

主 題

# IMT-2000 무선 Internet 서비스망 표준화

LG정보통신(주) 이동통신연구소 임병근, 이정률

차 례

1. 서론
2. IMT-2000 무선 인터넷 망 모델
3. 무선 Internet Access 및 핸드오프
4. Mobile IP 기반의 network layer mobility
5. 결론

## 1. 서론

3세대 IMT-2000 디지털 이동전화의 도입은, 범세계적인 이동전화 가입자의 이동성을 보장하기 위한 국제적인 로밍 서비스의 제공을 목표로 하는 것 뿐만 아니라 음성급 서비스에 머물고 있는 이동전화에서도 유선 망에서와 같은 고속의 멀티미디어 데이터 통신이 가능하도록 하자는 목표를 내걸고 출발한 것이다. 국제 로밍을 자유롭게 할 수 있는 방법으로 제시된 것은 단일 표준의 3세대 이동통신 시스템을 개발 하는 것으로 하였고, 고속 멀티미디어 데이터 서비스를 제공하기 위한 방법으로 광대역의 무선 주파수 대역을 할당하여 다수의 가입자가 동시에 고속 데이터 접속이 가능한 환경을 제공하면서 무선 모뎀 기술의 혁신적 개량개선으로 3세대 시스템의 고속 데이터 요구 사항인 고속 주행시144Kbps, 저속 보행시384kbps, 실내의 2Mbps를 만족하는 무선기술이 개발되고 있다[1].

3세대 IMT-2000고속 무선 이동통신 시스템의 개발에서 예상하고 있는 서비스로서 이동화상전화나 멀티미디어 통신이 보편적으로 이야기 되고 있으나 가장 확실한 서비스로서는 유일한 범 세계적인 데이터 통신망인 Internet의 접속을 통한 Internet 기반의 멀티미디어 및 데이터 통신이다. 즉, 고속의 3세대 이동전화 망이 Internet 망과 유기적으로 결합하여 이동전화 사용자가 LAN을 통하여 Internet을 접속하는 것과 같은 고속의 서비스를 제공함으로써 다양한 멀티미디어 데이터 베이스를 보유하고 세계적인 접속을 제공하는 Internet의 정보를 빠르게 수신하고 역으로 정보를 제공하는 Internet 접속 서비스가 3세대 이동전화망의 대표적인 서비스로 예상되고 있다.

본 고에서는, 위와 같은 IMT-2000 시스템의 Internet 서비스를 실현시키기 위하여 무선 부문의 기술개발과 더불어 유선 망측면에서 이루어지고 있는 Internet 망 연동을 위한 무선 패킷 네트워크 표

준 기술개발 현황을 미국의 TR45.6 및 3GPP2/TSGP(3rd generation partnership project 2/Technical Specification Group for Packet architecture) 시스템의 예를 들어서 기술하고자 한다[2].

## 2. IMT-2000 무선 인터넷 망 모델

### 2.1. Network Architecture

TR45.6 및 3GPP2/TSGP 의 Internet Access를 위한 망 구조의 개념은 IETF (Internet Engineering Task Force) 의 Mobile IP에 기반한 IP 이동성 지원을 기본으로 하고 사용자의 NAI(Network Access Identifier)를 망 접속의 수단으로 사용하여 Public Internet, Home ISP, Private Intranet을 접속할 수 있도록 하는 것이며 망구조 모델은 그림 1과 같고, 각 network 요소별 기능은 다음과 같다.

MS(Mobile Station) 은 종래의 이동통신 단말기 기능을 기본으로 하는 MT(mobile Terminal)기능과 데이터 통신을 위한 데이터 터미널 TE(Terminal Equipment) 기능이 포함된

것으로 보며, 고속 패킷 데이터 통신을 위한 기능으로서 MT의 패킷 무선 자원 요구 및 자원의 상태 관리 (Active, Standby, Dormant), Mobile IP를 지원을 위한 Packet Zone ID 확인, 및 Packet registration기능이 추가되며, TE 기능으로서는 PDSN(Packet Data Serving Node)와의 PPP link protocol 을 data link 기능으로서 가지고 상위 TCP/IP 및 기타 응용서비스 관련 기능을 가지고 사용자 서비스를 제공한다.

