

제4장

지상파 DTV방식 개요

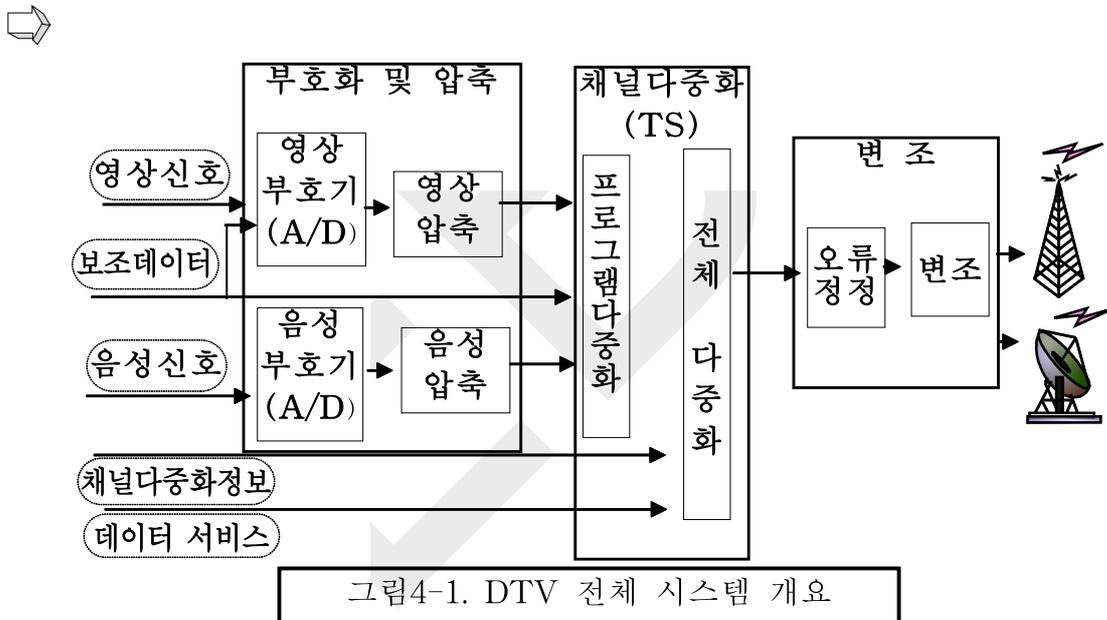


■ 지상파 DTV 시스템

1. DTV 채널주파수

- ⇒ NTSC 채널 대역폭 6MHz를 그대로 사용한다.
- ① 현재 우리나라는 미국의 ATSC방식을 채택하고 있다.
 - ② 현재 방송중에 있는 NTSC방식으로의 TV방송을 위한 채널이 이미 할당되어 있어 이와 간섭을 일으키지 않는 채널을 선정하여 시험방송하고 있다.
- 교육방송은 채널 18번으로 송출하고 있다.

2. 전체 시스템 개요



■ 영상신호

1. 3원색과 색좌표

☞ TV영상은 R,G,B 빔에 의해 일정한 규칙에 따라 수상기에서 표현 되는데 이 R,G,B를 3원색이라 하며, CIE에서 그 원칙을 정하였다.

1) 3원색에 의한 영상 표현

NTSC방식은 카메라에서 영상을 픽업할 때에는 RGB 칼라모델, CCU에서 콤포지트 영상신호를 만들 때에는 YIQ모델을 이용하며, 영상재생장치(VTR)에서는 HSI(HSV)모델을 채택하고 있다. 세 모델 다 기본은 R,G,B 3원색이다.

※ 칼라모델이란 칼라를 정의하는 방법을 말한다.

① R, G, B 칼라모델

- 데카르트 좌표계에 기반을 두고 있는데 그림과 같이 원점은 블랙, 원점에서 가장 먼 코너는 화이트로 간주하며, R, G, B의 모든 값들은 [0,1]에 있다고 가정한다.
- 대부분의 칼라 카메라는 RGB 형식을 사용.

② YIQ 칼라모델

- 흑백 TV표준과 양립성을 추구하기 위해 만든 방식으로, 사람의 시각이 색상 또는 포화도보다는 휘도의 변화에 더 민감하다는 것을 이용함.
- 휘도신호는 4.2MHz, I신호는 1.5MHz, Q신호는 0.5MHz 채택함.

③ HSI 칼라모델

- 사람의 눈의 특성에 맞춘 것으로 색상과 포화도의 개념을 도입함.

2) 색의 재현과 CIE색좌표

카메라나 수상기에서 색을 재현하기 위해 색의 기준이 필요하며, 또한 표준광의 수치적 정의가 필요하다. 이를 위해 CIE에서 Y,x,y값으로 나타내고 있다

[표4-1-1. 3원색의 색좌표]

	CIE 색좌표			NTSC 색좌표		
	x	y	Y	x	y	Y
R	0.608	0.339	21	0.670	0.330	29.0
G	0.315	0.533	60	0.210	0.710	60.4
B	0.142	0.158	17	0.140	0.080	10.4

[표4-1-2. 표준방식에 따른 색좌표]

	R		G		B		White		표준광원
	x	y	x	y	x	y	x	y	
SMPTE	0.630	0.340	0.310	0.595	0.155	0.070	0.3127	0.3290	D65
EBU	0.640	0.330	0.300	0.600	0.150	0.060	0.3127	0.3290	D65
PAL/SECAM	0.640	0.330	0.290	0.600	0.150	0.060	0.3127	0.3290	D65
NTSC	0.670	0.330	0.210	0.710	0.140	0.080	0.3101	0.3162	C광원

[표4-1-3. 표준광원과 색좌표]

	x	y	색온도(K)
표준광원 A	0.4467	0.4075	2845
표준광원 B	0.3484	0.3516	4800
표준광원 C	0.3101	0.3162	6504
표준광원 D65	0.3127	0.3290	6504

3) 색좌표와 시야각

사람의 눈은 시축을 중심으로 약 2도 이내에는 원추세포만 조밀하게 분포되어 있고 2도~4도사이에는 원추세포와 막대세포가 섞여져 있는데 이 원추세포와 막대세포의 분포비율이 다르므로 인해 색채를 보는 시야에 따라 시감이 다르게 느껴진다. 실제로 같은 색일지라도 작은 색과 큰 색을 볼 때 색채가 다른 것을 느낄 수 있는 것이다. 즉, 시야에 따른 시세포의 분포상태가 다르므로 시야가 넓을수록 색이 보다 밝게 보인다.

약 30cm떨어진 거리에서 바라보았을 때 직경이 약 1cm인 색시편이 2도 시야에 해당되고, 직경이 약 5.2cm일 때 10도 시야가 된다.

시야각에는 2도 시야각과 10도 시야각이 있으며 컬러필터의 색특성을 측정할 때에는 2도 시야각이 사용된다.

- ① 2도 시야각: CIE가 1931년에 정의한 것으로 직경이 1.7cm인 물체를 50cm 거리에서 우리 눈으로 관측할때의 눈의 각도를 말한다.

- 컬러필터의 색특성을 나타내는 색좌표계로는 1931년 CIE에서 정의한 xyz 색좌표계가 사용된다
- ② 10도 시야각: CIE가 1964년에 정의한 것으로 직경이 8.8cm인 물체를 50cm거리에서 우리 눈으로 관측할 때의 눈의 각도를 말한다.

3) 표준광

빛의 연색성의 특성 때문에 정확한 색의 측정을 위해 표준광을 정의해서 사용하고 있다.

- ① 표준광 A ; 가스충전 상태의 텅스텐 백열전구의 표준이다. 색온도는 2854K이다.
- ② 표준광 B ; 표준광 A 에 데이비스 깃슨 필터 B1,B2 를 첨부하여 만든 것으로 태양의 평균 직사광을 나타낸다. 색온도는 4870K이다.
- ③ 표준광 C ; A광원에 데이비스 깃슨 C1,C2 를 더해 만든 것으로 맑은 하늘의 평균 낮 직사광을 나타낸다. 색온도는 6740K이다.
- ④ 표준광 D ; C광원의 보완으로 제작된 것으로 임의로 색온도를 조정함으로써 D65, D75로 나타내는데 뒤의 숫자는 색온도를 나타낸다. D65는 6500K 이며 D75는 7500K이다.
- ⑤ 표준광 F ; 형광등의 표준광원으로서 F1,F2 등으로 각 종류를 표시한다

Lab Color

Lab Color는 Centre Internationale d'Eclairage (CIE)에서 만든 컬러 모델이다. Lab Color의 가장 큰 목적은 같은 색이라 해도 출력 장치에 따라 다르게 나오는 단점을 보완하는 것. 출력 장치에 따른 색의 차이를 완전히 없애는 것은 근본적으로 불가능하다. 다만 그 차이를 최소한으로 줄이는 것이 중요하다. Lab 시스템은 CIE에서 이전에 사용해 왔던 CIE 모델을 기본으로 발표된 것으로 xyz 3개의 축상에서 입체적으로 색을 표현할 수 있다.

L (Luminosity) 축은 밝기를 나타내고 A는 green에서 magenta 까지의 보색, B는 blue에서 yellow 까지의 보색이 나타난다. A와 B는 색상(Hue)에 관한 정보를 가지고 있고 L축은 색의 밝기에 관한 모든 정보를 가지고 있다. 포토샵에서 Lab 컬러 시스템이 유용한 곳은 PostScript

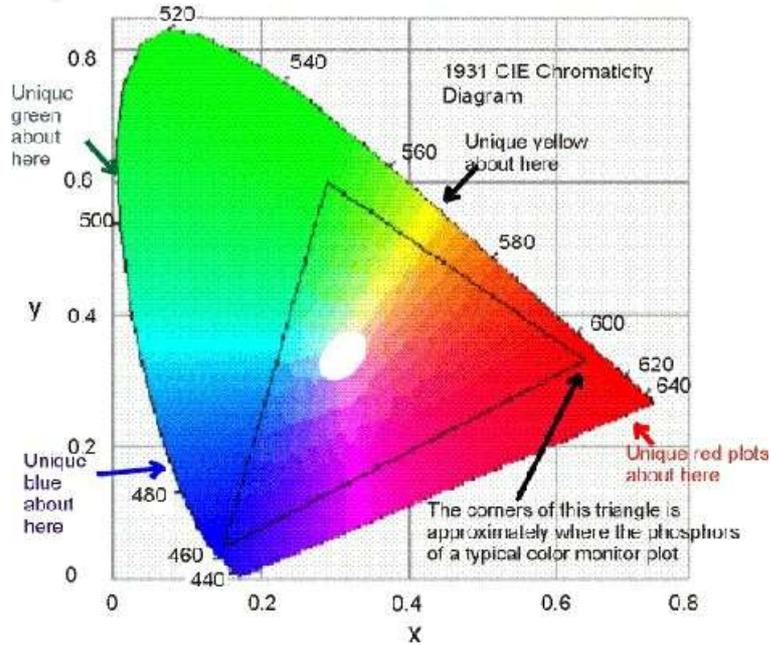


그림4-2. CIE 색도도

Level2를 지원하는 프린터를 사용할 경우, Photo CD 이미지를 읽을 경우, 색상 (Hue)의 값을 유지하면서 밝기를 바꾸고 싶은 경우, 컬러 이미지를 그레이스케일로 바꾸고 싶은 경우 등 이다. HSB 시스템과 유사점이 있으나 Lab 시스템이 나타낼 수 있는 폭이 더 넓다.

Lab 시스템에서 L값을 조절하면 Hue의 값에 영향을 미치지 않지만 HSB 시스템에서 보면 B (Brightness)로는 나타낼 수 없는 범위가 생긴다. 이 때문에 Hue 값이 바뀌게 된다.

(Lab 시스템에서 L의 값을 바꿔 HSB 시스템으로 전환한 후 값의 변화를 살펴보면 확인할 수 있을 것이다.) 이것은 L과 B의 근본적인 차이에서 기인. Lab 시스템이 나타낼 수 있는 범위가 더 넓기는 하지만 실제 작업에서는 사용할 수 없고 HSB 시스템을 주로 사용하게 된다.

RGB 값에서 Luminosity 값을 구하는 공식은 다음과 같다.

$$\text{Luminosity} = 0.39 \times \text{Red} + 0.59 \times \text{Green} + 0.11 \times \text{Blue}$$

YIQ 방식은 YUV방식과 비슷하지만 다른 공식을 사용한다. 이는 색을 NTSC (National Television Systems Committee) 신호로 인코딩하기 위해 사용한다. RGB값이 주어졌을 경우, YIQ값은 =>

$$Y = 0.30R + 0.59G + 0.11B$$

$$I = 0.60R + 0.28G + 0.32B$$

$$Q = 0.21R - 0.52G + 0.31B$$

2. DTV영상신호

☞ TV 영상신호는 비월주사방식을 사용하나 컴퓨터는 순차주사방식을 사용한다. 따라서 DTV시스템은 TV와 컴퓨터 등 멀티미디어와의 융합을 위해 두 주사방식을 다 수용할 수 있도록 하고 있다.

[표4-2. 아날로그 NTSC 영상신호와의 차이점]

		아날로그 NTSC	DTV(SDTV)
주사선수		525	좌동
프레임주파수(Hz)		29.97	29.97 또는 30
주사방식		비월주사	좌동
채널 주파수대역(MHz)		6	좌동
최종영상신호		컴포지트	시리얼 컴포넌트
색부반송파 및 칼라바스트		필요함	불필요함
ScH		중요함	불필요함
동기신호		수평동기신호, 수직동기신호, 색부반송파	SAV, EAV
회도신호		0.30R+0.59G+0.11B	
시야각		2도	10도
동기기준		μs	1H 또는 1프레임
색차신호 표시		R-Y, B-Y 또는 I, Q	Cr, Cb
색차신호대역폭(MHz)		1.5(I), 0.5(Q)	각각 2
샘플링주파수(MHz)		불필요	13.5/6.75
라인당 화소수		개념 없음	규정하고 있음
완전한 화면		4프레임	1프레임
영상압축방식		사용없음	MPEG-2
음성압축방식		사용없음	AC-3
변조방식	영상변조	잔류측파대진폭변조(VSB)	8VSB
	음성변조	주파수변조	

3. DTV영상 개론

☞ 아날로그영상신호는 각 방식의 상호변환이 어렵고 호환성이 없으나 DTV는 이를 보완하여 각 방식간에 상호변환이 수월하도록 지원한다.

- 아날로그 TV방식에서도 녹화기의 내부 신호처리(특히 TBC)는 디지털 방식이었으며 디지털TV방식을 이끌어왔다.
 - 스튜디오용이나 회의용이나에 따라 주사선수와 화소수가 다르다. 또한 아날로그영상(Source)신호를 부호화하고 압축방식에 따라 표준화가 결정되어 있다.
- ① 디지털방식은 아날로그방식과는 달리 장비간 또는 전송로간에 상호접속을 수월하기 위해 기술규격을 정하고 있는데 이를 디지털인터페이스라 하며, 직렬접속이나 병렬접속이나 또는 콤포지트방식이나 컴포넌트방식이나에 따라 표준안이 마련되어 있다.
 - ② DTV에서는 색차신호의 화소수(대역폭)를 결정하는데 있어 크로마포맷이라는 단어를 사용하는데 이는 휘도신호에 대한 각 색차신호의 샘플링비율(대역폭)을 나타낸다. 그리고 압축방식에 따라 표준화가 따로 규정되어 있다.

4. 디지털 VTR 포맷과 종류

☞ 컴포넌트와 콤포지트 DVTR의 대표주자인 D-1과 D-2에 대해 간단히 설명하고자 한다.

