

# 3GPP LTE 및 LTE-Advanced 표준화 동향

Standardization of 3GPP LTE and LTE-Advanced

이동통신과 방송기술 개발 현황 특집

노태균 (T.G. Noh)	차세대이동통신방식연구팀 연구원
고영조 (Y.J. Ko)	차세대이동통신방식연구팀 선임연구원
이경석 (K.S. Lee)	차세대이동통신방식연구팀 선임연구원
안재영 (J.Y. Ahn)	차세대이동통신방식연구팀 팀장
김영진 (Y.J. Kim)	이동컨버전스연구부 부장

## 목 차

- .....
- I . 머리말
  - II . LTE 물리계층 표준 기술
  - III . LTE MAC 계층 표준 기술
  - IV . LTE-Advanced 표준화 동향
  - V . 맺음말

3GPP는 WCDMA의 3세대 이동통신 표준화 이후 HSDPA, MBMS, HSUPA 등의 기술을 지속적으로 추가하여 3세대 이동통신 시스템을 개량해 왔다. 또한 2005년부터는 OFDMA/SC-FDMA 전송방식을 기반으로 하는 LTE 표준화를 진행해 왔다. 현재는 ITU-R의 IMT-Advanced 표준을 위해 LTE를 개선한 LTE-Advanced를 준비하고 있다. LTE-Advanced는 IMT-Advanced 표준의 유력한 후보 중 하나로 사업자들의 폭넓은 지지를 받고 있다. 이에 본 고에서는 3GPP에서 추진하고 있는 LTE 표준 기술과 LTE-Advanced 표준화 동향을 살펴보고자 한다.

## I. 머리말

3GPP는 1999년도 WCDMA 표준화 이후에 MBMS, HSUPA를 포함한 Release 6 규격을 완료하였고, 현재는 HSPA Evolution 규격과 LTE 규격 작업을 동시에 진행하고 있다. 또한 ITU-R에서 IMT-Advanced의 요구사항이 논의됨에 따라 위의 요구사항을 만족하는 LTE의 후속 규격인 LTE-Advanced의 요구사항을 정리하고 있다. 본 고에서는 3G LTE 물리계층/MAC 계층 기술동향[1]의 작성 이후 3GPP에서 구체화된 LTE 표준 기술 및 LTE-Advanced 표준화 동향에 대해 논하고자 한다.

본 고의 II장에서는 TS 36.211~214[2]-[5]에 반영된 LTE 물리계층 표준 기술에 대해서 설명하고, III장에서는 TS 36.300[6]에 반영된 LTE MAC 계층 표준 기술에 대해 서술한다. 다음으로 LTE-Advanced의 표준화 동향에 관해 IV장에서 기술하고, V장에서 결론을 맺는다.

## II. LTE 물리계층 표준 기술

### 1. 기준 신호

#### 가. 하향링크 기준 신호

하향링크 기준 신호(reference signals)는 PDSCH,

PCFICH, PHICH, PDCCH 등의 코히어런트(coherent) 복조를 위한 파일럿 신호로 셀 내의 모든 UE가 공유하는 셀-특정(cell-specific) 기준 신호와 특정 UE만 사용하는 UE-특정(UE-specific) 기준 신호가 있다.

