

캐리어급 NFV over SDN: 기술과 표준화 동향 및 발전 전망

Carrier-grade NFV over SDN: Technology and Standardization Trend and Forecast

최태상 (T.S. Choi) SDN 기술연구실책임연구원

양선희 (S.H. Yang) SDN 기술연구실 실장

SDN(Software Defined Network) 기술이 미국을 중심으로 먼저 출발하였으며 NFV(Network Function Virtualization) 기술은 유럽을 중심으로 한 SDN의 경쟁적인 기술로 초기에는 인식이 되었으나, 두 기술의 상호 시너지 효과를 고려하여 2013년 하반기부터는 다양한 형태의 협력 방안들이 표준단체, 산업체 및 캐리어 들로부터 소개되고 있다. 두 기술이 지향하는 가장 큰 목표는 하드웨어의 의존성을 배제하고 네트워크 및 서비스를 추상화함으로써 캐리어들이 신규 서비스를 Time-to-Market에 맞게 그러면서도 유연하게 출시하고 제어 및 관리를 중앙집중 방식으로 제공하여 CAPEX(Capital Expenditure) & OPEX(Operating Expense)를 최소화 하는데 있다. 본고에서는 이 두 기술의 표준화 및 기술 동향, 그리고 아직은 태동기인 두 기술이 지향하는 다양한 Use Case들과 적용사례를 캐리어 환경 중심으로 살펴보고 향후 상용화 및 산업화에 대한 장·단기 발전 전망에 대해 기술 중심으로 예측해 본다.

2013
Electronics and
Telecommunications
Trends

스마트 유무선 네트워크 특집

- I. 서론
- II. NFV 표준화 동향
- III. NFV Use Cases 및 적용사례
- IV. NFV over SDN 기술 발전 전망
- V. 결론

I. 서론

현재 네트워킹 기술 중 가장 이슈가 되고 있는 두 개를 꼽으라고 하면 당연히 SDN(Software Defined Network)과 NFV(Network Function Virtualization)가 될 것이다. 두 기술 모두 하드웨어 중심의 네트워킹에서 소프트웨어 중심의 네트워킹으로 패러다임의 전환을 모색하는 기술이다. 전자는 스탠포드 대학의 혁신적인 연구과제에서 출발하여 클라우드 데이터 센터를 거쳐 통신사업자들이 관심을 가지는 실용적인 단계로 진화를 하고 있는 기술이며, 후자는 글로벌 통신사업자들이 연합해 현실에 기반하여 실용적이고 비교적 단기적으로 적용이 가능한 기술 형태로 태동하여 매우 빠른 속도로 관련 산업에 영향을 끼치고 있는 기술이다. 두 기술의 최근 동향을 간단히 요약한다면 2013년까지는 기술의 'Why'에 관심을 가졌다면 2014년부터는 'How'에 관심의 초점이 옮겨갈 시기가 도래했다고 볼 수 있다.

두 기술이 지향하는 가장 큰 목표는 하드웨어의 의존성을 배제하고 네트워크 및 서비스를 추상화함으로써 캐리어들이 신규 서비스를 Time-to-Market에 맞게 그리면서도 유연하게 출시하고 제어 및 관리를 중앙 집중 방식으로 제공하여 CAPEX(Capital Expenditure) & OPEX(Operating Expense)를 최소화 하는데 있다. 즉, 새로운 서비스를 출시할 때 마다 네트워크 구조와 관리시스템을 재설계하는 복잡함에서 벗어나 서비스를 소프트웨어 프로그램처럼 다룰 수 있는 캐리어 네트워크 및 서비스 환경이 탄생하는 것을 의미한다는 점에서 획기적인 패러다임 전환이 아닐 수 없다.

SDN 기술이 미국을 중심으로 먼저 출발하였으며 NFV 기술은 유럽을 중심으로 한 SDN의 경쟁적인 기술로 초기에는 인식이 되었으나 두 기술의 상호 시너지 효과를 고려하여 2013년 하반기부터는 다양한 형태의 협력 방안들이 표준단체, 산업체 및 캐리어들로부터 소개되고 있다.

본고에서는 이 두 기술의 표준화 및 기술동향과 아직은 태동기인 두 기술이 지향하는 다양한 Use Case들과 적용사례를 캐리어 환경을 중심으로 살펴보고 향후 상용화 및 산업화에 대한 장·단기 발전 전망을 기술을 중심으로 예측해 본다.

II. NFV 표준화 동향

NFV 표준을 주도하고 있는 ETSI NFV ISG는 2013년 1월 첫 회의를 개최한 이후 매 분기별로 총회 및 기술 분과 회의를 진행해 왔다. 28개의 통신사업자 및 케이블사업자를 포함한 회원사가 150개이다. 이들이 10개월간 작업한 결과 5개의 주요 문서를 개발하였으며 간략한 내용은 아래와 같다. 본 문서는 ETSI Portal 사이트[1]를 통해서 일반에게 공개되어있다.

- NFV Requirements

본 문서는 서비스 모델을 포함하는 NFV 프레임워크를 위한 비즈니스 및 기술 요구사항을 기술하였다. NFV 백서 초안을 내용을 중심으로 작성되었다.

- NFV Architectural Framework

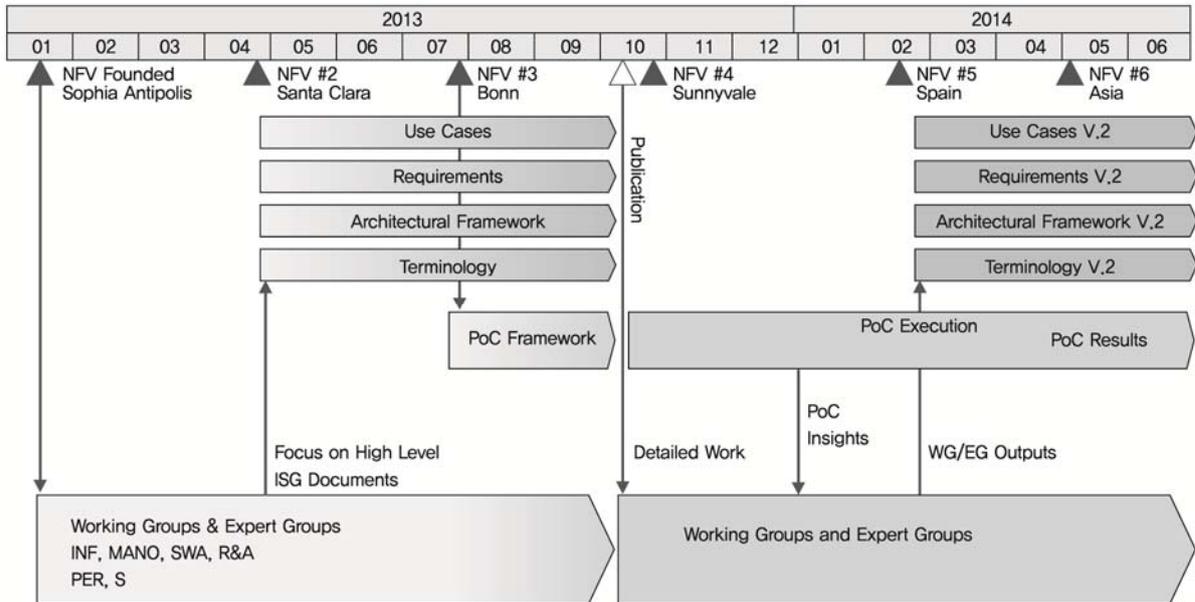
본 문서는 가상화된 네트워크 기능과 하부 가상 인프라의 상위 기능 구조 및 설계 철학을 담고 있다. 기능 요소들의 정의하고 그들간의 인터페이스를 정의함으로써 다양한 이기종의 NFV 간 상호운용성을 보장한다.

- NFV Terminology

본 문서는 NFV ISG 문서에 사용된 공통 용어들을 정의한다. 이를 통해 타 SDO의 관련 문서와의 용어상의 차이점을 줄이는데 목적이 있다.

- NFV Use Case

본 문서는 NFV ISG가 추구하는 기술적인 목표를 수용할 수 있는 응용을 중심으로 적용 사례를 작성되었다.



(그림1) 2014년 중순까지 NfV ISG 프로그램 일정[2]

본 응용 사례는 적용 범위의 보편성을 위해 특정 캐리어를 대상으로 하지 않았으며 모든 가능한 경우를 대변하지는 않는다.