[표4-3. 디지털 VTR의 포맷 차이점]

VTR포맷	Tape폭 (인치)	신호포맷	양자화(bps) 영상/음향	영상 압축방식 압축비율	전송율 (Mbps)
D-1	3/4	4:2:2	8/16~20	비압축	225.3
D-2	3/4	컴포지트	8/16~20	비압축	127
D-3	1/2	컴포지트	8/16~20	비압축	125.2
D-5	1/2	4:2:2	10/20	비압축	300.6
D-6	3/4	Y;74.25 Pb/Pr;37.15	8/24	비압축	1200
D-7 (DVCPRO)	1/4	4:1:1	8/16	M,JPEG · 1/5	25
D-9 (Digital-S)	1/2	4:2:2	8/16	M,JPEG · 1/3.3	50
DCT	3/4	4:2:2	8/16	M,JPEG · 1/2	약90
DVC	1/4		8,16/12	M,JPEG · 1/5	25
베타캠SX	1/2	4:2:2	8/16	MP@MP · 1/10	18
Digital-8	8mm	4:1:1	8,16/12	M,JPEG · 1/5	25
Digital Betacam	1/2	4:2:2	10/18~20	M,JPEG · 1/2	약90
MPEG IMX	1/2	4:2:2	8/16 or 24	MPEG-2	50
HDCAM	1/2	4:2:2(3:1:1)	10/16 or 24	영상 DCT 1/7	140

※ 4:2:2신호포맷은 컴포넌트방식이다.

1) D-1 규격

① D-1규격 채택 과정과 의미

- '82년 ; CCIR-R 601규격 발표
- '86년 ; CCIR-R 657권고안 발표 : 3/4인치 카세트 DVTR규격
- SMPTE에서 CCIR-R 601/CCIR-R 657 규격의 DVTR을 D-1포맷 인정
- D-1은 4:2:2 디지털 컴포넌트 3/4인치 DVTR규격이지만 4:2:2 규격을 통상 D-1규격이라고도 한다.

② PAL방식과 NTSC방식을 모두 수용한다.

- 헤더 드럼 회전수를 30프레임과 25프레임의 최소공배수인 150의 정수 배를 취함.-초당 150회전, 즉 9000rpm을 가진다.
- 1필드당 기록 트랙수(PAL은 12트랙, NTSC는 10트랙)를 달리한다.

- 비트레이트를 동일하게 하여 기록과 전송에서 호환성을 유지할 수 있도록 샘플링주파수를 동일하게 한다. 즉, TV방식에 관계없이 샘플링 위치를 필드마다 같은 위치에서 반복되게 한다.

③ 샘플링주파수와 샘플링 수

- 샘플링주파수 계산

$$F_{\text{sampling}} = (\text{PAL,NTSC 라인주파수의 최소공배수}) \times 6 = 13.5\text{MHz}$$

- 15625Hz와 15734.2657Hz의 최소공배수는

	PAL(Hz)	NTSC(Hz)
라인주파수	15,625	15,734.2657
색부반송파주파수	4,433,618.755	3,579,545.455

$$15625 \times 144 = 15734.2657 \times 143 = 2.25\text{MHz이다.}$$

- $2.25 \times 6 = 13.5(\text{MHz})$

- 라인당 샘플링 수

- NTSC방식은 샘플링주파수 13.5MHz이고, 수평주사라인이 63.5us이므로 라인당 화소수는 $13.5 \times 63.5 = 858$ (화소/라인)가 된다.

- PAL 방식은 수평주사라인이 864개 이다.

④ 전송률(Bit Rate)

아날로그TV에서는 휘도신호와 색신호를 주파수다중하지만, 디지털TV에서는 시분할다중을 행한다. 즉 휘도신호와 색차신호를 크로마포맷에 따라 멀티플래싱을 행하므로 각각의 전송속도를 더하면 전체 전송률이 된다.

- 휘도신호의 전송률 : 샘플링주파수(13.5MHz) x 양자화레벨(8비트)
= 108Mbps
- 색차신호의 전송률 : Cr의 전송률+ Cb의 전송률 =(Cr의 양자화레벨 + Cb의 양자화레벨) x 샘플링주파수 = (8비트+8비트) x 13.5MHz = 108Mbps
- 전체 전송률 = 휘도신호전송률 + 색차신호 전송률 + 제어(동기)데이터 = 108+108+a = 216+a = 270Mbps이다.

⑤ D1종류와 화소

D1 : 720×480,

Half-D1 : 352×480,

2/3-D1 : 480×480,

3/4-D1 : 540×480

SIF : 352×240,
QSIF : 176×112

가) D-1 DVCR에 관한 규격

- ① CCIR 601
 - 525,625라인 스튜디오 디지털TV 엔코딩 파라미터
- ② CCIR 656
 - 인터페이스
- ③ CCIR Rec. 657
 - 디지털TV 테잎 레코딩
- ④ SMPTE 224M
 - 오디오와 비디오 및 부속 데이터, 아날로그 큐 트랙, 타임코드 및 CT 기록 직경과 위치를 기술
- ⑤ SMPTE 225M
 - 자기 테잎의 기본 성질을 규정
- ⑥ SMPTE 226M
 - 3가지 카세트 사이즈(S,M,L)의 직경을 규정함.
- ⑦ SMPTE 227M
 - 영상과 음향 및 부속데이터를 포함하여 Tape상에 헬리컬 기록을 행하는 데이터 블록의 내용과 포맷 및 기록방법을 규정함.

2) D-2 규격

- ① 콤포지트방식으로 NTSC방식의 샘플링주파수는 색부반송파의 4배인 14.31818MHz이며, 양자화레벨은 8비트 또는 10비트를 행한다.
- ② 블랭킹기간은 기록하지 않으며, 샘플링은 I, Q축을 기준으로 -43IRE에서 +140IRE범위를 부호화한다.
- ③ 음향의 샘플링주파수는 48kHz, 양자화레벨은 16~20비트이다.
- ④ 영상과 음향의 전체 기록 데이터레이트는 약 127Mbps이다.
- ⑤ 부호구성

과 색부반송파의 관계 및 영상신호의 디지털 레벨이 정의되고 있다.

② SMPTE 245M

- 오디오, 영상, 부속데이터, 큐트랙, 타임코드 및 콘트롤트랙 기록 치수와 위치 기술함

③ SMPTE 246M

- 자기테이프의 기본 특성을 기술.

④ SMPTE 247M

- 영상, 음향 및 부속데이터를 테잎상에 헬리컬 기록을 행하는 데이터블록의 내용과 포맷 및 기록방법을 규격.

⑤ SMPTE 248M

- 큐 트랙과 TC에 포함되는 Longitudinal 기록 내용과 포맷 및 변조방법을 기술함

5. 디지털 인터페이스

☞ 디지털인터페이스는 디지털신호전압, 전송속도, 동기신호 및 부가정보 등에 관한 전기적 규격과 두 시스템 사이에 전송되는 디지털위드를 위한 프로토콜 표준이 정의되어 있다. 방송제작 및 송출을 위한 영상 및 인터페이스 규격은 ITU-R, SMPTE, EBU 및 ANSI에서 규정하고 있다.

1) 병렬 인터페이스

- ① 기본 전송속도는 8비트(10비트 규격 확장에 대비하여 2비트 여분 확보)
- ② 클럭주파수는 컴포지트 D-2와 동일한 $4f_{sc}(=14.318\text{MHz})$
- ③ 블랭킹기간을 포함하여 컴포지트 신호를 선형 8비트 또는 10비트 병렬 전송
- ④ 전송속도는 하나의 신호선에 대해 27Mbps
- ⑤ 25핀 D형 커넥터
- ⑥ 표준 규격 ;
 - Ⓐ SMPTE-125M(1995): 4:2:2 컴포넌트 영상신호의 병렬 디지털 인터페이스 표준으로, ITU-R BT.601를 기반으로 하는 시스템M인 525/60 NTSC방식의 DTV 장비를 위한 인터페이스이다. 최대 전달거리는 약 300m까지 가능하다.
 - Ⓑ SMPTE-244M(1995) ; 시스템M인 525라인 59.94-Hz NTSC방식의 컴포지트 영상신호의 병렬 디지털 인터페이스 표준으로, 샘플링주파수는

색부반송파의 4배로 한다. 최대 전달거리는 약 50m까지 가능하다.

- ㉟ SMPTE 260M(1999): 1125/60 HDTV 시스템에서의 아날로그 신호 파라미터의 디지털 표현과 병렬 인터페이스 표준이다.
- ㊱ SMPTE 267M(1995) : 화면비 16:9의 시스템M(525/59.94) 와이드 스크린 4:2:2 컴포넌트 영상신호의 병렬디지털 인터페이스 규격으로, ITU-R 601-3에 기반을 둔 장비에 적용된다. 휘도신호의 샘플링은 13.5MHz(4:3)와 18MHz(16:9) 두 가지가 있으며 최대 전달 거리는 각각 300m와 225m이다.
- ㊲ CCIR 656(ITU-R BT.656)
 - 525라인과 625라인 텔레비전 시스템의 디지털 컴포넌트 영상신호에 대한 인터페이스 규격으로 SMPTE RP125와 EBU Tec.3246-E에서 유래되었으며, CCIR 601에서 정의한 4:2:2 표준으로 작동하는 디지털 텔레비전 장비를 연결하는데 사용되는 국제 표준이다.
 - 블랭킹blanking, sync word, 병렬(parallel)과 직렬(serial) 인터페이스에 연결되는 비디오 멀티플렉싱(multiplexing) 포맷, 인터페이스의 전기적인 특성과 커넥터의 기계적인 세부사항 등을 정의하고 있다.
 - 전송속도는 27Mbps
 - 신호순서는 Cb0, Y0, Cr0, Y1, Cb1, Y2, Cr1, Y3, Cb2, Y4, Cr2.....

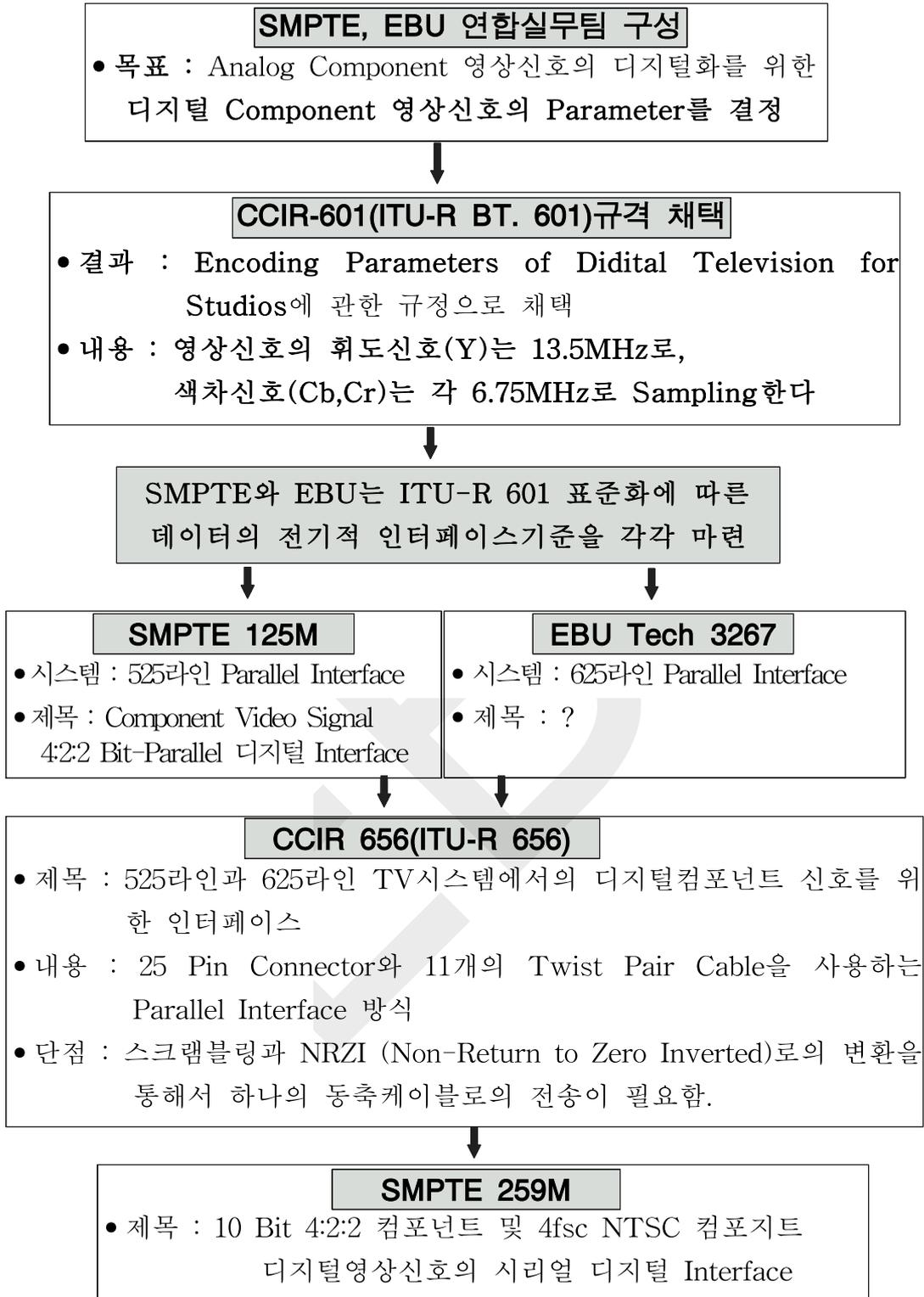
2) 직렬 인터페이스(SDI ; Serial Digital Interface)

- ① 디지털영상데이터를 하나의 동축케이블로 직렬 전송하기 위한 인터페이스로 SMPTE-259M에 기반을 두고 있다.
- ② 전송속도는 NTSC는 143Mbps, PAL은 177Mbps, D-1신호(ITU-R BT.601)은 270Mbps이고 SMPTE-267M의 16:9 와이드스크린 컴포넌트는 360Mbps 이다.
- ③ 표준 규격 ;
 - ㉠ SMPTE 259M(1997) ; 10비트 4:2:2 컴포넌트 신호와 4fsc NTSC 컴포넌트 디지털 신호에 대한 SDI이다. 이 표준은 동축케이블 특성으로 인한 70 MHz (4fsc) or 135 MHz (4:2:2)signal loss at due to coaxial cable characteristics does not exceed approximately 30 dB.
 - ㉡ SMPTE 261M(1993): alternate-mark-inversion (AMI) 통신채널을 통하여, SMPTE 259M에 의해 스크램블된 양극성 NRZI로 부호화된 4:2:2 컴포넌트와 4fsc NTSC 컴포지트 디지털 영상신호를 전송하기 위한 10비트 시리얼 AMI 전송 인터페이스이다.

- ㉔ SMPTE 292M(1998) : HDTV을 위한 영상과 음향을 직렬로 연결하기 위한 규격으로 HD-SDI규격이라고도 함.
- ㉕ SMPTE 294M(1997) : SMPTE 293M의 59.94-Hz 순차주사방식의 유효라인 720 x 483 TV나 SMPTE 259M에 따른 직렬 인터페이스.
 - 480p영상신호와 음향신호를 직렬로 연결하기 위한 인터페이스이다.
 - 294M-1 ; 4:2:2 크로마 2x270Mbps
 - 294M-2 ; 4:2:0 크로마 1x360Mbps
- ㉖ SMPTE 297M(1997) : SMPTE 259M신호(143~360 Mb/s)를 위한 직렬 디지털 광전송 시스템
- ㉗ SMPTE 310M(1998) : 40Mbps까지로 전송되는 MPEG-2 전송 비트스트림을 운반하기 위한 동기 직렬 인터페이스의 물리적 인터페이스 특성 및 변조 특성
- ㉘ SMPTE 344M : 540 Mbps 직렬 디지털 인터페이스



[표4-4. SMPTE 259M 표준 채택과정]



[표4-5. SDI 신호와 전송속도]

베이스밴드 신호		주파수/serial data rate	샘플주파수	인터페이스 표준
SDI Composite	NTSC	143Mbits	14.318MHz	SMPTE 259M-A
	PAL	177Mbits	17.734MHz	SMPTE 259M-B
SDI Component	4:3(16:9w)	270Mbits	Y : 13.5MHz Cr, Cb : 6.75MHz	SMPTE 259M-C
	16:9	360Mbits	Y : 18MHz Cr,Cb : 9MHz	SMPTE 259M-D
HD SDI	@23.976, 29.97, 59.94	1.48351Gbits	Y : 74.1758MHz Cr,Cb : 37.0879MHz	SMPTE 292M
	24, 25, 30, 50, 60	1.485Gbits	Y : 74.25MHz Cr,Cb : 37.125MHz	SMPTE 292M
AES/EBU Audio (2채널)		3.072Mbits	48kHz	AES3

3) HD-SDI

- ① SMPTE 292M에 근거를 두고 있다.
- ② 전송속도는 1.3~1.5Gbps로 HDTV 컴포넌트 디지털 신호를 동축케이블 또는 광케이블로 직렬 전송하는 것에 관해 규정하고 있다.

