

车牌图像的倾斜校正

张来胜¹, 常呈果²

(1. 郑州市人力资源和社会保障局 数据管理中心, 河南 郑州 450007;
(2. 华北水利水电学院 信息工程学院, 河南 郑州 450011)

摘要: 针对目前车牌图像检测精度不高、检测到的倾斜角误差较大的问题, 提出了基于 Radon 变换的车牌图像倾斜校正的方法. 该方法对车牌图像进行牌照区域定位, 分割出牌照区域图像; 对牌照区域图像进行边缘检测, 再对其进行 Radon 变换, 对 Radon 参数进行分析得出水平倾斜角和垂直倾斜角, 通过双线性插值方法校正车牌图像. 实验结果表明所提出的方法可以实现多种倾斜方式的校正, 对水平倾斜的校正效果最佳.

关键词: 车牌图像; 倾斜校正; Radon 变换

中图分类号: TH74 **文献标志码:** A

Tilt correction of vehicle license plate image

ZHANG Lai-sheng¹, CHANG Cheng-guo²

(1. Data Mana. Center Human Resources and Social Security Bureau of Zhengzhou Zhengzhou 450007, China;
2. College of Infor. Eng. North China Univ. of Water Conservancy and Electr. Power Zhengzhou 450011, China)

Abstract: Aiming at the problem that current license plate image detection inaccuracy and inclination angle error is big, tilt correction of vehicle license plate approach was proposed based on Radon transformation. License plate was located in vehicle license image; then license plate image was used for edge detection and Radon transformation; according to Radon parameters, horizontal and vertical tilt angle were detected; vehicle license image was corrected using bilinear interpolation. Experiment results showed that this method could verify the correctness of the approach, which could realize the correction of all kinds of tilts.

Key words: vehicle license plate image; tilt correction; Radon transformation

0 引言

车牌是车辆识别中的关键特征之一, 车牌自动识别系统作为智能交通的一个重要组成部分, 被广泛应用于高速公路自动收费、停车场出入管理、城市交通监控等场合^[1]. 在实际的车牌自动识别系统中, 车辆图像的采集多是通过固定架设在道路上方

或两侧的摄像机拍摄得到. 由于摄像机是固定的, 而车辆行驶方向和速度是不断变化的, 加之受采集镜头与车牌之间的距离、道路的坡度、车牌的悬挂等因素的影响, 采集所得的车牌图像常常存在着较为严重的倾斜现象, 影响后期车牌图像的分割和识别, 从而影响车牌自动识别的可靠性^[2]. 因此, 在对车牌图像进行预处理后, 必须进行车牌图像的倾斜

收稿日期: 2012 - 04 - 24

作者简介: 张来胜(1981—), 男, 河南省杞县人, 郑州市人力资源和社会保障局助理工程师, 主要研究方向为计算机网络和图像处理.

校正.

目前常用的图像倾斜校正方法有 Hough 变换法^[3-5]、模板匹配法^[6]、投影法^[7-8]、主成分分析法^[9]. 由于图像中车牌的边框有时并不明显(如有的白牌白车),且因噪声、污迹等干扰的影响造成 Hough 变换后参数空间中的峰值点很分散,这使得 Hough 变换法和模板匹配法效果并不理想;当车牌上有污迹和噪声时,投影法的检测精度下降;由于二值化等原因,车牌上字符会有粘连和撕裂现象,就使得主成分分析法的效果也不理想. 而且,上述 4 种方法有一个共同的缺陷,就是当图像对比度较小、光照不均时,检测到的倾斜角误差较大.

本文拟利用 Radon 变换对车牌进行处理,以实现多种倾斜方式的校正. 在对图像进行边缘检测后,求取水平和垂直的倾斜角,然后进行双线性插值倾斜校正.

1 Radon 变换

二维欧式空间的 Radon 变换可以表示为

$$R(\theta, \rho) = \iint_D f(x, y) \delta(\rho - x \cos \theta - y \sin \theta) dx dy$$

其中 D 为整个图像平面, $f(x, y)$ 为图像上某一点 (x, y) 的像素点灰度值,特征函数 δ 为狄拉克函数, ρ 为 (x, y) 平面内直线到原点的距离, θ 为原点到直线的垂线与 x 轴的夹角,特征函数 δ 是积分沿着直线 $\rho = x \cos \theta + y \sin \theta$ 进行.

Radon 变化过程如图 1 所示,二维欧式空间的 $x-y$ 平面的一条直线可表示为 $\rho = x \cos \theta + y \sin \theta$,当 ρ 和 θ 固定时,直线 $\rho = x \cos \theta + y \sin \theta$ 是唯一确定的,相当于 $x-y$ 平面的任意直线都对应于 $\rho-\theta$ 参数平面的一个点(如同图 1a)中直线 L 对应于图 1b)点 (ρ_0, θ_0) ,故 Radon 变换将 $x-y$ 平面的一条直线映射为 $\rho-\theta$ 平面的一个点. 同理, $x-y$ 平面的任意点对应于 $\rho-\theta$ 平面的一曲线(如同图 1a)中点 1, 2, 3 对应于图 1b)曲线 1, 2, 3),并且 $x-y$ 平面的共线的点在 $\rho-\theta$ 平面上曲线簇必相交于点 (ρ_0, θ_0) , $x-y$ 图像平面的共线的点个数越多, $\rho-\theta$ 平面上点 (ρ_0, θ_0) 能量越大. 因此可以利用 Radon 变换实现图像的直线提取和倾斜校正.

