

색채조화 원리에 따른 조화예측모델의 제안

Suggestion of Harmony Predictive Model in accordance with Color Harmony Principles

주저자

이 윤 진 Lee, Youn-Jin

홍익대학교 문화정보정책대학원 색채전공 조교수 | Professor, Major in Color, Graduate School, Hongik University
hacomama@hongik.ac.kr

투고일	2016.06.06	심사일	2016.06.29	게재확정일	2016.07.13
-----	------------	-----	------------	-------	------------

목 차

1. 서론

- 1.1. 연구배경 및 목적
- 1.2. 연구문제 및 방법

2. Judd의 색채조화 원리

- 2.1. 질서(Order)의 원리
- 2.2. 친근(Familiarity)의 원리
- 2.3. 유사(Similarity)의 원리
- 2.4. 명료(Unambiguity)의 원리

3. 연구모형

4. 주관평가실험

- 4.1. 배색샘플
- 4.2. 평가척도
- 4.3. 피험자
- 4.4. 실험환경 및 절차
- 4.5. 실험결과

5. 중회귀분석을 통한 조화예측모델 도출

- 5.1. 배색의 심리메트릭량 선정
- 5.2. 색채조화 원리에 따른 조화예측모델
- 5.3. 조화예측모델의 예측도와 특징

6. 결론

참고문헌

Keyword

색채조화, 심리메트릭량, 조화예측모델,
중회귀분석

Color Harmony, Psychological Metric Quantity,
Harmony Predictive Model, Multiple Regression
Analysis

Abstract

This study attempted to extract the harmony predictive model from the relationship between the four principles of Judd's color harmony: Order, Familiarity, Similarity, and Unambiguity and evaluated values for color combinations by a psychological experiment and quantitative analysis.

Thirty five observers subjectively evaluated one hundred twenty color pairs on four scales: <disorderly-orderly>, <unfamiliar-familiar>, <dissimilar-similar>, <ambiguous-unambiguous>. The evaluated values were selected as object variables and the psychological metric quantities of color combinations were chosen as explanatory variables for the multiple regression analysis. There were six quantities. The mean values were lightness, chroma, hue angle and the color differences were lightness, chroma, hue on the CIELAB. The four principles were explained by the six psychological metric quantities for goodness of color harmony. As a result, four harmony predictive models were developed.

논문요약

본 연구에서는 Judd의 색채조화의 4가지 원리인 질서의 원리, 친근의 원리, 유사의 원리, 명료의 원리에 대한 조화예측모델의 제안을 위하여 심리실험과 정량적 분석을 실시하였다.

주관평가실험에서 35명의 피험자가 120종의 배색 샘플에 대하여 <질서없는-질서잡힌>, <낯선-친근한>, <다른-유사한>, <불명료한-명료한>의 평가척도를 사용하여 평가하였다. 피험자들의 평가치와 배색 구성색의 심리메트릭량의 관계로부터 조화예측모델을 도출하기 위하여 중회귀분석을 실시하였다. 목적변수로서 4가지 조화에 대한 평가치를, 설명변수로서 배색의 심리메트릭량인 CIELAB 균등색공간에서의 2색의 평균명도, 평균크로마, 평균색상각 및 2색의 명도차, 크로마차, 색상차의 6변량을 채택하였다. 최종적으로 4가지 조화예측모델이 도출되었고 4가지 조화원리에 대한 예측의 가능성이 시사되었다.

1. 서론

1.1. 연구배경 및 목적

색채는 예술 및 디자인 전 분야에 있어서 첫인상을 좌우하는 시각적 정보 중 큰 비중을 차지하는 요소이다. 따라서 예술 및 디자인에서 색채 사용은 매우 중요하며 조화로운 색채를 사용함으로써 그 가치를 높이는데 기여할 수 있다. 조화로운 색채 사용에 대해서는 예로부터 예술가 및 디자이너에게 관심사가 되다 보니 색채 연구가들에 의해 다양한 색채조화론이 연구되고 발표되었다.

대표적인 색채조화론으로는 Goethe, Chevreul, Ostwald, Munsell 등의 조화론을 들 수 있는데, Goethe(1999)¹⁾는 색상환에서 보색의 위치관계의 색 조합을 조화로운 배색이라고 주장하였다. 그 이후 색상 외에도 명도와 채도를 포함한 색의 3속성 모두를 거론하며 유사 및 대비의 조화를 주장한 Chevreul(1967)²⁾의 조화론이 등장하였다. 또한 Ostwald(1969)³⁾, Munsell(1969)⁴⁾은 색의 3속성에 대응되는 3차원 색공간으로 구성된 색체계를 개발하여 그 색공간상에서 기하학적인 질서관계를 중심으로 조화의 법칙을 주장하였다. 이 외에도 무수히 많은 색채조화론이 존재하여 각 연구자마다 자신이 개발한 색체계 등을 기반으로 색채조화의 원리와 법칙을 설명하고 있다.

이에 Judd(1950)는 이같이 다양한 색채조화론들이 주로 어떤 원리와 법칙을 주장하고 있는지 총체적으로 검토하여 색채조화의 기본 원리를 규명하고자 그동안의 색채조화론을 총망라하여 조사 및 분석하였다. 그 결과 주로 4가지의 원리에 의해 성립되어져 있다는 연구결과를 NBS (National Bureau of Standards) Letter Circular에 발표하였다.⁵⁾ 4가지 원리에 대해서

는 2.장에서 상세히 기술하겠다.

하지만 이와 같이 다양한 원리에 의해 성립된 색채조화론들이 각각 주장하는 조화의 원리에 상이한 부분이 있다 보니 디자인 분야에서 활용 시에 적용한 조화론에 따라 결과가 상이해지기도 한다. 따라서 특정 조화론에 좌우되지 않는 객관적인 색채조화에 대한 연구가 요구되었다. 이에 인간의 조화판단을 기반으로 한 평가실험 결과를 색속성과 수리적으로 대응시켜 정량적으로 색채조화를 예측가능하게 하는 모델을 제안하는 연구들이 등장하였다. Ou & Luo(2006)⁶⁾, Nayatani & Sakai(2008)⁷⁾, 이윤진(2015)⁸⁾ 등은 이와 같은 연구방법으로 정량적인 색채조화 예측모델을 제안한 객관적인 색채조화의 연구라고 할 수 있겠다. 하지만 이들의 연구에서는 어떤 색과 어떤 색을 사용하면 조화로운 배색인지에 대한 객관적인 예측은 가능하지만 앞서 언급한 색채조화론의 다양한 조화의 원리 중 구체적으로 어떤 원리에 적용 가능한 예측모델인지는 알 수 없다.

따라서 본 연구에서는 Judd의 색채조화의 4가지 원리별 적용가능한 객관적인 조화예측모델을 제안하는 것을 목적으로 한다.

1.2. 연구문제 및 방법

본 연구의 목적에 따라 Judd의 색채조화의 4가지 원리별로 조화예측모델을 제안하여 디자인에 색채 적용 시 적합한 색채조화원리에 따라 어떤 색을 조합하면 바람직한지에 대한 가이드를 제공하는 것을 연구문제로 삼고자 한다.

