

一种改进的二值图像像素标记算法

王亮, 黄飞, 冯少彤, 聂守平, 王鸣

(南京师范大学 光电技术江苏省重点实验室, 江苏 南京 210097)

[摘要] 像素标记算法是图像处理中提取目标特征量的一种有效方法. 分析了一般像素标记算法的不足, 提出一种改进的像素标记算法. 该算法无需对图像进行预处理, 针对二值图像中像素分布的特点, 仅需对图像进行一次扫描, 通过特殊的目标边界像素标记, 就能收集足够的信息, 经过一定的分析处理即可得到图像中目标的准确计数和边界信息. 由于准确的目标计数是目标特征量提取的关键, 在此基础上即可方便快捷地获得目标的面积、周长和质心坐标等参数, 便于图像的后续处理. 计算机模拟结果表明该算法具有很强的通用性, 且因为仅需一遍全图扫描使其分析速度大大提高, 可以广泛应用于图像分割领域.

[关键词] 图像处理, 像素标记, 目标计数, 边界信息

[中图分类号] TN911.73 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-1292(2006)02-0023-03

An Improved Pixel Labeled Algorithm in Binary Image

WANG Liang, HUANG Fei, FENG Shaotong, NIE Shouping, WANG Ming

(Key Lab of Opto-Electronic Technology, Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China)

Abstract: The pixel labeled algorithm is an effective method to obtain the objects' s feature in image processing. Some limitations of the normal pixel labeled algorithm are analyzed and an improved one is presented in this paper. The new algorithm reduces the number of image scanning to only once and it can collect enough information during the scanning. After some necessary processing, the correct number of objects and the edge information can be obtained. Consequently, the object' s area, perimeter and coordinate value of center of mass are also conveniently obtained, which is essential to some further image processing. Computer simulation results show that this algorithm is practical and much faster; therefore, it can be widely used in image segmentation field.

Key words: image processing, pixel label, object count, edge information

0 引言

在图像处理中经常需要提取目标的各种特征量, 通常提取目标特征量的算法包括像素标记算法和游程连通性算法^[1]. 游程连通性算法通过分析游程的连通性来标记目标, 需要事先对图像进行处理得到灰度相同的像素块^[2], 这个过程较为复杂, 而图像的二值化却极为简便. 像素标记算法^[3]是在不要求任何先验信息的前提下, 对二值图像像素进行标记, 从而得到目标特征量的算法.

以上提取目标特征量算法的核心是对图像中目标数目的统计. 多数的像素标记算法^[4,5], 需要首先对图像进行一次全图扫描, 标记每一目标像素, 其中属于同一目标的像素有可能被标记不同的标记值, 在扫描中把它们记录在一个表示它们等价的数组中, 接着处理这个等价数组, 之后再进行第二次全图扫描, 才能得到目标计数. 本文提出了一种改进的像素标记算法, 只需对图像进行一次扫描, 仅对目标边界像素进行标记就能收集足够的信息, 得到一个与多数像素标记算法不同的等价标记数组, 无须再次扫描全图, 只需对一次扫描后得到的等价标记数组进行相应的处理即可得到正确的目标计数和目标边界信息, 对于各种复杂形状目标都能进行正确处理. 在此基础上可方便地进行进一步统计得到目标的其他特征量.

收稿日期: 2005-11-24.

作者简介: 王亮(1981-), 硕士研究生, 主要从事光信息处理及图像处理等方面的学习与研究. E-mail: caryw@eyou.com

通讯联系人: 王鸣(1950-), 教授, 博士生导师, 主要从事光电子和激光应用方面的教学与研究. E-mail: wangming@njnu.edu.cn

1 改进的像素标记算法

首先定义下列数据变量,初值均为零:

Edge[i][j] 边界标记数组,表示坐标为(i,j)的边界像素属于哪个目标;
 Same1[i][j] 等价标记数组,表示像素标记 Same1[i][1]和 Same1[i][2]为一对等价标记;
 Same2[i] 标记处理数组,行数对应原标记值,放置归类类别号;
 Same3[i] 标记结果数组,行数对应原标记值,放置正确的目标值;
 temp 全图扫描中的最大目标标记值;
 kind 归类类别值;
 result 结果目标值.

