

基于投影和固有特征结合的车牌字符分割方法

陈 涛, 杨晨晖, 青 波

(厦门大学 信息科学与技术学院, 福建 厦门 361005)

摘 要: 根据车牌字符的固有特征, 提出一种新的基于投影的车牌字符分割方法。该方法首先对车牌图像进行预处理, 检测车牌倾斜角度, 如果倾斜角大于指定角度则进行车牌倾斜校正, 然后利用车牌的水平方向投影去除车牌的上下边框以及铆钉, 对处理得到的图像进行二值化。再根据车牌字符的排列规则和字符间距的关系, 利用车牌的垂直投影定位字符, 先分割出第二个和第三个字符, 从第三个字符开始分割出后五个字符, 再利用已分割字符的知识来分割前两个字符, 然后对分割出来的候选字符块进行处理, 有效解决字符粘连和断裂的情况, 最终实现车牌字符的准确分割。实验结果证明, 该方法有较好的分割效果。

关键词: 字符分割; 投影; 二值化; 车牌倾斜校正

中图分类号: TP301.6

文献标识码: A

文章编号: 1673- 629X(2009) 05- 0045- 03

Characters Segmentation of License Plate Based on Combination of Projection and Intrinsic Characteristics

CHEN Tao, YANG Chen-hui, QING Bo

(Information Science and Technology School, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: According to the intrinsic characteristics of license plate, a new approach for characters segmentation of license plate based on projection is proposed. Firstly, some preprocesses are processed toward the license plate images- detect the incline angle of license plate and rectify the slanted and distorted plate if the incline angle is bigger than the designated angle, then the horizontal boundaries are removed by using horizontal projection of license plate. After these processes, image binarization is processed to the image. Then the characters are located by using vertical projection of license plate, according to the ranging rulers and intercharacter distance of license plate characters. The second and third character are first segmented, then the last five characters from the third character are also segmented. With the knowledge of single character which has been segmented, the first two characters are segmented. Then all the possible characters are processed specially, segmenting the conglutinant characters and combining the cracked characters if existing. As a result, all the characters are segmented accurately. The experimental result shows that this approach has a good effect of segmentation.

Key words: characters segmentation of license plate; projection; binarization; rectifying the slanted and distorted license plate

0 引言

车牌识别系统是智能交通系统中一个非常重要的部分, 在现代交通中有较好的应用前景和研究价值。一个好的车牌识别系统无疑会大大节省人力、物力和财力, 提高交通管理的效率。车牌识别系统通常分为三部分: 车牌定位、字符分割和字符识别。

字符分割是在车牌准确定位的基础上进行的, 字符分割的好坏直接影响到字符识别的准确率和效果,

因此字符分割是车牌识别系统中比较重要的一部分。

目前常用的车牌字符分割方法主要有三种: 垂直投影法、连通区域法和静态边界法。垂直投影法容易确定字符边界, 但字符宽度阈值的选取不容易确定; 连通区域法可以分割清晰的车牌图像, 但对图像质量要求过高; 静态边界法不受噪声影响, 但它依赖于车牌图像的正确提取。因此这些方法都有不足和缺陷。文中提出的这种基于投影和车牌固有特征相结合的字符分割方法, 能有效在克服原始车牌图像中光线不均、车牌倾斜等不利因素的影响, 充分利用车牌的先验知识, 有效地提高车牌分割效率, 满足系统实时性的要求。

1 车牌图像预处理

预处理对于字符分割非常重要。好的预处理可以

收稿日期: 2008- 09- 03

基金项目: 国家自然科学基金(40627001)

作者简介: 陈 涛(1984-), 男, 硕士研究生, 研究方向为图像处理与模式识别; 杨晨晖, 教授, 硕士生导师, 研究方向为图像处理、模式识别、计算机视觉。

大大提高字符分割的准确率。该预处理的过程主要包括以下三个部分。

1.1 车牌倾斜校正

由于道路的坡度、车牌的悬挂和摄像机与车牌之间倾斜角度的影响,得到的车牌图像会有不同程度的倾斜,会影响字符分割的准确性,因此有必要对车牌图像进行倾斜校正。采用 Hough 变换^[1]进行垂直方向倾斜校正和水平方向倾斜校正。首先对牌照区域进行扩展,以使其包含上下边框和左右边框。然后对该区域作垂直和水平 Sobel 变换,从 Sobel 变换后得到的图像中,进一步得到其垂直和水平方向跳变图。对其进行 Hough 变换,通过对直线连续性及长度判断,计算出跳变图中边框的倾斜角度。当角度大于 5° 时进行图像旋转变换。如图 1 中所示:图 a 的倾斜角大于 5° 需要进行倾斜校正,结果如图 b 所示。图 c 的倾斜角小于 5° 不需要进行倾斜校正。

