

‘불후의 명곡’ 왕중왕전 — UHD HDR 종합편집

글. 박종인 KBS 종합편집실

원고 주요 내용

- Color Space, HDR
- 촬영녹화 과정
- 녹화·색보정 워크플로우
- UHD HDR 종편시스템
- UHD HDR 종편 워크플로우
- UHD HDR 종합편집
- 맷으며

지난 7월 16일과 23일 방송된 KBS2TV <불후의 명곡-전설을 노래하다>는 ‘상반기 왕중왕전’으로 꾸며졌다. 2주에 걸쳐 방송된 왕중왕전에는 2022년 상반기 ‘불후의 명곡’ 우승자들답게 역대급 스케일의 무대를 선사했으며 인천 남동체육관을 꽉 채운 4,000여 명의 관객들이 만들어낸 뜨거운 열기와 10팀의 아티스트들의 무대 열정 시너지는 안방극장을 불타오

르게 만들었다. 특히 ‘불후의 명곡’ 방송 최초로 4K UHD HDR로 송출하여 보다 선명한 화면과 생생한 현장감을 통해 공연 현장에서 느끼는 짜릿한 전율과 감동을 고스란히 전했다.

필자는 후반작업 중 UHD HDR PQ 방식의 종합편집 작업을 수행하였는데 본 고에서는 이에 대한 워크플로우 및 제작기법을 다루고자 한다. 아울러 촬영된 파일 관리에 대한 부분도 간략히 다룰 것이며 주요 내용은 좌측과 같다.

일반적으로 UHD 영상을 HD 영상과 비교하는 요소로는 크게 아래와 같이 말할 수 있다.

- 해상도 : 얼마나 세밀하게 전달할 것인가?
- 프레임레이트 : 초당 얼마나 많은 정보를 전달할 것인가?
- Color Space : 얼마나 더 확장된 색영역을 표현할 것인가?
- HDR : 얼마나 더 세밀한 밝기를 표현하여 전달할 것인가?

UHD 제작에 있어서 해상도나 프레임레이트에 대해서는 많이 알고 있지만 색공간(Color Space)이나 HDR은 아직 생소한 분들이 많기 때문에 간략하게 살펴보도록 하겠다.

Color Space, HDR

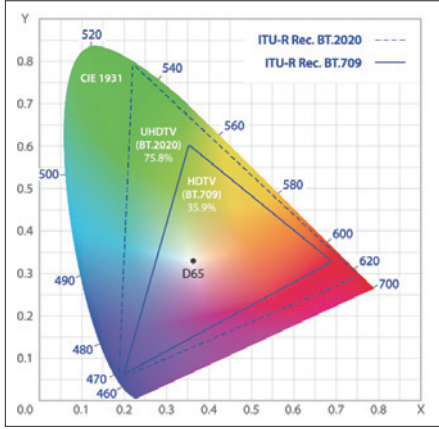


그림 1. 색공간 (Color Space: CIE1931)

색공간(Color Space)은 표시할 수 있는 모든 색상의 범위를 나타내는 데 [그림 1]과 같이 전체 색영역 부분은 사람이 눈으로 감지할 수 있는 모든 RGB 값을 보여주며, 삼각형 내부의 영역은 각각 HDTV 표준 색공간인 Rec.709(BT.709)와 이보다 훨씬 넓은 색영역을 포함하는 UHD 표준 색공간인 Rec.2020(BT.2020) 영역이다.

한편, 실제로 우리 눈이 보는 풍경과 TV 등 디스플레이로 접하는 동일한 풍경의 밝기에는 큰 차이가 있는데 인간의 눈은 최대 0nits ~ 40,000nits 사이의 명암을 인식할 수 있는 반면 기존의 TV는 이를 충족시키지 못하고 있다. 여기서 nits는 디스플레이 기기에서 밝기를 나타내는 지표의 단위로서 촛불 한 개가 1m²에 비추는 광량을 의미한다.

HDR(High Dynamic Range) 기술은 명암의 범위를 넓혀 밝은 부분은 더 밝고 세밀하게 보여주고 어두운 부분은 더 어둡게 표현되 사물이 또렷하게 보이도록 하여 명암에 따른 디테일한 부분들도 한가지 색으로 뭉쳐지지 않고 또렷하게 나누어 보여줌으로써 영상에서 느끼는 입체감이 더 커지는 효과를 갖게 하는 기술이다. 이번 불후의 명곡 왕중왕전은 BT.2020 색공간에서 제작하였다. 한편, SDR(Standard Dynamic Range)은 브라운관 TV에 적용되는 기술 표준으로서 0nits ~ 100nits 사이의 명암 표현력과 8비트 색 표현력을 갖추고 있으며 최근까지 TV와 모니터 대부분이 SDR에 맞춰 제작되어 왔다. HDR이 적용된 디스플레이는 SDR의 한계를 뛰어넘어 시청자에게 보다 실제에 가까운 명암과 색을 보여준다.

