

一种车牌智能定位方法研究

鄂旭^{1,2}, 毕佳娜¹, 侯建¹, 苏宪利¹, 冯冠¹

(1. 渤海大学 信息科学与技术学院, 辽宁 锦州 121001;

2. 北京交通大学 中国产业安全研究中心, 北京 100084)

摘要: 车牌定位是车牌自动识别系统中的一项关键技术,也是所有工作的前提和基础。目前虽然有一些车牌定位方法,但都存在识别精度不够准确的缺陷。为了提高车牌定位的精度,充分利用车牌自身的有用信息,在借鉴前人研究成果的基础上提出了一种基于小波变换和支持向量机的车牌定位方法。首先利用小波变换将图像中的竖直纹理特征提取出来,再利用数学形态学进行操作得到候选车牌区域,最后利用车牌的综合特征和支持向量机实现车牌的精确定位。实验结果表明该方法在背景复杂的情况下具有很好的效果。

关键词: 车牌定位;小波变换;支持向量机

中图分类号: TP311

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2014)10-0124-03

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2014.10.029

Research on a License Plate Intelligent Localization Method

E Xu^{1,2}, BI Jia-na¹, HOU Jian¹, SU Xian-li¹, FENG Guan¹

(1. College of Information Science & Technology, Bohai University, Jinzhou 121001, China;

2. China Center for Industrial Security Research of Beijing Jiaotong University, Beijing 100084, China)

Abstract: The vehicle license plate location is one of the key technologies in the license plate intelligent recognition system and it is necessary for the other work. Though there has some license plate location methods, the deficiency is low recognition accuracy. To improve the location level, a new method is proposed based on wavelet transform and support vector machines on the basis of previous research, fully applying the useful information of license plate. It has made use of wavelet transform to extract the vertical texture features. And then obtain the candidate plate location areas by using the mathematical morphology. Finally, the precise license plate location is located through support vector machine based on the license plate comprehensive feature. Experimental results indicate the algorithm is efficient and effective.

Key words: license plate location; wavelet transform; support vector machine

0 引言

车牌识别系统的基本构成是车牌定位、字符分割和字符识别^[1-3]。其中最为关键的是车牌定位,因为车牌定位是进行车牌识别的前提,直接关系到车牌识别系统功能的实现^[4-5]。学者们经过多年的深入研究,一些基于不同理论的车牌定位算法被提出,算法的理论基础分别是车牌颜色特征、灰度变化、人工神经网络、数学形态学等^[6-9]。目前这些算法已被实际应用并在一定程度上取得了一定的效果,但如果车辆是在自然情况下拍摄的,那么图像背景通常会比较复杂,在

这些图像中利用以上定位方法,有可能会获得伪车牌区域。为了去除伪车牌,可以利用车牌图像的先验知识,但还是会出现定位不准的情况^[10-12]。针对这个问题,文中采用车牌的综合特征和支持向量机的方法去除伪车牌,进一步提高车牌定位算法的准确率。

1 小波变换

1.1 图像分解

小波变换作为一个新的应用数学分支,是在20世纪80年代后期逐渐发展起来的,用来提取信号频域和

收稿日期:2013-09-24

修回日期:2014-01-24

网络出版时间:2014-07-17

基金项目: 中国博士后基金项目(2012M520158);辽宁省百千万人才基金择优资助项目(2012921058);辽宁省教育科研项目(L2012397, L2012396, L2012400);辽宁省社科联2014年度辽宁经济社会发展立项课题(2014LSLKT DGLX-02);2014年辽宁省自然科学基金项目(2014020141)

作者简介: 鄂旭(1971-),男,教授,博士,硕士生导师,研究方向为数据挖掘与食品安全物联网。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20140717.1235.052.html>

时域特征。在其出现之前,常用傅里叶变换来获取局部特征,作为分析时频的工具。但是,由于傅里叶变换只能提取频域特征不能提取时域特征,因此小波变换比傅里叶变换有更广的应用范围,常被用在数字图像处理的去噪和压缩操作中。