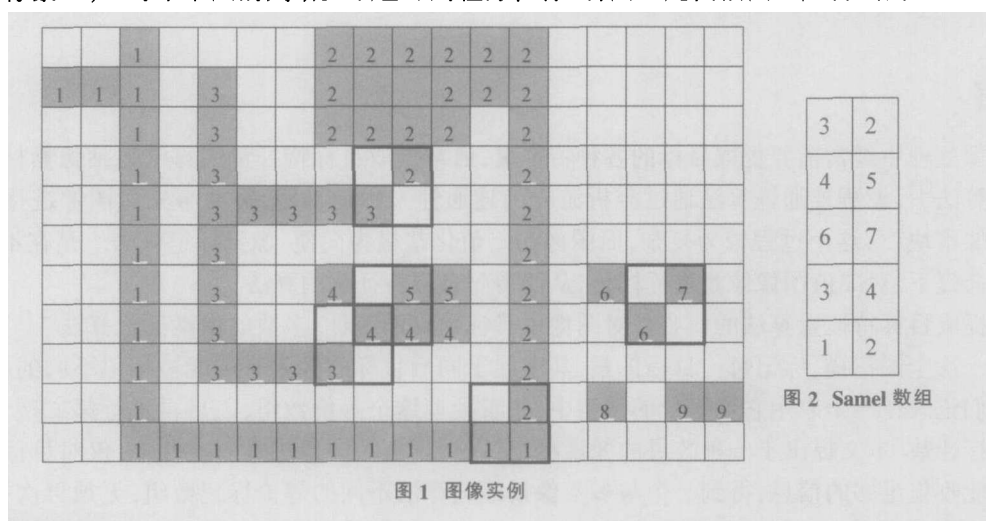
1.1 全图扫描

对二值图像从左到右,从上到下扫描,一遇到目标边界像素即进行判断标记.这里边界像素指当前像素灰度值为“1”,并且它的8个领域^[6]中有一个或一个以上的像素的灰度值为“0”的像素.判断标记过程分两步.

第一步,先依次判断当前像素(i,j)的左侧、左上侧、上侧像素和右上侧像素是否已标记,一旦遇到已标记则说明当前像素(i,j)和这个已标记像素属于同一目标,赋予 Edge[i][j]相同的标记值,结束本像素标记.如4个相邻像素均未标记则进入第二步.

第二步,当前像素右移一位,即变为(i,j+1),进入一子循环,每次循环判断当前像素右上侧像素是否已标记,如已标记则赋予 Edge[i][j]相同的标记值并跳出循环结束本像素标记,如当前像素右上侧像素未标记则右移一位像素继续判断,直到到达目标这一行像素的右侧边界,如此时才跳出循环说明像素(i,j)属于一新目标,则原最大目标标记值 temp 加1并赋予 Edge[i][j],结束本像素标记.

像素标记算法的一个主要问题是对下凹即向上分叉图形的判断会使本属于一个目标的像素被标记不同的标记值.本文的方法是,先把同属一个目标的两目标值成对记录在一等价标记数组中,待全图扫描完毕后再对这一等价标记组数进行处理分析.记录是在每标记完一个边界像素后进行的,先判断它是否处于一个下凹形状的底部.判断方法是看该像素和它右上方像素是否都是目标边界像素并且标记值不同,如成立则在数组 Same1 中成对依次按行记录下这两个等价标记值,以用于下面的处理.图1给出了一幅较复杂图像的实例,该图包含了像素标记中可能遇到的大多数情况,图中已把扫描后得到的非零 Edge[i][j]值标在了对应像素上,且每个下凹的判断区域也已用粗方框标出,图2是扫描图1后得到的 Same1 数组.



