

# UHDTV 콘텐츠 제작 환경의 변화

□ 알라릭 하마커, 권순철, 이승현 / 광운대학교

## 요 약

기존의 Full HD보다 4배 이상 많은 화소를 한 화면에 담은 고품질의 디스플레이 장치가 출시되었고, 고해상도의 영상을 실어 보낼 수 있는 차세대 압축 기술인 HEVC(High Efficiency Video Coding)가 표준화 승인을 받았다. 또한 최근 고품질의 콘텐츠를 위해 영화에서는 프레임 레이트(frame rate) 변화가 일어나고 있으며, 디스플레이 환경 또한 하이 프레임 레이트(high frame rate, HFR)가 지원되고 있는 추세이다. 가정에서도 영화관 수준의 콘텐츠를 볼 수 있는 환경의 변화가 생겼음을 고려하였을 때, 해상도와 함께 프레임 레이트에 대한 연구가 필요하다. 따라서 본 기고에서는 UHD(Ultra High Definition)와 HFR의 의미, 그리고 고품질의 콘텐츠 제작 프로세스의 변화에 대해 알아본다.

## I . UHDTV

HDTV와 3DTV로 넘어오며 고품질, 고화질을 기본으로 현장감을 제공하는 방송 서비스의 요구사항

이 증대되고 있다. 가정에서도 영화관처럼 더 크고 선명한 화질의 영상 필요성에 따라 디스플레이 장치의 대형화와 해상도가 지속적으로 발전하고 있다. 최근 주목받고 있는 차세대 방송서비스인 UHDTV는 Full HDTV보다 4배 이상의 고화질 콘텐츠를 제공하고 있다. 이와 함께 다채널 음질을 제공함으로써 가정에서도 영화관 수준의 현장감을 경험할 수 있게 되었다.

2013년 1월 CES에서는 삼성전자, LG전자, 소니, 도시바, 파나소닉 등 글로벌 디스플레이 업체들이 UHDTV 제품들을 선보였다. 국내 방송 서비스 사업자들도 2014년 인천아시아게임을 목표로 시험방송을 준비 중이며, 2018년 평창올림픽에서 본 방송을 목표로 하고 있다. 일본의 NHK는 영국 BBC와 협력하여 2012년 런던올림픽 현지 영상을 영국, 일본, 미국 워싱턴DC에서 방송하였으며, 2014년에는 브라질 월드컵 결승전을 위성방송을 통해 중계할

〈표 1〉 UHDTV의 파라미터

Parameter	Value	
Picture aspect ratio	16:9	
Pixel count	7680 × 4320	3840 × 2160
Sampling lattice	Orthogonal	
Pixel aspect ratio	1:1 (square pixels)	
Frame frequency(Hz)	120, 60, 60/1.001, 50, 30, 30/1.001, 25, 24, 24/1.001	
Scan mode	Progressive	

계획이다.

이러한 상황에서 2012년 5월 30일 국제전기통신 연합 ITU(International Telecommunication Union)에서는 UHDTV의 여러 파라미터 기준을 〈표 1〉과 같이 제시하였다. 화질은 기존의 HDTV보다 4배(3840×2160)에서 16배(7680×4320)까지 높은 화소와 10, 12 비트의 컬러 영상 포맷을 정의하였다. 또한 프로그레시브 주사 방식과 함께 최대 120Hz의 높은 프레임 레이트를 규정하였으며, 색상 정보도 4:2:2 이상으로 채택하여 큰 화면에서도 섬세하고 자연스러운 영상 표현이 가능하게 하였다.

