

# 自然复杂环境中基于颜色的多车牌定位研究

任德华

(天津科技大学计算机科学与信息工程学院, 天津 300222)

**摘要** 为解决自然复杂环境中车牌的定位和识别问题,提出了一个结合车牌颜色特征、灰度特征、几何形状特征的通用车牌定位方法,并首先根据中国车牌的颜色特征,提出了一种基于距离的颜色分类方法,解决了颜色分类的基本难题;然后采用行扫描及线段分析的方法得到车牌底色所在的矩形区域;最后将可能的车牌区域统一转换成底色为黑色,字符颜色为白色的二值图像,再利用灰度特征进行验证,并分割出车牌区域。采用自然复杂环境中拍摄的图像对新方法进行验证的实验表明,与其他方法相比,新方法可在一定限度内自适应车牌的类型、大小、数量和方向,并对汽车在图像中的位置以及图像背景的限制较少,是一种适用性较强的方法。

**关键词** 车牌定位 颜色分类 颜色特征

中图法分类号: TP391.41 文献标识码: A 文章编号: 1006-8961(2009)12-2517-10

## Multi-License Plate Extraction Based on Color Features in Nature Complex Environment

REN De-hua

(College of Computer Science and Information Engineering, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222)

**Abstract** To address the License Plates (LP) extraction in complex natural environments, a novel approach to LP extraction was presented, which utilized LP's color information, gray feature and geometry characteristics. Firstly, a color classification method was proposed based on the distance between different colors according to the Chinese car license plate color features. Secondly, LP's background color zones were segmented by scanning lines of picture and analyzing the line segments. Finally, these Zones were translated into binary image in which LP's background color was dark and LP's foreground color was white, and validated by the LP's gray features. In a certain degree, the method could adapt to LP's type, size, number and direction and wasn't limited to the location of car the and the background in the picture. It was tested using the natural pictures, and was approved to be effective and adaptive.

**Keywords** license plate extraction, color classification, color features

## 1 引言

车牌识别 (license plate recognition, LPR) 技术是智能交通系统 (intelligent transport system, ITS) 管理的重要手段,其任务是通过采集、分析、处理图像来自动定位和识别车辆车牌。LPR 系统可广泛用于治安卡口、停车场管理、道路违章管理、公路稽查、监

测黑牌车辆等重要场合。车牌识别系统中的车牌定位是车牌切分、字符识别的基础,也是提高车牌识别率的关键步骤。

车牌定位是基于车牌与其他物体不同的特征进行的,这些特征主要可分为灰度特征、几何形状特征、颜色特征 3 大类。

(1) 灰度特征 车牌内有多个基本呈水平排列的字符,不仅字符和车牌底色在灰度上存在跳变,且

基金项目:天津市高等学校科技发展基金项目(20061011)

收稿日期:2008-02-15; 改回日期:2009-01-05

第一作者简介:任德华(1976~),男,讲师。2007年于南开大学获控制理论与控制工程专业工学博士学位。研究方向为计算机视觉、智能信息处理。E-mail:rendehua@gmail.com

在车牌区域有丰富的边缘存在,呈现出规则的纹理特征。车牌区域内的边缘灰度直方图的统计特征为直方图具有两个明显的且分离的分布中心;车牌区域内的灰度分布特征为穿过车牌的水平直线的灰度变化呈现连续的谷-峰-谷的分布;车牌区域内的灰度投影特征为对车牌区域进行水平或垂直灰度投影,其投影结果呈现谷-峰-谷的分布。

(2)几何形状特征 标准车牌的高、宽固定,并且高宽比例在一定的范围内;车牌有矩形边框,字符位于边框之内且有间隔,字符的高宽比也在一定范围之内。如小型汽车的牌照,其高宽比为  $140\text{mm} : 440\text{mm} = 1 : 3.14$ , 字符的高宽比为  $90\text{mm} : 45\text{mm} = 2 : 1$ 。

(3)颜色特征 我国车牌背景与字符具有固定的颜色搭配,即白底黑字或红字、蓝底白字、黑底白字、黄底黑字。

利用上述特征进行车牌定位的方法众多,总的来讲,大体上可分为基于灰度图像的方法和基于彩色图像的方法两大类。其中基于灰度图像的方法主要有基于灰度阈值的方法<sup>[1-2]</sup>、基于灰度边缘检测的方法<sup>[3]</sup>、基于扫描行的方法<sup>[4]</sup>或利用行扫描离差数据的方法<sup>[5]</sup>、基于投影的方法<sup>[6]</sup>、基于数学形态学的方法<sup>[7]</sup>、基于小波变化的方法<sup>[8]</sup>、基于神经网络的方法<sup>[9]</sup>等,各种方法往往结合使用<sup>[10]</sup>。