4) 압축신호의 인터페이스 규격

압축된 신호의 표준화 인터페이스 규격의 목적은 MPEG-2 TS 패킷의 인터페이스를 사용하여 전달하며 압축된 비트 스트림으로 SDI를 다시 사용한다.

[표4-6. 압축신호의 비동기방식과 동기방식 인터페이스 비교]

	비동기식 인터페이스	동기식 인터페이스
표준	DVB-ASI SMPTE 305M	DVB-SSI SMPTE 310M
클럭과의 연동	클럭과 무관	클럭에 락킹됨
전송률	Transport 전송률:270Mbits Payload 전송률:1-220Mbits	Transport 전송률=Payload 전송률=40Mbits

가) 비동기 압축신호 인터페이스

- ① DVB-ASI ; 유럽 DVB규격화된 장비에서 구현.
 - 영상 및 음향신호의 압축스트림을 DVB-ASI형태로 출력하여 QAM변조기 입력으로 연결된다.
 - 압축된 데이터의 전송률이 270Mbps이면 MPEG-2 TS가 바로 전달되고, 270Mbps보다 작으면 null패킷을 삽입한다.

- ② SMPTE 305M ; MPEG-2 TS를 비동기방식으로 200~270Mbps의 속도로 전달하도록 규정하고 있으며 SDTI(Serial Data Transport Interface)라고도 한다.

- 압축 영상 스트림을 비압축 영상장비에서도 사용할 수 있도록 비압축 전송규격인 SMPTE 259M SDI 규격과 호환이 되게 한다.
- SDTI는 카메라, VTR, 편집장비, 영상서버 및 송신기 사이에 전송하기 위한 표준으로 영상장비 사이에 패키지화된 음성, 영상 및 데이터 신호를 전송하기 위해 만들어 졌다.

SDTI는 기존의 SDI환경을 그대로 이용하면서 영상 재생 과정 시 필요한 압축과 복원의 횟수를 줄이고 실시간 영상 전송을 더욱 빠르게 제공한다. SDI(SMPTE 259M)는 비압축 디지털 영상 및 음향 신호를 디지털 장비 사이에 전송하기 위한 방안으로 널리 이용되고 있다. 그러나 DVCPRO, Betacom SX, Digital-S, DVCAM, and MPEG-2와 같은 압축영상 포맷은 장비들 사이에 압축된 영상 및 음향 스트림을 전송해야 하며 이 필요성에 대응하기 위해 SDI가 이용되는데, 전송하는 장비의 출력단에서는 압축이 해지되고 전송하고자 하는 장비의 입력단에서는 다시 재압축되어야 한다. 이와 같이 불필요하게 신호를 압축/복원하는 과정의 반복을 피하기 위해 SDTI가 개발되었다.

SONY의 DVCAM Interface QSDI와 Betacam SX Interface SDDI 및 파나소닉의 DVCPRO Interface CSDI가 SDT로 통일되었고 최종적으로 SDTI라 명명하게 되었다.

③ 비동기 시리얼 인터페이스 규격 비교

[표4-7. 비동기 시리얼 인터페이스 규격 비교]

규격	전송률 (Mbps)	Payload 부호화	신호유형
SMPTE259M-C	270	비압축영상 215Mbps	NRZI 스크램블
DVB-ASI	270	MPEG-2 패킷 270Mbps	NRZI NO 스크램블
SMPTE305M	270	MPEG-2 패킷 200Mbps	NRZI 스크램블

나) 동기 압축신호 인터페이스

동기방식 직렬 인터페이스 규격으로 입력측 장비가 출력측 장비에 종속이 되는 형태가 되며 Transport 클럭레이트가 Payload 클럭레이트가 된다.

① DVB-SSI

- ② SMPTE 310M ; 서비스다중화기의 Transport Mux에서 RF 전송시스템의 채널부호화기(FEC)로 전송하기 위한 인터페이스로 미국식 장비에서 사용된다.

5) 기타 디지털 영상 인터페이스

- ① IEEE 1394 ; PC와 주변장비 사이의 접속을 위한 직렬 인터페이스로 100, 200, 400Mbps를 지원한다. D-1규격도 전송 가능하다.
- ② QSDI(Quater SDI) ; DTVR인 DVCAM의 DV포맷으로 압축된 디지털 영상 및 음향의 직렬 디지털 인터페이스이다.
- ③ SDDI(Serial Digital Data Interface) ; 소니의 베타캠 SX포맷 전용으로, MPEG-2 4:2:2 MP@MP 압축알고리즘을 채택한 직렬 디지털 인터페이스이다.
- ④ CSDI(Compression SDI) ; 파나소닉 DVCPRO 전용 직렬 인터페이스로, SDI를 기반으로 설계됨. 도시바에서 개발한 DVCPRO용 직렬 인터페이스는 DVCS(DV Compression Serial)이다.
- ⑤ SMPTE 253M(1998) : 화면비 4:3 또는 16:9의 525 라인, 59.94 필드/s, 2:1비율주사 TV 시스템에서의 RGB 3개 채널 아날로그 영상 인터페이스
- 아날로그에서 디지털로의 변환은 SMPTE 125M과 SMPTE 267M에서 규정하며, NTSC 콤포지트로의 변환은 SMPTE 170M에 규정함.

- ⑥ SMPTE 274M(1998) : 24/1.001, 24, 25, 30/1.001, 30 및 50프레임의 1920 x 1080, 16:9 포맷의 주사 및 인터페이스로 RGB인코딩과 RGB 아날로그 및 디지털 인터페이스, YPbPr의 인코딩과 아날로그 인터페이스 및 YCbCr의 인코딩과 디지털 인터페이스를 규정하고 있다.
- ⑦ SMPTE 295M(1997) : 16:9, 1920 x 1080 50 Hz 주사 및 인터페이스
 - RGB 인코딩과 아날로그&디지털 인터페이스
 - YCbCr 인코딩과 디지털 인터페이스
- ⑧ SMPTE 296M(1997) : 16:9, 1280 x 720 주사 및 아날로그 및 디지털 표현 및 인터페이스
 - RGB 인코딩과 아날로그&디지털 인터페이스
 - YPbPr 인코딩과 아날로그 표현 및 아날로그 인터페이스
 - YCbCr 인코딩과 디지털 표현

6. 정보의 부호화와 표준



1) 국제표준화기관

가) ITU :

- ITU-T ; CCITT를 모체로 함.
- ITU-R ; CCIR과 IFRB등을 통합 조직.

나) ISO/IEC JTC1 :

- ISO ; 물질 및 서비스의 국제교환이 용이하도록 지적·과학적·기술적·경제적 활동분야에서 국제협력을 유지하기 위해 세계적 규격의 제적을 촉진하는 일을 목적으로 함.
- IEC ; 전기공업에 관한 국제적 표준화 촉진을 목적으로 함.
- JTC1 ; ISO와 IEC 두기관에서 취급하는 업무의 중복분야의 공동기술 위원회

2) 공동텍스트 표준

ITU와 ISO/IEC JTC1 각 기관에서 중복되는 공동기술항목에 대해 양기관이 협력하여 하나의 사양을 만들어 공동으로 승인하는 표준형식으로 이를 공동텍스트표준이라고 한다.

예) JPEG, JBIG, MPEG-2의 비디오 부문

표시방법) ITU-T권고 H.262 | ISO/IEC 13818-2

⇒ 두 표준사이에 | 를 사용하여 구분함.

3) 부호화 표준방식

가) 음성부호화

① PCM 방식

AT&T Bell연구소에서 1.544Mbps의 회선에 의한 전화음성 24채널의 디지털전송을 실용화하면서 시작되었는데 이 때에는 단순히 PCM으로 300Hz~3.4kHz 대역의 신호를 8kHz로 표본화하고 각 표본을 8비트 양자화하였다. 이때 음성신호의 크기분포가 지수함수의 형태를 가진다는 점을 착안하여 비선형양자화방식을 사용함.

- G.721 ; ADPCM(Adaptive Differential PCM) ; 32kbps급 부호화방식
- G.728 ; LD-CELP(Low Delay-Code Excited Linear Prediction) ; 16kbps급 부호화방식
- G.722 ; SB-ADPCM(Subband-ADPCM) ;16kHz 표본화주파수에 의한 7kHz 광대역 음성신호 부호화방식
- J.41 ; 1채널당 384kbps로 부호화
- MPEG-1 ; 384kbps이하로 부호화

나) 정지영상부호화

① JPEG ; 컬러정지영상을 DCT를 이용하여 화소당 1비트이하로 부호화하는 방식

- ITU-T권고 T.81 | ISO/IEC 10918

② JBIG ; 이치영상(흑백영상)의 표준

- ITU-T권고 T.28 | ISO/IEC 11544

③ 표현방식

- Sequential 표현방식 ; 고해상도 정지영상을 좌상단에서부터 우하단으로 차례로 나타내는 표현방식
- Progressive 표현방식 ; 전체영상을 보여주되, 저해상도에서 시작하여 점차적으로 해상도를 높여가는 표현방식

다) 동영상부호화

① ITU-R BT.601 :

- CCIR권고 601이 ITU-R권고 BT.601로 개정
- 컴포넌트 신호를 대상으로 하며 NTSC 및 PAL/SECAM방식 모두 수용
- 휘도신호에 대한 표본화주파수로서 NTSC와 PAL 시스템에 공통으로

사용하기 위해 두 시스템의 수평주파수의 최소공배수인 2.25MHz의 6배인 13.5MHz를 택함.

- 한 주사선당 유효화소수도 720으로 두 시스템에 공통으로 적용함.
- 영상부호화에 신호압축을 행하지 않으므로 출력신호의 비트율은 TV 신호당 215Mbps 크기가 되어 부호화스트림은 그대로 전송하기 어렵다.
- D1 VCR에 이용되며, 많은 응용분야의 기본이 되는 규격임.

② H.261

- 1984년 12월, CCITT SG XV 그룹에서 384kbps 또는 64kbps 속도를 대상으로 하는 새로운 영상부호화 표준작업을 시작
- 90년 말 p x 64kbps (p=1-30)의 비트율을 가지는 H.261이 작성됨.(영상부호화방식 권고)
- 움직임보상 프레임간 예측기법(1.5-2Mbps 영상부호화 표준에 적용)을 DCT와 함께 사용하는 복합부호화방식을 채택
- ISDN, TV회의, TV전화용으로 사용함

③ CMTT.721과 CMTT.723

- CCIR과 CCITT의 합동연구위원회가 CMTT(Committee for Mixed Telephone and Television, = ITU-T SG9)
- CMTT.721은 프레임내 DDPCM을 이용한 표준으로 140Mbps급 소재 전송에 사용
- CMTT.723은 복합부호화 방식을 이용한 표준으로 34-45Mbps급 소재 전송에 사용

④ MPEG

- 국제표준화기구인 ISO와 IEC가 공동으로 동영상부호화 표준화 작업 희망
- 1988년 1월, ISO/IEC JTC1의 SC2(현재 SC29)내에 MPEG-1그룹 구성
- CD ROM과 같은 저장매체에 응용하기 위한 동영상 부호화방식 연구
- 1993년 ISO/IEC 11172 = MPEG-1 표준 제정
- MPEG-1은 저장매체용으로 1.5Mbps의 비트율을 갖는다.
- MPEG-2는 저장매체 뿐만 아니라 통신, 방송 등 다양한 응용분야를 대상으로 10Mbps까지의 비트율로 고품질의 범용 영상부호화방식을 만들 목적.
- 표준화작업 시점에 MPEG-2는 기존 NTSC급 영상에 대한 방식이고

HDTV용 고해상도 영상용 표준으로 MPEG-3 표준화 작업이 진행되면서, MPEG-2의 전송률 제한을 풀면서 MPEG-2가 MPEG-3까지 포함하게 됨.

- TV회의와 같은 저속 전송률 응용분야 지원을 위해 MPEG-4가 등장
- ⑤ 멀티미디어 다중화와 하이퍼미디어 부호화
 - 멀티미디어 부호화란 영상, 음성, 문자 등 여러개의 단일 미디어를 함께 부호화하는 것
 - 멀티미디어 부호화에서는 각 단일미디어의 다중화와 각가의 동기를 맞추는 것이 중요함
 - 다중화와 동기의 표준으로, H.261에 대해서는 H.221를, MPEG-2 비디오에 대해서는 MPEG-2시스템을 들 수 있다.
 - 복합미디어에 대한 표준으로 각 단일미디어 정보 관계나 다중화된 정보의 관련과 시간적으로 어떠한 변화를 보이는 가를 나타내는 하이퍼미디어가 주요함.
 - 1989년부터 ISO/IEC내에 MHEG을 설립하여 표준화작업

7. SD/HD 영상규격 개론



1) 영상의 표현방식

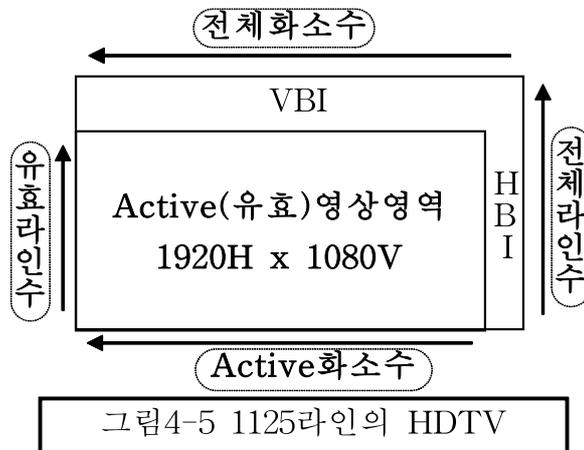
영상의 표현방식은 유효라인수, 주사방식, 프레임수 및 종횡비를 사용하여 나타낸다.

예) 1080i 60 16:9

이는 전체 1125라인(유효라인 1080)을 갖고, 초당 120필드의 프레임률을 갖고 화면비가 16:9인 영상포맷을 의미한다.

○ 첫번째 : 유효라인수를 나타낸다.

아날로그 영상포맷은 전체 라인수로 표현하지만, 디지털 영상포맷의 표현방식은 Active(유효) 라인수로 나타낸다. 예를 들어 1125라인 2200화소의 경우 유효라인은 1080라인이며 유효화소수는 1920이다. 아날로그 영상일 경우 통상 1125라인이라는 단어를 사용하겠지만, 디지털에서는 1080이라고 한다.



[표4-8. 영상포맷]

영상포맷	프레임당 라인수(V)		라인당화소수(H)	
	전체라인	유효라인	전체화소	유효화소
1080	1125	1080	2200	1920
720	750	720	1650	1280
480	525	483	858	707

※ 전체 525라인의 경우 유효라인은 483라인이지만, 영상포맷으로 이야기할 때에는 끝자리 3을 “0”으로 하여 480 포맷으로 표현한다. 그러나 화소수와 라인을 동시에 표현할 때에는 720x483과 같이 유효라인 전체로 표시한다.

○ 두번째 ; 주사방법 즉, 비월주사이나 순차주사이나를 나타낸다.

- i ⇒ 2 : 1 비월주사
- p ⇒ 1 : 1 순차주사

※ 24PsF란 순차 세그멘티드 프레임을 의미한다.

○ 세 번째 ; 초당 구성되는 프레임수를 나타낸다.

- 프레임수는 디스플레이 수를 의미하지는 않는다.
예) 1080i60 ; 여기서 i60은 초당 60개의 프레임을 비월주사방식을 사용하여 초당 120개의 필드를 전송한다는 의미이다.
- NTSC와 호환이 되는 29.97이나 59.94로 표현하지 않고 통상 Normal Rate로 표현한다.

