HDR/WCG 비디오 서비스를 위한 표준화 동향

□ 강정원, 이진호, 전동산, 김휘용 / 한국전자통신연구원

요약

비디오의 사실감을 극대화하기 위하여 근래에 HDTV에서 지원하는 명암비(dynamic range)와 색역(color gamut)보다 넓은 고명암비(HDR, High Dynamic Range) 및 넓은 광색역(WCG, Wide Color Gamut)을 제공하기 위한 연구가 활발하게 진행되고 있으며, 다양한 표준화가 여러 표준화 단체에서 진행되고 있다. 본 논문에서는 고명암비 및 광색역 비디오 서비스를 위한 다양한 분야의 표준화 동향을 살펴보고자 한다.

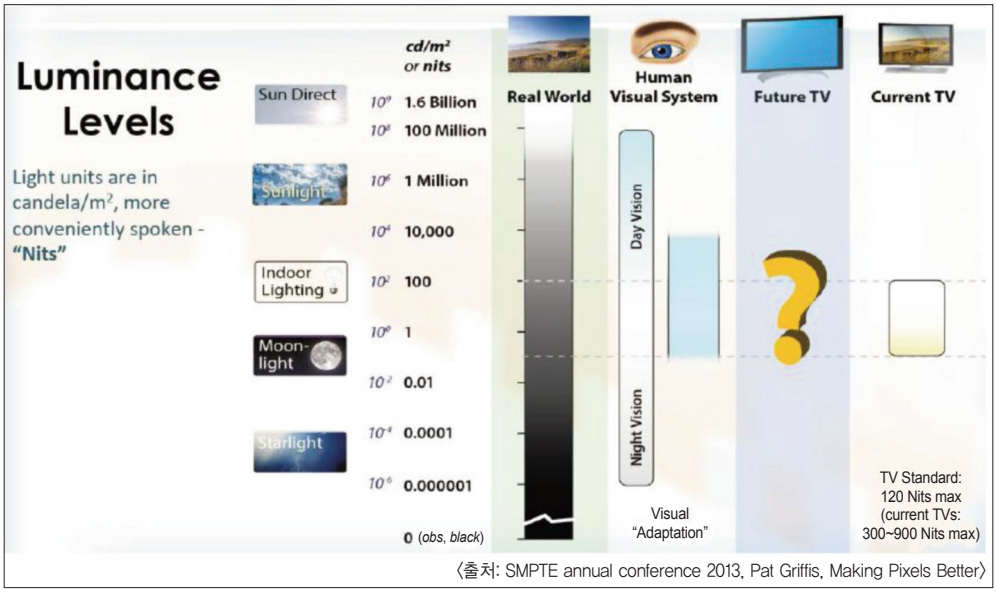
I. 서 론

방송을 포함한 비디오 서비스 관련 기술 개발의 궁극적 목적은 사실감의 극대화, 즉, 소비자가 시청하고 있는 비디오를 마치 실재로 보는 것과 같이 느끼도록 하는 것이다. 사실감 극대화를 달성함에 있어서, Full-HD에서 UHD로의 해상도 증가와 더불어 화질 향상을 위한 고명암비(HDR, High-Dynamic Range) 및 광색역(WCG, Wide Color Gamut)은 중요한 요소로 최근에 급속히 부각되고 있다.

HDR/WCG 비디오 서비스 제공을 위하여 고려해야 하는 제약사항을 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 비디오 신호를 획득하는 카메라와 비디오 신호를 재생하는 디스플레이가 인간이 실제로 보는 것과 유사한 밝기 범위 및 색역을 포함하는 비디오 신호를 획득하고 재생할 수 있는 성능을 지원하여야 한다. 인간이 실제 생활에서 접하는 밝기(예를 들어, 전구는 10,000nits, 밤하늘은 0.005nits 혹은 그 이하의 밝기)는 〈그림 1〉에서 보는 바와 같이 상당히

※ 본 연구는 2015년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. B0101-15-295, 초고품질 콘텐츠 지원 UHD 실감방송/디지털시네마/사이니지 융합서비스 기술 개발)

