

# CMS for Display Equipment

□ 강연정 / KBS

## 요약

동일한 Display 장치를 인간의 눈으로 봤을 때와 카메라로 봤을 때 표현되는 Color는 너무나 다르다. 인간에게는 광원(光源)의 종류에 따른 색 분광에너지가 달라도, 그 차이를 적게 하는 색순응(Chromatic Adaptation)이라는 능력이 있는데 이것은 카메라에게는 없는 능력이기 때문이다. Display 장치에 어떤 영상신호를 띠우고 카메라로 Display 장치를 촬영했을 때 원본 영상과 카메라로 비춰진 영상의

Color와 계조를 일치시키기 위해서는 Display 장치와 카메라의 색온도를 맞추어야 하는데, 카메라와 Display 간 색온도 차이가 발생한다면 Display 장치의 영상은 의도하지 않은 색으로 표현되어진다. 카메라 색온도는 사용되어지는 조명에 맞추어 조정되며, Display 장치의 색온도를 여기에 일치시키는 방법을 통칭 ‘CMS(Color Management System) for Display Equipment’라 하고 그 방법을 소개하고자 한다.



〈그림 1〉

## I . Color 이야기

인간의 눈은 가시광선을 백색으로 인식하는데 실제 이 백색에는 우리가 흔히 말하는 무지개 색과 같이 다양한 색이 포함되어 있다. 이 다양한 색은 모든 파장의 빛이 비슷하게 혼합될 때 빛의 합성 원리에 따라 백색으로 인식되어진다.

인간은 흰색배경에 어떤 광원을 투사하고 눈으로 볼 때 광원의 특성과 크게 상관없이 거의 흰색을 볼 수 있는 능력 즉 색순응(Chromatic Adaptation)이 있는데 이것은 세상을 살아가면서 마치 공기의 필요성에 대해 고민하지 않고 살아가는 것과 같이 인간의 시각은 고민하지 않고 원래의 색을 보고 있는 것이다.

하지만 카메라는 인간의 눈과 달라서 광원이 가지고 있는 색온도에 카메라 WB(White Balance)를 일치시켜야 제대로 된 컬러를 구현할 수 있다.

특정 색온도를 가지는 광원에 카메라의 WB를 맞춘 후 광원의 색온도를 변화시켰을 때 색온도가 높을 때는 푸르게, 낮을 때는 불그레하게 보여진다.

### 1. WB(White Balance)와 색온도(Color Temperature)

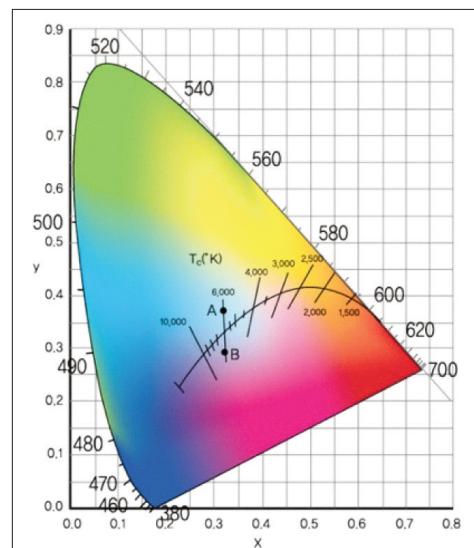
카메라로 영상을 촬영할 때 자연광이나 인공광이 필요하며, 이 광원은 고유한 색온도를 가진다. 광원의 색온도와 카메라의 색온도를 일치 시키는 것을 “WB(White Balance)를 잡는다”라고 하는데 카메라의 WB를 잡는 방법은 White Chart를 놓고 카메라의 WB 스위치를 눌러 Auto WB를 잡거나 수동으로 RGB값을 조정하여 WB를 잡는 방법이 있다. WB를 맞추지 않은 카메라로 백색의 물체 잡았을 때 그 물체의 백색이 붉은색을 띠거나 푸른색을 띠는 등 본연의 흰색을 보여주지 못하고 왜곡되게

보여 진다.

