

5G 네트워크 슬라이싱(Network Slicing) 인프라 기술 표준화 동향

박춘걸 KT 인프라 연구소 팀장(peter.park@kt.com)

1. 머리말

IETF 102차 회의가 7월 14일부터 20일까지 캐나다 몬트리올에서 개최되었다. 초저지연 요구사항을 보장할 수 있는 5G 네트워크 슬라이싱(Network Slicing) 인프라를 지원하기 위한 기술 표준이 이번 회의에서도 주요 이슈가 되었다. IETF에서 네트워크 슬라이싱에 대한 표준화는 크게 제어 평면(Control Plane)과 데이터 평면(Data Plane)으로 나눌 수 있는데, TEAS (Traffic Engineering Architecture and Signaling) WG은 제어평면을, DetNet(Deterministic Networking) WG은 데이터 평면을 담당하고 있다. 이번 회의에서 TEAS WG은 기존 ACTN에 대한 구조 및 프레임워크에 대한 이해를 바탕으로 가상네트워크 서비스 제공을 위한 Yang 데이터 모델 등 12개의 문서에 대한 검토를 진행했고, DetNet WG은 구조 문서를 포함한 10개 문서에 대한 검토를 진행하였다.

2. 주요 회의 결과

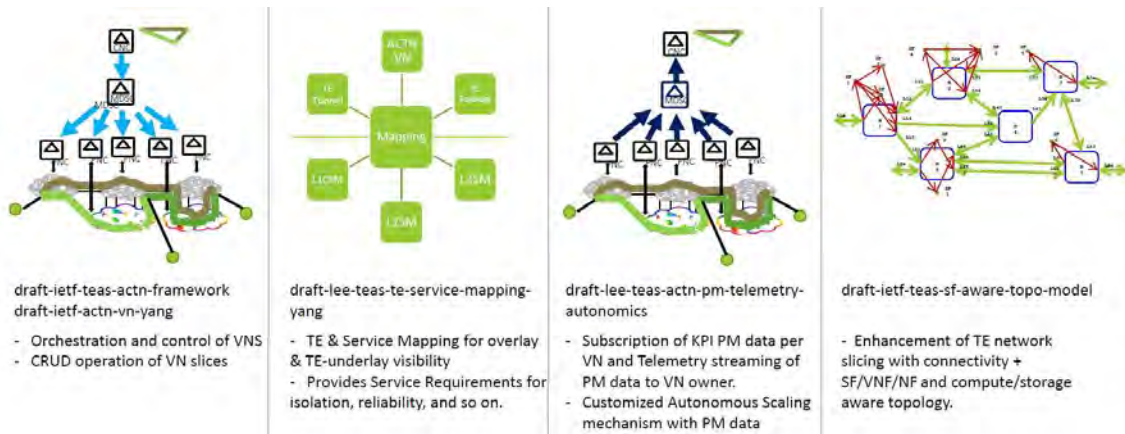
TEAS WG은 MPLS와 GMPLS Traffic Engineering 구조 정의를 목표로 RSVP-TE 시그널링 프로토콜과 관련된 제어 프로토콜 기능들에(예: routing, PCE 등) 대한 표준을 담당하고 있다. TEAS WG에서는 현재 24개 WG 문서가 유지되고 있고, 6개 문서가 RFC 작업 진행 중에 있을 정도로 관심이 집중되고 있다. 특히, ACTN(Abstraction and Control of TE Networks)은 TE 네트워크에서 가상 네트워크 서비스를 지원하기 위한 추상화와 제어를 위한 Architecture를 제시하고 있는데, SDN이 지향하는 Control과 Data Plane의 분리구조, 중앙 집중 제어체계(Centralized Control)를 반영하고 있으며, 특히 멀티 도메인 환경에서의 이슈를 다루고 있다는 점에서 중요성이 있고 많은 관심을 받고 있다.

지난 101 회의에서 멀티 도메인 네트워크에서 가상 네트워크 서비스를 제공하기 위한 ACTN 기본구조를 제시하고 있는 ACTN 프레임워크 문서와, 프레임워크가 제시하고 있는 계층형 제어구조 상에서 각 계층간 인터페이스 요구사항을 정의하고 있는 ACTN 정보모델 문서 등 2개 문서에 대한 Draft가 완성되고 RFC 승인 절차가 진행됨에 따라 실제로 ACTN을 구현하기 위한 Yang 모델에 대한 표준이 속속 그 뒤를 이어 제안되고 있다.

