

논문 2012-49TC-6-2

# LTE/LTE-Advanced 핵심기술 및 발전전망

## ( Core Technologies and Further Development Perspectives of LTE/LTE-Advanced )

김 정 호\*

( Jeong-Ho Kim )

### 요 약

본 논문에서는 현재 활발한 상용화가 진행 중에 있는 LTE시스템의 표준기술에 대해서 현재의 현황을 간략히 조사하고 향후 LTE-Adv로 진화하는데 이슈가 되고 있는 핵심기술의 내용에 대해 살펴보고자 한다. 핵심적인 요구사항 중의 하나로 주파수 사용효율을 높여서 폭증하고 있는 모바일 트래픽의 수용과 보다 안정된 성능을 갖춘 시스템 표준의 구비가 필요한 시점에 이르렀으며 점진적으로 안정된 고속화의 요구에 대응하는 표준화 결과물들에 대한 이해가 매우 중요하게 되었다. 이에 따라 본 논문에서는 LTE/LTE-Adv 시스템의 특징에 대해 살펴보고 중요 기술적 이슈에 대해 진행된 표준화된 사항들을 정리한다. 또한 이러한 시스템의 안정적 동작을 위한 향후 네트워크의 최적화를 위해 필요로 하는 기술적 과제에 대해서 간략히 논의하고자 한다.

### Abstract

In this paper the core technologies of LTE/LTE-Adv systems which may enable the accommodation of huge mobile traffic today are introduced and investigated in order to provide some insights for future broadband mobile services provisioning. One of the key requirements for realization of broadband mobile services is to improve the efficiency of frequency usage and also stable performance of the LTE networks is indispensable to future use. In this sense, key technological issues are summarized hereafter and the technological breakthroughs required for the optimized operation of the networks are briefly discussed.

**Keywords :** LTE, LTE-Advanced, CoMP, CA, HetNet, 3GPP

## I. 개 요

최근 이동통신 시장은 한정된 주파수 자원 때문에 넘쳐나는 트래픽을 감당하기 힘든 실정이다. 2012년 현재 모바일 트래픽은 2009년 대비 44배 증가했고 2020년에는 13배 이상 증가할 것으로 예측되고 있다. 사용할 수 있는 이동통신 주파수는 한정되어있는데 사용량은 늘어

나고 있기 때문이다. 이러한 모바일 트래픽을 해소하기 위한 방편으로 보다 빠른 4G로의 진화가 시작되고 있다. 이 중 하나가 3.9G라고도 불리는 LTE(Long-Term Evolution)이다. LTE는 HSDPA(고속하향패킷접속)보다 12배 이상 빠른 고속 무선데이터 패킷통신 규격으로 다운로드 최대 속도가 300Mbps, 업로드 최대 속도가 75Mbps 이다. 이것은 4G의 실제 기준인 다운로드 최대 속도 1Gbps, 업로드 최대 속도 500Mbps에 미치지 못하는 속도이다. 따라서 3GPP(3rd Generation Partnership Project)에서는 LTE를 보완해 4G의 기준을 만족시킬 수 있는 LTE-Advanced기술의 표준화 작업을 진행하고 있다. LTE-Advanced에 대한 기술은 Release 10부터 현재 Release 11에 대한 논의가 진행 중이다.

\* 평생회원, 이화여자대학교 전자공학과  
(Dept. of Electronics Engineering, Ewha Womans University)

※ 이 논문은 2010년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임  
(2010-0008916)

접수일자: 2012년3월27일 수정완료일: 2012년6월18일

본 논문에서는 LTE 및 LTE-Advanced의 각 Release별 표준화 동향을 살펴보고 그 핵심 기술에 대해 알아본다.

