과를 메타 모델로 발전시켜 NCW 환경에서의 통신 장비 요구 분석에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대한다.

주요어 : 워게임 시물레이터, 통신 시물레이터, 시물레이션 연동, 전투 효과도, 넷스핀

*본 연구는 국방과학연구소 연구용역과제(UD110086ED)의 지원 및 관리로 수행되었습니다.
접수일(2012년 9월 18일), 심사일(1차 : 2012년 9월 20일),
게재 확정일(2012년 9월 21일)

¹⁾ KAIST 전기 및 전자공학과
²⁾ KAIST 산업 및 시스템공학과
³⁾ 국방과학기술연구소(ADD)

주 저 자 : 강봉구
교신저자 : 강봉구

E-mail; bgkang@smslab.kaist.ac.kr

1. 서론

최미래 전쟁의 형태는 기존의 타격 자산 중심의 전투와 달리 네트워크 중심전(Network-centric warfare, NCW)으로 변화하고 있다¹⁾. NCW는 여러 전투 요소들을 네트워크로 연결하여 전장 상황을 공유하고 통합적이고 효율

적인 전투력을 창출하고자 하는 것으로, 이러한 NCW 환경에서는 정보의 유통을 위한 통신의 중요성이 그 어떤 요소보다도 중요하기 때문에 통신 효과를 반영하지 않을 경우 그 정확도와 현실성이 떨어질 수 있다. 이러한 중요성에도 불구하고 통신 효과의 작전적인 효과를 측정하기는 어렵다. 이러한 어려움 때문에 기존의 실제 전장 상황을 분석하는 노력은 그 목적에 따라 분리되어 이루어졌다. 이상적인 통신 상황에서 교리에 따른 작전 수행 능력을 측정하기 위해 전투 모델을 만들고, 주어진 전투 시나리오에서 통신 장비 및 망의 성능을 측정하기 위해 통신 모델을 만들었다. 그림 1은 이와 같은 독립적인 모델링 및 시뮬레이션을 보여준다. 기존의 전투 효과도는 전투 논리적 측면에서 전장 환경을 고려하지 않고 MOE(Measurement of effectiveness)를 측정하였다. 통신 효과는 전장 기능적 측면에서 실제 작전 상황이 아닌 자체적인 시나리오를 이용하여 장비의 성능인 MOP(Measurement of performance)를 측정하였다. 이러한 MOE와 MOP는 독립적으로 분석되었다. 그러나 다양한 전장 환경 속에서 실제 작전을 모의하기 위해서는 그림 1과 같이 실제 전장 시스템을 전투 모델과 통신 모델로 분리하여 모델링 한 후 통신 모델의 MOP가 반영된 전투 모델의 MOE를 측정해야 한다.

실제 전장에서 통신 시스템 성능을 위게임 시뮬레이터에 반영하는 가장 간단한 방법은 통신 효과를 파라미터화하여 그 값을 위게임 시뮬레이션에 사용하는 것이다. 보다 더 정확하게 통신 효과를 반영할 수 있는 방법은 실제 전장 환경을 표현한 통신 모델을 사용하는 것이다. 작전 시나리오에 맞는 통신 효과도 정보가 시뮬레이션 중에 계속적으로 측정되며, 이 정보가 위게임 시뮬레이션에 반영

된다. 이 방법은 통신 모델과 위게임 모델 간 정보를 교환할 수 있는 인터페이스를 필요로 한다.

위 게임 시뮬레이터와 통신 효과 시뮬레이터의 연동에 관한 연구 사례로는 독일 IABA 연구소에서 개발한 DNS(Die Neue Framework Simulation)가 있다¹³⁾. 그러나 DNS에서 통신모의 측면에서의 한계점은 통신효과를 모의하는 FIT모델이 통신효과에 영향을 줄 수 있는 통신 파라미터가 이미 결정되어 있고 모델 운용자가 입력한 통신 파라미터를 참조하여 통신효과를 계산하기 때문에 이미 결정된 통신 파라미터 값을 변경하는 것 외에 다른 시뮬레이션이 불가능하다는 점이다¹⁴⁾.

본 논문은 HLA/RTI 망에서의 NCW 모델과 통신 모델의 시뮬레이션 연동을 통해 네트워크 중심전의 전투 효과도와 통신 시스템 성능의 상관관계를 분석한다. NCW 모델은 군단급 규모의 임무급 수준 모델을 표현하며, HLA(High level architecture) 기반의 이산 사건 시뮬레이션 모델 개발 도구인 DEVSimHLA를 이용하여 모델링 및 시뮬레이션 한다. 통신 모델은 군에서 사용하는 SPIDER망을 전장 상황에 맞는 모델로 표현하며, 네트워크 시뮬레이션 도구로 널리 사용되고 있는 OPNET을 이용하여 시뮬레이션 한다. NCW 모델의 전투 효과도는 통신 효과를 모의하는 통신 모델의 영향을 받아 측정된다. 상관관계 분석을 위하여 전투 효과도는 적의 잔존 병력으로 측정하고, 통신 효과는 단말기 및 통신 라우터의 파라미터에 의해 변화된다. 실험 설계를 위하여 전투효과도와 통신 파라미터의 관계도를 OAI(Objective - Attribute - Index) 매트릭스¹⁵⁾를 이용하여 표현하고, RPR FOM을 이용한 시뮬레이션 연동 환경을 개발한다. 개발된 연동 시뮬레이션 환경에 계층적 OAI 매트릭스를 적용하여 시나리오와 모델의 초기값을 결정 한 후, 결과로 얻은 출력 데이터로 통신 시스템 성능과 전투 효과도의 관계를 검증한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문의 배경 지식을 소개 한다. 3장에서는 전투 효과도 분석을 위한 시뮬레이션 모델 설계 및 구현, 그리고 시뮬레이션 연동 환경을 설명한다. 4장에서는 실험 계획 및 결과를 보여주고 결론을 맺는다.

2. M&S 도구 및 기술

본 연구를 위해서 사용된 M&S 도구는 시뮬레이터 개발을 위한 DEVs 형식론 및 지원 도구와 OPNET, 그리고 연동을 위한 HLA 및 분석을 위한 OAI 매트릭스가 있다.

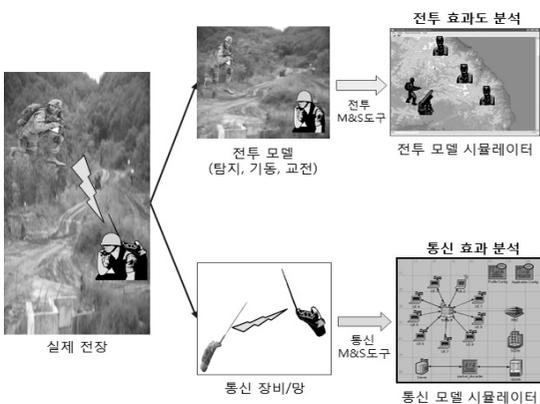


그림 1. 실제 전장을 전투 모델과 통신 모델로 분리하여 모델링하는 방법

2.1 DEVS 형식론 및 지원 도구

DEVS(Discrete Event Systems Specification) 형식론은 1976년 B. P. Zeigler에 의해 제안된 집합론에 근거한 형식론이다^[3]. 본 형식론은 이산 사건 모델을 입력, 출력, 상태 및 상태 변환 함수의 시스템 이론적 표현으로 나타낸다. DEVS 형식론은 시스템을 계층적으로 모듈화 하여 구조적 모델링이 가능하게 한다. DEVS 형식론의 장점은 시스템을 객체 지향적으로 모델링함으로써 모델 구현에 객체 지향적 프로그래밍 방법을 사용할 수 있다는 것이다. DEVS 형식론은 모델 표현을 위해 원자모델(Atomic Model)과 결합모델(Coupled Model)의 두 개의 모델 클래스를 정의하고 있다. 원자모델은 더 이상 분해 할 수 없는 컴포넌트이며 결합모델은 부 모델들의 결합체로서 부 모델들은 각각 원자 모델 혹은 결합 모델이다. 일반적으로 국방 시스템은 계층적으로 복잡한 구조로 이루어져 있기 때문에, DEVS 형식론은 이러한 시스템을 모델링하는 가장 적합한 모델링 방법론이다.

