

主題

초고속 위성 멀티미디어 서비스 시스템

(주)텔레맨 김 응 만

차례

- I. 서론
- II. 초고속 위성 멀티미디어 서비스 시스템
- III. 결론

I. 서론

작품 "2001: A Space Odyssey"을 저술한 영국의 유명한 공상 과학 작가인 Arthur C. Clarke는 Wireless World라는 잡지의 "Extra-terrestrial Relays"라는 논문을 통해 정지 위성을 이용한 통신에 관하여 언급하였다. 즉, 그는 약 42,242 Km의 반경을 갖는 적도 궤도를 순회하는 위성은 지구의 각속도와 동일한 각속도를 갖기 때문에, 마치 지구의 동일한 상공에 정지한 것처럼 보이며 지구의 한 반구로부터 신호를 수신하고 중계할 수 있다고 언급하였다. 따라서, 신호를 송(수신할 수 있는 3기의 위성을 120(간격으로 배치함으로써 전 세계를 커버할 수 있다고 언급하였다. 구 소련이 1957년 10월 4일 위성 SPUTNIK I을 저궤도에 띄운 이래, 1963년에 이르러 서야 위성을 정지 궤도에 올려 놓게 되었다. 그 후, 미국과 구 소련의 냉전체제 하에서 주로 군비경쟁을 통해 첩보위성 및 군용 통

신 위성의 경쟁적 개발을 통해 발전해 온 위성 산업은 냉전 이후, 군비축소로 인한 투자감소 때문에 민간 상용위성 시장으로 점차 전환되고 있다.

1965년 4월 6일, EARLY BIRD라고도 하는 상업 위성 INTELSAT I이 발사된 이래, 위성 산업은 꾸준히 성장하여 현재까지 2000여기의 위성이 방송 및 통신분야에서 중요한 역할을 수행하고 있다. 우리나라도 위성에 대한 유용성과 위성 시장의 확대를 고려하여 1992년 우리별 위성 1호를 시초로 작년까지 총 7기의 위성을 성공적으로 궤도에 진입시켰다. 특히 한국통신의 무궁화 위성 3호는 9월 4일 발사되어 2000년 초부터 통신 및 방송 서비스를 제공하고 있다.

1980년대에 들어 위성 통신 및 방송에 디지털 기술이 도입됨에 따라 시청자는 디지털 위성 TV 서비스 외에 음성, 문자, 동영상 등의 다양한 멀티미디어 서비스에 대한 요구가 점차 증대되고 있다. 한편, 초기의 Internet은 네트워크간에 텍스트 중

십의 정보 교환을 수행하기 위해 개발되었으나 오늘날의 Internet은 급속히 성장하여 수천개의 네트워크와 수 만개의 컴퓨터로 구성되며, 사용자는 이와 같은 Internet망을 통해 텍스트는 물론 이미지, 음성, 비디오등과 같은 정보량이 큰 다양한 멀티미디어 정보를 교환하고자 하는 욕구가 크게 증대되고 있다. 이와 같은 멀티미디어 시대를 맞이하여 인터넷 서비스, 데이터 브로드캐스팅, 디지털 TV방송 등을 비롯한 다양한 멀티미디어 서비스를 기존의 인터넷 망을 통해 동시에 실시간으로 제공하는 것은 기존의 지상망이 저속/협대역이기 때문에 불가능하였다. 또한 Internet사용자의 폭발적인 증가는 Internet상의 심각한 통신 장애를 초래하였다. 이와 같은 점에서, web page, e-mail, 데이터, 오디오, 비디오 등을 포함하는 멀티미디어 서비스를 사용자에게 제공할 수 있는 고속/광대역 특성을 갖는 데이터 전송 통신망에 대한 필요성이 크게 대두되어 왔다. 현재 이와 같은 대안으로서 케이블 네트

워크, 광케이블 망, xDSL, 위성등이 크게 각광을 받고 있다. 이와 같은 대안중 케이블 네트워크, 광케이블 망, xDSL은 인프라 구조를 구축함에 있어서 비용, 시간 등을 고려할 때 많은 어려움을 안고 있다. 이에 반해 위성은 1) 지리적인 장해에 구애 받지 않는 통신회선 설정의 유연성 2) 광대역성 3) 가변적인 대역폭 할당 4) 광역의 다수지점에 대한 동일 정보의 브로드캐스팅이 가능하다는 점등과 같은 많은 장점을 갖기 때문에 기존 인터넷 망의 전송 속도 문제를 해결하기 위한 유력한 수단으로 등장하고 있다.

