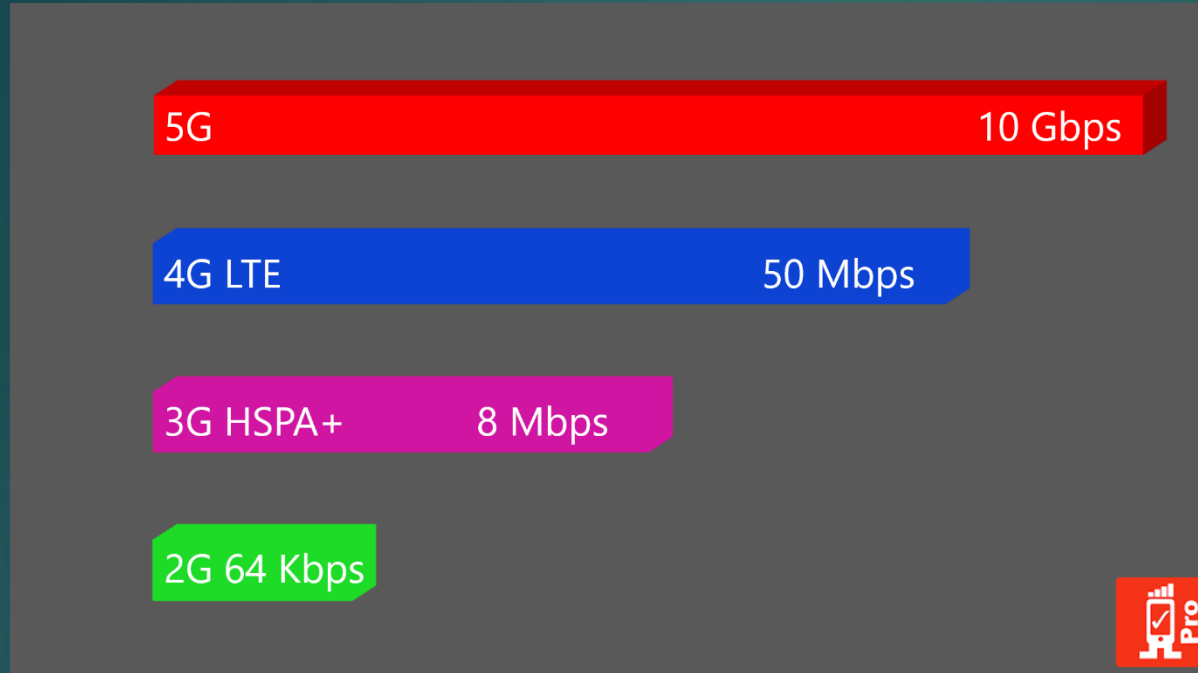


이동통신기술

목차

1. 이전 세대의 Data Structure – 3G
2. 4세대 이동통신기술 – 4g
3. 5세대 이동통신 기술 – 5g
4. 6세대 이동통신 기술 – 6g
5. 세대별 비교

4G 개요



출처: Rantcell
<https://rantcell.com/comparison-of-2g-3g-4g-5g.html>

- ▶ 4세대 이동통신 기술
- ▶ 더 빠른 전송 속도와 낮은 지연 속도 제공
- ▶ 모바일 환경에서도 실시간 대용량 데이터 통신을 가능하게 함

4G 개요

- ▶ ITU에서 IMT-Advanced라는 이름으로 4g의 기준을 정의
- ▶ 고속 데이터 통신, 전면적인 IP 기반 네트워크, 낮은 통신 지연을 주요 조건으로 제시
- ▶ 이동 중 초당 100mbps, 정지 시 초당 1Gbps의 최고 데이터 전송 속도를 목표로 설정

기술적 특징

▶ 전면적 IP 기반 네트워크 (All-IP Network Architecture)

- 음성, 데이터, 영상 서비스를 모두 IP 프로토콜 기반으로 통합
- 3g는 음성데이터에선 여전히 circuit switched 망을 사용했음

▶ 저지연 통신 (Low Latency Communication)

- 데이터 전송 지연시간을 10ms 이하로 낮춤

4G 주요 표준

- ▶ LTE (Long Term Evolution)
- ▶ LTE-Advanced
- ▶ WiMAX

LTE

- ▶ 3GPP(3rd Generation Partnership Project) 주도로 개발
- ▶ 2009년 스웨덴에서 최초로 상용화
- ▶ OFDMA/SC-FDMA: 여러 사용자가 효율적으로 이용
 - 하나의 주파수 대역을 여러 사용자가 동시에 이용할 수 있는 기술
- ▶ MIMO: 데이터의 전송 속도, 품질 개선
 - 다양한 경로로 데이터를 동시에 보내고 받기 위해 여러 개의 안테나를 사용

