

5G 서비스 구현 기술의 이해

□ 김학용 / 순천향대학교

요약

5G 서비스가 공식적으로 시작되었다. 아직까지 서비스 개시 초기 단계이다 보니 서비스 제공 지역(coverage)이 제한되어 있다거나 통신품질이 안정적이지 않다는 등의 이슈가 존재 하기는 하지만, 이러한 문제들은 시간이 지나면 충분히 해결 될 수 있을 것으로 기대된다. 따라서, 지금 우리에게 중요한 것은 5G가 제공하는 특성을 제대로 이해하고 이를 활용한 서비스들을 차근차근 준비함으로써 새로운 기회를 준비하는 것이라고 생각한다. 그런 이유로 이 글에서는 5G 서비스의 주요 구현 기술들에 대해 소개하고 이해를 도움으로써 방송 및 미디어 사업자를 포함한 다양한 산업분야의 서비스 사업 자들이 5G 특성을 제대로 활용한 서비스를 준비할 수 있도록 하고자 한다. 그렇다고 해서 5G 서비스를 가능하게 하는 다양한 기술들을 모두 소개할 수는 없으므로, 고속, 저지연, 대용량 특성과 이들을 효과적으로 사용할 수 있도록 하는 네트워크 슬라이싱과 관련된 기술들을 중심으로 소개하고자 한다. 또한, 5G 서비스가 제공하는 특성들로 인한 비즈니스 모델의 변화에 대해서도 함께 생각해 보고자 한다.

I. 서론

2019년 4월 3일 밤 11시, 우리나라의 3대 이동통신 사업자들은 상업용 5G 신호를 동시에 쏘아 올렸다. 세계 최초로 5G 서비스를 상용화한 것이다. 당초 계획은 4월 5일에 공식적으로 상용화를 시작하는 것이었으나, 미국의 최대 이동통신사업자인 버라이즌(Verizon)이 갑자기 상용화 시점을 앞당기는 바람에 그보다 1~2시간 빠른 시점에 상용화를 개시한 것이다.

사실, 아직까지 서비스 제공 지역도 충분하지 않고 서비스 품질도 안정적이지 않는 상황에서 ‘세계 최초’가 무슨 의미가 있느냐는 비난의 목소리가 적지 않지만, 적어도 남들보다 먼저 5G 네트워크를 구축하고 관련된 서비스를 해 보는 과정에서 얻는 경험과 노하우는 단순한 마케팅 효과 그 이상일 것

이라 생각한다. 경쟁자들보다 먼저 새로운 서비스를 제공해 볼 수도 있으며, 그 과정에서 발생하는 다양한 문제들에 대해 더 먼저 고민하고 대응함으로써 보다 완벽한 서비스를 제공하는 것이 가능해지기 때문이다.

그런 측면에서 5G 기술을 이용하여 새로운 서비스를 제공하거나 기존의 서비스를 고도화하고자 하는 서비스 사업자들은 5G 기술에 대해 체계적이며 종합적으로 이해하는 것이 필수적이라 생각한다. 이는 5G가 단편적으로 고속, 저지연, 대용량 특성을 제공한다고 했을 때 뒤따르는 질문들에 대한 해답을 제공할 것이며, 새로운 서비스를 준비하는데 있어서 5G가 제공하는 특성들을 제대로 활용할 수 있도록 해 줄 것이기 때문이다.

따라서, 본 고에서는 5G 서비스를 가능하게 하는 주요 구현기술들에 대해 살펴보고자 한다. 그러나, 모든 5G 서비스 구현 기술들을 살펴보는 것은 불가능할 뿐만 아니라 바람직하지도 않으므로, 이곳에서는 5G 서비스의 3대 특성인 고속, 저지연, 대용량 특성을 제공하는데 있어서 중요한 역할을 하는 기술들을 중심으로 살펴보고자 한다. 또한, 서비스 사업자들의 요구에 따라 차별적인 특성을 제공하도록 하는 네트워크 슬라이싱(Network Slicing)과 같은 온디맨드(On-Demand)형 서비스 구현 기술에 대해서도 함께 살펴볼도록 할 것이다. 마지막으로, 이런 기술들이 가져올 비즈니스 모델의 변화와 망 중립성 이슈에 대해 논의하며 글을 맺고자 한다.

II. 5G 서비스의 3대 특징

5G 서비스의 가장 큰 특징은 고속, 저지연, 대용량 특성을 제공하는 것이라고 한다. 그리고 5G의

이런 특성들 때문에 증강현실(AR)이나 가상현실(VR) 같은 실감 미디어 서비스나 자율주행차, 스마트시티와 같은 서비스들이 가능해질 것이라고 이야기한다. 어느 정도는 맞는 이야기이다. 그런데 이미 4G LTE 서비스를 이용해서도 실감 미디어 서비스를 제공하고 있고 부분적이기는 하지만 자율주행차 서비스도 제공되고 있다. 뭔가 앞뒤가 맞지 않는다는 생각이 든다. 따라서, 이곳에서는 5G 서비스의 등장과 5G 서비스가 고속, 저지연, 대용량 특성을 갖게 된 배경에 대해 먼저 소개하고 이를 바탕으로 4G 시대와는 다른 서비스들이 가능해지는 이유에 대해 설명할 것이다.

1. 이동통신 기술의 진화

우리나라에서 이동통신 서비스가 처음 시작된 것은 1984년이다. 1세대(1G)라고 불리는 당시의 이동통신 서비스는 아날로그 방식으로 음성통화만 가능했다. 이후 1996년에는 디지털 방식의 2G 이동통신 서비스가 개시됐다. 이때부터는 음성통화 뿐만 아니라 문자나 저속의 데이터 통신도 가능했다. 2002년 시작된 3G 이동통신 서비스에서는 데이터 통신 속도가 빨라져 저화질의 영상통화나 동영상 서비스가 가능해졌다. 하지만, 통신 속도의 한계로 텍스트나 이미지 중심의 모바일 웹서비스나 팟캐스트 같은 오디오 스트리밍 서비스가 주로 이용되었다.

