

文章编号: 1000-5862(2017)06-0651-05

像素连接车牌定位技术的研究

邓泓^{1,2} 李水泉³ 彭莹琮^{1,2}

(1. 江西农业大学软件学院, 江西 南昌 330045; 2. 江西省高等学校农业信息技术重点实验室, 江西 南昌 330045;

3. 深圳大学计算机与软件学院, 广东 深圳 518060)

摘要: 车牌定位作为车牌识别的先导部分, 其准确性决定了车牌识别系统的可靠性. 现有车牌定位技术对融合后的图像进行形态学操作时, 存在结构元素大小不易控制, 并且若车身有着与车牌同样的颜色, 形态学膨胀容易造成两者相连接的问题. 针对该问题, 提出了像素连接的车牌定位方法, 达到较好的车牌识别边缘检测效果.

关键词: 车牌定位; 像素连接; 边缘检测

中图分类号: TP 311 **文献标志码:** A **DOI:** 10.16357/j.cnki.issn1000-5862.2017.06.19

0 引言

车牌识别是城市智能交通中的重要组成部分, 由于它的实时性、高效性、智能性使它能够较大幅度上替代了人工劳动, 节省了大量的人力, 节约了大量的时间, 它在车辆违章检测、道路交通监测、停车场管理等领域起到了重要作用. 一般的车牌识别系统包括图像采集、图像预处理、车牌定位和字符识别等. 车牌定位作为车牌识别的一部分, 它的准确性决定了后续车牌字符识别是否正确, 从而决定了系统的可靠性. 车牌定位技术自20世纪80年代起有了相关研究^[1-2], 如1982年英国一个研究小组将一套车牌定位与识别系统架设在公路上, 对被盗车辆进行识别并报警, 但当时该系统识别率较低. 到了20世纪90年代进行了较为系统的研究, 目前, 美、日、英、德、澳等国家对车牌定位与识别技术的研究有了较高的水平并将其应用于实际场合. 我国的车牌定位技术研究起步较晚, 但也有了较大的进步, 如汉王科技公司的“汉王眼”、香港的 Asia vision Technology LTD 的智能城市产品等对车牌的定位率较高. 目前, 常用的车牌定位算法有: 基于边缘的车牌定位^[3], 基于颜色的车牌定位^[4-5], 基于形态学运算的车牌定位^[6]等. 因我国车牌比较复杂, 单一的车牌定位方法并不能取得很好的效果. 王枚等^[7]提出了融合边缘检测与 HSV 颜色特征

的车牌定位技术. 李艳^[8]提出了基于车牌的颜色特征的定位、基于形状特征与纹理特征定位相结合的技术. 虽然以上定位技术取得了不错的定位效果, 但还存在以下几个缺点: (i) 将融合后的图像进行形态学操作时, 使用结构元素^[9]的大小不易控制. 通过将边缘检测后的图像与仅有车牌颜色区域的图像的融合, 即留下了两者同一个位置上共有的有效像素点, 虽然排除了大量干扰区域, 但融合后的图像中有效像素点较为分散. 由于拍摄角度、距离和质量不同等原因, 使得车身在图像中的尺寸不同, 若车身尺寸较小, 如使用了较大的结构元素进行形态学扩散, 则车牌容易与车身连成一片, 增加了判断的复杂度. 若尺寸较大, 而使用了较小的结构元素, 则不能恢复完整的车牌区域. (ii) 若车身与车牌相同颜色, 形态学膨胀容易造成与车身连成一片. 车身与车牌有相同的颜色, 使得融合后的车牌区域和其附近的车身区域成为了有效区域, 特别是车牌的上下边界距离较近, 通过膨胀的方法容易与车身相连.

本文针对融合后的图像进行形态学^[6-8, 10]操作时结构元素大小不好控制, 并且若车身与车牌的颜色相同, 形态学膨胀容易造成两者相连接的问题, 提出了像素连接的车牌定位方法, 结合我国车辆牌照的特征, 使用 Sobel 算子^[11-14]与非极大值抑制^[15-16]的方法相结合进行边缘检测操作, 达到了较为理想

收稿日期: 2016-11-17

基金项目: 国家自然科学基金(71362019), 江西省普通本科高校中青年教师发展计划访问学者专项资金(赣教办函[2016]109)和江西省教育厅科技课题(GJJ14282)资助项目.

