

기술적인 화질 지표 조절양 최적화를 통한 감성 화질 향상 방안

Methodologies to Improve Emotional Image Qualities by Optimizing Technological Image Quality Metrics

유재희*†
Jae-Hee You*†

*홍익대학교 전자전기공학부

*School of Electrical Engineering, Hongik University

Abstract

Emotional image quality optimization methodologies are investigated using technological image quality controls based on the eye tests of various image samples. The images are evaluated based on various contrast, lightness and saturation image quality metric tone curves. The order of importance to image quality enhancements is contrast, saturation and brightness. The slopes of emotional image qualities with respect to technical image quality metric changes are found to be composed of mathematical function modelling with nearly zero, intermediate and maximum slope regions in general, which can reflect well known log and saturated as well as conventional reverse U shape natures. Image quality improvements are analyzed not only with just single but also with multiple image quality metrics. To ease the unified image quality metric analysis and control, a new function is presented to utilize both the newly found and conventional emotional image quality behaviors. It is found that the overall image quality enhancement can be realized only in a few limited cases of multiple image quality metric controls. It is also found that the kinds of image quality enhancement methodologies are not strongly dependent on image contents (genre).

Key words: Emotional Image Quality, Display Panel, Tone Curve, Brightness, Contrast

요약

다양한 이미지 샘플의 Eye test를 바탕으로 기술적인 화질 지표 조절을 통하여 감성 화질을 최적화 시키는 방법이 소개된다. 여러 가지 이미지 콘텐츠의 다양한 이미지에 대하여, 콘트라스트, 명도, 채도 화질 지표 톤 커브를 사용하여 평가가 수행되었다. 이미지 화질 향상에 기여하는 우선순위는 명암, 채도 및 밝기 순으로 분석되었다. 이미지 감성 화질 측정치의 기술적인 화질 지표 변화에 따른 기울기의 공통점을 살펴본 결과, 거의 0, 중간 그리고 최대 기울기의 영역으로 구성된 함수 형태로 모델링을 할 경우, 기존의 역 U 형태의 성질 뿐 아니라 log 또는 포화 형태의 감성 화질 변화까지 분석 가능함을 알 수 있었다. 단일 및 복수의 화질 지표의 경우에 대하여도 화질 개선 방안이 모색되었으며, 기존 및 본 논문에서 분석된 결과를 위한 새로운 함수가 소개되었다. 복수의 통합적 이미지 화질 지표를

※ 이 논문은 2015년 정부(미래 창조 과학부)의 재원으로 한국연구재단 국제협력사업 지원을 받아 연구되었음(한국연구재단-NRF-2015K2A1A2070541).

† 교신저자 : 유재희 (홍익대학교 전자전기공학부)

E-mail : jaeheeu@hongik.ac.kr

TEL : 02-320-1657

FAX : 02-320-1193

통하여 향상 시킬 경우 오직 몇몇 한정된 지표 제어의 경우에만 실현 가능하다는 것을 알 수 있었다. 또한, 화질 향상 방법은 영상 콘텐츠에 따라 크게 차이가 없음을 알 수 있었다.

주제어: 감성화질, 디스플레이 패널, 톤 커브, 밝기, 명암

1. 서론

최근에 들어와 UHD(Ultra High Definition)규격의 영상 매체의 보급과 함께 디스플레이 패널의 화질은 해상도 측면에서 크게 향상되었다.

향후 치열한 디스플레이 패널 시장에서 우위를 점하기 위하여서는 이와 같은 객관적인 수치에서 더 나아가 사람의 감성을 기준으로 하는 시청자의 주관적인 판단이 중요시 되고 있다(Peter, 2004). 기존의 화질 지표인 명도(Brightness) 및 명암에 관련이 있는 ‘밝다’, ‘선명하다’ 등의 지표보다 사람의 기억색 등을 바탕으로, 보다 통합적인 자연스럽다, 생기 있다 등이 중요한 감성 화질 지표가 되었다(Peter, 2004). 그러나 현재의 화상 처리 분야에서는 기술적이고 수치적인 화질 지표인 명도, 콘트라스트(Contrast), 채도(Saturation), 색역(Gamut), 색온도(Color temperature) 등으로 화질을 향상 시킬 수 있으나, 실제 사용자가 느끼고 공감 할 수 있는 감성화질과 각 화질 지표의 상관관계, 감성화질 평가 시 기여도와 적합한 조절량, 복합적인 화질 지표 조절에 대한 분석이 미흡하며, 더 나아가 감성화질 향상이 용이하지 않은 문제점이 있었다. Aiba et al.(2011)에서는 소수의 제한된 이미지와 제한된 경우의 화질 지표 조합에 대하여 eye test가 수행되어 모든 다양한 이미지에 대하여 결과를 적용하기 어렵고, 결과가 이미지 특성에 따라 매우 다양하여 화질 조절에 통일적이며 실질적으로 활용하기에는 어려운 점이 있다. 특히 화상 처리 비 전문가가 수행하기에는 현실적으로 거의 불가능한 면이 있다. Peter (2004)에서는 customer perceptions(The ness), customer image quality rating, 제어 가능한 technology variable, physical image parameters의 연관 관계는 소개 되었지만 디스플레이 기기에서 실제로 조절 가능한, 명도, 콘트라스트, 채도 등의 기술적 화질 지표에 대하여 일반인이 보는 다양한 특성으로 이루어진 폭넓은 이미지에 대하여 적용하기에는 어려움이 있다.

