

ATM 기반 MPLS 망에서 xDSL 가입자 서비스를 위한 PPP 서버 설계

양미정, 유재호
한국전자통신연구원 MPLS S/W 팀
e-mail : mjyang@etri.re.kr

PPP Server for xDSL Service in MPLS network over ATM

Mi-Jung Yang, Jae-Ho You
MPLS S/W Team, ETRI

요 약

본 논문에서는 ATM 기반 MPLS 망에서 xDSL 가입자에게 PPP 서비스를 제공하기 위한 PPP 서버 구조 설계에 대하여 기술하고 있다. 이 ATM-LSR에서의 PPP 서버는 PPP를 통해 ATM 망으로의 접속을 제공하는 PPPoA 서버와 기존의 LAN 환경에서 PPP 접속을 제공할 수 있는 PPPoE 서버의 기능을 동시에 제공할 수 있어야 한다. 이러한 통합된 서버를 위한 AAL5 상에서의 인캡슐레이션 기법 및 포워딩 엔진과의 인터페이스 구조를 제시하고자 한다.

1. 서론

인터넷 수요의 증가에 맞춰 기존 동선을 활용하여 고속의 데이터 통신을 제공하기 위해 xDSL 기술을 사용한다. 이러한 xDSL 가입자가 접속할 수 있도록 하는 장치가 DSL 가입자 시스템(DSLAM: Digital Subscriber Line Access Multiplexer)이며 대부분의 시스템이 ATM(Asynchronous Transfer Mode)을 기반으로 xDSL이 제공되고 있으며, 기존의 아날로그 모델을 사용하여 인터넷을 접속하기 위한 전화접속 네트워킹 방법인 PPP(Point-to-Point) 프로토콜을 기반으로 제공되고 있다. 따라서, ATM 기반 MPLS(Multiprotocol Label Switching)망에서의 ATM-LSR(Label Switching Router)에서도 이러한 PPP 가입자에 대한 서비스를 제공하기 위한 PPP 서버가 제공되어야 한다. 이때, PPP를 통해 ATM 망으로의 접속을 제공하는 PPPoA(PPP over ATM) 및 기존의 LAN 환경에서 PPP 접속을 할 수 있는 PPPoE(PPP over Ethernet) 기능이 제공되어야 한다.

본 논문에서는 이러한 ATM 기반 MPLS 망 종단에 위치하여 IP(Internet Protocol) 도메인과 MPLS 도메인의 패킷 포워딩과 연동 제어기능을 수행하는 edge LSR에서 PPPoA 및 PPPoE 통합 PPP 서버의 구현을 위한 서비스 망구조 및 AAL5 상에서의 인캡슐레이션 기법과 포워딩 엔진과의 인터페이스 구조를 제시하고자 한다.

2. PPP 서비스 망 구조

본 장에서는 ATM 기반 MPLS 시스템의 ATM-LSR 장치 구조 및 xDSL 망에서의 PPP 서비스 제공을 위한 구성 및 프로토콜 구조에 대하여 기술하고자 한다.

2.1 ATM 기반 MPLS 시스템 구조^[1]

ATM 망을 이용한 MPLS 시스템을 구축하기 위하여 코어 라우터 역할 및 에지 라우터 역할을 수행하는 ATM-LSR이 그림 1과 같이 구성된다.

ATM 교환기는 ATM-LSR에서는 MPLS 도메인의 L2 포워딩 장치로 사용되며, edge ATM-LSR에서는 non-MPLS 도메인을 접속하는 ATM 연결 경로 장치로 사용된다.

