

HLA/RTI를 이용한 워게임 시뮬레이터와 통신 효과 시뮬레이터의 연동 시뮬레이션 연구

김덕수¹⁾ · 배장원^{*,2)} · 박수범³⁾ · 김탁곤⁴⁾

¹⁾ 육군 30사단 기계화 보병여단 통신대

²⁾ 한국과학기술원 산업 및 시스템공학과

³⁾ LIG넥스원(주)

⁴⁾ 한국과학기술원 전기 및 전자공학과

Research of Interopaeration Simulation between War Game Simulator and Communication Effect Simulator using HLA/RTI

Deok-Su Kim¹⁾ · Jang Won Bae^{*,2)} · Soo Bum Park³⁾ · Tag Gon Kim⁴⁾

¹⁾ Signal Company, 92 Mechanized Infantry Brigade, 30 Division, Korea

²⁾ Department of Industrial and Systems Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology, Korea

³⁾ LIG Nex1 Co., Ltd., Korea

⁴⁾ Department of Electrical Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology, Korea

(Received 19 April 2014 / Revised 5 September 2014 / Accepted 30 January 2015)

ABSTRACT

Wargame simulators are widely used in the field of defence modeling and simulation. Because of increasing importance of communication effects on the warfare, the war game simulator is also required to reflect communication effects. One way to satisfy the requirement is the interoperation simulation between war game simulator and communication effect simulators.

This paper shows the application of interoperation simulation between war game and communication effect simulators using HLA(High-Level Architecture)/RTI(RunTime Infrastructure). The war game simulator mainly deal with the engagement of troops and the troops communicate each other at the mission execution level. In the other hand, The communication effect simulator perform communication actions between the troops in the engineering level. Using the interoperation simulation, we can reflect the communication effects on the war game simulation.

We show various applications of the interoperation simulation with the point of the war game and communication effect simulator. with a case study, we explain the interoperation simulation improves the reality and fidelity of the war game simulator and how the interoperation simulation can be applied to developing doctrines and real communication system.

Key Words : Interoperation(연동), War Game Simulator(워게임 시뮬레이터), Communication Effect Simulator(통신 효과 시뮬레이터), HLA, RTI

* Corresponding author, E-mail: repute@kaist.ac.kr

Copyright © The Korea Institute of Military Science and Technology

1. 서론

M&S(Modeling & Simulation)은 국방 산업의 많은 분야에 적용되어 개발 시간과 비용을 단축하는데 기여해왔다^[14,15]. 그 중, 위게임 시뮬레이터는 모의 논리를 바탕으로 개발된 모델들과 시나리오를 조합하여 파라미터를 통해서 전장 상황을 재창출 하여 실제 전쟁을 시뮬레이션하여 시뮬레이션 기반의 획득(Simulation Based Acquisition)에 기반한 부대 교리나 무기 개발의 연구가 진행되어 왔다^[9,16]. 하지만, 현대 전쟁이 플랫폼 중심의 전쟁(Platform Centric Warfare)에서 네트워크 중심의 전쟁(Network Centric Warfare)으로 전환하면서, 위게임 시뮬레이터에도 변화가 필요하게 되었다^[11].

네트워크 중심의 전쟁은 여러 전투 요소들을 네트워크로 연결하여 전장 상황을 공유하고 통합적이고 효율적인 전투력을 창출하고자 하는 것이다^[11]. 즉, 플랫폼 중심의 전쟁과는 달리, 네트워크 중심의 전쟁에서는 통신 효과를 무시할 수 없게 되었다. 네트워크 중심의 전쟁에서는 전장의 정보가 얼마나 빨리 그리고 정확히 부대 구성원에게 전달되는 지가 전쟁의 결과에 중요한 영향을 미치기 때문이다^[13].

특히, 위게임에 통신체계의 구축 필요성과 관련한 많은 질문 중 대다수는 “과연 통신체계가 도입되면 전투 효과에 어느 정도의 영향일 미칠 것인가”이다. 즉, 통신체계가 있음으로 인해서 임무달성도 향상과 손실감소에 어느 정도 효과를 얻을 수 있을 것인가에 관한 것이다^[10]. 지금까지의 국방 분야에서 모델링 및 시뮬레이션은 위게임과 통신 효과 모델을 개별적으로 개발하고 운용되어 왔다. 위게임 모델은 전장에서 각 전투원 혹은 부대들의 전술적 행동들에 대해 세부적인 묘사를 한다. 따라서 위게임 시뮬레이터를 통해 전장 환경에서의 전술, 교리 개발에 활용되었다. 반면에, 통신 효과 모델은 통신시스템의 물리적인 특성과 프로토콜 등을 반영하여 정확도가 높은 시뮬레이션에 초점이 맞추어져 있다. 통신 효과 시뮬레이터 역시 새로운 통신 시스템을 개발하고 시험하는데 주로 활용되어 왔다. 하지만, 이러한 접근 방법은 네트워크 중심의 전쟁에 입각하여 전투수행 효과를 극대화시키고자 하는 현대전을 모의할 경우, 통신 효과가 고려되지 않았기 때문에 기존의 위게임 시뮬레이터는 여러 가지 한계를 갖게 되었다.

