

# 基于多元回归的色彩人格定量化研究

吴芝明<sup>1</sup>, 伍少梅<sup>1</sup>, 韩春燕<sup>2</sup>, 陈渝<sup>2</sup>, 林涛<sup>1</sup>

(1. 四川大学计算机学院, 成都 610065; 2. 四川民族学院, 康定 626001)

**摘要:** 色彩是视觉感知的重要组成部分,它不仅具有美学价值,还能激起对人格特质的联想,即色彩人格。然而,目前仍缺乏对色彩与其激起的人格特质联想之间关系的定量化描述。本研究首次对色彩属性与人格联想间的定量化关系进行研究,采用语义差分法获取了色彩激起的人格联想,基于多元回归建立了色彩人格模型。结果表明,色彩的明度,浓度和色相对人格特质的感知都具有影响;而且,色彩的属性及其激起人格联想之间的关系能够较好地由多元回归模型定量化。该结果为虚拟角色的色彩人格设计提供了依据。

**关键词:** 色彩感知; 色彩情感; 人格感知; 角色设计

**中图分类号:** TP316 **文献标识码:** A **文章编号:** 0490-6756(2016)06-1255-06

## Quantifying relationships between color and personality using multiple regression

WU Zhi-Ming<sup>1</sup>, WU Shao-Mei<sup>1</sup>, HAN Chun-Yan<sup>2</sup>, CHEN Yu<sup>2</sup>, LIN Tao<sup>1</sup>

(1. College of Computer Science, Sichuan University, Chengdu 610065, China;

2. Sichuan Minzu College, Kangding 626001, China)

**Abstract:** Color is an important aspect of visual perception. It not only has aesthetic value but also can convey personality-relevant information. However, a clear and quantitative understanding of how color evokes personality associations is still lacking. In this research, semantic differential scales were first adopted to capture color personality association. Then, multiple regression were used to quantify the relationships between three color attributes (CIELAB *lightness*, *chroma*, and *hue*) and the color personality association. The results showed that the *lightness*, *chroma* and *hue* had effects on the color personality associations; besides, the relationships between the color attributes and color personality associations could be well quantified using the multiple regression models. These results provide guidelines to design the color personality of visual characters.

**Keywords:** Color perception; Color emotion; Personality perception; Character design

## 1 引言

色彩心理是人对外观世界的主观反映,设计师利用色彩的心理效应,创造了不同的色彩精神空间。在色彩心理学领域,现有大部分的研究集中在探索色彩产生的情感反应,即色彩情感<sup>[1-6]</sup>。色彩情

感指的是当人看到某种色彩时产生的某种感觉、印象或心理反应。例如,红色易让人产生快乐的联想;蓝色易产生悲伤的联想<sup>[6]</sup>。现阶段,许多研究者致力于建立色彩与不同情感词的定量模型,如冷-暖<sup>[1-3]</sup>,明-暗<sup>[1, 2]</sup>,轻-重<sup>[1, 2, 3]</sup>,软-硬<sup>[1-3]</sup>,深-浅<sup>[1, 2]</sup>等。在这些研究中,为了解色彩及其激起的情感之

间的关系,通常首先采用语义差分法获取色彩激起的情感,再使用回归等统计分析方法对色彩属性同色彩情感之间的关系进行量化分析<sup>[5]</sup>。色相、浓度和明度等色彩属性常被用来研究色彩同其激起的情感之间的关系。研究表明,大部分的色彩情感主要受明度和浓度的影响,而色相的影响较小<sup>[1,2]</sup>。这些定量模型可以帮助设计师通过调整色彩属性的变化,传达对各类色彩的基本感受与印象。

人格是一个人区别于另一个人并保持恒定的具有特征性的思想、情感和行为的模式<sup>[7]</sup>。本研究立足于人机交互领域虚拟角色设计的需求,旨在探索色彩及其激起的人格印象的关系。在交互设计领域,为了丰富用户体验,提高用户对系统的满意度,虚拟角色在大量交互系统(如游戏、教育虚拟系统)中被广泛的使用。而达到这一目的前提是人和角色之间的可信交互。其中,赋予虚拟角色特定的人格被认为是一种获得可信交互、提升用户体验的有效方式<sup>[8]</sup>。角色外表是形成人格判断的最重要线索之一<sup>[9-12]</sup>。而色彩作为角色外表的重要组成部分,被认为能够传递人格相关的信息<sup>[13-15]</sup>。如男性通常认为出现在红色边框的照片中或者穿着红色服装的女性更有吸引力、更加性感<sup>[14]</sup>;而女性通常会认为面色偏红的男性更加有侵略性、强势和有吸引力<sup>[13]</sup>。设计师可以通过调整虚拟角色外表的色彩属性,方便的改变虚拟角色给用户的人格印象,达到可信交互的目的。

