

文章编号 :0253-9721(2006)10-0046-04

基于 LabVIEW 的织物平整度等级客观评定系统

陈慧敏,张渭源,单张敬,杨明

(东华大学,上海 200051)

摘 要 织物的平整度对于评价其外观而言是一个重要的参考指标。利用虚拟仪器技术的优势,实现了织物表面几何信息的 3D 捕获、处理和显示,合理构建了反映织物表面褶皱程度的特征值,结合 MatLab 的神经网络模块,客观评价了织物的平整度等级。实验表明,所建立的织物平整度等级客观评级系统的可靠性达 90% 以上。

关键词 平整度;等级;客观评定;织物;LabVIEW;MatLab

中图分类号:TS107 文献标识码:A

Objective evaluation of fabric smoothness grade based on LabVIEW

CHEN Hui-min, ZHANG Wei-yuan, SHAN Zhang-jing, YANG Ming

(Donghua University, Shanghai 200051, China)

Abstract The fabric smoothness grade is very important for its aesthetic appearance. In this paper, a new method for objective evaluation of the fabric smoothness was proposed, which utilized the grating scanning method and virtual technologies, realized capture, processing and display of 3D information of the fabric surface contour, and obtained the characterization values reflecting the wrinkled degree of the fabric surface. And coupled with MatLab artificial neural networks model based on LabVIEW, objective evaluation of fabric smoothness grade was accomplished. The experimental results revealed that its reliability reaches 90%.

Key words smoothness; grade; objective evaluation; fabric; LabVIEW; MatLab

目前,国际上对织物平整度等级的评定方式主要采用标样对照法,如美国 AATCC 124—2001 标准^[1]是在特定的暗室内由专业人员进行试样的比照评级,共分 1、2、3、3.5、4、5 共 6 个级别。平整度等级为 1 级的织物褶皱最明显,5 级织物的褶皱非常细小。标样对照法是评定织物平整性能的主观评价方法,是对面料定性化的总体视觉印象。由于样卡价格昂贵,评定环境苛刻,实际生产中难以普及。此外,在评定过程中,人眼存在的盲斑、心理因素对视觉效果的影响、环境对视觉的影响、人眼视觉效果的多义性和容错性等等,都是人工视觉检测中不可避免的影响因素。

我国是一个免烫纺织品的生产、出口和消费大国,但是很多免烫纺织品的生产、销售和检测等单位都不具备完善、合适的免烫标样和样照,因而也就不

能对免烫纺织品的质量进行有效的控制。质量监督部门也无法对生产和消费领域的免烫纺织品进行严格的质量监督。所以,客观评定织物或服装表面平整度等级的工作在纺织和服装生产企业显得越来越重要。

本文根据目前国内外对织物平整度等级客观评级的实际需求,建立了一个基于 LabVIEW 的织物平整度等级客观评级系统。

1 编程技术

LabVIEW(laboratory virtual instrument engineering workbench,实验室虚拟仪器集成环境)是 NI 公司(National Instruments Corporation,美国国家仪器公司)推出的一个虚拟仪器的软件开发平台,它采用 G 语

收稿日期:2006-01-04 修回日期:2006-04-04

基金项目:东华大学 2004 年度科学技术发展基金资助项目

作者简介:陈慧敏(1972-),女,汉族,讲师,博士生。主要研究方向为机械设计与纺织品智能检测。

言是将计算机硬件资源、仪器测控硬件和数据处理、图形用户界面相结合的有效工具^[2]。

LabVIEW 提供的文件 I/O 功能函数是一组功能强大、伸缩性强的文件处理工具,可以很好地实现数据的显示、处理、输出和保存;LabVIEW 支持动态数据交换(DDE)、TCP 和 UDP 网络协议等。LabVIEW 可以通过使用 DateSocket 技术、Web Server、TCP/IP 和 UDP 网络 Vis,与远程应用程序进行通信。此外,利用 MatLab Script 节点技术和 ActiveX 控件,还可以在 LabVIEW 中实现与 MatLab 的混合编程^[3],如图 1 所示。

