

基于分块思想的汽车牌照定位 算法研究

苑玮琦¹ 张亮¹

摘要 改进了基于分块思想的汽车牌照定位算法。首先将图像等分成若干个子图像,利用子图像内车牌水平边缘密度的聚集程度分割图像,保留可能的车牌区域,并进行区域合并。由于车牌中号码基本均匀分布,其号码边缘所占有的面积与整个牌照面积的比例在一定范围内,对于牌照区域内的子图像也会具有同样的比例。当采集距离造成牌照尺寸发生变化时,其比例值会仍在设定的范围内,可适应车牌大小不同的情况,同时,由于以块方式搜索,速度明显加快。

关键词 车牌定位,分块搜索,边缘密度,自适应定位
中图分类号 TP391.41

An Improved Vehicle Plate Location Method Based on Block Segmentation

YUAN Wei-Qi¹ ZHANG Liang¹

Abstract An improved location algorithm of the vehicle plate is proposed in the paper. Firstly, the plate image is segmented into many blocks. Then the horizontal density of character edge in each block is used to obtain the candidate plate region. Since the characters in plate are uniformly distributed basically, the proportion of the area being occupied by character edge to the whole plate will be in some range. Likewise, there is the same proportional relation for every sub-region in the whole plate region. When the change of the image catching distance brings on the change of plate size, the ratio is still in the above range, and is suited to the plate of the different size. Meanwhile, because the plate position is located by the block searching, the location speed increases evidently. The experimental results show that the proposed algorithm has high accuracy and robustness.

Key words Plate location, block segmentation, edge density, adaptive location

1 引言

汽车牌照自动识别是收费口减少人工干预,提高工作效率的重要手段,而识别过程中车牌定位则直接影响着后续的字符分割和识别效果。因此,如何正确定位车牌是一个关键环节,对整个汽车牌照识别系统有着重要的意义。目前,车牌定位已经达到了较高的水平,国内外主要应用以下几种算法进行定位:基于边缘检测的方法^[1],水平灰度变化特征^[2],彩色信息分割^[3],数学形态学^[4],神经网络^[5]和遗传算法^[6]等。然而,在现在大多数算法所应用的图库中,采集的汽车与摄像头的距离固定,牌照尺寸在图片中基本不变,当采集距离发生改变时,牌照大小也会发生变化,定位率往往会发生明显下降。

由于我国车牌中字符一般呈水平排列,个数,字符大小

以及牌照尺寸都按照国家标准制作,这就决定了字符面积以及字符边缘在整个牌照中所占的比例也应在一个固定范围内。当采集距离改变造成牌照尺寸发生变化时,区域中字符也会随着牌照变大或缩小,而比例关系应该基本保持不变。同时,由于牌照内的字符均匀分布,将整幅图像划分为若干个子图像后,如果某些子图像落入牌照区域中,它们的比例值会与整个牌照的基本相同。因此,可将这些符合特征子图像保留下来,进行车牌定位分析。

本文在边缘检测的基础上,改进了利用分块方式进行车牌定位的方法。所谓分块,是指将整幅图像划分为若干个子图像,若某个子图像具有车牌本身的特征,则保留,否则剔除。由于是以块方式搜索,速度显著提高。在以往提出的分块算法中^[7],分块时对牌照尺寸要求过于严格,且最终只定位出唯一区域。本文调整了分块的规则,在保证高速度的同时提高了定位的准确率。

2 车牌定位系统

车牌定位系统可分为三个部分,即预处理,候选区域车牌检测,剔除伪车牌。

对于一般的汽车车头图像来说,水平纹理要远大于垂直纹理,而对于车牌,本身的垂直纹理则相反,因此垂直边缘在抑制噪声方面优于水平边缘,可将车牌本身的垂直纹理特征作为判定的主要依据。同时,由于采集的摄像头模糊,以及一些车牌边框磨损严重,只能利用车牌内部字符纹理进行定位。故采用 Sobel 水平方向边缘检测算子^[8]检测原始图像,如图 1 所示,得到一幅仅保留垂直纹理边缘的图像,如图 2 所示。进行区域分割时, Otsu^[9]是一种常用的方法,因其有较高的鲁棒性和快速性,将图 2 用此方法进行分割,得到图 3。



