

基于垂直线条密度质心法的车牌倾斜校正

孙学彬¹, 莫林¹, 张福元², 凌文彪¹

(1. 广西大学 计算机与电子信息学院, 广西 南宁 530004;

2. 广西壮族自治区公安厅, 广西 南宁 530000)

摘要: 车牌倾斜校正是车牌自动识别系统中的重要技术之一。提出了基于垂直线条密度质心法的汽车牌照倾斜校正的新方法。首先分析几种常见的车牌倾斜模式, 然后先除去车牌边框及一些污点, 最后把车牌图像划分成 N 列垂直线条, 求出每列像素的质心, 利用最小二乘法把每列质心拟合成一条直线, 并推导出其斜率, 由此确定出车牌的倾斜角度。文中给出了实验结果及分析, 并与传统的 Hough 变换法和旋转投影法相比较, 结果表明该方法精确、抗干扰性强、快速有效。

关键词: 车牌; 倾斜模式; 垂直线条; 质心; 倾斜校正

中图分类号: TP301

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2014)08-0161-04

doi: 10.3969/j.issn.1673-629X.2014.08.037

Vehicle License Plate Tilt Correction Based on Density Centroid Method of Vertical Lines

SUN Xue-bin¹, MO Lin¹, ZHANG Fu-yuan², LING Wen-biao¹

(1. School of Computer and Electronic Information, Guangxi University, Nanning 530004, China;

2. Guangxi Zhuangzu Autonomous Region Public Security Department, Nanning 530000, China)

Abstract: The license plate tilt correction is one of the important technologies of automatic license plate recognition system. Propose a new method of vehicle license plate tilt correction based on the density centroid method of vertical lines. Firstly, analyze the several common license plate tilt mode. Then, remove the license plate frame and some stains. Finally, the license plate image is divided into N column vertical lines, find out the centroid of each column of pixels. The centroid of each column is practiced into a straight line by least square method, deducing the slope, which can determine the tilt angle of the vehicle license plate. The experimental results are given and analyzed in this paper, and compared with the traditional Hough transform method and rotation of the projection method, this method is accurate, fast and efficient with strong anti-interference.

Key words: license plate; tilting mode; vertical lines; centroid; tilt correction

0 引言

车牌识别技术是智能交通管理系统的关键技术, 而车牌倾斜能否准确校正直接影响着整个车牌的识别。在实际运用中, 车牌识别已经应用于监测报警、超速违章处罚、车辆出入管理、自动放行、高速公路收费管理、牌照号码自动登记等。在车牌自动识别系统中, 由于摄像机架设在公路两旁的侧上方, 而且公路上的车是高速行驶的, 因此造成拍摄距离与拍摄角度存在一定的差异而导致摄取到的图像都会出现不同程度的倾斜, 即使很小角度的倾斜也会对车牌字符的分割、识

别带来很大的困难, 或者是根本就识别不出来, 这是一种严重的失真现象。所以车牌倾斜校正是整个车牌识别技术中的一项关键技术, 目前比较常用的牌照校正方法有 Hough 变换法^[1-2]、旋转投影法^[3-4]、主元分析法^[5]等。

有学者提出, 将车牌倾斜校正最常用的两种方法, Hough 变换法和旋转投影法结合起来, 将它们各自的优点互补, 能更好地克服车牌边框以及车牌受损、污迹等干扰的影响。但实际运用中, 由于其运算复杂, 结合起来实验效果并不理想。

收稿日期: 2013-10-15

修回日期: 2014-01-25

网络出版时间: 2014-05-21

基金项目: 广西科技攻关与新产品试制项目(桂科政 10123012-7)

作者简介: 孙学彬(1987-), 男, 硕士研究生, 研究方向为数字图像处理、人工智能; 莫林, 教授, 研究方向为图像处理、计算机网络与并行分布式计算。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20140524.2149.020.html>

针对上述问题,文中提出一种基于垂直线条密度质心法的倾斜校正方法。首先去除二值化后车牌图像中仍然存在的一些边框以及不必要的污迹点,这样剩余的即为车牌的字符信息图像;然后把整个区域划分成 $M \times N$ 的像素图,求出 N 列像素中每列的质心;最后通过最小二乘法把这 N 个质心拟合成一条直线,从而求出这条直线的斜率,进而直接确定出车牌倾斜的角度。该方法有效避免了 Hough 变换法受制于车牌边缘而使其抗干扰性不强的问题,完全解决了旋转投影法在寻找最优解中大量循环计算的问题。

