

IMT-2000망에서 로우밍 관련 주요 issue들

임 선 배

한국전자통신연구원 무선방송연구소 무선통신망연구부

Abstract

IMT-2000 시스템에서도 제2세대 이동통신시스템에서와 같이 로우밍(roaming)에 대한 기술적인 문제의 해결이 필요하다. 다만 IMT-2000 시스템에서 요구되는 로우밍 요구사항은 제2세대 이동통신시스템에서 요구되는 로우밍 요구사항 보다 훨씬 수준 높은 점이 다르다. IMT-2000에서 로우밍과 관련된 요구사항으로는 서로 다른 IMT-2000 family member^[1]간의 이동성을 보장하는 글로벌 로우밍(global roaming)기능, 타 IMT-2000 망에 이동하여서도 마치 자기 IMT-2000 망에 있는 것처럼 IMT-2000 망이 제공하는 서비스를 사용할 수 있는 virtual home environment(VHE) 기능, 이동중에도 패킷 데이터 서비스 특히 인터넷을 사용하여 패킷 데이터를 주고 받을 수 있는 Internet interworking 기능등이 있다. 본고에서는 IMT-2000 망 구조하에서 이러한 로우밍 관련 요구사항들이 어떻게 논의되어 가고 있는지에 대하여 살펴본다.

I. 서 론

이동통신이 고정통신과 다른점은 통신을 하고자 하는 사용자들이 단말기를 들고 돌아다니는 것이다. 단말기를 들고 돌아다니게 됨으로써 발생하는 기술적인 문제는 여러 가지가 있겠지만 대표적인 것으로는 로우밍과 핸드오버(handover)라고 할

수 있다. 이러한 로우밍과 핸드오버 기술은 이미 제2세대 이동통신시스템인 유럽의 GSM^[2]이나 미국의 IS-41^[3] 시스템에서 해결되어 현재 사용되고 있다. 그러면 제3세대 이동통신시스템인 IMT-2000은 기존의 제2세대 이동통신시스템인 셀룰라 또는 개인통신 시스템과 무엇이 다른가? IMT-2000 시스템도 이동통신시스템중의 하나이므로 근본적으로 로우밍과 핸드오버의 기술적인 문제를 가지고 있다는 점에서는 제2세대 이동통신시스템과 같다고 할 수 있다. 다만 제2세대 이동통신시스템에 비하여 훨씬 수준 높은 로우밍과 핸드오버 기술을 요구한다는 점이 다르다.

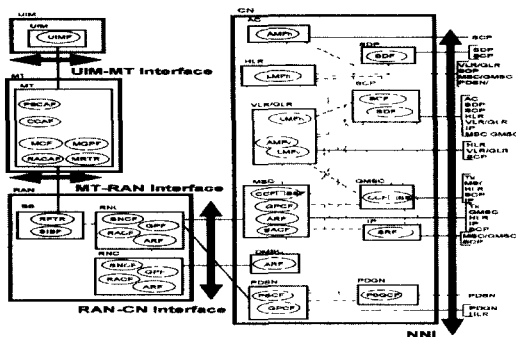
일반적으로 IMT-2000 시스템의 목표는 enhanced roaming, increased data rate, multi-media and internet wireless service를 포함하는 음성, 데이터, 메시지, 이미지, 멀티미디어 등에 대한 진보된 네트워크 능력을 지원하는 것으로 되어 있다^[4]. 물론 이동중에도 이러한 능력을 지원하는 것은 물론이다. IMT-2000에서 로우밍과 관련된 요구사항을 보면 서로 다른 IMT-2000 family member간의 이동성을 보장하는 글로벌 로우밍(global roaming)기능, 타 IMT-2000 망에 이동하여서도 마치 IMT-2000 자기망에 있는 것처럼 IMT-2000 망이 제공하는 서비스를 사용할 수 있는 virtual home environment(VHE) 기능, 이동중에도 패킷서비스 특히 인터넷을 사용하여 패킷 데이터를 주고 받을 수 있는 Internet interworking 기능 등이 있다. IMT-2000에서 핸드오버와 관련된 기능으로는 제2세대 이동통신시스템과 제3세대 이동통신시스템 사이의 핸드오버, 서로 다른 주파수를 사용하는 셀 간의 핸드오버(inter frequency handover), 그리고

보다 빠른 핸드오버 처리를 위한 radio access network(RNC)간의 핸드오버 등이 있다. 본 고에서는 이러한 여러 가지 요구사항중에서 로우밍에 관련된 요구사항들을 차례로 살펴본다.

