

서비스 체이닝 기술 및 표준화 동향

이승익, 신명기

한국전자통신연구원 표준연구센터

요약

미래지향적 네트워크 및 서비스 인프라의 구축을 위해 네트워크의 개방화와 가상화에 대한 관심이 높아졌다. 이를 지원하는 기술로서 SDN (Software-defined Networking) 및 NFV (Network Function Virtualisation) 기술이 소개되었다. 특히 트래픽에 따라 필요한 네트워크 기능들을 선택적으로 조합 및 실행하여 하나의 네트워크 서비스를 구현하는 서비스 체이닝 (Service Chaining 혹은 Service Function Chaining) 기술이 높은 관심을 받고 있다. 이를 통해 컴포넌트 서비스들로 이루어진 경로를 정의함으로써 네트워크 서비스를 적시에 구성 및 능동적으로 제어할 수 있다. 본 고에서는 서비스 체이닝 기술의 기본 개념 및 기능에 대해 간략히 소개하고, 주요 기능의 표준화를 담당하는 IETF SFC WG의 주요 표준화 이슈에 대한 분석 및 향후 전망을 기술한다.

I. 서론

20세기에 접어들어 인터넷 사용이 폭발적으로 증가하게 되면서 이동성, 보안, 품질보장 한계 등의 기존 인터넷에 내재된 구조적인 문제점이 드러나게 되었다. 이를 해결하기 위해, 다양한 미래의 응용 서비스들을 빠르고 안전하게 사용할 수 있도록 하는 미래지향적 네트워크 및 서비스 인프라의 구축이 요구되어 왔다. 이를 위해 서비스 사업자 및 통신 사업자를 중심으로 네트워크의 개방화와 가상화에 대한 관심이 높아졌고, 이를 지원하는 기술로서 '소프트웨어 정의 네트워킹 (Software-Defined Networking; 이하 SDN)' 기술[1] 과 '네트워크 기능 가상화 (Network Functions Virtualisation; 이하 NFV)' 기술[2] 이 소개되었다.

특히 NFV는 SDN의 대표적인 응용 분야 중의 하나로 여겨지며, 네트워크 사업자의 높은 관심에 힘입어 새로운 화두로 떠오르고 있다. 이는 하드웨어로 이루어진 네트워크 서비스 기능을

소프트웨어적으로 가상화함으로써 이들을 유연하게 재배치할 수 있는 기술이다. 이를 기반으로 많은 유즈 케이스들이 소개되었지만, 그 중 트래픽에 따라 필요한 네트워크 기능들을 선택적으로 연결 및 실행하는 가상 네트워크 기능 전달 그래프 (Virtual network functions forwarding graph; 이하 VNF 전달 그래프)를 이용한 네트워크 서비스 구현 기술이 네트워크 사업자 및 서비스 사업자의 높은 관심을 이끌어내었다. VNF 전달 그래프는 가상화된 복수개의 네트워크 컴포넌트 서비스들을 정해진 순서대로 조합함으로써 하나의 네트워크 서비스를 구성할 수 있도록 한다. (<그림 1>참고)

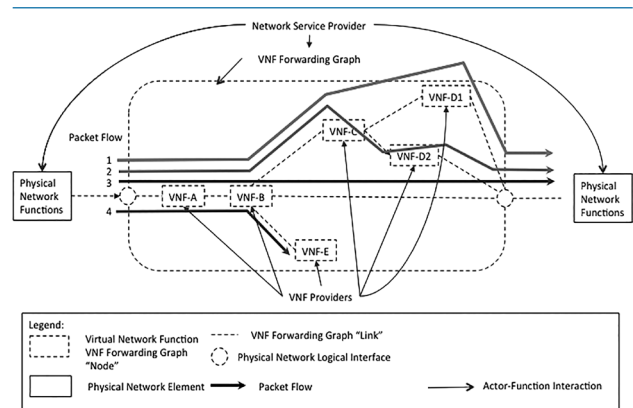


그림 1. VNF 전달 그래프 [3]

기준에는 하나 이상의 컴포넌트 장비들을 네트워크 경로상에 물리적으로 배치함으로써 네트워크 서비스를 구현한 반면, 본 기술은 소프트웨어적으로 가상화된 컴포넌트 서비스들로 이루어진 경로를 정의함으로써 네트워크 서비스를 적시에 구성 및 능동적으로 제어할 수 있게 한다.

