

基于纹理特征的车牌定位方法

李文锋, 张红英

(西南科技大学 信息工程学院, 四川 绵阳 621010)

摘要: 提出了一种基于纹理的车牌定位方法。首先提取汽车图像的边缘, 再连接水平方向上距离较近的边缘点, 通过数学形态学操作形成若干候选区域, 然后根据水平方向边缘线段长度和投影直方图进行精确定位, 最后根据尺寸判断候选区是否为车牌。实验结果表明, 该算法定位准确率能达到 93.7%, 平均定位时间为 435 ms。

关键词: 车牌定位; 纹理; 数学形态学; 投影直方图

中图分类号: TP391.4

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2014)03-0041-03

License plate location based on texture features

Li Wenfeng, Zhang Hongying

(School of Information Engineering, Southwest University of Science and Technology, Mianyang 621010, China)

Abstract: In this paper, license plate location method based on texture features is presented. Firstly, picture edge is extracted, the edge points which the horizontal distance is relatively close are connected, and using mathematical morphology operation to form several candidate regions. Then, accurately locating license plate according to horizontal edge length and projection histogram. At last, the real license plate area is chosen from candidate area based on the license plate size. The experimental results demonstrate that the locating accuracy of this method can reach 94.6%, and the average locating time is 450 milliseconds.

Key words: license plate location; texture; mathematical morphology; projection histogram

随着车辆的增加, 道路日益拥挤, 车辆管理越来越困难。智能交通系统(Intelligent Transportation System)已成为 21 世纪交通管理的趋势, 它是将先进的信息技术、通信技术、电子传感技术及计算机处理技术等有效应用于整个交通管理系统而建立的一种在大范围内全方位发挥作用的实时、准确、高效的综合交通运输管理系统。汽车牌照号码是车辆的“身份证”, 汽车牌照的自动识别是对汽车“身份”自动登记及验证的关键, 是对交通进行有效管理的基础。

车牌识别 VLPR (Vehicle License Plate Recognition) 技术不但可以将人力从繁琐的人工观察、检测中解放出来, 而且能够大大提高其精确度。一个典型的车牌识别系统一般包括车牌定位、字符分割和字符识别 3 部分。车牌定位是车牌识别中的重要环节, 是指从车牌图像中提取牌照区域或者分割出车牌。

车牌定位算法分为基于灰度图像的车牌定位和基于彩色图像的车牌定位。基于灰度图像的车牌定位一般

是先对图像进行边缘提取^[1-3]或者二值化^[4], 再根据水平和垂直方向的投影直方图、车牌尺寸和纹理等信息^[5-6]定位车牌, 一般计算量较基于彩色图像的车牌定位少。基于彩色图像的车牌定位比基于灰度图像的车牌定位多了颜色信息, 颜色信息可以运用于边缘提取^[7]、对灰度图像检测到的边缘进行边缘筛选^[8-9]以及对候选区域进行筛选^[10-11]。

根据《中华人民共和国机动车号牌》(GA-2007)及其修订版规定, 车牌颜色主要有蓝底白字、黄底黑字、白底黑字和黑底白字 4 种, 字符要么是黑色要么是白色(除了少数例外, 如“使”、“领”、“警”是红色), 与底色的灰度反差较大, 能很好地提取出车牌的字符边缘, 而且车牌字符间排列规则、紧密。根据这一特点, 本文提出了一种基于车牌纹理特征的车牌定位算法, 首先运用 Canny 边沿检测算法对汽车灰度图像进行边缘提取, 连接水平方向上距离较近的边缘点, 运用数学形态学操作可以形成若干封闭的候选区域, 再根据水平方向边缘线

段长度进行上下精确定位,候选区灰度图二值化的投影直方图进行左右精确定位,最后根据尺寸和投影直方图中波峰个数判断候选区是否为车牌,最终达到车牌定位的目的。

1 候选区的形成

因为我国的车牌在表面涂了具有良好反光性能的荧光反光材料,所以能够很容易地提取出车牌区域的纹理。而车牌字符的间距又是固定的,因此可以通过连接车牌边缘的方法来形成车牌的候选区域。

