

一种基于改进动态阈值的缺陷提取算法

张瑾, 高军, 付衍文

(山东理工大学, 淄博 255049)

摘要: 通过研究经典的缺陷识别算法,提出了一种改进的动态阈值的图像差分算法。该算法采用整体灰度特征与局部相结合的方法,得到差分图像进行印刷缺陷提取。实验运行表明,此方法能快速检出印刷缺陷的位置及面积,准确率高达 98%,效率比传统的动态阈值法高 26%,在高速生产环境下运行稳定可靠,能够满足印刷品在线质量检测的要求。

关键词: 印刷品; 缺陷提取; 动态阈值

中图分类号: TS807 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)11-0107-05

A Defect Extraction Algorithm Based on Improved Dynamic Threshold

ZHANG Jin, GAO Jun, FU Yan-wen

(Shandong University of Technology, Zibo 255049, China)

Abstract: Through study of classical defect recognition algorithm, an improved dynamic threshold was proposed. The algorithm adopted gray scale characteristics over the global and local combination for image detection. Experimental results showed that the algorithm can fast detect all types of defect location and size with accuracy of 98%, and efficiency is 26% higher than traditional threshold algorithm. The algorithm is stable and reliable operation in high speed production environment and can meet requirements of online quality detection.

Key words: printed matter; defect extraction; dynamic threshold

当今社会,信息化进程不断加快,人们在高速的生活节奏中不仅离不开各种印刷品,并且对印刷品质量和印刷效率也提出了更高的要求。在整个印刷过程中,印刷工艺及设备精度等不可忽略的因素使得印刷品常会出现各种缺陷,如纸缺陷、污迹、飞墨、窜墨、刀丝、脏版、脏点、拼接、毛刺、白点、皱折、纸带、破洞、渣子、砂版、七彩印子、渣点、花版、脏块等 20 余种^[1]。这些缺陷往往需要对相应的不同印刷硬件进行调整,因此,对缺陷进行精确提取并正确分类对于指导整个印刷过程具有十分重大的意义。

1 经典缺陷提取算法

随着数字图像处理理论不断地发展,以及图像检

测理论日趋成熟,一系列的相关算法已基本形成。为了实现印刷品在线检测的自动化与准确性,图像缺陷检测是从图像中提取存在的缺陷部分并识别出来。经典的缺陷提取算法有 3 种:模板匹配法、分层检测法以及图像差分法^[2]。

模板匹配法是指用模板与待检测图像进行比较,以确定待检测图像中是否存在与模板图像相同或相近的区域,若该区域存在,可进而确定其位置并对其进行提取。它的局限性主要在于它仅能对平行移动的图像进行匹配,如果模板图像中要匹配的目标发生大小变化或者旋转,该算法无法提取缺陷。

分层检测法是将图像差分法和分区域思想有机结合起来,并在此基础上进行改进的。其基本思想是减少需要检测的像素点数量,以达到缩短检测时间的

收稿日期: 2012-01-30

基金项目: 山东省高校科技计划项目(J10LD09)

作者简介: 张瑾(1988—),女,山东东营人,山东理工大学硕士生,主攻印刷机械在线检测系统等。

通讯作者: 高军(1971—),男,山东理工大学副教授,主要从事机械 CAD/CAM、印刷测控系统等方面的研究。

目的^[3]。此算法应用于实时检测时,发现有一定几率的漏检行为存在。

图像差分法指把同一检测品在不同时间或不同波段拍摄到的图像进行相减。此种算法不论要检测何种类型缺陷它都会逐点进行计算,缺少灵活变通性,使检测速度受到影响,限制了动态图像实时检测的频率及精度,并且不能直接给出检出缺陷的信息(如缺陷种类、位置、大小等)。

2 动态阈值算法

基于灰度动态阈值的图像缺陷识别算法是以人自身的视觉感官特性以及印刷品质的普遍要求为基础的,对高精度图像缺陷识别算法的思路是按照以下步骤实现的:①根据印刷现场环境以及标准模板图像,对灰度动态阈值的具体范围进行设置;②根据所设置动态阈值的范围,处理待检测图像,得到缺陷差分图像;③按照图像缺陷进行缺陷分类,从而进行反馈。

