

汽车牌照识别技术研究

宋建才 中国科学技术大学(230026)

Abstract

In this paper,a vehicle license plate location and character segmentation method is presented,which is based on edge detection and Hough transform.Dependent on the geometric shape and strokes of a character image,a new method for recognizing alphabetic character and numeric character is presented. Also,a Chinese character recognition method based on Chinese character structure knowledge is presented.Automatic recognition of vehicle license plate is realized using these methods.

Keywords:vehicle license plate,location,recognition

摘要

本文分析了汽车牌照的几何特征和成像特点,提出了一种基于边缘检测和 Hough 变换的汽车牌照定位方法和基于图像投影的车牌字符分割方法。通过分析车牌号码中的字符图像特点,提出了基于字符图像几何形态和笔画结构的字母和数字识别方法,以及基于汉字结构知识的汉字识别方法,从而实现了汽车牌照的自动识别。

关键词:汽车牌照,定位,识别

汽车牌照识别就是在装备了数字摄像设备和计算机信息管理系统等软硬件平台的基础之上,通过对车辆图像的采集,采用先进的图像处理、模式识别和人工智能技术,在图像中找到车牌的位置,提取出组成车牌号码的全部字符图像,再识别出车牌中的文字、字母和数字,最后给出车牌的真实号码。车牌自动识别是计算机视觉技术的一种具体应用,其功能就是自动识别静止的或行进中的汽车牌照号码。

1 车牌定位

在车牌自动识别系统中,软件部分要解决的关键技术主要包括车牌定位、字符分割和字符识别。车牌定位就是在—幅车辆图像中找到车牌所在的位置,如图 1 中所示蓝底白字的矩形区域;字符分割则是从车牌图像中分离出组成车牌号码的单个字符图像;字符识别是对分割出的字符图像进行识别,给出文本形式的车牌号码。

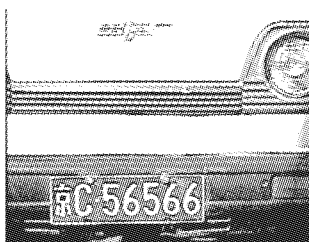


图 1 图像中车牌的位置

如图 1 所示,车牌图像具有下述特征:

汽车牌照是一个有边界的矩形区域;车牌号码字符颜色与车牌底色有明显差别;车牌的长宽比是定值;车牌号码沿水平方向直线排列。

正是根据车牌的这些特点,作者提出了基于 Hough 变换的车牌定位方法。

1.1 边缘检测

车牌区域具有明显的边缘特征,因而使用边缘检测算子对图像进行边缘检测后,车牌的边界线就可以检测出来。本文使用下列算子进行水平和垂直方向边缘检测:

$$\text{水平方向 } Eh = \begin{bmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}, \text{垂直方向 } Ev = \begin{bmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$$

之所以使用这两个边缘检测算子进行边缘检测,一是该算子产生的边缘宽度是单像素,这样便于下一步进行 Hough 变换;二是实验发现,使用该算子对车牌图像进行边缘检测具有较理想的效果。

1.2 Hough 变换

Hough 变换是在二值图像中进行直线检测的一种方法。Hough 变换的原理如下:设平面直角坐标系 XOY 中有直线 $y = ax + b$,作变换 $\rho = x \cos \theta + y \sin \theta$ 。则 XOY 平面中直线 $y = ax + b$ 上每个点 (x_i, y_i) 都对应 Hough 平面中的一条曲线 $\rho = x_i \cos \theta + y_i \sin \theta$,如图 2。经过 Hough 变换后,直线 $y = ax + b$ 就变换为 Hough 平面中的一簇曲线,而且这些曲线都相交于同一点 (ρ, θ) ,这里的 ρ 就是 XOY 平面中坐标原点到直线 $y = ax + b$ 的垂直距离, θ 就是该直线的法线与 x 轴的夹角。

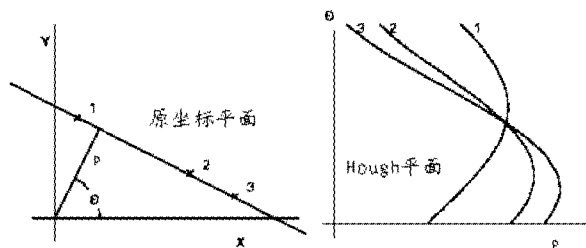


图 2 Hough 变换

1.3 车牌定位

对图像进行边缘检测后,再利用 Hough 变换进行共线检测,并按照一定的原则将共线的线段连接在一起,这样就在图像中形成了一系列直线段。汽车牌照是标准的矩形框,车牌的边界就是两条水平直线段和两条垂直直线段,而且两条水平边框线互相平行,起止点相同。垂直边框线同样具有这一特点。对图像中的所有直线段进行排序处理,根据前面提到的车牌特征,就可以检测出车牌的边框线,从而确定车牌的位置。

