



4K UHD 로가리즘 색보정의 이해 ③

실감영상 표현으로써의 로가리즘 색보정 작업

+ 박원주 (주)컬러티브 대표이사

- ① 4K UHD 실감영상의 컬러 프로세스 기술
- ② CIE 표준 컬러 및 비디오 색공간의 기본 개념 및 이해
- ③ **실감영상의 표현으로써의 로가리즘 색보정 작업**
- ④ ACES 기반의 차세대 색관리 시스템 이해



CMOS 감광 소자로부터 기록된 빛 정보를 카메라 감마 보정 없이 그대로 사용하는 RAW 포맷은 실제 새로운 기술이 아니다. 더더욱 실감영상만의 특화된 이슈도 아니다. 이미 2007년도 Silicon Imaging 사의 SI-2K 카메라와 RED Digital Cinema 사의 REDONE 카메라가 RAW 포맷을 사용하고 있었고, 2008년도에는 Arri 사의 Arriflex D-21 카메라에서 RAW 포맷이 사용되었다. 뿐만 아니라, 2007년도 부터 REDCODE RAW 포맷을 사용하는 REDONE 카메라는 4K 영상을 이미 지원하고 있었다. 최근에 붙어 닥친 4K UHD 열풍은 예정된 결과라는 느낌을 감출 수 없다. 왜냐하면 4K 영상 콘텐츠를 디스플레이 할 수 있는 UHDTV 장치가 양산화 단계에 있으며, 영상을 마스터링하기 위한 4K 표준화 작업이 국제적으로 순조롭게 이뤄지고 있기 때문이다. 해외 몇몇 나라에서는 아예 4K 단계를 뛰어넘어 8K 급을 준비하고 있기도 하다. 실감영상과 관련된 이슈는 오히려 방송과 영화의 “기술 컨버전스”이다. 아직은 초기 단계에 있지만 당분간 이런 현상은 강화될 것이다.

이번 연재에서는 최근 급속하게 성장하고 있는 4K 실감영상 제작에 사용되고 있는 RAW 포맷 기반 기술 및 그에 적합한 로가리즘(Logarithm) 색보정 워크플로우의 기본 개념과 실제 사례를 소개하고자 한다.



그림 1. DaVinci Resolve 툴을 이용한 4K S3D 영상의 DI 및 Re-Mastering : Boxer

RAW 포맷 데이터 vs. 카메라 감마보정(Camera Gamma Correction)

카메라 렌즈를 통해 CCD / CMOS 감광소자에 전달된 최초의 RGB 색정보가 최종적으로 기록될 때는 비디오 신호 형식을 갖게 된다. 그런데 최초의 RGB 색정보가 그대로 비디오 색공간으로 변환되는 것은 아니며, 디스플레이 장치에 적합하도록 RGB 색정보를 보정하게 된다. 이것이 잘 알려진, 카메라 감마 보정(Camera Gamma Correction)이다. 그리고 이렇게 카메라 단계에서 보정된 감마 정보가 비선형 RGB 색공간(R'G'B')으로 기록되는 것이다.

반면, 실감영상으로 대변되는 RAW 포맷 영상은 이 같은 카메라 감마 보정을 거치지 않는다. 말 그대로 RAW(날것) 상태의 데이터를 그대로 간직하고 있는 것이다. 그러나 실제 RAW 상태의 데이터를 보기는 쉽지 않다. 그 이유는 RAW 데이터 상태는 CMOS 감광소자와 빛의 1:1 관계에서 형성된 이미지를 간직하고 있기 때문에 실제로 눈을 통해 이미지 상태를 파악하기 어렵기 때문이다. 그래서 RAW 상태의 데이터에 디지털 네거티브와 같은 전통적인 필름 감마를 일시적으로 적용시키게 된 것이다. 물론, 디지털 인터미디이트(Digital Intermediate) 역사의 관점에서는 다른 의미를 갖게 되지만, 이렇듯, SONY F65 카메라의 SLog2 같은 감마가 바로 디지털 네거티브 상태(Logarithm Characteristic)로 만들어주는 '일시적인' 감마값인 것이다. 만약 순수한 RAW 상태를 보고자 한다면, The Foundry 사의 Nuke 와 같은 CG 툴을 사용하면 디지털 네거티브 상태 이전의 데이터를 볼 수 있다.

