

## 전술통신망 성능분석을 위한 네트워크 시뮬레이터 구현

### Implementation of Network Level Simulator for Tactical Network Performance Analysis

최정인\*  
Jeong-In Choi

신상헌\*  
Sang-heon Shin

백해현\*\*  
Hae-Hyeon Baek

박민호\*\*  
Min-Ho Park

#### ABSTRACT

This paper studied about the design and implementation of tactical communication network simulator in order to obtain tactical communication network parameter, such as link capacity and routing plan, and a number of exceptional cases that may occur during actual deployment by conducting simulation of a large-scale tactical communication networks.

This tactical communication network simulator provides equipment models and link models of commercial OPNET simulator for tactical communication network. In addition, 6 types of simulation scenario writings convenience functions and traffic generation models that may occur in situations of tactical communication network environment were implemented in order to enhance user friendliness. By taking advantages of SITL(System-In-The-Loop) function of OPNET, the tactical communication network simulator allows users to perform interoperability test between M&S models and actual equipment in operating simulation of tactical communication network, which is run on software. In order to confirm the functions and performance of the simulator, small-scale of tactical communication network was configured to make sure interoperability between SITL-based equipment and a large-scale tactical communication network was simulated and checked how to cope with traffic generated for each network node. As the results, we were able to confirm that the simulator is operated properly.

Keywords : M&S, Testbed, OPNET, Simulation Interoperability, Network Performance Test

#### 1. 서론

전술통신망은 네트워크 중심전(NCW : Network

Centric Warfare)의 복잡한 기반체계로 발전하면서, 효율적으로 구축/운용하기 위한 전술통신망 성능을 분석할 수 있는 시뮬레이터 활용의 필요성은 높아지고 있다<sup>1~4)</sup>. 향상된 성능의 전술통신체계 개발에 따라 전술통신망 구성 장비의 신규 개발과 병행하여 시뮬레이션 기반의 장비 성능분석 활동이 수행되고 있으나, 네트워크 수준에서의 분석도구에 대한 연구는 비교적

† 2013년 7월 5일 접수~2013년 9월 13일 게재승인

\* 삼성탈레스(Samsung Thales)

\*\* 국방과학연구소(ADD)

책임저자 : 최정인(jeongin.choi@samsung.com)

부족하였다<sup>[5~8]</sup>.

본 논문에서는 대형 자치망(AS : Autonomous System) 규모의 전술통신망에 대한 모의 및 성능분석을 수행할 수 있는 시뮬레이터의 구현과 기능 적용 결과를 서술한다. 개발한 시뮬레이터는 OPNET 기반으로 시뮬레이션을 수행 하고 결과를 도출할 수 있게 전술통신망을 구성하는 장비 모델을 일부는 OPNET에서 제공하는 모델을 재활용하였으며, OPNET에서 제공되지 않는 모델은 신규로 설계하고 구현하였다.

개발된 시뮬레이터는 전술통신망 시뮬레이션 시나리오에 따라 대규모 네트워크의 시뮬레이션과 성능분석을 효율적으로 수행할 수 있는 수학적 분석 시뮬레이터 기능과 소규모 네트워크에서 개별 장비 및 프로토콜의 동작에 대한 세부적인 성능분석 시뮬레이션을 수행할 수 있는 이산 사건 시뮬레이터 기능을 함께 제공하며, 실 장비 및 통신환경에 기반 한 통신망 운용 성능 시험의 비효율성을 개선하기 위한 방안으로 OPNET 도구를 이용한 M&S(Modeling & Simulation) 기반의 테스트베드 기능도 제공한다.

## 2. 관련 연구

군 통신망에 대한 성능분석은 대부분 상용 네트워크 시뮬레이터에서 군 장비와 가장 유사한 특성을 가진 모델을 재활용하거나, 시뮬레이션 대상 장비의 특정 기능만을 추가하여 모델링을 구현하여 시뮬레이션과 성능분석을 수행하였다<sup>[5,9~11]</sup>.

상기의 관련 연구 사례의 경우 일반적인 네트워크 시뮬레이터에서 전술통신망 구성 장비 모델을 제공하지는 않지만, 시뮬레이션 결과에 영향을 미치는 특정 기능만을 수정 및 보완하여 적용하더라도 만족할 만한 수준의 결과를 얻을 수 있다고 판단하였기에 모델의 수정 및 보완으로 시뮬레이션을 수행하고 그 결과를 성능 분석에 활용하였다. 하지만, 좀 더 향상된 수준의 모델링과 시뮬레이션 수행을 위해서는 분석 대상 장비의 기능 모델의 구현이 필요하고, 무엇보다 시뮬레이션 결과에 영향을 미치는 모든 요인들이 반영된 정확한 결과를 얻을 수 없다는 단점이 있다.