또한, Mark(2011)의 기준에 알려진 헌트 효과(Hunts effect), 스티븐 효과(Stevens effect)등의 다양한 화질 지표끼리의 상호작용은 단순하고 동질의(Homogeneous) 이미지에 효과는 명확히 나타나나, 일반인이 일상적으로 보는 이미지는 매우 다양한 특성을 가지고 있다. 이것으로 인하여 실제로 화질조절에 적용시키기 위한 방법이 없을 경우 복합적인 화질 지표 조절을 실제 이미지에 적용하는데 있어 매우 어려운 면이 있다.

본 논문에서는, 실제 시청자가 보는 이질적인 성질의 이미지의 복합체인 다양한 이미지 전체에 대한 화질 향상을 위하여 현재의 디스플레이 패널에서 조절이 가능한 기술적인 화질 지표인 명도, 콘트라스트, 채도 등의 단일 및 이를 바탕으로 하는 복합 화질 지표 조절을 사용하여 디스플레이 시스템의 화질 조절 방법 및 조절량의 최적화를 통한 감성 화질 향상 방안을 모색하고자 한다. 또한 이미지 성질에 따른 화질 조절 차원에서 기존의 장르별 조절 방안에 대한 현실적 실효성에 대하여도 실험, 분석되었다.

2. 화질 평가 지표 및 조절 방안

본 절에서는 기존의 기술적 화질 지표와 톤 커브(Tone Curve)에 대하여 설명한다.

2.1. 기술적 화질 지표와 톤 커브

우선 기존의 다양한 수치적인 화질 지표를 이용하여 화질을 조절하였다. 색역은 디스플레이 장치의 특성에 따라 달라지기 때문에 제외하였으며, 감마(Gamma)는 조절 원리가 동일한 콘트라스트로 최적화를 시도 하였다. 색온도는 명도, 채도, 색조(Hue)의 조합으로 조절이 가능하다. 따라서 본 논문에서는 화질 지표 조절의 기본이 되는 영상의 밝기를 나타내는 명도, 영상의 밝은 부분과 어두운 부분의 상대적인 비율인 콘

트라스트, 이미지의 채도와 색상 화질 지표를 사용하였다. 기술적인 화질 지표 조절을 수식의 계산 방법을 통하여 수행할 경우, 비선형적 속성으로 인하여 많은 연산량이 필요하다. 이에 비하여 LUT (Look up table) 방식으로 처리 할 경우, 낮은 수준의 하드웨어 복잡도를 가지고 다양한 화질 조절이 가능하며, 본 논문에서는 실제 제품에 적용 가능한 LUT를 사용하였다. 명도 화질 지표는 영상의 전반적인 밝기를 조절하는 지표로써, Fig. 1에 나타낸 톤 커브와 같이 밝기를 향상/감소시킬 수 있다.

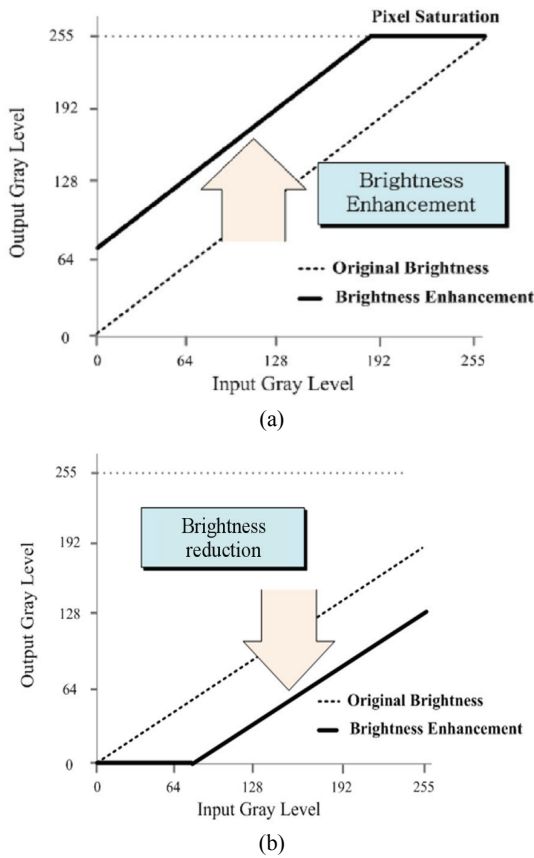


Fig. 1. Brightness image quality control (a) Brightness enhancement tone Curve (b) Brightness reduction tone Curve

