

# **LG유플러스 5G White Paper**

**SD본부 SD기술개발부문 NW개발센터/디바이스개발센터**

## 목 차

1. 머리말 .....	10
2. 5G 비전 .....	11
3. 4G 네트워크 현황 .....	15
3.1. 4G 트래픽 현황 및 추이 분석.....	15
3.1.1. 유·무선 트래픽 현황 및 추이.....	15
3.1.2. 모바일 트래픽과 가입자 현황 및 추이.....	16
3.1.3. 애플리케이션별 트래픽 현황 및 추이 .....	19
3.1.4. 디바이스별 트래픽 현황 및 추이.....	20
3.2. 4G 네트워크 구성 현황 및 진화 고찰 .....	21
3.2.1. 네트워크 구성 현황 .....	21
3.2.2. 네트워크 진화 고찰 .....	22
3.2.3. 디바이스 진화 고찰 .....	27
4. 5G 요구사항 .....	33
4.1. 5G 트래픽 예측.....	33
4.2. 5G 서비스의 기술적 요구사항.....	36
5. 5G 인프라스트럭처 .....	38
5.1. 모듈화 구조 .....	38
5.2. 가치 증진 피드백.....	40
5.3. 최적 오버레이 구조 .....	41
6. 5G 인텔리전트 인프라 적용 예 .....	43
6.1. Connected Car.....	43
6.2. IoT Everywhere.....	44

6.3.	UHD/홀로그램.....	45
6.4.	스마트 워크플레이스.....	46
7.	5G Key Technologies.....	48
7.1.	액세스 네트워크 .....	48
7.1.1.	5G 후보 주파수 대역 .....	48
7.1.2.	Spectral Efficiency.....	49
7.1.3.	Low Latency Technology.....	55
7.1.4.	Multi-Radio Access Technology.....	56
7.1.5.	Massive Connectivity Technology.....	58
7.1.6.	Analytic 기반 Self-Organizing Network (SON).....	60
7.1.7.	Interference Cancellation.....	64
7.1.8.	Virtualized Radio Access Network.....	65
7.2.	유선 네트워크.....	66
7.2.1.	Packet & Optic Integration .....	66
7.2.2.	Programmable & Flexible 네트워크.....	68
7.2.3.	Efficient High Speed Access.....	71
7.3.	코어 네트워크.....	73
7.3.1.	효과적인 자원 할당 .....	73
7.3.2.	효율적인 IoT 제어.....	75
7.3.3.	Software Defined DataCenter.....	77
7.3.4.	인프라 보안 .....	81
7.4.	디바이스 기술.....	83
7.4.1.	클라우드 기술 .....	83
7.4.2.	하드웨어 기술 .....	84
7.4.3.	지능, 감성 기술 .....	86

7.4.4. 실감 미디어 기술.....	88
참고 문현 .....	89
약어표 .....	90

## 그림

그림 2-1. ICT 진화 방향 .....	12
그림 2-2. 5G 시대의 5가지 생활 가치 .....	12
그림 2-3. Me-Centric 서비스 .....	14
그림 3-1. Cisco VNI Global IP Traffic Forecast, 2014–2019 .....	15
그림 3-2. Busy-Hour Compared with Average Internet Traffic Growth(Cisco VNI, 2015).....	16
그림 3-3. Cisco Forecasts Mobile Data Traffic by 2019(Cisco VNI, 2015).....	17
그림 3-4. LG유플러스 이동통신망 트래픽 추이 .....	17
그림 3-5. LG유플러스 이동통신망 가입자 추이 .....	18
그림 3-6. LG유플러스 가입자당 트래픽 사용량 추이 .....	18
그림 3-7. LG유플러스 모바일 데이터 요금제별 애플리케이션 이용 현황.....	19
그림 3-8. Global Devices and Connections Growth(Cisco VNI, 2015).....	20
그림 3-9. Global IP Traffic by Devices(Cisco VNI, 2015).....	21
그림 3-10. LG유플러스 망 구조 .....	21
그림 3-11. Digital Unit 자원 활용률 .....	23
그림 3-12. 기축 아파트 UTP 포설 현황 .....	23
그림 3-13. 개별 구조에서 중앙 집중형 관리 자동화 플랫폼 구조도 변경 .....	25
그림 3-14. 전송망 각 계층 및 제조사별 EMS 분리.....	25
그림 3-15. 전송망 Control Function 통합 및 계층 간 하드웨어 통합 .....	26
그림 3-16. DDoS Annual Worldwide Infrastructure Security Report(Arbor Networks) .....	27
그림 3-17. Legacy Framework과 스마트폰의 디바이스 Framework 비교 .....	28
그림 3-18. IoT 인증센터의 역할 .....	29

그림 3-19. 개인형 디바이스의 진화발전 .....	30
그림 3-20. 홈 디바이스의 진화 발전 .....	31
그림 3-21. 국내 IP 트래픽 추이(Cisco.com) .....	32
그림 3-22 미디어 디바이스 진화.....	32
그림 4-1. NGMN 5G 주요 서비스 .....	33
그림 4-2. 5G 서비스 트래픽 패턴 .....	34
그림 4-3. 5G 트래픽 예측.....	35
그림 4-4. 4G와 5G의 기술적 Gap 분석 .....	37
그림 5-1. 모듈화 구조 네트워크의 활용 예.....	39
그림 5-2. 가치 증진 피드백 루프 .....	41
그림 5-3. 피드백 루프를 통한 고객 맞춤형 서비스 .....	41
그림 5-4. 최적 오버레이 구조.....	42
그림 5-5. Dual Connectivity 구조 .....	42
그림 6-1. 차당 인포테인먼트.....	43
그림 6-2. Connected Car 서비스 적용 예 .....	44
그림 6-3. IoT서비스 적용 예 .....	45
그림 6-4. 홀도그램 서비스 적용 예 .....	46
그림 6-5. 스마트 워크플레이스 서비스 적용 예.....	47
그림 7-1. 6GHz 미만의 5G 후보 주파수.....	48
그림 7-2. 6GHz 이상의 5G 후보 주파수.....	49
그림 7-3. Massive Antenna를 이용한 FD-MIMO .....	50
그림 7-4. 256QAM 동작 .....	50
그림 7-5. 256QAM 커버리지.....	51

그림 7-6. FQAM 방식 .....	51
그림 7-7. OFDM vs FBMC 파형 in frequency domain.....	52
그림 7-8. NOMA와 OFDMA의 차이점.....	53
그림 7-9. SOMA와 OFDMA의 차이점.....	54
그림 7-10. SCMA와 LTE의 차이점.....	54
그림 7-11. Full Duplex Radio 동작 .....	55
그림 7-12. New Radio frame 구조 예.....	56
그림 7-13. Dual Connectivity 구조.....	56
그림 7-14. Dual Connectivity와 Carrier Aggregation의 차이점.....	57
그림 7-15. LTE-Wi-Fi Integration .....	57
그림 7-16. Unlicensed LTE의 두 가지 시나리오.....	58
그림 7-17. D2D 시나리오 .....	59
그림 7-18. Advanced SON .....	61
그림 7-19. 무선 파라미터 최적화 기능 .....	62
그림 7-20. CCO RF 최적화 기능 .....	62
그림 7-21. Self-Healing of Cell Outage동작 Process .....	63
그림 7-22. Defect 위치 제공 / Grid 단위 트래픽 사용량 제공 .....	63
그림 7-23. Grid별 Max THP 동계 / 트래픽 유형 분석 .....	64
그림 7-24. NAICS 시나리오 .....	64
그림 7-25. NAICS 수신기 개념도 .....	65
그림 7-26. 기지국 Pooling .....	65
그림 7-27. Virtual RAN.....	66
그림 7-28. Packet Optic 기술 도드맵.....	67

그림 7-29. 패킷 광 동합 장비.....	67
그림 7-30. SDN 아키텍처.....	68
그림 7-31. 트래픽 분석 및 보안서비스와 연계된 SDN 적용 예 .....	69
그림 7-32. T-SDN 아키텍처.....	70
그림 7-33. 광 가입자 표준화 기술 도드맵.....	71
그림 7-34. TWDM-PON 구성도 .....	72
그림 7-35. NFV 아키텍처 .....	74
그림 7-36. IoT 디바이스 과부하 제어 동작.....	76
그림 7-37. SIMTC Architecture Reference Model과 주요 기능.....	76
그림 7-38. Group based IoT 동작 .....	77
그림 7-39. Self-Healing과 Optimize 동작 .....	78
그림 7-40. 스도리지 데이터 증가 추이 .....	79
그림 7-41. 엑사바이트급 Software Defined Storage 구성도 .....	80
그림 7-42. 가상화 방식별 구조 비교 .....	81
그림 7-43. 악성 코드 증가 추이(HP Cyber Report 2015) .....	82
그림 7-44. 네트워크 보안 프레임워크 .....	82
그림 7-45. 클라우드 파일 시스템과 스마트폰 가상화 기술 .....	83
그림 7-46. 반도체 기술 진화(니케이커뮤니케이션즈) .....	84
그림 7-47. 모바일 칩셋 구조(춘천, 월컴).....	85
그림 7-48. 안테나 구조의 변화.....	86
그림 7-49. Wearable / IoT 안테나 .....	86
그림 7-50. 물체 인식 .....	87
그림 7-51. 지능, 감성형 디바이스의 구조 .....	87

그림 7-52. 360도 카메라(노키아 Ozo), 영상 .....	88
그림 7-53. 홀로그램의 원리 .....	88

## 테이블

표 3-1. 트래픽 증가 주요 원인별 증가율(Cisco VNI, 2015) .....	16
표 3-2. 콘텐츠 유형별 트래픽 현황(미래창조과학부, '14.12).....	19
표 3-3. 개인형 디바이스 구분.....	30
표 4-1. 데이터당 산출 도직 .....	34
표 4-2. 5G 서비스 분류 .....	34
표 4-3. 5G 주파수 필요량 .....	36
표 4-4. 5G 기술적 요구사항 .....	37
표 7-1. MTC, eMTC 단말 특성 .....	59
표 7-2. 디바이스 안테나 .....	85

## 1. 머리말

1984년 아날로그 이동통신 상용화도 시작된 1G 이동통신은 10년 주기도 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 환성화되어 우리 생활을 변화시키고 있다.

지금까지는 핸드폰을 사용하는 가입자 중심의 서비스가 주를 이루었다면 앞으로는 핸드폰 이외에도 웨어러블, 센서 등 여러 가지 유형의 IoT 디바이스들은 이용한 다양한 서비스들이 나타날 것이다. 즉, 홀로그램과 같은 고용량이 필요한 서비스, 미터링과 같이 데이터량은 작지만 디바이스 수가 많은 IoT서비스, 무인 자율 주행 자동차처럼 latency가 중요한 서비스가 그것이다.

그러나 이러한 5G 시대를 열기 위해서는 첫째, 스마트폰 이외의 IoT, 웨어러블도 인해 4G 대비 10배 이상 증가할 것으로 예상하는 디바이스를 효과적이고 경제적으로 수용해야 하고 둘째, 단위 파일의 크기가 지속적으로 증가함과 아울러 유동량 또한 증가일도에 있는 영상, 음악, 텍스트, 사진 등을 사용상 불편은 느끼지 않은 정도의 속도로 처리하기 위해서는 무선망 및 트랜스포트망의 처리 속도가 크게 향상되어야 한다. 셋째, 무인 자율 주행, 원격진료와 같은 생명과 직결된 응용 분야가 환성화되기 위해서는 현재 4G 망보다 처리지연 시간을 대폭 줄여야만 할 것이다.

5G 시대도의 매끄러운 진입과 성공은 high speed, massive connectivity, low latency도 요약할 수 있는 5G 서비스의 3대 요구사항을 고객별도 신속, 유연, 안전하게 제공할 수 있는 네트워크의 설계와 구축에서 비롯한다고 생각하며 이에 대한 LG유플러스의 청사진은 백서도 작성하여 공유하고자 한다. 본 백서에는 5G 비전, 4G 네트워크 현황, 5G 요구사항, 5G 인프라스트럭처, 5G 핵심 기술을 포함하고 있다. 본 백서에는 5G 비전, 4G 네트워크와 디바이스의 현황 및 진화, 5G 요구사항, 5G 인프라스트럭처, 5G 서비스 제공을 위한 네트워크와 디바이스의 핵심 기술을 포함하고 있다.

## 2. 5G 비전

가트너는 인터넷으로 연결되어 있는 사물의 수는 2009년 9억 개 수준이었으나, 2020년까지는 250억 개까지 증가할 것으로 예상하고 있다. IoT를 활용한 주목할 만한 예로 스마트 미터링은 우선 들 수 있는데, IBM에 따르면 일반 가정의 전력계를 전기회사의 서버와 네트워크도 연결 사용당 동계를 이용 각 가정의 기기별로 저렴한 사용 시간대를 알려준 경우 약 6%의 전력 소비를 줄일 수 있다고 한다. 두 번째로 각종 센서, 카메라 및 통신 기능을 이용하여 다든 차량, 보행자, 신호등, 표지판 등 주변의 상황을 인식하고 스스로 최적의 길을 찾아 주행하는 구글의 무인 자율 주행 자동차는 2015년 현재 돌발 상황에서만 직접 운전이 필요한 레벨3 무인차 등급에 도달한 것으로 평가 받고 있어 완벽한 무인차를 가리키는 레벨4 도달이 그리 멀지 않은 것으로 보인다. 이 두 예는 센서와 통신망 연동으로 생활비를 절약하고 일부 부유 계층만 누릴 수 있는 기사 딸린 차의 대중화가 급진전되고 있음을 나타내는데, 이처럼 이동통신은 이미 커뮤니케이션 수단은 지나 인간 생활 저변의 양식까지도 변화시키는 단계에 들어섰다고 할 수 있다.

2020년 상용화를 예상하는 5G 시대에는 정보통신에 의한 생활 양식 변화는 논리적인 인간의 사고를 대신할 수 있는 Thinking Machine, 나아가서는 사람의 감정표현을 포함한 뇌 기능을 대신할 수 있는 수준으로 더욱 진화될 것으로 예측된다. 2014년 개봉한 미국 영화 '트랜센던스'는 인간의 지적 능력을 초월하고 자각능력까지 가진 슈퍼 컴퓨터 '트랜센던스'의 완성을 앞둔 주인공이 사고도 죽자 그의 연인이 주인공의 뇌를 컴퓨터에 이식시켜 논리적인 사고가 가능한 인공 지능 컴퓨터를 완성하는 내용을 담고 있고, 소프트뱅크는 2015년 6월 이모션 네트워크 엔진과 통신기능을 이용해 사람의 목소리를 인식하고 사람의 감정을 이해하며 스스로 감정을 표현할 수 있는 인간형 감정 도봇 '페퍼'를 출시한 바 있다. 2020년까지 1,000배 이상 향상될 컴퓨팅 성능, 클라우드의 발전, 네트워크 속도의 향상은 감안할 때 인간을 닮은 도봇과 같은 지능형 객체가 연결된 Internet of brain의 탄생 여건이 점점 성숙되어 간다고 할 수 있다.

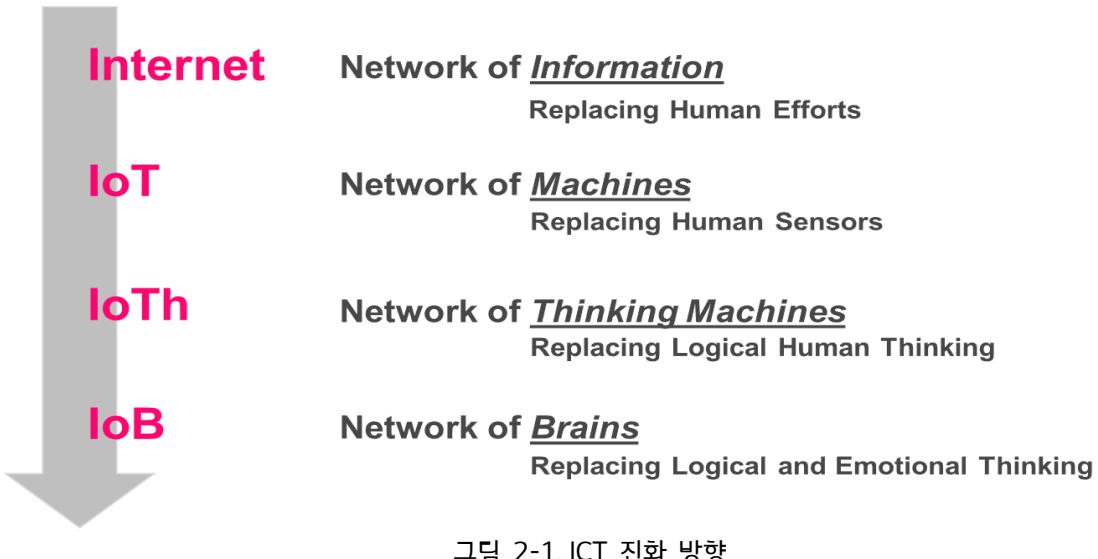


그림 2-1. ICT 진화 방향

이러한 정보통신기술의 진화방향에 맞추어 LG유플러스는 IoTh, IoB가 현실화될 5G 시대의 선도를 통해 우리들이 항상 희망하고 기대해 온 '보다 안전한 삶(Safety improvement)', '정보의 자연스런 공유와 활용(Information share)', '지혜로운 소비(Cost saving)', '여가 시간의 창출(Time management)', 그리고 '감성 동반자(Emotional care)'라는 다섯 가지 새도운 생활 가치를 제고하고자 한다.



그림 2-2. 5G 시대의 5가지 생활 가치

부천시는 2014년까지 1,150대의 CCTV를 설치·운영하여 범죄율은 20% 떨어뜨렸고, 범인 검거율은 10%나 올릴 수 있었다고 하며 2015년 말까지 4,391대까지 CCTV를 확대 설치할 예정이라고 한다. 또한 2013년 5월 한국도로공사는 주행 중인 자동차 안에서 도도상황 등 각종 교통정보를 실시간으로 주고 받으며 소음이나 교통체증을 줄여 시속 160km도 주행할 수 있는 차세대 고속도로인 스마트 하이웨이가 전국적으로 구축되면 고속도로 교통사고의 60%가 감소할 것으로 예측하였다. 수많은 고화질 CCTV 영상의 저장, 정확한 위치 정보의 관리, 딥러닝 기반 영상 인식기술, 빅데이터 분석은 이용하여 범죄 예방, 교통사고 방지도 고객의 일상 생활을 보호해주는 것이 LG유플러스가 제공하고자 하는 첫 번째 생활 가치인 '보다 안전한 삶(Safety improvement)'이다.

2013년 인덴의 분석 결과에 따르면 1분 동안 인터넷에서는 구글 검색 410만 건, 페이스북 컨텐츠 330만 건과 메시지 690만 건 공유, 2억 건이 넘는 메일이 유동될 정도로 천문학적인 데이터가 처리되고 있어, 고객들은 이런 정보의 홍수 속에서 원하는 정보를 필요 한 시점 내에 찾고 정리하는 데 적지 않은 어려움을 겪고 있다. 빅데이터 분석 기술도 고객의 기호, 취미, 성별까지 고려한 개인별 맞춤 정보를 제때에 제공할 수 있다면 삶의 편의 를 한층 증진시킬 수 있은 것인데 이것이 LG유플러스가 추구하는 두 번째 생활 가치인 '정보의 자연스런 공유와 활용(Information share)'이다.

한국전력 구리남양주지사는 스마트 그리드 기술을 실제 거주 환경에 구축하여 월평균 피크전력은 4.8%(154→146.6kW), 전력 사용량은 10.1% 감소(2만5247→2만2680kWh)시켰다고 한다. 쿠팡, 티몬, 위메프와 같은 소셜 쇼핑은 파격적인 할인율을 자당하는 게릴라 이벤트를 통해 많은 젊은 온라인 구매자들은 충성 고객으로 확보하였으며 지속적으로 시장 을 확대해나가고 있다. 동신 인프라를 이용한 공공 요금의 절약, 고객의 주요 구매 품목, 브랜드, 가격대, 스타일까지 고려한 맞춤 쇼핑 정보를 제공할 수 있다면 고객의 생활비는 줄고 쇼핑의 만족도는 올라가고 시간도 절약될 것이다. 이것이 세 번째 생활 가치인 '지혜도 운 소비(Cost saving)'이다.

한국생산성 본부의 조사 결과에 따르면 직장인 전체 업무시간의 22.3%가 정보 검색·수집에 사용되는 것으로 나타났는데, Watson과 같은 자연어 인식 인공지능 컴퓨터를 활용한 다면 정보 검색에 투입하는 시간은 크게 줄일 수 있은 것이다. 또 동계청과 여성가족부의 2015년 조사에 따르면 국내 전업 주부는 하루 평균 6시간 동안 식사 준비, 빤래, 청소, 설거지와 자녀 돌봄 등 가사 노동을 하는 것으로 나타났는데 도봇청소기, 홈CCTV와 같은 IoT 기기를 활용한다면 가사 부담은 상당 부분 줄일 수 있은 것이다. 이와 같이 직장인의 업무 생산성을 높여 퇴근시간은 앞당겨주고 주부의 가사 노동은 덜어주고자 하는 것이 네 번째 생활 가치인 '여가 시간의 창출(Time management)'이다.

2014년 7월 서울 전체 가구의 36.3%가 1인 가구도 4인 가구(19.5%)의 두 배 가까이 되는데, 1인 가구의 증가는 과거에는 한 사람의 문제를 가족이 함께 해결해 왔지만 가족이 해체되면서 한 개인의 문제를 나눌 수 있는 기반이 약해지고 있다고 해석할 수 있다.

2016년 출시될 예정인 지보(Jibo)는 이야기를 들려주는 동시에 고객의 표정을 인지해 적절한 반응까지 해주는 대화형 소셜 로봇으로 사람 간 교감의 기회가 적은 단독 거주자에게 반려 동물과 같은 정서적 위안을 줄 수 있을 것으로 기대된다. 일상생활에서 대화를 통한 감성 교육, 위험의 감지와 신고, 친절한 도우미 역할을 제공하고자 하는 것, 이것이 LG유플러스가 추구하는 다섯 번째 생활 가치인 '감성 동반자(Emotional care)'이다.

이 다섯 가지 생활 가치는 나를 중심으로 언제 어디서나 세상과 실시간으로 연결되는 Me-Centric 서비스를 통해 실현될 것이며, 이 Me-Centric 서비스를 고객별로 신속하고, 유연하고, 안전하게 제공할 수 있는 네트워크가 바로 5G 인프라스트럭처라고 할 수 있다. 5G 인프라스트럭처와 서비스 수용이 편리한 프레임워크와 지능/감성 기술이 담재된 개인 기기, IoT, 로봇, 웨어러블 등 5G 디바이스는 클라우드와 연동하고 인델리전스를 활용하여 안전하고, 자연스럽게 공유하고, 지혜롭게 소비하고, 여가 시간은 늘어나고, 그리고 감성적 교감이 환반해지는 삶으로의 변화를 여는 도대가 될 것이다.

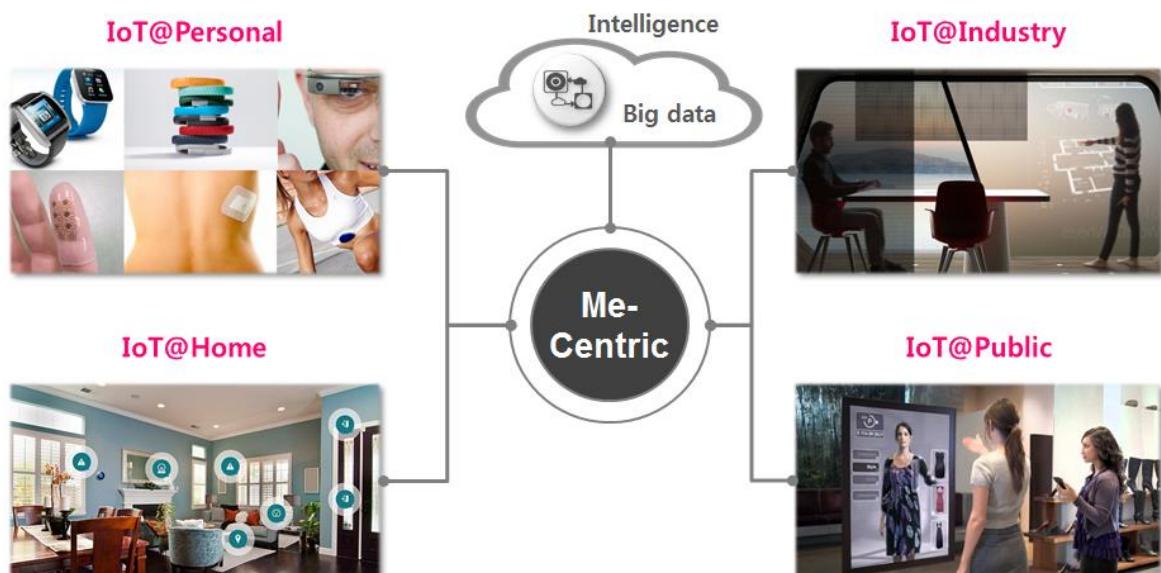


그림 2-3. Me-Centric 서비스

### 3. 4G 네트워크 현황

#### 3.1. 4G 트래픽 현황 및 추이 분석

5G 인프라스트럭처의 기본 구조, 전체적인 망 설계, 소요 대역, 단위 망 요소의 필요 성능과 용량은 예측하기 위해서는 5G 시대에 발생할 트래픽량의 추정이 필요하며 그 추정은 현재 4G 네트워크의 트래픽 추이에 대한 분석에서 시작해야 할 것이다. 본 절에서는 유·무선 전체 트래픽의 현황과 더불어 모바일 트래픽, 애플리케이션과 디바이스별 트래픽의 변화 추이를 각각 고찰해 본다.

##### 3.1.1. 유·무선 트래픽 현황 및 추이

유·무선을 포함한 전 세계 IP 트래픽은 2009년~2013년 사이에 5배 이상 증가해 왔고, 2014년~2019년 사이에 다시 3배가 증가할 것으로 예상된다[2]. 이 기간 동안 IP 트래픽의 연평균 성장률은 23%로 2019년까지 월간 2제타바이트(Zettabyte)를 초과할 것으로 예측하고 있다.

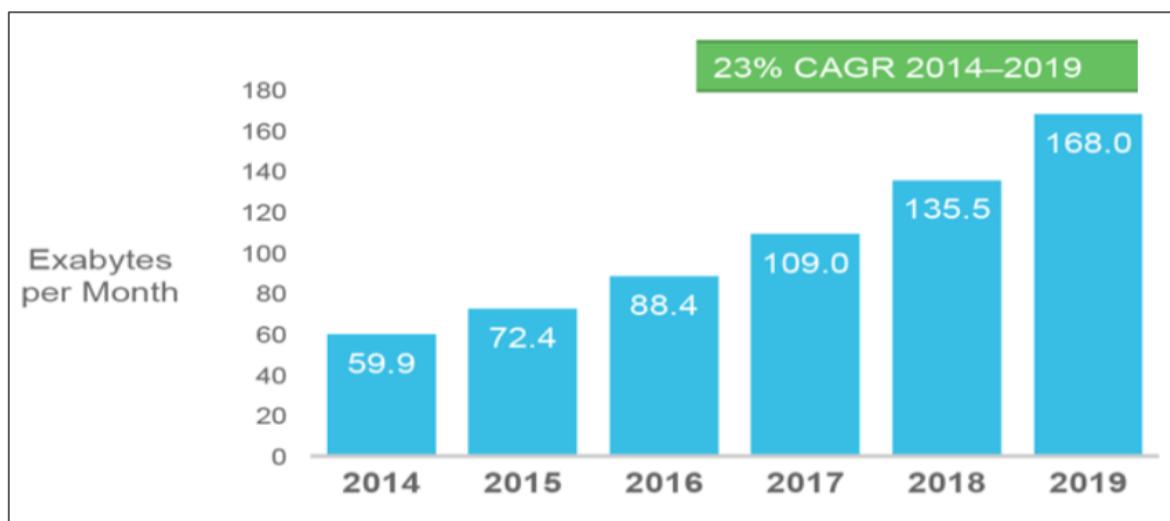


그림 3-1. Cisco VNI Global IP Traffic Forecast, 2014–2019

이러한 IP 트래픽의 급증은 Fixed 브로드밴드 속도의 증가(연평균 성장률 16%), 비디오 트래픽의 증가(연평균 성장률 29%), M2M 연결의 증가(연평균 성장률 26%), M2M 트래픽의 증가(연평균 성장률 71%) 때문인 것으로 보고 있다.

구 분	2014	2015	2016	2017	2018	2019	CAGR 2014-2019
<b>Fixed Broadband Speeds(in Mbps)</b>							
Global	20.3	24.7	29.2	33.6	38.1	42.5	16%
<b>Fixed Consumer Internet Video, By Network(Petabytes per Month)</b>							
Global	20,485	25,452	32,981	43,226	56,771	74,319	29%
<b>M2M Connection (Billions)</b>							
Global	3.3	4.1	5.2	6.6	8.4	10.5	26%
<b>M2M Traffic Growth (Petabytes per Month)</b>							
Global	0.3	0.5	1.0	1.7	2.8	4.6	71%

표 3-1. 트래픽 증가 주요 원인별 증가율(Cisco VNI, 2015)

또한, 2019년까지 평균 트래픽 증가율(연평균 성장을 26%)보다 최번시 트래픽 증가율(연평균 성장을 31%)이 더 큰데 이는 프라임 타임에 비디오 시청 수요가 집중되기 때문인 것으로 본다. 평균 트래픽과 최번시 트래픽 간 차의 확대는 최번시 트래픽 기준으로 망을 설계하는 대부분의 동신사업자에게는 과도한 유류 자원은 초래할 수 있어 효율적인 망 구축과 최번시 트래픽 처리 방안 마련에 보다 주의가 요구됨은 가리킨다.

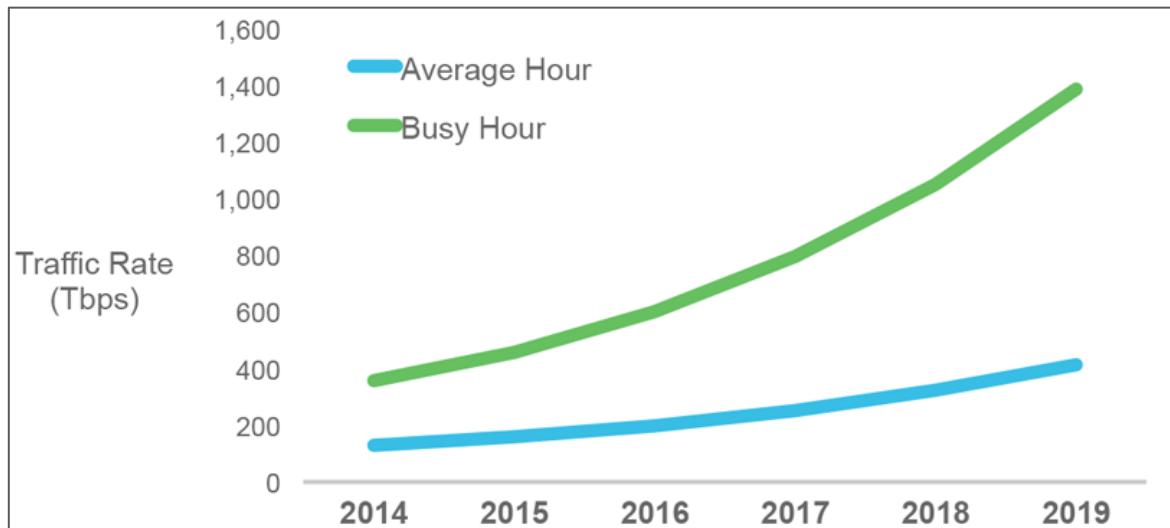


그림 3-2. Busy-Hour Compared with Average Internet Traffic Growth(Cisco VNI, 2015)

### 3.1.2. 모바일 트래픽과 가입자 현황 및 추이

전체 IP 트래픽의 연평균 성장률이 23%인 것에 비해 모바일은 57%도 두 배 이상 높아 2019년 트래픽은 2014년 대비 약 10배 증가한 월간 24.3엑사바이트(Exabyte)에 달할 것으로 예측하고 있다.

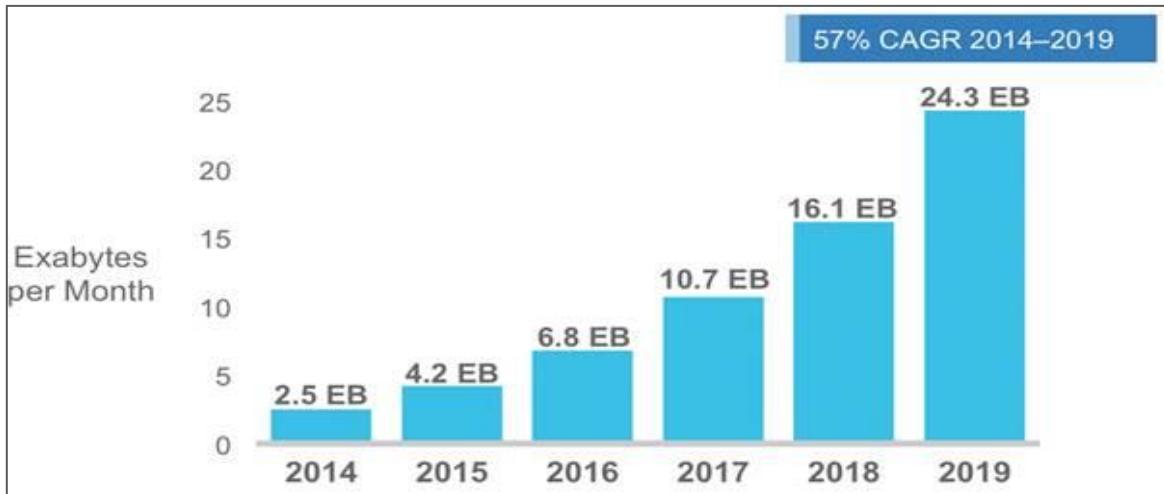


그림 3-3. Cisco Forecasts Mobile Data Traffic by 2019(Cisco VNI, 2015)

국내 모바일 트래픽은 해외보다 더 가파르게 증가해왔으며 특히, LG유플러스의 LTE 트래픽은 2011년 도입 이후 연평균 93% 급증하여 2015년 5월 기준 월간 누적 사용량 36 페타바이트(Petabyte)를 넘어섰다.

