

## FS-VDSL 표준을 이용한 KT 브로드밴드 망구축

김홍석, 박형진, 유건일  
KT 통신망연구소 광액세스연구실

### Deployment of KT Broadband network based on FS-VDSL Specification

Hongseok Kim, Hyung Jin Park and Gun Il Yoo  
Optical Access Division, Telecommunications Network Laboratory, KT

#### Abstract

FS-VDSL은 B-PON과 VDSL을 이용하여 가입자에게 디지털TV, VOD, 초고속인터넷, 전화 등을 총 망라한 Full Service를 제공하기 위해 필요한 모든 망구조 및 프로토콜에 대해서 규정한다. FS-VDSL의 전신은 FSAN xDSL working group이며, FSAN에서 정의한 B-PON을 기본적인 액세스망으로 정의하고 있다. 본 논문에서는 End-to-end Full Service 제공을 위하여 FS-VDSL에서 솔루션으로 제시하고 있는 하이브리드 코어망, B-PON 및 VDSL 액세스망, Ethernet 홈네트워크를 포함하는 End-to-end 망구조 및 각각의 프로토콜에 대하여 살펴본다. 또한 Full Service의 핵심인 영상서비스 수용을 위하여 효율적인 비디오 트래픽 전달이 가능한 비디오 인캡슐레이션 프로토콜 및 DBTV 채널변경 프로토콜 등에 대하여 살펴보고, FS-VDSL에서 제시하는 방안을 이용한 KT의 브로드밴드 망구축 적용성에 대해 살펴본다.

#### 1. 서 론

VDSL기술의 진보로 인하여 전화선을 이용한 최대 50Mbps급 대역폭의 전송이 가능하게 되었으며, 그에 따라 망사업자는 VDSL을 이용하여 음성, 영상, 데이터 등을 포괄하는 Full Service를 제공할 수 있는 능력을 갖추게 되었다. Full Service-VDSL (이하 FS-VDSL)에서는 벤더들이 망사업자의 요구와 규격에 맞게 Full Service 제공이 가능한 네트워크 장비를 만들 수 있게 하기 위하여 FS-VDSL 규격을 만들게 되었다.

#### 2. FS-VDSL의 개요 및 활동내용

##### 2.1 개요

FS-VDSL은 B-PON과 VDSL을 이용하여 가입자에게 디지털TV, VOD, 초고속인터넷 전화 등을 총 망라한 End-to-End Full Service를 제공하기 위해 필요한 모든 망구조 및 프로토콜에 대해서 규정하고 있는 유일한 표준단체이다. FS-VDSL의 전신은 FSAN xDSL working group이며, FSAN에서 정의한 B-PON을 기본적인 액세스망으로 정의하고 있다.

##### 2.2 진행사항

FS-VDSL은 2000년 10월에 첫 회의를 시작으로 3개월에 한번씩 회의를 진행해왔으며, 2년여에 걸친 작업 끝에 2002년 6월 FS-VDSL 규격을 완성하여 <http://www.fs-vdsl.net>에 공표하였다. 이를 바탕으로 2002년 9월부터는 ITU-T SG16으로 표준화작업 무대를 옮겨서 ITU-T/FS-VDSL Focus Group이라고 이름만 변경하고 그 동안의 FS-VDSL 활동과 같은 절차 및 형식을 통하여 지속적인 규격 개정작업을 수행할 계획이며, 그 결과를 2003년 5월에 ITU-T 권고안으로 승인 받는 것을 목표로 하고 있다.

#### 2.3 구성 및 회원국

FS-VDSL의 구성은 아래의 그림과 같다. 앞으로의 활동은 ITU-T SG16 산하 FS-VDSL Focus Group에서 이루어지므로 이에 맞추어서 그림을 나타내었다. FS-VDSL은 15개의 Telco를 포함하여 총 60개 이상의 회원국으로 구성되어 있다.

