

# ETSI ISG NFV의 네트워크 기능 가상화 기술

한국전자통신연구원 | 이종화 · 신명기

## 1. 서론

미래 네트워크 인프라 기술로서 SDN(Software Defined Networking)이 주목받기 시작하면서 ETSI ISG NFV(Network Functions Virtualization) 네트워크 기능 가상화 기술도 부각되고 있다[1]. NFV 그룹은 통신사업자들의 요구사항을 반영하고 현실적으로 적용이 용이한 방식으로 네트워크 기능 가상화 기술의 산업 규격을 만들고자 구성된 표준 그룹이다. SDN은 캠퍼스 네트워크를 타겟으로 시작하여, 현재는 클라우드형 데이터 센터들을 위한 미래 네트워킹 기술로 확장 발전하고 있다. 반면, NFV 기술은 통신 사업자들이 사용하고 있는 네트워크 장비내의 여러 기능들을 분리시켜 소프트웨어적으로 제어 및 관리가 가능하도록 가상화시키는 기술이라 할 수 있다. 통신 사업자들이 사용하는 네트워크 기능들로는 일반적인 라우팅 기능, SGSN, GGSN, PDN-GW 등 모바일 네트워크 노드 기능, VPN, DPI, QoS 모니터링 기능, AAA, 정책 서버, Firewalls, spam 방지 기능, 홈 라우터 셋 탑 박스 기능 등 매우 다양한 기능들이 있을 수 있다. NFV를 구현하는 방식은 다양하지만 일반적인 방법으로는 네트워크 장비내의 기능들을 데이터 센터내에 위치하는 대용량 서버, 대용량 저장장치, 그리고 대용량 스위치로 분리하고, 표준적인 방법으로 액세스가 가능하며, 이 장비들에 소프트웨어적으로 개발된 위에 언급한 네트워크 기능들이 자동적으로 설치되고, 동작하며, 이동할 수 있도록 하는 네트워크 구조를 만드는 것이다.

ISG에서 발표한 white paper[2]에 따르면 NFV 기술 적용을 통해 얻을 수 있는 장점으로는 네트워크 장비 비용과 전력손실 절감으로 인한 CAPEX 및 OPEX 감소, 새로운 네트워크 서비스의 시장 투입에 필요한 시간 단축과 투자비용 회수 증대, 유연한 서비스 진화성

과 스케일 관리 용이, 가상 기기 및 순수 소프트웨어 참여 시장 개방, 그리고 새로운 혁신적 서비스 개발 기회 증대 등이 있다. 이 중 현 시점에서 통신 사업자들이 예상하고 있는 NFV 기술의 가장 큰 이익은 CAPEX와 OPEX 비용 감소를 꼽고 있으며, 향후 NFV 기술이 적용된다면 더 많은 실질적 이익이 증가할 것으로 전망된다.

본 논문에서는 ETSI ISG NFV 그룹에서 진행되고 있는 네트워크 기능 가상화 기술에 대해 소개하고자 한다. 이를 위해 2장에서는 NFV 그룹에서 진행되고 있는 표준화 동향을 살펴보고, 3장에서는 NFV 네트워크 기능 가상화 기술의 유즈 케이스 및 구조를 기술한다. 4장에서는 NFV 인프라구조에서 기능 블록간 인터페이스 구조를 살펴보고, 마지막으로 5장에서는 NFV 표준 활동과 기술 이슈를 정리하고자 한다.

## 2. NFV 표준화 동향

ETSI ISG 그룹은 산업체가 요구 하는 특정 기술 분야를 대상으로 빠른 시간 내에 필요한 산업 규격을 만들기 위해 필요한 지원을 하는 것을 목적으로 한다. 이러한 맥락에서, ETSI ISG는 2012년 12월 세계적 대표 통신 사업자들인 AT&T, BT, Deutsche Telekom, Orange, Telecom italia, Telefónica, Verizon이 중심이 되어 NFV라는 표준 그룹을 만들어 활동을 시작함을 공식적으로 발표하였다[3]. 2013년 1월 첫 회의를 시작으로 매우 활발한 활동이 진행되고 있으며, 현재 약 70여개 통신 사업자 및 장비 벤더들이 적극 참여하고 있다.

