

基于灰度分布和字符紧密性特征的车牌定位方法

葛二壮, 夏士雄, 闫秋艳

(中国矿业大学 计算机科学与技术学院, 江苏 徐州 221116)

摘 要: 根据车牌区域的灰度分布特征, 提出一种定位车牌区域的新方法. 该方法先利用车牌区域灰度分布特征, 对车辆图片进行粗定位并得到车牌上下边界; 再根据车牌区域字符紧密性特征, 利用垂直投影方法初步得到车牌的左右边界, 最后根据字符宽度和间距进一步修正车牌的左右边界. 经实验证明, 该方法具有在复杂背景下适应性好、抗干扰、实时性好、定位精确等特点.

关键词: 车牌定位; 灰度分布特征; 字符紧密性; 垂直投影

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2011)10-0001-03

A Vehicle License Plate Location Method Based on Characteristics of Gray Distribution and Character Closely

GE Er-zhuang, XIA Shi-xiong, YAN Qiu-yan

(School of Computer Science and Technology, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221116, China)

Abstract: According to the gray distribution of license plate, we propose a new method to locate license plate. In this method, we first locate vehicle license plate rough and get the upper and lower boundaries by using the gray distribution features of it. Then, we use the vertical projection to get the left and right boundaries of the license plate initially according to the characteristics of license plate texture and character closely. Finally, we amend left and right boundaries of the plate according to the character width and spacing. The experiment proved that the method has good adaptability in a complex background, anti-interference, real time, accurate location and so on.

Key words: license plate location; distribution of gray; characteristic of character closely; vertical projection

1 引言

车牌识别(License Plate Recognition)是智能交通管理系统的重要组成部分, 它被广泛应用于停车场所、治安卡口、道路违章管理等重要场合. 车牌识别系统的三个重要组成部分是车牌定位、字符分割和字符识别. 在车牌识别系统中, 车牌定位是提高车牌识别效率的关键步骤^[1-2].

目前, 比较常见的车牌定位算法中, 基于边缘检测^[3-4]的定位方法抗干扰效果不理想, 基于颜色的定位对光照条件要求比较苛刻, 基于神经网络和 Ada-boost 等分类器的方法预先需要大量的训练样本, 样本数据的构建和特征的选择是关键, 基于彩色图

像的定位计算量大, 处理时间长. 因此, 在背景复杂或者光照不均匀的条件下, 传统方法难以取得很好的定位效果. 文献[3]使用方法与本文较为接近, 但在对图像中与车牌的灰度相似区域的排除运算时, 计算量很大. 本文在前人工作的基础上, 提出了一种基于灰度分布和字符紧密性特征的车牌定位方法, 通过粗定位和精确定位将车牌字符区域分步定位出来, 为后续的字符分割及识别工作节省了工作量. 在保证实时性的同时, 该算法具有抗干扰、鲁棒性好、定位精确等特点.

2 本文算法思想及流程

基于灰度分布和字符紧密性特征的车牌定位方

法的思想:根据车牌区域的灰度分布特征(即水平直线穿过车牌时,其灰度呈现连续的峰、谷、峰的分布),采取行扫描思想并结合灰度跳变检测方法,将带有车牌区域的子图像提取出来,这个过程就是要定位出含有车牌信息的候选区域,为后面的精确定位做准备;然后根据车牌区域的字符紧密性特征,采用垂直投影方法初步确定车牌的左右边界,再根据字符宽度及间隙来检验得到的左右边界的正确性,并进行进一步的修正^[5].

算法流程主要是以下三步:(1)先对采集到的彩色图像进行灰度化并进行灰度拉伸,然后用最佳阈值法对其二值化;(2)根据车牌区域灰度分布,采用行扫描的方法检测出车牌区域,并将带有车牌的子图像提取出来;(3)利用车牌区域字符紧密性特征和垂直投影方法,对粗定位过程中提取出来的子图像进行精确的车牌定位.图1为该算法的流程图.