但与灰度比较而言,人类视觉系统对色彩要敏感得多,人眼能分辨的灰度只有 20 多级,而能区分的颜色则有 35 000 多种<sup>[11]</sup>,由于彩色能够提供更多的视觉信息。因此基于彩色图像的车牌定位成为一种新的思路,得到许多研究者的关注。Lee 等人根据韩国车牌特点,采用 Back-Propagation 神经网络将图像中的颜色分类为绿、红、白、其他共 4 类,再通过水平、垂直的直方图进行分析确定车牌位置<sup>[12]</sup>。赵雪春等人通过先对图像进行抽稀、彩色饱和度处理,然后将 RGB 转换到 HIS 颜色空间等预处理后,再将图像输入到 3 层 MLPN 网络中进行色彩区分,最后利用投影法分割出潜在的车牌区域<sup>[13]</sup>。郭捷等人先将图像由 RGB 转换到 HSV 空间,通过在颜色空间进行距离和相似度计算来寻找指定的颜色,并将找到的指定颜色设定为前景白色,其他设定为黑色;然后分割出指定的某一种颜色所在的区域,同时将区域中的原图像转换成灰度图像后,再进行水平差分 and 垂直差分;最后利用直方图特点进行车牌定位<sup>[14]</sup>。张引等人提出了彩色边缘检测算子 ColorPrewitt,首先在 RGB 空间对彩色图像进行边缘检测,同时利用数学

形态学膨胀技术实现区域的连通;然后用区域生长方法标记候选区域;最后利用汽车牌照的先验知识确定真正的汽车牌照<sup>[15]</sup>。李文举等人依据车牌背景与前景色的固定颜色搭配,首先利用神经网络在 HSI 空间判断颜色;然后提出了具有边缘颜色对约束的彩色边缘检测来获得彩色边缘;最后再利用车牌几何结构特征和纹理特征确定真正车牌区域<sup>[16]</sup>。

上述车牌定位方法中,基于直方图或投影的方法不仅对噪声敏感,且车牌倾斜时不能取得预期的效果;区域生长方法的生长阈值选择困难;数学形态学方法对结构元的选择敏感,且受尺度限制较大;神经网络的方法需要大量的样本数据进行训练,而且样本很难覆盖车牌出现的所有情况。因此很多方法针对的是单个车牌或半结构环境中的车牌,如收费站,或者在应用时有苛刻的约束条件,如要求图像中车牌大小变化不大等。郭捷等人提出的方法对牌照的大小、汽车在图像中的位置以及图像背景要求较少,是一种较通用的方法,但也存在正如在其文章结论中指出的问题:“算法在车牌颜色判定上,还需做进一步的改进”。另外,由于对多种指定的颜色均需反复进行相同的操作,因此实时性不好。

在复杂环境中进行车牌定位存在以下难点:①车牌大小未知,要考虑检测不同尺度下的车牌;②车牌由于拍摄视角或处于图像中的不同位置,会造成不同程度的倾斜和变形;③在复杂环境中,由于拍摄的图像的环境不固定,会出现各式各样的背景,如文字、商标、树叶、行人、栏杆等,将车牌与复杂的背景区分开来有一定的难度;④图像中可能会出现大小不同、方向不同、底色不同的多个车牌等。

本文针对自然光照下复杂场景中的多车牌定位问题,首先在 HSV 颜色空间将颜色归类到 8 种典型颜色,然后同时对多个感兴趣的区域进行分析,并分割出感兴趣的区域,接着通过对每一个区域进行分析提取出有车牌的区域来实现车牌定位。该方法提出了一个结合车牌颜色特征、灰度特征、几何形状特征的通用的车牌定位框架,并且一次处理就能提取出图像中的所有车牌区域,经实验验证具有很好的效果。

## 2 基于距离的彩色二值化方法

对颜色进行准确判断是基于彩色的各类车牌识别系统的前提和关键步骤。受灰度图像二值化的启发,如果将 R、G、B 3 个通道的值分别进行二值化,

则将大大简化后续处理。另外,二值化后图像颜色也包括了车牌中的各种颜色。但如果不考虑 3 个通道之间的关系,只是分别在 3 个通道独立进行传统的二值化处理,则其结果往往不能正确归类颜色。因此本文提出了基于距离的彩色二值化方法。在中国 1992 式机动车牌照中,具有以下有限的几种颜色组合方案<sup>[17]</sup>(见表 1)。