然而,通过何种方式调整角色颜色,使虚拟角色具有期望的人格是一个仍未解决的问题。目前,亟需一个能量化描述色彩和人格感知之间关系的模型,作为设计者在确定虚拟角色色彩外貌时的依据。

本研究首次尝试建立色彩的属性及其激起的人格印象之间关系的定量模型,对“外向的-内向的”,“情绪化的-情绪稳定的”,“兴趣广泛的-兴趣单一的”,“有组织的-散漫的”和“随和的-难相处的”五个人格特质进行研究。首先,一个心理学实验被设计来收集色彩激起的人格印象,接下来,建立回归模型通过色彩的三个属性(明度,浓度和色相)对其传递的人格印象进行预测。结果表明:(1)色彩明度,浓度和色相对人格特质的感知都具有影响;(2)多元回归模型能够较好的描述色彩属性同人格特质的关系。

## 2 实验

在本实验中,63 个被试对 216 个色彩样本传递的人格印象进行评估。

### 2.1 被试对象

63 名四川大学学生参与了本次实验,其中男性 30 名,女性 33 名。所有被试视力或矫正视力正常,语言理解与沟通正常。

### 2.2 色彩人格语义差分量表

鉴于 LAB 色彩模式可再现任何人眼所能感受到的色彩;具有平台独立性等优点,我们从 CIELAB 色彩空间选择了 216 个色彩样本,样本能较好的覆盖色彩空间,CIELAB 的三个坐标- $L$ ,  $a$ ,  $b$ -分别表示色彩的明度,在红光和绿光之间的位置,在黄光和蓝光之间的位置(如图 1 所示)。

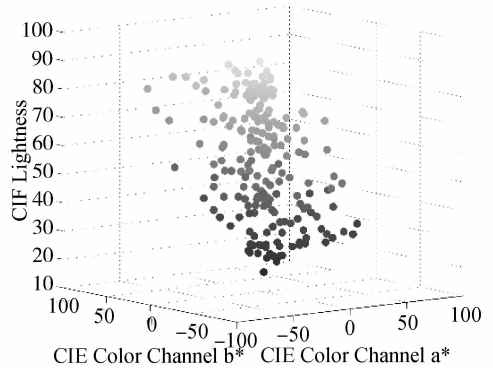


图 1 基于 CIELAB 色彩空间的色彩样本  
Fig. 1 The color samples in CIELAB color space

接下来从大五人格的标记词中选出五个人格描述形容词对用以制作色彩人格语义差分量表,分别为外向的-内向的(extraverted-introverted,简称 EI),情绪化的-情绪稳定的(moody-unemotional,简称 MU),随和的-难相处的(agreeable-disagreeable,简称 AD),有组织的-散漫的(organized-disorganized,简称 OD),兴趣广泛的-兴趣单一的(wide interests-narrow interests,简称 WN)。研究表明,这五个形容词对能较好的描述大五人格特质<sup>[16]</sup>。这五个词对以中文和英文两种方式同时呈现给被试(如图 2 所示)。量表为 7 点语义差分量表,取值范围为(-3,-2,-1,0,1,2,3)。以“外向-内向”为例,量表中数字的含义依次为(非常内向,比较内向,有点内向,中立,有点外向,比较外向,非常外向)。

### 2.3 实验设置和流程

实验在一个黑暗的房间中进行,一个大小为

14.5cm×15cm 的颜色块被显示在彩色 CRT 显示器, 背景为灰色 ( $L = 50$ ). 被试的观看距离为 50cm, 观看角度约为  $10^\circ$ . 光谱辐射计从被试的位置测量每个颜色的在 CIELAB 空间的颜色属性, 获得每个颜色的明度 (Lightness, 简称 L)、浓度 (Chroma, 简称 C) 和色相 (Hue, 简称 H).