• NfV ISG Proof of Concept Framework

본 문서는 NfV 다양한 주체들이 참여하는 PoC(Proof of Concept) 구현을 통해 NfV 에코시스템 성장을 위한 PoC 참여에 관련된 제반 사항을 정의한다.

10개월이라는 짧은 시간에 상기 문서를 완성했다는 것은 참여 기관의 노력과 NfV 기술의 영향력이 크다는 것을 반증하는 것으로 볼 수 있다. NfV ISG에서는 이 문서들을 기반으로 보다 많은 관련 업체들이 개방 에코시스템을 조기에 구축하기를 희망하고 있다. (그림 1)은 2014년 중반까지 주요 작업 계획이 정리되어 있다. 출범으로부터 2년 뒤인 2015년 1월 모든 작업을 종료하고 추가적인 상세 표준화 작업은 ITU-T, IETF, IEEE 등 관련 국제 표준단체에서 계속 진행할 수 있도록 연계하는 노력도 같이 기울이고 있다. 주요 문서인 요구사항, 구조 및 사례 문서에 대해 좀 더 자세한 설명을 덧붙인다.

1. NfV Requirements

본 요구사항 문서의 핵심은 NfV로 인해서 발생할 수 있는 기술 간의 격차를 파악함으로써 이들 간의 상호운용성을 보장하는데 초점을 맞추고 있다.

본 문서에서 다루고 있는 요구사항 항목은 아래와 같다.

- 이동성 및 원격 설치: 가상화된 소프트웨어 기능을 표준화된 데이터 센터간을 이동하여 실행 가능하여야 하며, 원격으로 가상 기능을 설치 및 운용 할 수 있어야 함.
- 성능: 가상화된 소프트웨어 기능의 성능 목표를 만족할 수 있어야 함.
- 관리 및 조정: 가상화된 기능의 전체 주기, 인프라 자원 및 이들 자원에 적용되는 다양한 운용에 대한 관리 및 조정이 가능하여야 함.
- 유연성: 트래픽 요구 정도에 따라 쉽게 하드웨어 자원을 늘리거나 줄일 수 있는 유연성이 보장되어야 함.
- 보안: 가상화된 환경에서 외부로부터의 악의적인 공격에 대처할 수 있어야 함.

- 신뢰성 및 네트워크 안정성: NFV 서비스 가용성 및 연속성을 위해 신뢰성 및 네트워크 안정성을 보장할 수 있어야 함
- 서비스 연속성: 서비스 약정에 준하는 서비스를 중단 없이 제공할 수 있어야 함.
- 자동화: 부하에 적응적인 네트워크 용량 조절, 소프트웨어 업그레이드, 장애에 대한 대응과 같은 운용 관련 기능의 자동화가 필요함.
- 에너지 효율성: 대규모 가상망의 에너지 소모를 최소화 할 수 있는 기술적인 능력을 보유하여야 함.
- 호환성 및 진화: 서비스의 중단 없이 현재의 네트워크를 가상 네트워크와 호환성을 가지면서 자연스럽게 진화할 수 있도록 기술 지원이 되어야 함.

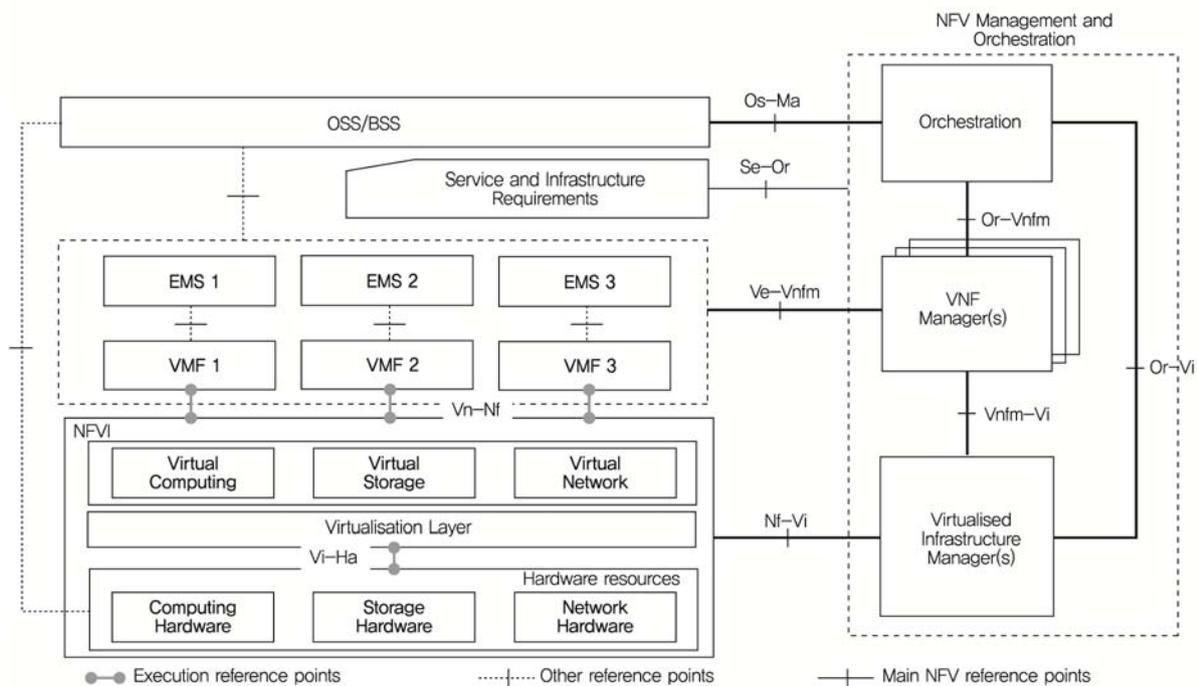
2. NFV Architectural Framework

본 문서는 완전히 상호 운용성이 보장되는 다자간 NFV 솔루션 개발을 위해서 필수적인 기능 블록과 그

들 간의 인터페이스 및 프로토콜을 정의하는 가장 중요한 문서임. 이 문서는 NFV 호환성이 보장되는 제품 개발을 위해서 필요한 빌딩 블록을 제품 개발 업체에게 제공함.

(그림 2)는 NFV 구조도이며 주요 구성요소로 NFVI(NFV Infrastructure), VNF(Virtual Network Function), NFV M&O(NFV Management & Orchestration)가 있다.

- NFVI(Network Functions Virtualisation Infrastructure): 가상 네트워크 기능을 수행하는데 필요한 가상 자원을 제공함. NFVI는 COTS 범용 하드웨어와 가속기능 및 하드웨어 가상화에 필요한 소프트웨어 계층으로 구성됨.
- VNF(Virtualised Network Function): NFVI 상에서 실행될 수 있는 네트워크 기능을 구현한 소프트웨어. 본 요소는 기존의 네트워크 노드를 소프트웨어로 가상화한 것으로 자체 관리 시스템인 EMS(Element



(그림 2) NFV 구조 프레임워크[2]

Management System)을 동반함.

- NFV M&O(Management and Orchestration): NFVI의 물리 및 가상 자원과 VNF의 조율 및 라이프 사이클 관리를 담당함. 특히 가상화와 관련된 관리 업무를 담당하며 OSS(Operation Support System)/BSS(Business Support System)와 연동하여 기존 환경의 전반적인 관리가 가능하게 함.

