

# 후반 작업 관점에서 본 SDR-HDR 영상 변환과 고려사항

## SDR-HDR image conversion and considerations from post-production perspective

□ 김지현 / 디지털크롬

### 요약

SDR 영상과 함께 HDR 버전 제작을 함께 요청하는 프로젝트가 점점 늘어나는 추세다. 어느 정도 규모의 업체에서는 고가의 HDR 레퍼런스 모니터와 라이선스 비용을 지불하고 비교적 편리하게 작업할 수 있다. 상황이 그렇지 못할 경우 최소의 비용으로 장비를 구매하고, 기존 장비와 호환성을 점검하고, 컬러링 어플리케이션에서 지원하는 기능을 활용하여 최선의 워크플로를 구성해야 한다. 또한 SDR 버전을 HDR 버전으로 제작하거나 HDR 영상을 SDR 버전으로 변환할 때 장면마다 다시 보정하는 일을 최소화하기 위한 세심한 보정이 필요하다. 본 원고에서는 동시에 촬영된 BT.709 기반의 HD 프록시 영상과 RAW로 촬영된 UHD 원본 영상을 활용하여 변환 작업에서 주의 깊게 살펴봐야 할 사항들을 알아보도록 하겠다.

## 1. 서론

방송 영상 산업에서 High Dynamic Range(HDR)와 Wide Color Gamut(WCG) 기술에 대한 관심이

뜨겁다. HDR은 휘도와 명암비를 확장시키고 더 넓은 색역을 표현할 수 있는 기술이다. 기존 Standard Dynamic Range(SDR) 디스플레이 보다 사실감을 극대화해 관객에게 향상된 시청 경험을 제공한다.

SDR 영상과 함께 HDR 버전 제작을 함께 요청하는 프로젝트가 점점 늘어나는 추세다. 어느 정도 규모의 업체에서는 고가의 HDR 레퍼런스 모니터와 라이선스 비용을 지불하고 비교적 편리하게 작업할 수 있다. 상황이 그렇지 못할 경우 최소의 비용으로 장비를 구매하고, 기존 장비와 호환성을 점검하고, 컬러링 어플리케이션에서 지원하는 기능을 활용하여 최선의 워크플로를 구성해야 한다. 또한 SDR 버전을 HDR 버전으로 제작하거나 HDR 영상을 SDR 버전으로 변환할 때 장면마다 다시 보정하는 일을 최소화하기 위한 세심한 보정이 필요하다.

본 기고에서는 동시에 촬영된 BT.709 기반의 HD 프록시 영상과 RAW로 촬영된 UHD 원본 영상을 활

용하여 변환 작업에서 주의 깊게 살펴보아야 할 사항들을 알아본다.

## II. 변환작업의 고려사항

비교할 두 개의 영상은 SONY F55 카메라 한 대에서 오프라인(Offline) 편집을 위한 프록시(Proxy) 영상과 온라인(Online) 편집을 위한 원본 영상으로 동시에 녹화하였다. 카메라 내부에서 색과 감마값이 입력되고 압축되어 녹화된 프록시 촬영본은 일반적으로 HD 영상 제작에서 사용하는 방식이다. 반면 카메라 내부로 들어온 빛의 모든 정보를 코드화 하고 후반 작업에서 색공간과 감마, 노출 값 등의 정보를 변경시킬 수 있는 Raw 촬영 방식은 주로 UHD 영상 제작에서 활용하고 있다.

〈표 1〉 촬영 원본 사양

해상도	1920*1080	3840*2160
프레임레이트	59.94	59.94
스캔방식	Progressive	Progressive
색역	BT.709	Sony S-Gamut3.Cine (카메라 설정 값)
감마	2.4	SLog3 (카메라 설정 값)
비트맵스	10	16
코덱	XAVC MPEG4	F55 Raw SQ

두 개의 영상을 비교하기 위한 후반 프로세스를 하나의 방식으로 통일하기 위해 어플리케이션에서 제공하는 Academy Color Encoding System(ACES)를 사용하여 HDR과 SDR 그리고 RAW 영상을 감마 2.4 영상으로 변환하였다. RAW 클립을 BT.709로 변환한 클립과 BT.709로 촬영된 프록시 클립을 하나의 타임라인에 불러와 BT.2020과 ST.2084 그리고 1000nit 기준의 디스플레이 값으로 설정하고 동

시에 영상을 비교하였다. 노출이나 콘트라스트, 컬러 조정은 하지 않았다.

들어가기에 앞서 몇 개의 고려 사항이 있다. 우선 비교 영상의 해상도와 압축률 등 기본 녹화 사양이 다르고, 각각의 후반 작업 어플리케이션마다 컬러 매니지먼트를 구현하는 컬러 사이언스가 동일하지 않을 수 있다. 또한 영상의 톤이나 컬러는 개인의 취향 혹은 시각적 특성, 사회·문화적 환경에 따라서 다르게 느껴질 수 있다. 예를 들어 〈그림 1〉에서 비교한 색조가 어떤 사람에게는 〈그림 1〉이 더 좋게 보이고 〈그림 2〉는 그렇지 않을 수 있다.