表 1 车牌的颜色组合

Tab.1 Different color combination of vehicle license plate

车牌类别	1	2	3	4	5
底色	蓝	黄	黑	黑	白
字符颜色	白	黑	白/红	红	黑/红
边框线颜色	白	黑	白	红	—

HSV 颜色模型用 Munsell 3 维空间坐标系统表示,  $h, s, v$  分别代表颜色的色调 (hue)、饱和度 (saturation) 和亮度 (value) 3 个分量值,其与人眼能够感知的颜色特性一一对应。由于 HSV 各坐标之间具有心理感知独立性,它可以独立感知各颜色分量的变化,而且由于这种颜色具有线性伸缩性,其可感知的颜色差是与颜色分量相应值上的欧几里德距离成比例的,因此适合用户的肉眼判断。同时也由于 HSV 模型对应于画家配色模型,其能较好反映人对色彩的感知和鉴别能力,非常适合基于色彩的图像相似比较<sup>[14]</sup>。因此本文也在 HSV 空间对颜色进行分类。

表 2 8 种颜色的 RGB 与 HSV 值

Tab.2 RGB and HSV value of different colors

颜色	黑色 (dark)	蓝色 (blue)	绿色 (green)	青色 (cyan)	红色 (red)	洋红 (magenta)	黄色 (yellow)	白色 (white)
RGB	0,0,0	0,0,255	0,255,0	0,255,255	255,0,0	255,0,255	255,255,0	255,255,255
HSV	0,0,0	240,1,1	120,1,1	180,1,1	0,1,1	300,1,1	60,1,1	0,0,1

两种颜色之间的距离为

$$d_1 = (v_1 - v_2)^2 + (s_1 \times \cos(h_1) - s_2 \times \cos(h_2))^2 + (s_1 \times \sin(h_1) - s_2 \times \sin(h_2))^2$$

$$d_2 = \begin{cases} d_1 \times 0.7 & \text{到白色、黑色的颜色距离} \\ d_1 \times 0.3 & \text{其他 6 种颜色的颜色距离} \end{cases} \quad (4)$$

基于距离的彩色图像二值化方法的基本思想是:对于图像中的所有像素点,先分别计算与这 8 种基准颜色的距离,而与该像素点距离最小的基准颜色即为该点的新的颜色值,其计算过程如下:

由于图像一般采用 RGB 格式,因此首先要进行格式转化。HSV 颜色模型各分量  $h, s, v$  与 RGB 颜色模型各分量  $r, g, b$  的关系<sup>[18]</sup>如式(1)~(3)所示。亮度分量  $v$  为

$$v = k_{\max} / 255 \quad (1)$$

饱和度分量  $s$  为

$$s = \begin{cases} \delta / k_{\max} & k_{\max} > 0 \\ 0 & k_{\max} = 0 \end{cases} \quad (2)$$

色度分量  $h$  为

$$h = \begin{cases} 0 & s = 0 \\ (g - b) / \delta & s \neq 0, r = k_{\max} \\ 2 + (b - r) / \delta & s \neq 0, g = k_{\max} \\ 4 + (r - g) / \delta & s \neq 0, b = k_{\max} \end{cases} \quad (3)$$

$$h = h \times 60; (h < 0) \quad h = h + 360$$

其中,  $h \in [0, 360], s \in [0, 1], v \in [0, 1]$

$k_{\max} = \max(r, g, b)$ ; //  $r, g, b$  的最大值

$k_{\min} = \min(r, g, b)$ ; //  $r, g, b$  的最小值

$\delta = k_{\max} - k_{\min}$ ; //  $r, g, b$  之间的最大差值

对 R、G、B 3 个通道中的值分别取 0、255,则共组成 8 种基准颜色,分别是黑 (dark),蓝 (blue),绿 (green),青色 (cyan),红 (red),洋红 (magenta),黄 (yellow),白 (white),这 8 种基准颜色包括了车牌中底色和字符的颜色。8 种基准颜色的 RGB 值和相应的 HSV 值如表 2 所示。

(1) 计算 8 种基准颜色在 HSV 空间的值;

(2) 将给定的 RGB 图像数据转换为 HSV 空间;

(3) 在 HSV 空间,对图像中的每一点进行如下处理:在 HSV 空间按式(4)分别计算该点的颜色到 8 种基准颜色的距离,然后选择 8 种基本颜色中到该点距离最小的颜色的 RGB 值作为该点的新的 RGB 值;