图 1 车牌定位过程:模糊和部分遮挡的原始图片

Fig. 1 Plate location process: blurry and partially covered original image



图 2 车牌定位过程:沿水平方向 Sobel 算子检测结果

Fig. 2 Plate location process: result of Sobel operator along horizontal direction

收稿日期 2005-12-3 收修改稿日期 2006-5-24
Received December 3, 2005; in revised form May 24, 2006
辽宁省自然科学基金(2001101022)资助
Supported by Natural Science Foundation of Liaoning Province,
P. R. China (2001101022)
1. 沈阳工业大学视觉检测技术研究所 沈阳 110023
1. Computer Vision Group, Shenyang University of Technology,
Shenyang 110023
DOI: 10.1360/aas-007-0768



图3 车牌定位过程: Otsu 区域分割结果

Fig. 3 Plate location process: result of Otsu region segmentation

然后, 本文将图像划分为 $M \times N$ 个子图像. 由于车牌本身固有的特征, 如字符纹理, 投影图起伏, 以及灰度跳变等, 在内部的子图像也应有所反映. 同时子图像占有一定的面积, 其尺寸一般大于标准滤波的模板 (如中值滤波的 3×3), 这样可以包含住一定突发的噪声. 如果某个子图像具有以上的特征, 并且符合车牌特征的信息大于其他干扰特征时, 就可认定其可能属于车牌区域.

确定子图像大小时, 要求车牌区域应尽量包含多个子图像. 而当牌照尺寸改变时, 其区域内的子图像会相应的增加或减少. 因此, 如何设定子图像的高度和宽度至关重要. 对于现存实用的采集系统, 当超过一定距离时, 牌照尺寸过小, 肉眼无法区分区域内字符, 使定位失去意义. 实验中发现, 采集设备的分辨率一定, 汽车牌照的高度小于 15 个像素时, 普通人眼不能分辨字符. 同时, 车牌宽高比一般在 $3 \sim 5$ 中间. 依据以上原则, 将子图像高度定义为 10 个像素, 宽度为 20 个像素, 这样可以保证有多个子图像位于牌照中.

图 3 中, 白像素点表示边缘像素点, 黑像素点为背景区域点. 定义车牌的边缘密度公式为

$$Den = \frac{m}{w \times h} \quad (1)$$

其中 Den 为边缘密度, m 为子图像中白像素点个数, w 为子图像宽度, h 为子图像高度. 对于汽车牌照的尺寸, 字符个数, 大小, 笔划宽度, 都是国家统一制定的, 因此其边缘密度值应在一定范围之间, 而位于牌照中的子图像也会具有同样的性质. 本文经过大量实验得出: 一般车牌的边缘密度值大于 0.2, 由此, 可将大于此阈值的子图像全部标记成白色, 作为目标区域, 小于此阈值的子图像标记成黑色, 作为背景区域. 经过此操作, 图像变成由一些单元块构成的几个连通的区域, 如图 4 所示. 利用四连通的种子填充技术检测连通区域边界, 拉伸为矩形.



图4 车牌定位过程: 分块搜索结果

Fig. 4 Plate location process: result of sub-image research

经过上述操作后, 某个候选区域内一定会包含实际的车牌, 有的则是伪车牌信息, 如垂直的散热片, 车灯等. 粗定位操作将具有车牌特征的几个区域分离开, 也就是说, 在单独

一个候选区域内, 只能有一个符合车牌特征的标志, 即车牌和车灯不会同时出现在同一个候选区域内, 应分别位于两个不同的候选区域.

