基于分块投影和形态学处理的多车牌定位方法*

甘 玲，孙 博
（重庆邮电大学 计算机科学与技术学院，重庆 400065）

摘 要：针对多车牌定位中候选区域过多和结构元素选择不合理的问题，提出了一种基于分块投影和形态学分块处理的多车牌定位方法。对车牌图像进行预处理和水平差分处理，应用分块水平投影方法粗略定位车牌区域，用形态学分块处理确定车牌的候选区域，最后用车牌的特征去除伪车牌，定位出多个车牌。仿真实验结果表明，该方法能减少车牌候选区域，提高多车牌定位的效率。

关键词：多车牌定位；灰度特征；分块投影；形态学分块处理
中图分类号：TP391.41 **文献标志码**：A **文章编号**：1001-3695(2012)07-2730-03
doi:10.3969/j.issn.1001-3695.2012.07.090

Multiple license plate location based on separation projective and morphology operation

GAN Ling, SUN Bo
(*College of Computer Science & Technology, Chongqing University of Posts & Telecommunications, Chongqing* 400065, *China*)

Abstract: For the location of multiple license plates often has the problem of that too many candidate of license plate can be extracted and structuring element designed unreasonably, this paper presented a method for multiple license plate location based on separation projective and morphology operation. Firstly, it preprocessed and operated the gray image by horizontal difference; it could located the position for candidate of license plate roughly by separation horizontal projection. Then it detected candidate license plates by morphological block operations. Finally, it located the multiple license plates according to the features of vehicle license plate. The results of experiments show that the method in the text can reduce the quantity of candidate license plates largely and have higher accuracy and efficiency.

Key words: multiple plate location; gray feature; separation projective; morphological block operation

车牌识别是智能交通系统中的重要组成部分，被广泛应用于监控系统、自动收费系统和停车管理系统中。车牌识别主要包括车牌定位、字符分割和字符识别三部分。其中多车牌定位是解决多车牌识别的关键问题之一，关系到整个系统的成败。

目前多车牌定位的算法主要分为两类[1]：a）基于彩色特征的车牌定位方法[2~4]，该类方法不仅计算复杂，而且受光照和气候的影响较大（如夜晚、阴天等），虽可通过补光来加强颜色信息，但是其效果仍不理想；b）基于灰度特征的车牌检测方法[5,6]，这类方法利用车牌中的字符与背景在灰度域中存在跳变来定位。基于传统的边缘检测的方法对边缘敏感，会对车牌检测造成干扰。由于车牌区域具有梯度变换频繁的特征，且该特征受环境影响较小，所以常用方法 b）来定位车牌。具有代表性的是 Paunwala 等人[7]提出的一种基于数学形态学[8]和成分滤除的多车牌定位方法，该方法中水平投影处理会产生很多车牌干扰区域，同时用相同的结构元素进行形态学处理会使定位的准确度降低。

1 基于形态学和成分滤除的多车牌定位方法

1.1 算法简介

Paunwala 等人提出的基于数学形态学和成分滤除的多车牌定位方法主要包括预处理、车牌区域的提取和候选区域的验证三个部分。其中车牌区域的提取又包括水平差分处理、水平投影处理和形态学处理。

1.1.1 预处理

首先要对采集到的车牌图像进行预处理，包括图像灰度化和图像增强。用文献[9]中的方法来增强车牌的对比度，使之在复杂背景和光照不足的条件下也能很好地定位车牌。

1.1.2 车牌区域提取

车牌区域有丰富的垂直边缘信息，用式(1)对灰度图像作水平差分处理。灰度图像以及所得边缘图像分别如图 1 和 2 所示。

$$g_v(i,j) = |b(i,j+1) - b(i,j)| \tag{1}$$

图1 灰度图

图2 竖直边缘图像

为了去除部分背景区域和边缘干扰信息，将水平投影值与阈值 T 作比较，若小于阈值 T，则该行所有像素点的值赋值为零；否则不进行操作。通过计算水平投影值可以粗略地定位车牌区域。水平投影处理结果如图 3(a)所示。

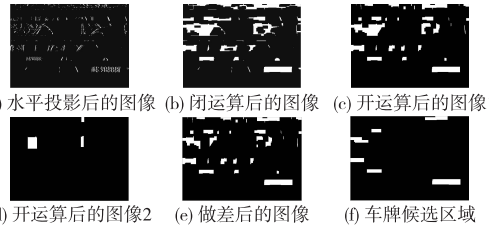
$$T = w_t \times M \tag{2}$$

收稿日期：2011-11-10；**修回日期**：2011-12-25 **基金项目**：国家自然科学基金资助项目(61075019)

作者简介：甘玲(1964-)，女，四川达州人，教授，硕士，主要研究方向为计算机图像处理、计算机语言与编译系统(kanling_163@163.com)；孙博(1987-)，男，河南南阳人，硕士，主要研究方向为数字图像处理.

