

基于相对欧氏距离的背景差值法视频目标检测

蒋翠清,孙富亮,吴芳芯

(合肥工业大学 管理学院,安徽 合肥 230009)

摘要:为了从包含大量冗余信息的监控视频中快速查找到运动目标,提出了一种改进的背景差值目标检测算法。首先,通过灰度化和中值滤波对视频图像进行预处理;其次,对视频帧进行抽样统计,计算各个对应像素点的灰度值的中值,建立背景模型;再次,通过大量的实验确定合适的阈值后,计算当前帧与背景模型之间欧氏距离的相对差值,并由此判断前景帧和背景帧;最后,将含有运动目标的图像或视频截取出来。实验结果表明,该方法可以更加准确有效地检测目标,可用于视频监控(如生活小区、铁路交通、仓库的监控视频等)中的目标检测。

关键词:目标检测;背景差法;图像处理;欧氏距离;背景建模

中图分类号:TP391.41

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2015)01-0037-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2015.01.009

Video Object Detection of Background Subtraction Method Based on Relative Euclidean Distance

JIANG Cui-qing, SUN Fu-liang, WU Nai-xin

(School of Management, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

Abstract: In order to find the moving object from the surveillance video which contains a lot of redundant information quickly, an improved object detection algorithm based on background subtraction is put forward. Firstly, video images are preprocessed by graying and median filtering. Secondly, by statistical sampling of video frames, the median value of gradation value of each corresponding pixel point is calculated, and then a background model can be established. Thirdly, this algorithm can determine the foreground frame and the background frame through the difference of the relative Euclidean distance between the current frame and the background model, but before that, an appropriate threshold must be determined by a large number of experiments. Finally, the images or videos containing moving objects will be clipped out. Experimental results show that this method can detect objects more effectively and accurately, and can be used for object detection (such as residential, rail transport, warehouse surveillance video, etc) in the video surveillance.

Key words: object detection; background subtraction; image processing; Euclidean distance; background modeling

0 引言

随着视频监控系统在社会生活中的广泛应用,智能视频分析技术已成为人工智能模式识别中的一个重要的研究领域。在智能视频分析系统中,目标的检测是进行视频分析的前提和基础,包括视频监控、车辆跟踪等领域。

运动目标检测主要使用的一些方法有背景差法、帧差法、光流法^[1]。其中背景差法是通过将背景模型与前景帧灰度作差,可以较完整地发现目标点,但对光线、环境等外界条件的变化比较敏感。帧差法则是通

过前后帧图像的灰度相减来发现运动目标,其提取出的运动目标有时会有缺损。光流法采用运动目标随时间变化的光流特性,可以有效地发现运动目标,但计算复杂,对硬件设备要求过高,难以应用于实时处理中^[2]。

文中提出了一种改进的背景差算法,该算法可以明显地减少噪声点的出现,同时对当目标点与背景点像素灰度值差别较小时也有较强的适应能力,特别是增加了暗区域的对比系数,使得差异化更加显著,效果更加突出。

收稿日期:2014-02-08

修回日期:2014-05-13

网络出版时间:2014-11-17

基金项目:国家自然科学基金重点资助项目(71331002);教育部高等学校博士学科点专项科研基金资助项目(20120111110027)

作者简介:蒋翠清(1965-),男,教授,博士,博士生导师,研究方向为企业信息化、知识管理、目标检测、图像处理;孙富亮(1987-),男,硕士研究生,研究方向为图像处理与目标检测。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20141117.2205.021.html>

1 背景差算法

背景差法是目前运动目标检测中比较常用的方法之一。对于这种算法,前景里是否有运动目标以背景模型为参考依据,所以运动目标检测的准确性与可靠性将与背景模型选取的精确情况有直接关系^[3-7]。

在摄像头固定场景很少变化或不变化的情况下,背景差算法很具有适用性,只要将背景选取好之后就可以进行实时的目标检测了^[1]。针对背景差算法的目标检测,国内外很多文献做了相关的研究。文献[8]通过前景目标上像素值的分布特点,基于贝叶斯理论分析被检测图像各点分布规律的概率,进行前景的区分和目标的提取。文献[9]提出了一种摄像机固定情况下自适应的运动目标检测方法,其具有较强的自适应性,可以快速适应环境的变化。文献[10]改进了背景建模方面并优化了阈值的选取,实现了当场景中存在运动目标时背景模型的初始化问题,可以高效地进行背景模板的自动更新。文献[11]基于帧差法和背景减法,提出了一种快速运动物体的检测算法,可以有效地实现背景建模、背景更新和运动目标检测的功能。文献[12]提出利用隐马尔可夫理论对检测目标的运动轨迹实现区分,能够实现对运动目标的检测和跟踪。文献[13]将相邻帧差法和背景差法进行融合,抑制了背景模型对光照变化敏感以及容易产生虚影等现象,有效性和鲁棒性得到了提高。

