

**High Definition /
Standard Definition**

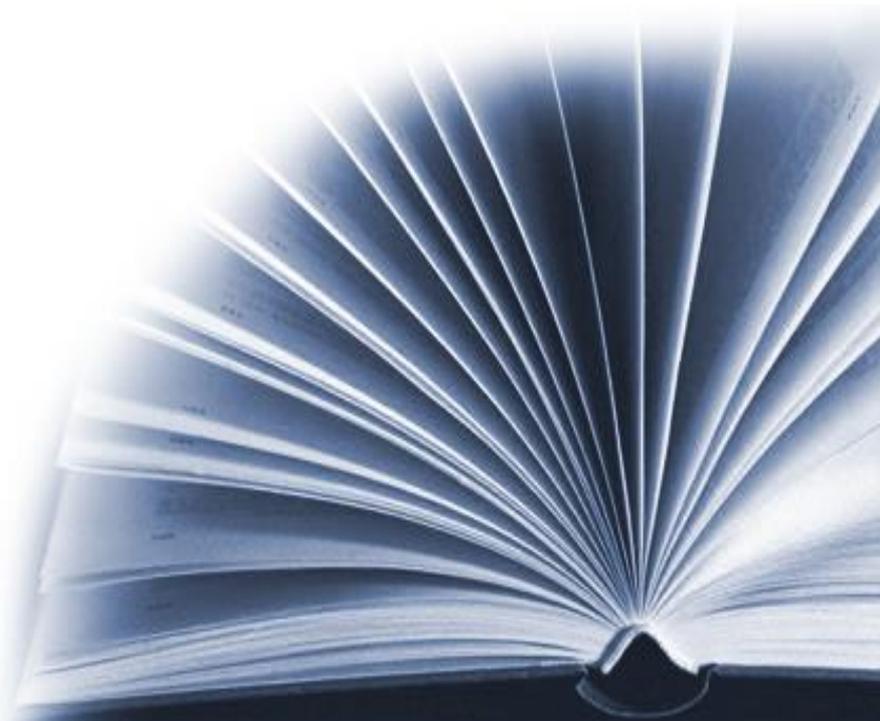
HD/SD - SDI

**Serial Digital
Interface**

2018

HD/SD - SDI

- HDTV 의 역사
- SDI 의 기본
- HDTV 의 장단점 분석
- Kramer's HD, SD SDI products
- Q&A



- 1968:** 일본의 NHK 기술연구소에서 새로운 텔레비전 규격의 표준으로 개발되었다.
- 1970 - 1980** HDTV의 모태는 일본의 MUSE (Multiple Sub-Nyquist Sampling Encoding)가 근원이 되었다. HDTV 화면은 SDTV에 비해 약 2배의 수평 주사선 수를 갖는데, SDTV의 경우 NTSC의 경우 약 525라인, PAL과 SECAM의 경우 625 라인이다. 따라서 이를 HDTV로 송신하기 위해서는 최소 1000라인 이상을 필요로 하며, 일본은 세계 최초로 1125개의 주사선을 갖는 MUSE 방식을 제안 하였다. 뒤이어 유럽은 유럽은 주사선 1250개의 HD-MAC(High Definition Multiplexed Analog Component) 방식을 제안 하였다. 하지만 이 둘 모두 Analog 방식이라는데 그 한계가 있었다.



1981: Sony는 최초로 HDVS(High definition Video) 시스템을 소개하였다.

1987: NHK의 MUSE 기술은 National Association of Broadcasters (NAB)에 소개되어 미국의 연방통신위원회 Federal Communications Commission (FCC)에 제안되었다.
하지만 FCC는 완벽한 디지털 방식의 미국형 HDTV의 규격을 갖길 원하였고, 따라서 표준의 개선과 심의에 많은 시간을 소요하였다.



1995: 미국 ATSC(Advanced Television Systems Committee)에서 디지털 TV의 전송표준을 발표하였고, 1996년 FCC(미연방통신위원회)의 승인을 받았다.

1998: HDTV 제품은 비로소 소비자에게 판매가 가능하게 되었다.

ATSC – 약 25개의 산업기구들로 1982년 형성되었고, 1984년 약 50개로 성장하였다.

1996년 ATSC를 국제조직으로 만들면서 크게 성장하였다.

ATSC는 국제적인 민간분야 조직이며, 미연방통신위원회의 하부조직이 아니다.

ATSC의 HDTV표준은 기술적,정책적고려 및 관련회사간의 이익사이에서 균형을 이루게끔 제정하였으며, FCC,SMPTE,일본BTA,ITU가 연관되었으나 18개에 달하는 표준은 혼동을 줄 우려가 있다.



- 1999:** FCC는 시장 상위 10개의 업체에게 권한을 위임하여 1999년 5월 1일 디지털 TV방송을 서비스하기 시작했다.
- 2006:** 디지털 HDTV은 미국 전체에 서비스를 공급 완료 하였으며 방송기술은 HDTV의 시대로 완전히 접어 들었다.
또한 아날로그 방송 서비스는 더 이상 제공하지 않게 되었으며, 기존 방송사업자에게 디지털 방송용 전파를 무료로 할당 해줘 디지털 방송으로의 전환을 유도하였다.



주제:

- SDI 의 개념
- 양자화하기(Quantization)
- Color Space
- Color Sub-Sampling
- 비월주사 Vs. 순차주사
- 영상 포맷
- 신호 특성



SDI의 기본

- SDI의 개념

SDI의 정의

SDI는 **Serial Digital Interface**의 약어로 직렬 디지털 인터페이스를 의미하며 압축하지 않은 디지털 비디오 신호를 직렬화하여 1개의 동축 케이블(**75Ω**)을 이용하여 전송하는 인터페이스를 의미하며 데이터 전송대역폭에 따라 **SD-SDI**와 **HD-SDI**로 구분되며, **SD-SDI**의 경우 **5C(RG-6)**급의 **75Ω** 동축케이블로 전송시 약 **250미터**, **HD-SDI**는 약 **100미터**까지 전송 가능하다.



Storage

디지털 신호의 정의

정보를 개개의 물리적인 수치로 등급을 나누어 표현한다.

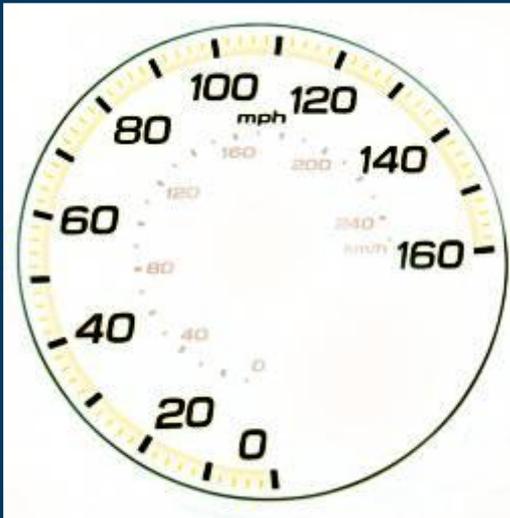
디지털 데이터 : 시간의 흐름에 따른 데이터를 개별적인 수치로 표현(숫자)

- 애매모호한 점이 없고 정밀도를 높일 수 있다.

아날로그 데이터 : 시간의 흐름에 따른 데이터를 연속적으로 표현(게이지)

- 전압, 전류와 같이 시간에 따라 끊임없이 바뀐다.

