

# 一种基于 OpenCV 的车道线检测方法

李 泽<sup>1</sup> 张 昊<sup>1</sup> 赵世昕<sup>1</sup> 梁爱华<sup>2</sup>

1 北京联合大学机器人学院 北京 100101

2 北京联合大学工科综合实验教学示范中心 北京 100101

(2696087857@qq.com)

**摘 要** 针对自动驾驶汽车对车道线的检测问题,提出一种基于 OpenCV 的对车道线目标的直线轮廓进行有效识别的方法。首先在图像预处理基础上进行 Canny 边缘检测并查找轮廓;然后运用感兴趣区域截取,并创建一个梯形的 mask 掩膜,与边缘检测结果图混合运算,保留掩膜中的白色部分;最后使用霍夫变换得到多条直线的起点和终点,通过计算只得到左右两条车道线。实验结果表明,该方法可以有效地完成对车道线直线轮廓的提取及检测,且避免了周围线条的干扰。

**关键词:** 图像处理;车道线检测;机器视觉;OpenCV

**中图法分类号** TP311

## Lane Detection Method Based on OpenCV

LI Ze<sup>1</sup>, ZHANG Hao<sup>1</sup>, ZHAO Shi-xin<sup>1</sup> and LIANG Ai-hua<sup>2</sup>

1 School of Robotics, Beijing Union University, Beijing 100101, China

2 Engineering Comprehensive Experimental Teaching Demonstration Center, Beijing Union University, Beijing 100101, China

**Abstract** Aiming at solving the problem of lane detection for autopilot cars, a method of effective recognition of line contours of lane targets based on OpenCV is proposed. Firstly, Canny edge detection and contour searching are performed based on image preprocessing. Secondly, ROI (Region of Interest) is used to intercept and a trapezoidal mask is created to mix with the edge detection result image to preserve the white part of the mask. Then, Hough Transform is used to get the starting point and the end point of several lines. Finally, only the left and the right lane lines are obtained by calculation. The experimental results show that the method can effectively complete the lane line contour extraction and detection and avoid the interference of surrounding lines.

**Keywords** Image processing, Lane line detection, Machine vision, OpenCV

## 1 引言

近年来,无人驾驶技术飞速发展,很多拥有无人

驾驶技术的汽车品牌已经悄然走入我们的生活。无人驾驶技术的不断完善促使更多无人驾驶汽车进入大众视野。简单来看,无人驾驶技术大致可分为 3

基金项目:北京联合大学教育教学研究与改革项目(JJ2020Z008);教育部产学合作协同育人项目(201901134055);北京联合大学启明星大学生科技创新创业项目(202011417SJ052)

This work was supported by the Education and Teaching Research and Reform Project of BUU(JJ2020Z008), Collaborative Education Project of Industry University Cooperation(201901134055), Science and Technology Innovation and Entrepreneurship Project of QiMingXing(202011417SJ052).

通信作者:梁爱华(liangaihua@buu.edu.cn)

个流程:数据采集、数据处理、做出决策。显然,十分重要且排在前面的部分是数据采集和数据处理,只有相关的数据采集正确、精准,接下来的数据处理才是有意义的,随之处理器做出的决策才是正确、有效的。而需要采集、处理的数据中十分重要的部分就是有关车道线情况的数据,这关系到转向、加速、减速、变道等一系列重要动作决策。车道线检测研究的关键点往往是以高识别效率为基础来提升系统的抗干扰能力<sup>[1]</sup>。因此,简单、准确且高效地采集车道线的相关数据并进行准确识别尤为重要。

车道线检测是自动驾驶系统和高级驾驶辅助系统的重要组成部分,为车辆提供自身的位置信息<sup>[2]</sup>。本文提出了一种基于 OpenCV 和 Python 来实现车道线检测的方法,基于采集到的视频以帧为单位做出处理,运用边缘检测、ROI 区域截取、霍夫直线检测等操作处理每一帧图像,以此来对采集的图像数据进行实时处理操作,然后根据斜率等因素来判断左右车道线,再结合其他相关数据的分析做出决策,完成整个无人驾驶的过程。

