감성과학, Vol. 14, No. 3, pp.371-384, September 2011

LED 조명색상이 정서자극의 평정과 재인에 미치는 효과*

The effect of LED lighting hues on the rating and recognition of affective stimulus

박현수** · 이찬수**,*** · 장자순**,***†

Hyen-sou Pak** · Chan-Su Lee**,*** · Ja-Soon Jang**,***†

LED-IT융합산업화연구센터**

LED-IT Fusion Technology Research Center**

영남대학교 전자공학과***

Department of Electronics, Yeungnam University***

Abstract

Three experiments were carried out to examine how LED lighting hues influence to the rating and recognition of affective stimuli. In Experiment 1 and 2, IAPS affective pictures were used and an affective rating(valence and arousal) task and a recognition memory task were conducted under red, green, blue, and white hue LED lightings in Experiment 1 and cyan, magenta, yellow, and white ones in Experiment 2, respectively. In Experiment 3, affective words were used and the same two tasks were conducted under red, green, blue, and white hue LED lightings. According to the results of affective rating tasks, when primary hues(RGB) were used, red LED lighting elicited an excitement at the arousal dimension and green LED lighting evoked pleasantness at the valence one. When secondary hues(CMY) were used, magenta and cyan showed the similar but weaker patterns of responses comparing to red and green. The results of recognition memory task showed that the responses to the picture stimuli presented at green and cyan hue lightings tended to be a bit faster comparing to the stimuli presented at the other conditions but the difference was insignificant. In Experiment 3, however, recognition memory responses to the affective words presented at green hue lighting were faster significantly. These results indicate that warm colors like red and magenta elicit unpleasantness or excitement while cool colors like green and cyan evoke pleasantness or relaxation, and the primary hues provoke more positive or negative affectivity than secondary ones do. Particularly, the result of recognition memory task in Experiment 3 suggests that green hue LED lighting might be advantageous at the memory performance of language stimuli rather than visual ones.

Keywords : LED, affective lighting, IAPS, affective words, affective rating, recognition memory

요 약

LED 조명의 색상이 정서자극의 평정과 재인에 어떤 영향을 미치는지를 알아보기 위하여 세 개의 실험을 실시하였다. 실험 1과 2에서는 IAPS 정서사진을 사용하여 각각 Red, Green, Blue, 및 White와 Cyan, Magenta, Yellow, 및 White의 조명색상조건에서 정서평정(정서가, 각성차원) 과제와 재인기억과제를 실시하였다. 실험 3

* 본 논문은 지식경제부 IT산업원천기술개발사업(KI002180)의 지원에 의해 이루어졌음.

† 교신저자 : 장자순 (영남대학교 LED-IT융합산업화연구센터)

E-mail : jsjang@ynu.ac.kr

TEL : 053-810-4311

FAX : 053-810-4764

에서는 정서단어를 사용하여 Red, Green, Blue, 및 White 조명색상조건에서 두 과제를 실시하였다. 실험 결과, 정서평정과제에서는 일차 색상(RGB)의 경우, LED조명 색상이 Red일 때는 흥분을, Green일 때는 유쾌 정서를 유발하였고, 이차 색상(CMY)의 경우, Magenta와 Cyan은 Red와 Green과 유사한 패턴의 정서 반응을 유발하였으나 그 강도는 약하였다. 재인기억과제에서는 실험 1과 실험 2의 경우, Green과 Cyan 조명색상조건에서 제시되었던 사진자극들에 대한 반응이 다른 조명색상조건에서 제시되었던 사진자극들에 비해 약간 빠른 경향이 있었으나 유의미한 차이는 아니었다. 하지만 실험 3에서는 Green 조명색상조건에서 제시되었던 정서단어들에 대한 재인기억반응이 유의미하게 빨랐다. 이러한 결과로 Red나 Magenta와 같은 난색들은 불쾌나 흥분과 관련된 감성을 유발하는 반면, Green이나 Cyan과 같은 한색들은 유쾌나 이완과 같은 감성을 유발하는 경향이 있으며, 일차 색상들이 이차 색상들보다 강한 정적 내지 부적 감성을 유발함을 알 수 있다. 특히 실험 3의 재인기억과제에서 나타난 결과는 시각 자극보다 언어 자극의 기억수행에 Green 색상의 LED 조명이 더 유리함을 시사한다.

주제어 : LED, 감성조명, 국제정서사진체계(IAPS), 정서단어, 정서평정, 재인기억

1. 서론

지구 온난화와 에너지 위기는 오늘날 전 세계가 직면하고 있는 문제이며, 이에 대한 하나의 해결책으로 제시되고 있는 것이 저탄소 녹색성장이다. 각국은 이산화탄소의 배출과 에너지 소비를 줄이면서도 지속가능한 발전(sustainable development)을 위하여 다각적인 노력을 기울이고 있다. LED(light emitting diode; 발광다이오드) 조명은 그와 같은 시대적인 요구에 부응하여 비효율적인 전통 조명을 대체하고 IT기술과 융합됨으로써 에너지 절감과 새로운 부가가치를 창출하는 신성장 동력으로 각광받고 있다.

LED의 장점은 무엇보다도 에너지 소모가 적고 수명이 길어 경제적이라는 점, 수은과 같은 유해물질을 사용하지 않기 때문에 친환경적이라는 점, 그리고 RGB LED를 사용함으로써 색채 연출이 자유롭다는 점 등을 들 수 있다. 특히 색을 자유자재로 표현할 수 있다는 점은 LED가 일반조명으로 뿐만 아니라 감성조명으로 폭넓게 사용될 수 있는 가능성을 제시한다. 조명의 기능이 단순히 빛을 밝히는 것에서 점차 심미적이고 감성적인 기능까지 포함하는 것이 최근의 추세이므로 시간이 지날수록 LED의 수요와 활용범위는 확대될 것으로 예상된다.

하지만 LED가 감성조명으로 제대로 사용되기 위해서는 먼저 인간 감성에 대한 충분한 이해와 LED가 사용자의 감성에 어떤 영향을 미치는지에 대한 경험적인 연구가 이루어져야만 한다. 본 논문에서는 LED의 색상이 정서적인 내용을 담은 시각적·언어적 자극에 대한 정서평정과 기억수행에 어떤 영향을 미치는 지를 알아보기 위하여 두 개의 실험을 실시하였다.

2. LED 감성조명과 심리적 효과

감성조명(affective lighting)이 무엇인가에 대해서는 연구자나 개발자마다 견해가 조금씩 다르지만, 대체로 '빛의 밝기, 색상, 색 온도, 분광분포(spectral power distribution; SPD) 등을 적절하게 조절하여 조명으로서의 심미적 기능뿐만 아니라 사용자의 감성을 자극하고 생리적, 인지적 측면에까지 긍정적인 영향을 줌으로써 사용자가 최적의 조명 경험을 통해 삶의 질과 만족감을 향상시킬 수 있도록 도와주는 조명 시스템'이라고 할 수 있다(박현수, 이찬수, 2010). 최근 들어 다양한 LED조명제품들이 감성조명이란 이름으로 출시되고 있지만, 정작 감성조명이 무엇인지, 감성조명이 인간 감성이나 행동에 어떤 영향을 미치는지에 대한 연구는 제대로 이루어지지 않고 있는 것이 현실이다.

국내외를 막론하고 백열등이나 형광등과 같은 기존 조명들에 관한 경험적인 연구들(예, 수면, 일주기, 학습, 수행 등에 미치는 영향)은 지금껏 비교적 활발한 편이었으나, LED 조명에 대한 연구, 특히 LED 조명의 감성효과에 관한 연구는 이제 겨우 시작 단계에 불과하다. 다행히도 최근 들어 LED 감성조명에 관심이 증가하면서 국내에서도 LED 조명의 감성효과를 밝히고자 하는 다양한 시도들이 이루어지고 있다. 본 논문에서 구체적인 내용을 다 소개할 수는 없지만 그

내용을 나누어보면, 크게는 LED 조명의 색 온도, 색상, 및 밝기에 대한 감성평가 연구(지순덕 등, 2006; 이강희 등, 2009; 이진숙, 김원도, 김소연, 2009; 김영훈 등, 2010; 백창환 등, 2010), LED 조명 하에서의 업무수행에 관한 연구(백승헌 등, 2009; 정연홍 등, 2008), LED 조명의 색 온도에 따른 심리생리적 반응에 관한 연구(김현택 등, 2010; 최금연, 어익수, 2010), 그리고 LED 감성조명 응용을 위한 기초연구(홍정인, 박연경, 박서희, 2009; 홍정인, 박영경, 서민정, 2010; 석현정, 김곡미, 2010) 등으로 구분할 수 있다.

