

文章编号 :1002- 0268 (2006) 08- 0147- 03

# 车牌识别算法的研究与实现

何铁军 , 张 宁 , 黄 卫

(东南大学 智能运输系统研究中心, 江苏 南京 210096)

摘要: 介绍一种基于 KL 变换的车牌识别算法。算法主要由车牌分割和车牌字符识别组成。车牌分割算法利用车牌的纹理特征和形状特征来定位车牌, 并采用投影的方法和先验知识实现车牌的倾斜校正和字符切分; 车牌字符识别算法采用一种最优变换, KL 变换来提取字符图像的特征值和特征向量, 并通过计算待识别字符与各样本字符特征值的欧氏距离来实现对该字符的分类。试验结果表明此方法是正确的。

关键词: 车牌识别; 车牌定位; KL 变换

中图分类号: TP391.41

文献标识码: A

## Research and Realization of License Plate Recognition Arithmetic

HE Tie-jun, ZHANG Ning, HUANG Wei

(ITS Research Center in Southeast University, Jiangsu Nanjing 210096, China)

Abstract: The authors present vehicle license plate recognition algorithm based on KL transform. This algorithm is made up of two parts: plate segmentation and character recognition. In the license plate segmentation algorithm, the character of texture and shape of the plate is utilized to locate the license plate, and image projection and prior knowledge is utilized to detect the skew of the license plate and extract characters from it. In the character recognition algorithm, KL transform, a kind of optimal transform, is applied to extract the eigenvalue and eigenvector from character images. Euler distances of this eigenvalue between recognizing character and sample characters are computed and compared to determine the classification. The validity of this algorithm is proved by test.

Key words: license plate recognition; license plate segmentation; KL transformation

## 0 引言

车牌识别算法主要包括车牌定位、车牌的倾斜校正及字符的分割、车牌字符识别这几部分。目前每个部分的算法研究都比较多, 如黄卫等根据纹理及小波分析定位车牌<sup>[1]</sup>, 张西宁等根据图像灰度变化频率定位车牌<sup>[2]</sup>, 高朝晖等根据色彩定位车牌<sup>[3]</sup>, 路小波、芮挺等根据投影的特征快速校正车牌的倾斜角度<sup>[5,6]</sup>, 黄卫等提取字符图像的小波矩并利用神经网络识别字符<sup>[7]</sup>, 赵春明利用投影特征识别车牌汉字<sup>[8]</sup>, 路小波采用字符的模板识别汉字<sup>[9]</sup>。

本文将介绍一种根据车牌的纹理特征, 利用投影的方式定位和分割车牌, 并采用 KL 变换提取字符特征, 进行车牌字符分类的算法。

## 1 车牌图像预处理

车牌图像的预处理算法包括车牌定位、车牌的倾斜校正以及车牌字符的分割。

### (1) 车牌定位

可用作车牌定位的特征较多, 如车牌的颜色、纹理、边缘大小<sup>[4]</sup>等。本文根据图像的纹理信息, 对车牌进行定位。本文采用边缘增强的方式提取图像

收稿日期: 2005- 08- 29

基金项目: 江苏省自然科学基金资助项目 (BK2004077)

作者简介: 何铁军 (1974- ), 男, 江苏启东人, 讲师, 博士, 研究方向为交通信息工程与控制. (hetj@tsmoe.com)

的纹理信息,考虑到1、川等字符主要由垂直笔画组成,而兰、E、F、T等字符水平笔画的组成比例较高,故采用以下边缘增强算子

$$g(x,y)=\max\{|\text{abs}[f(x,y-1)-f(x,y)|],|\text{abs}[f(x-1,y)-f(x,y)|]\}。(1)$$

提取边缘后,沿X轴方向进行投影。将波形出现尖脉冲处的区域并沿Y轴方向进行投影。根据投影值对车牌进行粗定位。并对粗定位候选区域分别沿X轴方向和Y轴方向进行二次投影以确定最终候选区域,如图1(b)、图1(c)所示。



图1 车牌图像的预处理

Fig.1 Plate image pre-processing

为了正确进行车辆定位,通常需选择多个特征值进行组合判断。对于许多应用而言,例如在收费系统、小区的车辆管理等应用中,摄像头距离车牌位置的距离是固定的,因此车牌图像的大小也是基本一致的,故可以利用这一特征判断车牌定位是否正确。

