

## 방송용 비디오 모니터의 측정 및 분석

배성포\*, 양진영, 광경철, 권동현, 정인명  
한국정보통신기술협회  
spbae@tta.or.kr\*

### Measurements and analysis for broadcast video monitor verification

Sungpo Bae, Jinyoung Yang, Kyungchul Kwak, Donghyun Kwon, Inmyoung Jeong  
TTA(Telecommunications Technology Association)

### 요 약

본 논문에서는 국내에서 제작되는 SDI(Serial Digital Interface)를 가지는 방송용 비디오 모니터에 대해 TTA 에서 제정한 인증기준을 적용하여 시험한 결과를 분석하였다. TTA 인증기준은 EBU(European Broadcast Union)의 비디오 모니터 요구사항을 참고로 작성되었으며 본 논문에서의 시험된 결과를 통해 국산 모니터 제품의 수준을 국제수준과 간접적으로 비교할 수 있는 기회가 될 것으로 판단한다. 또한 LCD 패널의 특성에 따라 제품의 고품질화에 한계가 되는 부분을 검토하여 향후 새로운 제품기술을 적용할 때 개선할 수 있는 참고자료로 사용될 수 있다.

### 1. 서론

최근 평판디스플레이 기술이 발전되고, CRT(Cathode Ray Tube) 모니터가 단종됨에 따라 일반 TV 및 컴퓨터용 모니터뿐만 아니라 방송사 등 영상물 제작에 사용되는 모니터가 대부분 LCD(Liquid Crystal Display) 제품으로 교체되었다.

이러한 평판디스플레이에 대한 측정은 VESA(Video Electronics Standards Association)에서 FPDM(Flat Panel Display Measurement)이라는 표준으로 논의 되어 왔으며, 현재 SID(Society for Information Display)로 이관되어 IDMS(Information display Measurements Standards)로 명칭을 변경하여 무료로 배포하고 있다[1]. IDMS 에는 LCD 디스플레이를 비롯한 프로젝터, 스크린, 3D 모니터 등 다양한 디스플레이 장치를 시험하기 위한 시험방법이 제시되어 있다. 그러나, 제품의 품질에 대한 기준은 제시하지 않고 있다.

방송 영상제작에 사용되는 모니터의 경우 주/부조정실, 편집실, 스튜디오, 야외촬영 등에서 다양한 용도로 사용되며, 일반 TV 또는 컴퓨터용 모니터와 달리 방송신호 표준인 SDI(Serial Digital Interface) 신호를 처리할 수 있어야 한다[2] [3] [4]. 또한, 영상물 제작에 필요한 성능 및 기능에 대한 다양한 요구사항을 만족해야 한다. EBU 에서는 이러한 요구사항을 정리하여 스튜디오 모니터의 성능 및 기능에 대한 기준을 제시하고 있다[5].

TTA 에서는 방송장비의 고도화 및 활성화를 위하여 방송장비시험인증센터를 운영 중이다[6]. 이에 따라 2010 년도 인증대상 방송장비로 선정된 방송용 비디오 모니터에 대해 방송사, 제조사, 학계 등 관련 전문가가 시험규격개발위원회를 구성하여, 인증기준을 작성하고 인증서비스를 제공 중이다.

시험규격개발위원회에서는 EBU 표준을 참조하고, LCD 의 특성 및 LCD 모니터 제품의 기술 현황 등을 반영 방송용 비디오 모니터의 인증기준을 제정하였다[7] [8].

본 논문에서는 TTA 인증기준에 따른 방송용 비디오 모니터의 시험결과를 분석하여, 현재 사용되고 있는 국산 제품들의 품질수준과 특성을 이해하는데 도움을 주고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 절에서는 EBU 의 비디오 모니터 요구사항에 대해서 알아보고 3 절에서는 EBU 요구사항과 TTA 인증기준을 비교한다. 4 절에서는 비디오 모니터를 시험하기 위해 사용하는 시험패턴과 시험환경에 대해 설명하고, 5 절 TTA 인증기준에 따라 시험한 주요결과에 대해 논의하여 현재 제품의 한계를 점검한다. 마지막으로 6 절에서는 본 논문에 대한 결론을 맺는다.

