

基于孟塞尔色彩调和理论的包装色彩设计

李梦雅¹, 黄秀玲^{1,2}, 袁峰¹, 徐兰萍¹

(1.上海大学, 上海 200072; 2.江苏省食品先进制造装备技术重点实验室, 无锡 214122)

摘要: **目的** 通过 Matlab 编程建立色彩调和系统, 自动生成遵循孟塞尔调和理论的搭配色, 从而实现对色彩的精确表述与设计。**方法** 对包装领域的色彩设计策略进行探讨, 着重研究系统的相关关键技术及实现方法。对色彩设计过程进行建模, 建立色彩调和系统, 通过 Matlab 编程, 实现自动生成符合孟塞尔调和理论的搭配色。**结果** 系统可根据用户的要求, 提供十色相、十二色相、十六色相和二十四色相等 4 种精度, 垂直调和、内面调和、圆周调和、同色斜内面调和、互补斜内面调和、斜横内面调和、螺旋调和等 7 种调和模式的色彩搭配方案, 使得设计的色彩符合人们对色彩设计的期望。**结论** 系统能帮助用户快速完成色彩的设计, 具有较好的使用价值。

关键词: 孟塞尔调和; 色彩设计; 系统设计

中图分类号: TB482; TS206 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)15-0219-05

Packaging Color Design Based on Munsell Color Harmony Theory

LI Meng-ya¹, HUANG Xiu-ling^{1,2}, YUAN Feng¹, XU Lan-ping¹

(1.Shanghai University, Shanghai 200072, China; 2.Key Laboratory of Advanced Manufacturing Equipment and Technology of Food Products in Jiangsu Province, Wuxi 214122, China)

ABSTRACT: The paper aims to establish a color harmony system with Matlab programming to automatically provide match colors consistent with the Munsell color harmony theory, in order to represent and design color accurately. Strategies on color design in the field of packaging were discussed to emphatically study related key techniques and implementation methods of the systems. The color design process was modeled to establish a color harmony system to provide colors consistent with Munsell color harmony theory by Matlab programming. Based on requirements of users, the system can provide color matching programs with four hue precisions (10-hue, 12-hue, 16-hue and 24-hue) and seven harmony modes (vertical, inner face, circular, inclined inner face of the same color, complementary inclined inner face, inclined cross inner face, spiral). This made color design meet the expectations of people for color design. This system provides users with intelligent color design reference, helps users complete color design quickly, and of great value to use.

KEY WORDS: Munsell harmony; color design; system design

色彩是包装设计中的一个重要因素, 色彩搭配得当的包装就会格外引人注目。合理的色彩具有强烈的视觉冲击力, 使人感到愉悦, 进而使人产生感官上的满足, 引发情感共鸣, 激发消费者购买欲望^[1]。实际的色彩设计, 无法像其他工程类设计一样对色彩进行具体的量化计算, 计算机对色彩进行数学建模和设计面临着一定的困难。目前市面上普遍使用的计算机图像与色彩设计及处理软件, 仅仅是向用户提供了基础

的选色器及调色盘, 颜色的选取依靠用户手工输入数值或凭感觉选取, 并不能真正地提供色彩设计中的配色方案^[2]。针对上述提到的计算机色彩设计过程中的不足, 拟利用计算机的算法, 对色彩设计过程进行数学建模, 以使用者的角度与思维模拟并完成色彩设计过程, 使得色彩设计的过程更加简便, 也更贴合设计者对色彩设计的预想。

收稿日期: 2016-07-19

作者简介: 李梦雅 (1992—), 女, 上海大学硕士生, 主攻食品包装技术。

通讯作者: 黄秀玲 (1978—), 女, 博士, 上海大学副教授、硕导, 主要研究方向为包装技术、食品安全等。

1 颜色模型

所谓颜色模型就是指某个三维颜色空间中的一个可见光的子集,它包含某个颜色域的所有颜色^[3]。颜色模型主要有 RGB, CMYK, HSV, HIS, CHL, LAB 等。它们在不同的行业各有所指,但在计算机技术方面运用最为广泛。RGB 和 CMYK 颜色模型都是面向硬件的,而 HSV 颜色模型是面向用户的^[4]。由于 HSV 是一种比较直观的颜色模型,所以在许多图像编辑工具、图像处理工具中应用比较广泛,如 Photoshop, Matlab 等。

