

纬编针织物组织图像细化方法研究

吕唐军

(广州番禺职业技术学院, 广东 广州 511400)

摘要:为解决纬编针织物图像中灯光阴影、纤维脱散等干扰项对细化的影响,提出对纬编针织物图像采取标准欧氏距离的 K 均值聚类分割算法进行降噪除杂。根据图像细化需要,对比分析查表细化法和Hilditch算法细化法对纬编针织物图像细化的效果。找出细化后产生并线、毛刺问题的原因,给出具体调整、修正此类问题的方法,并通过试验证实纬编针织物图像细化中的并线、毛刺等问题有良好的修复效果。

关键词:纬编针织物;图像细化;自动识别; K 值聚类分割;Hilditch算法;查表细化

中图分类号:TS 181

文献标志码:A

文章编号:1000-4033(2016)12-0056-04

Thinning Method of Weft Knitted Fabric Structure Image

Lv Tangjun

(Guangzhou Panyu Polytechnic, Guangzhou, Guangdong 511400, China)

Abstract:In order to solve the impact of light shadow and hairiness disturbances when thinning the weft knitting fabric image, this paper proposes the application of K-means clustering segmentation algorithm for noise reduction and removing impurity. According to the requirements of the image, it comparatively analyzes the weft knitted fabric image refinement effect of the Hilditch thinning and the index table thinning. Besides, it finds out the reasons of doubling line and burr, and offers the way of eliminating the problem. Then its validity and feasibility are proved by experiment.

Key words:Weft Knitted Fabric; Image Thinning; Automatic Identification; K-means Clustering Segmentation; Hilditch Algorithm; Index Table Thinning

计算机自动识别纬编针织物组织的一个关键前提是识别出织物中纱线的走向、纱线间的空间关系。虽然纬编针织物的结构在设计 and 编织过程中是按一定规律从指定方向进行纱线缠绕形成的,但是当织物完成实际编织并脱离了编织机械牵拉夹持后,织物会因为空间结构的不稳定而在形态上发生极大变化,使织物成品的视觉形态与当初设计的工艺形态存在很大区别。

以工艺标准形态作参考去识

别实际纬编针织物的做法在多数情况下是不可行的。反之,从实际织物图像反推工艺结构信息也极其困难,加上织物紧密程度、纱线粗细变化、纱线中纤维脱散等干扰因素的存在,要准确找出纱线的走向来判断具体编织方式非常困难,必须先将所有干扰项剔除并且将纱线细化成单线骨架图才有可能实现识别具体纱线走向。

图像细化是在不改变图像纹理连通性的基础上,去除图像外层像素并最终得到单像素宽的图像

骨架。常见图像细化算法有 Zhang-Suen 算法^[1]、最大内切圆方法^[2]和 OPTA 算法^[3]等;从不同的命名方式分类,细化算法也可分为查表法和逐层剥离的 Hilditch 算法。大多数细化算法的基本思路都是不断剥离外层像素直至无法剥离为止,而最大内切圆方法则是对所有对象像素进行测试,判断是否为骨架像素。

1 纬编针织物图像细化前期处理

纬编针织物图像的细化与常见的指纹图像细化要求有所不同。

获奖情况:2016 年第六届“申洲杯”全国针织科技大会优秀论文。

作者简介:吕唐军(1977—),男,讲师,工程师,博士。主要从事针织产品开发及计算机自动识别与控制研究。

指纹图像细化属于单一的平面图像细化,骨架线只需表现出纹路走向和连接状态即可;而纬编织物图像细化后的骨架线还必须包含纱线交叉点处,两条纱线的上下关系,如 Miyazaki et al^[4]在针织物组织识别研究中采用 Hilditch 算法对图像进行细化处理。现有的细化算法均针对二值图像展开,因此在细化处理前,需要根据图像实际情况采取相应预处理。

在实际工作环境下拍摄到的图像,其背景不可能与目标主体完全拉开层次距离,并且在图像中会因为灯光、纱线脱散等问题造成画面出现干扰项,如图 1 所示。



图 1 平纹线圈形态

如果直接采用常规方式将图像二值化,会有数量较大的干扰项残留,如图 2 所示。

对二值化后的图像进行形态学变换去除杂质。具体采用开运算→腐蚀→膨胀的处理流程,过程中采用 3×3 结构元素,经过处理后的图像效果如图 3 所示。

由图 2 和图 3 可知,线圈圈弧下侧阴影被作为线圈的一部分保留下来,如果以这样的二值图像进行细化处理,所得骨架图会偏离实际线圈骨架,因此必须采用其他方式进行前期处理。由图 2 可知,阴影部分残留从二值化开始,因此需要采取对彩色图像进行除杂质降噪点,再进入灰度、二值化处理。