다음 [그림 2]는 기존 HD 영상의 Rec. 709 감마 보정(Camera Gamma Correction)을 RAW 상태의 디지털 네거티브 감마와 비교해 놓은 것이다.

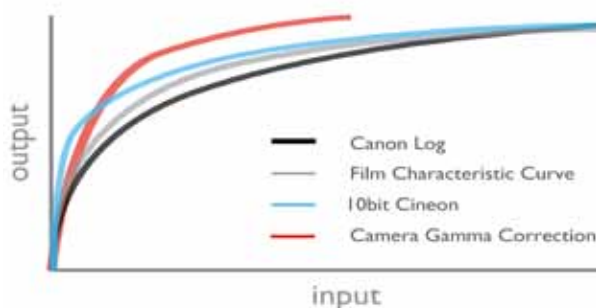


그림 2. 로그 감마 곡선 비교

붉은 색으로 표시된 카메라 감마 보정이 전형적인 Rec. 709 기반의 감마 보정값이다. 감마가 보정된 R'G'B' 색공간이 대략 7스톱의 계조를 가진 것과 달리, RAW 파일은 11스톱 이상의 계조를 가진 특성으로 인하여 촬영 시 하이라이트 영역에서 새도우 영역까지 풍부한 정보를 보다 자유롭게 기록할 수 있게 된다. 앞서 언급했듯이 RAW 파일에 적용되었던 '일시적인' 감마값은 메타데이터(Metadata) 형식을 통하여 후반작업에서 자유롭게 재설정이 가능하다. 물론, 촬영 시 설정된 콘트라스트, 감도, 색온도, 및 초기 RGB 설정 또한 후반 작업에서 재설정할 수 있다.



그림 3. 블랙매직디자인사의 DaVinci Resolve 소프트웨어의 Metadata 설정 화면

RAW 포맷 데이터의 시뮬레이션, 룩업테이블(LUT)

디지털 네거티브 상태의 낮은 콘트라스트를 만드는 로그 감마는 사실 전통적인 필름 프로세스에 기반을 두고 있다. 즉, 프린트 필름의 하이-콘트라스트를 상쇄시키기 위하여 로우-콘트라스트 상태를 유지하고 있는 것이다. 마치, 앞 연재에서 설명되었던, 입력 감마가 출력 감마를 만나 최종적으로 선형화(Linearization)된 최종 감마값을 갖게 되는 원리와 동일하다.

이렇듯 디지털 네거티브 상태의 로그 감마를 상쇄시켜줄 특별한 장치가 필요하다. 그것이 바로 잘 알려진 룩업테이블(LUT, Look-Up Table)이다. 다음은 코닥사의 Digital LAD 이미지에 시뮬레이션 LUT 값을 적용한 것이다.



그림 4. Cineon 원본(A)과 LUT가 적용된 이미지(B)

초기 캐논사의 C300 카메라가 풍부한 계조를 확보하고 있었음에도 불구하고, 국내 제작 환경에서 난항을 겪었던 이유는 로그 데이터에 대한 기본적인 이해가 없었기 때문이다. 즉, 디지털 네거티브 상태인 캐논 C300 카메라의 Canon Log 데이터를 촬영감독과 연출감독이 현장에서 보았던 최초의 적정 콘트라스트로 계조를 정상화시켜줄 수 있는 시뮬레이션 룩업테이블이 사용되어야 하는 것이다. 실제로 캐논 C300 카메라로 기록되는 영상은 로그 데이터이기 때문에 룩업테이블의 역할을 수행하는 하드웨어 기반의 기능이 있다. View Assist 기능이 바로 그 시뮬레이션 장치이다.



그림 5. View Assist 오프(왼쪽)과 View Assist 온(오른쪽) 화면] 자료출처: <http://usa.canon.com>

물론, 상대적으로 풍부한 계조 범위를 확보하기 위해 사용한 Canon Log 감마의 낮은 콘트라스트 영상을 모니터링 할 수 있도록 C300 카메라에 실시간 시뮬레이션(LUT) 기능인 View Assist Mode 기능을 제공한 것이다.

