

5G 망에서의 Network Slicing 요구사항 및 제공 구조

김상훈
KT

요약

본고에서는 5G 망에서의 서비스 요구사항을 만족하기 위한 구조로서 Network Slicing 구조를 제안하고 세부 적용방안을 기술한다. 이를 위해 5G 서비스를 우선 정의하고 그에 따른 서비스 요구사항을 도출한 후, 이러한 요구사항과 관련해 현재 망의 문제점에 대해 기술하고 망 개선을 위한 기술 요구사항을 정립한다. 특히, 5G에서의 중요성이 높아질 것으로 전망되고 있는 'Network Slicing'의 필요성 및 개념에 대해 서술한다.

Network Slicing에 대한 제조사들의 솔루션 동향, 3GPP 등 단체의 표준화 동향, APN 방식의 P-LTE/DECOR/RAN Slicing 등 관련 기술의 발전 동향을 포함한 5G Network Slicing 주요 기술 동향에 대해서 알아본다. 또한, Slice의 관리 및 BSS/OSS등과의 연계를 위한 통신사업자 입장에서의 플랫폼 요구사항을 정리한다.

5G Network Slicing을 충족하기 위한 주요 기술로 C/U plane 분리구조, 범용 서버를 활용한 NFV/SDN, Edge 기반의 분산된 수평적 네트워크, 데이터 오프로딩 및 지연시간 절감을 위한 Edge Computing 등을 들 수 있고 효율적인 자원 관리를 위한 Orchestration 등에 대해서도 알아본다.

이를 기반으로 하여 사업자 입장에서 5G Core Network 기술을 선도함은 물론이고 향후, 조기 상용화를 위한 진화 방향을 제시하고자 한다.

하게 받아들이고 있다.

스마트 기기가 확산되고, 모바일 기반의 고음질, 고화질 멀티미디어 서비스가 보편화됨에 따라 모바일 트래픽 양은 해마다 폭발적으로 증가하고 있다. 게다가, 초다시점 영상, 홀로그램 서비스 등과 같은 새로운 형태의 멀티미디어 서비스뿐만 아니라 초저지연성을 요구하는 새로운 서비스들이 지속적으로 등장할 것으로 예상된다. 멀지 않는 미래에 우리는 가상 현실/증강 현실을 이용해 보다 확장된 경험을 제공하는 게임을 하고, 운전자의 개입 없이 주변 상황을 인지, 판단하는 자율주행 자동차를 타고 출퇴근하는 세상을 경험하게 될 것이다. 또한, 에너지, 의료, 농업 등 다양한 산업 영역에서 IT화가 가속화되고, 스마트 워치, 드론, 오쿨러스와 같은 헤드 마운티드 디스플레이(HMD) 등 차세대 단말들도 점차적으로 확산될 것이다. 모든 사물이 연결되는 만물인터넷(IoT) 시대의 도래는 결국, 새로운 IoT 시장을 위한 새로운 통신 네트워크를 요청하게 될 것이다.

현재의 LTE 네트워크로는 대용량 데이터와 저지연성으로 대표되는 이러한 미래 서비스 요구사항을 충족할 수 없게 될 것이며, 결국 지금과는 전혀 다른 속성을 지닌 차세대 네트워크, 즉 5G 네트워크로의 진화를 촉진시킬 것이다.

이러한 모바일 환경의 급속한 변화를 수용하기 위해 다음의 세 가지 속성이 5G 네트워크에 필수 불가결한 요소라고 생각한다. 첫째, 폭발적인 트래픽 증가를 감당할 수 있는 대용량 파이프라인을 제공하여야 한다. 둘째, 수많은 모바일 기기들과 IoT 기기들이 네트워크에 원활히 접속할 수 있는 대용량의 수용성

I. 서론

스마트폰 혁명은 우리의 삶을 획기적으로 바꾸었다. 사람들은 스마트폰을 통해 뉴스와 영화를 보고, 친구와 게임을 하고, 쇼핑을 하며, SNS와 메신저로 자신의 경험을 다른 사람들과 실시간으로 공유한다. 언제 어디서든 모바일뱅킹을 하고, 자료를 주고 받고, 실시간 길안내 서비스를 이용하는 등 일상적인 모든 일들이 스마트 기기와 밀접하게 관련되는 삶의 대변혁을 당연

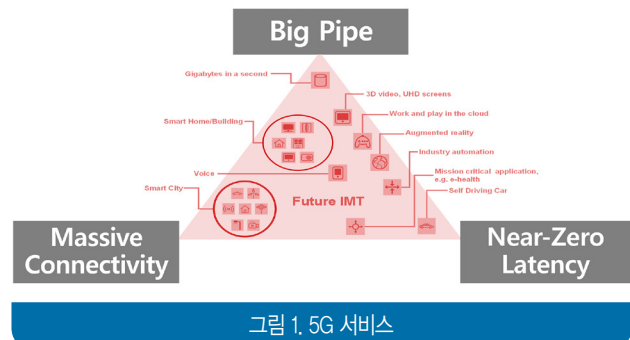


그림 1. 5G 서비스

(Massive Connectivity)을 제공해야 한다. 셋째, 초실감형 서비스와 Mission-critical M2M을 원활하게 서비스할 수 있는 초저지연 E2E 연결성(Near-zero Latency)을 제공하여야 한다. 또 하나 고려할 점은 5G는 단순히 새로운 무선 접속 기술의 진화만이 아니라, 신규 서비스를 신속하게 최적 수용할 수 있는 새로운 모바일 Cloud Infra로의 진화를 포함해야 한다. 이를 통해, 5G는 통신사업자들에게 새로운 미래형 서비스와 혁신적인 신규 비즈니스 모델을 제공할 수 있는 기회가 되고, 결국 새로운 미래 사회 혁신의 토대가 될 것이다.

본고에서는 이를 위한 5G Core Network의 핵심기술인 'Network Slicing'에 대해 알아본다. Network Slicing의 개념 및 필요성, 관련 기술 개발 및 표준화 동향, 통신사업자 입장에서의 Network Slicing 플랫폼 요구사항, 마지막으로 SDN/NFV 기반으로 한 Network Slicing 구조를 기술하여 향후 네트워크 진화방향을 살펴보고자 한다.

