

DOI:10.19651/j.cnki.emt.1802274

基于改进均值建模的自适应三帧差分算法研究*

李媛 侯宏录

(西安工业大学 光电工程学院 西安 710021)

摘要: 针对实际视频图像中复杂的背景环境(光照变化、有微小物体等),运动目标检测算法不易提取出完整的运动目标,提出了基于改进均值背景模型的自适应三帧差分算法。该算法利用前 k 帧建立的均值背景模型作为三帧差分法的中间帧,再采用三帧差分法,并对差分结果选取自适应阈值来二值化,将两个检测出的目标进行“与”运算,最后通过形态学处理、滤波等,获得运动目标的真实位置。最后试验结果表明,提出的算法能够适应比较复杂的背景环境,不易受光照变化或其他微小变化的影响,又能有效克服空洞和边缘丢失的现象,并且检测准确率更高,适用于无人监控环境。

关键词: 复杂背景;运动目标检测;三帧差分法;均值背景模型;自适应阈值

中图分类号: TP751.1 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.4050

Research on adaptive three-frame difference algorithm based on improved mean modeling

Li Yuan Hou Honglu

(School of Optoelectronic Engineering, Xi'an Technological University, Xi'an 710021, China)

Abstract: In view of the complex background environment (light changes, micro-animals, etc.) in real video images, moving target detection is not easy to extract complete moving targets, and an adaptive three-frame difference algorithm based on improved mean modeling is proposed. The algorithm uses the mean background model established by the previous k -frame as the intermediate frame of the three-frame difference method, and then uses the three-frame difference method, and selects the adaptive threshold to binarize the difference result. An AND operation is performed on the two detected targets, followed by morphological processing, filtering, etc., and then the true position of the moving target is obtained. Finally, the experimental results show that the proposed algorithm can adapt to the more complex background environment, is not susceptible to illumination changes or other minor changes, and can effectively overcome the phenomenon of void and edge loss, and has higher detection accuracy, suitable for unattended monitoring surroundings.

Keywords: complex background; moving target detection; three-frame difference method; mean background model; adaptive threshold

0 引言

随着科学技术的发展,计算机视觉在很多领域被广泛应用。运动目标检测是计算机视觉研究中的基本问题,它也是行为识别、人机交互、智能视频监控等领域的基础研究^[1]。其中智能视频监控更是在军事、安保、医学和科研等领域被广泛地使用^[2]。在智能视频监控中,运动目标的检测与跟踪算法是系统的核心。视频图像的目标检测技术则更是理解图像的基础^[3]。

运动目标检测是将视频图像序列中运动目标区域从其所在场景区域抽离,提取出感兴趣的运动目标。由于复杂背景如光照变化、树叶晃动、建筑物遮挡等因素的存在,给目标检测结果的准确度和完整度带来了不利影响^[4]。现在,主要用的算法有帧间差分法、背景减除法和光流法以及各算法的改进^[5-9]。光流法^[10-11]检测精度高,但是计算量大,对硬件要求高,受噪声影响大。帧间差分法^[12]检测时间复杂度低,但难以获得目标的完整区域,容易出现“空洞”和“虚影”现象,且对帧的选择要求高。背景减除法^[13]检测

收稿日期:2018-11-01

* 基金项目:陕西省工业科技攻关项目(2016GY-051)、陕西省教育厅重点实验室科研计划项目(15JS035)资助

速度快,能得到较完整的运动目标,但是,该方法易受光照变化、微小动物体干扰的影响。

针对以上问题,本文提出了一种基于改进均值背景模型的自适应三帧差分算法。提出了利用前 k 帧建立均值背景模型作为三帧差分法的中间帧进行三帧差分,并对差分结果选取自适应阈值来二值化,将两个检测出的目标进行“与”运算,最后通过形态学处理、滤波等,获得了运动目标的真实位置。本文提出的算法能够得到完整的目标,有效克服环境光线变化、微小干扰、空洞和边缘丢失现象,具有更高的准确性和完整性。

1 算法进程及改进

1.1 预处理

1) 灰度化

众所周知,彩色图像含有大量信息,处理速度慢。而灰度图像处理速度快、所需存储空间少,使其处理效率远高于彩色图像。因此,需要对图像进行灰度化处理,剔除其彩色信息,以加快后期算法的处理速度从而提高算法实时性。

