

End-to-end HLG HDR Live

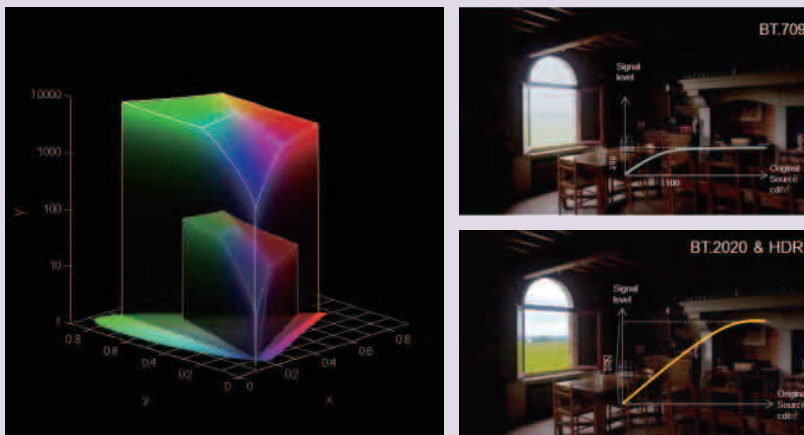
워크플로우

글:
박영철 소니코리아 과장

지난 2017년 5월 31일, 한국에서는 국내 방송 업계를 넘어 세계 방송업계에 기록될 역사적인 사건이 있었습니다. 세계 최초의 UHD 지상파 본방송이 한반도에서 첫 전파를 탔습니다. 현재까지는 수도권 지역 내에서만 UHD 방송을 수신할 수 있지만, UHD 방송 로드맵에 따라 단계적으로 전국으로 확대될 예정입니다. 특히, 2018년 2월 평창에서 열리는 동계올림픽을 기점으로, 강원지역(올림픽 개최지역) 및 광역시권으로 확대되는 만큼 UHD 방송 보편화가 가속화될 것으로 예상됩니다. 이에 발맞추어, 관계부처, 방송사 및 TV 가전 업체 등을 중심으로 적극적인 UHD 홍보가 수반됨에 따라, 일반 시청자들의 UHD 방송에 대한 인식 역시 상당히 개선되었습니다. 하지만 아직까지 초기 단계인 만큼, 다양한 UHD 콘텐츠를 제작 및 확보하는데 있어 많은 노력이 필요하며, 특히, UHD의 영상미를 시청자들에 전달할 수 있는 고화질의 UHD 제작 부분에서 많은 고민과 노력이 필요합니다. 이런 산업적 요구에 힘입어, HDR(High Dynamic Range)이라는 개념이 영상 제작 업계에 적극적으로 수용되었고, 다양한 형태(Post 및 Live)의 HDR 제작에 대한 시도들이 여러 부문에서 전 세계적으로 이어져 현재는 HDR 콘텐츠 제작뿐만 아니라 수많은 서비스 채널을 통해 HDR 콘텐츠 서비스가 상당히 보편적으로 이루어지고 있습니다.

HDR 영상이란?

HDR은 High Dynamic Range를 뜻하는 말로, 보다 넓어진 하이라이트 및 로우라이트 영역을 표현하는 영상을 일반적으로 HDR 영상이라고 얘기합니다. 카메라 센서의 지속적인 발전으로 인해 예전(일반 HD)에는 날려서 보이지 않던 하이라이트 부분이나 묻혀서 구분이 되지 않던 어두운 영역까지 모두 한 영상에서 표현할 수 있게 됨으로써, 보다 사람의 눈에 가깝게 영상을 표현할 수 있게 되었습니다.



지난 2016년 7월 ITU에서 HDR 영상 제작의 표준안인 ITU-R BT.2100을 발표함으로써, HDR 영상 제작에 대한 틀이 마련되었습니다. ITU-R BT.2100의 정의에는 HDR 포맷, 해상도 및 색공간 등 다양한 내용들이 담겨 있습니다.