$$\text{Contrast} = (L_{\max} - L_{\min}) / (L_{\max} + L_{\min}) \quad (1)$$

Equation (1)은 이미지 내 밝은 픽셀(L_{\max})과 어두운 픽셀(L_{\min}) 사이의 비율을 나타내는 Michelson 콘트라스트 화질 지표로써, 컷오프(Cutoff)와 이득(Gain)의 두 가지 변수를 통해 다양한 콘트라스트를 조절할 수 있다. Fig. 2(b)와 같이 기울기 조절에 따라 콘트라스트의 강도를 조절하고, Fig. 2(c)와 같이 부

분적 콘트라스트를 적용함으로써 이미지의 평균 화상 휘도(average picture luminance)를 유지하면서 다양한 픽셀 값 구간별로 선명도 조절이 가능하다.

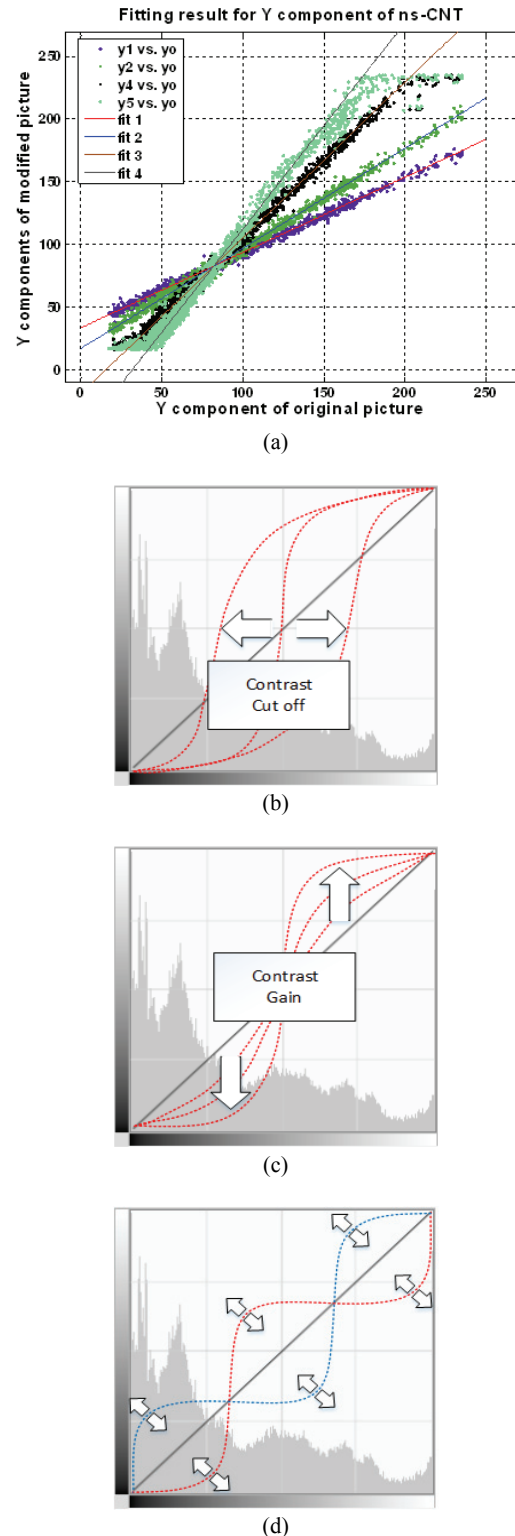


Fig. 2. Contrast image quality control (a) Contrast control with fixed average brightness (b) Contrast Cutoff control (c) Contrast Gain control (d) Region based contrast control

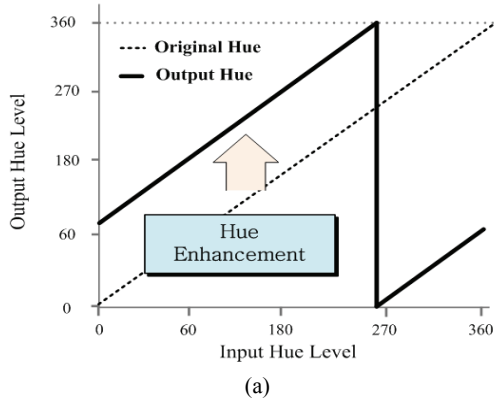


(a)



(b)

Fig. 3. Contrast control example
(a) Low contrast (b) High contrast



(a)



(b)



(c)

