

一种改进的图像骨架提取算法

叶福玲^{a,b}

(福州大学 a. 数学与计算机科学学院;

b. 网络信息安全与计算机技术国家级实验教学示范中心,福州 350116)

摘要:针对Zhang细化算法的不足提出改进算法。首先,根据提取的骨架特点设计细化模板,将骨架进行细化并且保持骨架的连通性和满足单像素,便于后续处理;其次,利用像素找出骨架的分支点,骨架减去分支点形成多个不连通区域,根据骨架特点选择不同的阈值,去除小于该阈值的连通分支,从而去除骨架毛刺,该步骤高效地除去了多余的噪音和毛刺,优化了骨架的视觉效果。仿真实验结果表明用改进算法提取图像骨架比Zhang细化算法得到的骨架效果更好,不但能够根据阈值的选择来除掉长短不一的毛刺,且不会破坏物体结构中重要的骨架。

关键词:骨架;细化;单像素;去除毛刺

中图分类号:TP391.41 **文献标志码:**A **文章编号:**1673-1891(2018)03-0091-04

An Improved Image Skeleton Extraction Algorithm

YE Fu-ling^{a,b}

(a.College of Mathematics and Computer Science; b.National Experimental Teaching Demonstrating Center of Network and Information Security and Computer Technology, Fuzhou University, Fuzhou 350116, China)

Abstract: An improved algorithm is proposed for the shortage of Zhang refinement algorithm. First of all, the refinement template is designed according to the characteristics of the extracted skeleton, and the skeleton is refined and the skeleton connectivity is maintained and the single pixel is satisfied for subsequent processing. Secondly, using the pixels to find the skeleton of the branch point, the skeleton minus the branch points to form a number of non-connected areas. Different thresholds are selected according to the skeleton characteristics, and the connected branches which are smaller than the threshold will remove the skeleton glitches. This step effectively removes excess noise and glitches, optimizing the visual effect of the skeleton. The simulation results show that the improved skeleton is better than the Zhang refinement algorithm, not only in accordance with the threshold of choice to get rid of the length of the burr, and will not destroy the important structure of the skeleton.

Keywords: skeleton; thinning; single pixel; removing the burr

0 引言

随着图像识别技术的进步和计算机性能的发展,机器视觉领域重要的研究方向之一就是基于骨架的识别技术。骨架作为一种能够使图像降维的有力手段,能够保持与原图像相同的拓扑结构,存于对称轴上,减少冗余干扰信息。对于图像本身来说,它的整体框架和边界信息能够被保存下来,为识别保留了最关键的部分。

H.Blum最早提出中轴算法^[1-2],即对于区域内的每一个点,在边界中搜索到的最近的点多于一个时,则该点为图像的骨架单元。但该方法比较费

时,且对噪声比较敏感,不能保证骨架线的连通。Dey等^[3]通过构造模型的Voronoi图得到了近似中轴的骨架,但该方法仅适用于比较简单的骨架提取,对复杂的模型并不适用,且对边界噪声也很敏感。曹铁勇^[4]提出了一种基于势能平衡方式的二值图像骨架抽取算法。该方法将边界点作为零势能的等势点,计算出处于势能平衡点上的基本骨架点,由此构建出的骨架,抗噪能力较强,但参与计算的边界点的半径较难确定。刘俊涛等^[5]提出的梯度最短路径的算法,首先计算物体距离变换的梯度,用搜索梯度最短路径的方法来连接关键点,得到物体的线形骨架。该方法得到的线形骨架能很好地反映

物体拓扑和形状特征,并不易受边界噪声干扰。

本文引入 Zhang-Suen^[6]提出的以四个判别条件来判断当前点是否为可删除点的方法。通过分析并发现了该算法的不足之处,提出了一种提取图像骨架的改进算法。首先,根据提取的骨架特点设计细化模板,将骨架进行细化并且保持骨架的连通性和满足单像素,便于后续处理;其次,利用 8 邻域像素找出骨架的分支点,骨架减去分支点形成多个不连通区域,根据骨架特点选择不同的阈值,去除小于该阈值的连通分支,从而去除骨架毛刺,该步骤高效地除去了多余的噪音和毛刺,优化了骨架的整体视觉效果。