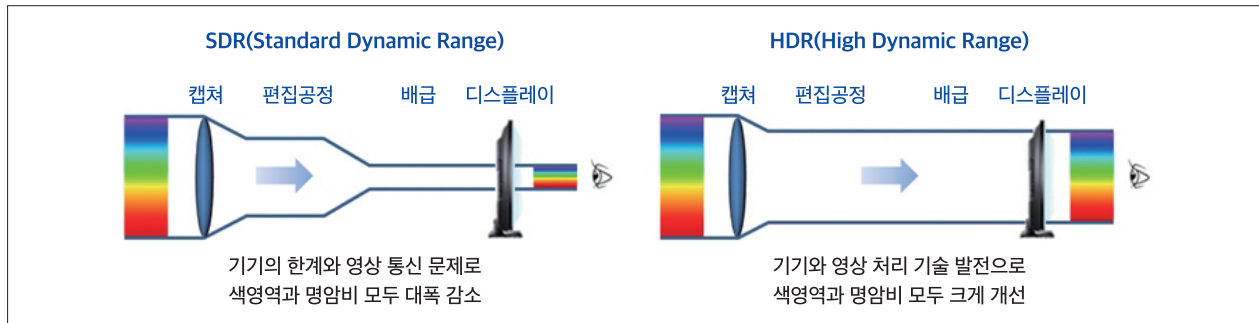


그림 2. SDR vs. HDR / 출처 : 삼성디스플레이 뉴스룸

	HDR10	Dolby Vision
Color Gamut(색영역)	BT.2020	BT.2020
Color Depth(색심도)	10bits	12bits
Peak Luminance(밝기)	1,000nits	10,000nits
Meta Data	Static (고정 할당)	Dynamic (동적 할당)

표 1. HDR10과 Dolby Vision 규격 비교

HDR 영상을 제대로 시청하기 위해서는 'HDR로 제작된 콘텐츠'와 'HDR을 시청할 수 있는 디스플레이'가 제대로 갖춰져야 하며 HDR 재생에 필요한 대표적인 기준으로는 UHD 얼라이언스에서 제안한 HDR10과 돌비에서 제시한 Dolby Vision이 있다. 더 발전된 다른 규격도 있지만 여기서는 비교를 위해 이들 두 개의 규격만을 [표 1]에 간단히 나타내었다.

두 규격 모두 BT.2020 색공간을 표현해야 한다는 점은 동일하나 HDR10이 하나의 콘텐츠에 일괄적인 메타데이터만 명시할 수 있는데 비해 돌비비전은 프레임마다 별도의 메타데이터를 저장할 수 있는 동적 할당을 가능하게 함으로써 보다 세밀한 HDR 구현이 가능하도록 했다.

HDR 영상을 올바르게 표시하기 위해서는 단순히 밝기를 높이는 것만으로는 충분하지 않다. 인간의 시력과 일치하는 방식으로 색조를 표시하는 것이 중요하며 색과 톤은 각 입출력 장치에 있는 감마(Gamma) 특성의 영향을 받는다.

대표적인 HDR 감마 곡선은 TV 방송에 적합한 HLG(Hybrid Log Gamma)와 인터넷 동영상 스트리밍 및 영화에 적합하다고 알려진 PQ(Perceptual Quantization)가 있다. [표 2]에 각각의 감마 곡선의 특징을 나타내었다.

	PQ(Perceptual Quantization)	HLG(Hybrid Log Gamma)
타겟	인터넷 동영상 스트리밍, 영화	TV 방송, 라이브 비디오
장점	- 최대 10,000cd/m ² 의 밝기를 처리 - 인간 시각적 인식에 기반한 감마 곡선	- 밝기를 상대값으로 처리 (기준 표준과 동일) - SDR TV와 호환성 우수
최고 밝기	1,000cd/m ² 의 절대값 디스플레이 장치에 관계없이 일관적	상대값 디스플레이 장치에 따라 다름
제안 기관	Dolby	BBC & NHK
참고 표준	SMPTE ST2084, ITU-R BT.2100	ITU-R BT.2100

표 2. PQ 및 HLG HDR 감마 곡선의 장점

[그림 3]의 PQ 및 HLG 감마 곡선에서 보듯이 PQ 방식은 인간의 시각적인 특성을 기반으로 개발되었는데 최대 밝기는 1,000cd/m² 또는 그 이상으로 고정된다. 즉, 디스플레이 장치의 최대 밝기와 관계없이 감마 곡선은 항상 동일하며 상한값은 1,000cd/m²으로 일관된 이미지 재현이 가능하다. 반면에 HLG 방식은 기존의 SDR TV에서의 감마 곡선을 기반으로 하여 개발되었는데 HLG 감마 곡선은 디스플레이 장치의 최대 밝기에 따라 달라지기 때문에 기존 SDR 디스플레이에서도 HDR 콘텐츠를 거의 영상 품질 저하 없이 볼 수 있다.

