

车牌识别(LPR)中的图像提取及分割

刘智勇 刘迎建

(中国科学院自动化研究所文字识别工程中心 北京 100080)

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。本文详细介绍了一种实际应用的车牌识别系统中的图像提取及分割的过程。针对车牌的固有特点,设计了一个变换函数突出其特点从而进行车牌的提取;对车牌字的图像分割提出并解决了一些在实际中应该注意的地方。理论分析及实验结果表明文章中提出的方法是非常有效的。在我们的实验中,在 Pentium 300,内存 64M 的环境,从图像输入到识别结果输出的平均时间大概为 0.6 秒。

关键词:车牌识别(LPR);图像复原;图像提取;图像分割

中图分类号:TP391.41

Image Extraction and Segmentation in License Plate Recognition

LIU Zhi-yong LIU Ying-jian

(Character Recognition Lab, Institute of Automation, CAS Beijing 100080)

E-mail: zyliu@hw.ia.ac.cn

Abstract: The key portions in the Vehicle License Plate Recognition (LPR) are License Plate Image Extraction and Character Image Segmentation. In this paper the two portions of an applied LPR are introduced in detail. The author designed a function to extrude the characteristics of vehicle license plate so as to extract the license plate image from complex background. In segmentation some important problems encountered in practice are put forward and solved. Theoretical analyses and experimental results demonstrate that the methods introduced in this paper are very effective. The total time from input of an image to output of the recognition results is about 0.6s.

Key words: license plate recognition (LPR); image restoration; image extraction; image segmentation

收稿日期:2000-01-03;修改稿收到日期:2000-03-10

基金项目:国家自然科学基金(60043001)

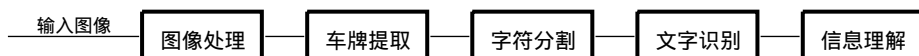
作者刘智勇,男,1976年生,硕士研究生,主要研究领域为图像处理、模式识别、神经网络等。

一、概述

随着国民经济的不断发展,国内的高速公路,停车场越来越多,为了加强这一领域的管理自动化,智能交通系统(Intelligent Transportation Systems (ITS))的发展也就显得日益迫切。车牌识别(License Plate Recognition (LPR))是 ITS 的一个重要组成部分,它能从一幅图像中自动提取车牌图像,自动分割字符图像,进而对字符进行识别。车牌识别系统的成功开发必将大大加速 ITS 的进程。在国外由于高速公路和收费停车场发展较早,已经成功地开发了一些类似的自动系统。但由于车牌识别系统一般都是针对于特定的环境,特定的要求,特定的环境里的车牌而设计(例如:日本的车牌和中国的车牌在车牌字的布局结构上就很不一样)^[3,5],这样各个系统的设计方法也就大相径庭。我们自己针对于中国车牌的特点,成功设计了一套自车牌提取到利用车牌识别结果进行分类,计费的系统。

二、车牌识别系统的构成

车牌识别系统一般包括以下几个主要部分:



把整个系统分成上述几个部分是为了便于描述。事实上,各个部分是紧密相连的,例如,有时候要根据识别的结果来判断前面的工作,也即利用识别结果来调整前面几个部分的参数。输入图像在实际应用中有具体的要求,譬如要求有实时性,这就要求能够在有车到时自动触发下面几步的执行,现在用到的一般有红外触发,埋地线圈等等一些方法;摄像头可为一般的 CCD 摄像头,通过图像采集卡输入计算机。最后一个部分由于具体的场合会有一些具体特殊的要求,例如跟数据库联系起来。从上述可以看出,车牌图像的提取及车牌字符的分割是整个系统两个关键的部分。下面详细介绍这两个部分。

三、图像处理

图像处理中最重要的是第二步:图像变换。在这一步中,我们设计了一个处理函数,设计这个函数的目的就是突出车牌的最主要特征,以便更好地提取车牌。

1. 图像复原

在有些场合输入的图像可能模糊不清,或是噪声较大,希望在开始处理前进行复原或是去噪声的工作。在不同的具体场合对图像复原有着不同的模型,例如由于均匀直线运动而引起的复原,几何畸变复原等等^[1,9]。譬如有的车牌拍摄的过于倾斜,可能对后面的提取,分割及识别带来困难,这是就要用到几何畸变复原。但在我们的算法中,由于车牌提取算法有很好的鲁棒性,对原始图像的要求不严格,所以图像复原这部分工作主要是放在图像分割的前面进行,只是对车牌这一小部分图像进行复原,这样就大大地节省了整个系统的运行时间。

