

# 이동통신망과 WiBro 망과의 연동을 위한 네트워크 아키텍처와 구현방안

## Design and Implementation of Interworking Architecture between 3G Cellular Network and Wireless Broadband Network

우대식\*, 박성수, 이동학, 유재황, 임종태  
(Dae Sic Woo, Seong Soo Park, Dong Hahk Lee, Jae Hwang Yu, and Jong Tae Ihm)

**Abstract :** In this paper, we suggested new network architecture to provide seamless service between the cellular system and new wireless broadband network such as IEEE 802.16e, called WiBro. The interworking technologies are very important issue because mobile operator should provide service connectivity between various wireless networks based on different access technologies. Moreover, a change and modification on legacy network should be minimized for providing interworking with new wireless broadband network. We implemented proposed interworking architecture between 3G cellular network and 802.16e network to provide seamless service including interworking unit in real test environment. Also, we performed performance evaluation in hybrid network environments.

**Keywords:** Interworking Architecture, L2TP, WiBro, cdma2000, PPP, Seamless Service

### I. 서론

오늘날 새로운 기술의 등장, 통신기술의 지속적인 발전과 더불어 점점 다양화되고 세분화 되어가는 사용자들과 응용 프로그램들의 요구사항들을 지원하기 위해, WiBro, WiMAX, UWB, 802.11a/b/g/n 등 다양한 종류와 형태의 무선 접속 기술들이 새롭게 등장하고 있다. 이러한 새로운 요구사항들과 무선 접속 기술들의 등장으로 인해, 이미 넓은 커버리지 (Coverage)의 이동통신망을 가지고 있는 사업자들은 다양한 무선접속기술들을 포용해야 할 필요성이 증대되고 있다. 따라서 사업자 측면에서는 사용자들에게 이용에 불편이 없도록 다양한 무선 접속 기술들간에 끊김 없는 서비스를 제공하는 연동기술에 대한 필요성이 점점 증대되어 가고 있으며, 또한 기존의 이동통신망과 다양한 망들간의 효율적인 운용과 구축의 관점에서 연동기술에 대한 관심은 점점 증대되어 가고 있다.

그러나 기존 cdma2000 또는 WCDMA 등과 같은 이동통신망들은 Point-to-Point Protocol(PPP)를 이용한 다이얼업 접속 (Dial-up Connection)을 통해 인터넷과의 연결성을 제공하는데 반해 최근에 새롭게 등장하는 WiBro 등과 같은 무선접속기술들은 직접접속방식을 사용하므로, 지금까지 이들간의 연동을 위한 연구들은 Mobile-IP, SIP 등 상위 계층에서의 이동성 관리 프로토콜(Mobility Management Protocol)을 사용하는 경우가 대부분이었다[2][5][6]. 그러나 상위 계층에서의 이동성 관리 프로토콜들은 핸드오버 과정 동안 지연시간이 발생하는 단점 때문에 패킷 손실이나 서비스 품질 저하 등과 같은 문제점을 갖고 있었다. 이러한 문제점 때문에 링크계층에서의 도움을 바탕으로 하는 Fast Mobile-IP 프로토콜을 활용한 방안들이 제안되었다[13][14]. 그러나 여전히 일부 패킷 손실이 발생하는 문제점뿐만 아니라, Network Address Translation(NAT) 환경에서는 사용할 수 없는 문제점등이 발견되기도 하였다[2].

이러한 상위 프로토콜에 의한 연동방식과 달리, 이동통신망과의 끊김 없고, 모든 서비스의 연동을 위해 3GPP 등에서 Tightly-coupled 연동 아키텍처에 대한 연구도 꾸준히 이뤄지

고 있다[5][6]. 그러나 해당 아키텍처는 다양한 접속망을 하나의 망으로 통합 관리함으로써 다양한 기능과 높은 성능을 제공할 수 있는 장점이 있는 반면에 기존 망의 구성요소들에 게 많은 수정이 필요하며, 구축 및 운영이 쉽지 않다는 문제점을 갖고 있다.

따라서 본 논문에서는 이러한 문제점들을 최소화하고 기존 망의 구성요소의 수정 없이, WiBro 등과 같은 새로운 광대역 무선 접속 방식과의 연동을 지원해줄 수 있는 새로운 연동 아키텍처를 제안한다. 이를 위해 이동통신망에서 사용되는 터널링 프로토콜을 이용하여 패킷 프락시 및 라우팅 역할을 수행하는 Interworking Unit (IWU)를 제안하고, 이를 활용하여 이 기종망간의 끊김 없는 연동을 제공할 수 있는 아키텍처를 제안하였다.

본 논문은 2장에서 연동을 위한 기존의 이동성 관리 프로토콜과 연동 아키텍처들을 살펴보고, 3장에서 본 논문에서 제안하는 아키텍처를 설명한다. 4장에서는 제안하는 아키텍처의 구현방안을, 그리고 5장에서는 성능 실험 결과를 기술한다. 마지막으로 6장에서 본 논문의 결과를 기술한다.

