

IP기반 차세대 케이블방송 기술 (기술보고서)

Technology for IP-based Next Generation
Cable TV Broadcasting(Technical Report)

표준초안 검토 위원회 케이블방송프로젝트그룹(PG803)

표준안 심의 위원회 방송기술위원회(TC8)

	성명	소속	직위	위원회 및 직위	표준번호
표준(과제) 제안	정준영	한국전자통신연구원	책임연구원	PG803/위원	
표준 초안 작성자	정준영	한국전자통신연구원	책임연구원	PG803/위원	
	라상중	한국전자통신연구원	선임연구원	PG803/위원	
사무국 담당	유현욱	TTA	단장	사무국	
	최다인	TTA	선임연구원	사무국	

본 문서에 대한 저작권은 TTA에 있으며, TTA와 사전 협의 없이 이 문서의 전체 또는 일부를 상업적 목적으로 복제 또는 배포해서는 안 됩니다.

본 표준 발간 이전에 접수된 지식재산권 협약서 정보는 본 표준의 '부록(지식재산권 협약서 정보)'에 명시하고 있으며, 이후 접수된 지식재산권 협약서는 TTA 웹사이트에서 확인할 수 있습니다.

본 표준과 관련하여 접수된 협약서 외의 지식재산권이 존재할 수 있습니다.

발행인 : 한국정보통신기술협회 회장

발행처 : 한국정보통신기술협회

13591, 경기도 성남시 분당구 분당로 47

Tel : 031-724-0114, Fax : 031-724-0109

발행일 : 2019.12

서 문

1 기술보고서의 목적

이 기술보고서의 목적은 케이블 방송망에서 IP 기반의 방송 서비스를 제공하기 위한 기술적 방법을 제시하기 위한 것으로, 향후 IP기반 차세대 케이블 방송 송수신 정합 표준화를 위한 기초자료로 활용 가능하다.

2 주요 내용 요약

이 기술보고서는 케이블 방송망에서 IP기반의 융합 서비스를 제공하기 위한 기술에 대한 분석과 새로운 전송 방식에 대한 기술을 제안한다. 특히 기존의 IP기반 방송 서비스를 전송하는 기술인 DIBA 및 CCS 방식에 대해 살펴보고 이에 대한 장단점을 분석한다. 마지막으로 IP기반의 차세대 케이블방송 시스템을 위한 전송에 대한 방식 안을 제시한다.

3 인용 표준과의 비교

3.1 인용 표준과의 관련성

해당사항 없음

3.2 인용 표준과 본 표준의 비교표

해당사항 없음

Preface

1 Purpose

The standard is to present a technical method for providing IP based broadcasting service in cable broadcasting network and it can be used as basic recommendation for standardization of IP-based next generation cable broadcasting service.

2 Summary

The standard presents an analysis of the technology for providing IP-based convergence services in cable networks and a description of new transmission methods. Especially, it examines DIBA and CCS, which is a technology to transmit existing IP based broadcasting service, and analyzes pros and cons of it. Finally, we propose a transmission scheme for next generation cable broadcasting system based on IP.

3 Relationship to Reference Standards

None

목 차

1 적용 범위	1
2 인용 표준	1
3 용어 정의	1
4 약어	1
5 IP기반 방송기술	4
5.1 IP기반 방송 개요	4
5.2 DOCSIS 기반 IP 방송	10
5.3 DIBA 기반 IP 방송	12
5.4 CCS 기반 IP 방송	14
6 IP기반 차대세 케이블방송 기술 제안 (기술 내용 서술)	16
6.1 IP기반 전송 프로토콜 도입	17
6.2 케이블 방송 링크 계층 프로토콜 (CLP)	18
6.3 PLP 지원	20
부록 I -1 지식재산권 요약서 정보	22
I -2 시험인증 관련 사항	23
I -3 본 표준의 연계(family) 표준	24
I -4 참고 문헌	25
I -5 영문표준 해설서	26
I -6 표준의 이력	27

IP기반 차세대 케이블방송 기술(기술보고서)

(Technology for IP-based Next Generation Cable TV Broadcasting(Technical Report))

1 적용 범위

이 기술보고서는 케이블 방송망에서 IP 기반의 방송 서비스를 제공하기 위한 기술적 방법을 제시하기 위한 것으로, 향후 IP기반 차세대 케이블 방송 송수신 정합 표준화를 위한 기초자료로 활용하는 것을 목적으로 한다.

2 인용 표준

해당사항 없음

3 용어 정의

3.1 IP기반 방송

방송 프로그램을 전송하는 MPEG-2 TS 스트림 데이터를 IP 패킷에 실어 전송하는 것으로, 전송 대역 및 전송 프로토콜 스택은 IP망의 형태(무선망, 유선망 등)에 따라 다름

3.2 RF 기반 방송

일반적으로 방송 프로그램을 전송하는 콘텐츠 스트림(예: MPEG-2 TS) 데이터를 RF 송수신에 직접 입출력하는 것을 의미함. RF 기반 방송은 학술적으로 명확하게 용어가 정의된 것은 아니며, IP기반 방송과 구분되는 전통적인 디지털 방송 방식을 표현하기 위해 사용

4 약어

A/V	Audio/Video
ALP	ATSC Link-layer Protocol
ATSC	Advanced Television Systems Committee
AVC	Advanced Video Codec
CCS	Cable Convergence Solution

CLP	Cable TV broadcasting Link layer Protocol
CM	Cable Modem
CMTS	Cable Modem Termination System
DASH	Dynamic Adaptive Streaming over HTTP
DCATV	Digital Cable Television
DCS	Dish Convergence Solution
DEPI	DOCSIS External PHY Interface
DIBA	DOCSIS IP–video Bypass Architecture
DOCSIS	Data Over Cable Service Interface Specification
DTV	Digital Television
EQAM	Edge–QAM
HD	High Definition
HFC	Hybrid Fiber Coax
IGMP	Internet Group Management Protocol
IP	Internet Protocol
IPTV	Internet Protocol Television
LMT	Link Mapping Table
MAC	Media Access Control
M–CMTS	Modula–CMTS
MDF	Main Distribution Frame
MPEG	Moving Picture Expert Group
MMT	MPEG Media Transport
MPTS	Multiple Program Transport Stream
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
OTT	Over–The–Top
PHY	Physical
PLP	Physical Layer Pipe
PP	Program Provider
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
RDT	ROHC–U Description Table
RF	Radio Frequency
RSVP	Resource Reservation Setup Protocol
STB	Set Top Box
TCP	Transmission Control Protocol
TDMA	Time Division Multiple Access
T–DMB	Terrestrial–Digital Multimedia Broadcasting
TS	Transport Stream
UDP	User Datagram Protocol
UHDTV	Ultra–High Definition Television
UHF	Ultra–High Frequency

VHF	Very-High Frequency
VoD	Video on Demand
VSB	Vestigial Side Band Modulation

5 IP 기반 방송 기술

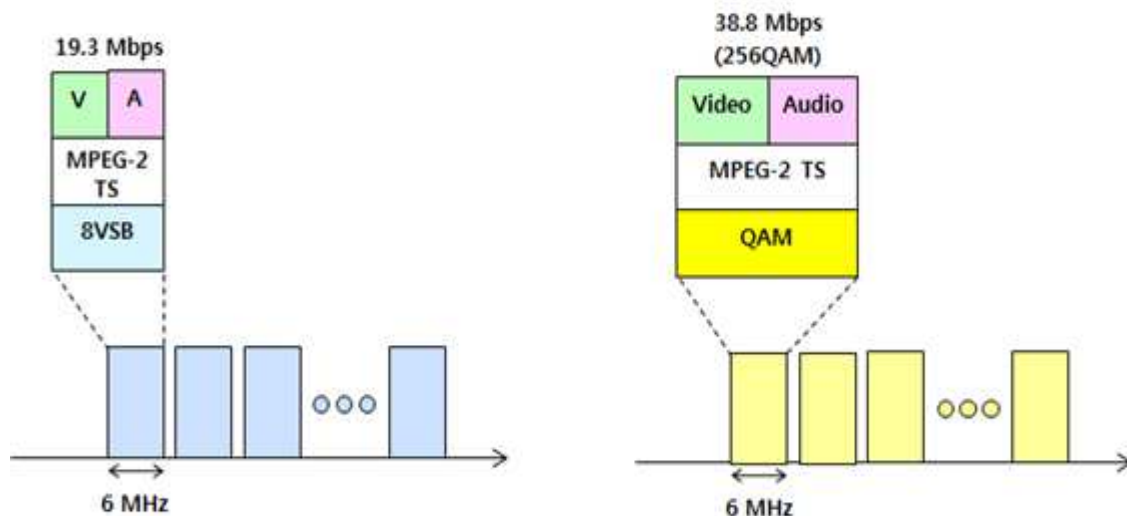
5.1 IP 기반 방송 개요

본 절에서는 케이블 방송망에서 IP 기반 방송 서비스를 제공하는 기술에 대해 살펴보기에 앞서 일반적인 IP 기반 방송에 대한 내용을 기술한다. RF 기반의 방송과 IP 기반의 방송에 비교함으로써 각 방식에 대한 전송 방식의 이해를 돕는다.

5.1.1 RF 기반 방송

RF 기반 방송이란 일반적으로 방송 프로그램을 전송하는 MPEG-2 TS 스트림 데이터를 RF 송수신에 직접 입출력하는 것을 의미한다. RF 기반 방송은 학술적으로 명확하게 용어가 정의된 것은 아니며, IP기반 방송과 구분하여 전통적인 디지털 방송 방식을 표현하기 위해 사용한다.

