

<https://doi.org/10.7236/JIIBC.2020.20.4.123>  
JIIBC 2020-4-17

## 형태의 비율에 따른 색채 지각 관련 연구

### A Study on Colour Recognition Based on Aspect Ratio

홍지영\*, 신진섭\*\*

Ji-Young Hong\*, Jin-Seob Shin\*\*

**요약** 디지털 영상 분야의 기술은 다양한 멀티 플랫폼을 기반으로 스트리밍, 주문형, 인터랙티브, 데이터 기반 서비스 등 디지털 영상 분야의 기능을 급격하게 변모시켜왔다. 이러한 디지털 영상 콘텐츠의 미디어 환경을 제공하는 디스플레이 산업 역시 다양한 변천을 거듭하며 진화하고 있는 실정이다. 현재까지 보급된 디스플레이 화면 비율은 매우 다양하며 콘텐츠의 목적에 맞도록 디스플레이 화면 비율을 설정하는 방식으로 사용되고 있다. 본 연구에서는 형태의 비율을 디스플레이 화면 비율에 근거하여 색채 속성과의 연관성을 알아보고자 정신물리학 실험을 진행하고 이를 분석하였다. 실험에 사용된 색채는 시지각 기반의 먼셀 색채를 사용하였으며 각각의 색채 속성을 알아보고자 색상, 밝기, 채도 특성에 대해 형태의 비율에 따라 분석하였다. 본 연구에서 진행된 실험결과를 분석하여 형태의 비율에 따라 색채 속성 변화의 기초 연구 자료로써 유의미 여부를 정의하고 향후 연구 방향을 제시한다.

**Abstract** Technology in digital video has changed the functions of the digital video field based on various platforms, including streaming, on-demand, interactive, and data-based services. The displays that provide the visual representations of these digital video contents have also been improving with various changes. There is a variety of display screen ratios currently available, with the ratio of the display screen being based on the intended purpose. This study conducted a psychophysics experiment to examine the correlation between colour properties and shape ratio based on the display screen ratio, and then analysed the results. The colours used in the experiment were visual perception-based Munsell colours, and the hue, brightness, and chroma attributes were analysed according to the shape ratio to examine colour properties. The analysis of the results of this study defined the significance of the study as basic data for future studies on colour property changes based on shape ratio, and suggested directions for future studies.

**Key Words** : Colour, Form, Display, Aspect ratio, Visual perception.

## 1. 서론

디지털 영상 기술의 발전은 다양한 미디어 환경을 구축하고 있으며 급격하게 변모하고 있다. 디지털 영상 기

술을 뒷받침 해 주는 역할로 미디어 환경을 제공하고 있는 디스플레이는 산업부가 선정한 13대 주력품목 중 하나이며 디스플레이 관련 산업은 전후방 연관효과가 큰 기술력 기반의 장치 산업에 해당된다.

\*정회원, 경민대학교 영상콘텐츠과(교신저자)

\*\*정회원, 경민대학교 정보통신과

접수일자 2020년 6월 5일, 수정완료 2020년 7월 15일

게재확정일자 2020년 8월 7일

Received: 5 June, 2020 / Revised: 15 July, 2020 /

Accepted: 7 August, 2020

\*Corresponding Author: placebo\_joan@kyungmin.ac.kr

Department of Visual Contents, Kyung Min University, Korea

디스플레이는 1950년대 브라운관 TV 보급과 함께 본격적으로 성장하였으며, 1990~2000년대 평판 디스플레이(PDP, LCD)를 거쳐 현재는 OLED, QLED 및 마이크로 LED 등 다양한 형태의 디스플레이가 등장하고 있다. 아바타와 함께 시작된 입체 영상 재현 가능한 3D 및 AR/VR은 2016년 CES 이후 많은 기대가 있었으나 현재는 특별한 영상 콘텐츠에 제한되어 활용될 뿐 산업 활성화는 지연되고 있다. 최근 인텔, 구글과 같은 글로벌 기업들이 플랫폼을 포함한 생태계 구축에 노력하고 있지만 일반 시청자에게 다가가기에는 시간적·기술적인 문제가 여전히 대두되고 있는 실정이다.

