

基于数学形态学的实用车牌定位算法及实现

王允强¹, 吴涛^{1,2}, 张方方¹

(1. 安徽大学 数学科学学院, 安徽 合肥 230039;

2. 安徽大学 智能计算与信号处理教育部重点实验室, 安徽 合肥 230039)

摘要: 由于车牌图像分割困难、车牌位置定位不准确等问题, 为了快速准确地得到车牌的准确位置, 数学形态学具有速度快、方法简单等特点, 使用数学形态学进行车牌的识别。通过预处理, 采用最佳阈值分割的迭代算法进行车牌图像的二值化处理, 然后主要利用数学形态学腐蚀运算进行车牌边缘检测, 精确度高。结合车牌先验知识, 利用连通区域法对车牌字符进行切分定位, 通过大量实验, 结果表明该算法具有一定的实用性。形态学边缘检测相对于边缘检测算子具有算法简单、速度快、定位准确和抗干扰能力强的优点。通过对不同车牌图像进行试验, 算法具有较好的识别结果。

关键词: 数学形态学; 最佳阈值; 车牌定位; 连通区域法

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2010)11-0166-04

Utilitarian Locating Plates Algorithm Designation Based on Mathematical Morphology

WANG Yun-qiang¹, WU Tao^{1,2}, ZHANG Fang-fang¹

(1. College of Mathematical Sciences, Anhui University, Hefei 230039, China;

2. Ministry of Education Key Laboratory of Intelligent Computing & Signal Processing,
Anhui University, Hefei 230039, China)

Abstract: As the license plate image segmentation problems, the plate positioning is not accurate and so on, in order to get the exact location of license plates quickly and accurately, the features of mathematical morphology are quick and brief function and so on, use mathematical morphology for the vehicle license recognition. After the pretreatment and binary the license plate image by using best iterative threshold segmentation algorithm, nest the erosion operation of morphology is to conduct edge detection of the vehicle license, so it is high precision. With the help of former knowledge, using connected component algorithm for segmenting license plate character. A lot of experiments show that, the algorithm is of practicality. Morphological edge detection operator for edge detection algorithm is simple, fast, accurate positioning and strong anti-interference advantages. By testing different license plate image, the algorithm has better recognition results

Key words: mathematical morphology; optimal threshold; license plate location; connected region method

0 引言

近年来, 智能交通系统(ITS)在人们的生活中产生了巨大的影响。智能交通系统是由16个技术种类组成的系统, 这些系统可分为智能基础设施系统和智能车辆系统。随着交通运输的发展、车辆数量的迅速增长, 与之相配套的高速公路、城市路网及停车场越来越多, 显著提高了人们对交通控制方面的要求, 通过使用先进技术提高运输安全性和流动性给交通管理带来

了日益严峻的考验。一种基于计算机视觉和字符识别算法的车牌字符识别被作为电子支付系统(如通行费、停车费支付)、高速公路、交通监测管理系统等智能基础设施的核心使用。车牌字符识别技术在交通控制与诱导、交通流量控制指标的测量、车辆自动识别、高速公路事故自动测报、不停车检查、车辆定位、汽车安全防盗、违章车辆监控、维护交通安全和城市治安、防止交通堵塞、缓解交通紧张状况等方面都起着十分积极的作用^[1]。因此智能交通系统需要依靠强大的车牌识别系统。

车牌识别技术主要包括车牌定位、车牌字符分割、车牌字符识别三个部分。车牌定位就是在了一幅车辆图像中找到车牌所在的位置, 如图1所示的蓝底白字的

收稿日期: 2010-01-22; 修回日期: 2010-05-12

作者简介: 王允强(1985-), 男, 山东枣庄人, 硕士研究生, 研究方向为智能计算、模式识别与图像处理等; 吴涛, 博士, 教授, 研究方向为计算机应用、人工神经网络等。

矩形区域。



图 1 图像中车牌的位置

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^[2]。

1 数学形态学

数学形态学的应用几乎覆盖了图像处理的所有领域,它是由一组形态学的代数算子组成的,基本运算有 4 个:膨胀、腐蚀、开启和闭合^[3,4]。

1.1 膨 胀

膨胀是数学形态学中的基本运算子之一,膨胀的运算符为“ \oplus ”,其数学定义为:

$$B \oplus S = \{(x, y) \mid B \cap S \neq \emptyset\}$$

1.2 腐 蚀

腐蚀是数学形态学中的另一个基本运算子,运算符为“ \otimes ”,其数学定义为:

$$X \otimes S = \{(x, y) \mid S \subset B\}$$

1.3 开启和闭合

开启运算和闭合运算是由膨胀和腐蚀的代数运算组成的。数学定义分别为:

$$X \oplus S = \{x \mid S_x \cup x \neq \emptyset\}$$

$$X \otimes S = \{x \mid S_x \subset X\}$$

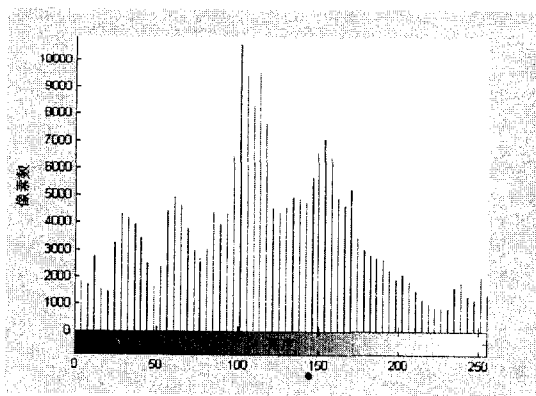
2 车牌定位

车牌定位是车牌识别的第一个步骤,它的结果直接影响到后两个步骤及最终的识别结果。因此,能否实现车牌的快速准确定位是提高车牌识别效率的关键^[5,6]。

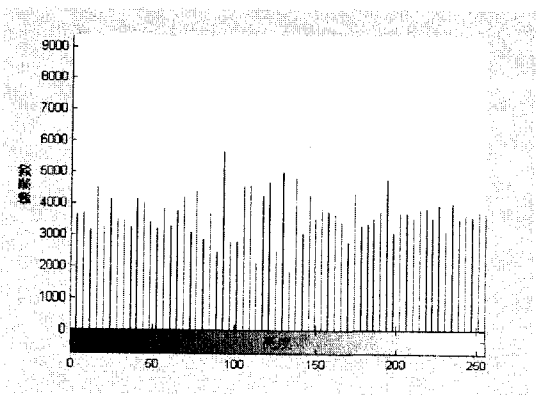
2.1 图像预处理

图像预处理的主要目的是为了消除图像中多余的信息,保留真实的有用的信息,使有用信息的可检测性提高,最大幅度上简化数据,进而特征抽取、匹配和识别的可靠性进一步增强。由于受光照强弱、拍摄角度、环境等因素的影响,使得到的原始图像需要经过一系

列的预处理才能进行下一步的定位。经过图像预处理后,车牌图像变成灰度图。文中对原始彩色图像先进行中值滤波再进行灰度变换增强处理,得到灰度图像。中值滤波是一种非线性滤波,适用于滤除脉冲噪声或颗粒噪声,并能保护图像边缘。这里用一维的中值滤波为例来说明:一维的中值滤波是用一维滑动窗口,此窗口含有奇数点,把一维滑动窗口正中的那点值用窗口内所有点按大小排列的中间值代替。假设窗口长为 5 点,其中的值为(80, 90, 200, 110, 120),那么此窗口内的中值即为 110。通过灰度变换增强处理,增强了图像的对比度,视觉效果得到改善。图 2 是图像预处理后得到的结果。



(a) 原图像直方图



(b) 均衡化后的直方图

图 2 图像预处理后得到的结果

2.2 二值化处理

二值化处理是一种灰度处理算法,图像的二值化处理就是将图像上的像素点的灰度值设置为 0 或 255,也就是说整个图像呈现出明显的黑白效果。经过处理后图像变为只有黑白二色的二值图像。二值化处理或多或少将使灰度图像中的一些信息丢失,所以二值化处理的关键在于阈值的确定。在文献[7]中作者介绍了阈值选取的几种算法,各有利弊。

目前,我国车牌区域具有如下特点: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。可以想象,车牌可以看作是图像的纹理不规则区域,因此,在图像上纹理突然变化的区域,可能是车牌的存在区域。这是车牌信息的先验知识。

文中基于文献[8]Sauvola 自适应图像二值化方法,对最佳阈值分割的迭代算法进行了改进,得到了较好的结果。经过最佳阈值迭代的二值化算法提高了图像的清晰度和对比度,且图像可以使用分割算法进行进一步的处理。

文中所用到的阈值分割的迭代算法的具体实现步骤如下:首先,根据所给灰度图像的所有像素的灰度值选择一个初始阈值 T_0 作为估计值的初始值,进行分割,产生一个子图像 R ,并根据子图像 R_1 的像素的灰度值来确定新的阈值 T_1 ,循环新的阈值分割图像,经过几次循环,使分割的图像错误像素点数降至最少。

算法的步骤如下:

(1) 选择初始阈值的估算值为:

$$T_0 = \frac{\sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n f(x,y)}{N}$$

