

超宽幅扫描仪配套织物疵点检测软件设计

骆然然, 鲍敏*, 沈卫平, 费鑫
(浙江理工大学机械与自动控制学院, 浙江杭州 310018)

摘要:针对超宽幅扫描仪在获取织物图像过程中容易出现的几何失真现象,以及需要对织物在制造过程中出现的疵点进行检测等问题,设计了与之配套的数字图像处理软件。采用可视化编程工具 Delphi 进行了编程,利用坐标变换、灰度内插等方法得到了相应的几何校正图像,并通过与标准织物图像进行了图像匹配,实现了目标织物的疵点检测。实验结果表明,该软件能够快速、准确地检测出织物疵点,对提升织物检测技术水平和加强产品质量控制,具有重要的现实意义。

关键词:超宽幅扫描仪;数字图像;几何校正;坐标变换;图相配准;疵点检测

中图分类号:TS107;TP311.5;TH7

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2013)07-0897-04

Design of fabric defect detection software correspond to ultra-wide image scanner

LUO Ran-ran, BAO Min, SHEN Wei-ping, FEI Xin

(School of Machinery & Automation, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: A bundled software for ultra-wide image scanner was provided to solve the problems of image geometric distortion when images were captured with a ultra wide scanner, and the problems of spot defects when the textile was weaved. The system procedure was programmed with the visual programming tool Delphi. The correct image was achieved by the use of coordinate transformation and gray interpolation method, and the theory of sequence images registration was used to realize the purpose of detect inspection. The results indicate that the software can detect the fabric defects quickly and accurately, and it also has important practical significance to improve the detection technology level and to enhance the quality control of products.

Key words: ultra-wide scanner; digital image; geometric distortion; coordinate transformation; image registration; detect inspection

0 引 言

在织造行业中往往需要对织物产品进行表面纹理、疵点的检测,且由于织物产品尺寸一般较大,必须使用宽幅扫描仪进行织物图像扫描。

以生产大幅面扫描仪著称的英国 Colortrac 公司生产的最宽幅面扫描仪 SmartLF CX42 的扫描规格为 1 118 mm × 1 067 mm,国内扫描仪生产制造商可提供的扫描幅面宽度范围一般在 210 mm ~ 1 296 mm。而

目前市场上的床单、被褥尺寸可达 2 300 mm × 2 500 mm,显然,普通宽幅扫描仪无法满足织造行业的特殊要求,并且这类扫描仪的扫描厚度大多只可满足工程图纸、地图和书画等纸制品。根据纺织造行业的材料特点,国内自主研发的超宽幅扫描仪可以较好地解决扫描过程中织物尺寸和材质厚度这两个问题。

织物疵点的检测在纺织品检测中是最重要的检测项目之一。长期以来,疵点检测都是由人工视觉完成,

收稿日期:2013-03-29

作者简介:骆然然(1988-),女,山东邹城人,主要从事机电控制及其自动化方面的研究. E-mail:luoran450@126.com

通信联系人:鲍敏,男,副教授,硕士生导师. E-mail:mbao@zstu.edu.cn

其检测速度一般在 10 m/min ~ 15 m/min, 该方法容易受到外界环境的影响, 并且存在劳动强度大、效率低、漏检率高等缺点^[1]。近些年国内外学者在织物检测方面进行了很多研究, 基本上是图像处理技术, 包括小波变换、Gabor 滤波器、数学形态学、共生矩阵以及 Markov 随机场等多种工具^[2]。目前, 图像处理技术在纺织检测中获得了广泛应用, 以工业扫描仪验布系统代替人工视觉, 实现对纺织品的自动检测, 可以更好地提高纺织企业的自动化程度, 提高产品的正品率, 从而对国民经济的发展起到促进作用^[3]。

基于以上两点, 本研究开发一款可以配套超宽幅扫描仪的图像疵点检测软件, 并通过实验实现对织物表面扫描、织物数字图像校正以及对目标织物疵点检测等功能。

1 织物扫描问题分析

在超宽幅扫描仪获取图像的过程中, 由于成像系统的非线性、扫描姿态及扫描镜头与织物的相对运动等原因, 所产生的图像像元的几何位置相对于原景物图像产生的挤压、伸展、偏移和扭曲等变形, 解决这类失真问题的方法称为几何校正^[4]。超宽幅扫描仪实物如图 1 所示。

