

# 5G의 세가지 서비스인 시나리오 (eMBB URLLC mMTC) 조사

과목명	지능현 IoT 네트워크
담당교수	조오현 교수님
학과	산업인공지능학과
학번	2021254009
이름	정원용

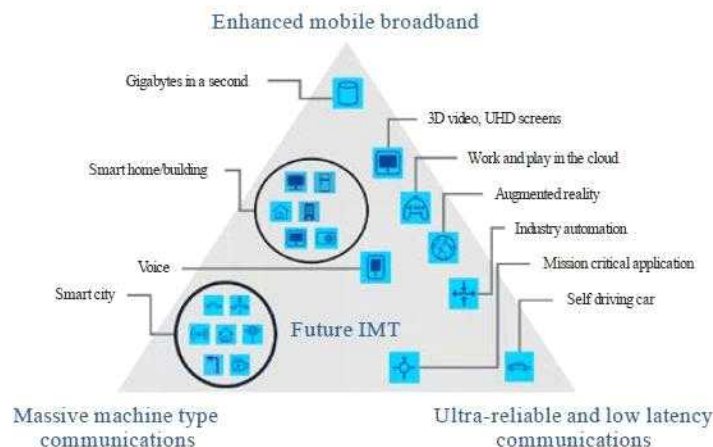


## 1. 5G 서비스의 등장

현재 주로 사용하고 있는 4G LTE 서비스는 최대 1Gbps의 빠른 통신 속도를 제공한다. 그래서 초고속 인터넷이나 고화질 동영상 서비스를 제공하는 것이 가능하다. 그러나, 속도가 빠르다고 해서 다양한 응용 서비스를 모두 제공할 수 있는 것은 아니다. 예를 들어, 자율주행차나 스마트공장에 사용되는 로봇들처럼 반응속도가 빨라야 하는 서비스에서는 지연이 매우 낮아야 한다. 또한, 스마트 시트와 같은 사물인터넷 서비스를 제공하기 위해서는 하나의 이동통신 기지국에서 수만 개에서 수십만 개 이상의 디바이스를 수용할 수 있어야 한다. 하지만, 별도의 통신 기술을 이용하지 않는 한 4G 서비스에서 자율주행차나 스마트시트와 같은 서비스를 제공하는데는 여러 가지 제약이 따른다.

이러한 문제 인식은 5G 서비스의 설계 사상을 결정하게 된다. 즉, 하나의 단일한 통신망을 통해 다양한 특성을 갖는 여러 종류의 서비스를 서비스 품질(QoS)을 보장하면서 동시에 제공하는 것이다. 즉 4G에 비해 통신 속도도 빨라지면서 다수의 디바이스가 접속할 수 있어야 하고 데이터 전송 과정에 발생하는 지연도 아주 낮게 유지할 수 있어야 하며 개별 서비스가 요구하는 품질 수준을 만족시켜 줄 수 있는 통신기술을 개발할 필요가 생긴 것이다.

이를 위해 ITU-T에서는 IMT-2020이라는 명칭으로 eMBB(enhanced Mobile BroadBand), mMTC(massive Machine Type Communications), URLLC(Ultra-Reliable and Low Latency Communications)로 정의하는 서비스 시나리오가 등장하게 되었다.



[그림 1] IMT-2020 유즈케이스

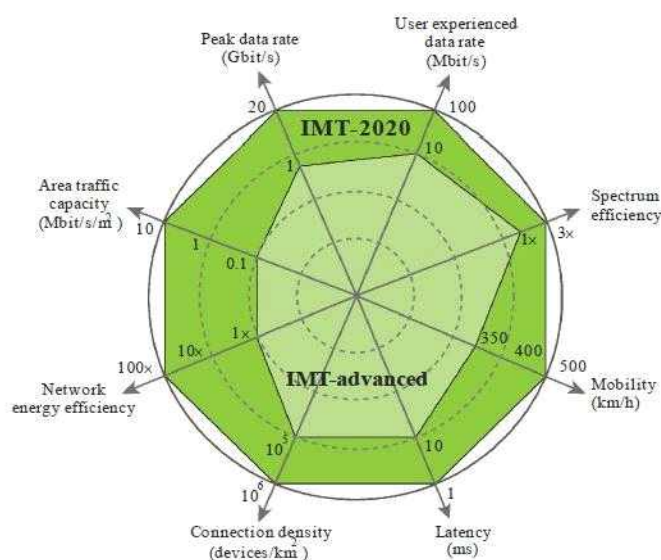
## 2. 5G 서비스 대표 시나리오

시나리오 중 eMBB는 사용자 중심으로 4G 이동통신에 비해 향상된 전송 속도, 최대 전송 속도, 이동성 등을 제공받는 시나리오이다. 모바일 핫스팟에서 넓은 커버리지 지원 등 서로 다른 요구사항을 갖는 넓은 범위의 유스 케이스를 포함할 수 있다. mMTC 시나리오에서는 평