### 2. EBU 의 비디오 모니터 요구사항

EBU 는 “ EBU-Tech 3320, User requirements for Video Monitors in Television Production, Version 2.0” 에서 방송용 비디오 모니터를 품질 및 사용용도에 따라 Grade 1, Grade 2, Grade 3 로 분류하고, 방송용 비디오 모니터로서 평가되어야 할 총 25 개의 요구사항을 정하고 있다.

Grade 1 모니터는 최상급 모니터로서 영상을 시각적으로 평가할 때 기준이 되는 precision 모니터이다. 이는 카메라 보정, 컬러 품질조정, 조명 설정 등의 용도로 사용된다. Grade 2 모니터는 Grade 1 모니터에 비해 컬러 등의 편차가 좀 더 허용되며, preview, control wall, control room 의 용도로 사용된다. Grade 3 모니터는 방송용 신호 인터페이스 및 지원영상 포맷은 Grade 1, Grade 2 와 동일하면서 영상의 품질을 요구하지 않는 오디오 프로덕션, 더빙, 신호 유무 확인

등 주로 영상확인용으로 사용된다.

표 1 에는 EBU 에서 제시하는 모니터의 요구사항을 항목별로 명시하고 있다. 이에 대한 시험방법은 “ EBU-Tech 3325, Methods for the Measurement of the performance of Studio Monitors ” 에 기술되어 있다[9].

표 1. 비디오 모니터에 대한 EBU 요구항목

시험항목
Luminance ranges
Black level
Contrast ratio
Gamma characteristics
Gray scale reproduction
Color gamut and color reproduction
Color temperature
Viewing-angle dependency
Motion artifacts
Screen resolution
Image scaling, de-interlacing and overscan
Delay time
Screen size
Uniformity
Mura(imperfections in LCD panels
Streaking
Stability and environmental conditions
Pixel defects
Ring and handling of under- and over-shoots
Treatment of illegal signals
Image sticking
Supported Standards, and signal interfaces
Other facilities
Acoustic Noise
Surface reflectivity(glare)

EBU-Tech 3320 은 디스플레이 종류를 고려하여 기준을 제시하지는 않고 있다. 이에 따라 LCD 패널을 사용한 모니터의 경우 만족하기 힘든 기준이 포함되어 있다. 또한, EBU 에서 제시하는 요구사항 중 일부는 시험방법이나 기준이 모호하여 모니터 제조사에서 고려할 필요는 있으나 시험을 하여 평가하기가 어려운 항목을 포함하고 있다.

Black Level 에서 Grade 1 모니터에 대한 기준을 0.05cd/m<sup>2</sup>이하로 정하고 있으나, LCD 패널의 특성으로는 이 기준을 만족하기 힘들다. 현재의 기술로는 OLED(organic light-emitting diode) 패널을 사용한 모니터 정도가 Black Level 기준을 만족할 수 있다.

LCD 모니터의 경우 모니터의 등급을 결정하는 데는 어떤 LCD 패널을 사용하는가가 중요한 기준이 된다. 고가의 패널의 경우 컬러 및 Uniformity 의 보정이 가능하지만, 그렇지 않을 경우 패널에서 결정된 Primary Color 및 Uniformity 조건을 조정하는 것이 쉽지 않다. 따라서, Grade 2 등급의 모니터의 경우 고급 패널을 사용하지 않기 때문에 제조사는 EBU 의 기준을 적용하기 어려운 상황이다.

Motion artifact 에 대한 시험방법은 Moving Picture Response Time(MPRT)를 제안하고 있으나 평가를 위한 기준이 없고, Screen resolution 항목에서 Grade 1 모니터는 1:1 픽셀 맵핑을 조건으로 하고 있으나 이를 확인하는데

어려움이 있다. 이와 같이 평가를 위한 기준을 마련하기가 어렵거나 시험방법이 명확하지 않은 항목으로는 Image scaling, de-interlacing and overscan, screen size, Mura, Streaking 등이 있다.

