



MATLAB 在数字图像处理中的应用

张飞鸽,李 凯,翟少康,李梅霞

(宝鸡文理学院 电子电气工程学院,陕西 宝鸡 721006)

摘 要:随着科学技术的不断发展,智能化的交通管理系统已成为发展的重要趋势,车牌识别系统作为智能交通系统中的一个分支,起着至关重要的作用。车牌识别系统一般包括车牌的定位、车牌字符分割和车牌字符识别三个部分,是车牌识别系统研究的重点。文中根据需求确定了各部分算法,并使用 MATLAB 语言进行编程,实现了系统中图像预处理、车牌定位、字符分割和字符识别的具体功能。其中采用 9 宫格模板匹配法进行车牌识别,首先根据文字的特征把字符图像分区,主要根据分布区域提取文字的特征,同时采用同样的方法提取模板相同特征,其次比较文字和模板的特征,最后根据对比结果获得相应的文字模板,完成车牌识别系统软件设计。实验结果表明,该方法考虑了对图像环境、光照、色彩和拍摄角度的敏感性,提高了车牌识别的清晰度和准确率。

关键词:车牌识别系统;车牌定位;字符分割;字符识别

中图分类号:TP39

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2019)11-0216-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2019.11.043

Application of MATLAB in Digital Image Processing

ZHANG Fei-ge, LI Kai, ZHAI Shao-kang, LI Mei-xia

(School of Electrical and Electronic Engineering, Baoji University of Arts and Sciences, Baoji 721006, China)

Abstract: With the continuous development of science and technology, intelligent traffic management system has become an important trend of development. As a branch of intelligent transportation system, license plate recognition system plays a vital role. The license plate recognition system generally includes three parts: license plate location, license plate character segmentation and license plate character recognition, which is the focus of the license plate recognition system. In this paper, each part of the algorithm is determined according to the requirements, and the MATLAB language is used for programming. The specific functions of image preprocessing, license plate location, character segmentation and character recognition in the system are realized. The 9 grid plate matching method is used to identify the license plate. Firstly, character image is divided according to the characters' features, and characters' features are extracted mainly according to the distribution area. At the same time, the same features of templates are extracted by using the same method. Secondly, characters and templates are compared, and finally, corresponding text templates are obtained according to the comparison results to complete the software design of license plate recognition system. According to the experimental results, the method considers the sensitivity to image environment, illumination, color and shooting angle, and improves the clarity and accuracy of license plate recognition.

Key words: license plate recognition system; license plate location; character segmentation; character recognition

0 引言

随着科学技术的不断发展,智能化的交通管理系统已成为发展的重要趋势。人工智能领域仍处于发展阶段。为了在无人操作情况下,对交通和车辆信息进行搜集及处理,可结合现代化技术,提高交通信息处理效率,如降低事故发生率,增大交通运输量,减少车辆

排放污染量,系统自动查找违规车辆等。

现代化交通信息系统的发展离不开图像处理和计算机视觉。文中主要针对小型汽车车牌进行图像分析,采用 MATLAB 软件对获得车牌号进行相应处理,包括图像预处理、图像边缘检测和定位,最后进行车牌字符识别。

收稿日期:2018-09-27

修回日期:2019-01-23

网络出版时间:2019-06-26

基金项目:陕西省科技计划工业攻关项目(2013K07-12);陕西省教育专项研究计划项目(17JK0049;04JK167);宝鸡文理学院重点科研计划项目(ZK2018067;ZK16029);宝鸡市科技计划项目(2017JH2-08;2017JH2-09)

作者简介:张飞鸽(1986-),女,讲师,硕士研究生,研究方向为无线传感器网络。

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20190626.0829.024.html>

1 车牌识别系统的设计

车牌识别系统主要对行驶中的小型汽车车牌进行识别,首先采集车牌照片,其次进行图像预处理,以及车牌的定位与切分,最后进行字符切分和字符识别^[1-3]。利用 MATLAB 实现的步骤如图 1 所示。

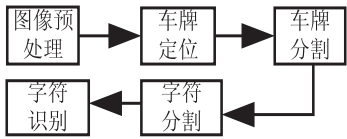


图 1 车牌识别步骤

图像预处理是将获取到的车牌照片进行亮度和对比度的调整;车牌定位根据图像预处理的照片对车牌的倾斜角度进行纠正;车牌分割是根据车牌形状确定车牌边缘,获得车牌图像;字符分割将车牌照片中的文字和数字切割为单个字符;字符识别是将得到的独立字符采用识别算法一一识别^[4-5]。其中,车牌字符分割算法是通过采集图形中的样本获得颜色数据,按照光纤吸收模型对颜色数值、不透明数值以及不透明度相互叠加,让光线穿过图片的图形顺序,最终可以获得成像平面上的渲染颜色^[6]。结合车牌定位分析,文中在对车牌照进行灰度处理的基础上更好地对车牌照的字符进行分割处理。车牌照图像处理流程如图 2 所示。

