

ATM/HFC망을 이용한 On-Demand 시스템 구현

Implementation on On-Demand System using ATM/HFC Network

김광수 / 전자부품연구원 멀티미디어 연구센터

요 약

방송과 통신산업의 융합현상이 가속화됨에 따라, CATV망을 이용하여 다양한 영상, 음성, 데이터 통신을 위한 새로운 기술과 서비스의 요구가 증가하고 있다.

디지털 방식의 CATV를 위한 세계적 표준화 작업이 선진국을 중심으로 진행되고 있으며, 국내에서도 이에 따른 기술개발의 목표 및 규격설정을 통한 호환성 보장 체계가 필요함에 이를 위한 연구개발을 수행하였다.

CATV의 디지털화는 MoD, 화상전화, 고속 인터넷 와 같은 다양한 디지털 서비스를 CATV사업자가 가입자에게 제공함으로써 서비스 폭을 넓히는 FSN(Full Service Network)의 기반으로 활용할 수 있다.

가. 시스템 구성

1. 비디오 서버

시스템 구축에 사용한 비디오 서버는 SUN사의 MediaCenter라는 서버를 사용하여 시스템을 운용하였으며 다음과 같은 기능 및 특징을 가지고 있다.

UltraSPARCII 프로세서와 Solaris 2.5.1 운영체계를 가지며, 통신방식으로는 Classical IP/AAL5/ATM를 지원한다. 스트림 전송속도를 보장하며, 높은 입출력 대역의 멀티미디어 응용을 지원하기 위한 특별한 미디어 파일 시스템을 가지고 있다..

2 port ATM카드를 통해 ATM입출력을 지원하며 100Mbps의 전송대역을 보장한다. 또한 멈춤, 후진, 전진, 같은 VCR기능을 갖는 상위 API의 지원이 되며, MSM(Media Stream Manager)는 다중 비트 스트림들을 지원한다.

MSM는 MediaCenter의 상호제어의 수단으로 RPC-기반 라이브러리와 인터페이스가 되어 있다. 영상정보 저장을 위해 50GB의 저장용량을 지원하며 에러복구를 위해 패리티 정보를 저장한다,

2. ATM 스위치

ATM 스위치 시스템의 구성요소들을 살펴보면 다음과 같다.

- ATM Core Switch(SDX-VOD)
- ATM25 MUX Switch
- Monitoring System

SDX-VOD스위치는 비디오 서버가 보유한 비디오 데이터를 서비스 가입자에게 제공하는 장치로, Level 1 Gateway의 제어신호를 통해 비디오 서버의 정보를 분산 교환하며, STM-1(155Mbps), T1(1.544Mbps)및 이더넷통신이 가능하다. ATM25 MUX는 ATM Access Switch로써 155Mbps급의 ATM 신호를 25Mbps의 낮은 속도로 다중화를 하여 신호 변환장치(64QAM Modulation System)로 전송하는 역할을 수행한다. Monitoring System은 Agent(ATM Core Switch)와의 통신을 위한 프로토콜 스택과 망 관리기능을 제공한다.

3. Level 1 Gateway

DEC 시스템을 기반으로 하며 비디오 서버와 가입자 단말기 사이를 연결하는 기능을 주로 수행하며 세션관련 프로토콜로 DSM-CC U-N 프로토콜을 탑재하고 있다.

또한 단말기와 MAC 통신을 위한 통신 프로토콜 모듈을 가지고 있으며 가입자의 정보를 관리하는 데이터 베이스를 가지고 있다.

4. 서비스 채널 전송장치

비디오 서버로부터 가입자 단말기에 전송되는 영상 데이터를 전송하기 위한 채널로 S1 채널이 사용하며 전송방식으로 ATM 방식을 사용한다. 변조방식으로 HFC네트워크에 적합한 QAM방식을 사용한다. 그 중에서 64QAM방식을 사용하여 다중의 데이터를 ATM층에서 다중화를 하여 전송한다. DAVIC Framer의 기본기능은 MPEG-2 TS 패킷길이인 188바이트와 호환성을 유지하도록 하기 위해 7개의 ATM 셀과 3바이트 제어 바이트를 사용하여 2개의 MPEG TS 패킷으로 변환한다. 전송에러를 정정하기 위해 RS 엔코딩을 하며 코딩방법은 RS(204, 188 T=8)으로 한다. 버스트 에러 방지하기 위하여 I=12인 컨보류션 인터리버를 실시하여 64QAM 변조부로 전송한다. QAM 변조기의 IF출력은 43.75MHz이다. RF 출력을 위한 NTSC Modulator가 사용되며 출력 RF주파수는 498MHz ~ 750MHz대역을 사용한다.

