

一种通用的机织物密度图像自动识别方法

武银飞 李桂付 周红涛 赵磊

(盐城工业职业技术学院,江苏盐城,224005)

摘要: 探讨一种通用的机织物经密纬密图像自动识别方法。采用数字图像处理技术采集机织物彩色图像,经图像灰度化、经纱纬纱方向纠偏、经纱纬纱亮度投影曲线、漏检与去异常点、单根经纱纬纱分割等步骤,最终实现机织物经密纬密的自动识别,根据相邻纱线间隙位置差与均值的比值实现纱线颜色突变漏检与去异常点。结果表明:颜色突变系数、异常点突变系数能准确实现漏检和去异常点,实现单根纱线正确分割,图像法测量准确度高、速度快、效率高。认为:该图像自动识别方法对素色机织物、单色机织物、多色机织物及印花织物均有较好的适应性。

关键词: 素色机织物;单色机织物;多色机织物;图像处理;织物密度

中图分类号: TS101.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-7415(2022)03-0024-04



OSID 码

A General Image Automatic Recognition Method of Woven Fabric Density

WU Yinfei LI Guifu ZHOU Hongtao ZHAO Lei

(Yancheng Polytechnic College, Yancheng, 224005, China)

Abstract A general image automatic recognition method of warp density and weft density was discussed. Color image of woven fabric was collected by digital image processing technology, automatic recognition of warp density and weft density was finally realized through the steps of image graying, warp and weft direction correction, warp and weft brightness projection curve, missed detection and removal of abnormal points, and single warp and weft segmentation. According to the ratio of position difference of adjacent yarn gap to the mean value, the yarn color mutation missed detection and abnormal points removal were realized. The results showed that color mutation coefficient and abnormal point mutation coefficient could accurately realize the missed detection and removal of abnormal points, and realize the correct segmentation of single yarn. The image method had the advantages of higher accuracy, higher speed and higher efficiency. It is considered that the image automatic recognition method have better adaptability to plain woven fabric, monochrome woven fabric, multicolor woven fabric and printed fabric.

Key Words plain woven fabric, monochrome woven fabric, multicolor woven fabric, image processing, fabric density

在纺织企业生产中,织物密度是织物结构参数检测中非常重要的一项,需要计数单位长度内的纱线根数。传统的人工分析方法依赖于检测人员,利用人眼直接观察或借助照布镜、密度镜辅助计数完成织物经密纬密的测定,但检测过程主观性强,容易使人产生疲劳,效率低,且容易出错。

基金项目:江苏省高等教育产教融合集成平台建设计划项目(苏教职函[2019]26号);江苏省高等教育高水平专业群建设项目-现代纺织技术专业群;2020年江苏高校“青蓝工程”——中青年学术带头人资助项目(苏教师函[2020]10号);2020年江苏省高职院校教师专业带头人高端研修;2020年盐城工业职业技术学院校级科研课题(ygy2003)

作者简介:武银飞(1984—),男,讲师,ycfywyf07@126.com

收稿日期:2021-10-25

有关数字图像处理机织物密度的自动测量方法研究:潘如如等^[1]借助织物图像的亮度投影曲线,利用区域排查法找出纱线间隙位置,求出织物经密纬密;景军锋等^[2]利用相邻纱线颜色突变检测水平和垂直方向的边缘,借助子图像方差投影与相关系数获得机织物经密纬密;王庆涛等^[3]、孙亚峰等^[4]都是利用傅里叶变换从频谱图上获取纱线间距离间接求取经密纬密;李立轻等^[5]、何峰等^[6]利用小波变换计算织物经密纬密;李晓慧等^[7]通过自适应选择结构元素,利用数学形态学获得织物密度;王凯等^[8]在织物图像灰度值分布基础上,探讨了织物经密纬密对重构图像误差的影响;周果等^[9]借助亮度投影曲线和误差处理方法获取织物密度等。上述算法存在算法复杂、流程长、适应范

围有限等不足。本研究提出了一种通用的机织物密度图像自动识别方法,扩展了适用范围,对素色机织物、单色机织物、多色机织物与印花机织物都是适用的,同时也提高了检测结果的准确性,且运算速度快,算法鲁棒性好,能够满足实际生产的需要。

