

---

# 색상처리를 통한 감성 모바일 디스플레이

## 색상처리를 통한 감성 모바일 디스플레이

### Enhancing Visual Perception Using Color Processing Of Mobile Display

강윤철, Yunchel Kang\*, 유미옥, Miohk Ryu\*\*, 박경주, Kyoungju Park\*\*\*

---



**요약** ~ 2007년 현재 전 세계적으로 모바일 기기 사용 인구수는 약 30억 명으로 전 세계 PC사용자 수의 두 배에 달한다. 모바일 디스플레이는 작은 크기로 인해 휴대성이 높은 등 많은 장점을 갖고 있지만, 소형화와 전력 절감을 위해 얇은 디스플레이 패널과 저성능 이미지 센서를 채택하는 등 대형 디스플레이에 비해 색상표현력이 떨어질 수 밖에 없다. 따라서 본 연구에서는 모바일 디스플레이 자체의 성능이 떨어지더라도 사람의 눈에 인식되기 용이하게 색채이론에 입각해 이미지 환경을 변경하는 방법을 제안한다. 사람의 눈은 망막상의 색신경이 어떤 색의 자극을 받게 되면 그 색의 보색에 대한 감수성이 높아지고, 명암차이가 분명한 색상들을 나열하면 반대 밝기에 대한 민감도가 높아진다. 사람의 시각신경에서 느끼는 색채에 대한 감성적인 색상처리(RGB의 채도를 증가 시키거나 다이내믹 레인지의 확장과 보색대비의 강조에 따른 변화)를 통하여 얻은 데이터를 비교 분석 한다. 그 결과 적용 전의 이미지보다 적용 후의 이미지의 인식률이 높아지고 화질이 향상됨을 알 수 있다.

**Abstract** Mobile display panel is small so that users are often difficult to perceive images clearly. About image we perceive much through colors and therefore we propose color fitting approach for clear perception even on the small and low quality LCD panels. Various color modifications have been studied and used in commercial software packages. For mobile usage, our approach instantly enhances color images by modifying colors in a way to contrast differences of them. The method includes tone enhancements (which contrast dark and bright sides) and color enhancements (which reduce saturation for pure colorants). Based on color theory, our method also modifies color values towards specified complementary and preference colors. We term this color fitting. This approach enables displaying photos, multimedia messages, videos and digital media broadcasting (DMB) for better perception in real-time on mobile devices. Index Terms.) color fitting, visualization on small display, mobile graphics, visual perception

**핵심어:** *color processing, visual perception, mobile display, complementary color theory*

---

\* 주저자 : 강윤철 중앙대학교 첨단영상학과 석사과정 e-mail: studioalta@naver.com

\*\*공동저자 : 유미옥 중앙대학교 첨단영상학과 석사과정 e-mail: vogue901@naver.com

\*\*\*교신저자 : 박경주 중앙대학교 첨단영상학과 교수; e-mail: [kjpark@cau.ac.kr](mailto:kjpark@cau.ac.kr)

## 1. 연구 목적 및 방법

### 1.1 모바일 디스플레이의 인식 문제

2007년 현재 전 세계적으로 모바일 기기를 사용하고 있는 인구는 약 30억 명으로, 이는 전 세계 PC 사용자 수의 두 배에 달하는 수치이다. 그리고 최근 모바일 사용 환경이 광범위 해지고, 용도 또한 다양화(모바일 게임, DMB, 사진 및 동영상 촬영, MMS)됨으로써 그 중요성이 더욱 부각되고 있다. 정보를 출력 하는 기능 수행에 있어서 시각적인 요소의 비중이 매우 크기 때문에 모바일 기기 사용자가 시각적으로 모바일 디스플레이를 인식하고 느끼는 것은 매우 중요하다. 대중성과 휴대성이라는 두 가지 장점을 갖고 있는 모바일 디스플레이는 소형화를 추구하기 위해 작고 얇은 디스플레이 panel을 사용하고, 프로세싱 능력이 낮은 이미지 센서를 채택하고 있기 때문에 색상 표현력이 떨어진다. 따라서 사람이 모바일 디스플레이에서 표현되는 색채나 형태를 시각적으로 인식하기에 부족한 문제점을 갖고 있다. 따라서, 본 연구에서는 모바일 디스플레이 panel 자체의 성능이 떨어지더라도 사람의 눈에 인식되기 용이하게 변경하는 방법을 고찰하고, 다양한 색상처리를 통하여 색상 표현력의 저하를 감소시켜 사용자가 이미지를 보다 명확하게 인지 할 수 있도록 하여 색상변화에 따른 화질향상을 할 수 있게 하는 것에 의미를 두고 있다.