5. 제어채널 통신제어장치

대화형 CATV시스템에서 S2, S3, S4의 정보흐름을 제공하는 채널 시스템을 설계하였다. 주요기능은 ATM 스위치와 RF네트워크간의 접속을 원활히 수행하며, 상하향CATV채널 상에 존재하는 잡음을 극복하기 위해 RS 코딩과 convolutional Interleaver를 사용하였다.

ATM스위치와 광 송수신장치사이에 위치하여, 서버와 가입자 명령을 송수신하는 중계자 역할을 수행한다. ATM스위치와 통신제어 장치간의 ATM T1로 연결되며, RF Up/Down Converter와 광 송수신 장치간에는 F-커넥터를 사용하여 연결된다. 그 사이에 RF combiner를 사용하여 다중의 통신제어 장치의 RF출력을 결합하여 전송한다. 주요기능으로 QPSK 모뎀과 T1 Framer, 에러복원 기능을 가진다.

6. 가입자 단말기

가입자 단말기는 크게 NIU와 STU로 구성되며 NIU는 QAM복조기, QPSK 모뎀, ATM기능으로 구성되며, STU는 MPEG-2 Decoder와 GUI을 위한 그래픽기능, 각종 통신 프로토콜을 탑재하고 있는 MCU로 이루어져 있다.

특히 DSM-CC U-N/U-U 프로토콜과 MAC프로토콜을 사용하여 HFC에 접속하여 LIGW와 비디오 서버와 통신을 한다.

나. 통신프로토콜

1. Media Access Control(MAC)

MAC프로토콜은 HFC(Hybrid Fiber Coax)네트워크를 통해 통신을 하기 위한 프로토콜이다. 액세스 서브네트워크의 NRC(Network Related Control)과 NIU/STU와의 사이에 통신을 정의한다. MAC프로토콜은 Initialization, Provisioning 과 Sign On Management, Connection Management 와 Link Management 라는 3개 분야로 분류할 수 있다.

MAC 프로토콜은 Contention기반으로 통신이 이루어지며, MAC 통신완료된 후에 채널과 타임슬롯을 할당받아 보장된 통신을 수행한다.

2. 상위 통신 흐름

1) S1 정보흐름

S1정보흐름은 소오스 객체로부터 목적지 객체로 향하는 내용 정보흐름을 위한 것이다. S1은 서버로부터 STU로 압축된 비디오/오디오 내용물과 관련 데이터, STU내에 사용되는 binary object, 다른 내용물의 정보형태를 전송하는 한 방향의 정보흐름을 나타낸다. 비디오/오디오 내용정보와 비디오와 오디오, 다른 데이터 형태를 위한 표준안으로 ISO/IEC 11172-2,-3(MPEG-1 비디오와 오디오)과 ISO/IEC 13818-1,-2,-3(MPEG-2 system, video, audio)을 사용한다. Binary object(다른 데이터 형태)다운로드 프로토콜을 위하여 ISO/IEC 13818-6(MPEG digital storage media command and control)을 사용한다.

2) S2 정보흐름

S2의 정보 흐름은 어플리케이션 서비스 층의 소오스 객체로 목적객체로의 제어정보 흐름

을 위한 것이다. STU와 서버간의 상위레벨 S2인터페이스를 위해 DSM-CC가 사용되며 바이러리 오브젝트와 다른 데이터 형태의 정보 다운로드와 MPEG Transport 스트림을 통한 IP로 포장된 S2정보의 전송을 사용한다.