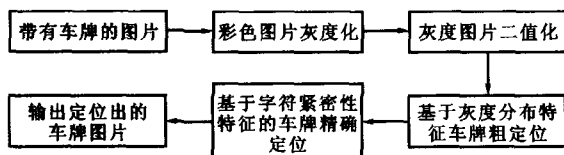


图1 本文算法流程图

3 基于灰度分布和字符紧密性特征的车牌定位方法

3.1 彩色图像灰度化

由于采集到的车辆图片是彩色图片,为了后续处理方便,需要对彩色图片进行标准化,将彩色图像转换成灰度图像.基本方法是将图像中的每个像素三个分量的平均值代替各个分量.如果彩色图像的像素色用 (R, G, B) 表示,灰色图像的像素色用 (r, g, b) 表示,则可以得出 $r = g = b = (R + G + B) / 3$.将彩色图像灰度化的公式为

$$g = 0.3 * R + 0.59 * G + 0.11 * B \quad (1)$$

式中, g 表示灰度化后的灰度值.

3.2 灰度图像二值化

将彩色图像转换成灰度图像后,接下来就是要对灰度图像二值化.二值化是车牌图像预处理中关键的一步,二值化的好坏将影响到车牌定位的效果.对灰度图像二值化的关键是阈值 T 的合理选取.考虑到车牌图像特点(车牌图像的质量容易受光照、环境等因素的影响),本文使用最佳阈值法对图像进行二值化处理.在对图像进行二值化之前,可先对图像进行灰度拉伸,从而达到增强对比度的目的,然后使用最佳阈值方法对子图像二值化.迭代方法实现最

佳阈值的算法思想为

(1) 计算该子图像的最大灰度值 $P_{\max}$ 和最小灰度值 $P_{\min}$,令初始阈值为 T_0 :

$$T_0 = \frac{P_{\max} + P_{\min}}{2} \quad (2)$$

(2) 根据阈值 $T_k (k = 0, 1, \dots, k)$ 将子图像分割成两个部分,计算两部分的平均灰度值 P_O 和 P_B :

$$P_O = \frac{\sum_{p(i,j) < T_k} p(i,j)w(i,j)}{\sum_{p(i,j) < T_k} w(i,j)} \quad (3)$$

$$P_B = \frac{\sum_{p(i,j) > T_k} p(i,j)w(i,j)}{\sum_{p(i,j) > T_k} w(i,j)} \quad (4)$$

式中, $p(i, j)$ 是图像在 (i, j) 处的灰度值, $w(i, j)$ 是灰度值 $p(i, j)$ 的权重系数,一般取 $w(i, j) = 1.0$.

(3) 计算新的阈值 T_{k+1} :

$$T_{k+1} = \frac{P_O + P_B}{2} \quad (5)$$

(4) 若 $T_k = T_{k+1}$,程序结束,得到最后的 T_k 为最佳阈值 T ,否则, $k \leftarrow k + 1$,返回步骤(2).

设原图像为 $f(i, j)$,进行二值化之后的图像为 $g(i, j)$,则有:

$$g(i, j) = \begin{cases} 1, & f(i, j) > T \\ 0, & f(i, j) \leq T \end{cases} \quad (6)$$

3.3 基于车牌区域灰度分布特征的车牌粗定位

基于车牌区域灰度分布特征的车牌粗定位方法的流程:对二值化后的图像每隔一定的行进行行扫描,计算每个像素同相邻的两个像素灰度差值(0或者1),根据车牌区域字符排列特征,找出像素灰度频繁连续跳变区域,初步定位出车牌区域的位置,确定上下边界.

算法实现具体步骤:

(1) 将彩色图像转换成灰度图像,并对灰度图像二值化;

(2) 从二值化后的图像的第一行起,每隔固定的像素对其进行行扫描(保证车牌区域有多行被扫描),对扫描到的一行上的像素,计算每一个像素同相邻两个像素的灰度差值,确定灰度跳变点;

(3) 从先验知识来看,当扫描行穿过车牌区域时,该区域的每个字符应当至少有一个跳变点.若被扫描到的一行内跳变点的个数超过阈值(根据先验知识和字符断裂等因素的综合考量,这一阈值设定为15比较合适),并且该行的上面或下面连续的几行都满足这个条件,同时连续几行的行数超过事先所估计的阈值,则说明找到了车牌区域的可能位置.

然后,计算该行上的灰度跳变点之间的距离,判断其是否为满足车牌区灰度跳变特征的灰度跳变距离,从而确定车牌区;

(4)在扫描的过程中,由于是每隔固定的行数进行扫描,确定的上下边界并不一定是准确的边界.因此,可在步骤(3)确定的疑似边界行上再每一个像素的向上或向下搜索一下,检查是否还存在这样的行,当搜索到行上的灰度跳变点个数迅速下降时并且不满足设定的阈值,就可判定找到了边界;

(5)由此得到的带有车牌区域的子图像已经确定了上下边界,将其复制出来.

