

디지털 방송 서비스를 위한 VDSL/ATM 기반의 망 모델 연구

김도현*
천안대학교 정보통신학부

A Study of Network Model based on VDSL over ATM for Digital Broadcast Service

DoHyeon Kim
Dept. of Information and Computer Engineering, Cheonan Univ.
E-mail : dhkim@infocom.cheonan.ac.kr

요 약

최근 초고속인터넷과 다채널 방송, VOD(Video on Demand), HDTV 등의 광대역 통합 서비스와 음성, 음악, 원격감시, 화상전화/회의 등의 부가기능을 제공하는 통신 서비스를 동시에 수용하기 위해 VDSL(Very high speed Digital Subscriber Loop)에 대한 연구가 진행중이다. 본 논문에서는 DSL 포럼 및 FS-VDSL 위원회의 기고서와 규격을 바탕으로 ATM과 IP 기반의 VDSL을 이용한 디지털 방송 서비스를 제공하기 위한 종단간 ATM 모델과 ATM-IP 연동 모델에 대한 망의 구성 및 프로토콜 스택을 제시하고 비교 분석한다. 그리고 ATM/VDSL 기반에서 DSM-CC(Digital Storage Media Command and Control)와 IGMP(Internet Group Management Protocol) 프로토콜을 이용한 디지털 방송 서비스 제공 절차를 제안한다.

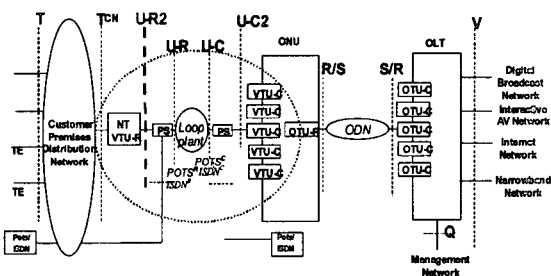
1. 서론

최근 TCP/IP를 이용한 인터넷이 급속하게 발전하고, HDTV 상용화로 인해 디지털 방송 서비스가 활성화되고 있다. 디지털 방송은 전형적으로 디지털 TV 로써 단방향 모드의 브로드캐스터를 의미하며, 지금까지 빠른 성장률을 보이며 발전하고 있다. 음성은 물론 많은 채널의 케이블 방송, 인터넷 등의 데이터 통신, 주문형 비디오, 원격교육 및 홈쇼핑 등 급격히 늘어나고 있다. 이미 선진국에서는 널리 보급된

CATV 전송망을 통해 인터넷, 주문형 비디오 등 방송과 통신을 하나의 전송매체를 통해 통합 서비스를 제공하려고 한다. 국내에서도 CATV 전송망을 통한 부가서비스에 관심을 보이고 있으나 전송망 공사 초기에 이런 광대역 양방향 서비스들을 고려하지 않았기 때문에 기존 CATV 전송망이 고화질의 영상 서비스를 위한 추가 규격을 맞추기는 현실적으로 어려운 실정이다. CATV 전송망 이외에도 고속으로 대량의 정보를 전송하기 위해서는 동선 전화회선을 이용한 ADSL(Asynchronous Digital Subscriber Loop) 기술이 있

다. 그러나 아직 디지털 방송 및 고속 데이터를 전송하는 데 전송 속도측면에서 부족한 편이다. 이에 VDSL (Very high speed Digital Subscriber Loop) 기술을 이용하여 P2P와 같은 쌍방향 대용량 데이터 전송 서비스와 HDTV와 같은 고화질의 영상 서비스를 제공하려고 한다[1-3]. VDSL 기술은 POTS(Plain Old Telephone Service) 제공시 이용되지 않는 음성 대역외의 고주파대역을 이용하여 인터랙티브 TV 등 멀티미디어 서비스 특성을 갖는 대용량의 데이터를 전송한다. VDSL를 이용한 망에서는 FTTC (Fiber To The Curb), FTTB(Fiber To The Basement)의 구성요소인 ONU (Optical Network Unit)와 가입자사이의 동선 전화회선을 사용하여 가입자 액세스망을 구성한다. 이때 VDSL 모형을 사용하여 하향으로 최대 52Mbps 전송 속도, 상향으로는 1.6Mbps 이상을 지원한다.

