

文章编号: 1006-7736(2006)01-0062-03

二值图像中目标物体轮廓的边界跟踪算法^{*}

王福生, 齐国清

(大连海事大学 信息工程学院, 辽宁 大连 116026)

摘要: 分析了二值图像识别中常见的边界跟踪算法, 在此基础上提出一种通用性强的边界跟踪算法, 能够根据上一边界点的位置判断轮廓走向. 在搜索下一个边界点时, 只需要对候选的5个点进行判断, 便可以找到下一个边界点的位置, 从而减少了搜索的次数, 使得边界跟踪的时间大为减少. 算法对于轮廓不封闭的线段也可以一次扫描得到其轮廓信息. 实验表明, 算法不仅速度快, 而且轮廓识别准确. 对于目标物较复杂的图像, 算法更能体现出其优越性.

关键词: 图像识别; 二值图像; 边界跟踪; 目标物体轮廓; 模式识别

中图分类号: TP391.41

文献标识码: A

0 引言

在模式识别领域, 图像的形状特性是特征提取的重要指标, 很多情况下, 只有知道了图像的形状特征才能定量地对图像作进一步分析^[1]. 而边界轮廓的确定又是研究形状特征的前提^[2], 也是计算机对图像自动识别的前提, 它对特征描述、识别和理解等高层次的处理有着重大的影响^[3].

边界跟踪是一种基于梯度的图像分割方法. 从梯度图的一个边界点出发, 通过对先前一个边界点的考虑而确定下一个新的边界点^[4]. 传统的边界跟踪法一般有“虫随”法、光栅扫描法、T算法等. 但这些方法都要多次重复才能得到结果, 有时也可能出现反复跟踪某局部区域, 使程序陷入死循环^[6]. 文献[6]中的目标邻域点边界跟踪法是在“虫随”法的基础上衍生而来, 它克服了“虫随”法的缺点, 一次循环就可准确得到目标物的轮廓, 实验效果较好. 在此基础上, 本文提出的算法能够根据上一边界点的位置判断轮廓走向, 从而减少了搜索次数, 提高了搜索效率. 目标物图像越复杂, 越能显示出它的优越性.

1 传统的边界跟踪算法

一种常见的边界跟踪算法是“虫随”法. 它采用如下的规则处理^[7].

一个理想的小虫从白色背景向黑色背景像素区域前进, 该黑色像素区域表示为一个闭合的轮廓. 当小虫进入到了黑色像素中时, 小虫就向左转弯并继续向下一个像素运动. 如果下一个像素也是黑色, 则小虫再次左转, 如果下一个像素是白色, 则小虫向右转. 这一过程持续下去直到小虫到达其运动开始点才停止. 这种方法存在以下问题:

(1) 目标的某些小凸部可能被迂回过去, 如图1右下角小凸所示. 若要避免这种情况, 必须多选一些起始点并取不同起始方向重复进行, 然后取相同的轨迹作为目标轮廓. 重复的次数视图像的复杂程度而定. 但即使重复多次也未必能避免这种问题.

(2) 小虫可能会掉进陷阱, 即围绕某个局部封闭的区域重复爬行, 回不到起始点. 为避免这个问题, 可以让小虫有记忆功能, 使小虫在当前不正确路线时能够记住它走过的步子并由原路退回.

^{*} 收稿日期: 2005-09-01.

作者简介: 王福生(1980—), 男, 辽宁大连人, 研究生; E-mail: foxwfs@sina.com.

由于有回路返回过程, 小虫所走的步数为原来简单小虫所走步数的两倍. 显然, 对于某些复杂图像, 这种方法的运算量太大, 甚至无法实现. 而且在选择起始点时就有可能已经“踏”在陷阱中了, 从而出现误判.

