

# 基于最大字符像素距离计算的 牌照属性判别方法

张莉 刘济林

(浙江大学信息科学与工程学院, 杭州 310027)

**摘要** 基于“九二”式牌照识别系统不适合识别“二〇〇二”式牌照的现状,提出了一种针对目前现有牌照标准各异情况下判别牌照属性(本文中属性意指单行牌照或双行牌照)的新方法。该方法不同于以往方法的两个步骤是图像修剪和最大字符像素距离的计算,它克服了传统方法中仅仅依靠字符投影来进行牌照属性判别的弊端。该方法是基于“二〇〇二”式牌照与“九二”式牌照在尺寸、字符数目及其排列方式等上的差异,着眼于字符的空间分布特点,采用图像修剪、留白检测、最大字符像素距离计算和基于不同优先级的分布式信息融合等几个步骤来进行牌照属性判别。试验结果表明,该方法判断准确,鲁棒性强,是对现有牌照识别系统的有益扩展和补充。

**关键词** 牌照 图像修剪 最大字符像素距离 留白检测 分布式信息融合

**中图分类号**: TP391.41 **文献标识码**: A **文章编号**: 1006-8961(2007)05-0860-06

## A Method about License Plate Attribute Identification Using Maximum Distance of Character Pixels

ZHANG Li, LIU Ji-lin

(School of Information Science and Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027)

**Abstract** A novel algorithm for the license plate attribute identification is presented (attribute means one-row or two-row characters that license plate really has in this paper). The proposed approach provides a solution to the traditional vehicle license plate recognition system to differentiate the existing license plates with different style based on their dissimilarities in size, character number and alignment fashion. It overcomes the defects caused by the traditional methods based on pixels projection. What it remarkably differs from the traditional methods is the application of image pruning and the calculation of maximum character pixels distance, which increases the identification rate to an extent. The approach takes the pixels' spatial distribution into account. There are four steps to perform the attribute identification, that is, object region extraction, margin detection, maximum character pixels distance calculation and hierarchical-based distributed fusion. Experimental results demonstrate the method's accuracy, feasibility and robustness. It would be a potentially significant contribution to the active area of license plate recognition system.

**Keywords** license plate, image pruning, maximum character pixels distance, margin detection, distributed information fusion

## 1 引言

伴随着经济的发展,交通运输越来越紧张,因此缓解交通压力是日益迫切需要解决的问题,自动牌

照识别系统是解决这一问题的有效途径。然而,随着“二〇〇二”式车牌在杭州、北京、深圳的出现,原有的牌照识别系统已不能适用于“二〇〇二”式牌照的识别。就外观来讲,“二〇〇二”式与“九二”式牌照在尺寸、颜色、字符数目及其排列方式上均有差

收稿日期:2006-01-09; 改回日期:2006-04-13

第一作者简介:张莉(1979~),女,2004年获郑州大学硕士学位,现为浙江大学信息科学与工程学院博士研究生。主要研究方向为图像处理、智能交通系统等。E-mail:zhangliangie@sina.com.cn

异<sup>[1]</sup>。这一系列的变化使得原有的识别技术不能识别现有的“二〇〇二”式牌照;另一方面,原有的识别系统很少涉及到双行牌照的判别问题。鉴于此,本文针对以上问题,提出了一种判别单、双行牌照的方法,是对现有牌照识别系统的有益补充。

本文提出的方法分为 6 个步骤,其流程如图 1 所示,具体的操作下面将逐一阐述。

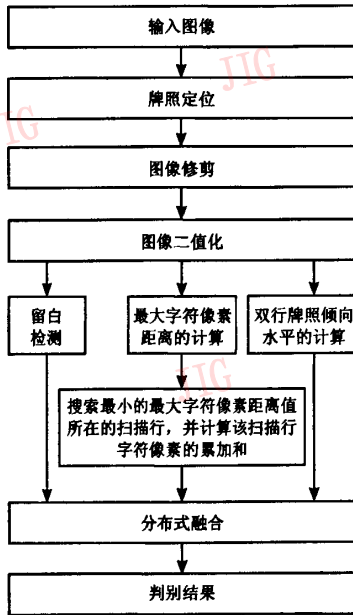


图 1 方法流程图  
Fig. 1 The flowchart of the algorithm

## 2 车辆牌照的属性判别方法

### 2.1 牌照定位

车辆牌照定位技术关系到整个方法的准确率,而且因为光照条件不理想而造成的图像质量下降,以及因为相机和车辆角度的不同组合而造成的图像变形<sup>[2]</sup>等问题也是需要慎重考虑的事项。由于文献<sup>[3]</sup>中的牌照定位方法稳定可靠,鲁棒性强,因此本文借鉴该方法对车牌进行定位,其得到的定位结果如图 2 所示。