### II. 이기종망간 연동을 위한 기존 연구

최근 이기종망간의 연동에 대한 관심이 증대되면서 다양한 프로토콜과 아키텍처들이 제안되었다. 이러한 아키텍처들 중에서, 주로 IETF에서 제안된 Mobile-IP, SIP 등과 같은 이동성 관리 프로토콜과 3GPP에 의해 제안된 무선랜과 Universal Mobile Telecommunication System(UMTS)간의 연동 아키텍처가 이기종망간의 연동을 위해 널리 알려져 있는 동시에, 자주 참조되는 방안들이다.

#### 1. 이동성 관리 프로토콜

Mobile-IP 프로토콜은 IP 주소를 유지하면서 이동성을 지원해줄 수 있도록 IETF에서 제안된 프로토콜이다[1]. Mobile-IP는 만약 이동노드가 다른 서브넷(Subnet)으로 이동하면, 기존의 Home Network에서 할당 받은 IP 주소는 유지한 채 이동

한 Foreign Network에서 care-of-address를 할당 받음으로써 이동성을 유지하는 프로토콜로, 만약 다시 다른 Foreign Network로 이동하더라도 care-of-address만이 달라질 뿐 Home Network에서 할당 받은 IP 주소는 그대로 유지할 뿐만 아니라, 이를 통해 IP 라우팅과 접속을 수행하기 때문에 이동 시에도 항상 동일한 세션과 접속을 유지할 수 있도록 지원해 줄 수 있다. 그러나 이러한 기능을 제공하기 위해 Mobile-IP는 Home Agent와 Foreign Agent라는 구성요소가 필요하다. Home Agent는 이동노드가 Foreign Network로 이동 시 이동노드로 라우팅 되는 패킷을 받아서 이동노드가 현재 위치하고 있는 Foreign Network로 다시 라우팅 시키며, Foreign Agent는 이러한 패킷을 받아 자신의 서브넷 내에 위치하고 있는 이동노드에게 전달해주는 역할을 수행하게 된다.

오늘날 Mobile-IP 혹은 이의 변종들은 끊임 없는 서비스의 제공과 연동을 위한 표준으로 널리 사용되고 있으며, 지속적인 성능향상이 이뤄지고 있다. 그러나 하위 계층에서의 도움이 없으면 이동노드의 이동을 판단하기 위해 많은 시간이 걸리고, IP-filtering 기반의 방화벽이나 사설 IP를 사용하는 망 환경에서는 Mobile-IP의 동작을 위한 컨트롤 메시지가 Home Agent에 도달할 수 없는 문제점들이 존재한다[2].

IETF에서 제안된 SIP 프로토콜 또한 종단간의 이동성을 지원하기 위해 널리 사용되고 있다[12]. SIP는 멀티미디어, 멀티파티 세션에서의 상위 응용계층에서 동작하는 프로토콜이다. SIP 또한 User Agent, Proxy Server, Redirection Server 등의 추가적인 망 구성요소들이 필요하다. SIP User Agent는 들어오는 SIP 메시지의 수신과 유저의 응답에 따른 SIP 메시지의 송신을 담당하며, Proxy Server는 유저의 위치를 숨기고 도메인 네임을 사용하여 SIP 메시지를 전달하는 역할을 수행한다. 이를 통해 SIP는 유저의 위치와 관계 없이 이동성을 지원할 수 있다. 그러나 SIP는 UDP 기반의 멀티미디어 응용 프로그램을 위해 구현된 프로토콜로, 따라서 별도로 TCP 연결을 지원하지 않고 Mobile-IP를 이용하여 이를 지원한다. 그러나 이에 대해 많은 논문에서 개선 방안을 제안하였으나, 여전히 구현과 구축 측면에서의 높은 복잡성은 속제로 남아있다.

2. Loosely-coupled 연동 아키텍처와 Tightly-coupled 연동 아키텍처

3GPP는 3세대 이동통신시스템인 UMTS와 무선랜과의 연동을 위해 common billing 시나리오부터 3GPP CS-based services 시나리오까지 6단계의 연동 시나리오를 제안하였다 [3][4]. 3GPP에서 제안된 6단계의 연동 시나리오는 크게 Loosely-coupled 연동 아키텍처와 Tightly-coupled 연동 아키텍처로 구분이 가능하며, 이 두 가지 연동 아키텍처를 기반으로 이기종망간의 연동을 위한 아키텍처에 대해 활발히 연구가 이뤄지고 있다.

최근까지의 제안된 Loosely-coupled 연동 아키텍처는 주로 Mobile-IP 프로토콜을 기반으로 제안되었다[5][6]. 따라서 일반적인 Loosely-coupled 연동 아키텍처는 Mobile-IP 프로토콜의 단점을 그대로 가지고 있다. 그러나 기존 망의 구성요소의 불필요한 수정 없이 쉽게 구축할 수 있고, 트래픽 엔지니어링(Traffic Engineering) 및 독립적인 구축과 운영이 가능하다

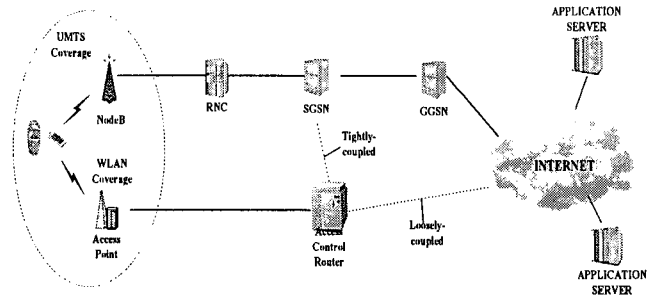


그림 1. Loosely-coupled and Tightly-coupled 연동 아키텍처

는 장점이 존재하며, 연동 서비스를 제공하기 위해 가장 널리 채택되어 있는 구조이다.

