

# 이동통신 액세스 망 기술

## Mobile Access Network Technology

신동진(D.J. Shin)	개방형액세스연구팀 책임연구원
박인성(I.S. Park)	개방형액세스연구팀 연구원
박지수(J.S. Park)	개방형액세스연구팀 선임연구원
장문수(M.S. Jang)	개방형액세스연구팀 책임연구원
송평중(P.J. Song)	개방형액세스연구팀 책임연구원
남상우(S.W. Nam)	무선액세스연구그룹 책임연구원

본 고에서는 이동통신 액세스 망의 기술 동향에 대하여 4세대 이동통신 액세스 망으로의 진화 관점에서 살펴 본다. 주요 표준화 기관인 3GPP2, 3GPP, MWIF의 연구결과를 중심으로 3세대 이후의 기술에 대한 표준화 연구를 살펴 보며, 액세스 망이 추구하는 목표 및 요구사항에 따른 액세스 망의 구조를 예측해 본다. 핵심망 및 단말을 포함하여 향후에는 액세스 망도 인터넷 프로토콜 기반의 패킷망으로 발전될 것이며, 구조 및 인터페이스의 개방화, 기능의 분산화를 토대로 기존의 다양한 액세스 망을 수용하는 4세대의 액세스 망으로 발전될 것이다. 따라서 마지막으로 이러한 추세에 따른 3세대 이후, 즉 4세대를 지향하는 이동통신 액세스 망에 대하여 요구사항 및 기능, 구조 등에 대하여 분석해 본다.

### I. 서론

이동통신 액세스 망 기술은 이동통신 시스템의 발전에 따라 단말 및 핵심망과 함께 발전을 해나가고 있으며, 1세대의 아날로그 액세스 망, 2세대의 디지털 액세스 망, 3세대의 회선 및 패킷 서비스를 지원하는 디지털 복합망, 그리고 3세대 이후에는 패킷 전송망을 기반으로 하여 기존 망들의 통합과 다양한 형태의 서비스를 지원하는 IP 기반의 개방형 멀티미디어 액세스 망으로 발전해 나가고 있다[1].

이러한 추세에 따라 단말과 액세스 망, 그리고 핵심망이 각각 그들의 영역 내에서 패킷 데이터 전송에 적절한 인터넷 기반으로 진화하고자 하는 노력들이 이루어져 왔으며, 가장 먼저 핵심망부터 진화가 시도되어 왔다. 이에 따라 1998년부터 All-IP 네트워크라는 이름으로 일차적으로 3세대와 그 이전의 이동통신 단말들을 대상으로 사용자가 느끼지 못하는 상황에서 핵심망 자체의 진화를 시도하고 있다. 뒤를 이어 약 1년 정도 뒤인 1999년에는 MWIF

(Mobile Wireless Internet Forum)를 중심으로 이동통신 액세스 망(Radio Access Network: RAN)에도 IP 기술을 도입하고자 하는 노력이 시작되었으며, 이어서 3세대 이동통신의 사실상 표준화 단체인 3GPP와 3GPP2에서 IP 기반 액세스 망 기술에 관하여 연구가 진행되게 되었다.

반면 이동통신 시스템에 대한 인터넷 프로토콜(IP) 도입은 현재까지 많은 문제점들을 안고 있으며 이를 해결하기 위한 노력들도 함께 진행되고 있다. 특히 고도의 신뢰성과 안정성 등을 요구하는 이동통신 시스템의 요구사항을 만족하기 위해서, 인터넷 전송 프로토콜인 IP가 기본적으로 best effort 서비스를 목적으로 하고 있었으므로, 이동통신 시스템에 적합한 QoS를 만족시켜 주기 위한 여러 가지 방안들이 제시되고 있다[2]. 또한 IP 주소 부족 문제 해결을 위한 IPv6 도입, IP 기반의 고속 핸드오프(Handoff: HO), 보안(security), 작은 패킷 크기를 갖는 실시간 멀티미디어 데이터의 효율적인 전달 문제 등도 이동통신 망에서 지속적으로 연구되어야

할 사항들이다[3].

이동통신 액세스 망에서 인터넷 기술을 도입함에 따른 장점으로는, 기존의 인터넷 망에서 제공되는 다양한 콘텐츠 및 서비스 제공의 용이성, 인터넷 인프라 기술의 재사용으로 인터넷 망과의 인프라 공유가 가능하며, IP 전달 기술 사용에 따라 망의 유연성(flexibility) 및 확장성(scalability)이 우수한 점 등의 장점들이 있으나, 반면 앞에서 언급한 대로 인터넷 고유의 여러 문제점들을 그대로 가지므로 이를 해결하기 위한 연구가 지속적으로 진행되어야 하며, 이를 해결함으로써 이동통신 시스템이 완전한 All-IP 기반으로의 진화가 완성될 수 있다.

본 고에서는 이러한 4세대를 추구하는 액세스 망 기술에 관련하여 주요 표준 단체로서 활동하는 3GPP, 3GPP2 및 MWIF의 표준화 활동과 연구 진행 상황들에 대하여 검토해 보며, 액세스 망의 발전 시나리오와 All-IP 기반 개방형 액세스 망에 대하여 설계이념, 요구사항 및 구조적 특징 등을 살펴 본다.

