

烫印在线检测图像识别算法的研究

张冬娟, 唐万有, 朱捷航

(天津科技大学, 天津 300222)

摘要: 应用中值滤波法对采集的烫印图像进行了噪声消除, 根据烫印图案亮度值较高的特性, 将彩色图像从 RGB 空间转换到了 HSV 空间, 然后经过 H 通道阈值分割, 结合差分求和定理以及模板分块匹配, 改进了 NCC 算法, 实现了烫印区域识别提取。通过大量实例对算法进行了验证, 结果证明此算法能够快速、有效识别烫印区域, 对机器视觉在烫印质量检测中的应用具有一定的指导意义。

关键词: 烫印; 图像识别; 阈值分割; NCC 模板匹配

中图分类号: TS807; TS851⁺.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2013)05-0010-04

Research of Image Recognition Algorithm for Hot Stamping Online Detection

ZHANG Dong-juan, TANG Wan-you, ZHU Jie-hang

(Tianjin University of Science and Technology, Tianjin 300222, China)

Abstract: median filter method was applied to eliminate noise of collected hot stamping images. The color images were converted from RGB space into HSV space. H channel threshold was segmented. NCC algorithm was improved combining difference sum theorem and block template matching. Hot stamping area identification and extraction was realized. The algorithm was validated with a large number of examples. The results showed that the algorithm can quickly and effectively identify hot stamping area, which is significant for application of machine vision in hot stamping quality inspection.

Key words: hot stamping; image recognition; threshold segmentation; NCC template matching

如今在线检测系统已经成为印刷品质检测发展的趋势^[1], 其中烫印工艺因其独特的金属光泽和强烈的视觉效果, 在高档彩盒包装印刷领域的应用越来越广泛和深入。然而针对烫印过程中出现的漏烫(空花、砂眼)、多烫、印迹不光整、烫印起泡或烫印位置走偏等现象, 现有的机器视觉系统只能按照选定相机的像素规模和预先设定的速度采集图像, 获取的图像在空间上分辨率一致, 在时间上采集频率相同, 不能随被检测的目标和背景选择性地变化。而需要检测烫印的面积甚至不到总体面积的 5%, 为减少冗余数据对检测资源、计算资源的浪费, 需要提取出感兴趣的烫印区域, 从而满足烫印缺陷的实时检测。

1 烫印图像识别

烫印在线检测系统使用线阵 CCD 相机获取的是整幅印刷品的图像, 现有的烫印缺陷检测系统是直接将检测到的图像和标准原稿进行比较, 这样检测不仅造成大量的数据冗余, 降低检测速度, 而且对烫印缺陷的处理会产生一定干扰。就烫印质量检测系统而言, 采用提取精度较高的阈值分割法和改进的 NCC 模板匹配算法, 快速提取烫印图像, 便于后续完成烫印图像缺陷的检测。

CCD 采集的数字图像, 常常受到成像设备、外部环境等噪声干扰的影响, 这些噪声淹没了图像的特

收稿日期: 2013-01-06

基金项目: 广东省重大科技专项(2010A080402010)

作者简介: 张冬娟(1987-), 女, 河北衡水人, 天津科技大学硕士生, 主攻印刷复制技术及印刷质量控制。

通讯作者: 唐万有(1955-), 男, 天津人, 天津科技大学教授, 主要研究方向为印刷质量控制及质量评价系统、印刷设备及其性能。

征,因此在进行图像处理之前需要平滑去噪。一个较好的平滑滤波方法应该是既可以消除噪声影响,又不使图像的边缘轮廓和线条变模糊。图像平滑滤波的方法有线性滤波和非线性滤波2类^[3],其中线性平滑滤波虽然可以很好地抑制噪声,但同时也引起图像边缘模糊^[3]。采用 3×3 、 5×5 、 7×7 的非线性中值滤波进行实验,见图1。

