

HDR 기술을 활용한 2018 러시아 월드컵 UHD방송 VOD 서비스

*하종진, 이돈일, 구자훈, 엄영식, 박석기, 송재호, 장진희, 전성규
한국방송공사
*gean_ha@kbs.co.kr

2018 Russia World Cup UHD VOD Service Using HDR Video

*Ha JongJin, Lee DonIl, Ku Jahoon, Um YoungSik, Song JaeHo, Jang JinHee, Jeon SeongGyu
Korean Broadcasting System

요약

KBS를 비롯한 지상파방송 3사는 실시간 UHD방송과 VOD 온라인 동영상 서비스가 결합된 세계 최초의 지상파 양방향 UHD 플랫폼인 Tiviva(이하 티비바) 서비스를 2017년 11월 오픈하였다. 티비바는 별도의 셋톱박스 없이 UHD TV에 직접수신 안테나와 인터넷을 연결하여 지상파 방송사의 실시간 방송 채널 외에 다양한 UHD VOD와 클립을 이용할 수 있고, 스포츠와 드라마, 종편(ITBC, MBN), 영화 등 50여 개의 IP채널을 추가로 볼 수 있는 서비스이다. 이후 2018년 1월에는 이용자 편리성과 자동추천 기능 등 UI/UX를 크게 개선한 티비바 2.0을 업데이트 하였고, 평창올림픽 기간에는 전 경기 실시간 스트리밍 및 올림픽특별관을 운영하였다.

2018년 6월 러시아 월드컵 기간에는 축구 경기 UHD HDR 방송 중계와 함께 티비바를 통한 HDR VOD를 최초로 서비스하여 스포츠 경기를 즐기는 또다른 즐거움을 선사하였다. 본 논문에서는 러시아 월드컵 HDR VOD 서비스를 준비하고 시행하기 위한 시스템 설계 및 진행과정, 기술 이슈 등에 대해서 기술하려고 한다.

1. 2018 FIFA 러시아 월드컵과 UHD VOD 서비스

2018년 6월 14일부터 7월15일에 걸쳐 세계 최대 스포츠 이벤트인 2018년 러시아 월드컵이 열렸다. 전체 64경기 중에 KBS 1.2 TV로는 56경기가 중계방송 되었는데 이중에 43경기는 UHD 중계방송이었다.

KBS는 러시아 월드컵 대회기간 중 티비바 2018 러시아 월드컵 특별 관용 UHD HDR VOD 영상을 콘텐츠연합플랫폼(CAP)¹⁾에 공급하였는데, UHD주조 라이브 인코더에서 생성한 HDR 적용 UHD 영상을 운용자가 QC 후 티비바로 수동 전송하는 방식으로 운영하였으며 다음과 같은 일정으로 진행되었다.

- 2018.6.1. ~ 6.5. : 라이브 인코더 펌웨어 업그레이드, HDR 속성값 강제 설정 인코딩 테스트
- 2018.6.14. ~ 7.15. : 월드컵 UHD 전 경기 티비바 공급

제공된 UHD VOD 영상은 HEVC 코덱을 사용하여 3840x2160의 해상도 및 59.94fps의 프레임레이트로 약 15Mbps의 대역폭으로 생성되었으며 적용된 HDR 방식은 HLG 방식이었다.

비디오	오디오
<ul style="list-style-type: none"> • 코덱 : HEVC(H265), Main10/Main Profile, Level 5.1 • Wrapper : MP4 • 해상도 : 3840x2160 • Framerate : 59.94 • Bitrate : 15Mbps, CBR • GOP Size : 120(B 2, Ref 3) • HDR 방식 : HLG(Hybrid Log Gamma) 	<ul style="list-style-type: none"> • 코덱 : AAC • Sample rate : 48KHz • Bitrate : 96Kbps, CBR • Coding Mode : LR(stereo)

< 표 1 > UHD VOD 영상 포맷

2. 시스템 구성 및 워크플로우

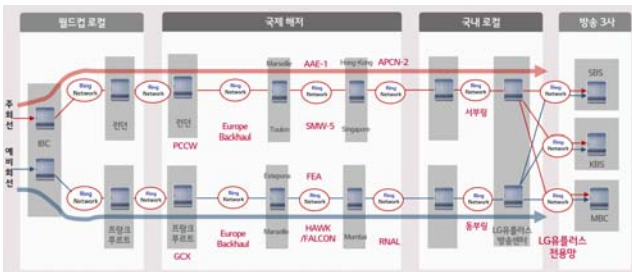
국제전송망 회선 구성은 러시아월드컵 IBC에서 런던(주 회선) 및 프랑크푸르트(예 비 회선) POP을 경유하여 통신사 방송센터를 거쳐 방송 3사로 주 회선 400Mbps, 비회선 200Mbps 규모로 구성되었으며,

1) UHD 홈포털 서비스 Tiviva 제공 업체

UHD 신호 전송은 HLG 방식의 HDR을 지원하는 NTT사의 HC11000E 인코더 및 HC11000D 디코더를 사용하여 HEVC 축방식으로 전송하였다.