## II. 표준화 연구

4세대 이동통신 시스템의 액세스 망에 대하여 집중적으로 연구하는 표준화 단체는 아직까지 없으며, 3세대 이후의 이동통신 시스템과 연계되어 액세스 망의 발전에 관심을 갖고 특히 IP 기반의 액세스 망 연구를 중심으로 3세대 이후의 액세스 망 표준화를 단계적으로 추구하고 있다. 이 절에서는 IP 기반의 액세스 망에 관한 표준화 연구를 주도하고 있는 3GPP, 3GPP2 및 MWIF의 연구활동 및 연구결과를 중심으로 살펴 본다.

### 1. 3GPP 표준화

IP 기반의 무선 액세스 망에 대한 표준화 작업으로는 2000년 5월 “IP Transport in UTRAN”(TR25.933)을 최초로 제안한 후 현재까지 개량되고 있는 상황이다. 2001년 2월에 “IP based RAN Architecture”라는 white paper를 내놓았으며, 초기 단계에서는 3세대 액세스 망의 IP 기반으로의 개

량에 초점을 맞추고 있다. 따라서 3세대 UTRAN(Universal Terrestrial RAN)의 IP 전달 기능 표준화에 주력하고 있으며, Release 5 및 Release 6에서 RAN의 IP 화에 따른 관련 기능들을 연구하고 있는 상황이다.

3GPP의 Release 단계별 특징을 살펴 보면 다음과 같다[4].

- Release 99: 3GPP의 첫번째 Release로, 3세대 이동통신 시스템 규격인 WCDMA의 full basic functionality를 기술하고 있으며, 1999년 12월 frozen 되었다. 주요 기능으로는 UTRA FDD/TDD 모드, UTRAN Iu, Iub, Iur 인터페이스, GSM 기반의 진화된 핵심망, USIM, AMR Speech CODEC, 위치기반 서비스, 다양한 부가 서비스, CAMEL(Customized Applications for Mobile network Enhanced Logic), OSA(Open Service Access), Telecommunication Management 등이 있다.
- Release 4: Release 99의 Enhancement를 주요 내용으로 하며 2001년 3월에 frozen 되었다. 주요 내용으로는 UTRA FDD Repeater 기능, Low Chip Rate TDD Option, 700MHz 지원 GERAN, End-to-End Transparent Packet Streaming Service, Multimedia Messaging Service(MMS), Tandem Free Operation, Transcoder Free Operation, IP Transport of CN(Core Network) Protocols, Bearer Independent 회선교환 핵심망, CAMEL Enhancement, OSA Enhancement 등이 있다. 특히 핵심망 프로토콜의 IP 전달 기능에서 신호 및 베어러 트래픽의 분리 그리고 MSC 서버와 MGW(Media Gateway)의 분리 구조는 핵심망의 All-IP로 가는 초기단계로 볼 수 있다.
- Release 5: Release 4에 대한 Enhancement로 2002년 3월에 frozen 되었고 일부가 2002년 6월에 종료되었다. 주요 내용으로는 initial Phase of IMS(IP Multimedia Subsystem), HSDPA, UMTS in 1800/1900MHz bands, 광대역 AMR Vocoder, IP Transport in the RAN, Iu for GERAN, Gb over IP, Header Compression in UTRAN and GERAN, CAMEL Enhancements,

OSA Enhancement, Global Text Telephony, 위치기반 서비스 개량, UTRAN Sharing in Connected Mode, Security Enhancement 등이 있다.

- Release 6: 2002년 7월부터 표준작업이 시작되어 2004년 9월을 목표로 하여 현재까지 진행되고 있으며, 주요 내용으로는 IMS Phase 2, RAN에서 IMS를 지원하기 위한 Iu-Interface 개량, Multimedia Broadcast/Multicast Service(MBMS), Network Sharing, Priority Service, WLAN/UMTS Interworking, Push Service, Presence Service, Network Assisted Cell Change(NACC) from UTRAN to GERAN 등이 있다.

이러한 표준 작업은 3GPP Release 계획인 TR21.902를 기본으로 발전시켜 나가는 것이며, 근본적으로 현재의 규격을 바탕으로 한 evolution을 전제로 하고 있다.

## 2. 3GPP2 표준화

3GPP2에서는 3가지 형태로 IP 기반 액세스 망에 접근하고 있다. 첫째는, All-IP 핵심망에 대한 인터페이스의 IP 기반으로의 변경으로 액세스 망 자체는 기존의 형태를 유지하며, A 인터페이스인 A1, A2, A5 인터페이스를 IP화 해준다. 둘째는, "IP Transport RAN"으로 핵심망과의 A 인터페이스와 액세스 망의 기능 요소들은 그대로 유지하며 액세스 망 내의 기능 요소간 인터페이스를 IP 기반으로 변경해 주는 방식이다. 마지막 세번째 방법으로, 핵심망과의 인터페이스 및 액세스 망 기능의 재설정을 통해 액세스 망을 재구성하는 방법이다. 이때 신호 및 베어러 트래픽은 IP 전달망을 가지며, 분산형/개방형 구조, 분산제어 구조, 새로운 인터페이스의 정의, 새로운 서비스 도입 등을 특징을 가진다. 이러한 접근 방식은 3GPP와 크게 다르지 않고 A 인터페이스를 IP화 하는 데 1차적인 목표를 두는 것이 차이로 할 수 있다.

1999년 11월 All-IP Ad hoc 그룹에서 IP 기반 핵심망 기능 연구를 시작하였고, 1년 뒤인 2000년

12월 TSG-A(Technical Specification Group-A)에서 액세스 망에서의 IP 기술 도입에 관한 연구를 시작하였다. 3GPP2의 핵심망 및 무선 액세스 망 진화 계획은 4단계로 나뉘어 Phase 0에서 Phase 3의 단계적 진화를 목표로 하고 있다. 단계별 기술적 특징은 다음과 같다[5].