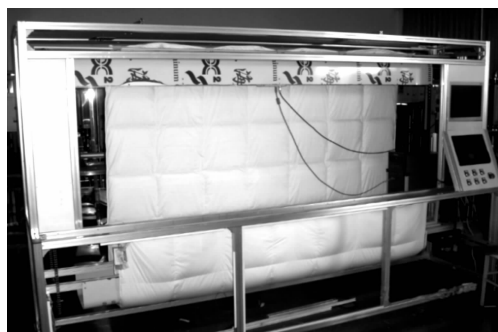


图 1 超宽幅扫描仪

此外, 在纺织工业中往往会因为纺织机械的劳损或编程程序的错误导致织物存在各种各样的瑕疵点, 包括错线、破洞、堵孔、断线等等。因此, 通过超宽幅扫描仪对目标织物与标准织物进行扫描配准、寻找目标织物的瑕疵点也是超宽幅扫描仪需要解决的问题之一。

2 图像几何校正

图像几何校正的基本方法是先建立几何校正的数学模型, 其次利用已知条件确定模型参数, 最后根据模型对图像进行几何校正。图像几何校正通常分为两

步: 首先对图像进行空间坐标变换, 然后再重新确定新像素的灰度值^[5]。

2.1 空间坐标变换

在实际操作中, 笔者先用超宽幅扫描仪获得一幅没有畸变或畸变较小的图像, 以此作为基准, 然后根据基准图像去校正几何失真图像^[6]。

将基准图像设为 $f(x, y)$, 而有较大几何畸变的图像用 $g(x', y')$ 表示, 空间坐标变化如图 2 所示, 是一种畸变情形。

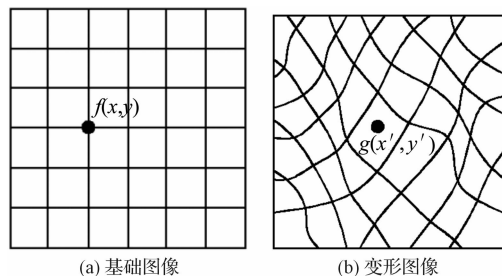


图 2 空间坐标变化

两幅图像几何畸变的关系可以用下列解析式来描述:

$$\begin{cases} x' = h_1(x, y) \\ y' = h_2(x, y) \end{cases} \quad (1)$$

通常和可用多项式来近似表示:

$$x' = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^{n-i} a_{ij} x^i y^j \quad (2)$$

$$y' = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^{n-i} b_{ij} x^i y^j \quad (3)$$

如此, 便可以用基准图与畸变图的采样点来确定函数和, 以便整幅图像的像素点变换坐标。

2.2 双线性灰度内插

双线性内插法是利用待求点 4 个相邻像素的灰度在二方向上做线性内插, 双线性内插法如图 3 所示。

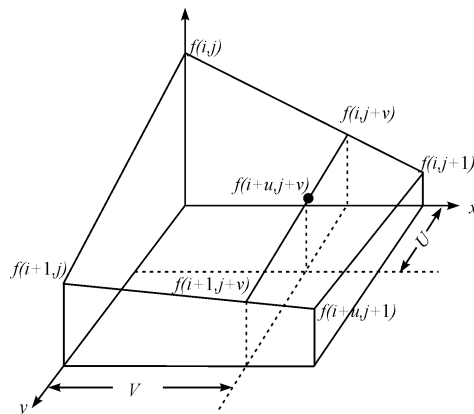


图 3 双线性内插法

下面推导待求像素灰度值的计算式^[7]。

对于 $(i,j+v)$,有:

$$f(i,j+v) = [f(i,j+1) - f(i,j)]v + f(i,j) \quad (4)$$

对于 $(i+1,j+v)$,有:

$$f(i+1,j+v) = [f(i+1,j+1) - f(i+1,j)]v + f(i+1,j) \quad (5)$$

对于 $(i+u,j+v)$,有:

$$f(i+u,j+v) = [f(i+1,j+v) - f(i,j+v)]u + f(i,j+v) = (1-u)(1-v)f(i,j) + (1-u)vf(i,j+1) + u(1-v)f(i+1,j) + uvf(i+1,j+1) \quad (6)$$

