

## 车牌字符提取中的矫正和切割算法研究

汪刘一<sup>1</sup>, 付银莲<sup>2</sup>, 金玲玲<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>华南农业大学工程学院, 广东 广州 510642; <sup>2</sup>华南农业大学理学院, 广东 广州 510642)

摘要: 针对车牌字符提取中的图片矫正和切割关键部分, 提出了一种基于Hough变换的车牌字符倾斜角度的自动检测矫正算法. 在此基础上提出了一种基于边缘分析的二值化算法的投影判断法. 对字符目标的灰度和纹理分布进行优化提取. 经实地测试检验, 字符切割的正确率提高了15%.

关键词: 图像处理; 字符提取; 边缘分析; 二值化; 投影法

中图分类号: TN911.73 文献标识码: A 文章编号: 1001-411X(2006)03-0100-03

Studies on Algorithms to Detect and Segment Licence Plate Figure

WANG Liu-yi<sup>1</sup>, FU Yin-lian<sup>2</sup>, JIN Ling-ling<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> College of Engineering, South China Agile. Univ., Guangzhou 510642, China;

<sup>2</sup> College of Sciences, South China Agrie. Univ., Guangzhou 510642, China)

Abstract: A thresholding method is proposed based on edge analysis combined with projection technique. With improved detection of grey level and texture of character objects, the new method offers greater robustness and higher processing speed compared with convensional methods. A detection method is also proposed based on Hough transform for detecting character orientation and making correction. Side experiment results showed the new methods improved successful recognition rate greatly.

Key words: vehicle plate recognition; character segmentation; edge detection; thresholding; projection method

车牌图像自动识别系统主要包括图片捕获、车牌定位、车牌字符分割、字符识别4部分关键技术<sup>[1]</sup>. 由于经典的方法包括从简单的灰度阈值方法、频域和空间分割方法到复杂的连接元素分析方法<sup>[2]</sup>, 在背景较复杂或光照不均匀的情况下, 这些方法难以取得满意的效果. 出现字符图像的断裂和粘连现象, 图像由于分割错误, 引起字符识别不正确. 本文主要对车牌字符图形矫正和分割部分进行研究分析, 根据透视理论结合字符目标的特点, 采用了边缘分析结合投影法来解决字符分割的问题, 对车牌的倾斜变形问题, 采用基于Hough变换的车牌字符倾斜角度的检测算法, 自动找出倾斜角度, 以期解决车牌字符分割中的关键问题, 提高取出目标字符概率.

## 1 研究方法

### 1.1 车牌字符区域的切割算法

1.1.1 灰度图片的特征 虽然汽车图像的背景复杂, 但是汽车图像中的字符目标, 即车牌部分的图像灰度却有一定的规律. 车牌字符部分的图像在水平和垂直方向上呈现有规律的黑白间隔的纹理分布<sup>[3]</sup>, 其一维灰度特征以边缘为分界线, 呈现出有规律的“峰、谷、峰”的分布规律. 研究这些规律后, 可以对牌照字符目标图像的特征作如下归纳: (1) 牌照字符颜色与牌照底色在灰度图上存在较大差异, 字符与牌照底交界处有较大的灰度值跳变, 这种跳变与光照无关, 而字符与牌照底内部灰度较均匀, 无明显跳变. (2) 牌照字符数量基本固定, 成水平排列,

收稿日期: 2005-10-12

作者简介: 汪刘一(1961-), 男, 讲师, 硕士, E-mail: 85280851@scau.edu.cn

基金项目: 广东省高速公路系统开发应用项目

在一个矩形区域内具有较丰富的边缘。(3)不同图像中牌照的大小、位置不确定,但牌照大小变化有一定范围,存在一个最大字符宽度。

**1.1.2 基于边缘分析的二值化算法** 为增强对孤立噪声点产生的伪边缘的滤除能力,并提高运算速度,本文采用基于一维运算的边缘分析方法,算法步骤如下:(1)对图像灰度原图  $G(x,y)$  分别在  $x$  和  $y$  轴方向上作一维差分运算,得到差分图  $D_x(x,y)$  和  $D_y(x,y)$ ;(2)对  $D_x(x,y)$  和  $D_y(x,y)$  分别在  $x$  轴方向和  $y$  轴方向上作一维统计,得到边缘跳变门限;(3)对  $D_x(x,y)$  和  $D_y(x,y)$  作基于全局门限的二值化,并作逻辑与运算,得到边缘映射图  $E(x,y)$ 。

