

IP 기반의 DSLAM

한 문 영
(주)오피콤

요 약

이 논문은 ATM 기반의 DSLAM과 IP 기반의 DSLAM에 대하여 소개하고, IP 기반의 DSLAM이 가져야 하는 바람직한 프로토콜 구조와 망 구성 형태에 대하여 설명한다. 또한 GUI 기반의 Management인 EMS의 형태를 제시한다.

I. 서 론

근간에 한국은 초고속 인터넷 사업의 엄청난 성장으로, 이제는 초등학교학생도 인터넷으로 방과후 과제물을 검색하고, 각종 커뮤니티를 만들어가는 등, 참으로 한국은 인터넷 강국이라 불리어도 의심할 여지가 없을 정도가 되었다. 이러한 초고속 인터넷 서비스의 바탕에는 꼬임선을 사용한 ADSL과 DSLAM이 가입자 장비로서 주를 이루고 있다.

이 DSLAM은 Broadband Network에 기반하여 개발된 System으로 ATM 기술을 사용하여 가입자의 QOS를 보장하고자 고안되었으나, 이는 오히려 고가의 Broadband Network 구축 비용 및 경제적인 측면을 고려한 사업자의 가입자 증설로 DSLAM의 상위 인터페이스(OC-3/STM-1)에서 Broadband Network간에 병목 현상을 일으키고 있다.

IP 기반의 DSLAM이라 함은(이하 IP-DSLAM)

기존에 이미 널리 알려져 있는 ATM 기반의 DSLAM과 다르게, DSLAM의 상위 인터페이스를 IP-Network(100Base-Tx /Fx)로 설정함으로써, 사업자 망을 All IP로 구성한다는 대안이다. 이로 인해 사업자는 고가의 ATM망을 구성하지 않고도 DSLAM 기반의 초고속 인터넷 서비스를 제공할 수 있다.

이후 본 논문에서는 DSLAM이 가질 수 있는 DSL 형태와, IP-DSLAM이 가져야 할 프로토콜 구조인 Bridge와 Routed 방식을 제안하고, GUI Management의 형태를 소개한다.

II. xDSL이란?

xDSL(x Digital Subscriber Line)은 1989년 Bellcore에서 기존의 꼬임선을 사용해 비디오, 영상, 고밀도 그래픽, 그리고 Mbps급 속도로 정보를 전송하고자 하는 기술이다.

xDSL 기술은 로컬 루프(교환국과 가입자택내 사이 선로) 상에서 160Kbps에서 8.0Mbps까지 데이터 전송 속도를 제공할 수 있으며, 전송 거리는 3~5Km까지 가능하다. xDSL은 표준 전화 선로를 이용해 기존 전화 서비스를 제공하면서 동시에 고속 인터넷 접속, 주문형 비디오, 영상 전화, 원격 강의, 화상 회의, 그리고 상업용 광고 등 다양한 멀티미디어 서비스를 가입자에게 제공하기 위한 분야에 활용된다.

1996년을 전후로 해서 미국의 주요 통신 사업자들이 xDSL 시범 서비스를 추진했고, 97년 이

후 상용 서비스로 발전했다. xDSL의 핵심 기술인 변복조 기술 중에서 CAP(Carrierless Amplitude and Phase) 방식은 구현이 됐으나 전송속도 대비 전송거리에 대한 기술적 한계 때문에 이를 개선할 수 있는 DMT(Discrete MultiTone) 방식에 대해 활발히 연구 개발되고 있다.

멀티미디어 시장과 인터넷 시장의 폭발적인 수요 급증으로 xDSL 시장에 대한 평가는 낙관적이다. 국내의 경우 2002년까지 550만 가입자, 2010년까지 800만 가입자에게 xDSL 장비가 보급될 것으로 전망하고 있다.

xDSL 기술은 IDSL, ADSL, RADSL, HDSL, SDSL, 그리고 VDSL로 구분된다. 이들 기술은 대역폭과 거리 관계에 따라 구분되는데, 교환국과 이용자 사이의 선로 길이가 길면 대역폭은 낮아진다. 예를 들면 ADSL 기술의 경우 5.4Km 거리까지 전송할 수 있는 데이터 속도는 약 1 Mbps 정도이며, 3.6Km의 거리에서는 6Mbps 데이터 속도를 낼 수 있다.

