

## 소형 셀 기지국 가상화 기술

Technology Review on Small Cell Virtualization

박용직 (Y.J. Bahg) 기지국 SW 연구실 책임연구원

나지현 (J.H. Na) 기지국 SW 연구실 책임연구원

- I. 서론
- II. 가상화 기술
- III. SCF 기지국 가상화
- IV. 결론

\* 본 연구는 미래부가 지원한 2016년 정보통신·방송(ICT) 연구개발사업의 연구결과로 수행되었음.

컴퓨터 수준의 스마트 디바이스를 이용하는 현재의 이동통신 환경은 처리해야 할 정보량의 급속한 증가에 효율적으로 대응하기 위해서 새로운 시스템 및 네트워크 구조와 기술들을 연구개발하고 있고 여러 가지 후보 기술 중 대규모 고밀도 액세스 네트워크(UDN) 구조 연구에 대한 관심이 높아지고 있다. UDN 환경의 CAPEX 및 OPEX 문제를 해결하기 위해서 최근 액세스 네트워크의 공유 방안에 대한 논의 및 표준화가 진행되어 기술적으로는 인터넷 환경에서 검증된 가상화 기술의 액세스 네트워크 적용을 추진하고 있다. 이러한 동향을 반영하여 최근 SCF 주도로 완성된 소형 셀 기지국 가상화 규격이 현실적이고 실질적인 연구 결과로 평가되어 세부 사항을 분석한다.

## I. 서론

컴퓨터 수준의 스마트 디바이스를 이용하여 이동 및 무선환경에서 인터넷에 접속하고 다양한 서비스를 이용하는 현재의 이동통신 환경은 처리해야 할 정보량의 급속한 증가에 효율적으로 대응하기 위해서 새로운 시스템 및 네트워크 구조에 대한 연구를 진행하고 있다. 체감 성능은 1Gbps 수준으로 증가하고 기지국은 최대 20Gbps 전송속도를 제공하며 1ms 수준의 저 지연 성능과 1m<sup>2</sup> 평방미터 면적에서 최대 10Mbps 데이터 처리가 가능하도록 5G 이동통신 요구사항[1]을 설계하고 있다.

이를 위해서 다양한 새로운 기술들을 연구개발하고 있으며 여러 가지 후보 기술 중 주파수 이용 효율을 개선하고 트래픽 처리 용량을 증대시키기 위한 대규모 고밀도 액세스 네트워크(Ultra Dense Network: UDN) 구조 또는 소형 셀 기반의 액세스 네트워크[2]에 대한 관심이 높아지고 있다. UDN 환경은 일정 면적에 서비스 영역이 작은 소형 기지국을 배치하는 방식으로 매크로 기지국과 비교하여 설치되는 소형 기지국 규모에 비례해서 전송능력을 증대시킬 수 있어 주파수 재사용 효율이 개선되고 시스템의 정보 처리 용량도 증가한다.

소형 기지국을 대규모 고밀도 형태로 운용하는 경우 CApital Expenditure(CAPEX) 및 Operating EXpenditure (OPEX) 문제를 고려하기 위해서 최근 복수의 사업자가 액세스 네트워크 공유(RAN sharing) 형태로 인프라를 이용하기 위한 방안에 대한 논의 및 표준화가 활발하게 추진되고 있다. 이를 위해서 기술적으로는 이동통신 분야의 코어 네트워크 또는 인터넷 환경에서 효율성과 가능성이 검증된 가상화(virtualization) 기술을 액세스 네트워크에 적용하기 위한 연구개발이 산업계 중심의 Small Cell Forum(SCF) 표준 단체에서 진행되어 European Telecommunications Standards Institute (ETSI) Network Function Virtualization(NFV) 모델을 기반으로 소형 셀(small cell)을 포함하여 소형 셀 게이

트웨이(gateway) 및 보안 게이트웨이 그리고 운용 관리 시스템(Operation and Maintenance: OAM) 등의 분야에 대한 가상화 표준과 기술들을 연구했다.

소형 셀 기지국 가상화 연구가 수행된 결과 최근 관련 규격의 초안이 완성되었고 이 규격이 기지국 즉, 액세스 네트워크 환경의 가상화를 위한 현실적이고 실질적인 연구 결과에 해당되는 것으로 판단되어 세부 내용을 본고에서 분석한다.

