

<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2018.4.1.337>

JCCT 2018-2-42

5G 이동통신: 4차 산업 대동맥

5G Mobile Communications: 4th Industrial Aorta

김정수*, 이문호**

Jeong Su Kim*, Moon Ho Lee**

요약 본 기술 해설 논문은 5G의 IoT, 증강현실, 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터, 미래 자율주행주행차 기술을 다루면서 평창 동계 올림픽의 5G이용, 제주 스마트시티 모델을 제시했다. 그 이유는 5G는 4차 산업의 대동맥이기 때문이다. 5G가 4차 산업 대동맥인 이유는 5G가 4차 산업혁명의 핵심 인프라이기 때문이다. 인공지능(AI), 자율주행차, 가상·증강현실(VR·AR), 사물인터넷(IoT) 시대가 본격화되려면 지금보다 데이터를 몇십배 이상 더 빠르고, 안전한 상태로 전송할 수 있어야 가능하다. 예컨대 원거리에 있는 자율주행차에 현재 통신 기술인 LTE로 정지 신호를 보낸다면 100분의 1초가량이 걸린다. 상당히 빨라 보이지만, 시속 100km로 달렸다면 차가 정지 때까지 30cm를 움직이기 때문에 안전을 장담하기 어렵다. 5G는 현재의 LTE보다 약 40배가량 빠른 '초당 20기가비트(Gbps) 이상'이다. 이론적으로 1cm 이내에서 차량을 세울 수 있다. 5G는 반경 1km 이내 사물인터넷(IoT) 기기 100만개를 동시에 연결할 뿐 아니라, 속도 지연이 0.001초 이하이다. 세계 최대 스마트폰용 반도체업체 퀄컴의 스티브 몰렌코프 최고경영자(CEO)는 "5G는 미래를 연결할 핵심 요소이자 혁신 기술"이라며 "5G 상용화로 2035년쯤에는 12조달러의 경제 유발 효과와 2200만개의 새 일자리 창출 효과를 기대할 수 있을 것"이라고 말했다.

주요어 : 5G, 4차 산업혁명, 대동맥

Abstract This paper discusses 5G IOT, Augmented Reality, Cloud Computing, Big Data, Future Autonomous Driving Vehicle technology, and presents 5G utilization of Pyeongchang Winter Olympic Games and Jeju Smart City model. The reason is that 5G is the main artery of the 4th industry. 5G is the fourth industrial aorta because 5G is the core infrastructure of the fourth industrial revolution. In order for the AI, autonomous vehicle, VR / AR, and Internet (IoT) era to take off, data must be transmitted several times faster and more securely than before. For example, if you send a stop signal to LTE, which is a communication technology, to a remote autonomous vehicle, it takes a hundredth of a second. It seems to be fairly fast, but if you run at 100km / h, you can not guarantee safety because the car moves 30cm until it stops. 5G is more than 20 gigabits per second (Gbps), about 40 times faster than current LTE. Theoretically, the vehicle can be set up within 1 cm. 5G not only connects 1 million Internet (IoT) devices within a radius of 1 kilometer, but also has a speed delay of less than 0.001 sec. Steve Mollenkov, chief executive officer of Qualcomm, the world's largest maker of smartphones, said, "5G is a key element and innovative technology that will connect the future." With 5G commercialization, there will be an economic effect of 12 trillion dollars in 2035 and 22 million new jobs We can expect to see the effect of creation.

Key words : 5G, 4th Industrial, Aorta

*정회원, 숭실사이버대학교 컴퓨터정보통신학과

**정회원, 전북대학교 전자정보공학부 (교신저자)

접수일: 2018년 1월 2일, 수정완료일: 2018년 1월 23일

게재확정일: 2018년 2월 7일

Received: January 2, 2018 / Revised: January 23, 2018

Accepted: February 7, 2018

**Corresponding Author : moonho@jbnu.ac.kr

Dept Division of Electronic Engineering, Chonbuk National University, Korea

1. 서 론

늦가을 산에는 단풍이 휘날리며 지고 있다. 나무는 주어질 공간을 최대한 이용하여 햇빛과 비와 바람에 대한 자연정보를 최대한 이용하며 버터 나간다. 인접한 나무들과 목숨을 걸고 경쟁하는데 뿌리내린 땅의 면적을 최대한 차지하면서 햇빛을 최대한 받으려고 한다. 한 마디로 동물들의 경쟁보다 치열하다. 그러나 요즘 겨울 산 나무들의 모습이 묵묵히 버터 나가는 것을 사람들은 치연하게 바라본다. 나무들이 공간을 최적화로 나누는 기법은 5G의 공간 cell 최적화 기법과 같다.

유영민 과학기술정보통신부 장관은 12월 4일 "오는 2019년 상반기부터 세계 최초로 5G 기술을 상용화하겠다"고 밝혔다. 유 장관은 이날 오후 1시30분 제주벤처마루 10층 대강당에서 '4차 산업혁명과 혁신성장'을 주제로 특강에 나서 5G 조기 상용화 추진 계획을 발표했다. 유 장관은 스마트공장, 스마트물류, 스마트에너지, 스마트교통, 헬스케어, 안전보안, 자율드론 등의 다양한 분야와 접목시켜 "5G가 세상을 스마트하게 바꿀 것"이라며 "4차 산업혁명에 대응해 모든 산업의 지능화 혁신이 이뤄져야 한다"고 강조했다. 특히 유 장관은 5G 기술 도입과 관련 "내년 2월부터 실시되는 평창 동계올림픽에서 5G 시범서비스가 도입된다"며 "세계 최초의 5G 올림픽으로 IoT 기술이 도입돼 UHD로 송출되고, 360도 라이브 VR로 즐길 수 있는 올림픽을 선보일 것"이라고 말했다. 이어 "5G 표준협력을 선도해 글로벌시장을 선점하고, 타 산업 간 융합을 위한 실증·시범사업을 추진해 나갈 계획"이라며 "2018년 상반기에 5G주파수를 공급하고 2019년 상반기에는 세계최초의 5G 상용화를 추진하겠다"고 밝혔다. 이 계획대로 순조롭게 추진된다면 우리나라 5G 상용화 기술은 미국, 중국, 일본, 유럽 등의 선진국 보다 1년 앞서 도입하게 되는 것이다. 유 장관은 "청와대에서 대통령이 주재한 전략보고회에서도 제안했지만, 새로운 스마트도시(Smart City)를 만든다고 하면 그 출발은 규제를 하나도 없이 출발할 수 있어야 한다"며 "환경·안전 문제를 제외하고는 뭐든지 시도해보고 문제가 있으면 나중에 규제하도록 해야 사회 다변화에 적응할 수 있다"고 역설했다. 유 장관은 이용자의 생활패턴과 건강상태를 체크해주는 '스마트 운동화', 센서로 교체시기와 체온의 변화를 알려주는 '스마트 기저귀' 등의 사례를 언급하며 "앞으로는

단순히 신발을 팔고, 기저귀를 파는 것이 아닌 '서비스'를 파는 이들의 가치가 올라간다. 미래를 예측하는 것이 아닌 상상하는 것으로 대비해 나가야 한다"고 제언했다. 또 유 장관은 4차 산업혁명 시대를 맞아 일자리가 '줄어드는' 것을 고민하기보다는 일자리가 ' 옮겨져' 어떤 인력을 필요로 하는지에 대해 대비해야 한다고 당부했다. 그는 "1차·2차 산업혁명은 우리의 손발을 가져갔다. 4차산업 혁명은 사람의 머리가 하는 일을 로봇이 대신해주는 세상"이라고 전제, "1~2차 산업혁명 당시에도 인간은 지금과 똑같이 일자리가 줄어드는 것에 대한 염려를 했다. 그러나 결과적으로 일자리는 사라진 것이 아니라 옮겨졌다"며 "이동하는 일자리가 무엇인지 찾는 것에 초점을 맞춰야 한다"고 말했다. 문재인 정부가 '혁신성장을 위한 사람 중심의 4차 산업혁명 대응계획'을 확정·발표한 가운데, 주무 부처인 과학기술정보통신부 유영민 장관이 제주를 찾아 국정 철학을 공유하고 제주의 미래 발전 방향을 토의했다. 제주도개발공사(사장오경수)와 제주도는 4일 제주 벤처마루 10층 대강당에서 유영민 과학기술정보통신부 장관을 초청한 것이다. 유 장관은 이날 제주도민을 대상으로 한 특별강연회에서 '5G가 여는 스마트 세상'이라는 주제로 5세대(5G) 이동통신이 4차 산업혁명의 핵심 인프라임을 강조하고, 4차 산업혁명에 대응하기 위한 정부의 정책방향을 소개했다. 유 장관은 초연결 지능을 기반으로 한 '지능화 혁명'으로 정의되는 4차 산업혁명 시대에서 자율주행차, 스마트시티, 헬스케어, 가상현실 등으로 대두되는 스마트 세상을 실현하기 위한 핵심 기술로 '5G'에 방점을 찍는다. 유 장관은 5G를 통한 변화의 대표적인 예로, 디지털 제조혁신이 가능한 지능형 생산 형태인 '스마트공장'과 4차 산업혁명의 총아로서 스스로 주행하고 제어하는 자동차인 '자율주행차' 등을 소개했다. 최근 세계 최초로 2019년 상반기 5G 상용화 추진을 공식화 했던 유 장관은 정부 차원의 주요 추진과제로 5G 주파수 공급 추진과, 내년 2월 '세계 최초 5G 올림픽', 'ICT 올림픽'으로 치러지는 평창동계올림픽에 대한 청사진도 구체적으로 밝혔다. 이어 유 장관은 현재 갈림길에 직면한 대한민국의 상황을 직시하며 과학·기술, 산업·경제, 사회·제도를 아우르는 범 국가적인 대응이 필요하다는 점을 특히 강조했다. 유 장관은 전 산업 지능화 혁신과 융합서비스 규제개선을 필두로 한 '산업구조적인 부분', 일자리 이동과 고용형태 다변화와 신산업 창출을 위한

