

文章编号:1672-058X(2012)05-0064-04

# 小波变换在车道线边缘检测中的应用研究\*

朱文武<sup>1</sup>, 周明龙<sup>2</sup>, 田 丽<sup>2</sup>, 程晶晶<sup>2</sup>

(1. 安徽机电职业技术学院 电气工程系, 安徽 芜湖 241000;

2. 安徽工程大学 电气工程学院, 安徽 芜湖 241000)

**摘 要:**利用机器视觉采集道路图像,为了使边缘检测得到一个理想效果,同时为了适应更加恶劣的环境,提出了基于小波的多尺度边缘检测算法;利用相邻小波系数的相关性去除噪声检测边缘,从而使车道线提取的准确性得到提高;通过实验比较证明小波分析方法较微分子算法是可行和有效的,为车道线的边缘检测开辟了新的途径。

**关键词:**车道线检测;边缘检测;微分算子;小波分析

**中图分类号:**TP273

**文献标志码:**A

车道线的边缘检测是车道偏离预警中的研究热点,一幅图像的边缘通常是指图像周围的像素灰度有阶跃或者脉冲性变化的那些像素点的集合,从 20 世纪 70 年代至今,图像边缘检测方法归纳起来可以分为三大类:经典的微分算子边缘检测方法;以能量最小化为标准的全局边缘检测方法;以数学形态学、小波变换等为基础的图像边缘检测方法。目前车道线边缘检测中研究较多的方法是基于小波变换的车道线边缘检测。边缘检测方法是利用不同尺度小波系数直接相乘,有效地抑制噪声,检测出图像的边缘,同时采用取得的各个乘积的最大值作为某个位置的边缘值,具有更好的边缘检测效果。这种系数直接相乘的方法对于阶跃边缘具有较好地抗噪性能,这将为车道偏离预警开辟新的途径。

## 1 感兴趣区域的建立

通过摄像机采集到的图像包含很多内容,但感兴趣的只是车道线所在的位置。由成像的原理可知,平行的车道线在图像中通常呈如图 1 所示,两边成三角形并在图像中交汇于一远点。这一块区域通常位于图像的下半部分,图像的上半部分 1/4 的区域为天空等背景区域,感兴趣的只是车道线所在区域,所以将只在图像下半部分对车道线进行检测。



图 1 图像的区域划分

收稿日期:2012-02-15;修回日期:2012-02-28.

\* 基金项目:国家自然科学基金(71171002);安徽省自然科学基金(11040606M24);安徽高校省级自然科学基金项目(KJ2012Z043).

作者简介:朱文武(1976-),男,安徽庐江人,讲师,硕士研究生,从事信号与信息处理研究.

## 2 经典微分算子边缘检测

微分算子边缘检测是早期应用较多的比较经典的边缘检测方法,经典的微分算子有:Roberts 算子、Sobel 算子、Prewitt 算子、Laplacian 算子、LOG 算子等,主要是应用灰度边缘处的一阶导数有极值、二阶导数过零点的原理来检测图像边缘。虽然这些经典的微分算子边缘检测方法能够在一定程度上检测出需要的边缘,但多多少少存在一些应用上的缺点,如对于复杂的环境难以很好的应用,滤波器会过度平滑图像。希望通过小波变换的方法来尝试解决边缘检测的问题(表 1)。

表 1 各种经典算子边缘检测情况表

算子	原理	优缺点
Roberts	采用对角线方向相邻的两像素之差近似梯度幅值检测边缘。	检测水平和垂直边缘的效果好于倾斜边缘,定位精度高,对噪声敏感。
Sobel	根据像素点上下、左右邻点灰度加权差,在边缘处达到极值这一现象检测边缘。	对噪声有平滑作用,提供较为精确的边缘方向信息,边缘定位的精度不够高。
Prewitt	利用像素点上下、左右邻点灰度差,在边缘处达到极值来检测边缘。	对噪声有平滑作用,定位精度不高。
Laplacian	二阶微分算子,利用边缘点处二阶导数出现零交叉来检测边缘。	各向同性,对灰度突变敏感,定位精度高,对噪声也敏感,不能获得边缘方向信息。
LOG	又称为拉普拉斯-高斯算法,是一种二阶微分边缘检测方法,它应用 Gaussian 函数先对图像进行平滑,然后采用拉斯算子根据二阶导数过零点来检测边缘。	能较好地反映人的视觉特性。抗干扰能力强,定位精度高,连续性好,且能提取出对比度若的边界。但也存在不足之处:当边界距离宽度小于算子宽度时,零交叉处的斜坡会发生融合,区域边界细节会丢失。
Canny	先将图像使用高斯函数进行平滑,再由一阶微分的极大值确定边缘点。	能达到时频测不准关系的最小下界。虽然能减轻一部分噪声的影响,但是高斯滤波器会过渡平滑图像。

