



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)



공학 석사학위 청구논문

5G 이동통신 기술 진화 및 서비스 방향

전남대학교 산업대학원
전자컴퓨터공학과

윤 대 희

2016년 8월



5G 이동통신 기술 진화 및 서비스 방향

이 논문을 공학 석사학위 논문으로 제출함

전남대학교 산업대학원
전자컴퓨터공학과

윤 대 회

지도교수 황 인 태

윤대회의 공학 석사의 학위논문을 인준함

심사위원장 전남대학교 교 수 공학박사 김 대 진 (인)

심사위원 전남대학교 교 수 공학박사 박 호 성 (인)

심사위원 전남대학교 교 수 공학박사 황 인 태 (인)

2016년 8월



목 차

그림 목 차	iii
표 목 차	iv
약 어 표	v
국 문 초 록	ix
제 1 장 서 론	1
제 2 장 5G 이동통신 기술 진화	3
1. 5G 기술 진화 방향	3
2. 5G 주요 요구사항	5
3. 5G 시스템 아키텍처	7
가. Innovative Service	7
나. Enabling Platform	8
다. Hyper-Connected Infrastructure	9
4. 5G 후보 주파수 대역	10
제 3 장 5G 무선 접속 기술	12
1. 초광대역 통신 기술(eMBB)	12
가. Massive MIMO	13
나. New Waveform	14
다. Multiple Access	15
라. Dual Connectivity	17
마. 비면허 대역 활용 기술	19
2. 고신뢰성 및 저지연 통신 기술(uLLC)	20
3. 대규모 기기 간 통신 기술(mMTC)	21



4. 네트워크 슬라이스 기술	23
가. 네트워크 슬라이스	23
나. 각 네트워크 영역별 슬라이스 방안	24
1) NFV 영역에서의 네트워크 슬라이스	24
2) SDN 영역에서의 네트워크 슬라이스	27
제 4 장 5G 코어 네트워크 기술	29
1. 네트워크 가상화 기술	29
2. 네트워크 기능 분산화 기술	32
3. 네트워크 유·무선 융합화 기술	33
4. 코어 네트워크의 벤더별 솔루션 전략	34
제 5 장 5G 서비스 방향	35
1. eMBB 기술 기반 서비스	35
가. 홀로그램 및 멀티미디어 기반 몰입형 통신 서비스	35
나. Large-scale 몰입형 AR/VR 서비스	36
다. 빅데이터 기반 지능형 서비스	38
2. uLLC 기술 기반 서비스	40
3. eMTC 기술 기반 서비스	41
가. Massive Connectivity 기반 IoT 서비스	41
나. 재난 대응 및 공공안전 서비스	42
제 6 장 결 론	44
참 고 문 헌	45
영 문 초 록	46



그림 목 차

[그림 2.1] 이동통신 기술진화 유형	3
[그림 2.2] 5G 기술 진화 곡선	4
[그림 2.3] 5G 기술 진화 방향성 및 예상 일정	4
[그림 2.4] 5G 시스템 구성도	7
[그림 2.5] 5G 서비스 예제	8
[그림 2.6] S/W기반의 5G Enabling Platform	8
[그림 2.7] 초고속 전송 및 Massive Connectivity를 지원하는 5G 인프라 구조	9
[그림 2.8] 6GHz 미만의 5G 후보 주파수	10
[그림 2.9] 6GHz 이상의 5G 후보 주파수	11
[그림 3.1] 사용자 시나리오별 기술 분류	12
[그림 3.2] Massive Antenna를 이용한 FD-MIMO	14
[그림 3.3] OFDM과 FBMC의 차이점	15
[그림 3.4] NOMA와 OFDMA의 차이점	16
[그림 3.5] SOMA와 OFDMA의 차이점	16
[그림 3.6] (a) LTE system (b) SCMA	17
[그림 3.7] Dual Connectivity 구조	17
[그림 3.8] (a) Carrier Aggregation (b) Dual Connectivity	18
[그림 3.9] LTE-Wi-Fi Integration	19
[그림 3.10] New Radio Frame 구조 예	20
[그림 3.11] 네트워크 슬라이스 구조	24
[그림 3.12] 4G 네트워크 구조	25
[그림 3.13] Network Virtualization 생성	25
[그림 3.14] 네트워크 슬라이스	26
[그림 3.15] NFV 영역에서의 네트워크 슬라이스	27
[그림 3.16] SDN 영역에서의 네트워크 슬라이스	28
[그림 4.1] SDN 계층 개념	29
[그림 4.2] NFV 계층 개념	30
[그림 5.1] 홀로그램 기반 통신 서비스	35
[그림 5.2] 3D Sensing 기반 AR 서비스	38
[그림 5.3] 인공지능형 실시간 상황인지 서비스	39
[그림 5.4] IoT Video Surveillance 서비스 및 스마트 홈 서비스	42
[그림 5.5] 재난 안전통신망 서비스	42



표 목 차

[표 2.1] 5G Key Requirements	5
[표 3.1] MTC, eMTC 단말 특성	21
[표 3.2] 5G 사용자 시나리오	23
[표 4.1] EPC 벤더의 SDN 전략	34



약 어 표

3GPP	3rd Generation Partnership Project
AP	Access Point
API	Application Programming Interface
AR	Augmented Reality
BI	Business Intelligence
CA	Carrier Aggregation
CAPEX	CAPital EXpenditures
cm	centimeter
CP	Cyclic Prefix
CP	Control Plane
D2D	Device to Device
DC	Dual Connectivity
DC G/W	DataCenter GateWay
DMM	Distributed Mobile Management
DU	Digital Unit
eMBB	enhanced Mobile BroadBand
EPC	Evolved Packet Core
FBMC	Filter Band Multi-Carrier
HARQ	Hybrid Automatic Repeat Request
HMD	Head Mounted Display
HUD	Head Up Display
ICI	Inter Carrier Interference
ICT	Information Communication Technology
IETF	Internet Engineering Task Force
IMS	IP Multimedia Subsystem



IMT	International Mobile Telecommunication
IMT-A	International Mobile Telecommunication-Advanced
IoT	Internet of Things
ISI	Inter Symbol Interference
ITU-R	International Telecommunication Union-Recommendations
KPI	Key Performance Indicator
LAA	License-Assisted Access
LBT	Listen-Before-Talk
LDPC	Low Density Parity Check
LTE	Long Term Evolution
LTE-A	Long Term Evolution-Advanced
M2M	Mobile to Mobile
MCS	Modulation and Coding Scheme
MeNB	Macro evolved NodeB
MIMO	Multiple Input Multiple Output
ML	Maximum Likelihood
mm	millimeter
MME	Mobility Management Entity
mMTC	massive Machine Type Communications
MPLS	Multi-Protocol Label Switch
MRI	Magnetic Resonance Imaging
MVO	Mobile Video Optimization
NFV	Network Function Virtualization
NI	Network Intelligence
NOMA	Non-Orthogonal Multiple Access
O&M	Operation & Management
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing



ONF	Open Networking Foundation
OPEX	Operation EXpenses
PCRF	Policy and Charging Rules Function
QoS	Quality of Service
RAN	Radio Access Network
RAT	Radio Access Technology
RFID	Radio Frequency InDentification
RLC	Radio Link Control
RRC	Radio Resourece Control
RTT	Round Trip Time
RU	Radio Unit
SCMA	Sparse Code Multiple Access
SDN	Software Defined Network
SeNB	Small evolved NodeB
SI	Service Intelligence
SIC	Successive Interference Cancellation
SOMA	Semi Orthogonal Multiple Access
SP-GW	Serving Packet data network-GateWay
TCO	Total Cost of Ownership
TTI	Transmission Time Interval
UE	User Equipment
UFA	Ultra Flat Architecture
UFMC	Universal Filtered Multi-Carrier
UHD	Ultra High Definition
UI	User Interface
uLLC	ultra-reliable and Low Latency Communications
UP	User Plane



VM	Virtual Machine
VoLTE	Voice over LTE
VR	Virtual Reality
v-router	virtual router
v-switch	virtual switch
Wi-Fi	Wireless Fidelity



5G 이동통신 기술 진화 및 서비스 방향

윤 대 희

전남대학교 산업대학원 전자컴퓨터공학과

(지도교수 : 황 인 태)

(국문초록)

ITU-R(International Telecommunication Union-Recommendations)은 WP(Working Party)5D에서 5G 시스템의 핵심 성능을 제시하는 8가지의 KPI(Key Performance Indicator)를 개발 완료하였고, 3가지의 사용자 시나리오를 제시하였다. 그리고 5세대 이동통신 정식 명칭을 'IMT(International Mobile Telecommunication)-2020'으로 확정하였다. 본 논문에서는 8가지의 KPI를 만족시키는 5G 이동통신 기술 진화와 5G 서비스 방향을 다루고자 한다.

5G 이동통신은 초광대역 통신 서비스(eMBB, enhanced Mobile BroadBand), 고신뢰성 및 저지연 통신 서비스(uLLC, ultra-reliable and Low Latency Communications), 대규모 기기간 통신 서비스(mMTC, massive Machine Type Communications)로 구분되는 새로운 무선접속기술(new RAT, new Radio Access Technology)을 바탕으로 지금까지 구축된 여러 무선 접속 기술들을 하나의 네트워크에서 수용할 수 있는 유연한 네트워크 구조를 요구한다. 코어 네트워크의 가상화 기술과 기능 분산화 기술은 폭발적으로 증가하는 트래픽 처리 부하를 경감시키고 이종 네트워크 간의 접속 및 융합에 대처할 수 있는 네트워크로 발전하고 있다. 또한, 서로 다른 특성을 갖는 단말을 대상으로 다양한 서비스를 제공하기 위해 네트워크 슬라이스 기술이 제시되고 있다. 물리적인 하나의 네트워크에서 각 서비스가 요구하는 사항을 슬라이스 단위로 제공하므로써 서비스



에 유연하게 대응할 수 있다.

따라서 새로운 무선접속기술을 기반으로 로봇, 디스플레이, 자동차 등 모든 사물이 인터넷으로 연결되고, 소프트웨어를 기반으로 하여 ALL IT화될 것으로 전망된다. 단순히 4G에서 진화된 무선 기술이 아니라, 그동안 개별적으로 동작하던 다양한 기기들을 연결시켜 삶 자체를 획기적으로 변화시킬 것으로 기대된다.

핵심되는 말 : 5G 이동통신, eMBB, mMTC, uLLC, 네트워크 슬라이스



제 1 장 서 론

1984년 아날로그 이동통신 상용화로 시작된 1G 이동통신은 10년 주기로 진화하여 1990년대 2G, 2000년대 3G, 2010년대의 4G를 거쳐 2020년대에 5세대 이동통신이 상용화될 것으로 보인다. 서비스 관점에서 보면 1G는 음성, 2G는 음성과 문자, 3G에서 모바일 인터넷과 영상전화가 처음 등장하였으며 4G시대에는 스마트폰의 대중화와 함께 동영상, 멀티미디어 스트리밍, 모바일 TV 등의 비디오 서비스가 활성화되어 우리 생활을 변화시키고 있다.

지금까지는 핸드폰을 사용하는 가입자 중심의 서비스가 주를 이루었다면 앞으로는 핸드폰 이외에도 웨어러블, 센서 등 여러 가지 유형의 IoT(Internet of Things) 디바이스들을 이용한 다양한 서비스들이 나타날 것이다. 즉, 홀로그램과 같은 고용량이 필요한 서비스, 미러링과 같이 데이터량은 작지만 디바이스 수가 많은 IoT 서비스, 무인 자율 주행 자동차처럼 지연시간이 매우 중요해진다.

그러나 5G 시대를 열기 위해서는 첫째, 스마트폰 이외의 IoT, 웨어러블로 인해 4G 대비 10배 이상 증가할 것으로 예상하는 디바이스를 효과적이고 경제적으로 수용해야 한다. 둘째, 단위 파일의 크기가 지속적으로 증가함과 아울러 유통량 또한 증가일로에 있는 영상, 음악, 텍스트, 사진 등을 사용상 불편을 느끼지 않을 정도의 속도로 처리하기 위해서는 무선망 및 전송망의 처리 속도가 크게 향상되어야 한다. 셋째, 무인 자율 주행, 원격진료와 같은 생명과 직결된 응용 분야가 활성화되기 위해서는 현재 4G망보다 처리지연시간을 대폭 줄여야만 한다.

본 논문에서는 새로운 무선 접속 기술을 바탕으로 유연한 네트워크 구조를 가지는 코어 네트워크를 통하여 서로 다른 특성을 갖는 단말들이 물리적인 하나의 네트워크에서 어떻게 제공받는지 살펴보고 5G 네트워크 망을 통하여 출시될 다양한 서비스에 대하여 알아본다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 서론에 이어 제 2 장에서는 5G 네트워크 기술 진화 및 주요 요구사항에 대해서 살펴본다. 제 3 장에서는 새롭게 제시되고 있는 무선 접속 기술을 알아보고, 제시된 무선 접속 기술이 8개의 KPI(Key Performance Indicator)를 어떻게 만족시키는지 살펴본다. 제 4 장에서는 코어

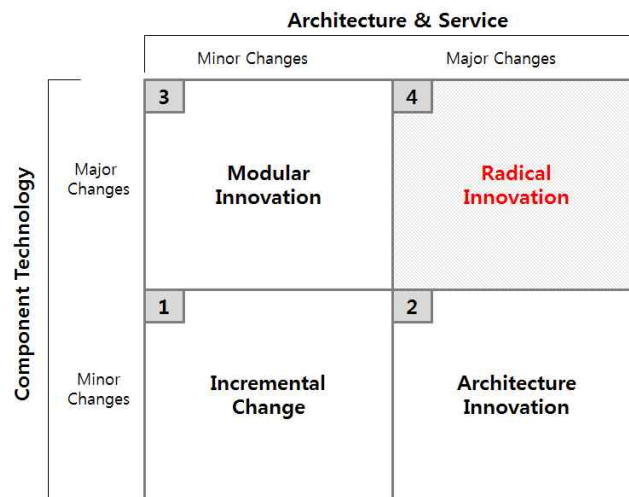


네트워크에서 트래픽 처리 부하를 경감시키고 다양한 접속에 따른 고품질의 서비스 융합을 위해 제시되고 있는 기술에 대하여 살펴본다. 그리고 제 5 장에서는 새롭게 진화할 5G 이동통신 기술을 기반으로 출시될 다양한 서비스들에 대하여 살펴본다. 제 6 장에서는 본 논문의 결론으로 5G 이동통신의 기술적 최종 정의와 향후 발전 방향에 대하여 제시한다.