하지만 LED조명의 가장 큰 특징이라 할 수 있는 LED의 색상이 인간의 감성에 미치는 효과를 직접적으로 살펴본 연구는 아직까지 찾아보기가 쉽지 않다. 색채는 중요한 시각 속성으로서 특정한 정서 반응을 유발함으로써 사물과 사람에 대한 인상 현성에 큰 영향을 주므로(박창호, 2008), LED 조명의 감성요인을 밝히고자 할 때 색채를 우선적으로 고려할 필요가 있다.

비록 LED 조명 색상의 심리적 효과에 관한 연구는 아직까지 많지 않지만, 백열등이나 형광등과 같은 전통적인 조명의 효과나 색채가 인간 심리에 미치는 영향에 관해서는 지금까지 많은 연구들이 수행되어 왔다(박현수 등, 2011). 특히 색채의 심리적 효과와 관련하여, Red와 같은 난색(warm color)과 Blue와 같은 한색(cool color)이 상이한 연상(association)과 심리적 효과를 유발한다는 연구결과들이 많이 있다.

예를 들어, 빨강과 같은 난색들은 시각적으로나 심리적으로 자극적인(stimulating) 색으로서 회피 동기(avoidance motivation)를 유발하여 전두엽(frontal lobe)에서의 비대칭적인 EEG 활동을 야기하는 것으로 알려져 있다(Levy, 1984; Harmon-Jones & Sigelman, 2001). 그 결과, 빨간색에 노출된 다음에 실시된 낱말 맞추기(anagram), 유추과제, 산수과제 등과 같은 인지적 과제의 수행은 초록색이나 흰색에 노출되었을 때에 비해 저조한 것으로 관찰되었다(Elliot et al., 2007).

정우석, 홍철운, 김남균 (2007)은 채색 필터를 부착한 백색 할로겐등을 이용하여 색채 조명이 인지적 처리에 미치는 효과를 살펴보았는데, 시각적 주의과제에서는 초록색 조명 하에서 반응시간과 정확성이 우수했던 반면, 작업기억과제에서는 노랑색 조명 하에서는 반응시간이, 파란색 조명 하에서는 정확성이 우수한 것으로 관찰되었다.

하지만 이상과 같은 연구결과들이 색을 가진 조명, 즉 LED 조명에도 그대로 적용되는지는 분명하지 않다. 따라서 본 연구에서는 그와 같은 LED 조명의 색상 요인에 관심을 갖고 그것이 정서적인 내용의 시각적·언어적 자극에 대한 정서평정과 기억수행에 어떤 영향을 미치는지를 확인하고자 하였다.

3. 정서자극의 평정

감성 내지 정서 관련연구에서 현재 가장 많이 사용되고 있는 도구 중의 하나가 국제정서사진체계(International Affective Picture System; 이하 IAPS)이다. IAPS는 University of Florida의 NIMH Center for the Study of Emotion and Attention에서 개발한 표준화된 정서사진 묶음으로, 다양한 정서유발 컬러사진들에 대해 세 가지 차원, 즉 정서가(valence), 각성(arousal), 지배성(dominance) 차원에서 평정한 점수를 체계화한 정서평정용 사진체계이다. 주로 정서나 주의와 관련된 연구의 실험자극으로 많이 사용되는데, 정서 자극을 선택함에 있어 실험적 통제를 제공하고 상이한 연구결과들의 비교를 촉진하며 심리학 및 신경과학 연구들의 반복을 가능케 한다는 것이 장점이다(Bradley & Lang, 2007).

지난 20여 년간 수많은 연구자들이 IAPS를 실험도구로 사용해왔는데, 대체로 실험참가자들에게 일련의 정서사진들을 보여주었을 때 그들이 보이는 주관적, 심리생리적, 행동적, 신경생리적 반응을 관찰하게 된다. 국내에서도 다양한 분야에서 IAPS가 사용되었는데, 특히 감성공학, 신경생리학, 정서심리학 연구들에서 실험자극으로 많이 사용되고 있다(민병찬 등, 2003; 박태진, 박선희, 2009; 석현정 등, 2007; 손진훈 등, 1998; 황민철, 류은경, 김철중, 1998). 최근에는 한국판 정서사진체계(Korean Affective Picture System; KAPS)를 제작하기 위한 시도들도 이루어지고 있다(이경화 등, 1998; Sohn, Sokhadze, & Lee, 2000).

본 연구의 실험 1과 2에서는 IAPS에서 추출한 일부 사진들을 실험자극으로 사용하여 LED 조명의 다양한 색상들이 정서반응에 미치는 효과를 알아보고자 하였다. 즉, 상이한 색상의 LED 조명 하에서 실험참가자들은 IAPS 사진을 관찰한 후 정서평정과제를 수행하였고, 잠시 휴식을 취한 후 앞서 제시된 사진들과 새로운 사진들을 보면서 재인기억과제를 수행하였다. 그리하여 조명 색상에 따라 정서평정과 재인기억 수행에서 어떤 차이가 있는지를 확인하였다.

한편, IAPS와 같은 정서사진 못지않게 정서관련 연구에서 많이 사용되는 표준화된 실험자극이 감정 또는 정서단어(affective words)이다. 하지만 단어란 본질적으로 언어마다 표기가 다르고 사용되는 의미에서도 차이가 있을 수 있으므로, 각 언어에서 사용되는 정서단어에 대해서는 개별적으로 조사나 연구가 이루어질 수밖에 없다. 따라서 한국어의 경우에도 지금까지 여러 연구자들에 의해 정서단어를 이용한 정서평정 및 정서차원 연구가 이루어졌는데(김영아 등, 1998; 박인조, 민경환, 2005; 안신호, 이승혜, 권오식, 1993; 이준웅 등, 2008; 한덕웅, 강혜자, 2000; 홍창희, 2004), 본 연구의 실험 3에서는 박인조 등(2005)이 조사한 434개의 한국어 감정 단어의 원형성, 친숙성, 쾌-불쾌, 활성화 평균을 참고하여 그 중 일부를 실험자극으로 사용하였다.

4. 실험1 : RGBW LED 색상에서 정서사진에 대한 평정과 재인

실험 1에서는 Full color LED의 기본 구성요소이며 색채지각의 일차색(primary) 또는 요소색(elementary color)이라고 할 수 있는 Red, Green, Blue, 그리고 그것들의 조합인 White 색상의 LED조명이 정서평정 및 기억 수행에 어떤 영향을 미치는지를 살펴보고자 하였다.

4.1. 방법

실험참가자 영남대학교 재학생 31명이 실험에 참가하였다(남자 18명, 여자 13명, 평균연령 23.3세). 모든 참가자는 정상적인 시력(또는 교정시력)과 색감을 가지고 있었고, 실험참가는 자발적으로 이루어졌으며 실험이 끝난 후 약간의 참가수당이 지급되었다.

실험자극 및 장치 정서평정과제(affective rating task)의 실험자극으로는 국제정서사진체계(2008년 판)에서 선택된 100장의 사진이 사용되었다(부록 1 참조). 그것들은 네 가지의 조명색상조건(표 1 참조), 즉 Red, Green, Blue, 및 White 조명 하에서 각각 25장씩 제시되었다. 각 조명색상조건에 할당된 사진들의 정서가(valence)와 각성(arousal) 차원의 표준화 점수는 평균에서 거의 차이가 없었고, 선택된 조명색상조건, 사진 세트, 및 개별사진은 실험참가자들에게 무작위의 순서로 제시되었다. 재인기억과제(recognition memory task)에서는 정서평정과제에서 사용되었던 사진 50장과 함께 새로운 사진 50장이 충전자극(filler stimuli)으로 사용되었다.