LTE에 대한 표준화 절차가 진행된 것은 2005년도부터였으며 3GPP에서는 이에 관련된 통신 규격을 Release라는 형태로 규격의 업데이트를 발간해왔다. 이 중 LTE에 해당하는 규격은 Release 8, 9이다. 여기에서는 MIMO(Multiple Input Multiple Output), 패킷 스케줄링, DRX(Discontinuous Reception)등의 핵심 기술에 대한 표준화가 진행되었다. 이렇게 규격화 작업이 완료된 LTE는 현재 상용화에 성공하였고 이보다 빠른 LTE-Advanced를 상용화시키기 위해 이에 대한 규격화 작업이 진행되고 있다. 그것이 Release 10, 11이다. Release 10에서 추가된 중요사항 중의 하나는 CoMP (Coordinated Multipoint) transmission and reception이다. 이 기술은 셀 가장자리에서 단말기의 데이터 전송 속도를 높이기 위한 기술로 전송지점 간의 간섭을 제어할 수 있다. Release 10에서 최대 데이터 전송 속도를 높이기 위해 최대 4개까지 지원되었던 안테나 포트를 8개까지 늘려 셀 간의 간섭이 커지고 주파수 재활용 기술 보급에 대한 사항이 논의되면서 셀 간의 간섭을 제어해야할 필요성이 점점 커져 CoMP기술이 Release 10, 11의 새로운 과제로 떠오른 것이다. CoMP기술은 2012년까지 표준화 완료를 목표로 하고 있다.

또한 Release 10에서는 주파수대역을 효율적으로 사용해 인접한 기지국에서도 동일한 주파수 사용이 가능하도록 해야 하므로 주파수 재사용율을 1로 쓸 수 있는 방안을 포함하여야 한다. 이를 위해 적은 주파수 대역폭에서 더 빠른 속도로 데이터 패킷을 전송하는 기술을 비롯해 이종 네트워크에서 매크로 셀의 전송을 중단시켜 피코 셀의 성능을 개선시키는 eICIC (enhanced inter-cell interference coordination) 기술 등이 논의되고 있다.

## II. LTE PHY Overview

본 절에서는 그동안 진행된 표준 중에서 PHY 계층의 상하향 링크의 구조에 대해 살펴 보고자 한다. LTE (Release 8)에서는 OFDM (orthogonal frequency division multiplexing)이 하향링크의 다중접속방식으로 사용되는 반면 상향링크에서는 단일반송파 주파수 분할 다중 접속방법(SC-FDMA)이 사용된다. 이는 하향링크

의 경우 OFDM사용에 따른 PAPR (peak 새 average power ratio)의 영향이 상대적으로 적은 전력증폭기사용이 가능하나 상향링크의 경우 효율이 낮은 선형 전력증폭기를 사용하는 것이 전력효율을 낮춰 단말기의 사용시간에 큰 영향을 미치기 때문이다. 또한 단말기가 전송하는 상황에서 상향링크에는 micro-sleep mode를 적용하여 전송하지 않는 심볼 구간동안은 전력 증폭기를 꺼서 전력소모를 줄일 수 있으며 이로 인하여 배터리의 수명을 연장할 수 있다.

### 1. 하향링크(DL) 서브프레임 구조

그림 1은 LTE 시스템의 하향링크 서브 프레임 구조를 보여준다. 그림에서 살펴볼 수 있는 바와 같이 서브프레임은 1ms의 크기로 구성되어 있고 다중 안테나 전송을 지원할 수 있도록 기준신호(Reference signal)들이 포함되어 있으며 제어채널(PCFICH, PHICH, PDCCH)과 데이터 채널(PDSCH)로 구성되어 있다. 특징적인 것은 하향링크의 전송속도를 높이는데 초점이 맞추어져 있으며 상향링크는 전력 효율적인 전송에 초점이 맞추어져 있다.

자원요소(Resource Element)는 하나의 부반송파(심볼 1개의 구간)를 의미하고 자원블럭(Resource Block) 단위로 자원할당이 이루어지는데 그 구성은 12x7(부반송파 수 (12) x 심볼 수(7))의 형식을 취하고 있다. 이는