- 디지털 지상파 방송 (DTV): MPEG-2 TS가 8VSB 방식으로 변조되어 UHF/VHF 채널로 전송 (최대 전송율: 19.392Mbps)
- 디지털 케이블 방송 (DCATV): MPEG-2 TS가 QAM 방식으로 변조되어 HFC망을 통하여 전송 (최대 전송속도: 38.8Mbps, 256QAM 경우)

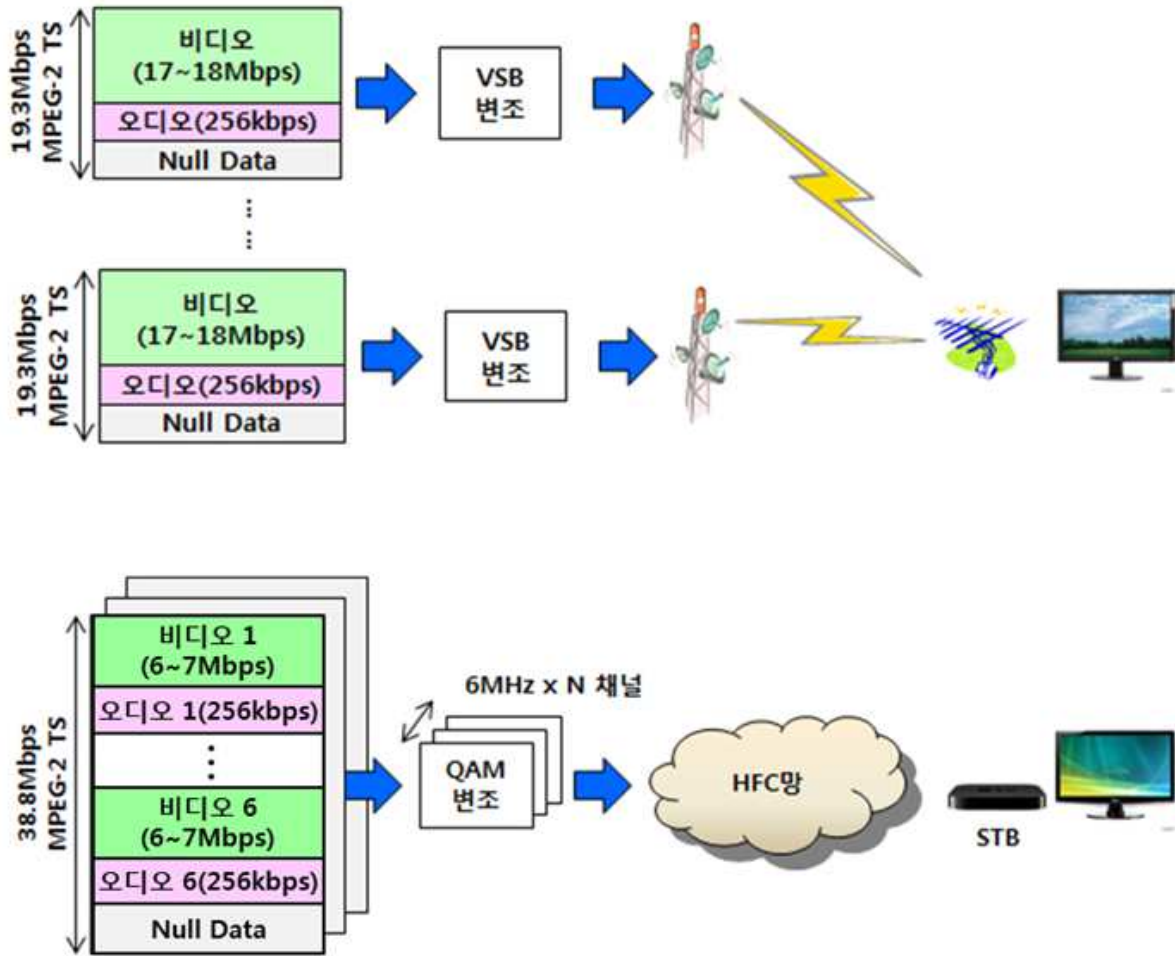


(그림 5-1) 디지털 지상파 및 케이블 방송 프로토콜 스택

RF 기반 방송의 특징은 MPEG-2 TS로 다수개의 프로그램이 다중화될 때, 각 프로그램이 필요한 대역을 할당하여 전송한다.

- 디지털 지상파 방송의 경우(MPEG-2 HD 압축 사용 가정)
 - 6MHz 한 채널에 19.392Mbps 전송 가능
 - 17~18Mbps HD 비디오(MPEG-2 비디오) 1개, 256Kbps 스테레오 오디오 1개를 다중화하여 전송
 - 오디오/비디오를 제외한 나머지 대역은 19.392Mbps를 맞추기 위해 빈(Null) 데이터로 채움
- 디지털 케이블 방송의 경우(AVC HD 압축 및 256QAM 사용 가정)
 - 6MHz 한 채널에 38.8Mbps 전송 가능
 - 6~7Mbps HD 비디오 5~6개, 256Kbps 스테레오 오디오 5~6개를 다중화하여 전송
 - 오디오/비디오를 제외한 나머지 대역은 38.8Mbps를 맞추기 위해 빈(Null) 데이터로 채움
- 전송하고자 하는 프로그램에 필요한 대역을 미리 할당하기 때문에 전송 품질 보장

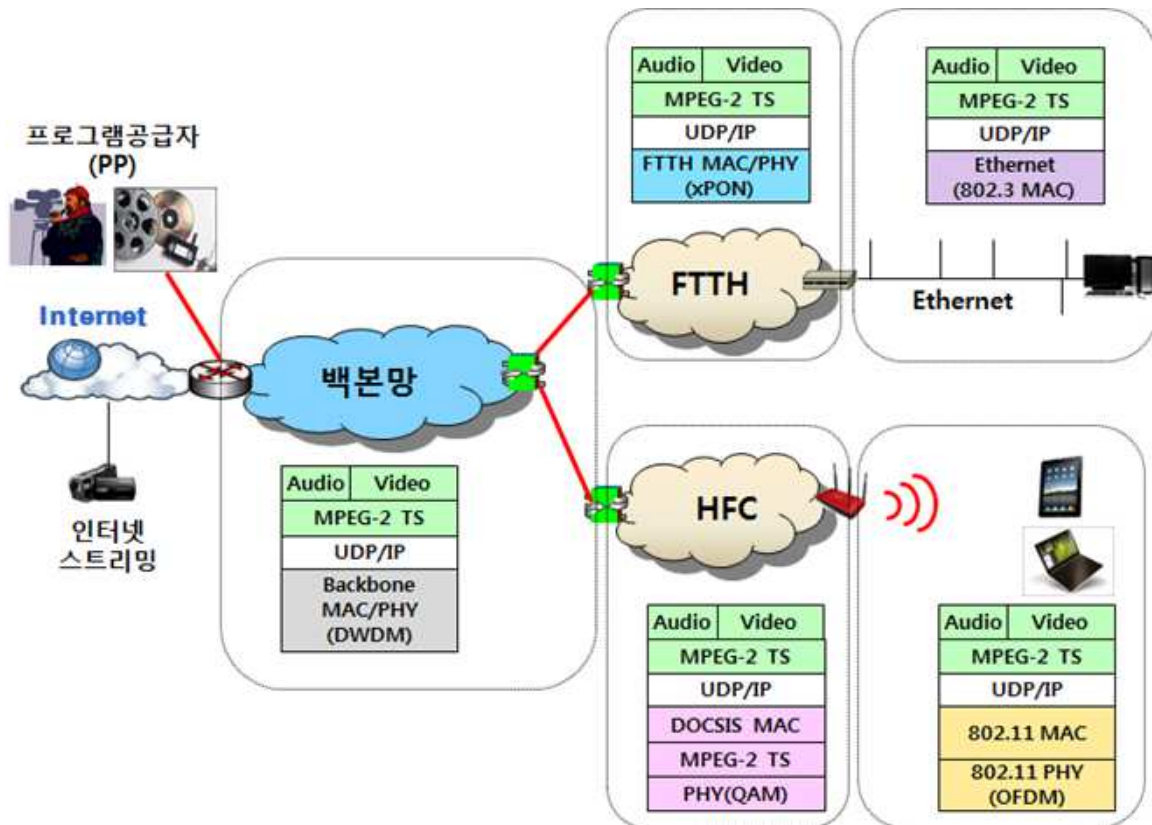
시청자의 수신 여부에 상관없이 할당된 채널에 모두 프로그램이 전송되며, 수신 프로그램의 변경은 수신기에서 전송 채널(주파수)의 선택으로 이루어진다.



(그림 5-2) 디지털 지상파 및 케이블 방송 대역 할당 및 전송

5.1.2 IP 기반 방송

IP 기반 방송이란 방송 프로그램을 전송하는 MPEG-2 TS 스트림 데이터를 IP 패킷에 실어 전송하는 것으로, 전송 대역 및 전송 프로토콜 스택은 IP망의 형태(무선망, 유선망 등)에 따라 달라진다.

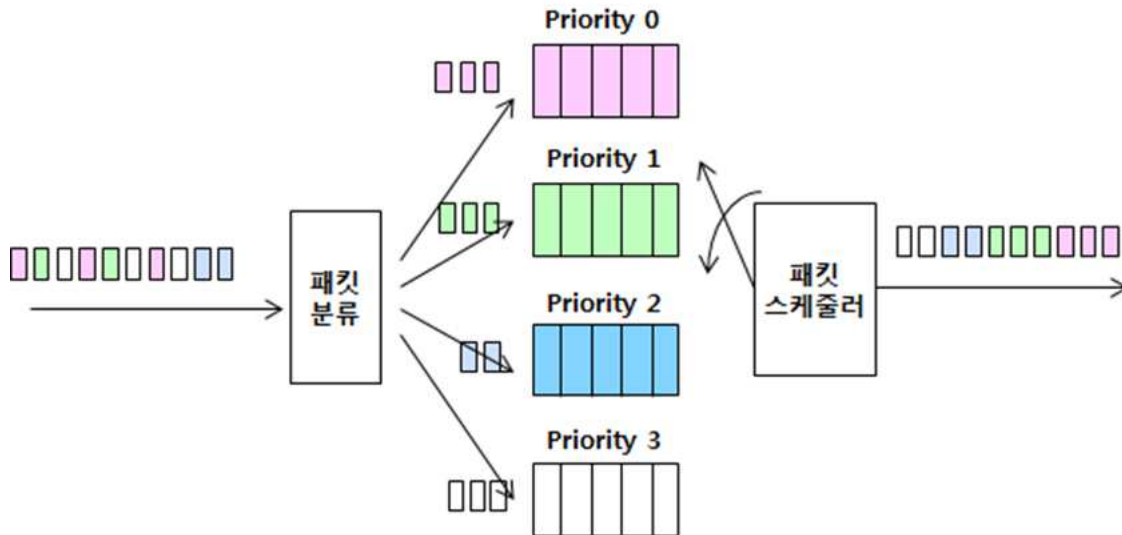


(그림 5-3) 연동된 다수의 망에서의 IP 전송 프로토콜

- (그림 5-3)에서 IPTV의 경우 방송 프로그램은 프로그램 공급자(PP)로부터 백본망, FTTH, Ethernet 망을 거쳐 가입자에 전송됨
- 각기 망에 따라서 전송되는 방식(MAC 계층)은 다르지만, IP 계층의 위의 A/V 데이터는 아무런 변경없이 전송됨 (Transparent Transfer)
- 하지만 각 망의 상태에 따라서 가용한 전송 대역은 달라지며, 품질을 보장할 수 없음

IP망에서 전송 품질을 보장하기 위하여, 일반적으로 서비스에 따라 패킷을 분류하여 오디오/비디오 데이터에 대하여 우선 처리하는 방식(Diffserv)을 적용하고 있다.

