

文章编号 :0253-9721(2007)01-0081-03

适用于印染业的远程校色方法

王小华,王赛坤

(杭州电子科技大学 计算机学院,浙江 杭州 310018)

摘要 针对印染业中的计算机配色工艺设计了一种利用测色仪进行颜色校正,实现颜色远程传递的算法。该算法以 Pantone 标准色卡为参照,对企业和客户端不同测色仪的测试结果进行校正,以解决同一样本在不同测色仪上的色度值误差,使企业和客户对产品的色泽要求最终达到一致,从而将客户的颜色效果传递给企业,方便企业进行计算机配色。实践证明,提出的远程校色方法能够帮助印染企业改进颜色传递方式,提高生产效率,增加效益。

关键词 印染;数字颜色;远程校色;色差

中图分类号:TN401 文献标识码:A

Remote color calibration suitable for dyeing and printing enterprises

WANG Xiaohua, WANG Saikun

(School of Computer Science, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou, Zhejiang 310018, China)

Abstract Aiming at the computer-aided color matching in dyeing and printing enterprises, a color calibrated digital method using color measurement instrument has been developed, realizing remote transmission of color. This method uses Pantone color cards as criterion to calibrate the different results of color measured by enterprise and customer whose instruments may be different and different results may be obtained to a same color sample. Color-calibrated digital data of the customer can be transmitted to the enterprise so that the computer-aid color matching of the enterprise can be performed accurately and conveniently and color consistency between customer and enterprise is effected. It is proved by practice that this remote color calibration method can help dyeing and printing enterprises improve their color transmitting way, and raise production efficiency and economic result.

Key words dyeing and printing; digital color; remote color calibration; color difference

目前国内大多数印染企业与客户进行产品的颜色交流时,采用的是邮寄实物样本的方式。这种方式不但效率低,成本高,而且会导致企业重复制样。虽然信息通信技术在各行各业的应用已经相当广泛,但是颜色本身具有的一些特性使得数字化准确传递颜色非常困难。颜色的测量受到光源、温度、湿度、测量仪器等多种因素的影响,因此如果要一方完全接受另一方的测量结果,必须保证双方的测量环境和测量工具是精确一致的,否则简单地传递色度数据给另外一方是没有意义的。目前国外的少数大型企业采用在不同地域建立相同环境的颜色实验室来实现远程传递颜色,但是由于成本巨大,这一做法

并不普遍。

本文从校正不同测量、显示环节可能引起的颜色误差来探讨如何实现颜色的数字化远程传递,并针对印染行业中的计算机配色工艺设计了一种通过测色仪进行校色,实现颜色远程传递的算法。

1 颜色的度量与色差描述

1.1 颜色的度量

颜色的度量就是获得某个颜色的色度数据,是颜色远程传递的前提,颜色的色度数据可以根据颜色来源的不同有不同的获取方式,比如:1)用扫描

收稿日期:2006-04-12 修回日期:2006-07-24

基金项目:浙江省制造业信息化工程重大科技攻关项目(2003C11043);浙江省科技计划重点项目(2005C21023)

作者简介:王小华(1961—),男,教授,硕士。研究方向为图形图像处理技术、人工智能及应用。E-mail:wxh@hdu.edu.cn。

仪 数码相机、光谱光度仪、色度计等颜色测量仪器捕获实物的颜色数据;2)从已有的标准颜色(例如企业色卡、Pantone 色卡等)中选择颜色并获取它的已知色度值;3)根据经验在数字化调色板上调出某个颜色并记录它的色度值。

1.2 色差描述

CIELAB 颜色空间是与设备无关的颜色空间,并且能够较好地描述色差,所以在印染行业中被广泛应用。试验中采用 CIELAB 颜色空间计量颜色的色度值和色差。CIELAB 色差公式^[1]为

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$$

2 测色仪校色

随着计算机配色技术的推广,企业用测色仪测量得到的 Lab、XYZ 等色度值成为计算机配色系统的重要输入数据^[2],因此,如果企业能够根据客户传递的 Lab、XYZ 等色度值比较精确地得到本地的相应值,便可以很方便地为客户的样品进行配色。

本文提出了一种对客户的测量数据进行校正的方法。以标准的 Pantone 色卡作为参照物,当要将本地(例如印染企业的客户)的某个样稿用测色仪 A 测量得到的颜色值传递给对方(例如印染企业)时:

- 1) 首先查找 Pantone 色卡,获得与待传颜色色度值最相近的几个 Pantone 色卡;
- 2) 用本地测色仪 A 测得这几个 Pantone 色卡的色度值 x_i ,并与事先用远端测色仪 B 测得的相应色度值 y_i 组成一个二元组 (x_i, y_i) ,将其作为一个样本值;
- 3) 建立一元线性回归模型^[3] $y = a + bx$ 。利用测得的样本,求出参数 a 和 b 的估计值 \hat{a} 和 \hat{b} ,从而可以得到方程 $\hat{y} = \hat{a} + \hat{b}x$ 。根据待传的由测色仪 A 测得的颜色值 x 求出远端相应的测色仪 B 测得的颜色值 \hat{y} 。其中 $\hat{y} = \hat{a} + \hat{b}x$, \hat{a} 和

\hat{b} 为方程的系数,具体公式如下。

$$\text{令 } S_{xx} = \sum_{i=1}^n x_i^2 + \frac{1}{n} \left| \sum_{i=1}^n x_i \right|^2$$

$$S_{yy} = \sum_{i=1}^n y_i^2 + \frac{1}{n} \left| \sum_{i=1}^n y_i \right|^2$$

$$S_{xy} = \sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{1}{n} \left| \sum_{i=1}^n x_i \right| \left| \sum_{i=1}^n y_i \right|$$

$$\text{则 } \hat{b} = \frac{S_{xy}}{S_{xx}}, \hat{a} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i - \left| \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \right| \hat{b}$$

式中: x_i 和 y_i 为样本值; n 为选择的 Pantone 色卡数量。

算法的前提是假设在较小的色度空间范围内,不同的测色仪测出的色度值间具有线性关系。试验证明该线性关系是存在的。

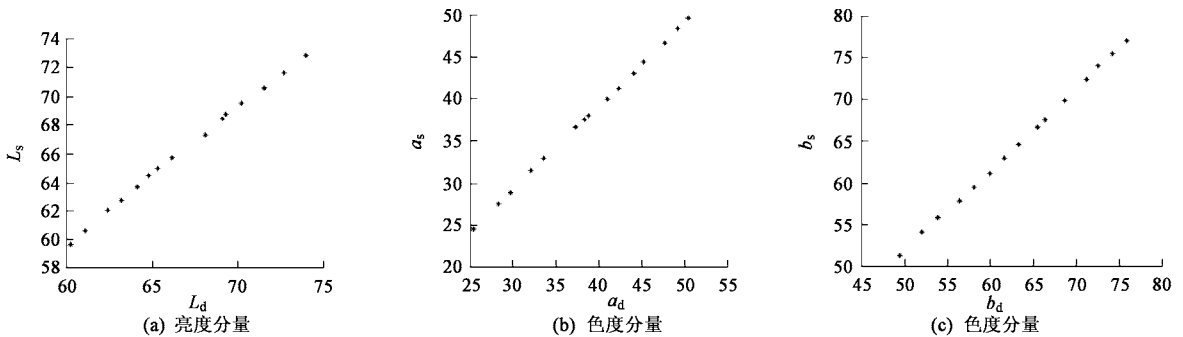
3 结果与讨论

3.1 试验的设计与结果

为了更能体现一般性,试验中采用不同的测色仪在不同环境下测量同一样本的 Lab 色度值。本地测色仪 A 为科尼卡美能达 CM2600d 便携式测色仪,远端测色仪 B 为 Data color DF110 精密台式分光光度测色仪,观察条件为 10° 视角,观察光源为 D65 光源。

为了证明不同的测色仪测出的色度值间在一定色差范围内具有线性关系,首先研究了多组样本的散点图,图 1 为 Lab 颜色模式下分别对应于一组样本的亮度分量 L 、色度分量 a 、色度分量 b 的 3 个色度值的散点图。

从图 1 的散点图可以看出,相应的色度值之间具有良好的线性关系。这就说明了校色算法的假设是成立的。这个假设的正确性也可以通过校色结果来证明,当企业端获得的经过校正的色度值与实际



注: L_s, a_s, b_s 为用本地测色仪 A 测得的色度值; L_d, a_d, b_d 为用远端测色仪 B 测得的色度值。

图 1 样本颜色的亮度分量 L 、色度分量 a 、 b 的散点图

Fig.1 Scatter plots of brightness component L (a), chroma components a (b) and b (c)

测得值之间的色差明显小于未经校正的待传颜色与企业端的测得值之间的色差时,便可以认为这个线性关系的存在,并且认为取得了比较好的校正效果。

试验在靠近红、橙、黄、绿、青、蓝、紫几个不同颜色的色度空间范围内随机选择了 7 个颜色作为待传颜色,它们用本地测色仪 A 测得的颜色用 C_s 表示;对应于同一颜色的用远端测色仪 B 测得的值用 C_d 表示;校正后得到的颜色值用 C_c 表示; C_s 和 C_d 的