3.4 基于车牌字符紧密性特征的车牌精确定位

车牌精确定位算法的实现步骤是:(1)对粗定位提取出的子图像进行垂直投影;(2)根据垂直投影结果初步判断车牌区域的左右边界;(3)根据车牌字符紧密性特征(即字符的宽度和相邻字符之间的间隙)对得出的左右边界进行检验,进一步修正车牌的左右边界.

对带有车牌区域的子图像进行垂直投影时,由于粗定位提取出的子图像包含了车牌图像和少部分的车身图像,通过对子图像进行直方图分析可以看出,车牌区域具有明显的峰—谷—峰特征,有较多的纵向纹理且呈现间隔性和密集性的特点.根据这一特点,我们可以初步判断出车牌区域的左右边界.

车牌区域特征:车牌外部轮廓尺寸为 $440\text{ mm} \times 140\text{ mm}$, 字符的标准式样为 $X_1X_2 \cdot X_3X_4X_5X_6X_7$, 每个字宽 45 mm , 字长 90 mm , 间隔符宽 10 mm , 每个单元间隔 12 mm (X_2 与 X_3 间隔为 34 mm). X_1 是各省、直辖市的简称, X_2 是英文字母,其后5位,自2008年10月1日起,机动车所有人可通过计算机公开自动选择或自行编排的方式选取机动车号牌号码.自主选号满足了人们对车牌个性化的需求,但形式上依然是字母和数字的组合,只是增加了车牌号码后5位出现字母的可能性.从图2可以看出车牌区域字符紧密性特征.

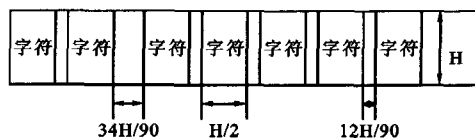


图2 车牌区域字符紧密性特征

根据上述标准车牌的信息,我们可以看出车牌中包含的固有特性有字符个数、字符的宽度和各个字符之间的距离的一致性,而且字符个数和每个字符宽度与整个车牌宽度的比例是固定的.在进行垂

直投影时,字符的间隔处会产生明显的谷底,通过检测垂直投影图上的波谷位置可以确定字符的边界,从而可以判断字符个数及各个字符的宽度.在通过垂直投影初步确定车牌的左右边界之后,我们可以通过车牌中字符宽度和字符之间的间距这一固有特征对车牌的左右边界进行检验,通过检测所有字符的宽度来确认第一个字符和最后一个字符的宽度是否满足要求,如果存在较大的偏差,则根据字符的平均宽度来进行必要的修正.

4 实验结果及分析

本文选取200幅不同尺寸的含有车牌的图片进行实验,这些图片来源于小区出入口及区内停车场监控、公开的车牌测试图片、作者手机拍摄所得.实验结果表明,算法的准确率达到了95.5%.

实验证明,本文算法在不同环境下的车辆图片进行处理时具有普遍的适应性,可以有效地对图片中的车牌区域进行较为精确的定位,抗干扰性和实时性好.而采用本文算法定位失败的原因主要有:车牌区域褪色或者污损较为严重、图像对比度低,从而导致在检测灰度跳变时无法达到要求,在字符检测时效果也较差,不能很好地判车牌区域的左右边界和字符间隙,给精确定位过程带来很大困难.

5 结束语

本文根据车牌区域的灰度分布和字符紧密性特征,提出一种定位车牌区域的新方法^[6].该方法先对含有车牌的图片进行预处理(包括将图片灰度化并进行灰度拉伸,然后用最佳阈值迭代法灰度图片二值化),接着根据车牌区域灰度分布特征,利用行扫描和灰度跳变的思想对车辆图片进行粗定位,提取出带有车牌的子图像,最后利用车牌区域纹理特征和字符紧密性特征,从粗定位得到的子图像中精确定位出车牌.通过对200幅不同尺寸、不同背景的车辆图片进行实验,本文算法成功率达到95.5%,具有在复杂背景下适应性好、抗干扰、实时性好、定位精确等特点.但是当车牌区域褪色、污损较为严重和图像对比度低时,本文算法定位失败.因此,需要针对车牌的其他特征,研究进一步提高定位准确率的方法.