## 3 基于小波系数位移相乘的图像边缘检测<sup>[2]</sup>

采用了一种小波系数位移相乘的方法来检测图像的边缘,将取得的各个乘积的最大值作为某个位置的边缘值,利用不同尺度小波系数直接相乘的边缘检测方法检测出图像的边缘,这种系数直接相乘的方法对于阶跃边缘具有较好地抗噪性能。如果对两层系数( $W_1, W_2$ )进行左移或者右移一像素操作(其中对角线系数位移方向为垂直于对角线的两个方向)。位移将得到 3 个乘积: $W_1 \times W_2, W_1 \times W_2L_1, W_1 \times W_2R_1$ ,其中  $W_2L_1, W_2R_1$  分别表示  $W_2$  相对  $W_1$  左移 1 像素和右移 1 像素操作,然后,取其中最大值作为这两层系数相关的结果。对于  $n$  层系数,相对移动 1 像素,将得到  $3^{n-1}$  个位移值,如图 2 所致。类似的,对于  $n$  层系数,相对移 2 个像素,将得到  $5^{n-1}$  个位移值。表 2 显示了不同层次不同位移像素的相关次数,可见随着小波层次系数的递增,相关次数会快速的增加。

表 2 不同层次不同位移像素的相关次数表

小波层次	2	3	4	5	6	$n$
位移 1 像素	3	9	27	81	243	$3^{n-1}$
位移 2 像素	5	25	125	625	3 125	$5^{n-1}$

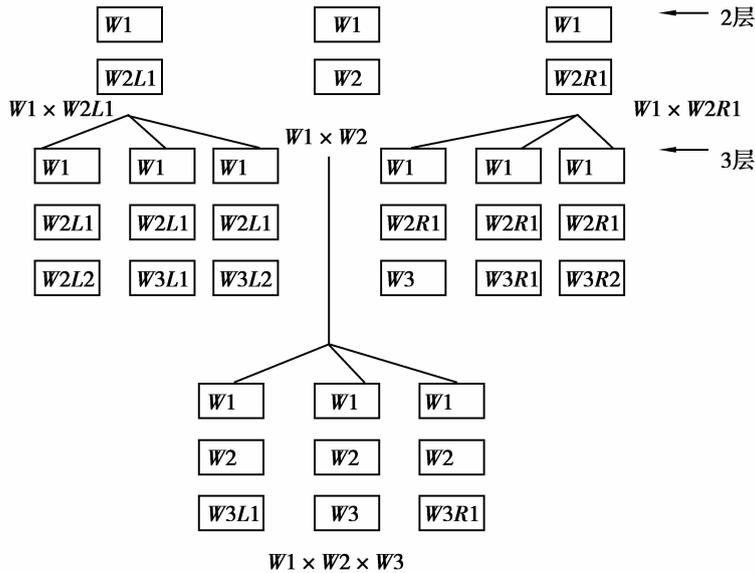


图 2 相对移 1 像素的多层次小波系数相乘结果

由图 2 可知像素相对偏移量是一个重要的参数,如果取得过小,去噪性能不强,得到的边缘亮度低而且不完整,如果取的过大,亮度增加的同时也将会出现虚假边缘,得到的边缘位置并不精确,而且会引入噪声。小波层次的选取也是同样的道理。通过以往经验值得到,用第 3 层和第 4 层小波系数进行位移相关,相对移动 2 个像素,总能得到相对较好地边缘检测效果。

## 4 实例分析

通常车辆机器视觉采集到的图像难免受到天气、道路、障碍物等干扰而包含较大噪声,噪声产生的原因决定了噪声分布的特性及与图像信号的关系。采用“椒盐”噪声模拟雨雪天气。小波边缘检测与传统方法的比较结果见图 3。由图 3 可见,相比较于传统的边缘检测算法,多尺度小波分析是有着明显的优势的,相比较于其他方法它能检测到更加明显的边缘。事实上,原始图像的对比度是比较高的,但是从图 3 能看出,传统方法并不能很好地平滑图像中的噪声。