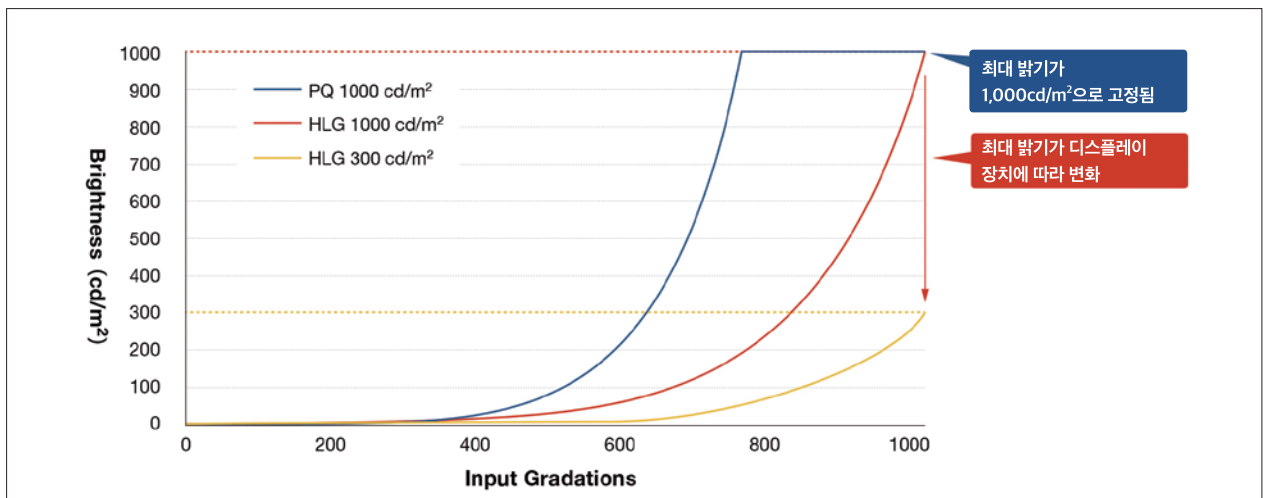


그림 3. PQ 및 HLG HDR 감마 곡선 비교

이상으로 색공간과 HDR에 대해 간략히 살펴보았다. 이번 불후의 명곡은 BT.2020 색공간과 HDR PQ 방식으로 UHD HDR을 구현하였다. 특별히 SDR로의 하위 호환성이 우수한 HLG 방식을 사용하는 대신 PQ 방식으로 제작한 이유는 현재 시장과 UHD는 직접 수신으로만 시청할 수가 있는데 수신 칩을 가진 대부분의 UHD TV는 HDR 기능을 지원하지 때문이다.

더불어 PQ 방식이 수상기의 밝기와 관계없이 제작된 상태 그대로의 동일한 영상 색조를 전달할 수 있다는 장점에 더해 특히 요즘은 OTT에서도 프로그램을 많이 시청하는데 OTT에서는 PQ 방식이 HLG 방식에 비해 우수하기 때문이다. 물론 일반적인 경우는 방송에서는 HLG 방식이 더 적합하지만 말이다. 아래는 종편 제작 시에 사용한 기준 파일 형식과 종편 완료 후 송출 파일 형식이다.

	종편 제작 파일 형식	Dolby Vision
포맷	3840×2160 59.94P Prores 4444.mov	3840×2160 59.94P XAVC(Intra class 300).mx
색공간	BT.2020(Rec.2020)	BT.2020(Rec.2020)
HDR 감마 곡선	PQ	PQ

표 3. UHD HDR로 제작된 '불후의 명곡' 파일 형식

촬영녹화 과정

촬영은 중계차 카메라를 이용한 녹화와 ENG 카메라 녹화를 합쳐 약 50여 대의 카메라를 사용하였으며 주요 특징은 다음과 같다.

중계차 카메라 녹화(주/예비 PGM 포함)

- 영상 설정 : UHD, MXF(XAVC Intra Class 300, 59.94p, SLog3, BT.2020)
- 특수장비 사용 : 스파이더캠, 스테디캠, 레일캠, 짐벌(UHD 컨버전)
- UHD(원본)와 편집을 위한 HD 프록시를 동시에 서버에 녹화
- 안전을 위해 UHD 원본 이중 백업

ENG 카메라 녹화

- 영상 설정 : 카메라별 영상 설정
 - C300M2 : UHD, MXF(XFVAVC, 29.97p, CLog2 cinema gamut, BT.2020)
 - S1H, GH5s : UHD, MOV(All-I H.264, 29.97p, VLog)
- 촬영장소 : 사전 인터뷰, 객석 리액션, 토크대기실, 승차석, VJ, 거치캠, 드론 등

녹화·색보정 워크플로우

촬영된 영상소스 원본 UHD 및 카메라에서 동시에 출력되는 Proxy HD는 서버에 저장된 후 스토리지에 복사하여 색보정 작업을 하는 DI팀과 편집 작업을 하는 제작팀에게 전달된다. 만일을 대비하여 UHD 원본 영상에서 HD로 다운 컨버팅한 파일을 생성하기도 한다.

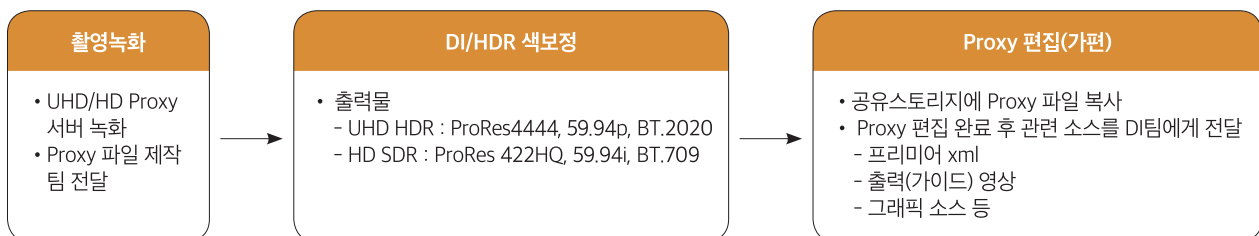


그림 4. 녹화 및 색보정 워크플로우

제작팀이 Proxy 파일로 편집을 완료하면 프로젝트로부터 생성되는 xml 파일과 편집에서 사용한 그래픽 소스를 전달받아 이를 UHD 원본 소스와 리커넥트(Reconnect) 한 후 UHD 원본 영상에 대해 HDR 색보정 작업을 수행한다. 여기서는 HDR 색보정 기법을 다루지는 않으므로 그 과정은 생략하도록 하겠다. KBS의 경우 편집툴이 어도비 프리미어이기 때문에 색보정 작업에서 사용하는 다빈치 리졸브와 xml로 연계하게 되는데 모든 영상효과가 그대로 반영되지 않으므로 한계 상황은 존재하며 컬러리스트가 Proxy 편집본 출력물인 가이드 영상을 참조하여 보완한다. 이러한 일련의 과정을 [그림 4]에 나타내었다.