其中 $f(x,y)$ 为像素点 (x,y) 的灰度值, $N = m \times n$ 为总像素数。

(2) 利用 $T_0 = \{T_k | k=0\}$ 中的阈值 T_k 把图像分割成 R_1, R_2 两组,其中:

$$R_1 = \{f(x,y) | f(x,y) \geq T_k\}$$

$$R_2 = \{f(x,y) | 0 < f(x,y) < T_k\}$$

(3) 按下式计算 R_1, R_2 两个区域的阈值,其中:

$$T_{R_1} = \frac{\sum_{f(x,y) \geq T_k} f(x,y)}{N_1}$$

$$T_{R_2} = \frac{\sum_{0 < f(x,y) < T_k} f(x,y)}{N_2}$$

上两式中 N_1, N_2 分别代表灰度值大于等于 T_k 和小于 T_k 的像素的个数。

(4) 选择新的阈值 T_{k+1} ,其中:

$$T_{k+1} = \frac{T_{R_1} + T_{R_2}}{2}$$

(5) 如果 $T_k = T_{k+1}$,则结束,否则转步骤(2)继续循环。

经过上述步骤后所得阈值即为灰度图像二值化的最佳阈值。

2.3 数学形态学处理

基于上述数学形态学基本知识的论述,腐蚀运算能够消除物体的边界点。腐蚀运算的定义为: $X \otimes S$

$= \{(x,y) | S \subset B\}$;数学形态学中提取边界的算子为: $ED(S) = S - (S \otimes B)^{[9,10]}$ 。文中所需要的结构元为“ 2×2 square”。

MATLAB 中腐蚀运算为:

$B = \text{IMERODE}(A, se)$, $se = \text{strel}('square', 2)$, 其中 A 为原图像, se 为结构元素。经过数学形态学处理后得到如图 3、4 所示的图形。



图3 经过腐蚀运算后所得图像

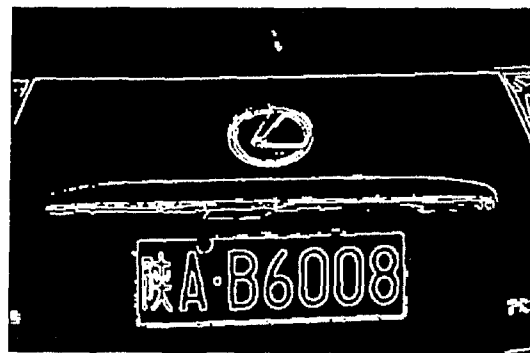


图4 通过卷积处理后所得图像

2.4 车牌定位

车牌定位是指最终确定车牌图像中所包含的每个字符在图像中的大致位置,是进行车牌识别的前提。连通区域标记^[11]是指将图像中符合某种连通规则(4—邻域连通和 8—邻域连通)的像素用相同的标号表示出来。这种方法在工业检测、光学字符识别(Optical Character Recognition, OCR)等领域有广泛的应用。车牌定位的方法有很多种,文中用基于文献[12, 13]两篇文章中的方法进行了识别。通过进一步运算,得到车牌所在的具体区域,如图 5 所示。



图5 车牌字符定位图像

3 试验验证

为了进一步证明算法的实用性,实验中选取 100

张车牌图像(图像分辨率、颜色背景等各不相同),实验中能准确定位 92 张图像,平均处理时间为 105ms,准确率达 92%,证明所使用的算法具有实时性和鲁棒性。试验利用 MATLAB7.0 进行仿真实验,运行在 P4/2.0GHz,512M 内存的 PC 环境中。

4 结束语

文中使用数学形态学对原始车牌图像进行了预处理,得到了较好的处理效果,并且通过阈值分割的迭代算法,得到的阈值准确率高,为进一步进行车牌识别提供了很好的效果。数学形态学运算也具有滤波作用,进一步去除了图像的噪声,形态学边缘检测相对于边缘检测算子具有算法简单、速度快、定位准确和抗干扰能力强的优点。通过对不同车牌图像进行试验,算法具有较好的识别结果。但是对于车牌倾斜情况下得到的图片,处理效果不明显,算法还有待进一步改进。

参考文献:

- [1] 李 丰. 车牌自动识别系统中的牌照区域图像分割技术[J]. 河南教育学院学报, 2009, 18(3): 32-34.
- [2] 黄明蕾. 车牌识别系统中图像分割与识别技术研究[J]. 科技创业月刊, 2007(3): 189-190.
- [3] 赵俊梅, 张利平. 基于数学形态学的车牌识别方法[J]. 车

辆与动力技术, 2008(4): 31-34.

