

xDSL 기술 발전전략

이재진, 강명진, 차영철
KT 기술연구소

xDSL Evolution Strategy

Jaemin Lee, Myungjin Kang, Youngchul Cha
KT Technology Laboratory

Abstract - xDSL은 국내에서 가장 보편적인 초고속 액세스기술로서 전송속도와 전송거리 측면에서 지속적인 발전을 거듭하고 있다. 그 발전방향은 크게 두 갈래로 나누어지는데 ADSL을 기반으로 한 차세대 ADSL과 VDSL이라는 새로운 기술이 그것이다. 현재 차세대 ADSL 분야에서는 ADSL2, ADSL2+ 및 ADSL2++ 등의 표준화가 활발히 진행되고 있으며, VDSL은 라인코드에 대한 열띤 경쟁이 벌어지고 있다. 본 고에서는 이와 같이 다양한 xDSL 기술에 대해 기술적 특성 및 표준화 동향을 알아보고 향후 전망 및 발전전략에 대해 살펴보았다. 국내의 경우 차세대 ADSL을 건너뛰고 이미 VDSL 서비스 단계에 진입했기 때문에 VDSL 기술에 대한 국내 기술기반을 조속히 확보해야 할 필요성이 매우 높다. 따라서 국제표준화 추세에 부합하는 신속한 VDSL 표준 마련이 필요하다.

1. 서 론

1999년 6월 ITU-T의 표준화가 완료된 이후 급속도로 보급되기 시작한 ADSL은 현재 국내에서 가장 많은 가입자를 확보하고 있는 초고속 액세스기술이 되었다.

ADSL 도입 초기에는 가입자 수용을 위한 시설 확장이 통신 사업자나 장비 제공자에게 가장 큰 관심사항이었으나 서비스의 안정화 및 기술 발전으로 다양한 서비스가 등장함에 따라 사업자는 보다 높은 전송속도를 제공하고 광대역 서비스 수용 거리를 확장하기 위한 방안을 강구하게 되었다. 이러한 요구사항과 부합하여 좀더 다양한 기능, 높은 전송성능, 서비스 제공 거리 확장 등 기능과 성능을 향상시킬 수 있는 방안으로 ADSL을 기반으로 한 기술의 진화와 VDSL이라는 새로운 기술이 병행하여 등장하게 되었다. ADSL을 기반으로 하는 기술의 진화는 12M ADSL, ADSL2, ADSL2+ 및 ADSL2++와 같은 용어들을 발생시키면 표준이 진행되고 있으며, VDSL은 새로운 기술로 표준화가 진행되고 있다.

본 고에서는 이와 같이 다양한 xDSL 기술 및 적용 범위 중 ADSL 및 VDSL 송수신기에 대한 기술 및 표준화 동향에 대해 살펴보고 향후 xDSL 기술의 전망 및 발전전략에 대하여 살펴보고자 한다.

2. 본 론

2.1 차세대 ADSL 기술 및 표준화 동향

2.1.1 12M ADSL

12 M ADSL이란 용어는 2002년 하반기 일본의 초고속 인터넷 서비스 제공자간 속도경쟁에서 유래한

것으로 별도의 표준이나 기술을 의미하는 것이 아니며, ADSL의 프레임 구조에 의해 8 Mbps로 제한된 ADSL 전달 기능을 $S=1/2$ 이라는 파라미터를 적용하여 12 Mbps를 제공하는 방법이다.

2.1.2 ADSL2 / Splitterless ADSL2

ADSL2와 Splitterless ADSL2는 기존 ITU-T의 ADSL(G.992.1)과 Splitterless ADSL (G.992.2)을 기반으로 2002년 7월 각각 G.992.3[1] 과 G.992.4[2] 로 표준화 되었다. ADSL2는 기존 ADSL 기술과 비교할 때 새로운 어플리케이션 및 적용 구조를 지원하기 위해 전송성능 및 전송 거리가 향상되었으며 전달 기술 적용, 속도 적응기능, 진단(Diagnostics) 기능 및 대기모드 지원 등 다양한 기능이 추가되었다[3].

0 전송성능 및 전송거리

ADSL2에서는 전송성능을 향상시키기 위해 Trellis-code와 1-bit QAM 성상도를 적용함으로써 부호화 이득(coding gain)을 높이고, 낮은 SNR에서도 비트를 할당할 수 있어 원거리 가입자 선로에서 전송성능을 향상할 수 있도록 하였다.