산업인력 양성 등 ‘고용 부분’, 사람 중심의 4차 산업혁명 윤리 정립 등 ‘삶의 질 개선 부분’에 대한 정부의 4차 산업혁명 대응계획에 대해서도 구체적으로 설명했다. 특히 특강 이후 유 장관은 제주지역 유망 스타트업 기업 대표들과 만나 애로사항을 청취하며 제주의 미래 발전 방향에 대해 함께 고민하는 시간도 갖었다. 간담회에 참석하는 제주 스타트업 기업 대표들은 제주에 5G와 IoT 인프라가 내제된 대규모 글로벌 테스트베드 조성을 비롯해 제주를 공유경제의 메카로 성장시키고 4차 산업 중심지로 자리매김할 수 있도록 지원을 요청했다. 또한 민·관이 어우러진 ‘제주의 4차 산업혁명’을 이끌어갈 위원회 설립과 글로벌 협력을 위한 정부 차원의 정책적 지원도 건의했다. 특별강연회에는 원희룡 제주지사도 참석, 제주의 그린빅뱅 전략을 소개하고 전과 청정지역인 제주가 전기차와 친환경 에너지산업, 스마트시티 등 혁신성장을 이끌어 나갈 최적지임을 강조하는 한편 정부 차원의 관심과 지원을 요청했다.

한편, 12월 8일 원희룡 제주도지사는 서울에서 개최된 미국 랜드연구소가 주최 워크숍에서<지속가능한 개발, 녹색경제, 스마트시티를 연결할 혁신 모델>로 CFI2030정책을 발표했다. 원희룡 지사는 공식 세션인 「지속가능한 개발과 스마트시티 혁신」 세션에 기조연설 및 토론자로 참가해 청정에너지 생산 및 유통을 위한 스마트 기술과 디지털화를 기반으로 하는 지속가능한 녹색경제 모델로 CFI2030정책을 설명했다. 이 자리에는 황승호 현대자동차그룹 부사장, 이명주 명지대학교 교수, 김상협 우리들의 미래 이사장, 랜드연구소 이사진들과 투자전문가, 자동차제조사, 도시건축전문가 등이 함께 토론에 참여했다. 원 지사는 CFI정책이 제주도의 자연적, 사회적 가치를 극대화 할 수 있는 제주도 고유의 스마트 시티 추진 전략이며 효율적인 추진을 위해 기술, 빅데이터, 시민참여의 방안을 제시했다. 원 지사는 이를 위해 신재생에너지와 전기차에 인공지능을 더한 융복합모델인 인공지능형 전기자동차 충전 인프라 구축사업, 인터넷플랫폼을 기반으로 한 이용자 중심의 대중교통체계 개편, 마지막으로 풍력자원공유화기금 제도 운영, 전기차유저모임 등 사례를 언급하며 기술, 빅데이터, 시민참여가 주축이 되는 Bottom-up 접근방식을 제시했다. 왜 5G가 4차 산업 대동맥인가?는 5G가 4차 산업혁명의 핵심 인프라이기 때문이다. 없어선 안 될 ‘대동맥’인 셈이다. 인공지능(AI), 자율주행차, 가상·

증강현실(VR·AR), 사물인터넷(IoT) 시대가 본격화되면 지금보다 데이터를 몇십배 이상 더 빠르고, 안전한 상태로 전송할 수 있어야 가능하다. 예컨대 원거리에 있는 자율주행차에 현재 통신 기술인 LTE로 정지 신호를 보낸다면 100분의 1초가량이 걸린다. 상당히 빨라 보이지만, 시속 100km로 달렸다면 차가 정지 때까지 30cm를 움직이기 때문에 안전을 장담하기 어렵다. 5G는 현재의 LTE보다 약 40배가량 빠른 ‘초당 20기가비트(Gbps) 이상’이다. 이론적으로 1cm 이내에서 차량을 세울 수 있다. 5G는 반경 1km 이내 사물인터넷(IoT) 기기 100만개를 동시에 연결할 뿐 아니라, 속도 지연이 0.001초 이하다. 세계 최대 스마트폰용 반도체업체 퀄컴의 스티브 몰렌코프 최고경영자(CEO)는 “5G는 미래를 연결할 핵심 요소이자 혁신 기술”이라며 “5G 상용화로 2035년쯤에는 12조달러의 경제 유발 효과와 2200만개의 새 일자리 창출 효과를 기대할 수 있을 것”이라고 말했다. 본고는 5G이동통신 Overview 논문으로 최근에 발표된 신문과 학회자료를 소개하는데, 2장은 5G 이동통신, 3장은 세계 최초 ‘5G 올림픽’ 평창 일대서 시범 서비스, 4장은 5세대통신(5G)의 주파수, 5장은 Cellular-V2X : 미래 자율주행 자동차의 핵심 기술, 6장의 결론으로 되어있다.

II. 5G 이동 통신 기술

우리나라 LTE 가입자 수는 2015년 4천만 명을 돌파했다. 또한 과학기술정보통신부의 ‘2017년 8월 무선데이터 트래픽 통계’에 따르면 무선데이터 트래픽 332,413TB 중 LTE트래픽은 313,235TB로 전체의 95% 이상을 차지한다. 대부분의 사람들이 LTE(4G)를 통해 스마트폰을 사용하고 있다. 2008년 전후 통신시장이 3G에서 4G로 이동하며 우리나라가 개발한 와이브로 기술은 주도권을 잡는데 실패한 반면 LTE(Long Term Evolution)는 글로벌 통신 시장의 표준으로 자리잡았다. 5G 시대가 다가옴에 따라 5G 기술표준을 선점하기 위한 경쟁이 치열하다. 5G란? 3G의 공식 명칭은 IMT(International Mobile Telecommunications)-2000, 4G의 공식 명칭은 IMT-Advanced였고 LTE는 브랜드 명칭이었다. 그리고 2015년에 정해진 5G의 공식 명칭은 IMT-2020으로, 2020년 5G 기술 표준화 및 상용화가 이루어질 예정이다. 다음 그림1,2,3은 5G 주요 기술이다.

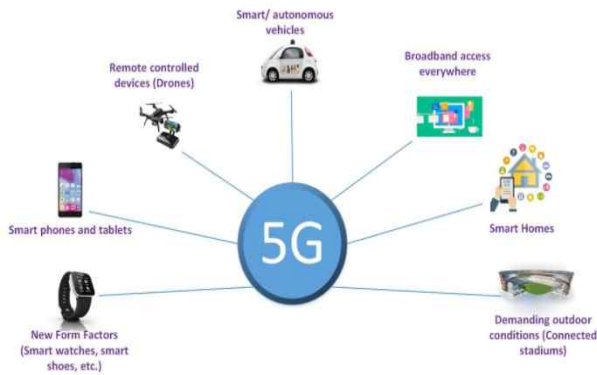


그림 1. 5G란?
Figure 1. What is 5G?

Non-Orthogonal Multiple Access (NOMA)

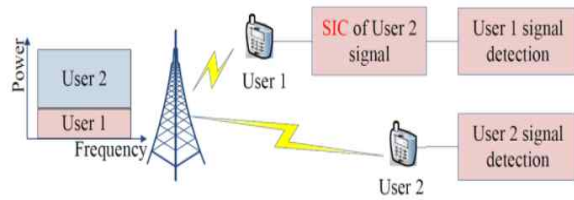


그림 2. 비 직교 다중 접속
Figure 2. Non-Orthogonal Multiple Access (NOMA)

Interference Alignment

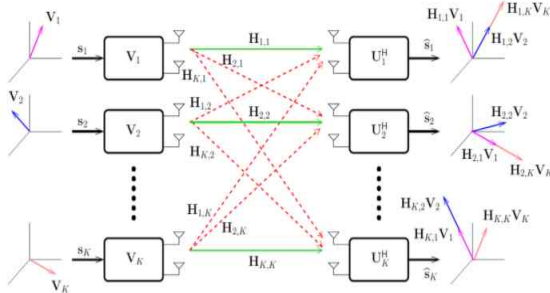


그림 3. 간섭 정렬
Figure 3. Interference Alignment

IUT(국제전기통신연합)은 5G의 8대 성능을 정의했는데 그 중 일부는 다음과 같다. 1. 최대 20Gbps의 전송 속도(LTE보다 20배 빠른 수준) 2. 100Mbps의 이용자 체감 전송 속도 3. 1/1,000의 전송지연 4. 1km² 이내에 있는 약 100만개 기기에 사물인터넷 서비스 제공가능 속도와 안전성이 강화됨을 물론 다량 접속 등이 가능해짐에 따라 5G시대는 새로운 산업과 서비스의 출현을 가져올 것으로 기대된다. 특히 사물인터넷, 자율주행

차, 가상현실, 인공지능 등 많은 양의 데이터를 실시간으로 끊임없이 주고받는 4차 산업혁명 분야에서는 5G가 큰 역할을 할 것이다. 위에서 말했듯이 5G 상용화 시점은 2020년으로 예상되고 있다. 5G 시대가 점점 가까워짐에 따라 5G 기술표준 경쟁 역시 더욱 치열해지고 있다. 5G를 선점하는 국가와 기업이 통신 주도권을 잡고 산업 생태계를 주도할 수 있을 것이다. 5G 기술표준이 확정되는 2020년 하반기에는 과연 누가 웃게 될까? 2~3년 앞으로 다가온 5G 시대, 우리나라가 기술 주도권을 잡을 수 있길 기대해본다. 우리나라는 5G 시장 선점을 위해 2019년 5G 상용화를 목표로 하고 있다. 과학기술정보통신부의 5G 전략추진위원회 표준화 연구반을 중심으로 한국전자통신연구원(ETRI), 국립전파연구원, 한국정보통신기술협회(TTA)등 산학연 전문가들이 대한민국 5G후보기술을 만들어나가고 있다. 과학기술통신부는 지난 11일 독일에서 개최된 제28차 ITU 이동통신 작업반 회의에서 기술 공조, 초고주파수 대역 활용, 일정 준수 등의 내용이 포함된 대한민국 5G 후보기술 제출의향서를 발표했다. 다음 ITU회의는 평창올림픽전 서울에서 개최되는데 이 때 대한민국 5G 후보기술을 정식으로 제출할 예정이다. 유럽, 미국, 중국, 일본도 5G 경쟁에 적극적으로 참여하고 있다. 다음 표 1은 주요국 5G 준비 현황이다. 다음은 5G 주요 기술을 설명한다.

