

## 快速跟踪匹配细化算法<sup>1</sup>

陈 辉 王海洋\*

(山东工业大学电子系 济南 250014)

\*(山东大学计算机系 济南 250100)

**摘 要** 本文提出了一种二值图跟踪匹配细化算法。该算法消除了大量背景点检测和已完全细化部分的重复检测,处理速度快,细化彻底。文中对算法进行了描述。并通过具体实例说明了算法的有效性。

**关键词** 细化算法, 二值图象, 图象处理

**中图分类号** TN911.73, TP391.4

### 1 引言

细化是在不改变图象象素的拓扑连接关系的条件下,连续擦除图象边缘象素,使之最终成为一象素宽的图象骨架。它是图象分析,信息压缩,特征提取和模式识别常用的基本技术。目前细化比较多的是采用模板匹配<sup>[1-4]</sup>。这种方法是根据某个象素的局部邻域的图象特征,通过一组判决模板的匹配来实现细化。其中效果较好,速度最快的是 Guo 和 Hall<sup>[2]</sup> 1992 年提出的完全并行细化算法,每次迭代仅扫描图象一次。这类算法规则简单一致,易于硬件实现。缺点是每次迭代需对全图扫描,已细化到位部分存在重复检测,尤其对不均匀图象个别粗区引起多次迭代,严重阻碍了速度的提高。而且 Guo 和 Hall 算法的细化结果也不是严格的八连通图象骨架(见图 2 (b))。细化处理关心的只是图象边缘点的可删除性。Guo 和 Hall 算法以及其他许多算法都属于光栅扫描算法。光栅扫描算法把大量时间浪费在背景点和物体内部点上。基于边缘跟踪的细化算法可以消除这种缺点。在文献 [5] 中提出过一种用轮廓跟踪进行细化的方法。该算法为孤立边缘跟踪,只能对指定边缘进行细化,支持人机交互,但无法应用于顺序存取的图象文件。

本文所述算法,在边缘跟踪基础上进行模板匹配,显著提高了较粗和不均匀图象的处理速度。该算法还解决了以往跟踪算法不能应用于顺序图象文件和某些特殊区域内部点不能细化的问题。能获得严格剥离至中心骨架的八连通细化结果。