目前的各种方法虽然可以实现目标检测,但其实现都比较复杂,对于包含大量冗余信息的长时间视频(如小区的监控视频、停车场的监控视频等),处理效率不高。

针对冗余信息较多的监控视频,在分析前面各种原理、特点并考虑实用性的基础上,文中提出了一种快速检测目标的方法。该方法不再采用以前以单个像素点为比较单位的手段,而是通过整幅图像区域(或是有效区域)作为比较整体。首先,对每帧图像进行预处理(如中值滤波、灰度化等),利用数学统计方法建立背景模型,通过当前帧与背景帧的相对欧氏距离,来判断当前帧中是否有目标出现。在实验过程中选用办公楼区域的视频监控录像作为实验对象,基于 OpenCV(计算机视觉库),利用 Microsoft Visual Studio 2010 平台实现该目标检测系统,并获得了满意的实验效果。

2 基于相对欧氏距离的背景差算法

2.1 图像的预处理

对于图像的预处理主要包括灰度化和中值滤波。

数字图像可分为灰度图像和彩色图像,彩色图像与灰度图像可以相互转化。对于 RGB 模型,当 $R=G=$

B 时,则彩色显示为一种灰度颜色,其中 $R=G=B$ 的值称作灰度值。灰度化处理有以下四种常用方法:分量法、最大值法、平均值法、加权平均法。本研究选取加权平均法,参照重要程度和其他相关指标,给 R, B, G 给予不同的权值,再对 R, B, G 的值进行加权平均,即:

$$R=B=G=(R \times Mr+B \times Mb+G \times Mg)/3 \quad (1)$$

其中, Mr, Mb, Mg 分别代表 R, B, G 的相应权值。 Mr, Mb, Mg 取值不同,加权平均值法就获得不同的灰度图像。由于人眼对红、绿、蓝三种颜色的敏感度不一样,所以 R, G, B 三分量的权值不相等,分别取: $Mr=0.3, Mb=0.11, Mg=0.59$ 时,将得到相对合理的灰度图像^[14],公式(1)即变为:

$$S=0.3R+0.11B+0.59G \quad (2)$$

此时,得到的灰度图像比较合理。

中值滤波是一种非线性的滤波处理技术,它把滤波窗口内的所有像素按灰度值大小进行排序,得出的中间值作为窗口中心点输出值;即对灰度图像 f ,取 $N \times N$ 窗口且 N 为奇数,以像素 (x, y) 为中心依次进行计算,计算方式是首先把当前窗口内所包含的 $N \times N$ 个像素点按照灰度值的大小进行排序,然后选取处于排序结果正中位置的那个灰度值,赋予为新值代替原本 (x, y) 点的灰度值^[15]。

此处,灰度化后的二维矩阵的中值滤波输出为:

$$g(x, y) = \text{med}\{f(x-k, y-l), (k, l \in W)\} \quad (3)$$

式中, $f(x, y), g(x, y)$ 分别代表原始图像和处理后图像; W 为二维模板 $N \times N$ 区域, $N=3$ 。

通过中值滤波后,对消除图像中的斑点噪声和椒盐噪声非常有效。

2.2 背景模板的建立

背景模型的选取是背景差分法的重要步骤。在背景模型建立的过程中,视频帧序列可以看作是可能会受噪声污染或运动目标干扰的背景帧序列,目标自身色彩的不同则造成灰度值相应不同的分布。对于场景内的大部分像素点有很大的概率可以被认为是背景的像素点^[16]。文中采用概率统计中的中值来建立背景模型,具体实现过程如下:

(1) 首先对视频帧进行系统抽样,从视频的开始处截取时长为 T 的一段视频,选择合适的间隔 t ,得到相应的样本数量 N , 即: $N=T/t+1$;

(2) 则每隔时间 t 取一帧 P_k , 取 P_k 上每一点的灰度值 $x_{(k)ij}$, 其中图像序列 $k=1, 2, \dots, N, i, j$ 为灰度点的纵横坐标;

