

# 一种基于多特征提取的实用车牌识别方法\*

马爽<sup>1</sup>, 樊养余<sup>1</sup>, 雷涛<sup>1,2</sup>, 吴鹏<sup>1</sup>

(1. 西北工业大学电子信息学院, 西安 710072; 2. 兰州交通大学电子与信息工程学院, 兰州 730070)

**摘要:** 针对车牌识别系统的实际应用, 利用车牌区域的边缘梯度特征、几何形状特征、颜色特征、灰度纹理特征定位车牌, 然后校正车牌图像的颜色及倾斜度; 基于灰度投影法, 对普通及武警车牌均提出了有效字符分割方案, 通过自适应判别去除因字符断裂粘连、特殊字符等造成的干扰; 通过基于多特征值提取的神经网络方法初识车牌; 最后将人眼的视觉特性用于模板匹配法, 解决易混淆字符及污损车牌的问题。通过大量实验证明, 该方法对车牌颜色、拍摄角度、光照条件等限制较少, 适用范围广、识别率高, 有较强的实用性。

**关键词:** 车牌识别; 车牌定位; 字符分割; 字符识别; 多特征提取

**中图分类号:** TP391      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1001-3695(2013)11-3495-05

**doi:**10.3969/j.issn.1001-3695.2013.11.076

## Practical license plate recognition method based on multi-feature extraction

MA Shuang<sup>1</sup>, FAN Yang-yu<sup>1</sup>, LEI Tao<sup>1,2</sup>, WU Peng<sup>1</sup>

(1. School of Electronics & Information, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China; 2. School of Electronic & Information Engineering, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou 730070, China)

**Abstract:** According to application of LPR system, this paper used the edge features, geometry features, color features and texture features to locate the LP, then realized LP's color and skew emendation. It proposed a segmentation method for both ordinary LP and armed police LP, removed the interferences caused by adhesion and some special characters based on adaptive judging mechanism. It realized initial recognition by using multi-features based on neural network and used human's visual mechanism for template matching, which could recognize some stained LPs and some characters in similar structures. Much experimental results show that this method is effective, which has wider application range and overcomes the sensitivity to image environment, illumination, color and shooting angle.

**Key words:** license plate recognition(LPR); license plate location; character segmentation; character recognition; multi-feature extraction

## 0 引言

随着经济的快速增长, 汽车数量大幅增加, 我国对交通智能化的需求越来越迫切。车牌识别(LPR)作为智能交通领域中的一个重要环节, 通过对采集到的图像进行处理和分析, 自动提取车牌信息, 在缓解和管理日益拥堵的道路交通中有着举足轻重的作用。LPR技术是数字图像处理、模式识别、人工智能在智能交通系统领域的一个重要研究课题, 被广泛地应用于道路收费系统和各种监控系统, 具有广阔的应用前景。然而在实际应用中, 诸多因素会对识别效果产生影响, 如光照不均、拍摄角度倾斜、背景复杂、车牌污损、车牌制式不统一等。

现有的LPR系统可识别的车牌制式范围有限, 且大多是针对目标清晰、背景简单、光照均匀的图像, 尤其对于有污损的车牌仍没有一个很好的解决方案。本文结合实际项目, 针对上述问题对LPR系统的相关算法进行了深入研究和探讨, 提出了有效的改进方法。

## 1 边缘特性筛选与多判定机制下的车牌定位

### 1.1 基于边缘特性筛选和形态学的车牌粗定位

车牌区域与背景区域相比, 有着更为丰富的边缘信息, 尤其表现为梯度变化明显、频繁且具有一定规律。因此只需对梯度化后图像的水平方向作高频保留, 即可去除非目标边缘, 保留车牌区域的边缘信息。本文通过去除水平差分后车牌图像中边缘特性不满足自适应阈值 $R$ 的像素点来保留车牌边缘并滤除部分干扰噪声, 如式(1)所示。

$$R = \max f(:, j) - \frac{f(i-n, j) + \dots + f(i, j) + \dots + f(i+n, j)}{N} \quad (1)$$

$$f(i, j) = \begin{cases} 1 & f(i, j) \geq R \\ 0 & f(i, j) < R \end{cases} \quad (2)$$

其中:  $\max f(:, j)$  为所在列像素的灰度最大值;  $R$  为筛选阈值;  $n = (N-1)/2$ 。当被测像素点  $f(i, j) < R$  时, 则视为非目标区域边界点, 将其排除, 如式(2)所示。