### 2.2 图像修剪

本文方法进行的图像修剪操作是区别于传统方法的步骤之一。传统的处理方式是吧定位出的牌照图像直接作为下一步处理的输入,而图像修剪则消除了牌照边框四周部分带来的影响,把定位不准确

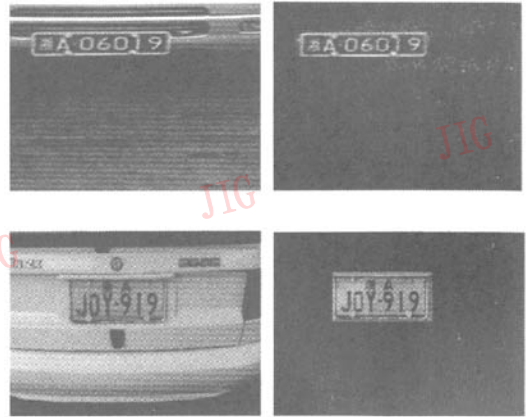


图 2 牌照定位  
Fig. 2 License plate location

造成的不良后果降到最低或消除,其操作示例如图 3 所示。

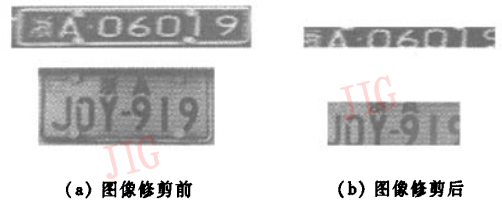


图 3 图像修剪  
Fig. 3 Examples of region pruning

修剪的定量描述如下:

$$\hat{H} = H - 3.8 \times (15/145) \times H \quad (1)$$

$$\hat{W} = W - 4.5 \times (15.5/400) \times W \quad (2)$$

其中,  $H$  和  $W$  是定位后原始牌照区域的高度和宽度,  $\hat{H}$  和  $\hat{W}$  是经过修剪操作之后的图像高度和宽度。

### 2.3 二值化

目前有很多二值化方法,其中有基于一致性检验的二值化方法<sup>[4]</sup>、有基于聚类思想的二值化方法<sup>[5]</sup>等。针对具体情况,本文采用如式(3)所示的最经典的迭代方法进行二值化:

$$T_{i+1} = K \left( \frac{\sum_{l=0}^{T_i} N_l \times l}{\sum_{l=0}^{T_i} N_l} + \frac{\sum_{l=T_i+1}^{L-1} N_l \times l}{\sum_{l=T_i+1}^{L-1} N_l} \right) \quad (3)$$

其中,  $N_l$  是灰度级为  $l$  的像素个数。迭代一直进行到  $T_{i+1} = T_i$  结束,然后取结束时的  $T_i$  为最终分割阈

值  $T$ 。选取图像灰度范围的中值作为初始阈值  $T_0$ 。(设共有  $L$  级灰度, 二值化之前要将原始图像变换为灰度图像)。

经过二值化操作后, 图像就统一为黑底白字的图像, 二值化后的图像如图 4 所示。



图 4 二值化图像

Fig. 4 Binarized images

## 2.4 3 个并行的操作

### 2.4.1 留白检测

留白检测是指求取修剪后的牌照图像的左上角与右上角的背景像素面积占总图像面积的比例  $R$ , 计算公式如式(4)所示, 其中,  $x_{\text{back}}[i][j]$  是背景  $(i, j)$  位置像素的像素值。如果  $R$  大于某个阈值(在本文的第 3 节将给出动态阈值的设置办法), 就初判为是一个双行的牌照, 最后的判定结果还要由后面的 3 个处理结果进行融合判定。

### 2.4.2 最大字符像素距离的计算

这一步是显著提高鉴别率的主要原因, 由于它充分利用了牌照字符的空间位置信息, 因而克服了传统的简单基于字符投影的方法所造成的由于条件

$$R = \frac{\sum_{i=\frac{1}{4}\hat{w}}^{i=\frac{3}{4}\hat{w}} \sum_{j=0}^{j=\hat{h}} (x_{\text{back}}[i][j]+1) + \sum_{i=\frac{3}{4}\hat{w}}^{i=\hat{w}} \sum_{j=0}^{j=\hat{h}} (x_{\text{back}}[i][j]+1)}{\hat{w} \times \hat{h}} \quad (4)$$