이에 본 연구는 피험자에게 배색샘플을 제시하고 색채조화의 4가지 원리에 대한 주관평가실험을 실시한 후, 피험자의 평가치와 배색 구성색과의 관계로부터 예측모델을 도출하는 방법으로 진행하였다.

- 1) Goethe, J. W. von. (1999). 色彩論 (高橋義人, 前田富士男 역). 東京: 工作舎. (원전은 1890년에 출판)
- 2) Chevreul, M. E. (1967). The Principles of Harmony and Contrast of Colors. (Birren, F. 역). New York: Van Nostrand Reinhold. (원전은 1839년에 출판)
- 3) Ostwald, W. (1969). The Color Primer. (Birren, F. 역). New York: Van Nostrand Reinhold. (원전은 1916년에 출판)
- 4) Munsell, A. H. (1969). A Grammar of Color. (Birren, F. 역). New York: Van Nostrand Reinhold. (원전은 1921년에 출판)
- 5) Judd, D. B. (1950). Color Harmony-An Annotated Bibliography. NBS. Letter Circular, LC. 987. - NBS(National Bureau of Standards)는 1901년에 창립된 미국 규격 표준국으로서 각

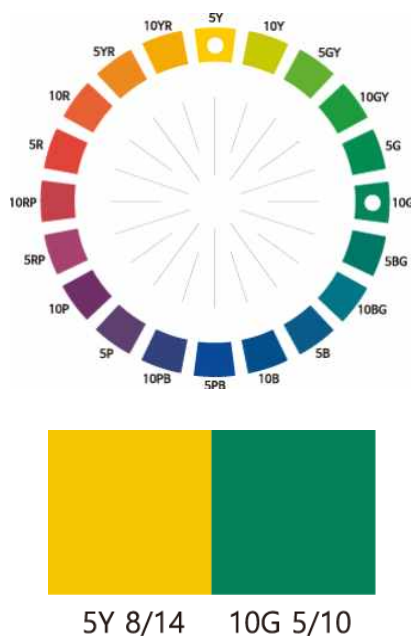
- 과학분야 규격의 표준을 정립하여 Letter Circular에 공시한다.
- 6) Ou, L.-C. & Luo, M. R. (2006). A Colour Harmony Model for Two-color Combinations. *Color Research Application*, Vol. 31, No. 3, 191-204.
- 7) Nayatani, Y. & Sakai, H. (2008). Proposal for Selecting Two-color Combinations with Various Affections. Part 1: Introduction of the Method. *Color Research Application*, Vol. 34, No. 2, 128-134.
- 8) 이윤진. (2015). 색채조화의 예측식에 관한 연구: 2색배색을 중심으로. *한국색채학회논문집*, Vol. 29, No. 1, 93-105.

2. Judd의 색채조화 원리

Judd의 4가지 조화의 원리는 ‘질서의 원리’, ‘친근의 원리’, ‘유사의 원리’, ‘명료의 원리’이다. Munsell 색체계를 활용하여 아래에 기술하였고 Munsell의 색표기는 예를 들어, 5Y 8/14 이면 색상(Hue)은 Yellow, 명도(Value)는 8, 채도(Chroma)는 14를 의미하며 N(Neutral)은 무채색을 의미한다.

2.1. 질서(Order)의 원리

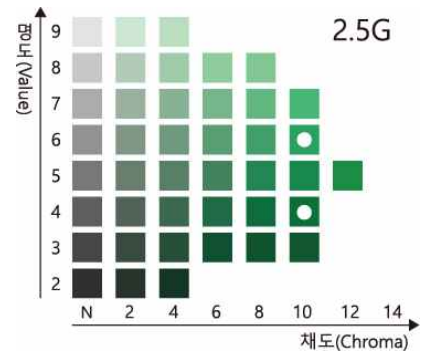
질서의 원리란 Munsell 색체계와 같이 색지각이 등간적인 색공간 안에서 질서 또는 규칙적인 위치관계로 선택된 배색이 조화된다는 원리이다. [그림 1]과 같이 Munsell 색상환에서 중차색상 위치관계의 배색은 조화되며 아래의 배색은 5Y(Yellow)와 10G(Green)의 중차(중간 차이)의 색상관계로 이루어져 있다.



[그림 1] Munsell 색상환(위)상의 위치관계 및 질서의 원리의 배색 예시(아래)

2.2. 친근(Familiarity)의 원리

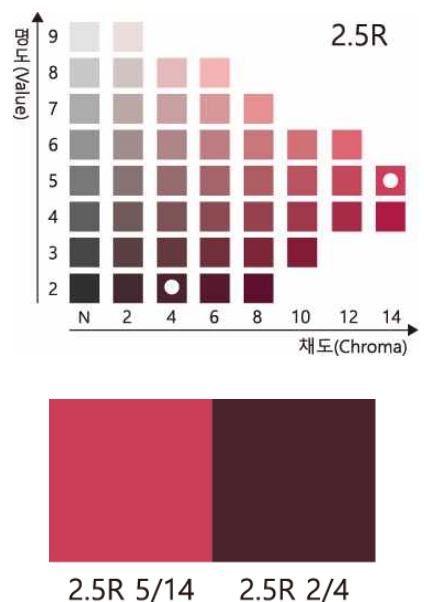
친근의 원리란 자연계에서의 색의 변화나 음영에 의한 그라데이션과 같이 일상에서 익숙하게 보여지는 배색이 조화된다는 원리이다. [그림 2]는 Munsell의 2.5G(Green) 등색상면상에서 동일색상이면서 명도차 2(=6-4)로 음영의 변화를 표시하여 자연계의 친근한 이미지가 표현되었다.



[그림 2] Munsell 색상 2.5G(위) 및 친근의 원리의 배색 예시(아래)

2.3. 유사(Similarity)의 원리

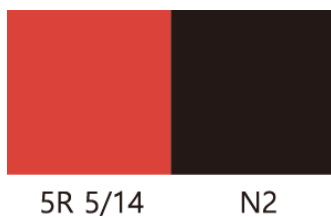
유사의 원리란 구성색 간에 공통되거나 유사한 요소를 포함하고 있는 배색이 조화된다는 원리이다. [그림 3]과 같이 명도와 채도가 각각 다른 배색이라도 색상이 2.5R(Red)로 공통되면 조화된다.



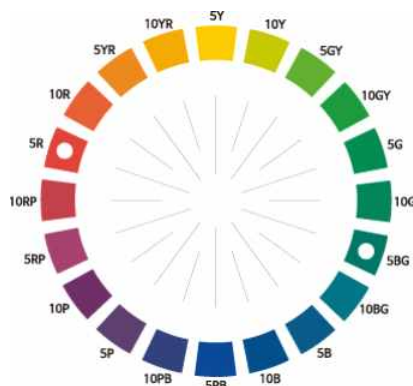
[그림 3] Munsell 색상 2.5R(위) 및 유사의 원리의 배색 예시(아래)

2.4. 명료(Unambiguity)의 원리

명료의 원리란 구성색의 관계가 애매하지 않은 명확한 대비감이 있는 배색이 조화하며 대비나 순응에 의해 색 지각에 변화가 생기는 배색은 조화되지 않는다는 원리이다. 5R(Red)과 N2(Black에 가까운 무채색)와 같이 색상, 명도, 채도 모두 대비감이 강한 배색은 조화된다([그림 4]참조). 하지만 [그림 5]와 같이 색상은 보색관계(5R과 5BG)로 명료하지만 명도가 5로 같은 경우에는 동일명도의 강한 색상대비 현상에 의해 경계부분이 어긋거리면서 명료하지 않은 인상의 배색으로 지각되기도 한다.



