

# 基于纹理分析的精确车牌定位算法<sup>①</sup>

柴晓荣 刘锦高 (华东师范大学 信息科学技术学院 上海 200241)

**摘要:** 在车牌识别(LPR)系统的实现过程中,最关键的部分就是车牌图像的提取以及车牌字符图像的分割。介绍了一种基于车牌区域字符的纹理特征和统计规律的车牌定位方法。由于光照、复杂背景等因素都会对车牌定位产生不良影响,而利用车牌字符纹理丰富的特征寻找车牌区域就可以避开这些不良影响。这种算法不仅排除了光照、复杂背景等因素的影响,而且对于拍摄到车牌的大小、车牌在图像中的位置和倾斜角度没有太多限制。实验证明这种算法具有定位准、适应性强的特点。

**关键词:** 车牌定位; 纹理分析; Otsu 二值化; 聚类

## Texture Analysis-Based Vehicle License Plate Location

CHAI Xiao-Rong, LIU Jin-Gao

(Department of Information Science & Technology, East China Normal University, Shanghai 200241, China)

**Abstract:** In the License Plate Recognition (LPR) system, the most critical part is the license plate image extraction and image segmentation license plate characters. In this paper, a license plate location method is proposed based on the license plate region texture features and statistical laws it. This algorithm cannot only rule out the light, complex background and other factors, it is also not limited by the size of license plate capture, license plate in the image of the location and angle.

**Keywords:** license plate location; texture analysis; otsu; clustering

车牌自动识别<sup>[1]</sup>中最为关键的技术是:车牌区域的定位、字符的分割和字符的识别。车牌区域定位的精确与否,直接影响到后继步骤的效果。而采用车牌字符和车牌底纹形成的特有的纹理特征来进行定位可以排除复杂背景等因素的干扰,具有较好的鲁棒性<sup>[1]</sup>。

## 1 引言

目前,车牌定位主要有以下几种方法:基于二值图像的数学形态学运算法;基于图像彩色信息的方法;基于纹理分析的方法;基于垂直投影的方法;自适应边界搜索法;区域生长法等。基于纹理分析的方法<sup>[2,3]</sup>,利用车牌区域内字符纹理丰富的特征定位车牌,对于光照偏弱、偏强和不均匀性、牌照倾斜和变形等情况不敏感,具有良好的定位特性。本文提出了一种具有普遍适应性的精确车牌定位算法,结合纹理分析、边

框去除、Otsu 二值化等算法,达到了比较好的车牌定位以及提取的效果,为后续的字符分割和字符识别做了很好的铺垫。

## 2 图像纹理分析基本理论

纹理是图像分析中常用的概念,它们反映了物体表面颜色或灰度的某种变化,而这些变化又与物体本身的属性相关。习惯上把图像中局部不规则的而宏观有规律的特性称之为纹理,一般来说可以认为是纹理由许多相互接近的、互相编织的元素构成,它们常具有一定的周期性。直观的来说纹理描述可提供区域的平滑、稀疏、规则性等特性。

我国的车辆牌照一般由七个字符组成,每个字符的灰度基本相同,从直觉上来说汽车图像中的字符区域在灰度图上具有如下两个特征:文字具有一些特殊

① 基金项目:上海市科委重点攻关项目(075115002)

收稿时间:2009-05-13

的频率和相位信息;文字区域表现出特定的空间凝聚性,同一文本具有相同的高度、方位等空间属性。第一个特征可以作为字符区域的一种特殊的结构进行提取,又可依据第二个特征进行聚类分析。车牌的底色、边缘颜色及车牌外的颜色都是不同的,表现在图像中就是灰度级互不相同,这样在车牌边缘形成了灰度突变边界。实际上车牌的边缘在灰度上是一种屋顶状边缘。在车牌区域内部,字符和车牌底的灰度均匀的呈现波峰波谷。