항목	내용
포맷	HLG(Hybrid Log Gamma), PQ
해상도	HD : 1920×1080 4K UHD : 3840×2160 8K UHD : 7680×4320
색공간	BT.2020
비트 Depth	10비트, 12비트
프레임 레이트	120, 119.88, 100, 60, 59.94, 50, 30, 29.97, 25, 24, 23.98
스캔	Progressive only

HDR 포맷으로 지정된 HLG와 PQ는 각각 다른 특성을 지니고 있습니다.

HLG는 OETF(Opto-Electrical Transfer Function) 즉, 씬(Scene) 기반으로 정의된 포맷입니다. 10bit에서 약 1,400%까지의 하이라이트를 표현할 수 있으며, 하방 호환성이 뛰어나 방송용 HDR 포맷으로 많이 고려되고 있습니다. HLG 포맷은 블랙과 화이트를 0과 1.0으로 정의하는 상대적인 개념으로, 디스플레이의 밝기에 따라 이미지의 밝기가 변화하지만 하이라이트의 다이내믹 레인지는 동일하게 유지됩니다.

반면 PQ(또는 ST.2084)는 EOTF(Electro-Optical Transfer Function) 즉, 디스플레이 기반으로 정의된 포맷입니다. 사람의 눈이 인지할 수 있는 절대치를 기준으로 산출된 포맷으로, 12bit에서 최대 10,000cd/m²의 밝기를 표현할 수 있습니다. 절대치를 기준으로 삼기 때문에 디스플레이의 밝기에 상관없이 이미지의 밝기가 동일하게 유지되나, 하이라이트의 다이내믹 레인지는 변화하게 됩니다. 각각의 포맷이 가지는 고유의 특성으로, HLG 포맷은 실시간 및 보편적 서비스가 강조되는 방송 콘텐츠 분야에서, PQ 포맷은 감성적인 영상미를 강조하는 영화 콘텐츠 분야에서 선호되고 있습니다.

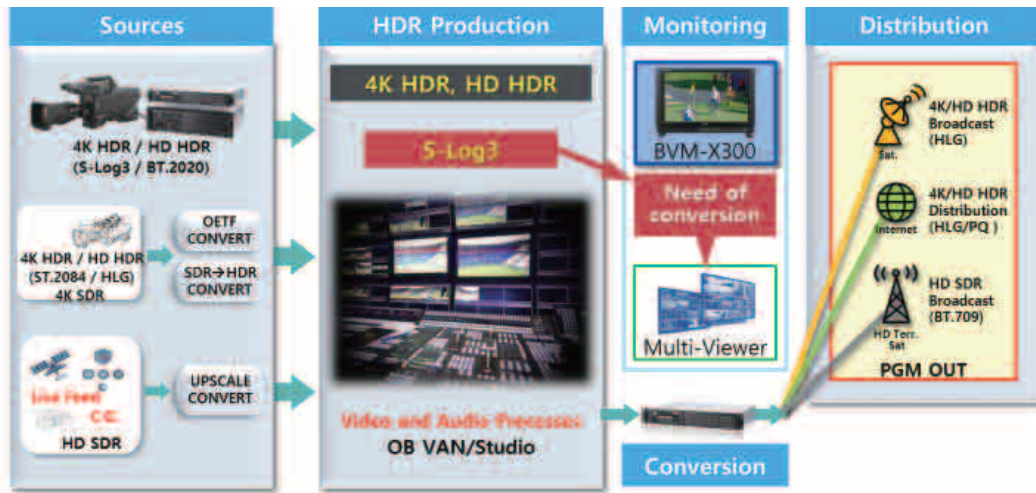
Sony에서 제안하는 HDR 라이브 워크플로우

Sony에서는 콘텐츠의 성격 및 목적에 따라 크게 세 가지 방법론을 제시합니다.