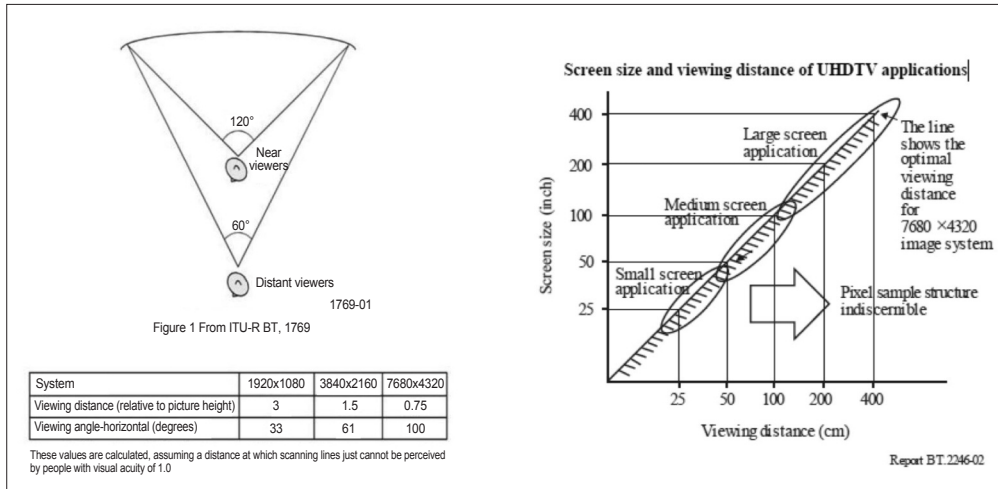
## 1. UHDTV 시청 환경의 변화

우리는 왜 고선명도(Ultra High Definition)가 필요한가?

EBU(European Broadcasting Union)의 부회장 David Wood는 시청자가 UHDTV를 볼 때 실제감과 함께 동참하고 있다는 느낌을 강하게 받는 점에서 이점이 있다고 말했다. 이러한 요소들은 프로그램 제작자들에게 이점을 줄 수 있는데 그것은 시청자들이 특정 프로그램 시청 시 더 오랜 시간 동안 시청할 수 있도록 해주며, 재핑(zapping) 즉, 광고를 보지 않기 위해 채널을 바꾸는 동작을 조금 더

자연시킬 수 있다는 점이다. 이런 효과는 상업적 측면에서 좀 더 분석할 필요가 있다. 하지만 방송 편성이나 광고 시간대에 시청자의 집중을 유도할 수 있다는 부분에서 충분한 효과를 기대할 수 있다.

또한 UHDTV는 고해상도뿐만 아니라 더 넓은 화각(FOV)을 제공하며, 다채널 음향과 현장감 있는 기술을 제공한다. 이러한 장점들을 극대화하기 위해서는 UHDTV 시청 환경의 변화가 필요하다. 인간의 분리시력 특성은 디스플레이 크기에 비례하기 때문에 HD급 해상도의 60인치 이상 되는 대형 디스플레이로 갈수록 화질이 떨어짐을 느낀다. 따라서 쾌적한 UHDTV의 시청을 위해서는 디스플레이의 크기뿐만 아니라, 시청거리와 화각도 고려되어야 한다. 일반적으로 가정에서는 2~3미터의 시청 거리를 가지고 있다. 그러나 대형 화면인 UHDTV의 경우 ITU에서 제시한 〈그림 1〉과 같은 조건을 고려하여 최적거리를 측정해야 한다. 예를 들어, HD 디스플레이의 시청 거리는 화면의 세로 높이보다 3배 먼 거리에서 시청하는 것을 권장한다. 이 경우 시청자가 디스플레이를 바라보는 수평 화각은 대략 33도가 된다. 4K 디스플레이를 볼 때 디스플레이 화면의 세로 높이 1.5배 거리를 권장하며, 8K 디스플레이는 0.75배 거리를 최적으로 권장한다. 이 경우 시청자가 바라보는 수평 화각은 각각 61도, 100도가 된다. 결국 2~3미터에서 UHDTV를 시청



〈그림 1〉 해상도와 스크린 사이즈를 고려한 시청 거리

하기 위해서는 대형 디스플레이 화면을 필요로 한다.