3) S3 흐름에 대한 설명

S3정보흐름은 사용자간의 세션정보의 교환을 위해 사용되는 양방향 정보 흐름이다. S3흐름은 전송시스템에 대해 투명하지는 않다.

4) S4 흐름에 대한 설명

S4는 Call/Connection 제어를 지원하고 리소스 제어 기능을 지원하는 양방향 정보흐름이다.

다. 네트워크 설계

당 연구원은 1994년에 CATV 관련 기기 및 시스템 시험을 위한 동축 전송망을 구축하였으며, 이는 국내에 설치되어 있는 CATV 전송망과 유사한 형태를 가지고 있으며, 쌍방향 아날로그 CATV 신호 전송에 적합하도록 설계되어 있다.

따라서, 주파수 대역은 450MHz, 전송 가능한 채널은 60개로 디지털 CATV 시험용으로는 적합하지 않았으며, 대화형 CATV의 통합 시험을 위해서는 기본적인 HFC (Hybrid Fiber Coax)형태로 750MHz 광대역 전송시스템을 필요로 하게 되어 HFC망을 구축하였다.

1. 시스템 설계의 조건

1) 전송 채널의 수

하향 60CH의 아날로그 CATV 신호 전송을 위한 450MHz의 전송 대역을 갖는 시스템이 이미 구축되어 있을 경우, 디지털 CATV 서비스를 위해서는 이 보다 더 넓은 대역의 전송 망 시스템을 설치해야 한다. 그러므로, 일반적으로 HFC 형태의 전송망에서는 상향 5~42MHz, 하향 50~750MHz로 된 전송 시스템을 구축을 하므로써, 아날로그 신호 60채널과 200채널의 디지털 신호 전송, 모두를 수용 가능하도록 설계한다.

2) 시스템 성능

미국의 NCTA(National Cable Television Association)가 권고하는 전송망의 기술 기준을 준용하여, C/N(Carrier to noise Ratio) $\geq 43\text{dB}$, CTB(Composite Triple Beat) $\leq -53\text{dB}$, XM(Cross Modulation) $\leq -46\text{dB}$, CSO(Composite Second Order Beat) $\leq -55\text{dB}$, HM(Hum Modulation) $\leq 5\%$ 가 되도록 설계한다.

3) 실험 지역 및 전송 거리

실제로는 서비스 면적을 대개 10km²를 가정하여 설계하며, 대개 방송국이 서비스 지역의 중앙에 위치하기 때문에, 약 8km(5km $\times\sqrt{2}$)의 전송 거리와 간선으로는 17C 이상의 케이블을 사용한다.

4) 단말기의 입력 레벨

국내의 가입자 단말기 기술 기준을 준용하여, 전송망 최종단의 출력레벨은 -5~+15dBmV가 되도록 설계한다.

2. 시스템의 기본 구성

CATV 시스템의 기본 구성은 안테나 및 송출 설비로 이루어진 Headend(방송국)와 증폭기, 분배기, 분기기 등으로 이루어지는 전송망 시스템, 그리고 보안기 및 가입자 단말기(Converter) 등의 덕내 설비로 구성된다.

1) Headend

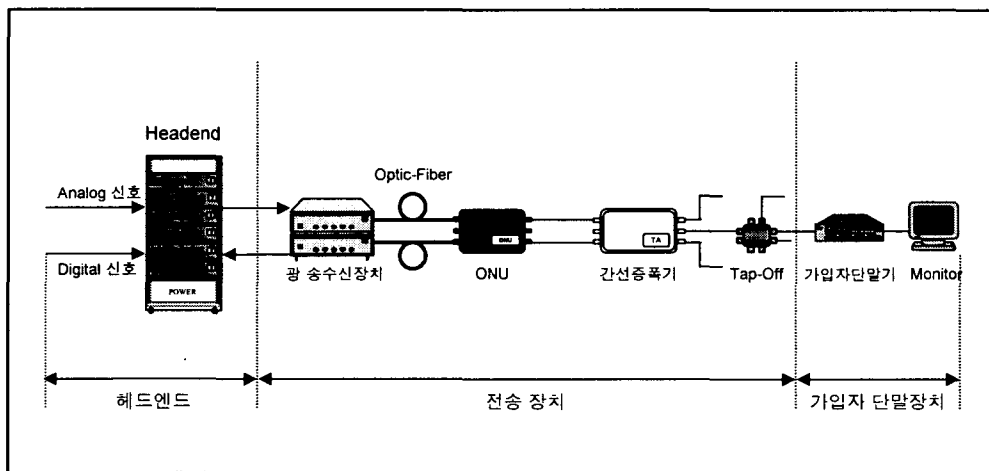
방송국의 설비는 스튜디오와 헤드엔드 장비로 구성되며, 스튜디오는 프로그램을 제작, 편집, 송출하는 설비로 이루어지고, 헤드엔드는 외부로부터 수신된 프로그램의 재송신, 중계회선 설비, 가입자 관리, 감시 및 제어기능을 하는 장비로 구성된다.