아날로그 정보

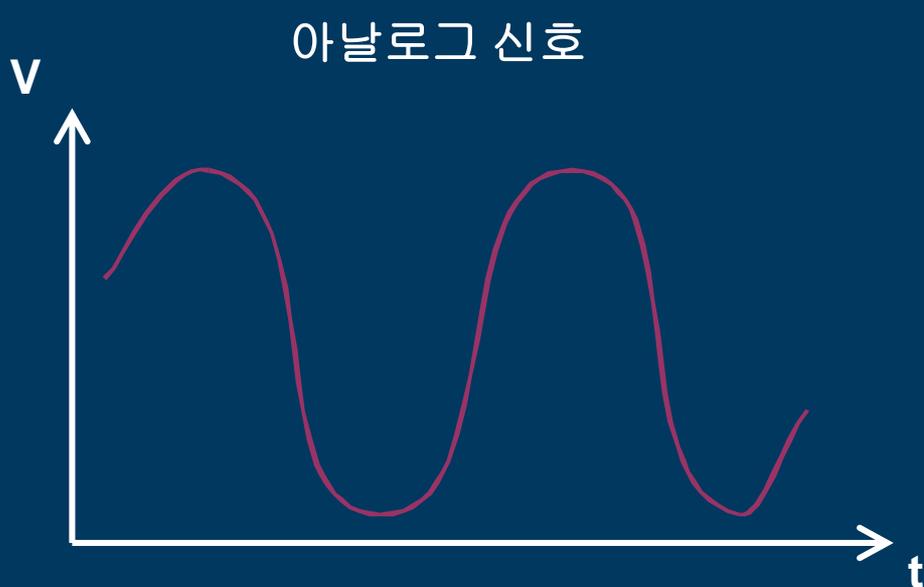


디지털 정보



아날로그 신호와 디지털 신호의 차이점

- 아날로그 신호 - 전자기적 교류 주파수의 매체 파장에, 변화하는 주파수나 진폭 신호를 추가하는 방식으로 표현됨.
- 디지털 신호 - 샘플링 비율, 레벨의 수량 등으로 표현되며 임의의 시간에서의 값이 최소값의 정수 배(일정한 간격)로 표현되며, 이외의 중간 값을 취하지 않는다.



디지털 신호

Time	Value
T	23
T + x	343
T + 2x	23
T + 3x	45
T + 4x	122

디지털 데이터는 **0**과 **1**의 조합으로 표현된다.

바이너리 디지털 신호는 **0**과**1**의 조합으로 생성 된다.

디지털 데이터는 **0**과 **1**의 두 가지 형태로 생성되고, 저장되고, 처리된다.



위 표는 **8bit** 로 표기된 디지털 데이터를 의미한다.

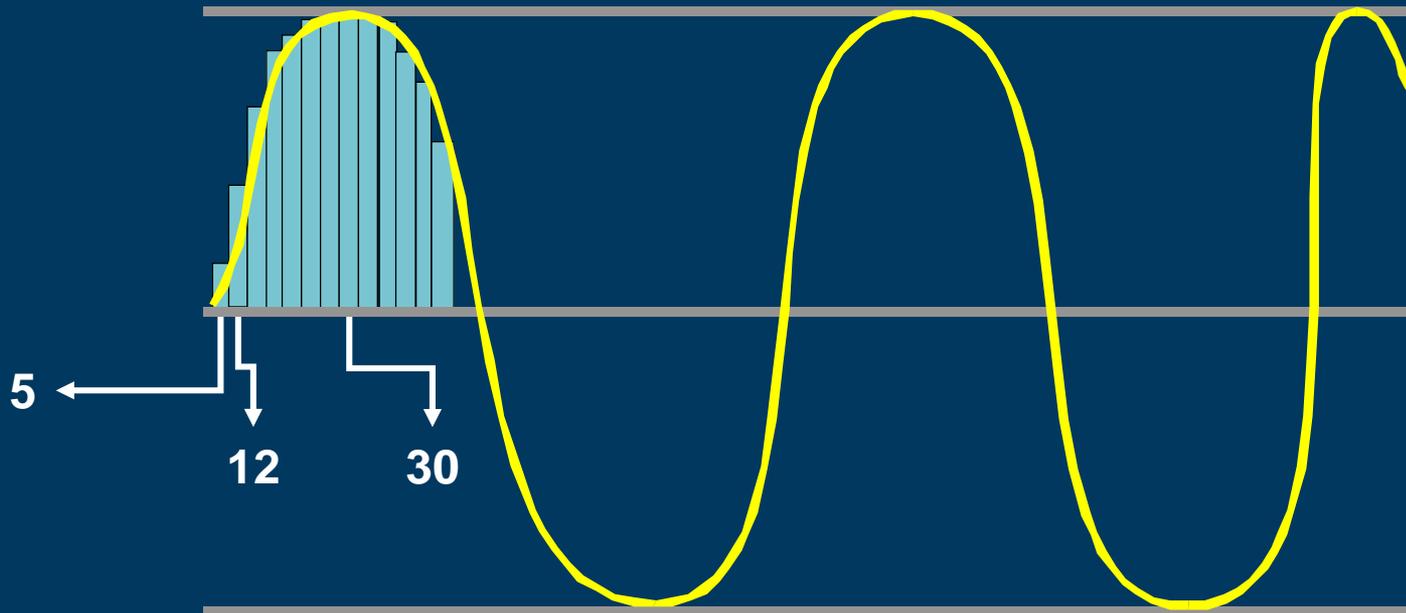
8bit 데이터는 $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 256$ 개로 표현되며 수치로는 **0~255**단계까지의 수치를 표현한다.

아날로그에서 디지털로의 변환 - 디지털라이징

어떤 신호를 변환할 것인가 (**composite, component, RGB, audio**)

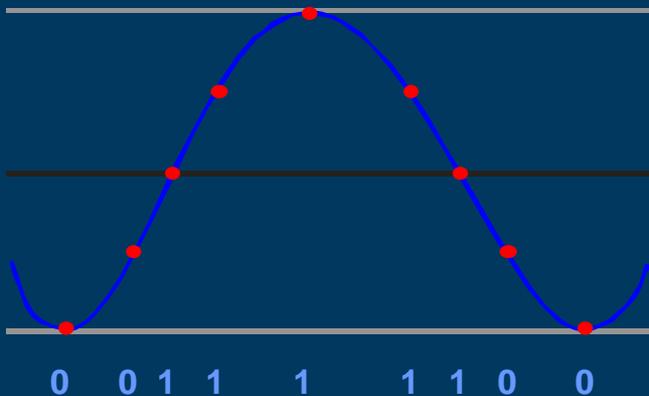
샘플링 비율- 일정한 간격으로 초당 추출할 수 있는 데이터의 양으로 샘플링 비율이 높을수록 자연스럽게, 자원을 많이 차지 하게 된다.

데이터 레벨- 주파수의 높낮이를 **bit** 깊이의 단계로 표현하며, 이러한 단계가 많을수록 샘플링 해상도는 좋아진다.



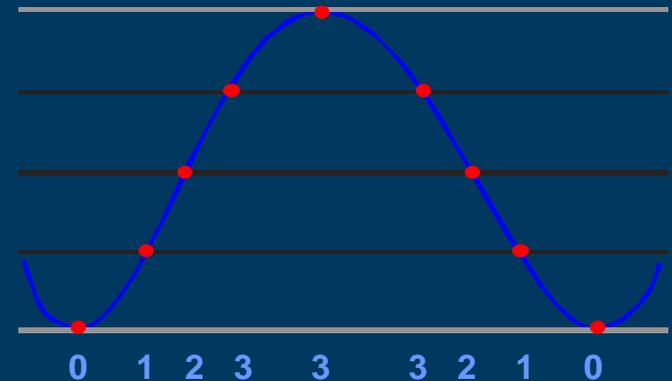
디지털이징 - 해상도 (Bit 의 깊이)

Bit depth of 1 bit



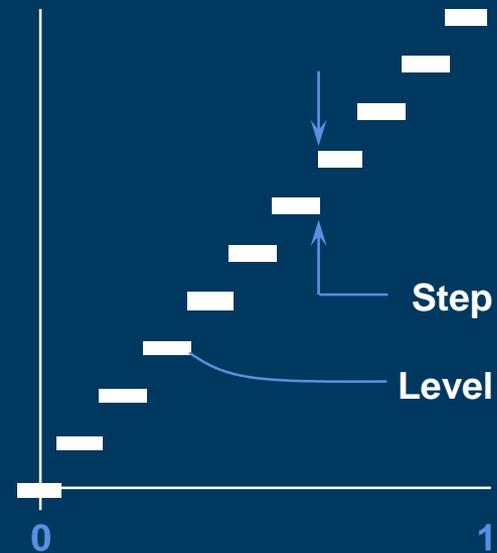
Bit 의 깊이가 1bit인 경우 기준점으로 부터 위는 1로 아래는 0으로 표현되어 높낮이가 틀린 1의 측정값이 동일하게 1로 표현되어 신호의 디테일이 떨어진다. 신호를 0과1 두 단계로만 표현.