Radio Network(RN)은 종래의 BSS(Base Station Sub-system)으로서의 기본기능을 수행하는 것 외에, packet data terminal 과의 무선 MAC 기능처리, 무선 자원관리, Packet Zone 정보 방송, 단말의 Packet data service profile관리, PDSN과 단말간의 Data 중계, Packet Buffering, Handoff시 PDSN으로의 Packet Session 정보 전달, R-P link 접속 관리 기능 등을 수행한다. VLR(Visitor Location register)와 HLR(Home Location Register)는 종래의 이동통신 시스템의 망 요소 기능만을 그대로 수행 MS의 Radio Network 접속을 위한 MS 인증 및 허가 위치등록 등만을 관리하여 Internet access를 위한 추가 기능의 부담을 최소화 하도록 하고 있다.

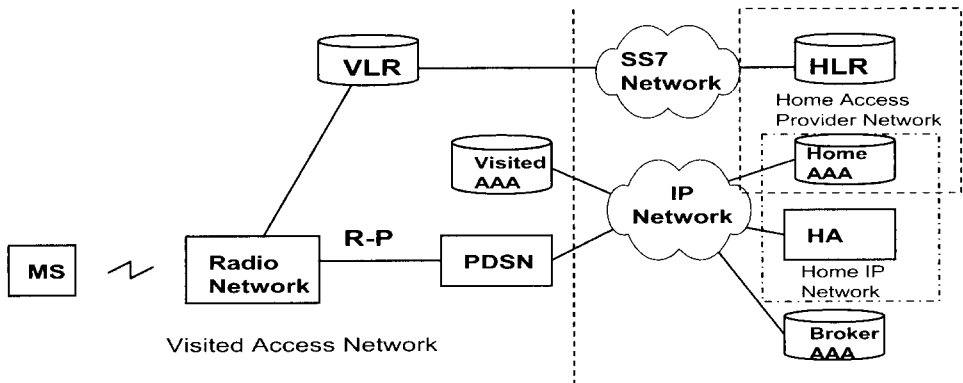


그림 1. General Network Reference Model

PDSN(Packet Data Serving Node)은 MS의 Data protocol stack과 연동하여 MS이 Internet 을 접속하도록 하는 망 요소로서, RN과의 R-P interface link layer를 통하여 MS의 link layer mobility를 지원하고, MS 이 PDSN을 변경 하더라도 동일한 IP address를 사용할 수 있도록 FA(foreign Agent)기능을 제공하여 Network layer mobility를 지원하며, MS의 Internet access를 위한 NAI 인증 및 허가 그리고 과금 정보 등을 취합 AAA(Authentication, Authorization, Accounting) server와 연동하는 기능을 제공한다.

HA (Home Agent Function)는 MS의 IP mobility를 제공하기 위한 Mobile Agent로서 MS가 사용하는 IP address를 할당하여 MS가 접속하는 PDSN(FA)와 IP tunnel 을 개설하여 MS로 착신하는 IP datagram의 전달을 수행하고 MS의 Mobile IP 등록 및 인증등을 위하여 Home AAA server 또는 broker AAA server와 연동한다.

AAA(Authentication, Authorization, and Accounting Function) server는 MS의 Internet 접속 인증 허가 과금을 처리하는 망 요소로서 NAI에 기반한 MS사용자의 SIP(Simple IP) access, MIP (Mobile IP)access 를 지원하기 위하여 user profile을 관리하고 PDSN, HA와의 연동을 수행하며 MS에 dynamic IP address를 할당 하기도 한다.

그림 1에서 MT의 가입에 의한 Home access network과 NAI의 가입에 의한 Home IP network은 항상 일치된 것으로 보지 않으며, MT와 NAI는 서로 독립적인 관계를 갖을 수 있도록 하고 있어서 MT는 무선 망 가입만을 관할 하며, NAI는 ISP 가입만을 관할 하는 개념이다. 그림 1에서의 Visited Access Network은 현재 MS가 방문하여 서비스 받고 있는 이동통신 망 사업자 영역으

로서, MT의 측면에서 MT가 가입된 사업자 무선 망 일 경우 home Network이 되며 MT의 Home access provider가 구축한 Home IP network의 AAA server가 NAI를 부여 한 경우 Home AAA server와 Visited AAA server는 동일한 시스템이 되나, NAI를 발행한 사업자가 유선 ISP인 경우 MT사용자는 항상 visited AAA server를 통하여 Home AAA server로부터 인증을 받은 후 Internet 접속 서비스를 받는 ISP roaming 서비스에 의한 Internet 접속을 수행한다.