NFV 워킹그룹의 주요 목적은 네트워크 기능 가상화에 대한 산업 규격을 만들기 위한 것이나, 향후 만들어 지는 산업 규격들은 ISG 산하 그룹에서 작성된 것이라 공식 ETSI 규격으로는 제정되지 않고 Supplementary specifications로 간주된다. 비록 공식 ETSI 규격으로 제정되지 않더라도, 세계 주요 통신사업자들이 직접 참여하여 공동의 목적으로 만들어지는 산업 규격

\* 본 연구는 미래창조과학부가 지원한 2013년 정보통신·방송(ICT) 연구개발사업의 연구결과로 수행되었음

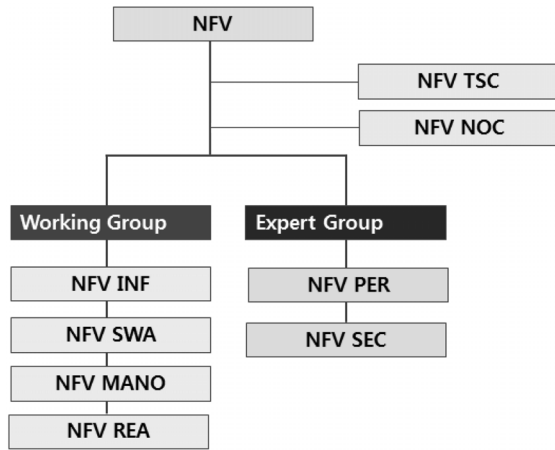


그림 1 NFV 조직 구성도

이라는 점에서 의미는 매우 크다 할 수 있다. NFV 표준 그룹에는 ISG 멤버인 경우 누구나 참석할 수 있으며, 현재 국내 경우 KT, SKT, 삼성전자, ETRI가 멤버로 가입되어 있다. NFV 그룹의 공식적 활동은 2년으로 하고 있는데, 2013년 1월에 1차 회의를 시작으로 활동이 시작되어, 4월에 2차, 7월에 3차 회의를 개최하였으며, 2015년 1월 회의를 마지막 회의를 개최하여 표준 활동을 마무리 할 계획을 갖고 있다.

NFV 그룹은 4개의 워킹그룹, 2개의 전문그룹 그리

고 2개의 지원 그룹으로 구성되어 있으며, 의장은 Prodi Sen(verizon)이 맡고 있다. 그림 1은 NFV의 세부 워킹 그룹의 조직도를 보여주며, 표 1에서는 NFV 하위 워킹그룹별 주요 기술 표준화 범위 및 목적을 간단히 요약한다. 최상위 그룹인 NFV는 전체 표준화 활동을 주관하고 있으며, 4개의 상위 문서 작업을 직접 진행하고 있는데, End to End Architecture, Use cases, Virtualization Requirements, Terminology에 해당한다. 각 하위 워킹그룹에서는 이 상위 문서들을 기본 지침 문서로 활용하게 되며, 이를 바탕으로 세부 기술 문서 작업을 진행하고 있다. 표 2는 이들 상위 문서들을 주도적으로 담당하고 있는 에디터들을 소개한다.

표 2 NFV 상위 문서 리스트

문서 명	에디터(소속)
GS NFV001 NFV Use cases	Elena Demaria (Telecom Italia)
GS NFV002 NFV ENd-to-End Architecture	Andy Malis (Verizon)
GS NFV0003 NFV Terminology	Bennett(Cisco)
GS NFV0004 NFV Virtualisation Requirements	Susana Sabater (Vodafone)

