

# 面向办公应用的自动配色方案创作与应用系统\*

任琦<sup>1,2</sup>, 徐迎庆<sup>2+</sup>, 庄越挺<sup>1</sup>, 沈向洋<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(浙江大学 计算机科学与技术学院, 浙江 杭州 310027)

<sup>2</sup>(微软亚洲研究院, 北京 100080)

## AutoColor: An Automatic Color Scheme Generating and Authoring System

REN Qi<sup>1,2</sup>, XU Ying-Qing<sup>2+</sup>, ZHUANG Yue-Ting<sup>1</sup>, Shum Heung-Yeung<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(College of Computer Science and Technology, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

<sup>2</sup>(Microsoft Research Asia, Beijing 100080, China)

+ Corresponding author: Phn: +86-10-62617711 ext 5767, E-mail: yqxu@microsoft.com

Received 2004-05-09; Accepted 2004-10-09

Ren Q, Xu YQ, Zhuang YT, Shum HY. AutoColor: An automatic color scheme generating and authoring system. *Journal of Software*, 2005,16(5):691-699. DOI: 10.1360/jos160691

**Abstract:** In this paper, an example-based color scheme generating and authoring method is presented, and a color scheme system target to office applications is introduced. This system can automatically extract main colors from the input image or picture (say, a commercial logo or brand), and then automatically produce a group of harmonious colors. By employing intelligent optimization, the system can suggest a set of reasonable color themes. The experimental results show that this system can generate customized results to match the user's personalized application.

**Key words:** color harmony; color space; example-based learning method; intelligent optimization algorithm

**摘要:** 提出了一种基于样本学习的协调颜色自动生成及搭配方法,并在此基础上开发了一个面向办公应用的自动配色方案创作与应用系统.该系统可以根据用户给定的彩色图片或者图案(例如公司的标志或者产品商标)自动提取其主要颜色,并在此基础上自动生成与之相协调的一组颜色,并通过使用智能优化算法给出合理的配色方案.实验表明,利用该算法生成的配色方案非常协调和合理,能够满足用户的个性化配色的需求.

**关键词:** 色彩协调;颜色空间;基于样本学习的方法;智能优化算法

**中图法分类号:** TP391 **文献标识码:** A

众所周知,色彩是造物主馈赠给人类的最美妙和最迷人的体验之一,这种体验无所不在地影响着人类的感知、记忆和彼此交流.色彩可以表达不同部分之间的逻辑关系,组织相似的事物,区别不同的对象;色彩可以表示强调,唤起用户的注意;色彩可以渲染气氛,表达情绪,增强印象.色彩的功能性和装饰性在不同的应用上发挥着不同的作用,比如用户界面设计首先强调可读性(legibility);而在视觉传达中,色彩带来的美感往往更为重要.在

\* 作者简介: 任琦(1980-),女,山西汾阳人,硕士生,主要研究领域为计算机图形学;徐迎庆,男,博士,研究员,主要研究领域为计算机图形学,机器学习;庄越挺(1965-),男,博士,教授,博士生导师,主要的研究领域为网络与多媒体技术,基于内容的图像/视频信息检索,智能动画,人工智能,智能 CAD;沈向洋,男,博士,高级研究员,主要研究领域为机器视觉,计算机图形学.

计算机图形图像研究及其应用领域,色彩更是不可或缺的要害之一.无论是绘制真实感的图形还是处理各种各样的图像,我们都别无选择地要与色彩打交道.

另一方面,随着计算机应用逐步融入人们的生活,计算机不只是专家的工具也是人们生活娱乐的日用品<sup>[1]</sup>.在计算机应用领域,色彩装饰性的重要性将更为显著.协调的色彩能给计算机用户带来更多美的感受,正如建筑、室内、服装等传统设计领域的设计师一样,计算机用户界面(user interface)、桌面发布(desktop publisher)、视觉传达(visual communication)等领域的计算机应用工程师都必须面对色彩协调这个难题.特别对于缺乏色彩运用方面科学知识和实践经验的计算机用户来说,如果没有一个得力的辅助工具的话,就很难从上万种五彩缤纷的颜色中选择出一组自己满意并且彼此协调的颜色组合.事实上,即使是视觉艺术方面有经验的设计师,选择颜色也是一件耗时的工作.为了解决这些问题,色彩协调的辅助设计研究和开发就成为了一个非常迫切的任务.另外,自动色彩协调系统也可以与动态网页生成、自动排版系统结合,自动地生成具有合理配色方案的结果.