2 字符分割

确定车牌位置后,下一步的任务就是进行字符切分,分离出车牌号码的全部字符图像。前面已经提到,车牌号码是沿水平方向成直线排列,而且所有字符图像高度相同。利用这一特点,本

文采用投影方法进行车牌字符切分。首先将车牌图像沿水平方向投影,然后再将车牌图像沿垂直方向投影,见图 3(A)。根据车牌图像水平方向的投影图确定字符图像的高度,即找到字符图像

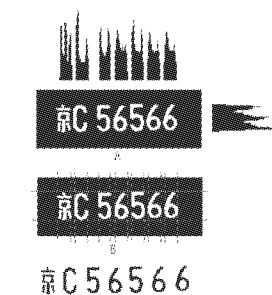


图 3 车牌图像投影和字符分割

图像的上下边界,根据车牌图像垂直方向的投影图确定各字符图像的宽度,即找到各字符图像的左右边界,见图 3(B)。

车牌号码各字符图像的四个边界确定后,就确定了每个字符图像的高度和宽度,以及像素数量。将每个字符图像的全部像素值按照原来的位置关系写入独立的图像文件,即创建单个字符图像,为下一步字符识别作准备,见图 3(C)。

3 字符识别

中国的车牌号码中有三类字符:汉字、字母和数字,都是印刷体。由于汉字与其他字符相比结构复杂,数量多,因而本文对汉字和其他字符使用不同的方法进行识别。

3.1 汉字识别

汉字的笔画可以简化为四类,即横笔画、竖笔画、左斜笔画和右斜笔画(点、钩等笔画归为斜笔画)。可以认为一个汉字就是由这几种笔画在一个矩形框内按照不同的数量和排列位置组合而成的。如果将各种笔画的中心点作为该笔画的位置坐标,就可以确定汉字中各种笔画的排列位置。因此,将一个图形汉字进行网格化后,就可以确定各网格内笔画的种类和数量。对于这样的—个网格,可以用矩阵形式表示,从而将一个汉字的结构特征表示为一个矩阵。如图 3 中的汉字“京”共有 9 个笔画组成,其中 3 个横笔画、3 个竖笔画、1 个左斜笔画和 3 个右斜笔画。用 3x3 的矩阵表示如下:

横笔画矩阵	$\begin{bmatrix} 010 \\ 020 \\ 000 \end{bmatrix}$	竖笔画的矩阵	$\begin{bmatrix} 000 \\ 101 \\ 010 \end{bmatrix}$
左斜笔画矩阵	$\begin{bmatrix} 000 \\ 000 \\ 100 \end{bmatrix}$	右斜笔画矩阵	$\begin{bmatrix} 010 \\ 000 \\ 010 \end{bmatrix}$

对汉字图像进行这样的处理后,每个汉字的特征量就是四个矩阵:横笔画矩阵 H、竖笔画矩阵 V、左斜笔画矩阵 L 和右斜笔画矩阵 R。设样本库中共有 N 个样本,每个样本的特征矩阵为 H_i 、 V_i 、 L_i 和 R_i , $i=1,2,\dots,N$ 。具体识别算法如下:

(1) 计算待识别汉字图像的四特征矩阵 H、V、L 和 R。

(2) 计算待识别汉字图像的矩阵与样本图像对应矩阵之间的距离。

横笔画矩阵之间的距离 $D_{hi} = \sqrt{\sum (H(x,y) - H_i(x,y))^2}$, 其中 $H(x,y)$ 是横笔画矩阵中的元素, $x=0,1,2; y=0,1,2$ 。

竖笔画矩阵之间的距离 $D_{vi} = \sqrt{\sum (V(x,y) - V_i(x,y))^2}$, 其中 $V(x,y)$ 是竖笔画矩阵中的元素, $x=0,1,2; y=0,1,2$ 。

左斜笔画矩阵之间的距离 $D_{li} = \sqrt{\sum (L(x,y) - L_i(x,y))^2}$, 其中 $L(x,y)$ 是横笔画矩阵中的元素, $x=0,1,2; y=0,1,2$ 。

右斜笔画矩阵之间的距离 $D_{ri} = \sqrt{\sum (R(x,y) - R_i(x,y))^2}$, 其

中 $R(x,y)$ 是横笔画矩阵中的元素, $x=0,1,2; y=0,1,2$ 。

(3) 计算待识别汉字图像与每个样本之间的距离 D_i 。 $D_i = (D_{hi}^2 + D_{vi}^2 + D_{li}^2 + D_{ri}^2)^{1/2}$ 。

