



LTE 이동통신의 이해

LTE 네트워크는 왜 빠른가?

최우진, 김현표
KT 융합기술원

I. 무선 전송의 기본 개념



이동통신 기술은 세대를 거듭하면서 점점 더 빠른 무선속도를 제공할 수 있도록 진화해 왔다.

LTE를 포함한 2G, 3G 이동통신은 기본적으로 이진수로 이루어진 디지털 정보를 무선 신호에 실어서 공기중으로 전송하고 수신기가 무선 신호에 포함된 디지털 정보를 추출하는 방식으로 통신 서비스를 제공한다. <그림 1>은 송신기가 전송하고자 하는 이진수 디지털 정보를 정현파(sine wave)의 위상 변화를 통해 변조하는 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) 신호이다. 송신기가 '00'이라는 2 bit 디지털 정보를 전송하기 위해서는 주어진 시간(symbol time) 동안 위상이 45°인 정현파를 전송하고, 이어서 '10'이라는 2 bit의 정보를 전송하기 위해서는 그 다음 symbol time 동안 위상이 135°인 정현파를 전송한다. 수신기는 수신된 신호의 위상이 얼마인지에 따라 송신기가 보낸 정보가 '00'인지 또는 '10'인지 등을 판단함으로써 무선 통신이 이루어 지는데 이 과정을 복조(demodulation)라고 한다.

<그림 1>은 변조된 정현파 신호를 시간축을 기준으로 나타낸 것이며, <그림 2(a)>는 동일한 신호를 신호의 최대 크기(원점까지의 거리)와 위상으로 나타낸 것이다. 변조된 하나의 신호(symbol)를 사용하여 4 bit의 디지털 정보를 전송하는 변조방식을 16 QAM(Quadrature Amplitude Modulation)이라 하며, 하나의 symbol을 사용하여 6 bit의 디지털 정보를 전송하는 변조방식을 64 QAM(Quadrature Amplitude Modulation)이라고 한다. 송신기와 수신기의 거리가 가깝고 송수신기 사이에 전파를 방해하는 장애물이 없는 좋은 무선 환경에서는 하나의 symbol에 여러 bit의 디지털 정보를 실어서 전송하는 high order modulation을 사용하여 빠른 전송속도를 제공하고 무선 환경이 좋지 않은 상황에서는 low order modulation을 사용하여 낮은 전송 속도를 제공하는 기술을 adaptive modulation이라 한다.

하나의 symbol에 몇 bit의 디지털 정보를 실어서 전송할지는 기지국과 단말의 상대적인 위치 등 무선 환경의 변화에 따라 가변적으로 운영할 수 있다. 그런데 변조된 하나의 symbol을 전송하는

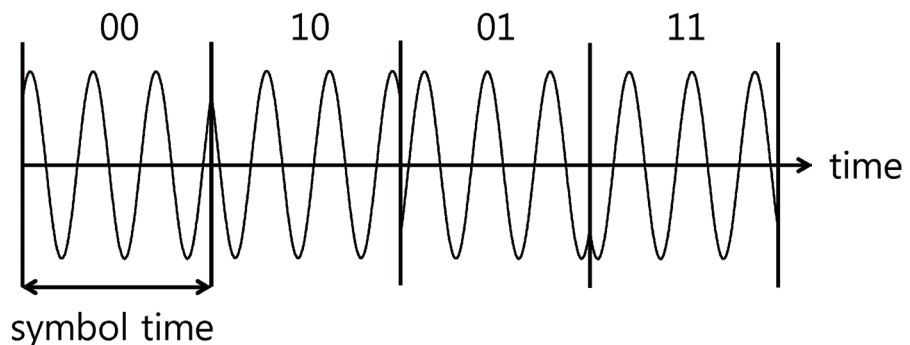


그림 1. Quadrature Phase Shift Keying(QPSK)