## (2) 车牌倾斜校正与字符分割

由于倾斜的车牌对车牌字符的精准分割有不良影响,在车牌精确分割前需对车牌图像倾斜进行校正。

车牌文字四周通常有一个矩形边框或包边。因此可以通过hough变换检测该矩形长边的直线的水平夹角。但此方法计算量较大,而且不适用于边缘有污损的车牌。

本论文采用的投影的方法检测车牌图像的倾斜角度<sup>[5]</sup>,即逐步调整车牌图像的角度,然后作水平投影,当该水平投影的波形脉宽最窄,则此时车牌的倾斜已被校正。

车牌的字符分布特征是有一定规律的。地方车牌有7个文字,第1个文字是汉字,后面有字母,再后面是数字,直到结束,每个文字间有一定的空

隙;在省市编号(如苏A)与后面的号码间有一个较大的空隙,如图1(d)所示。警车车牌最后是一个警字;武警的车牌前2个字符为WJ,后面为2个数字,后面1个较大的空隙,接着跟1个汉字和4个数字或跟5个数字;而新型的军牌有双层车牌,上层文字为1个汉字1个字母,下层为5个数字和英文字母。全国大部分车牌文字的字体较为接近。

在对图像进行垂直投影后,并根据投影的结果,利用对车牌字符分布的先验知识进行字符切分,如图1(e)所示。

## 2 车牌字符识别KL变换方法

车牌的字符是一种印刷体,当车牌清晰,污损情况较小时,可采用提取字符的笔画特征的方式,比较精确地判断字符。但在现实应用中,有时车牌污损情况比较严重,因此,提取笔画特征比较困难。

KL变换是一种基于图像统计特征的变换,KL常称为特征值变换<sup>[10]</sup>,可直接用于数字图像变换。

与一般的字符识别需要首先进行二值化运算不同,KL变换是在灰度图像中进行的,在本质上依赖于图像灰度在空间分布上的相关性,因此需要对图像进行缩小和放大变换,得到大小统一的校准图像。然后再将校准图像作灰度拉伸,以改善图像的对比度。最后采用直方图修正使图像具有统一的均值和方差。

在KL变换中,大小为 $N \times m$ 的图像被看作是一组 $N$ 个随机矢量,形式如

$$S(m)=[S_1(m), S_2(m), \dots, S_N(m)]^T, \quad (2)$$

这组随机矢量的均值矢量为

$$\mu_s(m)=\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N S_i(m), \quad (3)$$

则这组随机矢量的协方差矩阵可定义为

$$C_s(m)=\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [S_i(m)-\mu_s(m)][S_i(m)-\mu_s(m)]^T = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N S_i(m)S_i(m)^T - \mu_s(m)\mu_s(m)^T, \quad (4)$$

其中, $C_s$ 的元素 $C_{ii}$ 是各矢量的第 $i$ 个分量组成的矢量的方差, $C_{ij}$ 是第 $i$ 个分量组成的矢量和第 $j$ 个分量组成的矢量之间的协方差,因此矩阵 $C_s$ 为实对称矩阵,可求得一组 $m$ 个的正交特征值。现设 $\lambda(i=1, 2, \dots, m)$ 和 $\mu(i=1, 2, \dots, m)$ 分别为 $C_s$ 正交特征值和对应的特征矢量,令特征值单调排列,即 $\lambda \geq \lambda_{i+1}(i=1, 2, \dots, m-1)$ ,则 $\mu$ 为最大特征值 $\lambda_1$ 所对

应的特征矢量,  $\mu_m$  为最小特征值  $\lambda_m$  所对应的特征矢量。图形 S 向正交特征矢量  $[\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_m]$  组成特征子空间作投影, 则将得到一个点, 该点的坐标为  $(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m)$ 。

$\lambda$  即是提取的特征量, 本算法选取最大的前  $k$  个特征向量, 使得

$$\sum_{i=1}^k \lambda_i \sum_{i=1}^m \lambda_i \geq \alpha,$$

其中,  $\alpha$  为设定的置信度值, 此处设为 98%。

KL 变换是统计意义上的最佳线性正交变换, 可以最大限度地消除矢量间的相关性。这样, 每一幅图像都可以投影到特征向量  $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_m$  组成的子空间中, 也就是说每幅图像对应于子空间中的一个点。

KL 变换可以看作是一种降维运算, 可以将 2 维空间的图像转换成 1 维空间的特征值。经过 KL 变换, 从图像中提取相应的特征值后, 利用该特征值进行车牌的汉字识别。

