

감성화질 연구동향

박영경¹, 김윤정²(¹이화여자대학교 디자인학부 색채디자인전공, ²이화여자대학교 색채디자인연구소)

1. 서론

최적의 화질에 관한 연구는 포화가 되었다고 해도 과언이 아닐 만큼 안정화 되어있다. 고해상도(UHD 이상)와 넓은 색역(Wide Gamut) 등의 디스플레이의 발전은 일반적 화질을 넘어서 입장감과 현장감을 높이는데 도움을 주고 있다. 그러나 감성을 불러일으키는 감성화질에 관한 세부적 연구에 관해서는 감성 어휘 정도만 연구가 되고 있는 상황이다. 감성화질은 우리가 흔히 알고 있는 ‘Image Quality’과는 조금 거리가 있다. 감성화질에서의 감성은 ‘Emotion’, ‘Sensual’로 해석이 되고 있으나 감성 화질에서의 감성을 정확하게 묘사할 수 있는

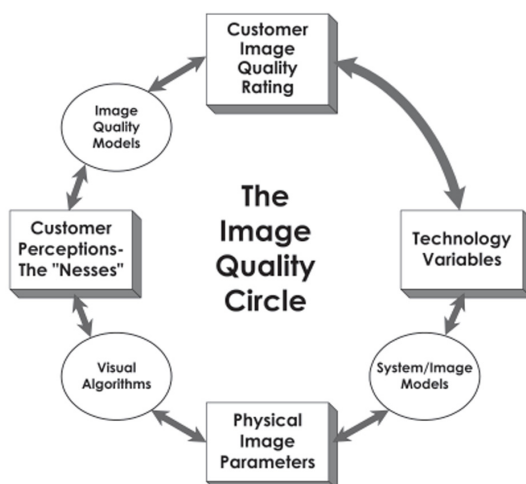


그림 1. The Image Quality Circle^[1]

용어는 없다. 화질평가는 일반적으로 Engeldrum의 ‘The Image Quality Circle’^[1]을 바탕으로 연구가 이루어져왔다(그림 1). 감성화질 평가와 가장 밀접한 단계는 “Nesses”이다. 다수의 “Nesses” 중 Naturalness가 대표적이며 통합적 화질 평가에 가장 큰 영향을 끼치는 것으로 다수에 의해 연구되었다.

감성 화질을 구성하는 세 가지 속성으로는 지각 속성, 감정 속성, 기술 속성이 있다. 기술 속성의 경우 TV에서 하드웨어적으로 조절하여 화질을 나타낼 수 있는 속성이다. 지각속성은 밝기, 채도, 명암 대비비와 같은 기술 속성의 변화로 TV상 이미지에서 느껴지는 복합적으로 나타나는 객관적 속성 중 하나이다. 마지막으로 감정 속성은 감성 화질의 중요한 요소로 장르에 따라 상이하게 나타나는 속성 중 하나이다. 대표적인 감정 속성

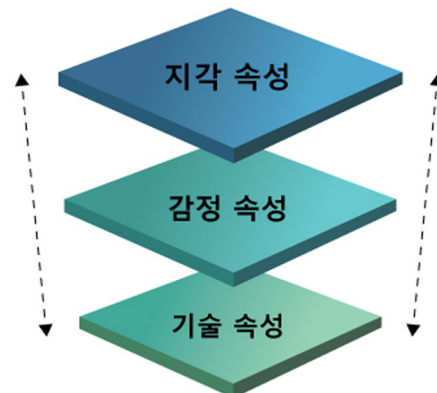


그림 2. 감성화질을 구성하는 세 가지 속성

의 예로는 생생함을 들 수 있고 장르에 따라 상이하며, 다른 속성에 비해 주관적인 속성이다. 화질 개선(Image Quality Improvement)에 관한 연구는 주로 기술 속성에 치중해왔다. 기술속성은 디스플레이의 특성에 따라 결정되는 속성으로 선명도(Sharpness), 휘도 대비(Contrast), 색의 포화도(Vividness) 등이 있다. 기술 속성에 의해 향상된 화질에 관한 연구는 일일이 나열할 수 없을 만큼 많다. 그러나 기술 속성에 의해서 개선된 화질은 콘텐츠, 화면크기, 종류, 환경 등에 세분화되어 적용되지 않고 있다.