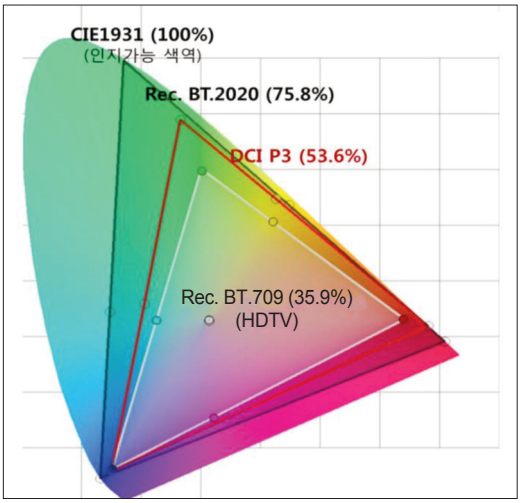
넓고, 실제 생활의 밝기 범위 가운데, 인간이 볼 수 있는 영역은 대략 10^{-6} ~ 10^{8}nits이며, 눈이 밝기에 순응해서 물건을 보려고 하는 시각 반응인 휘도순응 없이 볼 수 있는 명암비는 100,000:1 수준이다. 또한, 인간이 실제 생활에서 인지할 수 있는 색역의 범위는 〈그림 2〉의 CIE 1931 색공간과 동일하다. 한편, 현재 상용 카메라가 지원하는 획득 가능 명암비는 15,000:1 ~ 100,000:1 범위, 색역은 DCI (Digital Cinema Initiative)에서 정의된 디지털시네마의 색역인 DCI P3 이상이고, 상용 디스플레이의 표현 가능 최소 밝기는 0.01nits, 최대 밝기는 1,000nits[1], 색역은 DCI P3 수준이다. 따라서, 현재의 상용 카메라 및 디스플레이를 고려할 때, 가능한 비디오 서비스는 최대 밝기 1,000nits, 명암비 100,000:1, DCI P3 수준이라고 할 수 있다. 둘째, 획득된 비디오 신호를 소비자에게 전달하기 위한 표준이 존재해야 한다. 현재 방송되고 있는 비디오 신호를 위한 표준들은 밝기 범위 0.1~100nits 수준을 고려하여 제정되었으며, 색역의 경우, 사람의 인지가능 색역인 CIE 1931의 35.9%를 표현할 수 있는 색역을 BT.709[1]에서 HDTV용 표준으로 정의하고 있다. 이러한 표준들은 제정 시에 과거 CRT TV 및 표준 제정 당시의 기술 수준만을 고려하였기 때문으로 현재의 카메라 및 디스플레이가 지원 가능한 비디오 서비스를 제공하는데 제약사항으로 작용한다. 한편, 현재 표준으로 인한 제약사항을 해결하기 위해서, UHDTV 표준인 BT.2020[2]에서 현재 상용 디스플레이가 지원 가능한 DCI P3 이상인 색역(CIE 1931의 75.8%를 표현 가능)을 표준으로 제정하였으나, 명암비 측면에서 최대 밝기 100nits 이상



〈출처: SMPTE annual conference 2013, Pat Griffis, Making Pixels Better〉

〈그림 1〉 밝기 수준 비교

1) Full-HD 디스플레이의 경우 최대 밝기 4,000nits를 제공하는 실험실 수준의 디스플레이가 존재하나 일반적인 상용 서비스에 적용하기에는 적절하지 않다고 판단되어 제외하였음



〈그림 2〉 CIE1931, BT.2020, DCI P3, BT.709 색역 비교

을 고려하지 않았다는 문제를 안고 있다.

앞에서 언급한 두 가지 제약사항 가운데, 현재 시점에서 HDR/WCG 비디오 서비스 제공을 위하여 해결되어야 할 사항은 현재 및 미래 기술을 고려한 비디오 신호 관련 표준 제정으로, 이를 위한 다양한 표준화가 ITU-R, SMPTE, MPEG, ATSC 등 여러 표준화 단체에서 진행되고 있다.

본 고에서는 HDR/WCG 비디오 서비스를 위해 필요한 기술 요소들과 관련 표준화 동향을 살펴본 다음, 기술요소 별 표준들을 활용한 비디오 서비스 표준화 동향을 소개하고자 한다.