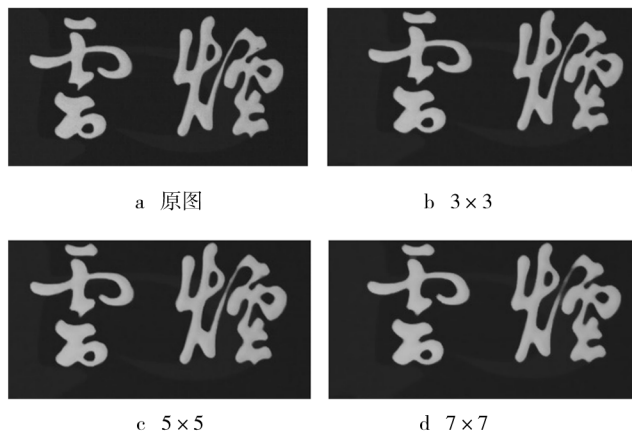


图1 中值滤波器滤波结果

Fig. 1 The results of median filter

由于采集的原图像质量较好,存在较少的噪声,要提取的烫印图像轮廓比较清晰,对比以上3种滤波处理,可以看出 3×3 的中值滤波得到的效果最好,因此在进行图像识别之前先采用 3×3 的中值滤波平滑去噪。

2 阈值分割法

2.1 阈值分割法基本原理^[2]

阈值分割法是一种基于区域的图像分割技术,其通过设定不同的特征阈值,把图像像素点分为若干类。当阈值(门限值) T 仅取决于图像的灰度级值时,门限就称为全局的。对于亮度条件较好的图像,采用全局门限实现图像分割。设原始图像为 $f(x, y)$,按照一定的准则在 $f(x, y)$ 中找到门限值 T_i ,将图像分割为几个部分,分割后的图像为:

$$g(x, y) = \begin{cases} 0 & f(x, y) \leq T_1 \\ 1 & T_1 < f(x, y) \leq T_2 \\ 0 & f(x, y) \geq T_2 \end{cases} \quad (1)$$

其中,标记为1的像素对应于对象,而标记为0的像素对应于背景。

2.2 改进阈值分割

传统的阈值分割法都是基于图像的灰度值进行阈值的选取,根据烫印图像高反光的特殊性,以及人眼对亮度最为敏感,可将RGB图像转化到HSV空间,提取V(亮度)通道的信息。通过设定亮度区间V(亮度)的门限值,提取图像中亮度值较高的像素点,从而实现图像分割。

直方图的横坐标表示灰度级,纵坐标表示具有该灰度级的像素个数,见图2。图像的亮度分量包含了

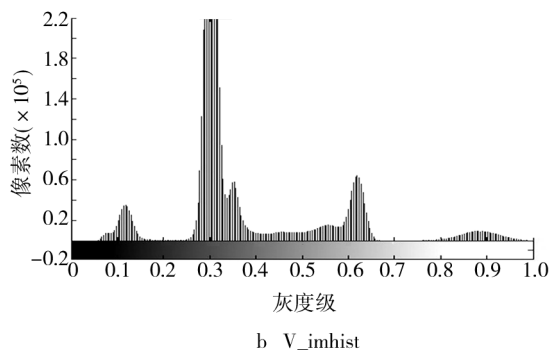
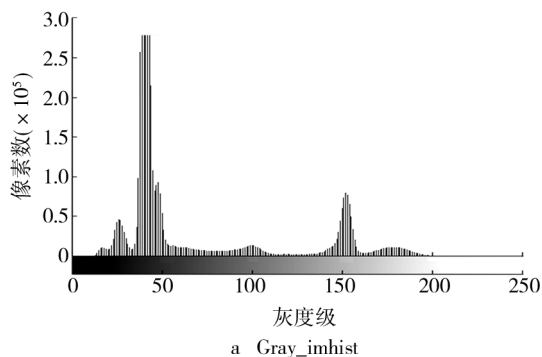


图2 直方图对比结果

Fig. 2 The results of histogram contrast

图像所有的灰度信息,而且图像转化到HSV空间之后,亮度值拉伸,波峰和波谷之间的界限更容易区分,如此证明RGB图像转化到HSV空间更有利于进行图像阈值分割。

3 NCC 模板匹配算法

3.1 改进NCC原理

归一化积相关是一种经典的基于灰度的图像匹配算法,优点是抗白噪声干扰能力强,在灰度变化及几何畸变不大的情况下匹配精度很高^[5]。由于烫印图案的形状各异,所以搜索模板多为非规则异形模