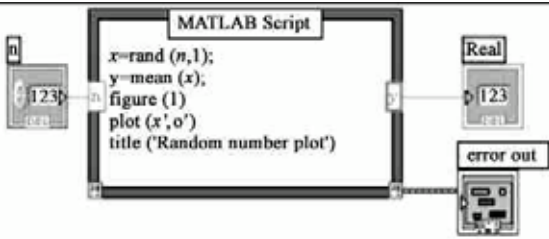


图 1 LabVIEW 与 MatLab 混合编程

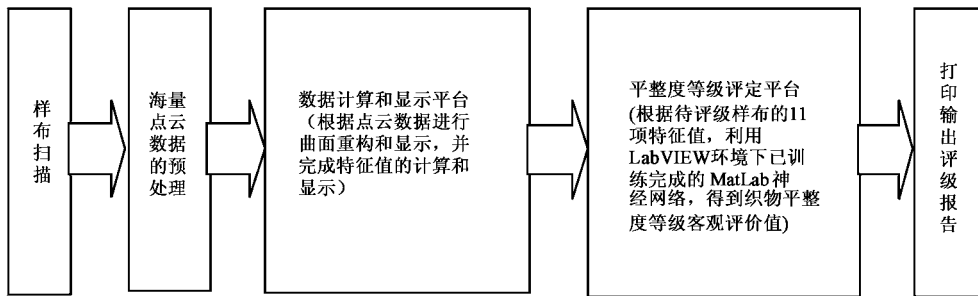


图 2 织物平整度等级客观评定系统的构成

3 系统设计

基于 LabVIEW 的织物平整度等级评定系统主要包括织物 3D 数据的监控、采集和点云数据的预处理;LabVIEW 中 3D 点云数据的显示和控制;符合织物自身特点的织物 3D 曲面再现和反映织物褶皱程度的特征值的计算;神经网络的训练和评级;平整度等级的评价报告 5 个模块。

3.1 3D 数据的监控、采集和点云数据预处理

在织物平整度等级评定中,点云数据的获取是至关重要的第一步。数据采集的精度直接影响着织物平整度等级评定的准确性,数据采集的速度又影响着整个评价体系的可操作性和可推广性。

本文选用基于相位测量原理的 ATOS II400 型双

2 织物平整度等级评价系统

基于 LabVIEW 的织物平整度等级评定系统的研制是在对不同织物类型、颜色、花纹布样的收集、分析和人工评定平整度等级的基础上建立的。

基于虚拟仪器技术的织物平整度等级评定系统通过 LabVIEW 的控制面板,监控整个织物表面几何数据的采集过程。同时,将高精度光栅扫描仪扫描得到的反映织物空间几何形态分布的海量点云经数据预处理后,用 LabVIEW 识别、分析、处理和显示。由于神经网络在模式识别中的广泛应用,本系统利用 LabVIEW 的外部接口 MatLab Script,结合 LabVIEW 和 MatLab 各自的优势混合编程,实现织物平整度等级的客观评价和评级报告的打印输出。

基于 LabVIEW 的织物平整度等级客观评定系统的构成如图 2 所示。

摄像机光栅扫描仪进行织物表面信息的采集,其优点是测量范围大,速度快。考虑到织物自重对褶皱效果的影响以及褶皱分布的随机性,通过 LabVIEW 面板监控织物的夹持位置和角度,调整光栅、摄像头和试样之间的相对位置,避免由测量盲点引起的数据缺失。

由高精度光栅扫描仪采集得到的数据点云是杂乱无序的,不利于后续数据的分析和处理。所以,由 LabVIEW 的控制面板完成扫描数据的优化、异常点和噪声点的去除等数据预处理操作。经预处理后的点云数据作为测量数据源存放,以备后用。