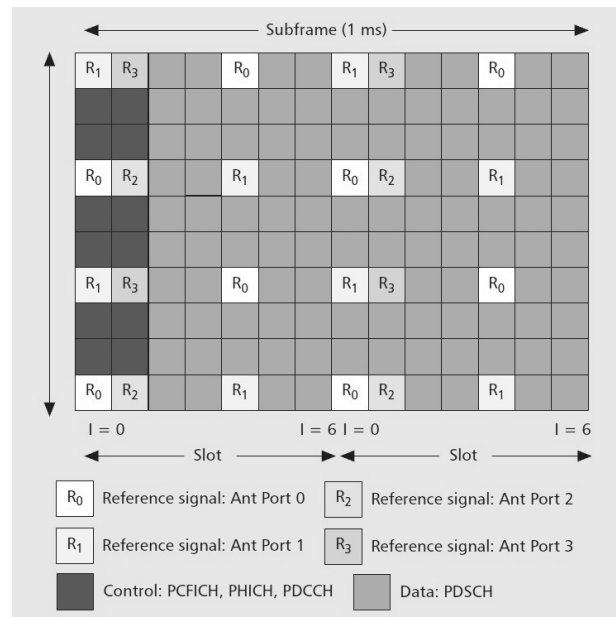


그림 1. 하향링크(DL) 서브 프레임 구조  
Fig. 1. Downlink Subframe Structure.

LTE 스케줄링 시에 할당 되는 최소의 자원단위 (Resource Unit)로 1ms의 시간구간동안으로 구성되어 있고 내부는 1개의 부프레임 내에 부반송파가 15kHz간격으로 180kHz 대역폭에 들어 있다.

2. 상향링크(UL) 서브 프레임 구조

상향 링크는 하향링크와 달리 단말기의 전력효율이 중요한 요소가 되므로 그림 2와 같은 단일 반송파 (Single Carrier) 주파수 분할 다중접속의 구조를 갖고 있다.

기본적인 전송구조는 고속의 비트 스트림을 받아서 일정한 단위의 비트 블록을 구성하여 신호점으로 매핑한 후 다수의 매핑된 신호에 대해 FFT를 활용하여 해당 부반송파 주파수별로 변조를 행한 신호로부터 IFFT를 통하여 시간영역의 신호를 얻은 후 병렬신호를 직렬신호로 변환하여 상향 링크에 단일 반송파로 전송하는 구조를 갖는다.

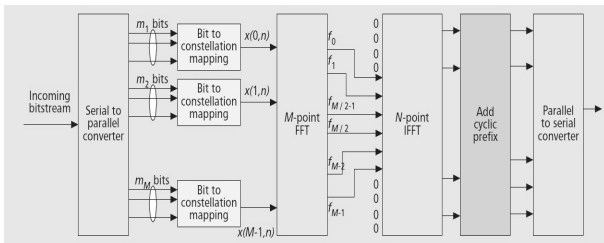


그림 2. 상향링크(UL) SC-FDMA 구조  
Fig. 2. Uplink Subframe Structure for SC-FDMA.

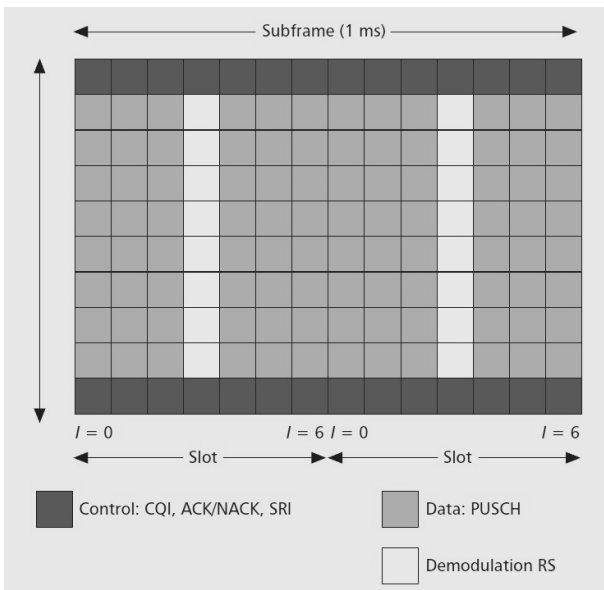


그림 3. 상향링크(UL) 서브 프레임 구조  
Fig. 3. Uplink Subframe Structure.

