

印刷品缺陷检测的初步方案

邓忠华, 刘 飞

(华中科技大学 控制科学与工程系, 湖北 武汉 430074)

摘 要:印刷品缺陷检测技术有着重要的实际意义。介绍了基于数字图像处理的印刷品缺陷检测系统的设计,并对主要模块即图像采集及预处理、模板制作、图像对准、缺陷检测进行了分析研究。实验结果表明,充分考虑人眼视觉特性,将动态阈值法引入缺陷检测,能够显著提高印刷质量检测系统的检测精度。

关键词:印刷品;图像采集;模板;图像对准;缺陷检测

中图分类号:TP391.41

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2006)10-0171-03

Preliminary Scheme for Defect Inspection of Printed Material

DENG Zhong-hua, LIU Fei

(Dept. of Control Sci. and Eng., Huazhong Univ. of Science and Tech., Wuhan 430074, China)

Abstract: Defect inspection technology of printed material has practical significance. Designs of digital image processing based defect inspection system of printed material are introduced. Main modules, such as image acquisition and preprocessing, template production, image registration, defect inspection are studied in detail. Experimental results indicate that considering person's vision, using dynamic threshold algorithm, defect inspection accuracy of printed material could be greatly improved.

Key words: printed material; image acquisition; template; image registration; defect inspection

0 引言

由于印刷机器和印刷材料的不完善以及一些不易避免的随机因素,在印刷过程中往往会出现各种缺陷。常见的印刷品缺陷主要有颜色失真、油墨溅污、黑点、文字模糊、起皱、漏印、刮伤、套印不准等。印刷包装企业一般采用人工方法,在印中抽样及印后逐一进行目测的方法分拣次品,检测效率低、成本高、劳动强度大。利用计算机视觉检测技术给在线检测提供了可能,但要真正实现在线检测,还必须解决视频图像的在线采集和实时处理等问题。

以计算机为核心的印刷品缺陷自动检测系统的基本原理是,通过图像采集设备采集一幅或多幅无缺陷的标准印刷品图像保存在计算机中,然后在线采集待检图像。将待检图像和标准图像进行减影操作,再对所得缺陷图像进行缺陷分类和统计分析处理。由于印刷品在传动过程中难免会发生平移和旋转,因此减影前首先要将标准图像和待检图像对准,求出两者的位置变换参数。印刷品缺陷自动检测系统流程如图1所示。

1 图像采集及预处理

CCD(Charge Coupled Devices),即电荷耦合器件,是一种新型的固体成像器件。它是在大规模硅集成电路工艺

基础上研制而成的模拟集成电路芯片。这种 CCD 芯片借助于必要的光学系统和合适的外围驱动与处理电路,可以将图像景物,通过输入面空域逐点的光电信号转换、存储和传输,在其输出端产生一时序视频信号,并经终端显示器同步显示出一幅可视的图像。它特别适合各种精密图像传感和无接触工件尺寸的在线测量。CCD 摄像头分为线阵和面阵两种。线阵 CCD 一次采集一列像素信息,而面阵摄像头一次可以获取一幅图像的信息,但是对于运动的待检物,面阵 CCD 检测精度不高,因此一般采用线阵 CCD 采集图像。

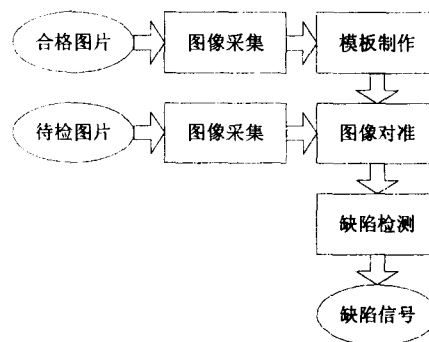


图1 印刷品缺陷自动检测系统框图

图像采集系统通过 CCD 摄像机将缺陷照影光信息转换成模拟电信号,经 A/D 转换后获得适合于计算机存储和处理的数字图像。图像采集过程中,由于摄像机精度、照明环境等因素的影响,采集的图像会存在一定的随机噪