그렇다면 색온도란 무엇일까? 색온도는 광원의 분광 특성에 따라 가지는 색의 톤으로 광원에 푸른색 계통의 스펙트럼이 많이 포함되어 있으면 색온도가 높고, 붉은색 계통의 스펙트럼이 많이 포함되어 있으면 색온도가 낮게 되며 단위는 켐빈 온도(Kelvin scale) [°K]로 표시한다.

흑체(Blackbody)란 실제 존재하지 않는 이상적인 물체로 모든 파장의 복사선을 100% 흡수하는 물체를 말하는데, 이 이상적인 흑체를 가열할 때 방출하는 빛의 색을 색온도라고 한다.

〈그림 2〉에서 연결된 실선은 CIE1931 색공간 내에서 색온도의 기준이 되는 흑체 방사궤적을 보여주며 색온도에 따라 광원이 어떤 색으로 표현되는지를 알 수 있다.



〈그림 2〉 CIE1931 색공간내 흑체 방사궤적

TV 프로그램을 제작할 때 사용되어지는 조명 광원을 기준으로 카메라 색온도를 맞추는데 일반적으

로 할로겐 라이트는 3200K로, 크세논 펁 라이트 또는 LED 라이트에는 5600K로 조정한다.

카메라를 3200K 광원에 WB를 맞추었을 때, 3200K 광원을 사용했다면 흰색이 흰색으로 표현되지만 5600K 광원을 사용했다면 푸르게 표현된다.

## 2. Color Space와 Color Gamut

색의 3요소에는 색상, 명도, 채도가 있고 이것을 공간좌표에 나타낸 것을 색공간(Color Space) 또는 색체계(color system)라고 한다.

색공간은 인간이 볼 수 있는 컬러를 공간에 배치한 것을 말하며, 해당 컬러는 x, y 좌표값으로 표현할 수 있다.

인간이 볼 수 있는 영역 즉 Color Space가 있다면, 어떤 시스템이 재현할 수 있는 색의 범위는 이 Color Space 내에 위치하게 될 것이고 이것을 개마트(Gamut)라고 한다.

〈그림 3〉에서 전체 말굽모양의 컬러는 Color Space이며 작은 삼각형은 HDTV의 rec709에서 표현할 수 있는 컬러 Gamut을, 큰 삼각형은 UHDTV의 rec2020에서 표현할 수 있는 컬러 Gamut을 나타낸다.

〈그림 3〉에서 보듯이 인간이 볼 수 있는 컬러영역 중 rec2020에서 보여주는 영역은 HDTV의 rec709에 비해 훨씬 넓은 것을 알 수 있다.

하지만 현재 rec2020을 만족하는 Display장치는 거의 존재하지 않으며, rec2020 컬러 Gamut을 만족시키는 Display 장치 개발을 위한 노력은 계속되고 있다.

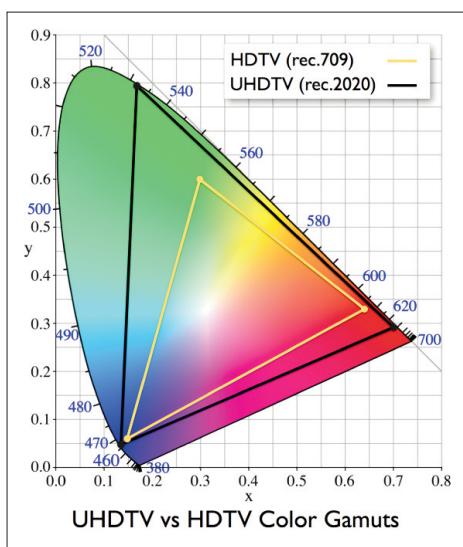
본 고에서 살펴볼 CMS는 카메라의 WB와 Gamut에 대해 Display 장치의 WB와 Gamut을 최대한 일치시키는 방법을 알려 줄 것이다.

## II CMS for Display Equipment

### 1. CMS의 필요성

프로그램을 제작할 때 카메라는 조명 key 라이트를 기준으로 WB를 조정하게 되는데 스튜디오에서 사용하는 조명, 각종 Display장치, 전식 등 다양한 색온도를 가지는 광원이 존재하게 된다. 조명장비만 하더라도 key light, flood light, effect light 등이 다양하게 사용되며 사용되는 광원에 따라 다양한 색온도가 존재하게 된다.

