

HDR/WCG 비디오 부호화를 위한 MPEG 활동

I. 서론

최근들어 TV 시장에서는 UHD TV 서비스를 수용하기 위한 투자와 노력을 하고 있다. MPEG 표준화 활동에서도 비디오분야에서는 UHD 콘텐츠 부호화를 위한 표준인 HEVC 표준 버전1과 이를 확장한 RExt(Range Extension) 표준을 제정하였다. UHD TV 서비스의 주요 목표 중의 하나는 사용자가 현장감과 실재감을 추구자 하는 것이다. 그러나 해상도(resolution)뿐만 아니라 현존하는 TV가 제공할 수 있는 것보다 훨씬 넓은 대역의 밝기와 콘트라스트(contrast) 값을 제공하지 않고서는 상기한 목표를 달성하기 어렵다. 이와 더불어 칼라 성분도 고려하여야 한다. SD급, HD급, UHD TV급을 위한 색재현공간에 대한 표준으로 각각 ITU-R BT.601, BT.709, BT.2020이 있다. BT.709보다 더 넓은 색재현공간을 WCG(Wide Color Gamut)이라고 부른다. 이에 해당되는 것으로 BT.2020과 DCI(Digital Cinema Initiatives) P3가 있다. 향후 TV는 현존하는 색재현범위(Color Gamut)를 통하여 제공할 수 있는 것으로 더 많은 색을 재현할 수 있어야 한다. 그러므로 새로운 콘텐츠는 더 넓은 범위의 밝기와 콘트라스트뿐만 아니라 WCG을 를 가질 것이다. <그림 1>은 CIE 1931 색도성분 다이어그램을 보여준다. 이러한 콘텐츠들은 카메라로 얻거나 컴퓨터로 생성한 영상일 것이며 방송, 통신, 판매채, 각종 메모리 장치를 통해 소비자들에게 보급될 것이다.

현재 제공되는 TV 시스템은 $0.1 \sim 100 \text{ cd/m}^2$ 정도의 밝기를 가지는 콘텐츠를 지원하는 SDR (Standard Dynamic Range) 기반이다. 이 정도의 밝기는 지구, 태양의 표면, 밤하늘의 밝기가 각각 $10,000 \text{ cd/m}^2$, 수십만 cd/m^2 , 0.005 cd/m^2 라는 점에서 볼 때 실생활에서 접하는 밝기영역을 훨씬 밑도는 값이며, 일반적으로 인

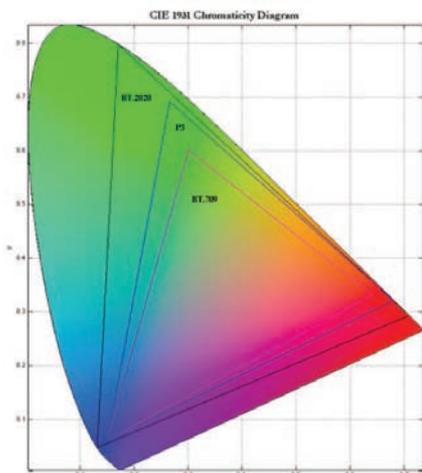


오 승 준
광운대학교 전자공학과

간이 100,000 cd/m² 정도를 볼 수 있기 때문에 현재 SDR 수준의 콘텐츠는 사용자들의 요구를 충족시키지 못한다^[1]. 그러므로 향후 TV 서비스에서는 EDR(Extended Dynamic Range)을 넘어서 HDR(High Dynamic Range) 수준의 콘텐츠를 제공할 수 있어야 한다. 10K cd/m² 정도 이상의 밝기대역을 HDR라고 하며, EDR은 SDR과 HDR 사이의 밝기대역을 가진다.

MPEG 표준화 그룹에서는 HDR과 WCG(Wider Color Gamuts)이 반영된 미래 콘텐츠 시장을 효율적으로 지원할 수 있는 MPEG 비디오 부호화 표준기술을 제정할 필요가 있다고 판단하여 HEVC 버전1 표준이 제정되는 시점인 2013년부터 상기한 HDR/WCG 콘텐츠 시장의 요구사항을 반영하여 HDR/WCG 콘텐츠 부호화를 위한 새로운 표준을 만드는 작업에 착수하였다. 이 활동은 헐리우드 영화 콘텐츠 시장을 등에 업은 미국 NB(National Body)를 중심으로 시작되었고, 미국의 돌비사(Dolby Laboratories, Inc.)가 매우 적극적으로 활동하고 있다. 돌비사는 2014년 1월 라스베이거스에서 개최된 CES2014(Cosumer Electronics Show 2014)에서 '더 좋은 화소가 더 많은 화소보다 파급효

MPEG 표준화 그룹에서는 HDR (High Dynamic Range)/ WCG(Wider Color Gamuts) 콘텐츠를 위한 새로운 부호화 표준 작업에 착수하였다.



