

基于颜色分割与 Sobel 算子相结合的车牌定位

侯向宁,刘华春

(成都理工大学 工程技术学院,四川 乐山 614007)

摘要:在分析 Sobel 算子和颜色分割定位算法的基础上,针对 Sobel 算子在复杂背景及垂直边缘交错场景下定位效果不佳,以及颜色分割定位在车牌与车身颜色接近时导致无法分割的问题,提出了基于 HSV 颜色空间的颜色分割与 Sobel 算子相结合的车牌定位方法。通过将 RGB 颜色空间转为 HSV 颜色空间先进行颜色分割定位,当光照不均或车牌与车身颜色接近导致颜色定位失败时,再利用 Sobel 算子进行二次定位,并将获取的候选车牌送到已经训练好的 SVM 分类器模型,从而实现车牌的精确定位。实验结果表明,与单纯的颜色分割定位和 Sobel 算子定位相比,该方法能进一步提高车牌定位的精度,并且在光照不均、车牌与车身颜色相近以及复杂场景下,都具有很强的适应性和鲁棒性。

关键词:Sobel 算子;颜色分割;HSV 颜色空间;车牌定位;SVM 模型

中图分类号:TP391

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2018)08-0156-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2018.08.033

License Plate Location Based on Color Segmentation and Sobel Operator

HOU Xiang-ning, LIU Hua-chun

(School of Engineering & Technique, Chengdu University of Technology, Leshan 614007, China)

Abstract:Based on analysis of Sobel operator and color segmentation location, aiming at the problem that Sobel operator's performance is poor under the complex background and vertical edge staggered scenario, and color segmentation can't split the license plate with the body when their color is more close, we propose a license plate location method by combining color segmentation based on HSV with Sobel operator. Through transforming the RGB to HSV for color segmentation location, when color location is failed due to uneven illumination or similar color of license plate and car body, then the Sobel operator is used for secondary positioning, and the candidate license plate obtained is put into trained SVM classifier model so as to realize the accurate location of the license. Experiment shows that compared with the traditional color segmentation and Sobel operator, the proposed method can further improve the accuracy of license plate location and possess strong adaptability and robustness due to uneven illumination, similar color of license plate and car body and complex scene.

Key words:Sobel operator; color segmentation; HSV; licence plate location; SVM model

0 引言

车牌定位在车牌识别系统中起着至关重要的作用,车牌定位的准确与否,直接影响到后续的字符分割和字符识别的效率,从而影响整个系统的速度和识别率。

从广义的角度,车牌定位可以分为基于灰度图像的边缘检测和基于彩色图像的色彩分割两类^[1]。基于灰度图像的边缘检测首先把彩色图像转换为灰度图像,然后对灰度图像进行相关处理以定位车牌。该方法的优点在于计算量小、速度快、实时性较好;缺点是在复杂背景下定位的效果不理想。基于彩色图像的色彩分割利用车牌的颜色特征定位车牌,其优点是在复杂背景下车牌定位的效果很好;缺点是计算量较大、速度不够快。

单一的车牌定位方式很难同时保证车牌定位的准确性和实时性,因此文中将在两类算法的基础上,结合两者的优点,使得车牌定位的准确性和实时性都能得到较大的提升。

1 Sobel 算子定位

在车牌定位方法中,边缘检测算法时间复杂度较低,但在实践中效果较好,是目前较为成熟的方法。常

收稿日期:2017-08-15

修回日期:2017-12-28

网络出版时间:2018-03-07

基金项目:四川省教育自然科学基金重点项目(12ZA200);成都理工大学工程技术学院青年科学基金(C122016006)

作者简介:侯向宁(1972-),男,硕士,讲师,研究方向为图形图像处理、机器学习与云计算。

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20180307.1427.058.html>

用的边缘检测算法有 Roberts 算子、Sobel 算子、Prewitt 算子、Canny 算子等^[2-8]。选择边缘检测算法时,既要考虑边缘定位的精度,也要考虑抗噪性,当两方面很难兼备时,要做适当的权衡^[8]。在众多边缘检测算法中,Sobel 算子较为常用,因为 Sobel 算子计算量小,边缘检测效果好。另外,Sobel 算子采用了局部平均,因此抗噪性较好^[9]。

基于 Sobel 算子的车牌定位首先利用高斯模糊对原始图像进行去噪,然后进行灰度化,使用 Sobel 查找垂直边缘,为减少计算量,将 Sobel 算子生成的灰度图像转换为二值图像。利用闭操作将车牌字符连成一个连通域,以便取轮廓^[10],求得连通域的外接矩形,并对外接矩形的尺寸进行判断,从而得到可能的候选车牌。最后进行归一化,使上步得到的候选车牌保持相同的尺寸,目的是便于进行后续的机器学习,最终得到精确定位的车牌。

