

一种微小视频变化的移动检测方法

姜大光 易军凯 王金龙

(北京化工大学信息科学与技术学院, 北京 100029)

摘要: 提出了一种用于数字视频监控系统中运动物体检测和报警的优化背景差法。针对该算法本文进行了详细的分析,并设计了算法流程。用此算法重建背景图像以及用图像差分算法计算像素改变比例,能监测慢速、微量变化的运动物体。最后与相邻帧差法进行了实验对比,实验结果表明该方法有明显的优势。优化背景差法实现简单、快速、有效,适用于对重点区域进行微小移动监测的监控系统。

关键词: 移动检测; 背景重建; 优化背景差法; 微小变化

中图分类号: TP391.41

引言

随着团体和个人安防意识的不断增强,数字视频监控系统在科学研究以及安全保卫部门的侦察工作中得到了越来越多地应用。传统的视频监视控制系统只是将各摄像机的信号在主控室的监视器上显示出来,监视场景动态情况的判断,需要目视完成。执行这种长期枯燥的例行监测是耗费时间和精力,既不可靠,费用也很高^[1-3]。因此引入运动监测非常有必要,通过运动监测可以发出警报或启动存储装置,这样就可以实现在无人操守的情况下对关心区域进行监控。

在监控工作中经常会出现这样的情况:比如要监视某些重点区域内的活动,受关注的这些活动不仅包括人类活动,同时也包括一些其他物体的移动,特别是一些移动速度较慢的物体移动,而这类微量、慢速的移动在以往的很多运动监测算法中都没有特别关注。本文讨论了一种在数字视频监控图像中、针对慢速运动目标的检测以及报警的方法,并阐述这种方法在数字视频监控系统中的应用,使用的方法克服了以前的方法过于依赖目标运行速度、选取背景过于繁琐、计算差异过难的缺点,灵活、快速、有效,完全适合在各种监控环境下对慢速、微量移动的监测。

1 常用的运动目标监测方法

在一些情况下,摄像头与背景之间会有相对运动,而本文探讨的是摄像头与背景之间没有相对运动的情况。在这种情况下,背景图像的大小和位置在不同帧中将保持不变^[1-3]。图像若没有运动,当前帧图像与以前帧图像之间变化很小;反之若有运动产生则会引起帧差,因此用此法可以确定图像序列有无运动,同时该方法具有方便、简洁、快速的优点,目前对于这种情况下的运动目标检测,常用的有两种方法,相邻帧差法和背景差法^[2-3]。

1.1 相邻帧差法

相邻帧差法根据像素比较寻找到两相邻帧之间存在差异的区域,计算该区域的像素值^[3],如果像素值大于事先设定的阈值,就记录一个运动事件。该算法设计简单,能够适应各种动态环境,稳定性较好;但是该方法存在的明显缺陷是:如果目标“平稳”地移动,即每两帧之间的变化量很小,那么每一次比较都只能得到很小的改变,所以不能得到移动目标的全貌,如果目标的移动速度慢到使得该算法无法得到返回值的时候,那么该方法就失效了。

1.2 背景差法

背景差法根据当前帧不与前一帧进行比较,而是与视频序列的第一帧进行比较。所以当初始帧没有目标的情况下,当前帧与初始帧进行比较的结果就是整个目标,这样的话就使得帧间的比较不再依赖于目标的“速度”^[3]。

该算法一定程度上能够解决前一种方法的问题,但是仍然存在着缺陷:当一个物体在第一帧里面

收稿日期: 2007-11-24

第一作者: 男,1971年生,讲师

E-mail: jiangdg@mail.buct.edu.cn

是存在的,比如一个人,但是在当前帧里面没有了,那么这时帧间的变化将无法去体现。这种情况下只能不断地“更新”初始帧,但不管怎么样在无法保证初始帧仅包括“静态背景”的情况下,这种方法是存在缺陷的。

根据目前比较常用的算法所存在的一些问题,本文提出一种在传统背景差法基础上能够有效地对运动速度较慢的物体进行监测的优化方法。

2 优化背景差法

2.1 背景更新方法

该方法的核心就是要人为建立一个所谓的“场景背景”,通过每一个当前帧与这个“场景背景”的比较来进行运动监测。现在已经有很多方法来进行“场景”的建立,有很多比较复杂^[4-5],这里提出一种简单快速的算法。

首先选择视频序列的第一帧作为背景帧,然后比较当前帧和背景帧,这时选定一定比例的背景帧像素,另外的一定比例由发生变化了的当前帧来填充,(具体比例根据实际情况设定)这样形成了新的背景帧,那么对于下一帧就与这个背景帧进行比较,然后再形成新的背景帧。依次进行计算和比较,最终得到的变化就是整个运动的目标,算法为

$$bg_{K+1}(i, j) = \alpha \times bg_K(i, j) + (1 - \alpha) \times ch_K(i, j) \quad (1)$$

其中: $bg_K(i, j)$ 为当前的背景, $ch_K(i, j)$ 为发生改变的区域, $bg_{K+1}(i, j)$ 为更新后的背景, α 为比例权值。