基于视觉原理的灰度动态阈值法所设置的阈值范围是由2个动态阈值的总和确定的,分别为绝对阈值和相对阈值。其中,阈值根据影响因素可分为3种:第1类是仅与图像中各像素灰度值有关的阈值;第2类是基于区域的阈值,其与设定区域内各像素的灰度值,相邻像素灰度值的关系等性质有关;第3类是与区域性质以及像素的空间坐标同时相关的阈值。前2类阈值为全局阈值,即对全图所有像素使用相同的阈值;第3类为局部阈值,此阈值只针对图像中局部的区域^[4]。

经过差值处理后的差分图像,往往带有随机噪声、边缘轮廓等除缺陷信息之外的其他灰度信息,过去的动态阈值算法容易造成误判、漏判,准确率较低。分析差分图像的特点,动态阈值不仅与图像的全局特征有关,而且必须考虑图像的局部特征。在实际印刷图像采集过程中,由于光照强度并不是恒定不变的,处理采集图像单独利用全局阈值是不合理的,所以还需在处理图像时同时综合应用与局部特征有关的阈值,从而进行印刷缺陷检测。

针对彩色印刷品的缺陷在线检测,文中提出一种改进的动态阈值算法,该方法将图像整体与局部的灰度特征有机结合起来,对彩色印刷图像中的缺陷进行精确提取。

3 改进的动态阈值算法

3.1 算法分析

通过检测图像与模板图像的比对得到缺陷图像。由于印刷品缺陷检测对精度要求较高,对于图像中的像素,取每25个像素组成的 5×5 矩形作为一个窗口。根据图像的全局灰度特征,设定阈值 t ,先对全图像素的均值 x 和标准差 s 进行求取,利用式(1),可得到局部动态阈值:

$$T = \begin{cases} x' + s' & (x' > x) \\ x' - s' & (x' < x) \end{cases} \quad (1)$$

式中: T 为局部动态阈值; x' 为局部像素的均值; s' 为局部像素的标准差。若整体像素均值比局部像素均值小,则认为在此窗口内,标准模板的灰度值比缺陷的灰度值小,此时阈值 T 为局部像素的均值与标准差之和,灰度值大于此局部阈值的像素为缺陷;当局部像素均值小于整体像素均值时,阈值 T 为局部的均值与标准差之差,灰度值小于阈值的像素为缺陷。将缺陷图像根据动态阈值进行二值化,若在缺陷点的值为1表示检测合格,0表示此点为缺陷点。

利用上述算法,缺陷的明暗不会影响检测结果的准确性,但只能将像素面积小于 5×5 的点缺陷提取出来,对于大面积的缺陷检测不完整,仅能提取出缺陷的边缘。如果扩大所设定的窗口,会降低检测精度,导致漏检现象的存在。

结合大面积缺陷内部像素灰度值的特点,利用式(2)判断二值差分图的局部区域内是否有大面积缺陷。

$$z \geq a \cdot n \quad (2)$$

式中: z 为存在缺陷的局部区域的像素和; a 为可调参数; n 为所设定的窗口大小。 a 需根据采集印刷品的幅面大小进行取值,与检测精度有关,其取值区间为 $(0.7, 1)$ 。若确定局部区域中存在缺陷,且缺陷像素数目大于 $a \cdot n$,则局部区域内全部为缺陷部分;若缺陷像素数目小于 $a \cdot n$,则局部区域中的缺陷部分不改变。其中, a 需要根据局部区域的大小进行设置。

3.2 实验及结果分析

利用德国BASLER公司的L301kc线阵CCD摄像机采集图像。之后利用计算机视觉库OpenCV^[5]所包含的函数实现数字图像和视频处理,并结合利用

面向对象的 VC++6.0 进行程序编写,大大提高了计算机的运行速度。

先将采集图像进行图像预处理,即图像灰度化处理、图像增强、图像配准。图 1a,b,c,d 分别为标准模



图 1 标准模板与检测图像的预处理
Fig. 1 Preprocessing of standard template and detection image

板图像、待检测图像、预处理后的模板图像、预处理后的检测图像。采集过程中光线有变化,且待检测图像中包含刀丝、飞墨、露白、模糊等缺陷。

根据算法将预处理后的图像进行差分处理,然后进行 3 组实验。

实验 1,只利用式(1)作为判断依据,改变窗口大小,验证缺陷检测效果。缺陷差分图像见图 2a,不同窗口大小情况下的检测结果见图 2b,c,d。实验结果表明:判断依据仅为式(1)时,改变窗口大小,使得检测结果不同,当设置的窗口大小远小于缺陷的面积时,只能检测出点状及线状缺陷,对面缺陷不能完全检测出。以 5×5 大小的窗口检测,精度较高。