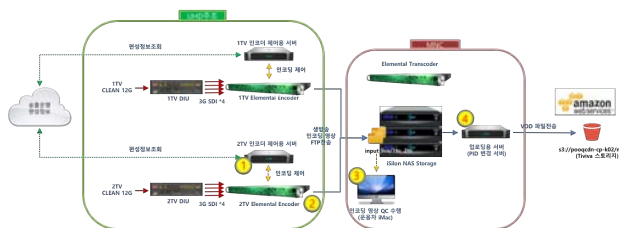
< 그림 1> 러시아월드컵 국제전송망 회선 구성도



< 그림 2> 러시아월드컵 국제전송망 상세 구성도

통신사로부터 전달받은 국제신호는 다시 중계부조(TV-5호) 및 UHD 주조(FS, 마스터스위처, 12G/Quad-3G DIU)를 거친 후 아래의 UHD HDR VOD 처리 시스템 장비를 거치게 된다.

- UHD주조 : Elemental 라이브 인코더, 인코더 제어용 서버(개발 어플리케이션 설치)
- KBS 데이터센터 : iSilon NAS 스토리지, Elemental 트랜스코더, QC용 iMac, 업로딩용 서버



< 그림 3> UHD HDR VOD 공급 흐름도

상기 시스템을 통한 VOD 공급 워크플로우는 다음과 같다.

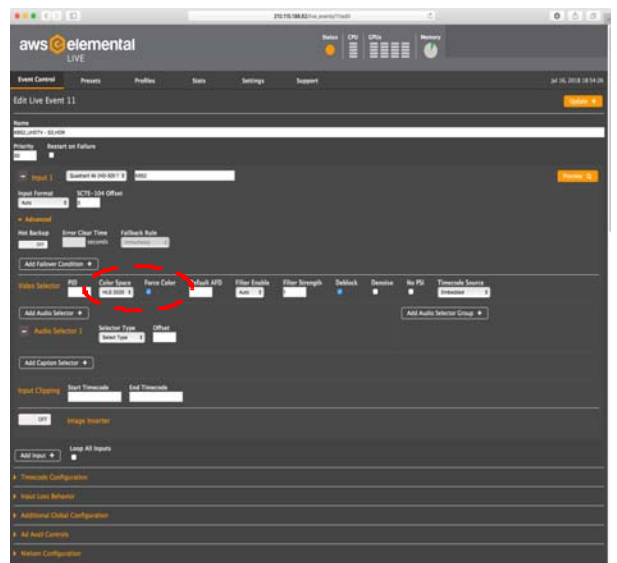
- ① 인코더 제어용 서버에서 편성정보송 출운행 조회, Elemental 인코더 제어(편성정보/운행정보, 방송 시작시간, Duration 및 HDR 적용 여부 조회)
- ② Elemental 인코더에서 Quad 3G-SDI 신호를 인코딩하여 HEVC 영상 생성 후 FTP로 KBS 데이터센터 스토리지에 저장
- ③ 생성된 영상을 운용자 iMac에서 재생하여 이상 유무를 육안으로 QC

수행(전수 검사)

- ④ QC가 끝난 영상을 티비바가 사용하는 아마존 S3 스토리지로 방송망 인터넷을 통해 전송

한편 러시아 월드컵 IBC에서 입력한 HDR 관련 속성값이 UHD 주조를 거치는 동안 리셋됨에 따라 라이브 인코더에서 강제로 설정하여 운영하였다. (표준 제정 전 장비 도입)

- ※ SMPTE-425M “Source Image Format and Ancillary Data Mapping for 3Gb/s SDI” 2017년 수정
(2번째 바이트에 HDR 유형 정보, 3번째 바이트에 Color Space 정보 설정)



< 그림 4> UHD 라이브 인코더 HDR 설정 화면

- Color_Space : follow, rec_601, rec_709, hdr10, hlg_2020
 - 입력 신호에서 color space 정보가 유실되었거나 잘못 입력되어 있을 경우 지정
- Force_Color : false or true
 - 체크 해제 (false) : 입력 신호에 color space 정보가 있을 경우 해당 정보를 사용, 입력 신호에 color space 정보가 없을 경우 “Color_Space” 필드의 값을 사용. 간헐적으로 color space 정보를 유실할 경우 사용
 - 체크 (true) : 항상 “Color_Space” 필드의 값을 사용. 입력 신호에 color space 정보가 전혀 없거나 신뢰하지 못할 경우 사용