II. 본론

1. Network Slicing 필요성 및 개념

4G 시대까지는 이동 통신망이 처리해주는 단말이 폰형태이고 폰에만 최적화된 망구조가 요구되었다. 그러나, 5G 시대에는 서로 다른 속성을 갖는 다양한 단말들을 대상으로 서비스를 제공하도록 망 구조가 요구된다.

5G 서비스는 크게 eMBB, Mission Critical, Massive IoT 서비스로 나눌 수 있고, 부가적으로 Network Operation 관점에서 구분될 수 있다. 첫째, 셀당 20Gbps 이상의 대역폭을 요구하는 eMBB서비스의 경우, 망의 백홀을 많이 필요로 하고 다

양한 접속 방식의 수용이 필요하게 된다. 둘째, eMBB와 달리 10ms 이내의 낮은 latency와 안정성을 요구하는 Mission Critical 서비스(ex. 자율 주행이나 원격 산업용 로봇 등)가 있다. 셋째, massive connectivity를 필요로 하는 Massive IoT 서비스가 있으며, 이들은 각 서비스의 특성별로 네트워크의 모든 자원을 사용할 필요가 없으며 특정 자원만 사용해도 서비스가 가능하게 된다. 예를 들어 온도, 습도, 강우량 등을 측정하는 고정형 센서의 경우, 휴대폰과 달리 Handover나 Location Update 같은 기능은 적용되지 않아도 운영이 가능하다. 이와 같이 5G에서는 서비스 유형에 따라서 각각 다른 기능과 구성을 갖는 전용의 네트워크가 할당될 수 있다. 마지막으로, 이러한 새로운 서비스를 신속하게 제공하고 네트워크 자원의 운용/관리를 용이하게 할 수 있도록 하는 Network Operation 관련 요구사항도 포함되어야 한다.

5G 시대에는 스마트폰 기반 서비스 이외에 IoT, 고용량 미디어 콘텐츠 등 다양한 단말 기반 차별적 고객 경험을 제공하는 혁신적 서비스 출현이 예상된다. 이런 이유로 서비스별로 구분해서 제공해 줄 수 있는 비용효율적인 망 구조가 필요하다.

Network Slicing은 네트워크 가상화 기술을 활용하여 하나의 물리적인 네트워크를 다수개의 가상화 네트워크로 나누고 각 네트워크를 분리 관리함으로써 네트워크의 유용성을 향상시키는 기술 방식이다. 가상화된 네트워크 자원 풀에서 서비스 유형별로 필요한 자원을 할당받는 것으로서, 신규 서비스 도입 시 물리적인 네트워크 구축 없이도 신속하게 서비스 제공 가능하며, 한정된 물리적인 망 자원을 효율적으로 활용할 수 있어 CAPEX 절감에 유용하다. 이를 위해서는 SDN, NFV 같은 가상화 기술을 사용하여 기존의 HW와 SW가 통합된 수직적 시스템을 building block별로 나누어 수평적 네트워크 구조가 되도록 해야 한다.

〈그림 3〉은 Network Slicing의 개념을 나타낸 것이다. 스마트폰 서비스와 스마트카 서비스 그리고 IoT 서비스에 대하여 공통의 물리적 네트워크 자원이 활용되지만 서비스별로 특성에 맞게 네트워크 자원을 논리적으로 할당하여 가상의 전용 서비스 네트워크가 제공되는 예이다. 그림에서 보는 것과 같이 제공되는 서비스와 단말의 유형에 따라서 활용되는 네트워크 자원과 해당 네트워크 자원의 배치 위치가 달라질 수 있다. 예를 들어 스마트카의 경우, 저지연 서비스를 제공할 수 있도록 사용자 트래픽을 처리하는 네트워크 장비가 전진배치될 수 있으며, 이동성 관리가 크게 필요하지 않은 IoT 단말의 경우에는 제어 계층에서 데이터 전달과 세션 관리 기능만 적용하는 것이 가능하다.

이와 같이 각각의 서비스 유형에 맞는 최적의 네트워크를 구성함으로써 망 자원을 효율적으로 활용할 수 있게 되며, 각각의

서비스	서비스 요구사항	현재 망 문제점	5G 망구조
eMBB (ex. UHD/Hologram, AR/VR)	• 대역폭 많이 필요 (20Gbps~/cell) • 다양한 RAT 수용	• 계층적(S-GW, P-GW) 구조의 한계 • 백홀 많이 필요 • 다양한 접속 방식 수용 어려움	Network Slicing
Mission Critical (ex. Autonomous Car, Factory Automation, Remote Surgery, Remote Control)	• 극단적으로 짧은 반응시간 (~10ms/End-to-End)	• 계층적(S-GW, P-GW) 구조의 한계	
Massive IoT (ex. Home IoT, Smart City, Smart Shop, Smart Grid)	• 장치가 많아짐 (10 ⁶ 개/km ²) • Biz-agile	• 획기적으로 늘어난 접속 지원 어려움 • 서비스별 특성 다름(ex. 이동성 필요없음)	
Network Operation (ex. Flexibility)	• 비용효율적 • 서비스 신속 제공	• Fixed 한 구조	

그림 2. Network Slicing 필요성

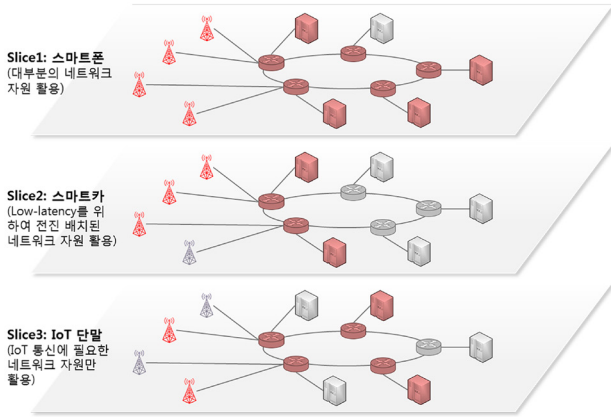


그림 3. Network Slicing 개념(NGMN)

서비스가 다른 특성을 가진 서비스의 영향을 받지 않고 안정적으로 운영된다.