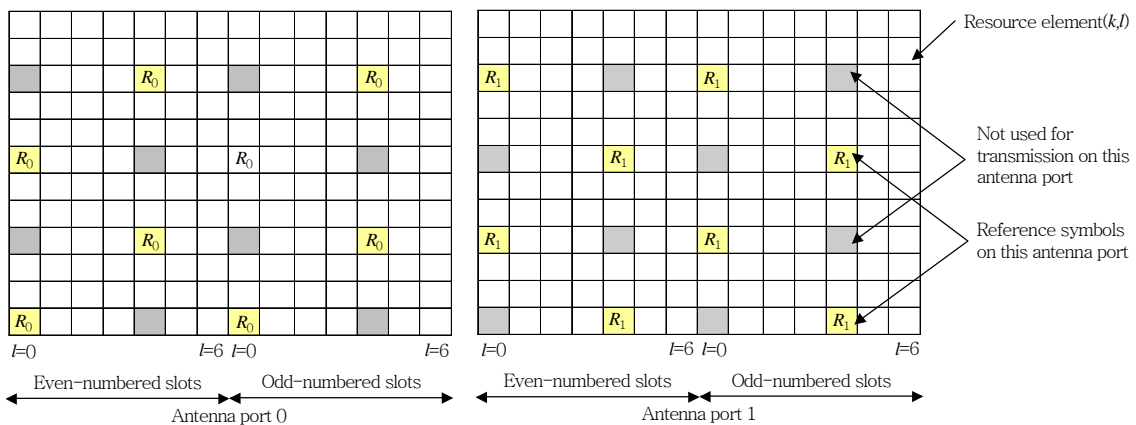
송신 안테나가 두 개일 경우 셀-특정 기준 신호는 (그림 1)과 같다. 셀-특정 기준 신호로는 pseudo-random 시퀀스를 사용하고, 채널 추정은 자신의 할당 대역폭 이외의 주파수와 시간 영역의 기준 신호를 가지고 내삽(interpolation)과 평균화를 통해 이루어진다. 같은 eNB의 인접 셀 간에는 서로 다른 주파수에 기준 신호를 할당함으로써 셀간 간섭을 최소화하였다. 또한 복수 개의 안테나를 사용하는 경우, 기준 신호는 안테나 간 간섭이 없도록 직교자원에 할당하였다.

또한 하향링크 주파수 영역 스케줄링을 위해 UE는 셀-특정 기준 신호를 측정하여 CQI, PMI, RI의 정보를 eNB에 알려준다.

UE-특정 기준 신호는 빔형성(beamforming)을 하는 UE의 코히어런트 복조를 제공하기 위해 이용되고, pseudo-random 시퀀스를 사용한다.

#### 나. 상향링크 기준 신호

상향링크 기준 신호는 PUSCH와 PUCCH의 코히어런트 복조를 위한 복조(demodulation) 기준 신호



(그림 1) 송신 안테나가 두 개일 경우 셀-특정 기준 신호

호와 데이터 채널의 주파수 영역 스케줄링을 위한 sounding 기준 신호가 있다.

기준 신호로는 UE의 할당 대역폭이 세 개의 RB 이상인 경우에는 상관특성이 좋은 Zadoff-Chu 시퀀스를 사용하고, 할당 대역폭이 하나 또는 두 개의 RB일 경우에는 컴퓨터 생성(computer generation)을 통해 선택된 상관특성이 좋은 시퀀스를 사용한다.

기준 신호는 30개의 시퀀스 그룹을 가지고 있다. 각 셀에서 사용할 기준 신호의 특정 시퀀스 그룹은 17개의 호핑(hopping) 패턴과 30개의 시퀀스-천이(sequence-shift) 패턴을 통해 정해진다. 결국 시퀀스 그룹과 504개의 셀 ID와 일대일 관계를 갖게 하므로 셀 계획(cell planning)을 용이하게 하여 셀간 간섭을 최소화 하였다.

복조 기준 신호는 PUSCH, PUCCH의 할당 대역폭 전체를 사용하는데, PUSCH의 복조 기준 신호 심볼은 슬롯 당 1개이고, PUCCH의 복조 기준 신호는 슬롯 당 2개 또는 3개의 심볼을 사용한다.

Sounding 기준 신호는 현재 논의가 진행중이어서 구체적인 전송 방식은 아직 결정되지 않았다.

## 2. 제어 채널

### 가. 하향링크 제어 채널

하향링크 제어 채널은 PCFICH, PHICH, PDCCH 이렇게 세 가지가 있다.

PCFICH는 PDCCH가 전송되는 OFDM 심볼의 개수 정보를 알려주는 채널로 PDCCH가 전송되는 OFDM 심볼의 개수는 1, 2, 3개 중의 하나이다.

PHICH는 PUSCH의 ACK/NACK 전송을 위한 채널로 8개의 PHICH가 하나의 PHICH 그룹을 형성한다. 그룹 내의 PHICH는 직교 시퀀스를 통해 구별한다.

PDCCH는 PDSCH 자원할당, PUSCH의 자원할당, 전력제어 정보 등을 알려주는 채널이다. PUSCH의 자원 할당에 필요한 세부 정보는 hopping flag, RB 할당, MCS, TPC, RNTI 등이고, PDSCH의 자

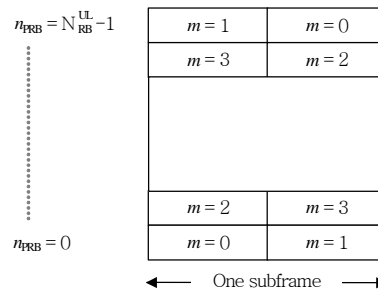
원 할당에 필요한 세부 정보는 RB 할당, MCS, NDI, RV, HARQ process number, RV, TPC, RNTI 등이다. 전력제어에 필요한 세부 정보는 TPC bitmap, RNTI이다.