본 논문에서는 위게임 시뮬레이터에 통신 효과를 반영하기 위해서 위게임 시뮬레이터와 통신 효과 시뮬레이터를 연동하는 방법에 관한 논문이다. 두 시뮬레이터는 국제 표준으로 지정되어 있는 HLA/RTI기반으로 연동시뮬레이션을 한다. 이러한 연동 시뮬레이션에 기반한 실험을 통해서 얻을 수 있는 이점을 간단한 실험을 통해서 언급하도록 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존 위게임 시뮬레이터의 방법에 대해 설명하고 그 한계점을 언급한다. 3장에서는 위게임 시뮬레이터와 통신 효과 시뮬레이터의 연동 구조에 대해서 설명한다. 4장에서는 연동을 통해서 얻을 수 있는 이점에 대해서 언급한다. 5장에서는 연동 시뮬레이션을 활용하여 실험을 통해 4장에서 말한 내용을 보충하며, 마지막으로 6장에서는 본 논문의 내용을 정리하고 결론을 맺도록 한다.

2. 기존 연구 분석

이번 장에서는 이전에 위게임 시뮬레이터에서 통신에 대한 부분을 어떻게 다루었는지 언급하고 그 한계점을 지적 한다. 그리고 본 논문과 비슷한 접근을 사용하고 있는 사례를 소개 한다.

2.1 기존 위게임의 통신 효과 반영

실제 전장에서는 부대와 부대사이에서 통신을 하고 있고, 이러한 통신은 지형, 날씨 등의 환경에 많은 영향을 받는 통신 장비를 이용해서 이루어지고 있다. 하지만, 기존의 위게임 시뮬레이터에서는 통신 효과 보다는 다른 교전 효과들을 측정하는데 목적이 있는 경우가 많아서 대부분 많이 추상화되어서 표현되어왔다. Fig. 1은 기존의 위게임 시뮬레이터에 통신 효과가 어떻게 반영되었는지를 세 가지로 분류해서 보여준다.

첫 번째는 위게임 시뮬레이터 내부에서 통신 효과에 대한 반영을 고려하지 않는 방법이다. 예전의 플랫폼 중심의 전쟁에서는 전투 효과도를 나타낼 때, 통신의 영향이 크지 않았기 때문에 통신 효과를 거의 무시하였다. 하지만, 전장에서 통신의 역할이 점차 증대됨에 따라 위게임 시뮬레이터에도 통신 효과의 반영이 필요하게 되었다.

두 번째는 통신 효과의 데이터를 데이터베이스화하여 그 데이터를 위게임 시뮬레이터 내부의 모델들이 통신을 하는데 적용하는 방법이다. 이렇게 함으로써 모델간의 통신에 통신 효과를 어느 정도 모의할 수 있지만, 실제의 전쟁 상황을 반영한 통신 효과를 적용

하는 데는 한계가 있다. 특히, 동적으로 변화하는 전쟁 상황을 확률 기반의 모델이 표현하는 것에는 한계가 있다.

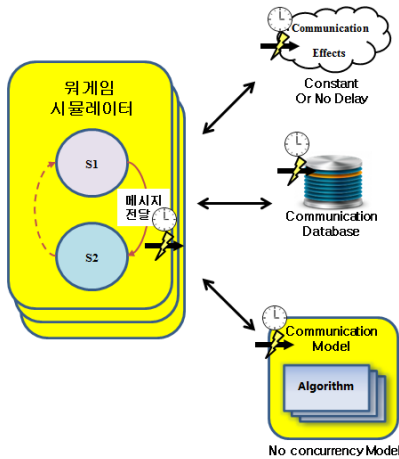


Fig. 1. Classical methods for representing communication effects to war game simulators

세 번째 방법은 위게임 시뮬레이터 내부에 통신 효과를 모의할 수 있는 모델을 삽입하는 방법이다. 이런 통신 효과 모델은 여러 가지 확률 기반의 모델로 정의할 수 있다. 이러한 방법의 경우 역시 실제 전쟁 상황을 적용하는 데는 한계가 있다. 또한, 위게임 시뮬레이터 내부에 통신 모델을 사용하면, 동시간에 발생하는 전장과 통신 시스템의 상호 작용을 표현하는데 한계가 나타날 수 있다. 예를 들어, 위게임 시뮬레이터에서 다수의 모델에서 동시에 통신을 요청할 경우에, 위게임 시뮬레이터 엔진의 순차적인 시간 관리 특성상 표현이 불가능하다. 예를 들어, 여러 부대가 같은 주파수의 통신 자원을 사용할 경우, 실제 상황에서는 한 개의 통신 요청만 처리되어야 하지만, 위게임 시뮬레이터에서는 다수의 통신 요청을 같은 시간에 순차적으로 처리하여 실제 상황과는 다른 결과가 도출 될 것이다. Table 1에 위에서 언급한 경우의 한계점을 정리하였다.