我们的目标是自动地产生与用户给定的图片或者图案相互协调的配色方案,并且把配色方案恰当地应用到用户的设计任务中,以达到可读性强、整体协调的设计效果.本文的主要贡献体现在以下两个方面:

(1) 协调颜色的生成技术:我们利用了色表模型<sup>[2]</sup>描述颜色,采用基于样本的方法得到协调的配色方案;

(2) 自动的配色方案创作系统:本文介绍了自动的配色方案创作系统的原型系统 AutoColor. AutoColor 利用了基于样本的协调颜色生成技术,给出与用户输入的图片相和谐的配色方案,并且把配色方案应用到用户给定的布局方案上得到最终的彩色设计方案.

本文第 1 节介绍相关的工作.第 2 节给出协调颜色生成技术的细节.第 3 节介绍 AutoColor 系统的框架和每个模块的关键算法.第 4 节展示这个系统的设计结果.最后对系统的特点进行总结,并给出对未来工作的展望.

## 1 相关的工作

现有的商业软件,比如 Color Schemer<sup>[3]</sup>和 Color Wheel Expert<sup>[4]</sup>,依据经典的颜色理论给出了和谐颜色色调之间的关系,但没有涉及饱和度和亮度.实际上,颜色的饱和度和亮度对颜色和谐也有着显著的影响<sup>[5]</sup>.

研究人员也提出了一些计算机辅助颜色设计的原型系统. ACE(a color expert)<sup>[6]</sup>是一个为计算机用户界面(桌面、窗口、菜单等)选择合适、有效的颜色的系统,它用表格的方式记录颜色之间的关系,通过约束关系求解为用户界面中的要素选择颜色.张玲莉等人<sup>[7]</sup>依据颜色在颜色空间里的几何关系生成配色方案,用最近邻匹配的方法更新原有的设计作品中图案的颜色. CDS(color design support)<sup>[8]</sup>根据用户给出的一个关键词和一种颜色,生成和谐的 3 个颜色构成的配色方案. Color Picking<sup>[9]</sup>权衡颜色的功能性和装饰性,根据用户喜好的色彩(preference colors)对动态网页进行自动配色.

这些原型系统都没有采用基于样本的方法,而颜色协调是一种微妙的主观感受,很难用一个简单的模型来表达.另外,这些系统不能针对设计作品中存在的图片调整配色方案,从而难以获得整体协调.

## 2 协调颜色的生成技术

颜色协调是指两个或两个以上的颜色,有秩序、和谐地组织在一起,能使人心情愉快、喜欢、满足的视觉心理现象.早期的画家通常用自己的感受去获得协调的颜色组合,有的对如何获得协调颜色给出了一些定性的描述,不同的艺术家之间其准则也不尽相同.这种情况的出现,一方面是由于颜色协调本身就是一种主观的判断,另一方面是由于当时没有标准的颜色度量空间.直到标准的颜色度量空间出现之后,这种状况才从根本上得以解决.

### 2.1 颜色空间的选择

科学的颜色协调理论必须以科学的颜色描述为基础.目前,颜色一般以三维空间的形式表达,具体的度量尺度随着应用的不同而不同. RGB, CMY(K) 系统用于颜色编码和生成; YIQ, YC<sub>b</sub>C<sub>r</sub> 等系统用于电视信号的传输.从颜色的物理特性出发描述颜色的有 CIE XYZ 系统;从颜色的心理效应出发描述颜色的空间一般称为颜色感知空间(color perceptual space),比如 CIE Luv, CIE Lab, Munsell 和 NCS 等系统.由于颜色感知空间能够保持颜色空

间的感知一致性(均匀の色度坐标变化对应均匀的颜色变化),它成为计算机图形领域颜色选择的强有力的工具<sup>[10]</sup>.

Moon 和 Spencer 综合了以往的颜色协调理论,基于孟塞尔空间<sup>[11]</sup>提出了颜色协调的量化描述<sup>[12]</sup>.同期,德国的 Ostward 基于 Ostwald 颜色系统也提出了颜色协调的量化描述<sup>[13]</sup>.这两种颜色协调理论的关键思想都是“秩序就是协调”.此外,德国 Itten 的颜色协调理论也被设计师广泛使用,他提出了色调(hue)协调与这些色调在红黄蓝色盘(也称为艺术家色盘)上的位置的定量关系<sup>[14]</sup>.虽然这些颜色协调理论不是放之四海而皆准的,但这些理论使得缺乏色彩体验或者刚刚接触色彩设计的初学者有章可循,也能帮助有经验的设计者作出更加科学和理性的设计.