**收稿日期:** 2013-01-05; **修回日期:** 2013-03-18      **基金项目:** 国家自然科学基金资助项目(61202314); 中国博士后科学基金资助项目(2012M521801)

**作者简介:** 马爽(1987-), 女, 博士研究生, 主要研究方向为信号与信息处理(yunyi.success@yahoo.com.cn); 樊养余(1960-), 男, 教授, 博导, 主要研究方向为信号与信息处理; 雷涛(1981-), 男, 陕西大荔人, 副教授, 博士(后), 主要研究方向为图像处理、模式识别、计算机视觉; 吴鹏(1986-), 男, 博士研究生, 主要研究方向为信号与信息处理。

边缘筛选后,需要对被保留的边缘信息进行增强和扩展,使目标区域连片展现<sup>[1]</sup>。由车牌的几何形状特征可知,车牌呈矩形,虽然其大小位置在不同的图像中不能确定,但其长宽比例基本保持在一定区间内<sup>[2]</sup>。本文以此作为先验知识,设置与图片大小比例相适应的矩形填充模板,得到一些规则的连通区域,然后再剔除不符合宽高比要求的连通域。车牌的宽  $W$  高  $H$  比近似为 3 : 1, 车牌的面积  $S$  和周长  $L$  的平方近似满足式(4)。

$$W = 3 \times H \quad (3)$$

$$S = L^2 / 22 \quad (4)$$

对式(3)(4)引入匹配度参量  $\alpha, \beta$ , 变换为式(5)(6)。

$$\alpha = (3 \times H) / W \quad (5)$$

$$\beta = (22 \times S) / L^2 \quad (6)$$

式中:  $\alpha \approx 1, \beta \approx 1$  说明对应的连通域最有可能是车牌区域。

### 1.2 多判定机制下的伪车牌区域剔除

实际应用中,车前竖直形的排气栅格、车灯、车身广告、复杂背景等都会对定位效果造成影响。本文针对上述问题有机融合了车牌的颜色特征和灰度纹理特征,运用多判定机制快速有效地排除伪车牌区域,准确定位并分割出车牌。

车牌区域除上述的几何形状特征外还有两个重要特征:

a) 字符颜色与牌照底色对比度较大。

b) 车牌有水平且等间隔排列的 7 个字符,其灰度纹理在水平方向的投影呈等间隔峰谷峰跳变。

根据特征 a), 可将候选区域在彩色图像下通过度量其颜色分量来筛选车牌区域。度量公式如下:

$$B = \sum_{i=0}^H \sum_{j=0}^W \frac{B(i,j)}{R(i,j) + G(i,j)} \quad (7)$$

其中:  $R(i,j), G(i,j), B(i,j)$  分别为候选区域的红、绿、蓝分量。将车牌区域与干扰区域作为贝叶斯分类器的正负训练样本,将  $B$  分量作为分类器的输入向量,从而排除干扰。

由特征 b) 及车牌区域的灰度投影可知,车牌的灰度跳变频繁且规律,我国车牌字符数为 7 个,其灰度值跳变数为 14, 因此只需对候选区域进行扫描,计算出跳变数即可排除干扰。具体操作如下:

a) 确定车牌区域水平中线,扫描该行,累计其竖直方向灰度值跳变数,记为  $jump$ 。

b) 将  $jump$  与设定阈值  $threshold$  作比较,若  $|jump - threshold| \geq 3$ , 则排除该区域,其中  $threshold = 14$ 。

### 1.3 车牌图像后处理

定位后的车牌图像并不能完全达到字符分割及识别的要求,因此还需通过后处理得到更为清晰、完整的图像来为后续的操作提供良好的数据信息。

1) 颜色校正

a) 判断车牌底色。

(a) 对车牌区域  $F$  灰度化,作低通滤波处理得到  $F'$ 。

(b) 取  $F'$  的最大灰度值  $f'_{max}$  与原车牌图像  $F$  的平均灰度值  $f_{ave}$  作比较。若  $f'_{max} - f_{ave} > 0$ , 则判断车牌底色为浅色(包括白色和黄色);若  $f'_{max} - f_{ave} < 0$ , 则判断为深色(包括蓝色和黑色)。