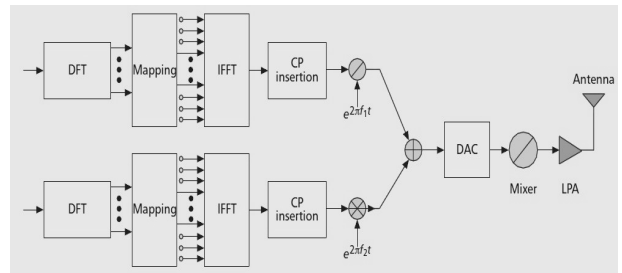


그림 4. 상향링크 CA를 위한 전송 블록도  
Fig. 4. Transmission Blockdiagram for Uplink CA (Carrier Aggregation).

이러한 구조를 도입하는 이유는 기존의 OFDMA방식을 적용할 경우 이에 따른 전력효율의 감소로 인한 단말기의 에너지 효율 감소가 큰 영향을 미치기 때문이다. 이러한 방식을 도입할 경우 고차의 변조방식을 적용함에 따른 3차 메트릭 (Cubic Metric) 반송파의 수에 따라서 3차 메트릭의 값이 증가하는데 그러함에도 불구하고 기존의 OFDM기반의 OFDMA보다는 개선된 특성을 갖게 됨을 기존의 연구<sup>[2, 8]</sup>를 통해서 알 수 있다. 그림 3에서 알 수 있는 바와 같이 상향 링크의 부 프레임에서는 7개의 심볼을 단위로 0.5ms를 갖는 두 개의 슬롯 동안에 채널 품질 지시정보와 전송패킷의 정확한 수신여부를 알려주는 ACK/NACK, SRI (Scheduling Request Indication) 등의 제어 신호와 신호의 복조에 활용하는데 필요한 Demodulation RS (Reference Signal) 심볼은 심볼의 복조와 채널추정과 Sounding을 위한 Reference Signal로 쓰이며, 나머지 부분은 상향 링크의 공유 채널(PUSCH) 등의 슬롯으로 구성되어 있다. 이 포맷은 FDD와 TDD에 대해서 공통의 형태를 갖는다.

III. 주요 핵심기술 및 향후 발전방향

1. Carrier Aggregation (CA; 반송파 결합)

LTE-Adv로 진화하면서 요구되는 중요한 사항의 하나는 반송파 결합(CA)을 제공하는데 있어서 최대 100MHz대역폭까지 지원할 수 있어야 한다. 이로 인하여 보다 MIMO와 같은 전송속도를 증대시킬 수 있는 방법을 도입하여 개선할 수 있는 한계가 있으므로 보다 넓은 대역을 유연하게 수용할 수 있는 구조를 갖추는 것이 중요하다. 이동통신 사업자에게 할당되는 대역폭은 수십 MHz단위의 상향링크 대칭형의 주파수 배분이 일반적이므로 근접한 주파수 대역에 존재하는 대역

폭을 유연하게 사용할 수 있는 구조를 갖추는 것은 점차 늘어나는 mobile data traffic의 증가를 고려할 때 필수적인 요구사항이라 할 수 있다. 이로 인하여 고속의 데이터 전송이 가능해지고 추가로 확보되는 대역이 유용하게 활용될 수 있다. 다만 10MHz단위의 대역폭을 반송파 결합을 통해 사용하려면 복수의 RLC(radio link control)이 대역별로 존재해야 하므로 별개의 data flow를 처리할 수 있는 구조를 수용할 수 있어야 한다. 반송파 결합에 있어서 다양한 구조를 상정할 수 있는데 상하향 링크에 비대칭적으로 반송파를 할당하여 정보데이터의 비대칭적 전송에 활용이 가능하다. 그림 4는 이러한 기본적인 반송파 결합 구조를 보여주고 있다. 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 서로 독립적인 데이터 스트림이 DFT를 통해서 시간영역의 신호를 얻고 이를 바탕으로 매핑을 통해 고차의 변조가 가능하도록 신호를 변경한다. 이를 바탕으로 IFFT에서 직렬의 데이터를 얻고 여기에 지연 프로파일에 의한 ISI(inter symbol interference)의 영향을 최소로 줄이기 위한 CP(cyclic prefix)를 삽입 한 후 서로 독립적인 반송파에 곱하고 합한 후 통상의 아날로그 무선 전송부로 신호를 전달한다. 여기에서 알 수 있듯이 두 개의 신호 흐름은 별개의 신호와 같이 취급되면 기지국의 수신기에서도 별개의 신호 스트림으로 받아서 처리가 이루어진다.