이에 반해 Tightly-coupled 연동 아키텍처는 마치 무선랜이 UMTS 접속 망의 일부분으로 동작하여 바로 UMTS 코어망으로 접속되는 구조로, 따라서 무선랜에서 발생된 모든 트래픽들은 UMTS 코어망에서 관리되고, 라우팅 되어 인터넷 등에 연결되게 된다. 이러한 아키텍처는 동일한 인증, 과금, 보안 및 시그널링 컨트롤(Signaling Control)을 가지게 되며, 서로 다른 이기종망간에 동일한 정책과 인증을 제공하는 끊임 없는 연동서비스의 제공이 가능한 장점이 존재한다. 그러나 Loosely-coupled 연동방안에 비해 트래픽 엔지니어링과 망 구축이 복잡해지고, 망 구성요소들에 많은 수정이 필요한 단점이 존재한다.

따라서 본 논문에서의 Loosely-coupled 연동 아키텍처와 Tightly-coupled 연동 아키텍처들의 장점을 살릴 수 있도록 개념적 구조상으로, 이들의 중간단계에 위치하는 연동 아키텍처를 다음과 같이 제안한다.

III. 제안하는 연동 아키텍처

본 논문에서 이동통신망과 WiBro망과의 연동 아키텍처를 기술함에 있어, 이동통신망은 cdma2000 1xEV-DO를 가정하여 기술하였다. 그러나 이는 아키텍처를 기술하기 위함이며, UMTS와 같은 다른 접속기술에도 쉽게 적용이 가능하다.

1. 네트워크 아키텍처

그림 2는 본 논문에서 제안하는 아키텍처를 도식하고 있다. 실제 망 운영측면에서 서로 다른 이기종망들의 코어망(Core Network)은 분리되어 구축되거나, 혹은 완전히 다른 사업주들에 의해 운영될 수도 있다. 그러나 연동 서비스를 받기 위해 가입자는 해당 서비스에 가입하거나, 로밍(Roaming)등을 통해 가입자 정보가 공유되는 등, 개념적으로는 인증 및 과금을 위한 Authentication, Authorization, and Accounting(AAA) 서버 또는 인증 정보가 공유되어야 한다. 따라서 그림 2에서 cdma2000 1xEV-DO와 WiBro의 접속망은 별도의 망으로 분리되어 있으나, AAA 서버는 공유하는 것으로 도식하였다.

cdma2000 1xEV-DO는 다이얼업 접속을 위해 PPP를 사용하며, 내부적으로는 Simple IP를 단말에 할당한다. 덧붙여 외부 인터넷 접속 및 보안 관리를 목적으로 위해 NAT를 사용한다. 이에 반해 WiBro는 단말에 Dynamic Host Configuration Protocol(DHCP)를 통해 직접 IP 주소를 할당한다.

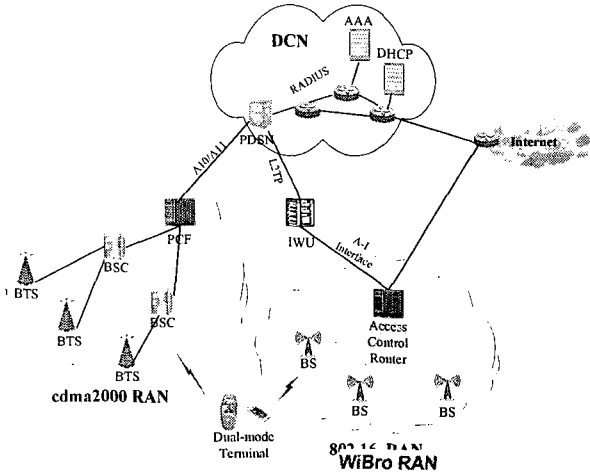


그림 2. IWU를 이용한 끊김 없는 연동을 위한 네트워크 아키텍처

그러므로 cdma2000 1xEV-DO와 WiBro와의 기존 망의 구성 요소의 수정 없이, 세션의 연속성이 보장되도록 연동 서비스를 제공하기 위해서는 반드시 PPP 패킷을 수신하여 해석한 뒤 해당 PPP 패킷을 다시 IP 패킷으로 바꿔 전달해줄 수 있어야 한다. 이를 위해 본 논문에서는 해당 역할을 수행하는 IWU라는 장비를 제안한다.