특히, 이번 회의에서는 2016년 7월 제안되어 2018년 5월(revision 13)까지 약 2년간 ACTN 상에서 가상 네트워크 서비스 제공을 위한 Yang 모델인 ACTN VN Operation Yang 모델 표

준을 RFC로 만들기 위한 마지막 검토가 진행되었다. 이번 회의의 주된 논의는 VN Operation Model과 TEAS WG의 기존 Service 및 TE-Topology Model과 어떤 관계를 가지고 사용될 수 있는지에 대한 것이었다. 논의에 따르면, VN Operation Model은 L3SM(RFC8299), L2SM, L1CSM 등 Service Model 및 TE 네트워크 토폴로지에 대한 추상화와 관리 목적의 TE-Topology Model과 함께 사용될 수 있다는 것이다. 즉, 네트워크 상에서 TE-topology 모델은 VN 인스턴스를 생성하기 위한 정보로 사용되고, VN 인스턴스를 실제 네트워크에 구성하기 위해서는 터널들과 터널 내의 LSP들을 구성하기 위해 TE-tunnel 모델을 필수적으로 사용해야 함을 의미한다. 이에 대한 큰 이견이 없었기 때문에 Security 및 IANA Section을 추가하고 WG LC(Last Call; IETF Community review)을 준비하기로 결정하였다.

특히 흥미로웠던 것은, [그림 1]에서 보는 바와 같이 ACTN의 각 표준이 어떻게 네트워크 슬라이싱에 적용될 수 있는지를 제안한 내용이었다. ACTN의 MDSC(Multi Domain Service Controller)가 PNC(Physical Network Controller)를 통해 멀티 도메인 네트워크에 대한 가상 네트워크 서비스를 효율적으로 제공할 수 있으며, Yang모델을 이용한 데이터 추상화와 자동화된 원격정보 수집(Telemetry) 기능을 통해 자동확장(Auto Scaling)등의 기능을 구현 가능하다. 여기에 가상네트워크기능(VNF, Virtual Network Function)을 고려한 Yang모델을 이용하면 End-to-End 네트워크 슬라이싱이 완성될 수 있음을 제시한 것이다.



[그림 1] 네트워크 슬라이싱에 ACTN의 적용

DetNet(Deterministic Networking)은 실시간 애플리케이션들을 위해 유니캐스트(또는 멀티캐스트) 데이터 플로우들을 매우 낮은 데이터 손실율(Extremely Low Latency)과 제한된 지연(Bonded Low latency)으로 전달할 수 있는 네트워킹 기술로 정의할 수 있다. 즉, 이 기술은 5G 백홀에서 End-to-End 네트워크 슬라이싱을 구현하기 위해 현재의 모바일 백홀의 전송계층인 IP/MPLS 네트워크를 어떻게 진화시킬 것인가에 대한 솔루션을 제안하는 것이라고 볼 수 있다.

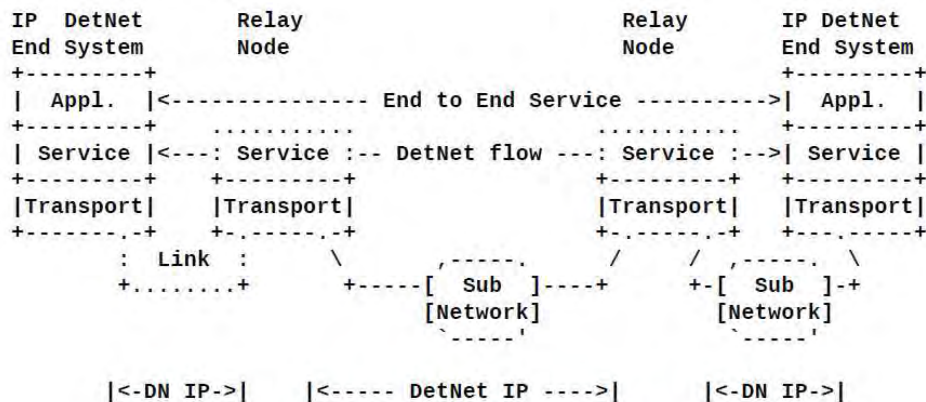
이를 위해 5G 네트워크 프론트홀(Fronthaul) 기술로 유력한 IEEE 802.1 TSN Task Group의 결과물인 TSN(Time-Sensitive Networking)을 통해 전달된 패킷을 다음과 같은 기술들을 이용

하여 전달함으로써 초저지연 요구사항을 보장하고자 하는 것이다.

- 데이터 플레인 자원예약: 개별 DetNet 플로우들을 위해 모든 중간 경로의 노드들(브리지 또는 라우터)에 대한 자원예약(link bandwidth, buffer space)
- 명시적 경로 제공: 네트워크 토폴로지가 변경되지 않도록 DetNet 플로우들의 명시적 경로를 제공
- 시·공간적 패킷 분산: 경로상의 손실이 있어도 각 패킷 데이터의 전달 보장 (다중 경로로의 패킷 복제 이용)

