

4K 및 UHD신호의 특징

Kang Y.U

색공간 영역의 변화

- 디스플레이에 사용되는 가장 일반적인 색상 공간은 **적**/**녹**/**청**의 빛들이 함께 추가되어 색을 구현하는 **RGB** 색상 모델을 기반으로 함.

- DCI P3 Color Space는 SMPTE가 2007 년에 도입 한 RGB 색상 공간. 색 공간의 사양은 **sRGB보다 25% 넓은 색 영역을 차지**함.

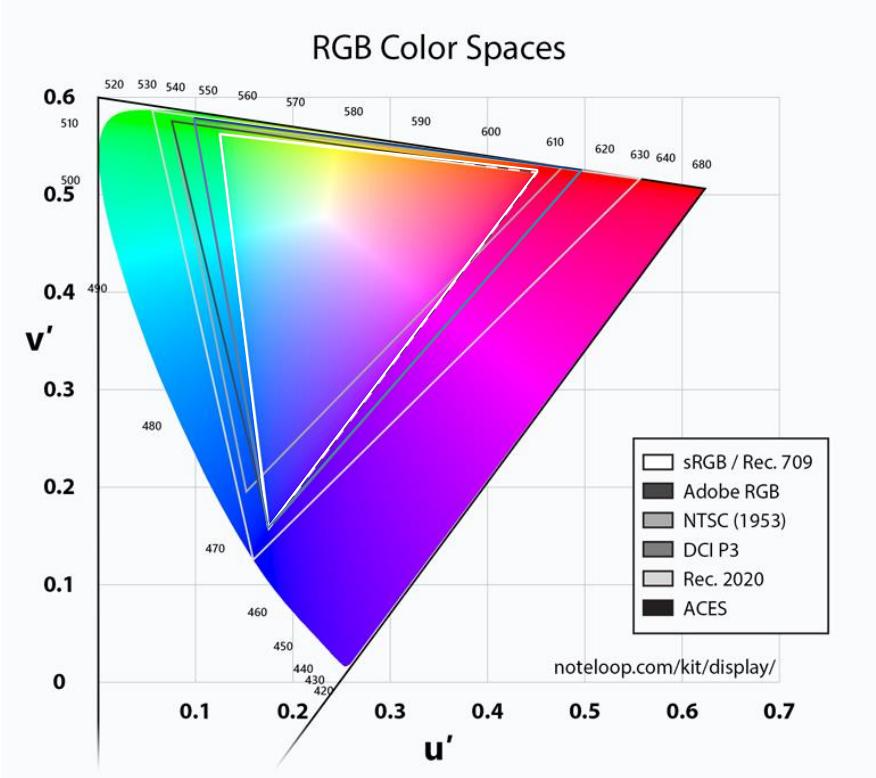
- DCI-P3는 디지털 영화를 위해 정의 되었으며, DCI는 디지털 영화 조약체로 주요 영화제작사(MGM, 파라마운트, 소니픽처스, 20세기 폭스, 유니버셜 스튜디오,월트디즈니,워너브라더스)의 합작사임.

- 모든 디지털 시네마 프로젝터는 **DCI P3** 색상 공간을 전체적으로 표시 할 수 있음.

색공간 영역의 변화

RGB Color Spaces

sRGB - 소비자대상의 컴퓨터 모니터에 사용.
Rec. 709 - HDTV에 사용되며 sRGB와 동일
NTSC - 현재는 사용되지 않으나 일반적으로 색영역 적용범위를 비교 지정함.
Adobe RGB - 전문가 영역의 컴퓨터 모니터에 사용됨.
DCI P3 - 디지털 영화용 프로젝터에 사용됨.
(DCI 4K and DCI 2K)
Rec. 2020 - UHDTV에 사용됨 (4K UHD and 8K UHD)
ACES - 영화제작을 위한 것으로 디스플레이에서 사용되지 않음.



색공간 영역의 변화

아이맥 디스플레이의 P3 color gamut (Retina, 2015년말)

P3:

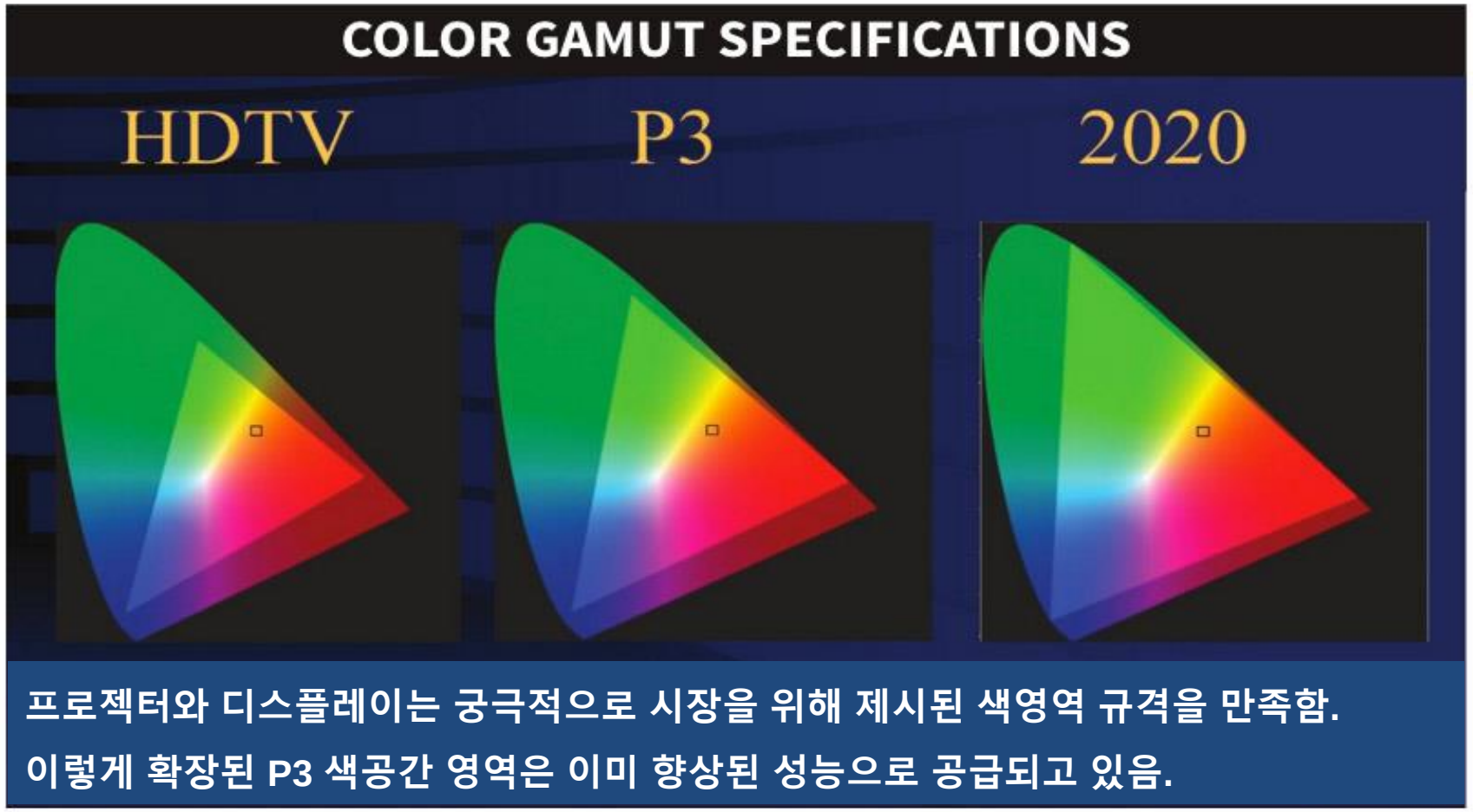
P3는 디지털 영화용
프로젝터에 사용되는
제논전구에 의해 생성된
색영역에 기반함.

미국의 헐리웃에서는 디지털
영화 시스템의 최종출력으로
P3를 사용하기 때문에
P3규격으로
마스터링(편집,녹화,저장등)함.



색공간 영역의 변화

Color gamut의 비교



프로젝터와 디스플레이는 궁극적으로 시장을 위해 제시된 색영역 규격을 만족함.

이렇게 확장된 P3 색공간 영역은 이미 향상된 성능으로 공급되고 있음.

색공간 영역의 변화

HDR: High Dynamic Range 모니터 및 프로젝터

“HDR 및 넓은 색 영역 기술은 모든 유형의 사용자에게 도움이 될 것임.”



색공간 영역의 변화

디지털 사진의 **HDR** 은 휘도의 범위를 압축하여 거의 손실된 어두운 영역과 흰색 영역의 세부사항을 볼 수 있도록 정의되고 개발됨.

즉 디지털 사진에서는 밝기가 다른(밝음, 중간, 어두움) 사진을 연속 촬영 후, 잘 나온 한 장의 사진으로 합성해 줌.

하지만 디지털 영화에서의 HDR 정의는 반대로 사용됨 – 휘도의 범위를 확장하여 – 검은 색을 더욱 검게, 흰색을 더욱 흰색으로 만듬.

HDR 의 이득을 볼 수 있는 환경으로는 디지털 시네마, 디지털 사이니지, 교육 및 시뮬레이션, 의료, 교육 및 박물관 같은 공공장소가 있음.