不过 Munsell, Ostwald 这些颜色模型都是在标准的照明条件和观测角度下对颜色的描述,而人眼感知到的颜色会随着背景的不同而有所变化.随着颜色科学的发展,研究者们提出了在环境中描述颜色的色表模型(color appearance model)<sup>[11]</sup>,并且形成了标准<sup>[15]</sup>.我们将基于 CIECAM02 色表模型定义颜色协调.这样,即使在不同的照明条件下、在色彩表达能力不同的设备上显示或者打印,我们生成的配色方案仍能保持期望的色彩.

## 2.2 颜色协调的假设

近来, Tokumaru 等人在 Matsuda's Color Coordination 的基础上,利用模糊集的概念,运用模糊推理给出了评估颜色协调程度的方法<sup>[8]</sup>.我们采用 Matsuda 对配色方案分类的思路,对 Matsuda 提出的一些类型进行了重新定义,并且根据 Color Index(专家给出的颜色组合)<sup>[16]</sup>重新规定了哪些配色方案类型是协调的.

我们这里描述颜色采用了 3 个量:色调、明度和彩度,分别由 CIECAM02 模型中的 hue, Lightness(value) 和 Chroma 定义,如图 1 所示.色调对应色盘上特定的角度.明度和彩度被综合在一个平面上考察,后面将其简称为 C-V 平面.

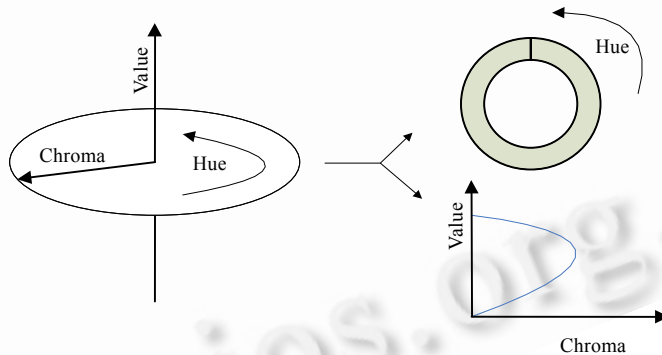


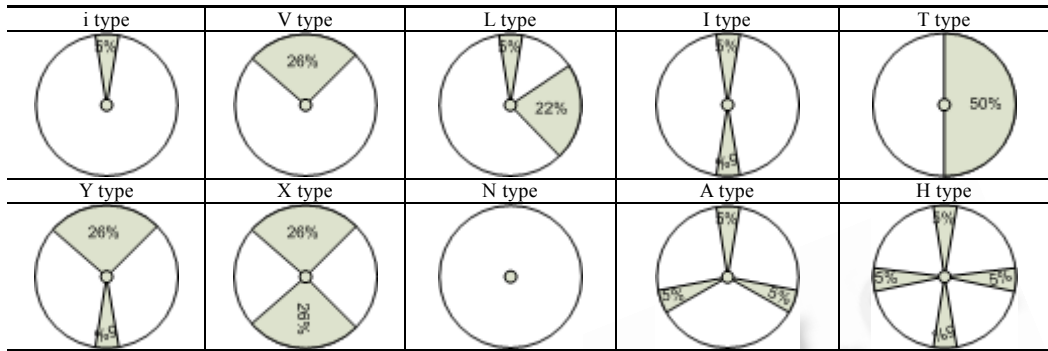
Fig.1 Transform the munsell color space into the hue and C-V distribution

图 1 从颜色空间到色调分布和明度-彩度分布的转换

根据颜色组合中色调分布的不同,我们定义了 10 种色调类型.见表 1.其中前 8 个与 Matsuda 的定义相同,后两个是根据广泛接受的 Itten 的颜色协调理论增加的.色调类型用模糊集的概念来描述,每个色调类型的隶属函数用若干个梯形表示<sup>[8]</sup>.每个颜色组合可以表示为色调类型和 C-V 平面上点的分布.

需要注意的是,色调类型与颜色组合中各种颜色之间的夹角有关,与颜色色调的具体数值无关.一个颜色组合的色调分布可以旋转任意角度与色调类型匹配,取匹配程度最高即隶属函数值最大的一类作为它的色调类型.如果隶属函数值最大的色调类型不唯一,则选取覆盖色盘最少的色调类型.如果颜色组合中只有白色、灰色和黑色,这个颜色组合的色调类型是 N 类型;对于其他的颜色组合,其中的白色、灰色和黑色不会影响它的色调类型.