实验前, 实验者向每个被试详细解释了这五个人格特质, 确保被试准确的理解这五个特质的含义. 实验开始, 被试观察颜色样本, 并立即对该颜色传递的人格印象在 7 点色彩人格量表上打分 (见图 2). 1080 种颜色刺激 (216 个颜色样本×5 个特征) 被随机的呈现给每个被试. 实验分为六个部分, 每个部分被试对 180 个颜色刺激进行评估, 时间为 15min 左右. 每个部分结束后, 被试休息 5min 左右.

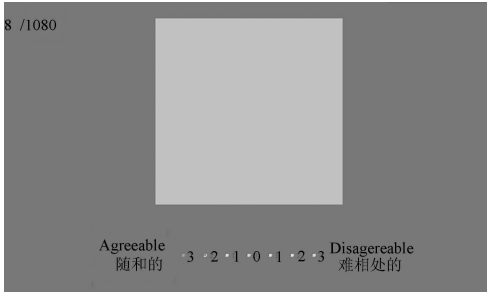


图 2 色彩人格印象判定量表.

Fig. 2 Screenshot of the personality association rating scale for a give color

### 3 色彩人格模型建立

#### 3.1 数据预处理

数据预处理包括可靠性验证和数据归一化两个步骤.

(1) 可靠性验证. 根据本实验设计条件, 采用两因素随机模型计算平均测量的组内相关系数 (ICC) 以验证数据的可靠性. 从表 1 可以看出, 所有的相关性系数大于 0.8, 且具有统计上的显著意义. 以上结果表明, 数据具有较好的可靠性.

表 1 五个人格特质得分 ICC 系数.

Tab.1 The ICC value of ratings for the five traits. ( $df_1=215, df_2=13330, p<0.001$ )

人格特质	ICC	F value
EI	0.969	31.947
MU	0.920	12.432
AD	0.835	6.073
OD	0.845	6.452
WN	0.970	33.898

(2) 数据归一化. 首先计算 63 个被试针对五个性格特质在 216 个色彩样本上的打分的平均值.

$$r_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^{63} r_{ijk}}{63}, i = 1, \dots, 5 \quad (1)$$

其中,  $r_{ijk}$  表示第  $k$  个被试在第  $i$  个样本上对人格特质  $j$  的打分.

采用公式 (2) 将每个色彩人格量表上的打分归一化到 0 到 1 之间.

$$S_{ij} = \frac{r_{ij} + 3}{6}, i = 1, \dots, 216, j = 1, \dots, 5 \quad (2)$$

其中,  $r_{ij}$  为被试在第  $i$  个样本上对人格特质  $j$  的打分的均值;  $S_{ij}$  为归一化后的均值.

#### 3.2 模型建立

鉴于 CIELAB 空间中的  $L, C, H$  三个属性能够比较直观的反映人对颜色的认知, 且易于解释, 本研究采用回归分析, 基于  $L, C, H$  三个属性对五个人格特质进行预测. 主要步骤包括:

(1) 观察散点图, 确定自变量.

(2) 计算方差膨胀因子, 检测自变量共线性.

(3) 采用逐步回归法, 建立自变量和因变量的回归方程.

(4) 模型验证. 采用  $F$  检验和  $t$  检验分别对模型和自变量的显著性进行验证; 采用决定系数 ( $R^2$ ), 标准估计误差分别对模型的拟合度和误差进行评估; 采用标准回归系数 ( $beta$ ) 对自变量的相对重要性进行分析.

接下来以特质“MU”为例, 对建模过程进行描述.

(1) 散点图分析. 从散点图中可以看出, 随着  $L, C$  的增加,  $S_{MU}$  有增加的趋势 (见图 3 和 4).

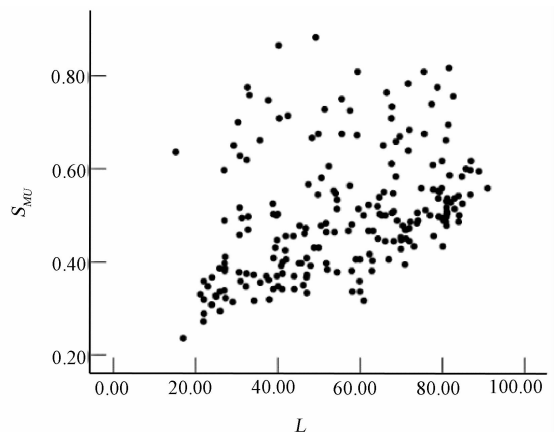


图 3 色彩明度 VS.  $S_{MU}$ .