본 사는 기존 인터넷 망의 전송 속도 문제를 해결하고 다양한 멀티미디어 서비스를 제공하기위해 기존의 지상망과 고속/광대역 특성을 갖는 디지털 위성을 이용한 초고속 위성 멀티미디어 서비스 시스템인 SkyMedia 시스템을 개발하고 그에 대한 솔루션을 제공해 왔다. 따라서, 본 고에서는 디지털 위성 과 디지털 위성 방송 규격인 DVB/MPEG2방식을 사용함으로써 45Mbps의 전송 속도가 보장되는 초

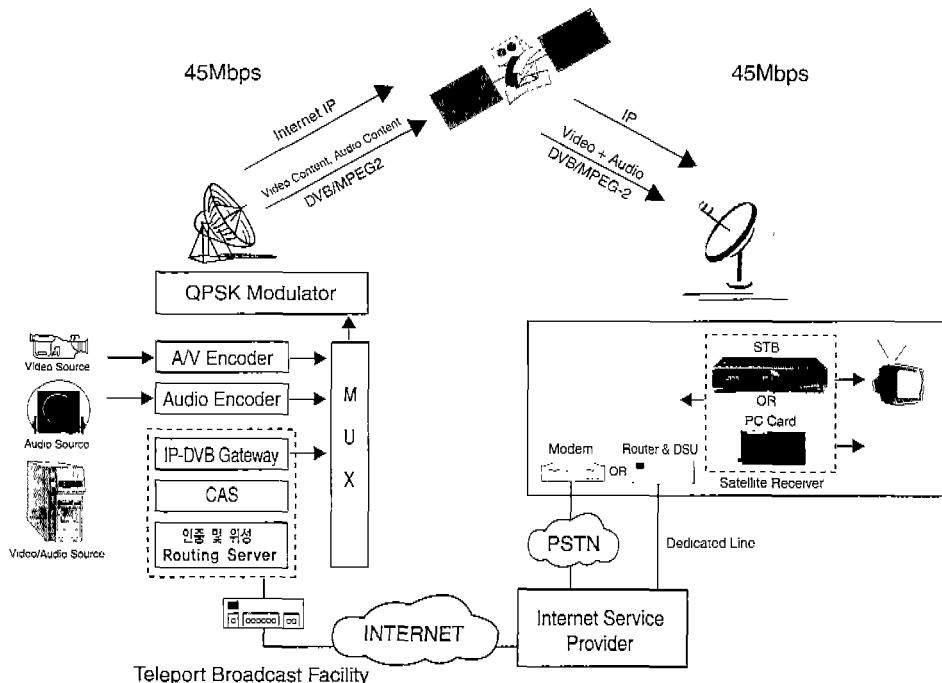


그림 1. 초고속 위성 멀티미디어 서비스 시스템의 구성도

고속 위성 멀티미디어 서비스 시스템 및 이를 위한 제반기술에 관하여 본 사의 경험을 토대로 살펴 보고자 한다.

II. 초고속 위성 멀티미디어 서비스 시스템

초고속 위성 멀티미디어 서비스 시스템은 <그림 1>과 같이 크게 중심 지구국(Up-link site)과 단말 지구국(remote site)으로 구성되며, 그들의 기능은 다음과 같다.

