

IP 방송제작 기술 19

SMPTE ST 2110 개요

글. 조인준 KBS 미디어기술연구소 차장

지난 연재를 통해서 IP로 비디오/오디오/부가데이터를 전송하기 위한 표준인 SMPTE ST 2022에 대해 알아보았습니다. SMPTE ST 2022 표준에 현재 정의된 무압축 비디오의 최고 해상도는 2048 × 1080이므로 무압축 4K 비디오 전송에는 적용할 수 없습니다. 해상도 제한 이외에도 SMPTE ST 2022 표준이 안고 있는 다음과 같은 구조적 특성이 있습니다.

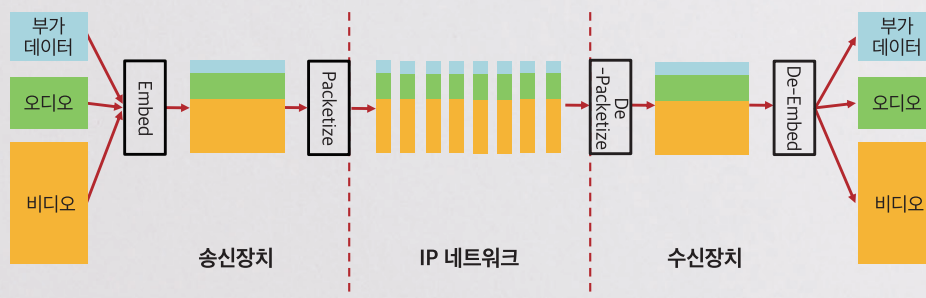


그림 1. SMPTE ST 2022 전송 특성

[그림 1]은 SMPTE ST 2022 표준을 이용하여 비디오/오디오/부가데이터를 전송하는 흐름을 나타냅니다. SMPTE ST 2022 표준은 기본적으로 비디오/오디오/부가데이터를 묶은 연속 데이터를 패킷으로 만들어 네트워크로 전송하고, 이를 받아서 다시 연속 데이터로 복원 후 비디오/오디오/부가데이터로 분리하여 사용하는 구조입니다. 이렇게 모든 데이터를 하나로 묶어 전송하는 경우의 장점

은 비디오/오디오/부가데이터의 동기가 자동으로 유지되어 수신단에서 재생 시 비디오/오디오 동기 등을 전혀 신경 쓸 필요가 없다는 것입니다. 하지만 [그림 2]와 같은 경우를 가정해보면 오디오 데이터 처리 하나만을 위해서도 비디오와 부가데이터가 포함된 전체 데이터를 받아야 하는 구조적 특성이 있습니다.