声,从而导致图像失真。文中采用既可去掉尖峰干扰,又能保持边缘细节的加权中值滤波算法^[1]来进行采集图像的预处理。

确定一个像素个数为奇数的窗口 W , 先对窗口内各像素加权, 某一像素加权值为 m , 即窗口像素灰度排队时该像素重复 m 个, 再将窗口内的各像元按灰度值从大到小排列, 再用其中间位置的灰度值代替原图像 $f(x, y)$ 的中间值, 得到增强图像 $g(x, y)$ 。

2 模板制作

实际检测过程中由于合格产品之间仍会存在各种差异, 所以需要采集多张合格产品的图像来制作模板。一般有两种模板制作方法: 统计平均法和阈值法。

统计平均法是根据各个样本像素值的概率分布, 求出统计平均值作为模板值。设样本数为 N , 每个样本图像表示为 $f_i(x, y), i = 1, 2, \dots, N$, 则模板上各像素值为

$$M(x, y) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N f_i(x, y)$$

阈值法的思路是在模板制作中仅选取与统计平均值相近的像素值而摒弃与统计平均值相差较远的像素值以减少个别大误差的影响。具体是先如统计平均法那样求出统计平均值, 并在每个位置求出与统计平均值差值最大的样本值以得到最大差值图 $d(x, y)$, 然后取 $d(x, y)$ 的适当百分比为阈值, 最后选择各样本图像中小于阈值的像素值做统计平均以得到模板值。在不同阈值下所得到的模板在直观视觉上和匹配误判率上是有区别的。总体来讲, 随着百分比的增加, 用阈值法得到的模板图像逐步趋于平滑, 细节逐步趋于模糊。当百分比为 100% 时, 阈值法与统计平均法完全一样。用统计平均法获得的模板, 略有一些模糊; 用阈值法取最大差值图 $d(x, y)$ 的阈值较小时获得的模板图像虽然清晰, 但有明显的斑点; $d(x, y)$ 取较大阈值时获得的模板图像比较清晰且斑点消失。定义误判率为误判的样本数在总样本数中的百分比。小阈值模板一般误判率较大, 主要原因是由于阈值太小导致了模板中部分颜色分量的缺省, 从而使得模板和实际图像的差异明显; 大阈值模板一般误判率几乎为零, 说明大阈值模板制作有效。

3 图像对准

采集图像时, 由于样品放置方位的不同, 会导致各图像之间产生旋转偏移。为将图像配准, 需要进行空间坐标校正。假设经剪切之后的印刷品外轮廓为标准的矩形(裁剪机的工艺指标可以保证这一点), 则可以将外轮廓的最长边缘作为校正的基准。具体的校正步骤依次为: 搜索最长边缘(利用基于 Sobel 算子数字图像边缘检测算法^[2]), 利用边缘求出倾斜角度, 根据倾斜角度, 将原始图像绕坐标原点旋转, 并用插值方法最终恢复原始的像素值。倾斜角度计算时仅从边缘上选取一些点即可, 这样既能提高速

度, 也可减小误差。插值方法的选择要兼顾精确度和计算量。实际中比较了双线性插值法^[3]和三线性插值法^[4]。这两种方法各有优缺点, 前者计算量较小, 但精确度较差; 后者计算量较大, 但精确度较高。若图像对准精度要求较高, 还可以应用互相关法进行更进一步的精确配准。

4 缺陷检测

印刷缺陷表现在图像上, 即为采集图像缺陷处的灰度值与标准图的差异。传统的缺陷检测方法是待测图像和标准图直接进行减影操作(像素值相减), 判断其差值(两幅图灰度值的相差程度)是否超出预先设定的阈值范围, 就能判断出这幅印刷品有无缺陷。这种方法虽然简单, 但是效果却不好。

