

主 題

DSLAM 기술 및 네트워크 구성

대우통신 종합연구소 네트워크연구단 성승희, 이승범, 이백선

차 례

- I. 서론
- II. ATM 기반 DSLAM 기능
- III. ATM 기반 ADSL망 구성 및 DSLAM
- IV. 맺음말

I. 서론

그림 1은 ADSL Forum에서 제시하는 ADSL 시스템 기준 모델로서, DSLAM(Digital Subscriber Line Access Multiplexer)은 Access Network의 Access Node에 위치하여 ADSL 가입자와 광대역 백본 망을 연결하여 주는 역할을 수행한다. 즉 위치면에서는 주로 전화국에 위치하며 망 구성에 따라 대단위 아파트 관리 사무소 내나 주거 밀집지역에 위치하기도 한다. 기능면으로는 다수의 ADSL 가입자로부터 수신되는 신호들을 수신하여 다중화 한 후 ATM 망이나 프레임 릴레이망 등과 같은 고속의 백본으로 전송하는 기능 및 그 역의 기능을 수행함으로써 광대역 서비스를 위한 네트워크 장비로서의 역할을 수행한다. 또한 ADSL의 특성상 동일 구리선에 공존하는 음성 신호를 분리하여 공중전화망으로 분리 하거나 그 역의 기능을 수행하는 기능이 포함 되기도 한다. 이러한 기능을 제공하

는 DSLAM 장비는 지원하고자 하는 망의 구성 및 전달모드에 따라 여러 가지 형태로 구현이 되어진다.

현재 출시되고 있는 DSLAM 장비의 경우 크게 ATM 기반의 ADSL 망 구성을 위한 DSLAM 장비와 패킷 기반의 ADSL 망 구성을 위한 DSLAM 장비로 구분할 수 있다. ATM 기반의 ADSL 망 구성을 위한 DSLAM 장비의 경우 단대단으로 ATM 셀의 투명성을 보장하면서 다중화/역다중화 하는 기능을 수행하며, 이 경우 일반적으로 인터넷 서비스를 위한 IP 종단 기능은 단말 및 광대역 RAS에서 수행한다. 따라서 구조 및 기능이 단순하며 데이터의 처리속도가 빠르고 또한 QoS의 지원이 용이하다. 반면에 패킷 기반의 ADSL 망 구성을 위한 DSLAM 장비의 경우 길이가 고정되지 않은 패킷에 대한 다중화/역다중화 기능을 수행하며, 보통 IP를 종단하는 기능이 포함되는 형태로 개발된다. 따

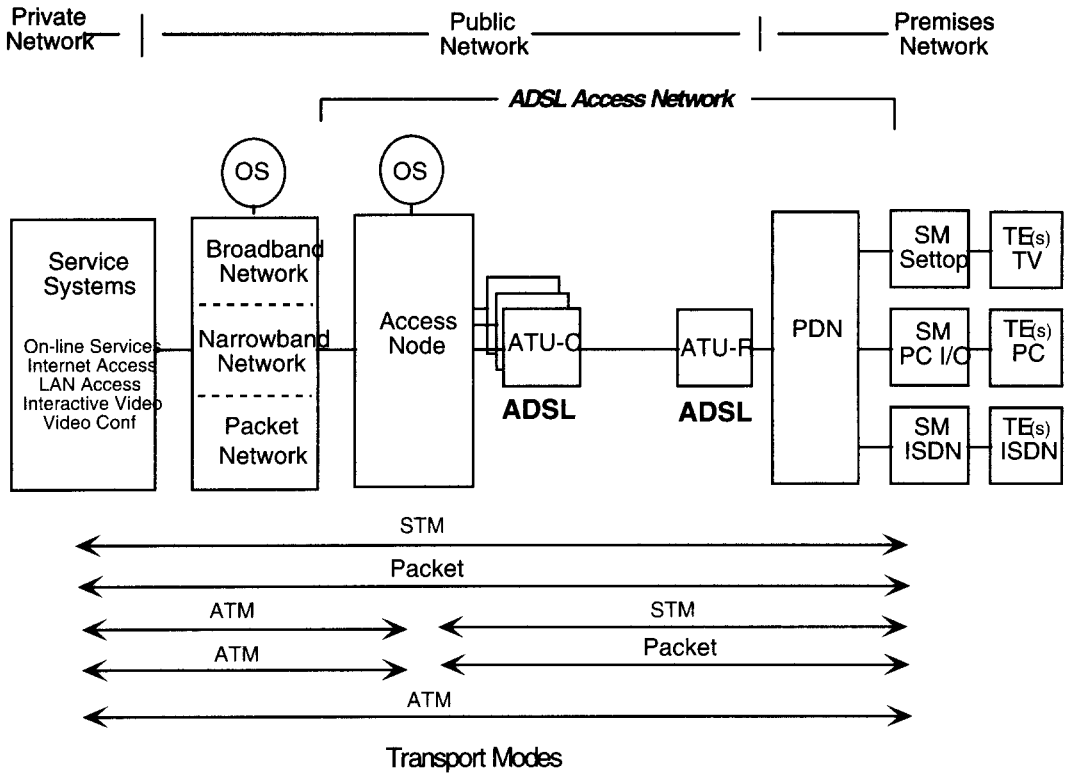


그림 1. ADSL 시스템 기준 모델

라서 PPP 서버등 다양한 기능 수용이 용이하지만 구조 및 기능이 복잡해지는 단점을 갖는다. 이러한 차이로 인하여 패킷 기반의 DSLAM의 경우 초기에 지역망에 적용되어 서비스 되었으나 현재는 비동기 전송 방식인 ATM이 광대역 망으로 구성됨에 따라 ADSL 장비 제조업자 및 망 사업자는 ATM 기반의 ADSL 망 구성에 초점을 맞추고, ATM 기반의 장비를 개발하고 있다.

따라서 본 고의 II장에서는 ATM을 기반으로한 DSLAM에 대하여 서술하고, III 장에서는 이를 적용한 ATM 기반 ADSL 망 구성 및 서비스 시나리오를 살펴보고 결론을 맺도록 하겠다.

II. ATM 기반 DSLAM 기능

그림 2는 ATM 기반의 DSLAM의 일반적인 기능 블록을 나타낸 것이다. 일반적인 ATM 장비와 마찬가지로 데이터, 제어 및 관리 평면을 갖고 있으며 이를 구현하기 위한 기능 블록 요소들로 구성된다.

1. Core ATM Network Interface Element

백본 ATM 망 접속을 위한 요소의 기능은 기준점 V 인터페이스로 정의되며 DSLAM과 백본 ATM 교환기간의 ATM 계층 연결을 위한 ATM 계층과 물리계층의 기능이 구현된다. 물리 계층은 NxDS1, DS3 및 SONET/SDH 접속 기능을 가질수 있음

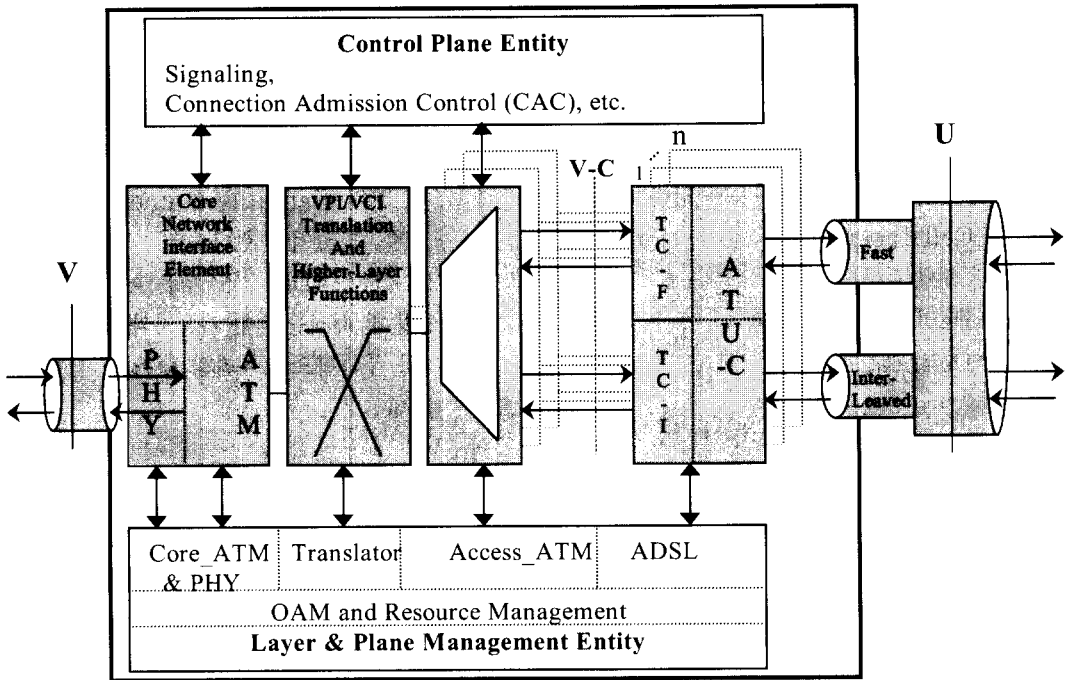


그림 2. ATM 기반 DSLAM 기능 블록도

며, ATM 계층은 ATM Forum의 UNI 3.1과 Traffic Management 4.0에 규정된 기능을 수행한다. ATM 망 접속 요소에서 수행하여야 할 ATM 계층 및 물리계층의 기능은 다음과 같다.