1. 사물통신 IoT(Machine to Machine, 事物通信)

두산백과 사전에 요약된 내용의 일부이다. 기계와 기계 사이의 통신. 사물 통신(M2M)은 기계, 센서, 컴퓨터 등 다양한 장치들이 유무선 통신 기술을 이용해 서로 정보를 교환하게 함으로써 개별 장치들의 기능이나 성능을 개선시켜 주고 개별 장치들이 제공하지 못했던 새로운 지능형 서비스를 제공한다. 사물 통신의 활용 분야는 매우 넓으나, 전기, 가스 등 원격 검침, 신용카드 조회, 위치 추적, 시설물 관리 등의 분야에 주로 사용된다. 사물 통신의 개념을 일반 사물이나 사람은 물론 공간, 프로세스 등 세상에 존재하는 유무형의 객체로 확장한 것이 사물 인터넷(IoT: Internet of Things)이다.

2. 증강현실(augmented reality, 增強現實)

표 1. 주요국 5G 준비 현황

Table 1. Major countries 5G preparation status

국가	내용	5G 주파수
한국	-2018년 주파수 할당 -2019년 상반기 상용화	3.50GHz, 280MHz
중국	-2016년부터 모바일 커뮤니케이션 브로드밴드 전략 추진-2020년 상용화	3.30GHz~3.60GHz, 4.80GHz~5.00GHz
일본	-통신사와 이용자 중간에 5G 서비스 제공 사업자를 통한 5G 확산	0GHz~23.50GHz
미국	-정부 규제 최소화-보상 경쟁 등 통한 주파수 공급	0.70GHz, 1.70GHz, 3.50GHz, 240MHz, 280MHz, 390MHz
EU	-회원국 간 조율 조정-스몰셀 배치 촉진.	1.50GHz, 3.60GHz, 260MHz
브라질	-5G 개발을 위한 TF 운용-모든 통신사 참여를 통한 상용화 준비.	240MHz 등

사용자가 눈으로 보는 현실세계에 가상 물체를 겹쳐 보여주는 기술이다. 현실세계에 실시간으로 부가정보를 갖는 가상세계를 합쳐 하나의 영상으로 보여주므로 혼합현실(Mixed Reality, MR)이라고도 한다. 현실환경과 가상환경을 융합하는 복합형 가상현실 시스템(hybrid VR system)으로 1990년대 후반부터 미국·일본을 중심으로 연구·개발이 진행되고 있다. 현실세계를 가상세계로 보완해주는 개념인 증강현실은 컴퓨터 그래픽으로 만들어진 가상환경을 사용하지만 주역은 현실환경이다. 컴퓨터 그래픽은 현실환경에 필요한 정보를 추가 제공하는 역할을 한다. 사용자가 보고 있는 실사 영상에 3차원 가상영상을 겹침(overlap)으로써 현실환경과 가상화면과의 구분이 모호해지도록 한다는 뜻이다. 가상현실기술은 가상환경에 사용자를 몰입하게 하여 실제환경을 볼 수 없다. 하지만 실제환경과 가상의 객체가 혼합된 증강현실기술은 사용자가 실제환경을 볼 수 있게 하여 보다 나은 현실감과 부가 정보를 제공한다. 예를 들어 스마트폰 카메라로 주변을 비추면 인근에 있는 상점의 위치, 전화번호 등의 정보가 입체영상으로 표기된다. 원격의료진단·방송·건축설계·제조공정관리 등에 활용된다. 최근 스마트폰이 널리 보급되면서 본격적인 상

업화 단계에 들어섰으며, 게임 및 모바일 솔루션 업계·교육 분야 등에서도 다양한 제품을 개발하고 있다. 증강현실을 실외에서 실현하는 것이 착용식 컴퓨터(wearable computer)이다. 특히 머리에 쓰는 형태의 컴퓨터 화면장치는 사용자가 보는 실제환경에 컴퓨터 그래픽·문자 등을 겹쳐 실시간으로 보여줌으로써 증강현실을 가능하게 한다. 따라서 증강현실에 대한 연구는 착용컴퓨터 개발이 주를 이룬다. 개발된 증강현실시스템으로 비디오방식과 광학방식 등의 HMD(head mounted display)가 있다.

3. 클라우드 컴퓨팅(Cloud Computing)

인터넷 상의 서버를 통하여 데이터 저장, 네트워크, 콘텐츠 사용 등 IT 관련 서비스를 한번에 사용할 수 있는 컴퓨팅 환경이다. 정보가 인터넷 상의 서버에 영구적으로 저장되고, 데스크톱·태블릿컴퓨터·노트북·넷북·스마트폰 등의 IT 기기 등과 같은 클라이언트에는 일시적으로 보관되는 컴퓨터 환경을 뜻한다. 즉 이용자의 모든 정보를 인터넷 상의 서버에 저장하고, 이 정보를 각종 IT 기기를 통하여 언제 어디서든 이용할 수 있다는 개념이다. 다시 말하면 구름(cloud)과 같이 무형의 형태로 존재하는 하드웨어·소프트웨어 등의 컴퓨팅 자원을 자신이 필요한 만큼 빌려 쓰고 이에 대한 사용요금을 지급하는 방식의 컴퓨팅 서비스로, 서로 다른 물리적인 위치에 존재하는 컴퓨팅 자원을 가상화 기술로 통합해 제공하는 기술을 말한다. 클라우드로 표현되는 인터넷상의 서버에서 데이터 저장, 처리, 네트워크, 콘텐츠 사용 등 IT 관련 서비스를 한번에 제공하는 혁신적인 컴퓨팅 기술인 클라우드 컴퓨팅은 ‘인터넷을 이용한 IT 자원의 주문형 아웃소싱 서비스’라고 정의되기도 한다. 클라우드 컴퓨팅을 도입하면 기업 또는 개인은 컴퓨터 시스템을 유지·보수·관리하기 위하여 들어가는 비용과 서버의 구매 및 설치 비용, 업데이트 비용, 소프트웨어 구매 비용 등 엄청난 비용과 시간·인력을 줄일 수 있고, 에너지 절감에도 기여할 수 있다. 또 PC에 자료를 보관할 경우 하드디스크 장애 등으로 인하여 자료가 손실될 수도 있지만 클라우드 컴퓨팅 환경에서는 외부 서버에 자료들이 저장되기 때문에 안전하게 자료를 보관할 수 있고, 저장 공간의 제약도 극복할 수 있으며, 언제 어디서든 자신이 작업한 문서 등을 열람·수정할

수 있다. 하지만 서버가 해킹당할 경우 개인정보가 유출될 수 있고, 서버 장애가 발생하면 자료 이용이 불가능하다는 단점도 있다. 구글·다음·네이버 등의 포털에서 구축한 클라우드 컴퓨팅 환경을 통하여 태블릿컴퓨터나 스마트폰 등 휴대용 IT기기로도 손쉽게 각종 서비스를 사용할 수 있게 되었다. 이용편리성이 높고 산업적 파급효과가 커 차세대 인터넷 서비스로 주목받고 있는 클라우드 컴퓨팅은 2000년 대 후반에 들어 새로운 IT 통합관리모델로 등장하였다.

4. 빅데이터

빅데이터란 Naver 지식백과에 정의에 따르면 디지털 환경에서 생성되는 데이터로 그 규모가 방대하고, 생성 주기도 짧고, 형태도 수치 데이터뿐 아니라 문자와 영상 데이터를 포함하는 대규모 데이터를 말한다. 빅데이터 환경은 과거에 비해 데이터의 양이 폭증했다는 점과 함께 데이터의 종류도 다양해져 사람들의 행동은 물론 위치정보와 SNS를 통해 생각과 의견까지 분석하고 예측할 수 있다. 빅데이터의 정의와 등장 배경은 디지털 경제의 확산으로 우리 주변에는 규모를 가늠할 수 없을 정도로 많은 정보와 데이터가 생산되는 '빅데이터(Big Data)' 환경이 도래하고 있다. 빅데이터란 과거 아날로그 환경에서 생성되던 데이터에 비하면 그 규모가 방대하고, 생성 주기도 짧고, 형태도 수치 데이터뿐 아니라 문자와 영상 데이터를 포함하는 대규모 데이터를 말한다. PC와 인터넷, 모바일 기기 이용이 생활화되면서 사람들이 도처에 남긴 발자국(데이터)은 기하급수적으로 증가하고 있다(정용찬, 2012a). 쇼핑의 예를 들어 보자. 데이터의 관점에서 보면 과거에는 상점에서 물건을 살 때만 데이터가 기록되었다. 반면 인터넷쇼핑몰의 경우에는 구매를 하지 않더라도 방문자가 돌아다니는 기록이 자동적으로 데이터로 저장된다. 어떤 상품에 관심이 있는지, 얼마 동안 쇼핑물에 머물렀는지를 알 수 있다. 쇼핑뿐 아니라 은행, 증권과 같은 금융거래, 교육과 학습, 여가활동, 자료검색과 이메일 등 하루 대부분의 시간을 PC와 인터넷에 할애한다. 사람과 기계, 기계와 기계가 서로 정보를 주고받는 사물지능통신(M2M, Machine to Machine)의 확산도 디지털 정보가 폭발적으로 증가하게 되는 이유다. 사용자가 직접 제작하는 UCC를 비롯한 동영상 콘텐츠, 휴대전화와