II. HDR/WCG 비디오 서비스를 위한 기술 요소 표준화 동향

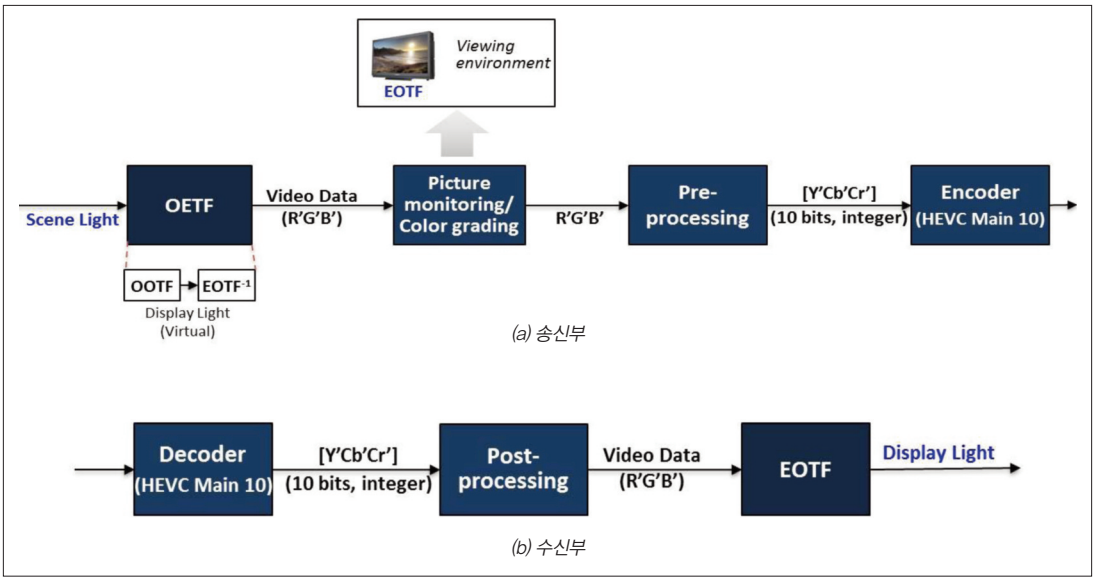
HDR/WCG 비디오 서비스를 위한 기술 요소를 설명하기에 앞서 우선 HDR 및 WCG 정의에 대해 먼저 설명하고자 한다. HDR은 일반적으로 현재 비디오 서비스에서 제공되는 명암비인 1,000:1 이상을 의미하기도 하나, 표준마다 정확한 정의나 용어가 약간씩 차이가 있으며 MPEG에서는 〈표 1〉과 같이 인간이 휘도순응 없이 볼 수 있는 명암비인 100,000:1 이상을 HDR로 분류하기도 한다. 반면, SDR은 현재 비디오 서비스가 제공하는 수준의 밝기 범위인 명암비 1,000:1 이하를 일컫는다. WCG는 HDR의 경우와 유사하게 현재 HDTV 비디오 서비스에서 제공되는 색역인 BT.709 이상의 색역을 의미하는 것이 일반적이다.

〈표 1〉 MPEG 정의에 따른 명암비 분류

	명암비
SDR (Standard Dynamic Range)	<= 1,000:1
EDR (Enhanced Dynamic Range)	1,000:1 ~ 100,000:1
HDR (High Dynamic Range)	> 100,000:1

〈그림 3〉은 비디오 신호의 획득에서 소비에 이르는 일반적인 과정을 간략화한 비디오 신호처리 흐름도이다. 카메라에서 획득되는 영상은 OETF (Opto-Electrical Transfer Function, 광전변환함수)를 적용하고, 필요 시 추가로 색보정 과정을 거친 다음, 일반적인 비디오 인코더의 입력신호 (8bit 혹은 10bit, YCbCr, 4:2:0)로 변환하여 비디오 인코딩 과정을 거친다. 그리고 수신부에서는 인코딩된 비트스트림을 디코딩하고, 후처리 과정에서 전처리 과정의 역과정을 거친 다음, 마지막으로 EOTF(Electro-Optical Transfer Function, 전광변환함수)를 적용하는 과정을 거친다.

기존 방송용 비디오 신호인 SDR 신호의 경우 사용하는 EOTF는 CRT TV의 물리적인 전광변환 특성을 표현한 함수로 LCD와 같은 현재의 디스플레이는 CRT TV와 동일한 전광변환 특성을 가지지 않기 때문에 의미가 없어졌다고 여겨질 수 있으



〈그림 3〉 비디오 신호처리 흐름도

나, EOTF의 특성이 밝기에 대한 사람의 인지 특성과 일치한다는 이유로 CRT TV가 사라진 현재 BT.1886[3] 표준으로 제정되어 사용되고 있다. 인간은 신호의 모든 밝기에 동일하게 민감하지 않고 밝은 영역인 고계조 부분 대비 어두운 영역인 저계조 부분의 변화에 더 민감한 특성을 가지고 있으며, BT.1886은 SDR 신호인 경우에 이러한 특성을 잘 반영하고 있다. 따라서 카메라에서 획득된 밝기에 비례하는 값을 비디오 신호에 $EOTF^{-1}$를 적용하면 인간의 인지 시각에 비례한 신호로 변환되게 되어 부호화를 위해 양자화 시 최적의 비트율 할당을 가능하게 한다.