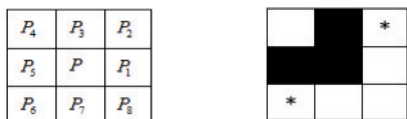
2 改进的图像骨架提取算法

Zhang 算法^[6]能够充分考虑到图像骨架的连通性,并且对于有弧度的曲线、拐点以及交叉点,都能够比较精确的提取出来,使得骨架与原图像保持相对一致的结构,效果较好。但是由于不同图像的特点以及该算法对边界敏感,细化之后得到的骨架会有多余的像素,不符合单像素骨架,且有部分毛刺没有能够识别出来。因此,本文在这个方法的基础上,对提取出来的骨架进行进一步完善,删除多余像素以及识别并消除毛刺。本文针对不足之处主要从细化单像素和去除毛刺两方面入手,使得提取出来的骨架能够更好符合单像素和光滑性,更加符合视觉感受。

2.1 骨架细化为单像素

将使用 Zhang 算法细化后的骨架图像放大,我们可以发现提取出来的骨架并没有满足单像素的原则。通过仔细分析 Zhang 的算法思想和原理,我们可以得知:非单像素是由于冗余点没有满足 $S(P)=1$ 而没有被删除,使得骨架不满足单像素。本文在 Zhang 细化算法得出的骨架的基础上,设计了用于细化的模板来判断该点是否为冗余点,从而决定像素点的保留或者删除,使得得到的骨架线条能够符合单像素^[7-9]。

单像素算法是基于如图 1 所示模板。假设当前的目标色为像素点 P , 它的 8 邻域为 $P_i(1 \leq i \leq 8)$ 。若 P 的 8 邻域满足图 1(b) 的模板,即以 P 为目标点,若它的邻域 $P_3、P_5$ 为目标点,则将该目标像素 P 删去



a. 点 P 的 8 邻域 b. 细化模板

图 1 细化算法的模板说明

(即设为背景点),细化模板中的*号表示的是该位置可以为目标点或者背景点。同时该细化模板还包括逆时针旋转 $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ 的情况。

单像素细化算法实现具体步骤:1. 扫描整幅已用 Zhang 细化算法得到的细化效果图;2. 若遇到当前点为目标点,检索 8 邻域是否符合细化模板;若符合细化模板,则将该目标像素点置为背景点,否则不做改动;3. 重复步骤 2 直到扫描完整幅图像,输出图像。

下面是采用该算法细化成单像素的效果与 Zhang 快速并行细化算法得到的细化的骨架进行对比,如图 2 所示,前面为改进前的,后面为改进后的效果。



图 2 单像素细化前后效果对比

2.2 去除多余的骨架毛刺

仔细观察毛刺会发现,毛刺的长度一般难以归纳,但是相对骨架中心来说,毛刺的长度显得短许多^[10-12]。利用这个特性,统计目标像素 8 邻域中值为 1 的像素点,然后确定相对目标像素点的类型,形成的多个不连通区域,利用图像特点来定义毛刺的特征,将像素点少的区域删除来消除毛刺,对骨架进行改进和完善。改进的去除毛刺的具体实现步骤如下:

1. 在 2.1 所得到的细化为单像素的骨架之后,设改进后的骨架图像为 $f(x,y)$,对于目标像素点 i 即 $f(x_i,y_i)=1$,计算点 i 的 8 邻域模板中的目标像素和,计入 $count_i$ 中。对每一个像素进行该操作直到所有的像素计算完毕。
2. 分析 $count_i$ 的值,若 $count_i > 3$,说明该点至少有 3 个方向有目标,则该点是分支点,记录在 P_i 中;
3. 在改进后的骨架图像 $f(x,y)$,减掉分支点的像素,这样一来原本连通的区域会变成多个不连通的小区域。对区域进行标记,从而得到标记后的不连通图 $g(x,y)$ 。
4. 对于不连通的标记图 $g(x,y)$,从顶点出发计算不连通区域的长度,由于在单像素图像上面进行计算,计算长度也就是计算面积即连通区域的像素和,记为 L_i 。
5. 设置阈值的大小 T ,若 $L_i \leq T$,则删去该小区域;否则,不作处理。
6. 将刚才所删除的分支点恢复,使图像变为连通的区域,这样就得到了去除了毛刺的骨架效果