## 2. DL/UL Spatial Multiplexing and DL CoMP

셀 중심에서의 속도를 증가시키기 위해서는 최대 전송 속도를 높일 수 있는 방법을 다양하게 적용할 수 있다. 하지만 셀 가장자리에서는 셀 간의 간섭의 영향이 크기 때문에 단순히 전송 속도를 증가시키는 것만으로는 가장자리의 전송 품질을 향상시키기 어려워진다. 따라서 셀 간의 간섭을 조절하기 위해 셀 간의 협력전송이 이루어져야 한다. 이를 가능하게 하는 기술이 CoMP(Coordinated Multi-Point transmission and reception : 협력형 다중점 송수신)이다. 이것은 Release 11에서 주요 사안으로 많은 주목을 받고 있다. CoMP는 기지국의 안테나들이 셀 전 영역에 분산 배치되어 통신 서비스를 지원하는 DAS(Distributed Antenna System=분산안테나시스템)을 기반으로 하는데 Release 11에서 논의되고 있는 CoMP의 주요 기술은 다음과 같다.

- Coordinated beamforming (협력형 빔형성) : 다른 전송 지점에 미치는 간섭을 감소시키기 위해서 신호를

전송하는 빔의 방향을 적절히 전송지점 간 조절하는 기술.

- Dynamic Blanking(DB) : 신호끼리 간섭이 생기는 것을 감소시키기 위해서 신호 전송 시간이나 주파수 자원 등을 전송지점 간에 조절하는 Coordinated Scheduling(최적의 자원 배타적 할당)의 일종이다. 셀 가장자리에 있는 단말에 간섭을 크게 주는 전송 지점의 전력을 동적으로 끌 수 있다.

- Dynamic Selection (DS) : 복수의 전송지점들이 한 개의 단말에게 데이터를 동시에 전송하거나 단말의 채널 상태를 고려해서 동적으로 전송지점을 변경하는 기술인 Joint Processing(결합 처리)의 일종이다. 가장 좋은 채널을 가지는 전송지점을 단말이 동적으로 선택하고 선택된 전송지점을 기지국으로 피드백 하도록 하여 그 전송지점으로부터 하향링크(Down Link) 데이터를 전송받을 수 있도록 해준다.

그림 5는 하향 링크를 통한 시나리오를 보여주고 있다. 그림에서 나타난 바와 같이 기지국 경계에 위치하는 첫 번째 단말기 사용자(UE1)와 두 번째 단말기 사용자(UE2)는 신호의 수신 품질이 매우 낮을 가능성이 매우 높은 위치에 자리잡고 있다. 이런 경우 기지국간의 인터페이스 X2를 활용하여 필요한 제어정보를 신속하게 교환하여 능동적인 scheduling이 이루어지지 않으면 인접 셀로부터의 간섭 신호로 인하여 SNR이 매우

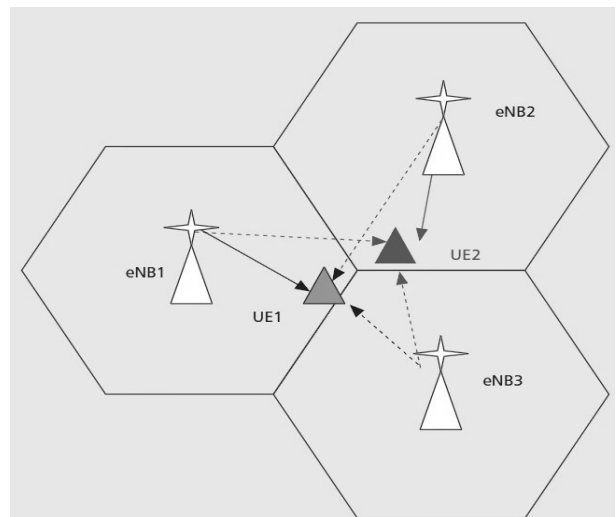


그림 5. 하향 전송을 위한 CoMP 프레임워크(단말(UE1, UE2)에 고속전송을 위한 eNB1, eNB2, eNB3의 조율 및 다중점 전송)