본 고의 제2장에서 ITU-T에서 정의한 IMT-2000 망 구조에 대하여 간단히 살펴보고, 제3장에서는 IMT-2000 망 구조하에서 로우밍 관련 요구사항들이 어떻게 해결되어가고 있는지 살펴보고, 제4장에서 결론을 맺는다.

II. IMT-2000망 구조

ITU-T SG11(Study Group 11)에서 정의한 IMT-2000 망 참조 모델은 그림 1과 같다^[4].



〈그림 1〉 IMT-2000 망 참조 모델

- RACF – Radio Access Control Function : 이 FE(Functional Entity)는 이동단말기와 망사이의 연관관계 및 access link(s)에 대한 전반적 제어를 수행한다.
- RACAF – Radio Access Control Agent Function : RACF의 단말기 부분 역할을 수행한다.
- RFTR – Radio Frequency Transmission and Reception : BS approach link에 대응하는 access radio link의 interconnection 및 adaptation을 제어한다.
- MRTR – Mobile Radio Transmission and Reception : 단말기에 대한 access radio link

의 interconnection 및 adaptation을 제어한다.

- ARF – Access link Relay Function : RACF의 두 instance 사이에서 BS approach link의 한 branch의 transit에 대한 제어를 수행한다.
- SIBF – System access Information Broadcast Function : system access information broadcasting 제어를 담당한다.
- SNCF – Satellite Network Control Function : radio network resources의 구성을 동적으로 제어한다.
- GPF – Geographic Position Function : radio access side의 geographic positioning 관련 업무를 수행한다.
- SDF – Service Data Function : service와 network 관련 data를 저장하고 access한다.
- SCF – Service Control Function : IN service 제어 기능을 가지고 있다. Service logic은 호 처리, 이동성관리 등에 의하여 trigger된다.
- SRF – Specialised Resource Function : IN provided services, mobile multimedia services, application data delivery services, and packet transfer services 등에서 요구되는 specialised resources를 제공한다.
- SMF – Service Management Function : 여러 개의 IN SMF 기능을 포함한다.
- SSF – Service Switching Function : CCF'와 SCF사이에서 interaction에 필요한 기능을 제공한다.
- CCF' – Call Control Function(enhanced) : call/connection processing control을 제공한다.
- LMF – Location Management Function : terminal mobility logic을 가지고 있으며 location management, mobility management, activation status management, identity management를 지원한다.
- AMF – Authentication Management Function : authentication data를 저장하고 access

- 하며 인증기능을 제공한다.
- SACF – Service Access Control Function : mobility management와 관련된 처리를 수행한다.
 - GPCF – Geographic Position Control Function : 망측의 geographic position finding 기능을 수행한다.
 - MCF – Mobile Control Function : 무선 인터페이스의 단말기측에서 전반적인 service access 제어 및 처리를 담당하며 특히 이동성 관리와 관련하여 망측과 interaction을 갖는다.
 - UIMF – User Identification Management Function : IMT-2000 user와 mobile terminal을 망 또는 service provider에게 확인시켜주는 방법을 제공하며, 인증 및 서비스 처리능력을 갖는다.
 - CCAF' – Call Control Agent Function (enhanced) : 사용자에게 service access를 제공한다.
 - MGPF – Mobile Geographic Position Function : geographic position finding 기능의 단말측 기능을 수행한다.
 - PSCF – Packet Service Control Function : packet service 제어기능을 수행한다.
 - PSGCF – Packet Service Gateway Control Function : packet service gateway 제어기능을 제공한다.
 - PSCAF – Packet Service Control Agent Function : packet service control agent 기능을 수행한다.
 - AC – Authentication Centre
 - BS – Base Station
 - DMSC – Drift MSC
 - GLR – Gateway Location Register
 - GMSC – Gateway MSC
 - HLR – Home Location Register
 - IP – Intelligent Peripheral
 - MSC – Mobile Switching Centre
 - MT – Mobile Terminal