2) 전송망 시스템

전송망은 일반적으로 "Star & Branch" 형태의 구성도를 가지며, 선로의 감쇠특성을 보상하기 위한 증폭기와 분배기 및 분기기 등과 같은 수동기기로 연결된다.

3) 가입자 단말장치

전송로를 통해 전달된 신호를 가입자가 원하는 방송을 수신할 수 있도록 변환시켜 주는 가입자 대내 장비이다. 최근에는 상향채널을 통해 제어할 수 있도록 통신기능이 부가된 양방향 컨버터 및 Set-top-Box가 주로 이용된다.

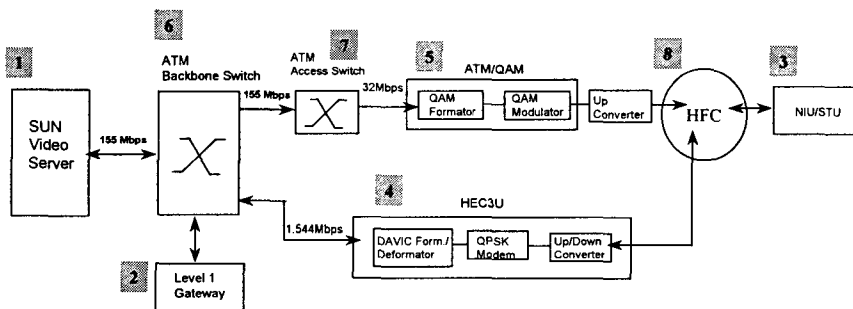


HFC 네트워크의 기본 구성도

라. 시스템 운영

1. SUN VOD 서버에는 SUN사의 Multi-mode 155Mbps ATM카드 두개가 장착되어 있다. 각각 ba0, ba1의 디바이스명을 가지며 ba0는 NativeATM을 지원하며 주 기능은 MPEG데이터를 전송하는 기능을 한다. 전송형태는 두 개의 MPEG TS 패킷을 8개의 ATM셀로 변환하여 전송한다. ba1는 RFC1577표준에 따라 Classical IP/ATM을 지원하며, L1GW, 가입자 단말기와 통신을 한다.
2. Backbone 스위치는 VOD 서버, L1GW, Access 스위치간에 155Mbps로 연결되며, L1GW와 proxy 신호를 위해 이더넷 인터페이스를 사용한다. ATM T1 인터페이스는 가입자 단말기와 통신채널을 설정하기 위해 사용되며 통신제어장치는 UTP케이블을 사용하여 연결된다. 스위치의 패스 설정은 PVC기능을 사용하여 설정하며 NMS시스템을 통해 제어를 한다.
3. ATM25 Access 스위치의 역할은 중심망과 인터페이스를 위해 155Mbps의 광 인터페이스가 사용되며, CATV 네트워크에 맞게 전송하기 위해 25Mbps 인터페이스를 사용하여 UTP케이블을 통해 ATM/QAM보드와 연결된다. Access 스위치의 패스 설정은 PVC기능을 사용하여 미리 각 포트당 4개의 VC값을 설정한다. 주로 패스설정은 콘솔을 이용하여 제어를 한다.

