

# 다중 도메인 전술 SDN 테스트베드의 성능 모니터링 및 분석을 위한 3 차원 가시화도구 설계

이철웅, 이승운, 이규민, 정윤환, 노병희  
아주대학교

{cjfdnd369, swleeyg, mybrand, njhajou, bhroh}@ajou.ac.kr

## Design of 3D Visualization Tool for Performance Monitoring and Analysis of Multi-domain Tactical SDN Testbed

Cheol-woong Lee, Seungwoon Lee, Gyu-min Lee, Yunwhan Jeong, Byeong-hee Roh  
Ajou Univ.

### 요약

SDN은 네트워크 장비의 제어 영역과 데이터 전달 영역을 분리한 차세대 네트워킹 아키텍처로, 보다 효율적인 망관리를 수행할 수 있도록 한다. 국방 분야에서는 이러한 이점에 주목하여, SDN을 전술망에 적용하기 위한 노력을 지속해왔다. 전술 네트워크 M&S에 주로 사용된 Riverbed Modeler는 SDN 기술의 모의실험을 수행할 수 있도록 모델을 제공한다. 하지만, 기술의 한계로 인해 컨트롤러가 SDN 모델의 성능지표를 수집할 수 없어, 전술 SDN 성능 모니터링 능력이 떨어진다. 본 논문에서는 다중 도메인 전술 SDN 테스트베드 기반 3 차원 가시화도구를 구현하기 위한 시뮬레이션 모니터링 및 분석 시스템 모델 적용 구조를 제안한다.

### I. 서론

소프트웨어 정의 네트워킹은 (SDN: Software Defined Networking) 네트워크 장비의 제어 영역과 데이터 전달 영역을 분리한 차세대 네트워킹 아키텍처이다. 관리자는 SDN 기반의 중앙 집중형 제어 구조를 통해 효율적으로 망관리를 수행할 수 있다[1]. 국방분야에서는 이러한 이점에 주목하여, 전술 SDN 기술을 개발하기 위한 노력을 지속해왔다.

SDN 기술들의 성능을 평가하고 개선하기 위한 대표적인 모의실험 도구로는 Mininet이 있다[2]. Mininet은 가상화 기반의 에뮬레이터로 간단한 실험을 위해 주로 사용되지만, 복잡한 트래픽을 반영하기 어려워 전술 SDN 모의실험에 적합하지 않다. 전술 네트워크 M&S에 주로 사용된 Riverbed Modeler는 (구 OPNET Modeler) OpenFlow 기반의 SDN 모의실험을 위한 모델을 출시하여 Mininet의 한계를 극복하였다[3][4][5]. 또한, 최근 Riverbed Modeler 기반의 다중 도메인 지원 전술 SDN 테스트베드가 개발되어 SDN을 이용한 지휘통제기술의 모의실험을 가능하게 했다[6].

그러나, Riverbed Modeler가 제공하는 SDN 기술의 한계로 인해 PC와 연결된 컨트롤러는 SDN 모델들로부터 성능지표 정보를 얻을 수 없고, 이로 인해 컨트롤러 기반의 전술 SDN 기술의 성능 모니터링 및 분석을 수행하기 어렵다.

본 논문에서는 전술 SDN 기술의 성능 모니터링 및 분석을 수행하기 위한 3 차원 가시화도구의 구조를 제안한다. 제안 구조는 기존 다중 도메인 전술 SDN 테스트베드에 시뮬레이션 모니터링 및 분석 시스템 모델을[7] 수정 및 적용하기 위한 내용으로, 추후 테스트베드의 기능 수정 및 확장이 용이하게 설계되었다.

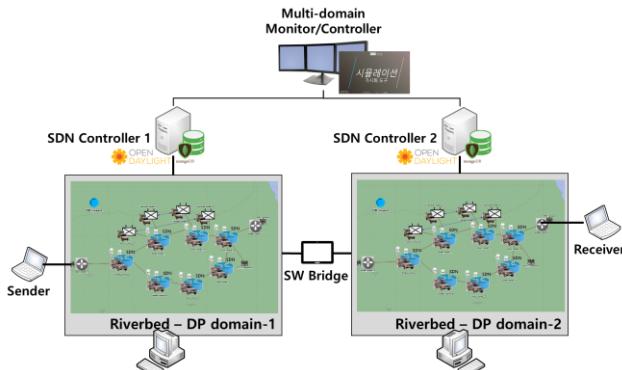
본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 기존 다중 도메인 전술 SDN 테스트베드와 3 차원 가시화도구에 대해 설명한다. 3 장에서는 전술 SDN 테스트베드의 성능 모니터링 및 분석을 수행하기 위한 3 차원 가시화도구의 구조를 제안하며, 4 장에서 결론을 맺는다.

### II. 관련연구

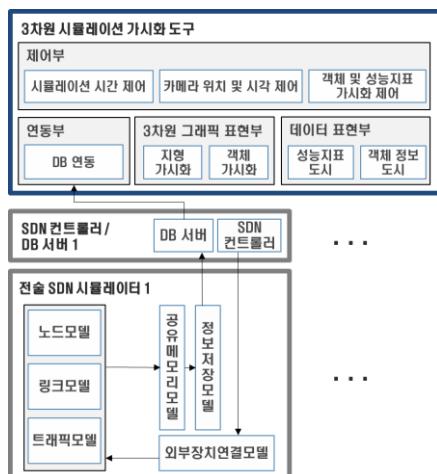
#### 2.1. 다중 도메인 지원 전술 SDN 테스트베드

Riverbed Modeler는 OpenFlow 기반 SDN 모의실험 모델을 제공한다. 이는 소프트웨어 SDN 컨트롤러 중 하나인 OpenDayLight와[8] 함께 안정적인 모의실험을 제공하지만, 다중 도메인 환경을 반영할 수 없다.