**Table 1** Types of hue distribution  
表 1 色调类型图示



这里我们提出基于样本的颜色协调的假设:

- (1) 样本集中的颜色组合是协调的;
- (2) 样本集中的颜色组合色调旋转一定角度之后的颜色组合仍是协调的.
- (3) 允许在协调的颜色组合中加入新的颜色,如果这个颜色不降低这个组合的色调类型的匹配程度,并且它的明度或者彩度跟这个组合中已有颜色的明度或彩度相等.

假设(2)实际上假设颜色组合的具体色调和 C-V 分布对颜色协调影响是独立的.假设(3)是对“秩序即协调”的简单体现.样本集可以由色彩设计师给出,或者从已有的设计作品中提取.在我们的实验中,样本集取用了 Color Index 中的配色方案.

**2.3 协调颜色的生成**

给定一组输入颜色,配色方案的选取遵循了基于样本学习的方法的一般过程,即:状态评价(situation assessment)、相似性评价及实例检索(similarity assessment and case retrieval)、针对差异进行调整(determining the difference and adapting)以及后处理.

颜色组合的状态评价就是给出这个颜色组合的逻辑描述.依照第 1 节介绍的方法,一个颜色组合可以表达为某个色调类型 T,与这个色调类型匹配需要旋转的角度 $\theta$ 和 C-V 平面上点的分布.

将 C-V 平面均匀地分为  $m \times n$  部分,C-V 平面上点的分布就可以表示点在每个部分出现的概率.选取的  $m$  与  $n$  应该尽量使水平方向上相邻的网格点与垂直方向上相邻网格点颜色感知上的变化相同.如果有效的彩度范围是  $[0,30]$ ,明度的取值范围是  $[0,10]$ , $m \times n$  可以选为  $15 \times 10$ ,这样正好符合 Munsell 系统中彩度和明度在颜色感知变化上的比例关系.相邻部分出现点的概率不会突变,所以我们采用指数递减的方法来计算每个部分包含点的概率,如图 2 所示.颜色组合中每个点对它所在的部分及相邻的 8 个部分的统计贡献总和为 1.

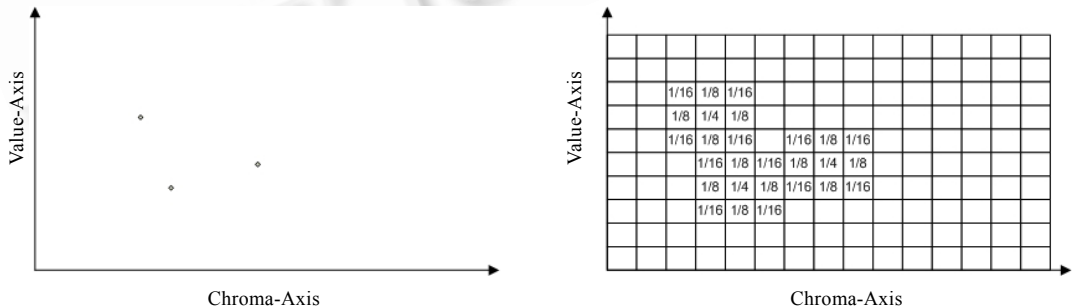


Fig.2 Example: Transform from the point distribution in C-V plane to probabilities of points' appearance

图 2 举例:C-V 平面上点的分布到 C-V 平面点的概率分布转换

色调类型 T 的编号为  $t$ ,C-V 平面  $m \times n$  个部分的概率组成了颜色组合的特征向量.相似性评价可以定义为属性加权之后的欧氏距离:

$$d(cs_i, cs_j) = \sqrt{\sum_{r=1}^{1+m \times n} w_r (a_r(cs_i) - a_r(cs_j))^2} \quad (1)$$

这里,  $cs = [t, p_1, \dots, p_{m \times n}]$ ,  $w_0 = N$ ,  $w_1 = \dots = w_{m \times n} = M$ .

查找得到的颜色组合应当与给出的输入的颜色组合相一致,所以  $N$  应当远大于  $M$ ,不妨设  $N$  为 1000,  $M$  为 1.

对于样本集,系统建立 kd-tree 作为索引.这样可以高效地找到输入颜色组合的最近邻.

一般地,查找得到的颜色组合的旋转角度  $\theta' \neq \theta$ .改变颜色的色调,保持彩度明度不变,整体旋转颜色组合中各种颜色使得旋转角度也为  $\theta$ ,即色调分布与输入颜色组合的色调分布到达一致,根据第 2.2 节中所述的颜色协调假设(2),得到的颜色组合也是协调的.

