

字符边缘颜色与逻辑在车牌定位中的应用研究

陈昌涛^{1,2},李刚³,魏民²,李宏²,李才有²

CHEN Chang-tao^{1,2},LI Gang³,WEI Min²,LI Hong²,LI Cai-you²

1.重庆大学 通信工程学院,重庆 400044

2.四川化工职业技术学院,四川 泸州 646000

3.重庆工学院,重庆 400050

1.College of Communication Engineering,Chongqing University,Chongqing 400044,China

2.Sichuan Chemical Technical College,Luzhou,Sichuan 646000,China

3.College of Computer,Chongqing Institute of Technology,Chongqing 400050,China

E-mail:cct001@163.com

CHEN Chang-tao,LI Gang,WEI Min,et al.Research on application of character edge color AND logic on vehicle plate location.Computer Engineering and Applications,2009,45(18):209-211.

Abstract: Aiming to the location of vehicle license plate in complex circumstance,this paper presents a fast plate location method which utilizes logic AND operation to character edge color.It converts the plate image in RGB color spaces into HSV color spaces,and by binarization each pixel's color to acquire character edge color area,then by their logic AND operation to get the image's character color edge,at last by texture analysis to locate the plate,so it can solve the problem of popular location methods in common use.

Key words: vehicle license plate;character edge color variation feature;logical AND operation;texture analysis;location

摘要:针对复杂背景下的车牌定位问题,提出了一种基于字符边缘颜色与逻辑的快速车牌定位方法。该定位方法将RGB彩色空间中的车牌图像,转换到HSV彩色空间中。根据像素点颜色进行二值化,得字符边缘颜色像素区,同时通过逻辑与,确定图像字符颜色边缘点,最后经纹理分析来定位车牌,解决了目前常用流行算法所不能处理的定位问题。

关键词: 车牌;字符边缘颜色变化特征;与逻辑;纹理分析;定位

DOI:10.3778/j.issn.1002-8331.2009.18.062 **文章编号:**1002-8331(2009)18-0209-03 **文献标识码:**A **中图分类号:**TP391.4

1 引言

车牌定位是车牌识别的关键步骤,是车牌识别的前提和基础。目前,常用的车牌定位方法主要分为基于车牌纹理特征的定位方法^[1-4],和基于车牌彩色特征的定位方法^[5-8]两大类。对于纹理特征法而言,由于车身广告,环境干扰等因素的影响,使得纹理特征法定位效果较差;彩色特征法由于检测复杂、计算量大、定位时间长,应用也受到一定限制。

2 车牌颜色边缘变化特征

不管是纹理特征法,还是彩色特征法进行定位时,都利用了车牌的固有特征。目前我国所使用的汽车标准车牌由7个字符组成,它们呈水平排列,在牌照的矩形区域内存在较丰富的边缘,呈现出规则的纹理特征。车牌字符颜色和底色主要限于特定的几种组合——蓝底白字车牌、黄底黑字车牌、白底黑字车牌、黑底白字车牌。

常用的车牌定位方法都离不开对车牌边缘的检测。过去对车牌边缘的检测,主要是在灰度图的基础上进行的,需要先把

彩色图片转换为灰度图,再进行边缘检测。文献[8]提出彩色边缘检测方法,可以直接进行彩色边缘检测。但是不管是灰度边缘检测,还是彩色边缘检测都存在计算量大、定位时间长的缺点。

通过对常用的车牌定位方法研究发现:这些方法都存在一个致命缺点:未充分利用车牌独特的颜色边缘变化特征。例如对于蓝底白字车牌,由于车牌底色为蓝色,字符为白色,即会在车牌的矩形区域内形成多条蓝白交界条纹;黄底黑字车牌会在车牌的矩形区域内形成多条黄黑交界条纹;白底黑字车牌会在车牌的矩形区域内形成多条黑白交界条纹;这是车牌区域与其他非车牌区域(如车身上张贴的广告字符、汽车散热栏、环境干扰等)最明显的区别。