1 图像法织物密度自动识别流程

机织物是由相互垂直的经纱纬纱系统按照一定的沉浮规律交织而成,呈水平或幅宽方向的为纬纱,垂直或长度方向的为经纱,分为素色机织物、单色机织物、多色机织物和印花机织物。素色机织物的经纱纬纱系统是未染色,呈纤维本来的颜色;单色机织物的经纱纬纱系统均为同一种颜色;多色机织物的经纱系统、纬纱系统、或经纱纬纱系统由多种不同颜色的纱线排列交织而成;印花机织物则为在织物表面印有花纹。采用数字图像法实现机织物经密纬密自动识别流程:采集机织物表面彩色图像→图像灰度化→经纱纬纱方向纠偏→经纱纬纱亮度投影曲线→漏检与去异常点→单根经纱纬纱分割图像→计算经密纬密。

2 图像采集与灰度化

借助衬板(纱线摇黑板机配件),利用 Canon LIDE 400 型平板扫描仪采集机织物表面图像,颜色空间为 RGB 模式,分辨率为 1 200 dpi,在采集过程中尽可能将织物摆正,通过 MatLab R2017a 软件读取图像,并利用经验公式(1)转成灰度图像,见图 1。

$$V(i,j)=0.2989 \times R(i,j)+0.587 \times G(i,j)+0.114 \times B(i,j) \quad (1)$$

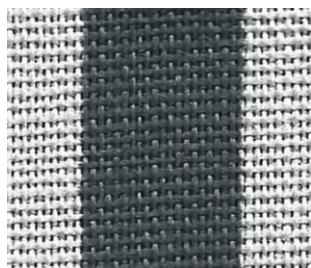


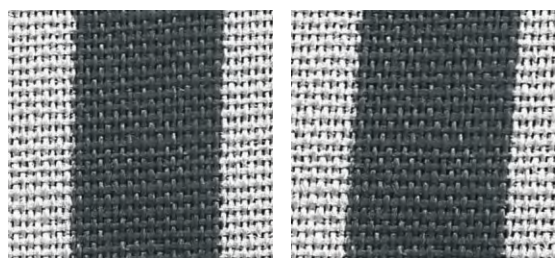
图 1 机织物灰度图像

图像对应为二维数组,行数表示图像的高度,列数表示图像的宽度,像素点灰度值为 0~255,

值小为黑色,值大呈白色。

3 经纱纬纱方向纠偏

由于纱线本身粗细不匀、织造设备状态及工艺参数等因素影响,使得经纱纬纱并非完全垂直相交,为保证获得准确的经密纬密,需经纱纬纱单独纠偏。因扫描时纱线条干部分反射能量高,灰度值大,而纱线间隙反射能量小,灰度值小,结合机织物纹理特点纠偏后纱线间隙点的连线处于垂直或水平方向上^[10],获取经纱方向纠偏后图像 $T(x,y)$,见图 2(a),像素尺寸为 $M_1 \times N_1$,其中 x,y 为 T 行、列坐标取值($1 \leq x \leq M_1, 1 \leq y \leq N_1$);纬纱方向纠偏后图像 $T'(x,y)$,见图 2(b),像素尺寸为 $M_2 \times N_2$,其中 x,y 为 T' 行、列坐标取值($1 \leq x \leq M_2, 1 \leq y \leq N_2$)。



(a) 经纱方向 (b) 纬纱方向

图 2 纠偏后图像

4 漏检与去异常点

根据公式(2)、公式(3)计算机织物经向、纬向的亮度投影曲线 $P(y)$ 与 $P'(x)$,分别采用 1×3 模板与 3×1 模板均值滤波,去除噪声等信号,实现曲线平滑。

$$P(y)=\frac{1}{M_1} \sum_{x=1}^{M_1} T(x,y) \quad (2)$$

$$P'(x)=\frac{1}{N_2} \sum_{y=1}^{N_2} T'(x,y) \quad (3)$$

首先经纱,根据机织物表面图像反射原理,经纱亮度投影曲线波谷所对应的位置即为纱线间隙位置。提取方法:若投影曲线 $P(y)$ 连续 5 点位置满足 $P(y-2) > P(y-1) > P(y)$,且 $P(y) < P(y+1) < P(y+2)$, $2 < y < N_1 - 2$,则记录 y 纱线间隙位置至数组 Gd ,试验发现在颜色突变位置(纱线间隙波谷)有时会漏检,非波谷位置也存有异常点现象,见图 3 和图 4,针对该问题逐一解决。

