

차세대 무선 통신망

Next Generation Mobile Telecommunication Architecture - IMT(International Mobile Telecommunications)-2000

안병찬 윤현수 조정완
한국과학기술원 전산학과
{bcahn,jwcho}@camars.kaist.ac.kr

April 23, 1998

요 약

IMT (International Mobile Telecommunications)-2000은, ITU (International Telecommunication Union)를 중심으로 추진되는 차세대 무선 이동 통신 시스템의 표준안으로서, 현재 각 국가별로 추진되는 다양한 무선 이동 통신 시스템의 규격을 단일화하여 항상 전세계 어디에서도 동일한 단말기로 서비스를 이용할 수 있는 것을 목적으로 한다. 그리고, 광대역 다중 접속 기법을 통해 2 Mbps까지의 대역폭을 제공함으로써 무선 망에서 멀티미디어 전송이 가능하도록 한다. 또한 지상의 무선 망과 인공 위성 망을 통합함으로써 다양한 사용자 분포를 갖는 광역적인 지역에 대해 서비스를 제공한다. 본 논문에서는 IMT-2000이 갖는 특징과 진행 방향에 대해 조사하고, 가장 큰 부분을 차지하는 광대역 다중 접속 기법과 인공 위성 통신망의 개요에 대해 기술한다.

1 서론

기존의 고정 유선망 (fixed wired network)은 PSTN (Packet Switched Telecommunication Network)과 internet을 거쳐, ISDN (Integrated Service Digital Network), 그리고 서로 다른 성격을 갖는 서비스를 하나의 망에서 제공하는 B-ISDN (Broadband ISDN)으로 발전하였다. B-ISDN은 ATM (Asynchronous Transfer Mode)을 기반으로 기존의 전화와 데이터 전송 뿐만 아니라 동영상 등의 멀티미디어 서비스를 제공한다. 현재의 2세대 무선 통신망은 음성 서비스 위주의 셀룰라 CDMA 디지털 통신망과 PCS (Personal Communications Services)를 제공하며, SMS (Short Message Service)를 통해 전자 우편 확인, push 서비스 등의 데이터 서비스도 부가적으로 제공한다.

한편, 국가별로 다양한 무선 통신 서비스 규격을 사용하며, 무선망이 제공하는 대역폭과 서비스 품질은 유선망에 비해 현저히 떨어진다. 최근에 제시된 매우 낮은 전송률을 위한 비디오 압축 기법인 H.263과 MPEG-4를 사용하는 경우에도 화상 회의 수준의 멀티미디어 전송을 위해서는 64Kbps의 대역폭을 필요로 하며, 현재의 PCS는 이와 같은 대역폭을 사용자에게 제공하지 못하는 문제를 갖는다. 한편, 무선 이동 통신 기술이 급진적으로 발전함에 따라 이러한 차이는 줄어들 것으로 보이며, 무선 ATM (wireless ATM)의 표준화에 대한 많은 관심으로 앞으로

도 무선 이동 통신망의 대역폭 증가에 대해 계속 연구가 진행될 것이다 [1].

IMT (International Mobile Telecommunications)-2000은, ITU (International Telecommunication Union)를 중심으로 추진되는 차세대 무선 이동 통신 시스템의 표준안으로서, 현재 각 국가별로 추진되는 다양한 무선 이동 통신 시스템의 규격을 단일화하여 항상 전세계 어디에서도 동일한 단말기로 서비스를 이용할 수 있는 것을 목적으로 한다. 그리고, 2 Mbps까지의 대역폭을 사용하도록 함으로써 멀티미디어 전송을 비롯한 다양한 서비스를 제공할 것이다. 또한 지상의 무선망과 인공 위성 서비스를 통합하는 것은 IMT-2000이 갖는 가장 큰 특징 중의 하나이다. 이와 같이 통합된 망은 다양한 사용자 분포와 폭넓은 서비스 지역, 그리고 IMT-2000이 제공하는 모든 서비스 형태를 지원할 수 있도록 한다.

2 무선 통신망 구조의 현황

현재의 무선 이동 통신 서비스는 셀룰라 전화와 paging을 중심으로 본격적으로 확산되었으며 계속된 무선 이동 통신 기술의 발전과 폭발적인 무선 가입자의 증가로 인해 전세계적으로 하나의 무선 이동 통신망을 구축하는 필요성이 제기되고 있다. 또한 무선 통신 기기와 휴대용 컴퓨터 기기가 소형화 됨에 따라 이전의 구분된 분야였던

컴퓨팅(computing)과 통신(communication)을 통합하는 PDA (Personal Digital Assistant) 등이 등장하였다. 그림 1은 무선 이동 통신의 세대별 변천 과정을 나타낸다.