[그림 4] 명료의 원리의 배색 예시

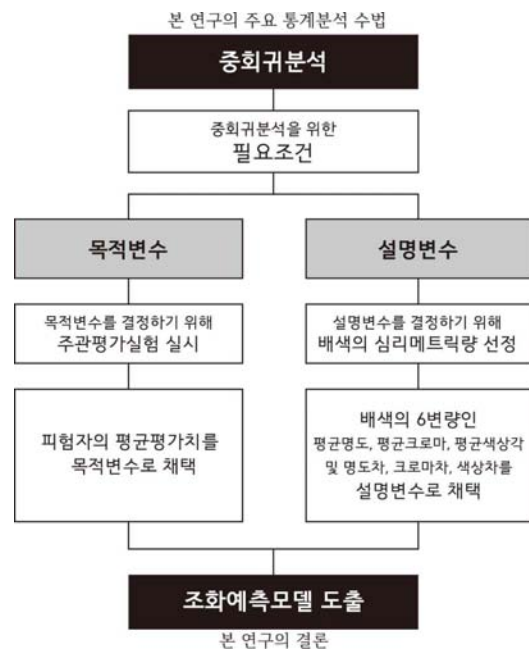


[그림 5] Munsell 색상환상의 위치관계(위) 및 명료하지 않은 배색 예시(아래)

3. 연구모형

본 연구에서는 Judd의 색채조화의 4가지 원리 별로 조화예측모델을 제안하기 위하여, 배색에 대한 주관평가실험을 통해 피험자의 평균평가를 목적변수로, 배색 구성색의 심리메트릭

량⁹⁾을 설명변수로 채택하여 중회귀분석¹⁰⁾을 실시하였다. 이를 연구모형으로 정리하여 [그림 6]에 제시하였다.



[그림 6] 본 연구에서의 연구모형

4. 주관평가실험

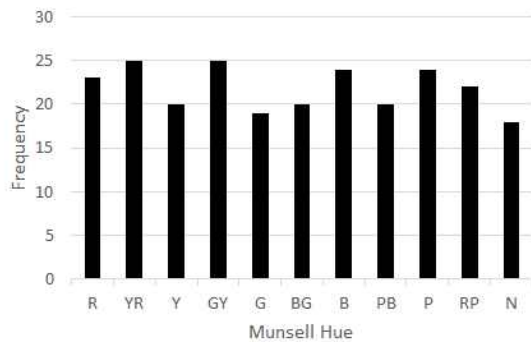
4.1. 배색샘플

본 연구에서는 색채조화의 4가지 원리에 대한 객관적인 예측모델을 도출하기 위해 색공간 전체에서 최대한 다양한 조합의 배색샘플을 선정하여 평가하는 것이 중요하다. 하지만, 색공간에 존재하는 색으로 2색배색을 조합한다는 가정 하에, 100가지 색으로 배색을 조합하면 그 경우의 수는 $n = [100(100-1)]/2$ 이므로 무려 4,950가지의 배색 샘플이 만들어진다. 최대한 다양한 조합의 배색을 평가한다면 객관성 높은 예측모델을 도출할 수는 있겠지만, 평가실험에서 피험자의 최대 평가 샘플 수를 초과하여 오히려 피로도 등 부담이 커져서 실험결과에 대한 신뢰도가 낮아질 가능성이 있다.

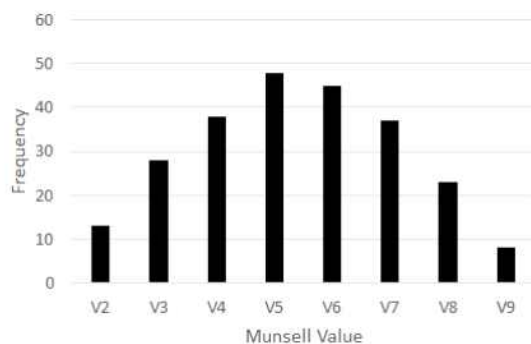
9) 심리메트릭량이란 심리지각량인 색의 3속성(색상, 명도, 채도)을 수량화시킬 때 균등색공간(예, CIELAB색공간) 상에서 심리지각량과 대응되도록 상응하는 값으로 변환한 량이다.

10) 중회귀분석이란 알아내고자 목적으로 하는 변수(목적변수)의 변동을 다른 복수의 설명하는 변수(설명변수)의 변동에 의해 설명하거나 예측하기 위한 통계수법이다. 본 연구에서는 4가지 조화원리가 배색의 심리메트릭량으로 예측되는지 알아보기 위해 중회귀분석을 사용하였다.

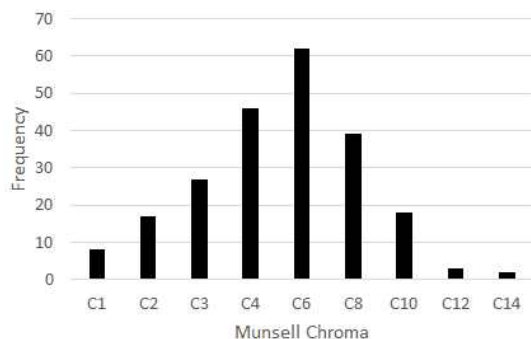
따라서 본 실험에 적합한 최적의 샘플수를 정하기 위해서 색공간에 분포하는 색을 최대한 골고루 선정하면서 최소한의 수로 대표되는 색을 선정하였다. 선정방법은 이윤진(2015)을 참고로 하였으며 Munsell 색공간에서 색상은 전 색상에 걸쳐 골고루 분포되도록 선정하고, 명도 및 채도의 분포는 정규분포에 가깝도록 선정하였다. [그림 7]~[그림 9]에 각각 색상, 명도, 채도 3속성의 분포를 제시하였다.



[그림 7] 120종의 배색샘플에 대한 Munsell Hue(색상) 분포

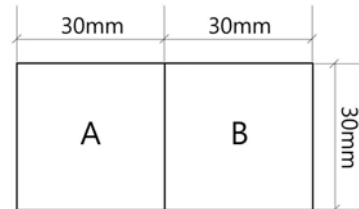


[그림 8] 120종의 배색샘플에 대한 Munsell Value(명도) 분포



[그림 9] 120종의 배색샘플에 대한 Munsell Chroma(채도) 분포

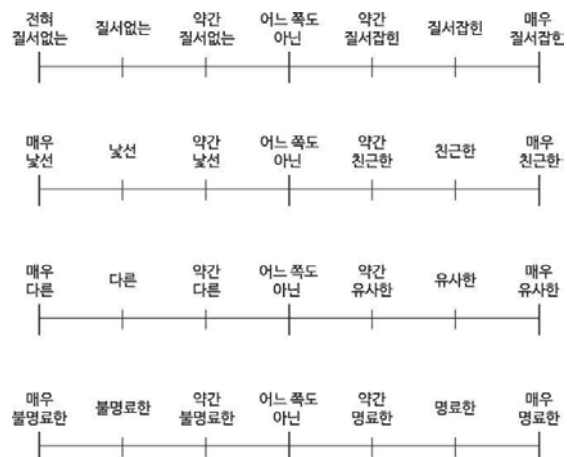
최종적으로 선정된 색을 2색씩 랜덤으로 조합하여 120종의 2색배색을 60mm×30mm의 하드보드지 위에 [그림 10]과 같이 색지를 부착하여 제작하였다. 색지는 Munsell을 사용하였고 [표 1]에 배색샘플 120종의 Munsell 기호를 제시하였으며 배색샘플 좌우의 색을 각각 A, B로 정하였다.