(4) 处理结束后就可得到原彩色图像的彩色二值图像。

### 3 颜色区域分割

针对采用彩色二值化方法得到的图像,根据车牌底色中的最常见的蓝、黄颜色对图像进行分析,将满足一定条件的连续指定颜色的区域作为车牌的候选区域。分析步骤如下。

#### 3.1 二值闭运算

在 RGB 3 个通道分别对图像进行二值闭运算,以去除图像噪声,结构元素如表 3 所示。

表 3 形态学运算结构元素

Tab. 3 The structure elements of morphological operations

1	1	1
1	1	1
1	1	1



(a) 原图



(b) 彩色二值化图像

图 1 原图像和彩色二值化图像

Fig. 1 The original image and the color binary image

$C_L$  //左,矩形  $R$  在原图像中最左边的列值  
 $C_R$  //右,矩形  $R$  在原图像中最右边的列值  
 $H_T$  //上,矩形  $R$  在原图像中最上面的行值  
 $H_B$  //下,矩形  $R$  在原图像中最下面的行值

设定最小行间隔为  $I_{\min}$ 。如果相邻序号的行号之差小于最小行间隔,仍然认为区域是连续的,否则,是不连续的。

设最小矩形的宽为  $W_{\min}$ ,高为  $H_{\min}$ 。

对扫描行得到的数据进行处理的基本思路是将行和列中连续出现指定颜色的区域合并成一个矩形区域;如果该指定区域满足最小矩形要求,则将其保存起来。具体处理过程如下:

(1)首先初始化上述矩形:用首行中线段的值

#### 3.2 扫描行

对图像中的每一行进行如下分析,如果同种颜色的像素间隔在设定的像素点数  $N$ (单位为 pixel,下文中的参数中如未指明单位,均以 pixel 为单位)之内,则认为是连续的,连续像素可看作是一直线段,如果直线段的长度大于指定的长度  $L$ (单位为 pixel),则将线段的信息(首末位置)保存起来。然后通过对每一行进行扫描,分析得到针对每一种颜色的分析结果,即含有此种颜色的线段的行,以及各行中线段的首末位置(可能有多条线段)。取  $N = 40, L = 20$ ,对图 1 车牌图像进行行扫描的结果如表 4 所示。

#### 3.3 线段分析获取颜色区域

对上面得到的按序号排列的数据进行顺序处理,即可得到感兴趣颜色的所有区域。区域用矩形  $R$  描述。

来初始化矩形值,每一线段初始化一个矩形(矩形的  $C_L, C_R$  值为线段的首末值,矩形的  $H_T, H_B$  值均为当前序号对应数据中的行号);并将初始化的矩形加入当前矩形队列(用  $R_{\text{cur}}$  表示)中。

对后面的数据,则按序号依次进行处理。

(2)如果当前序号的数据中的行号与上一序号的数据中的行号的差值大于  $I_{\min}$ ,则说明颜色区域不连续,矩形扩展结束,将当前矩形队列  $R_{\text{cur}}$  中的所有满足最小矩形要求的矩形,移入到结果矩形队列(用  $R_{\text{result}}$  表示)中。并根据本行的线段信息重新初始化当前矩形队列  $R_{\text{cur}}$ 。

(3)当前序号的对应行上的每一线段,与当前矩形队列  $R_{\text{cur}}$  中的每一矩形的  $C_L, C_R$  值进行比较,以判断在垂直方向上是否有重合,如果重合,则根据