중심지구국은 다양한 멀티미디어 데이터를 위성을 통해 수신자에게 전송하는 역할을 수행하는 네트워크의 심장부로서, Audio encoder, A/V encoder, IP/DVB Gateway, router, Multiplexer, 수신 제한 시스템(CAS), 네트워크 관리 시스템(NMS), 가입자 관리 시스템(SMS), QPSK modulator등으로 구성된다. 디지털 위성방송의 video, audio신호는 대응되는 각 encoder에 의해 부호화되고 패킷타이저에 의해 PES(packet elementary stream)으로 변환된다. 인터넷서비스를 비롯한 데이터, 오디오 및 비디오 데이터의 경우, 두 종류의 network interface를 통해 인터넷 서비스 제공자로부터 필요한 정보를 얻을 수 있다. 즉, 가입자는 모뎀이나 LAN과 같은 기존의 지상망을 통해 서비스제공자에 접속한 후, 필요한 정보를 서비스제공자로부터 위성을 통해 수신하게 된다. 이때 인터넷 사이트 또는 서비스 제공자로부터 중심 지구국으로 전송되는 데이터는 Ethernet 프레임 형태로 전송된다. 이와 같은 프레임형태의 데이터를 가입자에게 위성을 통해 전송하기 위해서는 위성전송에 적합한 형태, 즉 DVB/MPEG2 트랜스포트 패킷(transport packet) 형태로 변환해 주어야 한다. 이는 IP/DVB Gateway에 의해 수행된다. Multiplexer는 audio PES, video PES, 데이터 encoder에 의해 변환된 트랜스포트 패킷을 입

력으로 받아 들여 위성전송에 적합한 트랜스포트 스트림으로 다중화(multiplexing)한 후, QPSK modulation하여 위성을 통해 수신자에게 전송하게 된다.

단말 지구국은 수신용 접시안테나, 컴퓨터, 수신기(PC카드 또는 STB), TV등으로 구성된다. 위성을 통해 전송된 신호는 접시안테나를 통해 수신되어 수신기로 보내진다. 수신기는 수신된 트랜스포트 스트림을 역다중화(demultiplexing)하여 위성방송 프로그램을 구성하는 audio, video패킷과 인터넷 정보를 포함하는 데이터 패킷으로 분리(이는 각 프로그램과 인터넷 데이터에 할당된 고유 PID를 통해 수행된다)한 후, 각 audio, video패킷은 audio decoder, video decoder로 보내져 다시 오디오 신호, 비디오신호로 변환되어 TV수상기 또는 컴퓨터 모니터에 출력된다. 한편 PC카드의 미니포트 NDIS(network driver interface specification) 드라이버는 IP데이터그램에 포함되어 있는 IP어дрес가 가입자에게 할당된 어дрес인지를 판별하여 가입자가 요청한 데이터만을 취하여 그것을 요구한 응용프로그램에 넘겨주게 된다.

1. 중심 지구국의 구성

앞에서 설명했듯이, 중심 지구국은 Audio encoder, A/V encoder, IP/DVB Gateway, router, Multiplexer, 수신 제한 시스템(CAS), 네트워크 관리 시스템(NMS), 가입자 관리 시스템(SMS), QPSK modulator등으로 구성된다. 이 중 IP/DVB Gateway를 제외한 대부분의 구성 요소는 초창기 디지털 위성 TV방송 서비스에 필요한 요소로서 여러 문헌을 통해 자세히 보고되고 있다. 따라서, 본 고에서는 기존의 디지털 위성 TV방송 서비스를 위해 설계되었던 중심 지구국을 통해 다양한 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 필수적으로 추가되어야 할 시스템에 관하여 살펴 보고자 한다.