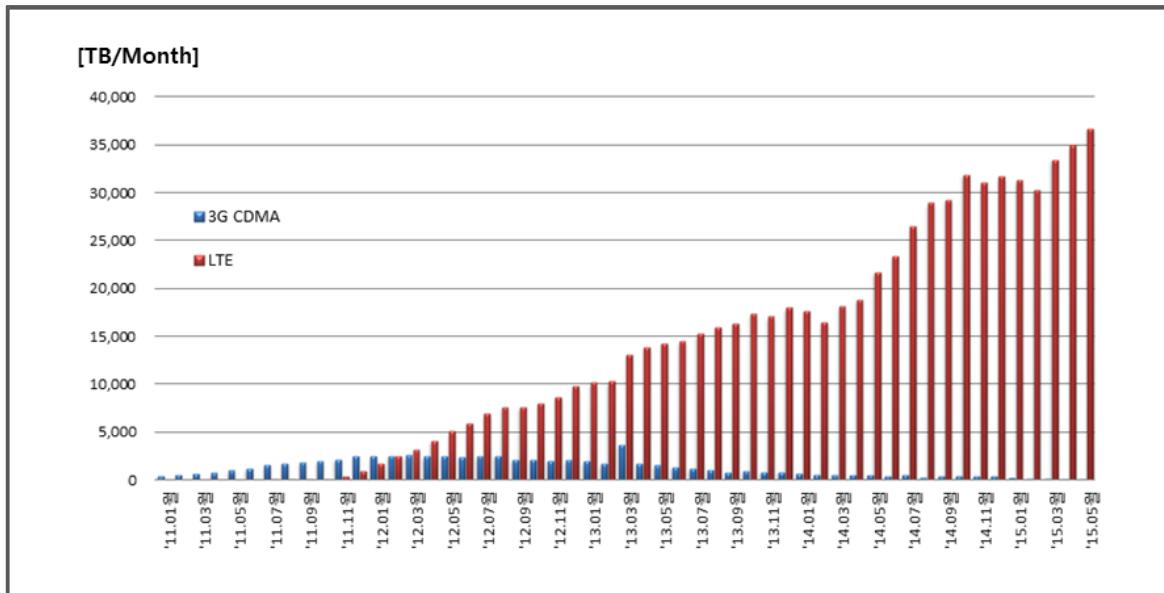


그림 3-4. LG유플러스 이동통신망 트래픽 추이

LG유플러스 LTE 가입자 수 역시 트래픽 사용량 추이와 유사한 양상을 보여 매월 평균 6%씩 증가하여 2015년 5월 기준 900만 명으로 전체 가입자의 78.1%를 차지하고 있다. 반면, CDMA는 3%씩 꾸준히 감소하여 전체 가입자의 21.9%인 253만 명으로 집계되었다.

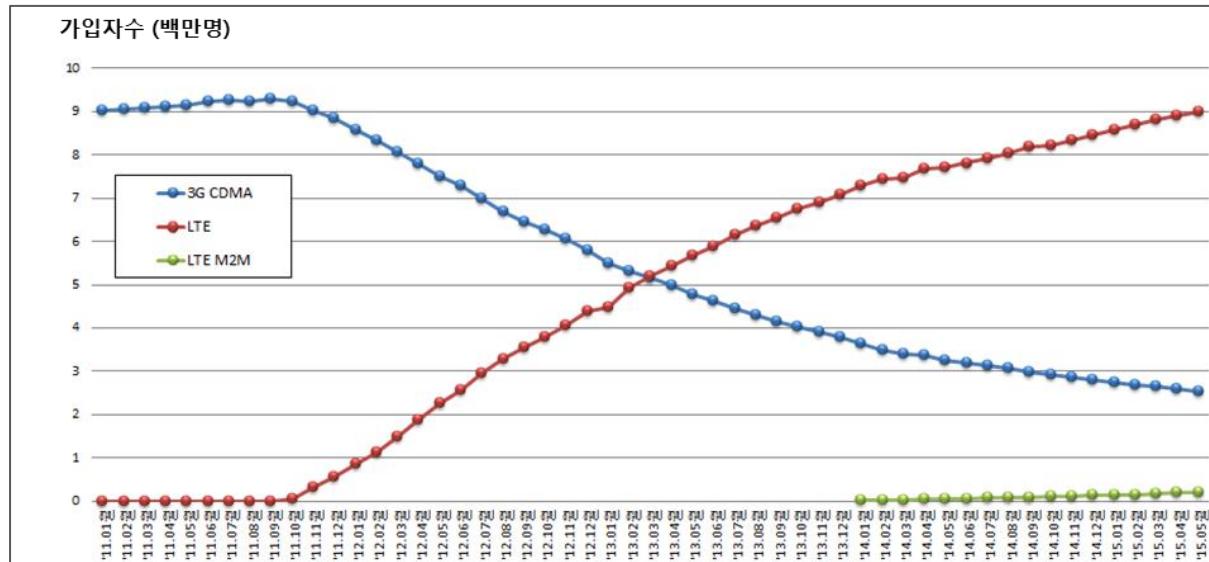


그림 3-5. LG유플러스 이동통신망 가입자 추이

2011년 11월 1.86기가바이트(Gigabyte)에 분과했던 LTE가입자의 인당 월 트래픽 사용량은 월평균 2%씩 증가하였고, 2014년 4월 무한대 요금제를 출시 이후 급증하여 2015년 5월 기준 4.3기가바이트에 도달했다. 이는 1인당 사용량이 무한대 요금제 이전 대비 1.7배 가량 증가했음을 의미하며, 데이터 사용을 촉진하는 요금 정책의 변화에 따라 트래픽 증가가 가속화될 수 있음을 시사한다.

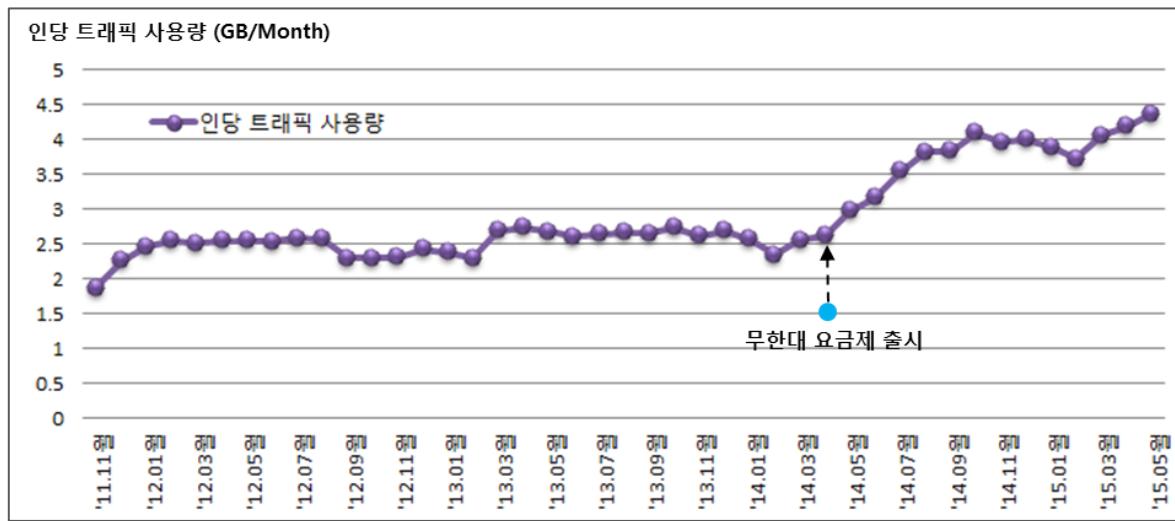


그림 3-6. LG유플러스 가입자당 트래픽 사용량 추이

### 3.1.3. 애플리케이션별 트래픽 현황 및 추이

미래창조과학부에 따르면 동영상 트래픽의 비중이 전체 트래픽의 55.5%를 차지하고, SNS 14.5%, 웹포털 13.9%, 멀티미디어 7.7% 순으로 조사되었다[1].

구 분	동영상	멀티 미디어	웹포털	SNS	마켓 다운로드	기타	합계	
'13.12	규모(TB)	519.3	113.2	222.2	150.1	90.6	55.5	1,150.9
	비중	45.1 %	9.8 %	19.3 %	13.1 %	7.9 %	4.8 %	100
'14.3	규모(TB)	560.0	141.9	239.0	171.0	87.6	64.4	1,263.9
	비중	44.3 %	11.2 %	18.9 %	13.5 %	6.9 %	5.2 %	100%
'14.6	규모(TB)	732.8	167.9	293.4	236.4	123.4	68.5	1,622.5
	비중	45.2 %	10.4 %	18.1 %	14.6 %	7.6 %	4.1 %	100%
'14.9	규모(TB)	1,100.6	191.6	364.8	361.2	127.8	105.3	2,251.3
	비중	48.9 %	8.5 %	16.2 %	16.0 %	5.7 %	4.7 %	100%
'14.12	규모(TB)	1,319.3	183.0	330.5	345.9	85.4	114.5	2,378.6
	비중	55.5 %	7.7 %	13.9 %	14.5 %	3.6 %	4.8 %	100.0 %

표 3-2. 콘텐츠 유형별 트래픽 현황(미래창조과학부, '14.12)

LG유플러스 모바일 가입자의 '15년도 5월 기준 애플리케이션별 트래픽 이용 현황 역시 동영상 47%, 웹포털 26%, 멀티미디어 19% 순으로 미래부창조과학부 조사와 유사한 결과를 보였다. 상대적으로 높은 대역폭이 필요한 동영상과 멀티미디어 서비스가 전체 트래픽량의 절반 이상인 66%를 차지하였으며, 무한대 요금제일수록 그 비중은 77%도 더 높았다.

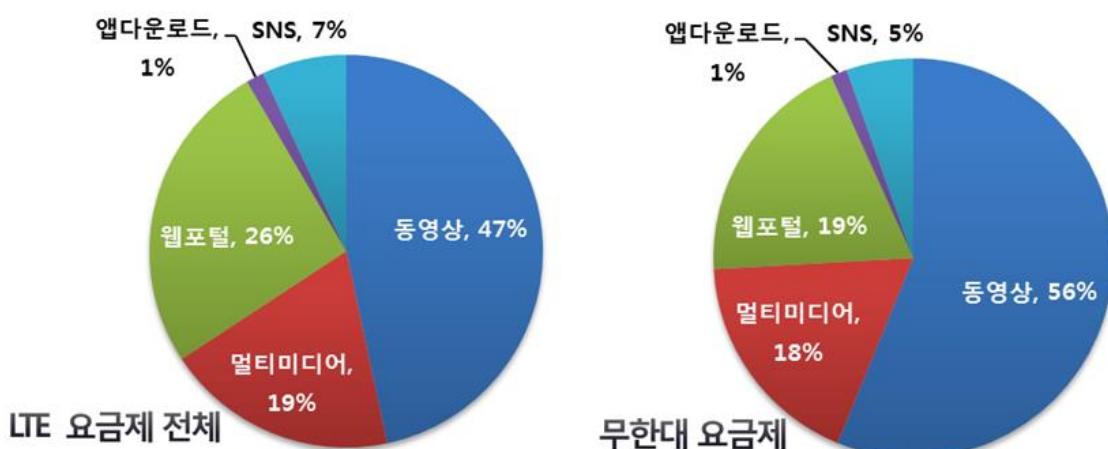


그림 3-7. LG유플러스 모바일 데이터 요금제별 애플리케이션 이용 현황

따라서 동영상의 제작, 배포, 시청이 점점 늘어나는 서비스 이용행태의 변화와 데이터 무제한 요금제 고객의 증가를 감안할 경우 프라임 타임대에 동영상 시청은 위한 동시 접속 및 트래픽이 폭증하는 현상이 빈발할 수 있을 것으로 예상된다. 이러한 트래픽 폭증이 지역적으로 발생할 경우 급속한 무선망의 자원 고갈은 초래할 수 있어 트래픽의 변화에 무선 자원은 능동적으로 추가 할당할 수 있는 자동화 기능의 개발이 주요 과제로 대두될 것이다.

### 3.1.4. 디바이스별 트래픽 현황 및 추이

스마트 미터, 비디오 감시, 의료 모니터링, 운송 및 자산 추적 등 M2M 애플리케이션의 증가도 인해 전 세계 디바이스는 연평균 12% 증가하여 2019년 총 250억 개가 될 것으로 예측하고 있으며 이 중 43%는 M2M이 차지할 것으로 예상된다[2].

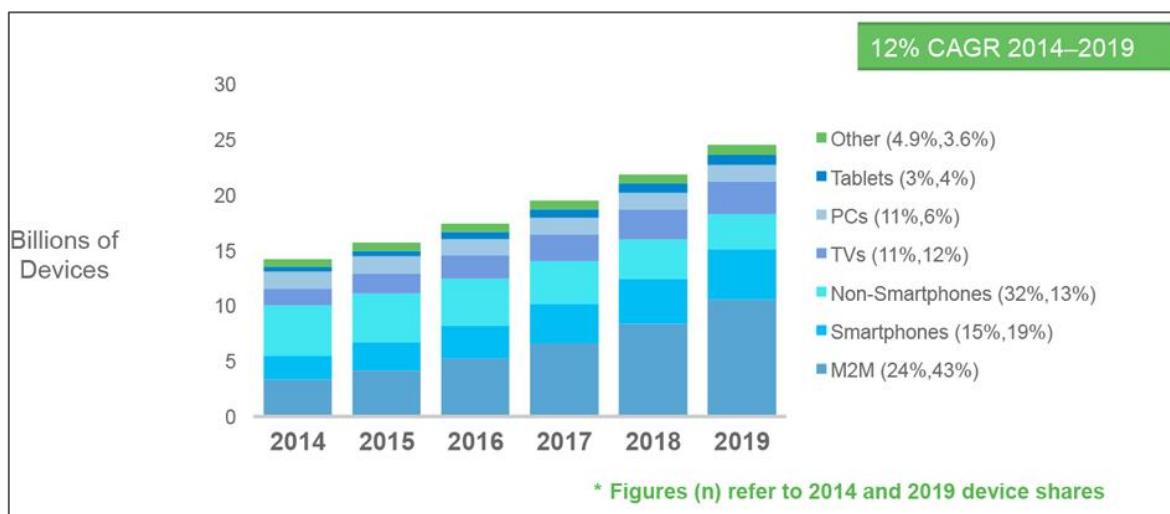


그림 3-8. Global Devices and Connections Growth(Cisco VNI, 2015)

또한 2014년 PC를 제외한 디바이스로부터 유발되는 트래픽이 전체의 22.5%에 불과하나 2019년에는 67%나 될 것으로 전망했다. 주목할 것은 2019년 M2M 디바이스 수는 전체의 43%이지만 실제 트래픽 발생량은 3%에 불과하다는 것이며, 이것은 동신사업자가 서비스나 단말 종류별로 트래픽 특성에 맞추어 효과적으로 자원을 배분하고 4G보다 훨씬 늘어날 것으로 예상하는 커넥션을 처리하는 용량의 확보가 필요함을 의미한다.



그림 3-9. Global IP Traffic by Devices(Cisco VNI, 2015)

### 3.2. 4G 네트워크 구성 현황 및 진화 고찰

#### 3.2.1. 네트워크 구성 현황

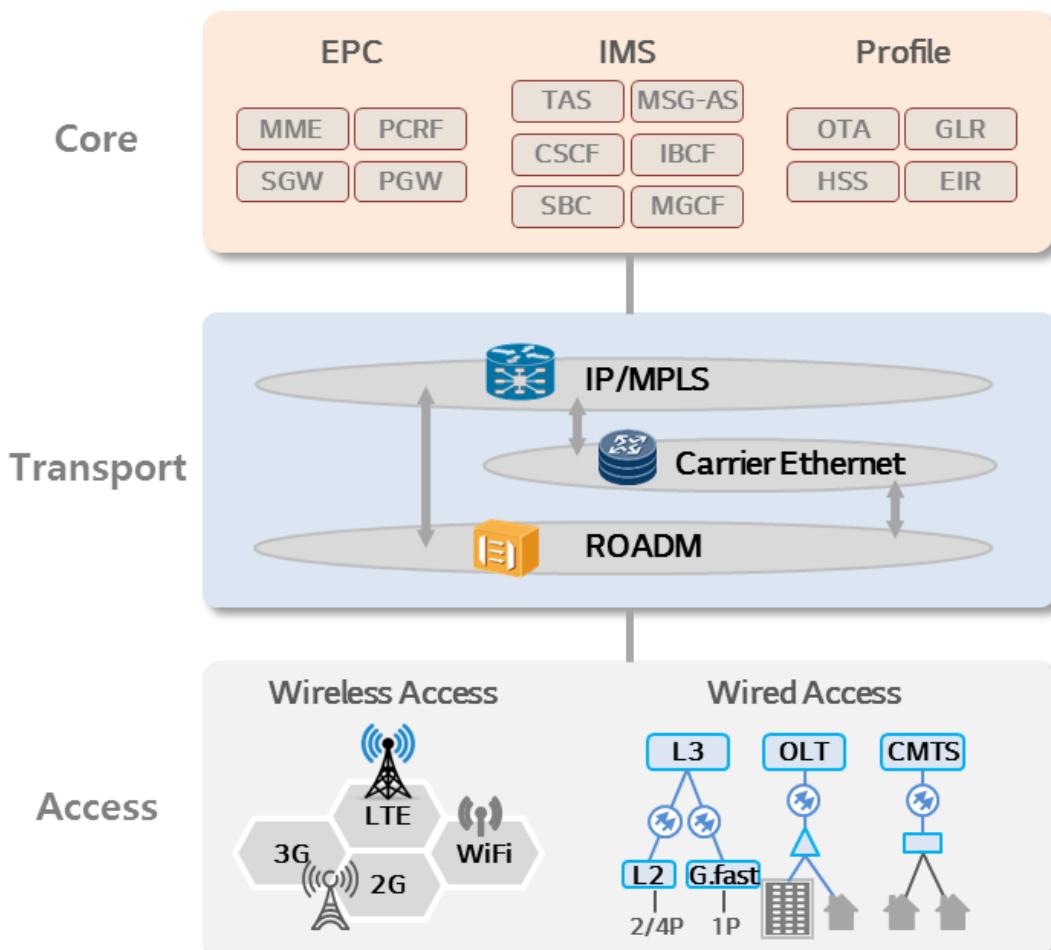


그림 3-10. LG유플러스망 구조

LG유플러스의 4G 네트워크는 서비스를 제어하는 코어 계층, 계층 간 트래픽은 투명하게 전달하는 트랜스포트 계층, 그리고 고객이 서비스를 사용할 수 있도록 유·무선 접속을 제공하는 액세스 계층으로 구성된다. 각 계층은 서비스에서 요구되는 품질을 만족하기 위해 다양한 장비와 다수의 프로토콜을 사용하고 있어 신규 서비스를 출시하거나 신규 장비를 도입한 경우 기존 장비 및 프로토콜과의 상호 정합성 확보를 위해 장시간 검증이 필요하며 운영자는 새로운 서비스나 장비의 운영 방법을 숙지해야만 한다.

5G 시대에는 현재의 수준은 크게 뛰어넘는 대용량의 사용자 트래픽과 주도 IoT 단말에서 발생할 것으로 예상되는 다양한 제어 신호를 효율적으로 처리해야 하고 관리와 제어를 단순하게 하여 망 운영 효율의 향상을 꾀하여야 한다. 이를 위해 원클릭은 동한 자원의 할당, 감시, 제어의 중요성이 증대될 것으로 생각하며 각 계층 자원의 자원 사용률은 최대한 올려야 할 것이다. 본 절에서는 이러한 과제들은 해결하여 성공적인 5G 시대를 열기 위한 네트워크의 진화 방향을 제시하고자 한다.

### 3.2.2. 네트워크 진화 고찰

#### 3.2.2.1. 자원 활용률 증대

LTE 코어 장비는 제조사별 전용 하드웨어로 구축되어 있고 보드별 기능이 상이한 구조이기 때문에, 한 종류의 보드 사용률이 운용 기준은 초과한 경우 다른 보드 용량에 여유가 있음에도 그 보드를 활용할 수 없어 시스템 단위의 증설이 필요한 경우가 있다. 또한 평균 자원 사용률도 코어 장비 간 편차가 매우 커 증설이 연례화된 장비가 있는 반면에 자원 사용률이 전체 용량의 20~30%에 그치는 망 요소도 있다. 따라서 투자비와 운영비를 절감하기 위해서는 단위 장비별 평균 자원 활용률을 높이는 방안을 확보하여야 한다.

LTE 기지국은 Digital Unit(DU)과 Remote Radio Head(RRH)로 구성되어 있으며, DU 하나에 6~18개의 RRH를 연결할 수 있는 구조도 설계되어 있어 RRH를 연결할 포트가 부족한 경우 DU 자원에 여유가 있더라도 불필요하게 DU 증설이 필요한 경우가 종종 있다.

LG유플러스 서울지역 DU의 프로세서 자원 활용률은 평균 14% 정도로 프로세서 자원 활용률이 높은 상위 10개 DU의 경우나 하더라도 34.4% 정도에 그치고 있다. 평균 프로세서 자원 활용률이 10%도 채 안 되는 DU도 무려 33.3%에 달해 만일 자원 공유를 통해 현재 프로세서 자원 활용률은 50%까지 올릴 수 있다면, 전체 DU 수의 28%만으로도 현재 수준의 망을 운영할 수 있을 것으로 예상돼 CAPEX와 OPEX를 획기적으로 절감할 수 있을 것이다.

따라서 트래픽의 지속적인 증가에 따른 기지국 투자비와 운영비의 상승을 억제하기 위해서는 DU 프로세서 자원 활용률을 높이고 RRH 포트 제약을 해결할 수 있는 방안을 확보해야 한다.

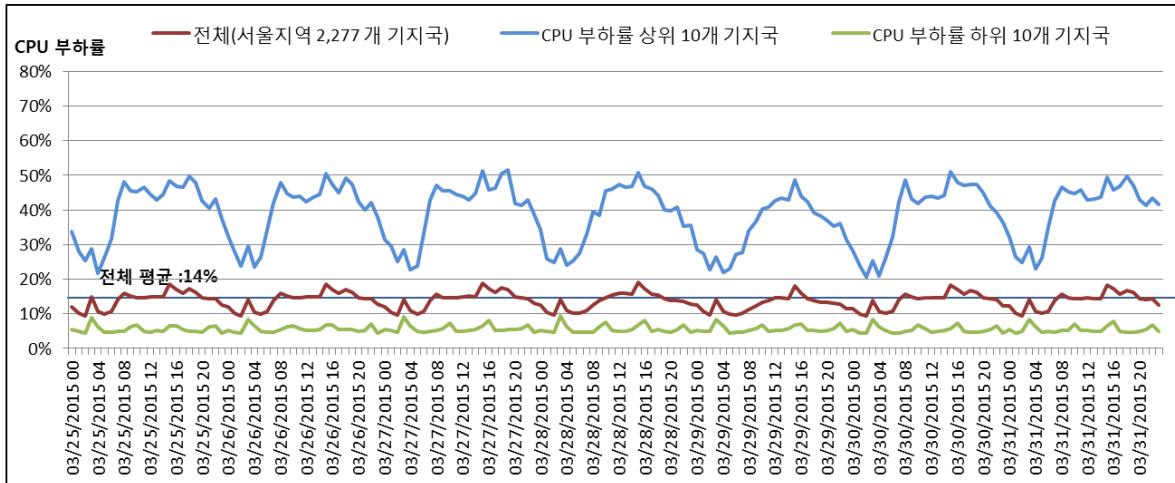


그림 3-11. Digital Unit 자원 활용률

유선 가입자망은 가입자 측에 제공하는 매체에 따라 광랜망, FTTH망, HFC망으로 구분된다. 기설 전화선, UTP 케이블과 같이 구리선을 이용하는 광랜망에서 기가 서비스를 제공하기 위해서는 4Pair가 필요한데 UTP 2Pair만 쓸 수 있는 가구가 전체 아파트단지의 약 80%를 차지하고 있어 기가 서비스 확대에 어려움이 있다. 그러므로 고화질 콘텐츠, UHD TV, IoT 서비스도 인해 증가하는 트래픽을 처리하기 위해서는 기설 UTP 2Pair를 활용하여 1Gbps까지 전송할 수 있는 기술을 개발해야 한다.

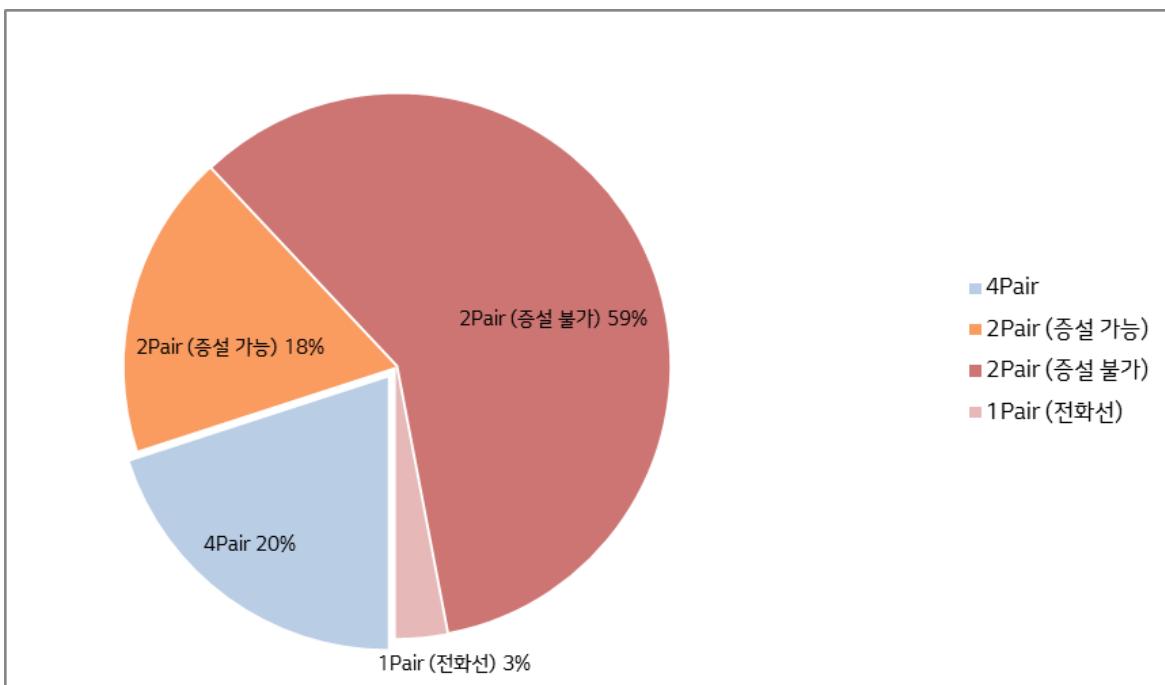


그림 3-12. 기축 아파트 UTP 포설 현황

광케이블을 이용하는 FTTH망은 다수의 ONT가 대역폭을 나누어 사용해야 하므로 OLT 1개 포트에 수용된 고객이 많은수록 고객당 대역폭이 줄어들기 때문에 기가 서비스를 제공 하려면 FTTH망의 투자를 늘릴 수 밖에 없는 구조이다. FTTH망의 투자비는 광케이블이 80%, 장비가 20%를 차지하고 광케이블의 구축 비용은 줄이는 것이 현실적으로 불가능한 만큼 기존 광케이블은 활용하고 장비의 성능 향상을 통해 투자비를 절감해야 한다. 이를 위해 OLT 장비에서 파장이나 주파수 대역을 분리하여 포트당 지원 가능한 분기율을 높이는 기술, 장거리 전송이 가능한 광 파워 기술 개발이 필요하다.

동축케이블을 이용하는 HFC망은 분배센터와 가입자 단에 각각 CMTS(Cable Modem Termination System)와 CM(Cable Modem)을 설치하여 서비스를 제공하며, 현재 16채널 이상을 묶어 하향 500Mbps까지 지원하는 기가급 서비스를 준비하고 있다. HFC망은 상향과 하향 주파수 대역폭이 1:20 수준의 비대칭형 구조도 다운도드 서비스에서는 문제 되지 않으나, 상향 대역폭은 많이 사용하는 P2P 애플리케이션이나 홈CCTV와 같은 새도운 서비스가 늘고 있어 HFC망의 상향 속도에 대한 품질 관리에 어려움이 있다. 그리고 하향 500Mbps도 다수의 UHD 채널 수용으로 대표할 수 있는 본격적 기가 서비스 제공을 고려하면 대역폭 부족이 예상되므로 이에 대한 해결 방안은 마련해야 한다.

### 3.2.2.2. 운영 복잡도 개선

코어 네트워크는 CDMA/EVDO/LTE 등 서비스별로 별도의 시스템을 운영하고 있으며 네트워크 구조 또한 다르기 때문에 이를 동시에 운영해야 하는 사업자 입장에서는 운영비 부담이 크고, 다양한 장비의 장애 인지 및 조치 방법을 습득해야 하는 운영자의 육성과 유지 면에서도 많은 시간과 노력이 수반된다. 따라서 OPEX를 절감하고 망 운영 안정성을 올리기 위해서는 단일화된 운영 환경을 제공하는 통합관리시스템이 필요하다.

IP백본망은 대용량 트래픽의 고속 처리를 위해 데이터 전송, 제어 그리고 관리 기능이 모두 개별 장비 내 포함되어 있어 네트워크 운영의 자동화 및 중앙 관리가 어렵고 장비 증설에 따른 네트워크 복잡성 증가 등의 문제점을 안고 있다.

또한 전동적인 라우팅 프로토콜에만 의존하여 트래픽은 관리하던 방식으로는 비정상적인 이상 트래픽과 과다 트래픽 유발자들에 대한 차별적인 트래픽 제어가 어려워 새도운 서비스에 대한 대응력과 민첩성이 떨어질 수밖에 없다.

따라서 이러한 문제점을 극복하기 위해 트래픽 Path 관리 자동화 및 유연한 자원 할당 체계, 중앙에서 벤더에 관계 없이 동일한 운영 체계도 쉽게 자동화할 수 있는 관리 체계, 사용자 주도의 빠른 서비스 제공을 위한 유연한 네트워크 구조의 필요성이 대두되고 있다.

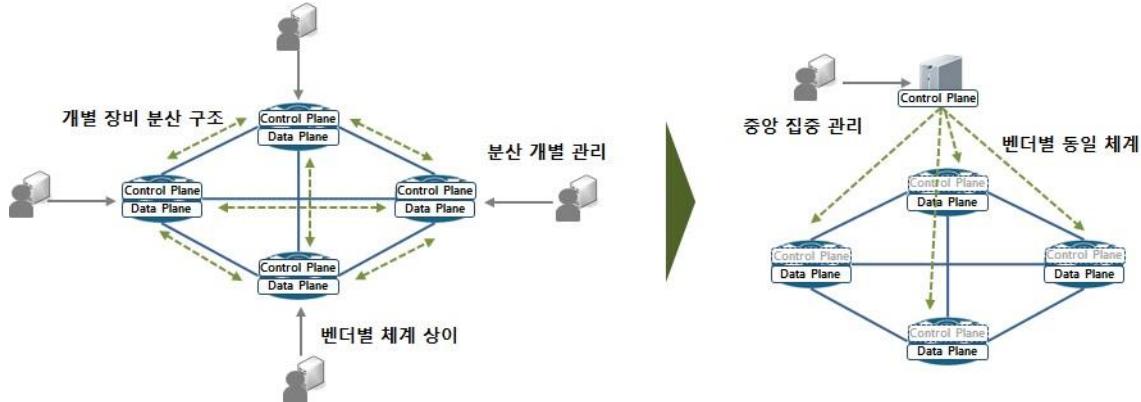


그림 3-13. 개별 구조에서 중앙 집중형 관리 자동화 플랫폼 구조도 변경

전송망은 광파장을 장거리 전송하는 L0(ROADM) 계층, 전기/광 인터페이스를 제공하고 이들은 다중화하는 L1(OTN) 계층, 고객의 데이터를 투명하게 전달하는 L2(MPLS-TP) 계층으로 구성되어 있으며 경제성과 운영 안정성을 확보하기 위하여 기본적으로 2개 사 이상의 장비를 운영하고 있다.

그러나 전송장비는 트래픽 전달만 처리할 뿐 종단 간 회선 설정, 보호절차, 장애 감시 및 처리 등은 모두 EMS에서 수행하기 때문에 복수의 제조사 전송장비를 운영할 경우 서도 다른 EMS 운영 방법은 추가로 습득해야 하는 부담(OPEX)이 있다.

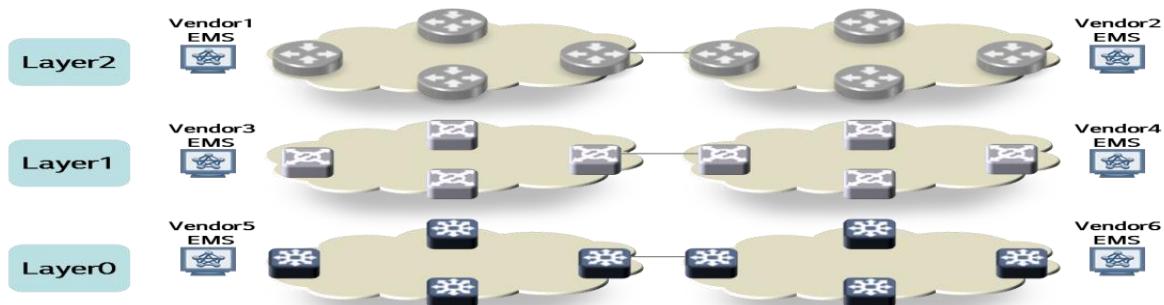


그림 3-14. 전송망 각 계층 및 제조사별 EMS 분리

다종의 장비 운영에 따른 인건비, 전기 사용료, EMS 서버 비용과 상면적의 추가로 OPEX가 상승하는데 이 외에 이종 장비 간 연동은 Provisioning(서비스 구성은 위한 장비 별 자원 확인 및 설정) 시간의 증가로 품질 저하의 잠재적인 가능성은 증가시킨다.

이러한 문제점의 극복 방안으로는 망 구조와 운영 단순화로 CAPEX/OPEX를 절감할 수 있는 광·패킷 통합형 장비의 도입, 네트워크 계층 간 그리고 각 계층의 제조사별 장비를 통합 제어하는 기능의 적용을 들 수 있다.



그림 3-15. 전송망 Control Function 통합 및 계층 간 하드웨어 통합

기존 IT 인프라의 스도리지는 서비스별 Silo 형태로 구축되어 있어 특정 스도리지의 잉여 자원은 다른 스도리지에서 활용이 불가능하거나, 활용할 수 있는 경우라도 하더라도 스도리지의 하드웨어와 네트워크의 재구축, 대량 데이터의 장시간 마이그레이션이 필요했다. 이러한 구조적 한계로 전체 자원의 부하율은 낮아도 일부 부하가 높은 스도리지도 인해 투자를 해야만 하는 상황이 발생했고 추가 구축에 수 일에서 수 주의 시간이 소요되어 비즈니스 일정에 차질을 준 가능성도 있다. 그리고 각 서비스의 스도리지 간 데이터 연계 활용에도 제약 사항이 있어 상황인지 서비스와 같은 신규 분야에 활용하기 위해서는 구조적 변화가 필요하다.

### 3.2.2.3. 안정성 강화

코어 네트워크의 망 요소는 Active-Standby 형태의 1:1 또는 N:1 백업 구조가 적용되어 있어 하나의 보드 또는 프로세스의 고장에는 즉시 대응 가능하나, 이중화된 보드의 Dual Down 시에는 서비스가 중단되고 N:1 백업 구조에서는 고장이 발생하지 않은 다른 보드가 백업이 없는 위험한 상황에 노출될 수밖에 없다. 또한 Dual Down 복구 후 서비스가 일시에 재개되면서 과부하도 인한 2차 고장으로 이어질 가능성도 적지 않기 때문에 이러한 문제를 해결할 수 있는 새로운 개념의 백업 구조를 고려해야 한다.