장히 많은 수의 단말과 동시에 통신하는 초연결 서비스를 지원한다. 이 시나리오에서는 단말을 얼마나 낮은 비용으로 오랫동안 구동할 수 있는지가 핵심이 된다.

URLLC 시나리오는 저지연(low latency)과 통신 링크에서 매우 높은 안정성을 지원하는 시나리오로 산업용 기계나 생산 과정 제어, 교통 안전, 의료용 로봇 제어 등의 통신 지연이 발생하거나 통신 에러가 발생할 경우 치명적인 손실이 야기되기 때문에 낮은 지연과 높은 수준의 통신 안정성이 요구되는 경우가 이에 속한다.

위 3가지 시나리오를 지원하기 위한 IMT-2020의 8가지 핵심 성능 지표(KPI: Key Performance Index)는 ①최대 전송 속도(Gbit/s), ②사용자 체감 속도, ③지연 시간, ④이동성(Km/h), ⑤접속 밀도, ⑥에너지 효율, ⑦주파수 효율, ⑧면적당 용량 이며, [그림2]에 IMT-advanced와 IMT-2020에서의 각 지표의 차이를 나타내었다.



[그림 2] IMT-2020 8개 핵심 성능

#### (1) eMBB (Enhanced Mobile Broadband)

5G 서비스에서 제공하는 고속 통신(eMBB) 특성은 증강현실(AR)이나 가상현실(VR) 뿐만 아니라 혼합현실(MR) 및 이들을 모두 포함하는 확장현실(XR) 서비스는 물론, 4K/8K UHD 서비스, 홀로그램 서비스 등과 같은 대용량 멀티미디어 서비스를 가능하게 한다. 또한, 미국이나 중국, 유럽과 같이 국토가 넓거나 인구밀도가 낮은 나라에서는 초고속 유선인터넷을 대체하는 고정형 무선접속(FWA) 서비스도 가능하게 한다.

이동통신을 포함한 무선통신에서 통신속도를 결정하는 요소 중 가장 기본적이며 핵심적인 것은 주파수 대역폭(bandwidth)이다. 통신사별로 대략 900MHz 정도의 주파수 대역을 이용하는데, 이는 4G LTE에서 각 이동사가 이용하는 주파수 대역에 비해 적어도 6.7배에서 9.47배 많은 것이다. 주파수가 6.7 ~ 9.47배 가까이 많다는 것은 통신 속도도 그만큼 빨라질 수 있다는 것을 의미한다.

전체 주파수의 절반은 사용자 단말에서 기지국으로 데이터를 전송(Uplink)하는 목적으로 이용되고, 나머지 절반은 기지국에서 사용자 단말로 데이터를 전송(Downlink)하는 목적으로 이용되며, 이처럼 업링크 및 다운링크용으로 주파수 대역을 구분하여 이용하는 것을 주파수 분할 방식(FDD: Frequency Division Duplex)이라고 부르는데, 데이터의 업로드 및 다운로드를 위한 주파수가 서로 달라 안정적으로 데이터를 전송하는 것이 가능해진다. 하지만, 스포츠 중계나 드라마를 여러 사람들이 동시에 시청하는 경우와 같이 다운로드 트래픽이 많고 업로드 트래픽이 거의 없는 상황이라면 주파수 이용 효율이 떨어지는 단점이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 5G 서비스에서는 다운링크와 업링크 구분없이 전체 주파수 대역을 이용해서 데이터를 송수신하게 된다. 전체 주파수 대역을 아주 작은 타임슬롯으로 나누어 놓고 트래픽 상황에 따라 다운로드와 업로드 시간을 변경해 가면서 유연하게 데이터를 업로드 및 다운로드 하는 방식을 시간 분할 방식(TDD : Time Division Duplex)이라고 부른다.