그림 2는 DEVSimHLA의 내부 구조를 보여 준다. DEVSimHLA^[4]는 DEVS 형식론으로 표현된 모델을 모델링하고 시뮬레이션 할 수 있도록 해주는 라이브러리 도구이다. 모델 개발 외에 네트워크 지원, 모델 및 시뮬레이터 검증, HLA 기반의 시뮬레이션을 가능하게 하며, 전체 M&S 주기에 걸쳐 사용가능한 도구이다. 본 논문에서 모델 개발을 위한 DEVSim++와 연동을 위한 KHLAAdaptor 도구를 사용한다. KHLAAdaptor 도구는 DEVSim++와 독립적인 라이브러리이며 시뮬레이터가 어떠한 형태라 할지라도 연동 기술 규격만 지킨다면 어디서든 사용가능한 Adaptor 형식의 라이브러리이다.

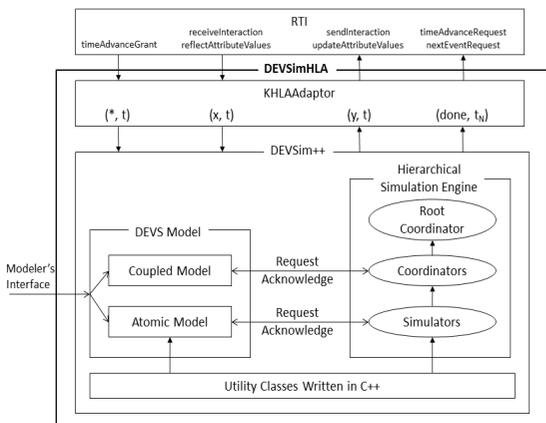


그림 2. DEVSimHLA의 내부 구조

2.2 OPNET

OPNET은 분산 시스템과 통신 네트워크의 모델을 지원하는 포괄적인 개발 환경을 지원한다. 시스템 모델의 동작과 성능을 분석할 수 있고 모델 설계, 시뮬레이션, 데이터 수집 및 분석과 관련된 다양한 툴을 제공하고 있다. 뿐만 아니라, 현존하는 거의 모든 통신 프로토콜과 표준 장비 라이브러리를 제공하고 있어 전 세계적으로 가장 많이 활용되고 있다^[5].

그림 3은 OPNET 환경을 이용한 계층적 통신 모델 개발 과정을 보여준다. OPNET은 객체 지향적 모델링을 지원하고 실제 통신 네트워크 구조와 유사하게 각각의 모델들이 계층적인 구조를 갖고 있으며, 계층 수준에 따라 특성화된 에디터를 이용하여 각 모델을 개발할 수 있다. 최상위 네트워크 모델은 네트워크를 구성하는 노드와 노드 사이의 링크로 구성되어 있으며 프로젝트 에디터를 이용하여 통신 네트워크를 모델링 할 수 있다. 네트워크 모델의 하위 모델인 노드 모델은 라우터, 서버, 통신위성과 같은 실제 통신장비에 대한 모델링을 제공하고 내부적으로 프로세스와 관련된 모듈 블록과 모듈 사이의 데이터 흐름을 나타내기 위한 연결로 구성되어 있으며 노드 에디터를 이용하여 개발된다. 프로세스 에디터로 개발되는 프로세스 모델은 모듈의 내부적인 동작을 정의한 모델로서 FSM(Finite State Machine)으로 구성하여 세부단계까지 제어가 가능해 거의 모든 상황을 재현할 수 있다. 또한 링크 에디터를 이용하여 특정 대역폭과 비트 에러율, 전송 지연, 패킷 형태 등을 나타낼 수 있고 패킷 에디터를 이용하여 패킷의 크기, 필드 정보 등을 나타낼 수 있다. OPNET은 추가적인 HLA 모듈을 이용해서 HLA 서비스를 지원한다.

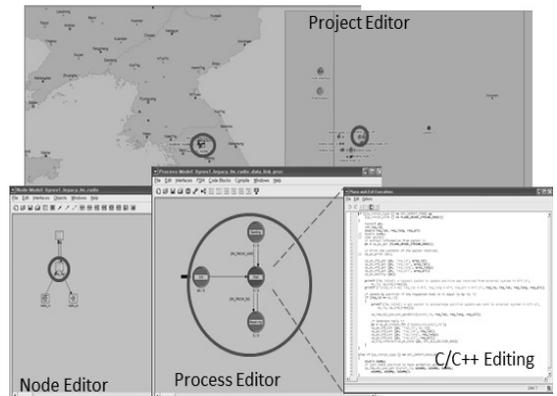


그림 3. OPNET을 이용한 계층적인 통신 모델 개발

2.3 High Level Architecture (HLA)

HLA(High level architecture)는 이기종 시뮬레이터간의 연동을 위한 상위 레벨 개념으로서, 1998년에 버전 1.3이 미 국방성(Department of Defense, DoD) 표준으로 채택되었으며 2000년에 IEEE 1516 표준으로 채택되었다. 최근 2010년에 HLA evolved라는 이름으로 IEEE 1516 표준이 확장, 수정되었다⁶⁾. HLA는 HLA 프레임워크와 규칙(HLA Framework and Rules)⁶⁾, 페더레이트 인터페이스 명세(Federate Interface Specification)⁷⁾ 그리고 객체 모델 템플릿(Object Model Template - OMT)⁸⁾의 세 가지로 정의된다. 먼저, HLA 프레임워크와 규칙은 페더레이션(Federation)에 포함되는 구성 요소들의 역할과 상호 관계에 관한 전반적이고 기본적인 10개의 규칙들이다. 페더레이트 인터페이스 명세는 각 페더레이트(Federate)와 RTI 간의 기능적 인터페이스에 관한 규약으로 6가지의 서비스 관리 영역으로 나누어 기술하고 있다. RTI는 페더레이트 인터페이스 명세를 시스템 기종 및 프로그램 언어별로 라이브러리 형태로 구현한 것이다. 마지막으로 OMT는 페더레이션을 구성하는 페더레이트들간에 이루어지는 공통 데이터 영역을 구조적, 기능적으로 서술하는데 사용된다. 페더레이션을 구성하는 페더레이트들 사이의 공유 데이터 교환 구조를 서술하는 FOM(Federation Object Model)과 시뮬레이션 시스템이 페더레이션에 제공하는 기능을 표현하는 SOM(Simulation Object Model), 그리고 페더레이션과 페더레이트의 전반적인 기능을 모니터링하고 관리할 수 있는 MOM(Management Object Model)으로 구성된다.