NFV뿐만 아니라 기존 네트워크 구조에서도 이러한 장점을 구현하기 위해 SDN 및 NFV 기술 전문가를 중심으로 서비스 체이닝 (Service Chaining 혹은 Service Function Chaining) 기술이 소개되었는데, 이는 VNF 전달 그래프의 기본 개념을 토대로 기존 물리적 네트워크 장비의 활용성을 추가적으로 고려한다. 서비스 체이닝 기술은 IETF SFC WG (Service Function Chaining Working Group) 표준화 그룹 [4] 에서 주로 논의되

고 있으며, 현재 문제 정의, 유즈 케이스, 기능 구조, 요구사항 등에 대한 표준안을 개발 중이다.

본 고에서는 서비스 체이닝 기술의 기본 개념 및 기능에 대해 간략히 소개하고, 주요 기능의 표준화를 담당하는 IETF SFC WG의 주요 표준화 이슈에 대한 분석 및 향후 전망을 기술한다.

II. 서비스 체이닝 기술

일반적으로 네트워크 서비스는 하나 이상의 네트워크 컴포넌트 기능을 구현하는 네트워크 장비들의 조합으로 제공된다. 이러한 기능 컴포넌트 서비스로는 네트워크 인프라 기능을 담당하는 엔터프라이즈 액세스 라우터, 방화벽 (Firewall), DPI (Deep Packet Inspection) 등에서부터 맥네트워크 서비스를 지원하는 DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol), NAT (Network Address Translation), uPnP (Universal Plug and Play) 등까지 다양한 네트워크 계층과 위치에 설치되어 네트워크 서비스를 구성한다.

최근 사용자 서비스 및 트래픽의 다양화에 따라 이러한 네트워크 기능들에 대한 요구가 폭발적으로 증가하게 되었고 이들을 구현하는 네트워크 장비들의 관리 비용 또한 증가하게 되었다. 이러한 어려움을 해소하기 위해 ETSI NFV ISG [5]에서는 통신 사업자의 요구사항을 기반으로 NFV 기술 규격을 개발 중에 있다. NFV 기술은 통신 사업자들이 사용하고 있는 네트워크 장비내의 여러 기능들을 분리시켜 소프트웨어적으로 제어 및 관리가 가능하도록 가상화시키는 기술이다. 특히 이러한 가상 네트워크 기능들을 순서화하여 연결 및 실행하는 서비스 체이닝 (Service Chaining) 기술은 주요 네트워크 서비스들의 자동화 및 커스터마이징을 가능케 한다는 점에서 NFV의 차기 연구 이슈로 주목을 받고 있다[6].

서비스 체이닝 기술의 기본 동작 방법은 <그림 2>와 같다.

사용자 트래픽이 네트워크에 인입되면 미리 정해진 정책에 따라 트래픽 분류 작업 (Traffic Classification)이 진행되고, 이를 통해 해당 트래픽에 대한 특정 서비스 기능 체인 (Service Function Chain)이 선택된다. 이후 사용자 트래픽은 해당 서비스 기능 체인에 정해진 순서의 서비스 기능 (Service Func-

tion) - <그림 2>에서 DPI, Video optimizer, NAT 등 - 에 차례로 전달 및 실행된 후 목적지로 전송된다.

이러한 동작을 위해 정의된 서비스 체이닝 기술의 네트워크 모델 및 기본 컴포넌트는 <그림 3>과 같다.