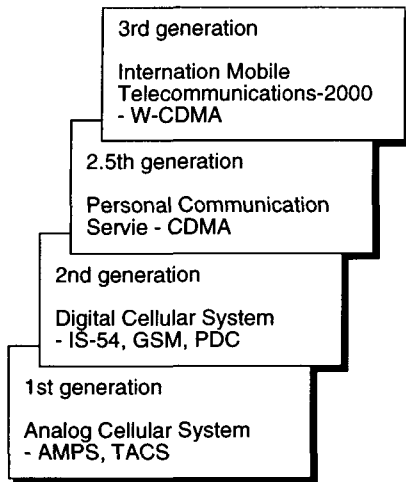


그림 1: History of Mobile Communication

현재의 셀룰라 무선망은 다중 접속 (multiple access) 방식에 의해 다양하게 구분된다. 기존의 아날로그 셀룰라 시스템인 AMPS (Advanced Mobile Phone System)와 TACS (Total Access Communications System)는 FDMA (Frequency Division Multiple Access)를 사용한다. 이후에 등장하여 널리 쓰인 디지털 셀룰라 시스템의 다중 접속 방식은 TDMA (Time Division Multiple Access)이며, 주로 IS-54 (North American Digital Cellular), GSM (Global System for Mobile Communications), PDC (Personal Digital Cellular)에서 사용된다.

현재의 무선 이동 통신망에서는, 국내의 경우, CDMA (Code Division Multiple Access) 기술을 사용하여 서비스 품질을 개선한 디지털 방식의 셀룰라 전화가 성공적으로 쓰이기 시작했다. CDMA는 TIA (Telecommunications Industry Association)에 의해 "IS-95"로 규정된 다중 접속 기법으로 라디오 주파수 대역 또는 채널 대신에 구분된 디지털 코드 (Pseudo-Random Code Sequence)를 사용한다. 또한 PCS (Personal Communications Services)를 통해 기존의 전화 서비스 뿐만 아니라 데이터 전송 서비스도 제공하게 되었다. PCS는 800 MHz 영역의 대역을 사용하는 기존 셀룰라폰과 달리 1.7-1.8 MHz 영역의 대역을 사용함으로써 전파 직진성이 우수하고 깨끗한 전파 수신이 가능하다. 또한 PCS에서는 SMS (Short Message Service)를 통해 전자 우편 확인, push 서비스 등을 제공하며 앞으로 더욱 다양한 서비스를 제공할 것으로 보인다. 반면, 더 작은 무선 셀 크기를 가지므로 더 많은 수의 기지국 (base station)을 필요로 한다.

한편, 최근 일본에서는 노트북과 같은 휴대용 컴퓨터에 셀룰라 전화를 연결하여 인터넷에 접속하는 이동 컴퓨팅 (mobile computing)이 유행하고 있다. 일본 최대의 셀룰라폰 서비스 업체인 NTT (Nippon Telegraph and Tele-

phone Corporation)의 DoCoMo는 최대 9.6 Kbps의 데이터 통신 서비스를 제공하며, CDMA 셀룰라 전화 서비스가 시작되는 1998년 4월에는 14.4 Kbps의 서비스를 제공할 것이다. 또한, PHS (Personal Handyphone System) 방식을 통해 32 Kbps의 데이터 전송 속도를 제공하는 서비스도 개발되었으며, 이럴 경우에 모뎀을 통해 유선망을 접속하는 속도와 비슷하게 된다. 최근에는 노트북보다 더 작은 크기를 가지며, 휴대용 컴퓨터의 일부 기능과 셀룰라 폰을 통합한 PDA (Personal Digital Assistant)가 나오기도 했다.

3 차세대 PCS 구조

본 절에서는 IMT-2000의 개요와 진행 방향, 상위 계층의 관점에서 본 IMT-2000이 가져야 할 목표를 기술한다. 또한, IMT-2000의 가장 큰 부분을 차지하는 광대역 multiple access 기법과 광역 인공 위성 시스템에 대해 자세히 기술한다.