小波是一个由满足 $\int_R \psi(x) dx = 0$ 的母小波 $\psi(x)$ 通过伸缩和平移产生的函数簇 $\psi_{a,b}(x)$:

$$\psi_{a,b}(t) = \frac{1}{\sqrt{a}} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) \quad a,b \in R, a \neq 0 \tag{1}$$

其中, a 代表伸缩因子; b 代表平移因子; 函数簇 $\psi_{a,b}(x)$ 是 $\psi(x)$ 产生的小波基函数。 $\psi(x)$ 的傅里叶变换应该在容许性条件下进行:

$$\int_R |\hat{\psi}(\omega)|^2 |\omega|^{-1} dx < \infty$$

函数 $f(x)$ 在 $L^2(R)$ 上的连续小波变换定义为:

$$W_f(a,b) = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \psi\left(\frac{x-b}{a}\right) dx \tag{2}$$

通过小波变换,原始信号分解成不同时频分量的加权和。经过一级分解后一幅图像会被分解成 4 幅子图,如图 1 所示。

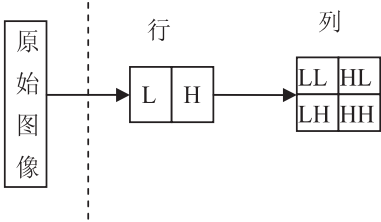


图 1 小波一级分解图

其中 LL 表示的是原始图像的近似,通过行和列的低通滤波; HL 和 LH 分别表示的是竖直和水平高频图像, HL 是经过行的高通滤波和列的低通滤波, LH 是经过行的低通滤波和列的高通滤波; 而 HH 则表示的是对角线上的高频图像, 经过行和列的高通滤波。LL 可不断地被分解以实现图像的多分辨率分析。

1.2 灰度化彩色图像

采集到的车牌图像由于受外部环境的影响,很容易遗失本身的颜色信息。

文中利用基于灰度图像的算法灰度化彩色图像,使其变成灰度图像,要把 JPEG 格式的 RGB 彩色图像变成灰度图像,利用公式(3)。

$$\text{Gray} = W_R * R + W_G * G + W_B * B \tag{3}$$

其中, W_R 、 W_G 、 W_B 各自对应 R 、 G 、 B 的权值。

由于人眼对不同的颜色具有不同的敏感度,而敏感度最高的是绿色,次之的是红色,敏感度最低的是蓝色,因此当 $W_R=0.229$, $W_G=0.587$, $W_B=0.114$ 时得到的灰度图像是最合理的。

1.3 图像去噪

为了降低噪声的干扰,需要对转换后的灰度图像进行去噪处理。假设灰度化图像如图 2 所示。



图 2 灰度化后图像

文中选用基于 Birge-Massart 策略的小波阈值去噪方法,则去噪后的图像如图 3 所示。



图 3 去噪后图像

1.4 提取图像的竖直纹理

我国的车牌采用的是 7 个字符横向排列的方式,其具有竖直笔画特征丰富的特点,可根据特征进行车牌提取。先用 daubechies 系列小波 db3 来分解去噪后的图像,再提取各层的竖直分量,最后把分量重构。实验表明,车牌区域的竖直笔画特征在前三层的竖直重构分量中能够较好地反映出来,其中响应强度取决于图像大小。为保证其鲁棒性,这三层分量要叠加起来,其计算公式为:

$$V_4 = V_1 * a + V_2 * b + V_3 * c \tag{4}$$

其中, V_1 、 V_2 、 V_3 是三层重构分量。叠加图像效果如图 4 所示。

2 数学形态学处理

数学形态学有着严格的数学基础,是把集合论作为主要理论的学科。其主要思路是先将一定的形状作为结构元素对图像进行探测并提取出相应的有用区域分量。数学形态学的形式是一组形态学算子,这些算子在二值图像和灰度图像中特点各异。膨胀和腐蚀是数学形态学的两个最基本运算,定义如下。

