

一种改进的车牌定位算法

高翠云¹, 江朝晖², 薛明²

(1. 安徽建筑工业学院 计算机与信息工程系, 安徽 合肥 230022;

2. 中国科学技术大学 电子科学与技术系, 安徽 合肥 230026)

摘要:针对目前大部分车牌定位算法缺乏对光照条件的适应性以及对不同底色车牌的定位率有差异的缺点, 提出一种改进方法。采用“多重搜寻”定位算法, 综合利用车牌纹理和颜色信息, 并采用游标式浮动区间自适应处理阈值。对高速公路路口实拍的各种情况车牌图片共计两千四百五十张进行实验, 定位成功率约为99%, 在P4 1.8G CPU、512MB内存的台式计算机 Matlab 环境下平均定位时间小于0.15秒/帧。提高了定位的准确率和鲁棒性, 定位速度也满足实时性要求。

关键词:车牌定位; 纹理; 颜色; 浮动阈值

中图分类号: TP18

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2007)11-0030-03

An Improved Method of Vehicle License Plate Localization

GAO Cui-yun¹, JIANG Zhao-hui², XUE Ming²

(1. Dept. of Computer & Info. Engineering, Anhui Institute of Architecture & Industry, Hefei 230022, China;

2. Dept. of Electronic Science & Technology, Univ. of Science and Technology of China, Hefei 230026, China)

Abstract: Aiming at the disadvantages of most license plate localization methods which are short of illumination adaptability and discriminate plate color, an improved method was put forward. Adopt multi-layer searching arithmetic which integrates texture with color, and using a floating threshold. Test 2450 frame pictures take from freeway crossing, the localization rate is about 99%, running time less than 0.15 s/frame under Matlab with P4 1.8G CPU/512MB. This improved method improves the localization rate and flexibility, and its operation speed meet real time requires.

Key words: license plate localization; texture; color; floating threshold

0 引言

车牌定位 (Vehicle License Plate Localization) 是车牌自动识别系统的关键技术之一。尽管目前这方面的研究已经日渐成熟, 但也存在一些问题尚待解决, 例如: 很多系统缺乏对光照条件的适应性、对牌照的底色存在一定的歧视 (即对不同底色车牌的识别率有明显差异) 等。典型的车牌定位算法可分为两大类^[1~3]: 基于车牌区域纹理复杂性和基于车牌特征颜色。单一的定位算法能满足特定场合的需求, 但在复杂环境下性能下降。另一方面, 在利用纹理或者颜色信息定位过程中, 都要面临阈值或范围的确定, 一般根据经验和统计选择固定值, 这样算法的鲁棒性会降低。文中提出一种“多重搜寻”的车牌定位方法, 综合利用纹理和颜色算法的优点, 同时采用游标式浮动区间自适应处理

阈值。对实际图像测试表明, 该算法达到了实用化要求。

1 两类定位算法分析

基于车牌区域纹理复杂性的定位方法是对预处理过的灰度图像求边界, 由于车牌中字体的笔画形成的边界纹理比背景中边界较密集, 而且车牌区域中边界纹理有一定长度和宽度, 用投影法就可以提取车牌。当车牌底色与字体颜色对比度较小时, 车牌字体的纹理很稀疏或没有。比如强光照射下的蓝底白字车牌整体偏向淡蓝色, 用边界函数只能找到牌照的边缘部分, 如图1(a)所示。

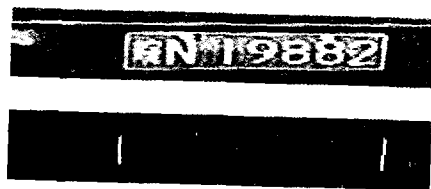
基于车牌特征颜色的方法是利用牌照的底色和背景颜色的差别来定位。在 HSV 空间下这种差别更明显, 在 HSV 空间中对图像二值化处理, 再对二值化图像进行投影等操作, 便可定位出车牌。当牌照底色和背景色差别较小, 或者牌照的底色变化太大时, 效果不好。例如会造成把背景上某一部分 (如大巴上彩色条