UHD HDR 중편시스템

KBS는 풀파일 형태의 종합편집 시스템으로 운용하고 있는데 프리미어 NLE를 중심으로 NPS CG에서 생성된 자막 파일, 가편 원본 및 오디오 파일 등을 Import 하여 종합편집을 수행한다. 이와 관련된 내용은 ‘방송과기술 2020년 5월호 <UHD 종합편집 제작과정>’을 참고하기 바란다.



그림 5. UHD HDR 장비로 구성된 종합편집실

UHD HDR 제작에서는 영상 품질을 정확히 측정할 수 있는 계측기와 프리시전 모니터 및 일반 가정용 모니터링을 확인하기 위한 TV 모니터 등이 필요하며 주요 장비와 HDR 세팅에 대해 다음에 차례대로 나타내었다.

웨이브폼 세팅(Leader LV5600)

- SYS _ Input _ HDR Mode : PQ
- CIE : color Gamut BT.2020

Waveform Monitor
- UHD HDR 스케일
- 1,000nit 타겟

Color Space
- 영상신호 : BT.2020

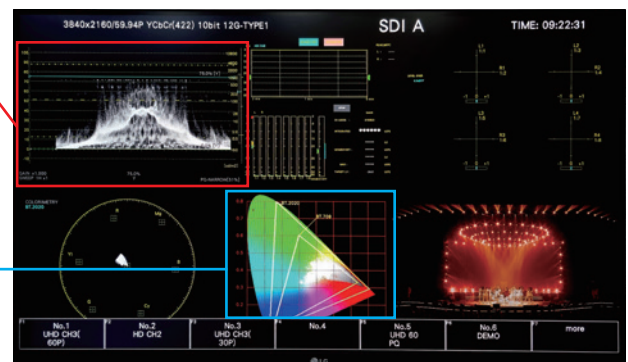


그림 6. UHD HDR로 설정된 Waveform / Color space (Leader LV5600)

모니터 세팅 : 프리시전 모니터

(Sony PVM-X2400)

- 최대 표현 니트 수 : 1,000nits
- Picture Mode : ITU-R BT.2020
- Gamma : SMPTE ST2084



입력 영상신호

- 4K SDI 3840x2160/59.94p
- ITU-R BT.2020
- SMPTE ST 2084(HDR PQ)

입력신호 설정 : 프리셋

- Color Space : ITU-R BT.2020
- EOTF : SMPTE ST 2084(HDR)

그림 7. 프리시전 모니터 세팅 및 UHD HDR(PQ) 출력화면(Sony PVM-X2400)

UHD HDR 워크플로우

앞에서 언급한 바와 같이 KBS의 종합편집 시스템은 폴파일 제작 형태로 구성되어 있으며 일반적인 종합편집 작업에서는 다음과 같은 워크플로우를 갖는다.

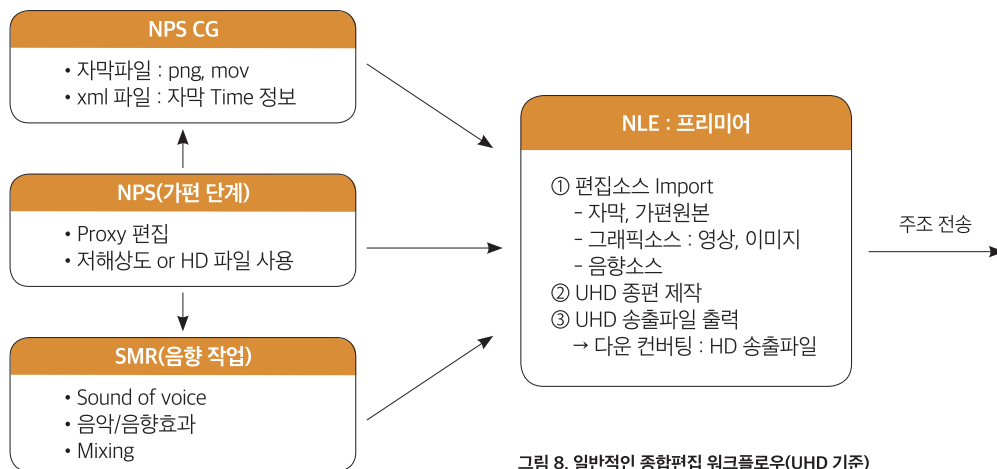


그림 8. 일반적인 종합편집 워크플로우(UHD 기준)

그런데 UHD HDR(PQ) 방식의 제작에서는 워크플로우가 많이 복잡하게 되는데 그 이유는 아직 프리미어가 HDR PQ 방식을 완벽하게 지원하지 못하고 있기 때문이다. 가편 단계와 종합편집 단계의 NLE가 동일해야 프로젝트 연계가 완전하여 워크플로우가 단순한데 다음과 같은 이유로 이를 지원하는 다빈치 리졸브에서 종합편집을 수행하기 때문에 워크플로우가 다소 복잡하게 되는 것이다.

