

# 书籍装订中梯标在线检测系统的开发

王梅, 彭湘敏

(广东工业大学, 广州 510006)

**摘要:**目的 书籍装订中利用梯标进行配帖质量的检测,一般是配帖完成后通过目测来判断配帖是否合格,工作量大且受主观因素的影响,文中旨在开发一种检测配帖质量的在线检测系统。方法 通过电荷耦合器件(CCD)采集配帖完成后的梯标图像,应用机器视觉技术,利用 Matlab 高级程序语言实现梯标图像的识别。结果 通过将标准梯标图像与实际采集梯标图像进行比对,利用有效的识别算法,能够高效地对配帖的质量进行判断。结论 该识别算法适用性强,可应用于多种类型的梯标图像的检测。

**关键词:** 梯标; 在线检测系统; 机器视觉; 图像识别

**中图分类号:** TS807 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2016)07-0171-04

## Exploitation of the Online Detection System of Bookbinding Signature Mark

WANG Mei, PENG Xiang-min

(Guangdong University of Technology, Guangzhou 510006, China)

**ABSTRACT:** The signature mark is used to detect the quality of the association in the bookbinding. Usually, the quality is obtained by the artificial methods after the association, which requires heavy workload and is affected by the subjective factors. This paper aimed to develop a standard online detection system for the quality of the association in the bookbinding. The mark image acquisition through CCD, the application of machine vision technology and MATLAB were combined to recognize the signature mark. By comparing the standard signature image with the actual image and using effective recognition algorithm, the quality of the association was judged efficiently. The recognition method had good applicability and could be used in the detection of different types of signature marks.

**KEY WORDS:** signature mark; online detection system; machine vision; image recognition

书籍装订的一般工艺流程如下:撞页裁切、折页、配帖、装订、包封、整饰等,在此过程中每一个环节都需要进行质量检测<sup>[1-2]</sup>。如何在目前高速高质的要求下实时监控书籍装订的质量并反馈相关信息,对于印刷企业提高生产效率、降低成本具有重要的现实意义。文中针对书籍装订中配帖质量的在线检测系统进行开发,将具有广泛应用前景的计算机图像处理技术用于配帖的质量检测,具有一定的推广应用价值。

## 1 绪论

### 1.1 配帖基本原理

完成印刷的印张要制成一本书需经过多道工艺

流程,取折页完成的书帖或单张按页码顺序由手工或者配页机配集成书册,即配帖,其工作原理见图1。配帖是否正确在很大程度上直接影响书刊装订的质量。配帖时,为了便于配帖和检查配帖的错漏,在每一印张的帖脊处,按帖序印上一个小黑方块,即梯标。在生产过程中有可能出现人为或者是无法避免的配帖故障,如错帖、多帖、少帖等,一旦发现梯标图像不成顺序,就说明出现了配帖故障,见图2,因此,在生产过程中对贴标图像的检测,关系到产品的合格率及生产效率<sup>[2]</sup>。

