

基于方向链码去除骨架图像毛刺算法

王要峰*, 崔 艳

(天津工业大学 理学院 天津 300387)

(* 通信作者电子邮箱 wyaofeng_2008@126.com)

摘 要: 毛刺的去除是模式识别中图像预处理的重要组成部分。针对毛刺的去除问题, 提出一种基于方向链码去除毛刺的方法。首先利用节点和端点不同的八邻域特性, 直接寻找节点; 然后从节点开始, 通过设定初始扫描方向数, 可以首先扫描标记想要删除的毛刺或分支; 再通过设定长度阈值, 在方向链码标记跟踪图像的基础上, 计算被跟踪分支的长度, 并与设定的长度阈值比较; 最终达到有效删除毛刺或不必要分支的目的。实验结果表明, 所提方法在车牌识别和字符识别的图像预处理中, 可以有效去除任意方向的毛刺, 并保留图像的主体信息, 对单像素骨架图像去除毛刺有一定的可行性。

关键词: 去除毛刺; 模式识别; 图像处理; 方向链码; 骨架跟踪

中图分类号: TP391.413; TP317.4 **文献标志码:** A

Skeleton blur removing algorithm based on direction chain code

WANG Yaofeng*, CUI Yan

(School of Science, Tianjin Polytechnic University, Tianjin 300387, China)

Abstract: Removing burr is an important part of image preprocessing in the pattern recognition. This paper put forward a method of deburring based on the direction chain code in accordance with the problem of removing burr. At first, this method utilized the difference of eight adjacent areas' characteristics of node and endpoint, searched for node directly, and then started from the node through the setting of initial scanning direction number, firstly scanned and marked burr or branch that need deleting, again through the setting of length threshold value, on the basis of the direction chain code labelling and tracking image, calculated the length of the tracked branch, and compared with the threshold of setting, finally effectively deleted burr or unnecessary branch. The experimental results show that this method can effectively remove the burr with any direction in the image preprocessing of license plate recognition and character recognition, and can retain the main body information of skeleton. So, the survey has some feasibility.

Key words: deburring; pattern recognition; image processing; direction chain code; skeleton tracking

0 引言

基于骨架的目标表示和识别技术已成为模式识别的重要研究内容, 它被广泛应用于字符识别、指纹识别和医学图像分析等领域^[1]。这种识别的核心往往就是利用成像方法对骨架的识别, 如测量纤维直径的细度仪、汽车拍照检验、指纹检验, 它的一般过程如图1所示。

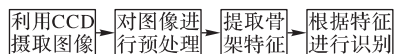


图1 图像识别的一般流程

理论上目标骨架应该具有3个基本特性: 连续性、单像素性和中心性^[2], 并且所提取的目标骨架图像应能够正确反映目标形状和几何结构信息。结果还要求稳定一致, 也就是针对同一个目标提取的骨架结构元素(如毛刺生长点、节点、端点等)的数目与相互关系应保持不变。但是在对图像进行预处理时由于图像分割方法不当或者噪声等干扰会在提取骨架时引出毛刺, 毛刺的出现使提取特征时产生错误, 进而造成识别的错误, 为了提高识别率必须去除毛刺。

目前毛刺去除方法中, 有的方法只考虑目标需要, 不考虑编程实现的难易性, 有的只通过设定长度阈值去除毛刺, 结果

把和毛刺长度相差不大, 但属于有效分支的骨架也去除了。如文献[2]中通过设定各种规则删除毛刺, 文献[3]通过将节点变为背景点, 计算各连通域长度, 从而删除毛刺, 但都存在以上两种可能。本文在以上基础上, 针对去除骨架图像的毛刺, 通过初始扫描方向数(方向链码)和长度阈值的设定, 通过简单的编程, 达到只去除毛刺并保留有效分支的目的。

1 毛刺的定义和去除毛刺的分析

1.1 毛刺的定义

对于所有的骨架图像中的像素点, 其8邻域范围内像素的连接性不完全相同。结合文献[2-3], 定义本身是骨架点且8邻域内仅存在一个像素点的像素为端点; 本身是骨架点且8邻域内存在三个或更多骨架点的像素为节点; 本身是骨架点且8邻域内存在三个或更多骨架点并引出毛刺的像素为毛刺生长点; 定义不反映目标结构信息的分支为毛刺, 反之定义为尾支。实际上只要找到节点, 再从节点出发对骨架进行跟踪, 将未超过设定长度门限(K)的分支作为毛刺, 并将其删除。