## 2. UHDTV 관련 표준화 동향

UHDTV의 기술표준화는 ITU, SMPTE(Society of Motion Picture and Television Engineers)를 중심으로 비디오, 오디오 신호규격 등이 일부 제정된 상태이다. 국내에서는 2010년 UHDTV WG(Working Group)에서 UHDTV 영상신호 표준이 제정되었으며, ITU-R와 SMPTE신호 규격과 달리 화소 당 비트수에 8비트를 포함시켰다. MPEG(Moving Picture Experts Group)에서는 4K급 이상의 비디오를 H.264/AVC로 압축할 때 발생하는 비트율이 경제적으로 전송하기 어렵다고 판단하여 효율적인 압축 코덱의 필요성을 제시하였다. 이후 VCEG(Video Coding Experts Group)와 공동으로 비디오 부호화 협력팀인 JCT-VC를 설립

하였고 결국 H.264/AVC 대비 주관적 화질기준 2배 이상의 압축률을 제공하는 비디오 압축 표준인 HEVC(High Efficiency Coding)가 2013년 1월에 표준화 승인을 받았다.

H.264 기술로 4K의 UHD 방송을 내보내기 위해서는 33 Mbps의 대역폭이 필요하며, 방송의 채널당 데이터 전송률인 19.7 Mbps보다는 높은 데이터 전송률이 필요하다. 이처럼 UHDTV는 높은 프레임수와 높은 화소 당 비트수가 필요하며, 이를 위해서는 대용량의 데이터를 신속히 전송할 수 있는 기술이 필요하다. HEVC는 기존의 H.264 코덱과 비슷한 화질을 가지면서도 낮은 비트 레이트로 구현이 가능하기 때문에 대역폭을 아낄 수 있을 뿐만 아니라 압축 영상에 대한 노이즈가 훨씬 적다. 예를 들어 1080p / 30fps로 H.264 압축을 하면 대략 4 Mbps/sec 정도가 필요한데, 같은 환경에서 H.265로 압축을 하면 2 Mbps/sec의 속도로도 처리가 가능해진다. 이는 HEVC를 사용한다면 비디오 코덱

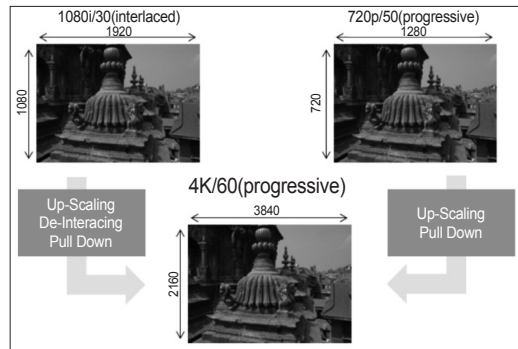
의 효율성을 두 배로 향상시키는 것과 같아져 모바일 시장이나 고해상도의 전송 서비스에 있어서 부하 문제를 해결할 수 있게 된다.

## II. 제작환경의 변화

최근 UHDTV 디스플레이 기기가 보급되고 있으나, 아직 활용할 만한 콘텐츠가 부족한 실정이다. 이러한 현상은 3DTV가 보급 되었을 때 3D 콘텐츠가 부족했던 현상과 비슷하다. UHDTV가 보급되어 활용되기 위해서는 그에 맞는 콘텐츠가 필수적임에도 불구하고 현재까지 국내외에서 생산된 UHD 콘텐츠의 양은 절대적으로 부족한 상황이다. 단기적으로는 기존 콘텐츠를 변환하여 해결할 수 있지만, 장기적인 관점에서 보았을 때는 제작 환경에 대한 전반적인 변화가 반드시 필요하다.

### 1. Full HD 영상의 컨버팅

UHDTV의 경우 프로그레시브 주사 방식만 규정하였을 뿐만 아니라 120Hz까지의 고속 프레임 레이트를 지원한다. 또한 최근 극장에서는 3D 영화 ‘호빗 : 뜻밖의 여정’이 48fps로 제작되면서 하이