2.2 差值计算方法与报警设计

该方法计算帧间差异时,使用的是计算变化区域像素的方法,算法为

$$t = |cur_K(i, j) - bg_K(i, j)| \quad (2)$$

$$pcount = \begin{cases} pcount + 1 & t \geq thre \\ pcount & t \leq thre \end{cases} \quad (3)$$

式中: $cur_K(i, j)$ 为当前帧, $pcount$ 为计算的改变像素个数, $thre$ 为像素改变阈值。

经过计算改变的像素个数,计算占整个图像的比例,即归一化,再与报警阈值(人为设定)进行比较,决定是否报警,公式为

$$pcount = \frac{pcount}{wid \times hei} \quad (4)$$

当 $pcount \geq alh$ 时报警,否则不报警。其中, wid 和 hei 分别为图像的宽和高, alh 为报警阈值。

2.3 算法设计流程

该算法的设计总体流程如图 1 所示,归结为: 1) 初始状态下设第一帧为背景帧;2) 将第一帧与当前帧进行比较,计算各对应像素差值的大小;3) 各对应像素差值均为零表示帧差为零,则背景帧保持不变;若有不全为零再统计这一帧中像素差值大于 15(该大小可根据需要设定)的像素个数,然后根据公式(1)计算出新的背景帧,将它放入循环步骤 2)与下一帧进行比较;4) 将得到的当前帧像素改变量按照公式(4)进行归一化,与阈值进行比较,大于阈值则报警,反之不报警。

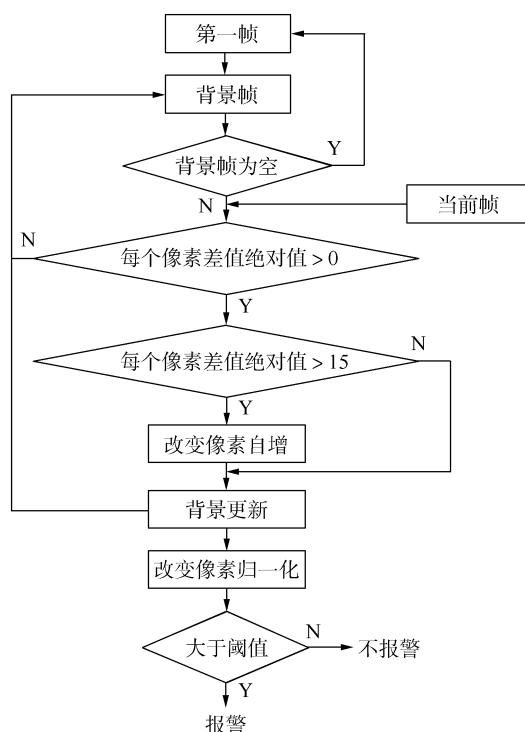


图 1 算法设计流程图

Fig. 1 Flow diagram of the algorithm processing

3 实验及结果

本文是根据室内环境下,对于重点关注区域慢速运动物体进行监控的移动检测算法。实验环境设在了实验室环境里,图像设备参数为分辨率 640×480 、USB 驱动摄像头、每 s 抓取帧数为 24 帧和报警阈值为 0.01。软件环境为 Windows XP, Microsoft VS2005,编程语言为 C#。

文献[3]表明相邻帧差法在微小移动检测中比背景差法有明显的优势,所以编辑的算法主要采用本文介绍的优化背景差法和相邻帧差法。两种方法采用相同的视频序列,如图 2 视频序列(1)~(16)所

示,相同的像素计数方法、相同的像素改变归一化方法以及相同的报警阈值(在这里都取 0.01)。由于检测的区域与摄像头之间没有相对移动,计算帧之间的像素改变比例能够直观、方便地反映背景改变情况以及算法的性能。经过反复测算,在本试验中针对慢速移动的电扇,帧间的微小变化以像素归一化后比例为 0.01 时最能够准确体现,帧间差异超过这一阈值的个数越多、值越大,那么该方法越能具有更强的适应性、针对微小变化越敏感。

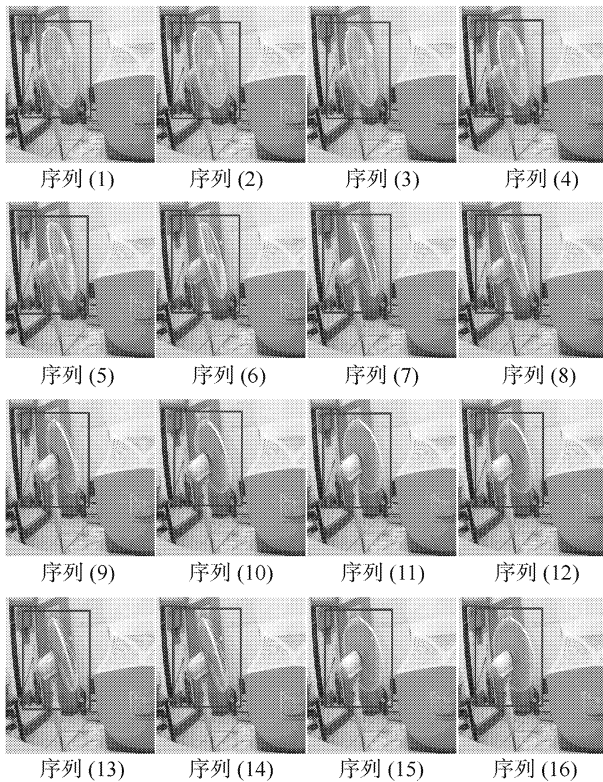


图 2 视频序列(1)~(16)