프리미어 2021 UHD HDR 지원 현황

- 송출 포맷 XAVC(PQ).mxf 지원 불가

Codec	Wrapper	Transfer function
Apple ProRes · 422 HQ · 4444	.MOV	HLG PQ
Sony XAVC-Intra · Class 100 · Class 200 · Class 300	.MXF	HLG PQ 방식 출력 지원 ×

- HDR 영상의 모니터 출력 품질 미흡 : Blackmagic, AJA 등 여러 I/O를 NLE와 연결하여 시험한 결과 프리시전 모니터와 TV모니터로의 출력 영상 품질이 아직 완전하지 못하여 제대로 된 HDR 영상을 확인할 수 없음.(Adobe社 추후 HDR PQ에 대한 업데이트 예정)
- 다만, ProRes.mov는 HLG/PQ HDR을 지원하며 프리미어 출력 파일은 영상 품질 양호

다빈치 리졸브 Ver17 UHD HDR 지원 현황

- 송출 파일 XAVC(PQ).mxf 파일 출력 지원
- HDR 영상의 모니터 출력 품질 양호
- 프리미어로부터 연계 미흡 : 자막 xml과 프로젝트 xml의 완벽 연계가 불완전

UHD HDR(PQ) 종합편집 워크플로우

이처럼 프리미어는 UHD HDR(PQ) 송출 파일을 아직 지원하고 있지 않은 점과 모니터로 뿌려주는 영상 품질의 문제로 최종 마스터링 작업이 어렵고 다빈치 리졸브는 가편단에서 사용하는 어도비 프리미어와 완전히 연계되지 않기 때문에 UHD와 HD 종합편집을 분리하여 두 트랙으로 작업을 진행하였다.

즉, HD 종편을 프리미어로 완료한 후 UHD 시퀀스로 변환하여 자막 및 영상효과 클립과 그래픽 소스 등이 있는 합성트랙 및 모션 효과 트랙을 각각 출력하여 다빈치 리졸브로 Import 하는 방식으로 종편 작업을 수행하였다.

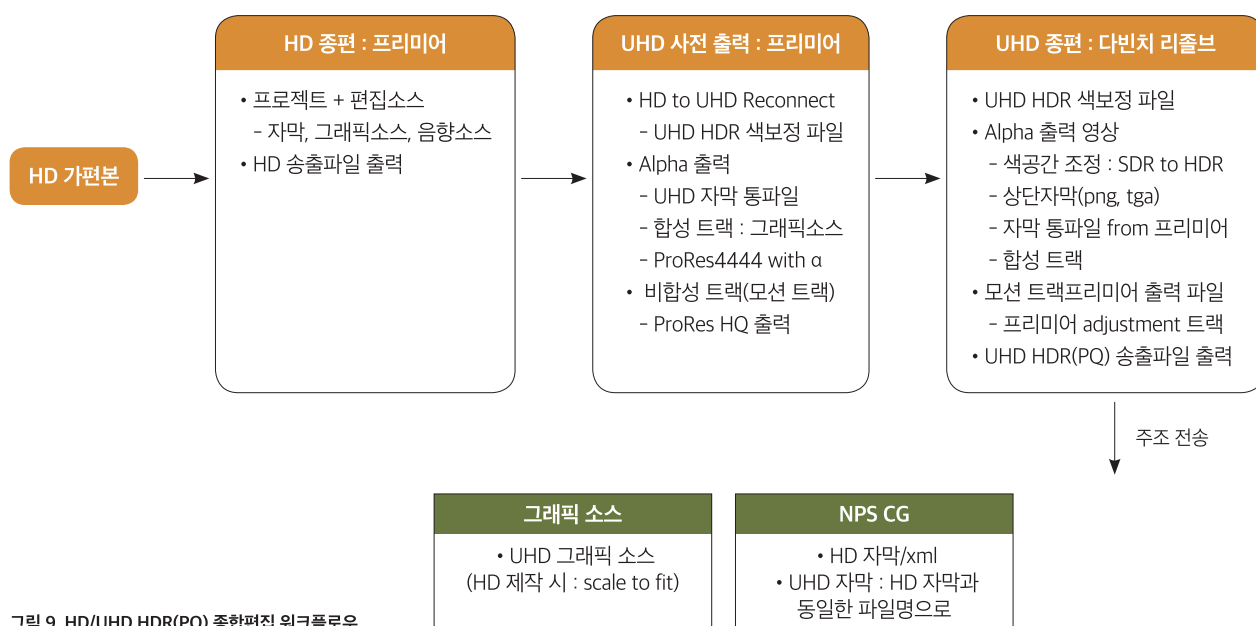


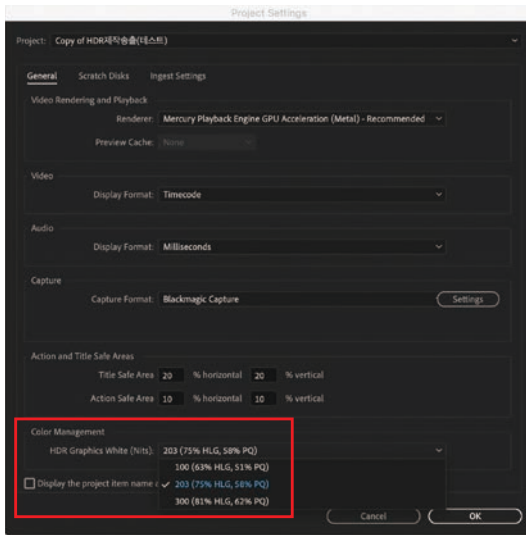
그림 9. HD/UHD HDR(PQ) 종합편집 워크플로우

UHD HDR 종합편집

프리미어 2021 세팅 : UHD HDR(PQ)

HDR 편집을 위한 프로젝트, I/O Device, 시퀀스 및 Export 세팅을 설정해 주어야 한다.