### 3 车牌定位算法流程

本文对灰度图像进行研究,如果采集到的图像是彩色图像,首先需要对彩色图像进行灰度化处理。然后经过水平 Sobel 算子,对于车牌图像水平跳变比较丰富的区域进行图像增强,然后再经过 Otsu 二值化转换为二值图像,并且扫描检测水平跳变点,这时车牌附近的边缘就被检测出来了,其他一般灰度变化不太明显的区域就被屏蔽了,当然还有很多其他变化丰富的区域也被检测出来了,但是这些区域和车牌区域的纹理特性是不同。然后通过本文比较好的纹理分析算法,滤除干扰区域,检测出车牌的大致位置,然后再通过点的聚类算法得到比较精确的车牌左右边缘<sup>[4]</sup>。

#### 3.1 水平 Sobel 变换

图像边缘是图像最基本的特征,边缘是指其周围图像像素灰度有阶跃变化的那些像素的集合。经典的边缘提取方法是考察图像的每个像素在某个领域内灰度的变化,利用边缘邻近一阶或二阶方向导数变化规律,用简单的方法检测边缘,这种方法称为边缘检测局部算子法。典型的微分算子有 Roberts 算子、Sobel 算子、Canny 算子等。车牌区域最明显的还是字符的特征,而且,字符在水平方向边缘特征比较突出,因此我们在算法中选用了水平 Sobel 算子,它具有方向性可以加强某一方向上的边缘特征,Sobel 边缘算子的模板是两个 3x3 的卷积核,如图 1 所示。

$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

图 1 水平 Sobel 算子和垂直 Sobel 算子

记  $f(x, y)$  为当前像素点,对这一点进行水平 Sobel 变换,即通过(1)式求改点新的值。可以看出当前点的

新值取决于该点周围的六个点,并且左右两个点的差值越大,则新值也越大,符合突出垂直边缘的要求。取图像中的每个点都用这个水平核做卷积,可以明显突出图像的垂直方向的边缘。

$$\nabla f(x, y) = [f(x+1, y+1) + 2f(x+1, y) + f(x+1, y-1)] - [f(x-1, y+1) + 2f(x-1, y) + f(x-1, y-1)] \quad (1)$$

通过对车辆牌照的分析,我们发现,汽车头(尾)部包含丰富的纹理特征,如保险杠、车灯、散热片等。这些纹理信息的干扰,导致边缘检测的结果不仅包含车牌纹理特征,而且含有大量的干扰信息,从而给真正车牌的定位带来了困难。通过对这些干扰纹理特征与车牌区域纹理特征的比较发现,车牌区域的字符比较集中,同时有比较强的纹理特征。而保险杠、车灯等非车牌区域的纹理特征比较稀疏。对于牌照分割来说,有用的信息为图像的水平边缘,因此本文使用水平 Sobel 算子,对汽车图像进行水平 Sobel 变换。经过变化的图像如图 2 所示。

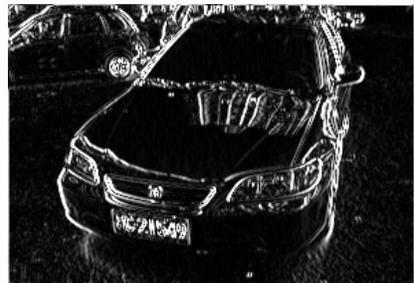


图 2 水平 Sobel 算子检测后

由图 2 我们可以看出,汽车图像经过 Sobel 变换后,垂直方向的边缘被突出了,水平 Sobel 变换后的图像很好的提取了车牌区域的纵向纹理特征,同时又有效的去除了汽车图像中横向纹理特征的干扰。因此,采用水平 Sobel 变换能够达到提取车牌边缘、抑制噪声的目的。

#### 3.2 图像二值化

图像二值化的关键在于阈值 T 的选取,根据阈值 T 来区分图像中的对象和背景。根据阈值选取情况,又分为全局阈值、局部阈值和动态阈值。全局阈值法根据图像的直方图或灰度空间分布确定一个阈值,以此实现灰度图像到二值图像的转化。典型的全局阈值法包括 Otsu<sup>[5]</sup>方法,最大熵方法等。全局阈值算法简单,对于目标和背景明显分离、直方图分布呈双峰的