따라서 TTA 에서는 이러한 조건들을 고려하여 방송용 비디오 모니터 인증기준을 제정하였다.

### 3. EBU 와 TTA 시험항목 비교

TTA 는 “ 방송용 비디오 모니터 TTA Verified 인증기준, TCB-0016/R03 ” 에서 EBU 의 시험항목 17 개와 추가 시험항목 5 개를 방송용 비디오 모니터 시험인증항목으로 선정하여 방송용 비디오 모니터 TTA Verified 인증시험을 수행하고 있다.

시험규격개발위원회에서는 2 절에서 기술한 바와 같이 EBU Grade 1 기준을 그대로 인증기준으로 적용할 경우 현재의 기술로는 만족할 수 있는 제품이 없음을 확인하였다. 이에 따라 최상급 모니터를 EBU 의 Grade 1 기준을 동일하게 적용한 Class 1s, 기술현황을 반영한 인증기준을 적용한 Class 1 으로 구분하여, 방송용 비디오 모니터를 Class 1s, Class 1, Class 2 및 Class 3 의 4 개의 등급에 대한 인증기준이 마련되었다. 그러나, Class 2, Class 3 인증 기준에 대해서도 현재 모니터 패널의 수준 등의 이유로 일부 항목이 인증기준을 만족하기 어려운 것이 확인되어, 별도의 “ Wall/Field 모니터 TTA Verified 인증기준, TCB-0043/R00 ” 을 마련하여 시험서비스를 제공하고 있다. 향후 TTA 에서는 현재 혼동되어 사용되고 있는 Class 2, Class 3 모니터와 Wall/Field 모니터의 인증기준을 통합하여 하나의 인증기준으로 마련하고자 한다.

표 2 는 EBU-Tech 3320, TCB-0016, TCB-0043 인증기준 항목을 비교하여 나타내고 있다. 표 2 에서 TTA 인증기준은 EBU-Tech 3320 의 항목에 인터페이스 확인 시험과 환경시험을 추가하였음을 알 수 있다. 그러나 표 2 의 시험항목 중 EBU 와 동일한 시험항목이라도 세부항목 및 기준은 일부 조정하여 TTA 인증기준으로 적용하고 있다.

표 2. EBU 및 TTA 시험항목 비교

시험항목	가	나	다
Luminance ranges	○	○	○
Black level	○	○	X
Contrast ratio	○	○	○
Gamma characteristics	○	○	○
Gray scale reproduction	○	○	○
Color gamut and color reproduction	○	○	○
Color temperature	○	○	○
Viewing-angle dependency	○	○	X
Motion artifacts	○	X	X
Screen resolution	○	○	X
Image scaling, de-interlacing and overscan	○	X	X
Delay time	○	○	X
Screen size	○	○	X
Uniformity	○	○	○
Mura(imperfections in LCD panels	○	X	X
Streaking	○	X	X
Stability and environmental conditions	○	○	X

Pixel defects	O	O	X
Ringing and handling of under- and over-shoots	O	O	X
Treatment of illegal signals	O	O	X
Image sticking	O	X	X
Supported Standards, and signal interfaces	O	O	X
Other facilities	O	O	X
Acoustic Noise	O	X	X
Surface reflectivity (glare)	O	X	X
환경조건	X	O	O
SDI 포트 Return Loss	X	O	X
SD-SDI 출력 인터페이스	X	O	O
HD-SDI 출력 인터페이스	X	O	O
3G-SDI 출력 인터페이스	X	O	O
Gray to Gray Response time	X	X	O
SDI 수신거리	X	X	O

\* 가 : EBU-Tech 3320, 나 : TCB-0016, 다 : TCB-0043

\* O : 규격에 포함된 시험항목, X : 규격에 포함되지 않은 시험항목

#### 4. 모니터 화질의 평가 패턴 및 시험 환경

방송용 비디오 모니터로서의 화면의 품질은 입력된 비디오 신호를 화면에 정확하게 표현하는 정도를 확인함으로써 평가할 수 있다. 이를 위하여 정해진 값을 가지는 시험패턴을 입력하여 측정하고, 측정된 값으로부터 도출되는 각 항목별 특성 값을 기준 값과 비교하는 방법으로 시험하였다.