- Phase 0: 기존의 3세대 이동통신망 구현 단계로, 핵심망은 TIA/EIA-41-D 기반의 회선모드 네트워크와 TIA/EIA/IS-707 및 capabilities of service option-33 기반의 패킷 데이터 네트워크를 지원한다. 무선 액세스 망은 IOS(Inter Operability Specification) v4.0에 기반하여 기존의 TIA/EIA-41 망의 MSC(Mobile Switching Center)와 BSC(Base Station Controller)간의 인터페이스, 그리고 PCF(Packet Control Function)와 PDSN(Packet Data Service Node) 간 인터페이스를 지원한다. 무선 인터페이스는 cdma2000 Release 0를 기반으로 한다.
- Phase 1: All-IP 망으로 진화하는 첫번째 단계로서 핵심망 기반의 진화 단계이다. 핵심망의 경우 회선모드 서비스는 TIA/EIA-41-D에 기반하여 제공하며, 패킷모드 서비스는 TIA/EIA/IS-880에 기반하여 제공해 준다. 무선 액세스 망과 핵심망과의 접속에서 신호 전달은 IP를 기반으로 하며, 베어러 트래픽 전달의 경우는 기존의 A.S0001(IOS4.2)를 사용한다. 무선 인터페이스는 핵심망과는 별도로 진화하며 cdma2000 Release 0 또는 Release A를 사용한다.
- Phase 2: A 인터페이스의 신호와 베어러 트래픽 전송을 위한 접속이 독립적으로 진화하고 핵심망과 액세스 망이 서로 독립적으로 진화하는 단계이다. IP 전달 기능을 갖는 legacy TIA/EIA-41 회선교환망 지원 기능(Legacy MS Support Domain: LMSD)이 도입되어 IP 기반 핵심망 환경하에서 아날로그, IS-95A, IS-95B, IS-2000 단말을 지원하게 된다. 이때 LMSD는 기존의 음성 서비스뿐 아니라 CDMA Packet Data Service(CPDS)를 제공한다. 액세스 망은 핵심망에서 새

롭게 도입된 LMSD 기능에 따라 신호 링크와 베어러 트래픽 링크로 분리되어 IP 전달 기능을 제공해 준다. 무선 인터페이스는 LMSD 기능을 지원하기 위하여 cdma2000 family of standard를 기반으로 진화한다.

- Phase 3: 이 단계는 All-IP 망 진화의 마지막 단계로, IP over Radio interface(IPoR)이라는 특징을 가진다. 핵심망에서는 회선 교환망이 사라지고 3세대 이전의 단말에 대한 지원은 Phase 2의 LMSD에서 이루어지게 되며, 새롭게 개선된 IP 기반의 멀티미디어 서비스 기능을 위하여 IP Multimedia Domain(IPMD)이 주도적인 기술이 되게 된다. 액세스 망에서는 신호와 베어러 트래픽을 위한 LMSD와의 IP 전달 기능을 지원하며 IPMD를 위한 서비스와 QoS 제공 측면에서 개선된 기능을 제공해 준다. 마지막으로 무선 인터페이스는 신호와 베어러 모두에 대하여 IP 전달 기능을 갖는다.

### 3. MWIF 표준화

MWIF는 2000년 1월 결성되어 주로 All-IP 핵심망 및 IP 기반의 무선 액세스 망을 중점적으로 연구하였고, 또한 3GPP와 3GPP2간의 차이점 분석을 통하여 두 개의 표준 기관 간의 harmonization을 추구하는 연구를 하였다. 2002년 12월 말에 활동을 종료하고 모든 결과물 및 업무를 OMA(Open Mobile Alliance)에 인계하였다.

MWIF의 3년간의 활동으로 얻어진 결과들은 문서들로 잘 정리되어 7가지의 문서로 작성되었으며, 주로 이동통신 시스템에의 IP 도입에 따른 구조적 측면에서의 원칙, 요구사항 등과 액세스 망에서의 IP 전달의 문제점 분석 그리고 IP 기반의 개방형 액세스 망(OpenRAN) 구조에 대하여 기술 보고서를 내었다[6]-[9]. 이 보고서는 MTR-001에서 MTR-007의 7가지로, MWIF Architectural Principles, Architectural Requirements, Layered Functional Architecture, Network Reference Architecture, Gap Analysis, IP in the RAN as a Transport Option in

3rd Generation Mobile Systems, OpenRAN Architecture 이다.

### III. 액세스 망 발전

액세스 망 기술은 다음과 같은 3가지 형태의 모습으로 진화한다. 첫째는, 2세대 혹은 3세대 이동통신 액세스 망(RAN)의 고유 기능을 유지하면서 2세대 혹은 3세대 시스템의 일부로서 IP 기술을 부분적으로 도입하는 진화로, 액세스 망과 핵심망 사이의 전송망에 IP 기반의 전송 기술을 도입하는 방식이다. 둘째는, 액세스 망 내부의 제어 및 트래픽 전송 기술을 IP 기반으로 전환하고자 하는 방식, 즉 "IP Transport RAN"이 그 하나이다. 마지막으로, All-IP 기반의 액세스 망으로, 인터페이스, 구조, 내부 전달망, 무선접속 프로토콜 등이 기존의 2세대 혹은 3세대와는 전혀 다르게 새롭게 만들어지는 방식으로, 개방화되고 분산화된 구조의 최적화된 IP 기반의 액세스 망(open/distributed IP RAN)을 최종적인 목표로 연구가 진행되고 있다.