다중 경로 전송 제어 프로토콜(MP-TCP)과 Massive MIMO와 빔포밍 기술을 사용하여 고속 통신이 가능해진다. 이러한 eMBB 시나리오에서는 사용자 체감 속도, 면적당 용량, 최대 전송 속도, 이동성, 에너지 효율, 주파수 효율이 중요하며, 모바일 핫스팟과 넓은 커버리지 지원과 같이 상이한 유스케이스에 따라 사용자 체감 속도와 이동성의 중요도는 조금씩 달라질 수 있다.

## (2) mMTC (Massive Machine Type Communication)

5G 서비스에서 제공하는 대용량(mMTC) 특성은 스마트시티 서비스처럼 특정한 공간에서 수많은 디바이스를 연결할 때 필요하다. 통상적으로 4G LTE가 1km<sup>2</sup> 범위에서 최대 10만 개의 디바이스를 수용할 수 있는 반면에 5G 서비스에서는 최대 1백만 개의 장비를 수용할 수 있어야 한다. 이런 목적을 달성하기 위해 사용되는 대표적인 기술이 가변적 채널 대역폭 할당 기술이다.

mMTC 시나리오에서는 네트워크 상에서 매우 많은 단말의 동시 접속을 지원해야 하기 때문에 높은 접속 밀도가 가장 중요하며, IoT 단말들의 긴 수명을 위해 에너지 효율도 중요한 성능 지표가 된다. 반면, 이동성과 주파수 효율, 최대 전송 속도 등은 상대적으로 낮은 중요도를 갖게 된다.

## (3) URLLC(Ultra Reliability and Low Latency Communication)

5G 서비스에서 제공하는 초저지연 및 고신뢰 통신(URLLC) 특성은 실시간성이 필요한 자율 주행 기반의 차량이나 드론은 물론 스마트 공장에서 사용되는 로봇 등의 제어에 필수적이다. 물론, 이 외에도 금융거래나 아주 중요한 업무용 서비스 그리고 실시간성이 필요한 인터랙티브 게임에 있어서도 매우 중요하다.

URLLC 특성을 제공하기 위해 여러 가지 요소기술들이 사용되는데, 그 중 대표적인 것이 네트워크 슬라이싱 기능과 엣지 클라우드이고, 이러한 URLLC 시나리오의 대표적인 성능지표로는 latency와 reliability가 있다.

## 가. latency

RAN 기술관점에서 latency는 크게 user plane latency와 control plane latency로 구분된다. User plane latency는 응용계층 패킷을 송신측 무선 프로토콜 L2/L3 SDU 계층에서 무선 인터페이스를 거쳐 수신측 무선 프로토콜 L2/L3 SDU 계층에 전달하는 시간을 의미한다. Control plane latency는 단말이 Idle 상태에서 Active 상태의 시작시점까지 전환하는 데 걸리는 시간을 의미한다. User plane latency는 ACTIVE 상태에서 단말과 기지국 간 패킷 전송시간을 의미하며, 주로 물리계층에서 발생하는 송수신기 프로세싱 지연, TTI, 재전송시간을 포함한다. E2E latency는 송신측에서 애플리케이션 데이터를 받는 시점부터 수신측에서 성공적으로 수신하여 애플리케이션으로 전달하기 시작하는 시간까지를 의미하며, 무선구간 전송 지연, MEC(Mobile Edge Computing)나 기지국에서의 큐잉 지연, 프로세싱 지연, 재전송시간을 포함한다. URLLC 서비스는 E2E latency 요구사항을 만족해야 하지만 RAN 기술 관점에서 user plane latency를 고려한다.

## 나. reliability

일반적으로 reliability란 크기가 K인 데이터를 시간 주기 T 이내에 성공적으로 전송할 확률( $1-10^{-x}$ )을 의미한다. 5G 기술에서 reliability는 커버리지 경계 영역의 채널 상태에서 32바이트의 layer 2 PDU를 1ms 이하의 user plane latency 내에 성공적으로 전송할 확률( $1-10^{-6}$ )로 정의한다. 물리계층 관점에서 reliability는 BLER( $10^{-x}$ )을 의미하고 채널, 성상도, 오류검출부호, 변조기술, 다이버시티, 재전송방식에 의해 오류율을 최소화함으로써 reliability를 최대화할 수 있다. 상위계층 관점에서 패킷 오류는 패킷이 손실되거나 정해진 지연시간 내에 수신되지 않는 경우에 해당한다.

### [ 참고문헌 ]

1. 5G 이동통신 표준화 동향, 조용호
2. 5G 서비스 구현 기술의 이해, 김학용
3. 5G URLLC 기술 동향, ETRI, 박옥선