- 다른 QoS 요구를 갖는 다른 ATM 연결간의 다중화 기능
- Cell Rate Decoupling
- Cell Discrimination
- Cell 손실 우선순위에 의한 셀 조정
- Traffic Shapping
- EFCI, Frame Discard, 흐름제어에 의한 혼잡제어

2. VPI/VCI Translation and Higher Layer Function

사용자 데이터의 하향 스트림 방향으로(기준점 V

에서 기준점 U로 향하는 데이터의 흐름) 입력된 ATM 셀을 적절한 ATU-C와 각 모뎀별 Fast 또는 Interleaved 경로로 셀 라우팅을 수행하며, 상향 스트림 방향으로 ATU-C로부터 입력되는 ATM 셀을 다중화하여 단일 ATM 셀 스트림으로 만들어서 ATM 망으로 보내주는 블록이다. 또한 내부의 IPC용 셀이나 OAM 셀을 별도 우회하여 시스템의 상위 계층을 수행할 수 있도록 하는 기능을 갖기도 한다.

3. ATU-C

ATU-C(ADSL Tranciever Unit Central office)는 ITU G.992.1(Full rate ADSL)과 G.992.2(Splitterless ADSL)의 권고에 의하여 규정된 기능을 수행하는 블록으로서 ATM 전달모

드을 지원하는 ADSL 물리 계층의 기능을 수행한다. 즉 ADSL 물리계층과 ATM 전송 수렴 계층의 기능 및 ATM 계층과의 정합기능을 수행한다. ATU-C는 칩 제조업체에서 ADSL 모뎀으로 개발되는 부분을 의미하기도 한다. ATU-C중에서 수행해야 할 ATM 전달 기능은 다음과 같다.

- Idle Cell Insertion
- HEC 발생/검증
- Cell Payload 스크램블링
- Cell Delineation
- Cell Rate decoupling

4. Signalling

DSLAM은 다음과 같은 세가지의 연결 유형중 선택적으로 또는 동시 지원하도록 구현된다.

- 점대점 PVC
- 각 가입자마다 미리 VPI/VCI 가 지정된 형태의

연결

- Virtual UNI

(1.1) DSLAM 시스템은 가입자 단말이 점대점 신호 채널로서 VPI/VCI=0/5를 사용하는 것을 허용할 수 있어야 하며, 이를 위하여 그림 3.의 signaling tunneling 기능을 제공할 수 있어야 한다.

(1.2) ATM-ADSL 시스템은 ATM SVC 연결 설정 및 해제를 위한 사용자와 망간 신호 메시지를 투과적으로 처리할 수 있어야 한다. <그림 3>

- SVC

DSLAM에서 SVC가 제공되게 하려면 U 접속점에서 ILMI Registration procedure를 포함하는 ATM Forum Signalling 4.0이 구현 되어야 하며 기존 망과의 호환성을 위해서는 UNI 3.1 시그널링이 구현될 수도 있다. 또한 망사업자의 요구에 의하여 ITU-T의 DSS2

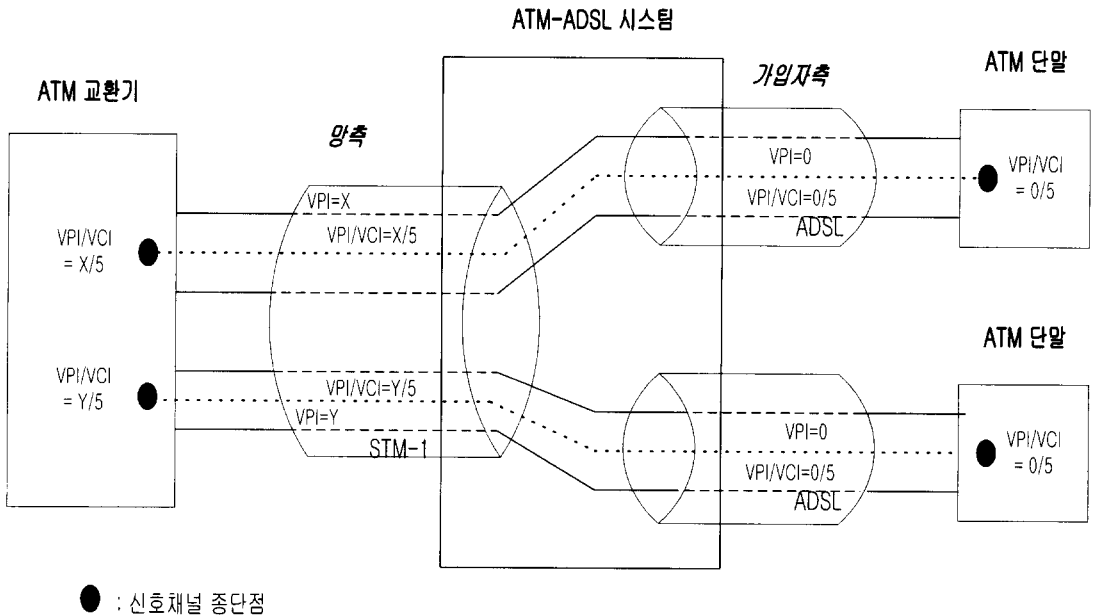


그림 3. ATM-ADSL 시스템에서의 ATM 신호 처리

시그널링이 구현될 수도 있다. 백본 ATM과 접속점인 V 접속점에서는 ATM Inter-Network Interface(AINI)나 UNI SIG 4.0/3.1 혹은 DSS2 시그널링이 사용될 수 있다.

5. ADSL Management

ADSL 망관리를 위하여는 Agent를 포함한 하나 이상의 노드, NMS(Network Management System), 망관리 프로토콜, 관리정보가 존재해야 한다. ADSL 망관리 기능은 ADSL 모뎀 pair를 구성하고 inventory 정보를 유지하는 구성관리, 고장을 발견하고 수리하는 고장관리, 그리고 동작상태와 히스토리를 보고하는 성능관리로 구분된다.

구성관리에서는 ADSL Coding Type, ADSL Line Type, 각종 Noise Margin 파라미터, Dynamic Rate Adaptation 파라미터, Bit Rate 파라미터, Maximum Interleave Delay, Alarm Threshold, Rate threshold, Inventory Information을 정의한다. 고장관리는 고장상태를 구별하여 그 원인을 밝히고 그 상태에 알맞은 동작을 할 수 있도록 한다. 이를 위하여 Threshold를 초과하는 Loss of Signal(LOS), Loss of Frame(LOF), Loss of Power(LPR), Loss of Link(LOL), Error Second(ES) 등의 faults는 NMS에게 alarm 형태로 보고해야 한다. 성능관리를 위해 각각의 ATU-R와 ATU-C는 성능 및 상태 정보를 NMS에게 알려주어야 한다. 상태 정보에는 Line Attenuation, Noise Margin, Total Power, Maximum Attainable Power, Current Rate, Previous Rate, Channel Data Block Length, Interleave Delay 등이 있으며 성능 정보에는 LOS Failure, LOF Failure, LOL

Failure, ER, 전송 블록 수, 수신 블록 수, 손실된 블록 수, 손실되지 않은 블록 수 등이 있다.

III. ATM 기반 ADSL망 구성 및 DSLAM

ADSL을 기반으로한 망 구성은 매우 다양하며 특히 이러한 망 구성 및 서비스 시나리오는 ADSL 가입자 단말인 ATU-R의 형태에 매우 밀접한 관계를 가진다. ATU-R은 가입자 단말과 ATU-R사이의 인터페이스, ATM Cell Encapsulation 방법 및 각각의 서비스 연결을 위한 프로토콜의 지원 종류에 따라 분류되어 전체 망 구성 및 서비스 시나리오에 영향을 주게 된다. ATM을 기반으로한 DSLAM의 경우 대개가 ADSL 모뎀의 종단 및 ATM Cell의 투명한 전송을 주된 기능으로 갖기 때문에 전체 망 측면에서는 비교적 단순한 역할을 수행한다. ATU-R의 형태는 NIC 형태의 ATU-R, 25M ATM 지원 ATU-R, Ethernet 지원 ATU-R, PPTP 지원 ATU-R, 그리고 IP 지원 ATU-R등이 있으며 이에 따른 구성 가능한 망 구성 및 서비스 시나리오를 서술한다.

1. NIC 형태의 ATU-R 사용자인 경우

가정의 단일 PC 사용자가 ATU-R NIC를 사용하는 경우의 네트워크 구성과 각 시스템의 통신을 위한 프로토콜 스택은 그림 4와 같다.