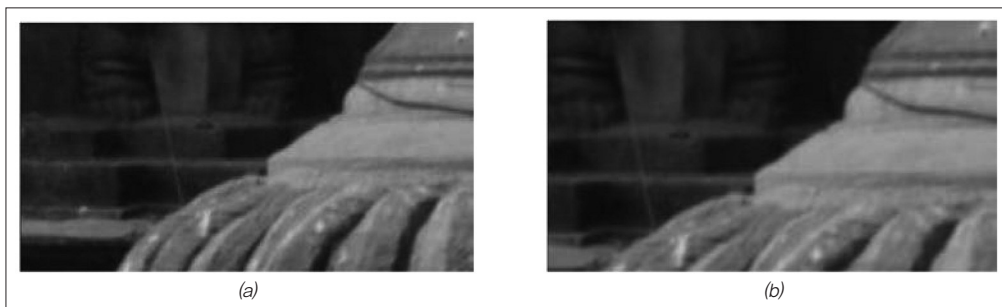


〈그림 2〉 Full HD에서 4K 영상 변환

프레임 레이트로의 변화가 일어나고 있다. 따라서 극장용 콘텐츠 뿐만 아니라 기존 콘텐츠를 활용하기 위해서는 〈그림 2〉와 같이 HD영상의 업 스케일링(up-scaling), 디인터레이싱(de-interlacing), 풀다운(pull-down) 방식에 대한 고찰이 필요하다.

#### 1) 업 스케일링(up-scaling)

3DTV의 출시 당시 3D 콘텐츠의 부족 현상을 해결하기 위해 2D를 3D로 변환하는 방식의 콘텐츠가 제작되었던 것과 같이 UHDTV 콘텐츠의 부족 현상을 해결하기 위해서는 Full HD 영상을 업 스케일링 하는 방식의 콘텐츠 제작이 이루어져야 할 것이다. 이미 LG, 삼성, 소니 등은 Full HD로부터 4K로 업 스케일링 하는 기능이 내장되어 출시되고 있다.



〈그림 3〉 1280 × 720 원본 이미지(a)와 이중 선형 보간 방식에 의해 3840 × 2160 업스케일링 이미지(b) 비교

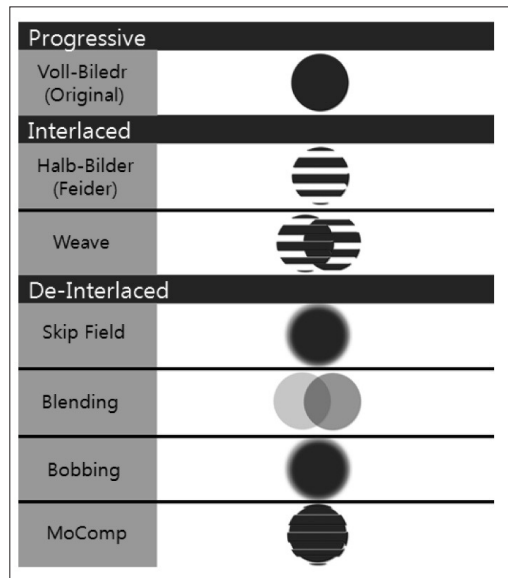
간단히 4K 업 스케일링을 하기 위해서는 1080p의 해상도에서 가로 세로 각각의 픽셀을 두 배로 늘려주면 4K 3840×2160 해상도로 구현된다. 즉, 1080p의 하나의 픽셀이 4K에서는 4개의 픽셀로 구현되는 것이다. 마찬가지로 720p인 경우, 가로 세로 각각의 픽셀을 세 배로 늘려 줌으로써 하나의 픽셀이 9개의 픽셀로 구현된다. 업 스케일링에는 다양한 방식이 존재한다. 가장 널리 알려진 공간적 보간법인 선형 보간법을 이용하여 영상을 원하는 해상도로 리샘플링 하는 방법과 인접한 이웃 화소 보간법(nearest neighbor interpolation), cubic 계열의 보간법을 이용한 방법 등이 있다. <그림 3>은 720p 영상을 이중 선형 보간(bilinear interpolation) 방식을 이용한 모습을 보여준다.

