



4 세대 이동통신(4G) 후보 기술 동향 분석

장재득* 박형준** 방승찬***

세계 통신 업계는 2008 년 초부터 시작될 4 세대 이동통신(4G)의 표준화가 결정되면 오는 2012 년경에는 4G 이동통신 서비스 상용화가 가능해 질 것으로 보고 있다. 현재 4G 이동통신의 후보 기술로는 3GPP LTE 진영이 가장 유력하고, 삼성전자가 주도하는 와이브로 에블루션이 있으며 퀄컴이 주도하는 3GPP2 UMB 진영도 후보 기술로 내 놓고 있다. 4G 이동통신은 이동 중 100Mbps 급 속도, 정지 중에는 1Gbps 급 속도를 제공해 유선과 무선, 통신과 방송이 융합되는 차세대 이동통신 기술로서 2012 년에 상용화가 시작 될 것으로 예측하고 있다. 본 고에서는 4G 이동통신 기술, 그리고 4G 이동통신 후보 기술로 대두되고 있는 3GPP LTE 기술, WiBro-Evolution 기술, 3GPP2 UMB 기술의 최근 동향에 대하여 살펴보고자 한다. ☒

목	차
---	---

- I. 서 론
- II. 4G 이동통신 기술
- III. 3GPP LTE 기술
- IV. WiBro-Evolution 기술
- V. 3GPP2 UMB 기술
- VI. 결 론

I. 서 론

세계 통신 업계는 2008 년 초부터 시작될 4 세대 이동통신(4G)의 표준화가 결정되면 오는 2012 년경에는 4G 이동통신 서비스 상용화가 가능해 질 것으로 보고 있다. 현재 4G 이동통신의 후보 기술로는 3GPP LTE(Long Term Evolution) 진영이 가장 유력하고, 삼성전자가 주도하는 와이브로 에블루션이 있으며 퀄컴이 주도하는 3GPP2 UMB(Ultra Mobile Broadband) 진영도 후보 기술로 내 놓고 있다.

차세대 이동통신 기술인 와이브로 에블루션을 비롯해 3GPP LTE, 3GPP2 UMB 등은 4G 이동통신 표준화를 향한 가장 대표적인 후보 기술이다. 4G 이동통신 표준이 아직 정해지지 않은 상황에서 어느 한 기술에만 주력해서는 안되고, 4G 이동통신이 실제로 구현되었을 때 보다 경쟁력을 높이기 위해서는

* ETRI 초고속단말모뎀연구팀/책임기술원
** ETRI 초고속단말모뎀연구팀/팀장
*** ETRI 무선전송기술연구그룹/그룹장

상기 3 가지 4G 이동통신 후보 기술 모두를 적극적으로 발전시켜 4G 이동통신으로 가는 과정에 있는 새로운 기술과 시스템을 모두 구비하고 있어야 한다[1]. 4G 이동통신은 이동 중 100Mbps 급 속도, 정지 중에는 1Gbps 급 속도를 제공해 유선과 무선, 통신과 방송이 융합되는 차세대 이동통신 기술로서 2012 년에 상용화가 시작될 것으로 예측하고 있다[2]. 본 고에서는 4G 이동통신 기술, 그리고 4G 이동통신 후보 기술로 대두되고 있는 3GPP LTE 기술, WiBro-evolution 기술, 3GPP2 UMB 기술의 최근 동향에 대하여 살펴보고자 한다.

II. 4G 이동통신 기술

4G 이동통신의 핵심 기술은 크게 주파수, 액세스 네트워크, 코어 네트워크, 애플리케이션 등 4 개의 구성 요소로 이루어진다.

주파수 부분은 4G 이동통신이 사용하게 될 주파수를 효율적으로 송·수신 할 수 있는 기술로써 에어 인터페이스, 디지털과 아날로그 신호의 변·복조, 그리고 한 채널을 모든 이용자가 상호 접속할 수 있는 다중 접속 등의 기술을 포함한다. 액세스 네트워크는 사용자들이 4G 이동통신 네트워크에 접속할 수 있는 기술로 셀 방식을 중심으로 메시(Mesh) 네트워크나 애드혹(Adhoc) 네트워크 등의 기술을 포함하고 있다. 또한, 4G 이동통신의 핵심이 될 코어(Core) 네트워크는 All-IP 네트워크가 될 것으로 보인다[3]. 애플리케이션 부분은 사용자들이 4G 이동통신 단말기를 통해 유비쿼터스 브로드밴드 서비스를 이용할 수 있도록 모바일 플랫폼과 각종 응용 프로그램을 포함한다. 특히 플랫폼 부분은 한국의 위피(WIFI)를 비롯해 노키아의 심비안, 마이크로소프트사의 포켓 PC, 선마이크로시스템즈의 자바 등이 경쟁하고 있다. 이러한 4G 이동통신 기술에서 주파수 대역을 효율적으로 사용하기 위한 핵심 기술은 직교 주파수 다중 분할(Orthogonal Frequency Division Multiplexing: OFDM) 기술, 다중 입출력(Multiple Input Multiple Output: MIMO) 기술, 소프트웨어 기반 이동통신(Software Defined Radio: SDR) 기술, 스마트 안테나(Smart Antenna: SA) 기술 등이다.