### 나. 상향링크 제어 채널

상향링크 제어 채널인 PUCCH의 용도는 크게 세 가지이다. 하나는 PDSCH의 ACK/NACK 전송, 다른 하나는 PDSCH의 주파수 영역 스케줄링을 위한 CQI 전송, 마지막으로 PUSCH의 자원 요청이다. CQI 전송에는 CQI 외에 추가로 PMI와 RI의 정보가 담겨 있다.

상향링크 제어 채널은 인접 셀 간섭에 강건하기 위해 모두 CDM 구조를 가지고 있다. 이 중에서 전송 심볼의 개수가 적은 ACK/NACK 전송과 자원 요청은 시간과 주파수 영역에서 2차원적으로 CDM을 한다. 반면 전송 심볼의 개수가 많은 CQI 전송은 주파수 영역에서 1차원적으로 CDM을 한다.

상향링크 제어 채널의 물리 자원 매핑은 (그림 2)와 같다. 전체 대역폭 중에서 양쪽 끝에 위치하고, 주파수 diversity 이득을 얻기 위해 한 서브프레임 내에서 주파수 호핑을 한다.



(그림 2) 상향링크 제어 채널의 물리 자원 매핑

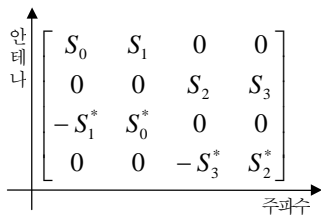
## 3. 다중 안테나 전송 기법

UE는 2개의 송신 안테나를 가지고 있지만 전력 증폭기는 하나만 사용하는 것을 가정하므로 상향링크에서는 안테나 선택 기법만 사용 가능하다. 반면 eNB는 4개의 안테나와 전력증폭기를 가지고 있어

하향링크에서 diversity 기법, 공간 다중화 기법 등을 사용할 수 있다. 아래는 하향링크의 다중 안테나 전송 기법에 대해 설명한다.

가. Diversity 기법

Diversity 이득을 통해 링크 신뢰도를 높이거나 셀 반경을 넓힐 수 있어, 모든 제어 채널과 고속으로 이동하는 UE의 데이터 채널 전송을 위해 적합하다. 송신 안테나가 2개인 경우는 SFBC를 사용하고, 송신 안테나가 4개인 경우는 (그림 3)과 같이 안테나 포트 쌍 (0,2)와 (1,3)에 대해 SFBC와 FSTD를 사용한다.



(그림 3) SFBC/FSTD

나. 공간 다중화 기법

공간 다중화(spatial multiplexing) 이득을 통해 전송률을 높일 수 있다. 공간 다중화는 개방루프(open-loop)와 폐루프(closed-loop) 공간 다중화 기법이 있는데, 모두 RI를 피드백 받아 전송 레이어(layer)와 부호어(codeword) 수를 결정한다. 레이어는 최대 4개, 부호어는 최대 2개까지 가능하다.

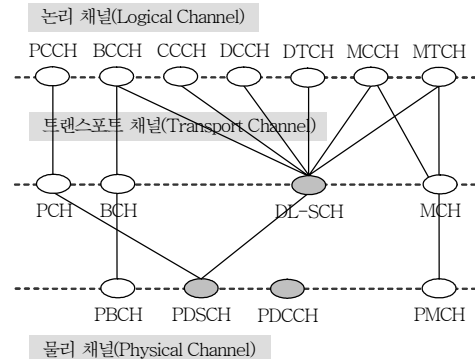
폐루프 공간 다중화 기법은 상향링크에서 피드백 해주는 PMI와 RI를 통해 채널에 적응적으로 프리코딩(precoding) 행렬을 결정하는 방법이다. 따라서 상대적으로 많은 피드백이 필요로 하여 셀 중심에 있고 저속으로 이동하고 국소(localized) 자원 할당을 받은 UE의 데이터 채널에 적합하다. 반면, 개방루프 공간 다중화 기법은 RI만 이용해 프리코딩 행렬을 결정하는 방법이다. 상대적으로 적은 피드백만으로 공간 다중화가 가능하여 고속으로 이동하고 분산(distributed) 자원 할당을 받은 UE의 데이터 채널에 적합하다.