마지막으로 디스플레이 크기나 시청 환경 등의 요인에 따라서도 다르게 느껴질 수 있기 때문에 책자에 삽입된 작은 크기의 그림에서는 큰 차이를 느끼지 못할 수 있다. 기회가 있다면 동일한 사양의 촬영 소스와 작업 툴을 사용한 동영상을 비교하기 바란다.

〈그림 1〉을 보면 조명 부분의 중심부에서 바깥 부분으로 계조가 매우 날카롭게 떨어지며 밴딩(Banding artifacts)이 발생한 것을 확인할 수 있다. 반면, 〈그림 2〉의 조명 부분은 계조가 비교적 풍부하고 자연스럽다.

또한 BT.709에서 BT.2020으로의 색역 변환에서 두 영상의 컬러가 다르게 표현된 것을 확인할 수 있다. 이는 원본 클립들이 가지고 있는 다이내믹 레인지와 비트맵스, 감마 등의 차이가 만들어낸 결과다. 〈그림 1〉은 〈그림 2〉보다 하이라이트 부분의 콘트라스트가 더 강하고 따라서 채도도 더 강하게 만들어 졌다.

클리핑 된(Clipped) 하이라이트와 크러쉬 된(Crushed) 새도우 영역은 HDR에서 산만하게 보일 수 있다. 해당 영역에 디테일이 없기 때문이다. 촬영 시 클리핑 된 하이라이트 영역의 디테일은 촬영 원본과 동일하게 변환 후에도 손실되었고, 보정할수록 열화되었다. 이러한 현상은 대부분의 방송사에서



〈그림 1〉 BT.709, 2.4로 촬영된 클립을 BT.2020과 ST.2084, 1000nit로 변환



〈그림 2〉 RAW로 촬영된 클립을 BT.709, 2.4로 변환 후 BT.2020과 ST.2084, 1000nit로 변환



〈그림 3〉 BT.709, 2.4로 촬영된 클립을 BT.2020과 ST.2084, 1000nit로 변환





〈그림 4〉RAW로 촬영된 클립을 BT.709, 2.4로 변환 후 BT.2020과 ST.2084, 1000nit로 변환

보관하고 있는 송출용 사양의 영상을 HDR로 컨버전 할 때 발생할 수 있다.

〈그림 3〉과 〈그림 4〉의 하이라이트 영역을 비교하면 〈그림 3〉의 BT.709로 촬영된 이미지에서 촬영 시 클리핑 된 밝은 영역이 디테일 없이 밝게 빛나고 있다. 넓은 다이내믹 레인지로 촬영된 〈그림 4〉의 디테일이 담긴 이미지와 대조적이다.

대형 디스플레이에서 이러한 이미지의 명부는 더

명확하게 보이며 디테일이 없으므로 좋지 않게 보인다. 〈그림 1〉, 〈그림 2〉와 동일하게 〈그림 3〉 명부 영역의 채도도 강하게 표현되었으며, 〈그림 4〉의 자연스러운 색조보다 인위적으로 보인다.

HDR 영상의 하이라이트는 주 피사체 보다 더 관심을 끄는 요소가 될 수 있으므로 촬영과 그레이딩 단계에서 주의하여 작업해야 한다. 〈그림 5〉 배경에 위치한 조명은 앞서 비교해 본 이미지와 동일하게



〈그림 5〉 BT.709, 2.4로 촬영된 클립을 BT.2020과 ST.2084, 1000nit로 변환



〈그림 6〉 RAW로 촬영된 클립을 BT.709, 2.4로 변환 후 BT.2020과 ST.2084, 1000nit로 변환

하이라이트 영역에 발생한 고채도로 인해 컬러 블리딩(Color bleeding)과 밴딩 현상이 꽤 넓은 범위에 나타나 있다. 조명에 주의를 집중하게 되어 장면의 내용 전달에 어려움이 있다.

BT.2020 색역은 BT.709 색역 보다 더 넓은 범위의 색조를 표현하여 BT.709에서는 볼 수 없었던 고채도의 영역을 디스플레이에서 감상할 수 있다. 색상이 화려하고 채도가 높은 애니메이션을 BT.2020과 BT.709에서 비교하면 확연히 향상된 색조를 볼 수 있다. 비록 아직까지는 대부분의 디스플레이에서 DCI P3 영화 색역을 출력하고 있지만 조만간 이보다 더 넓은 BT.2020 색역을 온전하게 표현할 수 있는 디스플레이가 출시될 것이다.