IT 기기와 유무선 인터넷 환경이 발전할수록 보안 위협 기술과 공격자 역시 다양화되고 있는데 최근에는 특히 APT(Advanced Persistent Threats)와 같은 금전적, 정치적 목적을 위해 악성코드와 다양한 해킹 기술을 이용하는 지능형 공격이 점차 증가하고 있다. 이에 대응하기 위해 최신 위협 분석 기술이 적용된 보안 장비도 출시되고 있으나 알려지지 않은 취약점 및 급증하는 신규 악성코드를 이용한 Zero-Day Attack을 방어하는데는 한계점을 보이고 있다. 또한 2015년 Arbor Networks WISR 리포트에 따르면 인터넷사업자의 서비스 인프라에 가장 큰 보안 위협인 DDoS(분산 서비스 거부 공격)의 경우 2005년 10Gbps 규모의 공격 본류가 2015년에는 400Gbps로 거의 40배나 급증하였다. 더욱 우

려되는 점은 IoT 환경화에 따른 디바이스 수의 급증 및 디바이스 종류의 다양화, 유·무선망의 지속적인 고속화도 인해 현재의 수십~수백 배에 이르는 핵폭탄급 DDoS 공격도 가능할 수 있다는 것이다.

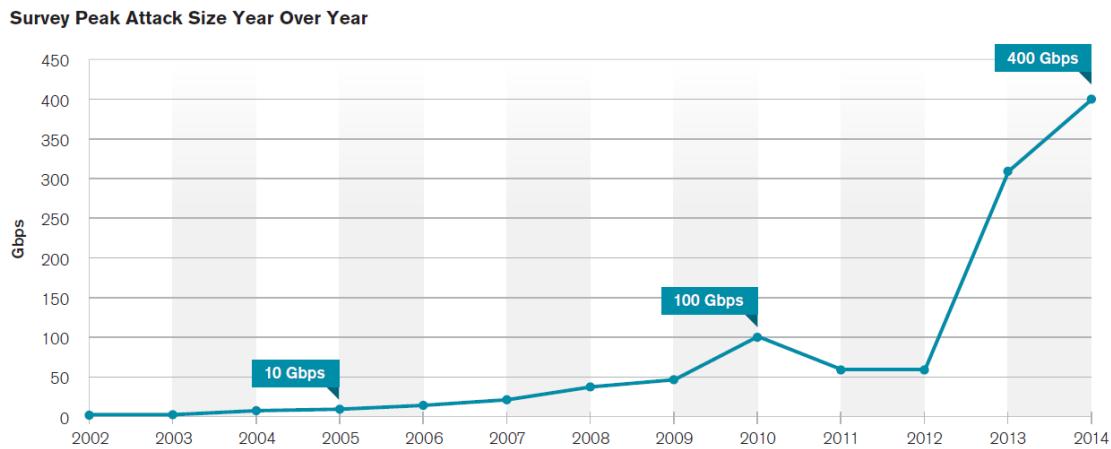


Figure Source: Arbor Networks, Inc.

그림 3-16. DDoS Annual Worldwide Infrastructure Security Report(Arbor Networks)

2015년 미국 샌프란시스코 모스콘 센터에서 열린 RSA 2015에서 보안 화두는 미래의 사이버 위협은 단일 기술만으로 막을 수 없으며 단말, 네트워크, 애플리케이션이 전체적으로 연계를 해야만 효과적으로 대응이 가능하다는 것이었다.

따라서 앞으로는 보안 위협에 대한 가시성을 확보하고 다양한 보안 솔루션을 연동하여 선제적으로 대응할 수 있는 연계 방어 체제를 신속하고 치밀하게 구축하여야 한다.

### 3.2.3. 디바이스 진화 고찰

#### 3.2.3.1. 디바이스 프레임워크

2009년 아이폰의 국내 도입 이후 안드로이드폰의 급격한 확산으로 국내의 스마트폰 보급률(전체 인구 대비 스마트폰 가입대수)은 2014년 79.4%를 기록하였으며 2015년에는 PC 보급률을 뛰어 넘은 상태다. 서비스나 콘텐츠 이용의 일반적 수단이었던 PC, 노트북, MP3 등은 스마트폰으로 대표되는 모바일 디바이스에 그 자리를 내어주었고, 모바일 디바이스의 디스플레이, CPU, GPU, 메모리 등의 용량이나 성능 향상은 LTE의 고속 및 모든 미디어의 패킷 처리화와 어우러져 데이터 사용량의 지속적인 증가, 유동되는 애플리케이션 및 콘텐츠의 다양화라는 선순환을 구성하고 있다. 최근에는 스마트 워치 등의 다양한 웨어러블 디바이스가 출시되고 있고, IoT, 미디어 디바이스, 스마트 도봇 등 혁신적인 디바이스가 향후 5G 시대를 여는데 있어서 큰 역할을 할 것으로 전망된다.

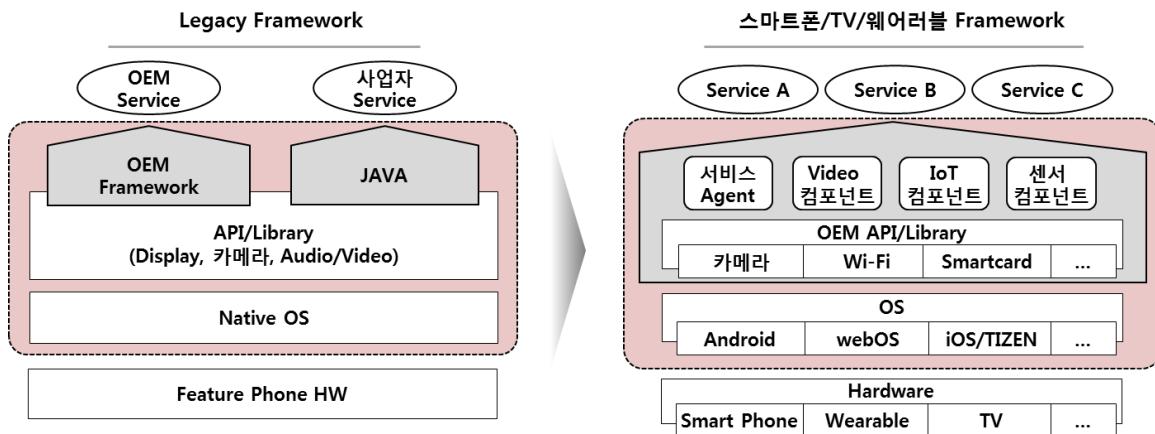


그림 3-17. Legacy Framework과 스마트폰의 디바이스 Framework 비교

일반적으로 디바이스 프레임워크는 앱과 서비스를 개발하고 실행하는 데 필요한 OS, 태이브러리, API, 서비스 에이전트 및 컴포넌트, UI 위젯 구성 요소들을 통합하여 일컫는 용어로 사용이 된다. 피처폰 시절에는 주도 제조사가 독자적인 디바이스 프레임워크를 사용하여 대부분의 기능을 개발하였고, 3rd Party 개발 환경은 제공하기 위해 Java 기반의 WIPI (Wireless Internet Platform for Interoperability) 등을 사용하였지만 여전히 디바이스 간 프레임워크의 호환성 부족으로 다양한 서비스를 제공하기에는 제약이 많았다. 하지만, 아이폰, 안드로이드 디바이스를 비롯한 대부분의 스마트폰은 범용 OS를 기반으로 한 개방형 디바이스 프레임워크를 채택하면서 이러한 제약이 사라진 상태이며, 스마트폰에서부터 IPTV 셋톱은 포함한 다양한 미디어 디바이스도 범용 OS의 적용 범위가 확대되고 있다. LG 유플러스는 다양한 디바이스와 OS 환경에서 애플리케이션과 서비스의 개발을 빠르고 효율적으로 수행하며, 안정적 품질과 차별화된 서비스를 제공하기 위하여 다음과 같이 디바이스 프레임워크를 정의하고 최적화해 나가고 있다.

첫째, 스마트폰뿐만 아니라 웨어러블 등의 2nd 디바이스와 TV 등의 미디어 디바이스에서도 동일한 UX를 제공하기 위해 UI 프레임워크를 구축하고, 서비스 에이전트를 공동화하며 Video, IoT, 센서 등과 같은 컴포넌트를 공용화함으로써 개발 일정과 비용을 단축시키고 품질은 향상시켜 나가야 한다.

둘째, 주요 앱과 서비스를 클라우드 기반으로 구축하고 디바이스는 Thin Client화 함으로써 디바이스 형태, 제조사, OS 등에 상관 없이 다양한 스크린에 동일한 고객 경험을 제공할 수 있는 디바이스 프레임워크를 필수적으로 준비하여야 한다.

마지막으로는 자사 디바이스뿐만 아니라 전세계에서 출시되는 모든 디바이스에서도 동일한 서비스와 품질을 제공하기 위하여 디바이스 기술의 표준화와 규격화도 간과하지 말아야 할 부분이다.

### 3.2.3.2. 에코 시스템

LG유플러스는 2015년 고객 수요가 가장 높은 것으로 예상되는 서비스 패키지 등 연내 10여개 이상의 IoT 신상품을 출시하여 New Life Creator로서 고객의 삶의 트렌드를 바꿀 수 있는 새로운 고객 중심의 가치를 제공하고자 한다.

에너지 분야의 경우 스마트폰으로 실시간 전기세를 확인하고 낭비 조명과 대기전력을 자동 차단함은 물론 난방 제어도 필요한 만큼만 연료를 쓸 수 있는 종합 패키지를 2015년 7월 중 선보일 계획이다. 안전 분야는 집안 출입시설의 센서를 통해 고객 부재 시 침입여부를 실시간 감지하고 집 상태를 확인하여 무단 침입자나 가스 누출 등이 감지되면 즉시 조명과 경고음, 스마트폰은 통해 알람을 보내는 보안 패키지를 연내 출시할 예정이다. 이와 함께 LG유플러스는 기존에 구축된 WiFi AP를 다양한 가전제품은 연결할 수 있고 제휴사 확대 수용이 가능한 홈IoT 허브도 업그레이드하여 고객들이 서비스를 더욱 원활하게 이용 할 수 있게 할 예정이다.

또한 홈IoT 시장 활성화를 위해 중소기업들이 개발한 IoT 상품은 쉽게 검증하고 보완할 수 있도록 WiFi, Z-Wave, ZigBee 계측기 및 분석기, 홈게이트웨이 등 모든 시험 환경은 무상으로 이용할 수 있는 국내 유일의 IoT 서비스 인증 센터를 구축하였다.



그림 3-18. IoT 인증센터의 역할

### 3.2.3.3. 개인형 디바이스

과거 음성 혹은 문자만을 주고받던 동신형 디바이스의 1세대 이후 무선동신의 급속 성장은 받판 삼아 다양한 컨텐츠의 공유 및 확대를 위한 고성능의 개인형 디바이스들이 개발되었다. 그리고 개인형 디바이스의 정점에 서있는 스마트폰은 필두로 다양한 개인형 디바이스들이 출시되었으며 동신산업의 패러다임이 음성/문자의 교환에서 애플리케이션으로 전환되고 있다.

소비자들의 정보에 대한 인식이 단순 정보의 ‘습득’의 차원을 벗어난 ‘공유’와 ‘참여’ 이상의 활동으로 확대되었으며, 사물인터넷의 부각으로 3세대에 해당하는 웨어러블/2nd 디바이스와의 연동을 통해 주변의 센서로부터 수집된 정보를 직접 가공/처리하거나 제어하는

개인 중심의 생활밀착형 센서 앱 서비스를 제공하려는 다양한 시도가 이루어지고 있다. 앞으로 이러한 개인형 디바이스는 감성과 지능을 가미한 대화형 디바이스로 발전하여 컨시어지 형태도 진화할 것으로 예상된다.



그림 3-19. 개인형 디바이스의 진화반전

특히, 더욱 발전될 3세대에 해당하는 개인형 IoT디바이스는 크게 3가지의 종류로 구분할 수 있으며 디바이스 특성에 따라 8가지로 세분화할 수 있다.

	디바이스특성	고객가치	분류	디바이스/서비스의 예
2 <sup>nd</sup> 디바이스	디스플레이 분리/확장	시간/장소에 최적화된 비디오 감상	Video	빔, 동글
	카메라 드화	현장감 있는 촬영 (아웃도어)	Camera	액션캠, 글래스
	오디오 드화	환경에 구애받지 않는 고음질 오디오 감상	Audio	이어셋, 스피커
웨어러블 디바이스	건강정보	자가진단, 의료기기	Healthcare	트래커, 만보계
	생체정보	대체인증	Security	스마트ID, 스마트결제
	위치정보	위험의 사전인식/보호	Safety	키즈, 실버, 치안용
	상황인지/맞춤정보	사전인식/노출/편의제공	Concierge	개인비서, 스마트와치
공동	멀티디바이스를 활용한 편의성제공	원격제어/공유	-	-

표 3-3. 개인형 디바이스 구분

### 3.2.3.4. 홈 디바이스

홈 디바이스의 혁신은 VoIP에서 시작되었다고 할 수 있다. 2006년 LG유플러스는 음성 코덱 디지털기술과 IP 교환기 기술을 통해 기존 레거시 전화를 VoIP 전화로 진화시켜, WiFi 무선랜 기술을 사용하여 댁내 어디서나 선 없이 자유롭게 움직이면서 편하게 통화가 가능하도록 하여 선풍적인 인기를 끌었다.

1세대 홈 디바이스는 음성서비스 중심의 WiFi폰으로 시그널링에 Session Initiation Protocol, 미디어 처리에 G.711, G.729a 등 음성 코덱 기술을 적용하였으며, IEEE802.11 bg를 지원하는 AP를 홈게이트웨이를 사용하였다.

2세대 홈 디바이스는 음성과 영상 서비스도 확장되었고, 안드로이드 폰과 패드를 공용 플랫폼으로 사용하는 O70Player, 홈보이 등의 패드형 디바이스를 제공하여 고객의 모바일 사용경험은 홈 디바이스도 확장하여 다시 한번 홈의 혁신은 이끌었다. 특히, 기존 지상파 및 케이블을 통한 TV서비스는 컨텐츠를 디지털화하는 기술과 IP기반 스트리밍 기술을 접목하여 IPTV라는 새로운 서비스 분야를 창출하였다. WiFi 기술은 802.11 a/b/g/n 기술도 음성+영상 서비스를 견인하게 되었다.

3세대 홈 디바이스는 진화된 비디오 서비스와 지능화된 개인화 서비스를 지원하는 방향으로 발전하고 있다. 기가급의 유선과 무선을 지원하는 통합 홈게이트웨이를 통해 UHD급 IPTV 셋톱, 고품질 스피커 독, 맘카 등 고객의 생활을 안전하고 즐겁게 하는 디바이스가 하나 둘씩 추가되고 있다. 특히, 5G 시대를 준비하면서 Massive Connection으로 새로운 라이프 스타일을 창조하는 홈IoT 서비스도 진화되고 있으며 인간의 지능 활동과 유사한 패턴의 센싱을 통해 고객의 상황을 인지하고 딥 러닝과 빅데이터 분석을 통해 고객 개개인에 최적화된 서비스를 제공하여 감성으로 공감하는 지능형 서비스도 진화하고 있다. .



그림 3-20. 홈 디바이스의 진화 발전

### 3.2.3.5. 미디어 디바이스

시스코 보고서에 따르면, HD/UHD 비디오, 360도 동영상 등과 같은 새롭게 발전된 비디오 서비스의 등장과 증가로 인해 2019년 경 국내 IP 비디오 트래픽은 전체 IP 트래픽 대비 75%에 이를 것으로 전망하고 있다.

국내 IP 트래픽 증가 및 서비스 도입 추진 요인



그림 3-21. 국내 IP 트래픽 추이(Cisco.com)

LG유플러스는 지난 2008년 IPTV 실시간 방송을 위한 ACAP 기반 셋탑은 시작으로 2012년 구글TV와 결합된 tvG, 모바일도 시청가능한 U+HDTV, 2014년 UHD 컨텐츠 시청이 가능한 tvG 4K/Woofler, OTT서비스 이용자를 위하여 HDMI 동글 형태의 tvLINK 단말을 개발하여 미러링, 유플릭스와 같은 서비스를 언제, 어디서나 이용 가능하도록 하였다.

향후 기가망 및 5G망을 기반으로 초고화질 4K/8K 방송 서비스, 360도 비디오, VR, 홀로그램, 실감 영상, 개인 맞춤 방송 서비스등 진화된 영상 서비스도 발전할 것으로 예상되며 이에 적합한 디바이스도 등장할 것이다. 한편 네트워크 인프라의 발전, 서버 용량, 성능의 향상에 따라 빅 데이터, 클라우드 기반의 고객 맞춤형 서비스의 보편화도 thin client 디바이스의 보급이 크게 늘어날 것으로 보인다.

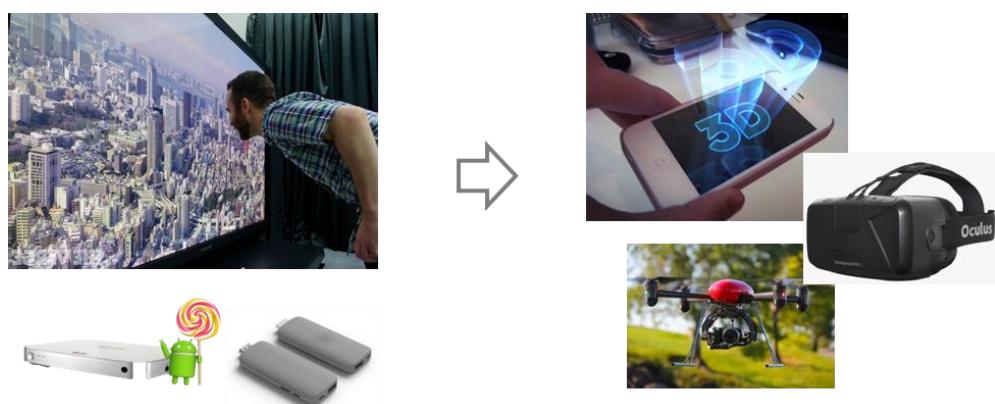


그림 3-22 미디어 디바이스 진화

## 4. 5G 요구사항

본 장에서는 5G 시대에 일상적으로 사용될 것으로 예상하는 서비스의 기술적 특징과 일반 사용자들의 생활양식을 고려하여 5G 인프라스트럭처가 처리해야 할 트래픽량은 추정하고 5G의 기술적 요구사항을 설명한다.

### 4.1. 5G 트래픽 예측

전 세계 주요 이동통신사, 장비 제조사, 연구기관으로 구성된 단체인 'Next Generation Mobile Networks(NGMN)'은 5G 서비스를 홀로그램을 활용한 서비스, 500 km/h의 초고 속 이동체에서의 끊김 없는 서비스, 센서를 이용한 온도·습도·오염 모니터링 및 가스·수도 검침 서비스, 택타일 인터넷(Tactile Internet) 서비스, 재난·공공안전·지역방송 서비스, 혈액·심전도·체온 등 건강 모니터링 서비스 등 8가지 군으로 제시하고 있다[3].

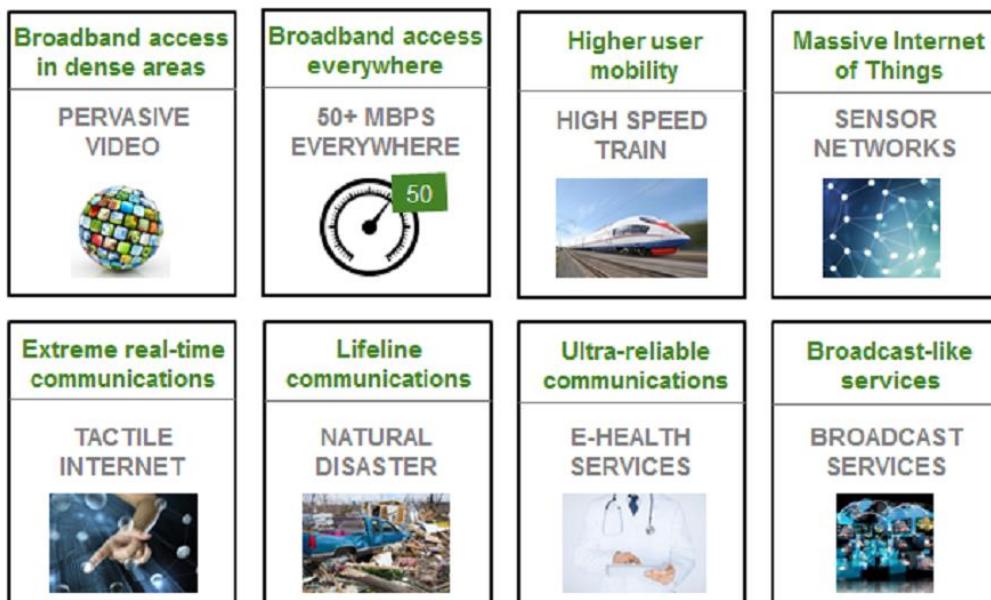


그림 4-1. NGMN 5G 주요 서비스

NGMN이 제시한 서비스들은 포함한 Home, Industry, Public, Personal 4개의 영역에서 현재 제공하고 있거나 향후 상용화 가능성이 높은 약 100여 개의 서비스의 조사, IEEE논문[1], 유사 서비스를 동한 유추 분석으로 서비스별 가입자당 회선 수, 호당 데이터 속도, 회선 유지시간과 같은 트래픽 모델을 구체화하였다.

이 트래픽 모델과 서비스별 요구 대역폭, 예측 서비스 가입자 수, 동시 접속률은 반영하면 다음과 같은 데이터당 산출 도직은 도출할 수 있다.

\* 데이터당

= 서비스 대역폭 R × 서비스 가입 디바이스 수 Q × 동시 접속률  $Q_T$  × 트래픽 모델 T

표 4-1. 데이터당 산출 도직

예를 들어 Home 영역의 홈헬스케어용 심전도 모니터링 서비스에 적용되는 센서는 일반적으로 3분에 한 번씩 주기적으로 가입자의 심전도를 체크하게 되며 간단한 제어 신호를 0.4Kbps의 낮은 전송 속도로 3초 간 전송하게 된다. 그리고 인구증가율을 고려한 2020년도 우리나라 전체 인구 5,100만 명 중 약 20%인 1,020만 명이 홈헬스케어 서비스를 이용한다고 가정하여 위 데이터당 산출 도직을 적용하면 심전도 서비스도 인한 데이터당은 시간당 30기가바이트로 추정할 수 있다.

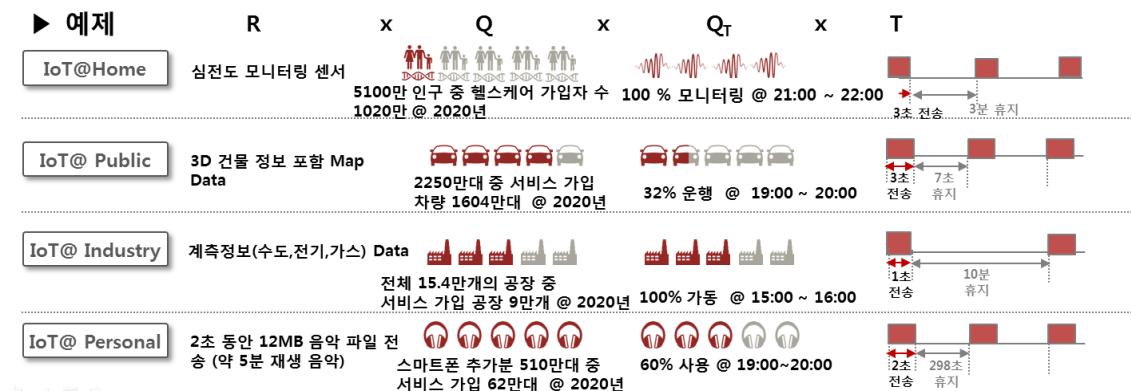


그림 4-2. 5G 서비스 트래픽 패턴

5G 서비스의 사용 시나리오와 트래픽 패턴은 다양하나 가입자당 호 시도 수, 호당 속도, 호 유지시간을 기준으로 보면 5G 서비스는 모니터링형, 검침형, 실감·몰입형 서비스로 분류할 수 있다.

구분	음성 서비스	웹포털 서비스	동영상 서비스	모니터링형 서비스	검침형 서비스	실감·몰입형 서비스
가입자당 호 시도 수	0.8	24	3	20	0.08	6
호당 속도	50 kbps	1.5 Mbps	5 Mbps	0.4 kbps	0.06 kbps	100 Mbps
호 유지시간	120s	20s	20s	5s	5s	20s

표 4-2. 5G 서비스 분류

모니터링형 서비스는 주기적인 접속의 빈도가 높고, 요구되는 속도는 대부분 1Kbps 미

만으로 매우 낮다는 특징은 띤다. 대표적인 서비스도는 홈헬스케어 시스템의 심전도 모니터링 서비스, 주택 안전 시스템의 가스 검출 서비스, 농업 자동화 관리 서비스인 온·습도계 모니터링 서비스 등이 있다.

검침형 서비스는 모니터링 서비스보다도 접속 빈도가 현격히 낮거나 산발적이며 필요한 데이터 속도 또한 매우 낮다. 가정에서 한 달에 한 번 측정되는 수도, 가스, 전기 사용량 검침 서비스와 산업 현장에서 주기적으로 상하수도, 폐기물, 전기 등의 사용량을 측정하는 서비스가 이에 포함된다고 할 수 있다.

실감·몰입형 서비스는 100Mbps ~ 수 Gbps 정도의 고속과 수십 초 이상의 회유 시간을 특징으로 하며 홀로그램, 8K UHD를 활용한 커뮤니케이션이나 엔터테인먼트 서비스, 가상·증강 현실을 활용한 건축 설계 프로그램이나 운동선수용 트레이닝 프로그램 등이 이에 속한다고 할 수 있다.

2020년도의 트래픽량은 2015년 현재 LG유플러스 기준 셀당 평균 트래픽량, 표 4.2의 각 서비스 유형별 트래픽 모델, 가입자당 회선 수 등을 통하여 산출한 결과 2,230페타바이트도 현재 대비 17.8배가 증가할 것으로 예상되었고, 트래픽 발생 비중 측면에서는 LTE(VoLTE, 웹포털, 동영상서비스), Home, Public, Industry, Personal 영역 중 Personal(실감·몰입형 서비스)분야의 트래픽 발생량이 65%로 가장 높았다.

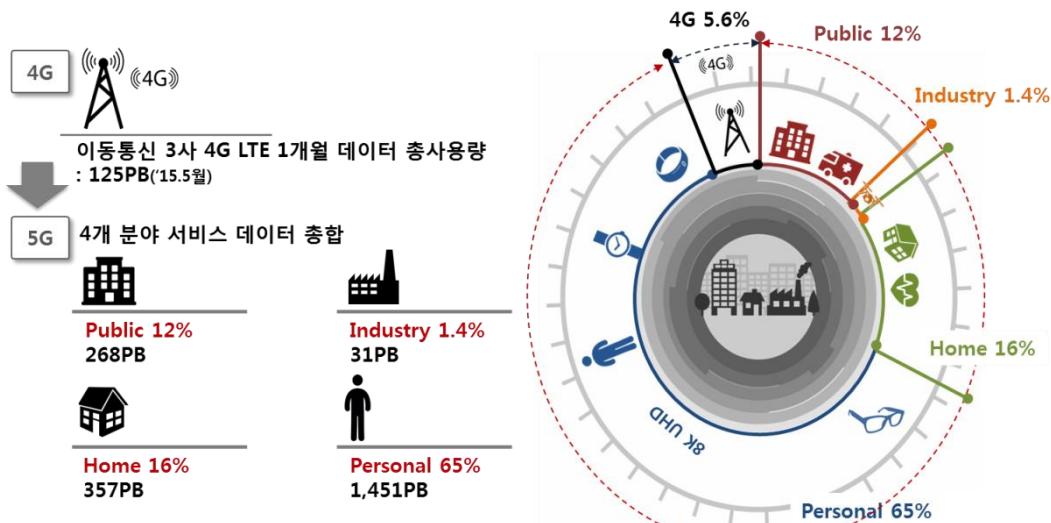


그림 4-3. 5G 트래픽 예측

LTE 기지국의 20Mhz 기준 셀 하나의 이동상 최고 속도는 150Mbps이며 이는 2X2 MIMO, 64QAM 모듈레이션을 이용하여 모든 Resource Block을 사용하였을 때 제공 가능하다. 즉 하나의 사용자가 셀의 무선 환경이 가장 좋은 장소에서 모든 자원을 사용했을 경우 가능하다는 것이다. 2014년 미래창조과학부가 주관한 측정 결과에 따르면

20Mhz를 사용하는 이동통신 3사 광대역 LTE의 평균 속도는 77.8Mbps도 이돈 값 최고 속도의 52% 수준으로 나타났다. ① 이는 5Mbps 속도의 동영상은 15명이 동시에 시청할 수 있는 용량이며 이동통신 3사가 실제 사용하고 있는 40Mhz의 대역폭은 모두 활용한다면 30명이 동시에 5Mbps급 동영상을 즐길 수 있다.

② 5G에서도 고객들이 주로 이용하는 서비스의 종류, 양태에 변화가 적고 이돈 값 대비 상용망이 보여주는 최고 속도도 비슷한 양상을 나타낸다고 추정하고, 120~720Mbps(평균 400Mbps)의 전송 대역폭은 요구하는 홀로그램이나 8K UHD를 30명의 고객이 동시에 시청한다고 가정하면 평균 12Gbps, 최고 20Gbps이상의 무선 속도가 필요하다. ③ Massive MIMO, 신규 무선 기술 등의 적용으로 5G의 주파수 효율이 4G 대비 최대 3배, 평균 2배 향상된다고 가정하면 12Gbps를 지원하기 위해 필요한 5G의 주파수 대역폭은 최소 1~1.6 GHz 정도로 추정할 수 있다.

	4G		5G		
산출 기준	이돈 값	측정 값 <sup>1)</sup>	추정 값		
속도	150Mbps	78Mbps	(필요 속도) 12Gbps ②		
서비스		5Mbps 동영상	400Mbps 동영상 ①		
주파수 효율	7.5bps/Hz	3.9bps/Hz	4G 동일 (3.9bps/Hz)	4G 의 2 배 가정 (7.8bps/Hz)	4G 의 3 배 가정 (11.7bps/Hz)
사용(필요) 대역폭	20MHz	20MHz	3.2GHz	1.6GHz	1GHz ③

1) 미래부 측정 이동3사 평균

표 4-3. 5G 주파수 필요량

## 4.2. 5G 서비스의 기술적 요구사항

ITU-R은 2015년 6월10일 ~ 6월18일까지 미국 샌디에고에서 열린 WP5D 회의에서 스마트폰, 태블릿, IoT 기기 등과 같은 모바일 디바이스의 확산 및 가입자의 급격한 증가도 인해 폭증할 것으로 예상되는 트래픽은 안정적으로 수용하기 위한 5세대 이동 통신의 핵심 성능에 대한 논의에서 다음 8가지 기술적 요구사항에 대하여 합의를 하였고 5세대 이동통신 정식 명칭은 'IMT-2020'으로 확정하였다.

5G 망은 속도 측면에서 홀로그램, 8K UHD와 같은 진화된 비디오 서비스를 안정적으로 사용하기 위하여 기존 대비 20배 증가된 20Gbps의 최고 전송 속도, 기존 대비 10배 향상된 100Mbps 이상의 이용자 체감 전송 속도를 보장하여야 한다. 그리고 단위 주파수당 평균 데이터 처리량은 4G 대비 3배 이상 향상시켜야 하며 500km/h도 주행하는 고속 이동체 안에서도 끊김 없는 서비스를 제공하여야 한다.

무선 구간 단방향 전송 지연은 4G 대비 1/10인 1ms까지 줄임으로써 무인 자동차, 원격진료와 같이 인명과 직결된 서비스를 안전하게 지원할 수 있어야 하며, 최대 250억 개 까지 늘어날 것으로 예상되는 사물 동신용 기기를 수용하기 위해서는  $\text{km}^2$  당 최대 100만 개의 기기를 연결할 수 있는 무선 용당을 갖추어야 한다.

사용자 고밀집 환경에서도 이용자 체감 전송 속도를 유지하기 위해서는 단위 면적당 데이터 처리용당은  $10\text{Mbps}/\text{m}^2$  도 4G 대비 100배 증가되어야 하며, 사물 동신 성공의 핵심 요소인 소모 전력 최소화를 위해 에너지 효율은 기존 대비 100배 이상 향상되어야 한다.

세부 항목	5G(IMT-2020)	4G(IMT-Advanced)
최대 전송 속도	20Gbps	1Gbps
이용자 체감 전송 속도	100~1000Mbps	10Mbps
주파수 효율성	4G 대비 3배	-
고속 이동성(km/h)	500km/h	350km/h
전송 지연	1ms	10ms
최대 기기 연결 수	$10^6/\text{km}^2$	$10^5/\text{km}^2$
단위 면적당 데이터 처리 용당	$10\text{Mbps}/\text{m}^2$	$0.1\text{Mbps}/\text{m}^2$
에너지 효율(Bit/Joule)	4G 대비 100배	-

표 4-4. 5G 기술적 요구사항

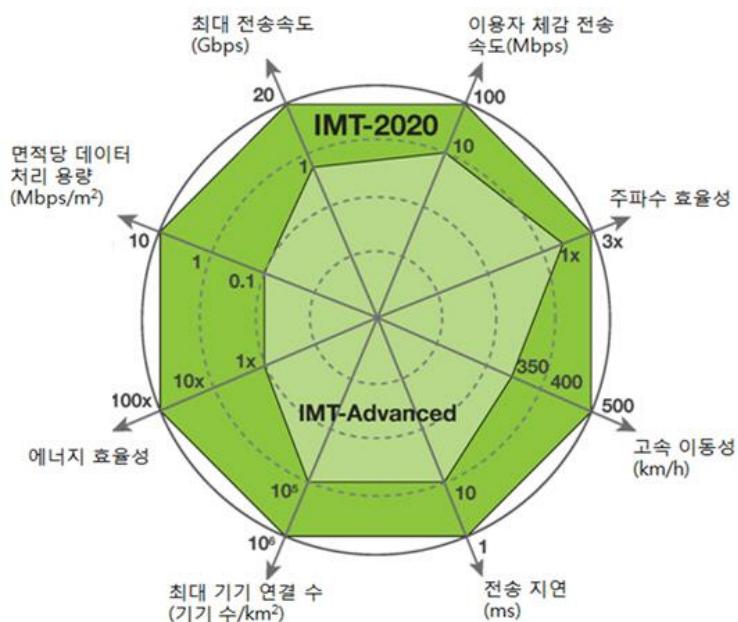


그림 4-4. 4G와 5G의 기술적 Gap 분석

## 5. 5G 인프라스트럭처

Safety Improvement, Information Share, Cost Saving, Time Management, Emotional Care - 이 다섯 가지 생활 가치를 제공하기 위해 5G 인프라스트럭처에 구현해야 할 공동 요소는 고객 단위 분석 제어 구조, 유연한 자원 할당 및 관리, 서비스 중단 없는 안전한 인프라, 그리고 경제적인 초고속화와 초대용량화도 요약할 수 있다.

고객 단위 분석 제어 구조를 갖추기 위해 애플리케이션별 세부 분석, 장비 간 도그 동시·연관 비교, 네트워크 부하까지 고려한 단위 회선별 실시간 제어를 기본 기능화해야 할 것으로 본다. 유연한 자원 할당·관리는 가상화를 활용한 자원 공유와 필요 시점 즉시 증설, 모듈화와 플래그 설정 범위 최대화를 통한 시스템 패키지 개발 기간 단축, 서비스 및 고객 별 자원 사용률을 감안한 인프라 공유도 가능할 것으로 생각한다.

