

基于最小二乘法半色调模型程序 实验印刷图像色彩检测

王建华

(上海理工大学 出版印刷与艺术设计学院, 上海 200093)

摘要: 从最小二乘法的半色调模型入手, 对图像色彩进行检测, 从实际数据中得出印刷的图像质量和色域匹配转换效果, 具有一定的科学性和新颖性。结合 Java 程序和算法设计来精确计算半色调图像像素的色差数值, 对印刷质量进行及时反馈, 以合理调节印刷参数来进行更科学的印刷。

关键词: 最小二乘法; 半色调模型; 色彩匹配; 图像色差; 墨量调节

中图分类号: TP391

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2009)01-0042-04

Least-Squares Model-Based Halftoning Experimental Procedures of Detecting Printing Image Color

Wang Jianhua

(Public Print and Art Design College, Shanghai Technology University, Shanghai 200093, China)

Abstract: Least-squares model-based halftoning to detect the color image is used and the data to conclude the image quality and color gamut matching transition are obtained. The method is scientific and novel. By combining Java procedures with algorithms design for accurate calculation of pixel color value of halftoning image, the timely feedback of quality printing is obtained and more scientific printing is achieved by adjusting the printing parameters reasonably.

Key words: least-square; halftone model; color matching; chromatic aberration; ink-regulation

在半色调图像印刷中, 图像在计算机中通过像素组合来显示, 并通过加网形成网点来完成印刷。图像印刷中, 保持图像色彩的完美再现尤为重要, 采取所见即所得的色彩管理, 能使图像在像素到网点的转换过程中, 保持色彩匹配和色彩视觉效果的一致性。在彩色图像印刷过程中, 对图像色彩进行及时检测尤为重要, 可及时调节墨量以进行更好的印刷。

图像色彩的再现离不开半色调技术。半色调技术模型有许多种, 国内许多文献中都有对具体的半色调技术的研究和应用分析。总的说来, 半色调技术研究中研究较多的是误差扩散和半色调模型技术。本研究就是希望误差越来越小, 从而达到使印刷图像和原稿

色彩视觉效果一致。

1 半色调图像印刷

半色调技术能把连续的图像半色调化, 从而变成数字化的图像。在图像的半色调过程中, 可采用多种半色调技术将图像半色调化, 如蓝噪声法、有序抖动、误差扩散法等。半色调后的图像变成由像素组成的二值化离散数字图像。图像传输到计算机后, 可在计算机中对图像进行数字化处理, 主要是对图像像素的处理, 以使图像在分色印刷中能够达到很好的网点色彩再现。

印前图像信息处理是指将原稿上的图像信息经过

收稿日期: 2009-07-20

作者简介: 王建华(1984-), 男, 江苏阜宁人, 上海理工大学教师, 江南大学硕士生, 主要研究方向为图像色彩半色调技术,

E-mail: cxjk211@163.com

印前处理系统进行色彩分解、图像的放缩、网点的形成、黑版的生成、底色去除等一系列处理之后, 最终使原稿上的图像信息转变成可光学晒版, 且符合制版、印刷要求的分色软片。

在计算机输出的信息中, 通过 RIP (Raster Image Processor) 把输出信息转换成激光照排机理解的机器语言。RIP 全称光栅图像处理器, 其主要作用是将计算机制作版面中的各种图像、图形和文字解释成打印机或照排机能够记录的点阵信息, 并通过一种“挂网”的算法来体现图像的色彩深浅和粗细程度, 然后控制打印机或照排机将图像点阵信息记录在纸上或胶片上。信息输出后进行照排出片, 曝光制版, 形成一定网点面积率的印版。

在加网制版工艺中, 由输出的网点面积率的信息转换成机器点的曝光信息, 从而完成版面的曝光和形成特定的面积率的网点版面, 通过叠印形成与像素一致的彩色^[2]。图像中最小的成像单元是像素, 通过 R、G、B 三原色值来表现图像内容; 而印刷图像中最小的成像单元是网点, 通过网点油墨的叠印来再现图像内容, 网点的大小和形状直接影响印品质量。图像印刷时, 通过网点再现像素, 加网制版得到的网点面积率、网点形状系数、网点位置、加网角度等参数, 都需要准确控制, 同时准确调节印刷墨量才能保证印刷产品的质量^[3]。

2 基于最小二乘法的半色调模型建立

2.1 最小二乘法模型

图像经过像素到网点的转换, 结合打印和视觉接受模型, 由此可得到原来灰色阶调图像与获得图像之间的色差的协方差 (就是将图像打印前后对应像素的像素值作差再平方), 通过累加可得到一个色差的数值 E , 此数值可精确反馈印刷过程^[4]。具体的计算公式如下:

$$\begin{cases} E = \sum_{i,j} |z_{i,j} - w_{i,j}|^2, \\ z_{i,j} = x_{i,j} * g'_{i,j}, \\ w_{i,j} = p_{i,j} * g_{i,j} = p(w_{i,j}) * g_{i,j}, \end{cases} \quad (1)$$