## 2 检测过程

### 2.1 车道线区域的初步提取

现在常见的车道线均为黄色或者白色<sup>[3]</sup>,需要在原图像中提取出白色和黄色区域。常见的图片由 R,G,B 3 个通道表示一幅图像,分别为红色(R)、绿色(G)和蓝色(B)。而在自然环境下车道线图像容易受自然光照、遮挡和阴影等情况的影响。RGB 颜色空间的 3 个分量都与亮度密切相关,即只要车道线图像亮度改变,3 个分量都会随之相应地改变。对于某一种颜色,我们很难推测出较为精确的 3 个分量数值来进行表示。因此,RGB 颜色空间适合于显示系统,却并不适合于图像处理。

HSL(hue 色相、saturation 饱和度、lightness 亮度)和 HSV(hue 色相、saturation 饱和度、value 色调)是对 RGB 色彩空间中点的两种有关系的表示,它们尝试描述比 RGB 更准确的感知颜色联系,并保持计算上的简便。二者在数学上都是圆柱,但 HSV 在概念上可以被认为是颜色的倒圆锥体,HSL 在概念上表示了一个双圆锥体和圆球体。二者中“色相”指相

同的性质,它们的“饱和度”的定义是明显不同的。

RGB 转到 HSV 和 HSL,计算过程如式(1)~式(5)所示。二者色调 H 的换算方式都一样,通过式(1)计算,饱和度的定义不一样,HSL 用式(3)计算而 HSV 用式(4)计算饱和度。明度 V 和亮度 L 分别使用式(5)和式(2)计算得出。

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

$$l = \frac{1}{2}(\max + \min) \quad (2)$$

$$s = \begin{cases} 0, & \text{if } l = 0 \text{ or } \max = \min \\ \frac{\max - \min}{\max + \min} = \frac{\max - \min}{2l}, & \text{if } 0 < l \leq \frac{1}{2} \\ \frac{\max - \min}{2 - (\max + \min)} = \frac{\max - \min}{2 - 2l}, & \text{if } l > \frac{1}{2} \end{cases} \quad (3)$$

$$s = \begin{cases} 0, & \text{if } \max = 0 \\ \frac{\max - \min}{\max} = 1 - \frac{\min}{\max}, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

$$v = \max \quad (5)$$

下面分别进行 HSL 和 HSV 彩色空间的处理。图 1(b)是 HSV 色彩空间结果,图 1(c)部分是 HSL 色彩空间结果,由两个处理结果来看,HSL 颜色空间的处理结果中白色和黄色的车道线条都清晰可辨,阴影下的黄色车道线条也清晰可见,使用 HSL 更便于进行提取。确定使用 HSL 色彩空间进行提取工作后,就可以通过分别设置 H,S,V 3 个分量的范围进行掩膜处理,初步提取出图 1(d)所示的黄白车道线部分。

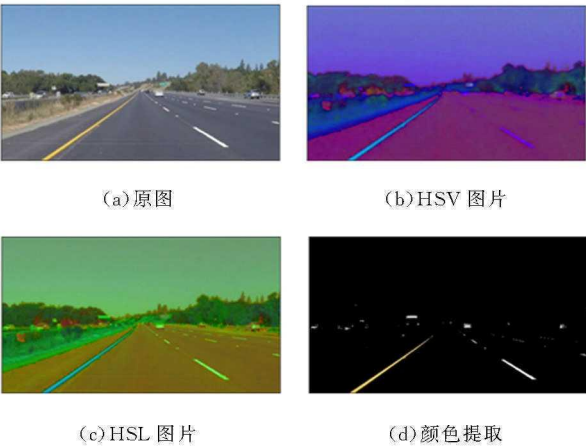


图 1 原图以及处理的结果

Fig. 1 Original and processed picture

2.2 车道线轮廓提取

本文采用 Canny 边缘检测来检测车道线,Canny 算法是一种基于图像梯度的边缘检测算法,它按照较高的信噪比、较高的定位精度和单边响应准则这 3 个基本准则来进行边缘部分的监测<sup>[4]</sup>。车道线边缘提取流程如图 2 所示。