이러한 한계점을 해결하는 방법 중에 하나가 연동 시뮬레이션을 이용하는 것이다. 위게임과 통신 효과 시뮬레이터의 연동 시뮬레이션은 첫 번째, 두 번째 한계점을 극복함과 동시에 연동 미들웨어(예를 들면, HLA/RTI)에서 시뮬레이션 시간을 관리하기 때문에 세 번째 한계점 역시 극복할 수 있다.

Table 1. Limitations in classical methods for representing communication effects

통신 모델	한계점
상수	통신 효과 반영 무시
데이터베이스	전장의 상황을 반영하는 통신 효과의 한계
통신 모델	동 시간에 발생하는 전장과 통신의 상호 작용을 표현하는데 한계 (전장에서 통신 모델의 주파수를 공유하는 경우의 한계)

2.2 관련 연구 사례

위게임 시뮬레이터와 통신 효과 시뮬레이터의 연동을 통한 접근 방법은 해외에서도 비슷한 사례가 존재한다. 그 사례로는 독일 IABA 연구소에서 개발한 DNS(Die Neue Framework Simulation)와 영국 BAE Systems에서 개발한 CES(Communication Effects Server)가 있다^[1,2]. DNS모델은 독일군의 지상전투 훈련/분석 모델인 HORUS모델에 지휘통제 통신을 모의하는 FIT(Führung und Informations Technologie)모델과 정찰 기능을 모의하는 OSIRIS모델을 통합하여 구축된 새로운 모델 연합체계이다. CES모델은 미군의 Virtual 및 Constructive 모델인 OneSAF(One Semi-Automated Forces) 모델과 연동되어 OneSAF안에서 전투에 참여 하고 있는 부대 또는 무기체계 사이의 통신효과를 모의하는 모델이다.

하지만, DNS 모델과 CES모델은 M&S 관점에서 볼 때, 모델들의 파라미터 변경 및 추가가 자유롭지 않아 모델의 재사용성이 떨어진다는 단점과 우리나라와는 다른 군 체제를 적용하여 한국에서 사용할 수 없다는 한계점이 있다^[11]. 본 논문은 위게임 시뮬레이터와 통신 시뮬레이터의 모델 확장성과 재사용성을 높이면서, 한국군의 특징을 반영할 수 있는 위게임 시뮬레이터를 적용한 연동 시뮬레이션에 대해서 소개 한다.

3. 연동 시뮬레이터의 구조

이번 장에서는 위게임 시뮬레이터와 통신 시뮬레이터를 연동 하여 시뮬레이터의 구조와 연동을 위한 인터페이스 그리고 연동 시뮬레이터의 활용 방안에 대해 설명 한다.

3.1 전체 구조

2장에서 살펴본 사례의 단점들을 보완하기 위한 방법 중에 하나는 전장과 통신 시스템을 분리하여 개발한 후, 연동 시뮬레이션을 하는 것이다. 연동을 사용할 때의 장점은 다음과 같다. 첫째로, 기존의 M&S 도구와 모델들을 재사용하는 것이 가능하다. 기존의 도구에 연동을 위한 인터페이스를 추가 하는 것만으로 미리 개발된 모델들을 그대로 사용할 수 있다. 둘째로, 앞에서 언급했던 동시간대에 다수의 부대가 통신을 요청하는 상황에서 발생하는 문제를 해결할 수 있다. 이 문제는 통신 모델의 시간 정보를 위게임 시뮬레이터에서 관리하기 때문에 발생하는 것이다. 위게임 시뮬레이터는 이산 사건 시스템으로 표현되는데, 이산 사건 시스템의 시뮬레이션은 여러 사건을 직렬화(sequentialization)하여 진행 한다^[3]. 이런 특성에 의해서, 동시간대의 다수 부대의 통신 특성을 시뮬레이션 하는 것에는 한계가 존재한다. 이 문제를 해결하는 방법중에 하나가 위게임 시뮬레이터와 통신 시뮬레이터를 분리하고, 연동 미들웨어를 통해서 시뮬레이션을 진행하는 방법이다. 셋째로, 실제 시스템과의 유사성이다. 실제 시스템에서 통신 장비를 운용하는 부대와 통신 장비는 물리적으로 분리되어 있다. 실제와 같게 모델링을 함으로써 모델 개발자와 사용자에게 좀 더 실제 시스템과 비슷한 모델을 만들고 사용하는 것을 가능하게 해준다.

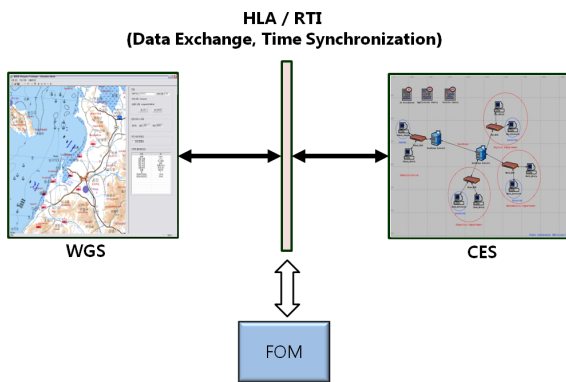


Fig. 2. Structure of interoperation simulation between war game simulator and communication effect simulator

위와 같은 이유로 본 논문에서는 Fig. 2과 같은 연동 시뮬레이션을 제안 한다. 즉, 위게임과 통신 시스템은 각각 최적화된 도구로 독립적으로 개발하고, 두

개의 시뮬레이터는 국제 연동 표준인 HLA/RTI를 이용하여 연동 시뮬레이션 함으로써 확장성과 재사용성을 보장하였다^[4,5,6].