式 (1) 中:

$x_{i,j}$ 为原来灰色阶调图像的像素值;

$p_{i,j}$ 为二值化印刷模型下的图像像素 (网点) 值;

$g_{i,j}$ 为不同的视觉脉冲下, 人眼视觉模型中对不同图像不同的空间频率敏感度, 有时以 $h_{i,j}$ 表示;

$g'_{i,j}$ 为不同的视觉脉冲下, 人眼视觉模型中对不同图像的反馈脉冲比率, 也可以以 $h'_{i,j}$ 表示;

$z_{i,j}$ 为原稿图像经信息采集后的像素色彩数值;

$w_{i,j}$ 为印品图像经信息采集后的像素色彩数值。

整个图像选取的边界条件为:

$$\begin{cases} i < 1, i > N_H, j < 1, j > N_H, b_{i,j} = 0; \\ i < 1, i > N_H, j < 1, j > N_H, x_{i,j} = 0. \end{cases} \quad (2)$$

这个边界条件的前提为没有油墨沾在图像的边缘外面。当 E 达到最小时, 即图像像素的色差的协方差达到最小时, 图像的印刷效果最好, 所印图像和原来图像的色彩和视觉效果相差甚小, 几乎完全一致。

2.2 基于最小二乘法印刷图像质量检测矩阵

在半色调模型的基础上, 我们可通过将最小二乘法计算得到的数值除以所选择的像素个数, 得到半色调质量矩阵。给定原灰度图像 $[x_{i,j}]$, 半色调图像 $[b_{i,j}]$, 印刷机模型和 1 个眼睛模型, 最小二乘法误差标准提供了以下测量的半色调图像质量矩阵:

$$E = \frac{1}{N} \sum_{(i,j) \in S} (y_{i,j} - z_{i,j})^2, \quad (3)$$

式 (3) 中的 $y_{i,j}$ 和 $z_{i,j}$ 同式 (1), S 是 1 个像素子集的数组, 含 N 个像素。

式 (3) 是平均的误差平方, 即图像色差的均方差。这个质量矩阵既考虑了打印设备的特征, 也考虑了人眼的视觉特征。仅有较少组数据是无法保证图像的质量效果的, 所以在实验中需要有大量组数据。由于图像边缘的像素不完整性, S 通常不包括边界像素, 以避免偏差。质量矩阵结果为协方差计算结果被像素个数所除所得到的结果, 这个结果相对较小, 便于观察和试验, 数值太大大时常取多次试验平均值^[6]。下面将通过编程, 对打印前后采集的图像进行实验, 以验证最小二乘法模型的科学性。

3 算法思路与编程实验

3.1 算法思路

编写运算程序, 把打印前后图像的每个像素进行颜色值差的平方值计算, 再把得到的数值累加, 和用以反馈评价图像打印的质量好坏。具体的算法流程图见图 1。

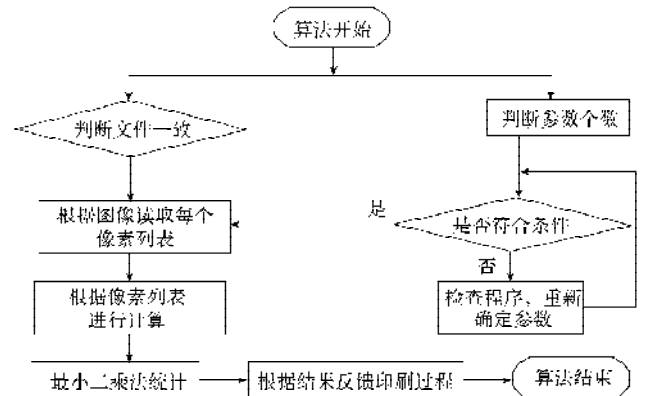


图 1 算法流程图

Fig. 1 Algorithm flow chart of experiment

如要印刷(打印)1个幸福小孩图像,该图像如图2所示。图2中,a)为印前原稿,经过信息采集系统将图像信息采集到计算机中;b)为经过处理后印刷出来的印品图像,其信息也采集到计算机中。后者在色彩方面做了一定的处理,以便在印刷中能够达到色彩的再现和一致性。

