

3G 이동통신 시스템 진화

육영수, 임빈철, 오민석, 최진성 | LG전자 이동통신기술연구소

1. 들어가는 말

최근 국내외 여러 사업자들을 중심으로 비동기 3세대 이동통신 시스템인 W-CDMA 시스템이 상용화되면서 동기식 IMT-2000으로 불리는 EV-DO 시스템과 함께 동기/비동기 양대 시스템의 상용화가 완성되었다. 현재 W-CDMA는 단말기와 서비스 측면의 문제 등 서비스 초기의 문제들로 인해 그 확산 속도가 빠르게 진행되지 않고 있으나, 3세대 단말기의 본격적인 보급과 서비스의 개발이 진행되면서 보다 널리 사용될 것으로 기대된다. 또한, W-CDMA HSDPA나 cdma2000 EV-DV와 같은 보다 향상된 시스템과 다양한 서비스 지원이 가능해지는 2005년 이후에는 멀티미디어 데이터 위주의 새로운 시장이 창출되어 2세대 시스템들을 대체할 것으로 보인다. 또한, 보다 새롭고 다양한 서비스 지원을 위해 추가적인 시스템 기능에 대한 표준화가 요구되고 있으며, 다양한 분야에서 표준화가 진행 중이다.

본 기고에서는 이러한 흐름에 따라 진행되고 있는 3세대 이동통신 시스템의 표준화 동향 및 진화 방향을 소개한다. 다양한 3세대 시스템이 있으나, 국내에서 상용화 될 것으로 보이는 3GPP의 W-CDMA 시스템과 3GPP2의 cdma2000 EV-DO/DV 시스템을 중심

으로 표준화 진행 과정, 현황 및 진화 방향에 대해 살펴본다.

2. 3GPP 표준화 동향 및 진화 계획

가. 3GPP IMT-2000 표준화

본격적인 디지털 셀룰러 기반의 2세대 이동통신 시스템의 출현 이후, 지역에 상관없이 보다 양질의 멀티미디어 서비스를 지원하기 위한 3세대 이동통신 시스템 IMT-2000이 ITU를 통해 표준 규격으로 확정되었다. 표준화 초기의 목표는 단일한 시스템 표준의 완성이었으나, 최종적으로 UTRA(Universal Terrestrial Radio Access) FDD, TDD(TD-SCDMA, TD-CDMA), CDMA2000, UWC-136, TDMA/FDMA 등 여러 종류의 시스템이 각각 IMT-2000 시스템으로 확정되었다. IMT-2000 시스템을 위한 여러 기술표준 중에서 3GPP와 3GPP2라는 양대 국제 표준 기구에서 완성된 UMTS와 CDMA2000 시스템은 현재 일본, 유럽, 한국에서 본격적인 상용화 서비스를 시행 또는 준비 중에 있다. 또한 3G 시스템은 진화 표준 규격으로 3GPP의 HSDPA(High Speed Downlink Packet

Access) 및 3GPP2의 1x Ev-DO, Ev-DV 등과 같은 패킷 기반 고속 전송채널 규격이 이미 제정되었고, IP를 지원하는 무선 망(Radio Access Network)의 구조적 진화가 단계적으로 이루어지고 있다 [1]. 이런 3G 진화 시스템의 핵심은 고속 데이터 통신 서비스 지원, 고 주파수 효율을 위한 무선 링크 향상, IP 기술을 지원하기 위한 유·무선 망 구조 진화, 새로운 고품질 서비스의 실현으로 요약될 수 있다[2].

3GPP는 IMT-2000 표준화의 대표적 단체로 GSM/GPRS 망을 기본으로 하는 서로 다른 3개의 무선 접속망 표준을 완성하였다. 이는 각각 W-CDMA라고 불리는 UTRA FDD/TDD, GSM with EDGE이며, 표 1은 3GPP의 TSG(Technical Specific Group)과 역할을 보여준다 [3].

표 1. 3GPP TSG별 역할

TSG	역할
TSG-CN	핵심망 규격을 제정
TSG-GERAN	GSM/EDGE의 무선접속 규격을 제정
TSG-RAN	UTRA FDD/TDD의 무선접속 규격을 제정
TSG-SA	서비스 및 시스템 규격을 제정
TSG-T	단말기 관련 규격을 제정

3GPP에서는 시스템 표준의 진화에 Release 개념을 도입한다. 각 Release는 진화된 UMTS의 각 단계를 의미하는 것으로, 특정 Release가 완료되면 시스템에 큰 변화를 가져올 수 있는 Feature들은 더 이상 추가되지 않는다.

GSM의 경우 오랜 기간 동안 Phase 1, 2 등의 표준화가 진행되었으나, UMTS의 첫 Release는 1999년 표준화 작업을 시작하여 2000년 3월에 완료를 목표로 했기 때문에, 개발 시기를 기준으로 Release 99(R99)로 명명되었다. R99의 완성 이후 다양한 Feature들이 추가된 표준은 2001년 3월에 끝날 것으로 예상되

어 Release 2000(R00)이라는 명칭이 부여되었지만, R99의 표준 보완이 지연되면서 R00의 완성 시기가 자연스럽게 연기되었다. 이후 표준에 연도별 이름을 추가하는 것이 적절치 않음을 깨닫고, 2000년 8월 TSG SA 회의에서 R00를 R4로 변경하고, 이후의 표준을 R5, R6 등으로 명명하는 방법을 채택하였다. 현재는 R5 표준이 제정되었으며, R6 표준화가 진행 중이다.

나. 3GPP의 Release 6 표준화 동향

Release 5가 2002년 말에 종료되면서 최근 Release 6의 표준화가 활발하게 진행 중이다. Release 6에서 진행되고 있는 표준화 이슈 중 중요한 것으로 MIMO, MBMS, IMS Phase2, WLAN-UMTS Interworking 등이 있다.

(1) MIMO(Multiple-Input Multiple-Output)

무선 링크 향상 기술의 핵심 요소로 Release 6의 주요 Feature로 고려되고 있는 것은 MIMO(Multiple-Input Multiple-Output) 기술이다. MIMO 기술은 송수신단에서 다중 안테나를 사용하여 데이터를 전송하는 방식이다. 3GPP에서는 최대 4개의 송수신 안테나를 사용하는 MIMO 시스템을 고려하고 있다. 최초의 제안은 HSDPA에서 적용하는 것으로 한정되었으나 최근 기존의 DSCH에 적용하는 것도 추가로 고려되고 있다. 3GPP의 MIMO 기술은 실제로 HSDPA의 논의의 초기부터 시작되었으나, Release 5에서는 제외되었다. MIMO 지원을 위해서는 물리계층 뿐만 아니라 2, 3 계층 프로토콜 및 RF 관련 영역이 다루어지게 되므로 Release 6의 대표적인 Feature가 되었다 [4][5].