3GPP에서는 시스템의 기술적 진화에 대하여 몇 가지 가정을 전제하고 있다[4]. 즉, ① 미래의 기술은 revolution이 아닌 evolution 이다. ② 가능하면 기존의 표준화된 기술을 사용한다. ③ 상업적 고려사항에 따라 요구사항을 개선해 나간다. ④ 기존의 3세대 시스템 구조에 3개의 수평적 계층(access/connectivity layer, service enablers layer, applications/services layer)을 추가한다. ⑤ 3세대 시스템 구조를 사용자 평면, 제어 평면, 관리 평면으로 분리한다. ⑥ 미래의 진화 계획을 단기/중기/장기적 진화로 구분한다. ⑦ 다른 도메인과 계층은 서로 다른 단계로 진화한다. 이와 같은 가정 하에 3GPP의 무선 액세스 망의 진화를 시간적으로 구분하고 그 특징을 살펴보면 다음과 같다.

먼저 단기적/중기적 액세스 망 기술 발전에서는, 무선 성능의 향상, 단말 성능의 향상, 대안적 무선접속 기술 사용, 액세스 망 구조의 최적화를 목표로 하며, 이를 통해서 주파수 사용 효율을 높이고 기지국

서비스 영역을 확장하며, 무선접속 지연을 축소하기 위하여 무선접속 프로토콜의 최적화를 목표로 하고 있다. 또한 성능 목표치는 best-effort 형태의 트래픽의 경우 HSDPA(Rel.5)의 성능보다 최소 2배 이상을 추구하고 있으며, 이를 위하여 기지국 및 단말 모두에 다중안테나를 사용하고 멀티캐스트/브로드캐스트 방법을 사용한다. 단말의 성능 향상 측면에서 전력소모를 줄이고 20Mbps에서 30Mbps 정도의 높은 피크 전송률을 목표로 한다. 3세대 셀룰러와 다른 무선접속 기술 즉, 무선 LAN과 같은 기술과의 상호 공존 또는 연동이 있으며, multi-radio 개념을 도입한다.

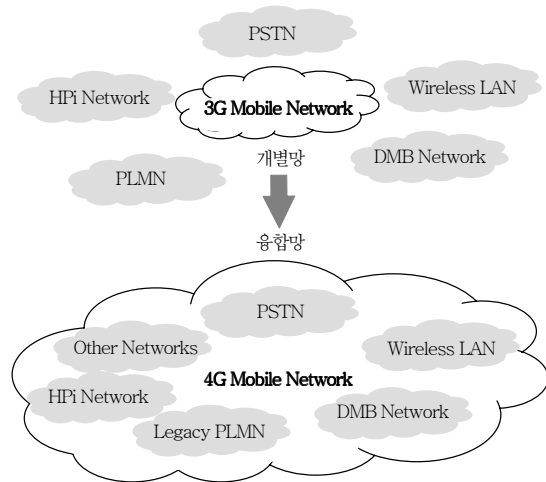
장기적 액세스 망 기술발전 목표는, 2007년 혹은 2008년 정도를 표준화 시점으로 하고 있으며, 미래의 무선망이 어떻게 진화해 나갈지에 대한 비전과 시장의 동향 및 미래의 사용자 요구사항, 새로운 네트워크와 무선접속 기술의 가용성 등에 대한 연구를 목표로 한다. 또한 3GPP 액세스 망의 주파수 사용 효율 향상과 높은 전송률, 전송지연의 감소 등의 성능 개선에 초점이 맞춰지고, 피크 데이터 전송률의 목표치로서, 광역의 고속 이동 상황에서 100Mbps, 그리고 협역의 저속 이동 상황에서 최대 1Gbps를 목표로 한다. 주파수 사용 효율은 best effort 패킷 트래픽 통신시, 격리된 단일 셀에서 최대 5~10 bps/Hz, 그리고 다중 셀에서는 최대 2~3bps/Hz를 목표로 하고 있다.

3GPP2의 무선 액세스 망의 진화는 IOS(Inter-Operability Specification)의 진화와 액세스 망 구조 및 기능의 진화로서 이루어진다[10]. 앞서 II절에서 언급된 4단계의 시스템 진화 시나리오 가운데 Phase 0의 경우에는 IOS v4.0이 적용되고, Phase 1의 경우는 IOS v4.2와 액세스 망 내에서 IP 기반의 신호전달을 적용한다. LMSD가 도입되는 Phase 2의 경우 LMSD에 따라 신호와 베어러가 분리되어 IP 기반으로 전송되며, Phase 2의 step 1에서는 IOS v4.3 그리고 step 2에서는 IOS v5.x를 적용하게 된다. 마지막으로 IPMD가 도입되는 Phase 3에서는 분리된 IP 기반의 신호 및 베어러를 가지며 IOS v6.x의 표준으로 반영될 것으로 예상된다.

IOS 진화에 있어서는 2002년까지 3세대를 위한 IOS v4.x에 대하여 연구해 왔으며, Phase 2 단계에 해당하는 IOS 5.x에 대한 본격적인 연구가 2003년 초부터 시작되었다. RAN 구조 진화에 있어서는 IOS v5.0부터 RAN 구조를 수정할 수 있는 가능성을 열어 놓았으며, 주요 구조 진화에 대한 이슈들로서 트랜스코더 진화, LMSD를 지원하기 위한 A1/A2/A5 인터페이스의 IP 기반 전송, 그리고 기타 구조적인 변경 등이 있다.