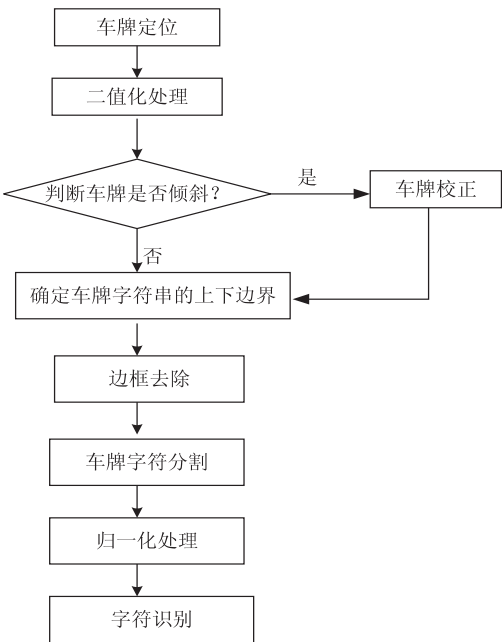


图 2 车牌照图像处理流程

1.1 图像预处理

图像预处理是使用图形处理技术处理拍摄的车辆照片,方便图像的定位和分割。首先采用加权平均值法对照片进行灰度化,即将算数平均值转化为像素点的平均值的计算公式如下^[7-9]:

$$H = (0.229R + 0.588G + 0.144B)/3 \tag{1}$$

其中, R (红色)、 G (绿色)和 B (蓝色)代表三种颜色,按照不同的等级可以构成彩色像素点的信息^[10]。通过 `imread` 函数读取图片,其调用函数格式为 `A = imread('C:\Users\acer\Desktop\豫.JPG')`,如图 3 所示。



图 3 车牌照片

在 MATLAB 中,调用 `rgb2gray` 函数对图像进行灰度化处理。使用加权平均值法将图像转化为灰度图,设图 3 中某点 (x,y) 的灰度记作 $f(x,y)$, $g(x,y)$ 记作该点对应的灰度,即可表示为:

$$g(x,y) = F[f(x,y)] \tag{2}$$

假设,原图像的灰度 $f(x,y)$ 范围为 (s_1,s_2) ,变换后 $g(x,y)$ 的范围为 (t_1,t_2) ,可通过(式 3)实现具体转换。

$$g(x,y) = [(t_2 - t_1)/(s_2 - s_1)]f(x,y) + t_1 \tag{3}$$

利用 MATLAB 编程,其调用函数格式为 `A1 = rgb2gray(A)`;该语句功能为,将彩色图像转换为灰度图像。利用函数 `imshow(A1)` 和 `imhist(A1)` 绘制灰度图和灰度直方图,结果如图 4 所示。

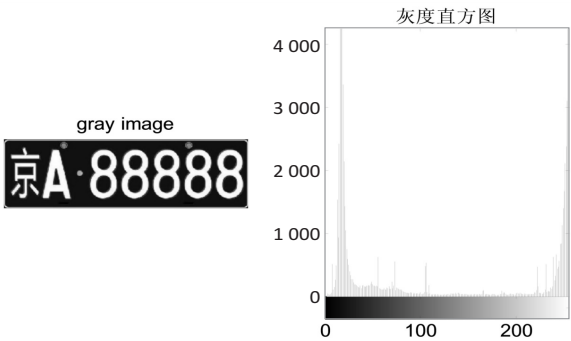


图 4 灰度图及直方图

1.2 边缘检测

在对牌照的定位及字符识别之前,需要对车牌照进行边缘检测处理,提高图像的质量,便于图像的分割和识别。通过良好的边缘检测可以大幅度地降低噪声,分离出复杂环境中的车辆图像,保留完好的车牌字符信息,便于车牌精确定位与字符识别^[11]。

文中采用 Roberts 算子对图像进行边缘检测,它主要是对图像局部进行差分运算,通过求取 2×2 范围的对角像素点灰度值的差值来求得近似的梯度值。图像预处理已经对车牌照进行了去噪处理,利用 Roberts 算子求得旋度 $\pm 45^\circ$ 两个方向上微分值的和。Roberts 边