根据人眼的视觉特性^[5], 在相同亮度的刺激下, 背景亮度不同所感觉到的明暗程度也不同。因此, 在灰度值不同的区域, 相同的灰度差值会有明显的感官差异。例如在灰度值很高的区域(即主要为白色)和灰度值很低的区域(即主要为黑色), 同样相差 50 个灰度级所产生的灰度缺陷看上去明显不一样。从视觉感官效果来看, 人眼对于处于较暗(灰度值较低)的区域更为敏感, 能分辨更小的灰度差异。传统缺陷检测方法显然没有充分考虑人眼的视觉特性。因此, 有必要寻求一种新的检测方法, 该方法在考虑设定图像检测的阈值标准时, 要将不同灰度区域的视觉差异考虑进去。

文中引入了一种设定动态阈值范围标准的方法, 综合了像素全局特征和局部特征的优势。阈值范围给出两个调节值, 一为绝对阈值, 另一为相对阈值, 而图像的阈值标准即为两部分的总和。假如设 A 为所设定的图像的灰度绝对阈值, 设 R 为所设定的图像的灰度相对阈值。绝对阈值 A 只与图像的全局特征有关, 在图像确定的情况下, A 为一定值。相对阈值 R 不仅与图像全局特征有关外, 还和局部邻域相关。当局部邻域内图像灰度一致性较强, 图像边缘较弱, 动态阈值主要由图像全局特征确定; 而当局部邻域内像素灰度值变化较大, 即窗口邻域内存在较强的边缘, 此时动态阈值受图像局部特征影响较大。这样, 动态阈值法有效降低了图像表面纹理对缺陷检测的干扰。

设 $f(x, y)$ 为已建立的模板图像函数, 设 $g(x, y)$ 为待检图像函数, 设 F 为检测结果(1 表示检测合格, 0 相反), 则

$$F = \begin{cases} 0, & |g(x, y) - f(x, y)| \geq A + f(x, y) \times R \\ 1, & |g(x, y) - f(x, y)| < A + f(x, y) \times R \end{cases}$$

由上式可见, 由于相对阈值 R 存在, 使得图像灰度值 $f(x, y)$ 不同的区域的阈值也不一样, 这样检测图像上各像素点都有随像素灰度变化的灰度阈值。这种灰度阈值标准是基于人眼的视觉特性设定的, 合理地评价图像质量应充分遵循人眼的视觉特性。这样设定阈值标准考虑到了高精度图像的实际检测要求。

待检图像经过阈值判决之后, 就转化为和待检图像大

小一样的二值缺陷图像。凡是在缺陷图像中出现灰度值为 0 的情况,即已有图像像素点达到废品阈值,该待检图像应该被认为是废品。但是在实际检测中不能将包含单缺陷点的图像判定为不合格图像,因为高精度图像的分辨率很高,例如一般钞票印刷检测系统采集的图像中一个像素点所要求代表的实际大小为 $0.4\text{mm} \times 0.4\text{mm}$, 这样人眼不可能敏锐地感觉到图像上的一个像素点大小的错误,也就没有必要使图像检测的精度超过人眼的视觉精度。如果把印刷检测精度设定得过于精确,会不可避免地产生很多误检错误。

在缺陷检测过程中,会有两个,或多个相距很近的缺陷区(比如两个缺陷点在图像上只有一个像素距离),通常认为它们同属一个缺陷区。因此,检测前需要先把它们合并成一个缺陷区,可以采用数学形态学的膨胀算法^[6]。如需将不同缺陷分类的话,还要再经过腐蚀、膨胀、再腐蚀等一系列操作,将缺陷图像的边缘形状提取出来,以便进行进一步的分析和判断。

5 结束语

目前的印刷机械和印刷工艺虽然已经应用了很多高科技成果,其自动控制程度达到了相当高的水平,但它对操作人员本身的技能要求还很高,仍然需要操作人员有丰富的印刷质量控制经验,才能保证印刷品产品的合格。用

