

표준화 동향

5G 네트워크 표준기술



표준화 동향

5G 네트워크 표준기술



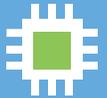
Contents

5G 네트워크 표준기술

1. 개요 및 표준범위 _ 4



2. 5G 비전 및 요구사항



5G 전망 _ 11

5G 비전 정의 _ 13

5G 서비스 시나리오 _ 13

5G 요구사항 _ 16



3. 5G 네트워크 프레임워크

5G 생태계 개념 모델 _ 21

5G 네트워크 설계 고려사항 _ 22

5G 네트워크 구조 프레임워크 _ 29



4. 5G 네트워크 표준화 동향

3GPP SA2 NextGen 표준기술 _ 37

3GPP SA5 네트워크 관리 및 가상화 표준기술 _ 42

3GPP NR 표준기술 _ 45

ITU-T FG IMT-2020 표준기술 _ 48

ETSI NFV 표준기술 _ 50

IEEE 표준기술 _ 52

IETF 표준기술 _ 54



5. 결론 및 시사점 _ 56

1. 개요 및 표준범위



지금까지와 다른 새로운 이동통신, 5G에 대한 기대가 높다.

이는 단순히 전송속도가 빠른 통신이 아니라,

처리하는 데이터의 양은 많으면서 지연시간은 최소화하는 혁신적인 기술이다.

사물인터넷, 초고화질 영상, 가상현실, 원격 진료 등 차세대 서비스의 미래가 5G에 달렸다.

국제 표준 무대에서는 이미 5G의 표준화주도권을 두고 치열한 경쟁이 시작됐다.

5G는 5세대 이동통신의 줄임말로써 공식용어라기 보다는 시장에서 통용되는 용어이다. 5G 공식용어는 2015년 10월 ITU-R 전파통신총회에서 승인된 IMT-2020이다.

2015년 ITU-R에서 발표한 IMT-2020 비전 권고에서는 (그림 1-1)에서 보듯이 5세대 이동통신을 위한 8개의 주요 기능에 대한 성능 요구사항을 정의하고 있으며 (현재는 5개를 추가하여 총 13개의 기능 요구사항을 정의), 이를 만족하는 표준후보 기술을 '17년부터 외부의 표준화단체로부터 제안을 받아 '19년 기술평가 후, '20년에 국제표준으로 채택하기로 하였다.

4G LTE 이동통신 규격을 성공적으로 개발한 3GPP는 이에 맞추어 5G 이동통신 규격 개발을 시작하였으며, 이를 위해 RAN(Radio Access Network) 워킹그룹들을 중심으로 4세대의 LTE에 비견되는 5세대 NR(New Radio)에 대한 무선 기술의 표준화 활동을 활발히 진행하고 있다(3GPP NR 표준화에 대한 자세한 설명은 본문 내 4장 3GPP NR 표준기술 참고).

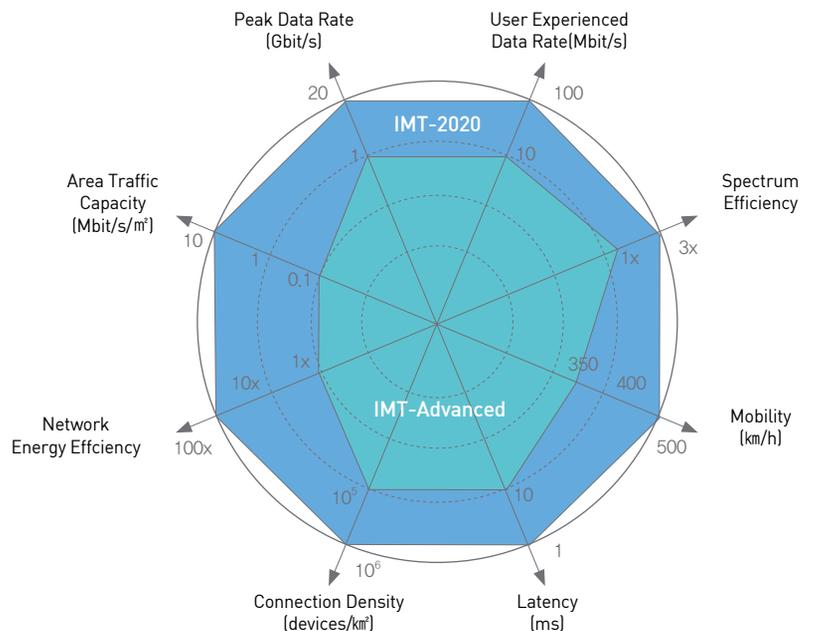
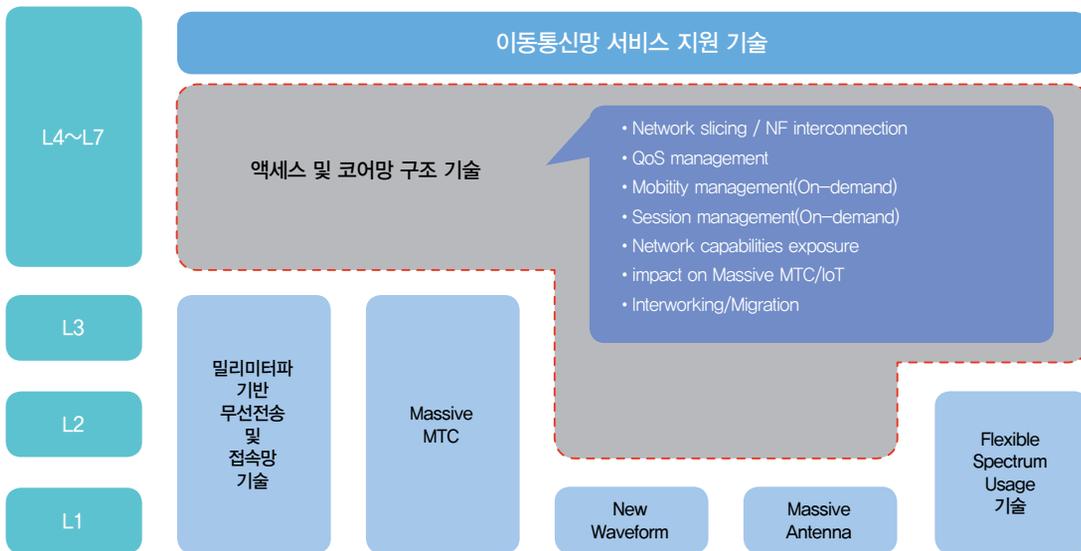


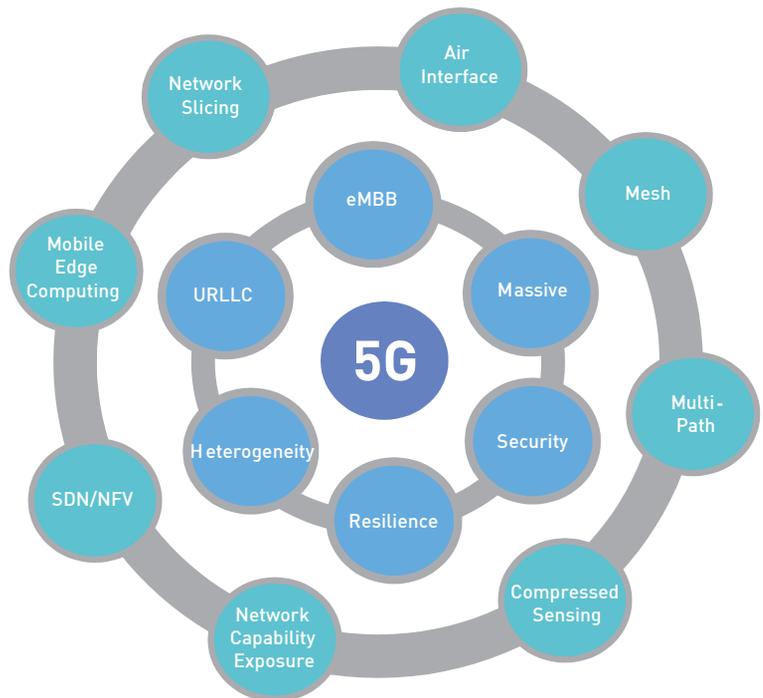
그림 1-1 | IMT-2020(5G)를 위한 8대 기능목표

한편 3GPP로 대변되는 이동통신 무선 기술분야(RAN) 표준과는 달리, 특히 5G 코어와 같은 유선 네트워크 기술 분야의 표준화는 3GPP외에도, 최근 ITU-T, ETSI, IETF, IEEE 등 여러 표준화기구에서 저마다의 공격적인 표준화 계획을 선언하고 작업을 준비 중에 있거나 이미 시작한 바 있다. ((그림 1-2)는 무선과 네트워크 기술을 모두 포괄하여 각 계층별로 필요한 5G 이동통신을 위한 기술의 표준화 범위를 도식화한 것이다.)



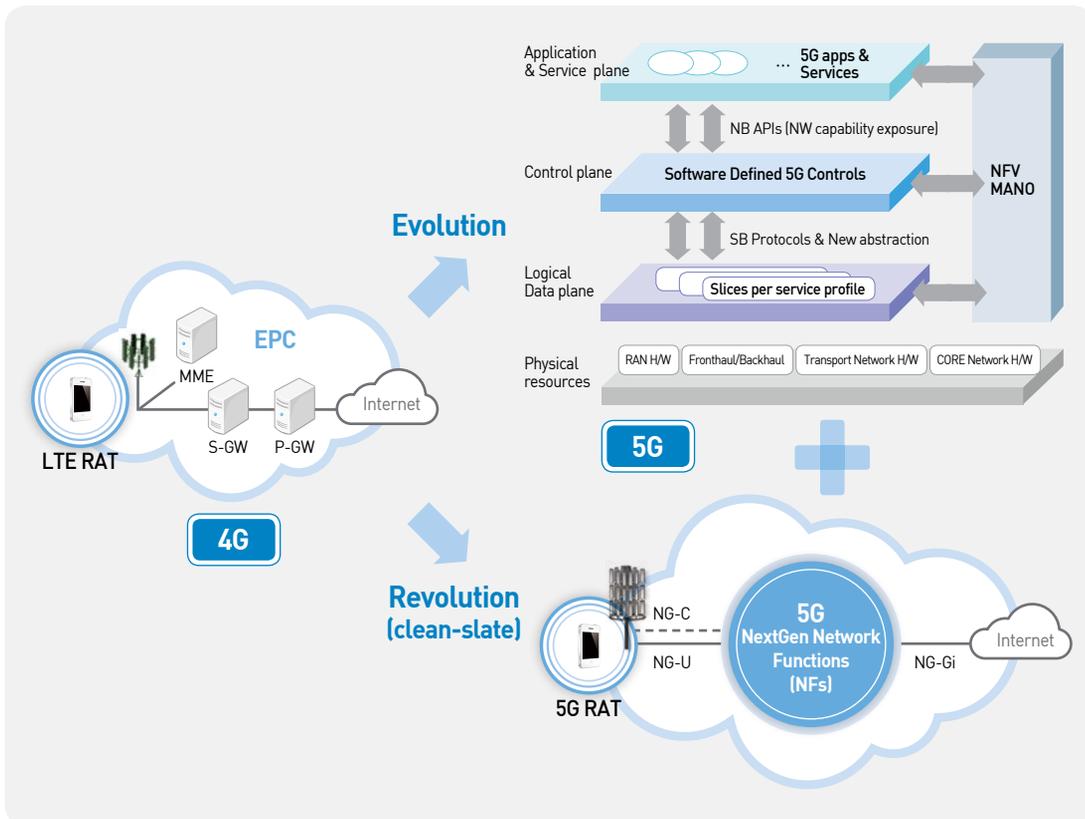
| 그림 1-2 | 5세대 이동통신을 위한 표준화 범위

이렇게 여러 표준화기구들이 전략적으로 5G 표준화에 앞장서는 이유는, 5G는 4G까지의 기술개발과는 다르게 네트워크 기술에 대한 혁신적인 기술개발 및 표준화의 선행이 병행되어야 하기 때문이다. 4G까지의 기술은 eMBB(enhanced Mobile BroadBand)와 같은 무선 기술의 전송 속도와 성능 향상에 초점을 두어 발전되어 왔지만, 5G는 (그림 1-3)에서 도식화 하였듯이 그 외의 주요한 목표들인 초저지연(URLLC: Ultra, Reliable Low Latency Communication), 초연결(MMTC: Massive Machine Type Communication), 서비스 유연성(Resilience) 및 이질성(Heterogeneity) 지원 등을 포함하여 5G 네트워크의 주요 기술적 목표 중 하나인 네트워크 운용 편의성, 신규서비스 수용 용이성, CAPEX/OPEX 절감 등을 지원해야 한다.



| 그림 1-3 | 5세대 이동통신의 주요 서비스/기능 목표 및 이를 위한 실현 기술 제안

본 보고서에서는 5세대 이동통신을 위해 제안된 네트워크 기술 표준을 살펴보고, 3GPP를 비롯한 여러 표준화기구들의 전략적 표준개발 현황을 기술한다. 본 보고서는 이를 위해 네트워크 관점의 접근 방법을 (그림 1-4)와 같이 2가지 방식으로 구분하여 이를 모두 포괄하여 기술한다. 단기적으로는 NFV와 같은 가상화 기술과 SDN 개념을 적용한 CP/UP 분리(CUPS: Control/User Plane Separation) 등을 통해 4G 코어 네트워크 구조의 성능 및 용량 개선 등 기존 표준을 확장하는 방식(Evolution)과, 중장기적으로는 5G를 위한 새로운 코어 네트워크 요구사항에 대응하는 5G 네트워크 기능(NF: Network Functions) 정의 및 통합 구조(Consolidated Architecture) 개발, 이에 따른 세부 표준 규격을 개발하는 방식(Clean-slate)을 모두 포함하여 기술한다.



| 그림 1-4 | 5G 네트워크를 위한 표준 기술 범위



2. 5G 비전 및 요구사항



“5G는 이동성 기반의 초연결 사회를 실현하기 위한 E2E 생태계다.” - NGMN 5G Vision

좁은 공간에 모인 수많은 사람들이 대용량 콘텐츠를 스트리밍하는 상황에서도, 달리는 고속 열차 안에서도, 5G는 정확한 정보를 안정적이며 빠르게 제공한다. 5G의 성공은, 수많은 서비스 시나리오들의 서로 다른 요구사항들을 실현해내는 초연결 사회의 도래를 의미한다.

5G 전망

5G는 이동성 기반의 초연결 사회를 실현하기 위한 필수적인 기술이다. 5G는 유선을 비롯하여 다양한 방법으로 접속되는 네트워크의 모든 대상들(기술, 도메인, 계층, 장비/기기, 사용자 인터랙션 등)이 고도로 융합된 단대단(End-to-End, E2E) 시스템이 될 것으로 예상되고 있다. 향후 5G시대가 도래하면서, 트래픽의 집중성과 규모, 연결성이 엄청나게 증가할 뿐만 아니라 광범위한 이용 시나리오와 비즈니스 모델이 출현할 것으로 보인다. 또한 새로운 무선 인터페이스 기술의 도입, 광범위한 IoT 도입이나 초저지연 통신 실현에 따른 새로운 서비스들이 등장하게 될 것이다.

비즈니스 영역별 관점에서 본 5G 전망은 다음과 같다.

소비자 관점

5G에서도 스마트폰은 성능이 향상되며 여전히 개인 단말의 주류가 될 것이다. 웨어러블이나 각종 센서들의 도입으로 개인 단말의 수는 더욱 늘어날 전망이다. 클라우드 기술과의 융합으로 개인 단말에서 제공할 수 있는 응용들의 범위와 능력도 확장되어서, 개인 단말들은 가전제품, 자동차, 기타 기기들에 대한 제어뿐만 아니라, 보건, 의료, 안전, 사회생활 등에서 중요한 역할을 맡을 것이다.

기업 관점

기업 비즈니스 트렌드도 앞에서 기술한 바와 같은 소비자 관점에서의 트렌드와 유사할 것이다. 점점 더 많은 기업용 응용 서비스들이 모바일 기기들에서도 제공될 것이고 클라우드 기반 서비스들의 보편화로 응용 서비스들이 여러 기기와 도메인들에 걸쳐 이식됨에 따라서 기업들은 새로운 업무 효율성 증대 및 사업 기회를 창출할 수 있을 것이다. 다만, 보안, 정보보호, 성능 등의 관리 문제는 해결되어야 할 과제이다.

수직적 산업 관점

이동통신의 다음 주요 영역은 수직적 산업¹⁾들에 대한 MTC(Machine Type Communication)와 IoT에 의해 대표되는 이동성 제공과 자동화이다. 수백억 개의 스마트 기기들은 내장된 통신 능력, 센서, 지능화된 원격 조정 등을 이용할 것이다. IoT는 각 종류별로 여러 측면에서 다양한 네트워크 요구사항을 갖는다. 보건/의료, 자동차, 가정, 에너지 등을 비롯하여 각 수직적 산업 분야에서 새로운 서비스를 창출하기 위해서는 연결성에 대한 제한이 없어야 하는 것은 물론 클라우드 컴퓨팅, 빅 데이터, 보안 등과 같은 능력들도 네트워크를 통해 제공되어야 한다.