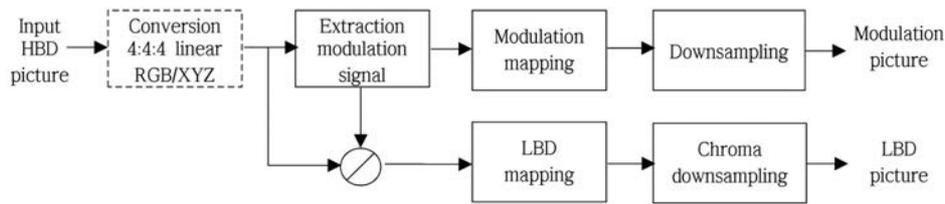
〈그림 1〉 CIE 1931 크로마시티 다이어그램

〈표 1〉 HDR/WCG 콘텐츠 시장분야와 그 속성

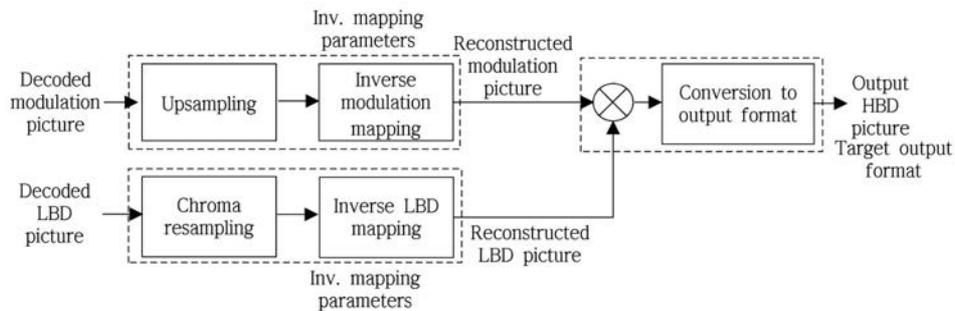
| 구분 | 속성 |
|-------------------------|--|
| Contribution | <ul style="list-style-type: none"> - 여러 회에 걸친 복부호화 - 편집가능 및 저지연 (인트라 또는 매우 짧은 GOP 구조) - 시퀀스 혼합과 크로마 키잉(chroma keying) - 상대적으로 고 비트율 (저 압축율) - 풀크로마(full chroma, 4:4:4) 보존 |
| B2B | <ul style="list-style-type: none"> - 고충실도(High Fidelity) - 상대적으로 고비트율 - 긴 GOP 구조 - 다양한 포맷으로 트랜스코딩 (저비트율, SDR, 좁은 색재현 범위, 저해상도 등) - 풀크로마(4:4:4) 보존 |
| B2C (소비자 및 최종 사용자에게 배포) | <ul style="list-style-type: none"> - 적당한 충실도 - 다양한 비트율 - 다양한 GOP 크기 - 다양한 포맷으로 트랜스코딩 (저비트율, SDR, 좁은 색재현 범위, 저해상도 등) - 고비트율에서는 풀크로마 |

과가 크다.'고 주장하면서 자사가 보유한 HDR HDTV 기술을 선보여서 큰 관심을 끌었다. MPEG Requirement 그룹에서는 미국 NB를 중심으로 주장하는 상기한 내용을 받아들여서 2014년 4월 스페인 발렌시아에서 개최된 108차 MPEG 회의에서 HDR/WCG 콘텐츠 부호화를

위한 AhG(Ad Hoc Group)을 구성하고 아홉 개의 EE(Exploration Experiment) 팀을 형성하여 본격적으로 표준화 작업에 착수하였다^[1-2]. Alpen-Adria-Universitat Klagenfurt가 호스트하는 이메일 리플렉터 xyz@lists.uni-klu.ac.at를 만들고, http://lists.uni-klu.ac.at/mailman/listinfo/xyz를 통하여 관심 있는 전문가들이 AhG 그룹과 각 EE 팀에 가입할 수 있도록 하였다. 2014년 7월 현재 요구사항을 비롯한 세 가지 문서가 작성되었다^[1,3,4]. 이 그룹에서는 HDR/WCG 콘텐츠 부호화의 필요성을 자세히 분석하기 위하여 콘텐츠 생성부터 최종 소비에 이르기까지의 전 과정을 고려하여 시장분야와 그 속성을 〈표 1〉과 같이 정리하였다. 본고에서는 HDR/WCG EE 팀에서 수행하고 있는 내용을 중심으로 HDR/WCG 콘텐



(a) 부호화기



(b) 복호화기 구조와 SEI 메시지

〈그림 2〉 Technicolor 사의 코덱 구조

츠 부호화 표준을 위한 기술을 소개한다.