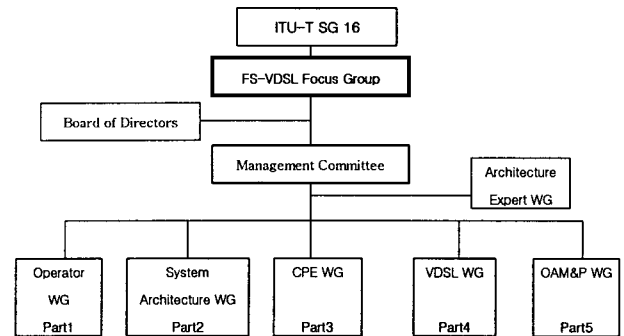


그림 1 FS-VDSL 조직도

**Board of Directors:** FS-VDSL의 형식적인 최고기구로서 회계, 감사 등에 관한 일을 담당한다. FS-VDSL Telco 중에서 몇몇 핵심 Telco로만 구성되어 있으며, KT도 여기에 속해있다.

**Management Committee:** FS-VDSL의 실질적인 최고 의결기구로서 FS-VDSL은 Telco가 중심이 되어서 벤더들을 이끌어가는 형식을 취하므로 모든 FS-VDSL Telco의 대표들로 구성되어 있으며, 벤더들은 참가할 수 없다. MC에서 FS-VDSL 진행에 대한 모든 핵심사항을 논의한다.

**Architecture Expert WG:** FS-VDSL의 기술적인 핵심쟁점 사항들에 대해서 소수의 전문가들이 모여서 해결책을 찾는 closed 그룹이다. FS-VDSL의 규격작업에 핵심적인 역할을 담당한다.

**Operator WG:** FS-VDSL Telco들의 모임이며, 망사업자입장에서의 서비스 패키지 정의 (IP only, DTV only, DTV + VoD, IP+DTV+VoD 등), 서비스 요구사항 정립, PON deployment 요구사항 (OLT/ONU의 powering, dimension, cooling, reliability, maintenance 등), Optical access network의 요구사항 (optical interface, bitrate, proprietary solution 수용여부 등)에 관한 규격인 'FS-VDSL Specification Part 1: Operator Requirements'를 담당한다.

**System Architecture (SA) WG:** FS-VDSL의 가장 핵심적인 WG이며, End-to-End Full Service 제공을 위한 서비스노드, 코어망, 액세스망, 홈네트워크, 가입자단말 등의 포괄적인 망구조 및 각각의 프로토콜에 관한 규격인 'FS-VDSL Specification Part 2: System Architecture'를 담당한다.

**CPE WG:** Customer Premises Equipment WG이며, 홈게이트웨이, Ethernet에 기반한 홈네트워크, 비디오 서

비스를 위한 셋탑박스 등의 구조 및 프로토콜에 관한 구체적인 'FS-VDSL Specification Part 3: Customer Premises Equipment' 를 담당한다.

**VDSL WG:** VDSL의 물리계층규격을 연구하며 ITU-T G.vdsl에서는 규정하고 있지 않지만 망사업자에게 중요한 항목들인 VDSL 상호운용성에 관한 구체적인 'Physical Layer Specification for Interoperable VDSL Systems' 를 담당한다.

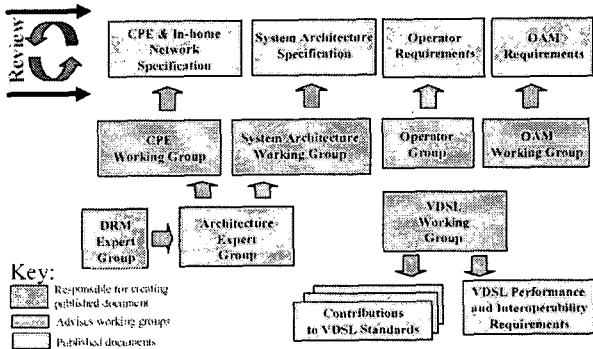


그림 2 FS-VDSL의 각 WG별 활동

**OAM&P WG:** FSAN의 OAM WG과 연계하여 FS-VDSL의 운용관리에 관한 구체적인 'FS-VDSL Specification Part 5: OAM&P' 를 담당한다.

### 3. FS-VDSL End-to-End System 구성

FS-VDSL은 기본적으로 FSAN에서 정의하는 액세스 망 구조와 DSL Forum에서 제공하는 xDSL 구조를 수용하여 다른 표준기구들과 일관성을 유지하며 B-PON과 VDSL에 기반한 액세스망을 참조모델로 한다.

FS-VDSL 규격의 특징은 End-to-End로 Full Service를 지향하고 있지만, 주로 규정하고 있는 부분은 V 인터페이스 이후의 액세스망인 OLT, ODN, ONU 등과 동선 구간의 전송인 VDSL, 그리고 IP/Ethernet 기반의 홈네트워크에 대한 것이다.