Bit depth of 2 bit

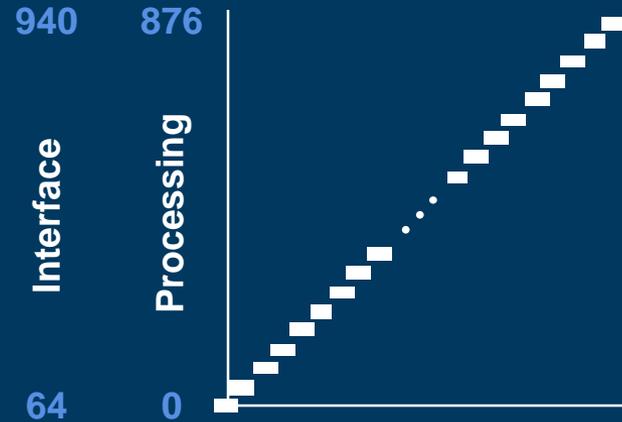


Bit 의 깊이가 1bit인 경우에 비해 2bit인 경우 00,01,10,11의 4단계로 표현되어 1bit 표현에 비해 디테일이 높다.

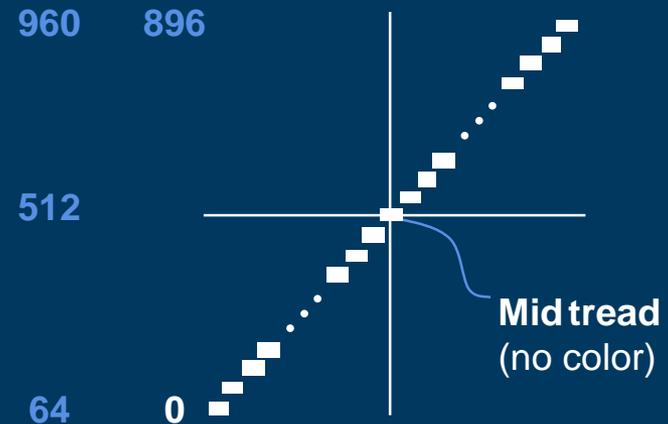
- SDI 의 개념
- 양자화하기(Quantization)
- Color Space
- Color Sub-Sampling
- 비월주사 Vs. 순차주사
- 영상 포맷
- 신호 특성



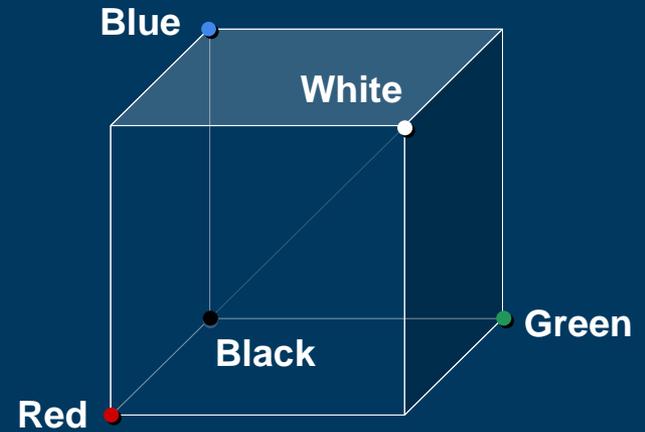
- SDI 의 개념
- 양자화하기(Quantization)
- Color Space
- Color Sub-Sampling
- 비월주사 Vs. 순차주사
- 영상 포맷
- 신호 특성



- SDI 의 개념
- 양자화하기(Quantization)
- Color Space
- Color Sub-Sampling
- 비월주사 Vs. 순차주사
- 영상 포맷
- 신호 특성



- SDI 의 개념
- 양자화하기(Quantization)
- **Color Space**
- Color Sub-Sampling
- 비월주사 Vs. 순차주사
- 영상 포맷
- 신호 특성



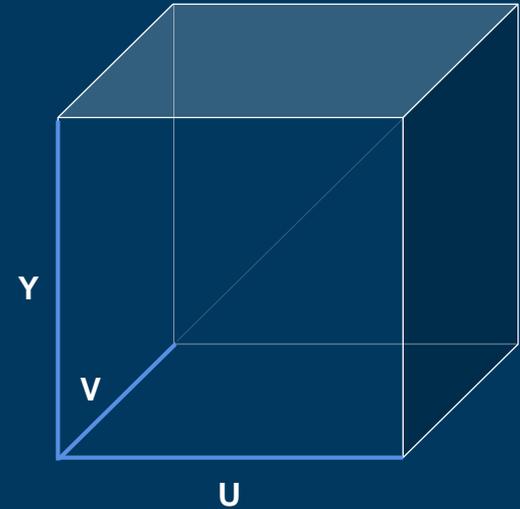
Color Space - YUV

YUV의 color space는 이미 **PAL**, **NTSC**, **SECAM**의 콤포지트 비디오의 표준으로 사용되어 왔다.

luma (Y)의 정보에는 오직 흑과 백만 사용된다.

Color 정보 즉 **U**와 **V**는 흑백정보에 색상 정보를 결합하여 표현한다.

결국 YUV는 색상신호가 아닌 휘도(Y)와 색차신호 Cb, Cr에 기반한 색표현 방식이다.



Color Space - YCbCr

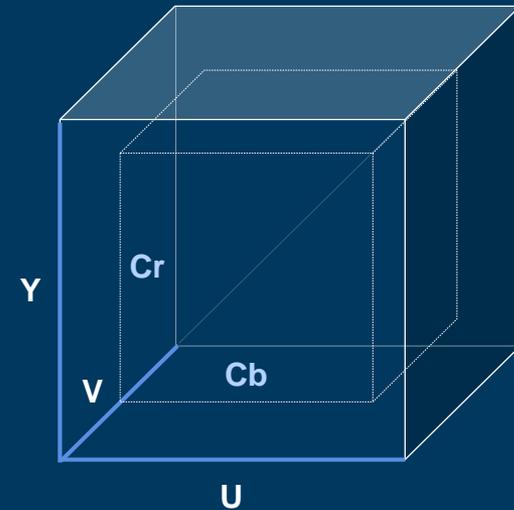
디지털 TV에 사용되는 YCbCr 형식은 **ITU-R BT.601** 에서 개발되었으며, 디지털 컴포넌트 신호의 표준으로 자리 잡았다.

YUV(YPbPr)는 디지털 형식에서의 변환을 위해 **scaled** 과 **offset** 과정을 통해 YCbCr로 변환된다.

Y 는 통상적으로 64-940 범위의 **10-bit** 시스템으로 표현된다.

Cb와Cr 또한 통상적으로 64-940 범위의 **10-bit** 시스템으로 표현된다.

YCbCr의 샘플링 포맷은 4:4:4, **4:2:2**, 4:1:1, and 4:2:0 등이 있다.