파트너십 관점

패키지화된 서비스를 제공하기 위한 OTT(Over The Top)와 같은 형태의 파트너십 비즈니스는 저지연, 근접 서비스 지원, 위치 기반 서비스 지원, 통합 인증 등과 같은 향상된 5G 네트워크 능력을 더욱 유연하고 프로그램 가능한 방법으로 이용하는 응용들을 on-demand 형태로 제공할 것이다.

인프라 관점

네트워크를 구축하고 관리하는 방식이 SDN, NFV, 빅 데이터, 클라우드 등과 같은 기술들을 활용해 고도로 유연한 인프라를 운영할 수 있도록 바뀔 것이다.

서비스 관점

현재 이동통신 사업자들이 제공하고 있는 대부분의 서비스들은 품질과 능력 면에서 더욱 고도화될 것이고, 다양한 산업, 스마트 환경, 공공 안전 등과 같은 분야에서 새로운 서비스들이 출현할 것이다. 이 밖에도 빅 데이터, 근접 제공, 지역 공동체 서비스 능력 등을 활용하는 많은 서비스들이 나올 것이다.

1) 수직적 산업은 제조업과 ICT의 융합, 자동차와 ICT의 융합, 스마트 헬스케어 산업 등 전통적 산업군과 ICT의 융합으로 나타난 산업군을 뜻함.

5G 비전 정의

비즈니스 관점에서 전망해본 것과 같이 5G에서는 새로운 서비스 시나리오들과 비즈니스 모델들이 가능하다. NGMN은 서비스 시나리오와 비즈니스 모델의 발굴, 요구사항의 도출, 네트워크 구조 설계 등을 위해 5G 비전을 다음과 같이 정의하였다.

“5G는 이동성 기반의 초연결 사회를 실현하기 위한 E2E 생태계이다. 5G는, 현존하는 서비스 시나리오와 앞으로 출현할 서비스 시나리오를 통해서, 일관되게 느끼도록 인도되어서, 지속 가능한 비즈니스 모델들에 의해서 실현되어서, 고객과 파트너들이 가치를 창출할 수 있도록 한다.” - NGMN 5G Vision

5G 서비스 시나리오

5G 세상에서 사용자들이 경험할 수 있는 다양한 서비스 시나리오들은 크게 8가지 부류로 분류할 수 있다.

밀집 지역에서의 광대역 액세스

제한된 공간에 많은 단말이 밀집되어 있는 지역을 밀집 지역이라고 한다. 이 서비스 시나리오는 밀집 지역에서 많은 인원이 대용량 멀티미디어 콘텐츠를 업로드하거나 스트리밍 서비스로 제공받아 단위 면적 당 트래픽 볼륨도 상당히 높을 때, 이를 위한 5G 서비스 시나리오를 말한다. 단위 면적 당 사용자가 많더라도 증강현실, 멀티-사용자 인터랙션, 3D 서비스 등과 같은 광대역 액세스 서비스가 가능해야 한다. 또한 일관되고 개인화된 서비스들을 제공하기 위한 상황 인지 능력이 중요하다.

언제 어디서나 제공되는 광대역 액세스

언제 어디서나 최소 50Mbps의 대역폭은 보장되어야 하는 서비스 시나리오들로서 5G는 인구 밀도나 ARPU(Average Revenue Per User)가 지극히 낮은 지역에서도 저비용으로 제공할 수 있어야 한다.

고속 이동성 관련 서비스 시나리오들

고속 열차, 자동차, 항공기 등에서 이동 서비스를 제공하는 시나리오들이다. 고속 열차의 경우 500 Km/h의 속도에서 1,000 명 정도의 승객에게 만족할 만한 서비스를 제공하는 것을 목표로 한다. 특히, E2E(End-to-End) 지연 시간에 민감한 초저지연 응용들에게 만족할 만한 서비스 품질을 보장해주는 것이 해결되어야 할 과제이다.

Massive IoT

5G를 통해 사람이 휴대하는 단말기 뿐 아니라 생활 속 모든 디바이스를 네트워크에 연결하여 정보를 생성하고 공유하는 초연결 네트워크 환경을 Massive IoT라 한다. 스마트시티처럼 매우 높은 밀도로 밀집된 다양한 특성을 갖는 기기들을 하나의 공통 네트워크 인프라와 인터워킹 프레임워크로 통합 운영할 때의 시나리오들이 여기에 속한다. 또한 항공기, 드론, 자동차 등을 이용한 모바일 비디오 감시 서비스 시나리오들, 스마트 웨어러블 관련 서비스 시나리오들 역시 이 부류에 속한다.

Extreme 실시간 통신 서비스

사람의 탑승유무와 관계없이 스스로 인식, 판단하는 자율 주행 차량은 주변 환경을 파악하고 판단하기 위해 극단적으로 짧은 무선 통신 지연 및 높은 신뢰성을 필요로 한다. 이와 같이 자율 주행, 원격 컴퓨팅, 촉각(tactile) 인터넷 등과 같이 극도로 높은 전송률, 이동성, 신뢰성, 저지연성 등 1 msec 미만의 실시간 반응을 요구하는 서비스 시나리오들이 이 부류에 속한다.

생명 관련 통신 서비스

위험·재난 지역을 다수의 센서를 통해 모니터링 하고 공공안전망과 연동시켜 피해를 최소화하고 빠른 구조가 가능하도록 하는 것도 5G의 중요한 서비스다. 또한 응급상황이 발생했을 때는 환자의 상황 데이터를 병원에 전달하고

필요한 조치를 가능하도록 만들어야 한다. 이와 같은 공공안전 및 긴급구조 서비스, 재난·재해 관련 서비스 시나리오들이 생명 관련 통신 서비스 부류에 속한다. 5G를 통해 전달되는 정보는 높은 신뢰성을 갖고 전송되어야 하며 네트워크 구축 및 유지에 있어서 비용 효율성도 요구된다.

초고신뢰 통신

제조업에서 농업에 이르기까지 고신뢰 MTC를 기반으로 하는 서비스 시나리오들, Smart Grid, 자동화된 교통 제어 및 운전, 로봇 및 드론 제어, eHealth, 원격 수술 등과 같이 초저지연성을 추가로 요구하는 원격 동작 및 제어 서비스 시나리오들이 여기에 속한다.

방송형 서비스

지금까지의 방송형 서비스들은 대부분 단방향성(다운링크)이었으나, 향후에는 인터랙티브 서비스를 위한 피드백 채널(업링크)을 제공하게 될 것이다. 실시간 또는 비실시간 서비스가 모두 가능하고 지리적인 위치 기반 또는 다수의 사용자들의 주소 기반으로 서비스가 제공될 것이다. 특정 영역에 있는 가입자들은 사용하는 단말이나 접속하고 있는 네트워크와 관계없이 동시에 뉴스 및 정보를 받을 수 있다.

5G 요구사항

사용자 체감 품질에 대한 요구사항

사용자 체감 데이터 전송률, E2E 지연 및 이동성에 대한 각 서비스 시나리오 부류별로 요구사항은 <표 2-1>과 같다.

Use case category	User Experienced Data Rate	E2E Latency	Mobility
Broadband access in dense areas	DL: 300 Mbps UL: 50 Mbps	10 ms	On demand, 0-100 km/h
Indoor ultra-high broadband access	DL: 1 Gbps, UL: 500 Mbps	10 ms	Pedestrian
Broadband access in a crowd	DL: 25 Mbps UL: 50 Mbps	10 ms	Pedestrian
50+ Mbps everywhere	DL: 50 Mbps UL: 25 Mbps	10 ms	0-120 km/h
Ultra-low cost broadband access for low ARPU areas	DL: 10 Mbps UL: 10 Mbps	50 ms	on demand: 0-50 km/h
Mobile broadband in vehicles(cars, trains)	DL: 50 Mbps UL: 25 Mbps	10 ms	On demand, up to 500 km/h
Airplanes connectivity	DL: 15 Mbps per user UL: 7.5 Mbps per user	10 ms	Up to 1000 km/h
Massive low-cost/ long-range/ low-power MTC	Low(typically 1-100 kbps)	Seconds to hours	on demand: 0-500 km/h
Broadband MTC	See the requirements for the Broadband access in dense areas and 50+Mbps everywhere categories		
Ultra-low latency	DL: 50 Mbps UL: 25 Mbps	<1 ms	Pedestrian
Resilience and traffic surge	DL: 0.1-1 Mbps UL: 0.1-1 Mbps	Regular communication: not critical	0-120 km/h
Ultra-high reliability & Ultra-low latency	DL: From 50 kbps to 10 Mbps; UL: From a few bps to 10 Mbps	1 ms	on demand: 0-500 km/h
Ultra-high availability & reliability	DL: 10 Mbps UL: 10 Mbps	10 ms	On demand, 0-500 km/h
Broadcast like services	DL: Up to 200 Mbps UL: Modest(e.g. 500 kbps)	<100 ms	on demand: 0-500 km/h

| 표 2-1 | 사용자 체감 품질에 대한 요구사항 [출처 : NGMN]

시스템 성능 요구사항

각 시나리오 부류별 시스템 성능 요구사항은 <표 2-2>와 같다.

Use case category	Connection Density	Traffic Density
Broadband access in dense areas	200–2500 / km ²	DL: 750 Gbps / km ² UL: 125 Gbps / km ²
Indoor ultra-high broadband access	75,000 / km ² (75/1000 m ² office)	DL: 15 Tbps / km ² (15 Gbps / 1000m ²) UL: 2 Tbps / km ² (2 Gbps / 1000m ²)
Broadband access in a crowd	150,000 / km ² (30,000 / stadium)	DL: 3.75 Tbps / km ² (DL: 0.75 Tbps / stadium) UL: 7.5 Tbps / km ² (1.5 Tbps / stadium)
50+ Mbps everywhere	400 / km ² in suburban 100 / km ² in rural	DL: 20 Gbps / km ² in suburban UL: 10 Gbps / km ² in suburban DL: 5 Gbps / km ² in rural UL: 2.5 Gbps / km ² in rural
Ultra-low cost broadband access for low ARPU areas	16 / km ²	16 Mbps / km ²
Mobile broadband in vehicles (cars, trains)	2000 / km ² (500 active users per train x 4 trains, or 1 active user per car x 2000 cars)	DL: 100 Gbps / km ² (25 Gbps per train, 50 Mbps per car) UL: 50 Gbps / km ² (12.5 Gbps per train, 25 Mbps per car)
Airplanes connectivity	80 per plane 60 airplanes per 18,000km ²	DL: 1.2 Gbps / plane UL: 600 Mbps / plane
Massive low-cost/long-range/low-power MTC	Up to 200,000 / km ²	Non critical
Broadband MTC	See the requirements for the Broadband access in dense areas and 50+Mbps everywhere categories	
Ultra-low latency	Not critical	Potentially high
Resilience and traffic surge	10,000 / km ²	Potentially high
Ultra-high reliability & Ultra-low latency* (* the reliability requirement for this category is described in Section 4.4.5	Not critical	Potentially high
Ultra-high availability & reliability* (* the reliability requirement for this category is described in Section 4.4.5	Not critical	Potentially high
Broadcast like services	Not relevant	Not relevant

| 표 2-2 | 시스템 성능 요구사항 [출처 : NGMN]

단말 요구사항

- 5G 단말은 경우에 따라서 다른 단말들에 대한 능동적 릴레이 역할을 하거나 네트워크에 의해서 제어되는 D2D(Device-to-Device) 통신을 지원해야 한다.
- 5G 단말은, 단말 타입 별로 미리 정해진 정형화된 서비스를 제공하는 것이 아니라, 필요시에는 언제라도 서로 다른 서비스들(네트워크 슬라이싱)을 제공하기 위하여 논리적 분리가 가능하도록, 단말 능력, 사용되는 접속 네트워크 기술 및 전송 프로토콜, 일부 하위 계층 기능 등을 프로그램 하고 구성할 수 있어야 한다.
- 스마트 기기들은 멀티 모드(TDD/FDD/mixed) 뿐만 아니라 멀티 밴드를 지원해야 한다. 고속 데이터 전송률을 얻기 위해서는 개별 밴드 성능이나 네트워크 성능에 영향을 주지 않으면서 복수의 밴드를 동시에 사용할 수 있어야 한다. 또한 서로 다른 무선 접속 기술과 캐리어로 전송되는 데이터 플로우들을 한 데 묶을 수 있어야 한다.
- 스마트폰의 경우 최소 3일, 저비용 MTC 기기의 경우 최장 15년의 전원 효율이 요구된다.
- 시그널링과 관련된 무선 자원과 에너지 소비가 최소화 될 수 있도록 L1 제어 정보와 같이 네트워크 기능과 관련된 시그널링은 필요시에만 송신하도록 해야 한다.

서비스 요구사항

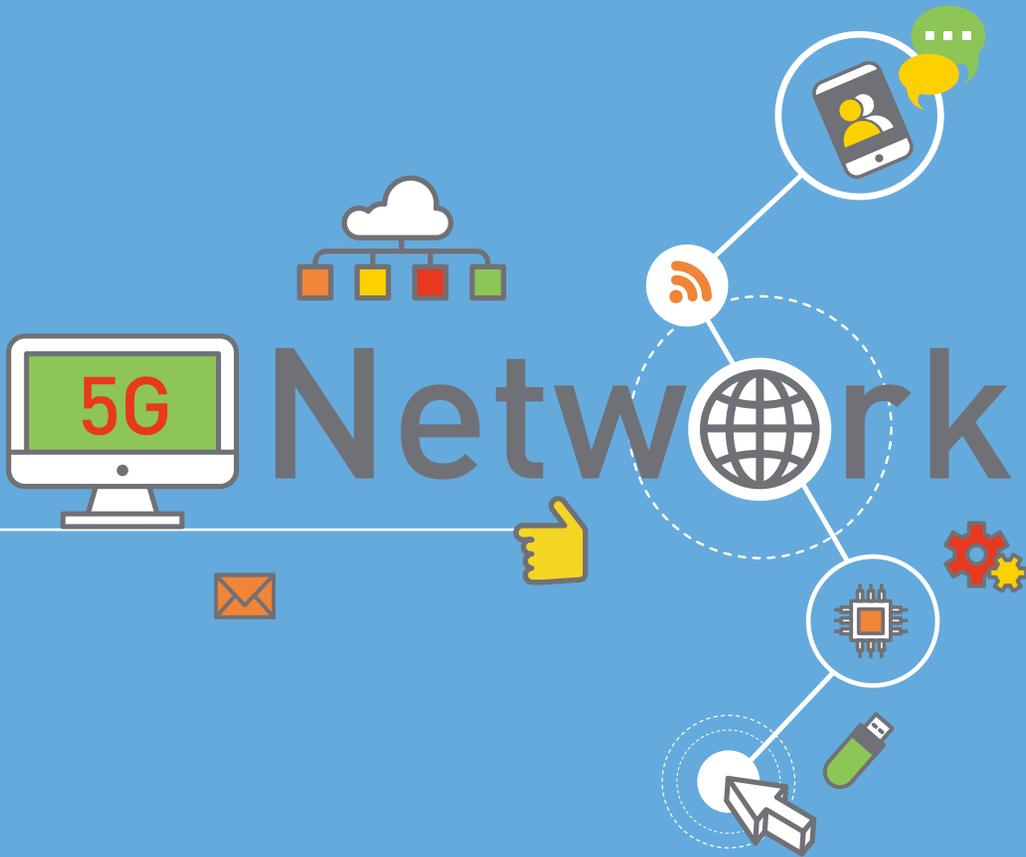
- 새로운 5G 무선 접속 기술을 비롯하여 3GPP LTE/LTE-Advanced 등 이종의 RATs(Radio Access Technologies)가 혼재된 환경에서 단말의 이동에 따라 접속하는 RAT이 종류와 수가 바뀌더라도 사용자 관점에서는 끊임 없는 연결성이 제공될 수 있는 access-agnostic 공통 코어 네트워크가 요구된다.
- 즉시적이고 개인화된 서비스를 위해 위치와 같은 상황인식 정보는 매우 중요하다. 5G에서는 80% 정도의 경우에 10m ~ 1m의 정확도(실내의 경우에는 1m 이내)를 갖는 3차원 공간 위치정보가 네트워크 기반으로 제공되어야 한다.

- 5G 네트워크는 재난·재해의 경우뿐만 아니라 일상적인 긴급구조 통신이나 공공 안전 등을 위한 주요 통신 수단으로 사용된다. 따라서 탁월한 네트워크 회복력과 고가용성은 최소 서비스를 보장하기 위한 필수 요구사항이다.
- 5G의 초고신뢰 서비스 시나리오들은 99.999% 이상의 고신뢰성을 요구한다.