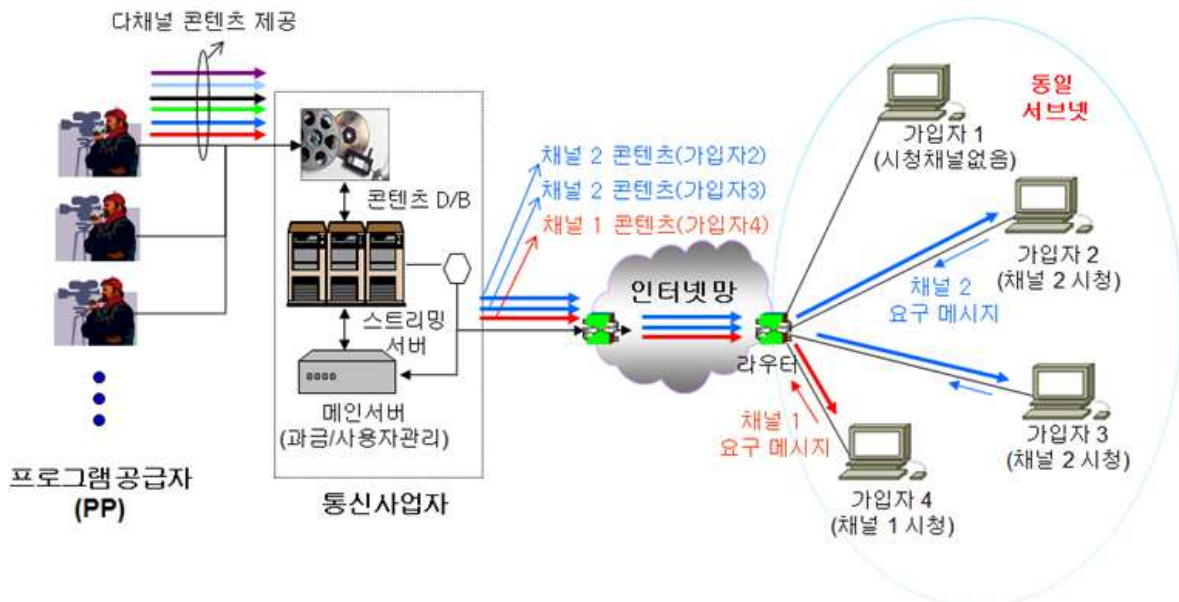
- Diffserv: IP 패킷의 서비스 필드를 구분하여 서비스를 다르게 제공
- Diffserv 보다 정교하게 전송 품질을 제공하기 위한 방법(e.g. RSVP: Resource Reservation Setup Protocol)이 제안되고 있으나, 실제 현장에서는 구현 및 운용의 복잡성 때문에 적용하기 어려움



(그림 5-4) IP망 장치에서 품질 보장을 위한 Diffserv 방식

● IP 유니캐스트

- Point-to-Point 전송 방식으로 IP패킷에 설정된 목적지 주소를 가진 장치에서만 전송되는 패킷을 수신할 수 있음
- 유니캐스트 방식으로 IP 방송을 할 경우 수신기의 수가 늘어나면 트래픽이 함께 증가됨
- OTT(Over the top) 방식의 서비스(e.g. ppoq, TVing)가 유니캐스트 방식으로 전송됨

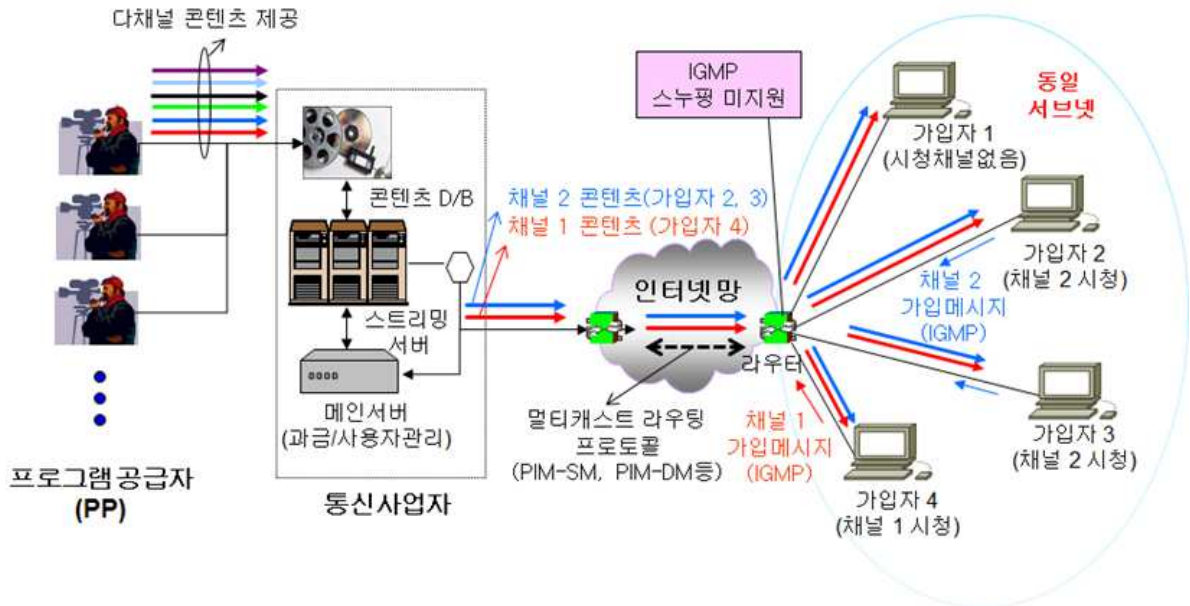


(그림 5-5) IP 유니캐스트 개념도

● IP 멀티캐스트

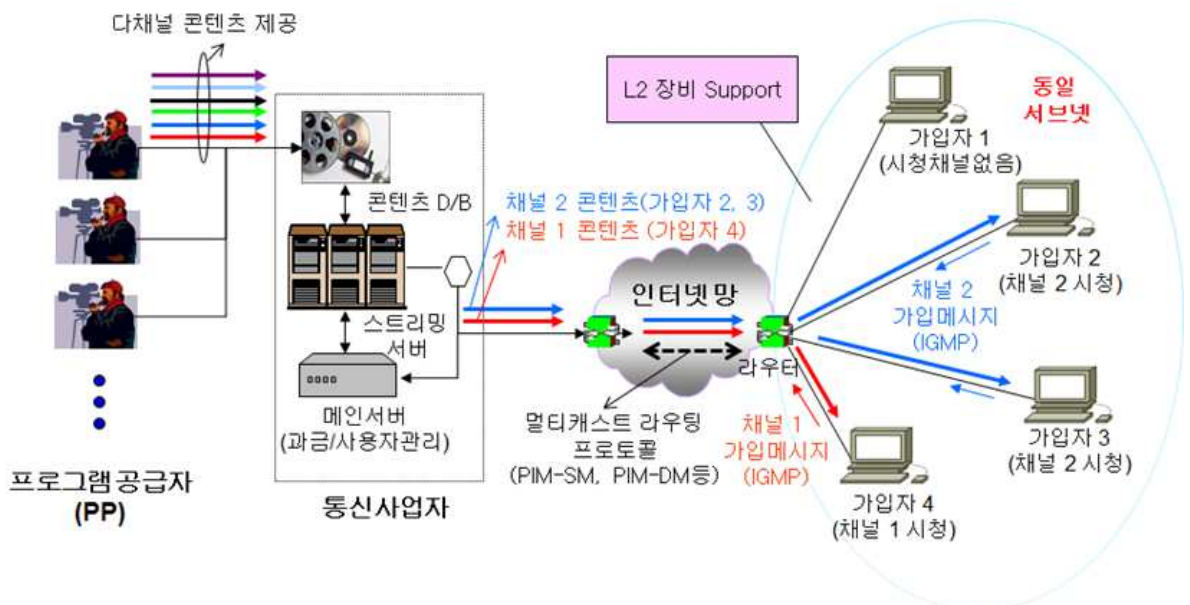
- Point-to-Multipoint 전송 방식으로 IP패킷에 설정된 그룹 주소를 보고 단말이 수신여부를 결정함
- 멀티캐스트 방식으로 IP 방송을 할 경우 수신기의 수가 늘어나도 트래픽이 증가되지 않음

통신사에서 제공되는 IPTV가 멀티캐스트 방식으로 프로그램 전송



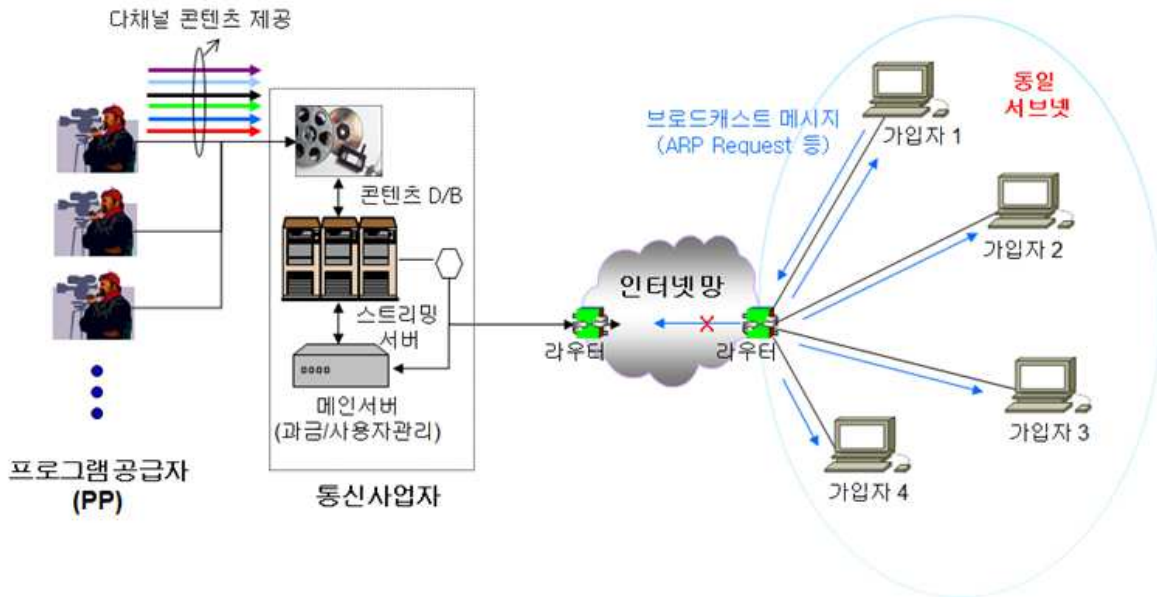
(그림 5-6) IP 멀티캐스트 개념도 (IGMP 스누핑 미지원)

- IGMP(Internet Group Management Protocol): IP 멀티캐스트를 제어하기 위한 프로토콜
- IGMP 스누핑: 스위치에 IGMP 메시지를 관찰하여, 멀티캐스트 그룹에 가입한 포트에 대해서 트래픽을 전송하는 기능



(그림 5-7) IP 멀티캐스트 개념도 (IGMP 스누핑 지원)

- IP 브로드캐스트
 - Point-to-Multipoint 전송 방식으로 모든 단말은 브로드캐스트 메시지를 수신하여야 함
 - 라우터는 Broadcast 주소의 패킷을 다른 라우터로 전달하지 않음. (서브넷 내만 사용)
 - IP 통신 제어 용도 (MAC 주소 문의/알림 등)에 사용



(그림 5-8) IP 브로드캐스트 개념도

<표 5-1>은 여러 가지 측면에서 RF 기반 방송과 IP 기반 방송의 전송 특징 및 장단점을 비교한다.

