

동선을 이용한 고속 가입자망 기술

한국전자통신연구원 김진태·양재우·임주환

1. 서 론

통신기술의 발달에 따라 기존의 저속통신망에서 초고속정보통신망으로 발전해 나가면서 최종 정보의 이용자인 가입자를 위해 가입자망을 고도화시키는 것은 매우 중요한 일이다. 가입자망이 얼마나 효율적이며 경제적인 비용으로 구축될 수 있고 공중망에서 제공되는 서비스를 효과적으로 수용할 수 있는지에 따라 전체 초고속정보통신망의 발전에도 지대한 영향을 미친다.

지금까지 일반가입자는 전화를 기본으로 하며 저속의 데이터통신을 위해 음성급 모뎀을 주로 사용하였고, 90년대 초반에 협대역 ISDN이 개발되어 기존망의 음성 및 데이터망을 통합하는 형태로 발전을 추진하였으나 국내에서는 서비스가 원활하지 못했으며 최근에서야 AO/DI(Always On Dynamic ISDN) 서비스 등으로 본격적인 활성화가 추진중에 있다. 또한 초고속 데이터통신의 이용자유구를 해소하기 위한 방안으로 정보통신망의 고속화 실현이 요구되고 이를 위해 미국을 비롯한 세계 각국은 앞 다퉈서 초고속정보통신망을 구축하기 위해 범국가적인 사업으로 추진하고 있다.

가입자망의 고속화를 위해 궁극적으로 가입자 구내까지 광케이블화를 추진하여 FTTC(Fiber To The Curb), FTTO(Fiber To The Office) 또는 FTTH(Fiber To The Home)로 발전하는 것이 바람직하다. 그러나 광케이블에 의한 가입자망 구축에는 많은 예산과 기간이 소요됨으로 상당기간의 과도기동안 경제적으로 가입자망을 고속화할 수 있는 해결

방안이 요구되고 이를 위해 기존의 전화를 위한 동선을 최대한 활용하여 가입자에게 고속데이터통신 서비스를 제공할 수 있는 xDSL(x Digital Subscriber line)기술이 부각되고 있다.

본 고에서는 초고속정보통신망 구축에서 최근 이의 중요성을 인식하고 많은 관심을 기울이는 가입자망에서 주로 동선에 의한 xDSL가입자망의 구성에 관해 살펴보도록 하겠다. 2장에서는 동선에 의한 가입자망 구성으로 기존 ISDN과 여러가지 xDSL기술을 살펴보고, 3장에서는 xDSL에서 주로 ADSL(Asymmetric DSL), 및 UADSL(Univertial ADSL)에 의한 가입자망 구성 기술에 관해 살펴보고, 4장에서는 국내외의 xDSL시스템의 개발 현황과 발전방향을 기술하고 마지막으로 5장에서는 결론을 맺는다.

2. 동선에 의한 전송기술

동선을 사용하여 데이터를 전송하기 위해 기존 전화망에서 음성대역 모뎀을 통해 2.4Kbps ~ 33.6Kbps의 저속 데이터통신을 하거나, 협대역 ISDN망에서 ISDN가입자에게 제공되는 B 또는 D채널을 사용하여 음성통신 및 데이터통신 서비스를 제공할 수 있다. 그리고 xDSL 기술에 의해 기존의 가입자 동선은 활용되던 망측의 입구에서 음성과 데이터 트래픽을 분리하여 별도의 데이터 통신망을 통해 고속의 데이터통신 서비스를 제공할 수 있다.

표 1에서는 ISDN의 기본접속 가입자와 일차군접속 가입자의 채널 구성과 각 채널의 전송

속도를 나타내고 있다. 일반 ISDN가입자 접속 형태인 기본접속 가입자의 경우 2개의 B채널에 의해 음성 및 데이터통신을 할 수 있으며 D 채널에 의해 신호 및 저속 데이터통신을 할 수 있다. ISDN에 의해 고품질의 영상서비스를 제공하는 데는 한계가 있으나 급격히 증가되고 있는 인터넷가입자의 수요 증가에 대처하며 현재보다 빠른 데이터 통신을 요구하는 가입자의 요구를 충족하기에는 ISDN이 현실적인 해결 방안이다. 또한 ISDN회선에 의해 인터넷에 접속할 때는 매번 전화를 걸 필요없이 바로 접속할 수 있는 항시접속 동적채널할당(AO/DI)서비스를 제공할 수 있으므로 이 서비스에 의해 신호용으로 사용하는 D채널을 이용하여 인터넷에 항상 접속해 있다가 데이터량이 많아지면 B 또는2B채널에 의해 64Kbps~128Kbps 까지 전송속도를 높일 수 있다.