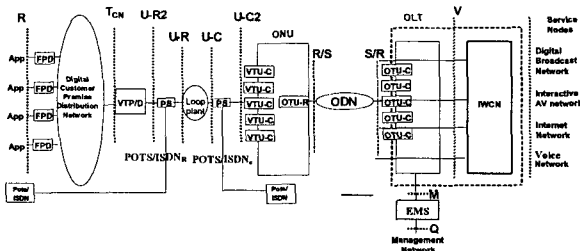


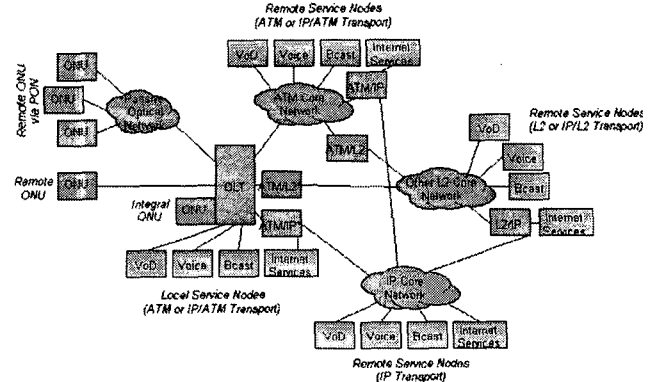
그림 3 FS-VDSL 참조모델

#### 3.1 코어망

FS-VDSL은 코어망에서의 전달방식에 대해서는 규정하고 있지 않으며, 이에 대한 선택은 각 망사업자에게 맡기고 있다. FS-VDSL SA 규격에서는 단지 Appendix 형태로 ATM 코어망, IP 코어망, 기타 코어망 (SONET/SDH, Ethernet, MPLS 등), ATM/IP 하이브리드 코어망 등 4가지의 예를 들고 있다. 이것은 그만큼 코어망이 각 나라의 망사업자마다 지역에 맞게 구축되어야 하고, 나라마다 특성이 다르기 때문에 하나로 규정할 수 없는 것에 기인한다.

또한 현재 QoS에 대한 논쟁이 ATM과 IP 사이에서 해결되지 않은 것도 하나의 이유이다. 전통적으로 ATM만이 QoS를 보장할 수 있다고 생각되어 왔지만, IP/Ethernet에서도 MPLS, Diffserv, 802.1p 등을 사용하여 CoS 형태의 QoS 보장기술이 계속 발전하는 추세에

있다. KT에서도 브로드밴드 서비스에 대한 코어망은 ATM으로 할 것인지, IP 기반으로 할 것인지에 대해서 하나로 결정하지 않고, 기술발전 추이를 보며 현재까지는 둘 다 수용하는 형태로 진행되고 있는 상황이다. 따라서 FS-VDSL 규격을 KT에 적용함에 있어서도 FS-VDSL에서 제시하고 있는 서비스구조를 수용하되 코어망의 구축에 대한 것은 KORNET, CDN, ATM 국가망 등 모두를 고려하여 구축한다.



\*A local ATM/IP and/or ATM/L2 service node may be implemented in the same equipment as the OLT (the ATM interface becomes internal to the equipment)

그림 4 하이브리드 코어망구조

비록 코어망에 대한 정의는 명확하게 하지 않았지만 FS-VDSL 규격을 End-to-End 서비스에 대한 규격이라고 할 수 있는 이유는, 코어망이 없이 서비스노드가 V 인터페이스에 바로 붙어있다고 가정할 경우 (또는 코어망에 QoS 보장에 있어서 충분히 그 역할을 수행한다고 가정할 경우), 서비스노드부터 가입자단까지 End-to-End로 Full Service를 정의하여, 비디오 서비스를 중심으로 한 데이터서비스, 음성서비스의 통합수용, 이를 위한 6+1가지의 데이터 커넥션 및 플로우 정의, 각종 서비스 관리방식, 멀티미디어컨텐츠 형태, DBTV 서비스 수용에 필요한 채널변경 및 채널복사, 비디오 전송에 필수적인 망요소 등 Full Service 제공을 위한 모든 요소를 정의하고 있기 때문이다.