鉴于 Canny 边缘检测算法在边缘提取上的良好效果,本文运用 Canny 边缘检测算法提取车牌灰度图像的边缘。

实际项目中,摄像机的位置固定之后,车牌在图像中的尺寸在一定范围之内变化,因此可以设定一个较宽泛的范围来用于车牌的定位。本文的实验图片为某卡口拍摄的图片,尺寸均为 1 600×1 200。车牌最小宽度 w_{\min} 设为 90,最大宽度 w_{\max} 设为 220,最小高度 h_{\min} 设为 30,最大高度 h_{\max} 设为 75,车牌字符区边缘水平方向上最大距离 dst_{\max} 设为 35。

对提取到的边缘逐行扫描,若相邻两个边缘点间距离小于 $maxdst$,则连接这两个边缘点(即该行这两个边缘点之间的点都置为 255),如图 1 所示。

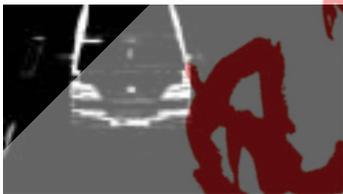


图 1 连接距离较小的边缘点

数学形态学中的腐蚀、膨胀是将图像(或图像中的一部分,设为 A)与核(设为 B)进行卷积,核 B 可以是任意形状,可以视为模板或者掩码,它拥有一个单独定义的参考点,一般取核的中心点。腐蚀是计算核区域的最小值,并将最小值给参考点对应的像素,可以消除图像中细的突起和线条;膨胀是计算核区域的最大值,并将最大值给参考点对应的像素,可以填充图像中小区域、扩大高亮区域。

腐蚀运算为:

$$\text{erosion}(A, B) = \{a | (a+b) \in A, a \in A, b \in B\}$$

膨胀运算为:

$$\text{dilation}(A, B) = \{a+b | a \in A, b \in B\}$$

核与图像中目标形状相同有利于提取目标,理想的车牌是矩形,因此本文在形态学处理时使用大小为 3×3 的矩形,核为中心点。对图 1 先进行腐蚀操作,再进行膨胀处理,可以消除线条和小目标,并尽可能保持车牌仍在候选区内,形成若干车牌候选区。

2 候选区筛选和车牌精确定位

本文对车牌候选区的筛选分粗筛选和精确筛选两

步。粗筛选是根据车牌尺寸限制直接对候选区进行筛选;精确筛选是先对粗筛选的结果进行精确定位,再根据车牌尺寸和候选区二值化图的垂直投影直方图特征完成筛选。

从实验结果易知,含有车牌的候选区在车牌的左右两边、上下两边往往有部分干扰,车牌所在候选区的尺寸可能大于前面设定的车牌尺寸。因此,粗筛选时最大高度设为 $2 \times h_{\max}$,最大宽度设为 $2 \times w_{\max}$,最小高度和最小宽度不变。对各候选区按照设定的范围进行粗筛选,可以减少候选区域的数量。

2.1 车牌候选区上下精确定位

对各候选区对应的边缘进行分析可知,含有车牌的候选区的非车牌区域含有较多水平方向长度较长的线段,这些线段可以通过以下步骤找到。

(1) 初始化 $n=0$,从候选区对应的边缘图中任取一点进行步骤(2)。

(2) 若该点像素值为 255,则 $n=n+1$,将该点加入点集 n ,并对该点作标记(比如像素值置为 1),进行步骤(3)。

(3) 在以该白点为中心的 3×3 掩码范围内按式(1)进行判断,若式(1)中为 1 的位置对应点的像素值为 255,则将该点加入点集 n ,并对该点按步骤(2)作标记,并以该点为新的核进行步骤(3);若掩码内没有像素值为 255 的点,则进行步骤(4)。

(4) 取候选区对应的边缘图的下一个点并进行步骤(2),若图中的点全部取完,则搜寻结束。

$$\begin{matrix} 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{matrix} \quad (1)$$

计算搜寻到的各个点集,分别计算它们的长度,若长度大于一定的阈值,则认为不是车牌字符的边缘,而是保险杠、车牌边框等的边缘,这些点集如图 2(a)的所示。

将图 2(a)最上面一行和最下面一行的像素点全置为 255,并逐列进行判断,若相邻白点间的距离小于 $0.5 \times h_{\max}$,则认为该列这两个白点间的区域是干扰区域,所得干扰区域如图 2(b)所示。



(a)水平方向的长线段

(b)候选区中的干扰区域

图 2 候选区上下精确定位

对去除干扰区之后的候选区的边缘图逐行分析,统计每一行中白点间距离小于 $1.5 \times dst_{\max}$ 的白点数量,若大于 9,则该行是车牌字符行。取连续字符行最长的区段,就是车牌上下精确定位的结果。

