

车牌识别系统中车牌定位及倾斜矫正算法研究

葛海江, 方江江, 张 翔

(杭州电子科技大学计算机应用研究所, 浙江 杭州 310018)

摘要:为了提高车牌定位的实时性和有效性, 利用车牌的几何特征和纹理特征, 提出了基于边缘检测和投影法相结合的车牌定位算法。由于车牌图像摄取的特殊性, 使得拍到的车牌图像有不同程度的倾斜变形, 而倾斜的车牌很难被分割和识别, 必须对车牌定位之后的车牌图像进行倾斜矫正, 该文给出了基于 Radon 变换的倾斜矫正算法。实验结果表明该车牌定位算法和倾斜矫正算法都是快速有效的。

关键词: 车牌定位; 边缘检测; 投影法; 倾斜矫正

中图分类号: TP391.41

文献标识码: A

文章编号: 1001 - 9146(2007)02 - 0049 - 04

0 引言

车牌识别技术是智能交通系统的关键技术之一, 其任务是处理、分析汽车牌照图像, 自动识别汽车牌照。车牌识别系统可分为车牌定位、图像预处理、字符分割和字符识别 4 个部分^[1]。为了提高车牌定位的实时性和有效性, 采用基于边缘检测和投影法相结合的车牌定位算法: 在对灰度图像用 Sobel 算子进行边缘检测的基础上, 实施图像二值化, 然后向水平方向和垂直方向进行投影, 利用车牌的几何特征和纹理特征缩小搜索范围, 实现车牌快速准确的定位。当拍到的车牌有不同程度的倾斜变形, Radon 变换法能快速有效地检测出车牌的倾斜角度, 本文采用基于 Radon 变换的车牌倾斜矫正算法: 对定位分割出来的车牌图像进行二值化, 采用 Sobel 算子进行边缘检测, 计算边缘图像的 Radon 变换, 得到车牌图像的倾斜角度, 对倾斜的车牌进行矫正。

1 基于边缘检测和投影法相结合的车牌定位算法

车牌定位目前主要有基于彩色的方法、基于搜索车牌边框的方法、基于灰度梯度的方法、基于频域或其他变换域的方法等几大类, 结合这些基本方法与各种优化算法又派生出许多其他定位算法。在车牌定位算法中, 利用投影法进行车牌定位是一种计算量小速度快且非常实用的算法。车牌区域字符与底色有较大差异, 且字符与底色各自内部灰度均匀, 呈现丰富的边缘信息。对整幅汽车图像进行边缘检测, 在边缘图像中, 车牌区域相对于其它非车牌区域含有更多的细节信息。对边缘图像进行行扫描或列扫描, 行或列边缘点数目明显不同其它非车牌区域的行或列。利用车牌图像的这一纹理特征, 再结合车牌区域的几何特征以及其它纹理特征, 提出了一种基于边缘检测和投影法的车牌定位算法。

1.1 边缘检测及二值化

边缘信息标志着一个区域的开始和另一个区域的结束, 是图像识别中的一个重要特征。一般车牌字符与底色有较大差异, 边缘丰富。Sobel 算子可以有效地提取边缘信息, 同时有效的抑制噪声, 因此采用该算子进行边缘检测。Sobel 算子的水平方向算子 S_x 和垂直方向算子 S_y 可分别表示为:

收稿日期: 2006 - 12 - 27

基金项目: 杭州电子科技大学科学研究基金项目 (KYF071506006)

作者简介: 葛海江 (1980 -), 男, 浙江东阳人, 在读研究生, 计算机应用技术。

$$S_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}, S_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}。$$

灰度图像用 Sobel 算子进行边缘检测后,用最大类间方差法^[2](OTSU 法)进行二值化,可以有效滤除不必要的信息,减少车牌区域定位的运算量。原始灰度图如图 1 所示,进行边缘检测以及二值化后的结果如图 2 所示。