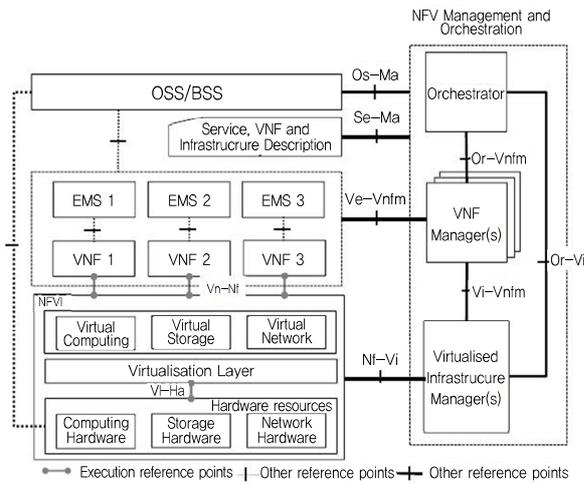
## II. 기지국 가상화 기술

### 1. NFV 모델

통신 서비스를 제공하기 위한 환경으로써의 네트워크 개념은 음성 중심에서 인터넷과 이동통신 분야로 확장되었고 각각의 서비스를 위해서 특화된 구조를 가졌으며 따라서 제한된 하드웨어에 종속되는 소프트웨어를 기반으로 지금까지 네트워크가 발전되어 왔다. 이러한 폐쇄성을 개선하고자 밀접하게 결합되어 있는 네트워크 장치들의 하드웨어와 소프트웨어를 분리하여 컴퓨팅(computing), 저장(storage) 그리고 네트워크(network) 기능을 포함하는 일반적인 하드웨어에 순수 소프트웨어 형태로 네트워크 기능과 서비스를 구성하기 위한 연구개발을 진행했다.

대표적으로 ETSI 표준화 기구에서는 네트워크의 개방성을 위해서 하드웨어와 소프트웨어가 분리되는 NFV 개념을 (그림 1)과 같은 구조로 정립하여 네트워크 기능 또는 서비스들이 최대한 소프트웨어 형태로 일반적인 하드웨어에서 동작할 수 있도록 새로운 네트워크 가상화 기술을 연구[3]했다.

특히 NFV 개념에서는 하드웨어 환경을 구성하는 컴퓨팅, 저장 그리고 네트워크 영역의 자원들을 추상화 처리하여 가상의 자원으로 관리하는 가상화 기술을 적용하기 때문에 단일의 물리적인 하드웨어 환경에서 복수의 가상 하드웨어(Virtual Machine: VM) 구성이 가능해



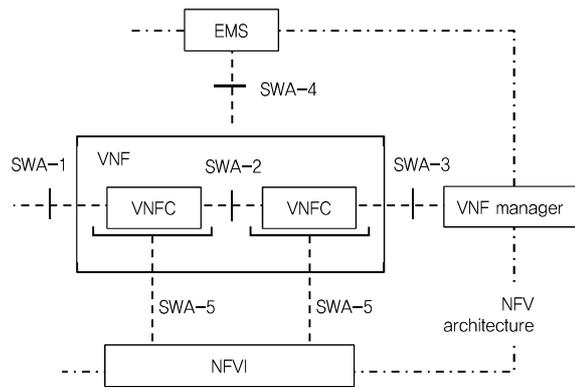
(그림 1) ETSI NFV 모델

〈출처〉: ETSI, “NFV; Architecture Framework,” GS NFV 001.

졌다. 따라서 이러한 가상 하드웨어에 다양한 네트워크 기능 또는 서비스를 Virtual Network Function(VNF) 소프트웨어 형태로 설치하고 운용하여 네트워크 장치에서의 소프트웨어 및 하드웨어 사이의 개방성이 제공된다.

## 2. VNF 구조

NFV 모델에서 가상의 하드웨어 환경에 네트워크 기능 또는 서비스를 순수 소프트웨어 형태로 구성하는 VNF 소프트웨어의 예제로써 Long Term Evolution-Advanced(LTE-A) 네트워크에서 정의하는 Evolved Packet Core(EPC) 부분을 거론할 수 있다. 만일 EPC 기능 전체를 하나의 패키지로 통합하여 운용하는 경우를 가정하면 EPC VNF 소프트웨어를 가상 하드웨어에 설치하여 패킷 코어 환경을 제공하고, 이와 다르게 EPC 내부의 Mobility Management Entity(MME), Home Subscriber Server(HSS) 그리고 P/S-GW(PSN/Serving-Gateway) 등의 기능을 각각 구성하는 경우에는 이들을 각각 MME VNF, HSS VNF 그리고 P/S-GW VNF 소프트웨어로 구성하여 복수의 가상 하드웨어에 이식하고 각 기능 사이의 표준 프로토콜을 기반으로 상호 연동하여 EPC 기능을 수행한다.