#### 3.2 서비스노드

그림3과 그림4에서 서비스노드는 크게 DBTV, VOD, 인터넷, 음성서비스로 구성되며, 코어망, IWCN 및 V 인터페이스를 통하여 OLT와 연결된다. 그림3의 참조모델에서는 OLT와 서비스노드들이 직접 연결되어 있지만, 실제로는 OLT와 서비스노드 사이에 코어망 등의 전달망이 들어간다. OLT에서의 PSTN 접속을 위한 TDM 인터페이스는 선택사항으로 되어 있고, KT의 B-PON 시스템과는 달리 전용선망으로의 연결에 대해서는 규정하지 않고 있다.

#### 3.3 IWCN 인터페이스

InterWorking to Core Network (IWCN)은 코어망과 OLT 사이의 인터페이스로서 ATM을 비ATM 코어망에 연결하는 경우에 사용한다. OLT는 기본적으로 코어망 인터페이스로 ATM 인터페이스를 갖지만 Ethernet 등 다른 망과 접속하기 위한 인터페이스를 IWCN 형태로 OLT에 포함하여 구현할 수 있다.

본래 FS-VDSL은 OLT의 코어망 인터페이스로 ATM만을 규정하였다가, KT 및 여러 회원사들의 요청으로 IP/Ethernet 망과의 직접적인 접속을 위한 IWCN을 추가하였다. KT의 B-PON 규격에도 상위망 인터페이스로 ATM, Ethernet (Fast급 이상) 등을 복수로 규정하고 있으므로, IWCN 인터페이스는 KT의 규격과 호환된다고 할 수 있다.

### 3.4 액세스망

V 인터페이스와 U-C2 인터페이스 사이는 B-PON에 의한 액세스망이다. 그러나 FS-VDSL에서는 반드시 PON 형태의 FTTC/H 망만을 규정하는 것은 아니고, Point-to-Point 형태의 FTTC/H망, 또는 OLT와 ONU가 하나로 되어 있는 DSLAM (또는 Remote DSLAM)의 액세스망도 포함한다. U-C2에서 U-R2 사이는 VDSL에 의한 동선전송 구간이다.

### 3.5 홈네트워크

U-R2 인터페이스를 기준으로 하여 액세스망과 홈네트워크가 분리된다. VDSL Termination Processing/Decoding(VTP/D)는 홈게이트역할을 담당한다. 그림3에서 Digital Customer Premises Distribution Network라고 표시된 홈네트워크에서 사용되는 프로토콜은 Layer 3에서는 IP, Layer 2에서는 Ethernet을 사용하도록 되어 있으나, Layer 1에 대해서는 규정되지 않았다. 그 이유는 여러 가지 물리계층 기술이 경합하고 있어서 하나를 특징짓을 수가 없으며, 기존의 구내배선 구조 또한 고려해야 하기 때문이다. 그에 따라 Layer 1에 대해서는 유선에서는 Ethernet, HomePNA, PLC, 무선에서는 Bluetooth, 802.11, HomeRF 등 다양한 방식을 선택적으로 수용한다.

홈네트워크 안에서 멀티미디어 전송을 위해서 ATM을 사용하지 않고 IP/Ethernet을 사용하는 것에 주의해야 한다. 인터넷의 막대한 영향으로 IP/Ethernet이 데이터 서비스를 위한 사실상의 표준이며, 장비가격이 저렴하고, 작은 규모의 네트워크에서는 QoS를 제공할 수 있기 때문에 홈네트워크에서 IP/Ethernet을 ATM 대신 사용한다. 향후 코어망이 All IP망으로 진화하였을 경우, 홈네트워크 상에서는 이를 그대로 수용할 수 있는 장점이 있다.

홈네트워크의 구조는 두가지로 나뉜다. 홈게이트웨이와 셋탑박스가 하나로 합쳐진 원박스 형태의 집중형 구조가 있으며, 다른 하나는 홈게이트웨이와 셋탑박스가 각각 분리된 형태로 존재하며, 홈네트워크를 통해서 연결되는 분산형 구조가 있다. 각각 장단점이 있으므로 가입자의 주거환경에 맞게, 집중형, 분산형, 또는 하이브리드형 구조의 선택이 가능하다. 단, 가입자에게 홈게이트웨이를 제공하는 여부는, KT에서 임대해 주는 것과 가입자가 직접 구매하는 두 가지 선택이 가능하며, 이는 비즈니스 모델과 연계하여 결정하여야 한다.