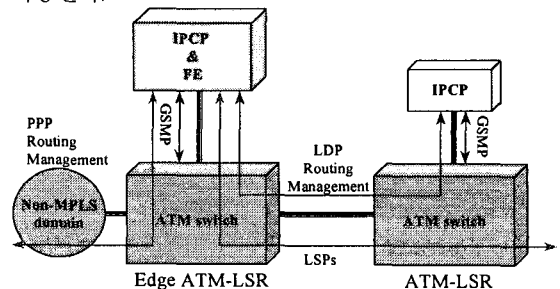


그림 1. ATM 기반 MPLS 시스템 구조

Edge ATM-LSR과 ATM-LSR 간, 그리고 ATM-LSR들 간에는 IP 도메인에서의 IP 포워딩 방식 대신에 L2 포워딩을 수행하며, 이는 LSP(Label Switched Path)를 통한다. LSP들과 IP 도메인간의 맵핑은 edge ATM-LSR에서 수행한다. ATM-LSR에서 LSP 설정 기능 및 관리 기능을 수행하는 MPLS 제어 장치를 IPCP(IP Control Processor)라 하며, edge ATM-LSR에는 FE(Forwarding Engine)이 포함된다.

IP 도메인으로 부터 전송되어온 대부분의 패킷들은 FE로 전달되어 IP 룩업을 통하여 레이블화 된 패킷으로 변환된 후 MPLS 도메인으로 전송되며, FE에서 처리할 수 없는 패킷들은 FE와 IPCP 사이에 설정되어 있는 별도의 제어 채널을 통해 IPCP로 전달되어 처리된다. 레이블 분배 프로토콜, 라우팅 프로토콜 및 관리 메시지들은 ATM-LSR 간에 설정되어 있는 특정 ATM 채널을 하여 전달된다. 또, 개방형 네트워킹을 구현하기 위하여 IPCP는 GSMP(General Switch Management Protocol)를 사용하여 MPLS 자원을 제어하여 각 레이블 정보가 ATM 스위치 내부에서 할당되어 진다.

2.2 PPP 가입자 접속 유형 및 구조

ATM 기반 xDSL 망에서의 PPP 가입자 서비스 제공을 위한 망 구성과 프로토콜 구조 및 PPP 서버 구조에 관하여 기술하고자 한다.

2.2.1 PPPoA 기반 가입자 접속

① xDSL NIC(Network Interface Card) 사용자

PPP와 ATM 드라이버가 PC에서 수행되고, xDSL 라인이 직접 PC에 연결되는 구조로 그림 2와 같다. 이 유형은 기존 아날로그 모뎀을 사용하는 사용자들에게 가장 익숙한 형상이다. 그러나, xDSL 라인이 단지 하나의 PC에서만 사용가능하므로 SOHO 등의 xDSL 서비스에는 부적합하다.

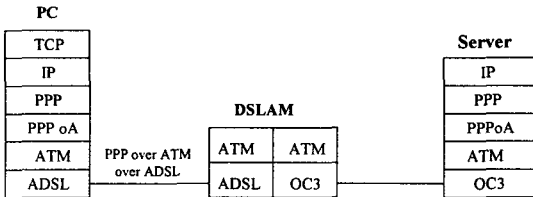


그림 2. xDSL NIC 사용자를 위한 서비스 구조

② ATM NIC 사용자

PC에는 ATM NIC을 사용하고 외부 xDSL 모뎀을 통해 PC와 xDSL 모뎀사이에는 ATM을 이용하는 유형으로 그림 3과 같다. 이러한 형상을 위해서는 모든 사용자가 ATM NIC을 반드시 장착해야 하며 여러 PC가 xDSL 라인을 공유하기 위해서는 가입자 장비에 ATM 스위치가 포함되어야 한다.

③ Ethernet NIC 사용자

PC와 외부 xDSL 모뎀사이에는 Ethernet을 이용하는 형상으로, 하나의 xDSL 라인을 여러 사용자가 공유하려면 Ethernet NIC와 hub으로 가능한 구조로 그림 4와 같다.

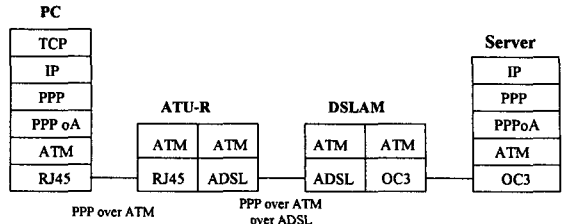


그림 3. ATM NIC 사용자를 위한 서비스 구조

이 유형에서는 PPP 세션을 Ethernet 상에 전달하기 위해서 Layer 2 Tunneling Protocol(L2TP) 또는 Point-to-Point Tunneling Protocol(PPTP)를 사용한다.