- Project setting

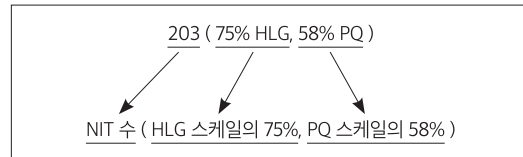


○ Color Management

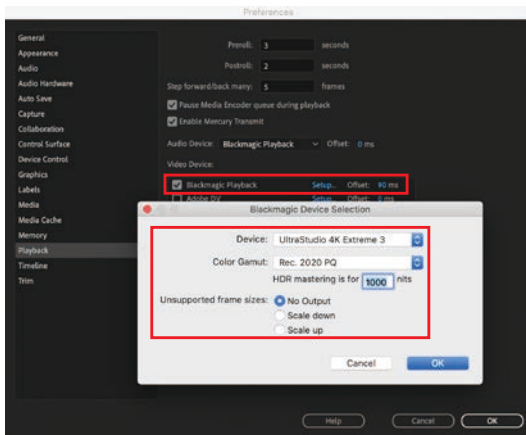
- 기본값 203(75% HLG, 58% PQ) 선택
- 특별한 경우를 제외하고 203을 사용하도록 Adobe 社 권고

[참고]

- HDR Graphics White는 SDR에서 HDR로 또는 HDR에서 SDR로 색공간 변환에서의 White point를 결정함
- 예를 들어 203으로 설정하면 Rec709의 100IRE가 HLG 스케일의 75IRE에 매핑됨
- HLG는 최대 니트 수를 1000이라 가정함



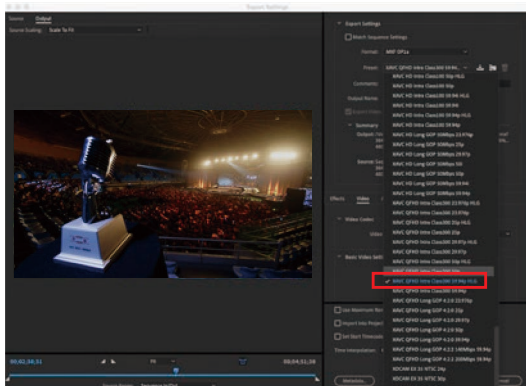
- Preference setting (I/O Device setting)



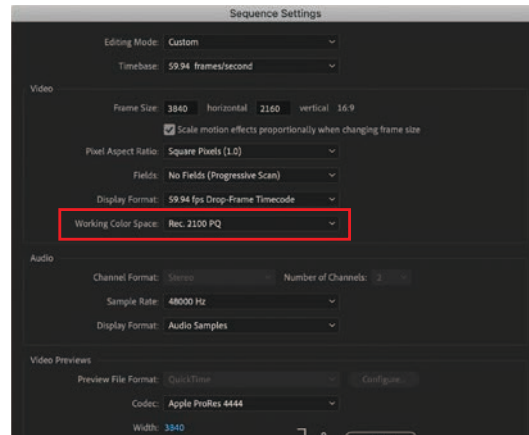
○ Playback, Blackmagic setup

- Device 선택
 - UltraStudio 4k Extreme 3 : HDR 지원
- Color gamut에서 Rec.2020 PQ 활성화 여부 확인 및 선택

- Exporting settings



- Sequence settings



○ Working Color Space

- Rec.709 / Rec.2100 HLG / Rec.2100 PQ 중 선택

○ Export preset

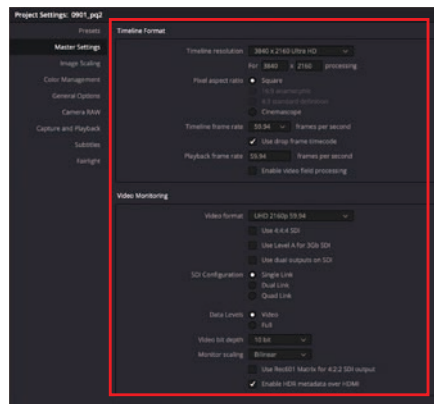
- XAVC QFHD Intra Class 300 59.94p HLG
- HDR HLG 방식 제작 시 사용
- Premiere pro 2021은 HLG 방식은 지원하지하나 PQ 방식은 XAVC(MXF)를 지원하지 않음

다빈치 리졸브 17 세팅

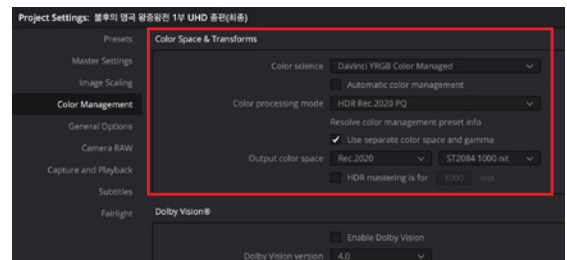
UHD HDR PQ 방식의 제작을 위해서 다음과 같은 설정과 적용이 필요하다.