우선, MIMO 표준화의 첫 단계로 3GPP2와 공동으로 2003년 2월에 공간 채널 모델을 완성하였다. 이를 기점으로 하여 MIMO 시스템 구조에 대한 기술 보고서인 TR25.876의 작성이 진행되었으며, 현재까지 MIMO 시스템의 요구 사항, Link 및 System level 시뮬레이션 방법 등에 대한 정의 작업이 진행되었다 [5]. 반면, MIMO는 Release 6의 주요 특징임에도 불구하고 표준 논의가 오랫동안 지연되었으며, 최근에서야 각 사별로 MIMO 전송 구조를 제안하고 있는 상황이다. 현재 TR25.876은 버전 1.3.0으로 많은 부분의 표준이 결정되어야 하는 상황이다. 이러한 이유로 실제 Release 6에 포함될 것인지에 대한 의문이 제기되고 있다[6].

(2) MBMS(Multimedia Broadcast and Multicast Service)

Broadcast와 Multicast는 일대다로 데이터를 전송할 수 있는 방법으로, 3GPP의 MBMS는 Broadcast와 Multicast 서비스를 이동 통신 시스템에서 제공하는 서비스 지원구조이다. 3GPP의 MBMS 표준화는 사업자들의 요청에 의해 시작되었으며, 현재는 SA와 RAN을 중심으로 표준화가 진행 중이며, 모든 Task Group과 관련된 중요한 표준 이슈들 중의 하나이다 [7].

현재 진행 중인 Stage 2 작업에서는 MBMS를 제공하기 위한 기본적 사항들만을 결정할 예정이며, 세부적인 기능과 프로시저, 메시지, 프로토콜 동작 등은 2004년 3월 이후 이루어질 Stage 3 작업을 통해 결정될 것이다. 따라서, 사업자들이 MBMS 서비스를 실질적으로 제공하기 위해서는 Stage 3 작업이 충분히 마무리되는 2005년 초반 이후에나 가능할 것으로 예상된다. HSDPA가 RAN에만 영향이 있었던 것에 비해,

MBMS는 RAN, CN, T, SA, GERAN 등 모든 working group들의 표준에 영향을 주므로, 실제 서비스 가능한 시기는 이보다 더 늦추어 질 가능성이 높다[8][9].

표 2는 3GPP에서 고려하는 MBMS 서비스의 전송률을 보여주며, 보다 자세한 서비스 시나리오는 TS25.246에 나와 있다. 현재는 대략 10~384kbps의 전송률을 요구하는 서비스들이 정의되고 있으나, 3GPP MBMS의 물리계층 전송 채널로 고려 중인 S-CCPCH의 한계로 인해 64kbps 정도의 서비스까지 고려되고 있다[10].

MBMS에서 두 가지 형태의 모드를 지원한다 (Broadcast 모드와 Multicast 모드). Broadcast 모드는 서비스 영역 안에 있는 모든 가입자가 단말기 설정만으로 Broadcast 데이터를 수신할 수 있는 반면, Multicast 모드는 해당서비스에 가입한 특정 사용자들만을 대상으로 서비스를 제공한다. 두 가지 모드가 모두 비슷한 요구사항을 정의하고 있으나, Multicast의 경우 유료 서비스인 경우가 많으므로 과금, 보안 등의 요구사항에 대한 정의 수준이 높다.

그림 1은 MBMS 서비스의 전체적인 구성도를 나타낸 것이다. BM-SC(Broadcast/Multicast-Service Center)는 Contents Provider로부터 제공받은 MBMS 서비스의 스케줄링, 과금 및 보안을 담당하는 서버로 패킷 망을 통하여 RNC 까지 연결된다. GGSN (Gateway GPRS Support Node)은 인터넷 공중망과 정합하기 위한 관문 노드로서 다양한 패킷 정합 기능을 담당하며, BM-SC로부터 수신된 IP 신호를 Mobile IP로 변경하여 SGSN 에 보내준다. SGSN은 RNC에게 패킷 데이터 전송을 위한 세션 관리 기능을 수행한다[9].

표 2. MBMS 서비스 예와 비트율

Application	Media type(s)	Typical Bit rate
교통정보	Text, audio, pictograms, video	8kb/s ~ 64kb/s
날씨	Text, video, pictograms	8kb/s ~ 64kb/s
광고	Text, video, pictograms	8kb/s ~ 64kb/s
뉴스 방송	Audio, video	8kb/s ~ 256kb/s
인터넷 음악 방송	Audio	8kb/s ~ 64kb/s
Video concert	Audio/Video	32kb/s ~ 256kb/s
스포츠 장면 재생	Video	32kb/s ~ 256kb/s
파일 공유	Binary data	8kb/s ~ 256kb/s

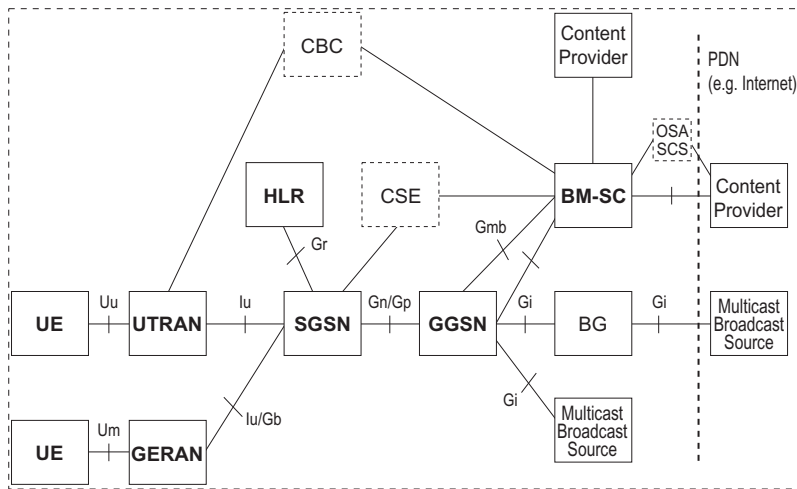


그림 1. MBMS 서비스의 구성도

(3) IMS Phase 2

핵심망 측면에서는 Release 5의 IMS에 이어 IMS Phase 2 표준화를 진행 중이다.