실험에 사용된 각 조명조건의 조도와 색상값(xy 색좌표)은 표 1과 같다. 순수한 Red, Green, Blue와 그것들의 조합에 의한 White 조명을 얻기 위해 RGB LED를 개별적으로 컨트롤하였고, 밝기를 통제하기 위해 조도는 약 110 lux에 고정시켰다.[1)]

Table 1. Illuminance and CIE Color Coordinates of LED Lightings in Experiment 1

Lighting Hue	Lux(ave.)	x(ave.)	y(ave.)
Red	107.50	0.687	0.304
Green	114.56	0.188	0.739
Blue	108.60	0.141	0.029
White	112.36	0.257	0.197

실험에는 ㈜ 엘앤디에서 제작한 LED 광천장 시스템(3m×5m)이 사용되었는데, 설치 높이는 바닥으로부터 250cm이었다. 광천장 시스템이 설치된 감성조명실험실의 앞부분(약 1/4지점) 중앙에 실험용 테이블과 실험자극제시용 모니터가 위치하였고, 거기로부터 뒤쪽으로 약 3m 정도 떨어진 지점에 실험조명을 조절하고 실험프로그램을 작동하기 위한 실험자용 테이블과 컴퓨터가 위치하였다.

정서사진의 제시에는 22인치 LCD 모니터가 사용되었는데, 제시된 사진의 해상도는 1024×768 픽셀이었다. 모니터는 밝은 회색면의 실험용 테이블 중앙에 위치하였고, 실험참가자는 약 70cm의 거리에서 모니터에 제시되는 사진을 관찰하였다. 실험참가자가 모니터를 응시하고 있는 상황이었으므로 조명환경 이외에도 모니터로부터 나오는 빛에 의해 영향을 받을 가능성을 배제할 수는 없었으나, 본 연구에서는 각 실험색상조건에 사용된 정서사진들의 정서가와 각성차원 평균 점수를 최대한 일치시키고 다양한 내용의 정서사진을 각 실험조건마다 무작위로 할당함으로써 그러한

1) 각 조명 색상별로 측정된 조도에서 약간의 차이가 있었는데, 그것은 RGB 단위 색상값의 변화폭에 비해 조도의 변화폭이 상대적으로 컸고 그 차이가 색상마다 달랐기 때문이다. 모든 조명색상조건의 조도를 정확하게 일치시키는 데는 한계가 있었으나 본 연구에서는 그 차이가 실험에 영향을 줄 정도로 크지는 않다고 판단하였다.

문제를 피하고자 하였다.

실험조명조건의 측정에는 Konica-Minolta사의 CL-200 색도조도계(chroma/light meter)가 사용되었고, 측정은 80cm 높이의 실험용 책상의 윗면에서 이루어졌다. 실험자극의 제시와 평정 값의 입력 및 재인반응시간의 측정에는 Psychology Software Tools사의 실험용 S/W인 E-Prime 2.0가 사용되었고, 실험조명의 제어에는 DMX-512 프로토콜과 컨트롤러가 사용되었다. 실험통제와 조명통제를 위해 별도의 PC가 사용되었다.

실험절차 정서평정과제에서 실험참가자는 특정 색상의 조명 하에서 LCD 모니터에 3초간 제시되는 사진들을 본 다음, 그것에 대한 자신의 느낌을 정서가 차원(유쾌-불쾌)과 각성 차원(흥분-이완)에서 7점 척도를 사용하여 연속적으로 평정하였다. 정서평정과제가 끝나면 약 5분간의 휴식이 주어졌고, 이어진 재인기억검사에서는 조명을 끈 상태에서 모니터에 제시되는 사진들을 보면서 그것이 앞선 정서평정과제에서 본 사진이라고 판단한 경우에만 스페이스바를 눌렀다(go-no go 과제). 전체 실험에는 약 40분의 시간이 소요되었다.

4.2. 결과 및 논의

정서평정과제에서 얻어진 데이터에 대하여 반복측정 변량분석(variance analysis)을 실시한 결과, 먼저 정서가 차원에서 조명 색상에 따른 차이는 유의미하지 않았으나[$F(1,30) = 2.074$, p = n.s.], 조명색상 조건간 비교에서는 Red와 Green[$t(30) = -2.590$, $p < .015$], Red와 White[$t(30) = -2.153$, $p < .039$] 사이에서 유의미한 차이가 있었다. 한편, 각성 차원에서는 조명 색상에 따른 차이가 유의미하였으며[$F(1,30) = 12.389$, $p < .001$], 조명색상 조건 간 비교에서는 Red와 Green[$t(30) = 2.364$, $p < .025$], Red와 Blue[$t(30) = 2.060$, $p < .048$], Red와 White[$t(30) = 3.780$, $p < .001$] 사이에 유의미한 차이가 있었다.

그와 같은 결과는 대체로 Red 색상의 조명이 낮은 정서가(불쾌 감성)와 높은 각성(흥분 감성)을 유발하는 반면, Green과 White 색상의 조명은 높은 정서가(유쾌 감성)와 낮은 각성(이완 감성)을 유발함을 의미한다. 그림 1과 그림 2에서 볼 수 있듯이, Green 색상과 White 색상의 조명에 대한 정서가와 각성차원에서의 평정에서는 거의 차이가 없었다.

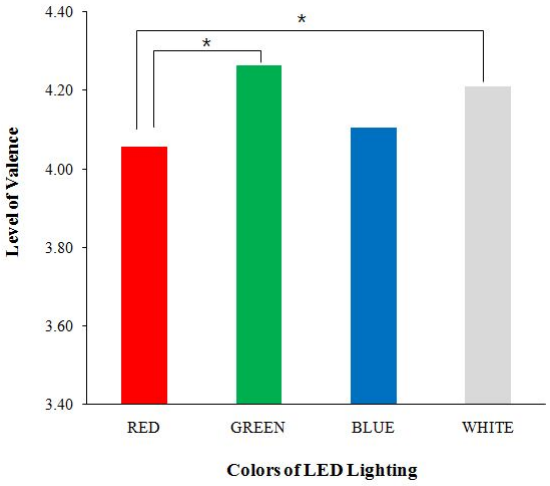

Figure 1. Result of Valence Rating on Affective Pictures under RGBW LED Lightings

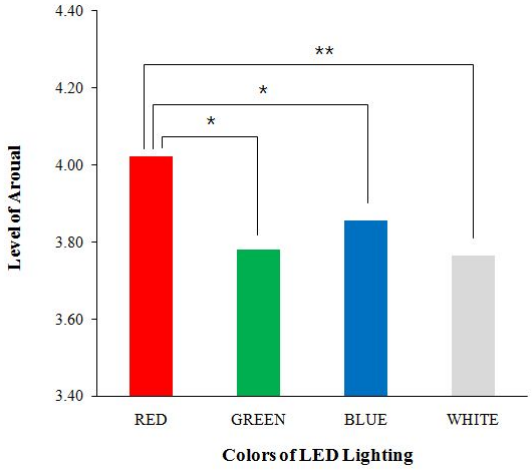

Figure 2. Result of Arousal Rating on Affective Pictures under RGBW LED Lightings

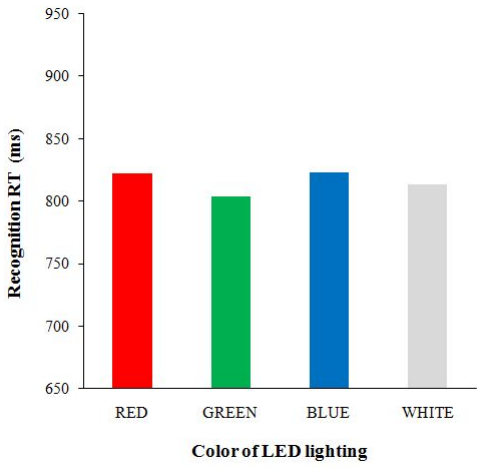

Figure 3. Result of Recognition Memory Task on Affective Pictures under RGBW LED Lightings

정서가 차원 평정에서 Blue에 대한 평정이 Red에 대한 평정만큼 낮은, 즉 높은 불쾌 점수를 보였다는 점은 다소 의외의 결과였는데, 대체로 Blue는 Red와 반대되는 심리적 효과를 보이는 색상으로 인식되어 왔고 기존 연구들에서도 주로 Blue와 Red에 대한 반응들을 비교해 왔기 때문이다(Goldstein, 1942; Stone & English, 1998; Mehta & Zhu, 2009).

