

交通监控系统中视频运动目标检测算法研究

傅 贇,王桂丽,周旭廷,侯学鹏

(安徽师范大学 物理与电子信息学院,安徽 芜湖 241000)

摘 要:运动目标检测不仅是计算机视觉领域里一项重要的研究内容,也是城市交通监控系统中至关重要的部分,在机器人导航、无人驾驶、医学图像处理以及视频压缩和传输领域都有广泛的运用。在研究光流法、帧间差分法、背景差分法三种目标检测算法原理并对比分析各算法优缺点和适用范围的基础上,在城市交通监控系统中所选取的同一视频帧分别进行了算法对比仿真实验,并对仿真结果进行了对比分析。仿真实验结果表明,光流法适用于运动状态下的动态目标检测,帧间差分法适用于车速较低的路段,与其他算法相比,背景差分法在城市交通监控系统中的目标检测效果最好,同时也具有运用边缘检测和数学形态学对车辆目标进行标记的能力,可使目标检测更为准确、有效。

关键词:城市交通;运动目标检测;光流法;帧间差分法;背景差分法

中图分类号:TP301.6

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2017)08-0156-03

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2017.08.033

Investigation on Video Moving Target Detection Algorithm in Traffic Monitoring System

FU Yun, WANG Gui-li, ZHOU Xu-ting, HOU Xue-peng

(College of Physics and Electronic Information, Anhui Normal University, Wuhu 241000, China)

Abstract: Detection of moving target not only is a key research content in the field of computer vision, but also plays an important role in the urban traffic monitoring system, which has been widely used in robot navigation, unmanned vehicle, medical image processing, video compression and transmission field and so on. Based on investigation of the principles, advantages and disadvantages, and applications ranges of three different kinds of target detection algorithm like the optical flow method, frame difference method, and background difference method, comparative simulation experiments of the algorithms have been conducted with the same video frame selected from city traffic monitoring system as well as comparative analysis on the simulation results. Experiment results have shown that optical flow method is suitable for dynamic target detection under the motion state, and frame difference method can be used for low speed, while the background difference method is the most suitable in city traffic monitoring system of target detection effects compared with other algorithms, and also that edge detection and mathematical morphology tagged on vehicle targets can promote the accuracy and effectiveness of target detection.

Key words: urban traffic; moving object detection; optical flow method; inter frame difference method; background difference method

0 引言

视频图像序列中的运动目标检测是城市交通监控系统中的一个核心问题^[1-2]。运动目标检测的目的是从序列图像中将变化的区域从背景图像中提取出来,或者是通过某种方法提取出感兴趣的运动变化区域,并将该区域进行分离。然而,由于视频天气、光照、阴影等因素的变化导致背景图像的动态变化^[3-4],运动目标的检测依然没有非常有效的解决方法。现有的运动目标检测算法主要包括光流法^[5-7]、帧间差分法^[8]、背

景差分法^[9]以及各种背景建模方法。在一些车流量高,车速相对较慢的路段,可以选取帧间差分法进行车辆检测。而有些是可旋转摄像头,在一定角度范围内进行工作,这种背景变化的情况可以选取光流法进行车辆目标检测。而大多数监控摄像头是固定的,这时可以选取背景差分法来进行车辆目标检测,同时加入了边缘检测算子,对目标进行标记。为此,选取了一段背景固定的视频帧,运用三种不同的算法分别进行对比仿真。结果表明,背景差分法最适合运用于交通监

收稿日期:2016-07-27

修回日期:2016-10-28

网络出版时间:2017-06-05

基金项目:安徽省优秀人才基金(2010SQRL029);安徽师范大学研究生改革研究项目(2015yjg013)

作者简介:傅 贇(1991-),男,硕士研究生,研究方向为图像处理;王桂丽,副教授,研究方向为信号处理与目标识别。

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20170605.1507.046.html>

控系统。

1 目标检测算法

1.1 帧间差分法

帧间差分法通过对视频帧中提取的连续两帧图像进行比较,得到运动目标的信息。也可以说是对时间上相邻的两幅或者几幅图像求差,然后把图像中目标的位置以及形状突显出来,也可以检测是否有运动目标进入^[10]。