- [4] 周宏强. 基于小波-形态学的车牌图像分割算法[J]. 电脑编程技巧与实现, 2009(3): 92-93.
- [5] Parker J R, Federl P. An Approach to Licence Plate Recognition[J]. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 2000, 47(1): 17-23.
- [6] Zheng Danian, Zhao Yannan, Wang Jiaxin. An Efficient Method of License Plate Location[J]. Pattern Recognition Letters, 2005(26): 2431-2438.
- [7] 邹 星. 车牌识别中的图像提取与分割算法[J]. 重庆工学院学报(自然科学), 2009, 23(8): 19-23.
- [8] Sauvola J, Pietikainen M. Adaptive document image binarization[J]. Pattern Recognition, 2000(33): 225-236.
- [9] 陈利娟, 徐利华. 消噪和数学形态学结合的字符图像预处理算法[J]. 现代电子技术, 2009(3): 110-118.
- [10] 廖 明, 张金林, 甄树新, 等. 一种实用车牌定位算法及实现[J]. 系统仿真学报, 2005, 17(10): 2349-2357.
- [11] 高洪波, 王卫星. 一种二值图像连通区域标记的新算法[J]. 计算机应用, 2007, 27(11): 2776-2784.
- [12] 杜培明, 陈 亮, 赵玉贵. 车牌字符分割与识别算法的研究与实现[J]. 仪器仪表用户, 2009, 16(1): 17-19.
- [13] Anagnostopoulos C N, Anagnostopoulos I, Loumos V, et al. A license plate recognition algorithm for intelligent transportation system applications[J]. Traffic Technology International, 2005(5): 1-16.

(上接第 165 页)

在该声誉评价机制和 DSR 协议的基础上, 文中提出了一种新的安全路由协议 SR-DSR, 根据仿真实验, 在网络中存在恶意节点的情况下, SR-DSR 比 DSR 在包到达率和网络吞吐量方面都有明显提高。

参考文献:

- [1] 谭长庚, 陈松乔, 王建新. 移动自组网中一种优化的局部声誉系统[J]. 计算机工程与应用, 2008, 44(9): 20-23.
- [2] 李金鹏, 吕光宏, 王立军, 等. 移动 Ad Hoc 网络安全路由协议研究[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(7): 24-28.
- [3] 谭长庚, 李 江. 移动自组网中基于推荐的信任模型[J]. 计算机技术与发展, 2009, 19(11): 68-71.
- [4] 谭长庚, 罗文燕, 陈松乔, 等. 移动 Ad hoc 网络中节点合作性研究综述[J]. 计算机科学, 2007, 34(4): 24-27.
- [5] 荆 琦, 唐礼勇, 陈 钟. 无线传感器网络中的信任管理[J]. 软件学报, 2008, 19(7): 1716-1730.
- [6] Buchegger S, Le Boudec Jean-Yves. Performance Analysis of the CONFIDANT Protocol: Cooperation of Nodes: Fairness in Dynamic Ad-hoc Networks[C]//Proc. of IEEE, ACM Workshop on Mobile Ad Hoc Networking and Computing(MOBIOHC2002). EPFL, Lanusanne, Switzerland: [s. n.], 2002: 226-236.

- [7] Buchegger S, Le Boudec Jean-Yves. Nodes Bearing Grudges: Towards Routing Security, Fairness, and Robustness in Mobile Ad Hoc Networks[C]//Proceedings of the Tenth Euro-micro Workshop on Parallel, Distributed and Network-based Processing. [s. l.]: [s. n.], 2002: 403-410.
- [8] Michiardi P, Molva R. CORE: A Collaborative Reputation Mechanism to Enforce Node Cooperation in Mobile Ad Hoc Networks[C]//Sixth IFIP Conference on Security Communications and Multimedia(CMS2002). Portoroz, Slovenia: [s. n.], 2002: 107-121.
- [9] Liu Jinshan, Issarny V. Enhanced Reputation Mechanism for Mobile Ad hoc Networks[C]//In Proc. of iTrust. Oxford, UK: [s. n.], 2004.
- [10] He Q, Wu D, Khosla P. A secure incentive architecture for ad hoc networks[J]. Wireless Communication Mobile Computing. 2006, 6(3): 333-346.
- [11] Mogre, Hollick M, Steinmetz R. Detection of colluding misbehaving nodes in mobile Ad Hoc and wireless mesh networks [C]. [s. l.]: [s. n.], 2007: 5097-5101.
- [12] 王建新, 张亚男, 王伟平, 等. 移动自组网中基于声誉机制的安全路由协议设计与分析[J]. 电子学报, 2005, 33(4): 596-601.