

双重识别功能的印刷套印标记设计及误差分析

吕勇^{1,2}, 宋词³, 周刚¹

(1. 义乌工商学院, 义乌 322000; 2. 江南大学 生态纺织教育部重点实验室, 无锡 214122; 3. 嘉兴职业技术学院, 嘉兴 314036)

摘要: 在传统的十字线套印标记和圆形套印标记基础上, 设计了一种既适于人眼识别又适合数字图像检测的套印标记。利用 CCD 成像, 获取了套印标记图像, 然后对图像进行了预处理, 分割图像, 获取了同心圆中四色的圆心坐标, 最后计算了套印偏差参数。实验结果表明: 套印标记中的同心圆的设计, 避免了图像分割时四色重叠的问题; 套印偏差识别精度高, 在分辨率达到 300 dpi 及以上时, 测量误差小于 0.04 mm, 且识别速度快, 能满足套印标记实时检测要求。

关键词: 数字图像; 套印标记; 套印误差; 同心圆

中图分类号: TS805; TS807 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)05-0013-04

Design of Overprint Marks with Double Discriminating Function and Analysis of Deviation

LV Yong^{1,2}, SONG Ci³, ZHOU Gang¹

(1. Yiwu Industrial & Commercial College, Yiwu 322000, China; 2. Key Laboratory of Eco-Textiles of Ministry of Education, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 3. Jiaxing Vocational and Technical College, Jiaxing 314036, China)

Abstract: A novel overprint marks suitable for both human eyes and digital images was designed based on conventional cross registering mark and registering circle marks. The images of the register marks were collected by CCD components. The images were pretreated and segmented. The coordinates of the four colors circle centre and the parameters for overprint deviation were determined after digital image processing and image segmentation. The results showed that the homocentric circles in register marks can avoid overlapping between four colors in image segmentation; the method possesses much higher precision with overprint deviation less than 0.04 mm in case of image resolution above 300 dpi. Meantime, it owns fast recognition, which can satisfy the requirement of detecting overprint marks on line.

Key words: digital image; overprint marks; overprint deviation; homocentric circle

随着经济发展和人们生活水平改善及审美需求提高, 个性化包装印刷需求不断增强, 短版活业务急剧增长。如何缩短开机准备时间、提高生产效率、增强企业竞争力, 是目前胶印企业所面临的重大课题^[1-3]。在印刷开机调试过程中, 套准是最基本的工艺环节, 只有将印刷四色套印准确, 才能完成印刷色彩精确再现。传统的靠人眼、靠放大镜、靠经验的套准调节方法, 由于调节时间长、反复调节次数多、主观

评价差异大、纸张油墨浪费严重、无法进行数据化管理等缺点, 已不能满足现代化生产的需求^[4-5]。基于数字图像的套印误差检测系统, 具有识别速度快、识别精度高、便于数据化管理等优点, 已是目前高校、研究机构、印刷机设备生产商开发研究的热点^[6-9]。传统的十字印刷标记是为人眼判断设计的, 人眼对相同形状物体的错位引起的颜色变化反应敏感, 但数字图像识别是依靠计算分析位置的变化来判断的, 在处理

收稿日期: 2011-11-29

基金项目: 义乌市科技局科技计划项目(10-3-27); 金华市社科联项目(2011-193)

作者简介: 吕勇(1983—), 男, 浙江金华人, 江南大学博士生, 义乌工商学院讲师, 主要研究方向为印刷包装工艺。

四色重替的复杂颜色情况时,大大降低了识别精度和识别效率。圆形色点套印标记能将印刷原色独立分开,避免颜色重叠弊端,且圆形没有方位要求,便于图像的采集和处理,识别精度较高,却不适合人眼的识别。在综合上述 2 种套印标记的基础上,笔者设计一种既有利于人眼识别又适合数字图像检测的套印标记,利用 CCD 获取套印标记的数字图像,对图像进行预处理,分割图像,获取同心圆的圆心坐标,计算出套印误差,并对误差检测精度及识别速度进行分析。

1 套印标记设计

利用套印标记来检测印品套准的情况是最常用的方法。在传统印刷工艺中,大多数采用十字套准线作为套印标记,但十字线在数字图像识别过程中,会出现四色十字线重替的复杂情况。为了避免四色颜色的重替,王梅等人^[10-11],应用了新的“米”字型套印标记,该标记能较好避免四色颜色重叠情况,但识别线段的端点坐标困难。赵明炎等人^[12]选用色点图标作为套印图标。圆点套印标记,能将各个印刷原色独立分开,不会有颜色重叠的弊端,识别精度较高,但不适合人眼的识别。在综合上述 2 种套印标记的基础上,设计了一种既适于 人眼识别又适合数字图像检测的套印标记,见图 1。该套印标记左半部分由十字