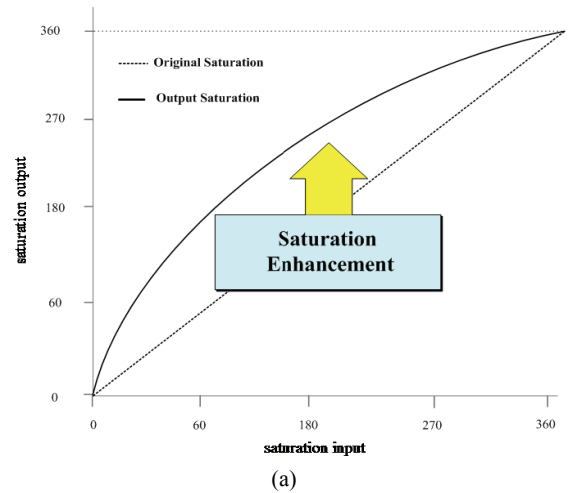
Fig. 4. Hue image quality control (a) Hue control tone Curve (b) Original Image (c) 10% Hue change

색조 화질 지표는 색상을 조절할 수 있으며, 채도 화질 지표는 색상의 농도를 조절 개선시킬 수 있다. 그러나, 색조와 채도 화질 지표를 조절하기 위해서는

RGB 색공간(Color space)에서 HSV 색공간으로 변환하여 조절 할 필요가 있다. 색조와 채도의 최적화된 화질조절을 위해 사람의 차이를 느끼는 최소 크기 (JND (Just noticeable difference))를 바탕으로 조절하였다. 색조는 0~360° 범위에서 조절하며, 채도는 0~1 범위에서 0.001 단위로 조절 하였다.

채도의 증가 조절에 있어서는 채도 최대값이 1을 넘어갈 수 없기 때문에 1보다 큰 값들은 모두 1로 클리핑(Clipping)되어 화질왜곡이 발생할 가능성이 있어 이를 고려할 필요가 있었다.

Fig. 4에서 볼 수 있듯이 색조는 이미지 내용의 큰 변화를 발생시키므로, 조절하는 것은 감성 화질 저하를 발생시킬 가능성이 커서, 본 논문에서는 조절 대상에서 제외하였다.



(a)



(b)



(c)

Fig. 5. Saturation image quality control (a) Saturation control Tone Curve (b) Original Image (c) 10% Saturation Enhancement

Fig. 5에 채도 향상을 위한 톤 커브 값을 나타내었다. 낮은 채도를 가진 이미지의 경우는 채도의 향상에 따른 화질의 향상이 크기 때문에 log 형태의 톤 커브를 사용하였다.

2.2. 감성 화질 조절을 위한 기술적인 화질 지표 조절 방안

2.1에서 설명된 기술적인 화질 지표와 달리 시청자들은, 부드러움, 자연스러움, 세밀함, 뚜렷함 등의 감성 화질 지표를 바탕으로 화질을 평가한다(이승배, 2007). Table 1에서 나온 바와 같이, 이와 같은 감성 화질의 향상을 위하여 기존의 어떠한 기술적 화질 지표가 기여도가 크며 어느 정도의 조절이 필요한가를 살펴보았다. 또한 동시에 복합적인 화질 지표 수행을 통한 감성 화질 향상 결과가 분석되었다.

Table 1. The kinds of image quality analyses

The kinds of image quality metric analysis	Detailed analysis
Relative contributions (impacts) of image quality metrics	The evaluation of relative impacts on image quality enhancement after increase/ decrease of the same amount of image quality metrics
The amount of image quality metric adjustments	The analysis of optimal image quality metric enhancement amount based on the same amount of image quality metric step size adjustments
Compound, multiple image quality metric adjustments	The analysis of effects of compound, multiple image quality metric adjustments on image quality enhancement

3. 감성 화질 지표 평가

2절에서 설명된 기술적 화질 지표를 바탕으로 감성 화질 최적 조절을 위한 방법을 찾기 위하여 각각의 화질 지표에 있어서 JND를 기준으로 설정된 스텝 사이즈(step size)의 배수로 화질 조절을 수행하여 다양한 이미지 샘플을 생성하였다. 이렇게 한 이유는 화질 지표마다 수치적으로 단위 조절양 기준을 잡기 어려워 사람이 실제로 느끼는 최소 화질 차이를 기준으로 설정할 필요성 때문이다. 이를 바탕으로, 목시 평

가를 통하여 각 기술적 화질 지표의 감성화질 측면의 기여도, 적합한 조절양을 평가하였다. 이후 이러한 단일 지표 조절을 조합한 복합지표 조절을 통한 감성화질 평가 결과를 분석하여 감성 화질 최적화 방안을 모색하였다.

Table 2는 Eye test 실험 환경을 정리한 것이다. 19 - 34세에 해당하는 대학 및 대학원생 남녀 각각 10명씩 총 실험자 20명을 대상으로 Table 1에 기술된 (화질 지표의 상대적 기여도, 최적의 화질 지표 조절 양, 복합 화질 지표 조절평가) 3가지 실험에 대하여 0.0점에서 9.0점까지의 Eye Test로 화질 평가를 수행하였다.