为精确定位车牌, 剔除与车牌特征相似伪车牌的候选区域, 考虑到车牌包含大量的字符, 采用投影法, 即可精确定位边界.

有时候选区域往往不只一个, 这就需要利用字符本身的特征剔除伪车牌, 即字符一般水平排列, 扫描行经过牌照区域时会有规律性的起伏^[5]. 对于我国目前通用的牌照, 字符个数一般为 7 个, 灰度跳变次数应在一定的范围内, 经本文实验测得次数应在 $5 \sim 30$ 之间. 为使每次扫描行完全通过号码体, 只选取定位后原始图像候选区域高度的 $1/3$ 到 $2/3$ 的部分, 进行二值化, 然后连续穿线, 若每次穿线均符合上述规律, 可认定已经找到真正的车牌区域. 图 5 为原始图片定位结果, 图 6 为牌照实际尺寸.



图5 车牌定位过程: 原始图片定位结果

Fig. 5 Plate location process: location result in original image



图6 车牌定位过程: 牌照实际尺寸

Fig. 6 Plate location process: rim size of the plate

车灯, 散热片, 宣传画, 汽车标志等与车牌纹理特征相似的干扰因素, 经以上步骤, 绝大部分均可被剔除, 候选区域只剩下一个. 若最后仍有 1 个以上满足上述条件的候选车牌区域, 说明伪车牌区域与实际车牌相似度极大, 或者图像中不止一个车牌. 由于一辆车只能实际有一个车牌, 且车牌位置一般很低, 据此, 将剩下的最低点位置的候选区域作为实际车牌区域. 牌照大小不同的定位情况如图 7~10 所示.

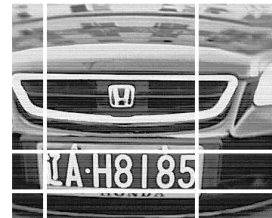


图7 车牌尺寸变化较大的情况: 牌照较大时定位结果

Fig. 7 The case of bigger change for the plate size: location result of large plate



图8 车牌尺寸变化较大的情况: 牌照实际尺寸

Fig. 8 The case of bigger change for the plate size: trim size of the plate

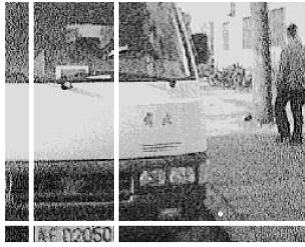


图9 车牌尺寸变化较大的情况: 牌照较小时定位结果

Fig. 9 The case of bigger change for the plate size: location result of large plate



图10 车牌尺寸变化较大的情况: 牌照实际尺寸

Fig. 10 The case of bigger change for the plate size: trim size of the plate

3 实验结果与分析

本实验采用两个图库进行牌照定位测试: 其中图库1为沈阳某收费口夜间由传感器自动采集, 图库2为白天在街道上手动采集, 表1为两图库描述, 表2为定位实验结果. 为使本程序适合更多尺寸的图库, 本实验两图库均未做抽稀分辨率处理, 即隔行隔列抽取. 处理器为赛扬2.4 GHz, 内存256 M, 编程工具为VC++ 6.0.

表1 两个图库的描述

Table 1 The description of two image databases

	尺寸(像素)	数量	采集时间
图库1	640×480	446	夜间
图库2	352×288	226	白天

表2 定位实验结果

Table 2 The experiment location results

	数量	正确定位数量	定位正确率(%)	平均定位时间(ms)
图库1	446	440	98.65	<100
图库2	226	225	99.56	<50

图库1共有6张牌照定位错误, 观察发现图片中不存在车牌, 将其它区域如车灯, 标志等错误判定为车牌. 定位正确率为 $440/446 = 98.65\%$. 图库2共有1张牌照定位错误, 观察发现为图片中无车牌, 将车头标志误认为车牌. 定位正确率为 $225/226 = 99.56\%$.