네트워크 운영 및 관리 요구사항

- 비용 효율성, 에너지 효율성, 혁신 및 개선의 용이성, 도입의 용이성 등이 요구된다.
- 5G 네트워크의 중요 특징 중 하나는 많은 서비스 시나리오들의 서로 다른 요구사항들이 동시에 제공되어야 한다는 것이다. 기술의 생애주기 동안 최대의 유연성과 확장성을 보장하기 위해서 5G 시스템 설계는 네트워크 구성 요소들뿐만 아니라 네트워크 도메인들에 대해서도 기능적인 분리를 도입해야 한다.
 - 코어 네트워크(Core Network, CN)와 RAN(Radio Access Network)는 RAT agnostic 구조를 위해서 기능적으로 분리되어야 한다.
 - 모든 네트워크 도메인에서 네트워크 구성 요소들의 HW와 SW 기능들은 분리되어야 한다.
 - 개별 장비나 네트워크 도메인에 대한 변경이 다른 네트워크 요소들에 대한 변경을 초래해서는 안 된다.
 - 실시간 및 on-demand 네트워크 구성과 자동화된 최적화는 유연성 및 비용 효율적인 네트워크 운영을 제공하도록 해야 한다.
- 5G 시스템은 유·무선 융합 서비스 제공을 위한 통합된 사용자 인증, 가입정보 관리, SLA에 따른 사용자 정책 관리 등을 제공해야 한다.
- 이밖에도 운영 상황인식, 운영의 효율성, ARPU가 매우 낮은 지역이나 MTC 서비스들에 대한 초저비용 네트워크 운영 등이 요구된다.

3. 5G 네트워크 프레임워크

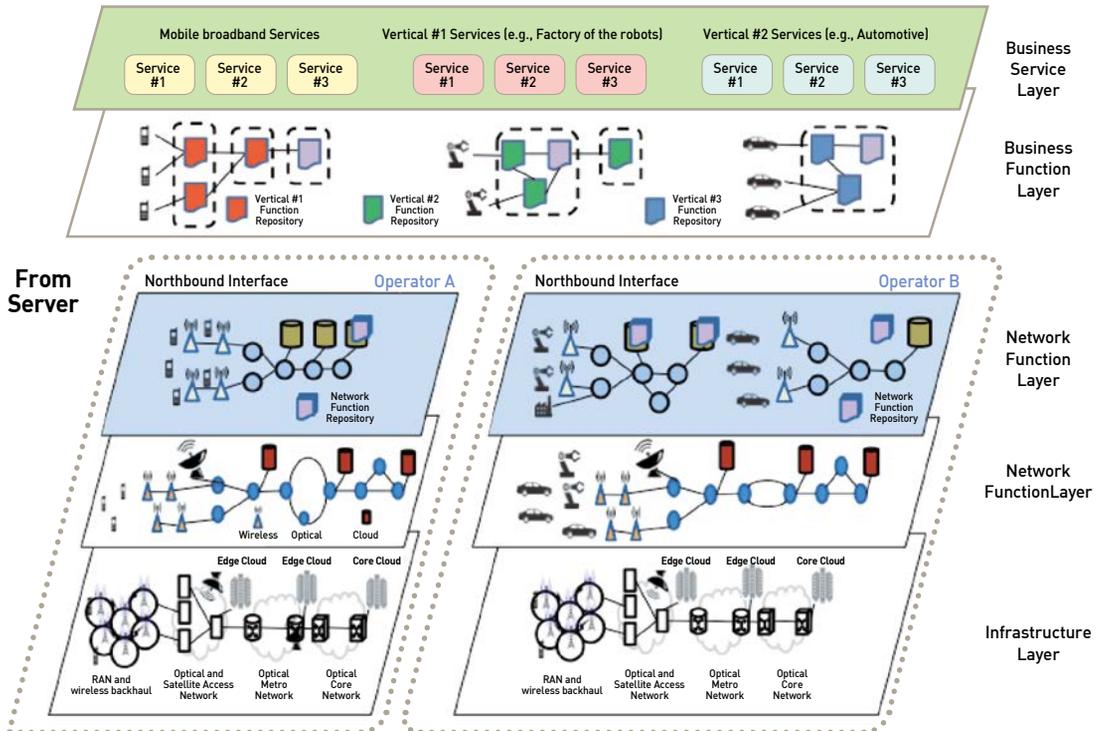


5G는 기존의 모바일 네트워크 기술 외에도 유선 네트워크, 클라우드 및 가상화, 다양한 서비스의 손쉬운 제공 등이 종합적으로 융합된 새로운 정보통신 인프라다. 진화된 무선 성능 뿐 아니라 크게 향상된 E2E유연성, 네트워크 슬라이스 개념 등은 이전의 네트워크와 5G를 구분 짓는 중요한 요소다.

5G 생태계 개념 모델

앞에서 살펴본 바와 같이 5G 네트워크는 새로운 수많은 서비스들의 창출을 가능하게 하는 저비용, 고효율의 생태계를 구축할 것으로 기대된다. 5G 인프라는, IoT 등과 결합하여 교통, 에너지, 의료 분야를 비롯하여 다양한 산업 분야의 수직 마켓을 지원할 수 있는 최적화된 네트워크 솔루션을 제공해야 한다. 이를 위해, 이전의 모바일 네트워크의 진화와는 다르게 네트워킹 인프라의 혁신뿐만 아니라 컴퓨팅 인프라와의 융합이 요구된다.

5G 생태계 전체적인 관점에서 본 구조적인 프레임워크에 대해서 NGMN을 비롯하여 많은 단체에서 각자의 시각으로 본 다양한 연구결과들을 내놓고 있다. 용어나 접근 방식에 대한 차이가 존재하지만 개념적으로는 일정 부분 공통된 방향성을 가지고 있다고 분석된다.



| 그림 3-1 | 5G 생태계 개념 모델 [출처 : 5G PPP]

5G PPP에서 생각하는 5G 생태계는 (그림 3-1)에서 보이는 바와 같이, 서비스 제공자가 네트워크와 컴퓨팅 인프라 자원에 on-demand로 접속하여 사용할 수 있도록, 인프라 제공자는 사용자에게 상향 인터페이스를 통해서 멀티테넌시와 멀티 서비스 지원이 가능한 인프라를 서비스로 제공한다. 여기에서 가장 상위 계층인 비즈니스 서비스 기능 계층은 비즈니스 프로세스를 구체화하고 이에 필요한 애플리케이션 기능들의 제공을 담당한다. 이때 서비스 제공자는 하나 또는 다수의 통신 사업자를 통해서 자신의 서비스를 제공한다.

위와 같은 5G 생태계 제공을 위해, 통신 사업자는 다양한 비즈니스 목표들을 실현하기 위해 필요한 수많은 능력(capability)들을 제공해야 한다. 동시에 각 비즈니스의 개별적인 요구사항에 최적인 서비스를 제공하기 위한 논리적인 네트워크들을 on-demand로 구성하고 적절한 컴퓨팅과 네트워크 자원을 할당하는 오케스트레이터 기능을 필요로 한다. 네트워크 슬라이스라고 불리는 이러한 논리 네트워크는, 지금까지의 이동통신망과 5G를 구분하는 중요한 개념이다.

5G 네트워크 설계 고려사항

5G 네트워크는 매우 유연하고 프로그래밍 가능한 E2E 연결이며, 시간, 위치, 상황인식 뿐 아니라 애플리케이션과 서비스까지 인식하는 인프라를 목표로 하고 있다. 5G 구조는 서비스 시나리오의 다양한 요구조건을 만족시켜 새로운 비즈니스 기회를 제공할 뿐만 아니라 다음 항목을 통해 경쟁력을 가지는 기술이 될 것이다.

- 효율적인 네트워크 슬라이싱 구현
- 사용자 서비스와 운영 서비스를 동시에 고려
- 내재된 소프트웨어화 지원
- 통신과 컴퓨팅의 통합
- 이종 기술의 통합

따라서 5G 네트워크 설계는 네트워크 사용을 최적화하기 위한 유연성이 기본이 되어야 하고, 다양한 서비스를 신속하고 비용 효율적으로 도입하거나 스케일링 할 수 있도록 모듈화 된 네트워크 기능들의 구조로 이루어지는 것이 바람직하다.

즉, 5G 네트워크는, eNB, P-GW, S-GW, MME 등과 같이 정형화된 기능을 수행하는 물리적인 네트워크 노드들로 구성되는 지금까지의 이동통신 네트워크 개념과는 다르다. 네트워킹 기능들은 물론 컴퓨팅 기능들도 포함하여 다양한 서비스 제공을 위해 필요한 모든 기능들을 필요시 적재적소에 최적화하여 실행한다는 패러다임 변화가 전제되어야 한다. 즉 필요한 기능들의 소프트웨어화를 통한 가상화, 이를 바탕으로 한 다양한 네트워크 슬라이스의 on-demand 구성 및 관리 개념의 도입 등이 5G 네트워크의 중요한 특징이 된다.

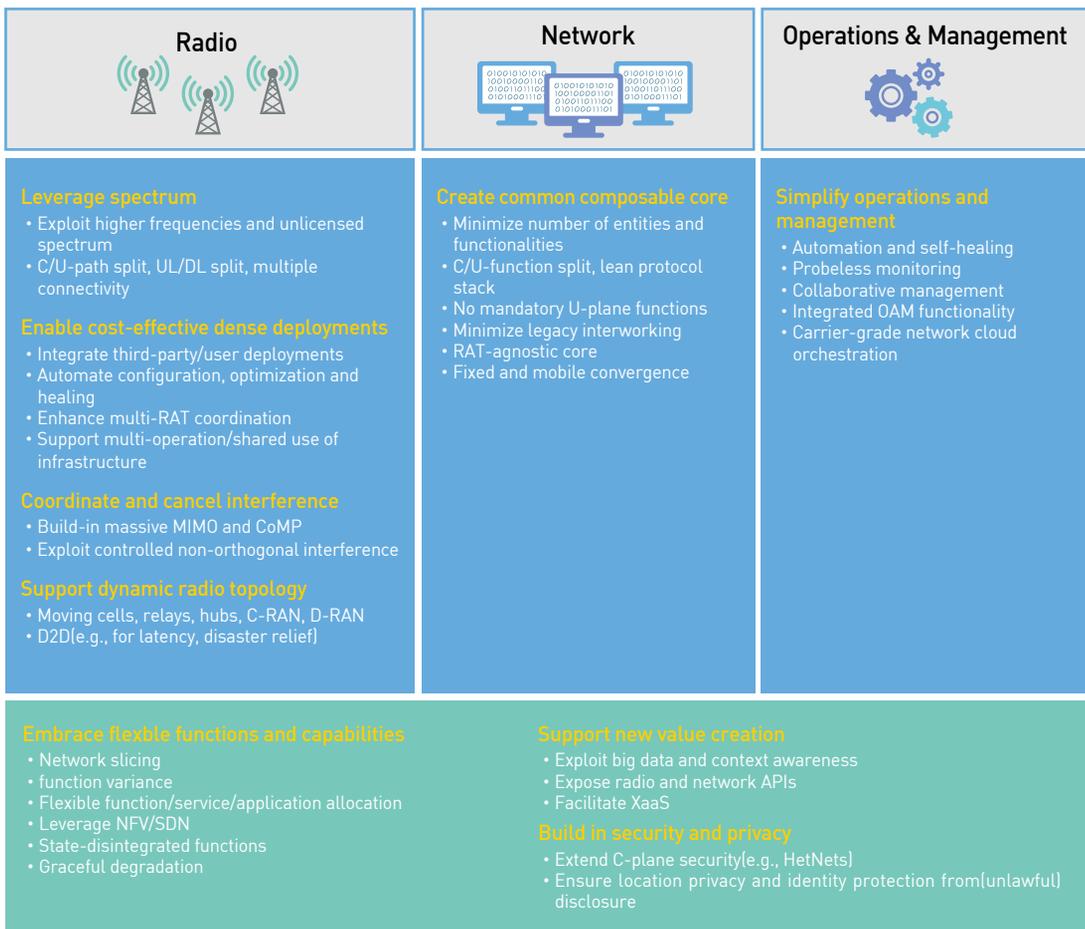
이러한 특징을 갖기 위해선 수많은 난제를 해결해야 한다. 지금까지의 이동통신 네트워크 설계에서 중요한 이슈로 다루어져 왔던 이동성 지원, 세션 관리 등의 전통적인 기술적 문제들뿐만이 아니다. 네트워크 기능들의 분리, 고도로 유연한 환경을 제공하기 위한 사용자 평면과 제어 평면의 분리, 네트워크 도메인(RAN과 코어 네트워크, 전송망과 모바일 코어, 네트워크와 서비스 등)간 경계 분리, 가상화된 네트워크 기능들의 오케스트레이션, 생애주기 관리(life cycle management, LCM), 인프라 자원의 할당 등과 관련된 수많은 새로운 문제들이 있다.

추가된 복잡성(많은 새로운 인터페이스, 새로운 네트워크 관리 기능들, 보안 문제)을 비롯하여 새로운 패러다임을 수용하기 위한 5G 네트워크 구조 설계 연구들이 진행되고 있으나, 아직까지는 추상적인 개념을 정리하는 단계이다. 각 연구자들은 자신의 기술적 전문성을 배경으로 서로 다른 관점에서 5G 네트워크 시스템 구조를 제안하고 있는데, 전통적인 네트워크 장비 산업계와 NFV, SDN 등을 비롯한 컴퓨팅 소프트웨어 산업계가 생각하는 시스템 구조에는 커다란 인식차가 존재한다. 5G 네트워크는 네트워크와 컴퓨팅의 융합이어야 하므로 두 진영 간의 주도권 다툼이 아닌, 합리적인 구조가 도출되어야 한다.

5G 네트워크 구조는 서비스, 인프라, 컴퓨팅, 소프트웨어화, 슬라이싱 등과 같은 새로운 개념들이 도입된 다양하고 복잡한 시스템 구조다. 따라서 하나의 관점으로 정의된 구조로 모든 것을 설명하는 것은 어려우며, 몇 가지 관점으로 나누어 각 관점에서 보는 5G 시스템 구조를 먼저 정의하는 것이 바람직하다.

모바일 네트워크 관련 고려사항

2장에서 기술한 요구사항들을 반영하기 위한 5G 모바일 네트워크 설계 고려사항은 (그림 3-2)와 같다.



| 그림 3-2 | 5G 모바일 네트워크 설계 고려사항 [출처 NGMN]

5G를 대표하는 특징인 네트워크 슬라이싱은 공통으로 사용되는 물리적인 인프라에서 다수의 논리적인 네트워크들의 운영을 가능하게 한다. 따라서 5G에서 요구되는 넓은 범위의 서비스 시나리오들을 만족시키는 유연성을 제공한다.

네트워크 슬라이싱은 네트워크 기능들과 무선 접속 기술(RAT: Radio Access Technology)들로 구성된다. NGMN은 코어 네트워크(Core Network, CN)와 RAN을 포함한 전반적인 시스템 설계 개념을 언급하기 위해 “E2E 네트워크 슬라이싱”이라는 용어를 사용한다. 네트워크 슬라이싱 관련 설계 고려사항은 다음과 같다.

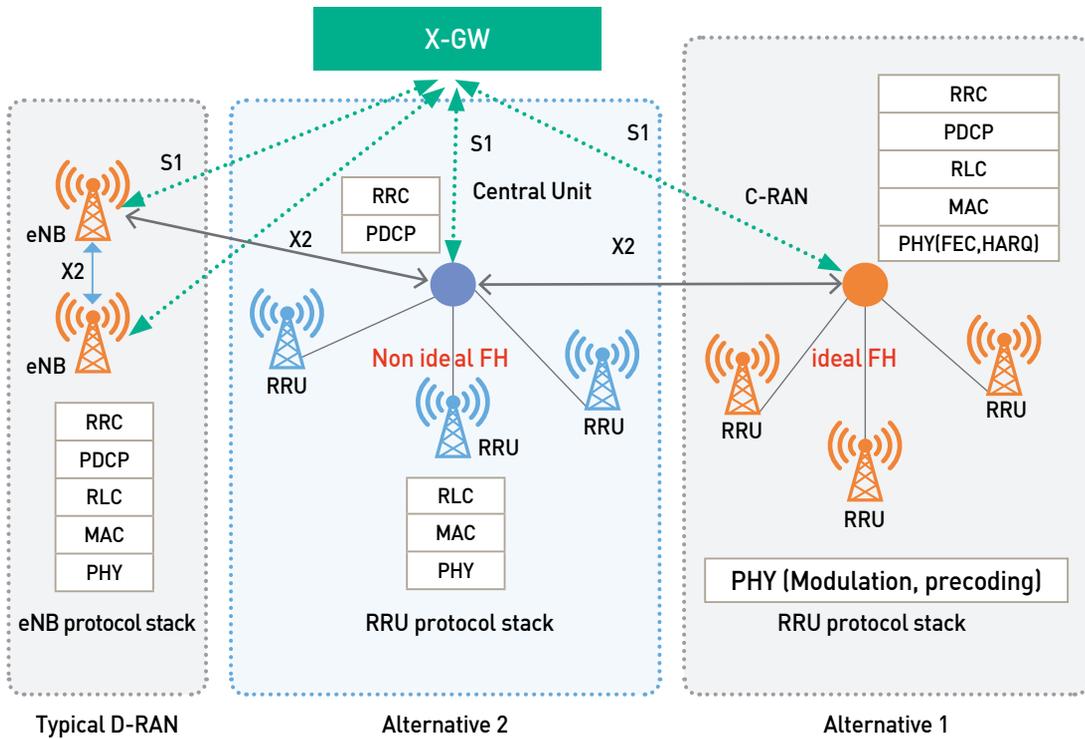
- 인프라 자원의 효율적인 공유 및 재사용
- 서비스 및 트래픽 특성에 따른 슬라이싱 구성
- 5G 네트워크 구성요소로서의 슬라이싱 정의
- 슬라이싱들 간의 분리 및 독립성
- 슬라이싱에 특화된 관리

무선 접속 네트워크와 코어 네트워크 외에도 데이터 전송에 있어서의 유연성을 지원하기 위해 다음 3가지가 요구된다.