1 车牌倾斜描述

1.1 传统方法简述

目前常用的车牌倾斜校正方法有两种:

(1) Hough 变换法: Hough 变换法的原理是利用图像空间和 Hough 参数空间的点-线对偶性,把图像空间中的检测问题转换到参数空间。先对车牌进行边缘检测,再由 Hough 变换确定车牌边框的倾斜角度,以此作为车牌的倾斜度。但是车牌的图像一般会受到噪声、污迹的影响,信噪比较低,此时 Hough 变换的性能将大幅下降,确定车牌倾斜度时进行参数的空间极大值搜索无法确定合适的阈值,常常出现“虚峰”或峰值并不突出,影响结果的准确性,且耗时久,计算量大。

(2) 旋转投影法: 旋转投影法是利用 prewitt 算子进行的水平边缘检测并计算出水平投影值。然后以 0.1° 递增角度的方式旋转车牌图像,进而求出最佳旋转投影值。这样求出倾斜角度并进行校正。由于该方法求最佳倾斜角是一个最优求解过程,需进行多次求解才能渐进最佳角度,因此计算繁琐。

1.2 车牌倾斜模式分析

一般来讲,可以将车牌图像近似看作为一个平行四边形,但在对车牌拍摄的时候,由于道路的坡度、摄像机和车牌的倾斜度的影响,致使拍得的车牌图像会出现不同情况的倾斜。通常情况下,会出现三种倾斜模式^[6]: 水平倾斜、垂直倾斜和水平垂直倾斜,如图 1 ~ 图 3 所示。

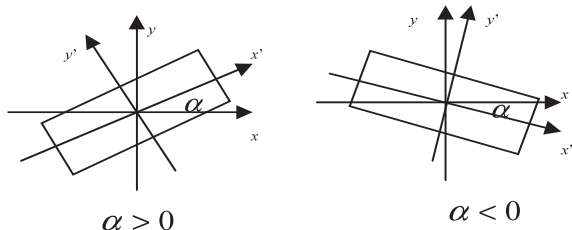


图 1 水平倾斜

由此可见,只要能精确地确定车牌的倾斜角度,即可实现对车牌的倾斜校正。由图 1 可知,此种情况是由水平轴 x 和车牌的水平轴 x' 形成一个倾斜角度 α ,

此时有两种倾斜的可能,即 $\alpha > 0$ 或 $\alpha < 0$,只需求出倾斜角 α ,绕水平轴旋转 $-\alpha$,就可实现倾斜校正。而对于图 2,其实是整体像素的错位偏移,此时偏移的角度为 β ,而 β 也有两种倾斜的可能,即 $\beta > 0$ 或 $\beta < 0$,只需求出偏移角度 β ,进行错位偏移校正即可。对于图 3 的情况,可以先进行水平倾斜校正,再进行垂直倾斜校正即可。所以能精确地求出倾斜角^[7-8]是实现倾斜校正的最关键步骤。

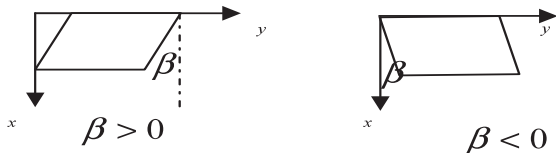


图 2 垂直倾斜

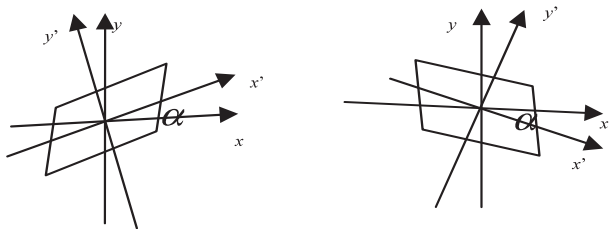


图 3 水平垂直倾斜

2 车牌倾斜校正算法

2.1 车牌的水平倾斜校正

经过上述分析,在确定车牌的倾斜模式之后,接下来通过垂直线条密度质心法实现车牌的倾斜校正。该方法首先消除非车牌的干扰区域,其次求出车牌二值图像的每一列像素的质心点,最后再利用最小二乘法的原理将所有的质心拟合成一条直线,此直线相对水平轴的倾角就是车牌的倾斜角,具体算法如下:

(1) 去除车牌轴线、车牌边框^[9-11]及噪声的干扰,可以利用车牌的投影法实现,即车牌在 x 轴上的投影,判断 x 轴与车牌形成的密度大小,及形成的跳变点。利用波峰波谷以及连续性,消除干扰。

(2) 通过计算垂直方向上的信息点平衡分布坐标来得到质心,即所求的车牌图像的目标像素点。令 X 、 Y 分别代表质心的横坐标与纵坐标。

(3) 设车牌灰度图像中目标像素值为 1,背景像素值为 0,则一列像素点由若干交替出现的连续 1 和连续 0 组成,其中连续 1 即为目标像素段。将每一个目标像素段作为车牌的一列。

(4) 计算车牌每一列的质心: 首先把车牌划分为 N 列,则每一列的质心坐标分别为 (X_1, Y_1) , (X_2, Y_2) , \dots , (X_n, Y_n) 。由于质心横坐标 X 已知,所以只需求出质心的纵坐标 Y 即可。设每一列像素的最大纵坐标 Y_{\max} 、最小纵坐标 Y_{\min} 。如果 $Y_{\max} = Y_{\min}$,则本列只有一个质点, Y_{\min} 即为质心。否则质心纵坐标 $Y = Y_{\min} + (Y_{\max}$

$-Y_{\min})/2$ 。

(5)通过以上步骤求出每列像素的质心后,由于在求每列质心时受到各种不确定因素(车牌污损、计算误差)的影响,求得的每列像素点未必恰巧在一条直线上,此时利用最小二乘法即可简便地将每列质心拟合成一条直线。具体做法如下:

设每列的质心点的坐标为 $(x_i, y_i) (i=1, 2, \cdots, n)$, 则 x 和 y 之间的函数关系由直线方程 $f(x) = a_0 + a_1x$ 给出。式中, a_1 表示直线的斜率, a_0 表示直线的截距。求出此直线方程就确定了质心拟合成的直线。

由最小二乘法^[12-13]的定义:

$$\sum_{i=1}^N [y_i - f(x_i)]^2 = \min \tag{1}$$

其中, (x_i, y_i) 为已知数据点; $f(x_i)$ 为直线函数。

要使拟合直线与已求出每列质心坐标拟合偏差的平方和最小,则把直线方程 $f(x) = a_0 + a_1x$ 代入其定义式中,并使其定义的数学表达式

$$\varphi(a_0, a_1) = \sum_{i=1}^N [y_i - (a_0 + a_1x_i)]^2 \tag{2}$$

最小,即对参数 a_0, a_1 的最佳估计。求出直线方程中 a_0, a_1 的值,也就求出了直线方程,所以在(2)式中 a_0, a_1 是作为变量来求解的。分别对 a_0, a_1 求偏导数,并令其为零。

$$\begin{cases} \frac{\partial \varphi}{\partial a_0} = 2 \sum_{i=1}^N (y_i - a_0 - a_1x_i) = 0 \\ \frac{\partial \varphi}{\partial a_1} = 2 \sum_{i=1}^N (y_i - a_0 - a_1x_i)x_i = 0 \end{cases} \tag{3}$$

整理得正规方程组为:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^N y_i = Na_0 + a_1 \sum_{i=1}^N x_i = 0 \\ \sum_{i=1}^N x_i y_i = a_0 \sum_{i=1}^N x_i + a_1 \sum_{i=1}^N x_i^2 = 0 \end{cases} \tag{4}$$

解正规方程组便可求得直线参数 a_0 和 a_1 的值,即

$$\begin{cases} a_0 = \frac{(\sum_{i=1}^N y_i)(\sum_{i=1}^N x_i^2) - (\sum_{i=1}^N x_i)(\sum_{i=1}^N x_i y_i)}{N(\sum_{i=1}^N x_i^2) - (\sum_{i=1}^N x_i)^2} \\ a_1 = \frac{N(\sum_{i=1}^N x_i y_i) - (\sum_{i=1}^N y_i)(\sum_{i=1}^N x_i)}{N(\sum_{i=1}^N x_i^2) - (\sum_{i=1}^N x_i)^2} \end{cases} \tag{5}$$

