

4K/UHD 방송용 비디오 모니터 시험인증 기술 동향



배성포 TTA 방송융합시험인증단 방송융합시험인증2팀
양진영 TTA 방송융합시험인증단 방송융합시험인증2팀

1. 머리말

TTA는 국산 방송장비의 품질향상을 위해 2010년부터 방송장비시험인증센터를 운영해오고 있다. 이를 통해 2014년 6월까지 방송용 비디오 모니터를 포함해 MPEG-2, H.264 인코더 제품, 문자발생기, 비디오 서버, 방송용 LED 조명기구 등 총 28종에 대한 인증기준을 개발하였고, 이 인증기준에 따라 63개 방송장비에 대해 인증을 수여한 바 있다.

특히, 방송용 비디오 모니터에 대해서는 ‘방송용 레퍼런스 비디오 모니터 TTA Verified 인증기준’ 및 ‘방송용 비디오 모니터 TTA Verified 인증기준’을 개발하여 시험인증서비스를 제공해 왔다.

2014년도에는 4K/UHD 방송용 비디오 모니터를 신규 인증대상 품목으로 선정하여, 7월에 인증기준을 마련하고 시험서비스를 제공하고 있다. 국산 방송용 비디오 모니터는 제품 기술 및 가격 경쟁력이 우수하다. 그래서, 외산 제품들이 많은 부분을 차지

하고 있는 국내의 방송장비 시장에서 국산제품의 시장 점유율이 외산 제품보다 높다.

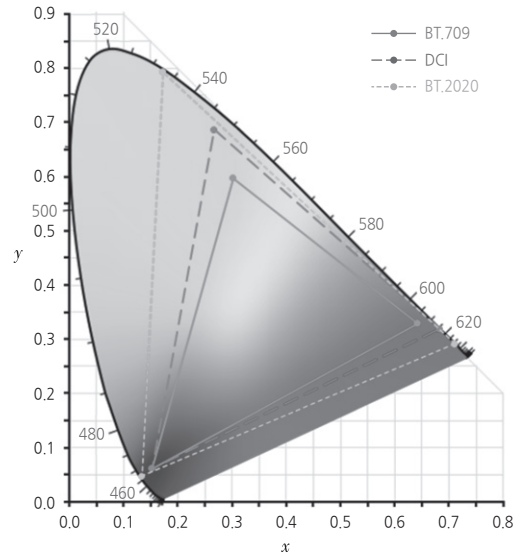
UHDTV는 2012년부터 각종 전시회를 통해 본격적으로 제품들이 선보이고, 실험 방송을 통해 방송의 가능성이 확인되어 왔다. 또한, 차세대 비디오 압축 표준인 ITU-T H.265(HEVC)가 2013년도에 승인되고, 이에 따라 가전사가 UHDTV 제품을 판매하고, 방송사가 ‘2014년 브라질 월드컵’을 UHDTV 실험방송으로 실시간 방송하는 등 UHDTV 기술을 이용한 차세대 방송이 단계적으로 준비 중이다.

본 고에서는 UHDTV 방송 콘텐츠 제작에 사용되는 방송용 비디오 모니터의 품질향상을 위하여 개발된 ‘4K/UHD 방송용 비디오 모니터 TTA Verified 인증기준’에 대한 설명을 통해 현재의 시험인증 기술 동향에 대해 살펴보고자 한다.

