

# SMPTE표준 제안 : SMPTE292M

## HDTV 시스템을 위한 비트-직렬 디지털 인터페이스

원 치 선

동국대학교 전자공학과·본학회 편집위원

### 1. 범위

이 표준은 1.3Gbps에서 1.5Gbps까지의 데이터율에서 동작하는 HDTV 콤포넌트 신호를 비트-직렬 디지털 동축이나 광섬유의 인터페이스를 정의한다. 특정 데이터 포맷으로부터 받은 비트-병렬 데이터는 직렬 데이터 스트림을 형성하기 위해 다중화 및 직렬화 된다. 공통적인 데이터 포맷과 채널 코딩은 주어진 HDTV 시스템을 위해 원래의 포맷인 병렬 데이터에 대해 필요하다면 수정을 하여 사용된다. 동축 케이블 인터페이스는 수신기 제조업자들에 의해 정의된 신호의 손실을 초과하지 않는 응용에 적합하다. 전형적인 손실의 양은 1/2 클럭 주파수에서 20dB까지의 범위에 있다. 광섬유 인터페이스는 단일-모드 섬유를 사용한 2km까지의 거리의 응용에 적합하다.

여러 소스 포맷을 활용하였으며 다른 것들도 명시된 데이터율내에 들면 본 표준안에 의해 직렬화 될 수 있다. 인증된 문서가 있다면 다른 소스 포맷들도 본 표준에 포함되도록 수정될 수 있다.

### 2. 기준이 된 표준안

아래의 표준안을 근거로 하여 본 표준안의 규정조건을 구성하였다. 버전값은 본 표준안이 발표된 일자를 기준으로 하였다. 표준안들은 모두 바뀔 수 있는 가능성이 있으며 본 표준안을 사용하고자 하는 경우 아래에 나타난 표준안의 최근 버전의 사용 가능성을 조사하도록 권고한다.

- SMPTE 260M-1992, 텔레비전-디지털 표현과 비트-병렬 인터페이스-1125/60 고품위 프리덕션 시스템
- SMPTE 274M, 텔레비전-1920×1080 스케닝과 인터페이스

- SMPTE 291M, 텔레비전-보조 데이터 패킷과 공간 포맷팅
- SMPTE RP 184-1995, 비트-직렬 인터페이스에서 지터의 측정
- IEC 169-8(1978), Part 8: Bayonet lock을 갖는 바깥쪽 도전체 6.5mm(0.256in)의 안쪽 반지름을 갖는 R.F. 동축 케이블-특성 임피던스 50옴(type BNC), 그리고 부록 A(1993)
- IEC 793-2(1992), 광섬유, Part 2: 제품규격
- IEC 874-7(1990), Part 7: 광섬유 컨넥터 Type FC

### 3. 용어의 정의

#### 3.1 소스 포맷(Source Format)

주어진 HDTV 시스템을 위해 비트-병렬 입력을 직렬화하기 위해 정의된 데이터 구조 및 문서-소스 포맷들은 SMPTE260M과 SMPTE274M에서 참조한다.

#### 3.2 임시 규격

괄호내에 주어진 값들은 임시값으로 텔레비전 신호 기술을 위한 SMPTE의 회의 조사에 의해 수정될 수 있다.(8.1.2, 8.1.9, 그리고 9.1을 보시오)

### 4. 소스 포맷 데이터

4.1 소스 데이터는 10비트 워드로  $E_V$ ,  $E_{Cb}$ ,  $E_{Cr}$  신호를 나타낸다. 여기서  $E_V$ 는 하나의 포맷된 병렬 데이터 스트림이며  $E_{Cb}$ 와  $E_{Cr}$ 는 또 다른 포맷된 병렬 데이터 스트림이다. 따라서 소스 포맷병렬 데이터가 R, G, B나 Y, Cb, Cr형태로 더 높은 데이터율을 허락할지라도 직렬 데이터율을 1.5Gbps로 한정된다.

