

文章编号: 2095-2163(2020)12-0137-04

中图分类号: TP391

文献标志码: A

# 基于机器视觉的停车线的识别

陈勇, 范平清

(上海工程技术大学 机械与汽车工程学院, 上海 201620)

**摘要:** 针对 HOG 特征提取算法只适用于局部特征, RANSAC 等算法工作量大且鲁棒性差和像素图片特征提取效果不好等问题, 本文提出了一种转换色彩空间的方法进行识别检测。首先, 将 RGB 图像转换到 HSV 空间之中, 根据需要提取车道线颜色进行阈值化分割图像; 其次, 利用开运算闭运算降噪, 解决由不同的环境引起的噪点问题; 最后, 将降噪处理的图像轮廓检测求外接多边形。仿真实验结果表明: 此方法可以清晰准确地检测出停车线, 能够为智能驾驶提供技术支持。

**关键词:** HSV 空间; 降噪; 特征提取; 图像轮廓检测

## Recognition of Parking Lines Based on Machine Vision

CHEN Yong, FAN Pingqing

(College of Automotive Engineering, Shanghai University of Engineering and Science, Shanghai 201620, China)

**[Abstract]** As HOG feature extraction algorithm is only applicable to local features, RANSAC and other algorithms have a large workload and poor robustness, and pixel image feature extraction is not effective, this paper proposes a color-space conversion method for recognition and detection. First, the RGB image is converted into HSV space, and the image is segmented by threshold according to the color of the lane line that needs to be extracted. Then the open and closed operation is used to reduce the noise and solve the problem of noise caused by different environments. Finally, the denoised image contour is detected to find the external polygon. Experimental simulation results show that this method can detect the parking line clearly and accurately, and can provide technical support for intelligent driving.

**[Key words]** HSV color space; Denoise; Feature extraction; Image contour detection

### 0 引言

计算机图像处理技术, 在交通运输领域, 机器人工业领域, 医疗图像分析等领域备受关注。近年来, 随着人民生活水平的提高, 汽车也变得越来越普及, 交通问题也变得日趋严重, 智能驾驶技术也显得尤为重要, 停车线的识别也成为自动泊车中最重要的环节之一。在 2010 年杨喜宁等提出了改进 Hough 变换的车道线检测技术, 利用极角约束 Hough 变换初始定位, 并且利用动态 ROI 进行车道跟踪识别等, 提高了停车线识别的鲁棒性稳定性<sup>[1]</sup>; 2015 年彭红等就大部分复杂车道提出了基于扩展卡尔曼滤波器的车道线检测方法, 该方法结合 EKF 对车道线边界点坐标参数跟踪估计, 解决了传统 Hough 变换的处理速度慢的问题<sup>[2]</sup>; 2016 年李松泽提出基于深度学习的车道线检测, 基于传统车道线检测算法, 结合深度学习技术, 代替传统算法中手动调滤波算子, 对高速公路上的车道线进行 Instance 级别的分割, 得到每条车道线区域的像素信息, 使用最小二乘对车道线参数回归, 反馈车道线参数方程。该方法不

需要人工去调整滤波算子<sup>[3]</sup>; 2020 年樊超等提出了混沌粒子群的车道线检测识别, 该方法旨在解决恶劣环境和信息干扰较大的情况下车道线检测识别率低的问题, 采用了混沌粒子群算法, 将高维的 RGB 彩色图像通过最佳鉴别投影向量投影到低维的子空间, 遍历粒子取值范围内的空间, 寻找适应度函数最大的解<sup>[4]</sup>。

本文基于停车线识别提出了一种新的 HSV 空间颜色识别算法, 该算法可以根据颜色差异从而准确的提取出停车线, 提高了停车线识别的鲁棒性和实时性。

### 1 颜色空间转换

#### 1.1 输入静态图像

为完成颜色空间转换, 运用 Opencv 输入静态图像, 如图 1 所示, 输入的图像为机器人摄像机所拍摄, 本文须实现的仿真即从图 1 中检测出绿色停车线轮廓。