(그림 2) VNF 구조

EPC 관련 VNF 예제의 경우와 같은 환경을 제공하기 위해서 NFV 모델에서는 (그림 2)와 같은 형태의 VNF 구조[4]를 적용하고 있다. VNF 내부는 VNF 소프트웨어의 일부분(subset)을 의미하는 복수의 Virtual Network Function Component(VNFC) 요소들로 구성되고 이들이 상호 연동하여 VNF 전체 기능을 수행한다. 실행 과정(run time)에서의 VNF 소프트웨어를 VNF 인스턴스(VNF instance)로 정의하고, 동일하게 실행 과정의 VNFC 소프트웨어를 VNFC 인스턴스(VNFC instance)로 정의한다.

VNF 소프트웨어는 기본적으로 NFV 환경 속에서 동작해야 하기 때문에 다른 NFV 요소인 Network Function Virtualization Infrastructure(NFVI), Virtual Network Function Manager(VNFM) 그리고 NFV 외부 환경의 Element Management System(EMS) 등과 표준으로 정의된 정합 방식을 이용하여 연동한다. 또한, VNF 소프트웨어 즉, 네트워크 기능 또는 서비스를 처리하기 위해서 다른 VNF 소프트웨어와 역시 표준으로 정의된 정합 방식으로 연동한다.

즉, MME VNF 그리고 S-GW VNF 사이의 연동에는 S11 정합 방식이 사용되고 S-GW VNF 그리고 P-GW VNF 사이에는 S5 프로토콜이 적용된다. NFV 모델에 의하면 VNF 사이의 연동은 SWA-1 형태로 정의하고 SWA-3 그리고 SWA-4 및 SWA-5 정합은 NFV 환경

사이의 정합을 의미한다. VNF 소프트웨어를 구성하는 복수의 VNFC 사이의 연동에는 내부적인 SWA-2 정합이 사용된다.

특히 S-GW VNF 그리고 eNode B 기지국 사이에는 S1-U 규격을 적용하며 이 경우 현재 상태에서 eNodeB 기지국과 같은 요소들을 NFV 모델에서는 Physical Network Function(PNF) 형태로 정의한다.

### III. SCF 기지국 가상화

SCF 표준 단체에서 진행하고 있는 가상화 관련 표준은 네트워크 부분에 대한 가상화 및 소형 셀 기지국에 대한 가상화 연구로 진행되고 있으며 소형 셀에 대한 가상화는 최근 규격 초안을 완성하여 검토를 진행하고 있다. 소형 셀 기지국을 가상 환경에 적용하기 위한 표준화 연구개발 내용은 아래와 같다.

#### 1. 소형 셀 기지국 기능 분리

다수의 소형 셀 기지국 기능들을 가상 환경에 구성하기 위해서 가상화 처리가 가능한 기능들과 물리적 기능으로만 구현이 가능한 기지국 기능들을 분리하고 분리된 기능 사이의 정합 환경에 대한 기술적 가능성을 검토했다.

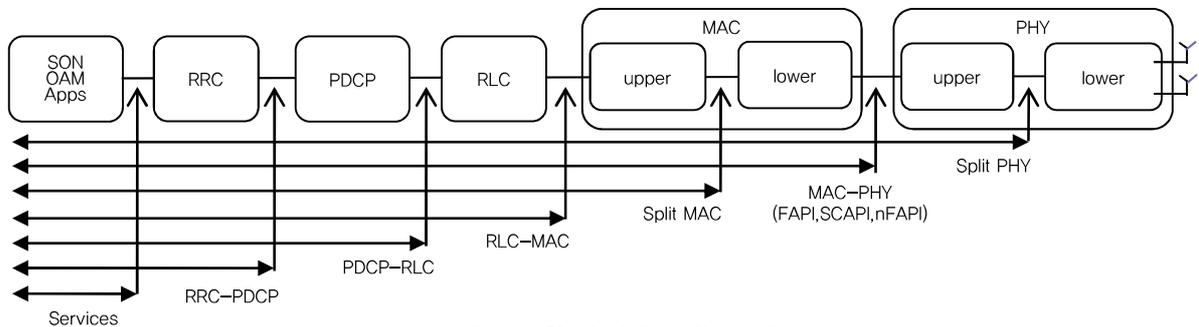
가상 환경으로의 기능 이동을 위한 가장 간단한 접근 방법은 소형 셀 기지국의 프로토콜 계층별 분리 가능성의 검토가 가장 효과적이다. 즉, 다수의 소형 셀 기지국이 동작하는 경우 각각의 기지국 기능들에 대해서 총괄

적(global) 운용이 가능한 기능들은 클라우드(cloud) 기반 공동의 가상 환경에 배치하고, 물리적으로 각각의 기지국에서 독립적으로 운용되어야 하는 기능에 대해서는 각각의 개별(local) 물리 환경에 기능을 배치한다. 이와 같은 관점에서 가상화를 위한 소형 셀 기지국의 기능별 분리 방안[5]을 검토하면 (그림 3)과 같이 다양한 형태로 기능 분리가 가능하다.