그리고, 2011년 7월 시작된 4G 서비스에서는 통신속도가 더욱 빨라져 초고속 무선 인터넷 및 고화질 동영상 서비스를 이용하는 것이 가능해졌다. 품질 보장을 위해 기존에 회선교환 방식으로 제공되던 음성통화 서비스도 데이터 통신에 사용되는 패킷교환 방식에 통합되었다. 뿐만 아니라 그 동안

〈표 1〉 이동통신 기술의 세대별 특성 비교

	1G	2G	3G	4G	5G
서비스 개시	1984년 3월	1996년 1월	2002년 1월	2011년 7월	2019년 4월
통신 방식	아날로그	디지털	디지털	디지털	디지털
교환 방식	회선 교환	회선(음성) + 패킷(데이터)		패킷 교환	패킷 교환
통신 속도		14.4~153.6Kbps	2~14.4Mbps	75~1000Mbps	1~20Gbps
주요 서비스	음성	음성 문자 저속인터넷	음성 고속 인터넷 영상통화	고음질 통화 초고속 인터넷 고화질 동영상	AR/VR 홀로그램 자율주행차 스마트시티 등

PC에서 주로 이용하던 다양한 온라인 서비스들이 스마트폰에서 이용할 수 있게 되었다. 여러 개의 상품 이미지로 구성됐던 온라인 쇼핑과 자신들의 일상을 사진이나 동영상으로 찍어 공유하는 모바일 SNS 서비스가 대표적이다.

통계청 자료에 따르면, 실제로 국내에서는 2012년부터 모바일 쇼핑의 비중이 빠른 속도로 증가하기 시작했으며, 2016년을 기점으로 모바일 쇼핑이 전체 온라인 쇼핑에서 차지하는 비중이 50%를 넘기 시작했다.[1] 또한, 2017년 이후 국내에서 가장 많이 사용된 스마트폰 어플리케이션은 카카오톡이나 페이스북보다는 동영상을 기반으로 하는 유튜브(YouTube) 서비스다. 모바일 쇼핑 비중이 세계 어느 나라보다도 높게 나타나고 동영상 기반의 SNS 서비스를 이용하는 시간이 가장 많은 것은 무엇보다도 뛰어난 이동통신 속도가 뒷받침된 결과일 것이다.

사실 이러한 진화 과정, 즉 더 빠른 속도가 더 많은 것들을 가능하게 한다는 것은 이동통신 서비스에서뿐만 아니라 유선인터넷 서비스나 기타 모든 산업 분야에서 흔히 발견되는 모습이다. 그러나, 5G 서비스는 다르다. 물론, 5G 서비스에서도 이런 진화의 패턴은 유지되고 있다. 5G 서비스의 통신속

도가 4G 서비스의 그것보다 최대 20배나 빠르다는 점은 이 사실을 잘 말해준다. 하지만, 5G에서는 고속 특성뿐만 아니라 저지연 및 대용량 특성까지 제공한다라는 점에서 차이가 있다.

2. 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 지연(latency)이 매우 낮아야 한다. 또한, 스마트 시티와 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 스마트 시티와 같은 서비스를 제공하는데는 여러 가지 제약이 따른다.

이러한 문제 인식은 5G 서비스의 설계 사상을 결정하게 된다. 즉, 하나의 단일한 통신망을 통해 다

양한 특성을 갖는 여러 종류의 서비스를 서비스 품질(Quality of Service, 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), 그리고 URLLC(Ultra-Reliable and Low Latency Communications) 특성을 갖는 서비스를 2020년까지 개발하기로 한다[2][3]. 여기서 eMBB는 모바일 환경에서 고속 데이터 통신을 가능하게 하는 것이며, mMTC는 다수의 기기 접속을 허용하는 대용량 특성, 그리고 URLLC는 초저지연 및 고신뢰 통신을 가능하도록 하는 것을 의미한다.

III. 고속 통신(eMBB)을 가능하게 하는 기술들

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(Fixed Wireless Access, FWA) 서비스도 가능하게 한다.

5G의 eMBB 특성은 기본적으로 뒤에서 소개할 기술들에 의해 가능해진다.

1. 넓어진 주파수 대역폭

이동통신을 포함한 무선통신에서 통신속도를 결정하는 요소에는 여러 가지가 있겠지만, 가장 기본적이며 핵심적인 것은 주파수 대역폭(bandwidth)이다. 국내의 경우 5G에서는 3.5GHz 대역과 28GHz 대역의 주파수 대역을 이용하는데, 통신사별로 Sub-6 대역이라 불리는 3.5GHz 대역에서는 80 혹은 100MHz의 대역폭을 이용하고 있으며, 밀리미터웨이브(mmWave) 대역이라 불리는 28GHz 대역에서는 각각 800MHz씩의 주파수 대역폭을 이용한다.

통신사별로 대략 900MHz 정도의 주파수 대역을 이용하는 것인데, 이는 4G LTE에서 각 이동사가 이용하는 주파수 대역에 비해 적어도 6.7배에서 많게는 9.47배 많은 것이다. 주파수 이용 방식이나 데이터 변조 등의 방법이 모두 동일하다고 가정하더라도 사용하는 주파수가 6.7~9.47배 가까이 많다는 것은 통신 속도도 그만큼 빨라질 수 있다는 것을 의미한다. 여기에 다른 기술들이 결합됨으로써 LTE 대비 최대 20배 빠른 속도를 제공할 수 있게 되는 것이다.

5G에서는 사용 주파수 대역에 따라 네트워크의 구조 및 서비스 특성도 달라진다. 3.5GHz 대역은 기존의 3G나 4G 서비스에 사용되는 주파수 대역과 가깝게 위치하기 때문에 비교적 커다란 통신 반경을 제공하는 셀을 구축하는데 이용되며, 28GHz 대역은 통신 반경이 수백 미터 이내의 소규모 마이크로 셀을 구축하는데 이용된다. 반면, 28GHz 대역을 이용하는 경우 더 빠른 통신 속도를 제공할 수

있다. 따라서, 미국의 버라이즌 같은 통신사는 해당 주파수 대역을 이용하여 5G Home과 같은 고정형 무선접속 서비스를 제공하고 있다[4].