作者简介: 邓泓(1977-), 男, 江西都昌人, 副教授, 主要从事农业信息化与图像处理的研究. E-mail: jxaudh@aliyun.com

的车牌识别系统中的边缘检测效果.

1 像素连接车牌定位算法

1.1 像素单元

经过融合的图像,去除了大部分干扰区域,但车牌部分的完整性也因此被破坏了,留下较为分散的车牌字符边缘像素点,将这些留下的有效像素点称为像素单元.

1.2 Sobel 算子

目前常用的一阶边缘检测算子有 Sobel 算子、Prewitt 算子和 Robert 算子等,在这几种边缘检测算子中,Sobel 算子的检测性能和抗噪声性能较好,检测边缘连续不易间断^[17].因此,采用 3×3 的 Sobel 卷积模板 x 方向和 y 方向模板,如图 1 所示.

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

x 方向模板

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

y 方向模板

图 1 Sobel 卷积模板

x 梯度方向为

$$g_x = \begin{vmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{vmatrix} \times g,$$

y 梯度方向为

$$g_y = \begin{vmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{vmatrix} \times g,$$

梯度值为

$$g(x, y) = \sqrt{g_x^2 + g_y^2},$$

其中 g 表示原始图像像素值, g_x 、 g_y 分别表示经 x 、 y 方向边缘检测的图像.

1.3 非极大值抑制

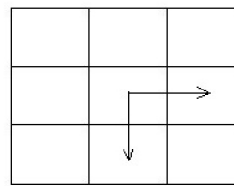
非极大值抑制主要是为了消除双边效果,细化边缘.一般而言,非极大值抑制使用 \tan 角度进行 4 个方向的划分.王静等^[17]提出了一种基于非极大值抑制的亚像素中心定位方法.该方法利用 Sobel 算子对圆形目标物进行边缘检测,通过改进非极大值抑制方法获取连续细化的边缘.而由于车辆边缘大多是呈水平和垂直状的,并且消除的双边效果也主要用于分离车牌与车身的上下和左右边界,因此利用这个特征,在本文中仅仅使用水平和垂直方向进行抑制,抑制的方向为

$$\alpha(x, y) = \begin{cases} 0, & |g_x| > |g_y|, \\ \pi/2, & |g_x| < |g_y|. \end{cases}$$

图 2 为抑制前的边缘检测图,图 3(a) 抑制方向图,图 3(b) 为抑制后的效果图.



图 2 抑制前的边缘检测图



(a)



(b)

图 3 非极大值抑制方向划分图和非极大值抑制的边缘检测图

Sobel 算子不但有较好的抗噪声能力,并且其卷积模板和车辆的边缘是相同的,均呈水平和垂直方向的.因此,通过使用 Sobel 算子能较好地进行边缘检测.但是通过 Sobel 算子找出的边缘部分会存在双重边缘,为了去掉双边效果,使用仅有水平和垂直 2 个方向的非极大值抑制方法来去除双边效果,这样不仅能去除这 2 个方向的双边效果,满足对车辆边缘检测的要求,同时比 4 个方向划分的非极大值抑制运算速度更快.

1.4 距离的数学期望值

根据融合处理后的图像中车牌字符部分存在较多离散的有效像素点这一特点,设定一个期望阈值,比这个值小的两点间距离就可能为车牌区域,达到能自适应地区分车牌和非车牌区域的目的.距离的数学期望值公式为

$$s_{um} = \sum_{i=0}^{i=100} d_i,$$

$$e_{xp} = \sum_{i=10}^{i=100} d_i / s_{um} \times i,$$

其中 d_i 为距离为 i 的个数, e_{xp} 为像素点之间距离的数学期望值.