### 1.2 国内外研究现状

书刊印后加工生产过程中,大部分印刷企业仍需

收稿日期: 2015-07-21

作者简介: 王梅(1974—),女,山西人,硕士,广东工业大学副教授,主要从事印刷包装工艺及设备、缓冲包装系统、包装结构设计等方面的教学与研究。

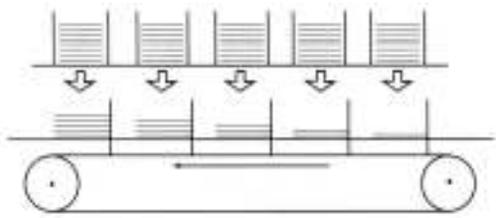


图1 配帖工作原理

Fig.1 Working principle of the association

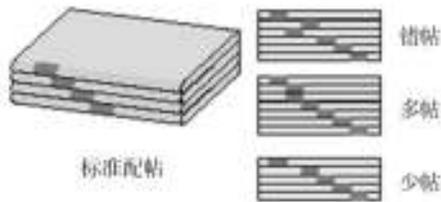


图2 配帖故障示意图

Fig.2 Diagram of the association faults

用人工手段对书刊印后加工各生产环节的产品质量进行检测。为了避免配页过程中出现的诸如错帖、多帖、少帖等现象,根据检测的原理、工位、书帖对应位置的不同,在线书帖故障检测技术主要分为2种:一种是利用光电扩散反射原理<sup>[3-4]</sup>,用红色LED光源照射书帖,根据检查区域内的反射光强弱进行判别,该检测方法对周围光线敏感,对书帖纸张光洁度、反光性能及印刷浓度有较大的依赖性,只有在一些特定的工位可以使用,特别对于色彩变化较大的书帖,检查精度很低,达不到理想的效果。另一种是利用机器视觉的图像识别技术<sup>[3-4]</sup>,主要原理是利用机器代替人眼来做测量和判断,通过互补金属氧化物半导体型光电传感器(CMOS),CCD等设备,将被摄取目标转换成图像信号,传送给专用的图像处理系统,根据像素分布、亮度、颜色等信息,转变成数字化信号,图像系统对这些信号进行各种运算来抽取目标的特征,进而根据判别的结果来控制现场的设备动作,通过该检测方法可以实现真正意义上的印品整体质量的有效在线实时监控。

### 1.3 研究方法及关键问题

该设计主要完成自动配页机中配帖质量、书本成品质量的自动检测。过程如下:当最后一帖配帖完成后,输送带将书芯送到CCD视野下,CCD被触发进行图像的采集,然后将采集的图像输送给本系统进行识别、分析和匹配运算,判断配帖是否合格,并

将检测结果输出。该输出结果控制相应的机械装置,将配帖不合格的书帖剔除,最终实现合格产品与废品的分离。

该设计应用的主要方法是使用机器视觉技术和Matlab软件模拟配帖操作生产线的在线检测,通过对梯标图像的获取、分析、计算和比对,将采集到的图像进行相应处理后与标准图像进行比对,由图像识别分析得到梯标反馈出的配帖质量信号,在所设计的在线检测系统界面上显示相关信息,实现配帖质量的在线检测。所开发的系统是对机器视觉技术在印刷技术领域的实际应用,该系统实现了书籍装订中书芯配帖质量的在线检测,重点在于解决梯标图像的分析 and 特征提取、寻找与标准图标匹配算法等关键问题,以期提高在线检测系统的运行效率和判断的准确性。

## 2 梯标的在线检测系统设计方案

### 2.1 检测系统中梯标图像的设计

梯标可根据生产工艺的要求设定,有多种规格可选。现生产设计和使用的最小梯标设定为5 mm × 4 mm,整书帖的梯标必须依次首尾相接,间隔以0 ~ 10 mm为妥。版面位置合适时,可适度加大梯标尺寸,一般以20 mm(长) × 4 mm(宽)为限。为了方便使用、提高图像获取及识别的效率、提高所设计的在线检测系统的通用性,本系统中设计梯标为黑色实地矩形方块,每个梯标大小为4 mm × 10 mm,所绘制的配帖后梯标的标准模板图像见图3,文中以具有5个书帖的梯标为例进行演示。



图3 梯标标准模板

Fig.3 Standard template of the signature mark

### 2.2 梯标图像的采集及预处理

图像传感器选用的是帧频为30帧/s的工业用线阵CCD摄像头<sup>[5]</sup>。为了满足检测系统的实时性要求,通过系统设置检测图像大小为640像素 × 240像素,标准模板图像为640像素 × 240像素。

图像采集完成后,需要对其进行灰度化、OTSU法阈值分割、图像边缘检测等预处理<sup>[6-9]</sup>,有利于后续

的图像识别。图像预处理方法的不同,处理后的效果也会不同,因此需要考虑使用针对性强的处理方法。在图像边缘检测中,Matlab图像处理工具箱中的Edge函数支持5种边缘检测算子,这些算子应用到本系统的梯标图像上的效果见图4,可以看出经最优的阶梯形边缘检测算子Canny算子处理后的图像边缘直角位置缺失,而且边缘不连贯。边缘检测处理效果最优的是Roberts算子,处理出来的边缘平滑、图像的轮廓整齐,故该设计选择Roberts算子作为边缘检测函数。