0 All Digital Mode(ADM)

ADSL은 동일 선로상에서 POTS와 동시에 서비스를 제공하기 위해 상향 전송대역을 25 kHz부터 사용할 수 있도록 정의하고 있다. 이에 비해 ADSL2는 POTS 대역으로 할당된 0-25 kHz 대역도 선택적으로 상향 전송대역으로 사용할 수 있도록 함으로서 상향 전송 속도를 약 256 kbps 향상시킬 수 있다.

0 패킷 전달 모드 지원

기존 ADSL의 경우 전달 모드로 ATM 또는 STM 을 제공하며 칩셋은 대부분 ATM 모드만을 제공하였다. 그러나 ADSL2에서는 현재추세에 맞추어 패킷 전달모드(PTM-TC)를 제공함으로써 DSL 구간에서 ATM 계층이 제거된 형태의 순수한 IP 망을 구성할 수 있도록 하였다.

0 On Line Reconfiguration(OLR)

기존 ADSL에서는 RA at startup 기능만을 제공하므로 서비스 중에 발생하는 링크 상태 변화에 대해 서비스 중단이 발생할 수 있으며 선로 장애가 복구될 경우에도 자동적으로 링크 속도를 변경하지 않으므로 서비스 품질 및 성능에 영향을 준다. 이에 비해 ADSL2에서는 OLR 기능을 통해 선로 환경에 따라 사용자 서비스 중단 없이 동적으로 속도를 적응할 수 있는 동적 속도 적응(SRA : Seamless Rate Adaptation) 기능을 제공한다.

0 진단 기능

ADSL2에서는 ADSL 모뎀 구간의 장애 상태를 진단하기 위한 Loop Diagnostic 모드를 제공하며 G.994.1의 핸드셰이크 과정에서 모드선택 메시지를 통해 진단 기능을 선택할 수 있다

0 전력 관리 기능

ADSL2에서는 효율적인 전력 사용을 위해 L0, L2 및 L3의 전력관리 모드를 정의하고 있다. L0는 일반적인 ADSL의 전력 모드이며, L2는 트래픽 유형에 따라 통계적 전력 절약(Power saving) 기능을 제공한다. L3는 휴면 모드(Sleep mode)로 일정 기간동안 사용되지 않는 링크에 대해 적용된다.

0 Reach Extended ADSL(READSL)

READSL은 Long Reach에 대해 수백 kbps의 전송 성능을 제공하기 위한 방법으로 25-552kHz의 전송 대역을 사용하며 PSD 레벨은 ADSL/ADSL2보다 약간 높게 정의된다. READSL의 전송 성능은 18kft 또는 그 이상의 거리에서 하향/상향 각각에 대해 192/128kbps를 목표로 하고 있다.

0 기타 기능

위에서 기술한 다양한 기능 외에도 ADSL2에서는 Fast Startup, Bonding, CVoDSL(Channelized Voice over DSL) 기능등을 제공한다.

2.1.3 ADSL2+ / ADSL2++

ADSL2+는 2002년 3월부터 G.dmt.bis의 3세대 기술로 표준화 프로젝트가 시작되었으며, 2003년 1월부터 G.992.5로 Draft 작업이 진행 중이다. ADSL2+ 표준은 G.992.3을 기반으로 ADSL2와 유사한 기능을 제공할 것으로 예상된다. 주파수 대역은 25kHz(0 kHz)-2.2MHz로 512 DMT tone을 사용하여 ADSL2에 비해 2배의 주파수 대역을 사용하여 하향 전송속도로 최대 24Mbps를 제공할 수 있는 기술이다.

2003년 4월 비디오, 데이터, 음성의 Triple Play Service가 가능하도록 "Quad spectrum(3.73 MHz)에 대한 논의가 시작되면서 ADSL2++라는 용어가 사용되기 시작하였다. 현재 ADSL2++에 대한 기술은 Centillium, Sumitomo Electric, NEC 등 다수의 칩셋 업체에서 제안되고 있는 상태이며, 그림 1에서 보는 바와 같이 주파수 사용이 U0 밴드를 상향으로 적용한 1 Band VDSL과 동일하다는 관점에서 앞으로의 표준화 추이를 지켜봐야 할 사항이다.