- RNC – Radio Network Controller
- PDSN – Packet Data Serving Node
- PDGN – Packet Data Gateway Node
- SCP – Service Control Point
- SDP – Service Data Point
- Tx – Transit Exchange
- UIM – User Identification Module
- VLR – Visitor Location Register

III. IMT-2000 망의 주요 issue들

제2장에서 언급된 IMT-2000 참조모델을 기본으로 IMT-2000 시스템을 구현하는 노력이 세계 각국에서 진행되고 있으며 특히 로우밍과 관련하여 다음과 같은 issue들에 대한 해결 방안을 찾기 위한 노력이 병행되고 있다.

1. Global Roaming

Global roaming이란 IMT-2000 사용자가 하나의 단말기(또는 UIM카드)로 전세계 어느 지역으로 이동하든지 통화가 가능하도록 하여주는 것을 말한다. Global roaming을 위하여 처음에는 전세계적으로 통일된 무선접속 규격(단말기와 기지국 사이의 규격)을 제정하기 위하여 노력하여 왔으나 각 지역별로 서로 다른 무선전송 방식이 대두됨에 따라 단일화된 무선접속규격의 출현이 어려운 상태이다. 그 다음으로 생각할 수 있는 방법은 단일화된 UIM-MT 인터페이스 규격과 네트워크와 네트워크 사이의 규격(Network-to-Network Interface-NNI)을 만드는 것이다. UIM의 경우 UIM 내부에 들어가는 인증 관련 알고리즘 및 사용자 데이터의 일치가 지역별로 서로 달라(유럽/일본은 GSM 기반, 미국은 IS-41망 기반) 이의 실현 또한 쉽지 않은 상태에 있다. 더구나 유럽/일본이 UIM 카드 분리형 단말기를 선호하는데 비해 미국은 UIM 기능을 내재한 단말기를 선호하는 것으로 나타남에 따라 UIM 카드 내부에 같은 자료를 넣는 단일화된 UIM-MT 인터페이스의 출현을 어렵게 하고 있

다.

이와 같은 기술적 사항에 대한 불일치에도 불구하고 global roaming에 대한 요구는 계속 남아있으며 이에 대한 해결책들이 강구되고 있다. 하나의 방법으로는 UIM 카드(UIM내장형일 경우에는 단말기) 내에 유럽방식과 미국방식 모두를 저장하고 사용환경에 따라 소프트웨어 적으로 단말기의 사용환경을 선택하게 하는 multi-mode 단말기를 만드는 것이다. NNI의 경우에도 IMT-2000 family의 개수에 관계없이 공통적으로 쓰일 수 있는 단일 규격의 작성을 목표로 하고 있으나 한편으로는 GSM 네트워크와 IS-41 네트워크 사이의 연동장치(inter-working function-IWF)를 만드는 것이 현실적이라는 주장이 나오고 있다. 즉 global roaming의 구현은 multi-mode 단말기와 IWF 장치로 해결하는 것이 현실적이라는 것이다. 이러한 상황을 전제로 할 때의 global roaming을 위한 고려사항 및 해결 방안의 하나는 아래와 같다^[5].

그림 2는 IS-41을 홈 망으로 하는 단말기가 IS-41망에서 GSM망으로 로우밍시 망구조 측면에서의 고려사항 및 해결방안을 보여주고 있다.