1.2 方向链码

方向链码即 Freeman 链码^[4], 它在1961年首先被

收稿日期: 2013-01-14; 修回日期: 2013-03-12。

作者简介: 王要峰(1986-), 男, 河南汝州人, 硕士研究生, 主要研究方向: 数字图像处理、模式识别; 崔艳(1962-), 女, 天津人, 副教授, 硕士, 主要研究方向: 图像处理。

Freeman 提出, 目前已成为图像处理领域经常使用的编码技术。常用的有4方向链码和8方向链码, 在本文中仅使用8方向链码。如图2所示。

8个方向表示与中心像素紧邻^[5]的8个像素点, 这8个方向在编码的时候, 用0、1、2、3、4、5、6、7来表示。在编码的时候, 先选定一个像素点作为中心像素点, 再设定一个初始扫描方向, 然后从此方向所指的像素点逆时针地在其他方向寻找与中心点紧邻的像素点, 当找到第一个点后, 记下它相对于起始点的方向数, 并标记原来的中心点, 再以此点为中心像素点, 寻找与此点紧邻的非标记像素点, 并依次记录它们的方向数, 直到扫描完为止。

以单像素骨架图像(图3)为例, 利用八方向链码进行编码如下(从最上方的像素开始自上而下^[6]): 677767777。

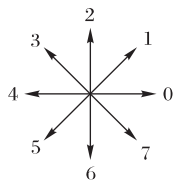


图2 八方向链码示意图

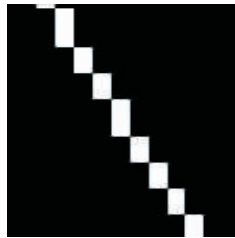


图3 单像素骨架图像

1.3 去除毛刺的分析

设计毛刺去除算法, 要重点考虑几个问题:

1) 寻找节点。

细化后得到的骨架图像, 在理想无毛刺的情况下, 骨架点 $f(x, y)$ 的8邻域范围内^[7]只有两个像素与其相连; 对于骨架的端点只能有一个像素与其相连; 若是节点其8邻域范围内至少要有三个像素与其相连。以 3×3 模型^[8](图4(a)所示)为例, p 为中心点, 若 p 为端点(图4(b)所示), $N(8) = 1$ ($N(8)$ 为中心点 p 的8邻域之和); 若 p 为节点(图4(c)、(d)两种情况, 其他情况暂不考虑), $N(8) \geq 3$ (图4中“0”表示背景, “1”表示前景)。

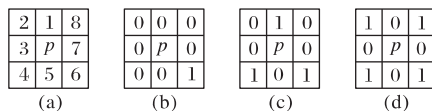


图4 中心像素 p 点的八邻域示意图

2) 分支长度的度量方法和利用8方向链码跟踪骨架。

找到节点后, 对分支进行跟踪, 并用8方向链码(如图3所示)标记跟踪过的像素, 直到找到端点(在下面详细介绍)。节点至端点之间的分支已用8方向链码标记, N_e 为偶数链码的个数, N_o 为奇数链码的个数, N_c 为链码方向发生变化点的个数, 则整个链码的长度^[9]:

$$L = AN_e + BN_o + CN_c; A = 1, B = \sqrt{2}, C = 0 \quad (1)$$

对骨架的跟踪, 起始方向数集合为 $\{4, 6, 0, 2\}$, 可根据实际需要依次按逆时针方向旋转。

3) 寻找端点。

对于有效分支可以通过设定步长 M , 及时回到节点对另一段扫描。但对于真正的毛刺, 需要从节点开始对毛刺扫描, 直到端点。对于每一个扫描过的图像像素点, 将它们的值赋为 -1, 这时, 端点八邻域 $N(8) = -1$, 而不是 1, 并且端点的值也是 -1。

2 去除毛刺的方法

本文方法的实现流程如图5所示。

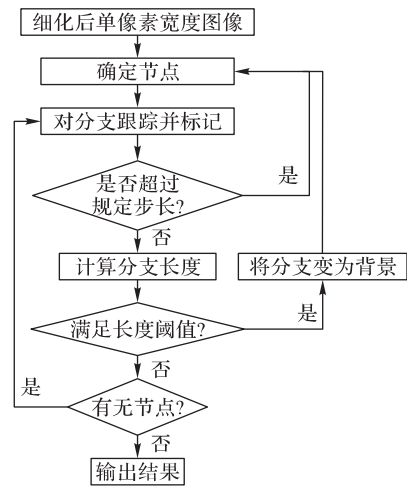


图5 算法实现流程

由图5的流程, 算法描述如下:

1) 由8邻域之和 $N(8)$ 确定节点(分支点), 并规定步长 M 的值和长度阈值 K 。

2) 从节点开始对骨架进行跟踪(设定起始追踪方向), 并用8方向链码和特定值标记所跟踪的像素, 如果在步长范围内跟踪完毕, 就利用式(1)计算整个链码(所跟踪的分支)的长度 L , 转到下一步; 若超过步长后仍在跟踪, 起始方向逆时针旋转 90° , 继续跟踪另一条分支, 直到在规定步长内跟踪完一条分支, 计算出整个分支长度后为止。

3) 将计算的 L 与长度阈值 K 作比较: 若超过 K 值大小, 将刚才跟踪的分支像素的所有值设为 0, 即变为背景; 若没有超过 K , 继续进行下一步。

4) 确定有无节点, 若有节点返回步骤2), 若没有, 则输出结果。

3 处理结果分析

实验中对于原始图像, 采用数学形态学细化算法^[10-11]或者 Hildith 细化算法得到单像素宽度的纤维骨架图像^[12]和字符图像, 然后使用本文算法进行毛刺去除处理。在处理过程中的长度门限值可根据经验获取。

对纤维骨架图像去除毛刺的实验结果如图6所示。

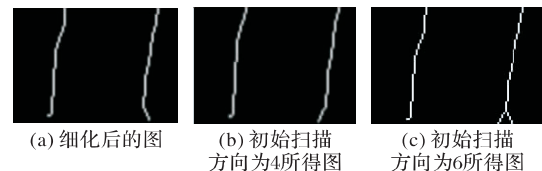


图6 纤维骨架图像去除毛刺实验结果一

图6中(a)图为细化后棉纤维图像, (b)、(c)图分别为初始扫描方向为4和6所得去除毛刺后的图像。



图7 纤维骨架图像去除毛刺实验结果二

图7中(a)图为细化后棉纤维图像, (b)、(c)图分别为初始扫描方向为0和2所得去除毛刺后的图像。

图8中(a)图为车牌中数字5细化后的图像, (b)图为去除毛刺后的图像。

(下转第198页)

- [R]. Utrecht: Utrecht University, Mirela Tanase Department of Commuting Science, 2001.
- [2] PENA J M, LOZANO J A, LARRANAGA P. An empirical comparison of four initialization methods for the K -means algorithm[J]. Pattern Recognition Letters, 1999, 20(10): 1027–1040.
- [3] 张培珍, 付萍, 晓君. 基于聚类的图像检索[J]. 计算机工程与应用, 2004, 40(31): 46–48.
- [4] KEBAPCI H, YANIKOGLU B, UNAL G. Plant image retrieval using color, shape and texture features[J]. The Computer Journal, 2011, 54(9): 1475–1490.
- [5] ELANGO P K, JAYARAMAN K. Clustering images using the latent Dirichlet allocation model[EB/OL]. [2012-10-01]. <http://www.cs.wisc.edu/~pradheep/Clust-LDA.pdf>.
- [6] THILAGAMANI S, SHANTHI N. A survey on image segmentation through clustering[J]. International Journal of Research and Reviews in Information Sciences, 2011, 1(1): 14.
- [7] ZHOU X S, HUANG T S. Relevance feedback in image retrieval: a comprehensive review[J]. Multimedia Systems, 2003, 8(6): 536–544.
- [8] CHUNDI P, DAYAL U, SAYAL M, *et al.* A document clustering method and system: US: 20077181678[P]. 2007.
- [9] CHEN Y X, WANG J Z, KROVETZ R. Content based image retrieval by clustering[C]// Proceedings of the 5th ACM SIGMM International Workshop on Multimedia Information Retrieval. New York: ACM Press, 2003: 193–200.
- [10] ZHOU H Y, SADKA A H, SWASH M R, *et al.* Content based image retrieval and clustering: a brief survey[J]. Recent Patents on Electrical Engineering, 2009, 2(3): 187–199.
- [11] ZHANG Q, GOLDMAN S A, YU W, *et al.* Content based image retrieval using multiple instance learning[C]// Proceedings of the Nineteenth International Conference on Machine Learning. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 2002: 682–689.
- [12] KOLEN J F, HNTCHESON T. Redneing the time complexity of the fuzzy c-means algorithm[J]. IEEE Transactions on Fuzzy Systems, 2002, 10(2): 263–267.
- [13] PENTAND A, PICARD R, SCLAROFF S. Photobook: tools for content based manipulation of database[C]// Storage and Retrieval for Image and Video Databases II, Proceedings of SPIE 2185. Bellingham: SPIE, 1994: 34–47.
- [14] LOONEY C G. A fuzzy clustering and fuzzy merging algorithm[R]. Reno, NV, USA: University of Nevada Reno, Computer Science Department, 1999.
- [15] HUANG Z X. Extensions to the K -means algorithm for clustering large data sets with categorical values[J]. Data Mining Knowledge Discovery, 1998, 2(3): 283–304.
- [16] RUI Y, HUANG T S, CHANG S F. Image retrieval: current techniques, promising directions, and open issues[J]. Visual Communication and Image Representation, 1999, 10(1): 39–62.
- [17] RICHARD O D, PETER E H, DAVID G S. 模式分类[M]. 2版. 李宏东, 译. 北京: 机械工业出版社, 2004.
- [18] 陈湘涛, 王爱云, 谢伟平, 等. 基于内容图像检索的聚类算法研究[J]. 计算机应用研究, 2008, 25(12): 3546–3549.
- [19] JAIN A K, VAILAYA A. Image retrieval using color and shape[J]. Pattern Recognition, 1997, 29(8): 1233–1244.