Table 2. Eye test environments

Eye test environments	Details
The number of subjects	10 persons for each male/female, Total 20 persons
Test counts	3 tests executed, Total 235 (50 + 95 + 90) image tests
Scores	Image quality scores ranging form 0.0 - 9.0

이미지 샘플은 일부가 이미 화질 지표 측면에서 최적화된 영상도 포함하고 있다. 따라서 본 논문에서는 화질 지표 조절에 의하여 화질이 저하되는 정도를 해당 지표에 의하여 화질의 향상되는 정도와 동일하다고 가정하여 기여도를 평가하였다. Eye test에 사용되는 각 이미지의 화질 지표와 모든 화질 조절 단계를 Table 3에 정리하였다.

Table 3. Methodologies of image quality adjustments

Image quality metrics	Adjustment methodologies
LTN(Lightness)	4 step adjustments (increased brightness, original, decreased brightness)
SAT(Saturation)	4 step adjustments (increased saturation, original, decreased saturation)
CNT(Contrast)	3 step adjustments (enhanced contrast, original) (with fine controls of cutoff and gain)

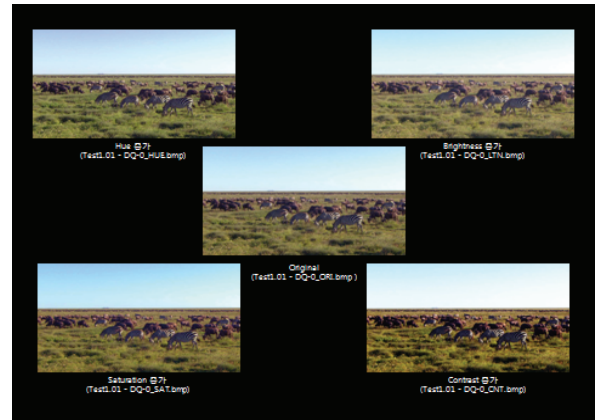
Table 1에 나타낸 바와 같이 이미지 내용에 따라 선호하는 화질이 달라지는가를 분석하기 위하여 5가지 장르(다큐, 애정, 전쟁, 스포츠, 뉴스) 이미지에 대하여

3가지 실험을 수행하였다. Table 4에 나타낸 바와 같이 Test 1에서는 다양한 지표에 있어서 원본과 화질 조절된 이미지의 화질 향상 종류에 따른 상대적 기여도 차이를, Test 2에서는 최적의 화질 지표 조절 양을 찾기 위한 실험을, Test 3에서는 이러한 단수의 화질 지표 조절을 복합적으로 수행한 결과에 대한 평가를 Eye Test를 바탕으로 최적값 평가 실험을 하였다.

Table 4. Contribution, the amount of adjustments and the methods of composite image quality adjustments

The kinds of tests	Test specifications	
Test 1 (The evaluation of relative impacts on image quality enhancement after the same amount of increase/decrease of image quality metrics)	Genre	5 genres (DQ (Documentary), NS (News), LV (Love), SP (Sports), WR (War))
	Test counts	5 samples for each genre (1 original, 4 adjusted) image samples with image quality enhanced and degraded total 50 image samples
	Features	Total 50 image samples
Test 2 (The analysis of optimal image quality metric enhancement amount based on the same amount of image quality metric step size adjustments)	Genre	5 genres (DQ, NS, LV, SP, WR)
	Test counts	Total 20 contrast adjusted (1 original, 3 adjusted) brightness, hue, saturation adjusted (1 original, 4 adjusted)
	Features	Enhanced image samples selected after $\pm 1, \pm 2$ times of image quality metric adjustments (total 95 image samples)
Test 3 (The analysis of a compound effects on image quality enhancement based on multiple compound image quality metric adjustments)	Genre	5 genres (DQ, NS, LV, SP, WR)
	Test counts	Compound adjustment of 1-3 image quality metrics, 4 image quality metric combinations for each genre (18 cases) Total 90

실험에 사용한 이미지 샘플에 대하여 살펴보면, Fig. 6과 같이 Test 1은 4가지 화질 지표를 일정 크기 만큼 증가 또는 감소하며 발생하는 감성 화질 변화량을 바탕으로 화질 지표 별 상대적 영향력(기여도)을 평가하였다. Test 2는 최적의 화질 조절양을 찾기 위하여 Eye Test를 통해 각 지표에 대해 조절양을 다르게 하여 원본을 포함하여 총 5장의 영상에 대하여 상대적 화질 차이를 분석하였다. 마지막으로 Test 3은 4가지 지표의 복합적 조절을 통하여 각 장르별 영상을 Eye Test 화질을 평가하였다.