그림 2에서 IWU는 Packet Serving Node(PDSN)과 Access Control Router (ACR) 사이에 위치하고 있다. 만약 WiBro에서 cdma2000 1xEV-DO로의 단말이 이동하면, PDSN은 IWU와 L2TP 연결을 생성하고, PPP 패킷들을 IWU로 전달한다. 해당 PPP 패킷들을 수신한 IWU는 PPP 터미네이션(PPP Termination)을 수행한 뒤, 해당 패킷들은 IP/GRE 패킷으로 변경하여 ACR로 전달한다. 반대로 cdma2000 1xEV-DO에서 WiBro로 핸드오버가 발생하면, 우선 ACR은 IP 패킷을 IWU로 라우팅 시킨다. 그리고 IWU는 PDSN과 R-P(A10/A11) connection을 생성하고 수신된 IP 패킷을 PPP 패킷으로 변경하여 이를 IWU를 통해 PDSN으로 전달하도록 설정한다. 따라서 IWU는 WiBro에서 넘어오는 핸드오버 시에는 L2TP Access concentrator (LAC) 역할을 수행하고, 반대의 경우에는 Packet Control Function(PCF) 및 PPP 프락시 (PPP proxy) 역할을 수행하게 된다. 제안하는 아키텍처에서 IP 주소의 변경을 막기 위해 단말에 이미 IP 주소가 할당되어 있는 경우라면 DHCP 등의 IP 할당 과정을 하지 않고 단말에 저장된 기존 IP 주소를 사용할 수 있도록 하며, 이를 위해 cdma2000 1xEV-DO 이동 시에는 단말에 저장된 IP 주소를 IPCP Conf\_REQ 메시지에 실어서 전송하고, WiBro로 이동 시에는 DHCPDISCOVER 메시지에 단말에 저장된 IP 주소를 실어서 전송함으로써 IP 할당 절차가 시작되지 않도록 방지한다. 결과적으로 제안하는 아키텍처는 IWU를 이용하여 패킷 프락시 및 라우팅 변경 작업을 지원함으로써 Mobile-IP를 사용하지 않고도 이기종망간의 연동을 지원해줄 수 있고, NAT나 방화벽이 사용되는 망 환경에서도 문제없이 동작한다. 이러한 동작이 가능한 이유는 PDSN과 ACR은 패킷 전송 중에 핸드오버가 발생하면 해당 패킷을 Visit Network로 IWU를 전달하

고, 해당 패킷을 수신한 IWU가 라우팅 및 컨트롤 역할을 수행하기 때문에, 비록 다른 서브넷을 가지더라도 적절히 라우팅 시킬 수 있기 때문이다.

2. 핸드오버 절차

그림 3과 그림 4는 각각 WiBro에서 cdma2000 1xEV-DO로, cdma2000 1xEV-DO에서 WiBro로의 핸드오버가 발생할 때, 핸드오버 관련 호 처리 절차를 도식하였다.

그림 3은 단말이 WiBro와 연결된 상태에서 cdma2000 1xEV-DO 커버리지 영역으로 이동하거나, 혹은 WiBro 커버리지를 벗어나게 되었을 때, 단말은 WiBro 커버리지를 벗어나기 전에 호 연결을 유지한 상태에서 cdma2000 1xEV-DO 호 접속을 시도하는 과정을 기술하고 있다. 따라서 핸드오버 결정은 호 접속이 끊기기 전에 이뤄져야 하는데, 이는 연동 서비스 제공 시 WiBro의 실제 서비스 영역이 줄어드는 결과를 야기하는 단점이 생길 수 있다. 그림 3에서 단말이 R-P(A10/A11) connection을 포함하여 cdma2000 1xEV-DO와 호 접속이 이뤄지면, 단말은 PDSN과 PPP 접속을 시도하게 된다. 이 때, 단말은 Network Access Identifier(NAI) 값을 PDSN에 전송하게 되는데, 해당 단말이 WiBro로부터 핸드오버 되었으며, 어느 IWU에 의해 관리되는지에 대한 정보를 Server Host Name 정보를 이용해서 전송함으로써 해당 정보를 알려준다. 이 때 NAI 값은 IMSI@jwu1.sktelecom.com과 같은 형식을 가지며, 이러한 정보를 바탕으로 PDSN은 IWU와 L2TP 터널을 설정하게 된다. 이러한 핸드오버 절차가 끝난 후에 단말은 WiBro와의 접속을 끊게 되며, 이에 따라 패킷은 BSS-PCF-PDSN-IWU-ACR-Internet의 흐름으로 전송되게 된다.

