

主題

# Beyond IMT-2000 시스템의 망구조

KAIST 이 선 호, 조 동 호

차 례

- I. 서 론
- II. Beyond IMT-2000 시스템의 특성
- III. Beyond IMT-2000 시스템의 망 구조
- IV. Beyond IMT-2000 시스템의 도입 시나리오
- V. 결 론

## I. 서 론

현재 무선 네트워크에 대해 세계적으로 공통된 표준이 존재하지 않고 있으나 북미의 TIA(Telecommunications Industry Association)가 권고하고 있는 TDMA/CDMA와 유럽의 ETSI(European Telecommunications Standards Institute)가 권고하고 있는 GSM(Global System for Mobile Communications)의 두 가지 표준이 2세대 디지털 방식의 셀룰러 이동전화 서비스의 주류로 자리잡고 있다. 최근에는 유럽의 3GPP[1](3rd Generation Partnership Project), 북미의 3GPP2[2]라는 표준화 단체가 2세대 이동 통신 시스템의 데이터 전송 능력의 한계를 개선하는 3세대 이동 통신 시스템의 표준화를 진행하고 있다. 이 프로젝트는 고속 이동 단말에게는 144Kbps, 보행자에게는 384Kbps 그리고 정지 단말에게는 2Mbps의 데이터 서비스를 가능하게 하는 것을 목표로 하고 있으며 ITU(International Telecommunication

Union)[3]의 IMT(International Mobile Telecommunications)-2000 요건을 만족하고 있다. 3GPP와 3GPP2뿐만 아니라 네트워크 장비 개발자들이 주축이 되어 진행되는 MWIF(Mobile Wireless Internet Forum)와 전세계 이동통신 분야의 사업자들로 구성되어 추진중인 3G.IP, 그리고 Internet 분야의 표준화 기관인 IETF(Internet Engineering Task Force)에서도 3세대 이동 통신 시스템과 ALL IP network에 대한 연구를 수행하고 있다.

3세대 이동 통신 시스템은 2세대 이동 통신 시스템에 비해 높은 속도의 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있으며 무선 구간에서의 통계적 다중화(statistical multiplexing)를 통해서 패킷 모드 전송의 효율을 높일 수 있다. 그러나 여러 가지 멀티미디어 서비스를 제공할 경우 무선 구간에 발생하는 과도한 간섭(interference) 때문에 3세대 CDMA 시스템에서 high data rate을 구현하는 것이 매우 어렵다. 또한 무선 접속 표준에 의해 핵심 망(core

network)에 요구하는 제한 조건 때문에 넓은 영역의 multirate service, 여러 가지 QoS 및 성능 요구 사항을 실현하는 것이 매우 힘들다. 따라서 2 Mbps 이상의 전송 속도를 필요로 하는 고품질의 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해서 3세대 시스템과 차별화되는 4세대 이동 통신 시스템에 대한 연구의 필요성이 있으며 현재 이에 대한 연구가 국내외에서 진행되고 있다. 그러나 연구 내용이 대부분 공개되지 않은 상태이며 서비스의 개념이 정립되어 가는 단계이다. 현재 ITU-R WP(Working Party) 8F VISION WG(Working Group), ITU-T SSG(Special Study Group), IST(Information Society Technologies) 및 All IP network에 대한 연구를 하고 있는 표준화 단체(3GPP, 3GPP2 등)에서 개선된 IMT-2000 시스템과 beyond IMT-2000 시스템에 대한 논의가 이루어지고 있으며 ITU-R WP8F의 경우 2002년 6월까지 4세대 시스템에 대한 제안서를 완성하도록 계획되어 있다.

본고에서는 beyond IMT-2000 시스템의 예상되는 특성을 바탕으로 망 구조에 대한 내용을 다루도록 하겠다. 2장에서는 beyond IMT-2000 시스템의 특성을 알아보고 이를 기반으로 3장에서는 beyond IMT-2000 시스템의 망 구조에 대해 알아보겠다. 4장에서는 beyond IMT-2000 시스템의 도입 시나리오에 대해 다루며, 마지막 5장에서 결론을 내리겠다.