设 t_1 帧的图像为 $f(x,y,t_1)$, t_2 帧的图像为 $f(x,y,t_2)$, 两帧间的差分为:

$$\Delta f(x,y,\Delta t) = f(x,y,t_1) - f(x,y,t_2) \tag{1}$$

其中,属于背景的静态部分 $\Delta f(x,y,\Delta t)$ 很小,而运动目标中 $\Delta f(x,y,\Delta t)$ 较大。根据得到的特性差异,便可判断出运动目标。这种方法的主要优点是对动态环境有较好的适应性,计算简单,运算量小,检测速度快,易于实现。其最大的缺点是容易受到图像噪声的影响,对光照、环境等因素变化敏感。

1.2 背景差分法

背景差分法是选取实时得到的或者之前已经存储的背景帧作为参考图像,用当前帧和背景帧做差分,如式(2):

$$\Delta_k(x,y) = |f(x,y,k) - b(x,y,k-1)| \tag{2}$$

其中, $f(x,y,k)$ 为当前帧图像; $b(x,y,k-1)$ 为背景帧图像; $\Delta_k(x,y)$ 为差分图像。

根据差分图像,检测运动目标为:

$$R_k(x,y) = \begin{cases} 1, \text{Foreground } \Delta_k(x,y) > Th \\ 0, \text{Background } \Delta_k(x,y) \leq Th \end{cases} \tag{3}$$

$R_k(x,y)$ 为 1 指前景目标点, $R_k(x,y)$ 为 0 指背景像素点。

背景差分法的特点是适用于摄像机固定安放的情况,是目前运用广泛的运动目标检测方法^[11]。算法简单易实现,检测速度快。但对背景的动态变化,比如光照、阴影或者背景的变化较为敏感。

1.3 光流法

光流场最初是由 Horn 和 Schunck 提出的,是一种以灰度梯度基本不变或者亮度恒定的约束假设为基础的目标检测方法。光流是指图像中灰度模式运动的速度,是景物中可见点的三维速度矢量在成像平面上的投影,表示了景物表面点在图像中位置的瞬间变化。

由于光流不仅携带了运动目标的运动信息,还携带了有关景物三维结构的信息,所以它能检测独立的运动对象,不需要预先知道所检测场景的任何信息,而且在静止背景和运动背景下都能很好地检测^[12]。但是光流法也会由于噪声、多光源、阴影、透明性和遮挡等原因,使得计算出来的光流场分布不是十分可靠和

精确,且计算复杂度相对较高,需要运算时间,很难实现实时检测。

光流局部计算思想的代表是 Lucas-Kanade (L-K) 方法,其能量方程如式(4);而全局方法的杰出代表是 Horn-Schunck (H-S) 光流约束方程,如式(5):

$$E_{LK} = \int_{\Omega} W^2(X) (I_x u + I_y v + I_t)^2 \tag{4}$$

$$E_{HS} = \int_{\Omega} (I_x u + I_y v + I_t)^2 + \alpha (|\nabla u|^2 + |\nabla v|^2) \tag{5}$$

其中, $I_x = \frac{\partial I}{\partial x}$, $I_y = \frac{\partial I}{\partial y}$, $I_t = \frac{\partial I}{\partial t}$; $u = \frac{dy}{dt}$, $v = \frac{dx}{dt}$ 即为光流矢量。

Horn 和 Schunck 在光流基本约束方程的基础上,结合光流全局平滑条件,即在相邻像素间光流不会突变,从而解决了孔径问题,能得到致密的光流场。而局部平滑约束由 Lucas 和 Kanade 首次提出,假设图像局部平滑,即假设在一个较小的空间领域 Ω 上运动矢量保持恒定,通过联立窗口内所有像素,使用最小二乘法估计光流,具有较强的鲁棒性,但是只能得到稀疏的光流场。

2 边缘检测算法

边缘检测算法是对一幅图像进行检测,并提取出它的边缘,能对检测出的目标进行进一步运算。常见的边缘检测方法有微分算子、Canny 算子和 LOG 算子等。微分算子中有 Roberts 算子、Prewitt 算子和 Sober 算子。

接下来简单介绍所选用的 Sobel 算子。

Sobel 边缘算子^[7]是一组方向算子,从不同的方向检测边缘。不是简单地求平均再差分,而是对中心像素上、下、左、右四个方向像素的权重进行加强。Sobel 算子的大小和 Prewitt 算子的大小相同,都是 3×3 ,如下所示:

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

Roberts 算子利用局部差分算子寻找边缘,定位精度相对较高,但容易丢失一部分边缘。同时由于图像没有经过平滑处理,因此对噪声没有抑制能力。但是 Roberts 算子对具有陡峭边缘和噪声低的图像处理效果较好。