2) 图像去噪

在采集、传输、记录视频图像信息的过程中,通常会掺入其它噪声,出现数据丢失的情况,导致图像质量的降低。应该在保证系统实时性的前提下,抑制各种噪声,提高视频图像的质量。

中值滤波是基于排序统计理论的非线性滤波技术,能够较好的抑制脉冲噪声。通过将图像中某一点的像素值用该点邻域中各点的中心值进行替换。使得这点的像素值逼近于真实的像素值。中值滤波不仅可以消除一些孤立的噪声点,同时有效防止目标模糊化,能较完整地保留了图像的边缘信息,故本文采用模板为 3×3 的中值滤波。

1.2 改进的背景减除法

传统的背景减除法是利用运动目标还没出现时拍摄的图像做为背景图像,但由于视频监控通常是全天候的工作,监控场景的光照会随着时间而发生变化,有时摄像头也会受到外界因素的影响发生微动,所以,使用固定的背景图像进行运动目标检测会使检测结果误差很大。

背景减除运动目标检测方法中,背景建模是完成目标检测的首要工作。目前,主要的背景建模方法有单高斯模型、均值模型、混合高斯模型、码本模型等。考虑到运动目标检测算法的实时性、准确性及均值模型算法简单、速度快、实时性高的优点。故本文在均值背景模型的基础上进行改进。

1) 传统的均值背景模型

设视频序列中第 k 帧 f_k , $f_k(x, y)$ 表示第 k 帧的 (x, y) 位置的像素值,则背景像素值 $B_k(x, y)$ 为:

$$B_k(x, y) = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N f_k(x, y) \quad (1)$$

式(1)为传统的均值法背景建模的公式,其中 N 为视

频图像的总帧数。

首先对输入的 N 帧视频序列做平均,然后将平均值作为背景图像,与后续的输入帧序列做差值,经二值化处理得到前景。

2) 改进的均值背景模型减除法

传统的均值背景建模^[14]是利用视频的总帧数建立的固定背景,一般情况下,场景下会出现光照变化、环境扰动,这样导致背景不接近真实背景。本文提出不事先给定视频的总帧数,而是采用前 k 帧图像进行求平均,并实时更新背景。其具体流程图如图 1 所示。

$$B_k(x, y) = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k f_i(x, y) \quad (2)$$

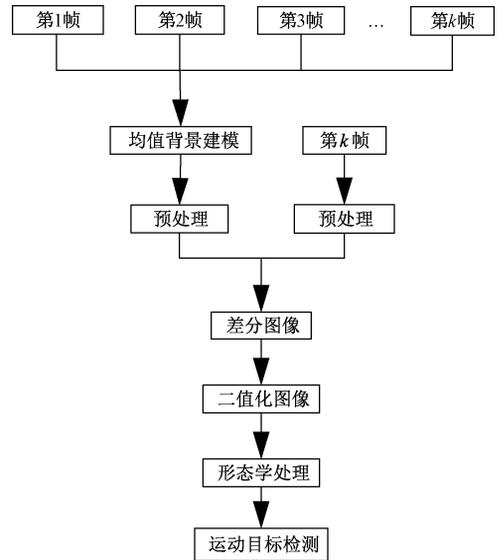


图 1 改进的均值背景模型减除法

改进的均值背景减除法算法很好的克服了传统背景减除法的抗环境干扰性差这一不足。其算法的应用场合可以是室内比较稳定的场景,也可以是扰动比较多的室外场景。

1.3 三帧差分法

为解决传统帧间帧差法的不足,后来又出现了三帧差分法,其算法步骤如下。

1) 选取视频序列中的连续三帧图像,分别记为 $f_{i-1}(x, y)$ 、 $f_i(x, y)$ 、 $f_{i+1}(x, y)$ 。

2) 分别将相邻帧进行差分,得到差分图像 $D_1(x, y)$ 和 $D_2(x, y)$ 。

$$\begin{cases} D_1(x, y) = f_i(x, y) - f_{i-1}(x, y) \\ D_2(x, y) = f_{i+1}(x, y) - f_i(x, y) \end{cases} \quad (3)$$

3) 分别对 $D_1(x, y)$ 和 $D_2(x, y)$ 进行二值化处理。

$$d_k(x, y) = \begin{cases} 1, D_k(x, y) \geq T \\ 0, D_k(x, y) < T \end{cases} \quad (4)$$