[그림 10] 배색샘플

4.2. 평가척도

평가척도는 색채조화의 4원리를 표현하는 어휘로 각각 7단계 양극척도를 사용하였다. ‘질서의 원리’는 <질서없는-질서잡힌>, ‘친근의 원리’는 <낯선-친근한>, ‘유사의 원리’는 <다른-유사한>, ‘명료의 원리’는 <불명료한-명료한>으로 표현하였다. 예를 들어 친근의 원리에 대한 평가척도는 ‘매우 친근한’=7점 ; ‘친근한’=6점 ; ‘약간 친근한’=5점 ; ‘어느 쪽도 아닌’=4점 ; ‘약간 낯선’=3점 ; ‘낯선’=2점 ; ‘매우 낯선’=1점이다. [그림 11]에 4가지 색채조화 원리 각각에 대한 평가척도를 위에서부터 ‘질서의 원리’, ‘친근의 원리’, ‘유사의 원리’, ‘명료의 원리’의 순서대로 제시하였다.



[그림 11] 4가지 색채조화 원리에 대한 평가척도

[표 1] 120종의 배색샘플에 대한 Munsell 기호

No.	A	B	No.	A	B
1	2.5R 6/6	2.5YR 7/8	61	2.5GY 5/4	7.5GY 9/2
2	N5	10BG 4/6	62	7.5B 5/6	10B 9/1
3	10PB 4/6	10P 5/6	63	10YR 3/4	7.5R 8/6
4	10GY 7/6	N8	64	5RP 5/6	10PB 9/2
5	10RP 3/6	10R 4/8	65	5G 7/6	5GY 3/4
6	10YR 6/10	2.5GY 7/10	66	10Y 4/3	2.5G 8/4
7	5P 3/4	5PB 4/1	67	5P 3/6	5RP 7/6
8	2.5BG 6/6	5B 7/6	68	10RP 3/4	5P 8/4
9	7.5G 5/6	10B 7/8	69	5R 6/4	10YR 2/2
10	10YR 7/6	10RP 5/8	70	N8	5PB 4/8
11	5RP 6/6	5YR 8/4	71	5Y 6/4	5YR 2/3
12	5BG 4/3	5GY 2/2	72	5PB 6/3	5B 2/6
13	5GY 5/6	10G 7/4	73	10G 7/6	10GY 3/6
14	10RP 6/6	2.5PB 4/3	74	5R 7/6	7.5RY 3/4
15	5R 5/8	10Y 6/3	75	2.5B 3/4	7.5PB 8/1
16	7.5B 5/6	5G 3/6	76	10GY 6/4	7.5Y 2/2
17	10Y 4/6	5BG 6/4	77	5BG 6/3	7.5B 2/8
18	5PB 5/8	10P 6/3	78	N5	5R 9/2
19	10B 3/4	2.5RP 3/10	79	10RP 7/6	10P 3/8
20	10Y 7/6	5R 5/6	80	5GY 7/4	N2
21	N5	5RP 6/1	81	5B 6/3	5YR 4/2
22	10R 3/6	10P 5/8	82	10R 5/6	10PB 7/4
23	10P 7/6	5B 5/6	83	N8	10R 6/12
24	2.5G 6/6	7.5BG 4/6	84	10GY 4/8	7.5RP 6/10
25	10PB 6/6	N8	85	5P 5/6	2.5Y 7/8
26	5Y 7/4	5R 9/1	86	7.5Y 5/6	5BG 3/8
27	5B 6/4	N8	87	10B 7/6	10GY 5/10
28	5YR 7/6	2.5GY 5/3	88	7.5P 4/10	N2
29	10G 4/4	10B 2/4	89	10YR 7/3	10BG 5/8
30	7.5R 4/4	N2	90	2.5BG 5/2	2.5Y 3/4
31	10GY 3/3	7.5P 6/10	91	5Y 7/4	N5
32	5B 4/6	2.5YR 7/8	92	5PB 4/6	7.5RP 6/8
33	7.5YR 5/6	7.5B 8/4	93	5GY 4/3	5R 6/3
34	7.5P 5/8	7.5GY 8/8	94	10G 6/10	7.5R 4/14
35	5PB 6/8	2.5Y 9/3	95	10P 6/6	5GY 4/3
36	5G 7/3	N2	96	2.5R 5/6	7.5BG 3/3
37	2.5YR 6/12	2.5B 3/4	97	5RP 6/3	10P 8/1
38	2.5RP 6/8	N2	98	7.5BG 5/6	10YR 7/2
39	7.5BG 7/6	7.5R 4/14	99	10PB 4/4	5Y 6/8
40	5GY 7/8	2.5P 4/10	100	5YR 3/4	5BG 5/2
41	7.5Y 6/8	5PB 9/2	101	10BG 4/4	10P 4/10
42	10BG 6/6	10R 9/2	102	10Y 7/3	2.5YR 6/2
43	10B 5/4	10YR 7/10	103	5BG 4/6	10RP 5/10
44	5R 7/8	5BG 4/8	104	10B 4/3	5G 5/8
45	5RP 4/4	5G 7/8	105	10R 7/10	10Y 8/8
46	2.5GY 6/6	5P 3/4	106	10PB 7/6	N8
47	5P 5/4	5GY 8/10	107	5PB 3/6	5G 4/8
48	10G 5/4	10RP 5/12	108	5G 6/4	5PB 5/8
49	10YR 3/4	10B 6/10	109	5Y 4/6	2.5RP 5/3
50	7.5PB 5/10	5Y 8/10	110	5B 6/6	10GY 5/6
51	5YR 4/8	5B 7/6	111	5YR 4/4	2.5BG 5/10
52	N5	5RP 8/2	112	5P 7/6	7.5G 8/2
53	2.5P 5/4	5GY 8/6	113	2.5G 6/3	N5
54	5Y 4/6	5PB 7/6	114	10RP 7/14	5Y 8/8
55	10P 4/8	10GY 8/8	115	7.5YR 6/4	2.5PB 5/8
56	2.5B 6/3	5YR 3/1	116	N2	10R 3/8
57	2.5YR 6/4	10BG 3/3	117	10G 4/6	2.5P 5/8
58	7.5RP 8/4	10G 4/2	118	5RP 6/6	2.5B 5/8
59	10BG 3/4	10R 6/2	119	5R 6/6	5YR 5/8
60	7.5GY 6/4	5P 3/3	120	7.5GY 5/3	5P 4/1

4.3. 피험자

실험에는 미술계열 대학생 35명(남학생 16명, 여학생 19명)이 참가하였고 평균연령은 21.43세($SD=2.65$)였다. 피험자 전원은 색채 평가실험에 적합한 정상색각이었다.

