

주 제

3G Long Term Evolution Strategy

LG전자 오민석, 최진성

차례

I. 서론

II. 차세대 무선 접속 기술

III. 무선 통신 시스템의 발전

IV. 3세대 이동 통신 시스템(UMTS)의 진화

V. 3GPP LTE 표준화 현황

VI. 결론

요약

보다 높은 기술적 요구사항을 지니는 차세대 통신 시스템의 무선 접속 기술은 직교 다중파 전송 방식(OFDM)과 다중안테나 기술로 특징 지워진다. 현재 전세계적으로 고속 광대역 접속을 위한 이런 핵심 기술들은 IEEE 802.16, 20, 3GPP, 3GPP2와 같은 국제 표준단체에서 표준 기술로 보편적으로 고려되고 있다. 다양한 표준 단체에서 경쟁적으로 차세대 이동 통신 표준 시스템을 개발함에도 불구하고, 3GPP LTE(Long Term Evolution) 시스템은 전세계적인 통신 기반 환경과 관련된 시스템 진화 과정을 고려 할 때 가장 주목 받는 시스템으로 부각되고 있다.

본 논문에서는 차세대 통신 시스템의 실현 기술에 대한 기술적 정당성과 향후 차세대 통신 시스템의 한 축을 이루게 될 3GPP LTE의 표준 동향 및 전망에

대해 알아본다.

I. 서론

차세대 이동 통신은 고속 무선 전송(High data rate), ABC(Always Best Connected), 끊김 없는 연동(Seamless inter-working)을 통한 유니쿼터스 서비스(Ubiquitous service)의 실현을 지향하고 있고 전세계 산업체, 학계, 표준 단체에서 실현 기술 개발에 많은 연구 노력이 진행 되고 있다. 더욱이 HSDPA, WiBro/WiMAX를 비롯한 무선 광대역 데이터 서비스 시장에 대한 전세계의 관심이 집중되면서 더 진화된 서비스를 제공할 차세대 이동 통신의 실현 기술 개발은 점점 가속화 되고 있다. 차세대 무선 통신 시스템을 위한 주요 기술로는 보다 넓어진 전송

대역폭에서 적용이 용이한 다중파 전송(Multi-carrier Transmission)기술과 제한된 주파수 자원의 효율을 높이기 위한 다중 안테나 기술이 핵심적인 무선 접속 기술로 여겨지고 있다. 이외에도 고차원 변조 기술, 고속의 복호 성능을 지원하는 채널 부호 기술들이 차세대 이동 통신을 위한 요소 기술로 개발되고 있으며, 이런 무선 접속 기술 위에 무선 자원의 할당을 위한 시그널링, 채널 적응 기술, 다수의 접속 환경에서 빠른 핸드오버 기술 등이 도입될 전망이다. 이런 새로운 차세대 무선 접속 기술들은 현재 진행되고 있는 3GPP, 3GPP2, IEEE 802 국제 표준 단체에서 차세대 통신 표준 기술로 채택되고 있는 추세이다. 특히 IEEE 802.16-2005 규격에서는 이미 다중 전송 기술인 OFDMA와 MIMO 기술이 송, 수신에 필수 기능으로 표준 규격 제정이 완료되었고, 3GPP LTE(long Term Evolution)에서도 OFDM, MIMO를 기반으로 하는 고속 전송 시스템이 표준으로 개발될 전망이다. 본 논문에서는 차세대 무선 통신 시스템을 위한 주요 무선 접속 기술에 대한 기술적인 흐름을 파악하고 차세대 통신 시장에 대한 주도권 확보를 위해 최근 1년 반 동안 전세계적으로 가장 활발한 논의가 이루어지고 있는 3GPP LTE 시스템의 표준화 현황과 실현 기술 및 향후 진행 방향에 대해 전망해 본다.

II. 차세대 무선 접속 기술

차세대 통신 표준 시스템을 고려할 때 주목할 만한 무선 접속 기술의 변화는 셀룰러 시스템에서의 OFDM 기술의 도입과 보다 높은 주파수 효율을 얻기 위한 다중안테나의 도입으로 특징 지워진다. 이 절에서는 기술에 대한 분석과 전망에 대해 알아 본다.

