

5G 모바일 트래픽 전망

5G Mobile Traffic Forecast

장재혁 (J.H. Jahng, sapaha@etri.re.kr)
박승근 (S.K. Park, seungkp@etri.re.kr)

산업제도연구실 책임연구원
전파자원연구실 책임연구원/실장

ABSTRACT

Korea launched the world's first commercial 5G services in April 2019. Mobile traffic is expected to increase further with the acceleration of mobile-centric data utilization. It is one of the most important indexes of the growth of the mobile communications market, and it has a close relationship with frequency demand and supply, network management, and information communication policy. To overcome the limitations of an analytical solution due to the high complexity of the real world, this paper estimates the diffusion of 5G users using systemic thinking and the behavior of individual agents. Based on these demand forecasts, contributions to the establishment of strategic policies are suggested. For better understanding, global 5G predictions of subscribers and mobile traffic are also compared.

KEYWORDS 5G, 가입회선, 모바일 트래픽, eMBB, B2C

1. 서론

우리나라는 2019년 4월에 5세대(5G) 이동통신 상용화 서비스를 세계 최초로 개시하면서 신규 모바일 시장의 우위 선점에 유리한 입지를 확보하게 되었으며, 2020년 9월에 5G 가입회선은 925만으로 이동통신 대비 13%에 불과하지만, 5G 트래픽은 이동통신 대비 34%를 차지하며 데이터 사용량이 급성장하는 추세이다[1,2].

5G는 기존의 속도 중심에서 초고속, 고신뢰-저

지연, 초연결 등의 축을 기준으로 3가지 성능을 만족시키도록 진화되어 단일 표준으로 기술과 서비스 측면에서 실질적인 융합서비스를 지향하고 있으며, 모바일 중심의 데이터 활용 가속화로 통신 네트워크의 트래픽과 주파수 수요는 더욱 늘어날 전망이다.

한편 세계 5G 서비스는 2020년 11월에 이르러 49개국 122개 사업자가 상용 서비스를 개시하였으며, 그 중 115개 사업자는 5G 모바일 서비스를 제공하고, 40개 사업자는 FWA 또는 맥내 광대역 서

* DOI: <https://doi.org/10.22648/ETRI.2020.J.350613>

* This work was supported by the ICT R&D program of MSIT/IITP[2017-0-00109-004].

비스를 제공하고 있다[3].

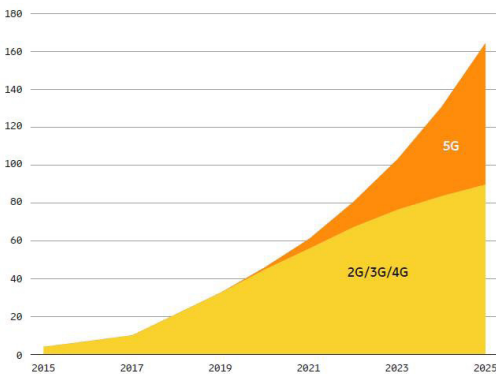
이처럼 모바일 생태계와 디지털 경제 전반의 발전을 염두에 두고 세계 각국은 5G 산업의 광범위한 기기 및 서비스의 유연성 확보를 위해 분투하고 있다. 이와 더불어 일부 기관 또는 통신업계에서는 세계 5G 전망을 주기적으로 발표하고 있는데, 도입기 단계에서 네트워크 진화 및 소비자 수용도는 여전히 불확실한 상태이다. 더군다나 국내의 경우 체계적인 예측분석이 다소 미흡한 실정이다.

이에 본 고에서는 미래의 불확실성을 조금이나마 해소하여 합리적이고 효율적인 의사결정을 지원하는 차원에서 5G 시장 성장을 대표하는 주요 지표 중 하나인 5G 모바일 트래픽을 예측하고, 이를 기반으로 정부기관 및 산업계에서 전략적 정책 수립에 기여할 방안을 마련하고자 하였다.

II. 국내외 트래픽 동향

1. 세계 현황

2019년 말 세계 이동통신 가입회선은 80억 규모이며[4], 이동통신 트래픽은 33EB에 이른다[5]. 한편 아시아 및 북미에서 주도하고 있는 5G 이용 확



출처 Ericsson, "Mobile Report," June 2020.