2. 콘텐츠에 따른 감성화질

기존의 화질 변인 모드는 선명한 화면, natural화면, 영화화면 등의 제한된 모드로 TV에 탑재되어있으나, 임의로 조정해야 하는 것이며 장르와 같이 감성이 주요하게 작용되는 화질에 관해서는 정의 되어있지 않다. 장르별로 화질을 살펴봄으로써 장르별 최적 화질에 관해 알아보았다.

디스플레이에서의 입체감과 주목성에 대한 주관적 화질 평가는 지각속성의 영향을 많이 받는다. 채도, 밝기, 명암 대비비 등의 객관적 지각 속성은 인위적으로 변화시킬 수 있으며, 이 속성의 변화에 대한 영향은 많은 논문에서 소개되었다.

동일한 크기의 두 개의 물체를 같은 거리에 놓았을 때, 사람이 인지하는 거리는 그 물체의brightness에 따라 달라진다. Robinson(1954)^[1]은 밝은 밝기를 가진 물체가 같은 크기임에도 불구하고 어두운 밝기를 가진 물체보다 더 크게 인지되고, 이로 인해서 밝은 밝기의 물체가 가깝게 느껴진다고 한다.^[2] 이러한 현상은 물체와 배경사이의 밝기 대비 차이 때문에도 영향을 받는다. 배경이 물체들 보다 어두우면 두 개의 물체 중에서 밝은 물체가 가깝게 보이고, 배경이 물체들 보다 밝으면 어두운 물체가 가깝게 보인다는 연구 결과에서^{[3],[4]} 사람의 공간 감적 감각은 배경과 물체의 밝기가 확실한 영향을 끼친다는 것을 알 수 있다. 또한, Egusa^[5]는 실험을 통해서 배경과 물체의 밝기 차이가 증가할수록 배경과 물체의 인지 깊이가 커진다고 주장하였다. 따라서 우리는 밝기를 조절하는 색 보정 방법이 화면 전체의 입체감을 증가

시키고 입체감을 향상시킬 수 있다고 생각한다.

Dresp-Langley & Reeves(2014)는 그들의 연구에서 색 포화도(color saturation)는 2차원 영상에 입체적인 효과를 만드는 것에 확실한 기여를 한다고 하였다. 무채색 배경에 대한 시청자 주관적 실험에서, Strongly-saturated surface colors associated with a positive luminance contrast는 물체가 배경보다 가깝게 느껴진다고 하였다. 이에 반하여, Weakly saturated surface colors associated with a negative luminance contrast는 물체가Achromatic 배경보다 더 멀리 있는 것 같이 보인다고 하였다. 그들은 saturation이 화면에서의 집중을 위한 feature-based selection에 결정적인 역할을 하면서 물체의 perceived depth에 직접적으로 영향을 끼치거나 배경의 밝기와 interaction을 한다고 하였다.^[6]

Farnè M.은 동일한 배경에서 동일한 크기의 사각형들의 contrast를 점차적으로 변하게 하여 나열하고, 이 사각형들의 perceived depth에 대한 실험 하였을 때, 배경에 상대적으로 큰 대비를 가진 사각형이 가깝게 나와 있는 것 같이 보인다는 것을 증명하였다.^[7] Rempel 외 2인은 화면에서의 perceived depth의 영향은 contrast를 증가시키는 방법으로 더 강조할 수 있다는 결과를 실험을 통해 증명하였다. 이것은 대상의 크기와는 무관하게 적용되는 현상으로, 전체 어두운 배경에서의 밝은 영역에 대해서 area contrast를 증가시키면 perceived closeness가 증가한다고 한다.^[8]