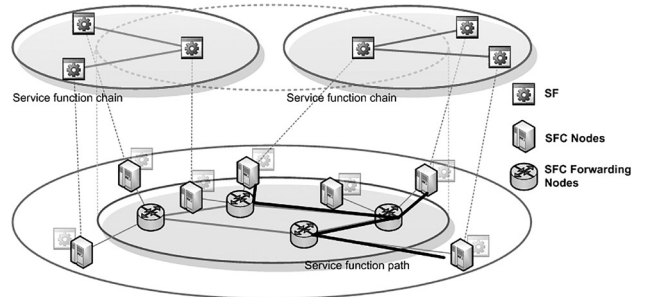


그림 3. 서비스 체이닝 네트워크 모델

- **서비스 기능 (Service function; SF):** 네트워크 서비스를 구성하는 컴포넌트 기능으로서 단일 패킷 혹은 트래픽을 처리한다. 해당 컴포넌트는 각 기능에 따른 논리적 개체를 지칭할 뿐, 실제 동작을 위한 인스턴스 (instance)는 소프트웨어적으로 공유된 네트워크 자원에, 혹은 물리적 전용 장비에 탑재되어 실행되며 단일 서비스 기능에 대해 하나 이상의 인스턴스가 존재할 수 있다.
- **서비스 노드 (Service node; SN):** 네트워크에 연결되어 하나 혹은 그 이상의 서비스 기능 인스턴스를 탑재하여 실행할 수 있는 요소 개체이다. 서비스 기능은 해당 노드를 통해 네트워크로부터 트래픽을 전달 받거나 처리한 트래픽을 네트워크로 내보내게 된다.
- **서비스 체인 (Service function chain; SFC):** 수신한 패킷 혹은 트래픽을 어떤 서비스 기능이 어떠한 순서로 처리할 것 인지를 나타내는 논리적 경로이다. 서비스 체인은 네트워크 서비스 정책에 따라 정의되며, 각 체인은 트래픽별 분류 (Traffic classification) 기능에 따라 선택된다.
- **서비스 경로 (Service function path; SFP):** 논리적으로 정의된 서비스 체인의 인스턴스를 지칭한다. 논리적 서비스 체인을 실제 네트워크 상의 서비스 기능 인스턴스, 물리적 서비스 노드 등으로 매핑한 결과로서 네트워크 패킷 및 트래픽이 실제 전달되는 경로로 이용된다.
- **서비스 체인 전달 노드 (SFC Forwarding node):** 서비스 경로에 정의된 서비스 기능과 서비스 노드들을 상호 연결하여 네트워크 패킷 및 트래픽을 경로상 순서대로 전달해주는 개체이다.

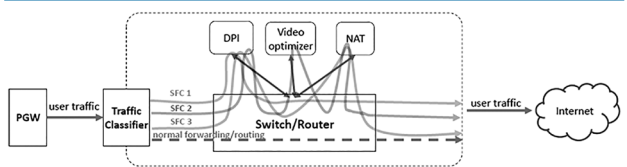


그림 2. 서비스 체이닝 기술 개념도

III. IETF SFC WG 표준화 동향

IETF (Internet Engineering Task Force) 는 인터넷 관련 표준을 제정하는 최대의 표준화 기구로서, IP계층 이상의 전 계층에 대한 표준화 작업을 진행하고 있다. IETF에서는 각 계층별로 서로 다른 네트워크 기술에 대한 표준화를 위해 100여개의 워킹 그룹 (Working Group) 이 구성되어 있는데, 그 중 서비스 기능 연결 (Service Function Chaining; SFC) 워킹 그룹이 복수개의 네트워크 서비스를 하나의 연결로 순서화하는 서비스 체이닝 관련 표준 기술을 개발 중이다.

IETF SFC WG [4] 은 2013년 7월부터 2차례의 BoF (Birds of Feather) 회의를 통해 서비스 제공자들의 유즈 케이스들을 바탕으로 WG 차터 (Charter) 및 일정을 정의하여 2014년 3월에 첫 정식 WG 회의를 개최하였다. IETF SFC WG 은 Routing Area 산하에 구성되었고, WG 의장으로 Jim Guichard (CISCO) 와 Thomas Narten (IBM) 이 선임되었다. IETF SFC WG 의 구체적인 차터는 다음과 같다.

- **Problem statement:** SFC 가 목표로 하는 연구 분야 및 유즈 케이스를 정의
- **Architecture:** 기능 구조에 따른 빌딩 블록, 프로토콜 요구사항 등을 정의
- **Generic SFC encapsulation:** 서비스 기능 체인 및 서비스 기능 경로 등을 기술할 수 있는 서비스 계층의 데이터 플레인 encapsulation 포맷 정의
- **Control plane mechanisms:** SFC 동작에 필요한 제어 및 관리 정보를 교환하기 위한 프로토콜 및 요구사항 정의
- **Manageability:** SFC 컴포넌트들의 설정 및 관리에 대한 제반 사항 정의

위와 같은 SFC WG 의 차터에 따라 5개의 WG internet draft (I-D) 와 25개의 개인 I-D 들이 개발 중이다. 현재 문제점 정의에 대한 표준안이 완료되었으며 이후 유즈 케이스, 기능 구조 등의 표준안이 중점적으로 논의되고 있다.

현재 논의 중인 주요 표준안들을 주제별로 분류하여 나열하면 다음 <표 1>과 같다.