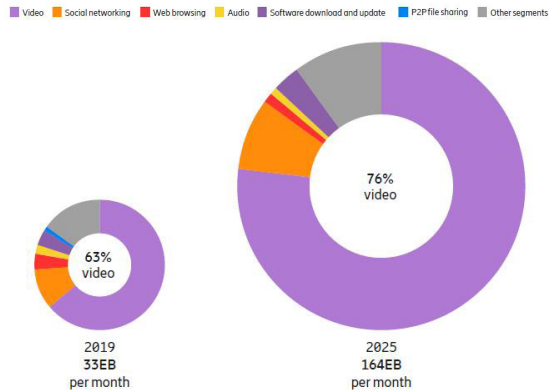
그림 1 Global Mobile Data Traffic(EB/month)

산으로 세계이동통신사업자연합회(GSMA: Global System for Mobile Communications Association)에서는 2025년 5G 가입회선이 18억(cellular IoT 제외), 세계 이동통신공급자협회(GSA: Global Mobile Suppliers Association)에서는 30억에 이를 것으로 예상하고 있다[3,4].

Ericsson에 따르면, 2025년 이동통신 가입회선 8,860백만 중에서 5G는 2,790백만으로 약 32% 점유를 예상하지만, 트래픽의 경우 그림 1과 같이 이동통신 트래픽 164EB 중에서 5G는 45% 차지할 것으로 전망하고 있다[5]. 또한 트래픽 범주에 있어서 스트리밍, 비디오를 활용한 소비행태, 대형 스크린 및 고해상도 기기, 전송속도 향상, 실감 미디어 확대 등으로 동영상 비중은 2019년 63%에서 2025년이면 76%로 더욱 증가할 것으로 보고 있다(그림 2 참조).

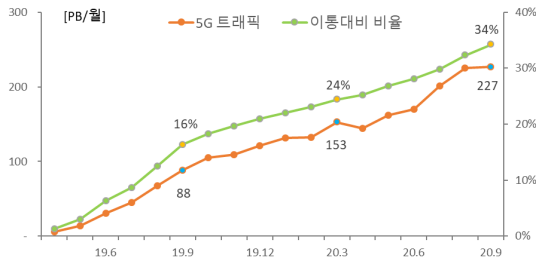
2. 국내 현황

우리나라의 5G 가입회선은 2020년 9월 기준 925만으로 전체 이동통신 7,021만 대비 13%에 불과하지만, 5G 트래픽은 221PB로 이동통신 647PB 대



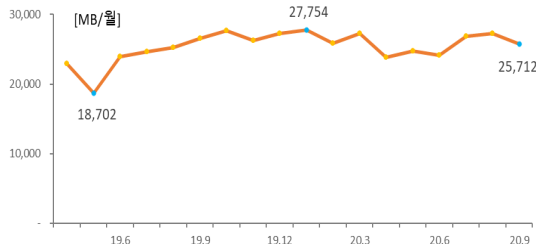
출처 Ericsson, "Mobile Report," June 2020.

그림 2 Mobile Traffic by Application Category



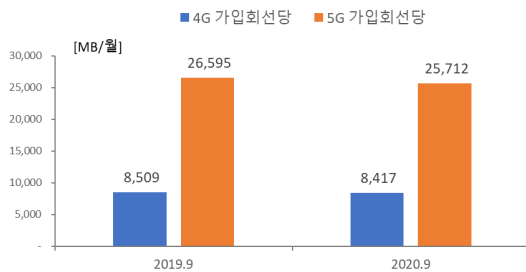
출처 과학기술정보통신부, 통계정보 재구성

그림 3 5G 모바일 트래픽 추이



출처 과학기술정보통신부, 통계정보 재구성

그림 4 5G 회선당 트래픽 사용량



출처 과학기술정보통신부, 통계정보 재구성

그림 5 회선당 트래픽 사용량 비교(MB/month)

비 34%를 차지하며 데이터 사용량이 급성장하는 추세이다[1,2]. 그림 3은 5G 모바일 트래픽 추이를 나타내며, 최근 1년간 월평균 증가율(CMGR: Compound Monthly Growth Rate)은 8.2%로 지속적인 증가 추세이다.

