

# 动态背景下基于边缘检测的道路识别

王博学,王夏黎,赵晓娜,武琦

(长安大学 信息工程学院,陕西 西安 710064)

**摘要:**在实际应用中,对道路识别的实时性以及准确性都有很高的要求,而且在很多情况下道路视频图像中的背景都不是静止的,因此,在场景复杂多变的视频图像中完成对道路的识别,是计算机视觉的研究热点,也是研究难点。针对上述问题,对复杂环境下道路识别与道路特征提取进行了深入研究,提出了一种有效的边缘检测方法。该方法通过对传统边缘检测的Canny算法进行改进,解决了识别过程中由于背景变化造成的误差以及检测结果不准确等问题,实现了对视频图像中道路位置的实时更新,并且分别与灰度直方图法和延时摄影法进行了实验对比。实验结果表明,该方法的限定条件相对较少且准确率较高,具有较好的识别效果。

**关键词:**道路识别;边缘检测;动态背景;Canny算子

**中图分类号:**TP301

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2018)11-0146-04

**doi:**10.3969/j.issn.1673-629X.2018.11.032

## Road Recognition Based on Edge Detection in Dynamic Background

WANG Bo-xue, WANG Xia-li, ZHAO Xiao-na, WU Qi

(School of Information Engineering, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

**Abstract:** In practical applications, the real-time and accuracy of road recognition have a high demand, and in many cases, the background in video images are not static. Therefore, completion of road recognition in the complex video image is a hot spot and also a research difficulty in computer vision. Aiming at the problem, we conduct an in-depth study on road identification and road feature extraction in complex environments and propose an effective edge detection method. The method is improved based on the Canny algorithm of traditional edge method, which solves the problems of error caused by background changes in the identification and inaccurate detection result, achieving the real-time updating of road location in the video image. Compared with gray histogram and time-lapse photography respectively, it shows that this method has relatively few restrictions and high accuracy with better recognition effect.

**Key words:** road recognition; edge detection; dynamic background; Canny operator

## 0 引言

随着社会的发展,基于视频的道路识别已经成为计算机视觉的一个重要研究方向,也是交通监控和智能交通领域的关键。因此,国内外大量的研究机构和人员都积极展开了相关项目的研究,也提出了大量的研究方法<sup>[1]</sup>。

目前的道路识别算法主要有灰度直方图法、延时摄影法、边缘检测法、分水岭法等。灰度直方图法是根据道路的灰度值进行判断,适合道路占比比较大,且道路光照均匀的情况;延时摄影法是通过找到车辆集中的区域,也就是运动物体的区域,来判断道路区域,这种方法适用于道路上车辆比较多的情况;而对于分水岭算法,当路面上车辆较多或者距离较近时,对路面的

划分也会有一些误差。在实际应用中,很多情况下背景都不是静止的,即使摄像机固定也不能获得完全静止的背景,因此动态背景下的道路识别具有重要的实际应用价值<sup>[2]</sup>。为此,提出了一种动态背景下基于边缘检测的道路识别方法<sup>[3]</sup>。

文中所讨论的动态背景下的道路识别是指在高处摄像机(如无人机)向下拍摄的情况下,从视频图像中找出道路以便做后续处理,采用的方法是边缘检测,并与不同的道路识别方法进行对比。

## 1 Canny 边缘检测算法

### 1.1 边缘检测算法

边缘检测是图像处理和计算机视觉的基本问题,

收稿日期:2018-01-03

修回日期:2018-05-05

网络出版时间:2018-06-29

基金项目:国家自然科学基金(61473220);中国博士后科学基金(2012M521729)

作者简介:王博学(1994-),女,硕士研究生,研究方向为图像处理与道路识别;王夏黎,副教授,研究方向为图形图像处理与智能交通系统。

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20180629.1706.054.html>

目的是标识数字图像中亮度变化明显的点<sup>[4]</sup>。一般边缘是图像上灰度变化最剧烈的地方,边缘检测的基本思想是对图像各个像素点进行微分或求二阶微分来确定边缘像素点。图像的边缘检测通常可以分为 4 个步骤:滤波、增强、检测、定位,其实质是采用某种算法提取出图像中对象与背景间的交界线。图像处理中有多种边缘检测(梯度)算子,常用的有 Canny 算子、Laplacian 算子、Roberts 算子、Sobel 算子和 Kirsch 算子等。该课题采用的是 Canny 算子,使用两个阈值检测强的和弱的边缘,如果它们被连接到边缘,那么输出只包含弱边缘,因此,此算子既能抗噪又能保持弱边缘<sup>[5]</sup>。

