

基于改进模板匹配对车牌识别问题的研究

龚凯丽 崔馨月

(徐州工程学院经济学院 江苏徐州 221000)

关键词 Sobel 算子边缘检测 二值化 模板匹配算法 Radon 变换

随着经济社会的迅速发展,人民对生活水平的要求也不断提高,从而引起汽车的数量增加。给出行带来便捷的同时,车辆的管理问题也日益显著。车牌识别系统是指能将监控中运动的车辆的车牌信息从复杂背景中提取并识别的技术,主要包括图像提取、图像预处理、字符识别、车牌定位、字符分割五个主要核心部分。由于计算机技术的飞速发展和信息处理水平的逐渐成熟,先进的计算机技术可以将人力从复杂的人工观察检测中解放出来并提高精确度,智能交通系统成为交通领域研究的重要课题。在这样的背景下车牌识别成为了现代智能交通系统的重要部分之一,车牌识别系统使车辆的管理更加智能化,有效的提升了交通管理的效率。车牌识别系统对于维护交通安全和城市治安,防止交通堵塞,提高人们出行质量,实现现代化交通管理和智能化具有重要的现实意义。

1 静态车牌识别

通过图片处理技术将图像信息转化成数字信息,再考虑定位车牌、字符分割、字符识别这几个阶段,从而识别车牌。

1.1 车牌定位

定位车牌,即根据车牌能区别于其他事物的特点,从背景中筛选出车牌所在位置并提取车牌图像。选取车牌图片存在倾斜变形,先对车牌图片进行预处理。

Step 1: 基于霍夫变换对车牌图像进行倾斜校正

首先运用霍夫变换,将倾斜的车牌图像校正。

$$\rho = x \cos \theta + y \sin \theta$$

其中, ρ 表示直角坐标系中坐标原点到点 (x, y) 所在直线的距离, θ 表示点 (x, y) 所在直线的法线与横轴的夹角。直角坐标系中的一个点经过霍夫变换,对应到极坐标系中的一条曲线;直角坐标内的一条直线经过霍夫变换,变换到极坐标系中的一簇曲线,它们相交于一点,因此可以把车牌图像的倾斜的检测问题转化到参数空间求解,使得局部最优。

Step 2: 线性灰度处理

首先对彩色图像进行灰度化处理,但是车牌的特征并没有凸显,不利于从背景中准确定位车牌,因此增强车牌底色与字符之间差异,再次进行线性灰度化,根据公式:

$$h(x, y) = \frac{d-c}{b-a} [g(x, y) - a] + c$$

运用 *Matlab*, 将原来灰度范围为 $[a, b]$ 的灰度化图像,经过线性灰度化变换成灰度范围为 $[c, d]$ 的图像,线性灰度化后的图像对比度加强,图像更加清晰,凸显了车牌上的字符,便于车牌的定位和字符的识别。

1.2 数学形态运算处理

定位切割车牌后,对车牌上数字形态进行运算处理。车牌图像二值化后,对车牌二值化图像膨胀处理。

Step 1: 车牌图像二值化

图像二值化即把原来不同灰度化的图像,通过比较灰度图的像素值 P 和设置的阈值 I , 重新赋予每个像素点一个新的像素值:

$$p' = \begin{cases} 255, & p > I \\ 0, & p < I \end{cases}$$

通过图像的二值化,将一张不同灰度值的图像转化为一张只有黑白色的图像。

Step 2: 对车牌二值化图像膨胀

二值化图像膨胀即给二值化图像的边界增加像素,即给二值化后的车牌图像边界增加像素。根据膨胀公式:

$$D(x) = \{a | B_a \uparrow X\} = X \oplus B$$

其中 $D(x)$ 表示膨胀的结果, X 表示被处理的对象, a 表示一点: 平移该点使得结构元素 B 得到 B_a , 并且 B_a 击中处理对象。车牌图像二值化后,字符部分为白色,车牌底为黑色,膨胀后的字符的确更加明显。

1.3 车牌字符的切割

Step 1: 设车牌第 i 从左到右的第 k 个字符的左右边界分别为 $L(k), R(k)$ 。 $s(r)$ 表示对车牌进行垂直积分投影后,第 r 列满足像素值为 1 的点的个数;

Step 2:

设定阈值 t , 则图像的第 r 列存在三种情况: 当 $s(r) > t$ 时,第 r 列存在较大的噪声或者是有字符; 当 $s(r) \in (0, t)$ 时,第 r 列存在噪声,但噪声较小; 当 $s(r)$ 很小时,第 r 列处于字符之间的空白区域;

Step 3:

由于车牌的字符宽度基本一致,因此设定一个字符进行垂直投影后在 x 轴的宽度为阈值 m , 车牌右边界的位置阈值为 n ;

Step 4:

从右到左扫描图像,直到出现 $s(r) > t$, 该区域可能是字符区域,此时第 r 列的位置即为车牌最右边字符的右边界 R ;

Step 5:

接着上一步向左扫描,直到 $s(r) > t$ 变成 $s(r) < t$, 此时第 r 列的位置即为车牌最右边字符的左边界 L , 记录这个过程经过的列数 l ;

Step 6:

若 $l < m$ 且 $l > n$, 则这段垂直投影是噪声,跳转到下一步; 否则这一段是字符区域,左边界为 L , 右边界为 R , 同时 J 减小 1, 继续向左扫描;

Step 7:

返回执行 (5), 直至车牌最左边, 即 $r=0$ 。

1.4 字符识别^[4]

本文采用改进的模板匹配方法对车牌的字符进行识别。将车牌图像进行预处理、归一化、二值化等操作后,切割成单独的字符,再根据其模板之间的互相关函数确定匹配算法:

$$D(x, y) = \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N F_{xy}(m, n) \oplus T(m, n)$$

其中 $D(x, y)$ 值最小的模板为最佳匹配模板, $F_{xy}(m, n)$ 表示待测图像的子图, $T(m, n)$ 表示模板图像。

1.4.1 改进的模板匹配算法^[4]

(1) 对分割好的字符进行归一化处理,使得字符大小同一;

(2) 根据未知模式的位置信息确定匹配模板库,并设置匹配阈值;

(3) 记给定匹配相关函数值小于计算机的标准相关函数值的个数 N , 即最佳匹配个数;

(4) 对单个字符进行模板匹配,若输入的字符与给定的模板匹配结果唯一,则 $N=1$, 输出字符; 若结果不唯一,则 $N > 1$, 可能是因为存在相似的字符,无法直接根据直观特征提取字符; 若输入

的字符图像有较大的干扰, 则 $N=0$, 需要运用边缘模板法重新对输入的字符图像进行匹配。

2 动态车牌识别

对动态车牌运用霍夫变换得到的车牌校正并不理想, 因此重新选择校正车牌的 Radon 变换。Radon 变换仍然是利用投影。图像不仅仅能在直角坐标系中向 x' 、 y' 轴投影, 还可沿任意角 θ 进行:

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

其中 $R_{\theta}(x')$ 表示 $f(x, y)$ 平行于 y' 的线积分:

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

即点 (x, y) 绕原点逆时针旋转 θ 角得到点 (x', y') 。Radon 变换的几何关系如下图所示:

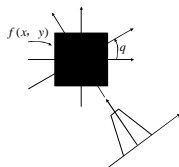


图 21 任意角度 Radon 变换的几何关系

$f(x, y)$ 表示图像矩阵, Radon 变换可以得到任意角度上图像矩阵的投影。

经过 Radon 变换, 可以看出, 每个车牌的调整角度并不大, 都在可接受范围内, 但由于车牌字符之间的间隔并不大, 若不精确调整, 会影响字符切割的准确性。

以车牌“川 AQ325F”为例, 如下图所示:



图 22 Radon 变换前车牌图像



图 23 Radon 变换后车牌图像

拍摄角度导致了车牌水平和垂直倾斜, 对比图 22 和图 23 可以得到, Radon 变换不仅校正了车牌的水平倾斜也校正了垂直倾斜。对彩色车牌进行灰度化处理与 Sobel 算子边缘检测, 可以看出, 边缘检测后数字、车牌等的轮廓都已凸显出来, 但背景复杂。因此如问题一所示继续对图像进行腐蚀、垂直投影等操作是有必要的, 模型的建立合理。

定位车牌后并切割, 运用阈值分割字符, 结果如下图所示:



图 26 阈值切割字符结果

将阈值切割结果输入改进的模板匹配算法, 字符识别结果为“川 AQ325F”, 与车牌吻合。

但并非所有车牌都被准确识别, 如车牌“川 A13U0D”、“川 A68Z1K”、“川 C83W88”、“川 C83W88”的“川”都识别错误, “川 C83W88”的“3”、“W”识别错误, 车牌识别的准确率为 92.6%。

灰度化图像、改进的模板匹配相对于其它方法运算小, 因此处理速度较快适用于无须停车的快速车牌识别系统。对应用于停车场、收费站等地方更为合理。

参考文献

- [1] 王晓雪 苏杏丽, 数字图像处理在车牌识别中的应用[J], 自动化仪表, 31(07): 22-25+28, 2010;
 - [2] 刘智勇 刘迎建, 车牌识别(LPR)中的图像提取及分割[J], 中文信息学报, (04): 29-34, 2000;
 - [3] 胡伟平 王日凤, 基于阈值分割和区域生长的车牌识别方法[J], 广西科学院学报, 32(01): 54-58, 2016;
 - [4] 贾晓丹, 低质量车牌字符分割技术研究[D], 辽宁师范大学, 车牌定位算法、车牌字符分割算法和光学字符识别算法, 2008;
 - [5] 郭智辉, 基于视频的车辆识别系统研究[D], 河南科技大学, 2013;
- 第一作者: 龚凯丽, 女 (1998.01), 籍贯: 江苏宿迁, 研究方向: 经济学。
第二作者: 崔馨月, 女 (1998.10), 籍贯: 吉林辽源, 研究方向: 金融学。