- 패킷화된 CPRI(Common Public Radio Interface)
- 차세대 FH(Front Haul) 인터페이스(RAN에서의 새로운 기능분리)
- 동적 구성이 가능한 대용량 BH(Back Haul)

다양한 서비스 시나리오 요구사항들 뿐만 아니라 이러한 multi-RAT 특성들 때문에 5G 네트워크는 다양한 네트워크 기능과 심지어 새로운 네트워크 기능도 on-demand로 지원할 수 있는 능력이 필요하다. 동일한 네트워크 기능이라도 상황에 따라 다른 파라미터들을 갖는 여러 개의 인스턴스들을 지원해야 한다. 또한 이러한 네트워크 기능 인스턴스들의 배치는 사용 가능한 인프라의 배치, 통신 링크의 특성과 필요한 토폴로지에 따라 동적으로 이루어져야 한다. 따라서 네트워크 사업자들은 기존 RAN(Radio Access Network) 기능들을 분리하여 셀 사이트에 있는 RRU(Remote Radio Unit)와 CO(Central

Office)에 있는 클라우드 기반의 CU(Central Unit)에 분산 배치하는 클라우드 기반 RAN(C-RAN) ((그림 3-3) 참고)의 도입을 적극적으로 고려하고 있다. 모든 프로세싱이 Central Unit(CU)에 할당되는 “fully-centralized C-RAN”과 모든 프로세싱이 access point(AP)에서 지역적으로 수행되는 “traditional distributed RAN”사이의 범위에서 유연한 분할이 발생할 수 있다. 따라서 최적의 분할은 네트워크의 특징, 토폴로지, 성능, 규모 등 네트워크의 상황을 기반으로 결정된다.



| 그림 3-3 | C-RAN 개념 예시 [출처 5G PPP]

앞서 기술한 5G 서비스 시나리오들과 요구사항들은 매우 효율적인 데이터 전송과 데이터 처리 방법을 요구하고 있다. 이를 위해서는 무선 프로토콜 스택 안에서 네트워크 기능을 구현해서 제어평면 시그널링 오버헤드를 낮춤으로써 massive MTC를 위한 디바이스들의 빠른 접속을 허용하는 방법 등이 고려되고 있다.

또한 낮은 지연시간을 위해 접속 네트워크의 말단에 더 가깝게 네트워크 기능들을 두기 위한 연구들도 진행되고 있다. MEC(Mobile Edge Computing) 프레임워크는 Infrastructure-as-a-Service 개념을 last mile까지 확장시키기 위한 요구조건들을 만족시키는 데 중요한 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다.

물리적 네트워킹과 컴퓨팅 관련 고려사항

모바일 데이터 트래픽의 막대한 증가 역시 5G 네트워크가 해결해야 하는 과제다. 전통적인 이동 매크로셀 네트워크로는 안정적인 서비스 제공에 한계가 있으며, 매크로셀을 보완하는 많은 스몰셀들²⁾로 구성하는 구조로 변형될 필요가 있다.

또한 BBU(데이터처리부)와 RU(무선 송신부)가 같은 장소에 배치된 기존 RAN은 각 기지국마다 전력시설, 냉방시설 등을 필요로 하여, 수많은 스몰셀들이 설치되어야 하는 5G네트워크 환경에 적합하지 않다. 이러한 한계를 해결하고 풀링-코오디네이션 이득(pooling and coordination gains)의 장점을 얻기 위해 클라우드 기반의 C-RAN이 제안되었다. 이는 BBU와 RU를 분리하여 BBU는 따로 관리하고, 실제 셀 사이트에는 RU만 남겨 놓는 분할 프로세스를 가능하게 만든다. C-RAN을 위해서는 고속 광대역 전송이 가능한 전송망, 무선 송수신부와 원격의 컴퓨팅 자원들 간 지연 및 동기화에 관한 엄격

2) 스몰셀은 데이터 이용량이 많은 지역이나 신호가 약한 지역에 적은 비용으로 설치하는 소형 이동통신 기지국이다. LTE-A 서비스가 시작되면서 기존 기지국 만으로 빠른 속도의 네트워크를 감당할 수 없어, 스몰셀로 트래픽을 분산시키며 안정적인 서비스를 가능하게 만들었다.

한 요구사항, 전송 네트워크에서 동적인 자원할당 등의 원격 프로세싱 요구사항들이 실현되어야 한다.

5G 네트워크는 컴퓨팅 자원을 포함하고 무선 접속을 위한 다양한 네트워크 기술들과 다양한 단말들과 사용자들을 상호 연결하는 유선 전송 솔루션들을 통합해나갈 것이다. 이 컴퓨팅 자원들은 사용자와 C-RAN과 같은 네트워크 서비스를 지원하는데, MEC를 비롯한 원격 지역과 중앙의 대규모 DC(데이터 센터)에 의해 제공될 수 있다. MEC는 모바일 가입자들에게 근접하여 RAN 내에서 IT와 클라우드 컴퓨팅 능력을 제공하고, 지역 및 중앙의 DC는 RAN과 전송 네트워크를 통해 접속될 수 있다. 이러한 환경에서 공통 컴퓨팅 인프라는 사용자 서비스와 네트워크 운영을 위한 서비스 모드를 제공하기 위해 사용되는데, 공유 이득의 최대화, 자원 사용의 효율성 그리고 비용, 확장성, 지속 가능성, 관리 단순화의 관점에서 많은 장점을 제공한다.

복잡한 이종 망 인프라를 효율적으로 관리하고 운영하기 위해 고도의 유연성, 민첩성, 적응성 등이 네트워크 기능에 요구된다. 네트워크 소프트웨어화와 같은 개념이 등장한 이유다. 이러한 관점에서 5G에서는 SDN과 NFV와 같은 기술들을 채택할 것으로 전망된다. SDN은 제어평면을 네트워크의 데이터 평면과 분리하고, 이 사이에 표준화된 인터페이스를 제공하여 네트워크 운영자가 제어 평면을 프로그래밍하는 등 데이터 평면에서 이루어지는 통신 기능을 다양하게 제어하고 관리할 수 있게 한다. NFV는 네트워크 기능 가상화 기술로 말 그대로 네트워크 통신망 구성에 필요한 장비(하드웨어)를 소프트웨어화한다. 서버에 원하는 기능을 모아 사용자에게 필요한 네트워크 서버를 구성할 수 있도록 하며 네트워크의 유연성을 높인다.

이처럼 5G에서는 다양하면서 동적으로 변화하는 서비스 요구와 각 서비스의 요구사항에 따라 최적의 성능이 달성 될 수 있도록 컴퓨팅 자원을 유·무선 네트워크 기능에 유연하게 할당하는 구조가 제안되어야 한다.

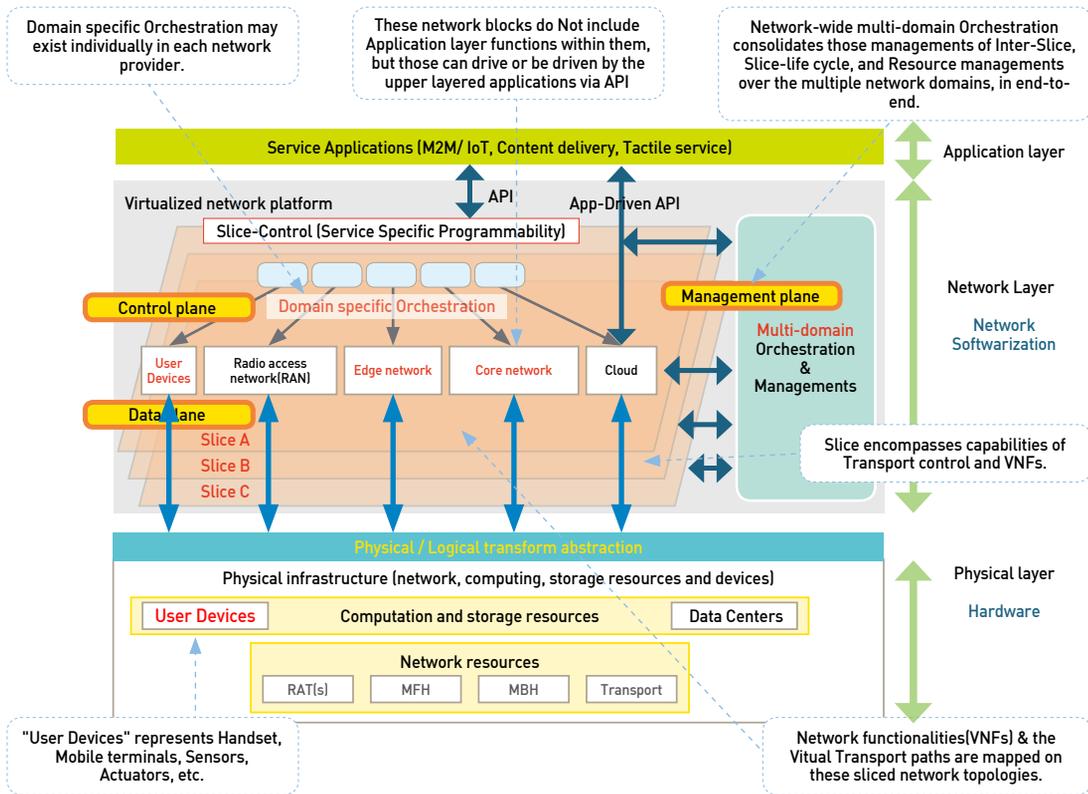
5G 네트워크 구조 프레임워크

5G 네트워크 구조는 하나의 관점에서 통합적으로 설명할 수 없으므로 다양한 관점으로 정의된다.

5G 네트워크 논리구조

논리구조 모델은 네트워크 기능들의 소프트웨어화를 통한 가상화, 추상화 등으로 E2E 네트워크를 동적으로 재구성하는 관점에서 본 최상위 구조 모델이다. 기본적으로 클라우드 컴퓨팅 인프라를 바탕으로 모든 네트워크 기능을 가상화한다는 것을 전제로, 요구되는 서비스를 제공하기 위해서 네트워크 구성의 기본 단위인 가상화된 네트워크 기능(Virtual Network Function, VNF)들이 어떻게 동적으로 제어 및 관리되는지를 구조화한 모델이다.

즉, 논리구조 모델에서는 네트워크란 VNF들의 집합이고, 특정 서비스를 위해 최적인 VNF들의 집합을 동적으로 구성하여 네트워크 슬라이스를 생성한다. 네트워크 슬라이스는 물리적으로 하나의 네트워크 인프라 상에서, E2E로 논리적으로 분리된 네트워크를 만들어, 서로 다른 특성을 갖는 다양한 서비스들에 대해 그 서비스에 특화된 전용 네트워크를 제공해주는 것이다. 이러한 네트워크 슬라이스 개념은 앞서 언급했듯 이전의 네트워크들과 5G를 구분 짓는 중요한 요소다. 5G 네트워크 논리구조 설계에서는 동적으로 생성되는 네트워크 슬라이스와 VNF들의 오케스트레이션 및 생애주기관리(Life Cycle Management), 인프라 자원의 할당 등의 문제가 중요한 이슈이다. 이에 대한 개략적인 접근 방향은 앞 절에서 설명한 바와 같다. (그림 3-4)는 사용자 단말이 클라우드에 접속하기 위해 요구되는 네트워크 서비스를 논리구조 모델의 슬라이스로 표현한 일례다.

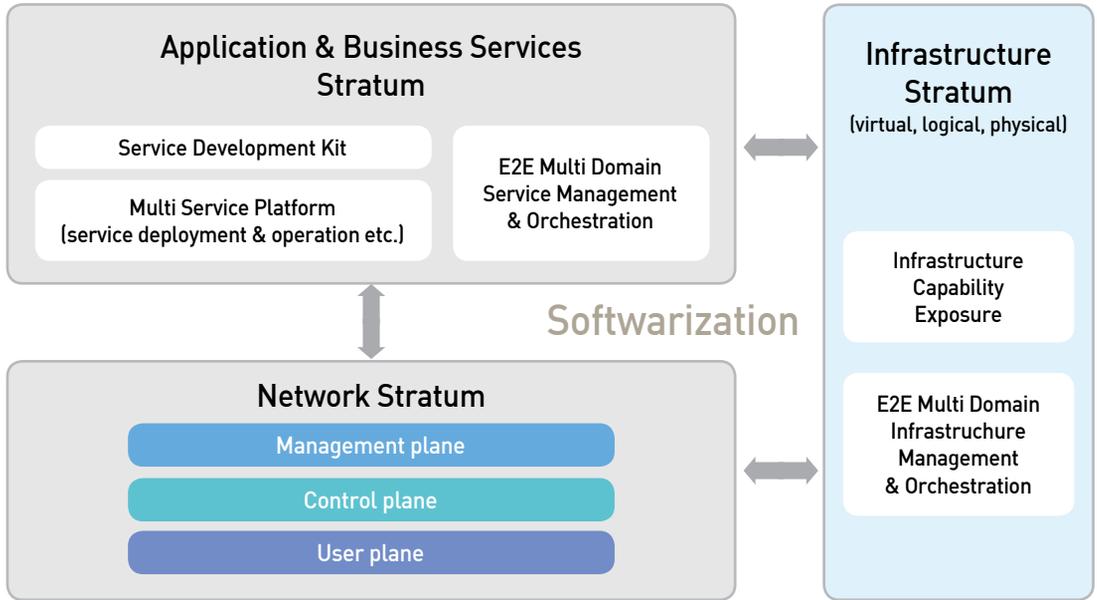


| 그림 3-4 | 전송 서비스를 위한 5G 논리구조 (예시) [출처 ITU-T]

5G 네트워크 참조구조

참조구조 모델에서는 네트워크 구조를 순수 네트워크 기능 관점에서 정의한다. 참조구조는 소프트웨어화를 비롯하여 각 네트워크 기능이 어떻게 구현되는지와 어디에 배치되는 지와는 독립적으로 정의된다.

5G는 지금까지의 네트워크들이 제공하지 못했던 네트워크-컴퓨팅 융합 능력을 바탕으로 다양한 서비스를 제공할 것이다. 이를 실현하기 위한 5G 참조구조의 개요는 아래 (그림 3-5)와 같다. 기능 요소들은 앞 절의 고려사항에서 언급한 바와 같이 인프라 전역에 걸쳐서 on-demand 기반으로 분산될 것이다.



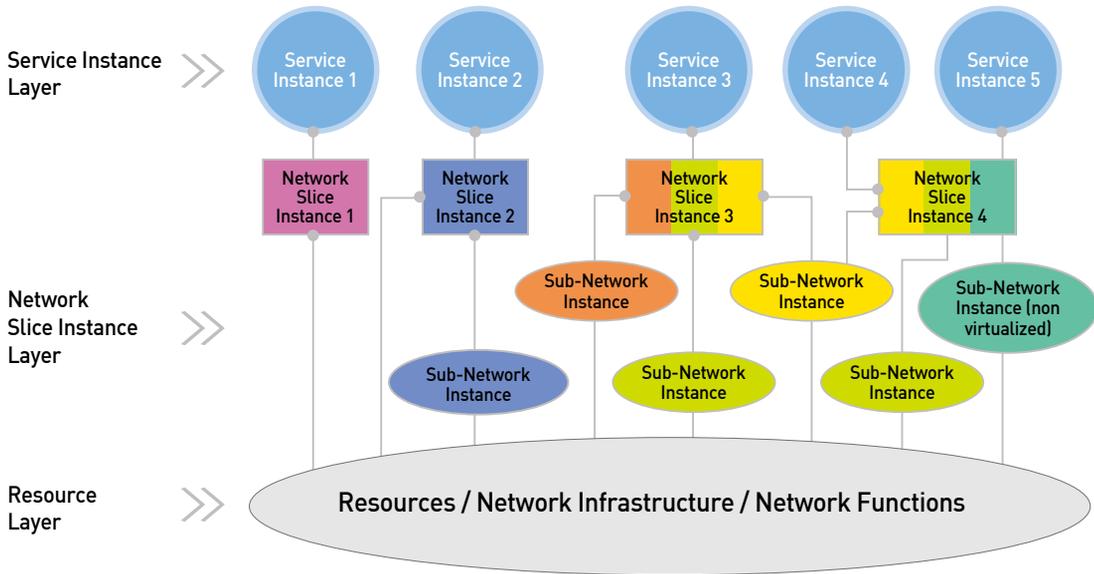
| 그림 3-5 | 5G 참조구조 개요

따라서 5G 구조는 서비스, 네트워크, 인프라 영역을 명확히 구분되도록 설계하여 서로 다른 영역이 독립적으로 진화되고 운영되도록 하는 것이 바람직하다. 이들 영역은 (그림 3-5)에서 5G 애플리케이션 및 비즈니스 서비스 스트라텀, 인프라 스트라텀, 네트워크 스트라텀으로 각각 표시한 바와 같다.