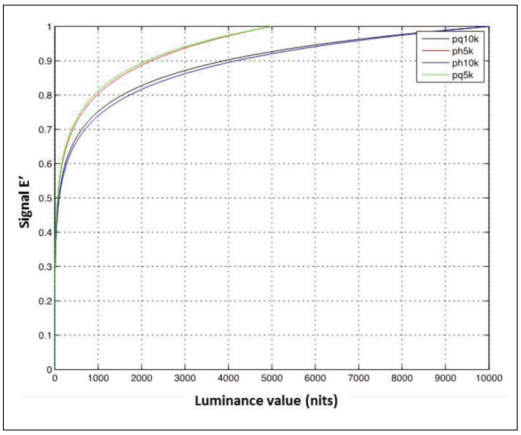
EOTF의 역변환인 $EOTF^{-1}$와 카메라에서 획득한 신호를 방송에서 사용되는 밝기범위(0.1~100nits)로 변환함과 동시에 방송 수신 환경에서 보여지는 영상이 보다 선명해질 수 있도록 변환하는 OOTF (Optical-to-Optical Transfer Function)를 포함하는 OETF는 BT.709 및 BT.2020에 정의되어 있다. 뿐만 아니라, 앞에서도 언급하였듯이, BT.709 및 BT.2020에는 색역 및 색표현 방법 관련 표준도 정의되어 있다.

HDR/WCG 비디오 신호의 경우 HDR 신호를 위한 변환함수(OETF 및 EOTF), WCG 신호를 위한 색역 및 색표현 방법 외에 전처리 및 후처리 단계를 위한 기술 등이 필요하며 해당 기술들의 표준화가 진행되고 있다.

1. 변환함수 (EOTF 및 OETF)

기존 방송에서 사용하는 BT.1886에 정의된 EOTF는 최대 100nits 밝기에 적합한 변환함수로, 최대밝기 1,000nits 이상인 HDR 신호의 변환함수로는 적합하지 않기 때문에, 인지시각 모델에 기반한 EOTF들이 제안되어지고 있다. 그 중에 대표적인 것이 Dolby가 제안하여 '14년 8월에 SMPTE

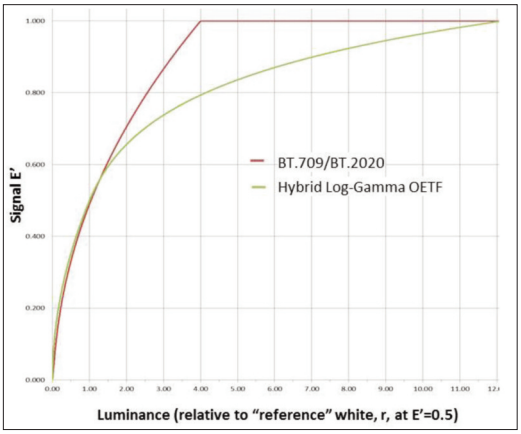
ST2084[4]에 채택된 PQ-EOTF로 Barten의 인지 시각 모델[5]에 기반하여 최대 밝기 10,000nits에 최적화된 함수이다. 반면, Philips가 제안하는 EOTF는 PQ-EOTF와 동일하게 Barten의 인지시각 모델에 기반하였으나 최대 밝기 5,000nits에 최적화된 함수이다. 〈그림 4〉는 PQ-EOTF와 Philips의 EOTF를 비교한 것으로 pq10k는 PQ-EOTF를, ph5k는 Philips EOTF를 나타내며, pq5k는 PQ-EOTF를 최대 밝기 5,000nits로, ph10k는 Philips EOTF를 최대 밝기 10,000nits로 조정한 EOTF를 나타낸다. Dolby와 Philips의 EOTF는 서로 유사한 특성을 가짐을 알 수 있다.



