

随机矩阵抖动加网在光栅防伪技术中的应用

任乐义¹, 刘真¹, 问双双², 杨晟炜¹

(1. 南京林业大学 江苏省制浆造纸科学与技术重点实验室, 南京 210037; 2. 华南理工大学 制浆造纸工程国家重点实验室, 广州 510640)

摘要: 针对模式抖动加网技术在光栅防伪中的应用问题, 通过对阈值矩阵进行改进, 提出了在一定范围内随机选择阈值矩阵的模式抖动加网的方式, 实现了随机矩阵的模式抖动加网方法在光栅防伪技术中的较好应用。

关键词: 抖动法; 防伪; 加网; 随机矩阵

中图分类号: TS853⁺.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)13-0089-04

Application of Random Matrix Pattern Jitter Screening in Grating Anti-counterfeit Printing Technology

REN Le-yi¹, LIU Zhen¹, WEN Shuang-shuang², YANG Sheng-wei¹

(1. Jiangsu Provincial Key Lab of Pulp and Paper Science and Technology, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China; 2. State Key Laboratory of Pulp and Paper Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: The threshold matrix was improved for the application of pattern jitter screening in grating anti-counterfeit technology. A screening method by using random threshold matrix in a certain range was put forward. Better result was achieved by test of this method. The application of random matrix pattern jitter in anti-counterfeit printing was realized.

Key words: pattern jitter; anti-counterfeit; screening; random matrix

光栅防伪技术是基于半色调图像加网技术与光栅材料的光学折射特性相结合的防伪方法, 该方法主要用于对半色调图像进行防伪设置, 半色调图像经过防伪处理后, 隐藏在图像中的信息只能通过特定的光栅才能看到。该方法简便易行, 对设备及印刷工艺没有太高的要求, 在不增加生产成本的情况下即可达到防伪的目的, 因此该防伪技术有较好的发展前景。不同的数字加网技术会对光栅防伪的效果产生影响, 有必要研究模式抖动加网技术在光栅防伪技术中的应用可行性及其防伪应用效果。

现阶段大部分的模式抖动加网技术在对图像进行调频加网时, 对图像的 CMYK 四色分色都是用同一个阈值矩阵, 但这样的加网方法在光栅防伪中达不到理想的防伪效果。因此笔者对模式抖动加网的阈值矩阵以及矩阵的选择方式进行改进, 对 CMYK 的

不同分色使用不同的阈值矩阵, 并实现矩阵在一定范围内的随机选择, 以便能够实现较好的半色调图像的光栅防伪效果。

1 随机矩阵模式抖动加网技术

图像的半色调加网技术是再现连续调图像的基本方式, 并且也是决定图像印刷品质量好坏的一项重要技术^[1]。数字加网技术可以分为调幅加网与调频加网, 调幅加网的网点数目及其位置不变, 主要通过改变加网网点的大小来表现加网图像的层次深浅变化。调频加网技术的网点大小不变, 主要是根据加网网点的随机分布的密度来实现阶调层次变化^[2-4]。调频加网技术一般都是采用点离散态的半色调网点技术, 按加网方式可以分为误差扩散的抖动加网技

收稿日期: 2011-05-06

作者简介: 任乐义(1987—), 男, 江苏人, 南京林业大学硕士生, 主攻半色调防伪技术。

术、模式抖动加网技术以及无序抖动加网等技术,其中模式抖动技术是通过比较图像信号(像素值)与一定的阈值矩阵来进行加网的,当图像信号大于或等于加网阈值矩阵中对应的元素时,二值图像的像素值设为 1(白),否则设为 0(黑)。模式抖动算法有多种,主要介绍 Bayer, Halftone, Screw 3 种^[5-6]。