색공간 영역의 변화





Standard Dynamic Range



High Dynamic Range

출처 : tab-tv.com

색공간 영역의 변화 – HDR

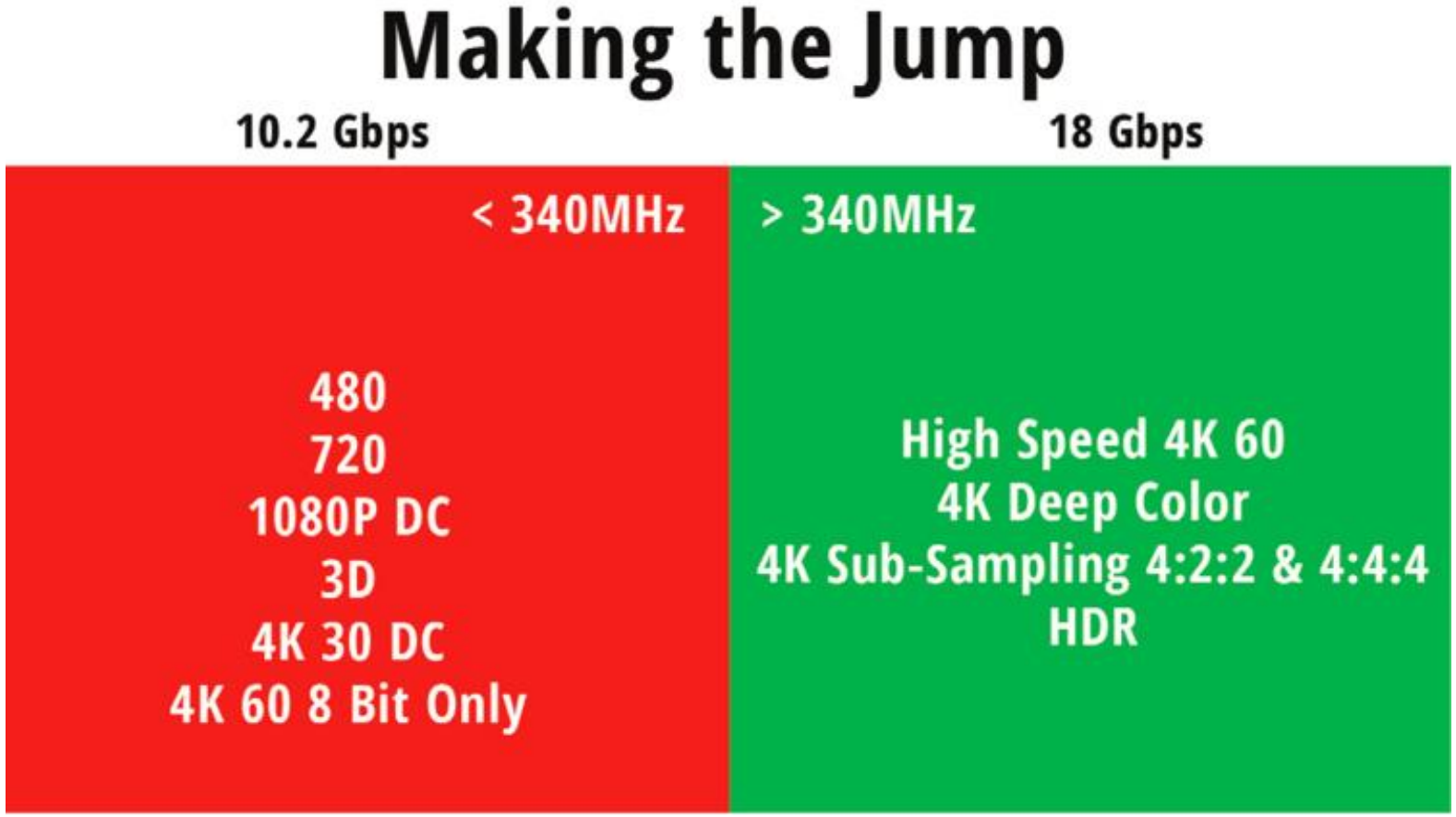


HDR – by Dolby vision

UHD 컨텐츠 사용시 curves 디스플레이 기기는 대형화면일 때 가치가 있으며, quantum dots 은 색재현력이 완벽에 가깝지만 매우 비쌈.
이런 상황에서 **HDR** 기술은 최고의 선택이 될 수 있음.

Jon L. Jacobi, freelance writer

HDMI 2.0



과거 HDMI Ver 1.x의 데이터 전송속도는 최대**10.2Gbps**였지만 현재는 **18Gbps**의 HDMI 2.0 규격지원.

HDMI 2.0

Resolution	V refresh rates (Hz)	Color Depth (bits)	Chroma subsampling	Bandwidth (Gbps)	Note
1080p	60	24	4:4:4	1.5	FHD
1080p	120	24	4:4:4	3	3D FHD
1080p	60	48	4:4:4	3	FHD DC
4K	30	24	4:2:0	1.5	4K30 4:2:0
4K	30	24	4:4:4	3	4K30 4:4:4
4K	60	24	4:2:0	3	4K60 4:2:0
4K	60	24	4:4:4	6	4K60 4:4:4

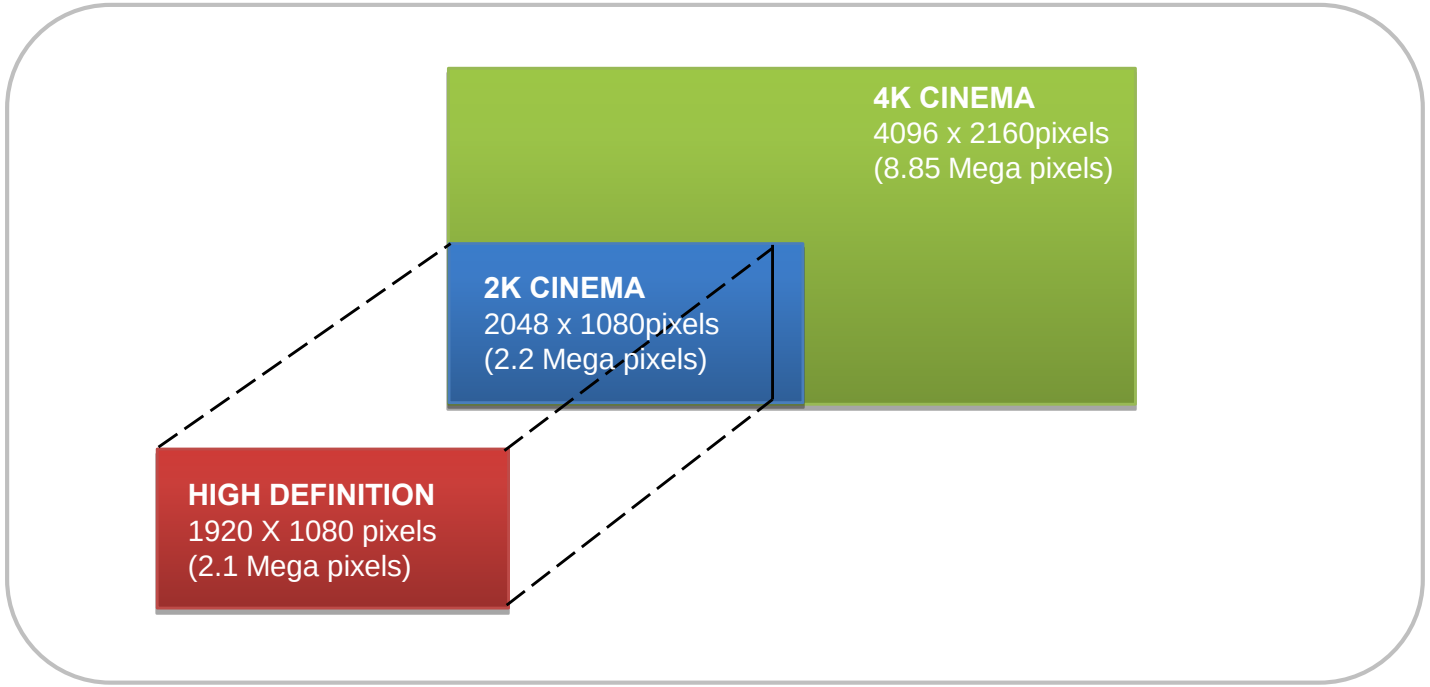
HDMI 2.0/a: 새로운 표준

- 이전의 HDMI 사양은 버전 1.4 였음.
  지원되는 해상도는 4,096 x 2,160픽셀에서 최대 초당 24 프레임을, 3,820 x 2,160픽셀에서 최대 초당 30프레임 지원

- HDMI 2.0은 "4K" 2160p를 최대 초당 60프레임까지 지원.

- HDMI 2.0은 듀얼비디오 스트림을 지원하여 사용자는 두 개의 풀 HD 영상을 동시에 볼 수 있음.