〈그림 4〉 PQ-EOTF와 Philips EOTF

ITU-R에서는 HDR 대신 EIDR(Enhanced Image Dynamic Range)이라는 용어를 사용하기로 하고, UHDTV에 EIDR 비디오를 적용하기 위한 EIDRTV 표준화가 진행되어, '15년 7월 회의에서 권고 초안을 완성할 예정이었으나, 합의점을 찾지 못해 지연되고 있다. EIDRTV 표준화에서 주로 논의 되고 있는 기술들은 OETF와 EOTF에 대한 것으로 NHK, BBC, Dolby, Philips 등이 각 사의 기술을 반영하기 위해 대립 중에 있다. Dolby와 Philips의 제안 내용은 앞에서 설명한 PQ-EOTF와 Philips EOTF와 동일한 것이다. 일반적으로 〈그림 3〉(a) 색보정(picture monitoring/color grading) 단계에서 reference monitor를 통해 EOTF를 적용한 신호의 화질 및 색감이 콘텐츠 제작자가 원하는 수준이 되도록 보정을 진행한다. 이 때, 제안된 EOTF들은 nits 단위의 절대값과 전자신호의 상호변환을 위한 함수이므로, 수신단에서 EOTF를 적용한 신호는 nits 단위의 값을 가지게 되어 수신단에서 사용되는 디스플레이가 송신단에서 사용되는 reference monitor와 동일한 최대 밝기를 가지지 않는 경우에 추가적인 변환을 거쳐야 한다는 문제점이 발생한다. 예를 들어, reference monitor가 최대 밝기 1,000nits인 경우에 생성된 비디오 신호의 최대 밝기는 1,000nits 라고 가정할 수 있고, 소비되는 디스플레이가 지원하는 밝기가 700nits인 경우에 EOTF를 거친 신호는 최대 밝기를 700nits로 변환하기 위한 처리과정이 필요하게 된다. 이러한 문제는 NHK와 BBC에 의해 제기되었고, 이를 해결하는 방안으로 NHK와 BBC는 nits 단위의 절대적인 밝기 값이 아닌 카메라의 출력으로 제공되는 상대적인 신호 밝기 값을 사용하는 OETF를 제안하였다. NHK와 BBC가 제안한 OETF는 저계조 부분에서 SDR 신호를 위한 OETF인 BT.709/BT.2020의 Gamma 함수와 동일하고 고계조 부분에서 해당 부분의 인지 시각특성을 고려했다고 여겨지는 Log 함수를 적용한 것으로 Gamma와 Log 함수가 만나는 부분은 완만하게 연결되도록 OETF를 설계하였다. 이러한 이유로 제안된 OETF를 HLG(Hybrid Log-Gamma) OETF라고 일컫는다. HLG OETF는 "reference white"의 밝기 신호를 전자신호 "0.5"로 매핑하고, "reference white" 밝기의 12배 밝기를 가지는 신호까지 전자신호로 변환 가능하도록

설계되었다. NHK와 BBC가 제안한 OETF는 Barten의 인지시각 모델에 최적화되어 있지 않다는 단점과 더불어, SDR 신호의 경우 BT.709에 정의되어 있는 OETF 조차도 실제 비디오 제작 과정에서 사용되고 있지 않다는 지적을 받고 있다.



〈그림 5〉 Hybrid Log-Gamma OETF

2. 색역 및 색표현

BT.2020은 향후 디스플레이 기술의 발달을 고려하여 현재의 디스플레이 기술로 표현 가능한 범위 이상의 색역을 정의하였다. 동일한 맥락으로, 현재의 상용 디스플레이가 BT.2020에서 정의한 색역을 표현할 수는 없다고 하더라도 WCG 비디오 신호를 지원하는 상용 장비들은 BT.2020에서 정의한 색표현 방식을 사용하고 있다.

3. 후처리를 위한 메타데이터

1) 정적 메타데이터 (Static Metadata)

EOTF 설명 시 언급하였듯이, SMPTE ST2084에서 정의된 PQ-EOTF를 사용하는 경우에 수신단에서는 EOTF를 적용한 비디오 신호를 렌더링하고자 하는 디스플레이의 최대 밝기에 맞도록 변환하기 위해서 색보정 단계에서 사용된 reference monitor 관련 정보 및 전달받은 비디오 신호의 밝기 정보가 필요하게 된다. 이를 위해, SMPTE ST2086[6]에서는 서비스하고자 하는 비디오 신호의 색보정 단계에서 사용된 reference monitor의 색역(colour primaries), 백색점(white point), 밝기 범위(luminance range)를 메타데이터로 정의하여 '14년 10월 표준으로 공표하였다. 그리고 CEA 861.3[7]에서는 서비스 하고자 하는 비디오 신호의 최대 밝기(Maximum Content Light Level)와 각 프레임별 최대 밝기의 평균 값(Maximum Frame Average Light Level)을 메타데이터로 정의하여 '15년 1월 표준으로 공표하였다. SMPTE ST2086과 CEA 861.3에서 정의한 메타데이터는 모두 HEVC 표준화에 제안되어 HEVC 표준에서 SEI(Supplemental Enhancement Information) message로 채택되었다.