参考文献:

- [1] 王义兴,黄凤岗,韩金玉,等.基于颜色搭配与纹理特征的车牌定位方法[J].中国图像图形学报,2009,14(2): 303—308.

(下转第8页)

5 结束语

文中提出了一种两阶段单主粒子群和多从粒子群协作的优化算法,在第一段中根据粒子疏密程度动态地增加从粒子群,从而起到扩大搜索范围的作用,在第二阶段时根据从粒子群的疏密程度动态减少从粒子群个数,起到减少运行时间的作用.通过与 TLPSO 比较,我们的方法在低维空间和高维空间都能获得较好的解,表明有比较好的灵活性,具有一定的优势.但由于在我们的方法增加了一个阶段,就是根据从粒子群中粒子的疏密程度增加从粒子群而扩大搜索范围,这样会导致搜索速度受到影响.在 TLPSO 中由于不能根据空间的复杂程度改变粒子群的分布,虽然采用了变异操作在一定程度上改变了粒子的分布,但在高维测试函数中粒子搜索的空间还是明显不够,导致最好的函数值也离实际最优值仍相差较远,由于 PSO 收敛速度快,所以即使增加迭代次数也难找出理想的解.我们的方法可以通过降低 $D_{\min}$ 的值改变这一问题,虽然会导致时间会长一些,但可以用于一些对于时间不是很敏感的应用中.

参考文献:

- [1] Yan Yanjun, Osadciw Lisa Ann. Density estimation using a new dimension adaptive particle swarm optimization algorithm [J]. Swarm Intelligence, 2009, 3(4): 275-301.
 - [2] Yann Cooren, Maurice Clerc, Patrick Siarry. Performance evaluation of TRIBES, an adaptive particle swarm optimization algorithm [J]. Swarm Intelligence, 2009, 3(2): 149-178.
 - [3] Chen MinRong, Li Xia, Zhang Xi, et al. A novel particle swarm optimizer hybridized with extremal optimization [J]. Applied Soft Computing, 2010, 11(2): 367-373.
 - [4] Anghinolfi, Roberto Montemanni, Massimo Paolucci, et al. A hybrid particle swarm optimization approach for the sequential ordering problem [J]. Computers & Operations research, 2011, 38(7): 1076-1085.
 - [5] Zhao S Z, Suganthan P N, Pan QuanKe, et al. Dynamic multi-swarm particle swarm optimizer with harmony search [J]. Expert Systems with Applications, 2011, 38(4): 3735-3742.
 - [6] Cheng Chuntian, Liao Shenli, Wu Xinyu, et al. Two stage particle swarm optimization for long-term operation of hydroelectric power system [J]. The HongKong Institution of Engineers Transactions, 2009, 16(3): 8-14.
 - [7] Chen Chichong. Two-layer particle swarm optimization for unconstrained optimization problems [J]. Applied Soft Computing, 2011, 11(1): 295-304.
- 作者简介:**
 刘彬男, (1973-), 硕士, 副教授. 研究方向为网络计算、计算机图形学.
 张仁津男, (1963-), 硕士, 教授. 研究方向为软件方法学、组件技术、对象技术.
-
- (上接第 3 页)
- [2] 郭大波. 彩色汽车图像车牌定位技术分析 [J]. 山西大学学报: 自然科学版, 2005, 28(1): 40-43.
 - [3] 李炜, 黄心汉, 王敏, 等. 车牌自动识别系统中车牌分割的研究 [J]. 信号处理, 2000, 12(16): 41-44.
 - [4] 刘晓薇. 基于聚类分析的车牌定位算法的研究 [J]. 通信技术, 2008, 12(41): 265-267.
 - [5] Wang Cheng, Li Shaofa. An adaptive method of car plate image enhancement based on a simplified pulse coupled neural network [C] // Proc. of International Symposium on Computer Science and Computational Technology, China: Shanghai, IEEE Computer Society, 2008.
 - [6] 郭燮华. 数字图像处理原理与算法 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.
- 作者简介:**
 葛二壮男, (1986-), 硕士研究生. 研究方向为图像处理、模式识别.
 夏士雄 教授, 博士生导师.
 闫秋艳 副教授.