- ① 초고해상도 드라마 또는 다큐멘터리 등의 HDR 제작의 경우, 16bit 리니어 RAW 및 새롭게 소개된 X-OCN 파일과 S-Log3를 기반으로 촬영 및 색보정 프로세싱을 거쳐 HDR의 영상미를 극대화합니다.
- ② 다양한 이벤트 및 저예산 영상 제작의 경우, 10bit 또는 8bit의 XAVC 파일과 하방 호환성이 뛰어난 HLG 포맷을 기반으로 후반 색보정의 과정 없이, 촬영/편집 후 바로 완성합니다. 제작의 속도 및 편리함을 보다 강조하여, Instant HDR 워크플로우라고 칭하고 있습니다.
- ③ 스포츠 및 대형 공연 등의 라이브 제작의 경우, 제작단계에서는 4K HDR 포맷(S-Log3)을 기반으로 마스터 영상을 제작하고, 송출 및 배급 단계에서 요구되는 최종 포맷(PQ/HLG 또는 HD SDR)에 따라 적절한 컨버전 과정을 통해 서비스를 하게 되며, SR Live for HDR로 칭하고 있습니다.

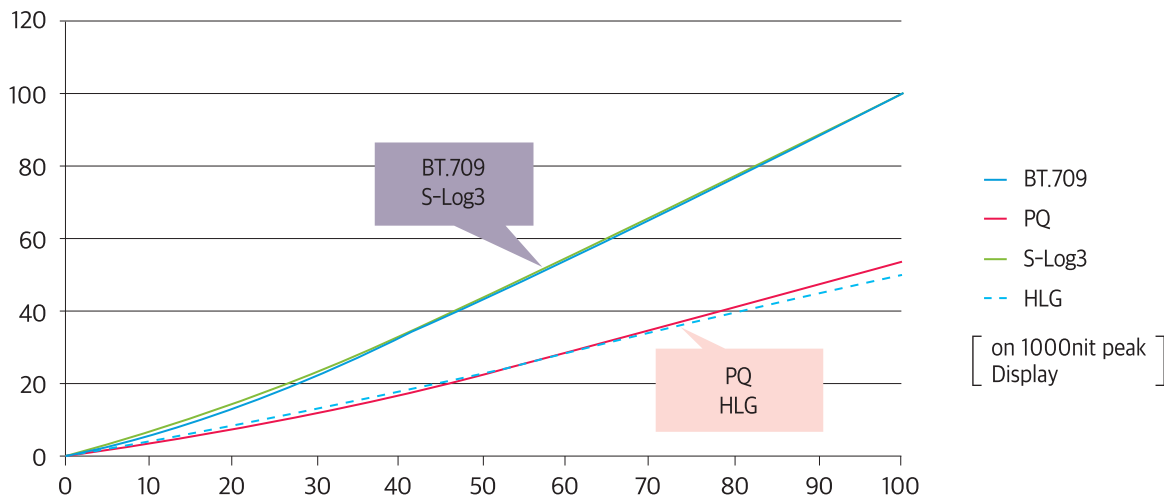
Sony에서는 2017년 10월 25일 목동 방송회관에서 End-to-end HLG HDR Live 워크플로우라는 부제 하에 한국 방송 환경에 최적화된 새로운 HDR 라이브 워크플로우를 소개하였습니다. 기존의 S-Log3 기반의 HDR 라이브 워크플로우는 S-Log3 기반 초고화질의 마스터 HDR 영상을 제작 후, 제작단에서와 동일한 이미지룩(Look)을 유지하면서, 요구되는 다양한 포맷으로의 서비스가 가능하다는 점에서 전 세계 다양한 방송사에서 호평을 받았으며, 실제 제작에 적용된 사례 및 방송사도 상당히 많았습니다.

하지만 다양한 방송 영상 제작 환경 속에서, 보다 간단하고 간편한 시스템을 요구하는 고객들의 목소리와 단일 HDR(주로 HLG) 포맷으로만 HDR 서비스를 고려하는 방송사의 현실적인 상황을 고려하여, HLG 기반의 HDR 라이브 워크플로우를 새롭게 선보였습니다.