II. HDR/WCG 복부호화기 구조

HDR/WCG 콘텐츠를 부호화하기 위한 비디오 표준화 활동이 매우 초기 단계이기 때문에 범용적인 복부호화기 모델은 정해지지 않았지만 이 분야에서 매우 활발하게 활동하고 있는 테크니칼라사(Technicolor, Inc.)가 2014년 7월 109차 MPEG 회의에서 제안한 모델은 〈그림 2〉와 같다^[5].

〈그림 2(a)〉에서 부호화기 입력 신호는 고비트깊이(high bit-depth: HBD)를 가지는 HDR 비디오이다. HBD 입력은 두 개의 저비트깊이 신호로 분리된다. 하나는 입력신호의 저주파 성분인 변조신호이고, 나머지 하나는 변조신호 성분을 원신호에서 제거한 LBD(Low Bit-Depth) 신호이다. 복호화기는 〈그림 2(b)〉와 같이 부호화기와 대칭인 동작을 하면서 세 종류의 메타데이터를 반영하여 비트스트림을 복원하고 재생한다.

부호화기가 신호를 분리하는 과정은 다음과 같다. 입력신호는 선형 4:4:4 RGB 또는 XYZ 신호로 변환되어 분리과정을 거쳐서 생성된 변조신호는 정합과정을 통해 적응적인 저비트깊이로 표현되고, 부호화되기 전에 다운샘플링 된다. 변조된 신호를 전달하는 방법에는 보조 픽처(Auxiliary picture), (Frame packing), (Additional SEI message) 등 세 가지가 있다. 상세한 과정은 [5]와 [6]을 참조하기 바란다. 하단의 LBD 신호는 변조신호를 원신호에서 제거한 것이다. LBD 신호는 정합과정을 거치고 입력신호 포맷에 따라 색도 다운샘플링 과정과 색변환 과정을 거친다. 출력된 LBD 신호는 HEVC로 부호화된다.

복호화기에서 변조신호는 업샘플링과 역정합 과정을 거친다. 이 과정에서 SEI에 실려온 역정합 매개변수를 사용한다. LBD 신호도 SEI에 실려온 역정합 매개변수를 사용하여 색 재샘플링과 색선이 과정을 거쳐서 역정합된다. 결과 신호는 복조된 신호와 재결합되어 SEI에 실려온 목표 출력 포맷으로 변환된 후에 재생된다.

MPEG에서는 HDR/WCG 비디오 콘텐츠 부호화를 위하여 비디오 표준 레벨과 시스템 표준 레벨에서 요구사항을 정리하였다.

III. HDR/WCG 비디오 표준화 요구사항

지난 109차 회의에서 작성된 요구사항 문서에서는 HDR/WCG 비디오 콘텐츠 부호화를 위하여 비디오 표준 레벨과 시스템 표준 레벨에서 요구사항을 정리하였다^[1]. 비디오 표준 레벨에서는 DR, 비트 깊이, 포맷, 색공간, 비트율, 압축효율, 복잡도, 호환성 관점에서 세부적으로 작성하였는데 작성된 요구사항을 자세히 살펴보면 다음과 같다.

1. 비디오 표준 레벨

1) 다이내믹 레인지(Dynamic Range, DR)

DR은 영상에서 가장 밝은 부분과 가장 어두운 부분의 비 또는 범위이다. 디스플레이의 DR은 캡처 도구나 제작 도구의 DR과 매우 다르기 때문에 콘텐츠의 DR에 대한 디스플레이 정합 방법 또는 함수가 정해져야 한다. DR 정합은 부호화기와 수신단에서 이루어진다. 표준에서는 현시점에서 획득하고 재생하는 범위뿐만 아니라 증장기적으로도 확대시킬 수 있도록 하면서 비트스트림의 DR을 디스플레이 DR로 변환시키기 위하여 필요할 것으로 예상되는 메타데이터를 규정한다.

2) 콘텐츠와 입력 형태 및 비트 깊이

다음과 같은 네 가지 형태의 콘텐츠를 지원할 계획이다.