IMS(IP Multimedia Subsystem)는 SIP 시그널링을 기반으로 IP 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 Release 5에서 제안되었다. Release 6에서는 Release 5에서의 IMS Phase 1 작업을 이어 받아 IMS Phase 2 작업을 진행하고 있으며 2004년 초에 종료를 목표로 하고 있다. Release 5에서는 IETF의

관련 작업들(SIP, IPv6 support within SDP, DHCP options for SIP servers, AMR, AMR WB(AMR Wideband), RTP(Real-Time Transport Protocol) and SDP(Session Description Protocol), Network Asserred Identity 등)을 Review한 뒤 IMS의 노드(P-CSCF, ICSCF, S-CSCF) 및 인터페이스, SIP를 이용한 호 설정 및 해제, 등록 등의 절차를 정의하고 Stage 3까지의 표준안을 작성하였다. Release 6에서는 Release 5의 표준안을 바탕으로 IMS에서의 Conference Service, Location Based

Service 등을 위한 Stage 2 및 Stage 3 작업을 수행하고 있다.

Phase 2에서 진행 중인 내용은 다음과 같다.

- IMS Group Management
- IMS Conferencing
- IMS Messaging
- IMS Local services
- Additional SIP Capabilities support not covered by R5
- Review additional SIP Capabilities against IMS
- Interworking between IMS and IP networks
- Mm interface(CSCF to external IP multimedia network)

(4) WLAN-UMTS Interworking[11][12]

연동의 목적은 3GPP의 서비스 및 기능을 WLAN 접속 환경의 사용자에게도 제공하기 위한 것이다. 따라서 WLAN 망은 3GPP 시스템 관점에서 하나의 대안 접속 기술이 될 수 있다. WLAN과 UMTS 연동을 위해 여섯 가지 시나리오가 제안되어 있다. 기본적으로는 시나리오 단계가 높아지는 경우 이전 단계 시나리오의 서비스 및 기능을 그대로 지원하는 상태에서 새로운 서비스 및 기능을 추가하도록 되어 있으나 시나리오 4 이후의 경우 이전 시나리오 지원 여부가 불투명한 상태이다. 현재 시나리오 3이 작업 중이며, 시나리오 4 이상에 대해서는 Release 7에서 논의할 계획이다. WLAN과의 연동을 위해 GPP 망에 WLAN Access Gateway 및 Packet Data Gateway가 추가되었고 Wn, Wr/Wb, Wx, Wf, Wo, Wm, Wi와 같은 WLAN 망과 3GPP 핵심망 구성 요소 사이의 인터페이스와 노드들이 새로 정의되었다.

3GPP 망 사이에 로밍이 지원되는 경우, WLAN을 통해 3GPP Visited Network에 접속한 후 로밍 협약에 의해 터널을 통해 3GPP Home Network로 연결될 수 있다. 이 때 인증을 위해 Visited Network에 AAA의 proxy 서버를 두게 된다. 망 구조 참조 모델 이외에도 인증, 등록 및 과금 절차가 간략하게 정의되어 있으며 여러 가지 터널링 옵션이 제안되어 있다. 현재 터널링 문제 및 IP 주소 할당 문제가 주 논의 사항으로 관련 내용은 추후에 결정될 예정이다. WLAN-UMTS 연동과 관련된 자료로는 Feasibility Study와 연동 시나리오 내용을 포함한 Technical Report와, 기능 및 구조를 정의한 Stage 2 표준안의 드래프트 버전이 발표되어 있다. 연동 관련 표준화를 담당하고 있는 TSG-SA의 WG2에서는 연동 구조를 정의하는 작업을 진행중이나, 표준화가 지연되어 종료 시기는 예정된 2004년 5월 이후로 예상되고 있다.

다. Release 6 이후의 3GPP 표준화 주요 이슈

(1) Uplink Enhancement for UTRA[2][13]

일반적인 데이터 전송 시 순방향 데이터량이 역방향 데이터량보다 크다는 가정하에 순방향 전송률의 향상을 위한 노력이 많이 있었으나, 최근 역방향 사진 파일 전송, 역방향 e-mail 전송 등의 트래픽이 증가하면서 역방향 전송률의 향상을 위한 패킷 전용채널에 대한 연구의 필요성이 제기 되었다. 이에 따라 3GPP에서는 2002년 말 HSDPA의 상대 개념으로 Uplink enhancement라는 SI(Study Item)를 승인하였고, 역방향 패킷채널을 E-DCH(Enhanced Dedicated CH)로 명명하였다.

E-DCH 표준화는 RAN WG1을 중심으로 진행되고 있으며, TR25.896 "Feasibility Study for Uplink

Enhancement for UTRA FDD” 문서의 작성을 진행하여 2004년 2월에 Spain의 Malaga에서 열린 36차 회의에서 버전 2.0.0을 완성하고, SI를 종료하였다. 이후 2004년 3월 RAN Plenary에서 WI(Work Item)의 승인이 예정되어 있으며, 5월 경 WI가 시작될 것으로 보인다. 또한 현재까지는 Release 7의 주요 특징(Feature)이 될 것으로 보이나, 상황에 따라서 Release 6의 특징으로 포함될 가능성도 배재할 수 없는 상황이다.

E-DCH는 HSDPA와 같이 RAN 전체에 영향을 주는 표준으로 Release 6 이후에 가장 중요하게 다루어질 것으로 보인다. 또한, 최근 TDD에서도 “Uplink enhancement for UTRA TDD” SI(study Item)를 시작하는 등 최근 표준화의 핵심 이슈가 되고 있다.

E-DCH의 주요 기술 이슈는 크게 Node B controlled Scheduling, HARQ, Shorter TTI이며, 기존에 논의되었던 AMC 및 Higher-order Modulation 기법, Fast DCH setup 등은 WI에서는 제외하기로 결정하였다.

(2) OFDM in 3GPP

OFDM 방식은 광대역 전송 시스템에 유리한 구조로 차세대 시스템 관련 연구에서 매우 중요하게 언급되고 있다. OFDM 방식은 광대역 신호를 다수의 협대역 신호의 조합으로 구현한 방식으로, 복잡한 광대역 신호처리를 이용하지 않으면서도, 주파수 다이버시티 등과 같은 광대역 신호의 장점을 살릴 수 있다. 또한, 이러한 협대역 부반송파의 전송방법으로 인해 MIMO 및 Beamforming 기술과 간단히 결합될 수 있으며, 낮은 복잡도의 등화기 구현이 가능하다[14].

3GPP에서 OFDM 방식에 관한 논의의 시작은 HSDPA에 OFDM을 적용하는 방법에 대한 SI를 구성

하면서 시작되었으나, 최근 SI의 명칭을 “Feasibility study for OFDM for UTRAN enhancement in 3GPP”로 변경하면서 실제로 HSDPA에 OFDM을 적용하는 것보다는 차기 시스템을 위한 연구의 의미를 강조하려는 움직임이 있다[15]. OFDM이 HS-DSCH를 사용하는 데 있어서의 유용성이 증명되면 OFDM 하향 링크를 통해 다른 서비스들이 제공될 수 있을 것이다[16].