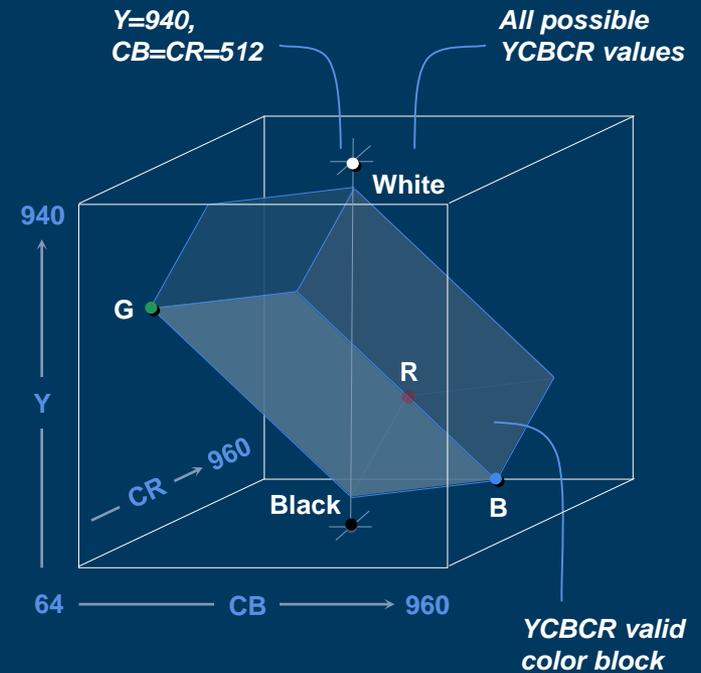


Color Space 의 변환

$$Y = 0.299R' + 0.587G' + 0.114B'$$

$$Cb = -0.172R' - 0.339G' + 0.511B' + 128$$

$$Cr = 0.511R' - 0.428G' - 0.083B' + 128$$



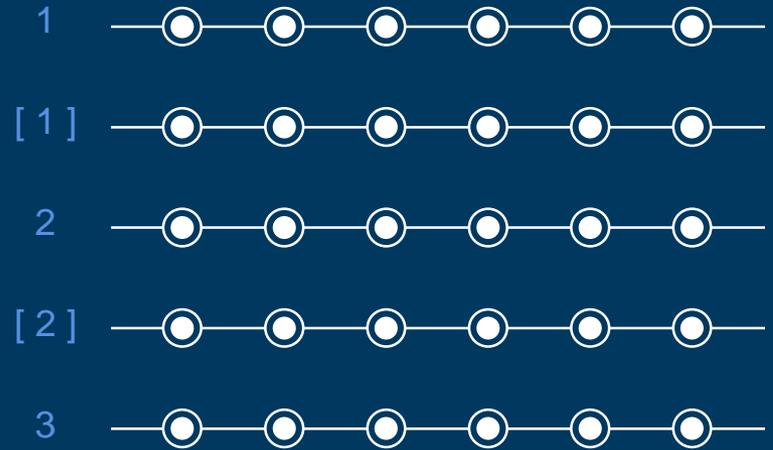
SDI의 기본

- Color Sub-Sampling

/ www.kramerelectronics.com /

- SDI 의 개념
- 양자화하기(Quantization)
- Color Space
- **Color Sub-Sampling**
- 비월주사 Vs. 순차주사
- 영상 포맷
- 신호 특성

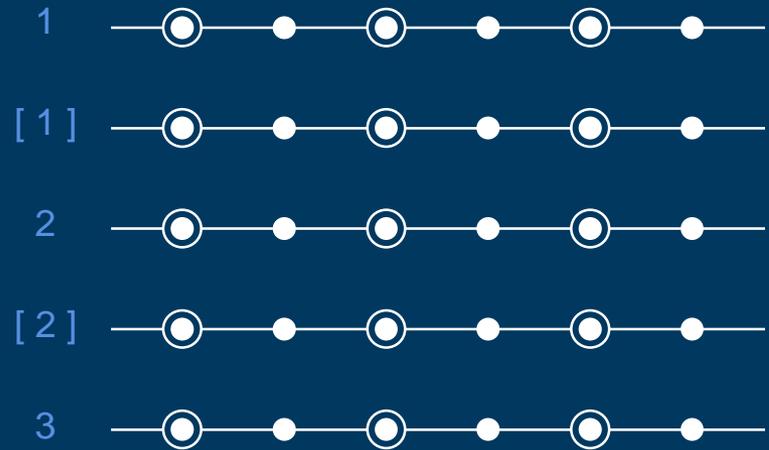
4:4:4 Co-sited sampling:



x = field 1 } *active line number*
 $[x]$ = field 2 }
 ○ = CB, CR sample
 ● = Y sample

- SDI 의 개념
- 양자화하기(Quantization)
- Color Space
- **Color Sub-Sampling**
- 비월주사 Vs. 순차주사
- 영상 포맷
- 신호 특성

4:2:2 Co-sited sampling:



x = field 1 } *active line number*
 $[x]$ = field 2 }
 ○ = CB, CR sample
 ● = Y sample

Color Sub-Sampling

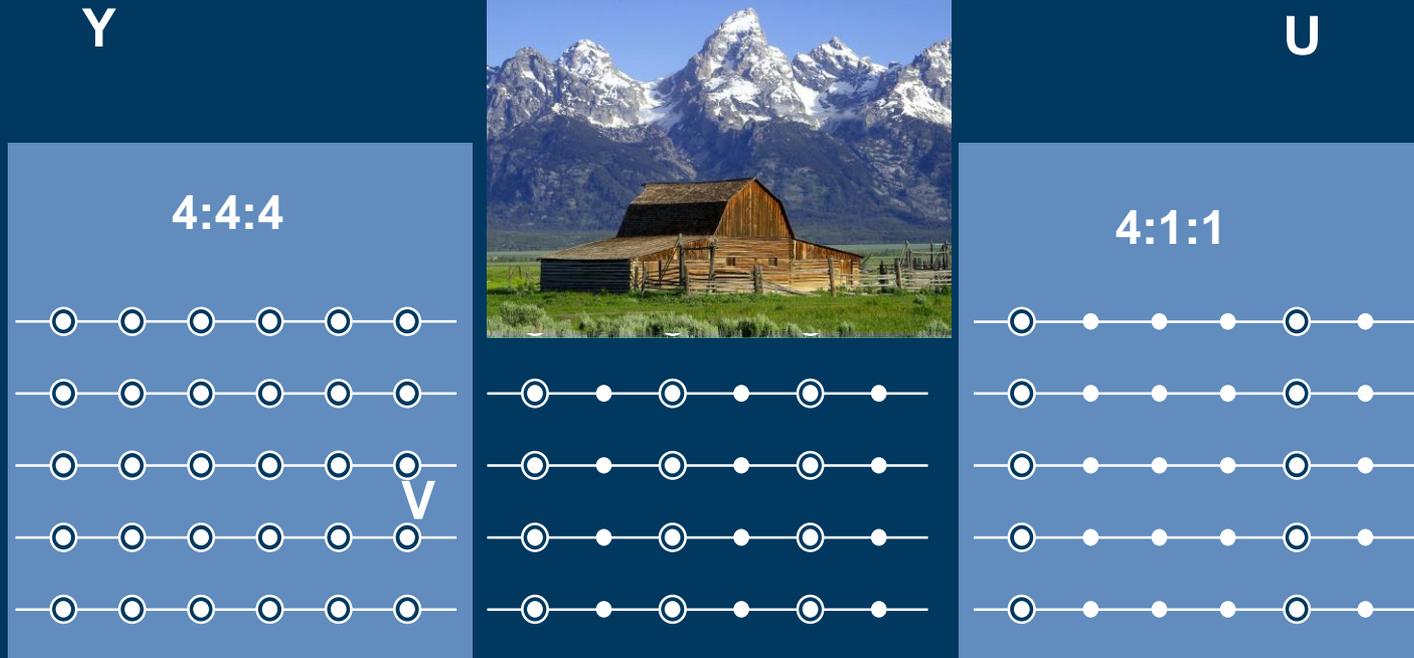


4:2:2 색차신호 샘플링

SDI 샘플링은 YUV 데이터를 4 (13.5MHz):2:2 비율과 10bit 시스템을 사용하여, 디지털 오디오 및 동기신호와 클럭 신호까지 샘플링할 수 있다.

사람의 눈은 색차 정보보다 휘도신호 즉 B&W 신호에 민감하다.

이러한 이유로 샘플링시 색차 정보를 4:2:2로 줄이면 약 30% 정도의 대역폭 이득을 볼 수 있으며, 결국 압축 효율이 좋아 지게 된다. 일부의 경우 4:1:1의 압축방식을 사용하기도 하는데 이는 mini DV 형태에서 주로 사용한다.



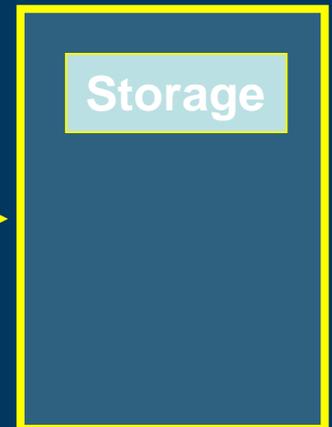
TV 스튜디오 등에서 주로 사용하며 디지털 장비간에 비압축 비디오나 오디오를 전송하는 수단으로 많이 사용한다.