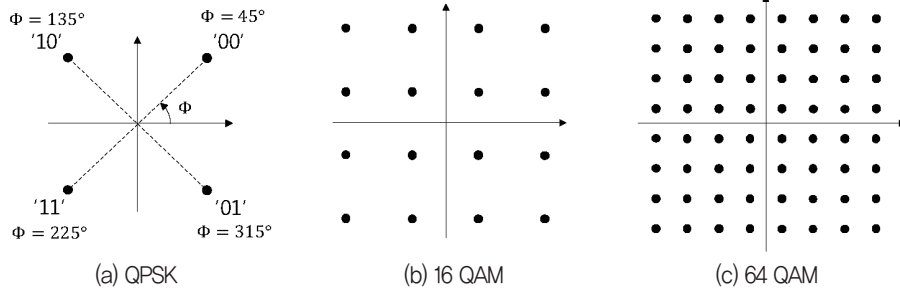


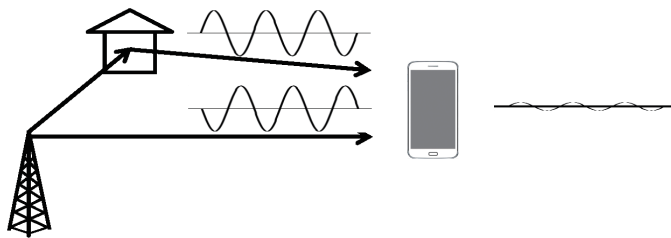
그림 2. Signal Constellation

데 사용하는 시간(symbol time)은 무선 통신 시스템의 최대 전송속도를 결정하는 중요한 요소이다. Symbol time이 작은 전송 방식은 일정 시간 동안 많은 symbol을 전송할 수 있기 때문에 고속의 전송속도를 제공할 수 있다. 그러나 symbol time이 과도하게 작으면 무선 구간에서 일어나는 여러 가지 물리적인 현상들로 인해서 수신기가 수신 신호로부터 디지털 정보를 추출하는 과정에서 오류가 많이 발생하게 된다. 이와 반대로 symbol time이 길면 오류 발생률은 작으나 일정 시간 동안 전송할 수 있는 symbol의 수가 작기 때문에 전송속도가 느려지게 된다. 따라서 적절한 symbol time의 선택은 무선 통신 시스템의 설계에서 매우 중요한 이슈 중에 하나이다.

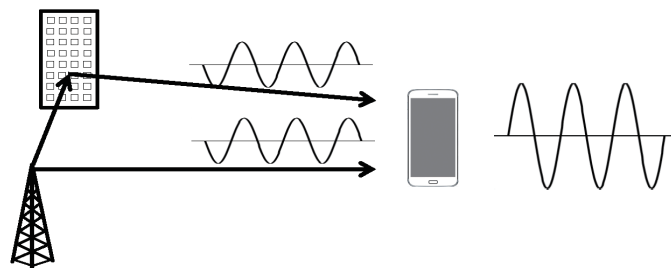
〈그림 3〉은 무선 구간에서 일어나는 여러 가지 물리적인 현상 중에 하나인 '전파 다중 경로에 의한 무선신호의 간섭(Multi-path fading)'을 나타낸 것이다. Multi-path fading은 송신기를 출발한 무선 신호가 두 개 이상의 전파 경로를 거쳐 수신기에 도착하는 과정에서 발생한다. 서로 다른 경로를 통해 수신기에 도착하는 신호들은 도착 시간이 다르기 때문에 신호의 위상 또한 다르다. 〈그림 3(a)〉는 신호의 위상차가 180°인 경우 두 신호가 서로를 상쇄하여 수신기에는 아무런 신호도 감지되지 않거나 또는 아주 미약한 신호를 감지하는 경우를 나타낸 것이다. 〈그림 3(b)〉는 신호의 위상 차가 360°인 경우 두 신호가 합쳐져 수신기가 강한 신호를 감지하는 경우를 나타낸다. 사용자가 무선 통신을 하면서 위치를 이동하게 되면 계속해서 새로운 다중 경로들이 만들어



서비스 초기에 상하향 각각 10MHz 주파수를 사용하던 LTE는 2013년 8월 정부의 LTE 주파수 경매를 통해 광대역(상하향 각각 20MHz) 주파수를 사용할 수 있게 된다.



(a) Destructive multi-path signals



(b) Constructive multi-path signals

그림 3. 전파 다중경로에 의한 신호의 간섭 (Multi-path fading)

지고 이전의 다중 경로들은 없어지게 되는데, 이로 인해 수신 신호가 약해졌다가 강해지고 또다시 약해지는 현상이 무작위로 발생하게 된다.

또한 무선 통신에 사용하는 주파수가 달라지면 무선 신호의 파장이 달라지고 다중 경로 신호들의 위상 차이 또한 달라지게 된다. 이로 인해 어떤 주파수에서는 수신 신호가 강하고 어떤 주파수에서는 다중 경로 신호들이 서로를 상쇄하여 수신 신호가 약해지는 현상이 발생하는데 이를 무선 기술 용어로 Frequency Selective Fading 이라고 한다.

무선 구간에서 일어날 수 있는 또 다른 현상 중에 하나인 Inter Symbol Interference(ISI)는 다중 경로 신호들이 수신기에 도착하는 시간이 다르기 때문에 발생한다는 점에서는 Multi-path fading과 그 원인은 동일하나, 수신기가 현재 수신하고 있는 신호가 앞서 다른 symbol time 동안 전송된 신호의 간섭을 받는 현상을 말한다. <그림 4>에서 보는 바와 같이 송신기를 출발한 신호가 여러 경로를 통해 수신기에 도착하는 경우, 경로1을 통해서 수신기에 도착한 세 번째 symbol은 경로2를 통해서 도착한 첫 번째 symbol과 두 번째 symbol의 영향을 받아 신호의 모양이 변형된다.

송신기를 출발한 신호가 여러 경로를 통해서 수신기에 도착할 때 어느 정도의 시차를 두고 도착하는지를 무선 기술 용어로 delay spread라 한다. 다중 경로가 얼마나 많이 존재하는지는 송신기와 수신기의 주변에 건물과 같은 전파 반사하여 다중 경로를 만들어내는 물체들이 얼마나 많이 존재하느냐에 따라 결정된다. 일반적으로 symbol time이 delay spread 보다 상대적으로 크면 (다른 말로 전송속도가 느리면) 다중 경로에 의한 신호 왜곡은 작아지고, 반대로 symbol time 이 delay spread 보다 상대적으로 작으면 (다른 말로 전송속도가 빠르면) 다중 경로에 의한 신호 왜곡은 커지게 된다.