1.1 Bayer, Halftone, Screw 抖动法

1.1.1 Bayer 抖动法

Bayer 抖动法在设计半色调加网网屏时,是基于原始的信号和表示信号差低频成分为最小的原则。算法中,用 Bayer 模式抖动矩阵将图像处理为二值图像,Bayer 抖动阈值矩阵可以通过逐步推导得到,其基本定义是:

$$D_n = \begin{bmatrix} 4 \times D_{n/2} & 4 \times D_{n/2} + 2 \times U_{n/2} \\ 4 \times D_{n/2} + 3 \times U_{n/2} & 4 \times D_{n/2} + U_{n/2} \end{bmatrix}$$

其中: $U_{n/2}$ 是 $n \times n$ 的单位矩阵。可以令 $D_1 = 0$, 则可以通过递推得到其他的抖动矩阵。一般情况下模式抖动阈值矩阵以 8×8 的规格为好。如果抖动阈值矩阵太小,就会使得抖动加网的结果产生比较多的人工痕迹;如果抖动阈值矩阵太大,就会使得处理时间大大增加,但二值化加网图像的质量却没有明显提高^[7-8]。Bayer 抖动法 8×8 矩阵为:

$$D_8 = \begin{bmatrix} 0 & 32 & 8 & 40 & 2 & 34 & 10 & 42 \\ 48 & 16 & 56 & 24 & 50 & 18 & 58 & 26 \\ 12 & 44 & 4 & 36 & 14 & 46 & 6 & 38 \\ 60 & 28 & 52 & 20 & 62 & 30 & 54 & 22 \\ 3 & 35 & 11 & 43 & 1 & 33 & 9 & 41 \\ 51 & 19 & 59 & 27 & 49 & 17 & 57 & 25 \\ 15 & 47 & 7 & 39 & 13 & 45 & 5 & 37 \\ 63 & 31 & 55 & 23 & 61 & 29 & 53 & 21 \end{bmatrix}$$

1.1.2 Halftone 抖动法

当模式抖动加网阈值矩阵是下面的阈值矩阵时则称为 Halftone 抖动技术,间隔排列为该阈值矩阵的主要特征^[9]:

$$D_4 = \begin{bmatrix} 10 & 4 & 6 & 8 \\ 12 & 0 & 2 & 14 \\ 7 & 9 & 11 & 5 \\ 3 & 15 & 13 & 1 \end{bmatrix}$$

1.1.3 Screw 抖动法

当模式抖动加网的阈值矩阵是下面的阈值矩阵时称为 Screw 抖动技术,螺旋式布点为该阈值矩阵元的特征^[9]:

$$D_8 = \begin{bmatrix} 64 & 53 & 42 & 26 & 27 & 43 & 54 & 61 \\ 60 & 41 & 25 & 14 & 15 & 28 & 44 & 55 \\ 52 & 40 & 13 & 5 & 6 & 16 & 29 & 45 \\ 39 & 24 & 12 & 1 & 2 & 7 & 17 & 30 \\ 38 & 23 & 11 & 4 & 3 & 8 & 18 & 31 \\ 51 & 37 & 22 & 10 & 9 & 19 & 32 & 41 \\ 59 & 50 & 36 & 21 & 20 & 33 & 47 & 56 \\ 63 & 58 & 49 & 35 & 34 & 48 & 57 & 62 \end{bmatrix}$$

1.2 随机阈值模式抖动

在 Bayer, Halftone, Screw 这 3 种调频加网方法中,对 CMYK 4 个分色都是用同一个阈值矩阵,因此在图像中加入防伪信息后图像会有较为明显的改变,不能达到防伪的效果。根据模式抖动加网技术在光栅防伪中应用的不足,根据 Bayer, Halftone, Screw 这 3 种模式抖动方法对模式抖动加网方法进行改进。实验中对 CMYK 四色分色使用不同的加网矩阵,把要加入防伪信息的分色与其他 3 个分色分开考虑,对于要加入防伪信息的分色使用一个经过改进的阈值矩阵,对其他 3 个分色用 3 个阈值矩阵,在对每个像素进行加网时随机选择该像素使用的阈值矩阵。具体的方案如下:

1) 对于要加入防伪信息的分色使用如下改进抖动矩阵进行加网:

$$M_1 = \begin{bmatrix} 33 & 41 & 53 & 59 & 62 & 54 & 42 & 34 \\ 25 & 31 & 47 & 57 & 60 & 48 & 32 & 26 \\ 5 & 13 & 23 & 49 & 50 & 22 & 14 & 6 \\ 1 & 9 & 19 & 37 & 38 & 18 & 10 & 2 \\ 3 & 11 & 17 & 39 & 40 & 20 & 12 & 4 \\ 7 & 15 & 21 & 61 & 52 & 24 & 16 & 8 \\ 27 & 29 & 45 & 55 & 58 & 46 & 44 & 28 \\ 35 & 43 & 51 & 63 & 64 & 56 & 6 & 36 \end{bmatrix}$$

2) 其他 3 个分色用随机的矩阵进行加网。实验中主要是通过对每个网点进行加网随机地在 3 个阈值矩阵中,随机选择一个矩阵进行加网,3 个阈值矩阵具体如下:

$$M_2 = \begin{bmatrix} 64 & 53 & 42 & 26 & 27 & 43 & 54 & 61 \\ 60 & 41 & 25 & 14 & 15 & 28 & 44 & 55 \\ 52 & 40 & 13 & 5 & 6 & 16 & 29 & 45 \\ 39 & 24 & 12 & 1 & 2 & 7 & 17 & 30 \\ 38 & 23 & 11 & 4 & 3 & 8 & 18 & 31 \\ 51 & 37 & 22 & 10 & 9 & 19 & 32 & 41 \\ 59 & 50 & 36 & 21 & 20 & 33 & 47 & 56 \\ 63 & 58 & 49 & 35 & 34 & 48 & 57 & 62 \end{bmatrix}$$

$$M_3 = \begin{bmatrix} 0 & 32 & 8 & 40 & 2 & 34 & 10 & 42 \\ 48 & 16 & 56 & 24 & 50 & 18 & 58 & 26 \\ 12 & 44 & 4 & 36 & 14 & 46 & 6 & 38 \\ 60 & 28 & 52 & 20 & 62 & 30 & 54 & 22 \\ 3 & 35 & 11 & 43 & 1 & 33 & 9 & 41 \\ 51 & 19 & 59 & 27 & 49 & 17 & 57 & 25 \\ 15 & 47 & 7 & 39 & 13 & 45 & 5 & 37 \\ 63 & 31 & 55 & 23 & 61 & 29 & 53 & 21 \end{bmatrix}$$

$$M_4 = \begin{bmatrix} 63 & 31 & 55 & 23 & 61 & 29 & 53 & 21 \\ 15 & 48 & 7 & 39 & 13 & 55 & 5 & 37 \\ 51 & 19 & 59 & 27 & 49 & 17 & 57 & 25 \\ 3 & 35 & 11 & 43 & 1 & 33 & 9 & 41 \\ 60 & 28 & 52 & 20 & 62 & 30 & 54 & 22 \\ 12 & 44 & 4 & 36 & 14 & 46 & 6 & 38 \\ 48 & 16 & 56 & 24 & 50 & 18 & 58 & 26 \\ 0 & 32 & 8 & 40 & 2 & 34 & 10 & 42 \end{bmatrix}$$

2 实验

2.1 内容与步骤

实验内容主要是比较 Bayer, Halftone, Screw 和随机矩阵抖动加网这 4 种加网方式在光栅防伪技术中的应用效果,并对它们的光栅防伪应用效果进行比较。实验中用 NMSE 和 PNSR 评价图像的加网质量,NMSE 值称为归一化均方误差,PSNR 值称为峰值性噪比^[10-11]。

$$NMSE = \frac{\sum_M \sum_N [f(m,n) - b(m,n)]^2}{\sum_M \sum_N [f(m,n)]^2}$$

(1)

$$PSNR = 10 \lg \left\{ \frac{\max[X^2(i,j)]}{\frac{1}{M \cdot N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N [X'(i,j) - X(i,j)]^2} \right\}$$

(2)