이와 달리 전술통신망 시뮬레이션을 목적으로 하는 전용 시뮬레이터를 개발하여 사용하는 노력도 있었다. TNS(Tactical Network Simulator)<sup>[1]</sup>는 OPNET을 기반으로 현 운용중인 전술통신체계와 신규 전술통신체계간

의 네트워크 구성 및 시뮬레이션 기능을 제공하기 위한 전용 시뮬레이터로서 개발되었다. NetSPIN(Network Simulator and Planner for Interoperability)<sup>[4,12]</sup>은 통신 장비가 개발 또는 기능변경이 되기 전 그 효과를 분석하기 위한 통신망 시뮬레이션 도구로서 OPNET 기반으로 개발되었다. TNS와 NetSPIN은 현재 개발중인 전술통신망의 구성 장비 모델은 제공하지 않으므로, 신규 개발장비의 설계사항을 최대한 반영한 전술통신체계 구성 장비 모델이 적용 된 전술통신망 시뮬레이터에 대한 연구가 필요하다.

## 3. 전술통신망 시뮬레이터 구현

전술통신망 시뮬레이터<sup>[3]</sup>는 시뮬레이션 엔진(OPNET), 통신 모델, 시나리오 저작도구, 트래픽/운용환경 모델, 성능분석 모델, SITL(System In The Loop) 기반 실장비 연동 환경으로 Fig. 1과 같이 구성되어 운용된다.

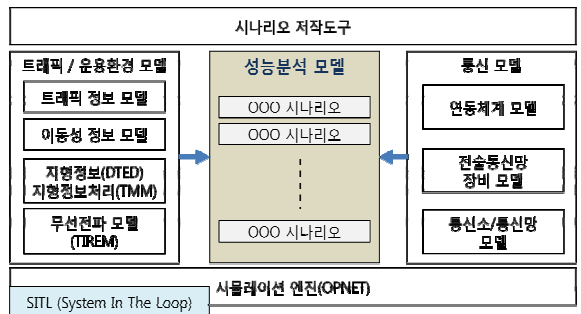


Fig. 1. 전술통신망 시뮬레이터 구성

전술통신망 시뮬레이터의 시뮬레이션 엔진은 대규모 통신망 분석을 위한 해석적 분석(Flow Analysis)과 이산적 분석을 위한 DES(Discrete Event Simulation) 엔진(Modeler)으로 구성된다. 시나리오 저작도구는 사용자의 통신망 성능분석 수행을 위해 장비, 링크, 망구조 및 트래픽 등의 정보가 반영된 새로운 시나리오를 작성할 때 편리성을 제공하며 노드배치편의 기능, 트래픽설정 기능, 이동경로설정 기능, 그룹이동경로(RPGM : Reference Point Group Mobility)<sup>[13]</sup> 설정 기능, Global Utility로 구성하여 OPNET의 부가 기능(OPNET Add-on Function)으로 구현하였다.

운용 시나리오 모델은 전술통신망 시뮬레이터 운용 예를 제공하기 위한 것으로, 사용자는 제공되는 시나

리오를 재사용 또는 변경하여 시뮬레이션을 수행할 수 있다. 통신 모델은 전송통신망을 구성하는 통신장비 및 통신소를 모델링 한 것으로 전송통신망 구성 장비 모델, 타체계 연동 모델, 통신소/통신망 모델로 구성된다. 트래픽/환경 모델은 시뮬레이션 시나리오가 수행되는데 필요한 기반 정보로서, 트래픽, 이동성 모델, 지형정보/모듈로 구성된다. 실장비 연동 환경은 전송통신망 시뮬레이터와 실장비간의 연동 시험이 가능하게 OPNET SITL 기능을 활용하여 제공된다.

전송통신망 시뮬레이터는 Fig. 2와 같이 사용자가 목표하는 시뮬레이션 요구사항, 도출결과에 따라 제공되는 시뮬레이션 시나리오 템플릿을 활용하거나, 신규 시나리오를 작성하여 시뮬레이션을 수행하고 결과를 확인하는 절차로 운용된다.

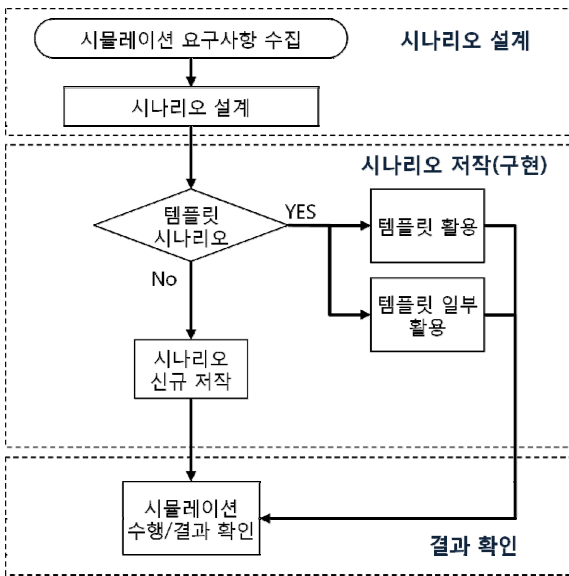


Fig. 2. 전송통신망 시뮬레이터 운용 절차

전송통신망 시뮬레이터의 통신망 구성 요소 모델, 트래픽 모델, 시나리오 저작 편의기능에 대한 구현 방안은 다음과 같다.