一般情况下,大部分的车牌可以由 Sobel 算子定位出来。但对于背景稍复杂,垂直边缘交错的场景,Sobel 算子很难精确定位车牌。

2 颜色分割定位

由于 RGB 颜色空间不符合人们对颜色相似性的主观判断,不能通过两个颜色点之间的距离来表示两种颜色之间的感知的差异^[11-12]。HSV 颜色空间比 RGB 颜色空间更接近人们对颜色的主观认识^[13],因此,文中基于 HSV 颜色空间对彩色图像进行分割

定位。

如图 1 所示,HSV 空间模型是一个倒置的圆锥,其中 H 分量表示色调, S 分量表示饱和度, V 分量表示亮度。 H 取值为 $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$,其中 0° 表示红色, 120° 表示绿色, 240° 表示蓝色^[14]。 S 和 V 分量的取值范围均为 $0.0 \sim 1.0$, S 和 V 分量的值越大,表示颜色越来越饱和,色彩越来越明亮。

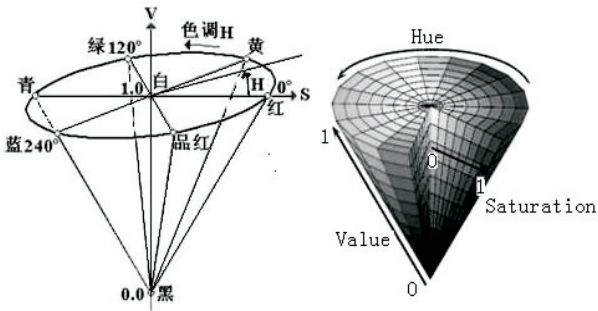


图 1 HSV 空间模型

显然,要在彩色图像中定位出车牌,必须设置 H 、 S 和 V 三个分量的阈值。首先设置 H 分量的阈值。为了免去不必要的干扰,先将 S 及 V 的值置为 1,然后不断调整 H 分量,实践中不难发现,蓝色车牌的颜色范围 H 分量的值在 $200 \sim 280$ 之间;黄色车牌的颜色范围,其 H 分量的值在 $30 \sim 80$ 之间。接下来用类似的方法来确定 S 和 V 的阈值,实践中发现当 S 分量的值在 $0.35 \sim 1$, V 分量的值在 $0.30 \sim 1$ 时,效果非常理想。

明确使用 HSV 模型以及用阈值进行判断以后,颜色定位的完整流程如图 2 所示。

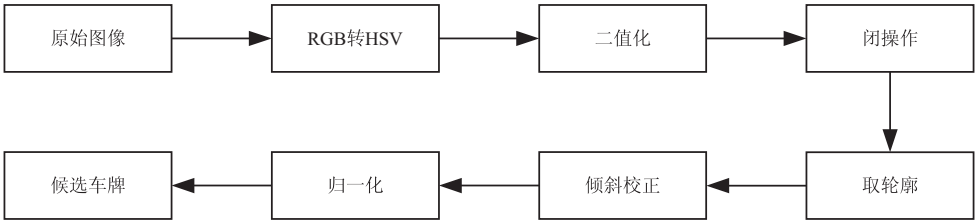


图 2 颜色分割定位流程

首先,将 RGB 颜色空间转为 HSV,具体如下:

$$h = \begin{cases} \text{undefined} & \text{if } \max = \min \\ 60^{\circ} \times \frac{g - b}{\max - \min} + 0^{\circ} & \text{if } \max = r \text{ and } g \geq b \\ 60^{\circ} \times \frac{g - b}{\max - \min} + 360^{\circ} & \text{if } \max = r \text{ and } g < b \\ 60^{\circ} \times \frac{b - r}{\max - \min} + 120^{\circ} & \text{if } \max = g \\ 60^{\circ} \times \frac{r - g}{\max - \min} + 240^{\circ} & \text{if } \max = b \end{cases}$$

$$s = \begin{cases} 0 & \text{if } \max = 0 \\ \frac{\max - \min}{\max} = 1 - \frac{\min}{\max} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$v = \max$$

二值化即遍历原始图像的每个像素,如果其 S 分量的值在 $0.35 \sim 1$ 之间, V 分量的值在 $0.30 \sim 1$ 之间,并且 H 值在 $200 \sim 280$ 之间或 $30 \sim 80$ 之间,就将该像素置为白色,否则置为黑色。至此,从原始的彩色图像得到了对应的黑白两色的二值图像。