현재 SCF 가상화 연구에서 선택한 기능 분리 구조는 MAC(media access control) 계층 이상의 기능을 클라우드 가상 환경에서 동작시키고 나머지 PHY(physical) 계층을 물리적 환경으로 구성하는 방안이다. MAC-PHY 분리 구조를 검토하는 다양한 배경 중에는 클라우드 기반의 가상 환경과 물리적 기능 사이의 연동에 이더넷(ethernet) 기반의 전송 방식을 적용하기 위한 목적도 포함된다.

즉, front haul 구간에 다양한 전송 방식의 적용이 가능하지만 CAPEX 및 OPEX 측면에서 이더넷 방식이 현재 상태에서 가장 효율적인 정합 방식으로 판단되며 Gbps 수준의 이더넷 전송 용량은 <표 1>에서 계산된 MAC-PHY 정합 구간에서 요구하는 양 방향 전송 속도를 충분히 만족한다. 이러한 조건에서 소형 셀 기지국은 최대 150Mbps 하향 링크 전송속도와 최대 50Mbps 상향 링크 전송속도 제공이 가능하다.

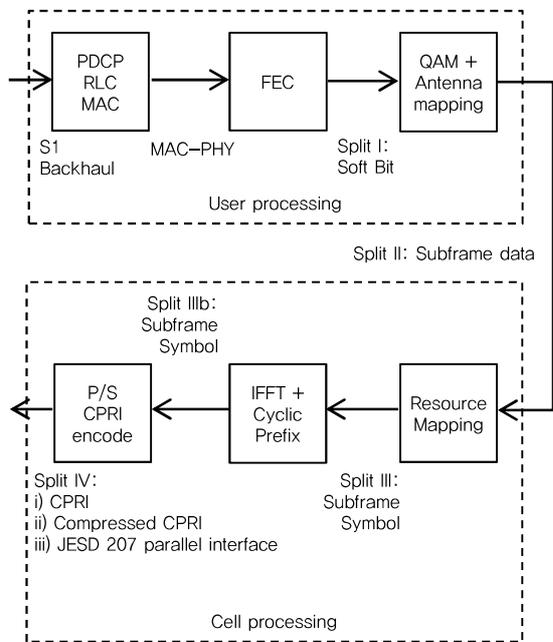
만일 가상 환경과 물리 환경 사이의 기능 분리를 물리 계층 내부에 적용하는 경우 <표 1>의 계산과 같이 Gbps



(그림 3) 소형 셀 기지국 기능 분리

〈표 1〉 기능 분리 구간별 요구 성능

Use Case	Oneway latency	DL bandwidth	UL BW
RRC-PDCP	Non Ideal - 30ms	151Mbps	48Mbps
PDCP-RLC	Non Ideal - 30ms	151Mbps	48Mbps
RLC-MAC	Sub Ideal - 6ms	151Mbps	48Mbps
Split MAC	Sub Ideal - 6ms	151Mbps	49Mbps
MAC-PHY	Ideal - 250µs Near ideal - 2ms	152Mbps	49Mbps
PHY split I	Ideal - 250µs Near ideal - 2ms	173Mbps	452Mbps
PHY split II	Ideal - 250µs Near ideal - 2ms	933Mbps	903Mbps
PHY split III	Ideal - 250µs Near ideal - 2ms	1075Mbps	922Mbps
PHY split IIIb	Ideal - 250µs Near ideal - 2ms	1966Mbps	1966Mbps
PHY split IV	Ideal - 250µs	2457.6Mbps	2457.6Mbps



(그림 4) PHY 물리 계층의 분리

이더넷의 전송 용량이 부족하기 때문에 다른 고비용의 정합 방식을 적용해야 한다.

기지국 내부 기능들에 대한 다양한 분리 방안을 검토한 SCF 가상화 연구에서는 (그림 4)와 같이 PHY 물리 계층의 기능에 대해서 기지국 사용자(user) 단위로 정보가 처리되는 부분과 소형 셀 기지국(cell) 단위로 정보가 처리되는 부분으로 구분하여 필요한 정보 처리 성능을

〈표 1〉과 같이 산출[5]하였다. 추후 front haul 구간에 대해서 고속 전송이 가능한 정합 방식이 적용되거나 또는 정보 처리 성능의 개선으로 front haul 구간에서의 지연 특성이 효과적으로 개선되는 경우 다양한 PHY 물리 계층의 기능 분리가 가능할 것으로 예상된다.

이들 중 VI 구간에는 Remote Radio Head(RRH) 및 Baseband Unit(BBU) 기반의 C-RAN(Centralized or Cloud Radio Access Network) 구조가 대표적인 분리 방식에 해당하는 경우로써 광 선로를 이용한 CPRI, OBSAI 또는 ORI 기반의 RF(radio frequency) 기능 분리[6]에 해당한다.