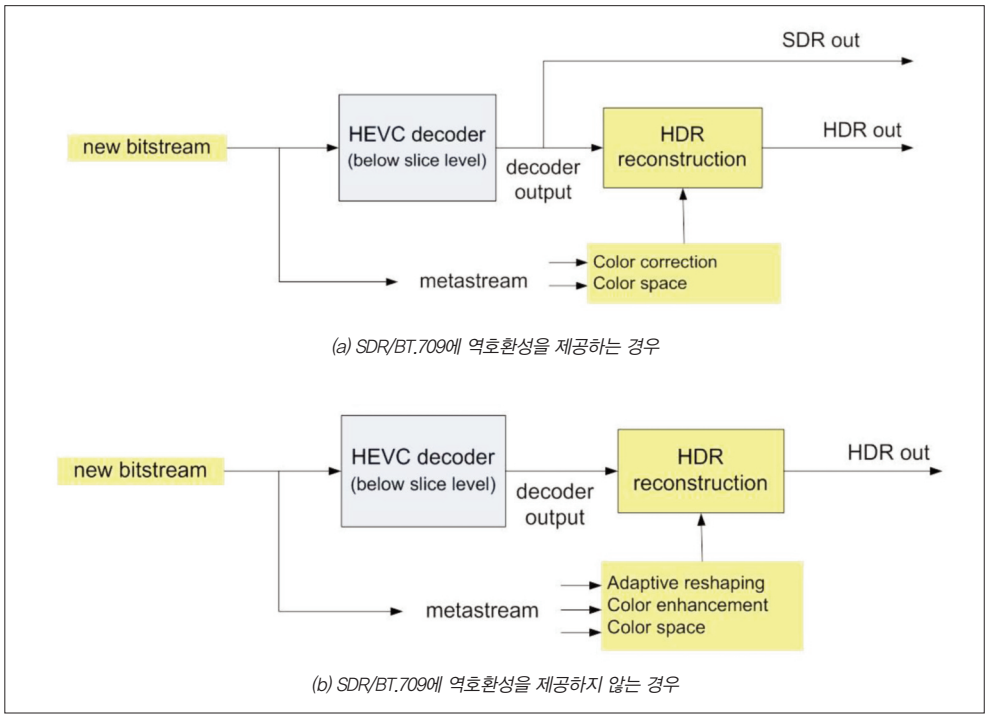
2) 동적 메타데이터 (Dynamic Metadata)

SMPTE ST2094에서는 수신단에서 복원된 HDR/WCG 비디오 신호를 SDR/BT.709 색역 비디오 신호와 같이 작은 색공간으로 변환하기 위해 필요한 비디오 신호 종속적 메타데이터들에 대한 논의가 진행되고 있다. 이는 주로 기존 SDR/BT.709 색역 지원 디스플레이에서 HDR/WCG 비디오 신호를 보여주기 위한 것으로, Dolby, Philips, Technicolor, 삼성이 기술을 제안하여, 제안된 기술 모두 표준에 포함될 것으로 예측된다.

4. 비디오 부호화

MPEG에서는 '15년 2월 HEVC기반 비디오 부호화 방식에서 HDR/WCG 비디오 신호의 압축 성능 향상 가능성을 알아보기 위해 CfE(Call for Evidence)를 발간하였으며, '15년 6월 회의에서 CfE 응답으로 Dolby, Technicolor, Qualcomm, Ericsson, Apple, Philips 등의 기관에서 제안한 9개의 기술에 대해 평가를 진행하였다. 제안된 기술의 대부분은 효율적인 부호화를 위해 신호특성을 변경하기 위한 전처리 및 후처리 과정과 관련된 기술들로 수신단의 후처리 과정에서 필요한 정보를 표현하는 SEI message를 제안하였다. 따라서, HEVC 표준에서 압축 알고리즘의 변경 없이 HDR/WCG 비디오 신호의 압축 성능 향상을 위한 전, 후처리 과정에서 필요한 상위수준의 시그널링을 정의하기로 결정하였으며, 이를 위해 제안된 기술들의 성능 평가를 위한 CE(Core Experiments)가 진행 중에 있다.