2 基于孟塞尔色彩调和理论的配色系统的建立

色彩调和系统设计的目标是:初步设计产品包装时,为达到色彩搭配和谐美观的目的,输入一种颜色,系统即可计算出 7 种孟塞尔调和方式中任意一种的色彩搭配方案,给设计人员提供配色指导^[5]。

2.1 孟塞尔色彩调和理论数学模型的建立

根据孟塞尔的色彩调和理论,要使几种色彩的搭配在包装上调和,就应该使这些色彩在孟塞尔色立体中具有一定的位置秩序。确立一个色或一组色后,也同时能从色立体中求出相应的调和色,其方法是从几何学秩序方向中去选择^[6]。规范这些色彩间的秩序指色彩之间具备规律性的关系。如果要使包装色彩的搭配达到调和,使产品包装在色彩上具有表现力,这些色彩在孟塞尔色环上就必须满足以下 7 种调和关系,即垂直、内面、圆周、斜内面、斜横内面、螺旋、椭圆^[7]。

在 Matlab 中对色彩方案进行配置的方法是对色彩调和方案建立不同的调和函数来调用^[8-9]。其主要步骤是将色彩的调和规则,这里指孟塞尔色彩调和理论化为数学建模的方式,将色彩调和规则与色彩的 3 个数值建立一一对应的函数关系,进而计算出每种调和规则的程序算法,根据算法为每种调和规则建立功能函数^[8]。

原始色彩的 3 个值(初始色彩的色相、饱和度以及明度)作为每个功能函数的初始条件,分别记为 H_0 , S_0 , V_0 。各个功能函数的作用就是将原始数据代入公式计算,最终得出所有可能的输出参数,并在相应区域显示色块^[9]。在 Matlab 中 H 代表色相(取值为 $0 \sim 1$, 不包括 1), S 代表饱和度(取值为 $0 \sim 1$), V 代表明度(取值为 $0 \sim 1$)。在立体模型示意图中, H 代表某种颜色在色相环中的角度($0 \sim 360^\circ$), S 代表该颜色距离中心轴的远近, V 代表该颜色在纵向坐标轴上的位置,其数学模型由每个色彩的 3 个值关系得出^[10]。

以垂直调和为例,具有垂直关系的调和是同色相、同饱和度、不同明度的调和^[13]。选色轨道垂直平行与无彩色系轴。此种调和属于是单一色相的调和,如: 5G3/4, 5G5/4, 5G7/4, 5G9/4... 色调单一明快、清爽,其数学模型的关系如表 1 中垂直调和的示意图所示,为一个竖直的长黑条^[14]。此模型上各颜色的坐标关系可用数学方法表示为:色相 H 为固定值 H_0 , 饱和度 S 为固定值 S_0 , 明度 V 为任意值 V_r , 其他几种调和关系的数学模型也依此得出,见表 1^[15]。

2.2 窗口界面的实现

利用 Matlab 所提供的 GUI 平台来实现文中的数字

表 1 孟塞尔色彩调和理论的数学模型
Tab.1 Mathematical model of Munsell color harmony theory

调和种类	示意图	数学模型	调和种类	示意图	数学模型
垂直		$H=H_0$ $S=S_0$ $V=V_r(\text{随机值})$	互补斜内面		$H=(H_0+0.5)\%1$ $S=S_r(\text{随机值})$ $V=0.5-S_r* V_0-0.5 /S_0$
内面		$H=H_0$ 或 $H=(H_0+0.5)\%1$ $S=S_r(\text{随机值})$ $V=V_0$	斜横内面		$H=H_0$ $S=S_r(\text{随机值})$ $V=S_r*V_0/S_0$
圆周		$H=H_r(\text{随机值})$ $S=S_0$ $V=V_0$	螺旋		t 为随机值 $H=(H_0+t/4)\%1$ $S=(S_0+70t/45)\%1.4$ $V=(V_0+t)\%0.9$
同色斜内面		$H=H_0$ $S=S_r(\text{随机值})$ $V=0.5+S_r* V_0-0.5 /S_0$			

图像处理系统的设计，在 Matlab 的命令窗口中键入 GUIDE，随后进入图形用户界面的布局编辑界面中来设计系统所需要的界面^[16]。系统设计的主要步骤为：明确系统所要实现的主要功能，应该具有哪些模块；绘出基本的用户界面草图，并对其进行修改，最终确定一个方案；根据最终确定的方案，利用 Matlab GUI 制作用户操作界面以及其他菜单项目；编写界面及其菜单里的每个功能的回调程序，并且逐项进行功能检测^[17—18]。