가. 통신망 구성 장비 모델

전송통신망을 시뮬레이션을 위해서는 전송통신망 구성 장비에 대한 시뮬레이터 모델이 필요하며, Table 1과 같이 전송통신망 시뮬레이터의 장비 모델을 식별하고 구현 하였다.

Table 1의 망관리 장비, 라우터, VoIP교환기, 이동통

신장비 등의 모델은 OPNET에서 제공되는 노드모델을 재활용 하였으며, 무선링크를 점대점 형태로 운용하는 대용량무선전송장비와 점대다 형태로 운용되는 소용량 무선전송장비, 대용량무선전송장비간 정합 기능을 제공하는 라인접속장비, 사용자 VoIP호를 발생시키는 아날로그접속장비와 타체계연동장비, 전투무선망 장비는 신규로 구현된 모델을 사용 하였다.

Table 1. 전송통신망 시뮬레이터 장비 모델

구분	통신장비 모델	비고
무선전송장비	대용량무선전송장비 <sup>주1)</sup>	해석적 분석 지원을 위한 유무선 링크 통합 설계
	소용량무선전송장비 <sup>주1)</sup> (기지국 장비, 단국장비)	
망관리장비	망관리/망제어 장비 <sup>주2)</sup>	
라우터 및 VoIP 교환장비	라우터 <sup>주2)</sup>	
	VoIP 교환기 <sup>주2)</sup>	
	VoIP 전화기 <sup>주2)</sup>	
	라인접속장비 <sup>주1)</sup>	
	아날로그접속장비 <sup>주1)</sup>	사용자 발생 호 트래픽을 모의
타체계연동장치 <sup>주1)</sup>		
이동통신장비	전술이동기지국장비 <sup>주2)</sup>	
	전술다기능단말기 <sup>주2)</sup>	
전투무선망	다기능다채널무전기 <sup>주1)</sup>	장비 형상별 모델 설계
	전투무선망연동장치 <sup>주1)</sup>	

※ 주1 : 신규 설계 구현, 주2 : OPNET 모델 재활용

개별 통신장비 모델을 사용하여 사용자가 직접 통신소를 만들고 전송통신망을 구성하는 것은 가능하다. 하지만, 이를 위해서는 사용자가 전송통신망의 통신소별 장비 구성을 사전에 이해하고 있어야만 할 뿐만 아니라, 많은 시간이 소요된다는 단점이 있다. 따라서, 전송통신망을 구성하는 OPNET 모델러의 서브네트워크 형태로 전송통신망을 구성하는 5가지의 노드 통신소를 OPNET 네트워크 모델로 구성하고 전송통신망 통신소 단위의 모델을 제공하여 사용자의 편의성을 높였다.

통신소 모델은 Fig. 3, Fig. 4와 같이 서브넷 배치 방

법과 평면 배치 방법으로 구현 하였다. 서버넷 배치는 전술통신망을 구성하는 노드 통신소 단위로 통신소에 구성되는 장비 요소를 차량 탑재된 서버넷으로 구성하여 탑재차량별 형상 식별이 용이하나, 대규모 통신망 구성시 통신장비의 구성정보 설정이 복잡하다는 단점이 있다. 평면 배치는 운용구조 요소를 한개의 서버넷에 평면적으로 배치하는 것으로 대규모 통신망 구성시 서버넷 배치방법 대비 링크 연결, 장비속성/트래픽 설정의 혼란이 적고 편리하다는 장점이 있다.

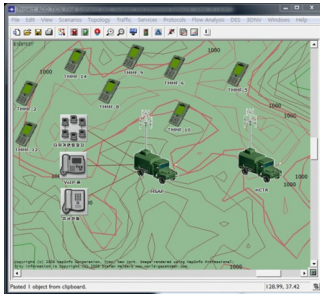


Fig. 3. 통신소 모델 구현(서버넷 배치)

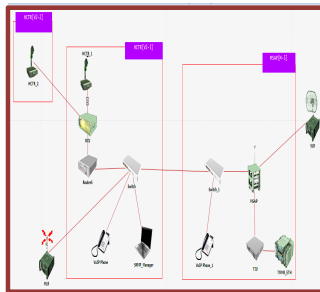


Fig. 4. 통신소 모델 구현(평면 배치)

전술통신망 시뮬레이션 수행시 사용하는 링크모델은 Fig. 5와 같이 그 목적에 따라 유/무선 링크를 선택할 수 있게 통합하여 설계, 구현 하였다. 유/무선 링크 모델의 주요 속성은 송수신 용량, BER 등이 있으며, 전술통신망 시뮬레이터의 목적상 무선링크의 채널 특성은 적용하지 않았으나, 통신망 성능에 영향을 줄 수 있는 전송지연, BER등을 시뮬레이션 수행중 가변적으로 적용할 수 있게 구현 하였다.