图像效果良好。本为采用了经典的 Otsu 算法,它是在判别最小二乘法的基础上推导出来的。基本思想是:取一个阈值  $T$ ,将图像分成背景和目标两部分。背景和目标的类间方差越大,说明构成图像的两部分的差别越大,当部分目标错分为背景或部分背景错分为目标都会导致两部分差别变小。因此,使类间方差最大的分割意味着错分概率最小。对于图像中前景和背景的分割阈值记作  $T$ ,属于前景的像素点数占整幅图像的比例记为  $\omega_0$ ,其平均灰度  $\mu_0$ ;背景像素点数占整幅图像的比例为  $\omega_1$ ,其平均灰度为  $\mu_1$ 。图像的总平均灰度记为  $\mu$ ,类间方差记为  $\beta$ 。则有如下(1)(2)两个等式成立:

$$\mu = \omega_0 \times \mu_0 + \omega_1 \times \mu_1 \quad (1)$$

$$\beta = \omega_0 \times (\mu_0 - \mu)^2 + \omega_1 \times (\mu_1 - \mu)^2 \quad (2)$$

将式(1)代入式(2),得到等价公式:

$\beta = \omega_0 \omega_1 (\mu_0 - \mu_1)^2$ ,采用遍历的方法得到使类间方差最大的  $T$  即为所求的阈值。由于图像经过水平 Sobel 变化后,使得图像灰度直方图呈现良好的双峰,经过 Otsu 二值化效果良好,图像如图 3 所示。Otsu 二值化还会用在精确定位车牌后对车牌图像进行二值化。



图 3 Otsu 二值话

### 3.3 水平跳变检测

对图像进行分析,车牌区域区别与其它区域的地方就在于牌照上有字符,字符之间的间隔比较均匀,字符和牌照底色在灰度值上存在跳变。这一特征体现在图像的灰度上就会有一小块灰度密集震荡的区域。而字符本身与牌照底色的内部都有较均匀的灰度,所以在这个矩形区域有着丰富的边缘存在。针对图像的这个特点,经过 Soble 水平检测算子运算和 Otsu 法二值化,已经使得车牌区域在图像中比较显著,为了达到车牌提取时与图像大小无关,纹理分析时统计判断的时水平跳变点的数量和间隔,所以必须经过水平跳变检测。水平跳变检测中每一点的计算只与其右侧点有关,记  $f(x,y)$  为当前像素点,则跳变点  $d(x,y)$  的定义如(3)式:

$$d(x,y) = |f(x,y) - f(x+1,y)| \quad (3)$$

这样就得到了候选区域的二值化水平跳变边缘图,在边缘上的象素灰度值为 1,而且其它非边缘的象素灰度值则是 0。通过边缘图像图 4,我们就可以看到目标的轮廓。在车牌的区域,由于字符的纹理特征,象素的灰度值在行和列两个方向上,象素灰度值跳变。



图 4 水平跳变点检测

### 3.4 纹理分析车牌定位

对于我国现行的标准车牌而言,牌照区域共又七个标准字符,字符之间存在间隔,牌照字符边缘经过上诉边缘检测后会产生 0-1 跳变,特征量的取值范围可按下述方法得到:①下限的设定。可以考虑极端的情况,车牌号码五个数字都为“11111”,则其边缘变化频率,即车牌区域字符的水平跳变总数为 10,汉字和字母某一行都为单笔划时,变化的频率最小且为 4(如“京”“l”的最顶行),因而变化频率的最小值应为 14,考虑到牌照两侧干扰的存在可设为 18;②上限的设定。我们也可考虑极端情形,车牌号的五个数字两次经过某一行(如“88888”中的上下半部分)时,其边缘变化的频率最大且为 20,当字母为“M”或“W”时,字母四次经过某一行,其边缘变化的频率最大且为 8,当汉字为“藏”字时,扫描线经过该字时变化频率最大为 12。过实际测试,由于干扰的情况可设此特征量设置略大一些。采用逐行扫描跳变点的方法就可以得到每行跳变点的数量。但是观察图 4,其他干扰区域也有可能产生符合上诉条件的跳变点。之所以没有滤除这些干扰的原因是没有充分运用车牌字符的纹理特征。车牌字符的跳变不但有数量的要求,而且两个跳变点之间的距离也是有所约束的,并且两相邻行的跳变点的起始、结束位置也是有所关系的。所以扫描的时候要综合运用以上纹理特征。

经过上述步骤后可以得到初定位的车牌图像,如图 5、图 6 所示。图 5 为上述倾斜的车牌定位的图像,图 6 为非倾斜的车牌定位图像,车牌的定位还是还是比较精确的。