图 2 平纹图像二值化



图 3 平纹二值图像形态学变换

织物图像中的干扰项主要为:从纱线主体脱散出来随机分布的纤维,以及由于灯光造成的阴影。脱散纤维干扰可采取形态学处理方法完全去除,而阴影干扰则需要采取其他方式才能完全去除。

由于阴影与织物主体存在明显的颜色差异,因此本文采取颜色分割的方式将图像内织物主体颜色选定进行保护,然后将非主体颜色删除。具体分割选择 K 均值聚类算法对彩色图像进行分割^[5],色彩模式采用 Lab 色彩模型,其中 L 表示 Luminance (照度)、 a 表示从红色至绿色的范围、 b 表示从蓝色至黄色的范围,在此彩色模式下,图像的亮度信息和色彩信息被分开保存,从而将 L 通道看作是一个图像的灰度层,其中保存了图像的细节信息,利用 L 通道可快速区分自然图像中的明暗细节。在本次 K 均值聚类算法中,采用标准化欧氏距离对图像色彩进行分类。两

个 n 维向量 $a(x_{12}, x_{12}, \dots, x_{1n})$ 与 $b(x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2n})$ 间的标准化欧氏距离见式(1)。

$$d_{12} = \sqrt{\sum_{k=1}^n \left(\frac{x_{1k} - x_{2k}}{s_k} \right)^2} \quad (1)$$

式中: k 为维度, s 为相应的标准差。

图像分割效果如图 4 所示。

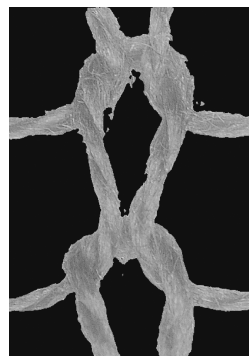


图 4 平纹彩色图像 K 均值聚类分割

由图 4 可知,经过聚类分割后,原图 1 中存在的阴影、脱散纤维等干扰项已被成功剔除,而线圈的主体部分则保留下来。

2 细化算法比较

在本次研究中,选取查表法和 Hilditch 算法进行对比,结合纬编织物图像细化需求,选择合适的算法进行优化调整。

2.1 查表细化

查表细化是先根据图像中某点与其相连的 8 连通各点的情况给此点设定一个值,并将各点的值映射到一张索引表上,然后通过查表来判断该点是否可以删除。具体操作流程为:当遇到黑色像素点时,对于它周边的 8 个点赋予不同的值,若周边某点为黑色,则该周边点值为 0,若周边某点为白色则取赋值图(如图 5 所示)中九宫格内其对应的值。

1	2	4
8	0	16
32	64	128

图 5 赋值图

中心黑色像素点的总值为其周边白色点的值相加的总和,根据总值查索引表(如图 6 所示),确定将此黑色点保留还是转换成白色。

[0,0,1,1,0,0,1,1,1,0,1,1,0,1,
1,1,0,0,1,1,1,1,0,0,0,0,0,0,1,
0,0,1,1,0,0,1,1,1,1,0,1,1,1,0,1,
1,1,0,0,1,1,1,1,0,0,0,0,0,0,1,
1,1,0,0,1,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
1,1,0,0,1,1,0,0,1,1,0,1,1,1,0,1,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
0,0,1,1,0,0,1,1,1,1,0,1,1,1,0,1,
1,1,0,0,1,1,1,1,0,0,0,0,0,0,1,
0,0,1,1,0,0,1,1,1,0,0,0,0,0,0,0,
1,1,0,0,1,1,1,1,0,0,0,0,0,0,0,0,
1,1,0,0,1,1,0,0,1,1,0,1,1,1,0,0,
1,1,0,0,1,1,1,0,1,1,0,0,1,0,0,0]

图 6 索引表

2.2 Hilditch 细化

Hilditch 算法是判断图像中的点属于边界点还是连通点,如为边界点则可以去掉此点。如果对于一个矩形区域从左上角开始到右下角,每次扫描可以将矩形最外面一层剔去,层层剥离后最终剩下最中间的一条线。