(3) IP-RAN

차세대 시스템의 큰 특징 중 하나로 고려되고 있는 것이 All-IP 망으로의 진화이다. All-IP는 현재의 IMT-2000 구조와 프로토콜을 모두 IP 기반으로 하기 위한 것으로 장점은 다음과 같다.

- IP 기반 유무선 통합 네트워크 구축 가능
- Flexible/Scalable 망 구조
- 저렴한 망 구축/운영 비용
- 네트워크/서비스의 진화가 용이함

All-IP 망으로의 진화를 위해 3GPP에서도 단계적인 네트워크 구조 변화를 추구하고 있다. RAN 측면에서 All-IP로의 진화 방안은 크게 IP transport와 OpenRAN으로 나눌 수 있다. 전자의 경우 전송 프로토콜만 IP로 변환하는 구조이며, OpenRAN은 RAN 구조 자체를 변경하는 방법이다.

3GPP Release 5에서는 IP transport를 지원하는 표준 규격을 선택 사항으로 완료하였고, 현재 Release 6의 SI로 OpenRAN과 관련된 표준화가 진행 중이다. IP transport in UTRAN은 All-IP 네트워크로 진화하는 단계의 출발점으로 볼 수 있으며, 이는 Release 6의 SI인 Evolution of UTRAN Architecture 등의 표준화를 거쳐 점진적으로 All-IP 망으로 진화할 것으로 보인다.

(가) Release 6 이후의 IP RAN 표준화

전송 계층에서의 IP 지원 구조의 표준화 이후 Release 6에서는 IP 전송의 효율화를 위한 근본적인 방안으로 RAN 구조 진화에 대한 연구를 수행하고 있다. 3GPP RAN WG3에서 진행되는 UTRAN Evolution SI가 그것인데, 이 SI의 목표는 IP 네트워크 환경을 위한 새로운 RAN 구조를 위해 UTRAN 구조를 효율적으로 개선하여 전송, 제어, 자원 관리 및 운용의 과정을 분리화, 단순화하여 전체 시스템의 효율성을 높이는 것이다. 이 SI는 2003년 초에 시작되었으며, 현재 약 20% 정도 진행되었으며, TR25.897 버전 0.4.0를 작성 중이다. 현재의 논의의 중심은 RNC (Radio Network Controller)의 분화에 있는데, RNC의 분화 방법에 따라 여러 가지 제안이 진행되고 있는데, 현재 크게 다음의 세 가지 안을 중심으로 진행되고 있다 [17].

- Evolved Architecture based on functional separation
- Evolved Architecture based on new location of radio function
- Evolved Architecture based on iNodeB and RAN server

(나) Future Evolution of IP RAN[19]

앞의 세 가지 제안 중 일반적으로 동의 되고 있는 진화 방향은 Node B에서의 접속 제어 기능 강화와 RNC의 기능적 분화이다. 앞으로의 진화 방향은 두 가지 가능한 시나리오를 중심으로 전개될 것이며 회선 교환 영역(CS Domain)의 존재 여부에 따라 약간의 차이를 가진다.

회선 교환 영역이 존재하지 않는 시나리오는 기존의 전화망이 VoIP를 이용한 패킷 망으로 대체되는 시나리오로 실제로 All-IP 네트워크의 최종 단계이다. 이 경우 RAN의 기능은 단순히 IP 핵심 망으로 접속을 위한 라우터 기능으로 단순화 되며, 기존의 자원 관리 및 제어 기능이 핵심망에 존재하는 다양한 서버들로 이전 될 것이다.

반면, 3GPP와 같은 진화형 모델에서는 기존의 회선 기반 망이 오랫동안 존재할 것으로 보는 견해가 높다. 이 경우 패킷망의 구조는 앞의 경우와 비슷하게 진화되나 회선망을 지원하기 위한 RAN Access System 등이 필요하게 될 것이다.

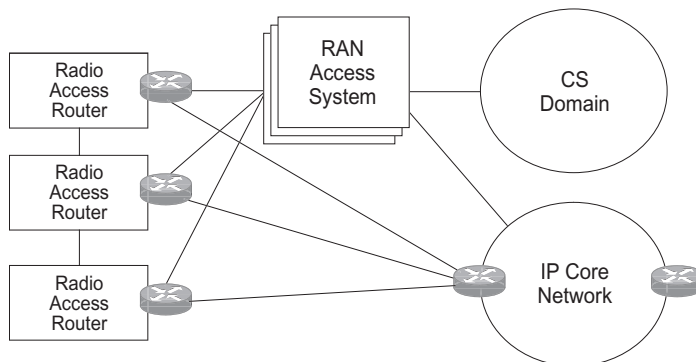


그림 2. Future Evolution for IP RAN 시나리오

(4) Beyond 3G를 향한 3GPP의 중장기 진화 방안 [20]

3GPP 시스템의 진화 방향에 대해서는 향후 1~3년 내의 단기적 관점으로 보는 3G enhancement와 향후 7년 정도의 장기적 관점으로 보는 3G long term evolution 두 가지로 나누어 볼 수 있다. 3GPP의 중장기 진화 방안은 다음의 사항을 바탕으로 하고 있다.

- 향후 시스템은 혁신(revolution)이 아닌 가능한 기존의 기술들이 재사용되는 진화(evolution)기반으로 구축될 것이다.
- 3GPP 구조 다음의 3가지 수평적인 계층이 존재할 것이다.
 - Access/connectivity Layer
 - Service Enablers Layer
 - Application/Services Layer
- 3GPP 구조는 사용자, 제어, 관리에 관련된 정보들이 각각의 Plane으로 분할될 것이다.
- 또한 향후 3GPP RAN 진화 단계는 3G Enhancement(중, 단기, ~2006. 7)와 3G Long Term Evolution(장기, 2007. 8 ~)으로 구분된다. 두 단계를 나누는 시점은 차기 WRC 회의에서 추가 주파수가 할당될 것으로 예상되는 2007~2008년으로 보고 있으며, 두 단계는 동시에 존재할 수도 있다.

(가) 3G Enhancement in RAN(short, medium term)

RAN 관점에서의 진화 계획에 있어 기본 목표는 첫째로 다음의 3가지 측면에서의 무선 성능의 향상을 의미한다.