二值图像中 A 和 B 均是 z^2 中的集合, A 被 B 膨胀定义为:

$$A \oplus B = \{Z \mid (B)_Z \cap A \neq \emptyset\}$$

A 被 B 腐蚀定义为:

$$A \ominus B = \{Z \mid (B)_Z \subseteq A\}$$

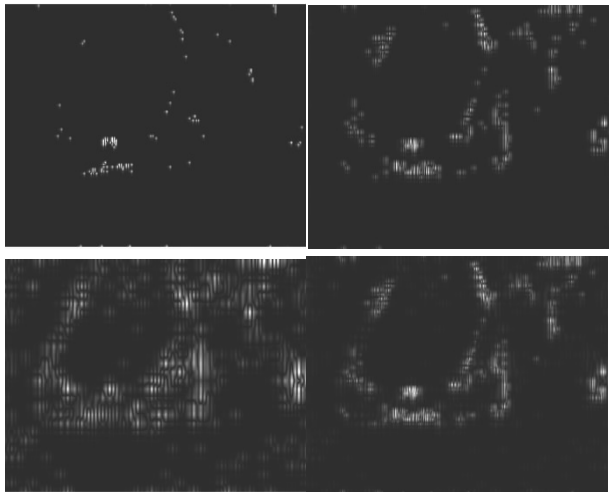


图 4 叠加图像效果图

开运算是先做腐蚀运算再做膨胀运算,而闭运算的运算顺序则刚好与开运算相反。

在车牌提取时,由于背景中的非车牌区域会对车牌提取产生一定的影响,所以,为了更加准确地提取车牌,文中把和车牌区域相似的形状矩形作为结构元素,先对前面图像做一次闭运算,得到车牌区域的连通域;然后在此基础上,对其再做一次开运算,将较小区域从图像中清除。其图像的运算结果如图 5 所示。

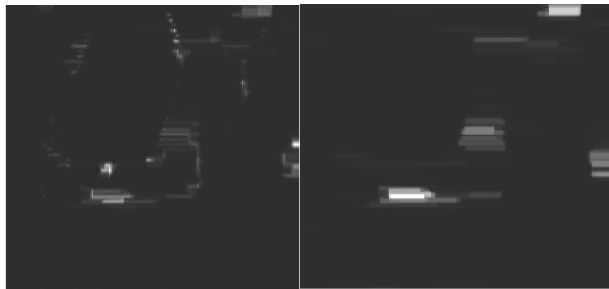


图 5 形态学处理后的图像

3 利用综合因素选取车牌

利用适当的阈值二值化经形态学处理后的图像,图像中少数的几个连通域会存在,其中有车牌存在的区域较少,这样连通域的区分便成为了车牌定位的关键。目前学者们常用车牌的特征来区分连通域,通过这种方法提取出错误车牌的几率会很高。文中则是通过对车牌进行多次选择来提高车牌定位的正确率,具体步骤是先根据车牌综合特征进行初选,然后鉴定经过初选的车牌,再次对其进行选择。待定车牌的选取先根据车牌的某些特征(如车牌在图像中的位置通常

是中下部、车牌所占图像的大小和宽高比例均在一定的范围内等),选择连通域 sbv 值最小的作为待定车牌,然后再对其进行鉴定。如果鉴定成功,即为车牌;否则,将依次选择 sbv 值为次小的作为待定车牌,直到所有连通域被选择完为止。

4 鉴定车牌

4.1 支持向量机

支持向量机是一种机器学习方法,由 Vapnik 等人提出,且理论基础是统计学习理论,其准则是结构风险最小化。基本思想是在样本空间中找到样本点的最大间隔超平面获取最佳泛化能力。

