

基于小波边缘提取的混合运动目标检测算法

李孟歆 范静静 张颖 张锐 侯丁丁 许伟靖

(沈阳建筑大学信息与控制工程学院 沈阳 110168)

摘要 常用的运动目标检测算法易受到噪声、阴影等因素的影响,检测出来的运动目标边缘比较模糊,本文因此提出一种基于小波边缘提取的运动目标检测算法,将小波边缘检测与帧间差分法和背景差分法相结合来检测运动目标,采用形态学滤波和连通性分析得到准确的运动目标。实验表明,该算法可以准确的将运动目标从视频图像序列中检测出来。

关键词 运动目标检测;小波边缘检测;帧间差分法;背景差分法

A Hybrid Moving Target Detection Algorithm Based on Wavelet Edge Extraction

LI Meng-xin FAN Jing-jing ZHANG ying ZHANG Rui HOU Ding-ding XU Wei-jing

(School of Information and Control Engineering, Shenyang Jianzhu University, Shenyang 110168, China)

Abstract The existing moving target detection algorithms are vulnerable to noise and shadows, so the edge of the moving target detection is relatively vague. Combining the inter-frame difference with background subtraction, a wavelet edge detection method is proposed to detect moving targets. The morphological filtering and connectivity analysis are applied to obtain accurate moving target. The experiment shows that the algorithm can be adopted to detect moving targets from the video image sequence accurately.

Keywords moving target detection; wavelet edge detection; inter-frame difference; background subtraction

1 引言

随着社会的发展,我国车辆保有量持续增长,交通拥堵是一种常见的社会现象,交通事故也频频发生,据统计,2012年上半年,我国发生的死亡10人以上的重大交通事故,高达20多起,交通事故严重威胁着人们的生命安全。在智能交通领域,车辆作为常见的运动目标,其检测质量的好坏直接影响着后续的跟踪及行为分析等高级处理过程。

目前常用的运动目标检测方法有三种:帧间差分法、背景差分法和光流法^[1]。帧间差分法和背景差分法是常见的图像差分法,主要用于对实时性要求比较高的场合,易于实现。帧间差分法是采用相邻两帧或三帧图像做差分来检测运动目标,但容易受运动速度的

影响,检测出来的运动目标会有空洞和重影^[2]。背景差分法是利用当前图像和背景图像做差分,能够检测出完整的运动目标,但是对环境的依赖性强。光流法计算复杂,实时性差,对硬件的要求高,很少使用。有人提出将背景差分法和帧间差分法相结合,在一定程度上,使检测精度有所提高,但由于噪声、阴影等影响,检测到的运动目标边缘部分比较模糊,因此,本文在背景差分法和帧间差分法相结合的基础上,将小波边缘检测融入其中,实验证明,该方法不仅能够充分发挥二者优势,还能够准确清晰的检测出运动的车辆。

2 运动目标检测常用算法比较分析

2.1 帧间差分法

该算法先对运动图像序列中相邻的两帧进行灰度

基金项目:辽宁省科学技术计划项目(2012229005)。

作者简介:李孟歆,博士,教授,主要研究方向为模式识别、图像处理、粗糙集和智能控制;范静静,硕士研究生,研究方向为视频检测和跟踪, E-mail: fanjingjing198907@163.com;张颖,博士,副教授,研究方向为机器人路径规划方法研究、视频检测和跟踪;张锐,讲师,博士,主要研究方向为模式识别与智能系统;侯丁丁,硕士研究生,主要研究方向为路障检测;许伟靖,硕士研究生,主要研究方向为火灾检测。

处理以获得对应的灰度图，然后对灰度图进行相减，通过所得图像灰度差的绝对值来判断是否有运动物体。当差值大于预设的阈值时，则认定场景有运动会的物体存在。这种检测算法通过比较相邻帧的差分值找出两帧之间的差异，运算简单，检测速度快，适用于实时性要求较高的环境，是一种常用的运动目标检测算法^[3]。

