

색역 확장에 따른

포스트프로덕션 워크플로우

- 다빈치리졸브 컬러매니지먼트를 기반으로

글.
박원주 (주)컬러티브 대표
스쿨오브컬러 원장

포스트 HDTV 시대의 디지털 영상 기술 특성

Part 1. EOTF 기반의 UHD 포스트프로덕션 이해

Part 2. 색역 확장에 따른 포스트프로덕션 워크플로우

Part 3. 새로운 미들 그레이와 하이다이내믹레인지

Part 4. 초고화질 이미지 인핸싱 기술을 통한 가상현실

모든 카메라 제조사들은 입력되는 빛에 대해 각기 다른 색역(Gamut)과 계조(Log) 범위를 사용한다. 제한된 데이터와 센서의 능력 범위 안에서 더 많은 색역과 계조를 기록하려는 것이다. 반면, 디스플레이 장치들은 한정된 기록 데이터를 최대로 확장된 계조로 출력하려 할 것이다. 지난 연재에서 EOTF 개념과 OETF 개념의 상관관계를 통하여, 어떻게 감마 인코딩과 디코딩 함수가 이미지에 영향을 주는지 테스트 결과를 분석하여 설명하였다. 또한 카메라와 디스플레이 환경 사이에서 발생 가능한 계조 상의 인지적 차이를 상쇄시키기 위한 OOTF 감마 기술, 그리고 이 기술을 개념적으로 활용한 것이 HDR이라고 했다.

이번 연재에서는 확장된 색역과 계조 사이의 관계를 이해하고, 이로써 초고화질 UHD 영상 기술의 발전 특성을 이해하고자 한다.