Normal Rate	NTSC 호환율
• 24	⇐ 23.98
• 30	⇐ 29.97
• 60	⇐ 59.94

※ NTSC호환율이란 NTSC방식으로 전환하기 위한 프레임률을 의미한다. 즉, 720p60은 컴퓨터 모니터와 호환인 프레임률과 NTSC와 호환이 프레임률을 갖는 두가지 모드를 지니고 있다.

- NTSC호환률 = Normal Rate/1.001
네 번째 ; 화면중횡비를 나타낸다.

2) SMPTE와 ATSC가 지원하는 디지털 스튜디오 영상규격

[표4-9. SD와 HD 영상포맷]

포맷	주사선수		화소수		Frame Rate	Y F _{sam} (MHz)	Bit Rate (Mbps)		SMPTE표준	
	전체	유효	전체	유효			전체	유효	주사	Interface
480p60	525	483	858	720	60	13.5	540	470	293	294
480p30	525	483	858	720	30	13.5	270	210	TBD	259M-C
480p24	525	483		720	24	13.5		170	TBD	259M-C
480i30	525	483	858	720	30	13.5	270	210	125/2 67	259M-C
1080p60	1125	1080	2200	1920	60	148.5	2970	2488	274M	292M
1080p24	1125	1080	2750	1920	24	74.25	1485	995	274M	292M
1080i30	1125	1080	2200	1920	30	74.25	1485	1244	274M	292M
720p60	750	720	1650	1280	60	74.25	1485	1106	296M	292M
720p24	750	720	4125	1280	24	74.25	1485	442	296M	292M

3) ATSC에서 정의한 디지털 스튜디오 영상포맷

- 미국의 DTV방식을 규정하는 ATSC A53에는 아래 표와 같이 18가지의 영상포맷을 정의하고 있으며, 포맷수에서 보다시피 NTSC영상과의 호환이 되는 프레임을 고려한다면 36가지 영상포맷을 가진다.

[표4-10. ATSC 디지털 영상포맷]

포맷수	영상포맷	프레임률	NTSC호환률	HD/SD구분
1,19	1920x1080	p24	p23.98	HDTV
2,20	16:9	p30	p29.97	
3,21	정사각형화소	i30	i29.97	
4,22	1280x720	p24	p23.98	
5,23	16:9	p30	p29.97	
6,24	정사각형화소	p60	p59.94	
7,25	704x480	p24	p23.98	SDTV
8,26	16:9	p30	p29.97	
9,27	Non Square 화소	i30	i29.97	
10,28		p60	p59.94	
11,29	704x480	p24	p23.98	
12,30	4:3	p30	p29.97	
13,31	Non Square 화소	i30	i29.97	
14,32		p60	p59.94	
15,33	640x480	p24	p23.98	
16,34	4:3	p30	p29.97	
17,35	Non Square 화소	i30	i29.97	
18,36		p60	p59.94	

[표4-11. 디지털 소스포맷]

SMPTE표준	260M		295M	274M								296M	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Lines/F	1125	1125	1250	1125	1125	1125	1125	1125	1125	1125	1125	750	750
Words/A · L	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1280	1280
A · L	1035	1035	1080	1080	1080	1080	1080	1080	1080	1080	1080	720	720
Words/T · L	2200	2200	2376	2200	2200	2640	2200	2200	2640	2750	2750	1650	1650
F(프레임)	30	29.97	25	30	29.97	25	30	29.97	25	24	23.976	60	59.94
필드수/F	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
Data Rate	1.485	1.4835	1.485	1.485	1.4835	1.485	1.485	1.4835	1.485	1.485	1.4835	1.485	1.4835

1080I

720P

8. 디지털 영상 표준 개론

NTSC방식과 PAL방식에서 공통으로 적용하기 위해 만들어 낸 ITU-R BT.601 표준규격부터 서로 방식이 다르므로 인해 국제간 화상회의에 문제가 발생하므로 인한 문제를 해결하기 위한 방식 및 DTV를 위한 표준규격 등 영상신호의 포맷뿐만 아니라 압축방식에 따라서도 다양한 표준이 있다.

1) CCIR 601(ITU-R BT.601)

525라인과 625라인 스튜디오 시스템 공용의 콤포넌트 컬러텔레비전 영상을 디지털화하는데 사용되는 국제표준 디지털 텔레비전의 부호화 파라미터(parameter)를 정의한다. 즉, 샘플링과 양자화에 관한 디지털부호화 규정이다. 이 BT.601로 얻어진 데이터를 선로를 통해 장비간에 연결하기 위한 인터페이스를 시리얼로 할 것인가 또는 패러럴로 할 것인가에 따라 표준이 달라진다.

※ 영상신호 데이터워드 : 8비트(10비트 확장 가능)

[표4-12. 601 부호화 파라미터]

	525라인, 60필드/초	625라인, 50필드/초
부호화 신호	Y, Cb, Cr	
SPL/Line, Y,	858	864
Cb, Cr	429	432
프레임당 활성라인	480	576
샘플구조	직교, 라인, 필드, 프레임 반복됨. Cb,Cr샘플은 기수 Y샘플과 일치함.	
샘플링주파수	13.55MHz(Y), 6.75MHz(Cb, Cr)	
양자화	각각 샘플당 8비트 균일 양자화	
라인당 활성 샘플	720(Y), 360(Cb, Cr)	
양자화레벨-scale	0-255	
- Y	220레벨(16 black - 235 white)	
- Cb, Cr	225(16-240, 128 zero)	

- BT.601-5 ; 1995년도에 확장된 표준으로 4:3뿐만 아니라 16:9 와이드 스크린(HD가 아님)을 포함하여 디지털 스튜디오 부호화 파라미터를 정의하고 있다.

2) JPEG

- 영상 포맷에 관계없이 적용 가능한 정지영상 부호화 표준이다.

- 해상도를 사용자가 정의할 수 있다.

3) H.261(CIF/QCIF ; Common Intermediate Format/Quater CIF)

- CIF는 352x288해상도를 가지며, QCIF는 176x144해상도를 갖는다.
- 전송 속도는 $p \times 64\text{kbps}$ ($p=1 \sim 30$)로 64Kbps에서 2Mbps까지의 통신 채널을 통하여 사용할 수 있도록 설계된 영상압축 표준규격이며 $p \times 64$ 로 알려져 있다.
- 영상의 비트율은 약 40kbps~2Mbps이다.
- 공간적 인코딩인 Intra frame과 시간적 인코딩인 Inter frame 두가지 방식을 사용한다.
- 각 프레임은 YUV색상을 사용한다.

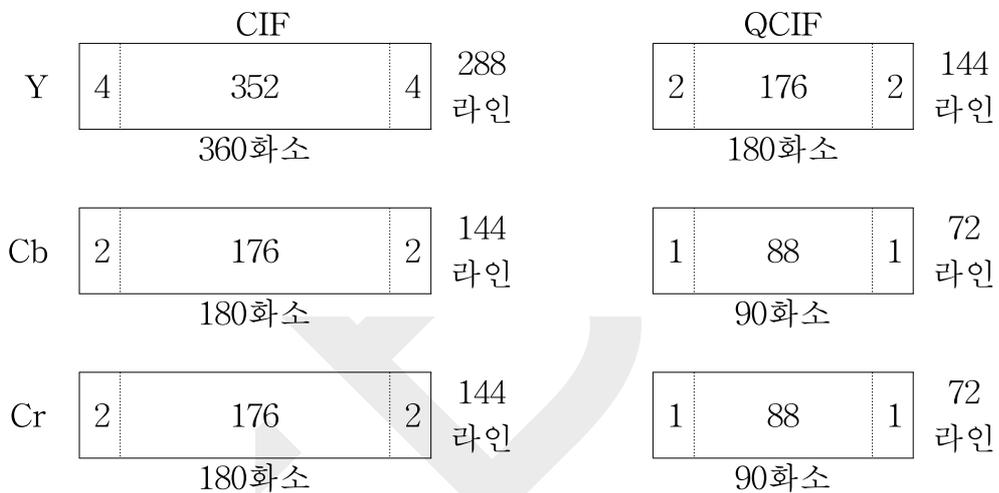


그림4-6. CIF와 QCIF의 해상도

4) MPEG-1(SIF ; Source Input Format)

- 768x576 해상도의 동영상 및 스테레오 음악을 컴퓨터 CD-ROM에 저장하고 재생하기 위해 만들어진 국제 표준이다.
- JPEG과 H.261표준의 좋은 기법들을 최대로 수용한 방식이다.
- 크게 다중화하는 시스템 파트와 비디오파트 및 오디오 파트 세 부분으로 이루어고 있다.
- 프레임부호화는 I,P,B,D 프레임부호화가 있다.
- 각 프레임은 YUV 색상을 기준으로 한다.

[표4-13. 601과 SIF의 TV 표준화소 비교]

		525/30 (NTSC)	625/25 (PAL)
프레임 레이트		30	25
휘도신호 화소수	ITU-R 601	720x480	720x576
	SIF	360x240	360x288
	SPA	352x240	352x288
색차신호 화소수	ITU-R 601	360x480	360x576
	SIF	180x120	180x144
	SPA	176x120	176x144

5) SMPTE 259M 시리즈

- 259M-A : 143Mb/s(NTSC 컴포지트 디지털영상 표준),
- 259M-B : 177Mb/s(PAL 컴포지트 디지털영상 표준)
- 259M-C : 270Mb/s(525/625라인 공통으로 사용되는 컴포넌트 디지털 영상 표준-현재 사용중에 있는 SDI이다.)
- 259M-D : 360Mb/s(525/625 공통으로 사용되는 16:9 와이드스크린 컴포넌트 디지털영상 표준)

6) ITU-R BT.709

제작과 국제적으로 프로그램 교환을 위한 HDTV 표준에대한 파라미터 값을 규정 함.

- 1125라인이나 1250라인 HDTV 시스템에서 1920x1080 화소 이미지를 사용하여 HDTV 프로그램 제작을 할 수 있는 양립성 포맷을 기술하고 있다.
- 광전변환 파라미터
- 화상특성
- 주사특성 등
- 현재는 BT.709-5로 규정하고 있다.

[표4-14. BT.709 파라미터]

		1125라인, 60필드/초	1250라인, 50필드/초
부호화 신호		Y, Cb, Cr 또는 R',G',B'	
SPL/Line,	Y, RGB	2200	2304
	Cb, Cr	1100	1152
샘플구조		직교, 라인, 필드, 프레임 반복됨. Cb,Cr샘플은 기수 Y샘플과 일치함.	
샘플링 주파수	Y, RGB	74.25MHz	72.00MHz
	Cb, Cr	37.125MHz	36.00MHz
양자화 레벨		각각 샘플당 8비트 또는 10비트 균일	
라인당 Active 샘플링수		1920(Y, R',G',B'), 960(Cb, Cr)	
양자화 레벨	-scale	0-255(0-1023, 10비트/sp)	
	- Y, R',G',B'	220(16-235), 877(64-940)	
	- Cb, Cr	225(128 zero), 897(512 zero)	

7) SMPTE 240M

- 미국 HDTV 방식(ATSC)

① Y,Pb,Pr값

- $Y = 0.212R' + 0.701G' + 0.087B'$
- $Pb = -0.116R' - 0.384G' + 0.500B' = (B'-Y)/1.826$
- $Pr = 0.500R' - 0.445G' - 0.055B' = (R'-Y)/1.576$

② 주요 파라미터

- 프레임당 전체 주사라인 : 1125
- 프레임당 활성 라인 : 1035
- 주사포맷 : 2:1 비월주사
- 화면중횡비 : 16:9
- 필드레이트 : 59.94 또는 60Hz
- 라인당 전체 화소수 : 2200
- 라인당 활성 화소수 : 1920
- 화소 클럭주파수 : 74.17 또는 74.25MHz

8) H.263

- MPEG1과 유사하며 H.261을 기초로 하였으며, 전화선을 이용하는 영상 통신의 기준인 H.324의 영상부분의 표준이며, 낮은 비트율 통신을 위한

영상부호화 방식이다.

- MPEG1과 같이 움직임 예측(motion detection)과 움직임 보상(Motion compensation)을 포함한 블록과 매크로 블록을 가진다.
- 지그재그형 양자화 계수는 비록 다른 모형과 함께 사용되지만 MPEG 수준으로 부호화된다.

9) MPEG-2(H.262)

- 40Mbps 정도의 대역폭을 필요로 하는 고화질 영상부호화 표준
- H.261과 MPEG-1과의 호환성을 제공한다.

10) MPEG-4

- 수십 kbps 정도의 대역폭으로 동영상 부호화 표준
- 이동 멀티미디어 통신 지원



9. 화면비와 주사방식에 따른 표준규격의 변천

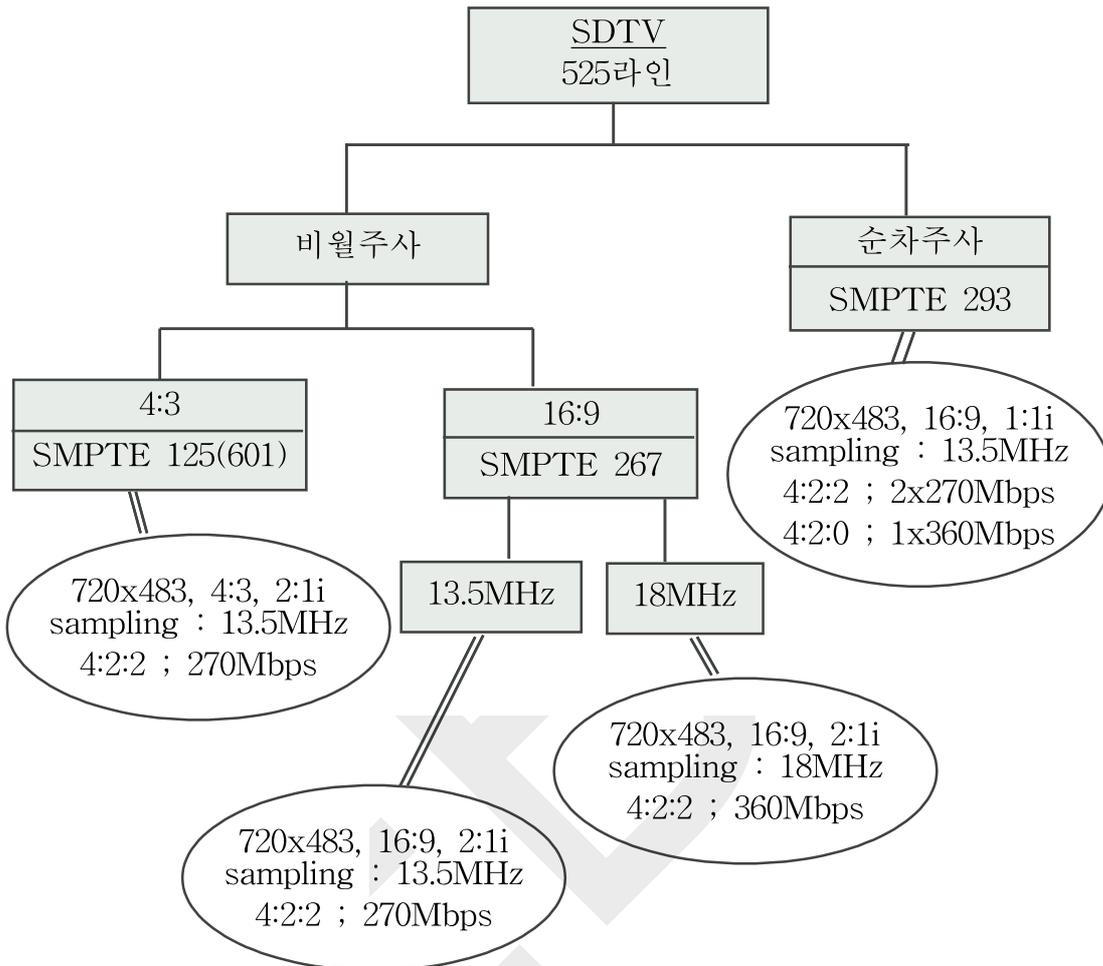


그림4-6. SDTV 표준규격 변천

10. NTSC, PAL의 디지털 샘플링 수



SDTV의 라인당 샘플링 수

컴포지트 영상의 부호화에서는 샘플링주파수를 선정할 때 색부반송파주파수와 샘플링주파수 사이에서 발생할 수 있는 비트방해를 고려하여야 한다. 즉, 샘플링주파수를 색부반송파의 정수배를 선정하면 비트주파수가 0 또는 색부반송파의 정수배가 되므로 비트를 방해할 수 있다. 그러나 컴포넌트 영상의 부호화에서는 색부반송파의 정수배로 선정해야 하는 제약은 없지만 설계를 위해 수평주사주파수의 정수배로 하고 있다.

