

License Plate localization and Character Segmentation

Based on Image Processing

LIU Le-ping, LIN Feng-tao

School of Mechanical & Electrical Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang China

e-mail jxllp@163.com, e-mail Menggu_lin@163.com

Abstract: A algorithm for license plate localization based on horizontal scanning combine with prior knowledge constraint and a vertical projection algorithm for character segmentation is proposed. The license plate localization and character segmentation problem can be solved by implement the two algorithm after Image Processing. Simulation experimental with matlab results proved that the algorithm proposed has advantages of fast license plate localization and character segmentation.

Key words: Image Processing, vertical projection, license plate localization, character segmentation

基于图像处理的车辆定位与字符分割研究

刘乐平, 林凤涛

华东交通大学 机电工程学院, 江西 南昌 330013

jxllp@163.com, Menggu_lin@163.com

【摘要】 基于图像处理技术, 提出了水平扫描结合先验知识约束的车辆定位算法, 及垂直投影图的字符图像分割算法, 对车牌图像进行牌号区域定位与符号分割。用MATLAB进行了仿真, 验证效果好。

【关键词】 图像处理, 垂直投影图, 车辆定位, 字符分割

1 引言

车牌识别(License Plate Recognition)^[1,2]系统可分为车牌定位、字符分割、符号识别三个主要部分, 车牌的定位、字符提取作为车牌识别系统^[3,4]中关键的前两步, 定位的准确程度与分割准确性直接影响到车牌识别的效果。现实中, 由于车牌图像背景复杂, 车辆种类和颜色变化繁多, 以及不同光照条件等诸多因素, 使得牌照准确定位与识别难度较大。

本文基于图像处理技术, 提出了一种基于水平扫描结合先验知识约束的车辆定位算法确定车牌在原始图像中的水平位置和垂直位置, 从而确定车辆牌照区域; 在字符分割中, 基于垂直投影图的字符图像的分割, 能够正确分割字符, 试验证明此方法准确率高, 运行速度快, 具有很强的鲁棒性。

2 图像预处理

车辆牌照的识别有很多个环节, 原始图像不仅包

括车牌照, 而且还有汽车本身和汽车背景图像, 因此必须去掉这些非牌照图像的影响。同时在实际应用中, 由于自然光照度、光照的稳定性与均匀性、采集设备等的因素影响, 获取的图像存在噪声。因而, 必须对图像进行预处理, 改善图像质量。

2.1 创建灰度图

原始图片大都是通过数码相机拍摄的彩色图片, 计算量和储存量都较大, 定位时间长。故把彩色图像转换为灰度图像来处理, 一般按照下面的取值实现灰度转化^[5]:

$$P=0.30R + 0.59G + 0.11B \quad (1)$$

灰度值 p 作为三原色的灰度而合成一个新颜色, 这样就实现了彩色图像灰度化。

2.2 滤波处理

滤波处理的作用就是消除噪声的影响, 一个较好的滤波方法应该既能消除这些噪声, 又不使图像的边缘轮廓和线条变模糊。图像的滤波方法主要有空域法和频域法两大类。

资助项目: 江西省自然科学基金资助项目(GJJ09210); 华东交通大学校立科研基金项目(01308118).

本文采用维纳滤波，是平稳信号最小均方误差意义下的最优估计，通过设计一种具有最佳线性过虑特性的滤波器，利用当前观测值和一系列过去的观测值，对信号做出尽可能准确的估计。

维纳滤波是一种线性滤波器，原理理如下：设线性系统的单位冲击响应为 $h(i)$ ，则当输入某一平稳随机 $y_i = x_i + \sigma n_i$ 时，

系统的输出可表示为：

$$s(i) = \sum_n h(i)y(i-n) \quad (2)$$

式中 y_i 是观测信号， x_i 是有用信号， n_i 表示干扰噪声。

设 $e(i) = x(i) - s(i)$ 为系统的估计误差，维纳滤波器的设计就是寻找最优的系统冲击响应 $h(i)$ ，使估计误差的均方差 $E[e^2(i)]$ 为最小。 $E[e^2(i)]$ 达到最小的条件是：

$$\phi_{xy}(k) = \sum_{m=-\infty}^{m=+\infty} h(m)\phi_{yy}(k-m) \quad (3)$$

式中 $\phi_{xy}(k)$ 为 $x(k)$ 与 $y(k)$ 的互相关函数， $\phi_{yy}(k)$ 为 $y(k)$ 的自相关函数。式 (3) 称为维纳霍夫方程，根据维纳霍夫方程，可以解得 $h(i)$ 。