일반적으로 각 스트라텀은 고유한 역할, 주체 및 관리 도메인들을 갖는다 (ITU-T Rec. Y.110 참조). 예를 들어서, 비즈니스 서비스 및 애플리케이션 제공에 관련된 역할은 네트워크 서비스 제공을 위해 필요한 역할들과는 독립적으로 수행된다. 또한, 각 스트라텀의 참조구조는 기술적인 다양성과는 독립적으로 정의하는 것이 바람직하다. (그림 3-5)에서 보이는 바와 같이 인프라 스트라텀의 멀티도메인 오케스트레이션은 다양한 기술 도메인(서로 다른 클라우드 및 네트워크 기술들의 멀티도메인)들과 하나 이상의 사업자(관리 주체)들의 멀티도메인 환경에서 서비스와 자원의 관리를 하는 기능으로 정의된다.

5G를 다른 네트워크와 구분 짓는 주요 특징은 진화된 무선 성능뿐만 아니라 크게 향상된 E2E 유연성이다. 이 유연성은 5G 전 영역에 걸친 소프트웨어화와 이를 바탕으로 한 슬라이싱 개념의 도입으로 제공이 가능하다. (그림 3-6)은 NGMN의 네트워크 슬라이싱 개념이다. 이 그림의 서비스 인스턴스 계층, 네트워크 슬라이스 인스턴스 계층 및 자원 계층은 앞에서 정의한 5G의 서비스 스트라텀, 네트워크 스트라텀 및 인프라 스트라텀에 각각 맵핑된다.

NGMN의 정의에 따르면, 네트워크 슬라이스 인스턴스는 특정 서비스 인스턴스가 요구하는 네트워크 기능 및 능력을 만족시키기 위한 E2E의 논리적인 네트워크의 인스턴스화를 위해 필요한 네트워크 기능들과 이 네트워크 기능들을 실행하기 위해 할당된 자원들의 집합이다.



[그림 3-6] 네트워크 슬라이싱 개념 [출처 NGMN]

소프트웨어화와 전역적으로 도입되는 컴퓨팅 인프라 덕분에 네트워크 기능들은 on-demand로 분산되어 인스턴스화 될 수 있다. 따라서 5G 네트워크 구조는 이전 것들과는 다른 패러다임으로 설계될 것이다. 즉, P-GW, S-GW 등과 같이 정형화된 기능을 제공하는 네트워크 노드들을 고정된 장소에 도입하는 개념이 아닌, 필요한 기능을 최적인 장소에서 동적으로 실행하는 개념으로 패러다임이 변화할 것이다. 5G 네트워크 스트라텀은 서비스 스트라텀이 요구한 네트워크 서비스를 필요한 장소에서 네트워크 기능들을 실행함으로써 제공하는데, 이때 네트워크 기능 실행에 필요한 인프라 자원은 인프라 스트라텀 기능들에 의해서 제공된다.

5G 네트워크 스트라텀의 기능구조는 지금까지 알려진 모든 5G 서비스들을 지원하기 위해 필요한 네트워크 기능들의 전체 집합 및 이들 사이의 참조점과 정보의 흐름 등을 정의하도록 설계되어야 한다. 향후 새로운 유형의 네트워크 기능을 요구하는 5G 서비스가 출현할 것이므로, 5G 네트워크 기능구조의 네트워크 기능 연결 모델은 기존 연결 구조를 그대로 유지하면서 복잡도 증가 없이 새로운 네트워크 기능의 추가가 용이하도록 설계되어야 한다.

앞에서 기술한 바와 같이 네트워크 사업자들은 비즈니스 전략에 따라서 다양한 네트워크 슬라이스들을 마련하여 운영할 것이다. 각각의 네트워크 슬라이스는 5G 네트워크 기능구조에 있는 다양한 네트워크 기능들 중에서, 의도한 특정 목적에 맞는, 필요한 네트워크 기능들만을 선택하여 오케스트레이션함으로써 만들어진다.

네트워크 슬라이스의 오케스트레이션 및 인스턴스화와 같은 LCM은 관리평면의 네트워크 슬라이스 관리 기능에 의해서 수행되는데, 관리평면은 네트워크 기능들에 대한 LCM도 수행한다.

제어 평면과 사용자 평면의 네트워크 기능들은 인스턴스화된 네트워크 슬라이스, 즉 네트워크 슬라이스 인스턴스 상에서 동작한다. CN의 제어 평면과 사용자 평면의 네트워크 기능들에 대한 표준화 작업은 3GPP SA2 NextGen에서 진행되고 있으며, 이에 대한 표준화 동향은 본 보고서의 4장 3GPP NextGen 표준기술에서 소개한다.

5G 네트워크 운영구조

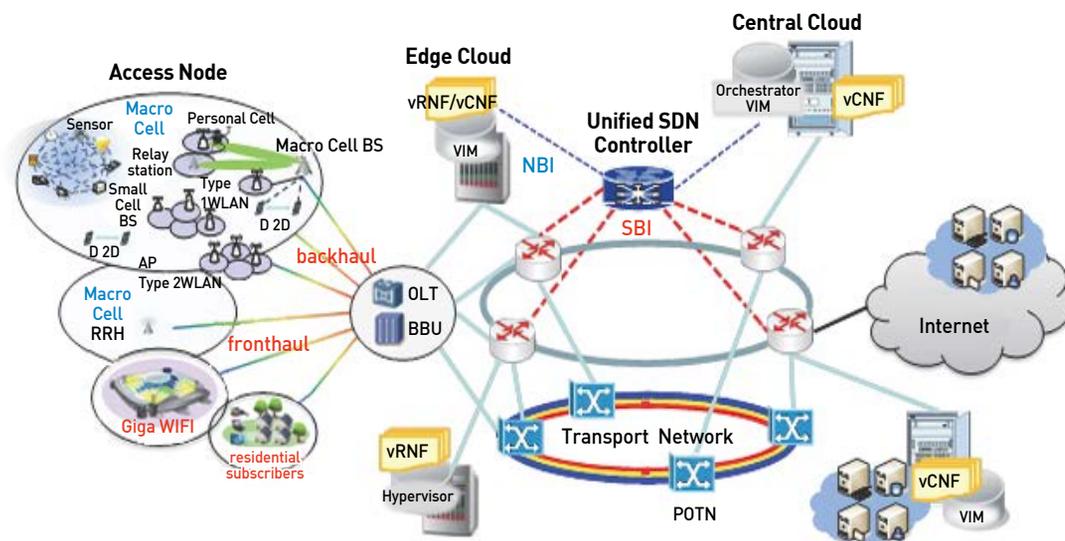
(그림 3-7)에 일례로 보인 것과 같은 운영 모델은 각 네트워크 기능이 실제 망에서 어디에 위치하는 지를 나타낸다. 5G에서 목표로 하는 무선전송 성능은 유선 서비스의 성능과 크게 차이가 없기 때문에 5G의 코어네트워크에서는 유선과 무선 접속망을 제한 없이 오고가는 서비스들을 지원해야 한다.

이 예의 경우, 무선 접속은 매크로 BS(Base Station), 스몰셀 BS, 또는 Type 2 WLAN으로 연결되고, 릴레이 국(station)과 Type 1 WLAN은 매크로 BS에 연결된다. 스몰셀과 매크로 BS가 직접 연결되는 경우가 있을 수 있지만, 그림에는 포함되지 않았다.

단말들은 FH, BH, 또는 PON(Passive Optical Network)을 통해서 BBU(Base Band Unit)와 OLT(Optical Line Terminal)에 접속되고, BBU와 OLT는 트래픽 데이터를 POTN(Packet-Optical Transport Network), 게이트웨이 및 스위치/라우터 등으로 구성된 코어 네트워크로 전달한다.

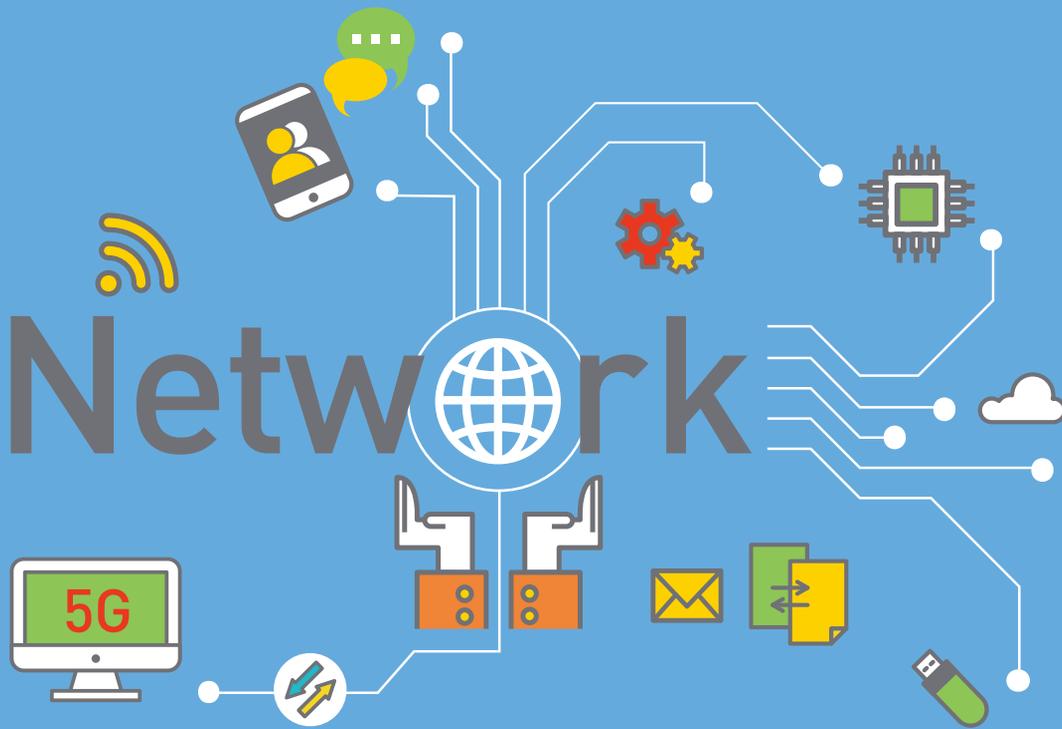
앞에서 기술한 바와 같이, 5G 네트워크의 제어 평면은 소프트웨어화를 기반으로 한 가상화된 네트워크 기능들로 구현될 것이다. 그림에서는 vRNF(virtualized Radio Network Function)과 vCNF(virtualized Core Network Function)으로 표시되었다.

그림에서 보인 운영 모델의 가상화 환경에서 논리적 게이트웨이는 게이트웨이 제어 평면 네트워크 기능들을 수행하는데, 하나 이상의 데이터 평면 게이트웨이 스위치들을 제어한다. 또한, 이 운영 모델에서는 제어 평면에 최적의 무선 접속을 선택하기 위한 무선 자원 정보 블록과 지리적 위치 정보 블록을 도입했다. 무선 자원 정보 블록의 기본적인 기능으로는 멀티 RAT의 무선 자원 모니터링, 채널 상태에 기반한 매크로 릴레이 토폴로지 모니터링 등이 있을 수 있다., 지리적 위치 정보 블록은 사용자 단말의 정확한 위치를 추적하고 그 위치에서 최적의 무선 접속을 식별하기 위해 필요한 기능들을 제공한다.



| 그림 3-7 | 5G 운영구조 (예시) [출처 5G Forum]

4. 5G 네트워크 표준화 동향



5G 시대를 견인하기 위해 다양한 표준화 기구들의 행보도 빨라지고 있다.

3GPP를 비롯하여 ITU-T, IEEE, IETF, ETSI NFV 등의 표준화 기구에서

5G의 2020년 상용화를 목표로 경쟁과 협력을 이어가는 중이다.

각 기구들의 주요 이슈를 파악하고 적극 대응하는 일은

5G의 기술 선도를 위한 첫 걸음.

이 장에서 5G를 둘러싼 주요 표준화 기구들의 동향을 살펴본다.

3GPP SA2 NextGen 표준기술

3GPP SA WG2 소개

3GPP(3rd Generation Partnership Project)는 GSM, WCDMA, HSPA 및 LTE 등의 이동통신 국제 표준을 제정하는 국제 표준화 협력 단체이다. 3GPP에서의 규격 작업은 각 기술 표준 그룹(Technical Specification Group; TSG)에서 이루어지며 TSG SA, TSG RAN, TSG GERAN, TSG CT 등 총 4개의 TSG로 구성되어 있다. TSG SA는 다시 5개의 하위 WG로 나뉘지며, 3GPP 규격을 바탕으로 하는 시스템의 전체 구조 및 서비스 능력에 대한 규격 작업을 담당한다.

특히 SA WG2(이하 SA2)는 전체 시스템 관점에서 기존의 망 요소들이 새로운 기능과 어떻게 통합될 지에 대해서 결정한다. 이를 위해 SA2에서는 SA WG1에서 정의된 Stage-1 서비스 요구 사항을 기초로 망의 주요 기능과 기능 블록들을 선별하고, 이 기능 블록들의 연결 및 정보 교환 방법에 대한 Stage-2 규격을 정의한다. SA2의 결과물은 각 TSG들의 Stage-3 규격 작업 단계에서 프로토콜 메시지 형식들에 대한 기초 자료로 이용된다.

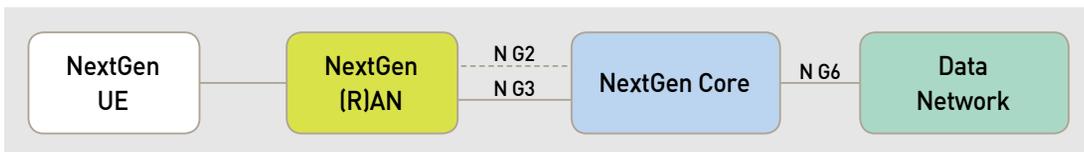
현재 SA2에서 규격 작업 중인 5G 관련 주요 기술은 다음과 같다.

- FS_NextGen(Study on Architecture for Next Generation System): 5세대 이동통신 표준 규격 개발을 위해 5G의 코어 네트워크 구조 및 기능 등을 기술하는 Stage-2 규격 작업임. 세부 연구 이슈로서 네트워크 슬라이싱, 이동성 관리, 세션 관리 등 22개의 키 이슈를 정의하고, 이를 지원하기 위한 복수개의 솔루션을 개발 중임
- FS_eDecor(FS on Enhancements of Dedicated Core Networks selection mechanism): 4G LTE에서 독립적인 전용 네트워크(Dedicated Network)를 형성하고 특정 네트워크를 효율적으로 선택하기 위한 규격 개발 작업임. 독립적인 전용 슬라이스(Dedicated Slice)를 형성하고 선택하는 5G 코어네트워크 구조와 관련이 있음
- FS_CUPS(FS on Control and User Plane Separation of EPC nodes): 4G LTE에서 혼재되어 있는 제어 계층(Control Plane)과 사용자 계층(User Plane) 기능들을 명확히 분리해내서 새로운 구조의 네트워크의 이용이 가능하도록 하는 표준 활동으로서, Control Plane과 User Plane 분리를 기본 디자인 방향으로 삼고 있는 5G 코어 네트워크 구조와 관련이 있음

FS_NextGen 소개

FS_NextGen 은 5세대 이동통신 표준 규격 개발을 위해 5G의 코어 네트워크 구조 및 기능 등을 기술하는 Stage-2 규격이다. 기존 구조의 개선 혹은 새롭게 설계된(Clean-state) 구조를 통해 새로운 RAT, evolved LTE, non-3GPP 액세스 등을 지원하기 위해 차세대 이동통신 네트워크를 위한 시스템 구조를 설계하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 상위 레벨의 구조 요구사항 도출, 구조적 개념 및 용어 정의, 상위 레벨 기능 및 기능 간 상호 동작 등을 정의하는 시스템 구조를 기술한다.

NextGen 시스템의 상위 레벨 구조는 다음 그림과 같이, NextGen UE, NextGen RAN, NextGen Core, 그리고 이들 간의 참조점(Reference Point) 들로 이루어진다.