1) NTSC 컴포넌트방식의 라인당 샘플링 수

- ① 525/29.97, 4:2:2 컴포넌트 신호의 샘플링레이트는 13.5MHz
 프레임당 샘플은 $13.5\text{MHz}/29.97 = 450450.450450\text{cycle}$ (개의 샘플)
 라인당 샘플은 $13.5\text{MHz}/29.97/525 = 858.000858\text{cycle}$ (개의 샘플)
 - ② 525/30, 4:2:2 프레임레이트로 동작하는 신호의 경우
 프레임당 샘플은 $13.5\text{MHz}/30 = 450000\text{cycle}$ (개의 샘플)
 라인당 샘플은 $13.5\text{MHz}/30/525 = 857.142857142857\text{cycle}$ (개의 샘플)
- ➔ 직렬디지털스트림(SMPTE 259M/ITU601)의 경우에는 SD신호는 29.97(30/1.001)을 기본으로 하는 프레임레이트가 사용됨.

2) PAL방식의 라인당 샘플링 수

- 샘플링주파수/라인주파수 = $13.5\text{MHz}/(625*25) = 864$

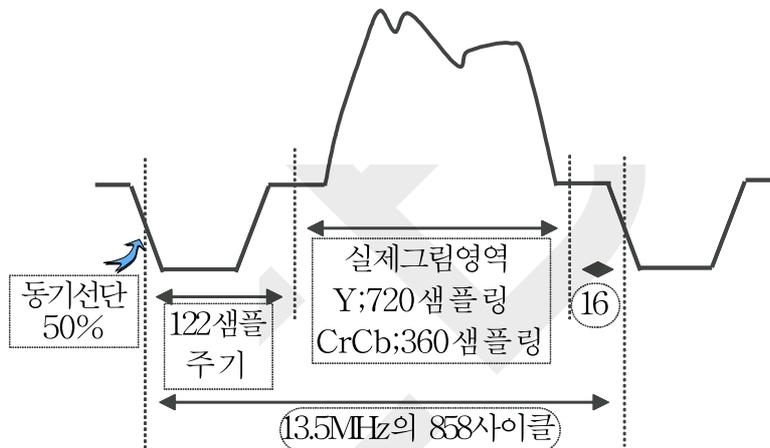


그림4-7. NTSC(525/59.94)시스템의 디지털 샘플수

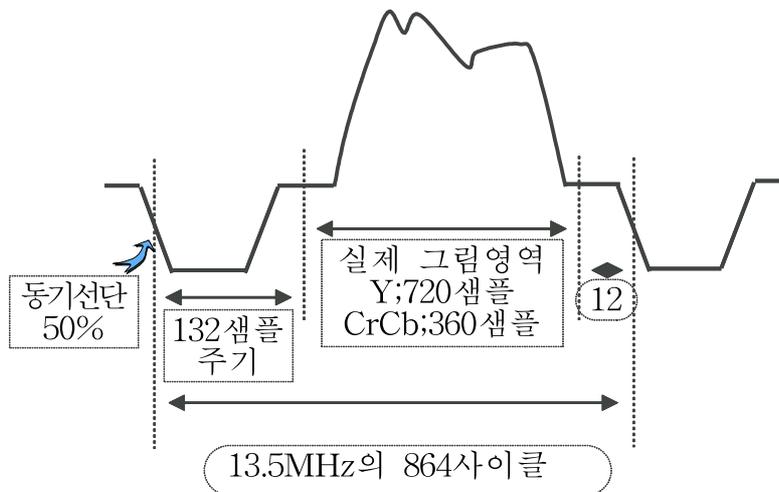


그림4-8. PAL(625/50)시스템의 디지털 샘플수

3) NTSC 콤포지트 신호의 구성과 샘플링 수

- ① 1라인 타이밍 : 1 H = 63.5us
- ② 프론트포치기간 : 0.02H
- ③ 수평동기기간 : 0.08H
- ④ 백포치기간 : 0.06H
- ⑤ 수평블랭킹기간 : 0.16H(통상 10.17us) / 9.5-11.5us
⇒ 영상신호기간 ; 53.3us
- ⑥ 각 기간의 샘플링 수

	1라인	프론트포치 기간	수평블랭킹 기간	영상신호 기간	참 고
라인개념	H	0.02H	0.16H	0.84H	
시간개념	63.5us	1.3us	10.2	53.3	
샘플링수	858	17	138	720	시간개념 백분율을 샘플링수로 환산

⇒ 수평블랭킹기간의 샘플링수 138개중 프론트포치기간은 16개로 하고 나머지 기간은 122개로 함.

4) HDTV 샘플링은 74.25MHz와 74.25MHz/1.001 2개를 기초로 한다.

11. 크로마 포맷과 적용 장비 및 표준

컴포넌트 영상신호를 전송할 때 휘도신호와 색차신호의 전송대역비를 크로마포맷(chroma format)이라고 부른다. 색차신호에 대한 눈의 해상도는 휘도신호에 비해서 떨어지기 때문에 색차신호의 전송대역은 휘도신호보다 좁게 해도 되기 때문에 휘도신호의 주파수대역을 4MHz로 하고, 2개의 색차신호 대역을 각각 2MHz로 하는 방식을 4:2:2 크로마포맷이라고 부른다.

- HDTV에서는 30:15:15로도 부르고 있지만 4:2:2 명칭을 그대로 사용하며, 현재는 휘도신호와 색차신호를 디지털화할 때 샘플링 주파수의 비를 표현하고 있다.
- 영상신호를 디지털화하는 과정에서 샘플링을 행하게 되는데 그 때 샘플링 주파수와 화소의 샘플링 방법에 따라 여러 가지 형태가 있다.
- 휘도신호와 R-Y(V-Y)색차신호인 Cr과 B-Y(U-Y)색차신호인 Cb의 샘플링주파수 비를 나타낸다. 이는 해상도의 비율과 같다. SD급의 색차신호는 Cr,Cb로 표시하며, HD급의 색차신호는 Pr,Pb로 나타낸다.
- 크로마포맷 Y:Cb:Cr에서 청색의 색차신호가 먼저 나오는 것은 시분할 다중할 때 Cb성분을 먼저 전송하기 때문이다.

1) Sampling Rate 4:2:2 크로마 포맷

- Y : Cr : Cb = 4 : 2 : 2
- Y 샘플링주파수 : 13.5MHz
- Cr, Cb 샘플링주파수 : 6.75MHz
- 적용 장비 : D-1, D-5, Digital Betacam, Betacam SX
- 4:2:2 스튜디오 컴포넌트(ITU-R BT.601-4)
- 휘도신호와 색차신호의 해상도

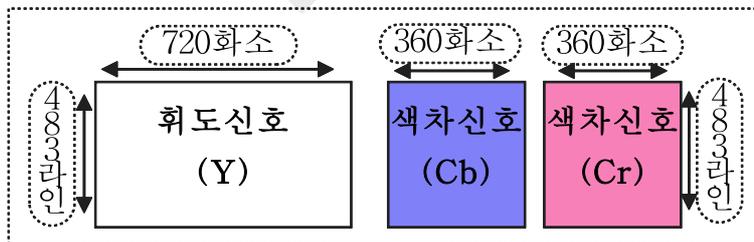


그림4-9. 4:2:2 크로마 포맷

- 483라인은 525라인 시스템에서 한 프레임의 수직블랭킹기간(42라인)을 뺀 값으로 Active라인이라고 한다.
- 색차신호의 해상도는 각각 휘도신호의 절반이 된다. 아날로그 NTSC

방식에서는 I신호는 1.5MHz이고 Q신호는 0.5MHz이었지만 디지털방식에서는 주파수대역이 각각 약 2MHz로 색신호의 표현범위가 넓다는 의미가 된다.

- picture rate는 초당 60필드
- Active 화면의 순수 비트 레이트는 양자화레벨이
 - 8비트의 경우 ; $(720+360+360) \times 483 \times 8 \times 30 = 167\text{Mbps}$ 가 되고
 - 10비트의 경우 ; $(720+360+360) \times 483 \times 10 \times 30 = 209\text{Mbps}$ 가 된다.

2) Sampling Rate 4:2:0 크로마 포맷

- MPEG-2, DVC-625, JPEG에 적용되고 있다.
- 해상도는 한 프레임의 유효라인을 480라인으로 하며, 색차신호의 해상도를 휘도신호의 1/4로 하고 있다.

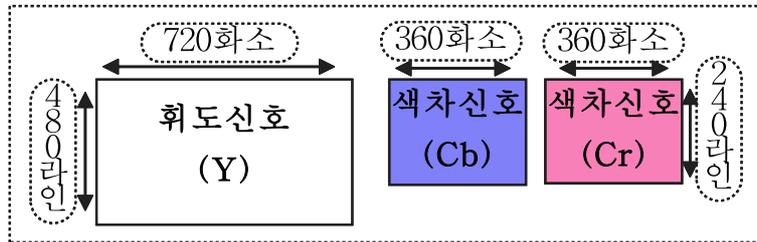


그림4-10. 4:2:0 크로마 포맷

- 색차신호의 한 프레임을 240라인으로 한다는 것은 수직해상도를 휘도신호의 절반으로 한다는 의미이며, 또한 수평해상도인 화소수를 절반으로 하므로 각 색차신호의 해상도를 휘도신호의 1/4인 약 1MHz의 해상도를 갖는다.
- 이는 아날로그 NTSC방식에 비해 Cb는 해상도가 0.5MHz높으며, Cr은 0.5MHz가 떨어진다는 의미이다.
- Active화면의 순수 비트 레이트는 양자화레벨을 8비트로 하므로 $(720 \times 480 + 360 \times 240 \times 2) \times 8 \times 30 = 125\text{Mbps}$ 가 된다.

3) Sampling Rate 4:1:1 크로마 포맷

- DVC-525, JPEG에 적용되고 있다.
- 해상도는 4:2:0 포맷과는 달리 색차신호의 수직해상도는 휘도신호와 동일하나 수평해상도를 휘도신호의 1/4로 하고 있다.

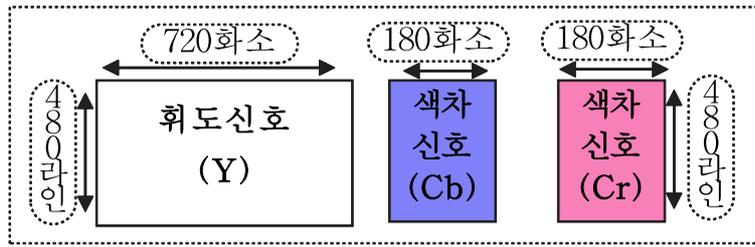


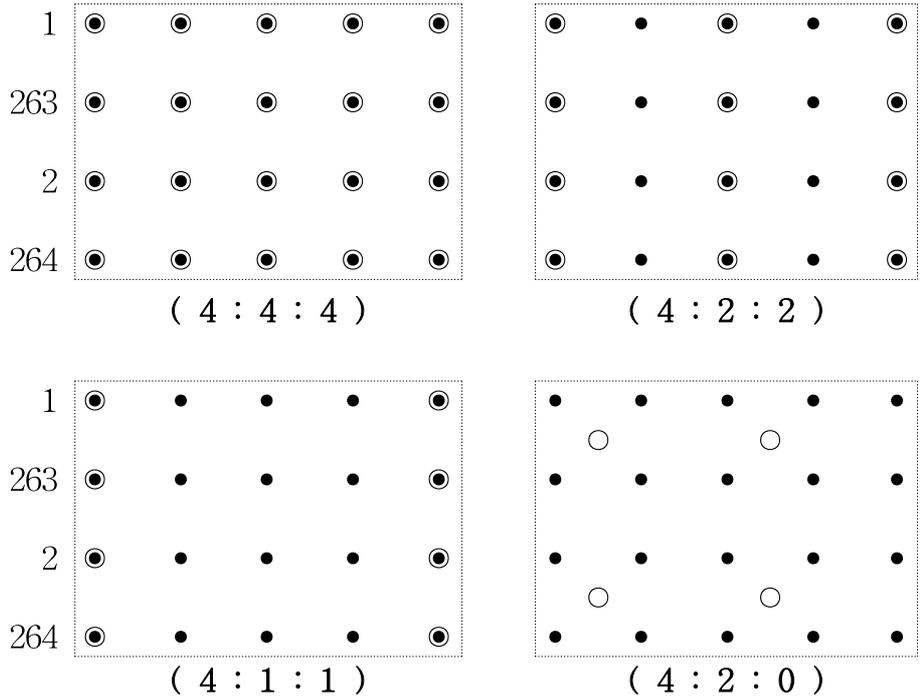
그림4-11. 4:1:1 크로마 포맷

- 각 색차신호의 해상도는 4:2:0 포맷과 동일하나 수직해상도와 수평 해상도를 달리하고 있다.
- Active화면의 순수 비트 레이트는 양자화레벨을 8비트로 하므로 4:2:0과 동일하게 $(720+180+180) \times 480 \times 8 \times 30 = 125\text{Mbps}$ 가 된다.
- 즉, 4:2:0 포맷이나 4:1:1 포맷은 색차신호의 주파수대역이나 비트레이트 및 전체 비트레이트가 근본적으로 같으나 수평해상도와 수직해상도의 차이가 있을 뿐이다.

4) 각 크로마 포맷에 따른 샘플링 화소의 위치

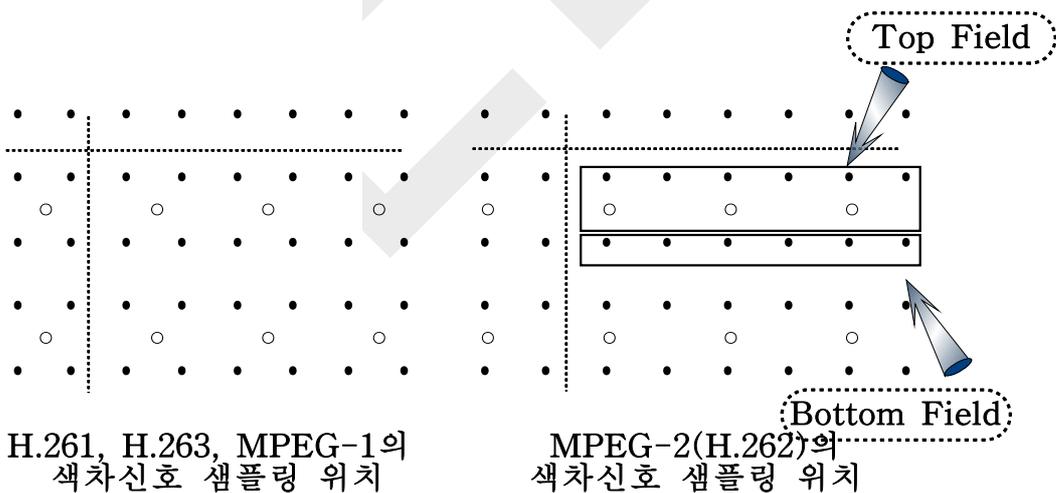
※ 4 : 4 : 4 크로마 포맷은 RGB컴포넌트신호의 디지털 부호화 포맷이다.

주사라인



※ ○는 색차신호, ●는 휘도신호의 샘플링화소

그림4-12. 크로마포맷에 따른 샘플링과 화소



H.261, H.263, MPEG-1의 색차신호 샘플링 위치

MPEG-2(H.262)의 색차신호 샘플링 위치

———— 표시는 8x8블록의 위치(경계선)를 나타낸다.