图,并且重复步骤5的操作,得出精确的骨架图。

3 实验结果与分析

在实验中,原始图像首先采用的是 Zhang 细化算法来提取得到的骨架,如图3所示。



图3 算法改进效果图

由以上4幅图像可以看出,图3中用经典的 Zhang 细化算法来提取的骨架数字和字母上面会有长度不等的毛刺,影响整体骨架的视觉感官。根据上面的实验结果可以明显看出:利用骨架单像素后再去除毛刺,图3(d)上面的毛刺相比图3(b)来说减少了很多,使骨架更加接近真实,骨架效果更好。本文在处理毛刺的过程中根据图像的特点,通过反复多次实验,得到不同的合理阈值,能够灵活地应用在各

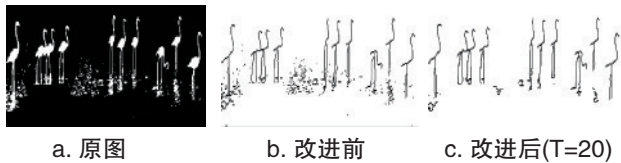


图4 火烈鸟提取

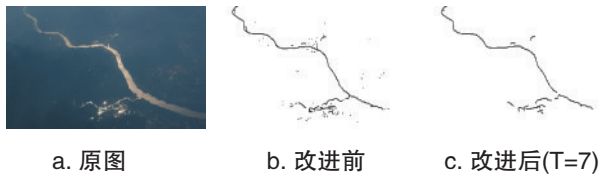


图5 航拍河流提取

参考文献:

[1] BLUM H. Biological Shape and Visual Science.I.[J].Journal of Theoretical Biology,1973,38(2),205-287.
 [2] HOLT C M, STEWART A, CLINT M, *et al.* An Improved Parallel Thinning Algorithm[J]. Communications of the ACM, 2003,30(2):156-160.
 [3] DEY T K, ZHAO W. Approximating the Medial Axis from the Voronoi Diagram with a Convergence Guarantee[J]. Algorithmica,2004,38(1):179-200.
 [4] 曹铁勇,杨吉斌,张雄伟.基于势能平衡的图像骨架抽取算法[J].东南大学学报(自然科学版),2003,33(6):724-727.
 [5] 刘俊涛,刘文予,吴彩华,等.一种提取物体线形骨架的新方法[J].自动化学报,2008,34(6):617-622.
 [6] ZHANG T Y, SUEN C Y. A Fast Parallel Algorithm for Thinning Digital Patterns[J].Communications of ACM,1984,27(3): 236-239.

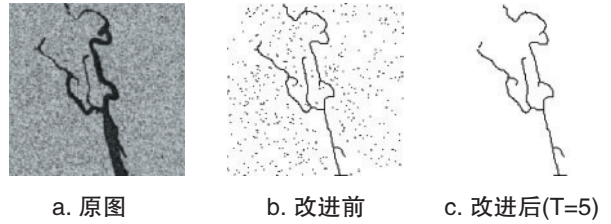


图6 脑血管的骨架线提取

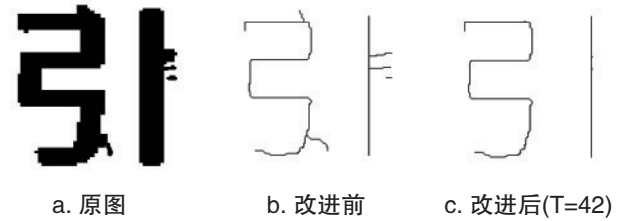


图7 文字骨架提取

毛刺类型不同的图像上面,显示出重要的实用性。

为了验证改进算法的有效性,下面将算法应用在其他方面的图像,实验效果如图4~7所示。

根据以上4个实验的效果对比可以看出,改进算法比 Zhang 细化算法的效果更好,通过对阈值的设定来定义毛刺,能够有效地去除毛刺且保持骨架的连通性以及主干骨架的存在。对于同一图像,阈值设置的大小不同,骨架的最终提取效果也会有差异,因此需要尝试阈值来提取最佳的骨架图像。