2.2 车牌候选区左右精确定位

将所得区域对应的灰度图用 Otsu 阈值化方法进行二值化,可以得到图 3(a)所示的结果。统计图 3(a)中每一列的白点数目,得到图 3(b)所示的垂直投影直方

图(横坐标为候选区像素的列数,纵坐标为每一列的白点数目)。

设候选区高度的一半为 seg 。考虑到阈值化的结果可能是黑底白字和白底黑字两种情况,为使阈值化结果统一为白底黑字,根据车牌中除字符之外的底牌面积远大于字符面积的特性,统计二值化图中从左到右第一列小于 seg 到最后一列小于 seg 区间的黑点和白点数目,若白点数目少于黑点数目,则对阈值化结果进行取反,即黑点变白点,白点变黑点,可使阈值化结果统一为白底黑字。若连续 n 列的白点数目大于 seg ,且 $n < 1.5 \times dst_{max}$,则认为是一个字符区域。若字符区域个数大于 4,且字符区域的宽度大于 w_{min} 小于 w_{max} ,则认为是最定位的车牌,最终定位结果如图 3(c) 所示。

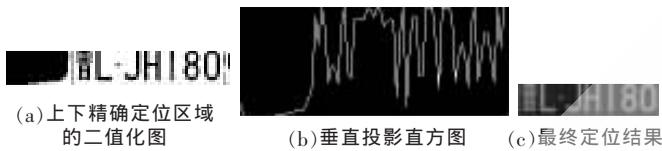


图 3 候选区左右精确定位

3 实验及结果

运用本文算法对某卡口全天拍摄到的 462 幅大小为 $1\ 600 \times 1\ 200$ 的单车牌图像进行实验,其中包含 345 张白天拍摄的照片和 117 张晚上拍摄的照片,车型有小轿车、面包车、货车,车牌有水平和倾斜的情况。计算机为主频 2.7 GHz、Windows 7 系统。共定位出 476 个认为是车牌的区域,其中定位出 433 张正确的车牌,错误定位 43 张车牌,其中 4 张定位不精确,39 张属于误检。定位成功率为 93.7%,平均每幅图像定位时间为 435 ms。

车牌定位是车牌识别中重要的环节,对后续的字符识别有很大影响。本文提出的基于纹理特征的车牌定位算法在车牌定位上做了一些新的尝试。其通过连接水平方向上距离较近的边缘点,运用腐蚀膨胀操作来形成候选区域;在精确定位时,根据水平方向边缘线段长度进行上下精确定位。实验结果表明,该方法取得了较好的结果,具有一定的借鉴价值。

参考文献

- [1] 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.
- [2] Zhao Jianyu, Ma Shujian, Han Weimin, et al. Research and Implementation of License Plate Recognition Technology[C]. 24th Chinese Control and Decision Conference, 2012: 3768-3773.
- [3] KIM M K. License plate location method unaffected by variation in size and aspect ratio[J]. International Journal of Automotive Technology, 2010, 11(5): 751-758.
- [4] 张引.基于空间分布的最大类间方差牌照图像二值化算法[J].浙江大学学报(工学版),2001,35(3):272-275.
- [5] 朱成军,蒲菊华,高磊,等.基于 Tophat 变换和文字纹理的车牌定位算法[J].北京航空航天大学学报,2008,34(5):541-545.
- [6] 吕文敏.车牌识别系统中图像的采集和定位问题研究[J].计算机与现代化,2009(3):19-23.
- [7] 张引,潘云鹏.彩色汽车图象牌照定位新方法[J].中国图象图形学报,2001,6(4):374-377.
- [8] 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].中国图象图形学报,2009,14(2):303-308.
- [9] 王建,刘立,王天慧.基于四元数特定颜色对边缘检测的车牌定位[J].计算机应用,2011,31(3):729-734.
- [10] 聂洪印,周卫东,刘辉.多颜色模型和综合特征下的车牌定位新方法[J].计算机工程与应用,2010,46(12):221-223.
- [11] 高一文,龚劬.基于颜色与结构特征的车牌定位算法[J].重庆文理学院学报(自然科学版),2012,31(3):71-75.

(收稿日期:2013-11-12)

作者简介:

李文锋,男,1988年生,硕士研究生,主要研究方向:车牌识别、目标跟踪。

张红英,女,1976年生,博士,教授,主要研究方向:图像增强,图像修复,目标检测等。