

基于局部对称性特征的快速车标定位

肖 飞 王运琼 刘丽梅 赵 杨

(云南师范大学计算机科学与信息技术学院 昆明 650092)

摘 要 根据车标区域及车体的对称性特征,提出了一种快速的车标定位方法。先通过垂直间隔差分 and 水平最大局部投影定位出车牌和车灯水平区域后,利用车牌、车灯和车标之间的几何位置和大小约束关系粗定位出车标区域,然后根据局部对称性和差分水平投影对粗定位区域进行二次定位,得到较精确的车标矩形区域。实验结果表明,平均定位准确率为 94%,平均定位时间为 21ms。

关键词 车标定位,对称性检测,局部差分投影

中图法分类号 TP391.41 文献标识码 A

Fast Vehicle-logo Location Based on Local Symmetrical Character

XIAO Fei WANG Yun-qiong LIU Li-mei ZHAO Yang

(College of Computer Science and Information Technology, Yunnan Normal University, Kunming 650092, China)

Abstract A fast method of vehicle logo location was presented, which is based on the symmetrical character in both vehicle body area and vehicle logo area. Firstly, the plate and lamp area was located by vertical interval difference and horizontal maximum local projection, and the rough logo area was given by the restriction of geometric position and size of the vehicle plate, vehicle lamp and vehicle logo area. Secondly, by local symmetrical checking and difference horizontal projection in rough logo area, we got a more accurate vehicle logo rectangle area. The experimental results show that the average accuracy of vehicle-logo location is about 94%, and the average time is 21ms.

Keywords Vehicle logo location, Symmetrical checking, Local difference projection

1 引言

汽车标志(简称车标)为车辆的判别分类提供了重要信息,基于图像的车标识别系统首先获取含有汽车标志的视频图像,然后通过数字图像处理和模式识别等技术进行车标的自动定位与识别。

在车标识别系统中,车标的定位技术至关重要,因为它直接影响识别系统的正确率和实时性。车标是一种标志,标志检测可以通过颜色特征、纹理特征、形状特征^[1,2]等技术来实现。但由于车标种类多、颜色单一、目标区域大小不统一,且某些车标之间的相似性较大,车标形状和纹理也不一致,使车标的定位成为技术难点。为了缩短定位时间,现有的文献采用了由粗到精的定位方法^[3-7],粗定位阶段主要采用先验知识、边缘检测、能量滤波、数学形态学的方法,以缩小候选车标区域的范围,精定位阶段主要采用形状特征、边缘检测、对称性、模板匹配等方法。

本文利用车标与车牌和车灯之间的几何位置关系和局部对称性先验知识,提出了一种快速的车标定位算法,该算法在车标不在车牌的正上方、车标本身不是左右对称时也能正确定位车与标。

2 快速车牌水平定位

车标总位于车牌的上方,如果知道车牌的水平位置,就可以缩小车标候选区域的范围。车牌定位已经是较成熟的技术,在本文中,车牌的水平位置与高度仅作为定位车灯与车标的约束条件,因此并不需要进行精确的车牌定位,只需要进行水平定位,确定车牌的上下边界位置即可。

2.1 垂直间隔差分边缘检测

中国的车牌字符与车牌背景有固定的颜色搭配,即蓝底白字、黄底黑字、白底黑字和红十字及黑底白字 4 种,将它们转换为灰度值,则字符像素与背景像素之间具有较大的灰度差。由于车牌字符水平排列,字符与字符之间有一定的间隔,字符高度 h 统一,除汉字字符外,其它字符由数字和英文字符组成,它们具有单连通性的特点,保证每个字符与背景之间至少有 $2h$ 的强垂直边缘数,因此采用垂直差分算子来检测边缘。考虑到车牌字符有一定的笔划宽度,在差分算子中引入间隔因子 d ,当 d 的取值为笔划宽度的一半时,在车牌区域检测出的强垂直边缘数量是常规差分算子的 d 倍,这就可以增强车牌区域强边缘的密度,有利于后续的水平投影操作。垂直间隔差分边缘检测公式为:

到稿日期:2009-04-28 返修日期:2009-07-18 本文受云南省科技厅基金项目(2007F202M,2008ZC047M)资助。

肖 飞(1972-),男,讲师,主要研究方向为模式识别、人工智能,E-mail:kmx00001@163.com;王运琼(1967-),女,副教授,主要研究方向为数字图像处理、模式识别;刘丽梅(1975-),女,讲师,主要研究方向为数字图像处理与多媒体技术;赵 杨(1980-),男,讲师,主要研究方向为计算机图形学、基于图像的建模与绘制。

$$d(x,y)=\max\{|f(x,y)-f(x+d_x,y)|,|f(x,y)-f(x-d_x,y)|\} \quad (1)$$

图1是原始图像,图2是垂直间隔差分边缘检测的结果,经反复实验,当 $d=4$ 时最能增强、突出车牌区域的强边缘密度。



图1 原图 图2 垂直间隔差分边缘检测结果图

2.2 边缘图像的高阈值分割

由于车牌区域的边缘强度较强,通过对垂直间隔差分边缘图像进行高阈值分割,可以将非车牌区域的弱边缘过滤掉,使车牌区域的强边缘点得到较完整的保留,阈值分割后车牌区域的点密度较大。