전파 다중경로 인해 무선 구간에서 발생하는 간섭의 종류에는 Multi-path Fading, Frequency Selective Fading, Inter-symbol Interference 등이 있다.

II. 4세대 이동통신 기술의 선택

OFDM이 CDMA와 WCDMA 등 기존 이동통신 기술과 다른 가장 큰 차이점은 무선 데이터를 전송하기 위해 여러 개의 부반송파(subcarrier)를 사용한다는 점이다. 하나의 반송파(carrier)를 사용하는 통신 시스템의 경우, 보다 넓은 주파수 대역을 사용하여 고속의 무선 전송을 하기 위해서는 초

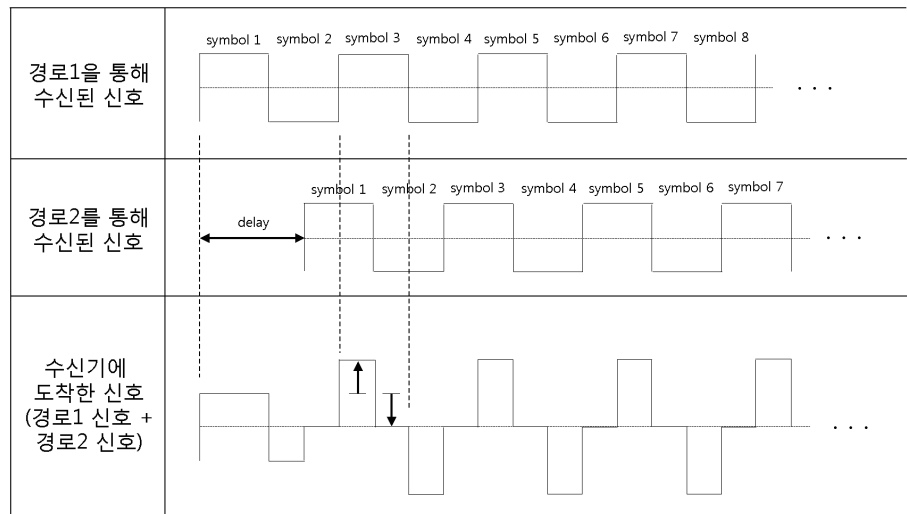


그림 4. Inter Symbol Interference

당 전송하는 symbol의 수 즉 symbol rate을 높여야 하는데 이는 symbol time을 작게 만들어야 함을 의미한다. 그러나 앞서 보았듯이 symbol time이 작아지면 다중 경로에 의한 신호왜곡이 증가하는 문제가 발생하게 된다. 기존 이동통신 시스템에서는 다중 경로에 의한 신호 왜곡을 해결하기 위해서 수신기에 Equalizer라고 부르는 기술을 사용하였다. Equalizer는 다중 경로 신호들의 delay를 모델링하여 수신기에 도착한 파형이 왜곡된 신호를 왜곡 이전의 상태로 되돌리는 기술이다. Equalizer 기술은 그 동안 꾸준히 발전해왔는데 5 MHz 대역폭을 사용하는 3G WCDMA 시스템의 경우 구현 가능한 수준의 복잡도를 가진 Equalizer로 만족할 만한 성능을 제공할 수 있었다[1].

그러나 4G 이동통신에 들어오면서 고속의 무선 전송을 위해 3G에서 사용하던 5 MHz 주파수 대역폭 보다 훨씬 더 넓은 광대역 주파수를 사용해야 할 필요성이 대두되었고, 기존 무선 전송기술의 경우 주파수 대역폭의 증가에 따른 symbol rate의 증가로 인해 심각한 다중 경로 문제에 부딪치게 된다. 이와 같은 다중 경로 문제를 우회하기 위한 시도로써 CDMA 기반으로 symbol time이 긴 여러 개의 부반송파를 사용하는 Multi-carrier CDMA 기술에 대한 연구도 진행되었으나, 다음 장에서 자세히 살펴볼 OFDM의 경우 주어진 주파수 대역폭 내에서 부반송파를 가장 조밀하게 배치할 수 있는 장점으로 인해 가장 효율적인 무선 기술로 인정되었고 이에 따라 OFDM은 LTE의 무선 전송 기술로 채택된다. <표 1>에서 보는 바와 같이 LTE는 최대 20MHz의 주파수 대역폭을 지원하며, 기존 WCDMA가 사용하는 주파수 대역폭의 4배에 달하는 광대역 주파수를 사용하게 된다.