图 1 原始灰度图

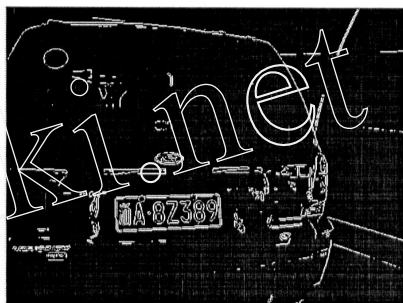


图 2 二值化后图像

1.2 车牌水平定位和垂直定位

在得到二值化图像以后,首先把二值图像水平投影到 y 轴,在车牌对应的水平位置上会出现一个峰值,如图 3 所示,峰值的两个低谷点就是车牌的上下边界。

由于车牌一般悬挂在车身较低的位置,其下方没有明显的边缘密集区域,所以在搜索车牌的时候可以由下往上搜索,当出现第一个较大的波峰时,认为该波峰即为车牌的水平投影区域,波峰的起点和终点就是车牌的上下边界。车牌由 7 个字符组成,在图像边缘检测并二值化之后,正常情况下,车牌水平投影区域内每行的边缘点数大于 14,根据实验结果,以 15 为限,作为判断波峰起点和终点的标准;车牌有一定的高度,根据实验结果,要求波峰的终点和起点之差大于 20,小于 120。水平定位得到车牌的上下边界如图 4 所示。

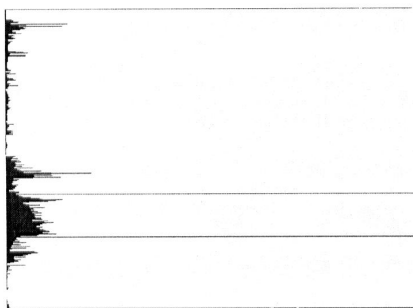


图 3 水平投影示意图

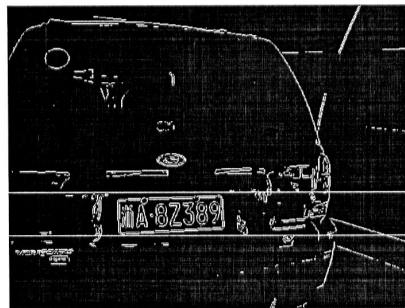


图 4 车牌上下边界定位图

车牌的垂直定位。这是在车牌水平定位的基础上来确定汽车牌照的左右边界。在确定了车牌上下边界之后,对车牌上下边界内的图像进行垂直投影。由于车牌区域包含 7 个字符,字符间有字间距,所以投影后,车牌区域会出现峰、谷、峰的特性^[3],如图 5 所示。相邻的两个波峰,如果它们的间隔小于 T (T 为经验值),则进行区域合并,得到若干候选区域。根据以下规则^[4]筛选出车牌区域:(1)二值化图像中灰度为 1 和灰度为 0 的像素比大于 0.25;(2)二值化图像灰度跳变次数范围[5,15];(3)区域的长宽比[2,5]。车牌水平定位以及垂直定位后的效果如图 6 所示。

2 基于 Radon 变换的倾斜矫正算法

由于车牌图像摄取的特殊性,车牌图像在水平和垂直方向上都会有不同程度的倾斜,车牌图像在水

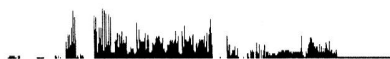


图5 垂直投影示意图

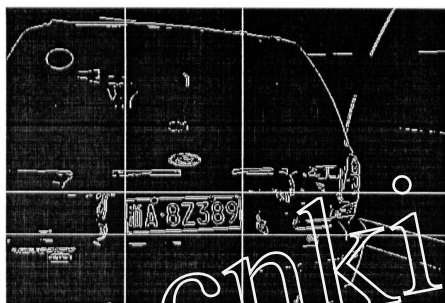


图6 车牌定位效果图

平方向上的尺寸要比垂直方向上的尺寸大很多,因此垂直方向上的倾斜并不是很明显,一般小于3度。在实际系统中,往往只对水平方向上的车牌倾斜进行几何矫正。

在倾斜矫正方面,比较典型的算法有:(1)利用传统的 Hough 变换求取车牌的边框,进而确定车牌的倾斜角。该方法对图像质量要求高,计算量大,时效性差;(2)通过求取车牌字符区域的局部极小和极大特征点,再进行投影确定车牌的倾斜角。该方法当遇上车牌上有污迹和噪声时检测精度下降。Radon 变换法比传统的 Hough 变换法以及投影法更能快速有效地检测出车牌的倾斜角度,该文采用基于 Radon 变换的车牌倾斜矫正算法。

2.1 Radon 变换

Radon 变换是计算机图像在某一指定角度射线方向上的投影变换方法^[5]。二维函数 $f(x, y)$ 的投影是其在确定方向上的线积分。例如, $f(x, y)$ 在垂直方向上的二维积分就是 $f(x, y)$ 在 x 轴上的投影; $f(x, y)$ 在水平方向上的二维积分就是 $f(x, y)$ 在 y 轴上的投影。可以沿任意角度 计算函数的投影,即沿任意角度 都存在函数的 Radon 变换。通常 $f(x, y)$ 的 Radon 变换是一个平行于 y 轴的线积分:

$$R(\theta, x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x \cos \theta - y \sin \theta, x \sin \theta + y \cos \theta) dy \quad (1)$$