Fig. 3 The plots of  $L$  VS.  $S_{MU}$

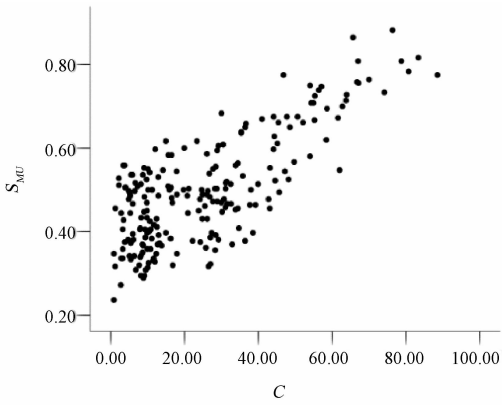


图 4 色彩浓度 VS.  $S_{MU}$ .  
Fig. 4 The plots of C VS.  $S_{MU}$

通过曲线估计发现,同  $S_{MU}$  拟合的最好的  $L, C$  的形式分别为  $L^{0.302}$  和  $C$ . 对于  $H$ , 没有发现其与  $S_{MU}$  有明显的递增或递减关系, 然而, 通过计算  $S_{MU}$  在不同的  $H$  区间上的均值, 发现  $S_{MU}$  随着  $H$  的增加呈现类似余弦函数的形状 (见图 5 和 6), 因此选择  $\cos H$  作为自变量.

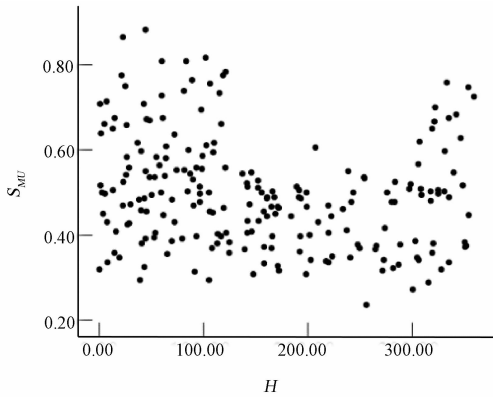


图 5 色彩色相 VS.  $S_{MU}$ .  
Fig. 5 The plots of H VS.  $S_{MU}$

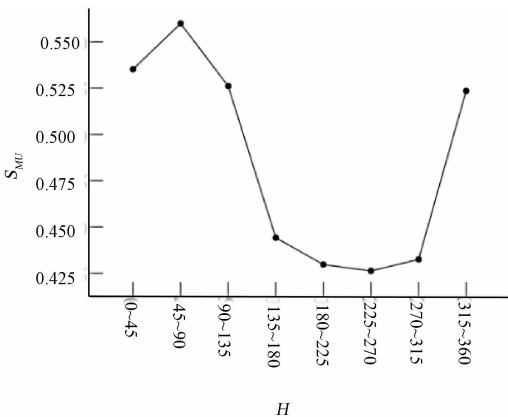


图 6 不同色相区间上  $S_{MU}$  的均值.  
Fig. 6 The average values of  $S_{MU}$  in different hue regions

(2) 共线性检测. 三个变量  $L^{0.302}, C, \cos H$  的共线性检测结果显示:  $L^{0.302}, C, \cos H$  的方差膨胀因子的值分别为 1.033, 1.020, 1.053. 这表明, 这三个变量不存在共线性, 可以共同作为多元回归的自变量.

(3) 采用逐步回归建立回归方程.  $S_{MU}$  的预测方程如下所示.

$$S_{MU} = -0.144 + 0.005 * C + 0.155 * L^{0.302} + 0.043 * \cos H \quad (3)$$

其中,  $S_{MU}$  为特质“MU”的预测值;  $L$  和  $C, H$  分别 CIELAB 的明度, 浓度和色相.