표 1 NFV 하위 워킹그룹의 표준 범위 및 역할

NFV 산하 그룹		표준화 범위 및 역할
NFV		<ul style="list-style-type: none"> <li>산하 그룹 활동 지원 및 총괄</li> <li>4개 상위 문서 개발(End to End Architecture, Use cases, Virtualisation Requirements, Terminology)</li> </ul>
NFV TSC (Technical Steering Committee)		<ul style="list-style-type: none"> <li>기술 규격 작업에 대한 모니터링, 협조 등 표준화 활동 지원 역할</li> </ul>
NFV NOC (Network Operators Council)		<ul style="list-style-type: none"> <li>주요 통신사업자들의 요구사항 반영을 위한 각 워킹그룹의 활동 모니터링 및 가이드 역할</li> <li>NFV기술에 대한 POC(Proof Of Concepts) 활동</li> <li>다른 표준화 단체와의 협력 조율 등</li> </ul>
WG	NFV INF (Architecture of Virtualisation Infrastructure)	<ul style="list-style-type: none"> <li>네트워크 기능 가상화를 위한 인프라 구조 규격 개발</li> <li>크게 3개 도메인(Compute, Storage, Network)으로 구분하여 세부 규격 작성</li> </ul>
	NFV SWA (Software Architecture)	<ul style="list-style-type: none"> <li>네트워크 기능을 위한 소프트웨어 참조 구조 규격 개발</li> <li>NFV 참조 구조에서의 기능 블록간의 인터페이스 정의</li> </ul>
	NFV MANO (Management & Orchestration)	<ul style="list-style-type: none"> <li>NFVI 환경에서 VNF 대상 관리와 오케스트레이션에 대한 프레임워크 정의</li> <li>기존의 OSS/BSS와의 인터워킹 고려</li> </ul>
	NFV REA (Reliability & Availability)	<ul style="list-style-type: none"> <li>NFV 기능의 오류, 동작 모니터링, 오류 방지 등 기술 규격 개발</li> </ul>
EG	NFV PER (Performance and Portability)	<ul style="list-style-type: none"> <li>가상 네트워크 장비들의 성능 이슈 고려</li> </ul>
	NFV SEC (Security)	<ul style="list-style-type: none"> <li>NFV 구조에서의 보안 이슈 고려</li> </ul>

WG: Working Group, EG: Expert Group

NFV 표준화 회의는 모든 워킹그룹이 참여하는 Plenary 회의를 1년에 4차례 개최하며, 앞에서 언급한 상위 문서에 대한 작업을 점점 및 기술 이슈를 토의하고, 각 워킹그룹별 작업 현황과 이슈를 점검하는 형태로 회의가 진행된다. 반면에 각 워킹그룹은 별도의 회의 일정을 수립하고, 컨퍼런스 콜 또는 인터팀 회의를 개최하여, 세부 규격을 진행시킨다. NFV 공식 홈 페이지를 보면 각 워킹그룹의 회의 일정이 공개되어 있으며, 실질적인 기술 토의나 작업은 이메일 리스트를 통해 매우 활발히 진행되고 있다.

### 3. NFV Use cases 및 End-to-End 구조

NFV 그룹에서는 적용할 수 있는 여러 유형의 네트워크 기능 가상화에 대한 유즈 케이스를 정의하고 있는데, 최근 버전[4]에 기술된 유즈 케이스는 다음과 같다.

- **NFV Infrastructure as a Service(NFVIaaS):** NFV 전체 인프라 자체를 하나의 서비스로 제공할 수 있는 시나리오. NFVIaaS는 클라우드 컴퓨팅 응용이나 여러 VNF(Virtualized Network Function)를 대상으로 네트워크 기능 가상화가 가능한 인프라 기능을 제공할 수 있다는 경우에 해당하는 시나리오
- **Virtual Network Platform as a Service(VNPaaS):** 응용 프로그램에 대한 개발 환경(예: 언어, 라이브러리, 개발 툴 등)과 네트워크상에서 실행에 필요한 기능을 제공하는 가상 네트워크 플랫폼으로 사용될 수 있는 시나리오. 여러 3rd party 가 동일한 ISP 인프라가 제공하는 NFV 기능들을 사용할 수 있는 예제에 해당하는 시나리오
- **Virtual Network Function as a Service(VNFaaS):** 각 3rd party가 VNF 기능(예: 엔터프라이즈 액세스 라우터, Firewall, DPI 등)을 이용하여 고유의 가상 네트워크를 구성하는 시나리오
- **Virtualisation of Mobile Core Network and IMS:** 모바일 코어 네트워크의 구성요소인 MME, HSS, P/SGW 등과 IMS 시스템 구성요소인 P-CSCF, S-CSCF 등의 네트워크 기능들을 여러 데이터 센터에 있는 하드웨어 장비에 유연하게 설치 및 동작하게 하여 TOC(Total Cost of Ownership) 경비를 감소하는 시나리오