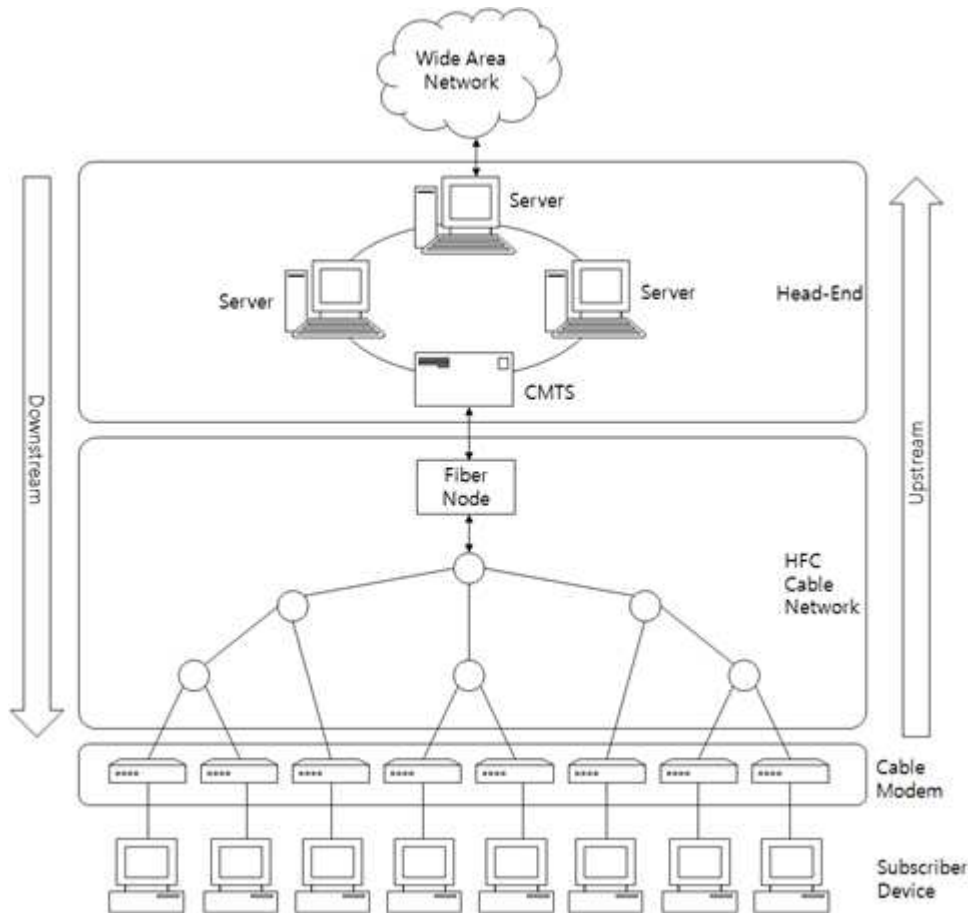
<표 5-1> RF 기반 방송과 IP 기반 방송 비교

	RF 기반 방송	IP 기반 방송
서비스	<ul style="list-style-type: none"> - 디지털 지상파 방송 - 디지털 케이블 방송 - 위성 방송 - T-DMB 	<ul style="list-style-type: none"> - IPTV - OTT
콘텐츠	- 오디오/비디오 기반 방송 프로그램	- 오디오/비디오 기반 방송 프로그램
A/V 다중화 계층	- MPEG-2 TS	<ul style="list-style-type: none"> - IPTV: MPEG-2 TS - OTT: Vendor Specific
전송 계층	- RF기반 물리계층	- IP 계층 전송 (IP 하위 매체접속 제어 및 물리 계층은 전송망에 따라 다름)
수신 증가에	- 일정	- IPTV (멀티캐스트): 일정

	RF 기반 방송	IP 기반 방송
따른 전송 트래픽		※ 제어를 위한 트래픽은 증가 - OTT: 가입자 수에 따라 증가
전송 품질 보장	- 제공	- IPTV: 제한적 제공 - OTT: 미제공
이종망 연동	- 어려움 (이종망 연동 장치 필요)	- 용이
멀티 디바이스 연결	- 어려움 (디바이스가 각 전송망 물리계층 수신 모듈을 가지고 있어야 함)	- 용이

5.2 DOCSIS 기반 IP 방송

DOCSIS(Data Over Cable Service Interface Specification) 표준은 광동축 혼합망을 기반으로 하는 케이블 방송망에서 인터넷 서비스와 같은 브로드밴드 서비스를 제공하기 위해 제정된 규격이다.

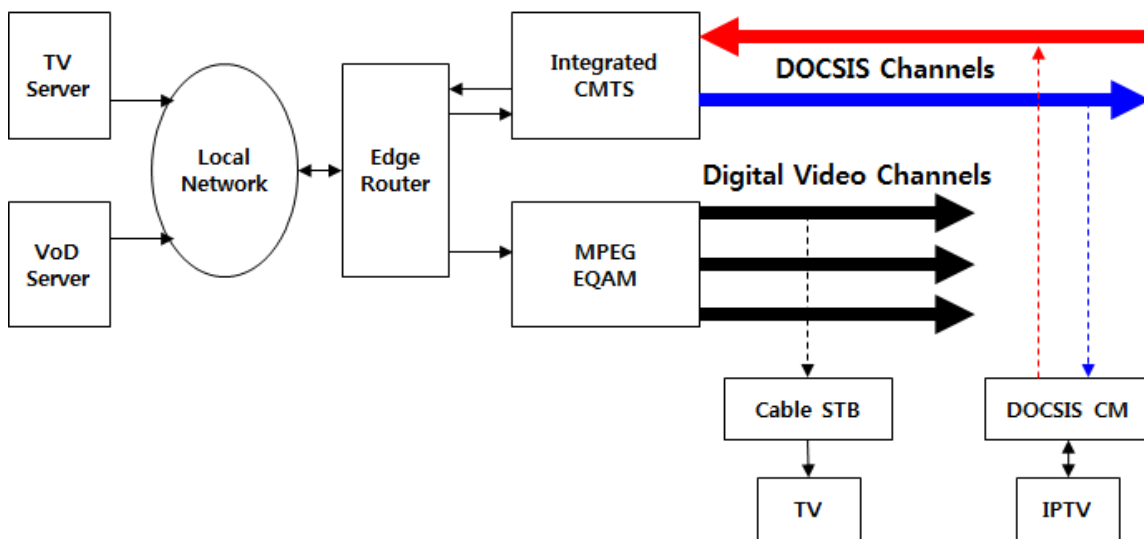


(그림 5-9) DOCSIS 네트워크 구조

일반적으로 DOCSIS 네트워크는 하나의 CMTS와 수백의 CM이 이더넷-형태(Ethernet-Style)의 버스 토폴로지(Bus Topology)를 통해 RF (Radio Frequency) 채널을 공유하여

구성된다. (그림 5-9)는 DOCSIS 네트워크를 간략히 보여준다. (그림 5-9)에서와 같이 하향 채널로 전송되는 모든 패킷은 네트워크 상의 모든 CM들로 브로드캐스트(Broadcast)되는 1:N의 채널 공유가 형성된다. 즉 하향 채널로 전송되는 데이터들은 모든 CM으로 전송되며, 각각의 CM은 전송되는 데이터 패킷들 중 자신의 패킷만을 취하여 가입자 장치로 출력하게 된다. 이와 반대로 상향 채널의 경우에는 각각의 CM들로부터 발생하는 데이터 패킷이 CMTS로 전송되는 N:1의 채널 공유가 이루어진다. N:1의 공유는 시분할다중접속 (Time Division Multiple Access: TDMA)에 기반하며, CM은 경쟁과정 (Contention Process)에 기반한 랜덤 액세스 (Random Access)를 통해 필요한 상향 대역을 CMTS에 요청하고, 이에 대해 CMTS로부터 대역을 할당 받아 해당 대역으로 데이터 패킷을 전송하게 된다.

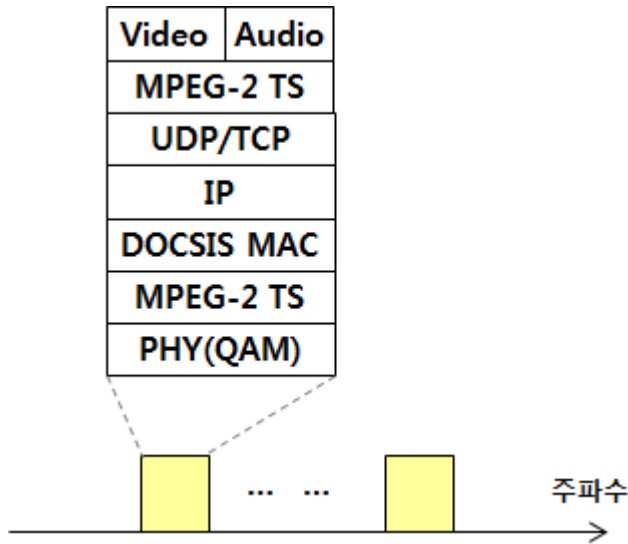
(그림 5-10)은 케이블 방송 시스템에서 RF 기반의 방송 서비스 및 IP 기반의 방송 서비스를 전송하는 시스템 구성을 보여준다. TV/VoD 서버, RAN, 에지 라우터, CMTS, CM, IPTV STB, Digital STB 및 TV로 구성된다.