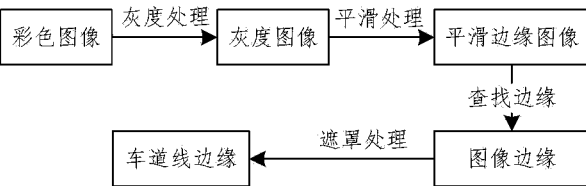


图 2 车道线边缘提取流程图

Fig. 2 Flow chart of lane edge extraction

为了更好地使用 Canny 算法检测车道线,需要对上一步得到的图像进行预处理,主要分为两个步骤。第一步,将图像转化为灰度图片,如图 3(a)所示。车道线检测不需要彩色细节,将彩色图片进行灰度转化可以很大程度地减少不必要的数 据,进而提升检测效率。第二步,对粗糙的边缘进行平滑处理。进行灰度处理后,图像仍然会有许多粗糙的边缘,这些噪声并不利于下一步的边缘查找,可以使用高斯滤波对上一步得到的灰度图进行平滑处理。通过设置合适的高斯核得到图 3(b)所示的处理结果,可以看出此时粗糙的边缘都变得更加平滑,利于接下来的边缘检测。

经过以上两个步骤的图像预处理,接下来使用 Canny 算法检测边缘。该算法中有两个阈值:上限阈值和下限阈值。如果像素梯度高于上限阈值,则

该像素被接受为边缘,如果像素梯度值低于下限阈值,则将其拒绝。如果像素梯度在两个阈值之间,则仅当它连接到高于上限阈值的像素时,才会被接受。设置合适的阈值后可以得到图 3(c)所示的结果,可以看出,该算法正确识别出了车道线部分的轮廓。

可以看到此时图片还有其他的杂物,我们接下来可以通过设置 mask 蒙版,提取 ROI 感兴趣区域,即仅包含车道线的区域,处理后的结果如图 3(d)所示。

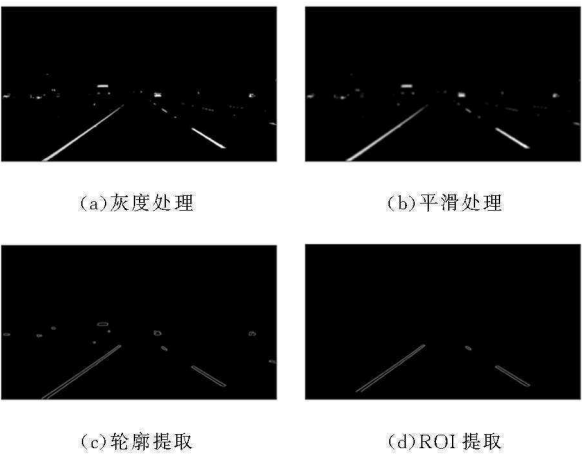


图 3 Canny 边缘检测算法的处理过程

Fig. 3 Process of Canny edge detection algorithm

2.3 车道线轮廓提取

Hough 变换作为数字图像处理领域识别几何形状的基本方法,具有良好的抗干扰能力和鲁棒性,常常作为检测图像中的直线和其他几何图形的方法,被广泛地应用于计算机视觉和模式识别领域<sup>[5]</sup>。Hough 是一种符合要求的特征提取变换方法,这种方法可以理解为在一个坐标范围内通过累积结果得到局部最大值,从而获得一个特定形状的集合,并将该集合作为 Hough 变换的结果<sup>[6]</sup>。