- 카메라로 찍은 비디오
- 정지영상
- 애니메이션
- 고대비(high contrast) 보안 카메라 콘텐츠

입력 데이터 포맷으로 정수 및 IEEE 754 반정밀도 부동소수점을 지원한다. 표준에서 고정 소수점 연산을 내부적으로 사용하는 경우에는 부동 소수점 포맷을 부호화기가 가장 효율적으로 다루기에 적합한 정수 포맷으로 정합시키는 방법을 고려한다. 수신기가 복호화된 비디오 포맷을 디스플레이 용도로 정합시키는 방법이 제공되어야 한다.

3) 전이함수(Transform Function)

부호화기로 입력되는 비디오에 적용될 전이함수는 정수 및 부동 소수점에도 적용되어야 한다. 많은 시스템들이 전이함수와 선형/비선형 고정 소수점 표현에 정합하는 부호레벨 정합을 사용하여 넓은 입력 DR을 정합시킨다. 더 넓은 DR을 제공하기 위하여 새로운 전이함수와 정합과정이 필요할 수 있다. 그리고 다중 부호화 전이함수도 지원될 필요가 있으며, 입력 부호화 전이함수를 다른 함수로 정합하는 방법도 고려한다. 이 정합 방법이 부호화 효율성면에서 보다 효율적이거나 디스플레이 관점에서 더 적합할 수 있다. 수신기에서는 신호를 재생하기 위하여 적합한 역전이함수를 적용한다. 휘도와 색도는 다른 전이함수를 사용할 수도 있다.

4) 색 샘플링과 포맷

4:2:0, 4:2:2, 4:4:4 색도 포맷을 제공해야 한다.

5) 색공간

다음과 같은 다양한 색공간을 제공해야 한다.

- CIE 1931 XYZ
- ITU-R BT.2020 표준
- DCI-P3 (SMPTE ST 428-1:2006)
- ITU-R BT.709 표준
- CIE Luv (CIE 1976)

EDR 및 HDR은 상기한 색공간을 적당하게 조합한 형태가 될 수도 있다. 표준에서는 비트스트림 색공간을 재생 색공간으로 변환하는 정보를 표현하는 메타데이터를 규정한다. 압축 잡음의 영향뿐만 아니라 압축 잡음과 정합 방법들 간의 상호작용도 고려한다. 전이함수, 색공간 변환, 색도 서브/업샘플링, 압축 들간의 상호작용에서 발생할 수 있는 영향도 조사한다.

6) 픽처 포맷

표준에서 취급하는 공간해상도는 다음과 같다.

- HD: 1920×1080
- UHD-1: 3840×2160
- UHD-2: 7680×320

현재 보편적으로 사용하는 24, 25, 30, 50, 60 fps를 지원하며, 100, 120 fps도 고려한다. 29.97 fps와 같은 비정수 포맷도 지원한다.

7) 압축 성능, 화질, 비트율

부호화 효율을 측정하기 위한 주관적/객관적 척도 방법뿐만 아니라 시각적 무손실 압축 방법도 제공한다. HEVC 표준이 HEVC 현재 버전으로 압축할 수 있는 것보다 15% 이상 효율적으로 EDR, HDR, WCG 비디오를 압축하기 위하여 기존 표준은 다음과 같이 두 가지 형태로 수정될 것으로 예상된다.

- 표준에 새로운 부호화 도구를 추가하여 수정
- 새로운 메타데이터, SEI (Supplemental Enhancement Information)와 VUI(Video Usability Information)에 새로운 항목 추가, HEVC 부호화기의 비표준 조정, 선/후처리 등을 포함한 비표준 수정

8) 부호화와 트랜스코딩을 위한 다중 생성

한 번 부호화된 비디오 시퀀스를 집 안밖에서 배포하기 위하여 트랜스코딩 하거나, MPEG DASH를 사용하는 적응형 비트율 스트리밍을 위하여 콘텐츠를 다양한 비트율과 해상도를 가지도록 트랜스코딩하는 경우에 다시 부호화를 하더라도 심한 화질 열화가 발생하지 않아야 한다.

9) 화상 처리

프레임을 변환, 잡음제거, 크로마 키잉(chroma keying) 등과 같은 화상처리를 거치더라도 화질 열화가 발생하지 않아야 한다.

10) 오버레이 처리

콘텐츠 상에 그래픽을 오버레이 하거나, 서로 다른 DR 또는 색공간을 가진 콘텐츠를 양측에 재생하더라도

화질 열화가 발생하지 않아야 한다.

11) 호환성 문제

콘텐츠 생성, 캡처, 재생 기술 등은 시대에 따라 진보되기 때문에 새로운 기술이 개발되거나 보급되더라도 현재 사용하는 디바이스와 호환성이 제공되어야 한다.