시뮬레이션 수행시 이산 사건 시뮬레이션 방식은 소규모 네트워크에서 개별 장비 및 프로토콜의 동작에 대한 세부적인 성능분석시에는 유용하나, 대상 망의 규모가 커지면 시뮬레이션 수행시 처리해야하는 이산

사건의 수가 급격히 증가하여 장시간의 시뮬레이션 수행되는 단점이 있다. 따라서, 사단이나 군단급 규모의 대규모 전술 통신망을 시뮬레이션하기 위해서는 해석적 분석 엔진을 사용하는 것이 적합하지만, OPNET의 해석적 분석 엔진인 Flow Analysis를 사용하기 위해 네트워크 구성 장비간 반드시 유선 링크를 통해 연결되어야 한다. 이러한 OPNET 환경의 제약 사항을 극복하고 무선 전송장치들간 Flow Analysis 적용이 가능하게 링크모델과 무선장비 모델을 개발하였다. 또한, DES 수행을 위한 모델과 Flow Analysis 수행을 위한 모델이 분리되어 있으면 사용이 불편하므로, 단일모델로 DES와 Flow Analysis를 동시 수행이 가능하게 통합하여 설계, 구현하였다.

전송장치 모델에 유/무선 링크모델 통합 설계

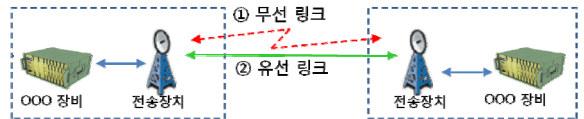


Fig. 5. 유/무선 링크모델 통합 설계

나. 트래픽 모델

전술통신망 시뮬레이터는 시뮬레이션 대상망에 부가되는 트래픽의 발생빈도와 시뮬레이션 대상망 규모에 따라 시뮬레이션 수행 및 결과 도출에 상당한 시간이 소요 된다. 통신망 규모에 따라 효율적으로 시뮬레이션하기 위해서 시뮬레이션 대상 통신망 규모에 따라 적합한 트래픽 모델을 적용해주어야만 한다.

전술통신망 시뮬레이터에서 대상망 규모에 따라 사용되는 트래픽 모델은 Table 2와 같다. IP Traffic Flow 모델은 OPNET 시뮬레이션 수행시 종단간 단말에서 생성하는 응용서비스 트래픽량을 시뮬레이션 수행 전 정의한 것으로, 대규모 망의 트래픽을 인가하여 해석적 분석을 위한 결과 도출에 적합하다<sup>[14]</sup>. OPNET 도 구에서 사용하는 고유의 트래픽 데이터 파일 유형인 TR2 파일 형태로 IP Traffic Flow를 시뮬레이션 수행 전 정의한 후, 통신망 시뮬레이션에 적용할 수 있게 시뮬레이터 기능을 설계하였다.

Link Load 모델은 통신망을 구성하는 각 링크에 부가되는 트래픽 크기를 사용자 형태로 정의하는 것으로, Background traffic이 가해진 상황에서 특정 응용 서비스의 종단간 특성 분석에 적합하다. 전술통신망 시

시뮬레이터에서는 OPNET GBU 파일 형태로 Link Load를 사전에 정의해두고, 중형급 망에 대한 Background traffic으로 사용한다. Explicit Traffic 모델은 응용 서비스 중단 단말에서 발생하는 개별 패킷의 크기 및 분포 등의 특성을 정의하는 것으로, 세부 프로토콜 동작 분석에 적합하다. 전술통신망 시뮬레이터에서는 IP Traffic Flow에서 식별한 응용 서비스에 대해서 패킷 크기 및 발생 분포를 추가적으로 정의하고, 소규모 통신망에 적용한다.

Table 2. 트래픽 모델 분류 및 적용 대상

	IP Traffic Flow	Link Load	Explicit Traffic
적용 대상	대규모망 (WAN 수준)	중형망 (CAN 수준)	소형망 (LAN 수준)
트래픽 정의 방식	End-to-End Traffic Flow	각 링크의 사용률	중단간 개별 패킷 발생 정의
트래픽 파일 형식	OPNET TR2 파일	OPNET GBU 파일	어플리케이션 설정
시뮬레이션 수행 방식	Flow Analysis	DES/Hybrid Simulation	DES

다. 시나리오 저작 편의기능

Table 3. 트래픽 모델 분류 및 적용 대상

구분	주요 기능
구성요소 배치	토폴로지 구성요소들에 대한 위치 정보를 GUI기반 통합 화면에서 설정
Trajectory 매핑	이동성을 가진 장비들에 대한 Trajectory 파일을 GUI기반 통합 화면에서 설정
그룹이동성 설정	군 이동성에 적합한 RPGM 설정 기능 제공
트래픽 메타 포맷 생성	OPNET TR2 트래픽 파일로의 자동 변환이 가능한 트래픽 메타 포맷 및 토폴로지 구성 정보 제공
TR2 변환 SW	트래픽 메타 포맷 파일에 입력된 트래픽 정보를 OPNET TR2 트래픽 파일로 변환
Global Utility	부체계 단위별 공통 속성을 일괄적으로 설정할 수 있는 GUI 제공

전술통신망 시뮬레이터를 사용하여 대규모 망에 대한 신규 시뮬레이션 시나리오의 구성 또는 구성된 시뮬레이션 시나리오를 수정할 경우 OPNET 도구의 편집기능만으로 사용하기는 불편하므로, 운용자 편리성을 고려하여 Table 3과 같은 시나리오 저작 편의기능을 제공한다.

