

차세대 DSL망의 구현 방안

(Implementation of Next Generation DSL Networks)

박 승 철 ^{*}

(Seung-Chul Park)

요 약 전 세계적으로 약 8000만 이상의 회선에 이르는 기존의 대부분의 DSL(Digital Subscriber Line)망은 ATM (Asynchronous transfer Mode) 기반의 지역 백본 망(Regional Backbone Network)과의 효율적인 연동과 다양한 멀티미디어 서비스의 효과적인 지원을 위해 'ATM over DSL' 방식의 프로토콜 구조를 채택하였다. 그러나 최근에 기존의 ATM 대신 메트로 이터넷 기반의 지역 백본망 구축과 IP 기반의 멀티미디어 서비스가 활성화됨에 따라 VDSL(Very high-rate DSL)과 같은 차세대 DSL망 구현에서 기존의 'ATM over DSL' 프로토콜 구조 대신 'Ethernet over DSL' 프로토콜 구조 채택이 시도되고 있다. 본 논문은 메트로 이터넷 지역 백본망에서의 차세대 DSL망 구현 방안으로 'ATM over DSL' 프로토콜 구조 기반의 EA(Ethernet-to-ATM) 구현 모델과 'Ethernet over DSL' 프로토콜 구조 기반의 EE(Ethernet-to-Ethernet) 구현 모델을 제시한다. 그리고 본 논문에서는 실제 테스트베드를 통해 측정된 결과를 바탕으로 두 구현 모델에 대한 성능을 비교하고, 기존 DSL망과의 호환성 관점에서의 장단점을 비교 분석하였다.

키워드 : DSL 망, 광대역 망, 차세대 DSL망

Abstract Most of the existing legacy DSL networks, about 80 million lines world-widely, adopted 'ATM(Asynchronous Transfer Mode) over DSL' protocol architecture for the effective interworking with the ATM-based regional backbone networks and for the effective support of native ATM-based multimedia application services. Recently, however, the regional backbone networks are moving towards Metro Ethernet networks, instead of the ATM networks, and most of the current multimedia applications are IP-based, not native ATM-based. These environmental changes push the architecture of DSL networks to be accordingly changed, and the 'Ethernet over DSL' protocol architecture, instead of existing 'ATM over DSL', is tried to be applied to the implementation of next generation DSL networks such as VDSL(Very high-rate DSL). In this paper, we propose two different implementation models for next generation DSL networks in Metro Ethernet backbone environments, respectively EA(Ethernet-to-ATM) implementation model and EE(Ethernet-to-Ethernet) implementation model. And, a comparative analysis focused on the performance and the backward compatibility with the legacy DSL networks will be presented.

Key words : DSL networks, broadband networks

1. 서 론

DSL 기술은 기존의 전화선을 이용하여 음성 주파수 대역과 구분되는 고주파 신호 전송을 통해 고속 데이터 전송을 가능하게 하는 기술이다. 90년대 중반 ANSI(American National Standards Institute)에 의해 ADSL(Asymmetric Digital Subscriber Lines) 표준[1]이 개발된 이후 SHDSL(Single-pair High-speed Digital Subscriber Lines)[2]과 VDSL(Very-high bit

rate Digital Subscriber Lines)[3] 등 새로운 DSL 기술들이 빠르게 발전하고 있다. 90년대 후반부터 멀티미디어 통신 요구 증대와 인터넷 확산을 효과적으로 지원하기 위해 실제 통신망에 적용되기 시작한 이후, 광대역 DSL망은 2004년 7월 현재 전 세계적으로 8,000만에 가까운 가입자를 포함하는 고속 접속망의 중심 솔루션으로 자리를 확고히 하였으며[4], DSL 기술 발전과 더불어 광대역 DSL 망은 향후 상당 기간 유지될 것으로 예상된다[5].

광대역 DSL망의 일반적인 구성은 그림 1과 같다. 전 화국(Central Office)으로부터 각 가입자를 연결하는 전

* 정 회 원 : 한국기술교육대학교 인터넷미디어공학부 교수
scpark@kut.ac.kr

논문접수 : 2004년 8월 3일
심사완료 : 2004년 12월 16일

화선을 사용하는 DSL 접속망(DSL Access Network)은 지역 백본망(Regional Backbone Network)을 통해 인터넷 서비스 제공자(ISP-Internet Service Provider), 각종 콘텐츠 제공자(Contents Provider), 또는 회사망(Corporate Networks)와 연결된다. DSL 접속망은 많은 수의 DSL 가입자와 전화선을 통해 DSL 트래픽을 송수신하고 지역 백본망과의 연동 기능을 담당하는 전화국의 DSLAM(DSL Access Multiplexer)과, 각 가입자 구내의 통신 장치를 DSL 접속망에 연결하는 DSL 모뎀으로 구성된다. 그리고 필요한 경우 DSLAM을 통해 지역 백본망과 연결된 DSL 가입자를 ISP등에 연결하는 데에 필요한 제반 기능(예, 가입자 인증, 과금, IP 주소 할당 등)을 수행하는 BRAS(Broadband Remote Access Server)를 설치할 수 있다[6].