4.2 각 TV 라인을 위한 데이터는 4개의 영역으로 나뉜다. 즉, SAV(start of active video) 타이밍 참조, 디지털 액티브 라인, EAV(end of active video) 타이밍 참조, 그리고 그림 1과 같은 디지털 라인 공백등이다. 각 영역의 워드와 정의된 데이터의 수는 소스 포맷 문서에 정의되어 있다.

4.3 비트-병렬 디지털 TV 데이터 포맷들이 모두 같은 타이밍 참조 데이터를 갖고 있지 않기 때문에 5절의 요구를 만족시키기 위한 다중화와 직렬화 이전에 수정이 필

요할 수 있다. EAV/SAV를 위해 여분의 데이터가 요구되는 경우에 인근 디지털 공백 영역으로부터의 데이터 워드를 사용할 수 있다. 수정은 보통 병렬 영역에서 코프로세서를 사용하여 이루어진다.

4.4 참조된 소스 포맷을 위한 파라미터는 표 1에 제시하였다.

### 5. 데이터 포맷

5.1 디지털 액티브 라인과 디지털 라인 공백은 소스 포맷 문서에 정의된 10-비트 워드로 구성되어 있다. 데이터 값 000h에서 003h 그리고 3FCh에서 3FFh까지의 데이터 값들은 제외되었다.

5.2 타이밍 참조 SAV, EAV, 라인 넘버와 두개의 병렬 데이터 스트림 각각을 위한 CRC는 그림 2에서와 같이

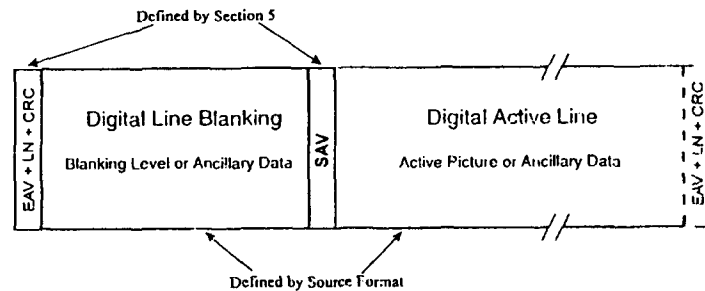


그림 1. 텔레비전 수평선 데이터

표 1. 기준 소스포맷 변수

Reference document	SMPTE 260M	SMPTE 274M	SMPTE 271M
Parallel word rate (each channel Y C <sub>r</sub> /C <sub>b</sub> )	74.25 Mword/s	74.25 Mword/s	74.25/1.001 Mword/s
Lines per frame	1125	1125	1125
Words per active line (each channel Y C <sub>r</sub> /C <sub>b</sub> )	1920	1920	1920
Total active lines	1035	1080	1080
Words per total line (each channel Y C <sub>r</sub> /C <sub>b</sub> )	2200	2200	2200
Frame rate	30 Hz	30 Hz	30/1.001 Hz
Fields per frame	2	2	2
Total data rate	1.485 Gb/s	1.485 Gb/s	1.485/1.001 Gb/s
Field 1 EAV V = 1	Line 1121	Line 1124	Line 1124
Field 1 EAV V = 0	Line 41	Line 21	Line 21
Field 2 EAV V = 1	Line 558	Line 561	Line 561
Field 2 EAV V = 0	Line 603	Line 584	Line 584
EAV F = 0	Line 1	Line 1	Line 1
EAV F = 1	Line 564	Line 563	Line 563

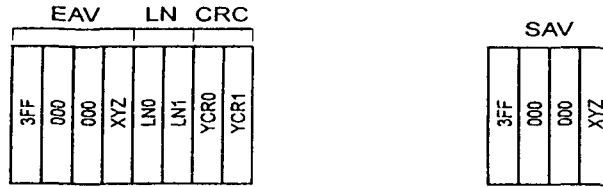


그림 2. 타이밍 기준 포맷 (luminance channel shown)