- 단말기는 동기 및 비동기 무선접속, IS-41 및 GSM 인증을 제공하는 듀얼모드
- GLR은 통합용으로 하나 또는 두 개(IS-41망 GLR, GSM 망 GLR이 각각 존재)로 존재
- GSM측 GLR은 GSM망으로 로우밍한 IS-41 단말기에 대해서 GSM 망의 HLR/AC 역할
- IS-41측 GLR은 GSM망으로 로우밍한 IS-41 단말기에 대해서 VLR역할
- IS-41측 GLR은 GSM망으로 로우밍한 IS-

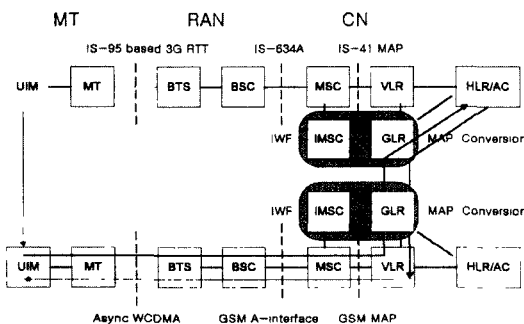
41단말기에 대하여 AC 역할(GSM 서비스를 위한 GSM 방식의 인증 수행은 HLR/AC가 아닌 GLR이 수행)-IS-41측 GLR로부터 GSM 망측 GLR로 인증자료 전송전까지 수행

- GSM측 GLR은 GSM망으로 로우밍한 IS-41 단말기의 인증 수행-IS-41측 GLR로부터 GSM망측 GLR로 인증자료 전송후부터 수행
- GSM망으로 로우밍한 IS-41 단말기의 위치 등록은 GLR에서 인증 승인후 IS-41 HLR로 위치 등록 요청
- IS-41 HLR은 IS-41측 GLR을 통하여 GSM측 GLR로 가입자 데이터 송부
- GSM측 GLR은 GSM 망의 VLR로 가입자 데이터 전송
- 두 망사이의 호 연결은 IMSC들이 담당

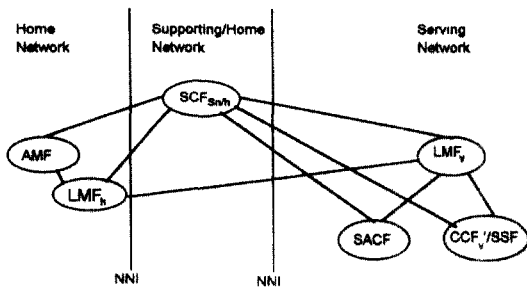
2. Virtual Home Environment(VHE)

VHE란 IMT-2000 사용자가 홈망(home network)을 벗어나 방문망(visited network)으로 이동하였을시, 홈망에서 받던 여러 가지 서비스들을 방문망에서도 그대로 받을 수 있도록 하여주는 환경이다. 이는 망간 상호작용을 이용하여 사용자가 방문망에 있으면서도 마치 홈망에 있는 것과 같은 효과를 내는 이른바 가상의 홈을 제공한다. VHE 하에서는 이동가입자들이 서비스 등록시 가입한 각종 서비스들을 위치에 무관하게 어디서나 동일하게 제공받을 수 있다. 이러한 점에서 VHE는 제2세대 이동통신망에서의 단말이동성, UPT(universal personal telecommunication)에서의 개인이동성과 함께 서비스이동성이라는 새로운 개념의 이동성을 제공하고 있다. 이러한 VHE를 제공하기 위하여는 각 사업자들간의 서비스의 제공 협약은 물론 각 사업자 망간의 서비스 요구 메시지 전달 방법 및 처리결과 메시지의 전달 방법에 대한 정의가 필요하다. 이러한 메시지에 대한 정의는 아직 논의되고 있지 않은 상황이나 지능망에서 정의된 SSF-SCF, SCF-SCF간의 메시지를 확장하면 제공이 가능할 것이다.

