

IP 방송제작 기술 17

SMPTE ST 2022-5/6 Part 2

글. 조인준 KBS 미디어기술연구소 차장

지난 연재에서 SMPTE ST 2022-6 ‘Transport of High Bit Rate Media Signals over IP Networks’ 표준 문서의 내용을 다루며 [그림 1]의 ‘RTP Header’와 ‘Media Payload Header’까지 설명해 드렸습니다.

이번 연재에서는 [그림 1]의 1376바이트에 해당하는 실제 페이로드를 SMPTE ST 2022-6 IP 패킷에 실는 방법에 대해 설명하겠습니다.

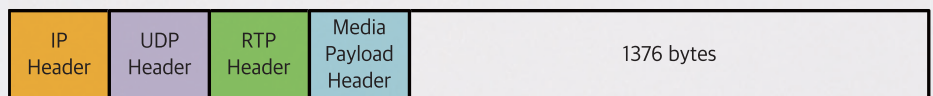


그림 1. SMPTE ST 2022-6 IP 패킷 형태

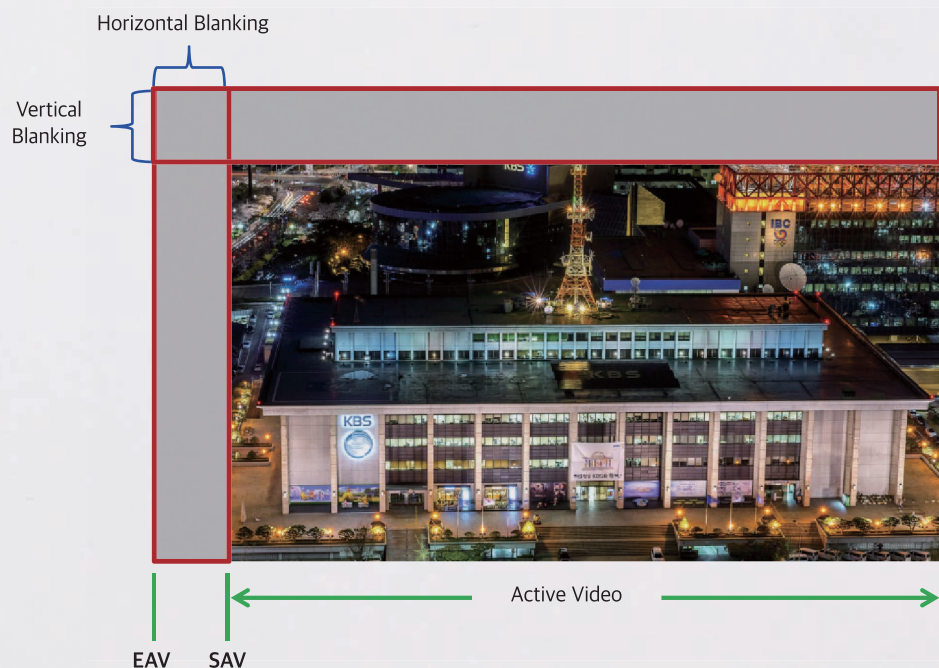


그림 2. SDI 신호 구조

[그림 2]는 SDI 신호의 구조를 나타내고 있습니다. SDI 신호는 화면에 직접 보이는 Active Video 데이터 외에도 Horizontal Blanking과 Vertical Blanking 구간을 통해 오디오나 폐쇄자막 등의 데이터를 전달합니다. SDI 신호를 IP에 그대로 매핑한 SMPTE ST 2022-6은 [그림 1]의 페이로드를 위한 1376바이트 구간에 [그림 3]과 같이 SDI 신호의 데이터를 라인방향 기준으로 순차적으로 끊어 전송합니다. 1376바이트씩 라인을 끊다 보면 각 라인의 마지막 조각은 1376바이트에 못 미칠 수 있습니다. 이 경우 1376바이트를 채우기에 모자란 만큼의 데이터를 다음 라인의 앞부분으로 채우게 됩니다. 이런 이유로 [그림 3]의 황색 라인을 따라 1376바이트씩 데이터가 묶이게 됩니다. 한 가지 유의할 것은 마지막 영상 데이터 조각이 1376바이트를 채우지 못하면 다음 영상 데이터의 시작 부분에서 모자란 만큼의 데이터를 가져오는 것이 아니라 [그림 3]의 오른쪽 하단처럼 모자란 데이터만큼을 0으로 채워 1376바이트를 만든 후 SMPTE ST 2022-6 IP 패킷에 태웁니다.