그림4-13. 4:2:0 샘플링의 표준방식에 따른 화소 위치

5) 크로마 포맷 정리

크로마포맷	전송신호	표본화주파수	규격
4:2:2	Y	13.5MHz(3.375MHz x 4)	SDTV 스튜디오
	Cb	6.75MHz(3.375MHz x 2)	
	Cr	6.75MHz(3.375MHz x 2)	
4:2:2	Y	74.25MHz(13.5MHz x 11/2)	HDTV 스튜디오
	Pb	37.125MHz(6.75MHz x 11/2)	
	Pr	37.125MHz(6.75MHz x 11/2)	
4:2:0	4:2:2포맷의 색차신호를 선순차 전송		MPEG
4:1:1	Y	13.5MHz(3.375MHz x 4)	DVC
	Cb	3.375MHz(3.375 x 1)	
	Cr	3.375MHz(3.375 x 1)	

12. 디지털영상신호와 인터페이스

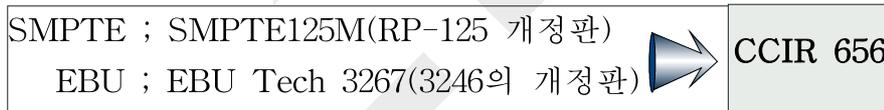


1) 컴포넌트 디지털 영상

CCIR 601(ITU-R BT.601-5)는 신호의 표본화에 관한 규정이다.

가) Parallel 컴포넌트 디지털 ; SMPTE 125M & EBU 3276

- BT.601 데이터의 전기적 인터페이싱을 규정함.



- C_B, Y, C_R, Y, C_B 등 순서로 데이터를 다중화시켜 27M 워드/초의 데이터율로 전송함.
- 영상신호의 각 라인에 영상신호의 시작과 끝을 나타내는 SAV와 EAV 타이밍 시퀀스가 부가됨.
- 디지털 유효라인은 720화소
- SAV와 EAV 타이밍 정보가 전달되므로 동기신호는 불필요.
- 수평, 수직 블랭킹기간에는 디지털음향신호 및 부가정보를 전달할 수 있다.

나) Serial 컴포넌트 디지털

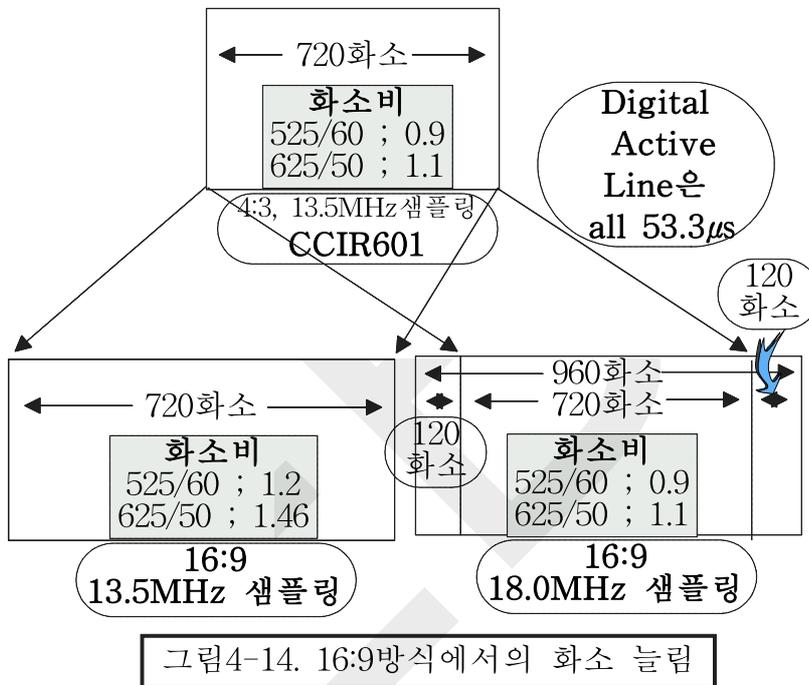
- 시리얼전송은 올바른 전송을 위해 변조가 필요하다.
- 엔지가 충분해야 하고, 저역성분의 최소화 및 전송 엔지밀도 분산이

필요하다.

- 80년 전반기에는 8/9 블록코딩 사용, 비트율 243Mbps, 10비트 분해능이 지원안되었으나 현재는 스크램블링과 NRZ에서 NRZI로의 변환을 채택하였고, 10비트를 수용하며 전송률은 270Mbps이다.
- 컴포넌트 신호에는 parallel 인터페이스에서 신호순서를 위해 사용하는 SAV와 EAV 이외에는 다른 신호가 불필요하다.
- parallel과 동일하게 8비트 워드 프레임을 사용한다.
- 일반 동축케이블을 사용한다.

다) 16:9 컴포넌트 디지털 (SMPTE 267M)

- 고해상도는 아니지만 매우 좋은 화질을 만들어 냄.



① 13.5MHz로 표본화하는 16:9 (270Mb/s)

- 4:3, 525라인의 영상신호를 디지털표현하기 위한 CCIR 601표준의 표본화주파수는 그대로 사용한다.
 - BT.601 화면에 비해 공간적으로 수평해상도가 25% 저하하고, 각 수평데이터워드를 1.33배 증가시켜 화소를 표현하는 방법을 사용한다.
 - 현재 CCIR601 장비를 그대로 사용할 수 있다.
 - 수평수직 화소비는 1.2로 화소는 rectangle(직사각형) 형태이다.

② 18MHz로 표본화하는 16:9 (360Mb/s)

- CCIR601 계열의 진정한 16:9 시스템

- 4:3의 720화소에 비해 좌우로 각 120화소를 추가하여 960화소로 함.
⇒ 960개의 휘도샘플이 필요함. 이때 휘도표본화주파수는 18MHz임.
- 기존의 13.5MHz만을 사용하는 장비와는 호환성이 없다.
- SMPTE 267M 표준규격은 미국의 16:9 시스템에 13.5MHz와 18MHz 모두를 지원함.
- 13.5MHz 표본화주파수의 16:9신호는 전기적으로 4:3신호와 구분이 없으므로 270Mbps의 SMPTE 259M serial 인터페이스로 변환할 수 있다.

2) 컴포지트 디지털 영상

영상신호는 색부반송파의 4배의 주파수로 샘플링되는데 NTSC의 샘플링 주파수는 14.3MHz이고, PAL의 경우는 17.7MHz이다. 크로마포맷에서 휘도신호를 4로 잡은 이유가 여기서 출발한다.

- 컴포지트 영상이므로 컴포넌트 영상과는 달리 수평블랭킹 구간의 동기신호와 칼라버스트신호를 디지털로 표현하여 전송하여야 한다.

① Parallel 컴포지트 디지털

- 패러럴 컴포넌트 디지털과 마찬가지로 D형 커넥터를 사용한다.
- NTSC에서는 SMPTE 244M으로 규정하고 있다.
- D-2장비와 D-3장비가 있다.
- 신호순서를 나타내는 SAV와 EAV신호가 없다.
 - 싱크팁내에 부가정보를 실릴 여유가 없다.
- 컴포지트 신호의 P/S변환은 컴포넌트의 경우보다 복잡하다.
 - Parallel 컴포지트 인터페이스에는 SAV와 EAV신호가 없으므로 Parallel신호를 시리얼화 하기 전에 적절한 타이밍기준신호(TRS)를 삽입할 필요가 있으며, 수신기에서는 Parallel신호로 바꾸기 전에 TRS신호를 제거한다. ← 싱크팁 기간에 3워드TRS삽입

② Serial 컴포지트 디지털

- SMPTE 259M의 스크램블된 NRZI 시리얼 인터페이스를 적용한다.
 - 10비트 데이터가 시리얼되고 스크램블되어 NRZI로 변환됨
- 데이터전송률은 NTSC는 143Mbps, PAL은 177Mbps이다.
- SAV와 EAV신호를 실린다.

13. 각 표준방식에서의 휘도신호



1) 아날로그 인코딩에 사용되는 Y, R-Y, B-Y

포맷	1125/60/2:1, 720/60/1:1	525/59.94/2:1, 625/50/2:1, 1250/50/2:1
Y	$0.2126R+0.7152G+0.0722B$	$0.299R+0.587G+0.114B$
R-Y	$0.7874R-0.7152G-0.0722B$	$0.701R-0.587G-0.114B$
B-Y	$-0.2126R-0.7152G+0.9278$	$-0.299R-0.587G+0.886B$

2) 아날로그 컴포넌트 Y, Pb, Pr

포맷	1125/60/2:1 (SMPTE 240M)	1920x1080(SMPTE274M) 1280x720(SMPTE296M)	525/59.94/2:1, 625/50/2:1,1250/50/2:1
Y	$0.212R+0.701G+0.087B$	$0.2126R+0.7152G+0.0722B$	$0.299R+0.587G+0.114B$
Pb	$(B-Y)/1.826$	$0.5(B-Y)/(1-0.0722)$	$0.564(B-Y)$
Pr	$(R-Y)/1.576$	$0.5(R-Y)/(1-0.2126)$	$0.713(R-Y)$

3) 디지털양자화를 위한 Y, Cb, Cr

포맷	1920x1080(SMPTE274M) 1280x720(SMPTE296M)	525/59.94/2:1, 625/50/2:1,1250/50/2:1
Y	$0.2126R+0.7152G+0.0722B$	$0.299R+0.587G+0.114B$
Cb	$0.5389(B-Y)+350mV$	$0.564(B-Y)+350mV$
Cr	$0.6350(R-Y)+350mV$	$0.713(R-Y)+350mV$

4) 콤포지트영상 인코딩을 위한 값

컴포넌트	SMPTE170M&BT.470-6
Y	$0.299R+0.587G+0.114B$
NTSC I	$-0.2680(B-Y)+0.7358(R-Y)$
NTSC Q	$+0.4127(B-Y)+0.4778(R-Y)$
PAL U	$0.493(B-Y)$
PAL V	$0.877(R-Y)$

14. SMPTE 259M의 시리얼 전송 개념

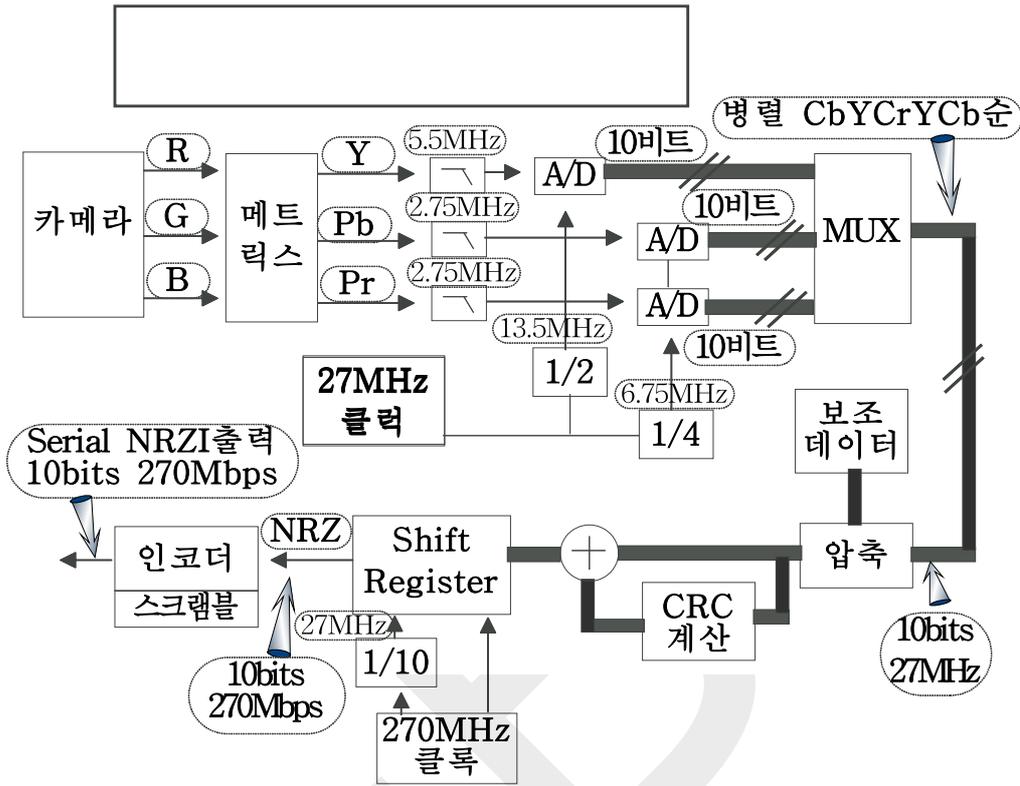


그림4-15. 디지털 컴포넌트 영상신호의 시리얼 전송(BT.656/SMPTE259M)

15. 양자화 개념

아날로그 신호 파형을 샘플링하여 얻은 PAM 펄스는 시간 축에 대해서는 디지털화 되어 있지만 진폭축에 대해서는 아직도 아날로그의 형태를 그대로 유지하고 있다. 이 신호에서 부호화된 디지털 펄스를 만들어 내기 위해서는 시간과 함께 연속적으로 변화하는 신호의 진폭을 불연속적인 수치로 치환하는 작업이 양자화(Quantization) 이다.

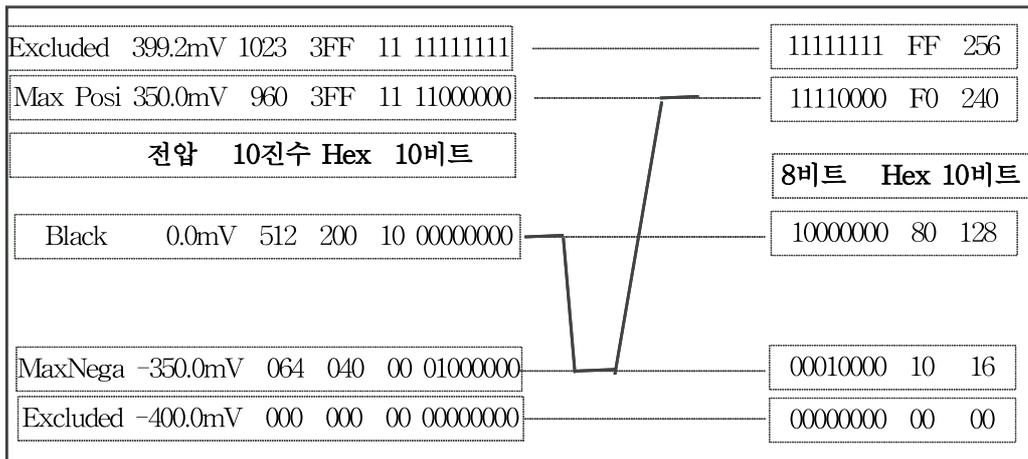


그림4-16. 색차신호 양자화

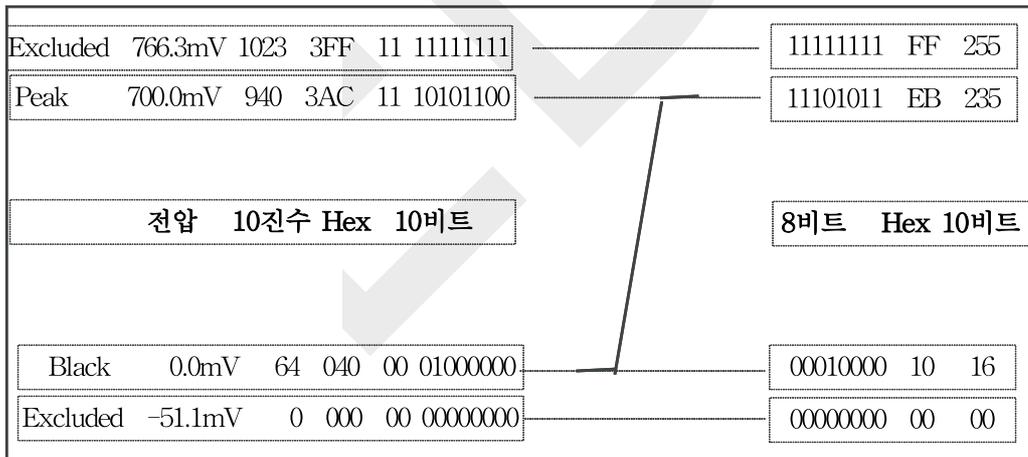


그림4-17. 휘도신호 양자화

1) ITU-R 601

① 전압의 양자화레벨과 진수 표시

- 8비트 샘플링 256레벨 00_h - FF_h
- 10비트 샘플링 1024레벨 000_h - 3FF_h

- ② 색차신호의 값과 허용범위
 - 040_h~3C0_h 까지의 색차신호 Cb,Cr 값 : 아날로그신호의 $\pm 350\text{mV}$ 에 해당함.
 - 신호허용범위는 통상 $\pm 400\text{mV}$ 이다.
- ③ 휘도신호의 값과 허용범위
 - 040_h~3AC_h 까지의 휘도신호 Y 값 : 아날로그신호 0.0mV~700mV에 해당함.
 - 신호허용범위는 통상 $-50\text{mV} \sim +766\text{mV}$ 이다.
- ④ 10비트 A/D 컨버터의 조건
 - 10비트 시스템은 8비트 시스템과 상호 동작하기 위해 000_h~003_h 및 3FC_h~3FF_h 레벨을 발생하지 않아야 한다.
- ⑤ 8비트의 LSB에 2개의 “0”을 추가하면 10비트 레벨에서의 값과 동일하다.
- ⑥ 휘도신호와 색차신호 A/D컨버터에서 000_h~003_h 및 3FC_h~3FF_h 값은 동기 목적으로 확보되어 있다.

