

基于纹理特征和颜色匹配的车牌定位方法

黄艳国^{1,2}, 赵书玲¹, 许伦辉¹

(1 江西理工大学 机电工程学院, 江西 赣州 341000; 2 华南理工大学 土木与交通学院, 广东 广州 510640)

摘 要: 在分析车牌定位现有算法的基础上, 根据车牌的特点, 提出一种新的综合利用车牌纹理特征和边缘颜色对的车牌定位方法。首先根据车牌的纹理特征和结构特点进行粗定位, 确定车牌的候选区域, 然后对候选车牌区域进行边缘颜色对的检测, 根据车牌背景与字符有固定颜色搭配的特点, 确定车牌区域。实验结果表明, 该算法能有效地对车牌进行定位, 提高了车牌定位的可靠性。

关键词: 车牌定位; 边缘颜色点对; 纹理特征; 边缘检测

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2011)09-0123-04

Vehicle License Plate Location Technique Based on Texture Feature and Color Matching

HUANG Yan-guo^{1,2}, ZHAO Shu-ling¹, XU Lun-hui¹

(1 School of Mechanical & Electronic Engineering, Jiangxi University of Science & Technology, Ganzhou 341000, China;

2 School of Civil Engineering and Transportation, South China University of Technology, Guangdong 510640, China)

Abstract: Based on the analysis of current vehicle license plate location algorithm, according to the characteristic of vehicle plate, a new technique for vehicle license plate location based on texture feature and color is proposed. Firstly the candidate vehicle plate regions are decided through the texture feature and structure of vehicle plate. Secondly the color pattern of the pixels on both sides of the edge point in the candidate vehicle plate regions is investigated, then the vehicle license plate location is extracted correctly from the candidate regions by analyzing the fixed characteristic that the background color matches character color in a license plate. The experiment result shows that the technique can be used to locate vehicle plate region precisely, and the whole performance is improved.

Key words: license plate location; edge color pair; texture feature; edge detection

1 引言

随着智能交通的不断发展, 汽车牌照识别系统逐渐在电子收费系统、匝道出入口控制系统、车辆监控系统等场合得到应用。车辆牌照自动识别一般由图像抓拍、车牌定位、字符分割以及字符识别几个部分组成, 其中车牌定位是车牌识别系统中的关键^[1]。从图像的自然背景中提取出车牌区域, 是识别车牌内容的重要前提。

目前车牌定位的方法主要有基于纹理特征分析

的方法、基于边缘检测的方法^[2]、基于数学形态学定位的方法^[3-4]、基于图像彩色信息的方法^[5]、基于小波分析定位的方法^[6]。实践表明, 在背景复杂的汽车图像中, 某些非车牌区域也具有车牌的某一特征(如汽车上的文字区), 若使用车牌的单一特征区分车牌, 其结果往往会有这些非车牌区域, 效果不理想, 而综合利用车牌的多个特征则可以有效地去除干扰, 提高车牌定位的准确性。

文中提出了一种新的车牌定位方法, 该方法在单一检测方法的基础上, 结合车牌纹理及颜色两方

面的特征对车牌进行定位. 该方法包括牌照区域的粗定位和精确定位两个步骤, 首先对预处理图像进行纹理和结构分析, 进行车牌粗定位, 得到若干车牌候选区域, 然后根据我国车牌主要有蓝底白字、黄底黑字、黑底白字和白底黑字(或红字)等 4 种颜色的特点, 采用车牌颜色点对的方法对候选车牌区域进行筛选, 符合车牌颜色点对的区域为车牌区域, 否则为伪车牌区域, 从而进行车辆牌照准确定位.

2 图像预处理

2.1 灰度变换

在进行车牌定位以前, 需要对图像进行预处理, 增大图像的对比度. 一般情况下采集的车牌图像都是彩色图像, 需要将其转变成灰度图. 采用标准的转化方法, 如式(1)所示. 原图像和灰度变化后的图像分别如图 1(a)、(b)所示.

$$f(x, y) = 0.3R(x, y) + 0.59G(x, y) + 0.11B(x, y) \quad (1)$$

其中, R, G, B 分别为图像中每个像素点的红、绿、蓝三个颜色分量值, $f(x, y)$ 为点 (x, y) 处的灰度值. 受天气、光照等影响, 原始图像往往由于光照不均匀, 出现过于阴暗或过于明亮, 导致车牌区域字符与车牌背景对比度较低. 为了提高对比度, 把灰度范围拉开, 使图像上边缘更加凸显, 这样牌照区域的笔画特征就会更加明显. 实验中, 对于采样的车辆图像, 使用线性灰度变换^[7], 如公式(2)所示.

