

UHD 디스플레이 디바이스 화질 평가 동향 소개

양진영, *임성묵, 곽경철, 배성용
한국정보통신기술협회
jay@tta.or.kr

Introduction of UHD Display Assessment Technique

Jinyoung Yang *Seongmook Lim Kyungchul Kwak Sungyong Bae
Telecommunications Technology Association

요 약

최근 가정용 TV 를 포함한 비디오 디스플레이 기기는 HD(High Definition)에서 UHD(Ultra High Definition)로 급속하게 전환되고 있다. DTV 방송의 경우 한국은 HDR(High Dynamic Range)이 제외된 UHDTV 지상파 방송을 시작하였고 북미 MVPD(Multiple Video Program Distributor) 사업자들은 HDR 서비스를 먼저 도입하기 시작하였다. 기존 full HD 보다 4 배 이상의 해상도를 지원하는 UHD 는 HDR 과 WCG(Wide Color Gamut)를 제외하고 논할 수 없다. 본 고에서는 해외의 디스플레이 인증 기관에서 적용하고 있는 UHD 디스플레이 디바이스에 대한 화질 평가 기술에 대하여 소개한다

1. 서론

UHD(Ultra High Definition)의 특징으로는 HD 보다 4 배 이상 높은 4K 이상의 해상도뿐만 아니라, HDR, WCG, 고속 프레임율, 실감오디오 등을 들 수 있다. UHDTV 방송의 경우, 한국은 작년부터 HDR 이 제외된 UHDTV 방송을 시작한 반면, 북미의 케이블 사업자(Comcast), 위성사업자(DirecTV), OTT 사업자(Amazon, Netflix) 등은 HDR 서비스를 먼저 도입하였다.

MPEG 에서는 기존 SDR(Standard Dynamic Range)를 1000:1 이하의 명암비로, EDR(Enhanced Dynamic Range)를 1000:1~100,000:1 로, HDR(High Dynamic Range)를 100,000:1 이상으로 정의하고 있다. WCG(Wide Color Gamut)은 인지가능한 색역을 정의한 CIE1931 을 기준으로 HDTV 에서는 BT.709[1]를, UHDTV 에서는 DCI P3[2]와 BT.2020[3]을 사용하고 있으며, 각각은 인지가능 영역의 35.9%, 53.6%, 75.8%에 해당된다.[4]

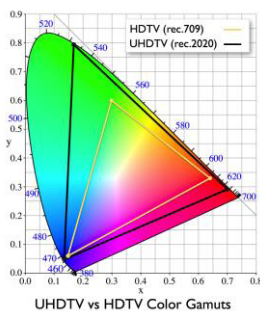


그림 1. CIE1931 vs. BT.2020 vs. BT.709

HDR/WCG 기술은 EOTF(Electro-Optical Transfer Function)로 PQ(Perceptual Quantization)와 BT. 2020 을 사용하는 HDR10, OETF(Opto-Electrical Transfer Function)로 HLG(Hybrid Log Gamma) [5]와 BT. 2020 을 사용하는 HLG10, Dynamic tone mapping 을 사용하는 HDR10+와 Dolby Vision 등이 있다. PQ 는 Dolby 가 개발한 EOTF 로서 SMPTE ST 2084 [6]로 규정되어 있으며 HLG 는 NHK 와 BBC 가 개발한 OETF 함수이다. 이외의 EOTF 함수로는 Sony 가 개발한 SLog2 와 SLog3 가 있다. ST. 2086 [7]에는 master display (레퍼런스 모니터)의 static 메타데이터로서 색역(color primaries), 백색점(white point), 밝기(min/max luminance)를 정의하고 있다. ST 2094 표준 [8]은 HDR/WCG 신호를 수신한 디스플레이의 색역에 맞게 변환하는데 필요한 dynamic 메타데이터로서 color volume mapping 정보와 tone mapping 정보를 담고 있다.

표 1. HDR/WCG 기술

	HDR10	HLG10	Dolby Vision	Technicolor	HDR10+
EOTF /OETF	ST.2084	HLG	ST.2084	ST.2084	ST.2084
색역	BT.2020	BT.2020	BT.2020	BT.2020	BT.2020
메타 데이터	ST 2086	NA	ST 2094 -10[9]	ST 2094 -30[10]	ST 2094 -40[11]
bit depth	10 bits	10 bits	12 bits	10 bits	10 bits

본 논문에서는 이러한 HDR/WCG 기술을 적용한 UHD 디스플레이 디바이스에 대한 국제 단체의 화질 평가 동향을 소개하고자 한다.