L2TP(PPTP)는 IP 상에서 PPP 세션을 터널링하기 위한 프로토콜로 PPP 세션을 Ethernet 상에서 전달하는 수단을 제공한다. 그러나, L2TP(PPTP)를 사용하기 위해서는 xDSL 모뎀에서 L2TP(PPTP)를 중단하기 위한 IP 주소를 가져야 한다. 따라서, 각 PC는 하나의 PPP 세션에 대하여, PPP 세션 종단을 위한 IP 주소와 터널 종단을 위한 IP 주소, 2개의 IP 주소를 사용하게 된다. 일반적으로 터널 종단을 위한 IP 주소로는 사설 IP 주소를 사용하고 이를 위해 Network Address Translation(NAT)와 Dynamic Host Configuration Protocol(DHCP)를 이용한다.

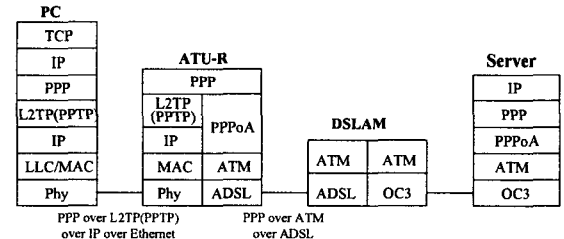


그림 4. Ethernet NIC 사용자를 위한 서비스 구조

2.2.2 PPPoE 기반 가입자 접속^[2]

PC에서는 Ethernet NIC을 사용하여 xDSL 모뎀과 Ethernet으로 연결하는 형상으로 Ethernet NIC 사용자와 동일한 구조이나, PPP 스택과 Ethernet 드라이버 사이에 단순한 "shim"을 사용하여 PPP 세션을 직접 Ethernet 프레임에 실어 전달할 수 있는 구조이다. 이를 위해, 그림 5에서와 같이 xDSL 모뎀에서는 이 상에서 제시한 형상과는 다르게 Ethernet MAC bridging 기능이 제공되어야 하며 xDSL 라인에서의 인캡슐레이션은 RFC1483 Ethernet bridged frame을 사용한다.

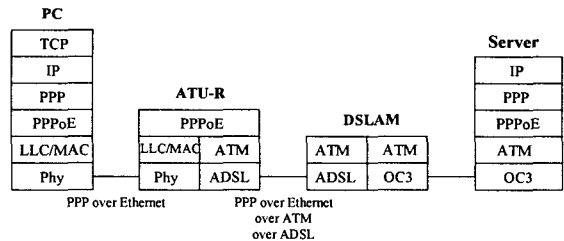


그림 5. PPPoE 사용자를 위한 서비스 구조

3. 캡슐화 방식

PPP 서버에서는 AAL5 상에서 여러 종류의 패킷을 분류하기 위해서 RFC1483 인캡슐레이션 방식을 사용한다. RFC1483에서는 두가지 인캡슐레이션 방식을 제공한다. 하나는 LLC 인캡슐레이션 방식으로 동일한 VC에 다수의 프로토콜이 지원 가능하다. 다른 하나는 VC기반 멀티플렉싱 방식으로 3계층에서 VC 중단되므로, 프로토콜 기반으로 필터링이나 인증 등이 가능하므로 쉬운 장점이 있으나, ADSL 단말당 하나의 VC가 할당되어야 하므로 ATM 자원의 소모가 많다. 위 두가지 인캡슐레이션 방식은 각각 Bridged mode와 Routed mode에 따라 다르게 구성된다. Routed mode는 PPPoA^[4]를 위한 구조이며, Bridged mode는 PPPoE^[5]를 위한 구조이다. 각 VC별 인캡슐레이션 방식은 VC가 할당되는 시점에 지정되어야 한다. 즉, PVC인 경우 자원 관리자에 의해 PVC 연결 설정시 지정되어야 하며, SVC인 경우 연결 설정시 호설정 측에서 SETUP 메시지에 인캡슐레이션 방식을 지정해야 하며, 수신측에서는 자신이 지원하지 않는 방식에 한해서는 거부해야 한다. PPP 서비스를 위한 인캡슐레이션 방식을 요약하면 다음과 같다.