$$g(x, y) = \begin{cases} 0, & 0 \leq f(x, y) < a \\ \frac{G_g - 0}{b - a} \cdot [f(x, y) - a], & a \leq f(x, y) < b \\ G_g, & b \leq f(x, y) < G_f \end{cases} \quad (2)$$

式中, $[a, b]$ 为拉伸后的灰度范围, 可以根据原图像的灰度范围在程序中设定, 也可以取经验值. 对于灰度级为 256 的图像而言, 取 $G_g = G_f = 255$. 灰度拉伸后的图像如图 1(c) 所示.

2.2 图像中值滤波

汽车图像信息在采集过程中往往受到各种噪声的干扰, 为减少干扰或孤立像素点对图像分析和判断带来的影响, 需要对图像进行噪声滤波处理. 本实验采用中值滤波. 其原理为用一个滑动窗口 W 在图像上进行扫描, 把窗口内包含的图像像素按灰度级升(或降)序排列起来, 取灰度值居中的像素灰度为窗口中心像素的灰度, 用公式表示为:

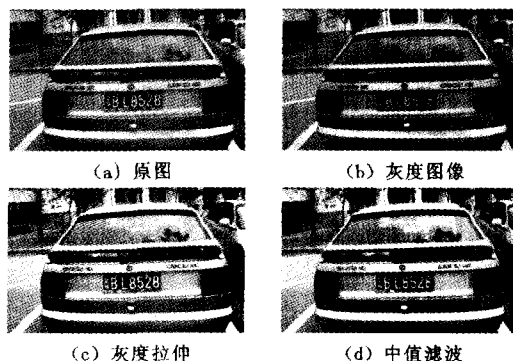


图 1 车牌预处理图像

$$g'(x, y) = \text{Median}\{g(x - m, y - n), (m, n) \in W\} \quad (3)$$

实验中采用的中值滤波的窗口为 3×3 的矩形窗口, 结果表明通过中值滤波可以很好地消除孤立噪声点的干扰, 同时很好地保护边缘轮廓信息, 处理后的图像如图 1(d) 所示.

2.3 边缘检测及二值化

牌照区域与其他区域相比有明显的特征, 牌照区域的字符和背景有明显的边缘, 而且边缘的个数也很多, 这一特点有利于边缘检测, 因此可以利用边缘检测算子对灰度图像进行预处理^[8]. 常用的边缘检测算子有 robert 算子、Sobel 算子、prewitt 算子以及 krish 算子等, 而 Sobel 算子对垂直边缘和水平边缘响应最大^[3], 对灰度渐变和噪声较多的图像处理较好. 文中采用 Sobel 算子, 如图 2 所示的 2 个卷积核形成 Sobel 边缘算子.

$$\begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

图 2 Sobel 水平、垂直算子

经过边缘检测处理后如图 3(a) 所示, 然后进行二值化处理, 文中采用了差分二值化, 差分二值后的效果如图 3(b) 所示.

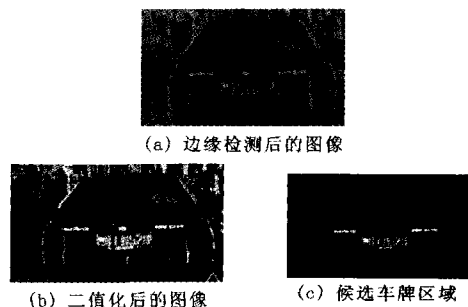


图 3 数值化处理的图像

3 车牌粗定位

车牌一般由 7 ~ 9 个字符组成,基本呈水平排列,字符和牌照底色在灰度值上存在较大的跳变.这一特征体现在图像的灰度上就会有一小块灰度变化密集的区域,而字符本身与牌照底色的内部都有较均匀的灰度,因此在这个矩形区域具有明显的结构特征和纹理特征.利用扫描法和投影法依次确定出车牌在图像中水平和垂直方向的位置,从而分割出包含车牌区域的图像,具体算法为:

- (1) 从上到下,对处理过的图像进行水平投影,即将图像每行进行像素值的累加,得到图像的水平投影分布图.
- (2) 当投影值大于某一阈值 G ,并且大于某一阈值的投影区域连续存在,其长度也大于某一阈值 L ,则得到车牌可能存在的水平带候选区域.
- (3) 从左到右,对得到的候选区域所处的水平带做垂直投影,可得到垂直投影图.
- (4) 若垂直投影图出现连续的波峰和波谷,变化次数大于某一阈值 N 时,可以确定车牌的左右边界.

