5G 이동통신기술 알아보기

DOI: 10.3938/PhiT.29.008

윤 재 호

Fifth-Generation Mobile Communication Technology

Jaeho YUN

Fifth-generation (5G) is considered to be an essential technology for promoting The 4th Industrial Revolution. Strong competitions have been ongoing among nations since 5G mobile technology was first commercialized in 2019. In this article, possible new changes and applications based on the 5G to our everyday life will be introduced. First, the birth of 5G mobile technology, as well as its development and background, will be described. Then, important applications of 5G technology are reported not only as a mobile technology but also as combined technological developments such as those in manufacturing, entertainment, public safety, public transportation, health care, finance, etc. A self-driving car technology will be discussed with particular interest.

들어가기 전에

5G는 현재 4차 산업혁명의 활성화를 위해 꼭 필요한 기술로 주목받고 있다. 5G는 우리가 생활하는 일상 속에서 알게 모르게 이용하고 있는 다양한 서비스를 초고속, 초저지연, 초연결성을 특징으로 한층 진화된 서비스에 응용할 수 있는 차세대 이동통신기술이다. 이러한 기술이 가지고 올 산업에 대한 새로운 변화, 그리고 우리 생활에 어떻게 이용될 수 있을지에 대해서 알아보려고 한다.

저자약력

윤재호 KT 연구소장은 파주-웅정 U시티 사업 프로젝트 매니저와 판교 제로시티 자율주행 시험 분야 프로젝트 매니저를 맡고 있다.
(yjh516@kt.com)

5G 이동통신이란 무엇인가?

1. 이동통신기술의 발달

5G는 5세대(5th Generation) 이동통신기술을 의미한다. 이동통신기술^[1]은 그림 1에서와 같이 아날로그방식의 음성서비스를 지원한 1세대 이동통신을 시작해서 디지털방식의 음성서비스와 단문서비스(SMS)를 지원한 2세대 이동통신, 디지털방식의 음성서비스와 단문서비스(SMS)를 지원한 3세대 이동통신을 거쳐 데이터서비스(인터넷 액세스)와 영상통화가 가능한 3세대 이동통신과 고속 모바일데이터 서비스가 가능한 4세대 이동통신으로 진화해왔다. 특히 LTE(Long Term Evolution)로 우리에게 잘 알려지고 현재까지 사용 중인 4G 이동통신 기술은 2011년에 상용화되어 모바일기기의 성장과 함께 모바일 인터넷 시대를 열었다.

2. 5G 이동통신기술의 등장배경

이동통신기술은 약 10년을 주기로 혁신을 거듭하며 진화해왔다고 한다. 이동통신의 진화과정에서 볼 수 있듯이 4G 이동통신부터 본격적인 데이터 중심의 서비스로 변화하였다고 해도 과언이 아니다. 그러나 현재는 단순한 데이터중심에서 자율주행차, 스마트도시, 스마트공장 같이 4차 산업의 확산과 더불어 고민거리가 생기게 되었다. 즉 더 많은 데이터를 지연 없이 실시간으로 연결할 뿐만 아니라 처리가 가능하게 되고, 스마트폰 등 스마트기기의 확산, 사물인터넷(Internet Of Things, IoT) 활성화 등으로 인한 모바일 데이터량의 폭발적 증가(한국은 '18년~'23년간 이동통신 트래픽이 약 10배 증가 전망, ETRI)로 인해 이동통신 네트워크 용량 한계라는 문제가 예측되고 이를 극복할 수 있는 대안이 필요하게 되었고 새로운 이동통신 기술인 5G 이동통신기술의 등장 배경이 되었다.

REFERENCES

[1] 5G Mobile Communication Technology, ETRI.