HDMI 2.0/a: 새로운 표준

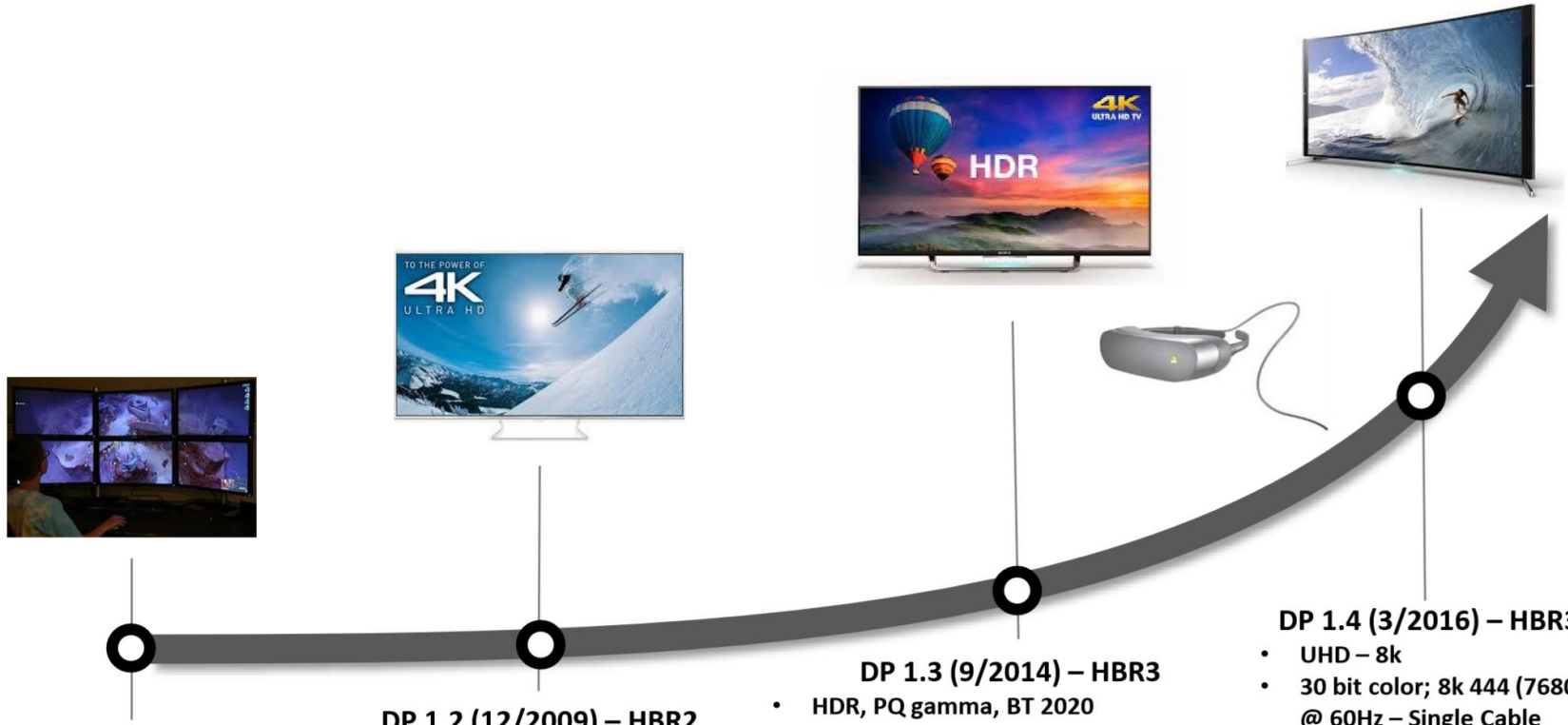


HDCP 2.2: 새로운 콘텐츠 보호 표준

- 차세대 콘텐츠 보호 기술인 **HDCP 2.2**는 하위 호환성을 갖음. 하지만 일부 **4K** 기기는 이를 지원하지 않을 수 있음.
- HDCP 2.2는 복제방지를 위한 최신 규격으로 소스와 디스플레이 사이의 보안 연결 생성하도록 설계 됨.
- 이는 시스템 구축시 혼란을 일으킬 수 있음에 주의필요.

Display Port 1.4

Progression of Display Experiences with DisplayPort



DP 1.0/1.1 (4/2007) – HBR1

- A setup driven by 6 Mini-DP connectors at 2560x1600@60 Hz on a single graphics card

DP 1.2 (12/2009) – HBR2

- UHD – 4k
- 30 bit color; 3840x2160 @ 60 Hz
- Tiled Display –4k x 2k MST single cable
- Tiled Display - 5k x 3k Dual Cable
- AdaptiveSync

DP 1.3 (9/2014) – HBR3

- HDR, PQ gamma, BT 2020
- HDCP 2.2, 420
- Tiled Display – 8k 444 Dual Cable
- 5kx3k@60 and 4k@120 Hz Single Cable
- A single connector connectivity with DP A/V, power and data via DP alt mode on USB-C

DP 1.4 (3/2016) – HBR3 & DSC

- UHD – 8k
- 30 bit color; 8k 444 (7680 x 4320) @ 60Hz – Single Cable
- VR – 4k+ @120Hz+, USB 3.1
- Multi Display Docking with USB-C
- Dynamic HDR Meta

Display Port 1.4

8k x 4k 444 Scalable resolution support with Tiled Display configuration

- Coordinated Video Timing optimizes the blank timing overhead by reducing the blank
- Display Stream Compression enables single cable 8k x 4k connectivity

TIMING	TILED	INTERFACE	TIMING DEFINITION	PIXEL RATE
3840 x 2160 60 Hz IT, 3840 x 2160 60 Hz TV	No	DP 1.2a	VESA CVT RB 1 CEA	533.250 MHz 594.000 MHz
5120 x 2880 30 Hz IT	No	DP 1.2a	VESA CVT RB1	462.500 MHz
5k x 3k - Half frame 2560 x 2880 60 Hz IT	Yes (2x1)	2 x DP 1.2a	VESA CVT RB1	483.250 MHz
8k x 4k - Half frame 3840 x 4320 30 Hz IT	Yes (2x1)	2 x DP 1.2a	VESA CVT RB 2	515.205 MHz
5120 x 2880 60 Hz IT	No	DP 1.3	VESA CVT RB 2	924.144 MHz
7680 x 4320 30 Hz IT	No	DP 1.3	VESA CVT RB 2	1019.896 MHz
8k x 4k - Half frame 3840 x 4320 60 Hz IT	Yes (2x1)	2 x DP 1.3	VESA CVT RB 2	1044.993 MHz
7680 x 4320 60 Hz IT 7680 x 4320 60 Hz CEA	No	DP 1.4 (DSC)	VESA CVT RB 2 CEA	2068.660 MHz 2376.000 MHz

USB–C 규격 소개

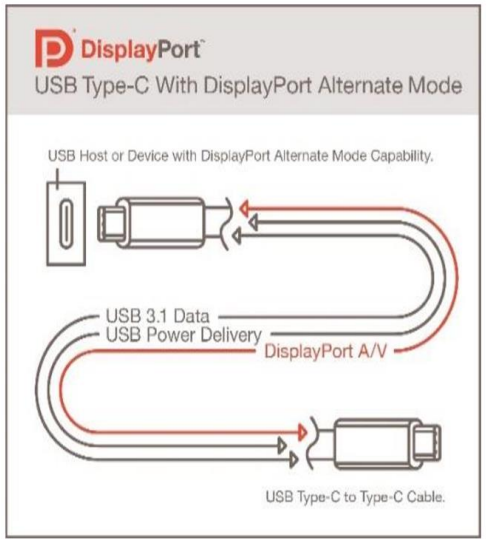
- USB-C 커넥터는 **micro USB**커넥터처럼 보이지만 약간 더 두꺼운 모양을 갖음.
- USB-C규격은 이론적으로 USB 3.0 (10Gb/s)보다 두 배 정도 빠른 속도를 갖으며 이를 **USB 3.1** 규격으로 부름.
- **USB-C** 커넥터는 다양하게 활용되어 DisplayPort, HDMI, power, USB, VGA를 전송할 수 있음.
- 위와같이 USB-C 와 다른 신호를 연결하는 다양한 어댑터가 있음.



USB–C 규격 소개

USB-C single cable connectivity with DisplayPort A/V, Power Delivery & DATA





- Clutter free single cable connectivity using USB Type-C with DisplayPort Alternate Mode
  - Provides backward compatibility with legacy interfaces via convertors (DP to VGA, DP to DVI/HDMI)
  - Power the PC, Tablet, Smart Phone or VR headset
  - Accommodate touch, ambient, proximity, head/eye tracking sensors with USB 3.1 data along with 2 lane of DisplayPort
  - Multi-display PC docking with DisplayPort Multi-Stream Transport
    - 2 lane at HBR3 can support 2 x 2560x1440@60Hz using CVT Reduced Blank 1
    - 2 lane at HBR3 with DSC can support 3 x 3840x2160@60Hz using CVT Reduced Blank 2
  - 2 lane at HBR3 with DSC can support 30bpp 3840x2160@120Hz+ for VR application with USB 3.1 data

HDBT 2.0

In my last blog we looked into the possible trip wires of **4K/60 4:4:4 HDR**. Now the rabbit hole is a little deeper with HDBaseT, with its native bandwidth equivalent to 10Gbps in HDMI. To support formats requiring up to 18Gbps in HDMI, HDBaseT introduces compression to reduce the data load. That can actually be a good thing, as long as you know what you're dealing with and can design systems accordingly. Read on for the technical low-down...

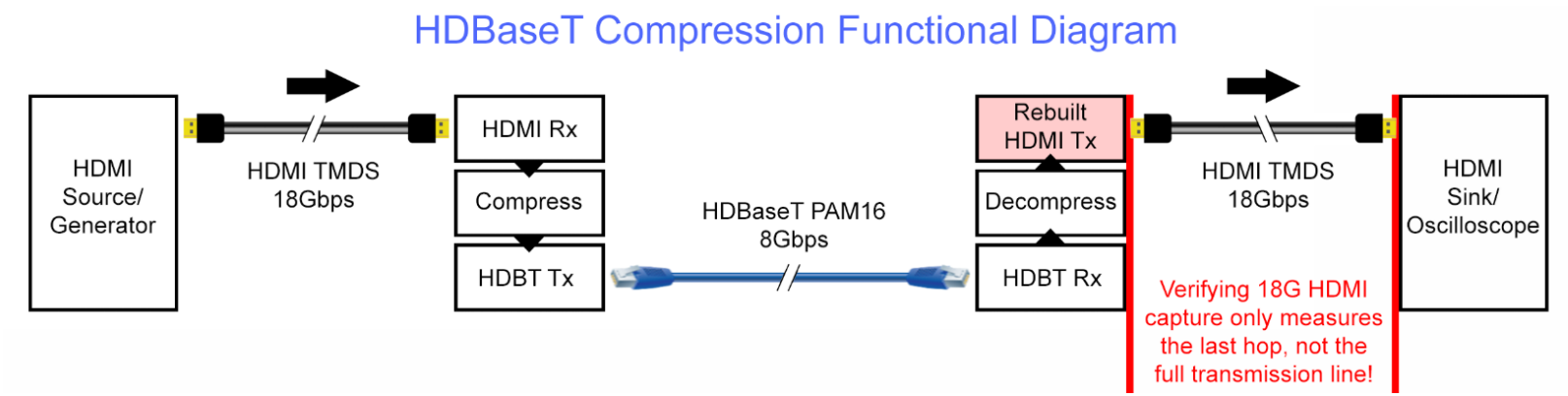
Recapping the 4K 60Hz 4:4:4 HDR dilemma, it's currently a matter of pick any three of the four featured elements: yes we can get 4K/60 with HDR but *only if* chroma is dropped to 4:2:2 or 4:2:0. Or we can have 4:4:4 if the frame rate is 30fps or less. But at 4K/60 4:4:4 it's only 8-bit, and that means no HDR. Something's got to give. But just since writing that blog two weeks ago I was shown an advertisement for a product utilizing HDBaseT and claiming **4K/60 4:4:4 HDR**. To further complicate things, it was also accompanied by third party endorsement as "**Bandwidth Certified to 18Gbps**." Hmmm.

So what's the problem?

Well, to answer that requires digging into some fundamentals of HDBaseT. Firstly, it's an 8Gbps transmission line which doesn't need the 20% encoding overhead that HDMI works with. Therefore, HDBaseT supports a data rate which equates to 10Gbps of HDMI. They state it as 10.2Gbps just to align with the marketing nomenclature of *High Speed HDMI*, which is totally legitimate as there's nothing going on in that top little bit anyway. All good. But what about 18Gbps?

