

# 织物疵点自动检测方法研究进展

张玉继, 雷 威, 李文博

(西安工程大学, 陕西 西安 710048)

**摘要:**介绍了织物疵点自动检测方法的研究现状,从结构、频谱、统计、基于模型、学习、混合和比较方法7个方面对织物疵点检测方法进行了分类,并以准确率、可靠性、计算成本、噪声敏感性等为考量指标对其进行了述评,同时对常见方法的优缺点进行了分析比较。

**关键词:**织物疵点;自动检测;方法类型;分析比较

**中图分类号:**TS101.9

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-0356(2017)05-0005-04

在纺织工业中织物疵点是指所生产织物表面上出现的瑕疵,这种生产缺陷不仅影响到纺织品的销售,而且还导致经济损失。传统的人工检查是保证织物质量的唯一手段,但因工人长时间检查会出现疲劳,导致检测不准确、不确定等情况发生,因此依靠人工检测疵点在精度、一致性和效率方面不是很好。因此织物疵点自动检测就成为了提高织物质量的有效方法<sup>[1]</sup>,且产业对制造高质量纺织品的织物疵点自动检测系统需求正在日益增长。这种自动化检测系统是通过使用图像处理技术来识别织物表面存在缺陷的,目前其检测方法主要有统计、频谱和基于模型三类。随着计算机技术、图像处理技术和机器学习如深度学习的发展,机器学习已显示出其巨大的应用潜力,如近年来有越来越多的研究者把深度学习等技术应用到织物疵点检测上,并取得了很好的效果。本文结合近年来织物疵点自动检测方法研究情况,从结构、频谱、统计、基于模型、学习、混合和比较方法7个方面对其进行了述评。

## 1 织物疵点自动检测的方法

在方法上织物疵点自动检测可分为结构、频谱、统计、基于模型、学习、混合和比较方法7种类型。

### 1.1 结构方法

结构方法(SA)是将织物纹理看作纹理基元的组合,通过获得纹理特征并推断纹理替换规则进行的纹理分析。根据该方法可利用简单纹理结构的组成来实现织物图案的整体纹理。结构纹理分析包含提取纹理元素和推断布局规则两个步骤<sup>[2]</sup>,Abouelela等<sup>[3]</sup>进行了结构性疵点的检测。SA法通常只在很规则的纹理

上表现良好,可靠性较低。

### 1.2 频谱方法

空间和频域信息对织物疵点自动检测是必要的,频域信息用于识别织物表面疵点的存在,空间域信息用于识别织物疵点的位置。图像纹理是由一些重复的基本纹理基元组成的,如纺织物由纱线周期性重复组成,因此可使用频谱特征检测疵点。基于频谱的织物疵点自动检测方法主要有傅立叶变换法、Gabor变换法、小波变换法等<sup>[4]</sup>。

#### 1.2.1 小波变换

小波变换是作为傅里叶变换的替代方法而开发的一种信号分析技术,用以优化与频率相关的临时解决方案<sup>[5]</sup>。小波变换技术的成功率较高,但每个操作只能用于某种特定类型织物的特定疵点分类。由于其计算成本低,因此适用于实时织物自动检测系统。

#### 1.2.2 基于傅立叶变换方法

傅立叶变换是一种对时域到频域的信号进行详细分析的技术,可分离织物图像中的周期性成分、环境信息和噪声,并有效提取特征值。傅里叶变换缺乏空域中的定位能力,因此只适合于检测全局瑕疵。现在已很少有研究单独将傅立叶变换应用于织物疵点自动检测中了。

#### 1.2.3 基于Gabor变换方法

Gabor变换是一类重要的时频分析方法,Gabor变换在频域和时域内都具有良好的局部性,它使用1个高斯函数作为窗函数<sup>[6]</sup>。因而Gabor滤波器不单能够检测织物图像在频率域的变动,还可在空间域中准确定位其变化区域。

### 1.3 统计方法

统计方法是使用一阶和二阶统计来提取纹理特征的,其使用方法包括灰度共生矩阵、直方图统计法和数

收稿日期:2017-03-20;修回日期:2017-03-27

作者简介:张玉继(1990-),女,硕士研究生在读,主要研究方向:计算机视觉与机器学习,E-mail:perfect\_cristin@sina.com。

学形态学方法。除此之外,还有如自相关、边缘检测和神经网络等方法。

### 1.3.1 基于直方图方法

直方图包含图像的灰度级像素分布基本统计数据。常见的直方图性质有平均值、标准偏差、方差和中值。直方图技术由于诸如低计算成本等特点被用于各种应用当中。近年来 Ng 等<sup>[7]</sup>的研究使得直方图分离技术得到了发展,通过检查被染色和无缺陷的织物图像的直方图差异进行疵点检测<sup>[8]</sup>。直方图方法具有简单性和高计算速度等特点,但其可靠性较低。