Fig. 2와 같은 연동 시뮬레이션을 통해 위게임 시뮬레이터에서 실제 통신장비가 부착된 플랫폼의 행동 패턴과 통신 트래픽을 모의할 수 있다. 이를 통해서 통신 시스템 성능을 실제 작전 상황과 유사한 환경에서 평가할 수 있다. 또한 통신 토폴로지(Topology)나 링크(Link), 메시지 지연으로 발생하는 통신효과는 통신측면에서 위게임 시뮬레이터의 정확도와 현실성을 높일 수 있다.

3.2 연동 시뮬레이션 방법

위게임 시뮬레이터와 통신 효과 시뮬레이터를 연동하여 시뮬레이션에서는 기존의 위게임 시뮬레이터 내부에서 진행되는 부대 간의 통신과는 진행 방법이 달라져야 한다. 기존의 위게임 시뮬레이터에서는 부대 간의 메시지를 직접적으로 통신하였지만, 연동 시뮬레이션 환경에서는 메시지 통신 명령은 위게임 시뮬레이터 내부에서 시행되지만, 실제의 메시지 전달 과정은 통신 시뮬레이터가 환경적인 요소와 부대 간의 배치를 판단하여 수행하게 된다. 자세한 시뮬레이션 진행 과정은 다음과 같다.

위게임 시뮬레이터에서 모의 논리에 참여하는 부대는 통신 효과 시뮬레이터에 포함된 통신노드와 매핑(mapping) 된다. 이 때, 부대와 통신 노드는 1:N의 관계가 가능하다. 즉 한 부대가 다수의 통신 노드와 매핑될 수 있다. 이렇게 매핑 된 부대와 통신노드는 서로 같은 위치좌표를 갖는다. 만약 시뮬레이션 진행 간 부대의 위치가 변경되면 Fig. 3과 같이 통신 효과 시뮬레이터에 부대와 매핑 된 통신노드의 위치를 업데이트 하도록 요청한다. 이런 방식으로 통신 효과 시뮬레이터는 통신장비가 부착된 플랫폼의 행동 패턴에 따라 통신노드의 위치를 변경해 가면서 시뮬레이션을 진행할 수 있다. 마찬가지로 각 부대에서 통신망을 변경하여 장비를 운용해야 할 경우 위치 변경과 동일한 방법을 이용하여 해당 통신노드의 통신 파라미터를 수정할 수 있다.

위게임 시뮬레이터 내부의 부대 간 메시지는 통신 효과 시뮬레이터를 경유하여 교환되고 이 과정을 통해서 부대 간 통신 장비를 이용한 통신 효과가 반영된다. 위게임 시뮬레이터에서 메시지 전송 이벤트가 발생한 부대는 통신 효과 시뮬레이터에게 메시지 전

송을 요청하고 전송 요청을 받은 통신효과 시뮬레이터는 전송 부대와 수신 부대에 매핑 된 통신노드 사이에 실제로 메시지를 전송한다. 메시지를 전송하는 과정에서 통신노드의 성능과 지형 및 간섭과 같은 주변 환경 요소들이 반영되어 메시지의 전송 지연과 성공여부가 결정된다. 수신 통신노드에 메시지가 도착하면 그 결과가 위게임 시뮬레이터에게 전달되어 메시지 수신 부대에 최종적으로 메시지가 전달된다.

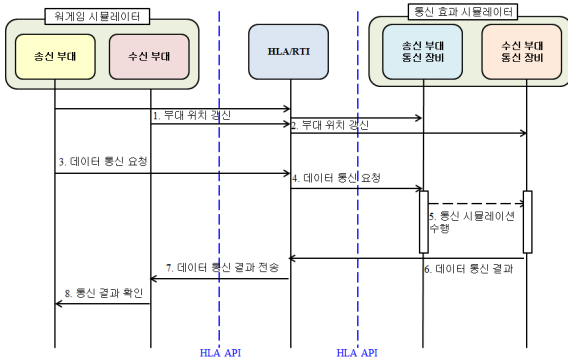


Fig. 3. Sequence diagram of interoperation simulation

3.3 인터페이스

독립적으로 개발된 시뮬레이터가 연동 시뮬레이션에 참여하기 위해서는 인터페이스가 필요하다. Fig. 4는 연동 시뮬레이션 인터페이스의 구성을 보여준다. 이 때 사용 되는 인터페이스의 기능은 다음과 같다.

인터페이스 구조는 크게 연동 API와 데이터 변환을 위한 부분으로 되어 있다. 연동 API 부분은 HLA의 API를 처리 할 수 있는 부분으로 되어 있고 데이터 변환은 부대와 통신 장비의 관계를 표현한 네트워크 테이블 그리고 위게임 내부에서 통신 처리를 할 수 있는 Re-Transmit 모델로 이루어져 있다. HLA API는 이미 잘 정의되어 있으므로^[5], 세부 절에서는 나머지 두 부분에 대해서 설명한다.

