

오픈 SDN 토폴로지 구성을 위한 ONOS 구조에서 ISIS Provider 확장

박미룡, 변성혁, 고남석
한국전자통신연구원 모바일코어네트워크연구실

mrpark, shbyun, nsko@etri.re.kr

An Extended ISIS Provider for ONOS Architecture to Discovery Open SDN Topology

Miryong Park, Sunghyck Byun, Namseok Ko
Mobile Core Network Research Section, ETRI

요약

본 논문은 오픈 SDN 제어를 위해 오픈소스로 개발된 ONOS(Open Network Operating System) 구조에서 다양한 토폴로지를 검출하고 관리하기 위해 ISIS 프로토콜 제공자를 확장하여 기존 LLDP(Link Layer Discovery Protocol)에서 제한적으로 제공되던 토폴로지 관리 및 경로할당 방법을 다양한 토폴로지 환경에서 연동할 수 있도록 하며, SRv6 연동을 통해 세그먼트 라우팅 서비스를 효과적으로 제공할 수 있음을 보여준다.

I. 서론

SDN(Software Defined Network)의 관리를 위해 추진된 ONF(Open Network Foundation)의 ONOS(Open Network OS)는 OSGi 를 기반으로 구성된 복합 계층 컨테이너 구조를 포함하고 있다. ONOS 에서는 SDN 네트워크를 구축하기 위하여 개방형 API 들을 제공하고 기존 다양한 프로토콜들을 수용하고 있다[1-4].

ONOS 구조에서 SDN 망의 토폴로지를 구성하기 위하여 LLDP, ISIS, BGP 등을 활용하게 되지만, 최근의 오픈 소스 환경 ONOS 에서는 LLDP 를 활용한 망 토폴로지를 구성하게 된다[3-6]. LLDP 는 링크의 루프 신호를 기반으로 장치와 장치 간의 연결 상황을 데이터베이스화하고 이를 관리하게 된다. 이러한 LLDP 를 사용할 경우 ONOS 구조에서 탐색한 토폴로지 기반으로 복잡한 경로계산을 수행해야 하므로, 복잡한 망 상황에서는 전용 라우팅 프로토콜을 활용한 네트워크 토폴로지 수집이 효과적이다.

본 논문은 SDN 의 다양한 서비스를 제공할 수 있도록 망 토폴로지를 제공하기 위하여 ISIS 제공자를 개선하여 ONOS 환경에 적합한 관리구조를 확장 적용하며, 검증을 위해 gns3 시험환경[6]과 Intel Tofino HW 시험을 통해 동작 결과를 보여준다.

II. 본론

ONOS 기반의 SDN 서비스를 제공하고 SRv6[3] 서비스를 지원하기 위하여 네트워크 토폴로지 수집과 관리가 중요하다. 복잡한 망의 경우 LLDP 를 사용할 경우, 수집한 토폴로지를 기반으로 경로 계산을 ONOS 환경에서 처리해야 하며, 복잡성이 증가하게 되는 어려움이 있다.

ISIS 의 경우 망의 토폴로지나 경로계산을 라우팅 프로토콜에서 처리하므로 ONOS 환경에서 처리해야 하는 일들이 단순해지고, ISIS 제공자의 LSP(Link State Packet) 처리와 데이터베이스 관리를 통해 전체 복잡한 망의 토폴로지 처리가 가능하다. 더불어 경로계산은 라우터나 스위치에서 라우팅 프로토콜에 의하여 자동으로 처리되므로 LLDP 에 비해 ONOS 는 간단한 구조가 될 수 있다.

ONOS 환경에서 ISIS 프로토콜 제공자(Provider)는 onos-2.4 버전에서 개발이 멈추어 현재 진행하고 있는 onos-2.7 버전 이상에서 호환되는 ISIS Provider 는 새롭게 개발되어야 한다. Onos-2.4 버전에서 개발된 ISIS 프로토콜 provider 는 선형 네트워크 관리와 IPv4 를 우선적으로 처리하고 있어, 비선형, 환형 등 복잡한 네트워크 구조에 동작하도록 개선할 필요가 있으며, IPv6 를 지원하도록 확장이 필요하다.