1.2 扫描后的处理

一次全图扫描后的处理是本算法的关键,处理过程分两步:

第一步:归类.前面记录的等价标记数组只是记录了两两等价的情况,而实际上例如1和2等价,2和4等价,那么1,2,4标记值都等价,标以1,2,4的像素都属于同一目标,这一步的目的就是把同属一目标的标记值归成一类.这里需要补充的是,Same2 数组是一个 temp × 1 维的数组,此数组第几行就对应原第

几目标标记值的处理情况.如图3中的第一列,即为对应图1实例的Same2数组的初始情况($\text{temp}=9$).

针对扫描图1实例后得到的Same1数组,如图2,扫描完Same1的第一行后可知标记值3、2应属于同一物体,于是对应到Same2的第三行和第二行,因为 $\text{Same2}(3)=\text{Same2}(2)=0$,知它们还未归类,则把它们都赋为 $\text{kind}=\text{kind}+1$ 即为1;同理扫描Same1的第二、第三行并改变Same2的对应值;接着是Same1的第四行,因为 $\text{Same2}(3)=1$ 、 $\text{Same2}(4)=2$,说明两标记值都已归类但类别不同,由于两者等价所以它们应同属一类,于是把Same2中所有为2的改为1;最后是Same1的第五行, $\text{Same2}(1)=0$ 而 $\text{Same2}(2)=1$,说明标记值1还未归类而标记值2已归类,所以把 $\text{Same2}(1)$ 改为1.图3从左至右是Same2的具体变化情况.

第二步:标以正确的目标值.经过上一步归类后,属于同一目标的像素标记值都已经归成一类,有几类就有几个带下凹的目标,再加上0的个数(不带下凹的目标个数)就是实际目标总数.顺次扫描Same2,遇0则说明以该行行号标示的目标为一没有下凹的目标,result加1赋予Same3的同一行,遇非零数字则看它是否第一次出现,如是第一次出现则result加1并赋予Same3同一行,如Same2这一行的值不是第一次出现,则把前面具有相同数字那一行在Same3中同行的值赋予Same3的这一行. Same3最终结果如图4所示,最后一行的值4就是图像中所包含的正确目标总数.经检验完全符合实际情况.

0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1
0	0	2	2	1	1	1
0	0	2	2	1	1	1
0	0	0	3	3	3	2
0	0	0	3	3	3	2
0	0	0	0	0	0	3
0	0	0	0	0	0	4

图3 Same2的变化情况

1
1
1
1
1
3
3
0
0

图4 Same3的最终结果

根据得到的正确目标值,可方便地进行一些后续处理.对全图扫描后得到的 $\text{Edge}[i][j]$ 进行必要的修正,就可以把由于下凹而错标的目标边界值纠正过来,从而得到完整正确的目标边界信息.据此可按不同灰度勾勒出目标的单像素边界,还可根据以上处理得到的数据,统计出各个目标的实际面积、周长和质心坐标等目标特征值.

2 计算机模拟

为了检验算法的实用性,对上百幅二值图像进行了处理,均能快速准确地给出每个目标的各种特征信息,目标数计数准确,对所有目标的单像素轮廓勾勒清晰完整.如图5所示是待处理的二值图像,应用本文提出的改进算法对图5进行处理,目标轮廓和质心如图6所示.



图5 原图

图6 图像轮廓和质心

3 结论

本文提出的算法对一般的像素标记算法进行了改进,使对图像信息的收集可以在一遍全图扫描中完成,然后经过适当的判断处理就可得到目标的各种特征量.算法通过计算机模拟得到了很好的验证,由于仅需一遍全图扫描,故速度大大提高,且具有精度高、分析能力强、通用性好的特点,为进一步计算目标的其他特征量和图像理解提供了充分的条件,可广泛应用于图像分割和目标检测等领域.

(下转第29页)

而设计的电路.当调制信号有微小变化,它会给系统带来很大误差;同样,信号检测部分的不稳定,也会使系统无法正常工作.因此,在介绍 LD 调制电路以及光信号检测部分时,也特别地考虑了温度补偿和抗干扰,从而保证了系统的稳定性,同时取得了良好的效果.特别是微弱信号检测技术,在本实验中起到一定的作用.该技术也可以应用于其它电路系统中,具有较高的可移植性.