최근에는 조명과 전식에서 LED 광원을 사용하는 제품이 증가하고 있으며 LED 광원과 할로겐 key light를 혼용하여 사용할 때 스튜디오 광원은 다양한 색온도가 혼재하게 되고 색온도 차이 때문에 눈으로 보는 color와 카메라를 통해 보는 color는 크



〈그림 3〉 Color Space Gamut

게 차이가 나게 된다.

TV, 영화, 공연 등 다양한 장르에서 대형 LED 장치와 LED TV, 스마트 폰 등 여러 종류의 DISPLAY 장치가 화면 내(内)에 등장하고 있으며 다양한 정보를 전달하는 등 전체 영상 퀄리티 측면에서 중요한 역할을 하고 있다.

스튜디오에서 사용하는 카메라는 사용되는 광원에 따라 주로 3200K 및 5600K에 설정되어 있으며, LED TV의 경우 색온도가 약 10000K이기 때문에 카메라와 DISPLAY 장치 사이의 색온도 차이로 인해, 카메라로 DISPLAY 장치를 찍은 영상에 블루톤이 두드러지는 등 원래의 색을 표현하지 못하는 한계를 가지고 있다.

최근 예능, 교양, 드라마 등 TV프로그램에서 사용되는 각종 DISPLAY 장치는 사용빈도가 증가하고 대형화되는 추세이며 영상 전체화면에서 차지하는 면적 및 노출 빈도가 커지고, 프로그램 진행에 중요한 소스가 많이 사용되는 등 프로그램 영상 품질에서 차지하는 중요성이 점점 커지는 추세이다.

위에서 말한 색온도 불일치로 인해 DISPLAY 장치에 띠운 영상이 원하는 컬러로 표현되지 못한다면 전체 영상 퀄리티에 안 좋은 영향을 끼치게 되므로 이것을 극복하고자 카메라와 Display 장치간 색온도 불일치를 극복할 수 있는 Display 장치의 CMS(Color Management System) 방법을 연구하고 그 방법을 소개하고자 한다.

## 2. CMS for DISPLAY EQUIPMENT 방법

색상관리(Color Management System) for DISPLAY EQUIPMENT란 한마디로 다양한 영상 장치의 WB를 카메라 WB와 최대한 일치시키는 방법에 대한 해법이라고 할 수 있다.

### 1) Display 장치의 CMS를 하기 전 준비사항

#### ① 모니터 캘리브레이션

방송 제작에 사용되어지는 결과물을 최종적으로 모니터링 하는 프리시즌 모니터의 캘리브레이션이 선행되어야 왜곡 없는 영상을 만들 수 있다.

모든 조정은 먼저 측정기를 통해 조정하고 최종적으로 사람의 눈으로 미세 조정하는 방법을 사용하는데 최종 결과물은 인간의 눈으로 보는 것이기 때문에 있지만 측정기에서 보여주는 값보다 인간의 눈이 훨씬 디테일한 부분 까지 느끼고 감지할 수 있기 때문이다.

#### ② 영상신호 계통 각 해당 장비의 값을 default로 해 놓고 CMS를 시작한다.

③ 영상신호 계통 각 장비의 조정값들이 의미하는 것을 이해하고 실제 조정했을 때 해당 조정 포인트가 의미하는 것들이 어떤 것이며 조정 할 수 있는 범위는 어디까지인지 미리 파악하여야 한다.

④ CMS를 위한 영상소스 원본 COLOR 관리 :  
DISPLAY 장치에 사용되는 영상 원본은 무대 톤과 조화를 이룰 수 있는 COLOR TONE으로 제작되어야 한다. 특히 영상소스가 다수 사용될 경우 각 소스의 밝기 및 COLOR에 일관성을 유지할 수 있도록 제작하는 것이 중요하다.  
• 영상소스의 Brightness와 Contrast에 대한 적정 level을 유지해야 한다.