(a)



(b)



(c)

Fig. 6. Sample images for evaluations of Image quality contribution, control value and composite image quality control (a) Contribution evaluation samples (Test 1) (b) Control value evaluation samples (Test 2) (c) Composite image quality evaluation samples (Test 3)

4. 감성 화질 평가 결과

기존의 화상처리 분야에서 동질의 이미지에 대한 화질 향상에 대하여서는 많은 연구가 이루어졌다. 그러나 우리가 보는 이미지는 매우 다양한 특성(heterogeneous)

을 가지고 있어 각 이미지 부분마다 적용할 경우 많은 연산량을 필요로 하고 블로킹 현상(Blocking artifact) 등의 문제를 발생시키는 등 문제가 있다. 따라서 본 논문에서는 실제 모든 특성을 포함하는 전체 이미지에 대한 공통적인 그리고 실질적으로 일반 사용자가 수행 가능한 감성 화질 향상 방안을 살펴보기로 한다.

4.1. 화질 지표 상대적 영향도

실험 1, 2, 3의 결과 분석을 통하여 이미지 콘텐츠 장르(genre)별 차이를 찾아보았으나 각 장르별 이미지 내에도 서로 다른 많은 특성을 가진 이미지 블럭으로 이루어져 장르별 상관도는 찾기 어려웠다. 따라서 다양한 장르의 평균값으로 결과를 분석 하였다. 앞서 설명된 JND를 바탕으로 하는 각 지표별 증가, 감소에 따른 평가점수의 평균값을 Table 5에 나타내었다. 상대적 영향도는 Table 5에 나타낸 바와 같이 콘트라스트 > 채도 > 명도 순으로 평가되었다. 콘트라스트와 채도의 기여도 측면의 차이는 매우 적었다. 이러한 화질 지표 별 기여도는 Aiba et al.(2011)과 비교할 때 콘트라스트와 명도의 순위가 뒤바뀐 형태이다. 이는 다양한 성질로 구성되는 이미지를 대상으로 한 것에도 기인한 것으로 판단된다. 이러한 차이에 대하여서는 후술한다. 생성된 기여도가 높은 지표를 조절함으로써 효율적인 감성 화질 향상이 가능하다.

Table 5. Contributions of image quality metric variations with respect to image genres

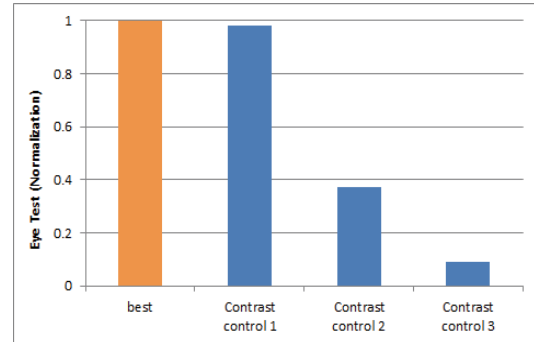
Adjustment (increased/decreased)	Brightness	Saturation	Contrast
Increased	0.464	0.501	0.605
Decreased	0.236	0.826	0.729

4.2. 화질 지표 조절양 최적화

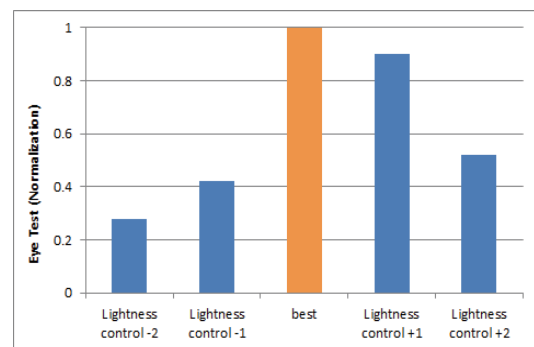
화질에 대한 기존 문헌을 살펴보면, 단일 지표에 대한 화질 향상 실험 결과 log 함수 형태를 갖는 것이 일반적이었다(Youn Jin, 2011).

콘트라스트의 수학적 최적화에 있어서도 사람의 log 함수 형태의 감성 인식에 의하여 초기 콘트라스트

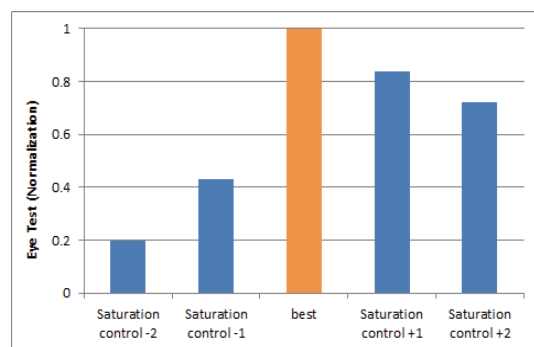
트 값에 따라 향상 정도를 비례적으로 설정해야만 사람은 향상된 것으로 느끼게 된다(Youn Jin, 2011).