Fig. 5. Downlink Transmission for CoMP

낮은 상황에 처하게 된다. 따라서 어느 사용자가 하향 링크의 특정 슬롯에 정보를 수신할 것인지를 결정하고 이 시간동안에는 주변의 셀로부터 특정한 자원블록의 신호를 전송하지 않음으로써 높은 SNR을 유지하여 단말로의 효과적인 패킷정보 전달이 이루어지도록 조율하는 것이다. 그러므로 이 경우 X2 인터페이스는 상호전달 지연과 처리속도가 매우 빨라야만 유효한 신호전송 스케줄링이 가능할 수 있다. 만일 전달지연으로 인하여 사용자 단말기와 기지국 전송신호간의 정확한 신호전송을 위한 동기가 맞지 않을 경우 잦은 충돌로 인한 재전송이 증가하여 시스템 전체적인 수율(throughput)이 매우 감소하게 될 수 있다. 또한 이 뿐만이 아니라 네트워크로부터 단말에게 전달되어야 하는 패킷이 기지국에 도착할 경우 해당 단말기의 위치가 기지국 경계일 경우 신속한 핸드오버가 이루어질 수 있도록 S1 인터페이스를 통하여 필요한 신호정보가 신속히 교환되어 스케줄링되어야 한다. 그렇지 않을 경우 네트워크로부터 전달되는 패킷의 신속한 전송이 이루어지지 않아서 전달지연이 크게 발생할 수 있을 뿐만 아니라 불필요한 채널 자원의 낭비가 발생할 수 있다. 위의 기술들은 모두 기지국의 안테나들이 셀 전 영역에 분산, 배치되어 통신 서비스를 지원하는 분산안테나 시스템(DAS, Distributed Antenna System)이 이종 네트워크(HetNet)를 고려한 협력 통신기술 중의 하나로 분류되어 표준화되고 있다.

3. Heterogeneous Networks

이종 네트워크(HetNet)은 그림 6에서 분류해 놓은 바와 같이 서로 다른 유형의 네트워크가 공존하여 상호간

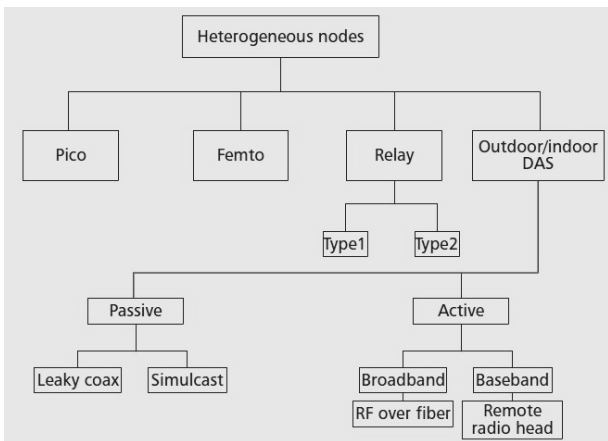


그림 6. 이종 네트워크 노드 구축 형태  
Fig. 6. Implementation Types of HetNet Nodes.