(그림 5-10) 케이블 방송 시스템 구성도

(그림 5-10)에서 DOCSIS 기반의 IP방송 서비스는 CMTS와 CM을 이용한 전송을 이용한다. 즉 TV 서버 및 VoD 서버에서 생성되는 AV 스트림이 로컬 네트워크를 거쳐 에지 라우터를 전달되고, 에지 라우터에서 CMTS로 전달되어 DOCSIS 전송 프로토콜에 의해 가입자의 CM까지 케이블 방송망을 통해 전송된 후 CM에서 IP기반의 AV 스트림으로 최종 출력되어 IPTV STB에서 서비스를 제공한다.

(그림 5-11)은 DOCSIS 기반의 IP 방송 서비스를 위한 전송 프로토콜을 보여준다. 기본적으로 DOCSIS 물리(PHY) 계층 및 매체접속제어(MAC) 계층, 그리고 IP 계층 및 TCP/UDP 계층이 추가된 형태이다. (그림 5-1)의 디지털 지상파 및 케이블 방송 프로토콜 스택과 비교하면 IP 전송을 위한 오버헤더가 적지 않다는 것을 알 수 있다.

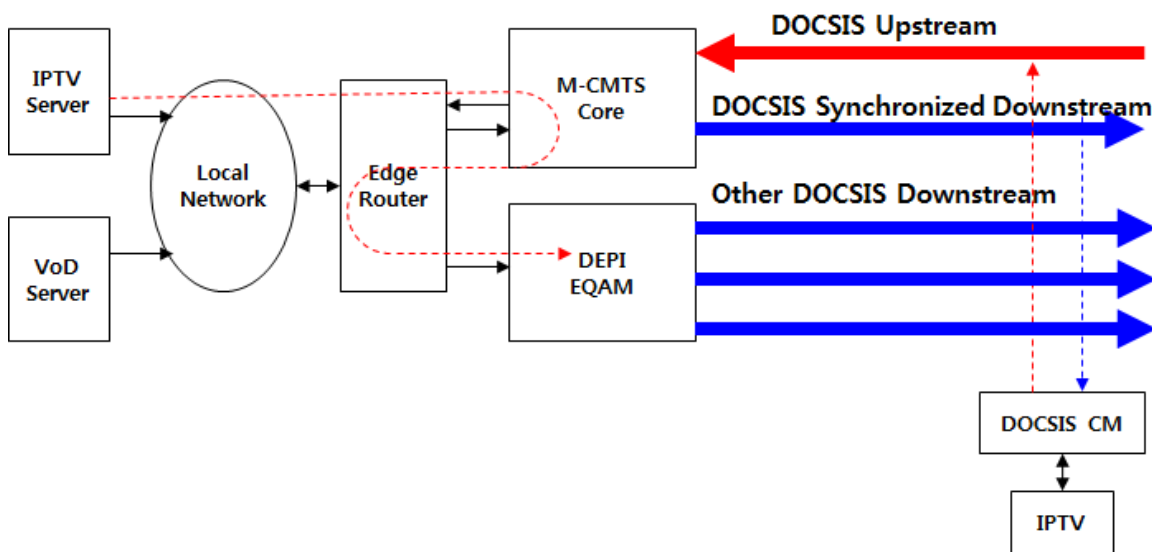


(그림 5-11) DOCSIS 기반 IP 방송 프로토콜 스택

5.3 DIBA 기반 IP 방송

DIBA(DOCSIS IP-video Bypass Architecture) 기반의 IP 방송은 5.2절의 DOCSIS 기반의 IP 방송과 동일한 프로토콜을 사용하지만 CMTS의 기능을 사용하지 않고 전송이 가능한 구조를 사용한다.

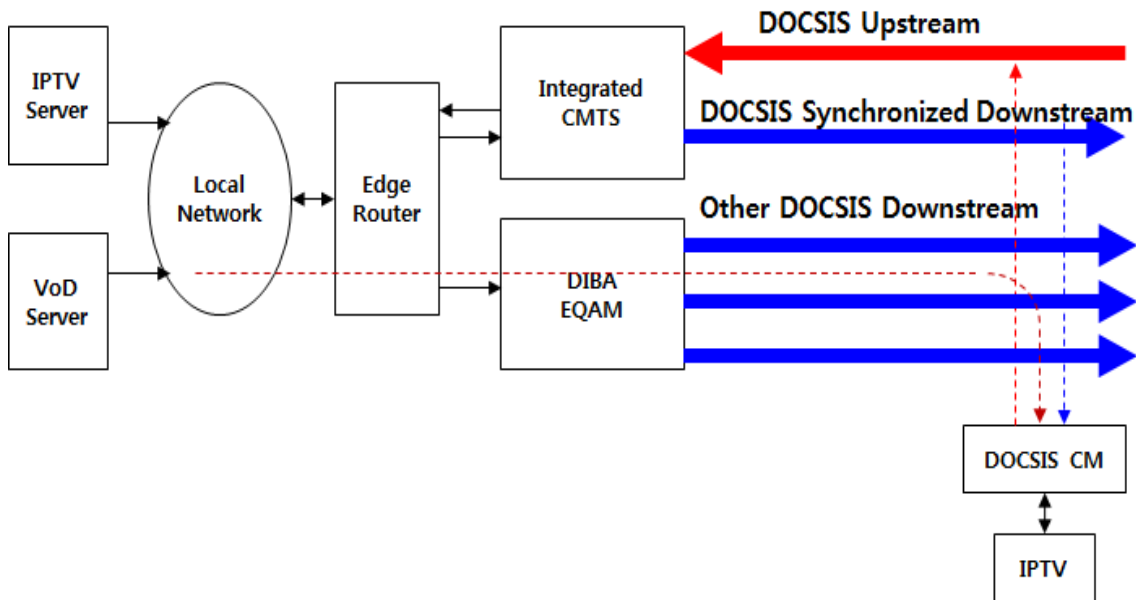
(그림 5-12)는 M-CMTS(Modula-CMTS) 구조에서 IP 방송 서비스를 제공하는 방법을 보여준다. M-CMTS는 기존의 통합 CMTS에서 PHY 계층과 MAC 계층 이상을 분리한 구조이다.



(그림 5-12) M-CMTS 기반 IP 방송 전송

(그림 5-12)에서 보는 것과 같이 IPTV 서버에서 출력되는 방송 스트림은 에지 라우터를 거쳐 M-CMTS 코어로 전달된다. M-CMTS 코어에서는 방송 스트림에 대해 DOCSIS MAC 계층 처리 후 다시 에지 라우터를 거쳐 DEPI(DOCSIS External PHY Interface) EQAM으로 전달되어 PHY 계층 처리 후 케이블 망으로 전송된다. 이와 같이 에지 라우터에서는 헤어핀(hairpin) 라우팅이 발생하는 복잡한 전송 과정을 거치게 된다.

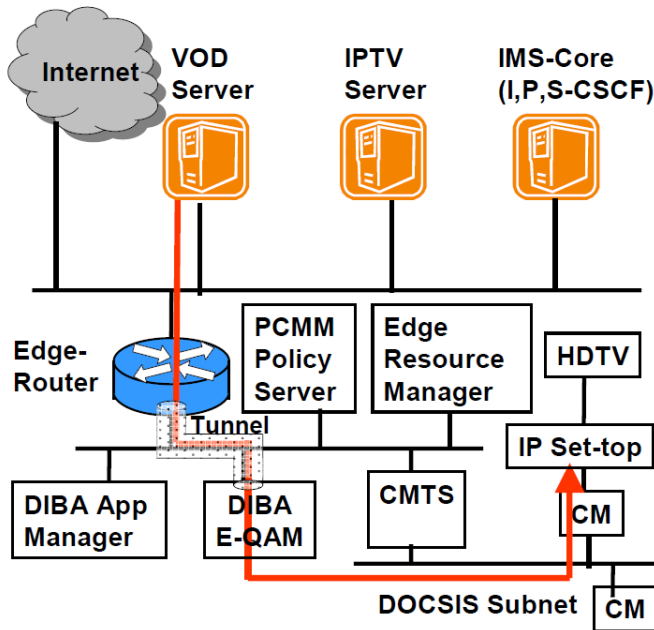
(그림 5-13)은 앞에서 살펴본 복잡한 전송과정을 해결하기 위해 DIBA EQAM을 사용한 전송을 보여준다. 그림에서와 같이 방송 스트림이 CMTS를 거치지 않고 에지라우터에서 DIBA EQAM으로 직접 전달되어 최종 케이블망으로 전송된다. 일반적으로 방송 서비스는 UDP/IP를 기반으로 전송되므로 DOCSIS MAC의 하향처리만 일부 필요하다. 즉 이 기능을 M-CMTS 코어에서 처리하지 않고 DIBA EQAM에 기능을 추가하여 CMTS없이 DOCSIS CM에서 수신이 가능하도록 전송이 가능하다.



(그림 5-13) DIBA 기반 IP 방송 전송

DIBA 기반의 IP 방송의 가장 큰 장점은 고가의 CMTS를 구비하지 않고 방송 서비스를 제공할 수 있다는 것이다. 물론 CM의 제어를 위해 적어도 하나의 CMTS는 있어야 하지만, IPTV 서버가 증가하더라도 CMTS 추가가 필요 없기 때문에 경제적인 서비스 제공이 가능하다.

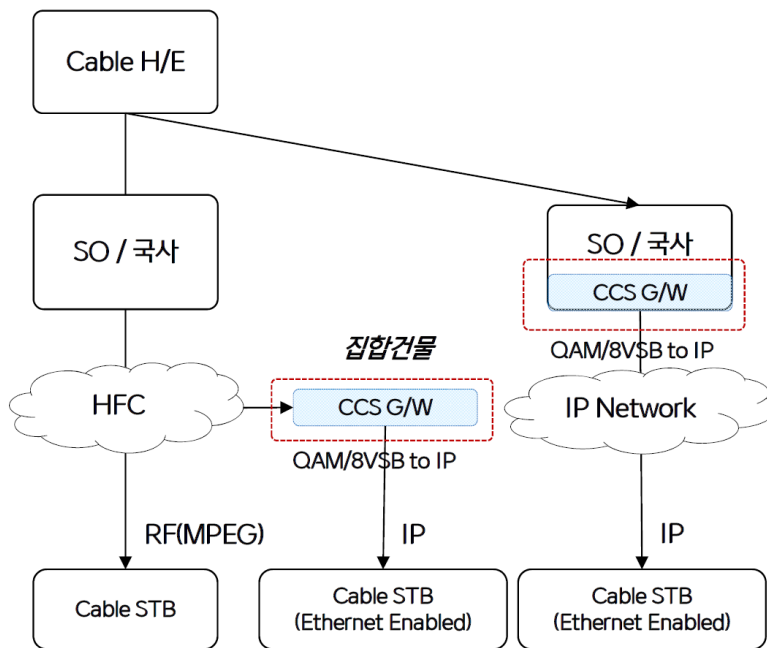
(그림 5-14)는 백본, 로컬 및 DOCSIS 네트워크를 포함하는 케이블 사업자의 IPTV 네트워크를 보여준다. 앞에서 살펴본 바와 같이 IP-video의 경우 에지 라우터에서 DIBA EQAM으로 터널링을 통해 전송되고, DOCSIS 프로토콜 처리(Encapsulation)는 DIBA EQAM에서 처리한다.