(5) 通过上面的车牌水平和垂直边界进行矩形的操作,即车牌上下和左右边界所包围的区域,从而得到所有可能的车牌候选区域,如图 3(c) 所示.

车牌区域区别与其它区域的地方就在于牌照上有字符,字符之间的间隔比较均匀,经多次试验,可取 $G = 20, L = 15, N = 5$ (考虑到车牌有断裂、模糊、倾斜的情况).不同图像中牌照的大小、位置不确定,其长宽比在一定的变化范围内,这样车辆上的文字或其他背景可能具有与车牌相同的纹理特征,会出现多个候选区的情况,根据车牌的宽高比(正常为 3.14,文中取 1.5 ~ 3.5),尽可能排除伪车牌区域.

4 基于颜色对的车牌定位

4.1 车牌区域颜色对

我国的车牌字符个数、字符笔划的宽度、以及车牌的背景与字符的颜色搭配都具有固定的标准.按颜色主要可分为四种,即小型汽车颜色为蓝底白字;大型汽车为黄底黑字;军用或警用车为白底红字,外籍车为黑底白字^[5].车牌总共有五种特征颜色(背景和字符),可用集合表示为 $C = \{1, 2, 3, 4, 5\}$,所对应的颜色分别为黑色、白色、黄色、红色、蓝色.对于车牌中任意一像素点 (i, j) 的颜色可以用颜色集 C 的元素来表示,如 $Color(i, j) = 1$ 表示该点的像素

为黑色.下面以蓝色背景白色字符的车牌为例说明车牌边缘颜色点对的定义.图 4 所示,设车牌某一字符的笔画宽度为 W , L_1, L_2 分别为其边界,边界外的区域颜色为蓝色, D_1 为左侧垂直边缘 L_1 上任取一点,过 D_1 点做一条水平线,与另一条边缘 L_2 交于点 D_2 ,则 $Color(D_1) = Color(D_2) = Color(i, j) = Color(i, j + w) = 2$,在该直线 D_1D_2 上, D_1 点左侧相邻的像素为蓝颜色,可表示为 $Color(i, j - 1) = 5$, D_1 点右侧相邻的像素为白颜色,可表示为 $Color(i, j + 1) = 2$.这样在字符边缘点 D_1 左右两侧的像素具有固定的颜色配对(蓝色,白色),以 $Color - P$ 来表示边缘颜色配对点,则边缘点 D_1 表示为 $Color - P(D_1) = (5, 2)$,同样,右边的边缘点 D_2 上也具有固定的颜色配对(白色,蓝色),即 $Color - P(D_2) = (2, 5)$,将具有这种特性的对称点称为边缘颜色点对,用 $Color - P(D_1, D_2)$ 来表示.根据我国车牌的背景和字符颜色,边缘颜色点对集合为 $COLOR - P = \{(2, 4), (1, 2), (5, 2), (3, 1)\}$.车牌颜色与字符所具有的边缘颜色点对如表 1 所示.

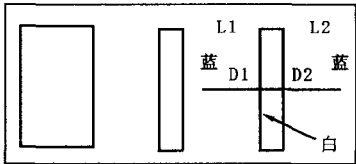


图 4 车牌颜色点对示意图

表 1 车牌字符的边缘颜色点对

车牌底色	白牌	黑牌	蓝牌	黄牌
颜色对 $Color - P$	(2,4)	(1,2)	(5,2)	(3,1)

4.2 基于车牌颜色点对的车牌定位方法

采集的汽车图像是基于 RGB(红、绿、蓝)色度空间的彩色图像,并不适合人的视觉特性,为了便于彩色图像的处理,将 RGB 模式转化为 HSI 模式进行处理. HSI 模型用色度描述纯色的属性,饱和度描述纯色被白光稀释的程度,亮度为图像的灰度值信息,用这三个独立的分量来描述颜色.根据车牌背景与字符具有固定的颜色搭配这一特点,将通过纹理特征筛选出来的区域在原图像中找到相应的位置,经过 HSI 模式变换后^[4],利用车牌的颜色特征不仅能排除不符合车牌底色的非车牌区域,而且能够将几何及纹理特征与车牌相似、但不符合颜色特征的伪车牌剔除.具体算法为:

- (1) 分别对候选区的车牌按从左到右的顺序进行扫描,并记录边缘颜色点对的数量 N_i ;