3.1 Routed mode VC based multiplexing

하나의 VC에 하나의 프로토콜이 전달되므로 이를 구분하기 위한 헤더가 필요없으며 그림 6과 같이 PPP payload가 CPCS payload에 그대로 캡슐화 된다.

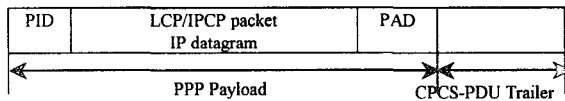


그림 6. Routed mode VC based multiplexing 포맷

3.2 Bridged mode VC based multiplexing

하나의 VC에 여러 개의 PPP 세션이 설정 가능하며 이 세션의 구분은 PPPoE 프레임내의 Session ID로 가능하다. 또한, VC 설정시 그 특성에 따라 PPPoE 프레임내에 LAN FCS의 사용 여부가 결정되며 FCS를 포함하는 경우의 인캡슐레이션은 그림 7과 같다.

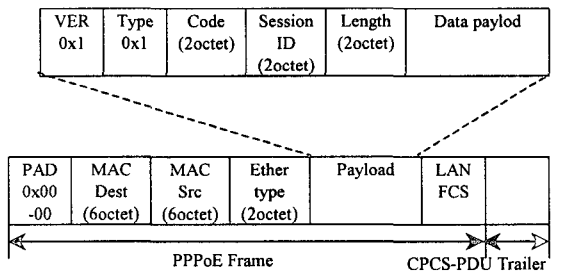


그림 7. Bridged mode VC based multiplexing 포맷

3.3 Routed mode LLC encapsulation

하나의 VC에 여러 프로토콜이 가능한 경우로 이를 구분하기 위해 LLC 헤더를 사용한다. PPPoA 인 경우

LLC 헤더에 routed ISO PDU를 의미하는 LLC=0xFE-FE-03을 가지며 NLPID(Network Layer Protocol Identifier)를 사용한다. 이때 NLPID 값은 PPP를 의미하는 NLPID=0xCF를 갖는다. 이러한 LLC 헤더에 이어 PPP payload가 따르며 여기에는 LCP/IPCP 패킷 및 IP datagram이 포함된다. 이 모든 패킷은 그림 8과 같이 AAL5 PDU내에 인캡슐레이션 된다.

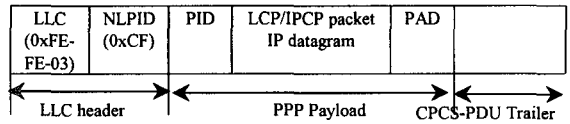


그림 8. Routed mode LLC encapsulation 포맷

3.4 Bridged mode LLC encapsulation

LLC 인캡슐레이션을 사용하여 Bridged mode 서비스를 하는 경우, LLC 헤더에는 SNAP 헤더가 뒤따름을 의미하는 LLC=0xAA-AA-03을 가지며, OUI에 bridged protocol임을 의미하는 OUI=0x00-80-C2를 가지고, bridged media type을 지정하는 PID에는 Ethernet/802.3 PDU를 의미하는 PID=0x00-01 또는 0x00-07을 갖는다. 여기서 PID 값에 따라 Ethernet frame의 FCS 사용여부가 결정된다. 즉, PID=0x00-01인 경우 송수신되는 AAL5 PDU내에 Ethernet frame에 대한 FCS가 반드시 포함되어야 하며, PID=0x00-07인 경우에는 FCS가 제외된다. PID의 선택을 위한 특정한 규정은 없으며 따라서, 서버에서는 두가지 경우를 모두 지원 가능해야 하며, PID 값에 따라 필드를 해석해야 한다. 이러한 LLC 헤더에 이어 PPPoE 프레임이 포함된다. FCS를 갖지 않는 경우의 인캡슐레이션 포맷은 그림 9와 같다.