Ostu 动态阈值分割法被广泛用于图像的分割,本文对此方法进行实验后发现,当车牌区域光照不足时,Ostu 阈值分割结果会将车牌区域的边缘全部或大部分过滤掉,这种情况约占总数的4%,因此本文采用固定阈值法,选取边缘强度平均值的倍数 c 作为阈值,对于 $M \times N$ 的图像,阈值 T 为:

$$T = \frac{c}{M * N} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} d(x,y) \quad (2)$$

图3是对图2进行固定高阈值分割的结果,经反复实验,选择 $c=3$,既可以尽量保留车牌区域的边缘,又可以尽量多地消除非车牌区域的弱边缘。



图3 边缘图像的高阈值分割图

2.3 水平最大局部投影

由于高阈值分割后的二值图像中,车牌区域的点密度较大,若对图像进行水平投影,则车牌区域对应的行投影输出值较大。为了进一步增强车牌区域与非车牌区域水平投影值的对比度,采用了水平最大局部投影的方法,每次投影的宽度定义为车牌的经验宽度 s ,选择每个投影宽度内的最大投影值作为该行的输出值。对分辨率为 $M \times N$ 的图像,行水平最大局部投影公式为:

$$p(y) = \max\left\{ \sum_{i=0}^{M-x-1} \sum_{j=1}^{i+s} d(i,y) \right\}, y=0,1,\dots,N-1 \quad (3)$$



图4 水平最大局部投影阈值分割结果图

选取平均值作为阈值,对水平投影结果图进行分割,可以

去除一些非车牌区域行,而车牌区域、具有丰富垂直边缘的车标以及车灯等区域被保留下来。图4是水平最大局部投影及阈值分割的结果。

2.4 清除车牌区域前的非车牌区域

经实验统计,经过水平最大局部投影阈值分割后,有约97%的车牌位于分割后的第一个区域内,另外3%的车牌位于第二、三个区域内,主要原因有两个:(1)固定车牌的边框上有与边框对比度较大的字符;(2)在车牌前的车体部分边缘较丰富。这两种情况下的前两个区域之间间隔都较小,第一种情况下两个区域的投影输出值都较大,但车牌区域的高度远大于边框区域的高度,而第二种情况下,两个区域在高度上没有明显的差别,但车牌区域的投影输出平均值远大于第一个区域的投影输出平均值。根据这些特点,可以将大部分的第一个非车牌区域过滤掉,使得99.7%的第一个区域对应真正的车牌区域。

将经过过滤处理后的第一个区域的上下边界确定为车牌的上下边界,区域的高度确定为车牌的高度,则完成了车牌的水平定位,如图5所示。



图5 车牌水平定位结果图

3 车标粗定位

虽然在垂直方向上,车标与车牌之间的位置关系不确定,但车标总是在车牌的上方,位于车身的垂直中轴线上,而这条中轴线可以通过车灯定位得到;在水平方向上,车标位于车灯区域或车灯区域附近。只要定位出车灯区域,就可将车标区域限定在一个较小的矩形区域内。

3.1 车灯水平区域粗定位

从几何位置上看,车灯区域位于车牌上方 $(0.5 \sim 6)h_{plate}$ (h_{plate} 为车牌的高度)的范围内,只要确定了车牌的位置和高度,就可以将车灯水平区域的大致范围确定下来。在车灯区域内包含车标、散热片等,区域内像素在水平或垂直方向上的灰度变化大,它们对应图4中的第二个高投影值区域,用与车牌水平定位相同的方法,可以定位出车灯水平区域。在此基础上,进行垂直投影分割,可以去除区域两端的非车身背景,得到图6所示的黄色线条标示的车灯区域。



图6 车灯区域及车标粗定位结果图

3.2 车标矩形区域粗定位

当确定了车灯水平区域后,在水平方向上,车标位于车灯区域内或其上的附近区域内,在垂直方向上,车标位于车灯区

域中心轴线附近很小的范围内,且有以下约束条件:车标的宽度 $w_{logo} \leq w_{plate}$, 车标的高度 $h_{logo} \approx h_{plate}$, 根据这些几何位置关系,可粗定位出车标矩形区域,如图6中蓝色线条标示的区域。