이러한 상황을 해결하기 위하여 스케일러빌리티 기능이 반영될 수 있다. 현재 시간적, 색공간, DR 스케일러빌리티 등이 검토되고 있다. 그러나 호환성을 제공하기 위하여 부호화 효율이 크게 저하되지 말아야 한다.

HDR/WCG 비디오 신호의 표현 및 부호화 방법 평가, 주관적/객관적 화질 평가 방법, 객관적 압축왜곡척도 등 아홉 개의 Exploration Experiment 팀이 표준화 활동을 수행하고 있다.

12) 복잡도

표준화하려는 기술은 사용 예상시점에서 코덱을 구현할 수 있는 수준의 복잡도를 가지도록 한다. 다음과 같은 동작점을 제공하면서 복잡도, 압축효율, 화질 간에 타협이 이루어질 수 있다.

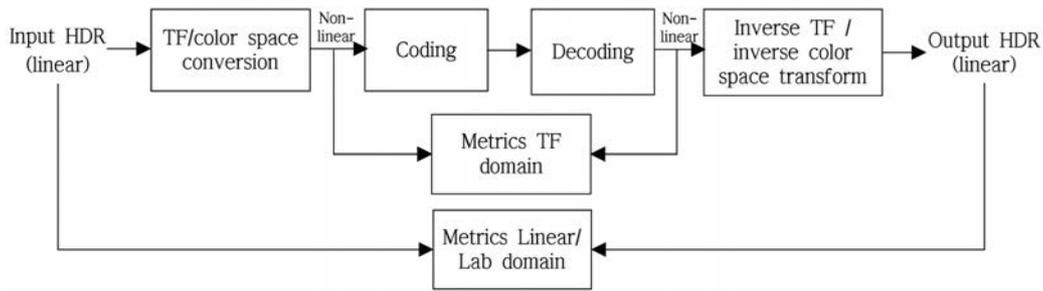
- HEVC 버전1, RExt(Range Extension) 등과 유사한 복잡도를 가지면서 더 좋은 화질을 제공하는 하나 이상의 동작점
 - 복잡도가 증가되지만 화질면에서 유사한 향상을 제공하는 하나 이상의 동작점
- 비디오 복부호화를 위한 도구의 복잡도 뿐만 아니라 메타데이터 복잡도도 고려한다.

13) 프로파일/레벨

응용분야에 따라 프로파일/레벨을 규정한다.

2. 시스템 레벨

MPEG-2 시스템, MPEG DASH, 인터넷 프로토콜 등과 같이 보편적으로 사용되는 프로토콜과 네트워크에서 비트스트림을 용이하게 실어 보낼 수 있는 방법을 제시해야 한다. 동시에 MP4와 같이 보편적으로 사용되는 파일 포맷에 비트스트림을 손쉽게 저장할 수 있는 방법을 규정한다.



〈그림 3〉 비선형 입출력 데이터를 다루는 코덱구조

IV. Exploration Experiments의 역할

MPEG에서는 아홉 개의 EE 팀을 구성하여 HDR/WCG 비디오 표준 기술을 제정하는 활동을 수행하고 있다. EE1(Exploration Experiment 1)에서는 HDR/WCG 비디오 신호를 표현하고 부호화하는 방법을 평가한다. 이미 정해놓은 앵커보다 성능을 더 향상시킬 수 있는 비표준 처리 방법이 있는가를 결정한다^[4]. 현재 고려하는 처리 분야는 색변환, 다운/업 샘플링, 전이 함수 등이다^[4]. 색변환 분야에서는 $Y'u'v'$ (Y' 을 위한 PQ), $Y'u'v''$ (PQ와 PH-10K), $Y'CbCr$, 적응형 색변환 등을 고려하며, 다운/업 샘플링 분야에서는 에일리어싱(aliasing) 제거 필터 ($Y'CbCr$), 다운/업 샘플링을 위한 선형 대 비선형 공간 ($Y'CbCr$), 음수 탭을 피하기 위한 짧은 필터, $YCbCr$ 과 $Y'uv$ 용 2탭, 적응형 다운/업 샘플링 등을 시험하고, 전이함수 분야에서는 돌비 PQ-10K를 앵커로 하여 PH-5K 및 10K cd/m^2 에서 최적화된 필립스사(Phillips, Inc.)의 전이함수, 테크니칼라사의 G-Log 등을 시험하고 있다.

EE2에서는 다음과 같은 목적으로 주관적 화질 평가 방법을 조사한다^[4].