实验步骤如下:

- 1) 准备原图。选取合适的图像作为防伪信息载体,实验中选择的图像为 6 cm×6 cm 大小的 CMYK 图像,并进行分色保存。
- 2) 加网。通过 Matlab 编程实现对 4 个分色图片分别进行不同方式的加网,加网方式包括 Bayer, Halftone 和 Screw 抖动加网 3 种,加网效果见图 1。
- 3) 用随机矩阵对图像进行加网。防伪信息加在 C 版,对 MYK 三色使用随机矩阵加网,效果见图 2。

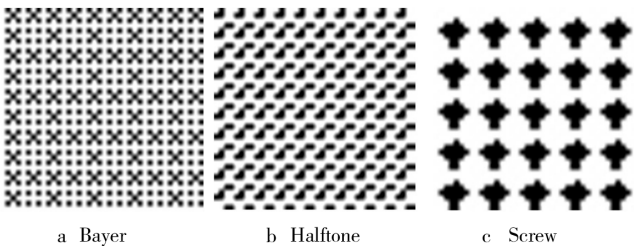


图 1 Bayer, Halftone, Screw 加网的效果
Fig. 1 Effect of Bayer, Halftone, and Screw screening

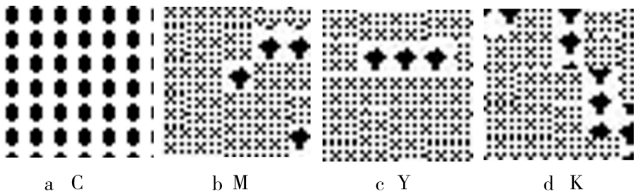


图 2 随机矩阵抖动加网的效果
Fig. 2 Effect of random matrix screening

4) 评价。利用 Mat Lab 对经 Bayer, Halftone, Screw 加网后的图像进行客观评价,评价结果见表 1。

表 1 3 种加网方法的 NMSE 和 PSNR 值
Tab. 1 The NMSE and PSNR values of three screening methods

加网方法	NMSE	PSNR
Bayer	0. 423 6	6. 804 1
Halftone	0. 436 4	6. 675 3
Screw	0. 423 9	6. 800 9