## II. Beyond IMT-2000 시스템의 특성

3세대 이동 통신 시스템을 사용함으로써 e-mail의 송수신, internet browsing(information), on-line transaction(e-business), 위치 정보 획득, 기업 DB 액세스 그리고 대용량의 파일 전송 등의 서비스를 제공하는 것이 가능하다. 그러나 이러한 서비스들은 좀 더 폭넓은 전송 속도를 필요로 하

며 unicast, multicast 및 broadcast 서비스의 혼합을 지원하는 것을 요구한다. 결국 사용자의 요구에 따라 사용자의 개입을 최소화하며 지능적으로 동작하는 액세스 방식이 필요하게 되며 이동통신 망, 광대역 무선 액세스, 무선 LAN, 위성 망, 방송망 등의 여러 네트워크가 수렴되어야 한다. 이를 위해서 하나의 단말은 다중 모드를 지원할 수 있어야 하며 이동 무선 통신과 고정 무선 통신은 서비스 요구와 환경에 따라 상호 보완의 형태로 최적의 서비스를 지원할 수 있어야 한다. 또한 셀룰러 이동통신, 옥내 무선 LAN, 옥외 광대역 무선 액세스, 위성 및 방송이 결합된 공통 플랫폼에서 다양한 전송속도와 QoS를 충족시키면서 seamless한 서비스가 경제적으로 제공되어야 하며 beyond IMT-2000 시스템에서 사용될 주파수 대역에 적합한 기술이 사용되어야 한다. Beyond IMT-2000 시스템의 요구 조건을 만족시키기 위해 필요한 요구 사항들을 정리하면 다음과 같다.

### 1. 사용자 측면

- 도처에 존재하는 액세스 포인트(Ubiquitous mobile access) : 여러 종류의 서비스를 이용하기 위해서 사용자가 콘텐츠에 액세스하는 가장 유력한 방법은 이동 중의 액세스이다. 따라서 도처에 단말이 액세스할 수 있는 point가 존재해야 하며 쉽게 액세스할 수 있어야 한다.
- 낮은 비용과 적절한 서비스(Low cost and relevant services) : 네트워크는 사용자의 요구에 따라 가능하다면 낮은 비용으로 적절한 서비스를 제공해야 한다.
- 다양한 도구(Diverse user devices) : 사용자가 여러 가지 이동 통신용 도구를 가지고 손쉽게 그리고 끊임 없이 서비스를 받을 수 있어야 한다.

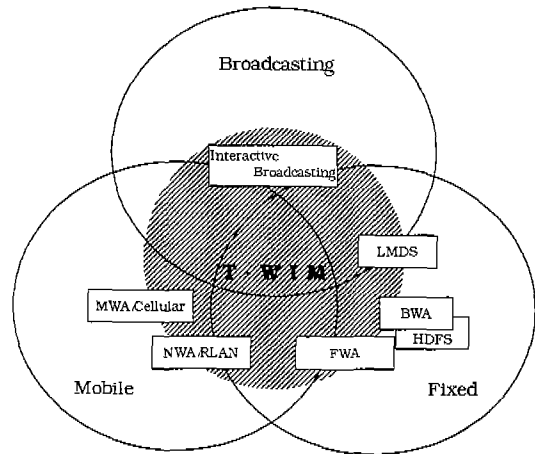
## 2. 응용 서비스 개발자 혹은 제공자 측면

- 공통의 실행 환경 및 응용 서비스의 다이버시티 (Common execution environment and application diversity) : 서비스 개발자가 하나의 서비스를 공통으로 사용될 수 있는 형태로 만들어 놓으면 그 서비스는 사용자에게 가장 적절한 형태로 제공될 수 있어야 한다. 이를 위해서 개인 통신, 정보 시스템, 방송 그리고 엔터테인먼트가 사용자의 요구에 따라 이용 가능한 최적의 형태로 제공될 수 있도록 결합되어야 한다.