## 2.2. Network Protocol configuration

그림 1의 network reference model위에서 동작하는 Internet data 서비스 protocol configuration의 망 전체 구조는 그림 2 와 3과 같이 Simple IP service 와 Mobile IP service의 경우로 구분하여 도시 할 수 있다. Simple IP service라 함은 MS이 Mobile IP용 client S/W를 보유하지 않고 단순히 PDSN을 통하여 Internet 을 접속할 때 마다 새로운 IP address를 PDSN 이나 visited AAA server로부터 할당 받아 사용하는 것으로, RN에서 이동 중에 PDSN을 변경 하게 되는 경우 이전의 IP address를 사용하지 못하게 되는 불편 함이 있으나 단말기의 S/W의 변경 없이 사용할 수 있는 장점이 있고 ISP 사업자 입장에서도 적은 수의 IP address만으로도 다수의 가입자에게 Internet Access 서비스를 제공할 수 있는 장점이 있다.

그림 2 및 3에서 보여 주는 바와 같이 Internet packet Data 서비스를 위한 무선 접속 측면의 무선 link layer와 유선 R-P link layer는, 각각 MT과 RN에서 종단 처리 되고 RN과 PDSN사이에서 종단 처리되어, MS의 Data link layer 인 PPP link layer 의 점 대 점 bearer channel을 제공한다. MS에 Mobile IP client S/W를 가지

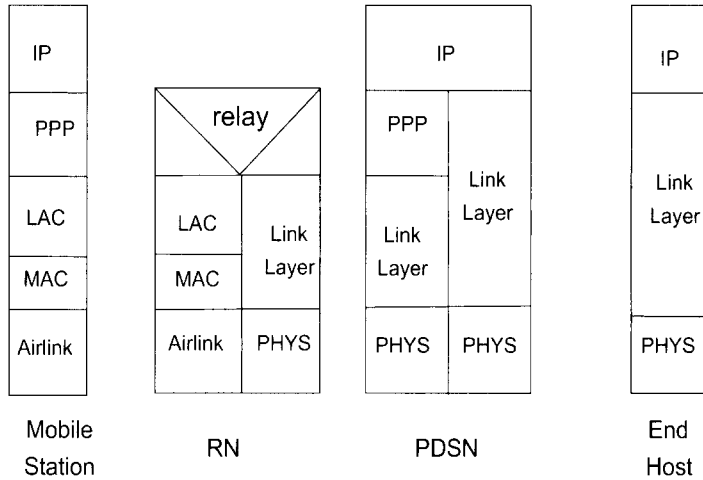


그림 2. Protocol Reference Model for Simple IP

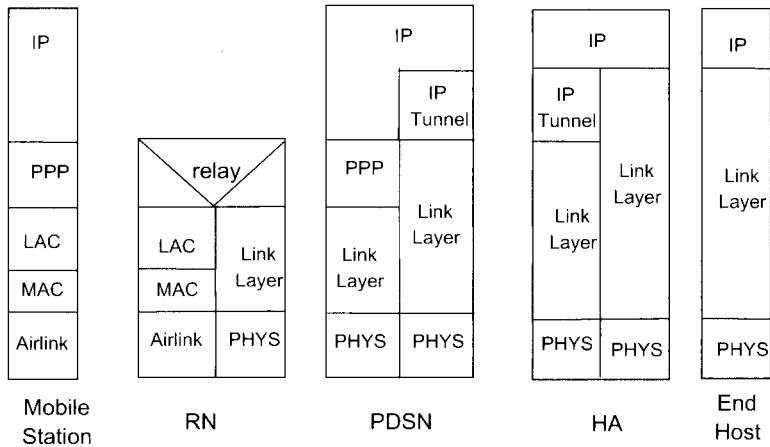


그림 3. Protocol Reference Model for Mobile IP User Data

고 있는 Mobile IP service 사용자는, MS가 PDSN에 접속하면 Mobile IP registration 메시지를 HA에 송신하여 현재 접속하고 있는 FA정보를 HA에 등록 하고, HA와 FA인 PDSN사이에 IP in IP encapsulation tunnel을 형성하도록 함으로서 HA가 할당 한 MS의 IP address 지속적으로 사용할 수 있으므로 Push service와 같은 IP 착신 서비스를 받을 수 있고 기타 IP 기반의 모든 서비스를 LAN에서와 같은 조건으로 받을 수 있는 장점이 있다.