1. 셀룰러 시스템에서의 OFDM 전송 방식

기존의 GSM, IS-136같은 2세대 TDMA시스템은 전송 채널을 전체 시스템이 사용하는 주파수 밴드의 일부인 협대역 주파수 밴드를 사용한다. 이런 협대역 시스템은 송, 수신간의 SINR(신호대 간섭 비율)을 높이는 장점을 가지지만 셀룰러 통신에서 중요한 주파수 재활용률이 낮은 단점을 가지고 있었다. 반면에 2세대 IS-95와 3세대 WCDMA, CDMA2000 시스템의 핵심기술로 되고 있는 CDMA 전송 방법은 전송 신호를 수신기에 특정하게 할당된 부호를 이용하여 전 대역에 확산시키는 방법으로 시스템에 할당된 전대역 주파수 밴드 폭을 전송 채널로 사용함으로써 주파수 재활용률을 1로 크게 높일 수 있었다. 이런 CDMA 전송 방식은 동일한 주파수를 동시에 전송하게 됨에 따라 셀 내의 송, 수신간의 신호 간섭이 심각하게 되는 데, 이것은 정교한 전력제어 및 간단한 래이크 수신기(Rake Receiver)를 사용하여 해결하였고, 동일 주파수를 사용하는 인접 셀간의 신호 간섭은 간섭 평균치 방법(Interference Averaging)을 통해 효과적으로 극복하였다. 또한 셀 경계지역에서는 다수의 기지국에서 송, 수신이 가능하기 때문에 네트워크 관점의 다이버시티를 얻을 수 있는 소프트 핸드오버(Soft Handover)를 사용함으로써 용량 증대의 효과를 가져 올 수 있었다. 그럼에도 불구하고 지금보다 4배 이상의 넓은 주파수 밴드 폭을 사용하는 차세대 무선 통신 시스템에서는 CDMA 전송 방식을 적용할 경우 늘어난 밴드 폭으로 인해 셀 내의 간섭 해결을 위한 래이크 수신기와 등화기(Equalizer) 설계에 있어 지금 보다 훨씬 많은 기술적 비용이 들게 된다. 또한 주파수 확산 방법(Spread Spectrum)은 주파수 자원 활용 측면에서 볼 때 매력적일 수 없을 것이다. 이런 기술적 관점에서 직교 다중파 전송 방식

(OFDM)은 광대역 전송 시스템에서 이슈가 되는 CDMA 전송 방식의 문제들을 해결할 수 있는 방법으로 여겨진다. OFDM기반 전송 방식은 전 대역을 주파수 축 상에서 간섭을 받지 않는 부 반송파들을 이용하여 변조하는 전송 방식으로 TDMA와 FDMA같은 협대역 전송 방식의 단점인 낮은 주파수 재 활용률과 CDMA의 단점인 셀 내에서의 심각한 신호 간섭 문제를 동시에 해결할 수 있다. 구현 복잡도 측면에서도 OFDM 전송 방식은 간단한 IFFT, FFT 처리 과정만 필요하므로 광대역 전송 시스템에서 CDMA 전송 방식이 감수해야 하는 복잡한 광대역 등화기, 레이크 수신기와 비교할 때 송, 수신기의 구현 복잡도가 크게 문제가 되지 않는다. 또한 CDMA 전송 방식에서는 셀 내에서의 간섭 억제에 위한 정교한 전력 제어가 성능 향상에 필수적인데 반해, OFDM기반 시스템에서는 전력 제어의 주된 목적은 TDMA나 FDMA와 같이 전력 소비 측면에서만 고려하게 됨으로써 상대적으로 전력 제어에 대한 시그널링 오버헤드를 줄일 수 있다. 이런 기술적 장점을 가진 OFDM 기술은 디지털 방송, 무선 랜의 무선 전송 방식에서 차세대 이동통신 시스템을 위한 핵심 기술로 부각 되고 있다. 그러나 OFDM의 이론적인 기술적 이득이 예상됨에도 불구하고, 다중 경로 페이딩을 극복하기 위해 사용되는 오버헤드(Cyclic Prefix)와 주파수 재 활용률을 1

로 만들기 위한 셀 경계지역에서의 부반송파간의 간섭에 의한 성능 저하, 높은 PAPR(Peak-to-Average-Power-Ratio) 들은 더욱 개선 되어 점으로 남아있다.