Fig. 1. Progress of mobile communication. (Source: etoday.co.kr)

Table 1. Performance comparison of 4G and 5G. (Source: ITU-International Telecommunication Union)

4G 대비 5G 성능 비교		
구분	4G	5G
최대 전송속도	1 Gbps	20 Gbps
이용자 체감 전송속도	10 Mbps	100 ~ 1,000 Mbps
이동성	350 km/h	500 km/h
전송지연	10 ms (0.01초)	1 ms (0.001초) 이하
최대 기기 연결 수	$10^5 / \text{km}^2$	$10^6 / \text{km}^2$
에너지 효율성	-	4G 대비 100배
면적당 데이터 처리용량	0.1 Mbps/m ²	10 Mbps/m ²

Table 2. The survey of Information Korea Industrial Statistics. (Source: Statistics Korea, Based on 2016 Year Statistics)

산업구분	기업수(단위: 개)	근로자수(단위: 천명)	매출액(단위: 십억 원)
전자부품·컴퓨터·영상·음향·통신장비제조	13,941	407	283,416
통신서비스	5,002	91	47,548
합계(비중)	18,943(0.5%)	498(2.3%)	330,964(6.0%)
전체 산업	3,950,192	21,259	5,462,950

3. 5G 이동통신이란?

그러면 5G 이동통신기술이란 무엇일까? 5G의 생명은 대용량 데이터를 지연 없이 실시간 처리하는데 있다고 했다. 5G 이동통신기술은 현재 서비스 중인 4G(LTE 통신)에 비해 10 ~ 1,000배의 성능향상으로 1 GB의 영화를 10초 만에 다운로드, 1 km² 반경 안에서 최대 백만 개 사물(IoT)과의 연결과 시속 500 km 고속전철에서도 끊김 없이 통신이 가능하도록 해주는 그야말로 획기적인 이동통신기술이다. 표 1은 5G 이동통신기술과 4G 통신기술과의 성능을 쉽게 설명한 자료이다.

5G 이동통신기술의 응용

1. 5G 이동통신기술의 효과

이제는 5G 기술이 우리 생활과 산업에 어떤 영향을 끼칠까라는 내용을 가지고 얘기해보도록 하겠다.

먼저 5G 이동통신기술이 향후 만들어갈 미래를 경제적 측면과 산업의 변화측면을 가지고 흥미롭게 전망한 자료가 있어 이를 토대로 살펴보자. 자료에 따르면 2035년에는 전 세계가 5G로 인해 누릴 경제적 효과가 약 12.3조가 될 것이라고 예측한다. 이는 같은 해 총 예상 GDP의 4.6%에 해당된다고 한

Table 3. Changes in the trends and industry-specific application services with 5G. (Source: Ericsson & Arthur D. Little (2017.10))