提取 KL 变换特征值后, 应设计一分类器, 进行车牌汉字的识别。KNN<sup>[11]</sup>、神经网络<sup>[12]</sup>、最小二乘法都可以被用作分类器的设计。为简化算法, 提高识别速度, 本论文首先确定各样本车牌汉字向特征子空间投影的点的坐标值, 然后计算待识别的图像在该子空间投影点与各样本参考点的欧氏距离, 离哪个样本字符的投影点的欧氏距离最小就归入那个字符的类。

车牌的种类不同, 其字符集合也是各不相同的。如普通的地方车牌的汉字是各省市的缩写, 武警车牌中汉字有林、消、金等, 军牌车牌中汉字有军、南、兰等。为了提高车牌字符的识别精度, 可先根据字符的切分结果以及车牌的颜色判别该车牌属于何种车牌, 再在该类车牌的字符集合中进行识别, 以缩小识别范围。

由于有些字的字形相近, 几个字符投影点的欧氏距离相差较小。因此需选用其他的特征作进一步的识别, 以提高识别正确率。例如:

#### (1) 湘与浙的区分

湘与浙的字形十分相近, 用 KL 特征值很难直接区分, 可对图像进行二值化后, 根据字符的右外轮廓特征对字符进行细分。将字符的右外轮廓向右边界进行投影, 可以看出, 湘的右外轮廓图的波形较平, 而浙的波形较复杂, 故可以利用此特征区分两个字。

#### (2) D、O 与 Q 的区分

D 与 O、Q 的区别可根据其左外轮廓进行区分。提取字符的左轮廓波形, 若波形较平或单调上升或

单调下降, 则为 D。若波形两头较高, 则为 O 或 Q。

O 和 Q 可通过如下方法区分: 提取字符图像的右下角 1/4 部分, 对字符进行笔画跟踪, 若存在左上 45° 的笔画则为 Q, 否则为 O。

本车牌识别系统的工作流程可描述如下:

Step1: 建立车牌各汉字的参考样本库。我们从一定数量的车辆照片, 提取车牌汉字图像, 进行 KL 变换, 得到其特征值, 并计算其均值, 建立特征子空间。

Step2: 对车牌进行预处理, 根据字符的切分结果以及车牌的颜色的判定结果判断该车牌属于何种车牌, 并决定识别字符的识别空间。

Step3: 对待识别字符图像进行 KL 变换, 计算该图像特征值与各样本字符特征值的欧氏距离。实现字符的分类。

Step4: 若 KL 分类后几个字符的欧氏距离相近, 根据各自的特征进行二次分类, 得到最终的车牌结果。

### 3 算法实现与验证

本文提出的算法已在 Redhat Linux 下实现, 并在某高速公路收费站采集了 2 000 余张车牌图像进行识别, 经统计, 车牌定位及字符切分正确率为 97.8%, 利用 KL 变换提取特征进行字符分类的正确率 (即分类正确或实际字符在 KL 分类结果集合中的正确率) 为 91.7%, 二次识别后的字符正确率为 88.4%。试验表明, 本算法是有效的。

### 4 结束语

根据车牌的纹理特征, 对图像边缘增强后, 利用投影值定位车牌; 根据投影法, 快速校正车牌倾斜角度; 根据字符分布的先验知识, 切分字符。车牌定位和字符切分的正确率较好。论文利用 KL 变换方法提取字符图像的特征值进行字符分类, 算法对污损车牌的干扰不敏感, 适用于公路收费等污损车牌较多的应用场合, 达到了实用的要求。

本算法将通过进一步分析字符的特征, 改善二次识别算法, 进一步提高识别正确率。

参考文献:

- [1] 黄卫, 路小波, 余彦祥, 等. 基于纹理及小波分析的车牌定位方法[J]. 中国工程科学, 2004, 6(3): 19-24.
- [2] 张西宁, 郑南宁. 汽车牌照自动识别中的目标与背景的快速分

(下转第 159 页)