여기에서 개방루프 공간 다중화 기법에는 large delay CDD 기술이 반영되어 있다. 이는 전송 레이어를 모든 가상 안테나에 분산하는 기술로, 피드백하는 CQI 양이 줄어들고, 피드백의 정확성에 강건한 장점을 가지고 있다.

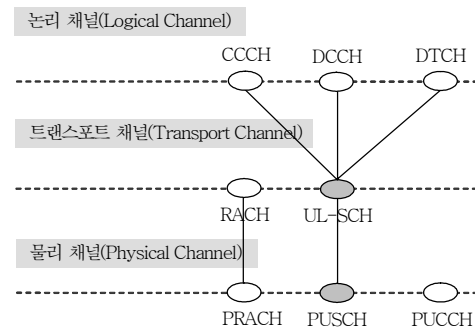
III. LTE MAC 계층 표준 기술

1. 패킷 스케줄링

MAC 계층의 대표적인 특징은 WCDMA 시스템에 포함되었던 서킷 서비스 구조를 제거하고, 패킷 서비스만을 지원하도록 정의한 것이다. 이에 따라, MAC 계층에서 관리하는 트랜스포트 채널 구조와 채널 제어를 담당하는 MAC 엔티티의 복잡도가 줄어들었다. LTE 시스템의 논리/트랜스포트/물리 채널 매핑 구조는 (그림 4), (그림 5)와 같다.



(그림 4) 하향링크 채널 매핑 구조도

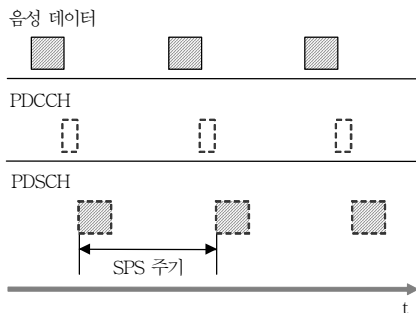


(그림 5) 상향링크 채널 매핑 구조도

그림과 같이, DCCH/DTCH를 포함한 대부분의 논리 채널이 트랜스포트 채널 매핑 시에 공유 채널(DL/UL-SCH)로 매핑되어 제어되기 때문에 무선 자원 관리의 유연성이 최대화 되었다.

상향링크 및 하향링크의 패킷 스케줄링(packet scheduling)은 eNB에서 수행하며, 패킷 스케줄러가 시스템 대역폭의 모든 무선 자원을 동적으로 관리할 수 있다. 또한, 물리 계층으로 1msec의 빠른 주기로 제어 정보 및 데이터를 전송하며, 스케줄링에 필요한 제어 시그널링이 MAC 계층 내부의 제어 메시지로 이루어지기 때문에 최적화된 자원 관리가 가능하다.

LTE 규격은 패킷 기반 시스템에서 음성서비스를 효율적으로 제공하기 위하여 SPS 모드를 지원하며, 하향링크 SPS 동작 절차도는 (그림 6)과 같다. 동적인 패킷 스케줄링은 1msec 마다 무선 자원 할당을 관리하지만, SPS는 서비스 설정 시에 음성 데이터의 송신주기를 RRC에서 설정하고, 데이터 송신에 필요한 PDSCH/PUSCH 무선 자원을 고정 할당함으로써 음성 패킷이 음성 서비스에 맞게 주기적으로 송신되도록 한다. 이에 따라, 공유 채널을 동적 할당할 때 필요한 PDCCH 사용량을 감소시킴으로써, 저속 데이터 송신 시에 제어 정보 사용을 최소화 한다.