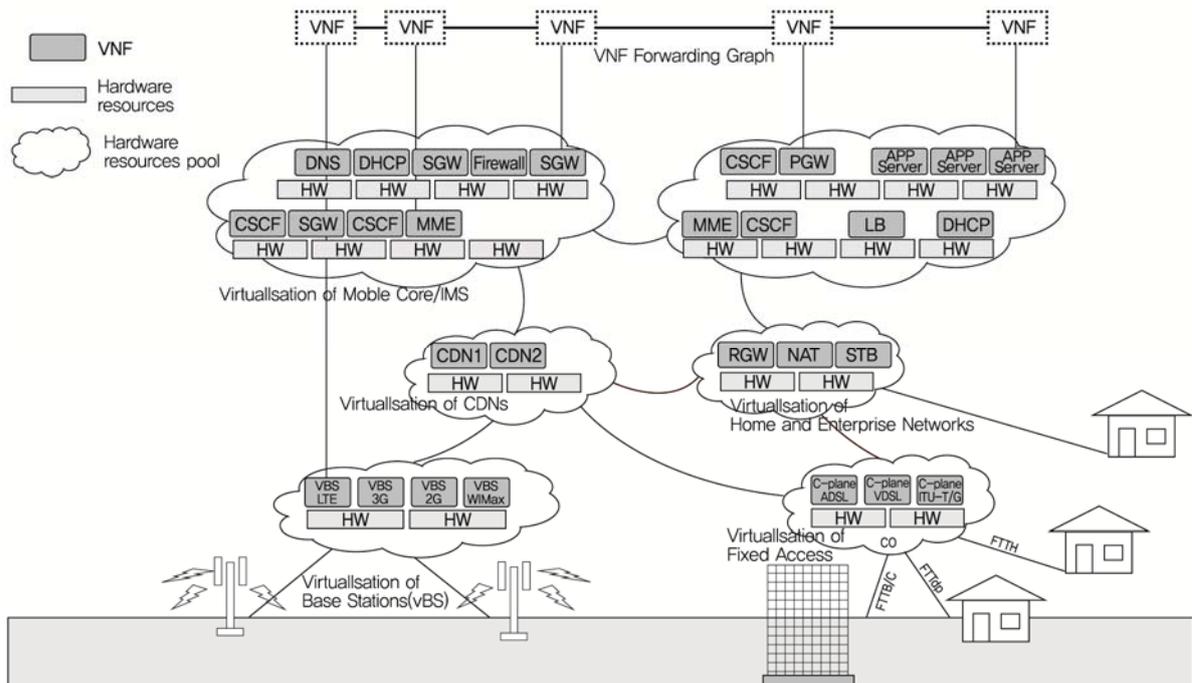
상기의 기능 블록은 표준 인터페이스를 통해서 정보를 교환한다. VNF와 NFVI간의 인터페이스는 자원의 추상화 및 가상화와 VNF의 호스팅에 관여하여 하나의 VNF가 다수의 NFVI에 포팅될 수 있으며 다양한 하부 하드웨어의 선택도 가능하도록 지원한다. NFV M&O와 VNF 간 및 NFV M&O와 NFVI간 인터페이스는 NFV 시스템 관리에 관여한다. 모든 빌딩 블록은 클라우드 관리시스템, OSS/BSS와 같은 기존의 시스템과의 호환성을 고려하여 설계되었다. 본 구조 프레임워크를 기반으로 NFV ISG(Industry Specification Group)의 세

부 WG에서는 각 블록별 기능을 정의한다.

3. NFV Use Case

네트워크의 가상화는 네트워크 기능과 하드웨어 간의 의존성을 제거함으로써 다수의 VNF가 하나의 하드웨어를 공유할 수 있도록 한다. 이를 확대 적용하면 방대하면서 유연성이 높은 NFVI 자원의 공유가 가능해지게 되어 클라우드 환경에서 이미 경험한 IaaS, PaaS (Platform as a Service), SaaS(Service as a Service)처럼 새로운 비즈니스 기회 창출이 가능해진다.

본 문서에서는 네트워크 기능이 가상화 가능한 환경에서 적용될 수 있는 다양한 Use Case들을 주요 분야별로 기술적인 내용과 서비스 모델로 정리를 한다. 현실적인 환경을 고려해서 순수한 NFV 환경뿐만 아니라 가상화 되지 않은 네트워크 기능들이 상존하는 경우를 함께 고려해서 비가상화 네트워크 기능들이 가상화 되는 과정에서 발생할 수 있는 다양한 이슈들과 혜택도 함께 정



(그림 3) Overview of NFV Use Cases 개요도[2]

리 한다.

주요 Use Case로 이동 네트워크의 주요 기능인 EPC (Evolved Packet Core), IMS(IP Multimedia System) 주요 기능들, Base Station 등이 가상화의 좋은 사례가 될 수 있다. 이들 기능이 동일한 하드웨어 플랫폼에서 통합 구현이 될 경우 NFVI 자원의 공유, 자원의 효율적인 활용 및 운영 자동화, 장애 복구 및 방지 등을 통한 TCO (Total Cost of Ownership)을 절감하는 효과가 있다.

또한 CDN(Content Delivery Networks)의 경우도 훌륭한 대상이 될 수 있다. 현재 CDN의 핵심은 콘텐츠 캐시를 고객에 최대한 가까이 위치하고 배분하는 기술인데 각 CDN 사업자 별로 별도의 전용 하드웨어를 사용하고 있다. 이를 가상화하여 NFVI화 한 후 다수의 CDN 사업자들이 공유할 경우 다양한 혜택이 발생할 수 있다. 또한 동일한 NFVI 자원을 CDN VNF가 아닌 타 VNF에서도 활용할 수 있게 되어 추가적인 혜택이 발생할 수 있다.

이들 Use Case에서는 다양한 VNF 들이 연합하여 특정 서비스를 실현할 경우 이들 간의 종단 간 관계성을 일반적으로 알려진 1차원적인 서비스 체인 형태가 아니라 2차원적으로 다양한 분화(branching)가 가능한 VNF Forwarding Graph로 표현한다. (그림 3)은 주요 NFV Use Case을 분야별로 정리하였다.

4. NFV Proof of Concept Framework

본 문서는 NFV ISG(Industry Specification Group) 회원뿐만 아니라 모든 비회원들도 NFV ISG의 목표를 준수하는 NFV PoC에 참여를 유도하기 위하여 작성한 PoC Framework 문서로써 아래와 같은 참여 조건을 명시한다.

- PoC 제안은 PoC 프레임워크 문서에서 제시한 템플릿에 맞게 작성되어야 한다.
- 참여 유형은 최소 하나 이상의 NFV ISG 회원인 네트워크 사업자 혹은 서비스 제공자와 둘 이상의 벤

더가 참여하여야 한다.

- PoC 제안은 NFV ISG 공식 승인 문서에 명기된 최소 하나 이상의 목표를 다루어야 하며 진행 일정과 시연 및 기술 보고서를 작성 제출하여야 한다.
- PoC 결과는 NFV ISG 승인 이슈만 없다면 PoC 자체 시험환경, 전시회, 연구망 등과 같이 가능한 광범위하게 발표하여야 한다.

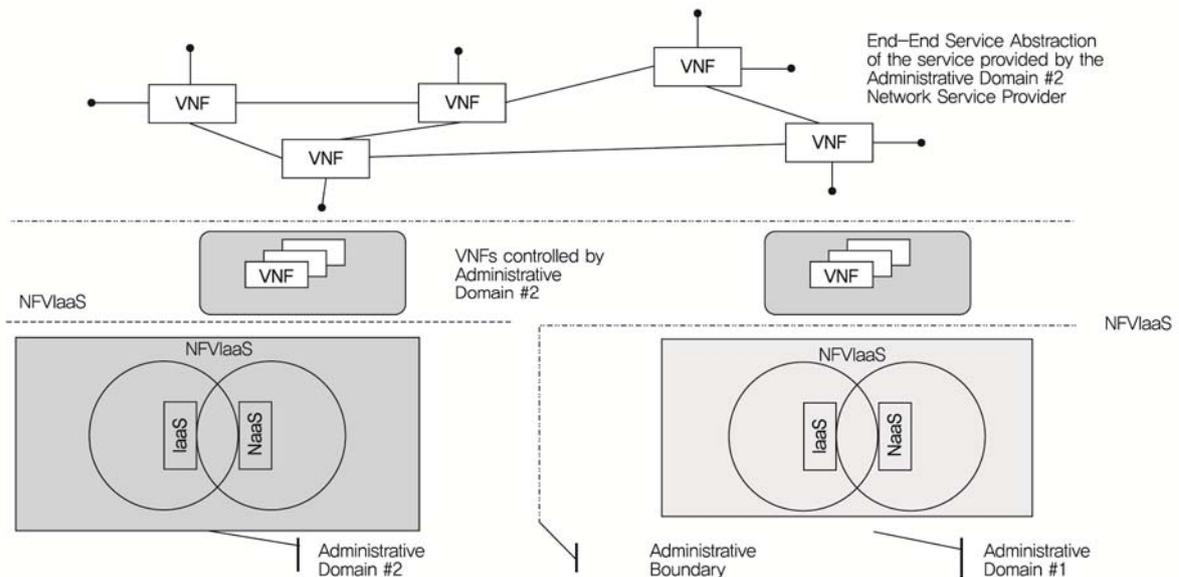
NFV ISG에서는 이상에서 설명한 대표 문서들 외에 6개의 세부 작업반에서 세부 문서 작업을 진행 중에 있다. 작업반은 크게 구조를 다루는 그룹과 공통 부분을 다루는 그룹으로 나뉘어 있는데 전자에는 Infrastructure(INF), Software Architecture(SWA), Management & Orchestration(MANO) WG이 속하며, 후자에는 Reliability and Availability(REL), Performance and Portability(PER), Security(SEC) WG이 속한다. 이들 WG에선 현재까지 3차의 회의를 거쳐 NFV End-to-End Architecture에서부터 Use Case 문서까지 상세 문서를 작업 중이며 10월 말 경에 있을 4차 회의를 거쳐 대부분의 문서들이 승인 절차를 시작할 예정이다. 각 작업반별 작업 중인 문서에 대한 상세 내용은 NFG ISG Portal 사이트[1]를 참조하기 바란다.