제 2 장 5G 이동통신 기술 진화

1. 5G 기술 진화 방향

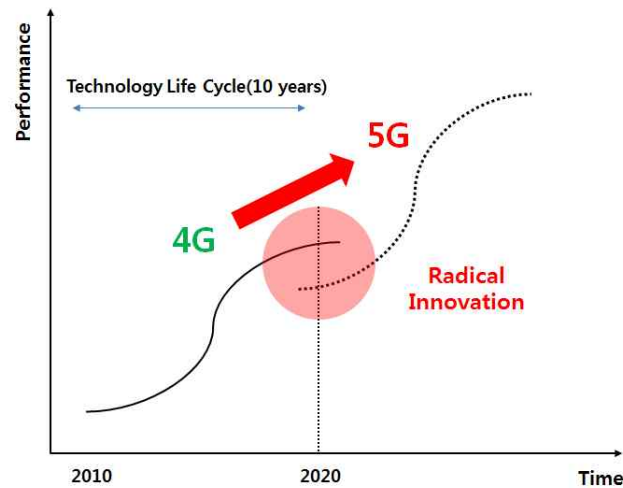
이동통신 서비스는 네트워크 구조를 기반으로 다양한 송·수신 요소 기술들이 결합되어 동작하는데 다양한 신기술들이 새롭게 등장하면서 이동통신 역사가 세대를 거듭하며 발전해 왔다. 이동통신 기술의 진화 유형은 아키텍처와 요소 기술 2가지 기준으로 그림 2.1과 같이 분류할 수 있다. 그 동안 4G까지는 요소기술 혹은 아키텍처의 개별적인 발전 및 점진적인 향상을 통해 진화해 왔으나, 5G에서는 요소 기술뿐만 아니라 망 구조 혁신이 결합되어 새로운 'value'창출 및 통신진화의 한 단계 도약을 위한 촉매가 되어야 한다. 즉, 현재 LTE(Long Term Evolution)/LTE-A(LTE-Advanced)를 기반으로 한 지속적인 기술 진화(evolution)와 더불어 지금과는 전혀 다른 방식의 기술 혁신(revolution), 2가지 path를 통해 5G 진화를 달성할 수 있다[1].



[그림 2.1] 이동통신 기술진화 유형

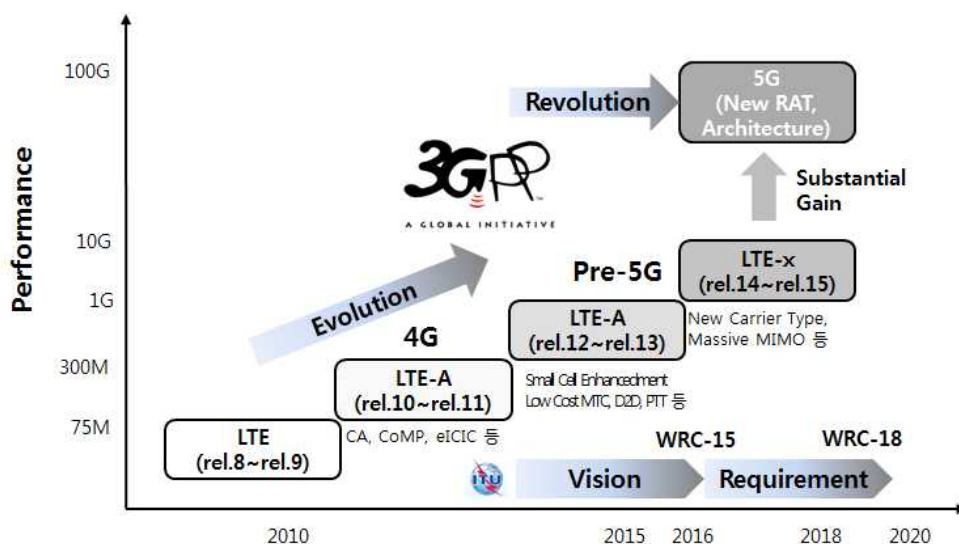
이는 그림 2.2와 같이 나타낼 수 있으며, 통신 세대교체 및 기술 수명을 10년으로 봤을 때 2020년경 아키텍처와 송·수신 요소 기술 전반의 기술 혁신을 통해 5G 통신 진화를 달성 가능할 것으로 예상된다. 혁신 기술의 도입은 5G 통신 시

대가 본격화되는 시점에 네트워크 성능의 비약적인 향상을 가속화할 것이다.



[그림 2.2] 5G 기술 진화 곡선

5G 진화가 evolution과 revolution, 2가지 기술진화 방향성으로 진행된다고 봤을 때 evolution 방향성의 경우 현재 LTE-A의 지속 고도화를 통해 달성할 수 있다. 또한, 5G 규격 표준화는 현재 LTE-A 표준 규격을 정하고 있는 3GPP(3rd Generation Partnership Project)를 통해서 진행되고 있으며, 이에 대한 time schedule을 예상해보면 그림 2.3과 같다.



[그림 2.3] 5G 기술 진화 방향성 및 예상 일정

2. 5G 주요 요구사항

ITU-R은 2015년 6월10일 ~ 6월18일까지 미국 샌디에고에서 열린 WP(Working Party)5D 회의에서 스마트폰, 태블릿, IoT 기기 등과 같은 모바일 디바이스의 확산 및 가입자의 급격한 증가를 예상하였다. 이로 인해 폭증할 것으로 예상되는 트래픽을 안정적으로 수용하기 위한 5세대 이동 통신의 핵심 성능에 대한 논의하였고, 표 2.1과 같이 다음 8가지 기술적 요구사항에 대하여 합의하였다[2]. 그리고 5세대 이동통신 정식 명칭을 'IMT(International Mobile Telecommunication)-2020'으로 확정하였다.

[표 2.1] 5G Key Requirements

4G(IMT-Advanced)	종 류	5G(IMT-2020)
1Gbps	최대 전송 속도	20Gbps
10Mbps	이용자 체감 전송 속도	100~1000Mbps
-	주파수 효율성	4G 대비 3배
350km/h	고속 이동성(km/h)	500km/h
10ms	전송 지연	1ms
0 /km ²	최대 기기 연결 수	10 ⁶ /km ²
0.1Mbps/m ²	단위 면적당 데이터 처리 용량	10Mbps/m ²
-	에너지 효율(Bit/Joule)	4G 대비 100배

5G 망은 속도 측면에서 홀로그램, 8K UHD(Ultra High Definition)와 같은 진화된 비디오 서비스를 안정적으로 사용하기 위하여 기존 대비 20배 증가된 20Gbps의 최고 전송 속도, 기존 대비 10배 향상된 1000Mbps 이상의 이용자 체감 전송 속도를 보장하여야 한다. 그리고 단위 주파수당 평균 데이터 처리량은 4G 대비 3배 이상 향상시켜야 하며 500km/h로 주행하는 고속 이동체 안에서도 끊임없는 서비스를 제공하여야 한다.



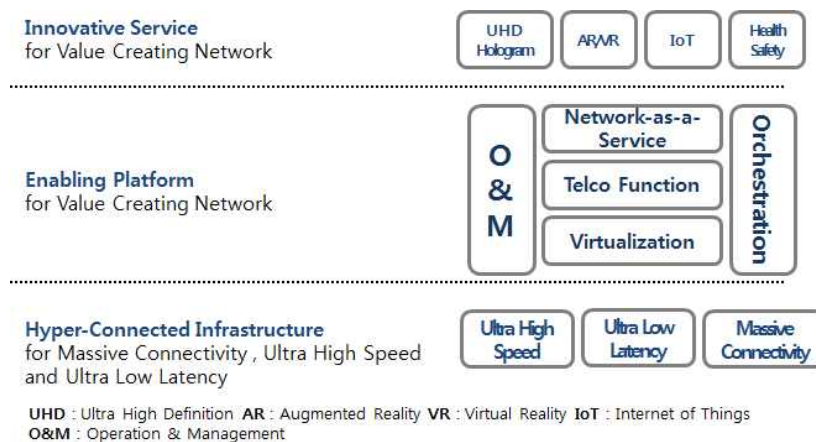
무선 구간 단방향 전송 지연을 4G 대비 1/10인 1ms까지 줄임으로써 무인 자동차, 원격진료와 같이 인명과 직결된 서비스를 안전하게 지원할 수 있어야 하며, 최대 250억 개까지 늘어날 것으로 예상되는 사물 통신용 기기를 수용하기 위해서는 km^2 당 최대 100만개의 기기를 연결할 수 있는 무선 용량을 갖추어야 한다.

사용자 고밀집 환경에서도 이용자 체감 전송 속도를 유지하기 위해서는 단위 면적당 데이터 처리용량은 10Mbps/ m^2 로 4G 대비 100배 증가되어야 하며, 사물 통신 성공의 핵심 요소인 소모 전력 최소화를 위해 에너지 효율은 기존 대비 100배 이상 향상되어야 한다.

3. 5G 시스템 아키텍처

5G 시스템은 크게 innovative service, enabling platform, hyper-connected infrastructure의 3개 layer로 구성할 수 있으며 이를 도식화하면 그림 2.4와 같다[3].

가장 상위의 innovative service는 5G 요구사항 수용 및 새로운 사용자 경험을 제공하는 service layer이며, middle layer인 enabling platform은 다양하고 복잡한 통신망 기능을 효과적으로 구현하고 지능화된 엔진을 탑재 가능한 S/W 플랫폼이다. 가장 아래에 있는 hyper-connected infrastructure는 촘촘한 커버리지의 제공 및 초고속 데이터 파이프 역할을 수행하는 H/W 인프라를 의미한다.



[그림 2.4] 5G 시스템 구성도

가. Innovative Service

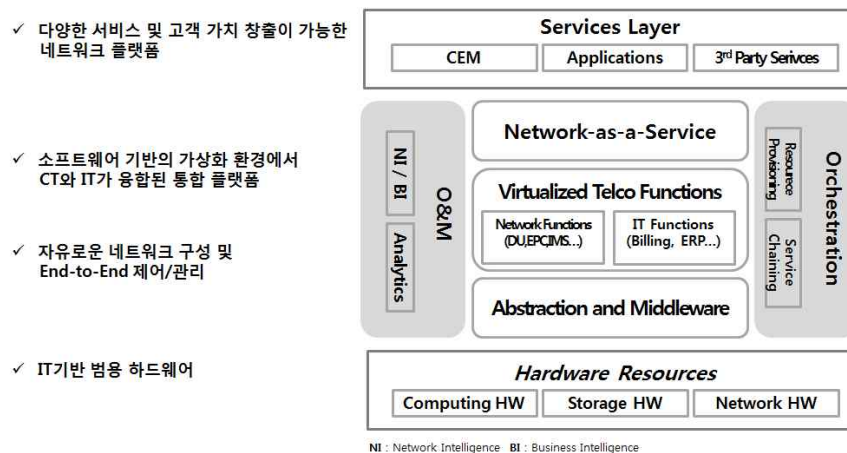
5G 서비스가 현재까지의 이동통신 서비스와 차별화되는 핵심 테마는 시공간의 제약을 뛰어넘어 몰입형 고객 경험을 제공하는 것으로 이는 초고속 데이터 전송 인프라 및 혁신적 UI(User Interface)를 기반으로 가능하다. 그림 2.5와 같이 UHD 및 4K 등 고화질 멀티미디어 기반으로 언제 어디서나 기가급 데이터 전송이 가능하기 때문에 증강/가상현실, 홀로그램 등 실감형 서비스와 원격진료, tele-presence, IoT 등 초연결 서비스를 제공한다.



[그림 2.5] 5G 서비스 예제

나. Enabling Platform

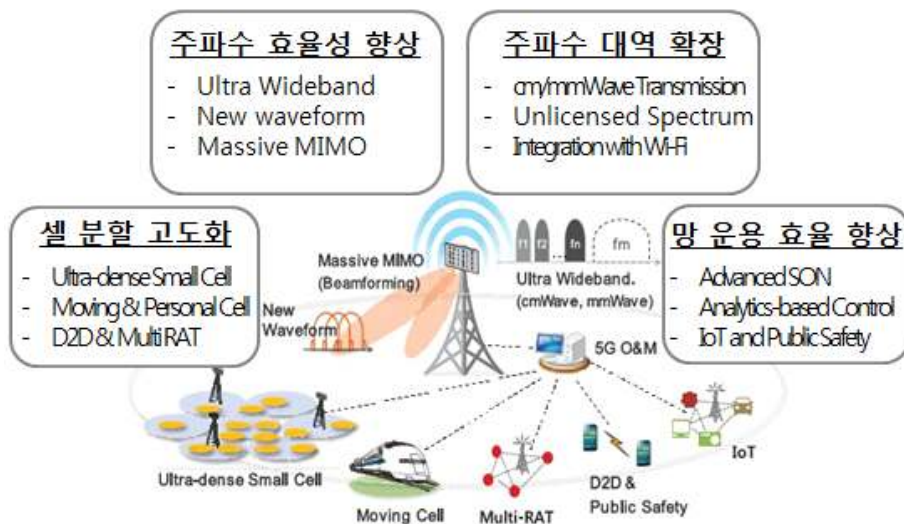
다양한 혁신 서비스 및 가치 창출을 위한 인터페이스 및 시스템 기반은 5G enabling platform이 제공한다. 5G enabling platform의 핵심 기능은 그림 2.6 과 같이 IT기반 범용 하드웨어 상에서 가상화된 소프트웨어로 모든 통신 및 서비스 기능의 자유로운 구성 및 변경이 가능한 Network-as-a-Service 플랫폼을 제공한다. 또한 서비스 활용을 위한 API(Application Programming Interface)를 제공하고, analytics기반의 지능화된 통신 및 서비스 구현이 가능하다. 이러한 플랫폼은 지능화된 통합 제어 및 orchestration을 통해 효율적으로 운용된다.



