

디지털 비디오의 시작 - 2

Digital Video Signal 개요 - II

시작하기 앞서

지난 시간 우리는 디지털 비디오는 숫자 데이터를 가진 아날로그 전압의 수치 표현에 대하여 어떻게 Serializing 되어 신호가 만들어지는지 살펴보았다. 그러면 이 serializing 된 SDI 신호의 기본 구성을 쉽게 설명하여 Dual link, 3G-SDI 신호의 구성에 대해서 알아보도록 하겠다.

SDI 신호구성 요소 : EAV, SAV and “xyz”

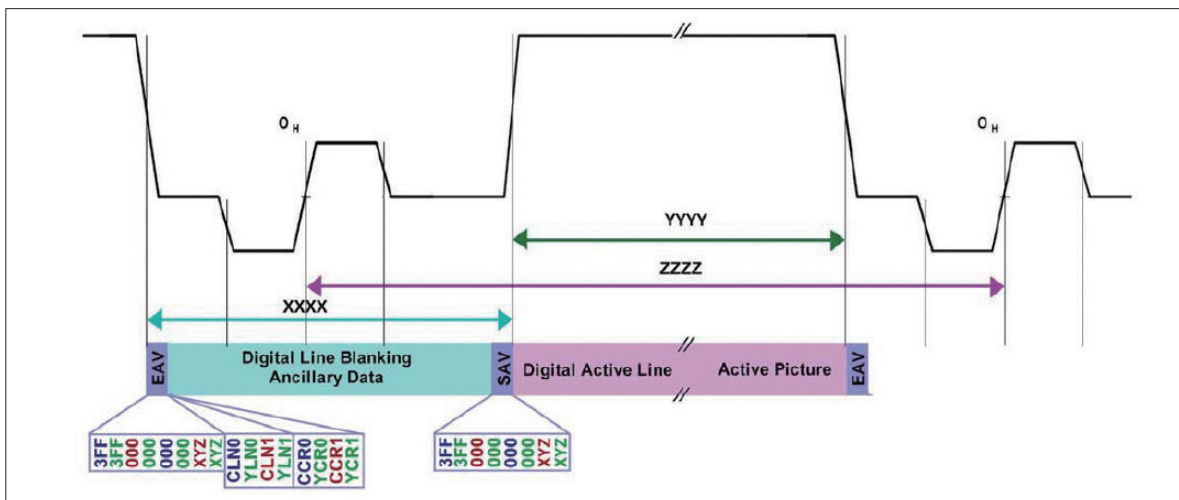


그림 1. 아날로그 신호의 표현 vs 디지털 라인의 보조 데이터

위의 그림을 보면 아날로그 신호에서 쓰이는 Sync 신호의 경우 디지털 비디오에서는 Digitizing(Sampling)을 하지 않아도 된다. 즉 디지털 비디오 동기화는 EAV와 SAV 시퀀스(Sequences)로 제공될 수 있다. 이 디지털 동기화 Word인 EAV, SAV는 독특한 패턴 (3FFh (all bits in the word set to one), 000h (all zeros))으로 시작되며 네 번째로는 “xyz” Word가 이어진다.

“xyz” word는 10-bit word 워드 형태이며, 아래와 같이 구성되고 EAV/SAV, Field, Vertical Blanking을 나타낸다. 즉 이 xyz word로 EAV, SAV를 구별할 수 있다. (아래 내용 참조)

비트번호	9(MBS)	8	7	6	5	4	3	2	1	0(LSB)
기능	고정(1)	F	V	H	P3	P2	P1	P0	고정(0)	고정(0)

다시 한 번 [그림 1]을 보면 EAV, SAV 데이터를 제외한 수직, 수평 블랭킹 공간은 모두 사용할 수 있다. 즉, 이 블랭킹 공간에 디지털이기 때문에 여러 보조 데이터를 삽입할 수 있으며, 대표적으로 SMPTE 272M embedded audio를 최대 16 channel을 실어 비디오와 같이 방송할 수 있다.



그림 2. “xyz”의 Binary 표현

비트 9 - (고정 비트) 항상 1로 고정

비트 8 - (F-bit) 프로그래시브 스캔 시스템에서는 항상 0;

인터레이스 시스템의 필드 1의 경우 0, 그리고 필드 2의 경우 1

비트 7 - (V-bit) 수직 귀선 소거 간격에서는 1; 액티브 비디오 라인 중에는 0

비트 6 - (H-bit) 1은 EAV 시퀀스를 나타냄, 0은 SAV 시퀀스를 나타냄

비트 5, 4, 3, 2 - (보호 비트) F, V, 및 H 비트의 데이터 오류를 제한적으로 보정

비트 1, 0 - (고정 비트) 0으로 설정되어 10 또는 8비트 시스템에서 동일한 워드값을 가짐

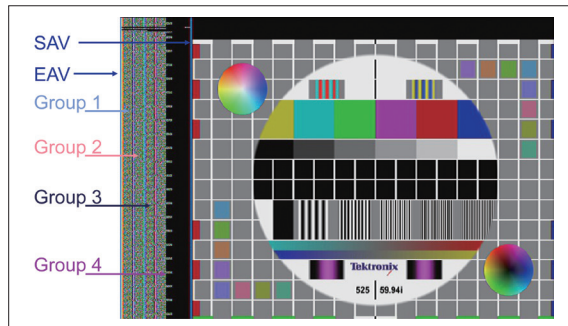


그림 3.