그림 3. SMPTE ST 2022-6 IP 패킷 페이로드와 SDI 데이터 매핑

이로써 SDI 신호 데이터를 IP로 전송하는 SMPTE ST 2022-6 표준에 대해 모두 알아보았습니다. 그러면 이제 SMPTE ST 2022-6 표준의 IP 패킷을 위한 FEC(순방향 오류제어) 패킷 전송에 관한 표준인 SMPTE ST 2022-5 'Forward Error Correction for Transport of High Bit Rate Media Signals over IP Networks'의 내용을 소개하도록 하겠습니다. FEC의 기본 원리 등을 다시 설명하는 것은 지면 관계상 불가하므로 FEC 데이터의 전송에 초점을 맞추어 설명을 이어가겠습니다. SMPTE ST 2022 계열 표준에서 사용하는 FEC의 원리와 특징이 궁금한 독자들께서는 본 연재의 'IP 방송제작 기술 12'편을 참고하시기 바랍니다. [그림 4]는 SMPTE ST 2022-6 표준의 IP 패킷에 실리는 RTP 패킷들을 M×N으로 배치하여 열 방향과 행 방향으로 FEC 패킷을 생성하는 것을 보여주고 있습니다. 이렇게 생성된 FEC 패킷을 [그림 5]의 좌측 'FEC Data' 블록에 실은 후 FEC 헤더와 RTP 헤더 등을 붙인 IP 패킷으로 만들어 [그림 1]의 SMPTE ST 2022-6 표준의 IP 패킷과 함께 전송하는 것이 SMPTE ST 2022-5의 중심 내용입니다. 우선, FEC 헤더에 관해 설명하도록 하겠습니다.