(a)



(b)



(c)

Fig. 7. Evaluation of the individual image quality effects on the total image quality (a) Contrast (b) Brightness (c) Saturation

Fig. 7의 각 화질 지표는 전반적으로 역 U 형태를 가지는 공통점이 있다. 특히, Fig. 7과 같이 일정량 이상 조절되면 오히려 시각적으로 화질왜곡이 발생할 수 있다. 이러한 분석 결과는 명도, 채도, 콘트라스트를 과도하게 증가시킬 경우 기술적으로는 지표가 향상되나 피곤함을 느끼는 등 감성 화질 평가 측면에서는 오히려 화질이 저하되는 일반 시청자가 가지고 있는 경험과 일치 한다. 즉, Zhang 등(2004)에

서 나온바와 같이 채도를 과도하게 상승시키면 채도는 상승하나, 노이즈(noise)의 증가로 감성 화질은 저하된다. 또한 특히 어두운 이미지에 대하여 콘트라스트를 과도하게 증가시켜도 노이즈가 증가하고, 명도를 과도하게 증가시키면 눈부심 또는 휘도(Luminance) 포화가 발생하여 감성 화질은 저하된다.

본 논문에서는 실험 결과의 분석으로 통하여 Fig. 8에 나타낸 바와 같이 현재 까지 알려진 단일 기술 지표의 log 함수 형태의 감성 화질 변화(점선)와 비교하여 실질적인 감성 화질 함수(실선)을 소개하였다.

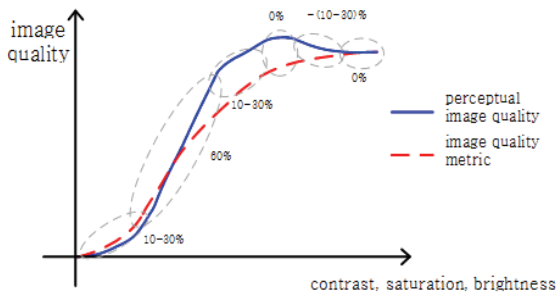


Fig. 8. Comparison of change on theoretical and emotional image qualities

감성 화질 변화율 측면에서 보면, 대체적으로 세 가지 기울기를 가지고 있는 영역으로 나눌 수 있다. 실험 대상 이미지가 점선의 어떤 영역에 속하는지에 따라 x축의 기술 지표의 변화에 따라 세 가지 기울기 영역에 의한 설명이 가능하다. 즉 거의 변화가 없는 0% 구간, 10-30% 중간 정도 변화 구간, 60% 급속한 변화 구간으로 나누어 볼 수 있다. 같은 이미지에 대하여서도 각 개인별 감성이 달라 그래프에 어떠한 곳에 위치하는지는 차이가 존재 하였다. 일단 피크에 도달 후 명도, 채도, 콘트라스트를 증가시키면 감성 화질은 10-30% 기울기로 저하된다. 또한 감성 화질이 한번 저하되면 이후 저하되는 기울기는 급속하게 감소하게 된다. 콘트라스트, 명도, 채도가 그래프의 아래 부분에 위치하는 경우 이러한 기술 지표를 상승시키면, 이미지 전체의 감성 화질은 급속히 올라간다. 따라서 이러한 최대 기울기 부분에 맞추어 화질 향상이 필요하다.

콘트라스트는 디스플레이 패널의 선명도가 높아 Fig. 8의 그래프 중 꼭대기 부분에 위치하는 경우가 많아 기존의 화질 향상 연구 결과와 다르게 화질 향

상에 큰 효과를 얻기 어렵다. 이를 고려하여 볼 때 즉 이미 설명된 바와 같이 기여도가 높은 콘트라스트, 채도뿐 아니라 실제 조절을 통하여 전체 화질의 향상을 가지고 올 수 있는 화질 지표 측면에서 명도가 중요해질 수 있어 Aiba et al.(2011)의 순위를 따라 갈 수도 있다.

4.3. 다수 화질 지표의 복합 조절

Fig. 9는 18 가지의 다양한 복합 화질 지표 조절을 수행한 후 이미지를 Eye test하여 점수를 산출한 결과와 그중 대표적인 순/부작용을 나타내는 이미지를 나타내었다. 채도를 증가 시키는 경우 평균적으로 다른 화질 지표의 변화가 없는 경우나 명도를 증가시킬 경우 헛트 효과(Mark, 2011)에 의하여 화질 향상이 있었다. 그러나 채도를 증가 시키는 경우 반대 방향으로 명도를 변화시키거나 콘트라스트를 변화시키는 경우 화질이 감소하였다. 채도를 감소시키는 경우 시청자 모두 모든 경우에 화질 저하를 느꼈다. 화질 향상에 영향이 큰 것으로 알려진 콘트라스트를 상승시키는 경우 (Mark, 2011)등에서 소개된, 다수의 Hunt, Stevens effect등에 의한, 색채, 콘트라스트, 휘도 등의 상호 작용에 있어서 실제 이미지는 매우 다양한 특성으로 구성되어 예상과 달리 큰 화질 향상이 이루어지지 않았다. 특히 콘트라스트를 상승시키더라도 명도나 채도를 감소시키는 경우 화질이 크게 저하 되었다. 모든 화질 지표를 증가시키는 즉, 명도, 콘트라스트, 채도를 모두 증가시키는 경우 화질 향상이 예상과 달리 높지 않았다.