16. 디지털 동기신호

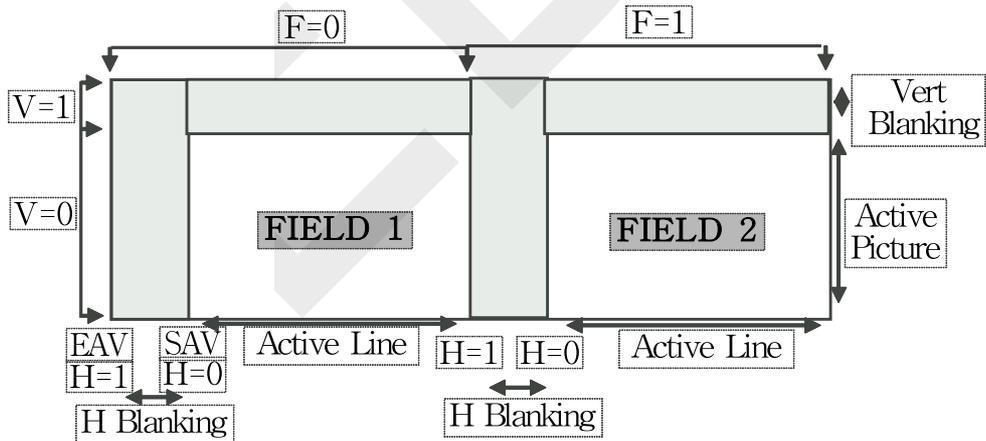


그림4-18. 2:1비율 디지털프레임의 레이아웃

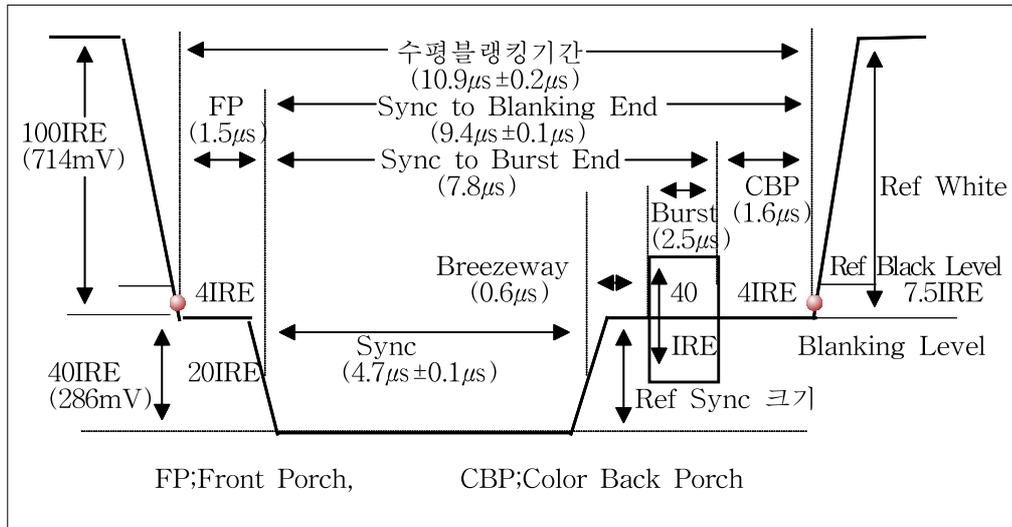


그림4-19. NTSC 수평블랭킹기간

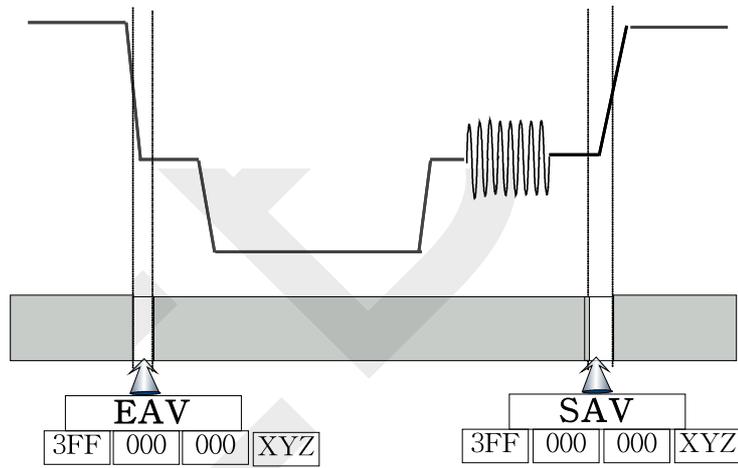


그림4-20. 디지털 H Blanking Interval

- ① 아날로그 수평라인에 대해 샘플의 위치와 디지털 워드를 나타낸다.
- ② EAV와 SAV 패킷이 있으므로 아날로그에서의 동기신호가 불필요하다.
- ③ 3FF_h, 000_h, 000_h 워드로 시작하는 헤더에 의해 EAV와 SAV가 데이터 스트림내에서 식별된다.
- ④ "XYZ"는 신호에 대한 정보를 갖고 있는데 10비트 워드로 되어있다.
 - "XYZ"워드는 그림)과 같이 비트8에서는 F(Field), 비트7에서는 V(Vertical), 비트6에서는 H(Horizontal) 정보를 갖고 있다.
 - 비트8 ; 필드1이면 "0", 필드2이면 "1"

- 비트7 ; VBI이면 “1”, Active Line이면 “0”
- 비트6 ; EAV시퀀스이면 “1”, SAV시퀀스이면 “0”을 나타낸다.

17. HDTV 표준과 동기신호



1) HDTV 표준

가) SMPTE 240M ; 1125 HDTV 신호파라미터

- 60Hz 또는 59.94Hz, 1125(Active라인 1035) 장비의 아날로그 영상신호의 기본특성을 규정함.

나) SMPTE 260M ; 1125/60Hz 시스템에서의 디지털표현 및 병렬인터페이스

- SMPTE 240M에서 규정한 1125시스템의 아날로그 HDTV 신호 파라미터를 디지털로 표현하는 것을 규정함.

다) SMPTE 274M ; 1920x1080 주사 및 다양한 화면비에 대한 아날로그 및 패러럴 디지털 인터페이스를 규정함.

- 화면비 16:9, 1080주사라인, 1920 Active 화소를 갖는 주사시스템을 규정함.

라) SMPTE 292M ; HDTV시스템의 시리얼 디지털인터페이스

- 1.485Gbps 및 1.485/1.001Gbps로 동작하는 HD컴포넌트 신호에 대한 시리얼 디지털 동축케이블 및 광케이블 인터페이스를 규정함.

마) SMPTE 296M ; 1280x720주사 및 아날로그 및 디지털 표현 및 아날로그 인터페이스

- 화면비 16:9, 주사라인 720, Active라인 1280화소를 갖는 순차주사 포맷의 균을 규정함.

바) 교육방송의 HDTV 포맷(1080i)

교육방송 중계탑 HDTV 영상시스템이 채택하고 있는 TV제작표준의 하나로 SMPTE 274M 표준규격을 말한다. 이 규격은 미국 ATSC(advanced television system committee)에서 규정한 ATV(advanced television)의 허용 입력영상 형식 중의 하나로 초당 60 필드 2:1비율주사방식으로 주사선수는 1152개이며 유효주사선수(Active Line)는 1080개이다. 또한 주사선당 유효화소수는 1920이다. 이 포맷은 MPEG2의 High- Level 규격이기도 하다.

참고) 일본 HDTV 위성방송 시스템(1125/60i)

일본의 NHK가 개발한 아날로그 HDTV 위성방송 시스템으로 초당 60필드 2:1 비월주사방식으로 프레임당 주사선수는 1125개이며 유효 주사선수는 1035개이다. 대역압축을 위해 MUSE방식(multiple sub-Nyquist sampling encoding)을 채택하고 있다.

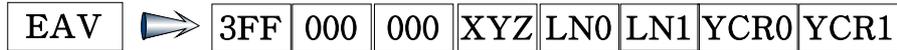
참고) 유레카 HDTV 시스템(1250/50p)

유럽연합의 Eureka Project 95를 통하여 개발된 HDTV 시스템으로 초당 25프레임 순차주사방식으로 프레임당 주사선수는 1250개이며, 유효주사선수는 1152개이다. 유효주사선당 유효화소수는 휘도신호 샘플의 경우1920개, 색차신호 샘플의 경우960개이다.

2) 특성

- ① HD영상의 R,G,B 컴포넌트의 통상적인 아날로그 영상대역은 1080비월 주사와 720순차주사포맷에서는 각각 30MHz이고 1080순차주사포맷에서는 60MHz이다.
- ② 따라서 디지털화고 휘도신호와 색차신호를 매트릭싱하기 위해 높은 샘플링주파수를 필요로 한다.
 - 30MHz휘도신호에 대한 샘플링주파수는 74.25MHz, 15MHz의 Cb,Cr신호에 대해서는 37.125MHz이다.
- ③ 각각의 신호는 10비트 양자화되고, Cb,Cr신호는 74.25MBps 패러럴의 하나의 스트림으로 매트릭싱되며, 이 신호는 74.25MBps의 휘도신호와 매트릭싱되어 Cb,Y,Cr,Y,Cb순으로 10비트 148.5MBps 페러럴데이터가 된다.
- ④ SD와 같이 페러럴데이터는 시리얼되는데 스크램블링되고 NRZI되고 1.485Gbps데이터스트림이 되어 전송된다.
- ⑤ 색신호와 휘도신호의 양자화에서 SD나 HD는 같은데 10진수 10비트 부호어 0,1,2,3과 1020,1021,1022 및 1023은 정해지지 않은 값이다.
- ⑥ EAV와 SAV부호어는 기능면에서 SD와 HD의 경우가 같다. HD에서는 부가적인 Word가 있는데 각각의 라인들을 세고, 휘도신호와 색차신호 채널의 라인당 에리검출을 제공한다.
- ⑦ HD포맷에서는 4워드 EAV다음에 두 개의 워드 라인번호(LN0, LN1)이 따르고 이어 두 개의 워드 CRC(YCR0, YCR1)이 따른다. 전자는 2데이터워드로 이루어진 11비트 이진수의 주사라인 카운터이다.

- ⑧ CRC검출은 각 라인에 대하여 휘도와 색채널에 대해 각각 이루어지며, CRC값은 $CRC(x) = x^{18} + x^5 + x^4 + 1$ 의 공식에 의해 디지털 active라인의 에러를 검출하는데 사용된다.
- ⑨ EAV와 SAV사이의 디지털 라인 H블랭킹기간동안의 모든 위드는 그 기간이 보조데이터용으로 사용되지 않을 때에는 블랙(Y=040h, Cb,Cr=200h)으로 설정한다.



3) 수평동기신호

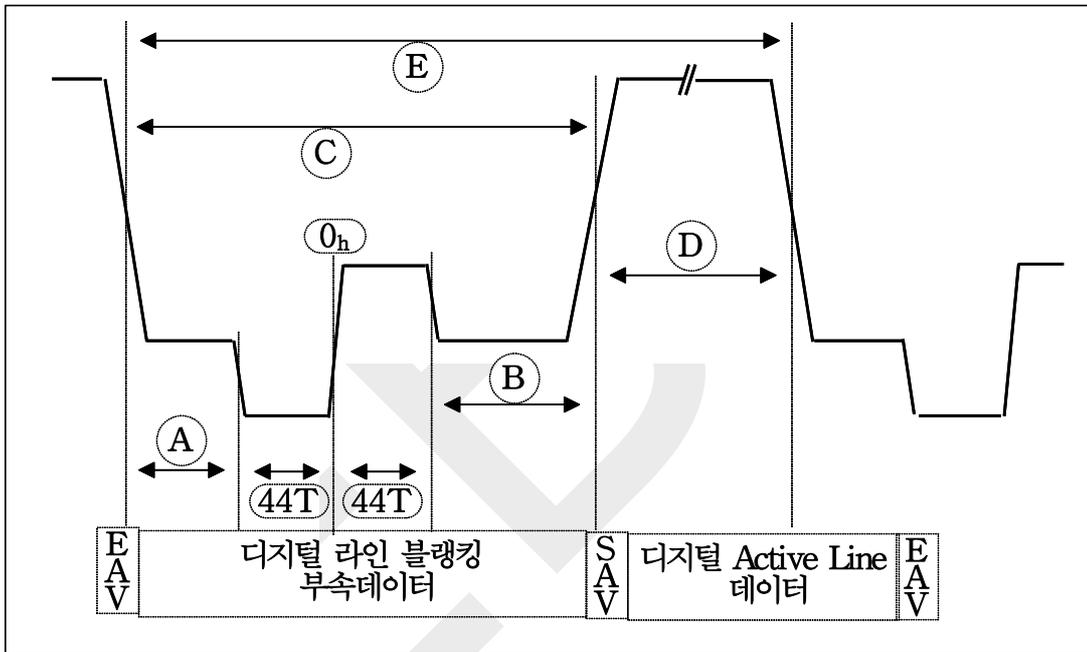


그림4-21. HDTV 라인 타이밍

4) HDTV의 샘플링주기(T)에서의 라인 타이밍 비교표

[표4-15. HDTV 포맷에 따른 타이밍 비교표]

포맷		샘플링주파수 (MHz)(1/T)	A	B	C	D	E	
1920x1080	60Hz	1:1	148.5	44T	148T	280T	1920T	2200T
		2:1	74.25	"	"	"	"	"
	59.94	1:1	148.5/1.001	"	"	"	"	"
		2:1	74.25/1.001	"	"	"	"	"
	30	1:1	74.25	"	"	"	"	"
	29.97	1:1	74.25/1.001	"	"	"	"	"
	50	1:1	148.5	484T	"	720T	"	2640T
		2:1	74.25	"	"	"	"	"
	25	1:1	74.25	"	"	"	"	"
	24	1:1	74.25	594T	"	830T	"	2750T
23.98	1:1	74.25/1.001	"	"	"	"	"	
1280x720	60	1:1	74.25	70T	212T	370T	1280T	1650T
	59.94	1:1	74.25/1.001	"	"	"	"	"
	50	1:1	74.25	400T	"	700T	"	1980T
	30	1:1	74.25	1720T	"	2020T	"	3300T
	29.97	1:1	74.25/1.001	"	"	"	"	"
	25	1:1	74.25	2380T	"	2680T	"	3960T
	24	1:1	74.25	2545T	"	2845T	"	4125T
	23.98	1:1	74.25/1.001	"	"	"	"	"

- ① 1920x1080포맷에서는 순차주사나 비월주사방식과는 상관없이 전원주파수(60Hz 또는 50Hz)에 따라 모든 타이밍이 모두 동일하다.
- ② 샘플링주파수의 기본은 74.25MHz로 하며, 1920x1080/60/1:1은 그 2배인 148.5MHz로 하고, 프레임 또는 필드 주파수를 1/1.001배로 하는 경우에는 그 샘플링주파수를 1/1.001배 한다.
- ③ HDTV 동기신호는 트라이레벨을 갖으며 타이밍 레프런스는 0_h이다. 이어서 Active라인 데이터 전송전에 블랭킹기간을 갖는다.
- ④ 1920x1080의 모든 포맷은 동일한 블랭킹타이밍과 Active라인 데이터를 갖는다. 또한 1280x720도 마찬가지이다.
- ⑤ 동일 필드를 사용하는 경우 1920x1080포맷은 1280x720포맷에 비해 1라인 전체 타이밍과 Active라인 타이밍이 4/3배이다.