한편 이 같은 상황에서 가입자에게 고속, 고품질의 영상 및 고속 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 ATM을 기반으로 하는 초고속정

보통신망에서는 백본망의 고속화뿐만 아니라 가입자망의 고속화가 절실히 요구되고 있다. 이에 가장 경제적이며 단기간내에 가입자에게 수Mbps~수십Mbps급의 고속 데이터통신 서비스를 제공할 수 있는 방안으로 xDSL 기술이 개발되고 있다. 그리고 xDSL에서는 현재 사용하고 있는 전화선을 그대로 사용하여 고속 데이터통신 및 음성통신 서비스를 제공하는데 인터넷을 포함한 고속 데이터 트래픽을 음성신호 분리기에 의해 일반전화 트래픽과 분리하여 처리하므로 기존 전화망에서 데이터통신에 따른 부하를 크게 줄일 수 있다는 장점이 있다.

xDSL 전송기술을 일반적인 특성에 따라 나누면 표 2와 같이 크게 비대칭형 전송 방식인 UADSL 및 ADSL, 대칭형 전송 방식인 SDSL(Symmetric DSL) 및 HDSL(High-speed DSL), 단거리에서 초고속의 VDSL(Very high-speed DSL)로 구분될 수 있다. 그 외 여러가지 형태로 불리워지는 DSL이 있으나 운용방식에 따른 구분이거나 저속으로 대칭형 전송방식인 SDSL과 유사한 것이다.

xDSL 기술의 발전흐름은 초기에 기존 중계선로에 비해 선로중계기의 설치 구간을 대폭 확대시킬 수 있도록 4내지6선식으로 DS1(1.544Mbps)급 채널을 구성하는 HDSL전송기술로 우선 개발되었고, 이 후 4선식으로 구성되는 선로 형태를 보완하여 2선식의 형태로 개선된 SDSL기술 및 ADSL기술이 개발되고 있다. ADSL은 가입자의 서비스특성을 고려한 기술로서 일반가입자는 주로 망으로부터 서비스를 제공받는 형태이므로 상향데이터는 저속의 제어채널로 구성하고 하향데이터 속도를 높여 선로상의 누화에 의한 신호 손상을 줄여 대칭적인 전송 방식에 비해 보다 장거리 전송이 가능한 형태이다.

xDSL 기술의 표준화 활동기구로 ITU-T, ANSI, ETSI, DAVIC 및 ADSL forum 등이 있으며, 대표적으로 1994년에 기간 통신사업자와 통신시스템 개발자가 공동으로 설립한 ADSL forum에서는 xDSL 기술 표준화와 xDSL에 의한 통신망 확대와 고속 서비스를 위해 노력하고 있으며 xDSL에 관한 정보제공을 위해 웹사이트(www.adsl.com)도 운용하고

표 1 ISDN 사용자-망 접속 채널

구 분	채널 구조	채널 속도	용 도
기본접속 (Basic Rate Interface)	2B+D	B(64Kbps)	사용자 정보 채널, 회선교환, 패킷교환
		D(16Kbps)	회선교환 신호채널, 저속 데이터 채널
일차군접속 (Primary Rate Interface)	23B+D, 30B+D, 3H0+D, 5H0+D, H11, H12+D	B(64Kbps)	사용자 정보 채널 회선교환, 패킷교환
		D(64Kbps)	회선교환 신호채널, 저속 데이터 채널
		H0 (384Kbps)	사용자 정보 채널
		H11 (1544Kbps) H12 (2048Kbps)	회선교환, 패킷교환