SR Live Workflow: S-Log3 as Master Format

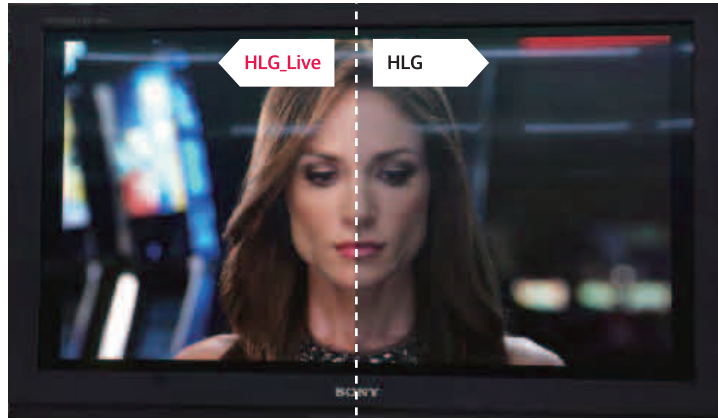
HLG 기반의 워크플로우와 기존의 S-Log3 기반의 워크플로우의 가장 큰 차이점은 HDR 포맷입니다. S-Log3는 여전히 최상의 HDR 영상을 구현할 수 있는 포맷이지만, 포맷의 특수성으로, 일부 모니터와의 정합성 및 송출단에서의 포맷 컨버팅 부분이 시스템 구성의 측면에서 좀 더 고민이 필요했습니다. 반면, HLG 포맷은 ITU에서 제정한 표준 HDR 포맷으로, HLG 서비스를 목표로 한다면 송출의 과정에서 추가적인 컨버팅의 과정이 필요 없게 되고, 포맷 자체가 가지는 뛰어난 하방 호환성으로 모니터링 시스템도 상당히 탄력적으로 구성이 가능합니다.



그리하여 고객사의 상황에 따라, 4K PQ/4K HLG/4K SDR 및 HD SDR 등 다양한 포맷의 서비스를 제공해야 하고, 보다 화질 친화적인 워크플로우를 최우선으로 하는 경우에는 S-Log3 기반으로, HLG 포맷으로만 HDR 서비스를 고려하고 간편한 시스템 구성을 요구하는 방송사의 경우에는, HLG 기반의 워크플로우를 선택적으로 취할 수 있게 되었습니다.

하지만 HLG 포맷은 포맷 자체가 가지는 특성으로 인하여, 특히 대부분의 피사체가 위치하는 100니트 밝기 하에서, HLG 영상은 HD(BT.709) 및 S-Log3에 비해 약 절반 정도로 영상이 어둡게 표현됩니다. 그렇다고 카메라 조리개를 더 열게 되면, 블랙 부분이 뜨게 되거나 하이라이트 부분을 날리게 되는 부작용이 발생할 수 있게 됩니다.