의 인터페이스가 새로이 설계되어야 하는 구조를 갖게 된다. 좁은 영역을 커버하는 피코나 펌토 셀과 커버리지 영역의 확장에 활용 가능한 릴레이 셀, 또는 다수의 분산 안테나 시스템을 활용한 통신시스템을 들 수 있다. 특히 기지국의 안테나들이 셀 전 영역에 분산 배치되어 통신 서비스를 지원하는 분산안테나 시스템 (DAS, distributed antenna system)이 이종 네트워크 (HetNet)를 고려한 협력 통신기술 중의 하나로 분류되어 표준화되고 있다. 이종 네트워크에서 매크로 셀 과 피코 셀들간의 협력 전송을 고려하며 매크로 셀 전 영역에 퍼져있는 라디오 노드 간 협력전송방법을 적용하는 분산안테나 시스템 (DAS)을 고려할 수 있다. 기본적으로 다양한 네트워크가 혼재되어 동작하고 이로인한 인접 셀간의 간섭에 따른 영향이 매우 크므로 이전에 소개되었던 ICIC (intercell interference coordination)이 무엇보다도 우선적으로 고려되어야 한다. 특히 펌토나 피코 노드의 경우도 주변의 기지국으로부터 전달되는 간섭신호 전력에 의해 전송품질의 영향이 매우 커지므로 이를 극복하기 위해서는 주변 기지국들과 긴밀한 간섭신호에 대한 상호조율이 이루어져야만 원활한 신호전송이 가능하게 된다. 또한 서비스 영역의 확장에 중요한 역할을 하는 릴레이 노드의 경우는 자체적으로 독립적인 물리적 cell ID를 갖고 있어서 독립적인 cell처럼 작동하는 경우와 그렇지 않고 종속적이어서 통상적인 신호 릴레이 역할을 하는 경우로 나뉠 수 있다. 백홀(backhaul)의 트래픽은 기부자 기지국 (donor eNB)으로 IB (in-band)방식을 사용하여 MBSFN (multicast broadcast single-frequency network) 부 프레임의 일부를 통하여 전달받을 수 있다.

이와 같은 MIMO(SU(single user)와 MU(multi-user)로 분류)와 CA(반송파 결합), CoMP, ICIC, Layer 확장(Four-Layer UL 공간 다중화, Eight-Layer DL 공간다중화), HetNet 등을 통해서 보다 고속이며 안정된 무선 전송링크를 확보하여 급격히 증가하는 모바일 트래픽의 수용에 대비하고 있다. 이러한 LTE/LTE-Adv 표준차원에서 접근은 다양한 부분에서 용량증대와 최적의 동작과정을 체계화하는 표준화 활동이 전개되고 있다.

그림 7은 LTE로부터 LTE-Adv로 발전하여 진화하는 기본적인 패러다임을 보여주고 있다. 우선적으로 신호의 전송전력이 충분하게 미치는 곳에서는 보다 높은 차수의 MIMO 신호전송이 가능하도록 안테나 개수를

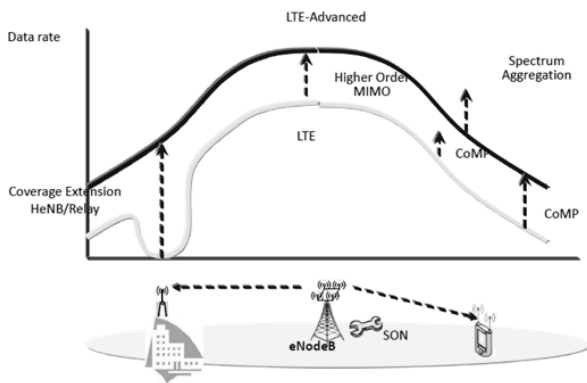


그림 7. LTE-Adv 속도품질 개선방향  
Fig. 7. Improvement Perspectives of LTE-Advanced Transmission Speed and Quality.

늘려서 전송계층을 두텁게 하는 방안이 있다. 다음으로 는 경계부근에서 주변 기지국으로부터 미치는 간섭으로 인한 용량 감소를 최소화하고 최적의 신호전송을 위한 CoMP를 적용한 신호의 송수신이 가능하게 함으로써, 획기적인 전송용량의 향상을 기대할 수 있겠다. 또한 초기단계에서 넓은 영역의 커버리지를 제공하기 위해서는 HetNet이나 Relay를 활용한 표준 시스템의 활용방안을 갖추는 것이 매우 중요하다고 할 수 있다. 이를 위해서는 보다 고속화된 기지국과 기지국사이의 인터페이스 신호전송이 필요하고 또한 기지국과 인접 네트워크 사이에 필요로 하는 제어정보의 상호전송이 원활하게 이루어지는 것이 매우 중요하다. 이를 위한 표준화 작업이 꾸준히 이루어지고 있으며 보다 최적화된 신호체계를 갖추는 것이 향후 LTE-Adv시스템 구축과 안정된 성능을 도출하는데 중요한 요소가 될 것이다.