가. IP/DVB Gateway

인터넷 서비스를 비롯한 다양한 멀티미디어 데이터를 위성을 통해 서비스하는 경우, 사용자는 모뎀이나 LAN과 같은 기존의 지상망을 통해 서비스 제공자에게 접속하고, 위성을 통해 필요한 데이터를 수신한다. 이 때 기존 지상망을 통해 인터넷 사이트로부터 중심 지구국으로 전송되는 데이터는 Ethernet 프레임 형태로 전송되는 반면, 위성을 이용한 전송은 DVB/MPEG2 표준방식인 트랜스포트 스트림 형태로 수행된다. 따라서, Ethernet 프레임을 DVB/MPEG2 트랜스포트 스트림으로 변환해 주는 장치가 필요하며, 이를 IP/DVB Gateway라 한다. 현재, Telemann, DiviCom, Thomcast, Tandberg, Harmonics 등을 포함하는 9개사정도가 IP/DVB Gateway를 개발하여 판매하고 있다. 그림 2는 이들 IP/DVB Gateway의 일반적인 기능적 블록도를 나타내며, 이를 토대로 IP/DVB Gateway의 기능을 자세히 살펴 보고자 한다.

- Frame Fetch Module: 이 모듈은 중심 지구국의 여러 서버로부터 단말 지구국의 사용자가 요청한 데이터 (Ethernet 프레임)를 100BaseT Ethernet 인터페이스를 통해 수신하여 버퍼에 저장한다.
- IP group 서비스 라우팅 모듈: 버퍼에 저장된

Ethernet 프레임을 꺼내고, 그 프레임을 분석하여 IP 어드레스를 추출한 후, 그 어드레스를 IP group 서비스 라우팅 테이블의 IP 어드레스 군과 비교하여 Encapsulation 방법 (EN 301 192 표준규격에 부합)을 결정하여 결정된 방법과 Ethernet 프레임을 모듈 컨트롤러로 넘겨준다. 표 1은 IP group 서비스 라우팅 테이블을 구성하는 항목을 나타낸다.

- 모듈 컨트롤러: IP group 서비스 라우팅 모듈로부터 서비스 타입을 받은 후, 그 서비스에 필요한 파라메타를 파라메타 테이블에서 꺼내어 해당 서비스 모듈에 Ethernet 프레임과 함께 넘겨 준다. 사용되는 파라메타는 다음과 같다.
 - TS (Transport Stream) Packing: IP/DVB Gateway가 IP packets을 MPEG2 TS packet내로 encapsulate할 때 필요한 선택 파라메타로서, 하나의 MPEG2 TS packet내에 크기가 작은 다수의 IP datagram을 encapsulation할지를 결정한다.
 - 32 bits Alignment: 하나의 section을 MPEG2 TS packet내로 encapsulate할 때, 각 section size를 32bits 단위로 구성할지를 결정하는 파라메타
 - Stuffing using Adaptation field:

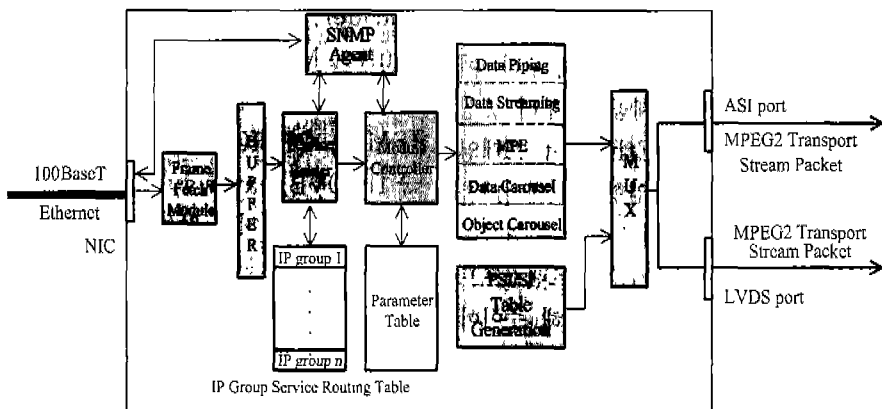


그림 2. IP/DVB Gateway의 기능적 블록도

표 1. IP group 서비스 라우팅 테이블의 구성 항목

항 목	설 명
IP address	IP datagram의 destination IP address를 참조하여 PID와 Encapsulation type을 결정하기 위해 사용되는 IP address
Subnet mask	IP address군을 결정하기위한 subnet mask
MAC Address	입력 IP packet에 대한 destination MAC address로서 MPE section의 MAC address field에 포함된다.
PID number	MPE packet을 encapsulation하기위해 사용된 MPEG TS packet의 ID
Data Rate	Output data rate
Encapsulation type	사용자가 요청한 IP datagram을 encapsulation하기위한 방법

encapsulation될 data가 TS packet (188 bytes)을 완전히 채우기 위해 부족할 때, 부족한 부분을 'ff'로 stuffing해야 한다. 이 때 stuffing을 TS packet의 Adaptaion Field를 사용하여 수행할 것인지 TS packet의 끝에 stuffing할지를 결정하는 파라메타