- 1) 2015년경에 사용될 디스플레이에서 복호화된 시퀀스의 화질을 평가
- 2) 주관적 시험을 통하여 다양한 비디오 부호화 알고리즘의 성능을 비교

HDR 디스플레이 한 개를 사용할 경우의 시청 시험 방법은 side-by-side 방식이고, 시각적인 비교는 “four-stimuli” 방식으로 한다.

2014년 10월 회의까지 지속될 EE3는 객관적 화질 평가 방법을 다룬다^[4]. 제안된 방법을 평가하기 위하여 기존하는 객관적 평가척도 중에서 한 개 이상의 방법을 택한다. PSNR, SSIM(Structural Similarity)과 같은 방법들이 SDR 시퀀스에 일반적으로 사용되었듯이 HDR 비디오 부호화 방법의 성능을 객관적으로 평가할 수 있는 왜곡척도를 찾는다. 초기 시각적인 시험은 로잔 연방 공과대학교(Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, EPFL)가 수행하고 있다. EPFL에서는 소스와 부호화된 시험 시퀀스 간의 객관적 척도와 SIM2 디스플레이에서 측정된 시각적 평가치 사이의 상관도를 분석한다. 사용하는 주요 시퀀스는 Seine, Market3, FireEater2, Tibul2, Balloon 등 테크니칼라사가 제공한 다섯 개와 Lux, Typewriter 등이다. 스템사(Stem, Inc.) 또는 텔레스코프사(Telescope, Inc.)가 각각 추가적으로 지원할 수도 있을 시퀀스도 사용될 수 있다. 109차 MPEG 회의에서 제공된 HEVC Main10, 4:2:0 앵커 생성을 위해 규정된 것과 동일한 부호화 체인을 시험에 사용하고 있다. 이 환경에서 사용되는 색공간은 $YCbCr$ 이며, 각 시험 시퀀스에 대하여 압축하지 않은 시퀀스 1개와 낮은 비트율로 압축된 3개 버전이 제공된다. 이 시험이 종료되면 $YDzDx$ 색공간을 사용한 HEVC Main10과 다른 평가 방법이 진행될 수도 있다.

시험용 시퀀스 포맷은 4:4:4 RGB BT.709, openEXR이다. 이 그룹에서 평가되는 객관적 평가척도 방법은 다음과 같다.

- 1) RGB 신호를 PQ-TF 16비트 영역에 적용한



PSNR Y'CbCr 4:4:4 각 성분에 대한 MSE를 측정하여 세 값에 대한 평균치로 나타낸다. XYZ 신호를 적용한 경우는 옵션으로 고려하고 있다.

2) deltaE2000 또는 PSNR_deltaE2000-peak 65504인 경우에는 100, 1000, 5000 cd/m²에 해당하는 흰색 참고 휘도값에 대하여 시험한다.

3) mPSNR^[7]

EE4에서는 HDR 비디오 압축 알고리즘들의 성능평가를 위한 객관적인 압축 왜곡척도를 조사하고 있다^[8]. HDE 코텍에서는 <그림 3>과 같이 전이함수를 통해 가공된 입출력 데이터 사이의 왜곡을 측정하는 경우 기존처럼 YCbCr/YUV 비디오의 각 컴포넌트에 대한 PSNR을 사용하는 것이 부적합할 수 있다. EE4에서는 이런 경우를 위한 왜곡척도 방법을 조사하는 것이다.

EE5에서는 HDR 콘텐츠 색도성분에 대한 서브샘플링 방법에 대하여 조사한다^[9-10]. 색도성분 서브샘플링은 HDR 콘텐츠에 매우 심각한 부작용을 유발시킬 수 있기 때문에 4:4:4와 4:2:0 간에 다운샘플링과 업샘플링이 HDR 부호화 체인에서 미치는 영향을 조사하는 것이다. HDR/WCG 콘텐츠 보급을 위하여 4:4:4와 4:2:2 색도성분 서브샘플링 포맷이 얼마나 중요한 지를 평가하며, 더불어 4:2:2와 4:2:0 포맷의 경우에 압축 성능을 향상시킬 수 있는 효율적인 다운/업샘플링 방법을 조사한다. 더불어 색도성분 서브샘플링이 YDzDx, CIE u'v' 과 같은 색 표현방법에 미치는 영향과 부호화 효율 및 비디오 화질에 주는 영향을 조사한다.

EE6에서는 HDR 콘텐츠와 부호화에 적용될 색변환 방법을 조사한다^[11]. 다양한 색변환 방법들이 특정한 전이함수와 어떻게 상호작용을 하는가와 색 다운샘플링과 비트깊이와의 상호작용 관계를 조사한다.

