

文章编号:1005-0523(2009)03-0048-04

车牌自动识别系统设计与实现

石晓瑛,许智榜

(华东交通大学 电气与电子工程学院,江西 南昌 330013)

摘要:车牌自动识别分为图像预处理、车牌定位、字符分割、字符识别四步。利用形态学变换对图像进行滤波聚类,HOUGH 变换对车牌图像进行水平校正,BP 神经网络的方法进行字符识别,最后基于 DELPHI 7.0 环境下设计开发了车牌自动识别系统。

关键词:智能交通;车牌分割;形态学聚类;BP 神经网络

中图分类号:TP391.41

文献标识码:B

随着交通现代化的发展要求,公路交通自动控制与管理即智能交通系统 ITS (Intelligence Transportation System)是最引人注目、研究发展速度最快的研究领域之一。车牌自动识别 LPR (Vehicle License-Plate Recognition)技术是计算机视觉、图像处理技术与模式识别技术的融合,是智能交通系统中一项非常重要的技术。汽车牌照的自动识别技术在公共安全、交通管理及有关军事部门有着重要的应用价值,它不仅可以提高管理部门的工作效率,节省大量的人力、资金,甚至能够降低与汽车有关的犯罪率,为维护社会治安发挥独特的作用。因此车牌识别系统的成功开发与应用必将大大加速 ITS 的进程。

1 系统原理

一个完整车牌自动识别系统通常由车辆检测、图像采集、车牌分割和车牌字符识别等部分组成,如图 1 所示。

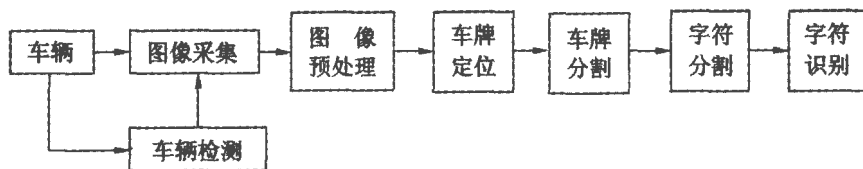


图 1 车辆自动识别系统结构

图像采集由 CCD 彩色摄像机和图像采集卡组成,车辆检测通常采用车辆传感器,如地感线圈、红外线等。其工作过程是:当传感器检测到车辆进入拍摄范围时,向主机发送启动信号,主机即通过采集卡采集一幅车辆图像,经图像预处理后,从车辆图像中确定车牌所在位置,并将车牌从原图像中分离出来;将分割后的车牌图像进行必要的预处理,分割出单个字符,提取字符的特征并辨识出字符,最后对识别出的车牌字符进行语法检查,确定车牌的合法性。

2 车牌分割(定位)

在车牌识别中,定位的成功与否以及定位的准确程度将会直接决定后期能否进行车牌识别以及识别的准确度。由于车牌图像受到光照、背景、车型等外界干扰因素以及拍摄角度、距离等人为因素的影响,造成图像受光不均匀,车牌区域不明显,给车牌区域的提取带来了较大的困难。形态学变换的基本思想是用

收稿日期:2008-10-26

基金项目:国家自然科学基金资助项目(60804066);校立科研基金资助项目(01308122)

作者简介:石晓瑛(1973-),女,湖北黄梅人,讲师,主要研究方向为计算机控制、信号处理。

具有一定形态的结构单元去度量 and 提取图像中的对应形状,以达到对图像进行分析和识别的目的。首先对彩色图像进行二值化处理,再经过形态学变换实现车牌定位。

2.1 形态学变换

本系统根据色调的变化,选取适当的阈值,对图像进行了二值化处理。图像处理得到的边缘杂乱无章,既有图像中车牌字符的边缘,也有很多噪声及背景信息的边缘,可以对边缘按照一定的规则进行跟踪,合并相似的边缘,滤除非字符的边缘。基于形态学变换的优点,可以利用形态学变换对图像进行滤波聚类。形态学的基本思想是通过选取合适的结构元,来实现目标特征的提取。

形态学变换包括膨胀和腐蚀两种基本运算。集合 A 被集合 B 腐蚀,表示为 $A \ominus B$ 。腐蚀的方法是:用 B 的中心点和 A 上的每一个点一个一个地比较,若 B 上的所有点都在 A 的范围内,则该点保留,否则删去该点。膨胀的符号为 \oplus ,用 B 来膨胀 A ,表示为 $A \oplus B$ 。膨胀的方法是:拿 B 的中心点和 A 上的点及 A 周围的点一个一个地比较,若 B 上有一个点落在 A 的范围内,则该点就为黑点^[1]。

利用形态学的闭运算(先膨胀后腐蚀),开运算(先腐蚀后膨胀)对二值图像进行处理。开运算可以去掉图像中的微小连接、小的毛刺、孤立点和凸出部分,切断细长搭接而起分离作用使图像更加平滑。闭运算能去掉图像上的小孔和凹部,可以把目标内部小的缺口和孔填上,搭接短的间断而起到连通作用。