2. 4K/UHD 방송용 비디오 모니터 TTA Verified 인증기준

ITU(International Telecommunication Union)는 ITU-R BT.2020에서 표준화된 영상 콘텐츠의 생성과 교환을 목적으로 3840×2160 및 7680×4320 해상도를 가지는 UHD TV의 파라미터를 규정하고 있다. 이 표준에서는 해상도뿐만 아니라 프레임율, 색역(Color gamut), 색온도(Color temperature), 신호포맷 등을 UHD TV에 적합하게 규정하고 있다. 또한, DCI(Digital Cinema Initiatives)에서는 4096×2160 해상도 및 파라미터들을 표준화하여 영화제작에 사용되고 있다. 방송용 비디오 모니터는 콘텐츠의 품질관리, 스튜디오 간의 콘텐츠 교환 등을 위해 표준을 준수해야 할 필요가 있다. 이에 방송용 비디오 모니터 제조사들은 이들 표준을 만족하는 제품을 개발 중이다. 그러나 현재 공급되고 있는 디스플레이 패널은 HDTV 및 DCI 표준 색역까지 지원하나 UHD TV 색역은 지원하지 못한다. 이에 따라 해상도만 UHD TV 표준을 따르고, 다른 파라미터들은 HDTV 표준인 ITU-R BT.709를 따르는 수준으로 제품이 개발되고 있다. [그림 1]은 CIE 1931 색공간에 HDTV, UHD TV, DCI에 정의된 색역을 나타내고 있다.

이러한 현황을 반영하여 ‘4K/UHD 방송용 비디오 모니터 TTA Verified 인증기준’에는 <표 1>과 같이 DCI, QFHD, UHD TV1로 제품을 지원하는 색역에 따라 분류하였다. 특히, DCI 제품에 대한 인증기준을 마련하여, 제품이 방송용 스튜디오뿐만 아니라, 영화제작에서도 사용될 수 있는 품질을 확보하도록 개발되었다. DCI는 Digital Cinema Initiatives에서 정의한 모니터로서 4096×2160 해상도를 지원하고, 색역, 감마 등이 SMPTE RP 431-2



[그림 1] 표준 색역 비교

표준을 따른다. QFHD는 해상도가 3840×2160이고, 색역, 프레임율, 감마 등이 ITU-R BT.1769 및 ITU-R BT.709를 따른다. UHD TV1은 해상도가 3840×2160이고, 색역, 프레임율, 감마 등이 ITU-R BT.2020을 따른다.

3. 4K/UHD 방송용 비디오 모니터의 주요 시험항목

4K/UHD 방송용 비디오 모니터의 인증을 위해서 2장에서 설명한 것과 같이 DCI, QFHD, UHD TV1로 제품을 분류하여 경우에 따라 다른 인증기준을 적용한다. 또한, 제품의 품질에 따라 레퍼런스급과 스튜디오급으로 등급을 구별하여 서로 다른 인증기준을 적용한다. 인증시험에는 총 18개 시험항목이 있으며 색온도, 색재현성 등 화면의 품질, 온습도 시험 등 신뢰성 및 안정성 시험, SDI 출력 신호에 대한 전기특성 시험 등이 있다. <표 2>는 4K/UHD 방송용 비디오 모니터 TTA Verified 인증기준의 시험항목이다.

<표 1> 4K/UHD 방송용 비디오 모니터 TTA Verified 인증대상의 분류

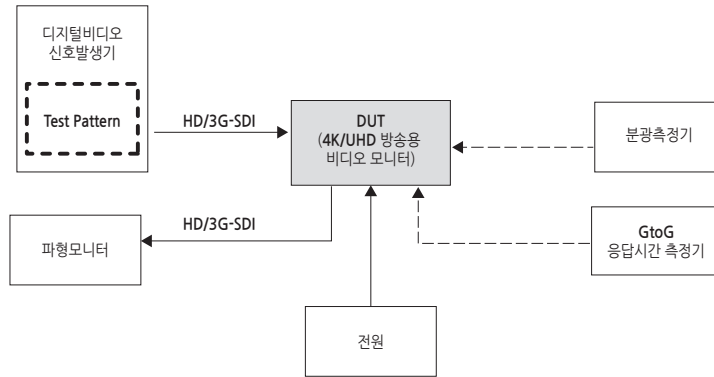
파라미터	분류	DCI	QFHD	UHDTV1
표준		DCI/SMPTE RP 431-2	ITU-R BT.1769/BT.709	ITU-R BT.2020
해상도		4096x2160	3840x2160	3840x2160
프레임률		24p	24p, 25p, 30p, 50p, 60p	24p, 25p, 30p, 50p, 60p, 120p
색심도		12bit	10bit, 12bit	10bit, 12bit
컬러 샘플링		X'Y'Z' 4:4:4	RGB 4:4:4, YCbCr 4:4:4, 4:2:2, 4:2:0	YCbCr 4:2:2
RGB 삼원색 및 색역		DCI-P3	BT.709	BT.2020
EOTF(gamma)		2.6	BT.709	BT.709+C.L.
색온도		D63	D65	D65