주요 산업	산업별 변화 양상/과제	예상 5G 응용서비스/애플리케이션
제조	<ul style="list-style-type: none"> 과잉 경쟁으로 인한 지속가능한 경쟁 우위 담보 불가 비즈니스 사이클 및 제품 라이프사이클로 인한 취약성 IoT 및 자동화, 고도화로 인한 스마트 팩토리 발전 	<ul style="list-style-type: none"> 5G 무선 원격 로봇 생산 라인 감독 관리: 생산 설비 재배치, 구조 변경, 실시간 생산 현황 분석 및 로봇 동작 등의 원격 관리 현장 라이브 모니터링 저지연을 기반 크리티컬 애플리케이션 원격 제어
미디어&엔터테인먼트	<ul style="list-style-type: none"> 소비자가 미디어 콘텐츠 공동 생성자로 역할 전환 양방향 및 몰입형 엔터테인먼트 콘텐츠 증가 OTT 및 VoD 등 신규플랫폼 디지털 콘텐츠 확장 생태계 복잡성 증대 	<ul style="list-style-type: none"> 모바일 VR/AR/MR 게임 구기종목 공 궤적 데이터 실시간 전송 현장감을 살린 라이브 VR 콘텐츠 전송 홀로그램 기반 미디어 콘텐츠 협업기반 게임 협업기반 미디어 프로덕션 사용자/머신 생성 콘텐츠
공공안전	<ul style="list-style-type: none"> CCTV 및 웨어러블 카메라로 공공 감시 강화 글로벌 통합과 디지털 경제 확대에 따른 사이버공격 가능성 증대 공공 안전 분야의 IoT 확대로 안전 부문 커넥티드 시민 참여 강화 	<ul style="list-style-type: none"> 재해 상황 등 발생 시 1차 응급구조 기관용 초저지연 통신 드론 및 로봇 순찰: 영상 정보 실시간 공유 감시카메라 및 분석 데이터의 실시간 경찰 전송
대중교통	<ul style="list-style-type: none"> 이동 중 엔포테인먼트 도시화 및 인터모달리티(대중교통 간 이동) 이산화탄소 배출에 따른 환경 위기 고조 도심형 라이프스타일과 대중교통 기대 증가 	<ul style="list-style-type: none"> V2X 통신으로 교통/노면/기상 이상 상황 조기 감지 및 실시간 정보 안전적인 차량 가시성/추적성 확보로 인터모달리티 서비스 개선
헬스케어	<ul style="list-style-type: none"> 웰빙에 대한 소비자 관심 증대 인구피라미드 변화에 따른 사회적 비용 증가 의료 품질, 환자 안전 및 의료 데이터 수요 증대 환자의 의료 서비스 수요 다변화 	<ul style="list-style-type: none"> 스마트 웨어러블용 서비스: 신체 모니터링 및 진단, 환경 센싱 등 VR/AR 수술(저지연율, 고대역, 저전력, 보안, 데이터 프라이버시 등) 원격 환자 진료(국내 규제 이슈 존재)
금융	<ul style="list-style-type: none"> 핀테크(온라인 결제 및 전자지갑)로 인한 산업 구조 와해 온라인/모바일 거래 및 개인화 금융 서비스로 인한 고객 관계 변화 	<ul style="list-style-type: none"> 블록체인 실시간 거래(노드 참여 속도 증가, 분산 네트워킹 안전성, 저지연율, 체인, 확장성 등) 원격 텔러: 주변 지점이나 ATM을 찾지 않고 비디오 세션으로 개인화된 금융 서비스 이용 웨어러블 기기 기반 생체인식 정보 수집으로 금융 기관 보안 인증 강화
자동차	<ul style="list-style-type: none"> 자율주행 및 커넥티드 여행자 확산 차량 공유 및 통근 습관 변화 배터리 비용 감소와 환경 이슈로 인한 전기 기반 이동성 확대 디지털 엔터프라이즈 및 커넥티드 공급망 디지털 차량 생태계 	<ul style="list-style-type: none"> 실시간 교통 흐름을 반영한 탄력적 경로 최적화 자율주행차량 사고 방지 주행 영상 공유 주변부 교통 화면 전송(bird's eye view)
에너지	<ul style="list-style-type: none"> 원유 수급 불균형과 불안정/세일오일 추출 기술 발전 P2P 기반의 분산형 비즈니스 모델(⇔ 중앙집중형) 재생에너지 생산 확대 	<ul style="list-style-type: none"> 발전소의 안정적인 실시간 모니터링 및 관리, 스마트그리드 네트워킹, 전력 장애 탐지 및 대응, 탄력적 수용 제어(Demand Response) 그리드망(엑세스/백홀/백본) 5G

다. 그리고 5G로 인해 정보통신 산업이 타 산업(제조, 유통, 공공서비스) 분야를 크게 앞지르고 5G 생태계와 직접적으로 연계된 생산유발효과로 인해 약 2,200백만 개의 일자리를 창출할 것이라고 한다. 한국은 통신, 단말 및 장비제조, 콘텐츠 등 5G 가치사슬 내에서 약 96만 개의 신규 고용이 가능할 것으로 예측된다.

