

## ◎工程与应用◎

# 基于彩色分量垂直边缘检测的车牌定位新方法

王 枚<sup>1,2</sup>,房培玉<sup>2</sup>,王国宏<sup>1</sup>WANG Mei<sup>1,2</sup>,FANG Pei-yu<sup>2</sup>,WANG Guo-hong<sup>1</sup>

1.海军航空工程学院 电子与通信工程系,山东 烟台 264001

2.烟台职业学院 计算机与信息工程系,山东 烟台 264000

1.Department of Electronics &amp; Communication Engineering,Naval Aeronautical Engineering Institute,Yantai,Shandong 264001,China

2.Department of Computer &amp; Information Engineering,Yantai Vocational College,Yantai,Shandong 264000,China

E-mail:Wangmei336@163.com

WANG Mei,FANG Pei-yu,WANG Guo-hong.New location method of vehicle license plate based on vertical edge detection of HSV component.Computer Engineering and Applications,2007,43(12):177-179.

**Abstract:** A color model between RGB and HSV according to the Vehicle License Plate(VLP) feature is studied to select a few weights depending on each component contribution so as to facilitate the detection VLP,the VLP edge image can be detected using vertical edge operator,a threshold is designed to complete binary processing,at last the VLP location can be executed accurately by projection method.The experiments on 200 automobiles RGB real color images that are taken under various conditions from traffic stations show the satisfied accuracy and robustness.

**Key words:** HSV color space;weight;vertical edge operator;threshold

**摘 要:**考虑车牌本身特征,选择 HSV 和 RGB 颜色模型,并对每个分量的贡献值进行分析研究;选取一种有利于车牌提取的颜色空间及一组空间分量的权重值,利用设计的垂直方向算子得到车牌边缘信息,设计了一种阈值选取方法进行二值化处理,最后使用投影积分方法进行车牌细定位。通过各种情况下在卡口获取的 200 幅车辆实测图像进行测试,车牌定位的准确性和鲁棒性都较好。

**关键词:** HSV 颜色模型;权重;垂直边缘算子;阈值

文章编号:1002-8331(2007)12-0177-03 文献标识码:A 中图分类号:TP391.41

## 1 引言

图像的定位分割是图像处理和图像分析的重点和难点,车牌的定位和分割是图像定位与分割的具体应用,因为图像受各种环境的影响较大,没有一种固定的算法适应于各种图像,对于车头图像,现有的车牌定位算法常分为两类:(1)利用空间信息进行定位,如利用灰度边缘算子提取边缘进行定位<sup>[1,2]</sup>,利用数学形态学定位<sup>[3]</sup>,利用 Hough 变换提取车牌的边框线进行区域定位<sup>[4]</sup>,这些都是利用灰度图像的空间特征,不考虑颜色特征完成的定位方法,定位速度较快,但在原始图像对比度小或边缘丰富的情况下,误识率较高。(2)利用颜色特征进行定位的算法,如利用边缘颜色对进行定位的方法<sup>[5]</sup>,即:根据车牌区域固有的颜色搭配特征,提取颜色跳跃变化频率较高区域进行定位的方法。该方法利用颜色及空间边缘丰富的特征进行定位,符合人的视觉感受,具有很高的使用价值,缺点是由于使用颜色的三维信息,时间复杂度相对灰度图像定位方法要高,且颜色提取受光照等影响较大。本文根据车牌区域固有的颜色分布特

征,选取颜色模型,并根据各颜色分量贡献大小,选取适合车牌特征提取的权重,将彩色信息转化为灰度图像,利用垂直方向边缘算子提取车牌边缘,设计一种阈值选取方法进行二值化处理,利用投影积分的方法实现彩色车牌的定位,通过 200 幅实测图像的试验,准确率达到 97.5%,试验证明该方法对光照影响不敏感。

## 2 利用不同权重的 HSV 分量垂直边缘检测进行车牌定位的方法

车牌是车辆的身份证明,对车牌的定位、识别属于图像处理、模式识别及计算机视觉研究范畴。图像中车牌区域具有颜色搭配固定,字符跳变频率高,即存在固定的适合人的视觉感受的色彩搭配且颜色跳跃边缘明显的特征。针对车牌图像的这一特征选取适合的颜色模型进行车牌提取。

### 2.1 颜色模型及颜色空间各分量权重值的选取方法

常用的颜色模型有 RGB、HSV、HLS、CYMK 等等。从物理

**基金项目:**国家自然科学基金(the National Natural Science Foundation of China under Grant No.60541001);全国优秀博士学位论文作者专项基金项目(No.200443)。