不充分而导致的误判现象, 传统的方法总是逐行求字符像素数目的累加和, 这种方法有以下明显的弊端: 它并不能很好地区分不同排列的牌照, 尽管双行牌照的上下两行字符数目不同, 即第 1 行字符数目少, 但笔画较多的汉字排在第 1 行, 当第 2 行的字符笔画比较少时, 例如字符“1”, “L”较多时, 只靠统计像素数目是不可靠的, 因此并不能依靠对字符的投影进行逐行求和来判断牌照属性。

鉴于此, 本文另辟蹊径, 提出了基于求取最大字符像素距离的方法。

仔细观察双行牌照可知, 由于第 1 行字符占用的空间远远少于第 2 行, 因此统计每扫描行的字符像素的最大距离就能稳定可靠地区分不同排列的牌照, 为了增强方法的鲁棒性, 应再统计最小的最大字

符像素距离值所在的扫描行的字符像素个数的累加和。

这一步骤包括以下两个次序固定的扫描操作: 首先逐行扫描, 统计各扫描行中相距最远的字符像素的距离; 然后找出最小距离所对应的扫描行, 最后重新扫描该行所在的字符像素, 并对这些像素数目进行累加求和。大量的试验结果证明, 该步骤准确可行。另外, 在这一步骤中, 还要确定 3 个关键的阈值, 具体的细节将一并并在第 3 节中给出。这 3 个阈值分别是最小的最大字符像素距离值所在扫描行的动态范围和该扫描行所在字符像素数目的阈值。

各扫描行的最大字符距离计算式为

$$d_i^{\text{max}} = x_i^{\text{max}} - x_i^{\text{min}} \quad (5)$$

其中,  $x_i^{\text{max}}$  和  $x_i^{\text{min}}$  是第  $i$  扫描行中字符像素所在位置的灰度最大值与最小值。  $d_i^{\text{max}}$  是第  $i$  扫描行的最大的字符像素距离值。图 6 给出了计算示例。

### 2.4.3 双行牌照倾向水平的计算

大量的试验表明: 双行牌照中字符像素在某位置出现的相对频数在两个特定的区域范围有两个峰值, 而不是像单行牌照那样峰值所处的位置没有规律可言。通过实地采集的大量牌照的统计, 所得的字符像素出现在某位置  $x$  上的相对频数的归一化曲线如图 5 所示。

从图 5 可以清楚地看出, 两种类型牌照的字符像素的相对频数归一化曲线明显不同, 据此可以分辨出不同类型的车牌。实际处理时, 首先计算归一化曲线像素的相对频数均值, 然后筛选出前 7 个超过均值的曲线峰值, 当两个相邻峰值之间的频数最小值大于均值时, 则将这两个峰值区域合并, 最后选出前两个峰值最大的区域, 并求出该区域的重心位置  $x_c[i]$  ( $i$  为倾向水平的索引,  $c$  代表 center) 与该区域宽度  $w[i]$ , 则双行牌照的第  $i$  个倾向水平定义为

$$L[i] = \frac{N_{\text{peak}}[i] \times w[i] + x_c[i]}{2 \times \hat{w}} \quad (i=1, 2) \quad (6)$$

其中,  $N_{\text{peak}}[i]$  为曲线的频数峰值。

如果  $L[i]$  的值分别大于一定的阈值, 就初判为是一个双行牌照。

重心位置按照下式求取:

$$x_c = \frac{\int x f(x) dx}{\int f(x) dx} \quad (7)$$

其中,  $f(x)$  为字符像素的相对频数的归一化曲线,  $x$  为字符像素所在的位置。

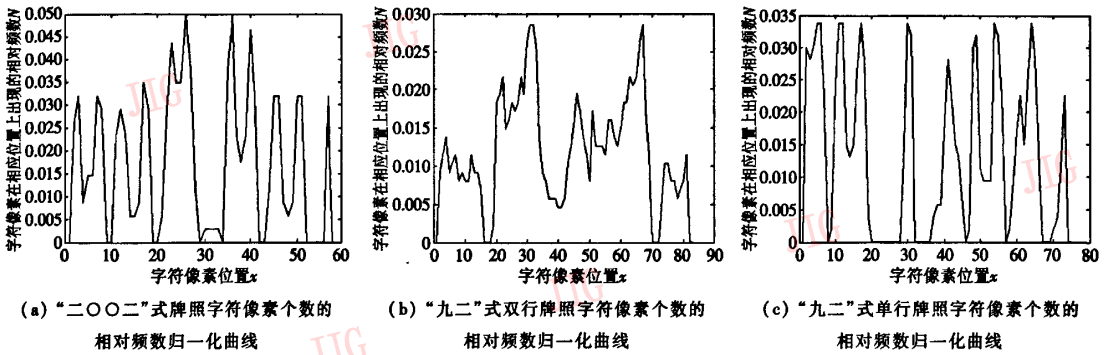


图 5 不同牌照类型的字符像素的相对频数归一化曲线的比较

Fig. 5 Comparison of normalized curve of relative occurrence frequency of character pixels

### 2.5 计算最小的最大字符像素距离值所在扫描行的字符像素的累加和

该累加和运算操作的目的在于增强方法的可靠性和剔除孤立噪声点造成的干扰。

有了 2.4.2 节的最大的字符像素距离计算的结果,就可以搜索出最小的最大字符像素距离所在的扫描行。为清楚起见,可将上文所得字符距离结果投影到 2 维平面(如图 6 所示)。

图 6(a)中的灰色轨迹代表每一扫描行中的字

符像素的最后与最前位置,它是与图 4 中的二值化图像对应的,图 6(b)中的横向线段长度代表该扫描行的最大字符距离。

由 2.4.2 节可得到最小的最大字符像素距离所在的扫描行为

$$L_{d_{max}}^{\min} = \arg \{ \min_i d_i^{\max} \} \quad (8)$$

因此,该扫描行上的所有字符像素个数的累加和为

$$Sum = \frac{1}{255} \sum_{i=0}^{\hat{w}} P_i \quad (9)$$

其中,  $P_i$  是修剪后图像亮度  $\hat{w}$  中最小的最大字符像素距离所在扫描行的字符像素的像素值。

从图 6 可以看出:单行牌照的投影图没有明显的距离值低于一定阈值的连续成段的谷值区间,该图清楚地证实了本文方法的可行性。如果所在的扫描行最小的最大字符像素距离值在一定的范围  $T_{Range}$  之内,而且该扫描行对应的字符像素个数的累加和小于一定的阈值  $T_{Acc}$ ,就初判为是一个双行牌照,而这两个条件的同时成立则更加强了判断的准确性。

### 2.6 融合判断

最后的判别结果将由前面所得到的各个初判结果采用分布式信息融合结构<sup>[6]</sup>进行融合判断之后来决定,具体融合结构如图 7 所示。其中,操作 1, 2, 3 分别对应 2.4.1, 2.4.3, 2.5 节中的处理,判断规则  $r_1, r_2, r_3$  分别根据所设置的相应阈值输出 3 个布尔值  $bool_1, bool_2, bool_3$ 。

融合中,先对输出的 3 个布尔值赋予不同的权值  $w_1, w_2, w_3$ ,然后累加和,即



图 6 字符距离示例

Fig. 6 Examples of maximum character pixels distance

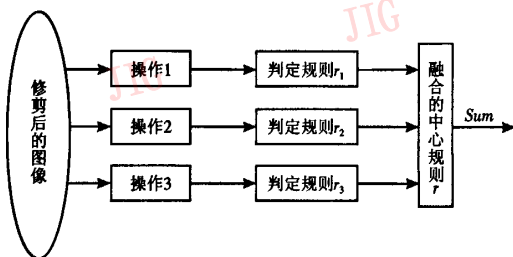


图 7 分布式融合结构

Fig. 7 Distribution fusion structure

$$Sum = \sum_{i=1}^{i=3} bool_i w_i \quad (10)$$

其中,权值满足

$$\sum_{i=1}^{i=3} w_i = 1 \quad (11)$$

如果  $Sum$  大于一定的阈值(本文中设为 0.75),则最后的判别结果就为双行牌照。

权值的选择需遵循如下原则:

(1) 将最高优先级赋给 2.5 节中的判别结果及该扫描行所在字符像素的累加和;