因此,可以充分利用车牌这一独特的颜色边缘变化特征,实现车牌的快速准确定位。

3 定位方法

图1所示汽车图片周围存在大量树木、建筑,由于车身、车窗反光,在阳光的照射下周围建筑物、树叶投影在车身、车窗

基金项目:重庆市九龙坡区科技计划项目(Science and Technology Plan Project of Chongqing Jiulongpo,China under Grant No.2007Q76)。

作者简介:陈昌涛(1967-),男,副教授,主要研究方向为图像处理、电子系统设计;李刚(1968-),男,博士,副教授,主要研究领域为图像处理。

收稿日期:2008-10-15 **修回日期:**2009-01-12



图1 原始图片

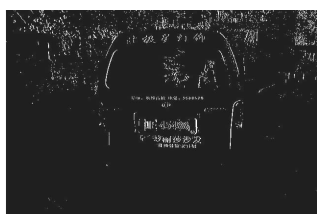


图2 图1 纹理分析图

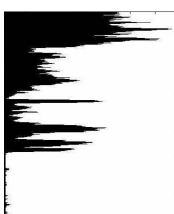


图3 图1 形态学处理图



图4 原始图片



图5 图4 彩色特征法分析投影图



图6 图4 蓝色像素区域

上,使车身与车窗上出现环境物投影,形成大量干扰条纹,加之车身有多处文字广告,采用纹理特征法定位汽车车牌易出现误判,图2是纹理分析的结果:先把彩色图像转变成灰度图,再用 Sobel 算子进行边缘检测,然后进行纹理拉伸、提取边缘点后,进行水平投影。

从图2可知干扰严重,图3是其经过腐蚀、中值滤波、连通处理后得到的图片。由于干扰的存在(特别是车体下部的广告文字干扰),不管采用纹理分析、形态学方法,还是小波变换法均不能实现车牌准确定位。

图4所示蓝色汽车不仅车身有广告,环境还有大量干扰,同时车身为蓝色,与车牌颜色相同。图5是其采用彩色特征法定位的分析投影图,从图中可以看出由于彩色特征法定位采用先识别出蓝色区域,再进行纹理识别,排除了大量的非蓝色的环境干扰,但是干扰还是相当严重,无法实现车牌的准确定位。不管采用纹理特征法,还是彩色特征法均无法实现车牌的准确定位。

现以图4汽车图片为例,采用基于字符边缘颜色与逻辑的快速车牌定位方法实现车牌的准确定位。

(1)将车辆 RGB 彩色图像根据转换公式转换为 HSV 彩色图像。

由于 HSV 模型不大容易受明暗影响,类似于人眼视觉彩色的方式,能较好反映人对色彩的感知和鉴别能力,所以在 HSV 颜色空间上进行距离和相似度计算,可以实现车牌图像的颜色分割。

将车辆 RGB 彩色图像根据以下转换公式转化为 HSV 彩色图像:设

$$I_{\max}=\max\{r,g,b\},I_{\min}=\min\{r,g,b\},V=I_{\max}/255 \quad (1)$$

$$S=\begin{cases} 0, & \text{if } (I_{\max}=0) \\ \frac{I_{\max}-I_{\min}}{I_{\max}}, & \text{if } (I_{\max}\neq 0) \end{cases} \quad (2)$$

$$H=\begin{cases} \frac{g-b}{I_{\max}-I_{\min}}\times 60, & \text{if } (S\neq 0, I_{\max}=r, g\geq b) \\ (6+\frac{g-b}{I_{\max}-I_{\min}})\times 60, & \text{if } (S\neq 0, I_{\max}=r, g<b) \\ (2+\frac{b-r}{I_{\max}-I_{\min}})\times 60, & \text{if } (S\neq 0, I_{\max}=g) \\ (4+\frac{r-g}{I_{\max}-I_{\min}})\times 60, & \text{if } (S\neq 0, I_{\max}=b) \\ \text{undefined}, & \text{if } (S=0) \end{cases} \quad (3)$$

(2)根据像素点颜色将 HSV 彩色图像进行二值化,获得蓝色、白色像素区域。

对实际中收集的样本车牌的颜色值进行统计,通过在 HSV 空间中设定各种车牌颜色的阈值范围来判断像素的颜色。并且,为了适应车牌褪色、光线、灰尘等各种不良因素的影响,适当放宽了各种颜色的阈值范围,在 HSV 颜色空间中分别对蓝色、白色进行判别。