4.4. 실험환경 및 절차

실험은 GretagMacbeth SpectraLight III 표준광원 부스를 사용하여 D₆₅광원 아래에서 45°방향, 50cm 거리에서 랜덤으로 제시되는 120종의 배색샘플을 4가지 조화원리의 평가척도를 사용하여 평가하도록 하였다. 각 평가척도는 7단계로 피험자는 제시되는 샘플의 인상이 7단계 중 어느 단계에 해당되는지 주관적으로 평가하여 체크하도록 하였다. 피험자는 ‘질서의 원리’, ‘친근의 원리’, ‘유사의 원리’, ‘명료의 원리’순으로 각각 120종의 배색샘플을 평가하였으며 1가지 원리에 대한 평가가 종료될 때마다 약 3분 정도의 휴식을 취해 눈의 피로를 경감시키도록 하였다. 실험에 총 소요된 시간은 한 피험자 당 약 70~80분 정도였다.

4.5. 실험결과

4.5.1. 4가지 조화원리에 대한 평가의 특징

3.장에서의 실험방법에 의해 35명의 피험자로부터 120종의 배색샘플에 대한 4가지 조화원리 각각으로 평가한 실험데이터를 얻었다. [표 2]에 ‘질서(Order)의 원리(이하, O라고 칭함)’, ‘친근(Familiarity)의 원리(이하, F라고 칭함)’, ‘유사(Similarity)의 원리(이하, S라고 칭함)’, ‘명료(Unambiguity)의 원리(이하, U라고 칭함)’에 대한 35명의 평균치, 표준편차, 최대치, 최소치를 제시하였다.

4가지 원리 모두 평균치가 각 평가척도의 단계 중 중성점(中性点)인 ‘4’에 가까우므로 본 실험에서 선정한 배색샘플은 색공간에 극단적인 치우침 없이 적절하게 샘플링된 견본이라는 점이 시사되었다. 또한 표준편차와 최대치 및 최소치의 격차로부터 4가지 원리 모두 배색샘플에 대한 식별성이 적절했다는 것을 알 수 있다.

[표 2] 4가지 조화원리에 대한 평균치, 표준편차, 최대치 및 최소치

	O	F	S	U
Mean (평균치)	4.02	4.10	3.80	4.51
SD (표준편차)	1.20	0.89	1.42	1.17
Max (최대치)	6.17	5.91	6.46	6.49
Min (최소치)	1.66	1.91	1.20	1.83

4.5.2. 4가지 조화원리별 배색의 특징

4가지 조화원리 각각에 대하여 평가된 배색의 특징을 관찰하기 위하여 각 조화원리별로 평균 평가치의 상위그룹, 하위그룹 각각 10가지 배색씩 [표 3]과 [표 4]에 제시하였다.

[표 3] 4가지 조화원리에 대한 평균 평가치의 상위그룹

O			F		
No.	Mean of evaluated value	Color combination	No.	Mean of evaluated value	Color combination
97	6.17		97	5.91	
77	6.06		70	5.86	
62	6.03		77	5.83	
68	5.89		62	5.80	
3	5.83		27	5.77	
24	5.83		69	5.74	
76	5.74		61	5.66	
29	5.69		25	5.63	
71	5.69		68	5.63	
61	5.66		71	5.54	
S			U		
No.	Mean of evaluated value	Color combination	No.	Mean of evaluated value	Color combination
97	6.46		38	6.49	
21	6.40		34	6.40	
3	6.23		31	6.14	
5	6.11		83	6.11	
24	6.00		37	6.09	
8	5.94		70	6.03	
77	5.94		32	6.00	
61	5.89		41	6.00	
65	5.86		55	6.00	
119	5.80		40	5.97	

4가지 조화원리별로 높게 평가된 상위그룹의 배색의 특징([표 3]참고)은 O, F, S는 주로 pale톤, light톤과 같이 고명도이면서 저채도인 색과 dark톤, deep톤과 같이 중명도이면서 중채도인 색으로 구성된 배색이 많았으며 전체적으로 부드럽고 명쾌한 인상인 반면, U는 채도 대비가 눈에 띄는 강한 인상의 배색이 다수 관찰되었다.

하위그룹의 특징([표 4]참고)은 상위그룹과는 상반되어 O, F, S에서 주로 vivid톤과 같이 중명도이면서 고채도인 색으로 구성된 채도대비가 강한 배색과 보색관계의 색상대비가 강한 배색이 많은 반면, U는 유사색상 관계의 대비감이 강하지 않은 부드러운 인상의 배색이 다수 관찰되었다.

[표 4] 4가지 조화원리에 대한 평균 평가치의 하위그룹

O			F		
No.	Mean of evaluated value	Color combination	No.	Mean of evaluated value	Color combination
31	1.66		39	1.91	
39	1.69		48	2.23	
94	1.80		82	2.26	
40	1.89		111	2.46	
32	1.89		44	2.49	
111	1.94		31	2.49	
51	1.94		37	2.66	
48	1.97		101	2.71	
44	1.97		119	2.77	
84	2.03		45	2.77	
S			U		
No.	Mean of evaluated value	Color combination	No.	Mean of evaluated value	Color combination
39	1.20		102	1.83	
37	1.40		119	1.91	
31	1.40		113	2.03	
44	1.51		120	2.11	
94	1.63		7	2.29	
83	1.63		21	2.31	
55	1.63		8	2.34	
45	1.63		108	2.49	
32	1.66		104	2.49	
34	1.69		5	2.51	

5. 중회귀분석을 통한 조화예측모델의 도출

4.장의 주관평가실험에서 4가지 조화원리에 대한 배색샘플의 평가치를 얻었다. 5.장에서는 평가치와 배색 구성색의 심리메트릭량의 관계로부터 4가지 조화 각각에 대한 예측모델을 도출하기 위하여 평가치를 목적변수로, 심리메트릭량을 설명변수로 채택하여 중회귀분석을 실시하였다.

5.1. 배색의 심리메트릭량 선정

배색의 심리메트릭량을 정하는 방식은 선행연구 이윤진(2015)에서 기본적인 조화의 예측식을 도출하기 위해 사용한 방식을 택하였다. 그 내용을 인용하면 아래와 같다.

