

文章编号: 1005—0523(2006)02—0057—05

基于灰色形态学的车牌定位技术研究

蒋先刚¹, 吴小林², 余鹤龄³

(华东交通大学 1. 基础科学学院; 2. 电气与电子工程学院, 江西 南昌 330013; 3. 江西省科学器材公司, 江西 南昌 330000)

摘要: 对车牌定位的各种技术及图像预处理进行了分析和比较, 并提出和验证用灰色形态学与颜色掩膜相结合的方法对车牌图像进行快速定位的技术和方法。

关 键 词: 灰度形态学; 颜色掩膜; 连通区域

中图分类号: TP391.41

文献标识码: A

1 概述

车牌定位方法主要是利用车牌的边缘、形状、颜色等特性, 结合数字图像处理、形态学、小波变换、人工神经网络等技术对车牌进行定位。

基于特征的车牌定位方法有 C. J. Setchell 提出的基于字符边缘检测的车牌定位方法, 通过图像中字符边缘和水平扫描行之间相交的边缘之间的距离分布规律, 确定可行的车牌区域。完全基于形态学的算法有运用数学形态学的闭运算获得车牌的候选区, 然后采用投影的方法剔除假车牌, 定位真车牌位置。基于神经网络的方法有基于 BP 网络的牌照定位方法, 在该算法中, 使用一个滑动窗口作为采样窗口, 在灰度图像上依次移动, 将窗口覆盖下的图像块作为神经网络的输入, 当输出接近 $1/2$ 时, 表示滑动窗口下的图像块属于车牌区域, 当输出接近 $-1/2$ 时, 表示滑动窗口下的图像属于背景区域。人工神经网络算法抗干扰性好, 但是由于图像中车牌区域通常只占 $2\sim 3\%$ 的面积, 特征值难以提取, 算法也比较复杂。基于彩色的车牌定位方法有采用多层感知器网络对输入彩色图像进行彩色分割及多级混合集成分类器的车牌自动识别方法。

2 基于颜色掩膜及灰度形态学的车牌定位技术

根据前面分析的车牌定位技术的特点, 可以发现车牌定位技术中最不稳定的因素就是阈值的确定, 不管是基于特征的车牌定位还是人工神经网络的方法, 都要对图像进行二值化处理, 由于天气的变化以及车辆图像背景色彩的不确定性, 很难找到一种通用的阈值确定方法。

因此本文提出了基于颜色掩膜及灰度形态学的车牌定位方法, 刻意避开二值化中阈值的确定问题。该方法的主要思想就是将采集的图像从 RGB 彩色空间转化到 HSV 彩色空间, 考虑到中国车牌的特点, 利用 V 分量特性可将黑色区域识别出来, 利用 H、S 分量可将蓝、黄区域识别出来, 利用 S、V 分量可以确定白色区域, 然后将其他的颜色信息设为背景, 将图像转化为 5 级灰度图, 然后采用灰度形态学运算有效地消除孤立干扰点, 再利用迭代法通过对每一个连通区域的搜索, 确定候选区域, 并进行标记, 然后根据车牌特征从候选区域中准确地分割出原始图像中的车牌。

2.1 灰色形态学图像处理的基本方法

二值化形态学所用到的交、并运算将分别用最

收稿日期: 2006—02—10

项目基金: 华东交通大学 2004 年科研基金资助项目

作者简介: 蒋先刚(1958—), 男, 湖南永城人, 教授, 主要研究领域为机械、电气 CAD/CAM 和计算机图形学。

中国知网 <https://www.cnki.net>

大、最小极值运算代替.而在灰值形态学中,灰值图像的腐蚀和膨胀过程可直接从图像和结构元素的灰值级函数计算出来.灰值的形态膨胀与形态腐蚀运算与图像处理中的卷积积分非常相识.从信号处理的角度来看,灰值形态和差是一种极值滤波.

用 b 对函数 f 进行灰度膨胀表示为: $f \oplus b$, 定义为:

$(f \oplus b)(s, t) = \max \{ f(s - x, t - y) + b(x, y) \mid (s - x), (t - y) \in D_f; (x, y) \in D_b \}$ 这里 D_f 和 D_b 分别是 f 和 b 的定义域.注意, f 和 b 是函数而不是二值形态学中的集合.灰值膨胀运算过程是以结构元素 $g(x, y)$ 为模板, 搜寻图像在结构基元大小范围内的灰值和的极大值.膨胀运算在数学形态学中所起的主要作用是把图像周围的点并进图像中, 因此,膨胀运算在连接图像中的断续点和填补图像中的空洞是非常有用的.