표 2 xDSL 전송기술

구 분	Universal ADSL (UADSL)	Full-rate ADSL (ADSL)	Symmetric DSL (SDSL)	High-rate DSL (HDSL)	Very high-rate DSL (VDSL)
변조방식	DMT	DMT, CAP, QAM	2B1Q, CAP	2B1Q, CAP	QAM, CAP, DMT, DWMT
하향 속도	64K~1.5Mbps	1.5M~8Mbps	160K~2.0 Mbps	1.5Mbps, 2.0Mbps	13M~52Mbps
상향 속도	32K~512Kbps	16K~1.0 Mbps	160K~2.0 Mbps	1.5Mbps, 2.0Mbps	1.6M~19Mbps
전송 거리	~ 5.4Km	~ 4.7 Km	~ 3.7Km	~ 3.2Km	0.3 ~ 1.5Km
대칭성	비대칭	비대칭	대칭	대칭	비대칭
음성전화	공용	공용	별도	별도	공용
응용서비스	고속인터넷 원격랜 접속	고속인터넷 VOD 원격랜 접속 주문형MM	고속인터넷 원격랜 접속 LAN/WAN 접속	T1, E1 고속인터넷 LAN/WAN 접속	고속인터넷 VOD HDTV 주문형MM

있다. 현재 ADSL forum에는 약300개의 세계 각국 연구소 또는 기업이 참여하여 연구 활동을 하고 있고 국내에서도 ETRI 및 다수의 기업이 참여하고 있다.

한편 ADSL에서는 음성전화와 동시에 데이터 송수신이 될 수 있도록 음성신호 분리기 (POTS:plain old telephone service Splitter)가 교환국측과 가입자측 양단에 설치되어야 한다. 그러나 이는 가입자 덕내 배선망에서 전화 선로의 재구성 작업이 요구되어 ADSL서비스 확장에 크다란 장애 요소가 되고 있다. 이에 ADSL시장을 조기에 확산시키기 위해 퍼스날 컴퓨터 사업자 및 통신사업자들이 주축이 되어 임시기구로 UAWG(Universal ADSL Working Group)을 구성하여 음성신호 분리가 없는 ADSL 규격안을 작성하고 이를 ITU-T의 표준규격으로 추진하여 98년말에 공고되어 99년 6월경에 확정될 예정이다. 따라서 UADSL의 경우 전화와 같이 사용하더라도 가입자 단말측에 음성신호 분리가 불필요하게 되어 UADSL 가입자는 기존의 음성모뎀을 설치하는 것과 동일하게 쉽게 설치하여 이용할 수 있게 된다. UADSL에서 전송속도는 하향 1.5Mbps 및 상향 512Kbps를 최대로 하며, 가입자 선로 상황에 따라 32Kbps 단위로 감소하여

최소의 경우 하향 64Kbps, 상향 32Kbps로 서비스될 수 있다. xDSL관련하여 ITU-T에서 추진되고 있는 표준 규격은 다음과 같다.

- ◆ G.992.1 : ADSL 트랜시버(Full-rate ADSL)
- ◆ G.992.2 : Splitterless ADSL 트랜시버 (UADSL)
- ◆ G.991.1 : HDSL로칼 선로상의 전송시스템
- ◆ G.994.1 : DSL 트랜시버의 핸드셰이크 절차
- ◆ G.996.1 : DSL 트랜시버의 시험절차
- ◆ G.997.1 : DSL 트랜시버의 물리층 관리

2.1 xDSL 전송 기술

xDSL은 기존 동선으로 구성된 전화선에 여러가지 변조방식과 부호화 기술 및 에러제어 기술을 사용하여 대용량의 데이터 전송이 가능하도록 선로상의 사용 주파수 대역폭을 높이는 전송기술이다. xDSL의 전송기술을 간단히 살펴보면 다음과 같다.

ADSL 및 UADSL의 표준인 DMT(Discrete MultiTone)방식은 다중 반송파에 의한 변복조 방식으로 1.1MHz까지의 선로 주파수 대역을 4.3125KHz단위로 많은 수의 부채널로 분할하여 각 부채널에 데이터를 할당하여 전송한다. 각 부채널은 FFT를 이용하여 QAM방식

으로 변조하여 데이터를 송수신한다. 데이터 전송시 시스템의 비트 에러를 줄이기 위해 전방에러 제어기능이 추가되며, 전송성능 향상을 위한 트렐리스 부호화 및 에코제거기를 사용할 수도 있다. 그리고 선로의 저주파수 대역은 전화서비스를 위해 사용하지 않으며 디지털 데이터를 전송하기 위해 사용하는 주파수 대역은 26KHz에서1.1MHz 이다.