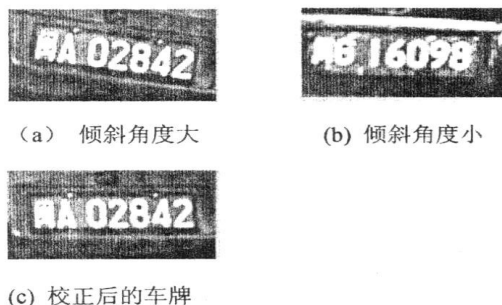


图 1 车牌倾斜校正

1.2 去除上下边框和铆钉

由于车牌边框、铆钉等干扰物的存在,直接使用投影分割算法不容易准确分割。其中对字符分割影响最大的是车牌的上下边框。由于上下边框的存在,使得字符群的垂直投影值全部大于零,从而不能根据投影点确定分割点的位置。因此,首先要去除车牌边框、铆钉等干扰,再利用投影法^[2,3]对字符进行分割。

首先采用行扫描的方法来去除车牌上下边框,目的是准确定位出车牌字符串的上下边界,为单个字符的分割做准备。车牌上有 7 个字符,在字符区域每条水平线所通过的笔划数目至少为 7,则灰度值从 0 到 1 或从 1 到 0 的变化次数至少为 14。通过对图像进行逐行扫描找到字符与背景的上下边界,去除车牌的上下边框。去除上下边框后的车牌图像如图 2 所示。



图 2 去除车牌上下边框

1.3 二值化

车牌区域图像由于光照不均匀或光线的问题,整个车牌的亮度值分布也不均匀,因此不适合用一个固

定的阈值来对所有的图像进行二值化。但是车牌区域中字符和底牌的高度差异明显,因此可以通过自动寻找一个全局阈值^[4,5]进行二值化。文中采用 Otsu 方法(即大津法)进行二值化。Otsu 方法能够适应各种灰度环境下的二值化的要求。在设定阈值后,进行二值化反色,即把前景点,即字符点转化为黑点,背景点转化为白点。如图 3 所示。

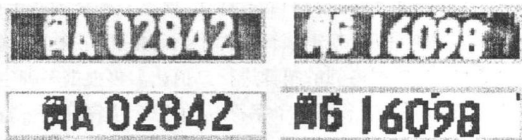


图 3 图像二值化及反色

2 字符分割

经过预处理以后,就可以对车牌字符进行分割了^[3,6-8]。车牌的固有特征为我们提供了很好的先验知识,如:车牌字符的总长度为 409mm,其中单个字符的宽度为 45mm,高度为 90mm,第二和第三个字符间距 34mm,其中小圆点宽度为 10mm,圆点两边各 12mm,其余车牌字符间距 12mm。车牌字符中字符“1”较为特别,其它字符外接矩形等于标准字符模板大小,字符“1”的外接矩形左右边界明显小于字符宽度。字符“1”的宽度约为 13mm,这样与其它字符间距约为 28mm,连续两个字符“1”间距约为 44mm。如果最后一个字符为“1”,其与右边框的距离约为 28mm。充分利用车牌字符串的长宽比、字符间隙、字符的宽高比等特征,有助于单个字符边框的精确分割。

通过投影计算出车牌的宽度和高度。令车牌宽度为 width,高度为 height。根据车牌先验知识车牌第二个字符和第三个字符之间空隙比其他字符之间空隙都大很多,可以把车牌左边 $2 * width / 7$ 认为是第二和第三个字符的分割线。这样就可以从第三个字符开始,先分割后五个字符,得到后五个字符的分割线以后,再来分割前两个字符。分割出后五个字符之后,后五个字符的单字符宽度可以为汉字的分割提供参考标准。根据先验知识,总共有 7 个字符,但考虑到字符之间的空隙占去不少宽度,所以单字符宽度的先验值 prewidth 可以认为是车牌宽度的 1/8,字符间距先验值 space 可以认为是车牌宽度的 1/32。

文中采用的字符分割算法主要借助字符宽度的先验知识和投影信息来确定每个字符的分割位置。输入的图像是已经二值化反色后的二值图像。整个过程分为两个部分:粗分割和细分割两部分。

●粗分割步骤如下:

- (1) 对图像进行垂直投影。

(2) 取初始阈值 $t = 0$, 从车牌左边 $2 * \text{width} / 7$ 处开始向右扫描垂直投影, 将大于阈值的投影块分割出来, 起始点和结束点分别标记为 $\text{start}[i]$ 和 $\text{end}[i]$, $i = 1, 2, \dots, n$, 其中 n 为分割块数, $\text{start}[i]$ 和 $\text{end}[i]$ 分别代表第 i 个分割块的起始点和结束点, 每得到一个分割块, n 就加 1。

(3) 扫描到图像最右端结束, 如果此时 $n < 5$, 则 $t = t + 1$, 并重复步骤(2); 如果 $n \geq 5$ 则停止粗分割, 往下进入细分割阶段; 如果 t 增加到车牌高度的 $1/4$ 时, n 仍未能达到 5, 则分割失败。

● 细分割步骤如下:

(1) 分割粘连的字符块: 如果某个分割块的宽度 $\text{end}[i] - \text{start}[i] >$ 单字符宽度先验值 prewidth 的 1.5 倍, 则在该区域中寻找中间位置将它分成两部分, 分别寻找两部分中投影值最大的点, 记为 $F1$ 和 $F2$ 。对两个最大投影值(即 $F1$ 和 $F2$) 的中间区域进行扫描, 寻找投影值最小的点, 在该点处对粘连字符进行分割, 也就是二次分割。

(2) 合并断裂的字符块: 如果某个分割块的宽度为 w_i , 小于单字符宽度先验值 prewidth , 下一字符块的宽度为 w_{i+1} , 并且当前字符块与下一字符块的间距 s_i 小于字符间距先验值 space , 同时 $w_i + s_i + w_{i+1} < 1/7$ 车牌长度, 则将当前字符块与下一字符块进行合并。

(3) 处理数字“1”: 如果某个分割块宽度小于单字符宽度先验值 prewidth 的 0.5 倍, 则需进一步考察该字符区域内的黑色像素点数目, 判断该分割块是不是数字 1(数字 1 的宽度比其他字符要小很多)。如果分割块内黑色像素点基本占据了每列的绝大多数像素, 则认为该分割块是数字 1, 予以保留; 如果不属于上述情况, 就认为是噪声, 删除该区域。

这样, 就完成了后 5 个字符的分割。分割完 5 个字符后, 再来分割前两个字符。由于每个字符的宽度一样, 所以此时后 5 个字符分割后的每个字符的精确宽度可以为前两个字符的分割提供准确的参考, 使汉字分割更准确。

整个算法的基本流程如下:

Step1: 对二值图像进行垂直投影, 根据阈值划分出候选字符块。

Step2: 分别计算出每个候选字符块的宽度 w_i , 下一候选字符块的宽度 w_{i+1} , 当前候选字符块与下一候选字符块的间距为 s_i , prewidth 为单个字符宽度的先验知识, space 为两个相邻字符的间距。如果 $w_i > 1.5 * \text{prewidth}$, 则该字符块是粘连字符块, 转到 Step3; 如果 $w_{i+1} < \text{prewidth}$, $s_i < \text{space}$ 且 $w_i + s_i + w_{i+1} < 1/7$ 车牌长度, 则该字符和下一字符块是断裂字符块, 转到

Step4; 如果 $w_i < 0.5 * \text{prewidth}$, 但不满足断裂字符块的条件, 则该字符块可能是数字“1”, 也可能是噪声, 转到 Step5。其余的皆为正常字符块。重复以上步骤, 直到处理完所有的候选字符块。

Step3: 分割粘连字符块。

Step4: 合并断裂字符块。

Step5: 处理数字“1”。

经过以上各步骤, 基本上可以将字符准确分割出来。分割后的车牌字符如图 4 所示。

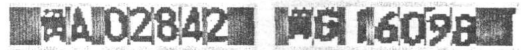


图 4 车牌字符分割

3 实验结果分析和总结

文中利用这种方法对 60 张有着不同程度倾斜、模糊的准确定位的车牌进行字符分割, 绝大部分都能够迅速准确分割出来, 准确分割率超过 90%。其中不能准确分割的车牌主要是由于图片过于模糊造成粘连情况严重无法正确分裂和有的车牌存在一定程度的重叠, 使得两个字符“1”相距过近造成不正确车牌字符合并。车牌字符分割所需时间在 0.1s 左右, 完全能够满足实际应用的需要。这种算法能够有效地解决垂直投影法中字符粘连及字符断裂现象, 实现车牌字符的准确分割, 因此这种方法有较好的适用性。

参考文献:

- [1] 韩智广, 老松杨. 车牌分割与矫正[J]. 计算机工程与应用, 2003(9): 210- 212.
- [2] 刘成安, 孙涛. 车牌自动定位与识别方法研究[J]. 微计算机信息, 2007, 9(1): 263- 264.
- [3] 陈振学, 汪国有, 刘成云. 一种新的车牌图像字符分割与识别算法[J]. 微电子学与计算机, 2007(2): 42- 44.
- [3] Chang S L, Chen L S, Chuang Y C, et al. Automatic license plate recognition[J]. IEEE Trans on Intelligent Transportation System, 2004(1): 42- 53.
- [4] Nomura S, Yamanaka K, Katai O, et al. A novel adaptive morphological approach for degraded character image segmentation[J]. Pattern Recognition, 2005, 11: 1961- 1975.
- [5] Chang Shyang- Lih, Chen Li- Shien, Chung YunChung, et al. Automatic License Plate Recognition[J]. IEEE transactions of intelligent systems, 2004, 3: 42- 53
- [6] 迟晓君, 孟庆春. 基于投影特征值的车牌字符分割算法[J]. 计算机应用研究, 2006(7): 256- 257.
- [7] 芮挺, 沈春林, 张金林. 车牌识别中倾斜牌照的快速矫正算法[J]. 计算机工程, 2004(7): 122- 124.
- [8] 汪涛, 卢朝阳. 一种新的汽车牌照字符切分算法[J]. 西安电子科技大学学报: 自然科学版, 2005(6): 931- 934.