## 3. 네트워크 운영자 측면

- 할당된 스펙트럼의 이용률 및 QoS(Quality of Service)의 극대화 : 네트워크 운영자는 할당된 스펙트럼의 이용률이 최대화되도록 각각의 서비스를 위해 대역폭을 적절히 할당해야 하며 동시에 각 서비스가 요구하는 QoS를 만족할 수 있도록 해야 한다.
- 자율적인 네트워크(Autonomous networks) : 네트워크는 사용자의 요구에 따라 스스로 관리할 수 있어야 하며 자율적이고 능동적으로 동작해야 한다. 또한 국제적인 로밍, 개인 이동성 그리고 Mega/Macro/Micro/Pico 셀 환경에서의 seamless 서비스가 가능해야 한다.
- 소프트웨어에 대한 의존성(Software dependence) : 좀 더 효율적인 서비스를 제공하고 사용자에게 투명성을 제공하기 위해서 지능적인 이동 에이전트(mobile agent)가 네트워크와 사용자 도구에 존재해야 한다. 이 때 각각의 이동 에이전트는 사용자의 취향에 맞는 서비스를 제공하거나 네트워크의 configuration을 바꾸는 역할을 수행한다.

현재 ITU-R의 JTG(Joint Task Group) 1-6-8-9 에서는 "Terrestrial Wireless Interactive Multimedia (T-WIM) Applications" 의 기술적인 요구사항에 대한 정립 작업이 이루어지고 있으며 그림 1에서와 같이 이동 네트워크와 유선 네트워크 그리고 방송망의 융합을 고려하고 있다.



LMS : Local multipoint distribution system  
 RLAN : Radio local area network  
 FWA : Fixed wireless access  
 NWA : Nomadic wireless access  
 BWA : Broadband fixed wireless access  
 MWA : Mobile wireless access  
 HDFS : High density applications in the fixed service

그림 1. T-WIM의 개념도

## III. Beyond IMT-2000 시스템의 망 구조

3세대 이동 통신 시스템만으로 언제 어디서나 multimedia, multirate의 이동 통신 서비스를 구현하려고 하는 것은 매우 어려운 일이며 경제적이지 못한 일이 될 수 있다. 따라서 beyond IMT-2000 시스템은 그림 2와 같이 방송망, 셀룰러 망, WLAN (wireless local area network), 근거리 시스템

인 PAN(Personal Area Network)/LAN (Local Area Network)/ MAN(Metropolitan Area Network) 그리고 기존의 유선 망들을 통합하는 All IP network(엑세스 망+핵심 망)으로 구성될 것이다. 이 때 핵심 망을 IP 기반으로 구성한 이유는 기존의 인터넷과의 연동과 3GPP와 3GPP2의 IP 기반 네트워크 구조와의 호환성을 고려한 결과이며 IP 이외에 좀 더 발전된 기술이 사용될 수도 있다. 이렇게 네트워크를 구성함으로써 '서로 다른 무선 접속 네트워크들의 네트워크'를 만들 수 있게 된다.

그림 2는 여러 네트워크들의 끊김 없는 연결을 위해 무선 접속 망과 IP 핵심 망 사이에서 이동성을 지원하는 연결 계층의 필요성을 보여 준다. 그림 2의 네트워크에서는 각각의 무선 접속 방식 사이의 인터워킹, 즉 inter-system 혹은 intra-system에서의 handover, QoS 협상, 보안 그리고 이동성 지원이 필요하며 기존의 무선 인터페이스 뿐만 아니라 새로운 무선 인터페이스에 대한 지원이 요구된다.