SNS(Social Network Service)에서 생성되는 문자 등은 데이터의 증가 속도뿐 아니라, 형태와 질에서도 기존과 다른 양상을 보이고 있다. 특히 블로그나 SNS에서 유통되는 텍스트 정보는 내용을 통해 글을 쓴 사람의 성향뿐 아니라, 소통하는 상대방의 연결 관계까지도 분석이 가능하다. 게다가 사진이나 동영상 콘텐츠를 PC를 통해 이용하는 것은 이미 일반화되었고 방송 프로그램도 TV수상기를 통하지 않고 PC나 스마트폰으로 보는 세상이다. 트위터(twitter)에서만 하루 평균 1억 5500만 건이 생겨나고 유튜브(YouTube)의 하루 평균 동영상 재생건수는 40억 회에 이른다. 글로벌 데이터 규모는 2012년에 2.7제타바이트(zettabyte), 2015년에는 7.9제타바이트로 증가할 것으로 예측하고 있다(IDC, 2011). 1제타바이트는 1000엑사바이트(exabyte)이고, 1엑사바이트는 미 의회도서관 인쇄물의 10만 배에 해당하는 정보량이다(Lynman, P., & Varian, H., 2003). 주요 도로와 공공건물은 물론 심지어 아파트 엘리베이터 안에까지 설치된 CCTV가 촬영하고 있는 영상 정보의 양도 상상을 초월할 정도로 엄청나다. 그야말로 일상생활의 행동 하나하나가 빠짐없이 데이터로 저장되고 있는 셈이다.

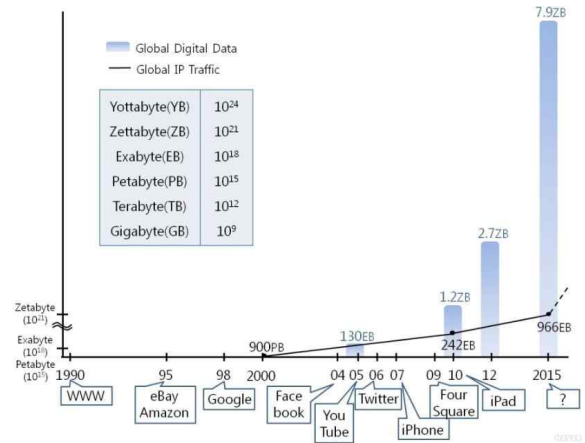


그림 4 인터넷기업의 등장과 글로벌 디지털데이터 규모, 출처 정용찬(2012a) 4쪽

Figure 4. The emergence of Internet companies and global digital data scale

민간 분야뿐 아니라 공공 분야도 데이터를 양산 중이다. 센서스(Census)를 비롯한 다양한 사회 조사, 국제자료, 의료보험, 연금 등의 분야에서 데이터가 생산되고 있다. 스마트워크의 본격화도 데이터 증가를 가속화할 전망이다(방송통신위원회, 2011).

빅데이터의 특징은 3V로 요약하는 것이 일반적이

다. 즉 데이터의 양(Volume), 데이터 생성 속도(Velocity), 형태의 다양성(Variety)을 의미한다(O'Reilly Radar Team, 2012). 최근에는 가치(Value)나 복잡성(Complexity)을 덧붙이기도 한다. 이처럼 다양하고 방대한 규모의 데이터는 미래 경쟁력의 우위를 좌우하는 중요한 자원으로 활용될 수 있다는 점에서 주목받고 있다. 대규모 데이터를 분석해서 의미있는 정보를 찾아내는 시도는 예전에도 존재했다. 그러나 현재의 빅데이터 환경은 과거와 비교해 데이터의 양은 물론 질과 다양성 측면에서 패러다임의 전환을 의미한다. 이런 관점에서 빅데이터는 산업혁명 시기의 석탄처럼 IT와 스마트혁명 시기에 혁신과 경쟁력 강화, 생산성 향상을 위한 중요한 원천으로 간주되고 있다(McKinsey, 2011). 기업은 보유하고 있는 고객 데이터를 활용해 마케팅 활동을 활성화하는 고객관계관리(CRM, Customer Relationship Management) 활동을 1990년대부터 시작했다. CRM은 기업이 보유하고 있는 데이터를 통합하는 데이터웨어하우스(Datawarehouse), 고객 데이터 분석(Data Mining)을 통한 고객유지와 이탈방지 등과 같은 다양한 마케팅 활동을 진행하는 것을 뜻한다. 기업의 CRM 활동은 자사 고객 데이터뿐 아니라 제휴회사의 데이터를 활용한 제휴 마케팅도 포함한다. 최근에는 구매 이력 정보와 웹로그(web-log) 분석, 위치기반 서비스(GPS) 결합을 통해 소비자가 원하는 서비스를 적기에 적절한 장소에서 제안할 수 있는 기술 기반을 갖추었다. 이러한 고객분석은 빅데이터 시대를 맞이해 전환점을 맞고 있다. 분산처리방식과 같은 빅데이터 기술을 활용해서 과거와 비교가 안 될 정도의 대규모 고객 정보를 빠른 시간 안에 분석하는 것이 가능하다. 트위터와 인터넷에 생성되는 기업 관련 검색어와 댓글을 분석해 자사의 제품과 서비스에 대한 고객 반응을 실시간으로 파악해 즉각적인 대처를 시행하고 있다. 소프트웨어나 하드웨어도 오픈 소스 형태의 하둡(Hadoop)이나 분석용 패키지인 R과 분산병렬처리기술, 클라우드 컴퓨팅 등을 활용하면 기존의 비싼 스토리지와 데이터베이스에 기반한 고비용의 데이터웨어하우스를 구축하지 않더라도 효율적인 시스템 운용이 가능하다.

특히 빅데이터에 기반한 분석방법론은 과거에 불가능했던 일을 가능하게 만들고 있다. 구글은 독감과 관련된 검색어 빈도를 분석해 독감 환자 수와 유행 지역을 예측하는 독감 동향 서비스를 개발했다



그림 5. 데이터 처리 기술의 선도자 구글을 창립한 래리 페이지(1973)와 세르게이 브린(1973)
Figure 5. Larry Page and Sergey Brin, the founder of Google's data processing technology

(google.org/flutrends). 이는 미 질병통제본부(CDC)보다 예측력이 뛰어난 것으로 밝혀졌다. 데이터의 규모가 중요하다는 것을 확인시킨 사례로는 구글의 자동번역 시스템이 있다. 구글은 수천만 권의 도서 정보와 유엔과 유럽의회, 웹 사이트의 자료를 활용해 64개 언어 간 자동번역 시스템 개발에 성공했다. IBM도 캐나다 의회의 문서를 활용해 영어·불어 자동번역 시스템 개발을 시도했으나 실패한 경험이 있다. 이는 기술의 차이보다는 사용 데이터의 규모 차이에 의한 결과로 평가한다. 서울시장 보궐선거도 새로운 데이터 분석의 효과를 입증한 사례다. 전통적인 여론조사 결과는 선거 당일까지 '박빙'의 승부를 예상했지만, 트위터 분석은 당선자 측의 우위를 예측했기 때문이다. 기업의 빅데이터 활용은 고객의 행동을 미리 예측하고 대처방안을 마련해 기업 경쟁력을 강화시키고, 생산성 향상과 비즈니스 혁신을 가능하게 한다(McKinsey, 2011). 공공 기관의 입장에서 빅데이터의 등장은 시민이 요구하는 서비스를 제공할 수 있는 기회로 작용한다. 이는 '사회적 비용 감소와 공공 서비스 품질 향상'을 가능하게 만든다. 미 대통령 과학자문위원회는 2010년 발간한 '디지털 미래 전략(Designing a Digital Future)' 보고서에서 '모든 연방 정부 기관은 빅데이터 전략이 필요함'을 강조했다. 2012년에 열린 다보스 포럼에서도 위기에 처한 자본주의를 구하기 위한 '사회 기술 모델(Social and Technological Models)'을 제시하고 '빅데이터'가 사회 현안 해결에 강력한 도구가 될 것으로 예측했다(Vital Wave Consulting, 2012). 우리나라 국가정보화전략위원

회도 2011년 '빅데이터를 활용한 스마트 정부 구현(안)'을 보고했다. '빅데이터'는 민간 기업은 물론 정부를 포함한 공공 부문의 혁신을 수반하는 패러다임의 변화를 의미하며 빅데이터 환경의 특징 표2와 같다.