2. 다중 안테나 기술의 도입

다중안테나 기술은 공간적 다이버시티, 공간 다중화 이득, 수신 신호의 전력 이득, 간섭 신호 완화를 통해 제한된 주파수 자원에서 보다 효율적으로 전송 속도 및 용량 증대를 얻을 수 있는 방법이다. 다중안테나 기술은 송신 측에서만 다수의 안테나를 사용하여 시공간 다이버시티 이득을 얻는 송신 다이버시티 기술, 송, 수신 모두 두 개 이상의 안테나를 사용하는 MIMO(Multiple Input Multiple Output)기술, 특정 수신기에 빔을 형성하여 간섭 억제와 수신 신호 세기의 향상을 도모하는 빔 포밍 기술 등이 주류를 이룬다. 다중 안테나를 사용하게 되면 동일한 데이터 스트림을 다수의 전송 경로를 통해 동시에 전송하여 무선 링크의 신뢰성을 향상시킬 수 있고 (다이버시티 효과), 공간적 다중 경로를 통해 서로 다른 데이터 스트림을 동시에 전송하여 공간 다중화 이득, 수신 신호의 신호 대 잡음 비, 전력이득을 얻음으로써 송, 수신 안테나의 최소 수에 선형적으로 증가하는 전송률의 향상을 가져다 준다. 일반적으로 이런 다양한 다중 안테나의 기술을 실제로 적용하는 경우에는, 기지국과 가까운 채널 상태가 양호한 셀 중심에서는 공간 다중화 이득을 얻는 방법으로, 셀 경계 지역 같은 채널 상태가 안 좋은 환경에서는 수신 신호의 전력 이득과 다이버시티 이득을 얻는 방법으로, 중간 지역에서는 수신 전력 이득, 다이버시티 이득, 공간 다중화 이득의 조합으로 최적의 전송 방법을 선택할 수 있다. 또한 다중 안테나 기술은 채널 상태 정보를 송신 측에서 미리 알아서 전송 시에 이를 효과적으로 활용하는 페루프

〈표 1〉 전송 기술에 따른 장, 단점 비교

전송 방식	TDMA	CDMA	OFDM
셀 내 전송 신호 주파수 폭	협대역	전대역	전대역
셀 내 전송 신호 주파수 폭 할당	orthogonal	Pseudorandom	Orthogonal
셀 내 신호 간섭	없음	삼함	없음
셀 간 주파수 폭 할당	부분적 재활용	재 활용률= 1	재 활용률= 1
셀 간 상향 링크 간섭	Bursty	Averaged	Averaged
전력 제어의 정확성 필요	낮음	높음	낮음
동작 SINR	높음	낮음	낮음에서 높음
상향 링크 PAPR	낮음	중간	높음
표준 시스템 예	GSM, IS-136	IS-95, WCDMA, CDMA 2000	IEEE 802.16

방식과 채널 상태를 알지 못한 상태에서 적용되는 개루프 방식이 있다. 폐루프 방식은 수신기에서 적절한 채널 측정 정보를 얻기 위해 피드백을 받아야 하는 시그널링 오버헤드가 있지만 다중 안테나의 이득을 높이고 잘못된 채널 정보에 의해 발생하는 현저한 성능 저하를 막을 수 있다. 최근에는 기존의 다중안테나 기술에서 HARQ, 안테나 별 가변 전송 방식, 부호 기술, 변조 기술등과 결합된 다중 안테나 기술뿐만 아니라 한 쌍의 송, 수신기에서 적용 되는 것이 아닌 하나의 송신기와 다수의 단말들이 공간적 채널 형성을 이루는 Multi-user MIMO (Virtual MIMO) 기술들이 제안 되고 있다. 이런 활발한 다중 안테나 기술에 대한 관심과 표준 기술로서의 채택 움직임은 셀룰러 시스템에서 다중안테나의 적용에 대해 부정적인 견해를 점차로 불식시켜주고 있고, 향후 모든 시스템에서 다중안테나의 보편적 사용이 필수적일 것이라는 전망을 가져 오게 한다. 그러나 다중 안테나의 완전한 상용을 위해서는 당면한 기술 문제들인 채널 추정, 이동성 지원, 폐루프에서의 피드백 오버헤드, 수신기의 복잡도 등을 해결하기 위한 추가적인 기술 개발이 뒤따라야 할 것이다.

III. 무선 통신 시스템의 발전

무선 통신 기술은 1960 년대이래 중요한 연구 주제가 되었지만, 지난 20년 간 가장 활발한 기술 개발 활동이 이루어졌다. 이런 비약적인 발전의 배경에는 셀룰러 기반의 통신 시스템의 출현, VLSI 기술의 획기적 발전, 2 세대 디지털 통신 시스템의 폭발적인 성공이 견인차 역할을 해주었으며, 향후 지속적인 발전이 예상된다. 특히 현재 유선에서 누리고 있는 다양한 고품질의 멀티미디어 데이터 전송 서비스를 무선 망에서도 기대하게 되면서 무선 통신 시스템의 발전은