式中: $k=1, 2$; T 为设定的阈值; $d_k(x, y)$ 为二值化处理结果。

4)将得到的两幅二值化图像作“与”运算,得到运动目标前景图。

三帧差分法虽然可以消除帧间差分法带来的“虚影”现象,但是当运动目标速度较慢时运动目标内部依然会产生较大“空洞”,达不到较好的检测效果。

1.4 Otsu 法提取自适应阈值

二值化阈值 $T^{[15]}$ 的大小决定着检测的准确性,阈值太大会导致漏检,太小则可能导致误检。所以,合适的二值化阈值 T 不仅能够降低噪音的影响,而且能减少运动目标的误检率。传统的二值化是人为的设定固定的阈值,不能很好的适应环境的变化。

图像的大小为 $M \times N$,假设初始二值化阈值为 T 时,图像中前景像素个数为 N_0 ,所占比值为 w_0 ,平均灰度为 u_0 。背景像素个数为 N_1 ,所占比值为 w_1 ,平均灰度为 u_1 。图像的总平均灰度为 u ,类间方差为 ξ 。则:

$$\xi = w_0 w_1 (u_0 - u)^2 \quad (5)$$

使类间方差最大的阈值即为本文差分图像二值化最合适的阈值。

1.5 形态学处理

一般情况下,二值化图像目标区域内往往存在空洞和断裂的现象。通常利用形态学处理,即膨胀、腐蚀和填充运算去除孤立的噪声点、填补运动目标边缘的缺失部分和连接目标的断裂。本文采用先闭运算,然后开运算相结合的方式对二值化图像目标区域进行形态学处理,改善空洞和断裂的现象,为后面的目标检测做好了铺垫。

2 本文算法

针对三帧差分法检测运动目标的“空洞”现象和背景减法检测运动目标时易受光线、环境的干扰以及差分图像二值化分割时的阈值选取等问题,本文提出了将改进均值模型背景减法、三帧差分法、Otsu 法提取自适应阈值进行融合,使得背景实时更新,运动目标检测更加准确。其算法的具体流程如图 2 所示。

将利用改进的均值背景模型得到的背景图像充当三帧

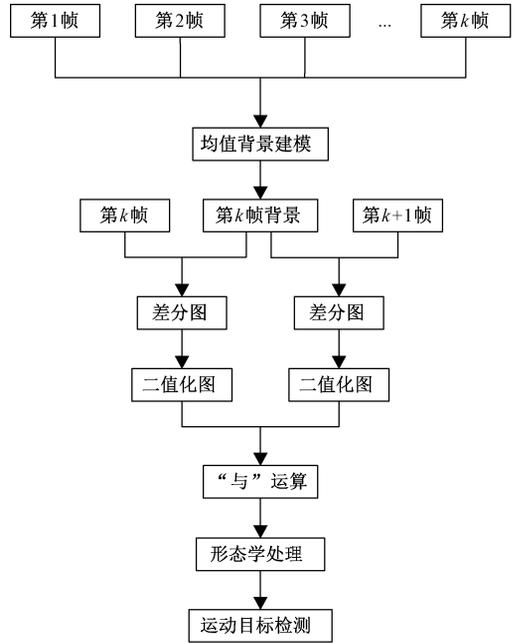


图 2 本文算法流程

差分法中的中间帧图像,进行三帧差分,利用自适应阈值对两幅差分图进行二值化处理,并对二值化图像进行逻辑“与”运算,然后将结果图像进行形态学处理、滤波降噪等操作,最后实现运动目标检测,得到运动目标图像。

3 实验结果以及分析

为了验证改进算法在复杂的环境下仍能准确检测出运动目标,本实验选取两段干扰较多的十字路口拍摄的视频。在普通 PC 上(Intel(R) Core(TM) i5-3317U CPU, 1.70 GHz)通过 MATLAB 2015b 仿真软件完成。在实验过程中,选取测试视频序列 1 的第 392 帧和视频序列 2 的 152 帧进行处理,分别使用背景减法、帧间差分法、三帧差分法、均值模型和本文方法进行实验,部分实验结果如图 3 所示。

