

The Automating Measurement of Stitch Distortion by Image Processing Technology and Fourier Transform

Yuewu Zhou, Guangli Song

Tianjin Polytechnic University, Tianjin, China, 300160

ABSTRACT: The stitch distortion of knitted fabric is an important parameter for the knitted fabric detection and it is measured manually at present. This paper discusses how to process knitted fabric image and calculate the stitch distortion using image processing technology and MATLAB image processing tool. By rotational property of Fourier transform, i.e. if a function $f(x, \theta)$ of the image turns an angle θ in the space domain, the Fourier transform of the function would turn a same angle in the transform frequency domain, that is, if the angle between stitch row and stitch course in the knitted fabric image is θ , the angle between the lines of their feature points in their transform frequency domain, then the angle of stitch distortion can be obtained through Fourier transform of the fabric image. By examination tests, the result is credible and the automating of the stitch distortion is realized.

Keywords: image processing; Fourier transform; knitted fabric; stitch distortion

利用图像处理技术和傅立叶变换自动测量针织线圈歪斜度

周跃武, 宋广礼

天津工业大学, 天津, 中国, 300160

摘要: 针织物线圈歪斜是检验针织物品质的一项重要指标, 目前主要由人工手测。本文探讨了利用数字图像处理技术, 使用 MATLAB 图像处理工具, 对扫描得到的针织物图像进行处理, 利用傅立叶变换的旋转性, 即: 如果图像的函数 $f(x, \theta)$ 在空间域的旋转角度为 θ , 那么在变换频域中此函数的傅立叶变换也旋转同一角度, 如果在织物的空间域中线圈的横列和纵行呈 θ , 那么在变换频域中横行特征点所在的直线和纵列的特征点所在的直线的夹角 θ 的原理, 通过傅里叶变换找出织物图像中横列和纵列的特征点, 求出横列特征点和纵列特征点的夹角, 从而求出线圈歪斜的角度。经检验, 利用该方法测量的结果准确可信, 实现了针织物线圈歪斜的自动测量。

关键词: 图像处理; 傅立叶变换; 针织物; 线圈歪斜

1. 引言

线圈歪斜是检验针织物产品质量的一项重要指标, 它影响到针织物的尺寸稳定, 目前主要由人工目测, 测量过程比较繁琐, 易受主观因素影响, 准确度不高。本文研究采用傅立叶变换并利用 MATLAB 语言和图像处理工具对纬编针织物的图像进行处理, 提取针织线圈空间频率信息, 实现线圈歪斜度的自动测量。

2. 测量流程

利用图像处理技术测量针织线圈歪斜度的流程如

图 1 所示。

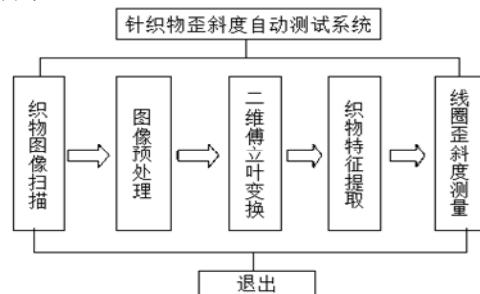


Figure 1 Detection procedure

图 1 测量流程

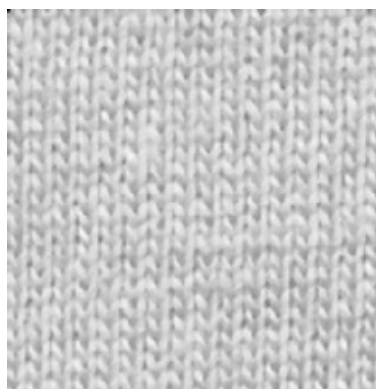
3. 图像输入与预处理

3.1 图像的输入

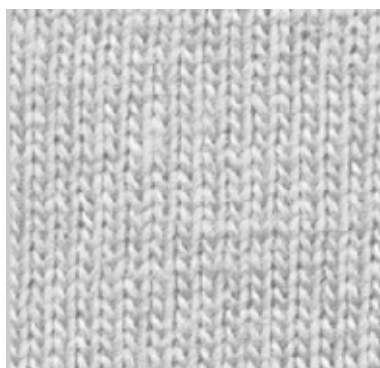
图像输入设备是对模拟形式的图像进行数字化，从而产生计算机可用的离散图像数据的设备。这里采用扫描仪作为图像输入工具^[1]。

3.2 图像的预处理

扫描后的图像有噪声，即对图像有干扰作用的信息点，这里要除去噪声使得图像更适合人的视觉特性或机器的识别系统。同时在进行二维傅立叶变换之前，对图像空间域进行增强处理，以便有效地提取特征信息，本文的研究采用中值滤波去除噪声。MatLab 图像处理工具箱中，使用 `medfilt2` 函数来进行中值滤波，选择默认的 3×3 邻域^[2]。其语法格式为：`J=medfilt2(I)`，其中 `I` 为原始图像(见图 2 (a))，`J` 为滤波后的图像(见图 2 (b))。