현재 VDSL의 연구는 FS-VDSL 위원회와 DAVIC, ANSI T1/E1.4 (USA DSL standards), ITU SG 15 Q4 등에서 진행하고 있다. 특히, 2000년 6월 VDSL 조기 상용화를 위해 BT, France Telecom, Qwest 등을 주축으로 이루어진 FS-VDSL 위원회에서는 ATM과 IP 기반에서 VDSL 기술을 이용하여 디지털 방송, VOD 서비스 등의 고화질의 동영상 서비스를 실현하기 위하여 서비스, 망 구조 및 프로토콜 등에 대해 연구가 진행중에 있다.



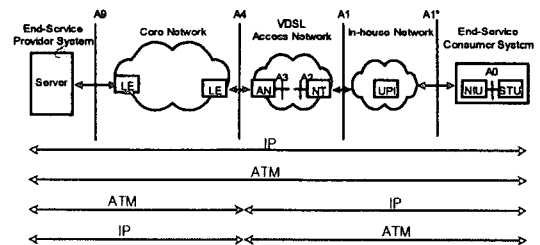
[그림 1]. VDSL 시스템 구조 참조 모델

FS-VDSL 위원회에서는 그림 1과 같이 VDSL 시스템 구조 참조 모델을 제시하고 있다. 그림 1의 가입자 액세스 망에서 OLT(Optical Line Termination)와 ONU사이에는 광섬유를 이용한 ODN(Optical Distribution Network)이 있고, ONU와 NT(Network Terminal) 간에 VDSL 기술이 적용된다. NT는 VDSL

모델인 VTU-R(VDSL Terminal Unit-Remote), CO(Central Office), VTU-C(VDSL Terminal Unit - Central) 등으로 이루어져 있다. 그리고 ONU는 여러 개의 VTU-C를 근간망으로 다중화 처리를 담당할 DSLAM(DSL Access Multiplexer)가 있다. OLT는 ODN을 통해 음성, 데이터, 비디오 등의 서비스를 제공하는 허브의 역할을 수행한다.

본 연구에서는 ATM/VDSL 기반의 디지털 방송 서비스를 제공하기 위하여 현재 실현 가능한 모델인 종단간 ATM 모델과 서버에서 액세스 노드까지 ATM-IP 연동 모델을 제시하고 평가한다. 이를 위해 두 모델에 대해 디지털 방송을 위한 비디오 데이터 전달 및 제어를 위한 망 구성과 프로토콜 스택을 제안한다. 그리고, ATM-IP 연동 모델에서 IGMP (Internet Group Management Protocol)와 DSM-CC (Digital Storage Media Command and Control)기반의 3가지 디지털 방송 서비스 제공 절차를 제안한다.

서론에 이어 2장에서는 ATM과 IP 기반에서 VDSL을 이용한 디지털 방송 서비스를 제공하기 위한 망 모델을 설명한다. 그리고, ATM/VDSL 기반의 디지털 방송 서비스 제공하는 종단간 ATM 모델과 ATM-IP 연동 모델의 구성과 프로토콜 스택을 제시하고 비교 분석한다. 3장에서는 위한 IGMP와 DSM-CC 기반의 디지털 방송 서비스 제공 절차를 제안한다. 마지막으로 4장에서는 결론을 맺는다.