배색 구성색의 3속성을 사용하여 심리메트릭량을 정할 수 있는데, 배색의 $L^*a^*b^*$ 값에 의해 일의(一意)적으로 결정할 수 있다. 하지만 CIELAB색공간¹¹⁾의 직교좌표값인 $L^*a^*b^*$ 값은

11) CIELAB색공간은 CIE(국제조명위원회)에서 빛의 물리량과 인간의 지각심리량(색상, 명도, 채도)과의 관계를 수리적으로

지각 색속성(색상, 명도, 채도)을 Munsell 색체계와 같이 직감적으로는 쉽게 이해하기 어려우므로 색채표준 KS A 0067(2015)¹²⁾을 참고로 하여 원주좌표값인 L^*C^*h 값으로 변환하였다. L^*C^*h 값은 $L^*a^*b^*$ 값과 1 : 1로 대응되며 각 좌표값의 L^* (0 ~ 100), C^* (0 ~ 100정도), h ($0^\circ \sim 360^\circ$)가 각각 명도, 채도, 색상에 대응되므로 직감적으로 이해하기에 용이하다. 색상각 $h = 0^\circ \sim 360^\circ$ 는 색상 red, yellow, green, blue, purple, red의 순서로 대응한다. 배색의 좌(A), 우(B)를 구성하는 2색의 L^*C^*h 값 (L_A^*, C_A^*, h_A) 및 (L_B^*, C_B^*, h_B)로 각각의 평균과 차에 해당하는 6개의 변량

$$\begin{aligned}\overline{L^*} &= (L_A^* + L_B^*)/2, & \Delta L^* &= L_B^* - L_A^*, \\ \overline{C^*} &= (C_A^* + C_B^*)/2, & \Delta C^* &= C_B^* - C_A^*, \\ \overline{h} &= (h_A + h_B)/2, & \Delta h &= h_B - h_A\end{aligned}\quad (1)$$

의 계산이 가능하다. 반대로 6개의 변량이 주어지면 2색의 L^*C^*h 값을 결정할 수 있다. 따라서 2색의 L^*C^*h 값이 주어지는 것과 위 (1)의 6변량이 주어지는 것은 동등하다. 여기서 Δh 대신에 색상차

$$\Delta H^* = 2\sqrt{C_A^* C_B^*} \cdot \sin(\Delta h/2) \quad (2)$$

를 제안한다. 그 이유는 균등색공간 CIELAB에서는 $\Delta L^*, \Delta C^*, \Delta H^*$ 가 동등한 거리 차원이므로 Δh 보다 ΔH^* 가 보다 지각적인 색의 차이를 표현하기 쉽기 때문이다.

따라서 식(1)의 6변량이 주어지는 것과 식(1) 중에 Δh 를 ΔH^* 로 바꾼 6변량이 주어지는 것은 동등하다. 6변량의 관계는 이하와 같다.

$$\begin{aligned}& 2\text{색배색의 A 및 B의 } L^*a^*b^*\text{값} \\ & \leftrightarrow 2\text{색배색의 A 및 B의 } L^*C^*h\text{값} \\ & \leftrightarrow \overline{L^*}, \overline{C^*}, \overline{h} \text{ 및 } \Delta L^*, \Delta C^*, \Delta h \\ & \leftrightarrow \overline{L^*}, \overline{C^*}, \overline{h} \text{ 및 } \Delta L^*, \Delta C^*, \Delta H^*\end{aligned}$$

정의한 색체계로서 $L^*a^*b^*$ 값으로 표기하며 Munsell 색체계와 대응된다.

12) KS A 0067. (2015). $L^*a^*b^*$ 표색계 및 $L^*u^*v^*$ 표색계에 의한 물체색의 표시방법.

이상으로부터 배색의 심리메트릭량으로 6변량 $\overline{L^*}, \overline{C^*}, \overline{h}, \Delta L^*, \Delta C^*, \Delta H^*$ 를 결정하였다. 이는 각각 배색의 평균명도, 평균채도, 평균색상각, 명도차, 채도차, 색상차를 의미한다.

5.2. 색채조화 원리에 따른 조화예측모델

Judd의 색채조화 4가지 원리에 대한 조화예측모델을 도출하기 위하여 중회귀분석을 실시하였다. 목적변수로는 4.1.장에서 계산한 피험자의 평균 평가치를 채택하고 설명변수로는 5.1.장에서 결정한 6변량 $\overline{L^*}, \overline{C^*}, \overline{h}, \Delta L^*, \Delta C^*, \Delta H^*$ 를 채택하였다. 여기서 2색의 차이를 나타내는 $\Delta L^*, \Delta C^*, \Delta H^*$ 는 선행연구 이운진(2015)에 의하면 절대치를 택하는 것이 중회귀모델의 예측 정도를 높일 수 있는 것으로 확인되었으므로 이하의 분석에서는 절대치인 $|\Delta L^*|, |\Delta C^*|, |\Delta H^*|$ 를 사용하였다. 중회귀분석 결과, 조화의 원리 O, F, S, U의 순으로 아래의 식(3)~식(6)과 같이 중회귀식이 구해졌다. O, F, S, U 각각의 예측치 y 에 대해서 O는 y_O , F는 y_F , S는 y_S , U는 y_U 라고 하였다.

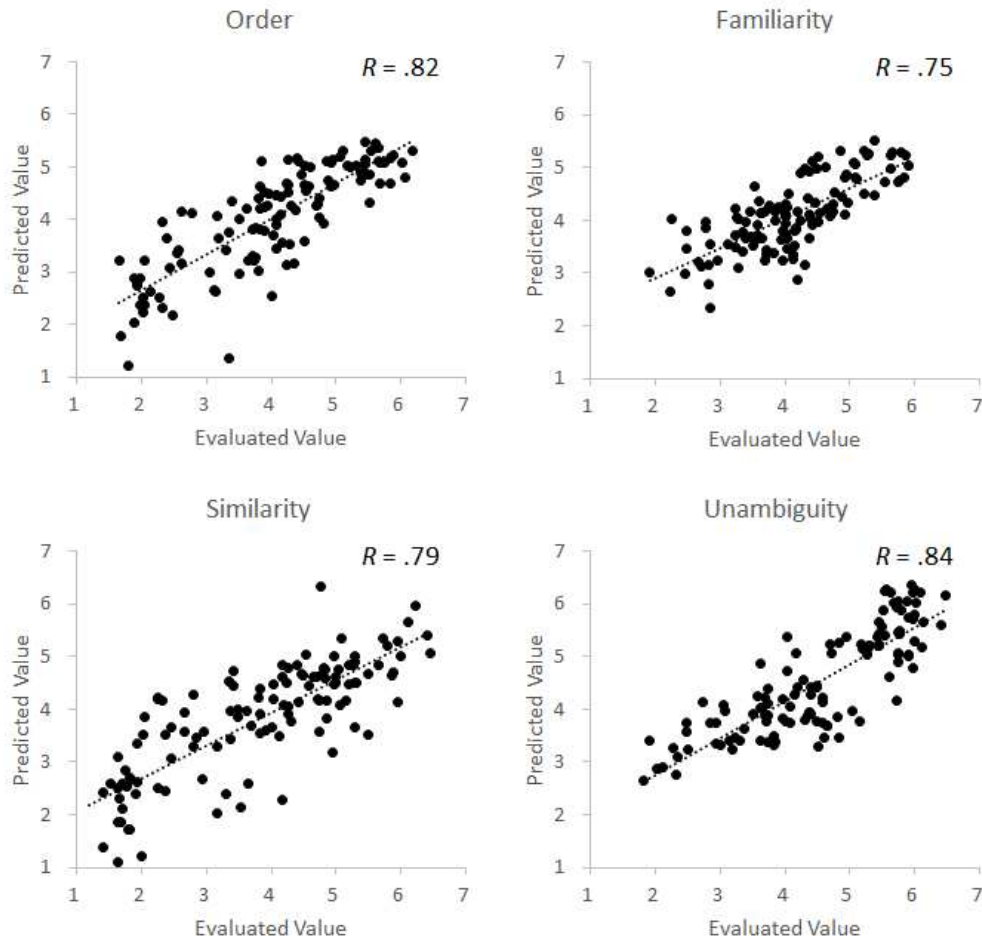
$$y_O = 5.14 - 1.94|\Delta C^*| - 8.30|\Delta H^*| \quad (3)$$