Valens, inventors of HDBaseT technology, are working on a native 16Gbps solution to support uncompressed 18Gbps of HDMI, for which they anticipate a 2019 release. In the meantime they've ratified a compression solution to allow video formats which would otherwise require 10-18Gbps HDMI to fit through the current bandwidth capability of HDBaseT. The chosen solution is VESA's Display Stream Compression (DSC), which is a lightweight, very high performance codec with imperceptible latency (I've calculated in the order of 18µs) and image quality. I'm all for that.

But let's be clear — compression alone makes the signal load smaller, it does NOT make the pipe bigger. When employed in HDBaseT, the original 18Gbps HDMI signal is decoded at the start of the HDBaseT system, the video extracted and compressed, then sent over the CATx cable in using regular HDBaseT transmission. The far end receiver then decompresses the signal and builds what is effectively an all new 18Gbps HDMI signal to output to its final destination. So if the system is tested for bandwidth at the far end, it's actually only the last connection that's being measured, not the whole transmission line.



AVoverIP → SDVOE

SDVOE site: https://sdvoe.org/



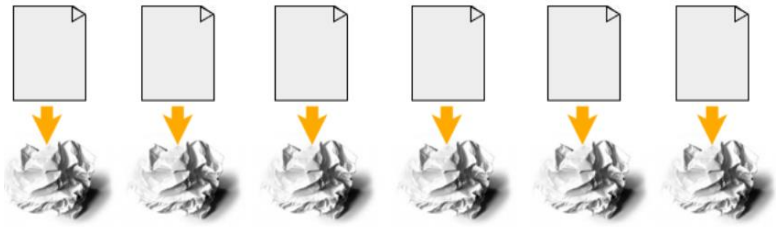
AVoverIP → SDVOE

SDVOE site: https://sdvoe.org/

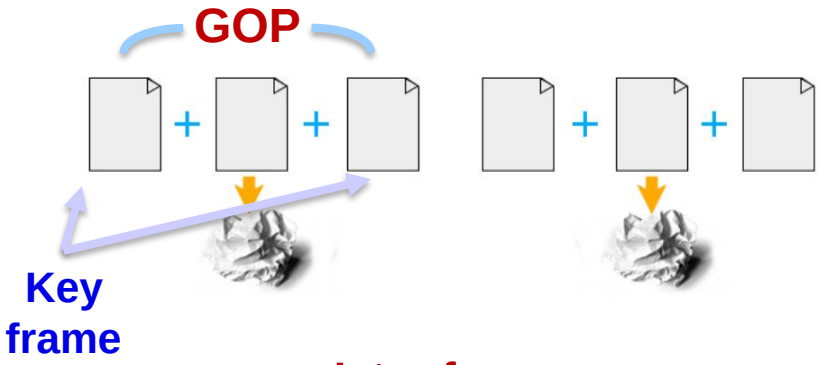
압축 방식	규격	데이터 전송속도	압축비율
Uncompressed/ Lossless	SDVOE	0.3~10Gbps	1:1 비압축
Visually Lossless	JPEG2000 MJPEG, DIRAC Pro	30~800Mbps	15:1~300:1
Lossy	MPEG-2, H.264, HEVC	1~40Mbps	300:1~3000:1

AVoverIP → SDVOE

SDVOE site: https://sdvoe.org/



Intra-frame



Inter-frame

압축 방식	규격	데이터 전송속도
1:1 비압축	SDVOE	100μs
Intra-frame	JPEG2000 MJPEG, DIRAC Pro	30ms~100ms
Interframe short GOP	MPEG-2, H.264, HEVC	100ms~250ms
Interframe long GOP	H.264, HEVC	1s~5s

GOP: Group Of Pictures

MPEG-2 에서 HEVC까지의 진화과정

MPEG2

480i/30 @ 8 - 10 Mb/s
1080i/30 @ 18 Mb/s



H.264
MPEG-4/AVC

480i/30 @ 2 - 3 Mb/s
1080i/30 @ 6 Mb/s
1080p/60 @ 15 Mb/s



HEVC
H.265 - HIGH EFFICIENCY VIDEO CODING

1080p/60 @ 2 – 3 Mb/s
2160p/60 @ 8 – 20 Mb/s



압축 규격

MPEG: **M**oving **P**ictures **E**xpert **G**roup

- 압축은 아래와 같은 몇 가지 표준을 포함함:
- MPEG 1, MPEG 2, MPEG 4 (H.264)
- 그리고 최근의 **H.265**: **HEVC** – 이론적으로 두 배의 압축 효율을 갖는 High Efficiency Video Coding 을 의미
- HEVC 는 8192×4320픽셀을 지원하는 **8K Super Hi-Vision video**을 말함.
- 4K/8K UHD HEVC/H.265 영상을 낮은 해상도로 변환 및 압축함.

AVoverIP → SDVOE

SDVOE site: https://sdvoe.org/

Founding Members

AQUANTIA® CHRISTIE® NETGEAR®

SEMTECH SONY zeevee

Contributors

ALTIMIUM Audinate® Aurora

DVIGEAR Grandbeing CREATING A CONNECTED AV WORLD icron Now Part of Maxim Integrated