더욱 활발히 진행되고 있다. 고속의 광대역 멀티미디어 서비스를 무선 통신 시스템에서도 원활히 제공하기 위해서는 다양한 무선 채널 환경에서 야기되는 페이딩과 간섭과 같은 도전적인 문제들이 해결 되어야 한다. 페이딩은 시변에 따른 신호 크기의 변화, 거리에 다른 신호 감쇠, 장애물에 의한 음영 등으로 발생하는 반면에, 신호 간섭은 무선 상에서 동시에 주파수 자원을 활용하는 다수의 송, 수신기들에 의해 발생한다. 이런 페이딩과 간섭 현상은 무선 통신에서의 통화 품질과 용량 측면에서 성능 저하를 야기하기 때문에 보다 나은 무선 통신 시스템의 설계에 있어서는 이를 극복하기 위한 기술적 접근이 필수적이다. 또한 제한된 주파수 자원의 활용을 극대화 하기 위한 효과적인 주파수 효율 증대 방법들이 향후 무선 통신 시스템의 기본적인 고려사항으로 취급된다. 이런 무선 환경을 극복하기 위한 실현 기술을 바탕으로 하나의 기지국과 여러 개의 단말기들이 셀이라는 무선 접속 단위의 망 구조를 통해 사용자 이동성을 지원하는 이동 통신 시스템은 무선 통신 시스템에서 중에서도 가장 중요한 분야 중의 하나로 여겨지고 있다. 초기 셀룰러 기반의 이동 통신 시스템은 1980년대 AMPS(Advanced Mobile Phone Service)라는 이름으로 등장한 음성 중심의 1 세대 아날로그 통신 시스템이었다. 이후 본격적인 디지털 기반의 이동 통신 시스템이 도입된 2 세대 이동 통신 시스템은 GSM(Global System for Mobile communication), TDMA(IS-136), CDMA IS-95 라는 이름으로 유럽, 미국, 아시아에서 폭발적인 성공을 거두며 현재까지 널리 사용되고 있다. 이런 2세대 통신 시스템의 성공은 다양한 이동 통신망의 통합 및 향상된 데이터 서비스를 지원하기 위해 WCDMA, CDMA 2000으로 대표되는 3세대 이동 통신 시스템으로 발전하게 된다. 최근에는 3세대 이동 통신의 진화 시스템인 HSDPA(High Speed Data Packet Access), HRPD(High Rate Packet

Data) 시스템이 이미 본격적인 상용화를 앞두고 있다. 이런 이동 통신 시스템의 지속적인 발전은 향후 점점 더 가속화 되고 있는 광대역 무선 통신의 필요성이 대두됨에 따라 3GPP, 3GPP2, IEEE 802.16, IEEE 802.20 등의 국제 표준 단체에서 적극적으로 전개되고 있다.

IV. 3세대 이동 통신 시스템 (UMTS)의 진화

IMT 2000이라 불리는 3G 시스템의 하나인 UMTS(Universal Mobile Telecommunication System) 표준은 3GPP 표준 단체에 의해 Release 99이라는 이름으로 1999년 4월에 처음 제정 되었다. 이후 UMTS 트랜스포트, 무선 접속과 망 구조에 대한 약간의 성능 향상을 위한 추가 기능들이 2001년 4월에 Release 4라는 규격으로 제정되었고, 이어서 2002년 3월에는 하향 방향의 HSDPA 전송 채널, IMS(IP Multimedia System), IP UTRAN 트랜스포트 기능들이 추가된 UMTS의 Release5 규격이 완성되었다. Release 6의 주요 기능들의 특징은 주파수, 망 효율의 증대를 비롯한 성능과 기능면에서 상당한 기술적 개선이 이루어진 것이었다. Release 5에 의한 하향 채널 개선이 이루어진 이후에, 비디오 폰, 상향 이미지 전송 등과 같은 사용자 서비스를 고려한 Release 6에서는 상향 채널 향상(Enhanced Dedicated Channel (E-DCH))과 MBMS(Multimedia Broadcast Multicast Services)가 등장하게 되었다. Rel'6의 대표적인 기능인 E-DCH는 Release 99와 비교할 때, 더 짧아진 TTI(2ms), HARQ 채널 적응 기술, 스케줄된 상향 링크를 사용함으로써 데이터 용량과 사용자 전송률(최고 전송률 5.76 Mbps)의 증가를 제공한다. 또한 고성능 수신

기(Advanced Receiver)를 통한 성능 향상과 하향 링크의 전송 속도 향상을 위해 진화된 등화기능을 채택 하였다.

UMTS는 주파수 밴드활용 측면에서 초기에는 IMT-2000으로 정의된 1885-2025 MHz와 2110-2200 MHz 이었으나, 이후 미국의 PCS 1800/1900 MHz를 지원하게 되었고, 최근에는 850MHz(2003년 12월), 1700/2100 MHz(2004년 3월) 대역을 추가로 지원하게 되었다. 이런 새로운 주파수 밴드의 지원은 언제든지 적절한 주파수가 활용 가능하다면 Release 규격과 무관하게 적용될 것이다.