### 3. 무선 Internet Access 및 핸드오프

#### 3.1. 무선 Internet Access

MS의 Internet access 절차는 MT가 Packet Service Option으로 Origination을 요구함으로써 시작된다. RN이 MT의 Packet Service Option Origination message를 수신하면 VLR/HLR을 통하여 MT인증과 허가를 수행하고 RN의 BSC는 자신이 접속하고 있는 PDSN

으로 해당 MT의 packet data path를 설정하여 R-P link로 MS의 Packet Service Registration이 있음을 통보한다. PDSN은 R-P link를 개설한 후 LCP(Link Control Protocol)에 의하여 MS와의 PPP(Point to Point Protocol) link establishment를 시작하는데, 그림 4와 같은 과정을 따른다(3). LCP로 PPP link의 설정이 완료되면 PDSN은 CHAP(Challenge Authentication Protocol)(4) 으로 MS에 NAI인증을 요구하며 SIP 단말기의 경우 CHAP으로 인증을 시행하거나 무시하고 IPCP(5), [6]로 갈수 있고, MIP 단말기인 경우 MIP registration 과정에서 인증을 하기 때문에 항상 CHAP인증을 하지 않고 바로 IPCP로 전이하여 IP address 할당을 요구한다.

SIP 단말이 CHAP을 수행 하지 않고 IPCP를 실행 하여 SIP 용 IP address를 요구하는 경우 PDSN은 R-P link 설정 시에 수신한 MT의 IMSI(international Mobile Station Identifier)로부터 자동적으로 IMSI@carrier.com 형태의 NAI를 생성하여 AAA server에 전달하여 인증 여부를 확정하게 된다. IPCP단계에서 SIP 단말기는 PDSN이나 AAA server가 제

공하는 IP address를 요구하여 할당 받고(5), MIP 단말기는 자신이 보유하는 IP address를 Home IP address로서 할당해 주도록 요구 함으로서(6) PDSN이 IPCP단계에서 MIP 단말기인지 SIP단말기 인지를 구분할 수 있게 된다. PDSN이 IPCP에서 PPP link 상의 Compression이나 Encryption등의 협상을 수행하여 PPP link 송수신 모드를 확정 하면 MIP단말기로 인지된 MS에 대해서 FA advertisement를 송신하여 MIP 단말기가 MIP registration을 신속히 수행 할 수 있도록 한다.

MIP 단말기는 FA advertisement message로부터 새로운 FA임을 확인하면 MIP registration을 수행하게 되는데, 최초의 Packet Origination에 의한 PDSN의 등록은 FA가 새로운 FA임이 당연하여 자동적으로 MIP 등록을 수행하나 Dormant reconnection에 의한 접속일 경우 동일한 PDSN일 경우 MIP 등록이 생략된다. MIP 등록 과정으로부터 MS의 NAI가 home AAA server로 전달되고 NAI로부터 Home AAA server가 사용자의 service profile에 등록된 IP QoS, IP assignment mode를 참조하여 IP address를 할당하고 QoS(Quality of Service)를 PDSN으로 전달한다. MIP 단말기의