(c) 求车牌区域  $B$  通道(蓝色分量)的直方图并作低通滤波处理,找出其中最大灰度值  $g, g = \max(B(i,j))$ 。

b) 校正浅色车牌。

若车牌底色为浅色,则对处理后的  $F'$  求反,如式(8)所示。

$$f_{light}(i,j) = 1255 - f'(i,j) \quad (8)$$

c) 校正红色像素点。

(a) 当车牌底色为浅色时,若  $g > thresh\_color$  则判定车牌底色为白色,校正红色像素点的 RGB 值,如式(9)所示;否则无须校正,其中  $g = \max(B(i,j)), thresh\_color = 120$ 。

$$\begin{cases} R_{red}(i,j) = 40 \\ G_{red}(i,j) = 40 \\ B_{red}(i,j) = g - 60 \end{cases} \quad (9)$$

(b) 当车牌底色为深色时,若  $g < thresh\_color$  则判定车牌底色为黑色,校正红色像素点的 RGB 值,如式(10)所示;否则无须校正,其中  $g = \max(B(i,j)), thresh\_color = 120$ 。

$$\begin{cases} R'_{red}(i,j) = 2 \times R_{red}(i,j) \\ G'_{red}(i,j) = 2 \times G_{red}(i,j) \\ B'_{red}(i,j) = 2 \times B_{red}(i,j) \end{cases} \quad (10)$$

图 1 为车牌颜色校正示意图。其中,(a) 为未经颜色校正的车牌图像,因为其中“领”是红色,灰度化后亮度很小,再经过二值化就被完全腐蚀掉;(b) 经过颜色校正处理,二值化后“领”的信息被完整地保留了下来。

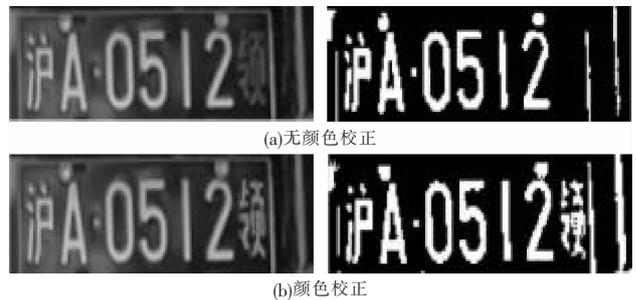


图 1 颜色校正效果

### 2) 二值化

a) 对上述经过颜色校正的灰度化车牌图像  $F_{gray}$  作顶帽变换得到  $H$ , 消除不均匀光照的影响,如式(11)所示。

$$H = F_{gray} - (F_{gray} \circ S) \quad (11)$$

b) 对其作低通滤波处理得到  $H'$ , 找到  $H'$  灰度直方图中最大的两个波峰,将这两个波峰对应索引的均值  $h_{ave}$  作为阈值  $Th$  对灰度图像二值化,得到二值图  $F_{bw}$ 。

$$F_{bw}(i,j) = \begin{cases} 1 & H'(i,j) > Th \\ 0 & H'(i,j) < Th \end{cases} \quad Th = h_{ave} \quad (12)$$

c) 若不存在上述两个波峰,则改用 Otsu 法对灰度图像进行二值化处理,得到车牌的二值图像  $F_{bw}$ 。

### 3) 倾斜校正

a) 先用  $2 \times 30$  的矩阵  $S_1$  做闭运算,再用  $5 \times 4$  的矩阵  $S_2$  做开运算。

$$F_1 = F_{bw} \cdot S_1 = (F_{bw} \oplus S_1) \ominus S_1 \quad (13)$$

$$F_2 = F_1 \circ S_2 = (F_1 \ominus S_2) \oplus S_2 \quad (14)$$

b) 使用 Canny 作边缘检测,通过 Hough 变换检测一条最长线段<sup>[3]</sup>,求此线段的倾角  $\alpha, \alpha$  即为图像的水平倾斜角度,如图 2 所示。

c) 对切除上下边框的车牌图像以渐进的角度  $\theta$  作剪切变换,其中  $0^\circ < \theta < 20^\circ$ , 渐进步长为  $0.3^\circ$ 。计算变换后的图像水平方向上投影的方差,最大方差对应的角度即为垂直倾斜角度  $\beta$ ,按角度  $\beta$  对图像作剪切变换,最终得到校正后的车牌图像。