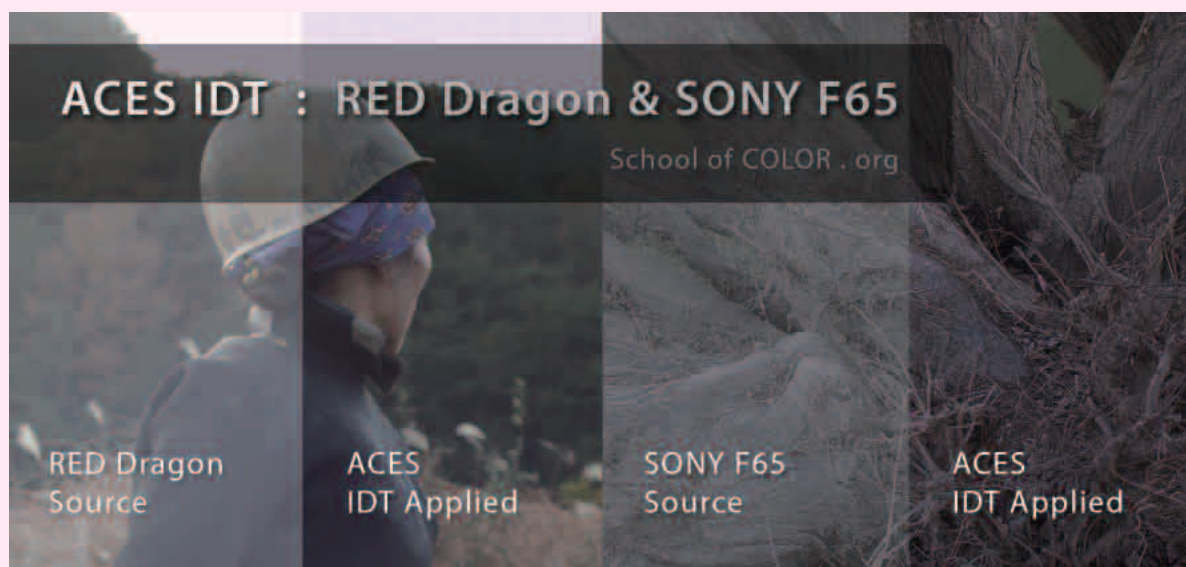


그림 1. ACES Input Device Transform - RED Dragon, SONY F65 / 자료 참조 : 스쿨오브컬러

Green 색역의 증가 그리고 HDR

초고화질 기술은 High Resolution, High Frame-rate, Wide Gamut 등 더욱 사실처럼 느끼기 위한 영상 기술이다. 이는 기존 기술이 인간이 보는 컬러보다 적게 구현되고 있다는 것이고, 인간이 인지하는 움직임보다 재현되는 움직임이 자연스럽지 않다는 것을 의미한다. 뿐만 아니라 고해상도로의 발전은 인간이 픽셀의 모음으로 사물을 인식하지 않는다는 것을 의미한다. High Dynamic Range 기술 발전 또한 같은 차원에서 설명된다. 인간이 느끼는 밝고 어두움에 대한 인지적 차원의 차이(Dynamic Range)에 대하여 구현되는 영상은 턱없이 부족하다는 것!

다이내믹레인지(Dynamic Range)

디지털 카메라의 이미지 센서는 일정한 밝기 이상의 빛을 받으면 OETF 반응을 하여 전기 에너지를 출력하게 된다. 이때 노광량이 증가함에 따라 출력되는 전자량도 증가하게 되는데 만약 입사되는 빛 에너지가 수용 가능한 범위를 넘으면 포화상태가 되어 출력 전자량은 더 이상 증가하지 않게 된다. 마치, 필름의 로그 노광 범위와 같은 개념이 바로 다이내믹레인지다.

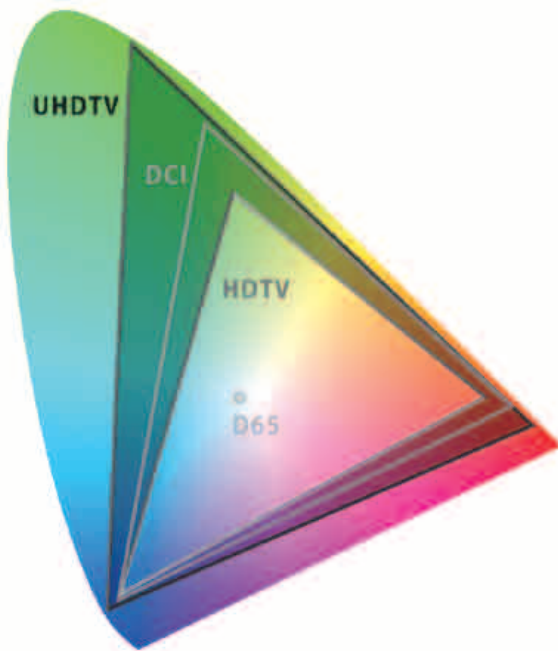


그림 2. HD vs. UHD Green Gamut / 자료 참조 : 스콜오브컬러

반면, 잘 알려진 것과 같이 밝기에 대해서 사람의 안구는 비선형의 특성을 갖고 있다. 즉, 밝은 부분에 대하여 반응하는 정도가 어두운 부분에 반응하는 정도와 다르다는 것이다. 그래서 감마 보정(Gamma Correction) 기술이 여기에 사용된다. 그런데 카메라 수광부로부터 전달된 RGB 정보는 하나의 밝기 축과 두 개의 색 축으로 구성되는 비디오 색공간에 저장하게 된다. 이때 비디오 색공간에서 사용되는 밝기 값은 R, G, B 각 원색에 대하여 서로 다른 반응 값을 가중치로 적용하여 기록한다. 역으로 생각하면, 화면을 밝게 한다는 것은 R, G, B 각 원색에 대하여 확장범위가 서로 달라진다는 것이다. HDR 기술이 상대적으로 넓은 색역을 필요로 하는 것 그리고 HDR 프로덕션 디자인에서 ACES 표준에 대한 개념을 빼놓고 거론할 수 없는 것은 이 같은 맥락 때문이다. 쉽게 말해서, 밝은 화면을 확보하기 위해 더 많은 Green Gamut 특성을 필요로 하게 되는 것이다. [그림 2]에서와 같이 HDTV 색역에 대비하여 상대적으로 넓은 Green 색역을 확보한 UHDTV 기술을 확인할 수 있다. 확장된 색역과 높은 계조? 이제는 ACES 기술을 자세히 살펴볼 때다.