(a) 滤波前



(b) 滤波后

Figure 2 Images before and after filtering
图 2 滤波前后的图像

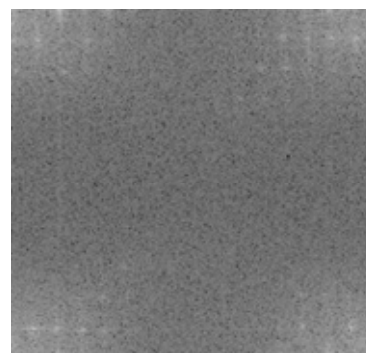
4 傅立叶变换与线圈歪斜角特征点的提取

4.1 频谱图的生成

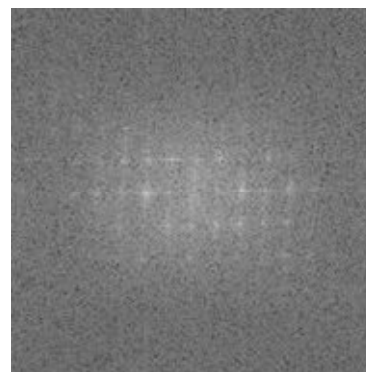
频谱图就是将预处理后的图像经过傅立叶变换后得到的矩阵所呈现的图像，显示的是被变换的图像的频率特点。其语法格式为：

```
F=fft2(I); %快速傅立叶变换, imshow(log(abs(F)))% 显示频谱图。
```

傅立叶变换后的图像如图 3 (a) 所示。图像边缘较亮的部分为高频部分，噪声对应于频率较高的区域，织物的特征信息位于频率较低的区域。为了方便地观察傅立叶变换后的图像结果，对变换后的结果求模并把傅立叶变换的零频部分转移到频谱图的中间，如图 3 (b) 所示。MatLab 语法格式为：`Y=fftshift(F)`。



(a) 傅立叶变换后



(b) 零频区域转移到中间后

Figure 3 The spectrum after Fourier transform and zero-frequency shift to the middle region

图 3 傅立叶变换后频谱图和零频区域转移到中间后的频谱图

4.2 特征点的提取

图 3 中几个突出的亮点，表示原图中灰度值具有周期性特征的结构部分，一个点越亮，说明这个点的峰值越高，那么大多数图像的频率就集中在峰值高的

点上。经过分析图像的空间域和频率域之间的相关性，对频谱图（即能量谱图）中的亮点进行分析，提取出与针织物结构参数有关的亮点，再经过傅立叶变换将图像重建，就可以得到所需的结构信息，因此，对频谱图中的亮点进行分析和提取的过程非常关键。图像的空间域和频率域有一定的对应关系。如图 4 所示： x 、 y 为空间域的坐标分量， u 、 v 为对应频率域的频率分量。空间域在 x 轴和 y 轴方向分别有正弦波形状浓淡变化^[3]，进行傅里叶变换后得到频谱图，在 u 轴和 v 轴分别显示对称的两个点即特征点^[4-5]。

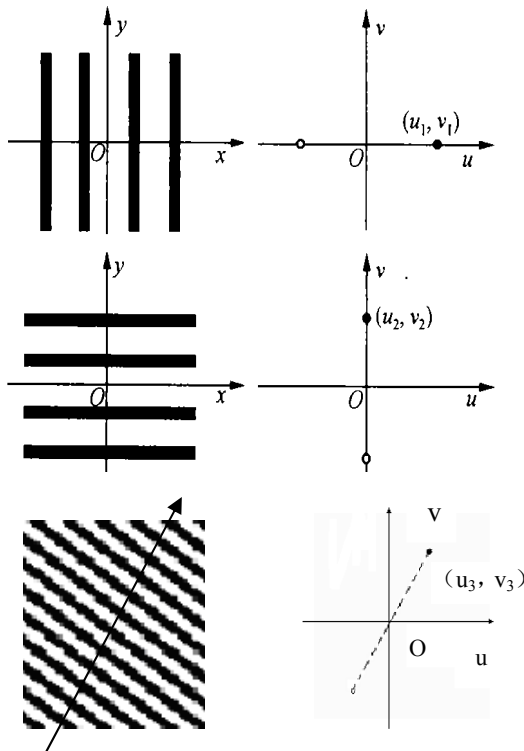


Figure 4 The correspondence between Spatial domain and frequency domain

图 4 空间域与频率域的对应关系

4.3 线圈歪斜度的测量

目前,倾斜角检测的方法有许多种,主要可分为 5 类^[6]: 基于 Hough 转换的方法, 基于交叉相关性的方法, 基于投影的方法, 基于 Fourier 变换的方法和 K-最近邻簇方法。