[그림 2.6] S/W기반의 5G Enabling Platform

다. Hyper-Connected Infrastructure

LTE 대비 약 1000배에 이르는 대용량 데이터를 처리하고 massive connectivity를 지원하기 위해서는 5G 후보 기술로 논의되는 새로운 데이터 송·수신 기술 및 망운용 기술들을 결합하여 hyper-connected infrastructure를 구성하여야 한다. 이를 위해 그림 2.7과 같이 셀분할 고도화, 주파수효율 향상, 주파수 대역 확장, 망운용 효율화의 4가지 영역에서 다양한 5G 요소기술들을 개발해야한다. 셀 분할 고도화는 ultra-dense small cell, 이동 셀 및 개인화 셀, D2D(Device to Device) 등 다양한 셀 구성을 통해 area capacity를 최대화하는 것으로 1000배 용량 향상 요구사항을 만족하기 위한 핵심 영역이다. 그리고 신규 변·복조 및 다중접속 기술, massive MIMO(Multiple Input Multiple Output)기술, 5G 간섭제어 등의 주파수 효율 향상 기술은 cm(centimeter)/mm(millimeter) wave 등 주파수 대역 확장과 결합하여 5G 시스템 용량 개선이 가능하다. 마지막으로 advanced SON(Self Organization Network) 및 셀룰라 기반 IoT 등 다양한 망운용 효율향상 기술을 통해 5G 시스템의 안정성을 확보하고 TCO(Total Cost of Ownership) 및 에너지 절감 등을 추구한다.

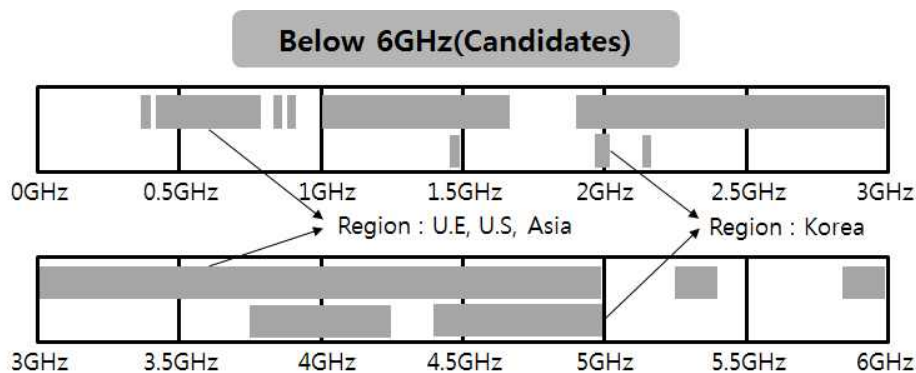


[그림 2.7] 초고속 전송 및 Massive Connectivity를 지원하는 5G 인프라 구조

4. 5G 후보 주파수 대역

4G 주파수로 사용 중인 450MHz ~ 3.5GHz 대역 인근 영역은 이미 다양한 무선통신 용도로 사용되고 있어 미사용 대역을 결합하여 사용한다고 하여도 ITU-R에서 정의한 5G 최고 속도 20Gbps, 체감속도 1000Mbps 이상의 성능을 낼 수 없는 상황이다.

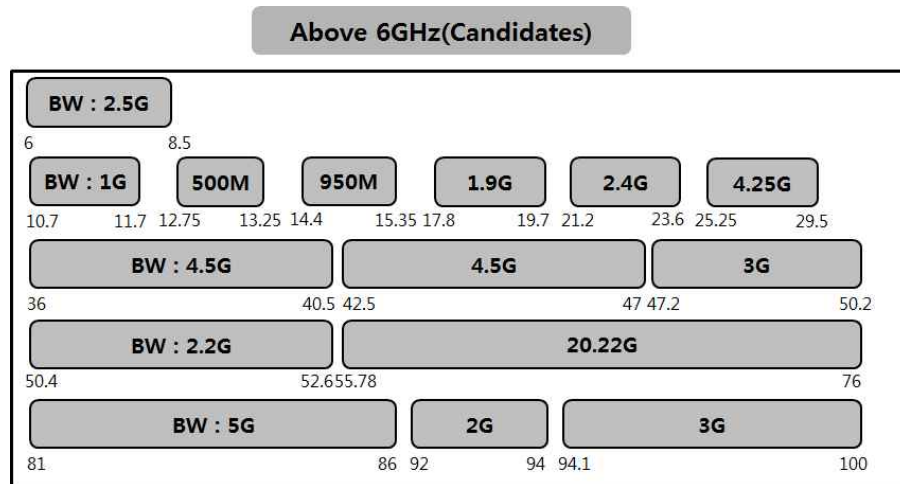
5G 후보 주파수 대역으로 6GHz 미만 대역과 6GHz 이상 대역 모두 검토되고 있으며 국내에서는 6GHz 미만의 주파수로서 그림 2.8과 같이 1,452 ~ 1,492Mhz 대역과 3.6 ~ 4.2GHz 대역이 유력한 후보군으로 논의되고 있으며 6GHz 미만의 주파수에서는 현재 4G 규격의 최신 릴리즈를 적용할 수 있어 기존 무선망 설계 방식을 활용할 수 있을 것으로 보인다.



[그림 2.8] 6GHz 미만의 5G 후보 주파수

광대역 주파수 확보를 위해서 검토되고 있는 6GHz 이상의 대역에서는 높은 MCS(Modulation and Coding Scheme)와 CA(Carrier Aggregation)기술 없이도 500MHz ~ 1GHz의 연속된 광대역을 이용하여 초고속 데이터 전송이 가능할 것으로 기대된다. 6GHz 이상의 주파수에서는 특히 밀리미터웨이브라 불리는 30GHz 이상 및 그 인근 주파수 사용이 활발히 검토되고 있으며, 그림 2.9와 같이 ITU-R WP5D의 주요 후보 주파수 대역은 28GHz, 39GHz, 60GHz, 72GHz 이고 국내 5G포럼에서는 27~29.5GHz 및 72GHz를 주요 후보 주파수 대역으로 검토하고 있다[4]. 또한, 3GPP에서는 향후 6GHz 이상 대역에서의 동작을 고

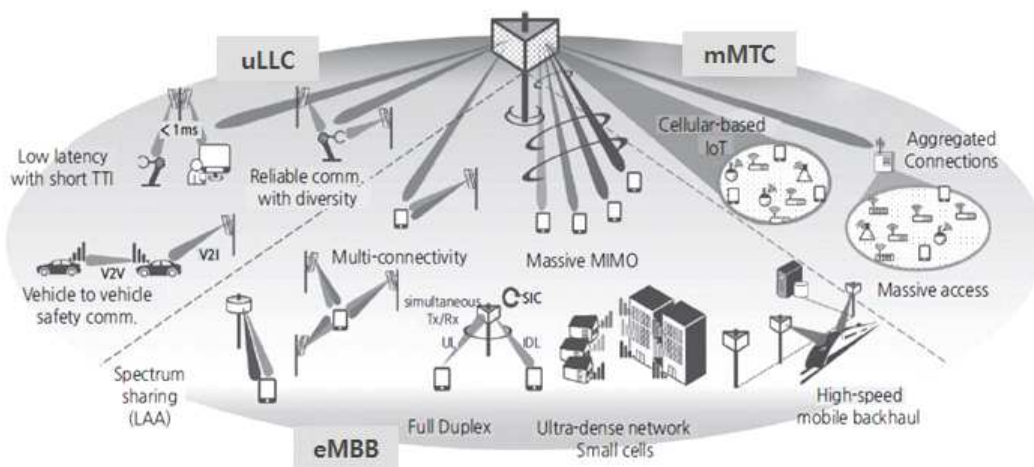
려한 채널 모델링이 선행되어야 한다고 판단하고, 2015년 9월부터 이에 대한 작업을 시작하였다.



[그림 2.9] 6GHz 이상의 5G 후보 주파수

제 3 장 5G 무선 접속 기술

5G는 현재 IMT-A(IMT-Advanced)를 능가하는 다양한 시나리오를 제공하고자 하며, 이를 위한 무선 접속의 기술적 요구사항을 만족해야 한다. 5G에서 고려하는 사용자 시나리오는 그림 3.1과 같이 초광대역 통신 서비스(eMBB, enhanced Mobile BroadBand), 고신뢰성 및 저지연 통신 서비스(uLLC, ultra-reliable & Low Latency Communications), 그리고 대규모 기기 간 통신 서비스(mMTC, massive Machine Type Communications)로 구분된다[5].



[그림 3.1] 사용자 시나리오별 기술 분류

1. 초광대역 통신 기술(eMBB)

최대 전송률과 단위 면적당 용량에 직접 영향을 미치는 것은 평균 대역 효율성으로, 4G의 경우에 약 3.3bps/Hz를 가정하면 5G에서는 최소 약 10bps/Hz의 대역 효율성을 확보해야 한다. 제한된 대역에서 효율성을 증대하는 방법으로는 massive MIMO, new waveform, multiple access 기술 등이 있다.

Massive MIMO는 다중 안테나의 공간적인 특성을 이용하여 동일한 자원으로 다수의 사용자를 지원하는 방식이다. 수신단의 안테나 수를 증가시키면서 동시에

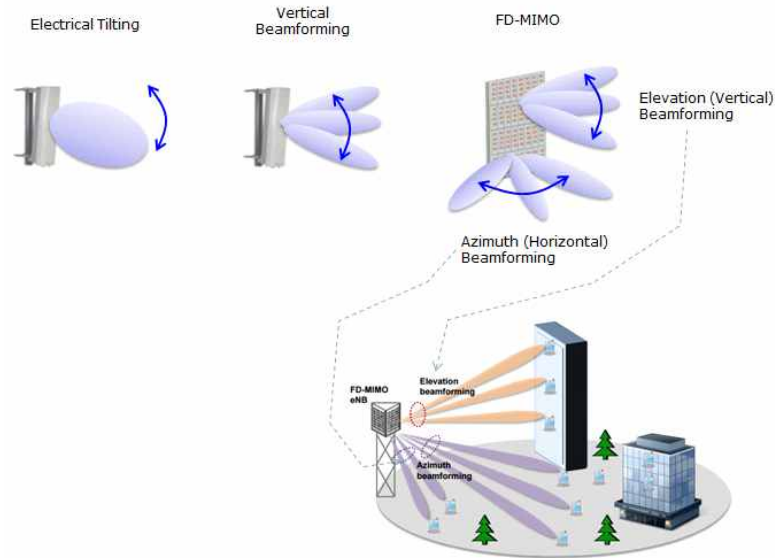
지원할 수 있는 사용자 수를 증가시켜 대역효율성을 증대할 수 있으며, 특히 고주파 대역으로 가면서 물리적으로 집적할 수 있는 안테나의 수를 증가시킬 수 있다. new waveform은 물리계층에서 새로운 다중 반송파 변조 파형의 설계를 통해 인접 사용자 간에 미치는 대역 내 간섭을 완화할 수 있다.

가. Massive MIMO

Massive MIMO는 송·수신 안테나 수를 늘리고 고지향성 빔을 수직 또는 수평으로 자유롭게 생성하여 단말별로 독립적인 빔을 송·수신하여 단말 간의 간섭을 줄여 전송 속도를 올리고 무선 용량을 향상시키는 기술이다.

밀리미터웨이브는 파장이 짧아 직진성이 강하여 원하는 방향으로 신호 전송이 쉽고 안테나 소자의 크기가 작아 안테나수를 늘릴 수 있어 massive MIMO 구현에 유리하다. 좁은 빔 폭을 갖는 다수의 송·수신 안테나를 이용하여 신호를 원하는 곳에만 선택적으로 전달하는 빔포밍 기술을 이용하여 서로 다른 곳에 위치한 많은 사용자들에게 동시에 데이터를 전송하여 기지국의 전송 용량을 증가시키는 multi-user MIMO 효과가 있다.

LTE에서 안테나는 고도를 고려하지 않은 2차원 구조였던 반면 massive MIMO 안테나는 3차원 구조의 빔을 활용하여 고층 빌딩과 같이 여러 단말이 수직, 수평으로 위치한 경우에도 동시 서비스가 가능하며 이를 FD(Full Dimensional)-MIMO라고도 하며 그림 3.2와 같다. Massive MIMO의 구현을 위해서는 수평 방향뿐만 아니라 수직 방향으로 확장한 3D 채널모델링, 이동하는 단말을 효과적으로 트래킹 할 수 있는 기술 등의 추가 연구가 필요하다.

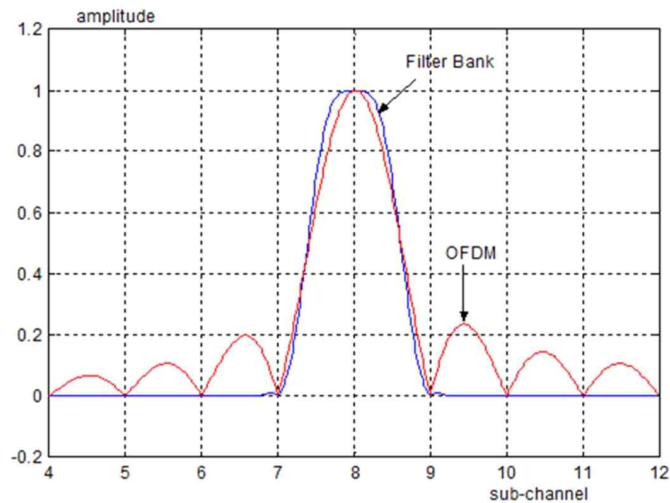


[그림 3.2] Massive Antenna를 이용한 FD-MIMO

나. New Waveform

기존 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 주파수 효율을 더욱 높이기 위해 OFDM의 반송파에 필터를 적용하는 기술의 연구가 활발히 진행되고 있으며, 필터를 적용시키는 범위에 따라 FBMC(Filter Band Multi-Carrier)와 UFMC(Universal Filtered Multi-Carrier)로 나눌 수 있다.