III. OFDM의 개념

OFDM은 FDM(Frequency Division Multiplexing)의 일종으로 여러 사용자가 주파수 자원을 나누어서 사용하는 통신 방식이다. 각 사용자가 사용하는 무선 채널은 서로에게 간섭을 주지 않도록 설계되었으며, 사용자들은 주어진 시간 동안 자신에게 할당된 무선 자원만을 사용하기 때문에 서로에게 간섭을 주지 않는다. <그림 5>는 FDM과 OFDM의 무선 채널을 주파수 축을 기준으로 나타낸 것이다.

FDM의 경우 각 채널은 서로 중첩되지 않도록 충분한 이격 거리(guard band)를 두고 배치되어 있으며, 따라서 각 채널은 서로에게 간섭을 주지 않는다. 이에 반해 OFDM은 무선 채널들이 상당부분 서로 중첩되도록 조밀하게 배치되어 있는데, 이와 같은 중첩된 배치에도 불구하고 하나

4세대 이동통신은 고속의 무선전송을 요구했고, 기존 상용 기술들은 고속 전송 시 심각한 다중경로 문제에 부딪치게 된다. 이에 따라 다중경로에 강한 OFDM이 LTE 전송 기술로 선택된다.

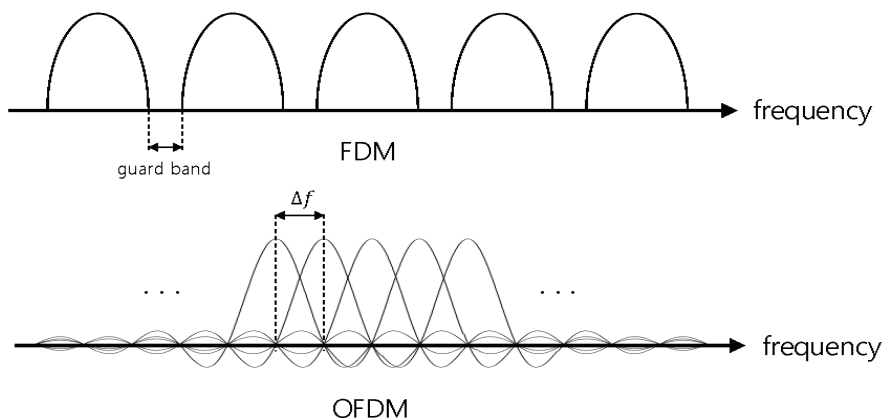


그림 5. FDM vs. OFDM 무선채널



KT WARP는 무선 기지국을 RU(radio unit)와 DU(digital unit)으로 분리하는 네트워크 가상화를 통해 small cell을 구현함으로써 폭발적으로 늘어드는 무선트래픽을 수용할 수 있는 네트워크 구조를 가지고 있다.

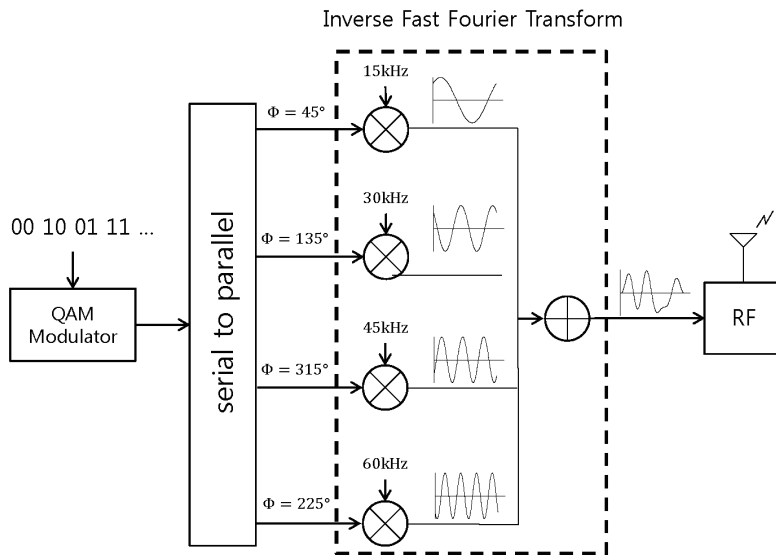


그림 6. 부반송파 4개를 사용하는 간단한 OFDM 송신기

의 채널이 최대값을 갖는 특정 주파수에서 다른 채널들의 간섭이 0이 되는 특성을 가지고 있다. 이런 특성으로 인해 OFDM의 무선채널들은 중첩되어 배치되어 있으면서도 서로에게 간섭을 주지 않고 디지털 정보를 전송할 수 있다. 이와 같이 OFDM의 각 채널들이 서로에게 간섭을 주지 않고 통신을 할 수 있는 특징을 직교성(Orthogonality)이라고 하며, 직교성을 보장하기 위해서는 인접한 무선 채널간의 주파수 이격(Δf)과 symbol time이 아래 조건을 만족해야 한다.

$$\langle \text{수식 1} \rangle \text{ symbol time} = \frac{1}{\Delta f}$$

OFDM은 긴 symbol time을 사용하여 다중 경로에 의한 신호 왜곡 문제를 해결함과 동시에 광대역 주파수를 많은 수의 무선채널로 분리하여 사용자 트래픽을 병렬로 전송할 수 있다. <그림 6>은 QPSK 변조방식과 부반송파 4개를 사용하는 간단한 OFDM 송신기이다. <그림 6>에서 이진수 디지털 정보 '00'은 45° 위상을 갖는 신호로 변조되고 이에 따라 주파수가 15kHz인 부반송파는 45°의 위상을 갖게 된다. 또한 '10', '01', '11'은 135°, 315°, 225°의 위상을 갖도록 변조되고 이에 따라 주파수가 30kHz, 45kHz, 60kHz인 부반송파들은 각각 해당 위상을 갖게 된다. 위상이 변조된 4개 부반송파는 고주파 변조 후에 안테나를 통해서 전송된다.