표 1. IETF SFC WG 주제별 주요 표준안 목록

주제	문서 이름 및 제목
문제점 정의	draft-ietf-sfc-problem-statement-10, Service Function Chaining Problem Statement
구조 및 프레임워크	draft-ietf-sfc-architecture-01, Service Function Chaining (SFC) Architecture
	draft-dunbar-sfc-legacy-l4-l7-chain-architecture-05, Architecture for Chaining Legacy Layer 4-7 Service Functions

주제	문서 이름 및 제목
유즈케이스	draft-ietf-sfc-dc-use-cases-01, Service Function Chaining Use Cases In Data Centers
	draft-ietf-sfc-long-lived-flow-use-cases-00, SFC Long-lived Flow Use Cases
	draft-ietf-sfc-use-case-mobility-01, Service Function Chaining Use Cases in Mobile Networks
	draft-huang-sfc-use-case-recursive-service-00, SFC Use Cases on Recursive Service Function Chaining
	draft-liu-sfc-use-cases-07, Service Function Chaining (SFC) General Use Cases
	draft-meng-sfc-broadband-usecases-02, Service function chain Use Cases in Broadband
요구 사항	draft-boucadair-sfc-requirements-05, Requirements for Service Function Chaining (SFC)
제어 및 관리	draft-dunbar-sfc-fun-instances-restoration-00, Framework for Service Function Instances Restoration
	draft-aldrin-sfc-oam-framework-00, Service Function Chaining Operations, Administration and Maintenance Framework
	draft-krishnan-sfc-oam-req-framework-00, SFC OAM Requirements and Framework
	draft-kumar-sfc-sfp-optimization-00, Service Function Path Optimization
	draft-lee-sfc-dynamic-instantiation-00, SFC dynamic instantiation
	draft-ma-sfc-decomposition-02, SFC Service Decomposition
프로토콜 및 데이터 모델	draft-penno-sfc-yang-07, Yang Data Model for Service Function Chaining
	draft-quinn-sfc-nsh-03, Network Service Header
	draft-song-sfc-legacy-sf-mapping-02, SFC Header Mapping for Legacy SF
	draft-zhang-sfc-sch-01, Service Chain Header

1. 대상 문제 영역

IETF SFC WG 에서는 새로운 서비스 전달 구조 및 프로토콜의 개발을 통해 기존의 서비스 기능 제공 모델이 네트워크 토폴로지나 물리적 자원에 의존적이고 정적인 문제를 해결하고자 한다. 이를 위해 SFC 문제 정의 표준안 (draft-ietf-sfc-problem-statement-10) [7]에서는 기존 네트워크 구조에서의 서비스 전달 구조의 문제 영역 (Problem spaces) 을 다음과 같이 정의하였다.

- **토폴로지 의존성 (Topological dependencies):** 기존 네트워크 서비스 설치 모델에서는 서비스 전달 방법 및 경로가 네트워크 토폴로지에 의존적이므로 서비스 및 네트워크 자원의 사용이 유연하지 못함.
- **설정 복잡도 (Configuration complexity):** 토폴로지 의존성

에 따라 서비스 기능의 설정을 바꾸려면 네트워크 자원 및 토폴로지의 변경을 수반하게 됨. 따라서 유연하지 못한 서비스 전달 모델로 귀결됨.