표 2. 타이밍 기준 코드

Word	9 (MSB)	8	7	6	5	4	3	2	1	0 (LSB)
3FF	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XYZ	1	F	V	H	P3	P2	P1	P0	0	0

NOTES  
 1 F = 0 during field 1; F = 1 during field 2.  
 2 V = 0 elsewhere; V = 1 during field blanking.  
 3 H = 0 in SAV; H = 1 in EAV.  
 4 MSB = most significant bit; LSB = least significant bit.  
 5 P0, P1, P2, P3 are protection bits defined below.

Bit	9 (MSB)	8	7	6	5	4	3	2	1	0 (LSB)
	1	F	V	H	P3	P2	P1	P0	0	0
	Fixed								Fixed	Fixed
200h	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
274h	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0
2AC <sub>h</sub>	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0
2DB <sub>h</sub>	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0
31C <sub>h</sub>	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0
388 <sub>h</sub>	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0
380 <sub>h</sub>	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
3C4 <sub>h</sub>	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0

표 3. 라인수 데이터

Word	9 (MSB)	8	7	6	5	4	3	2	1	0 (LSB)
LN0	not b8	L6	L5	L4	L3	L2	L1	L0	R	R
LN1	not b8	R	R	R	L10	L9	L8	L7	R	R

NOTES  
 1 L0 - L10 = line number in binary code.  
 2 R = reserved, set to "0."

표 4. CRC 데이터

Word	9 (MSB)	8	7	6	5	4	3	2	1	0 (LSB)
YCR0	not b8	CRC8	CRC7	CRC6	CRC5	CRC4	CRC3	CRC2	CRC1	CRC0
YCR1	not b8	CRC17	CRC16	CRC15	CRC14	CRC13	CRC12	CRC11	CRC10	CRC9
CCR0	not b8	CRC8	CRC7	CRC6	CRC5	CRC4	CRC3	CRC2	CRC1	CRC0
CCR1	not b8	CRC17	CRC16	CRC15	CRC14	CRC13	CRC12	CRC11	CRC10	CRC9

배열된다. (소스 데이터의 가능한 수정에 관해서는 4.3절을 보시오.)

5.3 타이밍 참조 코드는 표 2에 제시되어 있다.

5.4 라인 수를 나타내는 데이터는 두개의 워드로 구성되

어 있고 표 3과 같은 배열을 갖는다.

5.5 CRC(Cyclic Redundancy Codes)는 액티브 디지털 라인과 EAV에서 발생하는 에러를 검출하는데 사용한다. 에러 검출 코드는 아래의 다항 생성 방정식에 의해 결

정된 두개의 워드로 구성되어 있다.

$$CRC(x) = x^{18} + x^5 + x^4 + 1$$

CRC의 초기치는 0으로 놓는다. 계산은 첫번째 액티브 라인에서 시작하여 라인 넘버의 마지막 워드 LN1에서 끝난다. 두개의 CRC가 계산된다. 즉, 하나는 루미넌스 데이터 YCR이고 다른 하나는 색차 데이터 CCR이다. CRC 데이터는 표 4에 제시하였다.

5.6 사용 가능한 보조 데이터 공간은 소스 포맷에 의해 정의된다. 보조 데이터 헤더는 SMPTE 291M에 의해 정의된 보조 데이터 패킷의 포맷팅을 갖는 3개의 워드 000h, 3FFh, 3FFh로 구성된다. 000h에서 003h까지의 데이터 값과 3FFh에서 3FFh까지의 데이터 값들은 사용자 보조 데이터로부터 제외되었다.

**6. 직렬 데이터 포맷**

6.1 5.3에서 5.5까지 설명된 EAV 및 SAV를 갖는 두개의 소스 포맷 병렬 데이터 스트림은 그림 3에서와 같이 섞인다.

