

# 주변 조명 환경에 따른 디스플레이 최적 백색점 탐색

석현정(KAIST 산업디자인학과)

## 1. 서론

스마트폰이 우리 일상의 중요한 도구가 되면서 스마트폰 사용자의 경우 하루 평균 4 시간가량을 스마트폰 디스플레이를 바라보는데 사용하고 있다고 한다. 눈의 건강이나 두뇌에 끼치는 악영향 등에 대한 우려도 있지만 업무나 독서, 엔터테인먼트, 통신 등 모든 서비스를 하나로 묶어주는 기기로서 활용 범위는 더욱 팽창해나갈 것으로 본다.

그런데 스마트폰이 일상 깊숙이 자리 잡기 전까지는 주변 조명 환경의 변화에 따른 우리 눈의 색순응이 감성적 장애가 되었던 적은 없었을 것이다. 색순응은 우리가 색채를 항상 유사하게 지각할 수 있도록 도와주는 훌륭한 보상적 시스템이다. 이 덕분에 우리는 주변 조명의 웬만한 변화에는 상당히 허용한다. 하지만 색순응

(Chroma adaptation) 덕분에 무심코 지나쳤을 색채 지각의 왜곡에 대한 사실은 스마트폰의 화면을 보는 순간 깨우치게 된다.

스마트폰의 백색점은 언제 어디서나 그 자리에 머물고 있다. 아름답게 노을 진 창밖을 감상하다가 스마트폰을 보는 순간 시퍼런 화면이 나의 색순응 상태를 일깨워주는 것이다. 특히 LED가 주조명(Main lighting)으로 활용되면서 조명 환경이 더욱 다채로워지고 있다. LED로 교체한 서울 지하철 1호선을 타고 애플(Apple)사의 아이폰(iPhone) 4S 디스플레이를 보았을 때 누렇다는 불만을 토로한 소비자들이 적지 않은 것도 색순응에 기인한 안타까운 사건이다. 조명의 색도 변화보다 디스플레이 백색점의 색도 변화에 우리는 더욱 민감하게 반응한다. 그리고 더 좋아 보일 때 보다 뭔가 불만족스

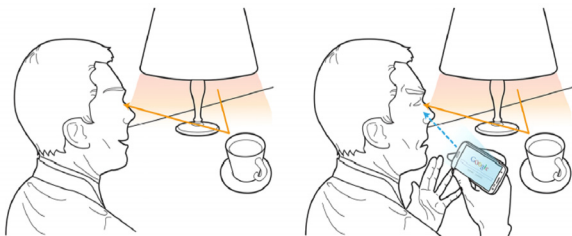


그림 1. 주변 조명에 색순응이 되었을 때 물체색의 변화는 자연스럽게 받아들이지만 디스플레이의 백색점에 대해서는 상대적인 차이를 인지하게 되며 그 차이가 클수록 적절하지 않은 백색이라는 부정적인 느낌을 받는다. [1], p. 016708-2

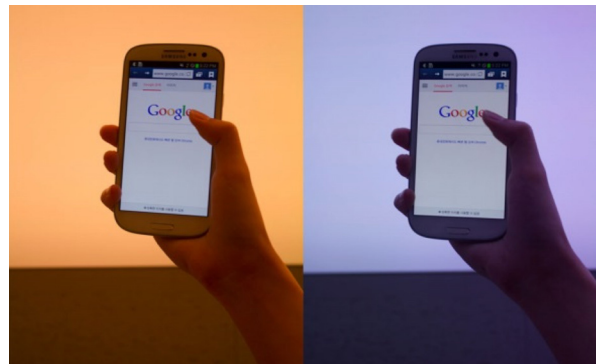


그림 2. 서로 다른 조명 환경 하에서 다른 색감으로 지각되는 동일한 디스플레이 백색점(좌: 2,569 K - 915 lx 조명, 우: 20,050 K - 1,014 lx 조명), [2] p. 3

럽다고 느낄 때, 더 확실하게 싫다고 반응한다. 인간은 부정적인 느낌에 대해 더 정확히 반응하도록 진화되었기 때문인데, 제품 디자인이 마음에 들지 않을 때에도 그러한 심리적인 원리는 예외일 수 없다. 스마트폰과 같이 이동형 단말기를 생산하는 업체 입장에서는 살얼음을 걷는 상황일 수밖에 없는 것이다.

그렇다면 소비자가 가장 적절하다고 판단할 백색점은 과연 어떻게 정의할 수 있을 것인가? 우리 눈의 색순응과 적절한 백색점은 서로 일치할 것인가? 이 궁금증에 대한 해답을 찾기 위한 연구는 현재도 진행형이지만, 이 글을 빌어 최근 발표된 연구 결과 몇 가지를 소개하고자 한다. 특히 스마트폰을 비롯하여 디스플레이 단말기에 탑재된 RGB 감지기가 주변 조명의 색온도를 읽을 수 있는 환경이 제공되고 있다. 색순응에 기인한 이상한 백색점이 문제가 된다면 RGB 감지기로 읽어 들인 주변 조명의 색온도에 따라 적절히 백색점을 가변한다면 쉽게 해결될 문제라고 볼 수도 있는 것이다.