현재 일반적으로 보급화 되어있는 디스플레이는 16:9 비율로 HD, FHD, QHD, UHD등이 이에 해당된다. 4:3 비율은 과거 CRT 모니터에서 주로 사용했던 비율이며 현재 16:9 비율 외에 16:10, 21:9 등 다양한 비율의 디스플레이가 출시되었다. 와이드 스크린의 변화는 지금도 현재 진행형이며 4:3에서 16:9로 와이드 스크린의 니즈를 반영했듯이, 16:9보다 더 폭이 넓은 21:9 시장도 개화했다.

디스플레이 화질 평가 시 다양한 정량적 평가가 진행되고 있으나 무엇보다 중요한 것은 시각적인 측면에서 평가되는 화질이라 할 수 있다. 시각적 화질 평가에서 색채 관련 분야는 디스플레이가 표현할 수 있는 색역(Colour gamut)을 포함하여 기억색, 피부색, 시인성 등 다양한 연구가 진행되어왔다[1]. 또한 디스플레이와 연관된 색채 분야 선행연구로는 크기와 색채간의 연관성 관련 연구 및 선호색 등 시지각에 기반을 둔 연구들이 진행되고 있다[2][3].

색채와 형태관련 기초연구로는 Wassily Kandinsky의 연구로 예를 들어 노란색 삼각형, 빨간색 사각형, 파란색 원 등 색채와 도형을 연결 짓는 연구 결과가 있으며 이외 Makin과 Wuerger[4]의 색채와 형태간의 연관성 유무관련 실험 및 Holmes와 Zanker[5]의 색채와 형태의 연관성이 개인의 미적 선호 수준에 존재한다는 실험 결과 등이 있다.

따라서 본 연구에서는 인간의 시각적 특성을 기반으로 형태의 비율에 따른 색채 속성 특성에 대한 기초연구를 진행하여 진화하는 디스플레이의 비율(Asspect ratio)에 따라 색채 속성의 변화에 대해 알아보려고 한다. 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 색채와 형태를 인지하는 시각 특성에 대해, 제 3장에서는 구체적인 실험 방법을 기술한다. 제 4장에서는 도출된 실험 결과에 대해 기술하고 끝으로 제 5장에서 결론 및 향후 연구과제에 대

해 기술한다.

## II. 시각적 인지 특성

물체를 인지하는데 있어서 시지각 활동은 시세포에서 변환된 신호가 뇌에 전달되며 이 신호를 전달하는 것이 시신경의 역할이다.

생물학적 분야에서 시지각 활동은 수평 세포, 쌍극 세포, 아마크린 세포를 통해 신경절 세포에서 수렴되어 시신경 선추로 이어진다. 뇌의 시각피질에서는 개별로 전달되어 온 색채, 형태, 운동 등 관련 정보가 통합되며 기억의 정보가 더해짐으로써 물체 인식이 이루어진다. 시각피질은 많은 영역으로 구성되어 있으며 빛이 망막의 각기 다른 부위를 자극했을 때 그에 대응하는 시각피질 부위가 반응한다. 빛 자극은 양쪽 눈의 망막을 구성하는 광수용기 및 망막절 세포 등을 통해 전기 화학적 정보로 변환되며 하위의 시각 처리 경로를 지나 1차 시각 피질(Primary visual cortex, V1)에 도달한다. 그림 1에서 보이는 바와 같이 하늘색과 주황색으로 표현된 신경 경로는 양 시각 영역의 우측과 좌측에 주어진 정보 전달 경로를 의미한다. 시신경 교차(Optic Chiasma)를 지나며 양쪽 눈의 시신경이 시각 영역의 방향을 기준으로 통합된다. 통합 및 분리된 경로들은 양반구에 있는 LGN을 지나며 우반구의 LGN은 좌측 정보만, 좌반구의 LGN은 우측 정보만 처리하게 된다. 후두엽(Occipital lobe)에 위치한 V1은 각 반구의 LGN으로부터 처리된 정보들이 처음으로 도달하는 피질 영역으로 V1의 각 층은 양안 정보를 전달 받는다.

신경 과학 분야에서는 시각 정보 처리가 물체의 특징 분석으로 이루어지며, 일련의 정보 처리 단계에서 수렴과 합성이 이루어진다. 이는 신경 구조가 광범위한 지각 적 통합 기능을 가능하게 한다는 것을 의미한다. 형태를 인지하는데 있어서 초기단계에서는 서로 상호 작용하는 여러 개의 독립적인 시스템에 의해 인지되고 각 시스템은 색상 공간에서 서로 다른 특성을 갖는다. 이후 처리 단계에서는 서로 다른 시스템에서 온 정보를 결합 할 수 있는 메커니즘이 발생하여 형태를 인지하게 된다.