LTE 표준에서는 15 kHz¹ 간격으로 부반송파를 배치하였으며, symbol time은 <수식 1>에 따라 66.7μs (=1/15 kHz)가 된다. 일반적인 이동통신 환경에서 delay spread는 수 μs 이며, LTE는 delay spread 보다 훨씬 큰 symbol time을 사용함으로써 앞장에서 살펴본 다중 경로에 의한 간섭 문제를 해결하였다. 또한 주파수 내에 촘촘하게 배치된 수 많은 부반송파들을 사용하여 트래픽을 전송함으로써 전송속도를 높일 수 있다. LTE 표준에서 정의하고 있는 주파수 대역폭과 그에 따른 부반송파의 수는 아래 <표 1>과 같다.

표 1. LTE 주파수 대역폭에 따른 부반송파의 수

대역폭(MHz)	1.4	3	5	10	15	20
부반송파 수	72	180	300	600	900	1200

1 LTE 방송 서비스는 7.5kHz 간격의 부반송파를 사용한다.

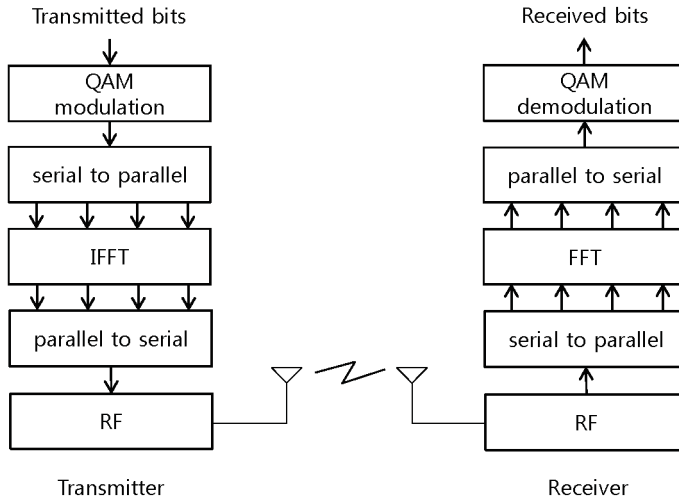
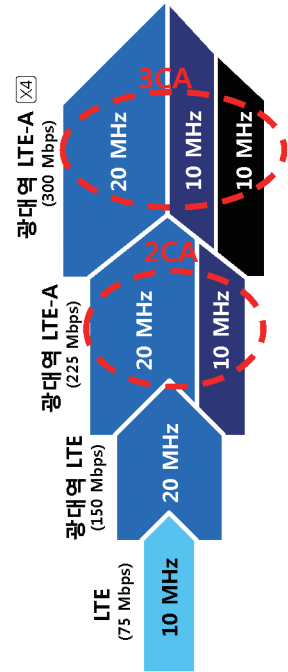


그림 7. OFDM 송신기와 수신기 구조

〈그림 6〉에서 점선으로 표시된 부분은 Inverse Fast Fourier Transform(IFFT)이라는 연산 방법을 사용하여 디지털 회로로 구현할 수 있다. 20 MHz 주파수를 사용하는 경우 1200개의 부반송파를 처리하기 위해서는 2048-point IFFT 연산이 필요하다. 〈그림 7〉은 IFFT를 사용하는 OFDM 송신기와 FFT(Fast Fourier Transform)를 사용하는 OFDM 수신기를 나타낸 것이다. 수신기는 송신기의 각 단계에서 수행한 신호처리 과정을 역순으로 복원함으로써 무선신호에 포함되어 있는 디지털 정보를 추출한다.



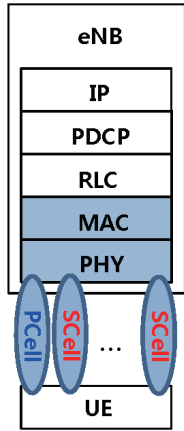
최근 상용화된 LTE-Advanced Carrier Aggregation 기술은 여러 개의 주파수를 묶어 최대 40MHz(=20+10+10) 주파수 대역폭을 사용할 수 있으며, 최대 전송속도 300Mbps를 제공한다.