2.4 OAI 매트릭스

일반적으로 분석 지수가 한 개 이상이고 관련 객체의 수도 한 개 이상일 경우 분석 지수와 관련된 객체 및 속성 변수를 효율적으로 찾아내는 도구로 객체-분석지수 매트릭스(Object-Analysis Index Matrix: OAI matrix)가 있다²⁾. 그림 4는 OAI 매트릭스의 구성을 보여 준다. 매트릭스의 열(Col.)에는 측정 대상의 분석 지수(효과도)를 나타내고, 매트릭스의 행(Row)에는 효과도 측정에 필요한 객체의 속성 변수(파라미터)를 나열한다. OAI 매트릭스에서 볼 수 있듯이 한 개의 분석 지수를 측정하기 위해서 여러 개의 객체들이 관련될 수 있으며 반대로 한 개의 객체가 여러 분석 지수 측정에 관련될 수 있다.

객체	속성 변수	분석 지수	
		분석 지수 1	분석 지수 2
객체 1	변수 1	○	○
	변수 2	○	○
객체 2	변수 1		○
	변수 2		○
객체 3	변수 1	○	

그림 4. 5 X 2 OAI 매트릭스의 예

이번 장에서는 전투 효과도에 영향을 미치는 NCW 통신 모델 파라미터를 확인하기 위해서, 군단급 전투 모델과 NCW 통신 모델을 설계하고 구현한 내용에 대해서 설명한다.

3. 모델 설계 및 시뮬레이션 연동

이전 장에서는 전투 효과도에 영향을 미치는 NCW 통신 모델 파라미터를 확인하기 위해서, 군단급 전투 모델과 NCW 통신 모델을 설계하고 구현한 내용에 대해서 설명한다.

3.1 전투 모델 설계 및 구현

NCW 통신 모델을 활용하기 위해서는 계층적으로 이루어진 지휘통제의 구조가 필요하다. 즉, 탐지에서 교전까지 이루어지는 과정에서 이루어지는 NCW 환경의 지휘통제의 구조는 최상위 지휘 부대부터 최하위 지휘 부대까지 계층적인 구조로 이루어져 있다. 이러한 특징을 전투 모델에 표현하기 위해서, 본 논문에서는 전투 모델의 규모를 육군 군단 모델로 제한하고, 그림 5와 같은 전투 모델의 계층적인 구성을 설계 하였다.

본 논문의 전투 모델은 군단 1 부대의 규모이며, 군단은 3개의 사단, 방공부대, 포병 여단 그리고 수색 부대로 구성된다. 각 사단은 3개의 연대, 방공부대 그리고 포병 연대로 구성된다. 각 연대는 3개의 대대, 방공부대로 이루어지고, 각 대대 역시 각각 3개의 중대, 방공 부대로 이루어진다. 군단부터 대대까지의 보병 부대 모델은 공중으로 오는 적을 타격하기 위한 방공 지휘소와 육상으로 진군하는 원거리의 적을 저지하기 위한 포병 부대와 통신을 한

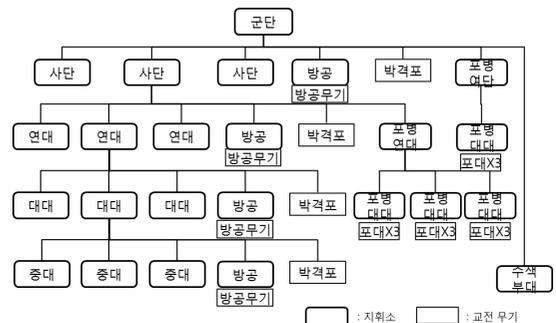


그림 5. 군단급 제대 구조

다. 또한, 포의 사정거리보다 가까운 육상의 적을 저지하기 위한 박격포를 갖고 있다. 포병 지휘소는 군단 휘하의 포병 여단, 사단 휘하의 포병 연대가 있으며, 각 포병 지휘소의 휘하에는 포병 대대 지휘소가 존재하고, 각각 3문의 포대가 배치되어 있다. 군단 휘하의 수색 부대는 아군의 최전방에 위치하여 적군의 정보를 탐지하여 군단 지휘소에 전달하는 역할을 한다. 전투 모델에서 사용하는 모의 논리는 육군에서 사용하는 분석용 시뮬레이터인 ‘비전 21’의 모의 논리를 기반으로 하여 적용하였다. 특히, 연대를 포함한 연대 이하의 부대의 모의 논리는 ‘비전 21’의 모의 논리를 그대로 적용하였고, 연대 이상의 부대의 모의 논리는^[10)]의 연구 보고서에서 연대 이상의 모의 논리는 연대급과 동일하다고 언급한 내용을 참조하여, ‘비전 21’의 연대 부대의 모의논리를 기반으로 한 후, 각 제대의 규모와 상황에 맞는 논리로 개량하여 설계하였다.

그림 5의 모델은 DEVS 형식론을 이용하여 이산 사건

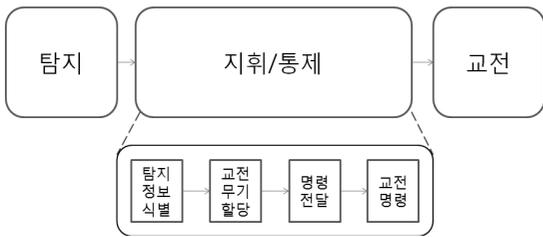


그림 6. NCW 환경에서의 전투 프로세스

표 1. 제대별 모델 구성을 위한 추상화된 원자 모델의 기능

원자 모델	기능
탐지 (Detect)	· 아군의 탐지 범위와 적군의 피탐지 확률 고려하여 탐지 · 탐지된 적 부대 정보를 지휘 통제부대로 보고
기동 (Maneuver)	· 기동 방향 및 속도에 따라 부대 이동 · 퇴각 명령 후에는, 퇴각 지점으로 이동
지휘통제 (C2)	· 상위 지휘부대로 적 및 아군 정보 보고 · 하위 부대의 이동 및 정지 명령 · 탐지 정보를 바탕으로 타격 목표 부대 설정 · 목표 부대에 맞는 대응 방법을 결정 및 교전 명령
교전 및 피해평가 (Combat)	· 교전 무기(포대, 박격포, 방공 무기)에 의한 적 공격 모의 · 적군으로부터 받은 피해를 모의하여, 파괴 여부 판단
화력 지원 (Firesupport)	· 화력 지원 명령을 바탕으로, 곡사화기의 목표 부대 설정 · 곡사화기(박격포, 포대)의 사격 통제

기반의 모델로 설계 하였다^[3]. 그림 5의 전투 모델은 그림 6과 같은 NCW 환경에서의 전투 프로세스를 따라 전투를 수행한다. 이런 전투 프로세스를 모델 내부에 구성하기 위해, 각 부대는 특성에 따라, 탐지(Detect), 기동(Maneuver), 지휘통제(C2), 교전 및 피해평가(Combat), 화력 지원(Fire Support)의 원자 모델로 이루어진 결합 모델로 설계되었다. 각 원자 모델의 기능은 표 1과 같다. 그림 7과 8은 DEVS 형식론으로 설계된 원자 모델 중, 지휘 통제 원자 모델의 DEVS 그래프와 구현한 지휘 통제 모델의 화력 요청 메시지 처리의 소스 코드 내용이다. 그림 5에 있는 부대 모델은 원자 모델을 내부 모델로 갖는 결합 모델로 표현된다. 예를 들면, 보병 연대 지휘소 모델은 기동, 탐지, 지휘 통제의 원자 모델을 내부 모델로 하여