2. 주파수 이용 방식의 변화

4G 서비스를 위해 어떤 이동통신사업자가 100MHz의 주파수 대역을 이용한다고 할 때, 이 중의 50%는 업링크(Uplink)용으로 이용되며 나머지 50% 정도는 다운링크(Downlink)용으로 이용된다. 즉, 전체 주파수의 절반은 사용자 단말에서 기지국으로 데이터를 전송(Uplink)하는 목적으로 이용되며, 나머지 절반은 기지국에서 사용자 단말로 데이터를 전송(Downlink)하는 목적으로 이용된다.

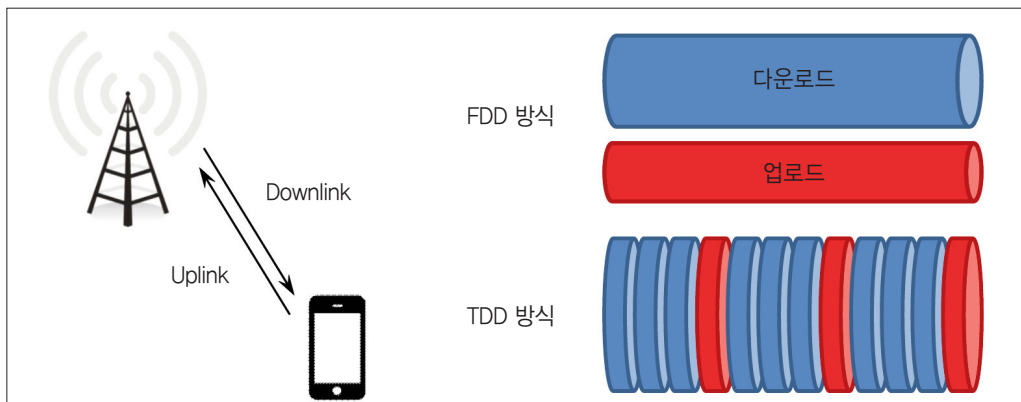
이처럼 업링크 및 다운링크용으로 주파수 대역을 구분하여 이용하는 것을 두고 주파수 분할 방식(Frequency Division Duplex, FDD)이라고 부르는데, 데이터의 업로드 및 다운로드를 위한 주파수가 서로 달라 안정적으로 데이터를 전송하는 것이 가능해진다. 그러나, 스포츠 중계나 인기 드라마를 여러 사람들이 동시에 시청하는 경우처럼 다운로드 트래픽

픽은 많지만 업로드 트래픽이 거의 없는 상황에서는 주파수 이용 효율이 떨어진다는 단점이 있다.

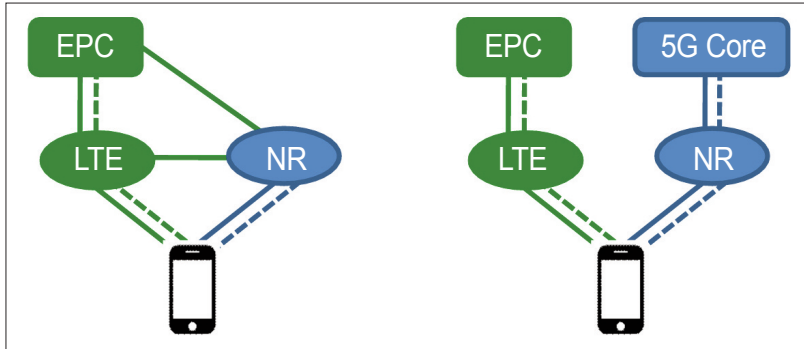
이런 문제를 해결하기 위해 5G 서비스에서는 다운링크와 업링크 구분없이 전체 주파수 대역을 이용해서 데이터를 송수신하게 된다. 대신 상황에 따라 다운로드와 업로드 시간을 가변적으로 정해서 데이터를 전송하게 된다. 즉, 전체 주파수 대역을 아주 작은 타임슬롯(time slot)으로 나누어 놓고 트래픽 상황에 따라 다운로드와 업로드 시간을 변경해 가면서 유연하게 데이터를 업로드 및 다운로드하게 된다. 이를 시간 분할 방식(Time Division Duplex, TDD)이라고 부르는데, 주파수 효율이 높아지기 때문에 동일한 주파수 대역에서 더 많은 트래픽을 교환하는 것이 가능해진다.

3. 다중 경로 전송 제어 프로토콜(MP-TCP)의 이용

기존의 2G, 3G, 4G 서비스가 그러했던 것처럼, 5G 서비스도 5G 서비스를 위한 모든 기술 표준이 완성된 상태에서 서비스가 개시되는 것은 아니다.



(그림 1) 업링크, 다운링크의 개념 및 FDD 방식과 TDD 방식의 비교[5]



〈그림 2〉 5G NSA와 5G SA의 구조 및 동작 비교[6]

즉, 서비스 초기인 지금은 5G에서 목표로 하는 20Gbps의 통신 속도를 누릴 수가 없다. 실제로 2019년 6월 현재 대부분의 이동통신사가 제공하는 5G 서비스의 통신 속도는 대략 2.5Gbps 수준이다. 놀라운 것은 이 중 1.5Gbps는 5G 기술에 의해 제공되는 속도이며 나머지 1Gbps는 4G LTE를 통해 제공된다는 사실이다.