## 2) 디인터레이싱(de-interlacing)

프로그레시브 스캔 방식은 하나의 프레임을 단 한 번에 모든 수평라인을 표시하는 반면에 인터레이스 방식은 하나의 프레임을 두 개의 필드로 나누어 순차적으로 번갈아 가며 화면에 이미지를 표시하는 방식이다. UHDTV의 규격에는 프로그레시브 방식만을 규정하였기 때문에 기존 인터레이스 방식의 콘텐츠를 활용하기 위해서는 주사 방식의 변화가 필요하다.

인터레이스 스캔 방식을 프로그레시브 스캔 방식의 비디오로 전환하는 디인터레이싱 방법에는 다양한 방식들이 있으며 각각의 방식에 따라 시간과 품질 면에서 차이가 난다. 대표적으로 2개의 다른 필드를 합쳐 하나의 프레임으로 만드는 Blending 방식의 ‘Field combination deinterlacing’과 모든 필드를 수직방향으로 2배 확대하여 하나의 프레임으로 만드는 Bobbing 방식의 ‘Field extension deinterlacing’, 그리고 움직임 영역을 추정하여 보

간하는 Motion compensate 방식의 ‘Motion detection’ 방법들이 있다. <그림 4>는 다양한 디인터레이싱 방법에 대한 비교 결과를 보여준다.



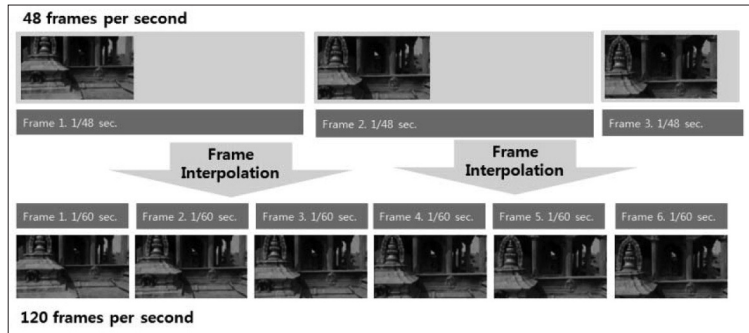
<그림 4> 디인터레이싱 방식 비교

## 3) 풀다운(pull down)

비디오 신호의 프레임 레이트를 변환하는 방식 중에 하나를 풀다운 방식이라 한다. 예를 들어 3:2 풀다운 방식이란 영화의 24 프레임을 NTSC 방송 규격 30 프레임으로 변환하는 방식을 말하며, 2:2 풀다운 방식이란 영화의 24 프레임을 PAL 방송 규격 25 프레임으로 변환하는 방식을 말한다. 최근 영화나 UHDTV 방송에서도 고선명의 화질을 위해 하이 프레임 레이트의 변화가 일어나고 있으며, 이에 따른 풀다운 변환에 대한 고찰이 필요하다.

하이 프레임 레이트의 가장 큰 이슈는 스포츠와 같은 빠른 영상에서 모션 블러(motion blur)현상을 막기 위해서이다. 예를 들어 120Hz 즉, 초당 120장의 영상은 MPRT(Moving Picture Response





〈그림 5〉 48Hz → 120Hz 풀다운 예시

Time)가 향상되어 모션 블러가 덜 보이게 된다. 하이 프레임 레이트를 지원하는 디스플레이와 서로 다른 프레임 레이트로 제작된 콘텐츠를 사용하기 위해서는 프레임 레이트 변환 기술이 적용되어야 한다.

가정에서도 고품질의 영상 구현이 가능해짐에 따라 영화관 수준의 콘텐츠를 볼 수 있는 환경의 변화가 생겼다. 이는 가정에서도 영화 콘텐츠의 활용이 더욱 가까워지고 있다는 의미이다. 고품질 콘텐츠를 위한 하이 프레임 레이트의 변화는 오랜 기간 동안 논의되어 왔다. DCI(Digital Cinema Initiative)에서는 극장용 콘텐츠의 하이 프레임 레이트 적용에 대한 논의가 시작되었으며, 2012년 3D 영화 ‘호빗 : 뜻밖의 여정’은 48fps로 제작되면서 본 기술에 대해 포문을 열기 시작하였다. 이처럼 극장용 콘텐츠의 하이 프레임 레이트로의 변화와 UHDTV의 하이 프레임 레이트 지원 등의 변화가 생기면서 새로운 방식의 풀다운 방식도 연구가 되어야 할 것으로 보인다.