实际应用中，可以通过一个样本函数来计算自相关函数 $\phi_{yy}(k)$ 和互相关函数 $\phi_{xy}(k)$ ，即可求出有限长序列 $h(i)$ 。图 1.2 为滤波前后对比。



图 1.2 WIENNER 滤波前后对比图

2.3 图像效果增强

由于车牌图像的亮度范围不足或非线性会使图像的对比度不是很理想，可用像素幅度重新分配的方法来改善图像的对比度。扩大图像的灰度范围可用线性映射的方法。

原始图像 $f(x,y)$ 的灰度范围是 $[m,M]$ ，处理后的图像为 $g(x,y)$ ，灰度范围 $[n,N]$ ，灰度变换增强可描述为：

$$g(x,y) = (N-n)[f(x,y)-m]/(M-m) + n$$

在 MATLAB 的图像处理工具箱中提供了一个灰度变换函数 `imadjust` 函数来实现。

$$K = \text{imadjust}(A, [\text{low_in}, \text{high_in}], [\text{low_out}, \text{high_out}])$$

其中，`low_in` 和 `high_in` 参数用来指定输入图像需要映射的灰度范围；`low_out` 和 `high_out` 指定的是输出图像所在的灰度范围。



图 1.3 灰度扩展对比图

本文根据对多张含车牌的图像进行分析，确定了线性变换参数的普便适应值即：

$$J = \text{imadjust}(I, [0.1 \ 0.8], [0 \ 1])$$

J 为图像 I 灰度调整后的返回图像。图 1.3 为变换前后图像的对比。

3 车牌定位

车牌区域相比较于其他非车牌区域一个最显著特点是车牌区域字符密集，变化频繁，对图像进行水平扫描，则车牌区域的灰度跳变频率必然不同于其他非车牌区域，利用这个特点，有效结合车牌的先验知识，通过扫描记录图像的跳变信息的方法确定车牌区域，可以准确的把车牌区域定位出来。本文采取基于水平扫描与先验知识约束相结合的算法，流程如下：

(1) 车牌图像的预处理；

(2) 水平扫描（粗定位）。利用 Hough 变换求取水平分割线；

本设计中，车牌区域左右边界采用式 $L(15 \leq t \leq 30) = \alpha$ 来约束，L 为满足条件的连续扫描单位长度，t 为当前扫描行的灰度跳变次数， α 为图片中车牌的大概尺寸。在扫描过程中如果一段区域内出现了连续的扫描行灰度跳变次数满足 $15 \leq t \leq 30$ 的情况，可视此区域为候选车牌区域；

(3) 求取候选垂直分割线。寻找图像垂直投影的谷底，作为候选垂直分割线位置。

车牌区域的跳变特征是在整个车牌区域都具有的，扫描小于车牌高度的行来排除具有水平跳变符合但高度小于车牌高度的区域；

(4) 估算车牌尺寸。根据水平分割线和候选垂直分割线提供的位置信息，利用车牌尺寸的先验知识，估算出整个车牌的宽度和每个字符的宽度；

(5) 确定大间隔的位置。估算出车牌尺寸以后，利用车牌尺寸的先验知识，估算出大间隔的位置。根据垂直投影以及方差信息，在估算出的位置附近搜索，确定大间隔的左右边界，同时去掉了间隔符；

(5) 作出垂直分割线。

根据大间隔的位置，利用先验知识估算出垂直分割线的位置，然后在估算出的位置附近，根据垂直投影以及方差信息，从候选垂直分割线中确定垂直分割线。以计算出的位置为中心，在其较小的邻域内搜索，确定垂直分割线；

(6) 输出分割图像。

仿真中，水平扫描定位效果如图 2.2 所示；



图 2.2 水平扫描定位图

修正并二值化后效果如图 2.3 所示；



图 2.3 定位修正并二值化后图

精确校正后如图 2.4 所示。



图 3.2 定位校正后定位图

4 字符分割

当对车牌图像进行预定的校正定位后，需要把字符从车牌图像中分割出来。目前的字符分割算法，较常用的可以分成两大类。第一类算法采用阴影掩膜技术进行编码，提取字符特征，用神经网络技术等进行字符识别。这种算法是基于二值化后的图像分割，分割效果对图片的清晰度要求较高。另一类较常用的算法是：固定间距法，主要利用先验知识。这种分割的方法成功率较高，且受图像的噪声干扰较小，但是这种方法须进行预定义，不能够自适应。

为了提高分割效率，增加分割的精确度，本文提出了基于投影图特征值的分割算法。

算法的思想是：对于二值化以后的车牌图像做竖直投影时，在相邻字符之间间隔的位置，投影值为波谷，且两两字符之间都应该有相应的波谷。在实际情况中，设定一个投影值的下限 min_trough 作为波谷的阈值。利用波谷可以初步得到字符之间的间隔，从而将车牌区域图像分割为单个字符。