表 4 行扫描分析结果示例  
Tab. 4 The example result of line scan

蓝色		黄色	
[0]	(568, [1] (  $C_L = 477$ $C_R = 505$  ))	[0]	(465, [1] (  $C_L = 1\ 092$ $C_R = 1\ 132$  ))
[1]	(569, [1] (  $C_L = 469$ $C_R = 507$  ))	[1]	(466, [1] (  $C_L = 1\ 080$ $C_R = 1\ 169$  ))
[2]	(570, [1] (  $C_L = 468$ $C_R = 536$  ))	[2]	(467, [1] (  $C_L = 1\ 095$ $C_R = 1\ 208$  ))
[3]	(571, [1] (  $C_L = 468$ $C_R = 537$  ))	[3]	(468, [1] (  $C_L = 1\ 094$ $C_R = 1\ 222$  ))
[4]	(572, [1] (  $C_L = 468$ $C_R = 537$  ))	[4]	(469, [1] (  $C_L = 1\ 095$ $C_R = 1\ 224$  ))
[5]	(573, [1] (  $C_L = 467$ $C_R = 537$  ))	[5]	(470, [1] (  $C_L = 1\ 093$ $C_R = 1\ 224$  ))
[6]	(574, [1] (  $C_L = 468$ $C_R = 528$  ))	[6]	(471, [1] (  $C_L = 1\ 094$ $C_R = 1\ 224$  ))
[7]	(575, [1] (  $C_L = 467$ $C_R = 529$  ))	[7]	(472, [1] (  $C_L = 1\ 094$ $C_R = 1\ 224$  ))
[8]	(576, [1] (  $C_L = 466$ $C_R = 534$  ))	[8]	(473, [1] (  $C_L = 1\ 095$ $C_R = 1\ 224$  ))
[9]	(577, [1] (  $C_L = 465$ $C_R = 534$  ))	[9]	(474, [1] (  $C_L = 1\ 096$ $C_R = 1\ 224$  ))
[10]	(578, [1] (  $C_L = 466$ $C_R = 539$  ))	.....	
[11]	(579, [1] (  $C_L = 467$ $C_R = 538$  ))	[14]	(479, [1] (  $C_L = 1\ 095$ $C_R = 1\ 224$  ))
[12]	(580, [1] (  $C_L = 465$ $C_R = 545$  ))	[15]	(480, [1] (  $C_L = 1\ 095$ $C_R = 1\ 224$  ))
[13]	(581, [1] (  $C_L = 466$ $C_R = 545$  ))	[16]	(481, [1] (  $C_L = 1\ 149$ $C_R = 1\ 224$  ))
[14]	(582, [1] (  $C_L = 480$ $C_R = 544$  ))	[17]	(482, [1] (  $C_L = 1\ 187$ $C_R = 1\ 208$  ))
[15]	(583, [1] (  $C_L = 486$ $C_R = 544$  ))	[18]	(545, [1] (  $C_L = 1\ 136$ $C_R = 1\ 171$  ))
[16]	(584, [1] (  $C_L = 474$ $C_R = 538$  ))	[19]	(546, [1] (  $C_L = 1\ 109$ $C_R = 1\ 171$  ))
[17]	(585, [1] (  $C_L = 467$ $C_R = 538$  ))	[20]	(547, [1] (  $C_L = 1\ 106$ $C_R = 1\ 172$  ))
[18]	(586, [1] (  $C_L = 467$ $C_R = 519$  ))	.....	
[19]	(587, [1] (  $C_L = 469$ $C_R = 527$  ))	[48]	(575, [1] (  $C_L = 1\ 105$ $C_R = 1\ 147$  ))
[20]	(588, [1] (  $C_L = 471$ $C_R = 533$  ))	[49]	(576, [1] (  $C_L = 1\ 107$ $C_R = 1\ 147$  ))
[21]	(589, [1] (  $C_L = 494$ $C_R = 535$  ))	[50]	(577, [1] (  $C_L = 1\ 122$ $C_R = 1\ 147$  ))

格式说明:[序号](行号,[线段数],(|线段首末位置|...))

线段的  $C_L$ 、 $C_R$  值和当前行号调整此矩形的大小,以包容新增加的线段;如果线段与当前矩形队列  $R_{cur}$  中的每一矩形在垂直方向上均无重合,则根据此线段的首末位置重新生成一个矩形加入到新矩形队列(用  $R_{new}$  表示)中。

(4) 对该行中每一线段处理完毕后,再判断当前矩形队列  $R_{cur}$  中的矩形之间是否有重合,若重合,则合并;然后判断合并后的每一个矩形的  $H_b$  值加上  $I_{min}$  是否小于当前的行号,如果小于,则将此矩形从  $R_{cur}$  中移出,如果矩形还满足最小矩形要求,则将其加入到结果矩形队列  $R_{result}$  中;最后将新矩形队列  $R_{new}$  中的矩形加入到当前矩形队列  $R_{cur}$  中,并将新矩形队列  $R_{new}$  清空;

(5) 序号加 1,重复执行步骤(2)~(4),直到按序号排列的数据均处理完毕。

(6) 对当前矩形队列  $R_{cur}$  中的每一矩形,判断是否满足最小矩形要求,如果满足,则将其加入到结果矩形队列  $R_{result}$  中。

(7) 分析结束,结果矩形队列  $R_{result}$  中各个矩形表示的区域即为该种颜色原图像中的区域。另外,可对结果矩形队列  $R_{result}$  中的结果矩形进行调整,比如扩大矩形边框。

按此过程,取  $I_{min} = 2$ ,  $W_{min} = 40$ ,  $H_{min} = 20$ ,对表 4 中的行扫描数据进行分析,分析结果如表 5 所示。根据表 5 对图 1 进行颜色分割的结果如图 2 所示。