III. NFV Use Case 및 적용사례

본 장에서는 NFV Use Case들을 분야별로 살펴보고 현재 가용한 혹은 개발 중인 관련 기술 솔루션에 대해서 사례 별로 함께 살펴본다. 본 장의 그림은 모두 참고문헌 [3]에서 인용하였다.

1. Use Case #1: Network Functions Virtualization Infrastructure as a Service

본 사례는 클라우드 컴퓨팅 서비스 모델 중 IaaS (Infrastructure as a Service)와 NaaS(Network as a



(그림 4) 복수 NFVI 사업자의 NFVaaS 사례

service)를 결합한 형태로 볼 수 있다. 즉, NFVI의 컴퓨팅(서버, 저장공간) 자원과 네트워크 자원을 고객의 요구에 맞게 인프라 자원으로 제공하는 경우이다. 고객은 제공된 자원 상에서 VNF를 올리거나 클라우드 응용(예, PaaS, SaaS 등) 특히 두 응용을 결합한 새로운 응용을 적용 할 수 있다. 즉 기존의 클라우드 응용에 네트워크 기능을 결합한 종단 서비스 제공이 가능해지게 된다.

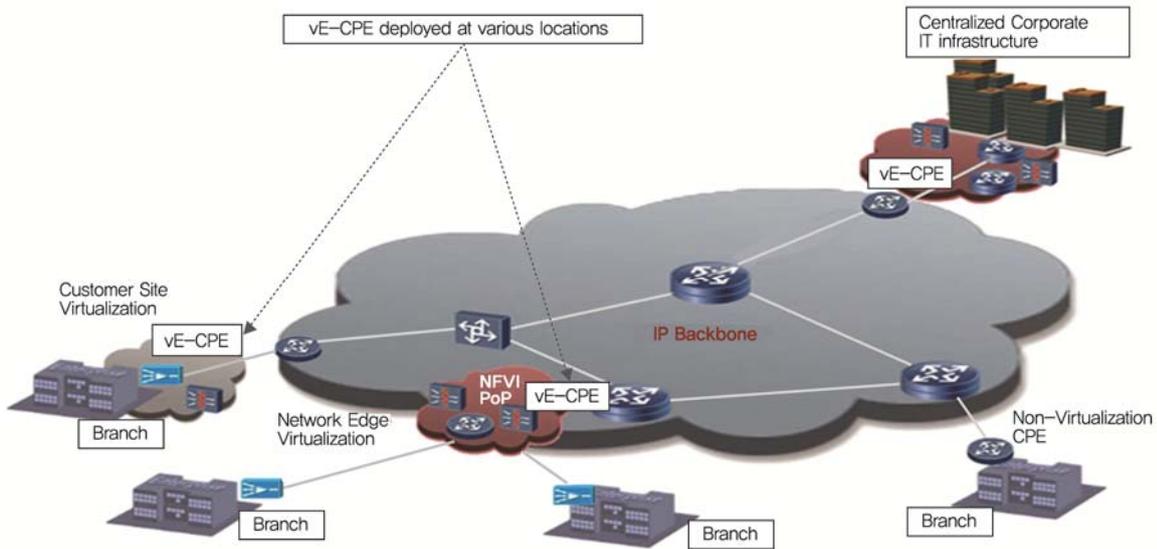
또한 보다 광범위한 영역의 종단간 서비스 제공을 위해서 서로 다른 NFVI 사업자 영역에 속한 하나 이상의 NAVI를 연결하여 NFVaaS를 제공할 수 있는데 이때 복수의 NFVI 사업자간에는 별도의 SLA(Service Level Agreement)를 체결하는 것을 전제로 한다. (그림 4)에서 한 예를 보여 준다. NFVI 사업자 2가 NFVI 사업자 1의 자원까지 통합해서 종단간 NFVaaS 서비스를 제공하는 사례를 도식화 한 것이다. 본 서비스 모델은 사업자 간에도 협력의 비즈니스 모델을 창출할 수 있으며 고객들의 입장에서는 특정 사업자에 종속적이지 않은 글로벌 서비스 도입이 쉽게 가능해진다.

본 사례를 직접 상용화한 사례는 아직은 없으나 BT, FT, Teleformica 등 글로벌 캐리어들이 PoC 형태로 사

업을 준비를 하고 있는 단계이다. 보다 구체적인 적용 사례는 2015년 이후부터 소개될 것으로 시장 분석 전문가들은 예측한다.

2. Use Case #2: Virtual Network Function as a Service(VNFaaS)

현재 많은 엔터프라이즈들은 지사망의 인입부에 Firewall, IPS, DPI 등과 같은 다양한 네트워크 서비스를 독립적인 벤더 솔루션이 탑재된 전용 장비를 적용하고 있다. 일부는 통신사업자의 PoP(Point of Presence)에 설치된 기능이 제한적인 복합 액세스라우터에 의존하기도 한다. 이에 수반되는 CAPEX/OPEX를 줄이고 이동/재택근무 혹은 BYOD(Bring Your Own Device)와 같은 계속 변화하는 서비스의 다양성을 수용하기 위해 많은 엔터프라이즈들이 자체 솔루션보다는 Private 혹은 Public 클라우드 센터 솔루션으로 이동 중에 있다. 이러한 클라우드 사업자로의 아웃소싱 추세는 가상화를 기반으로 한 NFV에는 매우 중요한 기회로 작용하며 전용 장비로 제공되던 네트워크 기능을 가상화하여 VNF 형태로 서비스를 제공함으로써 고객의 CAPEX/OPEX



(그림 5) VNFaaS 개념도

를 동시에 절감해 주는 효과가 있다.

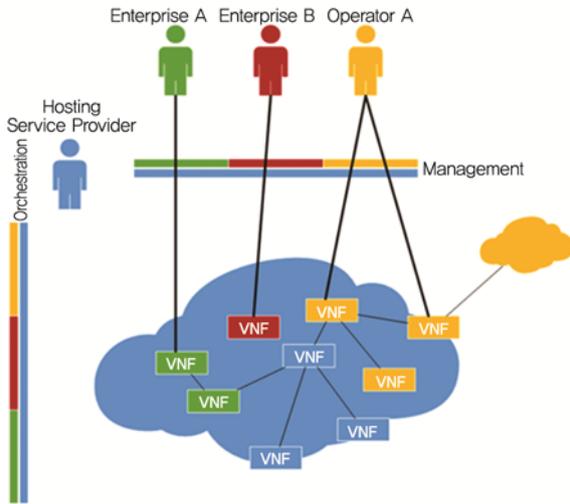
VNF로 가상화가 가능한 네트워크 기능의 대상으로는 엔터프라이즈 액세스라우터, 엔터프라이즈 CPE, PE(Provider Edge Router), 엔터프라이즈 Firewall/ NG-Firewall, 엔터프라이즈 WAN 최적화 제어기, DPI, IPS, 네트워크 성능 모니터 등이 될 수 있다. (그림 5)는 VNFaaS의 다양한 VNF의 종류와 실제 망 환경에서 어디에 위치하는지에 대한 정보를 제공한다.