在帧间差分法中，首先将一段视频序列分成若干帧，设 $f_k(x,y)$ 表示当前帧， $f_{k-1}(x,y)$ 表示前一帧， $f_{k+1}(x,y)$ 表示后一帧，直接帧间差分法是利用相邻两帧图像做差分并且阈值化来检测运动目标的，对称帧间差分法是采用相邻三帧图像做差分得到运动目标的。

$$D_{(k,k-1)}(x,y) = f_k(x,y) - f_{k-1}(x,y) \quad (1)$$

$$D_{(k,k-1)}(x,y) = \begin{cases} 1 & D_{(k,k-1)}(x,y) \geq T_1 \\ 0 & \text{else} \end{cases} \quad (2)$$

$$D_{(k,k+1)}(x,y) = f_{k+1}(x,y) - f_k(x,y) \quad (3)$$

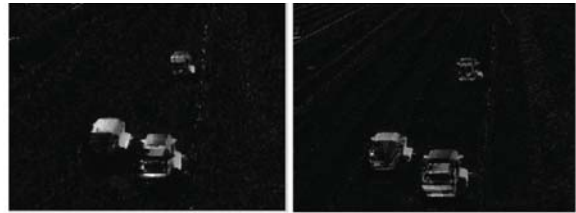
$$D_{(k,k+1)}(x,y) = \begin{cases} 1 & D_{(k,k+1)}(x,y) \geq T_1 \\ 0 & \text{else} \end{cases} \quad (4)$$

上述公式中， T_1 是设定的阈值， $f_{(k,k-1)}(x,y)$ 是前两帧差分得到的差分图像。 $f_{(k,k+1)}(x,y)$ 是后两帧差分得到差分图像。图 1 为采用直接帧间差分法和对称帧间差分法获得的运动车辆的图像。

从图 1 中可以看出，直接帧间差分法虽然能够检



a 原始图像



b 直接帧间差分法

c 对称帧间差分法

图 1 帧间差分法对比图

测出运动的车辆，但是检测出来的运动目标有大面积的空洞，不够完整，对称帧间差分法是利用三帧图像进行差分，并将所得结果相融合来得到运动目标，这种方法检测出来的运动目标比两帧差分检测出来的目标相对完整，空洞较少，但整体效果仍不理想。

2.2 背景差分法

背景差分法是将采集到的视频图像序列中的其中一帧和训练得到的背景图像做差分来得到运动目标的，其实现过程如图 2。

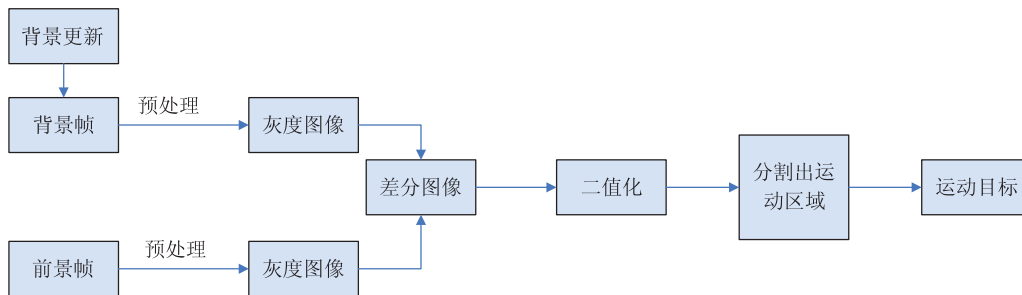


图 2 背景差分法流程图

利用背景差分法检测运动车辆的实验结果如图 3 所示。



a 原始图像

b 背景差分法

图 3 背景差分法检测结果对比图

从图 3 中可以看出，背景差分法检测出来的运动

目标虽然完整，但是容易受外界环境的影响，因此检测出来的车辆的阴影比较明显，从而干扰了检测结果的准确性。

2.3 背景差分法和帧间差分法相结合



a 原始图像

b 两差分结合法

图 4 帧间差分法和背景差分法相结合

从图 4 中可以看出, 帧间差分法和背景差分法相结合检测出来的运动目标比两种算法单独检测的效果好, 目标完整, 且阴影较少, 但是检测出来的车辆的边缘不够清晰。

3 基于小波边缘提取的运动目标检测算法

本文将小波边缘检测与对称帧间差分法和背景差分法相结合来检测到初步的运动目标, 最后采用形态学滤波和连通性分析得到准确的运动目标^[4]。整个算法流程如下:

(1) 图像预处理。视频图像在采集的过程中, 由于外界环境和摄像头的干扰, 难免会有噪声混杂其中, 所以将采集到的视频图像进行预处理是必不可少的一个步骤。图像预处理的好坏直接关系到后续的检测、跟踪、行为理解和描述。常用的图像预处理方法有均值滤波、中值滤波、高斯滤波等。本文采用经典的自适应中值滤波, 因为中值滤波是对图像的平滑, 不会损失图像的边缘信息^[5], 先对原始图像进行去噪, 将从视频中抽取的彩色图像转化为灰度图像, 然后采用直方图均衡化对图像进行增强操作, 处理之后, 图像细节会变的更加清晰, 便于后续的处理;

(2) 以帧间差分法为基础, 将当前帧 $f_k(x,y)$ 和前一帧 $f_{k-1}(x,y)$ 进行帧间差分并且二值化;

(3) 以背景差分法为基础, 将当前帧 $f_k(x,y)$ 和事先得到或者实时更新的背景帧 $B_k(x,y)$ 进行差分并且二值化;

(4) 以小波边缘提取为基础进行边缘检测。小波边缘提取方法比常规的边缘检测算法如 Sobel 算子, Canny 算子等效果好, 边缘清晰。其实现过程是用小波边缘检测提取当前帧 $f_k(x,y)$ 的边缘和背景帧的边缘, 然后将二者相减, 得到运动前景的边缘;

(5) 将前三步得到的运动目标进行融合得到初步的运动目标图像;

(6) 利用上述算法得到的目标在很多情况下会出现不连续, 有空洞的现象, 本文采用形态学处理方法来改善检测效果。形态学运算主要包括膨胀、腐蚀、开运算和闭运算。本文利用形态学开运算使目标检测的更为准确, 将初步得到的运动目标进行形态学处理最终得到完整清晰的运动目标。

4 仿真结果与分析

为了验证该算法的有效性, 用 Matlab 软件对在高速公路采集到的视频图像序列进行仿真实验。首先是将采集的视频图像完成视频帧信息的捕获过程, 然后对所需要的视频帧进行图像预处理, 包括图像的灰度化, 中值滤波和直方图均衡化, 使图像细节变的更加清晰, 然后将小波边缘检测与帧间差分法和背景差分法相结合来检测到初步的运动目标, 最后进一步利用形态学滤波和连通性分析得到准确的运动目标, 从而完成运动目标检测。本文的检测结果如图 5 所示, 较单独的背景差分法和帧间差分法以及二者结合的方法能够更为准确的检测出运动目标。



图 5 本文算法检测结果对比图

图 5 中, a 为原始图像, b 为利用本文算法得到的运动目标图像, 从图中更可以看出, 利用小波边缘检测结合图像差分法检测出来的运动目标完整而且边缘清晰, 断裂较少, 虽然在运动目标之外的区域, 有边缘噪声的存在, 但是相对其他算法, 检测的运动目标整体清晰度较高, 连通性较好。

5 结论

首先利用直接帧间差分法、对称帧间差分法和背景差分法以及两种方法相结合对运动车辆进行检测, 并分析了各自的优缺点, 引出本文算法, 将小波边缘检测与帧间差分法和背景差分法相结合来检测到初步的运动目标, 最后利用形态学滤波和连通性分析得到准确清晰的运动目标。实验证明, 该算法较其他算法, 抗干扰性好, 能够准确检测出完整的运动目标, 噪声较少, 边缘连续且清晰。

参考文献

[1] 张娟. 运动目标跟踪算法研究综述 [J]. 计算机应用研究,

- 2009, 26(12): 4407-4410.
- [2] 薛丽霞, 罗艳丽, 王佐成. 基于帧间差分的自适应运动目标检测方法 [J]. 计算机应用研究, 2011, 28(4): 1551-1552.
- [3] 王天苓. 基于视频序列的运动目标检测 [J]. 电子设计工程, 2010, 18(12): 114-116.
- [4] 康令周, 陈福深, 王德胜. 基于形态学算法的红外图像小目标检测方法研究 [J]. 光电工程, 2010, 37(11): 26-31.
- [5] 袁国武. 智能视频监控中的运动目标检测和跟踪算法研究 [D]. 昆明: 云南大学, 2012.
- [6] Comaniciu D, Ramesh V, Meer P. Kernel-based object tracking [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2003, 25(5): 564-577.