이처럼 통신 속도를 높이기 위해서 5G 망과 4G 망을 함께 이용하게 되는데, 단말의 관리나 이동통신 서비스의 제어 기능을 어디에서 구현하느냐에 따라 NSA(Non-Stand Alone) 방식과 SA(Stand Alone) 방식으로 구분된다. 먼저 5G NSA에서는 단말의 이동성 관리 등을 담당하는 제어 채널의 동작은 4G LTE의 EPC(Evolved Packet Core) 코어가 담당을 한다. 반면, 5G SA에서는 5G 코어를 이용해서 5G 서비스 및 단말을 제어하고 관리하게 된다. 물론, 이 구조에서도 더 빠른 통신을 위해 스마트폰은 4G와 5G의 두 무선 접속을 동시에 지원하게 된다. 5G NSA로 서비스를 제공하다가 5G SA로 전환하는 것이 일반적인 네트워크 진화의 모습이 될 것으로 예상되며, 이러한 이유로 4G 서비스에 이용되는 네트워크 장비와 동일한 회사의 네트

워크 장비를 이용해서 5G 네트워크를 구축하는 경우가 많다.

이처럼 5G 망과 4G 망을 동시에 이용하게 되면 통신 속도는 빨라질 수 있을지 모르지만, 지연 측면에서는 더 특성이 나쁜 4G의 특성을 계승하게 된다. 5G와 4G 망으로 분리되어 전송되는 데이터들을 완전하게 결합하기 위해서는 속도가 느린 4G 망을 통해서 전송되는 데이터들이 도착할 때까지 기다려야 하기 때문이다. 결과적으로, 어느 정도 고속 통신은 가능해지지만 저지연 특성을 제공하는 것은 불가능하게 된다.

앞의 설명에서는 통신 속도를 올리기 위해 5G와 4G 네트워크를 함께 이용하는 경우에 대해서만 설명했다지만, 개념적으로 4G뿐만 아니라 와이파이 혹은 유선 네트워크를 함께 이용할 수도 있다. 이런 경우 서로 다른 여러 네트워크를 통합 제어할 필요가 발생하는데, 이때 사용되는 기술이 다중 경로 전송 제어 프로토콜이다.

4. Massive MIMO와 빔포밍

일반적으로 전파는 무지향성이거나 제한적인 범

위에서 지향성을 제공한다. 즉, 이동통신 기지국에서 특정한 방향으로 전파를 쏘더라도 여러 사용자들이 동시에 동일한 신호를 받을 수 밖에 없는 구조였다. 이러한 문제를 해결하기 위해 사용자별로 시간대를 할당하거나 주파수 특성을 변형하는 식으로 통신을 했다. 겉으로 보기에 마치 여러 사용자들이 동시에 서비스를 이용하는 것처럼 보이는 기는 하지만, 사실상 제한된 무선 자원을 나누어 써야 하기 때문에 통신 속도가 떨어질 수 밖에 없었다.

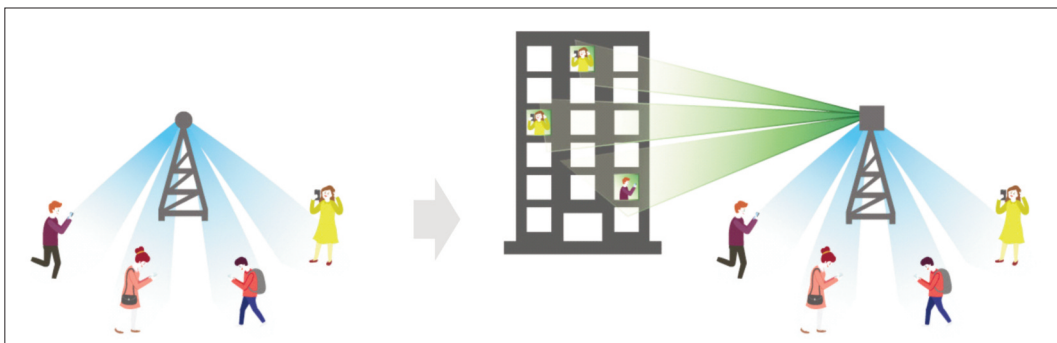
반면, 5G에서는 주파수가 전파되는 공간을 분할함으로써 여러 사용자가 동시에 같은 주파수 자원을 이용하는 것을 가능하게 한다. 즉, 특정한 공간에 있는 소규모의 사용자들을 하나의 그룹으로 설정하고 이들에게 전체 주파수를 할당하게 되면 상대적으로 더 적은 사용자들이 주파수 대역을 공유하게 되므로 더 빠른 통신이 가능해지는 것이다. 이때 그 옆에 있는 다른 사용자 그룹도 동일한 주파수 대역을 이용해서 이웃 사용자 그룹에 대한 간섭 없이 통신을 하는 것이 가능해진다.

만약, 사용자 그룹을 더 작게 만들 수 있다면 개별 사용자들이 각각 동시에 전체 주파수를 이용해

서 통신하는 것도 가능해질 것이다. 이처럼 동일한 전파 자원을 동시에 여러 사용자 그룹을 대상으로 서비스 할 수 있도록 하는 것을 두고 Massive MIMO(Multi-Input Multi-Output)이라고 하며, 이를 가능하게 하는 것이 빔포밍(Beam Forming) 기술이다. 즉, 빔포밍은 기지국 안테나가 특정한 공간에 있는 사용자 그룹을 향해 전파를 집중해서 조사하는 기술을 말한다.

IV. 대용량(mMTC) 특성을 제공하는 기술들

5G 서비스에서 제공하는 대용량(mMTC) 특성은 스마트시티 서비스처럼 특정한 공간에서 수많은 디바이스를 연결할 때 필요하다. 통상적으로 4G LTE가 1Km² 범위에서 최대 10만 개의 디바이스를 수용할 수 있는 반면에, 5G 서비스에서는 최대 1백만 개의 장비를 수용할 수 있어야 한다. 5G 서비스에서는 이런 목적을 달성하기 위해서 여러 기술들이 사용되고 있지만, 가장 대표적인 기술이 가변적 채널 대역폭 할당 기술이다.