[그림 2]. VDSL 기반의 디지털 방송 서비스 망 모델

2. ATM/VDSL 기반의 디지털 방송망 모델

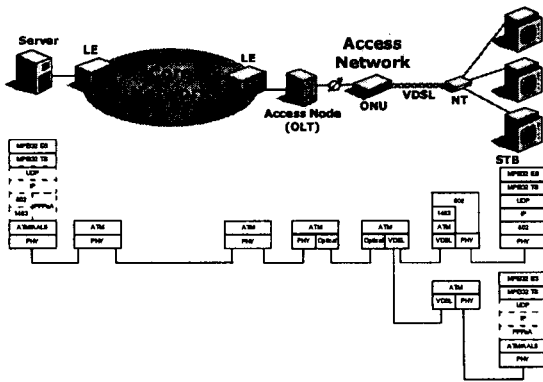
본 장에서는 DAVIC의 멀티미디어 서비스 망의 기본 구조를 바탕으로 그림 2과 같이 VDSL 기반의 종단 IP 모델, 종단 ATM 모델, IP-ATM 연동 모델 및

ATM-IP 연동 모델을 제시한다. 여기서 서버는 서비스 제공자의 서버이거나 헤드엔드를 의미한다.

종단간 ATM 모델은 디지털 방송 망의 종단에 위치한 서버와 셋탑 박스를 비롯한 모든 구성 요소가 ATM 방식을 지원하여 종단간에 ATM 셀을 전송한다. 종단간에 IP 모델은 디지털 방송 망의 종단에 위치한 서버와 셋탑 박스를 비롯한 모든 구성 요소가 IP 방식을 지원하여 종단간에 IP 패킷을 전송한다. 반면 ATM-IP 연동 모델에서는 서버에서 액세스 노드까지만 ATM 셀을 전송하고, 액세스 노드에서 셋탑 박스까지의 가입자 액세스망에서는 ATM 셀을 IP 패킷으로 전달한다.

2.1 종단간 ATM 모델

종단간 ATM을 이용하는 디지털 방송 망에서 기간망은 ATM이고 가입자 액세스 망은 VDSL 방식을 이용한다. 이때 ONU에서 가입자의 셋탑 박스까지 ATM 셀을 전달하기 위해 ATM 셀을 VDSL 프레임에 실어서 전송한다.

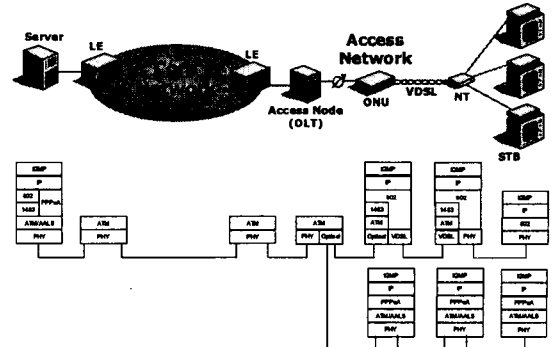


[그림 3] 디지털 방송 데이터 전달을 위한 종단간 ATM 모델의 구성 및 프로토콜 스택

그림 3에서와 같이 종단간 ATM을 이용하는 디지털 방송 망 프로토콜에서는 서버(또는 헤드엔드)와 가입자 셋탑 박스 등의 모든 장비에서 ATM 프로토콜 스택을 지원한다. 서버와 액세스 노드 사이에는 ATM UNI와 NNI 표준 인터페이스를 사용하고, ATM 셀을 전달한다. 가입자 액세스 망에 해당하는 액세스

노드와 가입자 셋탑 박스 간에는 ATM 셀을 VDSL 프레임으로 변환하여 전달한다. NT는 셋탑 박스와 분리되거나 셋탑 박스에 구현될 수 있으며, 셋탑 박스는 ATM 셀, MPEG2-TS로 변환하여 MPEG-2 비디오 신호를 재생한다. 이때 셋탑 박스와 NT 간에 IP 기반의 인터넷으로 이루어져 있거나 서버가 IP 기반일 경우에는 IEEE 802, RFC 1483 및 PPPoA(PPP over ATM)와 IP/UDP와 같은 인터넷 관련 프로토콜이 요구된다. 여기서 RFC 1483(Multi-protocol Encapsulation over ATM AAL5)은 NT와 셋탑박스 간에 이더넷 환경일 경우 이더넷과 같은 링크 프로토콜을 ATM을 통해 제공한다. PPP는 다이얼 옆 모뎀 연결에서 IP를 위한 링크 제어 기능을 제공하는 수단으로 널리 이용되어 있으며, PPPoA는 ATM 가상 회선에 PPP를 사용할 수 있도록 지원한다. 또한, 비디오 스트림을 MPEG-2로 하였으나 MPEG-4에서도 유사한 프로토콜 스택으로 이루어진다.