아날로그 비디오의 연결에 쓰였던 75옴 동축케이블과 BNC커넥터를 사용한 전송선을 사용, 최장 250M까지 연결 가능하다.

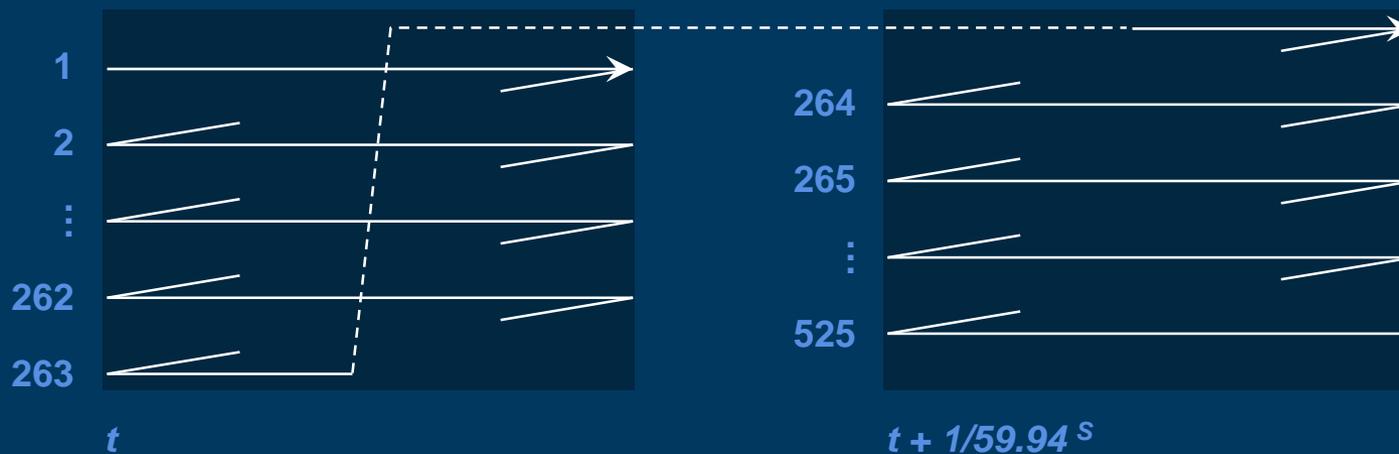
한 개의 케이블로 비압축 디지털 컴포넌트 영상과 디지털 오디오, 타임코드까지 전송할 수 있다. (컴포지트 비디오 설치환경과 호환성을 갖는다.)

YUV (YPbPr) 또한 샘플링 되어 한 개의 케이블에서 일렬로 전송한다.(270Mbits/s)

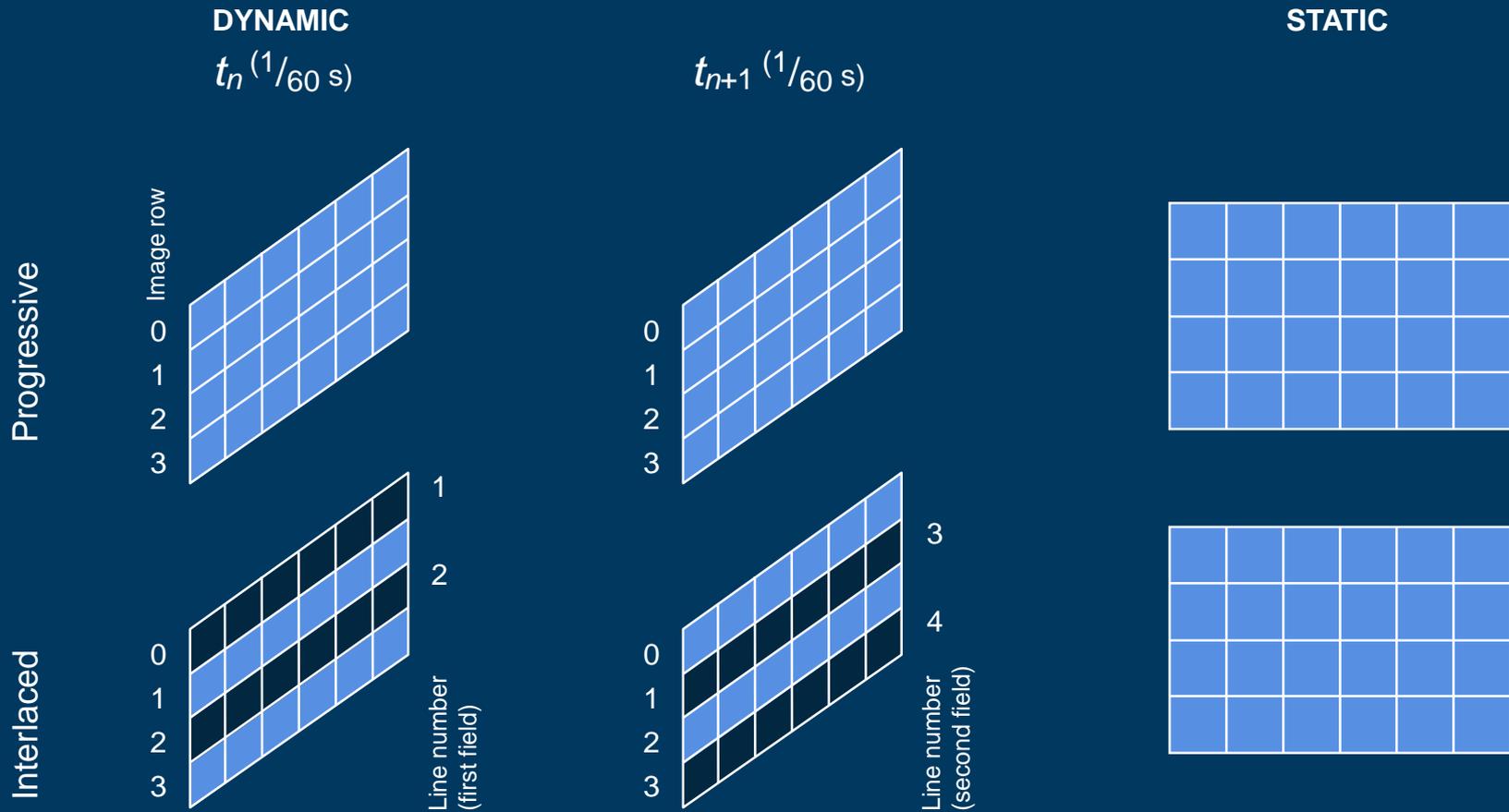
*타임코드: 오디오, 비디오, 필름 등의 동기화 작업의 표준방식



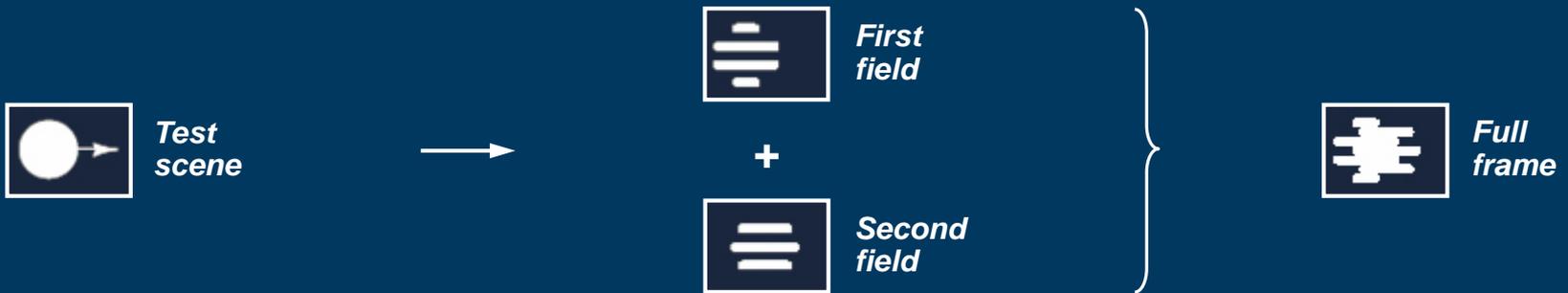
비월주사 Vs. 순차주사



비월주사 Vs. 순차주사



비월주사 Vs. 순차주사



Interlaced capture

First field와 Second field가 번갈아 가며 Capture된다. 따라서 1개의 화면을 구성하기 위해서는 2개의 sampling cycle이 필요하다.