반면 가입회선당 트래픽은 18,702MB부터 27,754MB까지 매월 증감을 반복하고 있으며(그림

4 참조), 현재 5G 가입회선당 트래픽은 4G보다 약 3배 많은 월 25,712MB 전후를 사용하는 것으로 나타났다(그림 5 참조).

III. 예측 분석

1. 예측방법론

예측은 적절한 가정에 기초하여 미래의 어떤 상태나 사건을 사전에 추측하는 것으로 사회, 기술, 산업, 환경, 정책 분야와 관점에 따라 다양한 유형이 있다(표 1 참조). 정량적-정성적, 주관적-객관적, 사전예측-사후예측 등 분류 기준도 각양각색이다.

일반적으로 정량적 예측의 경우, 예측치와 시간 경과 후 실제 관측치를 서로 비교함으로써 예측의 정확도를 평가해 볼 수도 있겠으나, 한 치의 오차도 없는 적중(的中)보다 예측이 갖는 순기능적 측면에 주목할 필요가 있다. 경제이론 중 미래의 상황에 대해 특정한 기대를 갖는 것만으로도 그 현상이 실제 일어난다는 자기충족적 예언(Self-fulfilling Prophecy)처럼, 예측은 미래의 일을 계획하면서 공동의 목표 지향점을 가질 수 있게 해 준다. 또한 시장수요 기반의 체계적인 정부정책 수립과 산업계의 투자 근거로 활용되기 때문에 전망은 현재 시점에서 미래의 방향을 제시해 주는 기본 좌표이기도 하다. 더 중요한 것은 예측분석은 상호작용을 일으

표 1 예측방법의 유형

분야	예측방법론
사회	시나리오, 의사결정나무, 에이전트 모델링
기술	텍스트마이닝, 계층화, 로드맵, 계량정보분석, 기술발전 단계분석
산업	빅데이터, 델파이, 질적 추세, 교차영향, 미래지수, 통계학적 모델링
정책	패널, 형태분석, 규범적, 게임이론

키는 것에서 새로운 무엇인가를 찾아내는 위대한 질문(Big Question)을 통해 단순히 많이 모여 있는 빅데이터에서 미래의 진정한 가치를 발굴하고 현실로 만들 수 있다는 점이다.

ICT 분야에서 기술, 제품, 서비스, 시장의 수요 혹은 공급 변화를 예측하기 위한 방법론은 데이터 유형, 데이터 수준, 접근방식에 따라 수많은 정량적 예측 모형들이 존재하나, 본 고에서 살펴보고자 하는 이동통신은 기술세대별 서비스 특성 차이로 인해 세대별로 적합한 예측모형 개발이 우선 필요하다. 기존 2G~4G의 경우 시간의 흐름에 따라 연속적으로 관측된 자료의 증가와 감소 추세를 반영하여 예측할 수 있으나, 5G는 신규서비스가 도입되어 확산되는 과정 외에도 기존 서비스와의 전환 관계, 동시 다중연결 복합망(4G, 5G, DSS, Wi-Fi, NR-U) 진화로 미래 서비스에 대한 불확실성이 높아 수리통계학적 방법만으로는 한계가 있다.

구체적으로 모바일 트래픽은 무선통신에서 전파를 이용하여 전송되는 정보량이며, 그 자체가 하나의 지표가 된다. 하지만 트래픽은 시간 흐름에 따른 가입회선과 회선당 트래픽 변화량의 곱으로 산출이 가능하기 때문에, 서로 다른 지표의 특성에 맞는 예측모형을 구분하여 접근하는 것이 예측의 정확도를 높일 수 있다.