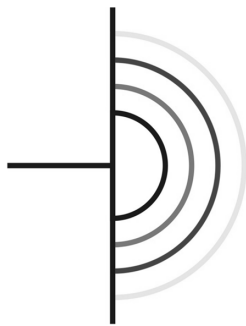


图 1 适于人眼及数字图像双重识别的印刷套印标记
Fig. 1 Overprint marks suitable for both eyes and digital images

线组成,便于人眼识别;右半部分由 CMYK 四色的同心圆组成。采用同心圆设计,空间占位小,能避免四色重叠情况,且数字图像采集计算时识别速度快、精度高。

2 套印标记识别与计算

2.1 套印标记四色图像分割

用摄像装置获得实际印刷品上的套准标记数字图像后,首先用傅里叶变换、滤波处理对图像进行去噪处理,然后进行灰度处理、细化处理,分割四色同心圆弧,最后计算圆心坐标及套印误差,套印标记图像识别流程见图 2。在四色圆弧图像分割前,要进行细

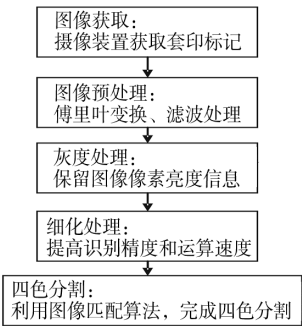


图 2 套印标记图像识别流程
Fig. 2 Image recognition process of overprint marks

化处理,否则会出现像素点多、像素扩散严重,从而造成识别精度差、运算速度慢的情况。套印标记数字图像处理见图 3,首先进行灰度处理(图 3a),然后进行

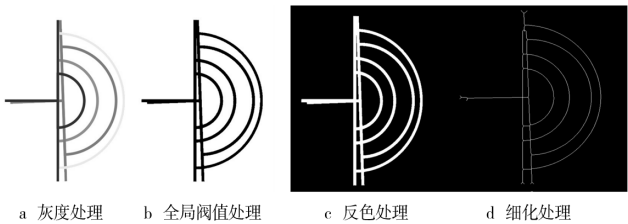


图 3 套印标记图像处理效果
Fig. 3 Image processing effect of overprint marks

全局阈值处理得到二值图像(图 3b),反色处理(图 3c)后进行细化处理,得到骨架图像(图 3d)。骨架图像中只包含原图中几何图形的位置信息,有助于半圆的检测和圆心计算。从图 3d 可以看到,经过细化处理的二值同心圆图像背景干净、边缘圆滑,有利于下一步圆心位置的确定。

2.2 四色同心圆的圆心定位方法

Hough 变换是一种从图像中识别几何形状的重要方法^[13]。将原始图像空间给定的曲线,通过曲线表达形式变为参数空间的一个点,这样就把原始图像

中给定曲线的检测问题转化为寻找参数空间中的峰值问题。利用 Hough 变换可以检测套印标记四色同心半圆的圆弧,从而计算圆心坐标。

$$x=\frac{(x_2^2+y_2^2-x_1^2-y_1^2)(y_3-y_1)-(x_3^2+y_3^2-x_1^2-y_1^2)(y_2-y_1)}{2[(x_2-x_1)(y_3-y_1)-(x_3-x_1)(y_2-y_1)]}$$

(1)

$$y=\frac{(x_3^2+y_3^2-x_1^2-y_1^2)(x_2-x_1)-(x_2^2+y_2^2-x_1^2-y_1^2)(x_3-x_1)}{2[(x_2-x_1)(y_3-y_1)-(x_3-x_1)(y_2-y_1)]}$$

(2)

$$r=\sqrt{(x_1-x)^2+(y_1-y)^2}$$

(3)

然后,依次判断 P 中的点是否位于圆 B_1 上。若位于圆 B_1 的个数未达到圆 B_1 的半圆周长时,则重新在 P 中选取 3 点进行上述操作;若达到圆 B_1 半圆的周长,则认定这些点组成一个半圆,将这些点作为点集 C_1 从 P 中去除。在剩余的点集 P 中继续按上述方法寻找半圆,直到寻找到另外 3 个半圆 C_2, C_3 和 C_4 。