灰值腐蚀表示为 $f \ominus b$, 定义为:
 $(f \ominus b)(s, t) = \min \{ f(s + x, t + y) - b(x, y) \mid (s + x), (t + y) \in D_f; (x, y) \in D_b \}$

灰值腐蚀运算过程是以结构元素 $g(x, y)$ 为模板, 搜寻图像在结构基元大小范围内的灰值差的极小值, 图像的腐蚀过程实际上是一种消除目标图像所有边界点以及边界上的突出部分的过程.腐蚀运算对于从一幅图像中去除一些小且无意义的目标

比较有效.
灰值图像的开操作和闭操作与二值图像的对应操作具有相同的形式, 用结构元素对图像进行开操作表示为 $f \circ b$, 定义为:

$$f \circ b = (f \ominus b) \oplus b$$

同二值图像中的情况一样, 开操作先用 b 对 f 进行简单的腐蚀操作, 而后用 b 对得到的结果进行膨胀操作. 同样, 用 b 对 f 进行闭操作表示为 $f \bullet b$, 定义为:

$$f \bullet b = (f \oplus b) \ominus b$$

实际应用中, 灰值开操作经常用于去除较小(相对于结构元素的大小而言)的明亮细节, 同时相对地保持整体的灰度级和较大的明亮区域不变.

灰值闭操作经常用于除去图像中的暗细节部分, 而相对保持明亮部分不受影响, 先通过膨胀除去图像中的暗细节, 同时增强图像的亮度, 接下来对暗图像进行腐蚀, 而不会将图像操作除去的部分重新引入图像中.

2.2 基于颜色掩膜及灰度形态学的车牌定位技术的实现方法

基于颜色掩膜及灰度形态学的车牌定位方法的流程如图 1 所示, 其方法的主要步骤包括如下几个方面.

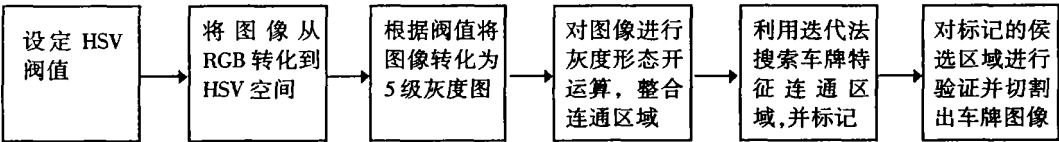


图 1 基于颜色掩膜及灰度形态学的车牌图像定位流程图

1) 确定车牌颜色在 HSV 空间中的阈值:我国车牌的颜色有蓝、黄、黑、白四种, 但是不同地方的车牌颜色深浅并不一致, 且在不同的光照之下, 其饱和度和色度也会有偏差, 为了确定各种颜色车牌在 HSV 空间中的各分量的不同区域, 必须对车牌颜色进行区间采样估计, 即采集不同地方、不同环境下的各种车牌, 对同一种颜色的车牌, 分别计算其 H 、 S 分量的均值和方差:

$$\begin{aligned} H &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n H_i \\ H_\sigma &= \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (H_i - H)^2 \\ S &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i \end{aligned}$$

$$S_\sigma = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (S_i - S)^2$$

可确定其区间估计为:

$$\begin{aligned} & \left| H - t_{\alpha/2} * \frac{H_\sigma}{\sqrt{n}}, H + t_{\alpha/2} * \frac{H_\sigma}{\sqrt{n}} \right| \\ & \left| S - t_{\alpha/2} * \frac{S_\sigma}{\sqrt{n}}, S + t_{\alpha/2} * \frac{S_\sigma}{\sqrt{n}} \right| \end{aligned}$$

其中 $t_{\alpha/2}$ 为在置信度为 $1 - \alpha$, 查正态分布数值表而得出的临界值.

对于黑色车牌, 主要确定 V 分量的上限阈值, 确定方法如上.

2) 车辆图像颜色过滤:将车辆图像转化到 HSV 空间, 根据上面确定的图像颜色区间, 对图像进行过滤, 同时转化为灰度等级图像, 车牌颜色过滤判

断流程如下:

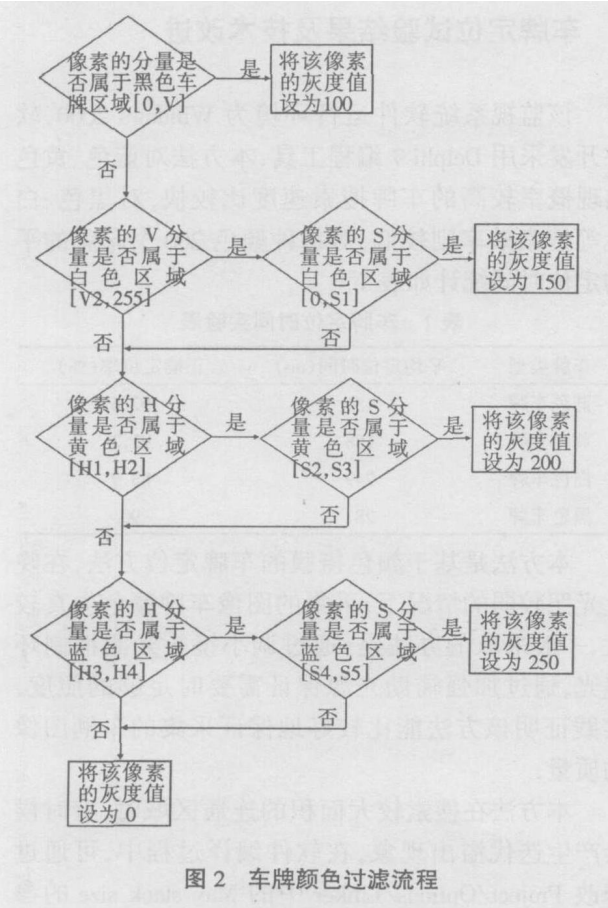


图 2 车牌颜色过滤流程

3) 车辆图像的消噪: 从图 3 可以看出, 经过颜色过滤之后的灰度图一般都会存在雪花点般的噪声干扰, 这显然有碍于进一步的目标搜索, 一般的滤波方法虽然能够有效消除掉一些噪声, 但是一般滤波方法无法对一些存在裂缝的连通区域进行整合, 特别是对车牌这样存在字符的连通区域, 很容易存在裂缝, 分成几个小的连通区域, 这样将丢失掉车牌信息, 使得无法对车牌进行正确定位, 这里采用灰值形态学开运算, 在有效滤除噪声干扰的前提下, 还能够修补一些连通区域之间存在的裂缝, 对连通区域进行整合, 加强了车牌的特征信息. 图 3 一(b)显示经过颜色滤波之后的 5 级灰度车牌图像按灰度形态学开运算之后, 有效地消除了小的、孤立的噪声干扰.

对图像进行灰值形态学运算的关键是确定合适的结构元素, 结构元素太大, 将使车牌区域不连通, 结构元素太小, 无法有效消除像素干扰. 下面两幅图就是采用不同的结构元素得到的结果, 图 3 一(b)采用的结构元素过大, 虽然能够有效地消除孤立像素及一些小的连通区域的干扰, 但同时也删除了大部分的车牌信息, 无法对车牌进行有效的定

位, 图 3 一(c)采用的结构元素在消除干扰方面略逊于前一幅图, 但基本保留了车牌信息.