망막에 들어오는 시각정보를 분석해보면 형태, 색채, 입체감 관련 정보는 없으며 단지 망막에 존재하는 광자들의 확률 분포에 불과하다는 것을 알 수 있다. 형태, 색채, 입체감 관련 정보 모두 시각 피질과 뇌 영역들이 만들어낸 계산적 결과물에 해당된다. 시각적으로 인지되는

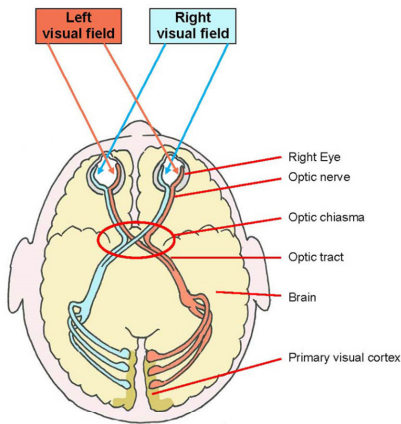


그림 1. 시지각 경로  
 Fig. 1. The optic pathway

물체는 그 상태로 뇌에 입력된 것이 아니라 뇌를 통해 시각적 프로세스를 거쳐 출력된 결과물이라 할 수 있다.

본 연구에서는 시각적 인지 관련 색채와 형태에 관한 기초연구로써 형태에 해당하는 비율에 따라 색채 속성을 다르게 인지하는지 알아보고자 한다.

### III. 정신물리학 실험 방법

본 연구는 비율의 변화에 따라 색채 속성 각각에 대해 인지하는 정도의 차이를 알아보고자 시지각 색채 분류체계로 구성된 먼셀 색상을 실험 자극으로 사용하였으며 실험에 사용된 색채 자극의 분포도는 그림 2와 같다. 색채 자극의 분포를 나타낸 CIELAB 색공간은 CIE에서 1976년에 색채의 수치적인 표시를 위하여 제안한 색공간이다. CIELAB 시스템에서는 색채를 표시하는데  $L^*$ (lightness),  $a^*$  (red-green),  $b^*$  (yellow-blue) 3가지 속성으로 색채를 나타낸다.

실험에 사용된 색채 자극은 다음과 같다. 인간의 시지각 색채 분류체계로 구성된 먼셀 색채를 기반으로 10가지 기본 색상으로 선정하였다. 명도(Value)는 7, 채도(Chroma)는 12에 해당하는 총 10가지 색상을 사용하였으며 이는 먼셀 색체계에서 10가지 색상전체가 지각적으로 색채 인지가능한 범위이다. 실험 자극은 먼셀 C광원에서 측정된 X, Y, Z를 D65환경과 동일하게 백색 광원값을 활용하여 변환한 후 실험에 적용하였으며 X, Y, Z 값은 표 1과 같다.

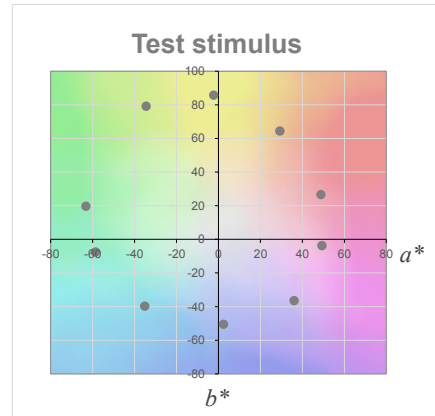


그림 2. CIELAB 색공간에서 실험에 사용된 색채 속성 분포도  
 Fig. 2. Colour properties distribution chart used in experiments in CIELAB colour space

표 1. 실험에 사용된 먼셀 색채의 X, Y, Z 변환값  
 Table 1. X, Y, and Z conversion values of the Munsell colour system used in experiments

no.	Hue	Value	Chroma	X	Y	Z
1	5.00R	7	12	58.97	43.06	26.25
2	5.00YR	7	12	51.20	43.06	8.86
3	5.00Y	7	12	40.19	43.06	3.80
4	5.00GY	7	12	30.70	43.06	5.06
5	5.00G	7	12	23.63	43.06	30.83
6	5.00BG	7	12	24.67	43.06	54.26
7	5.00B	7	12	30.54	43.06	94.51
8	5.00PB	7	12	41.73	43.06	111.33
9	5.00P	7	12	53.82	43.06	89.69
10	5.00RP	7	12	59.15	43.06	50.46