为了得到较准确的圆心坐标,在每个半圆点集 C_i 中以 3 个为一组,取 10 组点,每组点计算一对圆心坐标,取平均值作为该半圆的圆心位置。

2.3 套印误差计算

套印检测时,以黑油墨印刷的套印标记圆心为基准,通过计算青、品、黄的圆心来计算套印偏差。由于设计的套印标记图像最终转换为像素影像,圆心坐标

将提取骨架图中的所有白点组成点集 P ,首先从中随机抽取 3 点,计算这 3 点所在圆(圆 B_1)的圆心和半径,计算公式如下:

差距最终可转换为像素值表示,比如发现青色与黑色的距离为 62 个像素,在 300 dpi 的分辨率下,则为 $62 \times 25.4/300=5.249\text{ mm}$ 。

3 结果与分析

检测时,如果发现印张左右两边同色圆心偏差一致,说明印版没有角度倾斜,可分别输出印张左右两边套印标记线横向偏差值和纵向偏差值。当左右两边同色圆心不一致时,说明套准标记线有角度偏差,根据左右两边标记中心距离及坐标偏差,可以得到角度偏差的正切值,可计算出角度的偏差方向和偏差量,见表 1 和 2。

对 5 组获取图像采用上述识别及误差计算方法,

表 1 纵向偏差对比测量结果

Tab.1 Measuring results of vertical registration deviation

样品 序号	标定值	同心圆圆心 X 轴位置/pixel				纵向偏差测量值/mm			纵向偏差实际值/mm		
		$\overline{x_1}$	$\overline{x_2}$	$\overline{x_3}$	$\overline{x_4}$	Δx_2	Δx_3	Δx_4	Δx_2	Δx_3	Δx_4
1	0.084 7 mm/pixel	59.07	60.25	60.84	57.62	0.100	0.150	-0.123	0.087	0.112	-0.089
2		59.34	60.08	60.45	58.06	0.063	0.094	-0.108	0.032	0.067	-0.078
3		58.75	59.90	61.00	58.00	0.097	0.191	-0.064	0.078	0.162	-0.105
4		59.09	60.25	60.71	58.10	0.098	0.137	-0.084	0.081	0.098	-0.107
5		58.64	59.61	60.21	57.45	0.082	0.133	-0.101	0.086	0.102	-0.123

表 2 横向偏差对比测量结果

Tab.2 Measuring results of horizontal registration deviation

样品 序号	标定值	同心圆圆心 Y 轴位置/pixel				横向偏差测量值/mm			横向偏差实际值/mm		
		$\overline{y_1}$	$\overline{y_2}$	$\overline{y_3}$	$\overline{y_4}$	Δy_2	Δy_3	Δy_4	Δy_2	Δy_3	Δy_4
1	0.084 7 mm/pixel	58.07	58.25	58.64	58.75	0.015	0.048	0.058	0.054	0.078	0.077
2		58.78	58.92	58.43	58.75	0.012	-0.030	-0.003	0.072	-0.063	-0.003
3		58.18	58.97	58.33	59.00	0.067	0.013	0.069	0.103	0.044	0.079
4		59.08	59.00	58.59	58.95	-0.007	-0.042	-0.011	-0.004	-0.002	-0.026
5		58.89	58.34	58.59	59.01	-0.047	-0.025	0.010	-0.052	-0.065	0.008

可以得到套印偏差数据,见表 1 和 2。以黑油墨为坐标原点, Δx 值为青、品、黄的纵向套印偏差值, Δy 值

为与青、品、黄的横向偏差值。从对比测量结果来看,图像测量方法与实际值平均测量误差小于 0.04 mm,

达到了套印精度要求。另外,整个图像的识别及套印误差计算耗费时间在 10 ms 内,计算速度较快,能满足实时检测需求。

在实际应用中,提高图像采集分辨率,可以提高检测精度,但要考虑图像采集及计算速度。另外,通过优化图像边缘检测,解决识别中由于镜头造成的图像几何变形问题,可以进一步减少噪声干扰,提高检测精度。

4 结论

1) 在综合传统的十字线套印标记和数字图像识别的圆形套印标记基础上,设计了一种既有利于人眼识别又适合数字图像检测的套印标记。采用了同心圆设计,避免了颜色分割时四色重叠的问题。