**作者简介:**王枚(1968-),女,副教授,在读博士生,主要从事图像处理及模式识别研究;房培玉(1963-),男,副教授,在读硕士生,主要从事光图像处理研究;王国宏(1963-),男,教授,博士生导师,任海军航空工程学院信息融合研究所副所长,主要研究领域:多传感器信息融合,模式识别等。

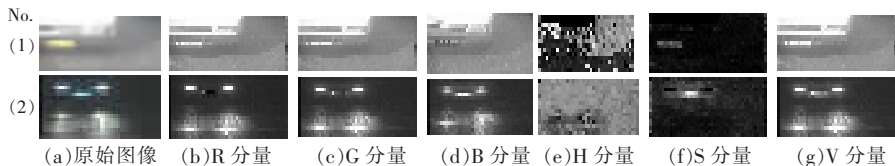


图1 车牌图像的RGB和HSV各分量表示

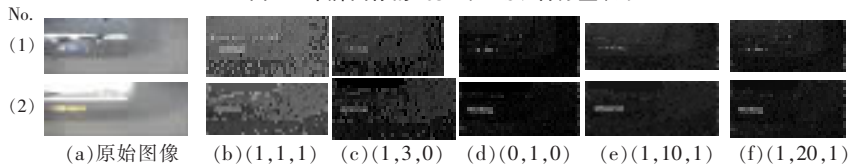


图2 不同权重归一化后得到的灰度图像

学角度看,颜色以主波长、色纯度和亮度来描述;从视觉角度、颜色是以色彩(hue)、饱和度(saturation)和明度(value)来描述<sup>[6]</sup>。色彩是一种颜色区别于另一种颜色的最重要的特征;饱和度反映颜色的纯度,淡颜色说明不太纯,当向某种颜色中加入白色时就降低了它的饱和度;明度与环境的亮度有关,而亮度与周围环境无关,故具有恒定亮度的物体,当其置于亮度不同的环境中,它的明度是不同的<sup>[7]</sup>。RGB适用于硬件显示,而HSV及HLS等适用于人类视觉特点。车牌区域具有字符与背景颜色固定,且颜色较其他区域饱满的特点,因为存在连续7个字符,所以字符与背景的颜色也存在跳变频繁的特点,选取RGB和HSV彩色各分量进行比较,其特点如图1所示。

图1中给出一组表示彩色图像分量的灰度图,每个分量均用8 bit表示,将RGB或HSV中的3个分量组合起来得到相同的彩色图像。从图1(f)可看出HSV分量比RGB各分量对车牌区域的敏感程度要好,可选取HSV颜色模型对车牌图像进行研究。从卡口获取的实测图像为RGB模型,首先需将其转化为HSV模型,HSV彩色系统基于柱坐标系,将RGB转换为HSV就是简单地将方程式展开,从而将RGB值(笛卡儿坐标系)映射成柱坐标系<sup>[8]</sup>。尽管没有合适的转换矩阵表示,在颜色分量值不为0时,转换表示为:

将RGB三分量转化为[0,1]范围,即

$$R=R/255, G=G/255, B=B/255 \quad (1)$$

$$V=\max(R, G, B) \quad (2)$$

$$S=1-\frac{\min(R, G, B)}{\max(R, G, B)} \quad (3)$$

$$\begin{cases} H=\frac{G-B}{6\max(R, G, B)} & \max(R, G, B)=R \\ H=\frac{1}{3}-\frac{B-R}{6\max(R, G, B)} & \text{if } \max(R, G, B)=G \\ H=\frac{2}{3}-\frac{R-G}{6\max(R, G, B)} & \max(R, G, B)=B \end{cases} \quad (4)$$

在HSV空间中S、H分量是色度的表示成分,而V与颜色无关。在三个分量中,对车牌区域最为敏感的是S分量,从图1(f)中可以看出,图像的S分量表示中车牌区域突出于其他部分,且表示字符区域跳变频繁。图1(2)为夜间使用补光灯后得到的图像,由图1(2)(f)可见S分量不受光照影响,获得与其他图像相同的效果。

假设HSV空间中待处理图像X,可使用三维空间唯一表示,即 $S=[S_h, S_s, S_v]$ ,其中 $S_h=w_h H, S_s=w_s S, S_v=w_v V, w_h, w_s, w_v$ 分别代表HSV空间中三分量的权重。假设为选取HSV各分量不同权重后并利用公式(5)转换得到的灰度图像,若 $f_s(i, j)$ 为图像 $X_s$ 中 $(i, j)$ 点上[0,1]范围的灰度值,则

$$f_s=W_h \times H+W_s \times S+W_v \times V \quad (5)$$

其中 $W_h, W_s, W_v$ 为正规化后的权重,表示为 $W_x=w_x/(w_h+w_s+w_v)$ , $x$ 分别代表 $h, s, v$ 。选取不同权重 $w_x$ 后得到的灰度图像效果如图2所示。