이런 점을 반영하듯이 과거 통신기술 진화 과정과는 다르게, 자동차 유통 등 이종산업 기업들도 5G 개발 초기부터 상용 가능 서비스 분야에 많은 관심을 보이고 있다.독일 자동차 3사 다임러, 아우디, BMW는 5G 자동차협회(5GAA)를 설립하여 네트워크장비, IT 통신사업자와 함께 5G 상용화를 위한 협력을 도모 중이다)

Table 4. Characteristics of designated self-driving phase by Ministry of Land, Infrastructure and Transport. (Source: Ministry of Land, Infrastructure and Transport)

레벨 0	자율주행 기능 없음
레벨 1	조향 혹은 가감속 중 하나의 기능 지원
레벨 2	조향 가감속 모두 지원
레벨 3	부분 자율(비상 상황 시 운전자가 운전 필요)
레벨 4	조건부 완전자율(지정된 조건에서 운전자 없이 운전)
레벨 5	완전자율(모든 조건에서 운전자 없이 운전)

Fig. 2. Gyeonggi-do Zero Shuttle.

두 번째 5G 기술을 활용하여 홀로그램, VR, AR 등 초고용량 콘텐츠를 이동 중일 때나 밀집지역(야구장, 공연장)에서도 안정적으로 초고속 전송이 가능하게 되고, 신뢰성과 저지연이 매우 중요하게 요구되는 자율주행차, 원격의료 분야와 높은 에너지 효율이 요구되는 스마트시티, 스마트홈, 대규모 센터 모니터링이 필요한 IoT 분야에 활용이 가능해짐에 따라 5G 기술은 4차 산업혁명시대에 전기와 같은 핵심 인프라 역할을 담당할 것으로 예측하였다. 즉 모든 산업 및 사회 시스템을 네트워크로 관리가 가능한 시대가 온다는 것이다.

표 3을 보면 각 산업별로 5G가 서비스와 애플리케이션에 어떻게 응용될 수 있는지를 볼 수 있다

2. 5G 기술을 활용한 자율주행차 서비스

5G는 앞에서 여러 산업분야에서 응용되어 활용될 수 있다고 하였다. 그럼 지금부터는 5G가 자율주행차량부분에 있어서 어떻게 적용되는지 알아보도록 하겠다. 자율주행이라 하면 자동차, 비행기, 로봇 등 기계장치가 외부의 힘을 빌리지 않고 자체 장착된 각종 센서와 컴퓨팅 시스템에 의존하여 자유롭게 주행하는 것을 말한다. 이러한 자율주행차량 개발은 전 세계

구성 장비	기능 및 역할
카메라	신호등, 차량, 보행자 등 분별
라이더	주변환경 인식
레이더	전후방 차량 인식
INS	차량의 경로와 위치판단

Fig. 3. Self-driving cars consisting of various devices. (sensors & cameras, etc.) (Source: KT)

ICT 업체 및 완성차 제조사 중심으로 활발히 진행 중이다. 국내에서도 활발하게 진행 중이다. 표 4는 자율주행의 기능을 단계별로 나눈 것이다.

자율주행을 위해서는 그림 3과 같이 각종 센서(카메라, 레이더, 라이더, 관성항법장치 등)와 차량 내 내장된 정밀지도 그리고 각종 센서와 핸들 브레이크 등을 제어하기 위한 인공지능 등 복잡한 융·복합 구성이 필요하다.

하지만 현재까지는 센서기술에 대한 한계로 인해 자율주행에 여러 문제점이 발생하였다. 종종 언론에서 보도된 것처럼 센서에 의존하여 동작되는 자율주행차는 제한된 인지 범위와 완벽하지 않은 특성으로 인해 사고가 발생하곤 한다. 그림 4는 이러한 한계로 인해 테스트 중 발생한 사고에 대하여 도식화한 것이다.

이런 한계점을 극복하기 위해 대두된 것이 바로 Connected 기반의 자율협력주행기술이다.

자율협력주행기술은 간단히 설명하자면 자율주행차량의 센서 정보와 더불어 다양한 추가 정보(신호정보, 보행자 검지, 차량 정보 등)를 네트워크를 통해 수집(V2X단말: 차량이 다양한 도로 인프라와 통신을 통해 정보수집 목적을 위한 통신모듈)하여 활용함으로써 기존의 자율주행차의 한계를 극복하기 위한 기술이다. 그림 5에서와 같이 자율주행차량이 안전하게 목적지까지 도달할 수 있도록 필요한 수집 가능한 모든 데이터(신호 정보, 보행자 정보, 다른 차량의 운행 정보 등)를 가지고 판단하여 위험을 회피할 수 있는 기술이다.