서비스 중단 없는 안전한 인프라를 유지하기 위해서는 보안 공격의 사전 감지와 근원지 격리, 진단형 도그를 이용한 자가 진단과 자동 조치, 이상 상황 발생 시 운영 파라미터의 자동 설정 기능이 필요하며, 5G 요금제 나아가 5G 서비스 환성화와 직결된 경제적인 고속화와 초대용량화는 스펙트럼 및 광채널 효율의 향상, 불필요한 시그널링 부하의 최소화, 단말 용도·등급별 효율적 수용 및 제어 역량 확보와 상관성이 크다고 할 수 있다.

그리고 빠른 고객 요구 대응, 경쟁사와의 차별화, 효율적 구축과 운영 목표 달성을 위해서는 5G 인프라스트럭처는 모듈화 구조, 가치 증진 피드백, 오버레이 구조라는 세 가지 특징을 가져야 한다고 생각한다.

### 5.1. 모듈화 구조

현재 4G 네트워크는 고객별 맞춤 요금제나 맞춤 서비스를 제공하기에는 소프트웨어 개발 비용, 운영 면에서 제약 사항이 적지 않고, 망 요소별 부하율의 편차도 매우 클 뿐만 아니라 타 망 요소에 유휴 자원이 있음에도 이를 활용할 수 없는 Silo 구조여서 운영 효율 면에서도 개선의 필요성이 있다.

모듈화란 인프라스트럭처의 각 계층에서 제공하는 기능을 컴포넌트화해 고객의 요구를 접수하거나 특정 서비스를 위한 망 구성이 필요할 때 Orchestration 기능을 활용, 관련 모듈들은 원클릭으로 조합하여 맞춤 서비스를 제공하거나 망 구성은 할 수 있는 인프라스트럭처의 구조와 역량을 의미한다. 모듈화 구조의 또 다른 목표는 가상화된 개별 컴포넌트의 재활용으로 자원 사용 효율은 올리고 고장 시 자가 조치를 통해 경제성과 안정성을 동시에 확보하는 것이다.

현재 이동통신 시장은 고객의 사용 행태를 예측하여 만든 몇 가지 요금제 중에서 고객이 하나를 선택하는 사업자 중심의 구조인데, 이는 고객별로 서로 다른 서비스를 실시간으로 제공하기에 충분치 않은 현재의 망 구조에도 적지 않은 관련이 있다. 서비스 제공 단위가 요금제도 제한되어 있고 연동 시스템이 서로 복잡하게 얹혀 있어 새도운 기능을 추가하기

위해서는 다수 시스템의 패키지 개발, 긴 패키지 적용 시간이 필요하다.

현재 시스템은 트래픽 패턴이 서로 다른 디바이스를 구분하지 않고 동일한 자원을 할당하기 때문에 일부 디바이스 종류에 대해서는 시스템 유휴 자원이 상대적으로 많아 서비스 원가 측면에서도 손실은 초래할 수 있다. 특히 다른 서비스용 장비에는 충분한 유휴 자원이 존재함에도 불구하고 시스템 고장이나 기능 저하 발생 시 대체 자원으로 활용할 수 없어 운영 효율은 낮추는 요인이 된다.

모듈화 구조를 구현한다면 상호 의존성 없는 컴포넌트, 고객 단위 서비스 제공이 가능한 연동 구조, 이를 자유롭게 실시간으로 조합할 수 있는 Orchestration으로 연관 장비 개발과 설정을 최소화하여 새로운 고객 맞춤형 서비스를 최단 시간 내에 제공할 수 있을 것이다. IoT 디바이스에 대해서는 적용 분야에 필요한 모듈만을 조합한 전용망을 구성하고 유휴 자원은 최소화할 수 있도록 자원은 할당하여 서비스 제공 원가를 낮출 수 있은 것으로 기대한다. 뿐만 아니라 가상화 기반 모듈 구성으로 특정 컴포넌트나 요소에 문제 발생 시 대체 자원을 활용한 자동 복구가 가능하여 고객 서비스에 대한 영향을 사전에 차단 내지 방지할 수 있어 망 운영의 안정성이 향상될 것이다.

그림 5.1은 모듈화 구조를 기반으로 구성한 네트워크와 활용 예를 도식화한 것이다. 그림의 왼쪽에는 계층별 모듈을 구분하여 나타내었고 Connected Car와 IoT 서비스에 필요한 모듈들을 각각 C, I로 표기하였다. Connected Car 서비스는 지연 시간을 최소화할 수 있도록 Edge Cloud에 위치한 vEPC가 수용하고, 다수의 IoT 디바이스들은 Core Cloud에서 제공하는 IoT Group 컨트롤 모듈을 통해 하나의 시그널도 제어할 수 있다.

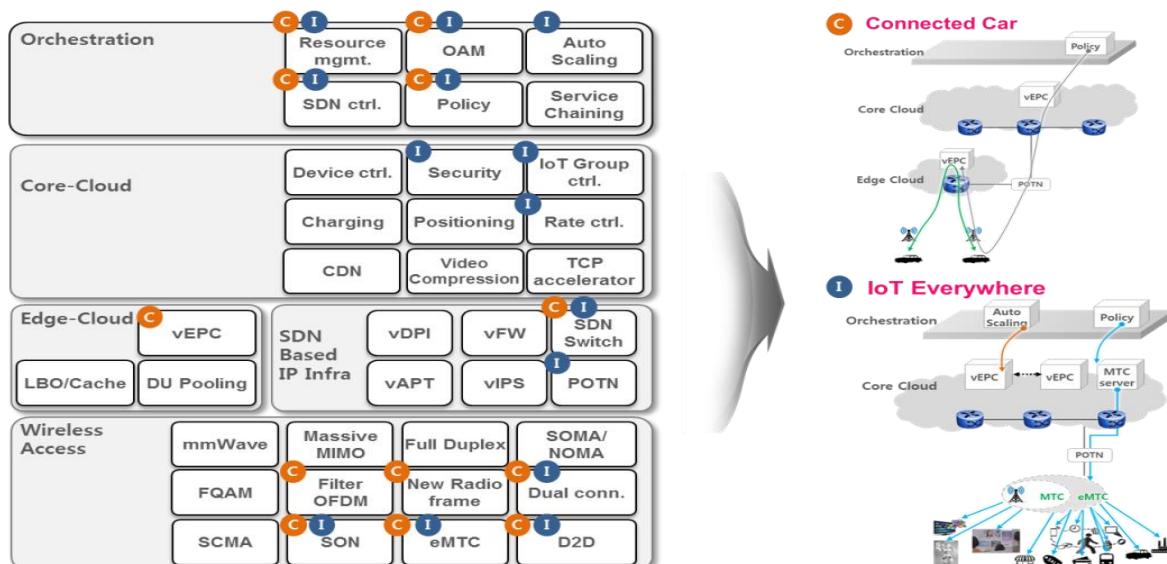


그림 5-1. 모듈화 구조 네트워크의 활용 예

모듈화 구조를 위한 핵심 기술 후보로 NFV와 SDN을 꼽을 수 있는데 NFV는 범용 하드웨어 기반의 공동 플랫폼에 소프트웨어를 가상머신으로 구성하는 것으로 필요에 따라 자유롭게 모듈을 생성·제거할 수 있도록 하며, SDN으로 이 모듈 간의 네트워크 연결 설정을 자동화할 수 있다.

## 5.2. 가치 증진 피드백

4G에서도 특정 위치에 있는 고객에게 날씨와 교통 정보, 할인 광고 등을 제공하고 있으나 고객의 취미, 현재의 주요 관심사에 상관 없이 같은 지역 내의 모든 사용자에게는 동일한 내용의 정보를 공유하는 수준이다. 망 운영 관점에서는 시스템의 성능·용량은 비약적으로 증진된 데 비해 고객 체감 품질, 고장 관리 방법은 사후 조치 중심의 기존 방식에서 크게 벗어나지 못했다. 고객이 경험하는 통화 단절, 스트리밍 동영상 끊김 등은 VoC나 시스템 동계를 통해 파악되므로 이를 해소하기 위해 장시간이 소요될 수 밖에 없다. 또한 특정 임계값은 기준으로 한 단순한 고장 관리도는 서비스 품질 저하 발생 후에야 상황을 인지할 수 있어 예방적 대응이 어려우며, 임계값은 초과하지 않는 조용한 성능 저하가 발생한 경우 신고 없이는 고객의 불편은 인지하기 쉽지 않다. 4G에서도 DPI(Deep Packet Inspection)를 이용하여 고객별 트래픽 분석과 속도 제어는 가능하지만 네트워크 부하까지 고려한 고객·회선 단위 실시간 제어까지 가능하지는 않다.

가치 증진 피드백 루프는 망에서 발생하는 모든 도그를 수집·분석하여 고객의 요구사항, 위치, 요금제, 망의 가용 자원 등을 종합적으로 판단, 망의 자원과 동작을 제어함으로써 고객에게 최고의 서비스를 제공하고 품질 저하 요인은 조기에 검출, 자동 해소함으로써 인프라스트럭처의 안정성을 제고하는 것을 목표로 한다.

인프라스트럭처, Analyzer, Activator가 연동하여 고객별 미세 품질 저하까지 감지·분석하여 피드백 루프를 통해 자원을 추가 할당, 사전 예약, 유지함으로써 균일한 품질을 제공하게 된다. 즉, VoC가 아닌 망이 배출하는 모든 정보가 서비스 항상성을 제공하는 기본이 되는 autonomous infrastructure를 지향하는 것이다.

또한 단위 모듈이 전달한 자원 사용률, 동계, 알람, 도그를 연관 분석하여 부하에 의한 성능 저하나 고장 징후를 사전에 파악, 예비 자원 투입의 필요성을 판단하거나 운영 파라미터의 변경으로 망의 고장 상황 발생을 예방할 수 있다.

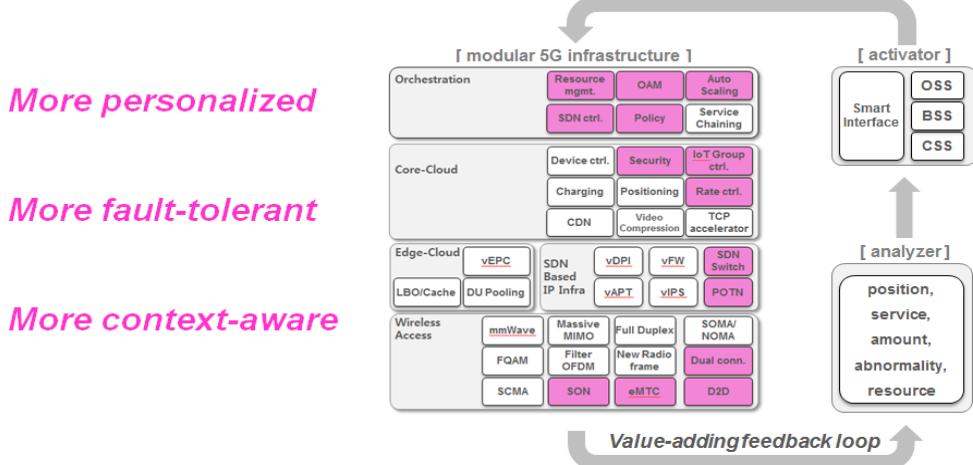


그림 5-2. 가치 증진 피드백 루프

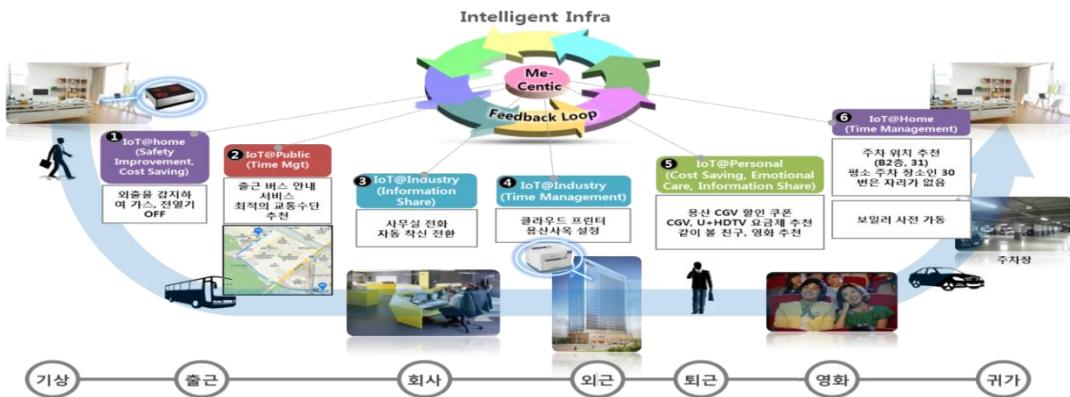


그림 5-3. 피드백 루프를 통한 고객 맞춤형 서비스

### 5.3. 최적 오버레이 구조

국내 4G 액세스 네트워크는 800MHz ~ 2.6GHz 대역의 3개의 주파수를 활용하는데 주요 주파수에 대해서는 도심, 외곽 구분 없이 기지국은 모두 구축하여 전국 서비스를 제공하고 나머지 주파수에 대해서는 지역별 발생 트래픽과 고객 체감 품질을 감안하여 필요할 경우 기지국은 추가적으로 구축하고 있다.

모니터링형, 검침형, 실감·몰입형 서비스도 분류한 5G 서비스 중 실감·몰입형 서비스 외 나머지 서비스를 제공하는 디바이스가 유발하는 트래픽은 매우 낮은 수준으로 대부분의 경우 4G 네트워크도 수용 가능할 것으로 예상한다.

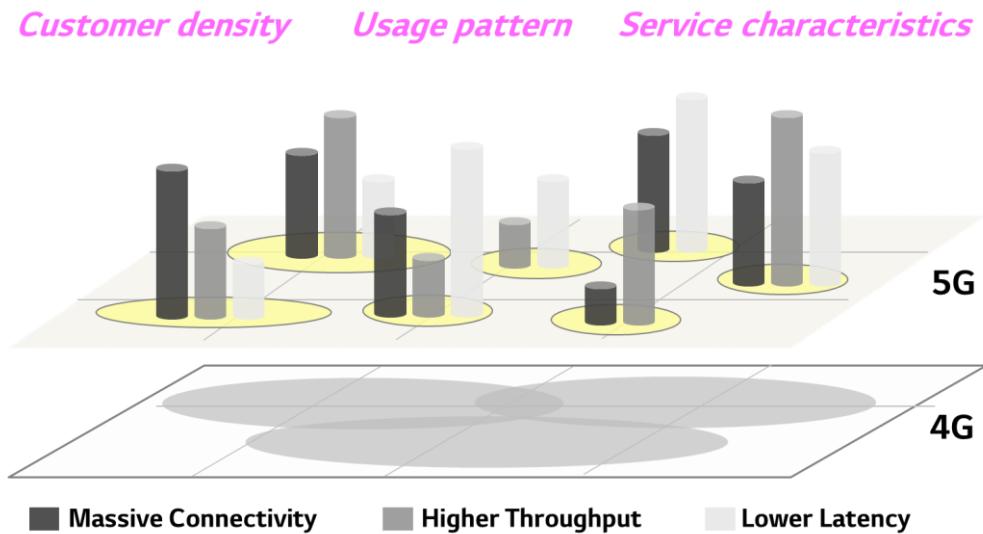


그림 5-4. 최적 오버레이 구조

고객의 밀집도가 높고 빠른 속도를 요하는 실감·몰입형 서비스 사용자의 비중이 높은 지역은 고속 데이터 전송을 지원하는 밀리미터 웨이브, massive MIMO 등 5G 기술을 모두 적용할 필요가 있지만, 고화질 비디오 사용 비율은 높으나 고객 밀집도가 낮은 지역 또는 고객 밀집도는 높으나 고화질 비디오 사용 비율이 낮은 지역의 경우 기존 4G 네트워크의 최적화도도 충분한 품질 수준의 서비스가 가능한 것으로 예상한다.

따라서 LG유플러스는 고객의 밀집도가 높고 빠른 속도를 요하는 실감·몰입형 서비스 사용자의 비중이 높은 지역에 5G 망은 집중적으로 구축하고 그 외 지역은 센 분할, 파라미터 변경과 같은 4G 네트워크 최적화와 4G 네트워크 업그레이드도 5G의 세가지 유형의 서비스를 효과적으로 제공하고자 한다.

그리고 지역별 발생 트래픽은 도대도 한 최적 오버레이 구조도 5G 기지국은 구축할 경우 5G에서 4G 망으로 핸드오버가 빈번하게 발생할 수 밖에 없는데, 이때 호 끊김은 방지하기 위해 핸드오버 허처리 시그널링은 4G 망에서, 데이터 트래픽은 4G와 5G 망에서 송수신하는 Dual connectivity 기술 도입이 필수적이다.

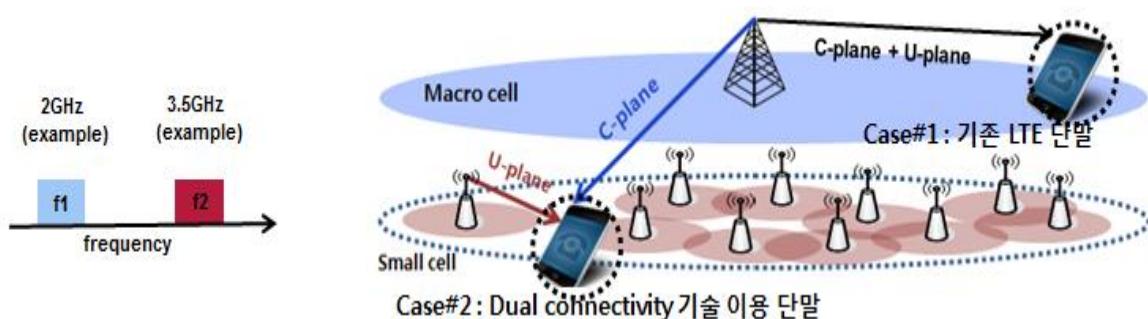


그림 5-5. Dual Connectivity 구조

## 6. 5G 인텔리전트 인프라 적용 예

본 장에서는 5G에서 널리 사용될 것으로 이야기되는 대표적인 서비스를 제공하기 위해 5.1 모듈화 구조를 이용하여 자사가 구현하고자 하는 5G 인프라스트럭처의 동작 방식을 개념적으로 설명한다.

### 6.1. Connected Car

가트너에 따르면 2020년에 이드먼 전 세계에서 주행 중인 차량 대신 대인 2억 5천만 대가 무선 네트워크에 연결될 것으로 전망된다 [1]. 이처럼 동신망에 접속 가능한 차량이 급속도로 증가하면서 차량 내 정보 통합 관리 및 콘텐츠를 즐길 수 있는 인포테인먼트와 자동 주행까지 가능한 지능형 자동차가 IoT의 대표적인 서비스로 부각되고 있다.



Google Android Auto



Apple CarPlay

그림 6-1. 차량 인포테인먼트

안전한 자율 주행의 핵심 관건은 차간 거리, 주행 속도 등의 정보를 파악하는 차량 간 V2V(Vehicle-To-Vehicle) 통신 그리고 도로 곳곳에 설치된 기지국을 통해 주행 정보들을 수집하고 이를 중앙 서버가 분석하여 차량에 제공하는 V2I(Vehicle-To-Infra) 통신의 속도라고 할 수 있다.

5G에서는 고속 이동 차량과 중앙 서버 간 V2I 통신을 실시간으로 제공하기 위해 Core Cloud보다 단말에 좀 더 가까운 Edge Cloud에서 트래픽을 처리하여 차량과 제어 인프라 구간의 지연 시간을 단축하고, 무선 구간에서도 New Radio Frame, Filtered-OFDM 등 새로운 무선 기술을 적용하여 지연 시간을 추가적으로 줄임으로써 도로 환경의 급격한 변화에 신속하게 대응할 수 있도록 해야 한다.

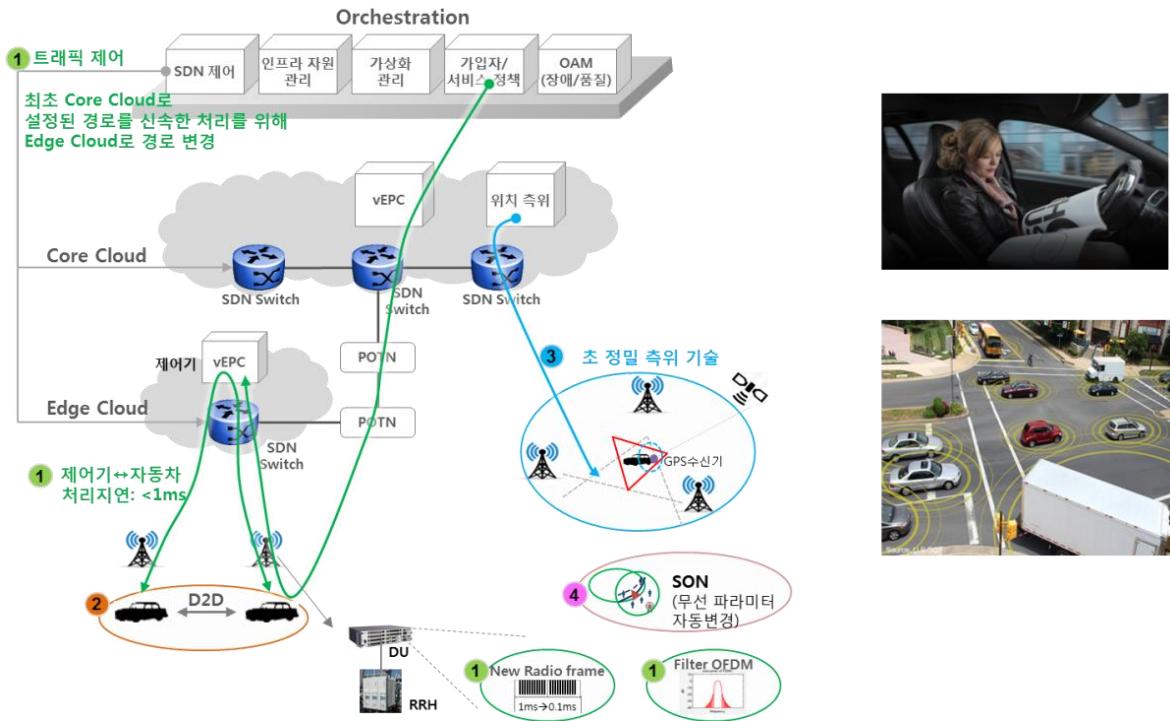


그림 6-2. Connected Car 서비스 적용 예

## 6.2. IoT Everywhere

2020년까지 센서, 웨어러블 디바이스, 차량은 포함해서 250억 개에 이르는 IoT 단말들이 사용될 것으로 예상된다[2]. IoT 단말들 중 많은 부분은 배터리만으로 동작할 수 밖에 없는 환경에 설치될 것으로 예상되는 바 한번의 충전으로 최대한 오래 사용할 수 있도록 돋는 제반 기술의 구현이 무엇보다도 중요하다.

무선 구간에는 좁은 대역폭 사용과 리포트 주기 확대도 소모 전력을 낮추고, 반복 전송 기능으로 커버리지를 확장하는 eMTC를 적용해야 한다. 스마트폰용 서버와 독립된 IoT용 자원 할당 및 관리에 최적화된 별도의 IoT 서버를 채택하여 코어망의 운영 효율을 올릴 수 있을 것으로 기대하며, 다수의 IoT 단말도 인해 발생하는 시그널링 부하를 최소화하기 위해 IoT 단말은 서비스 단위도 묶어 단일 메시지도 제어할 수 있어야 한다.

또한 바이러스 감염으로 인한 IoT 단말의 공격원으로의 변질 또는 공격 교두보 역할 가능성을 대비하여 단말의 인증·보안, 경량 암호화, 네트워크와 IT까지 고려한 E2E 보안 기능을 제공하여야 한다.

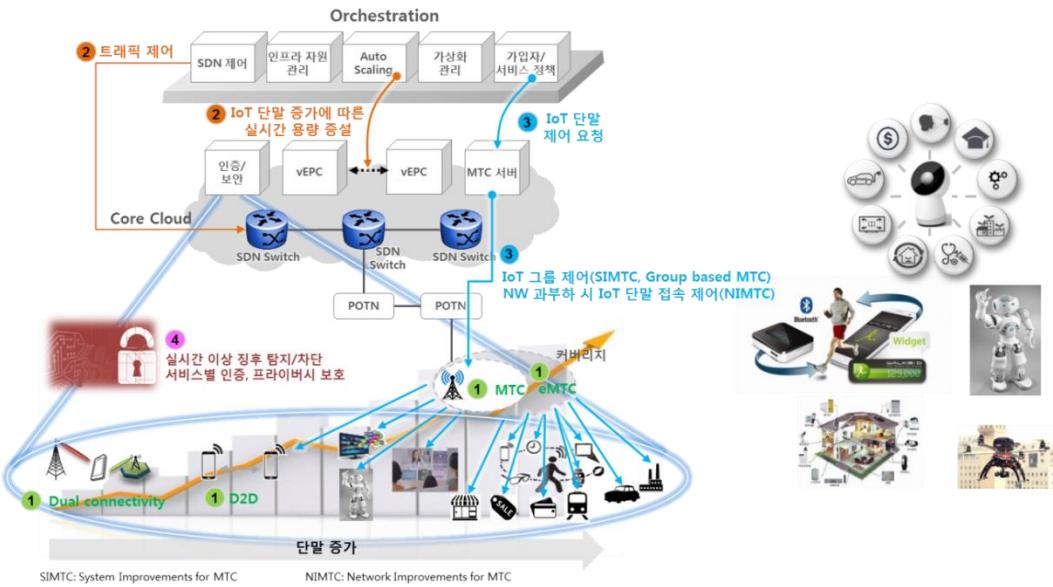


그림 6-3. IoT서비스 적용 예

### 6.3. UHD/홀로그램

홀로그램 시장은 기술이 발전하면서 연평균 13%씩 지속적으로 성장하여 2020년 35조 원, 2025년 75조 원 규모로 성장할 것으로 예상된다[9]. UHD, 홀로그램은 응용한 실감·몰입형 서비스는 100Mbps ~ 수 Gbps 정도의 고속과 최소 수십 초 이상의 안정적인 호 유지가 필수적이기 때문에 무선 구간에서는 밀리미터파와 같은 대역폭 확대 기술, Massive MIMO, FQAM, NOMA, SOMA 등 주파수 효율 향상 기술을 복합적으로 적용하여 최고 20Gbps의 전송 속도를 구현하고자 한다.

코어 계위에서는 대용량 데이터 처리의 부하를 국지화하기 위하여 Edge Cloud에서는 LBO(Local Break Out), 콘텐츠 캐싱 기술은 적용해야 하며 Core Cloud에서는 서비스 체이닝을 활용하여 가입자·서비스별로 Video압축, TCP가속기 등의 기술을 선택적으로 적용할 수 있어야 한다.

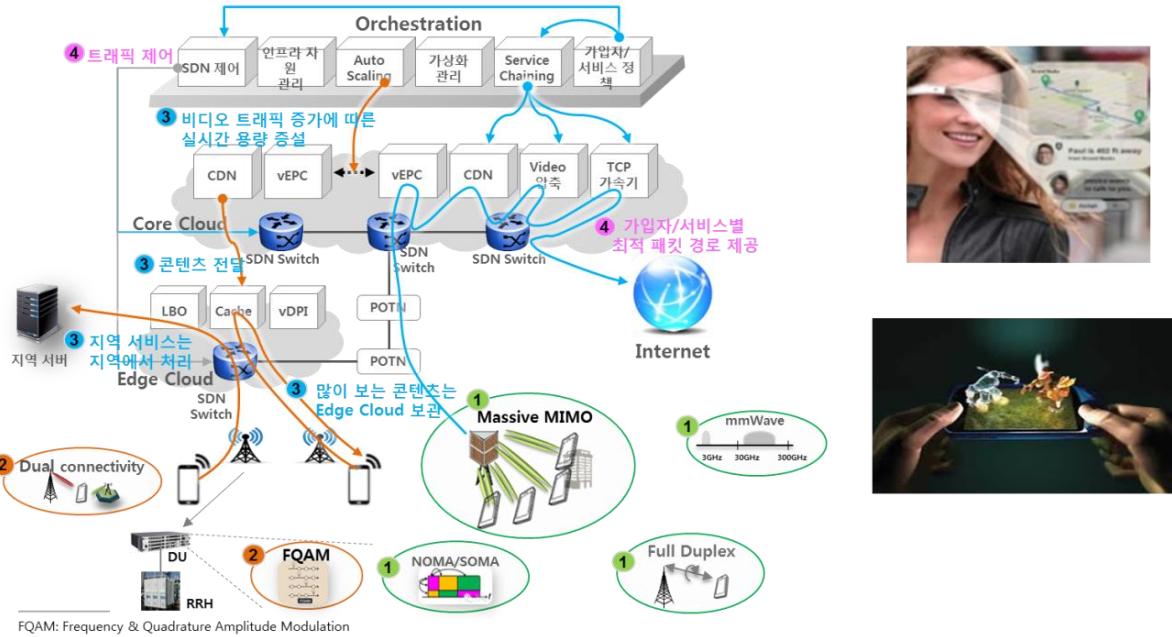


그림 6-4. 홀도그램 서비스 적용 예

#### 6.4. 스마트 워크플레이스

가트너의 조사에 따르면 '13년에서 '18년까지 기업 클라우드 서비스는 연평균 15.3%의 성장이 예상되며, 업무 환경도 지속적으로 클라우드 데이터센터로 가상화될 것으로 전망된다.

사무실은 벗어나서도 언제 어디서나 업무 처리가 가능한 스마트 워크플레이스 서비스도 인한 무선 구간 트래픽 발생량은 4G 무선 기술도도 충분히 처리 가능한 수준이다. 그러나 클라우드에 고장이나 성능 저하가 발생할 경우 다수 사용자의 업무 수행에 심대한 지장을 초래하는 만큼 백업, 스냅샷 기능이 강화되어야 한다.

특정 기업 고객을 위한 스마트 워크플레이스 서비스용 트래픽은 Edge Cloud에서 처리함으로써 응답 시간은 단축할 수 있음 뿐만 아니라 Core Cloud에 발생할 수 있는 불필요한 트래픽은 방지할 수 있어야 한다. 그리고 사무실은 벗어나 인프라망에 접속하는 만큼 SDN/NFV를 활용하여 고객·서비스별로 필요한 보안기능을 제공하여야 한다.

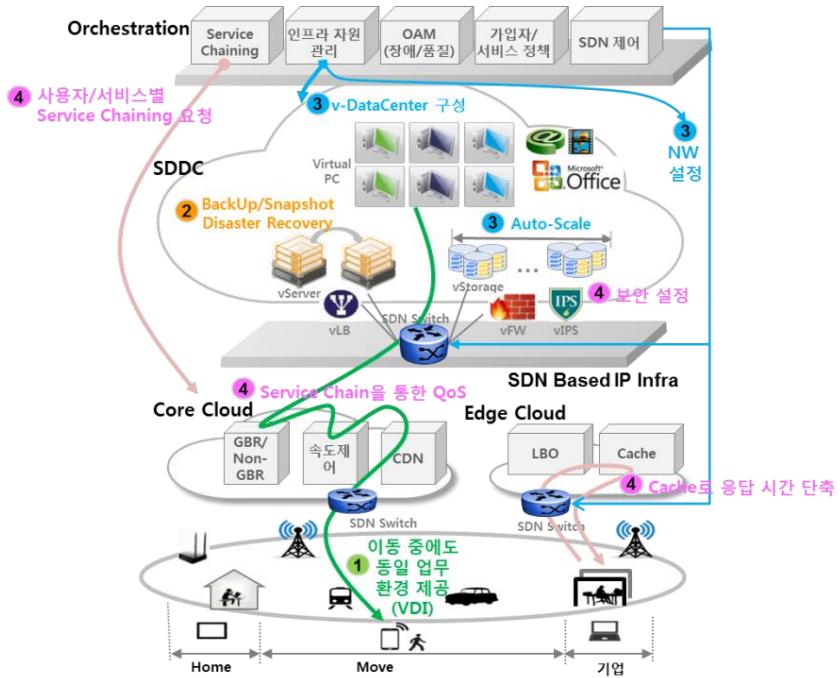


그림 6-5. 스마트 워크플레이스 서비스 적용 예

## 7. 5G Key Technologies

### 7.1. 액세스 네트워크

#### 7.1.1. 5G 후보 주파수 대역

4G 주파수도 사용 중인 450MHz ~ 3.5GHz 대역 인근 영역은 이미 다양한 무선통신 용도도 사용되고 있어 미사용 대역은 결합하여 사용한다고 하여도 ITU-R에서 정의한 5G 최고 속도 20Gbps, 체감 속도 100Mbps 이상의 성능을 낼 수 없는 상황이다.

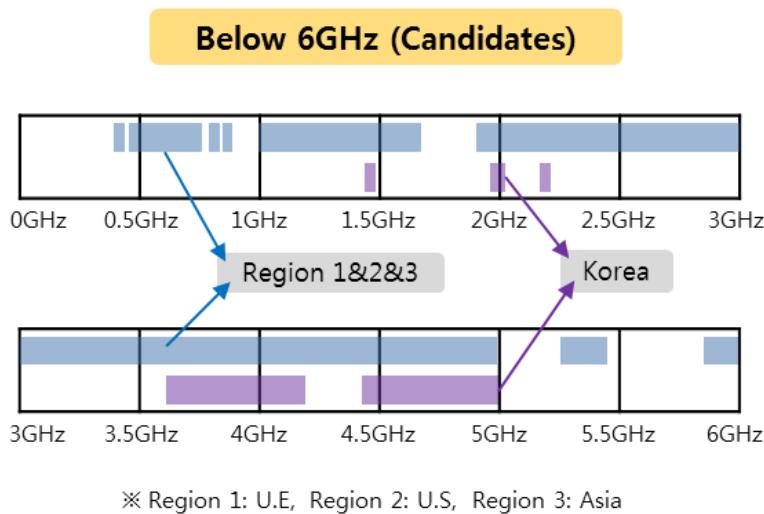


그림 7-1. 6GHz 미만의 5G 후보 주파수

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

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 밀리미터웨이브(millimeter wave)라 불리는 30GHz 이상 및 그 인근 주파수 사용이 환받히 검토되고 있으며, ITU-R WP5D의 주요 후보 주파수 대역은 28GHz, 39GHz, 60GHz, 72GHz이고 국내 5G포럼에서는 27GHz~29.5GHz 및 72GHz를 주요 후보 주파수 대역으로 검토하고 있다.