한편, 재인기억검사 데이터에 대한 반복측정 변량분석 결과에서 정서사진자극이 제시되었던 조명색상에 따른 재인기억수행 반응시간의 차이는 유의미하지 않았으며[$F(1,30) = 0.021$, p = n.s.], 색상조건 별 비교분석에서도 Green 색상 하에서 제시되었던 사진들에 대한 반응시간이 다른 색상들에 비해 다소 빠른 경향이 있었으나 통계적으로 유의미한 차이를 보이지는 않았다.

재인기억검사 결과에서 유의미한 차이가 나오지 않은 것은 첫 번째 실험과제인 정서평정과제가 끝나고 나서 두 번째 실험과제인 기억재인검사에 들어가기 전에 주어진 휴식시간이 너무 짧았던 것과(약 5분), 사진자극이 가진 현저한(salient) 시각적 속성이 기억파지(retention) 및 재인(recognition)에 유리하게 작용하였기 때문일 것이다. 따라서 전반적으로 높은 정확반응률과 빠른 반응시간으로 인해 실험변인인 조명색상에 의한 효과나 그에 따른 실험조건 간의 차이가 사라져버리는, 소위 천장효과(ceiling effect)가 나타났을 가능성이 높다.

한편, 실험 1에서는 일차색에 해당하는 Red, Green, Blue, 및 White가 실험조명색상으로 사용되었는데, 그것들의 중간색(intermediate colors) 내지 이차색(secondary colors)인 Cyan, Magenta, Yellow가 정서평정과 기억수행에 미치는 효과를 살펴보는 것은 일차색과 이차색 유사성 및 둘 간의 관계를 이해하는 데 도움이 될 것이다.

5. 실험 2 : CMYW LED 색상에서 정서사진에 대한 평정과 재인

실험 2에서는 중간색이면서 감법 혼색(subtractive mixture of color)의 삼원색에 해당하는 Cyan, Magenta, Yellow와 그것들의 조합인 White가 정서평정과 기억수행에 미치는 영향을 알아보고 그 결과를 RGBW에서 얻어진 결과와 비교하고자 하였다.

5.1. 방법

실험참가자 영남대학교 재학생 31명(남자 17명, 여자 14명, 평균연령: 23.6세)이 실험에 참가하였으며, 모든 참가자들은 정상적인 시력(또는 교정시력)과 색감을 가지고 있었다. 실험참가는 자발적으로 이루어졌으며 실험참가에 대한 대가로 약간의 참가수당이 지급되었다.

실험자극 및 장치 실험 1에서 사용된 것과 동일한 사진자극이 실험 2에서도 사용되었으며, 실험조명조건은 표 2에 제시된 바와 같다. 조도를 실험 1에 비해 두 배로 증가시켜 약 220 lux로 고정하였는데, 이는 Yellow 색상이 근본적으로 밝은 특성을 가지므로 충분한 색감을 갖도록 하기 위해서였다. 그 밖의 실험조건은 실험1과 차이가 없었다.

Table 2. Illuminance and CIE Color Coordinates of LED Lightings in Experiment 2

Lighting Hue	Lux(ave.)	x(ave.)	y(ave.)
Cyan	228.48	0.150	0.168
Magenta	220.2	0.271	0.094
Yellow	227.5	0.466	0.504
White	222.825	0.259	0.197

실험절차 실험 1과 동일하였다.

5.2. 결과 및 논의

정서평정과제 데이터에 대한 반복측정 변량분석을 실시한 결과, 조명 색상에 따른 정서가 차원 평정값에서는 조명색상 사이에 유의미한 차이가 없었으며[$F(1, 30) = .071$, p = n.s.], 각 색상조건간 비교에서도 유의미한 차이를 보인 쌍은 없었다. 한편, 조명 색상에 따른 각성 차원 평정값에서 유의미한 차이가 없었으나[$F(1, 30) = .013$, p = n.s.], 각 색상조건간 비교에서는 Magenta와 Cyan 사이에서 유의미한 차이가 있었고[$t(30) = -2.401$, $p < .023$], Magenta와 Yellow, Magenta와 White 사이에서는 유의수준에 미치지는 못하였으나 Magenta에서의 평정값이 다른 색상에 비해 높은 경향을 보였다.

재인기억과제에 얻어진 데이터에 대한 반복측정 변량분석 결과, 정서사진자극이 제시되었던 조명 색상

에 따른 재인기억수행의 차이는 유의미하지 않았으며 [$F(1, 30) = 1.254$, p = n.s.], 각 색상조건 별 비교 분석에서도 Cyan 색상 하에서 제시되었던 사진들에 대한 반응시간이 다소 빠른 경향은 있었으나 통계적으로 유의미한 차이를 보이지는 않았다.

Cyan, Magenta, Yellow, White 색상의 LED조명을 사용한 실험 2의 결과는 각성수준에서의 정서평정에서만 부분적으로 Magenta가 Cyan이나 다른 색상보다 높은 평정결과를 보여주었을 뿐 정서가차원의 평정 결과나 재인기억검사 결과에서는 조명색상 간에 유의미한 차이를 보여주지 못하였다. 이러한 결과는 이차색(또는 중간색)에 해당하는 Cyan, Magenta, Yellow가 일차색(또는 요소색)인 Red, Green, Blue에 비해서 정서평정에 미치는 영향이 적다는 것을 의미한다.

6. 실험 3 : GBW LED 색상에서 정서단어에 대한 평정과 재인

실험 1과 2에서는 IAPS 정서사진을 사용하여 LED 조명의 색상이 정서평정과 재인기억에 미치는 효과를 알아보았다. 그러나 재인기억과제에서 조명색상에 의한 수행의 차이가 유의미하지 않았는데, 아마도 그것은 실험에 사용된 자극의 시각적 현저성과 휴식시간의 길이가 결과에 영향을 미쳤을 가능성이 있다. 따라서 실험 3에서는 실험자극을 정서단어로 바꾸고 휴식시간을 15분 정도로 늘임으로써 전체적인 정확반응률과 반응시간을 떨어뜨려 조명색상에 따른 재인기억반응의 차이를 보고자 하였다.

6.1. 방법

실험참가자 영남대학교 재학생 32명(남자 16명, 여자 16명, 평균연령: 23.7세)이 실험에 참가하였으며, 모든 참가자들은 정상적인 시력(또는 교정시력)과 색감을 가지고 있었다. 실험참가는 자발적으로 이루어졌으며 실험참가에 대한 대가로 약간의 참가수당이 지급되었다.

실험자극 및 장치 박인조 등(2005)에서 선택된 정서단어 100개가 실험자극으로 사용되었다(부록 2 참조). 단어들은 검은 바탕의 모니터 화면에 흰색 고딕체로 제시되었으며, 폰트 크기는 14였다. 실험조명조건은 실험 1과 동일하였다.