- **제한적인 유효성 (Constrained high availability):** 서비스 전달이 토폴로지에 의존적이기 때문에 백업 서비스 기능도 같은 토폴로지에 위치해야만 하므로 추가적인 redundancy를 제공하기 힘들.
- **일관적인 서비스 기능 순서화 (Consistent ordering of service functions):** 네트워크 서비스들의 실행 순서는 관리자 입장에서는 중요한 요소이지만 대부분 수동 설정에 따르기 때문에 여러 가능성이 높고 느림.
- **서비스 정책의 적용 (Application of service policy):** 기존의 서비스 기능들이 토폴로지에 의존적이기 때문에 트래픽의 속성에 따른 다양하고 유연한 서비스 정책이 적용이 힘들.
- **전송 의존성 (Transport dependence):** 기존 서비스 기능들은 다양한 전송 레벨에 따른 encapsulation 이나 gateway의 지원이 필요함.
- **유연한 서비스 전달 (Elastic service delivery):** 기존의 하드웨어적으로 설치된 서비스 기능들을 추가하거나 변경하는 작업은 위험이 크고 복잡도가 높음.
- **트래픽 선택 조건 (Traffic selection criteria):** 토폴로지 상의 트래픽은 일단 설치된 서비스 기능을 모두 거쳐야 하는 비효율적인 트래픽 선택 조건을 사용해야 함.
- **단대단 서비스 대응 제약 (Limited end-to-end service visibility):** 기존에는 단대단 서비스가 관련된 기능들에 대한 대응을 하려면 서비스 및 네트워크 전문가가 모두 관여해야 하며, 특히 여러 관리 주체를 거치는 경우에는 문제가 더 복잡해짐.
- **서비스별 트래픽 분류 (Per-service classification):** 서비스별로 트래픽을 따로 분류하기 때문에 앞선 서비스 기능의 결과를 제대로 활용하지 못함.
- **양방향 순서의 트래픽 (Symmetric traffic flows):** 서비스 기능에 따라 양방향 순서의 트래픽의 처리가 필요하게 되지만 기존 서비스 모델에서는 이를 정적으로 설정해야 하는 복잡함을 가지고 있음.
- **제공자가 다른 서비스 기능 (Multi-vendor service functions):** 서로 다른 벤더 (vendor) 로부터 제공된 서비스 기능을 설치할 경우, 서비스 기능들간의 동작 및 설정에 대한 복잡도가 높아짐.

위와 같은 문제들을 해결하기 위해 IETF SFC WG에서는 영역별 유즈 케이스와 기능적 요구사항, 그리고 이들을 구현할 수 있는 기능 구조를 정의하고 있다.

2. 유즈 케이스

현재 IETF SFC WG에서 개발 중인 유즈 케이스에 대한 I-D는 WG I-D를 포함해 총 8건에 이른다. SFC WG에서의 방향은 이들 유즈 케이스 문서들 중 범주별로 정의될 수 있는 유즈 케이스 문서를 독립적으로 개발하되, 향후 SFC의 모든 유즈 케이스를 커버할 수 있는 상위 유즈 케이스 문서의 개발을 목표로 논의를 계속하는 것이다. 이에 따라 현재 WG I-D로 승인되어 개발 중인 유즈 케이스 문서는 아래와 같다.

- **데이터 센터에서의 SFC 유즈 케이스 (draft-ietf-sfc-data-center-cases-01) [8]**

데이터 센터 (Data Center; DC)에서는 DC에서 발생, 통과, 도착하는 트래픽에 대한 처리를 위해 L4에서 L7에 이르기까지 물리적 및 가상 서비스 기능들을 다양하게 설치하여 사용하고 있다. 본 문서에서는 DC에서의 트래픽의 유형 (north-south traffic, east-west traffic)에 따른 SFC 유즈 케이스 및 기능적 요구사항을 기술한다.

- **모바일 네트워크에서의 SFC 유즈 케이스 (draft-ietf-sfc-mobility-01) [9]**

모바일 네트워크에서는 액세스 네트워크 단에서의 통신 서비스뿐만 아니라 웹 서버 환경, 멀티미디어 플랫폼, 소셜 네트워킹 플랫폼과 같이 다양한 응용 플랫폼을 통해 통신사가 차별적으로 제공하는 서비스가 존재한다. 따라서, 이들의 연결 및 순서화 (Chaining)는 통신사의 비즈니스와 밀접한 관련성을 가진다. 본 문서에서는 3GPP 모바일 네트워크의 빌딩 블록 및 서비스 제공 절차 등에 대해 간단히 소개하고 이에 따른 SFC 유즈 케이스를 HTTP 서비스, TCP optimization, QoS 등의 예제를 통해 현재 구조의 문제점과 SFC에서의 요구사항 등을 기술한다.

- **수명이 긴 플로우를 위한 SFC 유즈 케이스 (draft-ietf-sfc-long-lived-flow-use-cases-00) [10]**

현대 네트워크에서 보편적으로 사용되는 파일 전송이나 비디오 스트리밍 등에서 전송되는 수명이 긴 네트워크 트래픽의 효율적인 처리를 위해 특정 서비스 기능을 건너뛰어 패킷 처리 시간 및 오버헤드를 단축시키고자 한다. 이를 위해서 본 문서에서는 방화벽, 콘텐츠 전달 네트워크 (CDN), 모바일 환경에서의 IPSec 관리 등의 시나리오를 소개하고, 아울러 L2/3/4 계층 필드를 통해 L7 계층의 플로우를 구별할 수 있는 기능을 제시한다.