**1.1.3 判断字符区域的算法** 采用投影法来分割出合理的车牌区域。把经过二值化分割后的结果按行(列)计算黑色像素的总和,把所有像素行(列)的投影值都统计出来,得到整个图像对黑色的水平(垂直)投影<sup>[4]</sup>。通过投影操作把二维图像的像素分布特征简化为  $x$  轴和  $y$  轴的 2 个一维函数,2 个投影的分析,可提取出字符区域。

设第  $i$  行水平投影值为  $H\text{-hist}(i)$ ,第  $j$  列垂直投影值为  $V\text{-hist}(j)$ ,对它们投影进行分析,超过阈值者标记为峰。由对输入图像的统计表明,车牌区域宽度和长度像素值在一定的范围内变化<sup>[5]</sup>,对一些过窄的峰删除标志。当 2 个峰靠得很近时,将它们进行合并。一个正常悬挂的标准车牌具有固定的宽高比,因此一个合理的字符有固定的长宽比,为此对水平垂直峰进行高宽比检测,得出合理的字符区域。在字符切割时,为避免由于阈值取得不好,导致字符切割不准确,采用车牌格式的模板参数,对欲切割字符宽度进行统计分析,对因错误切割过宽的字符,重新进行分裂处理,同时为减少系统对阈值的过分依赖,在字符切割时也可采用基于模型的 Hopfield 网络字符提取方法,用字符切割信息及文字识别信息指导切割。

## 1.2 车牌图片出现倾斜时字符区域的矫正算法

**1.2.1 车牌图片出现倾斜的原因及矫正** 在高速公路上动态获取的实时图片,由于拍摄角度的不确定,以及透视产生的车牌倾斜和变形,因此在车牌切割运算中,应适时对车牌倾斜和变形进行判断和矫正。本文在 Hough 变换的基础上,对倾斜字符进行倾斜角度的检测,然后对它们进行错切变换,矫正变形,再利用现有的切分算法对校正后的图像进行切分和后续处理。

**1.2.2 Hough 变换** Hough 变换技术是常用的直线检测和倾斜校正算法<sup>[4]</sup>。在经过这样的变换后,点在变换空间形成随  $\theta$  变化的一条曲线。这样,同一条

直线上的点经过 Hough 空间形成的所有曲线将有一个共同的交点,从而使方向和位置接近的直线上的点在变换后会在 Hough 空间形成一个点密集区。Hough 变换的这个特点为直线段的检测提供了理论依据(该特点的坐标示意图如图 1 所示)。Hough 变换的主要缺点是计算量大,但本文通过对车牌区域的有效控制<sup>[5]</sup>只需对车牌区域进行 Hough 变换,这样计算量就会大大减少。