收稿日期: 2007-01-27

基金项目: 安徽省教育厅基金 (2006KJ067B)

作者简介: 高翠云 (1970-), 女, 安徽巢湖人, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向为信号检测与处理。

纹)误当作牌照。又如,蓝底白字车牌在对面强光的照射下,会变得接近白色(图 1(b));或蓝色车身黄底车牌会在夜晚车灯的照射下呈现出黄蓝糅合的褐色等,按照某一颜色范围找不到车牌。



(a)边缘提取不全



(b)强光照射

图 1 车牌图像(局部)实例

由于我国的机动车辆牌照底色多样(“蓝色”、“黄色”占绝大多数),传统的做法是把各种颜色车牌混合处理,即根据预先统计的车牌颜色的 HS 两个分量的变化范围对图像进行二值化处理。这种方法的局限性一是没有针对特定颜色车牌作更加有效的处理,二是当光照强度变化时车牌的 HSV 分量的变化区间也会随之改变。

2 改进算法

文中提出的“多重搜寻”定位算法综合了上述两类方法的优势而弥补其不足。首先根据纹理复杂性定位,接着根据车牌特征颜色定位,重点是黄色和蓝色车牌,分别处理,在彩色图像二值化过程中采用游标式浮动区间自适应处理阈值。对每一步定位的返回值进行可信度检测,如果其长度、宽度符合一定的标准,则判断其是车牌,停止搜索,否则转入下一种方法继续搜索。算法流程如图 2 所示。

基于车牌区域纹理复杂性的算法可以定位大多数各种颜色的车牌,并且耗时短,所以安排在第一步。接着是基于黄色或蓝色的颜色定位,先后顺序根据具体情况改变,例如在高速公路上大型车(黄色车牌)比较多,则先进行黄色定位,再蓝色定位,而在城市内则相反。基于车牌区域纹理复杂性的定位步骤如下:

1)求灰度图的边界。将图像由 RGB 格式转化灰度图,再对灰度图用 SOBEL 算子求边界。

2)去掉水平纹理线条。为了便于确定车牌的纵向起始边界,突出车牌水平方向的纹理复杂度,须滤去水平的边界线条,这一步是用相邻的列相减来实现的,并进行二维均值滤波滤去上一步产生的椒盐噪声。

3)水平投影确定车牌的上下边界。

4)纵向投影确定车牌的左右边界。

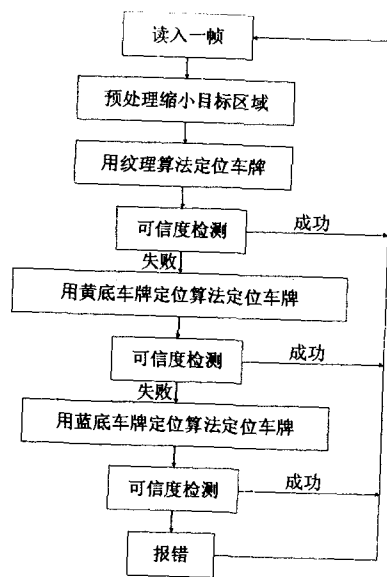
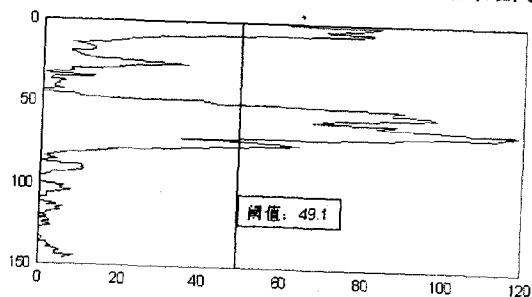
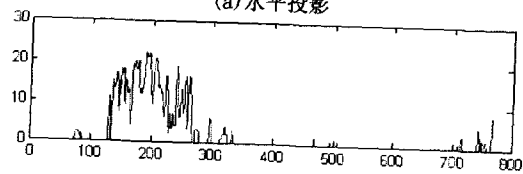