FBMC는 OFDM의 반송파마다 필터를 적용하여 그림 3.3과 같이 불필요한 사이드 로브를 줄임으로써 OFDM에서 사용하는 CP(Cyclic Prefix)를 사용하지 않아도 되어 주파수 효율을 향상시키는 기술이다. 이를 통해 CP의 사용 없이도 ICI(Inter Carrier Interference), ISI(Inter Symbol Interference) 등 간섭 영향을 줄일 수 있으므로 주파수 효율을 향상시킬 수 있다. 하지만, 필터 사용으로 인해 구현 복잡도가 증가하고, 현재 검토 중인 필터로는 OFDM 신호의 허수부가 직교성을 유지할 수 없어 이를 보완하기 위해 허수부의 심볼주기를 1/2만큼 이동시킨 offset QAM(Quadrature Amplitude Modulation)을 사용해야 하고 이에 따라 추가적인 채널 추정이 필요하다. 그림 3.3은 주파수 도메인에서 OFDM과 FBMC의 파형을 보여준다.



[그림 3.3] OFDM과 FBMC의 차이점

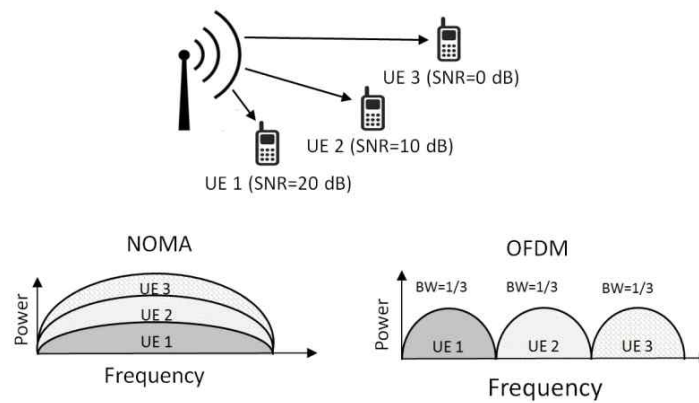
UFMC는 여러 개의 연속적인 반송파들을 묶어 subband 단위로 필터링하는 기술로 FBMC와 마찬가지로 필터링을 통하여 ICI, ISI를 효율적으로 극복할 수 있고, subband 단위의 필터링을 통해 복잡도는 더 낮은 장점이 있다. 또한 QAM 방식을 사용하는 LTE 기술에 적용이 가능하여 FBMC보다 기존 시스템과 높은 호환성을 보이며 짧은 필터 길이로 인해 FBMC 보다 지연시간이 작아진다.

다. Multiple Access

기존 OFDMA 방식보다 많은 수의 기기를 수용하고 셀 용량 증대를 위해 NOMA(Non-Orthogonal Multiple Access), SOMA(Semi Orthogonal Multiple Access), SCMA(Sparse Code Multiple Access)와 같은 새로운 형태의 다중 접속 기술들이 활발하게 연구되고 있다.

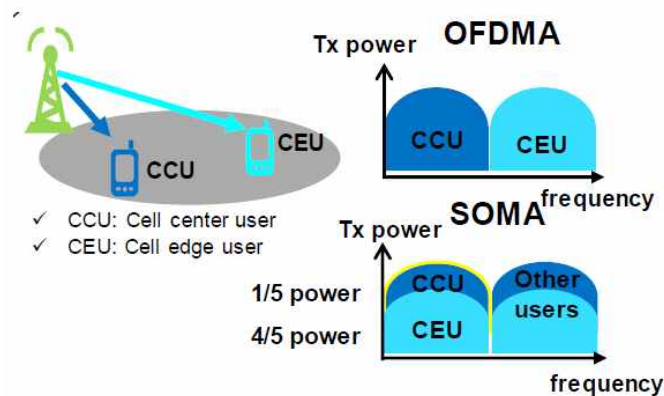
NOMA는 파워 도메인 상에서 다른 사용자들의 간섭 신호를 제거하여 용량을 증가시키는 다중 접속 기술로 다수의 사용자를 같은 주파수 대역에서 동시에 할당하여 넓은 주파수 대역 활용이 가능하다. 그림 3.4는 파워 도메인에서 OFDMA와 NOMA의 주파수 대역 할당을 나타낸다. 이 기술은 각 사용자의 기지국으로부터 거리에 따른 패스 로스를 고려하여 거리가 가까운 사용자에게는 약한 출력으로 먼 사용자에게는 강한 출력으로 신호를 전송하고 SIC(Successive

Interference Cancellation)를 통해 다른 사용자의 신호를 제거하는 방식이다. 하지만, SIC방식 사용에 따라 복잡도가 증가하고, 동일 주파수 자원을 여러 사용자에게 할당함에 따라 셀 내 간섭에 취약하다.



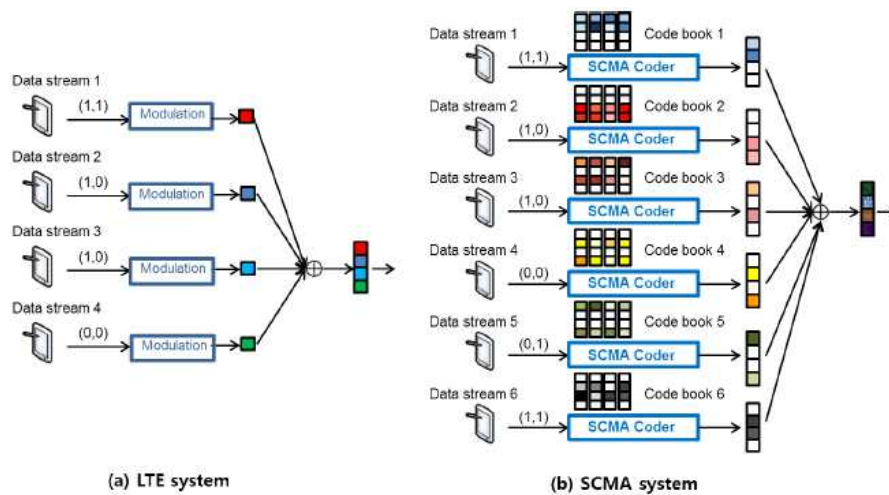
[그림 3.4] NOMA와 OFDMA의 차이점

SOMA는 NOMA의 전송 방법과 동일하게 셀 내에서 사용자의 송·수신 거리에 따라 출력을 다르게 할당하여 전송하지만 그레이 코딩과 ML(Maximum Likelihood)방식을 사용하여 복조 시 SIC기법을 이용하지 않으므로 복잡도를 낮추는 방법이며, NOMA에 비해 복잡도는 낮지만 성능은 비슷하다. 그림 3.5는 주파수 도메인에서 OFDMA와 SOMA의 차이점을 나타낸다.



[그림 3.5] SOMA와 OFDMA의 차이점

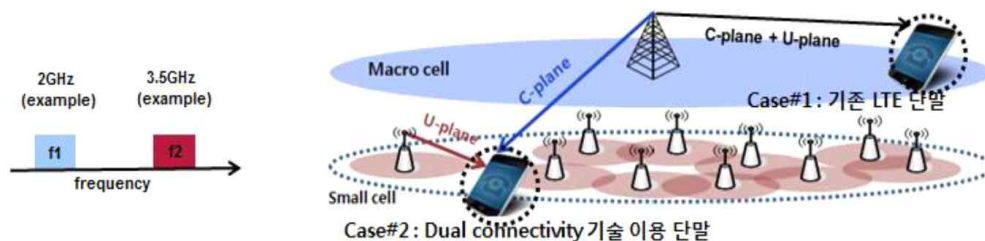
SCMA는 multiple-dimensional code book을 이용하여 주파수 효율을 높이는 다중 접속 기술로 각 데이터 스트림마다 서로 다른 multi-dimensional code book을 사용으로 자원의 중첩 할당이 가능하여 기존 LTE 기술에 비해 많은 기기의 수용이 가능하고 주파수 효율을 높일 수 있다. 그림 3.6은 LTE system과 SCMA system의 차이점을 나타낸다.



[그림 3.6] (a) LTE system (b) SCMA

라. Dual Connectivity

Small cell의 성능 향상을 위해 3GPP Release 12에 도입된 DC(Dual Connectivity)는 그림 3.7과 같으며 코어망과 non-ideal 백홀로 연결된 두 개 이상의 기지국인 MeNB(Macro evolved NodeB)와 SeNB(Small evolved NodeB)를 통해 단말이 서비스를 받는 기술이다.

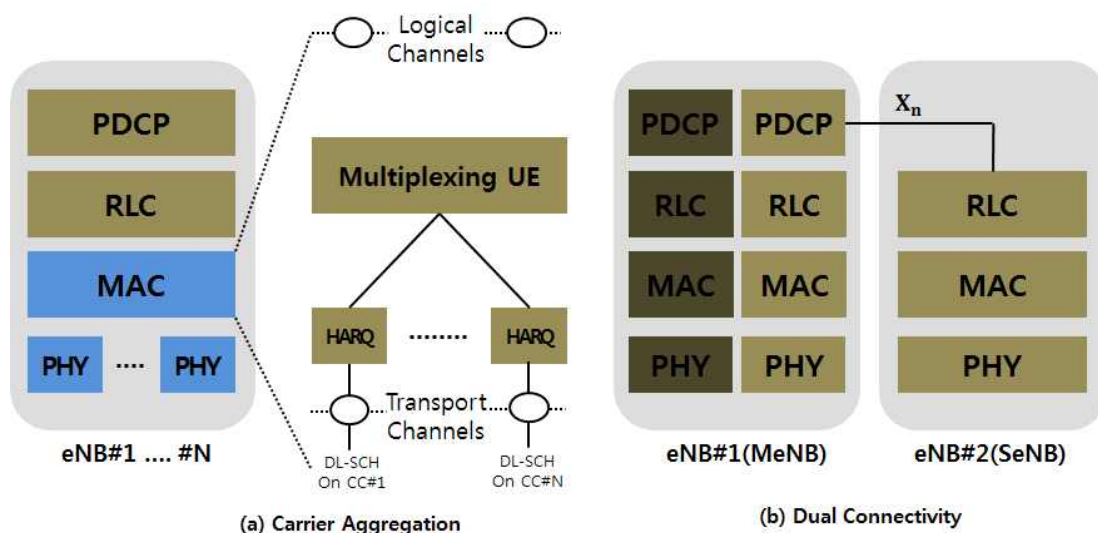


[그림 3.7] Dual Connectivity 구조

이때 컨트롤 시그널링은 MeNB를 통해서만 전송하고 데이터는 MeNB와 SeNB를 통해서 전송하는 control/user-plane split구조를 갖는다. 이 기술의 동작을 위해서는 MeNB가 SeNB의 RRC(Radio Resource Control) 기능을 대행하기 위해 정보를 교환하는 Xn 인터페이스가 필요하다.

DC는 MeNB가 바뀌지 않는 경우에는 핸드오버가 발생하지 않으므로 코어망의 시그널링 부하를 줄일 수 있으며 이동하는 단말에게 안정적인 서비스를 제공할 수 있는 장점을 갖는다. 또한 MeNB와 SeNB는 서로 다른 주파수를 사용하기 때문에 주파수 간의 간섭을 제거 할 수 있고 무선 자원을 결합하는 효과를 얻을 수 있으므로 데이터 속도의 증가를 기대할 수 있다.

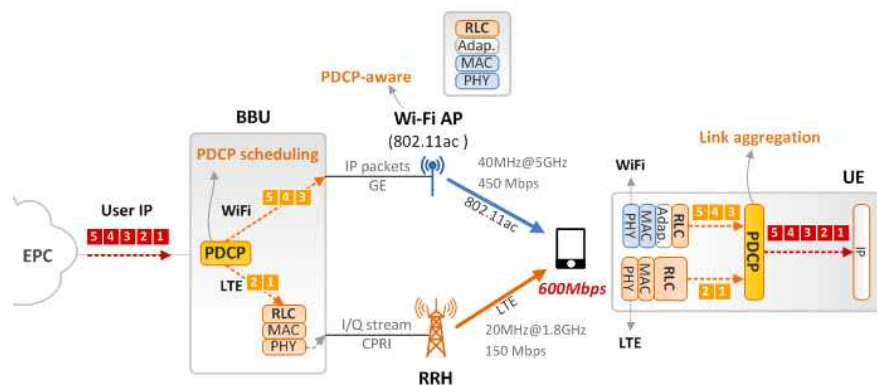
무선 자원을 결합한다는 점에서 기존의 CA와 유사해 보이지만 CA의 경우 component carrier들이 동일한 MAC 계층에서 HARQ(Hybrid Automatic Repeat request) 단위로 분리되지만 DC의 경우 MeNB와 SeNB가 RLC(Radio Link Control) 계층에서부터 분리된 구조로 서로 다른 MAC 계층을 갖는 이중 기지국 간에도 쉽게 무선 자원을 결합하여 속도를 높일 수 있다. 그림 3.8은 CA와 DC기술의 차이점을 나타낸다.



[그림 3.8] (a) Carrier Aggregation (b) Dual Connectivity

마. 비면허 대역 활용 기술

전송 속도 향상을 위한 Wi-Fi와 4G망과의 결합 기술 중 하나인 LTE-Wi-Fi integration은 그림 3.9와 같은 구성을 갖으며, 단말과 무선망 간 데이터 전송은 eNB와 AP(Access Point) 양측에서 발생하나 코어망과 무선망 간 시그널링 및 데이터 전달은 eNB만을 통해 처리되며 데이터의 분리와 결합, 스케줄링, 혼잡제어도 eNB가 수행한다.

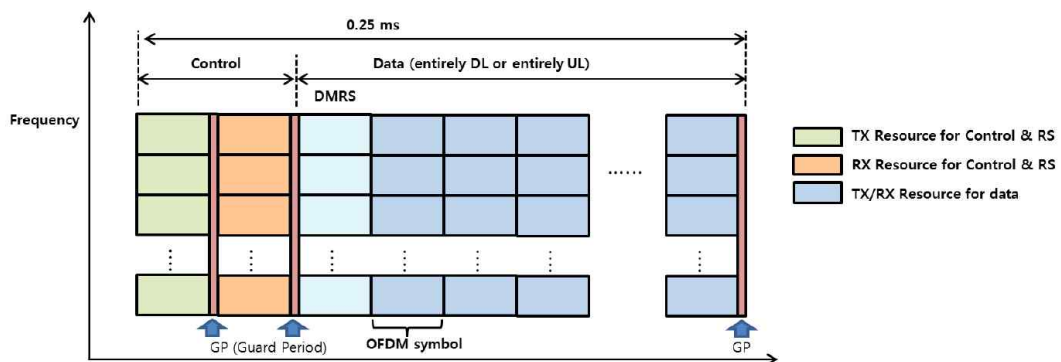


[그림 3.9] LTE-Wi-Fi Integration

LAA(License-Assisted Access)는 비면허 대역과 기존 LTE대역의 결합을 통해 속도를 향상시키는 기술로 면허 대역을 primary carrier, 비면허 대역을 secondary carrier로 활용하는 CA기술이다. 현재 비면허 대역에서 주로 활용하고 있는 Wi-Fi와의 공존 이슈 해결을 위해 LBT(Listen-Before-Talk)기술 등에 대한 연구가 진행되고 있다. 비면허 대역은 대부분의 LTE 대역에 비해 사용하는 주파수가 높고 기지국 송신 전력이 낮아 small cell 적용에 적합할 것으로 예상된다.