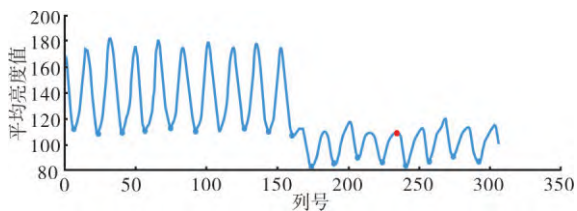


图 4 非波谷位置的异常点

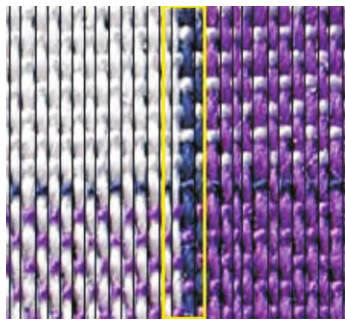


图 3 纱线颜色突变位置漏检

纱线间隙漏检的操作步骤:将数组 Gd 相邻两项求差存入数组 $Gds1$,并计算数组 $Gds1$ 均值设为 M_1 ;依次从数组 $Gds1$ 提取每项 $Gds1(i)$,如果 $Gds1(i)/M_1 > K$ (K 为颜色突变系数,经验值取 1.5),说明 i 点位置有漏检并记录,直至最后一项;对记录的各 i 漏检点在原数组 $Gd(i)$ 与 $Gd(i+1)$ 之间加入一新位置点,值为两者均值取整,获取漏检调整后的数组 Gd 。

非波谷位置去异常点操作步骤:对漏检调整后的数组 Gd 重新计算相邻两项差并存入数组 $Gds2$,计算数组 $Gds2$ 均值设为 M_2 ;依次从数组 $Gds2$ 提取每项 $Gds2(i)$,如果 $Gds2(i)/M_2 < L$ 且 $Gds2(i+1)/M_2 < L$ (L 为异常点突变系数,经验值取 0.7),说明 $i+1$ 位置为异常点并记录;对记录的各 $i+1$ 异常点位置在漏检调整后的数组 Gd 移除。

最终经漏检和去异常点后的经纱间隙位置曲线见图 5,可知图 4 中的非波谷位置异常点已去除,进而获得单根经纱分割图像,按照上述步骤即可获得漏检和去异常点后纬纱间隙位置曲线和单根纬纱分割图像。

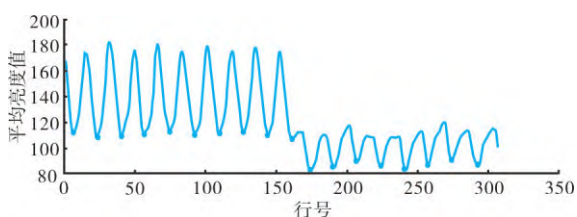


图 5 漏检和去异常点后的经纱间隙位置

5 织物密度

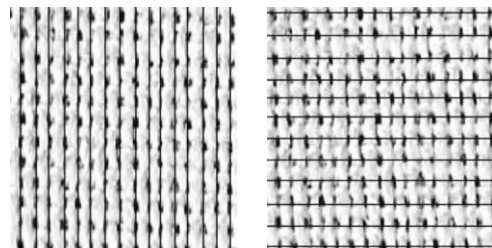
按照机织物经密纬密的定义,重新对纱线漏检和去异常点后的数组 Gd 相邻两项求差取均值记为 B 与 C ,即代表 1 根经纱和纬纱所占像素点数,根据图像分辨率 D ,即 2.54 cm 所具有的像素点数,带入公式(4)与公式(5),即可获得机织物经密 P_T (根/10 cm)与纬密 P_W (根/10 cm)。

$$P_T = \frac{10 \times D}{B \times 2.54} \quad (4)$$

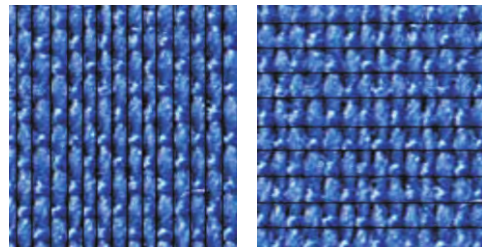
$$P_W = \frac{10 \times D}{C \times 2.54} \quad (5)$$

6 实例分析

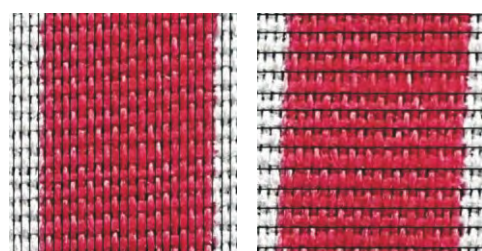
将生产的素色机织物、单色机织物、多色机织物和印花织物(竖条涂上颜色,呈现条格效果)进行试验,先用本研究的图像法自动识别织物的经密纬密,采集彩色图像,经图像灰度化、经纱纬纱方向纠偏、经纱纬纱亮度投影曲线、漏检与去异常点、单根经纱纬纱分割图像与计算织物密度获得的单根经纱纬纱分割图像见图 6。图 6 中左边为单根经纱分割,右侧为单根纬纱分割。