NIC 형태의 ATU-R은 PC에 설치되고, 전화선으로 DSLAM과 연결된다. PPP Client로의 PC 사용자는 PPP 링크로 RAS와 연결되고, 사용자 데이터인 PPP 패킷은 ATM 셀로 분할되어 ADSL 라인을 통하여 DSLAM으로 전송된다. 또는 IP over ATM이나 LEC로 ATM 망과 연결될 수 있

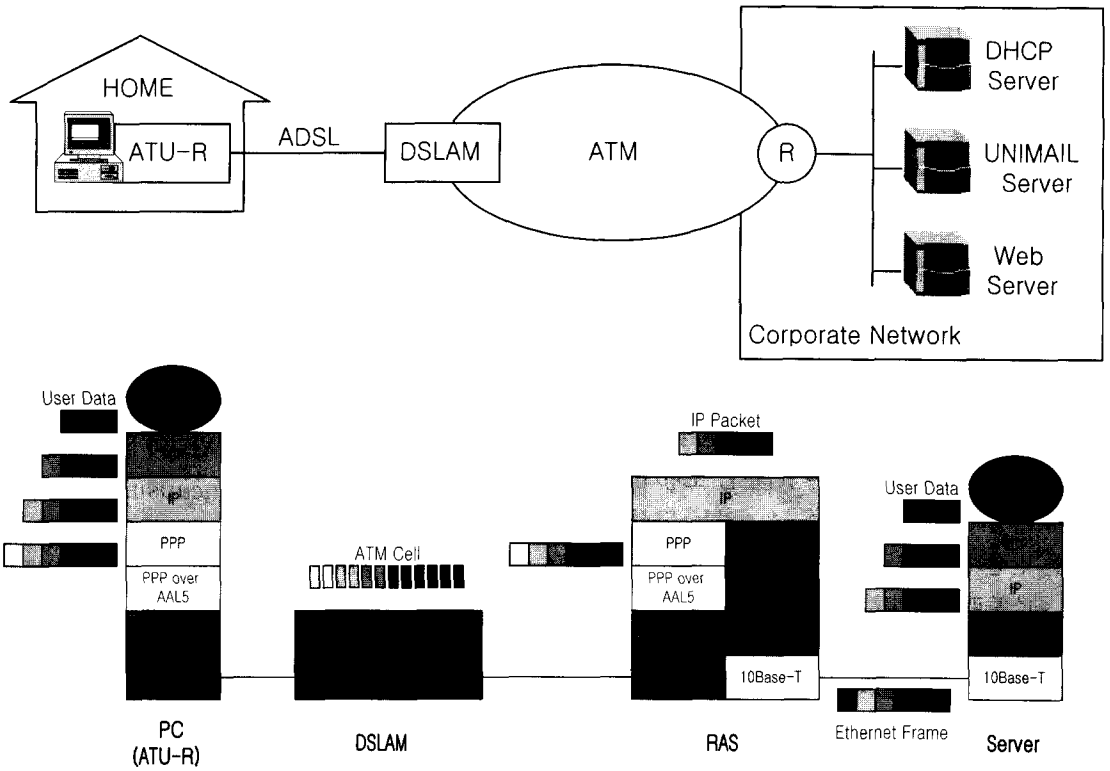


그림 4. NIC형 ATU-R 가입자인 경우 망 구성 및 프로토콜

다. 윈도우즈 OS에는 PPP 프로토콜과 IP over ATM, LEC가 구현되어 있다.

데이터 송수신 과정은 다음과 같다.

(1) Dial-Up Networking의 Make New

Connection을 이용하여 사용자가 가입된 NSP에 접속하기 위한 폴더를 만든다. 그림에서는 'My Internet Service Provider'라는 폴더가 있다. <그림 5>

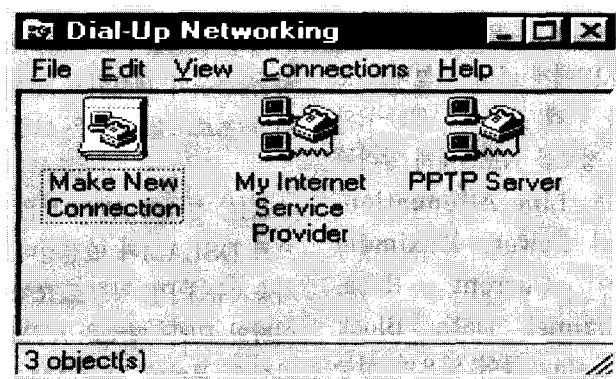


그림 5. Dial-Up Networking Window

(2) 사용자가 접속하고자 하는 NSP와 연결 설정이 되어있는 폴더를 더블 클릭하여 그 NSP와 연결 과정을 시작한다.(그림 6)

(3) 사용자를 NSP와 연결하는 Dial-Up Networking에서 접속하고자 하는 NSP의 ATM 주소를 Call Manager에게 알려 ATM 가상 채널을 형성하게 한다.

(4) PC와 NSP의 RAS가 PVC로 연결된 경우는 NSP와 연결된 가상 채널의 VPI/VCI의 값이 이미 할당되어 있다.

(5) NSP의 RAS와 SVC로 연결되는 경우, PC의 Call Manager에서 0/5번 채널로 RAS의 ATM 주소를 포함하는 SETUP 메시지를 ATM 망으로 전송한다. ATM 망에서 SVC가 형성된 후, PC는 ATM 망으로부터 CONNECT 메시지를 수신하고 CONNECTACK 메시지를 ATM 망으로 전송한다.

(6) PC와 RAS 사이에 형성된 ATM 가상 채널을 통하여 PPP 링크를 형성하기 위하여 PC의 PPP Client와 RAS의 PPP Server 사이에서 LCP(Link Control Protocol)가 수행된다. PC의 Call Manager는 ATM 망에 가상 채널이 형성되었음을 PPP Client에게 알려주고 PPP Client는 PPP Server와 PPP 링크의 구성 정보를 교환하기 위하여 LCP 패킷으로 Configure-Request 메시지를 송신한다. Configure-Request 메시지는

NSP의 RAS에 있는 PPP Server에서 수신되고, RAS가 Configure-Request 메시지에 포함된 구성 정보에 동의하는 경우는 Configure-Ack 메시지를 LCP 패킷으로 PPP Client에게 보낸다.

(7) PC와 RAS 사이에 PPP 링크가 형성되면, PPP 링크를 통하여 사용자 인증을 하기 위하여 PAP(Password Authentication Protocol)나 CHAP (Challenge-Handshake Authentication Protocol)가 수행된다. PC 사용자 인증을 위하여 PAP가 수행되는 경우, PPP Client는 사용자 ID와 Password가 포함된 Authentication-Request 메시지를 RAS의 PPP Server로 전송하고, RAS에서 사용자가 확인되면, PPP Server는 Authentication-Ack 메시지를 PPP Client에게 보낸다.

(8) RAS에서 사용자가 인증되면 PPP Server는 IPCP(Internet Protocol Control Protocol) 과정을 수행하여 사용자 시스템에서 사용될 IP 주소를 할당한다. PPP 프로토콜에는 네트워크 계층의 프로토콜을 지원하기 위한 NCP(Network Control Protocol) 과정이 있으며 IP 프로토콜을 지원하는 NCP 과정을 IPCP라고 한다. IPCP 과정에서 PPP Client는 IP 주소를 할당받기 위하여 IPCP 패킷으로 Configure-Request 메시지를 PPP Server에게 보내고, PPP Server는 Configure-Ack 메시지에 PPP

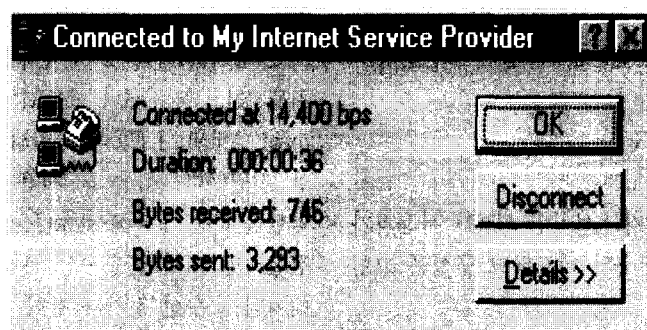


그림 6. My Internet Service Porvider Window

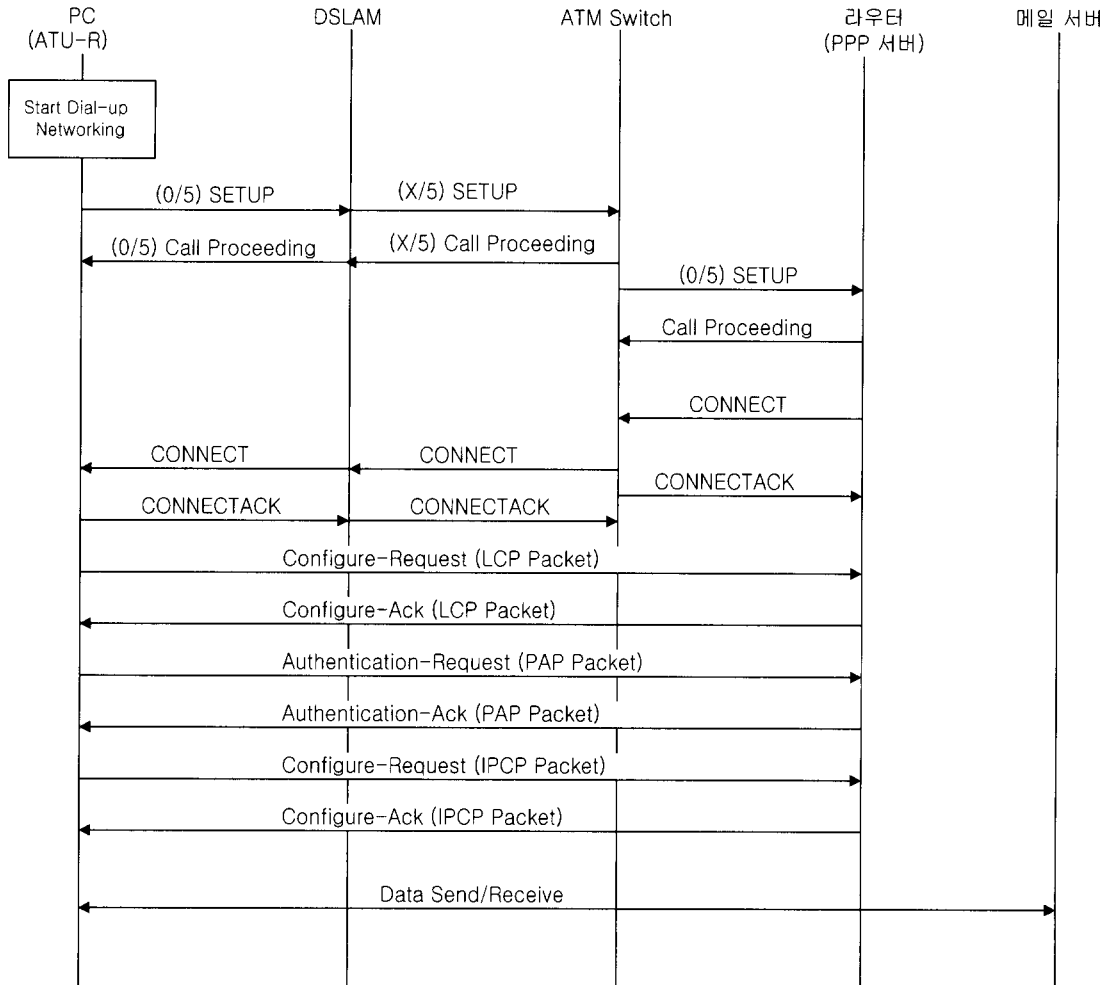


그림 7. NIC ATU-R의 데이터 송수신 과정

Client에게 할당할 IP 주소를 넣어서 보낸다.