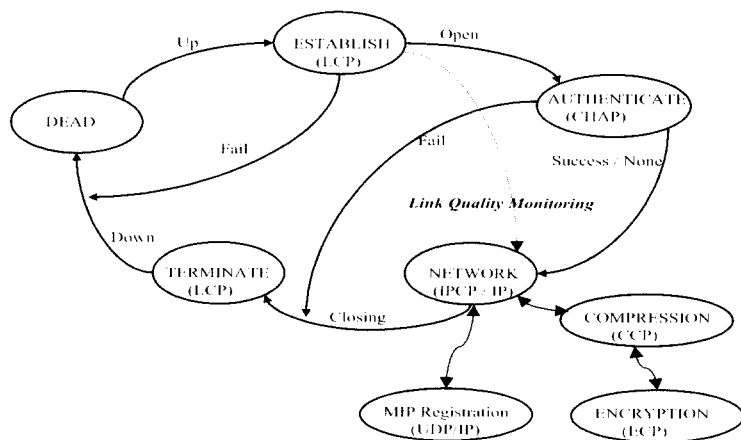


그림 4. PPP link establishment procedures

IP 할당은 home IP network의 HA가 보유하고 있는 IP address를 Static 하게 할당하여 어느 곳의 Visited Access Network을 통해서라도 동일한 Home IP network의 IP address를 사용할 수 있도록 하는 static IP 할당 방식과, 방문한 Visited Access Network의 Visited IP Network 내의 HA가 방문 시에 자신의 network 내의 IP host address할당 하는 dynamic IP address 방식 두 가지가 있다.

### 3.2. 핸드오프

Packet Mobile station의 Handoff 처리는 종래의 음성 MT의 처리와 다른 특징이 하나 있으며 이는 Packet service data 서비스의 다음과 같은 속성으로부터 기인한다. IMT-2000 packet data service 용 단말기와 기지국 시스템 사이의 패킷 데이터 전달을 효과적으로 수행하기 위하여 매체 전달 제어 기능계층 MAC(Medium Access Control)을 두고 있는데, MAC은 전달할 데이터의 존재여부에 의해서 패킷 서비스가 활성화된 (packet service active state) 단말기와 기지국 시스템이 그림 5와 같은 4개의 MAC 상태를 공동으로 유지하며(7), 각 sub-state의 특징은 다음과 같다.

- Active State : 단말기와 기지국 사이에 패킷 데이터 전달을 위한 트래픽 채널이 할당되어 있고, 전력제어가 이루어지며, 트래픽 채널상에 전달되는 패킷이 단말기와 기지국 시스템 사이의 RLP(Radio Link Protocol)에 의해서 제어 된다.
- Control Hold State : 단말기와 기지국 사이의 전달할 데이터가 없어 트래픽 채널이 할당되지 않은 상태이나 전력제어를 위한 채널과 제어 채널은 할당되어 있고 RLP상태가 유지되므로, 전달할 데이터가 발생될 경우 트래픽 채널만 할당하면, 즉각적으로 패킷 전송이 이루어지도록 한 상태이다.
- Suspended state : 상기한 Control Hold State에서 유지 하던 전력 제어 및 제어 채널이 없는 상태이나, 단말기와 기지국 시스템 사이의 RLP와 PPP(Point to Point Protocol) 상태는 유지되는 state로서, 전달할 데이터가 발생할 경우 RLP가 유지 됨으로써 단말기와 기지국 시스템 사이의 패킷 전달 재개를 빠르게 할 수 있는 state이다.
- Dormant state : 단말기와 기지국 시스템 사이의 무선 구간의 접속이 완전히 해제되고 단순히 단말기와 패킷 데이터 망연동 장치간의 PPP 상태만 유지되는 state로서, 패킷 접속이

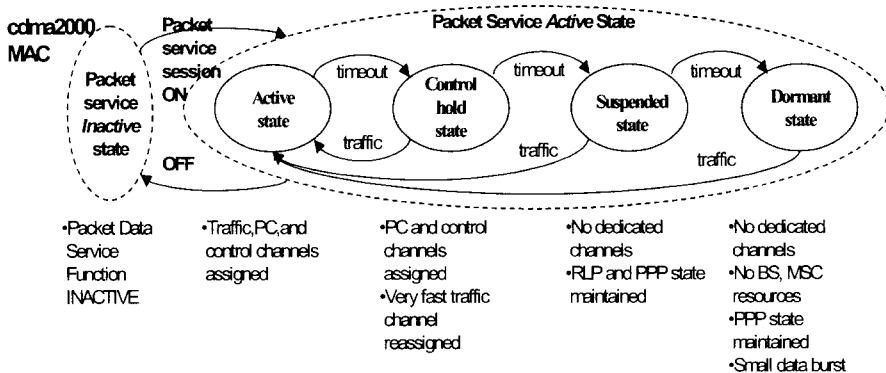


그림 5. IS-2000 MAC state transition diagram

재개될 경우, 단말기와 기지국 시스템 간의 동작은 초기 패킷 접속과 거의 같은 수준의 시간이 필요하다.