2. 图像变换

原始图像数据一般较大,对其进行处理的时间一般也较长,则由于实时性的要求,车牌提取这一部分应该具有较高的鲁棒性,也就是一次处理就能把绝大多数的车牌提取出来,而尽量不要利用后面的结果来调整这一步的工作。要从一整幅图像包括车身,背景等中提取出车牌,必须抓住车牌的最主要特征,利用它来提取车牌。车牌最主要的特征应该是:车牌的底色和车

牌字的颜色形成强烈对比,而且在一相对小的范围内变化频繁^[2,4]。应该紧紧抓住这个特征来完成对车牌的提取,为了突出放大这个这个特征,我们设计了一个处理函数,即:

$$(x, y) = |F(x - d, y) - 2F(x, y) + F(x + d, y)|$$

$F(x, y)$: 原图像

$P(x, y)$: 处理后图像

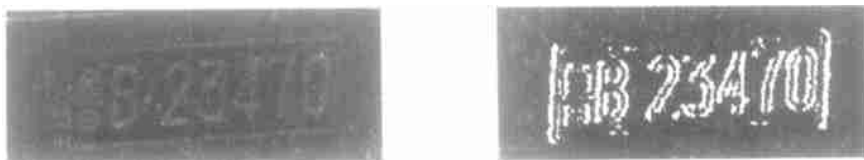
d :处理参数,一般取 1 ~ 4

这样就突出了图像中竖直的边缘,而对水平边缘则先不予考虑。适当选取 d 值,这样可以“放大”车牌这个特征:对一条直线(非水平直线)进行水平扫描,则扫描线变化频率是两次,而如果对处理后的图像中的直线进行水平扫描,如果 d 值选取恰当,则扫描次数增加一倍,达到 4 次,这样也就达到了放大车牌特征的目的,为提取车牌奠定了基础。虽然别的直线(噪声)的扫描次数相应也会增加一倍,但是由于车牌区的直线密集,事实上也就达到了“放大”特征的目的。 d 值选取原则是:当原始图像中的车牌图像部分较大,则 d 值可以选取较大,反之则较小。

同时上述的图像处理为后面的二值化提供了一个很好的基础,消除了很多实际场合下的不利因素。例如在一幅实际的白天高速公路收费站拍摄的图像,这时由于太阳光的影响,可能会造成整个图像的亮度(灰度)分布很不均匀,典型的情况是图像的上部亮度较大,而下部则亮度较小。这样如果不对图像进行处理而直接进行二值化的话,由于车牌处于下部,二值化的阈值很难选取。但如果先变换后再二值化,则由于作差处理,只是考虑了像素间的差值,对图像的亮度分布不均就不敏感了。当然也可以把整个图像分割成很多小块分别进行二值化,甚至于对每个像素点分别进行二值化^[10],效果也会大大提高,但相应处理的时间也就大大提高。我们的思路是这种需要牺牲较多时间的处理方法,在后面对车牌提取后的图像进行处理时使用,因为提取后的图像一般都较小,相对花费的时间也较少。

3. 处理后图像的二值化^[8]

二值化的阈值的计算有很多种方法。分析上述处理后的图像:在图像的大部分区域图像的灰度值很小,只是在水平方向灰度变化较大的区域才会出现比较大的灰度值,这样图像的直方图就会出现两个比较大的峰值,而灰度较大的那些像素点正是要二值化为 1(高亮度)的点。基于上述分析,采用最大方差法来进行二值化阈值的选取。下面给出一个处理前及二值化后的局部对应图:



四、车牌提取

对上述二值化后的图像进行水平扫描,找相对小的而且扫描线变化剧烈的区域作为候选区域。此时有一个参数很重要,就是每行变化频率的最小下限。根据我国车牌的特点,一般是有 7 到 10 个字符(字母,汉字或数字),这样经过竖直边缘的提取再水平扫描后,一般可得每行 25 次以上的变化率,考虑到实际情况,譬如二值化的原因或车牌质量太差,特别是车牌有歪斜的情况,实际使用的值应该小一点,在我们的实验中取 18 得到很好的效果。如果有连续大于

n 的行数符合规定,则作为一个候选。 n 要根据原图像的大小以及摄像头离车的远近来确定。要注意的是,考虑到实际情况, n 要留出一定的冗余度,也就是不能规定太苛刻。而且上述这两个值也应该是可以动态调整的,根据后面的分割、识别结果来自动进行调整。如果有相当多的图像需要返回调节参数,那么整个系统的处理速度就会大大下降。我们系统要求的速度是从图像输入到信息理解完成整个平均时间不应超过 1 秒。经过上述的处理,在我们的实验中绝大多数的车牌都能提取出来,对车牌的图像大小,车牌的歪斜程度要求不严格,具有很高的鲁棒性。下面是一组实验数据:

	参数能自动调节	参数不能调节
图像总数	3180	3180
正确提取数	3162	2973
正确率	99.43 %	93.50 %

五、字符分割

在分割之前,可能要进行一些图像复原的工作,特别是由于几何畸变引起的复原。例如当摄像头从侧边摄像,则整个车牌在图像上将会呈现为一个平行四边形,如果过于极端,就会对后面的分割及识别带来很大的困难,这时就要对图像进行校正。对于非线性几何失真的校正方法也有很多种,如多项式扭曲法,内插法等等,充分利用车牌的边线等特征可以很容易得到多项式扭曲法的几个控制点,从而可以得到二阶多项式的系数。由于图像复原所花的时间一般都较长,所以并不是对所有的图像进行校正处理。实际情况中,需要校正的图像所占的比例很小,在我们的实验中,有不到 2 % 的图像需要校正。算法设计的时候可以把校正这一部分工作放在信息理解后需要返回重新处理时再进行。

考虑到车牌上的字一般除了一个汉字外,其它的都是字母或数字,也即在理想状态下是“全”连通的,我们使用了连通阈的方法对字进行分割。对第一个字利用位置,大小等信息进行连通阈的合并。但在实际情况中,很多车牌的噪声非常大,极端的情况是连人眼都分辨不出来,单凭连通阈很难取得让人满意的结果(下面的数据说明了这点)。于是在其基础上加上了很多改进方法^[6,7]。

1. 二值化的改进

很多噪声是由于二值化的阈值不当而引起的。当车牌的底色和字的灰度值相差不是很大,譬如车牌反光的情形,这时二值化的阈值选取就显得非常重要。这是我们运用的是局部区域二值化,即把车牌分成很多的小块来分别进行二值化,极端情况是对每一个像素点分别二值化,这样的处理对上述的情况取得了很好的效果。

2. 充分利用位置信息

由于车牌具有字排列规范的特点,在很多漏字的时候都可以利用这个信息来把连通阈没找到的字找到。而且这个信息对于连通阈的合并有着非常重要的作用。

3. 大连通阈的考虑

有时由于噪声的影响,可能会把几个连通阈连在一起组成一个大连通阈而造成误判。譬如很典型的一个例子就是,在很多车牌上都有两个螺丝固定车牌,这两个螺丝一般把第二个,第六个字和车牌的边缘连在一起形成了一个大连通阈(新车尤其如此,因为此时螺丝较亮,灰度值较大)。这时我们采用的方法是在对这个大连通阈里面的像素重新选取阈值进行二值化

后再找连通阈。实验证明,这样取得了很好的效果。

还有可能由于噪声,一个字(数字或字母)二值化成了好几个连通阈,这时就要求对后面的字也进行连通阈的合并。等等一些实际运用中的考虑。

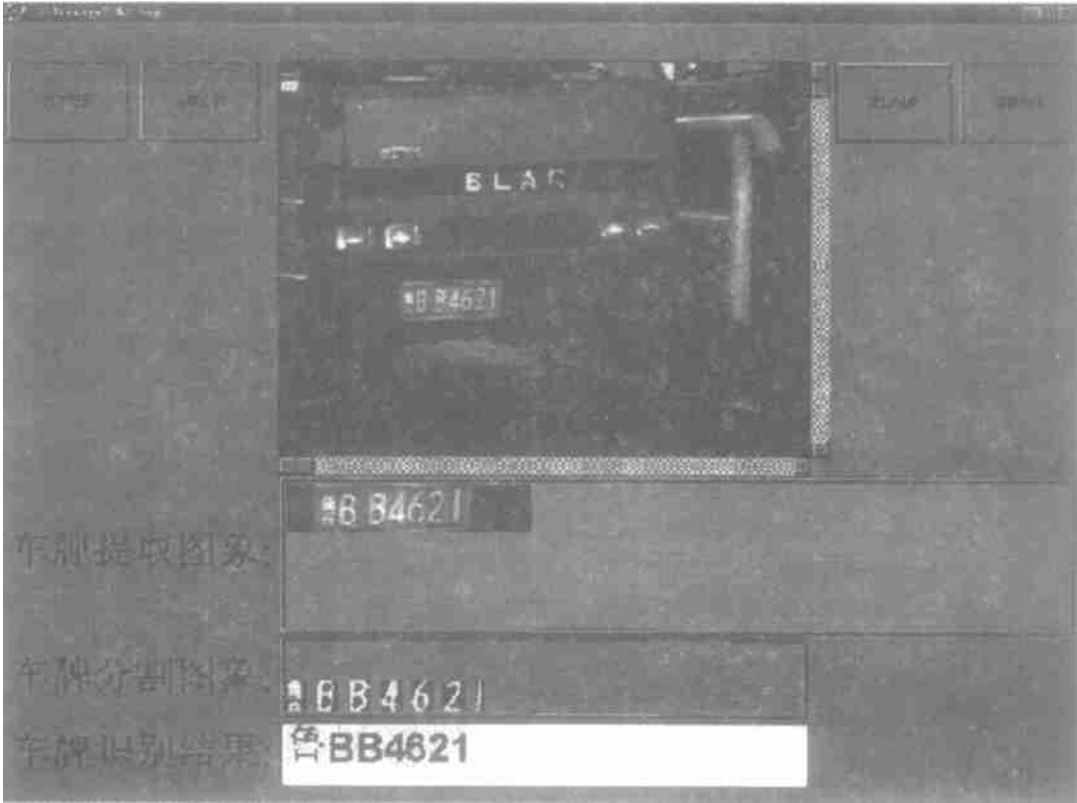
经过上述一些步骤,对字的分割取得了很大的成功。下面是一组实验数据:

	A	A + B	A + B + C	A + B + C + D
图像总数	3162	3162	3162	3162
正确分割数	2318	2637	2793	2989
正确率	73.30 %	83.40 %	88.33 %	94.52 %

注: A:纯粹连通阈;B:二值化改进;C:位置信息;D:大连通阈的考虑和其它一些改进

六、小结

本文介绍了车牌识别的过程,详细介绍了车牌图像提取及字符图像分割的方法。本方法在实践中取得了良好的效果。由于车牌识别本身的要求是应该具有实时性,这一点在设计算法的时候尤其要注意。总的原则是车牌提取这一部分不要“返工”,因为这一部分涉及的数据量较大,处理时间较长,这就需要有一个鲁棒性比较好的算法,在绝大多数情况下都能正确提取车牌;很多精细的工作应该是在提出车牌图像后对这一相对较小图像进行处理,这时可以设计一些循环的算法,根据后面的结果来动态地调节一些参数或是加入一些新的算法。下面给出一个典型车牌的提取、分割、识别的样图,图中的原图像是缩小以后的图像。



参 考 文 献

- [1] 李象霖. 数字图像处理. 中国科技大学研究生院教材, 164 ~ 168
 - [2] LeBourgeois F. Robust Multifont OCR System from Gray Level Images. ICDAR '1997
 - [3] Kazunasa Miyamoto, Kazuo Magano, Mitsuki Tamagawa. Vehicle License Plate Recognition by Image Analysis. IECON '1991
 - [4] Wang L, Pavlidis T. Direct Gray-scale Extraction of Features for Character Recognition. IEEE PAMI, October 1993, 15(10): 1053 ~ 1067
 - [5] Mullo R, Olivier C, Bourdon J L *et al.* Automatic Extraction Methods of Container Identity Numbers and Registration Plates of Cars. IECON '1991
 - [6] Haralick R, Shapiro L. Image segmentation Techniques. Computer Vision, Graphics and Image Processing, 1985, 100 ~ 132
 - [7] Nadler M. Document Segmentation and Coding Techniques. Computer Vision, Graphics and Image Processing, 1990, 28: 238 ~ 243
 - [8] Sahoo P K, Soltani S, Wong A K C. Survey of Thresholding Techniques. Computer Vision, Graphics and Image Processing, 1988, 41: 223 ~ 260
 - [9] Kenneth R Castleman. Digital Image Processing. 北京: 清华大学出版社, 1998
 - [10] 尹虎君, 叶芾芸, 戚飞虎. 复杂背景下的文字目标提取. 见: 1997 年中国神经网络计算科学大会论文集(二), 北京: 电子工业出版社, 1997
-

(上接 28 页)

它本身不是语言知识库, 它只是给语言的信息处理提供了一种功能强大的手段, 一种简明可靠的运算方法, 它只是建起了一个可供研制机器翻译系统的工作平台, 或者说, 它只是给语言作者提供了一个可以用来表演大戏的舞台。要真正实现具体语言之间的高质量的翻译, 即要唱出精美的大戏, 还须深入语言事实, 具体研究语言的规则、熟语、各种表达方式、语言成分间的各种关系以及两种语言间的差异, 并用该技术提供的规则描述语言把它们形式化地描述出来, 形成一个完整、系统的语言知识库。而这项语言工程要做的工作是大量的、繁重的, 甚至是十分烦琐细碎的, 它的最后实现还需一批勤劳的有识之士的共同努力。

参 考 文 献

- [1] 孙建军. MulTran 多语言机器翻译系统的研制与开发. 见: '99 智能计算机接口与应用进展, 北京: 电子工业出版社, 1999
- [2] 徐烈炯. 生成语法规论. 上海: 上海外语教育出版社, 1988