如果目前得到的颜色组合中颜色的数目与用户指定的不一致,这个颜色组合需要在满足第 2 节中所述的颜色协调假设的前提下进行后处理.具体的处理方法与应用相关,在 AutoColor 系统中进行的后处理将在第 3.2 节中给出.

### 3 AutoColor 系统介绍

#### 3.1 系统框架

AutoColor 的系统框架如图 3 所示.用户需要指定一个结构布局已经确定的设计方案,可以是网页、演示文档、宣传海报等,然后,指定一幅图片(比如公司的 Logo,个人相片等);AutoColor 系统就为输入的设计方案中需要确定颜色的部分选择与输入图片和谐的颜色,从而使用户得到彩色的设计方案.

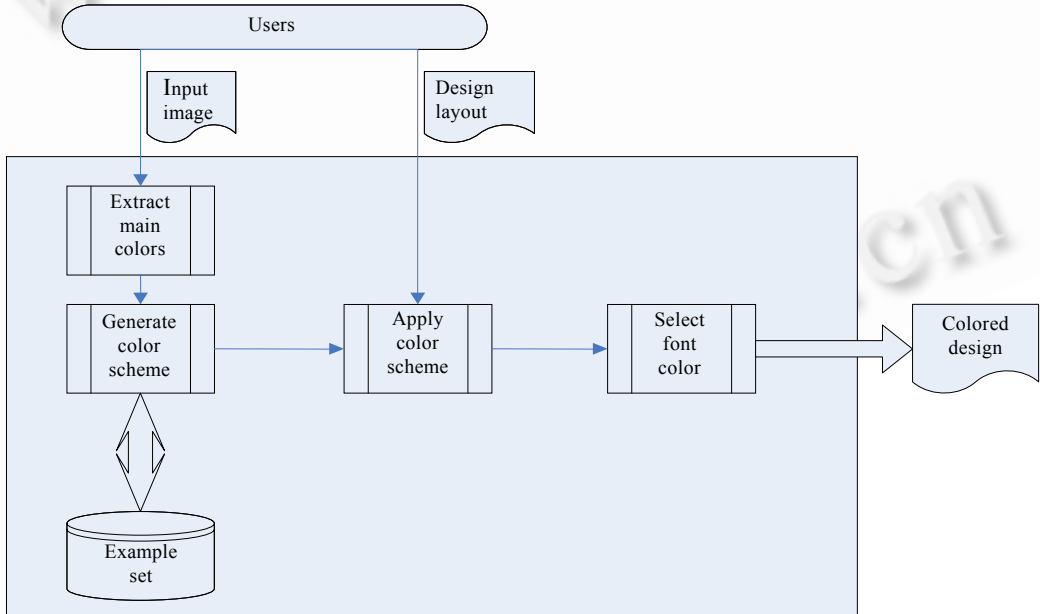


Fig.3 System framework of AutoColor

图 3 AutoColor 系统框架

系统从输入图片中提取主要颜色,记录它们在图片中出现的频率,生成与这些颜色协调的配色方案,并用最优化的方法应用到给定的布局方案上,为字体挑选合适的颜色,最后得到彩色的设计方案.4 个主要模块的具体算法将在后面的 4 节中加以介绍.

#### 3.2 输入图片主要颜色的提取

为了避免原始图片中噪声的影响,预处理阶段对原始图片采用低通滤波的方式去噪,滤波算子为

$\frac{1}{16} \times \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$  事实上,个人照片往往还需要进行色调校正等处理,本文的讨论主要集中在协调颜色的生成上,

这里假设输入的图片已经经过合适的色调校正等处理。

系统对预处理之后的图片进行均匀采样.为了控制后续步骤的计算量,系统规定了采样的最大频率  $M_x \times M_y$ ;如果图片的分辨率超过  $M_x \times M_y$ ,系统以这个最大频率对它进行子采样:

$$\text{Sampled\_colors} = \{(\text{R}, \text{G}, \text{B}) | (\text{R}, \text{G}, \text{B}) = \text{Input}(x, y), \\ \forall x = k_x p, y = k_y q, k_x, k_y \in N, p = \text{Max} \left( 1, \left\lceil \frac{D_x}{M_x} \right\rceil \right), q = \text{Max} \left( 1, \left\lceil \frac{D_y}{M_y} \right\rceil \right) \} \quad (2)$$

其中,  $\text{Input}(x, y)$  是分辨率为  $D_x \times D_y$  的输入图片.一个有趣的扩展是根据图片中每个部分引人注目程度的不同来自动调整采样频率,我们目前的系统假设每个部分引人注目的程度是相同的。