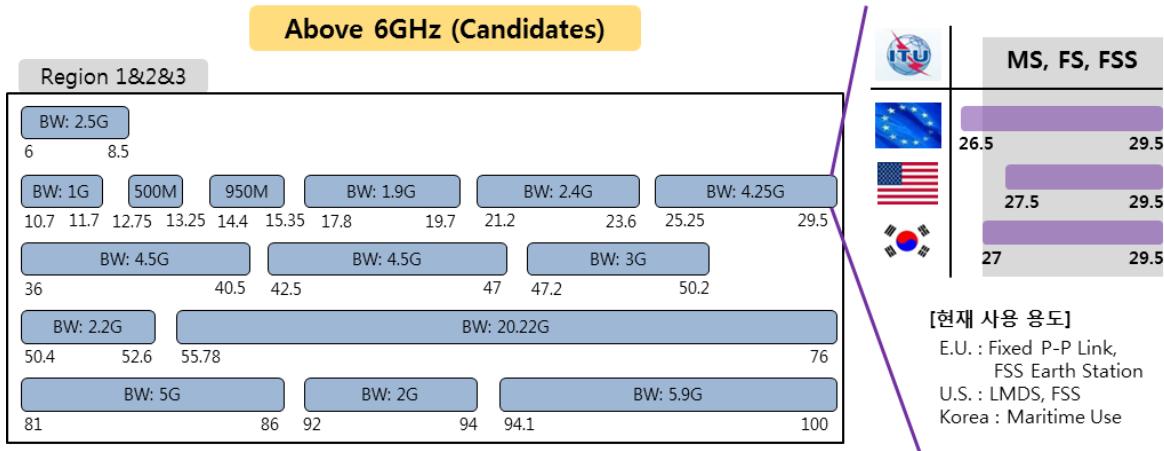


그림 7-2. 6GHz 이상의 5G 후보 주파수

### 7.1.2. Spectral Efficiency

주파수 대역의 확장과 더불어 데이터의 전송 속도를 높일 수 있는 또 다른 방법은 주파수의 효율을 높이는 것으로, 본 절에서는 주파수 효율 향상 기술인 Massive MIMO, Modulation, New Waveform, Multiple Access, Full Duplex Radio 기술을 설명한다.

#### 7.1.2.1. Massive MIMO

Massive MIMO는 송·수신 안테나 수를 늘리고 고지향성 빔을 수직 또는 수평으로 자유롭게 생성하여 단말별도 독립적인 빔을 송수신하여 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 안테나 수를 늘릴 수 있어 Massive MIMO 구현에 유리하다. 좁은 빔 폭은 갖는 다수의 송·수신 안테나를 이용하여 신호를 원하는 곳에만 선택적으로 전달하는 빔포밍 기술을 이용하여 서도 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 빙딩과 같이 여러 단말이 수직, 수평으로 위치한 경우에도 동시 서비스가 가능하며 이를 Full Dimensional MIMO라고도 한다. Massive MIMO의 구현을 위해서는 Horizontal 방향뿐만 아니라 Vertical 방향으로 확장한 3D 채널모델링, 이동하는 단말을 효과적으로 트래킹할 수 있는 기술 등의 추가 연구가 필요하다.

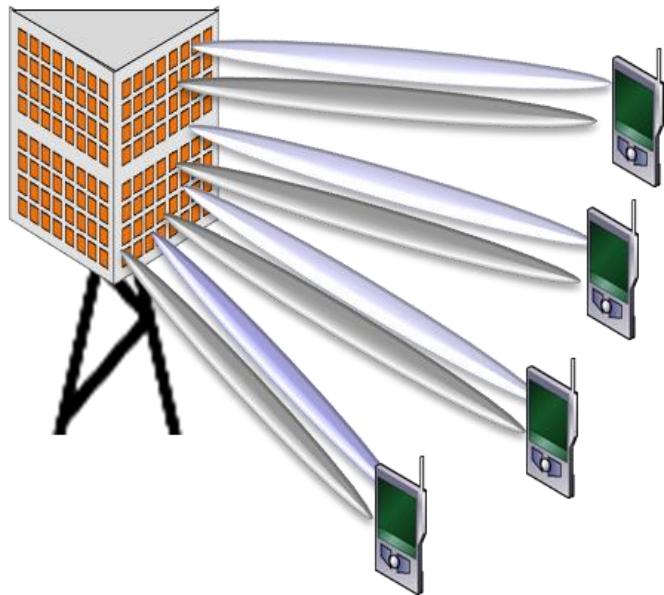


그림 7-3. Massive Antenna를 이용한 FD-MIMO

#### 7.1.2.2. Modulation

LTE에서는 QPSK, 16QAM, 64QAM 변·복조 기술을 사용하고 있으며 보다 주파수 효율을 향상시키는 기술도 SINR이 높은 지역에서 적용할 수 있는 256QAM(Quadrature Amplitude Modulation), 셈 경계 지역에 적용할 수 있는 FQAM(Frequency&Quadrature Amplitude Modulation) 기술이 있다.

256QAM은 하나의 Symbol도 8Bit를 전송하므로 기존 6Bit를 전송하는 64QAM 대비 이론상 주파수 효율은 33.3% 증가시킬 수 있다. 하지만 256QAM은 Constellation 상각 Symbol 간 거리가 짧아져서 노이즈에 영향을 많이 받기 때문에 셈 중심이나 Indoor 같은 SINR이 높은 환경에서만 사용할 수 있다.

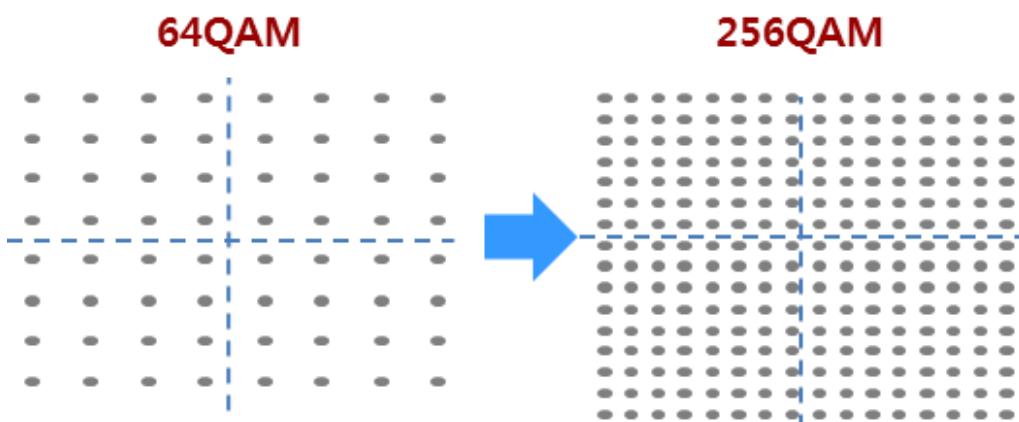


그림 7-4. 256QAM 동작

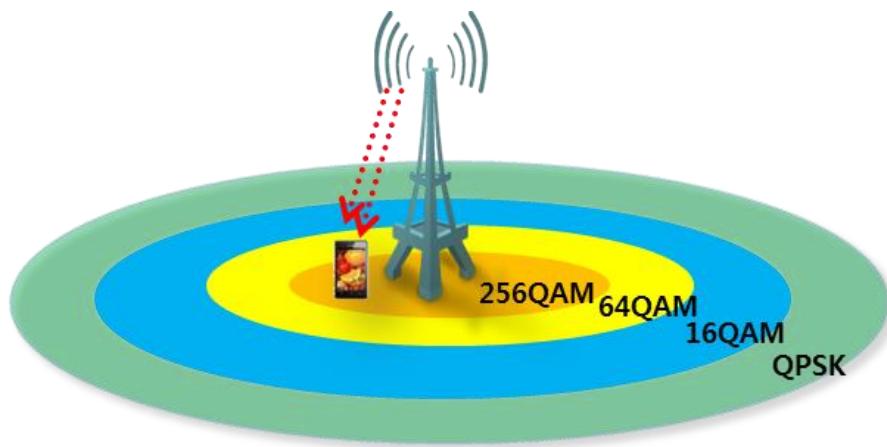


그림 7-5. 256QAM 커버리지

간섭(Interference) 신호는 전체 네트워크의 용량을 결정하는 중요한 요소 중 하나도 특히 셈 경계 지역에서는 셈 간 간섭 때문에 네트워크의 성능이 떨어지게 된다.

FQAM은 셈 간 간섭 신호의 영향을 줄여 셈 경계 지역 단말의 속도를 향상시키기 위해 주파수 효율이 좋은 QAM과 셈 간섭에 강한 FSK(Frequency Shift Keying)의 장점을 합친 기술이다. 4-ary QAM과 4-ary FSK의 조합으로 만들 수 있는 16-ary FQAM은 데이터 비트를 4개의 QAM 심본 중 하나에 매핑하고 각 심본은 FSK 4개 중 하나의 주파수에 매핑하는 방식이다. 하지만 이 기술은 셈 경계 지역에 있는 사용자에게만 성능 개선 효과가 있어서 셈 중심에 있는 사용자는 기존의 QAM 방식을 사용해야 한다.

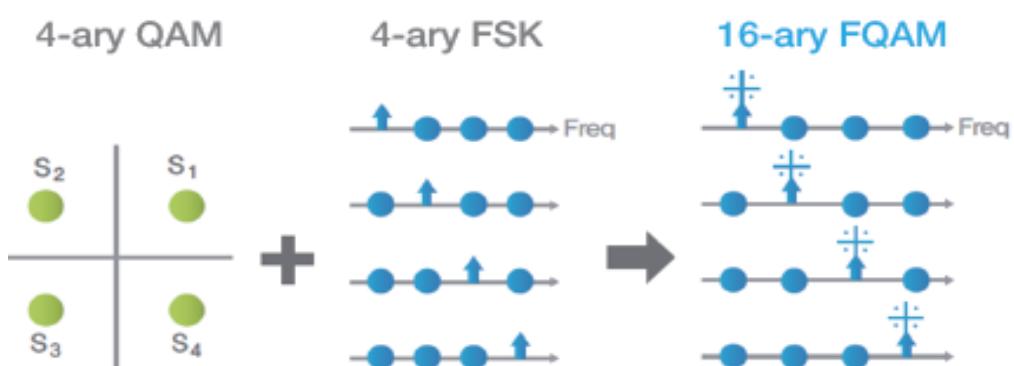


그림 7-6. FQAM 방식

### 7.1.2.3. New waveform

기존 OFDM 주파수 효율을 더욱 높이기 위해 OFDM의 반송파(Subcarrier)에 필터를 적용하는 기술의 연구가 활발히 진행되고 있으며, 필터를 적용시키는 범위에 따라 FBMC(Filter Bank Multi-Carrier)와 UFMC(Universal Filtered Multi-Carrier)도 나눌 수 있다.

FBMC는 OFDM의 반송파마다 필터를 적용하여 불필요한 side lobe들을 줄임으로써 OFDM에서 사용하는 CP를 사용하지 않아도 되어 주파수 효율을 향상시키는 기술이다. 이를 통해 Cyclic Prefix의 사용 없이도 ICI(Inter Carrier Interference), ISI(Inter Symbol Interference)등 간섭 영향은 줄일 수 있으므로 주파수 효율을 향상시킬 수 있다. 하지만 필터 사용으로 인해 구현 복잡도가 증가하고, 현재 검토 중인 필터도는 OFDM 신호의 허수부가 직교성을 유지할 수 없어 이를 보완하기 위해 허수부의 심본 주기를 1/2만큼 이동시킨 offset QAM을 사용해야 하고 이에 따라 추가적인 채널 추정이 필요하다.

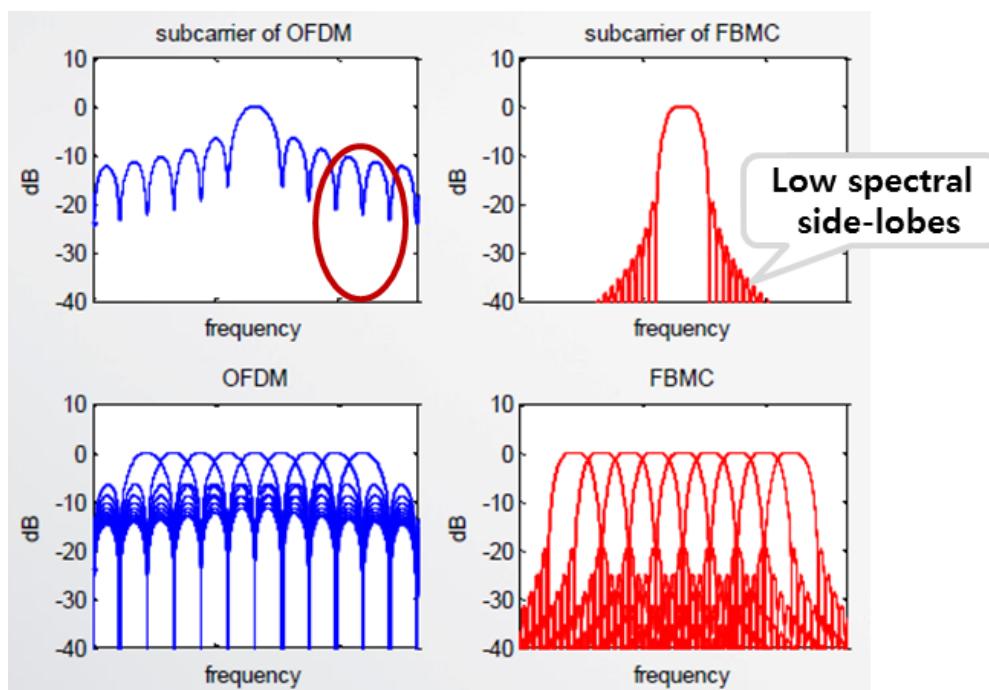


그림 7-7. OFDM vs FBMC 파형 in frequency domain

UFMC는 여러 개의 연속적인 반송파들은 묶어 Sub-band 단위로 Filtering하는 기술도 FBMC와 마찬가지로 필터링은 동하여 ICI, ISI를 효율적으로 극복할 수 있고, Sub-band 단위의 필터링은 통해 복잡도는 더 낮은 장점이 있다. 또한 QAM 방식을 사용하는 LTE 기술에 적용이 가능하여 FBMC보다 기존 시스템과 높은 호환성을 보이며 짧은 Filter length도 인해 FBMC 보다 Latency가 작아진다.

#### 7.1.2.4. Multiple Access 기술

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 기술 (Multiple Access)들이 환받하게 연구되고 있다.

NOMA는 Power Domain 상에서 다른 사용자들의 간섭 신호를 제거하여 용량을 증가시키는 다중 접속 기술도 다수의 사용자를 같은 주파수 대역에서 동시에 할당하여 넓은 주파수 대역 활용이 가능하다. 이 기술은 각 사용자의 기지국으로부터 거리에 따른 Path Loss를 고려하여 거리가 가까운 사용자에게는 약한 출력으로 먼 사용자에게는 강한 출력으로 신호를 전송하고 SIC(Successive Interference Cancellation)를 통해 다른 사용자의 신호를 제거하는 방식이다. 하지만 SIC 방식 사용에 따라 복잡도가 증가하고, 동일 주파수 자원을 여러 사용자에게 할당함에 따라 셀 내 간섭에 취약하다.

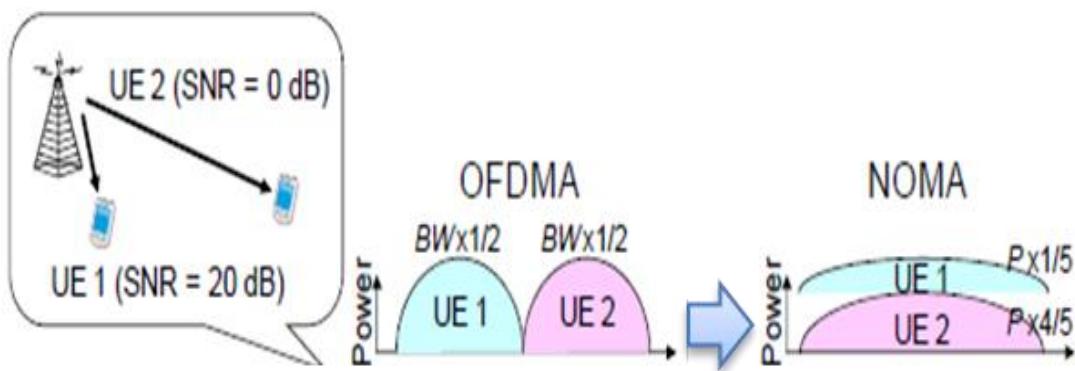


그림 7-8. NOMA와 OFDMA의 차이점

SOMA는 NOMA의 전송 방법과 동일하게 셀 내에서 사용자의 송수신 거리에 따라 출력을 다르게 할당하여 전송하지만 Gray Coding과 Maximum Likelihood 방식을 사용하여 복조 시 SIC 기법은 이용하지 않으므로 복잡도를 낮추는 방법이며, NOMA에 비해 복잡도는 낮지만 성능은 비슷하다.

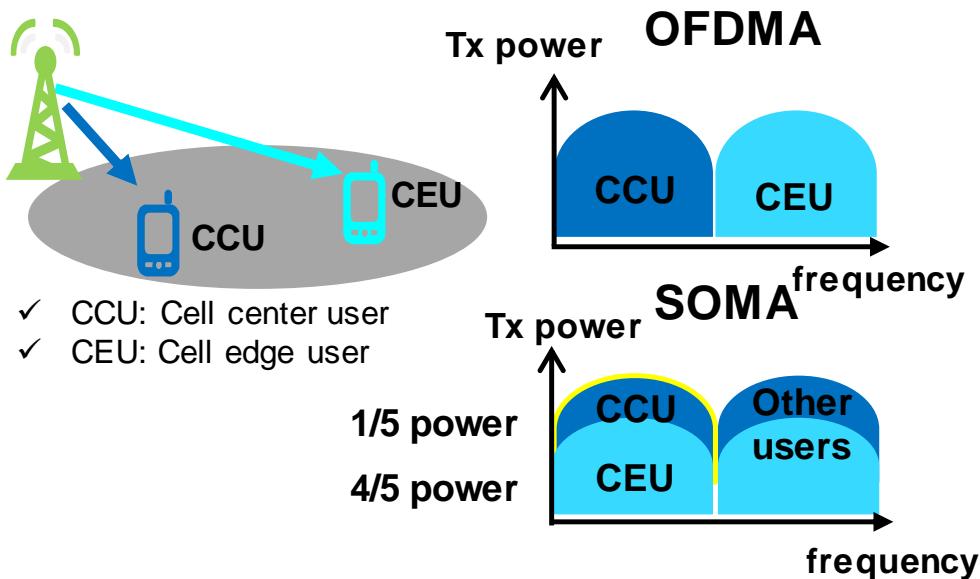


그림 7-9. SOMA와 OFDMA의 차이점

SCMA는 Multi-dimensional code book은 이용하여 주파수 효율을 높이는 다중 접속 기술도 각 data stream마다 서로 다른 Multi-dimensional code book을 사용으로 자원의 중첩 할당이 가능하여 기존 LTE 기술에 비해 많은 기기의 수용이 가능하고 주파수 효율을 높일 수 있다.

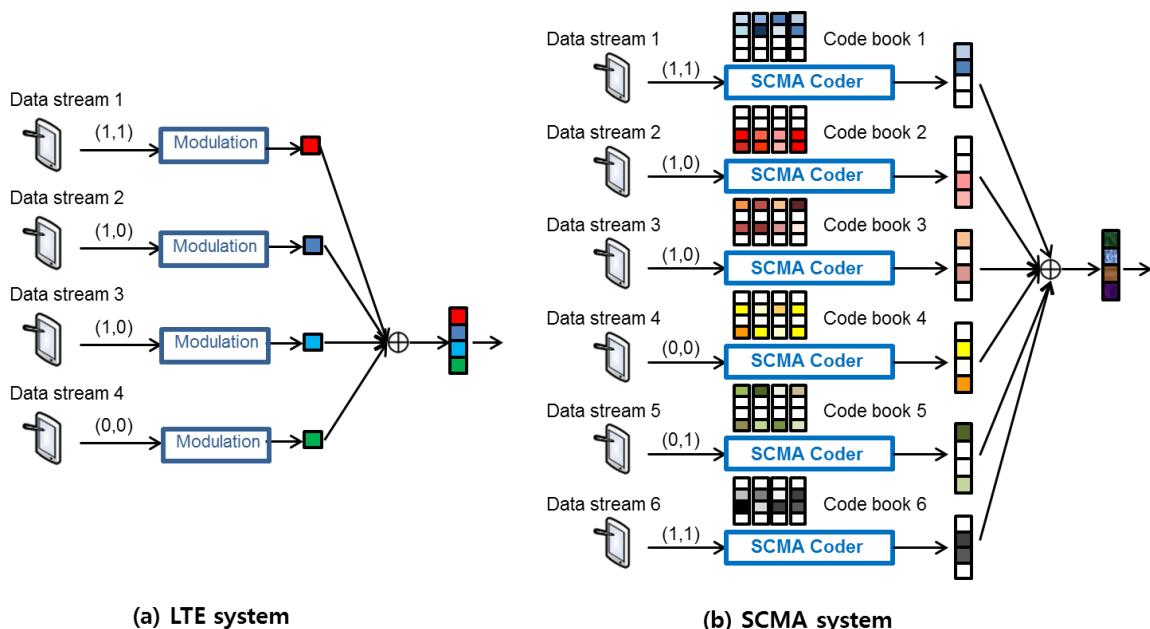


그림 7-10. SCMA와 LTE의 차이점

### 7.1.2.5. Full Duplex Radio

4G에 사용되는 두 가지 대표 송·수신 방식은 TDD(Time Division Duplex)와 FDD(Frequency Division Duplex)도 각각 시간 혹은 주파수 사용을 다르게 하여 송·수신을 한다. 반면에 Full Duplex Radio는 같은 시간, 같은 주파수 자원에서 송·수신을 동시에 수행하여 주파수 효율을 높이는 기술로 FDD 방식에 비해 주파수 효율은 최대 2배 증가시킬 수 있으며, 동일한 주파수상에서 같은 시간에 전송하므로 기존 TDD 방식에 비해서 Latency가 작다. 하지만 송·수신이 동시에 이루어짐에 따라 송신 신호가 수신 신호에 간섭으로 작용하므로 이를 제거하기 위한 Interference Cancellation 성능이 전체 성능을 좌우 할 것이다.

- More spectral-efficient management than FDD
- Lower latency Operation than TDD

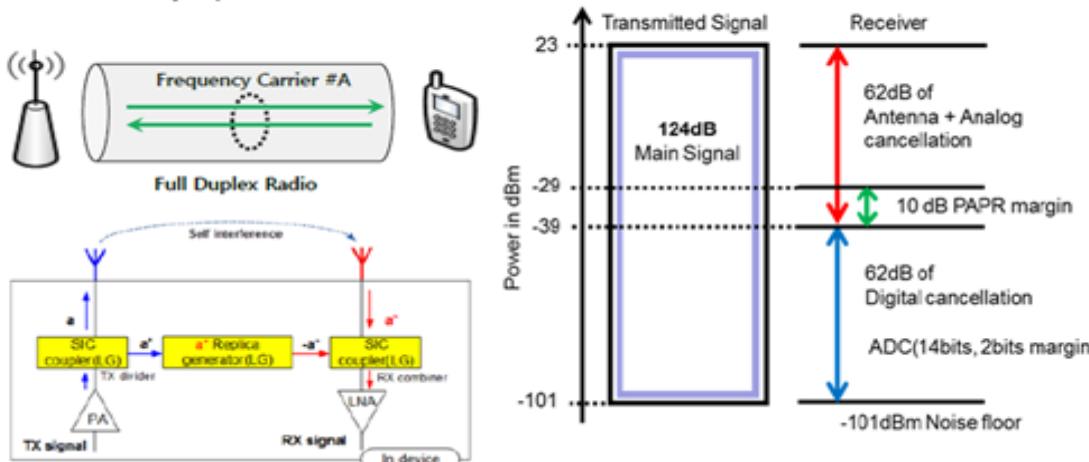


그림 7-11. Full Duplex Radio 동작

### 7.1.3. Low Latency Technology

Mission-Critical 서비스 수용을 위한 핵심 기술 조건 중 하나인 무선 구간 1ms Latency를 만족하기 위해 기존 LTE Frame의 최소 단위인 1ms TTI(Transmission Time Interval)에 비해 더 짧은 TTI를 사용하는 Short TTI 기술이 고려되고 있다.

3GPP에서 User-plane Latency는 Packet을 처리하는 기지국과 단말 사이의 단방향 지연을 의미하고, 5G Latency Requirement를 만족하기 위해서는 기지국, 단말 모뎀 Processing 성능, 재전송 RTT에 대한 고려가 필요하다. 이를 바탕으로 ITU-R에 기고된 LTE Latency [2]를 고려하여 무선 구간에서 1ms Latency를 만족하기 위한 신규 TTI를 계산해보면 0.25ms 이하가 되어야 할 것으로 예상할 수 있다 [3] [4].

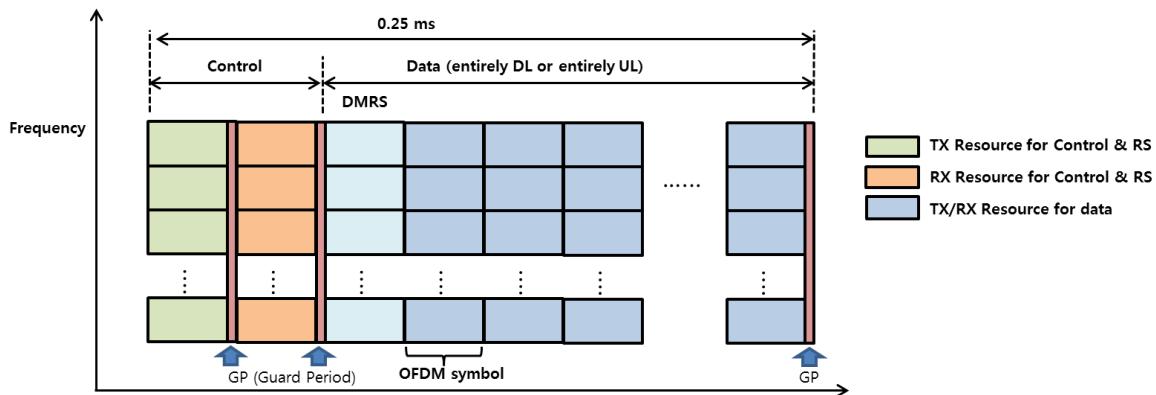


그림 7-12. New Radio frame 구조 예

#### 7.1.4. Multi-Radio Access Technology

5G 서비스가 제공되는 시기에는 4G, 5G, Wi-Fi 등 서로 다른 망들이 혼재할 것이며, 이러한 네트워크들은 효율적으로 사용하기 위해서는 서로 다른 무선 접속 기술들 간의 Coordination 기법이 필요하다. Multi-RAT 환경에서 사용자 체감 성능을 향상시킬 수 있는 기술로는 Dual Connectivity, LTE-Wi-Fi Integration, Licensed Assisted Access using LTE(LAA)가 주도 거론되고 있다.

##### 7.1.4.1. Dual Connectivity

스몰셀의 성능 향상을 위해 3GPP Release 12에 도입된 Dual Connectivity(DC)는 코어 망과 non-ideal 백홀도 연결된 두 개 이상의 기지국(Master eNB, Secondary eNB)을 통해 단말이 서비스를 받는 기술이다.

이때 컨트롤 시그널링은 Master eNB(MeNB)를 통해서만 전송하고 데이터는 MeNB와 Secondary eNB(SeNB)를 통해 전송하는 Control/User-plane Split 구조를 갖는다. 이 기술의 동작을 위해서는 MeNB가 SeNB의 RRC 기능을 대행하기 위해 정보를 교환하는 Xn 인터페이스가 필요하다.

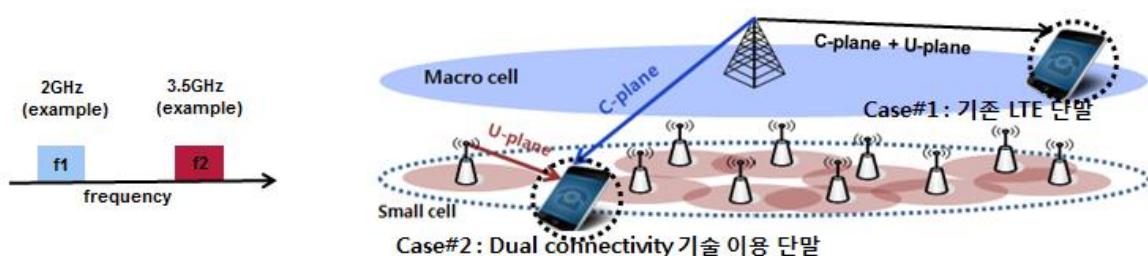


그림 7-13. Dual Connectivity 구조

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 간섭은 제거할 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 단위로 분리되지만 DC의 경우 MeNB와 SeNB가 RLC 계층에서부터 분리된 구조로 서로 다른 MAC 계층을 갖는 이종 기지국 간에도 쉽게 무선 자원을 결합하여 속도를 높일 수 있다.

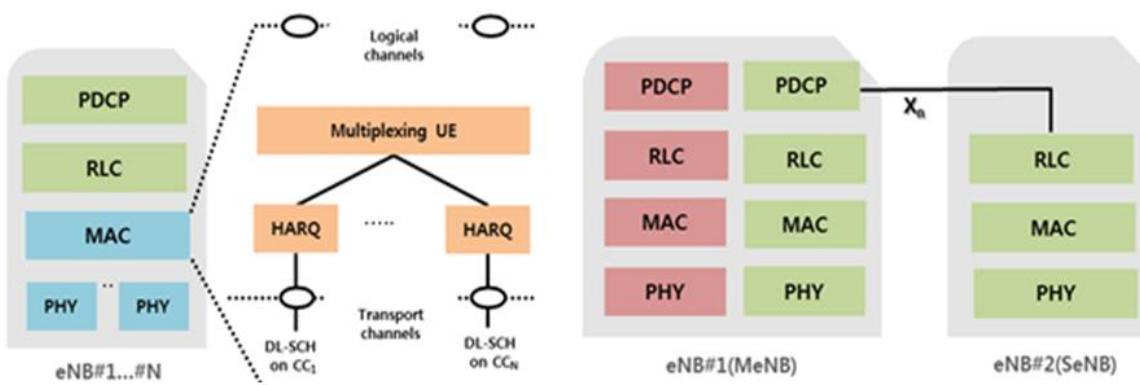


그림 7-14. Dual Connectivity와 Carrier Aggregation의 차이점

#### 7.1.4.2. 비면허 대역 활용 기술

전송 속도 향상을 위한 Wi-Fi와 4G 망과의 결합 기술 중 하나인 LTE-Wi-Fi Integration은 단말과 무선망 간 데이터 전송은 eNB와 AP 양측에서 발생하나 코어망과 무선망 간 시그널링 및 데이터 전달은 eNB만을 통해 처리되며, 데이터의 분리·결합, 스케줄링과 혼잡제어도 eNB가 수행한다.



그림 7-15. LTE-Wi-Fi Integration

LAA는 비면허 대역과 기존 LTE 대역의 결합을 통해 속도를 향상시키는 기술로 면허 대역은 Primary Carrier, 비면허 대역은 Secondary Carrier로 활용하는 Carrier Aggregation(CA) 기술이다. 현재 비면허 대역에서 주도 활용하고 있는 Wi-Fi와의 공존 이슈 해결을 위해 Listen-Before-Talk(LBT) 기술 등에 대한 연구가 진행되고 있으며 비면허 대역은 대부분의 LTE 대역에 비해 사용하는 주파수가 높고 기지국 송신 전력이 낮아 스몰셀 적용에 적합할 것으로 예상된다.

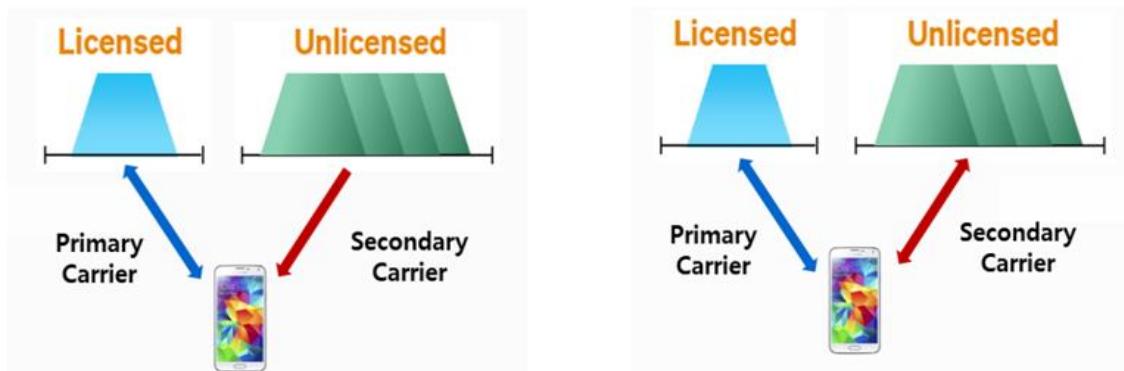


그림 7-16. Unlicensed LTE의 두 가지 시나리오

### 7.1.5. Massive Connectivity Technology

사물인터넷의 다양한 기기 장치들의 수용과 장치 간의 동신 지원을 위한 기술로는 Machine-Type Communication(MTC), Device To Device(D2D)를 들 수 있다.

가전 제품, 센서, 계측기 등과 같은 기계 장치가 LTE 네트워크를 이용하여 동신하도록 지원하기 위해서는 기지국은 수많은 기기들의 접속을 효율적으로 수용할 수 있어야 하며 기기의 모뎀 칩셋은 월등한 가격 경쟁력과 낮은 전력 소모 특성을 가져야 한다.

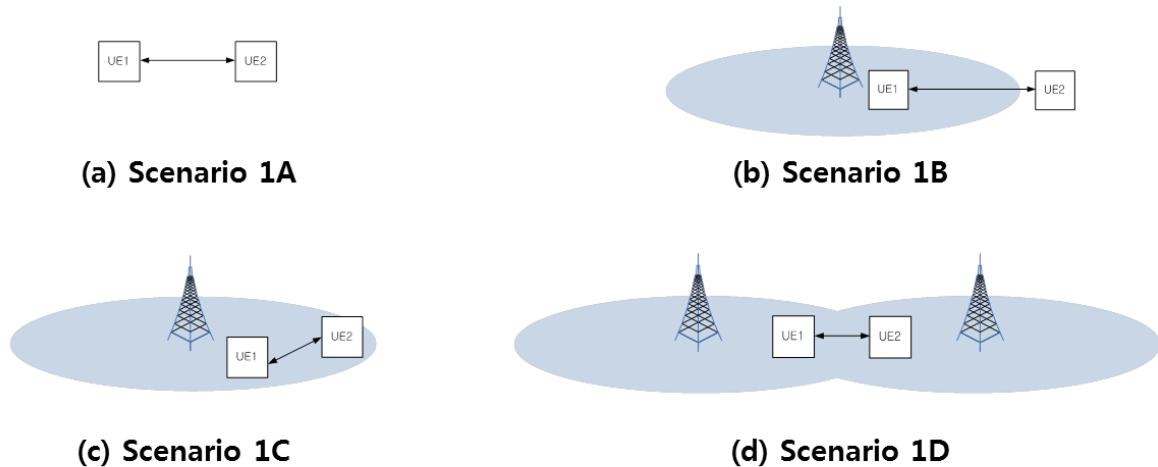
MTC(Release 12)에서 업링크, 다운링크 각각 1Mbps의 최대 속도를 갖는 UE Category 0 단말이 새롭게 정의되었고 이 단말은 모든 기기들은 낮추고자 하나의 안테나만을 사용한다.

현재 표준화 중인 enhanced MTC(eMTC)(Release 13)에서는 채널 대역폭은 1.4MHz 도 제한하고 가격은 기존 UE Category 1 단말의 20 ~ 25% 수준을 목표로 하며 훨씬 더 넓은 커버리지 제공할 수 있을 것으로 예상한다.