Prewitt 算子和 Sobel 算子都是对图像优先进行加权平滑处理,然后再做微分运算,唯一有区别的是平滑的权值有些区别,因此对噪声都具有一定的抑制能力。两个算子边缘定位效果都不错,最终选择了 Sobel 算子对图像进行处理。

3 仿真实验及结果分析

对几种方法进行仿真验证,背景图像和视频帧图像见图 1 和图 2。实验结果分析如下:



图 1 背景图像



图 2 视频帧图像

(1)光流法算法复杂,计算耗时,实用性较差。但是在运动背景状态下也能很好地进行检测。从图 3 中可以看出,密集运动的点就是光流,其中箭头指向就是光流运动趋势。当视频帧中出现运动目标时,目标区域的光流与其他部分的光流有较大差异,根据该差异性便可检测出运动目标。对于远处车辆目标,光流运动范围相对较小,检测效果会有所下降。

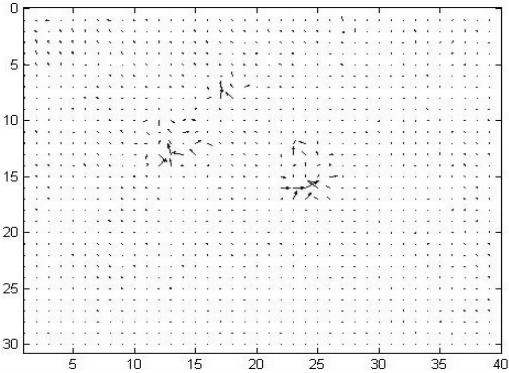


图 3 L-K 光流法

(2)帧间差分法的优点是检测速度快,易实现且算法复杂度低;但是容易受到检测物体速度的影响,存在一定滞后性。适用于实时性要求高和多种背景状态。图 4 为帧间差分法运算后的效果图,从图中可清晰地判断出前帧目标区域车辆,但远处车辆就很模糊,

同时周围存在很多不确定的点。算法运行所需时间短,但是效果不是很好。

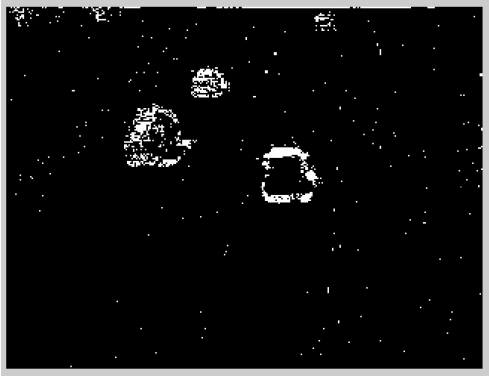


图 4 帧间差分法

(3)背景差分法的优点是在背景基本固定的情况下,检测速度快,实时性强,能够检测出较完整的目标;但是容易受到环境、光照等的影响,同时鲁棒性较差。适用于摄像头禁止或固定状态。图 5 为在背景差分的基础上运用边缘检测算子 Sobel,再加以形态学开闭运算^[13],可以很好地标记出视频中所运动的车辆。图 6 为背景差分法目标检测流程图。



图 5 背景差分法

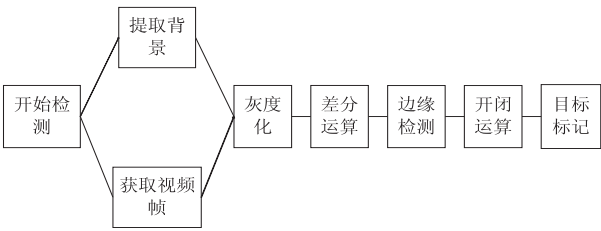


图 6 目标检测流程图

4 结束语

为保证交通监控系统对车辆目标进行准确有效的检测,迫切需要一种高效准确的目标检测算法。所提出的背景差分法相对于其他两种方法具有更好的应用优势,加之与边缘检测算子的结合可以显著提高检测效果。对比仿真实验结果表明,背景差分法最适合运用于交通监控系统,同时其汲取了包括各种特征匹配

(下转第 163 页)

字资源服务的完备的指标体系的调查与建立;可信的数字资源服务读者体验数据的获得;激励读者提交数字资源服务体验的方法;异构读者体验数据的融合等。

参考文献:

[1] 马宁宁,李春明,周晨.基于不同立场的公共数字图书馆服务评价研究[J].情报理论与实践,2013,36(7):63-66.