令 (\mathbf{x}^i, y^i) 代表样本集, $\mathbf{x}^i \in R^N$ 代表特征向量, $y^i \in \{-1, 1\}$ 代表标识结果,则可将问题转化为二次规划求解问题:

$$\min_{\omega, b} \frac{1}{2} \|\omega\|^2$$

$$\text{s. t. } y^i(\omega^T \mathbf{x}^i + b) \geq 1, i = 1, 2, \dots, m$$

为求解此问题,构造拉格朗日函数:

$$\xi(\omega, b, a) = \frac{1}{2} \|\omega\|^2 -$$

$$\sum_{i=1}^m \alpha_i [y^i(\omega^T \mathbf{x}^i + b) - 1]$$

经过推导,将上式转化为:

$$\max_{\theta} w(\theta) = \sum_{i=1}^m \partial_i - \frac{1}{2} \sum_{i,j} y^{(i)} y^{(j)} \partial_i \partial_j \langle \mathbf{x}^{(i)} \mathbf{x}^{(j)} \rangle$$

$$\text{s. t. } 0 \leq \partial_i \leq C, i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{i=1}^m \partial_i y^{(i)} = 0$$

通过变化函数将样本数据映射到高维空间,使问题变为线性可分。

4.2 精确定位

经过上面的处理,待定车牌所处的大概位置已得到,将待定车牌的连通域上下左右均扩大 1 倍,再利用一系列数学形态学方法处理区域内的图像,以达到精确定位车牌的目的。

5 结束语

文中提出以小波变换和支持向量机理论作为基础理论的一种车牌定位方法,可以把待识别的车牌区域从图像的复杂背景中精确地提取出来并定位,再对精确定位出的车牌进行鉴定,为后面的字符识别打好基础。实验结果表明,该方法具有良好的定位效果等优点,但仍存在小波变换和支持向量机的计算复杂度高

(下转第 130 页)

4 结束语

(1)文中的控制算法是基于机器人的位置信息,采用数字化处理逼近 PID 算法理论公式,在很短的时间内,使用一阶差分代替一阶微分,使用累加和代替积分。

(2)一般而言,PID 算法中比例是必须的,决定了控制的精度与结果。积分项能使系统偏差震荡趋于平缓;微分部分控制提前量,影响控制的反应速度。在实际应用中 PID 的比例、积分、微分并非总是同时使用,PI 调节和 PD 调节使用较多。

(3)在调试步骤上,一般先确定比例增益 P,调试中先令积分、微分项增益系数为零,单纯调试比例控制项。比例增益 P 确定后,再对积分、微分系统进行调试,直至满足要求。

(4)调试过程也有一定规律可循,但要根据具体系统特性,逐渐在实践中摸索总结,记录各个阶段的特征参数,最后综合平衡比例、积分和微分的权重。

参考文献:

- [1] 陶永华,尹怡欣,葛芦生. 新型 PID 控制及其应用[M]. 北京:机械工业出版社,1998.
- [2] 杨 宏,胡琛琛,周井泉. 单神经元自适应 PID 主动队列控制算法的改进[J]. 计算机技术与发展,2013,23(5):93-96.
- [3] 黄正午,孔 峰,杨 琴. 基于神经网络 PID 电子负载控制

(上接第 126 页)

等不足。因此,该方法需要进一步改进以减少算法的计算复杂度。

参考文献:

- [1] 赵 兵,鲁 敏,匡纲要,等. 基于混合特征的车牌定位算法[J]. 计算机工程与设计,2007,28(23):5668-5670.
- [2] 尚赵伟,国 庆,马尚君,等. 基于二进小波变换的多车牌定位算法[J]. 计算机工程,2011,37(3):16-18.
- [3] 李 刚,黄席樾,刘 政,等. 基于字符边缘颜色多分量信息的车牌定位方法[J]. 计算机工程,2009,35(18):176-178.
- [4] 张 引,潘云鹤. 彩色汽车图象牌照定位新方法[J]. 中国图象图形学报,2001,6(4):374-377.
- [5] 李 辉. 基于形态学的车牌定位方法研究[J]. 梧州学院学报,2010,20(3):29-35.
- [6] 王润民,钱盛友. 一种基于能量滤波和小波的车牌定位方法[J]. 光电子·激光,2006,17(9):1109-1113.