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

표 7-1. MTC, eMTC 단말 특성

D2D란, 서도 다른 단말기가 기지국은 거치지 않고 직접 동신을 하도록 지원하는 기술로서 단말 간 직접 동신을 통해 네트워크 사용률을 줄여 트래픽의 오프로딩 효과가 있다. D2D 기술은 3GPP Release 12에 포함되어 Proximity-based Service(ProSe)라는 명칭으로 2013년부터 재난망과 상업 용도의 Discovery와 Communication에 대한 표준화 작업이 진행되었으며, 현재는 재난 상황에서의 그룹 동신과 네트워크 커버리지가 없는 경우의 단말 간 직접 동신에 관한 연구가 진행 중에 있다.



Scenarios	UE1	UE2
<b>1A: Out-of-Coverage</b>	Out-of-Coverage	Out-of-Coverage
<b>1B: Partial-Coverage</b>	In-Coverage	Out-of-Coverage
<b>1C: In-Coverage-Single-Cell</b>	In-Coverage	In-Coverage
<b>1D: In-Coverage-Multi-Cell</b>	In-Coverage	In-Coverage

그림 7-17. D2D 시나리오

IoT 서비스의 원활한 지원을 위해서는 MTC, D2D 등의 기술과 더불어 4G 대비 최대 10배까지 증가할 것으로 예상되는 단말은 수용할 수 있도록 대규모 연결성(Massive Connectivity)을 제공해야 한다. 4G에서는 다운링크의 제어영역인 PDCCH 자원 1ms당 최대 3개의 심본만이 사용 가능하며 나머지 심본은 모두 데이터영역(PDSCH)으로 사용해야 한다. 따라서 셀 내 사용자 수가 폭발적으로 증가하게 되면 이 PDCCH 자원이 먼저 고갈되어 사용자 수용 제약이 발생하므로 PDSCH 영역의 일부 자원은 PDCCH 자원으로 활용할 수 있게 하여 단말 수용 용량은 더욱 늘릴 수 있는 enhanced PDCCH(ePDCCH) (Release 11)가 제안되었다. ePDCCH 외에도 7.1.2절에서 언급된 FBMC, UFMC, NOMA, SOMA, SCMA 등 스펙트럼 효율 향상 기술의 적용으로 4G 대비 동일 대역폭에서 수용할 수 있는 단말 수를 크게 늘릴 수 있을 것이다.

#### 7.1.6. Analytic 기반 Self-Organizing Network (SON)

기존의 액세스 망 구축은 망 설계 후 기지국 하드웨어 설치, 구성정보 입력, 코어망 연동, 소프트웨어 패키지 적용, 개동·인수 시험을 거쳐 상용 서비스 제공이 일반적인 절차도, 도그와 동계를 기반으로 고장, 성능 저하, 장애, 무선망 품질 등을 실시간으로 감시하고 있다.

그러나 현재 사업자당 약 20만 개 정도인 4G용 셀 수는 5G 서비스가 본격화될 경우 5G의 상대적으로 좁은 커버리지, 기지국의 소형화를 고려할 경우 훨씬 늘어날 수밖에 없으며, 이 경우 셀 구축 및 운영비를 줄이기 위한 Self-Organizing Network(SON) 기술의 중요성은 더 증가할 것으로 예상한다.

SON은 기지국 설치를 자동으로 할 수 있도록 도와주는 Self-Configuration, 운영 최적화에 도움을 주는 Self-Optimization, 장애 발생 시 자동으로 복구할 수 있는 Self-Healing의 3가지도 요약할 수 있다.

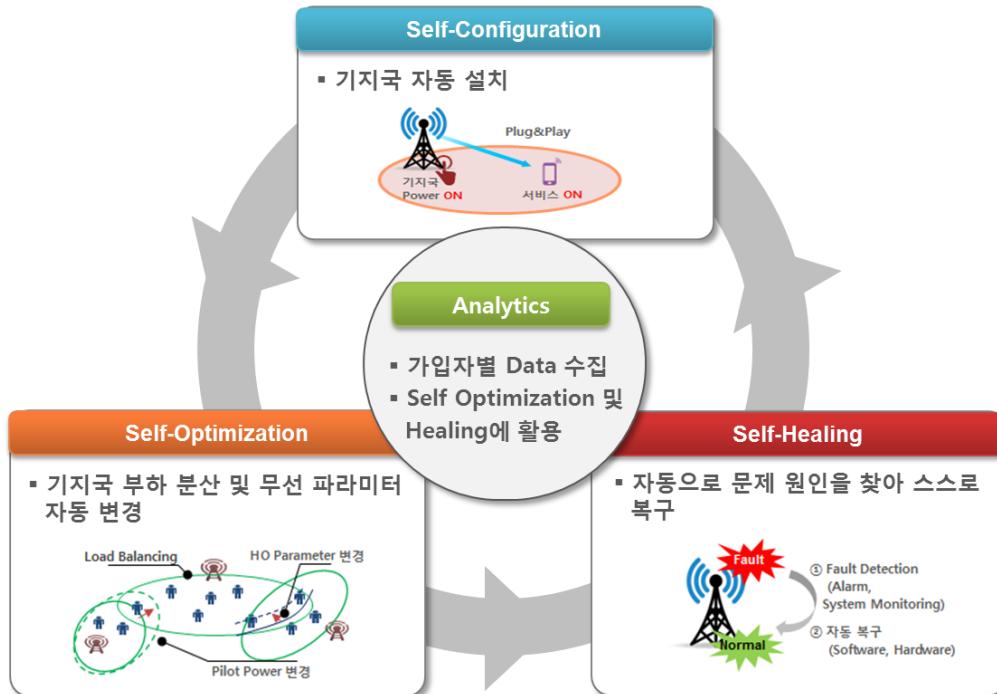


그림 7-18. Advanced SON

Self-Configuration은 Plug & Play 기능으로 기지국은 설치하고 전원은 켜면 시스템 구성 정보, 파라미터 설정, 코어망과의 연동은 자동으로 수행하여 설치와 동시에 서비스를 할 수 있도록 하는 기술이다. 자동으로 IP주소 및 인터페이스를 설정하고 소프트웨어 패키지 다운로드를 수행한다. 또한 PCI와 같은 초기 구성 정보, 네이버 데이터와 파라미터를 획득 하여 자동으로 설정함으로써 운영자의 실수나 미숙으로 인한 설정 오류를 원천적으로 방지 할 수 있으며 운영 비용 또한 절감할 수 있다.

Self-Optimization 기능은 주변의 무선 환경을 지속적으로 측정하여 상황 변화에 따라 네트워크의 운영, 전력, 핸드오버 파라미터들을 최적화하는 것을 의미하며 Mobility Load Balancing(MLB), Mobility Robust Optimization(MRO), Coverage and Capacity Optimization(CCO)이 주요 요소이다.

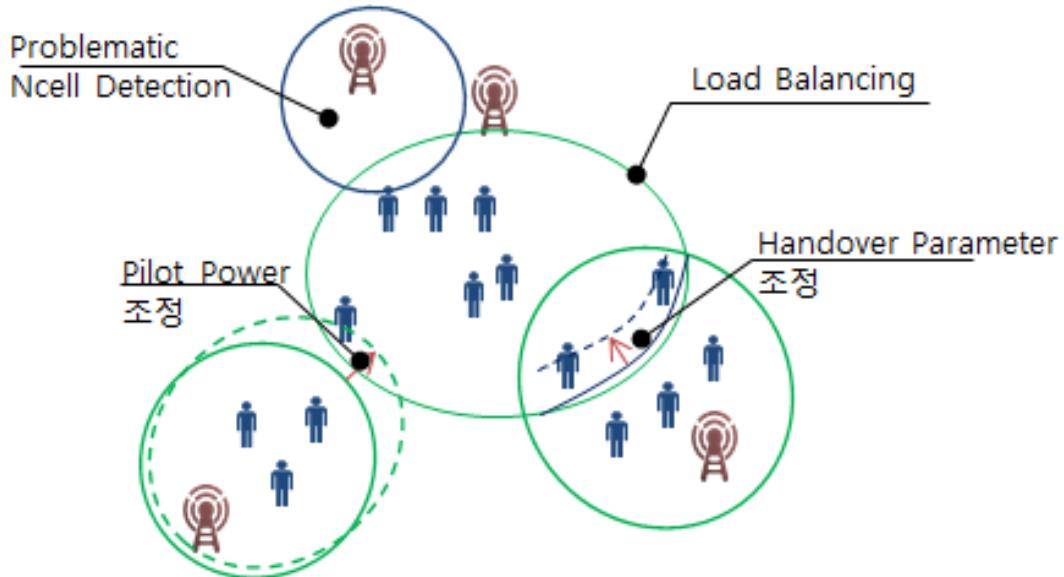


그림 7-19. 무선 파라미터 최적화 기능

MLB는 Resource Block 사용량과 가입자 수를 기반으로 셈의 부하를 판단하고 부하가 높은 셈의 단말은 다른 주파수를 사용하는 부하가 낮은 셈도 핸드오버시켜서 과부하 셈의 부하를 줄이는 기능이다. MRO는 단말의 이동 속도에 맞추어 핸드오버 파라미터를 자동으로 변경하고, CCO는 특정 셈의 커버리지를 조정할 필요가 있을 경우에 운영자가 최적화하고자 하는 알고리즘을 적용하여 기지국의 출덕과 안테나의 Tilt 값을 변경한다.

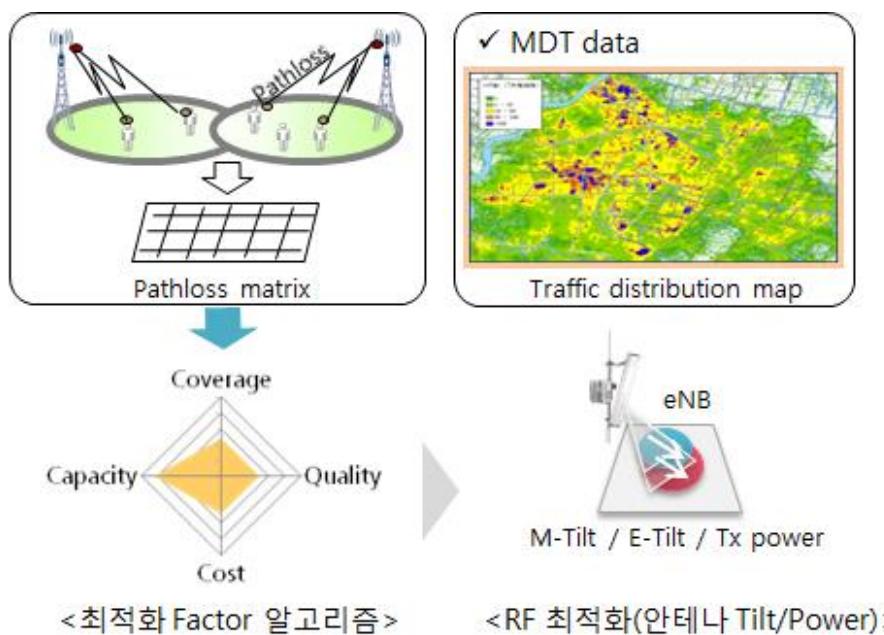


그림 7-20. CCO RF 최적화 기능

Self-Healing은 장애 알람이 발생하거나 KPI 모니터링을 통하여 특정 셀의 품질이나 성능의 저하가 검출된 경우 리셋을 동반한 자동 복구 또는 주변 셀의 도움으로 Cell outage를 회복하는 기능이다.

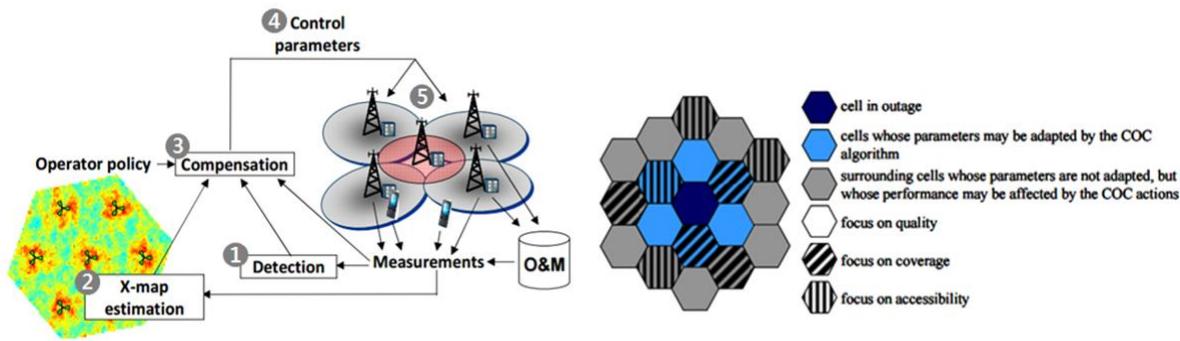


그림 7-21. Self-Healing of Cell Outage 동작 Process

SON은 위 기본 기능 외에 기지국의 호 동계, 가입자별 도그, 가입자의 무선환경을 알 수 있는 MDT 도그, 그리고 위치 정보 등을 수집·분석함으로써 정확한 투자 위치 찾기, 최적 무선망 파라미터 도출, 가입자의 불만족 해결에도 활용할 수 있는 수준으로 진화할 것이다.

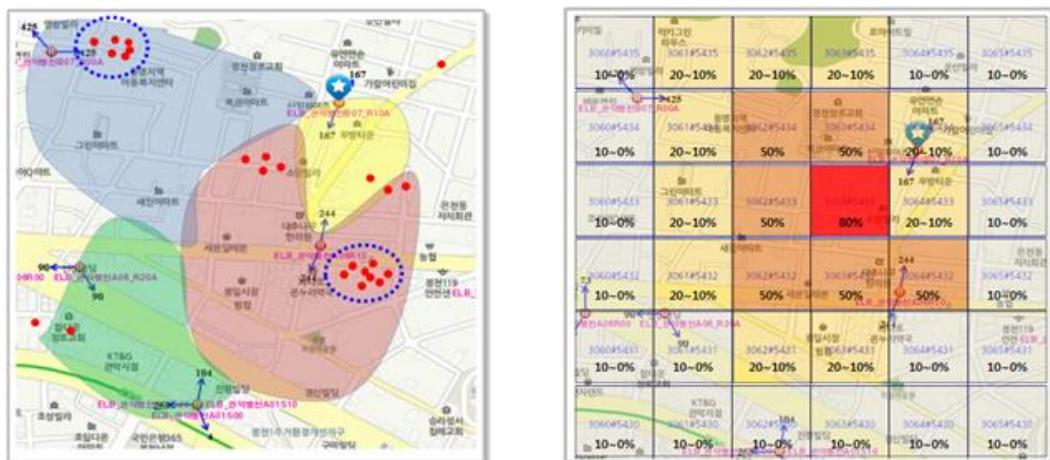


그림 7-22. Defect 위치 제공 / Grid 단위 트래픽 사용량 제공

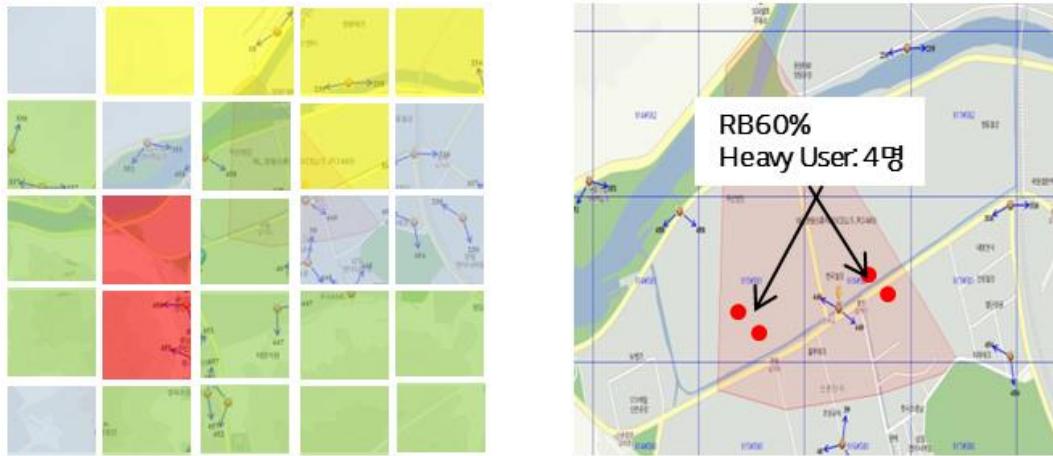


그림 7-23. Grid별 Max THP 동계 / 트래픽 유형 분석

### 7.1.7. Interference Cancellation

센 밀도의 증가, 접속 단말 수의 증가, 고속 수용을 위한 좁은 빔폭의 사용으로 간섭의 양과 수준 또한 증가할 수밖에 없다. 특히 홀도그램, 8K UHD 와 같은 높은 속도를 요하는 서비스, Mission critical 서비스의 경우 간섭 신호의 세기가 일정 수준을 넘어설 경우 5G의 장점인 고속, 초저지연 제공이 사실상 어려우므로 망 성능 열화 방지를 위한 간섭 제거가 매우 중요하다.

NAICS(Network-Assisted Interference Cancellation and Suppression)는 백홀을 통해 간섭 신호 제거에 필요한 인접 센의 UE에 할당되는 스케줄링 정보, 하향링크 제어 정보를 네트워크 보조 정보(Network Assisted Information)로서 교환하고 이를 이용해서 간섭 신호를 제거하는 기술이다. 그림 7-24에서 UE1의 수신에 UE2의 신호가 섞여서 수신될 경우 UE2의 신호는 센 간 간섭 신호로 작용한다.

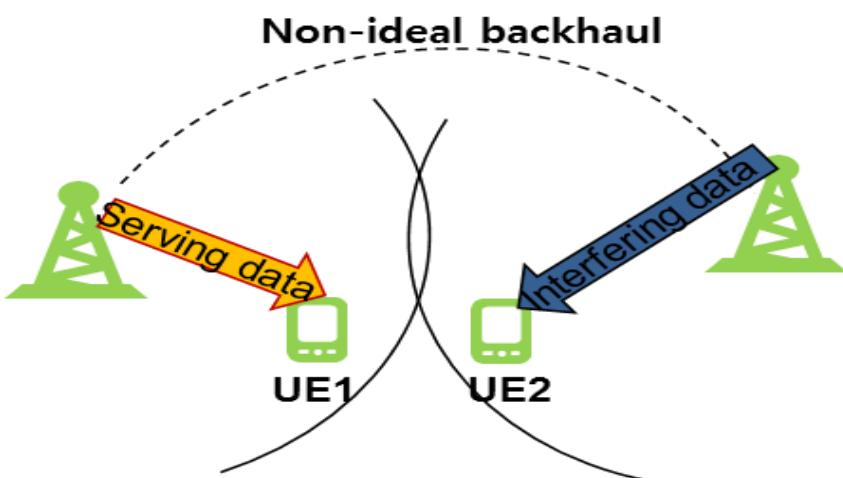


그림 7-24. NAICS 시나리오

UE1 수신부에서 UE2 간섭 신호를 제거하기 위하여 기지국 간의 신호 전달 경로인 백홀을 통하여 네트워크 보조 정보를 전달하고, 원하는 신호를 검출하기 전에 간섭신호를 제거해 줌으로써 셀 간 경계 영역에서 수신율을 향상시킬 수 있다.

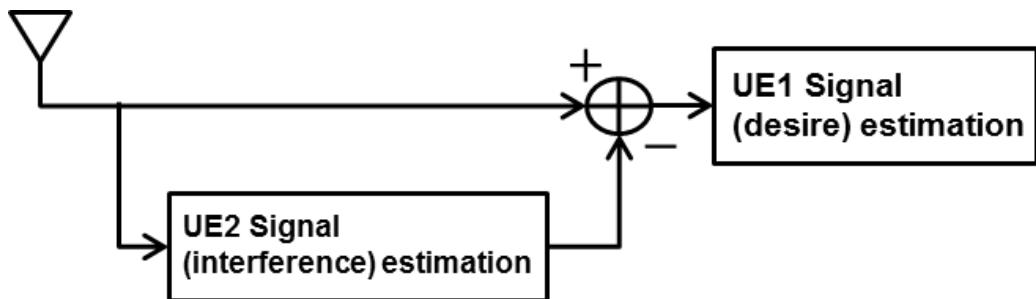


그림 7-25. NAICS 수신기 개념도

셀 간 간섭뿐만 아니라 셀 안에서 SU-MIMO 또는 MU-MIMO를 사용할 때 서도 다른 안테나에서 전파되는 신호들의 간섭을 NAICS를 이용하여 제거할 수 있기 때문에 망 성능의 향상을 기대할 수 있다.

### 7.1.8. Virtualized Radio Access Network

LTE 기지국은 제조사가 만든 전용 하드웨어 기반으로 Digital Unit(DU)과 Remote Radio Head(RRH)로 구성되어 있다. DU 하나에 6~18개의 RRH를 연결할 수 있는 구조도 설계되어 있어 RRH를 연결할 포트가 부족한 경우 DU 자원에 여유가 있더라도 DU 증설이 필요한 경우가 있어, 기지국 자원을 효율적으로 활용하기 위해서는 Pooling 가능한 가상화 기지국 구조가 필요하다.

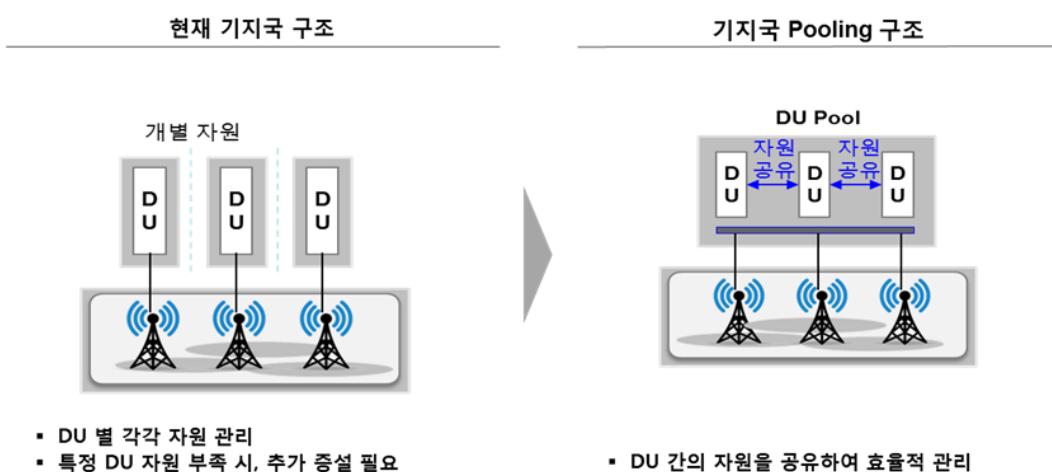


그림 7-26. 기지국 Pooling

가상화 기지국은 범용 서버에 DU 소프트웨어를 적용하여 대용량의 DU를 만들고 수백 대의 RRH를 연결할 수 있는 기지국 기술도 DU의 프로세서 자원 활용률을 높임으로써 네트워크 투자비와 운영비를 절감할 수 있다.

가상화 기지국은 Physical layer, MAC layer, Layer3를 모두 가상화시키는 방식과 MAC layer, Layer3는 가상화하고 Physical layer는 RRH에 구현하는 방식이 있다. 세 계층을 모두 가상화하는 방식은 DU의 대용량화도 인한 성능 이슈와 CPRI도 구현되는 프론트홀에서의 대량 트래픽 처리가 관건이다. 완전 가상화는 아니지만 이보다 구현이 상대적으로 용이한 방식으로 MAC layer, Layer3는 가상화하고 Physical layer는 RRH에 구현하는 구조가 우선적으로 논의되고 있는데, 이 경우 DU 기능은 처리하는 서버의 성능 부담과 DU와 RRH 간 프론트홀의 트래픽 전송 부하를 줄일 수 있다.

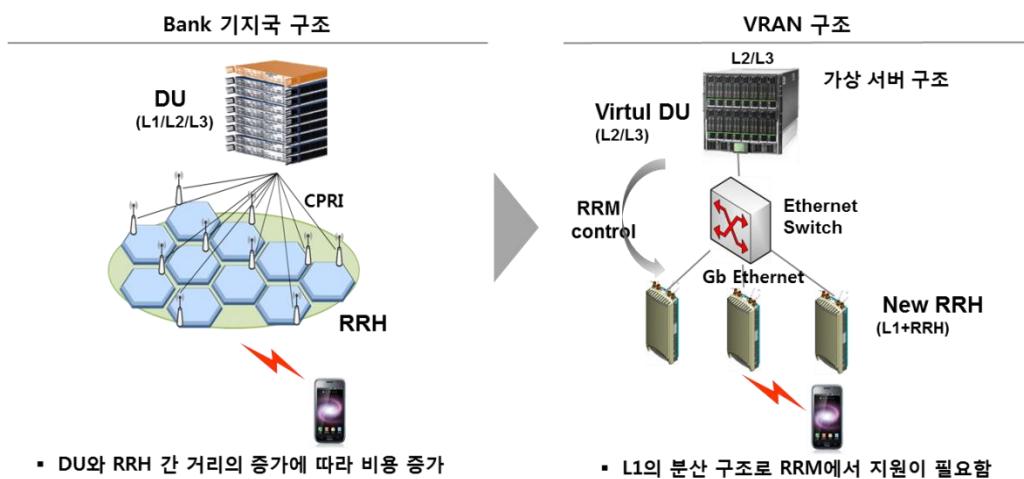


그림 7-27. Virtual RAN

## 7.2. 유선 네트워크

### 7.2.1. Packet & Optic Integration

5G 서비스를 위한 무선 및 코어 기술에 대한 논의는 환발히 진행되고 있지만 eNB와 코어망 간, 국사와 국사 간 5G 트래픽은 전달하는 백홀에 대한 논의는 미미한 편이다.

현재 백홀은 Packet 장비와 Optic 장비도 각각 구성하여 운영 중인데 향후 5G 서비스 요구사항인 셀당 최대 20Gbps 대용량 트래픽은 비용 효율적으로 수용하기 위해서는 두 장비를 어떻게 통합하는지가 중요하다.

Packet 기술과 Optic 기술은 개별적으로 발전하면서 하나의 기술도 융합되는 모습은 나타내고 있다. Packet 기술의 대표 요소인 IP/MPLS는 전송 특성(50ms 이내 보호전체, OAM)을 강화한 MPLS-TP 기술도 발전해왔고 ROADM과 통합하는 PON 기술도 발전

진화하고 있다. Circuit 기술인 SDH는 MSPP(2005년)에서 정체된 후 OTN 기술도 발전하고 있으며, Optic 기술은 OADM과 ROADM을 거쳐 CDCF(Colorless, Directionless, Contentionless, Flexible Grid) 기능 제공이 가능한 NG-ROADM으로 발전하고 있다.

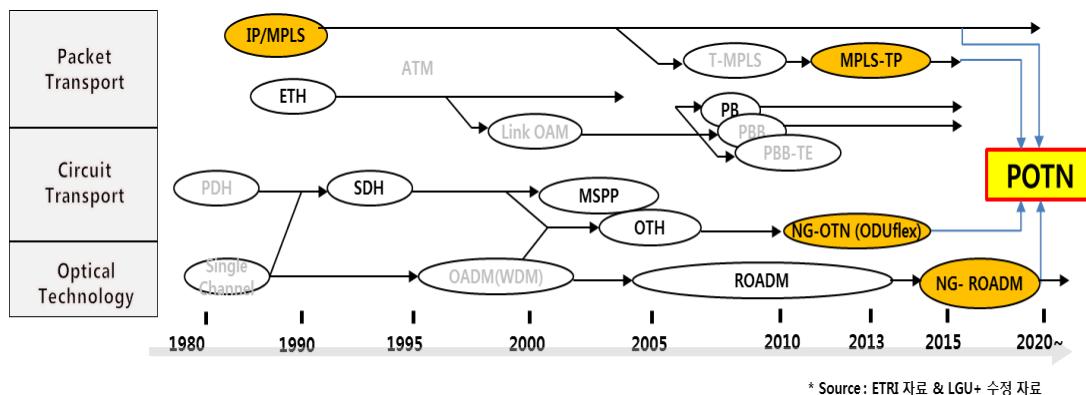


그림 7-28. Packet Optic 기술 도드맵

POTN 장비는 Huawei, Ciena, Ericsson, 코워버 등의 (ROADM + OTN + MPLS-TP)와 IP/MPLS가 분리된 유형, Cisco의 (ROADM + OTN + MPLS-TP + IP/MPLS) 일체형이 있는데, 두 장비군 모두 Control Plane은 T-SDN으로 개발 및 상용화를 준비하고 있다.

LG유플러스는 원가 절감, 망 효율 증대, 에너지 절감을 할 수 있는 All in One Platform인 POTN으로의 진화를 준비하고 있는데, POTN은 IP/MPLS, MPLS-TP, OTN & ROADM 3계층을 통합하는 구조로서 하나의 플랫폼, 단순한 네트워크 구조로 트랜스포트층 계위를 단순화하고 통합할 수 있는 장점이 있다.

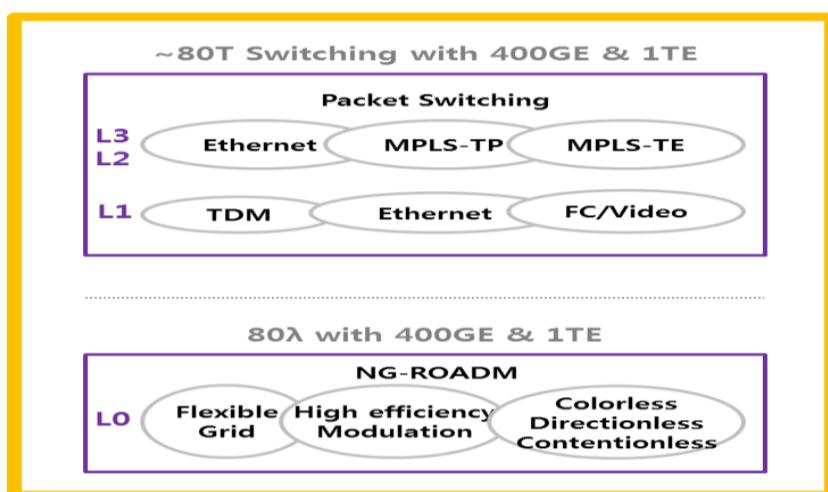


그림 7-29. 패킷 광 통합 장비

POTN의 도입으로 단위 인터페이스를 기존 100GE에서 400GE ~ 1TE로 4~10배 고속

화하고자 하며 TDM 인터페이스와 이더넷 인터페이스도 유입된 트래픽은 분리해서 처리하지 않고 One Chip에서 처리함으로써 Packet 처리 효율을 향상시키고자 한다.

## 7.2.2. Programmable & Flexible 네트워크

### 7.2.2.1. SDN

삼성전자는 5G에 필요한 8대 핵심 기술 중 Advanced Small Cell, Device to Device, Enhanced Flat Network, Interference Management 등에서 네트워크의 유연한 제어와 관리를 위해 SDN의 필요성을 제시하였다 [5]. 클라우드의 확장, IoT 디바이스의 수용 등으로 네트워크의 규모와 복잡도가 동제하기 어려운 수준으로 증가하고 있는데, 집중 제어 기능을 가진 자동 제어 네트워킹 기술인 SDN이 5G의 최적 네트워크 기술로 고려되고 있다.

SDN에 대한 단순 정의는 트래픽 경로를 지정하는 Control Plane과 트래픽 전송을 수행하는 Data Plane을 분리하고, 개방형 API를 통해 네트워크의 트래픽 전달 동작을 소프트웨어 기반의 컨트롤러에서 제어·관리하는 것이다.

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 경로 제공할 뿐만 아니라 개방형 API를 통해 물리적·논리적 네트워크 망은 제어·관리함으로써, 사용자의 의도에 따라 망은 유연하게 최적화할 수 있고 관리 비용도 절감할 수 있다.

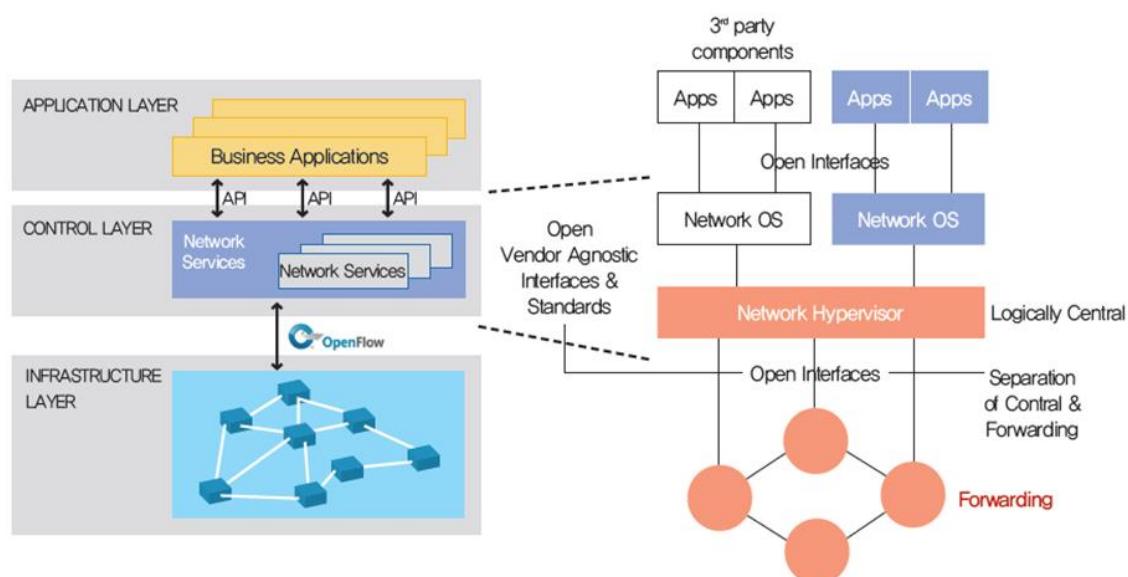


그림 7-30. SDN 아키텍처

SDN Control Layer의 SBI(SouthBound Interface) 기술도는 Openflow, OVSDB, Netconf/YANG, BGP-LS, PCEP 등이 논의되고 있으나, 데이터센터, 백본망, 가입자망에 따라 요구되는 적용 환경이 서로 다르므로 이를 고려하여 적정한 기술은 선택해야 한다. 데이터센터는 네트워크 가상화를 위해 Openflow, OVSDB 등을 활용하고, 백본망과 가입자망에서는 체계적이고 자동화된 망 운영 및 관리를 위해 Netconf/YANG, BGP-LS 등을 적용하는 것이 효과적일 것이다.

SDN에 요구되는 주요 기능은 정보 분석, 보안 애플리케이션과 연동된 컨트롤러 기반의 중앙 집중 관리 및 제어, 서비스 간 Orchestration과 Automation, 3<sup>rd</sup> Party를 위한 개방형 인터페이스의 제공이다.