### 1.2 연구 방법

사람의 눈이 인식하고, 반응하는 감성 시각은 절대적인 색상 값을 인지하는 것이 아니라 주변상황이나 잔상에 따라서 때에 따라 틀리게 작용된다. 우리 눈의 망막상의 색신경이 어떤 색의 자극을 받게 되면 그 색의 보색에 대한 감수성이 높아지게 되고, 명암차이가 분명한 색상들을 나열하면 반대 밝기에 대한 민감도가 높아진다[1]. 따라서 본 논문에서는 색상에서 그에 따른 각각의 RGB 값을 조절하고 채도를 증가시켜 색상을 더욱 두드러지게 하고, 다이내믹 레인지의 범위 조절을 통해서 명암 표현을 확장하며, 끝으로 색상의 보색대비와 선호도가 높은 색상 및 범위를 구분하여 강조하여 사용자가 모바일 디스플레이 상에서 얻는 이미지의 인식률을 높이게 한다. 다음 각 장에서는 시각 체계 원리와 이미지 소프트웨어의 색상 사용 환경에 대해 소개하며, RGB 채도증가, 다이내믹 레인지의 확장, 보색대비 및 선호도가 높은 색상 설정에 대한 실험을 하고 그 결과를 나타낸다.

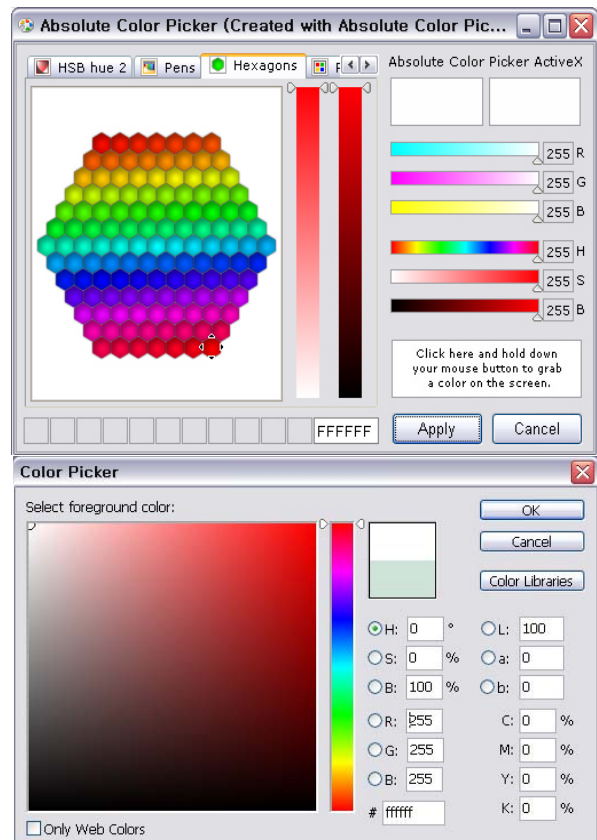
## 2. 시각 체계와 사용 환경

### 2.1 시각 체계

사람은 눈으로 시각이 성립될 때 색상을 통해 이미지를 인지하고 느끼는 경험을 하게 되는데, 시각 체계를 통해서 인지하고, 판단할 때 빛은 결과적으로 특정 색이 지닌 자극이 된다. 빛 에너지로부터 색상으로 전환되기까지의 과정을 살펴보면, 우리의 눈을 통해 최초로 빛이 들어오게 되어 빛의 감각 수용기인 망막(retina)이 빛의 일부를 흡수하여 궁극적으로 뇌에 의해 해석된 신호를 생성하고, 망막 뒤에 상을 만들어내는 과정에서 이루어진다. 일반적으로 알려진 적색, 녹색, 청색이 빛의 3원색으로 불리는 이유는 우리의 눈에 세 가지 빛에 반응하는 원추세포가 존재하고 있기 때문이다. 황반주변에 분포하고 있는 원추세포의 수는 약 700만개로 적색, 녹색, 청색의 가시광선을 인식하는 적추체, 녹추체, 청추체가 있어서 여러 가지 색상과 빛이 생성되는 감도와 특정 파장을 인식할 수 있다. 망막주변에 분포하여 명암을 구별하는 1억 2,000만개 가량의 간상세포는 빛에 감응하는 시세포 중의 하나로 이미지의 형태와 명암을 구별할 수 있다.