由于 RGB 空间中相同距离引起的视觉感知的变化是不均匀的,系统将采样得到的颜色转化到 CIECAM02 空间,对色调、彩度和明度进行量化,并且运用递归的、垂直于主方向二分的方法对颜色聚类<sup>[17]</sup>.当每一类中颜色分布的方差小于阈值  $\delta$  的时候,聚类过程终止;每一类的平均颜色就是输入图像的主要颜色,每一类包含颜色的数目就是对应主要颜色的在图片中的权重。

### 3.3 配色方案的生成

一般地,根据第 2.3 节中介绍的方法,我们可以得到与输入图片主要颜色协调的颜色组合;在实际应用中,只给出一个颜色组合往往难以满足用户的期望.系统在分析主要颜色组合的色调类型时,保留了隶属函数值最大的 3 类,分别按照这 3 种类型生成协调的颜色组合。

如果目前得到的颜色组合中颜色的数目与用户指定的不一致,这个颜色组合需要进行后处理.如果当前的颜色数目超过用户指定的,去掉输入颜色组合中权重较小的色调;如果当前的颜色数目小于用户指定的,根据第 2 节中所述的颜色协调假设(3),针对当前颜色组合的色调类型和 C-V 分布增加颜色:

$$\text{Added\_Color} = \arg \max P(\text{hue}, \text{Chroma}, \text{Value}) \\ = \arg \max [P_{\text{hue}}(\text{hue}) + P_{\text{C-V}}(\text{Chroma}, \text{Value}) + P_{\text{preference}}(\text{hue}, \text{Chroma}, \text{Value})] \quad (3)$$

其中,  $P_{\text{hue}}(\text{hue})$  与色调类型的隶属函数一致,  $P_{\text{C-V}}(\text{Chroma}, \text{Value})$  与当前颜色组合的 C-V 分布一致,  $P_{\text{preference}}(\text{hue}, \text{Chroma}, \text{Value})$  由用户指定.到这一模块完成的时候就得到了 3 组符合用户要求的颜色协调的配色方案。

### 3.4 基于优化的配色方案的应用

将配色方案应用到布局方案的问题可以看做是一个组合优化问题,AutoColor 系统在所有可能的匹配方案中进行搜索,以找到使得评估函数最小的近似最优解.评估函数依据色彩构成理论<sup>[18]</sup>中的一些指导方针来确定。

色彩构成理论中,不同颜色搭配在一起,不同的面积比例会得到不同的视觉效果.根据 Moon-Spencer 的颜色协调理论<sup>[19]</sup>,两种颜色到达协调时的面积比例遵循“力矩”平衡原则.“力矩”定义为

$$M = A \cdot \|P - P_0\| \quad (4)$$

其中,  $A$  是面积,  $P$  是这两种颜色在 C-V 平面上对应的点  $P(\text{Chroma}, \text{Value})$ ,  $P_0$  是一个参考颜色(adaptive point)<sup>[19]</sup>, 这里,我们选取中性灰( $R=G=B=128$ )为参考颜色,距离的定义为

$$\|P - P_0\| = \sqrt{w_c \cdot (\text{Chroma} - \text{Chroma}_0)^2 + (\text{Value} - \text{Value}_0)^2} \quad (5)$$

依据文献[19],  $w_c = \frac{1}{4}$ .当设计方案中  $n$  个颜色的“力矩”满足  $M_1 = \dots = M_n$  时,这个设计方案达到最佳平衡。

评估函数定义为下列因素的加权和:

(1) 面积比例失调:计算配色方案中每种颜色占设计方案的面积,计算每种颜色的“力矩”.所有颜色“力矩”的方差就是总体面积比例失调的度量。

(2) 相邻颜色混淆:相邻颜色混淆是指设计方案中相邻的着色物体具有同一种颜色.这种情况出现的次数

作为相邻颜色混淆的度量。

(3) 层次关系混乱:波长较短的颜色(如:蓝色)给人以距离感,波长较长的颜色(如:红色)给人以亲近感;这就是蓝色常常用作背景色的原因。对设计方案中的着色物体按照层次进行排序,分别计算不同波长的颜色的个数以及它们的层次关系,把这个结果作为层次关系混乱的度量。

当然,上述因素并不是影响设计方案是否协调的全部因素,色彩之间的相互辉映和影响是相当复杂的。随着人类色彩视觉和色彩构成理论的发展,新的指导方针很容易被加入进来,而不会影响配色方案应用模块的整体框架。