2. 5G Network Slicing 산업계 및 표준화 동향

가. 제조사 동향

Network Slicing은 고객 맞춤형으로 서비스를 제공할 수 있는 5G 핵심기술이라고 정의되고 있으며, 3GPP 등 글로벌 이동통신 표준화 단체를 포함한 전세계 통신사, 연구단체, 제조사에서 5G 시대를 위한 핵심기술로 정의하고 본격적으로 연구 개발하고 있는 중이다.

국내의 통신사업자 및 제조사들 중 일부는 5G 시대의 네트워크 구조로 Network Slicing을 제시하고 있다. Ericsson은 2015년 말 하나의 물리적인 네트워크를 가상화해 여러 네트워크로 나눌 때 발생할 수 있는 가장 큰 문제점인 각 네트워크 간 간섭을 제거하는데 성공했으며, 데이터 트래픽을 완전히 분리해 네트워크 운용 안정성 확보에도 성공했다고 소개한 바 있다. 또한, 올해 초에는 Huawei와 Deutsche Telecom이 5G E2E Network Slicing 기술 시범을 보였다. 이 시범으로 '하나의 물리적 네트워크, 여러 개의 산업 서비스'라는 혁신의 잠재력과 5G 네트워크 아키텍처의 유연성과 효율성을 보임으로써 앞으로 모바일 광대역과 버티컬 부문을 포함한 여러 산업 서비스가 하나의 5G 망에서 효율적으로 지원될 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 이처럼 관련 업계에서는 차별화된 기술 확보로 5G Core Network를 선도하고자 노력 중이다.

나. 표준화 동향

3GPP의 Core Network을 다루는 SA에서는 2015년 12월 SA#70회의에서 Next Generation System Architecture에 대해서 연구하기로 하고 2016년 9월까지 Core Architecture를 정립하기로 했는데 Network Slicing, C/U plane 분리 등 5G

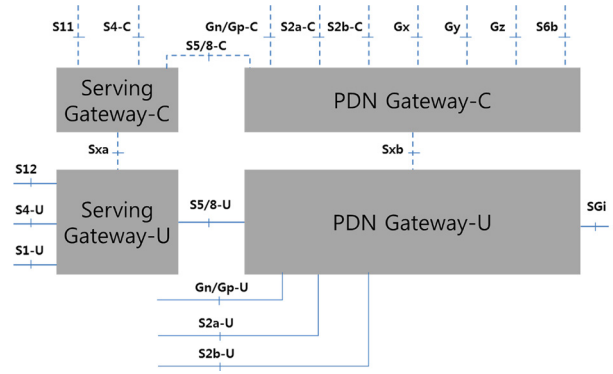


그림 4. C/U Plane 분리(3GPP)

Core Network 핵심기술이 다수 포함되어 있다.

이를 위해, 3GPP SA 산하 WG2에서는 Core Network Requirement와 Architecture를 다루는 논의가 활발히 진행되고 있다. 2016년 4월 SA2#114회의에서 SW기반의 네트워크 유연성 강화를 통하여 네트워크 비용(CAPEX, OPEX)을 줄이고, 새로운 서비스 창출을 쉽게 하여, 수익을 극대화 하는 framework을 만드는 것으로 목표로 설정하고, 상위 레벨의 구조, 기능 및 인터페이스 설계를 위한 네트워크 요구사항을 활발히 논의하고 있다.

Network Slicing 지원을 위한 기본 요구사항인 C/U Plane 분리 역시 3GPP Rel.14에서 표준화 논의가 시작되었으며, 활발히 진행 중이다. 3GPP를 중심으로 관련된 Core Network의 표준화가 이루어진다면 단일 국제표준이 성사될 가능성도 크다.

한편, NGMN에서는 Use case, Business 모델 등을 포함하여 좀 더 광의의 Core Network 참조모델을 제시하였는데, 이 모델은 물리적 자원으로 구성된 Infrastructure Resource Layer와 네트워크 특정 기능과 성능을 제공하기 위한 Business Enabler Layer, 그리고 사업자 및 3rd party의 특정 어플리케이션 및 서비스를 제공하기 위한 Business Ap-

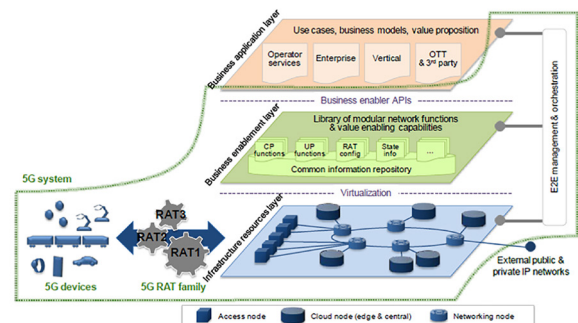


그림 5. Core Network 참조모델(NGMN)

plication Layer로 나뉜다. 또한, 추가로 이 layer들을 관리하기 위한 E2E management 및 Network Slicing 제공을 위한 Orchestration 등도 지원한다.

3. 5G Network Slicing 개념의 발전 동향

가. Network Slicing 구분자

Network slicing 위해서는 각 slice를 구분할 수 있는 구분자가 필요하다. PLMN를 통한 구분은 자원을 isolation하지 못한다는 측면에서 slice를 구분하는 것이라기 보기 힘들고, APN기반의 Slicing은 MME 자원 분리 제한 및 HSS configuration 설정 등 한계가 여전히 존재하여 진정한 의미의 5G Network Slicing은 DECOR 적용 이후로 보는 것이 일반적이라 하겠다.

과도기적으로 APN을 통해서도 S-GW, P-GW 자원을 구분하여 slicing 할 수 있으며, 각 slice가 서로간에 isolation 되어 있어 특정 slice 내에 오류나 장애가 발생해도 다른 slice에는 영향을 안 주는 방안이 가능하다. 아울러 service 구분뿐만 아니라 Private-LTE와 같은 특정 Enterprise 대상으로 한 서비스도 가능하다. 예를 들면, 출근과 동시에 업무용 폰으로 전환되어 모든 Device/서비스를 통제(카메라 차단, 접속 망 전환 등)로 Edge Network에서 망 분리하여 특정 트래픽은 사내망으로 흐르게끔 slicing이 가능하게 된다.