영화에서는 입체감과 입체감의 증가를 위한 지각 속성에 대한 color rendering이 많이 보편화 되어있다. 필름 현상기법 중의 하나인 bleach-bypass는 채도와 노출을 줄이고 contrast가 높은 영상을 표현하여 자연스러운 색채의 영상보다 영상의 입체감을 월등히 높게 나타낸다. 명도 대비를 통해서 시청자의 시감이 색보다 밝기에 더 민감하게 만들어 배우의 동작이나 표정, 연기에 더욱 집중할 수 있게 하고, 영화의 어두운 화면에서 대상을 강조하기 위하여 대상의 채도를 올리고 배경을 더욱 어둡게 만들기 위해 검정 값을 조절하고, 이를 통해 채도 대비와 명암 대비 효과를 극대화하여 어두운 화면에서 대상물의 시인성과 주목성을 높이는 효과를 나타내기도 한다. 조명이 전반적으로 밝은 경우보다는 특정 부분의 조명이 강한 경우가 몰입감이 뛰어나고, 밝고 어두운 공

간이 확연히 구분되는 장면에서는 공간의 밝은 부분에 좀 더 시선이 집중되기 때문에 강한 몰입이 이루어진다고 알려져 있다. 따라서 화면의 입체감과 주목성을 증가시키기 위해서는 시선이 집중되는 대상이나 영역을 배경과 분리하여 이에 대한 지각 속성에 관련된 color rendering을 실행하면 더 입체적인 효과를 향상시키는 결과를 만들 수 있다.^{[9],[10]} 이에 우리는 영상의 입체감과 주목성에 대한 효과는 채도, 명도, 명도 대비의 지각 속성에 따른 결과임을 확인할 수 있었고, 채도, 명도, 명도 대비를 복합적으로 조절하여 시청자를 대상으로 하는 주관적 화질 평가 실험을 시행하였다.

2.1. Color rendering on large display

Color correction은 실사 영상을 모니터에서 보기 위해 거쳐야 하는 작업이다. 실제 다양한 색의 빛의 영향을 받으면서 촬영되는 실사 영상을 카메라를 통해서 보았을 때, 실제로 보는 것과는 매우 큰 차이가 나는 영상으로 보인다. 이를 우리가 기억하는 기억색과 유사하게 색을 조정하는 것이 color correction이며, 이는 rendering 과정을 통하여 이루어진다. Rendering은 미리 설정된 알고리즘에 따라 이미지를 연산 처리하는 방식으로 이미지의 data가 커질수록 계산해야 하는 연산이 많아져서 처리시간이 길어지고 연산 장치에 큰 계산량을 주게 된다. 즉, UHD같이 high resolution display에서 보이는 이미지의 rendering 과정의 부하는 기존의 HD급 resolution display에서 감당해야 하는 계산량보다 훨씬 많아진다. 그렇기 때문에 whole image color rendering 대신에 화면의 입장감과 입체감 같은 특성을 강조할 수 있는 영역을 설정하여 그 영역에 대해서 local color rendering을 적용 시킨다면 이것은 color correction 단계에서의 영상 처리 시간과 연산 처리 data를 크게 감소시킬 수 있을 것이다.

2.2. Perceived image quality assessment experiment

대형 디스플레이에서의 고해상도 화면에서 느낄 수 있는 실감화질에 대한 평가요소는 지각 속성과 기술속성이 있다. 기술속성의 경우 디스플레이에서 하드웨어적으로 조절하여 화질을 나타낼 수 있는 속성으로 입장감, 선명함, 입체감을 뜻한다. 지각속성은 밝기, 채도,

명암 대비 비처럼 기술 속성의 변화로 디스플레이상의 이미지에서 복합적으로 느껴지는 객관적 속성 중에 하나이다. 실감 화질은 이러한 요소들이 시청자들의 주관적인 시각 평가에 따른 결과로 느껴지는 것이며 이는 화면의 해상도와 크기뿐만 아니라 이미지의 종류에 따라서 영향을 많이 받는다.^[11] 따라서 실감화질에 대한 시청자 주관적 화질평가는 시험이미지에 대한 변수가 고려되어야 한다.