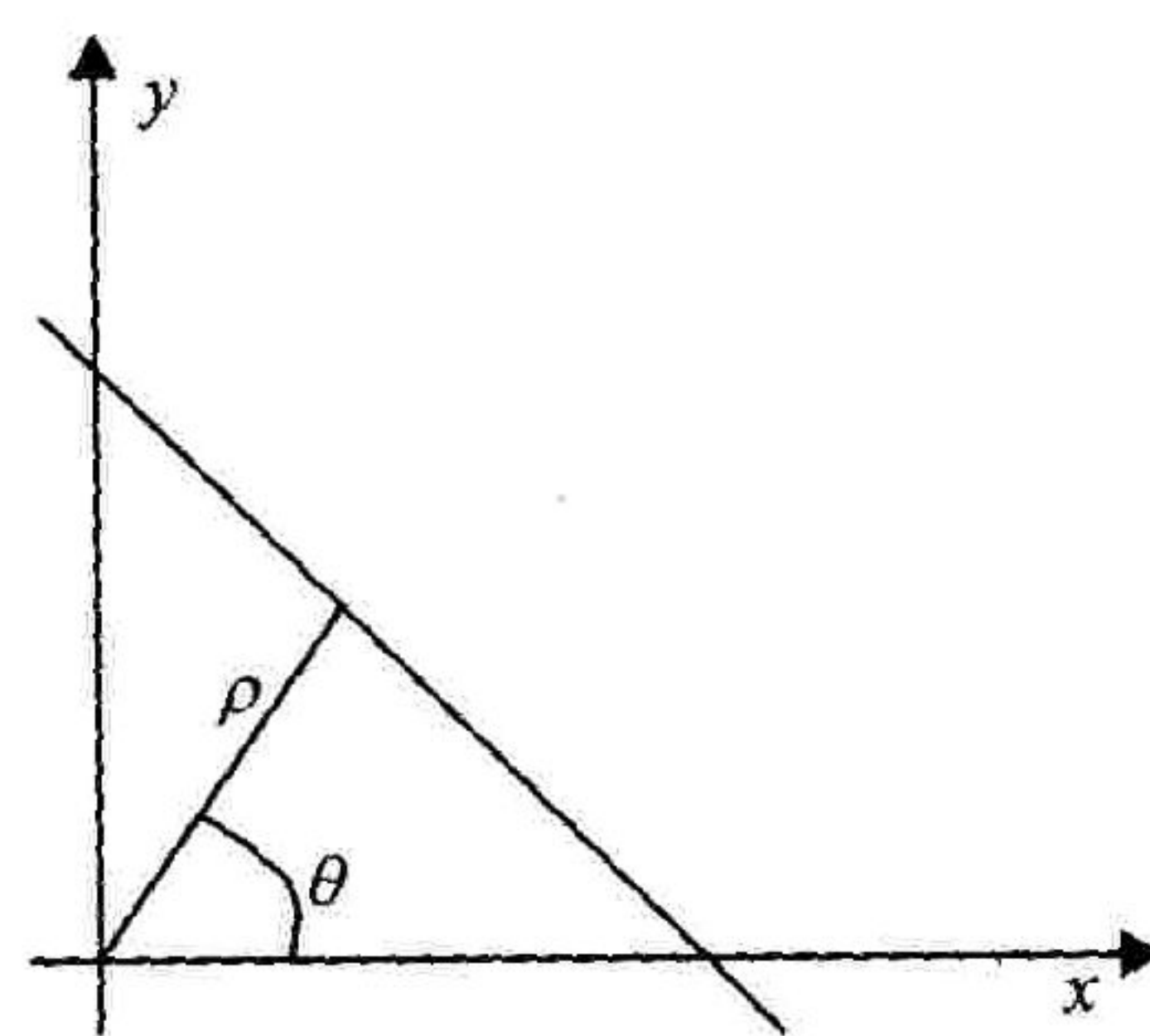


图1 Hough 变换特点示意图

Fig. 1 A sketch illustrating Hough transform

**1.2.3 字符倾斜角度检测算法** 为了消除其他长线段对车牌上下框线段的影响,本文先利用一些现成的车牌定位方法<sup>[6]</sup>(如利用投影特征的离差数据方法)得到一幅初步定位的车牌图像,然后对图像进行一定的边界搜索,得到包围整个车牌图像的最小矩形框。在矩形框内同样地对图像的信息点进行 Hough 变换的操作:

$$\rho = X \cdot \cos\theta + Y \cdot \sin\theta,$$

但在统计落在变换空间  $(\rho, \theta)$  附近的点数时,本文采用下面的方法进行统计:

If ( $\text{Pix}(x, y) = 0$ )