(그림 5-14) DIBA 기반 IPTV MSO 네트워크 예시

5.4 CCS 기반 IP 방송

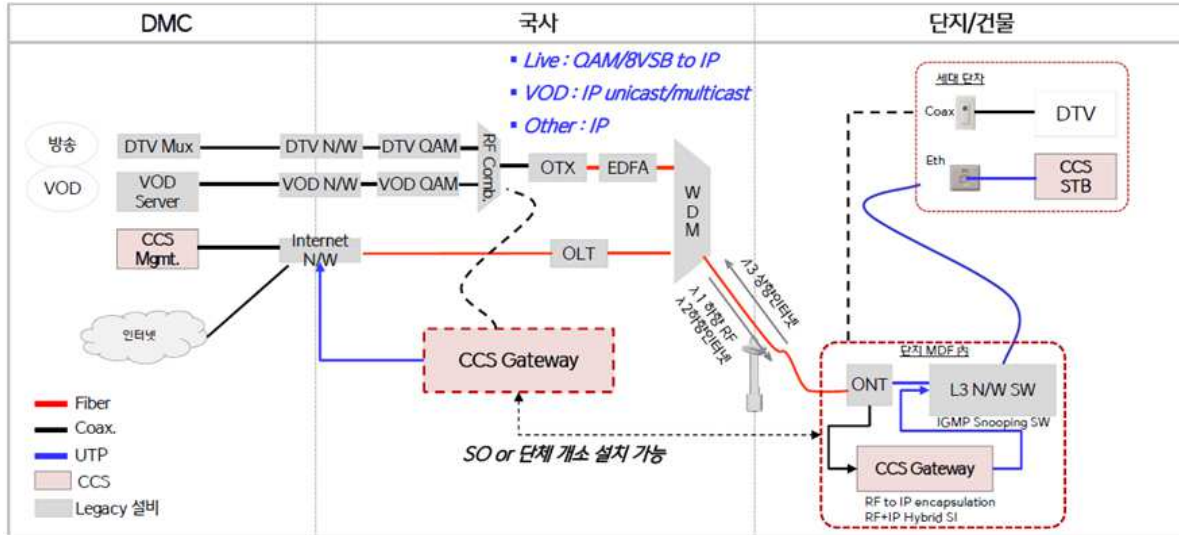
CCS(Cable Convergence Solution) 기반의 IP 방송은 케이블 TV와 IPTV를 결합한 방식이다. 이는 접시 없는 위성 TV 서비스를 제공하는 DCS(Dish Convergence Solution)와 유사한 방식으로 RF 기반으로 전송되는 방송신호를 IP 기반 방송 신호로 변경하여 전송하는 방법이다. (그림 5-15)는 CCS 기반 IP 방송의 개념을 보여준다.



(그림 5-15) CCS 기반 IP 방송 개념도

(그림 5-16)은 CCS의 구성을 보여준다. 케이블 TV에서 일반적으로 사용되는 RF 기반

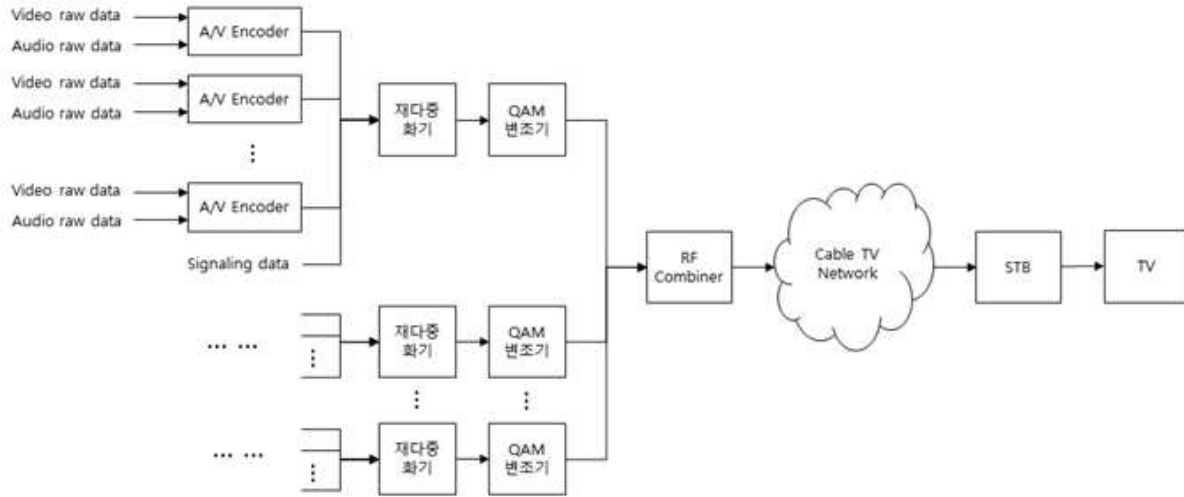
의 방송 신호가 DMC 및 국사를 통해 우선 생성된 후, 이 신호를 다시 IP 방송 신호로 변화하는 과정을 거친 후 덕내 단말(STB)로 전달된다. RF 방송 신호를 수신하여 IP 방송 신호로 변환하는 장치를 CCS 게이트웨이라 한다. CCS 게이트웨이의 위치는 사업자의 국사 내 또는 공동주택의 MDF 실 등에 위치할 수 있다.



(그림 5-16) CCS 기반 IP 방송 구성도

6 IP 기반 차세대 케이블 방송 기술 제안

앞의 5.1.1절에서 살펴본 바와 같이 케이블 방송 서비스에서 전송을 위한 물리 계층 (Physical Layer) 규격은 64-QAM(Quadrature Amplitude Modulation) 또는 256-QAM 변조 방식이며, 방송 서비스를 위한 전송 계층(Transport Layer) 규격은 MPEG-2 System 이다. 따라서 변조를 위한 입력 포맷으로 MPEG-2 시스템에서 정의한 MPEG-2 TS(Transport Stream)를 사용한다. 케이블 방송에서는 기존의 HD 방송 서비스뿐만 아니라 UHD 방송 서비스 제공을 위해서 MPEG-2 TS가 사용되고 있다. (그림 6-1)은 기존의 디지털 케이블 방송 시스템 구성을 보여준다.



(그림 6-1) 기존 디지털 케이블 방송 시스템 구성

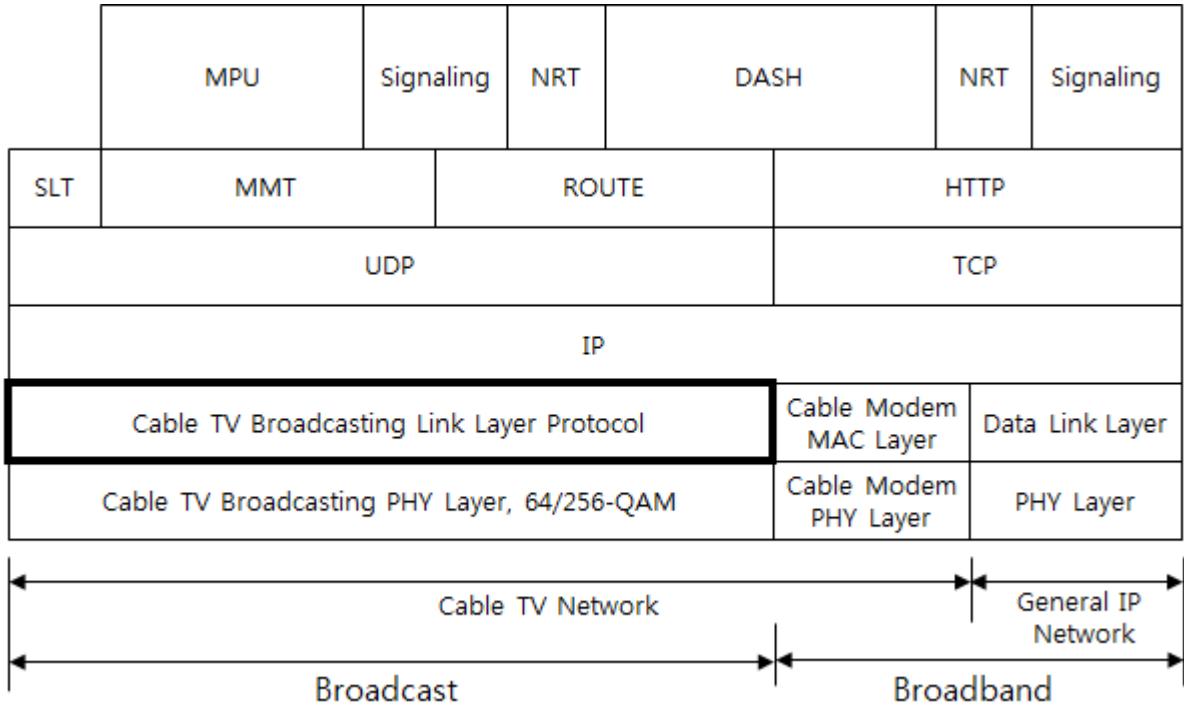
(그림 6-1)의 방송 시스템에서 하나의 방송 프로그램을 구성하는 비디오 및 오디오 데이터가 A/V 부호기(Encoder)를 통해 압축되어 MPEG-2 TS로 출력되며, 이 MPEG-2 TS가 하나의 방송 프로그램을 포함한다고 하여 SPTS(Single Program Transport Stream)라 한다. 그리고 재다중화기에서 여러 개의 SPTS를 입력 받아 다시 다중화된 하나의 MPEG-2를 출력한다. 재다중화기에서 출력되는 MPEG-2 TS는 여러 개의 프로그램을 포함한다고 하여 MPTS(Multiple Program Transport Stream)라 한다. 이 MPTS는 QAM 변조기로 입력되어 RF 신호로 출력된다. 출력된 RF 신호는 물리적으로 6 또는 8 MHz의 대역폭을 가지며, 정해진 주파수 대역으로 케이블 방송망을 통해 가입자 STB(Set-Top Box)로 전달된다. 가입자 STB에서는 해당 주파수 대역으로 튜닝하여 RF 신호를 수신하여 복조 처리 후 A/V 신호 복호를 통해 비디오 및 오디오를 재생 출력한다.