예) PPT 등에 사용되는 white 배경은 100 IRE를 넘지 않게 한다.(80~90 IRE 권장)

예) 사용되는 영상소스의 밝기의 일관성을 유지하도록 제작

• 프로그램 성격에 맞는 영상소스의 Color(Hue, Saturation)에 대한 Tone & Manner 유지

- 영상소스의 동적 움직임이 적절한 속도로 이루어져야 한다.

예) 정책토론의 배경영상 : 너무 빠르지 않고 적정 movement 유지

예) 뮤직뱅크의 빠른 음악 배경 영상 : 음악의 빠르기에 맞춘 움직임

상의 부조화를 보이는 경우는 다음 사례와 같이 흔히 찾아볼 수 있다.



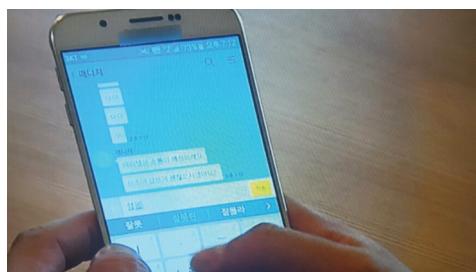
〈드라마 속에 등장한 모니터 화면〉



〈강연 프로그램의 대형 LED Display〉



〈영화속의 한 장면〉



〈드라마 속 스마트폰〉

## 2) Display 장치의 CMS

① Display 장치(LED, TV, 스마트폰 등)의 Brightness, Contrast에 대한 적정 level 유지

② Display 장치의 WB(White Balance)를 광원 WB에 맞도록 조정

③ Display 장치의 Color(hue, saturation)을 조정

☞ 영상소스 원본의 가장 중요하게 생각되는 색 위주로 조정

예) skin color, white color, black color

## 3) 영상소스 원본의 CMS

Display 장치에 대한 조정은 Color Gamut<sup>이</sup> 가지는 한계 때문에 100% 조정은 불가능하기 때문에 정밀하게 조정할 때는 사람의 눈으로 Display 장치에 연결되는 원본소스를 미세조정 하여야 한다. 이 때 원본영상을 CC(Color Corrector) 기능이 있는 장치를 연결하여 조정하며 실제 카메라로 촬상된 영상을 보면서 미세조정한다.

☞ 모니터로 영상을 보면서 조정하기 때문에 캘리브레이션이 정확히 되어있는 프리시즌급의 모니터를 사용하여야 한다.

## 4) CMS가 필요해 보이는 영상 예

TV나 스크린 속에 사용되는 다양한 Display 장치는 프로그램 내에서 다양한 정보를 전달하는 역할을 하고 있으나, 색온도 차이 때문에 화면에서 영

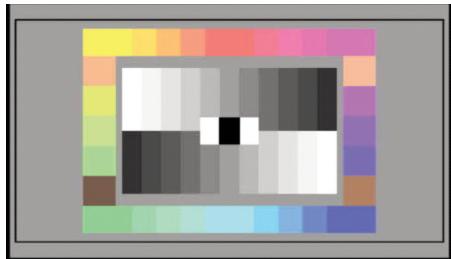
### 3. DISPLAY장치 CMS 조정시 필요한 차트

DISPLAY장치 CMS에는 다양한 차트가 사용되게 되는데 해당 차트를 Display 장치에 띄우고 카

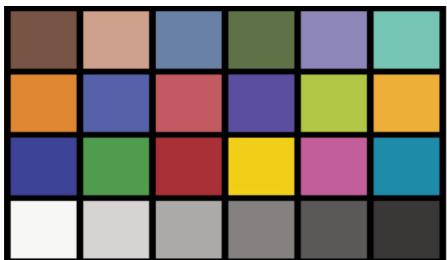
메라로 촬상한 후 WFM과 Vector scope를 보면서 원하는 color를 표현할 수 있도록 조정한다. 그 후 필요하다면 사람의 눈으로 직접 화면을 보면서 CC(Color Corrector)로 세밀하게 조정한다.