1. 직교 주파수 다중 분할(OFDM) 기술

OFDM 은 이미 유럽의 디지털 오디오 방송(Digital Audio Broadcasting: DAB), 디지털 TV 방송(Digital Television Broadcasting: DVB), 그리고 5GHz 무선랜 대역에 정식 규격으로 채택되었다. OFDM 기술은 주파수와 시간을 나누어서 할당하는 방식으로 하나의 채널을 여러 개로 나누어 데이터를 전송할 수 있고, 서브 채널간 오버래핑으로 대역폭을 절약할 수 있다. 또한, 주

파수 대역을 수백 개로 나누어 주파수 간섭을 최소화하고 다수의 대용량 데이터를 동시에 고속으로 전송하는 기술이다.

2. 다중 입출력(MIMO) 기술

MIMO 기술은 모바일 환경에서 다수의 안테나를 사용해 데이터를 송수신하는 다중 안테나 신호 처리 방식으로 여러 개의 안테나로 데이터를 동시에 송·수신함으로써 무선 통신의 범위를 넓히고 속도를 크게 향상시켜 전송 효율을 높여 주는 기술이다. 이와 같이 MIMO 기술을 이용해 송신단에 N 개의 안테나를 배열하고 수신단에도 N 개의 안테나를 배열해서 신호를 보내면 N 배의 전송률 증가를 낼 수 있다. 특히, OFDM 기술과 함께 사용하면 전송속도의 고속화와 데이터의 대용량화가 가능해져 멀티미디어 서비스에 최적화된 환경을 구축할 수 있다.

3. 소프트웨어 기반 이동통신(SDR) 기술

SDR 기술은 이동통신 시스템을 구성하는 기지국과 단말기에서 하드웨어를 통하여 RF(Radio Frequency)를 지원하던 것과는 다르게 주파수 범위, 변조방식, 무선 출력 등 주요 무선 특성을 소프트웨어로 업데이트 또는 변경할 수 있는 모뎀 기술이다. 국가마다 다른 주파수 대역, 동기와 비동기로 구분된 3G 망 사이의 호환성, 2G 와 3G 망 사이의 호환성, 다양한 무선 네트워크와 통신 방식 간의 호환성을 보장해 준다. 따라서 이용하고자 하는 서비스에 따라 시스템을 유동적으로 전환할 수 있는 SDR 기술을 기지국에 적용하면 기술이 발전할 때마다 기지국 하드웨어를 교체하지 않고 새로운 프로토콜에 필요한 모듈을 소프트웨어 다운로드를 통하여 업데이트가 가능하기 때문에 시간과 비용이 절감되는 효과가 있다.

4. 스마트 안테나(SA) 기술

SA 기술은 기지국이 단말기에서 보내는 신호를 근거로 사용자 위치를 파악해서 해당 사용자에게 전파 신호를 집중해서 전송함으로써 송수신 성능을 높이는 역할을 한다. 스마트 안테나는 안테나 빔 형성 기술을 이용해 특정 사용자의 신호를 선택적으로 송수신하고, 간섭 신호의 영향은 최소화함으로써 데이터 전송 용량과 품질을 크게 높여 주는 기술이다. 간섭 신호를 제거하여 전송 용량을 증대시키고 다중 경로 반사파의 영향을 적게 받아 우수한 품질을 유지하는 반면에 하드웨어 복잡도가 증가하고 비용이 많이 드는 단점이 있다.

III. 3GPP LTE 기술

1. 3GPP LTE 개요

3GPP LTE 는 미래 요구 사항을 극복하고 UMTS(Universal MobileTelecommunication Service) 휴대전화 단말기 표준을 향상시키기 위한 제 3 세대 협력 프로젝트에서 주어진 명칭이다[4]. 3GPP LTE 는 현 이동통신 망에서 진화되는 기술로 전세계 무선 기술 표준화 단체 중 하나인 3GPP 가 지난 2004 년부터 본격적인 연구에 착수하였다. 현재 에릭슨, 퀄컴, NTT 도코모 등 세계적으로 명성을 얻고 있는 통신 업체들이 워킹 그룹에 참여하고 있다.