### 2.2 다양한 색상 사용 환경

상업적인 이미지 소프트웨어는 일반적으로 다양한 색상표 및 도구들을 제공한다.



[그림 1] 상업적인 이미지 소프트웨어의 다양한 색상도구

그 밖에도 RGB 색상 제어, 다이내믹 레인지 제어, 톤 리트러렉션, 회색조, 노이즈 리덕션, 블러링, 필터링, 그 밖에

기능들을 모두 포함하는데, 이러한 소프트웨어의 기능을 통해 색상을 이미지의 세부사항을 보존한 흑백의 이미지로 변형하거나, 주어진 사진을 기반으로 하여 색상을 다양한 형태로 재생, 변경 할 수 있으며, 색상의 집합은 조화를 이루거나 양자화 될 수도 있다. 그 모든 것들이 미학과 이미지를 시각 체계로 경험하는 것에 대한 인식 증가, 다양한 감상 등을 목적으로 색상을 재생한다.

### 3. 색상 조정과 향상

각각의 픽셀 하나하나의 임의의 이미지와 함께 색상 조정을 처리한다. 채도를 증가한 강렬한 색상으로의 변화와 휘도 변화를 강조한 색상 조정 및 보색이라는 시각적 특징이 사용된다. 본 논문에서 제시하는 알고리즘을 통해 모든 타입의 데이터와 색상의 향상을 적용하여 오리지널 이미지와 수정 이미지의 차이를 디스플레이 패널로 주사했다.

이번 장에서는 본 논문에서의 컬러향상 개념이 적색, 녹색, 청색의 채도 향상, 서로 관련된 픽셀의 밝기와 어두움과 강조임을 명시하며, 사람의 시신경의 반응을 컬러 이론을 바탕으로 톤과 컬러 향상을 실험한다[2].

#### 3.1 RGB의 채도증가

19세기 초에 빛의 파동설의 초석을 쌓은 토마스 영(Tomas Young, 1773~1829)의 이론(컬러는 세 가지 기본 컬러 C1, C2, C3를 적당한 비율 a, b, c로 더하여 만들어진다는 주장)[2]은 사람 눈의 망막(retina)내부에 색을 감지하는 추상체(cone)들이 3개가 존재한다는 사실과 일치한다. 이 추상체들은 눈을 통해 들어오는 빛을 감지하는 세 개의 센서(sensor)로 각각 적색, 녹색, 청색 영역을 감지한다. 인간의 컬러 인지 능력은 세 가지 추상체들의 반응에 의해 나타나므로 대부분의 컬러 시스템들은 세 가지 컬러를 기반으로 하므로, 본 논문에서는 사용자가 모바일 디스플레이에 표시되는 이미지를 볼 때의 컬러 인지 능력에 따르는 추상체의 반응성을 높이기 위해 기준치 이상의 RGB값의 채도를 높여 주는 시도를 하고 있다. 식(1)과 같이 모든 픽셀에서의 RGB 각 값을 최대값과 목표값의 곱으로 나누어 적용하여 선명한 영상을 만들며, 샘플 결과는 [그림 2]에 보이듯이 눈에 띄는 느낌을 주고 있다. 채도 증가는 작은 모바일 디스플레이에서 표현되는 이미지의 색상을 정확하게 인식하게 함을 알 수 있다.

$$\forall (i, j)$$

$$r_2(i, j) = r_1(i, j) / R_1 * R_2$$

$$g_2(i, j) = g_1(i, j) / G_1 * G_2 \quad (1)$$

$$b_2(i, j) = b_1(i, j) / B_1 * B_2$$

where  $i$  = 가로픽셀,  $j$  = 세로픽셀,  $r_1$  = 변화전 원본 이미지,  $r_2$  = 변화후의 이미지,  $R_1, G_1, B_1 = R, G, B$  각각의 최대값,  $R_2, G_2, B_2 = R, G, B$  각각의 목표로 하는 값