(4) 模型验证.  $F$  检验的结果表明: 方程(3)具有显著的统计意义 ( $F = 307.14, p < 0.001$ ), 其次, 方程中的每个变量也具有显著的统计意义 ( $C: t = 24.692, p < 0.001$ ;  $L^{0.302}: t = 15.471, p < 0.001$ ;  $\cos H: t = 7.598, p < 0.001$ ). 同时, 该模型具有较好的预测能力 ( $R^2 = 0.813$ ) 和较低的标准估计误差 (标准估计误差 = 0.057), 说明该模型能够较好的通过色彩的  $L, C$  和  $H$  属性预测色彩传递的人格 (MU) 印象. 三个变量的系数为正, 这说明随着  $L$  和  $C$  的增加,  $S_{MU}$  有增加的趋势; 随着  $H$  从  $0^\circ$  逆时针变化到  $180^\circ$  到  $360^\circ$ ,  $S_{MU}$  呈现先减小再增大的趋势. 标准回归系数的绝对值表明: 饱和度对“MU”特质的影响最大, 其次是亮度, 最后是色相 ( $\beta_C = 0.741, \beta_{L^{0.302}} = 0.467, \beta_{\cos H} = 0.232$ ). 图 7 为该回归模型各个自变量的部分回归图.

### 4 实验结果及分析

五个人格特质的回归模型如表 2 所示.  $F$  检验显示, 所有的方程具有显著的统计意义 (all  $p$ -values  $< 0.001$ ). 回归方程的  $R^2$  值在 0.64 到 0.91 之间, 标准估计误差在 0.042 到 0.08 之间, 反映了回归方程具有较好的预测能力. 所有的回归模型通过了“零期望, 等方差, 正态性, 独立性”的检验, 反映了模型具有较好的泛化能力. 以上结果说明了多元回归分析能够较好的描述色彩属性同人感知到的人格之间的关系.

表 2 色彩人格多元回归预测模型  
Tab. 2 The Multiple Regression Models predicting personality based on color attributes

MLR Models	$R^2$
$S_{EI} = -0.160 + 0.007 * C + 0.030 * L^{0.697} + 0.039 * \cos(H+20)$	0.854 ***
$S_{MU} = -0.144 + 0.005 * C + 0.155 * L^{0.302} + 0.043 * \cos H$	0.813 ***
$S_{AD} = 0.014 + 0.104 * L^{0.386} - 0.018 * \cos(H+150)$	0.642 ***
$S_{OD} = 0.734 - 0.002 * C - 0.003 * L + 0.041 * \cos(H+150)$	0.801 ***
$S_{WN} = -0.844 + 0.040 * C + 0.105 * L^{0.816} + 0.265 * \cos(H+20)$	0.839 ***