1.5 车牌区域定位判定

对融合后的图像进行深度优先搜索后得到一个矩形区域,如果这个车牌区域同时满足以下 3 个条件: (i) l_{engh} 在 (40, 320) 区间, (ii) l_{engh} 与 w_{idth} 的商在

(1.5.4) 区间 (iii) $v_{validPixelNumber}$ 的值大于 $s_{squareArea}$ 值的 6 倍才能判定为车牌区域, 其中 l_{length} 为处理后图像的像素的长, w_{width} 为处理后图像的像素的宽, $v_{validPixelNumber}$ 为有效像素个数, $s_{squareArea}$ 为整个矩形面积.

以 $1\,024 \times 768$ 像素的图像为例,若该区域中宽度大于 40 个像素并且小于 320 个像素,宽高比在 1.5 和 4.0 之间,同时白色像素个数大于总面积像素个数的 $1/6$,则认为这是一个车牌。


2 像素连接车牌定位算法

我国车辆牌照的几个特征情况: (i) 车辆牌照颜色有蓝色、黄色、白色和黑色; (ii) 蓝色和黑色车牌的字符颜色为白色 ,黄色和白色车牌的字符颜色为黑色; (iii) 车牌的轮廓尺寸为 440×140 ,宽高比接近 3: 1; (iv) 车牌字符数为 7 位 ,并且每个字符之间有间隔. 为了实现更适用于本车牌识别系统的边缘检测 ,并结合我国车辆牌照的特征 ,本文提出像素连接的车牌定位方法 ,使用 Sobel 算子与非极大值抑制的方法相结合进行边缘检测操作 ,达到了较为理想的效果. 像素连接车牌定位算法的流程图如图 4 所示.

该定位算法的算法描述如下:

(i) 根据图像的 RGB 色彩模型得到 HSV 色彩模型, 先对蓝色区域进行检测, 若最后处理无结果则对黄色区域进行检测, 同理进行黑色和白色区域, 分别获得彩色图像和灰色图像, 彩色图像为仅有特定颜色区域的二值化图像. 由于我国车辆牌照中蓝色居多, 其次为黄色, 最后为黑色和白色, 因此对于计算时间上是可行的;

(ii) 对彩色图像进行一次形态学腐蚀和一次形态学膨胀操作, 得到图像 img_1 ;

(iii) 对灰像图像进行边缘检测,得到图像;

(iv) 将图像 img_1 和图像 img_2 进行各像素的“与”操作,即相同位置上都为白色则该位置像素值为 255,其余为 0,得到图像 img_3 . 并求取 img_3 中各像素点 10~100 距离的数学期望值;

(v) 遍历每一个有效像素点,车身的边缘部分为无效像素点,判断需要连接的像素点是否是车身的边缘部分的方法是该点不在水平或者垂直方向的一条长直线上.如为有效像素点,则计算与下一个有效像素点的距离,判断距离是否小于(iv)所计算的数学期望值.如小于该值,将两像素点相连接;

(vi) 对 img_3 中每一片独立的白色点进行深度

优先搜索,得到左上、左下、右上、右下边界点,以及该区域内所有的白色像素总和;

(vii) 判断(vi)中得到的数据是否是车牌区域.