(2) 对 2.4.1 节和 2.4.3 节中所得的判别结果赋予同样的优先级。

### 3 动态阈值的设定方法和试验结果

阈值的选取具有决定性的作用,因过小的阈值不能抓住局部特征,而过大的阈值又易造成误判断。经过大量的反复试验,动态阈值的设定方法如下:

最小的最大字符像素距离所在的扫描行的范围  $T_{range}$  设置在  $(9 \times \hat{H})/25 + 0.55$  和  $(4 \times \hat{H})/5 + 0.55$  之间,与此同时,该扫描行上的字符像素个数的累加和的阈值  $T_{acc}$  设置为  $N/(2 \times \hat{H} + 0.55)$ ,其中  $N$  为字符像素的数目,以上阈值随着不同牌照的  $\hat{H}$  取值不同而不同。2.4.1 节中的背景面积所占的比率  $R$  设置为 1/8。

这些阈值的设立是依据车牌的真实尺寸确定的,并基于以下的先验知识:

(1) “二〇〇二”牌照的字符总是排列成两行,宽度为 360mm,高度为 150mm;“九二”式牌照的尺寸不固定,有以下两种标准:一种是牌照的宽度为 440mm,高度为 220mm,另一种是牌照的宽度为 440mm,高度为 140mm。

(2) “二〇〇二”牌照的第 1 行有 2 个字符,第

2 行有 6 个字符;“九二”式牌照的第 1 行有 2 个字符,第 2 行有 5 个字符。

实验中先采集了大量的在不同光照条件下的汽车照片,然后选用了 1000 张图片作为测试集,试验结果如表 1 所示。

表 1 试验结果

Tab. 1 Experimental results

方法	牌照属性判定准确率(%)
本文的方法	98.8
基于投影的方法	94.6

试验结果表明,本文提出的方法切实可行,准确率达到 98.8%,仅有 1.2% 判别错误,错误的原因可归类为:

(1) 由于图像质量太差而造成的牌照定位不准确,以致于在修剪图像时未能将本应去除的干扰剔除干净;

(2) 车牌严重变形;

(3) 输入图像是不完整的,牌照没有被完整采集。

### 4 结论

本文针对目前现有牌照制作标准各异的条件下的不易区分单、双行牌照的问题,提出了一种准确的、切实可行的牌照属性判别方法。该方法解决了传统方法中由于判断条件不充分而造成的误判问题。

本文提出的方法有别于以往方法之处在于:(1) 没有把提取出的牌照区域直接作为下一步处理时的输入,而是对图像进行了修剪,从而把定位不准确造成的影响降到最低或者消除;(2) 没有把字符逐行投影结果作为区分单、双行牌照的依据,而是在一次投影之前加入了最大字符距离的计算。由于采用计算最大字符距离这一步骤充分利用了牌照字符的空间位置信息,从而提高了鉴别的准确率。在方法最后由于进行了融合判断,从而加强了判别结果的准确性。

本文的工作是对现有牌照识别系统的有意义的扩展和补充。对于双行牌照的字符切分与识别问题,作者将在随后的文章中给出一种新的方法。

### 参考文献(References)

- 1 Yu Yan-xiang, Huang Wei. The effects and strategies imposed on the

- license plate recognition system by the newly issued license plates [J]. *Journal of Traffic and Computer*, 2003, 21(110):42~45. [余彦翔, 黄卫. 新式车牌对车牌图像识别系统的影响及其对策[J]. *交通与计算机*, 2003, 21(110):42~45.]
- 2 Amit Yali, Geman Donald, Fan Xiaodong. A coarse-to-fine strategy for multiclass shape detection [J]. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 2004, 26(12): 1606~1621.
- 3 Kim Sunghoon, Kim Daechul, Ryu Younbok, *et al.* A robust license plate extraction method under complex image conditions [A]. In: *Proceedings of International Conference on Pattern Recognition [C]*, Quebec, Canada, 2002; 216~219.
- 4 Tabbone S, Wendling L. An original multi-scale algorithm to binarize images [A]. In: *Proceedings of International Conference on Pattern Recognition [C]*, Cambridge, UK, 2004; 704~707.
- 5 Dong Li-ju, Yu Ge. An optimization-based approach to image binarization [A]. In: *Proceedings of International Conference on Computer and Information Technology [C]*, Wuhan, China, 2004; 165~170.
- 6 Thomopoulos S C A, Viswanathan R, Bougoulas D K. Optimal distributed decision fusion [J]. *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, 1989, 25(5): 761~765.