종합적으로 3세대 이후의 액세스 망은 IP 기반의 패킷망을 기반으로 하며 다양한 서비스를 지원하는 개방형 멀티미디어 망으로 진화할 것으로 예측된다. 또한 네트워크의 발전 측면에서 (그림 1)과 같이 개별망에서 융합망으로 진화할 것으로 예측되며, 단기적, 중기적, 장기적 망 구조의 단계별 특징을 살펴보면 다음과 같다.

- 단기적 망 구조: 각 사업자별 독립망, 서비스별 개별 망으로 존재하며, 망간 인터워킹을 통해 연동망 형성
- 중기적 망 구조: All-IP 핵심망을 중심으로 하여 이종의 액세스망이 통합되는 통합망 형성(Beyond 3G Convergence Network: B3G CN)
- 장기적 망 구조: 개방화/분산화된 망 구조를 가지며, 핵심망의 역할이 감소되고 4세대 액세스망



(그림 1) 4세대 이동통신망으로의 망 융합

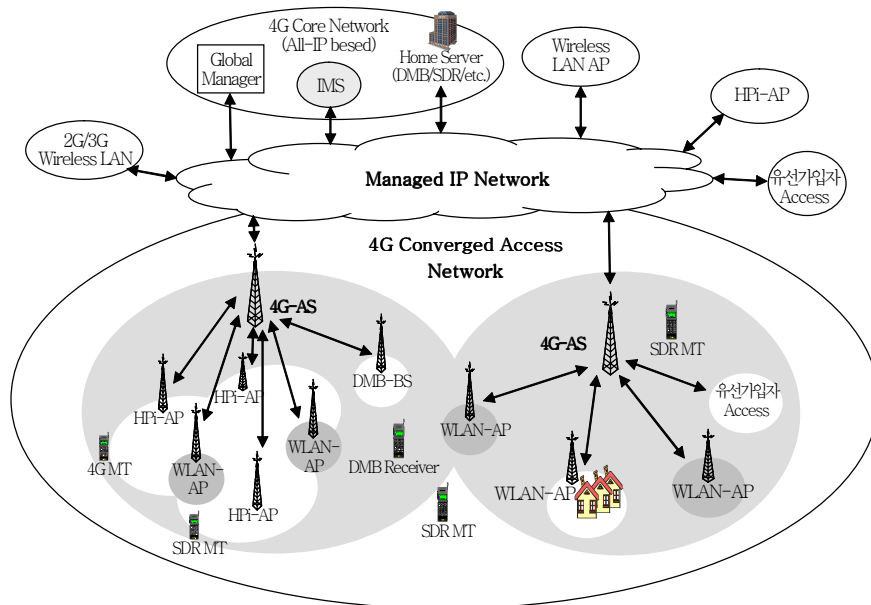
중심으로 이중의 무선망이 융합된 분산화된 융합 액세스 망 형성

3세대 이후(B3G)와 4세대를 지향하는 이동통신 액세스 망의 융합은, 핵심망이 중심이 되어 기존의 액세스 망들이 통합되는 중기적 특징과, 4세대 고유의 액세스 망이 중심이 되어 기존 액세스 망의 통합 및 향후의 서비스를 통합 제공하는 액세스 망 중심의 융합망을 이루는 장기적 특징을 가진다. (그림 2)는 이러한 장기적 측면에서의 이중의 무선망이 융합된 액세스 망 중심의 4세대 융합망의 개념도를 보여 준다. 이들의 보다 상세한 특징들은 다음과 같다.

- 핵심망 중심의 중기적 액세스 통합망: All-IP 기반 융합 핵심망을 중심으로 기존의 액세스 망들이 접속되어 다양한 이중의 무선 서비스를 제공하는 구조를 가지며, 이중 액세스 망간 또는 동종 액세스 망 내의 호 및 이동성 제어를 핵심망에서 수행한다. 핵심망은 이중의 이동통신 시스템들의 핵심망이 융합된 융합형 핵심망이 되어야 하며,

액세스 망은 각각의 이중의 액세스 망으로 그대로 존재하는 형태를 갖는다.

- 4세대 액세스 망 중심의 장기적 융합망: 개방형 구조의 4세대 액세스 망 중심으로 다양한 무선기능들이 통합되는 형태를 가지며, 핵심망의 기능들이 액세스 망으로 분산 수용되어 핵심망의 기능이 최소화하고 액세스 망의 기능이 증대되어 분산처리되는 구조를 갖는다. 따라서 점진적으로 중기적 시나리오의 액세스 망 통합 부분이 감소되고, 4세대 액세스 망에 통합하게 된다. 이때 액세스 망의 기술은 SDR(Software Defined Radio) 및 SW Controlled Network Reconfiguration, 핵심망 기능을 대행해 주는 프록시 서버기능의 특징을 갖는다. 액세스 망의 프록시 서버는 멀티미디어 호 및 이동성 제어 등의 핵심망 기능의 프록시 기능을 수행하며, 이에 따라 핵심망의 부하를 액세스 망에서 분산 처리하는 역할을 한다. 따라서 핵심망의 역할이 감소되고 액세스 망의 독립성이 증가되는 특징을 가진다,



(그림 2) 이중의 무선망이 융합된 액세스 망 중심의 4세대 융합망

## IV. IP 기반 개방형 액세스 망

액세스 망의 발전에서 보듯이 4세대 이동통신 시스템에서는 핵심망을 포함하여 액세스 망도 IP 기반의 패킷망을 기반으로 하며, 또한 구조의 개방화, 기능의 분산화를 추구하고, 이를 통해 점진적으로 핵심망과 액세스 망의 영역이 중복되어 기능 구분도 모호해져 갈 전망이다. 물론 이러한 4세대를 지향하는 분산화/개방화된 시스템을 위해서는 많은 선결된 과제들이 존재한다.