1. ADSL

ADSL(Asymmetric DSL)은 교환국에서 이용자에게 전달되는 다운스트림과 이용자에서 교환국으로 전달되는 업스트림이 속도가 달라 교환국으로부터 영상 등의 광대역 정보를 받고, 이용자는 저속의 제어 신호를 전송하는 비대칭적인 전송 형태를 가진다.

대역폭은 1.5~8Mbps의 하향 속도와 32~768 Kbps의 상향 속도로 사용자가 비대칭으로 이용할 수 있다. 따라서 28.8Kbps 속도의 일반적인 모뎀과 ADSL 모뎀의 전송시간을 비교해 보면 일반적인 모뎀이 27시간인 반면에 ADSL 모뎀은 3~6분 정도 걸린다. ADSL은 하향 속도와 상향 속도가 약 10:1의 비율로 제공된다. 상향 속도는 선로 변경과 제어 신호 전송으로 사용되므로 하향 속도와 비교할 때 대역폭이 매우 낮다.

2. HDSL

HDSL(High-bit-rate DSL)은 1.5~2 Mbps의 데이터 속도로 양방향 통신을 하는 대칭적인

전송 형태다. HDSL은 리피터없이 기존의 동선로(4선)를 사용해 DS1(1.544 Mbps) 또는 E1(2.048 Mbps)의 고속 디지털 서비스를 전이중 방식으로 전송한다. 이것은 DS1/E1이 설치된 곳에서 가장 빠르고 비용 효과적이다.

HDSL 시스템은 2B1Q 선로 부호 방식을 사용해 1.5Mbps 또는 2Mbps의 속도로 고정돼 있으나, N×64 Kbps 속도도 허용한다. HDSL 속도 정합에 대한 ANSI(American National Standards Institute) 표준 규격이 없으며, N×64 Kbps 속도 설비에 대한 표준화가 진행 중이다.

3. SDSL

SDSL(Symmetric DSL)은 교환국과 가입자 사이의 단일 동선을 통해 양방향 대칭, 고속, 가변 속도 통신을 한다. SDSL 데이터 속도 범위는 160 Kbps~2.048 Mbps이며, 대표적인 전송 속도는 768 Kbps.

SDSL은 HDSL의 싱글 라인 버전으로, 단일 전화선을 가지고 있는 개별 가입자용 시장에 적절하다. SDSL은 ADSL과 달리 6Mbps 속도를 내려면 3Km 이상을 초과하면 안된다. SDSL이 ADSL보다 허용거리가 짧은 것은 근본적인 크로스토크 현상 때문이다.

4. VDSL

VDSL(Very-high-bit-rate DSL)은 하향 속도는 51Mbps, 상향 속도는 1.6Mbps로 짧은 거리에서 가장 빠른 기술이다. VDSL은 VADSL과 BDSL(Broadband DSL)이라고도 부른다. 이는 VDSL이 선로 거리는 짧지만 ADSL 보다 더 빠른 데이터 속도를 비대칭 송수신하는 데 사용되기 때문이다.

VDSL은 교환국으로부터 1.35Km 거리는 13 Mbps의 데이터 속도를 전달할 수 있다. 만약 가입자가 600m 거리에 있으면 데이터 속도는 2배가 되고, 가입자가 300m 이내에 위치해 있으면 데이터 속도가 다시 2배가 돼 52Mbps가 된다.