3.1 IMT-2000 (International Mobile Telecommunications-2000)

ITU-R의 FPLMTS (Future Public Land Mobile Telecommunication Systems)에 대한 Task Group 8/1은 2000년까지 2 GHz 대역에 230 MHz의 대역폭을 전세계적으로 할당함으로써 하나의 단말기를 갖고 항상 전 세계 어느 곳에서도 무선 이동 통신 서비스를 제공해 줄 목표로 IMT-2000을 추진하고 있다. 또한 IMT-2000은 W-CDMA (Wide-band CDMA)로 대표되는 multiple access 기법을 통해 동영상 전송 등의 고속 멀티미디어 서비스를 제공할 계획이며, 기존의 2세대 무선 이동 통신망에서 제공하는 서비스를 포함하여 매우 다양한 서비스를 제공할 것이다. 또한, 소프트웨어 전송받기를 통해 다양한 공중 접속 인터페이스를 가질 수 있는 작은 단말기를 개발함으로써 다중 모드로 동작하며 끊어짐 없는 이동 (seamless roaming)을 제공할 것이다. 그림 2은 이와 같은 IMT-2000의 망 구성과 제공되는 서비스를 나타낸다.

서로 다른 규격과 대역을 사용하는 아날로그 셀룰라 무선 망 시스템이 급격하게 발달하고 휴대용 단말기가 등장함에 따라, 미래의 무선 이동 통신 시스템을 위해서 통일된 표준안의 개발을 위한 협약이 필요함이 ITU에 의해 제기되었다. ITU-R은 이와 같은 표준안에 의해 개발되는 시스템이 가져야 할 서비스의 특성, 사용하는 대역, 서로 다른 시스템간의 호환성과 개발 도상국과의 연계 방안에 대해 많은 노력을 기울였다. IMT-2000에서는 터미널 이동성 (terminal mobility)를 제공하며 이것은 ITU-T (ITU Telecommunication Sector)에서 추진하는 UPT (Universal Personal Telecommunication)의 개인 이동성 (personal mobility)를 보완한다. 개인 이동성 각각의 사용자가 고유의 UPT 숫자를 갖고 어떠한 무선 망의 어떠한 단말기로도 통신 서비스를 받을 수 있는 것을 말한다.

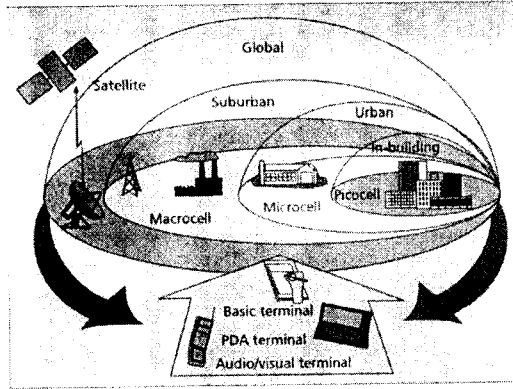


그림 2: International Mobile Telecommunications-2000

3.2 IMT-2000의 상위 계층 관점에서 보는 문제점들

본 절에서는 IMT-2000의 목표를 상위 계층에서 전체적인 관점으로 볼때 기술한다. 이러한 목표들은 사용자의 요구 사항에 기반하며, 앞으로의 IMT-2000의 개발 방향을 정하는데 중요한 기준이 된다 [2].

3.2.1 서비스 품질

무선 서비스가 사용자에게 가장 큰 영향을 끼치는 서비스 품질은 다음의 세 가지이다. 따라서, 차세대 무선 시스템은 향상된 음질을 제공하고, 대부분의 활동 공간에 대한 지원과 끊어짐이 없는 서비스 지역을 제공하고, 이러한 것들을 적절한 가격에 제공해야 한다.

- 음질 (voice quality)
- 서비스 지역 (coverage)
- 가격 (cost)

IMT-2000에서 제공하는 서비스들은 전송 품질에 따라 다양한 영역의 대역폭, BER (Bit Error Ratio), 지연을 필요로 한다. 무선 비디오 서비스를 위해서는 적어도 64 Kbps 이상의 대역폭이 할당되어야 하며, 데이터 전송을 위해서는 10^{-6} 의 BER을 요구한다. 이러한 BER은 고정망보다는 여전히 훨씬 높은 수준이며, 사용자가 원하는 서비스 품질을 제공하기 위해서는 별도로 데이터 오류 장치를 필요로 한다. 현재의 무선 시스템에서 요구되는 무선 접근 부분 (radio access part)의 최대 지연은 50 msec이며, 다른 부분까지 고려했을때의 단방향으로의 최대 지연은 90 msec이다 [2]. 이러한 지연은 지연에 민감한 서비스인 음성 서비스에도 적합하다. 반면, 연계시스템 또는 인공 위성 링크를 거치는 경우의 지연은 매우 커지며 개선될 필요를 갖는다.