LTE

- ▶ 대규모 실시간 멀티플레이어 게임(MMORPG, MOBA)이 모바일에서도 가능해짐
- ▶ YouTube, Netflix 등의 고화질 영상 스트리밍 대중화
- ▶ 실시간 SNS의 대중화

항목	초기 LTE (3GPP Release 8)	IMT-Advanced (ITU-R 기준)
최대 다운로드 속도	100 Mbit/s (20 MHz 대역폭 기준)	1 Gbit/s (정지 또는 저속 이동 시)
최대 업로드 속도	50 Mbit/s	100 Mbit/s (고속 이동 시)
스펙트럼 효율성 (다운링크)	3.75 bit/s/Hz	15 bit/s/Hz
스펙트럼 효율성 (업링크)	2.5 bit/s/Hz	6.75 bit/s/Hz

- 초기 LTE는 다운로드, 업로드 속도와 스펙트럼 효율성에 있어서 IMT-Advanced 표준을 만족시키지 못함

LTE-Advanced

- ▶ 기존 LTE의 단점을 극복하고 IMT_Advanced 조건을 완전히 충족시키기 위해 나온 기술
- ▶ 2011년 3GPP Release 10을 통해 최초로 상용화
- ▶ Carrier Aggregation: 여러 주파수 대역을 묶어 하나로 사용
- ▶ Relay Node: 중계 노드 설치로 커버리지 확장
- ▶ CoMP: 여러 기지국이 협력해 한번에 송신/수신

LTE-Advanced

항목	초기 LTE (3GPP Rel-8)	LTE-Advanced (3GPP Rel-10)	IMT-Advanced (ITU-R 기준)
최대 다운로드 속도	100 Mbps (20 MHz 대역폭 기준)	1 Gbps 이상 (Carrier Aggregation 사용)	1 Gbps (정지 또는 저속 이동 시)
최대 업로드 속도	50 Mbps	500 Mbps	100 Mbps (고속 이동 시)
스펙트럼 효율성 (다운링크)	3.75 bit/s/Hz	7.5 bit/s/Hz 이상	15 bit/s/Hz
스펙트럼 효율성 (업링크)	2.5 bit/s/Hz	3.75 bit/s/Hz 이상	6.75 bit/s/Hz

LTE-A에서는 IMT-Advanced 기준을 LTE에 비해 비약적으로 충족시킴으로써 4G로서 인정받음

LTE-Advanced

- ▶ 모바일 클라우드 게이밍이 활성화 되기 시작
- ▶ 초고화질 영상도 원활하게 시청할 수 있게 되었음
- ▶ AR/VR기술 확산

WiMax

- ▶ 미국 IEEE가 개발한 고정 및 이동형 무선 광대역 인터넷 통신 기술[IEEE, 2005, "IEEE 802.16e Standard"].
- ▶ 광대역 무선 인터넷 제공을 목표
- ▶ 2006년 이후 미국, 일본 등 일부 국가에서 상용화 시작
- ▶ 다운로드 속도 40 ~ 70Mbps 지원
- ▶ 수십 km로 이동중에도 연결 가능
- ▶ 2.3, 2.5, 3.5GHz 주파수 사용

WiMax

- ▶ 별도 WiMAX 모뎀이나 단말기에 연결 해 사용
- ▶ WiMAX USB 동글이나 휴대용 핫스팟을 이용하기도 함
- ▶ 스마트폰에 내장된 경우는 드물었음 [Wikipedia, "WiMAX"]

WiMax - 한계

- ▶ 초기에는 괜찮았으나 시간이 지나며 LTE에게 성능과 품질에서 약세
- ▶ 대부분의 스마트폰이 지원하지 않았음
- ▶ 스마트폰에 대한 낮은 친화성으로 인해 LTE에게 밀림

WiBro

- ▶ 대한민국 정부와 국내 기업들이 개발한 한국형 고속 이동통신 서비스
- ▶ IEEE 802.16e 기반 WiMAX 기술을 변형
- ▶ 2006년 서울·수도권 지역에서 2018년 말까지 운용
- ▶ 2018년 12월 31일에 지원이 종료됨
- ▶ 다운로드 속도 약 30~50Mbps, 업로드 약 10Mbps
- ▶ 시속 60km 이하에서도 안정적인 연결
- ▶ 2.3GHz 주파수를 사용

WiBro

- ▶ 별도 단말기를 써야한다는 점으로 인해 스마트폰 친화성에서 약세
- VoIP를 제공할 수 있었음에도 제공하지 않음
- ▶ 단말기 확산과 국제 표준화에 실패하고, LTE가 글로벌적으로 확산함에 따라 시장에서 밀리게 됨