(a)

(b)

[그림2] RGB의 채도강조를 적용한 이미지 : (a) 적용 전 원본 이미지, (b) 적용 후 이미지

#### 3.2 다이내믹 레인지의 확장

원본 RGB 정보를 YCbCr로 변경하여 색상 값에서 휘도(luminance, 輝度)값 Y만 추출해 내서 명암을 조절한다. 휘도값의 최소값과 최대값 사이의 범위  $DR_1$ 을 목표 다이내믹 레인지인  $DR_2$ 로 확장시키기 위하여 식(2)를 이용하여 Y값을 변화한다. 변화된 Y값을 다시 RGB로 변경하여 디스플레이한 결과는 [그림 3]에 보여지고 있는데, 이는 이미지의 전반적인 암부와 명부 표현을 강화해주어 이미지 속의 인물이나 사물의 모습을 명확하게 보여주고 있다.

$$\begin{aligned}
 DR_1 &= \max Y_1 - \min Y_1 \\
 DR_2 &= \max Y_2 - \min Y_2 \\
 Y_2 &= (Y(i,j) - \min Y_1) * \frac{DR_2}{DR_1} + \min Y_2
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

where  $Y(i,j)$  = 모든픽셀의  $Y$ 값,  $\max Y_1$  = 원본 이미지의 최대  $Y$ 값,  $\min Y_1$  = 원본 이미지의 최소  $Y$ 값,  $\max Y_2$  = 변화할 최대  $Y$ 값,  $\min Y_2$  = 변화할 최소  $Y$ 값,  $DR_1$  = 원본 이미지의 다이내믹 레인지,  $DR_2$  = 적용할 다이내믹 레인지



[그림 3] 다이내믹 레인지를 확장한 이미지: (a) 적용 전 원본 이미지, (b) 적용 후 이미지

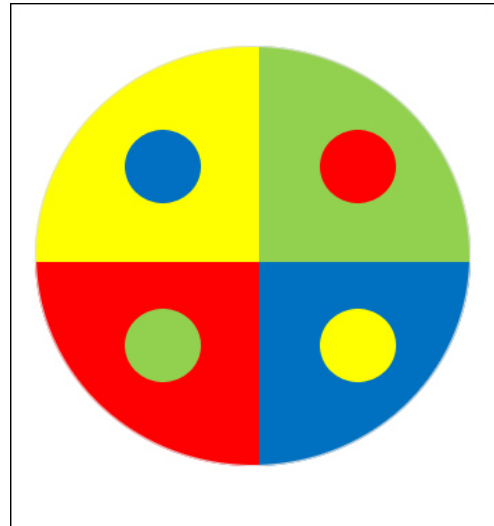
### 3.3 보색관계

최대 색상 명암은 보색의 병렬 값을 제시할 수 있다는 중요한 현상을 발견하고 표준화 한 것은 색상 물리학자 Chevreul이다. 여기서 말한 보색(complementary color, 補色)이란, 색상환(色相環) 속에서 서로 마주보는 위치의 대칭 색상이며 이를 적당한 비율로 혼합한 것이 무채색(無彩色: 흰색·검정·회색)이 되는 것을 의미한다.

[그림 4]에서는 표시된 색상의 대칭에 있는 색상이 서로 강화되어 보임을 알 수 있다. 최대 색상 대비 이론을 사용하

면서, 상호보완적으로 픽셀의 색상을 변경하여서 임의의 픽셀과 대비시키기 위하여 명암을 강화한다.

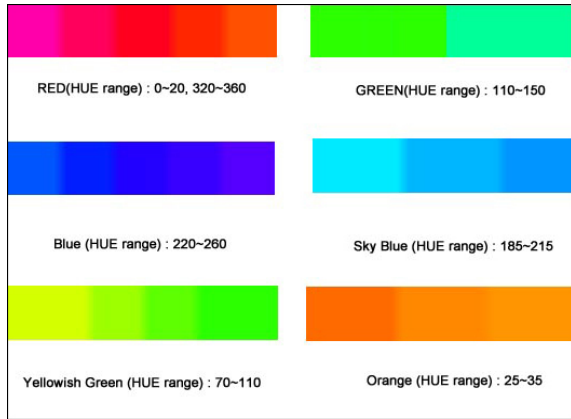
주어진 이미지와 색의 분할과 더불어, 색상을 색 분할의 중앙부에 상응하는 색상으로 변경한다. 넓은 컬러 범위를 좁은 컬러 범위로 수정하고 이미지에서 사용되는 색의 수를 단순화하는 이유는, 간단해진 색상 수가 단일성을 주고 규정된 보색 세트는 관찰자에게 명확한 지각을 주기 때문이다.