表 5 颜色区域分割数据分析示例

Tab. 5 The example result of color zone segment

	原始	调整后
蓝色	[0] { $C_L = 465$ $C_R = 545$ $H_T = 568$ $H_B = 589$ }	[0] { $C_L = 457$ $C_R = 553$ $H_T = 562$ $H_B = 695$ }
	[0] { $C_L = 1\ 079$ $C_R = 1\ 224$ $H_T = 465$ $H_B = 482$ }	[0] { $C_L = 1\ 065$ $C_R = 1\ 238$ $H_T = 460$ $H_B = 487$ }
黄色	[1] { $C_L = 1\ 101$ $C_R = 1\ 176$ $H_T = 545$ $H_B = 577$ }	[1] { $C_L = 1\ 094$ $C_R = 1\ 183$ $H_T = 536$ $H_B = 586$ }

通过颜色区域分割即可得到可能的颜色区域,但需要对这些区域进行校验,以便判断是否含有车牌区域,并进行更准确的定位,才能分割出车牌。



图 2 颜色分割结果

Fig. 2 The result of color segment

### 3.4 车牌区域校验

校验步骤如下:

(1) 根据分割时的颜色,对切割出的原图像进行颜色变换,并根据车牌颜色搭配特点保留车牌底色和车牌字符的颜色(可能有两种),将所有不相关的颜色置为另一种颜色。

(2) 判断当前区域大小,如果区域在设定的范围之内,则认为是小区域,转步骤(4);

(3) 对于大区域,针对背景色,先采用基于颜色的区域分割来得到一些小的新的区域(一个车牌区域可能被划分为多个区域),然后对这些区域按照相邻相近原则进行合并。

(4) 根据区域的高  $H$ , 宽  $W$ 、宽高比  $R$  对区域进行过滤首先将符合条件的区域初步认定为车牌;然后进行二值化处理,即将颜色为车牌字符色的点设置为白色,将颜色为背景色和其他颜色的点置为黑色,这样各种类型的车牌均变换为黑底白字的二值化图像,以便于后续处理。

(5) 利用车牌区域的灰度特征对二值化图像进行分析校验,判断是否是车牌区域,如果是车牌区域,则输出。

对图 2 中的 3 个区域进行处理,分割后的结果

如图 3 所示。



图 3 车牌分割结果

Fig. 3 Segment result of license plate

## 4 实验

上面详细介绍了对图像进行基于距离的彩色二值化处理,再通过图像行扫描、线段分析来获得可能的车牌区域,以及利用边缘特征校验车牌区域并分割出车牌的方法,总的车牌定位流程如图 4 所示。

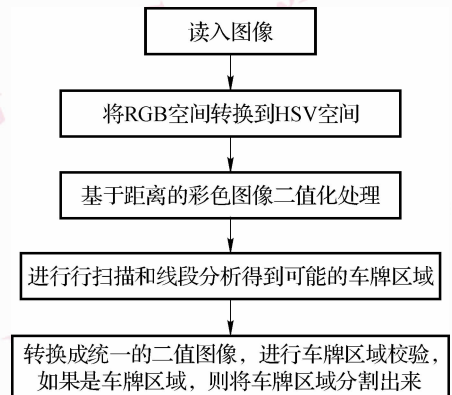


图 4 车牌定位流程

Fig. 4 The flow chart of LP's location

采用自然环境中所获的图像对所提出的方法进行了验证,验证结果如图 5 所示。图 5 中,除图 5(a)、图 5(d) 由于分割出来的区域太大而进行了缩小处理外,其余图中分割出来的区域均为原图中车牌区域的大小。图 5(a) ~ 图 5(e) 是单个不同大小、不同倾斜角度的车牌的在不同的自然背景中的定位结果;图 5(f) ~ 图 5(j) 是同一幅图像中存在多个车牌在自然复杂背景中的定位结果,其中图 5(f) ~ 图 5(h) 是拍摄的静止车辆图像,图 5(i)、图 5(j) 是在公路上拍摄的运动车辆图像,从提取结果可看到,车牌由于运动产生了模糊。图 5(a)、图 5(c)、图 5(h)、图 5(j) 为阴天拍摄,其余图像为晴天阳光下拍摄。



(1) 原图像(红框线标示车牌定位区域)



(2) 经彩色二值化的图像



(3) 分割出来的车牌区域

(a) 倾斜较大、字体较大单个车牌的定位



(1) 原图像(红框线标示车牌定位区域)