다만 이 경우에는 PHY 기능 중 BBU 기능이 나머지 기능과 분리되거나 클라우드 기반 VNF 구조의 가상 환경으로 이전되지 않고 단순하게 중앙 집중 형태로 운용되는 형태가 현재까지 대부분의 접근 방식이기 때문에, 이 부분이 SCF 기지국 가상화를 위한 접근과 근본적인 차이점을 보인다.

다양한 기능 분리 구간이 요구하는 전송 용량 및 요구 성능 그리고 전제 조건들은 기지국 기능 분리[5]와 관련된 내용을 참고한다.

## 2. 가상화 기반 기지국 구조

소형 셀 기지국 기능들에 대한 가상화 처리를 위해서 위에서 살펴본 바와 같이 MAC 계층 이상과 PHY 물리 계층을 분리하는 구조를 선택하고 MAC 계층 이상은 클라우드 기반의 가상 환경 즉, ETSI NFV 방식을 적용하여 VNF 형태의 가상 환경에서 동작한다. PHY 물리 계층은 PNF 형태의 물리 환경에 포함하고 아래와 같은 형태의 정합 방식을 이용하여 VNF 환경과 연동한다.

- P2 service discovery interface
- P3 positioning interface
- P4 network monitor mode interface

- P5 PHY mode control interface
- P7 main data path interface
- P8 PHY diagnostics interface
- P9 OAM interface
- P10 synchronization, frequency phase and time

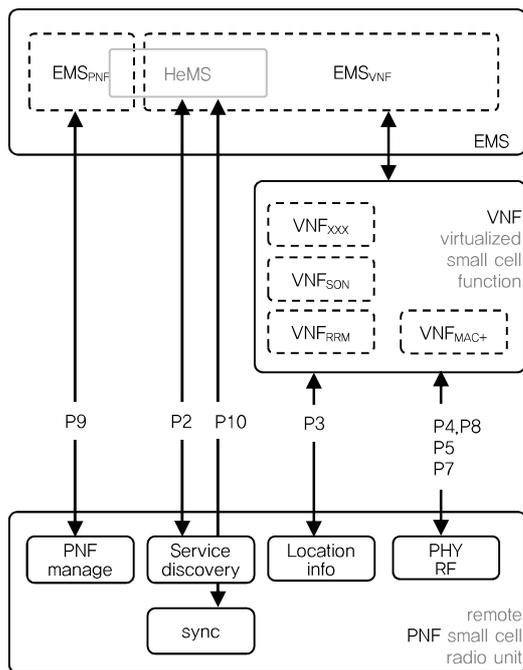
가상 환경 즉, VNF 형태로 동작하는 소형 셀 기지국 기능에는 기본적으로 MAC 계층 이상의 프로토콜과 이러한 프로토콜과 연계하여 동작하는 Radio Resource Management(RRM) 및 Self Organizing Network (SON) 기능 그리고 PHY 물리 계층을 제어하는 Cell and Subframe Control(CSC) 기능[7] 등이 포함되며 VNF 기반의 가상 환경과 PNF 형태의 물리 환경은 (그림 5)와 같이 구성된다.

따라서 VNF 가상 환경에서 동작하는 RRM 및 SON 기능은 소형 셀 기지국 운용의 효율성을 위해서 기지국 위치(location) 정보를 교환하는 P3, 주변 기지국에 대한 관찰(monitors)을 처리하는 P4, PNF 물리 환경의 구

성을 제어(control)하기 위한 P5 그리고 소형 셀 기지국의 원격 운용에 필요한 PHY 물리 계층 진단(diagnostic) 기능을 지원하는 P8 정합 방식을 기반으로 PNF 물리 환경에 포함된 PHY 물리 계층과 연동한다. 소형 셀 기지국의 주요 기능인 MAC 계층 이상의 프로토콜 계층은 Evolved Universal Terrestrial Radio Access(EUTRA) 방식의 신호 및 트래픽(control & user plane)계층 데이터를 PNF 형태의 PHY 물리 계층과 교환하기 위해서 P7 정합을 이용한다.