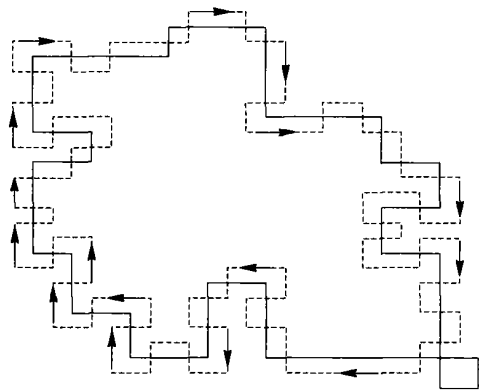


图 1 “虫随”法确定目标边界

光栅扫描法^[8]通过采用设定一定阈值对图像进行多次行扫描和列扫描实现跟踪. 该方法的缺点是要不断调整阈值, 而且扫描严重依赖于光栅扫描的方向性, 还要多次行扫描、列扫描配合使用. 由于阈值选择的盲目性和行扫描、列扫描的次数的不确定性, 因此很难得到目标物的准确轮廓.

轮廓编码中用到的 T(Trace)算法也可以用来跟踪区域的边界等值线. T 算法是 4 邻域搜索算法, 其搜索规则与进入方向有关^[9], 搜索效率不高, 且无法克服内孔洞(边界)的存在对算法的影响^[10].

2 本文提出的边界跟踪算法

作为对传统算法的改进, 本文提出一种新的跟踪算法, 既能有效地跟踪外边界又能克服内边界的存在对算法的影响, 对于不封闭的线段也能实现很好的跟踪. 算法的思路是: 边界跟踪从梯度图像的左上角点开始逐像点扫描, 当遇到目标点时开始顺序跟踪, 直至跟踪的后续点回到起始点(对于封闭轮廓)或其后续点再没有新的后续点(对于非封闭线段)为止. 如果为非封闭轮廓, 则跟踪到一侧的终结后需从起始点开始朝相反的方向跟踪到另一终结点. 当存在多个分离的轮廓时, 逐个跟踪. 为避免陷入死循环, 前面的区域处理好后应采用背景色对它进行填充.

如图 2(a)所示, 若当前点 (x, y) 为一个边界点, 则下一个边界点必定在点 (x, y) 的 8 邻域内, 该邻域内 8 像素位置的坐标表示和编码表示如图

2(b)所示. 现在的问题是确定在 8 邻域内按怎样的规则搜索, 才能迅速有效地找到下一个边界点.



根据前一点和当前点的相互位置可以大致确定出边界的走向, 因此在对下一点的搜寻时不必再对当前点的 8 邻域进行计算比较, 而可以根据前一点 P 和当前点 C 在位置上的不同(共 8 种可能的方向), 对边缘方向上的 5 个像素进行计算比较即可(如图 3 所示), 这样将减少相当的计算量.

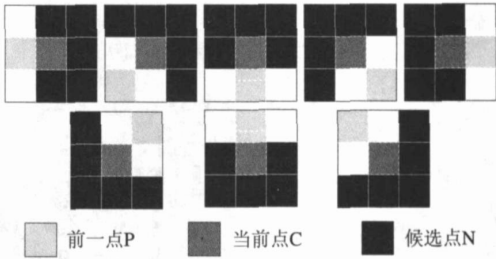


图 3 搜索的候选点与前一点的位置关系

因此可以得出寻找下一边界点的准则如下: 设当前点 $P(x, y)$ 在上一边界点 C 的 8 邻域内的位置编码为 n , 则从当前点 (x, y) 的 8 邻域内的编码为 n 的位置, 顺时针方向移动 2 个像素的位置就是下一边界点的起始搜索位置. 若不是边界点, 则从搜索的起始点开始按照逆时针方向顺次搜索, 共搜索 5 次便可以找到下一个边界点.

举例说明: 观察图 2(b), 如果当前点 P 在上一边界点的位置编码为 1, 则按上述准则可知搜索的起始点是位置编码为 7 的点. 若不是目标点, 从 7 点开始顺次搜索位置编码为 0, 1, 2, 3 的点, 当第一次出现其灰度等于目标区域值时, 该像素点就是所要求的下一边界点. 本文的 8 邻域边界跟踪算法执行步骤如下: 设图像中背景点值为 0, 目标点为 1, P_k 为第 k 个边界点, k 的初值为 0, t 表示边界终结点的个数.