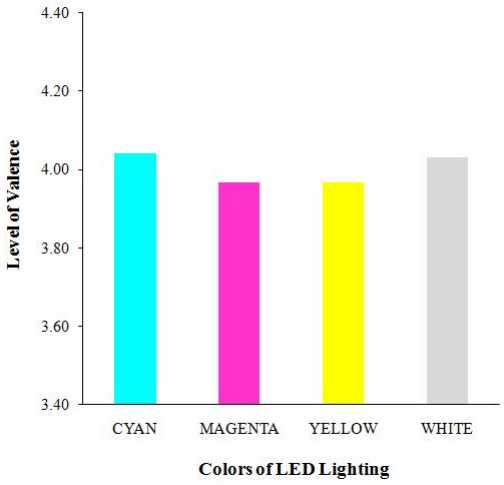

Figure 4. Result of Valence Rating on Affective Pictures under CMYW LED Lightings

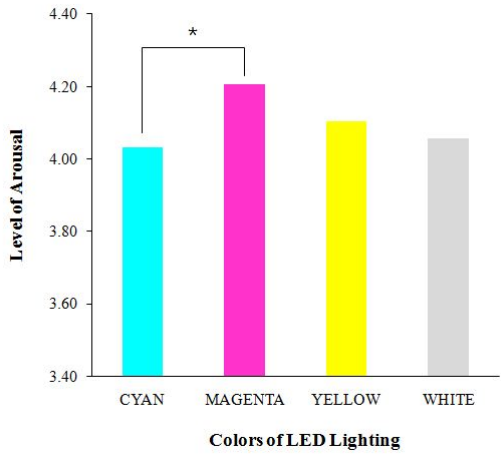

Figure 5. Result of Arousal Rating on Affective Pictures under CMYW LED Lightings

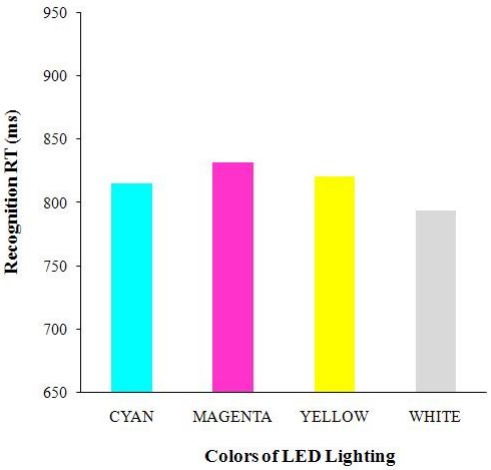

Figure 6. Result of Recognition Memory Test on Affective Pictures under CMYW LED Lightings

실험절차 정서평정과제가 끝나고 재인기억과제에 들어가기 전에 주어진 휴식시간이 5분에서 15분으로 늘어난 것을 제외하면 실험절차는 실험 1, 2와 동일하였다.

6.2. 결과 및 논의

정서평정과제 데이터에 대한 반복측정 변량분석(variance analysis)을 실시한 결과, 조명 색상에 따른 정서가 차원 평정값에서는 조명색상 사이에 유의미한 차이가 있었으며[$F(1, 31) = 7.510$, $p < .010$], 각 색상 조건별 비교에서는 Red와 Green[$t(31) = -2.544$, $p < .016$], Red와 White[$t(31) = -3.316$, $p < .002$]사이에서 유의미한 차이가 있었다. 한편, 각성 차원에서는 조명색상에 따른 차이가 유의미수준에 근접하였으며[$F(1,31) = 3.584$, $p > .068$], 각 조명색상조건별 비교에서는 Red와 Green[$t(31) = 2.080$, $p < .046$], Red와 White[$t(31) = 2.250$, $p < .032$] 사이에서 유의미한 차이가 있었다.

한편, 재인기억검사 데이터에 대한 반복측정 변량분석 결과에서 정서사진자극이 제시되었던 조명색상에 따른 재인기억수행 반응시간의 차이는 유의미하였고[$F(1,31) = .876$, $p = .027$.], 색상조건 별 비교 분석에서는 Red와 Green[$t(31) = 2.287$, $p < .029$] 사이에서 유의미한 차이가 관찰되었다.

실험 3의 정서평정과제에서 얻어진 결과는 실험 1의 결과가 상당히 유사하였다. 정서가 차원에서는 Green과 White가 유쾌 감성을, Red가 불쾌 감성을 유발하였고, 각성차원에서는 Red가 흥분 감성을 Green과 White가 이완 감성을 유발하였다.

하지만 재인기억과제의 결과는 실험 1이나 실험 2의 결과와는 달랐다. 조명색상조건들 사이의 차이가 유의미하였고, 특히 Green 조명색상조건에서 제시되었던 정서단어들에 대한 재인기억반응이 Red 조명색상조건에서의 반응에 비해 유의미하게 빨랐다. 이는 Green 색상의 LED 조명에서 제시된 단어들에 대한 기억파지와 재인이 유리하였음을 시사한다.

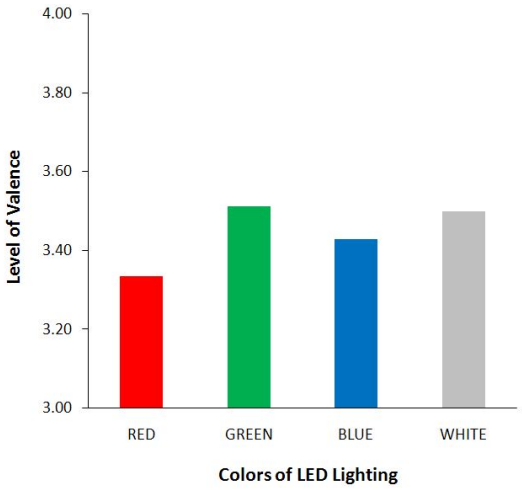

Figure 7. Result of Valence Rating on Affective Words under RGBW LED Lightings

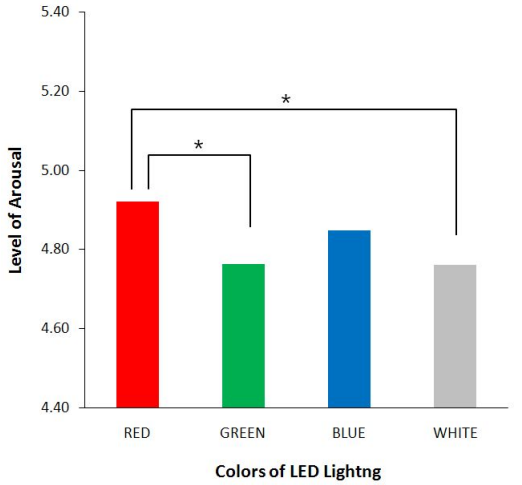

Figure 8. Result of Arousal Rating on Affective Words under RGBW LED Lightings

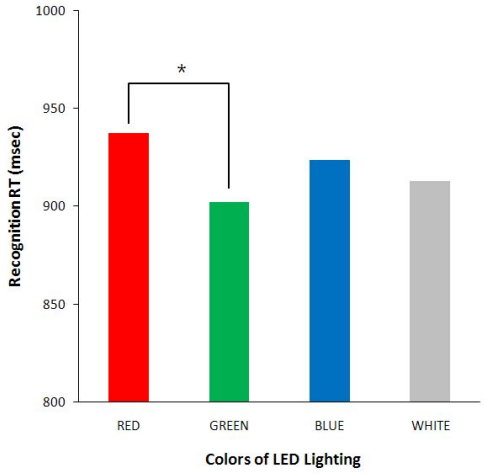

Figure 9. Result of Recognition Memory Test on Affective Words under RGBW LED Lightings

7. 전체 논의

본 연구에서는 LED 조명의 색상이 정서평정과 재인기억의 수행에 어떤 영향을 미치는지를 살펴보기 위하여 세 개의 실험을 실시하였다. 실험을 위한 LED 조명의 색상으로 실험 1과 3에서는 Red, Green, Blue, 및 White가, 실험 2에서는 Cyan, Magenta, Yellow, 및 White가 사용되었고, 실험자극으로는 실험 1과 2에서는 IAPS 정서사진이, 실험 3에서는 한국어 정서단어가 사용되었다. 그리고 모든 실험에서는 정서평정과제와 재인기억과제가 실시되었다. 정서평정과제에서는 정서가 차원과 각성 차원에서 제시된 IAPS 정서자극에 대한 평정이 이루어졌고, 재인기억과제에서는 정서평정과제에서 제시되었던 자극들에 대한 기억검사가 이루어졌다.