대칭형 전송방식인 SDSL 및 HDSL의 변조 방식은 협대역 ISDN에서 사용하고 있는2B1Q (2 Bit 1 Quaternary)방식과 ADSL에서도 사용하는 CAP(Carrierless AM/PM)방식이 있다. 기존의 T1/E1중계선로는 교환국으로 부터 900m지점에 오피스중계기와 그 이상의 거리에서는1.8km마다 선로중계기를 설치하여야 하나 HDSL은 약 3Km 이내의 반경에서는 별도의 중계기가 필요 없다. 이러한 장점으로 인해 다양한 선로 구간에 널리 사용된다.

VDSL은 전송 거리가 짧은 구간에서 ADSL 보다 더욱 고속의 광대역서비스를 제공하기 위한 변조 기술로서 ADSL에 비해 선로 외부에서 유기되는 간섭이나 잡음조건이 양호한 상태를 전제로 하여 기존 전화선로의 주파수 대역폭을 20~30MHz까지 확장하여 사용한다. VDSL에서도 상향과 하향의 데이터 전송속도가 비대칭으로 여러가지 변조 방식이 제안되고 있다. 하향은 16CAP 상향은 QPSK을 사용하는 방식, ADSL에서 표준화된 DMT방식, Wavelet Transform에 의한 다중 반송파의 DWTM(Discrete Wavelet Multitone)방식,

4-레벨 기저대역 변복조에 의한 SLC (Simple Line Code) 방식 및 기존에 널리 사용되고 있는 QAM방식으로도 개발되고 있다.

3. xDSL 가입자망 구성

xDSL에서 대표적인 ADSL 및 UADSL 기술은 현재 가장 경제적으로 초고속정보통신망에서 일반 가정이나 중소기업체에 고속 가입자망을 제공할 수 있는 방안으로서 ADSL forum 및 ITU-T 등에서 표준규격과 각 시스템간의 호환성을 위해 연구가 진행되면서 ADSL에 의한 가입자망 구성에서 권고되고 있는 데이터 전송모드는 그림 1과 같다.

그림1에서 ADSL에 의한 가입자망을 포함한 전체 네트워크는 개인 및 SOHO가입자들로 구성되는 가입자 맥내망 구간, 망접속 기능을 제공하는 공중망 구간 및 서비스를 제공하는 서비스 제공자망 구간 등 3개 구간으로 나누어진다. 여기에서 망측에 접속되어 xDSL 신호를 종단하는 ATU-C(ADSL Terminal Unit-Central office)와 Access Node 기능을 합쳐서 ADSL 에서의 DSLAM(DSL Access Multiplexer)시스템이 구성된다. DSLAM은 ADSL 가입자를 다중화하며 DSLAM이 접속되는 망은 기존Ethernet망, ATM망 및 Frame Relay망 등이 있으며 그림 2와 같다.

그림2에서 상단은 xDSL에 의해 Ethernet의 전송거리를 확장하는 형식으로 기존 10M/100M Ethernet 망 또는 Frame-Relay망에