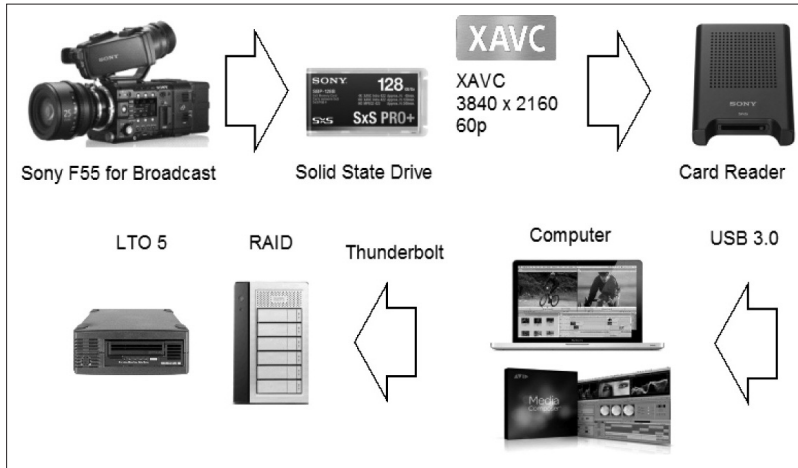
## 2. UHD 콘텐츠 제작 프로세스

UHDTV에 대한 수요가 긍정적으로 진행됨에 따라 하이 프레임 레이트와 고해상도 촬영이 가능한

새로운 장비에 대한 투자 인식이 필요한 시기이다. 데이터의 양이 증가됨에 따라 포스트 프로덕션 전체 프로세스 과정의 변화가 필요할 것이다. 데이터 양의 증가는 효율적인 압축 코덱을 사용함으로써 일부 해결이 되겠지만 영화나 상업적인 영상을 제작하는 프로덕션들은 큰 영향을 받을 것이다.

UHDTV의 콘텐츠 제작 수요에 맞춰 최근의 디스플레이와 카메라, 레코딩 장비들이 속속 출시되고 있다. 4K를 지원하는 카메라로는 높은 화소 수를 가진 소니 F65, XAVC 코덱을 지원하는 소니 F55, 초고속 프레임 레이트(최대 900 fps) 까지 가능한 FT-ONE, 레드 Scarlet-X, JVC GY-HMQ10U, 캐논 C500, 파나소닉 4K Varicam, GoPro HD Hero3 블랙 등이 있다. 디스플레이 기기로는 레티나 디스플레이를 가진 LG전자 4K TV, 삼성전자 S9 UHDTV, 샤프 8K TV 등이 있으며, 레코더 장비로는 ONBOARD S Plus Recorder, Ki Pro Quad, GEmini RAW, 소니 AXS-R5 등이 있다.

〈그림 6〉은 Sony F55로 촬영한 UHDTV 콘텐츠 제작 워크플로우 예시이다. 새로운 XAVC 코덱은 MPEG-4 AVC/H.264 Level 5.2 압축 기반으로 4096×2160 또는 3840×2160 해상도에 최대 60p 까지 지원하며, HD(1920×1080) 해상도에서는 최



<그림 6> XAVC 코덱 4K UHD TV Workflow 예시

대 180p 까지 지원한다. 뿐만 아니라 8/10/12 비트 샘플링 및 4:2:0, 4:2:2, 4:4:4의 컬러 샘플링을 지원한다. 이와 더불어 소니는 2013년 4K의 영상 처리를 위한 고속 전송과 고용량 확보를 위해 XAVC 포맷 메모리 카드 SxS Pro+를 발표했다. 최고 읽기 속도 1.6Gbps(200MB/s), 쓰기 속도 1.5Gbps (187.5MB/s)에 달할 정도로 전송 속도가 빠르며 용량도 64GB / 128GB로 크다. 방대해진 데이터를 옮기기 위해서는 Thunderbolt나 USB3.0 등의 포트가 요구되고 있다.