EE7에서는 비디오 신호 표현과 EDR 및 HDR 콘텐츠 압축에서 발생하는 영향력들과 비트깊이 간의 요구사항을 평가한다. DR, 최대 밝기, 다양한 전이함수, 색공간, 색도성분 샘플링 등과 비트깊이 간의 상호 영향을 다른 EE 팀들과 협조체계를 구축하여 수행한다^[12]. 비디오 신호 표현을 위한 비트깊이 측면에서는 다음과 같은 사항을 다루고 있다.

- 1) 초기에는 PQ 전이함수를 사용하고 이후 다른 전이함수를 사용하여 12 또는 10 비트로 샘플을 표현하였을 때 DR 신호에 대한 비트깊이 표현의 특성을 조사한다. 시험 초기에는 최대 밝기를 10,000 cd/m²로 제한하고, EE1 팀의 결과에 따라 5,000, 2,000, 1,000 cd/m²로 확장시킨다. 검정 휘도 레벨은 0.005 cd/m²에 맞춘다.
- 2) 위 결과에 기반을 두고 8 비트 표현에 대하여 평가를 진행할 것인 가를 결정한다.
- 3) 위와 같은 과정을 HDR 콘텐츠에도 적용하며, 더 큰 비트깊이에 대해서도 고려할 수 있다.

비디오 압축을 위한 비트깊이 측면에서는 상기한 조사결과에 기반을 두고 12 비트와 10 비트 상황에서 부호화기를 시험한다. 어떤 한 비트깊이가 특정한 전이함수로 주어진 데이터 표현을 위하여 충분하지 않으면 그 비트깊이에 대해서는 더 이상 평가하지 않는다. 다수의 표현을 고려하는 경우라면 각 경우들에 대하여 성능분석을 하여 각 표현에 대한 객관적/주관적 성능을 판정한다. 12 비트 대 10 비트 비교에 가장 큰 비중을 두고 있다.

8 비트 경우를 시험할 필요가 있으면 출력 비트를 8 비트로 하여 YCbCr 709 10 비트 앵커를 생성하기 위하여 정해놓은 조건과 동일한 시험 조건을 사용한다. Main-10 대신에 Main 프로파일을 사용한다. 결과는 10 비트 및 12 비트 앵커와 비교한다.

EE8에서는 HDR/WCG 표준을 수행하기 위하여 필요한 다양한 특성을 가진 HDR 콘텐츠를 확보하는 역할을 수행한다.

EE9에서는 SDR TV에서 콘텐츠를 보고 평가하기 위하여 HDR에서 SDR로 변환하는 방법을 조사한다^[13]. HDR 콘텐츠 압축의 필요성을 정확하게 이해하려면 HDR 디스플레이를 사용해야 하지만 초기에는 SDR 디스플레이에서 HDR 콘텐츠를 평가함으로써 다양한 HDR 부호화 시스템을 심도 깊게 이해할 수 있을 것으로 예상된다. 비록 이 결과가 최종적인 것은 아니겠지만 문제점들을 보다 쉽게 인식하여 더 깊은 연구를 할 수 있도록 해 줄 수도 있을 것이다. 그리고 HDR 연구

에 SDR 디스플레이를 사용할 수 있는 환경을 제공함으로써 더 많은 사람들이 이 연구에 참여할 수 있게 할 것이라 판단한다.

V. 결론

최근들어 TV 시장에서는 UHD TV와 HDR TV가 많은 관심을 받고 있다. 특히 HDTV 화면크기에서 인간이 인지할 수 있는 100,000 cd/m² 정도의 밝기 대역을 제공하여 고급 화질 서비스를 제공하려는 시장이 급성장하고 있다. 특히 미국의 돌비사의 HDR 기술과 헐리우드 콘텐츠 시장이 맞물리어 HDR TV 시장의 가능성이 크게 부각되고 있다. 이러한 시장 상황을 반영하여 MPEG 비디오 부호화 그룹에서는 HEVC 버전1 표준이 제정된 2013년을 기점으로 2014년 4월 108차 MPEG 회의에서 Requirement 그룹에서 HDR/WCG 콘텐츠 부호화를 위한 AhG 산하에 아홉 개의 EE 팀을 구성토록 함으로써 본격적인 표준화 작업에 착수하였다. 본고에서는 지난 109차 회의에서 정해진 요구사항 문서를 포함한 세 개의 결과문서를 기반으로 아홉 개의 EE 팀에서 수행되고 있는 내용을 정리하였다.