무선 가입자 기반이 급진적으로 커짐에 따라, 차세대 무선 시스템은 무선망에 대한 좀더 효율적인 사용과 더 큰

대역폭을 필요로 하게 되었다. 새로 개발된 무선망 시스템이 널리 쓰이기 위해서는 사용자들에게 새로운 서비스와 함께 증가된 망 효율성을 제공해야 한다. 또한 다양한 대역폭과 서비스 품질을 요구하는 각종 서비스들을 동시에 제공함에 있어서 항상 최적의 대역 사용도 (spectrum usage)를 유지해야 한다.

3.2.2 새로운 서비스와 기능

향후의 무선 사용자들의 요구를 만족시키기 위해서는 서비스 품질의 개선뿐만 아니라 동시에 폭넓은 서비스를 다양한 방식으로 제공하는 것이 필요하다. 2000년경에는 무선 노트북을 통해 무선 WAN을 접속하는 이동 사무실의 개념이 등장할 것으로 보이며, 이것은 현재의 무선 시스템이 제공하는 대역폭보다 훨씬 더 큰 대역폭을 필요로 한다. 이외에도 사고 현장으로부터의 의료 사진 전송, 자동차에 GIS 정보 제공 등에 무선 영상 전송 서비스를 필요로 한다. IMT-2000은 적어도 실내나 많은 사람들이 모이는 장소와 같이 pico cell로 지원되는 좁은 영역에 대해서는 많은 대역폭을 제공할 예정이다.

차세대 무선 시스템의 개념은 B-ISDN (Broadband Integrated Service Digital Network)과의 상호 작용을 통해 광대역 서비스를 제공하는 것을 포함한다. 따라서, 무선 접근 시스템은 필요에 따라 대역폭을 할당하는 (Bandwidth on Demand) 기법을 필요로 한다. 이에 따라 간단한 낮은 전송률의 페이징 서비스로부터 음성, 그리고 높은 전송률을 필요로 하는 동영상 전송, 고용량 데이터 전송에 이르기까지 다양한 서비스가 제공된다. 몇몇 응용은 소프트웨어 받기와 같은 비대칭 데이터 전송 기능을 필요로 하고, 화상 회의와 같은 응용은 연속적인 전송을 필요로 한다. 또한 VoD (Video on Demand)와 같은 MPEG 전송은 매우 불규칙 (bursty)한 성격을 나타내며, 매우 낮은 지연과 BER을 요구하는 응용도 있다. 한편, 이동 호스트들의 계속된 이동에 따른 무선 채널의 변화적인 성격 때문에 대역폭의 활용은 매우 동적인 특성을 나타낸다.

3.2.3 다양한 환경, 모드, 대역폭에 대한 유연성 있는 지원

기존의 데이터 전송망과 전화망외에 셀룰라 무선망과 PCS가 등장함에 따라 사용자에게 좀더 폭 넓은 서비스 지역과 서비스의 일치성을 나타내기 위해 서로 다른 망 사이에 최대한의 호환성을 제공하는 것이 필요하게 되었다. 이러한 상호 호환성을 위해서는 다음과 같은 유연성 (flexibility)에 대한 요소들이 필요하다.

- 다중 기능성
- 다중 환경 기능
- 다중 모드 동작
- 다중 대역폭에 대한 지원

한편, FPLMTS이전의 무선망들도 사용자의 요구에 따라 계속해서 새로운 특징과 기능을 제공할 것이며, 이러한 발전은 앞에서 언급한 유연성을 가능하게 할 것으로 보인다.

차세대 무선 멀티미디어 단말기는 몇몇 표준안이 제시된 상황에서 나오게 된다. 하나의 공중 인터페이스 (air interface) 표준안이 존재하면 전세계적으로 이동하는 것을 쉽게 구현할 수 있는 반면, 지역적인 이해 관심의 차이와 IMT-2000의 진행도의 차이때문에 하나의 표준안이 제시되는 것은 쉽지 않다. 또한 무선망 사업자들은 새로운 단말기가 기존의 무선망과 호환되기를 (backward compatibility) 원한다. 따라서, 현재의 방안은 공중 인터페이스에 대한 적응 기술 (adaptive technology)과 소프트웨어 받기 (software download)를 통해 기존의 무선망 뿐만 아니라 다양한 모드와 영역에 걸쳐 동작하는 멀티미디어 단말기를 제작하는 것이다. 또한, 유연성있는 적응 기술은 다양한 공중 인터페이스에 대한 호환뿐만 아니라 실시간 제어, 기본적인 설정 (modulation, channel coding, etc.)의 동적인 제어에 의해 성능과 대역 사용 효율도를 최적화하는데 필요하다. 한편, 무선 셀을 효율적으로 구성하는 것도 중요한 역할을 한다. 그림 3와 4는 멀티미디어 단말기의 다양한 대역에 걸쳐 송수신을 수행하는 전송/수신 장치의 소프트웨어 구조를 나타낸다.

