

调幅加网技术在光栅防伪技术中的应用

刘真¹, 任乐义², 杨晟炜²

(1. 上海理工大学, 上海 200093; 2. 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)

摘要: 简单阐述了调幅加网的原理与特点, 研究了基于最小阈值矩阵的调幅加网技术在光栅防伪技术中的应用, 实验验证了在半色调图像的 CMY 3 个色版同时加入防伪信息的可行性。研究表明, 基于最小阈值矩阵的调幅加网技术可以在光栅防伪技术中得到很好的应用。

关键词: 调幅加网; 光栅防伪; 半色调; 阈值矩阵

中图分类号: TS865; TS853⁺.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)21-0090-04

Application of AM Screening in Grating Anti-counterfeit Technology

LIU Zhen¹, REN Le-yi², YANG Sheng-wei²

(1. University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China; 2. Jiangsu Provincial Key Lab of Pulp and Paper Science and Technology, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

Abstract: The principle and characteristics of AM screening were introduced. The application of AM screening based on the minimum threshold matrix in grating anti-counterfeit technology was studied. The feasibility of adding anti-counterfeit information in CMY of halftone image at the same time was proved through experiments. The results showed that AM screening technology based on the minimum threshold matrix can be applied well in grating anti-counterfeit technology.

Key words: AM screening; grating anti-counterfeit; halftone; threshold matrix

随着科学技术水平的不断发展, 印刷行业也有了很大的发展, 同时, 随着行业的发展, 越来越多的盗版现象也给当前的防伪技术产生了很大的压力。这么多的盗版现象对企业以及商品具有很大的破坏, 也给企业和消费者产生了很大的损失, 因此对各种各样防伪技术的需求也越来越来多。目前国内在印刷防伪技术方面的研究主要集中在油墨、纸张、印刷技术以及数码防伪等几个方面, 各种各样满足不同需求的防伪技术也大量的出现, 这些都可以一定程度的遏制盗版行为, 但是现阶段大部分的防伪方法都会或多或少的增加产品的成本, 并且有的对设备要求也较高, 从而限制了这些技术的进一步推广应用。光栅防伪技术是最近出现的用于对半色调图像进行防伪设置的防伪方法, 其是基于柱镜光栅光学折射以及图像加网复制的基础上的。防伪信息可以经过光栅防伪技术处理隐藏在半色调图像中, 只能利用特殊参数的光

栅并且要在设定的角度才能看到防伪信息, 光栅防伪技术基本上不增加产品的印刷成本, 同时其对印刷工艺及仪器设备没有特殊要求。由于对半色调图像加网方法的不同会对光栅防伪技术最终的防伪效果会产生影响, 因此笔者主要研究调幅加网技术在光栅防伪技术中的应用情况^[1-2]。

1 调幅加网技术

加网技术是将连续调的图像变为二值的图像, 主要是通过用细小的网点来体现印刷品层次的细微变化, 最终实现还原连续调图像层次和阶调的目的^[3]。按加网方式的不同可以把半色调技术分为调幅加网方法、调频加网方法以及混合加网方法。调幅加网方法主要通过改变加网网点的大小来表现连续调图像的层次阶调变化; 而调频加网方法是通过网点的随机

收稿日期: 2011-07-08

基金项目: 上海市科学技术委员会科研计划项目“上海数字印刷在线集成管理与服务平台的构建”(09220502700)

作者简介: 刘真(1953—), 女, 江西人, 上海理工大学教授、博士生导师, 主要研究方向为颜色再现理论与应用、数字图文信息处理。

分布来实现连续调图像阶调层次的不断变化;混合加网技术是在加网时既有调幅加网的部分也有调频加网的部分,因此混合加网兼具了调幅加网方法和调频加网方法 2 方面的优势^[4-5]。

1.1 调幅加网技术的原理及特点

调幅加网方法是一种点聚集态的图像加网方式,主要基于生长模型的方法来产生加网的网点。调幅加网方法的网点是人为设计网点的形状,利用网点像素值的大小来实现控制网点面积大小的目的。连续调的图像进行调幅加网时会被分割成很细小的栅格,栅格的大小和像素数都是固定的,图像的灰度级主要是利用黑像素数的不同来表现^[6]。

调幅加网方法的主要特点是由加网线数来决定加网网点之间的间隔,着墨点的面积大小是阶调信息的函数决定的,主要集中于加网网格的中心部分。调幅加网方法主要的缺点是现阶段的印刷生产条件对加网线数一般都是有限制的;主要优点就是图像的中间调部分加网效果比较好并且加网图像的阶调过渡比较自然平滑。在调幅加网中如果使用的加网线数比较高,那么图像在亮调与暗调部分加网效果就不会很理想,并且还会使得图像的细节丢失^[7]。