(3) 计算所有样本每一点灰度值的中值。

$$X_{ij} = \text{mid_value}(x_{(1)ij}, x_{(2)ij}, \dots, x_{(N)ij}) \quad (4)$$

其中, $0 \leq i \leq m, 0 \leq j \leq n, m$ 为图像高度, n 为图像

宽度。

(4) 得到背景模型的灰度值矩阵 BkMat:

$$\text{BkMat} = \begin{pmatrix} X_{11} & \cdots & X_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{m1} & \cdots & X_{mn} \end{pmatrix} \quad (5)$$

2.3 目标检测

通过阈值和帧差值的比较,可以将所有的视频帧分为前景帧和背景帧。帧差值即当前帧与背景模板之间的相对欧氏距离,尤其提高了暗区域的对比系数,使得差异化更加显著。

(1) 首先背景模板自身的欧氏距离为:

$$\text{ED}(\text{BK}) = \sqrt{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij}^2} \quad (6)$$

(2) 背景模板与当前帧的欧氏距离为:

$$\text{ED}(\text{PF}) = \sqrt{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (X_{ij} - Y_{ij})^2} \quad (7)$$

(3) 背景模板与当前帧的帧差值为:

$$\text{RED} = \frac{\text{ED}(\text{PF})}{\text{ED}(\text{BK})} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (X_{ij} - Y_{ij})^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij}^2}} \quad (8)$$

(4) 确定视频中是否有目标出现:

通过测试选择合适的阈值 THR, 确定当前帧是背景帧还是目标帧, 如下:

$$\begin{cases} \text{RED} < \text{THR}, \text{则为背景帧} \\ \text{RED} \geq \text{THR}, \text{则为目标帧} \end{cases} \quad (9)$$

经过比较后,如果是背景帧则继续向后比较,如果是目标帧,则将该帧(或多帧)另存为图片(或视频),以供监控负责人员进行查看。

2.4 背景更新

一般基于背景差值法的目标检测都需要进行背景模板的实时更新。随着时间的推移,场景往往会有有一定的变化。首先,可能有新的物体进入背景区域并且长时间停留,此时可以将其视为背景模板的一部分;其次,背景中的物体可能离开了场所,此时就要用新的区域来代替物体区域;再次,随着时间变化,场景中的光线必然随之变化,视频图像的亮度就会有所增减,如果长时间不进行背景更新的话,就会对目标的检测造成很大的干扰。

基于以上的分析,尤其对于长时间的视频目标检测,更需要进行背景更新。文中对此提出了相应的改进策略,每当某一目标检测结束后就进行一次背景更新。

由公式(9)中检测情况可知,当 $\text{RED} \geq \text{THR}$ 时,就认为当前帧为目标帧,根据之后视频帧的比较结果将做如下处理:

a. 当目标帧之后的 L 帧内出现背景帧时,此时将背景模板用改进背景帧代替,背景更新完成,其中 L 为经过测试得到的经验值。

b. 当包括当前帧在内的连续 L 帧内都是目标帧,则计算相邻目标帧之间的欧氏距离并与阈值 THR' 进行比较, THR' 为经过测试得到的经验值。若都小于 THR' ,说明场景中有物体长时间进入或离开,背景已改变,则用当前的目标帧代替背景模板,背景更新完成;否则说明一直有新的目标出现,重复步骤 a、b。

综上所述,整个目标检测的算法流程如图1所示。

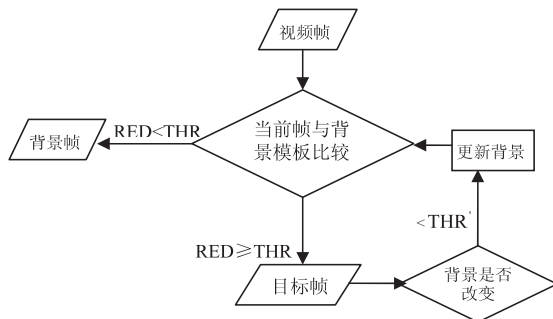


图1 目标检测算法流程图

3 测试结果

根据第2节提出的方法,在 Microsoft Visual Studio 2010(C++)中利用计算机视觉库 OpenCV 实现了目标检测的实验。实验中,随机选取小区的监控视频进行测试,时长1小时,像素大小为 1280×720 。

(1) 图像的预处理与背景模板的建立。此处取时长为1h,每隔7min取一帧,抽取了9帧图像作为样本,即:时长 $T=1\text{h}$,间隔 $t=7\text{min}$,样本 $N=9$ 。对9帧图像的各个对应像素点预处理后求取中值,得到背景模型的灰度值矩阵:

$$\text{BkMat} = \begin{pmatrix} 21 & 19 & \cdots & 181 & 223 \\ 20 & 19 & \cdots & 193 & 215 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 57 & 160 & \cdots & 49 & 48 \end{pmatrix}$$