(9) 사용자 시스템은 NSP로부터 할당된 IP 주소를 사용하여 NSP와 IP 데이터를 송수신한다.

2. 25M ATM 사용자

25M ATM NIC가 설치된 PC 사용자가 ATU-R을 사용하는 경우의 네트워크 구성은 그림 8과 같다.

이 경우 3.1절의 NIC형 ATU-R이 ATM NIC

과 독립형 ATU-R로 분리된 형태로 볼 수 있으며, 가입자 단말인 PC OS나 ATM-NIC의 프로토콜 지원 형태에 따라 망 구성이 달라진다. 즉 PC에 설치된 윈도우 OS나 ATM NIC에는 PPP, IP over ATM, LEC가 구현되어 다양한 종류의 통신을 지원한다. 이중 PC사용자가 PPP 클라이언트 역할을 하는 경우 프로토콜 스택은 그림 9와 같으며 전반적인 데이터 송수신 과정은 3.1절에서 설명한 데이터 송수신 절차와 같다.

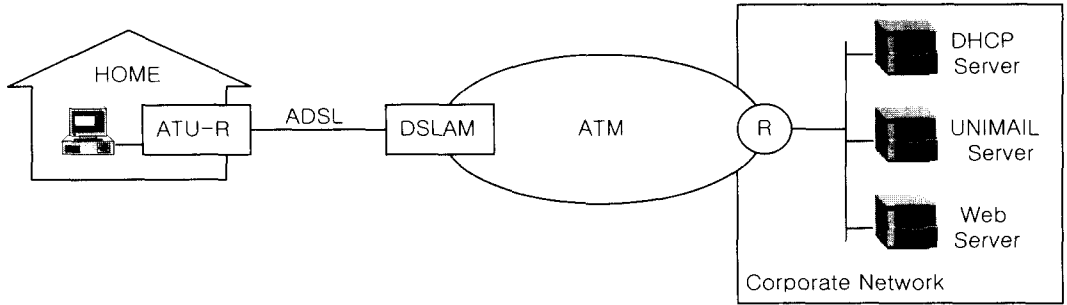


그림 8. 25M ATM NIC 가입자의 네트워크 구성

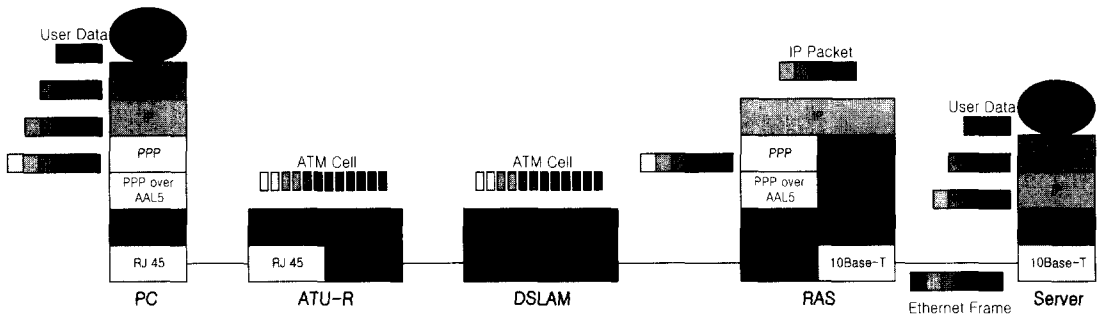


그림 9. PC 사용자가 PPP Client 역할을 하는 경우의 프로토콜 스택

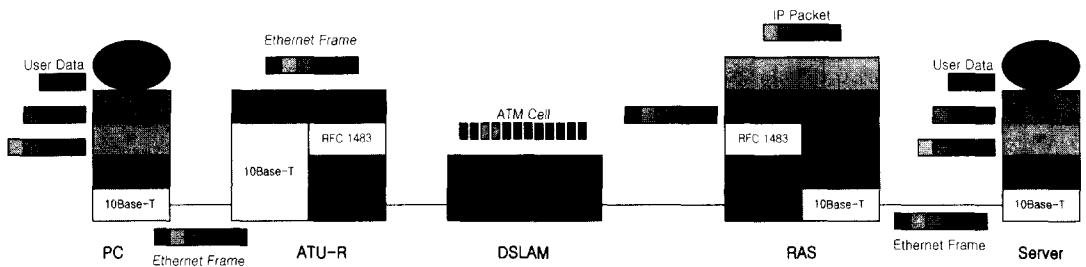
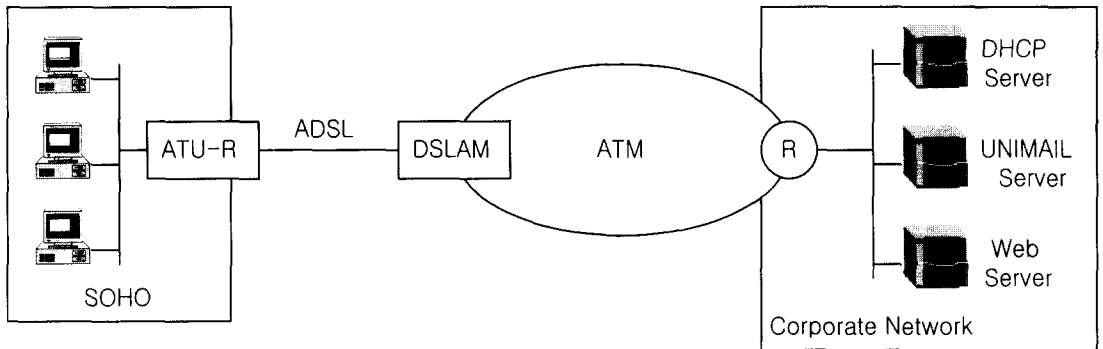


그림 10. Ethernet을 지원하는 ATU-R을 이용한 망 구성 및 프로토콜 스택

3. Ethernet을 지원하는 ATU-R 사용자

LAN 사용자가 Ethernet을 지원하는 ATU-R을 사용하여 NSP와 접속하는 경우의 네트워크 구성과 프로토콜 스택은 그림 10과 같다.

Ethernet을 지원하는 ATU-R은 Ethernet Frame을 AAL5 PDU로 만들어 ATM 셀로 분할하고, ADSL 모듈레이션하여 DSLAM으로 전송하며, 트래픽 제어를 위하여 브릿징 기능을 수행한다.

다음은 데이터의 송수신 과정을 설명한 것으로서 SOHO의 LAN 시스템은 DHCP 프로토콜을 이용하여 동적으로 IP 주소를 할당받고, ATU-R과 NSP의 RAS는 PVC로 연결되었다고 가정한다.

(1) 랜 시스템에 전원을 입력한다.

(2) LAN 사용자 시스템은 DHCP 프로토콜을 사용하여 NSP로부터 IP 주소를 할당받는다. DHCP를 지원하는 LAN 시스템은 부팅 과정에서 DHCP Server를 찾기 위하여 DHCP-Discover 메시지를 방송한다. ATU-R은 이 메시지를 수신하여 ATM 셀로 분할하고 ADSL 모듈레이션을 수행하여 DSLAM으로 전송한다. DSLAM은 ADSL 디모듈레이션으로 ATM 셀을 추출하고 ATM PVC를 통하여 NSP의 RAS로 전송한다. NSP의 RAS에 구현된 DHCP Relay Agent는 DSLAM으로부터 수신한 ATM 셀을 복원하여 DHCP-Discover 메시지를 추출하고 이를 DHCP Server로 전송한다. DHCP Server에서 DHCP-Discover 메시지에 대한 응답으로 DHCP-Offer 메시지를 전송하고 DHCP-Offer 메시지는 ATM 망을 통하여 PC에 전달되고, 이를 수신한 PC는 DHCP Server에게 IP 주소를 요청하는 DHCP-Request 메시지를 방송한다. 이 메

시지는 ATM 망을 통하여 DHCP Server에게 전송되고 이를 수신한 DHCP Server는 PC에게 IP 주소를 할당하는 DHCP-Ack 메시지를 전송한다. DHCP-Ack 메시지를 수신한 LAN 시스템은 IP 주소가 할당되고 부팅 과정을 마친다.

(3) LAN 사용자가 인터넷의 어떤 Web Site에 접속하고자 할 때, 우선 목적지 서버의 MAC 주소를 알기 위하여 ARP-Request를 Default Gateway인 NSP의 RAS로 보낸다.