### 1.3.2 基于共生矩阵方法

共生矩阵方法是通过测量颜色强度之间的依赖性来提供纹理特性的表征,表示在织物图像上的特定偏移的梯度定向分布<sup>[9]</sup>,梯度定向的组合用于表达织物的纹理。共生矩阵方法受噪声影响需要滤波,在高分辨率图像中性能较差;因此可通过使用小波变换方法来提高精度比,具有较高计算成本。

### 1.3.3 基于数学形态的方法

数学形态是基于有一定形态特征的结构元素来提取图像中的对应形状,以实现图像分析和识别。数学形态的基本运算有膨胀、侵蚀、打开和关闭四种。有文献研究出一种改进的形态学侵蚀算子检测织物疵点的位置方法<sup>[10]</sup>,但是没有给出此方法的准确率。在另一项研究中联合使用相关性、小波变换和形态学方法检测织物疵点<sup>[11]</sup>,通过使用适当的结构元件可以快速有效地检测织物疵点的大小和位置。

## 1.4 基于模型的方法

基于模型的方法是依据标准的织物图像估计出模型参数,再利用假设检验的方法测试疵点图像是否符合该参数模型。这种技术适用于由诸如断纱等可能具有表面变化的织物图像<sup>[12]</sup>。最常用的模型有自回归模型和马尔科夫随机场模型。

### 1.4.1 自回归模型

自回归模型(AR)用于表示纹理图像的不同像素之间的线性相关程度,由于只需要线性方程组的解,因此被广泛使用。与非线性方程组相比自回归模型的计算速度较高。

### 1.4.2 马尔科夫随机场模型

不含噪声的织物图像像素点之间相互依赖,马尔可夫随机场(MRA)是使用这种依赖性的敏感性模型,通过计算局部区域上的每个像素的密度值来测量像素和突变之间的关系。这种方法可用于许多领域,如分

割、分类和特征提取<sup>[13]</sup>。Cohen 等<sup>[14]</sup>使用 MRA 来模拟无疵点织物图像的纹理图像,通过 MRA 模型建模能很好地提取许多类型织物的纹理信息。

## 1.5 学习方法

Yapi 等<sup>[15]</sup>提出了一种新颖的方法,即使用监督学习来分类有疵点和无疵点织物。利用贝叶斯分类器(BC)来学习分类有疵点和无疵点织物,通过支持向量机(SVM)等分类器进行织物疵点检测研究<sup>[16]</sup>。深层神经网络(DNNs)已经在纹理分类上表现出优异的性能,尤其是卷积神经网络(CNNs)在诸如目标检测和目标分类的许多领域中引起了广泛关注。很少有工作使用原始的织物图像作为基于深入学习分类的输入,DNNs 将在疵点检测中变得更加流行。如 Seker 等<sup>[17]</sup>开发了一种基于深度学习的方法,并应用于织物疵点检测中。他们使用自动编码器模型作为深度学习算法,该方法实现了 88% 的精确度。Li 等<sup>[18]</sup>通过使用基于 Fisher 标准的堆叠去噪自动编码器(FCSDA)将织物分类为有疵点和无疵点,实验结果表明,FCSDA 方法可以在复杂的提花经编织物上获得更好的效果,其分类精确度从 95.20% 提高到 99.47%。景军峰等<sup>[19]</sup>应用深度卷积神经网络的疵点检测算法对色织物疵点图像的检测率达到了 87.5%,使色织物的缺陷位置和形状取得了较好的可视化效果。

## 1.6 混合方法

织物疵点自动检测方法虽具备很多优点,但在某些方面也存在一些不足。因此许多研究人员使用两种或更多种混合技术来更有效地进行疵点检测。Han 和 Xu<sup>[20]</sup>使用模板匹配法和阈值法检测细小疵点,通过从织物纹理中获得统计数据来开发模板匹配方法。Venkatesan 等<sup>[21]</sup>通过计算有疵点织物的小波变换,然后通过灰度共生矩阵技术提取所获得图像的对比度、相关性、均匀性和能量特征。这些提取特征由自适应神经模糊推理系统(ANFIS)进行分类。Halimi 等<sup>[22]</sup>使用形态学技术和几何形状数据来检测织物表面上的细小疵点,应用 Sobel 边缘检测和形态学处理图像来识别疵点,通过测量所获得的图像的域、环境和密度来确定疵点的类型。

## 1.7 比较研究方法

目前已出现了大量的织物疵点自动检测方法,对这些方法进行比较分析具有很重要的意义,因此在许多文献中出现了不同方法的比较研究。这些研究指导着研究者们根据织物类型和方法的不足提供最合适的