UMTS의 진화는 Release 6에서 멈추진 않고 계속 진화 될 전망이다. Release 7은 HSDPA/HSUPA 주요 기능들의 올바른 기능 실현을 보장하고, 상용화 및 사용자 서비스의 고급화에 직접 관련된 이슈들에 초점을 맞추고 있다. Release 7은 UMTS의 즉각적인 시장 진입과 관련된 이슈들을 단기적인 표준 일정으로 진행 할 예정이며(2007년 ~ 2008년), GSM으로 부터 UMTS로서의 매끄러운 전환, 현재 규격의 용량, 성능 향상을 위한 작업, HSDPA, E-DCH를 통한 사용자들의 요구를 만족하기 위한 기존 기능의 보완 및 수정이 핵심을 이룰 것으로 전망된다. 현재 진행 중인 주요 작업으로는 CS와 PS call-setup 지연을 줄이기 위한 작업과 VoIP, HSUPA/HSDPA의 실시간 서비스를 지원하기 위한 논의가 진행 중에 있다. Release 7과 동시에 추진 중인 LTE (Long Term Evolution)의 주된 목적은 더 높은 수준의 새로운 서비스와 기능들을 지원하기 위한 용량, 전송률의 향상을 얻는 것이 무선 접속 기술의 핵심이다. 전송률은 망 구조와 기술적인 향상을 통해 최고 100 Mbps/50Mbps(상향/하향)까지를 목표로 하고 있고, 완전한 IP 기반 망 지원 및, 다른 무선 접속들과의 조화를 이루도록 고려하며 2008년에

서 2012까지의 시장의 요구와 사업적 구심점을 지원하기 위한 기술들을 포함하고 있다. 3GPP LTE에 대한 표준 현황과 실현 기술들은 다음 절에서 자세히 설명된다.

V. 3GPP LTE 표준화 현황

1. LTE 표준 요구 사항

LTE 시스템을 위한 진화된 무선 접속부 및 무선 접속 망에 대한 요구 사항은 다음과 같은 주요 항목으로 구체적으로 정의된다.

- (1) 전송 속도, 주파수 효율 측면: 20MHz 대역폭 할당을 가정할 경우 최대 데이터 전송 속도[주파수 효율]은 하향링크 100Mbps [5bps/Hz] 및 상향링크 50Mbps [2.5bps/Hz]를 목표로 정하였으며, 이때 안테나 구성은 2 X2(하향), 1 X2(상향)을 가정하였다.
- (2) 시간 지연 측면: 활성 상태(active)와 대기 상태(dormant)간 천이시간은 50ms 이하, 앞의 두 상태(활성상태 및 대기 상태)와 휴무 상태(camped state)간은 100ms 이하로 한다.
- (3) 사용자 처리율 측면: 하향링크 및 상향링크 사용자 처리율(user throughput)은 Rel-6

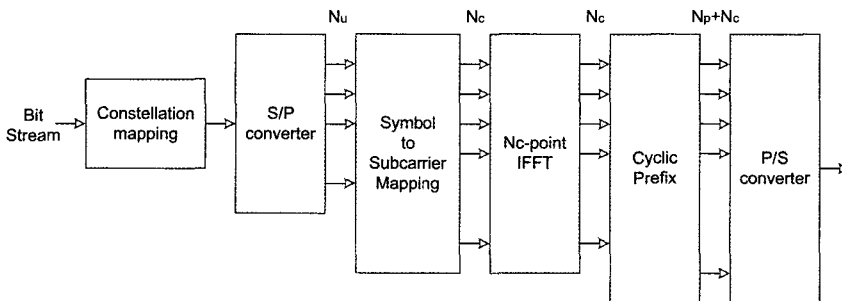
HSDPA/HSUPA의 2~3배 수준, 평균 사용자 처리율(average user throughput)은 하향링크 3~4배, 상향링크 2~3배 수준을 달성할 수 있어야 한다.

- (4) 단말기 속도의 측면: 단말기 속도는 0~15 km/h에 최적화되어야 하며, 15~20km/h 범위에서도 높은 성능이 지원되어야 한다. 또한 120~350km/h(최대 500km/h) 범위에서도 이동성이 지원되어야 한다.
- (5) 커버리지 측면: 커버리지는 5km를 목표로 하며, 30km까지도 약간의 성능열화를 보이는 수준으로 지원해야 한다. 최대 100km까지의 지원 가능성도 배제하지 않는다.
- (6) 주파수 할당 측면: 주파수 대역의 자유로운 할당이 이루어져야 하며 1.25MHz, 2.5MHz, 5MHz, 10MHz, 15MHz, 20MHz 단위로 할당이 가능해야 한다. 가능한 연속된 대역을 할당할 수 있도록 해야 한다.

2. LTE 기술 별 표준화 동향

(1) 물리 계층(Physical layer)

현재 논의 중인 LTE 관련 물리 계층 기술은 크게 상향 링크와 하향 링크의 다중 접속 기술, 물리 채널 구조 및 관련 시그널링, 스케줄링, 채널 코딩, 그리고



(그림 1) OFDMA 블록도

MIMO (다중 안테나 기법) 기술 등이 있다. 2006년 5월 현재까지의 주요 결정 사항들을 정리하면 다음과 같다. 우선 하향 링크의 다중 접속 방식으로는 OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 방식을 사용하는 것으로 (그림 1) 과 같은 구조로 합의되었다.