(2) 经彩色二值化的图像



(3) 分割出来的车牌区域

(b) 无倾斜、字体较小、单个车牌的定位



(1) 原图像(红框线标示车牌定位区域)



(2) 经彩色二值化的图像



(3) 分割出来的车牌区域

(c) 背景复杂、无倾斜、字体较小、单个车牌的定位



(1) 原图像(红框线标示车牌定位区域)



(2) 经彩色二值化的图像



(3) 分割出来的车牌区域

(d) 背景复杂、倾斜较大、单个车牌的定位



(1) 原图像(红框线标示车牌定位区域)



(2) 经彩色二值化的图像



(3) 分割出来的车牌区域

(e) 背景复杂、倾斜较大、车牌颜色与车身颜色相近、单个车牌的定位



(1) 原图像(红框线标示车牌定位区域)



(2) 经彩色二值化的图像



(3) 分割出来的车牌区域

(f) 背景复杂、车牌大小不同、倾斜度不同、多个车牌的定位



(1) 原图像(红框线标示车牌定位区域)

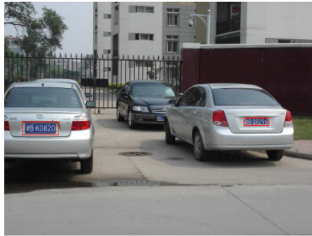


(2) 经彩色二值化的图像



(3) 分割出来的车牌区域

(g) 背景复杂、车牌大小不同、倾斜度不同、多个车牌的定位



(1) 原图像(红框线标示车牌定位区域)



(2) 经彩色二值化的图像



(3) 分割出来的车牌区域

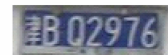
(h) 背景复杂、车牌大小不同、多个车牌的定位



(1) 原图像(红框线标示车牌定位区域)



(2) 经彩色二值化的图像



(3) 分割出来的车牌区域



(i) 背景复杂、车牌较小、运动图像、多个车牌的定位



(1) 原图像(红框线标示车牌定位区域)



(2) 经彩色二值化的图像



(3) 分割出来的车牌区域



(j) 背景复杂、车牌较小、运动图像、多个车牌的定位

图 5 自然复杂环境中车牌定位示例

Fig. 5 The examples of license plate extraction in nature complex environment

从图5中可以看出,本文方法对存在多车牌、车牌大小不同、位置不同、光照不同、环境背景复杂的图像均能成功定位,并能分割出车牌区域。

与引言中提到的其他基于颜色的车牌定位方法相比,本文方法不仅解决了颜色分类的基本难题,并且提出了一个结合车牌的颜色特征、灰度特征和几何特征的车牌定位方法,可同时处理图像中多个车牌以及不同类型车牌的情况,而且对图像中车牌的先验知识以及车辆所处环境背景的要求较少,具有更好的适应性和灵活性。

## 5 结论

本文针对自然光照下复杂场景中的多车牌定位问题,提出了一种结合车牌颜色特征、灰度特征、几何形状特征的通用车牌定位框架,即首先进行颜色定位,然后结合车牌几何特征、灰度特征来校验车牌区域的方法。本文首先根据中国车牌的颜色特征,提出了一种基于距离的颜色分类方法,解决了颜色分类的基本难题;然后采用行扫描及线段分析的方法得到车牌底色所在的矩形区域,并将可能的车牌区域统一转换成底色为黑色,字符颜色为白色的二值化图像;最后利用车牌边缘特征进行验证,分割出车牌区域。本文方法可在一定限度内自适应车牌的类型、大小、数量和方向,且对汽车在图像中的位置以及图像背景的限制较少,是一种适用性较强的方法。今后可在颜色距离计算等前期处理上采用并行算法,以提高算法的实时性。