[2] 肖剑平.基于数字资源成熟度的用户服务绩效评价研究[J].情报理论与实践,2009,32(8):80-82.

[3] 庞弘燊,徐文贤.数字资源评价与优选指标体系研究[J].图书情报工作,2009,53(17):27-30.

[4] 梁茹,李建霞,刘颖,等.高校图书馆数字资源综合服务能力评价[J].大学图书馆学报,2015,33(2):38-46.

[5] 范小华,谢德体,龙立霞.数字资源评价指标体系研究[J].图书情报工作,2008,52(10):74-77.

[6] 梁冬莹,周庆梅,王克奇.基于层次分析法的数字资源服务绩效评价体系构建[J].情报科学,2013,31(1):78-81.

[7] 周庆梅,王克奇.图书馆数字资源服务绩效模糊神经网络评价研究[J].情报科学,2015,33(2):41-45.

[8] 刘慧.基于网络行为的图书馆数字资源评价方法研究[J].现代情报,2015,35(2):62-66.

[9] Iqbal M,Ullah A. Usability evaluation of HEC national digital

library website: a qualitative approach [J]. Library Hi Tech News,2016,33(3):8-10.

[10] Ameen K, Erdelez S. Instructing usability evaluation in LIS curriculum: a case of the US [J]. Pakistan Journal of Information Management & Libraries, 2016, 33(3):8-10.

[11] Sun Y T, Manabat A K M, Chan M L, et al. Accessibility evaluation: manual development and tool selection for evaluating accessibility of E-textbooks [M]//Advances in neuroergonomics and cognitive engineering. [s. l.]: Springer International Publishing, 2017:327-337.

[12] 卢扬,田红梅,任延安.基于结构方程的高校图书馆数字资源评价实证研究[J].图书情报工作,2015(S1):88-90.

[13] 余昭芬,黄德斌,汤艺,等. GAP 理论模型在数字资源绩效评价中的应用[J].大学图书馆学报,2013,31(4):62-68.

[14] 赵俊颜.图书馆数字资源用户满意度的测评研究[J].情报理论与实践,2012,35(3):91-94.

[15] 赵春辉.我国高校图书馆绩效评价研究进展及问题分析[J].图书馆工作与研究,2015(2):16-20.

[16] Hwang C L, Yoon K. Multiple attribute decision making: methods and applications a state-of-the-art survey [M]. [s. l.]: Springer Science & Business Media, 2012.

(上接第 158 页)

算法在内的各种算法的优点,可实现具有更高价值的交通监控系统的开发。

参考文献:

[1] 唐慧娟,李军民.智能视频监控中的运动目标检测研究[J].科技创新与应用,2016(12):41.

[2] 吴群,王田,王汉武,等.现代智能视频监控研究综述[J].计算机应用研究,2016,33(6):1601-1606.

[3] 李俊韬,张海,范跃祖,等.复杂场景条件下的运动目标检测算法[J].光电工程,2004,31:36-39.

[4] 李广伦,爻伟群.视频监控系统中运动目标的实时检测[J].计算机工程,2009,35(17):217-218.

[5] Fejes S, Davis L S. What can projections of flow fields tell us about the visual motion [C]//Sixth international conference on computer vision. [s. l.]: IEEE, 1998:979-986.

[6] Lopez S, Horstrand P, Callico G M, et al. A low-computational-complexity algorithm for hyperspectral endmember extraction: modified vertex component analysis [J]. IEEE Geosci-

ence and Remote Sensing Letters, 2012, 9(3):502-506.

[7] 李海明,陈新,吴芳,等.复杂背景下运动目标的光流区域提取方法[J].福州大学学报:自然科学版,2001,29(4):101-103.

[8] Gan M G, Chen J, Liu J, et al. Moving object detection algorithm based on three-frame-differencing and edge information [J]. Journal of Electronics and Information Technology, 2010, 32(4):894-897.

[9] Tsai D M, Lai S C. Independent component analysis-based background subtraction for indoor surveillance [J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2009, 18(1):158-167.

[10] 李亮,罗毅.帧间差分法在视频监控中的应用研究[J].四川理工学院学报:自然科学版,2015,28(6):58-62.

[11] 陈凤东,洪炳镛.基于动态阈值背景差分算法的目标检测方法[J].哈尔滨工业大学学报,2005,37(7):883-884.

[12] 章毓晋.图像工程[M].北京:清华大学出版社,2005.

[13] 朱虹.数字图像处理基础与应用[M].北京:清华大学出版社,2013.