注: \*\*\* 表示  $P < 0.001$

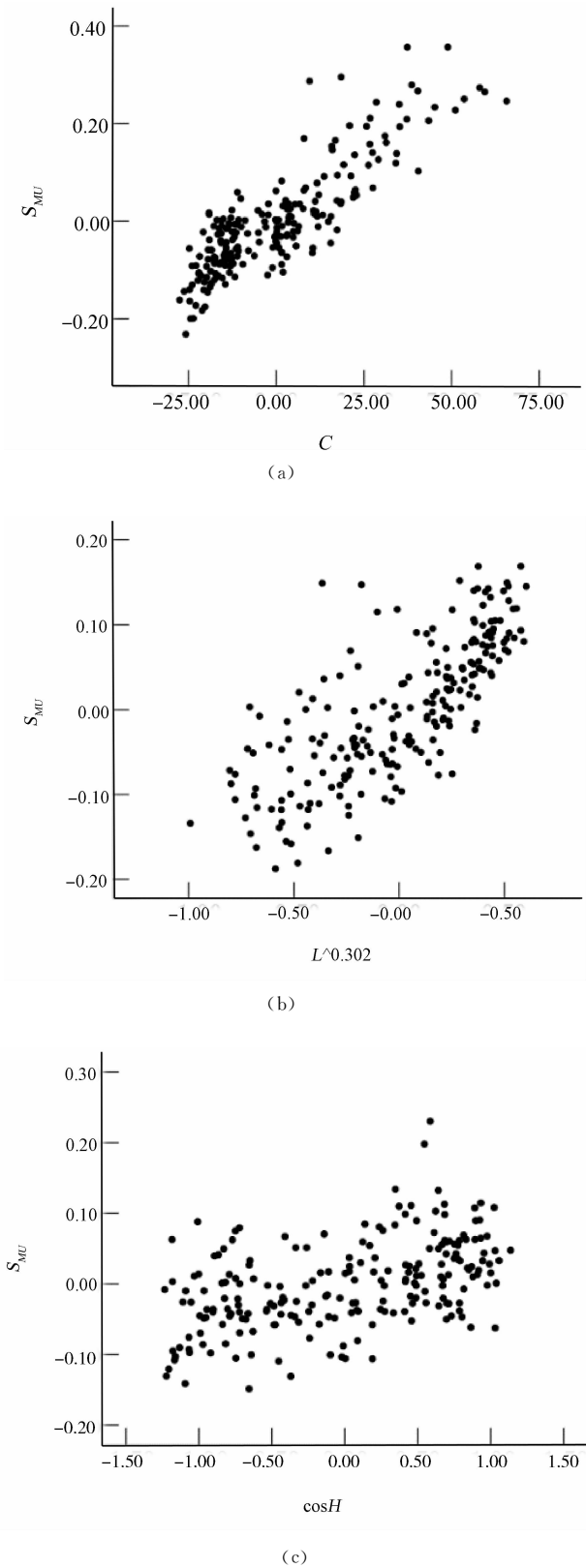


图 7 (a)C, (b)  $L^{0.302}$ , (c)  $\cos H$  VS.  $S_{MU}$  部分回归图  
Fig. 7 Partial plots of (a)C, (b)  $L^{0.302}$ , (c)  $\cos H$  VS.  $S_{MU}$

通过对回归方程的自变量及其标准回归系数的分析,可进一步对回归模型进行解释.首先,根据每个自变量标准回归系数绝对值的大小,将其对人

格特质感知的影响分为支配 ( $\beta \geq 0.6$ ),明显 ( $0.3 < \beta < 0.6$ ),轻微 ( $\beta \leq 0.3$ ),无(—)四种程度(见表 3).

表 3 色彩属性对人格特质感知的影响.

Tab. 3 The effects of color attributes on personality association.

人格特质	L	C	H
EI	+支配	+支配	+轻微
MU	+明显	+支配	+轻微
AD	+支配	—	-轻微
OD	-支配	-明显	+明显
WN	+支配	+支配	+轻微

从表 2 和 3 可以看出,  $L$  对特质“EI”,“AD”,“OD”,“WN”的感知具有支配性的影响,对“MU”的感知具有明显的影响.其中, $L$  同  $S_{EI}$ ,  $S_{MU}$ ,  $S_{AD}$ ,  $S_{WN}$  呈正相关,同  $S_{OD}$  呈负相关.也就是,随着明度的增加,颜色会让人会产生更强的外向、情绪化、随和,散漫和兴趣广泛的印象,随着明度的降低,颜色会让人会产生更强的内向、情绪稳定、难以相处,有组织和兴趣单一的印象.

自变量  $C$  对特质“EI”,“MU”,“WN”的感知具有支配性的影响,对“OD”的感知具有明显的影响,对“AD”的感知没有影响.其中, $C$  同  $S_{EI}$ ,  $S_{MU}$ ,  $S_{WN}$  呈正相关,同  $S_{OD}$  呈负相关.也就是,随着浓度的增加,颜色会让人会产生更强的外向、情绪化、散漫和兴趣广泛的印象,随着浓度的降低,颜色会让人会产生更强的内向、情绪稳定、有组织和兴趣单一的印象.

在回归模型中,自变量  $H$  除了对“OD”有明显的影响外,对其他四个人格特质只有轻微的影响. $H$  对人格特质感知的影响比较复杂:其中, $H$  对“EI”和“WN”影响相似,在色环上随着颜色从  $340^\circ$  逆时针旋转, $S_{EI}$  和  $S_{WN}$  呈现先减小(到  $160^\circ$  附近最小)再增大的趋势,也就是说,在红紫色区域附近的颜色更容易让人产生外向和兴趣广泛的印象,而在绿黄色区域附近的颜色更容易让人产生内向和兴趣单一的印象;对于“OD”和“AD”, $H$  有相似的影响模式, $S_{OD}$ ,  $S_{AD}$  分别同  $\cos(H + 150)$  呈正相关和负相关,也就是说在红橙色区域附近的颜色能够让用户产生更强的散漫和随和的感觉,而在蓝绿色区域附近的颜色更容易让用户产生有组织的、难以相处的感觉;而对于“MU”,颜色在色环上从  $0^\circ$  到  $180^\circ$  到  $360^\circ$  呈现先减小再增大的趋势,即随着 CIELAB 空间上红光的增加,对情绪化的感知有增