상기한 4가지 상태의 기술에서 알 수 있듯이 packet data service 는 무선 자원의 할당 유무에 관계 없이 MS이 Packet Service Active State 가 되면 단말과 PDSN 사이에 PPP link 가 설정되어 packet service state가 de-activation 되기 전까지 유지되므로, RN이 그림 6과 같이 하나의 BSC가 다수의 PDSN을 연결하고 있는 환경에서 Dormant Handoff가 발생하면, 즉 MS가 최초 BSC3에서 PDSN 2에 등록하여 Internet을 Access 하고 있는 중에 dormant state로 천이하고 BSC2 영역으로 이동하였다면, MT의 MAC 상태정보가 BSC3에서 BSC2로 전달되어야 MT와 RN간의 MAC정보 동기가 이루어지고, MS와 PDSN의 PPP link 동기를 유지하기 위하여 BSC2가 MT의 Packet Data path를 PDSN 2로 설정하도록 하는 기능이 RN에 존재 해야 한다.

RN은 MS의 dormant handoff를 인지 하면 MS가 packet active 상태로 천이 하지 않더라도 R-P link를 통하여 R-P handoff 사실을 통보하

여 R-P link를 개설하고 이때 PDSN은 dormant R-P Handoff signal로부터 R-P link만을 개설하고 PPP link 재설정 등의 작업은 생략하여 PPP link의 BSC 구간 이동 mobility를 지원하게 된다.

위와 같은 R-P link handoff의 지원으로 R-P Link network이 그림 7과 같이 하나의 Packet Network으로 구성되면, SIP 단말기인 경우도 MIP 단말기가 packet origination 시 등록된 IP address를 계속 사용하듯이 최초로 등록된 PDSN이 할당한 IP address를 사용하여 packet service de-activation 시까지 지속적으로 사용할 수 있는 장점이 있다.

### 3.3. R-P link Protocol

RN과 PDSN을 연결하는 R-P link의 기능은, BSC와 PDSN 사이로 전달되어야 하는 MS의 PPP frame data를 다중화/역 다중화(encapsulation)하고 PPP frame을 전달하기 위한 packet session의 개설 및 관리 기능과, 앞서 기술한 R-P handoff 처리를 위한 signaling, Billing information의 전달, R-P link 상의