根据用户观察及操作程序的顺序，把整个色彩调和系统的界面分为 5 块区域（见图 1），从上到下、从左到右分别为题栏①、选择区②、颜色信息显示区③、原色块颜色显示区④、搭配色块颜色显示区⑤。



图 1 图形用户界面的布局
Fig.1 Layout of user interface

2.3 色彩调和系统主要实现的功能

该系统应主要包括 6 个功能，分别是选择颜色、色相数量选择、调和模式选择、颜色空间转换 RGB-HSV、显示颜色和显示颜色信息。可在系统中选择所要设计色彩的主色，见图 2，若没有需要的颜色，可在“更多颜色”中输入所需颜色的具体参数，见图 3。

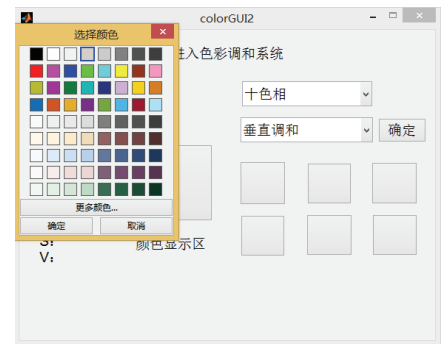


图 2 程序界面
Fig.2 Program interface

色相数量的选项包括十色相、十二色相、十六色相和二十四色相，多种选择的设置满足不同包装设计人员对色彩的不同精度要求，见图 4。调和模式的选项包括垂直调和、内面调和、圆周调和、同色斜内面

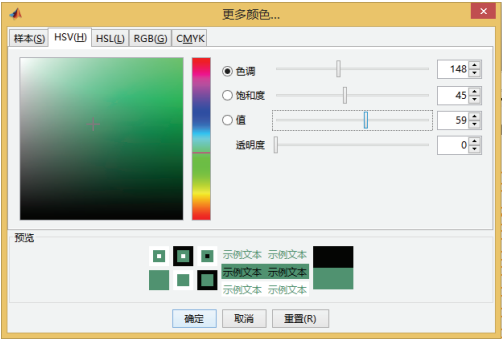


图 3 更多颜色界面
Fig.3 More colors interface

调和、互补斜内面调、斜横内面调和、螺旋调和，见图 5，设计者可根据包装种类及所要表现的效果进行选择。

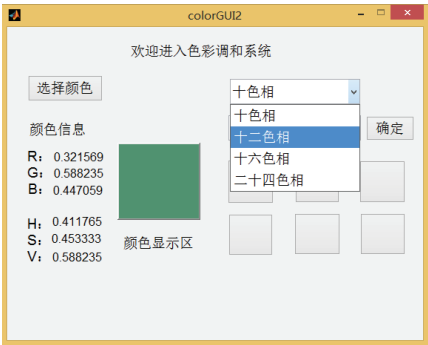


图 4 选择色相划分级别
Fig.4 Select hue level

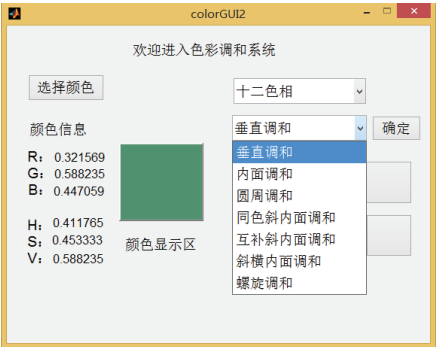


图 5 选择调和方式
Fig.5 Select harmony mode

以垂直调和为例，当选择垂直调和时，该系统会根据所给的基色提供与其具有垂直调和关系的随机 6 个色彩块，见图 6。若设计者感到不满意，可再次点击“确定”按钮，则系统会给出另外一组由 6 个色彩块组成的垂直调和色，见图 7。

以同样的操作步骤完成对不同精度要求以及剩下几种调和方式的演示如下所述。以 RGB 值为 (255,0,51) 的颜色为例（见图 8），选择十二色相的同色内面调和，精度较低，图 8a；选择二十四色相时的同色内面调和，精度最高，见图 8b。鼠标点击每一个色块，系统界面左侧便会显示对应的颜色信息。