1.2 基于阈值矩阵的调幅加网技术

调幅加网方法可以分为有理正切、无理正切以及超细胞结构 3 种加网技术。有理正切加网方法使用 $\pm 18.4^\circ$ 的加网网点角度模拟 15° 和 75° 的加网角度,有理正切加网方法比较容易实现,但是图像加网后会产生 3.4° 的加网网点角度误差;无理正切加网方法比有理加网方法更接近于传统印刷的网点角度,加网网点角点与输出设备记录栅格角点重合的问题,一般都是采用逐个修正法或强制对齐法来解决;超细胞结构加网方法主要是为了解决有理正切加网和无理正切加网的不足而提出的,通过一定的设置使得一定数量的加网网点单元可以生成一个超大的加网网点单元,然后再把生成的超大细胞单元的角点与光栅输出设备的像素角点重合,从而可以较好地解决了 15° 角的加网角度问题^[8]。

目前在实际生产中激光照排机的输出分辨率通常是 2 400 dpi,当加网线数使用比较精细的 200 lpi 加网时,网点网格的构成为 12×12 。在报纸印刷中通常使用 100 lpi 的加网线数,照排机的输出分辨率设为 1 200 dpi,因此其网点网格的构成也是 12×12 。笔者对徐锦林老师提出的基于最小阈值矩阵原理的

12×12 网格的调幅加网技术进行改进,研究其在光栅防伪技术中的应用效果。调幅加网方法是点聚集形态的网点,在进行加网时主要是从加网网格中的某一个起始点开始,然后按照一定的规律依次分布,最后实现加网网点随连续调图像的像素值逐步生长,产生聚集态的调幅加网的图像。当加网网格的构成为 12×12 时,由于网格的大小分别为 144, 128 与 153,其加网阈值的个数远小于 255,因此加网时需要将图像的像素值与阈值矩阵进行比较,所以在两者之间建立相应的转换(映射)关系,公式如下^[9]:

$$F_{\text{转换后}} = \text{fix} \left(\frac{F_{\text{原}}}{255} \cdot Q_{\text{max}} + 0.5 \right) \quad (1)$$

式中:fix 表示取最小整数; $F_{\text{转换后}}$ 表示图像经过转换后的像素值; $F_{\text{原}}$ 表示图像转换前的像素值; Q_{max} 表示最大阈值。改进后所用的阈值矩阵见图 1~4。

4	8	12	16	20	24	22	18	14	10	6	2
28	32	36	40	44	48	46	42	38	34	30	26
52	68	72	76	80	84	82	78	74	70	66	50
56	96	100	116	118	120	114	112	110	98	94	54
60	92	104	124	128	136	134	126	122	102	90	58
64	88	108	132	140	144	142	138	130	106	86	62
61	85	105	129	137	141	143	139	131	107	87	63
57	89	101	121	125	133	135	127	123	103	91	59
53	93	97	109	111	113	119	117	115	99	95	55
49	65	69	73	77	81	83	79	75	71	67	51
25	29	33	37	41	45	47	43	39	35	31	27
1	5	9	13	17	21	23	19	15	11	7	3

图 1 加网角度为 0° 时的阈值矩阵

Fig. 1 Threshold matrix for screening angle 0°

128	120	109	92	74	66	46	8	15	10	64	79	97	111	122	127
123	116	87	69	62	38	6	39	42	3	19	55	86	105	115	119
107	96	71	59	24	12	28	52	63	47	20	1	58	95	108	112
84	73	56	2	18	23	48	78	82	67	35	5	31	61	91	101
77	53	32	4	25	43	75	85	100	89	60	30	9	34	68	80
51	41	21	27	40	70	94	102	110	103	93	57	26	11	37	65
44	29	33	45	72	90	104	121	117	114	106	88	54	17	13	16
14	36	49	76	83	98	118	126	125	124	113	99	81	50	22	7

图 2 加网角度为 45° 时的阈值矩阵

Fig. 2 Threshold matrix for screening angle 45°

153	145	136	117	95	81	8	52	93	104	97	86	77	69	59	54	41	29
148	139	126	105	98	78	15	27	80	73	71	61	53	48	31	14	1	10
120	101	88	74	63	58	2	20	65	47	43	40	28	11	12	24	38	42
a 左半部分 (18栏)																	
7	5	36	23	13	18	26	34	46	64	67	72	79	25	50	66	90	103
17	4	3	6	30	49	60	68	75	84	89	106	83	37	35	85	107	119
55	21	22	56	62	70	87	100	114	121	127	113	99	45	9	57	110	123
b 中间部分 (18栏)																	
122	128	130	137	134	118	102	82	16	51	96	115	132	147	152			
131	128	146	142	140	129	109	92	32	39	91	111	124	141	144			
135	143	151	150	149	133	112	94	44	19	76	108	116	125	136			
c 右半部分 (15栏)																	