VDSL은 ADSL보다 전송 기술이 간단하고

〈표 1〉 xDSL 요약

DSL종류	설 명	전송속도	거리제한	응 용
HDSL	High bit-rate DSL	두 전화선 사용 시 1.544 Mbps 양방향, 세 전화선 사용 시 2.048 Mbps 양방향	12,000ft (24게이지선)	서버와 전화회사 또는 기업내에서 T1/E1 서비스, WAN, LAN, 서버접속
SDSL	Single-line DSL	1.544 Mbps 양방향 (미국), 2.048 Mbps 양방향 (유럽)	12,000ft (24게이지선)	HDSL과 동일하나 전화선을 한쌍만 요구
ADSL	Asymmetric DSL	하향 : 1.544 ~ 6.144 Mbps 상향 : 16 ~ 640 Kbps	1.544 Mbps로 18,000ft 2.048 Mbps로 16,000ft 6.312 Mbps로 12,000ft 8.448 Mbps로 9,000ft	인터넷과 웹 접속, 동화상, VOD, 원격 LAN 접속에 사용
VDSL	Very High DSL	하향 : 13 ~ 55 Mbps 상향 : 1.6 ~ 2.3 Mbps	12.96 Mbps로 4,500ft 25.82 Mbps로 3,000ft 51.84 Mbps로 1,000ft	ATM망 ; FTTN (Fiber to the neighborhood)

짧은 선로에서 전송의 열화 현상이 적으며, ADSL 보다 10배 더 빠른 장점을 가지고 있다. VDSL은 완전한 서비스 망과 ATM망 구조를 목표로 하고 있으며, VDSL 모뎀은 음성 전화 선로를 확장 추가하는 것처럼 동일 선로상에서 연결할 수 있다.

xDSL 장비는 교환국과 가입자에 각각 설치돼 xDSL 가입자와 선로를 정합하는 변복조 기술로 크게 비대칭형 전송 방식인 ADSL, 대칭형 전송 방식인 HDSL, 그리고 단거리에서 고속의 데이터 전송 방식인 VDSL로 구분된다. 이외에 HDSL을 근간으로 한 SDSL 및 MDSL 그리고 IDSL 등이 있다

III. ATM 기반과 IP 기반의 차이점

DSLAM은 Broadband Network에 기반하여 개발된 System으로 ATM 기술을 사용하여 가입자의 QOS를 보장하고자 고안되었으나, 이는 오히려 고가의 Broadband Network 구축 비용 및 경제적인 측면을 고려한 사업자의 가입

자 증설로 DSLAM의 상위 인터페이스(OC-3/STM-1)에서 Broadband Network간에 병목 현상을 일으키고 있다.

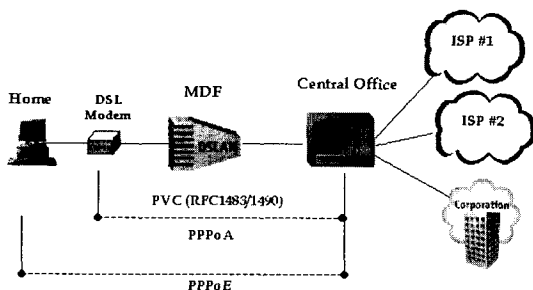
IP-DSLAM이라 함은 기존에 이미 널리 알려져 있는 ATM 기반의 DSLAM과 다르게, DSLAM의 상위 인터페이스를 IP-Network (100Base-Tx/Fx)로 설정함으로써, 사업자 망을 All IP로 구성한다는 대안이다. 이로 인해 사업자는 고가의 ATM망을 구성하지 않고도 DSLAM 기반의 초고속 인터넷 서비스를 제공할 수 있다.

기존의 ATM 기반의 DSLAM과 달리 IP 기반의 DSLAM은 ATM이 DSLAM에서 중단되고 상위 인터페이스로 Ethernet 인터페이스를 가지므로 DSLAM에서 Demultiplex 된 가입자의 Ethernet Data는 Layer 2에서 Bridge하여 처리하느냐 아니면 Layer 3에서 Route하여 처리하느냐에 따라서 그 망구성 방식을 달리 할 수 있다. 여기서 전자를 Bridge 방식, 후자를 Routed 방식이라 한다. Bridge 방식은 IETF RFC1483b "Mutiprotocol Encapsulation Over ATM Adaptation Layer 5" 프로토콜을 IP-DSLAM에 적용하여 ADSL의 AAL5에