3GPP Rel.13에서 논의 되고 있는 DECOR는 MTC를 위해서 나온 개념이며, 특정 MME를 선택가능하게 해 준다. 새로운 HSS 파라미터인 'UE Category type'을 이용하여 처음 접속된 MME에서 특정 MME로 Reroute되어 서비스 된다. UE에 impact 없이 망에서만 구현되면 되는 장점은 있으나, 처음 한번은 원래 등록된 MME로 접속해야 하는 이유로 필요 없는 자원 및 시그널링이 필요하다. 이런 문제를 해결하기 위해 단말에는 impact는 있으나 필요 없는 동작을 하지 않아도 되는 eDECOR도 논의되고 있으며, 점점 더 5G Network Slicing 요구사항에 맞는 개념으로 발전해 가고 있다.

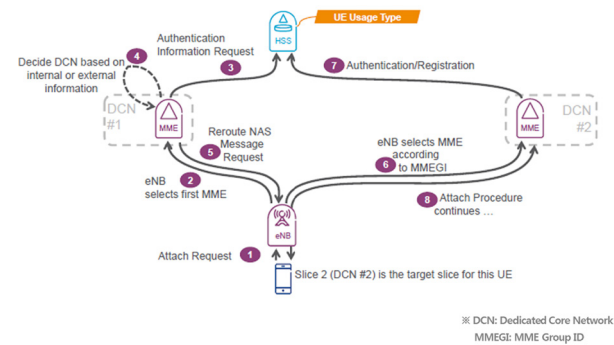


그림 6. DECOR 흐름도(3GPP)

나. RAN Slicing

Core Network Slicing 뿐만 아니라 E2E Slicing을 위한 RAN Slicing도 논의 되고 있다. RAN Slicing은 가상화를 기반으로 한 MINI-CRAN 구조로 L1, L2, L3 별도로 구현되어 각각의 분리, 확장이 가능한 구조로 발전하고 있다. 예를 들어, 5G의 핵심 요구사항 가운데 하나인 Massive Connectivity를 지원하기 위해 필요한 Function만 별도로 Pooling하여 Scalability를 제공하는 것이 가능하다.

RAN Slicing은 코어 구간에서 확장하여 Edge Cloud와 5G AU간의 프론트홀 구간의 Slicing에 대한 얘기로, 이를 위해서 먼저 5G 프론트홀이 정의되어야 하는데, 아직은 여러 후보들이 이야기되고 있는 상태이며 표준으로 정해진 것은 없는 상황이다.(예를 들어, CU와 AU간에 기능을 재정의하여 IP 패킷 기반의 프론트홀을 만드는 것도 제안되고 있다.) <그림 7>은 ITU Focus Group IMT 2020에서 제안된 내용인데, RAN 구간의 가상화에 관해 예시를 제시하고 있다. 그림에서 보는 바와 같이 대역폭과 지연, 이동성, 커버리지 등의 요구사항에 따라서 Red, Yellow, Blue와 같이 다양한 Slice를 구성하는 것을 제안하고 있다. 이러한 RAN Slicing은 기본적으로 RAN에 대한 가상화를 가정하여 논의하고 있으며, 향후 RAN과 CN을 포함한 E2E Network Slicing에 관한 본격 논의가 이루어질 것으로 예상된다.

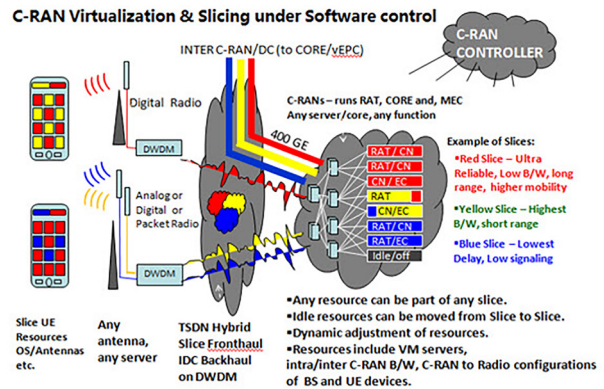


그림 7. 5G C-RAN Network Slice 예시(ITU)

4. 통신사업자의 Network Slicing 플랫폼 요구사항

5G 시대에는 통신사업자 입장에서 각 Network Slice 별로 비용효율적인 관점에서 새로운 서비스의 생성/삭제가 용이한 플랫폼이 필요할 뿐만 아니라 이를 위한 효율적인 자원 관리가 중요하게 된다. 이를 위해 NFV와 SDN 기술을 기반으로 네트워크 서비스를 제공하는 인프라 및 제어 구조를 칭하는 SDI구조를 채택할 수 있다.

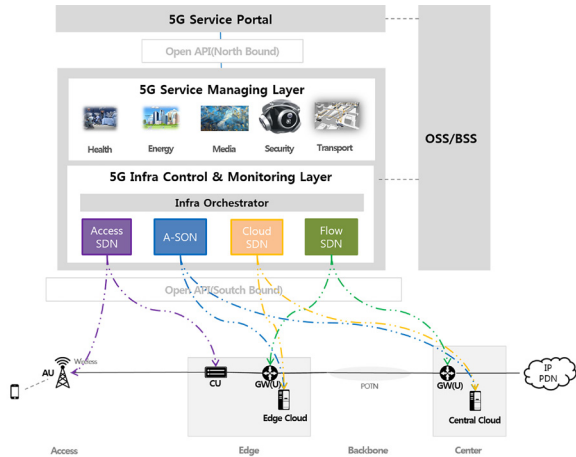


그림 8. 5G SDI 구조

〈그림 8〉은 5G를 위한 SDI의 일반적인 구조이다. SDI 구조는 사용자가 서비스를 신청, 상태확인할 수 있는 서비스 포탈과 서비스들을 관리하는 서비스 관리 계층, 그리고 인프라를 제어하고 모니터링하기 위한 인프라 제어/모니터링 계층으로 구성된다.

Infra Orchestrator를 통해 가상화된 분산형 무선코어의 각종 가상 머신(VM)들을 생성하고, 이들의 성능을 모니터링 하는 역할을 수행한다. 가장 아랫단의, Access SDN은 5G 액세스의 연결성과 플로우를 제어하는 역할, A-SON은 무선셀의 프로비저닝과 최적화 기능을 수행, Cloud SDN은 이들을 가상 네트워크로 연결, Flow SDN은 Core Network와 Access Network간 전송 계층의 논리적인 연결 구성 및 제어를 수행하는 역할을 각각 담당한다.