6.2 섞여진 데이터는 각 데이터 워드의 LSB(Least Significant Bit)부터 직렬로 전송된다.

**7. 채널 코딩**

7.1 채널 코딩 방법은 NRZI(non-return to zero inverted)(별첨 A를 참조하십시오.) 기법을 사용한다.

7.2 스크램블드 NRZI의 생성 다항식은  $G1(X) = X^9 + X^4 + 1$ 을 사용한다. 무극성 스크램블드 NRZI 데이터 열은  $G2(X) = X + 1$ 로 발생된다. 스크램블러에 대한 입력 신호는 포지티브 논리여야 한다.(가장 높은 전압이 데이터 1을 나타내고 가장 낮은 전압은 데이터 0을 나타낸다.)

7.3 데이터 워드의 길이는 10비트이다.

**8. 동축 케이블 인터페이스**

**8.1 신호의 레벨과 규격**

본 규격은 타이밍과 다른 특성들이 스튜디오의 업무에 잘 맞는 병렬 영역의 신호로부터 얻은 소스 직렬 출력을 측정하기 위해 정의되었다. 완전 직렬 데이터 체인 내의 다른 장소에 위치한 장비의 출력에 대한 규정은 이 표준에서 설명하고 있지 않다.

8.1.1. 발생기의 출력은 1m의 동축 케이블에 연결된 75Ω의 저항 부하를 가로질러 측정되어야 한다. 그림 4는 크기, 상승시간(risetime), 오버슈트(overshoot)에 대한 측정 차원을 나타내고 있다.

8.1.2 발생기는 75Ω의 소스 임피던스를 갖고 전송중인 신호의 클럭 주파수에 대해 5MHz의 주파수 범위에서 적어도 [15dB]의 반송 손실을 갖는 불균형 출력회로를 갖어야 한다.

8.1.3 신호의 최소에서 최대값까지의 크기는 8.1.1에서 설명된대로 측정되었을때 800mV ± 10%가 되어야 한다.

8.1.5 신호크기의 20%와 80%로 점으로 각각 정의된 상승 및 하강 시간은 270ps보다 클 수 없고 100ps이상 차이가 나면 안된다.

8.1.6 파형의 상승 및 하강 모서리의 오버슈트는 신호 크기의 10%를 초과할 수 없다.

8.1.7 수평 라인에서 발생하는 무시 못할 DC 성분을 갖는 신호(병적인 신호)에 기인한 출력 크기의 외유는 평균 픽크에서 픽크까지의 신호 포락선의 위나 아래로 50mV를 초과할 수 없다.(사실, 이 규정은 최소 출력 커플링 시간 상수를 정의한다.)

8.1.8 데이터 신호의 천이의 시간에서 발생하는 지터는 SMPTE RP 184에 의해 측정되어야 한다. 측정 파라미

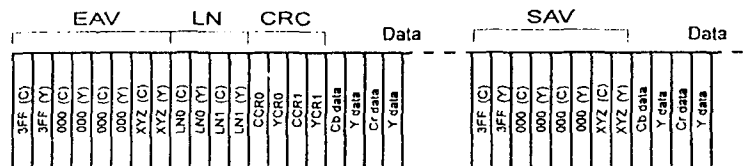


그림 3. 격행주사 데이터 스트림

터는 SMPTE RP 184에 정의되어 있고 본 표준안을 따르기 위해 표 5에 제시된 값을 갖는다.

8.1.9 직렬 인터페이스 신호의 수신기는 전송중인 신호의 클럭 주파수에 대해 5MHz의 주파수 범위에서 적어도 [15dB]의 반송 손실을 갖는 75Ω의 임피던스를 나타내야 한다.

8.1.10 클럭 주파수의 1/2에서 20dB까지의 입력 손실을 갖는 수신기는 명목상의 규정이고 실제로 더 크거나 작은 신호의 감쇄에서 동작되도록 설계된 수신기들도 수용 가능하다.