방송서비스의 채널변경을 위한 프로토콜은 액세스망에서는 IGMPv2 또는 DSM-CC를 사용하고 홈네트워크에서는 IGMPv2를 사용하도록 되어있다. 채널변경에 대한 성능만으로는 DSM-CC가 우수하나, IGMP는 IP에 기반하고, 구현이 간단하여 분산형 구조인 홈네트워크에서는 DSM-CC보다 적합하다. 만약, 액세스망에서 DSM-CC를 사용할 경우는 홈게이트웨이에서 DSM-CC와 IGMP 사이의 프로토콜 변환을 수행해야 한다.

## 4. FS-VDSL 서비스 노드 구조

그림5는 FS-VDSL의 기본적인 서비스노드 구조를 보여주고 있다. FS-VDSL에서는 OLT에서 망쪽의 인터페이스로 ATM을 정의하고 다른 형태의 코어망과의 연결을 위해서는 ATM to Core Network device 등과 같은 장비를 통한다. 또는 FS-VDSL 참조모델에서와 같이 IWCN의 형태로 그림2의 점선부분이 OLT 내부에 함께 구현될 수도 있다.

### 4.1 ATM to Core Network 장치

이 장치는 OLT가 비ATM 코어망에 접속하는 경우, ATM을 코어망의 프로토콜로 변환하는 역할을 한다. 코어망이 IP망인 경우, 이 장치는 NAS의 역할을 한다. 코어망이 ATM인 경우에는, 이 장치가 필요하지 않다.

### 4.2 코어망

앞에서 언급했듯이, FS-VDSL은 코어망을 명확하게 정의하고 있지 않으며, 이에 관해서는 상당히 많은 논란이 있어왔다. FS-VDSL 초기인 2000년 말에서 2001년 초 사이에 ATM과 IP 중에 어떤 것을 코어망으로 선택할 것인가에 대한 논란이 많이 있었으며, 시스코에서 IP 코어망을 주장하였으나 지속적인 주장을 없어서 ATM 코어망으로 가닥을 잡았다. 하지만, 현재는 IP 기술의 지속적인 발전으로 IP를 코어망에서 제외하는 것이 향후 All IP기반 망으로 진화하는데 걸림돌이 된다고 판단하여 FS-VDSL에서는 ATM, IP, MPLS 등 다양한 형태의 코어망을 수용하여 사실상 코어망에 대한 제한은 없으며 다양한 예가 Part 2 규격 Appendix I에 있다. 단, 코어망은 다음 조건을 만족하여야 한다.

- 액세스망과 서비스노드 사이에 충분한 대역폭을 보장하여야 한다.
- 다양한 서비스의 QoS를 만족하기 위해서 ATM에서 제공하는 CBR, VBRrt, VBRnrt, UBR에 상응하는 서비스를 제공하여야 한다.
- 액세스망과 서비스노드 사이에서 적절한 라우팅/스위칭을 제공하여야 한다.
- 코어망은 DBTV 서비스를 위한 멀티캐스팅 기능(예, ATM인 경우에는 Point To Multi Point ATM 셀복사 기능)을 최적화된 형태로 제공하여야 한다.
- 코어망에서 대역폭 경쟁이 발생할 경우, 적절한 허가 제어 (Admission control)가 이루어져야 한다.
- ATM/IP/Ethernet 등이 복합적으로 구성된 코어망 구조인 경우, 각 프로토콜 간에 적절한 변환(예, ATM to IP)이 지원되어야 한다.

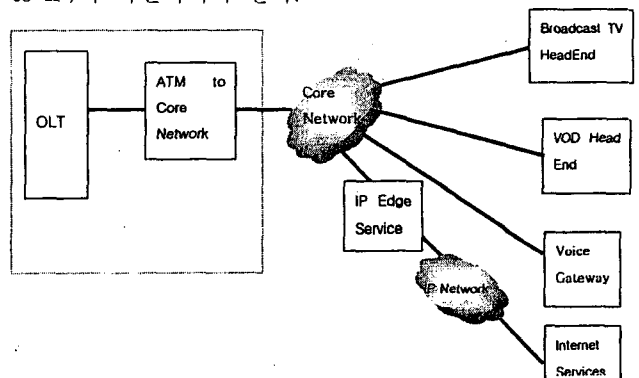


그림 5 FS-VDSL 서비스 노드 구조

### 4.3 IP 에지 서비스노드

ATM 코어망의 경우, IP 에지 서비스노드는 인터넷망으로 들어가기 위한 NAS 역할을 수행한다. IP 코어망의 경우에는 이 장치가 필요없다.