2. 고신뢰성 및 저지연 통신 기술(uLLC)

Mission-critical 서비스 수용을 위한 핵심 기술 조건 중 하나인 무선 구간 1ms 지연시간을 만족하기 위해 TTI(Transmission Time Interval)와 RTT(Round Trip Time)를 줄여야 한다. 이를 위해 프레임 구조를 재설계해야 하고, 제어 신호의 타이밍과 HARQ 절차 등이 새롭게 고려되어야 한다. ITU-R 에 기고된 LTE latency[3]를 고려하여 무선 구간에서 1ms 지연시간을 만족하기 위한 신규 TTI를 계산해보면 0.25ms 이하가 되어야 할 것으로 예상할 수 있다[6][7]. 그림 3.10은 1ms 지연시간의 조건 만족을 위한 예상되는 프레임 구조를 보여준다.



[그림 3.10] New Radio Frame 구조 예

제한된 지연 시간을 보장하기 위해서는 재전송 횟수가 제한되어야 하므로 전송의 고신뢰성이 확보되어야 하기 때문에 더 강력한 채널코딩이 필요할 수 있다. 현재 새로운 채널 코딩 방식으로 polar code도 고려되고 있으며, M2M(Mobile to Mobile) 통신에서 요구하는 저전력 처리의 필요성에 따라 turbo code 대신에 LDPC(Low Density Parity Check)코드의 유용성이 부각되고 있기도 하다.

3. 대규모 기기 간 통신 기술(mMTC)

기기 간 통신은 CCTV와 비디오 전광판과 같이 수십 Mbps급의 높은 전송률을 요구하는 high-end 서비스, 텔레메틱스와 건물 내 자동화 등과 같은 수 Kbps급의 medium-end 서비스, 그리고 센서와 원격 검침, 위치 추적 등과 같이 수백 bps급의 저속과 저전력 소모를 추구하면서 모듈의 가격이 매우 저렴한 low-end 서비스로 구분할 수 있다. 이렇게 다양한 서비스 범위를 모두 만족하는 단일의 기술을 도출하고 구현하는 것은 쉽지 않으나, 성공적인 mission critical IoT 생태계 구축을 위해서 몇 가지 공통적인 요구사항으로 구분되어지고 이는 표 3.1과 같이 Category별로 구분할 수 있다.

[표 3.1] MTC, eMTC 단말 특성

구분	Cat-1	Cat-0(MTC)	eMTC	Further eMTC
3GPP	Rel-8	Rel-12	Rel-13	Rel-14
DL Throughput	10Mbps	1Mbps	1Mbps	~200Kbps
UL Throughput	5Mbps	1Mbps	1Mbps	~200Kbps
Rx Antennas	2	1	1	1
Duplex mode	Full duplex	Half duplex(opt)	Half duplex(opt)	Half duplex(opt)
Bandwidth	20Mhz	20Mhz	1.4Mhz	200Khz
Tx power	23dbm	23dbm	~20dbm	~20dbm
Cost	100%	50%	25%	15~20%
MCL	141dB	141dB	161dB	-

Release 12에서 업링크, 다운링크 각각 1Mbps의 최대 속도를 갖는 UE(User Equipment) category 0 단말이 새롭게 정의되었고, 이 단말은 모듈의 가격을 낮추고자 하나의 안테나만을 사용한다.

현재 표준화 중인 Release 13에서는 채널 대역폭을 1.4MHz로 제한하고 가격은 기존 UE category 1 단말의 20~25% 수준을 목표로 하며 훨씬 더 넓은 커버리지를 제공할 수 있을 것으로 예상된다. eMTC은 더욱 더 mission critical



IoT 환경에 적합한 형태로 Release 14와 15의 표준화를 통해 5G 규격으로 진화할 것으로 예상된다. mission critical IoT 서비스를 효과적으로 지원하기 위해서는 간헐적이고 산발적으로 짧은 길이의 패킷 형태로 발생하는 MTC 트래픽을 효율적으로 전달할 수 있어야 한다. 또한, 실시간 제약을 가지는 응용 서비스의 경우에도 별도의 채널 할당 절차를 거치지 않고 데이터 패킷을 즉시 전송함으로써 지연 요구사항을 만족시킬 수 있어야 한다.

4. 네트워크 슬라이스 기술

4G까지는 이동통신 망이 처리해주는 단말이 스마트폰에만 최적화 된 네트워크가 요구되었다면, 5G에서는 서로 다른 속성을 갖는 다양한 단말들을 대상으로 다양한 서비스를 제공해주어야 한다. 표 3.2와 같이 5G에서 대표적인 사용자 시나리오로 꼽히는 mobile broadband, massive IoT, mission-critical IoT는 이동성, 과금, 보안, 정책 제어, 지연시간, 신뢰성 등의 측면에서 단말의 속성과 망 요구 사항이 상이하다. 서로 다른 단말의 망 요구 사항을 충족시키기 위해 최근 네트워크 슬라이스 기술이 제시되고 있다[8]. 본 절에서는 네트워크 슬라이스를 통해 다양한 단말들이 물리적인 하나의 네트워크에서 어떻게 서비스를 받는지 살펴본다.

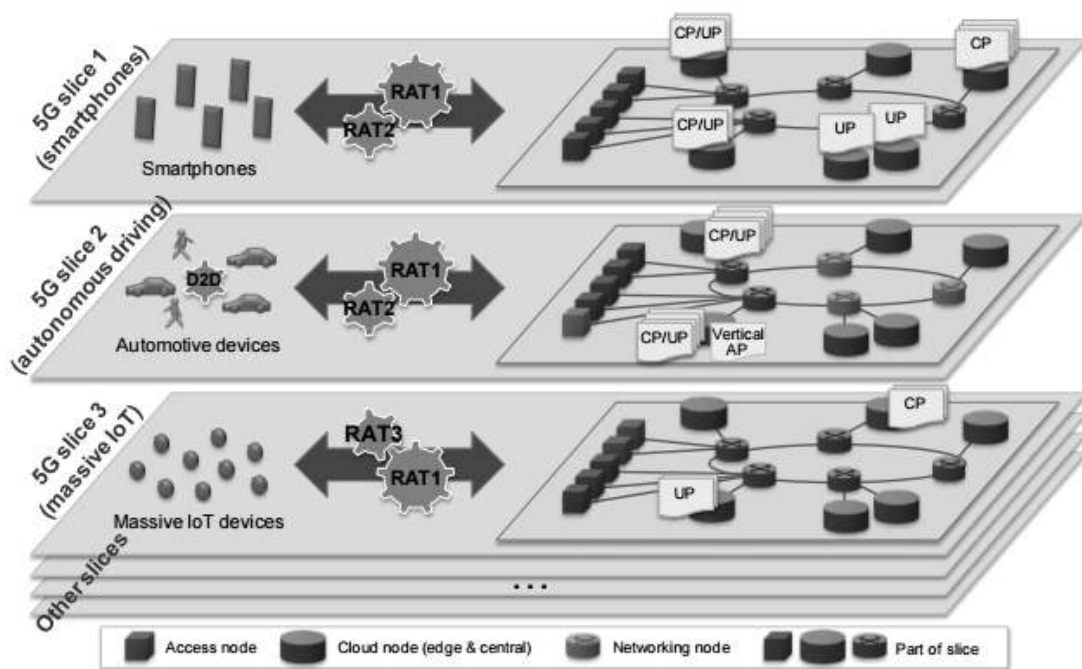
가. 네트워크 슬라이스

네트워크 슬라이스란 물리적으로 하나의 네트워크를 통해 종단 간 논리적으로 분리된 네트워크를 만들어서 서로 다른 특성을 갖는 다양한 서비스들에 대해 그 서비스에 특화된 전용 네트워크를 제공해주는 것이다. 그림 3.11은 네트워크 슬라이스 구조를 나타내며[9], 각 네트워크 슬라이스는 가상화된 자원을 보장받는다. 각 슬라이스가 서로 간에 절연되어 있어 특정 슬라이스 내에 오류나 장애가 발생해도 다른 슬라이스의 통신에는 영향을 주지 않는다.

[표 3.2] 5G 사용자 시나리오

5G 사용자 시나리오	example	requirements
mobile broadband	4K/8K UHD, 홀로그램, AR/VR	eMBB
massive IoT	센서 네트워크	mMTC
mission-critical IoT	motion control, autonomous driving, 공장자동화, smart-grid	uLLC

5G 사용자 시나리오는 앞 절에서 살펴보았던 3가지 기술에 의해 구분된다. 표 3.2와 같이 mMTC 기술을 필요로 하는 서비스의 경우 주로 고정형 센서들이 이동통신망에 연결되게 되는데, 핸드오버나 위치등록 같은 기능은 필요 없다. 자율주행이나 원격 산업용 로봇 제어같은 서비스는 광대역서비스와 달리 저지연 기술을 요구한다. 즉 사용자 시나리오별로 하나의 물리적인 망에서 여러 개의 논리적인 망을 만들어 네트워크 비용을 절감할 수 있게 된다.

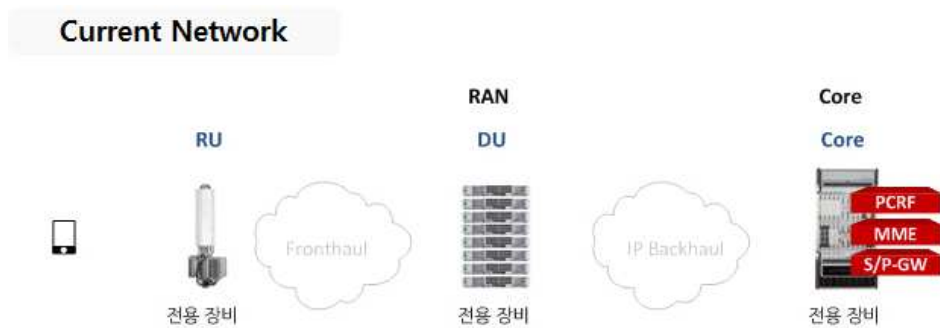


[그림 3.11] 네트워크 슬라이스 구조

나. 각 네트워크 영역별 슬라이스 방안

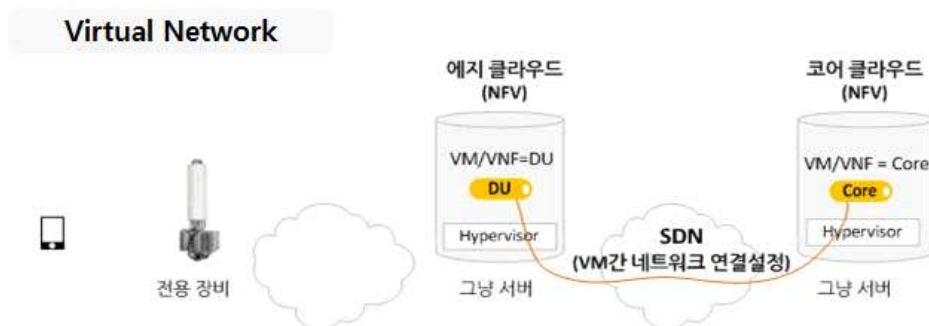
1) NFV 영역에서의 네트워크 슬라이스

현재 이동통신망은 그림 3.12와 같이 단말은 폰이고 RAN(Radio Access Network)의 DU(Digital Unit), RU(Radio Unit)가 코어 네트워크로 구성된다. 네트워크 슬라이스가 만들어지려면 우선 제공되어야 할 기술이 NFV(Network Function Virtualization)이다.



[그림 3.12] 4G 네트워크 구조

네트워크 장비가 아닌 가상화된 상용 서버에 네트워크 기능 S/W(packet core 의 MME(Mobility Management Entity), S/P-GW(Serving/Packet data network-GateWay), PCRF(Policy and Charging Rules Function), RAN의 DU)를 VM(Virtual Machine)에 탑재한다. 그러면 액세스 네트워크는 에지 클라우드가 되고 코어 네트워크는 코어 클라우드가 된다. 그림 3.13과 같이 에지 클라우드와 코어 클라우드에 있는 VM들간의 네트워크 연결은 SDN(Software Defined Network)으로 설정된다.



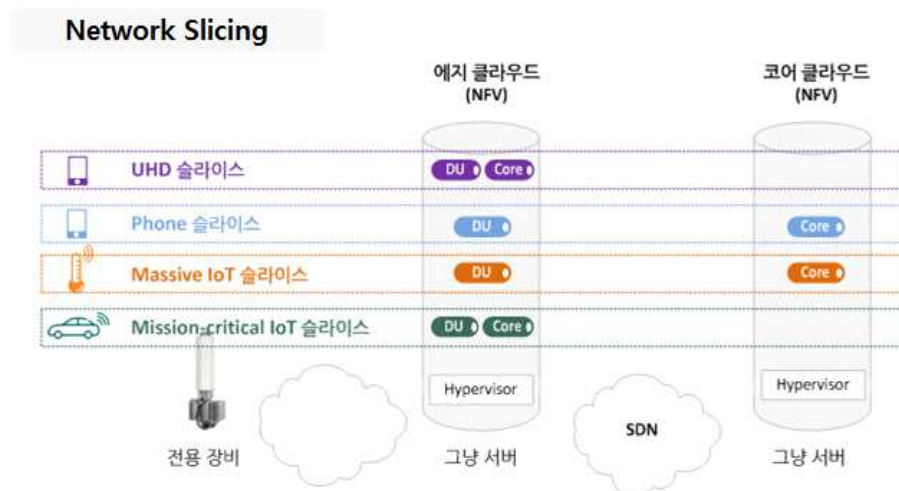
[그림 3.13] Network Virtualization 생성

그리고 서비스별로 슬라이스를 생성하고, 서비스별 서버들도 가상화하여 해당 슬라이스에 넣는다. 다음은 각 슬라이스가 구성되는 예시이며, 그림 3.14와 같이 도식화 할 수 있다.

