

一种改进的印刷丝网布疵点快速检测算法

王延年 杨万里

(西安工程大学电子信息学院 西安 710048)

摘要:为提高印刷丝网布疵点检测的速度和准确性,提出了一种基于傅里叶变换和改进阈值分割的印刷丝网布疵点的检测算法。以无图案的印刷丝网布为研究对象,首先对采集到的印刷丝网布图像进行傅里叶变换,得到印刷丝网布图像的频谱图;然后利用 Butterworth 低通滤波器对频谱图像进行滤波,滤除傅里叶空间的高频分量;最后对逆变换得到的滤波图像进行改进的迭代法阈值分割,从而实现印刷丝网布的疵点检测。实验结果表明,该算法能够实现脏污、划痕、飞丝、破洞等常见疵点的快速准确检测。

关键词:印刷丝网布;疵点检测;傅里叶变换;改进的迭代法

中图分类号: TN911.7 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 520.2040

Improved fast printing mesh fabric defect detection method

Wang Yannian Yang Wanli

(School of Information and Electronics, Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China)

Abstract: In order to improve the speed and accuracy of printing mesh fabric defect detection, a method based on Fourier transform and improved threshold segmentation is proposed. Taking the unpatterned printing mesh fabric as the research object, the Fourier transform is used for the collected printing mesh fabric images to acquire the spectral image of the printing mesh fabric images. Then the Butterworth low pass filter is used to the spectral image, and the high-frequency component of the Fourier space is filtered. Finally, the improved iterative threshold segmentation is used to the filtered images which are obtained by the inverse transform, so as to realize the detection of printing mesh fabric defect. The experimental results show that the algorithm can achieve the detection of dirt, scratches, fly wire, holes and other common defects quickly and accurately.

Keywords: printing mesh fabric; defect detection; Fourier transform; improved iterative threshold segmentation

1 引言

产品质量是生产型企业的命脉,印刷丝网布疵点的存在会严重影响印刷的质量,因此及时发现疵点对提高印染质量非常重要。传统依赖人工视觉检测的方法效率低下、主观性强,无法保证现代企业的生产要求。现在,计算机技术、数字图像采集和处理技术的发展,使得基于计算机视觉的印刷丝网布疵点检测成为可能。

目前有几种印刷丝网布检测算法,用模板匹配的方法对丝网布疵点进行检测^[1-2],但是其模板的选择比较复杂。用数学形态法结合相关系数对印刷丝网布疵点进行检测^[3],疵点检测的过程中,稳定性有待提高,并且这些方法针对印刷丝网布图像的特定疵点进行检测,具有一定的局

限性。

本文旨在研究印刷丝网布的疵点识别算法,为设计开发具有实用价值的丝网布快速检测系统提供理论基础。研究先对采集到的丝网布图像进行灰度化处理 and 傅里叶变换,接着选取合适的滤波器结合傅里叶变换的理论对频谱图进行滤波,减少图像采集时噪声的干扰,并且削弱丝网布纹理对疵点分割的影响;再经傅里叶逆变换得到滤波后的丝网布图像,然后对处理后的图像进行改进的迭代法阈值分割,从而实现丝网布疵点快速准确的检测。相对传统算法,本文算法的复杂程度较小、速度快、噪声干扰少、得到的图像边缘信噪比高,进一步提高了疵点检测的可靠性。

2 图像处理过程

2.1 傅里叶变换

印刷丝网布图像是一种典型的周期性纹理,而傅里叶变换在周期性信号描述和表征方面表现尤为突出^[4-5],本文采用傅里叶变换将图像转化为频域进行处理。在频域里进行图像增强有两个优点^[6]:1)速度快,由于在空域里做的图像增强一般是做卷积,这需要花费较长时间,在频域里只需要做乘积即可;2)增强效果好,频域上增强利用的是图像的全局信息,在空域上增强用的是图像的局部信息,因此在对丝网布图像增强时选择频域增强方法。对待测图像,如图1所示,进行傅里叶变换后得到如图2(a)所示的频谱图,图像大部分能量集中在低频,频谱图中四角部分的幅值较大,在对频谱图进行分析时,由于低频分量区域很小而且分布在频谱图的四角,不利于分析,因此依据图像频谱周期性和共轭对称性的特点,对频谱图中的坐标进行移位,使全部低频分量集中在频谱图的中心,高频分量分散在四周,具体的频谱移位过程为将图3(a)中的区域A和区域D对换,区域B和区域C对换,得到图3(b)所示,移位后频谱图如图2(b)所示,很明显的可以看出,移位后频谱图的可读性大大增强。