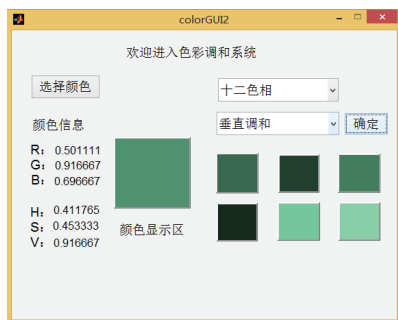


图 6 结果显示界面

Fig.6 The results display interface

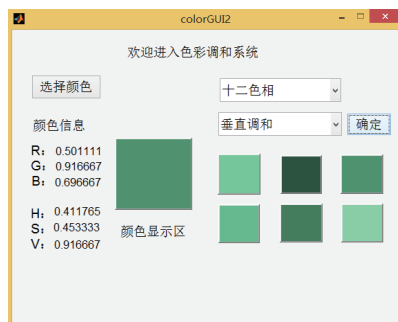


图 7 刷新方案

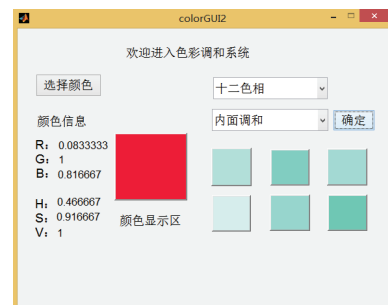
Fig.7 Refresh program



a 十二色相的同色内面调和



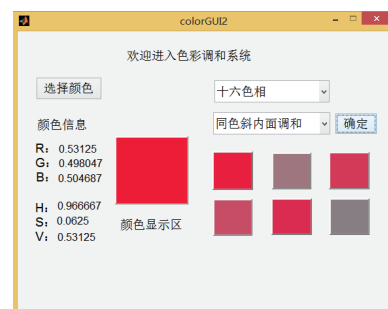
b 二十四色相的同色内面调和



c 十二色相的互补色内面调和



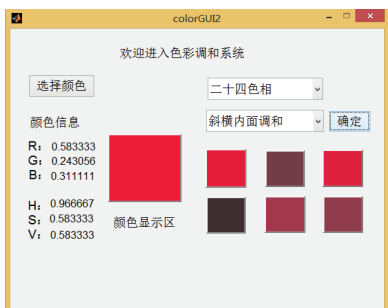
d 十六色相的圆周调和



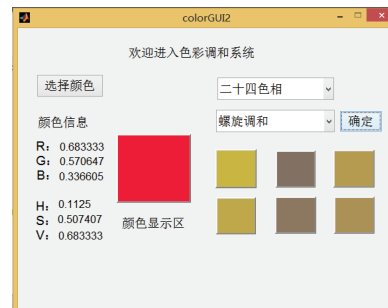
e 十六色相的同色斜内面调和



f 十六色相的互补斜内面调和



g 二十四色相的斜横内面调和



h 二十四色相的螺旋调和

图 8 不同色相精度、不同调和要求的配色方案

Fig.8 Color program with different hue accuracy and harmony requirement

设计者可根据所要表现的效果进行不同色相以及调和效果选取, 同样, 若对给出的调和色彩块不满意时, 可点击“确定”选择更多的色彩搭配。

3 结语

以包装色彩设计过程为研究对象, 对颜色空间和色彩调和理论等内容进行了深入研究, 并在实现计算机智能色彩设计方面进行了一些探索性的工作。主要取得的成果如下所述。

1) 建立了孟塞尔色彩调和理论的数学模型, 将色彩体系的调和规则采用数学模型及数学函数的方法进行表达, 建立调和规则与色彩三分量之间的函数关系, 为计算机色彩调和手段提供了量化的规则。

2) 用 Matlab 软件建立了色彩调和系统, 提供了符合孟塞尔调和理论的搭配色, 实现了对色彩的智能设计, 使得色彩设计的过程更加简便, 设计的色彩也更贴合设计者对色彩设计的期望。