接下来的流程跟 Sobel 算子定位中后续的流程一样,这里不做赘述。

实践中发现,采用 HSV 颜色空间模型后,在光照适当、色彩充足的情况下,近乎 70% 的车牌都可以被定位出来,车牌定位的效果非常好。但是当光照不均、车牌与车身颜色相近时,根本无法定位。

3 颜色分割与 Sobel 算子相结合的定位

对于用单一方法不能成功定位的情形,采用基于 HSV 空间模型的颜色分割与 Sobel 算子相结合的定位方式,将两种方法的优势结合起来,以成功实现各种场景下车牌的定位。为了尽可能提高车牌定位的成功率,采用 SVM 模型,对之前得到的候选车牌进行分类。

3.1 支持向量机

支持向量机 (SVM)^[15] 是一个二分类器,把原来样本空间中线性不可分的问题,通过非线性映射转移至一个高维空间,将其最终转化为特征空间中的线性可分问题,并且升维后不必担心计算的复杂性^[16]。

之前用颜色分割或 Sobel 算子得到的候选车牌,可能是也可能不是车牌,SVM 模型的作用就是从候选车牌中找出真车牌,如图 3 所示。

要达到上述功能,就必须对 SVM 模型进行训练。首先用颜色分割或 Sobel 算子得到 3 000 个候选车牌,



图 3 从候选车牌中找出车牌

然后给这 3 000 个候选车牌分别贴标签,也就是手动进行分类,将所有车牌及非车牌图像放置在两个不同的文件夹里。最后把贴好标签的图片送 OpenCV 中的 train 方法进行训练,训练时要不断进行参数的调优,以便达到最优的分类效果。

3.2 颜色分割与 Sobel 算子相结合的定位

基于 HSV 空间模型的颜色分割与 Sobel 算子相结合的定位算法的流程如图 4 所示。

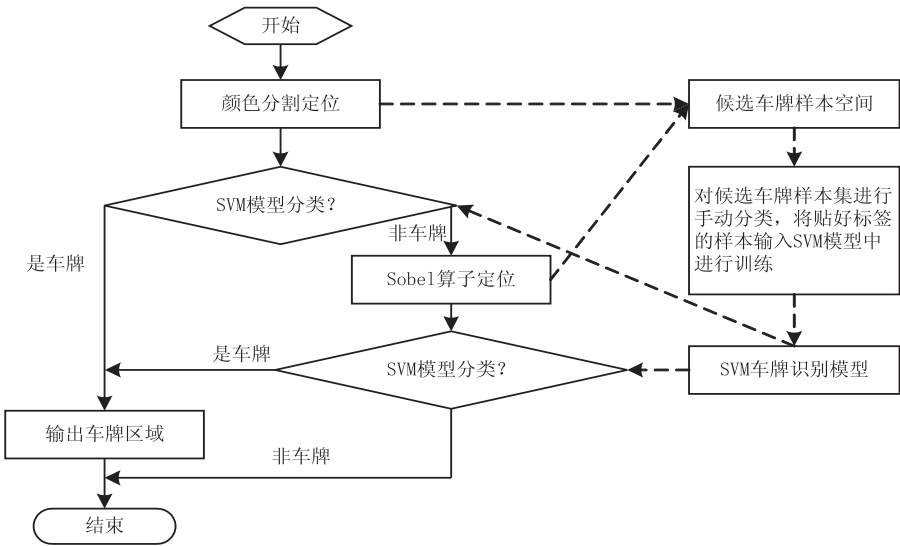


图 4 颜色分割与 Sobel 算子相结合的定位算法流程

首先利用颜色分割定位算法对车牌进行定位,将候选车牌送 SVM 模型进行分类,如果是车牌就直接将其输出,反之则对原始图像用 Sobel 算子进行定位,并将候选车牌送 SVM 模型进行分类,如果是车牌就输出,否则,就意味着两次分类均为非车牌,算法结束。

4 实验与结果分析

为测试算法在各种场景下定位的准确率,利用爬虫工具在线随机爬取 2 000 幅机动车彩色图像进行实验,这些彩色图像大小各异,拍摄角度、场景、光照情况也各不相同。另外,为了便于对比,实验分别对三种算法进行了测试。

颜色分割与 Sobel 算子相结合的定位结果如图 5 所示。 万方数据



图 5 颜色分割与 Sobel 算子相结合的批量定位为便于观察,将三种算法的实验结果导入表 1。

表 1 三种算法的实验结果

定位算法	定位成功	定位失败	准确率/%
Sobel 算子	1 279	721	63.95
颜色分割	1 496	504	74.80
颜色分割与 Sobel 算子相结合	1 945	55	97.25

从实验结果可以看出,采用颜色分割与 Sobel 算子相结合的算法比单纯用 Sobel 算子和颜色分割定位的准确率提高了近 20 ~ 30 多个百分点,不仅在正常情况下的成功率非常高,而且在光照不均、车牌与车身颜色相近以及复杂场景下,都具有很强的适应性和鲁棒性,定位成功率非常高。