Embedded audio Buffer : 컴포넌트 디지털 비디오에서는 오디오 디멀티플렉서에서의 리시버 버퍼 사이즈는 중요한 이슈가 되지 않는다. 왜냐면 오디오 보조 데이터를 제외하고 도 충분한 데이터 공간이 있기 때문이다.

SDI 신호 구성

SMPTE292M 문서를 보면, HD-SDI 신호에 대하여 아래와 같이 표현한다.

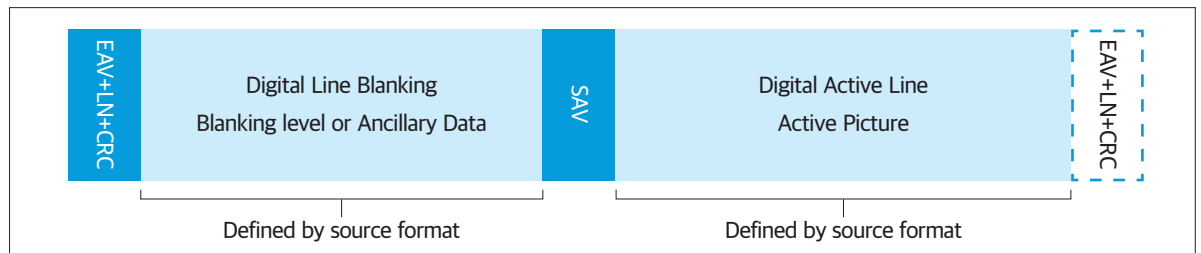


그림 4. Television horizontal line data

앞서 언급한 EAV 값 이외에 LN(Line Number) 체크, CRC 체크가 동반되며, SAV값 사이에, 부가데이터가 삽입되고 그리고 실질적인 Cb, Y, Cr, Y…… 비디오가 실려 있음을 확인할 수 있다. UHD 신호 및 3G-SDI 신호를 이해하기 위해서는 이 기본 신호 형태를 파악하고 있으면 이해가 수월하다. 이 기본적인 SDI 형태를 mapping하고, Mux 함으로써 3G-SDI 신호를 생성할 수 있다. EAV word 뒤에는 LN(Line Number), CRC(cyclic redundancy check : 순환중복검사)가 따라온다.

Line Number : 2 word로 구성되어 1부터 1125까지의 라인번호를 표시

Word	9(MSB)	8	7	6	5	4	3	2	1	0(LSB)
LN0	NotB8	L6	L5	L4	L3	L2	L1	L0	R	R
LN1	NotB8	R	R	R	L10	L9	L8	L7	R	R

NOTES

1 L0 ~ L10 = line number in binary code.

2 R = reserved, set to “0.”

CRC (cyclic redundancy check : 순환중복검사)

CRC(순환 중복 검사)를 사용하면 운영자에게 정보를 제공할 수도 있으며 데이터가 손상된 상태로 도착할 경우 외부 경보를 울릴 수

도 있다. 각 비디오 라인에는 High Definition 또는 3Gb/ 포맷의 색도 및 휘도 성분에 별도의 값을 사용하는 고유한 CRC 쌍이 있으며, Standard Definition 포맷으로 각 필드에 삽입할 수도 있다. CRC가 계산되어 데이터 신호에 삽입되고 수신측에서 새로 계산된 CRC와 비교된다.

Standard Definition 포맷의 경우 CRC 값은 스위치 포인트 다음 (Error Detection Data Packet is stored on line 9/272 in a 525 system and line 5/318 in a 625 system : 그림 6 참조)에 수직 간격에 삽입된다. SMPTE RP165(EDH)는 Standard Definition 비디오 포맷의 데이터 오류를 감지 및 처리하는 선택적 방법을 정의한다. 풀 필드 및 액티브 픽처 데이터가 별도로 확인되고 16비트 CRC 워드가 필드당 하나씩 생성된다. 풀 필드 검사는 수직 간격 스위칭에 예약된 라인(525라인 표준의 경우 라인 9~11 또는 625라인 표준의 경우 라인 5~7)을 제외하고 전송되는 모든 데이터를 다룬다. 액티브 픽처 검사는 SAV 및 EAV 사이에서(SAV 및 EAV 제외) 액티브 비디오 데이터 워드만 다룬다. 액티브 비디오의 하프 라인은 액티브 픽처 검사에 포함되지 않는다.