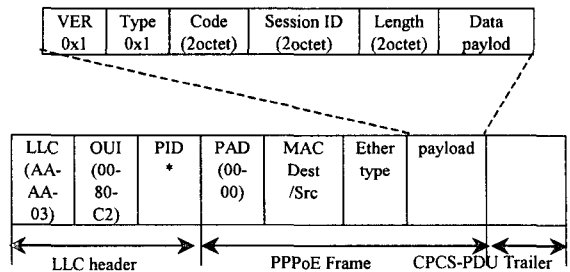


그림 9. Bridged mode LLC encapsulation 포맷

4. PPP 서버 설계

4.1 연결 속성에 따른 PVC 설정

3장의 캡슐화 방식에 따라 PPP 서비스와 관련된 각 VC는 6가지의 연결 속성을 가지고 동작할 수 있다. 또한, LLC encapsulation 방식에서는 하나의 VC에 여러 종류의 프로토콜이 지원 가능하므로 이들이 동시에 지원되는 모드를 또 다른 동작 모드로 규정할 수 있다. PPP 서비스 관련 VC의 실제 동작 모드를 요약하면 다음 표 1과 같다.

<표 1> PPP 서비스 관련 VC 동작 모드

	Routed mode	Bridged mode		Bridged+ Routed
		FCS 사용	FCS 미사용	
LLC encapsulation	OP1	OP2	OP3	OP4
VC based multiplexing	OP5	OP6	OP7	not supported

이러한 VC 동작모드는 실제 패킷을 수신하고 수신된 패킷 포맷을 해석하여 처리되기도 하나, 위 7 가지 동작모드 중에는 실제 패킷 수신시에는 구분되지 않는 경우가 있다. 이러한 경우에는 VC 연결 설정시 PPP 연결 특성을 지정하여 수신될 패킷 포맷을 예측할 수 있는 정보를 제공하여야 한다. 즉, LLC encapsulation 경우에는 패킷 수신시 LLC 헤더를 이용하여 수신된 패킷의 처리 동작을 결정할 수 있으나, VC based multiplexing 인 경우에는 특정 헤더없이 실제 데이터를 수신하게 되므로, Bridged/Routed mode 와 LAN FCS 사용 여부에 대한 정보를 VC 연결 설정시 제공하여야 한다. VC 연결 설정시 지정하여야 하는 PPP 서비스 관련 연결 특성을 PPP_CON_TYPE 으로 다음 표 2 와 같이 정의한다.

<표 2> PPP 서비스 관련 VC 연결 설정 타입

PPP_CON_TYPE	의미
LLC_ENCAP_VC	LLC encapsulation 지원 VC
VCM_RO_VC	VC based multiplexing - Routed mode 지원 VC
VCM_BR_FCS_VC	VC based multiplexing - Bridged mode with FCS 지원 VC
VCM_BR_NOFCS_VC	VC based multiplexing - Bridged mode without FCS 지원 VC