缘算子定位精度高,在水平和垂直方向效果最好。调用格式为 $A_2 = \text{edge}(A_1, 'roberts', 0.09, 'both')$, 如图 5 所示。

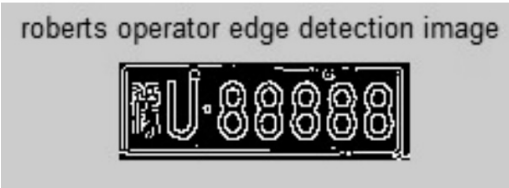


图 5 Roberts 算子边缘检测

1.3 车牌精确定位

在车牌图像处理中,车牌定位是指在复杂背景下对需要采集信息区域进行处理,便于快速和准确地提取车牌照信息,主要完成图像中字符的分割以及字符的识别。车牌识别过程中,车牌照可能拍摄不清晰,如画面模糊、光线不均匀以及背景较为复杂等,都可能会使车牌定位的精度下降。因此,车牌识别的关键之一则是快速准确地定位车牌信息。当前车牌定位的算法种类较多,较为典型的有:以检测车牌边缘信息为重点来锁定车牌位置;以数学形态学为基础根据检测车牌边缘信息定位。随后在这两种方法的基础上,还提出了以参考神经网络的特点设计不同的定位算法,以及提出纹理特征作为重点研究对象进行定位区域的确定等,这些方法在特定环境中都可实现车牌定位。

文中利用数学形态学对检测边缘后的车牌图像进行定位^[12]。为了消除检测车牌区域的边缘信息,利用数学形态学中的腐蚀运算,根据不同结构元素的矩阵形式,将图像中的背景斑块的边界消除,达到斑块边界变小和面积减小的目的,即通过腐蚀运算以有效消除图像中杂乱的细小图像。主要利用 `imerode()` 函数实现图像腐蚀,调用语句如下:

```
se = [1;1;1];
A3 = imerode( A2, se);
图像腐蚀运算符用“⊗”表示,可记作:
A ⊗ B = {x | (B)x ⊆ A} (4)
```

在进行腐蚀运算时,需要确定结构元素矩阵的形式,同时去除微小杂乱信息,采用 `[1;1;1]` 线性阵列便可能保留车牌区域边缘。经过腐蚀运算处理后的图像如图 6 所示。由图可知,微小而杂乱的元素基本被消除,且最大可能地保留了边缘信息。



图 6 腐蚀后的图像

图像经过腐蚀运算后使得边缘变得杂乱,但这些杂乱的边缘信息是辨别车牌号的重要依据,所以需要再对图 6 进行膨胀运算,以便填补中断的边缘,从而解决边缘杂乱的现象。但是膨胀之后会出现一部分毛刺和隔断,随后需要对毛刺和隔断采用闭运算进行消除。经过闭运算处理后仍然不能完全消除干扰,但是车牌部分的斑块在经过数学形态学处理后,已经连成一片,而且斑块占据了很大一块面积,其他部分的斑块面积相对较小;根据面积大小设定阈值,即如果斑块的面积小于阈值可删除。

MATLAB 中的 `bwareaopen()` 函数用来删除小面积斑块,调用语句为:

```
A5 = bwareaopen( A4, 2000)
```

经过以上处理后的图像如图 7 所示。小面积的干扰部分都已经被删除,而且保留了车牌区域的面积,且车牌边缘区域的毛刺和间隙也被消除,整个斑块内部较光滑,将无法消除的斑块连接在一起。

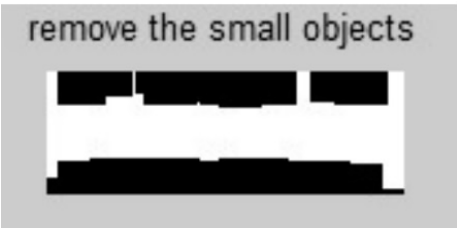


图 7 删除干扰因子后的图像

利用车牌垂直定位法选取多峰峰值的 0.65 倍设置为阈值,采用横向查找法查找首尾两个比阈值大的峰值,便可确定车牌的首字和尾字。为确定车牌的左侧边缘,可从第一个波峰向左查找第一个为零的点,同理,利用最后一个波峰向右查找第一个为零的点,确定为右侧边缘。具体通过 `while-end` 循环语句实现,调用格式如下:

```
while ((Blue_x(1,PX1)<3)&&(PX1<x))
PX1 = PX1+1;
end
PX2 = x;
while ((Blue_x(1,PX2)<3)&&(PX2>PX1))
PX2 = PX2-1;
end
```