由图2可以看出V分量对车牌区的选取贡献最小,H分量次之,而S分量大部分可以突出车牌区域(见图2(c)、(d)、(e)、(f)),利用该特性选择不同权重可将车牌区域提取出来,得到图像 $X_s$ ,并进行归一化处理成[0,255]范围的灰度图像。从饱和度变化函数(图3)看,指数函数和线性变化均可以收到较好结果,现选取线性运算进行归一化处理,假设 $f(i, j)$ 表示坐标 $(i, j)$ 点处[0,255]范围的灰度值, $f_s(i, j)$ 由公式(5)计算得到,归一化表示为:

$$f(i, j)=255 * f_s(i, j) \quad (6)$$

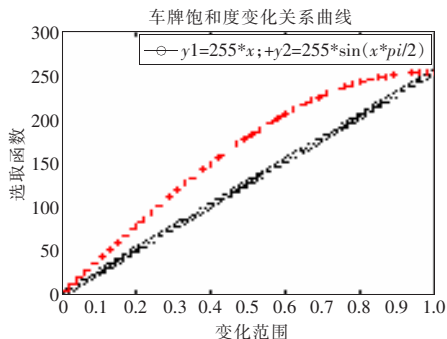


图3 饱和度变化函数比较

## 2.2 利用差分边缘算子提取车牌区域

使用原始空间特征提取灰度图像的边缘时,与车牌区域特性相似的有两个车灯区,需要设置判断条件将其剔除;对于车头图像,选择HSV分量权重为(0,1,0)表示的灰度图像,即利用饱和度的边缘提取车牌时,车灯区域是白色灯,饱和度不存在阶梯跳变,故在边缘提取中两个车灯区就排除掉了;而在车尾灯存在颜色特征,提取饱和度时存在边缘,要做其他判断将其剔除。对于饱和度高的车身区域,由于无饱和度跳变,可由提取边缘特征剔除。

现采用不同的边缘提取算子对 $X_s$ 提取边缘得到图像 $X_e$ ,假设 $f_e(i, j)$ 为图像 $X_e$ 中 $(i, j)$ 点上的灰度值,对于 $g(i, j) \in f(i, j), g(x, y)$ 由公式(6)计算得到,若 $\exists (i, j-1), (i, j), (i, j+1) \in X_s$ ,采用边缘提取算子

$$E=\{1, 0, -1\} \quad (7)$$

则:

$$f_e(i, j)=|g(i, j-1)-g(i, j+1)| \quad (8)$$

得到灰度差分图像 $X_e$ ,对得到的图像进行二值化处理,得到二

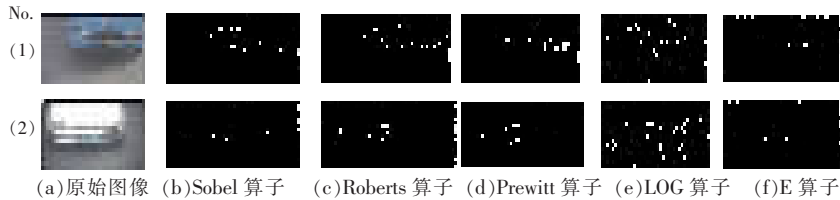


图4 各类不同边缘算子提取的边缘图像对比



图5 使用矩形标识定位结果

表1 不同权重下车牌定位准确率的比较

权重值	定位成功(200幅)	准确定位率	定位失败	失败原因
(1,1,1)	10	5%	190	噪声太大,无法区分车牌区
(1,3,0)	37	18.5%	163	相似区域太多,需要判断条件较多
(0,1,0)	196	97.5%	5	车牌区域边缘特征不够明显,定位不精确
(1,10,1)	153	76.5%	47	噪声点多,部分能够定位,但位置不够准确
(1,20,1)	193	96.5%	7	能够突出车牌区,噪声较少,部分定位位置不精确

值化后的边缘图像  $X_{bc}$ , 方法为:

$$X_{bc}(i,j) = \begin{cases} 0 & f_e(i,j) < \text{threshold} \\ 1 & f_e(i,j) \geq \text{threshold} \end{cases} \quad (9)$$

其中  $\text{threshold}$  为二值化阈值,  $\text{threshold}$  的选取方法为:

从卡口捕获的车头图像大小为  $288 \times 768$ , 取  $m=288, n=768$ , 提取的车牌字符边缘像素点的数目在整个图像中占有的比例为  $p$ , 且车牌字符边缘部分对应车牌区域饱和度差分较大区域, 故  $\text{threshold}$  的选取方法表示为:

假设  $f_e(x,y) \in X_e$ , 如果  $f_e(x,y)=i$ , 则

$$s(i) = s(i) + 1 \quad (10)$$

其中,  $i \in [0, 255]$ , 表示 256 级变化量度;  $f_e(x,y)$  为  $(x,y)$  点的边缘差分值, 由公式(8)计算得到。将  $i$  从 0 变化到 255, 重复计算公式(10), 可得图像  $X_e$  的灰度差分分布的直方图。将  $i$  从 255 开始每次减 1 进行统计:

$$t = t + s(i) \quad (11)$$

$$\text{若 } t \geq m \times n \times p, \text{ 则 } \text{threshold} = i \quad (12)$$

即二值化阈值  $\text{threshold}$  为使式  $t \geq m \times n \times p$  成立时的  $i$  的值。阈值  $i$  受  $p$  值的大小影响, 本文取  $p=0.002$ 。对图像  $X_e$  使用算子  $E$ , 并进行二值化处理后的边缘图像如图 4(f) 所示。

对使用 HSV 分量权重为  $(0, 1, 0)$  的图像分别使用常用的边缘算子提取边缘, 均能较好地提取到车牌区域, 使用一阶微分算子提取的边缘很完整, 以 Prewitt 算子提取的噪声最少, LOG 算子为二阶边缘检测算子, 对噪声更为敏感。车牌区域其存在水平边缘和垂直方向边缘, 而车身部分的水平方向边缘较多, 若剔除水平边缘, 可抑制大部分噪声。从图 4 中可以看到算子  $E$  与常用的边缘算子提取的边缘图像, 其中垂直方向算子  $E$  提取的边缘图像能够有效剔除水平边缘噪声影响, 也提取不到车牌区域字符的水平边缘, 但能很好保持车牌区域垂直边缘, 对车牌区域定位比较适用, 见图 4(f)。

对得到的边缘图像使用结构元进行闭合运算, 然后去除小面积, 最后使用投影积分可得到车牌的准确定位。部分定位结果见图 5。

### 3 实验结果与分析

本文所有车牌原始图像均来自山东烟台轸格庄卡口获取

的  $288 \times 768$  的真实彩色图像, 图像中包含各种类型的汽车。本算法在 1.8 GHz、224 M 内存的单机上使用 MATLAB 编制的算法, 定位时间在 4 s/幅之内, 比文献[5]的执行时间缩小 50% 以上。图 1~5 表示了算法的运行过程, 由图 1 可以看出 HSV 空间的各分量比 RGB 各分量对车牌区域更加敏感, 由图 1(f) 可检测到车牌区域, 故选择了 HSV 模型; 对 HSV 各分量取不同权重分析, 选择权重为  $(0, 1, 0)$  时的灰度图像进行差分边缘提取, 图 4 比较常用边缘算子与算子  $E$ , 可以得出, 这些算子都可以提取车牌区域, 但以  $E$  算子提取的边缘信息噪声最少(图 4(f)),  $E$  提取的边缘分别是算子 Sobel、Roberts、Prewitt、LOG 提取边缘点数的 22%、17%、33%、5%。利用彩色分量的垂直边缘进行车牌定位, 该方法可以剔除与车牌具有相似形状特征的两个车灯区域, 减少了后续工作的难度。表 1 列出了 HSV 空间分量不同权重下利用该算法定位的准确度比较。

### 4 结论

利用适合人的视觉感受的颜色模型 HSV 进行车牌图像分析, 并根据各分量的贡献值大小设定权重, 选定以饱和度分量为主要参数表示, 突出车牌区域; 选取合适的垂直方向边缘提取算子  $E$ , 去掉边缘图像中大部分噪声; 使用数学形态学闭运算, 提取车牌区域; 最后使用投影积分的方法进行车牌精确定位, 其定位效果较好。特点是利用彩色图像的分割方法, 选取能够突出车牌区域的 HSV 彩色分量的权重, 很好地避免了车灯区域对车牌定位的影响, 根据设定权重将彩色图像化为灰度图像, 避免彩色图像空间的多维复杂性, 利用垂直算子进行边缘特征提取可去掉大部分噪声。实验表明: 该方法对光照影响不敏感, 适用于在不同环境下从获取的车头图像中提取车牌特征的处理。(收稿日期: 2006 年 11 月)

### 参考文献:

[1] 刘伟铭, 赵雪平. 一种基于扫描行的汽车车牌定位算法[J]. 计算机工程与应用, 2004, 40(6): 223-225.

[2] 沈世文, 盛翎智. 基于边缘检测的车牌图像分割技术[J]. 模式识别与

(下转 227 页)