1.2 Canny 边缘检测算法

Canny 边缘检测算子是一种多级检测算法<sup>[6]</sup>,1986 年由 John F. Canny 提出,同时提出了边缘检测的三大准则:

- (1)低错误率的边缘检测,检测算法应该精确找到图像中尽可能多的边缘,尽可能地减少漏检和误检;
- (2)高定位性,标识出的边缘要与图像中的实际边缘尽可能接近;
- (3)最小响应,图像中的边缘应该只被标记一次,同时图像噪声不应产生伪边缘。

用 Canny 算子检测图像边缘的基本流程如图 1 所示。

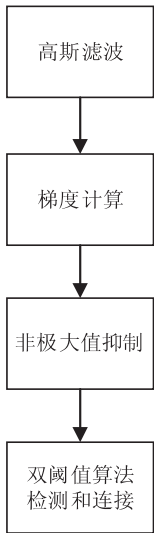


图 1 Canny 边缘检测流程

- (1)消除噪声,一般情况下使用高斯滤波器对图像进行平滑;
- (2)用一阶偏导有限差分来计算滤波后图像梯度的幅值和方向;
- (3)对梯度幅值进行非极大值抑制,这一步排除非边缘像素,找出图像梯度中的局部极大值,将其他非局部极大值点置零以得到细化的边缘;
- (4)滞后阈值,需要设定两个阈值(高阈值和低阈值),若某像素位置的幅值超过高阈值,则该像素被

保留为边缘像素,若小于低阈值,该像素被排除,若在两个阈值之间,该像素仅仅在连接到一个高于高阈值的像素时被保留。

1.3 对 Canny 算法的改进

传统的 Canny 算法使用 2 \* 2 有限差分计算梯度值,这种方法对边缘的定位比较准确,但是对噪声比较敏感,容易出现假边缘和丢失边缘细节等问题<sup>[7]</sup>。这种常见的方法没有考虑到 8 邻域中像素的对角方向,不具有 45°旋转不变性,即在边缘有偏向 45°和 135°方向时,边缘的梯度幅值会发生变化。针对传统 Canny 算法在计算梯度幅值上的缺陷,文中采用一种 3 \* 3 邻域来计算梯度幅值,即在原有的 x 方向和 y 方向上添加了 45°和 135°方向的梯度模板。

X 方向矩阵、Y 方向矩阵、45°方向矩阵和 135°方向矩阵分别如下:

$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & +1 \\ -2 & 0 & +2 \\ -1 & 0 & +1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ +1 & +2 & +1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & +1 & +2 \\ -1 & 0 & +1 \\ -2 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} -2 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & +1 \\ 0 & +1 & +2 \end{bmatrix}$$

四个方向上的梯度分量  $P_x(x,y)$ 、 $P_y(x,y)$ 、 $P_{45^\circ}(x,y)$ 、 $P_{135^\circ}(x,y)$  由梯度模板分别进行卷积求出,从而得到梯度幅值:  $P(x,y) = \sqrt{C(x,y)}$ ,其中  $C(x,y) = P_x(x,y) + P_y(x,y) + P_{45^\circ}(x,y) + P_{135^\circ}(x,y)$ 。

1.4 Hough 变换

由于大部分道路边缘都是两条平行的直线或者曲线,即道路存在平行的双边缘的先验信息,所以可根据此先验信息对边缘检测后的图像做进一步处理,提高道路检测的准确率<sup>[8]</sup>。其中一种非常有效的检测方法就是 Hough 变换。Hough 变换于 1962 年由 Paul Hough 提出,是数字图像处理中的一种特征提取技术,也是识别几何形状的基本方法之一,应用非常广泛,也有很多改进,在图像处理中起着重要的作用。

Hough 变换通过一种投票算法检测具有特定形状的物体,其基本原理是利用点与线的对偶性,将原始图像空间中给定的曲线通过曲线表达形式变为参数空间的一个点,这样就把原始图像中给定曲线的检测问题转化为寻找参数空间中的峰值问题,也即把检测整体特性转化为检测局部特性,比如直线、弧线、圆、椭圆

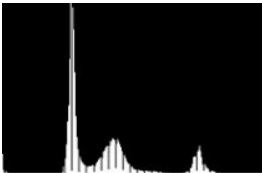
等<sup>[9]</sup>。在使用 Hough 变换之前,首先要对图像进行边缘检测的处理,即 Hough 变换的直接输入只能是边缘二值图像。文中使用 Hough 变换对边缘检测后的图像进行了识别。