5G

- ▶ 트래픽이 지속적으로 증가하고 대규모 IoT서비스등의 필요로 인해 LTE도 한계에 봉착
- ▶ IMT-2020 기준을 충족하는 차세대 이동통신 기술[ITU-R, 2017, "IMT-2020 Requirements"]
- ▶ 2018년 대한민국, 미국 등을 시작으로 본격적으로 상용화
- ▶ 초고속, 초저지연, 초연결

5G 기술

- ▶ eMBB (enhanced Mobile Broadband)
 - 초고속 대용량 데이터 전송 지원
- ▶ URLLC (Ultra Reliable & Low Latency Communications)
 - 초저지연(1ms 이하)과 초고신뢰성
- ▶ mMTC (massive Machine-Type Communications)
 - 1km²당 최대 100만대 IoT 기기 연결 지원

한국의 5G

- ▶ 기존 LTE망에 얹어서 서비스 시작
- ▶ 대도시 위주로만 설치
- 기대치에 못미치는 속도를 제공
- 매우 좁은 5g 커버리지
 - LTE로 전환되는 지역이 매우 많았음
- 보안 검증도 제대로 이루어지지 않았음

6G

- ▶ 현재 연구·개발 중인 차세대 이동통신 기술
- ▶ 2030년 상용화 목표
- ▶ 초고속, 초저지연, 초연결, 초지능, 초공간

6G - 목표

항목	4G LTE	5G NR	6G (예상)
최대 다운로드 속도	최대 1 Gbps	최대 10 Gbps	최대 1 Tbps (1,000 Gbps)
최대 업로드 속도	최대 100 Mbps	최대 1 Gbps	최대 1 Tbps
지연 시간 (Latency)	약 50ms	1~10ms	0.1ms 이하
주파수 대역	700 MHz ~ 2.6 GHz	3.5 GHz, 28 GHz 등 (mmWave 포함)	100 GHz ~ 1 THz (테라헤르츠 대역)
스펙트럼 효율성	약 3~4 bit/s/Hz	약 30 bit/s/Hz	100 bit/s/Hz 이상

- ▶ 다운로드 속도 최대 1Tbps, 0.1ms의 지연시간을 목표
- ▶ AI 기반 네트워크, 초공간 MIMO(인공위성을 활용해 우주까지 확장)등의 기술 연구 중

MVNO

(Mobile Virtual Network Operator)

- ▶ 통신망 없이 기존 3사 망을 빌려서 서비스를 제공하는 사업자 - 알뜰폰
- ▶ 2024년 기준 한국에서만 약 950만 명 이상이 가입 (2024년 과학기술정보통신부 통계 기준)
- ▶ 헬로모바일 (LG헬로비전) 리브엠 (국민은행 계열) U+알뜰모바일 (미디어로그) KT M모바일 (KT 자회사) SK세븐모바일 (SK텔링크)
- ▶ 정부의 정책 지원 등을 통해 지속적으로 성장 중

MVNO

- ▶ 자체 망 투자비가 없어서 기존 통신 사업자(MNO)에 비해 20 ~ 50%가량 요금이 저렴
 - ▶ 소량 요금제, 음성 중심의 요금제 등 더 다양한 선택지를 제공
 - ▶ 기존 통신사들의 망을 그대로 사용하므로 질적인 손해도 없음
 - ▶ 계약 조건도 유연함
-
- 네트워크가 혼잡할시 MVNO를 이용하는 고객은 우선순위에서 밀릴 수 있음(혼잡도에 따른 체감 속도가 더 낮음)
 - 부가서비스가 제한적임

출처, 참고문헌

ITU-R, 2008, 'Requirements related to technical performance for IMT-Advanced radio interface(s)' - <https://www.itu.int/rec/R-REC-M.2134-0-200809-I/en>

Rantcell, **What are the differences between 2G, 3G, 4G LTE, and 5G networks?**
<https://rantcell.com/comparison-of-2g-3g-4g-5g.html>

3GPP TR 36.913, 'Requirements for Further Advancements for E-UTRA' - https://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/36_series/36.913/

IEEE 802.16e-2005 Standard - https://standards.ieee.org/standard/802_16e-2005.html

방송통신위원회, 2006, '방송통신 연차보고서' - <https://www.kcc.go.kr/>

디지털데일리, 2007, '와이프로 'VoIP' 식별번호 허용 논란 재점화' - <https://www.ddaily.co.kr/m/page/view/2007101210503068787>

ITU-R, 2017, 'IMT-2020 Requirements' - <https://www.itu.int/rec/R-REC-M.2083-0-201509-I/en>

3GPP TS 22.261, 'Service Requirements for the 5G System' - https://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/22_series/22.261/

ITU-R, 2023, 'Framework for IMT-2030' - <https://www.itu.int/rec/R-REC-M.2160/en>

▶ 과학기술정보통신부, 2024, 'MVNO 시장 현황 보고서' - <https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?bbsSeqNo=79&mId=99&mPid=74&nttSeqNo=3173622>