如果一个像素点满足蓝色条件,则作为蓝色像素点,将图像中的蓝色像素点设为前景白色,其余区域设为背景黑色,得到蓝色像素区域。假设 $blue(i,j)$ 表示蓝色像素区域中的像数点(其中 (i,j) 为坐标值),如某点为蓝色像数点,则 $blue(i,j)=1$, 否则 $blue(i,j)=0$ 。

如果一个像素点满足白色条件,则作为白色像素点,将图像中的白色像素点设为前景白色,其余区域设为背景黑色,得到白色像素区域。假设 $white(i,j)$ 表示白色像素区域中的像数点,如某点为白色像数点,则 $white(i,j)=1$, 否则 $white(i,j)=0$ 。

原始图片经处理后得到的二值化蓝色像素区域图如图6所示,二值化白色像素区域图如图7所示。



图7 图4 白色像素区域

(3)确定图像蓝白色边缘点

要确定蓝白色边缘点,可以采用将蓝色、白色像素区域相与,得到蓝白色边缘点图。实践中发现效果不够理想,故采用相邻点逻辑与的方法实现提取蓝白色边缘点的方法。

由于 $blue(i,j)$ 表示蓝色像素区域中的像数点, $white(i,j)$ 表示白色像素区域中的像数点。令像数点 $bwt(i,j)$ 表示蓝白色边缘点,则其左右两边必为蓝色像数点和白色像数点。由于只对字符的垂直方向边缘感兴趣,所以令:

$$bwt(i,j)=blue(i,j-1) \& white(i,j+1) \quad (4)$$

如 $bwt(i,j)=1$ 表示该点为蓝白色边缘点,如 $bwt(i,j)=0$ 则表示该点不是蓝白色边缘点。

根据公式(4)的逻辑与运算,可得二值化图像蓝白色边缘

点图。为了增强定位的可靠性与适应性,采用相邻的多点逻辑与运算(例增加 $blue(i,j-2) \& white(i,j+2), white(i,j-1) \& blue(i,j+1)$),再或运算,得二值化图像蓝白色边缘点图及纹理分析图,如图8所示。

从图8可知采用基于字符边缘颜色与逻辑的快速车牌定位方法,排除了大量的干扰,可以实现车牌的快速、准确定位。图9为分割出的车牌。

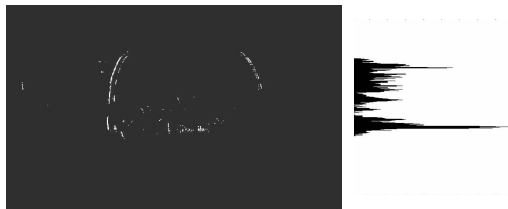


图8 图4蓝白边缘点图及纹理分析图



图9 图4车牌

图10为图1采用基于字符边缘颜色与逻辑的快速车牌定位方法后,得到的纹理分析图,图11为图1分割出的车牌。



图10 图1蓝白边缘点图及纹理分析图



图11 图1车牌

(上接163页)

$p_{i+1,i+1}$ 的 Voronoi 边垂直的线段,这里判断两条线段 $A_i B_i, A_i B_i$ 是否垂直,设 $A_i(x_i, y_i), B_i(x'_i, y'_i) (i=2)$ 可利用判断 $(x'_i - x_i, y'_i - y_i) \cdot (x'_i - x_2, y'_i - y_2)$ 是否为零,只需进行 $O(2l)$ 次乘法, $O(2l)$ 次减法即可完成(其中 l 为 $p_{i,1}, p_{i,2}, \dots, p_{i,i}, p_{i+1,1}, p_{i+1,2}, \dots, p_{i+1,i+1}$ 的 Voronoi 边的条数);步骤5需要 $O((k+3)\log n)$ (其中 k 为三角链的条数)判定点 q 在哪个三角形内;步骤6若 p_i 的 Voronoi 图有 l 条边,则只需进行 l 次求交运算即可完成;步骤7和步骤8的时间复杂度分析与步骤6同,步骤9只需进行常数次比较大小即可完成。