$\text{COUNT}(\rho, \theta) = \text{COUNT}(\rho, \theta) + 1;$

Else

$\text{COUNT}(\rho, \theta) = \text{COUNT}(\rho, \theta) - T;$

其中  $\text{Pix}(x, y)$  表示字符图像上  $(x, y)$  位置像素点的性质,值为 0 表示该点为空白点,值为 1 表示该点为黑点。 $\text{COUNT}(\rho, \theta)$  表示  $(x, y)$  经 Hough 变换后对应的  $(\rho, \theta)$  的统计值,  $T$  为惩罚因子。这样就可以有效避免由于字符图像直线段区域对上下框线段检测造成的影响。在判断上下框线段的倾斜角度时,本文按照下面的方法进行统计:先固定  $\theta$ ,然后按如下的算法统计数值,

For ( $\rho = \rho(\min); \rho < \rho(\max); \rho++$ )

{ If ( $\text{COUNT}(\rho, \theta) > \alpha \cdot \text{HEIGHT}$ ) & ( $\text{COUNT}(\rho, \theta) < \beta \cdot \text{HEIGHT}$ )

$\text{WHOLE}(\theta) = \text{WHOLE}(\theta) + \text{COUNT}(\rho, \theta)$  }

其中  $\rho(\min), \rho(\max)$  表示 Hough 变换空间内  $\rho$  的最

小值和最大值,  $\alpha, \beta$  为 2 个阈值系数, HEIGHT 表示字符图像的高度, 而  $WHOLE(\theta)$  表示当搜索角度为  $\theta$  时的统计值. 得到所有  $WHOLE(\theta)$  数值后, 对  $WHOLE(\theta)$  进行遍历找出其最大的  $WHOLE(\theta_0)$ , 这时的  $\theta_0$  就是最后的倾斜角度检测结果. 根据倾斜角度利用快速旋转算法, 得到水平的车牌图像.

## 2 结果与分析

### 2.1 字符区域的切割实验结果

图 2 是采用车牌字符区域的切割算法进行的分割. 经过在高速公路上的实地测试, 获取测试样本 3 575. 车牌字符目标的正确提取率为 98%. 指标已达到实时车辆智能识别系统的要求.