5) 对经随机矩阵抖动加网方法加网的图像 CMYK 四色评价见表 2。

表 2 CMYK 的 NMSE 和 PSNR 值
Tab. 2 The NMSE and PSNR values of CMYK

四色	NMSE	PSNR
C	0. 436 4	6. 675 3
M	0. 423 8	6. 802 0
Y	0. 423 8	6. 802 3
K	0. 423 7	6. 803 0

6) 加入防伪信息。将防伪信息加入加网后的 C 版中,见图 3。

7) 经 Bayer, Halftone, Screw 和随机矩阵加网后的图像进行合成,效果见图 4。

8) 在计算机中用模拟光栅对半色调图像进行光

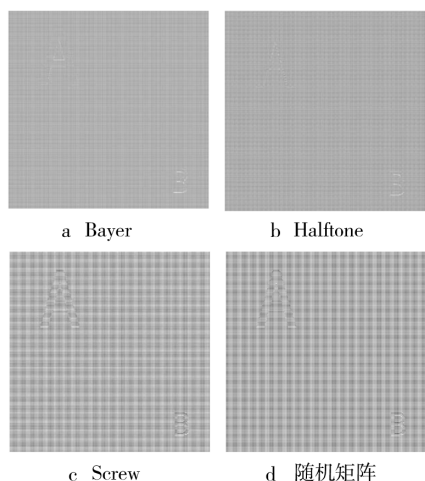


图3 加入隐藏信息的C版
Fig. 3 C plate with hidden information

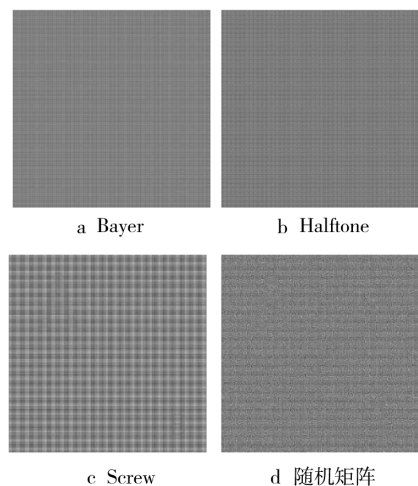


图4 半色调图像
Fig. 4 Halftone image

栅防伪效果检测,见图5。

9) 用打印机输出经4种模式抖动加网方法加网的半色调图像,并用特定的光栅检验其防伪效果。

2.2 实验结果分析

通过实验中对加网图像的PSNR以及NMSE值可以得到随机抖动加网方法在加网质量上与Bayer, Halftone, Screw基本上差不多。但是通过4种模式抖动加网方式在光栅防伪技术中应用效果来看,用随机矩阵进行模式抖动加网的半色调图像有较好的防伪效果。实验最后用输出设备输出半色调图像,用特定的光栅检测防伪效果,可以得到与计算机模拟一致的结论。

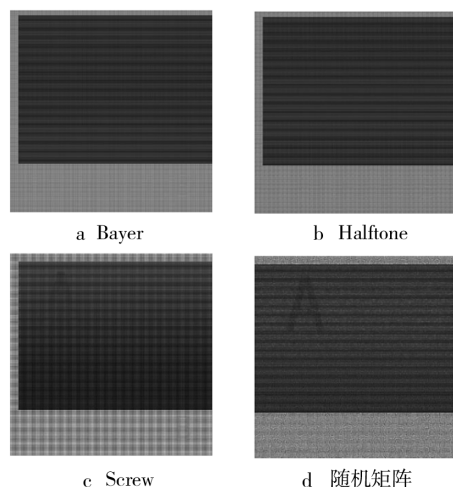


图5 防伪效果
Fig. 5 The effects of anti-counterfeit

3 结论

针对模式抖动加网技术在光栅防伪技术中的应用达不到实际防伪要求这一问题,对模式抖动加网技术的阈值矩阵进行改进,并实现阈值矩阵在一定范围内的随机选择,实现了随机矩阵的模式抖动加网技术在光栅防伪技术中的较好应用。通过实验对Bayer, Halftone, Screw和随机矩阵模式抖动加网技术在光栅防伪技术中防伪应用效果进行比较。通过NMSE与PSNR值以及Bayer, Halftone, Screw和随机矩阵抖动加网在光栅防伪技术中的实际防伪效果可以得到,随机矩阵模式抖动加网技术在光栅防伪技术中可以实现较好的防伪效果。

研究实现了模式抖动加网技术在光栅防伪技术中的较好应用,可以为进一步的研究提供一定的理论依据。同时实现了光栅防伪技术较好的防伪效果,具有一定的实际应用价值。但由于模式抖动加网技术本身的局限,其对图像进行加网的质量不是很好,因此对有较高加网质量要求的图像进行防伪应用会有所限制。今后可以对加网技术方面进行更好的选择,提高图像的加网质量,以便更好地对半色调图像进行防伪设置。

参考文献:

- [1] 龚晔,张逸新. 微结构加网防伪应用[J]. 包装工程, 2008, 29(3): 62-68.

共挤膜,以减少复合层数量,使用无溶剂复合方式或挤出复合方式等等。

4) 大力发展环保柔印,采用绿色包装印刷技术^[12]。柔印对环保的贡献,以及独特的结构和印刷原理赋予的广泛适应性和经济性,使其成为实施包装印刷绿色化的重要工艺技术。20 世纪 90 年代以来,由于环保机构颁布了相关的环保法规,使得环保柔印得到了迅猛发展。作为绿色印刷产业的组成部分,环保柔印应得到大力推广。