Result

2개의 Sampling cycle로 1개의 화면을 생성하다 보면 “mouse’s teeth” 또는 “field tearing” 과 같은 화면왜곡이 발생할 수 있다.

- SDI 의 개념
- 양자화하기(Quantization)
- Color Space
- Color Sub-Sampling
- 비월주사 Vs. 순차주사
- 영상 포맷
- 신호 특성

Interlaced



Image in full **720x480** resolution

- SDI 의 개념
- 양자화하기(Quantization)
- Color Space
- Color Sub-Sampling
- 비월주사 Vs. 순차주사
- 영상 포맷
- 신호 특성

부분 확대한 모습

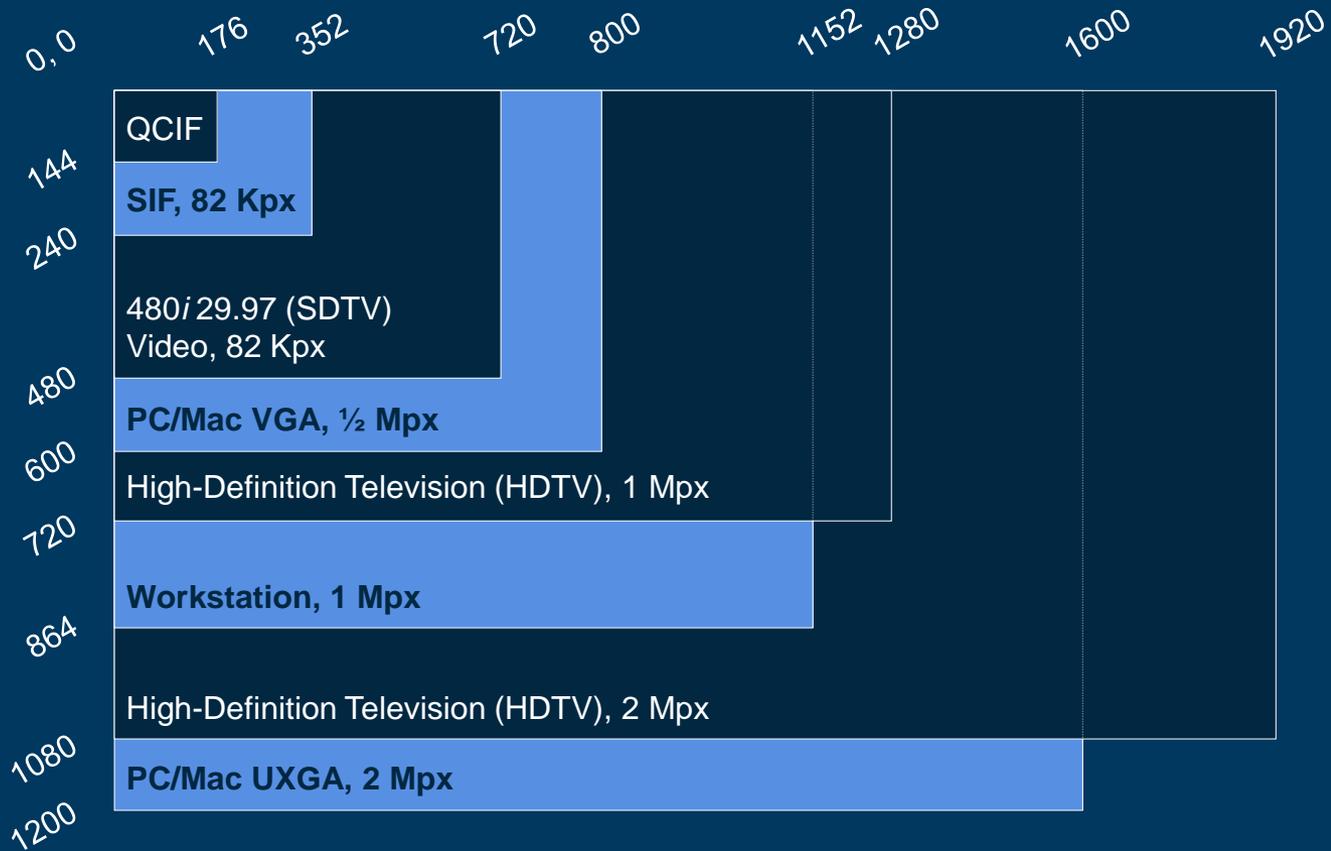


- SDI 의 개념
- 양자화하기(Quantization)
- Color Space
- Color Sub-Sampling
- 비월주사 Vs. 순차주사
- 영상 포맷
- 신호 특성

Progressive Interlaced



Video Formats

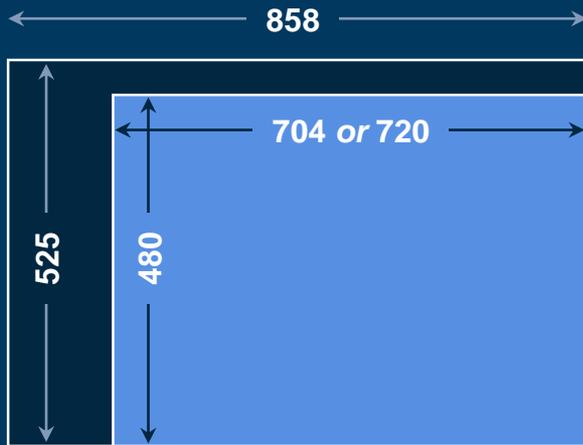


Video Formats : SD

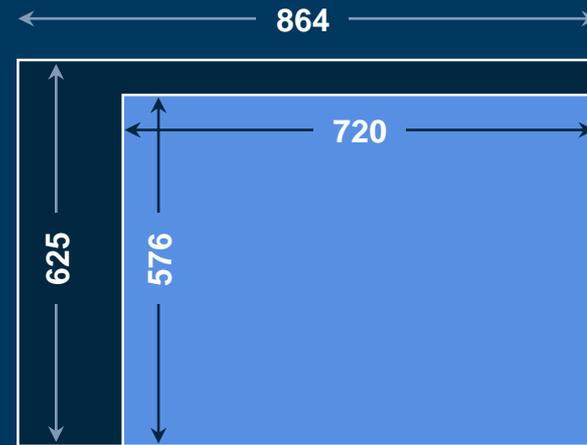
Component 4:2:2 | Rec. ITU-R BT.601(표준)

CCIR 601로 불리우기도 했지만, 기존 CCIR(ITU의 상설기관인 국제무선통신 자문위원회)의 조직개편으로 폐지되고, ITU-R(국제전기통신연합 전파통신부문)이 계승한 것으로 내용은 동일하다.