## 2. 최적 백색점 탐색

일상에서 조도의 급격한 변화를 경험하는 일은 빈번하다. 그래서 암순응과 명순응에 대한 현상은 자주 상기하게 되는데 밝기의 문제가 색지각보다 우선적으로 처리되어야 하는 것은 거듭 확인되어 왔다. 대부분의 스마트폰에 탑재되어 있는 자동 밝기 조절은 주변 조명의 조도에 맞추어 디스플레이의 휘도가 적절히 자동 가변하는 기능이다. 기기에 따라 만족도에는 다소 차이가 있겠으나 사용자들은 디스플레이의 자동 밝기 조절에 익숙해져 있다.

그런데 제품의 고급화 전략이 제품의 부가가치 창출과 직접적으로 관련이 있고 이 중에서도 화질에 대한 평가는 사용자의 최우선적 관심사이다. 우리는 태양의 움직임에 따라 늘 변하는 색온도, 더 정확하게는 상관색온도 환경에 노출되어 있다. 그러나 자연광이 빚어내는 조명색의 변화는 매우 자연스럽다. 어쩌면 우리 눈의 색순응은 자연광의 변화에 맞추어 진화되었을 수도 있다. 잘 익은 빨간 과일을 새벽이나, 낮이나, 해질녘이나 항상 비슷한 색으로 지각할 수 있도록 색정보를 왜곡해서 인지하는 매우 이상적인(ideal) 맞춤형 지각 시스템을

우리는 갖고 있는 것이다.

하지만 RGB LED의 등장으로 조명 환경이 다채로워지고 있고 모바일 디스플레이의 종류와 양이 다양해지고 있는 만큼, 갑작스러운 색순응의 상황도 증가하고 있다. 뿐만 아니라 한 개 이상의 광원에 색순응을 동시에 해야 할 상황도 발생하는 것이다. 주변 조명의 색도 변화에 따라 스마트폰 화면의 백색점이 더 이상 흰 색으로 보이지 않는 현상이 얼마나 심각한가에 대해 의구심이 들 수 있다.

색재현(Color reproduction)에 대한 연구는 지난 세기 동안 체계적으로 진행되어 왔다. 다른 매체에 표현된 색이 동일하게 지각되는가의 관점이 주요 관심사였으며 이에 대한 학술적 진보는 지금까지도 이어져오고 있다. 그런데 소비자가 디스플레이의 백색점에 대해서 가장 적절하다고 판단하는 기준은 과연 색순응이라는 지각 현상에 의존적일 것일까?

TV의 경우 지역에 따라 선호하는 색온도가 다른 것으로 파악된 바 있다. Akamine과 그의 동료는 조사한 바에 따르면 유럽과 일본의 방송 화질 표준은 각각 D65와 D93에 맞추어져 있다.[3] 또한 각 국가별로 주로 사용하는 복사 용지의 흰색 또한 색온도 기준으로 차이가 있다. 한국에서 유통되는 대부분의 흰색 복사 용지들의 표면을 분광색차계로 측정을 해 보면 CIE 1976  $L^*a^*b^*$  기준으로  $b$  값이 음수로 측정이 된다. 반면 일본의 종이는  $b$  값이 양수로 측정이 되는데, 육안으로 보아도 각각은 푸르스름하거나 누르스름한 차이가 확연히 드러난다. 일반적인 종이의 생산 과정에서는 누르스름한 펄프를 탈색하는데, 이 때 탈색의 정도뿐만 아니라 누르스름함을 상쇄시켜줄 안료를 어떻게 배합하는가에 따라 조금씩 다른 흰색이 구현된다. 가장 흰색스럽게 만드는 것은 오랜 기간 동안 종이 산업의 핵심 과제였던 것이다. 예를 들어 국제적인 표준 자료인 ISO 2047 등에서도 가장 최적의 백색을 정의하는 기준을 마련하고 있기도 하다.[4, 5]

그럼에도 불구하고 지금까지도 각 지역별로 대중적으로 통용되고 있는 백색들 간에는 상당히 큰 차이가 있는 것이다. 방송 화질 표준이나 사무용지의 백색에 대한 차이가 그 대표적인 예로 볼 수 있겠다. 이러한 현상에 대해 각 지역마다 거주인들의 시지각적 차이에서 기인