4.2 FE 와의 인터페이스 구조

FE 는 IP 도메인에서 수신되는 AAL5 PDU 에서 LLC 헤더에 따라 SNAP(LLC=0xAAAA03)와 NLPID(LLC=0xFEFE03)를 구분한다. SNAP 에서는 OUI=0x0080C2, PID=0x0001/0x00-07 인 패킷 중 Ether Type 이 0x8863 인 경우에는 PPPoE Discovery Control 기능을 수행하기 위해 IPCP 로 전달한다. Ether Type 이 0x8864 인 경우에는 PPP 의 PID 가 0x0021 인 경우 포워딩 엔트리 매치 과정으로 이어지고, 그의 PID=0xC021/0x8021 인 경우 IPCP 로 전달된다. NLPID 는 0xCF 인 경우만 해당하며, SNAP 의 PPP PID 처리와 동일하게 수행된다. FE 와 IPCP 간 패킷 전달은 포워딩 제어 채널(Forwarding Control Channel: FCC)을 이용하게 된다. FCC 상의 모든 프레임은 FE 와 IPCP 간 전달 패킷 포맷을 표시하는 Type 필드, 이상 패킷 송수신 이유를 표시하는 Cause 필드, 패킷 송수신로 구분을 위한 Channel ID 필드 및 실제 패킷이 전송되는 Packet 필드로 구성되는 포워딩 채널 프레임(Forwarding Channel Frame: FCF) 구조^[6]를 가지며 이는 AAL5 PDU 내에 캡슐화된다.

4.3 PPPoE 다중 세션 제어를 위한 채널 정보 확장

PPPoE 에서는 서버의 Ethernet MAC address 를 확인하고 PPP 세션을 형성하기 위해 Discovery stage 를 거친 후 PPP 제어 프레임을 주고 받는 PPP Session stage 로 넘어간다. PPPoE 의 Discovery stage 절차를 요약하면 PADI 를 수신한 모든 서버는 PADO 로 서버의 MAC address 를 알려주고, 사용자에게 의해 선택된 하나의 서버는 PADR 을 수신한 후 PADS 에 PPP Session stage 가 수행될 16bit 의 고유한 Session ID 를 할당하여 알려 준다. 따라서, PPP 서버에서는 자신의 MAC address 를 관리하여 PADI 수신시 알려주어야 한다. 또한, IP 계층에서 PPPoE 를 이용한 패킷 송신시에는 해당 ATM 채널 정보 뿐만 아니라 각 채널내에 생성되어 있는 여러 세션을 구분하기 위한 세션 정보를 함께 가지는 새로운 연결 구분자가 필요하다. 또한, 각 연결별 MAC address 도 함께 관리되어야 한다. IP 계층에서 PPP 패킷을 송신하고자 할 때 필요한 연결 관련 룩업 테이블의 구조는 그림 10 과 같다.

ATM channel ID (2octet)	Session ID (2octet)	MAC address (6octet)
-------------------------	---------------------	----------------------

그림 10. PPP 서버에서 패킷 송신을 위한 연결 식별자 관리 테이블

5. 맺음말

ATM 기반 MPLS 망에서 xDSL 가입자 서비스를 지원하기 위해서 이용자는 기존의 통신 방법을 그대로 유지하는 편리함을 제공하기 위해 이상에서 PPPoA 및 PPPoE 통합 서버 구조에 대해 기술하였다. 이러한 서버를 통해 개인용 및 소규모 xDSL 가입자가 백본 망으로 ATM 을 활용함으로써 고속의 서비스를 편리하게 이용할 수 있으리라 예상된다. 앞으로 시스템 형상에 적합한 PPP 가입자 인증 처리^[7] 구조에 대한 구체적인 방안 마련 및 가입자 수에 따른 성능 향상에 대한 연구가 계속되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 유재호, 강선무, 이유경, "MPLS controller 소프트웨어 구조", 제 4 회 통신소프트웨어 학술대회, pp.517-520, 1999.8.
- [2] David Ginsburg, *Implementing ADSL*, Addison-Wesley, pp.156-164, 1999.
- [3] IETF, "Multiprotocol encapsulation over AAL5", RFC1483, 1993.7.
- [4] IETF, "PPP over AAL5", RFC2364, 1998.7.
- [5] IETF, "A Method for Transmitting PPP over Ethernet(PPPoE)", RFC2516, 1999.2.
- [6] 유재호, 김영희, 양미정, 전우직 "ATM 기반 MPLS edge node 의 패킷 포워딩 구조", 제 10 회 통신 정보 합동 학술 대회, pp.529-5532, 2000.5.
- [7] IETF, "The Point-to-Point Protocol(PPP)", RFC1661, 1994.7.