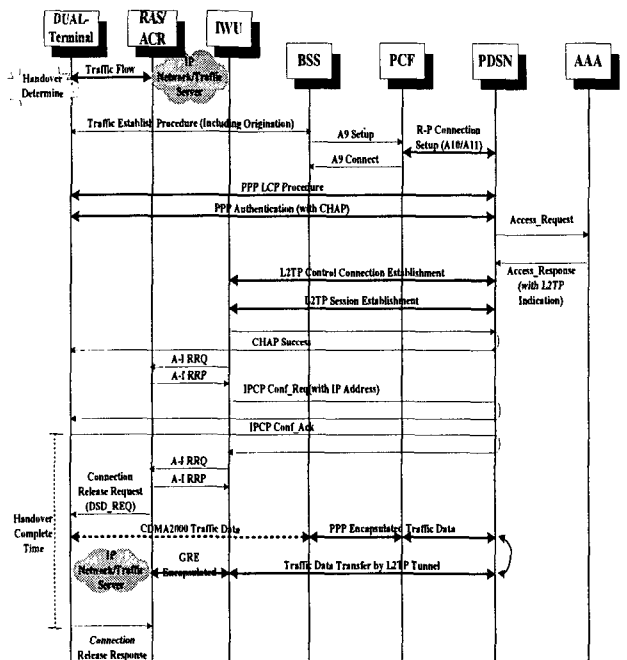


그림 3. WiBro에서 cdma2000 1xEV-DO로의 핸드오버 시 호 처리 절차

그림 4는 단말이 cdma2000 1xEV-DO에서 서비스를 받다가,

WiBro 서비스 영역으로 이 동시 발생하는 핸드오버에 따른 호 접속 절차를 기술하고 있다. 이 과정도 그림 3과 동일하게 cdma2000 1xEV-DO와의 호 연결을 유지한 상태에서 WiBro 호 접속 절차를 수행한다. WiBro의 Radio Access Station (RAS)와 ACR에서 해당 단말이 cdma2000 1xEV-DO에서 이동해온 단말임을 알기 위해서 단말은 호 접속 절차 중에 REG-REQ의 메시지의 Vendor Specific Information 필드에 해당 단말의 Capability, IP 주소 및 Anchor Network와 Source Network의 정보를 알려주게 된다. 해당 정보들을 바탕으로 단말은 IP 주소의 변경 없이 WiBro와 호 접속을 할 수 있게 된다. cdma2000 1xEV-DO로의 핸드오버와 달리, WiBro는 IP 주소 할당이 끝나면서 호 접속 절차가 완료되므로, 따라서 IP 주소 할당이 끝나면 ACR은 해당 단말의 패킷들은 IWU로 라우팅 경로가 변경되도록 설정하고, IWU는 PDSN과 R-P connection을 연결해서 해당 패킷들을 cdma망으로 라우팅 할 수 있도록 한다. 이러한 호 접속 절차가 모두 끝나면 그림 3과 마찬가지로 기존의 cdma2000 1xEV-DO와의 호 연결을 끊고, RAS-ACR-IWU-PDSN-Internet의 경로로 패킷 전송을 수행한다.

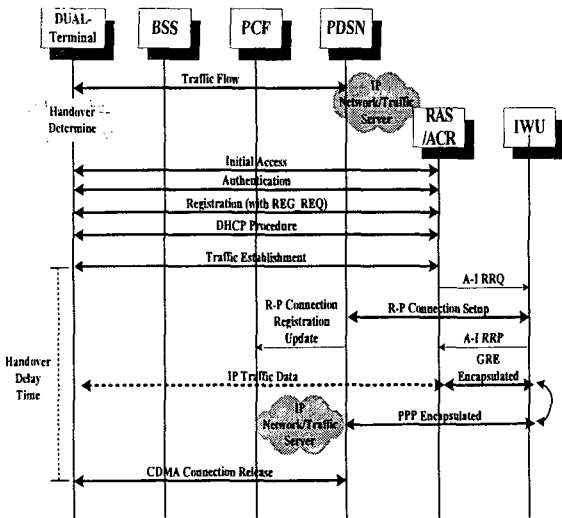


그림 4. cdma2000 1xEV-DO에서 WiBro로의 핸드오버 시 호 처리 절차

IV. 제안한 연동 아키텍처의 구현방안

본 논문에서 제안한 이동통신망과 WiBro망과의 연동을 위한 아키텍처의 구현과 검증을 위해 IWU와 듀얼모드 단말을 구현하였다. 단, WiBro는 성능검증을 위한 상용장비가 출시되지 않았기에, 무선랜 기반의 장비들에 제안하는 아키텍처에 필요한 WiBro 프로토콜들을 구현하여 모의 실험적으로 구현하였다.

1. Interworking Unit(IWU)

앞 장에서 언급하였듯이, IWU는 PPP 패킷 프락시 역할과 더불어 ACR과 PDSN간의 패킷 터널링 역할을 수행한다. 따라서 IWU는 R-P(A10/A11) interface, L2TP, A-I(ACR to IWU) interface가 구현되어야 한다. 또한 NAT와 패킷 라우팅을 위한 핸들러(Handler)가 같이 구현되어야 하며, 각각의 프로세서들 간의 통신을 위한 Inter-Process Communication(IPC)도 함께 구

현되어야 한다. 본 논문에서는 이러한 모든 기능들을 LINUX 기반 위에 동작하는 소프트웨어 형태로 구현하였으며, 이들 간의 관계는 그림 5에 도식하였다.

핸드오버 발생 시, IWU는 이에 대한 이벤트 정보를 ACR 또는 PDSN으로부터 수신하게 되는데, 각각 A-I interface의 A-I registration request 메시지와 L2TP 프로토콜의 SCCRQ 메시지를 통해 수신하게 된다. 단, A-I interface는 ACR과 IWU 사이의 통신을 위해 정의한 인터페이스로, 기본적으로 cdma 표준의 P-P interface와 동일한 구조로 구현하였다. 만약 IWU가 핸드오버 발생 이벤트 정보를 수신하게 되면, 핸드오버 되는 단말들의 프로파일(Profile) 관리를 위해 각각의 이벤트에 대해 바인딩 레코드(Binding Record)를 생성해서 관리하도록 한다. 추가적으로 A-I interface와 L2TP 프로토콜의 컨트롤 메시지는 IP/UDP를 통해 전송되며, 단말 트래픽들은 IP/GRE 터널을 통해 전송하도록 구현하였다.