这里我们针对测量线圈歪斜的角度提出一种新的方法, 利用傅立叶变换的旋转性, 即如果图像的函数

$f(x, \theta)$ 在空间域的旋转角度为 θ , 那么在变换频域中此函数的傅立叶变换也旋转同一角度。如果在织物的空间域中线圈的横列和纵行间呈 θ , 那么在变换频域中横行特征点所在的直线和纵列的特征点所在的直线的夹角也为同一角度。所以我们只要求出横向特征点和纵向特征点的夹角即可求出线圈歪斜的角度。

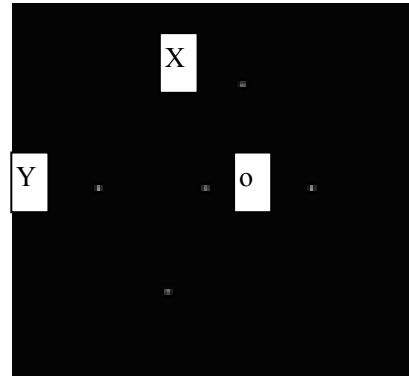


Figure 5 The characteristic of stitch distortion

图 5 线圈歪斜的特征点

根据图 4 空间域和频率域的对应关系, 提取横向和纵向的特征点。如图 5 所示, 设中心点为 O, 线圈歪斜的角度等于点 Y 和点 O 所成的直线 YO 与点 X 和点 O 所成的直线 XO 之间的夹角, 又因为织物纵行垂直于水平面, 所以直线 YO 平行于水平线, 直线 XO 与水平线的夹角就等于线圈歪斜的角度。假设点 X 的坐标为 (x, y) , 中心点的坐标为 $(257, 257)$, 则计算倾角的 MATLAB 程序如下:

```
k=(257-y)/(x-257); %直线 XO 的斜率
theta=abs(atan(k))*180/pi %线圈歪斜的角度
```

5. 试验验证

本系统采用了 10 块不同原料的纬平针针织物布样进行测量, 并将测量结果与人工测量结果进行比较 (见表 1),

Table 1 Measurements results

表 1 测量结果

编号	原料	线圈歪斜度 (度)	
		人工测量	自动测量
1	75d 单丝丙纶	26.5	26.6
2	75d 双纱丙纶	18.1	18.0
3	40 支棉+75d 丙纶	6.5	6.6

4	40 支棉+75d 丙纶	7.6	7.7
5	35d*2 双丝真丝	2.5	3.0
6	丙纶单丝 75d	22.0	22.4
7	丙纶单丝 75d	21.5	21.6
8	丙纶单丝 75d	16.6	16.7
9	丙纶单丝 75d	20.8	21.5
10	丙纶单丝 75d	20.5	20.1

对数据进行 t 检验，MatLab 程序输出结果为：

```
n = 10
h = 0
p = 0.1369
ci = -0.3816 0.0616
stat =
    tstat: -1.6330
    df: 9
    sd: 0.3098
```

因为 $h=0$ 或者 $p>0.05$ ，所以不拒绝 H_0 ，即认为两种测量方法没有显著性差异。

计算两种测量方法的平均差异系数为 $\delta = 3.00\%$ 在误差的允许范围内，故自动测量的结果和人工测量的结果是一致的。

6.结论

(1)利用图像处理技术和傅立叶变换可以提取针

织物线圈纵行和横行的特征点，只需要求出纵向特征点和横向特征点的夹角即可以求出线圈歪斜角度。

(2) 该方法的测量结果与人工测量结果无显著差异。

References (参考文献)

- [1] Guangli Song, Xuerong Ding, Gu Huang. Method of the stitch length measurement base on MatLab image processing technology [J]. TRJ,2008, 29(3): 29-33
宋广礼、丁雪荣、黄故，基于 MatLab 图像处理技术的线圈长度测量方法[J].纺织学报，2008，29(3)：29-33
- [2] Yisong Chen, Kai Yang, Weiyuan Zhang. Building temperature and humidity measurement instrument base on Virtual Instruments for apparel measurement [J]. TRJ, 2007, 28(5): 117-121.
陈益松，杨凯，张渭源，基于虚拟仪器构建服装测量用温湿度仪[J]. 纺织学报，2007，28(5)：117—121.
- [3] [3]Chi-ho an Grantham .h. pang, Member, Fabric defect detection by Fourier analysis, IEEE Transaction on Industry Applications,2000,36(5):1267-1276
- [4] Song Guangli, Chen Li. Measuring structural parameters of knitted fabrics by digital image processing techniques J. Journal of Donghua University: English Edition, 2005(4): 26—28.
- [5]]Li Chen, Guangli Song. A new static method of stitch length test [J]. TRJ, 2006, 27(1): 9-11, 19.
陈莉，宋广礼，一种新的静态测试线圈长度的方法[J]. 纺织学报，2006，27(1)：9—11，19.
- [6] Shuhua Wang, Zuo li, Shijie Cai. Detection and correction of page skew base on straight line continuity. Computer Aided Design and Computer Graphics Journal, 2001, 13(8): 736-741
王姝华、李 佐、蔡士杰，基于直线连续性的页面倾斜检测与校正，计算机辅助设计与图形学学报 2001，13(8):736-741.