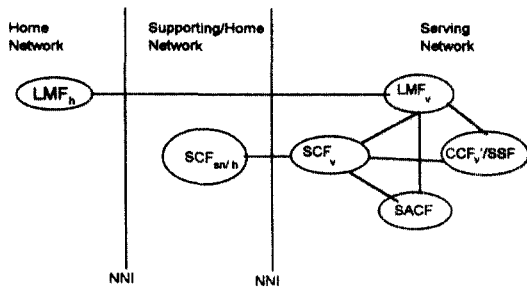
ITU-T에서는 VHE를 위하여 Direct Home Command(DHC) 방식(그림 3)과 Relay Service



〈그림 2〉 IMT-2000 망에서의 Global Roaming



〈그림 3〉 VHE시나리오: Direct Home Command 방식



〈그림 4〉 VHE 시나리오: Relay Service Control 방식

Control(RSC) 방식(그림 4) 두가지의 시나리오를 권고하고 있다⁴⁾. DHC방식은 방문망의 SSF가 직접 홈망 또는 서비스 제공망의 SCF를 액세스하는 방식이다. 이 방식을 실현하기 위해서는 방문망과 홈/서비스제공망간에 서비스 호출에 대한 사전 협약이 있어야 한다. 서비스 처리 이전에 인증이 선행되어야 함은 물론이다. 이 방식은 신호 부하가 적고 운용관리가 간단한 반면, SSF-SCF 인터페이스를 망간으로 확장하여야 하는 어려움이 있다.

RSC방식은 방문망의 SSF가 SCF를 액세스하면, 방문망의 SCF가 홈/제공망의 SCF와 연결하여 그 내용을 전달하여주는 방식이다. 이 방식하에서는 SSF-SCF간 인터페이스는 기존의 표준에 따르면서 단지 SCF-SCF간 인터페이스에 오퍼레이션만 추가되는 형태가 될 것이므로 DHC방법 보다는 망 진화가 용이한 반면 항상 두번의 신호행위를 거쳐야 하므로 신호부하가 크다는 단점이 있다. 이 방식도 서비스 처리 이전에 인증행위가 선행되어야 한다.

RSC방식에서는 SSF의 오퍼레이션들이 SCF를 거쳐서 홈망의 SCF에 도달하는 형태가 되므로 이

를 지원하기 위해서는 SSF-SCF간의 오퍼레이션들을 SCF-SCF간 오퍼레이션 집합에 추가하여야 한다. 이때 SSF-SCF간 오퍼레이션들을 캡슐화하여 SCF-SCF간 전용 오퍼레이션에 담아서 전송한다면, SCF-SCF간에 추가되는 오퍼레이션의 양을 대폭 줄일 수 있다. 이후 홈망의 SCF는 오퍼레이션내에 캡슐화되어 있던 원래의 오퍼레이션을 풀어내어 처리를 수행하게 된다. 수행결과의 전송도 마찬가지로 캡슐화하여 역순으로 전달된다⁶⁾.

3. Packet Data Service

IMT-2000에서의 또하나의 중요한 issue는 어떻게 이동중에도 패킷 서비스 특히 인터넷을 사용하여 패킷 데이터를 주고 받을 수 있는가 하는 것이다. 이러한 서비스를 제공하기 위하여는 아래와 같은 문제점을 해결하여야 한다.

- IP주소 관리-패킷 단말기의 IP 주소를 홈 망에서 동적(dynamic) 또는 정적(static)으로 부여하는 방법 또는 방문 망에서 동적으로 부여하는 방법
- 이동성 관리-패킷 단말기가 이동시 현재의 위치를 등록, 갱신하는 방법
- 루팅-패킷 단말기로 패킷 데이터를 보내는 방법

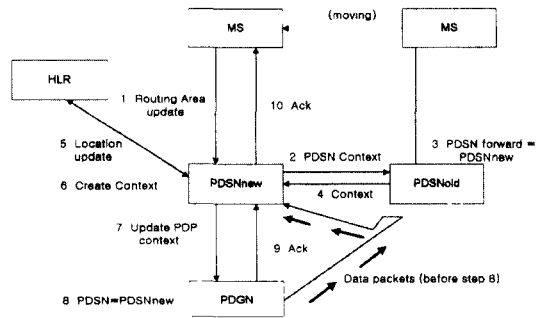
IP주소를 정적으로 할당 한다는 것은 한번 할당된 IP주소는 고정적으로 잘 바뀌지 않는다는 뜻이며 동적으로 할당한다는 것은 수시로 IP주소가 바뀔 수 있다는 뜻이다. IP주소를 정적으로 할당하면 관리가 쉬운 반면 서비스를 제공받을 수 있는 패킷 단말의 수를 제한되며, IP주소를 동적으로 할당하게 되면 IP주소를 효율적으로 사용하게 되어 서비스를 받을 수 있는 패킷 단말의 수를 늘일 수 있는 반면 관리가 어려운 단점이 있다. IP주소를 홈 망에서 할당하게 되면 단말로 가는 모든 패킷 데이터는 홈 망을 경유하게 되어 관리가 쉬우나 경로가 복잡하여 지는 반면, IP주소를 방문 망에서 동적으로 할당하면 단말로 가는 패킷 데이터가 직접 방문 망으로 갈 수 있어 경로가 간단하여 지나 새로이 할당된 단말기의 IP주소를 인터넷 망의 여러 Domain Name Server에 등록하는 일이