본 사례의 범주에 속하는 상용 솔루션들이 일부 소개되고 있는 추세이다. 하웨이는 NFV/SDN관련 종단간 솔루션[4] 제공을 표방하고 있으며 다양한 솔루션을 준비 중에 있다. 이 중 본 사례의 범주에 속하는 GiLAN의 경우는 이동망 서비스 에지의 트래픽엔지니어링하는 솔루션을 개발완료하고 시험 검증 중이며 2014년 상용 제품 출시를 계획하고 있다. 또한 DPI솔루션으로 GOS MOS사에서는 소프트웨어 DPI솔루션을 인프라계층에서부터 서비스 계층까지 적용하는 한 형태로 제품을 제공하며, Gigamon에서는 NFV/SDN 인프라 자원을 통합적으로 모니터링하고 분석할 수 있는 Visibility Fabric이라는 하드웨어 및 소프트웨어 제품을 선보이고 있다.

3. Use Case #3: Virtual Network Platform as a Service(VNPaaS)

VNPaaS는 VNFaaS와 비슷하게 고객에게 호스팅 NFVI 제공자의 VNF를 제공하지만 그 서비스 규모, 프로그래밍 환경 및 고객에 대한 제어의 범위에서 차이가 난다. VNFaaS는 하나의 특정 VNF를 제공하는데 반해 VNPaaS는 다수개의 VNF를 연결하는 가상 네트워크 전체를 제공한다. 또한 VNFaaS의 경우 호스팅 서비스 제공자가 고객에게 제공한 특정 VNF의 인스턴스에 국한해서 설정이 가능한 반면 VNPaaS는 고객이 자체 VNF 인스턴스를 생성하는 것도 허용한다. 일례로 이메일 서버를 VNF로 제공할 경우 단순히 이메일 서버 VNF만 제공한 후 메일 도메인, 메일박스, 이메일 사용자 설정 등을 모두 고객에게 일괄로 관리하도록 권한을 부여한다. 이 때 고객은 필요시스템 보호를 위한 VNF를 자체적으로 추가할 수 있다.

(그림 6)은 서비스제공자 고객 A, 엔터프라이즈 고객 A, B가 호스팅 NFVI 제공자 자원을 공유하는 예를 보여 준다. 엔터프라이즈 고객 A에게는 2개의 VNF 인스



(그림 6) 3rd Party 엔터프라이즈의 VNFaaS 활용 예

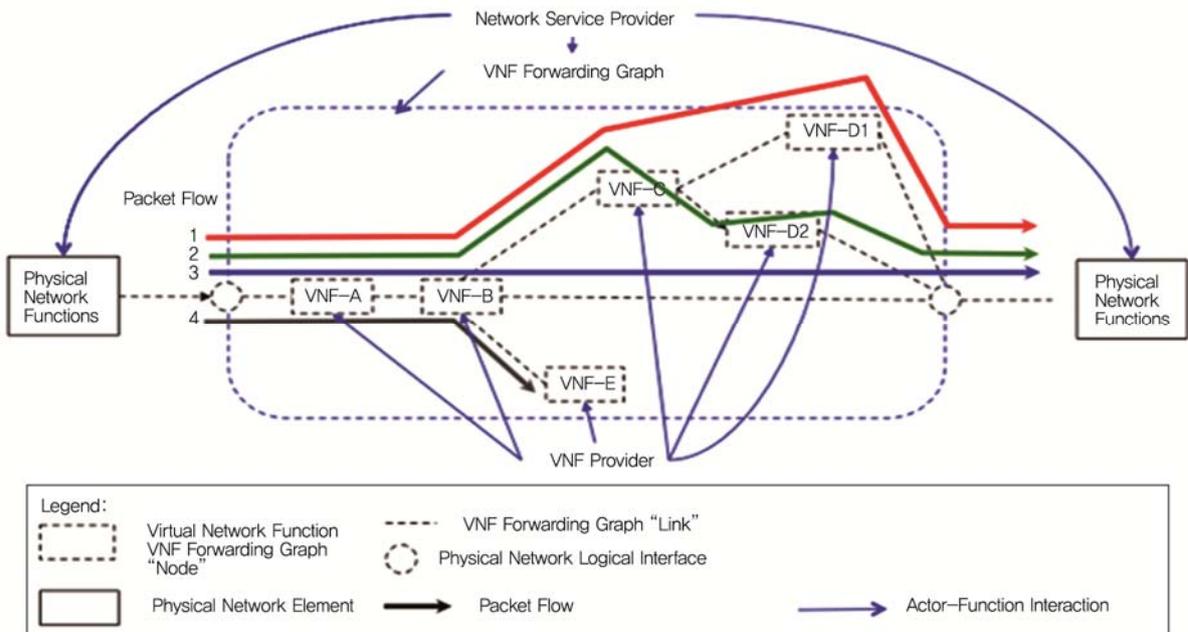
턴스를 제공한다. 이 인스턴스는 호스팅 NFVI 제공자 VNF와 연결되어 있다. 엔터프라이즈 고객 B에게는 독립된 하나의 VNF 인스턴스만 제공하는 경우이다. 서비스제공자 고객 A에게는 호스팅 제공자의 VNF와 연결된 3개의 VNF 인스턴스를 제공하며 이들 VNF는 다시 서비스제공자 고객 A의 자체 네트워크와 연결되어 있다.

본 사례의 상용 서비스 적용 예도 VNFaaS의 경우와 유사하게 아직은 PoC 단계이며 2015년 이후부터 본격적인 서비스 사례가 발생할 것으로 예측된다.

4. Use Case #4: VNF Forwarding Graphs (VNF FGs)

VNF Forwarding Graph는 VNF와 같은 가상 장비들 간의 논리적인 연결을 제공한다. NFV 환경에서 특정 네트워크 서비스가 추상화된 형태로 표현되면 이를 NFVI의 자원들과 연결되어야 하는데 이를 위해서 서비스를 구성하는 VNF 인스턴스들과 이들간의 관계 및 연결 토폴로지와 관리를 위한 기능과의 관계와 최종적으로 물리적인 네트워크 기능과의 관계가 정의되어야 하는데 VNF FG가 그 역할을 담당한다. VNF FG는 다음의 요소로 구성된다.

- Physical Network Function: 가상화되지 않았지만 전체 서비스에 속한 기능으로 네트워크 서비스 제공자의 관리 책임하에 있음. 예로 물리 액세스



(그림 7) 종단간 네트워크 서비스 VNF FG의 논리적인 뷰

혹은 백본망, 독립된 VM, 다수개의 VNFG의 연결점 등이 될 수 있음.

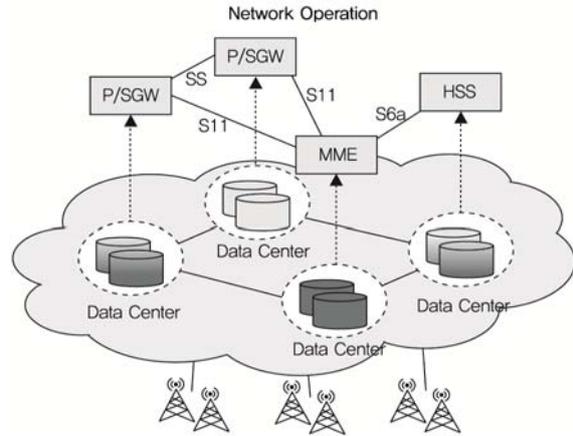
- Physical Network Logical Interface: VNF FG와 Physical Network Functions을 연결하는 인터페이스. 예로 이더넷 포트상의 VLAN처럼 NFVI의 물리 포트를 물리 기능의 물리/논리 포트에 연결하는 경우.
- Packet Flow: VNF 기능, 설정 및 상태에 의해서 결정된 VNF FG의 동일한 경로로 지나가는 패킷의 그룹
- NFV Network Infrastructure: VNF 간의 논리적인 forwarding graph 링크의 물리적인 네트워크 연결 서비스를 제공함. 주요 기능으로 트래픽 분류, 터널 캡슐화/역캡슐화, 트래픽 조정 및 로드 밸런싱 포함.

(그림 7)은 두 물리 네트워크 기능들간에 연결된 중단 간 네트워크 서비스를 위한 VNF FG의 논리적인 뷰를 보여준다. 본 서비스에는 6개의 VNF가 관여되어 있고 4개의 Packet Flow가 존재한다. VNF는 하나의 NFVI 서비스 제공자가 모두 제공할 수도 있고 여러 NFVI 제공자가 관여될 수도 있다.