- Higher spectral efficiency
- Improved coverage

- Radio protocol optimisation for shorter radio access latency

향후 전개될 Evolution 시스템에서는 무선 성능 향상의 결과로 HSDPA 보다 최소 2배 이상의 고속 패킷 전송 지원을 목표로 하고 있으며, 이를 구현하기 위한 기술로 multiple antenna 기술, Multiple access 기술, 무선 접속 protocol의 최적화 기술 등이 논의되고 있다. RAN 진화에서의 두 번째 목표는 네트워크 효율을 높이고 비용을 최소화하기 위해 RAN 구조를 IP 패킷 전송에 적합하도록 최적화하는 것으로 Release 5부터 단계적으로 이루어지고 있다.

핵심망 관점에서는 다음과 같은 방향으로 추진한다.

- IMS를 중심으로 하는 3GPP와 3GPP2 사이 Harmonization
- 서비스 확장 및 응용 서비스 지원, 보안 관련 지원
- 시스템 성능 향상 및 효율성 개선
- 시스템 유연성, 확장성, 상호 운용성 및 안정성 등의 개선

(나) 3G Enhancement in RAN(long term)

3GPP에서 고려하고 있는 장기적인 관점의 3G 진화의 목표는 ITU-R의 system beyond IMT-2000의 요구 조건을 만족시키기 위해 다음과 같이 최대 전송률 및 주파수 효율을 목표로 하고 있다[21].

- 최대 전송률 목표
 - 최고 100Mbps in full mobility
 - 최고 1Gbps in low mobility
- 주파수 효율 목표
 - Single Cell: 최고 5-10 bps/Hz
 - Multi-Cell: 최고 2-3 bps/Hz

또한, 이러한 목표를 이루는 방법으로 기존의 WLAN을 포함한 다른 접속 방식 및 새로운 네트워크의 연동을 단계적으로 고려하고 있다.

결론적으로 현재 3GPP에서는 Release 6 이후에도 중장기 진화 시스템을 위한 표준 작업을 통해 Beyond IMT-2000 시스템 표준화를 주도하려는 움직임을 보이고 있다.

3. 3GPP2의 표준화 동향 및 진화 계획

3GPP2(3rd Generation Partnership Project 2)는 동기식 CDMA 기술인 CDMA2000 기술을 기초로 하여 국제 표준 규격을 작성하기 위한 조직으로, 1999년 미국이 주축이 되어 구성되었다. 한편, 비동기 W-CDMA 기술의 국제표준 규격을 작성하는 3GPP(3rd Generation Partnership Project)는 유럽이 주축이 되어 3GPP2에 한 발 앞서 구성되었다.

3GPP2는 TTA(미국), ARIB/TTTC(일본), CWTS(중국), TTA(대한민국)의 5개 표준단체가 파트너로 구성되어 있으며, 각 표준화 단체에 속한 회원사가 개별회원(Individual Member)으로 참여하여 표준기술 제안 및 표준규격 작성을 담당한다. 그리고 제정된 표준규격은 소속되어 있는 파트너(표준 단체)들이 표준으로 제정하기로 상호규약을 맺고 있으며, 이에 따라 3GPP2에서 제정된 표준 규격들은 TTA의 단체표준(기술 규격)으로 제정된다[22].

가. 3GPP2 구조

3GPP2는 최상위 의사 결정 기구라 할 수 있는 SC(Steering Committee)와 4개 기술분과로 구성되며, 이들 외에 파트너들이 참여하는 OP(Organizational Partners)회의가 있다. 아래 표 3은 4개 기술 분과의 명칭과 주요 작업내용을 간단히 나타내고 있다.

3GPP2는 그 동안 cdma2000 1x Release A/B/C(1x EV-DV), 1x EV-DO(HRPD)의 표준규격을 제정해 왔으며, TSG-A는 이들 시스템의 Access Network Interface 표준규격 작업을, TSG-C는 무선 접속기술 표준규격 작업을 담당하고 있다. 그리고 TSG-X는 기존의 TSG-P와 TSG-N이 합쳐진 조직이며 그 산하에 ERA(Evolution, Requirement, Architecture), CSN(Circuit-Switched Network), PSN(Packet-Switched Network), PMT(Program Management Team)과 같이 4개의 Working Group을 두고 있다. TSG-S는 주로 제정하려는 표준규격의 service feature 또는 system requirements 등 Stage 1 요구사항 작성을 담당하고 있다[22][23].

나. cdma2000 Evolution[24-26]

cdma2000은 그림 3에서처럼 IS-95A로부터 IS-95B, cdma2000 1x(IS-95C), cdma2000 Revision A, B, C(1xEV-DV), D의 단계로 진화해왔다.

1999년에 발표된 cdma2000 Revision 0에서는 데이터 전송을 위한 터보 코딩이 도입되었고 144kbps의

표 3. 3GPP2의 기술분과별 표준화 내용 및 동향

명칭	주요내용	2003년 동향
TSG-A	Access network interface	cdma2000 Revision D의 access network interface 규격 개발
TSG-C	cdma2000	1xEV-DV Revision D 개발
TSG-S	Service & system aspect	MMS(multimedia messaging service)와 3GPP2-WLAN interworking 관련 규격 개발
TSG-X	Intersystem operation	MMD(Multimedia domain) 규격 개발

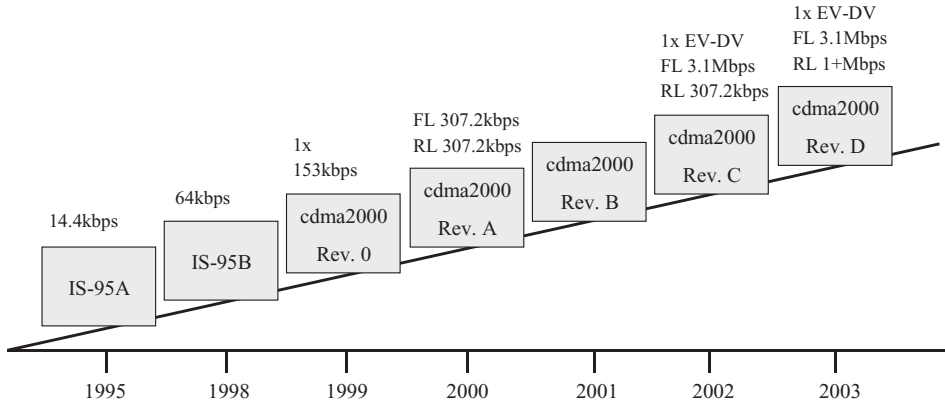


그림 3. 3GPP2 규격의 진화과정

전송률을 지원하기 위한 새로운 채널이 추가되는 변화가 생겼다. Revision 0의 주된 특징은 다음과 같다.

- Quick power control for the downlink traffic channel
- turbo coding
- transmission diversity
- a high-speed supplemental channel for up to 144 kb/s data communication

이후 Revision 0는 Revision A로 진화되었고 순방향/역방향 링크의 데이터 전송 속도가 2배 정도 향상되는 모습을 보였다. Revision A의 특징은 다음과 같다.

