

智能视频监控中运动目标检测的研究

侯宏录, 李宁鸟, 刘迪迪, 陈 杰

(西安工业大学 光电工程学院, 陕西 西安 710032)

摘 要:针对某武器试验中背景复杂, 现有的背景差分法在背景模型的维持和更新不能用于长期和复杂的场景, 以及对近地目标提取检测困难的问题, 提出一种改进的背景差分法。该算法采用结合邻域信息的背景差分法和最大方差阈值法, 能够在一定程度上减小背景滞后更新引起的运动目标检测误差, 且使目标边缘提取更加明确, 从而提高了系统的运行速度, 实现复杂背景下的运动目标检测。在 Visual C++6.0 中用 OpenCV 实现了相关算法的设计, 并给出了完成系统任务所需的部分关键代码, 实现了运动目标和试验场景的分离与提取。仿真实验验证了该算法的有效性以及实时性。

关键词:智能视频监控; 运动目标检测; OpenCV; 背景差分法

中图分类号:TP391.41

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2012)02-0049-04

Research on Moving Target Detection of Intelligent Video Surveillance

HOU Hong-lu, LI Ning-niao, LIU Di-di, CHEN Jie

(School of Optoelectronic Engineering, Xi'an Technological University, Xi'an 710032, China)

Abstract: Propose a kind of improved background difference method against the complex background in weapons testing, for the reason that the background difference in the current can't be used to maintain and update the background model of the long-term and complex scenes. The proposed method combines the background method using neighborhood information and the maximum variance threshold, which can reduce the deviation in moving target detection to some extent, and extract the edge of the target more clearly, thus improves operating speed of the system and achieves moving target detection in complex background. Corresponding algorithm is designed using OpenCV in Visual C++ 6.0, and part of the key codes are given. Separation and extraction of the moving target from the testing scene are achieved by using the codes, and simulation results show the effectiveness and real-time of the algorithm.

Key words: intelligent video surveillance; moving target detection; OpenCV; the background difference method

0 引言

智能监控^[1]是结合计算机视觉和视频图像分析技术, 通过对摄像机记录的图像序列进行自动分析, 实现对动态场景中目标的定位、识别和跟踪, 并在此基础上分析和判断目标的行为, 从而实现日常管理和异常情况下及时做出决策。

由于其具有非接触测量、精度高、实时性强等优点, 广泛应用于武器实验过程的安全监控与监测, 以及交通监控, 银行、超市等公共安全监控等领域。而运动目标检测是智能视频监控的关键基础环节, 是目标定位、识别和跟踪的前提。运动目标检测的目的是将变化的区域从背景图像中提取出来, 目前常用的方法有: 帧间差分法^[2,3]、背景差分法^[4-7]和光流法^[8]。帧间

差分法能较好地适应环境变化较大的目标检测, 但对于变化不明显的像素点难以进行有效检测; 光流法适用于摄像机移动的场合的目标检测, 而其最大的缺点是光流的计算方法比较复杂, 很难达到实时的要求; 背景差分法是基于图像序列和参考背景模型相减实现运动目标的检测, 能检测出和运动目标相关的所有像素点, 可以提供最完整的目标区域, 但这种方法对于外界环境的变化, 如光照、外来事件等非常敏感, 比较适合环境变化较小的情况。

由于在武器试验中, 飞行器降落时具有运动速度快、下滑角小、滑跑距离短、背景复杂和风险性高的特点, 若采用现有的背景差分法(在背景模型的维持与更新不能用于长期和复杂的场景), 于是不能满足复杂背景中飞行目标检测的需要, 基于武器试验的研究需要, 文中提出一种改进的背景差分法提取运动目标, 用最大类间方差阈值法^[9,10]二值化检测后的结果实现目标与背景的分离, 并利用 OpenCV^[11-13]实现运动目标检测程序。

收稿日期: 2011-07-07; 修回日期: 2011-10-20

基金项目: 陕西省科学技术研究发展计划项目(2011K06-22)

作者简介: 侯宏录(1960-), 男, 教授, 主要研究方向为光电测试, 信息融合, 复杂系统建模、仿真与作战效能评估。

1 运动目标检测算法

1.1 背景差分法分析

背景差分法是当前运动目标检测算法研究的热点之一。其基本思想是:将输入图像与背景模型进行比较,通过判定灰度等特征的变化,或用直方图等统计信息的变化来判断异常情况的发生和分割运动目标。算法流程图如图 1 所示。