板。因此在图像匹配之前,先要进行模板初始化。首先从待搜索图中截取一个矩形区域,然后进行图像分割,剔除该矩形区域的背景部分,仅留取感兴趣的区域作为搜索模板^[6]。假设搜索图像 S 的尺寸为 $M \times N$,模板 T 由 n 个像素 R_{ij} 构成, (i,j) 为像素左上角顶点在搜索图 S 中的坐标,其中 $M > \sum R_{i0}$ 且 $N > \sum R_{0j}$, $M, N, \sum R_{ij}$ 代表像素数。模板 T 在图像 S 上平移,模板所覆盖的子图记作 $S_{i,j}$, (i,j) 为子图左上角在搜索图 S 中的坐标,见图 3。

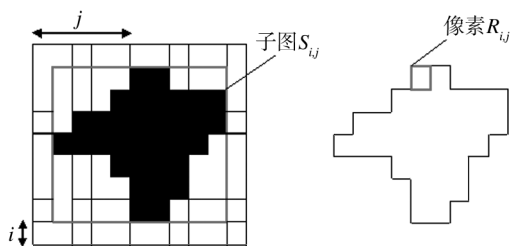


图3 模板匹配算法示意图

Fig. 3 Sketch map of template matching algorithm

在实际匹配过程中,2 幅图像的重叠率不可能保证 100%,因此用归一化积相关匹配度量函数 $R(i,j)$ 来衡量模板图 T 和搜索图 $S_{i,j}$ 之间的相似度。根据 Cauchy-Schward 不等式可以得到, $0 \leq R(i,j) \leq 1$, $R(i,j)$ 最大处所对应的点 (i,j) 即为最佳匹配位置^[8]。

$$R(i,j) = \frac{\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N S_{i,j}^{m,n} T^{m,n}}{\sqrt{\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N [S_{i,j}^{m,n} - \bar{S}_{i,j}]^2} \times \sqrt{\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N [T^{m,n} - \bar{T}]^2}} \quad (2)$$

3.2 差分求和定理^[7]

NCC 算法具有匹配准确度高、适应性强的特点,所求的 NCC 值不受灰度值线性变化的影响,通过非规则异形模板的初始化能够适应任何形状的图像匹配,但是 NCC 匹配计算量过大,影响匹配效率,现结合差分求和定理改进匹配算法。

差分求和定理,即设有 2 个大小同为 K 的一维数组 $f(x)$ 和 $g(x)$, $x=1,2,\dots,K$,则这 2 个数组的乘积等于将其中一个数组 $f(x)$ 差分,另一个数组 $g(x)$ 累进求和后的乘积,即:

$$\sum_{x=1}^K f(x)g(x) = \sum_{x=1}^K F(x)G(x) \quad (3)$$

$$\text{式中: } F(x)=f(x)-f(x+1); G(x)=G(x-1)+g(x); G(0)=0; f(K+1)=0 \quad (4)$$

3.3 模板分块匹配

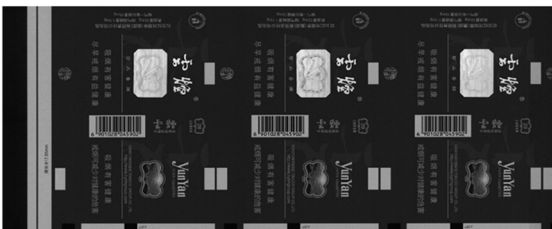
已知基于像素灰度值匹配算法的运算量等于模板运算量和搜索位置数的乘积^[5]。前面已经从减少模板运算量角度进行了改进。下面通过模板分块匹配,改变全局搜索的策略减少搜索位置数。已知全张印刷品大多有 N 个相同的烫印图案排版组成,所以可按结构图的数量分割图像,然后根据烫印跳步间距确定下一个烫印图案的位置,这样就可以减少 N 个位置处相同的模板相似度计算的运算量,较之前运算效率提高了 N 倍。