2. UHD 디스플레이와 로고 인증

UHD 디스플레이 디바이스는 패널의 타입에 따라 크게 LCD 와 OLED 로 나누어진다. LCD 는 백라이트 유닛을 사용하여 밝기를 조절하며 OLED 는 유기물질을 이용한 자체 발광으로 밝기를 조절한다. 따라서 OLED 는 블랙 표현이 뛰어난 반면 최대 밝기는 LCD 에 미치지 못하며, LCD 는 최대 밝기가 OLED 보다 높지만 블랙은 OLED 만큼 구현할 수 없다.

UHD 디스플레이 디바이스는 사용 용도에 따라 UHD 모니터, UHD TV, 모바일 디스플레이 등으로 구분할 수 있다. UHD 모니터는 방송용 레퍼런스 디바이스와 PC 모니터로 구분할 수 있고, 모바일 디스플레이는 스마트폰 디스플레이, 태블릿 디스플레이, 노트북 디스플레이로 구분할 수 있다.

이러한 디스플레이 디바이스를 평가하기 위한 기준을 만들고 로고 인증 프로그램을 운영하고 있는 기관으로는 UHD Alliance, VESA 등이 있다. 이들 단체는 HDR/WCG 품질을 평가하기 위한 인증기준을 자체 개발하여 운영하고 있다. UHD Alliance 는 고품질의 디스플레이 디바이스에 대한 로고 인증 규격을 보유하고 있으며, VESA 는 최대밝기를 기준으로 3 개의 프로파일로 나누어서 로고 프로그램을 운영하고 있다.

3. 결론

본 논문에서는 HDR 과 WCG 를 특징으로 하는 UHD 비디오 디스플레이 디바이스에 대한 화질 평가 동향에 대하여 소개하였다.

H.265 와 같은 고효율 비디오 압축 방식의 출현, UHD TV 방송과 UHD 스트리밍 서비스의 개시와 HDR/WCG 기술은 향후 비디오 디스플레이 시장이 본격적으로 UHD 로 전환될 것으로 예측할 수 있다. UHD 디스플레이 디바이스는 PC 모니터와 UHD TV, 스마트폰 등의 가정용 기기에서부터 사이니지 등 공공시설과 의료 분야 등으로 확대 적용될 것으로 예상되며, 이에 따른 디스플레이 디바이스의 화질 평가 기술은 디스플레이 산업 발전에 기여할 것으로 기대된다.

참고 문헌

[1] ITU-R Recommendation BT. 709-6, "Parameter Values for the HDTV Standards for Production and International Programme Exchange," BT series Broadcasting Service, Jun. 2015

[2] SMPTE ST431-1:2006, "D-Cinema Quality - Screen Luminance Level, Chromaticity and Uniformity," the Society of Motion Picture and Television Engineers, 2006

[3] ITU-R Recommendation BT 2020-2, "Parameter Values for Ultra-High Definition Television Systems for Production and International Programme Exchange," BT Series Broadcasting Service, Oct. 2015.

[4] 강정원 외, "HDR/WCG 비디오 서비스를 위한 표준화 동향," 방송과 미디어, 제 20 권 제 4 호, 2016.10. pg. 28-37

[5] ARIB STB-B67, "Essential Parameter Values for the Extended Image Dynamic Range Television (EIDRTV) System for Programme Production," July 3, 2015

[6] SMPTE ST2084:2014, "High Dynamic Range Electro-Optical Transfer Function of Mastering Reference Displays," the Society of Motion Picture and Television Engineers, 2014.

[7] SMPTE ST 2086:2014, "Mastering Display Color Volume Metadata Supporting High Luminance and Wide Color Gamut Images," the Society of Motion Picture and Television Engineers, 2014.

[8] SMPTE ST 2094-0:2017, "Dynamic Metadata for Color Volume Transformation - Overview for the SMPTE ST 2094 Document Suite," the Society of Motion Picture and Television Engineers, 2017.

[9] SMPTE ST 2094-10:2016, "Dynamic Metadata for Color Volume Transform - Application #1," the Society of Motion Picture and Television Engineers, 2016.

[10] SMPTE ST 2094-30:2016, "Dynamic Metadata for Color Volume Transform - Application #3," the Society of Motion Picture and Television Engineers, 2016.

[11] SMPTE ST 2094-40:2016, "Dynamic Metadata for Color Volume Transform - Application #4," the Society of Motion Picture and Television Engineers, 2016.