4. L1GW는 155Mbps인터페이스와 이더넷을 이용하여 backbone스위치와 연결되며, 가입자 단말기와 비디오 서버와의 통신을 위해 DSM-CC U-N기능을 수행한다.
5. 가입자 단말기는 MPEG데이터와 그래픽 데이터를 수신하여 서비스를 제공하는 것을 주 기능으로 한다. 비디오 서버로부터 서비스 제공받기 전에 L1GW와 통신을 위해 RTOS상에 DSM-CC U-N모듈을 사용하여 통신을 한다. DSM-CC U-N통신이 끝난 후에 비디오 서버와 서비스를 제공받기 위한 절차 및 리모콘 제어를 위해 DSM-CC U-U 통신을 한다. MPEG 데이터는 QAM채널을 통해 서비스를 받으며 쌍방향 통신을 위해 QPSK채널을 사용한다.
6. 전송 제어장치는 케이블 네트워크를 통해 L1GW, 단말기, 비디오 서버간의 통신이 되도록 망을 연결하는 기능을 수행하며 주요 기능으로는 QPSK변복조 기능 및 에러복원 기능을 가지고 있으며, TDMA통신에 필요한 타이밍 정보를 내려주는 기능을 수행한다. 가입자 단말기와 통신을 위해 시험 주파수로 하향 주파수는 454MHz와 상향 주파수로 35MHz을 사용한다. 전송속도는 1.544Mbps이다.
7. ATM/QAM은 MPEG 데이터를 케이블 네트워크를 통해 전송하기 위한 장치로 64QAM모드로 설정되며, IF 주파수는 43.75MHz을 사용한다. Access 스위치와의 인터페이스를 위해 UTP케이블을 사용하며 Up converter와의 인터페이스를 위해 F커넥터를 사용하여 연결을 한다.
8. HFC네트워크는 세개의 셀 구조로 KETI의 외부망과 KETI내의 1층과 2층으로 구성된다. 사용된 장비는 750MHz대역을 지원하며 450MHz대역을 중심으로 상위 주파수를 통해 MPEG영상을 전송하고, 하위 주파수는 NTSC 영상을 전송하는 구조로 구성이 되어 있다.

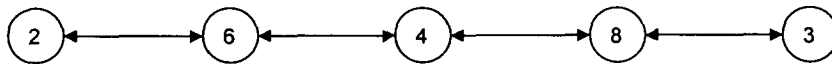


데이터 흐름에 사용되는 통신객체 구성도

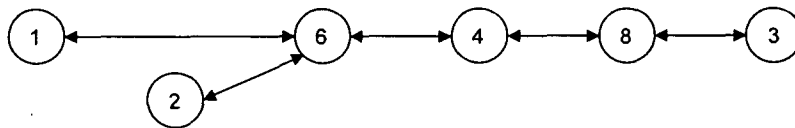
마. 동작 설명

1. LIGW는 가입자 단말기와의 접속에 필요한 정보를 하향채널을 통해 항상 전송한다.
2. 서비스를 제공받기 위해 전원이 인가된 단말기는 NIU와 STU간에 통신에 필요한 정보를 교환하고 LIGW가 MAC통신을 위해 전송하는 파라미터를 가지고 내부 레지스터들을 설정한다.
3. 단말기와 LIGW간에 네트워크 리소스에 대한 정보교환이 이루어지면, 서비스 제공에 필요한 통신절차를 수행하는데 이것이 DSM-CC U-N 통신이다.
4. LIGW는 DSM-CC U-N통신을 이용하여 단말기의 요청사항을 VOD서버로 전송하는 역할을 수행한다. 단말기의 요청사항이 VOD서버에 의해 승낙이 될 경우, 다음 단계인 DSM-CC U-U통신을 하게된다. 이로써 LIGW의 역할은 끝나게 된다.
5. 서비스 제공단계로 넘어갈 경우, DSM-CC통신을 통해, 단말기가 관련 서비스와 연관된 정보를 메뉴형태로 다운로드를 받는다. 단말기는 사용자의 선택 항목을 비디오 서버에 요청하고, 요청에 따라 서버는 해당 데이터를 다운로드를 한다. 단말기는 다운로드된 데이터를 사용자에게 그래픽 형태로 표시를 한다. 사용자가 원하는 프로그램을 선택하여 시청을 하면, 사용자에게 프로그램에 대한 VCR기능을 부여한다. 이 기능도 역시 DSM-CC U-U기능을 사용하여 통신을 한다. 구현된 VCR기능은 재생, 멈춤, 정지, 전진도약, 후진도약, 다시 재생의 기능이 구현이 되었다.
대화형 서비스가 구현되기 위해 사용이 되는 통신객체들로 상기 동작단계에 상호간 밀접한 관계를 가지고 서비스 제공을 위해 작동을 한다. 각 단계에 관여하는 통신객체의 연계성은 다음과 같은 구조를 가지고 작동을 한다.