본 Use Case를 적용한 첫 사례는 Ericsson사에서 호주의 Telstra 이동망을 대상으로 서비스 체이닝 기능을 제공한 경우이며, 유사한 적용 노력이 타 캐리어에서도 시도되고 있으며 PoC를 준비 중에 있는 것으로 판단된다. 국내에서도 주요 통신 사업자들이 PoC를 준비 중인 것으로 파악되며 구체적인 서비스 적용사례는 2014년 이후부터 발표될 것으로 예측된다.

5. Use Case #5: Virtualization of Mobile Core Network and IMS

이동망은 다양한 전용 하드웨어 장비로 구축됨으로써 높은 CAPEX/OPEX 및 관리의 복잡성이 상존해 왔었



(그림 8) EPC 가상화

다. 본 Use Case는 이러한 이동망의 코어망 및 핵심 브레인 역할을 하는 IMS 기능들을 표준 사양의 서버, 저장장치, 스위치 등에 가상화하여 적용함으로써 이러한 복합적인 문제점들을 동시에 해결하고자 한다. 이들 기능이 동일한 하드웨어 풀에서 통합 구현이 될 경우 NFVI 자원의 공유, 자원의 효율적인 활용 및 운영 자동화, 장애 복구 및 방지 등을 통한 TCO를 절감하는 효과가 있다.

가상화 적용이 가능한 주요 기능으로는 EPC Core & Adjunct Network 기능인 MME, S/P-GW, PCRF 등과 3G/EPC Interworking 기능인 SGSN/GGSN 등과 IMS의 모든 기능들 즉, P/S/I-CSCF, MGCF, AS 등이 있다.

(그림 8)은 NFV 기반의 EPC 가상화의 한 예를 보여준다. 동일한 NFVI 자원을 이용하여 EPC 제어 평면 기능인 MME/HSS와 사용자 평면 기능인 P/S-GW를 모두 가상화 할 수 있으며 이들 간의 자원 확장성 지원도 요구사항에 맞추어 서로 간의 기능에 영향을 끼치지 않으면서 가능하다. 즉, 사용자 평면의 자원을 제어 평면의 자원과 별개로 확장할 수 있으면 반대도 가능하다.

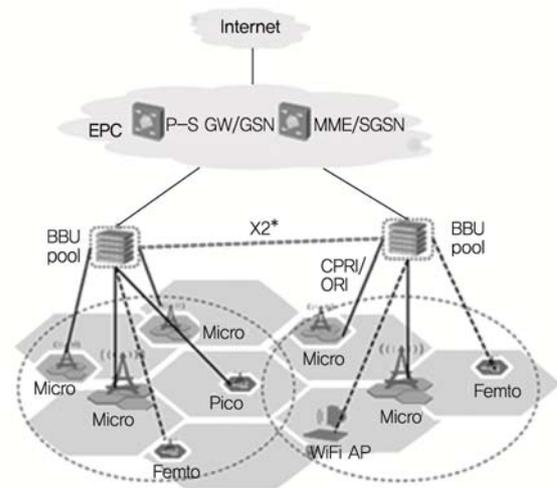
본 Use Case는 NFV의 상용화 가능 분야 중에서 가장 많은 시장의 관심을 받고 있으며 솔루션 개발도 가장 활발히 진행되고 있다. VNFaaS에서도 언급했듯이 에릭슨이 EPC VNF 기능을 개발하여 캐리어 망에 적용 중

이더 Alcatel Lucent도 Cloudband Ecosystem Program 을 통해서 다수의 중소 협력사와 관련 솔루션을 개발 중 에 있으며 하웨이도 관련 솔루션 개발을 진행 중에 있다.

6. Use Case #6: Virtualisation of Mobile base station

증가하는 모바일 트래픽 추세, 서비스 품질 증대, 설 치 및 관리의 복잡성 감소, 투자 비용 감소 등의 요구사 향을 충족하기 위해서 이동 망의 중요 부분을 차지하는 RAN의 일부인 Mobile Base Station을 가상화 함으로써 이러한 요구사항을 해결할 수 있게 된다. 본 Use Case 에서는 현재 이동 망의 RAN 구간에 설치된 멀티 벤더 플 랫폼을 통합 단일화하고 가상화 함으로써 Base Station 의 가용성을 최적화하여 상기의 요구사항을 수용하는 사례를 보여 준다. (그림 9)는 C-RAN(Centralized RAN) 기술과 BBU(Base Band Unit) Pool의 가상화를 이용해서 Base Station 가상화하는 사례의 구조도이다.

본 Use Case 의 적용 사례로 이동 망 코어 기능 가상 화와 유사하게 관련 벤더들인 에릭슨, ALU, 하웨이 등

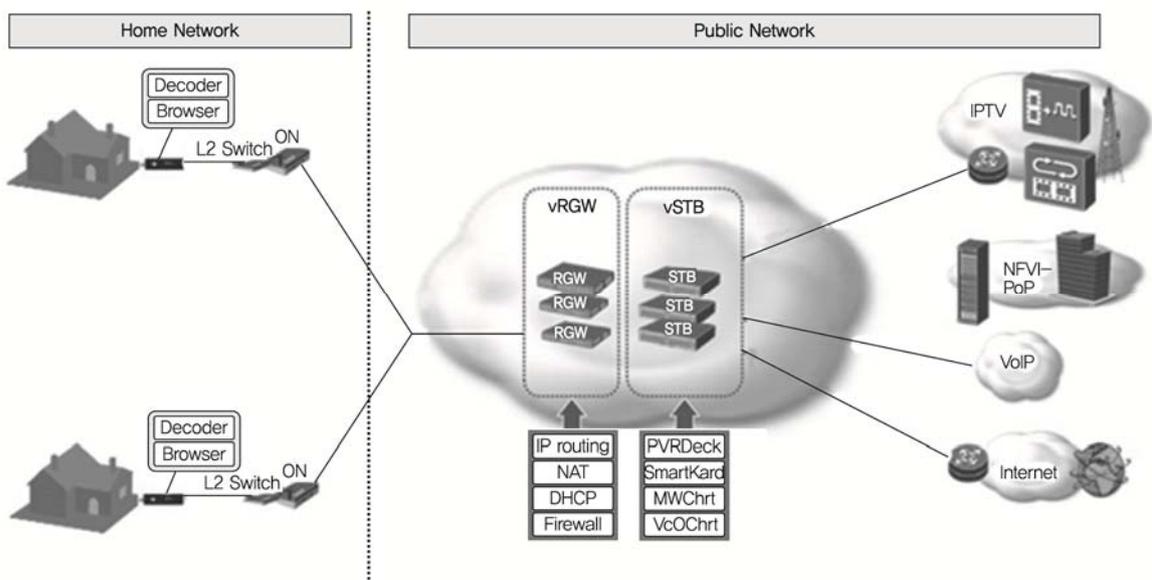


(그림 9) C-RAN & BBU Pool 가상화된 LTE RAN 구조

이 솔루션 개발 중에 있다.

7. Use Case #7: Virtualization of Home Environment

홈 환경은 NFV기술이 적용될 수 있는 가장 이상적인 사례로 볼 수 있다. 현재 홈 환경에는 크게 두 가지 형태 의 장비가 서비스를 위해 설치되어 있다. 인터넷 접속과



(그림 10) 홈 환경 가상화 구조

VoIP 서비스를 위해 Residential Gateway와 미디어 서비스를 위해 STB(Set Top Box) 장비이다. 이들을 서비스 제공자의 망으로 흡수하고 가상화함으로써 CAPEX/OPEX의 감소, QoE(Quality of Experience)의 증대, 신규 서비스의 유연한 소개 등 다양한 혜택을 예상할 수 있다.

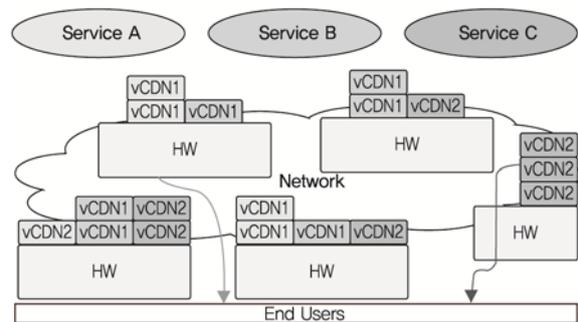
(그림 10)은 이러한 홈 환경 가상화가 이루어진 경우의 망의 구조를 보여 준다. 기존의 홈쪽의 Last mile의 복잡한 구조에서 서비스 제공자 망의 NFV FrontCloud에 가상화된 vSTB과 vRGW를 도입한 간단한 구조로 변화되었음을 볼 수 있다.