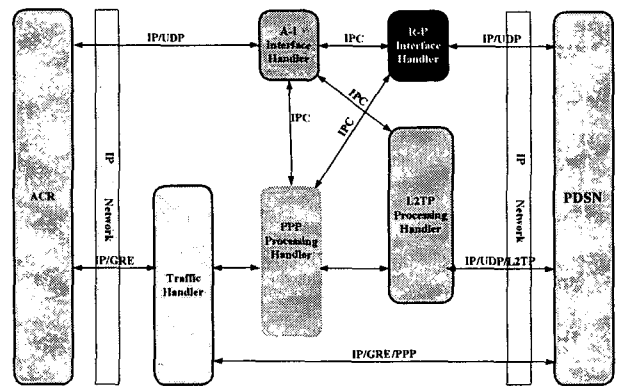


그림 5. IWU의 구현을 위한 내부 모듈 구조

2. 듀얼모드 단말(Dual-mode Terminal)

본 논문에서 제안한 연동 아키텍처를 구현하기 위해서는 IWU 뿐만 아니라, 각각의 네트워크에 접속할 수 있는 듀얼모드 단말이 필요하다. 또한, 각각의 네트워크 접속을 컨트롤 하고, 핸드오버 결정 및 핸드오버 시 필요한 정보들을 전송하기 위한 접속관리(CM: Connection Management) 프로그램도 듀얼 모드 단말의 구현에 필수적인 요소이다. 특히 핸드오버로 인한 물리 계층의 변경에도 TCP/IP 이상의 상위 계층에 영향을 끼치지 않기 위한 추상적인 계층 지원이 가능해야만 한다.

이러한 기능들을 포함하여, cdma2000 1xEV-DO와 WiBro와의 듀얼모드 단말 개발을 위해, cdma2000 1xEV-DO 모델칩이 내장된 스마트폰에 802.11b 무선랜 카드를 장착하여 사용하였다. 특히 무선랜 위에 WiBro의 프로토콜들을 구현하는 동시에 접속관리 기능을 구현하기 위해, 그림 6과 같이 구현하였다. 그림 6에서 각각의 계층들은 Windows CE에서 네트워크 컨트롤을 위한 아키텍처에서 정의된 계층을 따랐다.

그림 6은 크게 Wrapper 계층과 Management 계층으로 분리된다. Management 계층은 핸드오버 판단여부를 수행하며, 또한 각종 정보 제공 및 컨트롤을 위한 유저 인터페이스를 제공하는 역할을 담당한다. Wrapper 계층 내의 Local Connection Translation(LCT) 모듈은 핸드오버 시 끊김 없는 서비스의 제

공을 위한 핵심기능을 제공하는 모듈로서, Management 계층에서 핸드오버 여부를 판단해서 결정하면 LCT 모듈은 해당망으로 접속을 위한 네트워크 어댑터를 제어하면서, 상위 계층에는 네트워크 접속 어댑터의 변화를 느낄 수 없도록 추상화 시키는 역할을 담당하게 된다.

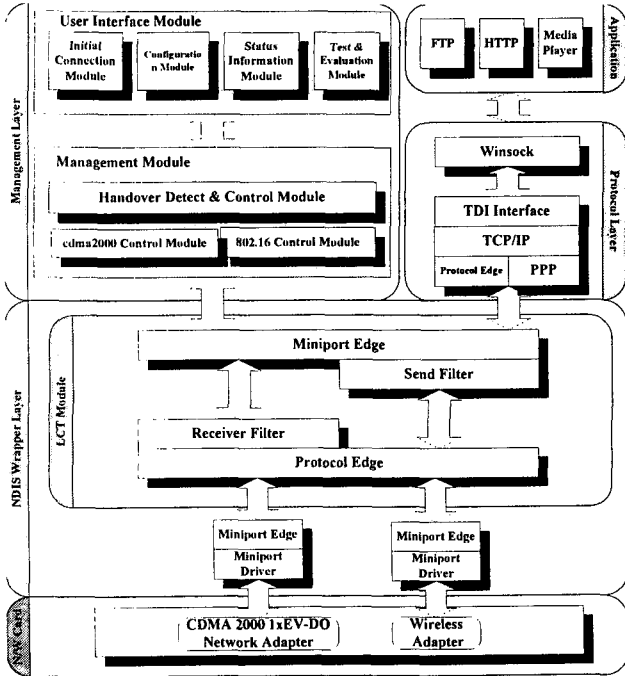


그림 6. 듀얼모드 단말 구현을 위한 내부 모듈 구조

V. 제안한 아키텍처의 성능 실험 결과

본 논문에서 제안한 아키텍처의 성능을 검증하기 위해 실제 이동통신망과 방화벽으로 구성된 테스트베드를 이용하였다. 그림 7에 도식된 바와 같이 테스트베드는 상용 DHCP, PDSN, cdma2000 1xEV-DO 기지국 장비들로 구성되어 있다. 본 실험 환경에서 WiBro는 앞서 3장에서 기술한 바와 같이 무선랜 프로토콜 위에 WiBro 프로토콜 중 제안한 아키텍처에서 필요한 부분들을 구현하여 실험을 수행하였다. 또한 상위 계층 프로토콜의 수정 없이 동작 가능성을 검증하기 위해 상용 FTP 프로그램과 FTP 서버를 사용하였다.