综上所述,算法 PRNN(q, P) 的时间复杂度为 $O(n \log n)$ 。

4 结束语

本文利用 Voronoi 图及其对偶图进行反最近邻查询,将 Voronoi 图与 Rdnm-树结合,给出了 VRdnm-树的定义,先利用此索引结构缩小了在海量空间数据库中进行反最近邻查询的范围,然后再利用 Voronoi 图及其对偶图进行查询,能够大大缩小算法的时间复杂度,特别是对于多个查询点的反最近邻查询问题优势更加明显。

4 结束语

(1)针对中国车牌颜色特点,依次搜索蓝白、黄黑、白黑条纹,以定位车牌,接着进入下一步的牌照切割和识别。

(2)用该算法对 225 幅不同大小、复杂背景、光照、位置、角度的彩色照片进行车牌定位,成功定位 221 幅,成功率达到 98.2%。

(3)当图像上存在与某种车牌的色条纹特征很一致的其他干扰区域时,本文算法尚不能很好地解决这类问题,结论(2)中的 4 幅定位失败照片均为这一原因所致,此时尚需要探索其他的解决方法。

这种采用基于字符边缘颜色与逻辑的快速车牌定位方法,充分利用车牌独特的颜色变化特征,省略了传统的边缘检测,节约了定位时间,同时采用 HSV 彩色图片解决了光线强弱、图像明暗对车牌定位的影响,方法简单实用,定位快速准确。实验结果表明,采用本文的方法能够快速、准确地定位车牌,应用范围广,适应性强,具有一定的鲁棒性和实时性。

参考文献:

- [1] 朱俊梅,陈少平.LPR 系统车牌定位提取方法的研究[J].计算机工程与应用,2008,44(14):198-201.
- [2] 孙东卫,朱程辉.基于小波分解和亮度矩的车牌定位方法[J].计算机工程,2007(9):265-277.
- [3] 李刚,曾锐利,林凌,等.基于数学形态学的车牌定位算法[J].仪器仪表学报,2007(7):1323-1327.
- [4] Song H.The high performance car license plate recognition system and its core techniques[C]//Proceedings of IEEE International Conference on ICVES, IEEE ICVES, Xi'an, 2005:42-45.
- [5] 王枚,王国宏.利用伴生与互补颜色特征的车牌定位新方法[J].计算机工程与应用,2007,43(1):206-211.
- [6] 郭捷,施鹏飞.基于颜色和纹理分析的车牌分析的车牌定位方法[J].中国图象图形学报,2002,7(5):472-476.
- [7] 种衍文,谢丹力,郑翠花.一种针对复杂背景的复合车牌定位算法[J].计算机应用研究,2008,25(6):1741-1743.
- [8] 张引,潘云鹤.彩色汽车图像牌照定位新方法[J].中国图象图形学报,2001,6(4):374-377.

参考文献:

- [1] Roussopoulos N, Kelley S, Vincent F. Nearest neighbour queries[C]// Proceedings of the 1995 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data, 1995:71-79.
- [2] Korn F, Muthukrishnan S. Influence sets based on reverse nearest neighbor queries[C]//Chen Wei-dong, Naughton J F, Bernstein P A. Proc of the 2000 ACM SIGMOD Intl Conf on Management of Data, Dallas, Texas, USA, 2000. New York, NY, USA: ACM Press, 2000: 201-212.
- [3] Yang C, Lin King-lp. An index structure for efficient reverse nearest neighbor queries[C]//The 17th International Conference on Data Engineering, Heidelberg, Germany, 2001:485-492.
- [4] 刘永山,薄树奎,张强,等.多对象的最近邻查询[J].计算机工程,2004,30(11):66-68.
- [5] 郝忠孝,刘永山.空间对象的反最近邻查询[J].计算机科学,2005,32(11):115-118.
- [6] 周培德.计算几何-算法设计与分析[M].北京:清华大学出版社,2005:30-31.
- [7] 德贝尔赫.计算几何:算法与应用[M].2版.邓俊辉,译.北京:清华大学出版社,2005:165-184.