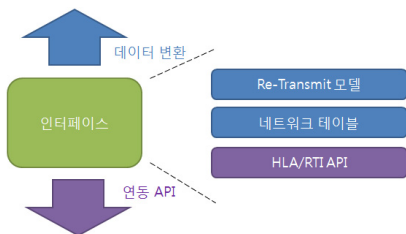


Fig. 4. Interfaces structure for interoperation simulation

3.3.1 네트워크 테이블

네트워크 테이블은 사용자가 입력한 시나리오에 따라서 위게임 시뮬레이터 내부의 부대와 통신효과 시뮬레이터 내부의 노드(Node)들 사이의 매핑 관계 및 노드들 사이의 통신망 연결 관계를 정의한 것으로 일반 적인 구조는 다음 Table 2와 같다.

Table 2. Example of network table

Troop	Node	Network ID
A	A5	5
	A6	6
B	B6	6
	B7	7

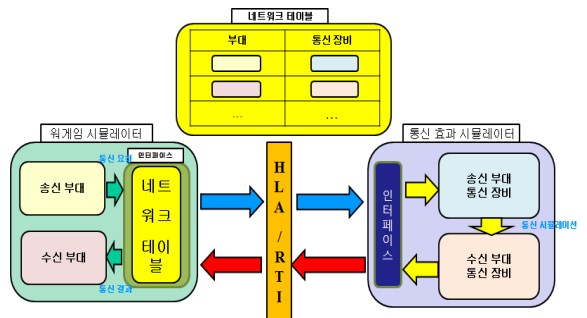


Fig. 5. Constructing network table in interoperation simulation

위게임 시뮬레이터에는 내부적으로 부대를 나타내는 객체들이 존재하고 통신효과 시뮬레이터는 내부적으로 하나의 통신장비를 나타내는 노드(Node) 객체들이 존재한다. 실제 하나의 부대가 한 대 또는 여러 대의 통신장비를 보유하는 것과 같이, 위게임 시뮬레이터의 부대 객체와 통신 효과 시뮬레이터의 노드 객체 사이에는 1:1 또는 1:N의 관계가 성립한다. 또한 각 노드들은 주파수 또는 코드와 같은 통신 파라미터에 따라서 서로 다른 통신망으로 분리되어 있기 때문에 부대는 보유하고 있는 노드들의 통신 파라미터에 따라서 여러 통신망에 가입될 수 있다. 따라서 통신 효과 시뮬레이터를 이용하여 메시지 전송을 모의하기 위해서는, 두 부대가 보유하고 있는 노드들 중에서 같은 통신망에 연결되어 있는 노드들을 찾아, 통신효과 시뮬레이터에서 해당 노드들 사이의 메시지 전송을

요청해야만 한다. 네트워크 테이블은 이와 같이 부대 사이의 메시지 전송을 위해 부대정보를 실제 하나의 통신망으로 연결된 노드정보로 변환하기 위해 참조된다. 네트워크 테이블은 사용자가 시나리오 생성과정에서 입력한 부대 정보와 각 부대가 사용하고 있는 통신망 정보를 이용하여 생성되며 노드정보는 부대 정보와 통신망 정보를 이용하여 자동으로 생성된다. Fig. 5는 네트워크 테이블의 역할을 나타낸다.

3.3.2 Re-Transmit 모델

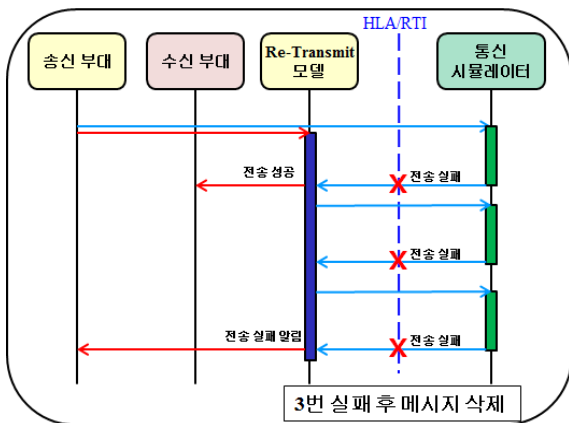


Fig. 6. Sequence diagram of re-transmit model

실제 전장에서 통신상의 문제로 인해서 메시지가 전달되지 못할 때는 통신 장비 운용자의 재량에 따라 재전송을 하게 된다. 이럴 경우를 대비하여 나름의 통신 운용 교리가 정해져 있다. 인터페이스에서는 이 점을 고려하여 통신 메시지를 재전송하는 모델을 따로 설계하였다. 이렇게 함으로써, 실제 전장과 같이 위게임 모델에서는 통신 재전송에 해당하는 부분을 신경 쓰지 않고 동작할 수 있게 된다.