目前较为实用的定位算法是将自适应边界搜索法和灰度数学形态学运算法结合起来使用. 经本文初步实现上述算法, 在图库2进行测试得出: 牌照平均定位时间为200 ms左右, 定位准确率为95%左右. 然而, 由于此算法采用膨胀腐蚀结构元, 这对于图像中的牌照有严格的尺寸限制. 因此, 当图片及牌照尺寸变化比较明显时, 对定位时间和准确率将产生较大的影响. 如本文采用测试图库2中的 3×3 的结构元, 对图库1进行操作时, 定位率严重下降, 需人工调整为 5×5 大小才可基本满足需求, 这同时又造成定位时间成指数增长. 可见, 上述算法由于结构元的改变, 使得其适用范围限于如收

费口、停车场入口等距离固定的场合.

4 结论

本文提出的牌照定位方法, 即将拍摄的汽车牌照图像分为若干个子图像, 根据子图像信息来确定牌照位置, 其特征在于能够迅速找到牌照粗略位置, 而精确确定牌照位置只是在一个很小的范围内实现, 从而能够明显提高牌照定位速度, 并且能够自动适应实际牌照在所拍摄图像中的大小变化, 非常适合于距离不确定情况下所拍摄车牌的定位.

实验结果验证了所提出方法的有效性, 无论是定位速度还是定位正确率, 都显示了一个较满意的结果.

References

- 1 Kamat V, Ganesan S. An efficient implementation of the Hough transform for detecting vehicle license plates using DSP'S. In: Proceedings of IEEE Real-time Technology and Applications Symposium. IEEE, 1995. 58~59
- 2 Paolo C, Paolo F, Mario N G. Optical recognition of motor vehicle license plates. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 1995, **44**(4): 790~799
- 3 Zhao Xue-Chun, Qi Fei-Hu. Automatic recognition of vehicle license based on color segmentation. *Journal of Shanghai Jiaotong University*, 1998, **32**(10): 4~9 (赵雪春, 戚飞虎. 基于彩色分割的车牌自动识别技术. 上海交通大学学报, 1998, **32**(10): 4~9)
- 4 Hsieh J W, Yu S H, Chen Y S. Morphology based license plate detection from complex scenes. In: Proceedings of 16th International Conference on Pattern Recognition. IEEE, 2002. **3**: 176~179
- 5 Yao De-Hong. Research of number plate detection based on neural network. *Computer Applications*, 2001, **21**(6): 40~44 (姚德宏. 基于神经网络的汽车牌照提取研究. 计算机应用, 2001, **21**(6): 40~44)
- 6 Shi Xiang-Quan, He Yuan-Ling, Cai Meng-Bo. Application of genetic algorithm in license plate location. *Journal of Highway and Transportation Research and Development*, 2000, **17**(2): 33~36 (是湘全, 何苑凌, 蔡孟波. 遗传算法在车牌定位中的应用. 公路交通科技, 2000, **17**(2): 33~36)
- 7 Yuan Wei-Qi, San Xiao-Zhong. Section thinking applied in car license plate approximate location. *Optoelectronic Technology & Information*, 2005, **18**(4): 69~72 (苑玮琦, 伞晓钟. 分块思想在汽车牌照粗定位中的应用. 光电子技术与信息, 2005, **18**(4): 69~72)
- 8 Sobel I E. Camera models and machine perception [Ph. D. dissertation], Stanford University, 1970
- 9 Otsu N. A threshold selection method from gray-level histograms. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 1979, **9**(1): 62~66

苑玮琦 博士, 教授, 主要研究方向为图像处理与模式识别, 生物特征识别. 本文通信作者. Email: yuan60@126.com (YUAN Wei-Qi Ph. D., professor. His research interest covers image processing and pattern recognition, biometric feature recognition. Corresponding author of this paper.)

张亮 硕士研究生, 主要研究方向为图像处理与模式识别. (ZHANG Liang Master student. His research interest covers image processing and pattern recognition.)