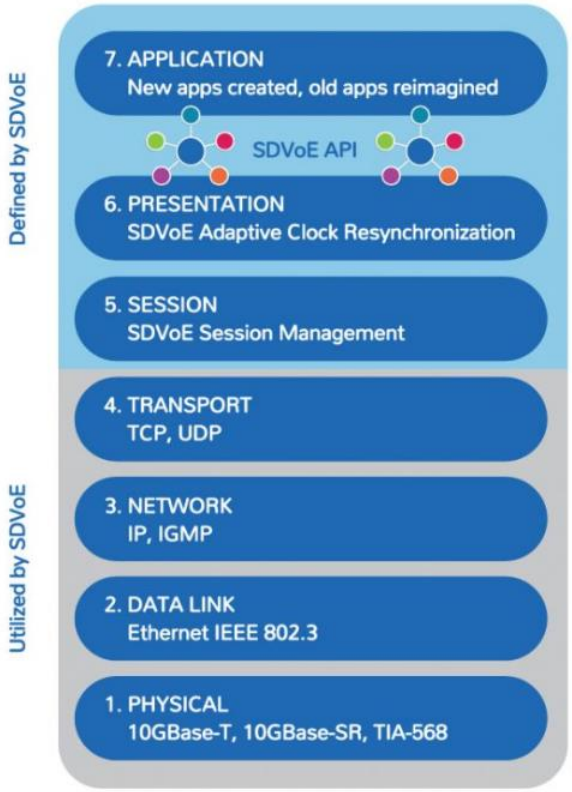
IDK KRAMER AV BEYOND THE BOX PTN

Adopters

ANIXTER ARISTA AVLINK BELDEN SENDING ALL THE RIGHT SIGNALS

AVoverIP → SDVOE

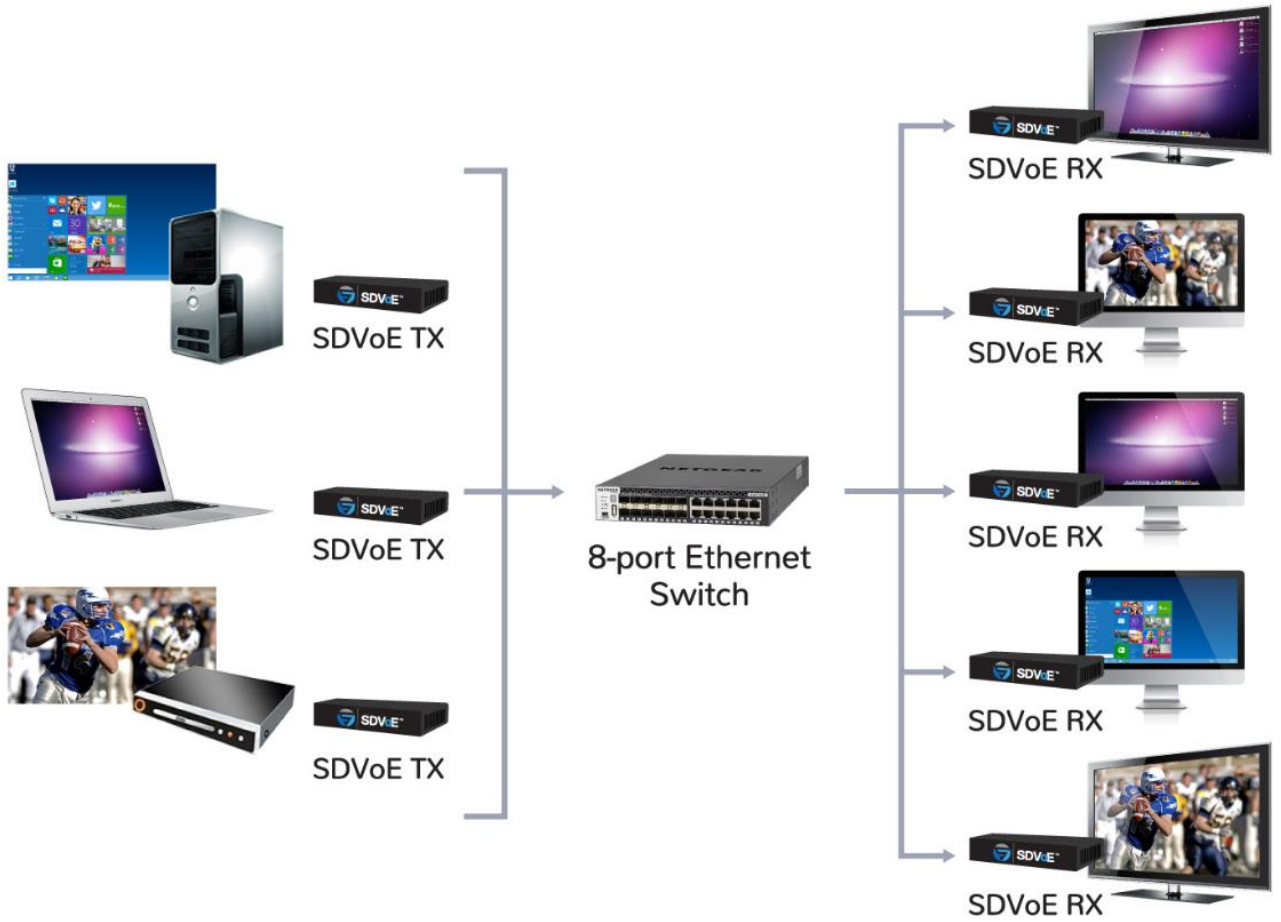
SDVOE site: https://sdvoe.org/





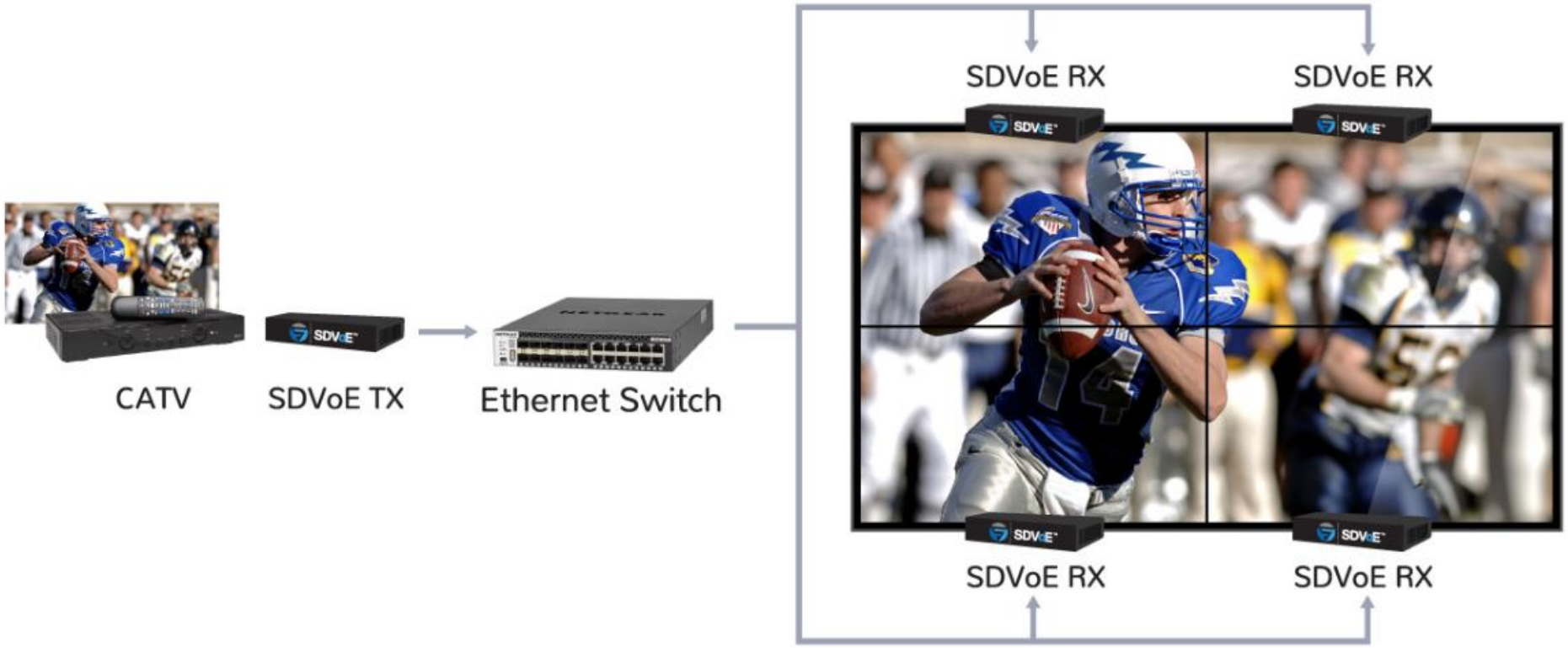
SDVOE Matrix switchers

SDVOE Matrix switchers



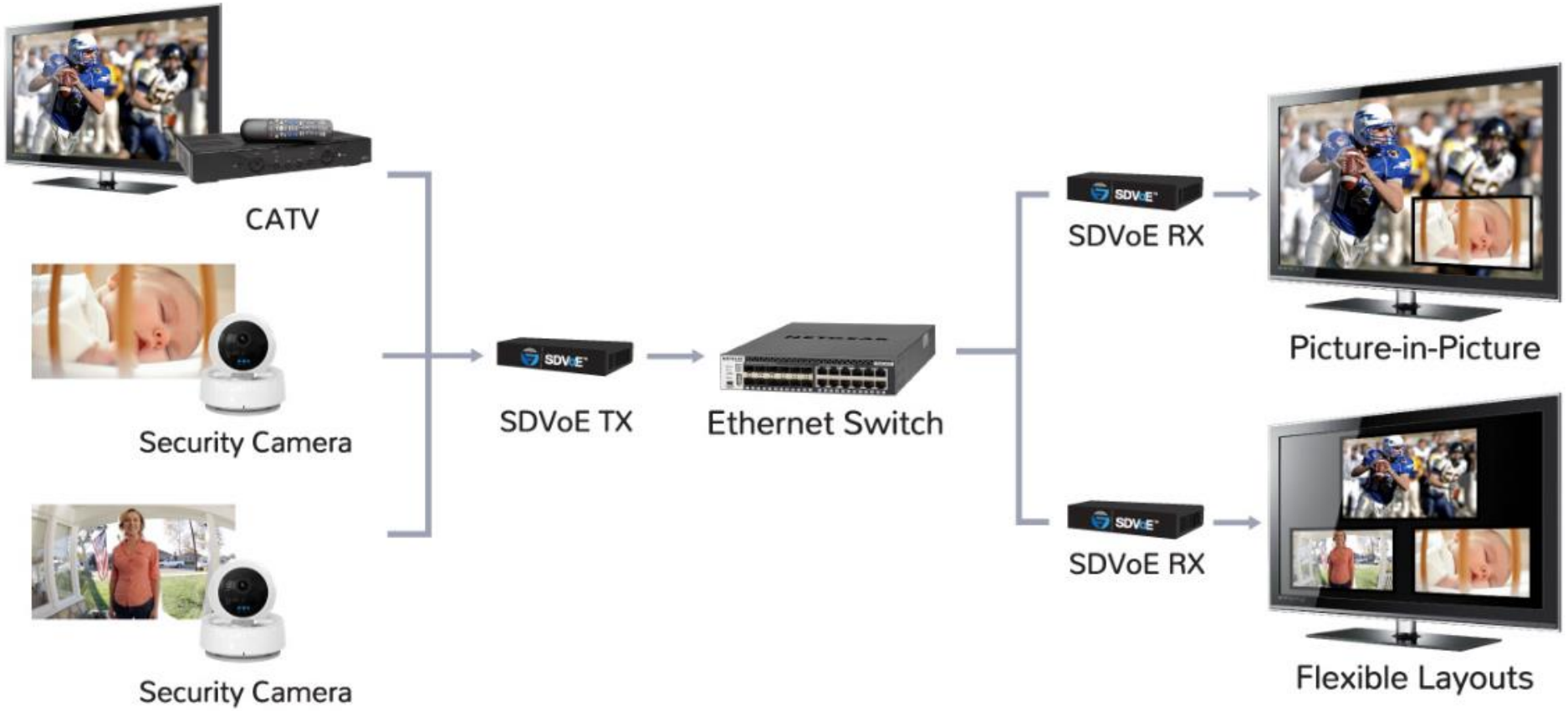