图 3 为倾斜校正处理示意图,其从上到下依次为原图、水平校正结果、切除上下边框结果、垂直校正结果。图 4 为车牌处理

后的结果。

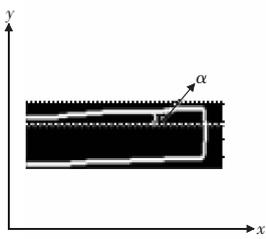


图 2 水平倾斜角度  $\alpha$



图 3 倾斜校正处理效果图



图 4 车牌处理后的结果

### 2 基于灰度投影法的自适应字符分割方法

实际道路上行驶的车辆各式各样,车牌也有所不同,其中差别最大的是武警车牌与普通车牌,因此考虑针对各种车牌制式的字符分割方法是非常必要的。

武警车牌主要由三部分组成,如图 5 所示。第一部分“WJ”代表“武警”;第二部分体积较小的数字为省市区代码;第三部分为水平排列的五位代码(此部分与普通车牌相同)。



图 5 武警车牌结构示意图

如图 6(a)所示,由于第二部分的体积相对于其他部分的体积较小,因此该部分的中心点与其他部分的中心点在竖直方向上有很大距离,而其他部分因为呈等大小水平排列,其中心点在水平方向上基本呈一条水平线排列;如图 6(b)所示,普通车牌各部分中心点坐标在水平方向上基本呈水平线排列。根据这个特点就可以区分武警车牌与普通车牌。

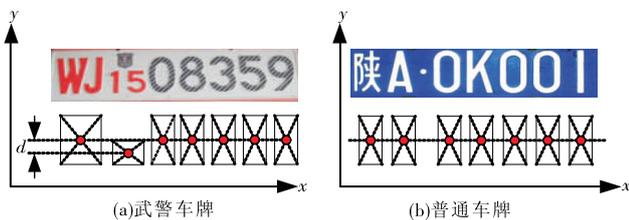


图 6 武警车牌判别示意图

除上述不同制式的车牌分割问题外,车牌字符断裂、黏连,特殊字符与车牌边框混淆等也易造成分割失败。例如“1”相较于其他字符宽度小,尤其当其出现在末尾时,容易被误判为车牌右边框而被去除。本文在初分割之后加入判别机制,以字符的个数、水平宽度来判别分割是否准确。当判断初分割错误时,系统自适应地调整方案重新分割。具体操作步骤如下:

a) 预处理。对校正后的图像作中值滤波,并进行区域标记。

b) 判别武警车牌。提取各区域中心,寻找行坐标最大的两个中心点,记为  $A(x_1, y_1)$  和  $B(x_2, y_2)$ 。若  $A, B$  点行坐标及行坐标差值满足式(15),则判断其为武警车牌。

$$\begin{cases} x_1 < H \times 0.6 \\ x_2 < H \times 0.6 \\ |x_1 - x_2| < 3 \end{cases} \quad (15)$$

其中:  $x_1, x_2$  分别表示  $A, B$  点的行坐标,  $H$  表示车牌高度。

c) 车牌分割。若上一步判断该车牌为武警车牌,则以  $A, B$  点的所述区域作为武警车牌的第二部分,第二部分右侧为第三部分。再按照投影法分别分割这两个部分的字符。第一部分为“WJ”是固定不变的,因此无须分割和识别;若为普通车牌,则直接按照灰度投影法分割字符。

d) 自适应调整分割方案,筛选字符区域。

(a) 计算初步分割后的字符宽度  $w$ , 当其满足式(16)时,则确定为车牌字符,否则将其排除,其中  $w_p$  为车牌宽度。

$$0.08w_p < w < 0.125w_p \quad (16)$$

(b) 筛选后得到  $n$  个满足上述条件的区域,若  $n < 7$  则认为有字符“1”存在。

(c) 对被排除区域进行二次筛选,若其宽度  $w$  满足式(17)则判定其为“1”,否则舍去该区域,其中  $w_p$  为车牌宽度。

$$0.01w_p < w < 0.05w_p \quad (17)$$

(d) 重新计算字符区域数目  $m$ 。若  $m = 6$ , 则认为缺少汉字字符,以第一个字符左侧的第一个区域作为汉字字符区域;若  $m = 7$ , 则结束字符分割。