(그림 6) Semi Persistent Scheduling

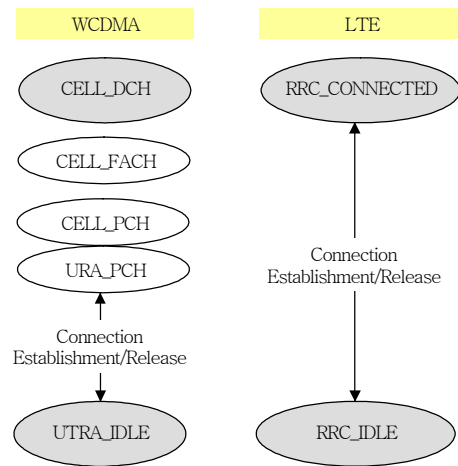
## 2. DRX

DRX는 단말기의 전력 소모를 줄이기 위하여 단말기가 수신 동작을 중지하고 슬립(sleep)하도록 제어하는 기능이다. LTE 시스템은 무선 자원을 효율

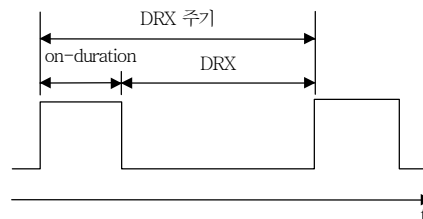
적으로 관리하기 위하여 RRC 상태를 (그림 7)과 같이 RRC\_IDLE와 RRC\_CONNECTED로 단순화 하였다.

DRX 관점에서 LTE 시스템은 RRC\_IDLE에서의 DRX 동작과 함께 RRC\_CONNECTED 상태에서의 DRX 기능을 제공한다. 이에 따라, 단말기는 데이터를 전송하고 있는 상태에서도 DRX 동작을 수행하기 때문에 단말기의 전력 소모를 대폭 줄일 수 있다.

DRX 동작 구조는 (그림 8)과 같으며, 단말기는 DRX 주기에 따라 on-duration과 DRX 동작을 반복한다. On-duration은 단말기가 wakeup하여 계속적으로 데이터 수신 동작을 수행하는 시간을 의미하며, DRX 주기는 on-duration을 반복하는 주기를 의미한다. 단말기는 eNB에서 지정한 on-duration 동안 PDCCH를 수신하는 동작을 수행하며, 지정된 시간 동안 유효한 제어 정보를 수신하지 않으면 DRX 동작을 수행하며 슬립한다.



(그림 7) RRC 상태 관리

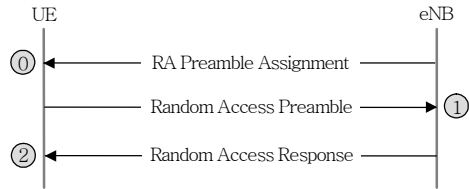


(그림 8) DRX 동작 구조도

### 3. 랜덤 액세스

랜덤 액세스는 단말기가 eNB에 초기 접속할 때 사용하는 충돌 기반 접속 절차이며, LTE 규격은 단말기가 최소한의 무선 자원을 사용하여 eNB로 신속하게 접속하도록 정의하였다. 절차에서 random access preamble 송신에 사용되는 물리 채널은 PRACH이며, 나머지 시그널링에 사용되는 물리 채널은 모두 공유 채널을 사용한다.

LTE 시스템은 충돌로 인한 자원 낭비 및 시간 지연을 최소화하기 위하여 non-contention 기반 랜덤 액세스 절차를 제공하며, 절차는 (그림 9)와 같다. eNB는 random access preamble을 송신하기 전에 UE에게 PRACH 자원을 할당하고, UE는 고유하게 지정된 PRACH를 사용하여 랜덤 액세스를 수행한다. 이에 따라, 단말기가 충돌로 인하여 발생하는 재접속 지연을 회피함으로써 데이터 송신 및 핸드오버를 위하여 빠르게 기지국으로 접속할 수 있다.