형태에 해당하는 비율은 4:3, 16:9, 21:9, 28:9 총 4가지 비율을 Target colour로 선정하였으며 Reference colour인 1:1비율과 비교하여 색채 속성 각각을 조절하게 하였다. 면적의 크기에 영향을 받지 않도록 Target colour와 동일한 면적으로 단지 비율만 다른 상태에서 실험을 진행하였으며 사용된 실험 자극의 면적은 25cm<sup>2</sup>와 64cm<sup>2</sup> 두 가지 면적을 실험자극으로 사용하였다.

실험에 사용된 디스플레이는 X-Rite i1 Pro2를 사용하여 D65 환경으로 교정 한 후 실험에 사용된 먼셀 색채의 변환값과 동일하게 유지하여 실험에 사용 하였다. 디스플레이 특성은 표준 sRGB 색 재현 영역과 매우 흡사한 색 재현율을 나타냈으며 디스플레이 표준 감마인 2.2와 일치한 디스플레이를 사용하였다.

실험에 사용된 배경의 밝기는 다른 색채 속성의 영향을 받지 않도록 CIECAM02 J(Lightness)가 52.17에 해

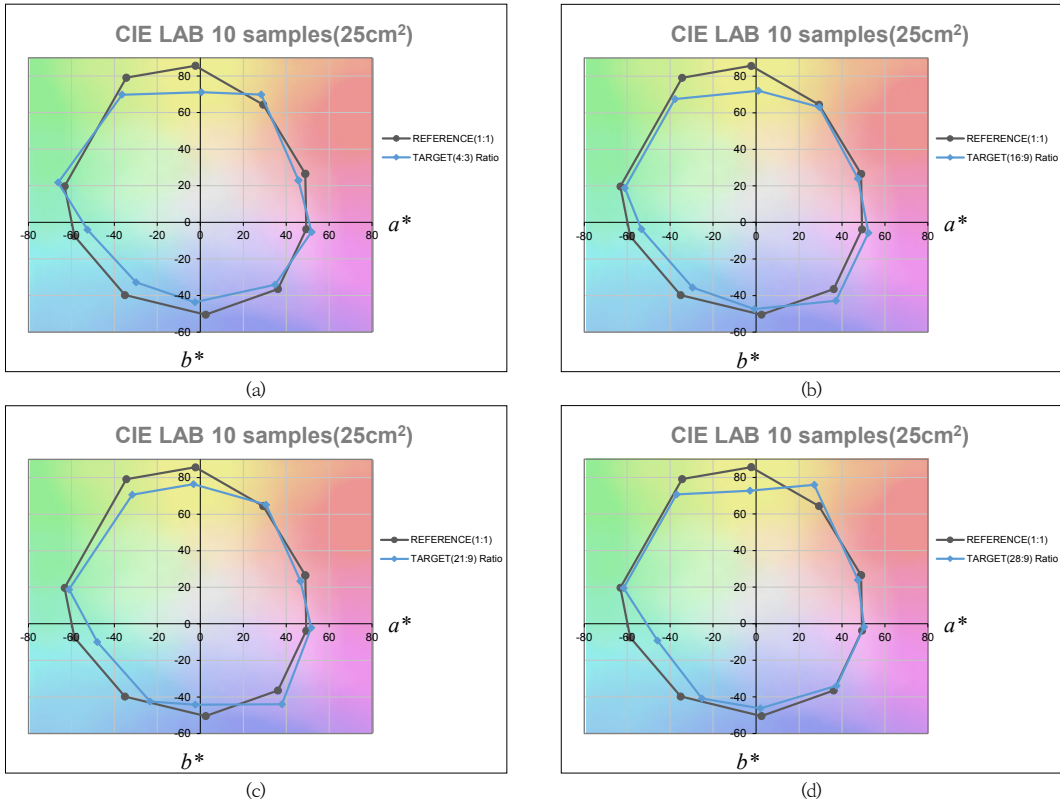


그림 3. CIELAB 색공간에서 비율과 색채 속성 관련 실험 결과(25cm<sup>2</sup>)  
 Fig. 3. Results of the experiments related to aspect ratio and colour properties in CIELAB colour space(25cm<sup>2</sup>)

당되는 회색 배경을 사용하였다. 실험에 사용된 CIECAM02는 컬러 어피어런스 유추가 가능하고 균일한 색공간이며 색차 계산까지도 가능하기에 본 실험에서는 CIECAM02와 CIELAB로 모든 색채 값을 변환하여 분석하였다.