2.3. 장르에 따른 감성화질

TV컨텐츠의 상황에 따라서 근접 체험과 간접 체험으로 분류할 수 있다. 실제 체험으로 해보았을 활동을 의미하며 장르로는 태양광하의 아웃도어 스포츠, 드라마, 자연 다큐멘터리 등을 들 수 있다. 인공적 요소의 비중이 적으며 자연스러움(naturalness)이 가장 많이 요구되는 분야이다. 간접 체험은 실제로 놓이기 어려운 상황을 의미하며 인공조명 하의 상황이 많고 가상의 인물이 등장할 많이 한다. 인공적 디테일이 많으며 자연스러움(naturalness)과 부자연스러움(unnaturalness)을 동시에 지니고 있다. 장르로는 인공스튜디오 하의 뉴스, 인공조명과 인공 무대가 가득한 음악 프로그램, 그리고 인공 인물이나 과장된 액션이 함유된 SF영화를 예로 들 수 있다.

3. Local and Whole Rendering

시청자들이 화질을 인지하는 속성 변화에 따른 실험 결과를 비교하기 위하여 각 이미지들은 관심영역을 설정하여 배경과 분리하여 고려하였다. 관심영역은 각 장면에서 시선이 집중되는 물체나 중심인물로서 그 이미지의 대표성을 띠 수 있는 영역으로 설정하였다. 이러한 과정을 통하여 분리된 관심영역에 brightness, Contrast, Saturation에 대한color rendering을 실행하여 실험 샘플 이미지를 만들었으며, whole image에 대한 color rendering도 실행하여 이를 실험 비교 대상으로 사용하였다.

실험 영상은 총 9개의 영상을 사용하였으며, 실험은 7점 척도의 Likert scale을 이용하여 피험자들에게 4점이라고 가정한 원본 영상에 대하여 실험 영상의 화질 점수를 정하도록 하였다. 대부분의 화질 점수는 원 영상 점수로 가정한 4점보다 높은 결과가 나타났고, 9개의 실험 샘플

Image Processing

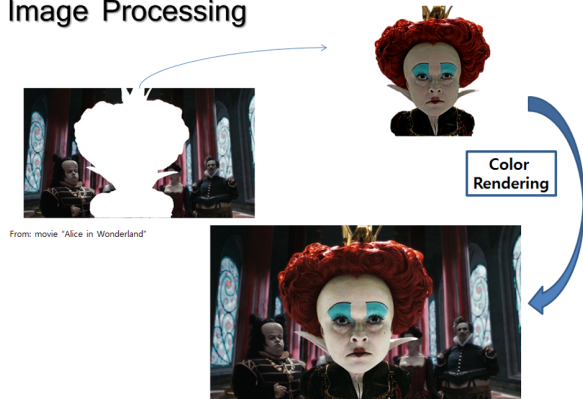


그림 3. Images processing-local rendering



그림 4. Images with preferred on local color rendering

이미지 중에서 6개의 영상에서 local color rendering 이미지의 화질 평가점수가 whole color rendering 이미지의 점수 보다 높은 점수를 받았다(그림 4).

실험결과를 분석하면, 실험 샘플이미지의 관심영역이 전체 화면의 30% 이상인 이미지와 관심영역과 배경과의 명암 대비가 큰 이미지에서는 local color rendering이 더 선호되는 것으로 나타났다. 6개의 이미지의 최고선호 화질점수는 관심영역을 원본 영상에 비하여 brightness, chroma, saturation의 세 속성이 골고루 10~20% 정도 증가하였고, 배경의 brightness를 10% 정도 증가한 이미지가 가장 높은 점수를 얻을 확률이 큰 것으로 나타났다.