**致谢** 本文得到天津科技大学引进人才科研启动基金资助,特此致谢。

## 参考文献 (References)

- Coetzee C, Botha C, Weber D. PC based number plate recognition systems [A]. In: Proceedings of IEEE International Symposium on Industrial Electronics [C], Pretoria, South Africa, 1998:605-610.
- Liu Zhi-yong, Liu Ying-jian. Image extraction and segmentation in license plate recognition [J]. Journal of Chinese Information Processing, 2000, 14(4):26-29. [刘智勇,刘迎建. 车牌识别中的图像提取及分割[J]. 中文信息学报,2000,14(4):26-29.]
- Bai Hong-liang, Zhu Jun-min, Liu Chang-ping. A fast license plate extraction method on complex background [A]. In: Proceedings of IEEE International Conference on Intelligent Transportation System [C], Shanghai, China, 2003:985-987.
- Barroso J, Bulas-Cruz J, Dagless E L. Real-time number plate reading [A]. In: Proceedings of 4th IFAC Workshop on Algorithms for Real-time Control [C], Vilamoura, Portugal, 1997: 1291-1295.
- Fu Yu-qing, Shen Wei, Huang Xin-ye. A study on locating the vehicle license plate [J]. Pattern Recognition and Artificial Intelligence, 2000, 13(3): 345-348. [富煜清,沈巍,黄心晔. 汽车牌照的提取方法研究[J]. 模式识别与人工智能,2000,13(3): 345-348.]
- Feng Guo-jin, Gu Guo-hua, Zheng Rui-hong. Fast license plate location algorithm based on adaptive projection [J]. Infrared and Laser Engineering, 2003, 32(3):285-287. [冯国进,顾国华,郑瑞红. 基于自适应投影方法的快速车牌定位[J]. 红外与激光工程, 2003, 32(3):285-287.]
- Jiang Ping, Xu Xiao-bing, Fang Min. Fast search and location of license plates based on the top-hat transform [J]. Journal of Hefei University of Technology (Natural Science), 2003,26(3):336-340. [江萍,徐晓冰,方敏. 基于 Top-hat 变换的车牌快速搜索与定位[J]. 合肥工业大学学报(自然科学版),2003,26(3):336-340.]
- Dai Qing-yun, Yu Ying-lin. A kind of segmentation method of vehicle license plate images based on wavelet and mathematical morphology [J]. Journal of Image and Graphics, 2000,5(5):411-415. [戴青云,余英林. 一种基于小波与形态学的车牌图象分割方法[J]. 中国图象图形学报, 2000, 5(5):18-23.]
- Nijhuis J A G, Ter Brugge M H, Plum J P M, et al. Car license plate recognition with neural networks and fuzzy logic [A]. In: Proceeding of IEEE International Conference on Neural Networks [C], Taipei, Taiwan, China,1995:2232-2236.
- Liu Guang-qi, Zheng Xiao-shi, Zhang Xiao-bo. License plate location based on texture characteristic of image [J]. Journal of Image and Graphics, 2005, 10(11):1419-1422. [刘广起,郑晓涛,张晓波. 基于图像纹理特征提取的车牌定位算法[J]. 中国图象图形学报, 2005, 10(11):1419-1422.]
- Meng Zhang-rong. The need analysis of choosing various color model [J]. Journal of Image and Graphics, 1996,1(3): 238-241. [孟章荣. 各种颜色模型选用需求分析[J]. 中国图象图形学报, 1996,1(3): 238-241.]
- Lee Eun Ryung, King Pyeoung Kee. Automatic recognition of a car license plate using color image processing [J]. Journal of Korea Institute of Telematics and Electronics, 1995, 24(2): 128-131.
- Zhao Xu-chun, Qi Fei-hu. Automatic recognition of vehicle license based on color segmentation [J]. Journal of Shanghai Jiaotong University, 1998, 32(10):24-27. [赵雪春,戚飞虎. 基于彩色分割的车牌自动识别技术[J]. 上海交通大学学报,1998, 32(10): 24-27.]
- Guo Jie, Shi Peng-fei. Color and texture analysis based vehicle license plate location [J]. Journal of Image and Graphics, 2002, 7(5): 472-476. [郭捷. 施鹏飞. 基于颜色和纹理分析的车牌定位方法[J]. 中国图象图形学报, 2002,7(5): 472-476.]
- Zhang Yin, Pan Yun-he. A new approach for vehicle license plate locating from color image [J]. Journal of Image and Graphics, 2001, 6(4):32-38. [张引,潘云鹤. 彩色汽车图象牌照定位新方法[J]. 中国图象图形学报, 2001, 6(4):32-38.]
- Li Wen-Ju, Liang De-qun, Zhang Qi, et al. A novel approach for

- vehicle license plate location based on edge-color pair[J]. Chinese Journal of Computers, 2004, 27(2): 204-208. [李文举, 梁德群, 张旗等. 基于边缘颜色对的车牌定位新方法[J]. 计算机学报, 2004, 27(2): 204-208.]
- 17 GA 36-92 Motor Vehicle Number Plate of the People's Republic of China[S]. [GA 36-92 中华人民共和国机动车号牌[S].]
- 18 Miyahara M, Yasuhida Y. Mathematical transform of (R,G,B) color data to munsell(H,V,C) color data [A]. In: Proceedings of SPIE Conference on Visual Communications and Image Processing [C], Cambridge, MA, USA, 1988: 650-657.