2 车牌图像的校正方法

2.1 车牌区域定位

本文车牌区域定位采用的是基于投影的车牌

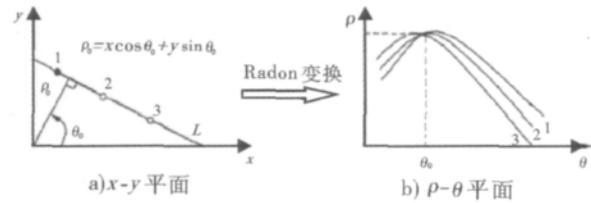


图 1 Radon 变换示意图

区域定位方法,具体实现过程如下.

第 1 步:图像预处理. 先将车牌图像进行预处理,完成彩色图像灰度化、二值化等预处理,其中二值化采取全局阈值方法中的最大类间方差(Otsu 法).

第 2 步:水平定位. 对车牌的二值化图像进行水平一阶差分,突出灰度变换频繁的区域,用于加强图像中的目标边界和图像细节;然后进行水平投影及定位,切割出包含干扰的车牌图像的水平部分.

第 3 步:垂直定位. 为了解决垂直投影图像在水平方向不连续的问题,首先对水平切割出来的车牌图像进行膨胀运算,再进行垂直投影及定位,去除假车牌区域,从而得到完整的车牌图像.

2.2 倾斜校正算法

图像倾斜的方式有 3 种,即水平倾斜、垂直倾斜和混合倾斜,如图 2 所示.

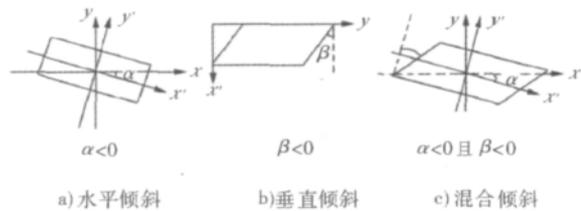


图 2 常见的图像倾斜方式

在进行倾斜校正之前先对图像进行边缘检测,然后进行倾斜校正. 在水平校正中,利用 Radon 变换将平面中的线段变换成参数空间对应的点,线段越长,对应的点越亮,参数的极值点即为倾斜直线的水平倾斜角度;然后再对图像在水平方向上进行旋转校正. 在垂直校正中,图像发生了错切变换,通过算法得到垂直倾斜角度,将垂直倾斜角度代入垂直倾斜校正矩阵中,实现对图像的逆错切变换. 校正过程采用双线性插值方法完成. 对于混合校正,先对图像进行水平校正,然后进行垂直校正,即可得到想要的正确的图像.

1) 水平倾斜角度检测和校正. 通过 4 步完成.

步骤 1. 使用 sobel 边缘检测方法,对车牌区域图像进行边缘检测,得到边缘图像.

步骤 2. 计算边缘图像的 Radon 变换.

步骤 3. 计算出 Radon 变换矩阵中的峰值 $E(i)$.

Radon 变换后原图像中的一条直线对应 Radon 空间中的一个点,共线点越多,其对应点的亮度越大.因此峰值点就是直线所对应的参数点,为准确提取出原图像中的直线信息,本算法把所有峰值点按降序排列,选取能量信息的 3 个峰值,计算各个峰值之和,求得车牌图像的水平旋转角度 α .

步骤 4. 对车牌图像进行水平方向旋转校正.当 $\alpha < 0$ 图像顺时针旋转 α ;当 $\alpha > 0$ 时,图像逆时针旋转 α .

2) 垂直倾斜角度检测和校正.垂直倾斜是 y 方向的错切变形,因此垂直倾斜可以看成图像沿 x 轴的错切变换,所以垂直倾斜校正就是沿 x 轴方向的逆错切变换.垂直倾斜校正矩阵形式为

$$[X' Y' Z'] = [X_1 Y_1 1] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ \tan\beta & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

式中 X_1 和 Y_1 分别为水平倾斜校正后图像的 x 和 y 坐标矩阵; X' 和 Y' 分别为最终校正图像的 x 和 y 坐标矩阵; β 为垂直倾斜角度.

具体算法如下:

步骤 1. 求出 E 中 α 到 E 的长度的所有极小值的右边界 R_b ,再求 E 到 α 的所有极小值的左边界 L_b ,且 $E(i) \leq E$ 的平均值.

步骤 2. 确定 $E(L_b, R_b)$ 之间的最小值,即 $E(L_b; R_b) = \min(E(L_b), E(R_b))$.

步骤 3. 在 0 到 π 之间找出唯一的 $E(i)$,即每一次以 1° 为步长小领域的极大值就是垂直倾斜角度 β .