본 장에서는 기존의 케이블 방송 시스템에서 사용되는 기존의 케이블 방송 전송 장비를 그대로 이용하면서 IP 기반의 방송 서비스들을 제공하는 방법을 제시하고자 한다. 특히 물리 계층 전송 방식은 그대로 유지하면서 전송 계층, 즉 MPEG-2 계층에 최근 지상파 UHDTV 등에서 채택한 MMT(MPEG Media Transport) 및 DASH(Dynamic Adaptive Streaming over HTTP) 프로토콜을 사용하는 IP 기반 전송 계층을 도입한다.

6.1 IP 기반 전송 프로토콜 도입

최근 ATSC 3.0 표준을 채택한 지상파 UHDTV 방송시스템의 경우 물리 계층은 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)의 다중 반송파 변조 방식을 사용하며 전송 계층은 IP 기반의 MMT 및 DASH 전송 프로토콜을 사용한다.

케이블 방송 시스템에도 이와 유사하게 전송 계층으로 IP 기반의 MMT 및 DASH 프로토콜을 도입하며, 또한 케이블 모뎀을 통한 브로드밴드를 통해서도 IP 기반 방송 서비스가 가능하도록 전송 프로토콜을 정의한다. (그림 6-2)는 여기서 제시하는 IP기반 케이블방송 프로토콜을 보여준다.



(그림 6-2) IP기반 케이블방송 프로토콜 제안

(그림 6-2)에서 방송망과 광대역망을 모두 이용하여 미디어 서비스가 가능한 프로토콜을 제시하고 있다. 특히 케이블망의 경우 방송망과 광대역망을 모두 사용할 수 있는 장점을 가진다.

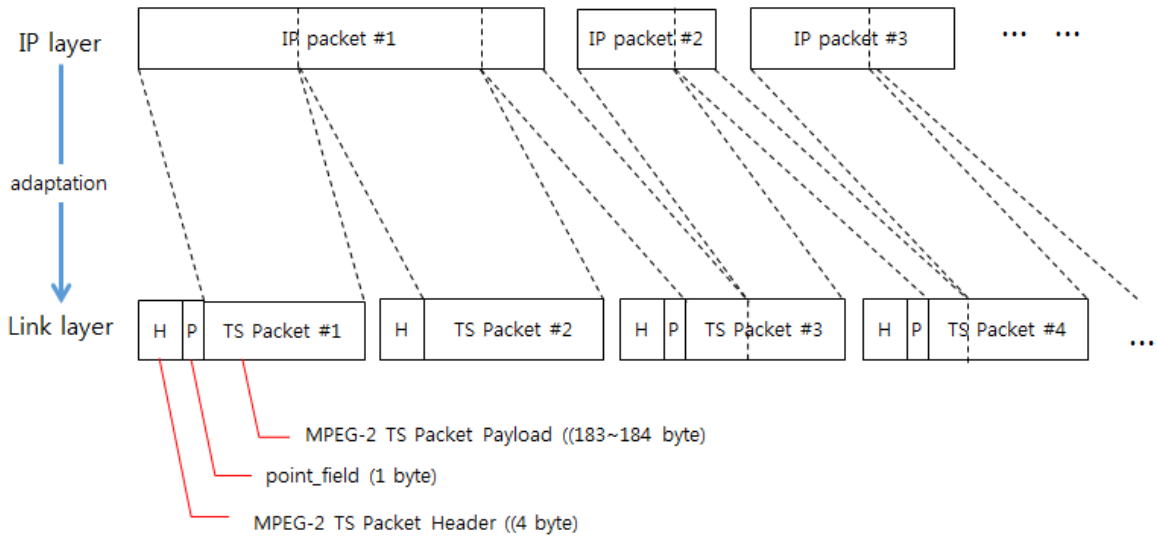
방송망과 광대역망을 모두 사용할 때의 장점은 시청자가 많은 채널에 대해서는 기존과 동일하게 방송망을 통해 브로드캐스트 서비스를 제공하고, 시청자가 많지 않은 채널에 대해서는 광대역망을 통해 유니캐스트로 서비스를 제공함으로써 QoS를 보장하면서도 많은 채널을 서비스하는 것이 하는 가능하다. 또한 방송망과 광대역망을 동시에 이용하여 타겟광고 서비스, 링크지 서비스 등의 융합형 서비스 제공 또한 가능하다. 추가적으로 일반적인 외부 광대역망을 이용하여 방송통신 융합 서비스 제공도 가능하다.

(그림 6-2)에서 IP 이상의 계층은 ATSC 3.0 규격에 정의된 것과 거의 동일하므로 이에 대한 설명은 생략하고, 본 문서에서는 IP 계층 아래에서 기존의 케이블 방송에서 사용되던 물리계층, 즉 64-QAM 또는 256-QAM 전송방식을 유지하기 위해 케이블 방송 링크 계층 프로토콜(CLP: Cable TV broadcasting Link layer Protocol)을 새롭게 정의한다.

6.2 케이블 방송 링크 계층 프로토콜 (CLP)

케이블 방송의 물리계층에 사용되는 64/256-QAM 변조방식의 입력 데이터 포맷은 MPEG-2 TS 이다. 따라서 IP 데이터를 전송하기 위해서는 MPEG-2 TS 스트림으로의

변환이 필수적으로 요구된다. (그림 6-3)은 IP 계층의 데이터를 케이블 방송 물리계층을 통해 전송하기 위해 IP 패킷을 MPEG-2 TS 패킷으로 변환하는 과정을 보여준다.



(그림 6-3) 케이블 방송 링크 계층 적용 예

(그림 6-3)에서 일련의 IP 계층의 패킷(이하 IP 패킷)은 가변 길이를 가지지만 링크 계층에서는 188바이트의 MPEG-2 TS 패킷(이하 TS 패킷)으로 고정 길이를 가진다. 188바이트 중 앞의 4바이트는 TS 패킷 헤더이며, 나머지 184바이트가 페이로드에 해당된다. 단, 경우에 따라 페이로드 184바이트 중 첫번째 바이트는 포인터 필드(pointer_field)로 사용될 수 있다. 포인터 필드가 사용되는 경우는 해당 TS 패킷의 페이로드 내에 새로운 IP 패킷의 시작이 있을 때이며, 1바이트의 포인터 필드는 TS 패킷의 페이로드 내 새로운 IP 패킷이 시작되는 위치의 바이트 수를 지시해 준다. 또한 포인터 필드의 유무는 TS 패킷 헤더 내에 PUSI(Payload_Unit_Start_Indicator) 필드 값을 통해 알려준다. 즉 PUSI 필드 값이 '1'이면 포인터 필드가 있음, 즉 새로운 IP 패킷의 시작이 TS 패킷 페이로드에 포함되었다는 것을 의미하며, '0'인 경우는 새로운 IP 패킷의 시작이 TS 패킷 페이로드에 포함되지 않았다는 것을 의미한다. (그림 6-3)에서와 같이 IP 패킷의 데이터는 순서대로 TS 패킷의 페이로드에 실려 분할전송 된다.

<표 6-1>은 4바이트의 TS 패킷 헤더를 구성하는 데이터 필드들과 IP 패킷 데이터를 전송하는 경우 각 필드들이 가지는 값을 정의한다.

<표 6-1> TS 패킷 헤더 구성 필드

필드명	길이	값
sync_byte	8 bits	0x47: MPEG 패킷 싱크 바이트
transport_error_indicator	1 bit	패킷 수신 시 오류가 있는 지 여부를 지시함
payload_unit_start_indicator	1 bit	TS 패킷 페이로드 내에 새롭게 시작하는 IP 패킷 데이터가 있는지 여부를 지시함

transport_priority	1 bit	사용 안 함, '0' 으로 세팅
PID	13 bits	패킷을 구분하기 위한 식별자 (PLP 구분 포함)
transport_scrambling_control	2 bits	사용 안 함, '00' 으로 세팅
adaptation_field_control	2 bits	사용 안 함, '01' 으로 세팅
continuity_counter	4 bits	동일 PID를 가지는 TS 패킷에 대해 1씩 증가하는 순환 카운터

(그림 6-4)는 (그림 6-3)의 IP 패킷이 TS패킷으로 변환되는 과정을 경우에 따라 자세하게 나타낸 것으로, IP 패킷 데이터를 TS 패킷에 실을 때 각 경우에 따른 TS 패킷 헤더의 PUSI 필드 값, 포인터 필드의 값 등에 대한 설정 및 TS 패킷 페이로드 구성 방법을 보여준다.

(그림 6-4)의 (a)는 IP 패킷의 시작이 TS 패킷의 포인터 필드 바로 뒤에 위치하는 경우를 도시한다. TS 패킷의 페이로드 내에 IP 패킷의 시작이 있다는 것을 알리는 PUSI 필드 값이 '1'이며, 포인터 필드 바로 뒤에 IP 패킷 시작 바이트가 위치하므로 포인터 필드 값은 0이 된다. 그리고 IP 패킷의 시작에 앞서 스타트 바이트(start_byte, 0xB8)가 위치하여 IP 패킷의 시작을 알린다. 만약 IP 패킷의 길이(바이트 수)가 TS 패킷의 페이로드보다 짧은 경우 스템프 바이트(stuff_byte, 0xff)로 페이로드를 채울 수 있다.

(그림 6-4)의 (b)는 앞선 IP 패킷의 뒷부분 M 바이트가 TS 패킷의 페이로드에 먼저 위치한 후 이어지는 IP 패킷이 위치하는 경우를 도시한다. 이 경우 PUSI 필드는 '1'이며 포인터 필드 값은 M 값을 가진다. 이어지는 IP 패킷 데이터가 위치하기 전 스템프 바이트가 위치할 수 있으며, 이어지는 IP 패킷에 앞서 패킷 시작을 알리는 스타트 바이트가 위치한다.

(그림 6-4)의 (c)는 하나의 TS 패킷 내에 여러 개의 IP 패킷이 위치하는 경우를 도시한다. 이 경우 PUSI 필드는 '1' 값을 가지며, 포인터 필드 바로 뒤에 첫번째 IP 패킷 시작 바이트가 위치하므로 포인터 필드 값은 0이 된다. 이어지는 IP 패킷은 도면과 같이 두번째 IP 패킷이 첫번째 IP 패킷 데이터 바로 뒤에 위치할 수도 있으며, 두번째 IP 패킷 뒤에 서번째 IP 패킷이 위치할 때와 같이 스템프 바이트가 위치할 수도 있다. 스템프 바이트가 위치하는 경우에는 이어지는 IP 패킷이 시작이 위치하기에 앞서 스타트 바이트가 먼저 위치하여야 한다.