효율적인 5G 인프라와 서비스의 운용을 위해 이와 같이 새로운 SDI에 대한 정확한 개념 정의 및 Network Slicing 실제 운용을 위한 요구사항 구체화가 필요하다. 아울러, 중복 투자를 최소화하기 위해 기존의 OSS/BSS 수용하는 방안을 포함하여야 한다. KT는 현재 글로벌 제조사, 사업자들과 이에 대한 논의를 적극적으로 진행하고 있다.

5. 5G Network Slicing 구조 및 주요 기술

가. 5G Network Slicing 구조

Network Slicing은 기 설명된 대로, 물리적으로 하나의 네트워크를 통해 End-to-End로 논리적으로 분리된 네트워크를 만들어 특정 서비스/Use case별 지원이 가능하다.

〈그림 9〉는 서비스별 서버들도 가상화하여 해당 slice에 넣는다. 다음은 각 slice가 구성되는 예시이다.

- UHD slice에는 Edge Cloud에 CU, 5G Core (UP), Cache 서버가 가상화되어 탑재되고 Central Cloud에는 5G Core

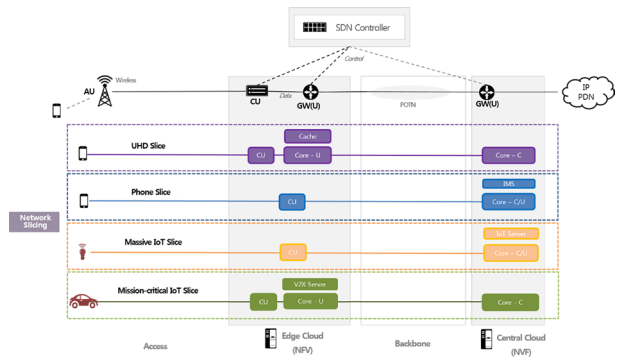


그림 9. Network Slicing 구조

(CP)가 가상화되어 탑재된다.

- Phone slice의 Central Cloud에는 Full Mobility 기능이 다 들어간 5G Core (UP, CP)와 IMS 서버가 가상화되어 탑재되고 Massive IoT slice (ex. 센서 네트워크)에는 Mobility Management는 필요 없는 가벼운 5G Core가 탑재된다.
- Mission-critical IoT slice에는 transmission delay를 최소화하기 위해 5G Core (UP)와 관련 서버 (ex. V2X 서버)가 Edge Cloud로 내려간다.

Network Slicing 구현을 위한 주요기술은 다음과 같다. 트래픽 자원을 효율적으로 사용하기 위한 C/U plane 분리구조, 비용효율적 범용서버 활용과 네트워크 노드들의 기능/성능 향상을 위한 NFV/SDN, Edge 기반으로 분산된 트래픽 처리를 위한 수평적 네트워크, 데이터 오프로딩 및 지연시간 절감을 위한 Edge Computing, 효율적인 자원 관리를 위한 Orchestration에 대해 각각 알아본다.

나. Control/User data 분리

현재 이동통신망의 장비는 S/W와 H/W가 밀접하게 결합된 형태로 구현되어 있으며 제어 계층(control plane)과 데이터 계층(data plane)이 분리되어 있지 않다. 일례로 무선 코어망의 핵심 장비 중 하나인 P-GW는 IP할당, QoS 및 과금 기능을 제공하는 고비용의 통합 장비에 해당한다. 트래픽 증가에 따른 네트워크 용량 증설을 위해 점점 고비용의 P-GW를 필요로 하기 때문에 비용 측면에서 구조적인 개선이 필요하다. 이런 고비용 구조를 개선하기 위해 5G 네트워크에서는 제어계층과 데이터 계층을 각각 따로 증설 가능한 분리 구조 도입이 필수적이다.

5G Core Network를 제어 계층과 데이터 계층으로 분리하여 가상화 환경으로 구현할 수 있으며, 이러한 분리 구조를 통해서 물리적인 네트워크 인프라를 변경하지 않고도 다양한 서비스를 효율적으로 지원할 수 있게 된다. 트래픽 증가 시에는 데이

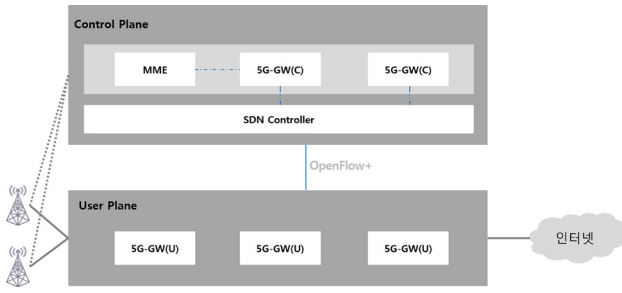


그림 10. 제어와 데이터 계층 분리

터 계층의 장비만 증설할 수 있고, 시그널링 증가 시에는 제어 계층의 장비만 선택적으로 증설할 수 있어 투자 효율성을 향상시킬 수 있다. 또한 트래픽 경로 상의 변경 및 대역폭 조정 등의 운용 관리 효율을 향상시킬 수 있으며, 전달평면을 SDN 스위치와 연계하여 고속 데이터 처리가 가능하도록 할 수 있다.

5G EPC를 제어계층과 데이터계층으로 분리하면 제어계층에는 MME, S-GW/P-GW의 제어기능을 수행하는 5G-GW(C)와 SDN controller가 해당되며, 데이터 계층에는 S-GW/P-GW의 데이터 처리 기능을 수행하는 5G-GW(U)가 해당되게 된다. 이들간의 인터페이스로는 OpenFlow의 확장을 고려하고 있다. 제어 계층과 데이터 계층의 분리를 통해 Network slice별로 5G-GW(U)를 구축할 수 있으며, 5G-GW(U) 뒷단에 DPI, Video Optimizer 등과 서비스 체인을 구성할 수도 있다.