제안된 성능평가가 진행 중인 CfE 제안 기술들에 대해 조금 더 구체적으로 설명하면 다음과 같다. 〈그림 5〉와 같이 제안된 기술들은 크게 SDR 신호에 대한 역호환성을 제공하는 기술과 역호환성을 제공하지 않는 기술로 분류되며, SDR 신호에 대한 역호환성을 제공하는 기술들은 부호화 이전의 전처리 단계에서 HDR/WCG 비디오 신호를 SDR/BT.709 신호로 변환하여 SDR/BT.709 신호를 부호화하고 부호화된 비트스트림과 HDR/WCG 비디오 신호를



(a) SDR/BT.709에 역호환성을 제공하는 경우

(b) SDR/BT.709에 역호환성을 제공하지 않는 경우

〈그림 5〉 MPEG CfE 대응 기술들의 복호 과정 상위 구조

SDR/BT.709 신호로 변환하기 위한 메타데이터를 전송하여, 수신단에서 전송된 메타데이터를 이용하여 복원된 SDR/BT.709 신호를 HDR/WCG 비디오 신호로 변환하는 과정을 거치는 방식이다. Technicolor와 Philips가 제안한 방식으로 SMPTE ST2094에 제안된 기술들을 전처리 과정에 적용하였다고 보여진다. 역호환성을 제공하지 않는 기술들은 HDR/WCG 비디오 신호를 부호화함에 있어서, 최대 밝기 4,000nits인 실험영상에 최대 밝기 10,000nits에 최적화된 SMPTE ST2084를 적용하는 것에 의해 발생하는 비효율성을 개선하는 기술, 색성분 부호화 효율 개선 기술 등을 포함한다.

Ⅲ. HDR/WCG 비디오 서비스 표준화 동향

DVB 및 ATSC에서 HDR/WCG 비디오 방송 서비스를 위한 논의가 진행되고 있다. DVB는 UHDTV 표준화를 UHD-1 Phase 1, UHD-1 Phase 2, UHD-2의 3단계로 추진 중에 있으며, 그 가운데 '17년~'18년 서비스를 목표로 하고 있는 UHD-1 Phase 2는 현재 요구사항 정의 단계로 HDR 및 WCG 지원이 주요 내용으로 논의되고 있다. ATSC는 ATSC 3.0 기반으로 HDR/WCG 비디오 서비스 제공을 위한 기술들을 '15년 9월 회의에서 제안 받았으며, 기술들간의 성능 비교를 위한 실험영상 및 성능 평가 방법 등의 논의를 진행하기로 하였다. 다수의 제안 기술들은 MPEG의 CfE 대응 기관들인 NHK/BBC, Dolby, Technicolor, Qualcomm, Ercisson 등이 제안한 것으로 MPEG에 제안한 기술들과 동일한 기술들이다.

방송 서비스를 위한 표준화 이외에 헐리우드 영화사들 및 가전사를 중심으로 한 단체들은 Ⅱ장에서 설명한 기술 요소 표준들을 활용한 HDR 및 WCG 비디오 서비스 표준 규격들을 최근들어 발표하고 있다. 그 중에 가장 근간이 되는 표준은 헐리우드의 주요 영화사들과 가전사들로 이루어진 컨소시엄인 DECE(Digital Entertainment Content Ecosystem)에서 '15년 2월 발표한 HDR10 Media Profile[8]로 구체적인 규격은 다음과 같다.

- Colour container/primaries: BT.2020
- Transfer Function: SMPTE ST2084
- Representation: Non-Constant Luminance (NCL) defined in BT.2020
- Sampling: 4:2:0
- Bit-Depth: 10bits
- Core Codec: HEVC Main 10 Profile

BDA(Blu-ray Disc Association)는 Ultra HD Blu-ray 표준으로 HDR10 Media Profile에 추가로 SMPTE ST2086와 CEA861.3을 사용하는 것을 필수로 정의하였으며, HDMI Forum은 HDMI 2.0a의 규격을 다음과 같이 정하였다.

- Colour container/primaries: BT.2020
- Transfer Function: SMPTE ST2084
- Representation: Non-Constant Luminance (NCL) defined in BT.2020
- Sampling: 4:2:0
- Bit-Depth: 10bits
- CEA 861.3

앞에서 설명한 단체들 이외에 헐리우드 영화사들과 삼성 등이 주축을 이룬 UHD Alliance는 HDR

및 WCG 비디오 서비스 제공을 위한 논의를 진행하고 있으나, 아직 구체적인 규격을 발표하지는 않고 있다.