IV. LTE/LTE-Advanced 최대 전송속도

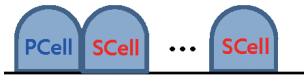
이동통신 기지국은 여러 사용자들을 동시에 서비스해야 하기 때문에 각 사용자에게 필요한 만큼의 무선자원만을 할당하여 사용자 트래픽을 전송한다. 예를 들면 〈그림 6〉에서 디지털 정보 '00'은 A라는 사용자에게 전송해야 할 2 bit 정보이고, '10 01 11'은 B라는 사용자에게 전송해야 할 6 bit 정보라고 가정할 경우, 송신기가 사용자 A를 위해서 주파수가 15kHz인 부반송파 하나를 할당하고, 사용자 B를 위해서는 주파수가 30kHz, 45kHz, 60kHz 인 부반송파 셋을 할당하려고 한다면 기지국은 각 사용자의 단말에게 어떤 부반송파를 사용하여 무선 통신을 진행할지를 미리 알려주어야 한다. 각 사용자의 수신기는 수신된 신호를 처리하는 과정에서 사전에 기지국이 정해진 특정 부반송파들로부터 디지털 정보를 추출하여 사용자에게 전달한다. LTE 표준에서는 무선자원관리의 복잡도를 고려하여 RBP(Resource Block Pair)라는 부반송파 보다 큰 단위로 무선자원을 할당하는데, 하나의 단말에게 할당할 수 있는 가장 작은 무선자원의 단위 또한 RBP이다.

〈그림 8〉은 LTE에서 사용하는 프레임 구조와 무선자원의 단위를 나타낸 것이다. RE(Resource Element)는 하나의 symbol time 동안 전송하는 부반송파 1개를 의미한다. RBP는 주파수축으로 12개의 부반송파로 구성되며 시간축으로는 14개의 symbol로 구성된다. 따라서 168(=12×14)개의 RE가 모여 하나의 RBP를 구성한다. 〈그림 8〉에서 RBP 영역 중 사선으로 표시된 영역은 LTE 물리계층이 제어 메시지를 전송하는 무선자원이며, 흰색 영역은 사용자 트래픽을 전송하는 무선자원이다.

현재 출시된 LTE 단말들은 앞서 살펴본 adaptive modulation 기술이 적용되어 있으며, 무선환경이 좋은 경우 최대 64 QAM의 변조 방식을 지원한다. 따라서 하나의 RE를 통해 전송할 수 있는



CA를 위한 프로토콜 아키텍처



CA frequency bands

Carrier Aggregation은 MAC 계층과 물리계층(PHY)에서 주파수를 최대 5개까지 병합하는 기술이다. 현재 표준화가 진행중인 3GPP Rel-13에서는 최대 32개의 주파수를 병합하는 기술이 논의되고 있다.