2.2 VDSL 기술 및 표준화 동향

2.2.1 VDSL 기술 특성

VDSL 기술은 한쌍의 동선 선로에서 POTS와 동시에 수십 Mbps의 대칭 또는 비대칭 데이터 전송 속도를 제공한다. VDSL 망 구조는 적용 시나리오에 따라 FTTCab (Fiber-to-the-Cabinet) 구조와 FTTEEx (Fiber-to-the-Exchange) 구조로 구분된다. FTTEEx 구조의 경우 동일 선로 바인더에 ADSL 신호와 VDSL 신호가 같이 전달되게 되는데 ADSL의 하향 신호 레벨이 VDSL의 하향 신호 레벨에 비해 높기 때문에 VDSL 신호가 ADSL 신호에 의해 영향을 받을 수 있으므로 이러한 현상을 제거하기 위해 VDSL 하향신호의 ADSL 주파수 대역(138kHz-

1.1MHz)의 PSD 레벨은 ADSL과 동일하게 적용된다.

VDSL 신호의 상하향 대역 분리는 주파수 분할 이중화(FDD : Frequency Division Duplexing) 방식을 사용한다. 전송 대역은 DS1, US1, DS2, US2로 구성되며, 각 대역의 경계는 998, 997, Fx의 세가지 밴드 플랜에 의해 다르게 정의된다. 또한 25kHz-138kHz의 대역은 선택적인 사용이 가능해 이 대역을 상향 전송 대역으로 사용할 경우 2 Km 이상의 거리에서도 VDSL 서비스 제공이 가능하다. 그림 2는 각각의 밴드 플랜에서의 경계주파수를 나타낸다.

VDSL 전송수립 부계층의 전달 기술로는 규격에 따라 차이는 있으나 ATM 방식과 STM 또는 PTM 방식이 정의되어 망 구축 환경에 따라 선택적으로 사용할 수 있다.

2.2.2 VDSL 표준화 동향

VDSL 송수신기에 대한 표준은 지역 표준화 단체로 북미 표준화 기구(ANSI)와 유럽 표준화 기구(ETSI)에서 작업을 하고 있으며, 국제 표준화는 ITU-T의 SG15에서 표준 작업을 진행 중에 있다[4]. 표1은 각각의 표준을 비교하고 있다[5-7].

국내에서는 한국정보통신기술협회(TTA)를 중심으로 VDSL 표준을 연구 중에 있으며, 2002년 12월에 ITU-T의 G.993.1을 참조한 공통부 표준인 TTAE.IT-G.993.1을 완료 하였다.

2.3 향후 전망 및 발전전략

현재 차세대 ADSL 분야에서는 ADSL2의 READSL (G.992.3 Annex L)과 ADSL2+에 대한 표준화가 활발하게 추진되며, ADSL2++에 대한 표준화 검토가 예상된다.

VDSL 표준에 대해서는 전송성능, PSD, 지역 요구 사항 등 G.993.1에서 Further Study 항목으로 남아있는 부분에 대해 표준화 작업이 진행 중에 있으며, DMT와 QAM 중 어떤 선로 부호 기술을 선정할 것인가에 대한 양진영의 열띤 토론이 벌어지고 있다. 이미 ANSI와 IEEE EFM(Ethernet in the First Mile) 그룹의 경우 DMT로 선정을 완료한 상태이다. 현재 ITU-T에서의 결정을 눈앞에 두고 있는데 지난 7월초에 열린 회의에서 DMT를 본문에 넣고 QAM을 Annex에 넣는 방안이 가장 많은 지지를 받았으나 최종 결정에 이르지 못한 것으로 이번 8월말 회의에서 최종 결정될 예정이다.

국내의 경우 차세대 ADSL을 건너뛰고 이미 VDSL 서비스가 상당히 진행되고 있는 상황이기 때문에, VDSL 기술에 대한 국내 기술기반을 조속히 확보해야 할 필요성이 매우 높으며 정통부와 TTA, 한국 xDSL 포럼 등 산학연이 연계하여 국제표준화 추세에 부합하는 신속한 VDSL 표준 마련이 필요하다.

그림 3은 xDSL을 중심으로 브로드밴드, 액세스 기술의 발전추이를 나타낸다. 현재 FTTC-VDSL의 보급이 급속히 확대되며 기존 동선기반 ADSL의 대체가 이루어지고 있으며 향후 100Mbps를 제공하는 xDSL 기반 LAN 기술개발이 가능하여 경제적인 FTTC-LAN 기반의 망구축이 가능할 것으로 예상된다.

3. 결 론

이 글에서는 ADSL 이후에 광대역 접속기술로 진화하는 차세대 ADSL 및 VDSL의 기술, 표준화 동향 및 전망에 대해 살펴본다.