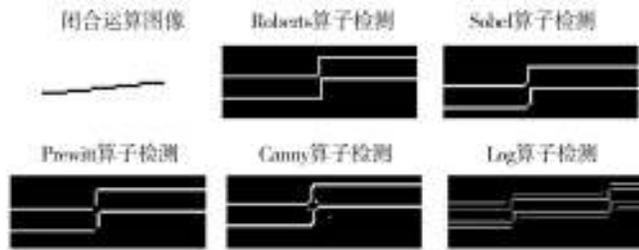


图4 不同算子边缘检测效果  
Fig.4 Rendrings of different edge detection

### 2.3 梯标图像识别

图像识别是将用数值表示的已提取的图像特征进行比较、分析、运算,从而给出2幅图像一致的程度。图像识别可采用控制点匹配法,即通过选取检测图像上的一对或多对控制点的方法来进行匹配,当选取的两图中的多对相对应的控制点呈现的信息相同时,表明匹配成功<sup>[7]</sup>。该设计中,处理后的梯标图像只有图像边缘轮廓线上少数的像素点和背景像素点,难以找到恰当的特征点,因此不适于采用上述图像识别的方法。图像识别还可通过比对诸如面积、圆度率、周长等特征的方法进行,本设计中的梯标图像整体来说不具备利用面积、周长等特征匹配的优势,此方法也不适用。

该设计采用相似度匹配法,通过将标准图像与检测图像上的所有像素点,相对应地一一比对,当两图对应的像素点相同的时候,记为1,两图对应的像素点不同的时候,记为0。将所有的比对结果相加,然后跟整个图像画面的像素点总数相比,得出图像比率,即图像的相似度。具体算法如下,先获得当前检测图的长h和宽w,设相似度初始值为0,令sum=0;逐一比对所有像素点矩阵对,如果当前检测图的像素点矩阵对与标准图像的像素点矩阵对恒等,则令sum=sum+1;如此循环累计,最后进行相似度的计算: $Pio=sum/(h \times w)$ 。

根据调试多次多个故障图像以后,确定相似度阈值为0.998。当计算得到的相似度 $\geq 0.998$ 时,说明当前检测的产品是合格品,在容许的误差范围之内;当计算得到的相似度 $< 0.998$ 时,说明当前检测的产品不合格。

书籍装订中经常出现的配帖故障及其相似度数据见表1。

表1 配帖故障与相似度数据的对应  
Tab.1 Corresponding table of the faults and the similarities

配帖故障		对应相
类型	示例图标	似度
合格		1.0000
多帖		0.9977
少帖		0.9965
错帖		0.9955

### 2.4 梯标在线检测系统的界面设计

梯标在线检测系统界面的界面图像方面,应当要呈现导入的标准模板图像、当前检测图像。在数据方面,不仅要体现出图像识别的特征是相似度,而且要显示相似度的数据及相应解释。在反馈方面,除了要得到图像处理后的图像,也要根据计算出来的相似度,判别产品的质量是否为合格品,如果不是合格品应提醒进行人工检测检查产品故障原因。为了界面的合理、使用方便,在界面上要设计多个按钮,并对应各按钮编程设置指令。最后,设计“退出系统”的按钮,实现运行窗口安全退出,保证系统的完整性<sup>[10-15]</sup>。

## 3 应用实例演示

### 3.1 标准模板

应用以上方案进行编程,实现了上述算法,并且使用Matlab自带的GUI界面进行了操作,在读入拍摄图以及模板图后,系统自动运行,最后得出判断结果。

### 3.2 不合格样品实例

通过本运算系统进行检测后,可将实际配贴图标和标准图标的相似度值及其是否合格的信息显示在检测界面上。如图5所示,是一个少贴故障的演示实例,可得到其相似度值为0.996 549,该值已超出配贴合格的阈值,是示“需人工检测”。

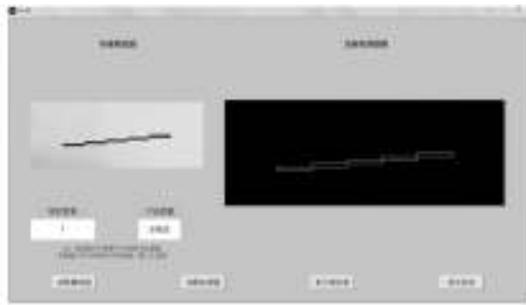


图5 在线检测系统界面

Fig.5 Interface diagram of the online detection system

#### 4 结语

文中就5个梯标组成的图像为例对书籍装订中配帖质量在线检测系统进行介绍,根据此原理可将该系统推广至任意数量梯标的检测系统中。文中开发的梯标检测系统可以代替人工,实现自动配帖的在线实时检测,提高对产品配帖质量检测的准确性。文中提出了一种适合工程应用的模版匹配算法,具有计算效率高、运行可靠的特点,在图像识别和产品在线检测方面具有一定的参考意义。