4K UHD 실감영상 제작을 위해서 사용되는 현재의 모든 카메라는 RAW 포맷을 기본적으로 제공한다. 이는 후반작업에서 실감영상 색보정 작업을 위해서는 기본적으로 룩업테이블 사용을 전제로 한다는 것이다.



그림 6. 2K 해상도와 4K 해상도 차이에 따른 로그 포맷의 차이

로가리즘 계조의 정상화

디지털 네가티브 상태와 유사한 로가리즘 계조의 특성을 분석하기 위하여 실제로 비디오퓌에 넣은 영상이다. 영상 소스는 Canon Log 감마가 적용된 4:2:2 샘플링 영상이며 블랙매직디자인사의 DaVinci Resolve 툴에서 임포트했다.



그림 7. Canon Log 원본 영상 신호

HD 영상의 Rec. 709 특성을 가진 카메라 감마 보정과 달리, Canon Log 감마는 확실히 A 지점으로 표시한 것처럼 새도우 부분에서 중점적으로 이미지가 형성되어 있는 것을 볼 수 있다. 가운데 영상을 보아도 상대적으로 낮은 콘트라스트(Log)를 유지하는 것을 볼 수 있다.

[그림 8]은 Canon Log 특성을 가진 로가리즘 계조에 룩업테이블(LUT)을 적용하여 정상화시켰다. [그림 7]에서 A 지점에 압축되어 있던 새도우 디테일이 적절한 콘트라스트(Dymanic Range)를 가지며 숨겨져 있던 정보들을 드러내는 것을 볼 수 있다(B1과 B2 지점). 대략적으로 60% 정도로 형성되어 있던 하이라이트 영역(A 지점)을 90% 이상으로 끌어올려도 아무런 부담 없이 자연스럽게 확장된다. 연속되는 그림은 로가리즘 영상의 계조 정상화 과정을 거친 이미지를 최종적으로 색보정 작업한 화면이다.



그림 8. 정상화된 계조의 Canon Log 영상 신호



Canon Log(원본)

Canon Log(색보정 후)

그림 9. 로가리즘 색보정 전후 이미지

4K UHD S3D 로가리즘 색보정 사례 - SONY F65 데이터를 기반으로

F65 카메라는 소니사의 초고해상도 디지털 시네마 카메라이다. 2000만 픽셀 해상도의 8K 급 CMOS 센서는 14스톱의 계조를 구현하며, 16bit 색심도(color depth)를 가진 RAW 포맷을 저장한다. 실제 초당 24프레임으로 16bit Linear RAW SQ 포맷을 저장했을 때 2.0Gbps(250MB/s) 크기의 거대한 파일로 기록된다. 이 파일은 16어레이(Array) 구성의 40 기가비트 이상 네트워크 인터페이스를 가진 시스템 정도가 되어야 리얼타임 플레이가 구현된다.

1) 디지털 네거티브 상태의 RAW

앞서 설명한 것과 같이, RAW 데이터는 디지털 네거티브(Digital Negative) 상태로써 전통적인 필름 네거티브의 감마값(Log)을 가지고 있다.



SONY F65 Digital Negative

2) 로가리즘 계조의 정상화

로그 데이터인 연조 이미지를 룩업테이블(LUT)을 사용하여 적절한 계조로 정상화(Normalizing)시켜야 한다. 물론, 룩업테이블은 시뮬레이션 상태이며 실제 렌더링 시에만 최종적으로 저장된다.



SONY F65 Linearization

3) 최종 색보정 작업

디지털 네거티브(Log) 상태에서 적정 콘트라스트를 만든 후, 최종적으로 색보정 작업을 하게 된다.



SONY F65 Color Grading

실감영상과 로가리즘 색보정

4K UHD 실감영상시대에서 보다 넓은 색공간(Wide Color Gamut)과 계조(High Dynamic Range)로의 이동은 우리의 의지와 상관없이 지속적으로 이동하고 있다. 로가리즘 색보정을 위한 작업의 효율성 측면에서도 아직까지 실감영상 데이터를 수용하기가 쉽지 않다. 이유는 간단하다. 급속하게 증가한 거대한 데이터(Big-Data?) 때문이다.