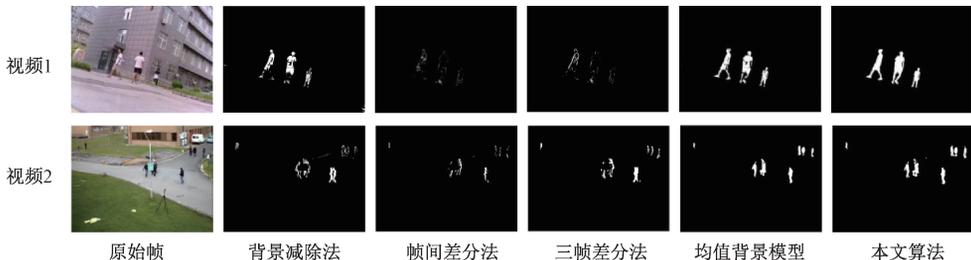


图 3 不同算法检测效果对比

从实验结果可以看出,帧间差分法检测结果产生的“空洞”、“虚影”和边缘丢失现象较明显。三帧差分法较帧间差分法目标空洞较少,消除了帧间差分法带来的“虚影”

现象,但目标运动速度较慢时,“空洞”现象依旧存在,总体检测效果还是不理想。传统背景减法得到的目标较帧间差分法完整,但容易受微小物体的影响。均值背景模型

减除法消除了微小物体的干扰,但目标边缘信息不完整。本文提出的运动目标检测算法的效果,检测得到的运动目标轮廓比其他方法清晰,轮廓内部能容丰富,能较好、完整地提取运动目标并能精确分割目标区域。

4 结 论

本文提出了一种改进的运动目标检测算法,该算法结合改进的均值背景减除的结果可以消除帧间差分带来的空洞和边缘丢失的现象,能够较为准确、完整地提取运动目标,并提高了抗光照变化或其他微小变化影响的能力,为后期的目标识别奠定了基础。该算法简单易实现,可以实时检测,适用于无人监控环境。

参 考 文 献

- [1] 谢永亮,洪留荣,葛方振,等.视频场景中运动目标检测算法综述[J].洛阳师范学院学报,2015,34(8):35-38.
- [2] KUN A J, VAMOSSY Z. Traffic monitoring with computer vision [C]. International Symposium on Applied Machine Intelligence & Informatics, IEEE, 2009:131-134.
- [3] 程爱灵,黄昶,李小雨.运动目标检测算法研究综述[J].信息通信,2017(1):12-14.
- [4] 陈庆磊.复杂背景条件下运动目标检测与跟踪算法的研究[D].天津:天津大学,2013.
- [5] 王春兰.智能视频监控系统中运动目标检测方法综述[J].自动化与仪器仪表,2017(3):1-3.
- [6] 邱联奎,刘启亮,雷文龙.基于背景减除与三帧差分相融合的运动检测[J].合肥工业大学学报(自然科学版),2014,37(5):572-577.
- [7] 杨依忠,张强,汪鹏飞.基于改进 ViBe 算法与三帧差法

的运动检测算法[J].合肥工业大学学报(自然科学版),2018,41(8):1052-1058.

- [8] 刘仲民,何胜皎,胡文瑾,等.基于背景减除法的视频序列运动目标检测[J].计算机应用,2017,37(6):1777-1781.
- [9] 孟琦.ViBe 和多特征提取相结合的微动目标检测算法研究[D].重庆:重庆邮电大学,2017.
- [10] 贺丽丽.视频序列中运动目标提取方法研究[D].西安:西安电子科技大学,2014.
- [11] 柴池.基于背景差分和三帧差分的运动目标检测[J].网络安全技术与应用,2014(11):75-76.
- [12] 李成美,白宏阳,郭宏伟,等.一种改进光流法的运动目标检测及跟踪算法[J].仪器仪表学报,2018,39(5):249-256.
- [13] 高红红,曹建荣,李振宇,等.基于背景分类的运动目标检测算法[J].计算机工程与应用,2017,53(21):179-184.
- [14] 亢洁,李晓静.基于均值背景与三帧差分的运动目标检测[J].陕西科技大学学报,2018,36(1):148-153.
- [15] 王福忠,尹凯凯.一种基于中值滤波的局部阈值分割算法[J].电子测量技术,2017,40(4):162-166.

作 者 简 介

李媛,1993 年出生,硕士研究生,主要研究方向为运动目标检测、目标识别。

E-mail:571546290@qq.com

侯宏录(通信作者),1960 年出生,博士、教授,主要研究方向光电测试、信息融合、复杂系统工程建模及仿真与作战效能评估。

E-mail:hllhou@sina.com