- UHD 슬라이스에는 에지 클라우드에 DU, 5G core(UP, User Plane), cache

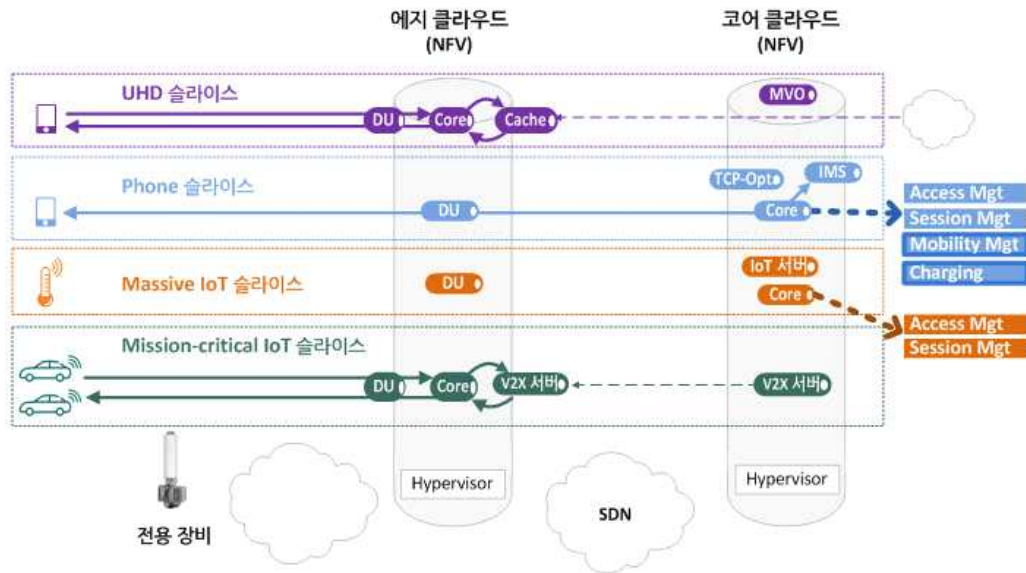
서버가 가상화되어 들어가고 코어 클라우드에는 5G core(CP, Control Plane)와 MVO(Mobile Video Optimization)서버가 가상화되어 탑재된다.

- Phone 슬라이스에는 코어 클라우드에는 이동성 기능이 다 들어간 5G core(UP, CP)와 IMS(IP Multimedia Subsystem)서버가 가상화되어 탑재되고 massive IoT 슬라이스에는 이동 관리는 필요 없는 가벼운 5G 코어가 탑재된다.
- Mission-critical IoT 슬라이스에는 전송 지연을 최소화하기 위해 5G Core(UP)와 관련 서버가 에지 클라우드로 내려간다.



[그림 3.14] 네트워크 슬라이스

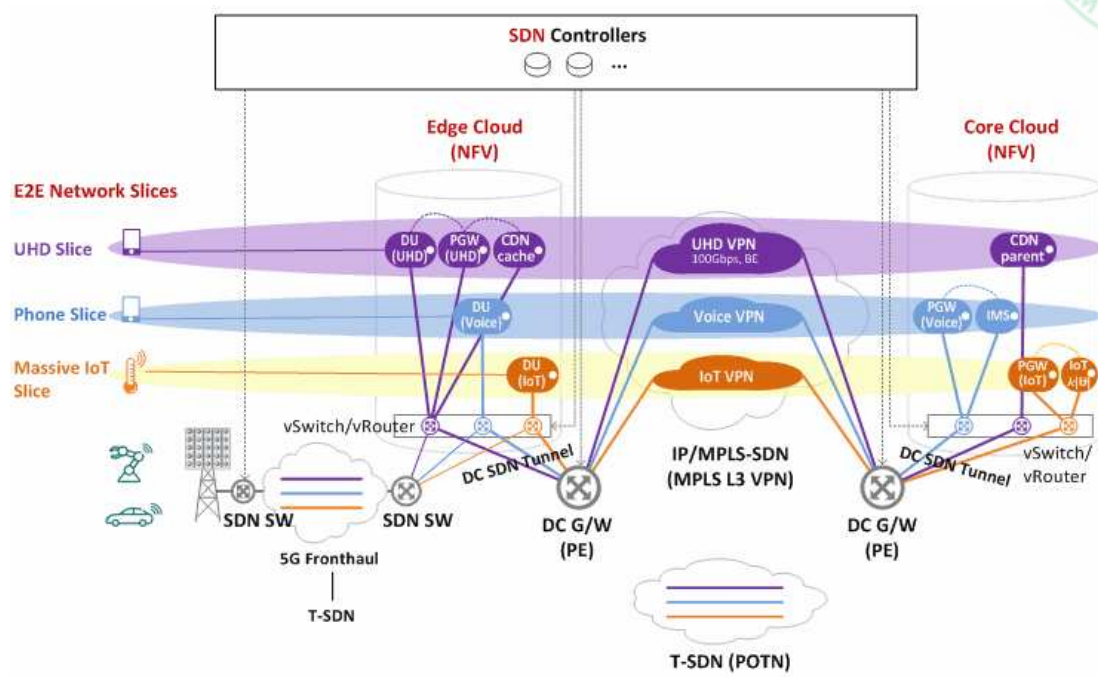
그림 3.15와 같이 서로 다른 요구 사항을 갖는 서비스는 별도의 슬라이스가 만들어지며 네트워크 기능도 슬라이스마다 다른 위치에 존재하게 된다. 또한 어떤 슬라이스에만 있는 네트워크 기능이 다른 슬라이스에는 필요하지 않을 수 있어 비용 측면에서 효율적으로 꼭 필요한 만큼의 기능을 각자 만들면 된다.



[그림 3.15] NFV 영역에서의 네트워크 슬라이스

2) SDN 영역에서의 네트워크 슬라이스

IP/MPLS(Multi Protocol Label Switch) SDN과 그 하단의 Transport SDN상으로 VM간 네트워크 연결이 제공되어야 한다. 그림 3.16은 SDN영역에서의 네트워크 슬라이스 구현방법에 대해 표현하고 있다. 클라우드에 존재하는 가상화된 서버의 hypervisor내에 v-router(virtual-router)와v-switch(virtual-switch)가 탑재되어 있고 SDN controller가 가상화 서버와 DC-G/W(Data Center -GateWay) 라우터를 프로비저닝하여 VM과 DC-G/W 라우터간에 SDN 터널을 생성한다. 이 터널을 MPLS L3 VPN과 매핑을 시켜준다. 그러면 에지 클라우드, IP/MPLS 백본, 코어 클라우드 간에 슬라이스가 생성된다. SDN영역에서의 네트워크 슬라이스는 현재의 기술 및 표준으로도 구현 가능한 부분이다.



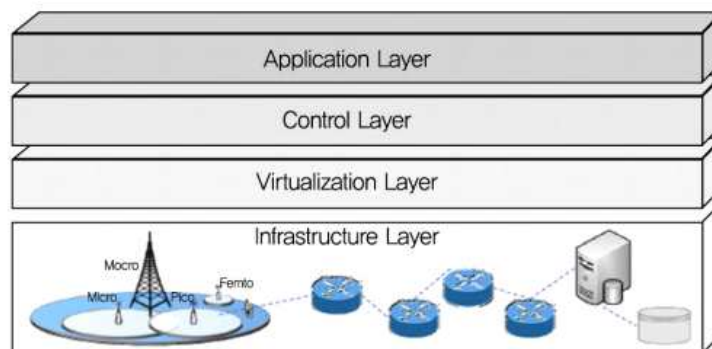
[그림 3.16] SDN 영역에서의 네트워크 슬라이스

제 4 장 5G 코어 네트워크 기술

1. 네트워크 가상화 기술

네트워크 가상화(Network Virtualization)는 기존의 네트워크 공유보다 발전된 개념으로 네트워크의 개방화 및 지능화를 촉진시키는 중요한 개념이다. SDN(Software Defined Network)과 NFV(Network Function Virtualization)는 네트워크 가상화를 실현하기 위한 가장 핵심적인 기술이다[10].

SDN은 제어와 데이터의 분리, 제어 기능의 중앙집중화 및 네트워크의 프로그래밍을 목적으로 ONF(Open Networking Foundation)에서 관련 연구 및 표준화가 이루어지고 있다. 현재 Huawei, Bell Labs 등 여러 벤더들이 SDN기술을 적용한 EPC(Evolved Packet Core) 솔루션 및 시스템을 개발하고 있다. SDN은 그림 4.1과 같은 계층 개념을 가진다.



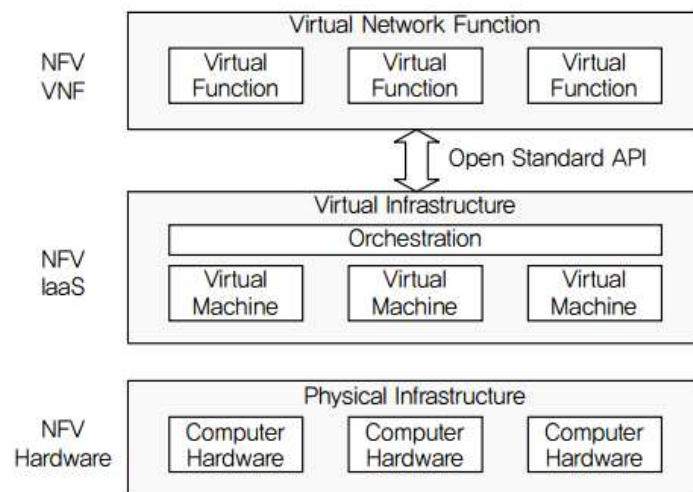
[그림 4.1] SDN 계층 개념

SDN에 대한 단순 정의는 트래픽 경로를 지정하는 control plane과 트래픽 전송을 수행하는 user plane을 분리하고 개방형 API를 통해 네트워크의 트래픽 전달 동작을 소프트웨어 기반의 컨트롤러에서 제어 및 관리를 담당한다.

기존 네트워크 구조와 다르게 SDN에서는 네트워크 장비는 데이터 전송 기능만을 수행하고, 장비 제어는 별도의 중앙 집중화된 소프트웨어 기반의 SDN control layer에서 구현한다. 이를 통해 전체 네트워크에서 최적의 경로로 제공

할 뿐만 아니라 개방형 API를 통해 물리적 및 논리적 네트워크망을 제어 및 관리함으로써 사용자의 의도에 따라 망을 유연하게 최적화할 수 있고 관리비용도 절감할 수 있다.

NFV는 하이퍼바이저를 통해 범용 서버의 CPU, 메모리, 디스크 등의 하드웨어 자원을 가상화하고 네트워크 기능을 가상 머신으로 구성하는 기술로 특정 하드웨어만을 채택해야 하는 종속성을 해소하여 저렴한 범용 서버 활용을 가능하게 하고 소프트웨어 개발사 간 경쟁 유도를 통해 투자비와 개발비 절감 가능성을 높일 수 있을 것으로 예상된다. NFV는 그림 4.2와 같이 가상 네트워크 기능, 가상 기반 및 물리 기반으로 구성된 계층 개념을 가진다.



[그림 4.2] NFV 계층 개념

시간·지역별 부하율과 트래픽 양에 따라 하드웨어 자원을 단위 기능별로 자유롭게 할당·회수할 수 있어 망 운영 효율을 높이고 디바이스 특성에 따른 가상의 전용망 구성이 용이하며 가상화된 자원 pool 위에 애플리케이션 설치만으로 새로운 기능을 도입할 수 있어 서비스 제공에 필요한 시간을 크게 단축할 수 있을 것으로 생각한다.

그러나 가상화 계층 경유로 인한 부하 때문에 패킷 처리 성능이 감소할 수 있는데 이를 보완하기 위해 애플리케이션이 네트워크 카드 등의 하드웨어 직접 접근



근할 수 있게 해주는 '단일 경로 입출력 가상화(Single Root Input/Output Virtualization)', 고속의 패킷 처리를 가능하게 해주는 '데이터 플레인 개발 도구(Data Plane Development Kit)' 기반의 애플리케이션 적용이 필요하다.

SDN이 네트워크의 가상화에 중점을 둔 반면, NFV는 CAPEX(Capital Expenditures)/OPEX(Operation Expenses)비용과 공간/에너지 절감에 중점을 두고 있어서, 이 두 가지 기술은 네트워크 가상화를 위하여 상호보완적이며, 현재 NEC, Telefónica 등 여러 벤더들이 SDN과 NFV 기술을 같이 적용한 EPC 시스템을 개발하고 있다.

2. 네트워크 기능 분산화 기술

네트워크 기능 분산화는 현재 EPC에 집중된 기능을 전진 배치함으로써 EPC의 부하를 분산시키고 지연시간을 단축시키고자하는 목적으로 트래픽 폭증으로부터 네트워크의 견고성 및 확장성에 용이한 개념이다. UFA(Ultra Flat Architecture), DMM(Distributed Mobile Management), 클라우드(cloud) 등이 기능분산화를 실현하기 위한 유력한 기술이다.

UFA는 EURESCOM에서 인터넷 트래픽 폭증에 대처하기위해 제안한 네트워크 구조로, 기존의 계층적인 구조를 단순한 구조로 변경하여 트래픽을 분산 수용하는 것이다. MEVICO는 ‘OpenFlow controlled GW’라는 새로운 장비를 제안하였는데, SGW/PGW 등의 제어 기능은 중앙 집중화시키고, 트래픽 전송 기능은 UFA 구조로 분산시키고 있다.

DMM은 기존의 중앙집중형 이동성 관리 기술의 문제점을 해결하기 위하여, IETF DMM 작업반에서 제안한 분산형 이동성 관리기술이다. 즉, 로컬 트래픽을 위한 보다 최적화된 라우팅 제공과 짧은 경로로의 연결로보다 낮은 지연시간 제공을 목적으로 하고 있으며, 이를 위해 다음 2가지 핵심 기능을 지원한다.