다. NFV/SDN기반의 코어망 구조

5G Core Network는 초고속, 초저지연 및 초연결성의 특성을 갖는 다양한 서비스를 효과적으로 수용하기 위하여 S/W 기반의 네트워크가 되어야 하며, 이를 위한 기반 기술로 NFV/SDN의 가상화 기술이 필요하다. Network Slicing 등 5G 코어 기술을 위한 플랫폼으로 사용될 것으로 예상된다.

NFV는 네트워크 기능을 전용 장비로 구현하는 것을 대신하여 범용 H/W 및 S/W를 기반으로 가상화시켜 구현하는 기술이다. 전용 네트워크 장비가 아닌 가상화된 상용서버(COTS)에 S/W로 된 Network Function(Packet Core의 MME, S-GW/P-GW 등)을 VM에 탑재한다. 이를 통해 통신사업자는 CAPEX/OPEX 절감 및 네트워크의 확장성과 유연성 측면의 효과를 얻을 것으로 기대하고 있다.

SDN은 네트워크 노드 기능을 중앙집중 구조의 제어와 데이터 계층으로 분리하고 개방형 표준 인터페이스를 사용함으로써, 네트워크 응용 서비스에 유연하게 대응할 수 있도록 하는 기술이다. 관리의 복잡성을 해소하기 위하여 제어 기능을 기존 H/W에서 분리시키고, 사용자 인터페이스를 매우 단순하고 편리하게 만듦으로써 통신사업자가 쉽게 네트워크를 관리하

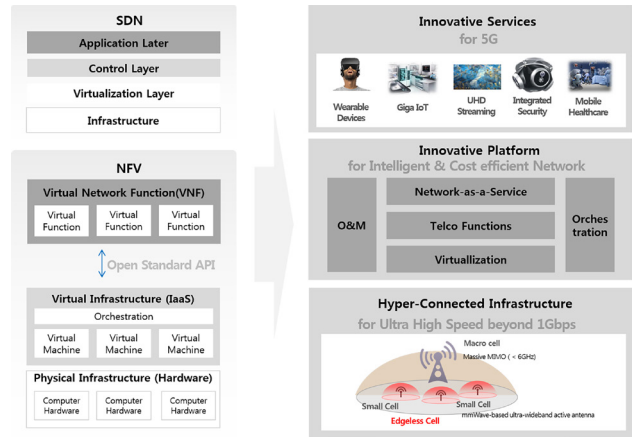


그림 11. NFV/SDN 기반 5G 네트워크 구조

고, 가상 네트워크를 생성하여 이용할 수 있도록 함으로써 5G 네트워크에서 다양하게 활용될 것으로 예상된다.

5G Core Network의 주요 기능들은 범용 서버 H/W 상에 가상화된 네트워크 기능(VNF)으로 구현될 것이며, 각 VNF에 대한 자원 할당, 재배치 및 운용 관리는 Orchestrator를 통해서 수행 된다. 이와 같이 NFV/SDN 기반의 네트워크는 S/W 기반의 구현 및 제어 체계로 기존 네트워크에 비해 확장성과 유연성이 뛰어나 다양한 서비스 수용 및 네트워크 용량 증설 등에 비용 효율적으로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

라. 분산된 수평적 네트워크 구조

기존 이동통신망은 무선접속기술과 네트워크기술의 종속성으로 인해 3G, 4G 등의 무선접속기술의 발전에 따른 별도의 기술 규격 존재로 인해 유선 네트워크 이외에 무선접속기술 세대별로 독립된 망을 구축함으로써 CAPEX/OPEX 증가 요인이 되었다. 5G Core Network는 5G 및 이후 등장할 무선접속 기술에 상관없이 모든 무선망을 수용할 수 있는 단일의 Flat architecture가 될 것으로 예상된다.

현재 이동통신망의 구조는 모바일 코어 장비(MME, S-GW, P-GW)가 central location에 배치되어 있는 집중형 구조를 이루고 있다. 집중형 구조는 경제적 투자 및 운용 관리 측면의 장점은 있지만, 급증하는 트래픽 및 지연에 민감한 서비스를 지원하기에는 한계가 존재한다. 이를 효율적으로 해결하기 위하여 네트워크 장비는 NFV 기반의 가상화 기술이 적용된 Cloud Infra형태로 구축되어야 하며, 실제 구축은 central location과 edge location에 분리 배치되는 구조가 될 것이다.

<그림 12>의 NW Architecture구조의 변화를 보면, 기본적으로 무선망에 가까운 Edge Cloud와 Central location에 위치한 Central Cloud형태로 네트워크는 진화하게 될 것이다. 이렇게

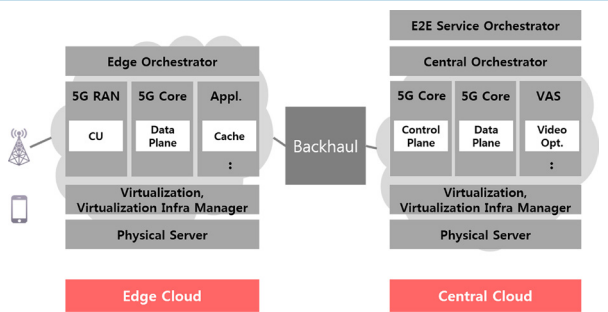


그림 12. Cloud 기반 분산형 구조

진화되는 이유는 서비스 종류의 다양화로 트래픽의 패턴 역시 다양해지고 이를 수용하기 위해서는 Cloud/가상화 기술이 보편화 될 것이기 때문이다. 이 Cloud/가상화 기술을 통해서 기존의 고정적이고 집중된 형태의 NW Architecture를 논리적으로 분리/통합하여 효율적으로 수용하게 될 것이다.

서비스 Flow와 트래픽 패턴이 다양해지는 만큼 Network Slice 별로 일부 기능은 전진 배치되어 계위를 간략화한 Edge Cloud에서 선처리 해야 하고, 또 일부는 기존대로 통신사업자의 Central Cloud에서 처리해야 하는 부분으로 나누는 것이 효율적이다.