DSL 접속망은 예전의 최고 56Kbps 다이얼업 모뎀(Dial-up Modem)이나 128Kbps ISDN에 비해 각 가입자당 훨씬 빠른 속도(예를 들어, ADSL의 경우 하향 속도 기준 최대 8Mbps 이상)를 제공하므로, 많은 가입자의 트래픽이 집중화되어 전송되는 지역 백본망(RBN)은 주로 광 케이블을 통해 155Mbps의 기본 속도를 제공할 수 있는 ATM(Asynchronous Transfer Mode)망으로 구축되어 왔다. 따라서 DSLAM을 통한 지역 백본망과의 원활한 연동 문제가 광대역 DSL망 구조 설계에 중요한 고려 사항이 될 수밖에 없었다.

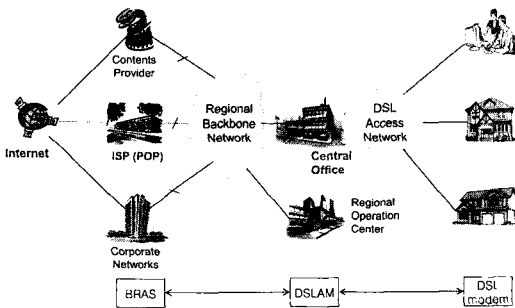


그림 1 광대역 DSL망의 구성

광대역 DSL망 구조 설계에서 또 다른 중요 고려 사항은 광대역 DSL망이 고속 인터넷 접속뿐만 아니라 다양한 멀티미디어 통신 서비스를 효과적으로 제공하게 하는 것이었다. 이러한 사항들을 고려하여 광대역 DSL망은 DSL 물리 계층위에 ATM 방식으로 데이터 트래픽을 송수신하는 'ATM over DSL'을 기본 구조로 채택하였으며[7], 현재 구축되어 있는 전 세계의 대부분의 광대역 DSL망은 이 구조에 근거하여 구축되었다. 또한 광대역 DSL망에서는 기존의 다이얼업 모뎀망의 PPP(Point-to-Point Protocol) 인프라(인증 서버, IP 주소

서버 등)와의 호환을 위해 ATM 상에 PPP 데이터 링크 프로토콜을 사용하는 'PPP over ATM over DSL' 구조를 채택하였다[8].

그러나 최근 몇 년 사이에 광대역 DSL망의 주변 환경은 예상과 상당히 다른 방향으로 빠르게 변화하고 있다. 우선 지역 백본망은 ATM 대신 광 케이블을 지원하는 스위치(switch)를 기반으로 하는 메트로 이더넷(Metro Ethernet)으로 구축되는 추세이다[9,10]. 따라서 DSL망의 가입자가 늘어나고 DSL의 속도가 늘어감에 따라 추가적으로 소요되는 지역 백본망의 대역폭은 ATM망의 확장 대신 메트로 이더넷으로 흡수해야 하는 상황이다. 또 다른 변화는 인터넷이 예상보다 훨씬 빠른 속도로 확산되어 광대역 DSL 망을 통한 대부분의 트래픽을 인터넷 트래픽이 채우고 있다. 즉, 90년대 후반 광대역 DSL 망 구조 설계 당시 예상했던 순수 ATM 기반의 멀티미디어 응용 서비스는 거의 활성화되지 않았으며, 대부분의 멀티미디어 응용들도 인터넷상에서 서비스가 가능하도록 개발되고 있다. 따라서 광대역 DSL망에서 멀티미디어 응용 서비스의 효과적인 지원을 위해 ATM 전송 방식을 채택한 당위성은 현재 상당 부분 훼손된 상태이다. 이와 더불어 DSL 망에 연결되는 대부분의 통신 장치들도 ATM 인터페이스 대신 이더넷 인터페이스를 사용한다. 뿐만 아니라 최근에는 VDSL상에서 이더넷 프레임을 지원하는 EoVDSL(Ethernet over VDSL) 기술이 개발되어 IEEE EFM(Ethernet in the First Mile) 그룹에서 표준화 작업이 이루어지고 있다[9,14]. 따라서 메트로 이더넷 지역 백본망 환경에서 VDSL과 같은 차세대 DSL망 구현에서는 이러한 변화를 적절하게 반영하여야 한다.