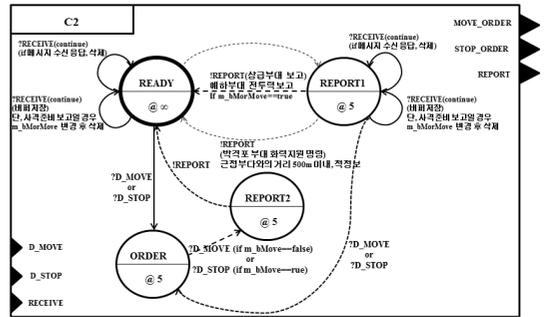


그림 7. 표 1에 제시된 DEVS 원자 모델 : 지휘통제 원자 모델

```

bool CInfD_C2::ExtTransFn( const CMessage &message )
{
    ...
    if(message.GetPort() == "COMM_IN")
    {
        if(temp->MsgID==2) {
            if(m_Status == REPORT1)
                Continue();
            std::vector<CReport*>::iterator iter;
            for(iter=m_morBuffer.begin(); iter!=m_morBuffer.end(); iter++)
            {
                if((*iter)->FireReq.FireID==temp->FireReq.FireID)
                    break;
            }
            if(iter==m_morBuffer.end())
                m_morBuffer.push_back(temp);
            else
            {
                m_morBuffer.erase(iter);
                m_morBuffer.push_back(temp);
            }
            m_vecAck.push_back(temp);
            m_Status = REPORT1;
            return true;
        }
        ...
    }
}
    
```

그림 8. 지휘통제 원자 모델의 C++ 소스코드 일부 : 화력 요청 처리

결합 모델로 구성 되고, 포병 대대 모델이 기동, 탐지, 화력지원의 원자 모델을 내부 모델로 갖는 결합 모델로 구성된다.

결합 모델로 구성된 각 부대 모델을 이용하여, 최상위 결합모델인 군단급 전투 모델을 구성한다. 그림 9는 최상위 결합모델인 군단급 전투 모델의 구조를 보여준다. 군단급 전투 모델은 각 부대 모델과 재전송(Retransmit) 모델을 포함하고 있다^[11]. NCW 환경에서 상위 부대와 하위 부대는 통신 장비를 통해서 통신을 한다. 그렇기 때문에 여러 부대에서 동시에 통신을 요청하는 경우, 통신 시스템의 부하가 걸려 통신이 원활하지 않을 수 있다.

이와 같이 부대 간 통신이 이루어지지 않는 경우, 송신 부대에서 부대의 통신 교리에 따라 지정한 횟수만큼의 재전송을 시도 하거나, 재전송을 시도하지 않는다. 이와 같은 통신 교리를 표현하는 모델이 재전송 모델이다. 군단

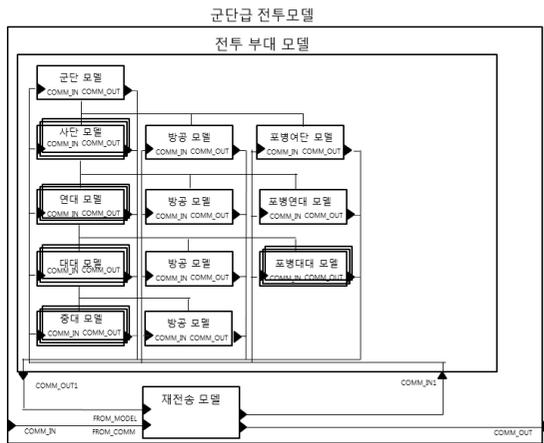


그림 9. 군단급 전투 모델의 전체 구성도

```

COutmost::COutmost(void)
{
    SetName("Outmost");
    CModel *ck, *mission, *engage;
    CModel *retransmit;

    ck= new CClockAtomic();
    mission = new CMissionModel();
    engage = new CEngagementLevel();
    retransmit = new CRetransmit();

    AddComponent(3, ck, engage, mission);
    AddComponent(1, retransmit);

    AddCoupling(mission, "COMM_OUT", engage, "COMM_IN");
    AddCoupling(engage, "COMM_OUT", mission, "COMM_IN");
}
    
```

그림 10. 군단급 전투 결합 모델의 C++ 소스코드 일부

급 전투 모델의 모든 부대 모델은 직접 연결되어 있지 않고, 재전송 모델을 통해서 간접적으로 연결되어 있다. 군단급 전투 모델 내부의 재전송 모델의 역할은 다음과 같다. 1) 모델의 통신 요청을 받아 버퍼에 저장하여, HLA/RTI를 통하여 통신 모델로 전송한다. 2) 메시지에 명시한 시간 내로 응답이 돌아오지 않는 통신 요청에 대해서 재전송을 하고, 지정한 횟수의 재전송 후에도 응답이 없으면 해당 메시지를 파기 한다. 그림 10은 군단급 전투 결합 모델의 C++ 소스 코드를 보여준다. DEVS 형식론으로 모델링된 군단급 전투 모델은 DEVSimHLA 도구^[4]를 사용하여 C++ 환경에서 NCW 전투 시뮬레이터로 개발 된다.

3.2 통신 모델 설계 및 구현

통신 모델은 NCW 전투 모델의 규모와 같은 군단 단위의 SPIDER 격자망으로 이루어져 있다. SPIDER 격자망 내부에 군단 내 주요 제대별 SPIDER 지휘 통신소와 ATCIS(전술지휘 정보체계) 전산 셸터 등을 배치하고, NCW 전투 모델에서 발생하는 통신 요청을 ATCIS를 기반으로 격자망을 운용하여 부대 간 통신을 모의 한다. 통신 모델의 SPIDER 망 운용 조직 구성은 NCW 전투 모델의 내부 군단 조직에 맞게 계층적으로 구성하였다. SPIDER 군단 망에 사용되는 주요 통신 장비는 TDU(간선분배장치)와 TMR(전술 다중채널 무선장비)이 있다. TDU는 IP 라우터 모델로써 일반 적인 라우터 기능과 더불어 회선 및 데이터를 통합하여 전송하는 기능을 수행하고, TMR은 무선 전송장비 모델로 교환 장비 모델 혹은 TDU 모델로부터 유입된 다중화 신호의 48 km이상의 장

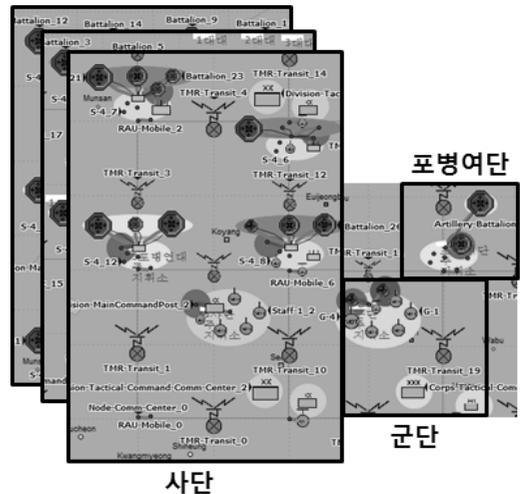


그림 11. 군단 급 SPIDER 망 통신 모델의 구조

거리 무선 전송을 담당한다.

위의 그림 11은 군단 급 SPIDER 망 통신 모델의 구조를 보여준다. TDU모델과 TMR모델을 이용하여 SPIDER 망의 격자 구조의 네트워크를 구성하고, 최하위에 군단 사령부가 위치하고, 군단 사령부 주위에 3개의 사단 부대와 1개의 포병 여단 통신 모델이 위치한다. 사단 내부에는 3개의 연대 부대와 1개의 포병 연대 부대의 통신 모델이 위치한다. 그 하위 부대들 역시 같은 방식으로 연대, 대대 내부에 존재한다. 그림 11과 같이 구성된 통신 모델 내부의 부대 단말 모델은 NCW 전투 모델 내부의 부대와 대응된다. 이러한 대응 관계에 의해서, 통신 모델은 NCW 전투 모델에서 발생한 통신 요청을 입력으로 받아 통신 모델 내부의 송신 부대 단말부터 수신 부대 단말까지 시뮬레이션을 수행하고, 그 결과로 나오는 지연 시간을 NCW 전투 모델에게 알려 주는 역할을 한다. 위와 같이 설계한 통신 모델은 국방과학연구소에서 개발한 NetSPIN환경을 기반으로 하여 개발하였다¹²⁾.