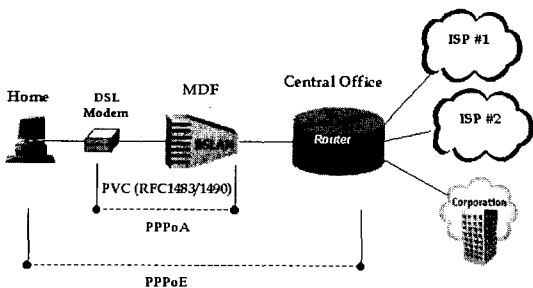
서 LLC Bridged 방식으로 Encapsulation된 Ethernet Frame을 추출하여 처리함으로써 ATM 망이 DSLAM에서 중단되고 100Base Tx 또는 Fx로 Packet을 전송한다.

Bridge 방식은 망구성과 장비의 configuration이 간단하다는 장점이 있으나, 빈번한 Broadcast로 인한 네트워크 내에 Broadcast Storm이 발생할 수 있으므로 고려가 필요하다. 또한 가입자의 무분별한 가입자 확장이 가능하므로 이를 제어할 수 있도록 각 가입자별 사용자 수를 제어할 수 있는 PPPoE나 Layer 2에서 제한된 개수의 MAC 주소 통용을 제어하는 기법 등이 사용될 수 있다. 가입자의 IP는 DHCP Server를 두어 할당한다. 보안 문제에 대한 대처 방안도 취약하여, IP hijacking 등에 대처할 수 없으므로 방대한 가입자를 서비스하기에는 바람직하고 추천되어질 만한 구성이 아니다.

Routed 방식은 DSLAM에서 Demultiplex된 가입자의 Ethernet Frame을 Layer 3에서 Route하여 처리하는 방식으로 보다 더 진보되고



〈그림 1〉 ATM 기반의 DSLAM



〈그림 2〉 IP 기반의 DSLAM

복잡한 망 구성을 이루게 된다. 가입자의 보안과 IP설정은 PPPoA에 의하여 처리한다.

IV. IP 기반의 DSLAM에서 사용되는 프로토콜

IP 기반의 DSLAM은 기존 ATM 기반의 DSLAM과는 달리 ATM 세션을 DSLAM 자체에서 끝내며 또한 IP 망과 접속되는 이더넷 인터페이스를 제공한다. 이로 인해 기존에는 백본 장비에서만 제공되었던 라우팅 및 PPP 중단기능을 DSLAM 내부로 포함시킴으로써 사업자는 확장이 용이하고 보다 저렴한 비용으로 초고속 인터넷 서비스를 제공할 수 있다.

IP-DSLAM을 이용하여 초고속 인터넷 서비스를 제공하기 위해 IP-DSLAM은 다음과 같은 방식으로 운용될 수 있다:

첫째, Layer 2 기반의 Bridged 모드

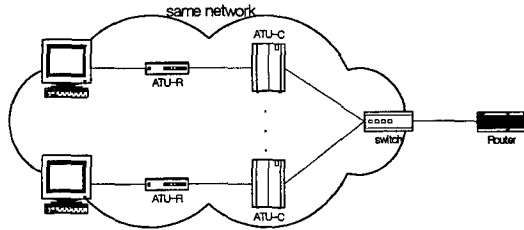
둘째, Layer 3 기반의 Routed 모드

이번 장에서는 IP-DSLAM의 각 운용방법 (Bridged 모드, Routed 모드)에 대한 특징과 요구되어지는 프로토콜, 실제 설정방법 등을 설명하고자 한다.