SMPTE RP165 Error Detection - SD-SDI

1. EDH(Error Detetion and Handling)으로 불린다.
2. 기본원리는 CRC와 비슷하다.
3. Active Picture area(위 그림의 점선 부분), Full Field area(실선 부분)의 에러들을 검출
4. 문제가 있는 장비, 문제의 타입을 식별 함

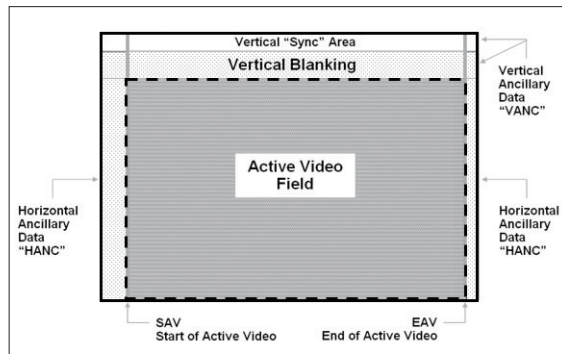


그림 5. SDTV active

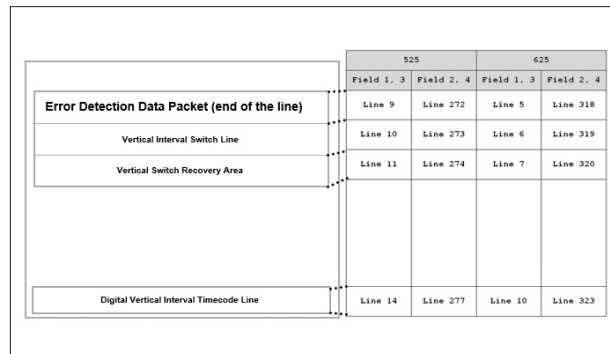


그림 6. Error 검출 패킷 삽입 라인 정보

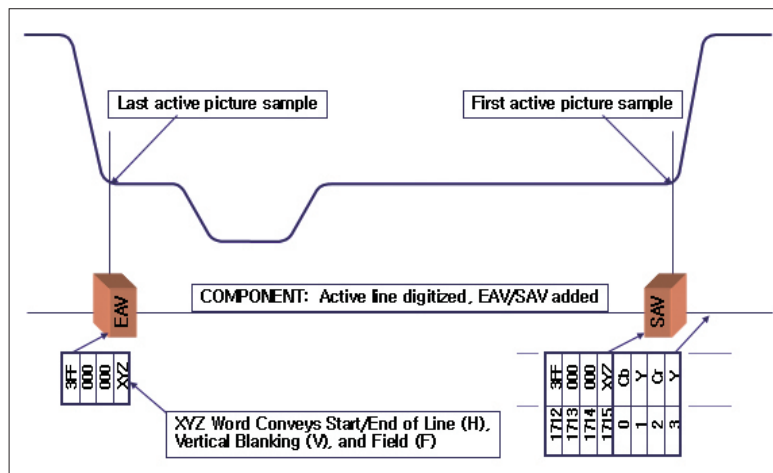


그림 7. SD-SDI Horizontal line

HD와 SD-SDI의 기본 구성요소는 거의 비슷하나, HD는 1.485Gbps의 고속 신호이기 때문에, 라인당 라인넘버 체크와 CRC 체크가 동반되어, SD-SDI 신호와 차이를 나타낸다. [그림 7]의 HD-SDI와 SD-SDI를 비교하면 SD-SDI에는 EAV word값 이후에 라인당 LN, CRC가 없음을 알 수 있다.

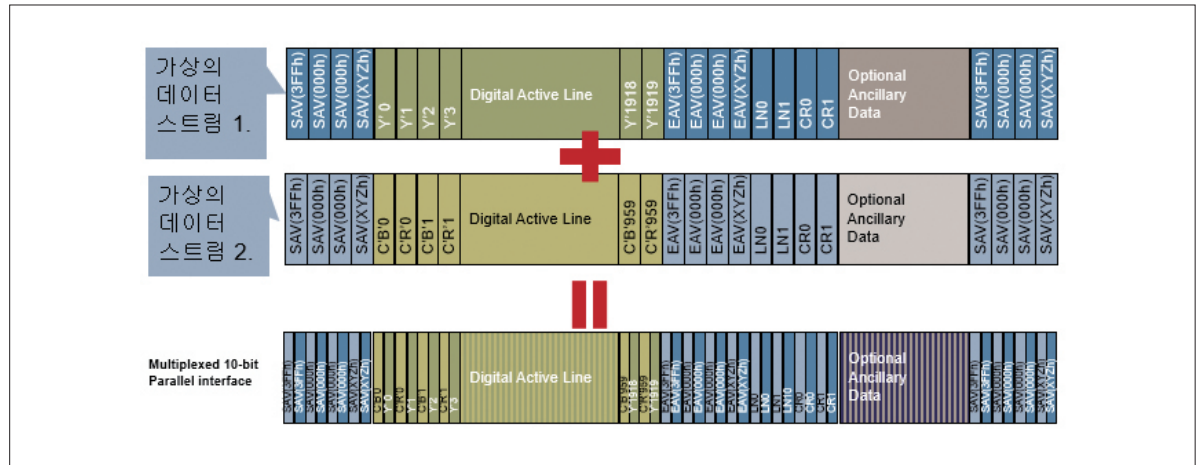
지금까지 SDI의 신호의 기본 구성을 살펴보고, SD-SDI, HD-SDI 신호구조의 차이를 구분하였다.