(4) NSP의 RAS에서 ARP-Response 메시지를 받은 LAN 시스템은 사용자 데이터인 이더넷 프레임은 ATU-R로 전송한다.

(5) ATU-R은 LAN Table에서 이더넷 프레임이 외부 네트워크로 전달될 것임을 확인하고, 이더넷 프레임을 AAL5 PDU로 만들어 ATM 셀로 분할하고 ADSL 모듈레이션하여 DSLAM으로 전송한다.

(6) DSLAM에서 ADSL 디모듈레이션을 수행하여 ATM 셀을 추출하고 이를 NSP의 RAS로 전송한다.

그림 11은 이더넷을 지원하는 ATU-R을 사용하는 사용자가 Web Server에 접속하는 경우의 데이터 송·수신 과정이다.

4. PPTP를 지원하는 ATU-R 사용자

SOHO의 LAN 시스템과 ATU-R에 터널링 프로토콜이 구현되어 이더넷에 PPP 링크를 형성할 수 있게 하고 ATU-R은 이 PPP 링크를 NSP까지 확장한다. 이를 위하여 ATU-R에는 터널링 프로토콜 서버가 구현되어야 하고, 윈도우즈 OS를 사용하는 PC LAN 시스템에는 터널링 프로토콜로 PPTP가 구현되어 있다. SOHO의 LAN 시스템은 사실 IP 주소를 사용하여 내부 시스템간의 통신을 하고, 인터넷에 접속하거나, 기업 망에 접속할 때는

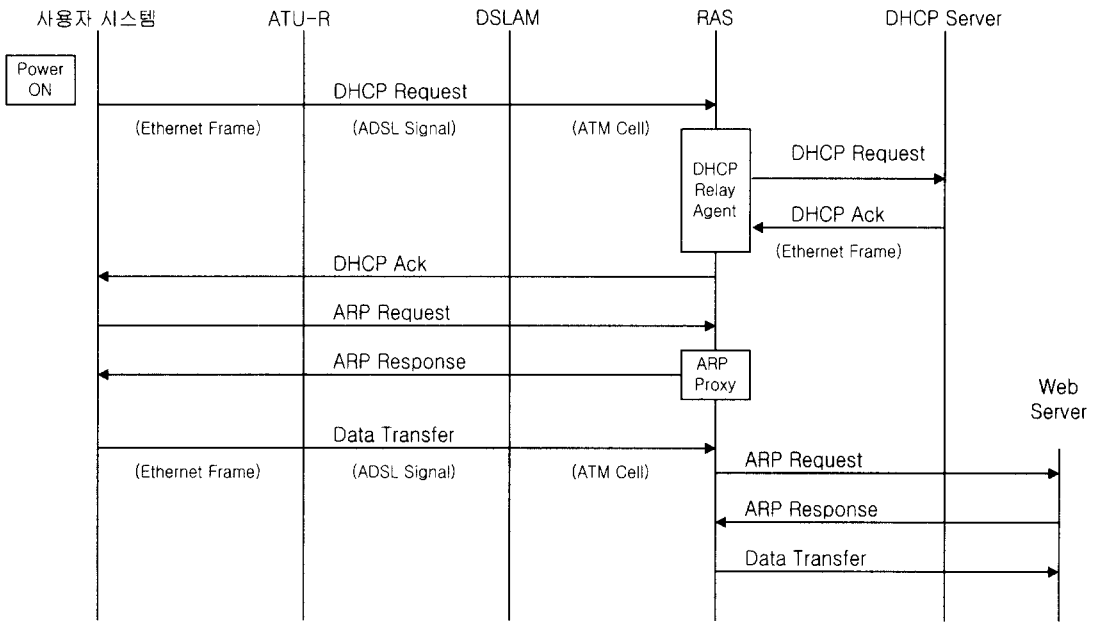


그림 11. 이더넷을 지원하는 ATU-R 망구성시 데이터 송수신 흐름(Web Server에 접속하는경우)

PPP 링크를 통하여 공인 IP 주소를 할당받고, 그 공인 IP 주소를 사용한 IP 데이터를 PPP 링크를 통하여 외부 네트워크와 송·수신한다. 윈도우즈 OS에서는 Multiple PPP Sessions을 지원하므로, 사용자는 하나의 PC에서 여러 개의 PPP 링크를 통하여 인터넷과 기업 망에 동시에 접속할 수 있다. 이를 지원하기 위한 윈도우즈 응용 소프트웨어로는, 연결 관리를 하기 위한 Microsoft Connection Manager와 Multi-link PPP 세션의 상태를 관리하는 Dial-Up Networking Monitor, 그리고 사용자가 PPP 세션을 열 수 있도록 하는 Dial-Up Networking 등이 있다.

LAN 사용자가 PPTP를 지원하는 ATU-R을 사용하여 NSP와 접속하는 경우의 네트워크 구성과 프로토콜 스택은 그림 12와 같다.

PPTP를 지원하는 ATU-R에는 PPTP 서버가 구현되어 있고, PC로부터 PPTP 패킷을 받아

PPP 패킷을 추출하여 그 PPP 패킷을 ATM 망의 PPP 링크를 통하여 RAS로 전송한다. LAN의 모든 PC는 사실 IP 주소를 사용하고 외부로 전송되는 IP 데이터는 PPP 링크로 수신한 IP 주소를 사용한다. 즉 PC는 사실 IP 주소뿐만 아니라 NSP에서 할당된 공인 IP 주소도 가진다.

다음은 LAN 사용자가 PPTP를 지원하는 ATU-R을 이용하여, 기업 망의 메일 서버에 접속하는 과정이다.

(1) 모든 LAN 시스템에는 사실 IP 주소가 할당되어 있어서 LAN 내의 통신에서는 사실 IP 주소를 사용한다.

(2) Dial-Up Networking의 Make New Connection을 이용하여 접속할 각각의 NSP에 대하여 Dial-up Networking' 폴더를 만든다. (그림 5)

(3) 사용자가 접속하고자 하는 NSP와 연결 설정

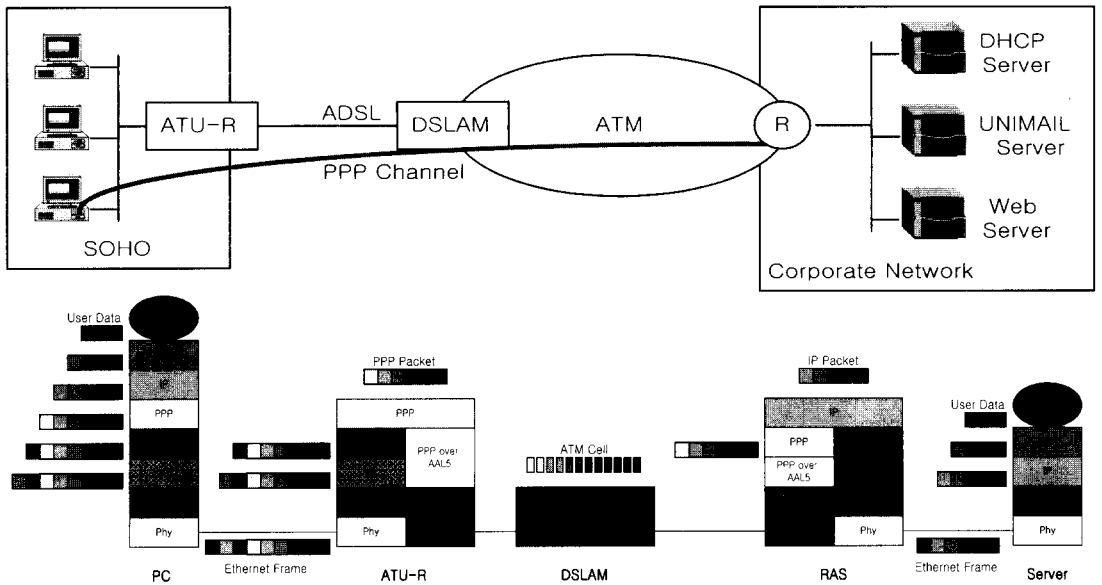


그림 12. PPTP를 지원하는 ATU-R인 경우 망 구성 및 프로토콜 스택

이 되어 있는 폴더를 더블 클릭하여, NSP와 연결 과정을 시작한다.

(4) PC의 PPTP Client는 PPTP Request 패킷을 ATU-R의 PPTP Server에게 전송한다. PPTP Request 패킷에는 사용자가 접속하고자 하는 NSP의 LAN 주소와 ATM 주소가 포함되어 있다. PPTP 제어 메시지는 PC와 ATU-R 사이에 형성된 TCP 연결에 의하여 전송되는 사용자 데이터의 형태로 송·수신된다.

우선 PPTP 세션을 열기 위하여 Start-Control-Connection-Request 메시지를 사설 IP 패킷의 사용자 데이터로 ATU-R의 PPTP Server에게 전송한다. PPTP Server(256개까지의 세션을 열 수 있음)가 세션 설정 요청을 받을 수 있는 경우 Start-Control-Connection-Reply 메시지를 PPTP Client에게 전송하여 PPP 링크를 위한 터널 형성을 시작할 수 있음을 알린다. PPTP Client에서 PPTP Server로 전송되는 PPP 패킷을 위한 터널을 형성하기 위하여 PPTP

Client는 Incoming-Call-Request 메시지를 PPTP Server에게 전송하고, Incoming-Call-Reply 메시지를 응답으로 받는다. 그리고 연결 설정을 결정하는 Incoming-Call-Connect 메시지를 PPTP Server에게 전송한다. PPTP Server에서 PPTP Client로 PPP 패킷이 전송되는 터널을 형성하기 위하여 PPTP Server는 Outgoing-Call-Request 메시지를 PPTP Client에게 전송하고, Outgoing-Call-Reply 메시지를 수신하여 터널의 형성을 완료한다. 다음은 PPTP 제어 메시지 송수신 과정을 보이고 있다.