- **Virtualisation of Mobile Base Station:** 멀티 RAN 환경에서 RAN이 제공되는 여러 자원이나 네트워크 기능들을 이용하여 기지국을 가상화 시키는 시나리오
- **Virtualisation of the Home Environment:** NFV 가상화 기술을 이용하여 기존의 RGW 기능(DHCP, NAT, uPnP 등)과 STB 기능(리모트 UI 서버, VoD, Media Cache 등)들을 가상화하여 홈 네트워크 서비스를 제공하는 시나리오
- **Service Chain or VNF Forwarding Graph:** end-to-end 서비스를 개발하거나 실행시키는 경우 서비스가 필요로 하는 여러 VNF를 연결하여 서비스 체인 또는 VNF forwarding graph를 만들 수 있는 시나리오
- **Virtualised CDNs(vCDNs):** 캐싱 노드나 CDN 컨트롤러 기능을 이용하여 가상 CDN을 제공하는 시나리오

[5]에서는 위에서 정의한 여러 유형의 시나리오를 지원할 수 있는 NFV 구조와 구성요소들을 정의하고 있으며, 그림 2는 NFV 프레임워크를 보여주고 있다. NFV 프레임워크는 크게 3개 기능 그룹으로 구성되어 있는데, VNF들의 그룹, NFV 인프라, 그리고 관리 및 전달(Management and Orchestration)이 해당된다.

- **VNFs:** 여러 응용 프로그램을 지원하기 위한 소프트웨어로 개발된 네트워크 기능들의 집합
- **NFVI:** 컴퓨팅, 저장소, 네트워크 기능을 지원하는 물리적 하드웨어 자원, 가상화 지원 기능 및 VNF 실행을 지원하는 기능 제공

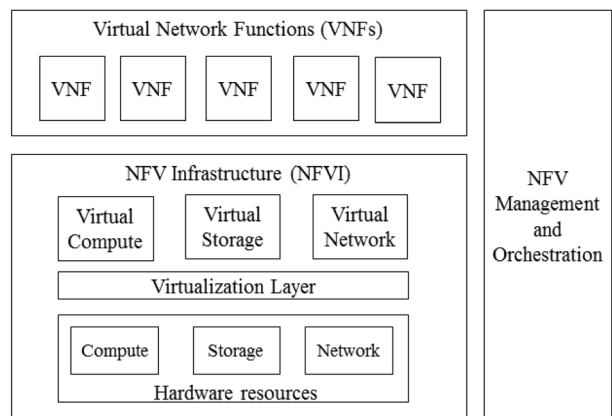


그림 2 NFV 프레임워크

- **Management & Orchestration:** 물리적 그리고 소프트웨어적 자원 관리, 전달, VNF 관리 기능 제공

End-to-end 네트워크 서비스는 NFV 인프라에서 제공하는 여러 VNF들을 실행 로직에 맞게 연결한 포워딩 그래프로 정의될 수 있다. 여기서 VNF는 여러 다른 NFV 인프라에서 관리와 제어가 수행되는 멀티 환경을 고려한다. 아래 그림 3은 NFV에서 정의하고 있는 네트워크 서비스 체인을 보여주고 있다.

NFV 참조 구조는 그림 4에서 보여주는 바와 같이 여러 기능 블록으로 정의되고, 기능 블록간의 인터페이스를 갖는다.

이스를 갖는다.