- Multi-carrier mode with 3x
- High-speed supplemental channel
- High-speed control channel

• Simultaneous data and voice communication.
2002년 6월에는 1xEV-DV로 불리는 Revision C가 완성되었다. 1xEV-DV의 순방향/역방향 링크의 무선 구간의 요구사항은 다음 표와 같다. Revision C에서는 주로 순방향 링크의 개선에 초점을 맞추었다.

1xEV-DV는 동일한 RF대역에서 실시간 음성 서비스와 고속의 데이터 서비스를 동시에 제공하기 위한 규격이다. 순방향 링크에서 3.1Mbps의 최대 전송 속도를 지원하며 평균 섹터 throughput은 1.25MHz당 1Mbps이며 다음과 같은 새로운 기능과 특징을 갖는다.

- Adaptive Modulation and Coding(AMC)
- TDM & CDM multiplexing
- F-PDCH, F-PDCCH, R-CQICH, R-ACKCH

표 4. 3GPP2 Revision C의 무선구간 전송용량

	Forward Link	Reverse Link
System wide average data throughput - Full buffer	1.7Mbps	285kbps
System wide average data throughput - Mixed traffic/mixed channel	420kbps	90kbps
Packet data peak data rate	3Mbps	450kbps

- Cell selection
- Fast C/I feedback
- Fast H-ARQ

1xEV-DV의 역방향 링크의 개선을 위한 방안을 논의 중인 cdma2000 Revision D는 2004년 2월에 최종 규격안이 확정되었다. 역방향 링크의 섹터당 throughput을 2배 가량 향상시키기 위해서 R-PDCH, R-PDCCH, R-REQCH, F-GCH, F-RCCH, F-ACKCH 등의 새로운 채널이 추가되었다. Revision D의 주요 특징은 다음과 같다.

- Physical layer H-ARQ
 - 4-ARQ channels, Maximum of two re-transmissions
 - Synchronous IR
- Fast reporting of MS status
 - for QoS support
 - for Fast scheduling, fast ramp-up and ramp-down
- Power boosting
 - Allows for variable transmission power of sub-packets(re-trans)
 - Useful for delay-sensitive traffic, targeting successful 1st or 2nd frame transmission

Revision이 거듭될수록 순방향/역방향 링크의 용량이 개선되어 왔고 그림 4에서 보듯이 Revision C에서는 순방향 링크의 최대 전송속도가 3.1Mbps로 발전하였고, Revision D에서는 역방향 링크의 최대 전송속

도가 1Mbps이상으로 향상될 전망이다[24].

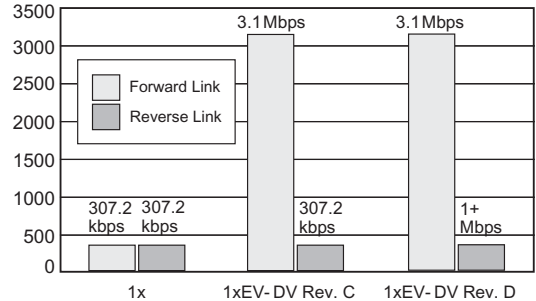


그림 4. Peak data rate (Nokia)

HRPD(high rate packet data)라 불리는 1xEV-DO는 1x Evolution의 데이터 전송만을 위한 규격이다. 1xEV-DO Revision 0의 요구사항은 표 5와 같다.

현재 논의 중인 1xEV-DO Revision A는 1xEV-DV에서 개발된 기술을 도입하는 것과 역방향 링크의 성능을 개선하기 위한 것이다.

다. 표준화 현황

(1) 1xEV-DV

1xEV-DV는 동일한 FA(Frequency Assignment)에서 음성과 데이터를 모두 서비스하는 것으로, 순방향 링크 기능은 CDMA2000 Release C에 포함되어 있으며 최대 전송속도가 3.1Mbps이다.

1x EV-DV의 역방향 링크 작업은 2002년 8월부터

표 5. 3GPP2 EV-DO Revision 0의 무선구간 전송 용량

	Forward Link	Reverse Link
Vehicular peak data rate	1.25Mbps	144kbps
Vehicular average data rate	600kbps	144kbps
Fixed/pedestrian data rate	2Mbps	144kbps

시작되어 2004년 2월 완료되어 최종 결과인 CDMA2000 Release D 문서가 승인되었다. 구체적인 작업은 평가방법을 통일하기 위한 Evaluation Methodology 개발과 역방향 성능 개선(Reverse Link Performance Enhancement)으로 나눌 수 있다.

Evaluation Methodology는 역방향 링크 성능 개선을 위한 제안들을 공정하게 평가하기 위하여 표준화된 평가 방법을 개발하는 작업이며, 참여 회사는 Ericsson, LG전자, Lucent, Nokia, Ntel, Qualcomm, 삼성전자 등 7개 회사다. 그리고 역방향 성능 개선 작업을 위한 실질적인 기고문 제안은 2002년 12월 회의에서 LG전자, Nokia가 기고를 했으며, 2003년 1월 회의에서는 삼성전자, Ericsson이 그리고 2003년 2월 회의에서 Lucent, Ntel, Qualcomm이 기고문을 제출하였다. 제안된 기고문들은 역방향 링크 최대 전송 속도 1Mbps ~ 1.8Mbps의 내용을 담고 있다.

cdma2000의 진화가 거듭되어 오면서 많은 성능 향상을 이루어 왔지만 아직 개선 사항이 많이 남아 있다. 계산량이 적은 순방향 링크의 간섭 제거, 다양한 MAC 구조하에 역방향 링크의 간섭 제거, QoS를 지원하기 위한 스케줄링 알고리즘, call admission 알고리즘, Congestion control 알고리즘, 역방향 링크 부하 추정 알고리즘, 다중 안테나 도입의 영향 평가 등이 open problem으로 남아 있고 이중 스마트 안테나 도입은 Revision E의 주된 이슈가 될 전망이다[24].

(2) 1x EV-DO

2003년 3월에 Qualcomm사가 1x EV-DO 개선을 위하여 표준 작업 우선순위 및 작업방법(Work Priority and Mechanism) 관련 기고문을 제안한 후,

TSG-C는 2003년 4월 회의에서 1x EV-DO Revision A를 만들기 위한 임시 작업반(Ad hoc group)을 WG3하에 구성키로 하였으며, 작업 목표는 다음과 같다.

- 상위계층 및 물리계층의 항목을 포함하여 Revision A의 위치를 확정
- 성능평가 방법을 개발
- baseline text 작성

또한 Qualcomm은 2003년 4월 회의 이후 기고문을 통하여 임시 작업반이 작업해야 할 후보 항목들로서 1x EV-DO 성능 향상 외에 QoS, Security Framework for 1x EV-DO Data Service, Packet Video Phone 등을 제시하였다.