由于在 RGB 图像之中采用特征提取时, 干扰像素过多, 无法正确提取出所需要的停车线轮廓, 需要

作者简介: 陈勇(1996-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向: 机器视觉。

通讯作者: 范平清 Email: fanpingqing@163.com

收稿日期: 2020-09-16

将其转换到 HSV 空间中,采用命令 `cvtColor` 将 RGB 空间中的图片成功的转到 HSV 之中<sup>[5]</sup>。



图1 绿色停车线图

Fig. 1 Green parking chart

RGB 空间到 HSV 空间换算公式(1)~(3):

$$h = \begin{cases} 0^\circ, & \text{if } \max = = \min \\ 60^\circ \times \frac{g - b}{\max - \min} + 0^\circ, & \text{if } \max = = r \text{ and } g \geq b; \\ 60^\circ \times \frac{g - b}{\max - \min} + 360^\circ, & \text{if } \max = = r \text{ and } g < b; \\ 60^\circ \times \frac{b - r}{\max - \min} + 120^\circ, & \text{if } \max = = g; \\ 60^\circ \times \frac{r - g}{\max - \min} + 240^\circ, & \text{if } \max = = b \end{cases} \quad (1)$$

$$S = (\max - \min) / \max / 255, \quad (2)$$

$$V = \max / 255. \quad (3)$$

本次实验仅仅识别出绿色的停车线,还不能满足日常生活中停车的要求,同时也不能证明此算法的实时性以及鲁棒性。所以在仿真中,再输入一组蓝色停车线图,如图2所示。



图2 蓝色停车线图

Fig. 2 Blue parking chart

在此算法之中创建一个 HSV 值滑动控制条,从而不需要每次都设置阈值就能够提取到想要识别出的颜色。

创建 H(色调)、S(饱和度)、V(明度)滑动控制条,无论是蓝色还是绿色的标示线,都可以在实验之中通过调整拉条筛选出来,可以使实验更为高效。

### 1.2 获取特定阈值范围

实验中需要通过阈值筛选出所需颜色,不同的颜色有其特定的阈值范围,见表1。

表1 各个颜色 HSV 阈值图

Tab. 1 HSV threshold graphs for each color

	黑	灰	白	红	橙	黄	绿	青	蓝	紫	
HMIN	0	0	0	0	156	11	26	35	78	100	125
HMAX	180	180	180	10	180	25	34	77	99	124	155
SMIN	0	0	0	43	43	43	43	43	43	43	43
SMAX	255	43	30	255	255	255	255	255	255	255	255
VMIN	0	46	221	46	46	46	46	46	46	46	46
VMAX	46	220	255	255	255	255	255	255	255	255	255

可以查得所需要的绿色的阈值为 H:35-77;S:43-255;V:46-255;蓝色的阈值为 H:100-124;S:43-255;V:46-255;创建的控制滑条如图3所示,通过这种方式来获得标识线。

## 2 分割目标图像

得到各种颜色的 HSV 阈值图后,为了避免其它颜色干扰,成功识别出停车线,需要使图像二值化。针对单通道图像,根据不同阈值筛选出想要的颜色,式(4):

$$\text{dst}(I) = \text{lowerb}(I) \leq \text{src}(I) < \text{upperb}(I). \quad (4)$$

将该范围内的像素点重新赋值,首先给出最

低值和最高值,在给定范围之内的图像点,将其像素值改为 255,否则就记为 0。

针对三通道图像即每个通道的图像都必须要在筛选空间之中,进而再进行像素点赋值。根据这种方式得到结果如图4所示。阈值筛选并且二值化后,基本可以得到停车线的轮廓图,为了提高图像精度,本文采用先开后闭操作进行降噪处理。

## 3 形态学滤波

从二值化得到结果图4可以看到还是有许多的白色噪点难以去除,中间的标识线也不是很连贯,采用形态学应用,开运算和闭运算来解决这一问题。

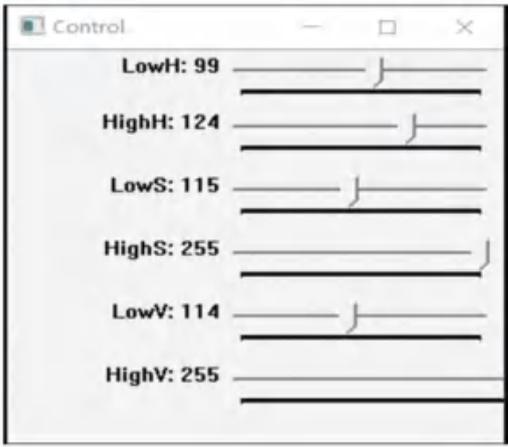


图 3 控制 HSV 的滑动拉条

Fig. 3 Controls the sliding stay of HSV



图 4 标识线二值图

Fig. 4 Identifies the line binary

图像开运算与闭运算是基于膨胀和腐蚀的基本操作结合而来的<sup>[6]</sup>,开运算的数学表达式(5):