본 논문에서는 메트로 이더넷 지역 백본망 환경에서 차세대 DSL망을 구현하기 위한 두 가지 구현 모델을 제시한다. 하나는 기존의 'ATM over DSL' 프로토콜 구조를 기반으로 하는 EA(Ethernet-to-ATM) 구현 모델이고, 다른 하나는 'Ethernet over DSL' 프로토콜 구조를 기반으로 하는 EE(Ethernet-to-Ethernet) 구현 모델이다. 각각의 구현 모델에서는 DSL망의 핵심 응용인 인터넷 접속을 위한 프로토콜 구조와 DSL망의 핵심 장치인 DSLAM(DSL Access Multiplexer)의 구현 구조를 구체적으로 제시함으로써, 이를 접을 상호 비교할 수 있게 하였다. 그리고 본 논문에서는 실제 테스트베드를 통해 측정된 결과를 바탕으로 두 구현 모델에 대한 성능을 비교하고, 기존 DSL망과의 호환성 관점에서의 장단점을 비교 분석하였다. 본 연구의 결과는 향후 차세대 VDSL과 같은 차세대 DSL망으로 진화 방안 결정에 유용하게 활용될 수 있다.

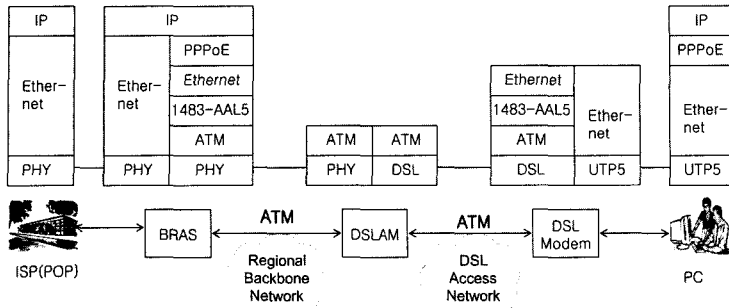


그림 2 기존 DSL망의 인터넷 접속 프로토콜 구조

2. 기존 광대역 DSL망의 구조

90년대 후반 구축되기 시작한 기존의 광대역 DSL망은 그림 1에서 설명한 바와 같이 인터넷의 고속 접속 서비스뿐만 아니라 다양한 멀티미디어 콘텐츠 서비스와 회사망(Corporate Networks)의 직접 접속 서비스 등 다양한 응용 서비스를 고려하여 설계되었으며, 지역 백본망(Regional Backbone Networks)과 DSL 접속망(DSL Access Networks)에서 모두 ATM 전송 방식을 사용하는 AA(ATM-to-ATM) 구현 모델을 채택하였다. 기존 DSL망에서의 AA 구현 모델 채택은 ATM 기반의 지역 백본망이 널리 구축되어 있었을 뿐만 아니라 향후에도 계속 확장될 것으로 예상되었으며, 다양한 멀티미디어 통신 서비스 제공에 적합한 ATM 전송 특성을 활용하기 위함이었다. 초기 DSL망에서 인터넷 접속 서비스는 새로운 패러다임의 DSL망을 통해 기존의 데이터망 접속을 어떻게 지원할 것인가의 관점에서 접근되었으며, 이를 위한 프로토콜 구조는 그림 2와 같다 [6,11]. 가정 또는 SOHO(Small Office Home Office)의 통신 장치(PC 등)의 ATM 기반 DSL 접속망 연결 인터페이스는 그 동안 UTP5(Unshielded Twisted Pair Category 5) 기반의 이더넷(10/100BaseT)의에도 ATM 25, USB 등 여러 가지가 제시되었으나 지금은 UTP5 기반의 이더넷으로 거의 표준화된 상황이다. 따라서 DSL 접속망의 가입자 측 장치인 DSL 모뎀은 원격 이더넷 브리지(Remote Ethernet Bridge)의 구조를 가지며, ATM 기반의 DSL 접속망상의 이더넷 프레임 전송은 RFC 1483의 AAL5를 통한 이더넷 프레임 인캡슐레이션을 통해 이루어진다[12]. 광대역 DSL망과 인터넷의 연결을 위한 게이트웨이 장치인 BRAS(Broadband Remote Access Server)도 DSL 모뎀과의 통신을 위해 동일한 프로토콜 구조를 지원하며, 이 경우 각 가입자와 BRAS간의 PPP 통신은 PPPoE(PPP over Ethernet) [13]을 통해 이루어진다.