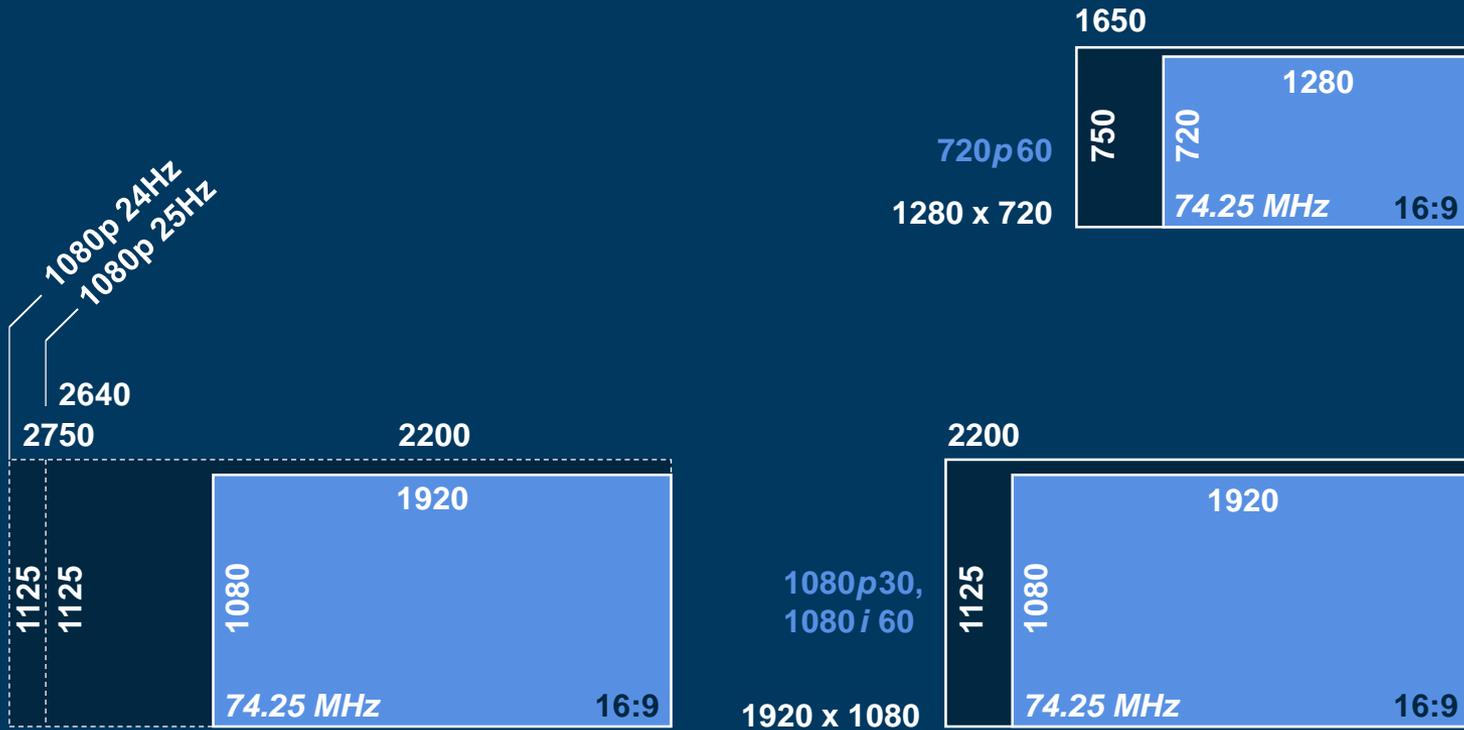
NTSC



PAL



Video Formats: HD



SMPTE STANDARDS:

규격	이름	최대 전송율	포맷	비고
SMPTE 259M	SD-SDI	Up to 360 Mbit/s	480i, 576i	4:2:2 COMP
SMPTE 292M	HD-SDI	Up to 1.485 Gbit/s	720p, 1080i	4:4:4, RGB
SMPTE 372M	DL-HD-SDI	Up to 2.970 Gbit/s	1080p	2 Cables
SMPTE 424M	3G-HD-SDI	Up to 2.970 Gbit/s	1080p	1Cables
SMPTE RP-168	V.interval			GENLOCK

- 1과0의 바이너리 형태로 전송한다.
- SMPTE는 Society of Motion Pictures and TV Engineers 의 약자
- 압축을 하지 않는다.
- 동축 케이블 또는 광케이블을 사용한다.
- 동축케이블 사용시 SDI는 250m, HD-SDI는 100m정도 전송가능
- 최대 16채널의 오디오와 추가정보(캡션,타임코드)등을 수용할 수 있다.

알려진 SMPTE규격:

SMPTE	규격	설명
SMPTE 170M	NTSC CV 아날로그	NTSC 아날로그 컴포지트 비디오의 규격
ITU-R BT.601	720X483i	NTSC
	720X576i	PAL
SMPTE 240M/260M	1920X1035i	Sony HDW-700 early models
SMPTE 259M	SD-SDI	SD-SDI or SD Component SDI
SMPTE 274M	1920X1080i	Sony HDW-700A and HDW-F900 CineAlta
	1920X1080p	
	1920X1080psF	Sony HDW-F900 CineAlta
SMPTE 292M	HD-SDI(4:2:2)	CineAlta and Varicam
SMPTE 296M	1280X720p	Panasonic Varicam family
SMPTE 372M	Dual-link HD-SDI (4:4:4)	Grass Valley/Thomson VIPER "Filmstream" Camera

- 1080i와 1080psF 의 차이점

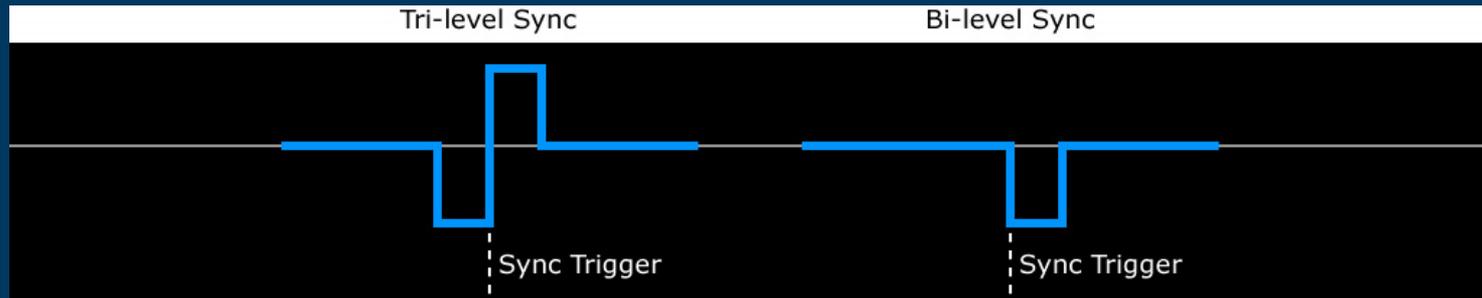
1080i는 말 그대로 비월주사방식을 의미하며 1080psF는 Progressive, Segmented Frame의 약어로 비월주사 신호와 프로그래시브 프레임간의 상호 호환성 유지를 위한 방식으로 시퀀셜 프레임과 관련된 세그먼트 페어간 시간에 관계없는 링크를 유지한다는 차이가 있다.

Video Formats: HD

3Gb

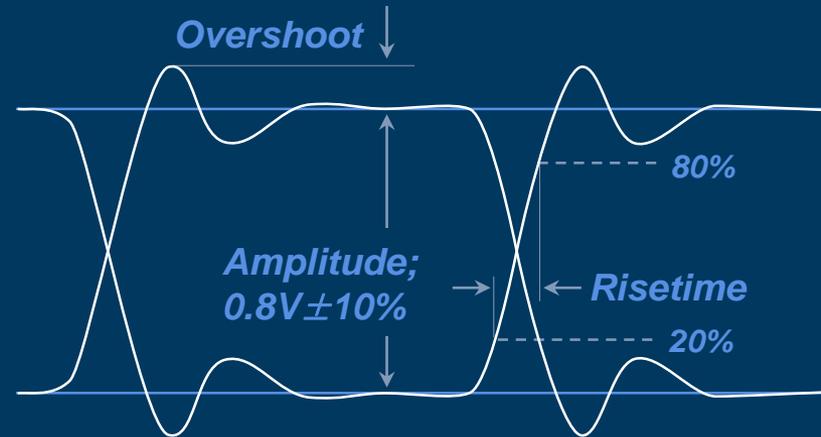
<i>System</i>	<i>Scanning</i>	<i>SMPTE standard</i>	S_{TL}	L_T	S_{AL}	L_A
720p60	750/60/1:1	SMPTE 296M	1650	750	1280	720
1035i30	1125/60/2:1	SMPTE 260M	2200	1125	1920	1035
1080i30	1125/60/2:1	SMPTE 274M	2200	1125	1920	1080
1080p60	1125/60/1:1	SMPTE 274M	2200	1125	1920	1080
1080p30	1125/30/1:1	SMPTE 274M	2200	1125	1920	1080
1080i25	1125/25/2:1	SMPTE 274M	2640	1125	1920	1080
1080p25	1125/25/1:1	SMPTE 274M	2640	1125	1920	1080
1080p24	1125/24/1:1	SMPTE 274M	2750	1125	1920	1080