3G LTE 는 2010 년경이면 4 세대가 규정하는 서비스 속도인 이동 중 100Mbps, 정지 시에는 1Gbps 구현으로 상용화가 가능할 것으로 예상된다. 3G LTE 는 ALL IP 를 백본으로 음성망과 데이터망을 하나로 통합하며, 현 이동통신 망에서 진화되는 점을 고려해 볼 때 4 세대로 거론되는 기술 중 가장 유력한 후보 기술로 대두되고 있다. 이 기술은 대역폭을 1.25MHz 에서 20MHz 까지 변화 가능하도록 하고 있으며[5], 주파수 대역을 효율적으로 사용하기 위하여 무선 다중 접속 및 다중화 방식은 OFDM, 고속 패킷 데이터 전송 방식은 MIMO, 그리고 스마트 안테나 기술을 기반으로 한다.

2. 규격 및 방식

3GPP LTE 규격 및 방식은 다음을 포함한다.

- 20MHz 대역폭 기준 하향 링크 최대 전송속도 100Mbps, 상향 링크 50Mbps
- 채널 대역폭: 1.25~20MHz
- 다중 접속/변조 방식: 하향 링크는 OFDMA, QPSK/16QAM/64QAM, 상향 링크는 SC-FDMA, QPSK/16QAM
- 채널 코딩: 길쌈부호(convolution Code), 터보 부호(Turbo Code)
- 주파수 효율: 하향 링크 5bps/Hz, 상향 링크 2.5bps/Hz
- 1.25MHz 부터 20MHz 까지의 다양한 대역폭 지원
- 셀 경계에서의 전송 효율 향상
- 저속의 이동국에 최적화되면서 350km/h 의 고속 이동국 지원을 위한 무선전송 기술
- 동시에 수용할 수 있는 사용자 수: 200 가입자 이상
- Cell Coverage: 5km 의 최적 셀 크기, 30km 셀 크기, 100km 최대 셀 크기

- 낮은 전송 지연(5ms latency), 패킷 데이터 전송 기반, 그리고 가격 경쟁력을 가지는 시스템

3. 서비스

3GPP LTE에서 제공되는 서비스는 3GPP에서 정의한 패킷 기반의 다양한 서비스로써 VoIP (Voice over Internet Protocol), 비디오 스트리밍, 웹브라우징, FTP(File Transfer Protocol) 등의 모든 서비스가 인터넷 기반으로 이루어져 무선으로 음성, 영상, 그리고 데이터를 한꺼번에 처리할 수 있는 트리플 플레이 서비스(Triple Play Service: TPS)가 가능해진다. 3GPP LTE는 4세대가 규정하는 서비스 속도인 이동 중 100Mbps, 정지 시에는 1Gbps 구현으로 상용화가 가능할 것으로 예상된다. 이는 현재 상용화된 WCDMA(Wideband Code Division Multiple Access)의 50 배, 초고속인터넷 VDSL(Very high speed Digital Subscriber Line)의 2 배에 해당하는 것으로, HDTV(High Definition TeleVision)급 대용량 멀티미디어 콘텐츠 구현이 가능하다. 즉, CD 1 장(700Mbyte)짜리 영화 1 편을 다운로드 할 경우 56 초이면 가능한 기술이다. 3GPP LTE의 가장 큰 특징은 기존 3G 서비스인 WCDMA, HSxPA 서비스와 하위 연동이 가능하다. 즉, 3GPP LTE를 선택할 경우 기존 3G 망과 4G 망의 연동이 가능하다. 결국 휴대폰 하나로 모든 미디어와 통신을 이용할 수 있게 되는 것이다.