图 2 多重搜寻定位算法流程

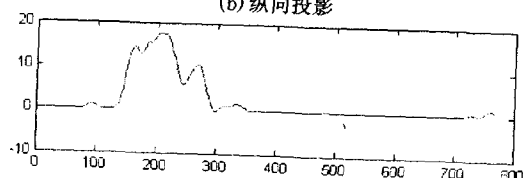
第 3)、4)步中阈值的选取很重要,如图 3(a)所示,可以用投影均值的某一倍数作为标准,这样避免了光照变化引起的波动误差,其中最大宽度的峰值部分对应于车牌在图像中出现的位置,同时须结合车牌的长宽信息排除某些干扰信息。图 3(b)和(c)表示投影曲线滤波前后的效果,纵向投影时,噪声的干扰比较大,有可能在阈值分割后造成车牌区域的分段。低通平滑滤波处理后,将噪声的影响大大降低了。由于滤波处理后的车牌峰值区域整体向右移动了一定的距离,这



(a)水平投影



(b)纵向投影



(c)滤波

(横坐标为像素点,纵坐标为灰度值)

图 3 投影确定边界

个距离是由滤波器的性能决定的,为了正确返回车牌位置,将左右边界一致左移,以校正该偏差。

基于车牌特征颜色的定位可以进一步找出纹理定位失败的少数车牌。对黄色和蓝色的车牌分别处理^[4]是基于如下理由(如图 4 所示):黄色偏向暖色调,车牌与背景中的色调(H 分量)有鲜明的对比,而其饱和度(S 分量)与背景没有明显区别。蓝色车牌正好相反,偏向冷色调,色调与背景没有鲜明对比,而其饱和度却比较大,与背景有一定的对比度。在进行颜色处理时,分别单独在 H 空间或 S 空间搜索车牌。

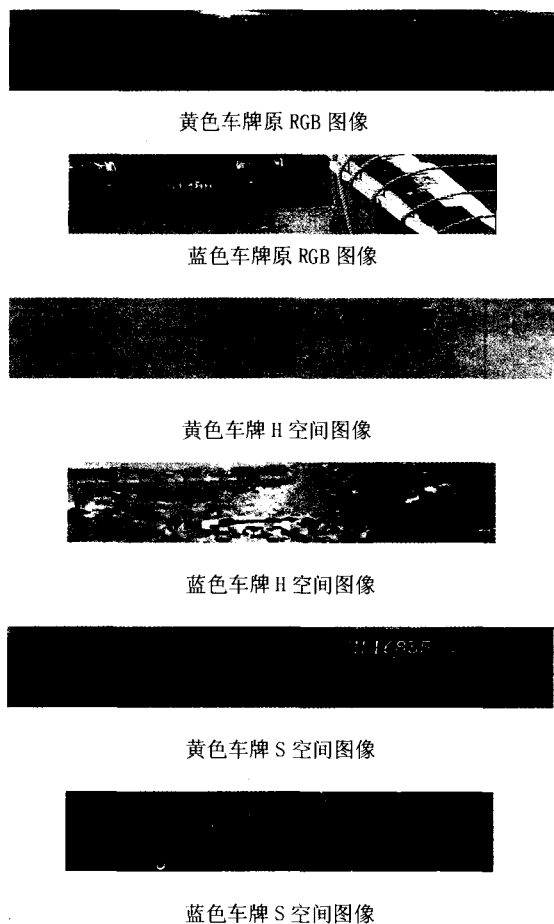


图 4 车牌图像(局部)与颜色空间
颜色定位步骤如下(以蓝色车牌为例):