最初的匹配方案(优化的初始状态)采用贪心法得到。对布局方案中的着色物体按照层次进行排序,从后到前依次为着色物体从配色方案中挑选颜色:对于每个着色物体,将配色方案中已经应用到它相邻的物体上的颜色设为不可选颜色,再从可选颜色中挑选波长最短的;如果可选颜色的数目为 0,则从配色方案中随机选取一种颜色。

对当前的设计方案的修改(新状态产生函数)采用随机替换设计方案中某个着色物体的颜色的策略。为了提高搜索的效率,系统提供交互界面使得用户可以干预设计方案的修改。

我们采用模拟退火的方法来搜索使得评估函数最小的设计方案,算法的伪代码见表 2。

为了控制求解花费的时间,系统规定了迭代求解的最长时间,将此作为搜索停止的条件。

**Table 2** The pseudocode of simulated annealing algorithm

**表 2** 模拟退火算法的伪代码

```

Procedure SimAnneal()
1   InitializeDesign()           //Generate initial design
2    $E \leftarrow$  EsteemDesign() //Esteem the design
3   while(!termination condition) //Stop if termination condition is reached
4       PerturbDesign()         //Perturb current design
5       newE  $\leftarrow$  EsteemDesign () //Esteem the newer design
6       if(newE < E) and (Random() > (1.0 -  $e^{-\Delta E/T}$ ))
7            $E \leftarrow$  newE //Accept the new design with smaller esteeming value;
                           //Accept some bad new design with a probability related to temperature T
                           //to escape local minima in the score function
8       else
9           RevertDesign()      //Otherwise, reject new design and roll back
10      Decrease(T)             //Decrease temperature T

```

### 3.5 基于约束的字体颜色的选择

字体颜色由于本身的特殊性需要单独处理。为了使文字容易阅读,字体与其背景需要符合一些约束条件<sup>[20]</sup>:

- (1) 字体颜色能与背景颜色构成足够的亮度对比;
- (2) 尽量避免在彩色的背景上使用饱和度较大的颜色作为字体的颜色。

系统在配色方案中寻找符合上述约束的颜色。如果没有任何颜色可用,系统根据背景的亮度采用黑色或者白色作为字体颜色。

## 4 设计结果

AutoColor 系统可以为网页、宣传册、产品包装等的布局方案提供合适的配色方案,并且生成最后设计方案,这里将给出几个设计实例。图 4 是 AutoColor 系统生成的传单的设计结果。右上角的 Logo 是系统的输入图像,系统能够生成色彩上与 Logo 相协调的设计方案。对比(a),(b)两图,Logo 不同,系统生成的设计方案风格迥异,体现了设计的个性化。图 5 是 AutoColor 系统与 Color Picking<sup>[9]</sup>系统生成结果的对比。Color Picking 系统根据用户指定的偏好颜色进行配色,而 AutoColor 系统以网页中出现的 4 幅图像拼合而成的图像为输入,生成的配色方案与网页中的图片更加协调。

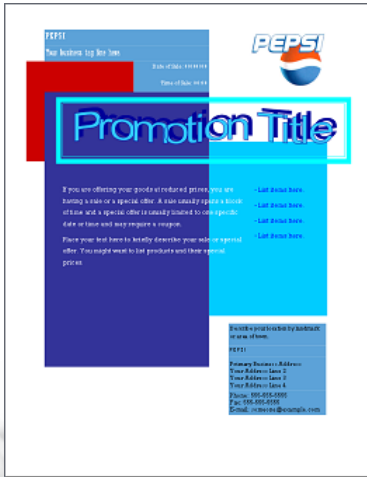
## 5 总结与展望

本文介绍的 AutoColor 系统可以根据用户给出的一个输入图片和一个布局方案,生成与图片颜色相协调的



配色方案,并依据色彩构成理论将配色方案应用到给定的布局上得到最终的设计方案.本文的系统可以用于动态网页的自动配色,协助缺乏颜色设计专门知识的用户制作演示文档、网站主页、宣传册等实用设计方案.

虽然在光度学、视觉心理学、视觉生理学的发展下,颜色视觉有了很大的进步,但仍是一个充满未知的领域;颜色协调也仍是充满了神秘感.计算机辅助颜色设计还有很多有趣的问题:考虑不同年龄、国籍、宗教信仰的人对颜色的偏好给出不同的配色方案;根据应用的不同提供严肃的、活泼的等不同的风格;设计合理的交互模式使得有经验的用户可以方便地控制配色方案的生成.