최근 광주 CGI 센터에서 수행했던 『4K(UHD) 제작 워크샵 - 촬영부터 D.I 최종마스터링까지』 워크샵에서도 실제 4K 영상의 거대한 데이터가 문제시 되었다. [그림 11]은 해당 워크샵에서 사용되었던 워크플로우다.

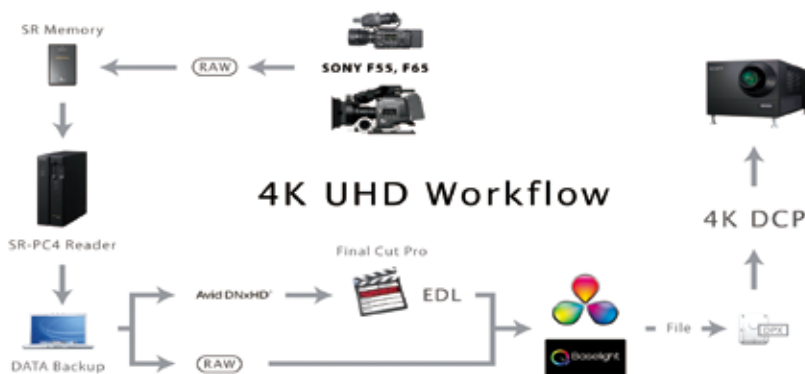


그림 10. 4K UHD 제작 워크플로우

총 4대의 SONY F55 카메라와 F65 카메라로부터 촬영된 데이터는 RAW 포맷 데이터 상태로써 SR 메모리에 기록된다. 이렇게 기록된 데이터는 메모리카드 리더기(SR-PC4 Reader)를 통하여 메인 스토리지에 백업받게 된다. 원본 영상 소스를 DaVinci Resolve 툴과 Baselight 툴을 통하여 편집용 저해상도 프록시(Proxy) 파일을 생성하였으며, 이 파일을 편집팀에게 전달한다. 프록시 파일을 생성했던 이유는 실감영상의 대부분의 소스는 상대적으로 방대한 데이터 크기 때문에 편집 작업 시 리얼타임 구현이 힘들기 때문이다. 이에 따라 저해상도 프록시 파일을 통한 오프라인 편집을 하게 된다. 편집팀으로부터 EDL 파일을 받아서 D.I 툴에 임포트하여 최종적으로 색보정 작업을 하게 된다. 물론, 이때 RAW 파일 상태의 낮은 콘트라스트를 계조 정상화시키기 위하여 룩업테이블(LUT, Slog 2 Rec709)이 사용되었다.

메인 스토리지에 데이터를 복사하는 시간, 그리고 오프라인 편집을 위한 프록시 전달, 그리고 색보정 후 렌더링에 소비되는 시간 등 UHD 시대의 색보정 작업은 HD 시대의 리니어 색보정과 달리 워크플로우상에서 부가적인 시간을 상당히 요구하고 있다. 하지만 이러한 워크플로우상의 문제들은 UHD 시대로의 과도기적인 기술 문제들으로써 HD 초창기 시대에도 동일하게 발생되었다. 그리고 짧은 기간 안에 기술 초기 문제들은 극복되었다.

UHD 실감영상시대의 초기 부작용도 급속한 기술발전 속도에 힘입어 곧 해결될 것이라고 판단된다. 결국, 실감영상시대에 로가리즘 색보정 작업자에게 남겨진 것은 단순히 덩치 큰 RAW 포맷의 디지털 영상이 아니다. 더 넓어진 색역(Gamut)과 더 높아진 해상도(Resolution)를 가진 현장감과 사실감이 극대화된 디지털 영상의 것이다. 아마도 로가리즘 색보정 방법론은 당분간 지속될 것이라 판단된다.

이번 연재에서는 실감영상 표현으로써의 로가리즘 색보정의 기본적인 개념과 실제 사례를 간략하게나마 살펴보았다. 다음 연재에서는 UHD 실감영상과 맥을 같이하며 표준화되어가고 있는 차세대 색관리 시스템인 ACES 표준에 대해서 살펴보기로 한다.