(그림 9) Non-Contention 랜덤 액세스 절차도

## IV. LTE-Advanced 표준화 동향

### 1. LTE-Advanced 표준화 일정

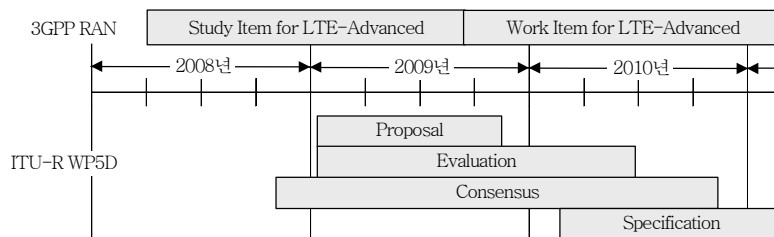
ITU-R의 WP5D에서 IMT-Advanced에 대한

요구사항과 제안일정에 대한 논의가 진행됨에 따라 3GPP에서는 LTE의 후속이자 IMT-Advanced에 제안할 후보기술을 LTE-Advanced라 명명하고 표준화를 시작하였다. 3GPP RAN 39차 회의(2008년 3월)에서 LTE-Advanced Study Item이 승인되었고, RAN 40차 회의(2008년 5월)에서 LTE-Advanced 요구사항을 결정할 예정이다. 2008년 4월 7~8일에는 중국 심천에서 3GPP RAN 수준의 IMT-Advanced 워크숍이 개최되었다. 향후 3GPP의 IMT-Advanced 관련 LTE-Advanced 표준화 활동 일정은 (그림 10)과 같이 예상된다.

- 워크숍과 Study Item 작업을 통해 3GPP 요구사항을 작성한다.
- 3GPP 요구사항을 포함한 3GPP 견해를 2008년 6월 ITU-R WP 5D 회의에 제출한다.
- 2008년 10월에 3GPP 초기 버전 제안서를 ITU-R에 제출한다(이 제안서는 완벽한 규격문서의 형태가 아니라 상위레벨의 프레임워크에 대한 문서가 될 예정임).
- 2009년 중반 3GPP 제안서의 마지막 버전을 제출한다(Study Item 종료시점 및 Work Item 시작시점과 일치하고 대략 3GPP stage 2 규격 수준의 문서가 될 것으로 생각됨).
- 2010년 말에 최초의 완성도 높은 규격작성이 완료되고 ITU-R에 제출한다(Work Item 종료시점과 일치함).

### 2. LTE-Advanced 요구사항과 후보기술

아래는 2008년 4월에 중국 심천에서 열린 3GPP



(그림 10) 3GPP LTE-Advanced의 예상 표준화 일정

IMT-Advanced 워크숍에 각 회사가 제시한 요구사항과 후보기술에 대해 정리한 것이다.

가. 사업자 관점에서의 요구사항

T-mobile, CeWIT(India), China Mobile, RITT, Orange, Telecom Italia, NTT DoCoMo, AT&T, Vodafone, KDDI 등 세계 각국의 주요 사업자들이 사업자 관점에서의 요구사항을 발표하였다. 대부분의 사업자들이 공통적으로 제시하는 주요 요구사항은 아래와 같다.

- Lower CAPEX/OPEX
- Flexible and wider spectrum usage
- Performance target: NGMN recommendation
- Self Organising/Otimizing Network(SON)
- Backward compatibility
- Enhanced cell average and cell-edge performance

대부분의 사업자들이 제시하는 성능목표는 NGMN의 권장 요구사항에 준하고, 이는 현재 논의중인 ITU-R WP5D의 IMT-Advanced 요구사항보다 대체적으로 더 우수한 성능을 요구한다. 즉, LTE-Advanced의 요구사항이 IMT-Advanced의 요구사항보다 더 엄격한 레벨로 논의되고 있다. 또 하나의 특기사항은 대부분의 사업자들이 Legacy 3GPP 시스템과의 inter-working을 제시하였는데 KDDI는 3GPP2 계열의 시스템과의 inter-working도 고려해야 된다는 점을 제시하였다.

나. 제조업자 관점에서의 요구사항

전반적으로 ITU-R의 IMT-Advanced 요구사항을 기본적으로 만족해야 한다는 공통인식이 있었다. 현재의 LTE 규격이 이미 IMT-Advanced 요구사항을 상당 수준 만족하기 때문에 LTE-Advanced의 요구사항은 IMT-Advanced에 규정되는 요구사항보다 높아야 한다는 의견이 주류를 이루었다.

다수 회사가 최대 전송률을 IMT-Advanced의 1Gbps 정도까지 지원할 것을 제안하였다. 채널 대역폭은 최대 100MHz까지 지원하자는 견해가 많았다. 또한 일부 지역에서는 연속된 큰 채널 대역을 할당하기가 쉽지 않기 때문에 서로 떨어져 있는 작은 대역을 합하여 논리적으로 큰 대역폭을 지원하도록 하는 대역폭 집성(bandwidth aggregation)의 필요성을 상당수 회사들이 주장하였다. 향상된 데이터 전송률을 제공하기 위해 상향링크에서도 MIMO를 사용해야 한다는 의견은 거의 모든 회사가 제시하였다. 하향링크의 경우도 LTE의 4x4 안테나 구성보다 더 높은 구성을 주장하였다. 또한 backhaul cost를 줄이기 위해 릴레이의 필요성을 많은 회사들이 주장하였다. 이와 덧붙여 국소영역에서 고속의 데이터 전송을 가능하게 하기 위해 Femto cell의 필요성을 제시하였다. 대부분의 회사가 좀더 향상된 SON의 필요성을 주장하였다. 시스템의 성능을 전체적으로 향상시키기 위해 다중 셀 간의 상호협력을 강화하자는 제안이 많았다.