4 实验

为了验证算法的准确性,以及对后续烫印质量缺陷检测的影响,现采用 4096×1674 pix 的彩色烟盒包装进行烫印图案的提取。实验平台: MATLAB 7.8.0 (R2009a); 图像识别程序; 印品缺陷检测系统。

4.1 实验过程

运行烫印图像识别系统,导入标准的 RGB 彩色烟标图像,分别用灰度阈值分割法和改进的 NCC 算法进行图像识别,烫印图案提取效果见图 4。



a 标准图像



b 提取出的烫印图案

图4 图像识别程序运行结果

Fig. 4 Result of image recognition using program

4.2 检测此算法的识别精度

为了检测此种图像识别算法的精确性,现将标准

的模板图像与算法提取的图像分别载入“印刷质量控制系统”,见图5,可以看到检测系统仅发现边缘很小



图5 印刷质量控制系统验证图像识别精度

Fig.5 Validation of image recognition precision with printing quality control system

的点缺陷,在缺陷阈值允许的范围内,基本能够满足全画面中烫印图像的提取。而且基于同种图像识别算法提取的烫印图案,对后续缺陷的检测毫无影响。实验对多幅烫印图像进行测试,发现本算法的检测时间和模板大小有关,满足实时检测的要求。

5 结论

印刷品中的素面烫印、全息定位烫印等印后工艺的质量检测一直是“印品在线检测系统”的一个难题。通过图像识别算法提取烫印目标区域,并在印品缺陷检测系统中验证了该算法对图像整体效果的影响,实验结果证明了此算法的快速性和有效性,能够应用到印刷品在线检测系统中。由于采集图像的质量直接影响模板图像的初始化,因此在保证图像采集质量的前提下,该算法的识别精度还有待提高。

参考文献:

- [1] 陈亚军,张二虎. 基于图像处理的印刷缺陷在线检测系统研究[J]. 包装工程,2005,26(12):64-66.
 - [2] 冈萨雷斯. 数字图像处理[M]. 阮秋琦,译. 北京:电子工业出版社,2004.
 - [3] 何自芬,张印辉. 基于图像处理的烟标烫金质量检测技术研究[J]. 包装工程,2010,5(9):29-32.
 - [4] ARIVAZHAGAN S. Fault Segmentation in Fabric Images Using Gabor Wavelet Transform[J]. Machine Vision and Application,2006,16(6):356-363.
 - [5] 杨通钰,彭国华. 基于NCC的图像匹配快速算法[J]. 现代电子技术,2005,28(8):107-109.
 - [6] 刘锦峰. 图像模板匹配快速算法研究[D]. 长沙:中南大学,2007.
 - [7] 王冰. 基于差分矩因子的灰度图像矩快速算法[J]. 计算机学报,2010,31(19):1367-1375.
 - [8] 易端阳,唐万有. 图像拼接在印品检测中的应用研究[J]. 包装工程,2010,31(5):111-114.
- CHEN Ya-jun,ZHANG Er-hu. Research On-line Defect Detection System for Printed-matter Based on Image Processing[J]. Packaging Engineering,2005,26(12):64-66.
- GONZALEZ R C. Digital Image Processing[M]. RAN Qiu-qi,translation. Beijing:Electronics Industry Press,2004.
- HE Zi-fen,ZHANG Yin-hui. Research on the Quality of Tobacco Label Stamping Base on Image Processing[J]. Packaging Engineering,2010,5(9):29-32.
- ARIVAZHAGAN S. Fault Segmentation in Fabric Images Using Gabor Wavelet Transform[J]. Machine Vision and Application,2006,16(6):356-363.
- YANG Tong-yu,PENG Guo-hua. Fast Algorithm for Image Matching Based on NCC[J]. Modern Electronics Technique,2005,28(8):107-109.
- LIU Jin-feng. Study on Fast Image Template Matching Algorithm[D]. Changsha:College of Information Science & Engineering Central South University,2007.
- WANG Bing. A New Algorithm of Fast Computing Geometric Moments for Gray Level Image Based on Differential Moments Factor[J]. Chinese Journal of Computers,2010,31(19):1367-1375.
- YI Duan-yang,TANG Wan-you. Application Research of Image Mosaic in Print Detection[J]. Packaging Engineering,2010,31(5):111-114.