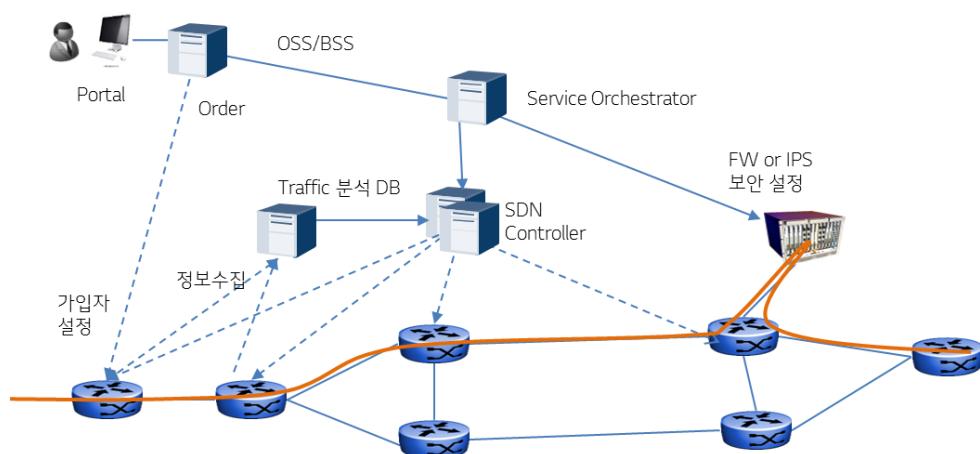


그림 7-31. 트래픽 분석 및 보안서비스와 연계된 SDN 적용 예

향후 NFV 기반의 인프라 가상화 추진 시 SDN은 상호 보완적인 역할을 수행할 수 있으며, SDN은 가상화 또는 물리적 구성 요소의 추가나 변경이 필요한 경우 네트워크를 즉시 설정할 수 있다. 또한 SDN Control Layer NBI(NorthBound Interface)도 OSS·BSS에 연동하고, NFV API를 통해 NFV에 구현된 VM과 연동함으로써 One Click으로 End-to-end 서비스를 제공할 수 있다.

### 7.2.2.2. Transport-SDN

T-SDN은 Transport 네트워크 관리의 개방화 및 자동화, 중앙 집중화도 사용자가 편리하게 네트워크 자원을 관리할 수 있도록 하여 전용회선 서비스를 유연하게 제공하는 기술이다.

2013년부터 본격화된 T-SDN은 중앙에서 다계층, 이종 장비들은 동합 제어하여 네트워크 자원의 활용률을 높일 수 있는데 이를 통해 신규 장비의 증설은 최소화하여 네트워크 관리 비용을 절감할 수 있고, 네트워크 장애 및 트래픽 과다로 병목현상 발생할 때에도 신

속하게 트래픽은 분산시킬 수 있다. 또한 애플리케이션층과 연동하여 기존 통신사업자 중심의 서비스에서 고객 중심의 맞춤형 서비스를 제공하기에 유리하다.

예를 들어 다계층과 이종 장비도 구성된 네트워크 환경에서 End-to-End 전용회선은 프로비저닝할 경우 기존에는 벤더별 EMS에서 해당 장비와 연동 구간을 각각 설정해야 하기 때문에 수 일에서 수 주가 소요되었는데, T-SDN 구조에서는 중앙에서 동합 제어를 할 수 있어 수 분 내도 프로비저닝 작업은 완료할 수 있다.

T-SDN은 애플리케이션, 제어, 인프라스트럭처의 3개 계층으로 구성되어 있으며 각 계층별 구성 요소는 사업자의 T-SDN 방향성에 따라 상이할 수 있다. 가장 중요한 기능은 담당하는 컨트롤러는 인프라스트럭처와 애플리케이션 계층과 연동하고 애플리케이션 계층의 요구사항에 따라 인프라스트럭처 계층을 동합 제어하는 역할, 다양한 기종과 벤더로 구성된 네트워크 장비들과 애플리케이션 간을 연동하기 위한 Gateway 역할을 수행한다.

제어 계층은 일반적으로 성격이 다른 Transport/Packet 네트워크별 특성에 맞도록 컨트롤러를 분리하고 이를 다시 연동 동합하는 Orchestrator를 통해 애플리케이션 계층과 연동한다. 컨트롤러와 Orchestrator 간 인터페이스는 RESTful이 주로 언급되고 있으며, 컨트롤러와 EMS 간 인터페이스는 기존 EMS와의 연동도 고려해야 하므로 벤더의 독자적인 인터페이스 수용까지 고려해야 한다. 애플리케이션 계층에는 일반적으로 OSS가 위치하나 사업자의 요구 및 필요에 따라 다양한 구성요소가 존재할 수 있다.

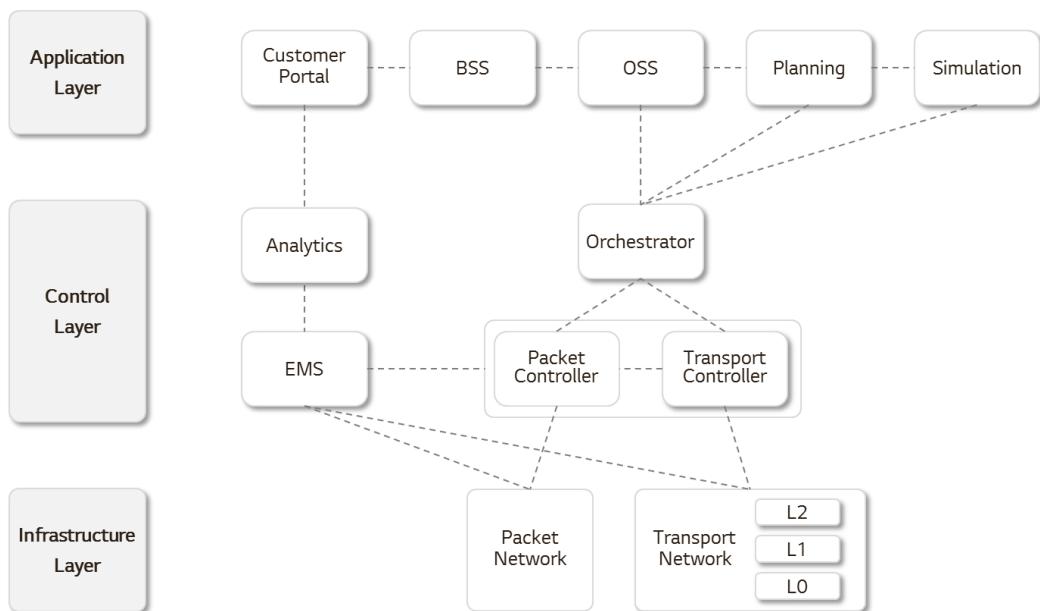


그림 7-32. T-SDN 아키텍처

LG유플러스에서 계획하고 있는 T-SDN 구조의 구성 요소에서 Analytics는 인프라스트럭처 계층의 트래픽당, 트래픽 Class별 분석 결과와 Class별 트래픽당 동계 정보를 고객에게

제공하는 구성 요소이며, Customer Portal은 고객이 사용하는 회선의 상태와 분석된 정보를 확인하고 직접 서비스를 신청할 수 있는 요소이다. 고객이 서비스를 신청할 경우 과금은 BSS를 거쳐 OSS와 연동해 처리하며, Planning에서는 인프라스트럭처 계층의 네트워크 장비 구성 요소(샤시/카드/광모듈 등)를 관리하여 망 설계 시 부족한 물량은 확인할 수 있다. Simulation 요소에서는 현재 망 구조에서 작업 시 발생할 수 있는 장애를 가상으로 재연하여 실제 장애가 발생할 경우 어떤 Trunk에 트래픽이 몰리는지 예측할 수 있다.

### 7.2.3. Efficient High Speed Access

매년 20~30%씩 꾸준히 증가하는 트래픽은 안정적으로 처리하기 위하여 LG유플러스는 현재 100Mbps~1Gbps 속도인 가입자망을 10Gbps 기반으로 대용량 고속화하고자 하며 10G Ethernet, NG-PON2, DOCSIS 3.1이 중점 기술이다.

#### 7.2.3.1. 10G Ethernet 기술

10G Ethernet 기술은 2002년에 IEEE에서 표준화가 완료되어 현재 집선 계위 이상의 국산 L3 스위치에서 이미 사용 중이며, 미래창조과학부의 중장기 전략에 따라 2020년 10기가급 서비스가 출시되면 L2 스위치에도 확대 적용 예정이다 [6].

#### 7.2.3.2. NG-PON2 기술

NG-PON2 기술은 국제 표준화 기구인 FSAN(Full Service Access Network)에서 10G GPON(XG-PON) 표준 완료 이후에 표준화를 추진하고 있는 차세대 광가입자망 기술로 TWDM-PON(Time and Wavelength Division Multiplexing-PON)이 대표적이다.

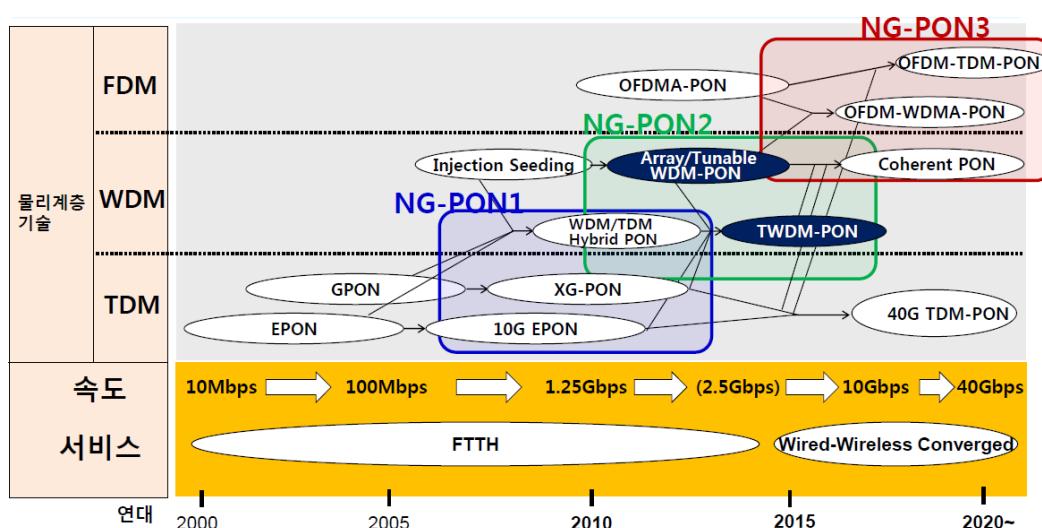


그림 7-33. 광 가입자 표준화 기술 도드맵

TWDM-PON은 OLT와 원격지에 위치한 ONT 간에 WDM(Wavelength Division

Multiplexing) 기술을 사용하여 광섬유 사용 효율은 올리고, OLT와 ONT 간 파장 가변 송수신 기술을 사용하여 네트워크의 트래픽 상황에 따라 동신파장을 변경할 수 있다.

OLT에서 ONT로 전송되는 하향 신호의 용량은 40G이상 지원하기 위하여 파장이 다른 4개의 광신호를 WDM 방식으로 송신하고 파장당 10Gbps의 전송 속도를 사용한다. ONT에서 OLT로 전송되는 상향 신호는 파장당 2.5Gbps 전송 속도로 하향 신호와 같이 4개의 광신호를 사용한다.

또한 WDM 방식은 사용하므로 ONT 광트랜시버는 하향 4파장의 광신호 중에 하나의 광신호를 선택하기 위한 파장가변 광수신기와 상향 4파장 중 할당된 하나의 파장으로 상향 신호를 송신하기 위한 파장가변 광송신기를 사용한다.

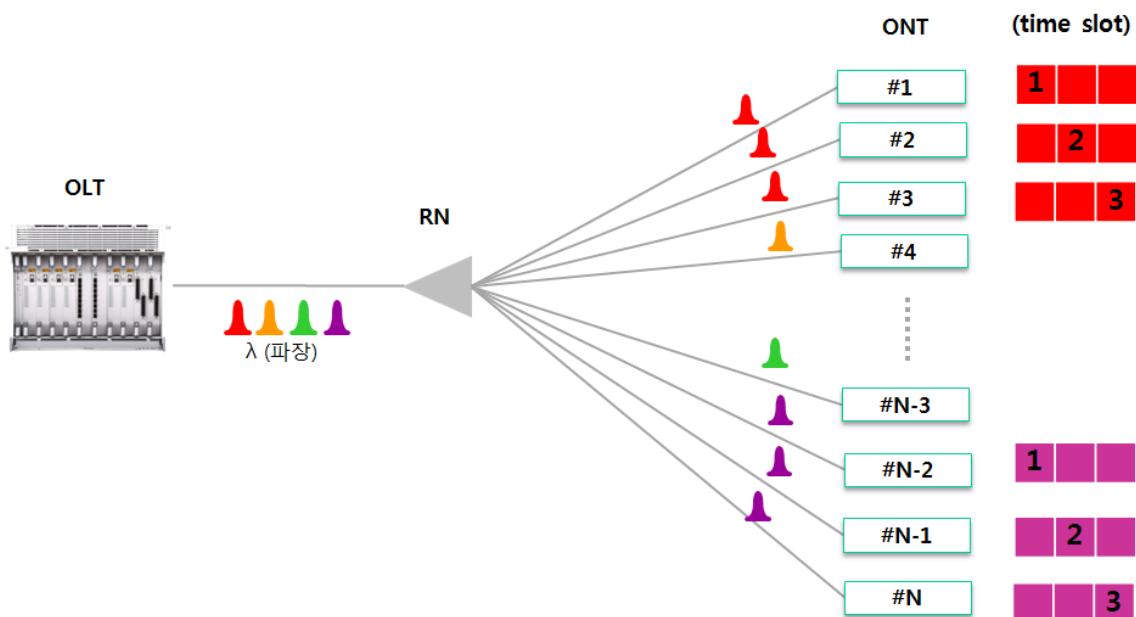


그림 7-34. TWDM-PON 구성도

국내에서는 ETRI에서 저가의 광트랜시버를 위한 파장 가변 레이저, 10G급 광트랜시버, NG-PON2용 광트랜시버의 저가화를 위해 어레이 광모듈, CMOS 포도닉스 기반의 광송수신 모듈, 그리고 G.989.3에 부합하는 TWDM-PON용 MAC 칩셋을 개발하고 있으며 2016년까지 상용화할 것으로 예상된다.

### 7.2.3.3. DOCSIS 3.1 기술

DOCSIS(Data Over Cable Service Interface Specification) 3.1 기술은 미국의 케이블 서비스 관련 연구 기관인 CableLabs에서 HFC망의 경쟁력을 강화하기 위하여 2013년 10월에 제정한 표준으로 FTTB를 기반으로 한 기가 서비스에 대응하기 위해 HFC망에서

최대 10Gbps 동신 서비스가 가능하다.

DOCSIS 3.1에서는 고효율 전송과 대용량 데이터 전송을 위해 단일 전송 채널의 주파수 대역폭은 하향 최대 192MHz, 상향 최대 96MHz도 늘렸고 전송 방식으로 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)을 채택하였다. 이를 통해 하향 최대 4096QAM과 상향 최대 1024QAM은 적용하여 스펙트럼 효율은 최대 50% 이상 향상 시켰다.

주파수 대역 또한 기존 5~85MHz까지 지원하던 상향 채널 주파수 대역은 5~204MHz로, 하향 채널 주파수 대역은 108~1002MHz에서 258~1218MHz로 확장하였고 258~1794MHz까지 선택적으로 사용할 수 있도록 하고 있다.

초기에는 기존 CMTS의 소프트웨어 업그레이드 또는 Add-on 형태로 하드웨어 모듈을 장착하여 본 기능을 제공할 것으로 예상하고, 2017년 이후에는 신규 하드웨어 기반의 대용량 카드가 본격적으로 출시될 것으로 예상한다.

### 7.3. 코어 네트워크

#### 7.3.1. 효과적인 자원 할당

IoT 디바이스의 확대에 따른 방대한 커넥션에 의한 시그널링 부하 대응, 고속을 요하는 실감·몰입형 서비스 수용을 위한 라우팅, 패킷 분석, 카운팅 등의 패킷 처리 부하 증가의 효율적 처리, 하나의 UI를 통한 간편하고 체계적인 운영, 그리고 디바이스 종류별 트래픽 패턴에 맞는 최적화된 자원 할당 후보 기술도 NFV, Orchestration, Edge Cloud를 꼽을 수 있다.

##### 7.3.1.1. NFV

NFV는 하이퍼바이저를 통해 범용 서버의 CPU, 메모리, 디스크 등의 하드웨어 자원을 가상화하고 네트워크 기능을 가상 머신으로 구성하는 기술로, 특정 하드웨어만은 채택해야 하는 종속성을 해소하여 저렴한 범용 서버 활용은 가능하게 하고 소프트웨어 개발사 간 경쟁 유도를 통해 투자비와 개발비 절감 가능성은 높일 수 있음을 것으로 예상한다.

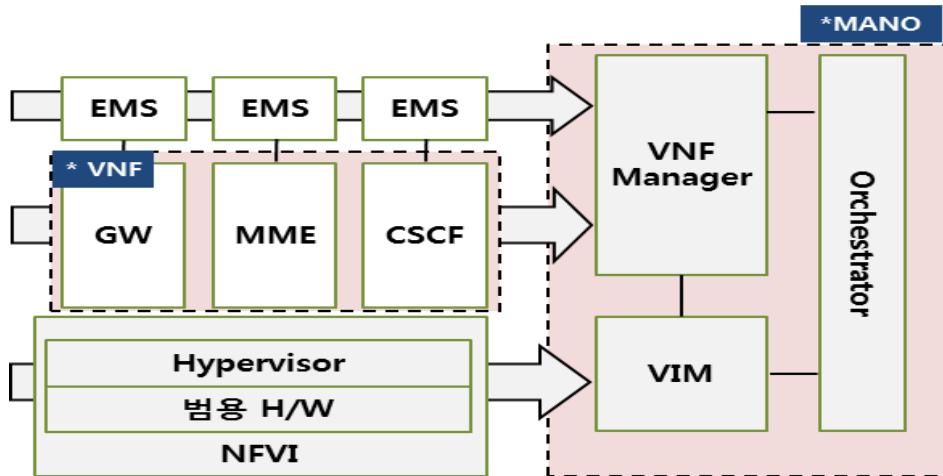


그림 7-35. NFV 아키텍처

시간·지역별 부하은, 트래픽당에 따라 하드웨어 자원은 단위 기능별도 자유롭게 할당·회수할 수 있어 망 운영 효율은 높이고 디바이스 득성에 따른 가상의 전용망 구성이 용이하며, 가상화된 자원 Pool 위에 애플리케이션 설치만으로 새로운 기능을 도입할 수 있어 서비스 제공에 필요한 시간은 크게 단축할 수 있음 것으로 생각한다.

그러나 가상화 계층 경유도 인한 부하 때문에 패킷 처리 성능이 감소할 수 있는데 이를 보완하기 위해 애플리케이션이 네트워크 카드 등의 하드웨어에 직접 접근할 수 있게 해주는 '단일 경로 입출력 가상화(SR-IOV)', 고속의 패킷 처리를 가능하게 해주는 '데이터 플레인 개발 도구(DPDK)' 기반의 애플리케이션 적용이 필요하다.

### 7.3.1.2. Orchestration

Orchestration은 NFV MANO, SDN 컨트롤러, 애플리케이션별 EMS 기능을 모두 포함하여 전체 망을 통합 관리하는 시스템을 가리킨다. MANO는 가상화 환경에서 애플리케이션에 대한 자원 할당은 자동화하여 관리하고 단위 애플리케이션의 기동, 종료, 감시, 설정 변경 등의 라이프 사이클은 관리하며, SDN 컨트롤러는 패킷 전송 경로를 중앙에서 제어한다. Orchestration은 망에서 발생하는 모든 도그를 수집·분석하여 용도별 전용망과 개별 애플리케이션에 대한 부하 상태, 가용 자원 등을 종합적으로 판단할 수 있다.

망에서 발생한 정보를 바탕으로 단위 애플리케이션의 고장 시 대체 자원을 즉시 투입하고 모듈별 마이그레이션과 자가 복구를 통해 서비스 품질 저하를 최소화할 수 있으며, 시간·지역별 필요 자원량은 예측하여 사전에 확보하고 적재적소에 투입함으로써 효율적인 망 운영을 가능하게 한다.

또한 NFV 애플리케이션 구동·변경, SDN 컨트롤러를 통한 네트워크 자동 구성, 서비스 체이닝 구성을 통합 제어하여 서비스 조합 및 품질에 대한 고객의 요구에 원클릭으로 신속

하게 대응 가능하며, 동합 EMS 시스템을 구성하여 모든 망 요소를 하나의 화면과 명령어로 감시하고 제어함으로써 운영 효율은 높일 수 있다.

### 7.3.1.3. Edge Cloud

Edge Cloud 구조는 대도시에 있는 주요 국사에 집중되어 있던 코어 네트워크 기능을 분리하여 사용자 패킷은 처리하는 Data Plane은 가상화 애플리케이션으로 구성해 디바이스와 가까운 지역 국사에 분산 배치하는 네트워크 구조다. Edge Cloud에 위치하는 Data Plane은 사용자 패킷은 포워딩하는 게이트웨이 기능 외에 필요에 따라 컨텐츠 캐싱, 기지국 풀딩을 위한 DU를 포함할 수 있으며 이를 제어하는 Control Plane은 주요 국사의 Core Cloud에 위치한다.

지역 국사에 위치한 Edge Cloud에서 트래픽은 처리하면 백홀 경로를 거치지 않게 되므로 Connected Car와 같은 서비스에 초저지연을 제공할 수 있을 것이다.

또한 많은 가입자들이 보거나 사용하는 대용량 콘텐츠를 Edge Cloud에서 캐싱하여 전송하고, Core Cloud를 경유할 필요가 없는 기업 내부 트래픽은 LBO(Local Break Out)도 처리해 백홀 증설 비용을 절감할 수 있다.

### 7.3.2. 효율적인 IoT 제어

5G 망은 빈도는 낮지만 주기적 접속은 필요로 하는 디바이스, 24시간 접속되어 일정 속도 이상으로 계속해 데이터를 전송하는 디바이스, 접속 빈도와 접속 시 요구하는 속도가 높은 디바이스 등 다양한 특성을 갖는 다품종 IoT 기기를 경제적이고 안정적으로 수용해야 한다. 이를 위해 하나의 신호도 다수의 디바이스를 제어하고 많은 디바이스의 네트워크 동시 접속으로 발생할 수 있는 망의 과부하를 방지할 수 있는 효율적인 IoT 제어 기술의 도입이 필요할 것이다.

#### 7.3.2.1. NIMTC(Network Improvements for Machine-Type-Communications)

NIMTC는 네트워크에 과부하가 발생하는 경우 IoT 디바이스를 선별 제어하여 망의 안정성을 확보할 수 있는 기술이다. IoT 디바이스가 위치등록 혹은 반착신 시 전달한 LAPI(Low Access Priority Indicator)를 기준으로 망에서 IoT 디바이스를 관리하며, MME, SPGW의 과부하 발생 시 단말의 서비스 요청을 거절하고 일정 기간 망 접근을 차단할 수 있다. 또한 과부하 상태를 eNB도 동보해 eNB가 IoT 디바이스의 무선 접속 요청을 거부하거나 접속 요청을 하지 않도록 제어할 수 있다.

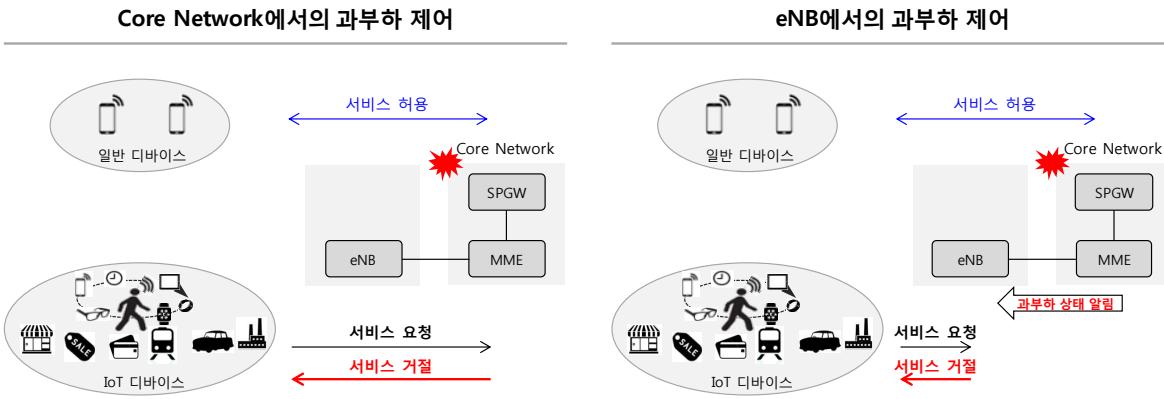


그림 7-36. IoT 디바이스 과부하 제어 동작

### 7.3.2.2. SIMTC(System Improvements for Machine-Type-Communications)

SIMTC에서는 애플리케이션 서버가 먼저 IoT 디바이스의 서비스 시작, 정보의 수집 등을 요구할 수 있는 디바이스 트리거 방식을 정의하고 이를 위해 그림 7-37과 같은 새도운 네트워크 구조를 제시한다.

애플리케이션 서버가 IoT 디바이스를 구동하는 방식은 Direct와 Indirect 방식으로 나눌 수 있는데 Direct 방식에서는 애플리케이션 서버의 트리거 요청이 LTE 망의 PGW를 경유 하여 디바이스로 전달된다. 반면 Indirect 방식에서는 애플리케이션 서버에서 요청한 제어 명령이 MTC Service Capability Server를 거쳐 MTC-IWF를 경유해 디바이스에 도달한다. MTC-IWF는 SMS 또는 LTE 망의 NAS 메시지를 활용하여 디바이스와 통신할 수 있다.

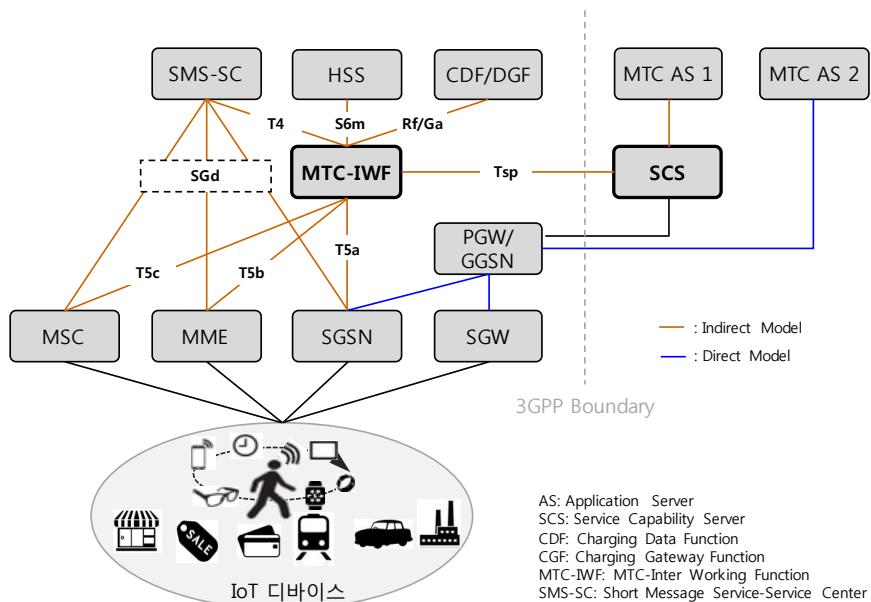


그림 7-37. SIMTC Architecture Reference Model과 주요 기능

### 7.3.2.3. Group Based IoT

Group Based IoT는 다수의 IoT 디바이스를 특정 그룹 단위로 관리해 효율적으로 제어하기 위한 기술이다. 동일 그룹의 IoT 디바이스에 QoS 정책 적용이 필요한 경우 또는 구동, 정보 수집 등의 제어 메시지 전송이 필요한 경우 브로드캐스트 메시지를 전송하여 제어 신호 처리 부하를 최소화하여 망의 과부하를 방지할 수 있다.

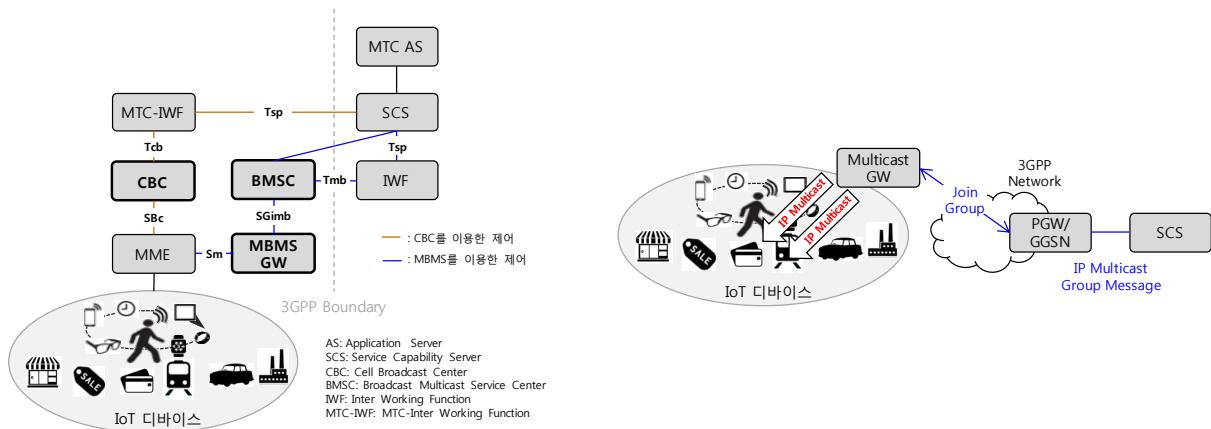


그림 7-38. Group based IoT 동작

### 7.3.3. Software Defined DataCenter

기업 고객의 요구에 따라 실시간으로 필요한 자원은 IT as a Service도 제공하기 위해서는 IT자원에 대한 가상화, 가상화된 자원은 실시간으로 할당·회수·미터링할 수 있는 소프트웨어 기반의 자동화된 데이터 센터를 구현해야 한다.

소프트웨어 정의 데이터센터의 필수 구성 요소는 기업형 클라우드 서비스의 안정성을 위한 자가 치유·최적화, 트래픽 발생 양상이 각기 다른 다수의 단말에서 유발되는 대량의 데이터를 효율적으로 수용할 수 있는 지능화된 대용량 스도리지, 그리고 경량화된 서버 가상화 기술을 들 수 있다.

#### 7.3.3.1. 자가 치유와 최적화

가상화된 환경에서는 다수의 사용자가 자원을 공유하여 사용하기 때문에 장애나 성능 저하가 발생할 경우 그 영향이 다수의 고객에게 미치게 된다. 현재는 동작 중인 가상화 인프라를 중단 없이 다든 환경으로 이전시켜주는 Live Migration 기술과 자원의 사용량 추이를 감시하며 자동으로 인프라를 확장·축소하는 auto-scaling 기술 등이 존재하나 고장에 대한 근본적인 해결책으로는 부족하다.

이를 위해 고장이나 성능에 대한 오류를 사전에 감지하고 서비스 중단 없이 자동으로 조

치하고 문제가 발생할 경우 그 영향이 다른 가상 자원으로 파급되지 않도록 분리하는 자가 치유 기술, 가상화 자원은 필요한 만큼 최적 할당할 수 있는 최적화 기술의 개발이 필요하다.

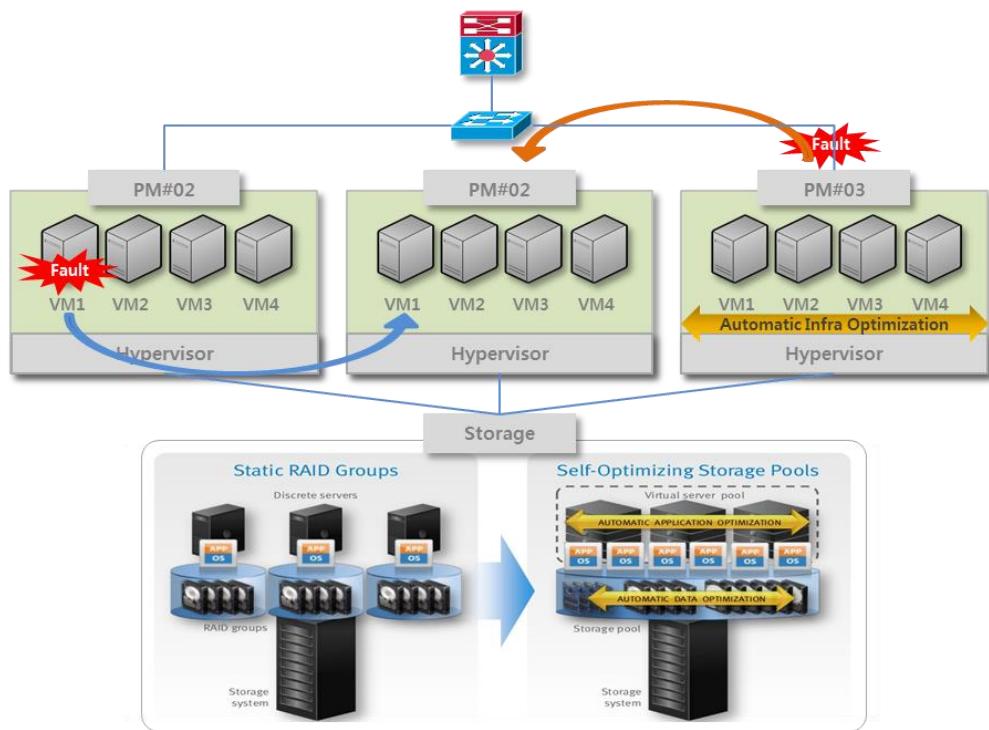


그림 7-39. Self-Healing과 Optimize 동작

### 7.3.3.2. 엑사급 스토리지

IDC's Digital Universe Study에 따르면 DB와 같은 정형 데이터는 연평균 22%, 사진, 동영상과 같은 비정형 데이터는 연평균 60% 증가하여 2020년에는 40제타바이트 규모까지 증가하고, 이중 40%가 클라우드에서 처리될 것으로 예측된다.

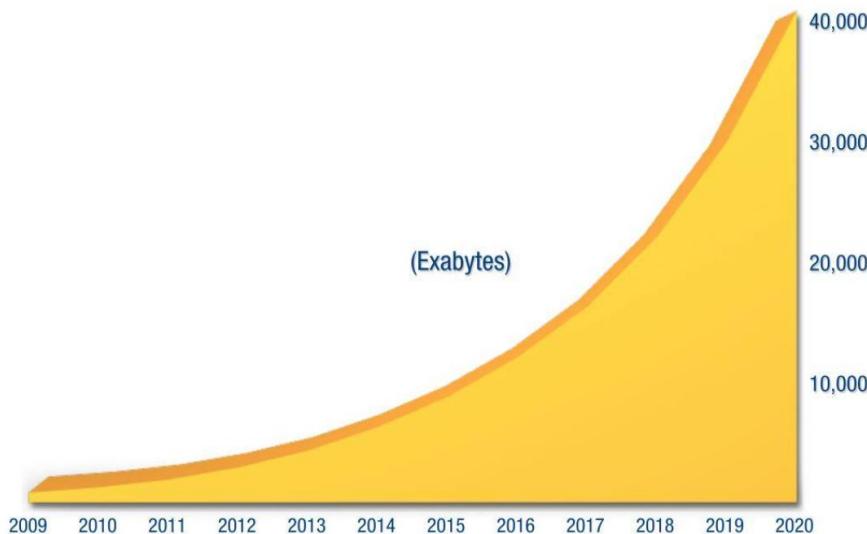


그림 7-40. 스도리지 데이터 증가 추이

5G 서비스가 널리 사용되는 시점의 데이터를 수용하기에는 현재 페타바이트급 스도리지의 용량으로는 한계가 있어 엑사바이트급의 스도리지가 필요할 것으로 예상된다. 스도리지 구축에 소요되는 막대한 투자 비용을 줄이기 위해서는 전체 데이터의 90% 이상은 차지하는 아카이브 데이터의 저장 공간을 줄이기 위해 Erasure Code를 적용하고 효율이 높은 압축 기술을 개발해 스도리지 저장 가능률은 현재 50%에서 70% 이상으로 향상시켜야 한다. 또한 중복 제거 기술 개발도 불필요한 데이터 저장에 스도리지가 낭비되는 현상을 방지하여야 한다.