Fig. 6은 Re-Transmit 모델의 동작을 보여준다. Re-Transmit 모델의 역할은 두 가지 이다. 우선, 메시지 전송 실패 시 통신모의 논리에 따라 메시지 재전송을 요청하고 통신모의를 위한 필수정보 외에 불필요한 정보가 RTI를 통해 통신 효과 시뮬레이터로 전달되는 않도록 하여 통신효과 시뮬레이터의 재사용성 및 확장성을 높인다. 두 번째로, 위게임 시뮬레이터 내부 메시지(Internal Message)와 HLA RTI를 통하는 연동 메시지(External Message)를 구분하여 시뮬레이터의 효율을 높이는 것이다.

4. 활용 방안

위게임 시뮬레이터와 통신 효과 시뮬레이터의 연동 시뮬레이션은 위게임 시뮬레이터와 통신 효과 시뮬레이터 양측에 모두 활용될 수 있다. 아래 Fig. 7은 연동 시뮬레이션을 통해 얻을 수 있는 이점을 나타낸다.

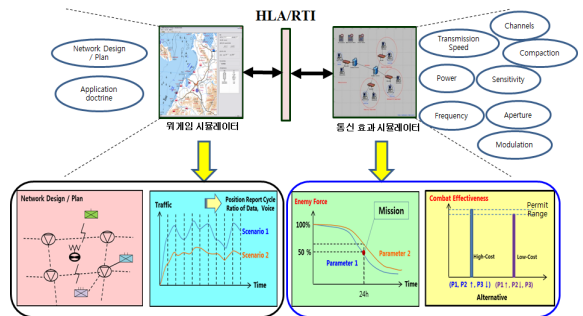


Fig. 7. Further utilizations of interoperability simulation

위게임 시뮬레이터 측면에서는 통신 효과 시뮬레이터의 결과를 이용해서 부대의 네트워크 배치나 교리 개발에 사용할 수 있다. 통신 효과 시뮬레이터의 모델과 파라미터를 고정하고 위게임 시뮬레이터의 모델 배치와 운용 교리를 변경함으로써 최적화된 네트워크 배치나 통신 운용에 대한 교리 등을 개발할 수 있다. 통신 효과 시뮬레이터 측면에서는 위게임 시뮬레이터를 이용한 결과를 통해 통신 파라미터의 스펙을 정하고, 통신 장비를 개발하는데 도움을 얻을 수 있다. 즉, 위게임 시뮬레이터의 모델과 시나리오를 고정하고 통신 효과 시뮬레이터의 모델 및 파라미터를 변경함으로써 작전에 필요한 통신 장비의 스펙을 결정할 수 있다.

위에서 언급한 연동 시뮬레이션의 활용 방안은 다음 장의 실험을 통해서 간단한 예제를 보이도록 하겠다.

5. 실험 설계 및 결과

연동 시뮬레이션을 적용하여 위게임에 통신 효과가 미치는 영향을 파악할 수 있는 실험을 설계하고 시행하였다. 실험에서 사용한 위게임 시뮬레이터는 DEVS 기반으로 설계한 시뮬레이터에 3장의 인터페이스를 추가하여 사용하였다^[7]. 통신 시뮬레이터는 다양한 통신 프로토콜과 표준 장비 라이브러리를 제공하는 OPNET이라는 도구를 사용하였다^[8].

5.1 실험 구조

실험에서 사용한 연동 구조는 다음 Fig. 8과 같다.

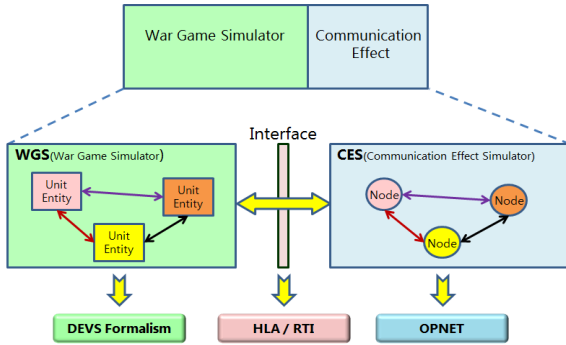


Fig. 8. Experimental structure based on interoperation simulation

실험에서 사용한 위게임 시뮬레이터에서 사용된 모델은 연대 규모의 부대를 모델링 한 것이다. 부대는 연대부터 소대 단위까지 모사되어 있으며, 포병 대대를 포함하고 있다. 시뮬레이터 내부 구조와 모델에 대한 것은 [7]에 설명되어 있다. 통신 시뮬레이터는 OPNET에서 제공하는 FM 무전기를 사용하였다. 각 시뮬레이터는 3장에서 언급한 인터페이스로 HLA/RTI를 통해 정보를 교환하며 연동 시뮬레이션을 하게 된다.

5.2 실험 시나리오

실험 시나리오는 적군의 공격에 대한 아군의 포병을 이용한 방어 작전이다. 아군은 연대 규모의 부대가 남쪽에 포병을 활용하여 방어를 하고 있고, 적군은 북에서 아군의 3배 규모의 부대로 공격을 하고 있다. 아군은 수색 부대를 통해 적군의 움직임을 감지하게 된다. 수색 부대가 통신망을 통해 적군의 움직임을 전송하면, 연대 본부에서는 전황에 따라서 포병 대대에 명령을 내려 적군을 포격하기 시작한다. 적군이 포병의 사격 거리 내로 들어오면, 근접 전투가 이루어진다.