(그림 3) Massive MIMO의 개념과 빔포밍 기술[6]

1. 가변적 채널 대역폭 할당

4G 이전의 이동통신 서비스나 우리가 집이나 사무실에서 많이 이용하는 와이파이(Wi-Fi)와 같은 무선통신 기술들은 통신을 위해 기본적으로 20MHz 대역폭의 채널을 사용한다. 즉, 한 사용자 혹은 하나의 단말이 통신을 하기 위해서는 전체 주파수 대역의 20MHz를 할당받아 통신을 하게 된다는 것이다. 물론 시간, 주파수, 주파수 위상 등을 달리하여 마치 여러 사용자들이 동시에 같은 주파수를 이용해서 통신을 하는 것처럼 만들게 된다.

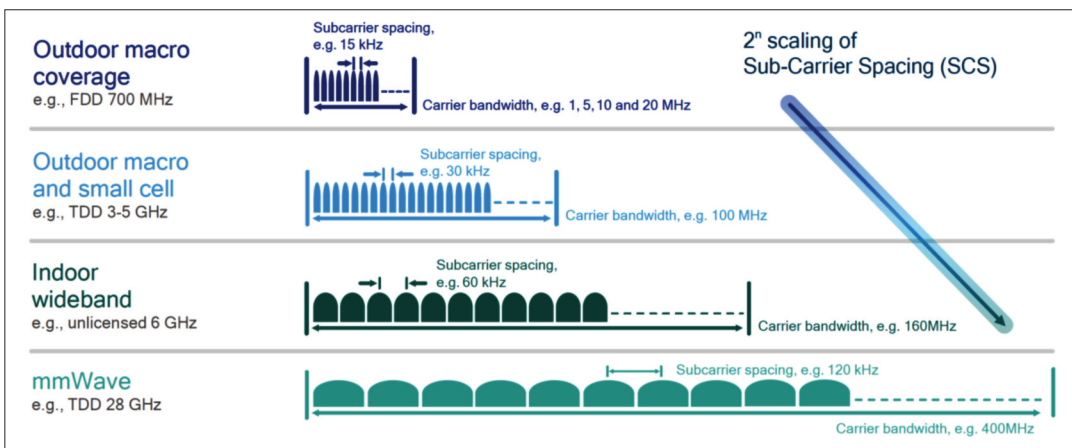
그러나 이런 방식은 근본적으로 동시 사용자수를 제한하게 되어 있으며 20MHz의 주파수 대역이 필요하지 않은 서비스에 대해서는 주파수를 낭비하게 되는 결과를 초래하게 된다. 이런 문제를 해결하기 위해 4G 서비스에서부터 LTE Cat.M1이나 NB-IoT 같은 기술들이 개발되어 조금씩 이용되고 있다. Cat.M1은 최대 1Mbps의 통신 속도면 충분한 서비스들을 위해 20MHz 대신 1.4MHz만 사용하도록 하며 NB-IoT는 최대 100Kbps의 통신 속도면

충분한 서비스들을 위해 200KHz의 대역폭만 사용하도록 한다.

그러나 5G 서비스는 다양한 통신 속도를 포함하여 다양한 서비스 품질 특성을 요구할 것이므로 이들만으로는 모든 서비스를 효과적으로 수용하는 것이 불가능해진다. 이러한 문제를 해결하기 위해 5G에서는 채널 대역폭을 가변적으로 이용하여 다양한 서비스를 수용함과 동시에 주파수 자원을 효율적으로 활용하도록 하고 있다. 이를 두고 가변적 채널 대역폭 할당(Scalable Numerology)이라고 부르는데, 15KHz로 고정된 OFDM 부반송파를 2^n 비율로 확장하여 다양한 통신 속도를 필요로 하는 서비스를 지원하도록 하고 있다.

V. 초저지연 및 고신뢰 통신 (URLLC)을 가능하게 하는 기술들

5G 서비스에서 제공하는 초저지연 및 고신뢰 통신(URLLC) 특성은 실시간성이 필요한 자율주행



〈그림 4〉 가변적 채널 대역폭 할당의 개념[7]

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 에지 클라우드다.

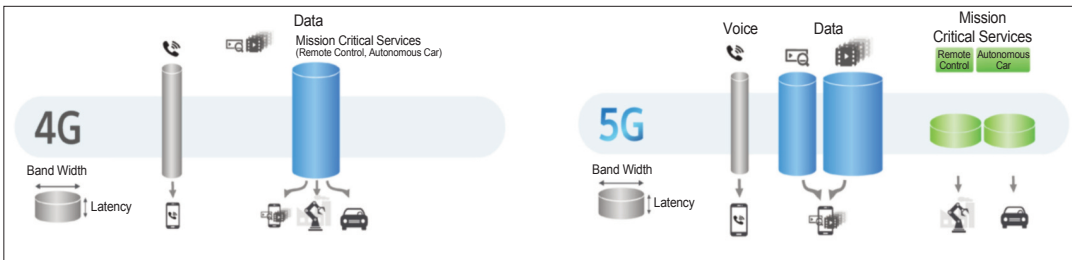
1. 네트워크 슬라이싱

5G 서비스의 기본적인 철학은 하나의 통합된 네트워크를 통해 다양한 특성을 갖는 모든 서비스들을 제공하는 것이다. 반면, 다양한 서비스들을 수용하면서 개별 서비스들의 서비스 품질을 보장하기 위해서는 서비스별로 서로 구분되는 네트워크를 이용해야만 한다. 네트워크 슬라이싱(Network Slicing)은 이처럼 서로 상충되는 목적을 만족시키기 위해서 개발된 것으로 말 그대로 네트워크를 잘

게 나눈다는 뜻이다. 즉, 하나의 물리적인 5G 네트워크를 서비스 특성에 따라 여러 개의 가상 네트워크로 만들어서 이용하겠다는 것이다.