SMPTE424M 3G-SDI

현재 UHD 요구가 증폭되고 있지만 사실 그 이전에 텔레시네마 및 스페셜 편집 효과 부분에서는 4:4:4 Sampling 등의 고화질을 요구하였고, 이의 요구사항에 맞추어 물리적인 SMPTE292(HD) 2회선을 이용하여 1080P 포맷을 재현하기 시작하였다.

이 부분이 바로 SMPTE372 Dual link이다. 하지만 Dual link는 인터커넥션 이슈(물리적인 케이블이 2개이므로 각각의 Interchannel timing 이슈), Swapped(신호의 뒤바뀜) 또는 Missing Links(2개의 신호 중 하나 신호의 링크 손실) 그리고 각각의 링크에 대한 케이블 경로 문제들이 있었으며 이러한 문제점을 해결하여 2개의 Virtual stream을 맵핑한 하나의 물리적인 회선으로 고화질을 구현한 SMPTE424M 3G-SDI 신호가 만들어졌다.

앞서 언급한 SDI의 기본 구성을 참조하면 SMPTE424M 3G-SDI 신호를 쉽게 이해할 수 있다.



두 개의 데이터 스트림이 다중화(Multiplexed)되어 두 배의 데이터(1.485Gbps + 1.485Gbps = 2.97Gbps)를 제공한다.

현재 가장 널리 쓰이는 UHD 구현 방식인 3G-SDI Quad-Link 방식은 3G-SDI 신호를 4가닥 사용하는데, 각각의 3G-SDI 신호의 구성은 결국은 앞서 설명한 HD-SDI 신호를 가상의 데이터스트림으로 맵핑하고, 멀티플렉싱하여 생성됨을 확인할 수 있다.

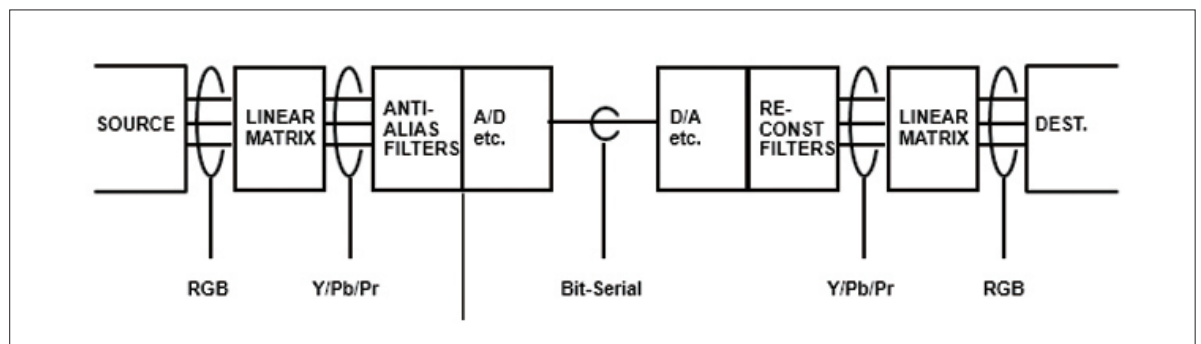


그림 8. 디지털 베이스밴드 방송 신호의 흐름

요약하며

디지털 SDI 신호에 대해 다시 한 번 쉽게 정리하였고, 이를 UHD(3G-SDI Quad link) 신호의 기본 구성인 3G-SDI 신호의 기본을 언급하였다. 디지털 비디오 신호의 데이터가 어떻게 이루어지는지 쉽게 이해할 수 있길 바라며, 이 데이터 신호의 Bit-serial 신호의 특성인 Eye pattern과 Jitter에 대해선 다음 회에 다루어 전체적인 베이스밴드 신호의 흐름에 대해서 쉽게 이해하길 기대한다. 📺