<표 2> 4K/UHD 방송용 비디오 모니터 TTA Verified 인증기준 시험항목

시험항목	시험내용
Luminance 시험	시험대상장비를 표준모드로 설정하고, 휘도 오차와 측정 범위를 확인
Contrast ratio 시험	시험대상장비의 백색(레퍼런스 White)의 휘도와 흑색(레퍼런스 Black)의 휘도를 측정하여 비율이 기준에 부합하는지 확인
EOTF 특성 시험	시험대상장비의 Gray 휘도를 측정하여 톤 재현 특성이 기준에 부합하는지 확인
Gray scale reproduction 시험	시험대상장비의 Gray 색좌표를 측정하여 색 재현성이 기준에 부합하는지 확인
Color gamut and color reproduction 시험	시험대상장비의 Color 표현 값을 측정하여 색 재현성이 기준에 부합하는지 확인
Color temperature 시험	시험대상장비의 백색을 측정하여 색온도가 기준에 부합하는지 확인
Gray to Gray Response time 시험	시험대상장비의 Gray to Gray Response time이 기준을 만족하는지 확인
Uniformity 시험	시험대상장비에서 100% 백색 신호를 이용하여 디스플레이 패널이 균일한 밝기를 재현하는지 확인
Stability	시험대상장비가 일정시간 동안 화면 출력품질을 유지할 수 있는지를 백색의 휘도 및 색온도를 측정하여 확인
온습도 시험	시험대상장비가 규정된 온도 습도 범위 내에서 동작함을 확인
저온보관 및 동작확인 시험	보관온도 -20℃, 동작온도 -10℃에서 정상동작을 하는지 확인
handling of under- and over-shoot 시험	시험대상장비가 under-shoot와 over-shoot(sub-black과 super-white)를 잘라내지 않는지 확인
Supported Standards 시험	시험대상장비가 표준을 따르는 입력 포맷을 지원하는지 확인
SDI 수신거리 시험	시험대상장비가 SD-SDI, HD-SDI, 3G-SDI 등 SDI 신호에 대해 최대 수신거리가 기준에 만족하는지 확인
HD-SDI 출력 인터페이스 성능 시험	HD-SDI 출력신호가 SMPTE 292M 표준 규격에 적합한지 확인
3G-SDI 출력 인터페이스 성능 시험	3G-SDI 출력신호가 SMPTE 424M 표준 규격에 적합한지 확인

‘4K/UHD 방송용 비디오 TTA Verified 인증기준’의 시험항목은 ‘방송용 레퍼런스 비디오 모니터 TTA Verified 인증기준’과 ‘방송용 비디오 모니터 TTA Verified 인증기준’을 참조하고 있다. 각 항목의 판정기준은 EBU의 Tech 3320, ‘User requirements for Video Monitors in Television

Production’의 Grade 1 및 Grade 3 기준을 참조하였으며, 레퍼런스급과 스튜디오급에 각각 적용하였다. DCI 인증기준은 SMPTE 431-1 및 SMPTE RP 431-2에 제시된 Reference 및 Review Room 기준을 레퍼런스급과 스튜디오급에 맞추어 적용하였다. 따라서 동일한 시험항목일지라도 제품의 등급 또는



[그림 2] 4K/UHDTV 방송용 비디오 모니터 인증시험 구성도

종류에 따라 기준값이 다를 수 있다.

