

전술망 SDN 테스트베드 구현

박규동, 전호철

국방과학연구소

iobject@add.re.kr, hcjeon71@add.re.kr

An Implementation of SDN Testbed for Tactical Networks

Gyudong Park, Hocheol Jeon

Agency For Defense Development

요 약

이 논문은 SDN의 잠재력과 한국군 통신망, 특히 전술망 적용 필요성에 주목한다. 하지만 SDN은 안정적인 기반구조를 요구하여, 열악한 환경에서 운용되는 전술망에 대한 적용이 크게 제한된다. 이를 극복하려면 특별한 접근과 솔루션이 추가 요구된다. 이 논문은 관련 기술 개발을 위한 테스트베드의 구축 과정과 결과를 소개하고, SDN을 전술망에 적용하는데 필요한 몇 가지 추가 접근과 솔루션을 제시한다.

I. 서 론

최근 많은 전문가 또는 연구자들이 SDN (Software Defined Networking)의 잠재력에 주목하고 있다. SDN은 컨트롤 평면과 데이터 평면의 분리와 전역 네트워크 뷰를 기반으로, 통신망에 대한 관리성을 획기적으로 향상시키고 동적 상황 변화에 대한 신속한 대처가 가능하다. 그리고 이러한 SDN의 장점은 군 통신망에서도 매우 필요하다.

SDN의 경우 컨트롤 평면과 데이터 평면 간 교환되는 관리 및 제어 트래픽의 성능 보장이 매우 중요하다. 그래서 SDN은 주로 안정적인 유선 통신망을 기반으로 적용되며, 열악한 환경에서 운용되는 군 통신망, 특히 무선에 의존하는 전술망에서의 SDN 적용은 크게 제한된다. 그래서 전술망의 경우 SDN을 적용하려면 특별한 접근과 솔루션이 요구된다.

저자는 한국군의 통신망 발전을 목적으로 특히 QoS (Quality of Service)에 초점을 맞춰 일련의 연구들을 수행하고 있다[1][2][3]. 그리고 저자는 SDN이 군 통신망의 QoS 보장과 향상에도 기여할 수 있다고 판단한다. 그래서 저자는 QoS 기술 연구를 위한 테스트베드를 SDN 기술 실험도 가능하도록 구축하였다. 그리고 이 논문을 통하여 그 과정과 결과를 소개하고, 전술망에 SDN을 적용하기 위한 특별한 접근과 솔루션을 제시한다.

II. 본론

1. 기본 구조

저자는 비용 효율성 등을 고려하여 전술망 SDN 테스트베드를 그림 1과 같이 물리부와 논리부가 조합된 하이브리드 구조로 설계하였다. 기 보유 장비를 최대한 활용하여 물리부를 구성하고, 가상화 기술을 적극적으로 활용하여 IaaS (Infrastructure as a Service)상에 논리부를 구축하였다. 논리부를 통해 다양한 규모, 구조, 환경의 네트워크를 신속히 구성하여 개발 기술을 실험할 수 있고, 물리부를 통해 실제 장비 차원의 검증 또한 가능하다. 한편, 물리부의 스위치 장비는 3개를 사용하였으나, 1개 장비를 논리적으로 분리하여 2개의 경로를 포함하는 토폴로지로 구성하였다.

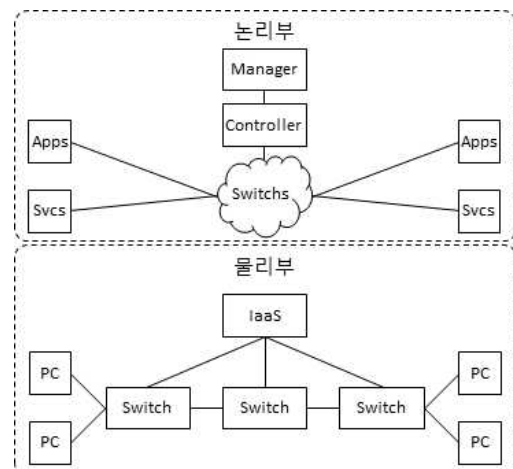


그림 1. 테스트베드 기본 구조

IaaS는 Dell PowerEdge R430, R630 등의 컴퓨터 장비들과 VMware 제품으로 구축하고, 스위치는 Edge-ocre의 AS4610-54T 3대, 그리고 PC는 우분투 OS를 탑재한 미니 PC 4대를 사용하였다.

2. 주요 기능

테스트베드의 전술망 SDN 관리기, 제어기, 스위치는 그림 2와 같이 구현하였다. 관리기는 오픈소스 시스템 모니터링 툴킷인 Prometheus와 오픈소스 대시보드 애플리케이션인 Grafana 등을 활용하여 개발하였다. 그리고 제어기는 ONOS를 통해 구현하고, 스위치 장비에는 PicOS를 설치하였다. PicOS는 Open vSwitch를 지원하여 논리부의 스위치 장비들과의 호환 또는 조합이 용이하다.