이를 가능하게 하는 것이 네트워크 기능 가상화(Network Function Virtualization, NFV)와 소프트웨어 정의 네트워크(Software Defined Network, SDN)이다. 이 두 가지 개념은 기존의 네트워크 장비를 네트워크 기능을 제공하는 소프트웨어가 탑재된 서버 장치로 대체함으로써 구현된다. 조금 더 구체적으로 설명하면, 서버의 컴퓨팅 리소스를 가상화하여 여러 개의 가상 머신(Virtual Machine, VM)을 만들고 개별 VM에 필요한 네트워크 기능을 구현하게 된다. 그러면 서버 한 대가 마치 여러 서비스를 구분하여 처리할 수 있는 여러 대의 가상 네트워크 장비가 되는 것이다.

일반적으로 네트워크 장비는 데이터 패킷의 교환과 관련된 전송부와 데이터의 전송 경로 및 방식 등을 결정하는 제어부로 구성되는데, 이는 네트워



<그림 5> 네트워크 슬라이싱의 개념[6]



<그림 6> SDN을 적용한 네트워크 구조

크 장비를 복잡하게 만들뿐만 아니라 장비의 가격을 올리는 주요 원인으로 작동한다. SDN은 이런 문제를 해결하기 위해 여러 네트워크 장비들에서 제어부를 분리하여 이를 하나의 서버를 통해 제공하도록 한다. 즉, SDN은 여러 네트워크 장비에 존재하는 동일한 서비스에 대한 VM들을 서로 연결함으로써 네트워크 슬라이싱을 완성하는 기능을 하게 되며, 결과적으로 다양한 서비스 유형 및 통신환경에 맞는 네트워크 구조 설계가 가능하도록 한다.

2. 에지 클라우드

기존의 이동통신 시스템에서는 코어(Core) 장치라 불리는 중앙통신센터의 트래픽 처리 장치를 이용해서 모든 통신을 제어했다. 이는 네트워크 시스템의 운영 및 관리적인 측면에서는 매우 합리적인 방법이었지만, 물리적으로 중앙통신센터와 멀리 떨어져 있는 사용자들이 서비스를 이용할 때는 트래픽의 전송 및 처리에 따른 지연을 수반했다. 4G 서비스에서 이러한 지연은 대략 40~60msec 정도였는데, 이는 실시간 서비스를 제공하는데 있어서는 바람직하지 않은 수준이다.

5G 에지 클라우드(Edge Cloud)는 이런 문제를 해결하기 위해 기존에는 중앙통신센터에 존재하던 CU(Central Unit)나 UP(User Plane) 같은 기능들을 각 지역의 광역국사에 있는 클라우드 장치에 가상화시키고 사용자 단말의 데이터 처리를 수행하는 모바일 에지 컴퓨팅(MEC) 서버들도 위치시키게 된다. 이를 통해 통신 경로를 단축시킬 뿐만 아니라 데이터 처리를 효율화 함으로써 통신 지연을 최소화 할 수 있게 된다.

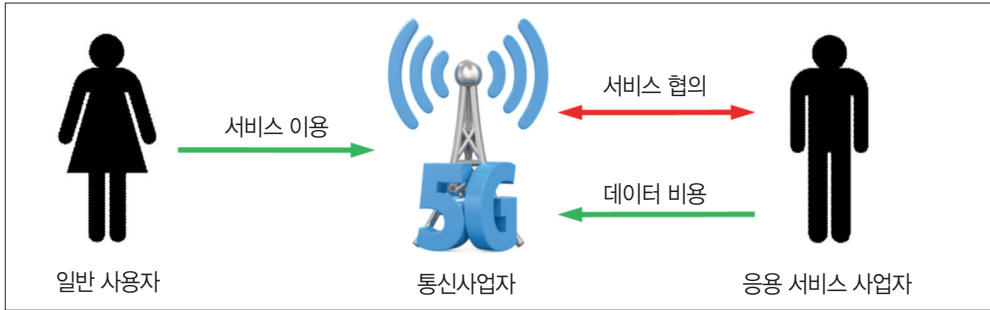
대표적인 응용 분야가 스마트 공장이다. 공장에 있는 다양한 장치들이 촬영한 이미지와 측정된 데

이터들은 근처의 광역국사에 있는 클라우드 서버에서 필요한 프로세싱을 거쳐 거의 실시간으로 그 결과를 다시 공장의 장치들에게 전송해주게 된다. 만약 인터랙티브 게임이나 방송처럼 초실시간으로 사용자 반응에 대응해야 할 필요가 있는 서비스를 상용화하고자 한다면 스마트 공장처럼 각 지역에 있는 여러 개의 에지 클라우드에서 서비스를 제공하는 방법을 고민해야 한다.

VI. 비즈니스 모델의 변화 및 주요 이슈

4G LTE까지의 이동통신 기술이 모바일 환경에서의 데이터 통신 속도를 높이는데 초점이 맞춰져 있었다면, 5G 서비스에서는 통신 속도는 기본이고 여기에 다수의 디바이스가 동시에 접속되며 최소화 된 전송 지연까지 보장하는 것을 목표로 하고 있다. 이동통신 서비스에 대한 주요 관심 지표로 기존에 사용되던 통신 속도 외에 저지연이나 대용량과 같은 새로운 지표가 등장했다는 것은 달리 말하면 기존에 관심의 대상이었던 통신 속도는 이제 기본이 되었다는 것을 의미한다.

그도 그럴 것이 5G 이동통신 서비스에서는 최대 20Gbps의 속도가 제공될 것으로 예상된다. 여기에 앞에서 소개한 MP-TCP를 이용하면 최대 40Gbps의 속도를 제공하는 것도 가능하다. 이러한 속도로 통신이 이루어진다는 것은 이동통신 서비스에 있어서 더 이상 데이터 이용량은 중요하지 않다는 것을 의미한다. 그럼에도 불구하고, 새로이 출시된 5G 서비스의 요금체제는 여전히 데이터 이용량을 기반으로 하고 있다. 따라서, 이 장에서는 5G 시대의 요금제의 변화 및 관련 이슈에 대해 간단히 소개하고자 한다.