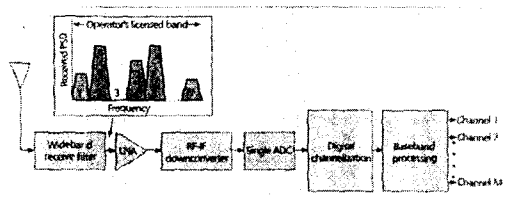


그림 3: Wideband software receiver architecture

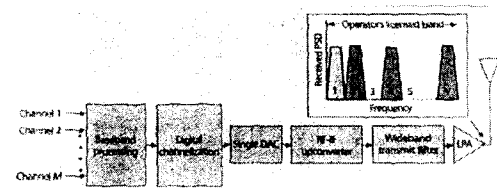


그림 4: Wideband software transmitter architecture

무선 서비스에 대해서도 라디오 신호 (radio bearer)를 통해 적응 계층 (adaptation layer)에서 무선 채널의 순간 용량에 따라 대역폭, 지연등의 전송 서비스 품질 선택, 협약, 조절이 이루어진다. 환경적인 측면에 대해서는 여러가지 사항에 걸쳐 다양성이 존재한다. 물리적인 환경에 대해서는 건물내, 건물외의 혼잡 지역, 건물외의 한산한 지역으로 나눌 수 있고, 이동성에 대해서는 정지 상태, 보행 상태, 빠른 속도로 움직이는 상태로 나눌 수 있다. 또한 지역적인 차이에 따라 사용자의 분포가 달라진다. 따라서 무선 접속 시스템은 지상과 인공 위성등의 전달 환경, 이동 속도등의 차이에 최대한 적응적일 필요가 있다.

차세대 무선망에서는 현재보다 더 많은 종류의 망이 존재할 것으로 보이며, 많은 수의 무선 CPN (Customer Premises Network)이 존재할 것이다. 무선 가입자는 CPN에서 picocellular/microcellular 망으로, 또한 현재의 기반이 되는 구조인 macrocellular 또는 위성 이동 망으로 이동하게 될 것이며, 이러한 경우에 서로 다른 무선망 간에 끊어짐없이 이동함을 제공하는 것이 매우 중요하다. 다양한 무선망 간의 끊어짐 없는 이동은 서로 다른 무선망 사이의 핸드오버 (handover)와 분산된 위치 관리 (location management)의 지원을 통해 새로운 접속 (call)이 정확하게 최대의 효율성과 최소의 지연으로 가입자에게 전달되는 것을 필요로 한다. ATM의 자기 라우팅 기능 (self routing capability)는 가능한 대안으로 깊이 연구되고 있으며, 무선 접속 부분을 wireless ATM으로 구성하는 것이 상당한 장점을 가질 것으로 보인다.

지상의 무선망과 인공 위성 서비스를 통합하는 것은 IMT-2000이 갖는 가장 큰 특징이다. 이와 같이 통합된 망은 다양한 사용자 분포와 폭넓은 서비스 지역, 그리고 IMT-2000이 제공하는 모든 서비스 형태를 지원한다. 또한, IMT-2000의 고정 무선 접속 서비스를 지원하는 기능은 고정망의 개발이 늦춰진 많은 개발 국가에 있어 필수적이며, 고정 유선망의 용량을 상호 보완하는데 이용될 것으로 보인다.

3.2.4 스펙트럼에 관계된 문제

WARC (World Administrative Radio Conference) 1992에서는 1885 - 2025 MHz와 2110 - 2200 MHz의 대역폭을 IMT-2000을 구현하기 위한 영역으로 할당하기로 전세계적으로 합의했다. 이 중에서 1980 - 2010 MHz와 2170 - 2200 MHz의 영역은 인공 위성을 위한 부분으로 결정되었다. 이와 같이 결정된 영역은 ITU-R (ITU Radiocommunication Sector)의 연구에 기반하며, ITU-R에 따르면 IMT-2000을 전세계적으로 기반으로 지원하기 위해서는 230 MHz의 대역 (기지국을 위한 170 MHz의 대역과 무선 단말기들을 위한 60 MHz의 대역)이 필요하다. IMT-2000을 위한 목표와 방향이 1992년부터 구체화되었고, 또한 높은 전송율 (초기의 2 Mbps와 나중의 20 Mbps)의 서비스를 제공하는 기능에 대한 요구가 증대되면서 IMT-2000의 지상 부분을 지원하기 위해 추가적인 대역이 필요할 것으로 보인다. 이것에 대해서는 더 많은 연구를 필요로 하며, WRC-97과 WRC-99를 거쳐 IMT-2000의 지상 부분을 위한 대역에 변경이 있을 것으로 보인다.