4 结语

本文在深入研究 Zhang 细化算法的基础上,针对图像骨架没有单像素化以及毛刺没有有效处理的问题,进行了算法的优化和改进,并用 MATLAB 将其实现。通过实验的分析和对比,可以看出改进的算法能够有效的去除毛刺,优化骨架的视觉美感,效果优于 Zhang 细化算法。此外,论文利用指定模板来决定像素点的保留或者删除,还存在一定的局限性,今后将进一步研究这方面的工作。

握情况、灵活运用所学知识的能力和解决实际问题的能力等,占期末总成绩的40%;理论考试为学期末的闭卷考试成绩,本项考核成绩占总成绩的40%;平时表现是教师根据学生的出勤、平时实验的完成情况和课堂表现等作出的评价,占总成绩的20%。

6 效果与总结

通过基于ATmega16单片机实验系统开发的教

学改革与实践,进一步强化了学生的电路设计、印制电路板设计、焊接和程序设计能力。单片机实验系统的研发与实践拓展了单片机课程实践环节的学习空间,有利于引导学生学会学习、主动学习和主动实践的意识,在实践中理解和掌握单片机应用技术。对培养学生的实践动手能力、发现问题和解决问题能力等方面有积极影响,对进一步深化单片机课程改革有一定借鉴意义。

参考文献:

- [1] 吕燧,刘伟.微课与工程案例相结合的单片机课程教学改革研究[J].实验室科学与技术,2017,15(5):53-55.
- [2] 朱敏杰,罗珩,余亚东.改革单片机教学培养应用型人才[J].实验室研究与探索,2012,31(2):144-147.
- [3] 陈得宝,李素文,李峥,等.电子信息类专业“主动实践”教学模式构建[J].实验室研究与探索,2016,37(2):79-82.
- [4] 藤召胜,唐求,温和,等.单片机口袋实验室在实践教学中的应用[J].实验技术与管理,2017,34(10):223-227.
- [5] 高宏岩,马骏,朱林海.基于单片机的车位检测实验系统设计[J].实验技术与管理,2017,34(1):90-93.
- [6] 何宾.Altium Designer 15.0 电路仿真、设计、验证与工艺实现权威指南[M].北京:清华大学出版社,2015.
- [7] 胡洪钧,肖顺根.Arduino 教学实验箱设计与实验项目开发[J].新乡学院学报,2017,34(3):70-73.
- [8] 杨光祥,胡健,朱超平,等.依托中央与地方共建项目构筑电子信息类工程人才实践创新平台[J].实验技术与管理,2017,34(1):25-28.

(责任编辑:蒋召雪)

(上接第93页)

- [7] 赵春江,施永康,邓勇.具有鲁棒性的图像骨架提取方法[J].计算机应用,2005,25(6):1305-1306.
- [8] 江萍,徐晓冰,方敏.基于形态学骨架提取算法的研究及其实现[J].计算机应用,2003,23:136-137.
- [9] 秦筱槭,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(12):28-31.
- [10] 李文杰.基于骨架化和模板匹配的交通指挥手势识别[D].杭州:浙江大学,2011.
- [11] 张雅清,刘忠宝.融合全局和局部特征的图像特征提取方法[J].华侨大学学报(自然科学版),2015,36(4):406-411.
- [12] 李凡.基于改进K段主曲线算法的图像骨架提取[D].大连:大连海事大学,2016.

(责任编辑:曲继鹏)