$$\begin{aligned}y_F &= 3.35 + 1.18\overline{L^*} + 2.53|\Delta L^*| \\ &\quad - 4.79|\Delta H^*|\end{aligned}\quad (4)$$

$$\begin{aligned}y_S &= 6.05 + 4.66\overline{C^*} - 2.22|\Delta L^*| \\ &\quad - 3.60|\Delta C^*| - 10.89|\Delta H^*|\end{aligned}\quad (5)$$

$$\begin{aligned}y_U &= 1.13 + 2.39\overline{C^*} + 0.67\overline{h} + 7.87|\Delta L^*| \\ &\quad + 2.06|\Delta C^*|\end{aligned}\quad (6)$$

중회귀식의 정합성 정도는 중상관계수 R 치가 1에 어느 정도 가까운지로 판단가능한데, O의 식(3)은 $R=.82$, F의 식(4)는 $R=.75$, S의 식(5)는 $R=.79$, U의 식(6)은 $R=.84$ 이었다. 또한 중회귀식의 정합성 확인을 위하여 F-검정을 실시한 결과, O, F, S, U 각각에 대한 통계검정량은 순서대로 $F(6,113)=39.92, p<.001$, $F(6,113)=24.72, p<.001$, $F(6,113)=31.47, p<.001$, $F(6,113)=43.56, p<.001$ 으로 4가지 원리 모두 0.1% 유의수준에서 예측모델로서의 정합성이 확인되었다.



[그림 12] 4가지 조화예측모델에 대한 예측치와 평가치와의 분포도

다음으로 회귀계수의 유용성 확인하기 위하여 t-검정을 실시한 결과, O는 2개의 변수 $|\Delta C^*|$, $|\Delta H^*|$ 의 회귀계수가 유용한 것으로 확인되었다($|\Delta C^*|$ 는 $t = -3.51$, $p < .001$, $|\Delta H^*|$ 는 $t = -9.93$, $p < .001$).

F는 3개의 변수 $\overline{L^*}$, $|\Delta L^*|$, $|\Delta H^*|$ 의 회귀계수가 유용한 것으로 확인되었다($\overline{L^*}$ 는 $t = 2.58$, $p < .05$, $|\Delta L^*|$ 는 $t = 5.42$, $p < .001$, $|\Delta H^*|$ 는 $t = -6.64$, $p < .001$).

S는 4개의 변수 $\overline{C^*}$, $|\Delta L^*|$, $|\Delta C^*|$, $|\Delta H^*|$ 의 회귀계수가 유용한 것으로 확인되었다($\overline{C^*}$ 는 $t = 3.96$, $p < .001$, $|\Delta L^*|$ 는 $t = -3.20$, $p < .01$, $|\Delta C^*|$ 는 $t = -5.08$, $p < .001$, $|\Delta H^*|$ 는 $t = -10.18$, $p < .001$).

U는 4개의 변수 $\overline{C^*}$, \overline{h} , $|\Delta L^*|$, $|\Delta C^*|$ 의 회귀계수가 유용한 것으로 확인되었다($\overline{C^*}$ 는 t

$= 2.73$, $p < .01$, \overline{h} 는 $t = 2.32$, $p < .05$, $|\Delta L^*|$ 는 $t = 15.29$, $p < .001$, $|\Delta C^*|$ 는 $t = 3.91$, $p < .001$). 이 결과로 식(3)~식(6)에서 사용된 변수의 개수가 결정되었고 각 변수의 회귀계수는 위의 t-검정에서 유의미하게 확인되었다.

5.3. 조화예측모델의 예측도와 특징

5.2.장에서 도출된 Judd의 색채조화 4가지 원리에 대한 조화예측모델은 모두 높은 중상관계수(O는 $R = .82$, F는 $R = .75$, S는 $R = .79$, U는 $R = .84$)로 조화의 원리에 대한 예측모델로서 정합성이 확인되었다. 이에 [그림 12]에 조화예측모델(식(3)~식(6))을 사용하여 도출한 예측치(Predicted value)와 피험자의 평균 평가치(Evaluated value)의 분포도를 제시하였다. 4가지 원리에 대한 예측치 모두 높은 상관관계로 피험자의 평가결과와 대응하는 것을 확인할 수 있다.

따라서 4가지의 조화예측모델은 4.2.장에서 평가된 배색의 특징과 호응된다. 식(3)의 O에 대한 조화예측모델에서 유용한 변수로써 회귀계수의 값이 큰 순서로 $|\Delta H^*|$, $|\Delta C^*|$ 가 확인되었는데 이는 배색의 색상차와 채도차가 작을수록 ‘질서잡힌’ 조화가 이루어진다는 의미이다. 평가된 배색은 주로 색상 및 채도차가 작은 유사색상 계열의 선명한 인상의 배색이 고평가를 얻었다. 이에 따라 ‘질서잡힌’ 조화의 배색을 만들기 위해서는 색상 및 채도차를 작게 하는 것이 바람직하다고 판단된다.

식(4)의 F에 대한 조화예측모델에서 유용한 변수로써 회귀계수의 값이 큰 순서로 $|\Delta H^*|$, $|\Delta L^*|$, $\overline{L^*}$ 가 확인되었는데 이는 배색의 색상차는 작고 명도차는 크면서 평균명도가 높을수록 ‘친근한’ 조화가 이루어진다는 의미이다. 평가된 배색은 색상차가 작은 유사색상 계열의 배색과 명도차가 크면서 전체적으로 밝은 명쾌한 인상의 배색이 고평가를 얻었다. 이에 따라 ‘친근한’ 조화의 배색을 만들기 위해서는 색상차는 되도록 작게 하고 명도차가 크면서도 전체적으로는 밝아지도록 고명도의 색을 사용하여 배색을 하는 것이 바람직하다고 판단된다.

식(5)의 S에 대한 조화예측모델에서 유용한 변수로써 회귀계수의 값이 큰 순서로 $|\Delta H^*|$, $\overline{C^*}$, $|\Delta C^*|$, $|\Delta L^*|$ 가 확인되었는데 이는 배색의 색상차는 작고 평균채도가 높으며 채도 및 명도차는 작을수록 ‘유사한’ 조화가 이루어진다는 의미이다. 평가된 배색은 색상차가 작은 유사색상 계열의 배색과 전체적으로 선명한 채도의 배색이 많으며 채도 및 명도차가 작은 부드러운 인상의 배색이 고평가를 얻었다. 이에 따라 ‘유사한’ 조화의 배색을 만들기 위해서는 색상차는 되도록 작게 하고 선명한 채도의 색을 채도 및 명도차가 크지 않도록 배색을 하는 것이 바람직하다고 판단된다.