관심영역을 2개나 3개로 세분화하여 color rendering을 한 이미지에 대하여 화질점수가 최고 선호 점수보다 다소 감소하였으며, 이는 관심영역의 세분화가 오히려 영상의 통일감을 방해하여 화질점수를 떨어트리는 것으로 분석된다. 고기 영상의 경우, 다른 영상과는 달리 관심영역 내의 물체가 복수이지만, 같은 색상 계열과 질감을 가지고 있는 다수의 물체이기 때문에 시청자가 하나의 물체를 보는 것과 유사하게 인식한다고 추측할 수 있다. 고평

도, 고채도인 배경은 brightness를 5~10% 증가시키는 것이, 저명도, 저채도인 배경은 10% 감소시킨 이미지가 선호되었다. 연령대별 특성을 분석하였을 때, 20대, 30대, 40대 모두 화질 지각속성의 변화에 따른 화질 점수의 분포는 유사한 경향이었으며, 남녀의 성별에 따른 차이점도 없는 것으로 나타났다.

반면, 이미지의 전체적인 색채가 어두운 톤에 속하고, 관심영역과 배경의 명도, 채도 차이가 크지 않는 [그림 5]의 실험 이미지들은 local color rendering image보다 whole color rendering image에 대한 image quality score가 더 높은 것으로 나타났다. 꽃 영상의 경우, 관심영역과 배경의 채도와 명도 차이가 충분히 있음에도 불구하고 whole color rendering이 더 점수가 높다. 이는 관심영역안의 물체들이 각각 다른 색상을 가지고 있기 때문에 단일 물체가 아닌 다수의 물체로 인식하기 때문인 것으로 사료된다. 즉, 다수의 물체를 포함하는 관심영역을 color rendering하게 되면 단일 물체를 가지는 관심영역에 color rendering을 하였을 때 보다 넓은 영역에 시선이 분산되어야 하기 때문에 local color rendering에 의한 임팩트 효과가 떨어지는 것으로 분석된다. 그렇기 때문에 꽃 영상의 whole color rendering과 local color rendering의 화질 점수는 거의 동일한 값을 가진다. 이러한 경향은 디스플레이의 크기에 영향을 많이 받을 것으로 보인다. [그림 5]의 가운데 영상은 전체 화면이 아주 어둡기 때문에 관심영역과 배경의 분리가 눈에 띄지 않고 무의미한 결과를 나타냈다. 또한, 관심영역의 contrast를 증가시킬수록 화면의 부자연스러움을 증가시켜서 영상 전체의 선호도를 하락시키는 것으로 나타났다. 동굴 영상은 local color rendering의 화질점수가 유일하게 원본 영상의 화질점수인 4점을 넘지 못하는 영상이다. 이는 전반적으로 무채색이 지배적인 영상에서 이미 충분히 집중되는 관심영역에 속성 변화를 적용하여서 오히려 화면을 어색하게 보이며 선호도가 하락한 것으로 분석된다.

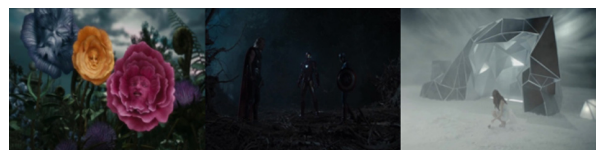


그림 5. Images with preferred on whole color rendering

4. 결 론

영상 디스플레이에 대한 연구는 첨단 기술을 기반으로 하여 ‘고 해상도·대형화’의 트렌드를 이끌어가며 대형 디스플레이를 경쟁적으로 출시하고 있다. 이러한 기술적 바탕으로 시청자의 최적 화질에 대한 연구는 하드웨어 적인 연구를 넘어서 감성 화질, 실감 화질에 대한 연구가 이루어지고 있다. 그러나 이러한 빠른 기술 발전을 뒷받침 할 수 있는 콘텐츠와 같은 제반 요소들이 정의되어있지 않은 상황이다. 4K UHD, Curved Display 등의 기술 집약적 제품에서 입장감을 극대화하고 임팩트를 줄 수 있는 화질을 구현하는 로컬 렌더링 기법을 영상에 적용하여 시청자들을 상대로 기존의 화질과의 인지 비교에 대한 실험을 해보았다.