2.2 聚类并筛选

对于大多数图像,经过形态学变换后,都可取得满意的效果,但有时由于图像背景中一些特殊的纹理,可能还会留下其它一些没有滤除的边缘,所以还要对图像进行进一步聚类和筛选。由于字符有特殊的空间分布上的特性,可以设定一定的规则对图像进行聚类和筛选。先把各个连通的元素作为一个整体,得到连通区域,然后再对这些连通区域进行聚类合并,舍去那些不合要求的区域。

连通区域聚类合并的标准为,垂直方向上两区域重合部分大于等于 10 个像素位置;水平方向上两区域分开距离小于等于 10 个像素位置。判断是否为车牌区域的准则为,区域宽与高比不小于 4;或区域高不小于 20 个像素^[2]。

在处理过程中为了更准确地处理,防止车牌边缘被截去,往往把车牌位置扩大几个像素。最后所得的区域便是车牌所在的区域,然后用一个最佳的平行四边形锁定该区域,得到车牌在图像中的位置。

2.3 图像矫正

车牌图像往往存在不水平情况,如摄像机不在车道正中央、挂放的车牌不水平或车辆突然变道行驶等都会使采集的车牌图像需要进行车牌倾斜校正。由于车牌的上下沿是两条明显的平行线,所以一般采用 HOUGH 变换,检测出这两条直线的倾斜角,或者利用特征投影法来检测车牌的倾斜角,然后对车牌图像进行水平校正^[3]。

设车牌下边上两个端点像素的坐标为 $(x_1, y_1), (x_2, y_2)$,那么对于车牌中任一像素 (x, y) ,矫正后的坐标 (x', y') 为

$$x' = x \quad (1)$$

$$y' = y + \frac{y_1 - y_2}{x_2 - x_1}(x - x_1) \quad (2)$$

在垂直方向上由于车牌的高度很小,所以偏差也较小,一般不需矫正。

3 车牌识别

在得到的车牌图像的基础上对其进行字符分割,以得到单个的字符图像。基本流程是,首先进行二值化,然后搜寻精确的字符边界,最后进行分割。

3.1 字符分割

图像的二值化就是将车牌图像变成黑白图像。选取一个阈值,当灰度值大于该阈值时令其为白点,否则为黑点。在本系统中采用了双峰法的自适应阈值选择方法。双峰法的原理很简单,它认为图像由前景

和背景组成,而前后两景都形成高峰,在双峰之间的最低谷就是图像的阈值所在。

自适应阈值的灵活性比固定阈值的处理效果要好。但在某些特定的情况下,由于处理的是一组相似的图像,因此可以选择一个适当的固定点做阈值进行处理。车牌的种类主要有:黑牌、蓝牌、黄牌和白牌。在灰度图像上表现为黑底白字与白底黑字两类,在二值化时一般将其统一。先对黄牌和白牌进行颜色取反,分别转换为蓝牌和黑牌,然后进行灰度化。

将二值化后牌照的图像切割成单个的字符,采用的是投影法。垂直投影积分法是常用的车牌字符分割方法。其方法是将一列中所有像素点的值进行累加,即

$$v(x) = \sum_{y=0}^m g(x, y) \quad (3)$$

式中: $v(x)$ 表示垂直投影积分; (x, y) 表示像素点所处的位置; $g(x, y)$ 表示该像素点的值; m 表示一列所有的像素点数。在投影图中的谷点即是字符的分界点^[4]。基于水平投影二值化的从中间向两端搜索的方法,能很好解决车牌铆钉及边框的影响。基于一维循环清零法的垂直投影法,结合字符宽度的先验知识,能有效实现单个字符的分割。

3.2 基于 BP 网络的字符识别

车牌字符识别是在车牌准确定位、字符分割的基础上,对车牌上的汉字、字母、数字进行有效确认的过程,其中汉字识别是一个难点。由于车牌识别本身问题的复杂性,如何提高车牌字符的分析效果是解决车牌识别率的关键所在。

对车牌字符的识别,目前常用的方法有基于神经网络的方法和基于模板匹配的方法。前者具有较强的容错能力;后者具有较快的识别速度,尤其对二值图像速度更快,当车牌图像较清晰,并且前面的预处理工作做得比较好时可以获得较高的识别率。

设计 BP 网络具有如下拓扑结构,网络分 4 层:输入层,有 64 个节点;因为该网络用于实现数字 0~9 的识别,因此在网络的输出层有 10 个节点。中间层由 2 个隐层组成,节点个数分别为 72 和 20。网络中的激励函数均采用 Sigmoid 函数。基于 BP 神经网络的算法如下^[5]:

(1) 确定 BP 网络的结构,即确定输入层节点数 M 和隐含层节点数 Q ,并给出各层加权系数的初值 $w_{ij}^{(1)}(0)$ 和 $w_{li}^{(2)}(0)$,选定学习速率 η 和惯性系数 α ;权值初始化为 0~1 间的随机数;

(2) 对图像进行特征提取,将 64 维向量输入网络,计算神经网络各层神经元的输入、输出,输出层的输出即为 0~9 十个数字;