2 道路识别

智能交通系统是将先进的计算机处理技术、信息技术、数据通讯传输技术及电子自动控制技术等有效地综合运用于交通管理体系,将人、路、车有机结合起来,建立起的一种实时、准确、高效的交通运输综合管理系统<sup>[10]</sup>。道路检测是智能交通系统中重要的基础研究内容之一,而道路作为现代交通体系的重要组成部分,其信息在城市规划、车流量预测、交通评估、军事打击等诸多领域都起到了重要作用。由于道路的多样性和外界环境的复杂性,如何实时、准确地对动态背景下的道路进行检测是目前道路识别领域研究的重点,这种情况下研究的问题更为复杂,目前研究相对较少,成果也不够完善和成熟。该课题主要对常规的边缘检测进行改进,并与其他几种检测方法进行了对比实验。

2.1 灰度直方图法

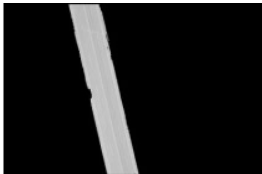
灰度直方图法是根据道路的灰度值进行判断<sup>[11]</sup>。首先将视频中每一帧变成灰度图像,这样每个像素值的取值范围为 0 到 255,因此,可以对图像进行灰度统计,得到一个大小为 256 的数组。根据得到的数据画出直方图,再根据道路在视频图像中像素分布的情况进行定位,最后得出道路检测的结果,如图 2 所示。



(1) 像素分布直方图



(2) 道路定位图



(3) 道路识别结果

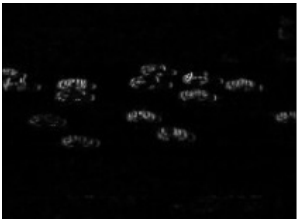
图 2 灰度直方图检测结果

根据图像可以看出,在原图像中存在三种灰度值不同的区域,其中道路区域面积比较小,在直方图的统计结果中正好有三个明显的峰值,在理想情况下取出

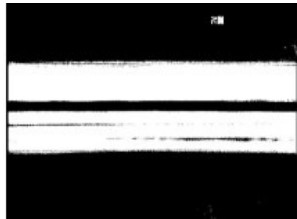
最小峰值所在的区域,即可以得到道路区域<sup>[12]</sup>。但是这种方法得到的结果偶然性比较大,因为不能保证道路的像素点一定是峰值,而且如果路面上有较多的车辆,该方法的识别效果会大大下降。

2.2 延时摄影法

所谓延时摄影就是将很长的一段视频在一个非常短的时间内播放完毕,也可以将其运用到道路区域识别<sup>[13]</sup>。其思想就是将很长的一段时间的帧压缩到同一个帧图像里,那么所有的车辆都会集中在这一帧图像上,所以只要找到车辆集中的区域,也就是运动物体的区域,那么可以把该区域当作道路区域。于是将问题转化为如何识别出运动物体的区域。首先,要去除背景的干扰。文中采用帧间差的方法去掉背景只保留运动的前景,再对图像进行平滑去噪,变化为灰度图像,进而变化为二值化图像,得到的结果就只剩下存在运动物体的前景光点图像。接下来取一段时间内的视频帧,每两帧进行一次差,得到的结果与上一个结果进行累加,最后得到一个“延时摄影”的结果图像,实验结果如图 3 所示。



(1) 运动目标提取



(2) 运动目标累加

图 3 延时摄影检测结果

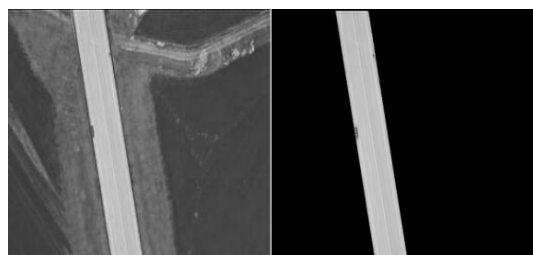
从结果中可以看出,有明显的道路光点,那就是所要的道路区域。这种方法适用于道路上车辆比较多的情况,如果车辆不多,那么把输入的时间段延长也能得到不错的效果。