### III. 결론

UHD TV를 구입하는 것은 이제 더 이상 먼 미래의 일만은 아니다. 그러나 스틸 카메라로 촬영한 일상적인 사진들을 제외하고서는 UHD TV에서 볼 수 있는 콘텐츠는 매우 부족하다. UHD TV 콘텐츠와 새로운 디바이스를 제공하기 위해 콘텐츠 산업

은 새로운 테크놀로지에 적응함은 물론 많은 투자가 필요 할 것이다. 특히 하이 프레임 레이트와 고 해상도 촬영이 가능한 장비에 대한 투자 인식이 필요하며 포스트 프로덕션의 전체 프로세스 과정이 업그레이드 될 필요가 있다. 더욱이 데이터의 양은 대용량으로 증가 될 것이다. 이러한 데이터양의 증가는 효율적인 압축 코덱을 사용하는 몇몇 프로덕션은 큰 영향을 받지 않겠지만, 영화나 상업적인 영상을 제작하는 프로덕션들은 큰 영향을 받을 것이다. 영화시장이 홈 엔터테인먼트 시장을 이끌어가는 주요 산업인 만큼 영화산업은 지속적인 지원과 성공적인 노하우 및 정보공유가 필요할 것이다. 또한 방송 산업 종사자들도 본인들의 스튜디오와 ENG 등의 방송 기반 시설이 새로운 이미지 퀄리티 기준에 적용되도록 맞춰나가야 한다. HD보다 UHD TV는 고선명도 화질 구현이 용이하기 때문에 포커스나 여러 가지 기술적인 오류 요소들이 쉽게 발견됨을 고려하였을 때 장비뿐만 아니라 숙련된 전문가 교육이 필요할 것이다.

참고 문헌

- [1] 'Parameter values for ultra-high definition television systems for production and international programme exchange', ITU-R BT.2020, 2012
- [2] 'The present state of ultra high definition television', ITU-R BT.2246-1, 2012
- [3] Sharisha Shanbhag and Divya Agarwal, 'Deinterlacing Technology:/An Overview', IJAEST, Vol. 11, No. 1, pp.129-131, 2011
- [4] Gary J. Sullivan, Jens-Rainer Ohm, Woo-Jin Han, and Thomas Wiegand, 'Overview of the High Efficiency Video Coding(HEVC) Standard', IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS FOR VIDEO TECHNOLOGY, VOL. 22, NO. 12, 2012
- [5] ICT 표준화 전략맵 Ver.2013
- [6] [http://tech.ebu.ch/docs/events/webinar049\\_BeyondHD-update/hoffmann\\_beyondHD\\_update.pdf](http://tech.ebu.ch/docs/events/webinar049_BeyondHD-update/hoffmann_beyondHD_update.pdf)

필자 소개



알라릭 하마커

- 1994년 : Univ. Paris 7 Cinema and Audiovisual Studies (Master)
- 1999년 : Virtual Experience Production
- 2011년 : ZDF, 3D Consultant for public broadcaster ZDF
- 현재 : 광운대학교 정보콘텐츠대학원 교수
- 주관심분야 : 스테레오스코픽 3D, UHDTV, 디지털 비디오



권순철

- 2012년 : 광운대학교 정보디스플레이(공학박사)
- 2009년 ~ 현재 : 3D 한국국제영화제 프로그램 팀장
- 2012년 ~ 현재 : 3차원방송영상학회 이사
- 2013년 ~ 현재 : 광운대학교 정보콘텐츠대학원 조교수
- 관심분야 : 실감형 콘텐츠, 3차원 디스플레이



이승현

- 1992년 : 광운대학교 전자공학과(공학박사)
- 1993년 ~ 현재 : 광운대학교 교수
- 1994년 ~ 현재 : International Stereoscopic Union 한국대표
- 2009년 ~ 2011년 : 3차원방송영상학회 회장
- 2009년 ~ 현재 : 3D 한국국제영화제 위원장
- 관심분야 : 3D 융합기술, 디지털 홀로그래피