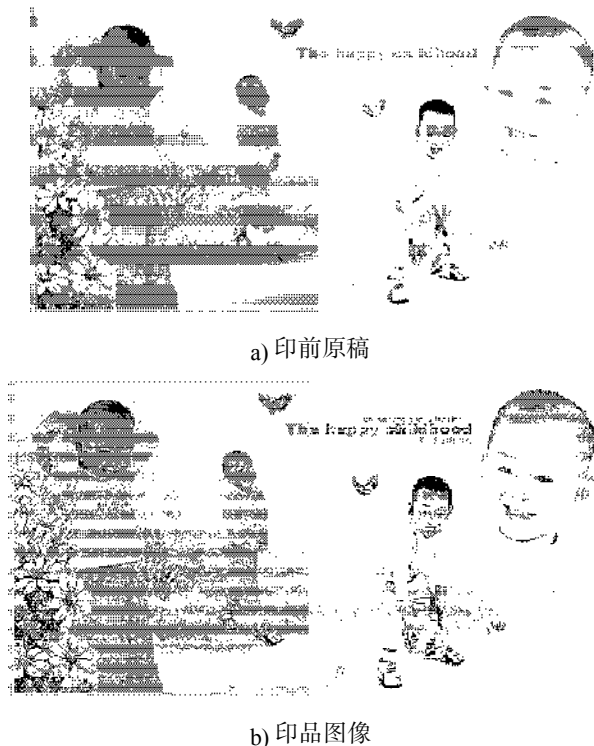


图2 实验图像

Fig. 2 The experimental image

通过经验分析,本研究中选择使用Java的Jcreator编程软件所编写的程序,对所选的幸福小孩图像进行实验。这个程序的优势在于可以灵活选择所比较像素的个数,客观地得到色差的数据;也可以通过对整个图像的所有像素进行比较来计算色差,不管像素多少,只要符合比较条件,比较的原理是一样的。本实验中是对所选择的图像进行了锐化处理,再打样输出,并最后对原稿图像和打样图像进行比较的。通过程序实验,对打印前后的原稿和印品进行信息采集,得到1组图像数据,具体见表1。

表1 实验数据

Table 1 Experimental data

选择像素个数	10	20	30	40	50	60	70	80	90
R色差数值/比特	28	19	17	25	15	16	14	20	20
G色差数值/比特	23	13	25	22	16	18	12	15	13
B色差数值/比特	19	11	29	19	18	23	23	27	23

图像规格:长500像素,宽250像素,共125 000像素

实验所得的图像像素个数和对应色差关系如图3所示。

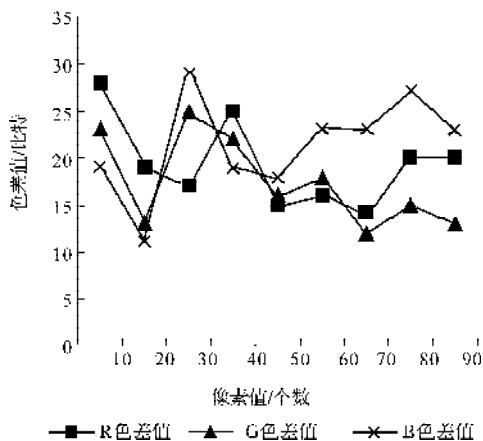


图3 幸福小孩图像像素个数和对应色差图

Fig. 3 Pixel number and the corresponding color map

3.2 实验分析

程序算法的优势在于能够精确地计算半色调像素的色差数值,可以随机选择像素个数来计算协方差的色差即最小二乘法的色差数值;也可以计算整体的色差数值,这可根据实际需要来确定。若像素差值在一定范围内波动,则说明图片处理效果很好,印刷效果好^[7],这是因为,印刷中就是根据颜色的色差来调节墨量的。根据色差微量调节印刷墨量方式为:1)单色偏少,而另外2种色正常时,微量添加此另外2种色(如红色量偏少时,微量添加黄色和品红油墨),其他色不变;单色偏多就减少对应的2种色墨,其他色墨一样。2)双色偏多,另一种正常,有2种处理方法:一种是添加正常色的对应2种色墨,另一种是减少双色的生成色墨,如红和绿偏多时,多减少品红色墨,稍微减少黄色墨和青色墨。3)3色都偏多时,只要调节均匀就行,这样整体颜色偏深,色彩不变,颜色视觉冲击力效果变大。

基于最小二乘法模型的半色调技术能够精确计算出图像印刷前后像素之间的颜色差别,为印刷工艺提供了客观科学的试验数据,在实际中可以根据数值来调节印刷参数,以达到更好的印刷图像效果^[8]。密切结合印刷的质量控制,能够调节印刷出更精美的印刷品。不过协方差计算的数值有点大,在实际中要合理选择像素个数来计算,通过多次试验取合理的数值来作为生产中的判断标准。选取一定数量的像素,通过多组试验,可以得到较合理的数值,这便于实际中的使用^[9]。该技术的应用,能将检测模块嵌入流程软件中,进行在线检测。