色差用 ΔE_1 标记,表示同一颜色(样品)在不同的测色仪(本地与远端)上所测数据的误差,反映不同的测量环境和测量工具所造成的误差,即原始测量误差。 C_c 和 C_d 的色差用 ΔE_2 标记,反映同一颜色(样品)在不同的测色仪(本地与远端)上所测数据在校正后的误差,即校正后测量误差。试验中 C_s, C_d, C_c 对应的亮度分量 L ,色度分量 a, b 的 3 个色度值如表 1 所示,对应的色差如表 2 所示。

表 1 C_s, C_d, C_c 对应的亮度分量 L ,色度分量 a, b 的色度值

Tab.1 Color values of brightness component L , chroma components a and b associated with C_s, C_d, C_c

样本序号	颜色	C_s			C_d			C_c		
		L	a	b	L	a	b	L	a	b
1	红	47.099 08	55.106 31	31.170 31	46.124 20	55.414 01	34.985 17	46.235 60	55.621 76	34.301 58
2	橙	83.135 49	18.362 37	52.311 04	82.779 88	17.274 96	56.699 88	82.502 41	17.68 563	55.648 64
3	黄	79.815 27	16.168 80	74.977 26	79.559 73	14.892 58	79.096 78	79.598 17	14.726 83	78.316 79
4	绿	55.487 62	- 20.985 36	26.985 5	54.541 78	- 21.954 30	31.032 55	54.640 00	- 21.696 70	30.711 25
5	青	40.565 21	- 9.281 94	11.500 86	39.946 59	- 9.866 22	14.578 73	39.784 50	- 9.683 65	14.037 60
6	蓝	60.490 66	- 47.299 71	16.448 18	59.679 80	- 48.623 82	21.162 87	58.944 20	- 48.250 56	20.257 45
7	紫	47.834 96	35.461 87	9.228 77	47.239 95	34.765 19	12.526 11	47.386 17	34.956 86	11.933 58

表 2 色差

Tab.2 Chromatic aberration

样本序号	ΔE_1	ΔE_2
1	3.949 46	0.723 097
2	4.535 51	1.162 220
3	4.320 24	0.798 337
4	4.267 56	0.772 191
5	3.193 33	0.593 662
6	4.963 78	0.850 079
7	3.422 25	0.639 697

3.2 讨论与分析

虽然不同的测量环境和仪器能够引入测量误差,但是在较小的色度空间范围内,不同的测色仪器测出的色度值之间具有线性关系,因此这个误差是可以修正的。

未经校正的 2 个色度值之间的 CIELAB 色差一般在 3.0 以上,根据文献[4],色差 1.5 ~ 3.0 对应于肉眼的感觉是“感觉明显”,3.0 以上对应于肉眼的感觉是“很明显”;而校正后的色差一般能控制在 1.5 以下,根据标准,色差 0.5 ~ 1.5 对应于肉眼的感觉是“感觉轻微”,显然,校正后颜色效果得到明显改善。

选作样本的 Pantone 色卡与待传颜色之间的色差都不是很大,即它们之间的颜色感觉比较接近(一般色差 $\Delta E < 15$ 为好)并且满足这个条件的色卡数

目不是很少时(一般大于 5 张),校正能取得很好的效果,通常能达到 $\Delta E_2 \leq 1.5$,这也很好地证明了前面的假设。Pantone 色卡作为国际通用色卡,具有一定的权威性,在本文中被当作测量基准使用,但若基准精度更高,相信 ΔE_2 会更小。

4 结 语

本文提出的远程校色方法应用到印染企业的远程交互设计系统中。实践证明,该方法能够帮助企业改进颜色传递方式,提高企业生产效率,节约成本,促进企业发展。本文提出的校色方法只是颜色远程传递领域内的初步探索,如何能够更加精确和高效地对颜色进行远程传递还是一个需要不断深入研究和探讨的课题。

FZXB

参考文献:

[1] 汤顺青.色度学[M].北京:北京理工大学出版社,1988:37-96.
 [2] 殷秀莲,程显毅.计算机辅助配色系统相关技术的研究进展[J].纺织学报,2006,27(3):106-110.
 [3] 何晓群,刘文卿.应用回归分析[M].北京:中国人民大学出版社,2001:18-50.
 [4] 吕新广,黄灵阁,曹国华.数据包装色彩学[M].北京:印刷工业出版社,2001:136-169.