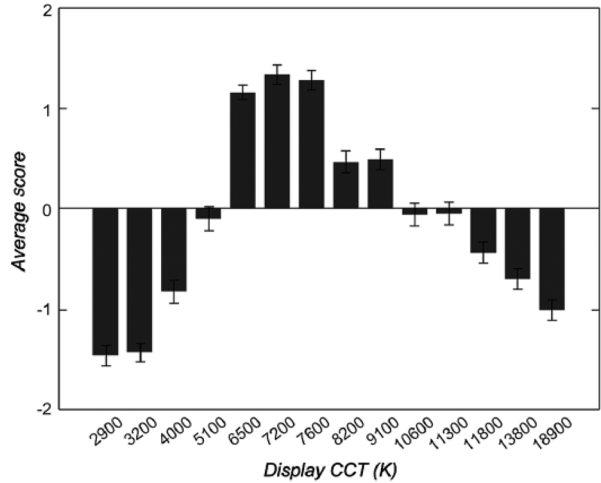


그림 3. 조명환경의 상관색온도 4,000 K에서 디스플레이에 제시된 백색점의 상관색온도가 약 3,000 ~ 20,000 K 까지 제시되었고, 각 디스플레이의 백색에 대한 한국인 남녀 대학생 100 명이 평가한 선호도 결과 (-2점: 매우 적절하지 않다, +2점: 매우 적절하다). (좌) 평가 모습 (우) 100명의 남녀 대학생이 평가한 결과의 평균값 및 ±표준 오차. [1], p. 016708-4

한 현상으로 설명하기에는 지역별 백색점들의 편차가 너무 크다. 오히려 각 지역별 산업 발전의 특징과 관련이 있다거나, 더 설득력 있게는 각 지역의 사용자들의 선호 백색에 대한 차이가 영향을 끼친 것으로 보는 것이 더 설득력이 있다.

스마트폰 디스플레이의 선호 백색점에 대한 소구점도 맥락을 같이한다고 보았다. 그래서 Choi와 Suk의 연구에서는 한국 대학생들을 대상으로 조명의 색온도 변화에 따라 선호되는 디스플레이 색온도를 탐색하는 연구 결과를 제시하고 있다 ([그림 3], [그림 4] 참조). [1] [그림 4]에 제시되고 있듯이, 상관색온도 기준 조명의 변화는 약 2,000 ~ 20,000K에서 가변했지만, 스마트폰에 제시된 백색의 상관색온도에 대해서는 약 6,000 ~ 12,000K 내의 범위를 선호한 것을 알 수 있다.

그리고 이 연구는 Choi와 Suk이 태블릿 PC인 New iPad를 대상으로 실험한 연구[6]과 유사한 경향성을 보이고 있다. 연구 결과의 경향성에 상당한 신뢰성을 보태고 있는 것이다. 더불어, [1]과 [6]의 연구는 주변 조명에 색순응되는 경우를 전제로 하므로 디스플레이의 크기는 스마트폰이나 태블릿 PC와 같이 비교적 좁은 시야각에 한정된 경우이다. TV 매장에서 어느 정도 거리를 두고 대형 TV를 보는 상황이라면 시야각 기준에서는 충분히 [1]과 [6]의 연구 결과가 반영되는 사례라고 생각한다. TV 매장이거나 쇼룸에서 TV에 적용된 백색점

을 적절하게 맞추어야 할 필요가 있다면 [1]과 [6]의 연구를 참고할 필요가 있다.

한편 주변 조명의 색도뿐만 아니라 조도의 영향에 따라 [그림 4]에 요약된 경향성이 가변하는가에 대한 추가 실험도 진행되었다. 기존 연구에서 이미 밝힌 바 있듯이, 주변이 더 밝을수록 조명의 색온도에 의한 영향은 증가하는 것으로 나타났다. [그림 4]의 경향성은 사용자의 환경이 600lx 인 경우이다. 더불어, 지역이나 문화

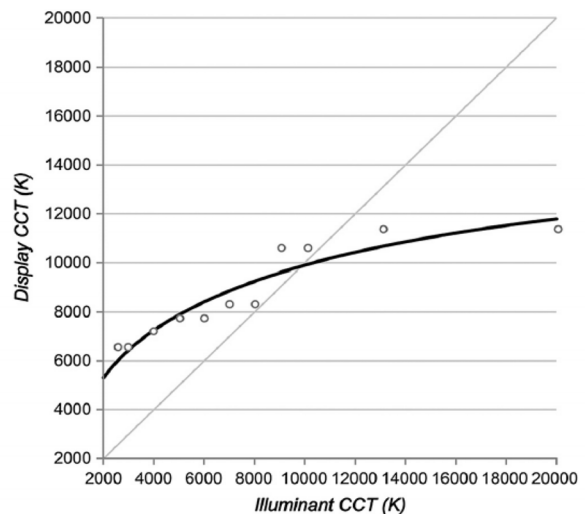


그림 4. 조명의 상관색온도(가로축)와 각 조명의 색온도 상황에서 100 명의 남녀 대학생들이 선호한 점수가 가장 높은 디스플레이의 상관색온도가 점으로 표시되어 있다. [1], p. 016708-6.