如图2是经过灰度化与中值滤波处理后建立起来的背景模型。



图2 背景模型

(2) 进行目标的检测。从视频开始处,每隔 30 帧(1 s)选取一帧预处理后与背景模板进行比较,当有目标出现时,将依次检测出目标帧并进行背景更新。

如图 3 是实验算法检测得到的经过灰度化与中值滤波处理后某一目标帧的样本(图中方框内即为出现的目标)。



图 3 目标帧

其中,背景帧自身的欧氏距离为:

$$ED(BK) = 58\ 026.48$$

背景帧与目标帧的欧氏距离为:

$$ED(PF) = 32\ 500.82$$

帧差值为:

$$RED = 0.56 > THR = 0.3$$

实验中的阈值 $THR = 0.3$,是通过大量实验测试得到的经验值,共检测出 11 个目标。

(3) 最后,将检测结果存放入结果库中,以便后续使用,实验达到了理想的预期效果。

4 结束语

通过对图像进行预处理,基于概率统计建立背景模型,采用相对欧氏距离计算图像帧差值,进行目标帧的检测,并从视频流中截取出目标帧。该方法对各种环境更具有适应性,可很好地从包含大量冗余信息的监控视频中快速、准确地检测出目标,可应用于智能视频分析系统之中。

参考文献:

[1] 李超,徐加银,丁广太.基于 CHMM 的背景差算法[J].

计算机工程与设计,2012,33(9):3517-3521.

- [2] 王静,保文星.一种基于差分算法的视频运动目标检测技术[J].计算机应用与软件,2009,26(12):68-70.
- [3] 王陈阳,周明全,耿国华.基于自适应背景模型运动目标检测[J].计算机技术与发展,2007,17(4):21-23.
- [4] Haritaoglu I, Harwood D, Davis L S. W4: real-time surveillance of people and their activities[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2000, 22(8): 809-830.
- [5] 连晓峰,张弢,刘载文,等.一种改进的运动人体目标检测方法研究[J].计算机仿真,2011,28(2):308-311.
- [6] McKenna S J, Jabri S, Duric Z, et al. Tracking groups of people[J]. Computer Vision and Image Understanding, 2000, 80(1): 42-56.
- [7] 刘军,梁久祯,柴志雷.基于 DM642 的运动目标检测[J].计算机工程与科学,2013,35(1):107-112.
- [8] Benedek C, Sziranyi T. Bayesian foreground and shadow detection in uncertain frame rate surveillance videos[J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2008, 17(4): 608-621.
- [9] 黄鑫娟,周洁敏,刘伯扬.自适应混合高斯背景模型的运动目标检测方法[J].计算机应用,2010,30(1):71-74.
- [10] 胡彪,龚晓峰.基于改进背景差法的运动目标检测[J].计算机工程与设计,2010,31(17):3841-3844.
- [11] 高飞,蒋建国,安红新,等.一种快速运动目标检测算法[J].合肥工业大学学报:自然科学版,2012,35(2):180-183.
- [12] Fan Jiang, Wu Ying, Katsaggelos A K. A dynamic hierarchical clustering method for trajectory-based unusual video event detection[J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2009, 18(4): 907-913.
- [13] 宋雪桦,陈瑜,耿剑锋,等.基于改进的混合高斯背景模型的运动目标检测[J].计算机工程与设计,2010,31(21):4646-4649.
- [14] 张慧.车牌识别算法的研究与实现[D].重庆:重庆大学,2011.
- [15] 赵波.多变背景下运动目标检测的自适应混合高斯模型[D].南宁:广西民族大学,2012.
- [16] 查成东,王长松,巩宪锋,等.基于改进 K-均值聚类算法的背景提取方法[J].计算机工程与设计,2007,28(21):5141-5143.

基于相对欧氏距离的背景差值法视频目标检测

作者：[蒋翠清](#)，[孙富亮](#)，[吴芳芯](#)，[JIANG Cui-qing](#)，[SUN Fu-liang](#)，[WU Nai-xin](#)

作者单位：[合肥工业大学 管理学院, 安徽 合肥, 230009](#)

刊名：[计算机技术与发展](#)

英文刊名：[Computer Technology and Development](#)

年，卷(期)：2015(1)

引用本文格式：[蒋翠清](#). [孙富亮](#). [吴芳芯](#). [JIANG Cui-qing](#). [SUN Fu-liang](#). [WU Nai-xin](#) [基于相对欧氏距离的背景差值法视频目标检测](#)[期刊论文]-[计算机技术与发展](#) 2015(1)