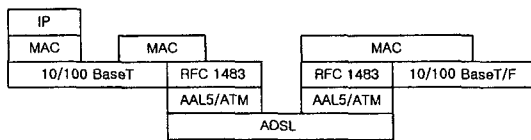
1. Layer 2 기반의 Bridged 모드

IP-DSLAM의 Bridged 모드에서는 이더넷 인터페이스와 RFC1483 프로토콜을 사용한 각 ADSL 인터페이스 사이에서 브리징이 수행된다. Bridged 모드를 사용함으로써 IP-DSLAM에 연결된 모든 가입자를 하나의 서브넷으로 구성하여 관리 할 수 있다. 시스템을 Bridged 모드로 운용하기 위해 기본적으로 정의되어야 할 사항들을 살펴보면 다음과 같다:

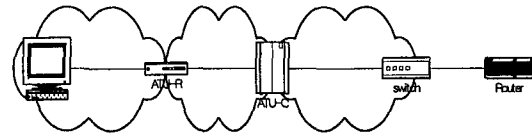
- ADSL 인터페이스에서 사용할 VPI, VCI 값
- 시스템 관리를 위한 시스템의 IP 주소 및 관련 사항 (서브넷 마스크, 기본 게이트웨이)



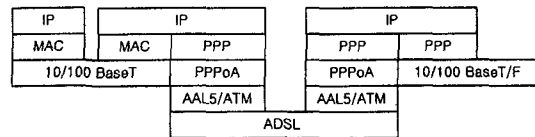
<그림 3> 네트워크 구성도



<그림 4> 네트워크 엔터티별 프로토콜 구성



<그림 5> 네트워크 구성도



<그림 6> 네트워크 엔터티별 프로토콜 구성

그 외, IP-DSLAM에 추가할 수 있는 기능으로는 DHCP 서버 기능이 있다. DHCP 서버 기능을 사용함으로써 각 호스트로부터의 IP 할당요청을 IP DSLAM에서 처리할 수 있다.

IP DSLAM을 이용한 Bridged 모드에서의 네트워크 구성과 각 네트워크 구성요소별 프로토콜 구성을 보면 다음과 같다.

2. Layer 3 기반의 Routed 모드

IP-DSLAM의 Routed 모드에서는 이더넷 인터페이스와 PPPoA 프로토콜을 사용한 각 ADSL 인터페이스 사이에서 라우팅을 수행한다.

IP-DSLAM의 Routed 모드에서는 시스템이 PPP 중단 기능을 수행함으로써 각 가입자에 대한 인증 과정을 수행한다. 시스템을 Routed 모드로 운용하기 위해 기본적으로 정의되어야 할 사항들을 살펴보면 다음과 같다.

- ADSL 인터페이스에서 사용할 VPI, VCI 값
- 이더넷 및 ADSL 인터페이스의 IP 주소 및 관련 사항
(서브넷 마스크, 기본 게이트웨이)
- PPP 중단 기능을 위한 설정 값
(사용자에게 할당할 IP 어드레스, 사용자

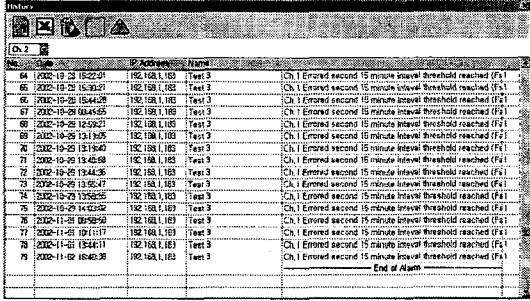
IP DSLAM을 이용한 Routed 모드에서의 네트워크 구성과 각 네트워크 구성요소별 프로토콜 구성을 보면 다음과 같다.

ID, 사용자 암호)

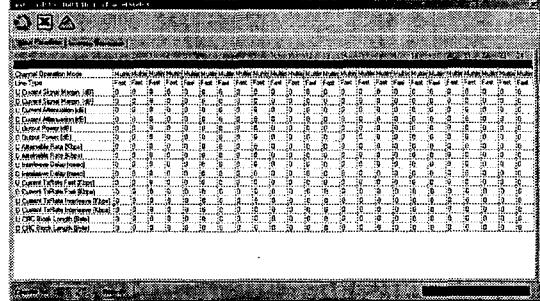
V. IP-DSLAM의 Management

IP-DSLAM Management에 사용되는 프로토콜은 SNMPv1(RFC 1155)와 SNMPv2(RFC 1213, RFC 1902)를 사용하고 있으며 이 프로토콜을 사용하여 GUI로 만들어진 EMS(Element Management System)와 IP-DSLAM간에 Management가 이루어진다. DSL부분의 관리는 ADSL-LINE-MIB(RFC 2662)와 ITU-T G, 977.2를 따라서 구현될 수 있겠다.