표 2. 빅데이터 환경의 특징
Table 2. Characteristics of Big Data Environment

구분	기준	빅데이터 환경
데이터	- 정형화된 수치자료 중심	- 비정형의 다양한 데이터 - 문자 데이터(SMS, 검색어) - 영상 데이터(CCTV, 동영상) - 위치 데이터
하드웨어	- 고가의 저장장치 - 데이터베이스 - 데이터웨어하우스(Data-warehouse)	- 클라우드 컴퓨팅 등 비용효율적인 장비 활용 가능
소프트웨어/분석 방법	- 관계형 데이터베이스(RDBMS) - 통계패키지(SAS, SPSS) - 데이터 마이닝(data mining) - machine learning, knowledge discovery	- 오픈소스 형태의 무료 소프트웨어 - Hadoop, NoSQL - 오픈 소스 통계솔루션(R) - 텍스트 마이닝(text mining) - 온라인 버즈 분석(opinion mining) - 감성 분석(sentiment analysis)

출처 : 정중찬(2012a), 4쪽

5. 제 4차 산업혁명 (The Fourth Industrial Revolution, 第4次産業革命)

인공 지능, 사물 인터넷, 빅데이터, 모바일 등 첨단 정보통신기술이 경제·사회 전반에 융합되어 혁신적인 변화가 나타나는 차세대 산업혁명.인공 지능(AI), 사물 인터넷(IoT), 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터, 모바일 등 지능정보기술이 기존 산업과 서비스에 융합되거나 3D 프린팅, 로봇공학, 생명공학, 나노기술 등 여러 분야의 신기술과 결합되어 실세계 모든 제품·서비스를 네트워크로 연결하고 사물을 지능화한다. 제4차 산업혁명은 초연결(hyperconnectivity)과 초지능(superintelligence)을 특징으로 하기 때문에 기존 산업혁명에 비해 더 넓은 범위(scope)에 더 빠른 속도(velocity)로 크게 영향(impact)을 끼친다. '제4차 산업혁명' 용어는 2016년 세계 경제 포럼(WEF: World Economic Forum)에서 언급되었으며, 정보 통신 기술(ICT) 기반의 새로운 산업 시대를 대표하는 용어가 되었다. 컴퓨터, 인터넷으로 대표되는 제3차 산업혁명(정보 혁명)에서 한 단계 더 진화한 혁명으로도 일컬어진다.



<그림. 미래창조과학부 블로그>

그림 6. 산업혁명 과정
Figure 6. Industrial Revolution Course

III. 세계 최초 '5G 올림픽' 평창 일대서 시범 서비스

평창 동계올림픽(2018.2.9.-2.25)에선 스키를 신고 15~50km 장거리 레이스를 펼치는 크로스컨트리 선수들의 조기에 GPS(위성 추적 장치)가 달린다. 스마트폰과 태블릿PC로 경기를 보는 시청자들은 코스 곳곳을 통과하는 선수들 위치를 직접 확인할 수 있고 보고 싶은 선수만 골라 경기 장면을 볼 수 있다. 대회 기간 배포될 크로스컨트리 전용 앱(응용프로그램)을 이용하면, 3D(3차원) 그래픽 경기장 화면이 맨 먼저 나타나고 선수들 위치가 실시간으로 표시된다. 특정 선수를 터치하면 코스 곳곳에 설치된 카메라가 선수를 찾아내 경기 모습을 비춰준다. 화면에는 GPS가 파악한 선수의 현재 속도와 랭킹, 이름·나이·소속 국가까지 표시된다. 과학기술정보통신부 최정호 평창동계올림픽추진팀장은 "5G 장치가 달린 카메라가 GPS를 통해 가장 가까운 곳에 위치한 선수를 찾아내 영상을 찍고 이를 방송 센터로 보내주는 첨단 방송·통신 융합 서비스"라며 "다양한 5G 기반 서비스를 TV와 스마트폰, 태블릿에서 선보이기 위해 올림픽 방송 주관사인 OBS (Olympic Broadcasting Services)와 협의하고 있다"고 말했다.

1. 5G 기반 실감(實感)형 스포츠 중계

두 달 뒤 동계올림픽 기간 평창·강릉 일대에는 '5G 세상'이 열린다. 이들 지역에선 5G망을 통한 초고화질 중계를 전용 태블릿에서 실시간으로 볼 수 있고, 가상 현실(VR) 같은 360도 다시 보기도 가능해진다. 최고 시속 135~150km로 질주하는 봅슬레이는 5G 장치를 단 초소형 카메라를 썰매 앞에 부착해 선수 시점에서 찍은 1



그림 7 (a) 5G기반의 평창올림픽
 Figure 7. (a) 5G-based Pyeongchang Olympics

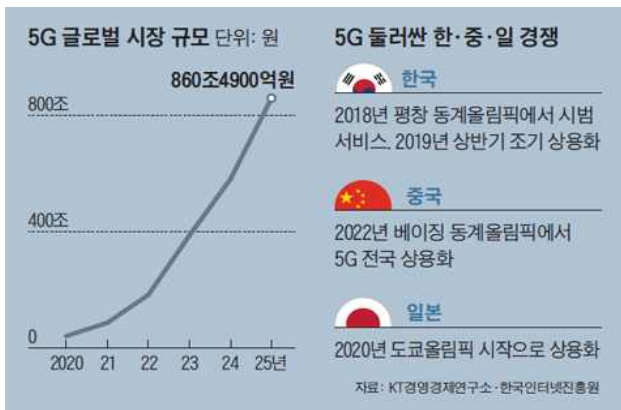


그림 7. (b) 5G를 둘러싼 한·중·일 경쟁
 Figure 7. (b) Competition between Korea, China and Japan over 5G

인칭 영상을 끊임없이 제공한다. 지난달 29일 기자가 평창 ICT 체험관에서 시험 영상을 봤더니, 봅슬레이 맨 앞에 탄 것처럼 썰매 진동까지 느껴질 정도였다. 성은미 KT 평창동계올림픽추진단 마케팅팀장은 "고속 질주하며 촬영하는 초고화질 영상을 방송 센터로 실시간 전송해주는 것이 5G의 핵심 기술"이라고 말했다. 평창 동계올림픽의 5G 기반 실감 영상 피겨스케이팅과 쇼트트랙 경기 중계에선 초고화질 카메라 100대가 보내는 타임슬라이스 영상을 즐길 수 있고, 피겨스케이팅 선수의 공연 전후 대기 장소와 쇼트트랙 링크의 코너 부분에는 VR 전용 카메라가 설치돼 현장감 나는 360도 영상을 제공한다. 각 VR 카메라가 보내주는 영상을 합성하는 기술은 세계적 반도체 회사 인텔이 제공한다. 스키점프도 박진감 넘치는 1인칭 영상 제작을 위해 선수 헬멧에 1인칭 카메라 장착을 시도했으나 무산된 것으로 알려졌다. 기록에 민감한 선수들이 달걀 3개 정도 무게인 200g 미만 카메라 장착을 거부했다는 것이다.

2. 지상과 UHD로 즐기는 최초 동계올림픽

지상과 중계도 이전과는 확 달라진다. 이번 동계올림픽은 개·폐회식을 포함해 전체 15개 종목 중 쇼트트랙, 컬링, 아이스하키 등 10개 종목 경기를 기존 고화질(Full HD)보다 4배 선명한 초고화질(Ultra-HD) 영상으로 제작한다. 양한열 올림픽조직위 미디어운영국장은 "지상과 UHD 방송이 시작된 수도권과 광역시, 평창·강릉 지역에서는 UHD TV 세트만 있으면 생생한 영상을 볼 수 있다"고 말했다. 평창 ICT 체험관에선 UHD 카메라 3대로 촬영한 초고해상도 영상을 실시간으로 연결해 120~180도에 달하는 파노라마 영상으로 중계하는 서비스도 볼 수 있다. 가로 15m, 세로 3.8m 대형 UHD 화면을 통해 다양한 경기 장면을 내보낼 예정이다. KT 황창규 회장은 "세계 최초 5G 올림픽을 성공적으로 이끌어 '통신 강국(強國)' 한국의 명성을 다시 한 번 확인시키는 계기로 삼을 것"이라고 말했다. 피겨스케이팅의 타임슬라이스 영상이나 봅슬레이 종목의 싱크류(1인칭 초고화질 영상) 등 평창올림픽에서 새롭게 선보이는 영상을 즐기려면 평창과 강릉 일대에 있는 체험관을 이용하는 게 가장 좋다. 과학기술정보통신부는 평창올림픽 기간 동안 평창을 찾는 관람객들을 위해 최근 평창에 738㎡(223평) 규모의 ICT(정보통신기술) 체험관을 오픈한 데 이어 내년 1월 강릉에도 1000㎡(300평) 규모의 체험관을 오픈한다. 이곳에서는 VR(가상현실) 스노보드, VR 봅슬레이 등도 체험할 수 있다. 경기장의 실제 모습과 주변 환경이 3D(3차원) 입체 영상으로 제작돼 있어, VR 기기를 쓰고 가상공간에서 경기장 투어를 할 수도 있다.