### 2 定义和说明

**定义 1** 边缘线为连通背景区域与其相邻的连通物体区域物体一方交界线。一物体可有多条边缘线,但对于某一相邻背景区域只有一条边缘线。边缘线起点为边缘线上某一点。设背景点值为 0,物体点值为 1。

**定义 2** 设  $P$  为当前边缘线上的待处理点,跟踪方向为逆时针方向。在边缘线上沿跟踪方向,与  $P$  相邻的上一个点称为  $P$  的上辈点,与  $P$  相邻的下一个点称为  $P$  的下辈点,

<sup>1</sup> 1994-11-25 收到, 1995-03-07 定稿



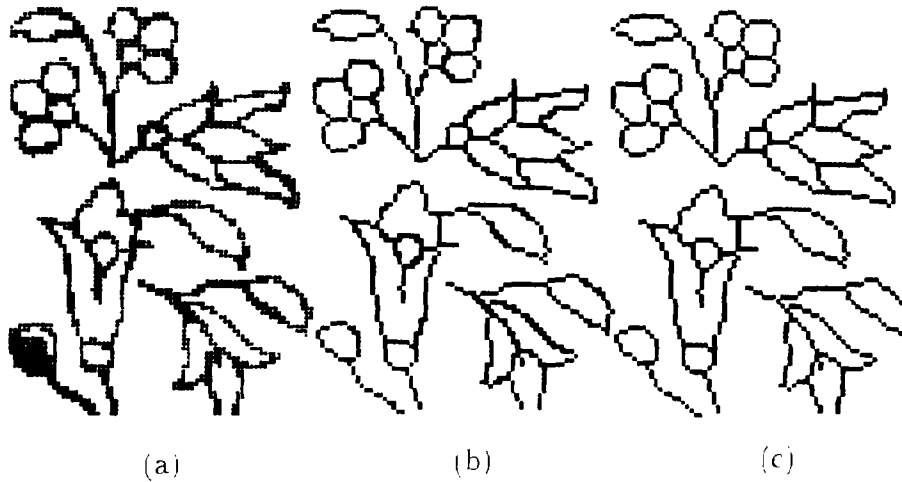


图 2 局部放大细化结果比较  
(a) 原始图象尺寸  $72 \times 100$ , (b) Guo 和 Hall 算法, (c) 本文算法

点  $P$  和  $P-IN$ 。(c) 由  $P-IN$  顺时针方向寻找  $P$  的上上辈点  $UP-P$  和上辈点  $LAST-P$ , 置该边缘线的细化到位标志  $DN=0$ 。(d) 由  $LAST-P$  逆时针方向寻找  $P$  的下辈点  $NEXT-P$ 。若  $NEXT-P$  不是起点, 进行 (e)。否则: 如果  $DN=1$ , 进行 (g); 如果  $DN=0$ , 则将该起点从边缘线起点集合中删除, 进行 (g)。(e) 由  $LAST-P$  和  $P$ , 求出  $P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7$ , 确定走向关系。根据细化判决模板判断  $P$  是否应被删除。若  $P$  不应删除, 进行 (f); 若  $P$  应删除, 则置  $DN=1$ , 删除  $P$  后, 由  $UP-P, LAST-P$  跟踪至  $NEXT-P$ , 求  $NEXT-P$  边缘线上的新上辈点  $P'$ ,  $P$  是边缘线起点集合中的起点, 则更新该起点为  $P'$ , 进行 (f)。(f) 置  $NEXT-P$  为当前待处理点  $P$ , 依次更新  $UP-P, LAST-P$ , 继续 (d)。(g) 检测是否做完边缘线起点集合中的所有点。否: 取边缘线起点集合中的下一起点和内侧背景点, 为当前处理点  $P$  和  $P-IN$ , 继续 (c)。是: 则检测边缘线起点集合是否为空集, 若不为空集则继续 (b), 若为空集, 程序结束。

#### 4 实验结果

为了评估本文算法的有效性, 我们选择了 Guo 和 Hall 算法, 对由 40 个图 2(a) 组成的尺寸为  $576 \times 500$  象素点的花型图象进行细化比较, 图 2 是局部放大后的结果。从中可见, 与 Guo 和 Hall 的算法相比本文算法细化彻底, 完全剥离至中心骨架。两个算法处理该图的迭代次都为 5 次。在 40 兆赫 PC486 机上处理该图的时间, Guo 和 Hall 算法为 32s, 本算法为 20s, 提高速度约 30% 以上。本文算法仅在确定全部边缘线起点时, 对整幅图扫描一遍, 随后即进行跟踪细化, 并及时删除已完全细化的边缘。省去了大量背景点和物体内部点的检测, 也省去了已细化到位部分的操作, 从而大大提高了处理速度。这一点对粗细不均或含有个别粗区的图象尤为显著。

## 5 结 论

本文对于二值图象的细化,提出了一种新的快速跟踪匹配算法。通过寻找出全体边缘线的起点,而对每条边缘进行跟踪细化。结果表明,该算法能够在确保完全细化至中心骨架的同时,较为显著地提高处理速度。本文算法已应用于一图案智能系统,对由扫描仪输入的二值花型图进行预处理,结果令人满意。该算法也可广泛应用于文字,工程图纸识别或图象处理的各个领域。

## 参 考 文 献

- [1] Pals, Bhattacharya P. Pattern Recognition, 1992, 25(5):497-505.
- [2] Guo Z, Hall R W. Computer Vision, Graphics and Image Process, 1992, 55(3):317-328.
- [3] Bourbakis N G. Pattern Recognition. 1989, 22(4): 387-396.
- [4] Wang P S P, Zhang Y Y. IEEE Trans. on. Comput., 1989, C- 38(5):741-745.
- [5] Arcelli C. Computer Graphics and Image Process, 1981, 17: 13-16.

## A FAST CONTOUR TRACING MATCHING THINNING ALGORITHM

Chen Hui

*(Dept. of Electrical Engineering, Shangdong Polytec. Univ., Jinan 250014)*

Wang Haiyang

*(Dept. of Computer Science, Shandong University, Jinan 250100)*

**Abstract** A fast matching thinning algorithm based on tracing all contours is presented. It produces better image skeleton with faster processing speed. Experimental results show that this method is effective.

**Key words** Thinning algorithm, Binary picture, Image process

陈 辉: 女, 1963 年生, 讲师, 从事图象处理和计算机网络的研究和教学工作.

王海洋: 男, 1965 年生, 副教授, 从事计算机网络和信号处理的研究和教学工作.