利用车灯区域及车牌的大小来粗定位车标区域,有效地避免了因车牌位置偏离车体中心造成的车标粗定位错误。

4 车标区域精确定位

由于车标大小不统一,粗定位的车标矩形区域以较大的车标尺寸给出,对于尺寸较小的车标,矩形区域内还包含大量的背景,而对于尺寸较大的车标(如奥迪),则还有部分车标在矩形区域以外,需要进一步处理,以得到精确的车标区域。

4.1 确定车标区域的中心轴

大部分的车标是左右对称(如大众、丰田、本田等)和中心对称(如现代、长安等)图像,将它们进行垂直投影,理想情况下,得到以车标对称轴为中心的对称投影曲线,并且与车灯区域的垂直中轴线重合。但实际中,受光照不均匀、拍摄角度倾斜等因素的影响,车灯区域中轴线和车标中轴线在位置上有一定的偏差,需要对车标粗定位区域进行对称性检测,以确定真正的车标中轴线。

本文采用的是对区域内的差分垂直投影数据进行绝对值距离和的检测方法。为了避免非对称的车标本身造成的影响,采用局部对称性检测方法,即忽略当前检测点邻近小区域的对称性。设检测宽度为 w_{symm} , 对称性检测的输出值 $S(x)$ 为:

$$S(x) = \sum_{i=1}^{w_{symm}} |p(x+i+d) - p(x-i-d)| \quad (4)$$

其中, d 为当前点到检测起始点的水平距离, $p(x)$ 为车标粗定位区域内第 x 列差分值的垂直投影。

实际中,受光照、反光等的影响,对称性检测曲线是关于中心轴近似对称的图形,并且在中心位置的输出值最小,因此可根据式(5)确定车标垂直中心轴 x_{center} , 检测结果如图7所示,图中的黄色竖线是检测出的车标中心轴。

$$\text{若 } S(i) = \min_j \{S(j)\}, \text{ 则 } x_{center} = i \quad (5)$$

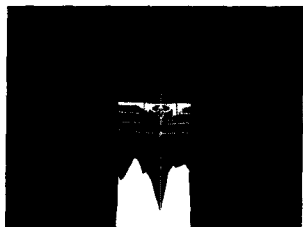


图7 局部对称性检测曲线

由于采用了局部对称性检测,有效地避免了因车标本身的不对称性造成的中心轴定位错误。

4.2 确定车标的宽度和高度

在对称性曲线中,中心两侧第一个峰点对应车标两侧的边界,由此定位出车标的较精确的宽度,如图7所示,图中的两条绿色竖线对应车标的真实左右边界。实验中发现,当车标附近的散热片成竖线条状时,对称性检测曲线呈现出以真正的对称轴为中心的多个窄峰,在这种情况下,需要利用垂直差分投影的对称性检测曲线来定位车标的宽度,即将式(1)修改为:

$$d(x, y) = \max\{|f(x, y) - f(x, y + d_y)|, |f(x, y) - f(x, y - d_y)|\} \quad (6)$$

最后在剩下的区域重新进行差分投影和阈值分割,可得到比较精确的车标高度,车标精确定位的结果如图8所示。



图8 车标精确定位结果图

5 实验结果与讨论

为了验证本文方法的有效性,用摄像机在真实环境中拍摄了600幅汽车正前方图像,测试图像大小为 640×480 , 运行环境为 Intel 2.8G 处理器、512M 内存,程序实现平台是 VC++6.0。

由于车标定位是车标识别的前期处理,定位正确率直接影响车标识别率,同时要求定位时间尽可能地短,以便能留出更多的时间进行后续的车标识别处理,因此对车标定位的评价要同时兼顾正确率和定位速度。本文采用的方法始终使用灰度图像,主要有差分运算、投影运算和阈值分割,除差分运算外,其它运算都是一维的计算量,保证了定位的快速性。

利用车灯区域粗定位车标区域,有效避免了因车牌中心偏离车体中心轴造成的车标粗定位错误,采用局部对称性检测,有效降低了因车标本身的不对称性造成的对称轴定位错误,从而提高了车标定位的鲁棒性和正确率。

实验结果表明,如果不考虑车牌定位时间,测得车标的平均定位时间为 21ms,定位准确率为 94%,从而证明了本文方法是一种快速的且定位准确率高的车标定位方法。

分析错误的原因,主要有以下几个方面:

① 在车灯区域同时存在2个大小不统一的车标(如长安)时,其中一个尺寸较大的车标不在中轴线上,使车标粗定位不完整,导致对称性检测失败;