Edge Cloud에는 Latency에 민감하거나 Central Cloud까지 트래픽이 올라갈 필요가 없는 서비스를 처리할 수 있도록 무선 Access 및 기지국에 매우 근접한 형태로 구현된다. 경우에 따라 기존 Core에서 구현되는 일부 어플리케이션 및 서비스가 전진 혹은 부분 배치 되어야 한다. 예를 들어, IoT/MTC 서비스도 Massive 서비스와 Mission Critical 서비스로 상이한 트래픽 패턴으로 구분되며, 이중에 Mission Critical 서비스에 해당되는 재난/안전 분야는 Latency에 매우 민감하므로 기존의 집중화된 Core Network 기반으로는 서비스가 불가능하기 때문에 전진 배치되고 Latency가 효율화된 Edge Cloud에서 처리되어야만 한다.

한편, Central Cloud는 Edge Cloud의 장비를 관리하는 Core Network로, Signaling 처리와 Latency에 민감하지 않은 Massive volume 서비스를 처리하는 코어망 장비, 통신사의 중요한 정책 기반과 인증, 과금, 어플리케이션 등이 가상화 되어 배치되게 된다. 주요한 정책 및 관리는 SDN 기술이 적용된 SDN controller가 특화되어 담당할 것으로 보인다

이렇게 다양해진 5G 서비스 범위를 모두 수용하고, 유연하게 확장성을 감안하여 구현하기 위해서는 가상화 기반의 Central/Edge Cloud는 중요한 요소 기술이라 할 수 있다.

마. Edge Computing

일반적으로 멀리 위치한 서버와의 물리적 거리로 인한 전송

지연(propagation delay)에 의하여 확장성 제약 및 늦은 응답 시간의 문제가 발생한다. 이를 해결할 방안의 일환으로 네트워크 edge에 소형 서버를 구축하여 콘텐츠, 서비스 및 어플리케이션을 가속화 및 빠른 응답이 가능하도록 한 것이 edge computing 기술이다. Central까지 트래픽이 흐를 필요가 없는 Network slice는 Edge computing을 통해 사용자에게 초저지연 및 광대역폭의 서비스를 제공함으로써 모바일 광대역 서비스 경험에 차별화를 제공할 수 있다.

Edge computing 구성 예로는 Local AD(지역 광고), Video Optimization, Local Cache, DPI(Application Awareness), Local Breakout GW 등이 있다. Edge Computing에 있는 대부분의 장비는 기존 Core망에 있는 일반장비를 소형화하여 전진 배치 시킨 장비들로서 특정서비스를 위해 지역기반으로 제공된다고 볼 수 있다.

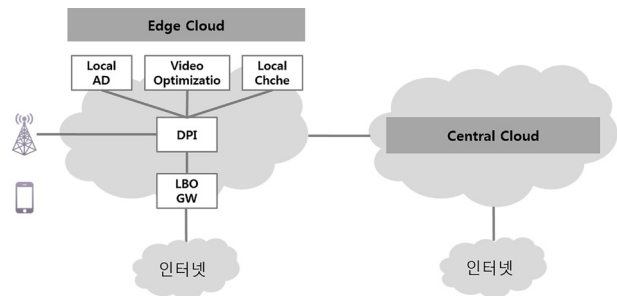


그림 13. Edge Computing 구조

Local AD는 광고 서비스를 지역별로 특화하여 제공할 수 있는 응용서비스를 말한다. 지역 기반으로 다양하게 새로운 광고 BM을 창출할 수 있을 것으로 보인다. Video Optimization은 지역별로 Volume이 크고 사용빈도가 많은 Video 트래픽을 구분하여 최적화 처리하는 솔루션을 말한다. Video 트래픽을 최적화 하는 기술은 압축/샘플링을 하여 트래픽 Volume을 줄여서 서비스 속도를 가속시키는 기술이다. Local Cache는 지역별로 트래픽이 많은 Contents Copy를 전진 배치하는 장비로서 Last mile구간에서 Latency를 줄이고, Central/Edge Core 구간에서 트래픽량을 줄여서 효율성을 가지는 솔루션을 말한다. 가입자 단말에는 속도와 서비스 품질 개선효과를 얻을 수 있으며, Contents서버 및 Backbone망의 트래픽은 Copy를 활용함으로써 트래픽량을 줄일 수 있다.

DPI는 트래픽과 서비스를 유형별로 분류하는 기반 기술로, Edge Computing을 서비스하기 위해 트래픽을 분석하여 목적지별로 트래픽 경로를 조정(Steering)하는 솔루션이다. 분석을 위해서 Analytics장비와 Application을 인지하는 Awareness

기능이 병행되는 경우가 있으며, 분석 후 트래픽을 처리하는 기능(어떤 Path로 보낼지, 아니면 트래픽을 Block할지 등)이 같이 구현되어야 한다.

Local Breakout GW는 Central Core 까지 갈 필요가 없는 트래픽을 인터넷/서비스로 바로 우회시키는 장비이며, 계위를 최적화하여 Latency를 줄이는 서비스(Critical IoT서비스, 재난망)에 사용되거나 세부적인 통신사 과금정책이 필요 없는 단순 트래픽을 처리하기 위한 관문 장비이다. 기본적으로 트래픽 Volume을 과금하는 기능과 Central Cloud로부터 사업자 정책이 반영되는 기능이 추가되어야 한다.

바. Orchestration

5G 네트워크에서는 가상화 기반 노드가 점차로 증가하게 되면서 가상화 기능의 자동화된 프로비저닝 및 가상화된 자원의 효율적 관리를 위해 Orchestration이 필요하게 된다. 또한 기존 장비와의 상호 연동 관리를 위해서도 통합 Orchestration이 필요하다. Network Slicing 활용을 극대화하기 위한 Orchestration은 정의된 서비스를 제공하기 위한 물리·가상 자원을 관리하고, 유·무선 환경이나 여러 서비스에 관계없이 통합적으로 조정하는 역할을 수행해, 비즈니스 민첩성을 높이고 신속하게 서비스를 제공할 수 있도록 한다. 프로비저닝·자동화 관리를 NFV 관리 솔루션이나 SDN controller도 수행할 수 있지만 통신사들이 운영하는 유선 서비스, 무선서비스, 비디오 서비스 등 다양한 서비스, 멀티도메인을 모두 통합적으로 관리하기 위해서는 Orchestration이 없이는 불가능하게 된다. 이를 위해 통신사업자는 Orchestration에 대한 구조 정립 및 구현 방식에 대한 연구 및 기술 확보를 위한 노력을 기울이고 있다.