8.1.11 8.1.3에서 허용된 하한 전압에서 동작하는 라인 드라이버에 연결될 때 다음과 같은 레벨에서 중첩된 방해

신호가 존재하면 2진 데이터를 정확하게 감지해야 한다.

dc	±2.5V
5KHz이하	<2.5Vp-p
5KHz에서 27MHz	<100mVp-p
27MHz이상	<40mVp-p

주의 - 최소 방해 신호레벨을 갖는 환경에서 사용되도록 한 수신기는 8.1.11의 저주파수 방해 규정을 지킬 필요가 없다.

8.2 커넥터와 케이블형

8.2.1 커넥터는 50Ω BNC형과 기계적 특성을 갖아야

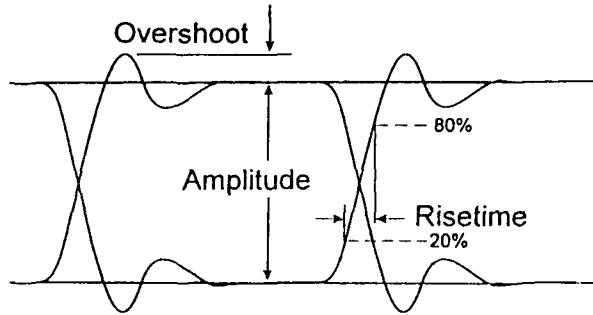


그림 4. 파형 측정

표 5. 지터 스펙

B1	10 Hz	Timing jitter lower band edge
B2	100 kHz	Alignment jitter lower band edge
B3	> 1/10 the clock rate	Upper band edge
A1	1 UI	Timing jitter (Note 1)
A2	.2 UI	Alignment jitter (UI = unit interval)
Test signal	Color bar test signal	(Note 2)
n	* 10 (preferred)	Serial clock divided (Note 3)

NOTES

- 1 Designers are cautioned that parallel signals conforming to interconnection standards, such as SMPTE 260M, may contain jitter up to 2 ns p-p. Direct conversion of such signals from parallel to serial could result in excessive serial signal jitter.
- 2 Color bars are chosen as a nonstressing test signal for jitter measurements. Use of a stressing signal with long runs of zeros may give misleading results.
- 3 Use of a serial clock divider value of 10 may mask word correlated jitter components.
- 4 See SMPTE RP 184 for definition of terms.

한다. 커넥터의 기계적 차원은 명목상 50Ω이나 75Ω의 임피던스를 갖고 [15]dB보다 큰 1.5GHz의 반송 손실을 근간으로 2.4GHz의 주파수 범위까지 사용될 수 있어야 한다. 그러나 커넥터의 전기적인 특성과 그것과 결부된 인터페이스 회로는 75Ω의 저항 임피던스를 갖어야 한다. 75Ω 커넥터가 사용되는 곳에 기계적인 특성은 IEC 169-8에서 정의된 명목상 50Ω BNC형과 신뢰성 있게 인터페이스 되어야 한다.

8.2. 이 표준의 응용은 특별한 형태의 동축을 요구하지 않는다. 데시벨로 나타낸 동축 손실의 주파수 응답은 중간에서 최대 길이까지의 자동 케이블 등화기의 정확한 동작을 확인하기 위해 1MHz로 부터 전송중인 신호의 클럭 주파수의 범위에서 대략  $1/\sqrt{f}$ 에 비례할 필요가 있다.

8.2.3 정확하게 종단된 전송 라인의 반송 손실은 5MHz에서 전송중인 신호의 클럭 주파수까지의 주파수 범위에서 15dB보다 커야한다.

9. 동축케이블 인터페이스

본 인터페이스는 점대점 연결에서 한개의 송신기와 한개의 수신기로 구성된다.