Fig. 2 Video sequences (1)~(16)

这其中有这样的一个问题,那就是光照等其他因素的干扰,为了尽可能排除这些因素的影响,使得实验更具说服力,本实验分别在不同的时间、不同的光照情况下、针对同一组微小变化动作,如图 2 视频序列(1)~(16)所示,分别进行了三次实验(时间分别为上午 10 点、下午 3 点、晚上 9 点,前两个实验为自然光条件,后一个为白炽灯条件)。

两种方法超过报警阈值的像素经改变为归一化序列,阈值为 0.01。不同检测帧的优化算法和相邻帧差法的归一化值的 3 次实验结果如表 1~3 所示。

表 1 微小视频移动检测实验一

Table 1 Micro-video motion detection (experiment one)

检测帧	归一化值(阈值为 0.01)	
	优化算法 ^{a)}	相邻帧差法 ^{b)}
1	0.044791	0.010537
2	0.048333	0.011324
3	0.050416	0.012698
4	0.053125	0.011897
5	0.057708	0.012877
6	0.061041	0.012014
7	0.065625	0.010846
8	0.072291	0.010774
9	0.076666	0.010774
10	0.075000	0.010208
11	0.071666	
12	0.068333	
13	0.056458	
14	0.051666	
15	0.043958	

a) 超过阈值共有 15 个; b) 超过阈值共有 10 个

表 2 微小视频移动检测实验二

Table 2 Micro-video motion detection (experiment two)

检测帧	归一化值(阈值为 0.01)	
	优化算法 ^{a)}	相邻帧差法 ^{b)}
1	0.048750	0.011725
2	0.050625	0.011920
3	0.050833	0.012073
4	0.054791	0.012936
5	0.057916	0.011624
6	0.062291	0.011406
7	0.063125	0.010719
8	0.071875	0.010280
9	0.072083	0.010305
10	0.076875	
11	0.066875	
12	0.064166	
13	0.057083	
14	0.051458	
15	0.046041	

a) 超过阈值共有 15 个; b) 超过阈值共有 9 个

表 3 微小视频移动检测实验三
Table 3 Micro-video motion detection (experiment three)

检测帧	归一化值(阈值为 0.01)	
	优化算法 ^{a)}	相邻帧差法 ^{b)}
1	0.048958	0.010605
2	0.052291	0.011458
3	0.057083	0.012929
4	0.064166	0.011682
5	0.067708	0.012916
6	0.071666	0.012893
7	0.073958	0.012093
8	0.075000	0.012242
9	0.079583	0.010768
10	0.073541	0.010566
11	0.067083	
12	0.061458	
13	0.058333	
14	0.052500	
15	0.049166	

a) 超过阈值共有 15 个; b) 超过阈值共有 10 个

经过以上几次实验,将两种方法在同条件下进行比较可见:优化背景差法在对慢速移动物体风扇

(图中框出部分)进行检测时所获得的归一化结果与报警阈值差值更加明显,对于根据不同条件下选取的不同阈值有更强的适应性,验证了本文所介绍的方法能够快速,有效地对重点关注区域的慢速移动进行检测。

参考文献:

- [1] Collins R T, Lipton A J, Kanade T. Introduction to the special section on video surveillance[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2000, 22(8): 745–746.
- [2] 杜峥,张桂林,洪靖云. 视频监控系统中的一种运动检测算法[J]. 机械与电子, 2003(6): 46–47.
- [3] 李刚,邱尚斌,林凌等. 基于背景差法和帧间差法的运动目标检测方法[J]. 仪器仪表学报, 2006, 27(8): 961–963.
- [4] 李泉富,董慧颖,赵全邦. 基于背景差与帧间方块编码差值法的运动目标检测[J]. 沈阳理工大学学报, 2006, 25(4): 35–38.
- [5] 代科学,李国辉,涂丹等. 监控视频运动目标检测减背景技术的研究现状和展望[J]. 中国图象图形学报, 2006, 11(7): 919–920.

A motion detection method for tiny changes in a dynamic video surveillance system

JIANG DaGuang YI JunKai WANG JinLong

(College of Information Science and Technology, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China)

Abstract: An optimized background difference algorithm for moving object detection and alert is proposed for use in a real-time video surveillance system and its design analyzed in detail. Tiny changes in a moving object can be detected by rebuilding the image background using the algorithm and calculating the ratio of pixel changes by means of the difference image algorithm. Experiments showed that the method is superior to the neighbour frame difference algorithm. The algorithm proposed in this paper is simple and effective and it can be used for regional focus in video surveillance systems in order to detect slow and tiny changes.

Key words: motion detection; rebuild background image; optimized background difference algorithm; tiny change