티비바는 아마존 AWS S3 스토리지로 영상을 수신하는데, UHD 콘텐츠 공급시스템내 업로딩용 서버를 이용하여 방송망 인터넷을 통해 전송하였으며, 콘텐츠 유출 방지를 위해 Write 한만 있어 전송 성공 여부는 바로 확인되나, Read 권한이 없어 업로딩 영상 확인은 불가능해 불편함이 존재하였다. 오브젝트 스토리지 고유의 폴더 구조로 운영됨에 따라 GUI로는 전송작업이 불가능하고 아마존에서 제공하는 CLI 어플리케이션(awscli)은 파일명의 특정 부분을 반복적으로 입력해야 하는 불편함이 존재하여 자체적으로 전송 Tool을 만들어 대회기간 중 활용하였다

3. 대회기간 서비스 운영

러시아 월드컵 기간 VOD 서비스를 운영하는 과정에서 두 가지 기술적인 이슈들이 있었는데 다음과 같다 .

우선 트랜스코더 내부 작업 간 간섭으로 인해 인코딩 에러가 몇차례 발생하였는데 이는 경기가 연속으로 편성된 상태에서 직전 경기 인코딩된 영상을 공유스토리지로 FTP 전송 중에 다음 경기 인코딩을 시작할 때 주로 발생하였다. (디스크 I/O가 Read, Write 동시에 겹침)

경기명	모로코 : 이란	크로아티아 : 나이지리아	대한민국 : 멕시코
송출시간	6/15(금) 23:00 ~ 26:10 (190분)	6/16(토) 27:00 ~ 29:00 (120분)	6/23(토) 23:00 ~ 26:10 (190분)
영상 에러 구간	영상 첫부분 26초간	영상 첫부분 8분간	영상 첫부분 15초간
인코딩 Start 오류	3분 먼저 시작	40초 먼저 시작	2분 먼저 시작
직전 경기	이집트 : 우루과이	페루 : 덴마크	벨기에 : 튀니지

< 표 2> 인코딩 에러 발생 내역

통상 경기가 연속으로 있어도 FTP 전송이 경기 간 약 3~4분의 광고 시간 중에 이루어져 상기 경기 외 다른 경기는 정상적으로 인코딩되었으나, 상기 경기의 경우 실제 경기 시작 시간보다 약 40초 ~ 3분 먼저 인코딩이 시작되어 FTP 전송 작업과 겹치게 되었다.

두번째로 개막전 경기의 HDR 인코딩 오류가 발생하였는데, 금번 대회 기간 동안 생성된 UHD 영상에 적용된 HDR 기술은 HLG 방식으로서, 이 기술은 BBC와 NHK가 제 안해서 만든 표준으로 SDR 역호환성(Backward Compatibility)을 제공함으로써 UHD/HD 동시 방송 시 HD TV에서도 색 상 왜곡이 적은 기술이다.

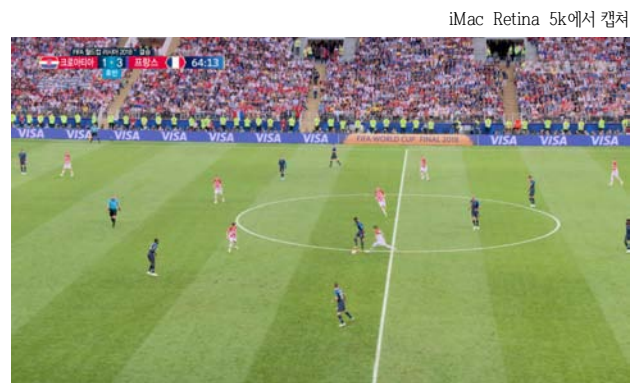
실제 개막전 경기가 아래와 같이 HDR 속성값이 누락된 채 인코딩되었는데 이를 재생 시 SDR로 표현되는 영상이 기존 HD SDR 영상과 큰 차이가 없고 시청하기에도 무난하여 HLG의 역호환성 장점을 확인하였는 바, HDR 방송 초창기에 이를 잘 활용하는 것도 의미가 있어 보인다 .