## 5 结 语

为了克服常规的边缘检测算法的不足,通过引入小波概念对车道线图像的边缘检测进行了多尺度分析。通常情况下,边缘信息是一幅图像中最重要的基本特征,由于存在多分辨率的问题,所以用以往的单一的边缘算子并不能有效的去检测到理想的边缘。提出了基于小波的相邻系数相关的边缘提取算法,具有较好的检测效果。然而所述的小波边缘检测的方法还是有待进一步改进的,如选用哪种小波,使其更符合实际边缘检测要求。

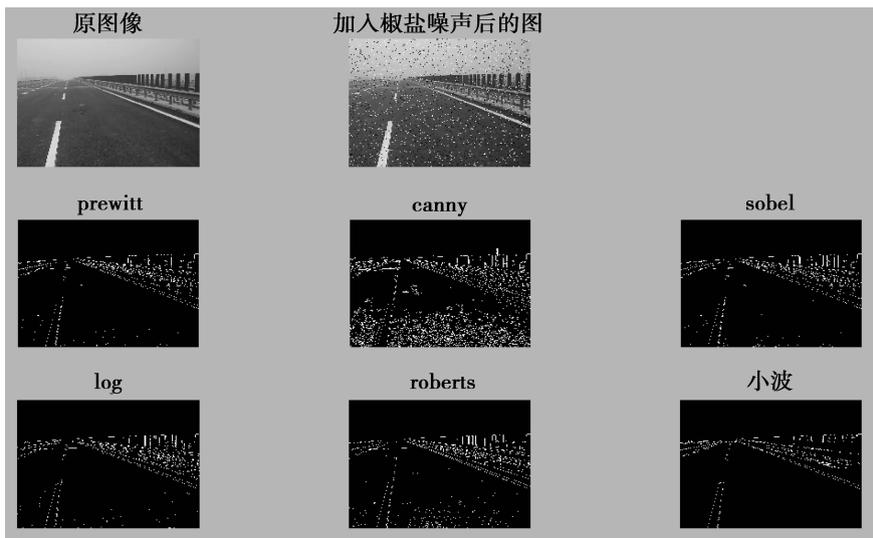


图3 小波边缘检测与传统方法的比较结果

#### 参考文献:

- [1] 孙淡. 基于小波变换的图像边缘检测技术[D]. 西安:西北工业大学,2004
- [2] 傅一平. 基于 Gabor 和小波的边缘检测理论、快速算法与实时应用研究[D]. 杭州:浙江大学,2004
- [3] 李旭,张为公,卞晓东. 机器视觉在车道标志线实时检测中的应用[J]. 测控技术,2005,24(1):19-22
- [4] 易强,秦文虎. 基于机器视觉的车道偏离报警系统研究[J]. 仪器仪表用户,2007,14(5):4-5
- [5] 张军平,殷勇辉. 基于视频图像的车道线识别方法[J]. 视频应用与工程,2009,33(1):144-146
- [6] ALPER B,ENIS G. Effient edge detection in digital images using a cellular neural network optimized by differential evolution algorithm [J]. Expert Systems with Applications,2009,36:2645-2650
- [7] 王灿,何淳,吴亚龙,等. 智能交通灯控制系统的设计和仿真[J]. 重庆工商大学学报:自然科学版,2009,26(1):84-92

## Research on the Application of Wavelet Transform to Lane Line Edge Detection

**ZHU Wen-wu<sup>1</sup>, ZHOU Ming-long<sup>2</sup>, TIAN Li<sup>2</sup>, CHENG Jing-jing<sup>2</sup>**

(1. Department of Electric Engineering, Anhui Technical College of Mechanical  
and Electric Engineering, Anhui Wuhu 241000, China;

2. School of Electric Engineering, Anhui Polytechnic University, Anhui Wuhu 241000, China)

**Abstract:** In order to make edge detection obtain a ideal effect and adapt to more adverse environment, this paper puts forward multi-scale edge detection algorithm based on wavelet by using machine vision to acquire road image and uses adjacent wavelet coefficient correlation to detect edge by removing noise so that the accuracy for the lane line extraction is improved. The comparison by experiments verifies that wavelet analysis method is more feasible and effective than differential operator method and opens a new way for lane line edge detection.

**Key words:** lane line detection; edge detection; differential operator; wavelet analysis