

基于分块和滑动窗口的车牌定位方法

葛建芳, 朱玲玲

(南通大学 计算机科学与技术学院, 江苏 南通 226019)

摘 要: 车牌定位是车牌识别系统的关键环节. 提出了一种利用分块和滑动窗口快速定位车牌的新方法. 首先, 进行垂直边缘的检测; 然后利用分块和滑动窗口的方法进行搜索, 产生车牌候选区域; 最后经过判别得到车牌区域, 并对边界加以调整. 实验结果证明这种算法具有定位准确、效率高、适应性强的特点.

关键词: 边缘检测; 车牌定位; 分块; 滑动窗口

中图分类号: TP391.41

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2011)10-0044-04

Locating License Plate Based on Block Segmentation and Sliding Window Method

GE Jian-fang, ZHU Ling-ling

(School of Computer Science and Technology, Nantong University, Nantong 226019, China)

Abstract: License plate location is the most crucial step in License Plate Recognition(LPR) system. A new and efficient algorithm for license plate location is proposed. The contribution of this algorithm is that we combine block segmentation method and sliding window method so as to gain a more fast and robust one. The system consists of three major stages. First, vertical edges are detected. Then, generating candidate regions by block segmentation and sliding window method. Finally determine license plate and revise the boundaries of it. Experimental results shows that the proposed method has high accuracy and robustness.

Key words: edge detection; license plate location; block segmentation; sliding window

1 引言

车牌识别技术(License Plate Recognition, LPR)是计算机视觉与模式识别技术在智能交通领域的重要研究课题,在交通流量检测、交通控制与诱导、不停车收费、违章车辆监控等方面有着广泛的用途和良好的应用前景. 车牌定位是车牌识别的基础与关键,其结果直接影响着字符分割和识别的准确率. 因为存在诸多问题,比如图像背景复杂,车辆种类繁多,颜色变化多端,以及不同天气变化而导致的不同光照条件,因此牌照正确定位难度较大,到目前为止,仍是一个没能很好解决的问题.

所谓车牌定位,就是根据车牌具有的特征,运用一定的方法检测车牌在车辆图像中的位置,确定其

所处区域并提取出来. 车牌定位中可以使用的特征主要有:(1)纹理特征:车牌区域内含有多个字符,因此边缘丰富;(2)几何特征:车牌形状为矩形,且宽高比符合一定的比例;(3)颜色特征:我国车牌主要由4种类型组成:蓝底白字,黄底黑字,黑底白字,白底黑字;(4)其他特征:如车牌的边框特征,灰度统计特征等. 目前的车牌定位方法绝大多数是基于前三种特征的^[1-5].

本文在边缘检测的基础上,运用静态分块和动态滑动窗口的方法搜索车牌区域,较传统的数学形态学方法具有计算简单、速度快、自适应性强的优点. 因为综合利用了边缘、几何形状和颜色等特征,定位准确率较高.

2 车牌定位方法

算法的基本思路:

(1)对车辆图像进行边缘检测,得到边缘图像.

(2)对边缘图像进行二值化,得到二值边缘图像.

(3)将二值边缘图像等分成子块,搜索高边缘密度块区域,得到车牌候选区域.

(4)若候选区域数为0,则在连通块区域中用滑动窗口再次搜索.

(5)若候选区域数大于1,则使用颜色等特征进一步判别.

(6)调整车牌区域的边界,提取车牌.

2.1 边缘检测

首先将彩色图像按式(1)转化为灰度图像:

$$\text{Gray}=0.299R+0.587G+0.114B \quad (1)$$

式中,R、G、B分别表示像素的红、绿、蓝分量,Gray表示转换后像素的灰度值.

然后对图像进行边缘检测^[6].图像边缘是图像的最基本特征,边缘是指其周围像素灰度有阶跃变化或屋顶变化的那些像素的集合.对于一般的汽车图像来说,车身的水平边缘要远大于垂直边缘,而对于车牌则相反,因此将车牌自身的垂直纹理特征作为判定的主要依据.本文采用 Sobel 垂直算子进行边缘检测^[6].Sobel 垂直算子形式如下:

$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

紧接着把边缘图像二值化,采用了经典的 OSTU(最大类间方差)算法^[7],由于图像经过 Sobel 垂直算子变化后,灰度直方图呈现双峰,OSTU 二值化效果良好.图2是对图1中汽车图像的边缘检测结果,图3是对边缘图像的二值化结果.



图1 汽车灰度图像



图2 垂直边缘检测



图3 二值化边缘图像

2.2 分块搜索高边缘密度区域

本文采用文献[1]提出的静态分块思想来检测边缘密集的区域.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.由于字符在牌照内均匀分布,将整幅图像划分成若干子块后,位于牌照区域的子块与牌照一样具有边缘密集的特征.