图 7 为分割结果图,可以看到对于武警车牌、倾斜车牌以及区域内包含“1”的车牌等,本文方法分割效果皆良好。



图 7 各种类型车牌字符分割结果图

### 3 神经网络与模板匹配相结合的字符识别方法

#### 3.1 基于多特征提取的字符初识别

本文利用车牌字符的结构、轮廓、形状特征,针对车牌识别系统的实际需求,提出了基于多特征提取的神经网络识别方

法。该方法提取了字符的内外边缘、拐点、曲度以及深度四个参数作为特征向量送入神经网络进行训练,然后充分利用神经网络的分类能力来识别字符。其识别效果与提取的字符特征有关,因此,字符特征的提取就成为了研究的关键。下面主要介绍本文所选用的四个特征向量。

1) 内外边缘

本文根据车牌字符的特点,提出了提取字符内外边缘特征的方法。如图8所示,通过Canny算子与形态学腐蚀算子提取出字符的内外边缘,其中外边缘记为 $L_{out}$ ,内边缘记为 $L_{in}$ ,通过对字符内外边缘的灰度值统计得到两组向量,将两组向量合并作为字符的内外边缘特征向量矩阵,记做 $A\_line$ 。提取出字符的内外边缘特征向量矩阵后,将字符细化,得到字符骨架 $S(A)$ ,如下所示:

$$S(A) = \bigcup_{k=0}^k S_k(A) \tag{18}$$

$$S_k(A) = (A \ominus k B) - (A \ominus k B) \circ B \tag{19}$$

其中: $B$ 是一个结构元素, $B = [1 \ 1 \ 1]^T$ ;  $(A \ominus k B)$ 表示对 $A$ 的连续 $k$ 次腐蚀,  $(A \ominus k B) = (\dots (A \ominus B) \ominus B) \ominus \dots) \ominus B$ 。

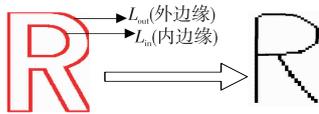


图8 内外边缘特征

2) 拐点

字符拐点含有丰富的特征信息,拐点的数量、位置与字符结构有着密切的联系。为了更加突出字符骨架结构的细节信息,本文引入了拐点的幅度累计特征。

首先检测字符笔画的斜率值,当且仅当前扫描点 pixel  $(x_i, y_i)$  为像素点,且前一行扫描检测到像素点 pixel $_{i-1}(x_i, y_i)$  时,统计当前点 pixel  $(x_i, y_i)$  的斜率值  $k$ , pixel  $(x_i, y_i)$  斜率  $k$  的计算公式如下:

$$k = \frac{x_i - x_{i-1}}{y_i - y_{i-1}} \tag{20}$$

当点 pixel  $(x_i, y_i)$  和前一斜率统计点 pixel $_{i-1}(x_i, y_i)$  对应的斜率  $k_i$  和  $k_{i-1}$  满足式(21)时,判定 pixel  $(x_i, y_i)$  为拐点,如图9所示,且该拐点的幅度  $\omega_i$  可由式(22)计算得到。

$$k_i \times k_{i-1} < 0 \tag{21}$$

$$\omega_i = |k_i, k_{i-1}| \tag{22}$$

拐点特征向量  $B\_breakpoint$  可由式(23)计算得到,其中  $T$  表示所检测到的拐点集合。

$$B\_breakpoint = \sum_{p \in T} \omega_i \tag{23}$$

3) 曲度

本文引入曲度特征,主要是用来区分车牌字符中出现的易混淆字符,如0、O、D、Q、8、B等。

水平扫描字符,记下每条扫描线  $i$  遇到的第一个像素点  $p_{first}(i)$  和最后一个像素点  $p_{last}(i)$  的坐标值,寻找所有  $p_{first}(i)$  中行坐标值最小的点,记为  $a_1, a_1 = \min(p_{first}(x_i))$ ; 寻找所有  $p_{last}(i)$  中行坐标值最大的点,记为  $a_2, a_2 = \max(p_{last}(x_i))$ 。

竖直扫描字符,记下每条扫描线  $j$  遇到的第一个像素点  $p_{first}(j)$  和最后一个像素点  $p_{last}(j)$  的坐标值,寻找所有  $p_{first}(j)$  中列坐标值最小的点,记为  $b_1, b_1 = \min(p_{first}(y_j))$ ; 寻找所有  $p_{last}(j)$  中列坐标值最大的点,记为  $b_2, b_2 = \max(p_{last}(y_j))$ 。