세 실험에서 얻어진 정서평정과제의 결과는 대체로 비슷하였는데, LED 조명의 색상이 일차색(Red, Green, Blue)일 때 Red는 흥분 감성(각성 차원)을, Green은 유쾌 감성(정서가 차원)을 유발하였다. 조명색상이 이차색(Cyan, Magenta, Yellow)일 때는 Magenta와 Cyan이 Red와 Green에 가까운 감성반응패턴을 야기하였으나 그 강도는 약하였다. 하지만 재인기억과제의 결과는 실험자극을 IAPS 정서사진을 사용한 실험 1과 2의 결과와 정서단어를 사용한 실험 3의 결과에서 차이가 났다. 즉, 실험 1과 2에서는 다른 조명색상조건들에 비해 Green과 Cyan 조명색상조건에서 제시되었던 사진자극들에 대한 재인기억반응이 다소 빠른 경향이 있었으나 그 차이가 통계적으로 유의미하지는 않았다. 하지만 실험 3에서는 Red와 Green 조명색상조건 사이에서 유의미한 차이가 있었는데, 특히 Green 조명색상조건에서 제시되었던 정서단어들에 대한 반응이 빨랐다.

정서단어를 실험자극으로 사용하고 정서평정과제와 재인기억과제 사이의 휴식시간을 늘인 실험3의 재인기억검사결과에서 유의미한 차이가 나온 것은 앞서 언급했듯이 실험 1과 실험 2에서는 짧은 휴식시간과 정서사진자극이 가진 현저한 시각적 속성들이 기억과정에 유리하게 작용하였을 가능성을 시사한다. 또한 모니터에 제시되었던 사진자극의 경우, 사진 자체가 가진 색채 내지 조명효과가 실험조명환경에 의한 효과를 감소시키거나 상쇄하였을 가능성이 있음에 비해 실험 3의 정서단어의 경우에는 동일한 모니터에 제시되었지만 검은 색 바탕에 흰색으로 제시됨으로써 조명색상에 의한 영향을 상대적으로 덜 방해했을 것이고 결과적으로 조명 색상은 정서단어에 대한 감성평가와 재인기억에 더 많은 영향을 미쳤을 것이다.

그와 같은 결과들을 통해 알 수 있는 것은 정서자극에 대한 평정과 같은 간접적인 정서반응평가를 통해서도 Red나 Magenta와 같은 난색들은 불쾌감이나 흥분과 관련된 감성을 유발하는 경향이 있는 반면, Green이나 Cyan과 같은 한색들은 유쾌함이나 이완과 관련된 감성을 유발하는 경향이 있다는 것이다. 그리고 동일한 난색이나 한색이라 하더라도 일차색들이 이차색들보다는 강한 정적 내지 부적 감성을 유발한다는 것이다. 그리고 기억과 같은 인지반응평가에 있어서는 정서사진과 같은 시각자극에 비해 정서단어와 같은 언어자극을 사용하고 적절한 시간간격을 두어 재인기억검사를 실시했을 때, Green 색상의 조명은 Red 색상의 조명에 비해 상대적으로 빠른 재인기억반응을 야기하며 이는 Green 색상의 조명이 언어와 관련된 재인기억 내지 학습에 도움을 줄 가능성이 있음을 시사한다.

한편, 비교 내지 준거조건으로 포함시켰던 White 조명색상조건에서의 정서평정이나 재인기억 수행은전반적으로 Green이나 Cyan 색상 조명에서의 수행과 별 차이가 없었는데, 그러한 결과는 White 조명색상에 대한 감성반응이 대체로 긍정적(유쾌 또는 이완)이고 Green이나 Blue, 그리고 Cyan이나 Yellow와 큰 차이를 보이지 않음을 의미한다. 따라서 본 연구에서 사용된 조명색상들을 모두 고려했을 때, White 조명색상은 Red나 Magenta와는 멀고 Green이나 Cyan 등에 가까운 감성반응 내지 심리적 효과를 유발하는 경향이 있음을 알 수 있다.

한 가지 특이한 점은 정서가 차원 평정에서 Blue에 대한 평정이 Red에 대한 평정만큼 낮은, 즉 높은 불쾌반응을 보였다는 것이다. 앞에서 언급했듯이, Blue는 Red보다는 Green에 가까운 심리적 효과를 야기한다는 것이 색채심리와 관련된 지금까지의 대체적인 연구결과이다. 하지만 본 연구의 결과는 Blue 색상이 조명에 적용되었을 때는 그와는 다른 정서적 또는 인지적 효과를 야기할 가능성이 있음을 시사한다. 실험 후에 이루어진 구두 면담에서 일부 실험참가자들이 Blue 색상의 조명에 대해 다소 거부감을 느낀다고 보고한 것도 이와 관련이 있을 것으로 보인다. 최근에 Laufer 등(2009)은 노인들을 대상으로 색채조명의 심리생리적인 효과를 살펴보았는데, 거기서도 주관적인 평가결

과에서는 Blue 색상의 조명이 Red 색상의 조명보다 유의미하게 불쾌하거나 활성화시키는 것으로 나타났다. 그러므로 후속연구에서는 Blue 색상에 의한 감성반응에 좀 더 관심을 가질 필요가 있을 것으로 보인다.

본 연구의 결과는 비록 간접적이긴 하지만 정서사진 및 정서단어에 대한 평정과 재인기억을 통해 LED 조명의 색상이 인간의 정서 및 인지수행에 미치는 효과를 경험적으로 확인하였다는 점에서 의의가 있으며, 그 결과는 조명 감성에 대한 이해의 기초를 제공하고 향후 LED 감성조명 시스템 개발을 위한 기초데이터로 활용될 수 있을 것이다. 하지만 본 연구에서는 기본적인 색상과 조도의 LED조명이 사용되었고 실험참가자의 감성반응 역시 행동데이터에 의존하였으므로 그 결과의 해석과 적용은 제한적일 수밖에 없을 것이다. 후속연구에서는 좀 더 다양한 색상과 밝기의 LED 조명조건과 실험과제들, 그리고 행동데이터뿐만 아니라 뇌파, 심장박동률, 전기피부반응 등과 같은 다양한 심리생리적 측정치를 이용한 실험을 실시할 필요가 있을 것이다.