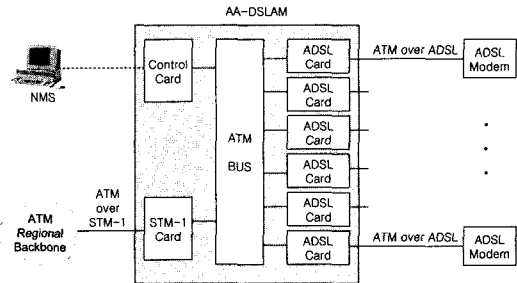


그림 3 기존 DSL망의 DSLAM 구조

기존의 AA 구현 모델에서 DSL 접속망과 지역 백본망간 연결 장치 역할을 수행하는 DSLAM은 단순한 ATM Multiplexer 구조를 가진다[7]. AA 구현 모델을 따르는 AA-DSLAM의 일반적인 구조는 그림 3과 같다. AA-DSLAM은 각각 다수의 ADSL 모뎀이 연결되는 다수의 ADSL 카드를 통해 수신되는 ATM 트래픽을, ATM 교환 버스(ATM Switching Bus)를 통해 고속 전송이 가능한 STM-1 카드로 집중화하여 ATM 지역 백본망으로 전달하고 그 반대의 기능을 수행한다. DSL 카드와 STM-1 카드 모두 ATM 셀 형식으로 트래픽을 처리하기 때문에 AA-DSLAM 내부에서는 트래픽 포맷의 변환 작업이 일어날 필요가 없다. 그림 3에서 제어 카드(Control Card)는 DSLAM의 각 카드와 각 DSL 또는 STM-1 포트를 초기화하고, 관찰하고, 제어하는 기능을 수행하며 SNMP(Simple Network Management Protocol)을 통해 원격지의 NMS(Network Management System)이 해당 DSLAM을 관리할 수 있게 한다. 기존 DSL 망은 대부분 ADSL 서비스만을 제공하고 있으므로 대부분의 AA-DSLAM은 ADSL 라인 카드만을 장착하고 있다.

3. EA(Ethernet-to-ATM) 차세대 DSL망 구현 모델

광역 DSL 망의 EA 구현 모델은 지역 백본망 구간에서는 이더넷 전송 방식을 사용하고 DSL 접속망 구간에는 기존의 경우와 같은 ATM 전송 방식을 사용함으로써, 메트로 이더넷 기반의 신규 지역 백본망과 기존 DSL 접속망의 원활한 연동을 가능하게 한다. EA 구현 모델에 근거한 광역 DSL망을 통한 인터넷 접속은 그림 4와 같은 프로토콜 구조를 통해 이루어진다. 메트로 이더넷 지역 백본망과의 연동을 위해 EA 구현 모델의 DSLAM은 일반적으로 OSI(Open System Interconnection) 계층 2의 이더넷 브리지 형태로 동작한다. 물론 계층 3의 라우터 형태로 동작할 수도 있다. 브리지로 동작하는 경우의 DSLAM은 기존의 DSL망과 동일한 RFC 1483 원격 이더넷 브리지 구조를 가지는, 다수의 가입자 DSL 모델에 대응하는 다중 포트 원격 이더넷 브리지(Multi-port Remote Ethernet Bridge) 구조를 가진다.

인터넷 접속을 위한 사용자 인증, 과금, 그리고 IP 주소의 동적 할당 등이 기존의 DSL망에서와 같이 PPP 기반으로 이루어지는 경우, EA 구현 모델에서는 PPP 종단과 모든 관련 기능이 DSLAM에서 수행된다. 그러나 통신 링크 설정과 인터넷 접속 세션이 논리적으로 완전히 분리되어 사용자 인증이 반드시 필요한 다이얼 모델과 달리, DSL망에서는 모든 가입자가 별도의 DSL 링크를 가짐으로써 링크 설정 주체와 인터넷 접속 주체가 일치하기 때문에 사용자 인증이 필요 없을 수도 있다. 또한 많은 DSL 서비스 제공자가 종량제가 아닌 정액제 방식의 과금 체계를 사용하고, 이더넷 망의 경우 DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol) 기반의 IP 주소 동적 할당이 일반화되고 있어, 기존 DSL망과의 호환성 문제를 고려하지 않는다면 EA 모델에서 굳이 PPP를 사용하지 않을 수도 있다.

EA 구현 모델에서 DSLAM은 'ATM over DSL'로 동작하는 DSL 라인 카드를 그대로 수용하는 상태에서 다중 포트 이더넷 브리지로 동작하는 이더넷 지역 백본

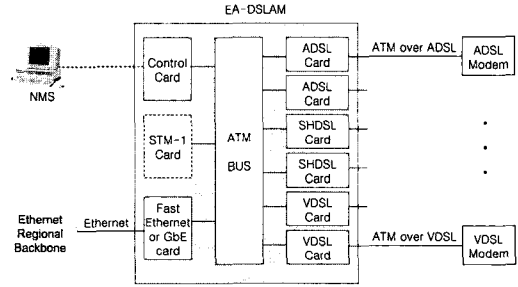


그림 5 EA 구현 모델의 DSLAM 구조

망 인터페이스 카드(Fast Ethernet 또는 GbE)를 실장하는 구조를 가진다. 물론 기존 AA-DSLAM의 ATM 지역 백본망 인터페이스 카드(STM-1 카드)를 동시에 지원할 수 있다. 메트로 이더넷 기반의 지역 백본망의 확산은 대역폭의 확대뿐만 아니라 지역 백본망 서비스의 제공 범위 확대를 가져온다. 따라서 주로 전화국에만 위치하는 기존의 AA-DSLAM과 달리 주거용 아파트 단지, 사무용 빌딩, 그리고 가입자 근처의 옥외형 캐비닛까지 제공되는 메트로 이더넷 지역 백본망과 연결되는 EA-DSLAM은, 가입자 전화선의 길이가 1Km 내외에서 동작하는 VDSL 서비스 수용이 용이하다. EA-DSLAM에서 ADSL, VDSL, 그리고 SHDSL과 같은 서로 다른 종류의 DSL 라인 카드는, 비록 DSL 송수신부(Transceiver)는 서로 다르나 동일한 ATM 전송 방식을 사용하기 때문에 하나의 DSLAM내에 쉽게 수용될 수 있다. 그림 5는 EA 구현 모델의 일반적인 DSLAM 구조를 보여주고 있다. EA-DSLAM에서 다중 포트 원격 브리지 역할을 수행하는 Fast Ethernet/GbE 카드는 투명 브리지(Transparent Bridge) 기능 외에 가상랜(Virtual LAN), 멀티캐스팅(Multicasting) 등 일반적인 다중 포트 브리지 또는 스위치가 제공하는 기능을 모두 제공할 수 있다.