该方法具有低通滤波性质,使高频分量受损,图像轮廓有一定模糊,但没有灰度不连续的缺点,结果令人满意。

2.3 几何校正方法

设恢复的图像像素在基准坐标系为等距网格的交叉点,从网格交叉点坐标 (x,y) 出发,根据下式和若干已知点,求解未知数:

$$\begin{cases} x' = h_1(x,y) = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^{n-i} a_{ij}x^i y^j \\ y' = h_2(x,y) = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^{n-i} b_{ij}x^i y^j \end{cases} \quad (7)$$

据此推算出各网格点在已知畸变图形上的坐标 (x',y') 。由于 (x',y') 一般不为整数,不会位于畸变图像像素中心,因而不能直接确定该点的灰度值,而只能由该点在畸变图像的周围像素灰度值内插求出,将它作为对应像素 (x,y) 的灰度值,从而获得校正图像,以备下一步图相配准及查找织物疵点。

3 图像配准

图像配准就是将不同时间、不同传感器或不同条件下(天候、照度、摄像位置和角度等)获取的两幅或多幅图像进行匹配、叠加的过程。本研究将图像配准计算应用于超宽幅扫描仪的织物扫描图像,来进行织物疵点的监测^[8-9]。

基于灰度信息的图像配准方法一般不需要对图像进行复杂的预先处理,而是利用图像本身具有灰度的一些统计信息来度量图像的相似程度。

该方法的基本思路^[10]是:将标准织物图像 T (大小为 $N \times N$,单位:像素)叠放在目标织物图像 S (大小为 $M \times M$,单位:像素)上滑动,标准织物图像覆盖下的那块目标织物图像为子图 $S^{i,j}$, i,j 为 T 左上角象点 A 在 S 中的坐标,比较 T 和 $S^{i,j}$ 的灰度信息即可寻找标准织物图像和目标织物图像的差异点,即找到目标织物

的瑕疵点。配准原理图如图4所示。

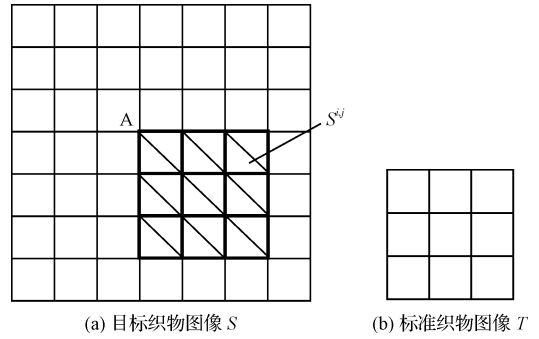


图4 配准原理图

4 实验结果

该设计利用 TWAIN 协议接口从超宽幅扫描仪设备上获取织物静态图像,其软件结构流程如图5所示。

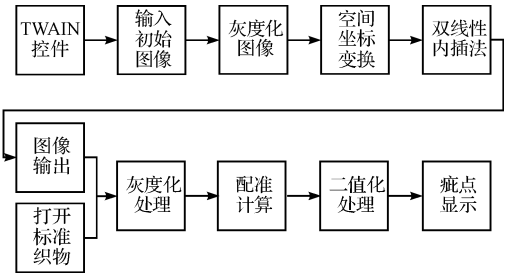
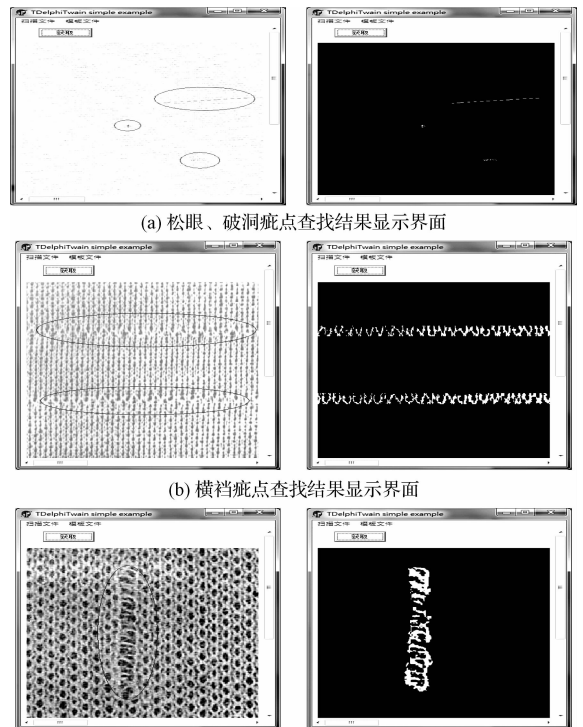