1x EV-DO 성능 향상과 관련하여 Qualcomm사는 순방향 링크에 기존의 DRC(Data Rate Control)에 2개를 추가하여 최대 전송속도 3,072Mbps가 가능하게 하고, 역방향 링크에 HARQ(Hybrid Automatic Repeat Request)를 사용하여 최대 1,2288Mbps가 가능함을 주장하였다. 그리고 Lucent사는 성능 개선을 위하여 Data Traffic을 위한 mode로서 최대 4Mbps까지 지원할 수 있는 burst mode 도입을 제안하였다.

한편, 제안된 성능 향상 방안들에 대한 Evaluation 방법에 대해서도 논의가 되고 있는데 1x EV-DO Evaluation 방법을 수정하여 이용할 것으로 예상된다.

(3) All-IP core network

3GPP2의 All-IP 네트워크 관련 표준 작업은 1999년 11월에 All IP 임시 작업반을 구성함으로써 시작되었으며, 2001년 4월에는 OHG(Operators Harmonization Group)의 요청으로 3GPP와 All IP

네트워크의 Harmonization을 위한 워크 플랜을 실시하고 Harmonization의 필요성을 인정하여, All IP 네트워크의 구조 및 사용 용어 등 많은 부분을 3GPP와 일치 시켰다[25].

3GPP2의 All IP core network 개념은 MMD(IP Multimedia Domain)와 LMSD(Legacy MS Domain)의 두 개의 domain으로 구성되어 있다. MMD는 Core network의 All-IP화를 나타내며, LMSD는 All-IP로의 진화과정에서 기존의 단말을 지원하기 위한 것으로 볼 수 있다.

3GPP2는 4단계의 네트워크 진화과정을 거쳐 All-IP 네트워크로 진화하는 전략을 택하고 있다. 이때 각각의 단계별로 이미 존재하고 있는 TIA/EIA-41 네트워크와의 호환성을 유지하면서 진화한다. Phase-0에서는 All-IP 네트워크로 진화하는 시점으로서 회선교환방식과 초기 단계의 패킷교환방식을 지원하는 현재의 무선 네트워크를 의미한다. 세 스 망은 legacy TIA/EIA-41 네트워크의 MSC, BS와 PCF(packet control function)와 PDSN(packet data serving node)을 규정하는 IOS version 4.0을 기반으로 구성되며 무선 구간은 cdma2000 Revision 0를 채택하고 있다. Phase-1의 세 스 망은 핵심망과는 적 으 로 진화하여 시그널링과 어 러 트래픽이 분리되는 시그널링 링크에서 IP 기반의 Signaling transport을 채택한다. 무선 구간 역시 핵심망과 적 으 로 진화하여 cdma2000 Revision 0 또는 Revision A를 기반으로 동작한다. Phase-2에서는 기존의 IS-95A/B 및 IS-2000에서 서비스 받던 legacy 단말들이 IP 기반 핵심망 환경에서 서비스를 받을 수 있도록 LMSD(Legacy MS Domain)에 대한 구체적인 표준화가 진행된다. Phase-3는 All-IP로 완전히 진화한 상태로 IP가 무선구간까지 확장되어 세 스 망과 무선 구간에서 시그널링과 어 러 트래픽에 대해 IP Transport가

지원되고 핵심망에서는 IP 멀티미디어를 지원하기 위한 MMD(Multi media domain)가 도입된다. 표준 현황을 보면, LMSD의 경우 LMSD - step 1 문서가 완성된 상태이며, 최근에는 LMSD-step 2 작업 시작을 위한 Work item 논의가 TSG-S에서 진행되고 있다. MMD 작업은 TSG-S가 MMD System requirement 문서 작성을, TSG-X는 Multi-Media Domain Overview, IP Multimedia Subsystem(IMS) Stage 2, IP Multimedia Call Control Protocol 등 10여 개의 세부 파트로 나누어 작업을 진행하고 있다. 이 표준 작업에 맞추어 기 작성되었던 IP Network Architecture Model 문서와 Evolution 문서 또한 신해 나가고 있다[23].

(4) Broadcast/Multicast Service(BCMCS)

cdma2000 네트워크를 이용한 Broadcast/Multicast Service(BCMCS)는 많은 관심을 받고 있는 표준 규격 작업 중의 하나이다. 처음에는 cdma2000 1x 네트워크를 이용하는 것으로 시작되었으나, 현재는 1x EV-DO 망을 이용하는 것에도 많은 관심이 증 되고 있다.

BCMCS를 위한 무선 전송 규격은 Qualcomm사의 제안으로 TSG-C WG3에서 거의 Baseline document 작성을 완료한 상태이며, 무선 접속 프로토콜(Upper layer) 규격은 TSG-C WG2에서 작업을 진행하고 있다. 이에 앞서 TSG-S는 BCMCS stage 1 요구사항 문서 작성 작업과 BCMCS Security Framework 작업을 진행하였다[27].

한편, TSG-X로 합쳐지기 전의 TSG-P BCMCS Ad hoc 그 에서는 BCMCS의 전체 framework 작업을 진행해 왔으며, 이를 TSG-X에서 이어 받아서, 현재는 기본 격 은 확정하고 문서 작업을 진행하고

있다.

TSG-X의 BCMCS Ad hoc 그룹은 2003년 5월 회의에서 BCMCS Framework의 Baseline 문서 작업 완료를 목표로 하고 있으며, 이 Framework에 근거하여 관련 기술분과(TSG-A/C/X 등)에서 세부 표준 규격 작업을 진행해 가고 있다.

(5) MMS(Multimedia Messaging Service)

MMS는 기존의 SMS가 간단한 스트림 메시지를 전송하는 것과 달리 멀티 미디어 메시지를 전송하는 서비스이다. 3GPP2 MMS는 상호 운영성을 최대한 지원하기 위하여 3GPP와 IETF의 프로토콜 및 포맷 등을 최대한 활용하는 방안으로 표준화를 진행하고 있다. 3GPP2의 MMS는 3단계에 걸쳐 표준 규격이 작성되고 있으며, stage 1에서는 MMS의 요구사항을 규정하고, stage 2에서는 MMS의 기능사항을 자세히 기술하며, stage 3에서 기술적인 구현 방안에 대해 논의한다. 현재 MMS의 표준 규격 작성과 관련하여 TSG-S와 TSG-X에서 활발히 논의 중이며, stage 1, 2, 3에 대한 초기 문건은 작성되었고, 각 단계에 대한 프로토콜 옵션과 관련한 세부 문건들이 논의 중이다[11].