2.3 算法比较

采用查表细化法和 Hilditch 细化法对图 4 中平纹织物图像的二值化图像进行细化,具体效果如图 7 所示。

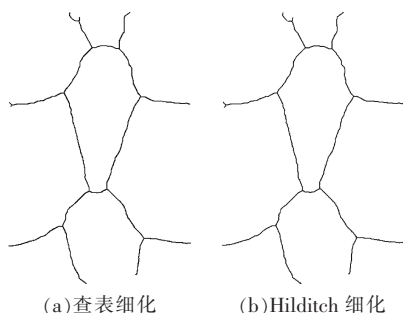


图 7 平纹组织细化效果对比

由图 7 可知,两种方法在处理

简单的线圈图像时,细化结果非常接近,且均达到了预期的细化效果。但当处理稍复杂的结构图像(如图 8 所示)时,两种算法都出现了一些问题。

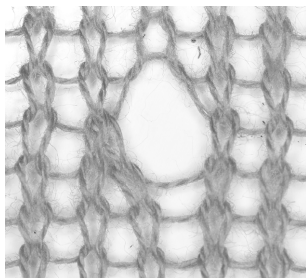


图 8 移圈组织

将图 8 中的移圈组织图像经过前期处理后,再分别采用 Hilditch 算法和查表细化法,细化效果如图 9 所示。

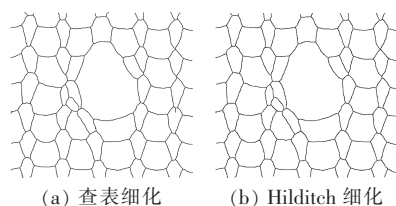


图 9 移圈组织细化效果对比

由图 9 可知,查表法和 Hilditch 法在细化移圈组织图像时,均出现了几处将两条圈柱末端细化并成一条单线的问题,此外,查表细化法还出现了毛刺现象(不应存在的线头)。为了进一步对比两种细化方法,本次研究随机选择了 8 块不同组织的纬编针织物图像进行细化处理,并记录用时及产生的并线、毛刺数量,具体结果见表 1。

由表 1 可知, Hilditch 算法细化速度比查表细化法速度慢,而 Hilditch 算法细化质量比查表细化法好;但两种方法在细化纬编针织物图像时都还存在毛刺、并线等问题。从质量优先方面考虑,选择 Hilditch 算法细化法作为本次研究的基础方法并对其进行针对纬编针织物图像细化处理的调整。

表 1 用时及质量对比

试样	并线数量/个		毛刺数量/个		用时/s	
	A	B	A	B	A	B
1	0	0	23	18	1.33	25.63
2	0	0	5	4	0.92	2.34
3	4	4	1	0	0.74	1.57
4	0	0	6	0	0.95	5.16
5	6	5	11	5	0.97	13.06
6	1	1	4	3	0.88	8.41
7	0	0	14	5	0.78	1.56
8	0	0	5	2	1.14	4.29

注:A 为查表细化法,B 为 Hilditch 算法细化法。

3 调整与修正

3.1 并线及毛刺问题

从以上试验中发现细化纬编针织物结构图像存在的问题主要是并线和毛刺,如图 10 所示。

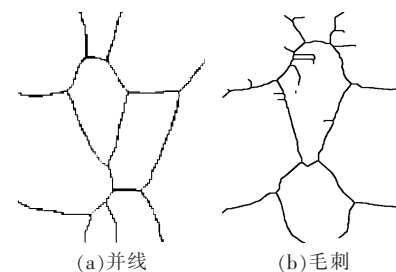


图 10 针织物结构图像问题

并线问题的成因较固定,当织物线圈同时出现以下两种情况时,就有可能出现并线:圈柱与圈弧串套位置在纵向形成较厚重叠,同一线圈两条圈柱在旧圈弧位置并拢且没有明显分界线。并线问题表现出的造型也是固定的,如图 10a 所示,基本呈 Y 型,两条圈柱呈锐角连接并向下延伸出单线段与下面的圈弧曲线连接。

毛刺问题的出现则较随机,一般纱线上出现比较明显的粗细不匀时,图像细化后就有可能出现毛刺,而且毛刺的方向也不像并线那样固定,有可能为纵向,也有可能为横向,如图 10b 所示。

根据并线和毛刺问题的成因,

调整细化流程,在图像去除背景及杂质转换成二值图像后,对图像进行多次腐蚀处理,在细化前将纱线条干先行变细。经过腐蚀处理的图像再进行细化,所产生的并线及毛刺问题明显减少,但还是不能完全杜绝。而且腐蚀处理也不能过度使用,否则会造成正常线段的断裂从而带来新问题。