- **VNF:** 각 물리적 네트워크 기능에 해당하는데, 예를 들면 EPC, MME, SGW, PGW 등이 해당
- **EMS(Element Management System):** 각 VNF에 대해 FCAPS(Fault, Configuration, Accounting, Performance, Security) 기능 수행
- **NFV Infrastructure:** VNF간에 프로세싱, 저장 및 네트워킹을 지원하는 하드웨어, 가상 자원들과 가상화 기능으로 구성

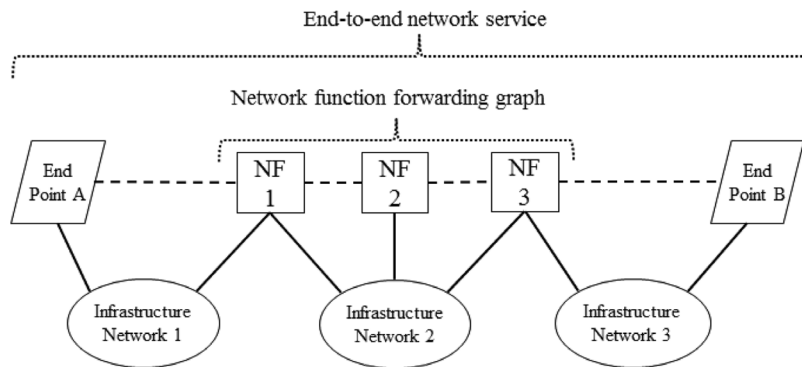


그림 3 NFV에서의 네트워크 서비스 체인

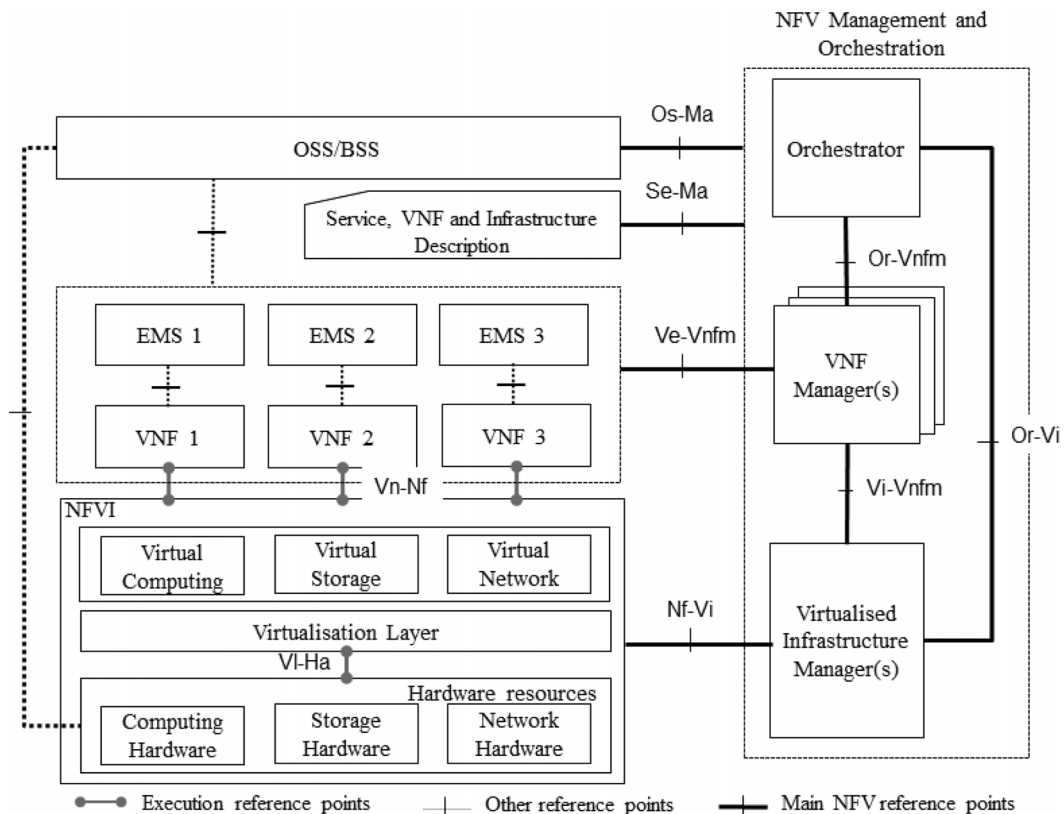


그림 4 NFV 참조 구조

- **가상 인프라 관리자(Virtualised Infrastructure Manager):** NFVI 자원(컴퓨팅, 저장 및 네트워크)을 관리하고 제어하는 기능 수행
- **Orchestrator:** 멀티 NFVI 환경에서 전체적인 네트워크 오케스트레이션 및 관리 기능 수행
- **VNF 관리자:** VNF 들의 라이프 사이클 관리 기능 수행
- **Service, VNF and Infrastructure Description:** NFV 에서 정의된 모든 구성요소(예: 서비스, VNF, NFVI, Forwarding graph 등) 들의 정보 모델 정의