IV. WiBro-Evolution 기술

1. WiBro-Evolution 개요

와이브로 에볼루션(IEEE802.16m)은 한국의 순수 기술로 개발된 휴대인터넷 와이브로(IEEE802.16e)의 업그레이드 버전으로 모바일 브로드밴드 표준 시장을 주도할 것으로 예상된다. 와이브로 에볼루션에는 기존 와이브로 MIMO 기술 외에 다양한 하향링크 MU(Multi-User) MIMO 기술, 용량 및 커버리지를 증대 시키고 사용자 편의성을 높이기 위한 Self Configuration (SC) 기술이 적용될 것으로 예상된다. 와이브로 에볼루션에서는 시속 300km의 고속 이동성 멀티 안테나 기술, IPv6 지원, 모바일 IP 도입, 멀티·브로드캐스팅 서비스 지원, 전송 효율성, 오버헤드 등의 성능 개선에 초점을 맞추고 있다. 아울러, 와이브로 에볼루션 기술에서는 스루풋(throughput) 증대 기술, 셀 경계에서의 간섭 제거 기술, IPv6를 고려한 고속 이동성 제공 기술 등이 국내외 표준화 대상 항목으로 집중 개발될 것이다. 이를 위해 국내에서는 와이브로 에볼루션(IEEE 802.16m) 기술 표준을 TTA의 휴대 인터넷 프로젝트 그룹(PG302)을 중심으로 제

업체, 사업자, 그리고 국내외 정부·연구소·학계가 중심이 되어 표준화를 주도하고 있다[6]. 현재 ETRI 를 포함한 업계에서는 와이브로 에볼루션 버전 2.0 국내 표준을 완성하고 이를 802.16m 으로 비슷한 시기에 국제 표준화를 추진한다는 계획이다.

2. 규격 및 방식

WiBro-Evolution 규격 및 방식은 다음을 포함한다.

- 사용 주파수대 : 2.3~2.4GHz
- 채널 대역폭: 10/20/40MHz
- 최대 전송속도: 하향 링크 20Mbps 이상, 상향 링크 6Mbps 이상
- 이동속도: 120km/h 이상
- 변조 방식: 광대역 OFDM 방식
- 핸드오버 절단 시간: 100ms 이하
- IP 프로토콜: IPv4 또는 IPv6
- 셀 커버리지: 도심 1~1.5km, 외곽 3~5km

3. 서비스

2007년 10월 18일 한국이 세계 최초로 개발한 와이브로 기술이 국제 전기통신 연합 전파 총회(WRC-07)에서 IMT-2000 으로 통칭되는 3세대 이동통신의 6번째 국제 표준으로 채택되었다. WiBro 서비스는 그 이전의 인터넷 서비스들과 다르게 노트북, 핸드헬드 PC, 스마트폰, PDA 등 다양한 단말기로 서비스를 이용할 수 있다[7]. 인터넷 접속 장소나 시간대도 세분화되며, 인터넷 서비스도 가구 단위에서 개인 단위로 광범위하게 바뀌는 추세이다. 결론적으로 WiBro 가 상용화되면 기존의 인터넷 환경과는 다르게 동일한 콘텐츠라 하더라도 단말기별, 속도별로 디자인과 세부 내용 등이 달라질 필요가 있기 때문에 서비스 및 콘텐츠 분야에서 새로운 비즈니스가 많이 창출될 것이다. 와이브로는 2008년 4월 30일 미국 이동통신사 스프린트넥스텔을 통해 전미 지역에 와이브로 서비스 브랜드인 '쑸(Xohm)'을 발표하며, 와이브로 상용 서비스를 시작한다. 스프린트넥스텔과 와이브로 서비스를 위해 계약을 체결한 회사는 인텔, 모토로라, 삼성전자, 구글 등이 있다. 인텔은 와이브로 칩셋을 담당하고 삼성전자와 모토로라는 장비를 공급한다. 구글은 와이브로 서비스에 차별화된 애플리케이션 탑재를 위해 협력관계를 맺었다.

V. 3GPP2 UMB 기술

1. 3GPP2 UMB 개요

4세대 이동통신 기술 표준 중 하나로 거론되고, 켈컴이 독자적으로 진행하고 있는 3GPP2 UMB는 현재의 유선 초고속 인터넷에 준하는 속도로 이동 환경에서 데이터 통신을 사용할 수 있는 기술이다. IEEE802.20으로도 불리는 이 기술은 3GPP LTE와 와이브로 에블루션(IEEE802.16m) 같이 고속의 데이터 전송 속도와 주파수 효율성, OFDM을 기반 기술로 하고 있다는 점은 동일하다. 그러나 이동성과 커버리지의 한계를 극복한 기술적 완성도가 뛰어나고 저전력 설계, 광대역 네트워크 구축의 용이성, 이동시 데이터 전송 성공률이 뛰어난 것이 특징이다. 한편, 3GPP2 UMB 기술은 현재의 이동통신 시스템보다 2배 이상 높은 주파수 효율을 목표로 진행하고 있으며, 고주파수 효율과 낮은 레이턴시로 고품질 무선 접속이 가능하여 이동 전화 가입자들이 유선과 동일한 품질의 무선 데이터 서비스를 이용할 수 있다.