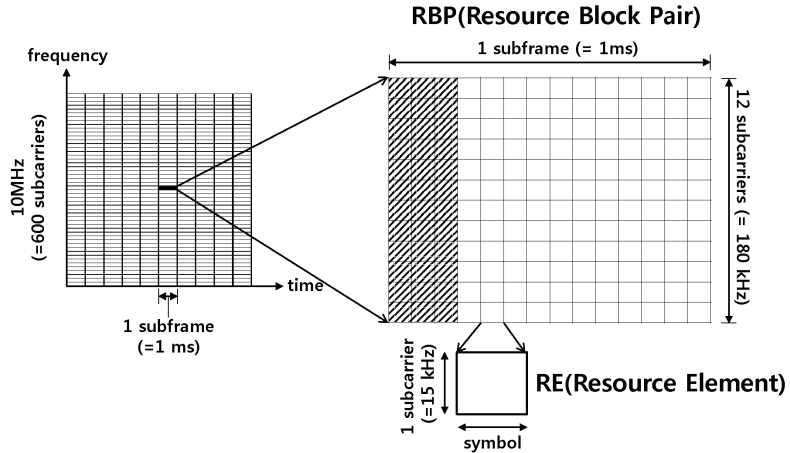


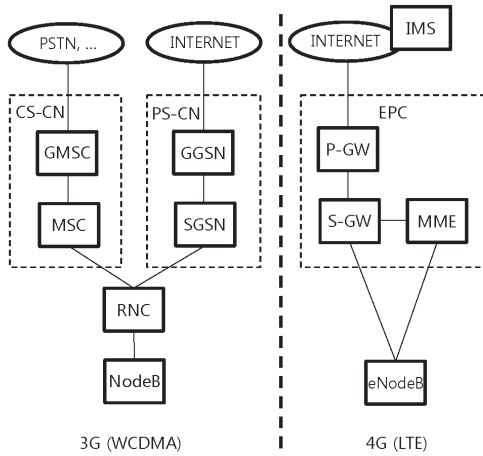
그림 8. LTE 프레임 구조 및 무선자원 단위

디지털 정보의 양은 최대 6 bit 이며, 하나의 RBP 통해 전송할 수 있는 정보는 최대 1,008 bit (= 6 bit×168 REs/RBP) 이다. LTE 기지국이 하향링크² 전송을 위해 10MHz 주파수 대역폭을 사용하는 경우, 인접 주파수와의 간섭을 피하기 위해 가장자리 10%의 보호대역(Guard Band)은 사용하지 않고 비워두며, 실제 통신에 사용하는 대역폭은 9 MHz 이다. 9 MHz 대역폭 안에는 부반송파가 600(=9 MHz / 15 kHz)개 존재하며, 600개의 부반송파는 총 50(=600/12)개의 RBP를 구성한다. 50개의 RBP는 1 ms subframe 동안 50,400 bit(=1,008 bit/RBP×50 RBP)를 전송할 수 있으며, 이는 50 Mbps의 전송속도를 제공할 수 있음을 의미한다. 현재 출시된 LTE 단말들은 대부분 두 개의 안테나를 장착하고 있으며, 2×2 MIMO(Multiple Input Multiple Output) 기술을 사용하여 전송속도를 50 Mbps의 두 배인 100 Mbps까지 제공할 수 있다. 그러나 이 수치는 무선 구간에서 전송하는 제어 메시지 등의 오버 헤드를 고려하지 않은 것이며, 실제로 10MHz 주파수를 사용하는 LTE 기지국이 제공할 수 있는 최대 전송속도는 75 Mbps 정도 이다[2].

최근 LTE-Advanced의 도입에 따라 주파수 집성 기술(CA: Carrier Aggregation)을 사용하여 3개의 주파수를 묶어 최대 40MHz(=20+10+10)의 주파수를 마치 하나처럼 사용할 수 있는데, 이 경우 LTE 기지국은 최대 300Mbps(= 75Mbps/10MHz×40MHz)의 전송속도를 제공할 수 있다. 향후 3GPP Release 12에서 표준화된 256 QAM을 지원하는 단말이 출시되면 기존 64 QAM의 6 bit/symbol 전송에서 256 QAM의 8 bit/symbol 전송으로 무선 전송효율이 8/6배 개선되어 최대 400 Mbps(=300Mbps×8/6)의 전송속도를 제공할 것으로 예상된다.

주어진 주파수 자원을 사용하여 얼마나 많은 정보를 전송할 수 있는냐를 숫자로 나타낸 것을 주파수 효율성(Spectral Efficiency[bps/Hz])이라 한다. 3GPP Technical Report 36.913[3]에 명시된 LTE-Advanced 시스템의 주파수 효율성 최대값은 하향링크의 경우 30 bps/Hz이며, 이는 단말과 기지국이 각각 8개의 안테나를 사용하는 8×8 MIMO 기술을 적용한 경우를 가정한 것이다. MIMO 기술은 안테나의 수에 비례하여 무선 전송속도를 증가 시킬 수 있는 기술로, 8×8 MIMO는 단말과 기지국이 각각 하나의 안테나만을 사용하는 SISO(Single Input Single Output) 대비 8배, 그리고 단말과 기지국이 각각 2개의 안테나를 사용하는 2×2 MIMO 대비 4배의 전송속도를 제공할 수 있다. 현재는 8개의 안테나를 장착한 단말이 존재하지 않기 때문에 이론적인 수치에 불과하나 20 MHz 주파수 5개를 묶어 총 100 MHz 주파수를 사용할 경우 최대 3 Gbps(=30 bps/Hz×100 MHz)의 전송속도를 제공할 수 있음을 의미한다.

2 하향링크는 기지국이 단말로 데이터를 전송하는 방향을 의미하며, 상향링크는 단말이 기지국으로 데이터를 전송하는 방향을 의미한다.



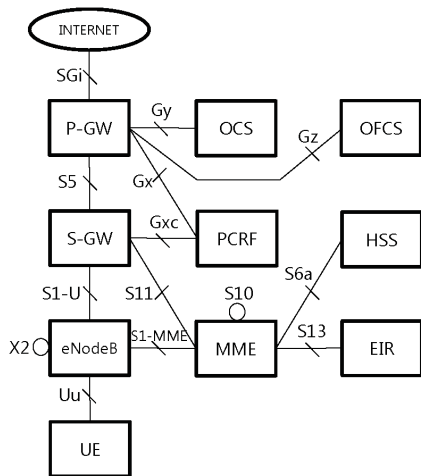
- PSTN: Public Switched Telephone Network
- CS-CN: Circuit Switched Core Network
- PS-CN: Packet Switched Core Network
- MSC: Mobile Switching Center
- GSMSC: Gateway Mobile Switching Center
- SGSN: Serving GPRS Support Node
- GPRS: General Packet Radio Service
- GGSN: Gateway GPRS Support Node
- RNC: Radio Network Controller
- NodeB: WCDMA 기지국
- IMS: IP Multimedia Subsystem
- EPC: Evolved Packet Core
- P-GW: Packet Data Network Gateway
- S-GW: Serving Gateway
- MME: Mobility Management Entity
- eNodeB: LTE 기지국