평창 경기장 주변 10여 곳과 서울 광화문·인천공항에서도 미니 체험관을 오픈한다. 5G 중계 영상 서비스를 이용하기 위해서는 별도의 전용 모바일 기기를 이용해야 한다. 이 체험관들에서는 삼성전자가 7인치 크기의 5G 전용 태블릿PC를 제공한다. 기존 스마트폰을 이용하는 사람들은 다시 보기(VOD) 방식으로 서비스를 이용할 수 있다. 올림픽조직위원회와 KT는 관련 영상을 유튜브와 KT 모바일 인터넷 TV에 올려놓을 계획이다. 대용량 영상 파일을 다운로드받아 이용하는 형태다. 과기정통부 관계자는 "더욱 많은 사람이 5G 서비스를 체험할 수 있도록 5G 체험존을 더 확대할 계획"이라며 "크로스컨트리 경기에 적용하는 GPS(위성 추적

장치) 중계 등 일부 서비스는 파일 용량을 줄여 기존 스마트폰에서도 볼 수 있게 하는 방안을 검토 중"이라고 말했다. 또 10개 종목 경기를 초고화질(UHD) 지상파 생중계로 즐길 수 있다. 다만 TV 세트가 UHD급 초고화질 콘텐츠를 수신할 수 있는 TV라야 한다. 지상파 방송사들은 지상파 중계 외에도 인터넷을 통해 전(全) 경기를 초고화질 생중계하는 것도 추진하고 있다. (조선일보 2017.12.11.일자 신동훈·이기문, 성호철 기자 보도)

IV. 5세대 통신(5G)의 주파수

2017년 7월 쉐일에서 주파수 전략 및 기술 정책을 담당하는 딘 브레너 (Dean Brenner) 수석 부사장은 앨리스 톨킨스트(Alice Tornquist) 쉐일 부사장과 함께 미국 국회의사당에서 열린 이벤트에서 강연을 했다. 의원들에게 주파수 정책의 중요성에 대해 알리고, 주파수에 대한 접근성과 활용도 증대 방안을 강구하기 위해 2014년 Brett Guthrie(Brett Guthrie) 공화당 하원의원(켄터키주)과 Doris Matsui(Doris Matsui) 민주당 하원의원(캘리포니아주)이 설립한 초당그룹, 주파수 의원모임(Congressional Spectrum Caucus)이 후원하는 행사에서 연설이었다. 거스 의원과 마츠이 의원이 이 모임을 이끌고 있으며, 최근 두 의원은 미 정부 기관이 주파수 사용을 통합하여 더 많은 주파수가 상용 모바일 브로드밴드에 활용될 수 있도록 하는 연방 주파수우대법을 공동 발의하기도 했다. 쉐일도 이 법안을 지지하고 있다. 소비자에게 양질의 더 빠른 모바일 브로드밴드를 제공하기 위해서는 주파수 확보가 무엇보다 중요하기 때문이다. 2035년까지 5G는 세계적으로 약 12조 달러 이상의 경제적 가치를 창출할 것으로 예측된다. 즉 일상 생활의 구석구석에 5G의 손길이 닿지 않는 곳이 없게 된다는 의미이다. 따라서 모두가 5G를 사용할 수 있는 환경을 구축하기 위해선 견고한 정책을 통해 새로운 주파수 대역을 안정적으로 사용할 수 있도록 준비해야 한다. 이번 행사는 미국 정부가 5G를 원활히 전개하기 위한 과정을 논의하는 자리였다. 주파수에 대한 논의는 필수였다. 5G는 저대역, 중대역, 고대역 등 모든 대역의 주파수와, 면허, 비면허, 공유 대역 등 모든 종류의 주파수를 활용하게 될 것이다. 게다가 기가비트 LTE와 5G용 주파수는 뿔뿔이 떨어져 있을 수 없는 관계이다. 쉐일에서

개발한 기술을 사용하는 기가비트 LTE는 현재 상용화 되어 있으며, 보다 광범위한 커버리지와 더 빠르고 향상된 모바일 브로드밴드 환경을 제공한다. 5G는 2019년부터 상용화 될 전망이다.

1. 전세계 5G 주파수 현황

미래의 5G 네트워크를 위해 주파수를 확보하고, 국가간에 조화를 이루고, 경매까지 가는 것은 국제적인 노력을 요한다. 모든 국가에서 적극적인 태도를 보여야 한다. 전세계 국가의 규제 당국 역시 5G를 위한 주파수 확보를 위해 업계의 이해 당사자들과 쉽 없이 노력해야 한다. 주요 국가의 5G 주파수에 대한 발전 현황을 요약하자면 아래와 같다.

- 중국: 6월, 산업정보기술부(MIIT)는 5G 주파수를 위한 두 가지 공공 협의 주제를 발표했다. 하나는 3.4~3.6 GHz, 3.3~3.4 GHz (실내 전용), 4.8~5 GHz 대역에서의 6GHz 이하 5G 주파수 대역 승인에 대한 의견을 구하는 내용이었으며, 다른 하나는 밀리미터파 후보 대역인 24.75~27.5 GHz와 37~42.5 GHz에 대한 여론을 묻는 내용이었다. 7월, 산업정보기술부는 기존의 3.4~3.6 GHz 대역 외에 소규모 5G 시범 주파수로 4.8~5 GHz, 24.75~27.5 GHz, 37~42.5 GHz 대역을 추가 승인했다.

- 7월, 일본 총무성(MIC)은 3.6~4.2GHz와 4.4~4.9GHz 범위에서 최대 500MHz대역폭의 6GHz 이하 주파수와, 27.5~29.5GHz 의 최대 2GHz 대역폭의 밀리미터파 주파수를 5G 주파수로 지정하는 공공 협의 사항을 발표했다. 총무성은 정확한 주파수를 포함한 최종 기술 규정을 2018년 여름 발표할 계획이다.

- 유럽: 2016년 EU 집행위원회(EC)는 기가비트 사회(Gigabit Society)를 목표로, 2017년 5G 시범 운영을 시작으로 2018년까지 초기 5G 네트워크 운영 시작, 2020년까지 회원국 주요 도시 최소 한 군데에서 상용 5G 서비스 시행, 그리고 2025년까지 EU 전 지역에 5G를 공급하겠다는 실행 계획을 발표했다. 동 계획에서 초기 주파수는 1GHz 이하에서는 700MHz, 1~6GHz에서는 3.4~3.8 GHz, 6GHz 이상은 26 GHz대역으로 발표되었다. EU 회원국의 각 규제 당국에서는 3.4~3.8 GHz와 26 GHz, 확장된 L대역(1427-1518 MHz) 의 주파수 조

화를 위해 노력하고 있다. 확장된 L대역은 700MHz를 보강할 수 있는 중요한 주파수 대역이다. 동시에 일부 회원국에서는 3.4~3.8GHz와 26GHz 대역 내 주파수 할당도 2017년부터 2018년까지 걸쳐 진행될 예정이다. 일관된 기가비트 서비스를 제공할 수 있도록 이동통신사 투자를 장려하는 규제 프레임워크를 마련하여, 이동통신사들이 할당 받은 인접 주파수를 최대한 활용하여 적당한 복잡성과 최소 전력 소비로 속도 및 사용자 경험을 향상시킬 수 있도록 하는 것이 전반적인 목표다.

- 한국: 한국은 5G를 위해 총 4GHz 대역폭의 밀리미터파 주파수를 세 단계에 걸쳐 할당할 계획이다. 첫 번째 단계는 2018년 시작 예정이며, 27.5~28.5GHz의 밀리미터파 대역과 3.4~3.7GHz의 중간 대역에 집중할 계획이다. 두 번째 단계에서는 26.5~27.5 GHz와 28.5~29.5 GHz 범위에 2GHz 대역폭을 추가할 예정이며, 마지막 단계에서는 2021년부터 2026년 사이에 1GHz 대역폭을 더 추가해, 총 4GHz의 5G 밀리미터파 대역폭을 완성할 계획이다.

- 호주: 호주는 3.4~3.7GHz 범위의 중간 대역과 밀리미터파 주파수를 모두 5G에 도입하려 하고 있다. 호주의 이동통신사 텔스트라(Telstra)는 2018년 영연방 경기대회에서 28GHz와 39GHz의 밀리미터파 주파수 시범 운영 계획을 이미 발표한 바 있다.

- 싱가포르: 올 해 5월, 정보통신미디어개발청(IMDA)은 5G 주파수에 대한 공공 협의 요청을 발표했다. 동 요청은 1GHz 이하, 1~6GHz, 6GHz 이상 대역 내 여러 주파수에 대한 의견을 구했다.

- 홍콩: 올 해 3월, 통신사무관리국(Communications Authority)은 5G 주파수 운영 계획을 발표했다. 동 계획에는 저주파수 대역(1GHz 이하), 중간 주파수 대역(3.4~3.7GHz), 고주파수 대역(24.25~28.35GHz) 분배에 대한 내용도 포함되어 있다.

V. Cellular-V2X : 미래 자율주행 자동차의 핵심 기술

세계보건기구(WHO) 의하면, 15세~29세 젊은이의 사

망 원인 1위는 교통사고로 인한 상해이다. 매년 교통사고로 인해 사망하는 사람의 수는 120만 명을 넘는다. IEEE802.11p 기술로부터 출발해 C-V2X까지 진화 중인 V2X (Vehicle-to-Everything) 기술은 도로를 안전하게 만들 뿐만 아니라, 효율적인 주행, 대기오염 절감, 더 나은 주행 경험을 제공할 수 있다.

V2X는 안전하고 통신으로 연결된 미래의 자동차를 위한 기반 기술로써, 본인의 자동차가 주변의 다른 자동차(V2V), 보행자(V2P), 도로 인프라(V2I) 그리고 클라우드(V2N)와 운행중에 실시간으로 상호 커뮤니케이션을 나눌 수 있게 도움을 준다. 첨단 기술을 다루는 매체인 'MIT 테크놀로지 리뷰'는 2015년 획기적인 10대 기술 리스트(링크)에 차량간 통신을 포함하면서, "차량간 통신은 이미 폭넓게 알려진 차량 자동화 기술보다 더 큰 영향을 줄 것이다."라고 평가했는데, 현 상황을 보면 놀라운 일이 아니다.