본 Use Case의 적용사례로 하웨이에서 vSTB 및 vRGW를 개발하고 제품을 발표하였다. MA5600T OLT는 vRGW를 구현한 제품으로 2012년 출시하였다. 하웨이 외에도 ALU와 타사에서도 유사한 제품을 개발하였거나 개발 중인 것으로 판단된다.

8. Use Case #8: Virtualisation of CDNs (vCDN)

현재 콘텐츠 전달망은 자체망을 가지거나 아니면 네트워크 사업자의 망을 임대하고 콘텐츠 캐쉬를 원하는 위치에 co-location시켜 활용하고 있다. 이러한 구조로는 여러 가지 단점들을 가진다. 예를 들면 장비의 용량이 peak rate를 대비해서 over-provisioning되어야 하며, 갑작스런 트래픽 용량 증가에 대비하기 힘들며, 자원의 가용성이 상대적으로 낮으며, 멀티 벤더 장비의 co-location으로 인한 관리/유지보수의 복잡성 등 다양한 문제점들을 가지고 있다. 이를 캐리어 NFVI를 가상화하고 공유함으로써 상기의 많은 문제점들을 해결할 수 있다.

vCDN(Virtual Content Delivery Network)이 이를 위한 해결책을 제시한다. (그림 11)은 세 CDN 서비스 제공자가 하나의 통신사업자 NFVI 자원을 콘텐츠 캐쉬 용도로 활용하는 예를 보여준다. 즉, 동일한 하드웨어



(그림 11) 공통 NFVI 상의 멀티 CDN 서비스 제공 구조

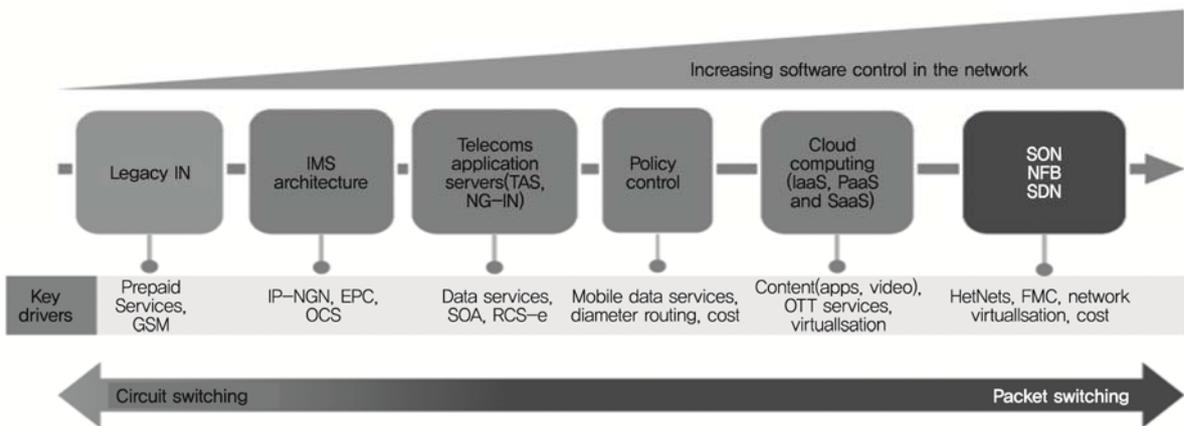
및 네트워크 인프라를 이용하여 동적으로 필요한 콘텐츠 캐쉬를 수용하는 구조이다.

본 Use Case의 상용화된 적용사례는 아직은 없는 것으로 판단되지만 여러 국내외 글로벌 통신 사업자들이 PoC를 준비하고 있는 것으로 알려져 있다. 타 Use Case와 유사하게 2015년 이후부터 본격적인 적용사례가 발표될 것으로 예측된다.

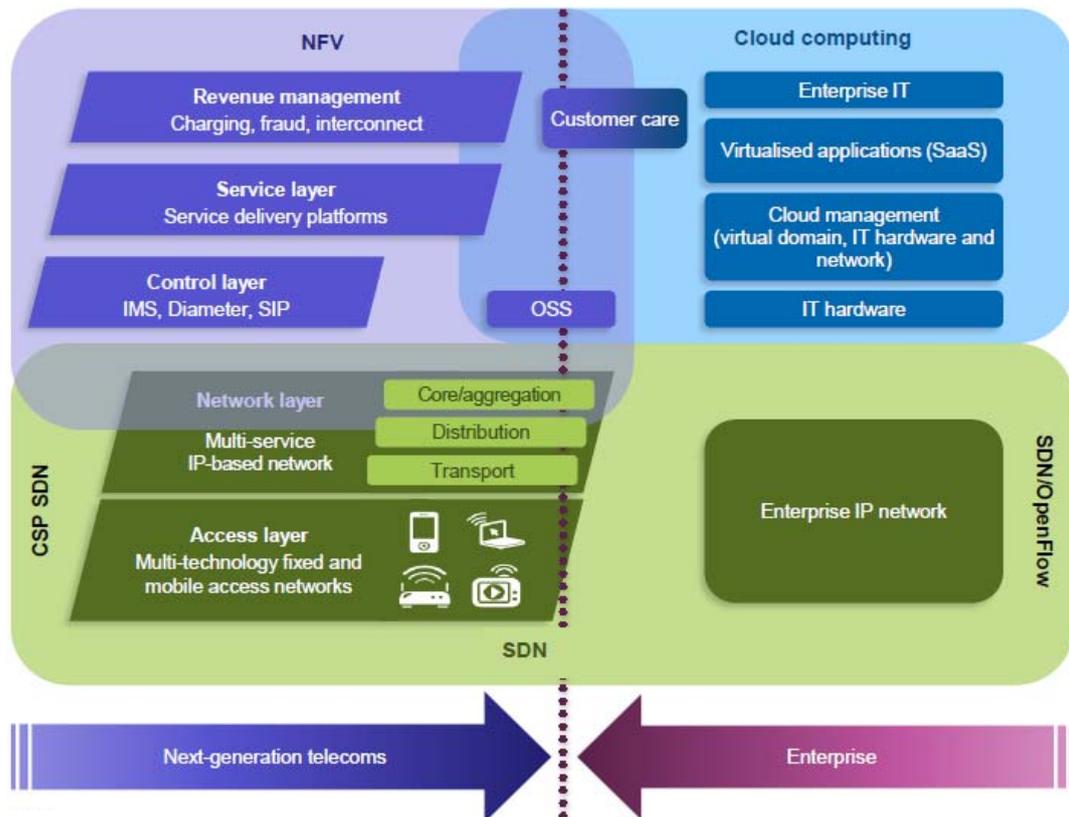
IV. NFV over SDN 기술 발전 전망

개방성, 유연성, 신뢰성, 안정성, 경제성 등 모든 면을 고려해볼 때 클라우드 컴퓨팅, NFV, SDN이 상호 시너지 효과를 낼 수 있도록 결합된 개념인 SCN(Software-Controlled Networking)이 향후 캐리어들이 진화해 나갈 방향으로 판단된다. (그림 12)에서 보듯이 circuit 망의 초기 단계에는 지능망(intelligent network)이 캐리어 망에서 최초의 SCN 역할을 하였고, 그 이후 진화된 NGN(Next Generation Network)에서는 IMS가 그 역할을, 그 이후 차세대 IN과 이동망에서의 policy 기반 control, 최근 클라우드 컴퓨팅에서의 IT 자원 가상화를 통한 XaaS를 거쳐 SON(Self Organized Network)/NFV/SDN으로 연결되는 SCN의 진화되는 모습을 경험하고 있다.