(上接第194页)

图8表明上述算法具有和一般毛刺去除算法相同的效果。

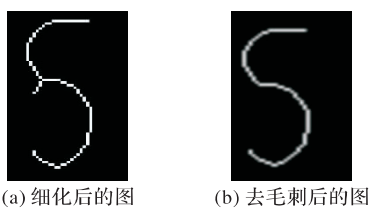


图8 车牌中数字5图像去除毛刺实验结果

图6、7、8三幅基于Matlab^[13]得到的图中, 图(a)均是提取骨架后带毛刺的图像, 毛刺的存在对于后续工作中对重叠纤维根数的确定和直径的测量以及目标的识别带来不必要的麻烦, 而图(b)和(c)为去除毛刺后得到的图像, 尤其在图6、7中, 图(b)和(c)充分体现了利用方向链码的特性, 可根据实际情况, 通过设定不同的初始扫描方向, 有效地去除毛刺。利用此种方法得到的图像, 都能正确反映目标结构, 为后续的目标检测和识别提供了有力的保证。

4 结语

综上所述, 该算法较之其他算法, 不用总是遍历图像的端点和四周像素值, 直接找寻节点, 不仅能较好地去除非目标分支, 保留目标有效分支, 即使在目标分支为有效分支但和毛刺长度相差不大时(图7所示), 也可以通过初始扫描方向数的设定来去除毛刺, 不失为一种有效的去除骨架毛刺的算法。

参考文献:

- [1] 安然, 张少军, 陈华, 等. 字符识别中毛刺的去除方法[J]. 计算机

技术与发展, 2007, 17(9): 136–138.

- [2] 秦筱斌, 蔡超, 周成平. 一种有效的骨架毛刺去除算法[J]. 华中科技大学学报: 自然科学版, 2004, 32(11): 28–31.
- [3] 宁亚辉, 雷小奇, 王功孝, 等. 改进的基于模板去除骨架毛刺的方法[J]. 计算机应用, 2011, 31(6): 58–63.
- [4] JIANG Y Q, WANG P, GAO H W. Study on the method for removing boundary burr based on relevance of chain code[C]// Advanced Research on Electronic Commerce, Web Application, and Communication, CCIS 144. Berlin: Springer, 2011: 188–194.
- [5] 范志刚, 李润顺, 崔占华. 干涉条纹图的处理方法研究[J]. 光学技术, 2000, 26(5): 258–262.
- [6] 胡杨洁, 严超华, 胡海霞. 高温云纹图像细化后的毛刺去除[J]. 南昌航空大学学报, 2009, 23(3): 37–39, 55.
- [7] JIANG B K, CHIN R T. Analysis of thinning algorithms using mathematical morphology[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1990, 12(6): 541–551.
- [8] 曹增强, 范忠诚. 一种去除图像毛刺的快速算法[J]. 数据采集与处理, 1992, 7(9): 235–240.
- [9] 章毓晋. 图像工程(上册): 图像处理和分析[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999.
- [10] 周山, 潘仁良. 结合二值形态学的图像边缘检测方法及其MATLAB的实现[D]. 上海: 华东师范大学, 2008.
- [11] 张胜军, 赵雪萍. 基于形态学的数字符号图像骨架的识别方法研究[J]. 计算机时代, 2011(5): 38–39.
- [12] 季虎, 孙即祥, 邵晓芳, 等. 图像边缘提取方法及展望[J]. 计算机工程与应用, 2004, 40(14): 70–73.
- [13] GONZALEZ R C, WOODS R E, EDDINS S L. Digital image processing using MATLAB[M]. 2nd ed. 北京: 电子工业出版社, 2006.