2.3 边缘检测

通过检测每个像素及其邻域的状态,以决定该像素是否位于一个物体的边界上。如果一个像素位于一个物体的边界上,则其邻域像素的灰度值的变化就比较大。

实验首先对视频图像中道路的位置进行初步定位,确定其大概位置,接着用高斯滤波器平滑图像,再用改进后的有限差分来计算梯度的幅值和方向,对梯度的幅值进行非极大值抑制。对于一般图像,在梯度

的图像像素中,像素值越大,梯度值就越大<sup>[14]</sup>。对于 Canny 算子,进行非极大值抑制也是关键的一步,一般来说,就是要寻找像素点的局部最大值,将非极大值点的灰度值设置为 0,这样就可以屏蔽掉一大部分非边缘的点<sup>[15]</sup>。每次做检测时找出所有直线,因为道路边缘互相垂直且距离相近,所以在检测出的直线中找出距离上一次最近的直线作为当前的定位结果。实验结果如图 4 所示。



(1) 道路检测

(2) 道路分割

图 4 边缘检测结果

## 2.4 实验结果分析

文中选取不同背景的图片进行测试,针对不同算法给出了实验结果。从实验结果可以看出,在进行动态背景下的道路识别时,灰度直方图法得到的结果偶然性比较大,因为不能保证道路的像素点在直方图中的位置,而且如果路面上有较多的车辆,该方法识别的效果会大大下降;延时摄影法可以准确识别出道路,但是其适用于道路上车辆较多的情况,如果道路上车辆较少且为动态背景的话,就无法通过车辆运动情况来准确检测到道路的位置。由于这两种方法都有其限定条件,影响了识别范围,而边缘检测的限定条件相对较少,因此准确率较高,具有较好的识别效果。

## 3 结束语

考虑到道路识别的环境复杂性等问题,结合静态背景下道路识别的方法,提出了一种基于边缘检测且运用于动态背景下的道路识别方法。该方法对传统的 Canny 边缘检测算法的梯度幅值计算进行改进,并且与其他两种道路识别算法进行了实验对比。结果表明,该算法具有较好的准确性和可行性。

## 参考文献:

- [1] 董瑞先. 基于计算机视觉的道路识别方法的研究[D]. 青岛: 青岛大学, 2010.
- [2] 陶丽媛. 基于动态图像的道路检测技术的研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨理工大学, 2010.
- [3] 朱 光. 基于遥感图像的交通道路目标识别方法研究[D]. 长春: 吉林大学, 2015.
- [4] 许宏科, 秦严严, 陈会茹. 一种基于改进 Canny 的边缘检测算法[J]. 红外技术, 2014, 36(3): 210-214.
- [5] 王小俊, 刘旭敏, 关 永. 基于改进 Canny 算子的图像边缘检测算法[J]. 计算机工程, 2012, 38(14): 196-198.
- [6] 唐路路, 张启灿, 胡 松. 一种自适应阈值的 Canny 边缘检测算法[J]. 光电工程, 2011, 38(5): 127-132.
- [7] WANG Yanqing, ZHUANG Lulu, CHEN Deyun, et al. Research on a novel method for road edge detection based on road environment[J]. Advanced Materials Research, 2014, 1014: 255-258.
- [8] ZUO Wenhui, YAO Tuozhong. Road model prediction based unstructured road detection[J]. 浙江大学学报: c 卷英文版, 2013, 14(11): 822-834.
- [9] LANG Baihe, SHEN Lingyun, HAN Tailin, et al. An adaptive edge detection method based on canny operator[J]. Advanced Materials Research, 2011, 255-260: 2037-2041.
- [10] LI Guiqin, ZHANG Linxin, YU Zhipin, et al. Research of edge detection algorithm based on canny algorithm and Hough transform[J]. Advanced Materials Research, 2014, 1039: 262-265.
- [11] LI Lili, LIU Yongxin. A fast algorithm for road recognition in remote sensing image[J]. Advanced Materials Research, 2010, 108-111: 1344-1347.
- [12] 董瑞先, 王玉林, 张鲁邹, 等. 一种基于直线模型的道路识别算法[J]. 青岛大学学报: 工程技术版, 2010, 25(1): 22-27.
- [13] ZHANG Dandan, ZHAO Shuang. An improved edge detection algorithm based on canny operator[J]. Applied Mechanics & Materials, 2011, 347-350: 3541-3545.
- [14] 侯阳阳. 基于无人机航拍图像的道路检测[D]. 南京: 南京理工大学, 2017.
- [15] 刘纬琪. 基于视频流的道路交通流参数自动检测方法研究[D]. 西安: 长安大学, 2014.