点  $a_1, b_1$  的连线与竖直方向的夹角即为曲度角  $\alpha_1$ , 点  $a_2, b_2$

的连线与竖直方向的夹角即为曲度角  $\alpha_2$ 。如图10所示,字母O的曲度角  $0^\circ < \alpha_1 < 90^\circ$ , 字母D的曲度角  $\alpha_1 = 0^\circ$ 。将  $\alpha_1, \alpha_2$  存入矩阵,记为该字符的曲度特征向量  $C\_curve$ 。

4) 深度

不同字符在结构的凹凸性上存在明显差异,如字符“S”和“U”,字符“S”在左右侧面具有明显的凹特征,顶部和底部都比较平缓;而字符“U”的顶部有明显的凹特征,其他三个侧面轮廓则比较平缓,从这一特征就可以很容易地区分“S”和“U”。因此,字符结构的凹凸信息可以作为识别车牌字符的一个有效信息。这里用轮廓深度累计值  $D\_depth$  作为字符的深度特征向量,表示字符结构的凹凸程度。以字符“U”的上侧面为例,如图11所示,在第  $i$  列,从上边界向下边界扫描,当遇到第一个像素点  $p_i$  时,计算上边界到像素点之间的空间数量  $d_i, d_i = y_{up} - y_i$ , 其中  $y_{up}$  为上边界的列坐标,  $y_i$  为  $p_i$  的列坐标。

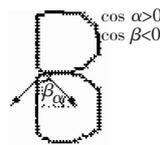


图9 拐点特征

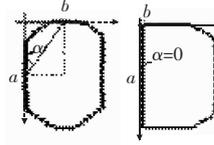


图10 曲度特征

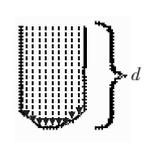


图11 深度特征

对切割出来的七组车牌字符图像使用双线性插值的方法进行大小变换,得到七组像素大小为  $32 \times 16$  的归一化图像。将上述字符的四个特征向量,即内外边缘  $A\_line$ 、拐点  $B\_breakpoint$ 、曲度  $C\_curve$ 、深度  $D\_depth$  送入BP神经网络进行训练,从而完成车牌字符的初步识别<sup>[5,6]</sup>。

3.2 基于仿生视觉特性的字符精确识别

在实际应用中,常会出现车牌有污损、遮挡或因强烈的反光等因素而造成的车牌字符模糊不清的情况。针对上述问题,本文采用仿生视觉特性的模板匹配法对初识别阶段无法解决的字符进行再次识别。

人类认识事物是一个动态检测和匹配的过程,在具体理解任务的前提下,人类可以根据经验对目标的属性、范围进行推理判断,调整识别策略<sup>[7,8]</sup>。例如字母R,如图12所示,由于某种原因字符被部分遮挡,此时会猜测可能是字母P、R、F,而不会把它识别为其他的字母或数字,这样就缩小了范围;而一旦发现该字母的其他特征,如右上方的四分之一或者右下方的四分之一就可以迅速排除字母F、P,从而判断出为字母R。这充分反映出人类通过视觉识别事物的特性机制,有助于系统完成对污损字符的识别。现有的车牌识别系统基本都是在车牌信息清晰完整的情况下进行的,上述车牌局部信息缺失的情况却往往被忽略,而事实上这正是车牌识别系统应着重解决的问题。



图12 污损字符“R”示意图

基本算法步骤如下:

a) 将字符分块,计算占空比。将  $32 \times 16$  的字符均匀分为  $8 \times 4$  等大小的子块,统计各子块的黑色像素点个数,计算各块

黑色像素点占该块像素点总数的比例,记为  $R'_j(j=1,2,\dots,32)$ 。

b) 计算每块占空比与模板对应块占空比距离  $D_{ij}$ 。

$$D_{ij} = |R_{ij} - R'_j| \quad i=1,2,\dots,N; j=1,2,\dots,32 \quad (24)$$

c) 根据字符与样本的相似程度,将  $D_{ij}$  用 0,1 的形式表示为  $c_{ij}(i=1,2,\dots,N; j=1,2,\dots,32)$  :

$$c_{ij} = \begin{cases} 1 & D_{ij} > T \\ 0 & D_{ij} \leq T \end{cases} \quad (25)$$

d) 将字符整体与各模板进行匹配,若仅与单个模板字符匹配成功,则算法结束;否则进行步骤 e)。

e) 依次取字符的左上、左下、右上、右下部分与模板字符匹配,若仅与单个模板字符匹配成功,则算法结束;否则按照顺序继续进行匹配。

f) 融合匹配结果并将其输出,算法结束。

图 13 为车牌识别结果图,其中包含了普通车牌、武警车牌、严重倾斜的车牌、字体模糊的车牌、字符有污损的车牌。可以看出对于各种情况下的车牌,本文方法基本都能正确地识别,且对图像质量、光照、拍摄角度的敏感度较低。本文还对车牌内出现的数字、字母随机添加了污点,以此来模拟污损车牌字符。如图 14 可以看到,对于所有被污损的数字以及大多数污损字母,识别结果皆正确。