加的趋势,随着绿光的增多,更能让人感知到情绪稳定性这一特质。

## 5 结 论

本研究采用多元回归建立色彩人格模型量化了色彩属性与人格特质间的关系并对色彩属性同人格感知的关系进行了总结。结果表明,色彩明度,浓度和色相对人格特质的感知都具有影响;而且这些关系能够较好地被多元回归模型量化。

本研究首次对色彩属性和其激起的人格联想的定量关系进行建模。其成果主要可以应用在两个方面。首先,研究获得的关于色彩人格关系的知识为虚拟角色的设计提供了指导。其次,本研究建立的定量预测模型能够更加准确,快速,客观的对一个颜色带来的人格印象进行评价,避免角色设计过程中不同设计者的分歧。

然而,本研究仍存在一些局限。在回归模型中,由于色相改变带来的人类感知变化难以线性尺度进行衡量,与浓度和明度相比,色相对人格联想的影响不易解释。同时,本研究的数据来自中国大学生,这意味这本研究的结论可能不适用于其他地区的人群。接下来的研究将采用更符合人类感知特点的方法对色彩同人格联想之间的关系进行建模;同时收集来自不同地区的人群的数据进行分析。

## 参考文献:

- [1] Gao X P, Xin J H. Investigation of human's emotional responses on colors[J]. *Color Res Appl*, 2006, 31(5): 411.
- [2] Xin J H, Cheng K M, Taylor G, *et al*. Cross-regional comparison of colour emotions Part II: Qualitative analysis [J]. *Color Res Appl*, 2004, 29(6): 458.
- [3] Ou L C, Luo M R, Woodcock A, *et al*. A study of colour emotion and colour preference. Part I: Colour emotions for single colours[J]. *Color Res Appl*, 2004, 29(3): 232.
- [4] 袁培飒, 陈锐, 林涛, 等. 基于遗传算法和神经网络的软件界面美感建模[J]. *四川大学学报: 自然科学版*, 2015, 52(2): 269.
- [5] Wright B, Rainwater L. The meanings of color[J]. *J Gen Psychol*, 1962, 67(1): 89.
- [6] Soldat A S, Sinclair R C, Mark M M. Color as an environmental processing cue: External affective cues can directly affect processing strategy without affecting mood[J]. *Soc Cognit*, 1997, 15(1): 55.
- [7] 许燕. 人格心理学(新世纪高等学校教材心理学基础课系列教材)[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2010.
- [8] Callejas Z, Griol D, López-Cózar R. A framework for the assessment of synthetic personalities according to user perception[J]. *Int J Hum-comput Stud*, 2014, 72(7): 567.
- [9] Naumann L P, Vazire S, Rentfrow P J, *et al*. Personality judgments based on physical appearance [J]. *Personal Soc Psychol Bull*, 2009, 35.
- [10] Borkeau P, Liebler A. Trait inferences: sources of validity at zero acquaintance [J]. *J Personal Soc Psychol*, 1992, 62(14): 645.
- [11] Kenny D A, Horner C, Kashy D A, *et al*. Consensus at zero acquaintance: replication, behavioral cues, and stability [J]. *J Personal Soc Psychol*, 1992, 62(4): 88.
- [12] Hwang J, Park T, Hwang W. The effects of overall robot shape on the emotions invoked in users and the perceived personalities of robot [J]. *Appl Ergon*, 2013, 44(3): 459.
- [13] Stephen I, Oldham F, Perrett D I, *et al*. Redness enhances perceived aggression, dominance and attractiveness in men's faces[J]. *Evol Psychol*, 2012, 10(3): 562.
- [14] Elliot A J, Niesta D. Romantic red: red enhances men's attraction to women[J]. *J Personal Soc Psychol*, 2008, 95(5): 1150.
- [15] Hartman T, Wollman L, Perrin S, *et al*. The color code [M]. New York: Simon & Schuster Audio, 1998.
- [16] Goldberg L R. The development of markers for the Big-Five factor structure [J]. *Psychol Assess*, 1992, 4: 26.