그림 4에서는 디지털 방송 서비스에 제어 메시지를 전달하기 위한 종단간 ATM 모델 구성 및 프로토콜 스택의 예를 보여주고 있다. 여기서는 IGMP 프로토콜을 이용하고 있으며, ONU에서 방송 데이터를 복사하여 분배하고 있다. 또한 ONU의 프로토콜 스택을 OLT에 구현하여 OLT에서 방송 데이터를 분배할 수 있다.



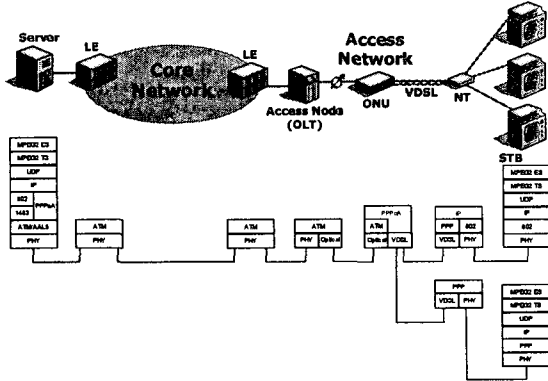
[그림 4] 디지털 방송 서비스를 제어하기 위한 종단간 ATM 모델의 구성 및 프로토콜 스택

종단간 ATM 모델에서는 셋탑 박스가 여러 계층의 프로토콜 스택으로 구성됨으로 인하여 구현이 복잡한 반면, 디지털 방송 가입자가 ATM의 QoS 서비스

를 제공받기에 용이하다.

2.2 ATM-IP 연동 모델

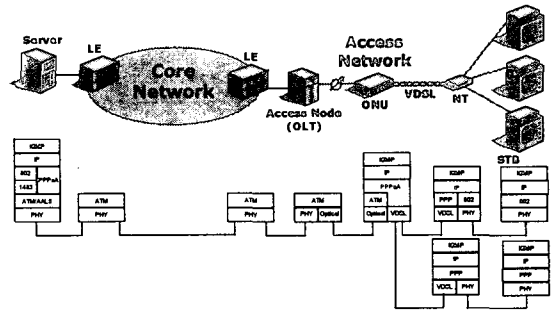
서버에서 OLT/ONU까지 ATM 셀을 이용한 디지털 방송망은 가입자 액세스 망에서 IP를 디지털 VDSL 프레임에 실어 전달한다.



[그림 5] 디지털 방송 데이터 전달을 위한 ATM-IP 연동 모델의 구성 및 프로토콜

그림 5는 디지털 방송 서비스를 제공하기 위하여 서버에서 ONU까지만 ATM을 이용하는 ATM-IP 연동 모델 구성과 프로토콜을 보여주고 있다. 연동 모델에서 서버는 MPEG-2 비디오 신호를 MPEG2-TS, IP 패킷, ATM셀로 변환하여 ATM 기간망을 통해 ONU까지 전송한다. ONU에서는 도착한 ATM 셀의 ATM과 AAL 헤더를 제거하고, PPP 프레임으로 재조합한다. PPP 프레임은 다시 VDSL 프레임으로 변환되어 전송된다. NT에서는 디지털 VDSL 프레임을 다시 PPP 프레임으로 변환하거나 IP 패킷으로 변환하여 이더넷을 통해 셋탑 박스에 제공한다. 셋탑 박스에서는 원래의 이더넷 프레임이나 PPP 프레임을 IP 패킷, MPEG-2 비디오 스트림으로 변환하여 TV나 모니터 화면에 재생한다. 여기서 ONU의 프로토콜 스택을 OLT에 구현될 수 있으며 이 경우 OLT에서 NT까지 PPP로 MPEG-2 스트림을 전송할 수 있다.