(a) Colored flyer design according to PEPSI Logo  
(a) 针对百事 Logo 设计的彩色传单



(b) Colored flyer design according to Coca-Cola Logo  
(b) 针对可口可乐 Logo 设计的彩色传单

Fig.4 Colored design results generated by AutoColor system according to given logos

图 4 AutoColor 系统根据用户给定的图案自动生成的个性化的彩色设计方案



(a) Sample webpage of Color Picking system  
(a) Color Picking 系统的样例网页



(b) Comparing result of AutoColor system  
(b) AutoColor 生成的结果

Fig.5 Contrastive results generated by AutoColor system and color picking system

图 5 AutoColor 系统与现有配色方案系统 Color Picking 的实验结果的对比

References:

[1] Fogarty J, Forlizzi J, Hudson SE. Aesthetic information collages: Generating decorative displays that contain information. In: Marks J, Mynatt, ED, eds. Proc. of the 14th Annual ACM Symp. on User Interface Software and Technology. New York: ACM Press, 2001. 141-150.

[2] Berns RS; Li XM, et al (Trans). Principles of Color Technology. Beijing: Chemical Industry Press, 2002 (in Chinese).

[3] Color Schemer. 2003. http://www.colorschemer.com/



- [4] Color Wheel Expert. 2003. <http://www.abitom.com/>
- [5] Experience of Color. 2001. [http://www.hermanmiller.com/hm/content/research\\_summaries/wp\\_Experience\\_of\\_Color.pdf](http://www.hermanmiller.com/hm/content/research_summaries/wp_Experience_of_Color.pdf)
- [6] Meier BJ. ACE: A color expert system for user interface design. In: Green M, ed. Proc. of the 1st Annual ACM SIGGRAPH Symp. on User Interface Software. New York: ACM Press, 1988. 117–128.
- [7] Zhang LL, Lu DM, Pan YH. Computer-Aided color harmony design system. Computer Engineering, 1999,25(10):77–79, 96 (in Chinese with English abstract).
- [8] Tokumaru M, Muranaka N, Imanishi S. Color design support system considering color harmony. In: IEEE, ed. Proc. of the 2002 IEEE Int'l Conf. on Fuzzy Systems. Honolulu: IEEE Press, 2002. 378–383.
- [9] Nack F, Manniesing A, Hardman L. Colour picking: The pecking order of form and function. In: Lawrence R, Harrick V, eds. Proc. of the 11th ACM Int'l Conf. on Multimedia. New York: ACM Press, 2003. 279–282.
- [10] Meyer GW, Greenberg DP. Perceptual color spaces for computer graphics. In: Thomas JC, Ellis RA, Kriloff HZ, eds. Proc. of the 7th Annual Conf. on Computer Graphics and Interactive Techniques. New York: ACM Press, 1980.
- [11] Hunt RWG. Measuring Color. England: Fountain Press, 1998. 134–140, 208–214.
- [12] Moon P, Spencer D. Geometric formulation of classical color harmony. Journal of the Optical Society of America, 1944,34(1): 4–17.
- [13] Granville WC. Colorimetric specification of the color harmony manual from spectrophotometer measurements. Journal of the Optical Society of America, 1944,34(7):46–59.
- [14] Van Arsdale S. 2002. [http://www.dezignare.com/newsletter/Johannes\\_Ippen.html](http://www.dezignare.com/newsletter/Johannes_Ippen.html)
- [15] Fairchild MD. 2004. <http://www.cis.rit.edu/fairchild/PDFs/AppearanceLec.pdf>
- [16] Krause J. Color Index. Cincinnati: HOW Design Books, 2002.
- [17] Wu XL. Color quantization by dynamic programming and principal analysis. ACM Trans. on Graphics, 1992,11(4):348–372.
- [18] Li LT. Color, Interaction and Design. Hefei: Anhui Arts Press, 1999 (in Chinese).
- [19] Moon P, Spencer D. Area in color harmony. Journal of the Optical Society of America, 1944,34(2):4–14.
- [20] MacDonald LW. Using color effectively in computer graphics. Computer Graphics and Applications, 1999,19(4):20–35.

#### 附中文参考文献:

- [2] Berns RS 著,李晓梅,等译.颜色技术原理.北京:化学工业出版社,2002.
- [7] 张玲莉,鲁东明,潘云鹤.计算机辅助色彩协调设计系统.计算机工程,1999,25(10):77–79,96.
- [18] 李莉婷.色彩·构成·设计.合肥:安徽美术出版社,1999.