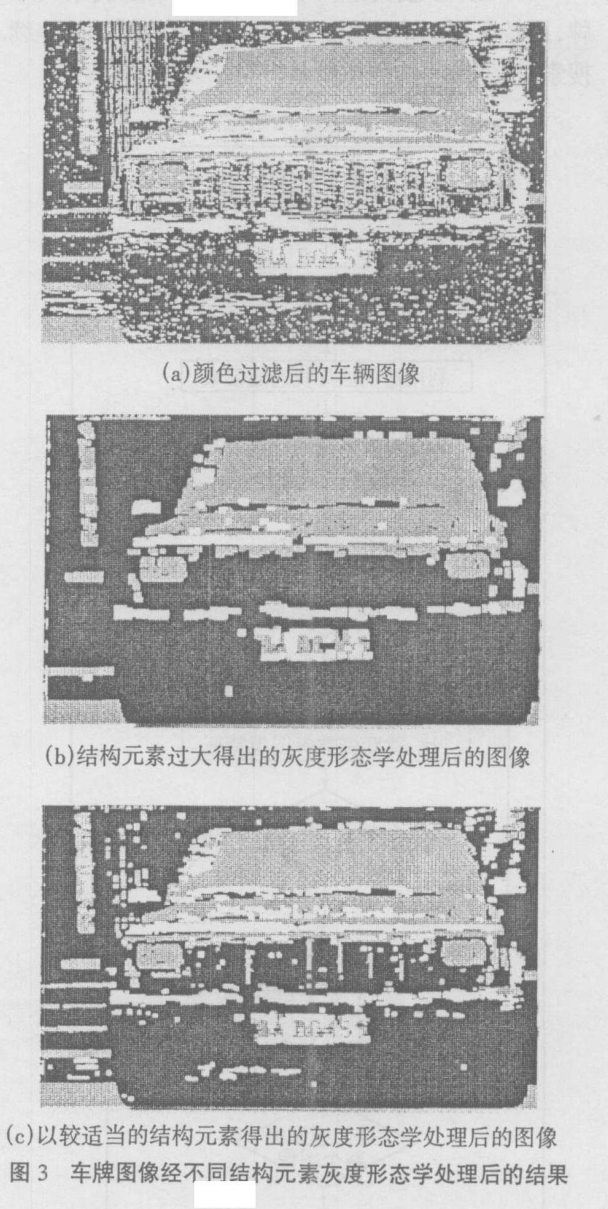


图 3 车牌图像经不同结构元素灰度形态学处理后的结果

4) 搜索候选区域: 采用迭代法求连通区域而搜索出符合车牌特征的候选区域, 这一步骤是以一定的先验知识为前提的, 因此必须充分考虑摄录图像的一些条件和参数, 车牌区域的长度、宽度, 以及长宽比应该在一定范围之内. 同时考虑到汽车牌照是一接近水平的一行字符的特殊纹理. 为了优化搜索效率, 有必要先统计不同地方、不同类型车辆出现的概率.

5) 判断候选区域是否为车牌图像: 对候选区域进行二值化和水平扫描, 计算水平方向平均跳跃次数, 以及字符所包含像素与整个候选区域像素的比例, 根据牌照的先验知识对候选区域进行验证, 如果符合特征, 则将车牌切割出来, 对车牌图像进行

下一步处理, 否则进一步搜索.

(6). 颜色选择循环: 若在蓝色区域未搜索到车牌, 则转入下一个颜色区域(即不同的灰度值)继续搜索, 搜索流程如图 4 所示.

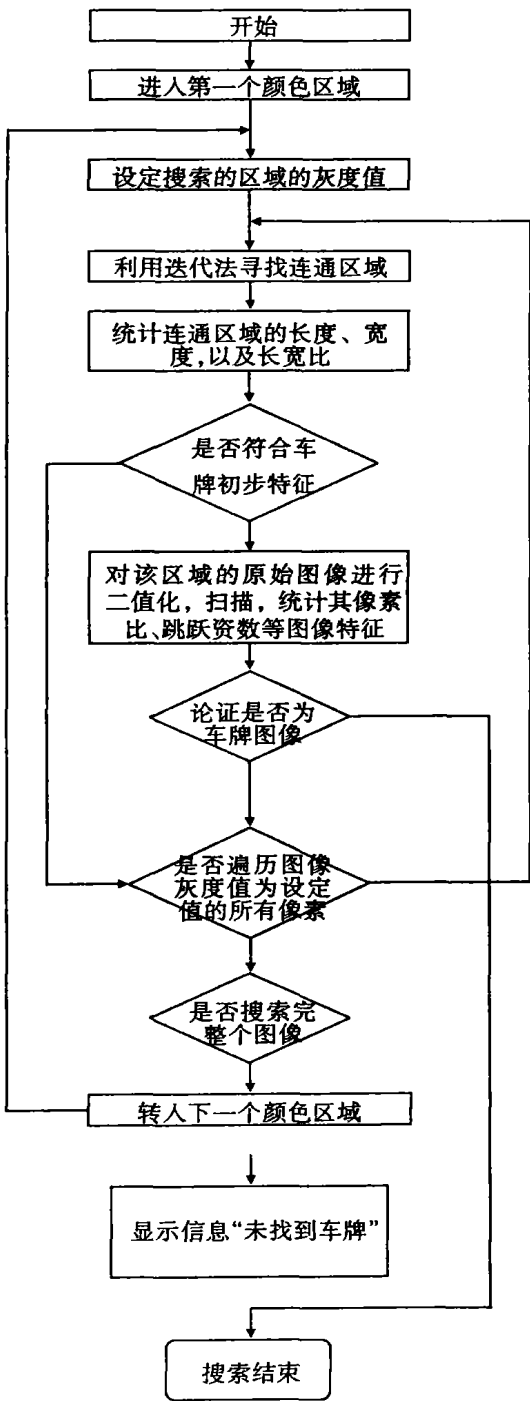


图 4 车牌区域搜索流程

3 车牌定位试验结果及技术改进

该监视系统软件运行环境为 Windows 2000, 软件开发采用 Delphi 7 编程工具. 本方法对蓝色、黄色出现概率较高的车牌搜索速度比较快, 对黑色、白色等搜索效率则较低, 对每种颜色 200 个车牌的平均定位时间统计如表 1.