### 4.4 DBTV 헤드엔드

FS-VDSL에서는 DBTV 헤드엔드에서 어떤 방식으로 비디오 스트림을 받아야 하는지에 대해서는 규정하지 않는다. 따라서, 위성이나 케이블 등 다양한 경로를 통해 비디오 스트림을 받아서 MPEG-2 TS에 인캡슐레이션 한 후 코어망과 액세스망을 통해서 DBTV를 전송한다.

MPEG-2 TS로 인캡슐레이션하는 것은 MPEG-2로 압축하는 것과 직접적인 관계가 없다는 것에 주의해야 한다. 예로, MPEG-2 TS는 Transport Stream에 해당하는 것으로 MPEG-4로 인코딩된 비디오 역시 실어 나를 수 있다. FS-VDSL에서 MPEG-2로 확정하지 못하는 이유는 MPEG-4 디코더칩이 현재 나왔으며, 시간은 걸리겠지만 대역폭 대비 화질이 좋으므로 점차적으로 널리 쓰일 것이기 때문이다. MPEG-4의 화질은 일반적인

MPEG-2의 화질보다는 조금 못하지만, 주의해서 관찰하지 않으면 움직임이 심하지 않은 영상에서는 그 차이를 느낄 수 없다. KT 역시 MPEG-2와 MPEG-4에 대해서 모두 준비를 하여 추후 시장기술의 발전 추이에 맞게 적용해야 할 것이다.

**4.5 VOD 헤드엔드**

VOD 헤드엔드는 다음과 같은 기능을 수행한다. VOD 서비스를 위한 콘텐츠관리, 과금, 세션관리, 커넥션관리, DRM, 비디오서버, QoS를 위한 코어망 및 액세스망으로의 대역보장 등이 있다.

**4.6 Voice Gateway**

Voice Gateway는 패킷화된 음성을 PSTN망에 접속하는 역할 또는 그 반대의 역할을 한다. FS-VDSL에서는 음성서비스를 위해 전통적인 POTS 이외에 VoDSL 지원을 선택사항으로 하고 있다.

**5. 멀티미디어 콘텐츠 부호화 및 인캡슐레이션**

FS-VDSL에서는 다양한 멀티미디어 콘텐츠 부호화를 인정하여, MPEG-2나 MPEG-4 모두 가능한 구조이나 현재까지는 MPEG-2를 중심으로 하고 있다. 모든 멀티미디어 콘텐츠는 반드시 MPEG-2 SPTS를 사용해야 한다.

MPEG-2 SPTS를 사용하여 인캡슐레이션 하는 방법에 대해서는 ATM에 직접 실는 방식과 IP/Ethernet을 이용하는 방식이 모두 가능하다. 한가지로 정의하지 못한 이유는, 향후 IP로의 진화를 고려하여 5.1절에서 설명할 MPEG2-TS/IP/Ethernet/ATM 인캡슐레이션만을 채택하려고 하였으나, IP를 수용할 경우에 생기는 오버헤드를 문제로 삼아, Qwest와 Bell Canada에서 MPEG2-TS/ATM을 강력히 주장하였기 때문이다. 이것은 Qwest에서 이미 MPEG2-TS/ATM을 사용하여 서비스를 하고 있기 때문인 것으로 풀이된다.

**5.1 MPEG2-TS/ATM 인캡슐레이션**

MPEG2-TS/ATM 인캡슐레이션의 경우에는 MPEG2-TS이 AAL5/ATM에 바로 실리며, ITU-T J.82에 정의된 데로 MPEG-2를 사용하여 CBR 형태로 DBTV를 전송해야 한다. MPEG2-TS의 크기는 188byte이고 ATM 셀 페이로드는 48byte이므로 8개의 ATM 셀 384byte에 두 개의 MPEG2-TS 376byte를 인캡슐레이션 하는 8 to 2 straight mapping을 사용한다. 이것의 장점은 추가적인 오버헤드가 없다는 것이며, DAVIC에서 ATM을 이용한 MPEG-2 전송을 다룰 때 제안되었던 방식이다. 그러나, 이 방식은 IP를 수용하고 있지 않기 때문에, 비디오 전송을 위한 망이 IP망과 완전히 별도로 구축되어야 하며, IP로의 서비스 통합이 불가능하므로, 향후 망의 진화를 고려할 때 적절하지 못할 것으로 판단된다.