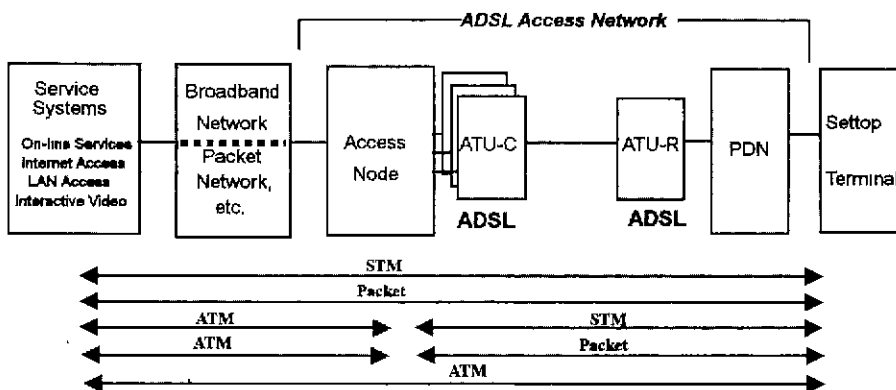


그림 1 ADSL 가입자망의 전송모드

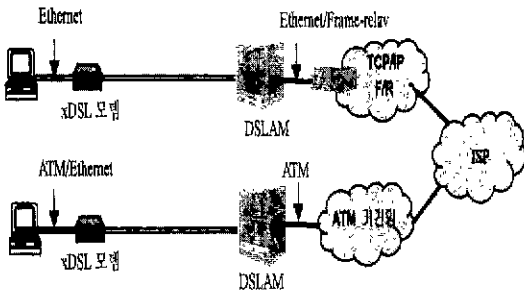


그림 2 xDSL 가입자 접속망 구성도

접속되며 기존의 데이터 통신망에 쉽게 적용되는 xDSL개발 초기의 구조이다. 그리고 하단은 DSLAM에서 ATM기능을 처리하고 가입자 단말에서 ATM이 중단되는 형태로서 ATM망을 백본망으로 활용하며 xDSL발전방향에서 대표적인 구조라고 할 수 있다.

xDSL가입자 단말은 PC내장형이거나 외장형 단말 형태가 있다. PC내장형은 단독가입자로서 카드에서 xDSL 종단기능과 PC 정합기능이 수행되고 그림 2와 같은 외장형 단말에서는 xDSL모뎀에서 xDSL이 종단되고ATM의 종단 위치에 따라 Ethernet 또는 ATMF 25M 카드를 가입자 PC에 내장하여 데이터통신 서비스를 제공한다. 그리고 SOHO 및 중소기업의 다수의 가입자를 접속하기 위해 xDSL모뎀에서 허브 및 라우터기능을 포함한 xDSL라우터가 개발되고 있다. 그리고 기존 ISP들이 PPP를 통한 다이얼업 접속을 기본으로 하는 인프라 구조를 갖고 있으므로 xDSL가입자 단

말에서 PPP종단기능을 가지면서 xDSL에 의한 Ethernet 가입자에게 VPN(Virtual Private Network)을 구성하기 위한 L2TP (Layer 2 Tunneling Protocol)기능을 갖도록 개발되며 그림 3과 같다.

4. xDSL 시스템 개발

xDSL기술의 발전과 더불어 xDSL 시장의 급속한 성장이 예측됨으로 국내의 다수의 기업체에서 xDSL 시스템을 개발하고 있다. ADSL 시스템의 국외 주요 개발업체로는 알카텔, 에릭슨, 다이아몬드레인, 웨스텔, 시스코, 펄스콤 등이 있고 국내 개발업체로는 삼성전자, 현대전자, LG 정보통신 등이 있다. 현재 사용되고 있는 ADSL 칩셋은 DMT 방식의 경우 아날로 그디바이스, 모토로라 및 알카텔에서 개발한 칩셋을 사용하고 CAP 방식은 모두 글로벌스팬에서 생산한 ADSL 칩셋을 사용하고 있다. 그리고 UADSL 규격 초안이 권고됨에 따라 UADSL 칩셋의 개발 일정에 따라 국내외 개발업체에서는 금년 중반기부터는 UADSL기능을 갖는 시스템 개발로 발전되어 나갈 것이며 보다 빨리 가입자망의 구축에 적용될 것이다.

개발되고 있는 시스템에서 DMT 방식의 ADSL시스템으로는 알카텔에서 개발한 8M/640k의 Alcatel 1000 ADSL, 에릭슨에서 개발한 6M/227k의 ANx-DSL 등이 있으며 98년도 국내 ADSL 시범사업에서는 알카텔에서 개발한 ADSL시스템이 선정되고 시범 운용되고 있다. CAP 방식의 ADSL시스템으로는 웨스텔에서 개발한 7M/1M의 SuperVision, 시스코에서 개발한 8M/1M의 Cisco6200, 파라다인에서 개발한 패킷모드의 HotWire 8800/8600 등이 있다. 이들 시스템은 대부분 망과의 정합은 주로 STM-1(155Mbps) 또는 10/100 BaseT 이더넷으로 구성하였고, 가입자와의 정합은 주로 ATMF 25.6Mbps 또는 10BaseT 이더넷으로 구성하였다. 망관리 기능은 SNMP 프로토콜을 사용하고있다.