4. 실체계 연동 실험을 위한 Testbed 구축

가. M&S 기반의 Testbed 구축의 이점과 효율성

실 통신망 운용환경에서의 시험은 기간과 비용 등의 부담이 있고, 다양한 통신망 운용 환경의 구성과 통신망 운용 파라미터의 최적화 도출을 위한 반복 시험이 용이하지 않다는 단점을 가지고 있다. 전술통신망 시뮬레이터와 실장비로 구성된 Testbed를 복합적으로 시험에 활용하면 단기간, 저비용으로 통신망 운용 환경을 반영하여 실장비가 연동된 기능 및 성능 시뮬레이션을 수행 할 수 있어 실 통신망에 적용시의 운용결과 예측이 용이하며, 최적의 통신망 설계에 적용할 수 있다<sup>[15]</sup>.

M&S 기반의 Testbed 운용으로 통신망 설계 및 운용시 기대되는 사항은 다음과 같다.

- 실 운용 환경을 고려한 이동성과 지형정보 및 지형정보 기반의 무선전파모델이 적용 가능한 모의 환경 구축
- 통달거리, 패킷 충돌 및 재 전송, Multi-Hop 라우팅, Multi-Hop VoIP(Voice over IP) 품질 등 다양한 기능 시험을 통해 각종 파라미터의 최적화 가능

M&S 기반의 Testbed를 통한 시험으로 통신망 개발 단계에 기능 및 성능 시뮬레이션으로 실구축 통신망 운용시 발생할 수 있는 문제점을 도출시켜 통신망 개발에 따른 기술적 위험을 최소화 할 수 있는 장점이 있다. 기타, 실운용을 최대한 가정한 M&S 기반의 Testbed에서 실 운용 환경을 고려한 시뮬레이션 프로파일을 적용한 시뮬레이션 시험 수행으로 Testbed만으로 구성된 시험망의 제약 사항(장애영향평가, 최대용량 평가 등)을 최대한 극복한 시험 수행이 가능 하다.

나. 전술통신망 Testbed 활용 방안

SITL 모듈이 지원 가능한 연동 구조 중 군 통신 환

경에서 가장 활용도가 높은 구조는 Fig. 6과 같은 Real-Sim-Real 연동 구조로 판단된다<sup>16)</sup>.

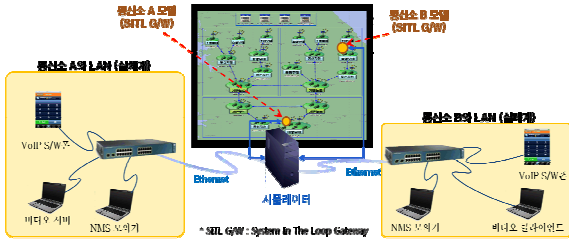


Fig. 6. 실체계 응용단말, 망관리 모의기간의 연동 모의

Real-Sim-Real 연동 구조의 Testbed 활용은 다음의 2가지와 같은 형태를 고려해볼 수 있다.

첫 번째는 실체계 응용단말 간 연동 시험 방안이다. 전술통신망 시뮬레이터의 통신소 모델로 구성된 중형망 수준의 전술통신망 네트워크 모델을 구현하고, 중단에 음성 또는 영상 통화 품질을 시험할 수 있는 단말을 연동하여 시험하는 방안이다. M&S 모의 환경에서 실 장비간의 통화로에 인가할 수 있는 성능 영향 요소는 무선링크 품질(전송지연, BER), Multi-Hop 링크, 트래픽 부하 및 Jamming 상황 등이 있다. 두 번째는 망관리 모의기를 연동하는 시험 방안이다. 망관리 모의기간의 통신망 환경을 제공하여 패킷 손실 및 지연 등의 데이터 전달성을 확인할 수 있는 연동 시험 방안이다. 이러한 형태의 Testbed 활용 방법은 M&S 모의 통신망을 거쳐 양 끝단 실 장비에서 수신되는 데이터의 품질을 확인하는 시험 적용 방안이다.

네트워크 실장비와의 연동 기능을 제공하는 OPNET Modeler의 SITL 기능을 전술통신망 시뮬레이터에서 사용하여, M&S 기반의 통신망 시뮬레이션 환경을 구성하고 실장비 기능 및 성능 시험을 수행 방법은 전술통신망 분야에서 그 활용성이 증대할 것으로 기대된다.