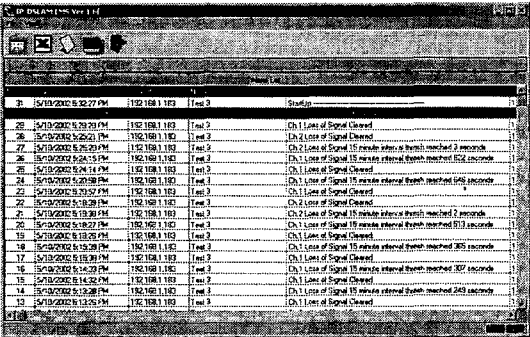
IP-DSLAM의 EMS는 ITU-T X.701, X.730, X.733, X.734, X.735, X.736, X.740, X.742, Q.821, Q.822의 표준 권고안을 바탕으로 Fault, Configuration, Performance, Accounting, Security에 해당하는 관련 Management 기능을 IP-DSLAM의 실정에 맞게 EMS를 구성하였다.



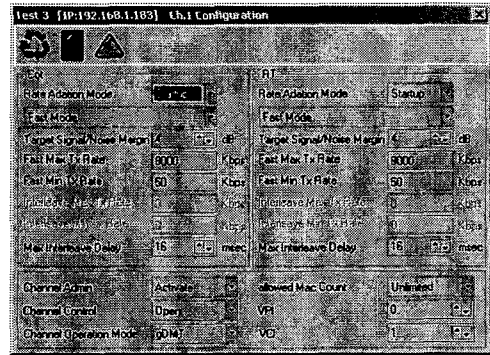
<그림 7> 알람 로그 화면



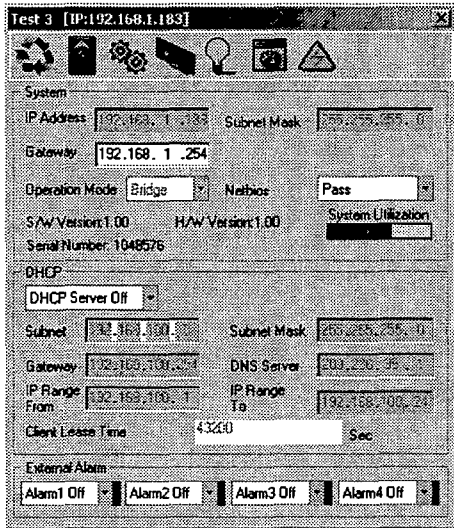
<그림 10> 시스템 상태확인



<그림 8> 에러 감지 및 장애추적 화면



<그림 11> 파라미터 설정



<그림 9> 시스템 설정변경

1. Fault Management

IP-DSLAM 네트워크 및 그 구성 요소의 문제 감지 및 문제 수정을 한다.

기본적으로 Fault Management에 관련된 알

람 로그의 유지 및 검사, 에러 감지 알림의 수용 및 수행, 장애 추적 및 확인을 위한 기능이 만들어졌다. 실시간 알람 확인 기능과 알람 로그를 확인하는 기능이 만들어져 있다.

2. Configuration management

IP-DSLAM의 동작 루틴을 제어하는 파라미터 설정, 관리 객체 초기화 및 조정, System 설정 변경을 위한 기능을 만들었다.

시스템의 공통설정과 시스템 설정 상태 화면 그리고 ADSL 설정 관련으로 이루어졌다.

3. Performance management

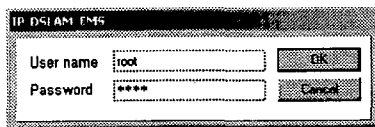
IP-DSLAM의 Performance monitoring을 위한 기능을 위하여 만들어졌다.