4 结论

随着人们生活水平的提高,人们越来越追求高质量的印刷产品,这使得半色调彩色图像印刷技术随着计算机技术和印刷技术的发展而不断前进,印刷品质

量的关键就是色彩颜色的复制技术,如何在印刷过程中对色彩进行控制,能保证色彩的一致性至关重要。进行“所见即所得”的色彩管理,对各个环节的色彩进行有机的调节,保证最终颜色的视觉效果与原稿的色彩一致。印刷中色差允许范围为6,最小二乘法的半色调模型对图像质量和色域匹配进行检测,从实际数据中得出印刷图像的质量效果和色域匹配转换的效果,具有一定的科学性和新颖性^[10]。结合Java程序和算法设计来精确计算半色调图像的像素色差数值,从而可以相应调节印刷墨量来实现更好的印刷。在色彩管理模块中嵌入检测模块,对印刷质量进行及时反馈,以合理调节印刷参数来进行更合理更科学的印刷。色域匹配的效果对颜色传递过程尤为重要,从最小二乘法模型角度对色域模型转换进行科学合理的检测,客观反应颜色色彩匹配度,具有重要的科学意义。最小二乘法模型是图像色彩半色调中比较经典的模型,可应用于多种色彩和色差计算中,对图像复制技术有很大的意义。

参考文献:

- [1] 张 韬, 杨卫平. 数字半色调技术及网屏原理[J]. 云南师范大学学报: 自然科学版, 2001, 21(6): 58-60.
Zhang Tao, Yang Weiping. Technique of Digital Halftone and Screen Resolution[J]. Journal of Yunnan Normal University: Natural Sciences Edition, 2001, 21(6): 58-60.
- [2] 蒋绍全, 石俊生, 白凤翔. 数字彩色图像颜色管理[J]. 云南师范大学学报: 自然科学版, 2002, 22(5): 28-32.
Jiang Shaoquan, Shi Junsheng, Bai Fengxiang. Color Management of Digital Color Image[J]. Journal of Yunnan Normal University: Natural Sciences Edition, 2002, 22(5): 28-32.
- [3] 胡成发. 印刷色彩学与色度学[M]. 北京: 印刷工业出版社, 1993: 173-181
Hu Chengfa. Printing Color Science and Color Metric Science [M]. Beijing: Printing Industry Press, 1993: 173-181.
- [4] Thrasyvoulos N Pappas. Least-Squares Model-Based Halftoning[J]. IEEE, 1999, 8(8): 1102-1116.
- [5] Thrasyvoulos N Pappas. Model-Based Halftoning of Color Images[J]. IEEE, 1997, 6(7): 1014-1024.
- [6] 任小玲, 张二虎. 数字半色调技术发展概述[J]. 西安工业学院学报, 2003, 23(2): 108-113.
Ren Xiaoling, Zhang Erhu. Review of Progress of Digital Halftoning Techniques[J]. Journal of Xi'an Institute of Technology, 2003, 23(2): 108-113.
- [7] Thrasyvoulos N Pappas. Model-Based Techniques for Digital Halftoning[J]. IEEE, 1994, 3(2): 26-30.
- [8] Je-Ho Lee, Jan P Allebach. Inkjet Printer Model-Based Halftong[J]. IEEE, 2005, 14(5): 674-689.
- [9] Thrasyvoulos N Pappas, Jan P. Allebach and David L. Neuboff[J]. IEEE, 2003, 12(3): 14-27.
- [10] Thrasyvoulos N Pappas. Printer Models and Colors Halftoning [J]. IEEE, 1993, 2(3): 333-336.
- [11] 刘浩学, 黄 敏, 武 兵, 等. 色差公式在评价显示图像颜色中有效性的测试[J]. 北京印刷学院学报, 2008, 16(6): 27-30, 40.
Liu Haoxue, Huang Min, Wu Bing, et al. Test of Validity of Color Difference Formulae in Evaluating Color Accuracy of Displayed Images[J]. Journal of Beijing Institute of Graphic Communication, 2008, 16(6): 27-30, 40.
- [12] 王建华, 唐正宁. 基于视觉模型的色彩半色调技术[J]. 包装工程, 2009, 30(3): 88-89, 100.
Wang Jianhua, Tang Zhengning. Vision Model Based Color Halftoning Technology[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(3): 88-89, 100.
- [13] 张逸新, 臧冬娟, 葛惊寰. 半色调双面图像的色彩预测 Clapper-Yule模型[J]. 光子学报, 2008, 37(10): 2124-2127.
Zhang Yixin, Zang Dongjuan, Ge Jinghuan. Clapper-Yule Color Prediction Model of Recto-Verso Halftone Images[J]. Acta Photonica Sinica, 2008, 37(10): 2124-2127.

(责任编辑: 廖友媛)