가입회선은 타당성 있는 수많은 예측방법론 중에서 최근 컴퓨터와 빅데이터 활용성 증대로 모형을 통해 미래를 예측하는 시스템 분석 기법을 선정하였다. 이러한 시뮬레이션은 분석 대상의 특성을 추출하여 실제 상황과 비슷한 모형을 만들어 실험하는 것으로, 대표적인 실험적 예측방법론으로 시스템 다이내믹스, 행위자기반 모형 등이 있다.

시스템 다이내믹스(System Dynamics)는 시스템 관점에서 하향식(Top-down) 방식의 접근법으로 다양한 변수 간 상호 영향 관계를 통해 시간의 경

과에 따라 역동적으로 변하는 시장에서의 시뮬레이션 모델링에 유용하다. 따라서 기존에는 데이터를 활용한 정태적 형태의 예측이 핵심이었다면, 시스템 다이내믹스는 변화와 시간의 개념을 도입하여 문제를 정의하고, 요인 상호 간의 인과지도를 통해 시간에 따른 동태적인 관계를 설명한다고 볼 수 있다. 반면 행위자기반 모형(Agent-based Model)은 시스템을 구성하는 개별 행위자의 미시적인 행동을 모형화함으로써 시스템의 거시적인 구조를 분석하는 상향식(Bottom-up) 접근방식으로 행위자들의 행동방식을 컴퓨터 프로그램으로 구현하여 개별적 행동 특성을 미시적으로 결정하고 시간에 따라서 발전하도록 하며, 이러한 행위자들의 행동 결과가 시스템 전체에 어떻게 발현하는지 이해할 수 있도록 해 준다.

회선당 트래픽은 정량적 증장기 예측방법으로서 기존 데이터 서비스 이용 패턴의 지속성을 고려한 시계열 모형과 5G 애플리케이션별 이용자 수, 이용률, 이용시간, 전송속도 등을 고려한 대체모형 등을 복합적으로 활용하여 관찰 대상의 특성을 추론하고자 하였다.

이처럼 트래픽 예측에 적합한 모형 식별과 타당성을 확인한 후, 5G 상용화 이후 관측치와 유사한 예측결과를 나타내도록 모형의 보정(Calibration)을 통해 최적값과 각종 모수를 조정하는 방식을 사용하게 되며, 시나리오와 합리적인 가정에서 모형의 결과를 일부 산출하여 실제 관측치와의 비교로 유사도를 검토한 후, 최종적으로 수용 가능 여부를 판단하게 된다.

2. 모형의 설계 및 구축

이동통신 서비스의 수용도 증가를 유발하는 요인들은 규제기관의 정책 및 제도, 통신기술의 발전

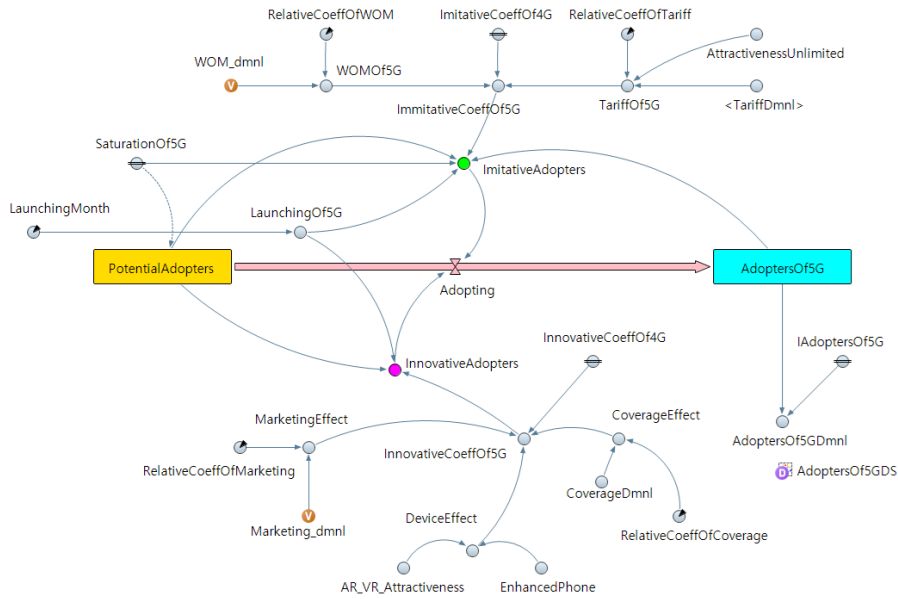


그림 6 5G 이용확산에 대한 인과지도

과 진화, 사업자의 네트워크 구축과 마케팅 전략, 이용자의 사용 경험과 입소문, 사회·문화적 측면 등 다양하다. 이러한 요인들을 기존 선행연구를 참조하여 5G 서비스 시장의 피드백 구조와 접목하여 시뮬레이션 모형을 설계하게 된다[6].