다. 제안된 후보기술들

각 회사가 LTE-Advanced의 후보기술로 제안한 기술들 중 주로 거론되는 것들은 아래와 같다.

1) 다중 홉 릴레이(Multi-hop relay)

대다수 회사가 도입을 주장한 릴레이는 IEEE 802.16j에 이미 표준화된 기술로 eNB와 UE간에 릴레이를 통해 통신을 하게 된다. 새로운 eNB의 추가와 backhaul의 증설 없이 음역지역, 셀 경계에 릴레이를 설치하여 효과적으로 셀 커버리지를 확장하고 throughput을 높이는 데 그 목적이 있다.

2) 스펙트럼 집성(Spectrum aggregation)

전세계적으로 일부 지역을 제외하고는 큰 대역의 주파수 할당이 용이하지 않고 조각난 작은 대역을 효율적으로 사용하기 위해 제안된 기술로, 주파수 영역에서 물리적으로 비연속적인 다수 개의 밴드를

뮌어 논리적으로 큰 대역의 밴드를 사용하는 것과 같은 효과를 내게 된다. 대다수의 사업자가 선호하고 있다.

3) 최대 100MHz까지의 Scalable 전송대역

LTE에서와 마찬가지로 LTE-Advanced는 전송 대역에 대한 scalability를 지원하고 대체로 20MHz 이상에서 최대 100MHz까지를 지원하자는 회사가 많았다.

4) 하향링크 MIMO: 4~8 전송 안테나

하향링크의 최대 데이터 전송률 및 throughput 증대를 위해 MIMO를 최소 4x4 안테나 구성에서부터 최대 8x8 안테나 구성 정도를 갖도록 하자는 제안이 많았다.

5) 상향링크 단일 사용자 MIMO: 2~4 전송 안테나

LTE Release 8 상향링크에서는 단일 전송 안테나에 그치고 있는데 LTE-Advanced에는 상향링크 커버리지 확대, 최대 데이터 전송률 및 throughput 증대를 위해 최소 두 개의 전송 안테나를 갖는 단일 사용자 MIMO를 도입하자는 것이다.

6) 상향링크 하이브리드 OFDMA/SC-FDMA

특히 데이터 채널에 대해 throughput 증대를 목적으로 OFDMA를 도입하자는 제안이 있었다. 셀 경계지역에서는 SC-FDMA를 사용하고, 셀 중심지역에서는 OFDMA를 사용하자는 내용이 주를 이룬다.

7) 네트워크 MIMO

서로 떨어진 지역에서 MIMO 전송을 수행하도록 하는 것으로 다수 개의 eNB나 한 셀 내의 다수 지역에 설치된 안테나가 협력하여 전송을 하게 된다.

8) 향상된 셀간 간섭 관리

대체로 eNB간의 협력을 강화하고 좀 더 다이내믹한 셀간 간섭관리를 제안하고 있다.

9) 자발적 구조화 네트워크(SON)

특히 Femto/Home eNB의 도입으로 자발적으로 설치, 구성화, 최적화, 주변 네트워크 환경에 적응하도록 하는 기술을 말한다.

이밖에 국소영역(local area)의 최적화와 이와 관련 넓은 영역(wide area)과 넓은 영역 간의 효율적인 핸드오버, 릴레이와 Femto/Home eNB의 관계 정립, eNB의 backhaul hub로의 무선 연결 등이 제안되었다.

라. LTE-Advanced 요구사항에 대한 드래프트 Way Forward

사업자, 제조업자 등이 참여한 요구사항 제안을 검토하여 의장이 <표 1>의 내용을 골자로 하는 드래프트 요구사항 문서를 작성하였다. 최종적인 요구사항은 RAN 40차 회의(2008년 5월)에서 결정될 예정이다.