OFDMA 전송 방식의 부반송파 간격은 15kHz를 동일하게 정해지며, 다중 셀 방송(multi-cell broadcast)용 또는 커버리지가 매우 큰 셀의 경우와 같은 여러 가지 무선 채널 환경을 고려하여 전치 순환 구간을 $T_{cp} = 4.7 [\mu s]$ 또는 $16.7 [\mu s]$ (Short-CP, Long-CP)으로 할당해 놓고 있다. 또한 HARQ 지원, 스케줄링 지원을 최소화 하기 위해서 기존 WCDMA의 기본 라디오 프레임인 10ms를 균등하게 20등분한 부 프레임($T_{sub-frame} = 0.5ms$)을 하나의 TTI로 정의하여 HARQ 전송 및 스케줄링의 기본 단위로 사용하고 있다. 부 프레임은 사실상 최소 하향링크 TTI를 의미하며, 전송 속도 증감 또는 향상된 QoS를 지원하기 위해서 여러 개의 부 TTI를 연결하여 더 긴 TTI를 구성할 수 있다. 할당 가능한 대역폭은 1.25/2.5/5/10/15/20 [MHz] 으로 설정되나 할당 대역폭이 증가할 경우에는 부 반송파 개수가 할당 대역폭에 비례하여 증가하게 된다.

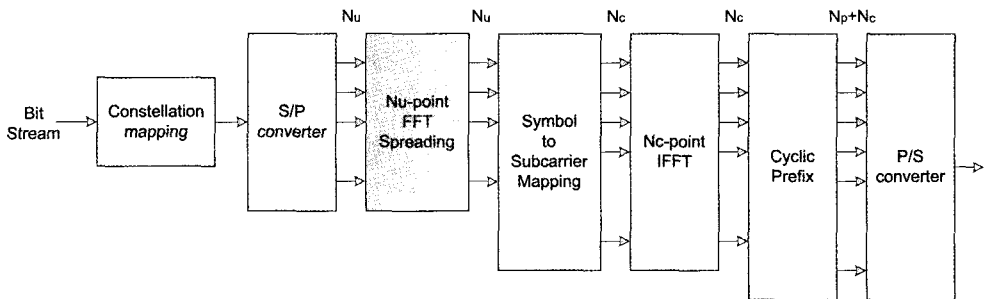
상향 링크의 다중 접속 규격으로는 SC-FDMA (Single Carrier Frequency Division Multiple

Access) 방식을 사용하는 것으로 합의되었다. 이 방식은 순방향 링크와 마찬가지로 주파수 직교성을 유지하면서 동시에 단일 반송파의 성격을 가지도록 하기 위하여, (그림 2)에서 나타낸 바와 같이 기존의 OFDMA 형태의 블록도에 DFT-spreading 블록을 추가하여 설계하였다.

이러한 설계방식은 기존의 OFDMA의 장점인 주파수 영역 직교성을 이용한 다중 접속 방식을 가능하게 하며 동시에 기존의 OFDMA의 가장 큰 단점으로 알려진 PAPR (Peak to Average Power Ratio)을 줄여준다. 또한 하향 링크와 마찬가지로 HARQ나 스케줄링의 기본 단위를 0.5ms로 사용하기로 합의하였다.

다른 중요한 결정 사항으로는 핸드오프와 관련하여 상향 소프트핸드오프를 사용하지 않는 것으로 결정되었는데, 이는 기존의 CDMA 시스템과는 달리 OFDMA 기반의 시스템에서는 주파수 영역 스케줄링을 통한 주파수 다이버시티를 충분히 제공할 수 있으며 이에 따라 역방향 핸드오프의 지원으로 인한 추가적인 이득이 그리 크지 않기 때문이다.

또한 단말기(UE)의 minimum capability로 10MHz의 수신 능력을 가져야 한다는 사항에 합의하였다. 이러한 커다란 결정 사항 이외에 현재는 구체적인 스케줄링 기법, 다중 안테나 전송 방식 (MIMO: Multiple Input Multiple Output), cell search,



(그림 2) SC-FDMA 블록도

random access channel 및 procedure의 설계, 그리고 L1/L2 control signaling 기법 등에 대한 논의가 진행 중에 있으며 대체적인 윤곽에 합의를 한 상황이다. 2006년 5월 말을 기준으로 하여, 현재는 위에서 언급되었던 주요 요소 기술들에 대하여 합의된 내용들을 근간으로 하여 study item의 완료 기술 보고서[TR.25.814]를 작성하는 작업을 수행하고 있다. 향후 2006년 6월 RAN plenary에서 study item이 공식적으로 완료되고 work item이 시작되면 위에서 언급했던 이슈들에 대하여 구체적인 합의 사항을 도출하는 작업을 수행하게 될 것이며, 또한 링크레벨 및 시스템 레벨 실험을 통하여 최종 표준 규격을 확정할 예정이다.