则 a_1 即为直线的斜率,对其求反正切 $\alpha = \arctan a_1$, 求出车牌图像的倾斜角,因此即可实现车牌的水平倾斜校正。

2.2 车牌的垂直倾斜校正

由图 2 可知,车牌的垂直倾斜^[14-15]是在水平方向

没有倾斜的情况下,相对于 y 轴形成的倾斜角 β , 这种倾斜实际上是车牌二值图像的整体像素间的错位偏移,只要求出倾斜角 β , 进行整体错位偏移即可。

在车牌水平倾斜校正方法的基础上,即已除去车牌边框、寻找车牌有效信息点,把目标像素段设置为 1,非目标像素段设置为 0 和利用最小二乘法拟合直线。实现车牌的垂直校正步骤如下:

(1)将原来的坐标轴 x 轴、 y 轴进行置换。把车牌划分成 N 个同等大小的列区域,求出每列区域的目标像素中的质心坐标。

(2)对每个区域统计出沿垂直方向的相加非零值的质心坐标,然后把这些质心坐标拟合成一条直线,此直线相对于坐标轴的夹角 β 即为车牌相对于垂直方向的倾斜角。

(3)利用前一步中求得的角度 β , 对所有像素点进行整体错位移位。

通过以上步骤,即可实现车牌的垂直倾斜校正。

对于图 3 所示的水平垂直倾斜的车牌,这种情况是实际中最常见的情况,只要对车牌先进行水平倾斜校正,然后再进行垂直倾斜校正,则可实现车牌的水平垂直倾斜校正。

3 实验结果与分析

目前,比较常用的车牌校正方法有 Hough 变换法以及旋转投影法,此次实验从精确度、运算时间两个方面与文中提出的方法进行对比。

在 Pent. T4300 2.10 GHz CPU,1 G 内存的计算机上,用 vs2008 编程实现上述算法。为了更好地反映实验结果,先选取 60 幅无倾斜的车牌图像,再把这些车牌旋转,至其倾斜到同一个角度,然后用文中提出的方法,及 Hough 变换法和旋转投影法对这些倾斜的车牌进行倾斜校正。对检测的结果以及旋转过的倾斜角度进行对比,若检测的结果和前面旋转过的车牌角度一致,则认为倾斜校正成功;否则认为校正有误差,超过规定的误差范围,认为校正不成功。计算出这三种方法的平均倾斜检测误差。校正后的效果比较如图 4 所示。

然后计算 60 次除去图像读取、车牌的边缘检测等一些预处理所消耗的平均时间。上述 3 种方法的运算时间如表 1 第 2 行所示。

表 1 三种倾斜校正方法校正精确度及运算时间比较

	Hough 变换法	旋转投影法	文中方法
平均倾斜检测误差/°	1.149	0.635	0.391
运算时间/ms	922	96.1	60.8

由表 1 可知,文中提出的基于垂直线条密度质心

法的车牌校正方法能很好地对车牌进行校正,且比 Hough 变换法和旋转投影法的校正精确度要高。从运算时间的结果可以看出,文中方法所需要的运算时间明显少于传统的 Hough 变换法和旋转投影法。

综上所述可以得出如下结果,基于垂直线条密度质心法的车牌倾斜校正方法校正精确度高,同时运算时间少。



(a)未调整的原始图像



(b)文中算法校正后的图像



(c)Hough 变换法校正后的图像



(d)旋转投影法校正后的图像

图 4 校正后的效果比较

4 结束语

文中给出了基于垂直线条密度质心法的车牌倾斜校正的方法,不管从理论还是实验结果上,均可得出该方法是快速有效的。与传统常用的 Hough 变换法和旋转投影法相比较,该算法原理明确简单,检测精确度及计算时间都得到了一定程度的提升。为倾斜车牌的快速校正提供了一种新方法、新思路。

参考文献:

- [1] 林俊,杨峰,林凯. Hough 变换与先验知识在车牌定位中的新应用[J]. 计算机与数字工程,2009,37(8):138-140.
- [2] Guo J M, Liu Y F. License plate localization and character segmentation with feedback self-learning and hybrid binarization techniques[J]. IEEE Transactions on Vehicular Technology,2008,57(3):1417-1424.
- [3] 马洪霞. 基于子区域投影分析的车牌倾斜校正[J]. 计算机应用与软件,2012,29(6):253-255.
- [4] 余婷,管庶安. 基于最小字符投影的车牌图像错切校正方法[J]. 计算机工程与设计,2009,30(11):2814-2815.
- [5] 刘少梅,杨鼎才. 基于最小二乘法和主元分析的车牌倾斜校正方法[J]. 电子测量技术,2008,31(4):49-51.
- [6] 薛迎卫. 基于小波变换与支持向量机的车牌识别[D]. 北京:北京化工大学,2009.
- [7] 贡丽霞,白艳萍. 基于 Radon 变换和坎尼边缘检测的倾斜车牌校正方法研究[J]. 太原师范学院学报:自然科学版,2010,9(1):61-63.
- [8] 刘群群. 不定长车牌字符分割算法研究[D]. 杭州:浙江大学,2011.
- [9] 史燕,吕永战,张帆. 车牌识别中的二值化及快速倾斜校正算法[J]. 现代电子技术,2009,32(5):149-152.
- [10] 吴丽丽,余春艳. 基于 Sobel 算子和 Radon 变换的车牌倾斜校正方法[J]. 计算机应用,2013,33(A01):220-222.
- [11] 吴一全,付晓莉. 采用角点信息和惯性主轴的车牌倾斜检测与校正方法[J]. 工程图学学报,2009,30(6):127-131.
- [12] 廖晓姣,李英. 基于最小二乘和最小投影距离的车牌倾斜校正[J]. 物联网技术,2012,2(5):34-36.
- [13] 解同信. 最小二乘法求拟合直线[J]. 北京工业职业技术学院学报,2006,5(3):5-7.
- [14] 李文举,梁德群,崔连延,等. 一种新的车牌倾斜校正方法[J]. 信息与控制,2004,33(2):231-235.
- [15] 姜谊,严京旗. 车牌定位及倾斜校正方法[J]. 微型电脑应用,2010,26(4):45-47.

(上接第 160 页)

- [4] Brusilovsky P, Millan E. User models for adaptive hypermedia and adaptive educational systems[M]. Berlin: Springer-Verlag,2007.
- [5] 张慧. 基于云计算的开放性教学资源平台建设研究[J]. 计算机技术与发展,2012,22(1):202-204.
- [6] 温庆生. 四医大的精品风暴[N]. 光明日报,2012-02-19(1).
- [7] 张红卓. 教育信息资源共建共享理论深化研讨:基础教育公共信息资源群建众享模式构建研究[D]. 兰州:西北师范大学,2012.
- [8] Chen S Y, Fan J P, Macredie R D. Navigation in hypermedia learning systems: experts vs. novices[J]. Computers in Human Behavior,2006,22(2):251-266.

- [9] Gluz J C, Vicari R M. An OWL ontology for IEEE-LOM and OBAA metadata[J]. LNCS,2012,7315:691-693.
- [10] 姜晓旭,罗辉. 浅析教育资源标准化问题[J]. 中国医学教育技术,2012,26(6):601-605.
- [11] 黄琼珍,黄颖. 高校网络教育资源共建共享机制探究[J]. 高教探索,2010(3):60-63.
- [12] 周岩,余长营. 区域网络教育资源共建共享的实践探究[J]. 中国电化教育,2009(12):31-34.
- [13] 王保红,魏屹东. 从科学学科分类体系看自然科学学科发展态势[J]. 情报科学,2012,30(6):930-936.
- [14] Tseng Fan-Chuan, Fan Yen-Jung. Exploring the influence of organizational ethical climate on knowledge management[J]. Journal of Business Ethics,2011,101(2):325-342.

基于垂直线条密度质心法的车牌倾斜校正

作者：

[孙学彬](#)，[莫林](#)，[张福元](#)，[凌文彪](#)，[SUN Xue-bin](#)，[MO Lin](#)，[ZHANG Fu-yuan](#)，[LING Wen-biao](#)

作者单位：

[孙学彬, 莫林, 凌文彪, SUN Xue-bin, MO Lin, LING Wen-biao\(广西大学 计算机与电子信息学院, 广西 南宁, 530004\)](#)，[张福元, ZHANG Fu-yuan\(广西壮族自治区公安厅, 广西 南宁, 530000\)](#)

刊名：

[计算机技术与发展](#)

英文刊名：

[Computer Technology and Development](#)

年，卷(期)：

2014(8)

本文链接：http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201408037.aspx