SDVOE Videowalls

SDVOE Videowalls



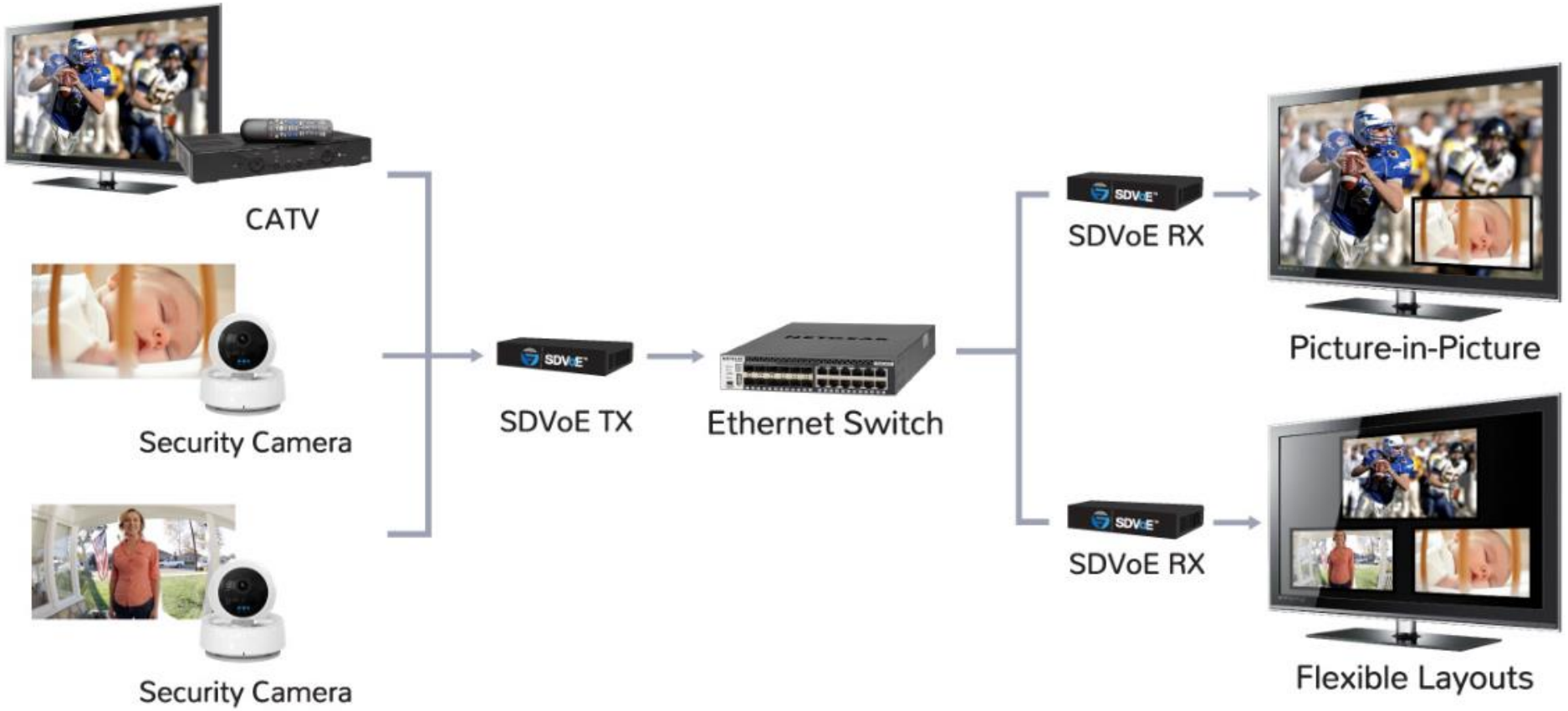
SDVOE Multiviewers

SDVOE Multiviewers



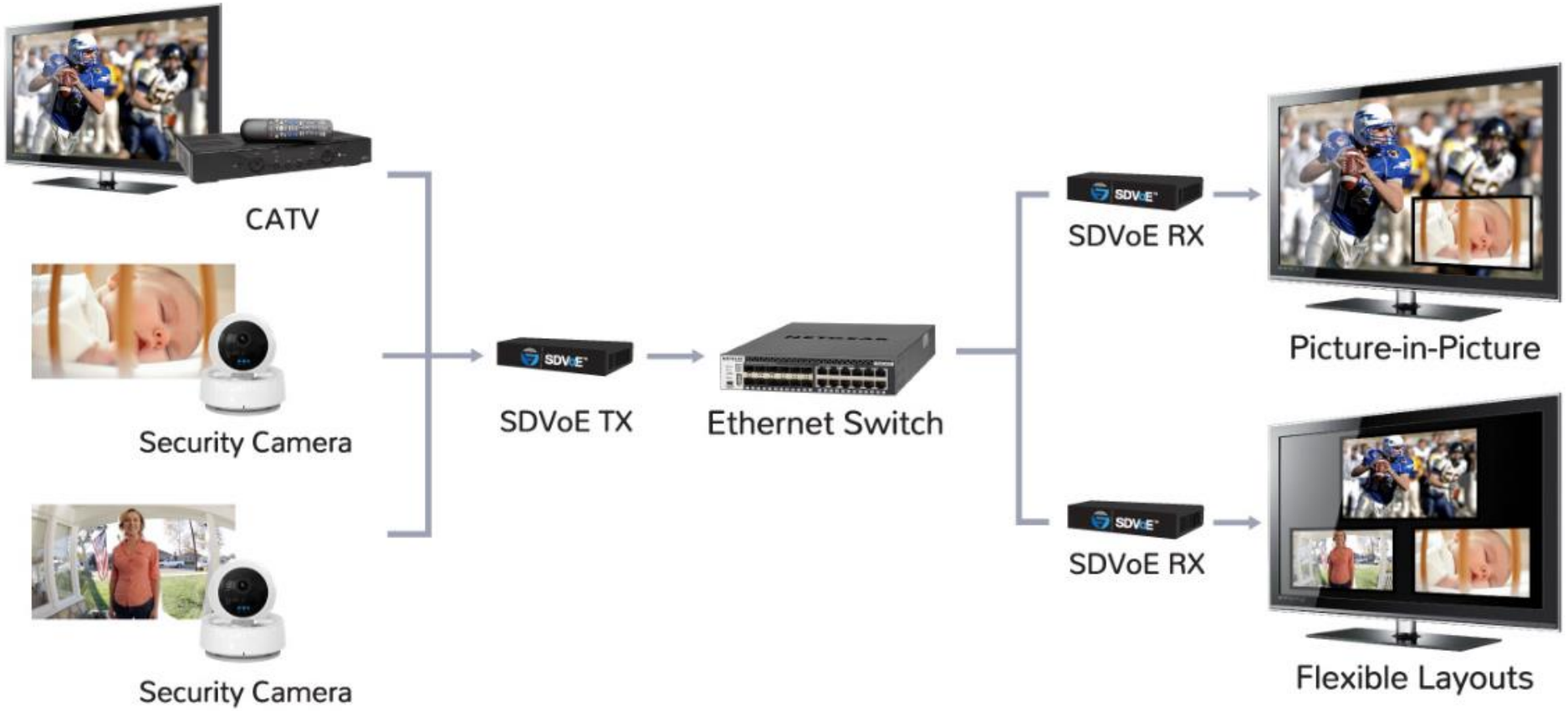
SDVOE Multiviewers

SDVOE Multiviewers

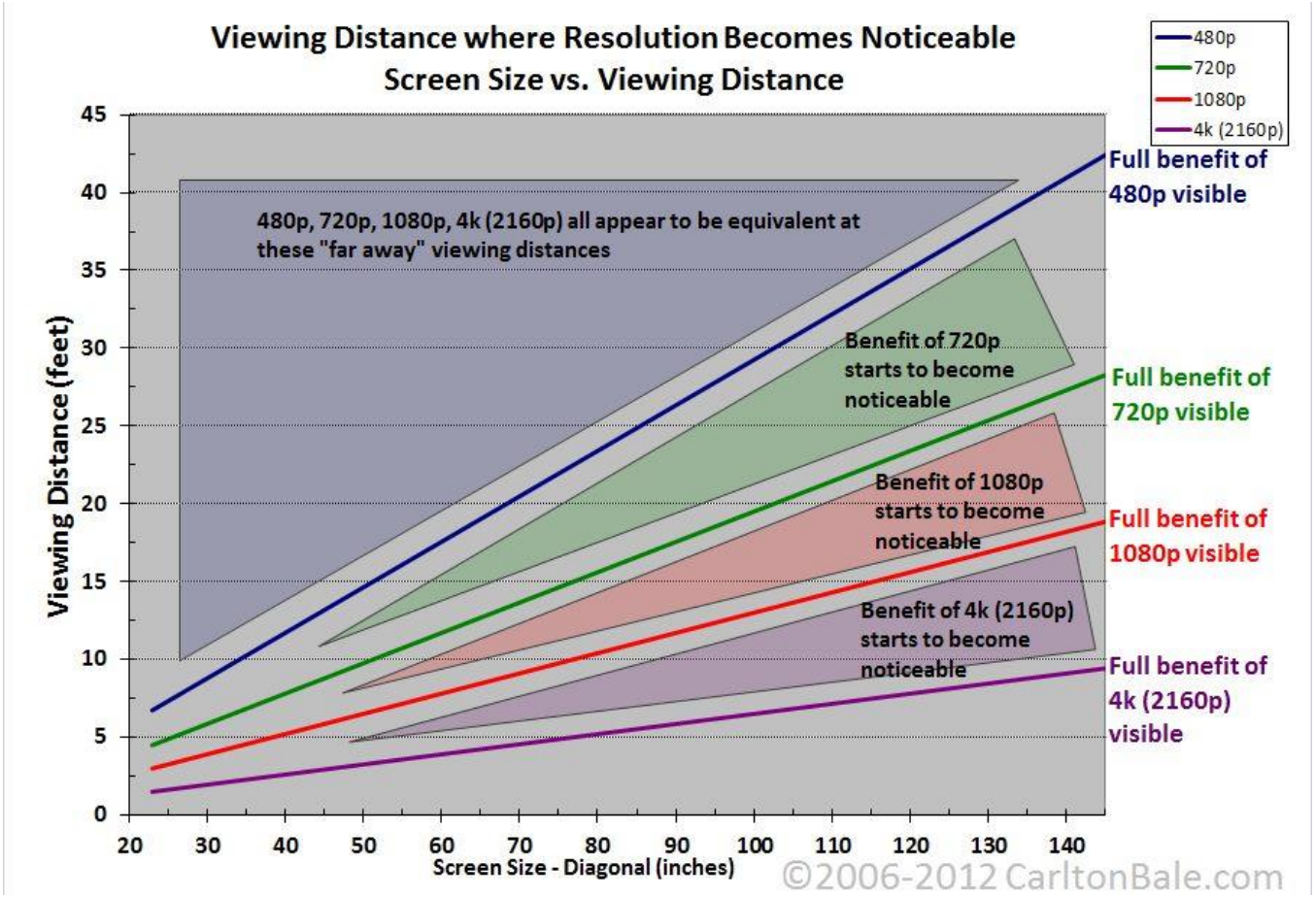


SDVOE Multiviewers

SDVOE Multiviewers



고화질 영상과 스크린 크기 및 거리



- 100인치 규격의 4K 영상을 정상적으로 보기 위해서는 7피트의 간격을 필요로 함.