其中:M 为水平投影的均值,w_t 为定值,原算法阈值设定为 1.2。

对图 3(a)进行形态学处理,先用形态学的开闭运算将车牌区域粘连在一起,然后分别用车牌的最大、最小高度以及最小车牌长度作为结构元素进行开闭运算,剔除非车牌区域,确定车牌的候选区域。其候选区域确定过程如图 3 所示。



(a) 水平投影后的图像 (b) 闭运算后的图像 (c) 开运算后的图像1

(d) 开运算后的图像2 (e) 做差后的图像 (f) 车牌候选区域

图3　候选区域确定过程

1.1.3　候选区域检验

车牌的候选区域确定后,需要用车牌的特征来检验这些区域是否为真正的车牌区域。所用到的检验操作包括:a)检验区域的尺寸,将候选区域的长度或宽度超出限定范围的区域剔除;b)检验面积,将候选区域的面积超出限定范围的区域剔除;c)检验宽高比,将候选区域的宽高比超出限定范围的区域剔除;d)检验填充度,将连通区域面积与包含区域的最小矩形面积的比值小于阈值的区域剔除。同时满足所有检验条件的区域即为车牌区域。

1.2　算法的不足

对 Paunwala 的算法进行仿真实验,发现该算法有以下值得改进的地方:

a)Paunwala 的算法采用整体投影的方法,针对图像中存在多个位置不固定的车牌,只能按照单个车牌情况来设定阈值,这样一些背景区域投影的累加值很容易大于所设阈值,不能很好地起到对背景区域的抑制作用,与车牌所处同一水平区域的背景也不能被滤除,不利于后面的形态学处理以及候选区域的验证处理。

b)在数学形态学处理过程中,结构元素的选择非常重要,一个合适的结构元素能准确地提取出所需要的车牌区域。在多车牌图像中,车牌数量、大小、位置均不固定,原算法用相同结构元素提取大小不一的车牌区域是不精确的。

2　改进的算法

针对 Paunwala 算法的不足,提出一种基于分块投影和形态学分块处理的多车牌定位方法。

2.1　算法思想

本文方法在 Paunwala 算法的基础上,对水平投影和形态学处理作了改进。首先对灰度图像进行原算法的预处理和水平差分处理,其次用分块水平投影来粗略地定位车牌区域,然后用形态学分块处理提取出车牌的候选区域,最后对候选区域进行验证以获取车牌区域。其流程如图 4 所示。

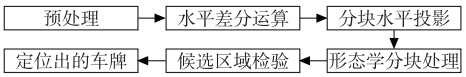


图4　本文算法流程

2.2　分块水平投影处理

针对 Paunwala 算法中整体投影处理的不足,本文采用分块水平投影的算法。对图像进行分块处理时要注意以下几个方面:a)各区域同一水平线上最多含有一个车牌;b)不含车牌的区域尽量少,以利用车牌区域丰富的垂直边缘信息抑制背景区域,尽可能多地去除背景区域,减少后续操作的运算量,同时减少候选车牌区域间接提高了车牌的定位率;c)为了避免将完整的车牌区域分割开,需要对分割线周围的区域进行二次投影,考虑到所用图像中最大车牌长度大约为整幅图像的 1/6,需向左、右各延伸 1/6 区域以包含完整的车牌区域,若分割的区域越多,则需要计算的区域越多。

根据以上三方面情况,分割情况如图 5 所示,将图像均分成 f_1 f_3 f_5 三块区域。由式(3)得到分块投影后的图像,g_1 区域图像由 f_1 区域投影处理得到,g_2 区域图像由 f_1 和 f_2 区域分别投影处理后的并集得到,以此类推,得到整幅车牌图像。

$$g(x,y)=\sum_{n=0}^{n=6}(f_n(x,y)\cup f_{n-1}(x,y)) \tag{3}$$

其中:x、y 为纵横坐标;$f_n(x,y)(n=0,\cdots,6)$ 为 f_n 区域中投影处理后的图像,$f_0(x,y)$ 和 $f_6(x,y)$ 的值均为 0;$g(x,y)$ 为分块投影后的图像。

因为要将图像分块处理,所以投影阈值应适当地变大,以加强车牌区域对背景区域的抑制。本文选用 $2M$ 作为投影的阈值。本文方法作用后的图像如图 6 所示,原算法作用后的图像如图 3(a)所示,两图对比可以看出分块投影方法能很好地达到抑制背景区域的效果。对图像进行与原算法相同的形态学处理,原算法和本文算法所得车牌候选区域如图 7 所示。

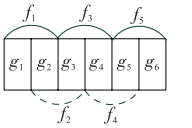


图5　车牌分割示意图

图6　分块投影后图像

(a)原算法所得候选区域　(b)本文算法所得候选区域

图7　两种算法所得车牌候选区域

从图 7 中可以看出,本文算法所得车牌候选区域较少,有利于多车牌的定位。

2.3　形态学分块处理

图像中存在大小不一的多个车牌,精确地提取车牌需要选用合适的结构元素。通过观察可知,一般处于图像上半部分的车牌较少,处于图像下半部分的车牌较多。结合本文所用的车牌图像,对图像进行上下区域划分,对上半部分区域用较小的结构元素,对下半部分区域用较大的结构元素。