为彻底解决并线和毛刺问题,对细化流程的前期添加了腐蚀调整,再对细化后结果进行修正。

3.2 调查修正并线问题

并线造型均呈现固定的正Y型,且所有并线的上侧两个圈柱的夹角均为锐角且小于 45° ,利用此特性可对细化后的并线进行锁定、修正。

将并线处各个交点设定如图11所示,具体修正算法流程如下:找出细化结果图中所有的交点,找出与最近连通域上交点夹角小于 45° 的交点 O 及相应的 L 、 R 、 D 3个交点,连接 LD 和 RD ,删除线段 LO 、 RO 、 OD (保留 L 、 R 、 D)。

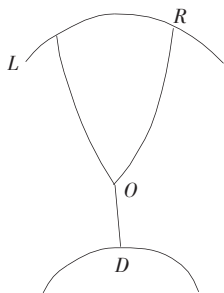


图 11 并线示意图

为避免错误删除,需在确定 O 点时检查 O 、 L 、 R 、 D 各点的坐标关系,确保找出的是正Y型。根据正Y型造型特点,可进一步减少检测交点的模板,将模板限定在以下9个符合造型的模板范围内,具体如图12所示。

3.3 调整修正毛刺问题

毛刺的修正则相对简单,只需

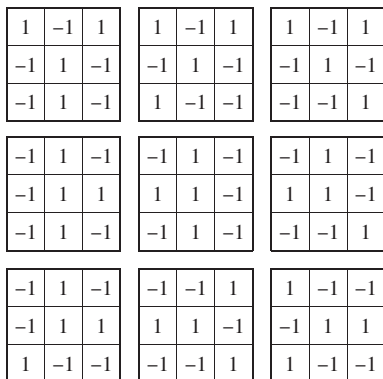


图 12 交点模板

找到细化结果图中的非边界端点并将其删除,循环操作直到图中没有非边界端点即可。也可采取先给原细化结果图画一个边框,将边界端点全部转换成交点,然后再循环删除找到的剩余端点,直到所有端点都被删除后,再将边框去除。

3.4 整体修正

采用上述调整、修正方法对图8中的移圈组织图像进行重新Hilditch细化处理,效果如图13所示,并线和毛刺问题均已得到解决。

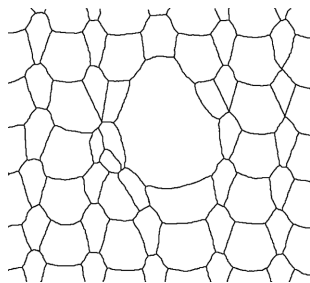


图 13 修正细化效果

使用这种调整、修正方法对表1中的8块不同组织试样图像进行重新细化处理,细化结果修正后均能做到去除并线和毛刺。但由于采用了二次修正的方式,整个细化过程所需时间比原单一Hilditch算法细化所需时间长。整个细化程序还需进一步整合、优化以提高运算速度。

4 结束语

本研究通过采用标准化欧氏距离的 K 均值聚类分割方法,去除纬编针织物彩色图像中的背景、阴

影、杂质、毛头等干扰项,相对原有的直接去色二值化处理方法能得到更干净的去除干扰项效果。通过阈值处理将图像转换成二值图像,再对所得到的二值图像进行形态学变换。对比查表细化法与Hilditch算法细化后,选择更适合纬编针织物图像的Hilditch算法作为主要细化算法,开发了针对细化后图像存在的并线、毛刺问题的修正方法,并通过试验证明此修正方法是准确、可行的。

参考文献

- [1]ZHANG T Y, SUEN C Y, HARALICK R M. A fast parallel algorithm for thinning digital patterns[J].Communications of Association for Computing Machinery, 1984, 27(3): 236-236.
- [2]CHOI W P, LAM K M, SIU W C. Extraction of the euclidean skeleton based on a connectivity criterion[J].Pattern Recognition, 2003, 36(3): 721-729.
- [3]CHIN R T, WAN H K, STOVER D L, et al. A one-pass thinning algorithm and its parallel implementation [J].Computer Vision, Graphics and Image Processing, 1987, 40(1): 30-40.
- [4]MIYAZAKI T, SHIMAJIRI Y, YAMADA M, et al. A knitting pattern recognition and stitch symbol generating system for knit designing [J].Computers and Industrial Engineering, 1995, 29(1-4): 669-673.
- [5]CHENG H D, JIANG X H, SUN Y, et al. Color image segmentation: advances and prospects[J].Pattern Recognition, 2001, 34(12): 2259-2281.

收稿日期 2016年5月2日

公益广告

节能减排
低碳生产