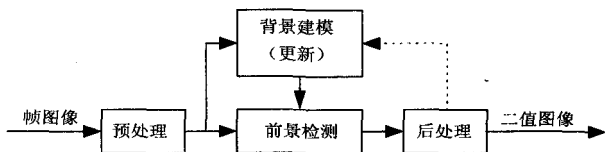


图 1 背景差分法流程图

预处理在流程中主要有 3 个作用:

其一,对视频序列的每帧图像进行滤波处理,从而消除摄像机带来的噪声和周围环境噪声。

其二,根据系统算法的需要,减小每帧图像的尺寸和帧速。

其三,将图像数据信息转换成算法需要的格式。

背景建模是前景检测和模型更新的基础,也是背景差分法的关键部分。评价一个好的背景模型,应该从两个方面进行考虑:首先是对场景中的变化应具有很好的鲁棒性,其次是能够准确地检测出待检测的运动目标。但是视频序列中运动目标出现的位置往往都是随机的,而且视频中的背景又经常受到光照、天气变化以及突发事件等外部动态场景的影响,要想构建一个与真实背景相吻合的模型是一件困难的事情。

前景检测就是通过当前帧图像与背景模型做差分来检测待检测的运动目标。通过设定特定阈值来判断目标和背景。如果当前帧图像与背景模型做差分后的图像在某像素点的差值大于该设定阈值,则判定该像素点属于前景运动目标,反之,则属于背景。

后处理就是去除前景检测结果中的毛刺以及填充可能发生的散点,从而得到真正的前景运动目标,例如消除由噪声引起的噪声块、运动区域的空洞和阴影等。

背景差分法可描述为:设 $f_k(x, y)$ 为第 k 帧图像, $B_{k-1}(x, y)$ 为背景图像, $D_k(x, y)$ 为当前帧图像与背景图像之差,即

$$D_k(x, y) = f_k(x, y) - B(x, y) \quad (1)$$

选取 Th 为阈值,对差分图像进行二值化:

$$R_k = \begin{cases} 1, & D_k(x, y) \geq Th \\ 0, & D_k(x, y) < Th \end{cases} \quad (2)$$

R_k 为进行二值化后的图像,当差分图像中像素值大于某一给定的阈值时,则认为该像素为前景像素,即认为该像素可能为目标上的一点,反之则认为是背景像素。

通过上述分析可知,背景差分法获取的运动区域一般比较完整,而且检测位置准确、速度较快,但是受外界光线的变化、背景中含有轻微扰动的对象,如树枝、树叶的摇动等的影响,不能用于长期和复杂的场景,所以背景差分法的研究重点在于如何获取和构建更好的背景模型来使得背景能随时间实时地进行重建和更新,使背景图像或背景模型能够不断接近真实场景状态,从而减少环境变化对运动目标检测的影响。

1.2 改进的背景差分法

1.2.1 背景建模模块的改进

由于参考邻域信息的场景可以尽可能地逼近实际真实场景,为提高背景差分法的检测性能,考虑将邻域信息应用到背景差分法中,从而可以将武器试验现场的各种干扰更好地融入到背景中,使系统只检测到待检测的飞行目标。具体实现步骤可以描述为:

第一步,只计算每个像素点的灰度值。即将背景模型的更新作为二维处理:灰度信息和邻域灰度信息。

第二步,根据已经创建的二维模型和当前帧的图像来检测前景。通过设定的规则判定前景和背景,文中采用“灰度信息与背景模型或邻域灰度信息与背景模型匹配则将其判定为背景像素点”的规则进行判定。

第三步,用更新系数来更新权重,从而来更新背景模型。当重新获取一帧图像时,重复步骤二和步骤三。

1.2.2 最大方差阈值法二值化

二值化的目的就是运用阈值 Th 将图像分成对象和背景两个区域。基于阈值图像二值化方法中最关键的是阈值的确定。阈值选择的恰当与否决定了是否能正确地提取出运动目标。如果选择过大或者过小都有可能将前景运动目标判为背景或背景判为前景运动目标。

阈值的选取的简单方法是采用固定值,这样容易处理,但由于文中所研究的情况为某武器试验现场,监控场景可能会时刻发生较大的变化,因此,固定阈值法难以满足检测需求。文中基于 OTSU 算法来适应调整阈值。OTSU 算法也称最大类间方差法,是图像分割中基于点的全局阈值选取方法中的较为优秀的一种。该方法基于图像直方图,认为图像由前景和背景这两大类组成。其算法步骤为:

(1) 求取两类灰度平均值:记 t 为前景与背景的分割阈值,前景点数占图像比例为 ω_0 ,平均灰度为 u_0 ;背景点数占图像比例为 ω_1 ,平均灰度为 u_1 。图像的总平均灰度为 $u = \omega_0 \cdot u_0 + \omega_1 \cdot u_1$ 。由于 $\omega_0 + \omega_1 = 1$ 且 u 可以通过求图像灰度均值而得到,而两类灰度均值容易获得。

(2) 遍历图像灰度值求取最佳阈值:从最小灰度

值到最大灰度值遍历 t , 当取 t 使得 $g = \omega_0(u_0 - u)^2 + \omega_1(u_1 - u)^2$ 最大时 t 即为分割的最佳阈值。

该阈值的选取是一种自适应的选取方法, 在一定条件下不受图像对比度和未来高度变化的影响, 而且计算较为简单, 算法也比较稳定。最大类间方差法处理后的图像边缘比较清晰。

2 算法的实现

2.1 检测算法流程

根据上述算法思想, 建立的检测算法流程图如图2所示。

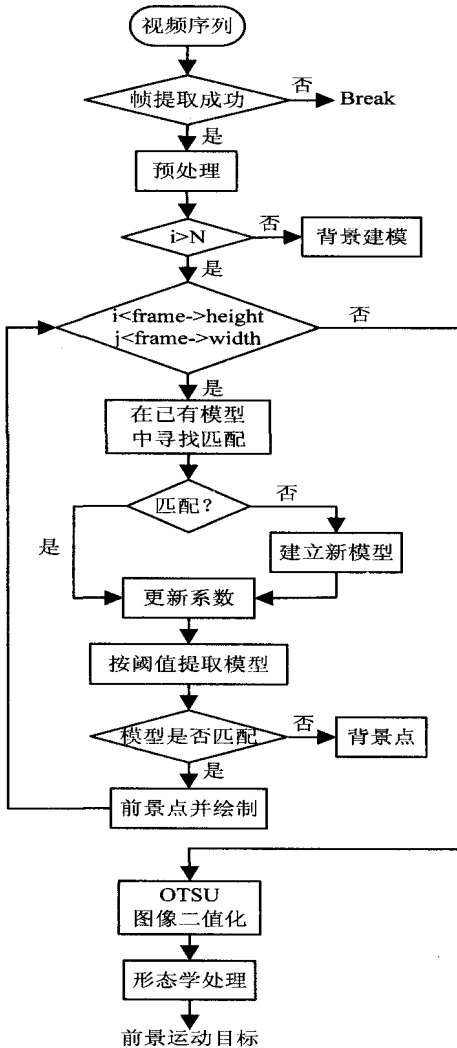


图2 运动目标检测算法流程图

2.2 检测算法的实现

检测算法采用 OpenCV 编程。开放源代码的计算机视觉类库 OpenCV (Open Source Computer Vision Library) 是一种用于数字图像处理和计算机视觉的函数库, 由 Intel 微处理器研究实验室的视觉交互组开发。它是由一些 C 函数和 C++ 类所组成的库, 主要用于对图像进行一些高级处理, 比如特征检测与跟踪、运动分析、目标分割与识别以及 3D 重建等。可以在 VC++ 环

境下使用, 操作方便, 功能强大, 可以大大缩短相关程序的开发周期。

OpenCV 库包含以下子库:

- (1) CV: 主要的 OpenCV 函数;
- (2) CVAUX: 辅助的 OpenCV 函数;
- (3) CXCORE: 数据结构和线性代数支持;
- (4) HIGHGUI: 图像界面函数;
- (5) ML: 机器学习, 包括模式分类和回归分析等;
- (6) CVCAM: 负责读取视频头数据的模块。

利用 OpenCV 实现算法的具体过程和部分代码:

(1) 初始化。

定义捕捉源:

```
CvCapture * pCapture = NULL;
```

声明 IplImage 指针:

```
IplImage * pFrame = NULL;
```

(2) 预处理。

彩色图像文件的存储和处理图像需要占用大量的机器资源, 将转换成单通道图像再处理(灰度):

```
cvCvtColor(pFrame, pFrImg, CV_BGR2GRAY);
```

将背景转换为图像格式, 用以显示:

```
cvConvert(pFrImg, pFrameMat);
```

为了消除图像的噪声和干扰, 加强有用信息, 使图像更易于辨识, 采用了高斯平滑滤波来消除图像中最普遍的高斯噪声:

```
cvSmooth(pFrameMat, pFrameMat, CV_GAUSSIAN, 3, 0, 0);
```