(그림 6-4)의 (d)는 IP 패킷의 길이가 TS 패킷 길이보다 훨씬 큰 경우에 여러 TS 패킷으로 IP 패킷이 분할되어 전송되는 예를 도시한다. 첫번째 TS 패킷에는 첫번째 IP 패킷의 앞부분이 위치하므로 PUSI 필드는 '1'값을 가지며 포인드 필드는 '0'의 값을 가진다. 이 경우 IP 패킷이 위치하기 전에 스템프 바이트가 위치할 수 있으며 스템프 바이트 위치 후 IP 패킷 데이터가 위치하기 전에 스타트 바이트가 위치한다. 두번째 TS 패킷에는

첫번째 IP 패킷의 중간부분의 데이터가 위치하는 경우로, 이 때 PUSI 필드 값은 '0' 값을 가지며 포인터 필드는 사용되지 않는다. 세번째 TS 패킷에는 첫번째 IP 패킷의 뒷부분의 데이터가 위치하고 새로운 IP 패킷이 이어서 위치하는 경우로, (b)의 경우와 동일하다.

(a)

TS packet Header (PUSI = 1)	pointer_field (= 0)	start_byte (= 0xB8)	IP packet (up to 182)	stuff_byte(s) (0 or more)
--------------------------------	------------------------	------------------------	--------------------------	------------------------------

(b)

TS packet Header (PUSI = 1)	pointer_field (= M)	Tail of IP packet #1 (M bytes)	stuff_byte(s) (0 or more)	start_byte (= 0xB8)	Start of IP packet #2
--------------------------------	------------------------	-----------------------------------	------------------------------	------------------------	-----------------------

(c)

TS packet Header (PUSI = 1)	pointer_field (= 0)	start_byte (= 0xB8)	IP packet #1	IP packet #2	stuff_byte(s) (1 or more)	start_byte (= 0xB8)	IP packet #3
--------------------------------	------------------------	------------------------	--------------	--------------	------------------------------	------------------------	--------------

(d)

TS packet Header (PUSI = 1)	pointer_field (= 0)	stuff_byte(s) (0 or more)	start_byte (= 0xB8)	Start of IP packet #1 (up to 182)	
TS packet Header (PUSI = 0)	Continuation of IP packet #1 (up to 184)				
TS packet Header (PUSI = 1)	pointer_field (= M)	Tail of IP packet #1 (M bytes)	stuff_byte(s) (0 or more)	start_byte (= 0xB8)	Start of IP packet #2

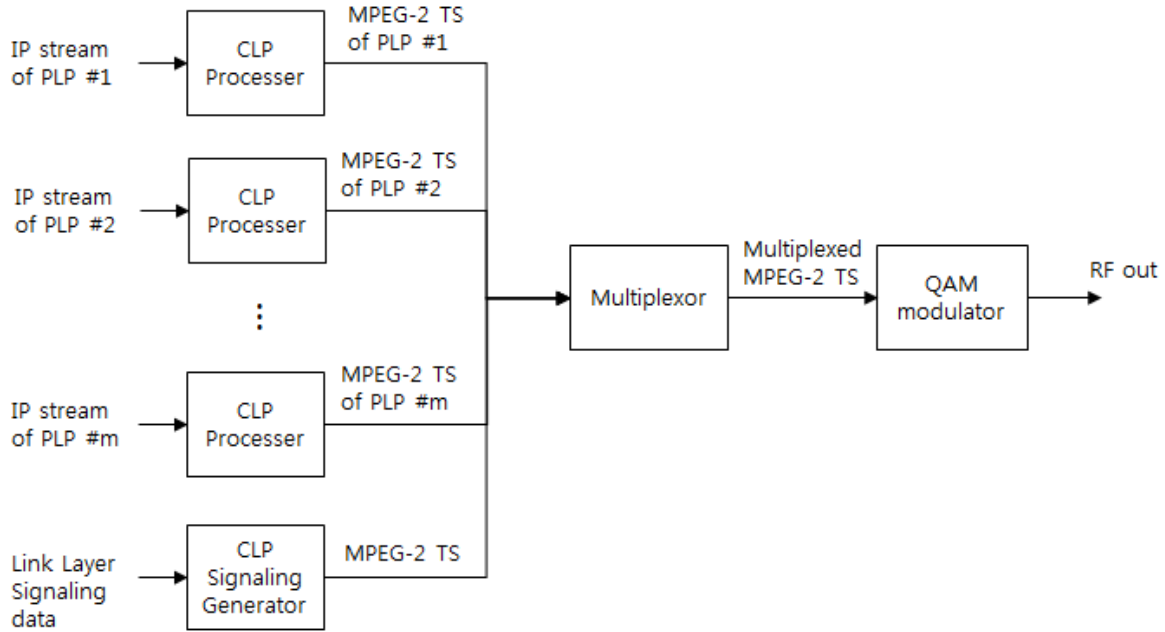
(그림 6-4) 케이블 방송 링크 계층 동작 상세

6.3 PLP 지원

(그림 6-5)는 DVB-X2 및 ATSC 3.0의 물리계층 규격에서 지원하는 PLP(Physical Layer Pipe) 개념을 본 발명에서도 동일하게 수용할 수 있도록 하는 송신시스템의 구성을 보여준다. 최근의 방송 시스템에서는 하나의 물리 채널 내에 여러 개의 서비스를 다중화하여 전송하기 위해 PLP가 사용된다. 즉 PLP는 일종의 서비스를 구분하는 논리 채널로 간주된다.

제안하는 전송 시스템에서도 PLP를 수용하기 위한 방법으로 (그림 6-5)에서와 같이 각각의 다른 PLP의 IP 스트림을 입력 받아 TS 패킷으로 구분하는 과정에서 TS 패킷 헤더의 PID 필드값을 각 PLP별 IP 스트림에 대해 다르게 할당하여 PLP별로 구분이 가능하게 한다.

(그림 6-5)에서와 같이 각 PLP 별로 입력된 IP 스트림은 CLP 처리기에서 (그림 6-3)의 과정을 거쳐 다른 PID 값을 가진 TS 패킷 스트림으로 각각 변환 출력되며, 이들이 다중화기를 거쳐 하나의 TS 스트림을 구성하고 QAM 변조되어 RF 신호로 케이블 방송망을 통해 전송된다.



(그림 6-5) PLP 지원 시스템 구성 예

또한, (그림 6-5)에서와 같이 다중화 과정에서 PLP 구성 및 기타 링크 계층에 대한 시그널링을 위해 CLP 시그널링 데이터가 생성되어 다중화 된다. CLP 시그널링 데이터는 ATSC 3.0 규격의 ALP(ATSC Link-layer Protocol)에서 정의한 LMT(Link Mapping Table) 및 RDT(ROHC-U Description Table)를 변경 없이 TS 패킷을 통해 전달한다. 이는 MPEG-2 시스템 규격에서 정의한 MPEG-2 section 데이터를 TS 패킷에 실어 전송하는 것과 동일하게 적용된다.

LMT 및 RDT 내 6 비트 PLP_ID 필드는 PLP를 구별하기 위해 사용하는 TS 패킷 헤더 내 PID 필드와 맵핑이 되어야 한다. 즉 13비트의 PID 필드에서 상위 7비트는 “0000000” 이고 하위 6 비트가 PLP_ID와 동일한 값을 가지도록 하여 LMT와 RDT에서 지시하는 PLP를 구분할 수 있게 한다. 또한 LMT 및 RDT를 전송하는 TS 패킷의 PID는 전용의(dedicated) 값(예: LMT PID = 0x1FFC, RDT PID = 0x1FFD)을 사용함으로써 수신측에서 쉽게 획득이 가능하도록 한다. 또한 LMT에서 PLP_ID 필드 다음에 위치하는 2 비트 reserved 필드 중 1 비트를 이용하여 lls_flag 필드로 사용하여 해당 PLP_ID가 지시하는 PLP 내에 LLS(Low Level Signaling) 데이터가 전송됨을 알려 준다.

그리고 시간 정보 제공을 위해 기존 케이블 방송에서 사용하던 PSIP(Program and System Information Protocol)의 STT(System Time Table)을 이용하여 UTC(Universal Time Coordinated) 타임 정보를 수신측에 제공한다.

제시한 방법을 통해서 IP 기반의 방송 서비스들이 기존의 케이블 방송 전송 장비를 그대로 이용하면서 제공이 가능하여, 매우 경제적으로 케이블 방송 시스템을 IP 기반의 차세대 방송 시스템으로 업그레이드가 용이하게 될 수 있다.

부 록 1-1

(본 부록은 표준을 보충하기 위한 내용으로 표준의 일부는 아님)

지식재산권 확약서 정보

해당사항 없음

※ 상기 기재된 지식재산권 확약서 이외에도 본 표준이 발간된 후 접수된 확약서가 있을 수 있으니, TTA 웹사이트에서 확인하시기 바랍니다.

부 록 1-2

(본 부록은 표준을 보충하기 위한 내용으로 표준의 일부는 아님)

시험인증 관련 사항

해당사항 없음

부 록 1-3

(본 부록은 표준을 보충하기 위한 내용으로 표준의 일부는 아님)

본 표준의 연계(family) 표준

해당사항 없음

부 록 1-4

(본 부록은 표준을 보충하기 위한 내용으로 표준의 일부는 아님)

참고 문헌

(*표준을 기술하기 위해 참고한 관련 자료에 대해 작성하며, 해당 사항이 없는 경우, '해당 사항 없음'으로 기재하고, 본 양식을 삭제하지 않음)

출처 및 근거 등의 정보를 나타내기 위한 표준 또는 문서와 수치, 계산식, 그림 등을 인용한 표준 또는 문서에 대해 기재한다.

[1]

[2]

예)

[3] ITU-T X.509, "Information technology – Open Syms Interconnection – The Directory : Authentication Framework", 2000.

[4] 저자, 제목, 출판사, 발행연도

.....

※ 상기 기재된 참고 문헌의 발간일이 기재된 경우, 해당 표준(문서)의 해당 버전에 대해서만 유효하며, 연도를 표시하지 않은 경우에는 해당 표준(권고)의 최신 버전을 따름

※ 단순한 용어정의, 계산식, 그림 등을 참조하는 경우는 본 항목에 해당 표준(권고) 등의 정보를 기재함

부 록 1-5

(본 부록은 표준을 보충하기 위한 내용으로 표준의 일부는 아님)

영문표준 해설서

해당사항 없음

부 록 II-6

(본 부록은 표준을 보충하기 위한 내용으로 표준의 일부는 아님)

표준의 이력

판수	채택일	표준번호	내용	담당 위원회
제1판	2019.12.xx	제정 TTAx.xx-xx.xxxx	-	케이블방송 프로젝트그룹 (PG803)