디지털 영화의 진화로 인한 적정 시청거리



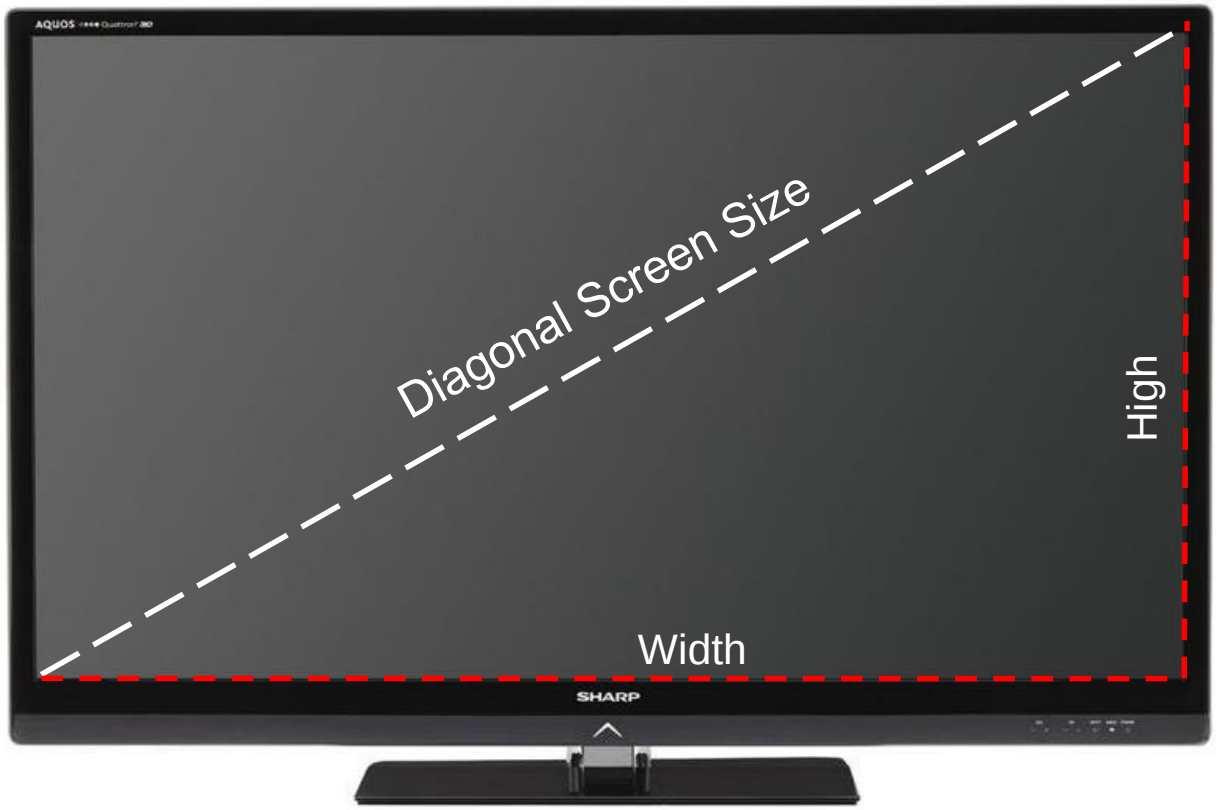
4K Vs UHD

4K COMES IN TWO MAIN FLAVORS:

1. DCI 4K 해상도의 표준은 4096 x 2160 픽셀로 화면비는 256:135, 약 1.9:1 의 화면비를 갖음. 이러한 표준은 영화나 영상제작 산업에서 일반적으로 사용되고 있음.

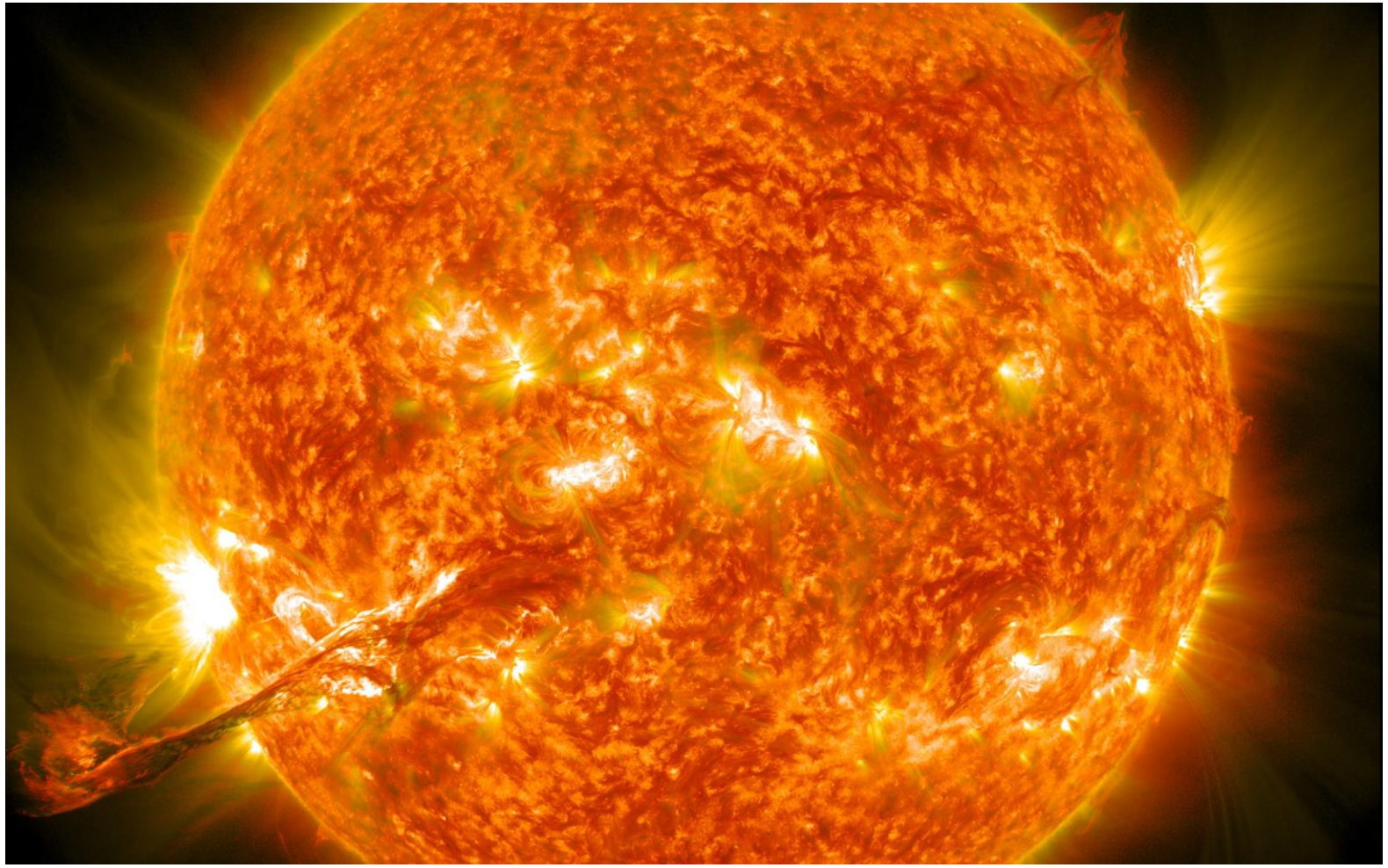
2. 4K ultra-high-definition television (UHDTV) 또는 "UHD-1" 표준은 3840 x 2160 픽셀로 16:9 또는 , 1.78:1의 화면비를 지원함.
이 표준은 대부분의 소비자용 텔레비전과 미디어에서 사용됨.

화면비



고해상도의 사용

NASA UHD 영상

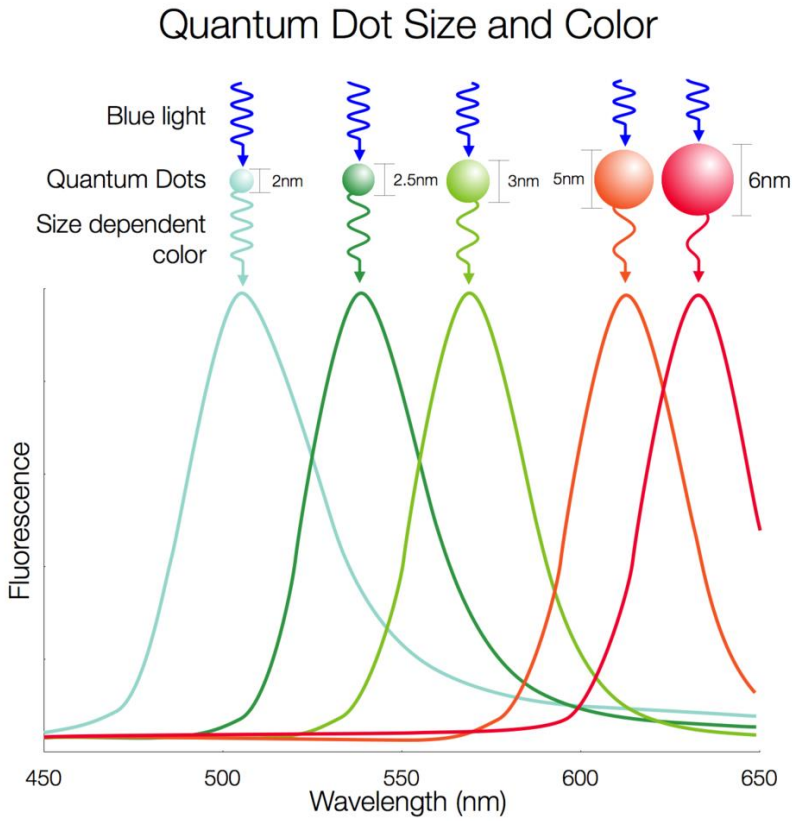


최적화된 4K TV QD 기술

시장을 양분하던 삼성과 LG의 LED TV 경쟁에서 4K에 최적화된 QD QLED TV를 만든 삼성이 OLED방식의 LG를 이김.

삼성은 QD(quantum dot) LED의 특징인 나노기술(양자점, 물질의 크기가 나노단위로 줄경우 물질 종류의 변화 없이도 입자크기별로 다른 길이의 빛 파장이 발생되어 보다 다양한 색상 표현 가능) 로 OLED보다 색재현성이 10%이상 높은 고화질 구현

LED백라이트의 색상범위는 플라즈마, OLED TV보다 못해 QD TV가 4K TV의 대세로 부각됨.



대화면 디스플레이: 소니사의 CLEDIS



소니는, 현미경을 통해서 봐야 할 정도로 작은 LED를 기반으로 한 기술을 개발하여 CLEDIS(Crystal LED Integrated Structure)라 호칭.
이 기술은 디스플레이 표면의 99%가 완전히 검게 표시됨.
소니는 InterBEE2016에서 220인치급의 대형디스플레이를 구현함.
기존 LED TV보다 높은 명암비와 광시야각 그리고 광대역의 색공간 영역의 재현이 가능해 많은 기대를 받음.