3.2.5 기존 시스템으로부터의 전환 및 확장 방안

IMT-2000의 확산을 위해서는 IMT-2000 이전의 시스템들의 개선 또는 통합에 대한 지원이 반드시 필요하다. 현재의 무선망들에 대해 많은 기술적 투자가 진행 중이고, 지금의 무선망들의 가입자들은 계속 존재할 것이다. 또한, FPLMTS 이전의 무선망 운영자들은 현재의 기반이 사라지는 대신, 새로운 시스템과 상호 공존하기를 기대할 것이다. 따라서, 기존의 시스템으로부터의 새로운 시

시스템으로의 발전안은 반드시 필요하다. 초기에는 IMT-2000이 기존의 무선망 시스템 기반을 상당히 잠식할 것으로 보인다. 많은 기존의 시스템들은 IMT-2000을 위한 실질적인 기반을 마련할 것으로 보이며, 이것을 바탕으로 IMT-2000은 많은 대역폭을 필요로 하는 멀티미디어 전송 응용을 지원할 것으로 보인다.

3.3 국내에서의 IMT-2000에 대한 진행 상황

ITU를 중심으로 진행된 차세대 이동 통신 시스템의 표준안, IMT-2000의 진행은 국가별로 다른 양상을 나타낸다. 미국은 기존 PCS 시스템의 개선을 통해 IMT-2000을 구현할 계획이며, CDG (CDMA Development Group)를 중심으로 동기식 (synchronous) W-CDMA의 표준화를 추진중이다. 유럽은 RACE (R&D in Advanced Communications Technologies and Services) 프로젝트의 한 분야로 UMTS (Universal Mobile Telecommunication System)를 연구 개발중이며, 기존의 유럽 표준 이동 통신 방식인 GSM (Global Systems for Mobile Communications)을 발전시킨 A-TDMA 방식과 W-TDMA 방식을 추진 중이다. 일본은 자국 내의 이동 통신 대역 부족 현상을 해결하기 위해 IMT-2000을 적극적으로 추진하고 있으며, NTT (Nippon Telegraph and Telephone Corporation)의 DoCoMo를 중심으로 W-CDMA의 빠른 구현 및 성능 평가를 목표로 하고 있다 [3].

국내에서는 복수 표준을 추진 중이며, ETRI (Electronics and Telecommunications Research Institute)를 중심으로 동기식 CDMA 방식을 그리고 TTA (Telecommunications Technology Association)를 중심으로 비동기식 (asynchronous) CDMA를 추진 중이다. 정보통신부는 IMT-2000의 개발과 연구를 위해 2 GHz 대역에 실험용 주파수를 한국 통신과 삼성전자에 할당하였다 또한, 정부는 ETRI와 LG Telecom 등의 국내 업체, 그리고 Motorola와 Nokia 등의 외국 업체가 동시에 참여하는 방식으로 1999년까지 IMT-2000 표준안의 검증 및 시제품을 개발할 계획이다.

4 Wide-band CDMA의 진행 상황

일본은 ITU를 중심으로 진행 중인 IMT-2000/FPLMTS의 표준화와 관련하여, ARIB (Association of Radio Industries and Business)에서 W-CDMA의 표준화 작업을 활발히 추진 중이다. 일본과 달리, 유럽은 GSM 개발 이후에 차세대 시스템 개발에 있어 부진한 상태를 보이며, 미국의 경우 1,900 - 2,000 MHz 대역을 이미 PCS 사업자에게 대부분 할당한 상태로 차세대 시스템 개발에 대해 낮은 관심을 보이고 있다. NTT DoCoMo는 1999년까지 세계 최초로 W-CDMA의 시스템 평가를 수행하기 위해 많은 노력을 기울이고 있으며, 이러한 평가는 전세계적으로 많은 단체와 기업의 공동 작업을 통해 이루어질 계획이다. W-CDMA는 IMT-2000의 중요한 기술로서 인식될 것이며, ITU를 중심으로 하는 표준화에 많은 영향

을 끼칠 것으로 보인다.