- Error Check: 이 파라메타는 수신기가 데이터를 수신한 경우, 그 데이터의 유효성을 검증하기 위해 사용될 방법을 지정하기위한 파라메타
- Checksum
- CRC32
- 서비스 모듈: 서비스 타입에 근거하여 입력된 Ethernet프레임을 다음과 같은 데이터 브로드캐스팅에 적합한 MPEG2 TS 패킷내로 encapsulation한다.
 - 데이터 파이핑 모듈
 - 데이터 스트리밍 모듈
 - Multiprotocol Encapsulation 모듈
 - 데이터 캐루셀 모듈
 - 오브젝트 캐루셀 모듈
- PSI(Program Specific Information)/SI (Service Information)테이블 생성 모듈: 수신기가 위성을 통해 전송되는 데이터를 수신하고 그 데이터를 해석하는데 필요한 정보를 포함하는

테이블을 형성하여 Multiplexer로 넘겨 준다.

- Multiplexer: 각 서비스 모듈로부터 입력된 MPEG2 TS 패킷과 PSI/SI테이블을 소프트웨어적으로 먹싱하여 출력포트로 출력하는 역할을 수행한다.
- Output interface
 - ASI 출력 포트: DVB의 serial 표준 인터페이스 규격인 ASI output를 통해 데이터를 Multiplexer로 출력한다.
 - LVDS 출력 포트: DVB의 parallel 표준 인터페이스 규격인 LVDS output를 통해 데이터를 Multiplexer로 출력한다.

나. 인증 및 위성 routing을 위한 서버

서비스 제공자는 가입자로 하여금 안전하고 저렴한 비용으로 인터넷에 원격으로 접속할 수 있도록 하기위해 Proxy와 VPN(Virtual Private Network)을 널리 채용하여 사용하고 있다. 그러나 이와 같은 방법은 나름대로 장점과 단점을 가지고 있다. Proxy를 사용하는 경우, 데이터를 고속으로 download받을 수 있는 반면, RTSP(Real-time Streaming Protocol), TELNET, FTP등과 같은 몇몇 TCP/IP 프로토콜을 지원하지 못하는 경우가 발생한다. 최근 SOCK5를 사용함으로써 TELNET, FTP는 지원되게 되었다. 한편, VPN

은 모든 TCP/IP 프로토콜을 지원하나 download 속도가 Proxy를 사용할 때보다 저하되는 단점을 안고 있다. 따라서, 효율적인 초고속 위성 멀티미디어 서비스 시스템을 구현하기 위해서는 Proxy, VPN 방법에 내재하는 이와 같은 문제점을 개선하여, 가입자가 자신이 가입한 일반 ISP를 통해 저렴한 비용, 높은 안전성을 가지고 위성 멀티미디어 서비스를 받을 수 있도록 해 주는 인증 및 위성 routing을 위한 서버가 필수적이다. 본 절에서는 이와 같은 서버의 기능에 관하여 간단히 설명하고자 한다.

인증 및 위성 routing을 위한 서버는 일반 가입자의 PC에 설치된 클라이언트 프로그램과 연동하여 동작하며, 다음과 같은 기능을 수행한다.

1) 클라이언트 프로그램

일반 가입자의 PC에 설치되며, 가입자는 이 프로그램을 사용하여 지상망 (모뎀 또는 PSTN/PSDN 등)을 통해 일반 ISP와 인증 및 위성 routing 서버에 log-on하여 ISP로부터 하나의 IP 주소를 동적으로 할당 받게 된다.