3. 구조 및 프레임워크

IETF SFC WG 에서는 서비스 체이닝 기술을 구현하기 위한 기본 네트워크 모델 및 컴포넌트를 정의하기 위해 기존에 개발 중이던 총 5건의 구조 및 프레임워크와 관련된 문서를 하나의 WG 표준안 (draft-ietf-sfc-architecture-01) [11] 으로 통합하여 개발 중에 있다.

〈그림 4〉는 SFC 의 기본 구조를 정의한 것이다.

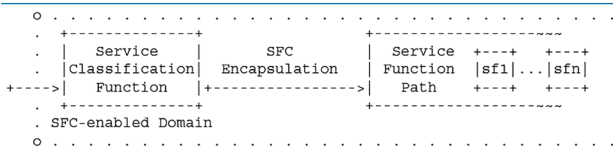


그림 4. SFC 기본 구조 [11]

기본적으로 SFC 구조가 필수적으로 가져야 할 기능은 위 그림에서 서비스 분류 기능 (Service Classification Function) 이 수행하는 트래픽 분류 기능이다. 이는 인입 트래픽을 분류 기준에 따라 특정 SFP 로 매핑시켜주는 역할을 한다. 보통 SFC 도메인의 경계선에서 이 작업이 진행되며, 서비스 기능의 실행 결과에 따라 중간 노드에서 재분류 (re-classification) 작업이 일어나기도 한다. 분류된 트래픽은 미리 정해진 서비스 경로에 따라 서비스 노드 (SN) 들을 경유하며 미리 지정된 서비스 기능 (Service Function) 들을 차례로 실행하게 된다.

이러한 SFC 기능 구조를 구현하기 위해 필수적인 기능 컴포넌트는 〈그림 5〉와 같다.

SFC Encapsulation 은 주어진 서비스 체인 (SFC)에 따라 서비스 경로 (SFP) 를 선택하거나 구별하는 역할을 한다. 주의할

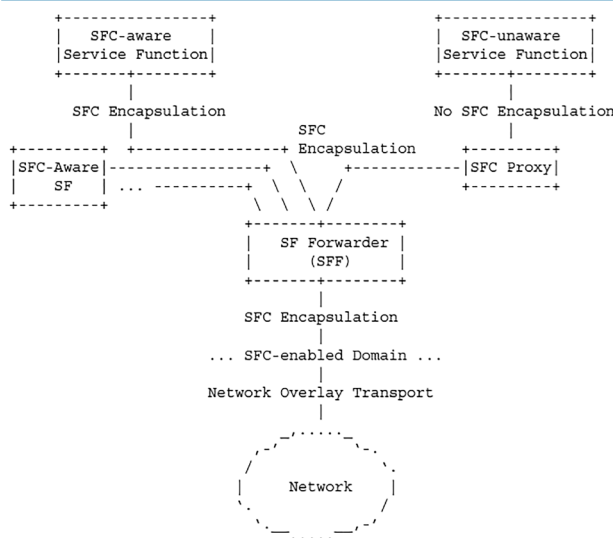


그림 5. SFC 기능 컴포넌트 [11]

것은, 해당 컴포넌트는 이름과는 달리 실제 데이터(payload) 전송을 위한 encapsulation 기능을 제공하지 않는다.

서비스 기능 (SF) 는 특정 기능을 제공하는 논리적인 네트워크 리소스를 가리키며, 실제 이를 구현 및 동작하는 실체는 서비스 기능 인스턴스라 불리며, 그 개수나 리소스 설치의 위치는 달라질 수 있다. 아울러, SFC encapsulation 을 지원하지 않는 기존 서비스 기능들은 SFC 프록시 등을 통해 SFC encapsulation 을 지원할 수 있다.

서비스 기능 전달자 (Service Function Forwarder; SFF) 는 서비스 기능간의 데이터 전달을 통해 서비스 기능들의 연결 고리 역할을 담당한다. SFF 는 SFP별로 정의된 서비스 기능들의 매핑 테이블을 유지하여 주어진 SFP 에 따라 트래픽이 전달되어야 할 경로를 설정한다.

네트워크 오버레이 전달 (Network Overlay Transport) 는 오버레이 네트워크 상에서 encapsulation/de-encapsulation 과 패킷의 전달을 담당한다.