A/V contents
MPEG-2 TS
AAL-5
ATM

**5.2 MPEG2-TS/IP/ATM 인캡슐레이션**

이 방식은 MPEG2-TS를 UDP / IP / Ethernet / AAL5 / ATM을 사용하여 인캡슐레이션 한다. 이때 사용하는 Ethernet은 RFC 2684 브리지모드 LLC/SNAP without FCS를 반드시 따라야 한다. 현재의 추세는 ATM 뿐만 아니라 IP를 이용하여 MPEG을 전송하는 것이다. KT에서 제공하고 있는 Ntopia-V같은 경우에는 MPEG-2를 순수한 IP/Ethernet만을 이용하여 전송한다. 향후, 모든 서비스의 IP통합을 위해서는 MPEG2-TS / IP/ATM을 이용한 인캡슐레이션이 MPEG2-TS/ATM을

이용한 인캡슐레이션보다 적합할 것으로 보이며, 이는 향후, all IP 솔루션을 사용할 때도 보다 잘 적용될 수 있을 것으로 보인다. 예를들어, VOD 등을 서비스하는 경우에도, MPEG2-TS/IP/ATM에서 사용했던 IP VOD 서버를 그대로 MPEG2-TS/IP에 이용할 수 있다.

A/V content
MPEG2-TS
(...)
UDP
IP
Ethernet
RFC2684
AAL-5
ATM

**6. KT 사업과의 연계성**

FS-VDSL의 작업은 KT의 Full Service Access Network 구축과 그 방향을 같이 하고 있다. KT는 B-PON을 이용하여 액세스망의 FTTC/H를 추진하고 있으며, FS-VDSL에서는 이에 대한 솔루션으로 B-PON과 VDSL을 이용하는 것을 권고하고 있다. KT는 FS-VDSL 규격을 분석함으로써 기본적으로 KT의 브로드밴드 액세스망 구축에 활용하고, 그의 일례로서 B-PON 시범서비스의 계획 및 실행에 사용한다.

**7. 결 론**

본 논문에서는 FS-VDSL 규격의 핵심적인 사항과 KT의 브로드밴드 망구축에의 적용성에 대해서 살펴보았다. FS-VDSL 규격은 동선구간에 VDSL을 적용하고, 액세스망으로는 B-PON을 사용하여, 비디오서비스, 데이터 서비스 및 음성서비스를 포괄하는 Full Service를 제공하려고 한다. 이미 데이터 서비스는 그 망구조가 IP에 기반하여 정립된 상태에 있으므로, FS-VDSL에서는 비디오 트래픽의 효과적인 전달을 위한 망구조 및 프로토콜에 집중하고 있다. 코어망에 대해서는 IP, ATM, MPLS 등 여러 가능성을 남겨두고 있으며 액세스망은 ATM에 기반한 B-PON, 동선구간은 VDSL이며 홈네트 워크 Layer 3는 IP, Layer 2는 Ethernet에 기반하고 Layer 1은 UTP5, HomePNA, Bluetooth 등이 가능하다. FS-VDSL 규격은 2002년 6월에 공표되었지만, 이것에 대한 추가적인 개정작업이 ITU-T / FS-VDSL Focus Group에서 2003년 5월까지 진행되어 최종적인 ITU-T FS-VDSL 규격은 2003년 5월에 완성된다. 따라서 현재의 FS-VDSL 규격은 기술발전추이에 따라서 변경될 수 있으며, 이에 대한 지속적인 연구 및 그에 따른 망구축방안 설정이 요구된다.

**[참 고 문 헌]**

- [1] FS-VDSL Operators WG: FS-VDSL Part 1: Operator Requirements, FS-VDSL, May 2002
- [2] FS-VDSL System Architecture WG: FS-VDSL Specification Part 2: System Architecture, FS-VDSL, May 2002
- [3] FS-VDSL Specification Part 3: Customer Premises Equipment Specification, FS-VDSL, May 2002
- [4] FS-VDSL VDSL WG: FS-VDSL Specification Part 4: Interoperable VDSL Systems, FS-VDSL, May 2002
- [5] FS-VDSL OAM WG: FS-VDSL Specification Part 5: OAM Specification, FS-VDSL, May 2002