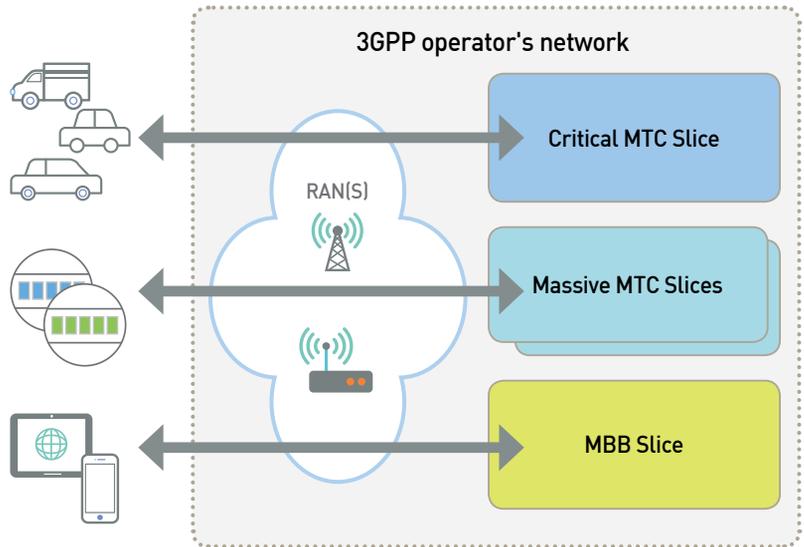
| 그림 4-1 | NextGen 시스템의 상위 레벨 구조

NextGen 에서는 새로운 구조의 기본 요구사항을 22개의 키 이슈로 정리하였으며, 이들 중 주요한 키 이슈는 다음과 같다.

- 네트워크 슬라이싱 지원(Support of Network Slicing): 네트워크 자원과 네트워크 기능들을 서비스에 따라 하나의 독립적인 슬라이스로 묶어서 제공함으로써 네트워크 분리(Isolation), 맞춤형(Customization) 속성을 이동 통신 코어 네트워크 구조에 적용하고자 함
- 이동성 관리(Mobility Management Framework): 단말의 등록, 위치 관리, 이동성 지원 등을 제공하는 기술로서, NextGen에서는 단말과 서비스의 특성에 따라서 다양한 수준의 이동성을 제공할 수 있는 유연한 이동성 관리 구조를 개발하고자 함
- 세션 관리(Session Management): 서비스 제공을 위한 톨로인 세션을 형성 및 관리하는 기술로서, NextGen에서는 서비스의 특성에 따라 세션의 구성, 패킷 전달 경로 등을 동적으로 할당할 수 있도록 하며, 다수의 사물인터넷 단말을 효율적으로 관리하는 구조를 개발하고자 함

NextGen 네트워크 슬라이싱 기술

네트워크 슬라이싱 기술은 기존 이동 통신 네트워크 기술에서는 사용되지 않았던 5G 코어 네트워크의 새로운 개념으로서, 이동 단말이 요청하는 서비스에 필요한 네트워크 자원과 네트워크 기능들을 하나의 독립적인 슬라이스로 묶어서 제공하는 기술이다. (그림 참고)



| 그림 4-2 | 네트워크 슬라이싱 기술 기본 개념도
[출처 SMARTER-3GPP TR 22.891]

이를 통해 네트워크 사업자는 각 서비스 및 사용자에게 특화된 네트워크 자원을 독립적으로 할당할 수 있고, SDN/NFV 기술 기반의 자원 가상화를 통해 네트워크의 유연성을 확보함으로써, 서비스 및 네트워크 자원 운용의 확장성 및 신뢰성을 확보할 수 있게 된다.

현재 네트워크 슬라이싱 지원을 위한 요소 기술로서, 코어 네트워크의 슬라이싱 개념 및 구조, 슬라이스 및 네트워크 기능 선택 방법 및 구조, 1개의 UE에서 동시에 복수개의 네트워크 슬라이스에 연결하는 방법 및 구조 등이 주요 논의 중이다.

NextGen 이동성 관리 기술

이동통신망에서는 단말이 다양한 위치로 이동할 수 있으며, 그러한 단말의 위치 및 이동성을 적절히 관리하여 통신 서비스를 제공할 수 있도록 하는 이동성 관리 기술은 핵심 기술 중의 하나이다. LTE 시스템을 포함한 기존 이동통신 시스템에서도 이동성 관리 표준 기술이 정의되어 있으며, 단말의 접속 관리, 단말 위치 추적 관리, 핸드오버 등의 기술이 제공되고 있다.

기존 LTE 시스템과 비교하여 5G 이동통신 시스템에서는 보다 다양한 서비스들을, 다양한 기기 및 전송 기술을 이용해 유연하게 지원하고자 한다. 이러한 요구 사항을 만족시키기 위해, NextGen 에서는 단말과 서비스의 특성, 위치 및 상황 등에 따라서 이동성 지원 정도를 다르게 적용 할 수 있는 유연한 구조를 개발하고 있으며, 이를 ‘Mobility on Demand’라고 명명하였다. 예를 들어, 저전력, 저가의 사물인터넷 단말 스마트폰 단말은 이용 서비스, 단말의 성능 등에 확연한 차이가 있는 만큼 이동성의 수준도 달라질 수 있다. Mobility on demand 개념은 단말 이동성을 무조건 지원하는 것이 아니라 필요한 경우에 한해서 적합한 수준으로 제공할 것이라는 것이다. 이를 통해 단말의 이동성을 동일 수준의 핸드오버를 통해서 제공하는 LTE 시스템에 비해, 서비스 품질 향상과 시스템 자원 이용의 효율성 향상을 동시에 달성할 수 있다.

또한, NextGen에서는 다양한 액세스 네트워크에 통합 적용 가능한 이동성 관리 구조 및 절차를 개발하는 데에도 많은 노력을 기울이고 있다. 5G시스템에서는 신규로 설치된 5G 기지국 뿐만 아니라 기존의 LTE, WiFi 등의 다양한 액세스 네트워크들을 최대한 활용한 서비스를 제공하고자 하며, 통합된 구조 및 절차를 통한 이동성 관리를 통해 이를 효율적으로 달성할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

NextGen 세션 관리 기술

이동통신망에서의 세션 관리 기술은 서비스를 제공하기 위한 통로인 세션을 형성 및 관리하는 기술을 의미하며, 단말 주소 할당, 단말 및 세션 별 상태 관리, 세션별 패킷 전달 경로 관리 등의 동작을 포함한다.

LTE 등 기존 이동통신 시스템 대비 NextGen 세션 관리 기술의 가장 중요한 개선점 중의 하나로 세션 별 게이트웨이의 할당을 유연하게 가져갈 수 있도록 한 부분을 들 수 있다. 기존 LTE 시스템에서 단말과 외부망과의 연결을 담당하는 PDN 게이트웨이(P-GW)는 일반적으로 중앙 집중화된 위치에 존재하며, 단말의 이동시에도 변경되지 않는다. 그러나 그런 구조에서는 애플리케이션 서버와 통신하는 패킷이 중앙 집중화된 위치의 P-GW를 반드시 거쳐야 하므로 지연 시간을 줄이는 데에 한계가 있다. 5G 이동통신 시스템의 주요 응용 중 하나인 초저지연 통신(Ultra Low Latency Communication)을 지원하기 위해, NextGen에서는 세션의 특성에 따라서 단말의 게이트웨이의 위치 및 패킷 전달 경로를 유연하게 설정할 수 있도록 하는 기술을 개발하고 있다.

또한, 5G 이동통신 시스템의 또 다른 주요 응용인 사물인터넷 환경에 특화된 세션 관리 기술의 개발도 활발히 진행되고 있다. 사물인터넷 환경에서는 다수의 단말이 매우 작은 크기의 패킷을 가끔씩만 전송하는 경우가 많은데, 일반 단말과 같은 세션 관리 기술을 적용할 경우, 교환되는 데이터량에 비해 시그널링 부담이 매우 커지게 된다. 폭발적으로 증가할 많은 수의 사물인터넷 기기들을 이동통신망에서 수용하기가 힘들어진다는 뜻이다. NextGen에서는 사물인터넷 단말에 특화된 경량화된 세션 상태 관리 기술, 무연결 데이터 전송(Connectionless Data Transfer) 등의 기술을 도입하여 효율적으로 다수의 사물인터넷 기기들을 수용할 수 있도록 한다.

그 외에도, IP주소 할당 없이 단말의 통신을 지원하는 Non IP Data Delivery, WiFi 등 Non-3GPP 액세스 네트워크에 붙은 단말의 세션 관리도 3GPP 5G 코어네트워크에서 수행하는 기술 등 다양한 신규 기술들에 대한 논의가 진행되고 있다.

향후 전망

4G까지의 기술은 주로 무선기술의 성능/속도향상에 초점을 두어 발전되어 왔으나, 5G의 주요 기술적 목표인 네트워크 운용 편의성, 신규 서비스 수용 용이성, CAPEX/OPEX 절감 등을 지원하기 위해서는 네트워크 기술에 대한 혁신적인 접근 방법의 고려 및 SDN/NFV, 네트워크 슬라이싱과 같은 기존 네트워크 기술의 수용을 통한 표준개발이 함께 병행되어야 한다.

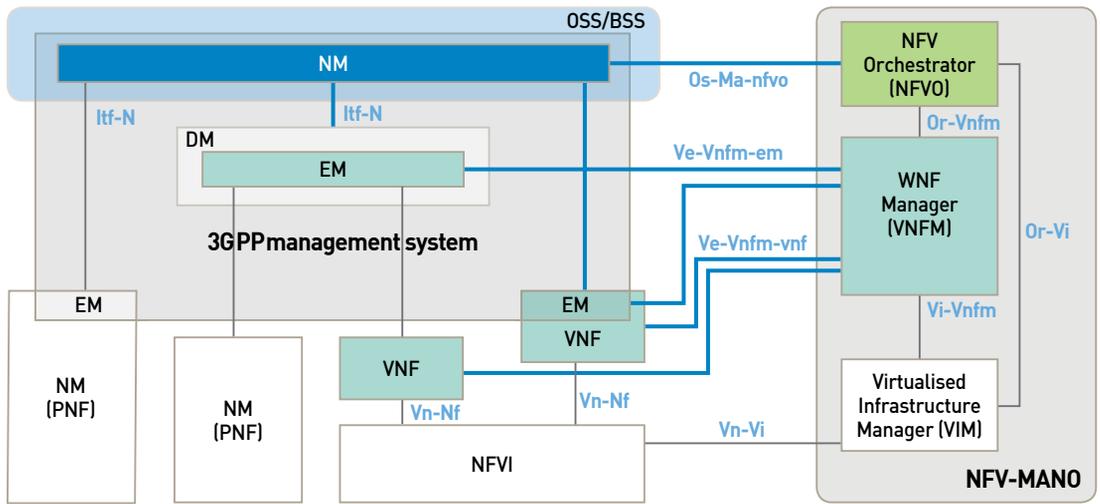
이를 위해 3GPP 표준화 그룹에서는 SA1, SA2, SA3 를 중심으로 새로운 5G 네트워크 구조 제안을 위한 유즈케이스, 요구사항 및 구조 연구 활동 등이 매우 빠르게 진행되고 있다. 특히, 2016년까지 5G의 코어 네트워크의 상위 레벨 구조 및 기능을 정의하는 NextGen 규격 개발 작업을 마무리하고, 2017년부터는 Release-15 를 위한 5G 후보기술의 구체화 및 규격 작업이 진행될 예정이다.

3GPP SA5 네트워크 관리 및 가상화 표준기술

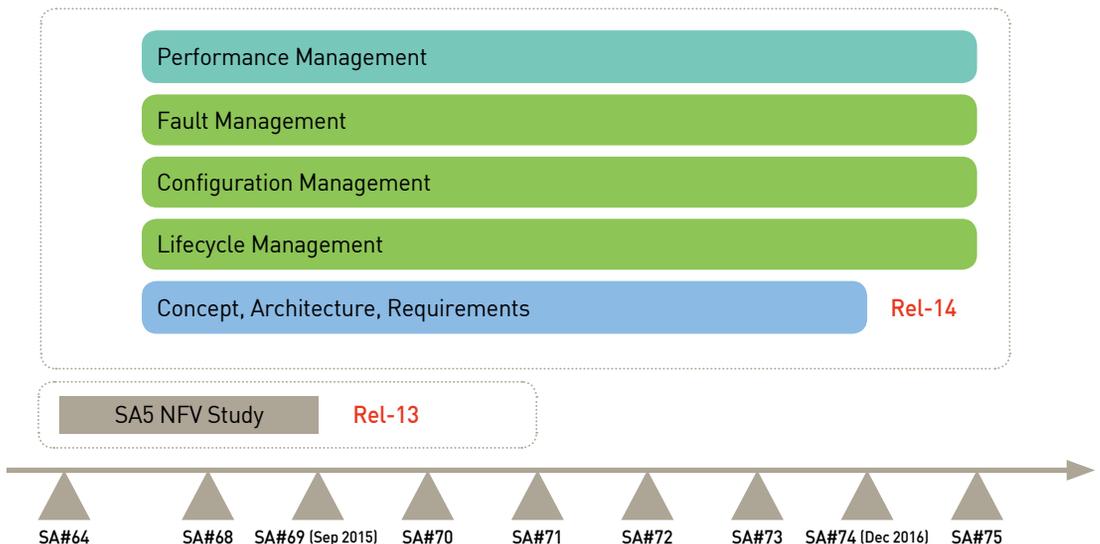
3GPP SA5 WG 에서는 3GPP 환경에서 Telecom Management 제공을 위한 표준 문서를 개발하고 있으며 특히 RAN, CN, IMS 네트워크 및 관련 서비스들의 프로비저닝 및 관리를 위한 요구사항, 아키텍처 그리고 솔루션에 대한 표준 규격을 활발히 진행하고 있다. 현재 3GPP SA5 WG은 Charging Sub-WG과 OAM&P Sub-WG으로 구성되어 있으며 Charging Sub-WG에서는 기존의 다른 3GPP WG에서 개발된 과금 요구사항들을 분석하여 이에 맞는 과금 솔루션을 정의하고 이를 실현하기 위한 과금 구조 및 프로토콜을 구체화하는 작업을 수행한다.

OAM&P Sub-WG에서는 “Management of mobile networks that include virtualized network functions” 이슈와 관련하여 현재 ETSI NFV 그룹의 네트워크 기능 가상화(NFV)를 수용할 수 있는 모바일 네트워크 환경에서의 관리 구조 및 요구사항에 대한 표준 문서를 활발히 개발하고 있다. 이와 함께 네트워크 기능 가상화를 수용한 환경에서 장애 관리, 구성 관리, 기능 관리 및 라이프 사이클 관리 방안에 대한 표준 규격 개발에 대한 논의를

중점적으로 진행하고 있다. 아래 (그림 4-3)은 기존 3GPP 관리 시스템에 ETSI NFV의 MANO 시스템을 수용하여 모바일 환경에서 네트워크 기능 가상화를 적용한 관리 시스템 구조와 인터페이스들을 나타낸다. (그림 4-4)는 Release-14에서 현재 진행 중인 네트워크 기능 가상화 관련 표준 규격들의 로드맵을 보여준다.



| 그림 4-3 | Management Architecture between 3GPP and NFV-MANO



| 그림 4-4 | SA5 NFV Roadmap

이와 더불어 현재 3GPP SA5에서 개발 중인 신규스터디 아이템으로 SA2에서 개발 중인 NexGen과 관련하여, NexGen 네트워크와 서비스를 포함하는 관리 및 오케스트레이션 구조와 방안에 대한 연구가 진행 중이다. 특히 NexGen에서 중요한 아이템으로 다루어지고 있는 네트워크 슬라이싱의 관리 및 오케스트레이션에 대한 스터디도 함께 진행되고 있다. 뿐만 아니라 향후 네트워크 기능 가상화와 네트워크 슬라이싱과 같은 새로운 기능과 구조를 포함하는 5G 네트워크 환경에서 이를 효과적으로 관리하기 위한 요구사항 및 가능한 솔루션들에 대한 기초연구도 활발히 진행하고 있다. 추가적으로 ETSI NFV MANO 시스템 연동과 관련하여 3GPP 관리 시스템과 MANO사이의 인터페이스를 실현하는 방안의 하나로 HTTP 기반의 RESTful 솔루션이 스터디 아이템으로 승인이 되어 개발이 진행될 예정이다.

또한 3GPP SA5에서는 ETSI NFV 시스템과 3GPP SA2 NexGen 시스템과의 연동 관리뿐 아니라 5G 환경에서의 새로운 RAN 시스템과의 프로비저닝 및 관리에 대한 요구사항을 수용하여 이에 대한 연구를 진행할 예정이다.