ACES - 영상 표준 색관리시스템

차세대 색관리 시스템인 ACES(The Academy Color Encoding System)는 디지털 영상 마스터링을 원활히 수행하기 위한 시대적 요구를 바탕으로, 2004년도에 개발이 시작되어 현재 미국 영화텔레비전기술인협회(SMPTE)의 차세대 색관리 표준(TC-10E, TC-31FS)이다. 1993년도에 개발되어 최근까지도 범용적으로 사용되어 왔던 DPX 포맷은 20년이란 긴 세월을 거치면서 이미 그 기능이 상실된 필름기반 10bit 포맷이다. 비경제적이고 비효율적이며 무엇보다도 화질열화를 유발하는 DPX 포맷은 초고화질 UHD 실감영상시대로 발전하는데 걸맞지 않다.

반면, SONY F65, F55, Blackmagic Cinema Camera, Arri Alexa, RED Dragon 등의 디지털 소스들은 곧바로 ACES 색공간으로 변

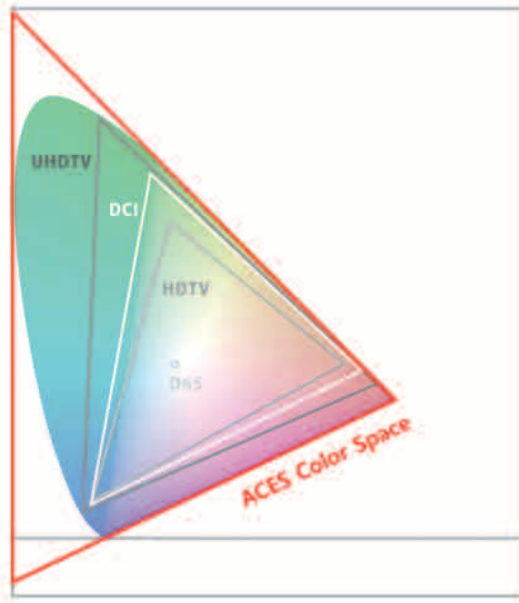


그림 3. ACES Color Space / 자료 참조 : 스쿨오브컬러

환이 된다. 특히, ACES 색공간은 인간의 가시영역을 나타내는 CIE XYZ1931 색공간을 모두 포함하고 있다. 디지털 시네마 환경에서 사용되는 DCI-P3 색공간, HDTV Rec.709 및 UHDTV Rec.2020 색공간을 모두 포함한다. [그림 3]에서 붉은 영역으로 표시되고 있는 영역이 바로 ACES 색공간이다. 기존 CIE XYZ 색공간에 대비하여 ACES 컬러 매니지먼트가 작업 효율성을 갖고 있다는 것은 그 모양에서 쉽게 RGB 기반 색공간임을 확인할 수 있을 것이다.

ACES 작업 방식을 설명하고 있는 것이 다음 그림이다. 여기서 IDT는 Input Device Transform 약자로서 이미지 예규지션 매체의 장치 의존적(Device Dependent) 색공간 변환 기능을 수행한다. 반면, ODT 변환 함수는 IDT 변환과 같은 맥락으로써 장치 의존적 색공간 변환 기능을 제공한다. Output Device Transform 약자이며, 이미지 디스플레이 매체를 위해 사용된다.