5) HD 수직동기신호

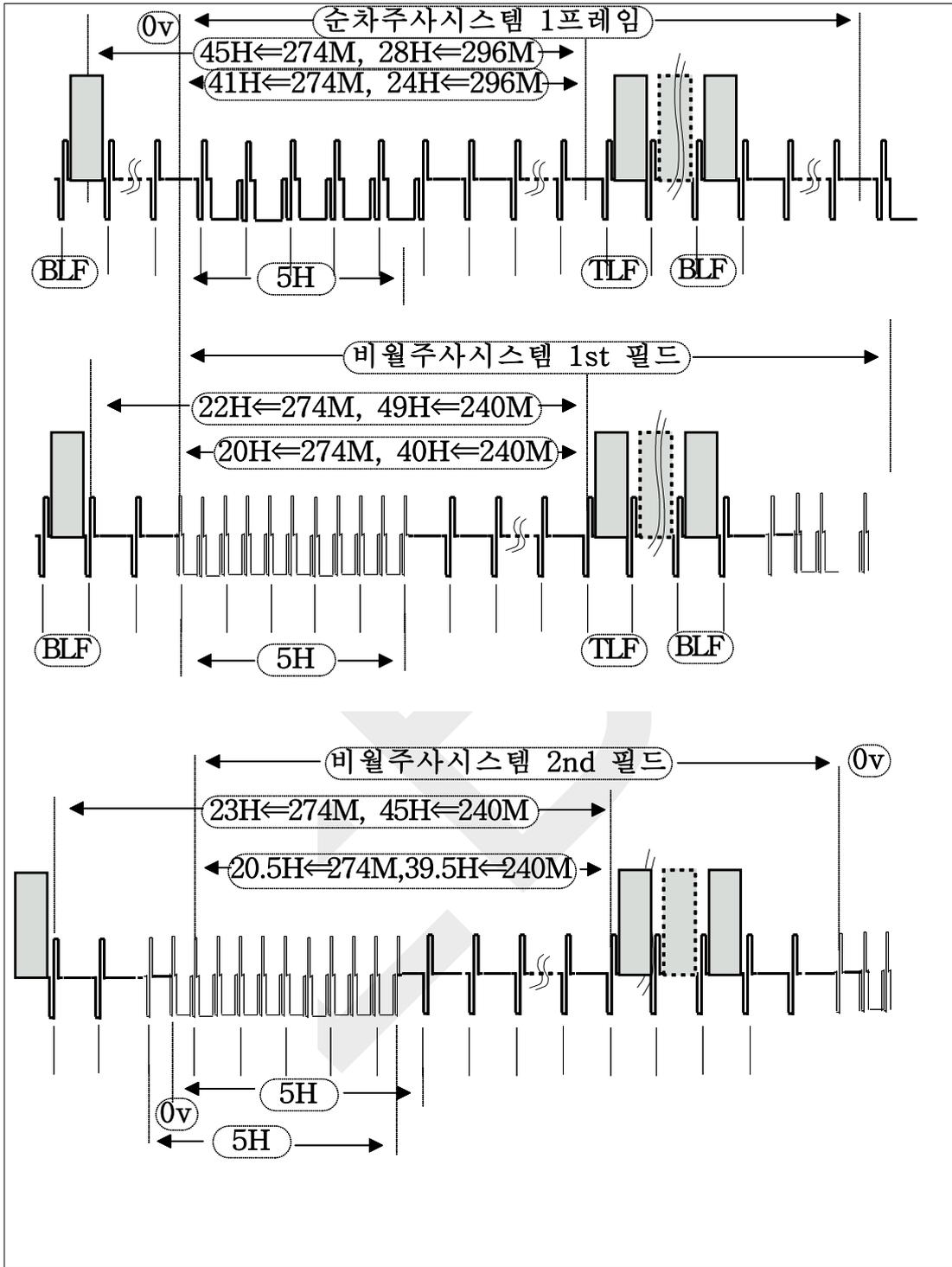


그림4-22. 아날로그 HD 수직블랭킹기간

6) 아날로그 HD 타이밍

[표4-16. 아날로그 HD 타이밍 파라미터]

	1125/60/2:1 (1125/59.94/2:1)	1250/50/2:1
동기 타입	3레벨 극성	3레벨 극성
전체라인/프레임	1125	1250
Active Lines/Frame	1035	1152
필드주파수	60(59.97)Hz	50Hz
라인주파수	33.750(33.716··)kHz	31.250kHz
라인기간	29.63(29.659··)ms	26.00ms
Timing Ref.↔SAV	2.586ms	3.56ms
Back Porch	-	2.67ms
EAV↔Timing Ref.	1.185ms	1.78ms
Front Porch	-	0.89ms
Negative 동기신호 폭	0.593ms	0.89ms
Positive 동기신호 폭	0.593ms	0.89ms
동기신호 진폭	±300mV	±300mV
필드 펄스	-	8.0ms
필드 기간	20ms	16.6833ms
필드 블랭킹	45라인	98라인
영상신호 진폭	700mV	700mV
통상적인 신호대역폭	30MHz R,G,B	30MHz R,G,B

※ SMPTE 240M ; 1125/60(59.94)/2:1 아날로그 HD 규정
ITU-R BT.709(Part 1) ; 1125/60/2:1, 1250/50/2:1

7) 디지털 스튜디오 영상 주사포맷

- ① ITU-R BT.709(Part 2)는 디지털, 정사각형화소 및 CIF를 규정하고 있다.
 - 이 권고는 60, 59.94, 50, 30, 29.97, 25, 24 및 23.976Hz의 Picture rate를 규정하고 있는데 이 모두는 1920화소샘플과 1080라인, 16:9화면비를 갖는다.
- ② SMPTE RP 211 ; SMPTE 274M을 확장하여 1920x1080군으로 30, 29.97, 25, 24 및 23.976Hz를 위해 분할프레임(Segment Frame ;SF)를 이용한다.
- ③ SMPTE 296M은 1280x720을 규정하며, 293M은 720x483순차를 규정함.
- ④ SF는 한번 주사할 때 순차주사와 같이 한 프레임의 데이터를 읽어 들여, 전송할 때 비월주사형태로 2개의 필드를 전송한다.

[표4-17. 스튜디오 디지털영상 주사 포맷]

포맷		Y샘플 수/A.L	A.L/ 프레임	Frame Rate (Hz)	주사 포맷	Y샘플주 파수	Y샘플/ 라인	동기신 호Ref. 워드	라인/ 프레임		
1920x1080	60Hz	1:1	1920	1080	60	P	148.500	2200	2008	1125	
		2:1	"	"	30	I	74.250	"	"	"	
	59.94	1:1	"	"	59.94	P	148.352	"	"	"	
		2:1	"	"	29.97	I	74.176	"	"	"	
	50	1:1	"	"	50	P	148.500	2640	2448	"	
		2:1	"	"	25	I	74.250	2640	2448	"	
	30	1:1	"	"	30	P	"	2200	2008	"	
	29.97	1:1	"	"	29.97	P	74.176	"	"	"	
	25	1:2	"	"	25	P	74.250	2640	2448	"	
24	1:1	"	"	24	P	"	2750	2558	"		
23.98	1:1	"	"	23.98	P	74.176	"	"	"		
1280x720	60	1:1	1280	720	60	P	74.250	1650	1390	750	
	59.94	1:1	"	"	59.94	P	74.176	"	"	"	
	50	1:1	"	"	50	P	74.250	1980	1720	"	
	30	1:1	"	"	30	P	"	3300	3040	"	
	29.97	1:1	"	"	29.97	P	74.176	"	"	"	
	25	1:1	"	"	25	P	74.250	3960	3700	"	
	24	1:1	"	"	24	P	"	4125	3865	"	
	23.98	1:1	"	"	23.98	P	74.176	"	"	"	
BT. 625	50	2:1	720	581	30	I	13.500	864	732	625	
601	525	59.94	2:1	720	483	29.97	I	13.500	858	736	525
720x483 (4:2:2)	59.94	1:1	"	"	59.94	P	2x13.5	"	"	"	
720x483 (4:2:0)	59.94	1:1	"	"	"	"	18.000	"	"	"	

8) 캐리어 개념

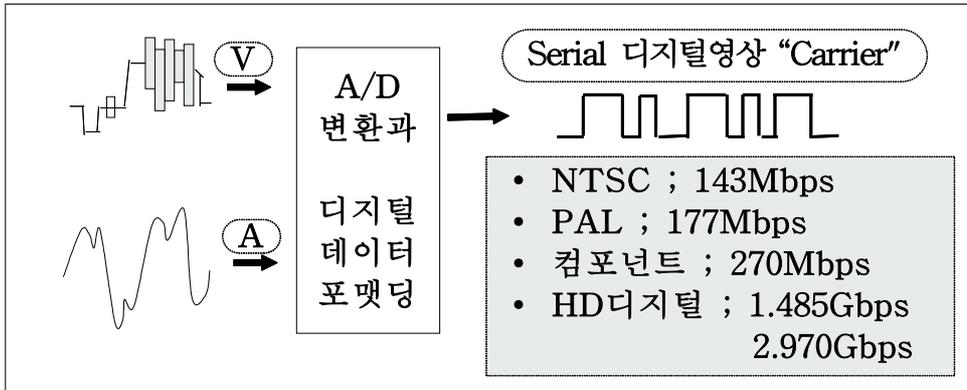


그림4-22. Carrier 개념

9) P/S변환

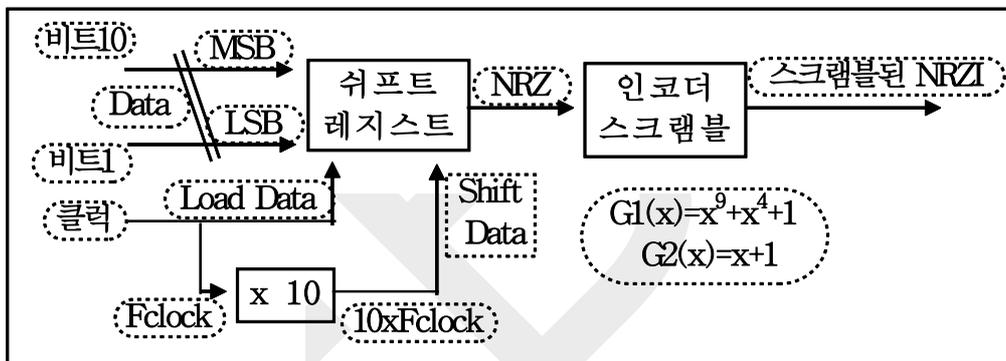


그림4-23 P/S변환

- ① 그림 은 아날로그 컴포넌트 신호의 샘플링한 패러럴 데이터를 시리얼 데이터 스트림으로 만드는 과정을 나타내고 있다.
- ② 샘플데이터를 쉬프트레지스트에 로드하기 위해 매러럴 클록이 사용되며, SR에 입력된 신호를 각각 10비트 데이터워드화 하기 위해 LSB를 처음으로 하여 비트들을 쉬프트시키는데 이때 패러럴 클록의 10배 클럭이 필요하다.
- ③ 패러럴 정보의 시리얼을 위해 데이터스트림은 수학적 알고리즘에 의해 스크램블되고 그리고 다음 두 함수의 결합으로 NRZI로 인코딩된다.

$$G1(x) = x^9 + x^4 + 1, \quad G2(x) = x + 1$$

가) NRZ신호와 NRZI신호

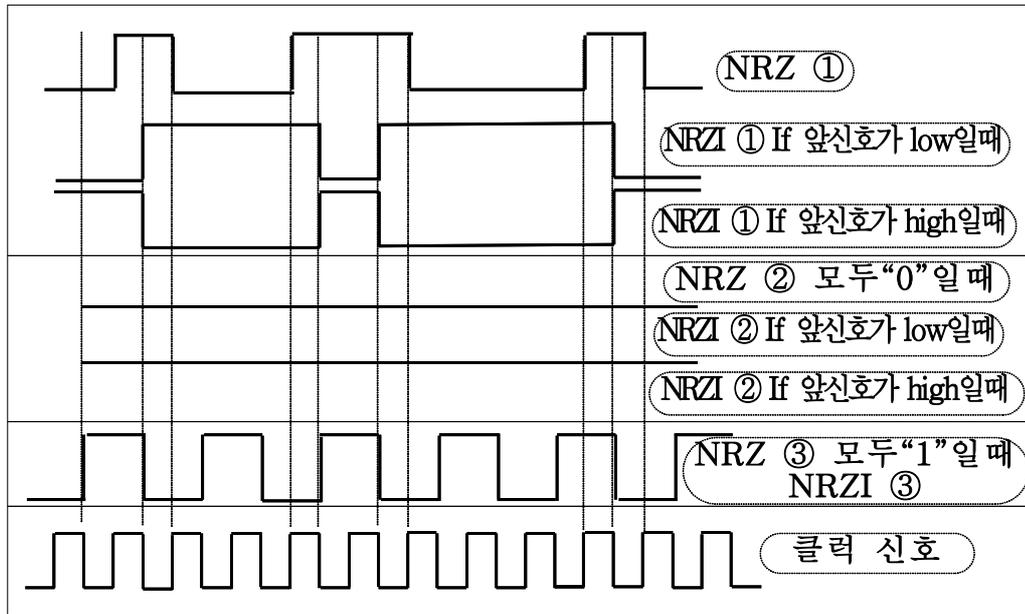


그림4-24. NRZ신호에 대한 NRZI신호

- ① 신호를 스크램블링하는 것은 신호가 통계적으로 낮은 DC성분을 갖도록 하여 다루기 쉽게하며, 많은 천이를 가져 클럭회복을 쉽게 한다.
- ② NRZI신호로 인코딩한다는 것은 시리얼 데이터 스트림극성을 무디게 한다. NRZ신호는 논리적 레벨로 “1”은 High, “0”은 Low를 나타낸다.
 - 그림)에서와 같이 NRZI는 NRZ신호가 “1”일 때에만 천이가 일어난다. 즉, 천이가 있을 때에만 입력신호가 “1”이라는 것을 알 수 있다. 그러나 앞의 NRZI신호에 따라 NRZI신호는 두가지가 만들어짐을 알 수 있다.
 - NRZ신호가 모두 “0”일 때에는 천이가 일어나지 않으므로 NRZI신호는 모두 High이거나 Low가 된다.
 - NRZ신호가 모두 “1”일 때에는 천이가 2 클럭신호마다 일어난다.

10) 스크램블

- 이극성(멀티레벨) 코드의 동기화 능력 감소 해결방안
⇒ DC성분제거, 긴 제로레벨 신호제거, 데이터율에 무영향, 에러검출능력 향상.
- 스크램블링은 “0”이나 “1”이 계속적으로 나타나는 것을 억제하여 이산형 스펙트럼 성분을 억제하기 위해 사용되는 기법으로 의사랜덤방식과 쉬프트레지스터 개수와 피드백 탭위치 및 레지스트이 초기값에 의해 정해진다.
- 디스크램블링 시에는 송수신측이 비트동기가 이루어져야 한다.