除了采用环保柔印方式以外,数字印刷和可食性印刷技术都是绿色包装印刷技术,尤其是可食性印刷技术更是在降低溶剂残留方面有着无可比拟的优势。食品的可食印刷技术主要包括印刷油墨、承印材料、印刷方式和设备^[13-14] 几方面。在印刷油墨方面,主要从植物或动物体内获取,如黄栀子、黑豆、山果、绿豆、蔬菜等。承印材料方面,一是利用食物本身做声音材料,如蛋糕、饼干等,本身具有一定尺寸却表面刻印图文 ;二是具有一定强度和印刷适性的可食性包装材料,如淀粉类可食性纸、蛋白类可食膜,蔬菜纸等。可食性印刷方式和印刷设备包括丝印和喷墨印刷,特别是喷墨印刷最理想。此外,利用可食印刷技术,将各种图案输入喷码机中,直接印在食品或可食性包装材料上,是一个新的理念和尝试,也是一个新的富有吸引力的市场机遇。

参考文献:

[1] 食品商务网. (2010-11-30). <http://www.21food.cn/html/news/12/60375.htm>. (余不详)

(上接第 92 页)

[2] 谢侍棋,成刚虎. 数字加网技术的比较分析[J]. 印刷杂志,2009(5):39-42.

[3] 黄灵阁,段华伟. 数字加网新技术的研究进展[J]. 包装工程,2004,25(5):24-26.

[4] 张靖. 数字半色调技术研究[D]. 西安:西安电子科技大学,2008.

[5] 李飞,唐正宁. 数字加网技术[J]. 包装工程,2005,26(5):47-52.

[6] 王成林,唐正宁. 基于 Am/Fm 半色调的混合加网算法研究[J]. 包装工程,2008,29(3):15-17.

[7] KANG H R. Digital Color Half Toning[C]//SPIE/IEEE

[2] 我国食品包装安全问题的现状分析[EB/OL]. (2010-11-30). <http://bbs.icxo.com/thread-320304-1-1.html>.

[3] 戴宏民,戴佩华. 绿色包装材料的研发进展和我国的发展对策[J]. 包装工程,2004,25(5):5-7.

[4] 王克智. 新型功能塑料助剂[M]. 北京:化学工业出版社,2003.

[5] 饶兴鹤. 世界塑料添加剂现状和发展[J]. 塑料助剂,2006,57(3):1-5.

[6] 张春生. 关于复合软包装残留溶剂问题探讨[J]. 印刷技术,2007(7):23-24.

[7] 白木,子荫. 凹版印刷的现状和未来[J]. 中国包装工业,2002(97):45-47.

[8] 张莉. 食品软包装印刷技术及安全卫生性分析[J]. 印刷质量与标准化,2008(4):63-66.

[9] 朱宗丁. 软包装溶剂残留量控制[J]. 印刷技术,2009(24):32-35.

[10] 沈峰. 浅谈食品复合软包装溶剂残留对策[J]. 塑料包装,2005,15(6):14-19.

[11] 孙婷,焦华. 论中国食品包装设计的现状和出路[J]. 包装工程,2011,32(4):84-86.

[12] 戴宏民,戴佩华. 绿色包装材料的研发进展和我国的发展对策[J]. 包装工程,2004,25(6):6-7.

[13] KENNETH M, BETTYB B. Food Packaging-Roles, Materials and Environmental Issues[J]. Journal of Food Science,2007,72(3):39-55.

[14] STILWELL E J, CANTY R C, KOPF P W, et al. Packaging for the Environment: a Partnership for Progress [M]. New York: American Management Assn (Ama-com) publishing,1991:262.

Series on Imaging Science& Engineering. New York: IEEE Press,1999.

[8] 邝敏威,陈新. 调频加网技术分析和研究[J]. 包装工程,2002,23(5):12-14.

[9] 苏永宪,崔元日. 调频加网计算模型的比较[J]. 测绘学院学报,2000,17(2):128-130.

[10] 周奕华,卢健. 数字加网图像质量评价方法的研究[J]. 包装工程,2006,27(5):116-117.

[11] 赵小梅,陈骏骢. 数字加网图像的质量评价研究[J]. 包装工程,2009,30(1):93-95.