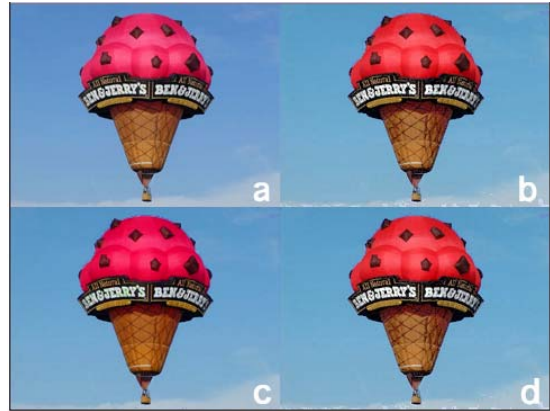
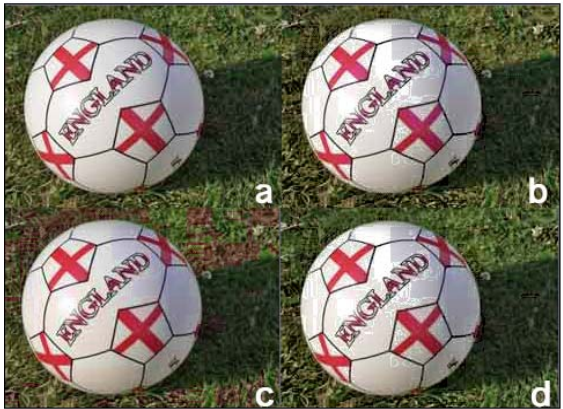
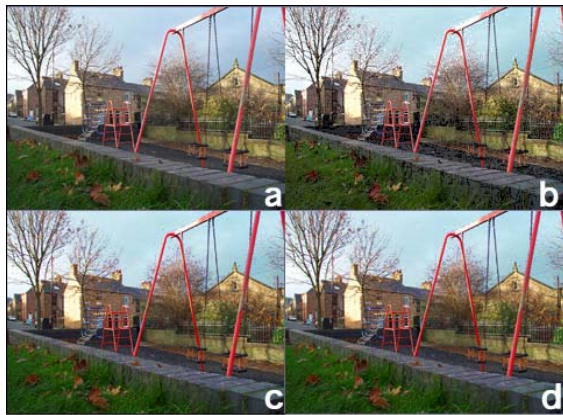
[그림 4] 선명도를 높이는 보색관계

### 3.4 반응도가 높은 색 범위 설정

다수의 보색 세트 중에서 빨강과 녹색, 파랑과 노랑 두 가지 세트를 선정 하였으며, HSB 색상 범위 안에서 색조(Hue)에서의 기본 색상 값인 레드, 그린, 블루를 360, 120, 220으로 정하고 320에서 40까지를 레드에, 110부터 150을 그린에, 220부터 260을 블루에, 50부터 60을 옐로우에 준하는 색상 범위로 지정하였다. 색상 기호학에서 인간의 눈은 잔디색, 하늘색, 피부색, 계절색 같은 자연스러운 색상을 선호하며 예민하게 반응한다. 이러한 선호색상은 다른 색상의 시각 인식에 비해 큰 영향력을 갖는다. 잔디색은 90, 하늘색은 200, 계절색은 30을 기준으로 하여 선호도가 높은 색상을 지정하였고, 그렇게 지정된 색상을 기준으로 잔디색이 70부터 110, 하늘색이 185부터 215, 계절색이 25부터 35 등의 범위를 지정했으며 이러한 색상 배색을 통해 이미지에 선명한 인상을 줄 수 있다[3]. 이것은 눈의 망막상의 색신경이 어떤 색의 자극을 받게 될 때 그 색의 보색에 대한 감수성이 높아지기 때문이며, 화면이 면밀하고 복잡한 색채의 조합으로 패턴화 되어있는 경우 인식률을 높일 수 있는 효과를 얻을 수 있다.