앞서 기술한 바와 같이 ADSL2, ADSL2+, ADSL2++와 같은 차세대 ADSL 기술들은 빠르게 표준화가 진행되고 있으며, 나름대로의 기술 특성을 가지고 있으므로 VDSL과 함께 액세스 기술로 중요한 위치를 차지할 것으로 예상된다. VDSL 송수신기 표준은 선로부호 기술 선정이 가장 중요한 기술적 이슈로 남아 있으며 조만간 ITU-T에서의 표준화가 이루어질 전망이다.

이미 상당한 수준에 이른 국내 VDSL 산업발전을 위해 정부와 산학연의 협력을 통한 국제표준화 대응 및 신속한 국내표준화가 필요하다.

(참 고 문 헌)

- [1] G.992.3, "Asymmetric digital subscriber line transceivers - 2 (ADSL2)", ITU-T, 2002년 7월
- [2] G.992.4, "Splitterless asymmetric digital subscriber line transceivers - 2 (Splitterless ADSL2)", ITU-T, 2002년 7월
- [3] DSLForum2002-257, "White Paper: ADSL2/ADSL2+", DSLForum, 2002년 11월
- [4] 이재진, 강명진, "VDSL 송수신기 기술표준 (TTAE.IT-G.993.1)", TTA Journal, 통권86호, pp.40-45, 2003년 3월
- [5] T1E1.424, "Interface between networks and customer installations - Very-high speed digital subscriber lines (VDSL) metallic interface (Trial-use standard)", ANSI, 2002년 3월
- [6] TS 101 270-1 v1.2.1, "Very high speed digital subscriber line (VDSL): Part 1: Functional requirements", ETSI, 1999년 10월
- [7] G.993.1, "Very high speed digital subscriber line - foundation", ITU-T, 2001년 11월

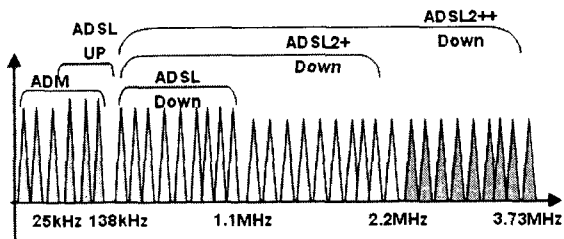
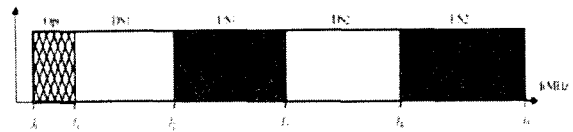


그림 1. 차세대 ADSL 기술 주파수 대역



구분	밴드 플랜(MHz)			방향
	998	997	Fx	
f_0	0.025	0.025	0.025	
f_1	0.138	0.138	0.138	Opt
f_2	3.75	3.0	2.5	Down
f_3	5.2	5.1	3.75	Up
f_4	8.5	7.05	Fx	Down
f_5	12	12	12	Up

그림 2. VDSL 밴드플랜

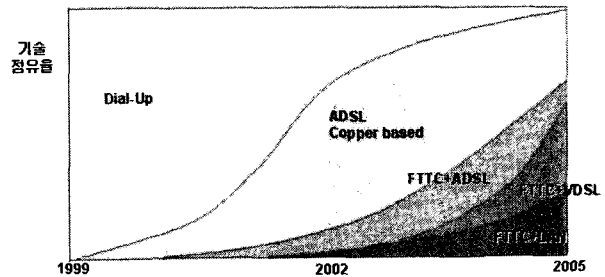


그림 3. 브로드밴드 액세스기술 발전추이

표 1. VDSL 표준간 특성 비교

항목	ITU-T	ANSI	ETSI
서비스 클래스	Further Study	Asymmetric Symmetric	Asymmetric Symmetric
주파수 플랜	998,997,Fx	998 Only	997(필수) 998(선택)
종단저항	Further Study	Rv=100Ohm	Rv=135Ohm
PSD	Further Study	FTTCab(M1,2) FTTEEx(M1,2)	FTTCab(M1,2) FTTEEx(M1,2) With Pass Band W/O Pass Band
PBO	UPBO	UPBO DPBO: Further Study	UPBO DPBO
Payload Rate	Further Study	Asym: 22/3 Sym: 6 & 13	Asym: 23/4-6.4/2 Sym: 28-6.4
ADSL Band	Further Study	FTTCab PSD (-60dBm/Hz)	FTTCab PSD (-90dBm/Hz)
전달기술	ATM, PTM	ATM, STM	ATM, STM