3.3 NCW 전투 모델과 통신 모델의 전장 상황 공유

실제 NCW 전장 환경에서 전투 모델과 통신 모델은 같은 환경에 존재한다. 따라서 전장에서 벌어지는 상황은 전투 모델과 통신 모델에게 동일하게 적용되어야 한다. 특히 각 모델의 기능에 영향을 줄 수 있는 상황이라면 반드시 모델을 만들 때 고려해야 한다. 예를 들어, 교전이 벌어지는 상황에서는 그 지역의 통신 장비 역시 파괴되어, 통신 노드의 사용이 불가능하게 된다. 이런 상황을 NCW 전투 모델과 통신 모델에 표현하기 위해서 그림 12와 같은 전장 상황 공유 방법을 사용한다.

그림 12는 NCW 전투 모델과 통신 모델의 전장 상황을 공유하는 과정을 보여준다. NCW 전투 모델과 통신

모델은 동일한 전장 상황을 각각 부대 간 전투와 통신에 중점을 두어 다른 각도로 모의하고 있다. 그러나 두 모델들이 동시에 인지해야 할 전장 상황은 존재하기 때문에, 이를 표현할 수 있는 공유 객체 모델을 추가하였다. 즉, 통신망 모델의 통신망 그리드를 구성하는 통신 노드에 대응하는 통신소 모델을 NCW 전투에 표현하고, NCW 전투 모델에서 통신소 모델이 피해를 입으면, 통신 모델의 통신 노드에 이를 반영하는 방법을 통해 NCW 전투 모델과 통신 모델의 전장 상황을 공유할 수 있게 하였다. 또한, NCW 전투 모델의 부대 모델은 통신소 모델의 일정 범위 내에 있을 경우에만 통신이 가능하게 모의하여, 실제 NCW 환경에서의 통신 과정을 표현 하였다.

3.4. 시뮬레이션 연동 환경

NCW 전투 모델과 통신 모델의 연동을 위해 앞서 설명한 HLA/RTI를 이용한다. 연동을 위해서는 두 모델들 사이에서 공유되는 객체(Object)들과 인터랙션(Interaction)을 기술하는 FOM이 필요하다. 본 논문에서는 SISO(Simulation Interoperability Standards Organization)에서 정의한 데이터 타입인 RPR(Real-time Platform Reference) FOM을 이용한다. RPR FOM은 DIS(Distributed Interactive Simulation)와 HLA의 연동을 위해 상이하게 다른 둘 사이의 공통의 데이터 타입을 정의한 것으로 전투기, 함정, 부대, 무기 등 플랫폼 기반의 실시간 시뮬레이션을 HLA 환경으로 연동할 수 있는 데이터 포맷을 제공한다. 표 2는 RPR FOM에 정의된 데이터 타입 중, 두 모델들 간의 연동을 위해 실제로 사용되는 데이터 타입을 보여준다. 본 논문에서는 1개의 공유 객체(Object)와 1개의 인터랙션(Interaction)을 사용하여 연동한다.

공유 객체로는 Ground Vehicle을 사용하고, 이는 부대의 위치를 나타내는 WorldLocation, 통신소 모델의 피폭하는 상황의 데미지 상태를 나타내는 DamageStatus, 부대의 아이디를 나타내는 EntityID 총 3개의 Attribute로 구성된다. 이를 통해 각 부대들의 정보를 NCW 전투 모델과 통신 모델 사이에서 공유할 수 있으며, 시뮬레이션 도중 정보가 변할 경우 업데이트를 통해 서로 간에 공유한다. 인터랙션으로는 Data Interaction을 사용하고, 이는 송신, 수신 아이디를 의미하는 OriginatingEntity, ReceivingEntity와 메시지 시퀀스를 의미하는 RequestIdentifier 그리고 데이터 집합을 의미하는 VariableDatumSet 총 4개의 Parameter로 구성된다. NCW 전투 모델은 인터랙션을 통해 통신 시뮬레이터로 통신을 요청하고, 통신 모델이 그 요청에 따라 통신 효과가 계산된 지연시간을 NCW 전투

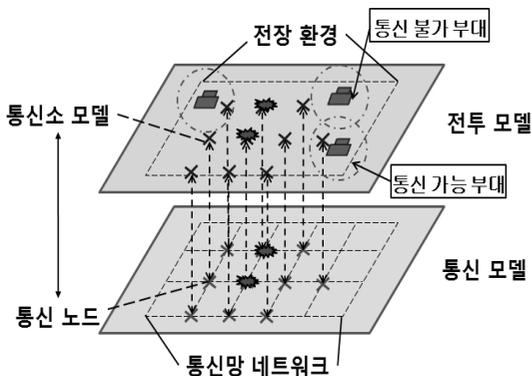


그림 12. 군단급 전투 모델과 NCW 통신 모델의 전장 공유

표 2. RPR FOM 중 본 연동에 필요한 일부 RPR FOM

Object		
Name	Attribute	Description
Ground Vehicle	WorldLocation	엔터티의 위치 좌표
	DamageStatus	엔터티의 데미지 상태
	EntityID	엔터티의 고유 ID
Interaction		
Name	Parameter	Description
Data	OriginatingEntity	인터랙션을 보내는 엔터티의 ID
	ReceivingEntity	인터랙션을 받는 엔터티의 ID
	RequestIdentifier	시뮬레이션 매니저에 의해 보내지는 인터랙션 ID
	VariableDatumSet	가변적인 길이를 가진 데이터들의 집합

```

class NCWFOM_EXPORT CHLAObjBaseEntity : public CHLAObject
{
public:
    CHLAObjBaseEntity();
    virtual ~CHLAObjBaseEntity() {}
    virtual void RegisterAttributes();
public:
    CAttr<CComplex_WorldLocationStruct> WorldLocation;
    CAttr<CComplex_EntityIdentifierStruct> EntityIdentifier;
};

class NCWFOM_EXPORT CHLAObjBaseEntity_PhysicalEntity : public CHLAObjBaseEntity
{
public:
    CHLAObjBaseEntity_PhysicalEntity();
    virtual ~CHLAObjBaseEntity_PhysicalEntity() {}
    virtual void RegisterAttributes();
public:
    CAttr<CEnum_DamageStatusEnum32> DamageState;
};

class NCWFOM_EXPORT CIntData : public CInteraction
{
public:
    CIntData();
    virtual ~CIntData() {}
    virtual void RegisterParameters();
public:
    CParam<CComplex_EntityIdentifierStruct> OriginatingEntity;
    CParam<CComplex_EntityIdentifierStruct> ReceivingEntity;
    CParam<NCWUlongType> RequestIdentifier;
    CParam<CComplex_VariableDatumSetStruct> VariableDatumSet;
};
    
```

그림 13. 표 2의 일부 RPR FOM을 구현한 코드

모델로 전달한다. 그림 13은 표 2에 주어진 RPR FOM의 일부 데이터 타입들을 구현한 코드이다.