(3) 计算实际输出误差与中间隐含层误差;

(4) 进行神经网络学习,在线调整加权系数 $w_{ij}^{(1)}(k)$ 和 $w_{li}^{(2)}$;

(5) 置 $k = k + 1$, 返回到(3)。

在 BP 算法的训练过程中,对于每一个输入样本,在神经网络的 64 个输入节点上加载 64 维输入向量。因为该网络用于实现数字 0~9 的识别,因此在网络的输出层有 10 个节点。对于每一个输入样本,需指定每一输出节点的期望值,表征与输入相对应模式类的输出节点期望值为 1,其余输出节点的输出值均为 0。每次训练可选取新的同类或异类样本,同时改变期望输出,直到权值对各类样本达到稳定。在 BP 网络的工作状态下,将一幅 16×16 的灰度图像先进行预处理,然后作为输入量输入已调整好权值的 BP 网络,通过正向计算,得到输出量,输出接近于 1 的节点所表征的就是要识别的数字。

由于在识别过程中有部分字符容易混淆,例如 8 和 B, C 和 0 等。为了提高识别率,在识别过程中,对于识别为易混淆的字符,可使用不同的神经网络对于不同的位进行第 2 次识别。

4 实验结果

采用形态学变换的车牌定位方法复杂度低,实时性好,具有较好的鲁棒性。基于 DELPHI 7.0 环境下设计开发车牌自动识别系统,选取复杂背景下拍摄的 60 幅真彩色车辆图像为实验对象,实验结果表明,车

牌定位精度可达 98%, 每幅图像的定位时间为 0.6 s 左右。图 2 显示了对其中一张图片进行实验, 系统运行后的输出。

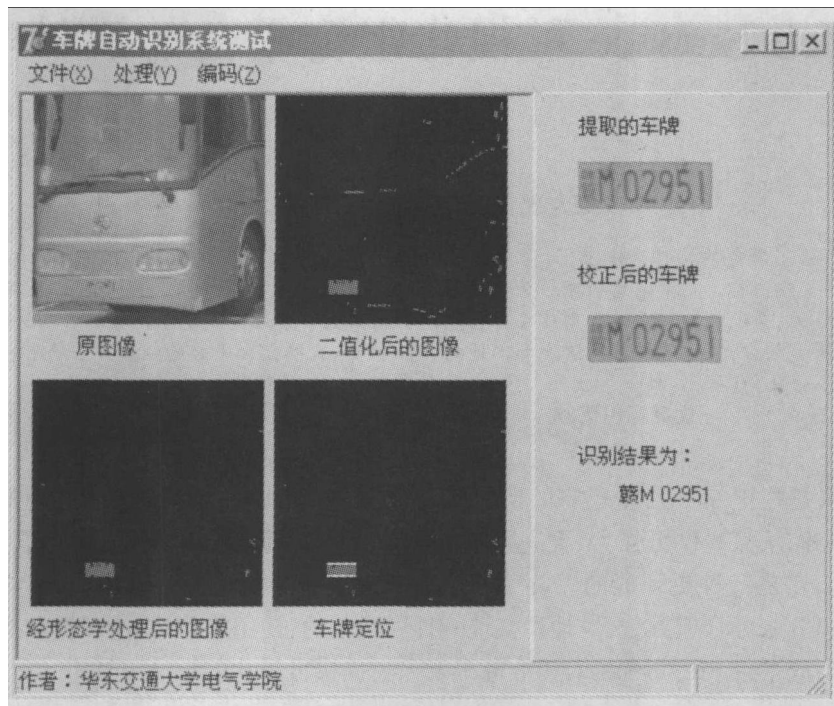


图 2 车牌识别系统测试

参考文献:

- [1] 刘肃平, 陈 强. 数字图像处理技术在车牌识别中的应用[J]. 计算机与现代化, 2006, (8): 119 - 121.
- [2] 余棉水, 黎绍发, 陈智斌. 车牌自动识别技术的研究[J]. 机电工程技术, 2003, (1): 55 - 56.
- [3] 苏厚胜. 车牌识别系统的设计与实现[J]. PLC&FA, 2006, (3): 103 - 107.
- [4] 陈兆学, 施鹏飞. 基于灰度图像的车牌快速定位和分割方法[J]. 计算机工程, 2006, 32(9): 173 - 177.
- [5] 石晓瑛. 基于神经网络 PID 炉温控制系统设计[J]. 武汉工业学院学报, 2008, 27(1), 43 - 45.

Design and Implementation of the Vehicle License Plate Automatic Recognition System

SHI Xiao-ying, XU Zhi-bang

(School of Electrical and Electronic Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang, 330013, China)

Abstract: The vehicle license plate automatic recognition system mainly includes four steps: image processing methods, license plate segmentation, character segmentation and character identification. The paper proposes a method of locating and adjusting license plates in images, integrating various image processing methods morphological methods etc. Experiments prove that algorithm is fast and accurate.

Key words: ITS; license plate segmentation; morphology clustering; BP neural network

(责任编辑: 刘棉玲)