假设边缘图像宽度为 WIDTH,高度为 HEIGHT,把图像按行、列均分成宽度 w 个像素,高度 h 个像素的子块,则总的子块数为 $(\text{WIDTH}/w) * (\text{HEIGHT}/h)$.定义子块的边缘密度公式为

$$\text{Den} = \frac{m}{w \times h} \quad (3)$$

式中,Den 为边缘密度, m 为子块中边缘像素点的个数.计算每个子块的边缘密度,当边缘密度大于阈值 T 时,该块予以保留,否则剔除之.本文采用了与文献[1]不同的实现方法,使用了一个 $(\text{WIDTH}/w) * (\text{HEIGHT}/h)$ 的矩阵,来描述所有子块的情况.对于边缘密度大于阈值 T 的子块,相应位置的元素置1,其他的元素置0.以后相邻子块的合并、候选区域的生成只要针对该矩阵进行操作,而不需要对原边缘图像操作,这样大大减少了数据量,提高了计算的速度.

在本文的实验中 w 取值为20, h 取值为10,边缘密度阈值 T 取为0.15.图4是对图3中图像的搜

索结果. 小矩形框框定的是边缘密度大于阈值的子块.



图4 分块搜索结果

在得到边缘密度大于阈值的所有子块后,按四连通的原则把相邻子块合并,形成连通区域,并求得它们的最小外接矩形(minimum enclosing rectangle, MER). 为了描述 MER 区域的性质,先定义两个概念:

MER 宽高比:

$$\text{ratio} = \frac{W_{\text{MER}}}{H_{\text{MER}}} \quad (4)$$

式中, W_{MER} 和 H_{MER} 分别为 MER 的宽和高.

MER 矩形度:

$$R = \frac{\text{EBnum}}{\text{TBnum}} \quad (5)$$

式中, EBnum 表示 MER 中边缘密度大于阈值的子块数, TBnum 表示 MER 中总的子块数. 通过矩形度的计算,可以衡量 MER 中连通域与矩形的相似程度.

对所有 MER 区域,按车牌的几何拓扑特征进行初步筛选:

- (1) 宽度应不小于 3(以子块为单位),若过小后续字符分割与识别难以进行;
- (2) 考虑到拍摄角度问题,宽高比设置为 2~7;
- (3) 有时因为倾斜原因,车牌在图像中表现为平行四边形,所以对矩形度的要求适当放宽,设置为不小于 0.6.

凡不符合上述条件的区域,予以剔除. 其结果必为下列三种情况之一:

- (1) 剩下 1 个 MER 区域,则这个区域就认为是车牌区域;
- (2) 剩下 0 个 MER 区域,造成这个结果的原因可能是车牌附近存在垂直边缘干扰,使得车牌与干扰区域粘连在一起,形成了很不规则的区域;
- (3) 剩下 2 个以上 MER 区域,则还需要进行进一步的判别.

2.3 滑动窗口搜索高矩形度块区域

车牌与干扰区域粘连在一起的例子如图 5 所示.



图5 车牌与干扰区域粘连

在符合车牌宽度要求的各个 MER 区域中,依次用符合宽度、宽高比要求的大小不同的窗口滑动,计算滑动窗口内的矩形度. 取矩形度超过阈值 0.6 且矩形度最大的连通域作为车牌候选区域. 如果同一 MER 区域有多个连通域具有相同的最大矩形度,则取尺寸最大者. 图 6 上方图形表示图 5 图像中的粘连区域,依次使用大小为 $6 \times 4, 6 \times 3, 6 \times 2, 5 \times 4, 5 \times 3, \dots, 4 \times 2$ 的滑动窗口搜索后,获得矩形度最大、尺寸最大的区域如图 6 下方所示. 将搜索得到的块区域作为车牌候选区域.

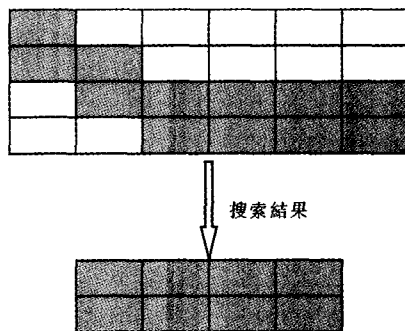


图6 搜索高矩形度区域

2.4 候选区域判别与边界调整

当存在多个候选区域时,进行如下步骤的筛选:

(1) 车牌通常含有许多短小的水平边缘. 用 Sobel 水平算子检测水平边缘,过滤掉长边缘. 剔除水平边缘很少的候选区域. 用这样的方法通常可以去除类似垂直散热器这样的干扰. 如果仅剩下一个候选区域,则认为这个区域就是车牌区域,否则继续筛选.