- (1) 设定感兴趣的目标区域的标签值 label;
- (2) 从左到右自上而下扫描图像, 发现第一个像素为 1 的点且标签值为 label 的点即为边界的

起始点 P_0 , 并把其坐标 (x, y) 存入边界点序列表, 预置 t 为 0, 位置编码为 0;

(3) 按上述准则确定下一目标点搜索的起始位置, 然后从该位置开始按逆时针方向依次检查当前边界点的 8 邻近像素, 当第一次出现其像素点的标签值等于预定标签值时, 这一像素点就是新的边界点 $P_k (k = k + 1)$, 并记下它在 8 邻域中的位置编码值;

(4) 若新边界点 $P_k = P_0$, 即回到了起始点, 该轮廓跟踪结束, 此时边界点序列中存放的就是该目标的外边界点坐标, 转(7);

(5) 若新边界点 $P_k \neq P_0$, 则以 P_k 作为当前点, 记下其位置编码, 然后转(3);

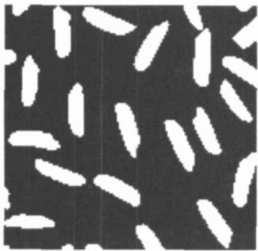
(6) 若没有找到目标点, 说明当前点是轮廓的终结点, 终结点个数 t 加 1, 如果 $t = 1$, 则令 P_0 为当前点, 置位置编码为 4, 转(3)(即对不封闭轮廓从起始点开始朝相反的方向搜索, 直到找到另一个终结点为止), 如果 $t = 2$, 则转(7);

(7) 若还需跟踪其他目标的轮廓, 转回(2); 否则算法结束。

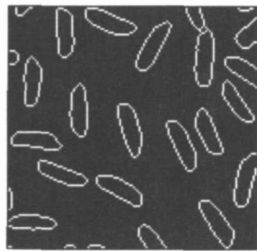
由于本算法可以记忆当前点在上一边界点的位置, 所以在搜索下一目标点时不必对 8 邻域的点全部搜索, 最多只需要搜索 5 次便可以找到目标点, 这种智能性大大缩短了边界跟踪的时间。

3 实验结果

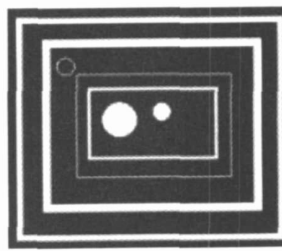
图 4(a) 和图 4(c) 分别是对原始的 rice 和 blobs 图像经过二值化得到的二值图像, 图 4(b) 和图 4(d) 分别是应用本文算法得到的边界跟踪结果。实验表明, 对图 4(a) 和图 4(c) 采用文献[6]的方法分别需要对 8 邻域搜索 4368 次和 9896 次, 而采用本文的算法只需对 8 邻域分别搜索 3310 次和 7438 次, 便可以完成目标物体的边界跟踪, 效率分别提高了 24.2% 和 24.8%。可见对于目标物较复杂的图像, 本算法更能体现出其优越性来。



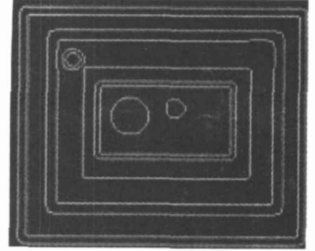
(a) 二值化后的 rice 图



(b) 跟踪结果



(c) 二值化后的 blobs 图



(d) 跟踪结果

图 4 实验结果

4 结束语

上述算法与传统的边界跟踪算法相比, 能一次扫描得到目标区域的轮廓信息, 同时按该方法

在 8 邻域中搜索边界点, 最多只需搜索 5 次便可以找到边界点, 提高了轮廓跟踪的效率。实验表明, 本文提出的对二值图像中目标物体的边界跟踪算法是行之有效的。

参 考 文 献:

- [1] 王 昕, 曲 波, 王厚枢. 一种不规则封闭形状的轮廓跟踪算法[J]. 南京航空航天大学学报, 1996, 28 (4): 580—583.
- [2] 田 捷. 实用图像分析与处理技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 1995: 155—156.
- [3] CASTLEMAN K R. Digital Image Processing[M]. [S. L.]: Prentice Hall, 1996: 309—312.
- [4] CANNY J. A computational approach to edge detection[J]. IEEE—PAMI, 1986, 8: 679—698.
- [5] 柳稼航, 杨建峰, 单新建, 等. 一种基于优先搜索方向的边界跟踪算法[J]. 遥感技术与应用, 2004, 19 (3): 209—213.
- [6] 崔凤魁, 张丰收, 白 露, 等. 二值图像目标邻域点法边界跟踪算法[J]. 洛阳工学院学报, 2001, 22 (1): 28—34.
- [7] PRATT K. 数字图像处理[M]. 邓鲁华, 张延恒, 译. 北京: 机械工业出版社, 2005: 397—398.
- [8] 崔凤魁. 定量金相分析算法及实现[J]. 材料科学与工艺, 2000(9): 48—52.
- [9] 夏德深, 傅德胜. 现代图像处理技术与应用[M]. 南京: 东南大学出版社, 1998: 124—127.
- [10] 李 云, 鲍苏苏, 杨 璐. 二值图像中物体区域的选定及外边缘跟踪技术[J]. 华南师范大学学报(自然科学版), 2000 (3): 27—29.

(下转第 67 页)

才能通过验证.

好的防欺诈性能的基于 Hash 函数的动态密钥分存方案, 不但实现添加、修改和删除子密钥时不影响其他子密钥和系统密钥, 而且在防止欺诈方面有很高的安全性.

4 结束语

本文以文献[1, 2] 为基础, 给出了一个具有很
参 考 文 献:

[1] 刘焕平, 胡铭曾, 方滨兴, 等. 基于单向函数的动态密钥分存方案[J] . 软件学报, 2002, 13(5): 1009—1012.
[2] 费如纯, 王丽娜. 基于 RSA 和单向函数防欺诈的秘密共享体制[J] . 软件学报, 2003, 14(1): 146—150.
[3] BLAKLEY G R. Safeguarding cryptographic keys. Proceedings of the National Computer Conference[C] . Montvale, NJ: AFIPS Press, 1979. 313—317.
[4] SHAMIR A. How to share a secret[J] . Communications of the ACM, 1979, 24(11): 612—613.
[5] ASMUTH C, BLOOM J. A modular approach to key safeguarding[J] . IEEE Transactions on Information Theory, 1983, 29(2): 208—210.
[6] Kamin E D, Greene J W, Hellman M E. On secret sharing systems[J] . IEEE Transactions on Information Theory, 1983, 29(1): 231—241.

Improved algorithm of dynamic secret sharing schemes
based on Hash function

YAN Hui-juan, LIN Guo-shun
(Economy & Management College, Dalian Maritime Univ., Dalian 116026, China)

Abstract: This paper pointed out the weak points of the references[1] and [2] and proposed a cheat-proof dynamic secret sharing scheme based on hash function. The dealer can renew system secrets without renewing the shadows of the participants. When some participants' shadows are revealed, they can be renewed without any effect on the others. Also a new shadow can be generated for a new participant without any effect on the others. The shadows can be reused for many times. The scheme offered an efficient protection against cheating among participants as well.

Key words: cheat-proof; dynamic key; Hash function; secret sharing scheme

(上接第 64 页)

Boundary tracking algorithm of objects in binary image

WANG Fu-sheng, QI Guo-qing
(Information Technol. College, Dalian Maritime Univ., Dalian 116026, China)

Abstract: First, the common contour detection methods in binary image identification were analysed. Then a new general boundary tracking algorithm was proposed. This algorithm could judge the contour direction from the foundation of the former contour pixel. Only by judging five candidated pixels when detecting the next contour pixel, the position of the next contour pixel could be found. So the detection time could be reduced. The algorithm could also get contour information from lines which were not closed by scanning just for once. The experiment indicates that the algorithm is not only very fast, but the contour recognition is exact. For an image, the more the objects are complicated, the more this algorithm is advantaged.

Key words: image identification; binary image; boundary tracking; objects' contour; pattern recognition