5 结束语

在分析 Sobel 算子和颜色定位的基础上,提出了将颜色分割与 Sobel 算子相结合的车牌定位方法。先采用颜色定位,当光照不均导致颜色定位失败时,再采用 Sobel 算子进行定位。实验结果表明,该方法与单纯的颜色定位和 Sobel 算子定位相比,增强了系统的自适应能力和鲁棒性,并且大幅提高了车牌定位的精度,具有很强的适用性。

参考文献:

[1] 周志刚. 低对比度图像增强及图像边缘检测方法[D]. 武汉:华中科技大学,2014.

[2] HUANG Longjun, LIU Qinghua, TANG Jie, et al. Scratch line detection and restoration based on Sobel operator[J]. International Journal of Grid & Utility Computing, 2015, 6(2): 67-73.

[3] 周学海, 张 伍. 基于 Sobel 算子的多尺度边缘提取算法

+++++

(上接第 155 页)

[13] 刘光远, 苑森森, 董立岩, 等. 基于进化理论的用户流失预测分析[J]. 吉林大学学报:理学版, 2007, 45(2): 256-258.

[14] GORDINI N, VEGLIO V. Customer churn management and marketing retention strategies: an application of support vector machines based on AUC parameter-selection in the Italian electricity industry[J]. Journal of Integrative Agriculture, 2014, 14(4): 749-757.

[15] 李泽海. 数据仓库中多维数据处理与查询相关技术的研究[D]. 长春:吉林大学, 2005.

[16] 喻登科, 陈 华, 郎益夫. 基尼系数和熵在公平指数测量中的比较[J]. 统计与决策, 2012(3): 95-96.

[J]. 微电子学与计算机, 2006, 23(12): 12-14.

[4] 江 雯, 陈更生, 杨 帆, 等. 基于 Sobel 算子的自适应图像缩放算法[J]. 计算机工程, 2010, 36(7): 214-216.

[5] LI Jie, ZOU Lian, YAN Jia, et al. No-reference image quality assessment using Prewitt magnitude based on convolutional neural networks[J]. Signal Image & Video Processing, 2016, 10(4): 609-616.

[6] 蒋 伟, 陈 辉. 基于分数阶微分和 Sobel 算子的边缘检测新模型[J]. 计算机工程与应用, 2012, 48(4): 182-185.

[7] 刘国阳. 基于机器视觉的微小零件尺寸测量技术研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学, 2014.

[8] 张学兰, 李 军, 辛培红, 等. 基于 Prewitt 算子与形态学的纸病图像检测方法[J]. 纸和造纸, 2012, 31(8): 25-28.

[9] 罗春玲. 二维条码 QR 的纠错改进研究[D]. 武汉:武汉理工大学, 2012.

[10] 曹 黎. 基于移动终端的车牌识别系统研究与实现[D]. 西安:西安电子科技大学, 2012.

[11] 徐 瑛. 融合信息熵和特征提取的海水珍珠检测和识别技术研究[D]. 海口:海南大学, 2013.

[12] 黄晓明, 高陈强, 田阳阳. 自然场景文本区域定位[J]. 重庆邮电大学学报:自然科学版, 2015, 27(5): 700-705.

[13] 员伟康, 木拉提· 哈米提, 严传波, 等. 新疆维吾尔医草药图像颜色矩特征的研究[J]. 科技通报, 2015, 31(3): 29-33.

[14] 张爱兵. 基于中心区域双向匹配的图像检索技术研究[D]. 南京:南京信息工程大学, 2011.

[15] WANG Xiang, AN Kang, TANG Liang, et al. Short term prediction of freeway exiting volume based on SVM and KNN[J]. International Journal of Transportation Science & Technology, 2015, 4(3): 337-352.

[16] 白 雪. 基于半监督学习的极化 SAR 地物分类[D]. 西安:西安电子科技大学, 2014.

+++++

[17] 陈云樱, 吴积钦, 徐可佳. 决策树中基于基尼指数的属性分裂方法[J]. 微机发展(现更名:计算机技术与发展), 2004, 14(5): 66-68.

[18] 李 航. 统计学习方法[M]. 北京:清华大学出版社, 2012: 67-73.

[19] 孙 宝, 刘 玲. 线性回归模型预测借阅量[J]. 现代情报, 2007, 27(9): 159-161.

[20] 周志华. 机器学习[M]. 北京:清华大学出版社, 2016: 57-60.

[21] 潘少华. 拉格朗日正则化方法与线性规划原-对偶算法的研究[D]. 大连:大连理工大学, 2002.