

+ 이상태 · SBS 기술팀 TECH&TREND VIDEO OVER IP

비디오 신호의 전송에서 통신 네트워크는 중요한 역할을 하고 있다. 다양한 통신 네트워크 중 특히 최근에는 IP를 통한 전송이 가격과 효용성 측면에서 주목을 받으면서, 방송 기술 여러 분야에서 실용적으로 사용되고 있다. 본 글에서는 비디오 신호 전송 방식 중 통신 네트워크(PDH, ISDN, SONET/SDH, ATM, IP)를 통한 방식을 간단히 알아보고, 그 중 IP를 통한 비디오 신호 전송 방식에 대해서 집중적으로 살펴보자.

1. 통신 네트워크

현재 방송국의 송출 라인은 통신사의 네트워크를 다양하게 이용하고 있다. 통신 네트워크를 이용하여 기존 M/W 망과는 별도의 송출 예비회선을 구성하거나, 각종 송출 포인트를 구성하여 신호를 보낼 때, 통신 네트워크를 통해서 대용량의 신호를 고속으로 보낼 수 있다. 우선, 방송 기술에 쓰이는 다양한 통신 네트워크 기술을 간단히 살펴보자.

▶ PDH(Plesiochronous Digital Hierarchy)

저속의 디지털 신호를 다중화하여 고속의 신호로 전송할 수 있는 방식으로, 복미의 방식은 일반적인 PDH 신호는 T1 혹은 DS1(1.544Mbps)이고, 유럽의 방식은 E1(2.048Mbps)이다. 그리고, T1, E1, DS3, E3 등의 전송률이 지금도 여전히 사용되므로, PDH 규격은 오늘날에도 통신 규격으로 중요하다.

▶ ISDN(Integrated Services Digital Network)

2개(BRI: Basic Rate Interface와 PRI: Primary Rate Interface)의 인터페이스 규격을 제공한다. BRI는 64kbps에서 작동하는 2개의 B채널과 16kbps에서 작동하는 1개의 D채널을 가진(총 144kbps)다. PRI는 복미의 경우, 64kbps에서 작동하는 23개의 B채널과 1개의 D채널, 기타 Overhead 등 총 1.544Mbps를 가지며, 유럽의 경우, 64kbps에서 작동하는 30개의 B채널, 1개의 D채널, 기타 Overhead를 포함하여, 총 2.048Mbps를 가진다.

▶ SONET(Synchronous Optical Network)/SDH(Synchronous Digital Hierarchy)

SONET은 북미 표준, SDH는 유럽 표준(광 기술 기반으로 함)이다. SONET의 기본 블록은 STS-1(51.84Mbps)로 좀 더 높은 전송 속도를 위해서 STS-3 혹은 OC-3(155.52Mbps), OC-12(622Mbps), OC-48(2.48832Gbps), OC-192(9.95328Gbps)의 인터페이스로 결합될 수 있다. SDH의 기본 블록은 STM-1(155.52Mbps)로 좀 더 높은 전송 속도를 위해서 STM-4(622.08Mbps), STM-16(2.48832Gbps), STM-64(9.95328Gbps)의 인터페이스로 결합될 수 있다.

오늘날 장거리의 통신네트워크는 대부분 SONET/SDH 백본으로 작동한다. 그리고, PDH, ISDN, ATM, IP 등으로 신호 타입을 사용하더라도, 대부분의 이런 신호를 SONET/SDH 네트워크에 입력하여 전송할 수 있다.

▶ ATM(Asynchronous Transfer Mode)

ATM은 ISDN의 광대역 형태로 개발되었고, 통신 네트워크에서 음성에서 고속 데이터뿐만 아니라, 영상 정보까지도 보낼 수 있게 된다. 48bytes의 데이터와 5bytes의 컨트롤, 라우팅 정보를 포함한, 총 53bytes를 가지는 셀로 구성된다. 전송 데이터를 셀에 입력하기 위한 ATM Multiplexer를 별도로 구매해야 하고, ATM 장비들이 비싼 이유로 ATM 전송은 상대적으로 저렴한 IP 전송에 비해 인기를 얻지 못한다.

▶ IP

IP는 Data Packet을 Internet과 같은 광대하고, 다양한 기능을 가지는 네트워크로 포맷을 만들고, 주소를 부여하여 전송하는 표준 규격이다. Connectionless 방식으로 각각의 Packet은 전송 가능한 어떤 목적지로도 보낼 수 있다. IP Packet은 크기 면에서 융통성 있게 조절이 가능하고, 패킷 간에 전송 중 충돌이 일어날 경우, 우선순위를 부여할 수 있는 기능이 있다.