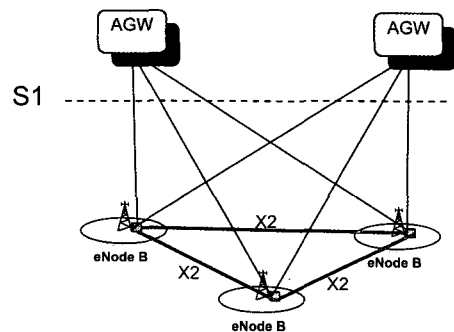
(2) Layer 2/3 Layer

LTE의 Layer 2/3관련 LTE 논의는 2005년 6월 기존 WCDMA 상위계층 프로토콜(Radio Protocol)의 진화 방향에 논의를 시작으로 진행 되었다. 기술 규격의 주요 목표는 프로토콜 단순화 (Reduction of complexity), 성능 향상 (Performance Enhancement)이라는 두 가지의 커다란 전제를 바탕으로 하고 있다. 기존의 WCDMA 상위계층 무선 프로토콜(Radio Protocol)은 다수의 중복적인 기능들이 존재하고 다양한 옵션 등으로 인하여 복잡도가 증가한 점을 고려하여, LTE에서는 불필요한 옵션은 최소한으로 하도록 표준화가 진행되고 있다. 예를 들면, 프로토콜 State를 최소화하고, 필수적인 채널만을 설계하여 불필요한 옵션을 최소화 하도록 하는 등이다. 또한 새로이 설계되는 상위계층의 프로토콜은 높은 전송 속도를 지원하기 위하여 최적화된 설계를 고려하며, 망 내에서의 지연 시간을 최소화함으로써 전송률(Throughput)를 높일 수 있도록 한다. 위와 같은 기본 가정 하에 LTE 채널 구조, MAC(Medium Access Control), RLC(Radio Link Control),

PDCP(Packet Data Convergence Protocol), RRC(Radio Resource Control)등의 기본적인 기술 논의를 마친 상태이며, Study Item 단계에서 논의되는 내용을 정리하여 기술 보고서 작성을 진행 중이다. [3GPP TR 25.813]

(3) Network Architecture

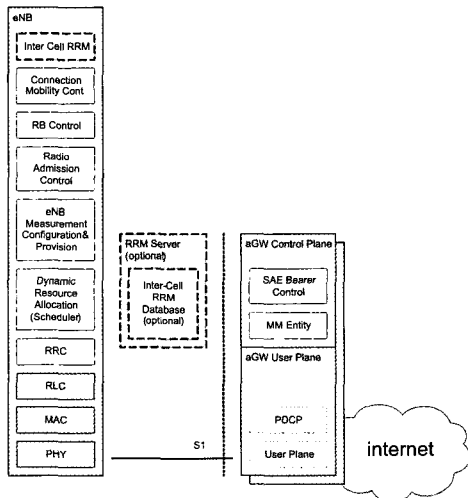
현재까지 합의된 LTE 망 구조는 (그림 3)과 같은 구조로 합의되었다. 기존의 WCDMA 망의 UTRAN과는 다르게 핵심 망에서 전송된 데이터 트래픽이 aGW (Access Gateway)를 통해 바로 eNodeB로 전송된다. eNodeB는 aGW와 S1 인터페이스를 통해 연결되어 있으며, 하나의 eNodeB는 여러 개의 aGW와 연결될 수 있다. eNodeB간에는 모두 X2 인터페이스를 통해 연결되어 데이터를 주고 받을 수 있는 meshed architecture 구조가 제안되고 있다.



(그림 3) E-UTRAN Architecture (with new interfaces)

(그림 4)는 E-UTRAN 구조와 LTE 프로토콜의 위치를 보여주고 있다. aGW는 실제 데이터 트래픽을 처리를 담당하는 UPE(User Plane Entity)와 이동성 등의 control 기능을 담당하는 MME(Mobility Management Entity)로 구성된다. RLC와 RRC는 eNodeB에 위치하며 PDCP는 aGW에 위치하는 것

으로 결정되었다. 기타 Radio Bearer와 관련된 기능들도 eNodeB에 위치하게 된다. 이렇듯 RRC 등의 무선(Radio) 관련 기능을 대부분 eNodeB에 위치 시킴으로써 지연시간을 최소화 하도록 설계되었다.