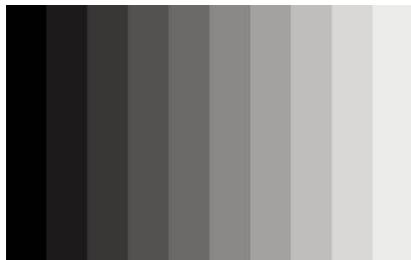
〈Color Bar〉



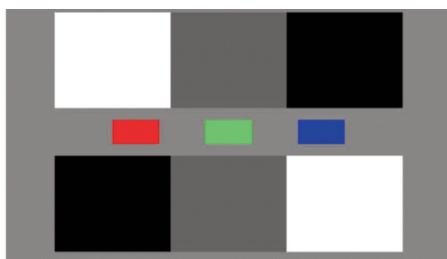
〈Low Saturation chart〉



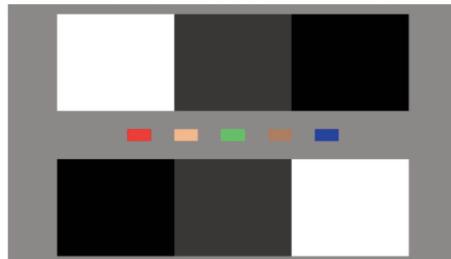
〈Color Check Chart〉



〈Gray Scale Chart〉



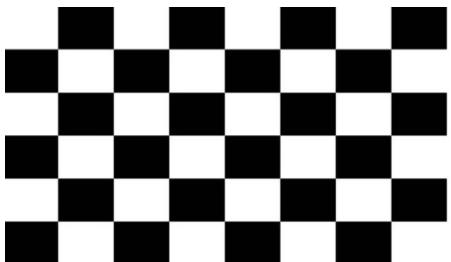
〈3\_Gray Scale Chart〉



〈5\_Gray Scale Chart〉



〈미인도〉



〈chess pattern〉

## 4. Display의 종류

다양한 Display 장치에 CMS를 적용하여 색상관리를 할 수 있으며 DISPLAY장치의 CMS 항목은 Brightness, Contrast, Gamma, Flare, White Balance, Hue, Chrominance 등이다.

### 1) 대형 LED Display

최근 스튜디오에서 대형 video wall에 많이 사용되는 장치로 RGB 도트(dot) LED를 배열한 panel ( $0.5M \times 50M$ )을 좌우 상하로 쌓아서 대형으로 구현하며 도트 간격에 따라 모아레 등 품질차이가 있는데 0.9, 1.5, 2.5, 3.9, 6, 9, 15미리 등 다양한 제품이 있다.

### 2) LCD(LED) TV 모니터

스튜디오에서 비교적 소형 Display 장치가 필요할 때 사용되어지며 최근 55, 65, 75인치 등의 HDTV 또는 UHDTV가 많이 사용된다.

### 3) 스마트폰

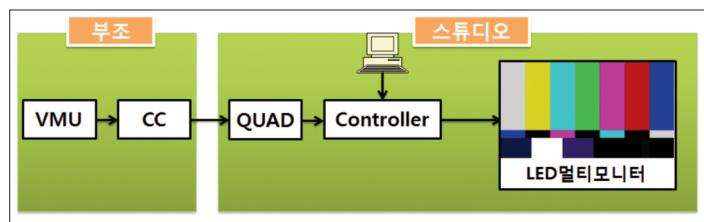
드라마에서 문자나 사진자료 등의 인서트 화면으로 스마트폰이 카메라에 촬영되어 사용된다.

### 4) 기타 다양한 Display 장치

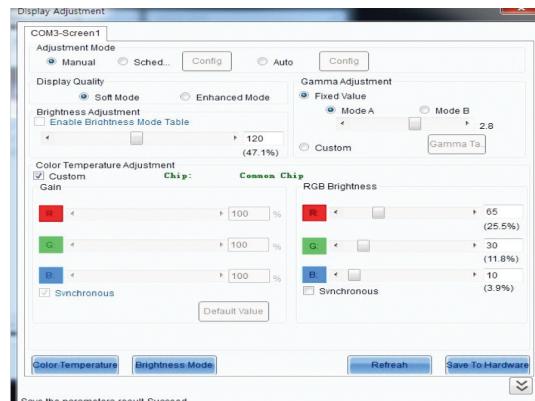
## 5. 대형 LED Display CMS

### 1) 계통도

<그림 4>의 계통도에서 색을 조정할 수 있는 부분은 CC, QUAD(스케일러), Controller이다.