(5) ATU-R의 PPTP 서버는 PPTP의 Request 패킷에 포함된 ATM 주소를 Call Manager에게 알려주어 Call Manager가 NSP와 ATU-R 사이에 ATM 가상 채널을 형성할 수 있게 한다. Incoming-Call-Request 메시지를 수신한 PPTP Server는 메시지에 포함된 ATM 주소를 Call manager에게 알리고 Call Manager는 ATM 주소의 RAS와 가상 채널을 형성한다.

(6) ATU-R과 NSP 사이의 ATM 망에 PVC 나 SVC로 가상 채널의 설정이 완료되면, ATU-R의 PPTP 서버는 PC의 PPTP 클라이언트에게 PPTP Reply 패키지를 전송하여, ATU-R과 PC가 연결된 LAN에 PPP 링크를 위한 터널을 형성한다.

(7) PC의 PPP Client는 PPP Request 패키지를 ATU-R을 통하여 NSP의 PPP Server로 전송한다.

PC의 PPP Client에서 전송하는 PPP Request 패키지는 PPTP 모듈에서 인캡슐레이션되어 PPTP 패키지가 되고, 이 PPTP 패키지는 사실 IP 모듈에서 PC의 사실 IP 주소가 원천지 주소이고 ATU-R의 사실 IP 주소가 목적지 주소인 IP 헤더가 추가되어 IP 패키지가 된다. 그리고 이 IP 패키지에 이더넷 헤더가 추가되어 이더넷 프레임의 형태로 ATU-R로 전송된다. 이더넷 프레임을 수신한 ATU-R은 이더넷 프레임에서 이더넷 헤더와 IP 헤더를 제거하여 PPTP 패키지를 추출한다. PPTP 서버에서 PPTP 패키지를 목적지 NSP와 연결된 가상 디바이스(VPNs)로 보낸다. 가상 디바이스에서 PPTP 패키지의 PPTP 헤더를 제거하여 PPP 패키지를 추출한다. 'PPP over ATM' 모듈에서 PPP 패키지를 AAL5 PDU로 만들고, 이미 형성된 ATM 가상 채널의 VPI/VCI를 셀 헤더에 추가하여 PDU

를 ATM 셀로 분할하고, 이를 ADSL 모듈레이션하여 DSLAM으로 전송한다. DSLAM의 ATU-C는 ADSL 디모듈레이션으로 ATU-R에서 전송된 ATM 셀을 복원하고, ATM 셀의 VPI 값을 ATU-C에게 할당된 고정 값으로 변환하여 DSLAM의 MUX. 모듈로 전송한다. DSLAM의 MUX. 모듈은 각 ATU-C로부터 전송된 ATM 셀을 집선하여 ATM 교환기로 전송한다. ATM 교환기는 각 ATM 셀을 다른 ATM 교환기나 목적지 RAS로 전송한다. ATM 셀을 수신한 RAS는 ATM 셀을 재조립하여 AAL5 PDU에서 PPP 패키지를 추출하고 이를 PPP 서버로 전송한다.

(8) PC의 PPP Client와 NSP의 PPP Server 사이에 LCP 과정을 수행하여 PPP 링크를 형성한다. PPP LCP 과정은 PPP 클라이언트와 PPP 서버 사이에 데이터 전송을 위한 구성 정보를 결정하기 위한 과정으로 Configure-Request LCP 패키지와 Configure-Ack LCP 패키지를 송수신하면서 PPP 클라이언트와 PPP 서버가 지원할 수 있는 구성 정보를 설정한다.

(9) 사용자 인증 과정으로 PAP 및 CHAP 등을 이용하여 PPP Client의 인증을 위한 절차를 수행한다.

(10) PPP Client와 PPP Server 사이의 IPCP 과정을 통하여, PPP 클라이언트인 LAN 시

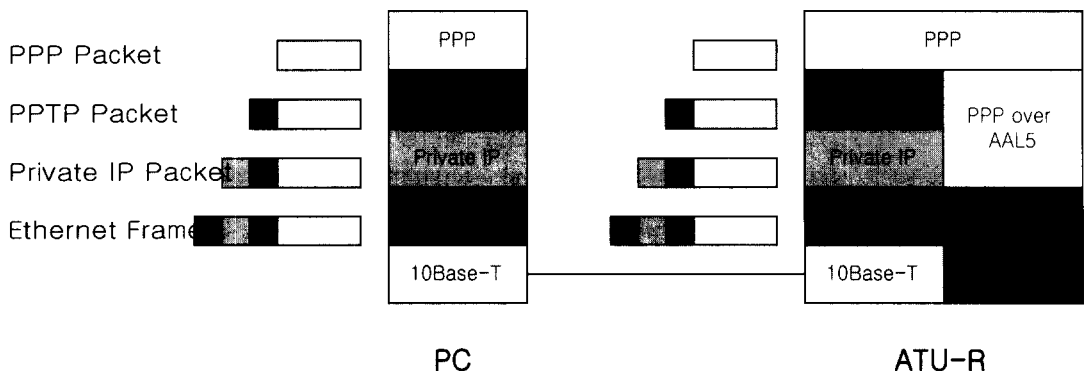


그림 13. 패키지의 인캡슐레이션 형태

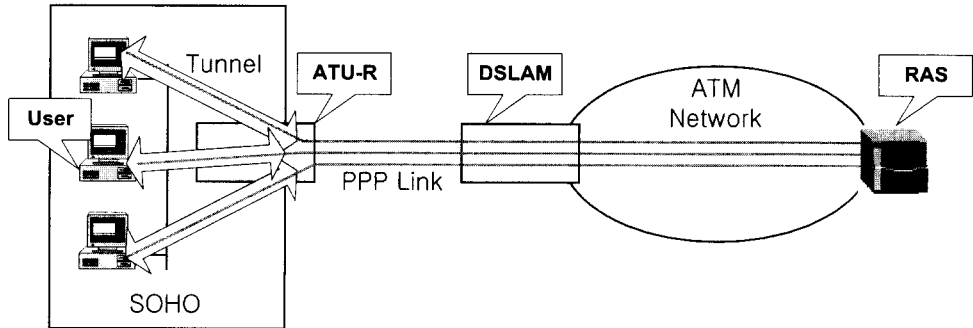


그림 14. 터널링 프로토콜을 이용한 PPP링크 형성

시스템은 NSP로부터 공인 IP주소를 할당받고 PPP 링크의 설정을 완료한다. 그림 14는 각 PC에서 터널링 프로토콜을 이용하여 RAS와 PPP 링크를 형성한 그림이다. PC와 ATU-R 사이에서는 PPP 링크를 형성하기 위하여 터널을 이용한다.

(11) LAN 사용자는 NSP와 PPP 링크를 통하여 데이터를 송수신한다. NSP로 전송될 PC 사용자 데이터는 TCP 모듈에서, 공인 IP 주소가 할당된 IP 모듈로 보내져, NSP로부터 할당된 IP 주소가 원천지 주소이고 목적지 서버의 IP 주소가 목적지 주소인 IP 헤더가 추가된다. 이 IP 패킷은 PPP 모듈로 보내져 PPP 헤더가 추가되고 이는 다시 PPTP 모듈로 보내져서 PPTP 서버와 연결된 터널을 지원하기 위한 헤더가 추가된다. 그리고 이 패킷은 다시 사설 IP 네트워크로 전송되기 위한 IP 헤더와 인터넷 헤더가 추가되어 ATU-R로 전송된다. ATU-R은 터널의 PPP 링크를 통해 전달된 PPP 패킷을 ATM 셀로 분할하여 RAS에게 전송한다.

(12) NSP의 PPP 서버는 PPP Client로부터 온 PPP 패킷에서 IP 패킷을 추출하여 그 IP 패킷을 목적지 서버로 전송한다.

그림 15는 PPTP 지원 ATU-R을 이용하는 PC 사용자가 기업 망의 메일 서버에 접속하는 경우의

데이터 송수신 과정을 보여준다.

5. IP를 지원하는 ATU-R 사용자

그림 16은 LAN 사용자가 IP를 지원하는 ATU-R을 사용하여 NSP와 접속하는 경우의 네트워크 구성과 프로토콜 스택이다.

ATU-R과 NSP의 RAS 사이는 PPP로 연결되어 있고, SOHO에서 접속하고자 하는 NSP가 여러 곳인 경우는 ATU-R에서 Multi-link PPP를 지원한다.