<표 1> LTE-Advanced 요구사항(집정)

항목	내용
Spectrum	Aggregation of LTE spectrum, Non contiguous as well as contiguous Scalable up to 100MHz
Target for Peak data rate	Peak data rate Uplink: [Greater than 500Mbps] Downlink: [up to] 1Gbps
Target for spectrum efficiency	Peak Uplink: [15] b/Hz/s Downlink: [30] b/Hz/s Average Uplink: [2] b/Hz/s Downlink: [3.2] b/Hz/s Cell edge Uplink: [0.05] b/Hz/s Downlink: [0.1] b/Hz/s
Inter-RAT interworking	At least same performance as LTE Rel. 8
Intra-RAT handover	Same or better than LTE Rel. 8
Delay	control plane delay <100ms (unloaded) user plane delay < [5ms/10ms]
VoIP capacity	[300] concurrent VoIP @ 5MHz



## V. 맺음말

본 고에서는 3GPP LTE 물리계층 및 MAC 계층의 표준 기술과 LTE-Advanced 표준화 동향에 대해 살펴보았다. 3GPP LTE와 LTE-Advanced 표준화에는 ETRI를 비롯한 삼성, LG 등의 국내 업체와 Ericsson, Nokia, Qualcomm, Motorola, NTT DoCoMo 등의 국외 제조사 및 사업자가 참여하여 우수한 성능의 규격을 만들기 위해 상호 협력하고 있다. 또한 각 회사는 이동통신의 기술 선도와 IPR 확보를 위해 자사의 기술을 규격에 반영하고자 힘쓰고 있다.

ETRI는 LTE가 시작된 2005년부터 표준화에 적극 참여하여 다수의 IPR을 확보하였고 많은 기고문을 발표하여 LTE 표준화에 기여하고 있다. ETRI는 LTE의 후속인 LTE-Advanced 표준화에서도 완성도가 높은 기술을 다수 제안하여 이동통신의 기술 선도와 IPR 확보에 최선을 다할 것이다.

### ● 용어해설 ●

eNB: 3GPP 규격에서 기지국은 Node-B로 표기하며, LTE 규격의 기지국은 eNB(E-UTRAN Node-B)로 표기한다. 또한, 3GPP 규격에서 단말기는 UE로 표기한다.

## 약어 정리

CQI	Channel Quality Indication
DCCH	Dedicated Control Channel
DRX	Discontinuous Reception
DTCH	Dedicated Traffic Channel
FSTD	Frequency Switched Transmit Diversity
HARQ	Hybrid Automatic Repeat reQuest
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access
HSUPA	High Speed Uplink Packet Access
LTE	Long Term Evolution
MCS	Modulation and Coding Scheme
NDI	New Data Indicator

NGMN	Next Generation Mobile Network
PCFICH	Physical Control Format Indicator Channel
PDCCH	Physical Downlink Control Channel
PDSCH	Physical Downlink Shared Channel
PHICH	Physical Hybrid-ARQ Indicator Channel
PMI	Precoding Matrix Indication
PRACH	Physical Random Access Channel
PUCCH	Physical Uplink Control Channel
PUSCH	Physical Uplink Shared Channel
RB	Resource Block
RI	Rank Indication
RNTI	Radio Network Temporary Indicator
RRC	Radio Resource Control
RV	Redundancy Version
SFBC	Space-Frequency Block Code
SON	Self Organizing Network
SPS	Semi Persistent Scheduling
TPC	Transmission Power Control
UE	User Equipment
WCDMA	Wideband CDMA

## 참고 문헌

- [1] 김일규, 김재홍, 김영훈, 유병한, 박형준, 방승찬, "3G LTE 물리계층/MAC 계층 기술 동향," 전자통신동향분석, 제 21권 제3호, 2006년 6월, pp.36-47.
- [2] 3GPP TS 36.211 v8.2.0, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access(E-UTRA); Physical Channels and Modulation," Mar. 2008.
- [3] 3GPP TS 36.212 v8.2.0, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access(E-UTRA); Multiplexing and Channel Coding," Mar. 2008.
- [4] 3GPP TS 36.213 v8.2.0, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access(E-UTRA); Physical Layer Procedures," Mar. 2008.
- [5] 3GPP TS 36.214 v8.2.0, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access(E-UTRA); Physical Layer - Measurements," Mar. 2008.
- [6] 3GPP TS 36.300 v8.4.0, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access(E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network(EUTRAN); Overall Description; Stage 2," Mar. 2008.