$$dst = open(src, element) = dilate(src, element). \quad (5)$$

闭运算的数学表达式(6):

$$dst = clesse(src, element) = erode(dilate(src, element)). \quad (6)$$

腐蚀操作的定义式(7):

$$A \odot B = \{z \mid (B)_z \subseteq A\}. \quad (7)$$

其中,结构  $B$  为腐蚀操作的内核,结构利用  $B$  来对  $A$  进行腐蚀,即如果  $A$  之中有与  $B$  结构相似的则保存结构位置,如果不符则舍弃该点,所有像素点处理完之后即为腐蚀后结构,腐蚀过程如图 5 所示。

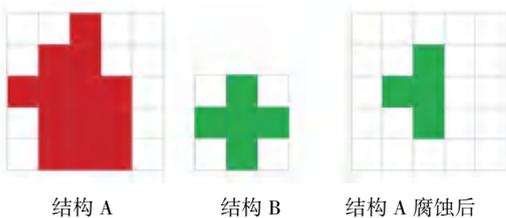


图 5 腐蚀过程

Fig. 5 Corrosion process

膨胀操作的定义式(8):

$$A \oplus B = \{z \mid (B)_z \cap A \neq \emptyset\}. \quad (8)$$

结构  $B$  为膨胀内核,将其进行卷积操作,移动内核  $B$ ,如果内核与所需要膨胀的结构有重叠的地方,则记录下来,以此规则,将内核  $B$  重复移动直至所有重叠的位置全部被记录,则可以称为膨胀完成<sup>[7]</sup>。图 6 为膨胀过程。

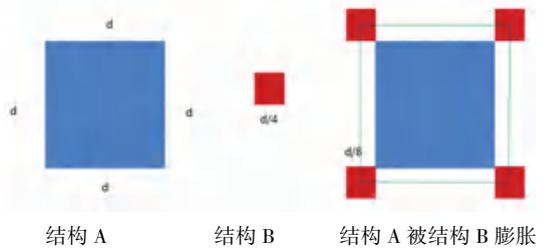


图 6 膨胀过程

Fig. 6 Expansion process

为了消除干扰点,调用开运算操作。如图 4 之中,左上角出现一些不需要的干扰,使用开操作来处理掉。开操作的优点是使用开操作后,不会因此改变原图形的形状大小等因素。一结构对另一结构  $A$  做开操作定义式(9):

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B. \quad (9)$$

闭运算与开操作相反,先采用了膨胀操作,而后腐蚀,闭操作的目的是将检测出的图像规整起来,由于机器在检测时会有一些干扰,使得图像不完整,使用闭运算可以将检测区域连接起来,消除小洞,使得检测物体的边界更加平顺,式(10)。

$$A \cdot B = (A \oplus B) \odot B. \quad (10)$$

在 Opencv 之中利用 morphologyEx 命令来做降噪处理,实验处理完成的结果如图 7 所示。可以看出,经过降噪处理后的图片更加的平滑,祛除了更多的噪点,能够清晰地看出停车线的二值图。



图 7 降噪结果图

Fig. 7 Noise reduction result diagram

#### 4 检测轮廓求外接多边形

形态学滤波降噪后需要检测外轮廓并求外接多边形,需要调用 findContours 算子,此算法不易受噪声的干扰,能够使用两种不同的阈值分别检测强边

缘和弱边缘。findContours 算法提取了二进制图像边界之间的环绕关系。其原理为扫描输入二进制图片和电视光栅和中断时光栅扫描一个像素 $(i, j)$ ,找到满足边界条件后起点的外部边界或一个洞边界。如果像素 $(i, j)$ 满足上述条件, $(i, j)$ 必须被视为外边界的起点。为新发现的边界分配一个唯一可识别的数字,将其称为边界的序号,用 NBD 表示确定新发现边界的父边界。在栅格扫描过程中,还保留扫描中遇到的(外部或孔)边界序号 LNBD,这个边界应该是新发现边界的父边界,或者是与新发现边界共享父边界的边界。

从起始点开始沿着找到的边界,在边界上标记像素,边界跟随方案是经典方案。该算法的显著特点是评分策略:

(a)如果当前沿界在包含像素 $(p, q + 1)$ 的 0 分量和包含像素 $(p, q)$ 的 1 分量之间,则将像素 $(p, g)$ 的值改为 nbd;

