

基于图像处理的梭织物密度分析检测

潘全¹,殷正雄²,金凡¹,何瑜³

(1.湖北省纤维检验局,湖北武汉 430061;

2.武汉妙微科技有限公司,湖北武汉 430074;

3.湖北大学 化学与化工学院,湖北武汉 430062)

摘要:针对梭织物密度检测中存在的问题,提出一种基于图像处理的梭织物密度智能分析系统。该系统通过取像装置采集样品高清实时图像,对图像进行自动标定、分割及矫正,计算并输出织物样品的经纬向根数测定结果。与人工测量相比,智能分析系统的检测结果相对偏差小于5%,表明该方法适用于梭织物密度的自动分析检测。

关键词:图像处理;机织物;织物密度;分析检测

中图分类号:TS 101.9

文献标志码:A

文章编号:1673-0356(2022)03-0033-04

梭织物密度是用来描述单位长度内织物所含有的经纬纱根数,分为经向密度和纬向密度,一般以根/10 cm表示^[1]。织物密度作为衡量织物物理性能的重要指标之一,直接影响织物的外观、风格、功能(如透气性、耐磨性、保暖性能)等重要属性^[2]。

梭织物密度测定一般采用GB/T 4668—1995《机织物密度的测定》。标准规定了3种方法,分别是织物分解法、织物分析镜法和移动式织物密度镜法。由于3种方法均由人眼主观检测,在日常检测过程中我们发现了一些实际问题和难点,见表1。面对织物密度大批量检测需求,传统人工检测结果具有主观性、工时多、效率低、误差大等缺点^[3-4],难以满足行业市场的检测需求。

表1 GB/T 4668—1995《机织物密度的测定》

标准中的3种检测方法及其存在的问题

检测方法	存在的问题和难点
织物分解法	拆分测量过程耗时长,效率低
	对于纱线强度低的织物,容易断裂,导致拆分困难
织物分析镜法 /移动式织物密度镜法	对于深色织物,容易边界混淆产生测量误差
	对于高支高密度的织物,容易用眼疲劳和主观统计产生测量误差
	对于少部分织物组织较复杂、没有明显组织循环的织物,存在人员经验和技术的局限性

近几年,伴随着人工智能的高速发展和深度学习技术的日趋成熟,结合检测市场存在的问题,目前已有

许多利用图像处理技术来检测织物密度的研究方法相继出现^[5-6],例如利用平行光栅中的莫尔条纹测量织物经纬密度^[7];利用Radon变换和能量曲线对织物图像进行分解和重构,结合小波变换的图像处理方法^[8]等。采用深度学习的方法对梭织物样品图像进行经纬向自动标定、分割和矫正,通过图像处理技术分析和计算经纬纱数量,并换算出标准单位长度内的纤维根数,完成梭织物密度测试结果的自动输出。该方法有效克服了传统人工检测中效率低、人工成本高、主观误差大等缺点,实现梭织物密度的自动化测量。另外,针对不同织物样本采用智能分析系统与人工检测结果进行对比分析,进一步验证了该测试方法的准确性。

1 基于图像处理的梭织物密度分析系统

1.1 技术原理流程

基于图像处理的梭织物密度自动化分析系统包括控制模块、算法模块和实验结果管理模块。具体步骤为:控制模块通过取像装置采集样品高清实时图像,再由算法模块通过标尺目标进行自动化标定,自动化标定完成后,对织物样品图像进行分割,利用直线检测方法对分割后的图像进行水平矫正,并将矫正后的图像结果进行经纬纱计数。由试验结果管理模块换算出标准单位长度内的纤维根数,完成织物密度试验结果自动输出。具体技术原理流程如图1所示。

1.2 标尺的标定与算法

1.2.1 标尺的样品标定

将标尺放在待检织物样品上,织物的经纬纱尽量与图像的边缘保持平行,将放有标尺的织物移动至高清

收稿日期:2021-11-04

基金项目:国家市场监督管理总局科技计划项目(2020MK063)

第一作者:潘全(1985—),男,高级工程师,硕士,从事纺织品及服装检验检测工作。

一体机下,系统分析装置的控制模块,获取一幅清晰图像,通过实时生成待分析数据,直至当前场景取图完成,并将获取的清晰影像输出给算法模块;算法模块的标尺标定算法单元进行自动标定并记录标定结果,然后取走标尺,所述标尺即为单个像素对应的实际距离单位,单位是 μm 或 mm 。标尺示意图如图2所示。