일부에서는 NFV를 클라우드 컴퓨팅과 동일시 하고 SDN과는 별개의 혹은 경쟁기술로 보는 견해가 있는데



(그림 12) 공통 NFVI 상의 멀티 CDN 서비스 제공 구조[5]

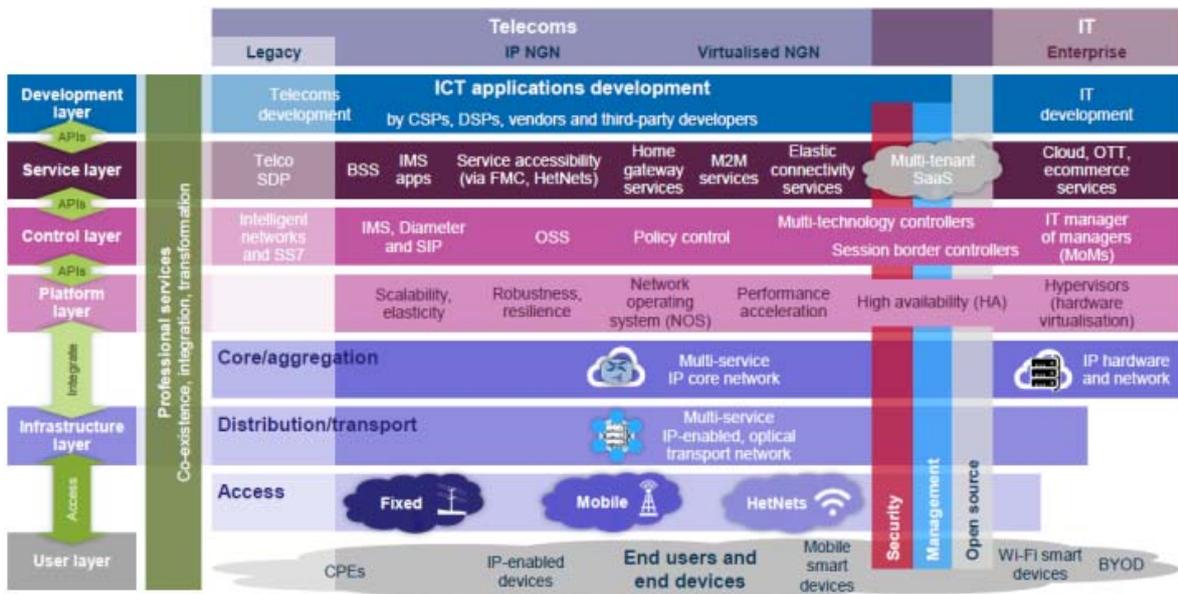


(그림 13) 공통 NFVI 상의 멀티 CDN 서비스 제공 구조[5]

좀 더 세밀히 살펴 보면 클라우드 컴퓨팅, NFV, SDN 세 기술의 실현을 위해 가장 큰 장애로 여겨지는 하드웨어에 대한 기존의 어려움들을 기술적으로 극복하게 되면서 (그림 13)에서 볼 수 있듯이 서로 간의 경계가 무

너지고 시너지 효과를 극대화 할 수 있는 협력의 기술로 발전할 전망이다.

즉, 클라우드 컴퓨팅 기술은 엔터프라이즈 IT 자원 가상화를 통한 효율성 극대화를 추구하는 방향으로 발전



(그림 14) 공통 NFVI 상의 멀티 CDN 서비스 제공 구조[5]

하고 있으며, NFV는 캐리어 자원 가상화를 통한 CAPEX/OPEX 극대화를 추구하는 방향으로, SDN은 IT 자원 및 캐리어 자원 가상화를 위한 하부 네트워크 인프라의 가상화를 통해 두 기술의 실현을 가능케 하는 기술로 발전하고 있다. 이러한 기술의 발전 경로상에 고객 및 자원 관리 오케스트레이션 등 서로 겹쳐지는 기술들이 존재하며 이 세가지 기술들이 협력하는 형태가 되었을 때 최대의 시너지 효과를 발휘할 수 있을 것으로 판단된다.

클라우드 컴퓨팅, NFV, SDN이 효율적으로 결합된 SCN 기술을 인프라에서부터 서비스 및 응용 개발 계층까지를 총 망라한 내용이 (그림 14)에 정리되어있다. 세 가지 기술이 인프라 계층, 플랫폼 계층, 제어 계층, 서비스 계층에 걸쳐 다양한 형태로 접목된 전체 구조 예상도이며 이미 적용 중인 기술에서부터 향후 적용될 기술을 모두 포함한다. 기술 시장 예측 전문가에 따르면 SCN이 상용 기술로 적용되기 시작하는 시점을 이르면 2015년으로 예측하고 있다.

SCN 기술의 등장과 함께 다양한 시장의 기회들이 여러 분야에서 가능할 것으로 예측되며 특히, 하드웨어,

소프트웨어, 서비스 분야를 포함한다. 하드웨어 분야의 시장 기회는 인프라스트럭처 및 일부 플랫폼 계층에서 발생할 것으로 보이며, 소프트웨어 분야의 시장 기회는 플랫폼, 제어 및 서비스 계층에서 발생할 것으로 예측되며, 서비스 분야의 시장 기회는 주로 legacy 기술을 포함한 다양한 기술을 연동, orchestration, migration하는 과정에서 필요로 하는 관리 기술 쪽이 될 것으로 예측된다.

V. 결론

본고에서는 최근에 가장 많은 관심을 받고 있는 두 가지 대표적인 네트워킹 기술인 NFV와 SDN에 대해서 살펴보고 있다. 두 기술은 혁신적인 기술로 탄생하여 현실에 적용이 고려되기 시작하는 단계까지 빠른 시간에 많은 변화를 거처왔다. 본고에서 살펴보았듯이 이미 많은 대표 벤더들이 관련 제품 개발에 적극적인 투자를 하고 있고 캐리어들도 기술도입을 단순 고려하는 단계를 넘어 비즈니스 모델로 연결시키기 위한 노력을 경주하고 있

음을 확인할 수 있다. 본고에서는 국내 관련 업계 동향에 대해선 거의 언급을 하지 않았는데 주요 이유는 물론 개발 현황이 공개된 내용이 거의 없기 때문이다. ETRI와 일부 학계를 중심으로 관련 일부 기술의 연구 개발은 이루어지고 있으나 산업체와 캐리어의 동향은 아직은 부족한 상황이다. III장 NFV Use Case와 적용사례에서 잘 알 수 있듯이 전용하드웨어에서 소프트웨어 기술로 패러다임이 변환되고 있어서 산업체 특히 중소 업체 중 소프트웨어 기술력을 확보하고 있는 업체에게는 비교적 진입장벽이 높았던 네트워킹 분야로의 신규 진입의 좋은 기회가 도래하였다고 판단된다. 한편, 클라우드 컴퓨팅 및 SDN 기술은 Open Source 기반의 기술 보급이 추진되고 있으며 NFV도 유사한 경로를 따르지 않을까 추측해 본다. 이런 관점에서 보면 국내에서도 학계/연구계 중심의 연구 개발에만 머물 것이 아니라 산학연 연합체를 결성해 표준, Open Source, 기술 개발 및 PoC 참여 등 글로벌 흐름에 보다 적극적인 참여와 대응이 필요한 시점으로 판단된다.

약어정리

BBU	Base Band Unit
BSS	Business Support System
BYOD	Bring Your Own Device
CAPEX	Capital Expenditure
CDN	Content Delivery Networks
C-RAN	Centralized RAN
EMS	Element Management System
EPC	Evolved Packet Core
IaaS	Infrastructure as a Service
IMS	IP Multimedia System

ISG	Industry Specification Group
NaaS	Network as a service
NFV	M&O NFV Management & Orchestration
NFV	Network Function Virtualization
NFVI	NFV Infrastructure
NGN	Next Generation Network
OPEX	Operating Expense
OSS	Operation Support System
PaaS	Platform as a Service
PE	Provider Edge Router
PoC	Proof of Concept
PoP	Point of Presence
QoE	Quality of Experience
SaaS	Service as a Service
SCN	Software-Controlled Networking
SDN	Software Defined Network
SLA	Service Level Agreement
SON	Self Organized Network
STB	Set Top Box
TCO	Total Cost of Ownership
vCDN	Virtual Content Delivery Network
VNF	Virtual Network Function

참고문헌

- [1] <http://portal.etsi.org/portal/server.pt/community/NFV/367>
- [2] NFV ISG, "White Paper Ver. 2," 2013. 10.
- [3] NFV ISG, "NFV Use Cases," 2013. 10.
- [4] Justin Dustzadeh, "End-to-End SDN: Carrier and Datacenter Networks," SDN & OPENFLOW World Congress 2013, 2013. 10.
- [5] Glen Ragoonanan, "Infrastructure and SDN Transport Forum," SDN & OPENFLOW World Congress 2013, Oct. 2013.