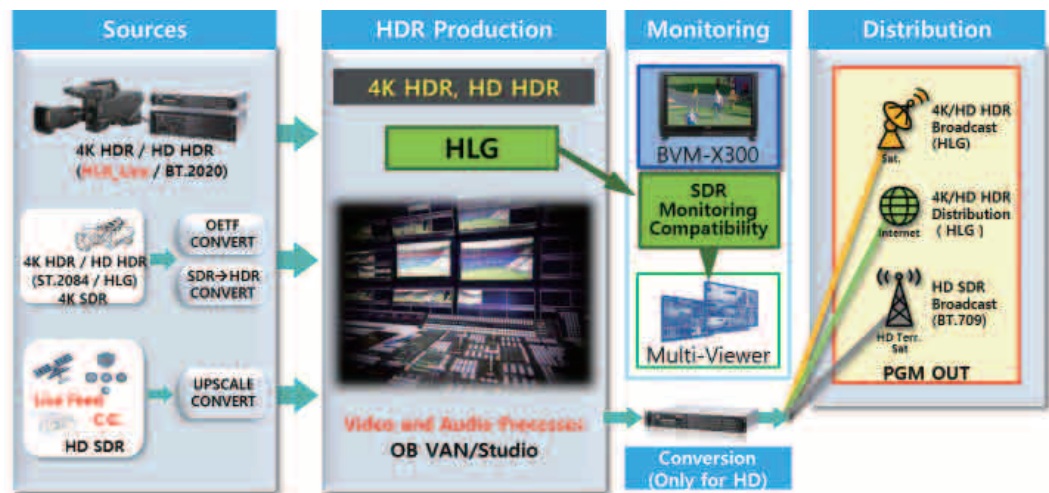
그리하여 Sony에서는 일반 밝기 환경에서도 BT.709 및 S-Log3와 유사한 밝기를 구현할 수 있는 HLG_Live라는 개선된 모드를 개



발하였습니다. 카메라 시스템에 적용된 HLG_Live 모드는 완전히 새로운 포맷이 아니라, 표준 HLG를 기반으로 Sony 고유의 Painting 기술이 적용된 것으로써, HLG 포맷을 지원하는 어떤 모니터 및 장비와도 호환됩니다. HLG_Live와 HLG(BT.2100) 모드의 영상을 직접 비교 시, 그 차이점은 더욱 명확해집니다. HLG_Live 출력의 영상은 일반 HLG 출력 영상 대비 훨씬 풍부한 색감과 밝기를 제공하며, 흡사 S-Log3와 거의 동일한 수준의 영상미를 제공

할 수 있습니다. 이러한 차이는 비단 HDR 영상에서뿐만 아니라, 동시에 출력되는 HD SDR 영상 기반으로 운영되게 되는 뷰파인더 또는 일반 비디오 모니터링에도 동일한 영향을 미치게 됩니다.

이렇게 개선된 HLG_Live 모드를 기반으로, Sony에서는 HLG 기반의 End-to-end HDR 라이브 워크플로우를 추가적으로 제안합니다. 제작 마스터 포맷은 4K HLG/BT2020으로 하되, 촬영단에서는 HLG_Live 모드를 활용하여 HDR 영상미를 극대화합니다. 시스템 구성 부분에서 HLG의 하방 호환성으로 컨버팅이 필요 없는 모니터링 시스템 구성이 가능해지고, 송출의 과정에서도 HLG HDR 서비스만을 고려 시 컨버팅의 과정이 필요 없게 됨으로써, 보다 간단하고 간편한 시스템 구성이 가능하게 됩니다.



SR Live Workflow: HLG as Master Format

HLG 기반 HDR 라이브 워크플로우는 S-Log3 기반 워크플로우와 동일하게 제작상 다양한 이점을 제공합니다.

- 4K HDR 및 HD SDR의 동시 제작이 가능
- 친숙한 HD SDR 기반의 모니터링 시스템 및 페인팅 노하우를 활용할 수 있음
- S-Log3와 유사한 품질의 고화질의 HDR 영상 제작
- 방송 제작환경에 최적화된 HLG 기반의 간단한 End-to-end 라이브 HDR 시스템 구현
- 효율적인 모니터링 및 송출시스템 구축(컨버전이 필요 없음)