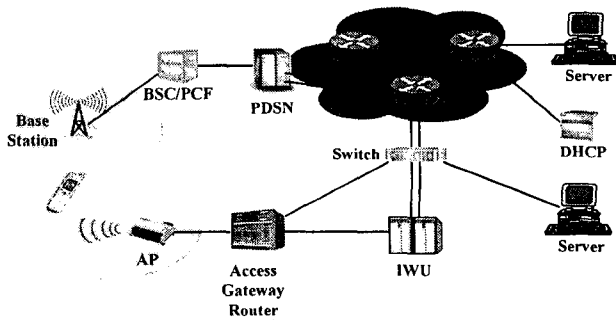


그림 7. 시험을 위한 테스트베드 구성

표 1은 제안한 아키텍처 상에서 이동단말이 cdma2000 1xEV-DO와 모의 WiBro 시스템에서 서비스를 받기 위한 초기 접속시간과 각각의 시스템에서 핸드오버가 발생 시 핸드

오버가 완료되기까지 소요되는 시간을 도식하였다. 해당 시간은 동일한 환경하에서 반복 실험에 의한 평균값이다. 표 1에 따르면 cdma2000 1xEV-DO로의 초기 접속은 모의 WiBro 시스템에 비해 매우 많은 시간이 소요되는 것으로 나타났다. 이는 cdma2000 1xEV-DO 접속을 준비하는 시간뿐만 아니라 PPP 접속에 많은 시간이 걸리기 때문이다. 이에 반해 모의 WiBro 시스템은 초기 접속시간은 매우 빠르며, 실제로 무선랜이 아닌 상용 WiBro 시스템을 사용할 경우, 이 보다 더 빠를 것으로 예상된다. 표 1의 결과에 따르면, WiBro에서 cdma2000 1xEV-DO로 핸드오버 시 핸드오버가 완료되기까지 상대적으로 많은 시간이 소요되기 때문에, 이러한 지연시간에 따른 패킷의 손실을 막는 것이 매우 중요하다. 본 논문에서는 이를 위해 접속을 유지한 채 핸드오버에 필요한 절차를 미리 처리하는 pre-processing 기반의 호 처리 절차를 사용하였다.

표 1. 초기접속과 핸드오버에 소요되는 평균 시간

	cdma2000 1xEV-DO	WiBro simulation system
초기 접속시간	4219ms	490ms
핸드오버 완료시간	622ms	4301ms
핸드오버 복귀시간	2634ms	490ms

그림 8은 제안한 아키텍처의 성능을 검증하기 위해 WiBro에서 cdma2000 1xEV-DO로 핸드오버 된 후 다시 WiBro로 핸드오버 되는 동안 수신된 패킷의 시퀀스 번호(Sequence Number)를 도식한 그래프로, FTP 프로그램을 통해 하나의 파일을 다운로드 받는 동안 듀얼 모드 단말에서 수신한 패킷의 시퀀스 번호를 도식화하였다. 그림 8에서 두 번의 서로 다른 망간의 핸드오버가 발생하였지만, 세션이 중단되지 않고 다만 전송속도만이 변화되었음을 알 수 있다. 이를 통해 제안하는 아키텍처는 상위 프로그램에 어떠한 영향을 주지 않고 핸드오버를 처리할 수 있음을 알 수 있다.

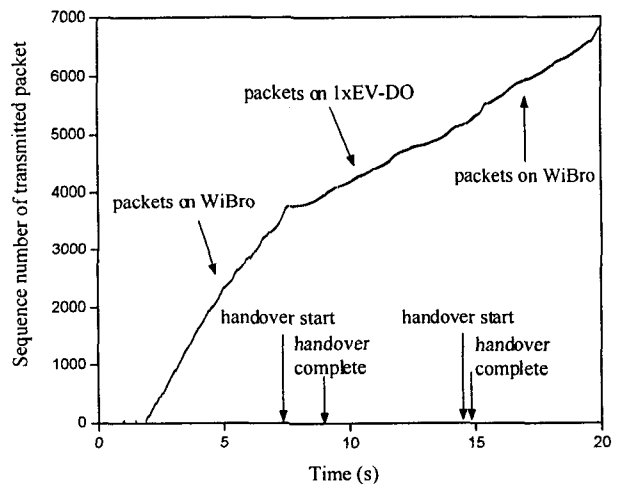


그림 8. 패킷 시퀀스 번호 그래프

그림 9는 그림 8과 동일한 실험 환경에서 FTP를 통한 패킷 전송 쓰루풋(Throughput)을 도식화한 그래프이다. 그림 9에서 핸드오버가 시작되는 시점에서는 쓰루풋이 급격하게 감소하다가 일정 시간이 지난 뒤에야 안정되는 결과를 관찰할 수 있다. 이는 본 논문에서 구현한 듀얼 모드 단말의 네트워크 접속 어댑터의 물리적 접속 변경 과정에 시간이 소요될 뿐만 아니라, 이를 통제하는 미니포트 드라이버(Miniport Driver) 구현상에서 핸드오버 과정 중에는 어느 정도 성능 저하가 야기되기 때문이다. 그러나 이러한 구현 상의 문제점을 제외하고는 아키텍처 상의 핸드오버를 통한 성능 상의 저하 현상은 발생하지 않았다.