다중 도메인 지원 전술 SDN 테스트베드는[6] 모의실험 PC와 외부 장치를 SITL로 (System In The Loop) 연결하여 상기 문제를 해결하였다. 그러나, SDN 모의실험 모델의 기술적 한계로 인해, 컨트롤러들이 모의실험 PC로부터 성능지표를 얻을 수 없어 전술 SDN 기술의 성능 모니터링 및 분석을 수행하기 어렵다.



(그림 1) 테스트베드 연결 및 소프트웨어 구성도



(그림 2) 테스트베드 소프트웨어 구조 및 데이터 흐름도

## 2.2. 3 차원 시뮬레이션 가시화도구

3 차원 가시화도구는 모의실험시, 네트워크 상황에 따른 성능지표 양상을 손쉽게 분석하고자 개발되었다[8]. Riverbed Modeler 에는 데이터 전송 모델이 적용된다. 해당 모델은 모의실험에 따른 성능지표 및 기타 정보를 수집하여 전송한다. 가시화도구는 전송 모델로부터 정보를 수신, 저장 및 가시화하고, 저장된 정보는 모의실험이 종료된 후에도 다시 가시화 될 수 있다.

## III. 전술 SDN 기술의 성능 모니터링 및 분석을 위한

### 3 차원 가시화도구 설계 구조

그림 1 은 테스트베드 구성을 위한 장치 연결 및 소프트웨어 구성도를 나타낸다. Riverbed Modeler 가 설치된 PC 는 외부 장치들과 SITL 로 연결된다. PC 와 연결된 SDN 컨트롤러에는 데이터베이스 서버를 추가로 설치하여, 수신 정보를 저장할 수 있도록 한다. 상위 모니터링/컨트롤 시스템은 각 컨트롤러들과 연결된다. 이는 각 데이터베이스 서버로부터 데이터를 로드하여, 성능지표 및 기타 정보들을 가시화한다.

그림 2 는 테스트베드를 구성하는 소프트웨어들의 구조와 세부 모듈간 데이터 흐름을 나타낸다. 전술 SDN 시뮬레이터는 컨트롤러의 제어에 따른 모의실험 정보를 공유메모리 및 정보저장 모델을 거쳐 DB 서버에 저장한다. DB 에 저장된 정보는 가시화도구에 의해 로드되어 실시간 및 비실시간 가시화된다.

## IV. 결론 및 향후연구

본 논문에서는 기존 개발된 다중 도메인 전술 SDN 테스트베드에 시뮬레이션 모니터링 및 분석 시스템 모델을 수정 및 적용하기 위한 구조를 제안하였다. 확장된 가시화도구를 통해 사용자는 손쉽게 전술 SDN 기술들의 성능 모니터링 및 분석을 수행할 수 있다. 추후 설계사항 기반의 가시화도구를 구현하여, 전술 SDN 기술들의 효과와 적용성을 평가할 예정이다.

## ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 방위사업청과 국방과학연구소가 지원하는 미래전투체계 네트워크기술 특화연구센터 사업의 일환으로 수행되었습니다.(UD190033ED)

## 참 고 문 헌

- [1] N. McKeown, et al., "OpenFlow: Enabling innovation in campus networks," *ACM SIGCOMM Comput. Commun. Rev.*, vol. 38, no. 2, pp. 69–74, 2008.
- [2] Mininet web site, Retrieved Jul. 30, 2020, from <http://mininet.org/>
- [3] S. Lee and B. H. Roh, "Performance comparisons between Mininet and OPNET simulators for SDN modeling and simulation," *The J. Korean Inst. Next Generation Comput.*, vol. 14, no. 2, pp. 82–93, Apr. 2018.
- [4] S. Lee, J. Ali, and B. H. Roh, "Performance comparison of software defined networking simulators for tactical network : Mininet vs. OPNET," 2019 ICNC, pp. 197–202, Honolulu, HI, USA, Feb. 2019.
- [5] T. Hu, Z. Guo, P. Yi, T. Baker, and J. Lan, "Multi-controller based software-defined networking: A survey," *IEEE Access*, vol. 6, pp. 15980–15996, 2018.
- [6] S. Lee, Y. Jeong, and B. H. Roh, "Design and Implementation of Simulation System for Multi-Domain Tactical SDN Using OPNET Modeler," *The J. of Korean Institute of Comm. and Information Sci.*, vol. 45, no. 4, pp. 739–747, Jan. 2020.
- [7] C. W. Lee, K. Kim, B. H. Roh, B. Roh and J. Choi, "SMAT: Simulator Monitoring And Analysis Tool," Ubiquitous and Future Networks (ICUFN), 2015 Seventh International Conference on, pp.482-485, Jul. 2015.
- [8] D. Cansever, "SDN for Tactical Networks," Panel presentation at IEEE MILCOM 2015, 2015.