거시적 모형으로서 5G 이용확산은 정책변수가 가장 큰 변동 요인으로 작용하게 되며, 5G 상용화 시점은 이미 2019년 4월로 실현되었기 때문에 잠재가입자 포화 규모가 주요 정책변수가 될 것이다. 5G가 초고속 대용량 데이터 서비스를 제공하더라도 기존의 4G 서비스를 완전히 잠식하는 형태가 아니므로 5G 최대 잠재가입은 B2C 중심으로 한정하여 추계인구의 100%를 넘지 않는다는 합리적인 가정에 기초하고 있다.

한편 4G 확산계수는 통계를 활용하여 정태적인 값을 사용하는 반면, 5G 확산계수는 시뮬레이션 모델에서 다양한 변수의 인과관계를 통해 시간의 경과에 따라 동태적으로 변하는 값(Dynamic Vari-

able)으로 설정된다. 또한 가입회선은 커버리지, 단말, 요금제 등의 변수에 영향을 받는 것으로 구성되었다.

미시적 모형으로서 행위자의 이용행태 시뮬레이션은 마케팅효과와 구전효과로 구분되며, 마케팅은 시간 변화에 따라 확률적으로 임계치 이상의 광고 효과에 노출될 때 새로운 서비스에 가입하지

표 2 요인 추출 및 변수 설계

구분	내용
SD	혁신가입(외부영향) -혁신계수(4G, 5G) -커버리지 효과 -단말 효과
	모방가입(내부영향) -모방계수(4G, 5G) -요금제 효과
ABM	광고/마케팅 효과 구전효과
정책 변수	5G 상용화 시점 5G 잠재 가입자

만, 가입 이후에는 매월 만족 시 5G 유지 또는 불만족 시 전환에 대한 의사결정을 하게 된다. 구전 효과는 베타분포에 근거를 두고 각 단위활동을 추정하는 확률을 통해 5G 추천 강도를 설정하고 있다[6]. 이를 정리하면 표 2와 같다.

이를 통합한 5G 이용확산 시스템에 대한 인과지 또는 5G 잠재수용자(Potential Adopters) 및 5G 수용자(Adopters of 5G)를 포함하는 두 개의 저량변수와 5G 수용자를 포함하는 한 개의 유량변수로 구성되어 있다(그림 6 참조).

IV. 미래 전망

1. 5G 가입회선(B2C)

국내는 중장기적으로 5G 기술이 성숙된 이후에 NR(New Radio) 단독 모드 업그레이드가 부분적으로 진행됨으로써 수용자 확산은 더욱 늘어나게 되고, 이후 5G 스마트폰은 자율주행을 보조하고 인공지능(AI)을 활용한 정보처리 등으로 타 산업과의 융합 서비스로 발전될 것으로 기대하고 있다[7].

이에 5G 서비스의 주축이 될 초고속(eMBB) 서비스는 성장 가속화를 거쳐 2026년 5G 가입회선 수는 4,408만에 이를 것으로 전망되며, 전체 이동통신에서 차지하는 5G 점유율은 55% 수준으로 추

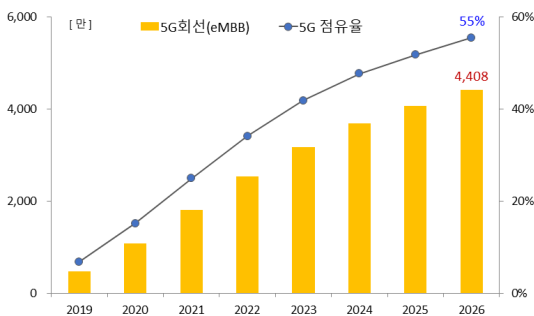


그림 7 5G 가입회선 수 전망(eMBB)

정된다(그림 7 참조).