3) 为了使文中所建立的色彩搭配改善系统在使用过程中提供更为准确的配色方案, 系统所能提供的色块选项还需要进一步扩充。系统还可针对不同人群的色彩偏好、欲表达的不同调和效果提供对应色彩设计方案, 此功能有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 张婉. 消费心理对食品包装设计的影响[D]. 开封: 河南大学, 2013.
ZHANG Wan. Consumer Psychological Impact on Food Packaging Design[D]. Kaifeng: Henan University, 2013.
- [2] 陈登凯, 王可, 陆长德. 基于三维语义空间的色彩设计方法研究[J]. 计算机工程与应用, 2008, 44(7): 106—108.
CHEN Deng-kai, WANG Ke, LU Chang-de. Research of Color Design Method Based on 3D Semantic Space[J]. Computer Engineering and Applications, 2008, 44(7): 106—108.
- [3] 约瑟夫·阿尔伯斯. 色彩构成[M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2012.
ALBERS J. Interaction of Color[M]. Chongqing: Chongqing University Press, 2012.
- [4] COCHRANE S. The Munsell Color System: A Scientific Compromise from the World of Art[J]. Studies in History & Philosophy of Science, 2014, 47(4): 26—41.
- [5] 林峰. 家具配色研究——孟塞尔色彩调和理论的应用[J]. 家具, 2011(4): 36—39.
LIN Feng. The Research of Furniture Color Matching by the Method of Munsell Color System[J]. Furniture, 2011(4): 36—39.
- [6] 徐艳芳. 色彩管理原理与应用[M]. 北京: 印刷工业出版社, 2011.
XU Yan-fang. Color Management Principles and Applications[M]. Beijing: Printing Industry Press, 2011.
- [7] LIU Chun-xue, LU Xiao-bo, JI Sai-ping, et al. A Fog Level Detection Method Based on Image HSV Color Histogram[C]// IEEE Beijing Section Proceedings of 2014 IEEE International Conference on Progress in Informatics and Computing, 2014: 5.
- [8] 蒋亚军. 三种常用颜色模型的比较研究[J]. 湖南科技学院学报, 2007(4): 37—38.
JIANG Ya-jun. A Comparison Study of Three Current Color Model[J]. Journal of Hunan University of Science and Engineering, 2007(4): 37—38.
- [9] ZHANG Chao, ZHU Xiao-jun. The Instruction of Application of Color Contrast and Color Harmony in Print Advertisements Design[C]// Information Engineering Research Institute, USA Proceedings of 2012 2nd International Conference on Applied Social Science(ICASS 2012) Volume, 2012: 5.
- [10] 郑晓红. 色彩调和论研究[D]. 苏州: 苏州大学, 2013.
ZHENG Xiao-hong. Color Harmony Theory Research[D]. Suzhou: Soochow University, 2013.
- [11] 周建国. 基本色配色图典[M]. 北京: 科学出版社, 2010.
ZHOU Jian-guo. Color Scheme Bible Compact Edition[M]. Beijing: Science Press, 2010.
- [12] 赵起. 包装设计中的色彩对比与色彩调和[J]. 美术大观, 2010(6): 229.
ZHAO Qi. The Color Comparison and Harmony in Package Design[J]. Art Panorama, 2010(6): 229.
- [13] 赵晖. 基于意象表征的智能色彩设计方法研究及其应用[D]. 南昌: 南昌大学, 2013.
ZHAO Hui. Research and Application of Intelligent Color Design Method Based on Image Representation [D]. Nanchang: Nanchang University, 2013.
- [14] 姚小清. 基于色立体的产品色彩设计技术研究[D]. 保定: 华北电力大学, 2006.
YAO Xiao-qing. Study on Technologies of Product Color Design Based on Color Solid[D]. Baoding: North China Electric Power University, 2006.
- [15] 周宪. 数字化工业设计色彩工具的实现[J]. 西安工业大学学报, 2008, 28(4): 332—335.
ZHOU Xian. The Realization of Color Tools about Digitized Industrial Design[J]. Journal of Xi'an Technological University, 2008, 28(4): 332—335.
- [16] 丛波. 基于 MATLAB 的数字图像处理技术及应用[J]. 中国科技信息, 2011(5): 85—86.
CONG Bo. Technology and Application of Digital Image Processing Based on MATLAB[J]. China Science and Technology Information, 2011(5): 85—86.
- [17] 宗节保, 段柳云, 王莹, 等. 基于 MATLAB GUI 软件制作方法的研究与实现[J]. 电子设计工程, 2010(7): 54—56.
ZONG Jie-bao, DUAN Liu-yun, WANG Ying, et al. Research and Realization of Method Tor Making Software Based on MATLAB GUI[J]. Electronic Design Engineering, 2010(7): 54—56.
- [18] 李磊. 基于 MATLAB GUI 的数字图像处理系统设计[D]. 成都: 成都理工大学, 2012.
LI Lei. Design of Digital Image Processing System Based on MATLAB GUI[D]. Chengdu: Chengdu University of Technology, 2012.