TV 콘텐츠에 대한 일반화를 위하여 콘텐츠의 다양성과 주요 카메라 구도에 따른 연출 등의 특성에 따라 선정한 실험 자극은 각 영상에 따라서 실감 화질을 표현할 수 있는 관심영역을 추출하여 배경과 분리하여 brightness, Contrast, Saturation에 대한 렌더링을 실시하였다. 이 실험 자극에 대하여 피험자들은 원본영상과 로컬 렌더링 영상, 전체 렌더링 영상을 서로 비교하여 원본이미지를 4점 기준으로 하여 실험 자극 이미지의 화질 정도를 7점 척도로 평가하도록 하였다. 실험의 결과는 실험 영상 중에서 단일 관심영역이 등장하고 관심영역과 배경의 채도 차이가 크게 나는 영상에서 로컬 렌더링이 전체 렌더링 보다 더 화질 선호도가 높게 나타났다. 여러 관심 영역이 존재하고 관심 영역과 배경의 채도가 모두 높은 영상에서는 전체 렌더링이 로컬 렌더링 보다 화질의 선호도가 높게 나타났다. 로컬 렌더링이 선호된 대부분의 실험 자극 영상에 대해서는 Brightness와 Contrast, Saturation의 증가가 화질의 Image Quality 를 향상시킨 것으로 나타났다. 이는 관심영역과 배경을 대조적으로 표현하여 구별성, 변별성을 높여주는 효과를 주게 되어 화면이 더 선명하게 보이는 것으로 생각된다. 그러나 인공 조명이 많이 설치된 실험 영상에 대해서는 Brightness, Contrast, Saturation의 감소가 IQ의 향상을 나타내었다. 자연광이 많이 포함된 실험 영상에서는 Contrast의 증가가 IQ의 증가에 영향을 끼치는 것으로 나타났다.

참고문헌

- [1] Engeldrum, P. G., *Journal of imaging science and technology*, **48**, 447 (2004).
- [2] Robinson, E. J., *American Journal of Psychology* **67**, 464 (1954).
- [3] Oyama, T., *Journal of Experimental Psychology* **60**, 299 (1960).
- [4] Takasaki, H., Kato, M., *Japanese Journal of Optics*, **3**, 360 (1974).
- [5] Fry, G. A., Bridgman, C. S., Ellerbrock, V. J., *American Journal of Optometry and Archives of American Academy of Optometry*, **26**, 9 (1949).
- [6] Egusa H., *Perception*, **12**, 167 (1983).
- [7] Dresp-Langley. B. and Reeves. A., *Frontiers in Psychology*, **5**, 1 (2014).
- [8] Fame, M., *Perception*, **6**, 287 (1977).
- [9] Rempel A. G., Heidrich W. and Mantiuk R., *Proceedings of the ACM SIGGRAPH Symposium on Applied Perception in Graphics and Visualization*, ACM, 115 (2011).
- [10] Kim, J., *The Korea Society for Computer Game*, **2**, 93 (2011).
- [11] Han, H. and Kim, C., *Journal of Digital Contents Society*, **11**, 117 (2010).
- [12] Park, Y. K., *Korean Journal of the science of Emotion & sensibility*, **13**, 251 (2010).
- [13] Kim, Y., Park D. and Park Y., *Electronic Imaging*, **1** (2016).

저 자 약 력

박 영 경



- 2012년 3월~현재 : 이화여자대학교 디자인학부 조교수
- 2010년 1월~2012년 1월 : 삼성전자 LCD 사업부 책임연구원
- 2008년 3월~2009년 12월 : 이화여자대학교 색채디자인연구소 연구원
- 2004년 9월~2009년 1월 : Ph.D., Color Science, Univ. of Leeds, UK
- 2001년 3월~2003년 8월 : 이화여자대학교 물리학과 석사
- 1997년 3월~2001년 2월 : 이화여자대학교 물리학과 학사
- 관심분야 : Color Appearance Modelling, Color Measurement, Image Quality

김 윤 정

.....



- 2009년 2월~ 현재 : 이화여자대학교
색채디자인연구소 연구원
- 2002년 3월~2004년 2월 : 이화여자대학교
대학원 전자공학과 석사
- 1998년 3월~2002년 2월 : 이화여자대학교
전자공학과 학사
- 관심분야 : image quality of large displays,
next-generation displays