(2) 若第 i 行扫描线上连续颜色点对数大于 5, 则记录下此扫描线的起始点和终止点位置 $k(i, j)$, (i, j) 为像数点的位置, k 为连续颜色点对的标号;

(3) 若颜色点对数大于 5 的扫描线连续有 10 行以上, 并且相邻上下行的起始点和终止点相邻, 则判定该区域为可能的车牌区域, 图 5(a) 为原图像可能的车牌候选区域;

(4) 扫描完所有的候选区后, 统计每个区域的颜色点对的数量, 并判别车牌的底色和字符的颜色, 排除车牌底色不符合要求的候选区;

(5) 对可能的车牌区域进行裁减, 根据记录的起始点和终止点位置, 计算车牌区域的宽度和高度, 若宽高比在 (1.5, 3.5) 范围, 则为车牌区域图 5(b), 否则为伪车牌区域。

经过以上的算法, 对车牌区域进行二值化处理, 如图 5(c) 所示。

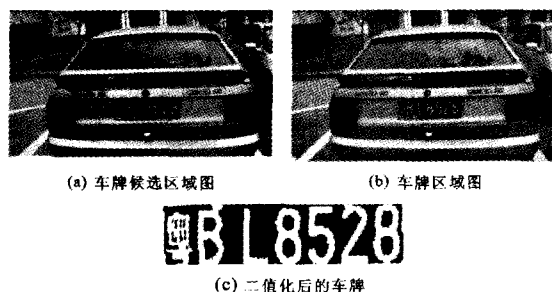


图 5 车牌定位及图像处理

5 车牌定位实验检验

基于以上的算法分析, 通过 Visual ++ 编成, 对采集的 120 张车牌图像进行检验. 图像大小为 640×480 , 这些图像包括不同的光照条件、不同颜色的汽车、不同车型的车辆的. 通过车牌的水平 and 垂直投影等纹理特征进行正确识别的车牌图形 98 张, 而通过文中的将纹理特征与车牌颜色点对识别相结合的车牌定位方法, 准确定位 115 张, 与单一方法相比提高了 14.1%. 通过实验结果分析发现, 采用边缘颜色对车牌候选区进行判别, 排除了具有与车牌相似的结构和纹理特征的非车牌区域, 提高了车牌准确定位的可靠性, 由于车牌颜色点对的检测只针对候选区域

进行, 因此与单一定位的方法相比时间增加 150ms 左右。

6 结束语

车牌定位技术是车牌识别系统中的一个重要环节, 文中提出一种基于纹理特征和车牌区域颜色对检测相结合的车辆牌照定位方法. 对获取的车辆图像进行相应的预处理之后, 根据车辆图像的纹理特征进行车牌粗定位, 然后根据车牌边缘颜色点对的特点对候选区进行筛选, 最后确定车牌的位置. 该方法不仅能排出图像中存在与车牌相似的结构和纹理特征的非车牌区域, 而且能有效地提取车牌的颜色信息, 提高了车牌定位的可靠性。

参考文献:

- [1] 张玲, 刘勇, 何伟. 自适应遗传算法在车牌定位中的应用[J]. 计算机应用, 2008, 28(1): 184-186.
- [2] 孙炎增, 张前进. 车牌字符识别技术的研究与实现[J]. 微电子学与计算机, 2008, 25(6): 101-104.
- [3] 李刚, 曾锐利, 林凌, 等. 基于数学形态学的车牌定位算法[J]. 仪器仪表学报, 2007, 28(7): 1323-1327.
- [4] 李伟, 朱伟良, 孔祥杰, 等. 一种新型的基于数学形态学和颜色特征车牌定位算法[J]. 科技通报, 2009, 25(2): 214-219.
- [5] 李莹, 高满屯. 基于边缘颜色信息的车牌定位算法[J]. 计算机仿真, 2009, 28(9): 262-265.
- [6] 许礼武, 许伦辉, 黄艳国. 基于小波分解的车牌定位算法[J]. 计算机工程, 2006, 32(21): 191-193.
- [7] 杨超, 杨鼎才. 智能交通系统中车牌定位算法[J]. 电子测量技术, 2007, 30(12): 52-56.
- [8] 李波, 曾致远, 周建中. 一种自适应车牌识别系统设计方法[J]. 微电子学与计算机, 2009, 26(4): 217-221.

作者简介:

黄艳国 男, (1973-), 讲师, 博士研究生. 研究方向为智能交通控制、图像处理。

赵书玲 女, (1975-), 副教授. 研究方向为自动检测与信号处理。

许伦辉 男, (1965-), 教授, 博士生导师. 研究方向为系统控制、人工智能。