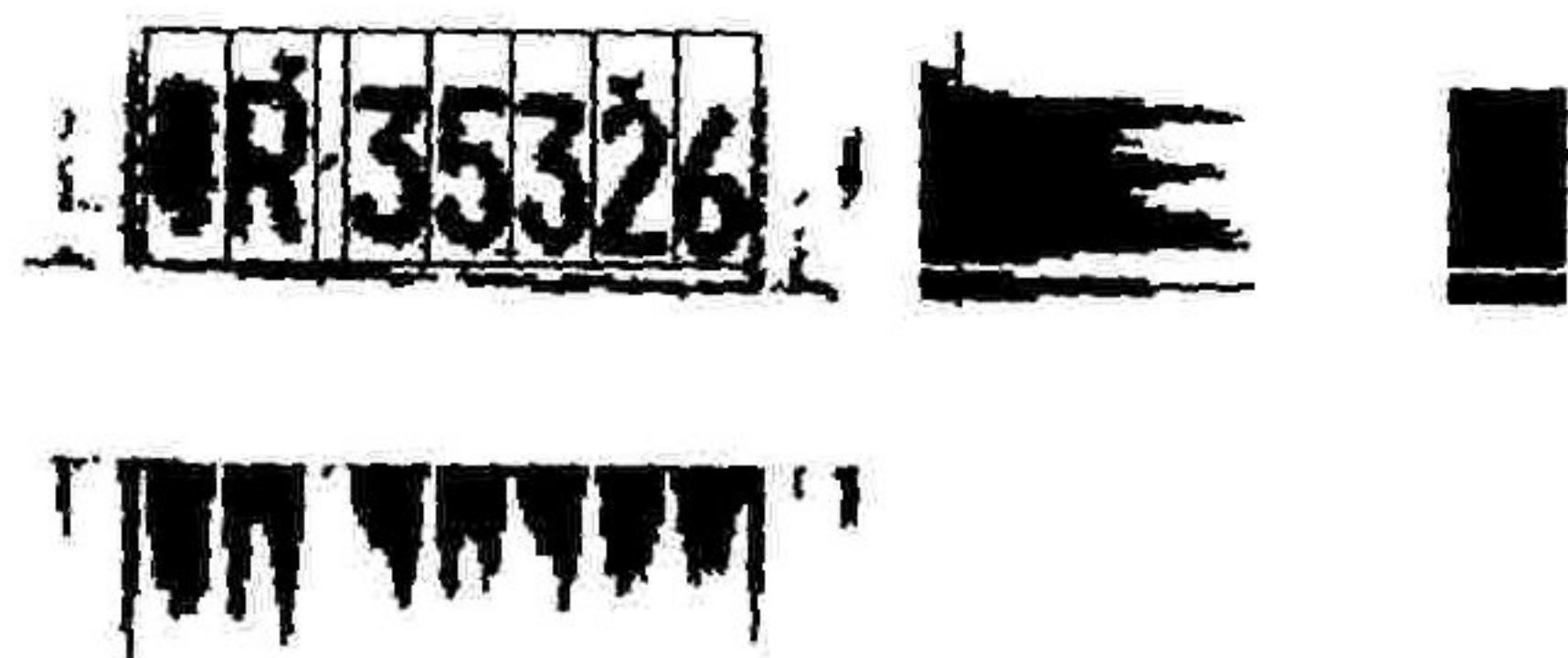


图 2 实际汽车图像字符目标提取结果

Fig. 2 Extracted image of an automobile licence plate

### 2.2 车牌倾斜矫正结果

图 3a 是直接提取的原始图像, 从图片可以清楚的看字符的倾斜, 如果直接分割容易出错, 必需进行车牌倾斜矫正. 图 3b 是用本文提出的倾斜角矫正算法矫正的结果; 图 3c 是对图 3b 的变形字符经过倾斜校正后的切分结果. 本文中提出的算法, 经过在高速公路上的 3 575 个样本实地测试, 发现有 15% 的车牌如果不经倾斜矫正, 字符分割的结果会出现错误.



图 3 车牌倾斜校正图

Fig. 3 The final image after Hough transform and modify

## 3 结论

本文主要针对车牌字符分割部分的主要问题进行了讨论, 提出了一种基于边缘分析的二值化算法, 与其他传统分析方法比较, 在运算速度和抗干扰能力上都有明显优势. 为了对车牌图片的字符倾斜进行校正, 提出了一种利用车牌上下框线段和基于 Hough 变换的车牌字符倾斜角度的检测算法. 极大地提高了车牌字符的识别率. 实验表明这种方法能够较好地检测到倾斜车牌图像的倾斜角度, 从而进一步达到倾斜字符的切分目的. 但该方法的计算开销较大, 因为它不仅需要计算空白信息点, 还要计算黑色的信息点. 如何减少这些计算量, 提高算法的速度是下一步研究的方向.

参考文献:

- [1] 沈定刚, 李艳斌, 戚飞虎. 汽车牌照自动定位算法[J]. 无线电通信技术, 1995, 21(5): 35-38.
- [2] PICCIOLI G, MICHELI E, PARODI P, et al. Robust method for road sign detection and recognition[J]. IVC, 1996, 14(3): 209-223.
- [3] OHYA J, SHIO A, AKAMATSU S. Recognizing characters in scene images[J]. IEEE Trans PAMI, 1994, 16(2): 214-220.
- [4] HARALICK R M, SHAPIRO L G. Survey: image segmentation techniques[J]. Computer Vision, Graphics & Image Processing, 1985, 29: 100-132.
- [5] 金玲玲, 廖芹, 汪刘一. 汽车牌照的提取方法[J]. 华南理工大学学报, 2002, 30(7): 95-98.
- [6] GLASBEY C A. An analysis of histogram-based thresholding algorithms[J]. Graphical Models and Image Processing, 1985, 55(6): 532-537.

【责任编辑 周志红】