이를 위해 그림 1 과 같이 Onos-2.4 버전에서 출발하여 IPv6 를 확장하고, 복잡한 네트워크를 고려하여 다중 인터페이스 관리와 인터페이스에 다중 IP 링크관리를 위해 관리 데이터베이스를 확장 설계한다.

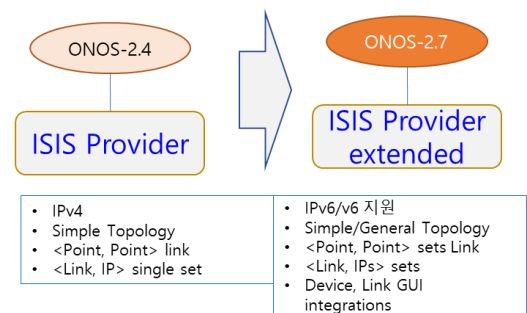


그림 1. ONOS 기반 ISIS Provider 확장 설계

그림 2에서는 ONOS 환경에서 SRv6 서비스 제공을 위해 설계된 구조에서 네트워크 토폴로지의 수집을 위해 적용한 ISIS Provider 컴포넌트의 추가 계층 구조도를 보여준다.

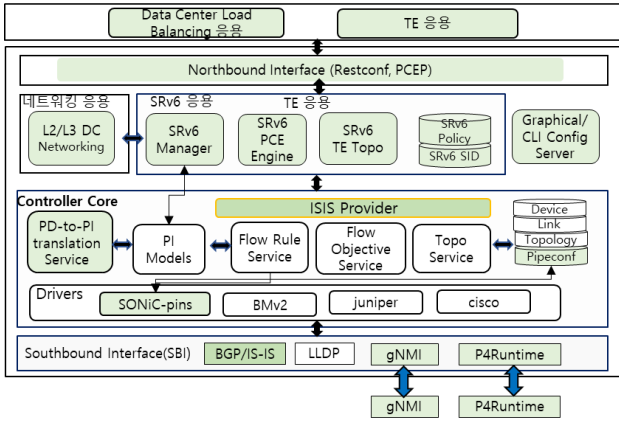
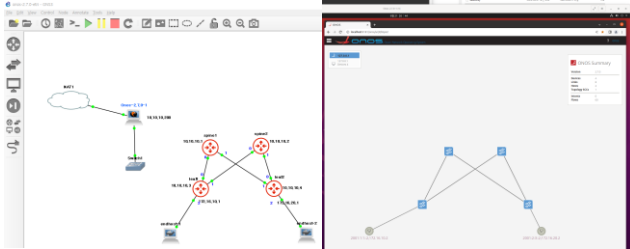


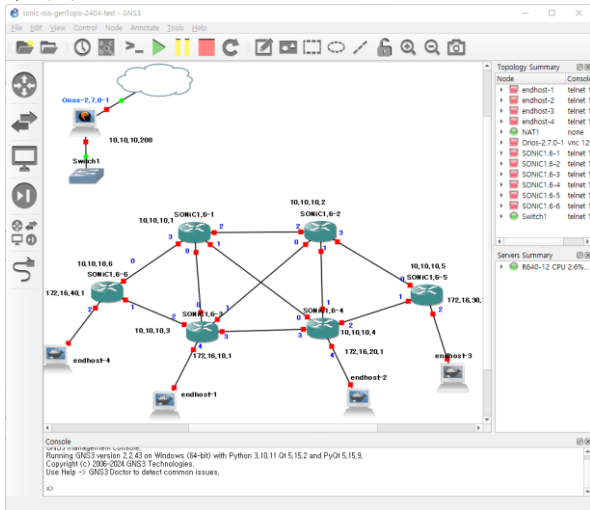
그림 2. ONOS 기반 ISIS Provider 적용 계층 구조

그림 3은 gns3[7] 가상 시험환경에서 개발된 ISIS Provider 확장 ONOS를 활용한 Leaf-Spine 구조 시험 결과를 보여준다. LLDP와 ISIS 모두 동일하게 시험결과를 표출하며, ONOS 환경에서 적용할 netcfg.json 파일의 수정을 통해 LLDP 네트워크와 ISIS 네트워크를 구분하여 처리하게 된다.