2. IP를 통한 비디오 전송

비디오 신호를 Digital Video Stream 형식으로 만들면, 캡슐화라는 과정을 통해서 IP Packet이 된다. 캡슐화 과정, 다양한 종류의 MPEG Type을 살펴본 후, IP Packet이 IP 네트워크로 전송되기 위해서 필요한 UDP, TCP, RTP 등의 전송 Protocol에 대해서 간단히 다루어 본다.

▶ 캡슐화

캡슐화 과정은 Data Stream으로 만들어진 비디오 신호를 IP Packet 안에 집어넣을 수 있도록 포맷을 구성하고, 헤더와 특정 프로토콜로 전송될 수 있도록 필요한 기타 정보 등을 첨가하는 과정을 말한다.

▶ MPEG Stream Types

MPEG은 IP 네트워크를 통해 비디오 신호를 전송할 수 있는 유일한 방식은 아니지만, MPEG을 구성하는 여러 스트림 타입을 살펴보는 것은 유용하다. Elementary Stream은 MPEG Encoded 정보의 가장 기본적인 포맷으로서 MPEG Video Encoder와 Audio Encoder를 통해서 나오는 연속적인 스트림 출력으로서, 단지 한 가지 종류의 Content를 갖는다.

PES(Packetized Elementary Stream)는 다루기 쉬운 Packet으로 분할한 Elementary Stream을 말한다. Program Stream이나 Transport Stream을 만들기 위해서 사용되며, 비디오와 오디오 스트림의 동기를 맞추기 위한 시간 정보를 가지고 있다. 비디오 신호는 PTS(Presentation Time Stamps)와 DTS(Decoded Time Stamps) 등 2개의 서로 다른 Time Stamp를 가지고 있다. 프레임의 PTS는 비디오 신호가 보여진 순서를 말하고, DTS는 MPEG Decoder에 의해서 Decoding되는 시간 순서를 말한다.

Program Stream은 몇 가지 종류의 PES(VIDEO, AUDIO, DATA)을 조합해서 만들고, PES들은 Clock Source에 의해서 Program Stream 내에서 동기화 된다.

Transport Stream은 네트워크를 통해서 전송될 수 있도록, 몇 가지 종류의 Packetized Elementary Stream(VIDEO, AUDIO, DATA)을 조합할 수 있는 방법으로서, 고정된 길이를 갖고, 실시간 신호 전송을 위해서 Stream Carry Clock 정보를 갖는다. Stream 내에 각각의 Packet들을 구분하기 위해서 PID(Packet Identifier Decoder)를 갖는다.

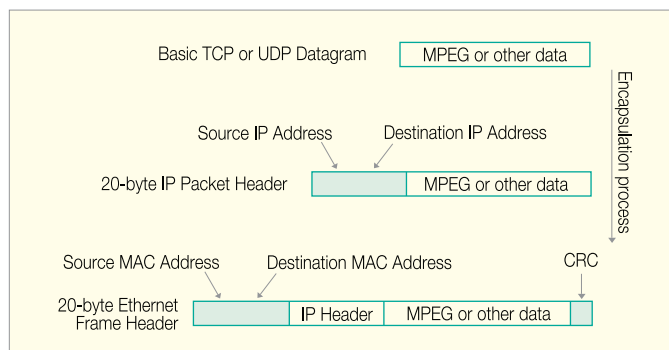
Program Clock References는 PCR(Program Clock Reference)이 MPEG 압축이 이루어진 후, Encoder에 의해서 27MHz Clock으로 동기화된 Stream을 Decoder가 동기화 할 수 있도록 각각의 Transport Stream에 넣어지는 33bit의 수를 말한다.

▶ Transport Protocols

Transport Protocol은 IP 연계되어, Data Packet의 전송을 Control하기 위해서 사용된다. UDP(User Datagram Protocol)는 Connectionless 전송 메커니즘으로서, 비디오와 다른 여러 가지 데이터 등을 고속으로 전송할 수 있게 지원한다. 전송 과정 중 신뢰도가 좀 떨어진다는 단점도 있지만, 대부분의 Video Stream Format이 자신의 에러를 발견하고 정정할 수 있는 메커니즘을 가지고 있기 때문에 UDP는 비디오 전송에 유용하게 사용될 수 있다.

TCP(Transmission Control Protocol)는 Connection-oriented Protocol로서, 매우 신뢰할 수 있는 데이터 전송 서비스를 제공할 수 있고, Internet과 다른 많은 Intranet에 사용되고 있다. 특히, 손실된 Packet과 같은 전송 에러를 다룰 수 있고, 전송 중 데이터의 흐름을 제어할 수 있다. 이러한 장점에도 불구하고, 에러를 발견하고 재전송하는 과정에서 시간이 걸리므로, 실시간 전송이 중요한 비디오 신호 전송에 부적절한 단점도 있다.