그림 6에서는 디지털 방송 서비스에게 제어 메시지를 전달하기 ATM-IP 연동 모델 구성 및 프로토콜 스택의 예를 보여주고 있다.



[그림 6] 디지털 방송 서비스 제어를 위한 ATM-IP 연동 모델의 구성 및 프로토콜

ATM-IP 연동 모델은 서버에서 전송한 ATM 셀을 OLT/ONU에서 PPP 프레임으로 다시 복원하여 가입자에게 전송하므로 인터넷 환경에서 비디오를 분배하여 전송하기에 적합하다. 그리고, ATM을 지원하지 않는 셋탑 박스를 비교적 간단하게 구현할 수 있으므로 종단간 ATM 모델에 비하여 디지털 방송 서비스를 제공하기가 용이하다. 그러나, OLT/ONU와 셋탑 박스 사이의 IP 기반에서는 아직 QOS를 보장하는 서비스를 지원하기 어렵다.

[표 1] ATM/VDSL 기반의 디지털 방송 서비스 망 모델 비교

	종단간 ATM 모델	ATM-IP 모델
가입자 액세스 링크	ATM over VDSL	PPP over VDSL
셋탑 박스 복잡도	고	저
ONU 복잡도	저	고
서비스 확장성	가능	가능
QOS 보장	용이	곤란
서비스	단방향 분배형, 양방향 주문형	단방향 분배형, 양방향 주문형

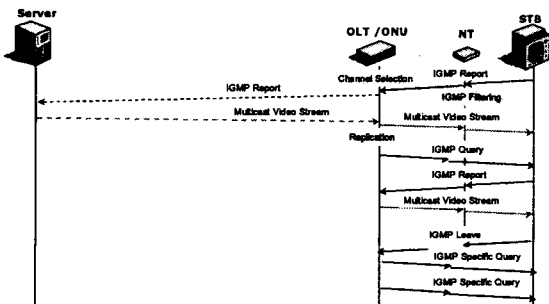
표 1에서는 제안된 ATM/VDSL 기반의 디지털 방송 서비스 제공 방안들을 링크, 복잡성, 확장성, 서비스 확장, QOS 보장 등을 중심으로 상호 비교하고 있다. 여기서 종단간 ATM 모델은 양방향을 지원하고, QOS 보장이 용이한 반면, 셋탑 박스나 NT에 IP와 ATM 계층 모두 필요로 함으로 구현이 복잡하고, 비

용이 높아지는 단점이 있다. ATM-IP 연동 모델은 셋탑 박스는 간단하게 구성되나, QOS 보장 서비스를 제공할 경우 어려움이 예상된다.

3. IGMP와 DSM-CC 기반의 디지털 방송 서비스 절차

디지털 방송 서비스를 제공하기 위해서는 채널 선택 및 연결(zapping)을 위한 프로토콜이나 시그널링 과정이 요구된다. 대표적인 프로토콜로 멀티캐스팅을 지원하는 IGMP와 양방향 비디오/오디오 서비스의 연결 제어를 수행하는 DSM-CC가 있다. 현재 FS-VDSL Committee에서는 IGMP와 DSM-CC에 대해 IP 프로토콜, zapping 기능 코드 지원 등의 항목을 중심으로 연구가 진행 중이다.

본 연구에서는 ATM-IP 연동 모델 기반의 IGMP를 이용하는 방안, DSM-CC를 이용하는 방안과 IGMP와 DSM-CC 연동 방안에 대해 디지털 방송 서비스 절차를 제안한다.