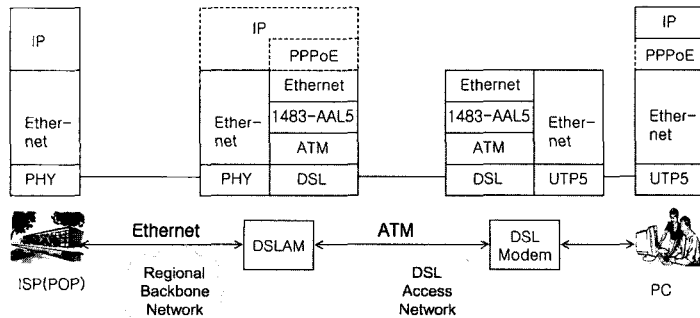


그림 4 EA 구현 모델의 인터넷 접속 프로토콜 구조

4. EE(Ethernet-to-Ethernet) 차세대 DSL망 구현 모델

EE 구현 모델은 메트로 이더넷 기반의 지역 백본망의 확산과 함께 EoVDSL(Ethernet over VDSL) 기술을 이용하여 DSL 접속망에서도 이더넷 전송 방식을 이용하는 광대역 DSL 망 구현 방안이다. EoVDSL 기술은 현재 IEEE 802.3ah에서 표준화가 이루어지고 있으며[14], 부분적으로 VDSL 망 구축에 채택되고 있다. EE 구현 모델은 DSL 접속망과 지역 백본망 모두에서 이더넷 전송 방식을 사용하기 때문에 DSLAM에 프로토콜 변환 작업이 필요 없으며, 대부분 이더넷 인터페이스로 연결되는 가입자의 데이터 통신 장치를 DSL망에 연결하기 위해 RFC 1483과 같은 별도의 인캡슐레이션 프로토콜을 사용하지 않아도 되는 장점이 있다. 그림 6은 EE 구현 모델의 인터넷 접속 프로토콜 구조를 보여주고 있다. EA 구현 모델에서와 같이 PPP 관련 기능은 DSLAM에서 이루어지고, DSLAM이 계층 2의 다중 포트 원격 브리지 또는 스위치로 동작할 수도 있고, 계층 3의 IP 라우터로 동작할 수도 있다.

EE 구현 모델의 DSLAM은 DSL상에서 이더넷 전송 방식을 사용해야 하므로 EoVDSL에 따른 VDSL 카드 외에 ADSL과 SHDSL 카드를 수용할 수 없다. 향후 비록 ADSL과 SHDSL상의 이더넷 전송 기술이 개발된다 할지라도 기존의 'ATM over DSL'을 따르는 많은 ADSL과 SHDSL 가입자와의 호환성 문제로 인해 실제로 적용되기는 매우 어려울 것이다. 그림 7은 EE 구현 모델의 일반적인 DSLAM 구조를 보여주고 있다. EE-DSLAM은 고속 이더넷(Fast Ethernet) 또는 기가비트 이더넷(Gigabit Ethernet) 업링크(Uplink) 포트와 다수의 VDSL 포트를 가지는 이더넷 스위치로 동작한다.