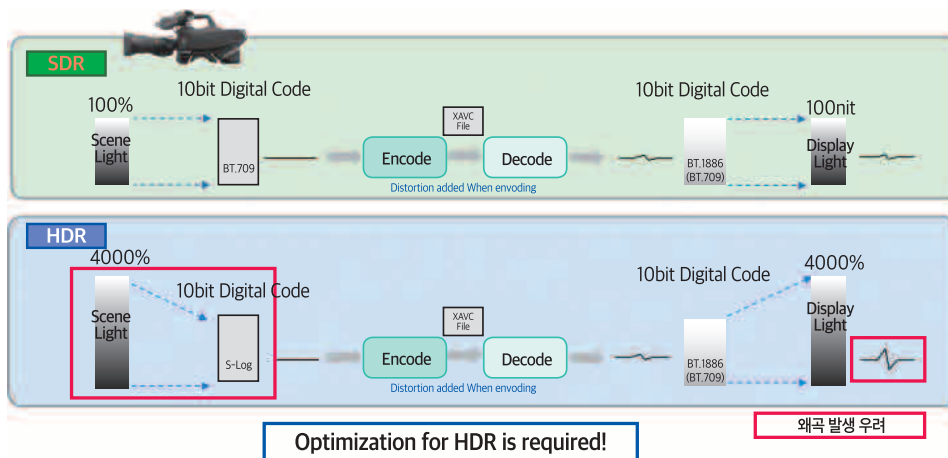
Sony HDR 지원 제품

Sony에서 출시된 대부분의 4K 제품의 경우, HDR 기능을 지원합니다.

시스템 카메라의 경우, 모두를 지원하거나 지원하게 됩니다. 3칩 2/3" 4K 센서를 탑재한 HDC-4300 및 P43의 경우 S-Log3 및 HLG(BT.2100) HDR 모드를 지원하며, 새롭게 소개된 HLG_Live 모드 역시 지원합니다. 4K 8배속 슈퍼슬로우 모션 카메라 시스템인 HDC-4800/BPU-4800 역시 동일하게 S-Log3 및 HLG 모드를 지원하며, HLG_Live 모드의 경우 2018년 초에 무상 업데이트를 통해 지원할 예정입니다. HDC-1700/2000/2400의 HD 카메라도 4K & HDR 업컨버전스 프로세싱 보드인 HKCU-2040을 탑재하게 되면 4K&HDR 출력을 지원할 수 있습니다. S-Log3, HLG(BT.2100) 및 HLG_Live 모드를 모두 지원합니다. 참고로, HKCU-2040 보드의 경우, HDC-1700/2000/2400로부터 생성된 R/G/B 리니어 신호를 기반으로 컨버전스 프로세싱을 진행하기 때문에 훨씬 고화질의 4K & HDR 업컨버전스 영상을 제공할 수 있습니다. 세계 최초의 2/3" 4K 솔더 캠코더인 PXW-Z450은 올해 말 업데이트를 통해 S-Log3 및 HLG_Live 모드를 지원하게 됩니다.

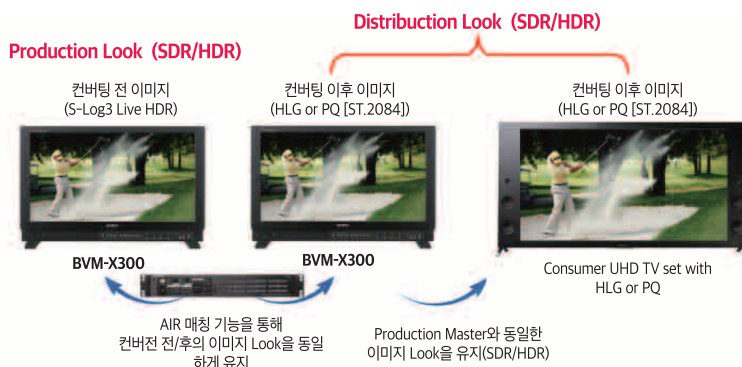
모니터의 경우, BVM-X300과 PVM-X550이 S-Log3, PQ 및 HLG를 지원합니다.

레코딩 서버로는 PWS-4500이 고해상도의 4K HDR 영상 기록 및 재생 기능을 제공합니다. 특히 10bit 내 고화질의 HDR 영상 레코딩 기능 지원을 위해, HDR 최적화 레코딩 모드를 추가적으로 지원합니다. S-Log3, PQ 및 HLG 모드에서 모두 작동가능하며, 레코딩 시 해당 메뉴를 선택하면 해당 HDR 영상에 최적화된 인코딩 프로세스 및 비트 맵핑을 통해 보다 개선된 고화질의 HDR 영상을 기록할 수 있습니다.