2. 규격 및 방식

3GPP2 UMB 규격 및 방식은 다음을 포함한다.

- 최대 전송속도: 하향 링크 280Mbps, 상향 링크 68Mbps
- 채널 대역폭: 1.25~20MHz
- 다중 접속 방식: 하향 링크는 OFDMA, 상향 링크는 SC-CDMA
- 사용 주파수대역: 3.5GHz
- 이동속도: 250km/h 이상
- 셀 커버리지: 15km

3. 서비스

2009년부터 2010년 사이에 상용화될 차세대 이동통신 기술인 3GPP2 UMB는 켈컴이 핵심이 된 CDMA2000 진영이 내세우는 EVDO 리비전 기술의 최상위 플랫폼으로써 5~20MHz의 주파수 대역폭을 이용하며[8], 최적화된 OFDMA 기술을 채택하고 VoIP를 가능하게 하고, FDD(Frequency Division Duplex)와 TDD(Time Division Duplex) 모드를 지원한다. 또 다수의 안테나로 데이터를 송수신해 전송 효율을 높여주는 MIMO 기술과 공간 분할 다중 접속(Space Division Multiple Access: SDMA) 기술도 지원한다. 3GPP2 UMB는 최고 280Mbps의 하향

링크와 최고 68Mbps 의 상향 링크 속도를 제공하며, 이더넷 수준의 성능과 IP 서비스의 QoS (Quality of Service)를 보장한다.

3GPP2 UMB 는 2007 년 후반에 데모, 2008 년 상반기 샘플 칩을 출시하고, 2009 년 상반기에 상용화할 예정이다. 퀄컴은 WCDMA 기반의 3GPP LTE 칩 상용화에도 나서지만 3GPP2 UMB 에 초점을 두면서 3GPP LTE 가 상용화되기 전에 3GPP2 UMB 로 시장 주도권을 잡는 타임 투 마켓(Time to Market) 전략을 구사할 것으로 전망된다.

VI. 결 론

ITU-R 이 2010 년경에 4G(IMT-Advanced) 이동통신 기술 표준을 확정할 예정이다. 3G 표준 채택으로 WiBro 진화 기술(WiBro Evolution)이 타 4G 이동통신 후보 기술과 대등한 위치에 서게 되어 4G 이동통신 표준 채택에 유리한 위치 확보하고 있다. 현재 WCDMA 의 발전 기술인 3GPP LTE 후속 기술과 WiBro Evolution 이 유력한 4G 이동통신 표준 기술로 부각되고 있다.

ITU 는 2008 년 초부터 4 세대 이동통신(4G)의 표준 제안서를 받을 예정이다. 현재 4G 이동통신 후보 기술로 유력한 것은 3GPP LTE 와 와이브로 에볼루션(IEEE802.16m), 그리고 3GPP2 UMB(IEEE802.20) 등이다. 상기 3 가지 후보 기술들은 4G 이동통신 표준이 정해지지 않은 상황에서 어느 한 기술도 등한시 하지 말고, 3 가지 기술 모두 적극적으로 발전시켜 나가야 할 것이다. ITU 는 2010 년까지 이들 기술의 표준을 제정해 2011 년에서 2015 년까지 상용화 하겠다는 계획을 가지고 있다.

<참 고 문 헌>

- [1] 한국정보통신산업협회, “4G, 차세대 네트워크가 보인다,” 정보화사회, Vol.188, Sep/Oct. 2007, pp.18-25.
- [2] Suk YU Hui, Kai Hau Yeung, “Challenges in the migration to 4G mobile systems,” IEEE Communication Magazine, Dec. 2003, pp.54-59.
- [3] <http://en.wikipedia.org/wiki/4G>.
- [4] http://en.wikipedia.org/wiki/3GPP_Long_Term_Evolution.
- [5] Ulrich Barth, “3GPP Long Term Evolution/System Architecture Evolution Overview,” Alcatel, Sep. 2006.
- [6] DaeHyoung Hong, “2.3GHz Portable Internet(WiBro) for Wireless Broadband Access,” ITU-APT Regional Seminar 2004, Aug. 2004.
- [7] <http://en.wikipedia.org/wiki/WiBro>
- [8] http://en.wikipedia.org/wiki/Ultra_Mobile_Broadband

* 본 내용은 필자의 주관적인 의견이며 IITA 의 공식적인 입장이 아님을 밝힙니다.