划分线确定的过程:先取图像中间 1/3 区域,然后对其作水平投影,车牌区域一般处于投影波峰区域处,而波谷区域是相对安全的划分区域。找出距离图像中心线最近的最小波谷处,作为区域的划分线。为了防止车牌区域被切断,对划分线以上部分区域向下多取五个像素值,而以下部分区域向上多取五个像素值,分别作形态学处理后,重复区域取并集。上下区域的划分如图 8 所示。原算法和本文算法所得车牌候选区域如图 9 所示。

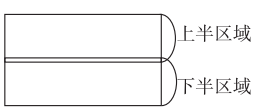
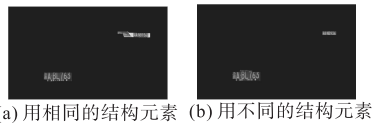


图8　上下区域的划分



(a) 用相同的结构元素 (b) 用不同的结构元素

图9　两种形态学操作所得车牌区域

从图9可以看出,用相同的结构元素不能很精确地提取出车牌,图9(a)右上角的车牌区域与非车牌区域有粘连,在后续处理过程中可能被误判为非车牌区域。

最后用原算法的方法来检验候选区域,精确地定位出多个车牌。

3 实验及结果分析

本文算法在操作系统为 Windows XP、主频 2.2 GHz、内存为2 GB的 PC 机上,以 MATLAB 7.1 为仿真工具,对拍摄的 150 幅(640×360 像素)实际交通场景中的图像做了仿真实验,部分车牌定位结果如图 10 所示。

图10 车牌图像和定位出的车牌图像

从图 10 可以看出,本文算法可以准确定位车牌区域。其实验数据统计如表 1 所示。

表1 本文算法与原算法定位的比较

算法	候选车牌数量/个	每幅的平均时间/s	定位率/%
原算法	877	0.810 6	90.1
本文算法	503	0.765 6	97.7

从表 1 可知,本文算法较之原算法大大减少了候选车牌区域,降低了时间复杂度,提高了定位准确率。在时间方面,本文算法虽然分块投影步骤所用时间较原算法长,但分块投影处理后的图像含有较少的候选区域,在形态学处理和候选区域验证阶段减少了处理时间,从整个定位过程上来看,本文算法的时间复杂度有所降低;在空间方面,由于分块投影和形态学分块处理,本文算法在空间复杂度方面略有增加,但是相对于车牌定位率的提高以及时间复杂度的降低,这是值得的。

4 结束语

为了提高 Paunwala 算法的定位效率,本文用分块投影的方法来抑制背景区域,有效地滤除非车牌区域,可以减少后续的工作量;同时用形态学分块处理车牌,能很好地突显出车牌区域。通过仿真实验对现实中多车牌图像进行车牌定位,结果表明本文算法能大量减少候选车牌区域,降低时间复杂度,且多车牌的正确定位率达到了 97.7%。但是本文算法对于模糊车牌以及磨损、畸变、部分被遮挡的车牌定位不是十分精确,准确率有待提高。

参考文献:

[1] ANAGNOSTOPOULOS C N E, ANAGNOSTOPLOULOS I E, PSOROULAS I D, *et al*. License plate recognition from still images and vido sequences: a survey[J]. IEEE Tans on Intelligent Transportation System, 2008, 9(3): 377-391.

[2] KIM K I, JUNG K, KIM J H. Color texture-based object detection: an application to license plate localization[C]//Lecture Notes in Computer Science, Vol 2388. 2002: 321-335.

[3] 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.

[4] 陈昌涛,仇国庆,杨平,等. Lab 空间色彩分割在快速车牌定位中的应用[J]. 计算机应用研究,2010,27(8):3191-3193.

[5] 尚赵伟,国庆,朱贝贝,等. Top-hat 变换在多车牌定位中的应用[J]. 计算机工程与应用,2011,47(29): 214-217.

[6] 刘伟铭,赵雪平. 一种基于扫描行的汽车车牌定位算法[J]. 计算机工程与应用,2004,40(6):140-143.

[7] PAUNWALA C N, PATNAIK S, CHAUDHARY M. Multiple license plate extraction based on mathematical morphology and component filtering in Indian traffic conditions [C]//Proc of International Conference on Advances in Recent Technologies in Communication and Computing. 2010: 240-242.

[8] 左奇,史忠科. 一种基于数学形态学的实时车牌图像分割方法[J]. 中国图象图形学报,2003,8A(5):281-285.

[9] KIM J Y, KIM L S, HWANG S H. An advanced contrast enhancement using partially overlapped sub-block histogram equalization[C]// Proc of IEEE International Symposium on Circuits and Systems. [S. l.]: IEEE Press, 2000: 537-540.