- 프로젝트 세팅 : Master setting, Color Space & Transform
- Input Color Space & Input Gamma
 - 소스 클립이 프로젝트의 색공간과 상이할 경우 해당 클립에 적용
 - BT 709로 제작된 자막 통과일, 그래픽 소스 합성 트랙 통과일에 적용
- 렌더링(최종파일 출력) 세팅 : XAVC(HDR PQ).mxf

- Project setting



Master setting



Color Management

○ Timeline Format

- UHD 59.94P 설정

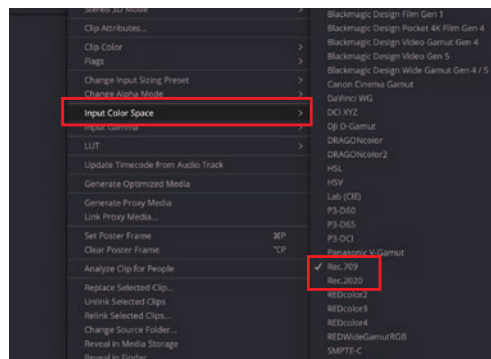
○ Video Monitoring

- UHD 2160P 59.94로 설정
- HDMI HDR 메타데이터 활성화 (모니터용)

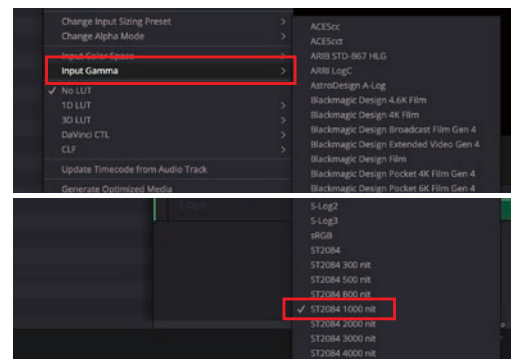
○ Color Space & Transform

- Color science를 Managed로 선택하여 하단 활성화
- Color space는 모니터링 환경에 맞춰 설정
- Output color space는 출력물의 color space로 송출과 동일한 color space로 설정
- HDR PQ 제작을 위해 Output color space와 Gamma는 Rec.2020 ST2084로 설정

- Input Color Space & Input Gamma



Input color Space



Input Gamma

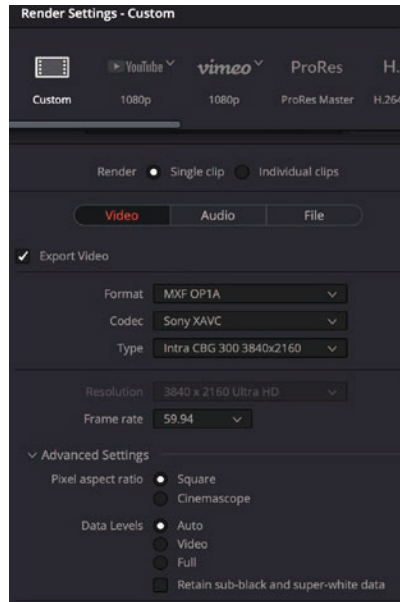
○ Input Color Space

- Import 한 영상클립이 프로젝트의 Timeline color space와 상이한 경우 클립별로 Input color space를 변경함
- Input color space를 Rec.2020으로 변환

○ Input Gamma

- PQ 제작 : ST2084 Gamma 선택
- 1,000nits 타겟 제작 선택

- Render setting :
송출파일 출력을 위한 세팅



○ Render setting

· UHD 송출포맷 : XAVC.mxf(Intra class 300)으로 출력

다빈치 리졸브 운용

앞에서 말한 바와 같이 프리미어와 다빈치 리졸브의 불완전한 연계로 프리미어에서 HD 제작 시 사용된 자막, 그래픽 클립 및 모션 이펙트를 위한 비디오 트랙 등 다양한 소스를 통과일로 출력하여 다빈치 리졸브에 Import 하는 방법으로 종합편집을 수행하였다.

프리미어에서 각 비디오 종류별로 트랙을 정리하여 출력한 후 다빈치 리졸브에 Import 하여 아래 그림과 같이 비디오 트랙을 관리함으로써 종편 작업을 수월하게 진행할 수 있었다.