(2) 引入颜色信息,辨别候选区域. 取候选区域的彩色图像,按如下转换关系将 RGB 模型转换到 HSI 模型.

$$H = \begin{cases} Hl & \text{if } B \leq G \\ 360^\circ - Hl & \text{if } B > G \end{cases} \quad (6)$$

$$S = 1 - \frac{\min(R,G,B)}{I} \quad (7)$$

$$I = \frac{R+G+B}{3} \quad (8)$$

$$Hl = \cos^{-1} \left\{ \frac{0.5 \times [(R-G) + (R-B)]}{\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)}} \right\} \quad (9)$$

经过大量实验发现蓝、黄、白、黑四种颜色在 HSI 空间的分布规律,如表 1 所示. 在 HSI 颜色空间中,蓝色和黄色色相区分比较明显,蓝色所辖范围较大,而黑色与白色主要靠饱和度与亮度划分.

表 1 车牌颜色在 HSI 空间的分布

颜色	H	S	I
蓝	[190—260]	[0.4—1]	[102—255]
黄	[30—60]	[0.4—1]	[102—255]
白	—	[0—0.2]	[243—255]
黑	—	—	[0—70]

扫描车牌候选区域,分别统计上述四种颜色像素点的个数.按序计算下列比例:

$$P_i(BW) = (\text{蓝像素点} + \text{白像素点}) / (M * N) \quad (10)$$

$$P_i(YB_{\text{黑}}) = (\text{黄像素点} + \text{黑像素点}) / (M * N) \quad (11)$$

$$P_i(WB_{\text{黑}}) = (\text{白像素点} + \text{黑像素点}) / (M * N) \quad (12)$$

式中, M 和 N 分别表示候选区域的高与宽(以像素为单位).若三个比例值都小于 0.7,则认为不是车牌区域,予以排除.通过层层筛选,通常最后能产生正确的车牌区域.

基于分块思想的车牌定位算法,存在的缺点是车牌的边界的确定不够精确,当一个子块跨越车牌与背景时,可能将背景划分给车牌,也可能把车牌边界处的一些像素归为背景,导致字符的笔画缺失一小部分,对于较小尺寸的车牌影响较大,将给分割和识别带来困难.为了避免这种情况,对车牌区域的上下左右边界作小的调整.以对左边界的调整为例加以说明.如图 7(a)所示,从上到下依次用一个子块大小的窗口向右滑动,直至窗口内的边缘密度大于阈值且当前列存在边缘像素为止,以当前列作为边界.上下不同窗口确定的左边界若不一样,则以偏左的为准.右边界以及上下边界的调整与此类似.图 7

(b)是调整边界前的粗定位车牌区域,图 7(c)是调整后的对照图.

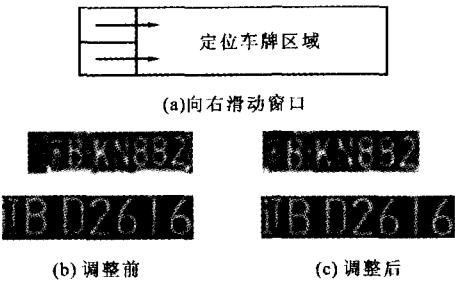


图 7 左边界的调整

最后,提取出车牌,供下一阶段处理使用.若后面字符切分和字符识别的结果反馈信息表明定位错误,则还可以在所有满足大小要求的 MER 区域中用滑动窗口再度搜索.

3 实验结果与分析

算法是用 VC++ 编程实现,在 CPU P4 2 GHz,内存 512 MB 机器上运行的.用 200 幅场景不同、光照条件不同、拍摄角度不同、大小各异的图像进行实验,其中包含的车牌大小从 $80 \times 20 \sim 340 \times 128$ 不等.实验证明,总有效率可达 96% 以上,且每幅图像定位时间在 0.25 s 左右.其中定位失败的图像是由于下列因素影响:

- (1) 车牌区域曝光过度,对比度过低,边缘检测结果不理想;
- (2) 车牌尺寸过大,边缘密度未能达到阈值;
- (3) 车牌严重倾斜,高宽比超出所设定的范围.

对于上述的第一种情况,准备通过在定位前加入对图像的增强处理来解决.对于第二种情况,是由于车牌的垂直边缘点会随车牌的增大而增长,但其增长的速度落后于车牌面积的增长.本实验中设定的阈值适用于大小在 $80 \times 20 \sim 256 \times 85$ 的车牌.若要使本算法适用于检测更大尺寸的的车牌,根据大车牌处于大的车辆图像中的一般规律,可以在边缘检测之前,对过大的车辆图像进行缩小处理,这样还可减少数据量从而加快计算速度.第三种情况的解决有待于进一步研究.