EBU 에서는 방송용 비디오 모니터의 특성을 확인하기 위한 시험패턴을 제공하고 있다[10].

EBU 가 제공하는 주요 시험패턴을 시험항목과 비교하여 보면, EBU 3-1 ~ EBU 3-13 은 디스플레이의 균일성(Uniformity)을 시험하기 위하여 사용되며, 그림 1 과 같이 13 개의 위치에 White 패치가 표시된다.

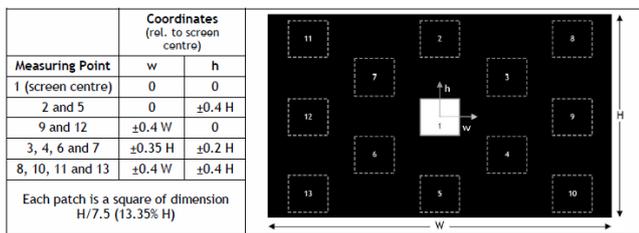


그림 1. EBU 시험패턴 위치

EBU 4-1 ~ EBU 4-19 는 그림 1 의 중심인 위치 1 에 Black 에서 109% White 까지 단계별로 회색 패치가 표시되며, Black level, Gamma characteristics, Contrast ratio, Gray scale reproduction 의 시험을 위해 사용된다.

EBU 5-1 ~ EBU 5-15 및 EBU 5-Red, EBU 5-Green, EBU 5-Blue 는 그림 1 의 위치 1 에 15 가지의 컬러와 RGB Primary Color 가 각각 표시되며, Color gamut 및 Color reproduction 시험을 위해 사용된다.

디스플레이에 대한 측정값은 주변의 밝기, 주변 온도 및 장치의 온도, 측정거리 등에 따라 달라지며 이에 대해 아래와 같은 조건으로 환경을 설정하여 측정하였다.

- 시험실의 밝기는 1 Lux 미만(TTA 6 층 모니터시험실)
- 시험대상장비 높이의 3~4 배 거리에서 시험대상 장비의 화면에 대하여 수직으로 측정
- 시험대상장비 외 다른 광원은 모두 차단
- 시험대상장비를 2~3 시간 이상 예열 후 측정
- 시험을 위한 주변온도는 상온(20 ℃~25 ℃)으로 유지

시험에서 화면의 품질 측정을 위하여 Konica-Minolta 사의 분광방사휘도계인 CS-2000 을 사용하였으며, 그 외 디지털비디오신호발생기, 웨이브폼모니터 등의 측정기를 사용하였다. 그림 2 는 모니터의 Gray scale reproduction, Color gamut 등 화면출력 특성을 측정하기 위한 시험구성도이다.

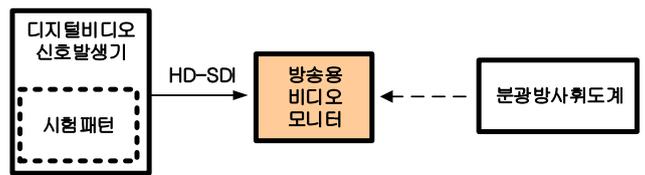


그림 2 분광방사휘도계를 사용한 모니터 시험구성도

#### 5. 방송용 비디오 모니터 시험 결과

2 절에서는 EBU 에서 제시한 비디오 모니터의 요구사항, 3 절에서는 TTA 의 방송용 비디오 모니터를 평가하는 시험항목 및 기준을 각각 알아보았다. 본 절에서는 TTA 인증기준의 주요 시험항목에 대해 4 절과 같은 시험환경 및 조건에서 시험한 결과를 고찰하고자 한다. 본 시험결과에서는 TTA 인증기준에 따라 시험한 제품 중 Class 1 모니터 1 개 모델과 Wall/Field 모니터 5 개 모델에 대한 측정된 값을 이용하였다.