일반적으로 소형 셀 기지국 PHY 계층의 진단을 위한 P8 연동에는 소형 셀 기지국 제조사 고유의 정합 방식을 사용한다. PNF 가상 환경의 PHY 물리 계층 관리를 위해서 기존 비 가상화 소형 셀 기지국의 경우와 유사하게 Broadband Forum(BBF) TR-069 기반의 관리 방식 [8]을 적용하여, 원격 운용 관리(OAM)를 위한 P9 정합을 기반으로 연동하며 소형 셀 기지국의 초기 운용과 관련된 절차(service discovery)를 수행하기 위해서 TR-069 환경을 기반으로 P2 정합을 적용한다. 소형 셀 기지국의 효율적인 운용을 위해서 기지국 즉, PNF 물리 환경의 PHY 물리 계층 사이에 동기화가 필요하며 이를 운용 관리 차원에서 P10 정합 형태로 EMS 기능이 관리한다. 다양한 동기 방식이 사용될 수 있으며 일반적으로 GPS(global positioning system), GLONASS(global navigation satellite system), IEEE1588, NTP(network time protocol), SyncE 등을 고려하고 기지국 제조사 고유 방식으로 동기 상태를 관리한다.

동기 관련하여 PHY 물리 계층 사이의 동기 이외에 소형 셀 기지국 기능들이 클라우드 기반의 가상 환경에 배치되어 동작하기 때문에 야기되는 VNF 기반 가상 환경과 PNF 기반 물리 환경에 포함된 소형 셀 기지국 기능 사이의 동기는, 위에서 살펴본 바와 같이 MAC 이상 프로토콜 계층이 운용되는 VNF 가상 환경과 PHY 물리 계층이 동작하는 PNF 가상 환경 사이의 P7 정합 즉, 프로토콜을 이용해서 처리하는 점에 유의해야 한다.



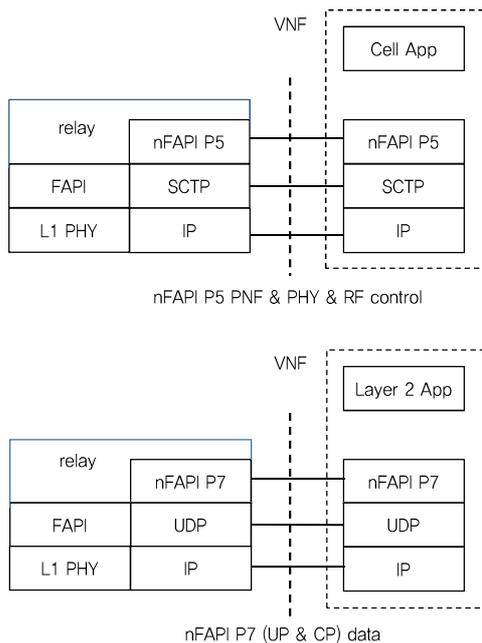
(그림 5) 가상 및 물리환경의 정합

참고로 P1 정합은 인증 처리를 위한 기능과 연동하기 위한 정합이며, P6 정합은 무선 구간에 대한 암호화 처리를 위해서 정합으로써 각각 VNF 및 PNF 사이에서 사용된다.

### 3. 가상화 계층 정합

SCF 표준 단체에서는 소형 셀 기지국 가상화를 위해서 클라우드 및 NFV 기반의 VNF 가상 환경과 PNF 물리 환경을 Gbps 이더넷 방식으로 연동하며 MAC 계층 이상을 VNF 가상 환경에 배치하는 (그림 6)와 같은 계층 및 연동 방식을 적용한다.

SCF 가상화 연구에서 적용하는 P5 및 P7 정합은 가상화 이전의 Functional Application Platform Interface (FAPI) 또는 Small Cell Application Platform Interface (SCAPI) 규격과 비교하여 세부적인 일부 내용이 추가 또는 변경되어 상이하지만 동일한 형식과 구조[9]를 가지고 있다. 기존 FAPI 또는 SCAPI 규격은 소형 셀 기지국 기능들이 분리되기 이전에 MAC 계층과 PHY 물리



(그림 6) VNF-PNF 연동 P5 및 P7 정합

계층 사이의 정합을 정의하는 규격이다.

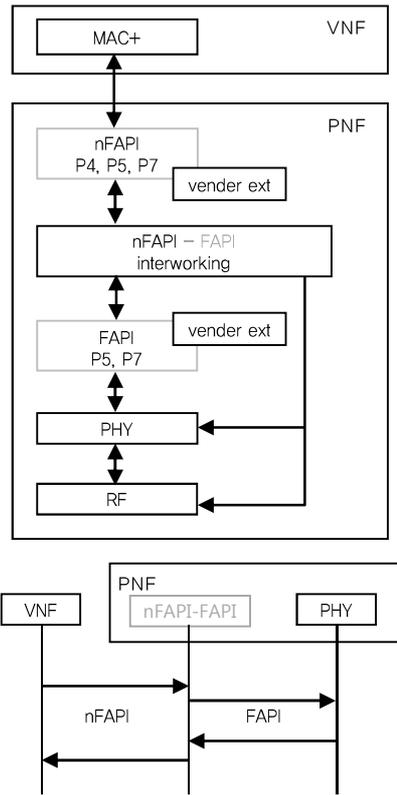
VNF 가상 환경에 배치된 RRM 및 SON 기능에 의해서 PNF 물리 환경의 PHY 물리 계층 구성을 제어하기 위한 P5 정합은 소형 셀 즉, 기지국 단위의 무선 관련 구성 정보를 전달하거나 가입자 단위로 기지국에서 사용되어야 하는 정보들을 전달하기 때문에 정보 전송의 신뢰성이 보장되어야 한다. 반면에 전송속도 또는 지연 관련 요구 사항들은 일정 수준을 만족하면 가능하므로 이러한 전송 특성을 고려하여 SCTP 프로토콜을 적용한다.