다음은 이러한 진화 목표에 따라 IP 기반의 4세대 액세스 망이 가져야 할 특징들을 설명한다.

- Multiple Radio: 다양한 무선접속 기술이 수용 가능해야 한다. 예를 들어, 4세대 무선접속 기술, HPI(High-speed Portable Internet), Wireless LAN, RFID(Radio Frequency Identification), DMB(Digital Multimedia Broadcasting), 2세대/3세대 이동통신 무선접속 기술 등을 수용한다.
- Reconfigurable Architecture: SDR based Reconfigurable Multiple Radio Platform 및 Software-Controlled Reconfigurable Network/Control Platform을 가지며, 이들은 Downloadable features of Control Platform, Downloadable L3 Control Functions and Protocols 기능을 갖는다.
- Distributed Modular System: 액세스 망 및 핵심망의 기능 요소(Functional Entity: FE)가 완전 분산화 및 모듈화 되며, 모듈화를 통한 재사용성 및 재구성성이 확보되며 분산화된 기능들로부터 virtual system을 구현할 수 있다.
- Converged Network: 완전 분산화를 통해 핵심망과 액세스 망의 기능 통합을 이루며, 유선/무선 액세스 망의 통합을 통해 기존의 유선전화 가입자와 VoIP(Voice over IP) 유선전화 가입자를 무선망에 통합 수용한다. 또한 방송용 액세스 스테이션을 통합 수용함으로써 송/통신 서비스를 통합해 준다.
- Open Interface: 분산된 기능 요소간 또는 계층간의 표준화된 개방형 인터페이스에 의한 ease/

secure connection을 제공해 준다.

- Virtual System: 개방형 인터페이스를 갖고 모듈화되고 분산된 기능 요소를 유연하게 재구성하고 원하는 기능 및 성능을 얻을 수 있도록 해 주는 virtual system 기능을 갖는다.

이동통신 관련 표준화 단체에서는 이러한 개방형 액세스 망을 위하여 다음과 같은 요구사항들을 제시하고 있다[6],[11],[12].

첫째는, 인터넷 기술과 서비스의 수용이다. 인터넷 기술 사용 내용으로는 액세스 망과 핵심망에서 전달 기능과 제어용으로 IP 프로토콜을 사용하고, end-to-end 단말에 IP를 사용하며, 가능하면 이동통신망에서 인터넷 공식 프로토콜 표준을 사용하는 것이다. 인터넷 서비스 기술의 내용으로는, AAA (Authentication, Authorization, Accounting), Naming & Addressing, Mobility Management, Network Management, QoS Mechanism, Security, Session Management, Resource Management, Policy Framework, Directories/Databases 등의 기술들이 있다.

둘째로는, 서비스 기능, 제어 기능, 전달 기능의 분리이다. 가입자 베어러 트래픽이 시간에 따라 변동되므로 전달 계층의 자원을 시간에 따라 융통성있게 사용해야 하므로 사용자의 전달 기능과 제어 기능을 논리적으로 분리해 준다. 또한 Session Management(SM)는 망의 세션을 관리해 주는 기능이고 Service Control(SC)은 가입자 특정 서비스와 서비스 에이전트 기능을 관리해 주는 기능이므로 이를 서로 분리해 준다. 또한 Mobility Management(MM)는 Terminal Mobility, Session Mobility, Personal Mobility의 가입자 이동성 관련 기능이므로 Session Management와 분리해 준다. 한편 다른 망과 인터페이스되는 기능에서 신호와 베어러를 분리 처리하도록 하여 Media Gateway(MGW)와 Media Gateway Control(MGC)을 분리해 준다.

셋째로는, 개방형 인터페이스 요구사항이다. 인터페이스는 3세대 인터페이스를 개방화하는 요구사항들로서 액세스 망 내부의 인터페이스와 핵심망 관련 인터페이스가 있다. 먼저 액세스 망 내부의 인터

페이스 관련 요구사항으로는, 무선부와 제어부의 독립성 보장, Plug and Play 기능, OAM&P(Operation Administration Maintenance and Provisioning)를 위한 개방형 인터페이스 지원, 로케이션 서비스를 위한 개방형 인터페이스를 지원해야 한다. 이러한 요구사항에 따르면 3GPP의 Iu, Iur, Iub 인터페이스가 개방형이 되고 “Plug and Play”가 되어야 하며, 또한 3GPP2의 A 인터페이스가 개방형이 되고 “Plug and Play” 형태가 되어야 한다. 핵심망 관련 인터페이스에서는, 기능 요소간에 개방형 인터페이스 지원, OAM&P를 위한 개방형 인터페이스 지원, 로케이션 서비스를 위한 개방형 인터페이스 지원, 합법적 가로채기(lawful intercept)를 위한 개방형 인터페이스 지원, “Plug and Play” 기능을 지원해야 한다.

넷째로, 액세스 망 기술과 핵심망 기술의 독립성이다. 공통의 핵심망에 여러 가지 이종의 유/무선 액세스 기술, 즉 UTRAN, IS-2000, Wireless LAN 등의 무선 액세스 기술과 xDSL, cable, digital broadcast 등의 유선기술의 독립된 액세스 기술들이 함께 사용될 수 있다. 전달 계층의 독립성, 즉 Layer 3가 하부 계층인 Layer 1/Layer 2(L1/L2)와 독립성을 갖는 것으로, 또한 사업자가 자유롭게 L1과 L2의 전달 기술을 조합 선택해서 사용 가능하며, 이를 통해 핵심망과 액세스 망이 독립적으로 진화가 가능하며, 공통 핵심망의 이동성 관리 기능(액세스 망 간의 세션 핸드오프)이 액세스 망 기술과 독립적으로 발전이 가능하며, 다른 IP 기반의 핵심망과 상호 동작이 원만해지게 된다.