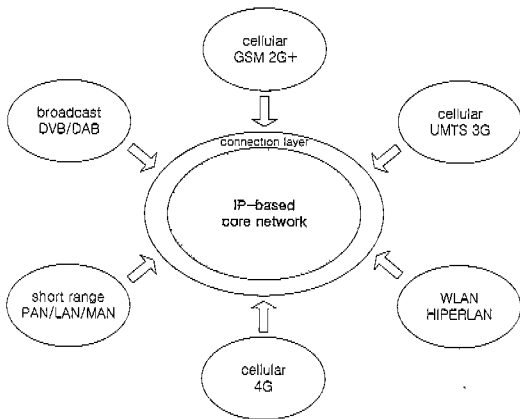


그림 2. 기존의 네트워크들의 융합으로써의 beyond IMT-2000 네트워크

그림 3은 beyond IMT-2000 시스템의 계층적인 구조를 보여준다. 이 때 모든 계층 사이에 글로벌 로밍이 제공되어야 하며 seamless 서비스와 적절한 QoS 보장을 위해 서로 다른 접속 방식간의 수평 핸드오버와 수직 핸드오버가 지원되어야 한다.

드오버와 수직 핸드오버가 지원되어야 한다.

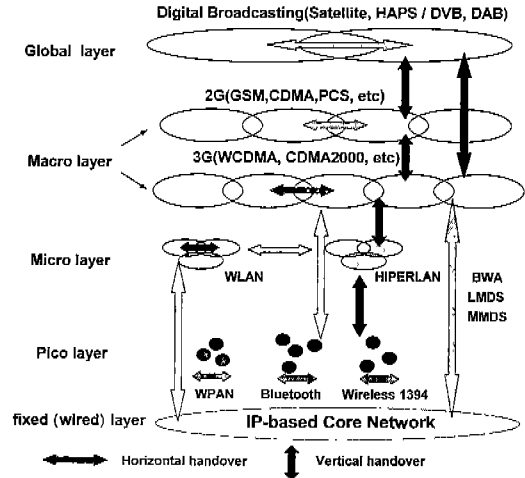


그림 3. Beyond IMT-2000 시스템의 계층적 구조

Beyond IMT-2000 시스템이 도입되는 시기에 더 많은 가입자를 수용하고 고속의 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해서 셀의 크기를 더욱 작게 만들게 될 것이며 현재의 셀룰러 망에서 BTS(Base Transceiver System) 역할을 하는 노드가 기하급수적으로 늘어날 것이다. 이를 위해서 각각의 BTS는 제어 기능을 제외한 dummy antenna 개념의 모듈로 대체될 것이며 이 모듈들을 위한 CE(Channel Element) 관터, Modulation/Demodulation, 핸드오프 및 전력제어 등 기존의 BTS가 수행하던 기능의 일부와 기존의 BSC(Base Station Controller)에서 수행하던 기능을 하나의 BSC에서 일괄적으로 수행하게 될 것이다. 이 때 각각의 BTS와 BSC는 optical fiber로 연결될 것이며, BTS는 무선 신호의 송수신 기능과 광-전기 신호 변환 기능만을 가지게 될 것이다. 또한 그림 3의 Micro layer에 속해 있는 WLAN이나 Pico layer에 속해 있는 WPAN의 AP(Access Point)와 이들을 연결하는 분산 네트워크 및 IP backbone network와의 연결을 담당하는 Smart Bor-

der Router 사이는 optical fiber로 연결될 것이며 이 구간의 다중화 방법으로 WDM(Wavelength Division Multiplexing)등의 방법이 사용될 수 있을 것이다. 그림 4는 이와 같은 특성을 가지는 beyond IMT-2000 시스템의 망 구조를 보여 준다.

이러한 네트워크를 구성함으로써 무선 전송속도의 고속화 및 용량 증대가 가능해질 것이고 IP 기반의 무선 접속이 구현될 것이며 end-to-end QoS/CoS가 제공될 것이다. 그림 4의 Mobile IP network에서는 IP Micro Mobility가 지원되어야 하고 IP backbone network를 통한 WLAN, WPAN, Satellite network 등의 RAN(Radio Access Network) 융합이 이루어져야 하며 IP 기반의 seamless QoS 관리가 이루어져야 한다. 또한 그림 4와 같은 네트워크를 구현하기 위해서는 IP 기반 무선접속 및 무선전송 프로토콜, IP 기반 수직/수평적 핸드오버 기술, seamless QoS 관리 기술, 능동적 계층 셀 구성 기술, 광대역 Multi-band RF 기술, 유/무선 통합 RAN 기술 및 초고속 무선 LAN 기술이 필요할 것이다.