Luminance range 는 화면의 휘도의 조절범위를 확인 하는 시험이다. LCD 패널을 사용하는 모니터의 경우 BLU(Back light unit)로 휘도를 쉽게 조절할 수 있고 그 범위 또한 크다.

그러나 Black level 의 경우에도 BLU 가 켜있는 상태로 영상이 표시된다. 이 경우 EBU Grade 1 모니터 기준인 0.05 cd/m<sup>2</sup> 이하를 만족하는 것은 어렵기 때문에 TTA 는 Class 1 모니터의 인증기준을 0.1 cd/m<sup>2</sup>이하로 정하였다. 이는 EBU Tech 3320 의 Version 1.1 에서 기준으로 사용되었던 값이다. 시험결과 Class 1 모니터는 0.097 cd/m<sup>2</sup>로 측정되었다. 그러나 Wall/Field 모니터의 경우 0.15 cd/m<sup>2</sup> ~ 0.3 cd/m<sup>2</sup> 수준으로 EBU Grade 2 기준을 만족하는 수준이다.

또한, Black level 값에 따라 Contrast 비가 결정되는데, Black level 이 0.05 cd/m<sup>2</sup>일 경우 최소 1400:1 의 비율을 가질 수 있으나 0.1 cd/m<sup>2</sup> 의 Black level 에서는 최소 700:1 의 비율을 가지게 된다. 시험결과 Class 1 모니터는 781:1 의 Contrast 비를 가진다. Wall/Field 모니터는 각각 500:1 이상으로 측정되었다.

Gamma characteristics 은 제조사가 제시하는 특정 값을 기준으로 측정한다. 제조사는 사용자가 선택할 수 있는 몇 가지 Gamma 값 중에서 대표값에 대해서만 Calibration 을 수행하며, 국내에서는 2.2 를 기준으로 하고 있다. 시험결과 Wall/Field 모니터의 경우 Gamma 2.2 를 기준으로 모델별로 최대

오차가 0.03, 0.05, 0.06, 0.07, 0.09 로 나타났다. 따라서 EBU 기준인  $2.2 \pm 0.1$  까지도 만족한다.

Color gamut 및 color reproduction 시험에서 NTSC 96% 수준의 패널을 사용하고, 3D look-up Table 을 사용하는 Class 1 모니터는 색조정을 통해  $4 \Delta u^*v^*$  수준으로 Primary Color 및 EBU Test Color 를 조정할 수 있음을 확인하였다. 그러나, Wall/Field 모니터 제품들의 경우 EBU Class 2 기준을 만족하지 못하고 있다. 특히 Primary Red, Green, Blue 의 경우 LCD 패널에서 특성이 결정되고, 모니터 제조사는 고급패널을 사용하지 않는 한 Primary Color 를 조정할 수 있는 여지가 없다. 이에 따른 Primary Color 의 시험결과를 보면 1 개 모델을 제외하고 EBU 기준인  $7 \Delta u^*v^*$  이하를 만족하지 못할 뿐만 아니라, Wall/Field 모니터 인증기준인  $0.008 \Delta u^*v^*$  이하를 만족하지 못한다. 그림 3 는 Wall/Field 모니터 5 개 모델의 Primary RGB 에 대한 시험결과를 EBU 기준에 대해 보여주고 있다.