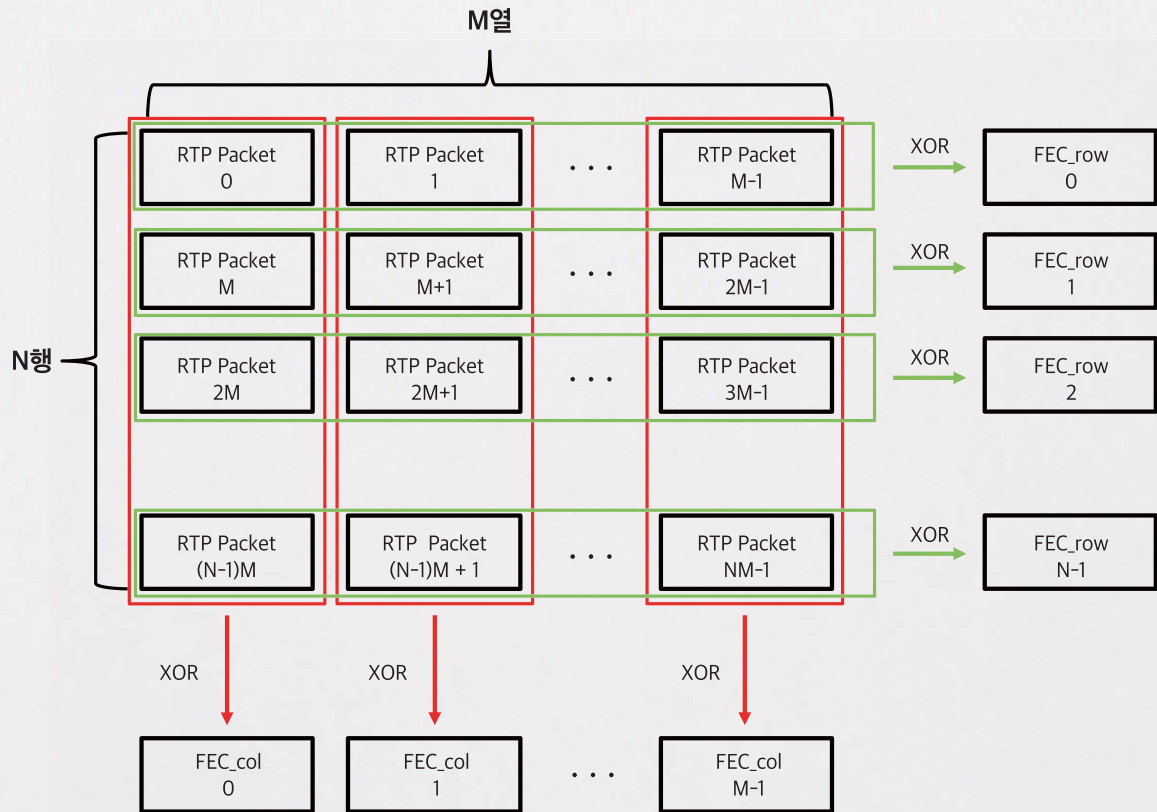


그림 4. RTP 패킷과 FEC

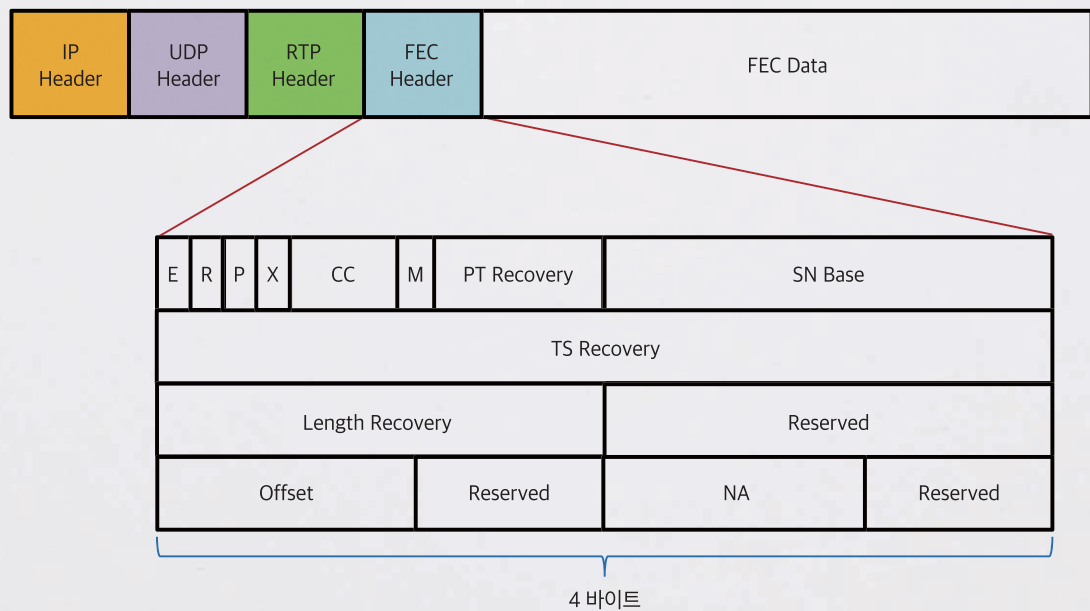


그림 5. SMPTE ST 2022-5 FEC 패킷 헤더 구조

SMPTE ST 2022-5에서 정의하는 FEC 헤더의 크기는 [그림 5]와 같이 16바이트이며 헤더의 각 요소는 다음과 같습니다.