式中, $\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos & \sin \\ -\sin & \cos \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$ 。Radon 变换检测的直线是对应于在 Radon 变换结果中坐标 (θ, x) 处的峰值,根据 θ 和 x 的值确定一条直线。极大值 $R(\theta, x)$ 是 θ 的周期函数,周期 $T = 180^\circ$,在寻找直线时,可限制 θ 为 $0^\circ \sim 180^\circ$ 。

2.2 Radon 变换检测车牌的倾斜角

Radon 变换检测车牌的倾斜角度的具体步骤如下:(1)对定位分割出来的车牌图像,如图7所示,采用最大类间方差法进行二值化,二值化的结果如图8所示,然后采用 Sobel 算子进行边缘检测,边缘检测的结果如图9所示;(2)计算二值边缘图像的 Radon 变换;(3)找出 Radon 变换矩阵中的局部极大值 $R(\theta, x)$,为车牌图像一条边框的倾斜角度。

由先验知识可知拍摄的车牌图像中车牌的2条水平边偏离水平方向的角度不会超过某个角度 ($\theta = 20^\circ$)。Radon 变换总能在 $\theta = 0$ 附近取得局部极大值,可以设置一个阈值来求取 $0^\circ \pm \theta$ 范围内的 Radon 变换的局部极大值,所求得的局部极大值就是要检测的车牌水平边的倾斜角。

2.3 车牌倾斜矫正

检测到车牌水平边倾斜角度 θ 后,对车牌图像旋转 $-\theta$ 实现车牌水平校正。旋转变换为:

$$\begin{cases} X = x\cos(\theta) + y\sin(\theta) \\ y = -x\sin(\theta) + y\cos(\theta) \end{cases} \quad (2)$$

对图 8 进行水平矫正后的结果如图 10 所示。



图 7 定位分割出来的车牌灰度图像



图 8 车牌二值化后图像



图 9 车牌边缘图像



图 10 倾斜矫正后的图像

3 实验结果及结论

利用 MATLAB 对算法进行了实验验证,首先对现场随机采集到的 120 幅包含完整车牌的车辆图像用基于边缘检测和投影法相结合的车牌定位算法进行车牌定位,成功率为 98 % 定位平均时间不到 50ms;然后对定位得到的车牌图像使用 Radon 变换得到车牌图像的倾斜角度,并进行旋转矫正,经矫正后水平方向倾斜小于 0.5°,有效矫正率达到 97 %。基于边缘检测和投影法的车牌定位算法优点是速度快和经验参数相对较少,找到的区域比实际区域稍大,有利于车牌倾斜矫正的后处理。基于 Radon 变换的车牌倾斜矫正算法能有效检测出车牌的倾斜角度,对倾斜的车牌进行旋转矫正。使用该车牌定位算法和倾斜矫正算法可以大大提高车牌识别系统的性能。

参考文献

- [1] T Natio, T Tsukada, Yamada, et al. Robust license - plate recognition method for passing vehicles under outside environment [J]. IEEE Transaction on Vehicular Technology, 2000, 49(6): 2309 - 2319.
- [2] 汪敬华. 图像分割及其在车牌识别中的应用[D]. 杭州:浙江大学, 2004.
- [3] 范勇, 将欣荣, 游志胜. 汽车牌照快速定位算法[J]. 光电工程, 2001, 28(2): 56 - 59.
- [4] 郭天舒, 苑玮琦. 基于结构特征的车牌定位算法研究[J]. 红外, 2006, 27(6): 16 - 20.
- [5] 四维科技. Visual C++ / MATLAB 图像处理与识别实用案例精选[M]. 北京:人民邮电出版社, 2004: 196 - 253.

License Plate Location and Slant Correction Algorithm in License Plate Recognition System

GE Hai-jiang, FANG Jiang-jiang, ZHANG Xiang

(Institute of Computer Application Technology, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou Zhejiang 310018, China)

Abstract: A license plate location algorithm based on the combination of edge detection and projection is put forward by means of the geometric and texture information of the license plate area. Due to the particularity of shooting license plate, it is usually slantwise in image, therefore, slant correction of license plate must be carried out in PLR system. A license plate slant correction algorithm based on Radon transform is given. A lot of experiments have shown that the proposed methods are satisfactory in both speed and accuracy.

Key words: license plate location; edge detection; projection; slant correction