1 센서 반경 내에서만 인지

[사고 사례] 판단 오류

2 센서 인지 한계

수신호 X

환경 영향

인식을 오류

- 라이다 : 안개, 먼지에 취약함
- 레이더 : 가드레일 등 격자형 구조물 인식에 취약함
- 카메라 : 야간 및 조도 변화에 취약함

[사고 사례] 센서 인식 오류

Fig. 4. Sensor-centric problems with self-driving cars. (Source: KT)

자율주행협력기술은 눈 깜박할 사이에 몇 십 미터를 이동할 수 있는 차량에 있어서 필요한 정보를 얼마나 빨리 정확하게 받을 수 있는가는 굉장히 중요한 요소이고, 5G의 기술의 특징인 신뢰성과 저지연성은 바로 자율협력주행기술에 있어서 핵심적인 사항이다. 5G는 4G보다 20배나 빠른 데이터 속도와 1/10 이하의 응답 지연속도가 지원가능하고 수많은 모바일 기기와 IoT 기기들의 센서에 적용이 가능하다.

맺음말

5G 이동통신기술이 우리 사회 전반에 걸쳐 가져다 줄 영향에 대하여 산업구조 및 그리고 서비스변화 관점에서 살펴보았고 특히 자율주행차량에 대해서 문제점과 그 문제점에 대한으로 어떻게 적용될 수 있을지에 대해서 알아보았다. 현재 5G 기술에 대한 선점을 위해 각 국가별로 치열하게 경쟁을 하고 있는 상황이다. 이에 발맞추어 국내에서는 KT가 2018년 평창 동계올림픽에서 시범서비스를 필두로 각 통신사는 2019년 상용화서비스 단계에 들어갔으며, 5G를 기반으로 하는 여러 서비스를 내놓고 있다. 그러나 현실적으로 완벽한 5G 서비스를 체험하기에는 부족한 감이 없는 상황이다. 완전한 5G 서비스를 제공하기 위해서는 충분한 기지국의 확장을 통해 음영 구역이 없는 네트워크의 구축이 필요하고 또한 다양한 서비스의 개발이 병행되어야 한다. 이미 통신3사는 5G 네트워크 구

Fig. 5. Cooperative automated driving technology. (Source: KT)

축을 위해 작년에 약 9조란 막대한 투자를 진행하였으나 아직까지는 사용자의 기대에는 미치지 못한 상황이나 각 통신사에는 더 많은 사용자 유치를 위해 공격적인 투자가 진행될 것으로 기대하고 있다.

이와 더불어 근래에는 5G보다 진보한 6G 기술(5G 대비 전송속도가 약 10배)도 활발히 연구되고 있다. 이렇듯 네트워크 기술은 진보와 발전을 거듭하고 있으며 이를 활용한 더 다양하고 빠른 서비스를 받을 수 있을 것으로 예측된다. 먼 미래로만 여겨지던 일들이 이제는 하나 둘 바로 현실이 되어가고 있

자율주행 자동차 발전 방향

- 차량 내부 지능형 - 차량에 부착된 센서를 통해 주변 환경을 감지 및 분석하여 자율주행
- 통신 연동형 - 센서 외에도 통신망을 이용하여 주변 환경과 통신하며 자율주행
- 교통시스템 및 주변 환경 정보 처리로 통신 연동형 자율주행 자동차로 발전

5G와 자율주행 자동차

5G와 4G(LTE) 비교표

Fig. 6. Direction of development for self-driving cars using 5G communication. (Source: KT)

다. 기존의 영상통화를 뛰어넘어 홀로그램을 이용한 통화, 운 전자의 개입 없이도 원하는 목적지를 편하게 이동할 수 있고, 각종 재난 재해와 범죄로부터 안전한 스마트시티 이런 생활을

가능하게 해주는 기술이 바로 5G 이동통신기술이 아닐까 싶 다.