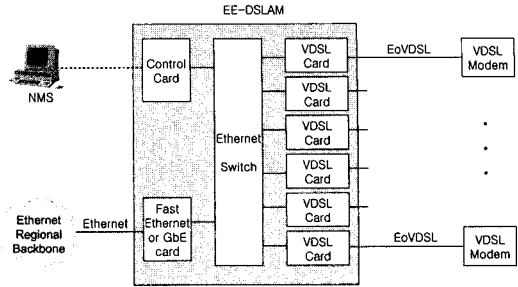


그림 7 EE 구현 모델의 DSLAM 구조

5. 차세대 DSL망 구현 모델 비교 분석

5.1 성능 비교

기본적으로 차세대 DSL망은 보다 고속의 데이터 전송 서비스를 목적으로 구축된다. 따라서 차세대 DSL망 구현 모델 선택에서 성능은 매우 중요한 판단 요소가 될 수밖에 없다. 우리는 두 가지 모델의 성능 비교를 위해 각 모델에 따른 VDSL 테스트베드를 실제로 구축하고 TCP/IP 파일 전송 응용 수준의 성능을 측정하였다. EA 구현 모델에 따른 EA-DSLAM의 구현은, 현재 케이티, 하나로통신, 텔콤말레이시아 등에 100만 회선 이상 구축되어 있는 HAMX 시리즈 ADSL DSLAM에 Wintegra사(www.wintegra.com)의 WIN737 마이크로프로세서를 사용하여 고속 이더넷 카드를 추가하는 방식으로 이루어졌으며, VDSL 가입자 모뎀은 기존 ADSL 모뎀과 같은 ATM-to-Ethernet 게이트웨이 방식으로 구현하였다[15]. 그리고 EE 구현 모델의 EE-DSLAM은 Switchcore(www.switchcore.com)사의 이더넷 스위치 칩셋(Chip Set)솔루션을 바탕으로 구현되었으며, VDSL 가입자 모뎀은 이더넷 브리지 방식으로 구현하였다[16]. EA 구현 모델과 EE 구현 모델에 따른 구현에서 VDSL 솔루션은 Ikanos사(www.ikanos.com)의 DMT VDSL 칩셋(Chip Set)솔루션을 공통적으로

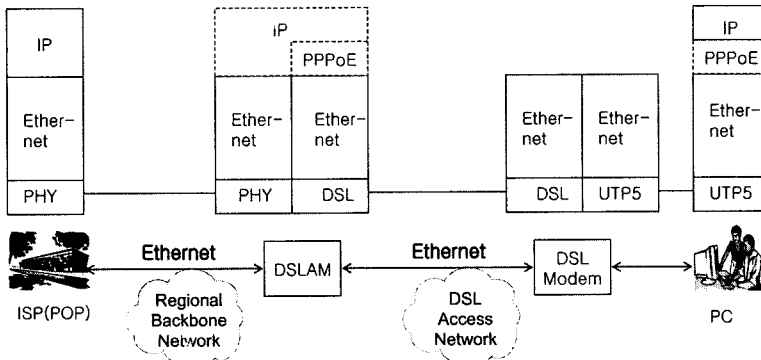


그림 6 EE 구현 모델의 인터넷 접속 프로토콜 구조

표 1 EA 구현 모델과 EE 구현 모델의 성능 비교

거리(미터)	EA 구현 모델		EE 구현 모델	
	링크 속도(Mbps)	FTP 속도(Mbps)	링크 속도(Mbps)	FTP 속도(Mbps)
300	56.4	41.6	56.4	42.5
400	56.4	41.6	57.0	42.5
500	57.0	41.4	54.5	42.4
600	51.5	38.3	52.5	41.2
700	47.6	34.9	47.6	37.5
800	40.3	29.4	40.7	31.8
900	35.0	25.7	35.0	26.4
1000	30.7	21.6	30.7	23.9

사용하여 구현하였다.

표 1은 EA 구현 모델과 EE 구현 모델로 구축된 VDSL 테스트베드에서 전화선의 길이에 따라 측정된 전송 성능을 보여주고 있다. 전화선은 DSL-8100 회선 시뮬레이터를 사용하여 측정하였다. EA 구현 모델과 EE 구현 모델에 따른 구현이 동일한 VDSL 칩셋을 사용했음에도 불구하고 링크 속도에 미미한 차이가 있는 것은, 서로 다른 두 구현이 VDSL 로직 관련 부분을 완벽히 동일하게 구현하지 못한 데에 기인한다. 데이터 전송 속도의 측정은 MS-DOS상의 FTP(File Transfer Protocol) 응용 서비스를 통해 이루어 졌다. 표 1에서 보는 바와 같이 전송 속도 측정 결과 EE 구현 모델의 성능이 EA 구현 모델 보다 약 5% 정도 높은 것을 알 수 있었으며, 물리 링크의 속도가 올라 갈수록 상대적인 차이 비율은 줄어드는 것을 알 수 있었다.

5.2 호환성 비교

차세대 DSL망 구축에서 기존 DSL망과의 호환성 문제도 중요하게 고려되어야 할 요소이다. 비록 메트로 이더넷 기반의 지역 백본망이 새롭게 확대되고 있지만, 차세대 DSL망은 메트로 이더넷 지역 백본망 뿐만 아니라 앞으로 상당 기간 동안 유지될 ATM 기반의 기존 지역 백본망과의 호환성도 고려되어야 한다. 그리고 기존 DSL망(ADSL)으로부터 차세대 DSL망(VDSL)으로의 진화가 한순간에 이루어지는 것은 매우 어려운 문제이기 때문에 점진적으로 이루어질 수밖에 없다. 따라서 차세대 DSL망으로의 점진적인 진화는 상당 기간 동안 기존 DSL망과 차세대 DSL망의 병존을 의미하므로 차세대 DSL망이 기존의 DSL망과 통합되어 구현되는 것이 바람직하다. 그렇지 않은 경우 병존 기간 동안 기존 망과 차세대 망을 동시에 운영하는 부담을 피할 수 없다. 기존 DSL망과 차세대 DSL망의 통합 구현은 기존의 DSLAM이 기존의 DSL 서비스와 차세대 DSL 서비스를 동시에 지원하는 다중 서비스 구조를 지원할 수 있을 때 가능해진다. 다중 서비스 구조는 기존의 DSLAM에 기존의 ADSL 라인 카드와 차세대 VDSL 라인 카

드를 동시에 수용할 수 있도록 라인 카드 차원의 호환성을 지원할 때 실현될 수 있다. 또한 기존 DSL망과 차세대 DSL망의 통합 관리도 원활한 차세대 DSL망으로의 진화를 위해 중요하게 고려되어야 할 요소이다.