获得左右边缘之间的部分,即为车牌图像。车牌精确定位效果如图 8 所示。



图 8 彩色车牌精确定位

根据图 8 可知,车牌存在一定的倾斜,首先利用 $\text{edge}()$ 函数将图像转换为二值图像;随后调用 $\text{radon}()$ 函数对二维矩阵实现 Radon 变换得到返回的 Radon 值,再调用 max 函数对返回的 Radon 值按行求出局部最大值 θ 和 x ;根据 θ 值,调用 imrotate 函数对二值图像值进行旋转($90^\circ - \theta$),即可对略微倾斜的车牌进行校正。

其中,Radon 变换采用投影技术,仅对设定图画与某个对应夹角射线上的方向进行投影,如车牌照片为平行四边形,采用投影方法,使该四边形达到垂直上的边缘位置,按照投影原则将对应参数一一往左平移,保证投影方法不造成原车牌号的变化,即为将原图像拉伸校正变换。

1.4 车牌字符分割

采用上述方法,能够较好地完成车牌号区域定位,随后对车牌选中区域的字符进行分割。由于车牌可能沾有泥土或由于其他因素影响车牌照的清晰度,那么给车牌字符的分割增加难度,即通过车牌分割技术决定了车牌识别的好坏。

在车牌照字符分割之前必须对其进行图像的二值化处理。图像的二值化处理是为了减少让图像中的数据信息量,从而可以清晰显示出车牌号码的轮廓,降低分割难度。

在分割图片时主要根据两种情况分割,一种是灰度等级相同,如果在图片内部存在一些平衡相等的灰度值,且一些地方的灰度值具有相同的平衡背景,通过设定适当的阈值,便可以达到切割目的;另一种是如果图片中物体的背景不能通过灰度值区别,但可以通过一些特性变化将该属性值转化到灰度值中,便可以结合设定阈值方法对图像进行切割。

车牌照通过灰度化处理后可以得到车牌号码区域,再利用二值化方法对图像进行处理,之后对车牌照中号码区域进行分割,便可以准确提取车牌号码。

文中采用投影法对车牌字符进行分割。在提取到汽车车牌照图形后,由于车牌单个字符结构简单且分布均匀,利用投影法切分出来的文字边缘较准确,为了对车牌识别更准确,随后对文字进行归一化,使文字的大小和位置一致。

文中使用双线性插值法实现归一化,根据归一化处理之前的文字像素的位置来计算归一化之后对应像素的颜色。设 $f(x, y)$ 为原字符图,归一化之后的字符图为 $g(x, y)$,点 (x_0, y_0) 为 $g(x, y)$ 图像中的点,对应于 $f(x, y)$ 中的点 (x_1, y_1) ,其关系式可表示如下:

$$g(x, y) = (1 - \alpha)(1 - \beta)f(i, j) + \alpha(1 - \beta)f(i + 1, j) + (1 - \alpha)\beta f(i, j + 1) + \alpha\beta f(i + 1, j + 1) \quad (5)$$

其中, i, j 为点 (x_1, y_1) , $\alpha = x_1 - i$, $\beta = y_1 - j$ 。

利用 $\text{imresize}()$ 函数对切分结果进行归一化处理,字符的大小为 24×48 像素,如图 9 所示。



图 9 字符归一化后的 7 个字符

1.5 字符识别

字符归一化处理可得单个文字的图片,随后需要对单个图片进行识别,才能得到正确的车牌号^[13-14]。评判车牌识别系统性能的唯一标准是该系统能够正确识别车牌号码,每一个字符都必须是准确无误的。文中采用 9 宫格模板匹配法进行车牌识别,首先根据文字的特征把字符图像分区,主要根据分布区域提取文字的特征,同时采用同样的方法提取模板相同特征,其次比较文字和模板的特征,最后根据对比结果获得相应的文字模板。

提取车牌特征时主要把待识别字符划分为 9 宫格,先将待识别字符沿水平方向平均分为三块,每块高度为 16 个像素,然后在每一块设置一条横向的扫描线,沿扫描线从左至右依次查找字符特征;同样再将输入文字沿垂直方向均分成三块,每块宽度为 8 个像素,在每一块设置一条沿纵向的扫描线,从上到下依次查找字符特征。把以上步骤中所有线上的特征作为该待识别图像的特征。通过这样的方法,极大地减少了需要进行比对的数据量,简化了运算^[15]。最后,仅需要比较输入文字图像的特征数与模板的特征数即可,从而大幅减少了对比匹配的运算量^[16]。