하드웨어적으로는 100bay 이상의 고집적 데이터 저장 서버 개발을 통해 지속적인 원가 절감은 하여야 하며, 여러 종류의 데이터를 수용하기 위해 서비스 용도별로 구축하는 Silo 형태의 스도리지 대신 이종의 파일, 블락, 오브젝트 스도리지를 통합한 Unified Storage를 도입하여야 한다. 이 스도리지에 소프트웨어 정의 기반의 자원 Orchestration과 프로비저닝 기술을 더함으로써 Multi-Tenant 서비스 환경을 제공하고, 저장 정보의 가치에 따라 정보를 차등적으로 저장 관리하며 서비스 요청 즉시 필요한 자원들을 조합하여 제공하여야 한다.

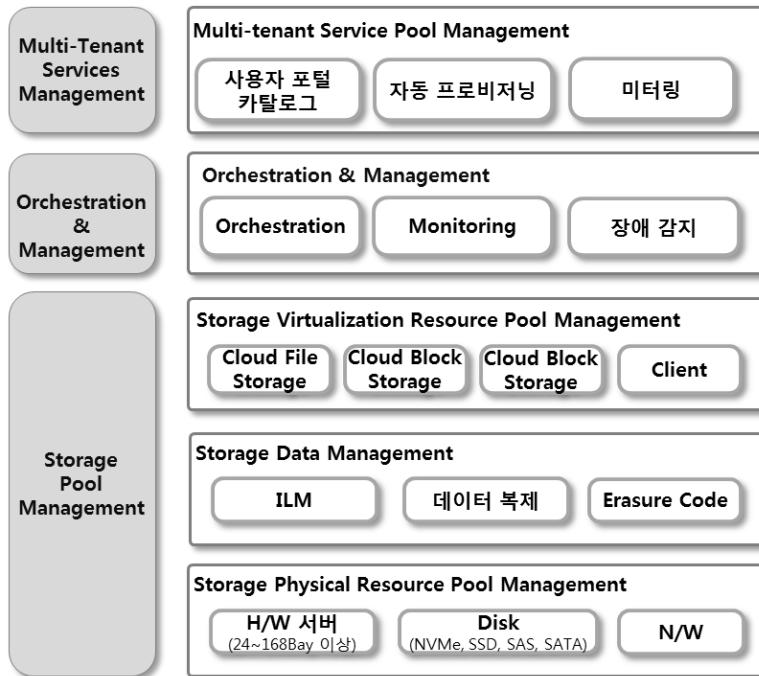


그림 7-41. 엑사바이트급 Software Defined Storage 구성도

### 7.3.3.3. 컨테이너 기반 경량 가상화 기술

모바일 서비스의 라이프 사이클이 짧아짐에 따라 신속한 개발이 필요하지만 서비스 간 연동이 증가하여 사소한 수정 사항도 관련 서비스 재검증이 필요하여 개발 기간이 길어지는 현상이 발생한다.

개발 기간과 서비스 간 영향 문제를 해결하기 위해 서비스를 기능 단위로 모듈화하여 제공하는 마이크로 서비스 구조가 대두되고 있지만, 서비스의 단위 모듈은 하나의 가상 머신으로 관리하려면 고성능 물리 서버와 대용량 스도리지가 필요하므로 단위 기능의 가상화를 위한 소요 자원은 최소화시킬 수 있는 경량화된 가상화 방식이 필요하다.

대표적인 가상화 기술인 Hypervisor와 Docker는 하나의 하드웨어에 최대한 많은 OS를 동시에 구동시킴으로써 하드웨어 효율성을 향상시킬 수 있고, 신규 서비스가 출시되는 경우 하드웨어 설치/전기 공사/네트워크 공사 및 OS 설치 기간을 최소화할 수 있으며, 애플리케이션은 하나의 이미지 파일로 생성하여 이미지 하나로 대량의 동일한 애플리케이션 생성 및 구동이 가능하다는 공동점을 가지고 있다.

하지만 Hypervisor는 하드웨어를 가상화하여 각 가상 머신에게 가상 자원을 제공하는 반면 Docker는 OS를 가상화하여 각 애플리케이션에게 가상 OS를 제공하는 차이점이 있다. 이러한 차이점으로 Docker는 Host OS와 애플리케이션의 OS가 동일해야 하는 제약 사항이 존재하지만 Hypervisor와는 다르게 하드웨어 에뮬레이션이 요구되지 않으므로 경량화 가상 방식 측면에서 Hypervisor보다 우수하다.

Docker는 애플리케이션과 애플리케이션 구동에 필요한 환경 정보를 함께 배포함으로써 운영 환경에서 별다른 환경 변경 없이 바로 애플리케이션을 동작시킬 수 있게 하는 OS 가상화를 위한 플랫폼으로, 컨테이너는 애플리케이션에게 제공되는 독립적인 가상 OS 환경이다. 특정 애플리케이션 구동을 위한 환경 정보와 라이브러리를 하나의 이미지도 생성 후 배포 둘은 이용하여 경량화된 모듈 단위로 배포·구동이 가능하므로 신규 서비스 출시에 따른 대량 배포 부담을 해소시킬 수 있다.

다수의 사용자가 이용하는 단일 서비스에 적합한 Docker와 사용자는 적으나 여러 가지 서비스를 제공하는 경우에 알맞은 Hypervisor의 기술적 특징을 고려하여, 각 서비스의 특성과 환경에 맞는 가상화 기술을 채택함으로써 자원 효율화, 서비스 품질 확보 측면에서 효율적인 서비스망을 구성·운영하여야 한다.

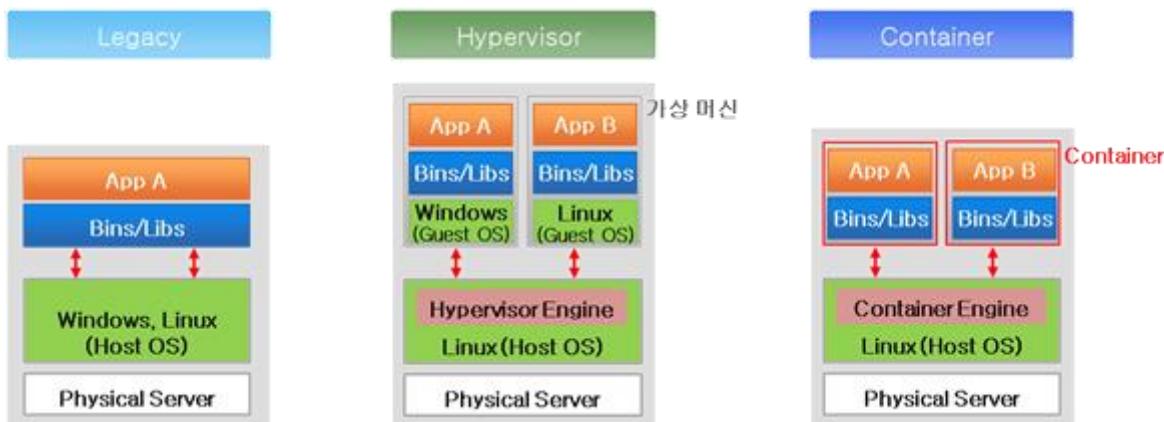


그림 7-42. 가상화 방식별 구조 비교

#### 7.3.4. 인프라 보안

정보유출 및 시스템 파괴, 금전적 피해에 사용되는 악성코드 증가추이만 보더라도 2014년까지 약 1억 4천만 개의 악성 코드가 발견되었다고 한다[10]. 5G 시대에는 유무선 All IP화, Open Source 기반 개방형 네트워크, IoT 디바이스 환경화도 인해 신규 취약점 및 다양한 변종 악성코드를 이용한 Zero-Day-Attack을 방어하는데 현재 시스템으로는 한계를 드러낼 것으로 우려된다.

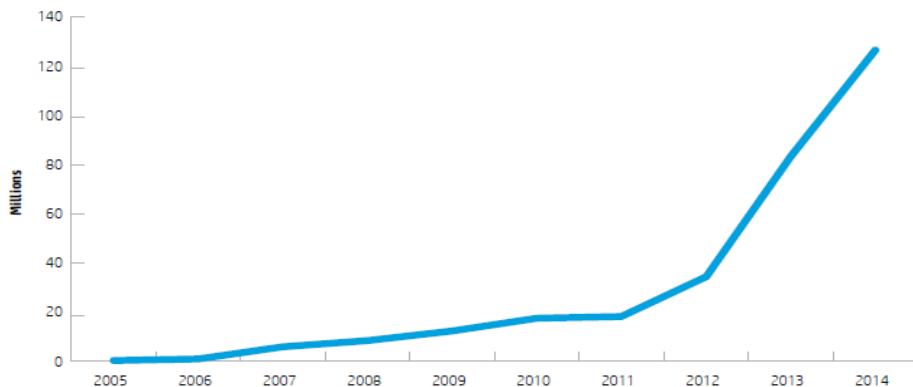


그림 7-43. 악성 코드 증가 추이(HP Cyber Report 2015)

현재 LG유플러스는 안정적인 고객 서비스 제공을 위해 엔드포인트에서 코어 네트워크, 그리고 각 시스템에 이드는 전 구간에 걸쳐 IDS, IPS, 방화벽, VPN장비, Forensic시스템, 악성코드분석시스템 등 보안 솔루션은 대응하고 있으나, 중장기적인 관점에서 보안 위협에 대한 전방위적 방어를 위해 애플리케이션 계위 분석, Sandboxing 기능 추가도 개별 보안 솔루션은 고도화하고 보안 프레임워크를 기반으로 인덴리전트 인프라의 안전성을 향상시켜야 한다.

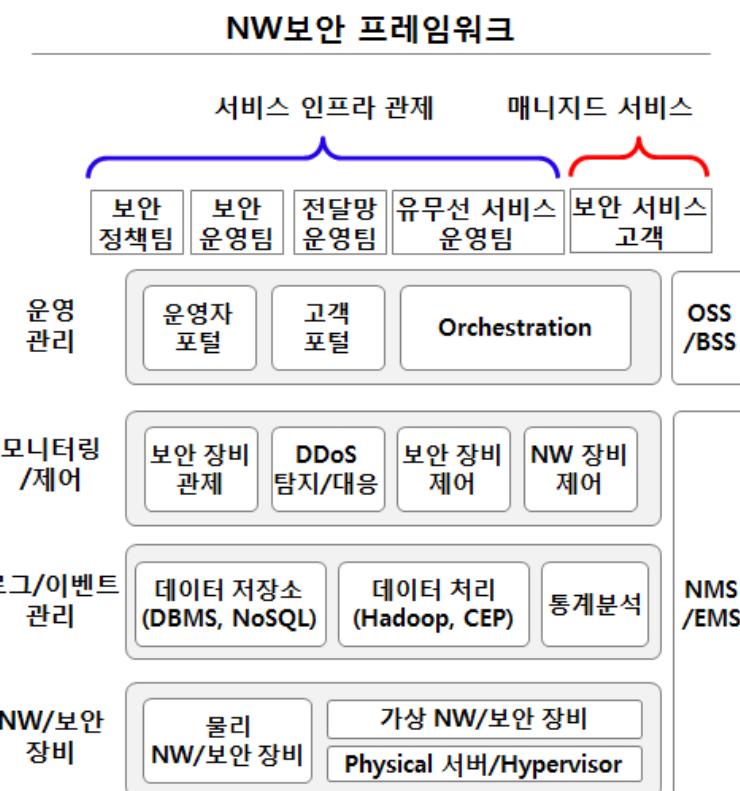


그림 7-44. 네트워크 보안 프레임워크

먼저 서비스 인프라 보호를 위해 기존 백본 계위에서 수행하는 DDoS 방어를 Edge 계위에서 차단할 수 있는 공격 근원지 차단기술도 확장하고, SDN/NFV 기술을 적용하여 가상 보안 자원은 고객에게 신속하게 할당하여 보안 위협에 즉각 대응할 수 있어야 한다. 개별 관리하고 있는 보안 위협 이력과 도그른 빅데이터 시스템으로 분석하여 가시적으로 관리함으로써 상황의 조기 인지, 조치, 대응안 개선이 선순환 구조를 이루는 통합 보안 관제 시스템을 도입하여야 한다.

## 7.4. 디바이스 기술

### 7.4.1. 클라우드 기술

모바일 디바이스의 CPU 성능과 RAM 크기, 저장공간은 급속도로 향상되어 왔다. 5G를 디바이스에서도 지속적으로 개선이 이루어지겠지만 모바일 디바이스라는 한정된 폼팩터에서 무한정 성능과 공간을 확보하기는 한계가 있기 때문에 디바이스에서도 클라우드 기술을 반드시 적용해야 할 것으로 본다.

파일시스템 가상화와 모바일에 최적화된 프로토콜을 이용하여 클라우드 파일 시스템 기술은 디바이스에 적용하여 대용량 저장 공간을 확보해야 하며, 동신/미디어 기술은 클라우드화하고 앱과 서비스를 서버 기반으로 확장할 필요가 있다. 예를 들어 동신 기능의 경우 웹은 기반으로 음성, 영상, 메시징 기능은 제공하여 디바이스 의존성을 제거하고, 게임, 비디오 서비스 및 개인화 설정까지도 서버 기반으로 제공할 수 있어야 한다. 그리고, 궁극적으로는 고객이 필요한 기능은 어떠한 디바이스에서도 사용할 수 있도록 OS 자체를 클라우드 기반으로 제공하여야 하며, 높은 단말 스펙은 요구하는 서비스가 출시되더라도 새로운 디바이스를 구입하지 않고도 CPU, 메모리, I/O의 가상화를 통하여 최상의 서비스를 제공할 수 있는 기술이 필요하다.

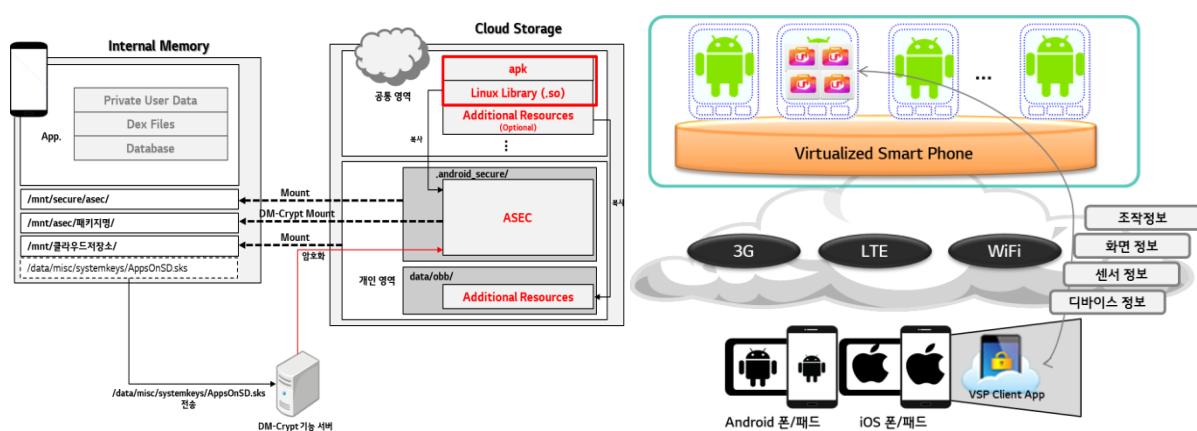


그림 7-45. 클라우드 파일 시스템과 스마트폰 가상화 기술

## 7.4.2. 하드웨어 기술

### 7.4.2.1. 칩셋/반도체

모바일 디바이스 프로세서는 제한적인 공간에 모든 부품을 내장해야 하므로 PC의 CPU와 달리 GPU(Graphic Processing Unit), DRAM, ISP(Image Signal Processor), DSP, CP(Communication Processor)등이 하나의 칩셋에 집적되어 있다. 이 칩셋은 모바일 환경에 적합하고 저전력 특성을 가지는 ARM 아키텍처가 90% 이상, PC환경에 적합한 intel의 고성능 x86계열이 나머지를 차지하며 성장해 왔는데 최근 모바일과 PC의 경계가 점차 허물어짐에 따라 이 두 아키텍처의 구분이 점점 의미가 없어지고 있다. 모바일 칩셋에는 2013년부터 64비트 프로세싱이 시작되어 2015년에 완성화되었으며, 2020년 이후에는 128비트 프로세싱이 도입될 것으로 예상된다.

데이터 폭증과 함께 단말의 칩셋 또한 폭증하는 성능 요구와 전력 소모 문제에 대해 지속적인 개선이 필요하며, 전력 소모 및 발열 문제도 인해 무어의 법칙에 의한 발전이 둔화될 것으로 전망되는 가운데 다음 방안이 고려되고 있다.

첫 번째로 반도체 공정의 미세화도 저비용화와 함께 성능을 향상하는 것으로, 미세화를 하게 되면 더 낮은 전압에서 동작할 수 있고 더 많은 트랜지스터를 집적할 수 있다. 성능 향상에는 크게 고속화와 처리성능 향상, 그리고 소비전력 절감의 2가지 방향이 있으며, 동일한 반도체 공정이라도 서버는 처리 성능의 고속화, 모바일 디바이스는 소비전력 절감에 중점을 두고 개발된다. 두 번째로 클럭 속도 향상이 더디어짐에 따라 멀티 코어 방식이 개발되고 있다. 구조적으로 고성능 big 코어와 다수의 에너지효율이 높은 little 코어의 조합으로 반전해 왔으며 현재 big.LITTLE 구조의 옥타 코어까지 상용화 되어 향후 16, 32코어도 이어질 전망이다. 세 번째로는 새도운 소자, 새도운 동작 원리에 기반한 트랜지스터의 개발도 기본 들은 뒤집는 방식이 개발 중에 있다.

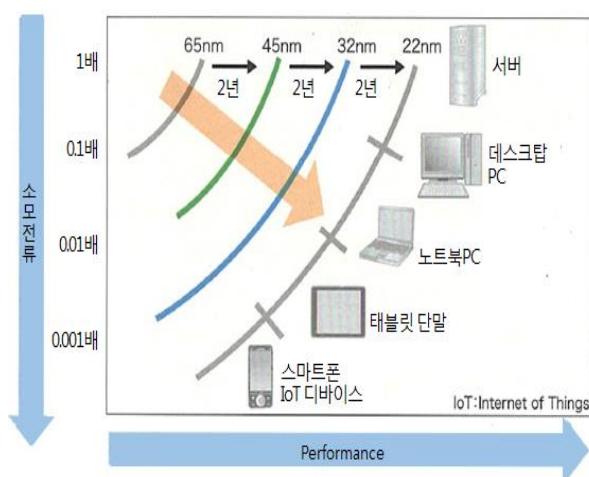


그림 7-46. 반도체 기술 진화(니케이커뮤니케이션즈)

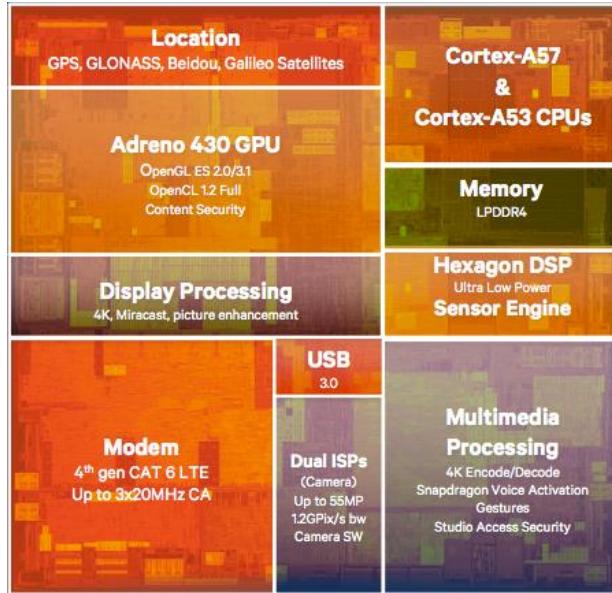


그림 7-47. 모바일 칩셋 구조(출처, 웰컴)

#### 7.4.2.2. 안테나 기술

디바이스에 담재되는 안테나는 공간의 제약으로 인해 적은 영역을 차지하면서도 성능, 내구성, 가격 등의 요구를 만족시키기 위해 아래와 같이 여러 방식이 연구되어 왔다.

	LDS (Laser Direct Structuring)	인몰드	이중사출	Chip/Patch	Retractable
형상					
방식	레이저를 이용, 케이스에 안테나패턴을 그리고 안테나소재를 도금	케이스 내부에 안테나를 정밀하게 삽입	별도 제작된 금형에서 외형구조물과 패턴도금을 결합	안테나를 인쇄회로기판(PCB) 에 직접 표면실장	$\lambda/4$ 길이를 가지는 헬리컬 안테나 상단에 신장(Expend) 가능한 모노폴 안테나가 설치

표 7-2. 디바이스 안테나

다양한 5G 신기술과 서비스 요구사항을 만족시키기 위해 안테나 기술은 기존의 안테나 자체는 유지한 채 구조적인 변화의 모색, 완전히 새도운 형태와 소재의 안테나 개발이라는 두 방향으로 나아가고 있다.

구조적 변화 측면은 보면 LTE FDD 모드에서의 Full Duplex Radio 기능은 효과적으로 지원하기 위해 간섭제어기술과 함께 송수신 안테나를 격리시켜 간섭을 최소화하는 연구가 활발히 진행 중이며, LTE 상향 주파수 대역으로 전달되는 LTE D2D discovery message 를 수신하기 위해 안테나와 연결된 듀플렉서의 상향 주파수 출력단이 모뎀 수신단으로도 연결되는 구조 변경도 연구되고 있다.

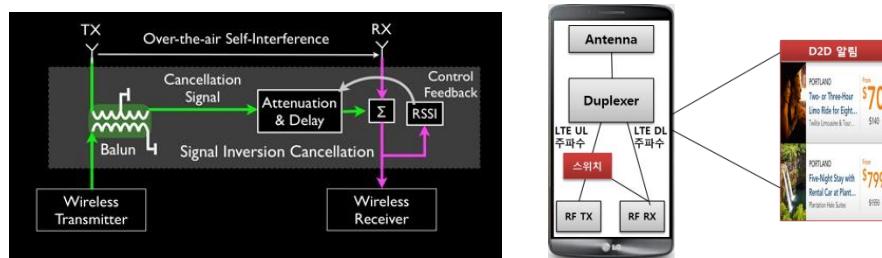


그림 7-48. 안테나 구조의 변화

새로운 안테나 형태나 소재 면에서는 동신표준 IEEE 802.15.6 WBAN(Wireless Body Area Network)의 요구사항을 만족시키기 위해 인체에 무해하면서도 높은 도전율을 가져야하는 전도성 섬유 안테나가 직포, 부직포, 편문, 편복 등의 방식으로 논의되고 있으며 conductor 와 하부기판 모두 유연한 특징을 가진 flexible 안테나, 초소형의 tattoo 안테나, 렌즈 형태의 안테나 외에 Connected car 내에서 실시간으로 무선환경에 맞게 안테나의 방향과 수신 특성을 변화시키는 스마트 안테나 등이 등장할 것으로 예상된다.

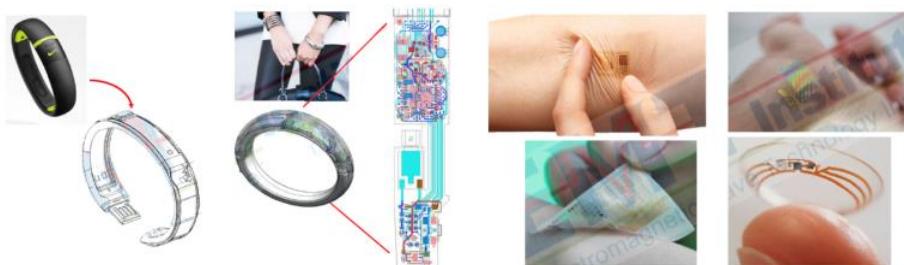
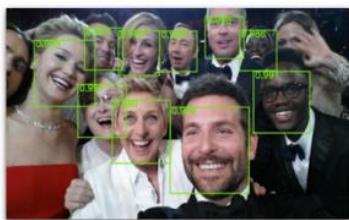


그림 7-49. Wearable / IoT 안테나

#### 7.4.3. 지능, 감성 기술

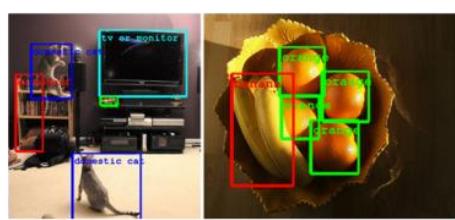
도봇디바이스는 얼굴·음성 인식, 상황인지 기술, 모터/카메라/센서 정밀 제어 기술, 클라우드 서버 연동 기술의 집합체로서 지능 및 감성형 서비스를 위해서는 인식 기술과 이미지, 음성의 빅데이터 분석 기술이 가장 중요하다. 영상 인식은 얼굴, 손, 자동차 번호판과 같이 픽셀/벡터 수가 일정한 특정 물체 인식 기술과 일반적인 자동차, 책상, 사람, 의자 침대 등과 같이 일정한 제약이 없는 일반 물체 인식으로 나눌 수 있다.

### ● 특정 물체 인식



- 어떤 특정 물체를 영상내 탐색(Identification)
- 얼굴, 손, 자동차 번호판 등
- 사용되는 Pixel의 수, 특징벡터의 수 등이 많음.

### ● 일반 물체 인식



- 환경의 제약이 없는 일반적 상태.
- 일반적인 물체를 영상 내 탐색(Classification)
- 카테고리가 방대함 -> 식별이 어려움.
- 자동차, 책상, 사람, 의자, 침대 등

그림 7-50. 물체 인식

지능, 감성형 디바이스의 영상인식 기술은 얼굴의 정면·측면 인식 기술, 표정 인식, 얼굴 응시 방향 트랙킹, 가족 구성원 인식, 제스처 인식, 영상을 활용한 상황/공간인지 기술들을 필요로 한다. 음성인식 기술은 4개 이상의 마이크를 통해 음원지 방향을 파악하고, Voice Trigger를 통해 잠자고 있는 도봇을 깨우는 호출어 인식 기술과 사용자와 대화가 가능한 연속어 인식 기술 등이 있다. 이러한 영상, 음성은 클라우드 서버에서 Deep Learning을 통해 학습되며, 가공 처리하여 재사용 및 추천을 통해서 사용자에게 지능과 감성을 공유할 수 있다. 또한 자연스러운 움직임, 감성적인 음성, 동작 피드백, 나른 인지하는 학습을 통하여 Me-Centric에 최적화시킬 수 있다.

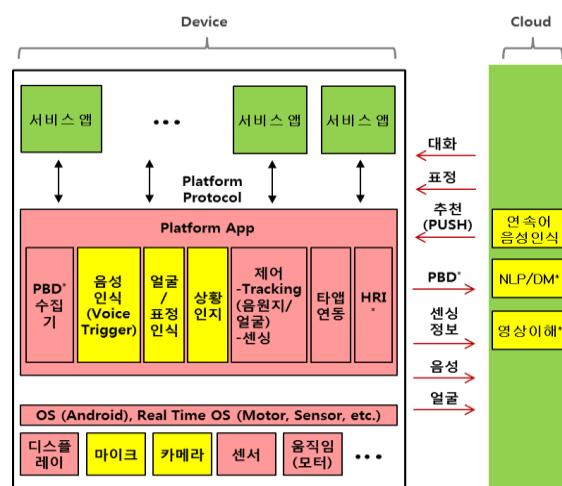


그림 7-51. 지능, 감성형 디바이스의 구조

인식 기술과 함께 사용자의 외출/귀가/여행 등의 상황 및 선호도를 인지할 수 있는 상황인지 기술이 발전할 전망이다.

#### 7.4.4. 실감 미디어 기술

전동 비디오 서비스와는 차별적으로 5G 망에서는 넓은 대역폭이 고객에게 제공되므로 새로운 사용자 경험을 제공할 수 있는 진화된 실감 미디어 서비스 제공이 가능하다. 아래 그림과 같이 여러 각도의 카메라 영상을 Stitch 하여 Virtual Reality 환경을 제공하는 360° 영상을 송출하면 단말에서는 고객이 원하는 각도의 영상을 볼 수 있는데, HMD를 쓰고 고개를 움직이면 원하는 장면을 볼 수 있고, 2D 디스플레이 장치 연결 시 터치, 리모컨 방향 키 등을 이용해 볼 수 있다.



그림 7-52. 360도 카메라(노키아 Ozo), 영상

실감 미디어 영상의 최종적인 기술 개발은 3D 홀로그램 영상으로 귀결되며 홀로그램은 종종 영화에서 소개된 것과 같이 실제 인간이 보는 것처럼 대상을 구현하는 것이다. 홀로그래피는 피사체로부터 반사된 물체파와 아무 정보도 갖지 않는 기준파를 이용해 두 개의 빛이 만날 때 발생되는 간섭 무늬의 정보를 기록하여 3차원 입체 영상을 재생하는 기술이다. 3D 홀로그램에 의해 생성된 입체 영상은 사람에게 실사와 같은 입체감을 제공함으로써 스테레オス코픽 방식보다 현실감이 강화되고 누구나 편하게 어떤 각도에서도 홀로그램 영상을 감상할 수 있어 기존의 3D 스테레オス코픽 방식에서 야기되는 눈의 피로감과 어지럼증 등의 문제를 근원적으로 해결할 수 있다.

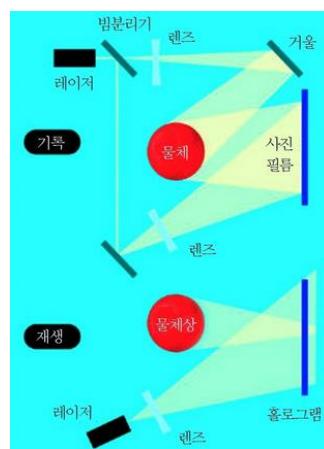


그림 7-53. 홀로그램의 원리

## 참고 문헌

- [1] 미래창조과학부, “무선 데이터 트래픽 동계,” 2015.
- [2] ITU, “final report on evaluation of the imt-advanced radio interface technologies”.
- [3] P. Mogensen, “5G small cell optimized radio design,” *Globecom 2013. I E E E Conference and Exhibition*.
- [4] S. Cho, “5G Low-latency-Requirements and Latency Analysis Based on TTI Length,” *한국통신학회/동계종합학술대회*, 2015.
- [5] 삼성전자, “5G VISION,” 2015.
- [6] 미래창조과학부, “K-ICT 네트워크 종장기 밝전전략,” 2015.
- [7] “Cisco Visual Networking Index(Cisco VNI),” 2015.
- [8] NGMN, “5G White Paper,” 2015.
- [9] ETRI 디지털도그래피연구실, “CP Issue Report,” 2013.
- [10] HP, "Cyber Report," 2015.

## 약어표

ANR	Automatic Neighbor Relation
API	Application Programming Interface
APT	Advanced Persistent Threats
BGP-LS	Border Gateway Protocol – Link State
BSS	Business Support System
CA	Carrier Aggregation
CAPEX	Capital Expenditures
CCO	Coverage and Capacity Optimization
CDMA	Code Division Multiple Access
CDN	Contents Delivery Network
CEM	Customer Experience Management
CM	Cable Modem
CMTS	Cable Modem Termination System
CP	Cyclic Prefix
CSCF	Call Session Control Function
D2D	Device To Device
DC	Dual Connectivity
DDoS	Distributed Denial of Service
DOCSIS	Data Over Cable Service Interface Specification
DPI	Deep Packet Inspection
DU	Digital Unit
EIR	Equipment Identity Register
EMS	Element Management System
eNB	Evolved Node B
ePDCCH	Enhanced Physical Downlink Control Channel
EVDO	Evolution Data Optimized
FBMC	Filter Bank Multi-Carrier
FC	Fiber Channel
FDD	Frequency Division Duplex
FQAM	Frequency&Quadrature Amplitude Modulation
FSAN	Full Service Access Network
FSK	Frequency Shift Keying
FTTH	Fiber To The Home
FW	Firewall
GGSN	Gateway GPRS Support Node
GLR	Global Location Register
HFC	Hybrid Fiber-Coaxial

HSS	Home Subscriber Server
IBCF	Interconnection Border Control Function
ICI	Inter Carrier Interference
IDC	Internet Data Center
IDS	Intrusion Detection System
IMS	IP Multimedia Subsystem
IPS	Intrusion Protection System
ISI	Inter Symbol Interference
ITU-R	International Telecommunication Union Radio Communication Sector
LAA	Licensed Assisted Access using LTE
LB	Load Balancer
LBO	Local Break Out
LBT	Listen Before Talk
MCS	Modulation and Coding Scheme
MeNB	Master eNB
MGCF	Media Gateway Control Function
MIMO	Multiple Input Multiple Output
MLB	Mobility Load Balancing
MME	Mobility Management Entity
MPLS-TE	Multiprotocol Label Switching-Traffic Engineering
MPLS-TP	Multiprotocol Label Switching-Transport Profile
MRO	Mobility Robust Optimization
MSC	Mobile Switching Center
MSG-AS	Message Application Server
MTC	Machine-Type Communication
NAICS	Network-Assisted Interference Cancellation and Suppression
NBI	NorthBound Interface
NFV	Network Functions Virtualization
NFVI	NFV Infrastructure
NGMN	Next Generation Mobile Networks
NG-PON	Next Generation-Passive Optical Network
NG-ROADM	Next Generation-Reconfigurable Optical Add Drop Multiplexer
NOMA	Non-Orthogonal Multiple Access
OAM	Operation Administration Maintenance
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
OLT	Optical Line Terminal
ONT	Optical Network Terminal
OPEX	Operating Expenditure

OSS	Operate Support System
OTA	Over The Air
OTN	Optical Transport Network
OVSDB	Open Virtual Switch Data Base
PCEP	Path Computation Element Protocol
PCRF	Policy & Charging Rule Function
PDCCH	Physical Downlink Control Channel
PGW	Packet Data Network Gateway
POTN	Packet Optical Transport Network
ProSe	Proximity-based Service
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
ROADM	Reconfigurable Optical Add Drop Multiplexer
RRH	Remote Radio Head
SBC	Session Border Controller
SBI	SouthBound Interface
SCMA	Sparse Code Multiple Access
SDN	Software Defined Networking
SeNB	Secondary eNB
SGSN	Serving GPRS Support Node
SGW	Serving Gateway
SIC	Successive Interference Cancellation
SOMA	Semi Orthogonal Multiple Access
SON	Self-Organizing Network
TAS	Telephony Application Server
TDD	Time Division Duplex
TTI	Transmission Time Interval
TWDM-PON	Time and Wavelength Division Multiplexing–Passive Optical Network
UFMC	Universal Filtered Multi-Carrier
UHD	Ultra High Definition
V2I	Vehicle-To-Infra
V2V	Vehicle-To-Vehicle
vEPC	virtualized Evolved Packet Core
VIM	Virtual Infrastructure Manager
VPN	Virtual Private Network
WDM	Wavelength Division Multiplexing
WP5D	Working Party 5D