(3) 运动目标检测。

使用背景差分法获得不包含运动区域的当前帧, 并更新背景。当前帧 $pFrameMat$ 和背景 $pBkMat$ 做差分, 得到当前帧运动目标检测结果的二值图像 $pMrMat$ 中, 并用最大方差阈值法的阈值二值化:

```
cvAbsDiff(pFrameMat, pBkMat, pFrMat);
```

```
cvThreshold(pFrMat, pFrImg, 60, 255.0, CV_THRESH_BINARY);
```

采用更新系数来更新背景模型:

```
cvRunningAvg(pFrameMat, pBkMat, 0.003, 0);
```

(4) 后处理。

用形态学滤波改善提取效果, 完整地得到运动目标并去除噪声, 从而得到一幅只含有运动目标的二值图像:

```
cvErode(pFrImg, pFrImg, 0, 1);
```

```
cvDilate(pFrImg, pFrImg, 0, 1);
```

将背景转化为图像格式, 用以显示:

```
cvConvert(pBkMat, pBkImg);
```

把图像正过来:

```
pBkImg->origin = 1;
```

pFrImg->origin=1;

3 实验测试与结果分析

本实验的环境是在 CPU 2.31GHz, 内存 960MB 的 PC 机上, 使用 VC++6.0 和 OpenCV1.0 实现智能视频监控中运动目标的检测。采用该算法对一段 320×240 交通监控视频进行运动目标检测, 结果如图 3 所示。经计算, 该算法处理图像的速度为 12 帧/s, 即处理每一帧图像的时间大约为 16ms, 可以满足系统实时性的



(a) 当前帧



(b) 当前背景模型



(c) 背景差分结果



(d) 阈值法二值化结果

图 3 运动目标检测

要求。图(a)是当前帧图像,图(b)是当前帧背景模型,图(c)是背景差分的结果,图(d)是阈值法二值化后的结果。

结果表明,采用将邻域信息应用到背景差分法中对算法进行改进,使背景图像或背景模型能够基本接近真实状态,而且利用最大类间方差法恰当选择阈值,能正确检测出运动目标,实现了运动目标和试验场景的完全分离与提取。

4 结束语

文中采用改进的背景差分法结合最大类间方差法实现了飞行场景变化时的复杂背景下目标的自动检测与提取。在 Visual C++6.0 中利用 OpenCV 1.0 实现了运动目标检测中的相关算法。通过读取从静止摄像头所捕获的视频图像序列,可以提取出较为准确的背景图像,实现了目标与背景的有效分离。文中的实验研究采用了汽车进行实验,针对飞行器真实目标拟结合阴影检测和去除算法做边沿模糊时的深入研究。

参考文献:

- [1] 万卫兵,霍 宏,赵宇明.智能视频监控中目标检测与识别[M].上海:上海交通大学出版社,2009.
- [2] 宋波涛.智能视频监控系统的设计与实现[D].长春:吉林大学,2009.
- [3] 周继光.基于 DSP 的空中目标跟踪系统[D].重庆:重庆大学,2007.
- [4] 王丽娟.基于 OpenCV 与混合高斯建模的运动目标检测[J].电子测试,2009(9):86-90.
- [5] 黄洋文.视频序列中运动目标检测和识别技术研究[D].太原:中北大学,2010.
- [6] 金克琼.视频监控中运动目标检测与跟踪的研究[D].武汉:武汉理工大学,2010.
- [7] 路 红,费树岷,郑建勇.一种自适应运动目标检测方法[J].电子测量与仪器学报,2008(8):7-11.
- [8] 李 宏,杨延梧,任朴舟,等.基于光流技术的复杂背景下运动目标跟踪[J].光电工程,2006(10):13-17.
- [9] 蒋 宏,任 章.基于一维最大类间方差和形状连通性的图像分割新算法[J].弹箭与制导学报,2008(2):241-244.
- [10] 张 玲,郭磊民,何 伟,等.一种基于最大类间方差和区域生长的图像分割法[J].信息与电子工程,2005(6):91-96.
- [11] 程 哲,陈和平.基于 OpenCV 的运动目标检测技术[J].四川兵工学报,2009(11):1-6.
- [12] Bradski G, Kaehler A. 学习 OpenCV[M].中文版.北京:清华大学出版社,2009.
- [13] 岑 银.基于 OpenCV 的智能视频监控设计[J].设计参考,2010(7):47-52.