2 – 4 – 8

4K를 뛰어넘는 새로운 고화질 영상 규격

Super Hi-Vision 또는 8K

일본의 NHK에 의해 발표됨



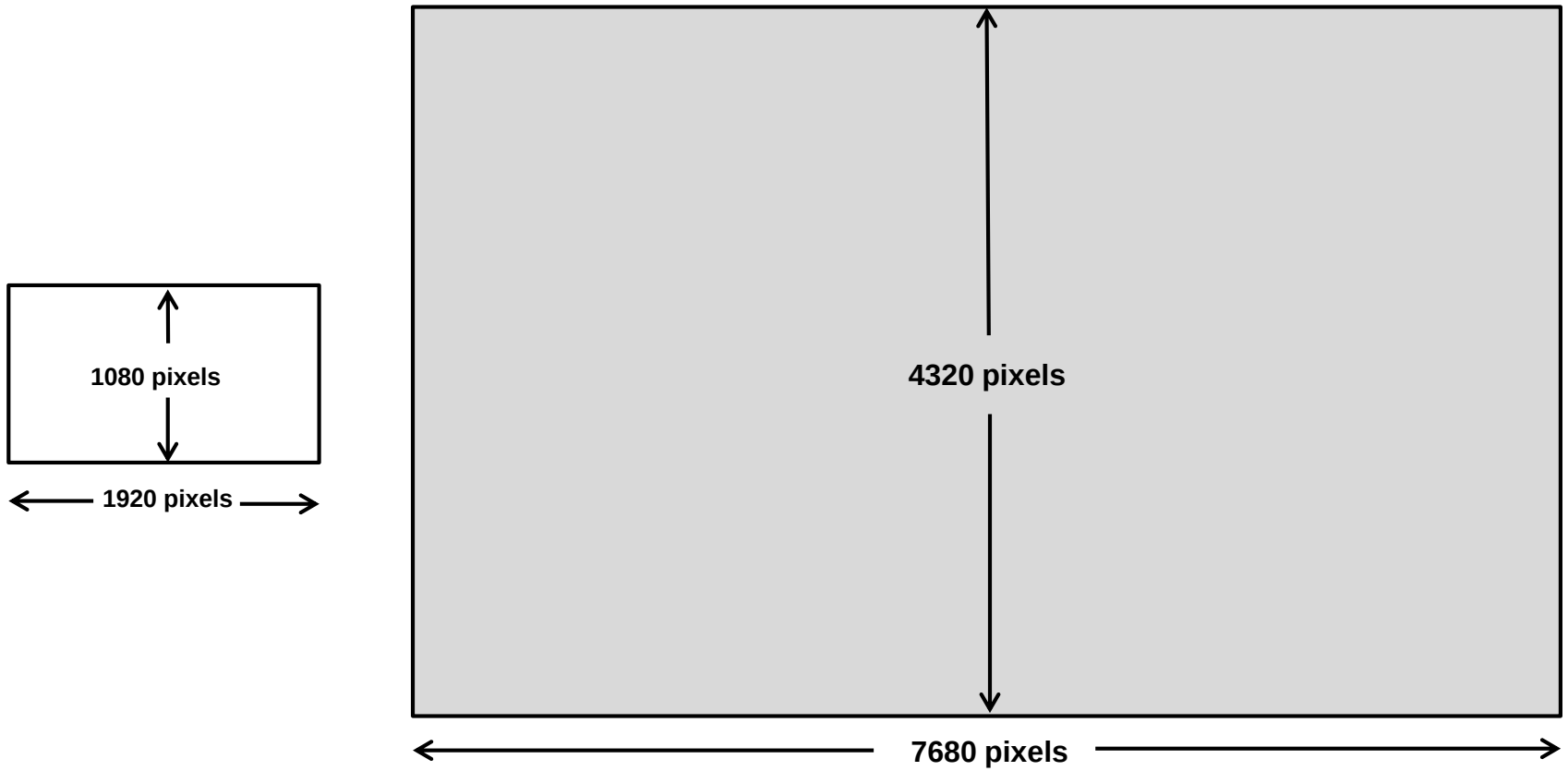
영상

- 픽셀 수: 7,680 × 4,320 (33.2MP)
- 화면비: 16:9

음성

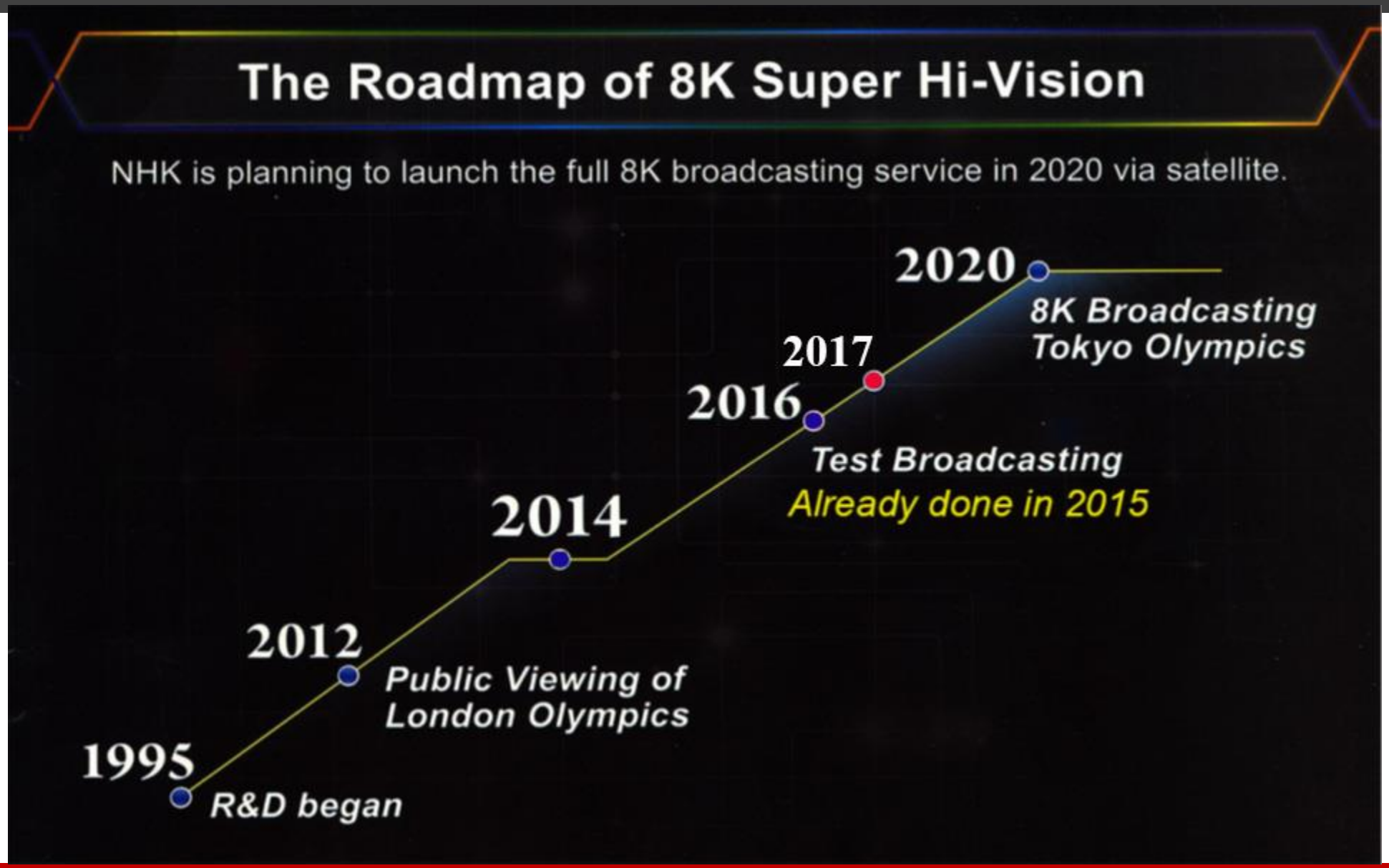
오디오 시스템: 22.2 서라운드 사운드(24 loudspeakers!)

8K 사양



8K TV 는 2K해상도인 FHD의 **16배**의 해상도(7680 x 4320 = 32,961,600 pixels)
-10분 정도의 동영상 저장시 1.79TB 필요

8K 개발 계획


The Roadmap of 8K Super Hi-Vision
NHK is planning to launch the full 8K broadcasting service in 2020 via satellite.
1995
R&D began
2012
Public Viewing of London Olympics
2014
2016
Test Broadcasting
Already done in 2015
2017
2020
8K Broadcasting Tokyo Olympics

8K 촬영용 카메라











NABSHOW 2015 Where Content Comes to Life

HITACHI
Inspire the Next



현재 사용중인 압축되지 않은 SDI 표준

표준	명칭	소개연도	전송속도	영상 규격
SMPTE 259M	SD-SDI	1989	270 Mbit/s, 360 Mbit/s, 143 Mbit/s, 177 Mbit/s	480i, 576i
SMPTE 344M	ED-SDI		540 Mbit/s	480p, 576p
SMPTE 292M	HD-SDI	1998	1.485 Gbit/s, and 1.485/1.001 Gbit/s	720p, 1080i
SMPTE 372M	Dual Link HD-SDI	2002	2.970 Gbit/s, and 2.970/1.001 Gbit/s	1080p
SMPTE 424M	3G-SDI	2006	2.970 Gbit/s, and 2.970/1.001 Gbit/s	1080p
SMPTE ST-2081	6G UHD-SDI	2014	6 Gbit/s	4K p30
SMPTE ST-2082	12G UHD-SDI	2015	12 Gbit/s	4K p60
SMPTE ST-2083	24G (UHD/8K)	2018?	24 Gbit/s	4K/8K p?

신기술 – SuperMHL

Mobile High-Definition Link는 단일 케이블을 사용하여 모바일 기기에서 TV 또는 기타 디스플레이 기기로 AV컨텐츠를 스트리밍 할 수 있음.

새로운 **superMHL** 표준은 고화질과 높은 속도로 동일한 작업을 수행하며 **8K**를 지원함.



무압축 영상 송출

- 네트웍 인프라는 현재 상상불가능한 30-80 Gb/S의 전송율 도달.
- 이 의미는 방송사를 위해 단일 **IP network**(구리 또는 광섬유)을 필요로 함을 의미함.



고해상도 영상의 향후 전망



16K/18K 영상은 이미 개발 중에 있음.

제안된 결의안에 따르면 **2020 년에 시연 예정**:

15384 x 8640 - 132 MP 스크린 이미지

이러한 고해상도 협의는 이미 2025년에 **32K**

(528 MP screen)해상도에 대한 논의가 예정되어 있음.

영상의 미래

“IP 네트웍을 통해 모든 라우팅, 스위칭, 분배, 변환이 이루어질 것으로 예상”

그리고 이미 이러한 **IP**네트웍기술은 존재함

하지만 높은 압축효율을 갖는 콘텐츠 필요