2) 通过对四色同心圆弧线的识别,计算了四色弧线的圆心坐标,通过坐标来计算套印误差参数,在图像分辨率在 300 dpi 以上时,识别误差小于 0.04 mm,且识别速度快,能满足实时检测需求。该标志进行适当改进后,可用于其他印刷设备的定位套准。

参考文献:

- [1] 张海燕,赵博.基于图像处理的单张纸胶印机对角线套准及自动控制系统的[J].包装工程,2005,26(2):50-51.
ZHANG Hai-yan,ZHAO Bo. Diagonal Register and Automatic Control System Based on Image Processing for the Sheet-fed Offset Press [J]. Package Engineering, 2005,26(2):50-51.
- [2] 赵庆海,杨志伟.凹印机轴向和周向自动套准控制系统[J].包装工程,2010,31(5):86-88.
ZHAO Qing-hai,YANG Zhi-wei. Axial and Circumferential Automatic Chromatographic Control System of Gravure Printing Machine [J]. Package Engineering, 2010,31(5):86-88.
- [3] 高军,李学伟,张建,等.彩色印刷品套准精度分析算法[J].数据采集与处理,2007,22(4):423-426.
GAO Jun,LI Xue-wei,ZHANG Jian,et al. Overprinting Accuracy Analysis Algorithm for Multi-color Printings [J]. J of Date Acquisition & Processing, 2007,22(4):423-426.
- [4] 于丽杰,李德胜,王跃宗.离线彩色套印误差检测系统[J].北京工业大学学报,2008,34(5):466-470.
YU Li-jie,LI De-sheng,WANG Yue-zong. A Off-line System on Detection of Overprint Deviation in Color Printing [J]. Journal of Beijing University of Technolo-

- gy,2008,34(5):466-470.
- [5] 孟璇,刘昕.单张纸胶印机自动套准的研究[D].西安:西安理工大学,2006.
MENG Xuan,LIU Xin. Study on Automatic Registration of Sheet-fed Offset Press [D]. Xian: Xian University of Technology,2006.
- [6] 黄云峰,李德胜.基于计算机视觉的彩色印刷自动套准检测[D].北京:北京工业大学,2006.
HUANG Yun-feng,LI De-sheng. Detection System of Color Registering Marks Based on Computer Vision [D]. Beijing:Beijing University of Technology,2006.
- [7] 刘京会,王跃宗.套准偏差计算分色归类方法的研究[J].计算机工程与应用,2009,45(19):210-212.
LIU Jing-hui,WANG Yue-zong. Study on Color Division Model about Register Calculation [J]. Computer Engineering and Application,2009,45(19):210-212.
- [8] SOUKUP D, BODENHOFER U, MITTENDORFER-HOLZER M, et al. Semi-automatic Identification of Print Layers from a Sequence of Sample Images: A Case Study from Banknote Print Inspection[J]. Image and Vision Computing,2009,8(27):989-998.
- [9] BERGMAN L, VERIKAS A, BACAUSKIENE M. Un-supervised Color Image Segmentation Applied to Printing Quality Assessment[J]. Image and Vision Computing,2005,23(4):417-425.
- [10] 王梅,赵荣丽,李克天.印刷自动套准标记识别方法的研究[J].包装工程,2007,28(8):60-62.
WANG Mei,ZHAO Rong-li,LI Ke-tian. Research on Identification Method of Printing Automatic Registering Mark[J]. Packaging Engineering,2007,28(8):60-62.
- [11] 王梅,李克天,赵荣丽.印刷自动套准偏差检测软件的主要技术问题分析[J].包装工程,2008,26(12):122-124.
WANG Mei,LI Ke-tian,ZHAO Rong-li. Analysis of the Main Technical Problems in Automatic Registering Deviation Detection Software [J]. Packaging Engineering, 2008,26(12):122-124.
- [12] 赵明炎,徐艳芳,王瑜.基于数字图像处理的套印误差检测方法[J].北京印刷学院学报,2009,17(2):1-4.
ZHAO Ming-yan,XU Yan-fang,WANG Yu. A Method for Detecting Register Error Based on Digital Image Process [J]. Beijing Institute of Graphic Communication, 2009,17(2):1-4.
- [13] 杨宇,李德胜,杨凤飞. Hough 变换在印刷机检测系统中的应用[J].微计算机信息,2007,23(5):272-274.
YANG Yu,LI De-sheng,YANG Feng-fei. Hough Transform Used in Imprinter Register Mark [J]. Control and Automation,2007,23(5):272-274.