Ⅳ. 결 론

HDR/WCG 비디오 서비스는 사실감을 극대화한다는 의미에서 비디오 서비스가 추구해야 할 방향임에 틀림없으며, 이미 다수의 관련 장비들이 출시되고 있고, 빠른 기간내의 서비스를 위해 다양한 분야에서 표준화가 급속히 진행되고 있는 현실은 매우 고무적이라 할 수 있다.

그러나 HDR과 WCG가 시청화질에 미치는 영향에 대한 다양한 연구는 미흡한 편이라고 할 수 있다. 명암비의 증가에 대한 시청자 만족도에 대한 실험 결과가 일부 존재하기는 하나 충분히 다양한 환경을 고려했다고 보기 어렵고, HDR과 WCG를 동시에 지원하는 경우에 최적의 시청화질을 제공하는 파라미터에 대한 연구는 아직 이루어지지 않고 있다. 또한, HDR의 경우 동일 프레임내에 밝은 영역이 많은 경우 눈의 피로도가 높을 수 있다는 우려가 제기되고 있어, BDA는 "Maximum Frame Average Light Level"은 400nits는 넘지 말아야 하고, 프레임내에 1000nits가 넘는 부분은 적은 영역이어야 한다는 가이드라인을 제시하고 있으나, 이 또한 충분한 연구 결과는 아닌 것으로 알려져 있다. 소비자가 편안하게 시청할 수 있는 화질을 제공하며 동시에 사실감을 극대화 할 수 있는 최적의 시청환경에 대한 연구는 향후 지속적으로 진행되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] BT. 709-5, "Parameter Values for the HDTV Standards for Production and International Programme Exchange." Recommendation ITU-R, BT Series Broadcasting service, April 2002

[2] BT. 2020, "Parameter Values for Ultra-High Definition Television Systems for Production and International Programme Exchange," Recommendation ITU-R, BT. Series Broadcasting service, Aug, 2012

[3] BT. 1886, "Reference electro-optical transfer function for flat panel displays used in HDTV studio prodiction," Recommendation ITU-R, BT. Series Broadcasting service, March 2011

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

[5] Peter G.J. Barten, *Contrast Sensitivity of the Human Eye and its Effects on Image Quality*, SPIE Press, 1999

[6] SMPTE ST2086:2014, "Mastering Display Color Volume Metadata Supporting High Luminance and Wide Color Gamut Images," the Society of Motion Picture and Television Engineers Journal, Oct. 2014

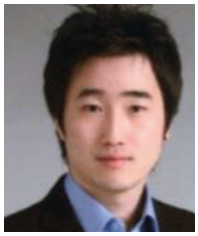
[7] CEA-861.3, "HDR Static Metadata Extensions," CEA Standard, Jan. 2015

[8] DECE: "Common File Format & Media Formats Specification, Version 2.1," Digital Entertainment Content Ecosystem (DECE) LLC, Feb. 2015

필 자 소 개

강 정 원

– 1993년 : 한국항공대학교 항공전자공학 학사
– 1995년 : 한국항공대학교 전자공학 석사
– 2003년 : Georgia Institute of Tech. ECE 공학박사
– 2003년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 책임연구원
– 주관심분야 : 비디오 부호화, 비디오 신호처리



이 진 호

– 2007년 : 고려대학교 전자및정보공학부 학사
– 2009년 : 과학기술연합대학원대학교(UST) 이동통신 및 디지털방송공학과 공학석사
– 2009년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 선임연구원
– 주관심분야 : 비디오 부호화, 비디오 신호처리

전 동 산

– 2002년 : 부산대학교 전자공학과 학사
– 2004년 : KAIST 전기및전자공학과 석사
– 2011년 : KAIST 전기및전자공학과 박사
– 2004년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 선임연구원
– 주관심분야 : 영상압축, 실감미디어서비스

김 휘 용

– 1994년 : KAIST 전기및전자공학과 학사
– 1998년 : KAIST 전기및전자공학과 석사
– 2004년 : KAIST 전기및전자공학과 박사
– 2003년 ~ 2005년 : ㈜애드팍테크놀러지 멀티미디어팀장
– 2005년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 영상미디어연구실장
– 주관심분야 : 영상압축, 영상처리, 영상이해, 실감미디어서비스