[参考文献] (References)

- [1] 王鸣,聂守平,李明,等.自混合干涉微位移传感器[J].仪器仪表学报,2004,25(4):428-431.
WANG Ming, NIE Shouping, LI Ming, et al. Self-mixing interferometry for micro displacement measurement[J]. Chinese Journal of Scientific Instrument, 2004, 25(4): 428-431. (in Chinese)
- [2] 王鸣,聂守平,李达成.半导体激光器的光学反馈干涉及传感应用[J].中国激光,2002,29(12):1122-1126.
WANG Ming, NIE Shouping, LI Dacheng. Optical feedback interferometry of semiconductor laser for sensing application[J]. Chinese Journal of Lasers, 2002, 29(12): 1122-1126. (in Chinese)
- [3] 梁芳,强锡富,孙晓明.一种简单实用的半导体激光器调制电路[J].光学精密工程,1999,17(1):96-99.
LIANG Fang, QIANG Xifu, SUN Xiaoming. A simple and practical circuit for laser diode modulation[J]. Optics and Precision Engineering, 1999, 17(1): 96-99. (in Chinese)
- [4] 孙培懋,刘正飞.光电技术[M].北京:机械工业出版社,1992:5-194.
SUN Peimao, LIU Zhengfei. Photoelectric Technology[M]. Beijing: Mechanical Industry Press, 1992: 5-194. (in Chinese)
- [5] 张冬玲,王良红.基于DSP的微弱信号检测采集系统设计[J].微计算机信息:嵌入式与SOC,2005,21(7):83-84.
ZHANG Dongling, WANG Lianghong. Design of acquisition system with DSP detecting weak signal[J]. Information of Micro Computer; Embedded and Soc, 2005, 21(7): 83-84. (in Chinese)
- [6] 何书森,成晶,何华斌,等.实用模拟电路原理与设计速成[M].福州:福建科学技术出版社,2002:166-185.
HE Shusen, CHENG Jing, HE Huabin, et al. Utility of Analog Circuit's Theory and The Rapidly Completion of Design[M]. Fuzhou: The Science and Technology of Fujian Press, 2002: 166-185. (in Chinese)

[责任编辑:严海琳]

(上接第25页)

[参考文献] (References)

- [1] 章毓晋.图像分割[M].北京:科学出版社,2001:63-65.
ZHANG Yujin. Image Segmentation[M]. Beijing: Science Press, 2001: 63-65. (in Chinese)
- [2] 张庆,向健勇,赵小明,等.一种图像分割的快速目标描述方法[J].红外技术,2004,26(6):83-85.
ZHANG Qing, XIANG Jianyong, ZHAO Xiaoming, et al. An approach of fast object description for image segmentation[J]. Infrared Technology, 2004, 26(6): 83-85. (in Chinese)
- [3] 张修军,郭霞,金新宇.带标记矫正的二值图像连通域像素标记算法[J].中国图象图形学报,2003,8A(2):197-202.
ZHANG Xiujun, GUO Xia, JIN Xinyu. The pixel labeled algorithm with label rectified of connecting area in binary pictures [J]. Journal of Image and Graphics, 2003, 8A(2): 197-202. (in Chinese)
- [4] 张新宇,刘广智,李建勋,等.一种图像分割的目标描述方法及实现[J].系统工程与电子技术,2003,25(2):219-222.
ZHANG Xinyu, LIU Guangzhi, LI Jianxun, et al. An approach of object description for image segmentation and its implementation[J]. Systems Engineering and Electronics, 2003, 25(2): 219-222. (in Chinese)
- [5] 权龙哲,马小愚.基于小波分析的玉米籽粒图像正形研究[J].农机化研究,2006(2):154-156.
QUAN Longzhe, MA Xiaoyu. Adjusting the shape of corn kernels based on wavelet analysis[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2006(2): 154-156. (in Chinese)
- [6] KENNETH R CASTLEMAN. Digital Image Processing[M]. New York: Prentice Hall, 1998: 470.

[责任编辑:严海琳]