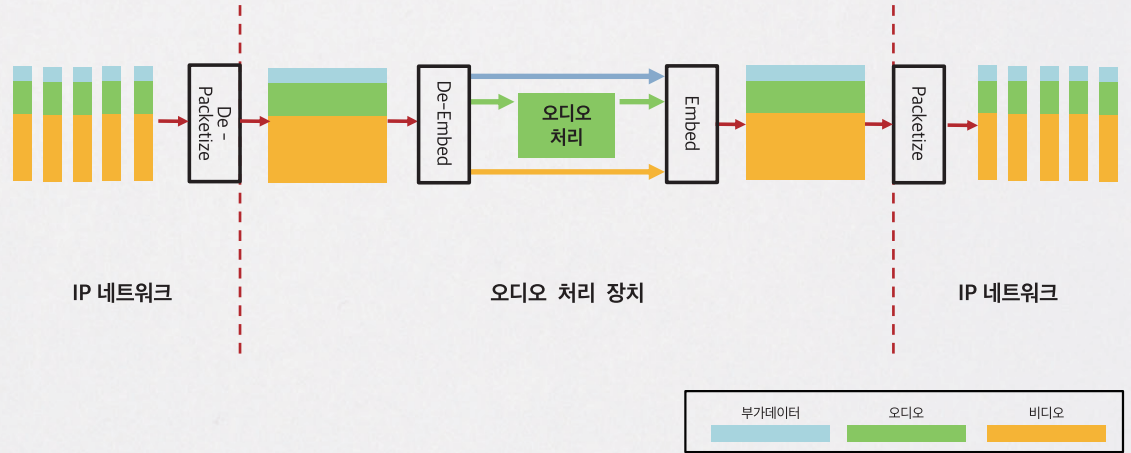


그림 2. SMPTE ST 2022 패킷 및 신호 처리

독자 여러분도 아시는 것처럼 비디오 데이터가 대부분의 트래픽을 차지하는 IP 네트워크에서 오디오 처리나 부가데이터 처리만을 위해서도 비디오 데이터까지 포함된 데이터를 받아야 하는 상황은 네트워크 트래픽을 급증시킬 수 있어 바람직하지 않습니다. 게다가 단순히 오디오만을 처리하기 위해 모든 데이터가 포함된 패킷을 수신하여 이어붙이고, 이를 비디오, 오디오 등의 요소별로 분리하고, 필요한 데이터를 처리한 뒤 다시 하나로 묶어 패킷으로 분리하여 전송하는 것은 효율적이지 않아 보입니다. 이런 SMPTE ST 2022의 구조적 한계를 극복하고, 무압축 4K 비디오 전송을 지원하기 위해 만들어진 표준이 SMPTE ST 2110입니다. 이미 'IP 방송제작 기술' 연재 첫 편에서 소개드렸지만, SMPTE ST 2110은 [그림 3]과 같은 방식으로 비디오/오디오/부가데이터를 전송합니다.

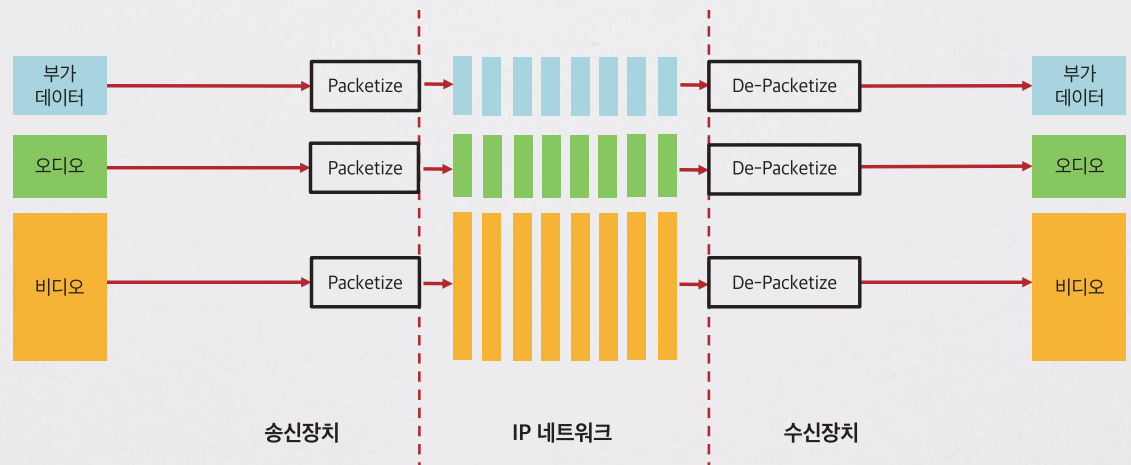


그림 3. SMPTE ST 2110 특성

[그림 3]과 같은 방식으로 비디오/오디오/부가데이터가 각각의 패킷으로 네트워크를 통해 전송되다 보니 [그림 4]와 같이 오디오만 처리하는 장치는 오디오 패킷만 수신하여 처리한 후 다시 네트워크에 실어 보내면 됩니다. 이는 비디오, 부가데이터 처리 장치들에서도 마찬가지로 유효한 방식입니다.