图 5 倾斜车牌



图 6 非倾斜车牌

### 3.5 聚类算法

聚类通过把目标数据放入少数相对同源的组或“类”(cluster)里。分析表达数据,①通过一系列的检测将待测的一组基因的变异标准化,然后成对比较线性协方差。②通过把用最紧密关联的谱来放基因进行样本聚类,例如用简单的层级聚类(hierarchical clustering)方法。这种聚类亦可扩展到每个实验样本,利用一组基因总的线性相关进行聚类。③多维等级分析(multidimensional scaling analysis,MDS)是一种在二维 Euclidean “距离”中显示实验样本相关的大约程度。④K-means 方法聚类,通过重复再分配类成员来使“类”内分散度最小化的方法。

K-means 聚类算法是动态聚类算法中常用的一种。动态聚类算法应解决以下 3 个问题:

① 某种距离度量作为样本间的相似性度量。

② 确定某种评价聚类结果质量的准则函数。

③ 给定某个初始分类,然后用迭代算法找出使准则函数取极值的最后的聚类结果。

由于 K-means 聚类算法与其他无监督分类算法相比较具有方法简单,且实现编程方便等优点,所以在一些分类问题上得到了广泛的应用。

实验的开始阶段,在用纹理分析定位车牌后发现车牌左右边界的定位有的时候很准确,但是有的时候会有不小的偏差,仔细分析发现在纹理分析中,寻找有效行的跳变点起始坐标的时候,由于有的车牌底下含有小的字符,或这车牌左边含有比较丰富的纹理干扰,造成有效行中某些行的起始点坐标和真正车牌左右位置的有比较大的偏差,造成用统计有效行起始点平均值的方法定位车牌左右边界会造成一定的影响。所以设想去掉这些干扰的点。只计算那些真正在车牌边界附近的点的平均值。

这是一个对人来判断很直观的问题,并且很容易解决,把所有有效行的起止点的坐标往数轴上画,可以看到大多数点聚集在一个中心位置,但是有少量的点离这个中心点很远。把这些离得远的点剔除就可以得到一个比较精确的平均值。这个问题可以看作一个聚类问题,大多数聚在一起的点可以看作一个类,其他的干扰点也可以看成是其他类的点。采用类似

K-means 的聚类算法,来完成聚类问题。

经过聚类算法,车牌左右边界的定位有了大幅度的提高。实验对比如下,图 7 是未加聚类算法的定位结果,由于定位不准,导致定位图像右边界出现了问题,图 8 是加了聚类算法的定位结果。从图中可以明显体会到聚类算法的作用。



图 7 未加聚类算法的定位结果



图 8 加了聚类算法的定位结果

## 4 结论

一般的车牌识别系统的算法分为车牌定位、字符分割和字符识别 3 个模块。其中,车牌定位模块非常关键,定位结果直接影响到后面的字符分割和字符识别的准确性。本文着重对这车牌定位模块和其它的辅助模块进行了研究和探讨。在车牌定位模块中,我们首先归纳了车牌的纹理特征,并在实践和不断摸索中提出了一种较为高效的定位算法。通过实际检测这种结合多种纹理特征的车牌定位算法,不依赖于车牌的尺寸大小、拥有对光照条件、路面状况、车牌倾斜角度等比较好的免疫作用,达到了比较好的定位算法。

### 参考文献

- 1 Johnson A S, Bird B M. Number-plate matching for automatic vehicle identification. Proc. of Electronic Image and Image Processing in Security and Forensic Science, IEE Colloquium, 1990,(4):1-8.
- 2 郭捷,施鹏飞.基于颜色和纹理分析的车牌定位方法.中国图象图形学报,2002,7(5):472-476.
- 3 刘广起,郑晓势,张晓波.基于图像纹理特征提取的车牌定位算法.中国图象图形学报,2005,10(11):1419-1422.
- 4 Lienhart R, Wernicke A. Localizing and Segmenting Text in Images and Videos. IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technology, 2002,12(4):256-268.
- 5 Otsu N. A Threshold selection method from gray-level histograms. IEEE Trans. Systems, Man and Cybernetics, 1979,9(1):62-66.