통합 Orchestration의 주요 기능에는 서비스 및 자원의 라이프 사이클 관리, 워크 플로우 제공, 서비스 프로비저닝, 서비스 모니터링, SDN/NFV 자원 활성화, VNF 구성 및 분석 기능 등이 있어야 한다. 이를 통해 통신사업자는 NFV/SDN 기반 네트워크 뿐만 아니라 기존 네트워크에 대해서도 일관성 있는 정책 적용 및 효율적 운용 관리가 가능하게 된다.

6. 향후 전망

5G 네트워크 시대에는 스마트폰 기반 서비스 이외에 IoT, 고용량 미디어 콘텐츠 등 다양한 단말 기반 차별적 고객경험을 제공하는 혁신적 서비스가 출현할 것으로 예상된다. 이를 위해, 서비스 지향 Core Network로의 진화가 필요하며, 본문에서 언급된 5G Core Network 요구사항인 C/U plane 분리 구조, NFV/SDN, 분산된 수평적 네트워크, 통합 Orchestration 등을 만족하며 진화할 것으로 보인다. 특히, Network Slicing은

이러한 기술들은 구현하여 실제 서비스를 제공하는 방안으로 사용될 것이다.

표준화를 통해 Network Slicing에 관련된 요구사항 및 구조의 내용이 견고해 질 것이고 주요기술인 C/U plane 분리구조의 개념과 C/U plane 각각의 기능 및 인터페이스가 구체화 될 것으로 보인다. 범용 서버를 활용한 NFV/SDN도 가상화된 망 장비와 이를 기반으로 제공되는 다양한 네트워크 서비스들간의 연결관계가 종합적으로 관리되면서 진화할 것으로 예상된다. 특히, 통신사업자 주도로 Orchestration의 기능을 점차 강화하면서 5G Core Network 구성 관리, 제어를 통해 효율적인 망 운용을 할 것으로 예상된다.

또한, 5G Core Network를 위해서는 Network Slicing 이외에도 이동성 관리, 유무선 통합, 4G-5G 망 호환성 등의 이슈도 지속 관심을 가지고 연구 개발해야 할 것으로 보인다. 진화 관점에서도 통신사업자와 제조사의 지속적인 협력을 통해서 고객 관점에서 보다 높은 품질의 서비스를 적기에 제공하기 위해 노력해야 할 것이다.

III. 결론

5G 세상은 사람뿐만 아니라 모든 사물이 네트워크로 연결되어 고객과 산업에게 편리하고 활기찬 환경과 새로운 무대를 제공하는 사회로 발전해 나갈 것이다. 5G 세상에서는 초고속, 초연결성, 그리고 초실시간을 지원하는 5G기술이 실현되어 새로운 비즈니스가 탄생하고, 지금은 상상만 하는 모든 것들이 가능해지는 다양한 형태의 단말이 출현하는 모바일 혁명이 일어날 것이다.

이를 위해서 본고에서는 5G Core Network의 핵심기술인 'Network Slicing'에 대해 알아보았다. 필요성 및 개념, 기술 및 표준화 활동 동향, 통신사업자 입장에서의 network slicing 플랫폼 요구사항 및 기술, SDN/NFV 기반으로한 network slicing 구조를 기술하였고 향후 네트워크 진화방향을 살펴보았다.

5G 시대에 구현될 Network Slicing 개념은 아직 완성된 것은 아니며 표준화 등 고민해야 할 부분들이 많이 남아 있다. KT는 국내외 통신사, 제조사, 표준 단체의 collaboration을 통해 지속적으로 Network Slicing 개념을 구체화 해 나감은 물론, 선도적인 연구개발을 통한 구체화된 향후 진화 방안 수립 및 상용화에 한 발짝 더 가까이 갈수 있도록 노력할 예정이다.

약어정리

3GPP	3 rd Generation Partnership Project
API	Application Programming Interface
APN	Access Point Name
BSS	Business support system
CAPEX	Capital Expenditure
COTS	Commercial off-the-Shelf
C-RAN	Centralized Radio Access Network
C/U plane	Control/User plane
DECOR	Dedicated Core
DPI	Deep Packet Inspection
eMBB	enhanced Mobile Broadband
EF	Elementary Function
EPC	Enhanced Packet Core
E2E	End-to-End
GPRS	General Packet Radio Service
GW	Gateway
HMD	Head Mounted Display
HSS	Home Subscriber Server
IMS	IP Multimedia Subsystem
IMT	International Mobile Telecommunications
IoT	Internet of Things
ITU	International Mobile Telecommunications
MME	Mobility Management Entity
M2M	Machine-to-Machine
NF	Network Function
NFV	Network Function Virtualization
NGMN	Next Generation Mobile Network
OSS	Operating Support systems
O&M	Operations & Maintenance
PDN	Packet Data Network
PLMN	Public Land Mobile Network
P-GW	PDN Gateway
P-LTE	Private-LTE
QoS	Quality of Service
SDI	Software Defined Infra
SDN	Software Defined Network
SA	Service and System Aspects
S-GW	Serving Gateway
VM	Virtual Machine
VNF	Virtual Network Function

참고 문헌

[1] NGMN, “5G white paper”, Feb. 2015
 [2] NGMN Alliance: “Description of Network Slicing Concept”, 2015 (<http://www.ngmn.org/publications/technical.html>)

[3] <http://www.3gpp.org>
 [4] 3GPP TR 23.799: “Study on Architecture for Next Generation System”
 [5] 3GPP TR 22,864 “Feasibility Study on New Services and Markets Technology Enablers – Network Operation”
 [6] Report on Standards Gap Analysis, ITU, Focus groups on IMT-2020, Oct. 2015
 [7] ETSI, “Network functions virtualization (NFV); Architectural framework” GS NFV 002 V1.2.1, Dec. 2014
 [8] 5G Forum, “5G vision, requirements, and enabling technologies (ver. 1.0),” Mar. 2015.
 [9] <https://www.wikipedia.org>
 [10] <http://www.netmanias.com>

약 력



김 상 훈

2008년 조지아 공과대학교 이학석사(Computer Science)
 2008년~현재 KT 인프라연구소 5G TF 책임연구원
 관심분야: 5G 코어 네트워크(Network Slicing, C/U separation, Flat Architecture), 액티브 안테나, 광중계기, 무선백홀