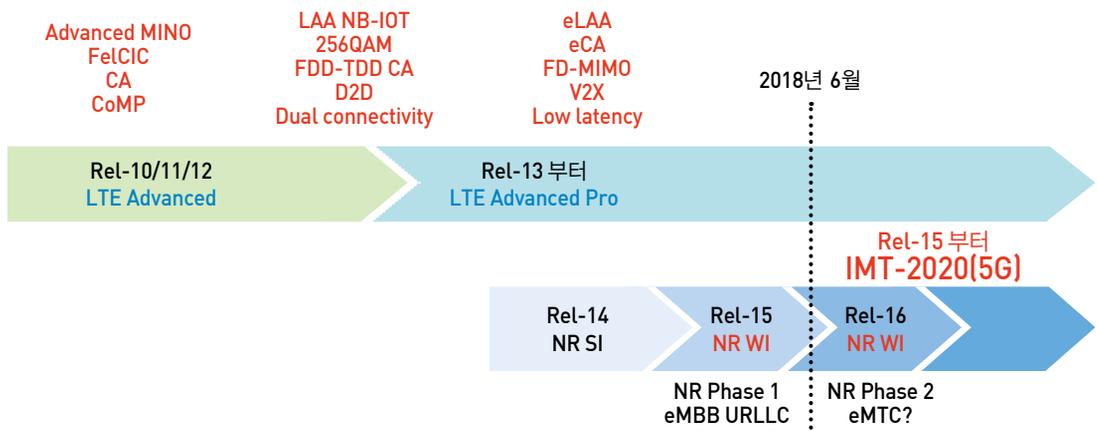
결론적으로 3GPP SA5 WG에서는 3GPP 환경에서의 telecom management 제공 방안을 개발하는 워킹 그룹으로 ETSI NFV의 네트워크 기능 가상화 기술을 수용하는 관리 구조, 요구사항 및 관리 인터페이스에 대한 표준 문서들을 빠르게 개발하고 있다. 그리고 3GPP SA2 WG의 구조 및 네트워크 슬라이싱 기술을 수용하기 위한 관리 방안에 대한 스터디 문서를 진행함과 동시에 5G 환경에서의 새로운 RAN 시스템과의 연동을 위한 관리방안을 연구할 예정이다. 현재 유럽 및 중국, 일본에서는 5G 환경에서 Telecom Management 방안에 대한 주도권을 잡기 위하여 해당 회의에 적극적으로 참여하는 있는 상황이며 우리나라에서는 ETRI 표준연구센터에서 해당 워킹 그룹의 참여를 지원하고 있다.

3GPP NR 표준기술

3GPP에서 무선전송 규격의 표준화를 담당하는 RAN(Radio Access Network) 표준화 그룹은 2016년 3월부터 3GPP의 5G 이동통신 규격인 NR(New Radio)의 표준화 작업을 시작하였으며, RAN의 표준화 동향 및 NR의 표준 기술 동향을 요약한다.

RAN 표준화 그룹은 LTE(Long Term Evolution) 이동통신 규격의 첫 번째 버전인 Release 8을 2008년 승인하였으며, LTE 규격은 스마트폰을 이용한 광대역 데이터 서비스 제공에 목표를 두고 개발하였다. 이후에, 아래 그림의 설명과 같이 LTE에 advanced MIMO, further enhanced inter-cell interference coordination(FelCIC), carrier aggregation(CA), coordinated multi-point(CoMP) 등의 기술을 추가한 Release 10/11/12 규격을 승인하였으며, 이것이 LTE Advanced이다.

여기에 enhanced licensed-assisted access(eLAA), narrow band-internet of things(NB-IOT), full dimensional-MIMO(FD-MIMO), vehicle to everything(V2X) 등의 기술을 추가한 Release 13 및 그 이후의 규격을 개발 중에 있으며, 이것이 LTE Advanced Pro이다. LTE Advanced 및 LTE Advanced Pro는 LTE와 호환성을 유지하며 개발된 규격들이다.



| 그림 4-5 | 3GPP 이동통신 규격 표준화 단계

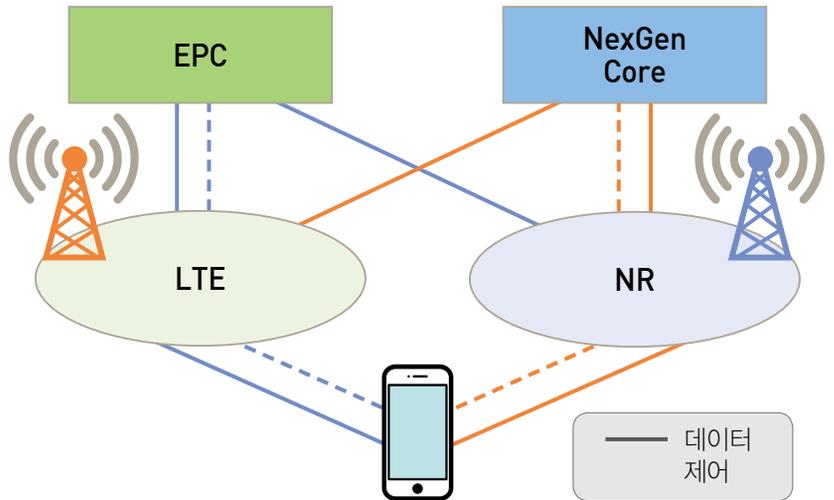
RAN 표준화 그룹은 현재 Release 14 규격을 개발 중이며, LTE Advanced Pro와 NR 규격의 표준화 작업이 동시에 진행 중이다. NR은 광대역 데이터 서비스의 성능 향상과 함께 vertical 서비스를 용이하게 제공할 수 있는 표준 기술 개발을 포함하고 있다. NR은 5G 이동통신 규격의 획기적인 성능 향상을 위해 기존 LTE와 호환성을 유지하지 않는 형태로 기술 논의를 진행하고 있다. Release 14에서는 study item(SI) 단계의 논의를 진행하고 최종 결과물로 기술 보고서인 technical report(TR)을 완성했다. Release 15에서는 TR을 기반으로 실제 표준 규격서인 technical specification(TS)을 승인한다.

3GPP NR의 가장 큰 특징은 사용 주파수와 사용 시나리오에 있다. NR은 기존 LTE가 사용하는 6 GHz 이하의 주파수도 사용하지만, 광폭 밴드로 초광대역 데이터 서비스를 제공하기 위해 6 GHz 이상에서 100 GHz까지의 전파 자원을 사용할 수 있다. 또한 데이터 서비스 외에도 공장자동화, 원격수술, 사물통신 등의 다양한 vertical 서비스 제공을 위하여 다음 3가지 사용 시나리오를 가정하고 있다.

- eMBB(enhanced Mobile Broad Band): 기존의 광대역 대비 초광대역 데이터 서비스 제공을 목표로 하고 있음
- URLLC(Ultra Reliable and Low Latency Communication): 원격수술, 공장자동화 등 촘각을 다투는 서비스 제공을 목표로 하고 있음
- mMTC(massive MTC): 모든 물건들이 연결되는 사물인터넷 구현을 목표로 km² 당 106 개의 connection 자원을 목표로 하고 있음

따라서, 광대역 서비스 제공을 목표로 했던 LTE 시스템과 비교하여 사용 시나리오의 범위가 증가함에 따라 NR 규격은 다양한 OFDM parameter를 수용하여야 할 필요성이 생겼다. 또한, 다중접속, waveform, 채널코딩 등의 무선 전송 기술에 변화가 올 가능성이 커지게 되었다.

3GPP 시스템은 네트워크 구조 관점에서 LTE와 NR이 공존하여 구축될 예정이다므로, NR은 아래 그림과 같이 standalone 또는 non-standalone 형태로 동작하도록 정의하였다. Standalone 구조는 모든 기지국이 NR로 구축된 이동통신 환경이며, 단말은 NR 규격에 따라 서비스를 제공한다. Non-standalone 구조는 기지국이 LTE와 NR로 구축된 통신 환경이며, 단말은 NR은 물론 LTE/LTE Advanced/LTE Advanced Pro 기지국으로부터 서비스를 받을 수 있으며 동시에 서비스가 가능한 Dual Connectivity 기술을 사용할 수 있다.



| 그림 4-6 | 3GPP LTE와 NR의 연동 구조도

ITU-T FG IMT-2020 표준기술

ITU-T는 2015년 12월까지 5G 네트워크 관련 주요 표준화 이슈를 분석(gap analysis)하는 것을 목표로 2015년 4월에 SG13 산하에 IMT(International Mobile Telecommunications)-2020 포커스 그룹(FG IMT-2020)을 만들고 총 5개의 작업반에서 각 이슈별 표준화 gap들을 도출하여 2015년 12월 ITU-T SG13 총회에 결과 보고서를 제출하였다. 또한 동 회의에서 각 작업반 별로 분석된 gap들에 대한 추가적인 작업의 필요성이 제기되었고, 아울러 2017년부터 시작되는 차기 ITU-T 회기에서 빠른 표준화가 진행될 수 있도록 하기 위하여 새로운 ToR(Terms of Reference)을 승인하였다. 이와 함께 포커스 그룹의 활동 기간을 2016년 말까지 1년간 더 연장하도록 의결하고 지금까지 3차례의 회의가 열렸다.

Focus Group 산하 6개 작업그룹(WG), 즉, Architecture(ARCH) WG, Fixed Mobile Convergence(FMC) WG, Network Softwarization(NWSOFT) WG, Mobile fronthaul/Backhaul(MFBH) WG, E2E Network Management(E2E Mgmt) WG 및 Information Centric Network(ICN) WG에서 개발되고 있는 문서들은 <표 4-1>과 같다.

워킹그룹	Deliverable 제목	상태
ARCH/FMC	Requirements of IMT-2020 from network perspective	Updated
ARCH/FMC	Requirements of IMT-2020 Fixed Mobile Convergence(FMC)	Updated
ARCH/FMC	Framework for IMT-2020 network architecture	Updated
NWSOFT/MFBH	Application on network softwarization to IMT-2020	Updated
E2E Mgmt	Network management requirements for IMT-2020	Updated
E2E Mgmt	Network management framework for IMT-2020	Updated

| 표4-1 | FG IMT-2020 Deliverables 개발 현황(2016. 9.)

ARCH/FMC WG에서는 네트워크 관점의 IMT-2020 요구사항 문서와, IMT-2020 네트워크 구조 프레임워크, IMT-2020 FMC 요구사항 문서를 개발 중이다.

IMT-2020 요구사항

IMT-2020 개요, 설계 목적 등을 간략하게 기술하고 서비스 관점 및 네트워크 운영 관점에서의 요구사항을 정의하고 있다.

IMT-2020 네트워크 구조 프레임워크

IMT-2020 네트워크 구조 프레임워크 및 상위 기능구조 설계를 목표로 2016년 5월 6차 회의에서 개발 제안이 승인되어 9월 7차 회의부터 개발이 추진되었다. 회의 참여자 간에 IMT-2020 네트워크를 보는 시각차이가 커서 기본적 개념 차원의 구조도를 도출하는데 어려움을 겪고 있다.

FMC 요구사항

2016년 9월 7차 회의부터 개발이 추진되었으며 IMT-2020 FMC 개요, FMC 서비스 및 능력(capability) 요구사항 개발을 목표로 한다.

NWSoft/MFBH WG

NWSoft/MFBH WG에서는 관련 SDO의 표준화 동향, 주요 기술 이슈에 대한 PoC(Proof of Concept), 오픈소스 동향, 슬라이싱 등에 대한 문서를 개발하고 있다. 이 WG에서는 개발되는 문서 외에 2016년 12월로 예정된 최종 8차 회의에서 네트워크 소프트웨어화와 관련된 PoC 데모 행사를 추진하고 있다.

E2E Management WG

E2E Management WG에서는 IMT-2020 네트워크 관리 요구사항 및 프레임워크 문서를 개발하고 있다.

ICN WG

ICN(Information Centric Networking) WG에서는 LTE/5G 환경에서 ICN의 적용을 위한 고려사항과 SDN 네트워크에서 ICN을 적용하는 PoC에 대한 발표 및 논의가 있었다. ICN WG에서는 그동안 관련 이슈에 대한 PoC 검토가 주로 논의되어 왔으나, 차기 FG 회의에서 그동안의 논의 결과를 기반으로 IMT-2020에서 ICN 기술 적용 관련 PoC 들을 정리하는 문서를 WG 결과문서로서 개발하기로 하였다.

ETSI NFV 표준기술

ETSI NFV 표준화 그룹은 지난 9월에 개최한 제15차 회의에서 Release-3 표준화 활동을 공식적으로 시작하였다. Release-3 표준화 목적은 새로운 기능(Features) 추가에 따른 NFV MANO(Management and Orchestration) 확장에 필요한 산업규격 개발, 오픈 소스 개발 활성화 및 관련 활동 지원이다. 지난 Release-2에 이어 멀티 벤더 제품 간 실질적인 상호호환성 확보, 그리고 통신 사업자들의 NFV 기반 망/서비스 운영에 필요한 규격 개발이 본격적으로 진행될 것으로 예상된다. 구체적으로는 소프트웨어 라이선스 관리, 과금/계정 관리, OSS 자동 설치 및 구동, NFV MANO 기능 블록의 자동 관리, NFV 오케스트레이터의 서비스 및 자원 관리, 네트워크 가속화, 보안 및 모니터링, NFV 소프트웨어 업그레이드 기능, 상호운용성 및 적합성 시험, 정책 관리 등이 포함된다.

NFV 그룹은 산하에 총 6개 워킹그룹으로 구성되어 있고, 2016년 9월 기준 총 43개의 표준 규격이 개발 중에 있다. 이중 IFA WG(Interface and Architecture Working Group)에서는 MANO 규격에서 정의된 인터페이스 표준을 개발 중이다. SOL WG(SOLution Working Group)에서는 이러한 인터페이스 규격을 기반으로 stage-3에 해당하는 프로토콜 및 데이터 구조에 대한 규격을 개발 중에 있다. Stage-3 프로토콜 규격이 제정되면 멀티 벤더 제품 간 상호호환성 확보에 실질적으로 활용될 것으로 예상되고 있다.

또 다른 NFV 그룹 활동에서 주목할 사항은 NFV 산업규격이 오픈 소스 개발에 직접적으로 활용되게 하기 위해 오픈 소스 커뮤니티들과 매우 밀접한 협력을 도모하고 있다는 것이다. Open stack, OPNFV, Open-O, Openmano, Cloudify 등 오픈 소스 개발 및 시험 활동을 모니터링하고 규격 개발에 반영하는 역할을 수행하고 있다.

ETSI NFV 그룹에서 5G 분야 기술 표준화는 현재까지 구체적으로 진행되지 않고 있으나 필요성에 대해서는 많은 공감대가 형성되어 있다. 3GPP SA 그룹에서 정의하는 5G 요구사항을 만족시키기 위해 “네트워킹 가상화 기술” 차원에서 현재의 NFV 기능구조, 인터페이스 및 신규 기능 추가 등에 대한 논의의 필요성이 부각되고 있다.

이러한 맥락에서 지난 9월에 개최한 NFV 제 15차 회의에서 “5G for NFV”이라는 특별 세션이 만들어져 5G 관련 표준화, R&D를 추진하고 있는 NGMN, 5GPPP, 5G forum, ITU-T IMT2020, Eurecom, 5G Lab 기관들을 초대하여 진행 상황 및 주요 기술 현황에 대한 발표가 이루어졌다. 다양한 측면에서의 5G 관련 기술 정보를 공유할 수 있는 기회였으며, NFV 기술이 5G 분야 네트워크 가상화 기술로의 활용이 가능함을 상호 확인하는 자리가 되었다는 중요한 기회였다고 볼 수 있다. ETSI NFV 산하 NOC 그룹에서는 NFV 관점에서 구체적 5G 기술 분석, 신규 요구사항 도출 및 NFV 구조 및 기능 확장 방안이 모색될 수 있도록 추진하기로 결정하였다. 또한, 3GPP SA 그룹들과의 밀접한 협력을 위해 5G를 위한 네트워크 가상화 기술 확장을 추진하기로 하였다.

IEEE 표준기술

IEEE에서는 5G의 개발과 관련된 표준 및 교육에 대해 IEEE의 통일된 의견을 제시할 5G Steering Committee를 구성하였다. 이 위원회에 IEEE 산하의 7개 소사이어티(통신, 컴퓨터, 신호처리, 정보이론, 안테나 및 전파, 이동체 기술, 마이크로웨이브 이론 및 기술)가 참여하고 있다. 이 위원회를 중심으로 IEEE 5G initiative라는 구호 아래 컨퍼런스 및 워크숍 개최 등의 학술 활동, IEEE 표준화 활동, 산업체와 학계의 협력 등을 추진하고 있다. “IEEE 5G”의 후보 표준으로는 802 계열 표준(802.1, 802.3, 802.15, 802.11 등), SDN 및 NFV 표준(P1915.1, P1916.1, P1917.1), 1609.x, P1903.1 등을 고려하고 있다.

IEEE 802 내의 5G 관련 표준화 추진 현황은 다음과 같다.

IEEE 802 EC 산하 5G/IMT-2020 SC

IEEE 802 EC(Executive Committee)에서는 2016년 1월 5G/IMT-2020 SC(Standing Committee)를 구성하여 2016년 7월까지 6개월간 IEEE 802의 5G 표준화 방안을 검토하고 결정하였다.

5G/IMT-2020 SC에서는 IEEE가 독자적으로 “IEEE 5G” 규격을 개발하는 방안과 ITU에 IMT-2020 규격 제안서를 제출하는 3가지 방안(특정 IEEE 802.11 기술을 IMT-2020 RIT로 제안, IEEE 802 기술들의 집합인 IEEE 802 접속망 규격을 IMT-2020으로 제안, 3GPP 등의 타 표준화 기구 IMT-2020 제안서에 IEEE 802 기술을 포함하도록 협력)을 IEEE 802 입장에서 비용과 이득을 검토하였다.

이 검토 결과를 바탕으로 IEEE 802 EC는 2016년 7월 회의에서 3GPP 등의 타 표준화 기구 IMT-2020 제안서에 IEEE 802 기술을 포함하도록 협력하는 방안과 기존 이동통신사업자 뿐만 아니라 신규 무선 사업자의 네트워크를 위한 독자적인 “IEEE 5G” 규격 개발 방안을 병행 추진하기로 결정하였다.