구 분	내 용
경기	개막전(러시아 Vs. 사우디)
송출시간	6/14(목) 23:10 ~ 26:10 (180분)
오류 내용	인코더 제어용 S/W에 HDR 관련 기능을 추가 구현하였으나 편성정보 조회값 처리 오류로 HDR 메타데이터 없이 일반 UHD 영상으로 생성 (BT.709)

< 표 2> HDR 인코딩 오류 발생 내역

속성 구분	일반 UHD 영상(SDR)	HDR 적용 UHD 영상
Color Primaries	BT.709	BT2020
Transfer Characteristics	BT.709	HLG
Matrix Coefficients	BT.709	BT2020 non-constant
프로그램 예시	'슈츠' 등 UHD 드라마	러시아 월드컵

< 표 3> 일반 UHD 영상과 HDR 적용 UHD 영상의 속성값 차이



< 그림 5> UHD 영상 HDR 정상



< 그림 6> UHD 영상 속성DR 값 누락(SDR)



< 그림 7> HD 영상(SDR)

4. 결론

UHD 방송은 고화질 콘텐츠 제공과 함께 HDR 기술 적용으로 인해서 풍부한 색감 및 고대역의 밝기 표현이 가능하다. HD 디지털 방송 이후에 어떤 면에서는 고해상도 영상보다 HDR를 통한 풍부한 색감과 고대역의 밝기 대비를 통한 영상의 몰입도가 더 효과적이라고 주장하기도 한다. 그만큼 HDR은 영상 시청자로 하여금 매력적인 요소로 작용한다. 그러한 HDR 기술이지만 시청자에게 최대한의 효과를 주려면 카메라 촬영부터 제작, 전송재생 까지 적절한 처리과정이 중요함을 이번 HDR VOD 서비스 구현을 통해 알 수 있었다. 특히 촬영이 잘못 이루어지면 당연히 HDR의 효과는 반감되며 제대로 촬영 및 제작이 되었다고 전송, 유통 과정에서 적절한 장비와 워크플로우가 제공되지 못하면 사용자는 그 효과를 느끼지 못할 확률이 높아진다.

서비스 준비 과정에서 HDR 관련 영상 메타데이터 처리가 구형 장비에서 미인식되거나 누락되는 등 아직까지는 UHD 콘텐츠 처리 외에 HDR를 지원하는 시스템 설계가 어려운 측면이 존재한다. 더욱 더 시급한 것은 HDR 영상 촬영과 제작을 위해서는 고가의 촬영, 제작 및 처리 장비가 현장에 투입되어야 하며, 전문 인력 등이 세심하게 제작하여야 그 효과가 나타난다는 점이다. 생방송이 아닌 후반제작물인 경우는 색보정 과정에서 HDR 처리가 추가 필요하여 제작단가가 올라가는 측면도 존재한다만 약 HDR 영상이 제대로 제작되지 못하고 메타데이터만 HDR로 표기된 상태에서도 HDR로 포장되어 서비스가 될 수 있는데, 이 경우 시청자의 외면을 받을 수 있다. 방송 송출단 이후에서 VOD 파일로 변환하고 4K/8K를 통해서 서비스 하는 부분은 제작 파트에 비하면 HDR 설계가 수월하다. 최신 UHD 인코더나 4K/8K 이 HDR10이나 HLG 등의 표준 방식을 비교적 잘 지원하고 있기 때문이다. 시청할 TV의 경우에도 국내 대기업 제품들이 UHD TV라면 대체로 HDR 지원을 하고 있어 이용에 큰 어려움이 없다.

HLG 기술은 기존 SDR 모니터나 TV와의 호환성 제공으로 방송사에서 선호하는 HDR 기술이다. 금번 서비스에서는 UHD 방송 중계가 1차 목적이었으므로 HLG 방식의 신호를 러시아 월드컵 현장으로부터 받아서 VOD로 변환하여 서비스 하였다. HLG 영상의 경우에 기존 SDR 모니터로 볼 경우 약간의 색 물빠짐 현상은 있지만 영상 시청에 크게 저해되지는 않았다. HDR이 지원되는 UHD TV의 경우 축구장의 밝은 곳과 어두운 곳 모두 선명하게 보여서 과거 주간 경기장 그림자로 그라운드의 어두운 부분이 잘 안보이던 현상이 존재하지 않았다. 또한 축구장의 잔디, 선수들의 유니폼 색 등도 풍부한 색감으로 맛깔스럽고 고급스럽게 보여 경기를 보는 내내 생동감 있는 영상 감상이 가능하였다. 향후에는 VOD 서비스만을 고려한다면, 다이내믹 범위와 색감 영역이 더 뛰어난 Netflix 등 VOD 시장에서 주로 지원되는 HDR10 방식의 HDR 콘텐츠 공급이 경쟁력 제고 차원에서 필요할 것으로 보인다.