<그림 4>



<그림 5> Controller의 색 조정 화면

## 2) CMS 방법

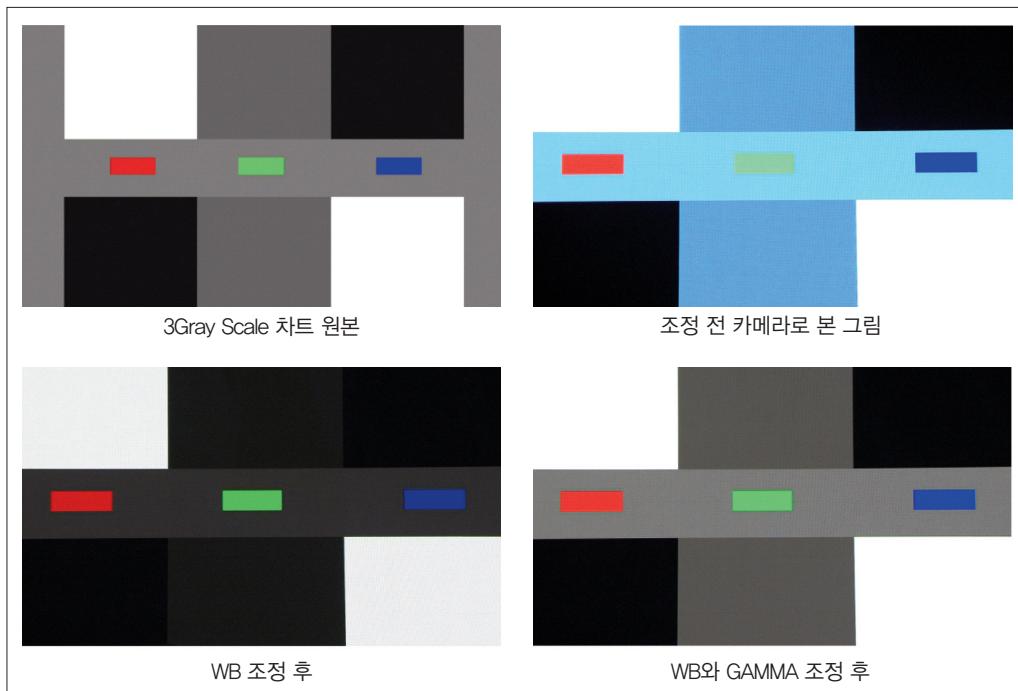
- ① 대형 LED모니터에 Gray Scale Chart를 띄운 후 카메라로 모니터를 Full Shot으로 잡는다.
- ② 스튜디오 조명에 적합한 IRIS 값으로 조리개를 개방한다.(아침마당 경우 5.0)
- ③ White 성분의 밝기가 90~95%가 되도록 Controller에서 Brightness 값을 조정한다.
- ④ Gamma 값이 50~60% 정도가 되도록 Controller에서 Gamma 값을 조정한다.
- ⑤ Controller에서 R,G,B 값을 조정하여 White 성분이 Vector Scope의 정중앙으로 모이도록 조정한다. R,G,B 가변폭은 0~255이며 R값이 가장 높고 B값은 가장 낮은 값으로 설정된다.

다.(아침마당 경우 R:G:B=160:90:25)

- ⑥ 마지막으로 부조의 Color Corrector를 이용해서 미세조정(HUE, BLACK, GAMMA, GAIN)한 후 미인도를 LED에 띄워 Face Tone이 일치하는지 최종 확인한다.

## 3) KBS 우리말겨루기

- ① 3\_Gray Chart로 조정한 영상  
〈그림 6〉은 카메라를 3200K에 어라인하고 Display 장치를 촬상한 영상으로 조정 전 차트 원본과 조정 후 영상을 참고하기 바란다.
- ② 조정 전 · 후 영상 비교  
〈그림 7〉은 ①의 조정 전과 후 영상을 캡쳐한 화면이다.