〈그림 7〉 교차 보조금 모델의 구조[5]

1. 교차 보조금 모델의 확산

5G 서비스는 하나의 네트워크를 통해 다양한 특성을 갖는 서비스를 제공하는 것이다. 이를 위해 가변적 채널 대역폭 할당(Scalable Numerology)이나 네트워크 슬라이싱(Network Slicing) 등의 기술들이 이용되고 있다. 이러한 기술들은 동시에 접속할 수 있는 단말의 수나 전송 지연 등과 같은 서비스 품질과 관련이 있다. 더 이상 데이터의 전송량은 중요하지 않다는 것이다. 따라서, 미국의 버라이즌 같은 이동통신사는 5G를 이용해 가정에 5G 기반 초고속 인터넷 서비스(5G Home)를 제공하고 있으며 버라이즌 모바일 가입자의 경우 유선 인터넷 서비스의 절반 가격에 해당 서비스를 이용할 수 있다.

그러나, 국내의 경우 상황이 다르다. 사실상 데이터를 무제한 이용할 수 있는 5G 서비스의 서비스 이용료가 초고속 인터넷 서비스에 비해 적게는 2배, 많게는 4배 정도 비싸다. 여전히 데이터 이용량이나 최고 속도를 기준으로 요금 정책을 설계하다 보니 이런 결과가 발생한 것이다. 하지만, 통신 속도보다 서비스 품질이 더 중요해지는 5G 시대에는 요금 정책도 5G의 특성에 맞게 바뀌어야 할 것이다[8].

내가 생각하는 5G 시대의 바람직한 5G 서비스

요금 정책은 5G 서비스의 수혜자가 서비스 이용료를 내도록 하는 것이다. 5G 서비스의 수혜자는 5G 이동통신 서비스를 가입하는 일반 사용자와 5G를 이용해 응용 서비스를 제공하는 응용 서비스 사업자로 구분할 수 있는데, 이들이 각각 혜택을 본 만큼 통신요금을 분담하는 것이다. 그리고, 응용 서비스 사업자는 품질이 보장되는 응용 서비스를 이용하는 일반 사용자들로부터 통신료가 포함된 서비스 이용료를 청구하는 것이다.

예를 들어, 실시간 게임 중계 서비스를 제공하는 두 회사 A와 B가 있다고 가정해 보자. 거기에 A라는 회사는 별도의 비용을 내고 서비스 품질이 보장되는 5G 프리미엄 서비스를 가입한 상태고 B라는 회사는 그렇지 않은 상태라고 가정하자. 만약, 사용자가 5G 스마트폰을 이용해서 A사의 중계 서비스를 보게 된다면 끊임도 없고 실시간으로 현장과 소통도 하면서 게임 중계를 즐길 수 있을 것이다. 반면, B사의 중계 서비스를 이용하는 사용자들은 통신 상황에 따라서 중계 품질이 매우 나빠지거나 불안정할 수도 있을 것이다.

사용자들 중에는 그냥 저렴하게 B사의 서비스를 이용하려는 사용자들도 있겠지만, 약간의 추가 비용을 내더라도 안정적인 빠른 A사의 서비스를 이

용하려는 사용자들도 있을 것이다. 후자의 경우 결과적으로 자신이 선택적으로 이용하려는 서비스에 약간의 추가 비용을 더 지불해야 하기는 하지만, 이런 응용 서비스를 이용하지 않거나 적당히 이용한다면 기본적으로는 기존보다 저렴한 비용으로 5G 서비스를 이용하게 되는 것이다. 이를 가능하게 하는 것이 결국은 응용 서비스 사업자들이 이동통신사에 지불하게 되는 프리미엄 서비스 이용료인 것이다.

이처럼 차별화된 서비스를 제공하려는 서비스 사업자들이 별도의 망 이용료를 넘으로써 일반 사용자들의 통신비 부담을 줄여주는 형태의 비즈니스 모델을 두고 교차 보조금(Cross Subsidy)이라고 부른다. 사실 교차 보조금 모델은 아주 오래 전부터 존재했던 것이며, 인터넷 기반의 비즈니스가 시작될 때부터 보편적인 비즈니스 모델로 사용되기 시작했다. 또한, 현재도 이동통신 분야에서는 제로 레이팅(Zero Rating)이라는 형태로 적용되고 있다.

우리가 인터넷 검색 서비스, 이메일 서비스, SNS 서비스 등을 무료로 이용할 수 있는 것도 교차 보조금 모델이 적용되고 있기 때문이다. 대부분 광고 사업자들이 그 비용을 지불함으로써 일반 사용자들은 어떠한 비용도 지불하지 않게 된다는 것이다. 물론, 광고가 불편하거나 이메일 저장 공간을 늘리기 위해 개인적으로 추가 비용을 내고 프리미엄 서비스를 이용할 수는 있지만, 그렇지 않은 경우에는 모든 비용을 광고 사업자들이 지불하는 구조다.

이러한 수익 구조는 5G에서도 그대로 적용될 것으로 기대된다. 그러나, 이동통신 서비스의 특성상 이동통신 사업자들은 일반 사용자에게 최소한의 통신요금을 받으려 하지 않을 것이다. 즉, 일반 사용자에게도 서비스 요금을 받고 응용 서비스 사업자들에게도 프리미엄 서비스 제공에 따른 요금을 받게 되는 것이다. 이는 과금 방식에 따라서 이동사의

수익을 크게 키울 것으로 예상된다. 따라서, 합리적인 요금 산정과 이에 대한 감시 및 규제가 필요할 것으로 보인다.

2. 망중립성 이슈

5G 서비스 사업자들이 추가 비용을 낸 응용 서비스 사업자들의 서비스 품질을 그렇지 않은 사업자에 비해 차별적으로 보장해 주는 것은 어찌 보면 자연스러운 것처럼 보이지만, 이는 인터넷에서의 망중립성(Network Neutrality) 원칙을 훼손하게 된다. 즉, 인터넷을 통해 전달되는 트래픽에 대해서 데이터의 내용이나 유형을 따지지 않으며 이를 생성하거나 소비하는 주체에 차별없이 동일하게 취급해야 한다는 원칙에 정면으로 위배되는 것이다. 그러나, 망중립성 원칙을 지키고자 한다면 5G의 네트워크 슬라이싱과 같은 기능들은 존재의 이유가 사라지게 된다.

