

Polychromatic MTF를 이용한 칼라 디스플레이 평가

Evaluation of color display by Polychromatic MTF

송종섭, 이운우*, 조현모*, 이인원*, 조재홍, 장수, 임천석
 한남대학교 광·전자물리학과, *한국표준과학연구원 광도·영상그룹
 jssong@kriss.re.kr

디스플레이의 성능을 평가하는 방법들에는 MTFA (modulation transfer function area), ICS (Integrated Contrast Sensitivity), DDD (discriminable difference diagram), SQRI (square-root integral) 등과 같은 여러 가지가 있다. 이러한 방법들은 보통 결상계의 MTF(modulation transfer function)와 사람의 눈에 의한 CSF(contrast sensitivity function)로부터 얻어진다.¹⁻⁴ 본 연구에서는 polychromatic MTF (혹은 PMTF)를 이용하여 칼라 디스플레이의 성능을 평가하는 방법들을 다룬다. 칼라 디스플레이는 넓은 분광영역을 갖는 형광물질을 사용하며 사용자는 그 파장 영역에서 디스플레이에 재생된 상을 보게 된다. 따라서 기존에 사용되어 왔던 단색광에 의한 취급보단 사용조건에 가장 근접한 상황에서 정확히 평가할 수 있는 PMTF를 측정해야 한다. 이러한 PMTF는 파장별 monochromatic MTF에 국제조명위원회(CIE)에서 채택한 삼자극 효율함수를 가중치로 계산한다.⁵⁻⁷ 칼라 디스플레이에 의해 만들어지는 상의 휘도 분포는 화질을 결정하는 중요한 변수인데 본 연구에서는 이러한 상의 휘도 분포와 삼자극 효율함수의 관계를 규명하고 PMTF를 측정하기 위한 방법을 다루고자 한다.

일반적으로 CRT(cathode ray tube)와 LCD(liquid crystal display) 같은 칼라 디스플레이는 삼색(red, green, blue)을 사용하여 전체영역의 색을 표현한다. 그리고 디스플레이에 재생된 spot은 새도우 마스크의 형태에 따라 각각 다른 휘도 분포를 이룬다. 이러한 새도우 마스크는 눈의 한계분해능보다 높은 공간주파수 성분을 가지고 있기 때문에 화면에 재생된 상의 분해능은 눈에 의해 제한을 받는다. 그리고 각각의 사용자는 최적의 화질을 갖는 화면을 재생시키기 위해 디스플레이의 명암대비와 화면밝기 레벨을 조정한다. 따라서 눈의 분해능은 CSF로 나타낼 수 있으며, 디스플레이의 분해능 측정에 이러한 영향을 포함시키기 위해 화질척도에서 CSF를 MTF의 가중치로 사용한다.

우선, 본 연구에서는 광휘도계(MINOLTA CS-1000)를 사용하여 칼라 디스플레이의 명암대비와 화면 밝기 레벨에 따라 색도 좌표 (x,y)와 휘도를 측정한다. 그리고 임의의 명암대비와 화면 밝기 레벨에서 디스플레이의 화면에 spot을 재생하고 그 휘도분포인 PSF(point spread function)을 측정한다. 이때 새도우 마스크에 의한 샘플링 효과를 고려하여 상의 휘도분포를 가우시안 함수로 fitting하여 얻는다. 각각의 색도 좌표에 따라 spot의 휘도 함수를 측정한다. 그리고 측정된 휘도 함수를 이용하여 삼자극치를 고려한 polychromatic PSF를 구한다. 이렇게 측정된 spot의 polychromatic PSF를 푸리에(Fourier) 변환하여 PMTF를 계산한다. 이러한 PMTF에 눈의 분해능을 고려한 CSF를 가중치로 SQRI (square-root integral) 값을 계산한다. SQRI는 디스플레이가 재생할 수 있는 사인 형태의 패턴 중 사람 눈이 인식할 수 있는 공간주파수에 걸쳐 구별되는 명암대비 레벨들을 모두 합한 무차원의 값으로 SQRI 값이 큰 디스플레이는 SQRI 값이 작은 경우보다 상대적으로 분해능이 높다. 본 연구에서는 화면 밝기와 명암대비 레벨의 9가지 조합에서 PMTF와 SQRI를 측정한다. 그리고 PMTF를 측정하기 위하여 2차원 cooling

CCD (charge coupled device)와 현미경 대물렌즈 그리고 초점을 자동으로 조절하기 위한 스텝 모터를 사용한다.

참고문헌

- [1] T.H. Kim, Y.W. Lee, I. W. Lee, and S.C. Choi, "Optimization of resolution and color reproduction by controlling luminance and contrast levels of a liquid-crystal display monitor", Applied Optics, Vol. 39, No. 13, 2054-2058 (2000).
- [2] T.H. Kim, Y.W. Lee, H.M. Cho, and I.W. Lee, "Evaluation of image quality of color liquid crystal displays by measuring modulation transfer function", Opt. Eng. 38(10) 1671-1678 (1999).
- [3] P.G.J. Barten, "The SQRI method: a new method for the evaluation of visible resolution on a display", Proc. Of the SID, Vol. 28, No. 3, 253-262 (1987).
- [4] P.G.J. Barten, "The SQRI as a measure for VDU image quality", SID Digest, Vol. 23, 867-870 (1992).
- [5] E. V. Ruiz, L. C. Lopes, and A. F. Gil, "Image quality in pseudophakic eyes with two different types of intraocular lenses ranging in the degree of high myopia." Journal of biomedical optics, Vol.2, No.4, 375-381(1997).
- [6] E. M. Granger, "A summary measure of image quality", Proceedings of Spie-the International Society for Optical Engineering, Vol. 432, 340-347(1983).
- [7] J. Bescos, J. Santamaria, "Colour based quality parameters for white light imagery", Optica Acta, Vol. 28, No. 1, 43-55 (1981).