〈그림 6〉

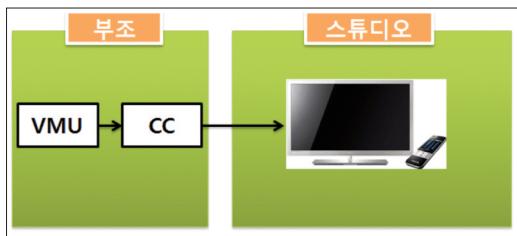


&lt;그림 7&gt;

## 6. LCD(LED) TV 조정

### 1) 계통도

<그림 8>의 계통도에서 색을 조정할 수 있는 부분은 CC와 모니터 자체 S/W이다.



&lt;그림 8&gt;

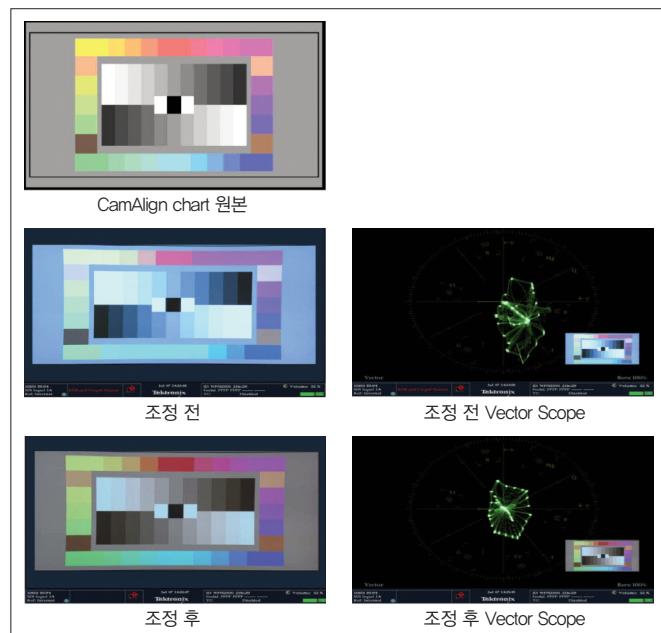
### 2) CMS방법

① TV의 기본 색온도는 10000K ~ 12000K 정도로 매우 높아서 3200K 할로겐 조명에 세팅된 카메라로 촬상할 때 푸른빛이 강하게 나타난다.

② 리모컨을 이용하여 색온도를 일정부분 조정 할 수 있으나 크게 조정되지 않으며, TV의 생산과정에서 조정되는 팩토리 모드에 진입하여 가변 WB(화이트밸런스) 구간을 낮춘 후 일반 리모컨을 이용하여 색조정을 하여야 한다.

③ 마지막으로 부조의 CC를 이용해서 미세조정 (HUE, BLACK, GAMMA, GAIN)한 후 미인도를 TV에 띄워 Face Tone이 일치하는지 최종 확인한다.

\* TV 팩토리 모드에 진입하려면 전용 리모컨을 이용하거나 스마트폰 어플을 사용하는 방법이 있다. 팩토리 모드는 제조사의 공장 모드에 대한 접근으로 이해할 수 있는데 꼭 필요한 값만 조정하여야 하고 조정 전 값은 꼭 기록해 두어야 원상이 가능하다. 꼭 필요한 값 외 팩토리 모드의 다른 값을 잘못



〈그림 9〉



〈그림 10〉

조정하면 돌이킬 수 없는 결과를 낳을 수 있으므로 주의하여야 한다.

#### ▷ 조정 전후 비교

〈그림 9〉은 조정 전 후 CamAlign 차트로 비교한 영상이며 〈그림 10〉은 조정이 잘 되었는지를 미인도를 통하여 확인한 영상이다.

## 7. 스마트폰 색온도 조정

스마트폰의 CMS는 실제 색온도를 조정하는 방법이 아닌 필터를 이용한 방법으로 조정할 수 있고 이 필터는 스마트폰 어플리케이션을 이용한다.