ACES - Workflow Design

School of COLOR .org

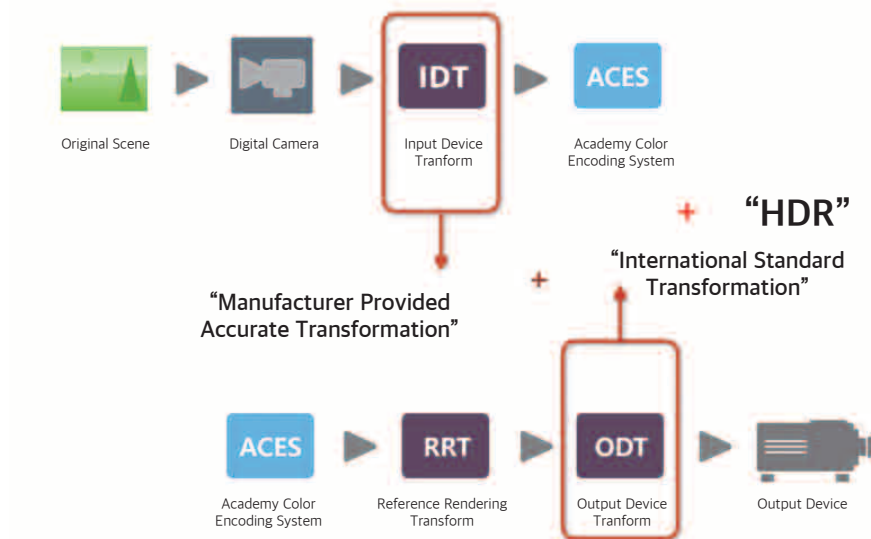


그림 4. ACES Workflow Design 특성 / 자료 참조 : 스쿨오브컬러

ACES 기술은 영상 제작 과정에서 프로덕션, 포스트프로덕션, 그리고 아카이빙 측면에서 많은 특권을 제공하고 있다. 제작 현장에서의 시네마룩과 후반작업에서의 색보정 불확실성 제거(International Standard Transformation), 넓은 색공간과 색심도(High Dynamic Range + Wide Gamut)를 보유함으로써 제작과정에서의 풍부한 색감과 계조를 유지할 수 있는 것뿐만 아니라 화면 지향 선형화(Scene Referred Linearization) 기술을 사용함으로써 후반 작업에서 보다 자유로운 창작 환경(Manufacturer Accurate Transformation)을 제공할 수 있다는 것 등이 그것이다.

다빈치리졸브의 컬러 매니지먼트 시스템

대표적인 색보정 소프트웨어인 블랙매직디자인 사의 다빈치리졸브의 경우에도 ACES 정식버전 출시 이전부터 지원했었다. 참고로, ACES 1.0 버전은 NAB 2015 기간에 공식적으로 발표되었다.



그림 5. ACES 초기버전과 DaVinci Resolve 9 / 자료 참조 : 스쿨오브컬러

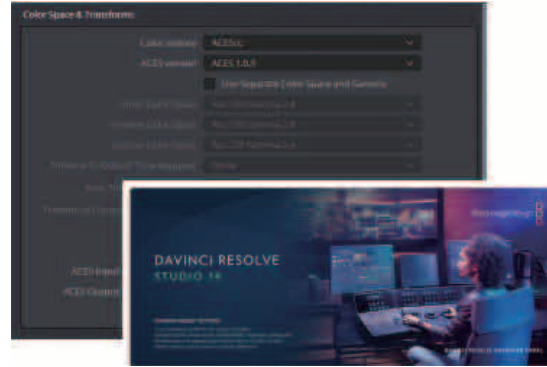


그림 6. DaVinci Resolve 14 버전과 ACES 1.0.3 버전

다빈치리졸브 소프트웨어는 크게 세 가지 컬러 사이언스 및 매니지먼트를 제공한다. 기존의 전통적인 센서 방식으로 사용되고 있는 DaVinci YRGB 방식, 다빈치리졸브 32bit 부동 소수점 프로세싱을 사용하고 있는 썬레퍼드 기반의 DaVinci YRGB Color Managed 방식, 마지막으로 ACES 표준 방식이다. 다음 그림은 다빈치리졸브 ACES 1.0.3 버전에서 사용가능한 IDT 리스트이다.

다빈치리졸브 소프트웨어의 Camera RAW 탭의 경우, ACES IDT 영역인 Color Space 항목과 Gamma 항목이 비활성 되어 있는 것을 확인할 수 있다.