2) 인증 및 위성 routing 서버

가입자는 클라이언트 프로그램을 사용하여 ISP에 log-on하고, 중심 지구국에 위치한 인증 및 위성

routing 서버를 지정한다. 이 서버는 가입자의 URL request를 Internet으로 라우팅하여 Internet으로부터 가입자가 요청한 데이터를 포함하고 있는 IP packet을 수신한 다음, 그 것을 IP/DVB Gateway로 전송한다. 이 서버의 주요 기능은 다음과 같다.

- 사용자 인증(User Authentication): 이 서버는 65000명의 가입자와 5000명의 동시 접속자를 처리할 수 있다.
- 사용자 관리: 이 서버는 사용자 관리를 위한 전용 DB(Data Base)서버를 갖는다.
- IP/DVB Gateway의 제어: 이 서버는 라우팅을 위한 IP 주소, MAC 주소와 같은 IP/DVB Gateway의 파라미터와 예비절체 (Redundancy)를 제어한다.
- NAT(Network Address Translation)의 지원
- 캐시(Cache)와 SNMP를 통한 원격제어가 가능
- TELNET, FTP, RTSP와 같은 프로토콜을 지원

2. 단말 지구국의 구성

앞에서 언급했듯이, 단말 지구국은 수신용 접시 안테나와 수신기로 구성된다. 수신용 접시 안테나는 위성 신호를 수신하여 950 ~ 2150 MHz의 중간

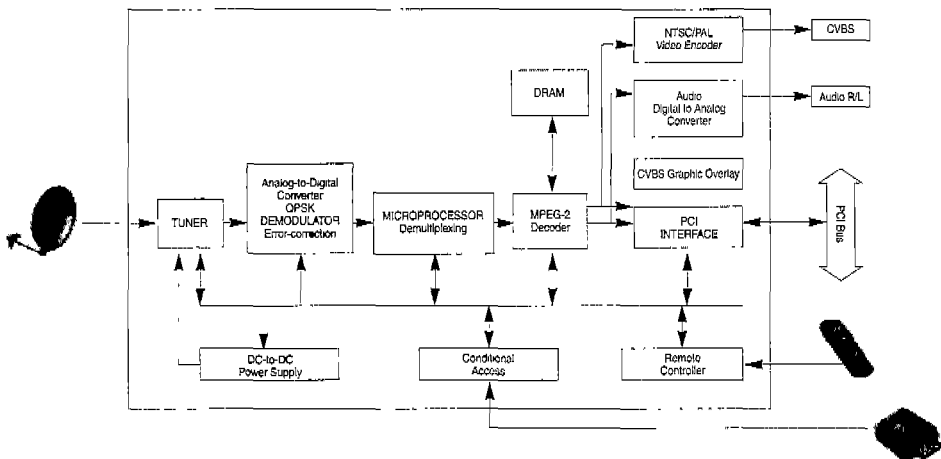


그림 3. PC 카드 수신기의 기능적 블록도

주파수로 변환하여 수신기의 튜너(Tuner)부로 전송한다. 현재, 위성 수신기로서 PC card와 STB (Set-Top-Box)형태의 두 가지 수신기가 널리 사용되고 있다. 본 절에서는 각 수신기의 동작과 특징에 대하여 논하고자 한다.

가. PC 카드 형태의 수신기

PC card형태의 수신기는 PCI interface를 통해 사용자의 PC에 접속되며, 위성망을 통해 디지털 위성 TV방송과 다양한 데이터 서비스(인터넷 서비스, audio 또는 video 데이터, 파일 다운로드등)를 동시에 수신할 수 있다. 그림 3은 일반적인 PC 카드 형태를 갖는 수신기의 기능적 블록도를 나타낸다. 이를 토대로 PC card형태를 갖는 수신기의 동작을 살펴 보고자 한다.