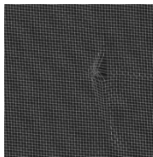
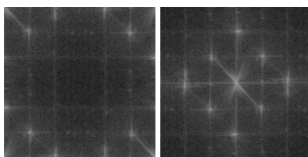
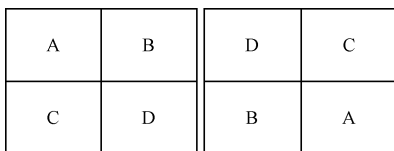


图1 原图



(a) 移位前频谱图 (b) 移位后频谱图

图2 频谱图



(a) (b)

图3 频谱移位示意

2.2 Butterworth 低通滤波

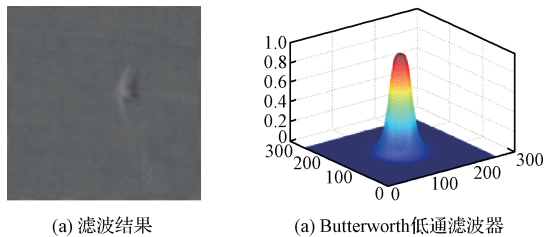
印刷丝网布的纹理具有一定的周期性,丝网布图像经过傅里叶变换后,其纹理能量会集中在一定的频率范围内,在频域内进行滤波去除纹理背景和噪声。在几种低通滤波器中, Butterworth 低通滤波器是根据幅频特性在通频带内具有最平坦特性定义的滤波器,没有振铃现象,可以提高图像的细节清晰度^[7-9]。Butterworth 低通滤波与

均值滤波器相比, Butterworth 低通滤波器可以更好地抑制图像的高频分量,当需要较大的滤波尺寸时, Butterworth 低通滤波器比均值滤波器能更好的保存图像边缘,因此采用 Butterworth 低通滤波器对傅里叶变换后的频谱图进行滤波,传递函数为:

$$|H(\omega)|^2 = \frac{1}{1 + (\frac{\omega}{\omega_c})^{2n}} = \frac{1}{1 + \epsilon^2 (\frac{\omega}{\omega_p})^{2n}}$$

式中: n 是滤波器的阶数, ω_c 是截止频率, ω_p 为通频带边缘频率, $|H(\omega)|^2$ 为通频带边缘的数值。

经多次试验后发现,当 Butterworth 低通滤波器截止频率 $\omega_c=28$ 、阶数 $n=2$ 时,图像处理后的效果较好,如图4(a)所示, Butterworth 低通滤波器的三维图如图4(b)所示。从图4(a)中可以看出,滤波处理后较好地去除了背景噪声信息,图像斑点和背景对比度提高,算法计算简便快捷,有利于下一步的处理。



(a) 滤波结果 (b) Butterworth低通滤波器

图4 Butterworth 低通滤波

2.3 改进的迭代阈值分割

对待测图像进行傅里叶变换和 Butterworth 低通滤波后,进行傅里叶逆变换得到处理后的丝网布斑点图像,然后采用迭代阈值分割的方法进行图像分割,提取出印刷丝网布的斑点形状。迭代法^[10-12]的基本思想为先选择一个阈值作初始值,通过不断的迭代改变这一估值,直到满足给定标准为止,它的具体步骤如下:

1)若一幅图像的灰度范围是 $[L_{min}, L_{max}]$,取初始阈值 $T_0 = \frac{L_{min} + L_{max}}{2}$;

2)利用阈将图像分为两个区域,分别求出两区域中的平均灰度值 L_1 和 L_2 ;

3)求出新阈值 $T_{k+1} = \frac{L_1 + L_2}{2}$;

4)重复步骤2)和3),直到 $T_k = T_{k+1}$ 。

在 $T_k = T_{k+1}$ 的时候,求解的阈值达到了稳定,符合阈值分割的目标,实现斑点和背景的分隔。这种方法适合灰度直方图双峰明显的情况,对直方图双峰不明显或图像目标和背景比例差异较大的情况,效果不理想^[13],因此采用改进的阈值分割方法^[14]。为提高分割效果,需要分割阈值在原来水平上有所提高,将求取的 $T_{k+1} = \frac{L_1 + L_2}{2}$ 算术平均改为加权平均,分割目标的平均灰度将占有较大的权重(u),由于分割目标的平均灰度要高于背景的平均灰度,新的阈值 T_{k+1} 也将是一个较高的灰度值,循环下去,最终