실험에 참가한 피험자는 30대 5명(남2명, 여 3명), 40대 5명(남2명, 여 3명)으로 구성되었으며 실험용 디스플레이와 시선간의 거리를 약 50cm로 고정하였다. 실험 전 암실 환경에 적응할 수 있도록 충분한 순응이 이루어진 후 실험을 진행하였다. 실험영상이 전환될 때도 동일하게 순응이 이루어지도록 하여 밝기 변화에 대한 어떤 바이어스를 갖지 않도록 하였다.

#### IV. 실험 결과

실험은 10명의 피험자가 10개의 먼셀 색채 자극을 1:1 비율 Target colour를 보고 색채 속성 각각을 조절하도록 실험하였으며 총 실험 개수는 200개에 해당된다.

CIELAB는 상대적으로 큰 색채 차이를 보다 정확하게 예측할 수 있기 때문에, 본 연구에서는 색채 차이를 예측하는데 CIELAB를 사용하여 색차  $\Delta E^*_{ab}$ 를 산출하였다. L\*(lightness), a\*(red-green), b\*(yellow-blue) 3가지 색채 속성을 의미하며 수식은 다음과 같다.

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}} \quad (1)$$

표 2는 25cm<sup>2</sup>와 64cm<sup>2</sup> 두 가지 면적에서 Reference colour인 1:1 비율과 비교하여 산출해낸 실험 자극 각각의  $\Delta E^*_{ab}$  평균값이다.

실험 결과, 모든 비율에서 5Y에 해당하는 색상의 경우  $\Delta E^*_{ab}$ 의 값이 평균적으로 가장 높았으며 4:3비율의 경우 두 가지 면적(25cm<sup>2</sup>, 64cm<sup>2</sup>)에서 모두 5Y, 5GY, 5B의  $\Delta E^*_{ab}$  값이 가장 높았다.