(b)当像素点 $(p, g)$ 不在边界之上时,则输入像素值为 NBD。

条件(a)和(b)分别禁止像素 $(p, g)$ 作为已经跟随的孔边界和外边界的起始点的边界。正的 NBD 和-NBD 分别对应中边界跟随算法的标签“1”和“r”。跟踪并标记整个边界后,恢复光栅扫描。当扫描到图片的右下角时,算法停止<sup>[8]</sup>。

findContours 算法的第一个参数是 InputArray 类型的 image,为输入图像;第二个参数 OutputArrayOfArrays 类型的 contours,作为检测到的轮廓储存器;第三个参数为 OutputArray 类型的 hierarchy,包含了图像的拓扑信息;第 4 个参数为 int 类型的 mode,轮廓检索模式,分为以下 4 种:

(1)cv2.RETR\_EXTERNAL:表示只检测图像外轮廓;

(2)cv2.RETR\_LIST 表示所检测的轮廓不建立等级关系;

(3)cv2.RETR\_CCMP 表示建立两个等级的轮廓,上面的一层为外边界,里面的一层为内孔的边界信息,如果内孔内还有一个连通物体,这个物体的边界也在顶层;

(4)cv2.RETR\_TREE 建立一个等级树结构的轮廓;返回值:cv2.findContours() 函数返回两个值,一个是轮廓本身,还有一个是每条轮廓对应的属性。

针对 findContours 函数寻找到停车标识线的轮廓,为了画出 contours 储存器中的轮廓,调用 drawContours 求得外接多边形,经过外接多边形得

到实验结果,如图 8 所示。

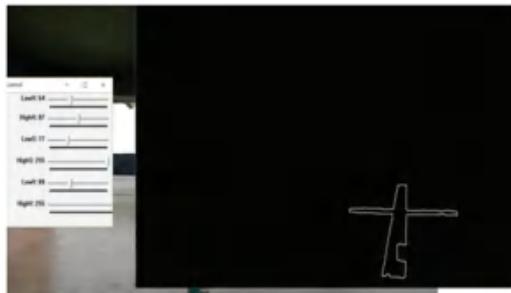


图 8 标识线轮廓图

Fig. 8 Identify line contours

当输入蓝色停车线图时,调整 HSV 阈值获取二值化图,求外接多边形时,仍然可以清晰地得到停车线的外接轮廓,与传统 Hough 检测相比,解决了处理速度慢,运算量大,恶劣环境下识别不稳定等问题。由此可见,基于转换色彩空间识别停车线具有一定的鲁棒性和实效性。

## 5 结束语

本文提出了一种新的基于颜色识别的检测方案,通过转换色彩空间,筛选颜色阈值、降噪、边缘检测、外接多边形等操作,成功的识别出了停车线。此方案不仅可以应用于车道线识别,也可以用在其他颜色识别算法之中,比如乒乓球,高尔夫球的捡球机器人上,通过这种办法识别出想要抓取的球体。

在动态识别时,其识别的稳定性还不是很好,可以采用更加稳定的方式,比如加入深度摄像头,kinect 摄像头等来增强鲁棒性。

## 参考文献

- [1] 杨喜宁,段建民,高德芝,等. 基于改进 Hough 变换的车道线检测技术[J]. 计算机测量与控制,2010,18(2):292-294,298.
- [2] 彭红,肖进胜,程显,等. 基于扩展卡尔曼滤波器的车道线检测算法[J]. 光电子·激光,2015,26(3):567-574.
- [3] 李松泽. 基于深度学习的车道线检测系统的设计与实现[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2016.
- [4] 樊超,宋雨佩,焦亚杰. 基于混沌粒子群的车道线检测算法[J]. 计算机工程设计,2020,41(1):183-189.
- [5] Mohr Johannes; Park Jong-Han, Obermayer Klaus. A computer vision system for rapid search inspired by surface-based attention mechanisms from human perception[J]. Neural Netw. 2014, 60: 43-56.
- [6] 马颂德,张正友. 计算机视觉:计算理论与算法基础[M]. 北京:科学出版社,2003.
- [7] 潘晗倩. 基于图像引导的穿刺手术机器人导航系统研究[D]. 浙江:浙江大学,2018.
- [8] Satoshi Suzuki, Keiichi A be. Topological structural analysis of digitized binary images by border following[J]. Computer Vision, Graphics, and Image Processing, 1985,30(1).