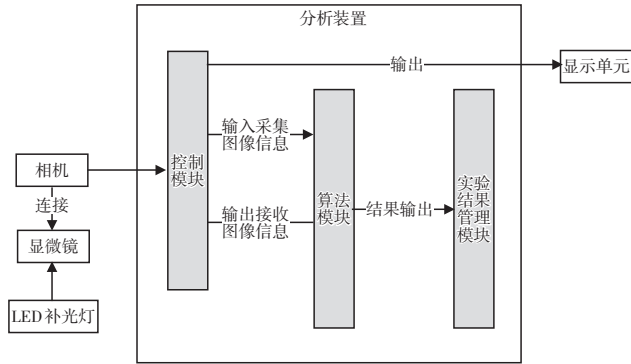


图1 织物密度自动化分析系统技术原理流程图

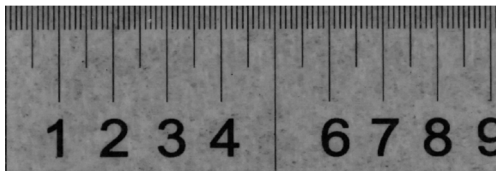


图2 标尺示意图

1.2.2 标尺图像的标定算法

标尺图像的标定是指根据图像中标尺的实际刻度,结合标尺图像的分辨率,换算出每个像素对应的实际刻度值,具体计算方法如图2所示,图2中的每个单元格对应长度为 L mm, L 根据实际标尺的最小分辨率进行选择(如 $L=0.1$ mm),根据标尺的最小分辨率得出图中的完整单元格数量为 N 格(如图2所示为91格),单元格相对应的像素数量为 M , M 为根据成像设备的分辨率进行选择(如 $M=1\ 000$ 个像素),那么可以按照公式(1)计算得出标尺图像中每个像素对应的实际长度 C 。

$$C = \frac{L \times N}{M \times 10} \quad (1)$$

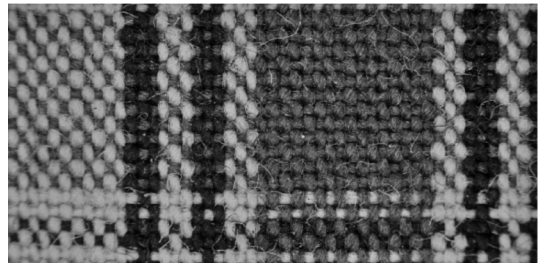
式中: C ——标尺图像中每个像素对应的实际长度,cm/像素; L ——标尺的最小分辨率,mm; N ——标尺图像中的完整单元格数量,个; M ——单元格对应的像素数量,像素。

1.3 图像的标注与分割

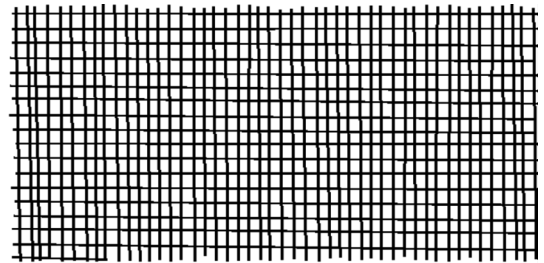
研究了梭织物密度检测中常见的2种织物结构(平纹和斜纹),均需按照织物实际的编织工艺方式对

织物图像进行数据标注。

数据标注完成后,算法模块通过深度学习的方法对数据进行分割模型训练,利用获取到的分割模型对待测织物图像进行图像分割,得到分割的二值图像。平纹织物图像分割前后对照如图3所示,斜纹织物图像分割前后对照如图4所示。