그림 14는 HLA/RTI를 이용한 두 모델들 간의 연동 환경을 보여준다. NCW 전투 모델과 통신 모델은 HLA/RTI를 이용하여 데이터 교환과 시간 동기화를 하게 되며, 이 때 두 모델들 사이에 주고받는 데이터는 RPR FOM에 정의된 데이터를 사용하게 된다. 시간 동기화에는 NER(Next Event Request) 방식과 TAR(Time Advance Request) 방식 두 가지가 존재하는데 본 논문에서는 정확한 이산 사건 시뮬레이션을 위해서 NER 방식을 사용한

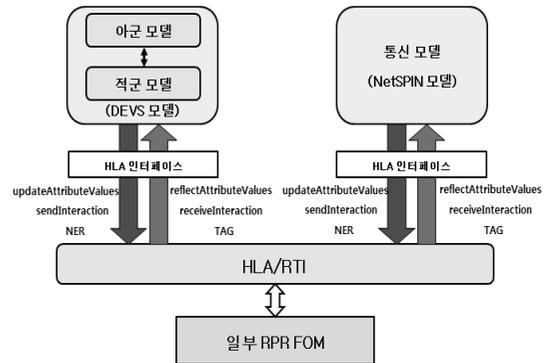


그림 14. 일부 RPR FOM를 구현한 시뮬레이션 연동 환경

다. NCW 전투 모델은 연동 안정성을 확보하고 유지/보수의 편의성을 위해서, KHLAAdaptor를 이용하여 시뮬레이터와 연동 인터페이스가 분리된 구조로 구성된다.

4. 실험 설계 및 결과 분석

4.1 실험 시나리오

본 논문에서 개발된 모델을 실험하기 위해서, 육군 방공 작전 시나리오를 적용하였다. 시나리오에서 아군은 군단 1개의 부대로 방어 진지를 구축하고, 적군은 군단 3개의 단위로 육상과 공중으로 접근한다. NCW환경을 반영하는 C4ISR의 구조에 따라 시나리오의 아군의 방어 작전은 다음과 같이 진행된다. 아군의 최전방에 위치하는 수색 부대는 적군의 움직임을 파악하여 최후방의 군단 사령부에게 탐색 정보를 전달하고, 군단 사령부에서는 정보를 융합하고, 피아 식별을 수행한 후, 전군 조기 경보를 내린

표 3. 분석지수에 따른 객체 및 속성변수의 식별(OAI 매트릭스 이용)

객체	속성변수	변수 설명	분석지수
TDU	데이터 스위칭 속도	IP 라우터의 데이터 스위칭 속도	
	데이터 포워딩률	데이터 포워딩 속도	O
	단위 포워딩률	데이터 포워딩률 단위	O
	라우터 메모리 사이즈	IP 라우터에서 패킷 처리를 위해 사용하는 메모리 크기	O
TMR	송신 주파수 밴드폭	송신 채널에서 사용되는 주파수 밴드폭	
	송신 기본 주파수	송신 채널에서 사용하는 기본 주파수	
	송신 출력	송신 채널에서 데이터 송신에 사용하는 출력	O
	수신 주파수 밴드폭	수신 채널에서 사용되는 주파수 밴드폭	
	수신 기본 주파수	수신 채널에서 사용되는 기본 주파수	
	유효 수신 전력	수신 채널에서 수신 여부의 기준이 되는 전력	O

다. 그리고 파악된 적 정보를 바탕으로 적군에게 많은 피해를 입힐 수 있는 아군의 타격 자산을 파악하여 무장 할당 명령을 내린다. 명령을 받은 타격 자산은 적군을 타격하여 피해를 입힌다. 위와 같은 과정에서 부대 간 통신은 모두 통신 모델을 통해서 이루어지게 되며, 통신 지연이 적을수록 타격 자산은 정밀 타격이 가능하게 되어 적군의 피해는 증가하게 된다.

4.2 실험 설계

본 실험의 목적은 NCW 전장 환경 하에서 통신 시뮬레이터로부터 얻어진 통신 효과를 군단급 규모의 방공 작전에 적용하여 전투 효과도를 측정하는 것이다. 전투 효과도란 전장 기능을 결정하는 변수들이 전투력에 미치는 영향을 의미한다. 부대 전투력은 핵심 요소를 개별적으로 측정 후 이들을 통합 평균하여 구해지며 전투력 핵심 요소에는 병력 손실율, 장비 손실율, 탄약 손실율 및 유류 손실율 등이 포함된다¹⁵⁾. 전투력 핵심 요소 중 병력 손실율이 가장 중요한 요소이며 본 연구에서는 통신 체계가 병력 손실율에 미치는 효과를 분석 하고자 한다.

이를 위해 통신 트래픽에 영향을 줄 수 있는 통신 모델의 속성 변수를 변경해가면서 얻어진 적 부대의 생존율로 전투 효과도를 측정한다. 통신 모델의 실험 변수 선택을 위해서 본 실험에서는 논문⁹⁾의 계층적 OAI 매트릭스 방법을 적용하였다. 이 방법을 통해 표 3과 같이, NCW 모델의 효과도에 영향을 미치는 통신 모델의 속성 변수를 선정 할 수 있고, 이는 통신 전문가의 지식을 바탕으로 한다. 표 3은 이러한 과정을 통해 얻어진 통신 모델 속성 변수의 종류 및 설명이다.

실험 계획은 다음과 같다. 통신 시뮬레이터인 NetSPIN

표 4. 실험에 사용된 통신 모델 변수 값

실험 변수 명	변수 값
데이터 포워딩률	5000 bits/s, Infinity packets/s
라우터 메모리 사이즈	8 MB, 256 MB
송신 출력	0.32 W, 15.8 W
유효 수신 전력	78 dBm, 90 dBm
총 실험 횟수	16 cases = 2 X 2 X 2 X 2 cases

의 SPIDER 군단 망에서 트래픽에 영향을 미치는 통신장비인 TDU와 TMR 2개의 모델에 대해, 각 각 3, 2종류의 실험 변수 값을 변화시키면서 적 부대의 생존율을 측정한다. 표 4와 같이 TDU의 트래픽 성능에 영향을 주는 실험 변수로는 Datagram Forwarding Rate, Forwarding Rate Unit, Memory Size가 있고, TMR의 실험 변수로는 Tx Power, Valid Rx Power Level이 있다. 5가지 실험 변수 중 Datagram Forwarding Rate과 Forwarding Rate Unit은 직접적인 관계가 있으므로, 이를 하나의 변수로 간주하여 총 4가지 실험 변수에 대해서 표 4에서와 같이 최솟값, 최댓값을 부여하여 총 16가지의 실험케이스를 설계하고, 각 케이스에 대해 30번 씩, 총 480번의 시뮬레이션을 수행한다. 실험 환경은 워 게임 시뮬레이터 PC의 경우 i7-2600 3.4 GHz, 8 GB RAM, Windows PC이고, NetSPIN 시뮬레이터 PC의 경우 i7-X980 3.33 GHz, 12 GB RAM, Windows PC이고, NetSPIN 버전은 v0.1(OPNET 17.1)이고, RTI 버전은 MAK RTI v.4.1.1이다.