먼저 기존 ATM 지역 백본망과의 연동성 측면에서 살펴보면 EA 구현 모델이 EE 구현 모델에 비해 연동성이 높다. EA 모델의 경우 그림 5에서 보는 바와 같이 기존의 AA-DSLAM에 이더넷 인터페이스 카드를 추가하는 방식으로 구현될 수 있으므로 기존 ATM 백본망과의 연동은 쉽게 제공될 수 있다. 반면, EE 구현 모델에서 EE-DSLAM이 ATM망과의 연동 기능을 제공하기 위해서는 이더넷 스위치가 ATM 인터페이스를 제공하는 구조를 제공해야 하나, 일반적으로 이더넷 스위치의 ATM 망에 대한 연동 요구 정도가 높지 않기 때문에 관련 부품 가용성이 높지 않아 연동 기능 구현이 상대적으로 어렵다. 따라서 EE 구현 모델은 기존 ATM 백본망과의 연동성을 확보하기가 용이하지 않음을 알 수 있다.

다중 DSL 서비스 지원 관점에서 볼 때에도 EA 구현 모델이 EE 구현 모델에 비해 유리함을 알 수 있다. EE 구현 모델의 경우 현재 표준화가 완성 단계인 EoVDSL을 제외한 타 DSL 서비스를 수용할 수가 없기 때문에 현실적으로 다중 DSL 서비스 지원이 불가능하다. 그리고 ADSL과 SHDSL과 같이 이미 많은 수의 DSL 서비스 제공자가 수많은 가입자에게 'ATM over DSL' 구조로 서비스를 제공하고 있는 상황에서 EE 구현 모델의 'Ethernet over DSL' 구조의 서비스를 채택하는 경우, 이들 간 호환성 결여로 인해 기존 DSLAM의 모든 ADSL 라인 카드와 모든 ADSL 모델을 이원화하여 별도로 관리하여야 하는 어려움이 초래된다. 그러나 EA 구현 모델에서는 'ATM over DSL' 구조를 가지는 기존의 ADSL과 SHDSL 뿐만 아니라 VDSL도 기존의 'ATM over VDSL' 구조를 가지므로 기존의 DSLAM에 VDSL 라인 카드를 쉽게 수용할 수 있다. 따라서 기존의 DSLAM을 사용하여 차세대 DSL 서비스를 포함

하는 다중 DSL 서비스를 쉽게 지원할 수 있다.

그리고 EA 구현 모델의 경우 기존의 이더넷 지역 백본망과의 연동을 위한 이더넷 인터페이스를 제외하고 DSLAM과 가입자 모뎀이 AA 구현 모델과 동일하므로, 기존 망 관리 체계에 EA 구현 모델을 따른 DSL 망의 관리 시스템을 쉽게 통합할 수 있다. 또한 EA 구현 모델의 경우 동일한 EA-DSLAM이 ADSL, SHDSL, 그리고 VDSL 등 다중 DSL 서비스를 동시에 지원하므로, 하나의 망 관리 체계를 통해 다중 DSL 서비스를 제공할 수 있어 망 관리의 효율성이 제고된다. 반면 EE 구현 모델은 VDSL 서비스만 제공할 수 있고, 기존 AA 구현 모델과 비교하여 DSLAM과 가입자 모뎀이 상이한 구조를 가진다. 따라서 ADSL 및 SHDSL 서비스를 제공하는 기존 망 관리 체계와 EE 구현 모델의 DSL 망을 통합하여 관리하기가 매우 어렵다. 따라서 EE 구현 모델에 비해 EA 구현 모델이 망 관리의 효율성 측면에서 유리함을 알 수 있다.

6. 결론

ADSL 중심의 대부분의 기존 DSL망은 ATM(Asynchronous transfer Mode) 기반의 지역 백본 망(Regional Backbone Network)과의 효율적인 연동과 다양한 멀티미디어 서비스의 효과적인 지원을 위해 'ATM over DSL' 방식의 프로토콜 구조를 채택하였다. 그러나 최근에 기존의 ATM 대신 메트로 이더넷 기반의 지역 백본망 구축과 IP 기반의 멀티미디어 서비스가 활성화됨에 따라 VDSL(Very high-rate DSL)과 같은 차세대 DSL망 구현에서 기존의 'ATM over DSL' 프로토콜 구조 대신 메트로 이더넷과의 연동이 용이한 'Ethernet over DSL' 프로토콜 구조 채택이 시도되고 있다[17].