• SMPTE ST 2022-5 FEC 헤더

E (Extension)	• 미래에 헤더를 확장할 필요가 있을 시 사용하기 위해 만든 1비트 필드 • 현재 0으로 고정
R (Reserved)	• SMPTE ST 2022-5 표준에도 용도가 특별히 명시되지 않은 1비트 필드 • 현재 0으로 고정
P (Padding Recovery)	• [그림 4]의 각 FEC_col, FEC_row 별로 대상이 되는 RTP 패킷들의 RTP 헤더 안 P 값들에 대해 XOR 연산을 수행한 결과값을 저장하는 1비트 필드
X (Extension Recovery)	• [그림 4]의 각 FEC_col, FEC_row 별로 대상이 되는 RTP 패킷들의 RTP 헤더 안 X 값들에 대해 XOR 연산을 수행한 결과값을 저장하는 1비트 필드
CC (CSRC Count Recovery)	• [그림 4]의 각 FEC_col, FEC_row 별로 대상이 되는 RTP 패킷들의 RTP 헤더 안 CC 값들에 대해 XOR 연산을 수행한 결과값을 저장하는 4비트 필드
M (Marker Recovery)	• [그림 4]의 각 FEC_col, FEC_row 별로 대상이 되는 RTP 패킷들의 RTP 헤더 안 M 값들에 대해 XOR 연산을 수행한 결과값을 저장하는 1비트 필드
PT (Payload Type Recovery)	• [그림 4]의 각 FEC_col, FEC_row 별로 대상이 되는 RTP 패킷들의 RTP 헤더 안 PT 값들에 대해 XOR 연산을 수행한 결과값을 저장하는 7비트 필드
SN Base (Sequence Number Base)	• [그림 4]의 각 FEC_col, FEC_row 별로 대상이 되는 RTP 패킷들의 RTP 헤더 안 Sequence Number 값 중 가장 작은 값을 저장하는 16비트 필드
TS Recovery (Time Stamp Recovery)	• [그림 4]의 각 FEC_col, FEC_row 별로 대상이 되는 RTP 패킷들의 RTP 헤더 안 Time Stamp 값들에 대해 XOR 연산을 수행한 결과값을 저장하는 32비트 필드
Length Recovery	• [그림 4]의 각 FEC_col, FEC_row 별로 대상이 되는 RTP 패킷들의 길이를 2진수로 나타낸 값들에 대해 XOR 연산을 수행한 결과값을 저장하는 16비트 필드
Offset	• 10비트 필드 • [그림 4]의 각 FEC_col들의 경우 M 열에 해당하는 M 값을 저장 • [그림 4]의 각 FEC_row들의 경우 1로 고정
NA (Number of Media Datagrams Associated)	• 10비트 필드 • [그림 4]의 각 FEC_col들의 경우 N 행에 해당하는 N 값을 저장 • [그림 4]의 각 FEC_row들의 경우 M 열에 해당하는 M 값을 저장

※ Reserved로 표시된 필드들은 현재 모두 0으로 고정

[그림 4]의 각 FEC_col, FEC_row 별로 대상이 되는 RTP 패킷들의 RTP 헤더 정보 등을 이용하여 [그림 5]의 FEC 헤더를 채운 후에는 [그림 5]의 'FEC Data' 블록을 생성하여 헤더 뒤에 붙이면 됩니다.