#### 参考文献:

- [1] 唐万有. 印后加工技术[M]. 北京:中国轻工业出版社,2008.  
TANG Wan-you. Post-press Finishing Technique[M]. Beijing:China Light Industry Press,2008.
- [2] 刘真,邢洁芳,邓术军. 印刷概论[M]. 北京:印刷工业出版社,2008.  
LIU Zhen,XING Jie-fang,DENG Shu-jun. Printing Introduction[M]. Beijing:Graphic Communications Press,2008.
- [3] 刘革. 书刊印后加工质量检测技术[J]. 印刷技术,2006(36):36—38.  
LIU Ge. The Technology of the Printing Finishing Quality Detection[J]. Printing Technology,2006(36):36—38.
- [4] 张荣宝. 配页机中书帖检测系统的研究[D]. 上海:复旦大学,2006.  
ZHANG Rong-bao. Study on the Detecting system of the Association Machine[D]. Shanghai:Fudan university,2006.
- [5] 张颖. 关于计算机图像处理技术的应用的研究[J]. 计算机光盘软件与应用,2011(20):161.  
ZHANG Ying. The Application of Computer Image Processing Technology Research[J]. Computer CD Software and Applications,2011,(20):161.
- [6] 马晓路. Matlab图像处理从入门到精通[M].北京:中国铁道出版社,2013.  
MA Xiao-lu. MATLAB Image Processing from Entry to the Master[M]. Beijing:China Railway Press,2013.
- [7] 穆尔. Matlab使用教程(第二版)[M]. 北京:电子工业出版社,2010.  
MOOER H. Matlab for Engineers (Second Edition)[M]. Beijing:Publishing House of Electronics Industry,2010.
- [8] 刘刚. Matlab数字图像处理[M]. 北京:机械工业出版社,2010.  
LIU Gang. Digital Image Processing Using Matlab[M]. Beijing:China Machine Press,2010.
- [9] 冈萨雷斯. 数字图像处理(Matlab版)[M]. 北京:电子工业出版社,2009.  
GONZALEZ R C. Digital Image Processing Using Matlab[M]. Beijing:Publishing House of Electronics Industry,2009.
- [10] ARSALAN M, AZIZ A. Low-Cost Machine Vision System for Dimension Measurement of Fast Moving Conveyor Products [J]. 2012 International Conference on Open Source Systems and Technologies (ICOSST),2012.
- [11] JACKMAN P, SUN D W. Recent Advances in Image Processing Using Image Texture Features for Food Quality Assessment [J]. Trends in Food Science & Technology, 2013, 29(1):35—43.
- [12] 马东,韩其睿. 基于Matlab的汽车牌照识别的研究[J]. 电子世界,2011(10):13—15.  
MA Dong, HAN Qi-rui. Research on Vehicle License Plate Recognition Based on Matlab[J]. Electronics World, 2011(10):13—15.
- [13] 陈玮,曹志广,李剑平. 改进的模板匹配方法在车牌识别中的应用[J]. 计算机工程与设计,2013,34(5):1808—1811.  
CHEN Wei, CAO Zhi-guang, LI Jian-ping. Application of Improved Templates Matching Method on License Plate Recognition[J]. Computer Engineering and Design, 2013, 34(5):1808—1811.
- [14] 祁想想,马本学,屈年巍,等. 基于Matlab与VB混合编程的哈密大枣品质检测研究[J]. 农机化研究,2011,33(8):156—160.  
QI Xiang-xiang, MA Ben-xue, QU Nian-wei, et al. Hami Jujube Quality Detection Research Based on VB and Matlab[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2011, 33(8):156—160.
- [15] CHEN Li-jun, BAI Xue-wei, ZHAO Xiu-rong. Software Design of Variable-spray Control System based on VB and Matlab[C]// 2011 2nd International Conference on Artificial Intelligence, Management Science and Electronic Commerce (AIMSEC).IEEE,2011:2398—2401.