方法。在分析研究时应仔细评估关键参数,如研究中使用的图像分辨率,计算复杂性和性能指标等。例如,高分辨率图像在疵点检测中有高精确率,而在实时系统中它们也导致较高的计算成本。Conci等<sup>[23]</sup>比较了索贝尔边缘检测、分形维数和阈值法对十二种不同类型的织物疵点识别,结果表明最可靠的方法是分形维数法。最近一项研究比较了 Gabor 滤波器、小波变换、计算机视觉和数字图像处理方法,这些方法的准确率范围从 65%到 99.40%<sup>[24]</sup>。

## 2 结语

目前织物疵点自动检测方法研究可分为结构、统计、频谱、基于模型、学习、混合和比较七大类型,不同类型方法各有其思路和优缺点,且大多数方法在研究时会创建自己的数据库。因此这些方法在可靠性和有效性上均不够客观。为了开发客观和可靠的方法,需要能够公开访问其免费数据库。

## 参考文献:

- [1] NANG H Y T, PANG G K H, YUNG S P, *et al.* Defect detection on patterned jacquard fabric[C]//Applied Imagery Pattern Recognition Workshop,DBLP, 2003: 163—168.
- [2] ANAGNOSTOPOULOS C, VERGADOS D, KAYAFAS E, *et al.* A computer vision approach for textile quality control[J]. Computer Animation and Virtual Worlds, 2001, 12(1): 31—44.
- [3] ABOUELELA A, ABBAS H M, ELDEEB H, *et al.* Automated vision system for localizing structural defects in textile fabrics[J]. Pattern Recognition Letters, 2005, 26(10): 1 435—1 443.
- [4] CHAN CH, PANG G K H. Fabric defect detection by Fourier analysis[J]. IEEE Transactions on Industry Applications, 2002, 36(5): 1 267—1 276.
- [5] LIANG Z, XU B, CHI Z, *et al.* Intelligent characterization and evaluation of yarn surface appearance using saliency map analysis, wavelet transform and fuzzy ART-MAP neural network[J]. Expert Systems with Applications, 2012, 39(4): 4 201—4 212.
- [6] 杨晓波. 基于 Gabor 滤波器的织物疵点检测[J]. 纺织学报, 2010, 31(4): 55—59.
- [7] STOJANOVIC R, MITROVLOS P, KOVLAMAS C, *et al.* Real-time vision-based system for textile fabric inspection[J].Real-time Imaging, 2001, 7(6):507—518.
- [8] ZHANG W, ZHANG J, HOU Y, *et al.* MWGR: A new method for real-time detection of cord fabric defects[C]//Advanced Mechatronic Systems (ICAMechS), 2012 International Conference on. IEEE, 2012: 458—461.
- [9] WATANABE T, ITO S, YOKOI K. Co-occurrence histograms of oriented gradients for pedestrian detection[C]//Pacific-Rim Symposium on Image and Video Technology. Springer-verlog, 2009: 37—47.
- [10] WANG D, LIU H. Edge detection of cord fabric defects image based on an improved morphological erosion detection methods[C]//Natural Computation (ICNC), 2010 Sixth International Conference on. IEEE, 2010, 8:3 943—3 947.
- [11] CHETVERIKOV D, HANBURY A. Finding defects in texture using regularity and local orientation[J]. Pattern Recognition, 2002, 35(10): 2 165—2 180.
- [12] HANBAY K, TALU M F. Kumaş hatalarının online/off-line tespit sistemleri ve yöntemleri[J]. Sakarya University Journal of Science, 2014, 18(1): 49—69.
- [13] MONACO J P, MADABHUSHI A. Class-specific weighting for markov random field estimation: application to medical image segmentation[J]. Medical Image Analysis, 2012,16 (8):1 477—1 489.
- [14] COHEN F S,FAN Z, ATTALI S. Automated inspection of textile fabrics using textural models[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence, 1991, 13(8):803—808.
- [15] YAĞCI D, MEJRI M, ALLILI M S, *et al.* A learning-based approach for automatic defect detection in textile images[J]. IFAC-PapersOnLine, 2015, 48(3) : 2 423—2 428.
- [16] BASU A, CHANDRA J K, BANERJEE P K, *et al.* Sub image based eigen fabrics method using multi-class SVM classifier for the detection and classification of defects in woven fabric [C]// Third International Conference on Computing Communication & Networking Technologies (ICCCNT), 2012: 1—6.
- [17] EKER A S, PEKER K A, YUKSEK A G, *et al.* Fabric defect detection using deep learning[C]// Zonguldak:24th Signal Processing and Communication Application Conference (SIU). IEEE, 2016:1 437—1 440.
- [18] LI Y, ZHAO W, PAN J. Deformable patterned fabric defect detection with fisher criterion-based deep learning[J]. IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, 2016, (99):1—9.
- [19] 景军锋, 范晓婷, 李鹏飞, 等. 应用深度卷积神经网络的色织物缺陷检测[J]. 纺织学报, 2017, 38(2): 68—74.
- [20] HAN L W, XU D. Statistic learning-based defect detection for twill fabrics[J]. International Journal of Automation and Computing, 2010, 7(1): 86—94.
- [21] VENKATESAN B, RAGUPATHY U S, VIDHYA-