(1)确定车牌 S 分量变化区间,对图像进行二值化(下面详细论述)。

(2)对二值化后的图像进行二维滤波处理,去掉椒盐噪声。

(3)对滤波处理过的二值化图像进行水平投影,确定车牌的上下边界(如图 3(a))。

(4)纵向投影并进行低通平滑滤波,确定车牌的左右边界(如图 3(b)、(c))。

在对 H 空间或 S 空间二值化时,黄色车牌的 H 分量和蓝色车牌的 S 分量的变化区间受光照强度影响较

大。因此采用一种自适应的处理方式^[5]:在对图像二值化时,用游标式浮动区间来判断每一像素是否属于目标像素点(车牌内的像素点)。这相对于采用某一固定的 H/S 值变化范围有以下优点:①避免了区间定的过大,而失去了对某些照片中车牌的针对性;②避免了区间定的过小,而不能完全分离出某些照片中的车牌;③会自动找到最佳的变化区间,有自适应特性。以蓝色车牌为例(如图 5 所示):经过大量统计得知蓝色车牌的 S 分量最大的变化范围为 0.15~0.60。首先确定车牌 S 分量变化区间的上边界为 0.60,下边界为 0.30。属于这个区间的像素点对应‘1’值,其余像素点对应‘0’值。如果本次循环过程定位失败,则将 S 分量变化区间的上、下边界同时降低 0.05,重新搜索,直到定位出车牌或达到最大的循环次数。

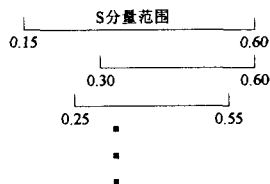


图 5 游标式浮动区间二值化

为了提高定位速度,还可以利用一些先验知识缩小目标区域。首先,由于摄像头在拍摄照片时有一定的对准设置,使得汽车牌照不会出现在照片的最上部和最下部,所以搜索范围可以不包括图片上、下部的一定尺寸。其次,车牌的悬挂位置遵守有关规定。车牌安装在车的大灯以下区域,在夜晚拍摄的图片中,两边车灯显示为高亮度块,这种特征在图像中是车灯仅有的,很容易找到。如图 6 所示,A 线和 B 线之间是大灯,B 线和 C 线之间为车牌有效区域,C 线之下是地面,在图片中比较平整,没有起伏,也与车牌底色不相干扰。对于夜晚图片可以很容易抽取 B-C 之间区域,极大地减少后续处理的数据大小,缩短处理时间。

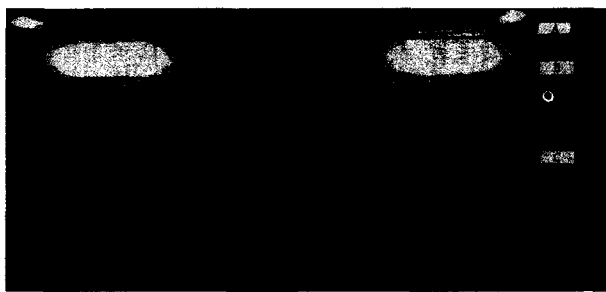


图 6 夜间车牌区域示意图

3 结果与讨论

用文中的改进算法对高速公路路口实拍的各种情
(下转第 35 页)

(1) 每个数据样本均是由一个 14 维特征向量 $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_{14}\}$ 表示, 分别描述对 14 个属性 $A_1, A_2, A_3, \dots, A_{14}$ 的 14 个度量, 即分别描述对数据样本 14 个属性: 高等数学、普通物理、大学英语、……、信息论 14 个度量。

(2) 用聚类中的 K-means 算法对完整数据子集进行聚类, 然后计算缺失子集的元素与 K 个类的相异度, 根据计算的结果填充记录的缺失值。

(3) 共有 2 个不同类别 C_1, C_2 。 C_1 值(就业)为“E”, C_2 值(考研)为“S”。 $p(C_i) = s_i/s$, 其中 s_i 为类 C 中的训练样本数, s 为训练样本总数。

$$Pe = p(\text{就业} / \text{考研} = \text{“E”}) = (\text{就业} / \text{总人数})$$

$$Ps = p(\text{就业} / \text{考研} = \text{“S”}) = (\text{考研} / \text{总人数})$$

(4) 假定属性值相互条件独立, 给定样本的类标

号, 则 $P(X/C_i) = \prod_{k=1}^n P(x_k/C_i)$ 。 概率 $P(x_k/C_i)$ 可以由训练样本估值, 其中: A_k 是符号量, 则 $P(x_k/C_i) = s_{ik}/s_i$, 其中 s_{ik} 为训练样本中类别为 C_i 且属性 A_k 取 v_k 值的样本数, s_i 是训练样本中类别为 C_i 中的样本数。