5G 상용화를 계기로 기술세대 그룹 간 가입자 전이가 활성화되어 세대별 증감의 변화에 영향을 주게 되며, 특히 5G 가입회선이 증가할수록 상대적으로 4G 가입회선 이탈은 가속화될 것이다. 여기서 5G는 스마트폰 중심의 초고속(eMBB) 서비스에 대한 B2C 가입회선을 고려하였고, 5G 산업용 및 5G 초연결 디바이스 등은 제외되었다.

2. 5G 모바일 트래픽

5G 서비스는 전파의 물리적 특성으로 인해 1GHz 이하는 커버리지 및 초연결 서비스, 1~6GHz는 커버리지 및 데이터 처리용량, 24GHz 이상은 고용량 전송 및 초저지연 서비스에 적합하며, 향후 대역별 추가 주파수 공급을 통해 원활한 5G 네트워크 품질 유지 및 용량 증대를 꾀하고 있다.

5G 트래픽은 시장이 성장할수록 모바일 게임 및 방송에서 FHD, 4K, 8K 등의 고화질 동영상과 XR(확장현실) 애플리케이션 비중이 높아질 것이다. 반면 5G IoT는 시설 관리·제어 등의 산업용과 교통·방범·방재·환경 등의 스마트시티에 활용 가능하며, 국내 IoT는 다양한 기술과 주파수 대역에서의 구축됨에 따라 5G 네트워크에 집중되는 초연결(mMTC) 트래픽은 상대적으로 높지 않을 것으로 예상된다.

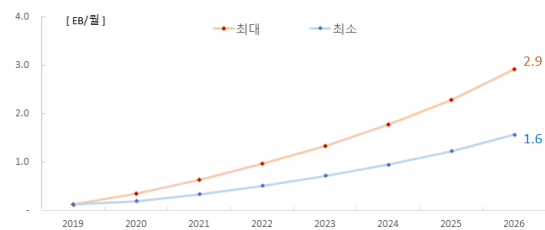


그림 8 5G 모바일 트래픽 전망(단말기준, EB/월)

이에 초고속(eMBB) 서비스 특성에 적합한 모형과 시뮬레이션을 통한 5G 모바일 트래픽 예측분석 결과, 2026년에 최소 1.6EB에서 최대 2.9EB까지 증가할 것으로 전망되고 있다(그림 8 참조).

V. 결론

이동통신은 세대 내 증감과 세대 간 교체를 통해 지속 성장하고 있으며, 세계 최초로 5G 상용화를 성공적으로 추진하였음에도 불구하고 10년 전 4G의 확산속도에 비하면 세대교체가 활발하지 못하여 미래에 대한 불확실성은 여전히 높은 상태이다. 그럼에도 이동통신 발전과 산업 융합을 위한 다양한 수요 충족을 위해서는 환경변화를 유발하는 요인을 다각도로 살펴보고 성장의 지표를 나타내는 트래픽에 대한 체계적인 분석과 예측이 선결되어야 한다.

국내 5G 이용확산은 상용화 시기가 비교적 빠르고 데이터 서비스를 이용한 라이프스타일이 정착되어, 향후 다양한 요구사항들이 반영된 5G 혁신 서비스에 대한 수용도 역시 높을 것으로 예상된다. 이에 따라 2026년 이동통신 대비 55% 점유율을 달성할 것으로 추정되었다. 이와 관련하여 GSMA Intelligence에서는 한국이 5G 이용을 주도하여 2025년 이동통신 대비 5G 점유율은 59%로 세계에서 가장 높을 것으로 전망하고 있다. 차순위로 미국, 일본, 중국, 러시아 순이다[8](그림 9 참조).