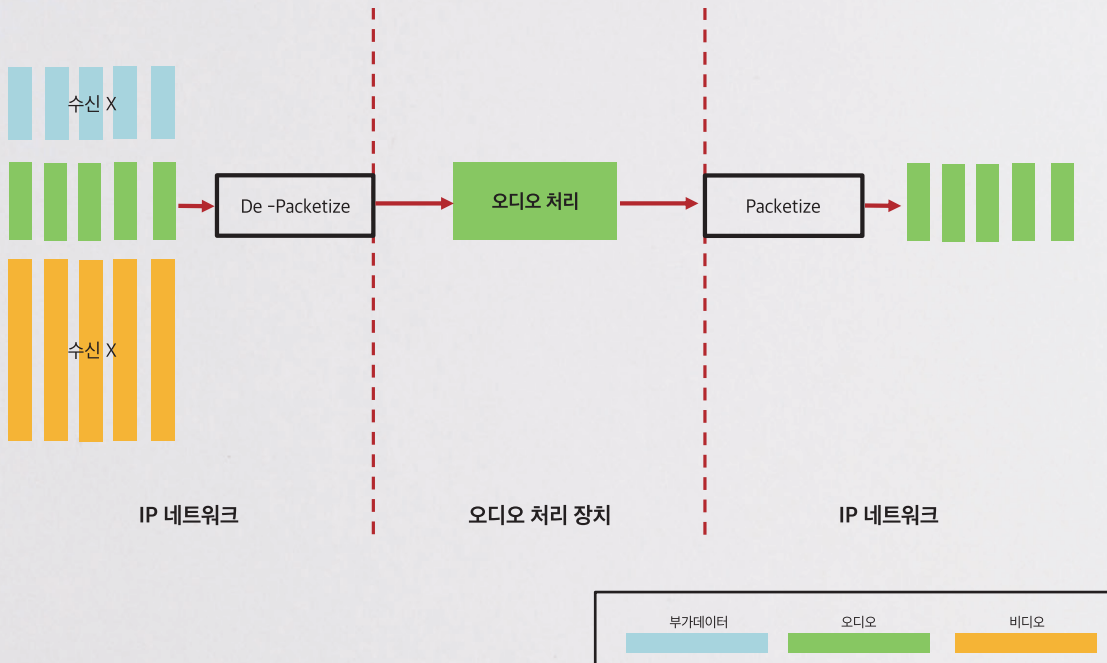


그림 4. SMPTE ST 2022 패킷 및 신호처리 예

SMPTE ST 2110과 같이 필요한 데이터만 받아서 처리하고 그 결과를 다시 네트워크에 태우는 경우 SMPTE ST 2022와 비교하여 네트워크 전체의 트래픽을 상당히 감소시킬 수 있습니다.

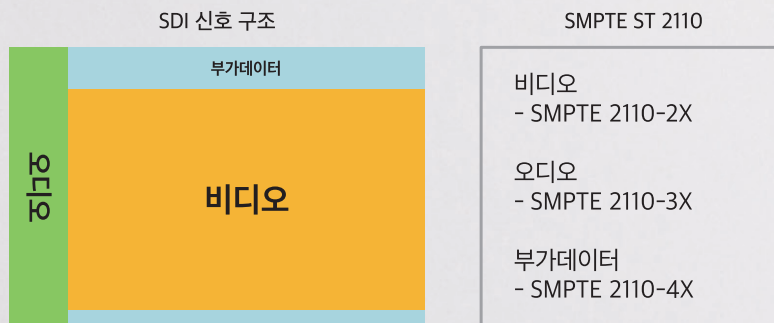


그림 5. SMPTE ST 2110 표준 번호와 SDI 데이터 대응 관계

SMPTE ST 2110 전송표준

SMPTE ST 2110 전송표준은 SMPTE ST 2022 전송표준과 마찬가지로 하나의 문서로 정의된 표준이 아니며, SMPTE ST 2110-10, 2110-20, 2110-21, 2110-22, 2110-30, 2110-31, 2110-40 총 7개의 문서로 이루어져 있습니다. 이 7개 표준 문서의 구성은 전체 시스템 및 동기화에 관한 표준인 SMPTE ST 2110-10을 제외하면, [그림 5]의 대응 관계를 통해 표준번호 끝자리 20번 대는 비디오, 30번 대는 오디오, 40번 대는 부가데이터 관련 표준이라는 것을 쉽게 알 수 있습니다. 각 표준의 제목과 간단한 내용은 다음과 같습니다.

• SMPTE ST 2110-10

제목 : Professional Media Over Managed IP Networks : System Timing and Definitions

내용 : SMPTE ST 2110에서 사용하는 전송 및 동기화 등에 관한 일반 사항들을 정의

- **SMPTE ST 2110-20**

제목 : Professional Media Over Managed IP Networks : Uncompressed Active Video

내용 : 무압축 비디오 데이터를 IP 패킷으로 변환하는 방법을 정의

- **SMPTE ST 2110-21**

제목 : Professional Media Over Managed IP Networks : Traffic Shaping and Delivery Timing for Video

내용 : 비디오 데이터 IP 패킷의 플로우 제어를 통해 안정된 네트워크 전송을 유지하기 위한 방법을 정의

- **SMPTE ST 2110-22**

제목 : Professional Media Over Managed IP Networks : Constant Bit-Rate Compressed Video

내용 : 압축 비디오 데이터를 IP 패킷으로 전송하는 방법을 정의

- **SMPTE ST 2110-30**

제목 : Professional Media Over Managed IP Networks : PCM Digital Audio

내용 : AES67 기반의 PCM 오디오 데이터를 IP 패킷으로 전송하는 방법을 정의

- **SMPTE ST 2110-31**

제목 : Professional Media Over Managed IP Networks : AES3 Transparent Transport

내용 : AES3 오디오 데이터를 IP 패킷으로 전송하는 방법을 정의

- **SMPTE ST 2110-40**

제목 : Professional Media Over Managed IP Networks : SMPTE ST 291-1 Ancillary Data

내용 : SDI 부가데이터의 IP 패킷 전송 방법을 정의

SMPTE ST 2110-10

그럼 SMPTE ST 2110 표준 시리즈에서 시스템 전반에 관한 정의를 담은 SMPTE ST 2110-10의 내용을 요약해보겠습니다.