2 实验仿真与结果分析

文中采用 MATLAB 软件设计车牌识别系统。首先对车牌照片采用加权平均法进行灰度处理,利用 Roberts 算法提取车牌边缘;其次利用腐蚀运算和闭运算消除部分干扰模块,结合车牌垂直定位法选取多峰值设置阈值,可获得精确车牌位置;再对车牌进行字符分割,主要根据车牌中字符的宽度、高度,字符和字符间隔把车牌分割为单独的字符;最后采用 9 宫格模板匹配法进行车牌识别,识别字符与车牌号码一致。由于汉字识别难度较大,为了较好地测试该系统的灵敏度,对不同地域的车牌号进行测试,其中车牌采用“京 A. 88888”,实验结果如图 10 所示。

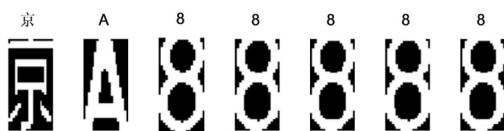


图 10 车牌识别结果

实验结果表明,图 10 相较于图 8,清晰度和准确率较高,即采用 9 宫格模板匹配法进行车牌识别,提高了运算效率和识别效果。

3 结束语

采用 MATLAB 语言进行编程,实现了车牌识别系统中图像预处理、车牌定位、字符分割和字符识别的具体功能。采用 9 宫格模板匹配法对车牌识别,根据文字的特征把字符图像分区提取文字特征和模板特征,并将文字和模板的相同特征进行对比,从而根据对比结果获得相应的文字模板,最终完成车牌识别系统软件设计。实验结果表明,该方法提高了车牌识别的清晰度和准确率,并考虑了图像环境、光照、色彩和拍摄角度的敏感性,具有广泛的应用价值,基本达到了预期目的。

参考文献:

- [1] KRIZHEVSKY A, SUTSKEVER I, HINTON G E. ImageNet classification with deep convolutional neural networks[J]. Communications of the ACM, 2017, 60(6): 84-90.
- [2] ZE Heiga, SENIOR A, SCHUSTER M. Statistical parametric speech synthesis using deep neural networks[C]//International conference on acoustics speech and signal processing. Vancouver, BC, Canada: IEEE, 2013: 7962-7966.
- [3] 杨 渝, 陈 瑶, 苏 昆, 等. 公路路面无人值守超限车辆自动识别系统设计[J]. 机械与电子, 2017, 35(4): 61-64.
- [4] 张小凤, 刘向阳. 基于图像超像素分析的图像分割方法[J]. 计算机技术与发展, 2018, 28(7): 25-28.
- [5] 张 洁, 方厚加. 基于图像处理技术的车牌识别研究[J]. 智能计算机与应用, 2016, 6(1): 75-79.
- [6] 王洪建. 基于 HSV 颜色空间的一种车牌定位和分割方法[J]. 仪器仪表学报, 2005, 26(8): 2174-2176.
- [7] 李 玲, 贾磊磊, 张 旭. 基于图像处理的车牌识别研究[J]. 科技创新导报, 2015(16): 20-21.
- [8] 史海玲, 邱晓晖. 运动模糊车辆图像复原方法研究[J]. 计算机技术与发展, 2016, 26(8): 60-64.
- [9] 陈耀从. 进出小区车牌识别门禁系统关键技术探讨[J]. 现代信息科技, 2018, 2(1): 130-131.
- [10] CHEN Rongbao, LUO Yunfei. An improved license plate location method based on edge[J]. Physics Procedia, 2012, 24: 1350-1356.
- [11] MOUSA A. Canny edge detection based vehicle plate recognition[J]. International Journal of Signal Processing Image Processing & Pattern Recognition, 2012, 5(3): 1-7.
- [12] GIRSHICK R, DONAHUE J, DARRELL T, et al. Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation[C]//Proceedings of the 2014 IEEE conference on computer vision and pattern recognition. Columbus, OH, USA: IEEE, 2014: 580-587.
- [13] 王久增. 双网口多功能数字车牌识别仪的研究与应用[J]. 公路交通科技: 应用技术版, 2017, 13(6): 335-336.
- [14] 李育奇. 图像处理在车牌识别中的应用[J]. 黑龙江科学, 2018, 9(5): 14-15.
- [15] WANG Y R, LIN W H, HORNG S J. A sliding window technique for efficient license plate localization based on discrete wavelet transform[J]. Expert Systems with Applications, 2011, 38(4): 3142-3146.
- [16] SMARA G A, KHALEFAH F. Localization of license plate number using dynamic image processing techniques and genetic algorithms[J]. IEEE Transactions on Evolutionary Computation, 2014, 18(2): 244-257.