基于车道线的几何特征可以使用 Hough 变换直线检测来检测车道线。将检测到的直线放入列表中,以便在原始彩色图像中画上直线,结果如图 4(a)所示。检测到的每条车道线往往会有多条线,如左边缘右边缘等,可以使用求平均值的方法得到一条平均车道线。而车道线往往只有部分被识别,向两个方向延长外推即可得到完整的左右车道线,左车道线斜率为正,右车道线斜率为负。外延的结果如图 4(b)所示。

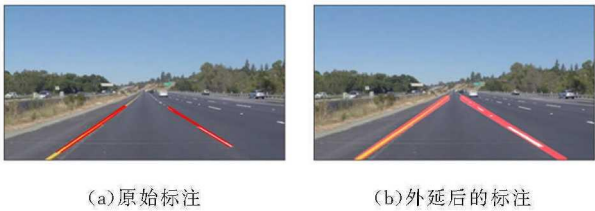


图4 车道线标注

Fig. 4 Lane marking

3 实验验证

本节验证本文算法在实际道路条件下对车道线的检测能力,算法实现的语言为 python,所用库主要有 cv2 和 Numpy。

实验中的数据集采用加州理工大学机器视觉实验室共享的图像<sup>[7]</sup>以及利用谷歌地球<sup>[8]</sup>收集的一些道路街景图像。测试结果如表 1 所列。

表1 实验结果

Table 1 Experimental result

图像来源	图像数量/帧	识别成功率/%
加州理工大学视觉实验室	80	91.25
谷歌街景	100	85

从实验结果看,对街景图片识别的成功率较低,其主要原因是部分街景图片在 ROI 区域被白色或者黄色引擎盖遮挡导致识别出现了误差,在现实行车过程中行车记录仪大多不会拍摄到本车的引擎盖。因此,实际场景下识别成功率会更好。

实验所用的图片包括不同路段、不同车道线类型、不同背景等各种情况。在道路上有路障和其他行驶车辆,在车道线是实线、虚线、直线的情况下,本文算法均能有效地识别车道线,体现了良好的鲁棒性。

**结束语** 本文提出一种基于 OpenCV 的车道线识别算法,首先在 HSL 色彩空间提取出黄色和白

色,然后利用 Canny 边缘检测算法检测出边缘,最后利用 Hough 变换检测车道线并标注出来。经多组实验对各类型图片进行了验证,该方法的识别率均达到了 85%以上。智能驾驶已逐步从研究发展到实际应用,本文算法具有较大的实用价值。

参 考 文 献

[1] 张路遥,梁毓明,张天露. 基于 OpenCV 的车道线检测改进算法[J]. 信息技术与信息化,2019(12):108-111.

[2] 王文豪,高利. 一种基于 OpenCV 的车道线检测方法[J]. 激光杂志,2019,40(1):44-47.

[3] 鞠乾翔,应忍冬,蒋乐天. 基于机器视觉的快速车道线识别[J]. 计算机应用研究,2013,30(5):1544-1546,1550.

[4] 张月圆,曾庆化,刘建业,等. 基于 Canny 的改进图像边缘检测算法[J]. 导航与控制,2019,18(1):84-90.

[5] 李慧鹏,朱伟伟,谭朦曦,等. 基于改进 Hough 变换的直线检测算法[J]. 半导体光电,2017,38(4):603-608.

[6] WANG Y,TEOH E K,SHEN D G. Lane detection and tracking using B-Snake[J]. Image and Vision Computing,2003,22(4):269-280.

[7] 视觉实验室图像数据[OL]. <http://www.vision.caltech.edu/malaa/research/iv08>,2020,8.

[8] 谷歌地球街景数据[OL]. <http://earth.google.com>,2020,8.



**LI Ze**, born in 2001, undergraduate student. His main research interests include robot vision and so on.



**LIANG Ai-hua**, born in 1979, Ph.D, associate professor, correspondence author. Her main research interests include Biometric recognition, image processing.