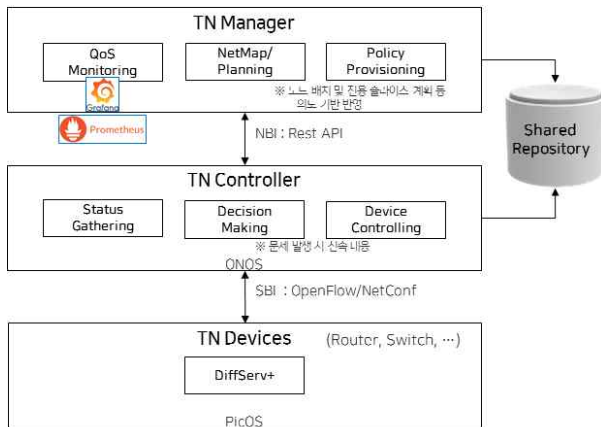


그림 2. 전술망 SDN 계층별 기능 구현

또한 저자는 IAM (Identity and Access Management), 미들웨어, 응용 등 타 계층의 기능들과의 협업이 가능하도록 정보 공유 리파지토리를 추가하였다. 저자는 계층 간 통합 또는 협업을 통해 전체 체계 및 네트워크의 효율성과 효과성을 더욱 향상시킬 수 있다고 판단한다[4].

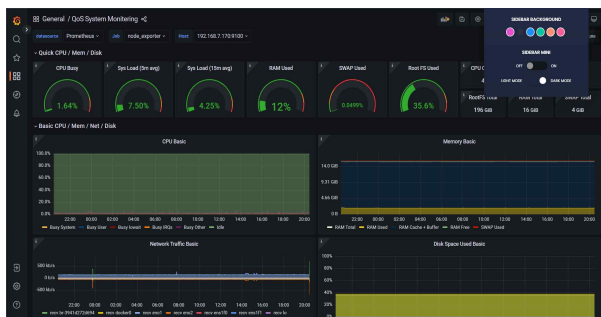


그림 3. 관리기 UI 캡처

관리기 UI는 그림 3과 같이 개발하였다. 이 UI를 통해, 네트워크 및 트래픽 모니터링, 트래픽 정의 및 생성, 스크립트 편집 등이 가능하다.

3. 시험

저자는 다음과 같은 시나리오를 활용하여 테스트베드의 기능과 성능을 확인하였다.

- DiffServ 기반 QoS
- 네트워크 슬라이싱
- 제한된 지연
- Duplicated Transmission

4. 접근 및 솔루션

서론에서 언급하였듯, 군 통신망, 특히 전술망의 경우 SDN 적용을 위하여 특별한 접근과 솔루션이 필요하다. 저자는 테스트베드 구축 과정에서 획득한 SDN에 대한 이해와 노하우, 그리고 관련 연구 분석을 토대로 전술망에 대한 SDN 적용을 위한 접근과 솔루션을 도출하였다.

여러 연구들이 컨트롤러의 생존성 및 가용성 향상을 위한 컨트롤러 이중화[5][6], 계층화[7]와, 컨트롤 평면과 데이터 평면 간 트래픽 교환 보장 제한에 따른 네트워크 장비의 자율성 향상 접근을 제안하고 있다[8][9]. 이

논문은 그에 더하여 타 계층 또는 상위 계층의 주요 기능과의 협업을 추가로 제안한다. 이를 통해 우선순위 기반의 QoS를 더욱 유연하게 구현할 수 있다고 판단된다.

III. 결론

이 전술망 SDN 테스트베드는 현재 한국군 통신망 발전을 위한 다양한 실험을 위해 활용되고, 활용될 예정이다. 기 보유 장비와 물리부와 논리부의 하이브리드 구성을 통해 구축 비용을 크게 절감할 수 있었으며, 공유 리파지토리의 추가를 통해 계층 간 협업 개념과 기술에 대한 실험이 가능하다. 또한 관리기를 자체 개발하여 신규 개념 또는 기능의 추가와 개선이 자유롭다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2023년 정부의 재원으로 수행된 연구 결과임

참 고 문 헌

- [1] Park G., Jeon H., Lee G. and Jeon B., "A Study on Implementation and Improvement of Triple-Metric Based QoS for Military Networks", J-KICS, Vol. 47, No. 07, pp. 1226-4717, Jul. 2022
- [2] Park G., Jeon B. and Lee G., "QoS Implementation with Triple-Metric-Based Active Queue Management for Military Networks", MDPI Electronics, Dec. 2022
- [3] Lee G., Park G. and Jung B. C., "A QoS-Adaptive Inference Alignment Technique for In-Band Full-Duplex Multi-Antenna Cellular Networks", MDPI Sensors, Dec. 2022
- [4] Park G. and Jeon H., "AIQIA : An Integration Architecture between System Layers to Improve Interoperability", KIMST Annual Conference Proceedings, pp. 1116-1117, 2022
- [5] Phenius K., Seddar J., Bouet M., Khalifé H. and Conan V., "Bringing SDN to the Edge of Tactical Networks, MILCOM, 2016
- [6] Poularakis K., Iosifidis G. and Tassioulas L., "SDN-enabled Tactical Ad Hoc Networks : Extending Programmable Control to the Edge", IEEE Communications Magazine, 2018
- [7] Doshi B. and Cansever, "Software Defined Networking for Army's Tactical Network: Promises, Challenges, and an Architectural Approach", Journal of Cyber Security and Information Systems, Vol. 6, Issue 3, 2018
- [8] Spencer J. and Willink T., "SDN in Coalition Tactical Networks", MILCOM Conference, 2016
- [9] Poularakis K., Qin Q., Nahum E., Rio M. and Tassioulas L., "Flexible SDN Control in Tactical Ad Hoc Networks", ELSEVIER Ad Hoc Networks Vol. 85, pp71-80, 2019