NTT DoCoMo는 내부적으로 W-CDMA를 통해 최대 2 Mbps의 radio transmission을 성공하였다 [3]. W-CDMA는 고품질의 전송을 보장하고, 움직일 경우에 384 Kbps 그리고 건물 내부의 경우에 2 Mbps의 대역폭을 보장하며, 다중 전송률을 갖는 여러 트래픽을 효과적으로 전송한다. 1999년까지 수행될 W-CDMA의 시스템 평가는 6개의 셀로 이루어진 무선망을 기반으로 하며, 고품질 음성, 모뎀 전송, 고속 데이터 전송, 동영상 전송을 시험한다. 또한, 무선 셀 구조, DHO (Diversity Hand-Over), ATM 전송도 같이 시험한다.

5 LEO (Low Earth Orbit) 위성 통신망

지상의 무선망과 인공 위성 서비스를 통합하는 것은 IMT-2000이 갖는 가장 큰 특징중의 하나이다. 이와 같이 통합된 망은 다양한 사용자 분포와 폭넓은 서비스 지역, 그리고 IMT-2000이 제공하는 1996년 10월, Geneva에서 열린 GMPCS (Global Mobile Personal Communications by Satellite)에 관한 The First WTPF (World Telecommunication Policy Forum)에서 IMT-2000의 광역 인공 위성 부분에 대해 집중적으로 논의되었다. 전력과 라디오 대역의 제한, 그리고 모든 인공 위성 시스템들의 필연적으로 큰 footprint때문에 이러한 시스템들은 제한된 용량을 갖는다. 따라서, 지상의 매크로 셀, 마이크로 셀, 피코 셀들이 인공 위성의 메가 셀을 보완하며 도심 등의 혼잡 지역에 더욱 큰 대역폭을 제공한다 [2]. IMT-2000은 이동 단말기 (mobile terminal)가 전세계적으로 끊어짐없이 (seamless) 이동하며 통신할 수 있는 것을 목적으로 하며, 이것을 위해서는 지상의 무선망과 인공 위성망의 통합된 지원을 필요로 한다. 모든 서비스 형태를 지원한다.

셀룰라 망과 PCS 등의 지상 무선망이 제공하는 이동 통신 서비스는 지리적으로 한계를 갖는다 [4, 5]. 이에 따라 좀더 다양한 사용자 분포를 광역적으로 포함하기 위해, 다양한 LEO 인공 위성 시스템이 제안되었다. LEO 시스템은 현실적인 문제로 무선 망 구조가 미미한 지역을 포함하여 지상 무선 망이 있는 영역도 같이 지원한다. LEO 인공 위성 시스템은 험하거나 인구 분포가 작아서 경제적으로 지상 무선 망을 구축하는 것이 어려운 지역에 무선 서비스를 제공함으로써 광역적인 서비스가 가능하도록 한다. 또한, 지상 무선 망이 있는 영역에서는, 망에서 순간적인 과부하가 일어날 경우에, 인공 위성 시스템이 과부하에 해당하는 부분을 처리해 줄 수 있다. 이럴 경우에 사용자는 이중 모드 단말기를 통해 지상 무선 망과 인공 위성 망을 동시에 사용한다.

LEO는 지표면에서 500-2000 Km에 있는 인공 위성들을 구분하는데 쓰인다. 이와 같은 낮은 고도는 인공 위성 과 단말기 모두에 대해 작은 end-to-end 지연과 적은 전력 소모 요구를 제공한다. 그림 5에서는 사용자가 작은 단말기로 LEO 인공 위성을 사용하는 것을 나타낸다. 또한

인공 위성은 게이트웨이를 통해 지상의 무선 망과 연결될 수 있다. 그리고 LEO 인공 위성은 ISL (Inter-Satellite Links)를 통해 인공 위성 망을 지나는 연결의 라우팅을 지상의 무선 망과 무관하게 수행할 수 있다. 라우팅 기능을 위해 인공 위성은 보드 내에 패킷 스위치를 가져야 한다.