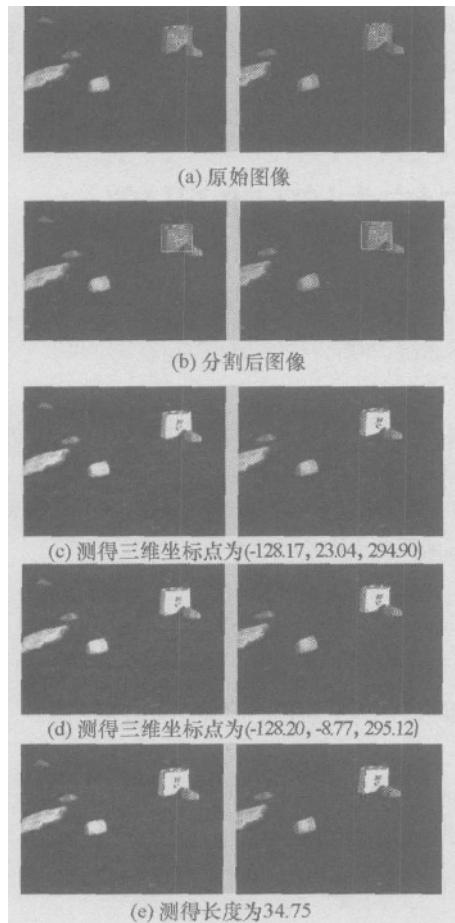


图 5 月面巡视探测器定位试验

Fig.5 Lunar rover locating experiment

的模式识别技术,能够达到较好的匹配效果。对于立体视觉测量技术,由于环境限制,特征点三维坐标很难测量,试验中采用了测量距离的方法,如图 5(e)中实际长度为 32.4,立体视觉的测量误差在 10%以内。随着离着陆器距离的扩大,特征点的识别变得困难,月面巡视探测器姿态估计变得不准,但可以继续提取分割后的图像中心,进行位置估计。

## 7 结论

本文提出的着陆器帮助的月面巡视探测器定位方法,能够对惯导系统加里程计的定位方法的累积误差进行修正,并充分利用着陆器立体摄像机的功能,减小月面巡视探测器的计算工作量,能够有效地满足月面巡视探测器的定位要求。在定位方法的研究中,提出了多通道彩色分量融合的图像分割方法,能够适应各种光照条件的影响,并且运算速度快,能够达到实时图像伺服控制的目的。通过月面巡视探测器上制作特征点及采用模式识别技术,提高了图像匹配概率,并且能够估算月面巡视探测器姿态。通过卡尔曼滤波技术,能够满足任意时刻的月面巡视探测器的定位。通过深入研究,能够满足在着陆器视场范围的月面巡视探测器定位要求。

## 参考文献:

- [1] 刘强,等.国外月球探测工程技术调研报告文集[C].中国空间技术研究院总体部,2005.
- [2] RONGXING LI. Rover Localization and Landing-site Mapping Technology for the 2003 Mars Exploration Rover Mission [J]. PE&RS, 2004, 70(1).
- [3] 岳富占,等.基于地球敏感器和加速度计的月球车自主定向算法研究[J].宇航学报,2005,26(5).
- [4] 肖业伦.航空航天器运动的建模-飞行动力学的理论基础[M].北京航空航天大学出版社,2003.
- [5] 王海霞,等.一种基于不变矩的目标识别方法[J].光学精密工程,2004,12(4).
- [6] HU MK. Vision pattern recognition by moment invariants [J]. IEEE Trans. On Information Theory, 1962, 8:179-187.
- [7] 马颂德,等.计算机视觉-计算理论与算法基础[J].北京:科学出版社,1998.
- [8] 高文,陈熙霖.计算机视觉-算法与系统原理[M].北京:清华大学出版社,1999.

(上接第 149 页)

- [3] 高朝晖,黄卫.基于彩色图像车牌分割研究[J].公路交通科技,2004,21(8):114-117.
- [4] 陈寅鹏,丁晓青.复杂车辆图像中的车牌定位和字符分割方法[J].红外与激光工程,2004,33(1):30-33.
- [5] 路小波,包明,黄卫.基于投影的车牌倾斜检测方法[J].交通运输工程与信息学报,2004,2(4):10-15.
- [6] 芮挺,沈春林,张金林.车牌识别中倾斜牌照的快速矫正算法[J].计算机工程,2004,30(13):122-124.
- [7] 黄卫,路小波,凌小静.基于小波包特征提取的车牌字符识别[J].科学通报,2004,49(24):2612-2614.

- [8] 高伟,刘喜平.基于粗糙集的车牌字符识别方法[J].山西大学学报,2005,23(3):253-255.
- [9] 路小波,凌小静,黄卫.一种基于模板匹配的汽车牌照识别方法[J].交通与计算机,2004,6(22):79-81.
- [10] 章毓晋.图像处理与分析[M].北京:清华大学出版社,1999.
- [11] 彭辉,张长水,荣刚,等.基于KL变换的人脸自动识别方法[J].清华大学学报,1997,37(3):67-70.
- [12] 陈爱斌.基于KL变换的汽车车型的识别方法[J].中南林学院学报,2004,24:111-113.
- [13] 潘晓峰,刘红星.基于神经网络的图像KL变换方法的改进[J].微处理机,2005,4:26-28.