초기에 개발된 시스템은 DSLAM에서 단순 다중화기능만을 지나 점차 발전되어 집선기능과 xDSL가입자 호처리를 위한 상위기능 및

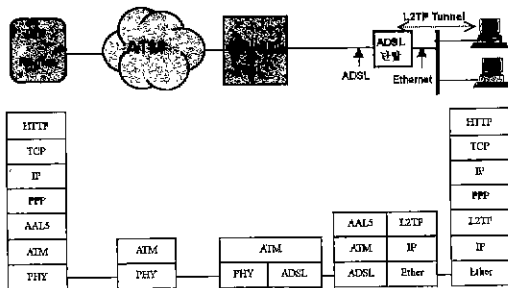


그림 3 xDSL 가입자망 프로토콜

스윙칭기능을 갖도록 발전되고 있다. 그리고 xDSL에 의한 가입자망에서 초기에는 각 가입자에게 PVC 접속에 의해 서비스가 제공될 것이지만 점차 SVC 접속 서비스로 발전될 것이다. 이에 따라 DSLAM에서 SVC 지원을 위한 구조는 각 가입자에게 하나의 VPI를 할당하고 DSLAM에서는 VP crossconnection기능을 수행하는 Virtual UNI 모델과 가입자로부터 UNI 시그널링이 DSLAM에서 중단되고 DSLAM과 ATM교환기간에 새로운 시그널링이 시작되는 DSLAM 시그널링 중단 모델이 있으나 DSLAM이 점차 지능화 및 대용량화되면서 DSLAM 시그널링 중단 모델로 발전될 전망이다.

HDSL의 경우 대부분의 제품은 중계망에서 T1/E1의 중계선을 대체하는 기능으로 개발되었으며 가입자망에도 활용되고 있다. PSTN 중계망에서 기존의 T1/E1의 중계선로의 대체용으로 개발된 HDSL시스템은 2B1Q 방식과 CAP 방식이 있으며 2B1Q 방식은 주로 메타링크 및 테벨원에서 생산한 HDSL 칩셋을 사용하였고, CAP 방식은 모두 글로벌스팬에서 생산한 HDSL 칩셋을 사용하였다. 2B1Q 방식으로 개발한 제품에는 웨스텔의 InterAccess, 알카텔의 Alcatel 1512, 에드란의 220/E220, 팬데이콤의 GM-D 등이 있으며, CAP 방식은 아스콤의 COLT-2, 슈미드의 WATSON 3/4, LGIC에서 개발한 T1/E1 HDSL 등이 있다. 전송 속도의 특성은 북미 표준인 T1(1.544 Mbps)이거나, 유럽 표준인 E1(2.048Mbps)이다.

5. 결 론

xDSL기술을 활용하여 동선에 의해 고속 가입자망을 구축하는 주된 이유는 경제성으로 기존 가입자선로를 활용하여 고속 통신을 할 수 있어 가입자망 고도화에 따르는 투자비를 획기적으로 줄일 수 있다는 것이다. 따라서 가입자망의 고속화에 따라 비용 효과적인 방법으로 현재 가입자들의 고속 서비스요구에 대응할 수 있고 또한 새로운 서비스를 만들어 낼 수 있으므로 현재 개발초기의 시범 운용 상태에서 점

차 상용화되면서 xDSL에 의한 가입자망의 고속화는 급격히 진전될 것으로 예측된다.

따라서 국내에서도 xDSL에 관련된 자체기술 확보와 시스템 개발, 표준규격에 대한 연구 및 장치의 호환성에 관한 연구가 진행되어야 한다. 현재와 같은 시범사업 수준에서는 장비의 표준화가 이루어지지 않더라도 별 문제는 없지만 xDSL의 보급이 확산되어 기존 다이얼업 모델처럼 일반가입자들이 시중에서 ADSL 단말 장치를 구입하여 사용하는 시점에는 통신사업자들이 설치한 ADSL 시스템과 단말과는 호환성이 있어야 하기 때문이다.