이러한 시나리오에서 상위 부대와 하위 부대는 각 부대 내부의 통신 장비를 통해서 정보를 교환한다. 따라서 실험의 결과는 통신 효과에 따라서 전투의 결과는 달라질 수 있다는 것을 보여 주게 된다. 실험에서도 적군의 정보를 빠르고 정확한 통신을 통해 전달될수록 포병 부대는 정확한 적군의 위치에 사격을 하게 되고, 이를 통해 적군의 생존율에 큰 영향을 미칠 수 있게 된다.

5.3 실험 결과 및 분석

위의 시나리오를 통해서, 2가지 경우에 대해서 실험을 하고 분석을 해보았다. 2가지 실험에 대한 설명은 다음 Table 6과 같다.

Table 3. Experimental objectives and measure of effectiveness

실험	설명	전투 효과도
실험 1	통신 효과 시뮬레이터 적용에 따른 전투 효과도 비교	적군의 생존율
실험 2	통신 파라미터 변화에 따른 전투 효과도 비교	

5.3.1 통신 효과 시뮬레이터 적용에 따른 전투 효과도 비교

이번 실험에서 사용한 음성 통화 시간에 대한 파라미터는 2006년에 육군 과학화훈련단에서 실제훈련 간 음성통화 녹음하여 분석한 것으로 아래 Table 4와 같다. 위의 통신 파라미터를 사용하여 3가지 경우로 나누어서 실험을 하였다 : 1) 통신 효과를 고려하지 않는 경우, 2) 통신 효과를 상수로 표현 한 경우, 3) 통신 효과를 통신 모델로 표현 한 경우.

Table 4. Talk time per communication messages^[12]

Voice		
Message	Talk Time(sec)	
	Mean	Standard Deviation
Call / Ack	2.60	1.98
Position Report	4.52	3.26
Situation Report	6.65	5.50
Order	6.86	5.49
KCTC(Korea Combat Training Center) '06-10, 11, 12 class		

Fig. 9는 5.3.1 실험의 결과를 나타낸다. 가로축은 시간이고, 세로축은 적군의 손실을 나타낸다. Fig. 9의 실험 결과를 통해, 통신 효과 시뮬레이터의 유무에 따라 전투 효과도가 다르게 파악되는 것을 확인할 수 있다. 통신 효과를 통신 모델을 사용하여 표현한 경우

와 나머지 경우를 비교했을 때, 크고 작은 차이가 나는 것을 확인할 수 있다. 특히 6000초 이전에 포병 공격이 이루어질 때 결과의 차이가 더 큰 것을 확인할 수 있다. 이 실험을 통해 위게임과 통신 효과 시뮬레이터의 연동 시뮬레이션을 통해야만 전투 효과도에 미치는 통신 효과를 좀 더 정확히 파악할 수 있는 것을 확인할 수 있다.

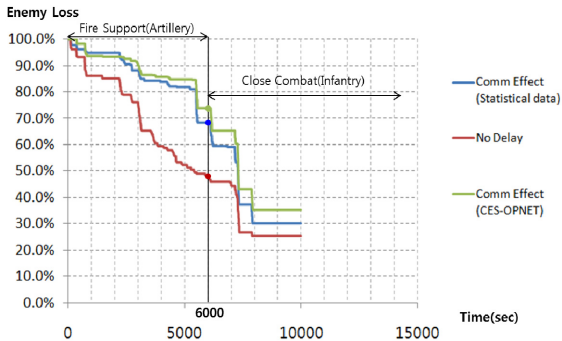


Fig. 9. Changes in the enemy survival ratio by applying communication effects simulator

5.3.2 통신망 계획 변경에 따른 전투 효과도 비교

Table 5. Transmission power of FM two-way radio

Parameter	Tx_Power(W)				
Value(W)	0.04	0.06	0.07	0.08	0.16

이번 실험은 통신효과 시뮬레이터에서 사용하는 통신 파라미터를 변경하였을 때 전투효과에 미치는 영향을 측정하기 위한 것이다. 통신효과 시뮬레이터에서 사용하는 무전기의 송신 출력을 위의 Table 5와 같이 변경하며 가면서 실험을 수행하였다.

Fig. 10은 실험 5.3.2의 결과를 나타낸다. 결과의 그래프의 인덱스는 위의 실험 결과와 같다. Fig. 10의 실험 결과에서는 통신 모델의 송신 출력 파라미터가 전투효과에 미치는 영향을 나타낸다. 특히, 무전기의 송신출력이 0.04W, 0.06W에서는 시뮬레이션 시작 후 약 3000초가 경과한 시점에서 적군의 전투력이 크게 감소하기 시작하였고 0.07W이상에서는 약 300초가 경과한 시점에서 적군의 전투력이 감소하기 시작하여 0.8W이상에서는 아무리 송신출력을 높여도 더 이상 적 전투력이 감소하는 시점이 줄어들지 않음을 알 수 있다.