[그림 5]의 'FEC Data' 블록을 생성하는 방법은 [그림 6]과 같이 [그림 4]의 각 FEC_col, FEC_row별로 대상이 되는 RTP 패킷(헤더 + 1376바이트)들 전부에 대해 XOR 연산을 수행하면 됩니다. 이때 한 가지 흥미로운 것은 FEC 헤더의 SN Base, Offset, NA값을 보면 [그림 4]의 어떤 RTP 패킷들에 대한 FEC 패킷인지 알 수 있다는 것입니다. [그림 4]의 예로 자세히 설명해 드리면, [그림 4] 'FEC_col 0'의 SN Base는 [그림 4] 'RTP Packet 0'의 RTP 헤더의 Sequence Number

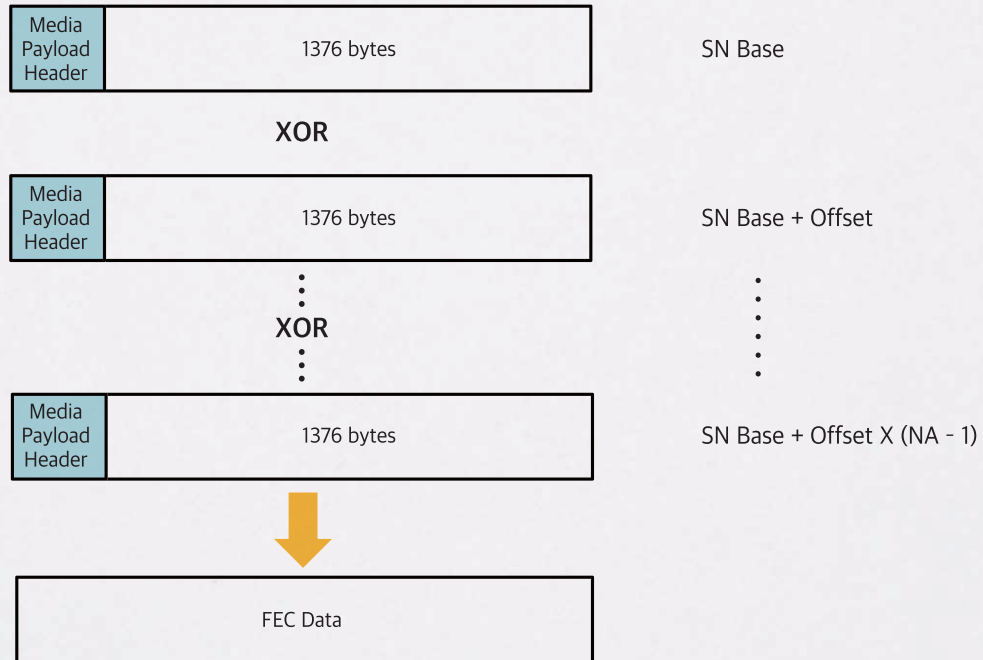


그림 6. FEC Data 블록

입니다. 또한 Offset은 M, NA는 N0이므로 'FEC_col 0'의 대상이 되는 RTP 패킷들은 'RTP Packet 0', 'RTP Packet M', 'RTP Packet 2M' 'RTP Packet (N-1)M'이 됩니다('RTP Packet N'의 'Sequence Number'는 'RTP Packet N-1'의 'Sequence Number + 1'과 같으므로). FEC_row의 경우도 하나 더 예들 들어 보겠습니다.

[그림 4]의 'FEC_row 1'의 SN Base는 [그림 4] 'RTP Packet M'의 RTP 헤더의 Sequence Number입니다. 또한 Offset은 1, NA는 M0이므로 'FEC_row 1'의 대상이 되는 RTP 패킷들은 'RTP Packet M', 'RTP Packet M+1', 'RTP Packet M+2' 'RTP Packet 2M-1'이 됩니다. FEC 패킷 헤더를 보면 Sequence Number를 통해 어떤 RTP 패킷들을 XOR한 패킷인지 알 수 있게 잘 만들어 놓았다는 느낌이 들지 않나요?

이로써 SMPTE ST 2022-5와 SMPTE ST 2022-6에 대해 간략히 알아보았습니다.

다음 연재에서는 SMPTE ST 2022 시리즈의 마지막 표준인 SMPTE ST 2022-7에 대해 다루도록 하겠습니다. 📺