현재까지는 테크니칼라사와 돌비사 등 몇몇 기관들이 기술 기고를 하고 있는 상황이지만 비디오 표준화 활동에서 핵심적인 역할을 하고 있는 전문가들이 EE 활동에 적극적으로 개입하고 있는 것으로 보아 매우 활발하게 활동이 전개될 것으로 예상된다. 디스플레이 제조업 세계시장에서 가장 큰 역할을 하고 있는 국내 업체들이 미래 TV 시장 확보를 위하여 매우 적극적으로 활동에 참여할 필요가 있다고 판단된다.

참고 문헌

[1] A. Luthra, E. Francois, and W Husak, "Draft Requirements and Use Cases for HDR and WCG Content Distribution," N14547, 109th MPEG meeting,

Sapporo, Japan, July 2014.

[2] A. Luthra, E. Francois, and W Husak, "AHG on Support of HDR XYZ Color Space and HDR," N14501, 108th MPEG meeting, Valencia, Spain, April 2014.

[3] A. Luthra, et al., "Test sequences and anchor generation for HDR and Wide Gamut Content Distribution," N14548, 109th MPEG meeting, Sapporo, Japan, July 2014.

[4] A. Luthra, et al., "Exploration Experiments for HDR and Wide Gamut Content Distribution," N14549, 109th MPEG meeting, Sapporo, Japan, July 2014.

MPEG meeting, Sapporo, Japan, July 2014.

[5] F. Le Leannec, et al., "Modulation channel information SEI message," m33776, 109th MPEG meeting, Sapporo, Japan, July 2014.

[6] F. Le Leannec, et al., "Usage of modulation channel for high bit-depth and floating point signal encoding," m33939, 109th MPEG meeting, Sapporo, Japan, July 2014.

[7] J. Munkberg, P. Clarberg, J. Hasselgren and T. Akenine-Moller, "High Dynamic Range Texture Compression For Graphics Hardware", ACM Transactions on Graphics (Proceedings of ACM SIGGRAPH 2006), vol. 25, no. 3, 2006.

[8] E. Francois, H. Thoma, EE4 participants, "Description of Exploration Experiments 4 on objective distortion metrics for HDR video coding," m34368, 109th MPEG meeting, Sapporo, Japan, July 2014.

[9] H. Thoma and E. Francois, "Report on the XYZ/HDR Exploratory Experiment 5 (EE5): Subsampling and its impact on coding performance and video quality," m34434, 109th MPEG meeting, Sapporo, Japan, July 2014.

[10] H. Thoma, "On chroma subsampling for HDR video," m32222, 108th MPEG meeting, San Jose,

디스플레이 제조업 세계시장에서 가장 큰 역할을 하고 있는 국내 업체들이 미래 TV 시장 확보를 위하여 매우 적극적으로 HDR/WCG 표준화 활동에 참여할 필요가 있다고 판단된다.



USA, January 2014.

- [11] A. M. Tourapis, et al., "Report on the XYZ/HDR Exploratory Experiment 6 (EE6): Color Space Conversion for XYZ/HDR Video Delivery," m34169, 109th MPEG meeting, Sapporo, Japan, July 2014.
- [12] EE7 participants, "Description of Exploration Experiments 7 on Bit Depth," m34372, 109th MPEG meeting, Sapporo, Japan, July 2014.
- [13] A. M. Tourapis, et al., "Report on the XYZ/HDR Exploratory Experiment 9 (EE9): Conversion from HDR to SDR for viewing and evaluating content on SDR TVs," m34170, 109th MPEG meeting, Sapporo, Japan, July 2014.



오승준

- 1980년 2월 서울대학교 전자공학과 졸업(학사)
- 1982년 2월 서울대학교 전자공학과 대학원 졸업(석사)
- 1988년 5월
미국 Syracuse University 전기/컴퓨터 공학과 졸업(박사)
- 1982년 3월~1992년 8월
한국전자통신연구원 근무(멀티미디어연구실 실장)
- 1986년 7월~1986년 8월
NSF Supercomputer Center 초청 학생 연구원
- 1987년 5월~1988년 5월
Northeast Parallel Architecture Center 학생연구원
- 1992년 3월~1992년 8월
충남대학교 컴퓨터공학부 겸임교수
- 1992년 9월~현재
광운대학교 전자공학부 교수 (VIA-Multimedia Center 멀티미디어연구실)
- 2002년 3월~현재
SC29-Korea 의장 및 MPEG Forum 부의장

〈관심분야〉

비디오 코딩, 비디오/영상압축, 멀티미디어시스템, 컴퓨터비전