이러한 실험 결과를 이용해서, 이상적인 통신 환경일 때, 무전기의 송신출력이 약 0.08W이상이면 연대 단위에서 모든 작전을 충분히 지원할 수 있음을 알 수 있다. 즉, 3장에서 언급한 활용 방안에서와 같이 위게임 시뮬레이터의 시나리오를 고정하고, 통신 효과 시뮬레이터의 파라미터를 변경하여 최적화된 장비 파라미터 값을 도출해낼 수 있음을 보여주고 있다.

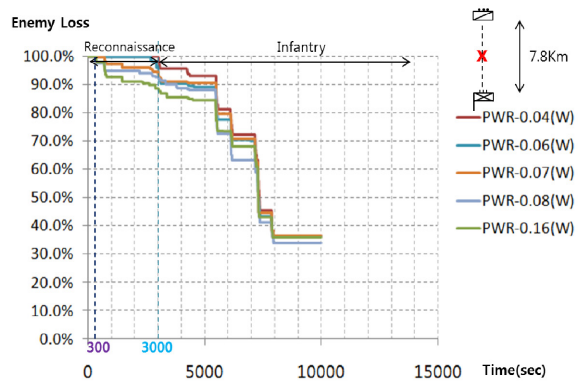


Fig. 10. Changes in the enemy survival ratio with varying transmission power of FM two-way radios

6. 결론

본 논문에서는 네트워크 중심의 전쟁과 같은 통신 효과가 중요해진 현대 전쟁을 모의할 수 있는 위게임 시뮬레이터의 방법으로 위게임 시뮬레이터와 통신 시뮬레이터의 연동 시뮬레이션을 제안한다. 이 연동 시뮬레이션은 독립 적으로 개발한 위게임 시뮬레이터와 통신 효과 시뮬레이터를 연동 미들웨어인 HLA/RTI를 통하여 이루어 진다. 위게임과 통신 효과 시뮬레이터는 사용하는 모델과 데이터가 다르기 때문에, 두 시뮬레이터 간의 데이터 처리를 위해 네트워크 테이블이나, Re-Transmit 모델과 같은 인터페이스 추가하였다. 이런 방법을 통해 기존의 시뮬레이터의 한계점을 극복할 수 있음과 동시에, 시뮬레이터들의 재사용성과 확장성을 높일 수 있다. 또한, 연동 시뮬레이션을 통해서 위게임이나 통신 효과 시뮬레이터 각각에 활용할 수 있는 방안을 제시하고 실험을 통해 그것을 증명하였다.

앞으로의 연구는 본 논문에서 제시한 연동 시뮬레이션을 방법론으로 정형화하여 표현 하는 것과 이와 같

은 방법을 적용하여, 통신의 효과의 영향을 받는 NCW 기반의 전투 효과도에 영향을 미치는 통신 요소를 파악 하는 것이 있다.

References

- [1] 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.
- [2] Manfred Eberhard, "The German C3-Model FIT," Proceedings of the 2001 Fall Simulation Interoperability Workshop(SIW), 2001.
- [3] B. P. Zeigler, Tag Gon Kim and H. Prahofer, Theory of Modelling and Simulation(2nd Edition), Academic Press, 2000.
- [4] IEEE Std. 1516-2000, IEEE Standard for Modeling and Simulation(M&S) High Level Architecture(HLA), Framework and Rules, IEEE Computer Society, 2000.
- [5] IEEE Std. 1516-2000, IEEE Standard for Modeling and Simulation(M&S) High Level Architecture(HLA), Federate Interface Specification, IEEE Computer Society, 2001.
- [6] 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.
- [7] DeokSu Kim, Jang Won Bae, and Tag Gon Kim, "Development of DEVS Based War Game Simulator Considering Interoperation with Communication Effects Simulator," '11 KIMST Annual Conference Proceedings, pp. 115-118, June, 2011.
- [8] OPNET Technologies, Inc, OPNET Manual, <http://www.opnet.com/>
- [9] Sang-Yeong Choi, Jai-Jeong Pyun, "Concepts and Perspectives of SBA(Simulation Based Acquisition)," Communications of the Korea Information Science Society, Vol. 26, No. 1, pp. 6-12, 2008.
- [10] 고원, "C4ISR체계의 전투기여효과 모의 분석," 국방정책연구, pp. 96-120, 2005.
- [11] 노훈, 손태중, "NCW : 선진국 동향과 우리 군의 과제," 주간국방논단, 한국국방연구원, 제1046호 pp. 05-19, 2005.
- [12] 김영호, "TICN체계 기반 여단급 이하 정보유통.
- [13] 방위사업개론, 방위사업청, 2008.
- [14] 최광표, "국방 모델링 및 시뮬레이션을 활용한 육군 교육훈련 과학화 방책," 한국전략문제연구소 전투발전.
- [15] 최상영, "국방 모델링 및 시뮬레이션 기술 발전과 향후전망," 전자공학회지, Vol. 35, No. 10, pp. 53-62, 2008.
- [16] 박상수, 이종호, "네트워크중심 국방 모델링 및 시뮬레이션을 활용한 SBA 적용 방안 연구," 한국통신학회지, Vol. 28, No. 4, pp. 18-27, 2011.