권에 따른 선호도의 경향성이 뚜렷하게 구분된다는 점도 발견할 수 있었다. 문화권별 선호 백색점은 글로벌 시장에서 우위를 점하기 위한 화질 전략과 밀접한 관계가 있다. 이러한 추가 실험에 대한 결과는 여러 편의 논문으로 정리되었다. 다만 해당 논문들은 현재 심사 중에 있어, 본 지면을 통해 구체적인 결과를 소개하지 못하는 데 대해서는 아쉽게 생각한다.

### 3. 결 론

아이폰 4S가 한국 소비자들에게 소개되었을 때, 기존의 스마트폰들에 비해서 디스플레이의 백색점이 D65에 더 근접했음에도 불구하고 한국 소비자들이 누렇다고 불만의 목소리가 컸다. 강력한 해외 경쟁자가 멋모르고 낭패를 당했으므로 다행스럽다고 생각했다면 큰 오산이다. 역으로 생각해보자. 우리에게 익숙한 7,500K의 디스플레이는 북미나 유럽지역 소비자들에게는 푸르스름하다고 지각될 염려가 충분히 도사리고 있는 것이다. 실제로 필자가 개인적으로 면담한 국내 기업들의 실무자들은 북미나 유럽 지역의 소비자들이 한국 기업이 생산한 스마트폰 화면에 대해서 너무 푸르다고 불평한 사례들을 언급하였다.

제품의 표면색에 대해서는 지역이나 문화권별 선호가 세심하게 배려되고 있다. 적지 않은 수의 디자이너가 문화권별 선호색에 대한 조사는 물론 실무 전략에 참여하고 있다. 이에 비해서 디스플레이의 색에 대한 문화권별 선호도 차이에 대해서는 연구나 실무적 노하우가 상대적으로 적은 편이다.

글로벌 시장에서 매력적인 화질색을 꾸준히 발굴해나가기 위해서는 화질에 대한 다양한 소비자들의 욕구를 귀로 담고자하는 경영진들의 융통성이 필요하다. 기술적 완벽에 쏟는 에너지의 일부를 할애해서 디자이너와 소통하고자 하는 엔지니어들의 열린 마음이 절실하다. 마지막으로 색채 디자인을 공부하는 수많은 디자이너들 중의 일부는 물체색을 넘어서는 영역에서 색채를 다루는 역량을 길러야할 것이다. 앞으로 제품들이 더 큰 화면을 갖게 될 것이다. 나아가 홀로그램이 일반 제품에도 접목이 될 것이라 확신한다. 소비자의 감성을 잘 이해하는 디자이너가 열린 마음의 엔지니어와 함께 사용자들

의 숨겨진 소구점들을 찾을 수 있는 역량이 기대된다.

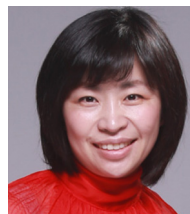
필자 연구실에서 밤낮으로 실험과 분석에 매진하는 연구진들이 이 연구를 지속하고 있는 궁극적인 목표는 사용자들의 감성적 만족에 있다. 적어도 상충하는 백색점으로 야기될 수 있는 부정적 감정을 사전에 방지하는 역할은 기대하는 것이다. 디자인과 공학의 접점에서 감성을 키워드로 매력적인 화질 전략을 찾아내는 여정은 이제 겨우 시작이다.

### 참고문헌

- [1] K. Choi, H.-J. Suk, *Optical Eng*, **53**, 061708 (2014).
- [2] K. Choi, Master dissertation of KAIST (2014).
- [3] H. Akamine, J. Morishita, M. Matsuyama, Y. Nakamura, N. Hashimoto, *Medical Physics*, **39**, 5127 (2012).
- [4] H. Jung, H.-J. Suk, S. Kitaguchi, T. Sato, K. Kajiwara, *Color Res Appl*, **37**, 272 (2012).
- [5] J.-A. Bristow, *Color Res Appl*, **19**, 475 (1994).
- [6] K. Choi, H.-J. Suk, In Proc. of Electronic Imaging, (2014).

### 저 자 약 력

#### 석 현 정



- 2009~현재 : KAIST 산업디자인학과 부교수
- 2011~현재 : 감성과학 편집위원장
- 독일 만하임대학교 심리학과 박사(2006)
- KAIST 산업디자인학과 학사(1998), 석사(2000)
- LG인터넷 등 실무 디자인(2000~2005)

- 관심분야 : 색채 심리, 감성 디자인
- 홈페이지 : ccd.kaist.ac.kr