3.2 3D 点云数据的显示和控制

系统利用 LabVIEW 支持文本文件的读取和显示功能,将预处理后的点云数据在一个二维数组中显示,3 列纵向量分别表示某一测量点的 X、Y 和 Z

轴坐标值。

为便于观察织物褶皱程度不等的表面形态,可以在 LabVIEW 前面板上动态调整 Z 轴坐标间距和旋转整个坐标系,还可以按比例放大、缩小或平移织物的点云区域。当光标停留在点云的某一位置时,能即时显示出该点的坐标值。LabVIEW 前面板的指定数据框内输入某个坐标数据,还能在三维坐标系中显示出该点的空间位置。

3.3 空间曲面的重构和特征值的确立

3.3.1 点云 Z 轴坐标值的统计特征值

LabVIEW 本身具有较强的数组运算能力。根据点云的坐标信息,借助 LabVIEW 的 Statistics Express VI,可以统计得到与点云高度信息有关的 3 项特征值,即点云的平均偏移量 R_a ,标准差 R_q ,最高 5 个波峰与最低 5 个波谷的高度平均值之差 R_z 。

上述 3 个特征值可以反映出点云的整体平整程度及各点与平均高度的偏离程度。 R_a 、 R_q 和 R_z 值越大,织物的褶皱程度越明显,平整度等级就越低。

3.3.2 曲率特征值

曲率是描述曲线或曲面局部弯曲程度的量,曲率值的大小反映了曲线或曲面在该点的弯曲程度^[4]。所以,采用光栅扫描技术对织物表面数字化处理后,根据织物褶皱细密的特点,引入三角域建模和矩形域参数曲面拟合相结合的技术,即利用三角 Bézier 曲面运算速度快和 NURBS 曲面优良的局部形状控制能力及其几何不变性等优点,重构织物的三维形态^[5],计算出点云上各点的曲率信息,从而得到适于评价织物褶皱程度的 4 项特征值,即点云的平均曲率值 ρ ,最高波峰和最低波谷处点的平均曲率值 ρ_{\max} 与 ρ_{\min} 及其差值 $\bar{\rho}$ 。

ρ 是对采样点的整体评价,曲率值越大,说明织物的褶皱程度越明显,织物的平整度等级越低。 ρ_{\max} 、 ρ_{\min} 与 $\bar{\rho}$ 是波峰、波谷的局部特性,其值反映了最大褶皱处的尖锐程度, ρ_{\max} 和 ρ_{\min} 值越大,说明最高波峰和最低波谷处织物的局部褶皱程度明显,织物的平整度等级较低。

3.3.3 面积特征值

根据重构的 3D 曲面,调用 LabVIEW MatLab Script 节点,计算得到与空间曲面面积有关的 2 项特征值,即织物的空间曲面面积 S 及其在 3 个坐标平面上投影面积之和与空间面积的比值系数 S^p 。 S 和 S^p 值越大,说明织物总体的褶皱程度越严重,织

物的平整度等级就越低。

3.3.4 其余特征值

此外,还设定了 2 项特征值,即表达褶皱密度的波峰和波谷的数量总和以及相邻波峰与波谷间距离的平均值 K 。

3.4 织物平整度等级评定的神经网络设计

本文采用 BP 神经网络客观评估织物的平整度等级^[6]。在设计神经网络时,以评价织物褶皱特点的 11 项特征值和主观评级值作为 BP 网络的输入神经元,以织物平整度等级的客观评级值作为输出神经元。学习算法则采用能量法和学习速率自适应调整算法,既能改善网络的收敛性,又有利于缩短学习时间。具体参数:输入节点,InputNodes = 12;隐层节点,HiddenNodes = 4;输出节点,OutputNodes = 1;学习速率,LearningRate = 0.01;训练目标,LearningGoal = 0.01;最大迭代次数,LearningEpoch = 1000。

在 LabVIEW 的后面板上,调用 MatLab Script 节点,利用 MatLab 的神经网络模块,将 64 个经数据预处理过的训练样本的 11 个特征值和主观评级值输入 BP 网络。经 BP 网络 133 步训练后,误差达到设定域值。

3.5 平整度等级的评级报告

使用 LabVIEW 的 DDE 通讯功能,将织物的各项特征值和平整度等级客观评级值存放到 Excel 表格的指定位置,便于数据的查找、读取和显示。

另外,计算机通过与外围设备连接,在评级系统分析得到织物平整度信息时,实现平整度等级报告的打印输出。基于 LabVIEW 的织物平整度等级的评定报告如图 3 所示。