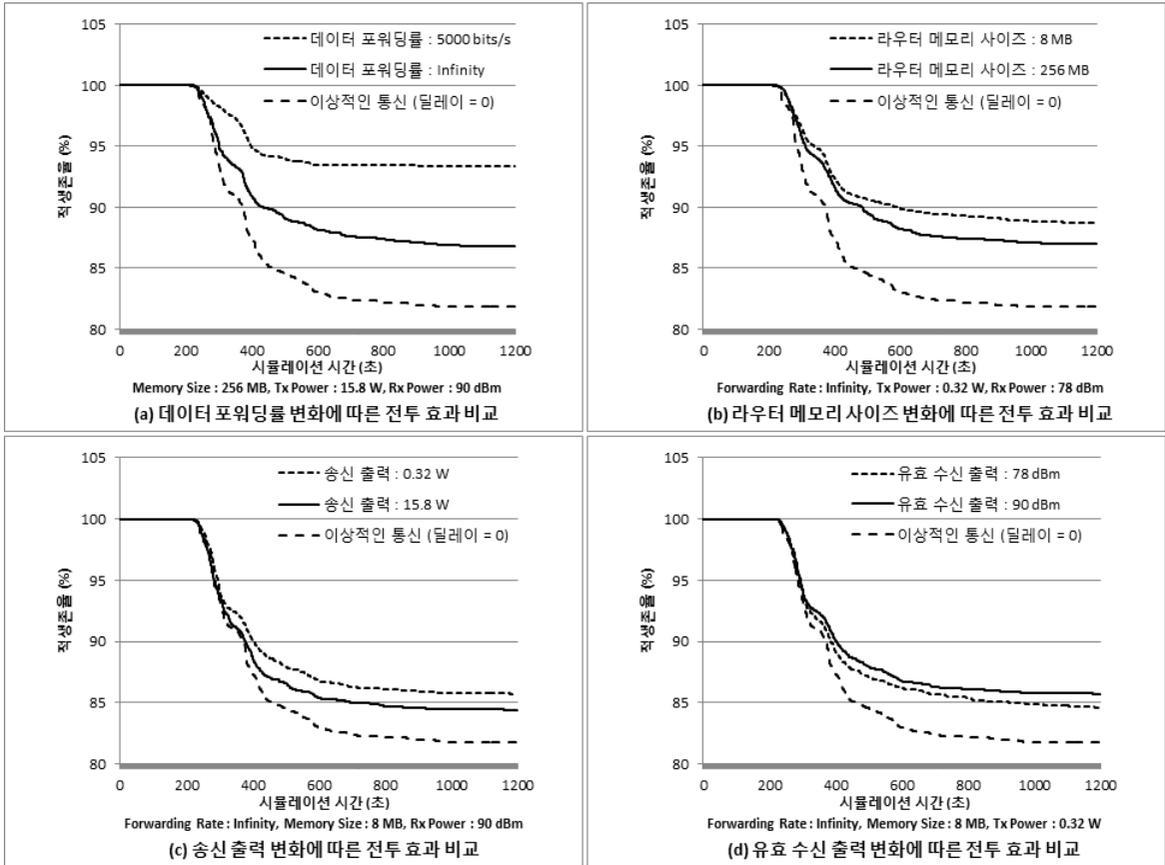


그림 15. 통신 모델 파라미터에 따른 전투 효과 시뮬레이션 실험 결과

4.3 실험 결과 분석

그림 15(a)는 통신 모델의 데이터 포워딩률(Forwarding Rate)이 전투효과에 미치는 영향을 측정한 그래프이다. 나머지 통신 파라미터들을 고정시키고 트래픽 포워딩률을 변경했을 때의 적군 생존율을 측정했으며, 가로축은 시뮬레이션 시간을, 세로축은 적군 생존율을 나타낸다. 그래프에서 점선은 트래픽 포워딩률이 최솟값인 경우를, 실선은 트래픽 포워딩률이 최댓값인 경우를, 마지막으로 파선은 통신 효과, 즉 전송 지연을 고려하지 않은 경우를 나타낸다. 통신 지연을 고려하지 않은 경우에는 적을 공격하여 성공할 확률이 다른 경우보다 높고, 그렇기 때문에 적 생존율이 다른 경우보다 현저히 낮은 것을 확인할 수 있다. 트래픽 포워딩률이 최솟값일 때는 시간당 처리할 수 있는 트래픽양이 적기 때문에 보병 지휘소와 포병 지휘소 간의 통신이 원활하게 이루어지지 않아 포를 발사하지 못하게 되어 적 생존율이 높게 나오게 된다. 즉 포워딩

률이 높은 값을 가질 때, 통신 효과가 증가함을 의미한다.

그림 15(b)는 통신 모델의 라우터 메모리 사이즈(Memory Size)가 전투효과에 미치는 영향을 측정한 그래프이다. 시뮬레이션 시간이 약 500초까지는 적군의 감소율이 비슷한 것을 볼 수 있다. 이는 시뮬레이션 초기에는 C2에서 처리해야 할 명령이 상대적으로 적기 때문에, 통신에서 Forwarding CPU에 의해 처리되거나 처리를 대기하는 패킷을 저장하기 위한 메모리 사이즈가 통신 속도에 크게 영향을 미치지 않는다. 하지만 시뮬레이션 시간이 증가함에 따라 C2에서 처리해야 할 명령이 많아지면, 메모리 사이즈가 클수록 통신 효율이 증가하게 되고 결과적으로 적군의 피해율이 증가한다. 즉 메모리 사이즈가 최댓값일 때가 최솟값일 때보다 통신 효과가 우수함을 확인할 수 있다.

그림 15(c)는 통신 모델의 송신 출력(Tx Power)이 전투효과에 미치는 영향을 측정한 그래프이다. 그래프에서

볼 수 있듯이 송신 출력이 최댓값을 가질 때 적 생존율이 적은 값을 가지며, 이는 송신 출력이 높을수록 통신 효과가 증가함을 의미한다. 또한 두 실험 케이스에서 적군의 피해량이 일정한 비율로 감소함을 볼 수 있는데, 이는 메모리 사이즈와는 달리 송신 출력이 워게임이 진행되는 동안 통신 효과에 지속적으로 영향을 주는 요소임을 의미한다.

그림 15(d)는 통신 모델의 유효 수신 전력(Rx Power)이 전투효과에 미치는 영향을 측정한 그래프이다. 그래프에서 볼 수 있듯이 유효 수신 출력이 최솟값을 가질 때 적 생존율이 적은 값을 가지며, 이는 유효 수신 출력이 낮을수록 통신 효과가 증가함을 의미한다. 유효 수신 출력이 낮을수록 수신 가능한 최소 전력이 낮아지므로 보다 많은 통신이 가능하게 된다.

네 가지 그래프를 보면 공통적으로 최솟값, 최댓값인 경우 모두 약 200초가 경과할 때까지는 적군의 수가 감소하지 않는데 이는 시뮬레이션 시작 후 200초까지는 수색 부대를 제외한 아군의 다른 부대들이 적을 탐지하지 못하고, 수색부대에 의한 탐지정보가 보병 지휘소에 도착하지 못함을 의미한다. 또한 일정 시간 이후에는 적 생존율이 더 이상 감소하지 않고 일정한 값에 수렴하는 것을 확인할 수 있다. 이는 일정 시간 이후에는 C2에서 처리해야 하는 명령이 많아지거나, C2에서 화력 요청 시 요청한 무기가 사용 중일 때는 화력 요청을 다시 수행해야 하기 때문에 탐지에서부터 공격까지의 시간이 길어진다. 이 시간이 길어지면 탐지 위치와 적의 실제 위치의 차가 커지기 때문에 포의 명중률이 현저히 떨어지게 되고, 실제 적군의 피해가 줄어들게 된다.

5. 결론

본 논문은 NetSPIN 환경의 통신 모델 파라미터가 네트워크 중심전의 전투 효과도에 미치는 영향을 분석하였다. 네트워크 중심전 모델은 군단급 규모의 전투 모델이고, 통신 효과를 반영한 전투 효과도를 측정하기 위해 통신 모델과 HLA 기반 시뮬레이션 연동을 하였다. 실제 군에서 사용하고 있는 군단 단위의 SPIDER 망에서 모의된 통신 지연 시간이 NCW 전투 모델에 반영되며, 그로 인한 적군의 생존 병력의 변화를 측정하였다. 시뮬레이션 결과 통신 장비의 몇몇 파라미터가 전투 효과도에 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다. 향후 더 다양한 실험을 통해 통신 모델 파라미터와 전투 효과도의 관계를 회귀 분석을 통한 메타 모델을 만드는 연구가 필요하다.