식(6)의 U에 대한 조화예측모델에서 유용한 변수로써 회귀계수의 값이 큰 순서로 $|\Delta L^*|$, $\overline{C^*}$, $|\Delta C^*|$, \overline{h} 가 확인되었는데 이는 배색의 명도차가 크고 평균채도가 높으며 채도차가 크면서 평균색상각이 클수록 ‘명료한’ 조화가 이루어진다는 의미이다(여기서 \overline{h} 는 다른 변수와

비교하여 회귀계수의 값이 0.67로 상대적으로 작아서 배색에서 지각되는 변수로써 큰 영향을 미치지 않으므로 생략하겠다). 평가된 배색은 명도차가 크고 전체적으로 고채도의 배색이 많으며 채도차가 큰 대비감이 강한 배색이 고평가를 얻었다. 이에 따라 ‘명료한’ 조화의 배색을 만들기 위해서는 명도차를 크게 하고 선명한 채도의 색을 사용하면서 채도차가 크게 배색을 하는 것이 바람직하다고 판단된다.

최종적으로 4가지 색채조화 예측모델 식(3)~식(6)과 각각에서 유용하게 확인된 변수를 회귀계수가 큰 값 순서대로 [표 5]에 제시하였으며 아울러 예측도도 함께 제시하였다. 또한 [표 6]에는 각각의 조화예측모델을 그 특징별로 디자인에 적용 시의 가이드를 제시하였다.

[표 5] 4가지 조화예측모델과 각각의 유용한 변수 및 예측도

조화 원리	조화예측모델	유용한 변수	예측도
O	$y_O = 5.14 - 1.94 \Delta C^* - 8.30 \Delta H^* $	색상차 채도차	$R^2=0.82$
F	$y_F = 3.35 + 1.18\overline{L^*} + 2.53 \Delta L^* - 4.79 \Delta H^* $	색상차 명도차 평균명도	$R^2=0.75$
S	$y_S = 6.05 + 4.66\overline{C^*} - 2.22 \Delta L^* - 3.60 \Delta C^* - 10.89 \Delta H^* $	색상차 평균채도 채도차 명도차	$R^2=0.79$
U	$y_U = 1.13 + 2.39\overline{C^*} + 0.67\overline{h} + 7.87 \Delta L^* + 2.06 \Delta C^* $	명도차 평균채도 채도차	$R^2=0.84$

[표 6] 4가지 조화예측모델에 대한 디자인 적용 가이드

조화 원리	디자인 적용 가이드
O	‘질서잡힌’ 조화의 배색을 만들기 위해서는 색상차와 채도차를 너무 크게 하지 말 것
F	‘친근한’ 조화의 배색을 만들기 위해서는 색상차는 되도록 작게 하고 명도차가 크면서도 전체적으로는 밝아지도록 고명도의 색을 사용하여 배색할 것
S	‘유사한’ 조화의 배색을 만들기 위해서는 색상차는 되도록 작게 하고 선명한 채도의 색을 채도 및 명도차가 크지 않도록 배색할 것
U	‘명료한’ 조화의 배색을 만들기 위해서는 명도차를 크게 하고 선명한 채도의 색을 사용하면서 채도차가 크게 배색할 것

6. 결론

본 연구에서는 Judd의 색채조화의 4가지 원리별 적용가능한 객관적인 조화예측모델을 제안하는 것을 목적으로 35명의 피험자에게 120종의 배색샘플에 대하여 <질서없는-질서잡힌>, <낮선-친근한>, <다른-유사한>, <불명료한-명료한>의 평가척도를 사용하여 주관평가실험을 실시하였다. 실험결과 얻어진 피험자의 평균 평가치를 목적변수로, 배색 구성색의 심리메트릭량 $\overline{L^*}$, $\overline{C^*}$, \overline{h} , $|\Delta L^*|$, $|\Delta C^*|$, $|\Delta H^*|$ 를 설명변수로 채택하여 중회귀분석을 실시하였다. 그 결과 4가지 색채조화에 대한 예측모델 식(3)~식(6)을 도출하였다. Judd의 색채조화의 4가지 예측모델을 요약하면 다음과 같다.

- 1) ‘질서(Order)의 원리’는 배색의 심리메트릭량 $|\Delta H^*|$, $|\Delta C^*|$ 으로 $R=.82$ 정도 예측가능하며 배색의 색상차와 채도차가 작을수록 ‘질서잡힌’ 조화를 이룬다.
- 2) ‘친근(Familiarity)의 원리’는 배색의 심리메트릭량 $|\Delta H^*|$, $|\Delta L^*|$, $\overline{L^*}$ 으로 $R=.75$ 정도 예측가능하며 배색의 색상차는 작고 명도차는 크면서 평균명도가 높을수록 ‘친근한’ 조화를 이룬다.
- 3) ‘유사(Similarity)의 원리’는 배색의 심리메트릭량 $|\Delta H^*|$, $\overline{C^*}$, $|\Delta C^*|$, $|\Delta L^*|$ 으로 $R=.79$ 정도 예측가능하며 배색의 색상차는 작고 평균채도가 높으며 채도 및 명도차는 작을수록 ‘유사한’ 조화를 이룬다.
- 4) ‘명료(Unambiguity)의 원리’는 배색의 심리메트릭량 $|\Delta L^*|$, $\overline{C^*}$, $|\Delta C^*|$ 으로 $R=.84$ 정도 예측가능하며 배색의 명도차가 크고 평균채도가 높으며 채도차가 클수록 ‘명료한’ 조화를 이룬다.

참고문헌

- Goethe, J. W. von. (1999). 色彩論 (高橋義人, 前田富士男 역). 東京: 工作舎. (원전은 1890년에 출판)
- Chevreul, M. E. (1967). The Principles of Harmony and Contrast of Colors. (Birren, F. 역). New York: Van Nostrand Reinhold. (원전은 1839년에 출판)
- Ostwald, W. (1969). The Color Primer. (Birren, F. 역).

New York: Van Nostrand Reinhold. (원전은 1916년에 출판)

- Munsell, A. H. (1969). A Grammar of Color. (Birren, F. 역). New York: Van Nostrand Reinhold. (원전은 1921년에 출판)
- Judd, D. B. (1950). Color Harmony-An Annotated Bibliography. NBS. Letter Circular, LC. 987.
- Ou, L.-C. & Luo, M. R. (2006). A Colour Harmony Model for Two-color Combinations. *Color Research Application*, Vol. 31, No. 3, 191-204.
- Nayatani, Y. & Sakai, H. (2008). Proposal for Selecting Two-color Combinations with Various Affections. Part 1: Introduction of the Method. *Color Research Application*, Vol. 34, No. 2, 128-134.
- 이윤진. (2015). 색채조화의 예측식에 관한 연구: 2색 배색을 중심으로. *한국색채학회논문집*, Vol. 29, No. 1, 93-105.
- KS A 0067. (2015). $L^*a^*b^*$ 표색계 및 $L^*u^*v^*$ 표색계에 의한 물체색의 표시방법.