그림 3과 그림 4는 CIELAB 색공간에서 도출된 실험 결과를 그래프로 나타낸 것이다. 4:3 비율에서는 5P의

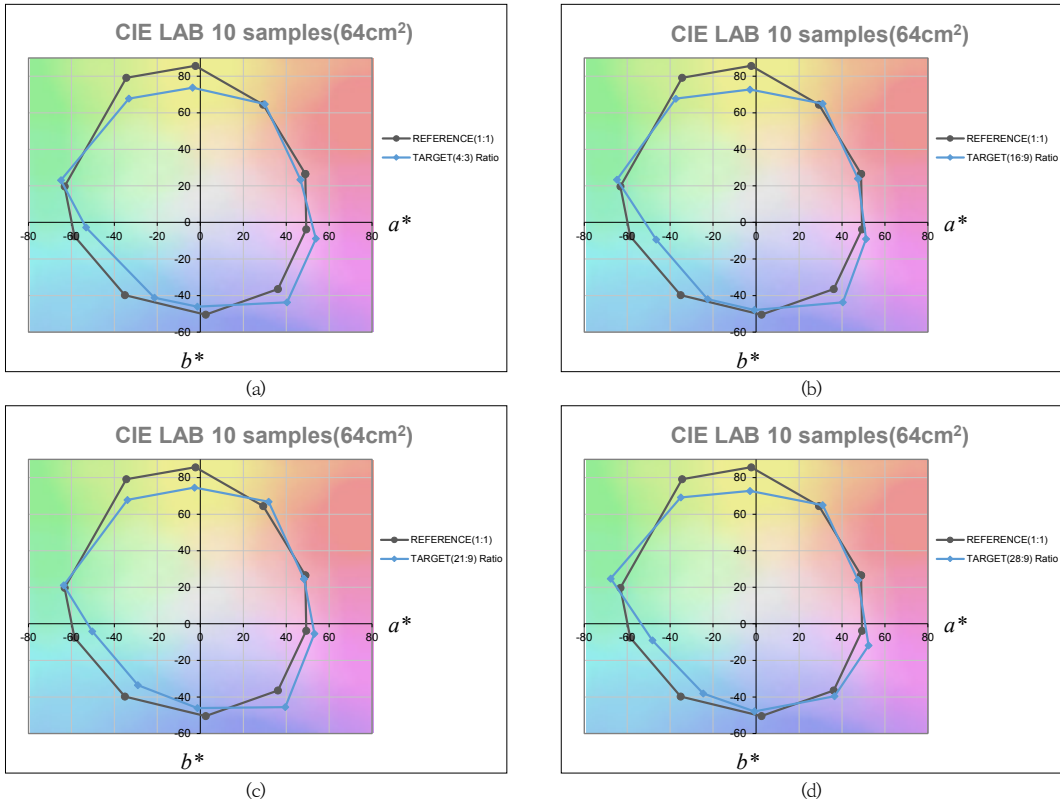


그림 4. CIELAB 색공간에서 비율과 색채 속성 관련 실험 결과(64cm<sup>2</sup>)

Fig. 4. Results of the experiments related to aspect ratio and colour properties in CIELAB colour space(64cm<sup>2</sup>)

채도를 64cm<sup>2</sup> 면적에서 더 높게 인지하였으며 28:9 비율에서는 5G의 채도를 64cm<sup>2</sup> 면적에서 더 높게 인지하는 것으로 나타났다. 반면 28:9 비율에서는 5YR의 채도를 25cm<sup>2</sup>에서 더 높게 인지하였으며 그 외 다른 색상의 채도 인지 경향성은 비슷한 결과를 나타냈다.

CIECAM02에서 색채 속성 각각의 인지 차이를 알아보고자 변동계수를 사용하여 경향성을 분석하였다.

수식에 사용된  $n$ 은 실험에 사용된 자극의 개수를 의미하며,  $x$ 는 비교하고자 하는 집단,  $\bar{y}$ 는  $y$ 집단의 평균을 나타낸다. 예를 들어 변동계수가 0과 가까우면 두 집단은 완벽하게 일치한다고 볼 수 있다.

$$CV = \frac{100}{y} \left[ \frac{\sum (x_i - y_i)^2}{n} \right]^{1/2} \quad (2)$$

표 3에서 보이는 바와 같이 변동계수의 경향성은 면적의 크기 및 비율에 영향을 받지 않는 것을 알 수 있다.

표 2. 비율에 따른 색차( $\Delta E_{ab}^*$ )

Table 2. Colour difference of colour properties by aspect ratio

Munsell	4:3 ratio		16:9 ratio		21:9 ratio		28:9 ratio	
	25cm <sup>2</sup>	64cm <sup>2</sup>	25cm <sup>2</sup>	64cm <sup>2</sup>	25cm <sup>2</sup>	64cm <sup>2</sup>	25cm <sup>2</sup>	64cm <sup>2</sup>
5.00R	6.51	4.29	3.64	3.64	4.29	3.25	3.64	3.64
5.00YR	5.59	1.24	1.33	2.44	2.34	3.72	11.95	2.44
5.00Y	14.92	12.18	14.16	12.95	10.58	11.42	12.95	12.95
5.00GY	9.68	11.57	13.07	11.91	9.31	11.36	9.24	10.12
5.00G	4.14	3.80	2.62	4.19	2.62	1.47	1.65	7.25
5.00BG	7.93	7.66	7.81	12.28	11.04	9.03	12.91	10.56
5.00B	8.72	13.87	7.20	12.85	12.08	8.71	10.22	10.74
5.00PB	8.49	5.98	5.01	4.84	7.85	5.98	4.48	4.84
5.00P	2.73	8.47	6.50	8.47	7.78	9.86	2.92	3.25
5.00RP	3.16	7.01	3.60	5.74	2.89	4.55	2.52	9.18

표 3. 비율에 따른 색채 속성 변동계수(CV)

Table 3. Variation coefficients of colour properties by aspect ratio

Munsell	4:3 ratio		16:9 ratio		21:9 ratio		28:9 ratio	
	25cm <sup>2</sup>	64cm <sup>2</sup>	25cm <sup>2</sup>	64cm <sup>2</sup>	25cm <sup>2</sup>	64cm <sup>2</sup>	25cm <sup>2</sup>	64cm <sup>2</sup>
J(Lightness)	2.97	1.55	3.83	0.78	3.72	1.66	1.44	2.41
C(Chroma)	3.51	4.97	2.91	4.29	3.75	6.45	4.79	3.16
H(Hue)	2.08	3.51	2.07	3.08	2.60	1.91	4.13	2.67

## V. 결 론

본 연구는 형태의 비율에 따라 색채를 인지하는 시각적 특성이 다를 것이라는 가정 아래 형태의 비율과 색채 속성 각각을 변수로 설정하여 이와 관련된 실험을 진행하였다.