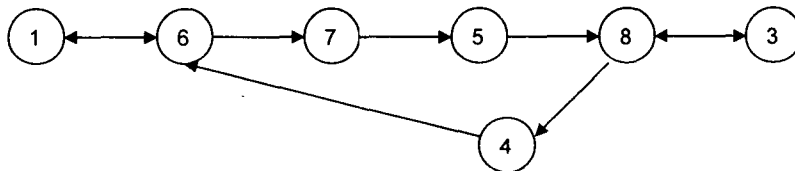
1,2,3 단계



4 단계



5 단계



통신흐름에 따른 객체간의 상호연관성

바. 결론

미국의 케이블 산업분야의 MSO들은 인터넷 사업과 병행하여 그 동안 디지털 위성방송에 가입자를 빼앗겨 오던 흐름을 반전시키고자, 인터넷 기능과 디지털 방송을 결합하는 새로운 형태의 서비스가 가능한 단말기의 대량구매를 계획하고 있다.

따라서, 미국의 케이블 장비제조업체인 GI와 SA사는 인터넷과 영상 서비스가 동시에 가능한 단말기 개발에 주력하고 있다.

이들의 개발방향은 오락을 추구하는 매체의 주체가 PC가 아니라 TV라는 점에 비중을 두고 TV에 인터넷 기능을 포함시키는데 중점을 두고 있다.

따라서, VOD서비스는 미래를 준비하는 일부 기업에 의해 사업화가 추진되고 있으며, 대표적인 케이블 TV용 장비업체인 GI와 SA는 99년 하반기부터 점차적으로 시장을 선점을 위해 비디오 서버업체들과의 기술적 연합을 추진하고있으며 북미에서 VOD상용 서비스를 실시하고 있는 DivaTV와 협력을 추진하고 있다

이와 같이 인터넷 서비스와 함께 주문형 디지털 영상 서비스에 대한 관심들을 지속적으로 나타내고 있다.

본 개발에서는 국제적 표준으로 권고된 "DAVIC 1.2" 규격을 준용하였으며, 이를 바탕으로 영상 Delivery 시스템 개발과 가입자 단말기 개발의 통합(System Integration)을 목표로, 광·동축 혼합 망에서의 디지털 영상 서비스를 위한 통신 제어장치 및 전송 장치와 연동하여 실험하였으며, 이 실험을 통해 DAVIC 표준(안)에 의한 디지털 영상 서비스의 실용화와 상용화 가능성을 확인하였다.

당 연구원에 구축한 시험용 전송망은 디지털 영상 서비스를 위한 광·동축 혼합망인 HFC(Hybrid Fiber Coaxial)형태를 가지고 있으며, 대화형 CATV의 기능적 통합 시험을 할 수 있도록 750MHz 대역까지 기능을 확장하였다.

대화형 CATV 시스템의 통합 시험에서 사용한 어플리케이션은 MOD(Movie On Demand) 서비스로, 5Mbps의 MPEG-2 데이터를 사용하여 디지털 영상 데이터의 흐름을 제어하는 기능을 구현하고, Level 1 Gateway와 가입자 단말기 사이의 MAC 메커니즘을 이용한 네트워크 리소스 할당 기능, 세션기능을 위한 DSM-CC 프로토콜 등을 검증하였다. 이러한 MOD에 대한 기술적 검증은 CATV 전송망을 이용한 On-Demand 서비스의 실현 가능성을 한층 더 높여 주었다.