4 结束语

车牌定位是公认难度较大的图像分割问题.本文基于车牌的边缘和形状特征,提出了运用分块和滑动窗口的方法来定位车牌,具有计算简单、速度快

(下转第 51 页)

生了海量、高维、分布式、动态等复杂数据,传统支持向量机在处理大规模高维复杂数据时存在很多弊端,例如训练速度过慢,时间消耗代价过大,分类精度不足等.针对这些问题,国内外很多学者提出了许多解决方案,在其基础之上,本文提出基于模糊C均值聚类隶属度的支持向量机,通过利用FCM算法对训练样本集进行预处理,提取出所有可能的支持向量进行SVM训练,并使用原始数据集对训练结果进行验证.经实验证明,本文提出的算法在保证SVM分类精度的同时,大大提高了训练速度.

参考文献:

- [1] Vapnik V N. 统计学习理论的本质[M]. 张学工,译. 北京:清华大学出版社,2000.
- [2] Vapnik V N. 统计学习理论[M]. 许建华,张学工,译. 北京:电子工业出版社,2004.
- [3] 张学工. 关于统计学习理论与支持向量机[J]. 自动化学报,2000,26(1):32-41.
- [4] Cristianini N, Shawe-Taylor J. 支持向量机导论[M]. 李国正,王猛,译. 北京:电子工业出版社,2004.
- [5] 丁世飞,齐丙娟,谭红艳. 支持向量机理论与算法研究综述[J]. 电子科技大学学报,2011,40(1):2-10.
- [6] 王书舟,伞冶. 支持向量机的训练算法综述[J]. 智能系统学报,2008,3(6):467-475.
- [7] 文益民,王耀南,吕宝粮,等. 支持向量机处理大规模问题算法综述[J]. 计算机科学,2009,36(7):20-25.
- [8] 祁亨年. 支持向量机及其应用研究综述[J]. 计算机工程,2004,30(10):6-9.
- [9] 刘晓亮,丁世飞. SVM用于文本分类的适用性[J]. 计算机工程与科学,2010,32(6):106-108.
- [10] 张国云,章兢. 基于粗集理论和支持向量机的动态预测新方法及应用[J]. 自动化仪表,2005,26(2):17-20.
- [11] 赵倩. 基于SVM和遗传算法的皮肤显微图像特征选择[J]. 模式识别与人工智能,2005,18(4):502-505.
- [12] 桂卫华,李勇刚. 基于改进聚类算法的分布式SVM及其应用[J]. 控制与决策,2004,19(8):852-856.
- [13] 袁亚湘. 最优化理论与方法[M]. 北京:科学出版社,1997.
- [14] 高新波. 模糊聚类分析及其应用[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2004.
- [15] 刘笛,朱学峰,苏彩红. 一种新型的模糊c均值类初始化方法[J]. 计算机仿真,2004,21(11):148-151.
- [16] 李园. 基于模糊聚类的支持向量机的分类算法研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2005.
- [17] 张良春,夏利民,石华玮. 基于模糊聚类支持向量机的高速公路事件检测[J]. 计算机工程与应用,2007,43(7):206-209.
- [18] 曹晓莉,江朝元,甘思源. 基于聚类支持向量机的船用污水处理装置故障诊断[J]. 计算机应用,2008,28(10):2648-2651.

作者简介:

齐丙娟 女,(1987-),硕士研究生. 研究方向为支持向量机.

丁世飞 男,(1963-),博士后,教授,博士生导师. 研究方向为模式识别与人工智能、机器学习与数据挖掘等.

(上接第47页)

的特点.能提高复杂垂直边缘背景干扰下候选车牌提取的准确性,从而进一步提高整体车牌定位的检测率.实验结果表明算法对图像背景、车牌大小和位置的限制较少.该方法简单、高效、具有较强的通用性和较高的实用价值.

参考文献:

- [1] 苑玮琦,张亮. 基于分块思想的汽车牌照定位算法研究[J]. 自动化学报,2007,33(7):768-770.
- [2] 吴舟舟,李树广. 基于分级边缘间距的实时车牌检测[J]. 中国图象图形学报,2007,12(2):315-321.
- [3] 片兆宇,孟祥萍,张红. 多阶段车牌定位算法[J]. 计算机科学,2009,36(8):297-299.
- [4] 黄豪杰,李榕,常鸿森. 基于自适应灰度形态学滤波的车牌图像分割[J]. 微电子学与计算机,2007,24(4):95-98.
- [5] Qian Cui, Suihe Ge, Shujian Shi, et al. License plate location based on direction and edge information[C]// Second Asia-Pacific Conference on Computational Intelligence and Industrial Applications. China: Wuhan, 2009:300-303.
- [6] Sobel I E. Camera models and machine perception [D]. California: Stanford University,1970.
- [7] Otsu N. A threshold selection method from gray-level histograms[J]. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 1979,9(1):62-66.

作者简介:

葛建芳 女,(1969-),副教授. 研究方向为图像处理与模式识别.

朱玲玲 女,(1977-),讲师. 研究方向为图像处理与模式识别.