P7 정합은 EUTRA 기반의 LTE-A 전송 방식의 신호 즉, CP(control plane) 정보와 트래픽 UP(user plane) 정보를 전송하기 때문에 일정 수준 이상의 전송속도가 필요하고 저 지연 및 완전한 무결성(integrity) 전송 및 일정 범위 이상의 재 전송을 지원하기 어려운 특성을 가지고 있다. 따라서 SCF 가상화 연구에서는 P7 정합에 대해서 UDP 프로토콜을 사용한다.

소형 셀 기지국 가상화 연구에서는 기존 비 가상화 환경의 MAC-PHY 계층 사이에 적용하는 FAPI 규격을 유지한 상태에서 VNF 가상 환경을 구성하고 PNF 환경과 연동하기 위한 새로운 정합 방식으로 Network Functional Application Platform Interface(nFAPI) 규격을 정의한다. nFAPI 및 FAPI 사이의 관계를 (그림 7)과 같이 정의했다.

SCF 가상화 연구에서 신규로 정의된 각종 nFAPI 절차는 VNF 가상 환경과 PNF 물리 환경 사이에 적용되고 PHY 물리 계층을 총괄하는 PNF 물리 환경의 기능은 VNF 가상 환경의 기능들이 시작한 nFAPI 절차와 관련된 기존 FAPI 절차를 PHY 물리 계층과 처리한다. VNF 가상 기능과 FAPI 기반의 PNF 물리 기능의 상호 연동은 nFAPI 규격의 세부 절차[9]들을 참고한다.

소형 셀 기지국 가상화를 위한 다양한 정합 중에서 EMS 기능과 연동하는 P2, P9 정합을 TR-069 및 TR-096 관련 데이터 또는 정보(data or information) 모델 규격에서 정의하며, 소형 셀 기지국 제조사 고유의 P3, P8,



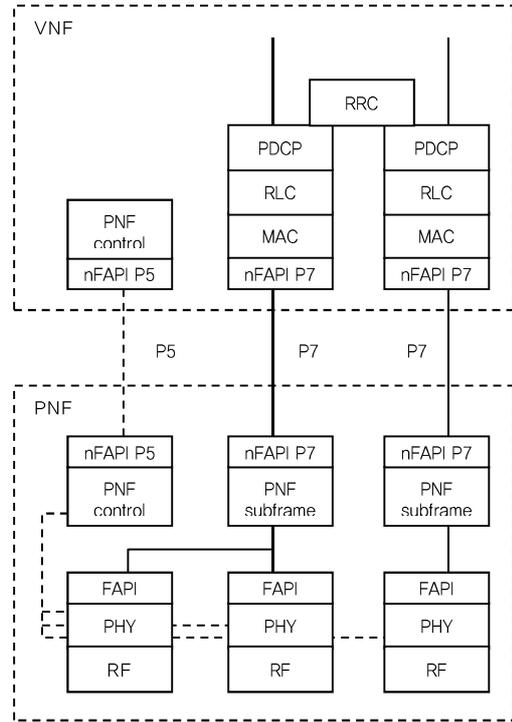
(그림 7) nFAPI 및 FAPI 관계

P10 정합 또한 각각의 절차를 적용하고, 주변의 소형 셀 기지국을 관찰하기 위한 세부적 P4 정합은 Network Monitor Mode(NMM) 관련 규격[10]에서 정의하고 있다.

VNF 가상 환경, PNF 물리 환경 그리고 PHY 물리 계층 사이의 상호 연관 관계 예제를 (그림 8)에 나타냈다. 기본적으로 PNF 물리 기능은 복수의 PHY 물리 계층을 포함하여 각각을 제어할 수 있으며 MAC 계층 이상의 기능이 배치된 VNF 가상 환경은 복수의 PNF 물리 환경과 연동할 수 있다. 따라서 nFAPI 정합이 제공하는 다양한 제어 절차들은 복수의 FAPI 절차와 연동하여 각각의 PHY 물리 계층을 제어한다.