- **OSS/BSS:** 통신사업자의 OSS/BSS 기능 수행

#### 4. NFV 인프라구조

기존의 네트워크 구성요소를 정의하는 일반적인 방법은 구성요소가 제공하는 기능에 따라 기능 블록을 도출하고, 도출된 기능 블록간 인터페이스를 정의하는 것이다. 이러한 기능 블록에 NFVI에서 정의하는 가상화 개념을 적용하는 경우, 각 기능 블록은 다른 블록과 가상화 인터페이스와 NFVI 인터페이스를 갖게 된다.

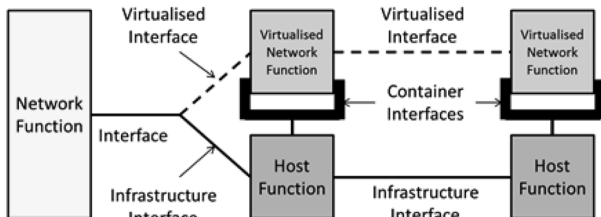


그림 5 가상화된 기능 블록간 인터페이스

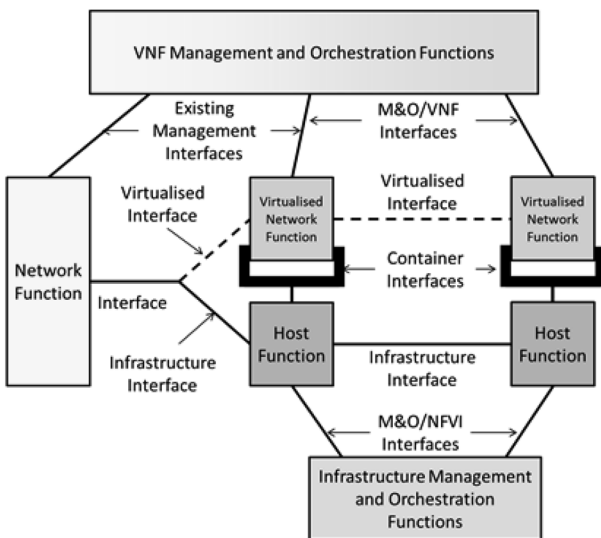


그림 6 VNF와 MANO 인터페이스

일반적인 기능 블록의 세부 기능들을 호스트 기능과 가상화된 네트워크 기능으로 구분하여, 호스트 기능들은 NFVI 인터페이스로 연결하고, 가상화된 기능들은 가상 인터페이스로 구분하여 개발하는 방식이다. 그림 5는 NFVI 환경에서 가상화된 네트워크 기능 블록간 인터페이스를 보여주고 있다.

그림 5에서 정의된 VNF들과 호스트 기능들은 NFV의 MANO(Management and Orchestration) 기능에 의해 관리 및 제어되며, 오케스트레이션 기능을 제공받는다. 그림 6은 그림 5에서 보여주는 가상화 기능 블록들과 MANO 인터페이스가 추가된 구조를 나타낸다.