的分割阈值也将会有所提高,它的算法描述如下:

$$1) \text{ 求出图像的初始阈 } T_0 = \frac{L_{min} + L_{max}}{2};$$

2) 根据阈值 T_k 将图像分为两个区域,分别求出两区域中的平均灰度值 L_1 和 L_2 ;

$$3) \text{ 求出新阈值 } T_{k+1} = \mu \times L_1 + (1 - \mu)L_2;$$

$$4) \text{ 最佳阈值为 } T_{op} = T_k, |T_{k=1} - T_k| \leq 0.01, k=1, 2, \dots, 8.$$

根据多次试验结果,当 μ 为 0.62 时效果最好。

对图 1 进行改进阈值分割后的结果如图 5 所示。从图 5 中可以看出改进的迭代法基本实现了目标和背景较完整分离的目的,由此便完成了印刷丝网布疵点的快速检测。

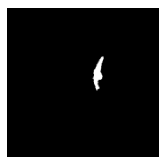


图 5 分割结果

3 测试步骤与结果分析

3.1 测试步骤

算法整体流程如图 6 所示,先对待检测印刷丝网布图像进行傅里叶变换,然后对傅里叶变换后的中心频谱图进行 Butterworth 低通滤波,再经傅里叶逆变换得到滤波后的丝网布图像,最后进行改进的迭代法阈值分割得到疵点检测结果。

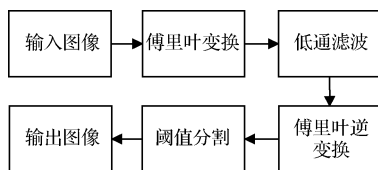


图 6 算法整体流程

3.2 测试结果

本算法测试采用的印刷丝网布图像尺寸为像素,算法运行硬件环境是 Intel i5 处理器,主频 2.5 G,内存 4 GB, Windows 7 操作系统,并通过 MATLAB 2012b 软件对本文提出的印刷丝网布疵点检测算法进行验证,检测目的是用来验证算法的可行性和准确性,对常见的划痕、浮丝、破洞、脏污几种疵点进行测试,测试结果如图 7~10 所示,其中图 7(a)表示的是原图,图 7(b)表示的是 Butterworth 滤波后的图像,图 7(c)表示的是改进迭代法分割后的图像。

对 100 幅印刷丝网布疵点图像分别用模板匹配、形态学和本文算法进行检测,得到如表 1 所示结果。相比于模板匹配算法,本算法平均处理时间较短,在频域中对图像进行处理,速度更快;与模板匹配和形态学算法相比,本算法有着更高的准确率,能够对印刷丝网布疵点进行快速准确的检测。

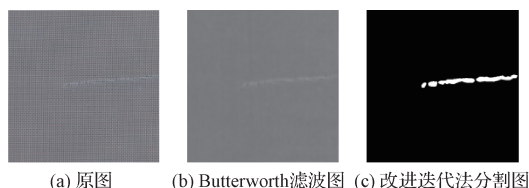


图 7 疵点分类为划痕的处理结果

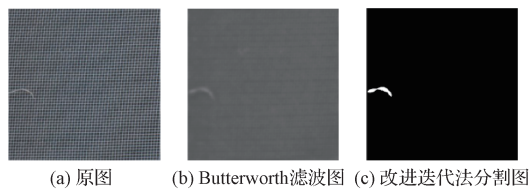


图 8 疵点分类为浮丝的处理结果



图 9 疵点分类为破洞的处理结果

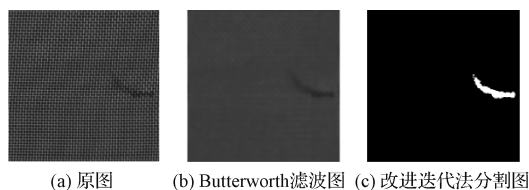


图 10 疵点分类为脏污的处理结果

表 1 本算法与其他算法的结果比较

算法	平均总处理时间/ms	准确率(%)
模板匹配	8.34	96
形态学	6.96	91
本文算法	7.41	97

4 结论

本文基于傅里叶分析变换方法,利用 Butterworth 低通滤波器和改进的迭代分割法对印刷丝网布进行疵点检测,首先将图像进行预处理,然后在频域内用 Butterworth 低通滤波器进行滤波,滤波器将纹理图像的高频分量和噪声去掉,再进行反傅里叶变换得到重构的图像,最后用改进的迭代分割法将疵点分离出来,减少了计算量,提高了检测的速度。经测试表明该算法速度快、效率高,能够准确的获取疵点的形状,基本达到了快速检测的目的。在对图像进行处理的时候,对拍照系统采集的图像要求比较高,在相机前端增加了光源,便于对疵点的检测。

(下转第 42 页)