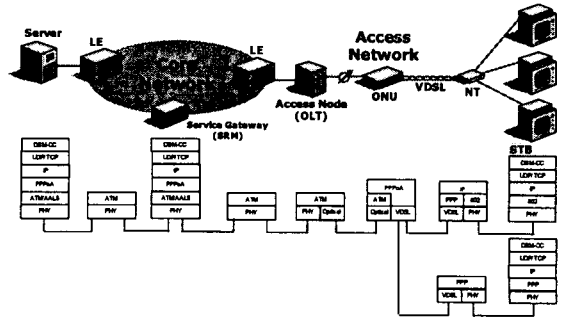


[그림 7] IGMP를 이용한 디지털 방송 서비스 절차

3.1 IGMP를 이용한 디지털 방송 서비스

그림 7에서는 앞 장에서 제시된 그림 6의 망 구성과 프로토콜을 이용하여 IGMP 기반의 디지털 방송 서비스 절차를 보여 주고 있다. 여기서는 OLT/ONU에서 멀티캐스팅을 수행하는 것으로 본다. 셋탑 박스에서 IGMP Report 메시지를 이용하여 그룹 가입과 채널 선택을 할 경우 OLT/ONU에 복사하여 멀티캐스팅 비디오 스트림을 전송한다. OLT/ONU는 셋탑 박스

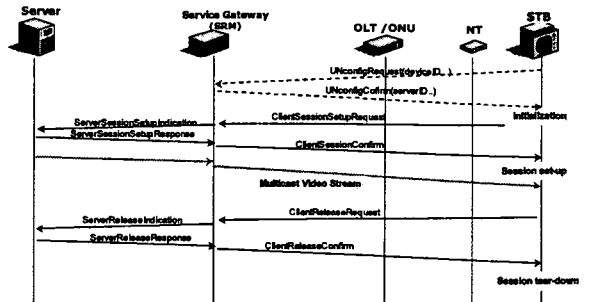
의 전송 상태를 확인하기 위해 Query 메시지를 전달하고 Report 메시지를 수신한다. 셋탑 박스에서는 Leave 메시지를 전달하여 비디오 스트림 전송 중지를 요청한다. OLT/ONU는 더 이상 멤버가 없는지 확인하기 위하여 Group-Specific Query 메시지를 여러 번 전송하여 셋탑 박스로부터 Report 메시지가 오지 않을 경우 해당 그룹에 대한 패킷 중계를 중단하게 된다 [4].



[그림 8] DSM-CC 기반의 디지털 방송 서비스 제어를 위한 망 구성 및 프로토콜

3.2 DSM-CC를 이용한 디지털 방송 서비스

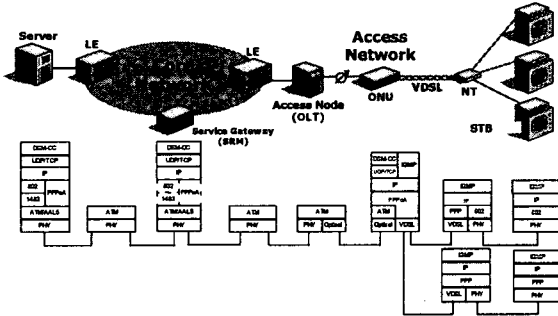
DSM-CC를 이용할 경우 망 구성과 프로토콜 스택은 그림 8과 같다. 여기서 IGMP와 다르게 DSM-CC에서는 필요한 세션 및 자원을 관리해 주는 SRM (Session and Resource Manager)이 요구된다. 따라서 셋탑 박스, SRM, 서버에 DSM-CC 프로토콜이 구현되고 이들 간의 세션 설정 및 디지털 방송 데이터 전송이 이루어 진다[5].