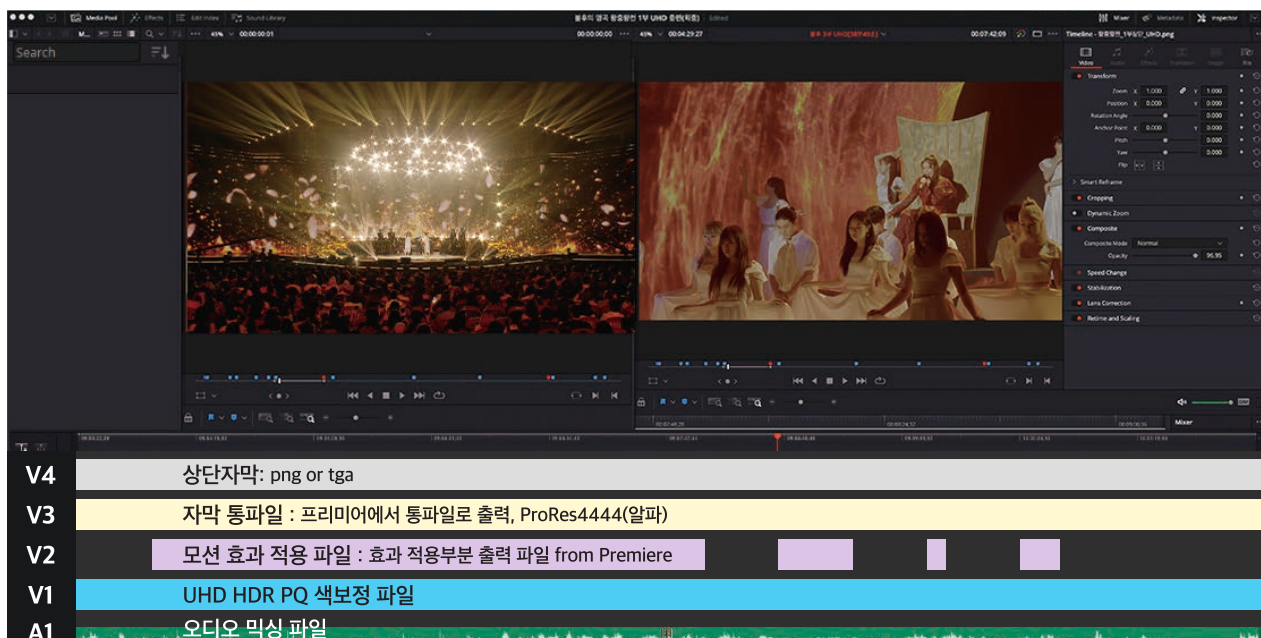


그림 10. 다빈치 리졸브의 비디오 트랙에 Import 된 영상소스

자막 등 BT.709로 생성된 클립들은 BT.2020과 HDR PQ로 Input color space와 Gamma를 변경하여 HDR 영상과 어울리도록 Color 탭에서 색상과 밝기 커브를 조정하여 사용한다.

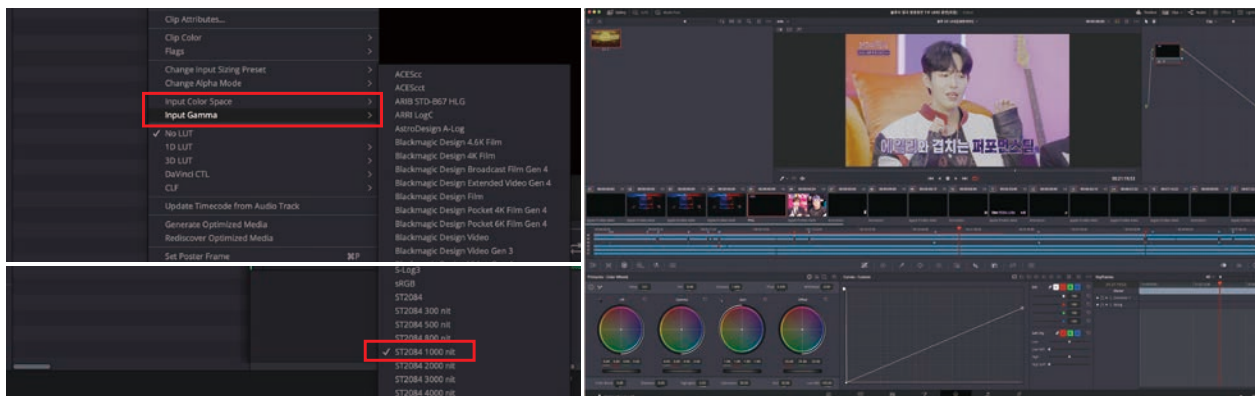


그림 11. BT.709에서 생성된 영상의 BT.2020 변환 및 조정

불후의 명곡 왕중왕전의 가수별 노래를 UHD HDR 영상으로 유튜브에 업로드 시켜 놓았는데 스마트폰도 높은 nits 수의 액정을 가진 디스플레이기 때문에 ‘불후의 명곡 HDR’로 검색하여 시청하시면 보다 실사에 가까운 선명하고 밝은 HDR 화면을 즐길 수 있다.



그림 12. 불후의명곡 왕중왕전 UHD HDR 유튜브 영상 이미지

맺으며

UHD HDR에 기술은 촬영 장비와 색보정 분야에서는 어느 정도 레벨에 올라서 있는데 반해 편집툴에 있어서는 아직 완전한 지원이 되지 않은 듯하며 관련 기술을 계속 업데이트하고 개발 중인 것으로 알고 있다. 이번 제작을 통해 가편 단계와 종편에서의 편집툴이 다를 경우 워크플로우가 다소 복잡하게 되므로 향후 NLE에서 HDR에 대한 솔루션이 확보된다면 동일한 NLE에서 프로젝트 연계로 워크플로우가 간략하게 되어야 함을 절실히 느낄 수 있었다. 이러한 상황을 해당 업체에 개선을 요청하였고 조만간 업데이트를 통해 일부 해결될 것으로 예상된다.

어쨌든 HD와 UHD 제작을 별도로 해야 했고 영상효과와 편집이 복잡한 예능 프로그램을 HDR로 제작하면서 나름대로 워크플로우와 제작기법을 고안하고 적용하여 원만하게 작업을 완료하게 되어 보람이 있었다. 또한 완성된 HDR 영상을 지상파나 OTT를 통해 시청했을 때 또 다른 UHD의 장점을 발견할 수 있어서 큰 의미를 느낄 수 있었다.

결국, HD가 메인인 현 상황에서 제작진들로부터 HDR 프로그램을 많이 만들기 위해서는 HDR의 장점을 그들이 이해할 뿐 아니라 작업 방식과 워크플로우가 보다 간단하게 정립되어야 한다. 이를 위해서는 가편과 종편의 NLE가 동일해서 프로젝트 연계가 용이해야 하며 일반 UHD 방송 제작처럼 UHD HDR 제작 후 양호한 품질의 HD로 간단하게 변환할 수 있는 제작기법이 필요하다고 생각된다. 저자는 앞으로도 효율적인 HDR 워크플로우와 제작기법 개발에 계속 관심을 가지고 나아가려고 한다. 🎬