수신기의 Tuner부에서 수신된 위성 신호는 QPSK demodulator부에서 위상복조, 채널 복조화된다. 그 다음, 수신기는 PID를 토대로 TS stream으로부터 원하는 MPEG2 TS 패킷을 역다중화(demultiplexing)한 후, 만일 그 패킷이 스크램블(scramble)되었다면 사용된 CAS를 사용하여 디스크램블(descramble)한다. A/V신호는 A/V 디코더에서 원 신호로 복구된 후, A/V장치로 출력된다. 한편, 데이터 서비스의 경우, IP/DVB Gateway에서 ETSI EN 301 192에서 정의된 encapsulation방법에 따라 MPEG2 TS 패킷내에 encapsulate된 원 IP패킷이 재건된 후, 정확한 IP address를 갖는 IP datagram만 TCP/IP 스택을 따라 응용 프로그램에 전달된다. 이와 같은 방법을 통해, 사용자는 Internet을 통해 원하는 데이터를 수신하면서, 동시에 TV또는 PC 모니터를 통해 디지털 위성 방송을 시청할 수 있다.

PC 카드 형태를 갖는 수신기의 특징을 살펴 보면 다음과 같다.

- PCI revision 2.1에 부합하는 Plug & Play지원

- DVB data broadcasting 표준 규격인 ETSI 301 192를 만족

- Data piping
- Data streaming
- Multiprotocol encapsulation
- Data carousel
- Object carousel

- IP unicasting과 RFC1112에 근거한 IP multicasting을 지원

- Graphic Overlay Function을 지원함으로써, 사용자는 TV없이도 PC 모니터를 통해 디지털 위성 TV방송을 시청할 수 있다. 이와 같은 Graphic Overlay Function은 아날로그 방식과 디지털 방식이 사용되고 있다.

- 제작자와 사용된 chip-set에 따라 약간의 차이는 있으나, 일반적으로 동시에 19개의 PID를 역다중화할 수 있다.

- 데이터 브로드캐스팅에 대한 16 PID
- Audio와 Video에 대한 2 PID
- PCR (Program Clock Reference)에 대한 1 PID

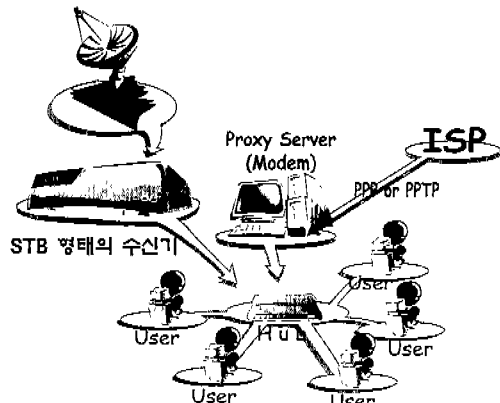


그림 4. group user에 대한 STB형태 수신기의 적용

기존의 위성 TV방송은 약 8Mbps정도의 높은 bandwidth를 차지하기 때문에, 오늘날 위성 인터넷 사업자는 IP multicasting을 통해 동일한 bandwidth를 사용하여 여러 개의 채널을 전송하고 있다. 따라서, 최근에는 데이터 서비스만을 지원하는 PC카드 형태의 수신기가 널리 사용되고 있다.