다섯째로, 범세계적인 통일된 표준(global alignment)이다. 이를 통해 중요 인터페이스에서 지역간/국가간 차이를 해소할 수 있으며, AAA, SM, RM, MM, naming and addressing, directories/ databases, QoS mechanism, policy framework, security 등과 같은 서비스를 지역에 관계없이 액세스할 수 있게 된다. 또한 표준화를 통하여 2세대 망 및 non-IP 네트워크와의 상호 호환성 등을 유지할 수 있다.

여섯째로, 확장(scalable) 및 분산(distributed) 구조이다. 구조적 측면에서 확장성을 보장하는 구조

이어야 하며 또한 기능 요소들이 모듈화되어 분산되는 구조를 가져야 한다.

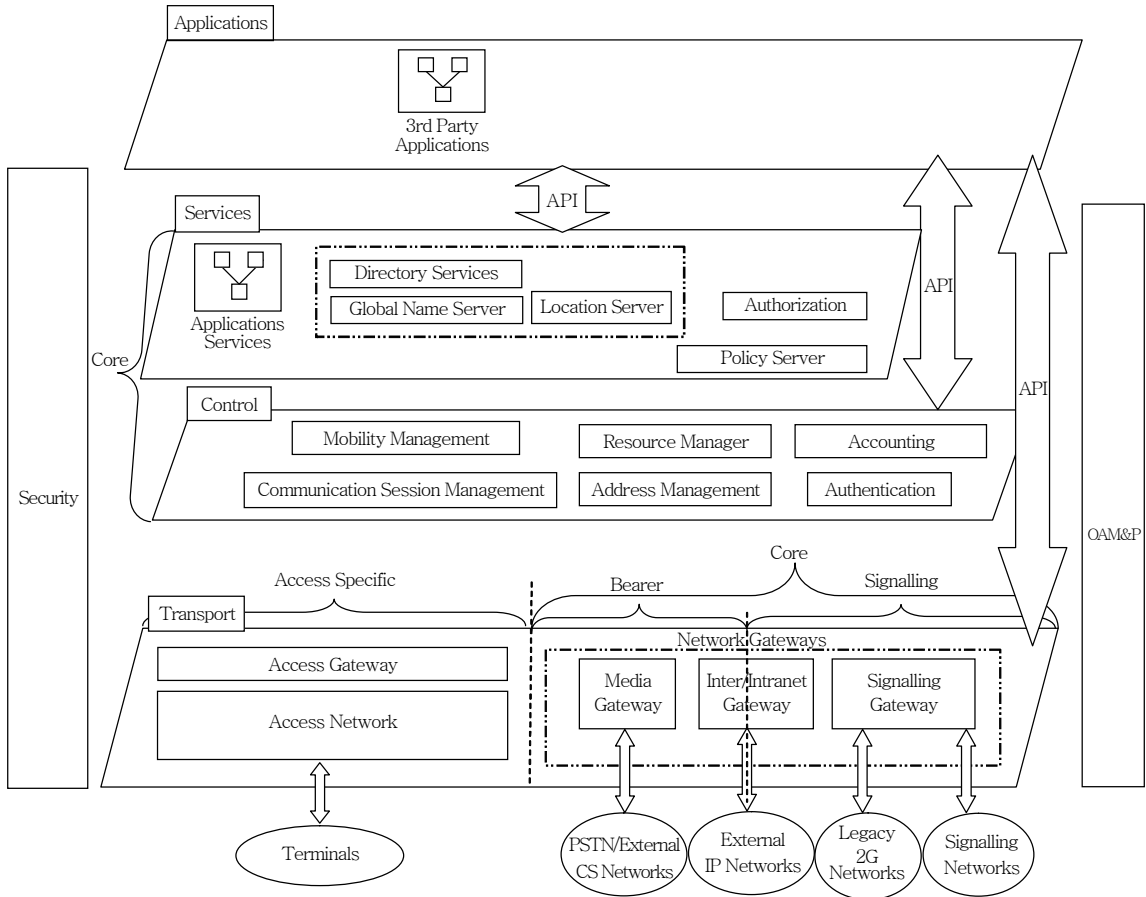
일곱째로, end-to-end QoS의 보장이다. QoS는 세션 단위로 가입자에게 할당할 수 있는 서비스 파라미터의 집합체로서 QoS는 사용 정책(usage policy)과 자원관리(RM)의 조합으로 제어되어 진다.

여덟째는, security 요구사항이다. 보안 정책은 인터넷 신뢰성 모델(Internet trust model)을 따르며, 인증, 비밀유지, 무결성, 허가 기능 등을 지원한다. 즉 망과 가입자, 가입자와 제 3의 서비스 공급자(3rd party service provider) 간의 상호인증, 암호화 지원, 액세스 권한 및 프라이버시 보장에 의한 데이터 보호 기능 등을 지원한다.