스마트폰 색온도 조정의 목적은 드라마 등에서 스마트폰을 촬영했을 때 자체 색온도가 높아 푸르

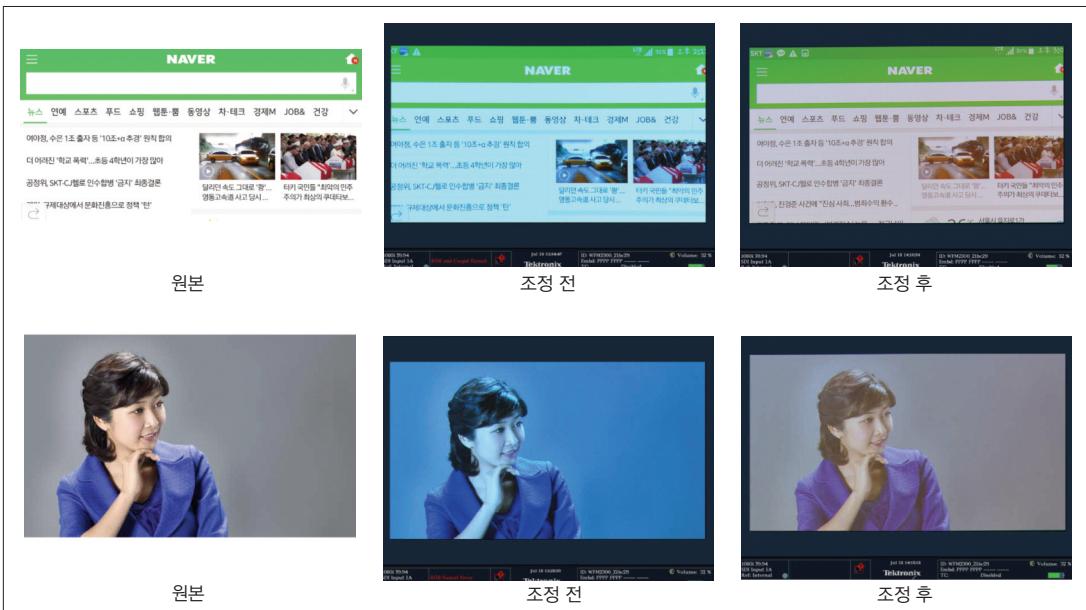
게 표현되며 원래색 재현이 안 되는 현상을 개선하기 위해서 사용한다.

색온도를 조정할 수 있는 필터기능을 가지는 어플리케이션은 다양하게 있는데 Color Screen Filter, Twilight 어플, Screen Adjuster, Change color screen, Screen Balance 등이 있다.

〈그림 11〉은 실제 원본 영상을 스마트폰에 띠우고 카메라로 촬영한 영상으로 Color Screen Filter 와 Twilight 어플리케이션을 사용하여 조정한 예이다.

## III. 결언

본 고에서는 몇 가지 Display 장치의 색상관리 방법과 그 필요성에 대해 살펴보았다.



〈그림 11〉



올바른 CMS를 위해서는 색에 대한 이해가 선행되어야 하며 계통도를 통해 본 다양한 장비의 컬러 메커니즘을 먼저 알아야 한다.

Studio에서 사용되는 Display 장치는 예능, 교양, 뉴스, 드라마 등을 막론하고 다양한 장르에서 사용되며, 사용빈도가 증가하고 크기가 대형화되는 추세이다.

이에 따라 Display 장치가 방송 영상의 전체 퀄리-

티에 미치는 영향이 점점 커지고 있다.

스튜디오뿐 아니라 야외공연장, 스포츠 중계 등 Display 장치가 사용되는 곳에서 방송제작을 할 때 올바른 색상관리 즉 CMS(Color Management System)를 적용한다면 Color 일관성을 유지할 수 있고 고품질 영상을 제작할 수 있을 것이다.

## 필자소개



### 강연정

- 대전산업대학교 전자공학과 학사
- 1996년 ~ : KBS TV기술국 영상감독
- 2015년 ~ 현재 : KBS TV기술국 영상총괄팀장
- 드라마 용의눈물, 친란한여명 등 영상분야 제작감독
- 예능 가요무대, 비타민 등 영상분야 제작감독