나. STB형태의 수신기

기존의 STB는 단순히 디지털 위성 TV방송만을 수신할 수 있었기 때문에 멀티미디어 서비스에는 적합하지 않았다. 본사는 세계 최초로 데이터 브로드캐스팅 서비스와 디지털 위성 TV방송을 동시에 수신할 수 있는 고기능 STB형태의 수신기를 개발하였다. 이 수신기는 PCI interface대신 LAN interface를 갖는다는 점을 제외하고 PC카드 형태의 수신기와 동일한 기능을 수행하기 때문에 자세한 설명은 본 고에서 생략하겠다. 이 수신기는 사용 목적에 따라 10BaseT 또는 100BaseT의 두 종류 LAN interface를 갖는다. 전자는 개인 사용자용으로 개발되었으나, 후자는 SOHO와 같이 하나의 IP 주소를 통해 다수의 사용자가 멀티미디어 서비스를 받을 수 있도록 하기위해 개발되었다. 그림 4는 STB형태의 수신기를 group user에 적용하기 위한 개념도를 나타내고 있다. 그림에서 서버를 제외한 사용자 PC에는 private IP 주소가 할당되고, 위성 인터넷 사업자로부터 할당 받은 public IP 주소는 서버에 할당된다. 임의 사용자의 URL request를 포함하는 IP datagram은 source IP 주소로서 private IP 주소를 가지고 서버로 보내진다. 서버는 사용자 request를 수신한 다음, 사용자의 request를 Internet상으로 전송하기위해 그 수신된 IP datagram의 source IP 주소를 public IP 주소로 변경해주는 소프트웨어가 필요하다. 이와 같은 Internet sharig s/w로서 Internetshare사의 AllAboard, Deerfield사의 WinGate, Telemann의 LANGator등이 널

리 사용되고 있다. 이와 같은 s/w는 서버에 설치되며, 임의 사용자 PC로부터 수신된 IP datagram의 source IP 주소를 public IP 주소로 변경한 후, 그 IP datagram을 Internet상으로 전송한다. 사용자가 요청한 데이터는 위성을 통해 STB형태의 수신기로 전송된다. 수신기는 이미 필터링을 위해 설정된 public IP주소를 토대로 MPEG2 TS packet으로부터 사용자가 요청한 IP datagram을 필터링한 후, LAN interface를 통해 LAN으로 전송된다. 전송된 IP datagram은 서버로 보내진 후, Internet sharing s/w에 의해 IP datagram의 destination IP주소인 public IP 주소는 원래의 private IP 주소로 변경되어 요청한 사용자에게 전달된다. 이와 같은 s/w는 상기한 NAT(Network Address Translaion)기능 외에 다음과 같은 특징을 갖는다.

- 단지 하나의 network segment만을 지원한다.
- Windows95/98, Windows NT에서 사용 가능하다.
- Out-bound device로 하나만을 지정한다.
- 다수의 in-bound device를 설정할 수 있다.
- TCP/UDP protocol을 지원한다.
- NAT를 지원한다.

III. 결 론

지금까지 초고속 위성 멀티미디어 서비스 시스템의 구성, 동작 및 제반 기술에 관하여 자세히 살펴 보았다. 상기한 초고속 위성 멀티미디어 서비스 시스템은 위성이 갖는 광대역성, 동보성, 광역성을 충분히 활용함으로써 기존의 지상망에서는 불가능했던 다양한 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있게 해 준다. 즉, 초고속 위성 멀티미디어 서비스 시스템은 초고속으로 다양한 멀티미디어 서비스를 사용자에게 전달할 수 있기 때문에, 초고속 인터넷 검색,

Web casting, 원격 교육, ISP를 위한 back-bone 서비스, IP multicasting등과 같은 다양한 서비스를 통해 여러 분야에 걸쳐 응용 가능하리라 기대된다.

※ 참고문헌

- [1] Timothy Pratt and Charles W. Bostian, "Satellite Communications," John Wiley & Sons, 1986.
- [2] ETSI EN 301 192, "Digital Video Broadcasting(DVB): DVB specification for data broadcasting," Version 1.2.1, June, 1999.
- [3] EN 300 421, "Digital Video Broadcasting(DVB): Framing structure, channel coding and modulation for 11/12GHz satellite services," Version 1.1.2, August, 1997.



김 용 만

- 1980년 2월 연세대학교 전기공학과 졸업
- 1982년 2월 연세대학원 전기 공학과 석사 졸업
- 1982년 1월 LG 연구소 입사
- 1989년 5월 (주)텔리맥스 전자기기, 기술개발 수석 연구원
- 1994년 2월 연세대학교 전기공학 박사과정 수료
- 1995년 2월 (주)흥창 (위성 사업부 사업부장)
- 1997년 2월 (주)텔리맨 대표이사 취임, 연세대학교, 아주대학교, 남서울 대학교 출강