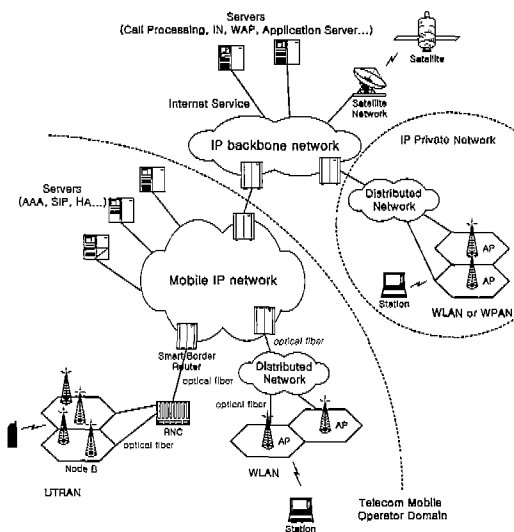


그림 4. Beyond IMT-2000 시스템의 망 구조

#### IV. Beyond IMT-2000 시스템의 도입 시나리오

Beyond IMT-2000 시스템의 도입 시나리오는 시스템의 정의에 따라 다를 수 있으며 크게 유럽과 일본이 서로 다른 의견을 제시하고 있다. 우선 유럽의 경우 beyond IMT-2000 시스템의 정의가 3세대 이동 통신 시스템과 구분되는 새로운 시스템이 아니라 진화된 2세대 혹은 3세대 이동 통신 시스템, 여러 무선 액세스 방식, 위성 망 그리고 방송 망 등의 구분이 없어지는 수렴된 네트워크를 가지는 시스템이다.

반면에 일본의 경우 beyond IMT-2000 시스템의 정의를 기존의 통신 시스템과는 다른 스펙트럼을 사용하는 새로운 시스템으로 하고 있으며 2가지 도입 시나리오를 제시하고 있다. 하나는 All-round-type으로써 기존의 통신 시스템이 지원하는 대부분의 전송 속도를 지원하면서 20Mbps이상까지의 전송 속도를 제공하며 폭넓은 이동성을 지원하는 시스템이고, 다른 하나는 Complement type으로써 1 Mbps에서 20Mbps이상의 전송속도를 지원하고 일정 수준 이상의 이동성을 지원하는 시스템으로써 기존의 통신 시스템에서 지원하는 않는 영역을 서비스 하기 위해 만들어진 시스템이라고 볼 수 있다. 그림 5와 그림 6은 각 type의 전송속도와 이동성 제공 범위를 나타낸다.

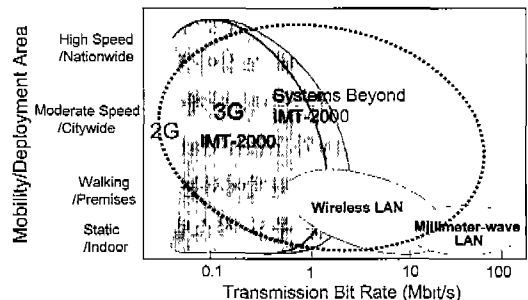


그림 5. All-round-type 시나리오

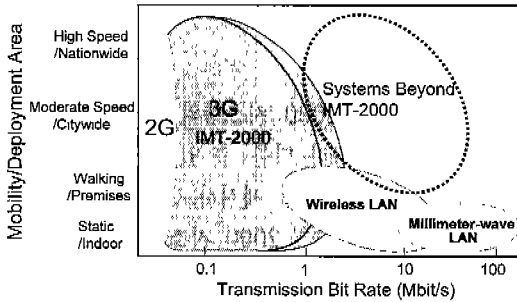


그림 6. Complement type 시나리오

Beyond IMT-2000 시스템의 또 다른 도입 방안으로 앞의 두 방안을 결합한 방안을 생각할 수 있다. 즉 beyond IMT-2000 시스템을 두 단계를 통해 도입하는 것이다. 첫 번째 단계는 “수렴 단계”로 볼 수 있으며 두 번째 단계는 “성숙 단계”로 볼 수 있다. 그림 7과 그림 8은 각각 두 단계의 특징을 그림으로 나타낸 것이다.