그림 8. 차량과 어느것과도 통신(V2X): 차량과 차량 (V2V), 차량과 보행자(V2P), 차량과 도로인프라(V2I), 차량과 네트워크 (V2N)

Figure 8. Vehicle-to-Everything(V2X): Vehicles to Vehicles (V2V), Vehicles and Pedestrian(V2P), Vehicles and road Infrastructure(V2I), Vehicles and Network(V2N)

V2X는 완전히 자동화된 교통 인프라를 가능하게 할 핵심 기술이다. 레이더, 라이다 (LiDAR, Light Detection and Ranging : 레이저를 발사하여 산란되거나 반사되는 레이저가 돌아오는 시간과 강도, 주파수의 변화, 편광 상태의 변화 등으로부터 측정 대상물의 거리와 농도, 속도, 형상 등 물리적 성질을 측정하는 기법 및 그 장치), 카메라 시스템 등의 발전으로 자율주행의 현실화에 한 발짝 더 가까워지고 있지만, 센서들은 시야를 벗어나지 않은 영역 내에서만 활용할 수 있다는

것이 제약 조건이 있다. 센서의 이런 제약 조건을 보완하는 것이 바로 V2X 기술이며, 시야 제약 조건에 구애받지 않는 360° 인식 능력을 제공한다. 다시 말해, 시야 확보가 어려운 교차로나 기상 악화 상황에서도 차량이 더 멀리 볼 수 있도록 보완해 주는 것이다.

그렇다면, V2X 기술의 현실화까지 얼마나 더 기다려야 할까? 사실 기다릴 필요는 없다. V2X 기술은 지금도 사용할 수 있습니다. 와이파이 기반의 IEEE802.11p (WAVE) 기술이 이미 통신 지연에 민감한 V2X 통신의 기반 기술로 사용 중이다. 미국에서는 약 3.8톤 이하 자동차의 도로주행 안전성을 향상시키기 위해, 올해 중으로 미국 고속도로 교통안전 위원회 (NHTSA)는 5.9GHz 주파수대의 DSRC (Dedicated Short Range Communications) 관련 법안 제정을 시작할 것으로 전망된다. 하지만 이런 노력만으로는 충분하지 않다. 자율주행 자동차에 관한 안전 규제와 사용 사례가 급증하기 때문에, 이에 대응하는 지속적인 기술 개발이 필요하다. 올해 말 완료될 것으로 전망되는 3GPP 릴리즈 14 기술사양에 반영될 C-V2X (Cellular-V2X) 기술로부터 5G로 향하는 기술 진화의 여정이 시작될 것이다.

Cellular-V2X 기술이란?

자동차에서 폭넓게 사용될 C-V2X 기술은 두 종류의 새로운 전송모드를 가지고 있다. 첫 번째 전송 모드는 차량과 보행자, 도로 인프라가 직접적인 통신이 가능한 것이다. 쉐킷은 LTE 다이렉트(Direct) 기술(링크)을 기반으로, 고속으로 주행하는 차량끼리 통신하거나, 복잡한 교통 상황이나 심지어는 모바일 네트워크 커버리지 밖에서도 실시간으로 자동차끼리 정보를 교환할 수 있는 혁신적인 기술을 개발하고 계속 발전시키고 있다. 두 번째 전송모드는 기존에 폭넓은 구축된 LTE 네트워크를 활용하는 것으로, 수 킬로미터 전방의 사고 소식을 전달받거나, 주차공간 알림 등을 받는다. 이러한 전송모드를 가능하게 하기 위해, 쉐킷은 차량용 통신에 적합하도록 LTE 브로드캐스트 기술을 최적화하고 있다. 또한 기술 발전을 가속화하기 위해, 쉐킷은 3GPP에서 C-V2X 프로젝트를 적극적으로 이끌어 나가고, LTE 다이렉트 및 LTE 브로드캐스트 기술로 C-V2X 분야를 개척하고 있다. 자동차가 충돌 사고가 날지 아

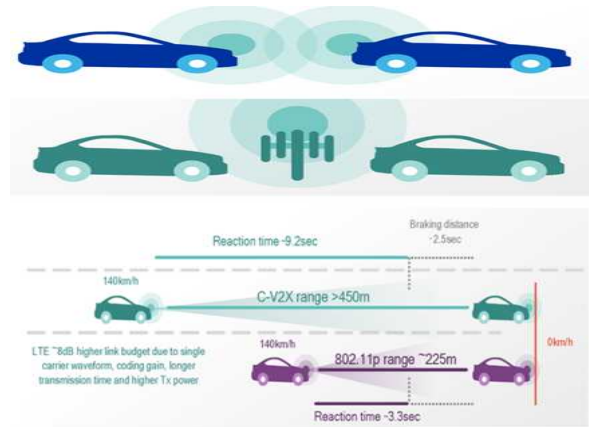


그림 9 단일 반송파 파형, 코딩 이득, 더 긴 전송 시간 및 높은 Tx 전력으로 인해 LTE ~ 8dB 높은 링크 예산. Figure 9. LTE ~8dB higher link budget due to single carrier waveform, coding gain, longer transmission time and higher Tx power

니면 가가스로 피해갈 지를 가르는 것은 수천 분의 일 초 사이이다. C-V2X 기술은 DSRC보다 약 2배 정도 넓은 범위를 커버할 수 있고 반응시간도 약 3배까지 차이가 나기 때문에 사고를 회피할 수도 있는 소중한 시간을 벌 수 있다. 한편, DSRC는 도로 인프라와의 통신을 위해 신규 구축이 필요하지만, C-V2X는 기존 LTE네트워크망을 레버리지하여 V2I 서비스 구축이 가능하다. 안전/구현 측면에서의 장점 이외에도, C-V2X 기술은 폭넓은 사용 사례가 있는데, 상황 인지 개선이나, 개선된 교통 관리, 커넥티드 클라우드 서비스 등이 여기에 포함된다.

안전한 자율주행의 미래를 위해서

더 안전한 미래의 자동차를 위해 C-V2X 기술은 통합된 연결성 플랫폼을 제공한다. 이에 더하여 5G 기술은 C-V2X기술에 기반한 커넥티드카의 발전에 더 많은 가능성을 제공할 것입니다. 뛰어난 데이터 처리능력, 낮은 지연률, 개선된 신뢰성을 자랑하는 5G 기술은 자동차들이 실시간으로 풍부한 데이터 공유하도록 도와, 완전 자율주행을 지원할 것이다. 아래가 좋은 사례들이다.

협력 충돌방지 시스템

자율주행 자동차가 충돌을 회피하기 위해 선택한 개별적인 행동은 다수의 다른 차량에게 위험한 주행 상황을 야기할 수 있다. 따라서 협력 충돌방지 시스템은 이러한 상황에 속하게 되는 모든 차량들이 각각의 행동을

조율하여 협력적인 방식으로 충돌을 회피할 수 있게 해 준다.

고밀도 군집주행 (Platooning)

자율주행 환경이라면, 차량들은 서로 긴밀하게 통신하여 고속도로에서 앞 차량과의 거리를 좁혀서 여러 차량이 함께 주행할 수 있다. 마치 기차와 비슷하다. 이렇게 고밀도 추종주행 기술로 차량간의 거리를 1미터까지 줄일 수 있다면, 교통 효율도 향상되고, 연비 절감, 안전성 향상을 도모할 수 있다.

시스루 (See Through)

큰 차량(트럭 등) 뒤에 작은 차량이 따라가는 경우, 작은 차량은 큰 차량 앞에서 도로를 건너는 보행자를 볼 수 없다. 이런 상황에서, 트럭에 장착된 카메라가 이 상황을 인지하여 보행자의 이미지를 뒤에 따라오는 작은 차량과 공유하고, 가상현실 이미지를 앞 유리에 보여줄 수 있다.

C-V2X 기술을 개척하고, 5G 시대로 향하는 길을 정의하는 것을 넘어, 쉼김은 미래의 커넥티드카가 새로운 수준의 자동차 인텔리전스를 갖고 통합되도록 노력하고 있다. 상시작동 센싱 (Always-on Sensing), 컴퓨터 비전, 기계학습 등 쉼김의 혁신적인 인지기술은 안전하게 자율주행이 가능한 자동차를 현실로 만드는 데 기여할 것이다.



그림 10 4G LTE, C-V2X 및 5G에서 동시 연결이 가능한 멀티 모드 차량
 Figure 10. Multi-mode vehicle with simultaneous connectivity across 4G LTE, C-V2X and 5G

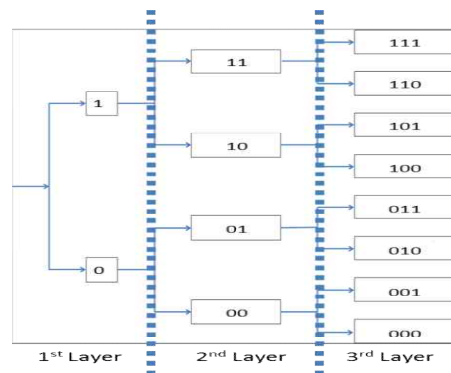
VI. 제주 Smart City



a. 돌담 네트워크



b. 돌·정남 Network



c. 핀당 Network

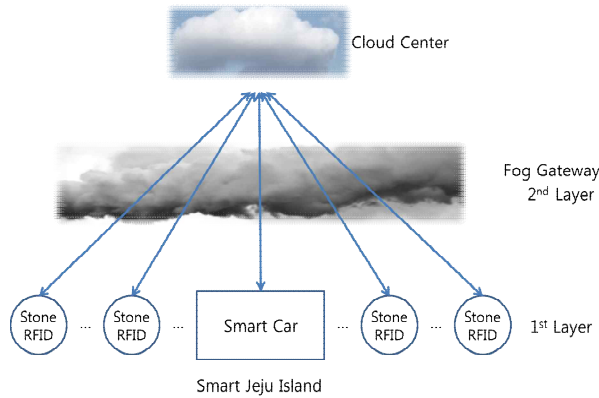


d. 스마트카 Network

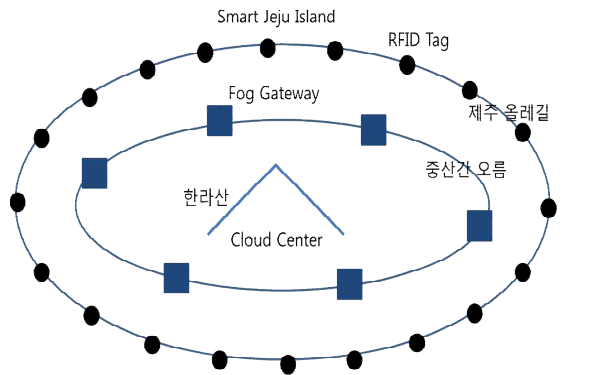
그림 11. 각종 연결 Networks
 Figure 11. Please put the title of figure here. Please put the title of figure here.