实验 2,固定参数 a 的值,改变阈值,验证缺陷检测效果。缺陷差分图像见图 3a,保持 a 不变,改变阈值时检测的结果见图 3b,c,d。实验结果表明:固定参数 a ,只改变阈值,会影响到检测结果。提高阈值时,会造成有些与标准模板灰度相差不大的缺陷无法检出。在该实验中,通过对达到一定数量的印刷图像检测后,确定效果较好的阈值为 15。

实验 3,当采集图像的照明强度改变时,固定阈

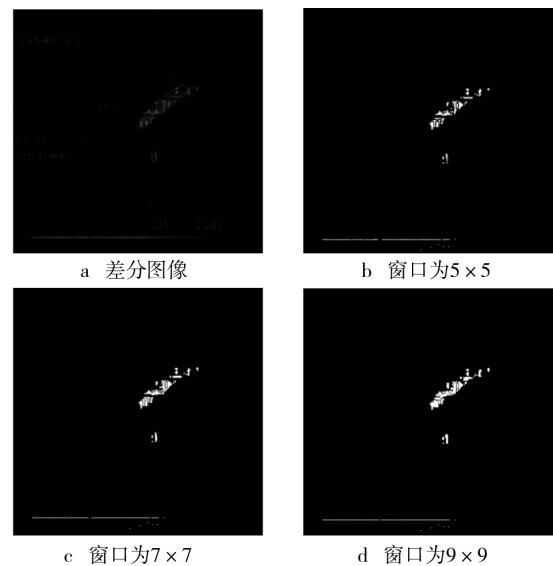


图 2 窗口大小对检测结果的影响
Fig. 2 Influence of window size on detection results changed

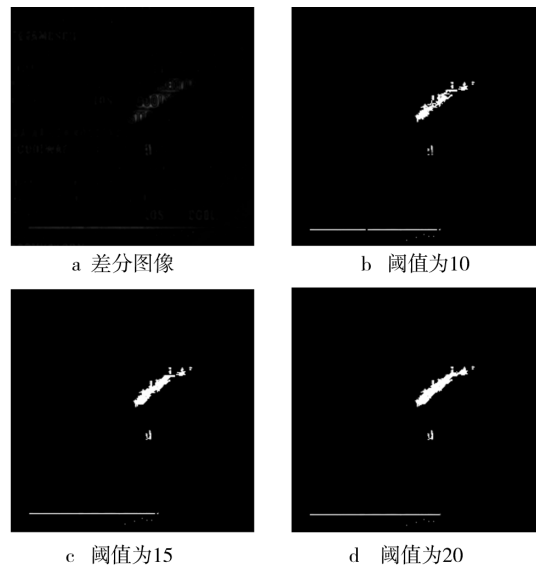


图 3 阈值大小对检测结果的影响
Fig. 3 Influence of threshold value on detection results

值下,选用不同的参数 a ,验证缺陷检测结果。缺陷差分图像见图 4a,保持阈值不变,改变 a 时检测的结果见图 4b,c,d。实验结果表明:当 $a=0.85$ 时,效果较差,图像中的大面积缺陷的较暗部分未被识别;当 $a=0.9$ 时,则已经可以准确的将缺陷部分检出。由此可知,不同的 a 值,也会使缺陷的完整检出受到影响。