表 1 车牌定位时间实验表

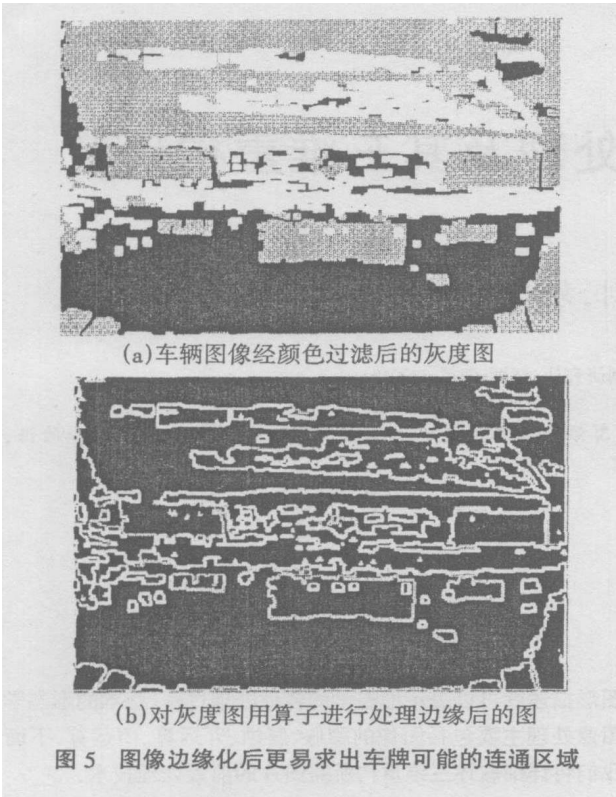
车牌类型	平均定位时间(ms)	正确定位率(%)
蓝色车牌	156	92.6
黄色车牌	188	91.2
白色车牌	249	88.9
黑色车牌	281	90

本方法是基于颜色掩膜的车牌定位方法, 在晚上光照较弱的情况下, 采集的图像车牌颜色失真较大, 一般采取的办法是: 通过调小镜头光圈抑制环境光, 通过加强辅助光源保证需要时足够的照度. 实践证明该方法能比较好地保证采集的车辆图像的质量.

本方法在搜索较大面积的连通区域时, 有时候会产生迭代溢出现象, 在软件编译过程中, 可通过修改 Project/Options/Linker 中的 Max stack size 的参数来提高堆栈的尺寸以防止溢出现象发生. 为从根本上解决这个问题以加强程序运行的稳定性, 则应先对图像进行边缘化, 搜索时只要搜索连通区域的边缘, 则迭代次数将会大量减少, 针对车牌图像拥有垂直和水平边缘的特点, 本文提出的边缘化算子具有强化车牌边缘的特点, 设坐标 (x, y) 点的灰度值为 $V_{x,y}$, 则取边缘化的图像像素值为:

$$V_{x,y} = \max[\min(255, |V_{x+1,y} - V_{x,y}| + |V_{x,y} - V_{x-1,y}|), \min(255, |V_{x,y+1} - V_{x,y}| + |V_{x,y} - V_{x,y-1}|)]$$

图 5-(a) 为一车辆颜色与车牌颜色均为黑色的原始图像, 黑色的连通区域像素较多, 进行边缘化之后, 使得像素大量减少, 并且强化了灰度为 100 的黑色车牌的边缘. 如图 5-(b) 所示.



参考文献:

[1] 郑 玲, 等. 数学形态学及其在生物医学中的应用[J]. 国外医学—生物医学工程分册, 1994, 17(3): 125—136.

[2] 张 引, 潘云鹤. 彩色汽车图像牌照定位新方法[J]. 中国图像图形学报, 2001. 4.

[3] 郭 捷, 施鹏飞. 基于颜色和纹理分析的车牌定位方法[J]. 中国图像图形学报, 2002. 5.

[4] 彭 波, 等. 用于数字监控系统的图像去噪算法的研究与实现[J]. 中国农业大学学报, 2004, 9 (5).

Vehicle Plate Orientation Technology Research Based on Gray Morphology's Image Preprocessing

JIANG Xian-gang¹, WU Xiao-lin², YU He-ling³

(East China Jiaotong University, 1. School of Basic Science, 2. School of Electrical & Electronic Engineering, Nanchang 330013, Jiangxi Scientifical material Corporation, Nanchang 330000 China)

Abstract: This Paper compares and analyses the technologies of the image preprecessing and orientation of vehicle plate. It also presents and verifies technology and method of quickly orientation by combination gray morphology and color mask.

Key words: gray Morphology; color space; connected region