한편 국내 이동통신 트래픽은 현재 월 0.7EB 수준이므로 향후 5G 모바일 트래픽은 2026년이면 현재 이동통신 대비 약 3배 전후의 증가를 예상해 볼



출처 Reprinted from Katharina Buchholz, "5G: South Korea stays in the lead," Statista, Jun 15, 2020, CC BY-ND 4.0.

그림 9 국가별 이동통신 대비 5G 점유율(2025년)

수 있다.

이러한 예측의 결과는 한 번에 신뢰하는 것보다 다른 미래의 가능성, 이종 시각의 통합성, 지속적인 정보 갱신, 새로운 질문과 답을 찾아가는 과정을 반복함으로써 예측력을 높일 수 있으며, 간과하고 있는 정보가 무엇인지 찾아보는 중립적 태도가 필요할 것이다[9].

향후에는 무선통신 이용 환경의 급격한 변화로 인해 5G의 다양한 서비스 계층화 분석이 요구되며, 통계분석과 시뮬레이션 모형을 상호 보완하여 5G 수요예측의 완성도를 높여 나간다면 전파자원의 수급관리, 네트워크 관리, 정보통신 정책뿐만 아니라 모바일 생태계의 혁신성장 실현을 위한 기초 자료로서 도움이 될 것으로 기대된다.

용어해설

TB(TeraByte) 테라바이트. 2^{40} 바이트 정보량으로 1TB는 1,024GB

PB(PetaByte) 페타바이트. 2^{50} 바이트 정보량으로 1PB는 1,024TB

EB(ExaByte) 엑사바이트. 2^{60} 바이트 정보량으로 1EB는 1,024PB

B2C(Business-to-Customer) 기업이 다수의 개인을 대상으로 하는 개인통신시장의 영역

eMBB(enhanced Mobile BroadBand) 초광대역 이동통신. ITU-R에서는 최고 전송속도 10~20Gbps, 사용자 체감 전송속도 10~100Mbps 제시

FWA(Fixed Wireless Access) 고정무선통신으로 인터넷 서비스를 유선 대신 무선으로 제공하는 방식

mMTC(massive Machine-Type Communications) 대규모 사물통신. IMT-2020 이동통신에서 원격검침, 차량관제, 의료 등 사회 전반에 활용

NR(New Radio) 3GPP에서 5G 무선접속기술에 대한 명칭으로 사용되며, IMT-2020 핵심 기술의 성능 요구사항과 3가지 서비스 시나리오(eMBB, URLLC, mMTC)를 하나로 통합하여 NR 표준을 제정하고 있음

URLLC(Ultra-Reliable and Low Latency Communications) 초고신뢰 저지연 통신. 종단 간 전달시간(latency) 1ms, 데이터 전송 패킷 오류율 10^{-5} 이하로 정의되며, 산업의 무선제어, 교통 시스템 제어 등 신속 정확한 처리가 필요한 분야에 유용

XR(eXtended Reality) 확장현실. 증강현실(AR), 가상현실(VR), 혼합현실(MR) 모두를 포함

약어 정리

CMGR	Compound Monthly Growth Rate
DSS	Dynamic Spectrum Sharing
GSA	Global mobile Suppliers Association
GSMA	Global System for Mobile Communications Association
XR	eXtended Reality

참고문헌

- [1] 과학기술정보통신부, "무선 통신서비스 통계 현황," 통계정보, 2020.
- [2] 과학기술정보통신부, "무선데이터 트래픽 통계," 통계정보, 2020.
- [3] GSA, "5G Networks," 2020, <http://www.gsacom.com>
- [4] GSMA, "The Mobile Economy 2020," 2020.
- [5] Ericsson, "Mobile Report," June 2020.
- [6] 장재혁, "멀티메소드 기반의 5G 이용확산 전망," 한국시스템 다이내믹스 연구, 제20권 제4호, 2019, pp. 125-145.
- [7] 장재혁 외, "모바일 트래픽 동향," 전자통신동향분석, 제34권 제3호, 2019, pp. 106-113.
- [8] K. Buchholz, "5G: South Korea stays in the lead," Statista, Jun 15, 2020.
- [9] P. E. Tetlock and D. Gardner, "Super forecasting: The art and science of prediction," Random House, 2016.