#### IV. 결론

최근 차세대 5G 이동통신 서비스를 효과적으로 제공하기 위한 다양한 신기술들이 연구되고 있고 가상화 기



(그림 8) PNF 및 Multiple PHY 관계(예)

술 또한 핵심적인 기술로 관심의 대상이 되고 있다. 이러한 추세를 반영하여 이미 인터넷 또는 이동통신 분야에서 back haul 네트워크의 많은 영역이 클라우드 기반 가상 환경으로 변경되는 네트워크 가상화가 상당한 수준으로 진행되고 있고 발전된 가상화 기술을 액세스 분야에 확대 적용하기 위한 많은 시도들이 추진되고 있다.

특히 액세스 네트워크 차원에서의 소형 셀 기지국에 대한 가상화는 소형 셀 환경을 이용한 이중 연결(DC: dual connectivity) 서비스와 트래픽 용량 증대 등 차세대 이동통신 서비스 요구를 충족시키기 위해 대규모로 운용될 고밀도 소형 셀 기지국(UDN)에 대한 CAPEX 및 OPEX 관점에서의 효과적인 대응 방안이며 가상화의 결과로써 5G 액세스 네트워크 공유(RAN sharing) 환경 제공이 가능하여 미래 지향적이고 효율적인 기술이 될 것이다.

최근 검증된 각종 가상화 기술 및 이와 관련된 다양한 공개 소프트웨어 (프로젝트) 활용도 가능하기 때문에 NFV 모델을 기반으로 소형 셀 기지국 즉, 액세스 네트

워크에 대한 가상화 기술을 확인할 수 있는 환경은 충분히 조성되어 있다. 이런 상황에서 비교적 선행적으로 개발된 SCF 기지국 가상화 방식을 이용하여 차세대 5G 액세스 분야에 대한 가상화 연구의 선도적 추진이 필요한 시점이다.

#### 용어해설

**가상화(Virtualization)** 컴퓨터 및 네트워크 등의 물리적인 시스템을 통합 또는 분할 가능한 논리적인 자원 및 기능, 서비스 등으로 변환하여 시스템을 구성하는 과정

**VNF** 네트워크 장치에 대한 가상화 처리 결과로 통합 또는 분할 가능한 소프트웨어 형태의 네트워크 단위 기능

**PNF** 하드웨어 제한적이고 종속적인 환경을 기반으로 구현되는 네트워크 또는 장치 기능

#### 약어 정리

BBF	Broadband Forum
BBU	Baseband Unit
CAPEX	CAPital EXpenditure
CSC	Cell and Subframe Control
EMS	Element Management System
EPC	Evolved Packet Core
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
EUTRA	Evolved Universal Terrestrial Access
FAPI	Functional Application Platform Interface
HSS	Home Subscriber Server
LTE-A	Long Term Evolution-Advanced
MME	Mobility Management Entity
nFAPI	Network Functional Application Platform Interface
NFV	Network Function Virtualization
NFVI	Network Function Virtualization Infrastructure
NMM	Network Monitor Mode

OAM	Operation and Maintenance
OPEX	OPerating EXpenditure
P-GW	PDN-Gateway
PNF	Physical Network Function
RRH	Remote Radio Head
RRM	Radio Resource Management
SCAPI	Small Cell Application Platform Interface
SCF	Small Cell Forum
S-GW	Serving Gateway
SON	Self Organizing Network
SWA	Software Architecture
UDN	Ultra Dense Network
VNF	Virtual Network Function
VNFC	Virtual Network Function Component
VNFM	Virtual Network Function Management

#### 참고문헌

- [1] ITU-R, "IMT Vision," Draft New Recommendation ITU-R M.[IMT.VISION], June 10th, 2015.
- [2] 나지현 외, "LTE 기반 소형셀 기지국 기술동향," 전자통신동향분석, 제30권 제1호, 2015. 2, pp. 102-113.
- [3] ETSI, "NFV; Architecture Framework," GS NFV 002 v1.2.1, Dec. 2014.
- [4] ETSI, "NFV; Virtual Network Functions Architecture," GS NFV-SWA 001 v1.1.1, Dec. 2014.
- [5] SCF, "Small Cell Virtualization Functional Splits and Use Cases," 159.05.1.01, Jan. 13th, 2016.
- [6] NETMANIAS, "C-RAN의 출현과 CPRI 개요," www.netmanias.com, Mar. 3rd, 2014.
- [7] SCF, "Network FAPI-Working Assumptions," Sept. 21st, 2015
- [8] BBF, "CPE WAN Management Protocol," TR-069, Amendment 5 CWMP Version 1.4, Nov. 2013.
- [9] SCF, "nFAPI and FAPI Specification," V3.0.0, Apr. 30th, 2016.
- [10] SCF, "LTE Network Monitor Mode Specification," v1.01, 10 Dec. 2010.