### 5. 전술통신망 시뮬레이터 검증

#### 가. 전술통신망 시뮬레이션 기능 검증

구현된 전술통신망 시뮬레이터의 동작 검증을 위해서 간단한 시험망을 구성하고, 시뮬레이션 결과와 논리적 예측결과를 비교하였다.

Fig. 7은 전술통신망 시뮬레이터의 기본적인 동작

검증을 위한 시험망 토폴로지로서 4개의 기반노드 통신소를 나타내는 네트워크모델(BaseNode\_1, 2, 3, 4)을 배치하고 기반노드간은 무선전송 링크로 연결된다. 중형 통신소(Middle\_1, 2)는 기반노드와 무선전송 링크로 연결되며, 소형 통신소(Small\_1, 2, 3, 4)는 상위의 기반노드와 소용량의 무선전송 링크로 연결된다. 동작 검증을 위해 중형 통신소간(Middle\_1에서 Middle\_2로)에 25Mbps, 소형 통신소간(Small\_3에서 Small\_4로)에 10Mbps 트래픽을 인가하였다.

Fig. 7은 링크에 장애가 발생하지 않은 경우의 트래픽 흐름에 대한 시뮬레이션 결과를 나타낸 것이다. 중형통신소간, 소형통신소간 인가된 트래픽은 최단경로 전달되고 있음을 확인할 수 있다.

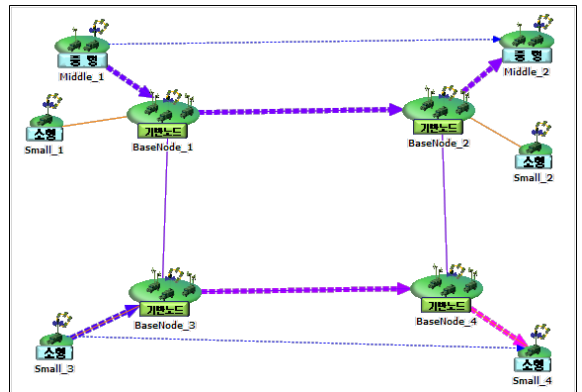


Fig. 7. 전술통신망 시뮬레이터 시험망 토폴로지의 트래픽 흐름(링크 장애가 없을 경우)

Table 4. 링크 사용률(링크 장애가 없을 경우)

Link Name	Bandwidth (Mbps)	Utilization (%)	Throughput (Mbps)
BaseNode_1 → BaseNode_2	44.736	57.3	25.633
BaseNode_1 → BaseNode_3	44.736	0	0
BaseNode_3 → BaseNode_4	44.736	22.92	10.253
BaseNode_4 → BaseNode_2	44.736	0	0

Table 4는 링크에 장애가 발생하지 않은 경우의 기반노드 통신소간 링크 사용률에 대한 시뮬레이션 결



과이다. 중형통신소, 소형통신소간 인가된 트래픽량인 25Mbps와 10Mbps의 트래픽이 각각 전달되며, 대용량 무선전송 링크의 용량에 대비한 사용률이 결과로 표시된다.

Fig. 8은 링크에 장애가 발생한 경우의 트래픽이 우회 경로로 전달되고 있음을 확인할 수 있다.

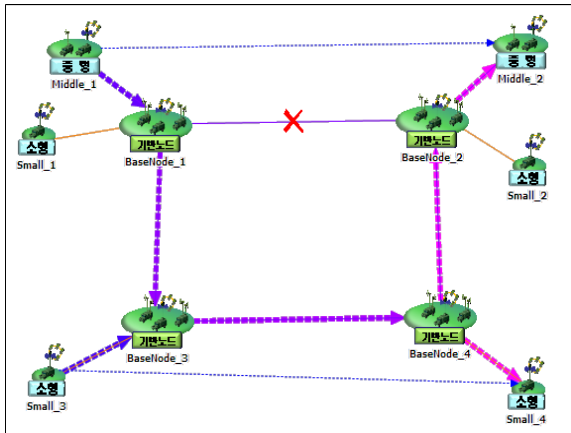


Fig. 8. 전송통신망 시뮬레이터 시험망 토폴로지의 트래픽 흐름(링크장애가 발생한 경우)

나. 실체계 연동 기능 검증

구현된 전송통신망 시뮬레이터의 실체계 연동 기능 검증을 위해서 VoIP 교환기와 VoIP 전화기를 연결한 시험망을 Fig. 9와 같이 구성하고, 실 장비간의 음성 및 영상 트래픽이 OPNET SITL 기반 시뮬레이션 망을 연동하여 실장비(VoIP전화기)간 통화가 정상적으로 이루어짐을 확인하였다.