따라서, 최근 5G 서비스가 시작되며 망중립성 이슈가 다시금 주목받고 있다. 망중립성 이슈와 관련하여 나는 하이브리드 형태의 해법을 제안하고자 한다. 즉, 5G 네트워크 자원의 일정 부분은 망중립성을 보장하는 형태로 이용하며 나머지 부분은 서비스 차별화를 위해 사용할 수 있도록 허용하는 것이다. 사실, 이 자체가 망중립성을 위배하는 것이라고 말할 수도 있지만, 이미 4G에서도 음성 트래픽은 일반 데이터 트래픽에 대해 차별적으로 서비스를 해오고 있었던 만큼, 같은 관점에서 확대 적용할 수 있으리라고 생각한다.

오히려 더 중요한 것은 망중립성보다는 공정성의 이슈가 될 것으로 생각한다. 예를 들어, 동일한 유형의 스트리밍 서비스를 제공하는 서비스 사업자가 있는데, 한 회사는 이동통신사의 자회사나 관계사

이고 다른 회사는 그렇지 않은 경우다. 이런 경우 이동통신사와 관련 있는 기업에 대해서는 서비스 품질 보장에 대한 대가를 청구하지 않거나 혹은 상대적으로 유리한 조건에 서비스를 이용하도록 한다면 불공정 이슈가 발생할 수 있을 것이다. 따라서, 망중립성에 대한 논의와 함께 공정성에 대한 논의도 함께 이루어져야 할 것이다.

VII. 결론

지금까지 5G 이동통신 서비스를 가능하게 하는 주요 기술들과 이로 인해 5G 서비스가 제공하게 되는 특성들에 대해 살펴보았다. 또한, 이런 특성들로 인해 새롭게 제공할 수 있는 서비스들에 대해서도 함께 살펴보았다. 요컨대, 5G의 다양한 구현 기술들과 이들이 제공하는 고속, 저지연, 대용량 특성은 온디맨드(On-Demand)형 네트워크 서비스를 제공함으로써 응용 서비스 별로 요구되는

차별화된 품질을 만족시킬 수 있을 것으로 기대된다.

그러나, 5G 서비스를 위한 통신 인프라가 구축 초기 단계이고 아직까지 표준화가 완성되지 않은 요소 기술들도 있어서 이상적인 5G 서비스를 만끽하기에는 다소 시간이 걸릴 것으로 보인다. 이는 당장에 5G 기반 서비스 생태계를 조성하고 활성화하는데 걸림돌이 될 수도 있겠지만, 다른 한편으로는 제대로 된 서비스 생태계를 만들기 위한 준비 시간을 제공하는 것으로 이해할 수도 있다.

따라서, 방송과 미디어 같은 응용 서비스 분야에서는 5G의 특성을 최대한 활용할 수 있는 서비스를 기획하고 이런 서비스를 효과적으로 제공할 수 있는 디바이스나 인터페이스 장치에 대한 검토, 관련 비즈니스 모델이나 사업화 전략 등에 대한 고민과 준비를 하기 위한 시간으로 활용해야 할 것이다. 그리고 이러한 노력은 서비스 제공자의 관점이 아니라 서비스를 이용하는 고객 관점에서 진행되어야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] 김학용, "사물인터넷 시대, 모바일 비즈니스 패러다임의 변화", MOIBA 웹진, 2019.7.
- [2] 3GPP, "5G-NR Workplan for eMBB," 2017.3.9.
- [3] ITU, "Setting the Scene for 5G: Opportunities & Challenges," 2018.
- [4] Verizon Wireless, 5G Ultra Wideband Wireless Home Network, <https://www.verizonwireless.com/5g/home/>
- [5] 김학용, "5G 시대, 서비스와 비즈니스 혁신", 멀티캠퍼스 집합교육 교재, 2019.7.
- [6] 삼성전자, "5G 국제표준의 이해", 2018.6.
- [7] 퀄컴 코리아, "5G NR에 담긴 5가지 혁신 기술", 2018.1.16.
- [8] 김학용, "고객가치 중심의 5G 요금제를 기대한다", 과학과 기술, vol.599, 2019.4, pp. 51-54.

필자소개



김학용

- 1995년 : 충남대학교 전자공학과 학사
- 1997년 : 광주과학기술원 정보통신공학과 석사
- 2001년 : 광주과학기술원 정보통신공학과 박사
- 2000년 : 일본 통신총합연구소(CRL) 방문연구원
- 2001년 ~ 2003년 : ㈜코어세스 R&D센터 선임연구원
- 2003년 ~ 2009년 : 삼성네트웍스(現 삼성SDS) 신사업추진센터 차장
- 2009년 ~ 2014년 : LG유플러스 M2M사업담당 부장
- 2014년 ~ 2016년 : 부산대학교 사물인터넷연구센터 교수
- 2014년 ~ 현재 : IoT전략연구소 대표
- 2016년 ~ 현재 : 순천향대학교 IoT보안연구센터 교수
- 2018년 ~ 현재 : 서울시 혁신성장위원회 자문위원 (IoT 분야)
- 2019년 ~ 2019년 : 이노베이션 아카데미 설립추진위원
- 주관심분야 : 사물인터넷, 디지털 트랜스포메이션, 비즈니스 모델, 상품 기획, 서비스 디자인, 사업화 전략 등
- 저서 : 사물인터넷: 개념, 구현기술, 그리고 비즈니스, 4차 산업혁명과 빅뱅 파괴의 시대, NodeMCU로 시작하는 사물인터넷 DIY 등
- 이메일 : IoTstLabs@gmail.com