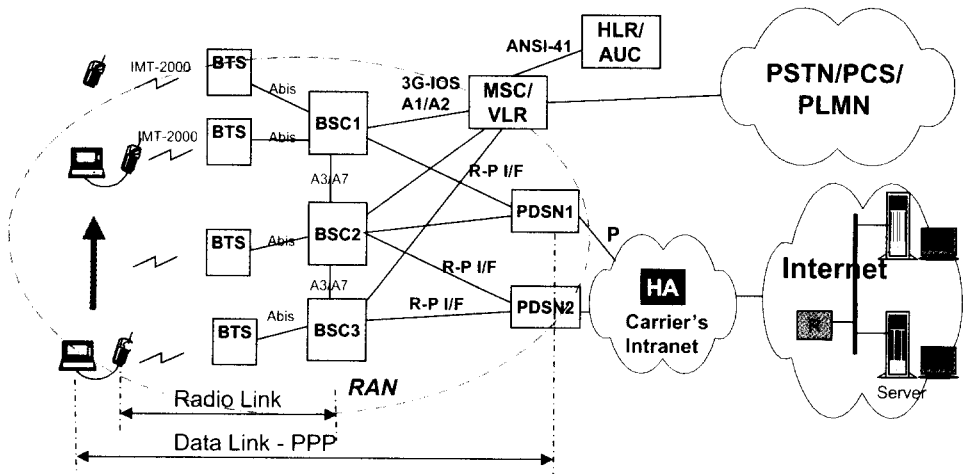


그림 6. MS의 Internet Packet Network 접속도





PDSN3에서 PDSN1으로 serving PDSN을 변경하게 되며, 이때 MS는 Packet Zone ID의 변경에 따른 dormant reconnection을 통하여 PDSN1 자동으로 등록 하는 과정을 거치게 된다. Active 한 상태에서 이동하는 경우는 soft handoff에 의해서 BSC3와 MS의 RLP가 연결되므로 Dormant state로의 천이 전에는 기존의 PDSN3에 접속하고 있으므로 Mobile IP registration이 이루어 지지 않는다. MS가 Packet Zone 이 변경됨을 확인하고 dormant reconnection을 요구하면, RN은 BSC1이 접속한 PDSN1으로 MS의 Packet path를 설정하고 R-P link set-up을 요구하며, PDSN은 신규 registration으로 파악하여 PPP link establishment를 초기 packet origination에서와 같은 수순으로 처리하여 전체 과정이 MIP 단말의 최초 등록과 같은 수순을 거치게 된다. 이 경우 MIP registration과 PPP link의 재설정 인증 및 허가 등의 과정이 반복되므로 Mobile IP에 의해서 단말기가 동일한 IP 주소를 계속사용 한다고 해도 Internet측으로부터 단말기로 착신되는 데이터가 발생하면 MIP 등록과정이 완료될 때까지 전달이 지연되는 단점이 있다.

이와 같은 단점은 그림 7에서와 같은 R-P network이 있는 경우 극복되며, 한번 MS가 등록을 하고 난후 타망으로 Roaming 하거나 Packet service inactive 상태로 되기 전까지는 RN의 link layer mobility 지원으로 packet zone ID의 변경이 있더라도 MIP 등록 과정 없이 지속적으로 끊김 없는 Internet Access 를 유지 할 수 있다.

#### 4.2. 타망 Roaming 시의 Mobile IP

MS가 타 사업자 망으로 Roaming 하여 Packet Service를 받는 경우, visited

Network의 VLR/HLR은 일차 MT의 Roaming service를 통하여 MT가 Internet Packet Network을 access하도록 허가 하며, PDSN은 PPP link 개설 후 MS의 NAI로 부터 MS의 Home IP network을 확인하고 해당 Home AAA server로 MIP registration message를 전송하여 인증이 되면 MIP registration 및 access를 허가 한다. Roaming 한 MS가 SIP service를 사용하는 경우는 IMSI로부터 얻은 NAI에 의해서 단순히 Packet Access허가 여부를 확인한 후 PDSN이 IP Address를 할당하여 Internet Access 서비스를 제공하게 되며 이 경우 NAI roaming 만 적용된다 고 생각 할 수 있다.

#### 4.3. Intranet IP 의 Roaming

기업의 LAN 사용자가 LAN용 IP address를 TE에서 그대로 사용하고자 하는 경우로서 무선 access provider와 기업의 AAA server 사이에 제휴 관계가 설정되어 있고 NAI가 있을 경우에만 가능하다. 이 때 제휴 관계가 없다면 broker AAA server가 제휴관계의 역할을 대행 해줄 수가 있다. 실제 적용 시에는 Intranet 접속 보안 문제 등으로 PDSN과 Home Network의 Firewall 사이에 secure tunnel이 설정되고 VPN(virtual private Network)을 형성하기 위한 방안으로서 L2TP(layer 2 Tunneling Protocol)가 사용될 수 있다.

또 다른 VPN의 구현 방안으로서, 그림 7과 같이 R-P network cloud가 구축되어 있을 때, PDSN을 기업의 Intranet에 직접 접속 시킴으로써 공중망을 통하지 않고 안전하게 VPN을 구축할 수 있다. 이때, PDSN은 Intranet의 Sub-net 으로서 무선 LAN access point의 역할을 수행하고 기업의 업무용 MS에 PDSN의 sub-net host

ID를 할당하며 PDSN에서는 host ID와 ID가 할당된 MS의 IMSI를 대응 시키는 table을 보유하여 MS에 할당된 IP datagram이 PDSN으로 도착하면 PDSN이 RN으로 해당 MS의 호출을 수행하고 VLR/HLR이 MS의 위치를 파악한 후 paging 하여 MS와 PDSN이 연결된다.