- 9.1 소스 특성은 표 6과 같다.
- 9.2 광섬유의 특성은 표 7과 같다.
- 9.3 수신기의 특성은 표 8과 같다.

별첨 A(참고사항)

채널코드

스크램블드 NRZI 채널 코딩이 어떤 비디오 신호(통상 병적인 신호라 부름)에 가해졌을 때, 한개의 수평 TV주사선 기간 동안에 19 혹은 20개의 긴 2진 0이 발생할 수 있다. 이와 같은 효과를 발생하는 역압적인 테스트 신호(SDI check field, SMPTE RP 178)는 ANSI/SMPTE 259M에 따라 525 및 625 라인 콤포넌트 디지털 신호를 의해 정의되었다. 이 표준에 정의된 직렬 HDTV시스템을 위해 동등한 테스트 신호가 SMPTE에 의해 개발되고 있다. 이 밖에 보통 TV의 동작중에 병적인 신호의 발생을 피할 수 있는 방법에 대한 추천을 SMPTE에서 준비하고 있다.

별첨 B(참고사항)

수신기 형

8.1.11의 규정을 따르는 수신기들은 "Type A"로 부르고 그렇지 않은 것들은 "Type B"로 부른다.

표 6. 광 소스 특성

Optical wavelength	1310 nm ± 40 nm
Maximum spectral line width between half-power points	10 nm
Output power maximum	- 7.5 dBm
Output power minimum	- 12 dBm
Rise and fall times	< 270 ps (20% to 80%)
Extinction ratio	5:1 min, 30:1 max
Jitter	[0.2 UI]
Maximum reflected power	4%
NOTES 1 Power is average power measured with an average-reading power meter. 2 Rise and fall times in the electrical domain must meet the requirements of 8.1.5.	

표 7. 광섬유 링크 특성

Fiber type	Single mode (IEC 793-2)
Connector (see figure 5)	Type SC/PC (IEC 874-7)

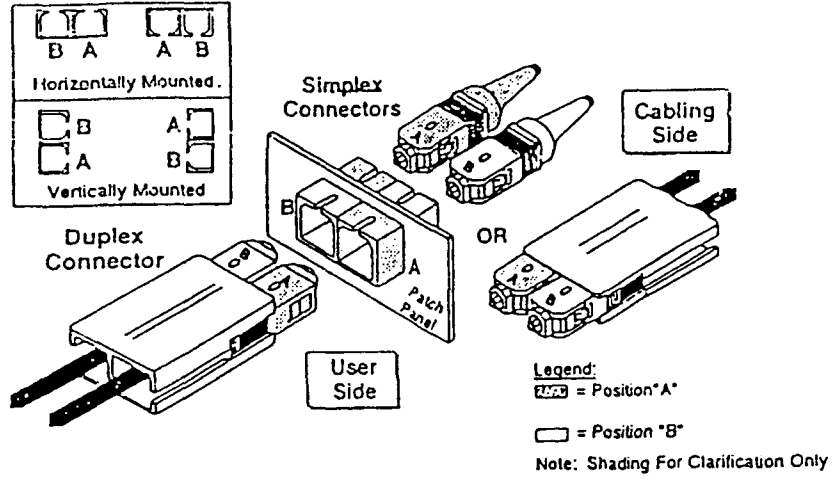


그림 5. SC 컨넥터

표 8. 광수신기 특성

Maximum input power	- 7.5 dBm
Minimum input power	- 20 dBm
Detector damage threshold	+ 1 dBm
Output rise and fall times	see 8.1.5
Output jitter	see 8.1.8

별첨 C(참고사항)

참고문헌

ANSI/SMPTE 259M-1993, Television-10-Bit  
4 : 2 : 2 Component and sfsc NTSC composite Dig-

ital Signal-Signal Digital Interface

SMPTE RP 178-1933, Serial Digital Interface

Check Field for 10-Bit 4 : 2 : 2 Component and  
4fsc Composite Digital Signals