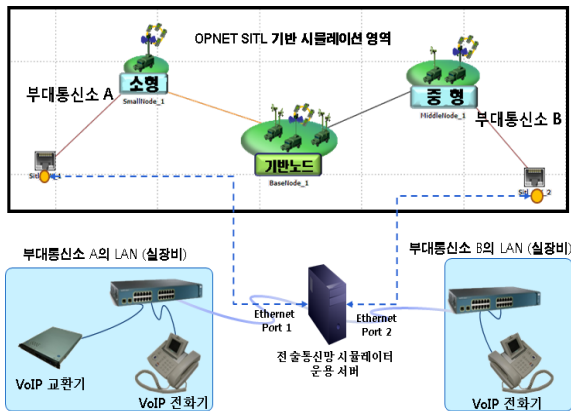


Fig. 9. 실장비 연동시험 토폴로지

Fig. 9와 같은 SITL 기능을 사용한 실험 수행 시 실험 시나리오상의 링크 BER(Bit Error Rate)을 Fig. 10과 같이 시간에 따라 변화시켰을 때, Fig. 11의 ②수신트래픽과 같은 VoIP 전화기간의 영상통화 트래픽 변화가 나타나고 전송로의 BER 변동에 따른 사용자의 체감 품질 시험에 사용할 수 있음을 확인하였다.

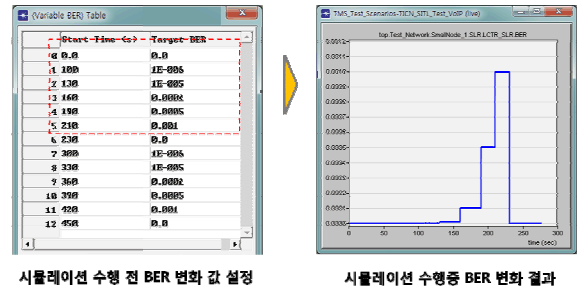


Fig. 10. 링크 BER 설정과 부대통신소 A와 기반노드 간의 시뮬레이션 수행 중의 BER 변화

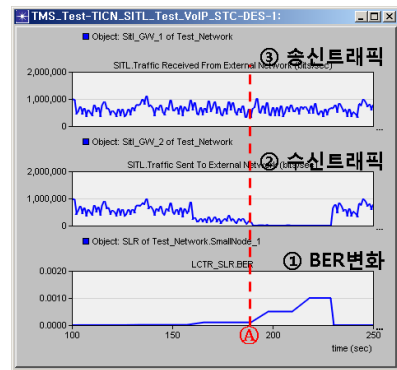


Fig. 11. 링크 BER 변경에 따른 SITL 기반 실체계 연동 실험시 VoIP 통신 트래픽

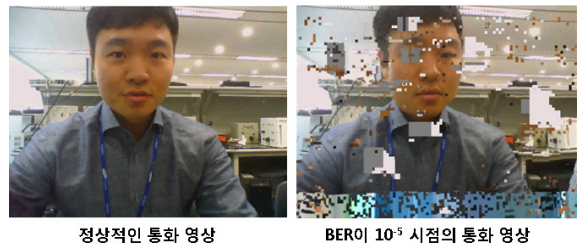


Fig. 12. BER 변화에 따른 통화 영상 비교

무선링크의 BER이 10E-5 이상(Fig 11의 ㉠)이면 Fig 12의 우측 영상 화면과 같이 영상 품질 저하가 시작되

며, 10E-4부터는 영상통화가 불가능하며. 음성통화의 경우 BER이 10E-3에서 통화가 불가능함을 알 수 있었다.

다. 대규모 통신망 시뮬레이션 기능 검증

구현된 전술통신망 시뮬레이터를 사용하여 대규모 통신망에 대한 성능분석 시뮬레이션이 가능함을 검증하기 위해서 Fig. 13와 같은 라우터 83대, 이동 기지국 241대, 트래픽 발생을 위한 부대LAN 단말 3,045개, 대용량 무선전송 링크 87개, 소용량 무선전송 링크 163개 등으로 구성된 시뮬레이션 시험망에서 부대LAN 단말간에 9,055개의 트래픽 플로우를 사용하여 10분동안 23GBytes를 발생시켰다.

대규모 시험망에 대한 해석적 분석 시뮬레이션은 Intel i7 1.73GHz CPU를 장착한 Windows 7 시스템에서 6분 이내에 수행이 완료되어 전술통신망 시뮬레이터가 대규모 통신망에 대한 성능분석에도 충분히 사용될 수 있음을 확인하였다.

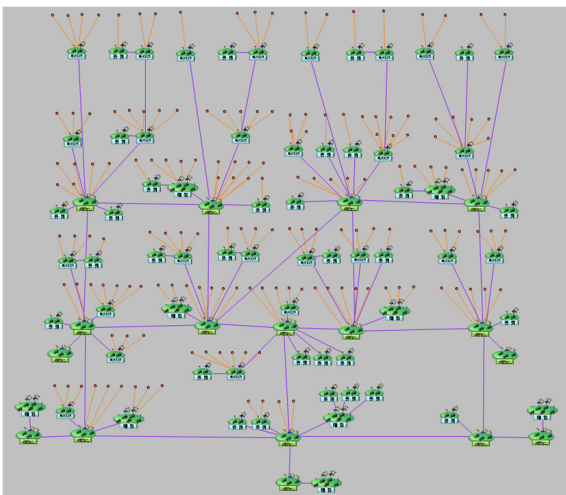


Fig. 13. 대규모 시험망 토폴로지

6. 결론

본 논문에서는 CAN, LAN이 복합적으로 구성된 WAN 규모의 전술통신망에 대한 모의 및 성능분석을 수행할 수 있는 전술통신망 시뮬레이터를 OPNET 기반으로 설계하고 구현하였으며, 이를 활용하는 방안을 제시하였다. 전술통신망 시뮬레이터는 전술통신망을 구성하는 개별 장비에 대한 모델과 통신소 모델뿐만