② 在车标区域附近,光照分布不均匀,或存在明显不对称的反光现象,使车标区域灰度的对称性不能保证,导致精确定位失败;

③ 车标位于引擎盖区域,并且离车灯较远,导致车标粗定位失败;

④ 车标周围存在较强的干扰(如保险杠、贴图等)时,难以正确定位车灯区域。

结束语 车标定位是车标识别的前期预处理,其速度和性能直接影响整个车标识别系统的实时性和识别正确率。本文利用车灯与车牌之间、车标与车灯和车牌之间丰富的几何位置和尺寸的约束条件,通过垂直间隔差分和水平最大局部投影进行车牌和车灯的粗定位,利用车身的对称性对车标进行粗定位和二次定位。实验结果表明,本文所提方法是一种正确率高、速度快的车标定位方法。

参考文献

[1] de la Escalera A, Moreno L E, Salichs M A, et al. Road traffic

- sign detection and classification[J]. IEEE transaction on industrial electronics, 1997, 44(5): 848-859
- [2] Shaded W G, Abu-Ai-Nadi D J, Mismar M J. Road traffic sign detection in color images[A]//IEEE International conference on electronics, circuits and system [C]. Sharjah, IEEE ICECS, 2003, 2: 890-893
- [3] 李贵俊, 刘正熙, 游志胜, 等. 基于能量增强和形态学滤波的车标定位方法[J]. 光电子. 激光, 2005, 16(1): 76-79
- [4] 庄永, 杨红雨, 游志胜, 等. 一种快速的车标定位方法[J]. 四川大学学报: 自然科学版, 2004, 41(6): 1167-1171
- [5] 曹刚. 运动车辆识别技术研究[D]. 成都: 四川大学, 2004
- [6] 陈阳, 李定主. 一种由粗到精的车标定位算法[J]. 电脑开发与应用, 2007, 20(2): 24-25
- [7] 周宇. 运动车辆车标定位的四阶段法研究[J]. 重庆交通学院学报, 2006, 25(6): 118-120
- [7] 罗忠亮. 基于改进 SUSAN 算子的图像边缘检测算法[J]. 重庆工学院学报: 自然科学版, 2009, 23(5): 102-106

第 27 届中国数据库学术会议(NDBC 2010)

系统演示征文通知

(<http://ndbc2010.ruc.edu.cn>)

系统演示(Demonstration Program)是第 27 届中国数据库学术会议(NDBC2010)为适应我国数据库研究的特长而新设立的主题。其主要关注数据管理的创新技术与实现技术,展现我国在数据库系统研究方面的成就。通过演示原型系统,作者能够用更为有趣、直观的交互方式介绍自己的创新性系统研究工作。同时,系统演示可以促进和扩大国内同行在数据库系统实现和新技术应用上的创新与应用。

在此诚征数据管理新技术及其新兴应用领域的系统演示报告。

1. 征集范围

包括 NDBC 2010 大会征文主题中所列出的所有专题。为了充分利用这个平台来展示系统的机会,诚邀各类新技术原型系统和针对新领域的应用系统参与系统演示。

2. 投稿要求

- 1) 系统演示报告应是未发表的研究成果,特别是最新数据管理技术的进展和实现。演示报告应包括中英文题目、作者信息、中英文摘要、关键词、正文和参考文献等。
- 2) 演示报告不同于研究论文。在报告中需要描述拟演示系统的体系架构,关键技术,系统演示步骤和演示环境等。
- 3) 论文中英文均可,用 Word 排版,论文篇幅一般不超过 A4 幅面 4 页。其格式需参考《计算机学报》的投稿要求,可见《计算机学报》网站:<http://cjic.ict.ac.cn/>。违反长度限制的论文可能被拒绝评审。
- 4) 会议论文采用电子邮件提交论文的方式,提交邮件:demo.ndbc10@gmail.com。

3. 系统演示

通过评审的演示报告需要根据大会日程安排在指定日前提交系统和演示方案。

为最大限度实现技术交流,系统演示将根据最终录用的数量安排交流研讨。

会议将根据观众的投票来评选最佳系统演示报告系(Best Demo),并安排大会演示报告。

4. 论文出版:

会议录用的系统演示论文将和研究论文统一出版,具体安排在会议 B 辑《计算机研究与发展(增刊)》出版。

5. 重要日期:

论文提交截止时间:2010 年 5 月 1 日

论文录用通知时间:2010 年 6 月 10 日

排版稿件截止时间:2010 年 6 月 25 日

提交出版社时间:2010 年 7 月 1 日

6. 联系方式:

会议网站 <http://ndbc2010.ruc.edu.cn> 电话:010-62512334 传真:010-62512334

邮件:demo.ndbc10@gmail.com