机器视觉识别系统代替人工进行印刷品质量检测,具有实用价值。文中讨论了一种对印刷品的缺陷进行自动检测的初步方案,能大大减少印刷品质量控制的人为干预,提高印刷质量检测效率,为真正实现印刷质量在线检测提供了可能。

下一步需要解决的问题有:

(1)较之外观缺陷要困难得多的如色差、套印不准等缺陷的检测与识别问题。

(2)要满足实际生产线检测的实时要求,根据目前微机的性能指标,除要对图像匹配算法进行优化以外,还须借助硬件才有可能。

参考文献:

- [1] 容观澳,数字图像处理[M].北京:清华大学出版社,2000.
- [2] 邢军.基于 Sobel 算子数字图像的边缘检测[J].微机发展,2005,15(9):48-49.
- [3] 章毓晋.图像工程(上):图像处理和分析[M],北京:清华大学出版社,1999.
- [4] 王熙法.C语言图像程序设计[M].合肥:中国科学技术大学出版社,1994.
- [5] 汪孔桥,沈兰荪,邢昕.一种基于视觉兴趣性的图像质量评价方法[J].中国图像图形学报,2000(4):300-303.
- [6] Gonzalez R C, Woods R E. Digital Image Processing[M].北京:电子工业出版社,2003.

(上接第 156 页)

角色授予功能项的权限为:功能项可视或不可视。对于普通用户,经常使用的是数据库中的表及视图,因此,在安全设计中仅对系统角色进行表级授权。首先,为角色授予数据库系统权限(Connect 权限),然后再授予所需对象权限(Select 权、Update 权、Insert 权、Delete 权)。角色所需权限分配好后,便可以为用户分配角色。在应用程序中进行授权,方便了数据库管理员的操作,提高了安全性。用户登录通过系统身份验证,连接数据库通过 check.asp 来验证,实现了安全管理机制。为管理用户和角色信息及功能项授权,在具体实现中,创建如表 1 所示的主要应用系统表。

表 1 系统中建立的基本表

| | | | |
|--------|---------------|--------|--------------|
| 学生班级表: | Stu_class | 学生年级表: | Stu_grade |
| 学生信息表: | Stu_infor | 教师信息表: | Teach_infor |
| 学生课程表: | Stu_course | 初选结果表: | First_result |
| 发布信息表: | Infor_issue | 题目信息表: | Obj_infor |
| 选课结果表: | Select_course | 最终结果表: | Last_result |

系统管理人员便可以通过应用程序的界面跟踪监视后台数据库中数据对象的使用情况,及时发现问题,确保数据库安全。

3 结束语

文中主要论述了在基于 Web 的选课选题系统中利用

不同用户角色的授权管理和自主访问控制(DAC),从而达到强制访问控制(MAC)的方法,防止信息流从高密级流向低密级和实现多级安全访问控制。文中论述的数据库角色访问控制方法为多角色软件开发提供了一种解决数据库安全访问控制问题的新方法。增加 RBAC 模型里职责分离等约束条件,从而以完整的基于角色的访问控制机制实现用户自定义的访问控制策略是下一步研究的工作。

参考文献:

- [1] Sandhu R S, Coyne E J, Feinstein H L, et al. Role-Based Access Control Model[J]. IEEE Computer, 1995, 5(3): 127-130.
- [2] Sandhu R S, Bhamidipati V, Munawar Q. The ARBAC97 Model for Role-Based Administration of Roles[J]. ACM Transactions on Information and System Security, 1999, 2(1): 31-36.
- [3] 宋志敏,南相浩.数据库安全的研究与进展[J].计算机工程与应用, 2001(1):85-87.
- [4] 林东.网络信息安全 & PGP 加密[M].北京:清华大学出版社,1998.
- [5] Tari Z, Chan Shunwu. A role-based access control for intranet security[J]. IEEE Internet Computing, 1997, 1(5): 24-34.