4 系统可靠性验证

基于 LabVIEW 的织物平整度等级评定系统其可靠性取决于织物 3D 数据采集的准确性、褶皱特征值选取的合理性和特征值数据计算的正确性,还与织物平整度等级评定的神经网络设计有关。为了检验本评价系统的可靠性,选用 10 块薄型浅色平纹织物和 10 块薄型浅色斜纹织物,将系统的客观评定值与专家的主观评定结果作比较。评级结果如图 4 所示。

图 4 表明,20 个检验样本中,平整度等级为 1 级的主客观评级值最接近,平整度等级为 2、4、5 级的



图 3 织物平整度等级评级报告

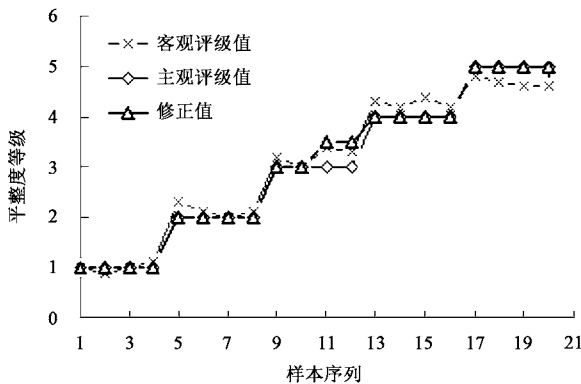


图 4 仿真对比等级

主客观评级值差均在 0.5 级以内,平整度等级为 3、3.5 级的主客观评级误差较大。说明在平整度等级间隔较大(如 1、2、4、5 级)时,11 项特征值的选定比较合理。当平整度等级间隔较小时(如 3、3.5 级),训练的评价网络还存在误差。

根据 AATCC 124 的规定,织物的平整度等级共分为 6 个等级。所以,在基于 LabVIEW 的织物

平整度评级报告中,对 BP 网络的客观评级值作必要的修正,即以与标准等级值最接近的等级值作为修正后的客观评级值,如 BP 网络的计算值为 2.1、3.3 和 4.6,则最后的评级报告中显示的平整度等级修正值分别为 2、3.5 和 5。这样,将修正后的织物平整度等级值与主观评级值作比较,除样本 11 和 12 的主客观评级值不符以外,其余检验样本修正后的客观评级值与主观评级值均相符,评价网络的准确性达到 90%,基本符合客观评定的准确性原则,说明所建立的 BP 网络评定织物平整度等级模型是可行、可靠的。

5 结 论

本文充分利用了虚拟仪器技术的优势,建立了基于 LabVIEW 的织物平整度等级客观评定系统。整个评定系统的可行性和准确性建立在高精度数据点云的高效采集基础上。此外,大量实验样布的主观评级也丰富了评价网络,最终提高了系统的正确性。

由于时间和经验的问题,该系统还有待进一步扩充和完善,如增加不同组织和织造方式的织物作为训练样布集,精确确立各项特征值的权重值,进一步提高评级系统的人性化程度等。 FZXB

参考文献:

- [1] AATCC 124—2001, Appearance of Fabrics after Repeated Home Laundering[S] .
- [2] 杨乐平,李海涛. LabVIEW 高级程序设计[M]. 北京:清华大学出版社,2004. 571 .
- [3] 陈金平. LabVIEW 与 Matlab 接口的方法[J]. 自动化仪表,2004,25(3):53-54 .
- [4] 梅向明,黄敬之. 微分几何[M]. 第 2 版. 北京:高等教育出版社,2004. 209 .
- [5] 林奕鸿. 散乱数据曲面重构技术的研究[D]:[博士论文]. 武汉:华中科技大学,2000 .
- [6] Su Jie, Xu Bugao. Fabric wrinkle evaluation using laser triangulation and neural network classifier[J]. Optical Engineering,1999,38(10):1688-1693 .