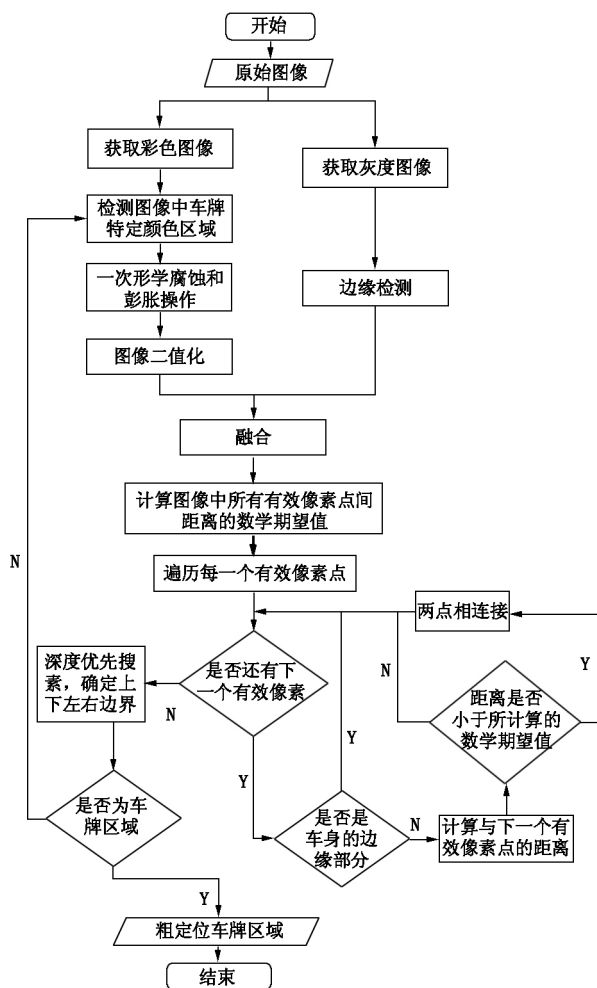


图 4 车牌区域定位流程图

3 实验结果

为了进一步验证算法的可靠性,本文通过各种途径随机采集的 100 个样本进行了车牌区域粗定位准确率的验证,并与另外 3 种车牌区域定位的方法相比较,其中方法 1^[5]为单一地使用特定颜色进行定位,方法 2^[7]为融合边缘检测与 HSV 特定颜色的定位技术,方法 3^[8]为通过颜色特征、纹理特征、数学形态学等多种技术融合的方法,4 个算法的实验在统一的硬件和软件平台上运行,具体运行环境如表 1 所示,实验结果如表 2 所示。

车牌定位的效果好坏主要取决于准确率和定位时间,准确率是车牌定位算法好坏的直接指标,而定位时间短能够应用于对实时性要求高的场合。表2的结果表明,在我国车牌的定位中,使用单一的定位

技术的效果并不好. 比如方法 1 中使用特定颜色定位的方法, 在多背景的条件下, 出现的干扰项较多, 该方法会无法准确判断车牌位置, 准确率较低. 方法 2 中使用的融合边缘检测与 HSV 特定颜色定位技术, 在拍摄角度、距离、质量等相同的情况下能够得到较好的效果, 但是对于处理这些变量不同的情况就存在缺点. 方法 3 中通过颜色特征、纹理特征、数学形态学等多种术溶合的方法, 定位准确率较高, 但是通过纹理特征分析的方法使得定位时间较长. 本文的多技术溶合中, 使用改进的边缘检测与 HSV 颜色特征的融合技术, 使得准确率和时间效率进一步提高, 因此相比于其他方法, 无论是从准确率, 还是算法的时间上来看, 效果是较佳的.

表 1 算法运行环境

硬件或软件	配置
cpu	I5-3230M 2.6Hz
内存	4GB
操作系统	Win7 64 位
软件平台	QT5.6
图形库	opencv2.3

表 2 100 个样本的准确率

方法	图像特点	准确率/%	算法时间/(s·幅 ⁻¹)
方法 1	彩色图像	93	4
方法 2	彩色图像	95	3
方法 3	彩色图像	96	4
本文	彩色图像	98	2

4 总结与展望

车辆牌照识别系统在计算机视觉以及智能交通领域具有重要作用, 一个智能化的识别系统才能满足不断增长的车辆需求. 车牌定位是车辆牌照识别系统的先导部分, 直接决定了系统的准确性. 本文基于复杂背景下的车牌图像进行研究, 提出像素连接的车牌定位方法. 本文将边缘检测算法和车牌特征融合的图像进行像素的连接, 实现了车牌区域的粗定位并取得较好的效果.

本文设计的车牌定位技术虽然能够较精准地定位出距离适中、清晰度高的车牌, 但是仍有许多工作需要进一步进行: 1) 在本文的基础上对车牌进行斜倾校正及精确定位, 以达到精确定位出车牌上下边界、车牌左右边界; 2) 在本文的基础上, 进行字符区域定位的研究.