#### IV. 결 론

본 고에서는 LTE-A의 특징들과 이러한 특징을 가지고 얻을 수 있는 성능 등 핵심 개념과 기술에 대해서 전반적으로 살펴보았다. 3GPP에서 주도적으로 추진한 표준안들은 그동안 계층구조(Rel. 8 이전)를 이루는 RAN(radio access network)을 평탄한 구조로의 전환을 통해 신속한 채널절체와 지연(delay)를 줄이는 방향으로 진화를 거듭해 왔다. 그러나 당면한 문제는 CoMP와 같은 기능의 고도화를 위해서는 인접 기지국간의 협력 전송이 매우 중요하고 클라우드 컴퓨팅 서비스의 활성화에 일정한 역할을 담당할 C-RAN(Cloud-RAN) 등의 발전방향, OPEX, CAPEX 등의 절감을 위한 표준차원

의 방안마련이 긴요한 시점에 이르렀다. 이러한 비용절약 등의 측면에서 도입 가능성이 높은 CCC, SCAN, BTS hotelling을 기반으로 한 다중 셀 간의 간섭을 효율적으로 줄이고 전송속도 개선을 위한 추가적인 최적화가 필수적이며, 그동안 이루어진 표준체계를 바탕으로 보다 세밀한 최적화를 달성할 기술의 개발과 표준화가 계속 이루어질 것으로 전망된다.

#### 참 고 문 헌

- [1] Erik Dahlman, Stefan Parkvall and Johan Skold, *4G LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband*, Academic Press, 2011.
- [2] Amitava Ghosh, et al, "LTE-Advanced: Next-Generation Wireless Broadband Technology," *IEEE Wireless Communications*, pp. 10-22, June 2010.
- [3] 3GPP TR 25.814, "Requirements for Further Advancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access(E-UTRA)," v.7.1.0, Sept. 2006; <ftp://ftp.3gpp.org>
- [4] ITU-R Rep. M.2135, "Guidelines for Evaluation of Radio Interface Technologies for MIT-Advanced," 2008.
- [5] Yang Yang, Honglin Hu, Jinxu, and Guoqiang Mao, "Relay Technologies for WiMAX and LTE-Advanced Mobile Systems," *IEEE Communications Magazine*, pp. 100-105, October 2009.
- [6] ITU-R Rep. M.2134, "Requirements Related to Technical Performance for MIT-Advanced Radio Interface(s)," 2008.
- [7] LTE(4G) 상용화 및 신규 비즈니스 수익모델 세미나, 사학연금 회관, 산업교육연구소부설 전략품목 교육센터, 2012년 2월.
- [8] 3GPP doc. R1-060385, "Cubic Metric in 3GPP-LTE," Denver, CO, Feb. 13-17, 2006; <ftp://ftp.3gpp.org>

---

 저 자 소 개
 

---



김 정 호(평생회원)

1991년 한국 과학기술원 전기 및 전자공학과 학사

1993년 한국 과학기술원 전기 및 전자공학과 석사

1999년 한국 과학기술원 전기 및 전자공학과 박사

1995년 LG전자 멀티미디어 연구소

1999년~2000년 LG정보통신 중앙연구소 선임연구원

2000년, 2009년 Virginia Tech. MPRG (Mobile Radio Research Group)

Visiting Scholar and Visiting Professor

2001년~2002년 8월 LG전자 UMTS시스템 연구소 책임연구원

2002년 9월~현재 이화여자대학교 공과대학 전자공학과 부교수

<주관심분야 : 인지 네트워킹, 인지 라디오 네트워크, 인지기반 QoS제어, SDR Hardware 플랫폼 설계>