(그림 4) E-UTRAN Architecture (with new function distribution)

상기한 E-UTRAN architecture를 근간으로 하여 2006년 5월 현재 LTE Architecture (E-

UTRAN Architecture)에 대한 대략적인 구조에 대한 논의를 완료하였으며, 이를 바탕으로 LTE study item 표준화 작업을 마무리하기 위한 Technical Report(TR) 작성 작업을 수행하는 단계에 있으며 향후에는 HARQ, ARQ, QoS, Scheduling, Call procedure등의 이슈가 논의될 예정이다.

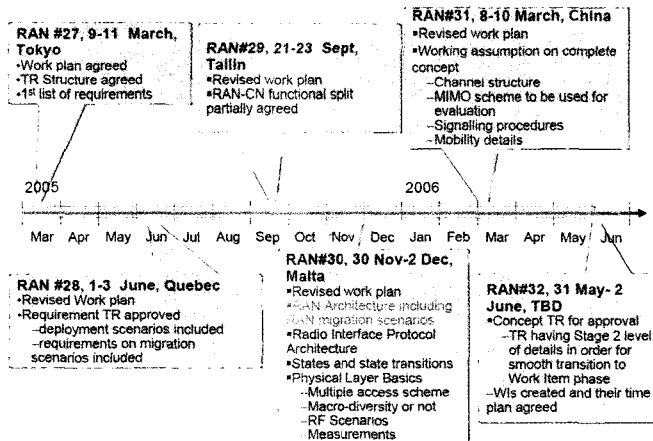
3. 표준 진행 일정

3GPP LTE에 대한 논의는 2004년 12월에 LTE study item에 대한 승인 이후에 본격화되었으며 이 study item은 2006년 6월까지 진행될 예정이다.

Study item이 완료되면 규격 작성 단계인work item 단계로 들어서게 되는데, LTE work item은 향후 약 1년에서 1년 반 간에 걸쳐서 구체적인 세부 규격을 제정하게 될 것이다.

VI. 결론

본 논문에서는 차세대 무선 통신시스템을 위한 기



(그림 5) LTE study item 일정

술적 접근 및 가장 뜨거운 관심을 받고 있는 3GPP LTE 표준화 현황에 대하여 살펴보았다. 3GPP LTE 시스템은 2006년 5월 말 현재, feasibility study를 위한 study item의 완료 단계에 있으며 2006년 6월 plenary 회의 결과에 따라 study item이 종료되고 본격적인 work item이 시작될 예정이다. 3GPP LTE 무선 접속 표준의 주요 활동은 OFDMA와 MIMO를 근간으로 하여 주파수 효율을 극대화하기 위한 물리 계층 기술과 단순화된 프로토콜과 채널 구조, IP 망 구조의 지원 등을 통하여 지연 속도를 최소화하기 위한 방향으로 전개 되고 있다. 향후 차세대 무선 통신 망의 특징은 사용자 서비스를 위한 다양한 접속 망이 사용 될 것이며, 3GPP LTE 시스템은 광대역 무선 서비스를 제공하는 차세대 통신 시스템의 한 축을 이룰 것으로 생각된다. 또한 향후에 ITU-R에서 계속 진행 될 Global 4G의 비전을 고려 할 때 3GPP LTE 시스템은 3G와 Global 4G의 가교 역할을 해 줄 것으로 전망된다.

[참 고 문 헌]

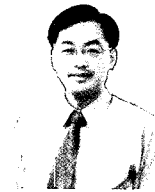
- [1] LG전자e저널 06-05호, 윤영우, 정명철
- [2] IS-95, Standard(TIA/EIA), TIA
- [3] S. Redl, M. weber M.W. Oliphant, GSM and Personal Communication Hand Book, Prentice Hall, 2002
- [4] IS-136, Standard (TIA/EIA), TIA
- [5] 3GPP TR 25.913, 3GPP
- [6] 3GPP TR 25.912, 3GPP
- [7] 3GPP TR 25.814, 3GPP
- [8] 3GPP TR 25.813, 3GPP



오민석

1989년 연세대학교 전기공학(학사)
1996년 University of Surrey(석사)
2000년 University of Surrey(박사)
1989년~ 1995년 현대 전자 (산업 전자 연구소)
1999년~ 2001년 LG 전자 기술원 (정보 기술 연구소)

2001년 ~ 2003년 LG 전자 (UMTS 시스템 연구소)
2004년 ~ 현재 LG 전자 (이동 통신 기술 연구소)



최진성

1987년 서울대학교 제어계측공학과 학사
1994년 미국 Univ. of Southern California Electrical Eng. MS
1998년 미국 Univ. of Southern California Electrical Eng. Ph.D
1998년 ~ 현재 LG전자 이동통신기술 연구소