제주 Smart City를 위한 그림 11를 기반으로 한 말하는 돌과 Internet of Thing의 설계이다.

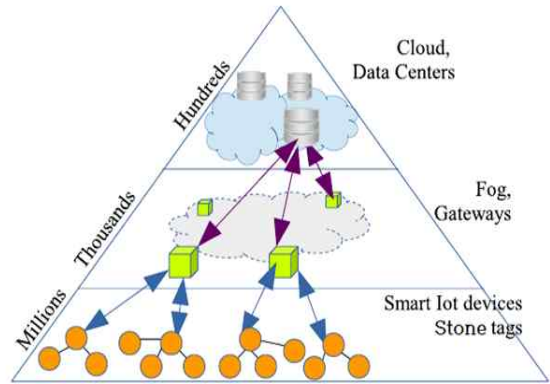
기본 구상 : 1st Layer는 제주의 돌레를 쌓는 환해장성 300리 돌담이 있고, 제주 돌레의 올레길 21개가 각 지역마다 연결되어 있다. 2nd Layer는 한라산 해발 200고지 중산간 마을을 가운데로 해서 오름 (Small hill)이 368개가 있는데 이것을 지하수 수맥을 품고 있는 능선으로 2nd Layer인데, 제주는 돌·신화(Myth), 오름 (Small Mountain)이 고장으로 layer이 중요 Block마다 Wi-Fi(IEEE-80215.4)나 RFID Tag를 Stone에 부착하고 Cloud Center로부터 Information을 받아 15,000만명 관광객에게 살아있는 신화와 제주 역사 정보를 제공한다. 즉 SmartPhone을 RFID Tag에 대면 정보 (Information)을 바로 알 수 있다. 말하는 섬, “말을 하는 돌” 구현으로 제주 발담은 현재 세계농업유산(2014)으로 등재되어 있다. 기본 아이디어는 권돌이 모인 권담을 권당(이웃, 친족, 이웃 마을,村落內婚) → Network를 만들어 말하는 돌의 섬 Smart Island 기본 모델이다.



a. RFID - Smart Car - Cloud Center



b. Jeju Island 올레길 - 중산간 오름 - 한라산 RFID Tag



c. 제주 Smart City : Smart제주 Stone, Fog Gateway, Cloud Data Center

그림 12. 제주 Smart Island

Figure 12. Please put the title of figure here. Please put the title of figure here.

여기서 Fog Gateway는 분산 Computing 모델로 방대한 양의 데이터를 먼 곳에 있는 커다란 데이터 서버에 저장하지 않고, 데이터 발생 지점 근처에서 처리하는 시스코의 기술, 데이터에 빠르게 반응할 수 있다는 장점이 있다. 예컨대 도로에서 구급차가 감지되면 신호등을 즉각적으로 초록불로 바꿔주는 스마트 교통 신호등에 사용될 수 있다.

VII 검토: 5G 세계동향: 4차 산업혁명 대동맥

5세대 이동통신(5G)을 선점하기 위한 경쟁이 전 세계 곳곳에서 불붙고 있다. 미국 연방통신위원회(FCC)가 올 초 5G 투자 확대 방침을 밝힌 데 이어, 중국 정부도 5G 프로젝트 추진에 5000억위안(약 82조원) 이상의 자금을 투자할 것으로 전해졌다. 일본은 2020년 도쿄 올림픽을 계기로 도쿄를 '5G 허브'로 만든다는 계획이다. 국내에선 KT와 SK텔레콤이 '2019년 5G 상용화'를 내세우고 경쟁에 들어갔다. 4세대 이동통신(4G)인 LTE(롱텀레볼루션) 다음을 이룰 5G 기술은 아직 구체적인 국제 표준이 정해지지 않은 상태다. 하지만 "5G를 선점하는 국가와 통신업체가 앞으로 10년 넘게 전 세계 통신 주도권을 잡을 것"이란 전망이 나오면서 경쟁이 벌써부터 달아오른 것이다. 파이낸셜타임스(FT)는 최근 "5G 국제 표준은 2020년쯤 정해질 예정이지만, 이미 중국과 한국, 미국 등에서는 5G 경쟁이 본격화됐다"고

보도했다. 미국 연방통신위원회(FCC)는 올 2월 취임한 아지트 파이 신임 위원장이 "민간 통신업체들이 적극적으로 5G에 투자할 수 있도록 최대한 많은 주파수를 공급하겠다"고 밝혔다. FCC는 지난해 7월 세계에서 가장 먼저 5G용 주파수 대역을 할당하는 방안을 승인 했다. 미국 통신업체인 버라이즌은 연내 애틀랜타·뉴저지 등 미국 11개 도시에서 5G 시험망 운영에 들어간다. AT&T는 대규모 5G통신망(網) 투자를 자국 정부에 약속했을 뿐 아니라, 오는 2019년 5G 서비스를 제공한다는 목표를 세웠다. T모바일은 5G용 주파수 확보를 위해 80억달러(약 9조원)를 투자한 데 이어 2020년까지 미국 전역에 5G 통신망 구축을 마친다는 계획이다. 좀처럼 투자 경쟁을 벌이지 않는 미국 대형 통신업체들이 5G에서는 '선(先)투자'에 신경전까지 펼치고 있다. T모바일 측은 "우리가 추진하려는 5G망이야말로 진짜(real) 5G"라며 밝힐 정도다. 중국은 지난 3월 전인대(전국인민대표대회) 업무보고 때 5G 관련 추진 내용을 처음으로 포함시켰다. 중국 정부는 2020년 상용화를 목표로 한 5G망 추진 일정을 마련한 상태. 중국 최대 통신사인 차이나모바일은 올해 45개 도시에서 시험망 운영에 들어간다. 차이나모바일은 지난해 설립한 5G 공동 혁신센터를 통해 40개가 넘는 글로벌 기업들과 파트너십을 맺었다. 일본 총무성은 스포츠·엔터테인먼트·의료·교통 등 9개 분야를 '5G 활용 신규 서비스 후보 분야'로 꼽고 있다. 일본 이동통신사인 NTT도코모는 연내 도쿄 도심에서 5G 시범망을 운영할 예정이다.

우리나라에서는 SK텔레콤과 KT, LG유플러스가 5G 경쟁을 벌이고 있다. KT는 2018년 평창동계 올림픽을 '세계 첫 5G올림픽'으로 치르겠다는 계획이다. 오는 9월까지 관련 망 구축을 완료하고, 내년 2월 5G 서비스 첫선을 보인다. SK텔레콤은 AT&T, 도이치텔레콤, 에릭슨, 노키아 등 글로벌 기업들과 함께 '5G글로벌 공동협력체'를 구성했다. 특히 지난해 11월에는BMW·에릭슨과 함께 세계 최초 '5G 기반' 커넥티드카 기술을 선보이기도 했다. 각국이 이토록 적극적으로 나선 이유는 5G가 4차 산업혁명의 핵심 인프라이기 때문. 없어선 안 될 '대동맥'인 셈이다. 인공지능(AI), 자율주행차, 가상·증강현실(VR·AR), 사물인터넷(IoT) 시대가 본격화 되려면 지금보다 데이터를 몇십배 이상 더 빠르고, 안전한 상태로 전송할 수 있어야 가능하다. 예컨대 원거리 있는 자율주행차에 현재 통신 기술인 LTE로 정지

신호를 보낸다면 100분의 1초가량이 걸린다. 상당히 빨라 보이지만, 시속 100km로 달렸다면 차가 정지 때까지 30cm를 움직이기 때문에 안전을 장담하기 어렵다. 5G는 현재의 LTE보다 약 40배가량 빠른 '초당 20기가비트(Gbps) 이상'이다. 이론적으로 1cm 이내에서 차량을 세울 수 있다.

5G는 반경 1km 이내 사물인터넷(IoT) 기기 100만개를 동시에 연결할 뿐 아니라, 속도 지연이 0.001초 이하다. 세계 최대 스마트폰용 반도체업체 퀄컴의 스티브 몰렌코프 최고경영자(CEO)는 "5G는 미래를 연결할 핵심 요소이자 혁신 기술"이라며 "5G 상용화로 2035년쯤에는 12조달러의 경제 유발 효과와 2200만개의 새 일자리 창출 효과를 기대할 수 있을 것"이라고 말했다.

References

- [1] Sound of Jeju 2017.12.4. newspaper
- [2] What is the 5th generation (5G) communication frequency?: Naver blog
- [3] Chosun Newspaper 2017.12.12.
- [4] Spectrum for 4G and 5G, Qualcomm, www.qualcomm.com
- [5] Tutorial: 5G IoT, Big Data, M2M, Cloud Computing: Globecom2017, Singapore 2017.12.4.-12.8
- [6] www.doopeida
- [7] MoonHo Lee "Social Physical Super Connecting Layer of 4th Industrial Revolution for Jeju Goendam-Goendang" The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication VOL. 17 No. 3
- [8] MoonHo Lee "The Hyper Connection of The Heredity Gene(DNA) and Goendang with Jong Nang/Tomb Gate" The Journal of the Convergence on Culture Technology Vol. 3 No.4

※ 본 논문은 2017년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2015R1A2A1A05000977)