그림 7의 수렴 단계에서는 존재하는 모든 3세대 이동 통신 서비스 네트워크가 하나의 수렴된 네트워크로 통합될 것이다. 이 수렴된 네트워크는 고정 망, 이동 망, 위성 망 그리고 방송 망을 포함한다. 하나의 단말을 가지고 사용자는 통합된 네트워크에 접속할 수 있으며 위치, 서비스 받기를 원하는 전송 속도 등에 따라 이동 중에 적절한 3세대 이동 통신 서비스를 이용할 수 있게 될 것이다. 반면에 빌딩 안과 같은 고정된 장소에서 사용자가 높은 전송 속도의 서비스를 받기 원할 때는 FWA와 WLAN이 사용될 수 있다. 결국 수렴 단계 네트워크는 사용자에게 통합된 이동 통신 서비스를 제공하는데 초점이 맞추어져 있다. 그림 8의 성숙 단계에서는 수렴 단계에서 제공할 수 없었던 high mobility와 high data rate의 서비스를 제공할 수 있다. 이 단계에서는 새로운 스펙트럼을 가진 하나의 새로운 무선 시스템이 기존의 3세대 네트워크 및 통합된 수렴 네트워크와 호환되도록 만들어져야 한다. 이 시스템은 사용자에게 거의 완벽한 이동성을 지원할 것이며 사용자는 어떤 서비스를 받

기 전에 그 서비스를 가장 잘 제공할 수 있는 시스템을 선택할 수 있게 된다. 즉 시스템과 서비스의 선택은 통신망 운영자 혹은 시스템 제조자가 하는 것이 아니라 사용자가 하는 것이다.

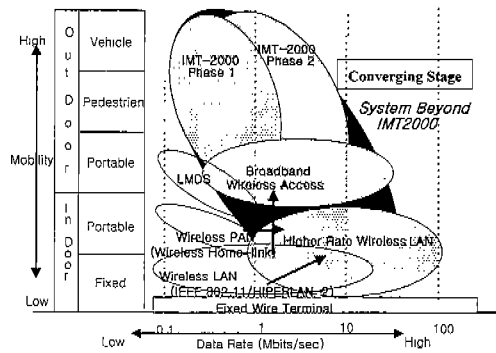


그림 7. 수렴 단계의 다이어그램

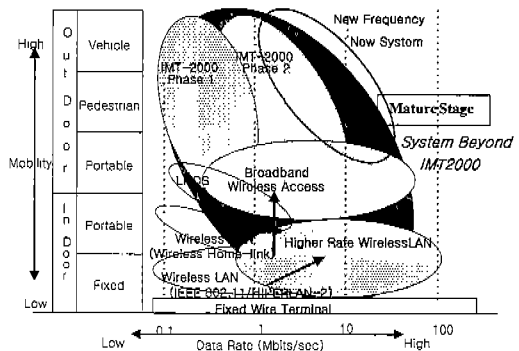


그림 8. 성숙 단계의 다이어그램

## V. 결론

Beyond IMT-2000 시스템의 망 구조는 시스템의 정의 및 목적에 따라 달라질 수 있으며 시스템의 도입 시나리오도 달라질 수 있다. 앞에서 언급했듯이 beyond IMT-2000 시스템은 기존의 여러 통신 시스템들, 즉 2세대 3세대 이동 통신 시스템, 광

대역 무선 액세스, 무선 LAN, 위성 망 그리고 방송 망 등이 융합된 형태가 될 것이며 백본 망뿐만 아니라 무선 액세스 및 응용 서비스 등도 IP 친화적 형태로 바뀌어질 것이다.