#### 5. 결론

NFV 표준 그룹은 앞에서 기술한 산업 규격들을 빠른 시일내에 완료시키기 위해 잦은 인터림 회의와 이메일 논의를 활발히 진행시키고 있다. 10월 말에 있을 4차 회의에서는 상위 4개의 문서를 완성하여 ISG 레벨의 승인 절차를 진행시킬 것으로 예상된다. 이와 병렬적으로 NFV 기술 확산을 촉진하기 위해 PoC(Proof of Concepts) 이벤트를 조속히 진행하기 위해 준비 작업을 진행하고 있다. 이미 지난 3차 회의 때 PoC 절차 및 제안서 내용을 논의하여 이에 대한 문서가 공지된 상태이다. PoC는 통신 사업자와 벤더들이 모여 하나의 그룹을 구성하고, 시험할 세부 NFV 기능을 작성한 후 제안하면 된다. 제출된 제안서에 대해 심사를 통과하면 3개월-9개월에 걸친 시험과 데모를 진행하게 되고 이에 대한 리포트를 작성 제출해야 한다. 이미 NFV에 참여하고 있는 많은 통신 사업자와 벤더들이 PoC 이벤트에 적극적으로 참여하고자 하는 상황이다.

이러한 NFV 그룹의 적극적인 움직임과 점점 성숙되어 가는 NFV 기술이 기존 시스코나 주니퍼와 같은 몇몇 장비 업체가 전 세계 네트워크 장비 시장을 독점하던 시대를 바꿀 것인지, 그리고 3rd party 소프트웨어 장비 업체들의 시장 진입이 얼마나 확대될 수 있을지 주목을 받고 있다.

마지막으로, NFV 기술은 아직까지 해결해야 할 많은 기술적 이슈를 남기고 있다. 가장 큰 문제의 하나는 네트워크 기능 가상화로 인해 기존의 네트워크 성능 저하가 발생할 수 있다는 것이다. 이외에도 기존 네트워크와의 상호호환성 및 인터워킹, 가상화 네트워크의 확장성, 관리, 보안 등 많은 기술적 어려움이 있고, 더욱 고민이 필요한 이슈는 NFV 기술을 효과적으로 적용할 수 있는 신규 서비스에 대한 적극적인 발굴이랄 수 있다.

## 참고문헌

- [ 1 ] ETSI ISG NFV, <http://portal.etsi.org/portal/server.pt/community/NFV/367>
- [ 2 ] ETSI ISG NFV, “Network Functions Virtualization-Introductory White Paper, 2012.08
- [ 3 ] 신명기, ETSI NFV Standard & Telco system virtualization, KrNet 2013, 2013.06
- [ 4 ] ETSI ISG NFV, GS NFV 009 v012(2013-08), “Network Functions Virtualization; Use cases”, 2013.08
- [ 5 ] ETSI ISG NFV, GS NFV-0010 v0.1.6, “Network Functions Virtualization; End-to-End Architecture”, 2013.08

## 약 력



### 이 종 화

1990 한양대학교 공학석사  
1996 스페인 마드리드 국립대학교 공학박사  
1990~현재 ETRI 표준연구센터 스마트인프라표준연구실 근무/책임연구원  
2010~현재 IEEE P1903(NGSON), ITU-T, ETSI ISG NFV 표준화 참여

관심분야: 미래인터넷, SDN, NFV, 차세대 서비스 오버레이 네트워킹, 텔레프레즌스

E-mail : jhyiee@etri.re.kr



### 신 명 기

2000~2003 충남대학교 컴퓨터공학과 공학박사  
2004~2005 미국 NIST(National Institute of Standards and Technology)  
초빙연구원  
1994~현재 한국전자통신연구원(ETRI) 표준연구센터 근무

2013~현재 표준연구센터 스마트인프라표준연구실 실장/책임연구원  
2008~현재 한국기술연합대학원대학교(UST) 겸임교수

2011~현재 한국통신학회 학회지 편집위원

관심분야 : Software-Defined Networking 기술, 미래인터넷, 네트워크 가상화

E-mail : mkshin@etri.re.kr