아니라, 통신망 규모별로 적합한 트래픽 모델과 대규모 망에 대한 시나리오 작업을 도와주는 저작 편의기능, 실 장비 연동 시험을 위한 Testbed 기능을 제공하여 사용자가 편리하게 사용할 수 있다. 또한, 대규모 네트워크의 전반적인 성능분석에 대한 시뮬레이션을 효율적으로 수행할 수 있는 수학적 분석 시뮬레이터 기능과 소규모 네트워크에서 개별 장비 및 프로토콜의 동작에 대한 세부적인 성능분석에 대한 시뮬레이션을 수행할 수 있는 이산 사건 시뮬레이터 기능을 함께 제공하므로, 다양한 크기의 대상 통신망에 대한 시뮬레이션을 하나의 시뮬레이터에서 수행할 수 있다는 장점이 있다.

References

- [1] Eun Kyung Ahn et al., “An Efficient Data Traffic Estimation Technique in Defense Information Network Through Network Simulation”, Journal of The Military Operations Research Society of Korea, Vol. 32. No. 1, pp. 133~158, 2006. 6.
- [2] 국방과학연구소, “전술통신망 연동 성능분석 시뮬레이터 소프트웨어 설계기술서”, 2011년 6월.
- [3] Sang-heon Shin, et al., “Design and Implementation of Tactical Communication Network Simulator”, Proc. of The 13th Comm. & Elec. Conference, pp. 165~168, 2012. 11.
- [4] In-Hye Park, et al., “The Analysis of Device Models and the Method of Increasing Compatibility Between Device Models for M&S V&V of NetSPIN”, Journal of Korea Society of IT Service, Vol. 11, pp. 51~60, 2012. 11.
- [5] Dong Wook Shin, et al., “Study on OSPF Routing Cost Functions for Wireless Environments”, Journal of The Korean Inst. of Comm. and Info. Sciences, Vol. 37C, No. 9, pp. 829~840, 2012. 9.
- [6] Mi-Jeong Hoh, et al., “A Link-Aware Collaborative QoS Scheduler for Tactical Networks”, Proc. of The Korea Inst. of Military Service and Tech., pp. 367~370, 2012. 6.
- [7] 유정훈, 조정호, 권오주, 박귀순, “Mobile WiMAX 기반의 전술이동통신체계 테스트베드 성능분석”, 한국통신학회논문지, 제26권 제3호, pp. 9~15, 2009



년 3월.

- [8] Jonghum Kim, et al., “Mobility-Adaptive Routing Update Scheme for Wireless Networks with Group Mobility”, Journal of The Korean Institute of Communications and Information Sciences, Vol. 37C, No. 2, pp. 120~129, 2012. 2.
- [9] Dong-Ki Jang, et al., “Analysis of Routing Protocol for Tactical Backbone of TICN”, Journal of The Korea Inst. of Military Service and Tech., Vol. 13, No. 4, pp. 650~658, 2010. 8.
- [10] Tae-Wook Kwon, “Analysis and Design a Optimum Protocol for TICN Tactical Backbone”, Journal of The Korean Inst. of Comm. and Info. Sciences, Vol. 36, No. 12, pp. 1722~1727, 2011. 12.
- [11] Sung Sook Kook, et al., “A Study on OSPF for Wireless Tactical Communication Networks”, Journal of The Korean Inst. of Info. Scientists and Engineers, Vol. 37, No. 2, pp. 109~121, 2010. 4.
- [12] Bong Gu Kang, et al., “Interoperation of NetSPIN Communication Model and Wargame Model for Analysis of Combat Power”, Journal of The Korea Society for Simulation, Vol. 21, No. 3, pp. 43~55, 2012. 9.
- [13] Geetha Jayakumar, et al., “Reference Point Group Mobility and Random Waypoint Models in Performance Evaluation of MANET Routing Protocols”, Journal of Computer Systems, Networks, and Comm., Volume 2008, pp. 1~10, 2008. 1.
- [14] 육본, 기품원, “위성통신체계의 TICN체계 적용방안 연구 보고서”, 2011년 2월.
- [15] 부준효, “무기 체계 시험평가 효율화 방안에 관한 연구”, 공공행정연구, 제10권, 제1호, 2009년 6월.
- [16] Soo Hyun Kim, et al., “A Study on Building M&S-based Test Bed for Network Performance Test”, Proc. of The 13th Comm. & Elec. Conference, pp. 232~235, 2012. 11.