图5 图像处理流程图

疵点检测实验结果如图6所示。



(c) 漏针疵点查找结果显示界面

图6 实验结果

5 结束语

本研究通过对超宽幅扫描仪在工业扫描过程中遇到的几何失真及织物疵点识别的介绍,引出对数字图像失真校正及图相配准的研究,利用数字图像的像素空间坐标变换和像素灰度内插法对失真图像进行校正处理,并通过基于灰度化的图相配准计算进行织物疵点检测。通过对织物进行检测实验,证实了该软件能够准确地得到织物疵点信息,且方便技术人员操作,对织造检测行业具有一定的意义。

扫描检测技术应用前景广阔,但是,目前国内超宽幅扫描仪市场尚未成熟,织物检测关键技术的研究状况仍处于初级阶段,尚需进一步提高自动检测技术水平。

参考文献 (References) :

- [1] 李立轻,黄秀宝. 图像处理用于织物疵点检测的研究进展[J]. 东华大学学报:自然科学版,2002,28(4):118-112.

- [2] 孙文立,刘金珠,金宏健. 一种基于图像处理技术的坯布疵点检测及评估方法[J]. 纺织机械,2012(4):54-56.
- [3] 刘君杰,赵晓娣. 图像处理技术在纺织品评定中的应[J]. 毛纺科技,2005(11):50-54.
- [4] 崔洪州,孔 渊,周起勃,等. 基于畸变率的图像几何校正[J]. 应用光学,2006,27(3):183-185.
- [5] 杨大力,翁正新. 图像校正技术的研究及应用[J]. 控制工程,2008,15(5):168-171.
- [6] 张 金,成媛媛,李 洋,等. 一种基于虚拟键盘图像坐标变换的几何失真校正方法[J]. 计算机应用与软件,2012,29(6):84-88.
- [7] 曹亚君,邵玉兰. 基于双线性内插的图像处理算法及其优化[J]. 中州大学学报,2012,29(3):111-113.
- [8] 谢永胜,余正生. 图像快速配准算法的改进[J]. 机电工程,2010,27(2):36-38.
- [9] 唐雪莲,毕明德,孙志刚. 基于支持向量机的布匹图案匹配算法设计[J]. 机电工程,2011,28(12):1523-1526.
- [10] TSAI D M, LIN C T. Fast normalized cross correlation for defect detection[J]. **Pattern Recognition Letters**,2003,24(15):2625-2631.

[编辑:李 辉]

(上接第 887 页)

参考文献 (References) :

- [1] MANOCHA D, CANNY J F. Efficient inverse kinematics for general 6R manipulator[J]. **IEEE Transactions on Robotics and Automation**,1994,10(5):648-687.
- [2] 李友虎,叶伯生,朱志红. 基于几何法的机器人运动学逆解[J]. 武汉船舶职业技术学院学报,2002(1):9-11.
- [3] NEPPALLI S, CSENCISITS M A, JONEB B A. A geometrical approach to Inverse Kinematics for Continuum manipulators[C]// *Intelligent Robot and systems*,2008:3565-6570.
- [4] KARLIK B, AYDIN S. An improved approach to the solution of inverse kinematics problems for robot manipulators[J]. **Engineering Applications of Artificial Intelligence: The International Journal of Intelligent Real-Time Auto-**

mation,2000,13(2):159-164.

- [5] 刘永超,黄玉美,王效岳,等. 基于遗传算法的机器人运动学逆解[J]. 机器人,1998,20(6):421-426.
- [6] 王 伟,谢明红,周国义. 6-DOF 工业机器人逆解优化及其工作空间的研究[J]. 机械与电子,2011(1):57-60.
- [7] 卓扬娃,白晓灿,陈永明. 机器人的三种规则曲线插补算法[J]. 装备制造技术,2009(11):27-29.
- [8] NIKU S B. *Introduction to Robotics: Analysis, Systems, Applications*[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry,2004.
- [9] PIEPER D L. *The kinematics of manipulators under computer control*[D]. Stanford: Stanford University college of Engineer,1968:151-157.
- [10] 殷际英,何广平. 关节型机器人[M]. 北京:化学工业出版社,2003.

[编辑:李 辉]