구체적인 요구 사항으로는 첫 번째로 고속의 데이터 전송과 고속의 이동성 지원을 들 수 있으며 두 번째로는 무선 구간을 포함하여 다양한 응용 서비스를 위한 QoS 또는 CoS의 제공 및 End-to-End QoS 연동 보장을 들 수 있다. 마지막으로 이종 시스템 간의 로밍을 들 수 있다. 이를 위해서는 기존의 셀룰러 이동 통신, 옥내 무선 LAN, 옥외 광대역 무선 액세스, 위성 망 그리고 방송 망등이 결합된 공통의 플랫폼하의 seamless 서비스가 제공될 수 있도록 망을 구성해야 하며 이동 무선 통신과 고정 무선 통신은 서비스 요구 사항과 환경에 따라 상호 보완의 형태로 최적의 서비스를 지원할 수 있어야 한다. 또한 다중 모드 지원을 위해 통신 시스템을 구성하는 요소들이 소프트웨어적으로는 re-programmable해야 하며 하드웨어적으로는 reconfigurable해야 한다.

유럽과 일본은 beyond IMT-2000 시스템에 대해 서로 다른 정의를 내리고 있으며 우리나라도 최근 beyond IMT-2000 시스템에 대한 관심이 높아지고 있다. 그러나 아직 시스템의 정의를 명확히 내리지 못하고 있으며 개선된 IMT-2000 시스템에 대한 정의 또한 내려져 있지 않다. 앞으로 차세대 이동 통신 시장의 선점을 위해서는 beyond IMT-2000 시스템의 정의를 내리는데 있어서 ITU 등의 표준화 단체에서 우리나라가 주도적인 역할을 할 필요가 있으며 시스템의 정의뿐만 아니라 핵심 망 요소 기술 개발 및 시스템 개발에 이르는 장기적인 개발 프로그램이 조속히 추진되어야 할 것이다.

#### ※참고문헌

[1] 3GPP home page: <http://www.3gpp.org>

org

[2] 3GPP2 home page: <http://www.3gpp2.org>

[3] ITU home page: <http://www.itu.int>

[4] Girish Patel and Steven Dennett, "The 3GPP and 3GPP2 Movements Toward an All-IP Mobile Network," IEEE Personal Commun., Aug. 2000.

[5] B. G. Evans and K. Baughan, "Visions of 4G," Electronics and Communication Engineering Journal, pp. 293-303, Dec. 2000.

[6] Jorge M. Pereira, "Fourth Generation: Now, it is Personal!," IEEE PIMRC, pp. 1009-1016, 2000.

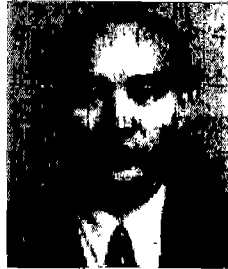
[7] Masaharu Hata, "Fourth Generation Mobile Communication Systems beyond IMT-2000," APCC/OECC, pp. 765-767, 1999.

[8] C. R. Casal, F. Schoute and R. Prasad, "A Novel Concept for Fourth Generation Mobile Multimedia Communication," VTC 1999-Fall, pp. 381-385, 1999.



이 선 호

1999년 한국과학기술원 전기 및 전자공학파(학사)  
2001년 한국과학기술원 전자전산학과(석사)  
2001년~현재 한국과학기술원 전자전산학과 박사과  
정  
관심분야 : 이등 통신망 시스템, 차세대 이등통신 프로  
토콜



조 동 호

1975년~1979년 서울대학교 전자공학과(학사)  
1979년~1981년 한국과학기술원 전기 및 전자공학  
파(석사)  
1981년~1985년 한국과학기술원 전기 및 전자공학  
파(박사)  
1985년~1987년 한국과학기술원 통신공학연구실 선  
임연구원  
1987년~1998년 경희대학교 전자계산공학과 교수  
1989년~1995년 경희대학교 전자계산소 소장  
1998년~현재 한국과학기술원 전자전산학과 전기 및  
전자공학 전공 교수, 한국통신학회 학  
술위원장(상임이사), OSIA IMT-  
2000 TG의장(이사), 5회 CIC TPC  
위원장, IEEE Senior Member,  
IEICE Member  
관심분야 : 유무선 정보 통신망 및 서비스