表 2 是用朴素贝叶斯与基于 K-means 思想的朴

表 2 朴素贝叶斯与基于 K-means 朴素贝叶斯分类准确度比较

朴素贝叶斯分类	基于 K-means 思想的朴素贝叶斯分类		
	K = 4	K = 5	K = 6
76.22%	77.32%	78.14%	76.37%

(上接第 32 页)

况车牌图片进行定位实验。如图 7 所示, 大图的左部

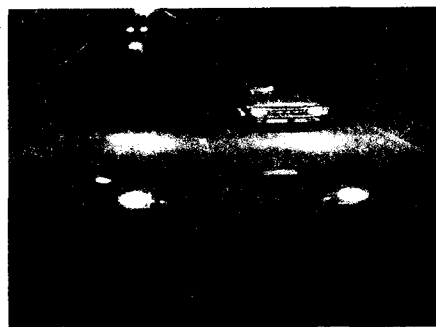


图 7 车牌定位效果

是全景, 右部是抓拍的近景(车牌定位、识别即在此图中进行), 小图是定位结果, 可以看出, 定位准确, 不受灯光、营运证等干扰。共计两千四百五十张图片, 除去本来不含车牌的, 定位成功率约为 99%。在 P4 1.8G CPU、512MB 内存的台式计算机 Matlab 环境下运行, 平均定位时间小于 0.15 秒/帧。这个结果相对于纯粹基于纹理的自适应方法和纯粹基于颜色的形态学方法

素贝叶斯分类准确度的比较。实验结果表明: 基于 K-means 思想的朴素贝叶斯分类在实验数据集上取得较好的分类性能, 其分类性能明显优于朴素贝叶斯分类。在 k 取值不同时, 分类准确度也有所不同, 这说明选取合适的 k 值, 有助于分类的准确度的提高。

4 总 结

将聚类中的 K-means 算法与朴素贝叶斯分类方法相结合, 提出一种基于 K-means 的朴素贝叶斯分类算法。实验表明, 此算法分类的准确率优于朴素贝叶斯分类算法。但此改进算法只与传统的朴素贝叶斯算法作了比较, 和其它一些分类技术相比, 有没有优越性, 性能如何, 这也是下一步将要考虑的问题^[5]。

参考文献:

- [1] Han Jiawei, Kamber M. 数据挖掘概念与技术[M]. 第 2 版. 范明, 孟小峰, 等译. 北京: 机械工业出版社, 2001.
- [2] 姜卯生. 数据挖掘中基于贝叶斯技术的分类问题的研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2004.
- [4] Semi K L. Naive Bayesian Classifiers[C]//In: Proceedings of European Conference on Artificial Intelligence. Porto, Portugal: Springer Verlag, 1991: 206-219.
- [3] 黄捷. 数据挖掘技术中的贝叶斯分类算法研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2001.
- [5] 郭亚光. 基于粗糙集和朴素贝叶斯模型的分类问题研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2005.

所能达到的结果要高至少十个百分点, 而所花费的时间却是后两种方法的五分之一左右。表明本算法的定位准确率、鲁棒性、处理速度等都达到了实用化程度。

参考文献:

- [1] 李波, 曾致远, 周建中, 等. 车牌识别系统研究与实现[J]. 计算机技术与发展, 2006, 16(6): 10-14.
- [2] 贾小军, 王晓燕, 喻擎苍. 一种基于纹理模式的汽车牌照定位方法[J]. 微计算机信息, 2006, 22(10): 240-242.
- [3] 张引, 潘云鹤. 彩色汽车图像牌照定位新方法[J]. 中国图象图形学报, 2001, 6(4): 374-377.
- [4] 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.
- [5] Cao Guangzhi, Chen Jianqian, Jiang Jingping. An adaptive approach to vehicle license plate localization[C/OL]. Industrial Electronics Society, 2003. IECON '03. The 29th Annual Conference of the IEEE. Vol. 2: 1786-1791. <http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs-all.jsp?amumber=1280330>.