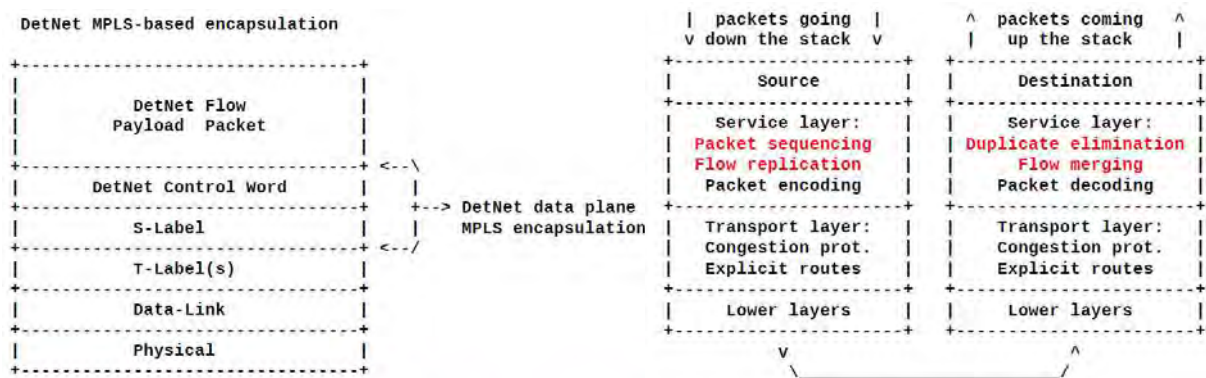
이번 회의에서는 DetNet 구조 문서에 장애관리와 성능모니터링을 위한 Active OAM (Operation & Maintenance)에 대한 약간의 문구 수정 논의를 진행하고 최종 WG 문서로 상정되어 향후 본격적인 DetNet 표준화의 기본문서로서 역할을 할 것으로 기대한다. 이외에도 IEEE802.1 TSN Task Group과 협력을 통해 L2와 L3에 공통된 구조를 정의하기 위해 IEEE 802.1Qcc를 차용하여 플로우와 서비스 정보모델이 정의되었으며, 관심을 끄는 사항은 IP망과 MPLS망에서 DetNet을 어떻게 구현할 수 있는지를 제시한 2개의 솔루션 문서 (draft-ietf-detnet-dp-sol-ip-00, draft-ietf-detnet-dp-sol-mpls-00)가 논의되었다는 것이다.

이를 살펴보면, 먼저 IP 데이터 플레인은 [그림 2]에서 보는 바와 같이 DetNet IP 플로우 지원을 위한 새로운 캡슐화(encapsulation) 구조를 제시하지는 않고 기존 IP 헤더의 6 튜플 기반 flow 정보(Src, Dest, protocol, src_port, dest_port, DSCP)를 이용하며, IP망에서는 일원화된 E2E 순서화(sequencing)가 어렵기 때문에 E2E 서비스 절체를 제공하지 않고 각 링크 별로 각 도메인별 메커니즘을 통해 보호절체를 보장하는 형태이다. 향후 과제로는 OAM, Aggregation, QoS/CoS, Time 동기화, M&C, IP Encapsulation 절차, IEE 802.1 TSN 매핑 등이 필요할 것으로 전망된다.



[그림 2] DetNet Enabled IP 네트워크 구조

두번째로, MPLS 데이터 프레임은 [그림 3]에서 보는 바와 같이 DetNet 서비스를 위한 서비스 계층과 전달계층을 별도로 정의하였다. 서비스 계층은 MPLS에서 기존 PW(PseudoWire) 캡슐화 메커니즘과 유사하게 d-cw(DeNet Control Word)와 S-Label을 사용한 캡슐화를 통해 서비스 보호절체와 패킷 재정렬(reordering)을 제공한다. 전달 계층은 기존 MPLS-TE 캡슐화와 메커니즘을 기반으로 손실 최소화, 보장 지연(assured latency), 제한된 재정렬(limited reordering) 등을 제공한다. 향후 과제로는 현재 정의된 구조를 중심으로 S-Label 할당 및 전파, 패킷 복제/제거, 혼잡 보호절체, 지연 제어 등 상세 메커니즘에 대한 논의가 전개될 전망이다.



[그림 3] MPLS망에서 DetNet 플로우 캡슐화 및 데이터프레임 프로토콜 스택

3. 맺음말

2018년 평창 동계올림픽 5G 시범서비스를 계기로 5G 인프라 구축이 본격화 될 전망이다. 이에 따라 네트워크 슬라이싱 등 5G 서비스의 핵심 요구사항인 초저지연 요구사항을 제공할 수 있는 인프라 구축기술에 대한 관심이 뜨겁다. 특히, IEEE TSN Group의 표준화 완료와 함께 End-to-End 서비스 요구사항을 만족시키기 위해 필수적인 전달망 인프라에 대한 표준화가 IETF TEAS WG(제어평면)과 DetNet WG(데이터 평면)을 통해 본격적으로 진행이 되고 있다.

그러나, 아직 국내에서는 이와 관련된 솔루션에 대한 논의가 아직 부족한 실정이다. 이에 통신3사 및 국내 전송장비 벤더 그룹이 참여하고 있는 TTA WG2016 연구그룹을 중심으로 구체적인 5G Network slicing 구현을 위한 전달 인프라 솔루션에 대한 논의가 진행될 것으로 기대하고 있다. 이에 더하여 국가 차원에서 해당 그룹과 국책연구기관의 기술개발을 위한 공동연구과제 발의 등 실질적인 지원이 이루어져 국내 사업자의 5G 인프라 경쟁력을 강화할 수 있었으면 하는 바람이다.