각 시험항목에 대해 HD 방송용 비디오 모니터와 달라진 부분을 살펴보면 다음과 같다. Luminance 시험에서 레퍼런스급 모니터는 백색(100% White)을 $70\sim 120\text{cd}/\text{m}^2$, 오차범위 $\pm 3\%$ 로 조정할 수 있어야 하며, DCI 레퍼런스급의 경우 백색을 $48 \pm 3.5\text{cd}/\text{m}^2$ 로 출력해야 한다. Contrast ratio 시험은 EBU Tech 3325, 'Methods for the Measurement of the performance of Studio Monitors'에 정의된 'Full screen(1% patch) contrast' 방법을 따른다. 이에 따른 인증기준은 레퍼런스급이 700:1, 스튜디오급이 500:1 이상이다. 그런데 DCI는 표준에 따른 경우 Sequential Contrast 방법으로 측정하여 레퍼런스급이 2000:1을 따르도록 되어 있다. 그러나 이 표준은 Projector를 기준으로 한 것으로, LCD 모니터에는 적합하지 않다. 따라서 DCI 기준으로서 UHDTV1의 레퍼런스급과 스튜디오급 기준을 동일하게 적용한다. EOTF 특성시험에서는 EOTF의 기준값을 시험대상장비에 설정된 값으로 한다. 이는 EBU, ITU, de facto 기준이 각각 2.35, 2.4, 2.2로 사용되고 있고, 제조사의 모니터가 사용자 요구사항에 맞게 제품을 제조한다면, 제품에 따라 그 값이 달라질 수 있기 때문이다. DCI에서는 EOTF를 2.6

으로 정하고 있으므로 이를 기준으로 한다. Color gamut and color reproduction 시험에서는 2장에서 설명한 바와 같이 QFHD, UHDTV1, DCI의 표준 색역이 서로 다르므로 이를 만족하는 입력에 대하여 그 출력을 측정하고 판정한다. 이때, QFHD와 UHDTV1은 15개의 EBU test color와 RGB 삼원색을 측정하고, DCI는 RGB 삼원색에 대해서만 시험한다. Color Temperature 시험에서는 QFHD와 UHDTV1은 D65(6500K)를 만족하고, DCI는 D63(6300K)을 만족하는지 확인한다. Support Standards 시험에서는 시험대상장비가 3840×2160 또는 4096×2160 을 지원하는지 확인한다. 이외 Gray to Gray Response time 시험, Uniformity 시험, Stability 시험 등은 HD 방송용 비디오 모니터의 시험항목과 유사하거나 동일하다.

HD 방송용 비디오 모니터 인증기준에는 UHD 인증기준에 포함되지 않은 Black Level 시험, Viewing-angle dependency 시험, Screen resolution 시험, Delay time 시험 등이 있으나 시험이 다른 항목들과 중복되거나 필요하지 않다고 판단되어 제외하였다. 이 부분에 대해서는 향후 추가 사항이 생길 경우 개정작업을 통해 반영하기로 하였다. 또한, HDMI 및 DisplayPort 시험도 고려

되었으나, 별도의 인증이 있으므로 TTA 인증에서는 제외하기로 하였다.

4. 4K/UHD 방송용 비디오 모니터의 시험 환경

4K/UHD 방송용 비디오 모니터의 인증시험을 위한 시험구성도는 [그림 2]와 같다. 디지털비디오신호 발생기는 테스트패턴을 HD 또는 3G-SDI 신호로 출력할 수 있어야 한다. 분광측정기는 DUT(Device Under Test) 화면에 출력된 테스트패턴을 측정하여 회색계조나 컬러품질 등의 화면 품질에 관련된 항목을 시험하는 데 사용된다. DUT에 입력된 영상은 DUT의 출력포트를 통해 동일하게 출력되는데, 파형모니터로 이를 측정하여 표준규격에 적합한 신호 품질을 가지는지 확인한다. Gray-to-Gray 응답시간을 측정하기 위해서는 전용시험기를 사용한다.