Appendix 1. Affective Picture Stimuli used in Experiment 1 & 2

Set No.	IAPS No.	Valence (ave.)	Valence (SD)	Arousal (ave.)	Arousal (SD)	Set No.	IAPS No.	Valence (ave.)	Valence (SD)	Arousal (ave.)	Arousal (SD)
1	1070	3.96	2.3	6.16	2.08	3	1310	4.6	1.62	6	1.8
	1240	4.22	1.94	4.92	2.17		1710	8.34	1.12	5.41	2.34
	1450	6.37	1.62	2.83	1.87		1740	6.91	1.38	4.27	2.03
	1510	7.01	2.07	4.28	2.47		2230	4.53	1.22	4.13	1.68
	1540	7.15	1.96	4.54	2.35		2340	8.03	1.26	4.9	2.2
	1560	5.97	2.32	5.51	2.19		2540	7.63	1.51	3.97	2.33
	1600	7.37	1.56	4.05	2.37		2600	5.84	1.85	4.16	1.74
	1640	6.27	2.22	5.13	2.2		3160	2.63	1.23	5.35	1.79
	1650	6.65	2.25	6.23	1.99		3170	1.46	1.01	7.21	1.99
	1660	6.49	1.89	4.57	2.39		3220	2.49	1.29	5.52	1.86
	2020	5.68	1.99	3.34	1.89		3230	2.02	1.3	5.41	2.21
	2120	3.34	1.91	5.18	2.52		3250	3.78	1.72	6.29	1.63
	2200	4.79	1.38	3.18	2.17		4310	6.04	1.94	5.42	2.24
	2260	8.06	1.42	4.26	2.44		4520	6.16	1.54	4.8	2.25
	3030	1.91	1.56	6.76	2.1		4660	7.4	1.36	6.58	1.88
	3120	1.56	1.09	6.84	2.36		5200	7.36	1.52	3.2	2.16
	4210	5.72	2.97	6.08	2.81		5220	7.01	1.5	3.91	2.27
	4510	5.51	2.5	3.89	2.86		5870	6.78	1.76	3.1	2.22
	5010	7.14	1.5	3	2.25		5900	5.93	1.64	4.38	2.1
	5500	5.42	1.58	3	2.42		6000	4.04	1.74	4.91	2.17
	5750	6.6	1.84	3.14	2.25		7100	5.24	1.2	2.89	1.7
	6210	2.95	1.83	6.34	2.14		7130	4.77	1.03	3.35	1.9
	6610	3.6	1.79	5.06	2.39		7190	5.55	1.34	3.84	2.06
	7090	5.19	1.46	2.61	2.03		8200	7.54	1.37	6.35	1.98
	7200	7.63	1.74	4.87	2.59		9270	3.72	1.51	5.24	2.15
	Ave.	**5.4624**	**1.8676**	**4.6308**	**2.292**		Ave.	**5.432**	**1.4384**	**4.8236**	**2.0272**
2	1670	5.82	1.63	3.33	1.98	4	1270	3.68	1.85	4.77	2.44
	2210	4.7	0.93	3.08	1.76		1910	6.71	1.8	3.29	2.29
	2510	6.91	1.91	4	2.1		1920	7.9	1.48	4.27	2.53
	4290	7.61	2.56	7.2	2.63		2080	8.09	1.47	4.7	2.59
	4530	6.19	1.82	5.31	2.4		2170	7.55	1.42	4.08	2.48
	4610	7.29	1.74	5.1	2.29		2370	7.14	1.46	2.9	2.14
	4650	6.96	1.54	5.67	2.14		2620	5.93	1.63	2.72	2.16
	5830	8	1.48	4.92	2.65		2630	6.35	1.92	3.92	2.53
	6930	4.39	1.82	4.88	2.2		2710	2.52	1.69	5.46	2.29
	7000	5	0.84	2.42	1.79		2730	2.45	2.25	6.8	2.21
	7050	4.93	0.81	2.75	1.8		3190	3.69	1.67	5.01	1.95
	7170	5.14	1.28	3.21	2.05		4230	4.86	2.34	4.7	2.21
	7270	7.53	1.73	5.76	2.21		4680	7.25	1.83	6.02	2.27
	7280	7.2	1.8	4.46	2.38		5300	6.91	1.8	4.36	2.62
	7500	5.33	1.44	3.26	2.18		5970	4.14	1.77	4.88	2.59
	8030	7.33	1.76	7.35	2.02		6020	3.41	1.98	5.58	2.01
	8080	7.73	1.34	6.65	2.2		6940	3.53	2.07	5.35	2.02
	8130	6.58	1.34	5.49	2.07		7350	7.1	1.98	4.97	2.44
	9000	2.55	1.55	4.06	2.25		7700	4.25	1.45	2.95	2.17
	9040	1.67	1.07	5.82	2.15		7710	5.42	1.58	3.44	2.21
	9050	2.43	1.61	6.36	1.97		7900	6.5	1.72	2.6	2.08
	9080	4.07	1.45	4.36	2.17		8040	6.64	1.56	5.61	2.01
	9090	3.56	1.5	3.97	2.12		8060	5.36	2.23	5.31	1.99
	9110	3.76	1.41	3.98	2.23		8510	7.32	1.72	4.93	2.56
	9160	3.23	1.64	5.87	1.93		9300	2.26	1.76	6	2.41
	Ave.	**5.4364**	**1.52**	**4.7704**	**2.1468**		Ave.	**5.4784**	**1.7772**	**4.5848**	**2.288**

Appendix 2. Affective Word Stimuli used in Experiment 3

Stimulus Set	Affective Word	Valence	Activation	Stimulus Set	Affective Word	Valence	Activation
1	즐겁다	5.89	5.54	3	기쁘다	5.94	5.56
	신명나다	5.61	5.36		살맛나다	5.75	5.16
	흥미롭다	5.56	4.76		평안하다	5.63	2.06
	감동하다	5.45	4.47		열광하다	5.52	6.66
	편안하다	5.40	2.33		흐뭇하다	5.48	3.85
	매료되다	5.25	4.69		흥미진진하다	5.40	5.21
	맘놓다	4.98	2.28		후련하다	5.33	3.61
	짝사랑하다	4.28	4.41		안도하다	4.78	2.01
	놀라다	4.12	5.67		놀랍다	4.35	5.61
	당황하다	3.07	4.83		경탄하다	3.99	5.35
	애처럽다	3.01	3.66		측은하다	3.07	3.40
	걱정하다	2.94	3.94		겸연쩍다	3.04	3.46
	무안하다	2.91	3.69		허전하다	2.91	2.53
	착잡하다	2.83	2.83		민망하다	2.85	4.39
	어처구니없다	2.69	4.05		당혹하다	2.94	4.90
	기막히다	2.67	4.72		고뇌하다	2.71	3.72
	갈등하다	2.59	4.82		겁나다	2.61	5.56
	발끈하다	2.57	5.54		꺼리다	2.58	4.04
	아찔하다	2.51	5.61		낭패스럽다	2.51	4.62
	섭섭하다	2.47	3.83		우울하다	2.49	2.80
	막막하다	2.44	3.52		두렵다	2.43	5.32
	서러워하다	2.41	4.05		밉다	2.25	5.04
	불만족하다	2.38	3.99		골나다	2.25	5.25
	성나다	2.33	6.10		경악하다	2.15	6.03
	서글프다	2.33	3.81		애통하다	2.07	4.83
	화나다	2.17	5.91		진노하다	1.97	5.36
	끔찍하다	2.13	5.45		낙망하다	1.93	3.05
	괘씸하다	2.11	5.10		좌절하다	1.87	3.70
	원망하다	1.86	4.63		분노하다	1.84	6.17
	치떨리다	1.80	5.62		경멸하다	1.74	5.59
	Ave.	**3.29**	**4.51**		Ave.	**3.35**	**4.49**
2	신나다	5.96	5.89	4	반갑다	5.91	5.29
	만족하다	5.64	3.98		흥겹다	5.72	5.50
	편하다	5.54	2.70		재미있다	5.72	4.79
	고맙다	5.50	3.77		평화롭다	5.62	2.24
	감격하다	5.43	5.19		평온하다	5.46	2.46
	안락하다	5.41	1.90		속시원하다	5.43	4.15
	설레다	5.21	5.26		감탄하다	5.11	5.03
	반하다	4.94	4.63		고무되다	4.73	4.16
	부럽다	4.00	4.37		우습다	3.72	4.44
	담담하다	3.53	2.70		멋쩍다	3.38	3.55
	황당하다	3.30	4.92		딱하다	2.99	3.98
	안타깝다	2.95	3.52		망설이다	2.97	3.81
	어이없다	2.89	3.82		애도하다	2.96	3.32
	서운하다	2.84	3.18		기겁하다	2.74	5.67
	성내다	2.75	5.86		미안하다	2.91	4.01
	고민하다	2.75	3.29		낯뜨겁다	2.88	5.31
	슬프다	2.69	3.44		염려하다	2.76	3.95
	무시무시하다	2.54	5.16		무섭다	2.58	5.39
	불안하다	2.51	4.88		의기소침하다	2.51	2.79
	언짢다	2.50	4.13		노엽다	2.48	5.32
	질겁하다	2.45	5.41		한스럽다	2.27	4.13
	곤혹스럽다	2.26	5.28		소름끼치다	2.35	5.85
	싫다	2.24	4.76		질색하다	2.23	5.07
	분하다	2.22	5.41		낙심하다	2.17	3.20
	답답하다	2.20	3.64		불행하다	2.16	4.19
	낙담하다	2.01	3.23		격분하다	2.11	5.82
	괴롭다	1.93	3.85		증오하다	1.75	5.85
	원통하다	1.85	5.22		침울하다	2.03	2.85
	혐오하다	1.80	5.57		격노하다	1.98	5.89
	역겹다	1.67	5.13		절망하다	1.91	3.86
	Ave.	**3.32**	**4.34**		Ave.	**3.32**	**4.40**

REFERENCES

Ahn, S. H., Lee, S. H., & Kwon, O. S. (1993). Activation dimension: a mirage in the affective space? *Korean Journal of Social Psychology, 7(1),* 107-123.