복잡한 문제가 된다.

ITU-T가 정의한 IMT-2000 망 참조모델에서는 패킷 서비스와 관련하여 PDSN(Packet Data Service Node)과 PDGN(Packet Data Gateway Node)을 별도의 장치로 구성 할 수 있도록 하였다 [4]. PDSN은 PSCF(Packet Service Control Function)기능을 포함하는 장치로서 패킷 데이터 서비스의 service context, routing context를 관리하며, 패킷 데이터 서비스를 위한 이동성 관리 및 패킷 데이터의 루팅, 중계와 같은 기능을 수행한다. PDGN은 PSGCF(Packet Service Gateway Control Function)기능을 포함하는 장치로서 외부의 패킷망(즉 internet)과 IMT-2000 사이에서 패킷 데이터의 루팅 및 중계 기능을 수행하고, routing context를 관리하며, 외부의 패킷망에 대하여 주소 번역과 같은 기능을 수행한다. 예를 들어 IMT-2000망과 인터넷과 연동시 PDGN은 IP주소와 이동단말기의 주소를 상호 변환한다. PDSN과 PDGN의 이러한 기능상의 정의는 mobile IP의 foreign agent와 home agent의 개념과 같다고 할 수 있다 [7]. 이러한 점을 감안하면 IMT-2000 망에서의 패킷서비스를 위한 단말기의 위치등록 및 패킷 데이터의 루팅은 아래와 같이 이해될 수 있다.

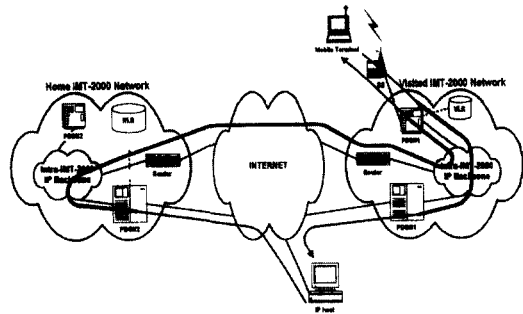
IMT-2000에 있어서 패킷 단말의 위치 정보는 음성 호처리를 위한 위치정보인 위치 영역(location area) 보다 작은 단위인 셀 영역(cell area) 단위로 이루어진다. 이러한 셀 영역 단위의 위치 정보는 패킷(예 : IP datagram)의 즉각적인 전달을 위하여 패킷 서비스를 사용중인 모든 이동국에 대하여 유지된다. 셀 영역 단위의 위치 정보의 관리는 PDSN(음성의 경우 VLR에 해당)이 담당하며, PDSN의 영역을 넘어서는 위치의 변동이 있으면 즉, PDSN으로의 루팅 영역(routing area)이 바뀌면 PDGN(음성의 경우 HLR에 해당)에 보고된다. 아래 그림 5는 루팅 영역이 바뀌었을 때의 패킷 서비스를 위한 위치 등록을 나타낸다. 이때 PDSNnew는 HLR에게도 위치 등록을 요청하며 HLR은 PDSNold에게 위치삭제 명령을 내리며, PDSNnew는 VLR에게도 위치등록을 요청한다[8].