그림 9. 3G vs. 4G 네트워크 구조 비교

V. LTE 네트워크 구조

LTE는 네트워크 구조 측면에서도 기존 이동통신 시스템과는 차별되는 특징을 가지고 있다. <그림 9>는 3G 네트워크 구조와 4G 네트워크 구조를 비교한 것이다. 3G WCDMA는 음성통화 서비스와 무선데이터 서비스를 제공하기 위해 각각 회선 기반의 코어망(CS-CN: Circuit Switched Core Network)과 패킷 기반의 코어망(PS-CN: Packet Switched Core Network)을 필요로 하였다. 무선 기지국과 코어망을 연결하는 기지국 제어장치(RNC: Radio Network Controller)는 사용자가 이용하는 서비스에 따라 (음성 또는 데이터) 사용자 트래픽을 CS-CN 또는 PS-CN 쪽으로 분기하는 역할을 제공한다. LTE에서는 IP 기반의 서비스플랫폼(IMS: IP Multimedia Subsystem)을 통해 VoIP(Voice over IP) 서비스를 제공하기로 함에 따라 회선 기반의 코어망이 필요 없게 되었으며, 3G에서 기지국 제어장치(RNC)와 기지국(NodeB)으로 분리되어 있던 기능들이 LTE에서는 기지국(eNodeB)으로 통합되어 네트워크 구조가 단순화 되었다. 또한 LTE에서는 코어망의 트래픽 처리 기능과 신호처리 기능을 분리하였다. 사용자 트래픽의

LTE에서는 음성 서비스를 IP 기반으로 제공함에 따라 3G에 비해 네트워크 구조가 훨씬 단순화 되었으며, 신호와 트래픽을 처리하는 코어망 기능을 분리하여 비용 효율적인 네트워크 구축이 가능해졌다.



- P-GW: Packet Data Network Gateway
- S-GW: Serving Gateway
- eNodeB: Evolved NodeB
- UE: User Equipment
- OCS: On-line Charging System
- PCRF: Policy Control and Charging Rule Function
- MME: Mobility Management Entity
- OFCS: Off-line Charging System
- HSS: Home Subscriber Server
- EIR: Equipment Identity Register

그림 10. LTE 네트워크 구조

처리는 P-GW(Packet Data Gateway) 및 S-GW(Serving Gateway)가 계층적인 구조를 통해서 담당하고, 신호처리는 MME(Mobility Management Entity)라는 장치가 담당하도록 하였다. 향후 IoT(Internet of Things) 서비스가 활성화되면 기지국에 동시에 접속하는 단말의 수가 많아지고 신호처리 용량이 상대적으로 많이 필요할 것으로 예상되는데, 이 경우 LTE 코어망(EPC: Evolved Packet Core)을 구성하는 장비들 중 MME 만을 증설하여 추가로 필요한 신호처리 용량을 확보할 수 있다. 이와 같은 트래픽 처리와 신호 처리의 분리 구조는 기존의 네트워크 구조에 비해 비용 효율적으로 네트워크를 구축하고 용량을 증설할 수 있는 장점을 가지고 있다. <그림 10>은 온라인 및 오프라인 과금 시스템, 가입자 정보서버, QoS 정책서버, 사용자 단말 ID 서버 등을 포함하는 LTE 코어망의 주요 시스템들과 인터페이스를 나타낸 것이다[4].

VI. 결론

이동통신 기술은 세대를 거치면서 점점 더 빠른 전송속도를 제공해 왔으며, 무선 구간의 전송속도를 결정하는 주요 요인으로는 무선 통신에 사용하는 주파수의 대역폭, 고차변조(high order modulation), 다중안테나 기술(MIMO: Multiple Input Multiple Output) 등이 있다. 고속의 무선 전송속도를 제공하기 위해 4세대 이동통신은 기존 세대가 사용한 것 보다 훨씬 더 넓은 주파수 대역폭을 필요로 했고, 광대역 주파수 환경에서 전파의 다중경로 문제를 구조적으로 해결할 수 있는 OFDM 을 전송기술로 선택하였다. 본고에서는 OFDM의 동작 원리와 여러 사용자를 서비스하기 위한 무선자원의 할당방법 그리고 LTE 및 LTE-Advanced 시스템의 최대 전송속도와 LTE 코어네트워크 구조에 대해서 살펴보았다.



KT는 우리나라 동쪽끝 독도를 비롯하여 서쪽끝에 위치한 격렬비열도, 그리고 최남단 마라도에 이르기까지 국토 전역에 걸쳐 LTE 서비스를 제공하고 있으며, 세계적으로도 그 전례를 찾기 힘든 무선 커버리지를 제공하고 있다.

감사의 글

본 고는 2015년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 (R0127-15-1003, 비면허대역 이중 RAT (LTE & Wi-Fi) 공존을 위한 통신 표준 개발)

참고 문헌

- [1] G. Bottomley, T. Ottosson, Y.-P. Eric Wang, "A generalized RAKE receiver for interference suppression", *IEEE J. on Sel. Areas in Comm.*, vol. 18, issue 8, pp. 1536 - 1545, Aug. 2000.
- [2] Sonia Rathi et al, "Throughput for TDD and FDD 4G LTE Systems," *Int. J. of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, vol. 3, issue 12, pp. 73 - 77, May 2014.
- [3] 3GPP Technical Report 36.913, Requirements for further advancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA), from <http://www.3gpp.org>.
- [4] 3GPP Technical Specification 23.002, Network Architecture, from <http://www.3gpp.org>.