- 분산형 이동성 지원 : 이동성 관리 서버를 분산시킴으로써, 하나의 네트워크 서버의 장애로 인해 전체 네트워크의 통신 마비 문제를 효과적으로 해결한다.
- 동적 이동성 지원 : 불필요한 이동성 지원에 대한 네트워크 자원 낭비를 줄인다.

클라우드는 네트워크 상에 각종 프로그램, 데이터 등을 분산하여 저장하고 언제 어디서나 접속하여 사용할 수 있게끔 하는 기술로, 이동통신망에서 네트워크 기능, 데이터 저장, 무선 접속, 트래픽 전송 등 많은 부분에서 적용하고 있다.

3. 네트워크 유·무선 융합화 기술

유·무선 융합화는 유선, Wi-Fi, 3G, 4G, 5G 등 다양한 접속 기술을 수용할 단일 코어 네트워크 구조를 개발하는 것으로써, 기존의 EPC 구조에서 탈피하여 무선 접속 기술과 네트워크 기술 간의 종속성을 배제하는 것이다. 단일 코어 네트워크 구조의 목적은 All-IP를 기반으로 접속 프로토콜을 단순화하고, 종단 간 연결에서 네트워크 노드의 수를 감축함으로써 서비스 지연을 줄이는 것이다. 또한, 사업자 간 상호 연결, 이동성 및 로밍, 요금 정산 등 복잡한 문제를 단순화시킬 수 있는 효과가 있다. 유럽 FP7 COMBO 프로젝트에서 제안한 유·무선 융합구조에서는 유선망과 이동망의 기능적인 융합과 구조적인 융합 등 두 가지 기술적 측면을 결합시키고 있다.

4. 코어 네트워크의 벤더별 솔루션 전략

세계 유수의 벤더들은 5G 이동통신 시스템의 시장을 선점하기 위해 SDN, NFV, cloud 등을 기반으로 하는 솔루션을 제시하고 있다. 현재 4G의 코어 네트워크인 EPC를 SDN 기반으로 진화시켜 점진적으로 5G의 코어 네트워크로 발전시키려는 움직임들이 EPC 벤더를 중심으로 일어나고 있다. 현재는 기존 벤더들을 중심으로 EPC 기능을 VM상에 구현하는 수준이지만, 혁신적인 벤처를 중심으로 EPC 기능구조의 개편을 통해 SDN에 최적화된 모바일 코어 기술 개발을 진행하고 있다. SDN을 기반으로 하는 EPC 솔루션을 제시하고 있는 벤더는 표 4.1과 같이 크게 3가지 유형으로 구분할 수 있다[10].

[표 4.1] EPC 벤더의 SDN 전략

전략 유형	회사 유형	회사	기본 전략
보수적 (EPC 가상화)	자체 고성능 user plane 장비 기술 보유	Ericsson, Huawei, Cisco 등	SDN 전환에 보수적으로 느리게 진행
진화적 (EPC 가상화)	COTS 기반으로 솔루션 제공	N S N , ZTE 등	EPC 노드 솔루션에 가상화 기술을 접목하여 SDN 전환에 적극적으로 진행
혁신적 (EPC 최적화/가상화)	"network in a box" 솔루션의 새로운 기업	Connectem Inc. , Polaris Networks	특화된 소규모 망을 목표로 시작하여 SDN의 구조에 맞게 EPC의 구조를 개편

제 5 장 5G 서비스 방향

1. eMBB 기술 기반 서비스

가. 홀로그램 및 멀티미디어 기반 몰입형 통신 서비스

현재 4G에서는 full HD 영상 전화 및 고음질의 VoLTE(Voice over LTE) 서비스가 널리 사용되고 있다. 하지만, 사람들이 직접 만나서 이야기하는 것과 비교해 볼 때 여전히 영상 전화 및 VoLTE 서비스는 사용자 경험 측면에서 다소 부족하다. 향후 그림 5.1과 같이 5G에서는 상대방이 자신 바로 옆에 있는 것 같은 몰입형 통신 경험을 사용자에게 제공하기 위해 인간의 오감 중 특히 시각적인 관점에서 큰 폭의 발전이 예상된다.



[그림 5.1] 홀로그램 기반 통신 서비스

이에 따라 초고용량 통신이 가능한 5G 네트워크에서는 full HD 해상도의 4배에 해당되는 4K-UHD, 8배에 해당하는 8K-UHD 등의 초고용량 영상 콘텐츠가 보편화될 것으로 예상되며 장기적으로는 3D 영상 또는 홀로그램 서비스로 확대될 전망이다. 또한 이러한 화질의 향상과 더불어 실감형 미디어 형태의 오감을 지원하는 실시간 양방향 맞춤형 서비스가 가능해질 전망이다.

원래의 3차원 홀로그램은 테라바이트 급 대역폭이 필요하여 5G 대역폭으로도

처리가 어렵다. 그래서 이를 대체하는 초 다시점 입체영상, 컴퓨터 생성 홀로그램 등 유사 홀로그램 서비스가 제안되고 있다. 3D 영상 압축효율 향상, 실시간 재생을 위한 디코딩 알고리즘, 대용량 병렬 프로세싱, 자유공간 디스플레이 등의 핵심 기술 개발이 필요하다. 향후 3차원 공간에서 기록이 가능한 광 메모리 및 광전 병렬처리 컴퓨터 등의 도입과 함께 3차원 홀로그램 통신도 가능하게 될 것으로 예상된다.

고화질 스트리밍 서비스의 경우 스포츠 관람, 공연 등을 다시점에서 보다 실감나게 시청하고자 하는 욕구를 만족시키는 실시간 고화질 다시점 콘텐츠의 스트리밍 서비스가 보편화 될 전망이다.

나. Large-scale 몰입형 AR/VR 서비스

현재의 스마트폰 기반의 모바일 증강현실 시스템들에서는 고화질 카메라, GPS 등의 센서를 통해 얻어진 정보를 기반으로 다양한 콘텐츠를 증강된 인터페이스로 제공하는 것에 초점을 맞추고 있다. 하지만, AR 기술 중 일부 인식 기능을 서버에서 실행하는 경우는 있으나 네트워크의 한계로 인해 실시간 성능에 제한이 있으며 추적, 렌더링(rendering) 등은 단말의 성능에 제한이 있어 최적의 사용자 경험을 제공하는 서비스를 만드는데 한계가 있다. 하지만, 향후 5G 네트워크는 초고용량, 실시간, 초연결 기반으로 휴대용 단말 뿐만 아니라 차량, CCTV 등 다양한 장치로부터 영상, 3D depth data 및 gyroscope 등 다양한 센서 정보를 실시간으로 수집 가능하다. 이를 기반으로 빅데이터 분석 및 클라우드 시스템을 통해 실시간 인식함으로써 사용목적, 사용자 성향에 따라 가공된 최적화된 정보와 미디어를 다양한 디스플레이를 통해 현실과 실시간 융합된 새로운 사용자 경험을 제공할 수 있다.

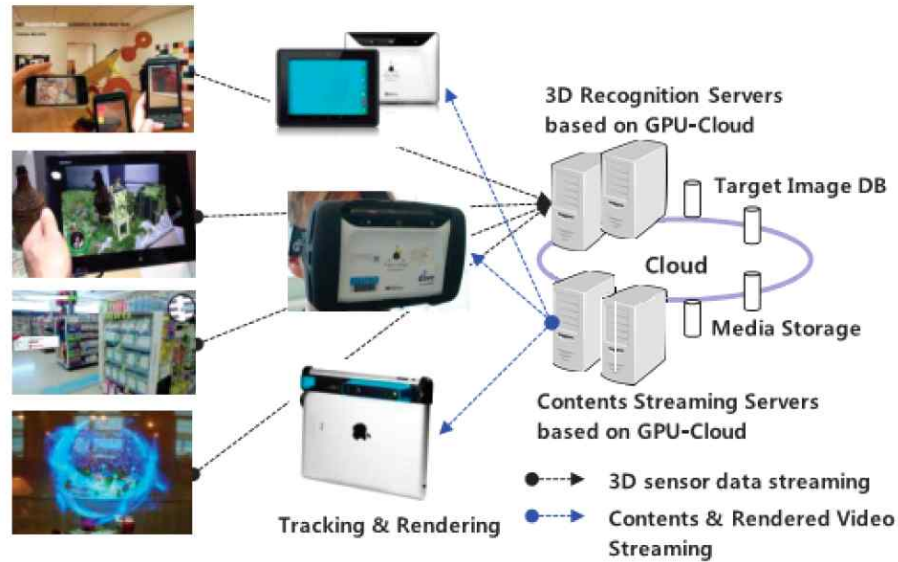
최근 자동차 회사의 연구 동향을 파악하면 BMW그룹은 도로 환경에 대한 정보를 수집하고 운전자에게 최적의 길안내 및 안전운전을 위한 유용한 정보를 제공하고 있으며 GM은 증강 현실이 가능한 창문을 기반으로 엔터테인먼트 기능을 개발하고 있다. 또한 최근에는 수술실에서 성대 등 사람의 장기를 MRI로 인식하여 의사의 정확한 수술을 가이드 하는 증강현실 시스템에 대한 연구도 진행되고 있다. 이러한 개별 기술의 발전과 함께 5G 시대 도래에 따라 단계별로 상용

화 될 것으로 전망된다.

5G 네트워크는 사용자의 일상생활에 다양한 증강현실 서비스가 초고속 및 실시간으로 적용될 수 있는 기반을 제공하게 될 것이다. 일반 사용자는 스마트폰 뿐만 아니라, 안경, HMD(Head Mounted Display) 등 다양한 단말을 이용하여 ‘모바일 인식 및 증강’ 서비스로 사용자의 주위 환경의 물건, 공간 등 현실과 융합된 정보를 검색 등 추가적인 노력 없이 항상 제공되는 증강 현실 서비스를 경험할 수 있을 것으로 보인다. 예를 들어 차량의 경우 다양한 도로 상황, 차량 탑재 카메라 및 센서의 정보를 기반으로 종합 판단하여 운전자에게 유용한 정보를 차량 HUD(Head Up Display)를 통해서 증강현실로 제공할 수 있다. 의료분야의 경우 원격지의 카메라 및 MRI 장비를 통해 획득된 영상을 분석하여 수술에 필요한 정보를 실시간 전송하여 표시함으로써 수술 로봇 등을 활용한 원격 진료 및 수술에 활용할 수 있다.

Large-scale AR(Augmented Reality) 서비스는 landmark/building, 제품, 포스터 등 사용자의 주위 환경의 다양한 사물을 클라우드 기반으로 실시간 인식하고 관련 (U)HD audio/video, 3D 등 고품질 media 및 정보 사용자에게 맞게 가공하여 단말에 전달하여 증강하는 서비스이다. 그림 5.2에서 표현하고 있는 large-scale AR 서비스는 3D depth sensor data기반의 3D 사물/공간 인식 기술과 접목한다. 안경, HMD 등 웨어러블 단말에 최적화된 정보 및 미디어를 현실과 융합된 형태로 표시하는 3D sensing 기반 AR 서비스를 통해 사용자의 몰입적인 경험을 극대화 할 수 있다.

5G 기반 AR 기술은 가상의 유명작품, 사진, 미디어, 유물을 벽, 바닥 등 현실의 빈 공간에 전시하는 실감형 전시 서비스와 거실의 벽 등 현실 공간에 UHD와 같은 고품질 미디어를 제공하는 AR 고품질 미디어 서비스, 냉장고에 있는 식품의 종류, 수량, 유효기간을 항상 표시하는 등의 일상 AR 서비스를 가능하게 할 것으로 예상된다.



[그림 5.2] 3D Sensing 기반 AR 서비스

다. 빅데이터 기반 지능형 서비스

5G 시대에는 다양하고 광범위하게 수집된 정보를 기반으로 한 빅데이터 기술의 고도화가 대두되고 이를 기반으로 한 지능형 서비스가 다양하게 출현할 전망이다. 기존 지능형 서비스는 많지 않은 저차원적-정형화 된 통계정보를 획득하여 주로 리포팅 목적으로 사용하는 방식이었다. 하지만, 최근 급속도로 성장하고 있는 빅데이터 기술은 다양한 경로에서 수집되고 고차원적-비정형화 된 데이터를 입체적으로 비교 분석 및 추론하여 기존 분석기술로는 어려웠던 과거 및 현재정보의 분석이나 미래정보를 예측하는 방향으로 진화하고 있다. 현재 big data 기술은 비즈니스 및 네트워크 운영과 관리 전반에서 효율성을 개선하는 목적으로 주로 사용되고 있으며 BI(Business Intelligence) 및 NI(Network Intelligence)라는 이름으로 그 기술이 빠르게 발전하고 있다.

빅데이터 분석에 의한 BI/NI 핵심 기술인 데이터 수집, 분석, 추론, 예측 기법들은 5G에서 IoT의 출현과 맞물려 폭증하는 다양한 고차원적-비정형화 된 데이터들과 함께 SI(Service Intelligence) 기술로 발전하게 될 것이다. 5G 시대에 SI기술은 기존 이동통신 사업자 또는 사용자조차 인지하지 못했던 새로운 서비스를 발굴하는데 많은 도움이 될 것이다. 더불어 SI는 telco asset 기반의 개인

화된 서비스를 제공하여 4G 대비 ‘나보다 나를 더 잘 아는’ 미래 지향적 life style의 기반이 될 것이다. 예를 들어 기존의 지능형 서비스들은 간단한 상황인지 기술 및 단말기의 GPS를 이용하여 사용자의 위치를 파악하고 이를 기반으로 해당지역의 날씨, 상점, 식당 등의 정보를 제공하는 수준에 머물러 있다. 하지만, 향후 빅데이터 기반의 SI기술은 개별 사용자의 입체적 상황인지 뿐만 아니라 전체 사용자의 성향, SNS 여론 및 웹 등의 사용자 위주의 정보들을 실시간으로 종합 분석하여 사용자가 원하는 형태와 상황에 맞게 개인화 하여 최적의 서비스를 제공하는 방식으로 진화할 것이다.