일반적으로 HDR 영상은 더 깊은 블랙과 밝은 화이트 표현을 통해 실제 현실에서 보는 색채를 사실적이고 더 풍부하게 표현하는 것을 목표로 한다. 콘트라스트의 확장은 앞서 살펴본 하이라이트의 잘려나간 디테일을 더욱 명확히 보여주게 되며 새도우에서 크러쉬 된 블랙 영역 또한 더 잘 보이게 된다. 촬

영 단계에서 노출의 중요성이 더욱 강조되는 이유이기도 하다. 이와 더불어 콘트라스트의 확장은 영상의 노이즈를 더 잘 보이게 한다. SD에서 HD로의 전환 시기에도 그러하였고, HD에서 UHD로의 전환 시기에도 언급되고 있는 주제이다.

HDR 기술에서도 노이즈에 대한 이슈가 발생한다. 노이즈가 많이 발생한 영상은 주로 어두운 장면의 일부에 명부가 존재하는데, 이러한 장면을 HDR로 작업하여 극장과 같은 암실에서 시청한다면 희미한 별들이 반짝이는 듯한 작은 노이즈들을 경험할 수 있다. 반면 큰 명암비는 보이지 않아도 될 암부의 디테일을 보여줄 수 있고 피사체 간의 가장자리나 반짝이는 물체를 강조하여 보여준다. 결과적으로 SDR 보다 피사체를 더 선명하게 보여준다.

### III. 결론

촬영 시 카메라 내부에서 REC.709로 촬영된 영상

은 RAW로 촬영된 영상보다 HDR 변환 과정에서 하이라이트 영역의 콘트라스트가 더 강해졌다. 디테일이 이미 잘려나간 이미지 영역에 콘트라스트와 채도가 증가하여 분별 가능한 컬러 블리딩과 밴딩 현상을 발생시켰다. 이 문제는 주로 계조가 넓은 이미지에서 발생하였고 SDR 마스터 영상의 최종 압축률과 비트 템스가 어느 정도인지에 따라 후반에서 보정이 가능하거나 그렇지 못할 수 있다. 압축률이 낮고 비트 템스가 높을수록 영상의 미세한 컨트롤과 노출, 콘트라스트 조정을 통해 만족도 있는 결과를 얻을 것이다. 다만 촬영 당시 잘려나간 디테일들은 해결할 수 없다.

향후 SDR 영상으로 제작하여 HDR로 재제작하고자 계획한다면 카메라의 녹화 방식을 최대한 로우-콘트라스트로 설정하여 디테일을 캡처하고, 채도를 낮추어 최소 10비트 이상의 저압축 코덱을 사용하여 녹화하는 것을 추천한다. 하이엔드급 카메라를 사용한다면 카메라 제조사에서 제공하는 최신 색역과 감마 그리고 최소 10비트 이상의 저압축 코덱을 설정하여 녹화하고 모니터 룩업테이블(Monitor Look Up Table) 등을 적절히 설정하여 노출하면 된다. 언제나 예산 문제가 따르겠지만, 카메라 조작을 통한

노출보다 현장 조명을 통해 노출을 조정하면 노이즈 문제에서 자유로워질 수 있다. 추가적으로 24P의 하이-콘트라스트 장면에서 빠른 카메라 워킹으로 촬영한다면 HDR로 시청 시 장면이 끊기거나 떨려 보이는 저더(Judder) 현상을 더 쉽게 볼 수 있으므로 속도를 조절해야 한다.

촬영, 편집한 영상물은 12bit의 비스 템스와 4:4:4 크로마 서브샘플링, OpenEXR 등의 비손실 압축 이미지 시퀀스 파일로 보관하면 HDR 변환에서 더 좋은 품질의 결과를 얻을 수 있다.

SDR과 HDR 크로스 컨버전에서 어떠한 작업을 먼저 실행하느냐에 대한 정답은 아직까지 없는 것으로 알려져 있다. 동일한 소스로 SDR-HDR, HDR-SDR 두 개의 워크플로를 테스트 하였을 때 큰 차이를 느낄 수 없었다. 프로젝트의 장르, 최종 플랫폼 중요도에 따라서 워크플로는 달라질 수 있다.

HDR은 더 많은 픽셀보다 더 질 좋은 픽셀을 시청자에게 제공하는 것을 목표로 하는 기술이다. HDR 기술이 단지 감마 2.4를 PQ나 HLG로 변환하는 기술이 아닌 시청자에게 보다 향상된 시청 경험을 제공할 수 있는 기술로 구현되길 바란다.

## 참고 문헌

- [1] Recommendation ITU-R BT 2100-0, "Image parameter values for high dynamic range television for use in production and international programme exchange," BT Series Broadcasting Service, July, 2016.
- [2] ARRI High Dynamic Range FAQ, [https://www.arri.com/br/camera/alexal/learn/hdr\\_faq/](https://www.arri.com/br/camera/alexal/learn/hdr_faq/)
- [3] DaVinci Resolve Reference Manual, High Dynamic Range(HDR) Grading in Resolve, p170

## 필자소개



### 김지현

- 2017년 ~ 현재 : 디지털크롬 (컬러리스트)
- 2014년 ~ 2017년 : 케이블TV VOD (컬러리스트, 테크니컬 슈퍼바이저)