IEEE 802.11 산하 AANI SC

IEEE 802.11 워킹그룹은 IEEE 802 EC에서 결정한 5G 표준화 방안들을 추진할 AANI(Advanced Access Network Interface) SC를 구성하였으며, 2016년 9월 회의에서 작성한 협력문서(Liaison)를 3GPP RAN과 SA TSG에 송부하였다.

IEEE 802.11은 이 협력문서에서 비면허대역의 WLAN(IEEE 802.11)을 IMT-2020 유스 케이스의 성능 요구사항을 만족하는 실용적이고 보완적인 저비용 방안으로 고려할 것을 요청하였다. 이를 위해, 3GPP RAN에 접속된 (Anchored) WLAN 결합(Aggregation)의 개선뿐만 아니라, 3GPP의 EPS와 미래 NextGen 시스템에 WLAN을 단독으로 통합(Integration)할 수 있는 방안을 탐색해 보자고 제안하였다.

이 협력문서는 2016년 9월 3GPP RAN TSG 회의와 SA TSG 회의에서 각각 발표 및 논의 되었다. 두 TSG는 WLAN 결합 및 통합을 개선하기 위해 IEEE 802.11 워킹그룹과 협력하는 것을 지지하였으며 3GPP PCG에 논의 결과를 전달하고 IEEE 802.11과의 협력 방법을 논의해 줄 것을 요청하였다.

IEEE 802.1CF TG

802.1CF OmniRAN 태스크그룹(TG)은 IEEE 802 EC에서 결정한 독자적인 “IEEE 5G” 규격 개발 방안을 추진하기 위하여 2016년 9월 회의에서 IEEE-SA의 산업연결 프로그램(Industry Connections Program)을 활용하는 방법에 대해 논의하였고, 앞으로 “IEEE 5G” 차세대 표준을 위한 시장 요구사항 정의 및 갭분석(Gap Analysis)을 위해 기업체를 선정하고 산업연결 프로그램을 가동할 예정이다.

IETF 표준기술

IETF에서는 전통적으로 이동통신 시스템에서의 IP 이동성 제어 및 관리를 위해 모바일 IP, 프록시 모바일 IP와 같은 표준 개발을 추진해 왔으나, IP 계층에서의 이동성 지원에 대한 3GPP 규격에서의 실효성이 크지 않아, 크게 활용되지 못한 실정이다. 그러나 최근 5G 네트워크에서의 점대점 초지연 지원, 네트워크 슬라이싱, on-demand 이동성 지원 등은 기존 IETF 표준화기구에서 오랫동안 관심 있게 연구해온 기술들로, 5G 이동통신 네트워크에서 이러한 IETF 표준들이 채택되어 활용되기를 기대하고 있다.

현재 IETF/IRTF내의 5G 관련 직간접적인 표준화/연구 현황은 다음과 같다.

DMM(Distributed Mobility Management)

IETF에서 그간 20년 넘게 개발해온 중앙 제어식 이동성 관리 방식인 모바일 IP, 프록시 모바일 IP 표준들의 활용이 미비하자, 새로운 IP 이동성 관리 기술로 제안되어 표준 개발 중에 있는 내용이다. 종래의 IP 이동성 관리 제어(이동성 앵커)들이 중앙으로 집중되는 비효율성을 제거하고 이를 분산하여 관리하는 이동성 제어 관리 표준이다. 현재 대부분의 DMM 요구사항, 구조 및 on-demand 이동성 관리 프로토콜 등 중요한 문서의 표준화는 거의 완료된 상태다. IETF는 3GPP와 협력하여 이를 5G 네트워크의 IP 이동성 지원 프로토콜로 적용하는 방안을 희망 중이나 아직 구체적인 논의는 진행되지 않은 상태이다.

LISP(Locator/ID Separation Protocol)

LISP은 인터넷 구조의 가장 큰 문제점 중의 하나로 알려진 라우팅의 확장성 (scalability) 문제를 해결하기 위해 clean-slate 기반의 새로운 IP 라우팅 구조다. 현재 대부분의 프로토콜 표준은 완료된 상태이며, 세부 보안이나 Yang 데이터 모델과 같은 일부 표준 정의만이 남아있는 상황이다. LISP의 개념은 IP 라우팅 로케이터와 식별자를 분리함으로써 IP 라우팅의 효율성을 높이고, 확장성을 제공하게 된다. 그러나 LISP 프로토콜은 기존 라우팅 구조와의 호환성 문제 및 DNS와 유사한 추가적인 매핑 시스템이 필요하다는 제약을 가지고 있어, 아직까지는 글로벌 인터넷상으로 크게 도입되거나 적용 가능성이 높은

편이 아니다. 3GPP 시스템에서는 Massive IoT와 같은 이질적 이동성 지원 특징을 갖는 단말의 지원을 위해 LISP과 유사한 식별자-로케이터의 분리 구조와 앞서 설명한 DMM이 함께 결합되어 GTP 터널의 비효율성을 제거하고 on-demand 방식의 IP 이동성 관리 기능을 지원하는 새로운 구조를 고려해 볼 수 있을 것으로 보인다.

SDNRG와 NFVRG

IETF와 연계하여 회의를 개최하는 IRTF 산하에는 SDNRG와 NFVRG 그룹이 활발히 활동을 진행하고 있다. 두 그룹은 각각 SDN과 NFV 관련한 연구 이슈들을 중심으로 워크숍 형식의 발표와 표준초안 개발을 추진하고 있다. 현재 구체적으로는 5G 관련한 논의를 진행하고 있지는 않으나, SDN과 NFV 기술 모두 3GPP 시스템에 필요한 CP/UP 분리 구조와 네트워크 기능의 가상화 기능을 제공하는 데 크게 활용될 예정이어서 이와 관련한 표준개발 및 관련 이슈의 연구는 두 연구그룹의 주된 논의 안건이 될 전망이다.

5gangip(5G Aspects of Next Generation IP)

현재 IETF에서는 2020년 전후로 전환이 필요한 IETF 관점의 미래 인터넷 구조와 연계하여 효율적인 이동성 지원, 확장성 가능 구조, 빌트인 보안 구조 등을 지원하는 구조연구와 이와 관련된 프로토콜의 최적화에 대한 연구 논의를 막 시작한 단계이다. 이러한 연구들은 궁극적으로 5G 이동통신 네트워크와 밀접히 연계될 것으로 보이며, 특히 네트워크 슬라이싱, DMM, LISP과 같은 연구 분야를 포함한 이슈 발표를 2번에 걸친 비공식 회의를 통해 논의한 바 있다. 5gangip 비공식 연구그룹은 추후 IRTF의 공식 RG로 승인을 추진할 예정이며, 이후 아래와 같은 IP 관점에서의 5G 네트워크 표준 이슈들을 논의할 예정으로 보인다.

- GTP 터널의 비사용과 모바일 에지 컴퓨팅의 적용에 따른 IP구조의 영향
- 3GPP 시스템의 네트워크 슬라이싱과 IP 기반의 논리적 네트워크 분리와와의 관계
- 3GPP 시스템에서의 IP 로케이터-식별자 분리 구조 적용 및 분산 이동성 지원 등

5. 결론 및 시사점



다가오는 사물인터넷 시대, 5G는 새로운 차원의 서비스를 예고하며, 미래를 여는 핵심적인 기술로 부상했다.

국제무대에서의 활발한 표준화 활동과 기술 주도는 앞으로 ICT 강국 대한민국의 신성장 동력을 확보할 중요한 활동이다. 이동통신 그룹과 전통적인 네트워크 그룹의 협력, 국내 산업계 및 이해 당사자들의 역량의 결집이 필요한 때다.

5G 기술경쟁에서 표준 기술의 확보와 표준화의 확대 투자는 국내 ICT 기술의 지속적인 발전과 국제적인 기술선도를 결정하는 중요한 요인이 될 전망이다. 현재 3GPP를 비롯하여 ITU-T, IEEE, IETF, ETSI NFV 등 여러 표준화 기구가 5G의 2020년 상용화를 목표로 경쟁적으로 표준화 작업을 진행하고 있다.

5G는 기존의 모바일 네트워크 기술 외에도 유선 네트워크, 클라우드 및 가상화, 다양한 서비스의 손쉬운 제공 등이 종합적으로 융화된 새로운 정보통신 인프라다. 기존 4G까지의 기술은 주로 RAN 기술의 성능과 속도 향상에 초점을 두어 발전되어 왔으나, 5G는 네트워크 운용 편의성, 신규 서비스 수용 용이성, CAPEX/OPEX 절감 등을 기술적 목표로 한다. 각 표준화 기구에선 이를 지원할 수 있는 혁신적인 접근 방법을 고려하고 있다.

3GPP의 SA 그룹에서는 ETSI NFV 그룹과의 상호 협력하에 NFV, 네트워크 슬라이싱 같은 네트워크 기술의 수용을 통한 새로운 5G의 요구사항 및 구조 제안을 위한 연구 활동을 매우 빠르게 진행하고 있다. ITU-T SG13 산하의 IMT-2020 포커스 그룹(FG on IMT-2020)은 5G 네트워크 관련 주요 표준화 이슈 분석 보고서를 2015년 12월에 제출한 바 있고, 현재는 2017년부터 시작되는 차기 ITU-T 회기에서 빠른 표준화가 진행될 수 있도록 5G 네트워크의 구조, 관리, 소프트웨어화 및 오픈소스 프로젝트 관련 신규 기술 문서 개발 작업을 진행 중이다.

각 국가별 5G 네트워크 관련 기술 및 표준 개발 경쟁 역시 심화되고 있다. 일본은 5GMF를 중심으로 정부 주도 연구개발 프로젝트, 사업자, 장비 벤더 등이 수년 전부터 5G 이행 계획을 수립하고 일관되게 추진해오고 있다. 중국도 정부 주도 하에 화웨이 등이 그 동안 개발한 결과물들을 오픈소스화 하는 작업 등을 추진하면서 기술적인 고립을 탈피하여 글로벌 시장을 주도하기 위한 전략적 접근을 하고 있다.

우리나라는 민관 공동협의체인 5G포럼을 중심으로 관련 산학연 연구개발자들이 모여서 백서를 출간하는 등의 활동을 하고 있으나, 에릭슨 등과 같은 글로벌 벤더 뿐만 아니라 일본, 중국 대비 열세인 국내 산업계 및 이해 당사자들의 역량을 효과적으로 결집하기 위한 상호협력의 틀을 구축하고 공동 대응전략을 이행할 필요가 있다. 전통적인 이동통신 그룹과 네트워크 그룹이 상호 협력하여 새로운 5G 기술 및 서비스에 대한 공동 대응 및 시너지 생성이 필요하다.

ETRI는 5G 네트워크 기술 분야 관련하여 국내외 표준화 수행을 위해 국내 관련 업체들의 요구사항을 수용하여 3GPP SA 관련 워킹그룹에 관련 기술을 제안하고 반영하는 표준화 활동을 수행하고 있다. 이를 위하여 TTA PG220(미래인터넷 기술위원회) 산하 5G 네트워크 표준기술을 연구하는 신규 실무반(WG2203)을 국내 산학연과 협력하여 구성하였으며, 이를 통해 국내 통신사와 관련 산업체의 요구사항을 반영하는 국제/국내표준안 개발을 추진할 계획이다. 이와 더불어 3GPP SA 기술그룹에서 진행되고 있는 최신 표준 기술을 국내 관련 산업체들에게 공유함으로써 5G 기술의 도입과 장비 개발 시 활용될 수 있도록 지원하는 활동을 수행하고 있다. 최근 국내에도 3GPP SA 기술그룹과 RAN 기술그룹은 상호 협력을 논의하고 있으며, 이와 동시에 ETSI NFV ISG 연구그룹 등과도 밀접히 협력을 진행 중이다.

우리나라에서는 이동통신 그룹과 전통적인 네트워크 그룹이 상호 협력하여 새로운 5G 기술에 대한 공동대응 및 시너지 생성을 위한 논의의 장이 필요할 것으로 보인다. 국내에서는 그간 3GPP RAN 활동을 중심으로 표준화 활동을 추진하여 왔으나, 상대적으로 SA 표준에 대한 정보와 기술반영은 저조한 상황이다. 이에 ETRI는 3GPP SA 그룹에서 진행되고 있는 최근 표준 이슈들을 국내 관련 네트워크 장비 개발 산업체들에게 공유하고, 기술 개발을 진행 중인 원대 관련부서와의 협업을 통해 5G 네트워크 기술 도입 또는 장비 개발 시 원활히 활용될 수 있도록 지원할 것이다.



약어

5G PPP	the 5G infrastructure Public Private Partnership
CN	Core Network
EC	Executive Committee
eNB	evolved NodeB
EPC	Evolved Packet Core
EPS	Evolved Packet System
IEEE-SA	IEEE Standard Association
IMS	IP-Multimedia Subsystem
LTE	Long Term Evolution
MANO	Management and Orchestration
MME	Mobility Management Entity
NextGen	Next Generation System
NFV	Network Function Virtualization
NGMN	Next Generation Mobile Networks
NR	New Radio
OAM&P	Operations, Administration, Maintenance and Provisioning
PCG	Project Coordination Group
P-GW	PDN GateWay
RAN	Radio Access Network
RIT	Radio Interface Technology
SA	System Architecture
SC	Standing Committee
SDN	Software Defined Networking
S-GW	Serving GateWay
Sub-WG	Sub Working Group
TG	Task Group
TSG	Technical Specification Group
UE	User Equipment

참고 문헌

- 김대중, “5G 이동통신 표준화 현황 및 전망,” TTA저널, 2016월 2월호.
 - 신명기, “5G 네트워크 진화 및 표준전략,” KRnet2016.
 - 이호원, “5G 서비스 전망” TTA저널, 2016년 1월호.
 - 3GPP, “TR 22.891, “Study on New Services and Markets Technology Enablers,” 2016
 - 3GPP, TR 23.799 v0.8.0, “Study on Architecture for Next Generation System(Release 14)”, 2016. 9.
 - 3GPP, TS 28.500 v1.2.0, “Telecommunication management; Management concept, architecture and requirements for mobile networks that include virtualized network functions,” 2016
 - 3GPP, TS 28.510 v1.0.0, “Telecommunication management; Configuration Management(CM) for mobile network that include network functions; Requirements,” 2016
 - 3GPP, TS 28.515 v1.0.0, “Telecommunication management; Fault Management(FM) for mobile network that include network functions; Requirements,” 2016
 - 3GPP, TS 28.520 v1.0.0, “Telecommunication management; Performance Management(PM) for mobile network that include network functions; Requirements,” 2016
 - 3GPP, TS 28.525 v1.0.0, “Telecommunication management; Life Cycle Management(LCM) for mobile network that include network functions; Requirements,” 2016
 - 3GPP, TR 28.800 v0.2.0, “Telecommunication management; Study on management and orchestration architecture of next generation network and service,” 2016
 - 3GPP, TR 28.801 v0.2.0, “Telecommunication management; Study on management and orchestration architecture of network slicing for next generation network,” 2016NGMN, “5G White Paper”, 2015
 - ITU-T, TD 208(PLEN/13), “FG IMT-2020: Report on Standards Gap Analysis”, 2015
-

-
- 5G Forum, “5G Vision, Requirements, and Enabling Technologies”, 2016
 - 5GMF, White Paper, “5G Mobile Communications Systems for 2020 and beyond”, 2016
 - 5G PPP Architecture Working Group, “View on 5G Architecture”, 2016
 - NGMN, 5G White Paper, 2015
 - NGMN, Description of Network Slicing Concept, 2016
 - Patrick Slaats, “IEEE 5G Initiative”, IEEE 802.11-16-0459-00, 2016년 3월
 - Glen Parsons, “IEEE 802 EC 5G/IMT-2020 Standing Committee Report”, IEEE 802 ec-16-0119-01, 2016년 7월
 - Joseph Levy, “AANI SC Agenda November 2016”, IEEE 802.11-16-1318-00, 2016년 9월
 - Max Riegel, “IEEE 802.1 OmniRAN TG Special session on WP-5A/RLAN approach for 5G SC”, IEEE 802 omniran-16-0045-01, 2016년 7월





ETRI Insight

표준화 동향

5G 네트워크 표준기술

편집위원장 ETRI 표준연구센터 **김형준** 센터장

편집위원

ETRI 표준연구센터	신명기	실장
ETRI 표준연구센터	이형호	전문위원
ETRI 표준연구센터	안병준	책임연구원
ETRI 표준연구센터	이종화	책임연구원
ETRI 표준연구센터	김동명	선임연구원
ETRI 표준연구센터	이승익	선임연구원
ETRI 표준연구센터	이지현	선임연구원
ETRI 5기가통신연구본부	예충일	전문위원
ETRI 5기가통신연구본부	이경석	전문위원
ETRI 표준연구센터	이병남	전문위원
ETRI 표준연구센터	현성은	기술원



본 저작물은 공공누리 제4유형: 출처표시+상업적이용금지+변경금지 조건에 따라 이용할 수 있습니다.