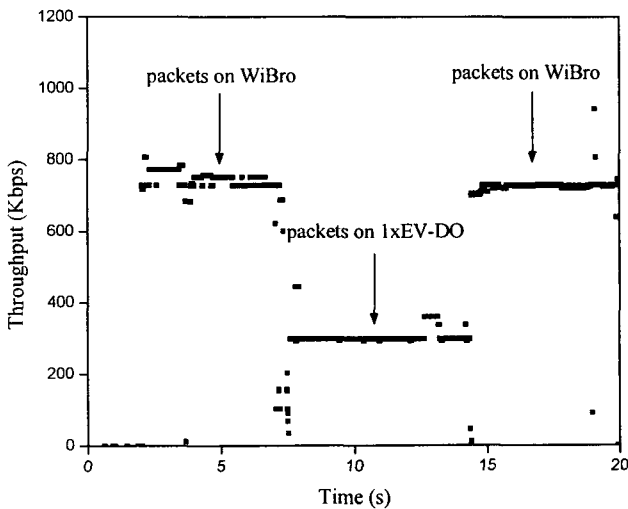


그림 9. FTP 쓰루풋 그래프

**VI. 결론**

향후 다양한 네트워크 액세스 기술이 출현하고, 이에 따라 다양한 망을 수용해야 하는 환경하에서 사용자뿐만 아니라 망을 구축하고 운영하는 사업자 측면에서도 다양한 이기종 망간의 끊임 없는 연동 서비스의 제공은 필수적이다. 따라서 본 논문에서는 이동통신망과 WiBro망간에 끊임 없는 서비스를 제공해주기 위한 이기종망간 연동 아키텍처를 제안하였다. 특히 기존 네트워크 구성요소의 수정을 최소화하면서 유저에게 끊임 없는 서비스를 제공해주기 위해 L2TP 프로토콜을 사용하여 PPP 패킷 터널링과 라우팅 역할을 수행하는 IWU 장비를 제안하고, 이를 활용하여 이기종망간의 연동을 위한 네트워크 아키텍처를 제안하였다. 그리고 네트워크 간의 연결을 유지한 채 핸드오버를 수행할 수 있도록 호 처리 절차를 같이 제안함으로써, 이기종망간의 이동 시에 발생할 수 있는 세션 및 접속 끊김을 방지하였다. 마지막으로 본 논문에서는 실제 이동통신망과 NAT 및 방화벽으로 구성된 테스트베드를 활용한 실험을 통해 제안한 아키텍처가 기존망의 수정 없이 적용가능하고, 핸드오버 시 패킷 유실이 발생하지 않음을 증명하였다. 따라서 본 논문에서 제안하는 아키텍처는 향후 서비스에 정인 WiBro의 조기 확산과 효율적인

구축에 이용될 수 있을 것이다.

**참고문헌**

- [1] C. Perkins, "IP mobility support," *IETF RFC 2002*, Oct, 1996.
- [2] S. Aust et al., "Design issues of Mobile IP handoffs between General Packet Radio Service (GPRS) Networks and Wireless LAN (WLAN) systems," *The 5th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC 02)*, Oct, 2002.
- [3] 3GPP TR 22.934 V6.2.0 (2003-09), "Feasibility study on 3GPP system to wireless Local Area Network (WLAN) interworking"
- [4] 3GPP TS 23.234 V7.0.0 (2005-12), "3GPP System to Wireless Local Area Network (WLAN) Interworking; System Description".
- [5] M. Buddhikot et al., "Design and implementation of a WLAN/CDMA2000 interworking architecture," *IEEE Communication Magazine*, Nov, 2003.
- [6] A. Salkintzis, C. Fors and R. Pazhyannur, "WLAN-GPRS integration for Next-Generation mobile data networks," *IEEE Wireless Communications*, Oct, 2002.
- [7] W. Townsley et al., "Layer Two Tunneling Protocol L2TP," *IETF RFC 2661*, Aug, 1999.
- [8] 3GPP2 C.S0024-A Version 1.0, "cdma2000 High Rate Packet Data Air Interface Specification," March, 2004.
- [9] 3GPP2 X.S0011-002-C Version 1.0, "cdma2000 Wireless IP Network Standard: Simple IP and Mobile IP Access Services," Aug, 2003.
- [10] 3 GPP2 A.S0017-A, "Interoperability Specification (IOS) for cdma2000 Access Network Interface - Part 7 (A10 and A11 Interfaces)," July, 2003.
- [11] IEEE P802.16e-2005, "IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks - Part 16: Air Interface for Fixed Mobile Broadband Wireless Access Systems".
- [12] M. Handley et al., "SIP: Session initiation protocol," *IETF RFC 2543*, June, 1995.
- [13] K. Malki et al, "Low latency handoffs in Mobile IPv4," *Mobile IP Working Group*, 2002.
- [14] S. Sharma, N. Zhu, and T. Chiueh, "Low-latency Mobile IP handoff for Infrastructure-mode Wireless LANs," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol.22, May, 2004.