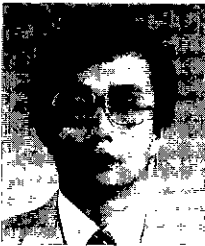
참고문헌

- [1] 김진태, 양성모, 소운섭, 광경섭, 최병하, "동선에 의한 고속 멀티미디어 서비스를 위한 ADSL 전송성능." 한국정보처리학회 논문지 제4권 제12호, 1997.12.
- [2] 정보통신부, "정보통신망 고도화 추진계획/초고속 국가망 2단계 사업계획," 1997.9.
- [3] Walter Goralski, "ADSL and DSL Technologies," Mcgraw-Hill book company.
- [4] ITU-T study group 15, "G.992.1, G992.2, G.994.1, G.996.1, G.997.1," 1998.
- [5] D. L. Waring, "Fiber upgrade strategies using high bit rate copper technologies for video delivery." Journal of lightwave technology, vol.10, no.11, pp1743-1750, Nov. 1992.
- [6] ANSI T1E1.413/97, "Standards project for interfaces relating to carrier to customer connection of ADSL," Sep. 1997.
- [7] Timothy Kwok, Ivan Verbesselt, "An Interoperable end-to-end broadband service architecture," ADSL Forum 97-127.
- [8] Mowaffak T. Midani, "The advantages of UNI signalling capable access

network," ADSL Forum 97-175.

- [9] Bhawani Shankar, "The Copper Loop: from Barbed Wire to Broadband," Telecommunications, November 1997, pp.79~82.
- [10] Paradyne Corporation, "the DSL source book," second edition, Paradyne Corporation.
- [11] George T. Hawley, "System Considerations for the Use of xDSL Technology for Data Access," IEEE Communications Magazine, March 1997, pp.56~60.

김진태

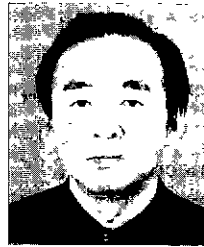


1980 인하대학교 전자공학과 학사
 1982 인하대학교 전자공학과 석사
 1987~1988 University of Missouri Kansas City 방문연구원
 1989~1998 한국전자통신연구원 책임연구원 신호서비스연구실장
 1996 인하대학교 전자공학과 박사

1998~현재 한국전자통신연구원 교환·전송기술연구소 DSL 기술팀장

E-mail: jtkim@etri.re.kr

양재우



1978 서울대학교 전기공학 학사
 1978~1979 삼성전자 사원
 1980~1998 한국전자통신연구원 책임연구원, 망운용시스템 과제책임자, 인공지능연구실장, 소프트웨어공학연구실장, 데이터베이스연구실장, 휴먼인터페이스연구부장

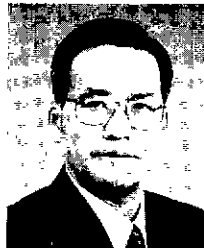
1982 서울대학교 대학원 제어계측 석사

1992 University of Southern California 객원연구원
 1995~1998 Digital Audio Visual Council (DAVIC) 이사

1998 한국과학기술원 전산학 박사
 1999 현재 한국전자통신연구원 책임연구원, 통신단말연구부장, 음향학회 이사

E-mail: jwyang@media.etri.re.kr

임주환



1972 서울대학교 공업교육(전자) 학사

1978~1979 한국통신기술연구소 연구원

1979 서울대학교 대학원 석사

1979~1984 독일 Braunschweig 공대 통신시스템연구소 연구원

1984 독일 Braunschweig 공대 박사 (통신시스템 전공)

1984~1998 한국전자통신연구원 책임연구원, ISDN

연구부장, 교환연구부장 역임, 정보통신표준연구센터장 역임, 교환기술연구단장 역임

1998~현재 한국전자통신연구원 책임연구원, 교환(전송기술) 연구소장

E-mail: chyim@etri.re.kr