다용도 외장형 컨버터인 HDRC-4000은 HD 및 SDR 영상을 4K 및 HDR 영상으로 컨버전하여, 기존에 보유하고 있는 HD 영상 및 제품들을 HDR 제작 워크플로우에 활용할 수 있도록 지원합니다. 또한 특정 HDR 영상을 기존 룩을 그대로 유지한 채 목표하는 다른

AIR Matching: Delivery of “production look”



HDR 포맷으로 변환이 가능합니다. AIR(Artistic Intents Rendering) 매칭 기능으로 불리우는 고유의 기능으로, 콘텐츠의 품질을 동일하게 유지할 수 있는 중요한 기능입니다.

Sony SR Live for HDR 제작 사례

지난 2017년 6월 영국에서 있었던 유벤투스와 레알 마드리드 간의 유럽 챔피언스 리그 챔피언 결정전이 유럽 최대 영상 서비스 기업인 BT Sports에 의해, Sony의 SR Live for HDR 워크플로우를 통해 제작되었습니다. 총 22대의 Sony 4K 카메라(HDC-4300/P43/4800)가 투입되었으며, S-Log3/4K 포맷으로 제작된 마스터 영상은 총 4가지의 포맷 형태로 서비스가 이루어졌습니다.

- 4K/HDR(PQ) : 영국 내 돌비 극장에서 라이브 시연 목적
- 4K/HDR(HLG) : BT Sports 내부 테스트 시연
- 4K/SDR : BT Sports 4K 채널로 송출
- HD/SDR : 일반 HDTV 채널로 송출

최상의 영상미 구현과 다양한 포맷으로의 송출을 고려했던 만큼, S-Log3 기반으로, 처음부터 끝까지 4K/HDR로 제작되었습니다. 최종 송출단에서 Sony의 HDR 컨버터인 HDRC-4000에 의해, PQ 및 HLG 포맷으로 컨버팅되어 서비스가 되었음에도, 제작단에서의 이미지룩(S-Log3기반)이 그대로 유지되어 최종단까지(PQ 및 HLG) 서비스될 수 있었습니다. 성공적인 제작 및 영상미에 대한 극찬에 힘입어, BT Sports에서는 향후에도 지속적인 Live HDR 제작을 Sony와 함께 이어가기로 하였습니다.

2017년 5월 미국에서는 CBS에 의해 바이런 넬슨 골프 클래식PGA 골프 경기가 HDR로 제작되었습니다. 처음으로 Sony에서 새롭게 개발된 HLG_Live 모드를 기반으로 HDR/SDR 동시제작을 한 사례로, 최종 서비스 포맷은 총 3가지로 이루어졌습니다.

- 4K/HDR(HLG) : CBS 내부 테스트 송출 시연
- 4K/SDR : Direct TV 4K 채널로 송출
- HD/SDR : 일반 HDTV 트럭으로 영상 피드

총 13대의 Sony 4K 카메라 HDC-4300이 투입되었으며, HLG 포맷의 장점이 잘 활용되어 모니터링 시스템을 효율적으로 구성할 수 있었으며, HLG_Live 모드를 카메라에서 설정하여 HDR 영상미를 극대화할 수 있었습니다.



이 외에도 스포츠, 콘서트 및 페스티벌 등 다양한 분야에서 HDR 제작에 대한 시도들이 계속적으로 이어지고 있습니다. 최근 FIFA에서 발표한 내용에 따르면, 2018년 러시아 월드컵의 경우, 64개 전 경기가 모두 4K HDR로 제작된다고 합니다. 아마도 러시아 월드컵을 전후로 HDR 라이브 콘텐츠 및 제작 워크플로우에 대한 관심이 최고조에 달할 것으로 예상합니다. 📺