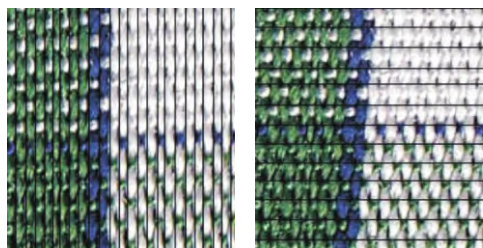
(a) 素色机织物



(b) 单色机织物



(c) 印花机织物



(d)多色机织物

图 6 不同机织物单根经纬纱分割图像

扫描仪采集每个品种不同部位 6 幅图像,计算平均值作为图像法经密纬密,为检验其识别结果的准确程度,后采用人工借助织物密度镜核对,获得的数据见表 1。从表 1 中可知,图像法与人工法测试相当,相对误差在 1% 以内,在实际生产中是可以接受的,可以代替当前人工法进行检测,且图像法自动测量准确度高、速度快,从读入图像到出结果仅需 30 s 左右,可用于实际测量。

表 1 图像法与人工法织物密度检测结果

样品编号	经密/[根·(10 cm) ⁻¹]		经密相对误差 /%	纬密/[根·(10 cm) ⁻¹]		纬密相对误差 /%
	图像法	人工法		图像法	人工法	
素色 1	410.8	409.6	0.29	283.8	284.7	0.32
素色 2	321.7	322.7	0.31	210.4	211.1	0.33
单色 1	515.7	516.7	0.19	268.0	266.6	0.53
单色 2	428.6	430.8	0.51	217.2	215.4	0.84
印花 1	481.8	479.8	0.42	295.2	293.4	0.61
印花 2	435.8	436.7	0.21	234.9	235.7	0.34
多色 1	583.1	581.6	0.26	282.6	280.7	0.68
多色 2	590.5	592.7	0.37	278.8	276.8	0.72

7 结语

因纱线本身粗细不匀、织造设备状态及工艺参数等因素的影响,机织物经纱纬纱并非是完全垂直的。利用机织物纹理特点完成经纱纬纱方向单独纠偏,以经纱纬纱亮度投影曲线为基础,利用纱线相邻间隙位置差与其均值的比值,引入颜色突变系数、异常点突变系数能准确实现漏检和去异常点,正确查找纱线间隙位置,完成单根纱线分割,从而实现机织物经密纬密的自动识别。结果表明:图像法自动测量准确度高、速度快,单幅图像从读入到呈现结果只需要 30 s 左右;且对素色机织物、单色机织物、多色机织物与印花机织物均有很好的适应性,相对误差在 1% 以内,可以代替当前人工法进行检测;但对高紧度机织物、复杂印花机织物等仍有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] 潘如如,高卫东.基于图像处理的机织物密度的高精度识别[J].纺织学报,2008,29(11):128-131.
- [2] 景军锋,张星星.基于方差投影与相关系数的色织物密度检测[J].毛纺科技,2018,46(11):89-93.
- [3] 王庆涛,马崇启,高雨田,等.基于频域特征点提取的素色机织物密度识别算法[J].纺织学报,2014,35(4):47-51.
- [4] 孙亚峰,陈霞,王新厚.机织物密度的计算机自动识别[J].东华大学学报(自然科学版),2006(2):83-88.
- [5] 李立轻,陈霞,黄秀宝.基于自适应正交小波的机织物密度自动检测的研究[J].东华大学学报(自然科学版),2005(1):63-65,71.
- [6] 何峰,李立轻,徐建明.基于自适应小波变换的织物密度测量[J].纺织学报,2007,28(2):32-35.
- [7] 李晓慧,王跃存,刘丽杰,等.基于数学形态学的织物密度分析方法[J].天津工业大学学报,2006(5):31-33,37.
- [8] 王凯,吴莹,周建,等.机织物密度对字典学习纹理表征的影响[J].纺织学报,2017,38(7):142-147.
- [9] 周果,李湘宁,徐欢,等.基于摄像头采集和图像处理的机织物密度检测[J].上海理工大学学报,2007(2):171-174.
- [10] 潘如如,高卫东,张星焯.机织物图像的高精度纠偏及效果验证[J].纺织学报,2008,29(4):51-53,57.