IV. 결론 및 향후 전망

본 고에서는 네트워크 서비스의 순서화된 연결을 지원하는 서비스 체이닝 기술에 대한 간략한 소개와 함께 관련 표준안을 개발 중인 IETF SFC WG 의 표준화 동향에 대해서 살펴보았다. 서비스 체이닝 기술은 NFV의 유즈 케이스로부터 시작되어 소프트웨어적으로 가상화 가능한 네트워크 기능들의 순서화된 연결을 통해 유연하고 자동화된 네트워크 서비스를 제공 가능한 기술이다. 해당 기술은 네트워크 사업자의 요구사항에 따라 개발된 기술인 만큼 네트워크 장비 시장에서의 파급 효과를 클 것으로 기대되며 이를 통한 새로운 비즈니스 모델의 개발도 가능할 것으로 예상된다.

현재 IETF SFC WG 에서는 초기 작업으로서 문제 정의, 유즈 케이스, 요구사항, 기능 구조 등을 정의하는 문서를 개발 중에 있으나 이들은 특정 상황 및 서비스 시나리오에 특화된 각자의 다른 방향에 따라 복수개의 문서로 개발 중에 있다. 향후 각 문서에 대한 완성도가 일정 기준에 도달하게 되면 각 이슈에 따른 단일 문서로 통합 개발될 것으로 보인다.

서비스 체이닝 기술은 현재 초기 개념 정립 단계에 있기 때문에 트래픽의 분류, 서비스 체인의 모델링, 패킷의 전달 및 프로토콜 등과 같은 기본적인 동작에 대한 논의가 주요하게 이뤄지고 있다. 그러나, 이후에는 동적이고 복잡도가 높은 서비스 모델 및 시나리오를 지원하기 위해 서비스 체인의 제어 및 관리에 대한 심도 있는 논의가 시작될 것으로 예측된다.

Acknowledgement

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 정보통신·방송 연구개발사업의 일환으로 수행하였음. [2014-PK10-04, 개방형 프로그래머블 네트워킹 기술 표준개발]

참고 문헌

- [1] “Software-Defined Networking: The New Norm for Networks”, ONF white paper, April 2012
- [2] ETSI ISG NFV, “Network Functions Virtualization - Introductory White Paper”, 2012.08
- [3] ETSI ISG NFV, GS NFV 009 v012 (2013-08), “Network Functions Virtualization; Use cases”, 2013.08
- [4] IETF Service Function Chaining (sfc) Working Group, <http://datatracker.ietf.org/wg/sfc/charter/>
- [5] ETSI ISG NFV, <http://portal.etsi.org/portal/server.pt/community/NFV/367>
- [6] 이승익, 스마트인터넷을 위한 SDN 및 NFV 표준기술 동향분석, 전자통신동향분석, 2014.04
- [7] Quinn, P. and T. Nadeau, “Service Function Chaining Problem Statement”, draft-ietf-sfc-problem-statement-10 (work in progress), August 2014.
- [8] Surendra, S., Tufail, M., Majee, S., Captari, C., and S. Homma, “Service Function Chaining Use Cases In Data Centers”, draft-ietf-sfc-dc-use-cases-01 (work in progress), July 2014.
- [9] W. Haeffner, J. Napper, M. Stiemerling, D. Lopez and J. Uttaro, “Service Function Chaining Use Cases in Mobile Networks”, draft-ietf-sfc-use-case-mobility-01(work in progress), July 2014.
- [10] R. Krishnan, et. al., “SFC Long-lived Flow Use Cases”, draft-ietf-sfc-long-lived-flow-use-cases-00(work in progress), June 2014.
- [11] J. Halpern and C. Pignataro, “Service Function Chaining (SFC) Architecture”, draft-ietf-sfc-architecture-01(work in progress), September 2014.

약 력



이승익

2000년 한동대학교 전산전자공학부 졸업
 2002년 한국과학기술원 정보통신공학 석사
 2009년 한국과학기술원 정보통신공학 박사
 2009년~현재 한국전자통신연구원 표준연구센터
 선임연구원
 관심분야: SDN, NFV, NGSON



신명기

1992년 홍익대학교 전자계산학과 학사
 1994년 홍익대학교 대학원 전자계산학과 석사
 2003년 충남대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사
 1994년~현재 한국전자통신연구원 표준연구센터
 실장/책임연구원
 관심분야: SDN, NFV, 미래인터넷, IoT