算法的具体步骤如下：

(1) 令数组 $segment_prj[n]$, $peak_left[m]$, $peak_right[m]$ 和变量 $trough_num, peak_or_trough$ 等元素和变量的初始值为零；

(2)对车牌图像进行逐列循环，令每列的循环变量 $0 < i < Height$ ($Height$ 为车牌图像的高度)。当某列中的某个像素为白色时，相应的投影值 $segment_prj[i]$ 加 1，直至求出所有列的投影值为止；

(3)逐个检测车牌图像的竖直投影值，令循环变量 $0 < j < Width$ ($Width$ 为车牌图像的宽即总列数)。如果第 j 列的投影值小于 min_trough ，而第 $j+1$ 列的投影值也小于 min_trough ，且状态变量 $peak_or_trough$ 为 0，则当前为第一个波谷，令 $peak_or_trough$ 变为 2；如果第 j 列的投影值小于 min_trough ，而第 $j+1$ 列的投影值大于 min_trough ，且状态变量 $peak_or_trough$ 为 2，则令数组元素 $peak_left[trough_num]=j+1$ ，同时令状态变量 $peak_or_trough=1$ ，波谷数变量 $trough_num$ 加 1；如果第 j 列的投影值大于 min_trough ，而第 $j+1$ 列的投影值小于 min_trough ，则令数组元素 $peak_right[trough_num]=j+1$ ，同时令状态变量 $peak_or_trough=2$ ；

(4)按照第 (3) 步取得的字符的左、右边界将图像中的字符分割成单一字符块，并求其平均宽度作为标准字符块宽度 $stand_width$ ；

(5) 将取得的各单个字符的大小归一化处理；

(6) 结束。

其中：变量 $segment_prj[n]$ 为投影数组，其下标最大值等于车牌图像列数； $peak_left[m]$ 及 $peak_right[m]$ 用于记录投影图上的各个波峰，也就是车牌图像上字符的左、右边界，下标的最大值设为 15； $trough_num$ 为波谷数量变量，代表波谷的数量； $trough_num$ ，为状态变量，代表当前是波峰还是波谷(初始为 0，1 代表波峰，2 代表波谷)。

车牌字符分割后图如 3 所示：



图 3 车牌字符分割后图

至此完成了对车牌图像的定位、分割工作，得到的分割图像含有一定的噪声，再经过去噪处理就能得到最终分割的结果。可采用其他算法诸如 BP 神经网络等进行识别输出，本文不再赘述。

5 试验与结论

本文对拍得 100 张理想车牌照片和 100 张模糊车牌照片进行定位与分割，利用 matlab 编程进行测试，取得了较好的试验效果。试验结果如表 1 所示。

表 1. 车牌试验结果

车牌图像状况	张数	正确分割	比例	耗时 ms/p
理想（清晰）	100	100	100%	68
一般（模糊）	100	92	92%	85

结果表明，该方法的车牌定位正确率高、符号割速度快，有很好的鲁棒性，为后续的字符识别提供了重要的技术条件，具有很强的实用性。

References (参考文献)

- [1] SHI Xifan, ZHAO Weizhong, SHEN Yonghang. Automatic License Plate Recognition System Based on Color Image Processing[J], Computational Science and Its Applications,2005, 5,p1159-1168
- [2] Lu Xiaobo,Ling Xiaojing,Huang wei.vehicle license plate character recognition.IEEE Int.Conf.Neural Networks &Signal Processing,2003,12,p1066-1069
- [3] 杨卫平,李吉成,沈振康.车牌目标的自动定位技术[J].中国图象图形学报,2002,7(8):836~839.
YANG Wei-ping;LI Ji-cheng;SHEN Zhen-kang, Techni que of Automatic Orientation of Car License Plate Targets [J],Journal of Image and Graphics,2002.7(8) :836~839.
- [4] 付仲良,黄书强,陈氓等.货车图像车牌区快速定位及字符切割算法[J].计算机工程与设计, 2003,24(1):77-79
FU Zhong-liang,HUANG Shu-qiang; CHEN Min, CHEN Jiang-ping,Algorithm for fast location of freight license and character segmentation, Computer Engineering and Design[J], 2003, 24(1): 77-79.
- [5] Yaoquanyang, JieBai, RuiliTian, etal. A vehiele License Plate Recognition System Based on Fixed Color Colloeaation. Proc. IEEE the Fourth International Conference on Machine Learning and Cybernetics. Guangzhou. 2005: 18~21.