4. Security management

IP-DSLAM을 Management하기 위하여 사용 허가 등급을 일반사용자와 관리자로 구분하여 제공하여 장비운용의 안정성을 위하여 만들어졌다.

Test 3 [IP:192.168.1.103] G.hi Performance Monitor			
CRC-8 Code violation line test	0	0	3850
Forward Error correction Interleaved	0	0	0
Forward Error correction fast	0	0	0
Header Error control violation Interleaved	0	0	0
Header Error control violation fast	0	0	2575
Clear Data All CH. <input type="checkbox"/> Clear Data This CH. <input type="checkbox"/>			
1-day Elapsed			
Near-end Forward error correction Second	0	0	0
Far-end Forward error correction Second	0	0	0
Near-end Errored Second	0	0	0
Far-end Errored Second	219	416	635
Near-end Severely errored Second	0	0	0
Far-end Severely errored Second	7	27	34
Near-end Unavailable Second	0	0	0
Far-end Unavailable Second	0	0	0
Clear Data All CH. <input type="checkbox"/> Clear Data This CH. <input type="checkbox"/>			

〈그림 12〉 통계정보수집



〈그림 13〉 사용자 인증화면

VI. 결 론

IP 기반의 DSL기술은 초고속 ADSL 네트워크를 가장 경제적이고 효율적으로 가입자에게 제공할 수 있는 장치 및 망 구성 방식으로 초기 시설 투자 및 관리에 대한 ATM기반 DSL기술을 적용한 장비 대비 1/3에 가까운 저비용, 고효율의 초고속 정보 네트워크를 구축할 수 있도록 하는 기술이다.

현재 사용중인 기술 중에서 전용선처럼 사용되는 SDSL, G. SHDSL 및 근거리 고대역폭을 지원하는 VDSL 또한 대부분 IP 기반으로 기술이 구현되고 있다. 과거 ATM 기반으로만 구현되던 장비들도 시장의 요구에 따라 대부분의 신규모델에서 IP 기반기술을 도입하고 있다.

초고속 인터넷 기반 기술은 전송 기술만이 아닌 부가서비스 창출이 가능한 방향으로 발전해야 한다. VOD, VoIP 뿐 아니라 유무선 인터넷 단말기를 이용한 각종 멀티미디어 부가 서비스 구현이 가능하도록 네트워크는 발전해 나갈 것이기

때문이다.

데이터와 음성, 멀티미디어의 통합화 추세에 따른 NGN 네트워크, 즉 ALL IP 네트워크를 구현하는 주요 액세스 네트워크의 기본기술로 발전될 것이다. 이를 위해 글로벌 환경에 따른 호환성을 극대화 하기 위한 VLAN, MPLS, VoIP 등의 각종 기술들과 완벽하게 조화되어 IP DSL기술이 발전하고 적용되어야 한다.

참 고 문 헌

- [1] T. Starr, "Business Data Services Platform," 1996 DSL Technologies Summit, 27-28th March, 96
- [2] ATM Forum, Packet Mode Report Working Text.
- [3] ATM Forum Technical Committee, "Traffic Management Specification 4.0" AFTM0056.000, Apr. 1996
- [4] ADSL Forum, "ATM over ADSL Spec."

저 자 소 개



韓 雲 英

1982년 고려대학교 전자공학과 학사, 1984년 고려대학교 전자공학과 석사, 1993년 고려대학교 전자공학과 박사, 1982년 3월~1995년 5월 : 한국전자통신연구원 (ETRI) ATM 기술개발 실장역임, 1995년 5월~2000년 1월 : 데이콤 IMT-2000 사업본부 부장역임, 2000년 2월~2000년 12월 : 드림라인 초고속인터넷기술본부장 역임, 2000년 12월~2001년 10월 : 한국 알카텔(주) CTO 최고기술책임자, <주관심 분야 : Next Generation IP Network, Ipv6 등>