IMT-2000에서 패킷 데이터의 루팅은 PDSN과



<그림 5> Packet 단말기의 루팅 영역 이동시 위치등록

PDGN에 의하여 수행된다. 예를 들어 이동국이 홈망에서 고정된 IP주소(static IP address)를 부여 받고, PDSN과 BSC가 연결되어 있으며, 패킷 단말기를 서비스하고 있는 PDSN에 대한 정보는 홈망의 HLR과 방문망의 VLR이 유지한다고 가정할 경우 패킷 데이터의 루팅은 그림 6과 같다.



<그림 6> Packet 데이터의 루팅

이 경우 IP host가 패킷 단말측으로 송신한 패킷 데이터는 먼저 패킷 단말의 홈망에 위치한 PDGN2로 루팅된다. PDGN2는 HLR로부터 패킷 단말을 서비스하고 있는 PDSN1의 IP주소를 알아내어 PDSN1으로 패킷 데이터를 캡슐화하여 전송한다. PDSN1은 전달된 패킷 데이터를 풀어내어 (역캡슐화)하여 이를 패킷 단말에 전달한다. 이때 PDGN2와 PDSN1은 계속적인 IP 패킷 데이터의 루팅을 위하여 루팅 정보를 caching한다. 반면에 패킷 단말이 IP host측으로 송신하는 패킷 데이터는 현재 패킷 단말을 서비스하고 있는 PDSN1에 의하여 캡슐화되어 PDGN1으로 전달된다. PDGN1은 전달된 패킷 데이터를 다시 역캡슐화하여 인터

넷으로 루팅하며 IP host의 IP주소를 목적지로 하는 이 패킷 데이터는 정상적인 인터넷 루팅에 의하여 IP host로 전달된다.

IV. 결 론

지금까지 우리는 IMT-2000 망에서 로우밍과 관련된 주요 issue들을 글로벌 로우밍, VHE, 패킷 데이터 서비스를 중심으로 망구조 측면에서 하나씩 살펴보았다. 본 고에서 설명된 로우밍 관련 해결 방법은 매우 일반적인 것으로 여러 가지 다른 해결 방안이 있을 수 있으므로 가급적 상세한 절차를 기술하기 보다는 개념적인 설명을 하려고 노력하였다. 보다 상세한 절차는 현재 각 회사별, 나라별, 기관별로 한창 개발되고 논의중에 있으므로 시간이 지나면서 국가별, 지역별로 상세한 규격이 나올 것으로 믿는다.

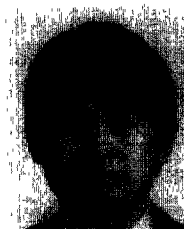
참 고 문 헌

- [1] ITU-T Recommendation Q.1701 Ver. 4.2, "Framework For IMT-2000 Networks," May, 1998.
- [2] ETSI GSM Phase 2 Recommendations, September, 1994.
- [3] TIA/EIA IS-41 Rev. D, "Cellular Radio

Telecommunications Intersystem Operations," Dec., 1997.

- [4] ITU-T Recommendation Q.1711 Ver. 12.2, "Network Functional Model For IMT-2000," May, 1998.
- [5] Yeong-Jin Kim, "Global Roaming in IMT-2000 Network," to be published in the 3rd CIC proceedings, Oct., 1998.
- [6] 이승규, "IMT-2000에서 가상 홈 환경을 위한 오퍼레이션 터널링," 차세대 지능망 학술대회 Proceedings, 1998. 9.
- [7] Charles E. Perkins, "Mobile IP," IEEE Communications Magazine, May, 1997.
- [8] Hannu H. Kari, GPRS Mobility Management Lecture Note, April, 1998.

저 자 소 개



林 善 培

1978년 1월 고려대학교 전자공학과 학사, 1989년 8월 한국과학기술원 전산학과 석사, 1993년 8월 고려대학교 전자공학과 박사, 1979년 1월~1984년 8월 금성사/금성반도체 선임연구원, 1984년 9월~현재 한국전자통신연구원 무선방송연구소, 무선통신망연구부 책임연구원, <주관심 분야:IMT-2000 네트워크, IMT-2000 망 프로토콜, IMT-2000 네트워크 보안>