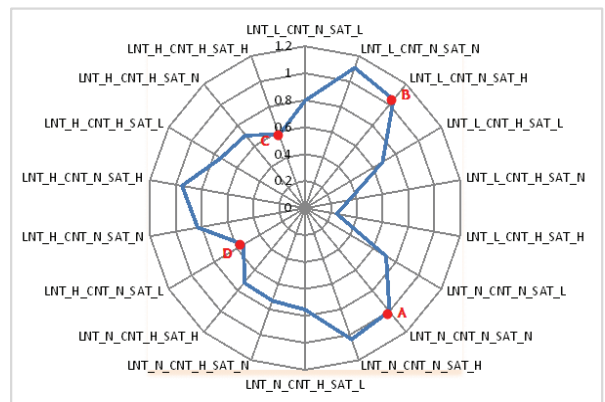


Fig. 9. Composite image quality control results



(a)



(b)



(c)



(d)

Fig. 10. Composite image quality eye test scores and result images for DQ genre (a) Image of point A (b) Image of point B (c) Image of point C (d) Image of point D

따라서 두 가지 화질 지표로 동시에 조절하는 경우에는 세심한 조절 방향 선택이 필요하다. 특히, 세 가지 화질 지표를 복합적으로 수행한 경우 오히려 화질이 감소하는 경우도 많이 발생하였다. 일반 사용자는 화질에 대한 지식이 충분하지 않아 복합 화질 지표 조절을 할 경우 오히려 화질을 저하시킬 가능성이 많다. 즉 복합 화질 지표는 최대 2개 이하로 제한하는

것이 바람직하다. 이러한 복합 화질 지표에 있어서도 장르별 별 차이를 발견하기 어려워 다양한 장르의 평균값으로 분석하였다.

5. 논의

기존의 대표적인 기술 화질 지표인 밝기, 콘트라스트, 채도 측면에서 JND 기반 단위 조절양을 바탕으로, 감성화질 측면의 조절을 최적화 하는 방안이 소개 되었으며, 이를 위하여 각 지표의 기여도, 조절양 및 다양한 지표 조절에 대하여, 톤 커브를 바탕으로, 5가지 장르에 대하여, 화질 평가가 수행되었다. 기여도 측면에서 콘트라스트, 채도 그리고 밝기 순으로 평가되었다. 단일 지표 조절에 있어 기본적으로 좌우의 기울기가 다른 U shape 형태를 나타내고 있음이 발견 되었으며 이를 사람의 감성 화질 측면의 log 형태 (log behavior), 포화 형태 (Saturated behavior) 측면으로 분석을 수행한 결과가 소개되었다. 또한 이를 수학적으로 해석 가능한 함수가 제안되었다. 두 가지 이상의 화질 지표를 복합적으로 조절하는 경우 이미지의 화질 향상이 채도와 명도를 증가시키는 경우 등에 있어서 제한적으로 존재하며, 오히려 화질 저하의 위험이 상대적으로 많아 일반 사용자는 선택적 사용이 필요하다고 사료된다. 다양한 이미지 콘텐츠 장르를 분석한 결과 화질 향상 방안과 장르의 상관도는 비교적 낮았다.

감사의 글

홍익대학교 전자 전기 공학부 양승우, 이지은, 천수현 학생의 데이터 분석 및 논문 수정에 감사드립니다.

REFERENCES

- Aiba, E., Numata, K., Fujisawa, T. X., & Nagata, N. (2011). Identification of Factors Related to the Enhancement of Image-Quality for Subjective Image-Quality Assessment Model Based on Psychological Measurement. *IEEE Conference Publications*, 174-177.

- Kim, Y. J. (2011). Portable LCD Image Quality: Effects of Surround Luminance, *Features of Liquid Crystal Display Materials and Processes*, 179-210.
- Lee, S. B. (2007). Emotional image quality evaluation methods for displays (Display의 감정 화질평가기술), *Proceedings of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers*, 21(5), 13-20.
- Mark D. Fairchild. (2011). *Color Appearance Models*, USA: Wiley Publishers.
- Peter G. Engeldrum. (2004). A Theory of Image Quality: The Image Quality Circle. *Journal of Imaging Science and Technology*, 48, 446-456.
- Zhang, X., Baer, R., Iimura, R., Vook, D. (2004). Image Quality Preference: Noise vs Saturation. Agilent Laboratories. Retrieved from <http://asia.stanford.edu/events/Spring04/slides/zhangSlides.pdf>

원고접수: 2016.01.22

수정접수: 2016.04.19

게재확정: 2016.11.10