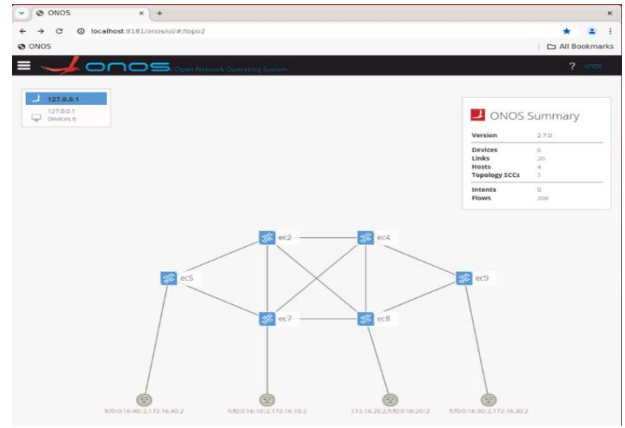


(a) gns3 시험환경 (b) ONOS 토폴로지 시험
그림 3. gns3를 활용한 Leaf-Spine 토폴로지 시험

그림 4는 복잡한 망 환경을 고려한 상황에서 ISIS를 활용한 토폴로지 수집 결과를 보여주고 있다. (a)에서는 gns3 가상환경에서 sonic 스위치 노드를 구성한 환경이고, (b)는 ONOS-2.7 환경의 GUI에서 ISIS provider를 활용하여 네트워크 토폴로지를 구성한 그림이다.



(a) gns3 가상환경을 활용한 복합 토폴로지 구성



(b) ONOS GUI를 통한 토폴로지 검출
그림 4. ISIS Provider를 활용한 토폴로지 구성 시험

Gns3의 가상시험 결과를 기반으로 Intel Tofino 스위치를 활용하여 동일하게 구성한 결과 ISIS를 통한 라우팅과 함께 ONOS GUI의 네트워크 토폴로지가 구성되며, SRv6 서비스를 동작하여 종단간 터널이 쉽게 생성/제거될 수 있음을 시험하였다.

III. 결론

본 논문에서는 네트워크 토폴로지 수집을 위해 ONOS 환경에서 사용되는 LLDP와 더불어 라우팅 프로토콜을 활용한 경로계산과 네트워크 토폴로지 수집을 위해 ISIS Provider를 확장 개발하여 토폴로지 수집이 효과적이고 SRv6 응용 서비스의 시험을 통해 ISIS를 통한 패킷 라우팅과 SRv6 세그먼트 라우팅을 확인할 수 있었다.

향후 개발된 결과물은 복잡한 SRv6 네트워크 환경에서 추가적인 시험이 필요하고 ISIS 프로토콜과 SRv6 SID와 통합 시험 추진이 필요하다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 2024년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국전자통신연구원의 연구개발사업의 일환으로 수행하였음 [24ZR1100, 자율적으로 연결·제어·진화하는 초연결 지능화 인터넷 기술 연구].

참고 문헌

- [1] <https://opennetworking.org/onf-sdn-projects/>
- [2] 박미룡, 외 "gns3와 mininet을 활용한 세그먼트라우팅 시험," 한국통신학회 추계종합학술대회, 2023
- [3] 유현경, 장석원, 고남석, "SRv6 기반 네트워크 프로그래밍 기술 동향," 전자통신동향분석 제 38권 제 2호, 2023년 4월
- [4] IETF RFC 8986, "Segment routing over IPv6(SRv6) network programming," 2021. 2
- [5] LLDP, https://standards.ieee.org/standard/802_1AB-2005.html
- [6] IETF RFC 1142, "OSI IS-IS Intra-domain Routing Protocol", 1990. 2.
- [7] gns3 software, <https://www.gns3.com/>