5 参考文献

- [1] Rodolfo Zunino, Stefano Rovetta. Vectorquantization for license plate location and image coding [J]. IEEE Transactions on Industrial Electronics 2000, 47(1): 159-167.
- [2] 凌佳宁. 车牌定位与车牌字符识别算法的研究与实现 [D]. 成都: 电子科技大学, 2012.
- [3] Arker J R. An approach to license plate recognition [EB/OL]. [2016-04-23]. <http://pharos.cpsc.ucalgary.ca>.
- [4] Cui Zongyong, Xie Mei. A method for blue background white characters car license plate location [C]. IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology 2009: 393-395.
- [5] 潘寒飞. 基于颜色特征的车牌定位与分割技术的研究 [D]. 重庆: 重庆大学, 2012.
- [6] 李艳, 王学军. 车牌定位技术研究 [J]. 河北省科学院学报 2013, 30(2): 35-39.
- [7] 王枚, 王国宏, 潘国华. 融合边缘检测与 HSV 颜色特征的车牌定位技术 [J]. 计算机应用研究 2007, 24: 209-211.
- [8] 李艳. 车牌识别关键技术研究 [D]. 石家庄: 石家庄铁道大学, 2015.
- [9] 冈萨雷斯, 伍兹. 数字图像处理 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2010.
- [10] 李文举, 梁德群, 张旗. 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.
- [11] 顾钰彪. 车牌识别系统的研究 [D]. 宁夏: 宁夏大学, 2014.
- [12] Gao Hanfei, Sun Wanrong, Liu Xinran, et al. Research and implementation of a license plate recognition algorithm based on hierarchical classification [J]. Journal of Computer and Communications 2014, 2(2): 25-33.
- [13] 康健新. 基于图像的车牌识别系统的设计和实现 [D]. 吉林: 吉林大学, 2014.
- [14] Javier Ortiz, Alberto Gómez. License plate recognition for parking control system by mathematical morphology [J]. Journal of Electronic Science and Technology 2014(1): 81-84.
- [15] 李旭, 王正勇, 吴晓红, 等. 一种改进非极大值抑制的 Canny 边缘检测算法 [J]. 成都信息工程学院学报, 2011, 26(5): 564-569.
- [16] 王文涛, 朱顺安, 唐苑. 一种自适应非极大值抑制边缘检测算法及 FPGA 设计实现 [J]. 小型微型计算机系统 2014, 35(8): 1926-1930.
- [17] 王静, 王海亮, 向茂生, 等. 基于非极大值抑制的圆目标亚像素中心定位 [J]. 仪器仪表学报, 2012, 33(7): 1460-1467.

The Study on License Plate Location Technology by Pixel Connection

DENG Hong^{1,2}, LI Shuiquan³, PENG Yingqiong^{1,2}

(1. School of Software, Jiangxi Agricultural University, Nanchang Jiangxi 330045, China;

2. Key Laboratory of Agricultural Information Technology of Jiangxi College, Nanchang Jiangxi 330045, China;

3. College of Computer Science & Software Engineering, Shenzhen University, Shenzhen Guangdong 518060, China)

Abstract: License plate location is regarded as the guide part of the license plate recognition, its accuracy determines the license plate recognition system reliability. The existing license plate locating algorithm has the following two problems, which is the fusion image morphological operation, the size of structural elements control; and if the body has a license and the same color and morphological dilation is likely to cause both connected. In view of the above problems, the method of license plate location based on pixel connection has been proposed to achieve the better edge detection results of the license plate recognition system.

Key words: license plate location; pixel connection; edge detection

(责任编辑: 冉小晓)

(上接第640页)

The Symmetry and Conserved Quantity for Singular Lagrangian Systems on Time Scales

SONG Chuanjing¹, ZHANG Yi^{2*}

(1. School of Mathematics & Physics, Suzhou University of Science and Technology, Suzhou Jiangsu 215009, China;

2. College of Civil Engineering, Suzhou University of Science and Technology, Suzhou Jiangsu 215009, China)

Abstract: Noether symmetry and conserved quantity for singular Lagrangian system on time scales are studied. Firstly, the differential equations of motion on time scales for singular Lagrangian system are presented. Secondly, the definitions and criteria of Noether symmetry and Noether quasi-symmetry for this system are studied. Lastly, conserved quantities deduced from Noether symmetry and Noether quasi-symmetry are obtained for singular Lagrangian system on time scales. And an example is given to illustrate the results.

Key words: symmetry; conserved quantity; singular Lagrangian system; time scale

(责任编辑: 冉小晓)