图13 车牌识别结果图



图14 污损字符识别效果图

本文还以公路上实时采集的视频作为实验数据,实现了整个车牌识别系统。图 15 为系统运行界面的截图,左边区域显示通过运动检测截取出来的运动目标图像(原图);右边方框内显示车牌号码、车辆编号和时间。下方有三个按钮,“开始”键执行整个系统的运行,“清除”键用来清除系统存储的信息,“显示”键用来显示系统运行过程中内部存储的信息列表。

由图 15 可以看出,对于各式车辆,包括小轿车、公交车,以及各种车牌底色,包括蓝底白字、黄底黑字,还有各种拍摄角度,包括前、后、倾斜等,识别结果都较理想。表 1 对比了几种传统识别方法与本文方法的识别效果,可以看出本文方法在识别率上有一定提高;尤其对于易混淆字符,如表 2 所示,其识别的错误率相比于上述几种传统方法有了较大改进。



图15 系统运行截图

表 1 不同方法识别结果对比

结果	方法			
	神经网络	模板匹配	特征匹配	本文方法
识别率/%	95.6	93.2	94.5	97.8

表 2 不同方法易混淆字符错误判断统计

易混淆字符	神经网络错误率/%	模板匹配错误率/%	特征匹配错误率/%	本文方法错误率/%
0、D、Q	10.1	23.3	8.2	2.1
5、3	9.3	19.6	6.2	0.6
8、B	7.6	25.7	7.1	1.8
4、A	5.1	29.1	5.3	0.9
2、Z	8.4	31.7	8.6	1.1
C、G	9.4	30.9	8.9	1.2
E、F	6.3	12.6	5.1	0.3
M、N、W	7.1	15.8	6.1	0.7

## 4 结束语

针对实际路况下的车牌识别,本文提出了一种基于多特征提取的实用车牌识别方法。该方法首先利用车牌的边缘梯度特征、几何形状特征、颜色特征、灰度纹理特征来定位车牌;然后通过对我国各制式车牌的比较分析,对普通车牌及武警车牌均提出了有效的字符分割方案;又利用字符的内外边缘、拐点、曲度及深度特征与人眼的视觉特性,将 BP 神经网络与模板匹配法相结合,提高了识别率,同时解决了易混淆字符及污损车牌的识别问题。该方法应用范围较广,对于图像质量要求较低,结果显示,该方法对于车牌识别系统的实际应用提供了一定参考价值。

### 参考文献:

- [1] NELSON C, BADU K, NALLAPERUMAL K. A license plate localization using morphology and recognition[C]//Proc of Annual IEEE India Conference. 2008;34-39.
- [2] 左奇,史忠科.一种基于数学形态学的实时车牌图像分割方法[J].中国图象图形学报,2003,8A(5):281-295.
- [3] 吴金,张金矿.基于投影坐标  $p$  次方差及粒子群的车牌倾斜检测[J].计算机辅助设计与图形学学报,2010,22(1):114-120.
- [4] 顾弘,赵光宇,齐东莲,等.车牌识别中先验知识的嵌入及字符分割方法[J].中国图象图形学报,2010,15(5):749-756.
- [5] 何兆成,余锡伟,余文进,等.字符多特征提取方法及其在车牌识别中的应用[J].计算机工程与应用,2011,47(23):228-231.
- [6] 胡金荣,周激流,王玲,等.一种新的基于字符形状特征的高效车牌识别算法[J].计算机应用研究,2010,27(6):2398-2400.
- [7] 罗三定,孙喜梅.视觉检测系统的反馈机制研究[J].计算机工程,2010,36(1):197-200.
- [8] LIU Ying, LI Nan-nan. Design of license plate recognition system based on the adaptive algorithm[C]//Proc of IEEE International Conference on Automation and Logistics. 2008;2818-2821.