() WLAN Interworking

3GPP에서 무선랜과의 연동에 대한 표준화가 활발한 데 비해 3GPP2에서는 무선랜과의 연동에 대한 논의가 최근에 시작되어 2003년 7월에 WLAN interworking과 관련한 요구사항을 정의한 초기 문서가 작성되었다. 3GPP2는 WLAN과 직접 연결되거나 3GPP2 broker 시스템을 통하여 간접적으로 연결될 수 있다. 이때 WLAN 시스템은 특정 무선랜 기술

에 제한을 두지 않으며 3GPP2의 연동 표준에서는 WLAN 규격의 수정없이 3GPP2 시스템의 최소한의 변화를 통해 연동하는 것을 목표로 한다. TSG-S에서는 연동 규격을 위하여 네트워크 선택, 접속 제어 및 인증, 보안, 과금 및 세션 연속성 지원 등 세부 work item들에 대해 기본적인 요구사항을 정하고 있다 [11].

말

본 기고에서는 3G 시스템의 표준화 동향 및 진화 과정을 3GPP W-CDMA와 3GPP2를 중심으로 살펴본다. 보다 진화된 멀티미디어 서비스, 화상통화 등을 목적으로 진행된 3G 시스템의 표준화는 최근의 여러 이슈들을 반영하여 새로운 방향으로 진행되고 있다.

첫째로 무선 인터넷의 도입과 더불어 크게 증가한 패킷 데이터를 보다 효율적으로 전송하기 위해 HSDPA, E-DCH, EV-DV Release-C/D 등의 무선 접속 시스템이 발전하고 있다. 둘째, MMS, Broadcast/Multicast 서비스, Push 서비스 등의 새로운 다양한 서비스 지원을 위한 지원 구조의 개발이 활발히 진행되고 있다. 셋째, WLAN 등의 다른 무선 망과의 효율적인 연동을 위한 연동 구조 및 방식에 대한 표준화가 활발하며, 마지막으로 All-IP 기반 네트워크로의 진화를 위한 망 구조의 변화 등에 대한 표준화가 활발히 진행되고 있다.

최근 3세대 이동통신 이후의 시스템으로 Beyond 3G 시스템에 대한 관심이 많으며, 관련된 단체들이 우후순순 생겨나고 있다. 한편에서는 3G 시스템 불용론을 제기하는 논의들도 등장하고 있다. 반면, 이동통신 및 무선 통신 시스템은 거대한 인프라를 요구하는 시스템이며, 시장은 기존 네트워크와의 호환을 중요시하

는 특성을 가지고 있다. 이러한 상황은 현재의 3G 시스템들이 진화하여 Beyond 3G 시스템을 이루는 중요한 요소가 될 것이라는 것을 반증한다. 특히, 본문에서 언급한 것과 같이 3GPP의 경우 장기 비전을 통해 ITU-R에서 제시한 Systems beyond IMT-2000 시스템의 요구 사항을 충족하는 시스템 개발의 로드맵을 제시하고 있으며, 최근의 Beyond 3G 시스템에 대한 전망은 기존의 legacy 망이 진화하여 다양한 시스템들이 통합되는 모델이 주류를 이루고 있다.

이러한 관점에서 볼 때, 국내 3G 이동통신 시스템의 빠른 상용화와 표준 개발은 3G 뿐 아니라 Beyond 3G 시스템의 개발의 초석을 다지는 계기가 될 것이다.

- [1] 3GPP TS 25.401 v5.0.0 UTRAN Overall Description.
- [2] 영수, 오민, 최진성, 연, “3GPP 무선 접속망 기술의 표준화 동향 및 진화 방향”, Telecommunication Review, 13 6호, pp834-846, 2003년 12월
- [3] <http://www.3gpp.org/Management/Management.htm>.
- [4] 3GPP support team, 3GPP TSG RAN Work Item Description Sheets after meeting 20, June, 2003.
- [5] 3GPP, TR 25.996 Spatial channel model for Multiple Input Multiple Output(MIMO) simulations.
- [6] 3GPP, TR 25.876 Multiple-Input Multiple-Output Antenna for UTRAN.
- [7] 3GPP, TS 22.246 Multimedia Broadcast/Multicast Service(MBMS) teleservice requirements.
- [8] 3GPP, TS 22.146 Multimedia Broadcast/Multicast Service(MBMS) Stage 1.
- [9] 3GPP, TR 23.846 Multimedia Broadcast/Multicast Service(MBMS) Stage 2.
- [10] 3GPP TR 25.803 S-CCPCH performance for MBMS
- [11] 송지영, 이경, 조동호, “3세대 이동통신 시스템 핵심망진화 동향”, Telecommunication review, 2003년 특부록.
- [12] 3GPP TS 23.234, 3GPP system to Wireless Local Area Network(WLAN) interworking System description
- [13] 3GPP, TR 25.896 Uplink enhancements for dedicated transport channels.
- [14] Richard van nee, Ramjee Prasad, OFDM for wireless multimedia communication, Artech House, 2000.
- [15] Approved Report of the 21th 3GPP TSG RAN meeting, Frankfurt, Germany, Sep. 2003.
- [16] 3GPP, TR 25.892 Feasibility study for Orthogonal Frequency Division Multiplexing(OFDM) for UTRAN enhancement.
- [17] 3GPP, TR 25.897 Feasibility study on the evolution of UTRAN architecture.
- [18] 3GPP, TR 25.933 IP transport in UTRAN
- [19] Sami Uskela, “Key Concepts For Evolution Toward Beyond 3G Networks,” IEEE Wireless Communication, Feb. 2003, pp43-48.

- [20] 3GPP, TR21.902 Evolution of 3GPP system
- [21] ITU-R WP8F, "Preliminary Draft New Recommendation: Vision, Framework and Overall Objectives of the Future Development of IMT-2000 and Systems beyond IMT-2000," Oct. 2002.
- [22] <http://www.3gpp2.org/Publichtml/Misc/AboutHome.cfm>
- [23] 이 준, "3GPP2 표준화 현황과 KTF의 망 진화 전망", 한국통신Standardization Trends 16호, 2003년 5월.
- [24] 3GPP2 S.P0038-0, Evolution Document, Aug. 2003.
- [25] Anthony C. K. Soong, Seong-un Oh, Aleksandar D. Damnjanovic, and oung C. oon, "Forward High-Speed Wireless Packet Data Service in IS-2000 1xEV-DV", IEEE Comm. Magazine, pp. 170-177, Aug 2003.
- [26] "CDMA Evolution: cdma2000 1xEV-DV", Nokia White Paper, <http://www.nokia.com/>, une 2003. 