图 3 加网角度为 14.04° 时的阈值矩阵

Fig. 3 Threshold matrix for screening angle 14.04°

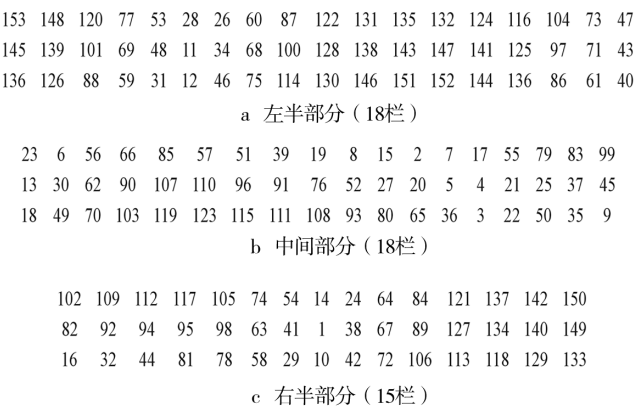


图 4 加网角度为 75.96°时的阈值矩阵
Fig. 4 Threshold matrix for screening angle 75.96°

2 实验

2.1 内容

1) 在 MAT Lab 中实现上述基于最小阈值矩阵的调幅加网技术,对图像进行加网,使其由连续调变为半色调图像。

2) 用 NMSE 和 PNSR 对加网后的 CMYK 四色版加网质量进行评价,NMSE 值称为归一化均方误差,PSNR 值称为峰值性噪比^[10-11],即:

NMSE =

$$\left\{ \sum_M \sum_N [f(m,n) - b(m,n)]^2 \right\} / \sum_M \sum_N [f(m,n)]^2 \quad (2)$$

PSNR =

$$10 \lg \left\{ \frac{\max[X^2(i,j)]}{\frac{1}{M \cdot N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N [X'(i,j) - X(i,j)]^2} \right\} \quad (3)$$

3) 利用 java 编程实现在加网后的半色调图像中隐藏防伪信息。

4) 实现在半色调图像的 3 个色版中同时加入防伪信息的目的。

5) 对加入防伪信息的半色调图像的防伪效果进行验证。

2.2 步骤

1) 准备原稿:选取合适的图像作为防伪信息的隐藏载体,在实验中选择大小为 6 cm × 6 cm 的 CMYK 图像,并对图像进行分色保存。

2) 加网:通过 Mat Lab 编程实现对 CMYK 这 4 个色版分别进行加网,C 色版用图 1 的阈值矩阵加网,M 色版用图 2 的阈值矩阵加网,Y 色版用图 3 的