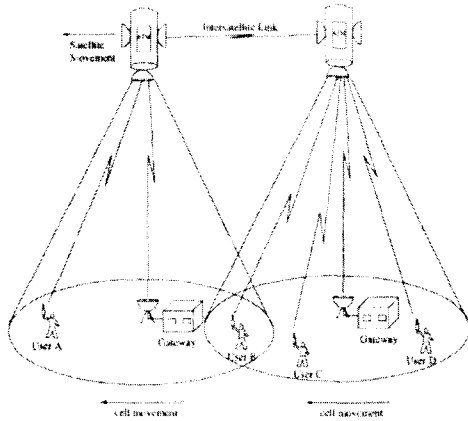


그림 5: Wireless Communication via Satellite ATM Network

GEO (Geostationary) 인공 위성은 다르게 지구를 일정한 속도로 공전한다. 이와 같은 비정지적인 특성 때문에 LEO 위성의 서비스 영역은 계속해서 변한다. 그러나, 일정 개수 이상의 궤도와 인공 위성들을 사용하면 항상 광역적인 서비스 범위를 제공하는 것이 가능하다. IRIDIUM 프로젝트의 경우, 6 개의 극 궤도와 각각의 궤도마다 11 개의 인공 위성을 사용한다 [6]. 각각의 위성이 갖는 서비스 지역의 비정지적인 특성 때문에, 지상에서의 단말기는, 통신 시간 동안에, 초기의 인공 위성의 서비스 지역에서 벗어나게 된다. 따라서, 초기의 인공 위성은 지상의 단말기의 관리될 서비스 지역이 지상의 단말기를 포함하는 인공 위성으로 넘겨야 한다. 이러한 과정을 핸드오버라고 부르며, 핸드오버는 궤도 내의 인공 위성 사이에 일어나는 내부 핸드오버 (inter handover)와 궤도 간의 인공 위성 사이에 일어나는 상호 핸드오버 (inter handover)가 있다. LEO 시스템에서는 인공 위성의 빠른 속도 (19,000 - 25,000 Km)때문에 매우 빈번히 핸드오버가 발생한다. 반면 핸드오버가 일어날 때마다 연결 라우트에 속하는 인공 위성이 변하므로, 계속하여 연결 라우트를 변경해 주어야 한다.

6 Conclusion

IMT (International Mobile Telecommunications)-2000은, ITU (International Telecommunication Union)를 중심으로 추진되는 차세대 무선 이동 통신 시스템의 표준안으로서, 현재 각 국가별로 추진되는 다양한 무선 이동 통신 시스템의 규격을 단일화하여 항상 전 세계 어디에서도 동일한 단말기로 서비스를 이용할 수

있는 것을 목적으로 한다. 또한, 광대역 다중 접속 기법을 통해 2 Mbps까지의 대역폭을 제공함으로써 무선 망에서 멀티미디어 전송을 가능하도록 하고, 지상의 무선 망과 인공 위성 망을 통합함으로써 다양한 사용자 분포를 갖는 광역적인 지역에 대해 서비스를 제공한다.

ITU-R는 FPLMTS의 이름을 IMT-2000으로 바꾸고 전 세계적으로 하나의 단일화된 표준안을 제안하려고 하는 반면, 각국의 이해 관계 때문에 2-3개의 표준안이 제안될 것으로 보인다. 국내에서는 IMT-2000의 도입과 개발에 많은 투자를 하고 있으며, 유럽과 일본을 중심으로 진행되는 표준안과 미국을 중심으로 진행되는 표준안의 두 가지를 독립적으로 추진하고 있다.

IMT-2000에서는 광대역 다중 접속 기법(W-CDMA)을 통해 멀티미디어 전송 서비스도 가능하도록 하고 있으며, NTT DoCoMo가 주도가 되어 2000년까지 W-CDMA의 기술 개발과 시범 사용을 위해 많은 노력이 기울여지고 있다. 또한, 전세계의 모든 지역을 항상 서비스하기 위해 지상의 무선 망과 인공 위성 망의 통합에 대해 많은 연구가 진행 중이다.

References

- [1] D. Raychaudhuri and D. Wilson, "ATM-Based Transport Architecture for Multiservices Wireless Personal Communication Networks," *IEEE Journal On Selected Areas In Communications*, Oct 1994.
- [2] International Telecommunication Union, "IMT-2000, International Telecommunication Union," <http://www.itu.ch/imt/imt2000.html>, 1998.
- [3] NTT DoCoMo, "A Next Generation Mobile Communication System Meeting the Needs of Mobile Multimedia," http://www.nttdocomo.co.jp/english/w_cdma/nr1.html 1997.
- [4] H. Uzunalioglu, W. Yen, and I. F. Akyildiz, "A Connection Handover Protocol for LEO Satellite ATM Networks," *The Third Annual ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking (MobiCom'97)*, Sep 1997.
- [5] H. Uzunalioglu and W. Yen, "Managing Connection Handover in Satellite Networks," *IEEE GLOBECOM '97, Phoenix, Arizona*, Nov 1997.
- [6] J. L. Grubb, "IRIDIUM Overview," *IEEE Communications Magazine*, vol. 29, no. 11, 1991.