(4) 求待识别汉字图像与样本之间的最小距离 D_{min} 。 $D_{min} = \min(D_0, D_1, \dots, D_N)$ 。

(5) 与最小距离 D_{min} 对应的样本所代表的汉字就是识别结果。

3.2 字母和数字识别

字母和数字的笔画共有两大类:直笔画和弧笔画。直笔画又可分为横笔画、竖笔画、左斜笔画和右斜笔画。弧笔画是一条曲线段,本文将其分为两类:开弧笔画和闭弧笔画。所谓开弧笔画,指该弧笔画没有形成封闭环,如字母“C”。而闭弧笔画则形成一个封闭的环,如数字“0”。

根据字符图像的—特点,本文采用下述方法对字母和数字进行逐级分类,形成—棵识别判定树,每个字符就是一个叶子:

首先在待识别的字符图像中搜索封闭环的数量和位置。

根据搜索到封闭环的结果判断字符所在的类:单封闭环字符类、双封闭环字符类、无封闭环字符类。

针对每一类分别进行相应的笔画分析和识别。

对于字母和数字的笔画表示,这里不再赘述,只对封闭环的搜索算法进行论述。

搜索封闭环实际上就是在字符图像中搜索连通域。在字符的二值图像中,假定字符像素值为“1”,背景像素值为“0”,则:

1) 无封闭环的字符图像中只有两个连通域,即字符连通域和背景连通域,图 4(a) 中的 B 和 F。

2) 只有一个封闭环的字符图像中有三个连通域,即一个字符连通域和两个背景连通域,图 4(c) 中的 B1、B2 和 F。

3) 有两个封闭环的字符图像中有四个连通域,即一个字符连通域和三个背景连通域,图 4(b) 中的 B1、B2、B3 和 F。

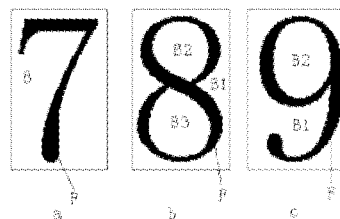


图 4 字符图像中的连通域

搜索封闭环的算法如下:

(a) 读入二值字符图像。

(b) 找到一个像素值为“0”的背景像素点 B_0 。

(c) 搜索 B_0 的连通域,并将该连通域内的像素全部标记为背景 1。

(d) 遍历图像中像素值为“0”的像素。

(e) 若所有“0”像素都已标记为背景 1,则该图像内封闭环个数为 0,跳转到(k)。

(f) 若存在没有标记为背景 1 的“0”像素点 B_1 ,则有封闭环。

(g) 搜索 B_1 的连通域,并将该连通域内的像素全部标记为背景 2。

(h) 遍历图像中像素值为“0”的像素。

(i) 若所有“0”像素都已标记为背景 1 或背景 2,则该图像内封闭环个数为 1,跳转到(k)。

(下转第 57 页)

(上接第 45 页)

(j)若存在没有标记为背景 1 或背景 2 的“0”像素,则该图像内封闭环个数为 2。

(k)结束搜索,返回封闭环个数。

4 识别测试

为了评价本文提出的车牌识别方法,作者进行了识别测试,测试结果如下:

1)车牌定位测试:测试车辆图像 500 幅,定位正确 481 幅,正确率 96.2%。其中定位失败的图像都是图像中车牌边界模糊或破损。

2)字符分割测试:测试车牌图像 481 幅,分割正确 481 幅,正确率 100.0%。

3)汉字识别:测试汉字图像 300 幅,识别正确 291 幅,正确率 97.0%

4)字母和数字识别:测试字符图像 600 幅,其中字母 400 幅,数字 200 幅,识别正确 589 幅,正确率 98.2%。

5 结束语

根据车牌图像的几何特征和成像特点,本文提出了基于边缘检测和 Hough 变换的车牌定位和字符分割方法,并依据车牌号码中的字符图像特点提出了针对车牌号码字符图像的字符识别方法,实现了汽车牌照的自动识别。测试结果表明,应用本文提出的方法对汽车牌照进行自动识别是完全可行的,具有很强的实用性。

参考文献

- 1 朱志刚,等译.数字图像处理.1998,电子工业出版社,ISBN 7-5053-4596-6/TP.2177
- 2 付忠良.图像域值选取方法.计算机应用,2000(5)
- 3 孙星明,杨茂江,刘国华,胡运发.完全基于结构知识的汉字笔画抽取方法[J].计算机研究与发展,2000(5)

[收稿日期:2003.10.17]