该算法与传统算法流程分别见图 5 和 6。经过改

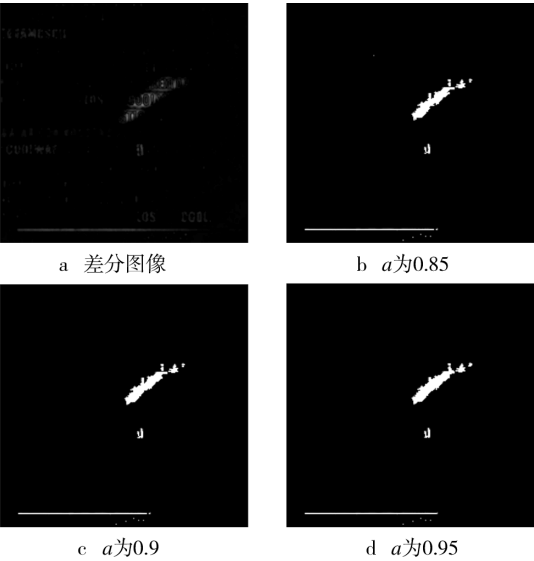


图 4 a 值对检测结果的影响
Fig. 4 Influence of a value on detection results

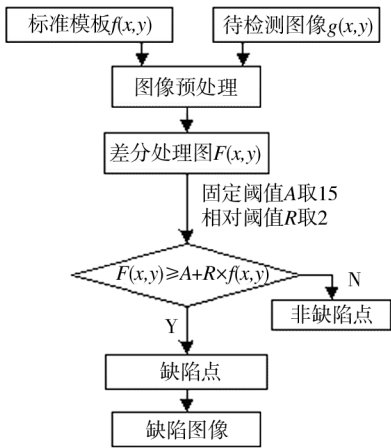


图 5 传统算法流程
Fig. 5 Flow chart of traditional algorithm

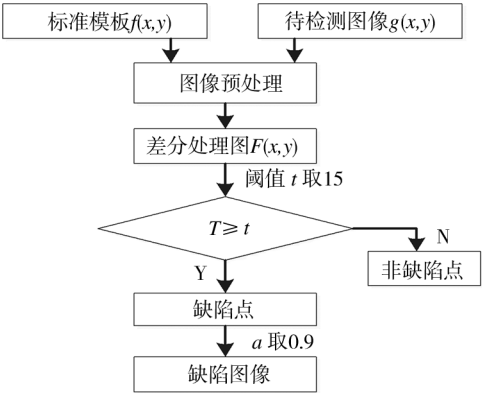


图 6 改进算法流程
Fig. 6 Flow chart of improved algorithm

进,效率与精度都有显著提高。为各种算法的效率与精度对比见表 1。

表 1 算法效率与精度对比

Tab. 1 Efficiency and precision of algorithms		
算法	算法耗时/ms	准确率/%
传统的动态阈值法	163	90
改进的动态阈值法	128	98

效率可根据式(3)计算获得。

$$\eta=\frac{d-b}{d}\times 100\%$$

式中:η为效率提高值;d为传统算法所用时间;b为改进算法所用时间。数据表明,改进的动态阈值算法的效率与准确率都有明显的提高,准确率高达 98%,效率比传统的动态阈值法高 26%。

在实验现场照明均匀、水平和垂直方向的分辨率均为 0.1 mm 的条件下,通过设计 3 组实验,对实验现场采集的 80 幅大小为 106 mm×96 mm 的带有单一缺陷的图像进行处理。在设置不同的参数对比之后,得出在阈值取 15,参数 a 取 0.9 时检测精度最令人满意,能够将其中 78 幅印刷品中的缺陷进行精确的提取。之后需要使用连通域法,进行缺陷个数以及面积的统计。

在该实验过程中,可得到有关参数的设置规律:当图像的背景噪声很小,或者缺陷对比度较小时,阈值可选择小一点。参数 a 则是对大面积缺陷的提取产生影响,和图像缺陷的种类关系密切,当系统检测的缺陷原因复杂,a 需选择小点,0.9 左右比较合适。总而言之,印刷现场采集到的图像质量以及市场需求是选择参数的主要决定因素。

4 结语

通过以上实验可知,文中提出的改进动态阈值的缺陷提取算法,当应用于彩色印刷品生产中,能够有效地确定检测图像是否为次品,找出真正的印刷缺陷,有利于提高印刷生产效率,改善质量监控精度。

参考文献:

[1] LUO J,ZHANG Z. Automatic Color Printing Inspection by Image Processing[J]. Journal of Materials Processing Technology,2003(139):373-378.