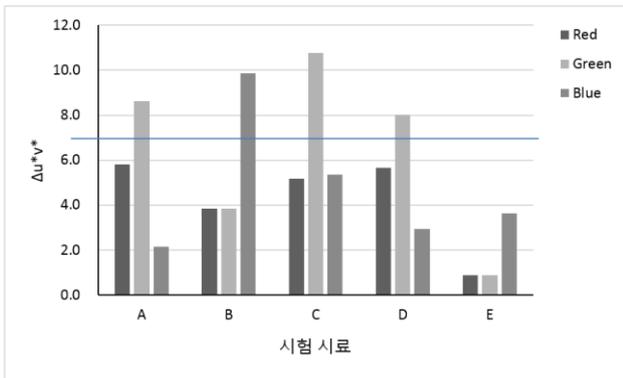


그림 3. Primary color 시험결과

Uniformity 또한 BLU 가 local dimming 이 가능한 Class 1 급 모니터의 경우 위치별 휘도 조절을 통해 13 개 위치에 대한 휘도 균일성 기준을 만족할 수 있지만, local dimming 을 지원하지 않는 대부분의 Class 2 모니터는 패널에 의존적이며, 따라서 EBU 기준인  $\pm 5\%$  기준을 달성하지 못한다. 표 3 은 Wall/Field 모니터 4 개 모델의 Uniformity 측정결과를 보여주고 있다. 시험대상 5 개 모델 중 9 인치 크기의 소형모니터는 Uniformity 시험대상에서 제외되었다.

표 3. Uniformity 시험결과(기준밝기 대비 최대오차)

시험항목 \ 시험시료	A	B	C	D
Uniformity	20.5 %	18.2 %	17.2 %	17.7 %

이상에서 특이사항이 있는 주요 시험결과에 대해서 알아보았다. 본 절에서 언급되지 않은 시험항목은 인증기준을 만족하고 있으며, 따라서 현재의 국산 방송용 비디오 모니터 수준은 LCD 패널에 따른 제약을 받는 항목을 제외하면, 국제적으로 정하는 품질수준을 만족하고 있는 것을 알 수 있다.

## 6. 결론

본 논문에서는 방송장비 시장활성화를 위해 인증대상으로 선정된 방송용 비디오 모니터 제품에 대한 시험결과를 토대로 현재 사용되고 있는 모니터의 품질 수준을 알아 보았다. 방송용 비디오 모니터의 경우 제조사가 생산과정에서 색온도, Gamma, Gray 등에 대해 Calibration 을 수행한 후 제품을 판매하고 있으며, 제품의 장시간 사용에 따른 변화 등을 사용자가 제조정할 수 있는 방법을 제공하고 있다. 제조사가 이러한 과정을 엄격하게 지킬 경우 LCD 패널의 한계로 인해 조정이 불가능한 특정항목을 제외하면 대체로 TTA 인증기준을 만족하는 수준이 될 수 있다. Primary color 의 조정 및 Uniformity 의 개선 등은 향후 지속적으로 개선되어야 할 부분이다. TTA 에서는 시험지원 및 인증시험을 통해 이러한 부분이 개선될 수 있도록 유도하며, 이와 더불어 향후 OLED 모니터 등 신규기술이 적용된 모니터들에 대해서도 시험지원 및 인증시험을 통해 품질을 확보할 수 있도록 인증기준을 지속적으로 개정하고자 한다.

## <감사의 글>

본 연구는 미래창조과학부의 “차세대 방송장비 인증 인프라 조성” 과제의 연구결과로 수행되었습니다.

## 참고문헌

- [1] IDMS, “ Information Display measurements standard ” , June 1, 2012
- [2] SMPTE 259M, “ 10-Bit 4:2:2 Component and 4fsc Composite Digital Signals-Serial Digital Interface ”
- [3] SMPTE 292M, “ Bit-Serial Digital Interface for High-Definition television Systems ”
- [4] SMPTE 424M, “ 3Gb/s Signal/Data Serial Interface ”
- [5] EBU-Tech 3320, “ User requirements for Video Monitors in Television Production ” , Version 2.0
- [6] 방송장비시험인증센터 홈페이지, <http://ebtc.tta.or.kr/intro>
- [7] TCB-0016/R03, “ 방송용 비디오 모니터 TTA Verified 인증기준 ” , <http://ebtc.tta.or.kr>
- [8] TCB-0043/R00, “ Wall/Field 모니터 TTA Verified 인증기준 ” , <http://ebtc.tta.or.kr>
- [9] EBU-Tech 3325, “ Methods for the Measurement of the performance of Studio Monitors ” , 2008
- [10] EBU-Tech 3325s, “ Studio monitor measurements-test patterns ”