LAN 시스템에서 내부 네트워크의 통신을 위하여 사설 IP 주소를 사용하는 경우, 사용자가 인터넷이나 기업 망에 접속할 때는 ATU-R에서 사용자 IP 패킷의 사설 IP 주소를 공인 IP 주소로 변환한다. ATU-R은 LAN 사용자 시스템의 사설 IP 주소를 대신할 공인 IP 주소를 NSP로부터 할당받는다. SOHO의 LAN 시스템에 할당된 사설 IP 주소를 공인 IP 주소로 변환하는 방법에는 NAT (Network Address Translation), PAT (Port Address Translation)가 있다. NAT는 사설 IP 주소와 공인 IP 주소를 일대일로 변환하는 방법으로 외부 네트워크와 통신하고자 하는 시스템

사용자 시스템

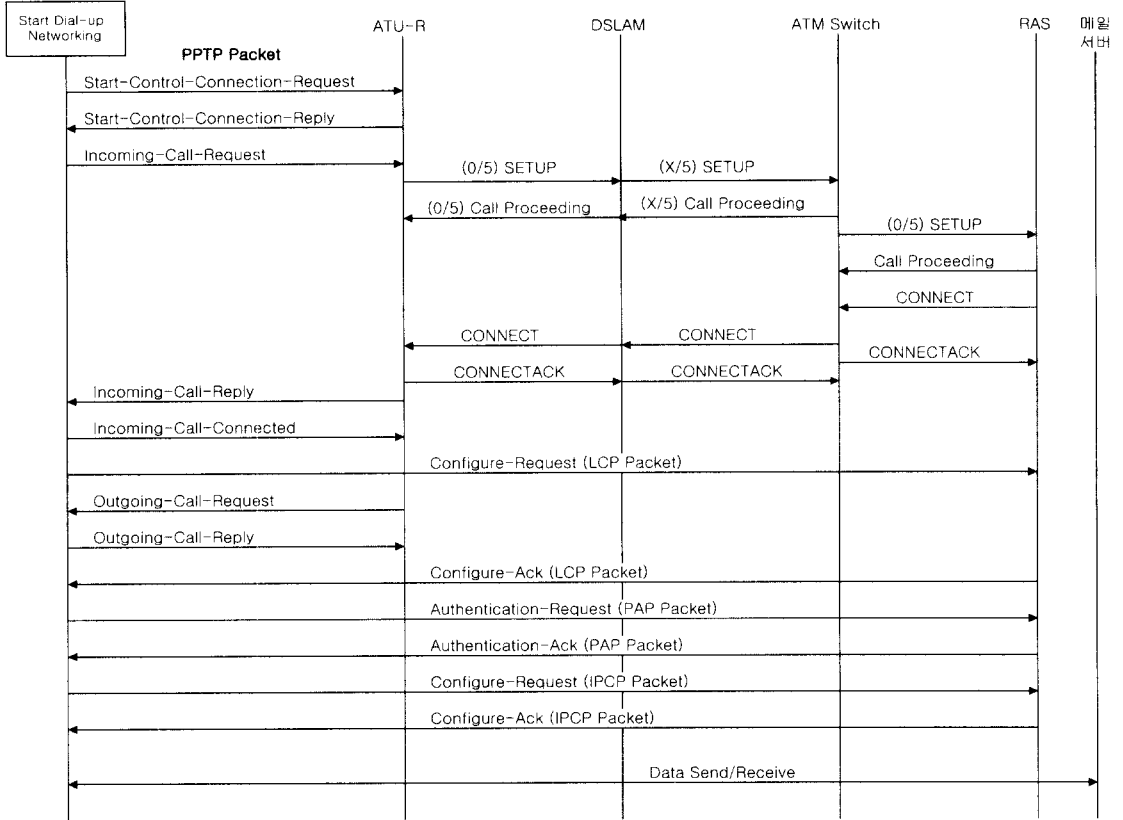


그림 15. PPTP 지원 ATU-R 망구성시 데이터 송수신 흐름(기업망 Mail Server에 접속하는경우)

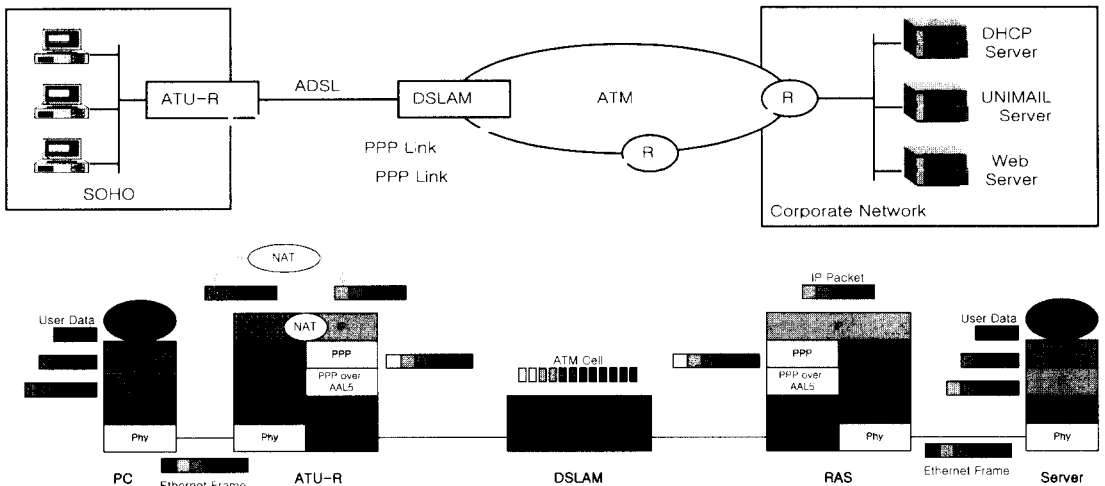


그림 16. IP 지원 ATU-R 망 구성도 및 프로토콜 스택

마다 공인 IP 주소를 할당한다. PAT는 ATU-R에 할당된 하나의 공인 IP 주소를 이용하는 방법으로 ATU-R을 통하여 NSP로 전송되는 모든 IP 패킷은 ATU-R에 할당된 IP 주소를 사용하고, TCP Port Number로 각 시스템의 프로세스를 구별한다. ATU-R이 2개 이상의 NSP와 연결되는 경우, ATU-R과 LAN 시스템에는 2개 이상의 서로 다른 라우팅 도메인에 속하는 공인 IP 주소가 할당될 수 있다. 이러한 경우, LAN 시스템의 사설 IP 주소에 대치할 공인 IP 주소를 선택하는 방법으로 DAT (Dynamic Address Translation)를 사용한다. DAT는 사설 IP 패킷의 목적지 주소로 그 IP 패킷에 할당할 공인 IP 주소를 결정하는 방법이다. 이를 사용하여 기존의 LAN 시스템 사용자는 사용자 시스템에 아무런 변화 없이 서로 다른 라우팅 도메인에 속할 수 있다.

다음은 사설 IP 주소를 사용하는 LAN에서 IP 주소 변환을 위하여 PAT를 사용하고, 3개의 NSP에 접속하기 위하여 DAT 사용한다고 가정하는 경우의 데이터 송·수신 과정이다.

(1) SOHO의 LAN 시스템에 사설 IP 주소가 할당된다. LAN 내부의 네트워크 통신에서는 사설 IP 주소를 사용하고, 인터넷이나 기업 망에 접속하는 경우 ATU-R에서 사설 IP 주소를 공인 IP 주소로 변환하여 데이터를 전송한다.

(2) LAN 시스템에서 WAN으로 데이터를 전송할 경우, 목적지 시스템의 MAC 주소를 알기 위하

여 Default Gateway로 ARP-Request 메시지를 전송한다.

(3) IP를 지원하는 ATU-R은 Default Gateway의 역할을 하므로 PC에서 전송한 ARP-Request 메시지를 수신하고, ARP Proxy로 동작하여 자신의 MAC 주소를 알려주는 ARP-Response 메시지를 LAN 시스템으로 전송한다.

(4) ARP-Response 메시지를 수신한 LAN 시스템은 IP 패킷을 ATU-R로 전송한다. LAN 시스템에서 송신한 IP 패킷의 근원지 IP 주소는 사설 IP 주소이고, 목적지 IP 주소는 인터넷이나 기업 망에 있는 서버의 IP 주소이다. 그리고 이더넷 프레임에서 목적지 MAC 주소는 ATU-R의 MAC 주소이다.

(5) IP 패킷을 수신한 ATU-R은 IP 패킷의 목적지 IP 주소로 IP 패킷을 전송할 NSP와 사설 IP 주소와 변환할 공인 IP 주소를 결정한다. LAN 시스템에 할당될 수 있는 공인 IP 주소의 수는 LAN 가입자가 접속할 수 있는 NSP의 수와 같다. 사용자가 전송하는 데이터의 목적지 IP 주소가 인터넷의 서버인 IP 패킷의 근원지 사설 IP 주소는 그 인터넷에서 할당된 IP 주소로 대치되고, 전송 데이터의 목적지 IP 주소가 인터넷인 IP 패킷의 근원지 사설 IP 주소는 Default IP 주소로 대치된다. Default IP 주소는 인터넷에 접속하기 위하여 할당된 공인 IP 주소로, 주로 사용자가 가입된 ISP에서 할당된다. 표 1은 사설 IP 패킷에 할당될 공인 IP 주소를 선택할 때 참조하는 DAT Table이다.

목적지 IP 주소	Subnet Mask	공인 IP 주소	NSP 포트 (ATM 주소)
165.133.0.0	255.255.0.0	165.133.50.5	xxx-xxxx-xxx
...
Default	255.255.0.0	120.155.8.9	yyy-yyyy-yyy

표 1. DAT Table

사실 IP 패킷의 목적지 주소가 DAT Table의 '목적지 IP 주소'와 같은 'network Id'를 가지는 경우 사실 IP 패킷은 그 '목적지 IP 주소'에 할당된 공인 IP 주소를 근원지 IP 주소로 사용하고 NSP 포트에서 지정하는 포트에 데이터를 송신한다.