RTP(Real-Time Transport Protocol)는 Internet을 통해, 음성과 비디오 등의 실시간 Multimedia Application을 위한 Protocol이다.





3. IP Packet 전송

IP Packet을 한정된 지역 내에서 전송할 수 있는 가장 일반적인 네트워크 기술은 Ethernet이다. 그러나, 전송 길이가 멀고, 다양한 지역에 IP Packet을 전송하기 위해서는 Ethernet으로는 부족하기 때문에, 장거리 전송 후, 각각의 끝 지점에서는 Ethernet Interface를 사용할 수 있는 다양한 전송 기술에 살펴볼 필요가 있다.

▶ Packet Over SONET/SDH

이 기술을 통하여 효과적으로 IP Packet을 SONET/SDH Payload에 실을 수 있다. SONET은 다양한 길이의 Packet Framing과 Error-detection 능력을 제공한다.

▶ Cable and DSL

(Digital Subscriber Line)

많은 수의 Service 제공자들은 Cable Modem과 DSL(Digital Subscriber Line)을 기반으로 고속의 Internet 서비스를 제공한다.

▶ Private Optical Networks

대부분의 Private Optical Networks는 비디오 신호를 IP Packet으로 변환하는 과정에서 생기는 복잡성이나 비용 등을 줄이기 위해서 HD, SDI, 혹은 DVB-ASI와 같은 포맷 등으로 비디오 신호를 전송한다.

▶ IP Over ATM

ATM 회로는 비디오 콘텐츠를 포함하여 IP Packet을 전송하는데 유용하게 사용되지만, 초기 설치비나 업그레이드 등에 많은 비용이 발생하는 등 유지, 관리비가 많이 들기 때문에, ATM보다는 IP Network를 더 많이 사용한다.

▶ MPLS(Multi Protocol Label Switching)

MPLS는 네트워크 트래픽 흐름의 속도를 높이고 관리하기 쉽게 하기 위한 표준 기술로서, 데이터양에 관계없이 고속의 전송 속도를 유지할 수 있고 다양한 부가 서비스 제공이 가능한 장점을 가지고 있다.

▶ VPN(Virtual Private Network)

VPN은 IP Packet을 다른 네트워크로 보내기 위한 기술로서, IP Packet은 Private Network를 통해서 적절한 대역폭을 가지고, 전송될 수 있다.

▶ Wireless

Wireless Ethernet은 Data Sender와 Receiver 간의 케이블링 없이 보통의 Ethernet과 같은 기능을 제공함으로써, 장소의 유동성이라는 장점은 있지만, Interference라는 제어하기 힘든 단점 때문에 고품질의 비디오 전송에는 주의가 따른다.

4. 결론

3년 전에 SBS NQC에서 선배들과 함께 각 지방을 돌면서 IP Encoder를 테스트했던 기억이 생생하다. 기존에는 원거리에서 영상 자료를 전송하기 위해서 통신사에 광회선 청약을 해야 하고, 광케이블을 끌고, VCR 등을 설치해야 하는 등 어려운 점이 많았지만, IP Encoder를 통해서 PC방에서 간단히 영상 자료를 전송하는 경험을 해보니 놀라웠다.

그 당시에는 방송국에서 IP Encoder라는 것이 생소하고, 최신 기술을 선도 할 대단한 장비라고 신기해했었는데, 최근에는 IP Encoder가 중요한 송출 포인트 곳곳에 자리 잡기 시작했다. 그리고, 제작 시스템뿐만 아니라, 송출 시스템에도 IP Network가 중요한 자리를 차지하고 있는 현실이다. 어찌 보면 방송엔지니어에게는 IP 기술의 발전이 기존의 방송 기술을 위협할 수 있는 분야이다.

기존 MW망과 최신 IP 기술의 장점을 적절히 조합하고 적용하여, 보다 안정적이고 효과적인 방송망을 구축할 수 있도록 노력하고 연구하는 것이 필요하다. 이런 노력들이 하루가 다르게 발전하는 IP 기술이 위협의 대상이 아닌 기회로 작용할 수 있을 것이다.

[참고 문헌]

- Video Over IP, 저자: Wes Simpson, 출판사: Focal Press
- Computer Networks, 저자: 정진욱외 3명 공저, 출판사: 생능출판사
- Information technology- Generic coding of moving pictures and associated information : System ISO/IEC 13818-1:2000(E)