이에 따라 5G와 빅데이터 기술의 결합은 길찾기, 여행/맛집 도우미, 상품/서비스 추천 등 기존 단순 정보 전달 서비스에서 벗어나 헬스케어/보안/교육 등 전반적인 일상생활을 편리하게 해줄 것이다. 또한 개인화를 통하여 사용자의 삶과 일체화 되어 시간과 비용을 절감하는 스마트 라이프의 필수 서비스로 확산 될 전망이다. 또한 5G 시대의 빅데이터 기술은 현재 상황인지 뿐만 아니라 높은 확률로 미래를 예측하여 서비스를 제공하고 필요 시 사용자의 편의 및 안전을 위한 적절한 예방조치까지 상황에 맞게 제공하는 인공지능 서비스로 진화할 것이다. 그림 5.3과 같이 빅데이터 기술과 상황인지 기술을 결합하여 5G 시스템에 적용하면 deep learning 등 인지 기술을 이용하여 얼굴, 사물, 대화, 소리 등 일상 주변 환경을 인식하고 사용자의 현재 상황과 니즈를 정확히 추론하여 맞춤형 정보를 제공하는 인공지능형 실시간 상황인지 서비스가 가능하다.



[그림 5.3] 인공지능형 실시간 상황인지 서비스

2. uLLC 기술 기반 서비스

4G까지 이동통신 기술의 비약적 발전에 따라 이동통신 네트워크는 여러 측면에서 유선 네트워크를 넘어서기 시작하였다. 5G 시대에 이르러서는 초실시간 반응을 요구하는 서비스들이 등장할 것으로 예상되며 이를 위해 네트워크 종단간의 지연시간을 최소화하기 위하여 네트워크 구조가 전반적으로 변화하게 될 것으로 예상된다. 예를 들어 클라우드 기반 인프라 기술, 차세대 무선전송기술 등의 요소기술들이 지능형 기반 종단 간 네트워크 분석 및 최적화 기술 기반으로 조합되게 된다. 그 결과로 종단간의 지연시간이 현재 수 초 단위에서 수 ms단위로 단축될 것이다.

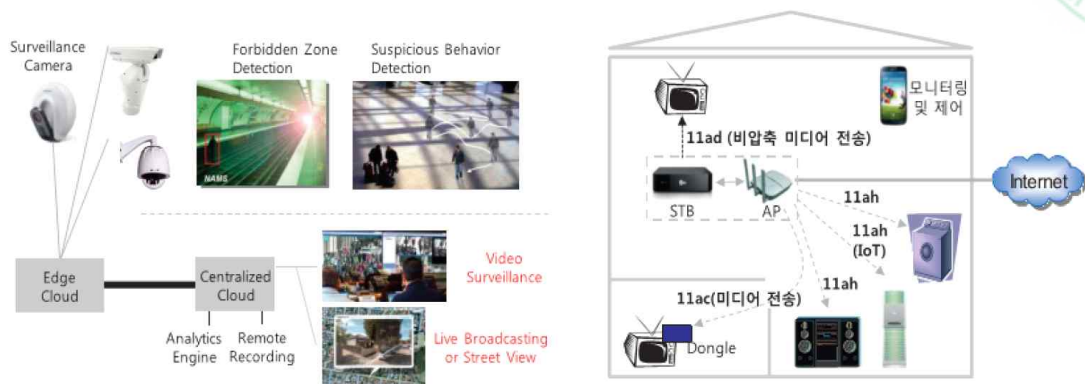
따라서 5G 시대에는 속도 또는 안정성을 이유로 유선 네트워크상에서만 구현되었던 서비스들이 본격적으로 이동통신 네트워크에서도 구현 가능하게 될 것이다. 또한 공간 및 가격 제약으로 인해 유선 네트워크에서 구현이 불가능했던 서비스들로 5G 기반으로 새롭게 등장할 것이다. 예를 들어 위험한 공사 현장에 사람 대신 로봇을 투입하여 실시간 고화질 영상 및 정보를 기반으로 무선으로 원격 조정하고 환경변화에 즉각적으로 반응할 수 있는 원격 로봇 제어 서비스가 가능할 것이다. 이 때 네트워크의 관리 및 제어 하에 종단을 포함한 근거리 내에 있는 단말들이 서로 직접 통신하는 D2D 통신도 가능하다. 즉, 5G 시대에서는 D2D 통신을 포함한 다양한 기술들이 네트워크 또는 장비와의 불필요한 상호작용을 최소화하여 종단 간 지연시간을 감소시키고 무선자원을 효율적으로 사용할 수 있게 된다.

3. eMTC 기술 기반 서비스

가. Massive Connectivity 기반 IoT 서비스

5G 시대에는 현재의 사물 인터넷 서비스가 사회 전반으로 확산되어 모든 사물이 연결되는 massive connectivity 기반 IoT 서비스가 부상할 것이다. 현재의 IoT는 사물 상태를 인식하는 수준으로 RFID(Radio Frequency Identification)와 같은 칩을 이용한 물류관리 서비스 또는 버스, 택시, 화물차량 등 위치기반 결합 관제서비스 등 제한적 분야에 활용되고 있다. 향후 초연결 통신이 현실화되는 5G에서는 대규모 사물이 네트워크로 연결된 상태에서 사물의 상태나 환경 정보를 수집하는 원격 모니터링과 설비나 기기를 원격에서 통제하는 원격 제어, 이동하는 사물의 위치정보와 연계한 원격 추적, 무선 네트워크를 통한 정보 교환 등의 기술이 구현될 것이다. 이를 통해 차량의 자율 주행, 정비시스템, 보험 상품 연계 및 교통 제어까지도 가능한 connected car 서비스, 에너지 절감, 탄소배출 규제, 위험물 누출 방지 등을 자동화하는 공장, 건물과 설비 관리 시스템, 원격으로 가전기기를 제어하거나 또는 가정 내 기기 간 통신으로 가사를 자동화할 수 있는 스마트홈 서비스, 수질과 소음 등 삶의 질과 관련된 분야에서도 다양한 IoT 서비스가 가시화될 것으로 예상된다.

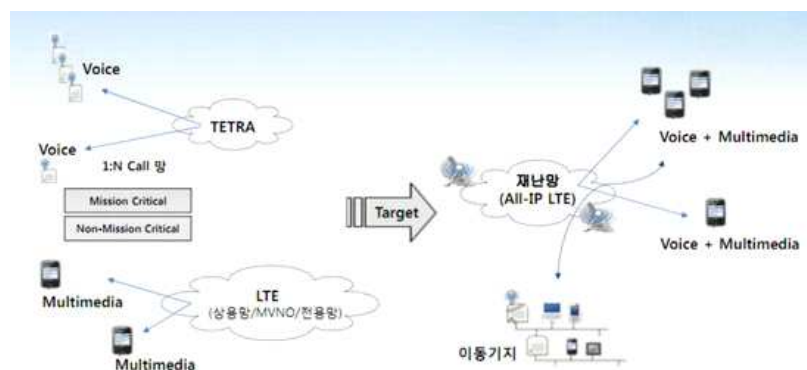
그림 5.4와 같이 video surveillance 분야에 IoT 기술을 적용할 경우 5G의 실시간 응답성을 기반으로 고화질 영상의 빠른 저장 및 분석을 통해 이벤트 발생에 대한 정확한 검출과 알람이 가능하며 비디오 트래픽에 대한 managed QoS(Quality of Service)를 제공 가능하다. 또한 대용량 미디어 전송 및 massive connectivity 제공이 가능한 차세대 Wi-Fi 기술(11ad, 11ah)도 통합적으로 활용하여 홈 IoT N/W를 구성할 경우 홈 내부의 TV, 냉장고, 에어컨 등과 같은 스마트기기들의 상태 모니터링 및 원격 제어가 가능하고 추후 수 천 개의 스마트기기들에게 상호연결 제공이 효과적으로 가능하다.



[그림 5.4] IoT Video Surveillance 서비스 및 스마트 홈 서비스

나. 재난 대응 및 공공안전 서비스

향후 5G 네트워크는 그림 5.5과 같이 재난 안전통신망으로도 활용될 수 있으며 기존의 재난망이 제공하던 단순한 음성, 문자 중심의 대응에서 빅데이터 기반의 인텔리전스와 빨라진 무선망을 기반으로 멀티미디어 및 정밀화된 위치 등의 ICT(Information Communication Technology) 컨버전스를 활용한 재난 대응 서비스로 진화할 것으로 예상된다.



[그림 5.5] 재난 안전통신망 서비스

5G 망은 LTE망과 마찬가지로 All-IP기반의 망이므로 서비스 노드들간의 연동이 가능하여 일원화된 지휘체계 및 소통능력을 제공할 수 있다. 스마트폰의 센서, 카메라, 마이크를 활용하여 재난과 사고 발생 지역의 다양한 정보의 수집과



전송이 용이하게 된다. 또한 현장상황 전달 트래픽과 기존의 통신 사업자나 정부 기관이 가진 데이터베이스와 연동하여 정밀한 분석정보, 재난, 감식, 예측 능력 등을 빅데이터 분석을 통해 얻을 수 있을 것이며, 측위기술과 연동을 통하여 재난상황에 대한 트래킹, 탈출 안내 서비스 등의 차별화된 서비스 제공이 가능할 것으로 기대된다.

제 6 장 결 론

본 논문은 5세대 이동통신 기술진화와 서비스 방향에 관한 전반적인 내용을 설명하였다. 제 2 장에서는 5세대 이동통신의 기술진화 방향과 주요 요구사항을 확인하였으며, 그에 따른 후보 주파수 자원에 대하여 검토하였다.

제 3 장에서는 3가지 사용자 시나리오인 초광대역 통신 서비스, 고신뢰성 및 저지연 통신 서비스, 대규모 기기 간 통신 서비스 제공을 위해 필요한 무선접속 기술에 대하여 확인하였다. 또한, 새롭게 제시되고 있는 네트워크 슬라이스 기술에 대하여 다루었다.

제 4 장에서는 폭발적으로 증가하는 트래픽 부하를 경감시키기 위해 코어 네트워크에서 발전하고 있는 네트워크 가상화 및 분산화 기술을 설명하였다.

제 5 장에서는 3~4장에 설명한 네트워크 기술을 기반으로 출시될 다양한 서비스를 3가지 사용자 시나리오로 구분하여 예상하였다.

5세대 이동통신 시스템은 4G보다 100배 빠른 차세대 초고속 무선통신 기술로서 2020년 상용화를 목표로 하고 있다. 또한 사람·사물·정보가 언제 어디서나 연결될 수 있도록 사용자당 1Gbps급 전송속도, 기지국당 100Mbps에서 100Gbps로 향상된 초고속 전송속도, 1초에서 1ms로 향상된 빠른 접속속도를 제공한다. 그리고 최대 500km/h의 이동성 보장과 4G 대비 100배 이상의 에너지효율성 향상, 사용자와 인터랙션을 통한 감성 만족, 수많은 주변 디바이스와 소통 가능한 기술로 정의할 수 있다. 이와 함께 이동통신사업자 중심의 폐쇄적인 생태계에서 개방형 생태계로 전환됨과 더불어 70억명 인구 증가 및 새로운 고품질 매체에 대한 요구 급증, 스마트 디바이스의 폭발적인 증가, 스마트 단말 및 M2M 단말의 보급 확대에 따른 데이터 트래픽의 폭발적인 증가가 예상된다.

5G 이동통신 기술은 모바일 빅뱅을 예고하고 있는 만큼 네트워크가 어떤 곳에 사용되는지, 무엇에 필요한지 파악해 자유롭게 변화할 수 있는 플랫폼에 대응할 수 있어야 한다.



참 고 문 헌

- [1] SK텔레콤, "5G White Paper," pp.5-13, 2014년 11월.
- [2] ITU-R, "IMT-Vision-Framework and Overall Objectives of the Future Development of IMT for 2020 and Beyond", Geneva, Swiss, Sep. 2015.
- [3] ITU-R, "final report on evaluation of the imt-advanced radio interface technologies", M.2135-1, Geneva, Swiss, Dec. 2009.
- [4] 김대중, "5G 이동통신 표준화 현황 및 전망", TTA 한국기술협회, Vol.163, pp.39-44, 2016년 1월.
- [5] 강충구, "5G 무선 기술 동향", TTA 한국기술협회, Vol.163, pp.51-57, 2016년 1월.
- [6] S.Cho, "5G Low-latency-Requirments and Latency Analysis Based on TTI Length", 한국통신학회 동계종합학술대회, pp.1029-1030, Jan. 2015.
- [7] P. Mogensen, "5G small cell optimized radio design," IEEE Conference and Exhibition, pp.111-116, 2013.
- [8] Dr.Harrison, "E2E Network Slicing - Key 5G technology", netmanias, tech-blog, pp.1-6, Nov. 2015
- [9] NGMN, "5G White Paper," pp.47, Feb. 2015.
- [10] ETRI, "5G 코어 네트워크 기술 동향 분석," 전자통신동향분석, 제28권, 제 6호, pp. 38-40, 2013년 12월.



5G mobile communication technology evolution and service directions

Daehee Yoon

Department of Electronics and Computer Engineering
Graduate School of Chonnam National University
(Supervised by Professor Intae Hwang)

(Abstract)

International Telecommunication Union-Recommendations (ITU-R) has developed the eight Key Performance Indicator (KPI) for the vision and core performance of the 5G systems in Working Party5D (WP5D). It suggests the three user scenarios. And the official name of 5G mobile communication was decided to 'International Mobile Telecommunication (IMT)-2020'. This thesis overviews technology evolution and service directions in 5G mobile communication.

5G mobile communication requires a flexible network based on new radio access technologies which consists of enhanced-mobile broadband communications service (eMBB), ultra-reliable and low latency communications service (uLLC), massive-machine type communications service (mMTC). Core network based on network virtualization and function decentralization technology has been developed to reduce explosively increasing traffic handling. In addition, network slice technology was proposed to provide various services to the terminals having different properties. It can respond flexibly to the requirements of



service, by providing sliced unit from physically single network.

Therefore, all things as robot, display, car are connected to the Internet based on access technologies, it is expected to All IT by software. We are expected to change our lives in 5G mobile communication technologies dramatically.

Key Words : 5G mobile communication , eMBB, mMTC, network slice, uLLC