본 논문에서 제시한 시뮬레이션 연동을 통한 분석 방법

은 통신 파라미터와 전투 효과도의 관계를 이용하여 실제 전투에서 가장 효율적으로 사용될 수 있는 통신 장비의 요구 성능을 측정할 수 있으며, 나아가 새로운 군 통신 장비 도입 및 망 구축에도 사용될 수 있을 것이라 생각된다.

감사의 글

본 연구는 국방과학연구소 연구용역과제(UD110086ED)의 지원 및 관리로 수행되었습니다.

참고 문헌

1. 이남택, 오명호, 김태우, 김영준, 신내호, “제2장 육군의 미래 NCW 개념 및 구현 방안 연구”, 2006년 육군 전투 발전, pp. 109-132.
2. Tag Gon Kim and Chang Ho Sung, “Objective-driven DEVS Modeling Using OPI Matrix for performance Evaluation of Discrete Event Systems,” SCSC-2007, pp.386-391, San Diego, USA, Aug. 2007.
3. Zeigler BP, Praehofer H and Kim TG. “Theory of Modeling and Simulation”, 2nd ed. San Diego, New York: Academic Press, 2000.
4. Tag Gon Kim, Chang Ho Sung, Su-Youn Hong, Jeong Hee Hong, Chang Beom Choi, Jeong Hoon Kim, Kyung Min Seo, and Jang Won Bae, “DEVSim++ Toolset for Defense Modeling and Simulation and Interoperation,” The Journal of Defense Modeling and Simulation: Applications, Methodology, Technology, Vol. 8, No. 3, pp. 129-142, July., 2011.
5. OPNET Technologies, Inc, *OPNET Manual*, <http://www.opnet.com/>
6. IEEE Std. 1516-2000, *IEEE Standard for Modeling and Simulation(M&S) High Level Architecture (HLA), Framework and Rules*, IEEE Computer Society, 2000.
7. IEEE Std. 1516-2000, *IEEE Standard for Modeling and Simulation (M&S) High Level Architecture (HLA), Federate Interface Specification*, IEEE Computer Society, 2001.
8. IEEE Std. 1516-2000, *IEEE Standard for Modeling and Simulation (M&S) High Level Architecture (HLA), Object Model Template(OMT) Specification*, IEEE Computer Society, 2001.
9. 강봉구, 배장원, 성장호, 김탁곤, 안명길, 이상일, “NCW 전장 환경에서 통신 효과 분석 방법에 대한 연구”, 2012년 대학계종합학술대회, 대한전자공학회, 2012년 6월.
10. 김탁곤, *방공교전모델 모의논리 연구분석서*, 방공학교,

2010년 11월.

11. 김덕수, 배장원, 김탁곤, “통신 효과 시뮬레이터와의 연동을 고려한 DEVS 기반의 위게임 시뮬레이터 개발”, 한국군사과학기술학회 '11종합학술대회, pp. 115-118, 2011년 6월.
12. 배장원, 강봉구, 김병수, 성창호, 김탁곤, 안명길, 이상일, “통신 효과를 반영한 네트워크 중심전의 전투 효과도 분석 방법”, 한국시뮬레이션논문지 심사중
13. Benjamin D. Paz, Joshua A. Baer, “Communication Effect Server Integration with OneSAF for Mission Level Simulation,” Proceedings of the 2008 Fall Simulation Interoperability Workshop (SIW), 2008.
14. 김덕수, 위 게임과 통신 효과 시뮬레이터 간 연동 시뮬레이션 방법론, 한국과학기술원 전자공학과 석사학위논문, 2011년 2월.
15. 전투력 복원, 야전교범 31-6, 육군본부, 2002.



강 봉 구 (bgkang@smslab.kaist.ac.kr)

2011 한양대학교 전자통신컴퓨터공학부 학사
2011 ~ 현재 KAIST 전기및전자공학과 석사과정

관심분야 : 모델링&시뮬레이션, 이산 사건 시스템 모델링



김 병 수 (bskim@seslab.kaist.ac.kr)

2010 KAIST 전기및전자공학과 학사
2012 KAIST 전기및전자공학과 석사
2012 ~ 현재 2010 KAIST 전기및전자공학과 박사과정

관심분야 : 분산 시뮬레이션, 이산 사건 모델링&시뮬레이션



배 장 원 (repute@kaist.ac.kr)

2007 고려대학교 전기및전자공학과 학사
2009 KAIST 전기및전자공학과 석사
2009 ~ 2011 KAIST 시스템 모델링 연구실 연구원
2011 ~ 현재 KAIST 산업및시스템공학과 박사과정

관심분야 : 이산 사건 시스템 모델링 및 시뮬레이션, 에이전트 기반 시스템 모델링 및 시뮬레이션



성 창 호 (chsung@smslab.kaist.ac.kr)

2003 부산대학교 전자전기통신공학부 학사
2011 KAIST 전기및전자공학과 박사
2011 ~ 현재 KAIST 정보전자연구소 연수연구원

관심분야 : 모델링/시뮬레이션 이론, 분산 및 하이브리드 시뮬레이션



김 탁 곤 (tkim@ee.kaist.ac.kr)

- 1975 부산대학교 전자공학과 학사
- 1980 경북대학교 전자공학과 석사
- 1988 Univ. of Arizona, 전기및컴퓨터공학과 박사
- 1980~1983 부경대학교, 통신공학과, 전임강사
- 1987~1989 (미)아리조나 환경연구소, 연구엔지니어
- 1989~1991 Univ. of Kansas, 전기및컴퓨터공학과, 조교수
- 1991~현재 KAIST 전자전산학과, 교수
- 한국시뮬레이션 학회 회장 역임
- 국제시뮬레이션학회(SCS) 논문지(Simulation) Editor-In-Chief 역임
- SCS Fellow
- 모델링 시뮬레이션 기술사(미국)
- *Who's Who in the World* (Marguis 16thEdition, 1999) 등재
- 연합사, 국방부/합참, 기품원 자문위원 역임
- KIDA Fellow 역임
- ADD 자문위원(현)

연구 실적

- 교재
 - Theory of Modeling and Simulation, Academic Press, 2000, 등 영어 교재/Chapter 8권 저술
- 연구 논문
 - 국·내외 학술지/학술대회 M&S 관련 논문 200여 편 발표
- 과제 수행
 - 훈련, 분석, 획득, 전투실험 관련 국방 M&S 과제 10여 건 수행(중)

관심분야 : 모델링/시뮬레이션 이론, 방법론 및 환경개발, 시뮬레이터 연동



안 명 길 (happymkahn@add.re.kr)

- 1997 충남대학교 정보통신공학과 학사
- 2003 서강대학교 컴퓨터학과 석사
- 1997~2006 LG전자 통신연구소
- 2006~현재 국방과학연구소 선임연구원

관심분야 : 모델링&시뮬레이션, 지휘통제, 상호운용성



천 재 영 (jycheon@add.re.kr)

- 2005 성균관대학교 정보통신공학부 학사
- 2007 포항공과대학교 컴퓨터공학 석사
- 2007~현재 국방과학연구소 연구원

관심분야 : 모델링&시뮬레이션, 지휘통제, 상호운용성