아홉째는, 네트워크 및 서비스 관리기능에 대한 요구사항이다. 개량이나 용량 증대 그리고 기능 추가 등을 위하여 서브시스템 별로 독립적인 성능향상 기능이 제공되어야 하며, 표준화되고 호환성이 있는 망관리 인터페이스를 가져야 한다. 이를 통해 형상관리, 오류관리, 성능관리, 과금관리, 보안관리 등을 해줄 수 있다. 또한 융통성있고 확장성을 갖는 과금 체계로서 Multi-tiered, flexible usage-sensitive billing 방법이 있으며, 이는 packet/octet/byte, content, session length, XML based CDR(Call Detail Records), level of QoS 등에 따른 과금을 행하게 된다. 또한 over the air services 요구사항으로서 terminal code download 또는 OTAP(Over the Air Provisioning)이 가능해야 한다.

열번째 요구사항으로, 서비스 요구사항이다. 미래의 다양한 서비스 능력을 갖기 위하여 실시간, 비실시간의 멀티미디어 서비스가 가능해야 하며, 신속한 서비스의 생성, 3rd party service 지원, 소프트웨어의 재사용/재사용성 지원이 가능해야 한다. 또한 서비스의 사용자화(customization) 기능으로 사용자가 자신의 요구사항에 맞게 서비스를 변경 사용할 수 있는 능력으로 동적(실시간), 정적(batch 또는 비실시간) 사용자화가 가능해야 한다. 또한 가상 망 사업자(Virtual Network Operators: VNO) 서비스를 통해 단말과 무관하게 개인의 이동성이 가능해지며 이를 통해 가입자 로밍 기능이 제공될 수 있다.





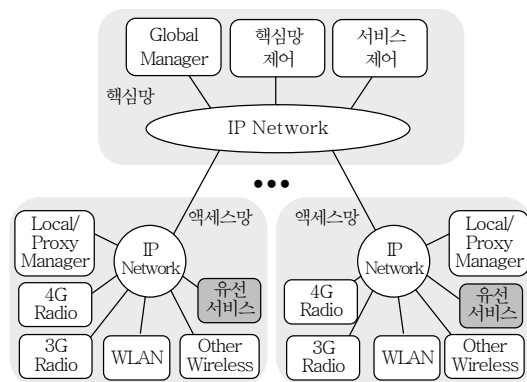
(그림 3) MWIF의 개방형 시스템 개념모델

마지막으로, 규제 관련 요구사항으로 합법적인 가로채기 기능, 번호 이동성(서비스 이동성), 악의호 추적 기능, 신원 확인 제한기능 등을 들 수 있다.

이와 같이 4세대를 지향하는 시스템에서의 기본적인 요구사항인 개방형 시스템의 개념들에 대하여 MWIF에서는 (그림 3)과 같이 전달계층, 제어계층, 서비스 계층, 응용계층을 분리하고 계층간에 개방형 인터페이스를 통해 접속되는 구조를 제시하였다[9].

## V. 검토 및 결론

기존의 이동통신 액세스 망에서 4세대로의 진화는 핵심망 중심의 중기적 망진화와 액세스 망 중심의 장기적 망 진화를 통해 이룰 수 있으며, 이는 반



(그림 4) 핵심망 및 액세스 망을 포함하는 4세대 시스템 개념도

드시 3세대의 연장선 상에서 기술의 진화를 통해서 얻을 수 있을 것이다. 기존에 존재하는 이중의 시스

템들에 의한 서비스가 하나로 통합될 것이며 통합의 중심에는 IP라는 인터넷 프로토콜과 표준이 자리하고 있을 것이다. 융합망은 점차적으로 핵심망과 액세스 망의 구분이 적어질 것이며, 기능의 분산과 개방화 그리고 인터페이스의 표준화가 4세대의 액세스 망으로의 진화를 도와주게 될 것이다. 마지막으로 핵심망의 기능 분담을 갖는 액세스 망과 이중의 유무선 망을 통합해 주는 4세대 시스템의 개념도를 (그림 4)와 같이 정리해 본다.

## 참 고 문 헌

- [1] N. Houssos, A. Alonistioti, and L. Merakos et al., "Advanced Adaptability and Profile Management Framework for the Support of Flexible Mobile Service Provision," *IEEE Wireless Comm.*, Aug. 2003, pp.52-61.
- [2] W.K. Wong, and H. Zhu, "Soft QoS Provisioning Using the Token Bank Fair Queuing Scheduling Algorithm," *IEEE Wireless Comm.*, June 2003, pp.8-16.
- [3] K. Venken, I.G. Vinagre, and J.D. Vriendt, "Analysis of the Evolution to an IP-Based UMTS Terrestrial Radio Access Network," *IEEE Wireless Comm.*, Oct. 2003, pp.46-53.
- [4] "Evolution of 3GPP System(Release X)," 3GPP TR21.902 v1.1.1, June 2003.
- [5] "3GPP2 Evolution Plan 1.1.0," 3GPP2 S.P0038, Dec. 12, 2002.
- [6] "Architecture Principles : MTR-001 Release 1.7," MWIF 2001.032.4, Feb. 2001.
- [7] "Architecture Requirements: MTR-002 Release 1.7," MWIF 2001.011.7, Feb. 2001.
- [8] "IP in the RAN as a Transport Option in 3rd Generation Mobile Systems: MTR-006 Release v2.0.0," MWIF 2001.084, June 2001.
- [9] "OpenRAN Architecture in 3rd Generation Mobile Systems: MTR-007 Release v1.0.0," MWIF 2001.094, Sep. 2001.
- [10] "IOS Evolution," 3GPP2 A20-20030317-004, Mar. 17, 2003.
- [11] "Service and Service Capabilities(Release 6)," 3GPP TS22.105 v6.2.0, June 2003.
- [12] "Study of IP Based RAN Architecture for cdma2000 Spread Spectrum Systems, Revision: 1.0," 3GPP2 A.R000X, July 13, 2001.