- [2] 李展望. 基于机器视觉的印刷品缺陷在线检测系统设计[D]. 西安:西安科技大学,2008.
- LI Zhan-wang. The Real-time Defect Detection System Design for Presswork Based on Machine Vision Technology[D]. Xi'an:Xi'an University of Science and Technology,2008.
- [3] 陈亚军. 基于机器视觉的印刷品缺陷检测系统研究[D]. 西安:西安理工大学,2006.
- CHEN Ya-jun. The Defect Detection System Research for Printed Matter Based On Machine Vision[D]. Xi'an:Xi'an University of Technology,2008.
- [4] 刘飞. 基于图像处理的印刷质量自动检测算法研究[D]. 西安:华中科技大学,2006.
- LIU Fei. The Research of Printing Quality Automatic Detection Algorithm Based on Image Processing[D]. Xi'an:Hua-zhong University of Science and Technology,2008.
- [5] BRADSKI Gary,KAehler Adrian. 学习 Open CV(中国版)[M]. 北京:东南大学出版社,2009.
- BRADSKI Gary,KAehler Adrian. Learning Open CV (Chinese Edition)[M]. Beijing:Tsinghua University Press,2009.
- [6] 赵小梅. 印刷品缺陷在线检测算法的研究[J]. 包装工程,2007,28(3):58-60.
- ZHAO Xiao-mei. Research on Online Defect Detection Algorithm for Printed Matter[J]. Packaging Engineering,2007,28(3):58-60.
- [7] 郭轩. 彩色印刷品缺陷的形态学检测方法[J]. 仪器技术与传感器,2010(6):85-87.
- GUO Xuan. Morphological Scheme for Detection of Color Printing Defect[J]. Instrument Technique and Sensor,2010(6):85-87.
- [8] 杨鸥,胡涛,郭轩,等. 灰度形态学在印刷品缺陷检测中的应用[J]. 微计算机信息,2008,24(7):232-233.
- YANG Ou, HU Tao, GUO Xuan, et al. Application of the Preprocessing on Grey Morphology on Printed Matter[J]. Microcomputer Information,2008,24(7):232-233.

(上接第 106 页)

并等弊病;兼顾增大印刷阶调反差和控制网点扩大 2 项指标,选取最大值相对反差值对应的实地密度作为标定条件下印刷墨量控制最佳实地密度^[3]。

参考文献:

- [1] 李小东. 胶印质量检测技术[M]. 北京:印刷工业出版社,2006.
- LI Xiao-dong. Techonolgy of Printing Quality Detection [M]. Beijing:Printing Industry Press,2006.
- [2] 齐福斌. 卷筒纸胶印机[M]. 北京:印刷工业出版社,2006.
- QI Fu-bin. Web Offset Printing Press [M]. Beijing:Printing Industry Press,2006.
- [3] 李莹. 反差在印刷品质量控制中应用研究[J]. 包装工程,2010,31(15):39-41.
- LI Ying. Study on Application of Contrast in Print Quality Control[J]. Packaging Engineering,2010,31(15):39-41.
- [4] 冷彩凤. CTP 印刷特性曲线研究[J]. 包装工程,2009,30(6):63-64.
- LENG Cai-feng. Research on Characteristic Curve for CTP[J]. Packaging Engineering,2009,30(6):63-64.
- [5] XIANG Y, FIELD D W. The Influence of Ink Coating Interaction on Final Print Density in Multicolor Offset printing[C]//Pro ceedings of the TAPPI 2000 International Printing and Graphic Arts Conference. TAPPI-Press, Atlanta,GA,2000:299-309.
- [6] 周明香. 胶印印刷墨层厚度的技术分析和质量控制[J]. 包装工程,2008,29(5):66-68.
- ZHOU Ming-xiang. Technical Analysis and Quality Control of Ink Thickness of Offset Printing[J]. Packaging Engineering,2008,29(5):66-68.
- [7] 王学美,唐万有,陈婧. 墨层厚度与实地密度关系的研究[J]. 包装工程,2009,30(3):93-95.
- WANG Xue-mei, TANG Wan-you, CHEN Jing. Study of the Relation between Ink thickness and Solid Density [J]. Packaging Engineering,2009,30(3):93-95.
- [8] DALTON J S. Investigation into the Distribution of Ink Components on Printed Coated Paper Part1: Optical and Roughness Considerations. Colloids and Surfaces A: Physicochemical[J]. Eng Aspects, 2002(205):183-198.