[그림 9] DSM-CC를 이용한 디지털 방송 서비스 절차

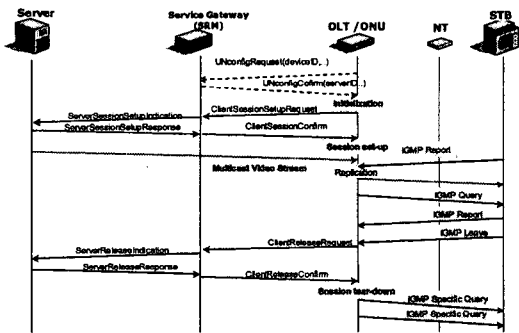
그림 9에서는 DSM-CC User-to-Network configuration

프로토콜을 이용한 셋탑 박스 초기화 과정, DSM-CC User-to-Network 프로토콜을 이용한 셋탑 박스와 특정 서버간 세션 설정 과정, 서버에서 셋탑 박스로 비디오 정보 전달을 보여 주고 있다. 그리고 이들 과정 후에 서버와 셋탑 박스 간의 세션 해제 과정을 보여 주고 있다.



[그림 10] IGMP와 DSM-CC 연동 방식을 이용한 디지털 방송 서비스 제어를 위한 망 구성 및 프로토콜

그림 10에서는 IGMP와 DSM-CC 연동 방식을 이용할 경우 망 구성과 프로토콜 스택을 보여 주고 있다. OLT/ONU나 NT에서 멀티캐스팅이 가능하나 여기서는 OLT/ONU에서 수행할 경우를 보여주고 있다. 연동 방식에서는 ONU에서 서버까지의 기간망에서는 DSM-CC를 이용하고, ONU와 셋탑 박스 사이의 액세스 망에서는 IGMP를 사용하고 있다. 이를 위해 OLT/ONU에 DSM-CC와 IGMP 모두 설치되어 프로토콜 변환 과정이 요구된다.



[그림 11] IGMP와 DSM-CC 연동 방식을 이용한 디지털 방송 서비스 절차

IGMP와 DSM-CC 연동 방식을 이용한 디지털 방송

서비스 절차는 그림 11에서 보여주고 있다. 초기에 DSM-CC User-to-Network configuration 프로토콜을 이용하여 SRM과 ONU 사이에 초기화 과정을 수행한다 그리고, ONU와 특정 서버간 DSM-CC User-to-Network 프로토콜을 이용하여 세션을 설정한다. 이후 셋탑 박스에서 채널을 선택하게 되며 IGMP Report 메시지를 ONU 전달하고, ONU는 비디오 스트림을 셋탑 박스에 전달한다.

5. 결론

현재 세계적으로 VDSL 전송 방식을 이용한 디지털 방송 및 VOD 서비스 요소 기술 분석, 망 구조, 프로토콜 및 시그널링에 대한 연구가 진행 중에 있다. 본 논문에서는 VDSL/ATM 기반의 디지털 방송 서비스를 제공하는 종단간 ATM 모델과 ATM-IP 연동 모델과 이들 모델에 대해 망 구조과 프로토콜 스택을 제시하고 상호 비교 분석한다. 그리고, DSM-CC, IGMP 방식, DSM-CC와 IGMP 연동 방식을 이용하는 3 가지 제어 프로토콜 스택과, 서버와 셋탑 박스 간의 디지털 방송 서비스 절차를 제시한다.

[참고문헌]

- [1] FS-VDSL Commintte, "VDSL System Architecture Specification," FS0052 Revision 0.45, 2001. 5,
- [2] Vijay K. Bhagavath, "Emerging High-Speed xDSL Access Service s: Architectures, Issues,Insights, and Implications," *IEEE Communications Magazine*,Nov. 1999.
- [3] Digital Audio Video Council Technical Report, DAVIC 1.1 Specification
- [4] William C. Fenner, "Internet Group Management Protocol, Version 2," RFC-2236, Nov. 1997.
- [5] ISO/IEC 13818-6: MPEG-2 Digital Storage Media Command and Control, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, Mar. 1995.