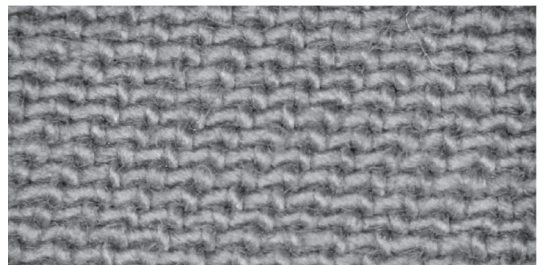


(a) 平纹织物原样采集图

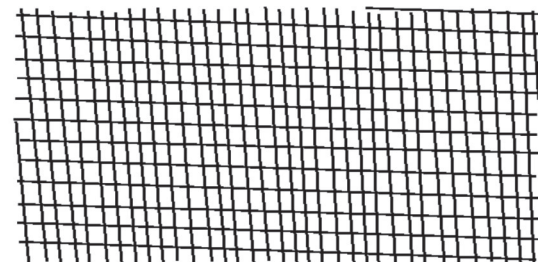


(b) 平纹织物分割二值图

图3 平纹织物图像分割前后对照图



(a) 斜纹织物原样采集图



(b) 斜纹织物分割二值图

图4 斜纹织物图像分割前后对照图

图3(a)和图4(a)分别为2种织物结构的原样采集图,图3(b)和图4(b)分别为2种织物结构经过分割处理后的二值图。通过对照发现,梭织物密度智能检

测系统能够针对不同结构类型的织物样品采集图像通过算法模块进行有效准确的识别、采集及二值化处理,得到分割后的清晰二值图像。

1.4 经纬向根数的计算方法

以纬向根数计算为例:选取二值图(图5)中纬向的一根纤维,计算图5中标记为A的方框(A方框区域为该行中的所有完整纤维区域)中的单元格数量,记为 D (单位:个),其中A方框区域的宽度为 W (单位:像素),对应的纬向根数即为 D 根。经向的计算根数方法与纬向类似。二值图纬向根数计算方式示意图如图5所示。

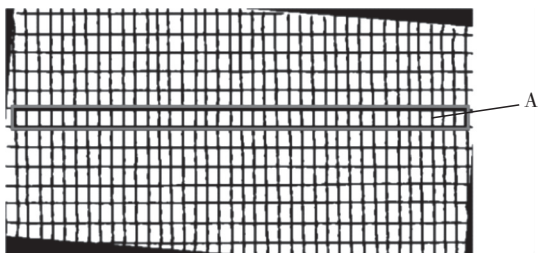


图5 二值图纬向根数计算方式示意图

1.5 数据结果的输出

由试验结果管理模块将织物样品的经纬向密度计数结果换算为cm(或英寸)对应的根数,最后系统输出最后的经纬向结果。公式(2)为纬向1cm对应根数的计算公式。

$$G = \frac{D}{W \times C} \quad (2)$$

式中: G ——1cm对应的纬向根数,根/cm;
 D ——二值图中指定区域内纬向纤维对应的单元格数,个;
 W ——二值图中指定区域内像素的宽度,像素;
 C ——标尺图像中每个像素对应的实际长度,cm/像素。

2 样品的取样与结果计算

依据GB/T 4668—1995《机织物密度的测定》,对试验样品按照方法要求准确取样,以保证样品的代表性和均匀性。

由于织物的纺织工艺不可能完全均匀,同一块织物,测量不同位置,得到的测量结果不可能完全一致。为了保证最终所测结果的客观性和准确性,试验取5个不同的部位多次测量并求出平均值,计算结果保留至小数点后一位。

3 测试结果及比对分析

选取10个梭织物样品,分别采用系统检测方法和人工检测法进行测试和比对,结果见表2。

表2 系统检测与人工检测织物密度结果对比

样品 编号	经密/(根·(10 cm) ⁻¹)		经密 相对 偏差/%	经密/(根·(10 cm) ⁻¹)		经密 相对 偏差/%
	系统检测	人工检测		系统检测	人工检测	
1	183.1	185.4	-1.25	179.2	180.2	-0.54
2	275.3	277.0	-0.61	255.1	258.1	-1.16
3	399.4	392.6	1.73	397.6	390.2	1.90
4	506.0	500.8	1.04	204.2	206.4	-1.07
5	534.7	530.2	0.85	232.0	230.6	0.61
6	563.1	558.3	0.86	286.3	284.8	0.53
7	590.0	596.0	-1.01	375.2	372.4	0.75
8	608.5	615.6	-1.15	339.8	333.2	1.98
9	716.5	725.3	-1.21	349.6	352.8	-0.91
10	750.3	768.5	-2.37	388.7	384.2	1.17

从表2中可以看出,2种检测方法的测试结果相对偏差均在±5%以内(其中经向密度:-2.37%~1.73%,纬向密度:-1.16%~1.98%)。表明智能分析系统与人工测试结果基本一致,适用于梭织物密度的分析测试。值得注意的是,对于编号为8、9、10的样品,随着经密的逐渐增加,与人工测试结果的相对偏差也在增大,但结果仍在可靠的范围内,说明该方法能够满足从低密到高密织物样品的分析检测。

4 结束语

介绍了一种基于图像处理的梭织物密度智能分析系统。该系统通过取像装置采集织物样品图像,利用算法模块对图像进行自动化标定、分割及矫正,计算出图像中经、纬纱数量,最后由试验结果管理模块换算出标准单位长度内的纤维根数,完成织物密度的自动测量。由于每个样品单次识别速度小于10s,极大提高了织物密度的检测效率,并且有效规避测量过程中因人为主观因素而导致的测量误差。

通过两种方法比对分析,智能系统检测与人工检测数据结果相对偏差小于5%。结果表明,基于图像处理的梭织物密度分析系统能够提供客观、稳定、可追溯的检测结果,同时为促进纺织品检验技术的提升、检验检测装备智能化发展和改进提供技术支持。

参考文献:

[1] 姚穆. 纺织材料学[M]. 4版. 北京:中国纺织出版社,

- 2017.
- [2] 张世全. 显微镜法快速测试织物线密度的研究[J]. 中国纤检, 2020(6):67-69.
- [3] 张惠芳, 郭斌, 何波, 等. 织物密度图像检测软件研究[J]. 中国纤检, 2019(8):84-86.
- [4] 武银飞, 徐帅, 周红涛. 基于图像处理的素色机织物密度识别[J]. 棉纺织技术, 2020, 48(12):17-20.
- [5] 赵跃鹏, 张雯丹, 徐庆坡, 等. 基于智能终端的梭织物密度视觉识别系统[J]. 天津纺织科技, 2020(1):38-41.
- [6] 孟朔, 夏旭文, 潘如如, 等. 基于卷积神经网络的机织物密度均匀性检测[J]. 纺织学报, 2021, 42(2):101-106.
- [7] 杨周, 赵杰. 利用莫尔条纹测量织物经纬密度的方法[J]. 辽东学院学报(自然科学版), 2020, 27(2):139-142.
- [8] 彭然, 胡立文, 邓中民. 基于 Radon 变换和能量曲线的机织物密度检测[J]. 棉纺织技术, 2021, 49(4):16-20.

Detection of Woven Fabric Density Based on Image Processing

PAN Quan¹, YIN Zhengxiong², JIN Fan¹, HE Yu³

(1. Hubei Province Fibre Inspection Bureau, Wuhan 430061, China;

2. Wuhan Miaowei Technology Co., Ltd., Wuhan 430074, China;

3. College of Chemistry and Chemical Engineering, Hubei University, Wuhan 430062, China)

Abstract: Aiming at the problems existing in fabric density detection, an intelligent fabric density analysis system based on image processing was proposed. The system collected the high-definition real-time image of the samples through the image pickup device, and then automatically calibrated, segmented and corrected the image, finally calculated and outputted the measurement results of the number of warp and weft elements of the fabric samples. Compared with manual measurement, the relative deviation of the detection results of the intelligent fabric density analysis system was less than 5%. The results showed that the method was suitable for automatic detection of fabric density.

Key words: image processing; woven fabric; fabric density; detection

(上接第 13 页)

- [20] ZHANG H, ZHANG G, LI J, et al. Lightweight, multi-functional microcellular PMMA/Fe₃O₄@MWCNTs nanocomposite foams with efficient electromagnetic interference shielding[J]. *Composites Part A: Applied Science & Manufacturing*, 2017, 100:128-138.
- [21] 李昕阳. 碳纳米材料增强热塑性弹性体及其微孔泡沫的力学与电磁屏蔽性能研究[D]. 济南:山东大学, 2021.
- [22] 李建通. 环氧树脂/碳纳米复合材料的微孔发泡及其电磁屏蔽性能研究[D]. 西安:西北工业大学, 2018.
- [23] 李伟, 郑然, 方敬. 超薄导电泡棉的特性研究[J]. 安全与电磁兼容, 2017(3):55-57.
- [24] 陈芬, 杨春明, 张学芬, 等. 聚苯胺/聚氨酯导电海绵的制备及其性质研究[J]. 湖南师范大学自然科学学报, 2011, 34(2):42-47.
- [25] 王宏, 姚姗姗, 金范龙. 石墨烯复合材料的微观结构对电磁屏蔽效能影响的研究进展[J]. 广州化工, 2021, 49(6):6-10.
- [26] 李昕阳. 碳纳米材料增强热塑性弹性体及其微孔泡沫的力学与电磁屏蔽性能研究[D]. 济南:山东大学, 2021.
- [27] 王慧. PVDF 基复合材料的微观结构设计及电磁屏蔽性能研究[D]. 合肥:中国科学技术大学, 2018.
- [28] 何灵欣. 水性聚氨酯/二维黑磷复合材料设计及其阻燃和电磁屏蔽性能研究[D]. 合肥:中国科学技术大学, 2021.
- [29] 盛澄成, 徐阳, 魏取福. 双面结构电磁屏蔽材料的制备及性能研究[J]. 化工新型材料, 2018, 46(1):64-67.

Research Progress of Electromagnetic Shielding Materials and Structures

WANG Yuting, LUO Shiqi, YANG Qifan, ZHAO Jieyun, DONG Jiahui, XU Yang*

(College of Textile Science and Engineering, Jiangnan University, Wuxi 214000, China)

Abstract: The electromagnetic shielding mechanism was introduced. The common electromagnetic shielding that included materials and structures were summarized. The recent research on the preparation and application of electromagnetic shielding materials was reviewed. The development trend of electromagnetic shielding materials was pointed out.

Key words: electromagnetic shielding; shielding material; research status