DaVinci Resolve		
ACES IDT List		
by		
School of COLOR . org		
✓ No Input Transform	Rec.2020	Blackmagic Design 4.6K Film
Project	Rec.2020 (Camera)	sRGB (D60 sim.)
Alexa	Rec.709	REDcolor2/REDgamma3
Canon 1D	sRGB	REDcolor2/REDgamma4
Canon 5D	DCDM	REDcolor2/REDlogFilm
Canon 7D	DCDM (Camera)	REDcolor3/REDgamma3
Canon C500 Daylight	P3-D60	REDcolor3/REDgamma4
Canon C500 Tungsten	P3-D60 (Camera)	REDcolor3/REDlogFilm
Sony RAW	P3-DCI	REDcolor4/REDgamma3
Sony SLog2	P3-DCI (Camera)	REDcolor4/REDgamma4
Rec.709 (Camera)	Canon C500 Daylight v1.1 Rec.709	REDcolor4/REDlogFilm
ADX 16	Canon C500 Tungsten v1.1 Rec.709	DRAGONcolor/REDgamma3
ADX 10	Canon C500 Daylight v1.1 DCI-P3+	DRAGONcolor/REDgamma4
	Canon C500 Tungsten v1.1 DCI-P3+	DRAGONcolor/REDlogFilm
	Canon C500 Daylight v1.1 Cinema	DRAGONcolor2/REDgamma3
	Canon C500 Tungsten v1.1 Cinema	DRAGONcolor2/REDgamma4
	Sony SLog3	DRAGONcolor2/REDlogFilm
	Blackmagic Design Film	Blackmagic Design 4K Film v3
	Blackmagic Design 4K Film	Blackmagic Design 4.6K Film v3
	Panasonic V35	Blackmagic Design 4K Video v3
	P3-D60 ST2084 (1000 nits)	Blackmagic Design 4.6K Video v3
	P3-D60 ST2084 (2000 nits)	Rec.2020 ST2084 (1000 nits)
	P3-D60 ST2084 (4000 nits)	P3-D65
	Rec.709 (D60 sim.)	P3-D65 ST2084 (1000 nits)
	Canon C300 Daylight	P3-D65 ST2084 (2000 nits)
	Canon C300 Tungsten	P3-D65 ST2084 (4000 nits)
	Canon C300MkII CLog Daylight v1.0 Rec.2020	Sony SLog1
	Canon C300MkII CLog Tungsten v1.0 Rec.2020	Sony SLog2 (Daylight)
	Canon C300MkII CLog Daylight v1.0 Cinema	Sony SLog2 (Tungsten)
	Canon C300MkII CLog Tungsten v1.0 Cinema	Sony SLog3 SGamut3
	Canon C300MkII CLog2 Daylight v1.0 Rec.2020	Sony SLog3 SGamut3Cine
	Canon C300MkII CLog2 Tungsten v1.0 Rec.2020	ACEScc
	Canon C300MkII CLog2 Daylight v1.0 Cinema	ACEScct
	Canon C300MkII CLog2 Tungsten v1.0 Cinema	ACEScg

그림 7. DaVinci Resolve 14 ACES IDT List / 자료 참조 : 스쿨오브컬러



그림 8. DaVinci Resolve Camera RAW 메뉴의 ACES IDT 영역

HDR 차원에서 색역의 확장이 갖는 기술 특성을 영상 컬러매니지먼트시스템인 ACES 표준을 통해 살펴보았다. 물론, LUT 기술을 통한 계조 정상화(Linearization)에 대한 부분, RAW 포맷의 이미지 메타데이터 핸들링 그리고 레퍼런스 렌더링 변환(RRT) 등에 대한 이야기는 언급하지 않았다. 각 기술의 개념을 쉽게 생각해서가 아니라, 각각의 기술은 HDTV 시대에도 다른 형식으로 존재했던 기술이라고 일차적으로 판단했기 때문이고, 따라서 포스트 HDTV 시대만의 기술 특성이라고 생각하기 어려웠기 때문이다. 상대적으로 콘트라스트 개념의 EOTF 감마, Gamut 확장을 통한 다이내믹레인지 증가, ACES 표준 컬러매니지먼트시스템의 특성 등 이제는 HDR 이야기를 시작할 때가 된 것 같다!

포스트 HDTV 시대

HDTV 시대 이후를 나타내는 포스트 HDTV 시대는, “방송과기술” 잡지를 위한 원고 컨셉을 위해서 저자가 “임의적으로” 사용한 단어이다. HDTV 시대와 그 이후 시대로의 구분할 수 있었던 것은, 기존 100년 역사를 지탱해온 18% 미들그레이에 대한 기술적, 미학적 개념이 초고화질 UHD 및 HDR 그리고 VR 시청각 환경을 만나 재정립의 시기를 맞이하게 되었다고 생각했기 때문이다. 🎬