Bradley, M. M. & Lang, P. J. (2007). The International Affective Picture System (IAPS) in the study of emotion and attention. In J. A. Coan and J. J. B. Allen (Eds.), *Handbook of Emotion Elicitation and Assessment* (pp. 29-46). Oxford University Press.

Baek, C. H., Kim, Y. J., Kim, H. S., & Park, S. O. (2010). The analysis of color emotion for LED light. *Journal of Korean Society of Color Studies, 24(3),* 67-79.

Baik, S. H., Jeong, I. Y., Shin, H. Y., & Kim, J. T. (2009). Effects of correlated color temperature of LED light sources and a fluorescent light source on visual performance. *Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers, 23(1),* 18-26.

Choi, K. Y. & Eo, I. S. (2010). LED sensitive light system development by brain-wave. *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society, 11(1),* 61-66.

Chong, W. S., Yu, M., Kwon, T. K., & Kim, N. G. (2007). Study on the effect of cognitive function by color light stimulation. *Journal of the Korean Society for Precision Engineering, 24(10),* 131-136.

Elliot, A. J., Maier, M. A., Moller, A. C., Friedman, R., & Meinhardt, J. (2007). Color and psychological functioning: the effect of red on performance attainment. *Journal of Experimental Psychology: General, 136(1),* 154-168.

Goldstein, K. (1942). Some experimental observations concerning the influence of colors on the function of the organism. *Occupational Therapy and Rehabilitation, 21,* 147-151.

Hahn, D. W. & Kang, H. J. (2000). Appropriateness and frequency of emotion terms in Korea. *Korean Journal of Psychology, 19(2),* 63-99.

Harmon-Jones, E. & Sigelman, J. (2001). State anger and prefrontal brain activity: Evidence that insult-related relative left-prefrontal activation is associated with experienced anger and aggression. *Journal of Personality and Social psychology, 80,* 797-803.

Hong, J. I., Park, Y. K., & Park, S. H. (2009). A study on the appropriate visual color of RGB LED lighting - focusing on beef color. *Journal of Korean Society of Color Studies, 23(4),* 61-71.

Hong, J. I., Park, Y. K., & Seo, M. J. (2010). A study on the LED lighting and background color for a bakery - focusing on the bread color of YR order. *Journal of Korean Society of Color Studies, 24(1),* 106-113.Hong, C-H. (2004). Validation study of the Korean emotional experience scale. *The Korean Journal of Clinical Psychology, 23(3),* 771-787.

Hwang, M. C., Ryu, E. K., & Kim, C. J. (1998). A study on discrimination sensitivity between EEG patterns under IAPS (International Affective Picture System) stimuli. *Journal of the Ergonomics Society of Korea, 17(1),* 1-9.

Jee, S. D., Choi, K. J., Kim, H. K., & Lee, S. H. (2006). Sensibility evaluation of color temperature and rendering index to the LED-based white illumination. *Korean Journal of the Science of Emotion & Sensibility, 9(4),* 353-366.

Jung, Y. H., Kim, Y. S., & Choi, A. S. (2008). A study on the preference of fluorescent lamp and white LEDs by the comparison of color temperature in a office space. In *Proceedings of KIIEE Annual Spring Conference 2008,* 3-6.

Kim, H. T., Pak, H., Lee, K., & Hwang, I. J. (2010). Sensibility evaluation and psychophysiological measurement of LED and conventional types of lighting in different color temperatures. In *Proceedings of The 4th International Conference on LED and Solid State Lighting,* 77-78.

Kim, Y., Kim, J., Park, S., & Chung, C. (1998). Dimension of the emotion structure through the analyses of emotion related terms in Korean language. *Korean Journal of the Science of Emotion & Sensibility, 1(1),* 145-152.

Kim, Y. H., Kim, H. J., Ku, S. M., Ahn, J. H., & Yi, C. W. (2010). A study on visual clarity according to changed of the intensity of radiation of LED lighting. In *Proceedings of KIIEE Annual Spring Conference*

2010, 148-149.

Laufer, L., Lang, E., Izso, L., & Nemeth, E. (2009). Psychophysiological effects of coloured lighting on older adults. *Lighting Research and Technology, 41,* 371-378.

Lee, J. S., Kim, W. D., & Kim, S. Y. (2009). Sensibility evaluation of LED lighting and fluorescent lamp based on color temperature. *Journal of the Architectural Institute of Korea: Planning & Design,* 25(4), 263-270.

Lee, K., Hwang, I. J., Kim, H. T., & Pak, H. (2009). Sensibility dimensions of LED lighting on the semantic differential method. *Journal of the Lighting Emitting Diodes, 1(1),* 54-69.

Lee, K. H., Yi, I., Park, K. J., Choi, S., & Sohn, J. H. (1998). Development of a standardized Korean affective picture system (KAPS): a preliminary study. In *Proceedings of Korean Society for Emotion & Sensibility Fall Conference 1998,* 74-79.

Levy, I. B. (1984). Research into the psychological meaning of color. *American Journal of Art Therapy, 23,* 58-62.

Mehta, R. & Zhu, R. J. (2009). Blue or red? Exploring the effect of color on cognitive task performance. *Science, 323,* 1226-1229.

Min, B., Chung, S., Kang, I., Choi, J., & Kim, C. (2003). Evaluation of two-dimensional space of human sensibility mutation by IAPS. *Korean Journal of the Science of Emotion & Sensibility, 6(2),* 21-28.

Pak, H. & Lee, C. S. (2010). The effect of LED lighting hue on the emotion rating and memory performance. In *Proceedings of Proceedings of Korean Society for Emotion & Sensibility Fall Conference 2010,* 37-38.

Pak, H., Lee, C. S., Jang, J. S., Lee, K., & Kim, H. T. (2011). A consideration and prospects of psychological research on lighting. *Korean Journal of Psychology: General, 30(1),* 23-43.

Park, I. J. & Min, K. M. (2005). Making a list of Korean emotion terms and exploring dimensions underlying them. *Korean Journal of Social and Personality Psychology, 19(1),* 109-129.

Park, C. (2008). A study on the hierarchical structure of color sensibility. *Korean Journal of Cognitive Science, 19(1),* 41-56.

Park, T. & Park, S. (2009). Emotional evaluation about IAPS in Korean university students. *Korean Journal of Cognitive Science, 20(2),* 183-195.

Sohn, J. H., Sokhadze, E. M., & Lee, K. H. (2000). Psychophysiological reactivity to affective visual stimulation of negative emotional valence: comparative analysis of autonomic and frontal EEG responses to the IAPS and the KAPS. *Korean Journal of the Science of Emotion & Sensibility, 3(2),* 29-40.

Sohn, J. H., Sokhadze, E. M., Yi, I., Lee, K. H., & Choi, S. (1998). Patterns of autonomic responses to affective visual stimulation: skin conductance response, heart rate and respiration rate vary across discrete elicited-emotions. *Korean Journal of the Science of Emotion & Sensibility, 1(1),* 79-91.

Stone, N. M. & English, A. J. (1998). Task type, posters, and workspace color on mood, satisfaction, and performance. *Journal of Environmental Psychology, 18,* 175-185.

Suk, H. J. & Kim, G. (2010). The influence of chromaticity of LED lighting on time perception. *Korean Journal of the Science of Emotion & Sensibility, 13(1),* 69-78.

Suk, J. J., Jeong, S. H., Park, J. M., Park, J. Y., & Chung, E. V. (2007). Emotional responses to the color modes of a picture. *Journal of Korean Society of Design Science, 20(5),* 229-238.

원고접수 : 2011.03.01
수정접수 : 2011.06.24
게재확정 : 2011.06.29