MS가 Intranet과 연결된 PDSN을 통하여 Home Intranet 을 접속하는 MS발신의 경우를 위하여, HLR에 MS에 할당된 IP address의 Home PDSN 정보를 추가하여 해당 MS가 packet origination을 하면 자동적으로 home PDSN에 접속하도록 하는 방식을 구현 할 수도 있고, RN이 PDSN을 구분하는 식별자를 MS사용자가 지정할 수 있도록 하여 packet origination시에 Home PDSN의 ID를 첨부 함으로써 RN이 첨부된 Home PDSN식별자에 따라 PDSN을 선택하여 MS의 Packet data path를 설정할 수 있도록 할 수 있다. 이와 같은 VPN의 구현 방법은 현재 표준화에서는 진행 되고 있지 않으나, 향후 VLR/HLR의 packet service를 위한 기능 추가 시 또는 무선 접속 신호의 개량 시 추가 함으로서 전국적인 단위 사업자 망 내부를 통한 무선 LAN구축의 효과를 얻을 수 있으므로 바람직한 무선 VPN 구축 방법이라고 할 수 있다.

## 5. 결론

이상으로 현재 TR45.6/TSGP에서 진행 하고 있는 IMT-2000의 무선 Internet packet service network architecture 의 표준을 고찰하였는데, 이동하는 단말기의 seamless handoff service와 중단 없는Internet 망 접속의 서비스를 제공하기 위해서는 RN 과 PDSN을 연결하는 R-P interface가 고속의 Packet Network으로 구성되어 한번 MS가 PDSN에 등록을 하면 지속적

으로 PPP link의 재설정 없이 유지되도록 하는 Link layer mobility service가 중요한 요소임을 알 수 있었으며, NAI를 기반으로 하여 Internet access를 관리하는 AAA server가 유선 ISP의 AAA server와 같이 무선 Internet 서비스 Network의 중요요소로 자리하여 유무선 통합의 Internet Access환경을 제공함을 알 수 있었고, 마지막으로 현재 표준화에는 반영되지 않았지만, VLR/HLR시스템 메시지 처리에서 또는 무선 신호접속방식에서 약간의 신호를 추가함으로써, R-P packet network이 구축된 환경에서 안전한 무선 VPN을 구축할 수 있는 방안이 있어 향후 IMT-2000 고속 무선 멀티미디어 시스템을 통한 무선 LAN의 가능성이 있음을 보였다.

## ※ 참고 문헌

- [1] ITU-T, Q.1701, Framework for IMT-2000 Networks, May, 1998.
- [2] TIA/EIA/TR45, PN-4286, Wireless IP network architecture based on IETF protocols, July, 1999.
- [3] IETF, RFC1661, The Point to Pont Protocol (PPP), July 1994.
- [4] IETF, RC1994, PPP Challenge Handshake Authentication Protocol (CHAP), August 1996
- [5] IETF, RFC1332, The PPP Internet Protocol Control Protocol (IPCP), May 1992.
- [6] IETF, RFC2290, Mobile-IPv4 Configuration Option for PPP IPCP, RFC 2290, February 1998.
- [7] TIA/EIA/TR45.5, PN-4429, Medium Access Control (MAC) standard for

cdma2000 spread spectrum, March,  
22, 1999.



임 병 군

1984년 2월 한양대학교 전자공학과(학사)  
 1986년 2월 한국과학기술원 전기 및 전자(석사)  
 1991년 2월 한국과학기술원 전기 및 전자(박사)  
 1987년 1월 ~ 1995년 2월 ㈜디지털 정보통신 연구소  
 1995년 4월 ~ 현재 LG 정보통신(주) 이동통신 연구소  
 실장 / 책임연구원



이 정 룰

1977년 2월 부산대학교 전자공학과(학사)  
 1986년 2월 한국과학기술원 전기 및 전자(석사)  
 1991년 2월 한국과학기술원 전기 및 전자(박사)  
 1976년 11월 ~ 1987년 4월 금성통신(주) 연구소  
 1987년 4월 ~ 1998년 12월 LG정보통신 송양연구소  
 연구위원(이동통신 연구  
 단장)  
 1999년 1월 ~ 현재 LG정보통신 송양연구소 소장/연  
 구위원 상무)