모니터의 화면 품질에 대한 시험은 다음과 같은 측정조건에서 이루어진다.

- 시험실 밝기를 1 Lux 미만으로 한다.
- 시험대상장비와 분광측정기의 거리는 시험대상 장비 높이의 3~4배로 한다.
- 분광측정기는 화면에 대하여 수직으로 측정한다.
- 시험대상장비 외 다른 광원은 모두 차단한다.
- 시험의 시작은 DUT를 2~3시간 정도 예열 후 수행한다.
- 시험을 위한 주변 온도는 상온(20℃~25℃)으로 한다.

5. 맺음말

방송산업에서는 시청자들에게 보다 실제에 가까운 영상을 전달하기 위해 지속적인 기술개발이 이루어져

왔다. UHDTV는 HDTV보다 선명한 화질로 더욱 실감나는 영상을 시청자들에게 제공할 수 있다. 방송장비는 글로벌 기업들이 국내 시장의 대부분을 차지하고 있어 국내 중소기업이 진입할 수 있는 부분은 많지 않은 상황이다. 그러나 새롭게 시작하는 UHDTV 방송은 우리나라가 다른 나라들에 앞서 서비스를 준비하고 있다. 이것은 국산장비가 방송장비시장을 선점할 수 있는 새로운 기회가 될 것이다.

TTA는 방송용 비디오 모니터뿐만 아니라 UHDTV에 관련한 다른 방송장비에 대해서도 시험 규격을 개발하고, 시험인증서비스를 제공하는 등 국산방송장비가 새로운 기술에 대응하여 발전할 수 있도록 노력하고 있다. 앞으로도 지속적으로 국산 방송장비의 산업 활성화를 위해 시험인증범위 확대와 기술개발에 더욱 분발할 것이다. 

※ 본 기고는 수요기관이 전남정보문화산업진흥원인 '실감미디어 통합 품질인증 체계 구축' 연구용역 과제의 수행 결과물임

[참고문헌]

- [1] SMPTE 292M, 'Bit-Serial Digital Interface for High-Definition Television Systems'
- [2] SMPTE 259M, '10-Bit 4:2:2 Component and 4fsc Composite Digital Signals-Serial Digital Interface'
- [3] SMPTE 424M, '3Gb/s Signal/Data Serial Interface'
- [4] SMPTE 431-1-2006, 'for D-Cinema Quality-Screen Luminance Level, Chromaticity and Uniformity'
- [5] SMPTE RP 431-2:2011, 'D-Cinema Quality-Reference Projector and Environment'
- [6] SMPTE ST 2036-1:2013, 'Ultra High Definition Television-Image Parameter Values for Program Production'
- [7] EBU-TECH 3320, 'User requirements for Video Monitors in Television Production', Version 2.0, 2010.
- [8] EBU-TECH 3325, 'Methods for the Measurements of the performance of Studio Monitors', 2008.
- [9] EBU-TECH 3325 s, 'Studio monitor measurements-test patterns', 2008.

- [10] ITU-R BT.709-5, 'Parameter values for the HDTV standards for production and international programme exchange'
- [11] ITU-R BT.1886, 'Reference electro-optical transfer function for flat panel displays used in HDTV studio production'
- [12] ITU-R BT.2020, 'Parameter values for ultra-high definition television systems for production and international programme exchange'

- [13] ITU-R BT.1769, 'Parameter values for an expanded hierarchy of LSDI image formats for production and international programme exchange'
- [14] 'Digital Cinema System Specification Version 1.2', Digital Cinema Initiatives, LLC, 2012.

정보통신 용어해설

플로팅 윈도우 Floating window [방송]

카메라의 공간적 특성으로 인해 발생하는 시야 투쟁 영역(retinal rivalry area)의 영상을 보정하여 안정된 3D 영상을 구현하는 작업. 예를 들면, 불일치되는 좌우 안 영상의 가장자리를 블랙 마스킹하여 가상의 윈도우를 만드는 작업이 있음.