步骤 4. 将上述垂直倾斜角度 β 代入垂直倾斜校正矩阵中进行坐标值校正,校正过程采用双线性插值方法完成.

3 结果分析

实验采用的 Matlab R2009a 软件平台进行图像倾斜校正实验,如图 3 所示.

从图 3d) 结果可知,该方法对于水平方向上的倾斜校正效果较好,属于无损校正;而对于垂直方

向上的倾斜校正有些欠缺,这是由于在垂直方向上的倾斜校正使用了插值运算,属于有损校正.



a)实际采集得到的车牌图像



b)经过图像灰度化、图像增强等预处理的结果



c)经过基于投影的车牌区域提取的牌照区域图像



d)倾斜校正后的车牌图像

图 3 车牌图像倾斜校正

4 结论

本文通过对 Radon 变换和车牌图像特点的研究,提出了基于 Radon 变换的车牌图像倾斜校正方法.该法对车牌图像进行牌照区域定位,分割出牌照区域图像,在对图像进行边缘检测后,求取水平和垂直的倾斜角,然后进行双线性插值倾斜校正.实验结果表明 Radon 变换可用于有共线特征图像的倾斜校正,并且该方法对水平倾斜校正效果最好.

(下转第 68 页)

中进行了实验,并对实验结果数据进行了对比分析。结果表明:在保证数据安全性的前提下,本算法不降低原有算法识别率的同时,整个识别系统的运行效率有明显提高。

参考文献:

- [1] 周玲丽,赖剑煌.人脸特征的 SIFT 保护算法[J].中国图象图形学报 2011,16(5):800.
- [2] Zhou Shang-Ming, John Q Gan, Francisco Sepulveda. Classifying mental tasks based on features of higher-order statistics from EEG signals in brain-computer interface[J]. Infor Sci 2008,178(6):1629.
- [3] Jing Xiaoyuan, Li Sheng, Lan Chao, et al. Color image canonical correlation analysis for face feature extraction and recognition[J]. Signal Processing 2011,91(8):2132.
- [4] McCool Chris, Sanchez-Riera Jordi, Marcel Sébastien. Feature distribution modelling techniques for 3D face verification[J]. Pattern Recognition Letters 2010,31(11):1324.
- [5] Ting Jo-Anne, D' Souza Aaron, Yamamoto Kenji, et al. Predicting EMG data from MI neurons with variational bayesian least squares[J]. Neural Networks,2008,21(8):1112.
- [6] Haddadnia Javad, Ahmadi Majid. N-feature neural network human face recognition[J]. Image and Vision Comp 2004,22(12):1071.
- [7] Gundimada Satyanadh, Asari Vijayan K, Gudur Neeharika. Face recognition in multi-sensor images based on a novel modular feature selection technique[J]. Infor Fusion, 2010,11(2):124.
- [8] Azmi Ida Madieha. Bioinformatics and genetic privacy: The impact of the personal data protection act 2010[J]. Comp Law & Security Review 2011,27(4):394.
- [9] Ter Haar Frank B, Veltkamp Remco C. 3D face model fitting for recognition[J]. Lecture Notes in Comp Sci 2008,5305:652.
- [10] Zhou Xiaoli, Bhanu Bir. Feature fusion of side face and gait for video-based human identification[J]. Pattern Recognition 2008,41(3):778.
- [11] Safayani Mehran, Shalmani Mohammad Taghi, Manzuri. Three-dimensional modular discriminant analysis (3DMDA): A new feature extraction approach for face recognition[J]. Comp & Electri Eng 2011,37(5):811.
- [12] Thiyagarajan R, Arulselvi S, Sainarayanan G. Gabor feature based classification using statistical models for face recognition[J]. Procedia Comp Sci 2010(2):83.

(上接第 64 页)

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 李耀华,杨连贺.车牌图像倾斜的校正实现[J].仪器仪表用户 2008,15(6):81.
- [3] 刘永林,王新宇,于勇. Hough 变换在图像匹配中的应用[J].遥测遥控 2007,28(S1):139.
- [4] 武莎莎,姚敏,赵敏.基于 Hough 变换的二维条码图像倾斜校正研究[J].淮阴工学院学报 2009,18(5):54.
- [5] 梁添才,皮佑国,彭晶,等.基于 Hough 变换的列车客运票图像倾斜校正[J].华南理工大学学报:自然科学版 2007,35(5):35.
- [6] 陈圣俭,孙晋,程文刚.一种基于模板匹配的图像倾斜校正算法[J].中国电力教育 2007(S1):375.
- [7] 张顺利,李卫斌,吉军.基于投影的文档图像倾斜校正方法[J].计算机工程与应用 2010,46(3):166.
- [8] 吴成东,樊玉泉,张云洲,等.基于差分投影与优割字符的车牌字符分割[J].东北大学学报:自然科学版,2008,29(7):920.
- [9] 吴一全,丁坚.基于 K-L 展开式车牌倾斜校正方法[J].仪器仪表学报 2008,29(8):1690.