阈值矩阵加网,M 色版用图 4 的阈值矩阵加网,加网效果见图 5。

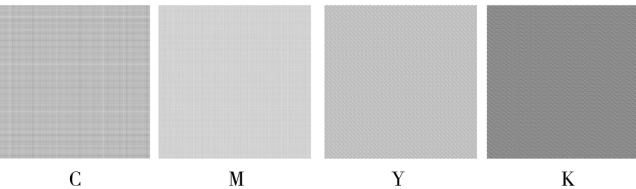


图 5 CMYK 四色版加网效果
Fig. 5 Screening of CMYK 4 colors plate

3) 评价:利用 Mat Lab 对经加网后的 CMYK 四色版进行客观评价,评价结果见表 1。

表 1 CMYK 的 NMSE 和 PSNR 值
Tab.1 The NMSE and PSNR values of CMYK

四色	NMSE	PSNR
C	0.992 2	2.544 0
M	0.991 3	2.548 2
Y	0.991 9	2.545 3
K	0.992 8	4.468 2

4) 加入防伪信息:在 CMY 3 个色版中加入不同的防伪信息,效果见图 6。

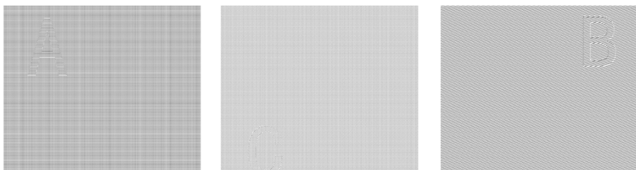


图 6 加入隐藏信息的 CMY 版
Fig. 6 Adding hidden information in CMY plate

5) 把加入防伪信息后的 CMY 版和 K 版进行合成,效果见图 7。

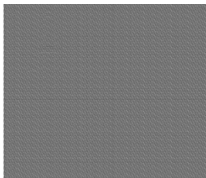


图 7 半色调图像
Fig. 7 Halftone image

6) 在计算机种用模拟光栅对半色调图像进行防伪效果检查,效果见图 8。

7) 用打印机输出加入防伪信息的半色调图像,并用特定的光栅在不同的角度检验其防伪效果。

2.3 结果分析

通过实验在 CMY 3 个色版加入防伪信息,用光

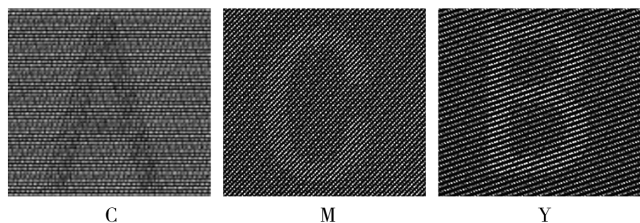


图 8 CMY 3 个版防伪效果

Fig. 8 The anti-counterfeiting effects of CMY plates

栅对其防伪效果进行验证,光栅在 0° 、 45° 和 14.04° 可以分别检测到隐藏在 C 色版、M 色版和 Y 色版里的信息,而在其它角度不能看到隐藏的信息,并且用错误的光栅在这 3 个角度也是看不到隐藏信息的,从而可以验证本实验可以得到较好的光栅防伪效果。

3 结论

主要对调幅加网技术在光栅防伪中的应用进行了研究,实验选择基于最小阈值矩阵的调幅加网方法为研究对象,根据光栅防伪技术对网点的要求对阈值矩阵进行适当的改进。并根据实际的实验情况选择在 CMY 3 个色版中加入防伪信息,最后实现了在 CMY 3 个色版中同时加入防伪信息的防伪效果,光栅可以在 3 个不同的角度看到隐藏在半色调图像中的不同的防伪信息。通过本研究,实现了调幅加网技术在光栅防伪技术中的较好应用,从而可以为以后的进一步研究提供一定的理论依据;并且该防伪方法有

(上接第 81 页)

统对不同网点面积率的网点具有一定的识别能力,虽然在多次测量时具有一定的波动仍需改进,但其测量数据与市场上销售的密度计基本相符,表明该检测系统可以实现对彩色印刷品反射率的测量。

4 结语

研究了 TCS230 传感器在彩色反射密度测量中的应用。经实验验证,利用该传感器设计的仪器,实现了彩色反射密度的测量,且在稳定性和精度上基本达到了设计要求;而且 TCS230 对测量光强,具有响应快、重复性和稳定性好等特点,对计算机彩色监视器校正、过程控制以及颜料、纺织品配色等也适用,希望可以为以上类似的检测提供一定的帮助。

较好的防伪效果,可以在多个角度隐藏防伪信息,具有一定的实际应用价值,但由于实验条件所限,还不能实现同时在 CMYK 4 个色版中隐藏防伪信息,这个需要以后对其进行下一步的研究。

参考文献:

- [1] 龚晔,张逸新,王凯. 微结构加网防伪应用[J]. 包装工程, 2008,29(3):62—68.
- [2] 任乐义,刘真,问双双,等. 随机矩阵抖动加网在光栅防伪技术中的应用[J]. 包装工程,2011,32(13):89—92.
- [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] 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.
- [5] 张靖. 数字半色调技术研究[D]. 西安:西安电子科技大学,2008.
- [6] 李飞,唐正宁. 数字加网技术[J]. 包装工程,2005,26(5): 47—52.
- [7] 王成林,唐正宁,高松,等. 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.
- [8] KANG H R. Digital Color Half Toning [C]//SPIE/IEEE Series on Imaging Science & Engineering. New York: IEEE Press,1999:114—117.
- [9] 徐锦林,陈素明. 调幅加网阈值矩阵设计方法与加网原理[J]. 中国印刷与包装研究,2009,3(1):38—42.
- [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.

参考文献:

- [1] 李永梅. 胶版印刷品密度与色度检测关系的研究[J]. 包装工程,2007,28(1):70—88.
- [2] 刘武辉. 包装印刷中的密度研究[J]. 包装工程,2008,29(6):48—51.
- [3] 丁茹,李刚. 可编程彩色光/频转换器 TCS230 及其应用[J]. 国外电子元器件,2005(1):59—62.
- [4] 胡建民. 颜色传感器 TCS230 及颜色识别电路[J]. 单片机嵌入式系统应用,2006(4):40—53.
- [5] 张松灿,肖本贤. 高分辨率颜色传感器 TCS230 的原理和应用[J]. 单片机与嵌入式系统应用,2005(3):44—46.
- [6] 孙邦勇,李延雷. 印品质量控制中的密度和色度测量技术[J]. 包装工程,2008,29(4):48—50.
- [7] 刘世昌. 印刷品质量检测与控制[M]. 北京:印刷工业出版社,2005.
- [8] 刘海成. 单片机及应用系统设计原理与实践[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2009.