(6) ATU-R과 NSP의 RAS 사이에 ATM 가상 채널(PVC or SVC)이 형성되어 있지 않는 경우, NSP 포트의 ATM 주소로 시그널링 절차를 거쳐 SVC ATM 가상 채널을 형성하고 PPP 프로토콜을 수행하여 공인 IP 주소를 할당받아 일정한 Table의 공인 IP 주소에 기록하여 LAN 시스템의 주소 변환에서 사용할 수 있도록 한다. ATU-R은 접속하고자 하는 NSP의 RAS와 PVC나 SVC로 ATM 가상 채널을 형성한다. SVC를 사용하는 경우, LAN 시스템에서 NSP에 최초로 접속을 시도할 때 시그널링 과정을 통하여 ATM 가상 채널을 형성하고, 이 후의 데이터 송수신은 이미 형성된 가상 채널을 이용한다. 가상 채널의 해제는 관리자의 요청에 의하여 이루어지거나, 일정 시간 동안 데이터의 송수신이 없는 경우 자동으로 해제될 수 있다.

(7) ATU-R의 PPP Client와 NSP의 PPP Server 사이에 PPP 링크를 형성한다. ATU-R과 NSP의 RAS 사이에 형성된 ATM 가상 채널로 PPP 링크를 형성하기 위하여, ATU-R의 PPP Client와 RAS의 PPP Server 사이에서 LCP 과정을 수행하고, 구성 설정이 완료되면 PPP Server는 IPCP 과정으로 PPP Client에서 사용할 IP 주소를 할당한다.

(8) 사실 IP 데이터의 주소 변환을 위하여 PAT

방식을 사용하므로, NSP로 전송될 IP 패킷의 사실 IP 주소와 TCP 포트 번호를 할당된 공인 IP 주소와 각 프로세스를 구별하기 위한 ATU-R의 TCP 포트 번호로 변환하여 NSP로 전송한다. PAT는 LAN 시스템의 사실 IP 주소를 공인 IP 주소로 변환하는 방법으로, LAN 시스템의 모든 사실 IP 주소는 ATU-R에 할당된 하나의 공인 IP 주소로 변환되고, 각각의 서로 다른 LAN 시스템의 프로세스는 ATU-R의 TCP 포트 번호로 구별된다. 즉 사실 IP 패킷의 사실 IP 주소와 TCP 포트 번호가 ATU-R에 할당된 공인 IP 주소와 ATU-R의 TCP 포트 번호로 바뀌게 된다.

(9) PPP 링크를 통하여 ATU-R로 전송된 사용자 데이터를 전송한다. LAN 시스템에서 전송한 IP 패킷을 수신한 ATU-R은, PAT Table을 참조하여 IP 패킷의 사실 IP 주소와 TCP 포트 번호를 공인 IP 주소와 ATU-R의 TCP 포트 번호로 변환하여 새로운 IP 패킷을 만들고, 이를 전송할 NSP와 연결된 PPP Client로 보낸다. PPP Client는 수신한 IP 패킷에 PPP 헤더를 추가하여 PPP over AAL5 모듈로 보낸다. PPP over AAL5 모듈은 PPP 패킷을 AAL5 PDU로 만들고 ATM 모듈은 AAL5 PDU를 ATM 셀로 분할한다. ATM 셀은 ADSL 모듈에서 ADSL 모듈레이션되어서 DSLAM으로 전송된다.

LAN		ATU-R		접속할 NSP
사실 IP 주소	TCP 포트 번호	공인 IP 주소	TCP 포트 번호	

표 2. PAT Table

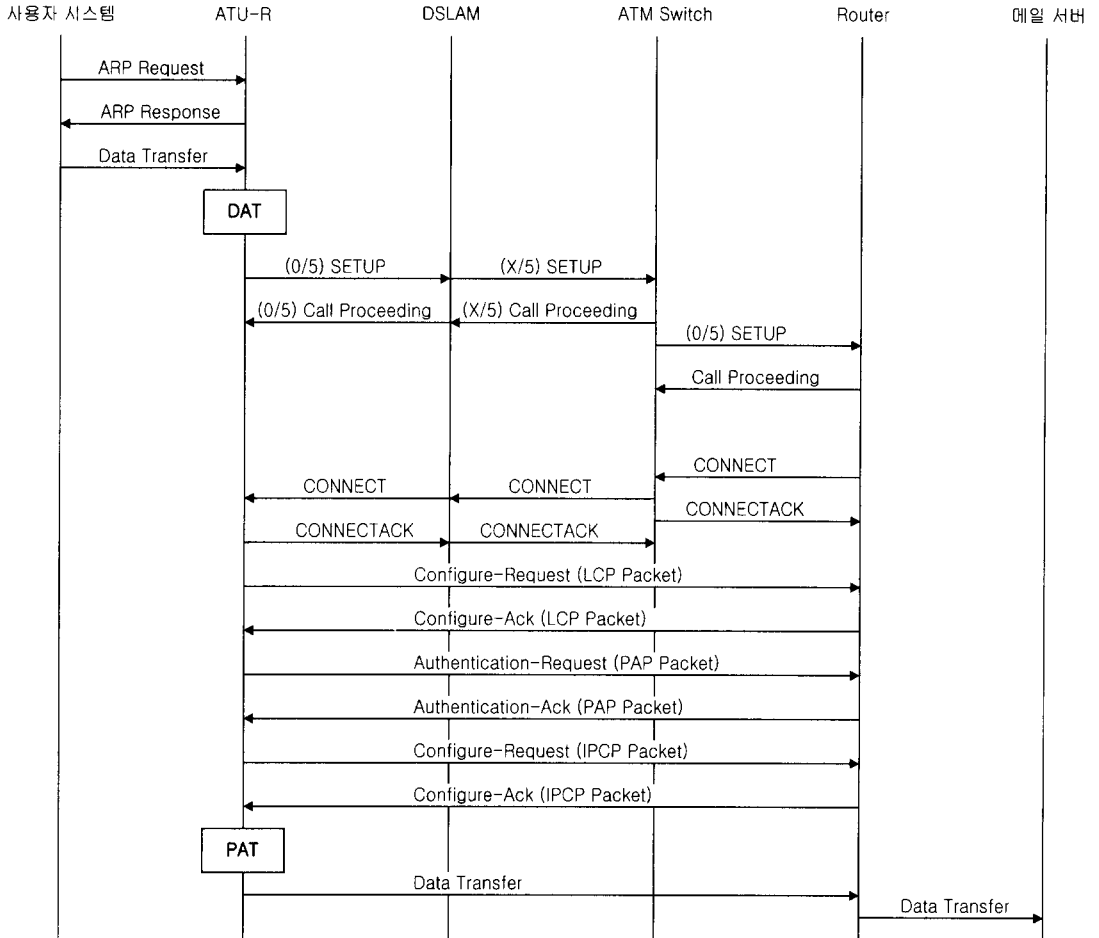


그림 17. IP 지원 ATU-R 망구성시 데이터 송수신 흐름(기업망 Mail Server에 접속하는 경우)

VI. 맺음말

ADSL은 고속 인터넷 서비스를 제공하기 위한 망의 진입로로서 FTTH이전 단계에서 가장 각광을 받는 액세스 네트워크 기술로 대두되었다. 이미 미국의 통신 사업자들은 이 기술을 상용화하여 서비스가 진행되고 있고 그 성장성에 대하여 낙관하고 있다. 이러한 ADSL 망을 구성하기 위해서는 맥내용 ADSL 모뎀(ATU-R), 교환국용 DSLAM 및 원격 가입자를 위한 Remote DSLAM, 그리고 ADSL 가입자를 원하는 NSP로 효율적으로 연결

하기 위한 광대역 RAS 장비등이 기존의 광대역 망과 효과적으로 조화 되어야 한다. ADSL망의 안정적 서비스를 위해서 가장 중요한 것은 ATU-R과 ATU-C사이의 안정적 동작으로서 DSLAM은 그러한 점에서 ADSL 망에서 핵심이라 할 수 있다. 또한 망의 구성에 따라 각 장비의 역할은 조정이 될 수 있으며, 이에 따라 DSLAM의 기능도 점차 다양화 되고있다. 즉 라인의 다양화 뿐아니라 IP 처리를 위한 각종 기능의 다양화 및 전송장비나 다른 액세스 장비와의 기능의 복합화를 시도하고 있으며 이미 이러한 형태의 장비들이 출시되고 있다. 본 고에서

는 기본적인 ATM 기반의 DSLAM 및 이를 이용하여 가능한 망구성과 서비스 시나리오에 대하여 논하였다. 그러나 효과적인 ADSL 서비스를 위하여는 다양한 DSLAM과 이에 따른 망 구성에 대한 전반적인 연구가 요청된다.

※ 참고 문헌

- [1] ADSL Forum Reference Model, TR-001.
- [2] ADSL Forum, TR-002, ATM over ADSL Recommendations.
- [3] ADSL Forum, TR-012, Broadband service architecture for access to legacy data network over ADSL.
- [4] ADSL Forum, WT-021, ATM over ADSL Recommendation.
- [5] ADSL Forum, TR-011, An End-To-End Packet Mode Architecture With Tunneling And Service Selection.
- [6] ADSL Forum, TR-003, Framing and Encapsulation Standards for ADSL:Packet Mode.
- [7] '패킷 기반의 ADSL 네트워크 구성 및 서비스 연구' 성승희 최지연, 통신학회 1998년 하계학술발표.

성 승 희

1985년 평문대학교 전자통신과

1999년 현재 대우통신(주) 종합연구소, 수석연구원

이 승 범

1979년 건국대학교 전자공학과

1999년 현재 대우통신 종합연구소 네트워크연구단 통
신망연구실장

이 백 선

1987년 Houston대학교 산업공학 박사

1987~1995년 AT&T Bell Labs. 근무

1999년 현재 대우통신 종합연구소 네트워크 연구단장