- 비디오 데이터 등의 전송에 사용되는 UDP 패킷의 사이즈는 헤더까지 포함하여 1460바이트이며 확장 패킷 사이즈를 사용하면 8960바이트까지 가능
- 시스템 동기화를 위해 SMPTE ST 2059에 정의된 PTP를 사용
- 멀티캐스트, 유니캐스트를 사용하여 IP 패킷을 네트워크로 전송
- RTP(Real-time Transport Protocol) 타임스탬프를 사용하며 같은 비디오 프레임에 속하는 패킷들은 같은 RTP 타임스탬프 값을 가짐
- SDP(Session Description Protocol)를 사용하여 전송하는 스트림들에 대한 정보를 알림

위 내용 중 SDP를 제외한 대부분은 SMPTE ST 2110 표준 시리즈를 차례로 설명하며 상세히 다루어질 예정이므로 이번 연재에서 따로 설명하지 않겠습니다. 하지만, SDP는 SMPTE ST 2110-10을 제외하면 다른 표준 문서에는 등장하지 않으므로 지금 설명하도록 하겠습니다. SDP는 SMPTE ST 2110 표준에서 조금 특이한 존재라고도 할 수 있는데, 비디오나 오디오 등의 데이터를 전송하는 것에 직접 관련된 것이 아닌, 전송되는 데이터에 관한 정보를 담고 있는 프로토콜입니다. SDP는 사람이 읽을 수 있는 텍스트로 표현이 되며, 비디오 2채널, 오디오 4채널을 SMPTE ST 2110 표준을 이용해 전

송하는 장치가 있다고 가정하면, 이 장치는 비디오 2채널, 오디오 4채널에 대해 각각의 전송 데이터 관련 SDP(총 6개의 SDP)를 제공합니다. [표 1]은 SDP의 예이며, 주요 내용을 살펴보면 전송되는 데이터는 **video** 데이터이고, **240.100.9.10**이라는 멀티캐스트 그룹을 통해 IP 주소 **192.172.120.2**로부터 전송되며, 비디오 해상도는 **width=1920, height=1080**이라는 정보 등을 담고 있습니다.

표 1. SDP 예

```
v=0
o= - 123456 11 IN IP4 192.172.120.2
s=SMPTE ST 2110-10 SDP SAMPLE
t=0 0
m=video 50000 RTP/AVP 112
c=IN IP4 240.100.9.10/32
a=source-filter:incl IN IP4 240.100.9.10 192.172.120.2
a=rtpmap:112 raw/90000
a=fmtp:112 sampling=YCbCr-4:2:2; width=1920; height=1080;
exactframerate=60000/1001; depth=10; TCS=SDR; colorimetry=BT709;
PM=2110GPM; SSN=ST2110-20:2017;
a=ts-refclk:ptp=IEEE1588-2008:39-A8-24-FE-FB-27-DB-D2:57
a=mediaclock:direct=0
a=mid:primary
```

그렇다면 SDP는 어떻게 쓰이는 걸까요? IP 방송기기들은 [그림 6]과 같이 중앙의 어떤 컨트롤 시스템을 통해서 상호 연결되는 것이 일반적입니다. SMPTE ST 2110을 지원하는 비디오 장치나 오디오 장치는 자신이 전송하는 비디오, 오디오에 대한 전송 관련 데이터를 SDP를 통해 컨트롤 시스템에 제공하고, 컨트롤 시스템은 이 비디오, 오디오 데이터를 수신하게 될 장치에 해당 SDP를 전송하여, 수신 장치가 SDP를 통해 [그림 7]과 같이 비디오, 오디오 데이터 등을 수신할 수 있도록 해줍니다. 참고로 최근 소개되는 컨트롤 시스템들은 REST API를 통해 SDP를 중계하는 추세입니다.

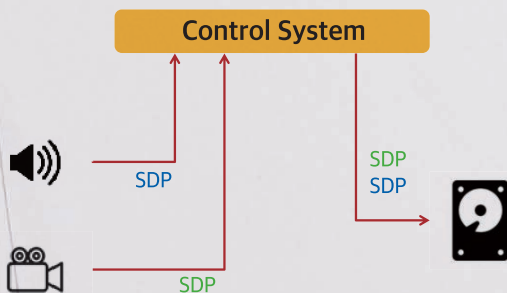


그림 6. 컨트롤 시스템에 의한 SDP 중계

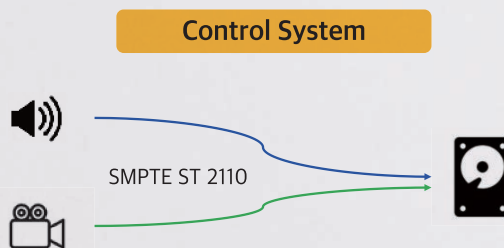


그림 7. SDP 중계 후 SMPTE ST 2110 데이터 전송

이상 SMPTE ST 2110 표준의 개요를 설명해 드렸습니다.

다음 연재에서는 무압축 영상전송 관련 표준인 SMPTE ST 2110-20에 대해 아주 자세히 설명해 드리겠습니다. 📺