본 논문에서는 메트로 이더넷 지역 백본망 환경에서 VDSL과 같은 차세대 DSL망의 구현을 위해 EA(Ethernet-to-ATM) 구현 모델과 EE(Ethernet-to-Ethernet) 구현 모델을 제시하고, 성능과 기존 DSL망과의 호환성 관점에서 비교 분석 결과를 제시하였다. 두 구현 모델간의 성능 비교를 위해 각각의 구현 모델에 따른 VDSL 테스트베드를 실제로 구축하고 TCP/IP 파일 전송 응용 수준의 성능을 측정하였다. 그 결과 EE 구현 모델의 성능이 평균 약 5% 정도 우수함을 알 수 있었으며, 그 차이는 물리 링크의 속도가 빨라짐에 따라 상대적으로 낮아짐을 알 수 있었다. 반면 EE 구현 모델의 경우 EA 구현 모델에 비해 기존 ATM 지역 백본망과의 호환성, 기존 DSL망의 DSLAM을 통한 차세대 DSL 서비스 지원, 그리고 기존 DSL망과 차세대 DSL망의 통합 관리 측면에서 불리함을 알 수 있었다.

따라서 기존의 DSL망으로부터 차세대 DSL망으로 점진적으로 진화하는 것이 바람직한 경우에는 성능 차이가 커지 않고 기존 DSL망과의 호환성 관점에서 유리한 EA 구현 모델을 채택하는 것이 바람직하다. 그러나 기존 DSL망과 무관하게 새로운 DSL망을 구축하고자 하는 경우에는 성능이 우수한 EA 구현 모델을 채택하는 것이 바람직함을 알 수 있다.

참고 문헌

- [1] ANSI T1.413-95, "Asymmetric Digital Subscriber Line(ADSL) Metallic Interface," 1995.
- [2] ITU-T G.991.2, "Single-pair High-speed Digital Subscriber Lines(SHDSL) Transceivers," 2001.
- [3] ANSI T1.424/Trial Use, "Very-high bit rate Digital Subscriber Lines(VDSL) Metallic Interface Part I : Functional Requirements and Common Specification," 2002.
- [4] DSL Forum Report, "Global DSL Subscribers Now Total 73.4 Million," Website-<http://www.dslforum.org>.
- [5] David C. Yen, David C. Chou, Jyun-Cheng Wang, "DSL : the promising standard for new Internet standard," Computer Standards & Interfaces 23, PP 29-37, 2001.
- [6] DSL Forum TR-025 "Core Network Architecture Recommendations for Access to Legacy Data Networks over ADSL," Sept. 1999.
- [7] DSL Forum TR-042, "ATM Transport over ADSL Recommendation (Update to TR-017)," Aug. 2001.
- [8] DSL Forum TR-012, "Broadband Service Architecture for Access to Legacy Data Networks over ADSL," June 1998.
- [9] Sascha Lindecke, "The Way to an All-Ethernet Network," Proc. of Broadband World Forum, Seoul, May 2004.
- [10] Metro Ethernet Forum, "Metro Ethernet Networks - A Technical Overview," Metro Ethernet Forum White Paper, Website - <http://www.metroforum.org>.
- [11] 박승철, "ADSL과 인터넷 통신", 멀티미디어 통신 기술 워크샵, 대한전자공학회 멀티미디어 연구회, 1999년 11월.
- [12] IETF RFC 1483, "Multiprotocol Encapsulation over AAL5," July 1993.
- [13] IETF RFC 2516, "A Method for Transmitting PPP over Ethernet," Feb. 1999.
- [14] IEEE 802.3ah EFM Task Force, "EFM TF Agenda and General Information," April 2004, Website - <http://www.ieee802.org/3/efm>
- [15] 현대네트웍스(주), "IP DSLAM 상위 레벨 설계서", HNI-IPDSLAM-RS-0203, 2002년 11월.
- [16] 현대네트웍스(주), "IP 기반 50M급 VDSL 시스템 장치 설명서", NHI-IPVDSL-SM - 002, 2003년 6월.

- [17] Hongbeom Jeon, "KT's Experience & Direction in Deploying Broadband Access Network," Proc. of Broadband World Forum, Seoul, May 2004.



박 승 철

1985년 서울대학교 계산통계학과(학사)

1987년 한국과학기술원 전산학과(석사)

1996년 서울대학교 컴퓨터공학과(박사)

1987년~1990년 한국전자통신연구원. 1990

년~1992년 한국IBM. 1992년~2001년

현대전자(현 하이닉스) 네트워크연구소

장. 2001년~2003년 현대네트웍스 연구소장/대표이사. 2004

년~현재 한국기술교육대학교 인터넷미디어공학부 조교수

관심분야는 초고속 인터넷, 멀티미디어 통신, e-Learning