系统设计[J]. 计算机技术与发展,2011,21(4):183-186.

- [4] 刘 璟,梁昔明. 一种结合数值优化的 PID 控制器的设计与仿真[J]. 计算机技术与发展,2007,17(4):24-26.
- [5] 乔俊福,温泽源. 模糊控制算法在移动机器人中的应用[J]. 兵工自动化,2012,31(3):79-82.
- [6] Thomas N, Poongodi P. Position control of DC motor using genetic algorithm based PID controller[C]//Proceedings of the world congress on engineering. London:[s. n.],2009.
- [7] Piltan F, Sulaiman N, Gavahian A, et al. Design mathematical tunable gain PID-like sliding mode fuzzy controller with minimum rule base[J]. International Journal of Robotic and Automation,2011,2(3):146-156.
- [8] 李田甜,陈 鸿,李景涛. 用 PID 算法反馈控制直流电机[J]. 光电技术应用,2009,24(6):55-57.
- [9] Piltan F. Design sliding mode controller for robot manipulator with artificial tunable gain[J]. Canadian Journal of Pure and Applied Science,2011,5(2):1573-1579.
- [10] Zamani M, Sadati N, Ghartemani M K. Design of an H_{∞} PID controller using particle swarm optimization[J]. International Journal of Control, Automation, and Systems,2009,7(2):273-280.
- [11] 鲍 金,胡 明,谷晓玉. 基于 PID 算法的双轮差动式移动机器人导航研究[J]. 机械与电子,2008(2):66-68.
- [12] 方 斌. PID 控制器增益的稳定范围研究[J]. 计算机技术与发展,2010,20(3):203-206.
- [13] 魏 华,李 群,陈得宝. 一种新型参数非线性模糊 PID 控制方法[J]. 计算机技术与发展,2008,18(2):237-239.
- [7] 唐远炎,王 玲. 小波分析与文文中字识别[M]. 北京:科学出版社,2004.
- [8] Mallat S, Zhong Sifen. Characterization of signals from multi-scale edges[J]. IEEE Trans on PAMI,1992,14(7):710-732.
- [9] 方万元,梁久祯. 复杂背景下快速车牌定位算法[J]. 计算机工程与应用,2012,48(2):160-163.
- [10] Anagnostopoulos C N E, Anagnostopoulos I E, Lourmos V, et al. A license plate-recognition algorithm for intelligent transportation system applications[J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems,2006,7(3):377-392.
- [11] Zheng Danian, Zhao Yannan, Wang Jiaxin. An efficient method of license plate location[J]. Pattern Recognition Letters,2005,26:2431-2438.
- [12] Zunino R, Rovetta S. Vector quantization for license plate location and image coding[J]. IEEE Trans on Industrial Electronics,2000,47(1):159-167.

一种车牌智能定位方法研究

作者：[鄂旭](#)，[毕佳娜](#)，[侯建](#)，[苏宪利](#)，[冯冠](#)，[E Xu](#)，[BI Jia-na](#)，[HOU Jian](#)，[SU Xian-li](#)，[FENG Guan](#)

作者单位：[鄂旭, E Xu\(渤海大学 信息科学与技术学院, 辽宁 锦州 121001; 北京交通大学 中国产业安全研究中心, 北京 100084\)](#)，[毕佳娜, 侯建, 苏宪利, 冯冠, BI Jia-na, HOU Jian, SU Xian-li, FENG Guan\(渤海大学 信息科学与技术学院, 辽宁 锦州, 121001\)](#)

刊名：[计算机技术与发展](#)[ISTIC](#)

英文刊名：[Computer Technology and Development](#)

年，卷(期)：2014(10)

引用本文格式：[鄂旭. 毕佳娜. 侯建. 苏宪利. 冯冠. E Xu. BI Jia-na. HOU Jian. SU Xian-li. FENG Guan 一种车牌智能定位方法研究\[期刊论文\]-计算机技术与发展 2014\(10\)](#)