- LAKSHMI P, *et al.* Inspection of faults in textile web materials using wavelets and ANFIS[C]//International Conference on Machine Vision and Image Processing (MVIP). IEEE, 2012; 189—192.
- [22] HALIMI A, KOURAYCHI A E, BOUZID A, *et al.* Defects detection and extraction in textile imageries using Mathematical Morphology and geometrical features[J]. Journal of Signal Processing Theory and Applications, 2012, (1): 1—16.
- [23] CONCI A, PROENCA C B. A comparison between image-processing approaches to textile inspection[J]. Journal of the Textile Institute, 2000, 91(2): 317—323.
- [24] JAVED A, MIRZA A U. Comparative analysis of different fabric defects detection techniques[J]. International Journal of Image, Graphics and Signal Processing, 2013, 5(1): 40.

## Research Progress on Automatic Detection Method of Fabric Defects

ZHANG Yu-ji, LEI Wei, LI Wen-bo

(Xi'an Engineering University, Xi'an 710048, China)

**Abstract:** The research status of fabric defect detection method was introduced, and the fabric defect detection method was divided into seven categories: structure, spectrum, statistics, model-based, learning, mixing and comparison method. These methods were reviewed according to the indexes such as accuracy, reliability, computational cost and noise sensitivity. At the same time, the advantages and disadvantages of common methods were analyzed and compared.

**Key words:** fabric defect; automatic detection; method type; analysis and comparison

## 2017年第一届废旧纺织品高值化利用技术国际研讨论坛召开

2017年5月4日,第一届废旧纺织品高值化利用技术国际研讨论坛在上海召开。大会由中国再生资源回收利用协会主办。

我国是世界纺织大国,随着人们对服装更新速度的不断提高,废旧纺织品数量持续增长。每年废弃纤维制品超过2600万吨,但回收利用技术特别是聚酯纤维制品还处于起步阶段,导致大量难以降解的废弃纤维制品进入自然界,对资源和环境产生了沉重压力。目前,对废旧纺织品最好的处置方式就是进行资源化和无害化利用,使废旧纺织品回收利用更加专业化、规模化、标准化。但是,在回收利用的过程中,技术问题一直是制约废旧纺织品资源化利用的关键,面对国内外市场上众多的废旧纺织品回收利用技术,如何使技术进行融合、创新,对废旧纺织品进行高值化资源利用是亟待解决的问题。我国纺织化纤工业亟需强化全生命周期的绿色化、循环化和低碳化发展理念,建设纺织品的再利用体系,实现纺织纤维“从摇篮到摇篮”的多级多次闭环循环。

会上,国务院发展研究中心研究员程会强发表了关于我国废旧纺织品产业发展的思考与建议,并重点解说几点废旧纺织品产业的思想对策:一、着眼于培养新动能,提高废旧纺织品行业战略地位。二、加强法规制度保障,废旧纺织品综合利用管理条例。三、建立分类投放、回收、运输、处理全过程管理体系。四、规范管理,完善城镇废旧纺织品回收利用设施建设。五、应用

互联网+,建设信息化社会化系统的监管体系。

中国化学纤维工业协会副会长贺燕丽讲解了申请绿色纤维认证的条件及流程,并带来了废旧纺织产品“绿色发展”的情报。“绿色纤维”是指原料来源于生物质和可循环再生原料、生产过程低碳环保、制成品弃后对环境无污染的化学纤维,要求产品的整个生命周期具有“绿色”的特征,包括原辅材料选用、加工过程、遗弃处理等环节。

“绿色纤维”标志适用于生物基化学纤维、循环利用化学纤维、原液着色化学纤维及其制品,涉及纤维、纱线、面料、服装、家纺、产业用纺织品等领域。凡在中华人民共和国境内依法登记,具有独立承担民事责任,从事化纤产品生产经营活动的企业可向中国化学纤维工业协会申请使用绿色纤维标志。企业通过申请、审核、检验、批准后获得“绿色纤维”标志使用权,并接受中国化学纤维工业协会对商标使用过程的监督和管理。

当前,我国倡导绿色化产业升级,鼓励发展循环经济,利用一切可再生资源创造经济效益和社会效益。随着人们的环保理念的进步,再生资源回收利用越来越得到公众认可。我国再生资源逐年聚集上升,蕴藏丰富资源,市场潜力巨大,在资源和环境“瓶颈”日渐凸显的当下,开发再生资源,对于生态文明建设以及美丽中国的建设具有现实意义。

(来源:中国化学纤维协会)