[그림 5] 색 선호도 반영을 위한 색상 범위



[그림 6] 색상 조정 및 향상 결과 이미지: (a) 적용 전 원본 이미지, (b)채도증가와 다이내믹 레인지 확장, (c) 채도증가와 보색대비, (d) 채도증가와 다이내믹 레인지, 보색대비를 모두 적용한 결과

### 3.4 적용 결과

[그림 6]을 통해 알 수 있듯이 색상 조정과 향상의 결과를 4가지 형태로 분류하고 총 5가지의 이미지를 통하여 결과를 살펴볼 수 있다. 알파벳 구분에 따라 결과를 구분하며, (a)는 원본 이미지로 변경점이 없으며, (b)는 채도증가와 다이내믹 레인지의 확장 결과로 삼원색과 명암의 차이를 발견할 수 있으며, (c)는 보색대비와 선호 색상의 범위를 조정해 가장 뚜렷한 강조점을 볼 수 있으면서, 원래 색상 범위에 비해 왜곡이 적었으며, (d)는 모든 알고리즘을 동시에 적용한 결과로서 색상 범위의 왜곡을 발견할 수 있다. 즉, (c)의 결과가 가장 연구 목적에 부합되는 결과이다.

### 4. 결론 및 향후 계획

본 논문에서는 모바일 기기의 불리한 성능을 갖고 있는 작은 LCD 패널 환경에서도 사람의 눈으로 보았을 때의 인식을 용이하게 하고자 색감에 따라 달리 표현되는 이미지들을 분석하고, 그에 따른 RGB 값을 조절하고 다이내믹 레인지를 확장하며 보색 대비를 이용하는 등의 색상처리 방법을 시도하였다[4]. 이러한 시도를 통해 이미지의 RGB값의 채도가 증가되고, 색상 범위가 확장되는 결과를 얻었으며, 그런 결과를 바탕으로 디스플레이의 인식률을 높이고, 그 적용 방식을 달리하는 3가지의 결과를 원본과 비교 분석해 봄으로써, 적용치에 따른 결과물의 차이를 확인해 볼 수 있었다.

인간이 느끼는 색감을 바탕으로 모바일 디스플레이의 화질개선을 목적으로 한 이 연구는 단순한 색감의 변화에도 감성에 따라 달라지는 인간의 색 신경과의 관계로 인하여 이미지 디스플레이의 화질이 향상됨을 지각하게 하였고, 컬러의 향상과 변환 알고리즘들은 모바일 디스플레이의 한계점에도 불구하고 이미지에 대한 선명한 인식률을 제공한다.

본 논문의 알고리즘은 모바일 장치에서 오리지널 컬러, 색상, 산출을 실시간으로 가능한 적은 손실률로 보전하며 동시에 수정을 시도하여 봄으로써, 인식률을 향상 해 볼 수 있다는 데에 큰 의의가 있다.

추후 연구 과제로 어려가지 형태의 다양한 모바일 기기와의 접목을 통하여 다수의 기기와 다수의 실험자들을 근거로 한 선호도 및 인식률에 대한 조사를 통해 산술적인 통계 데이터를 확보하며, 좀 더 빠르고 직관적으로 이미지 인식률을 높일 수 있는 알고리즘에 대한 심도있고 지속적인 연구를 토대로 하여, 다양한 모바일 환경(동영상 및 DMB 콘텐츠)조건에서도 시각의 인식률을 높이는 알고리즘을 적용하는 다각적인 시도를 할 것이다.

## 참고문헌

- [1] Jose M. Parramon, "Color Theory", Watson-Guptill, 1989
- [2] Roy S. Berns, "Billmeyer and Saltzman's Principles of Color Technology," 3rd Edition, John Wiley & Sons, New York, 2000.
- [3] Eysenck, M. W. and Keane, M. T. (2005) Cognitive Psychology : a student's handbook, Fifth Edition, Psychology Press Ltd (East Sussex)
- [4] 강동중, Visual C++을 이용한 디지털 영상처리, 2003