실험 결과 면셀 색채 중 5Y는 4가지 비율과 두 가지 면적 모두에서 평균  $\Delta E_{ab}^*$ 가 가장 큰 차이가 나타났으며 4:3 비율의 경우 5Y, 5GY, 5B의 평균  $\Delta E_{ab}^*$ 가 가장 큰 차이를 나타냈다. 면적의 크기에 따른 실험 결과는 다음과 같다. 4:3 비율에서는 5P의 채도를 64cm<sup>2</sup> 면적에서 더 높게 인지하였으며 28:9 비율에서는 5G의 채도를 64cm<sup>2</sup> 면적에서 더 높게 인지하는 것으로 나타났다. 반면에 28:9 비율에서는 5YR의 채도를 25cm<sup>2</sup>에서 더 높게 인지하였으며 그 외 다른 색채 인지 경향성은 비슷한 결과를 나타냈다. 변동계수를 이용하여 색채 속성 각각의 특성을 분석해 본 결과, 비율과 면적에 따른 색채 속성의 특정한 경향성을 갖지 않았다. 이는 선행 연구 결과 중 색채와 형태의 연관성 관련 연구와 비슷한 경향성을 도출하였으며, 본 실험에서 제시된 면적 내의 비율과 색채 속성의 연관성은 유의미 하지 않다는 결론을 도출하였다.

본 연구는 디스플레이의 비율을 기반 하여 형태의 요인 중 하나인 비율과 색채간의 연관성 관련 기초 연구로 활용 가능하다. 향후 진행할 연구 과제로는 실험에서 제시된 면적의 크기보다 실제 디스플레이 크기를 활용하여 색채 속성 관련 요인들에 대해 확장된 연구를 진행하고 시각적으로 동일한 색채 구현이 가능할 수 있는 컬러 어피어런스 모델 구축 관련 연구를 진행할 예정이다.

shows no evidence for Kandinsky's color-shape associations", *Front. Psychol.*, 2013.

DOI:https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00616

- [5] Tim Holmes, Johannes M. Zanker, "Investigating preferences for color-shape combinations with gaze driven optimization method based on evolutionary algorithms", *Front. Psychol.*, 2013.  
DOI:https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00926
- [6] <http://www.visen.org.uk/VIpage07.html>

### 저 자 소 개

#### 홍 지 영(정회원)



- 2004년 ~ 2013년 : 삼성종합기술원, Multimedia Lab., 전문연구원
- 2015년 ~ 현재 : 경민대학교 영상콘텐츠과 조교수

• 주관심분야 : 디스플레이, 색채, 시지각, 영상처리

#### 신 진 섭(정회원)



- 1991년 : 경희대학교대학원 전자공학과(공학석사)
- 1997년 : 경희대학교대학원 전자공학과(공학박사)
- 2020년 ~ 현재 : 경민대학교 정보통신과 부교수

• 주관심분야 : 정보통신시스템, 초음파 & 초고주파

## References

- [1] Y.S. Kwak, J.Y. Hong, D.S. Park, "Preferred memory and accent colors shown on the display", *Journal of the society for information display*, 2012.  
DOI:https://doi.org/10.1889/1.1828693
- [2] J.Y. Hong, Y.S. Park, "A Comparison Study of Colour Perception considering Peripheral Vision on DisplayDevice", *JiIBC*, Vol. 16, No. 1, pp.33-42, 2016.  
DOI:https://doi.org/10.7236/jiibc.2016.16.1.43
- [3] J.Y. Hong, "A study on colour appearance by the size of colour stimulation at foveal vision", *JiIBC*, Vol. 18, No. 3, pp. 23-28, 2018.  
DOI:https://doi.org/10.7236/jiibc.2018.18.3.23
- [4] Alexis D. J. Makin, Sophie M. Wuerger, "The IAT