동기 형태

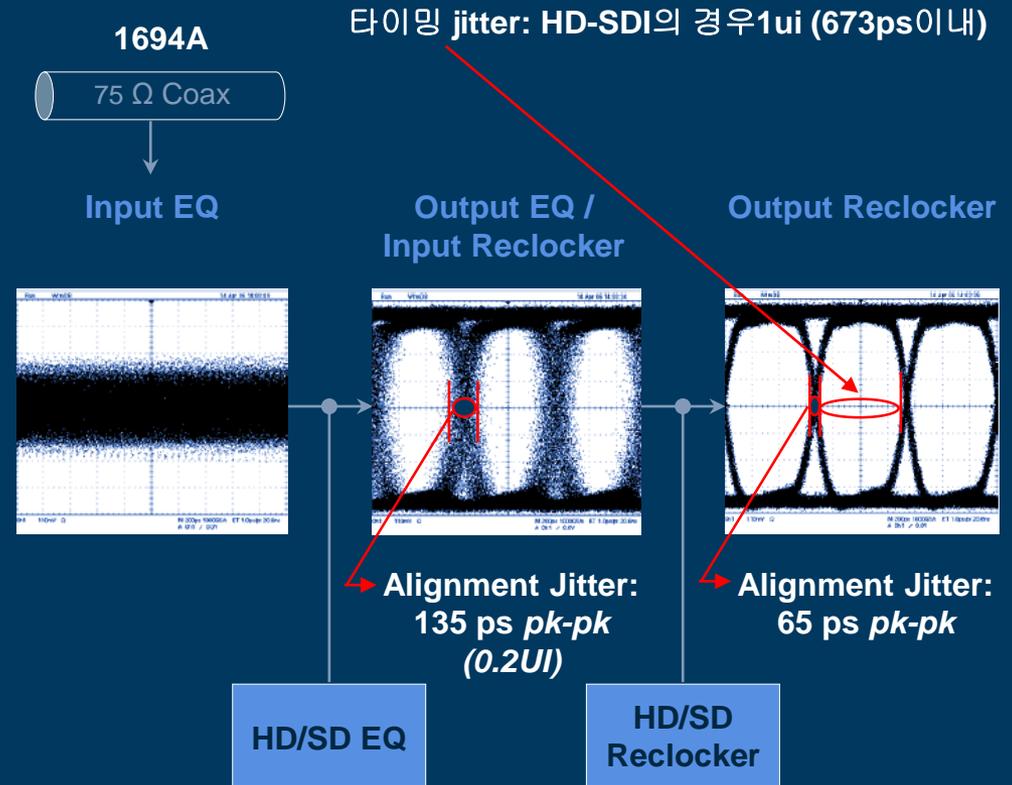


- Bi-level 동기는 DTV 형태가 아닌 프로젝터나 모니터에 사용한다.
- Tri-level 동기는 DTV 방송의 표준으로 사용된다.

- SDI 의 개념
- 양자화하기(Quantization)
- Color Space
- Color Sub-Sampling
- 비월주사 Vs. 순차주사
- 영상 포맷
- **신호 특성**



- SDI 의 개념
- 양자화하기(Quantization)
- Color Space
- Color Sub-Sampling
- 비월주사 Vs. 순차주사
- 영상 포맷
- **신호 특성**



SDI 신호는 신호특성상 위 그림과 같은 파형으로 표현되며 신호는 간격(타이밍)으로 표시되며 jitter로 호칭된다.

기기 또는 케이블 등의 장거리 전송으로 인해 본래 신호 간격이 왜곡이 발생하며, 이러한 왜곡이 허용치를 초과하면 비트에러가 발생된다. 이러한 비트에러는 화질저하 및 노이즈 발생의 원인이 된다.

Jitter의 허용치는 ARIB(Association of Radio Industries and Businesses, 일본 전파산업협회)에서 SD-SDI의 경우 740ps이하, HD-SDI는 135ps 이하를 권고한다.(ps=pico sec= 10^{-12} =micromicro)

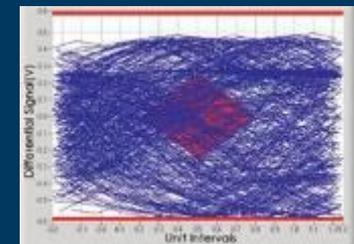
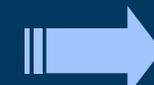
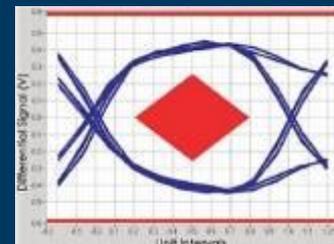
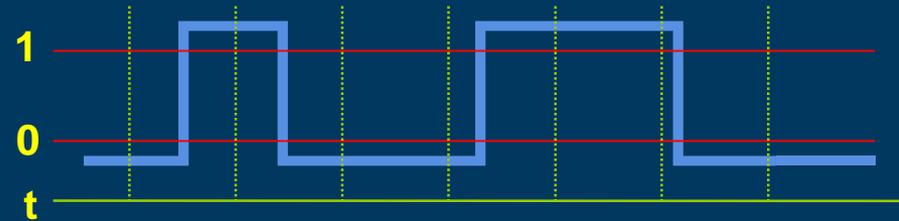
디지털 신호의 부정적인 면

변환의 필요

우리가 보는 세상은 아날로그이며 이를 디지털로 변환하는 과정에서 오류와 왜곡이 생길 소지가 있다.



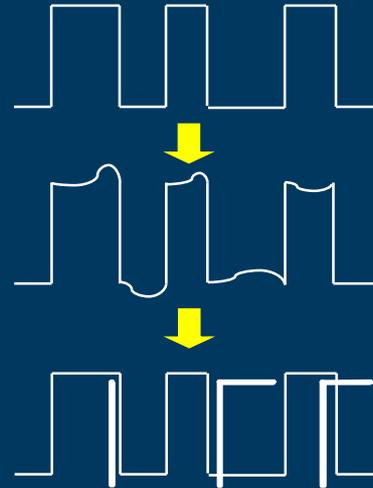
“Cliff” effect(낭떠러지 효과 - 아날로그 신호는 신호품질이 떨어져도 완만한 파형의 곡선으로 떨어져 낮은 품질에서도 신호가 표현되지만 디지털은 일정 신호까지는 정확히 표현되지만 일정신호를 벗어나면 신호가 급격히 떨어져 표현되지 않는 현상이 있다. 이는 디지털 신호가 0과 1로 표현되는데 그 한계가 있다고 할 수 있다.



디지털 신호의 긍정적인 면

세계는 점점 디지털화 하고 있다. 이유는 아래와 같다.

- 신호의 감쇄가 없다.
- 저장이 간단하다.
- 복제가 쉬우며, 원본과 동일함
- 넌리니어 환경 구축
- 무엇보다도 압축이 쉽다.



디지털 신호

신호의 감쇄

신호의 증폭



SDI,HD-SDI 신호의 장점

- 기존의 동축케이블을 이용하여 간단하게 시스템을 구축할 수 있다.
- 무압축 전송방식으로 신호의 지연이나 왜곡이 없다.
- **EQ**와 **Reclocking** 기능을 사용하면 무한한 거리도 신호의 왜곡없이 전송가능하다.
- 디지털 방식을 사용하므로 저장, 복제, 사용에 있어서 유리하다.

SDI,HD-SDI 신호의 단점

- 장비 및 주변기기의 가격이 매우 비싸다.
- 기존장비와의 매칭하기 위해서는 고가의 신호변환 장비를 필요로 한다.
- 디지털 전송방식의 특성상 완만한 신호감쇄가 이루어지지 않고 급격한 신호 감쇄(**Cliff effect**)로 인한 문제가 발생할 소지가 있다.

Well,
now it's a good time
to **Q & A...**



THANK  YOU