

帧间差分法在视频监控中的应用研究

李亮, 罗毅

(四川理工学院自动化与电子信息学院, 四川 自贡 643000)

摘要:分析了现有人工视频监控的不足和智能视频监控的优越性,提出了检测视频中可疑情形的可行方法。为了能够在长时间不间断视频中稳定快速准确地识别出当前监控所遇到的情形,提出了基于视频帧间差分的视频监控处理技术;同时对视频处理进行了区域分割,提高对视频中可疑情况的识别率。实验在 Matlab 环境下对于录制的视频进行处理,利用改进的帧间差分法检测到视频中的异常情形,得到监控视频中有异常情况的画面,验证了方法的可行性和有效性。

关键词:视频监控;帧间差分法;区域分割

中图分类号:TP751.1;TP274+.2

文献标志码:A

引言

随着社会的发展,视频监控得到了长足的发展和运用,越来越多的场合需要得到记录和监控,人工视频监控仍然是大部分场合采用的监控手段。但是,人工视频监控存在很多不足^[1-2],不仅不能全天候监控采集的视频,而且不适应工业智能化的发展和趋势。因而,在这种视频监控的需求下,对智能视频监控提出了一种可行性方案,对采集到的视频数据进行帧间差分处理,确定差分阈值后自动对视频分析计算,记录发生变化的场景,实现视频处理、智能监控的要求。采用帧间差分的视频监控可以在无人值守的情况下,实现对监控区域实现全天候监控。不仅代替人工实现重复劳动,而且是实现智能监控的技术基础。

视频监控主要用于安全监控场合^[3-4],因而对监控的稳定性和准确性要有较高的要求。例如,银行自动取款机的安全监控、学校办公等设备的监控以及其他以信息获取判断为主的场合。其次,视频监控的智能化也是

视频监控的重要趋势。人工视频监控不能做到时时刻刻对视频及时反应,而智能化视频监控即使是在没有人工监控的情况下,也可以自动对采集到的数据进行视频帧间差分,对每一帧图像进行处理,对帧间的差值与设定的阈值比较,得到变化的图像,确定是否需要响应。

1 视频监控检测方案

1.1 视频的采集

视频监控在正常情况下(即无外来物体入侵),采集到的画面只会因为光照强度的改变,图像灰度发生微小变化;而灰度变化较大时,说明有外来物体入侵。

1.2 视频的预处理

预处理过程目前通常是图像去噪和图像增强,前者用于一些由于摄像头本身属性变化而导致监控视频不清晰的情形,后者用于增强图像凸出处理效果。但预处理部分的有无,可以参照采集环境和要求。在通常的监控情况下,由于设定的优化阈值,大部分由于摄像头自身引起的噪声可以直接被阈值过滤,这就省略处理环

收稿日期:2015-09-15

基金项目:四川理工学院研究生创新基金项目(y2015015)

作者简介:李亮(1991-),男,江苏连云港人,硕士生,主要从事电力系统和智能控制方面的研究,(E-mail)yanlanqi@163.com;

罗毅(1973-),男,四川南部人,教授,硕士,主要从事智能控制和信息处理方面的研究,(E-mail)lylyla@126.com

节,减少处理数据、加快运算速度,图像增强可根据具体监控环境。当然,在苛刻情况下,预处理为接下来的视频处理环节提供一定的方便。

1.3 视频的处理和运算

视频检测方法^[5-6]分为背景差分法、光流法以及帧间差分法。背景差分是根据随时间的变化采集到不同图像、不同场景中目标变化的一种检测方法,因此背景差分检测的精确性和稳定性就会随场景和时间发生变化。但是从实际应用角度而言,变化的场景在不同时间条件下去检测目标运动情况,最后都会造成检测结果的不同。光流法则是针对不同时间,检测出目标运动的趋向和速度。但正是对于速度的敏感,导致其在静止摄像机作为监控方式时,仍然需要和其他检测方法结合起来实现监控的目的。作为本文视频处理的主要核心部分,建立在帧间差分法基础上进行改进,对视频处理提出了阶段性处理过程策略。帧间差分,即对采集到的视频每一帧进行差值运算,这符合人脑惯性思维。虽然说视频中的信息都是判断的依据,但实际上监控所用到的是变化的部分。

当前,帧间差分在视频监控中存在 3 方面问题:第一,帧间差分是利用视频图像之间差值进行处理运算和判断的,因此视频检测处理间隔是算法的关键^[7-9]。如果算法间隔没有考虑,监控信息的速率变化会导致漏警情形。同理,对于固定背景下长时间无有效信息的监控,每一帧处理不仅浪费计算机性能、时间,而且延迟有效信息的获取;第二,帧间差分在目标提取领域^[10-12]可以采用三帧差分、三帧差分法和边缘检测、帧间差分法和混合高斯融合等算法,但可以通过帧间差分得到图像帧的变化,在图形几何上简单提取出变化的区域。这样的边缘提取不失为一种处理方案,节省复杂算法下的计算时间和成本;第三,对于监控视频没有做到区域划分,可以根据具体要求确定监控画面的划分,进而决策监控画面区域重要级别。

2 对帧间差分法的改进

本文对帧间差分法进行了一定的改进,首先进行每一帧监控图像差分时,采取缓存策略。在图像灰度的变化小于设定的第一阈值时,就对当前的背景进行更新。

$$m(k+1).c = \begin{cases} r(obj, k+1), & dif < th1 \\ m(k).c, & dif \geq th1 \end{cases} \quad (1)$$

其中, $m(k+1).c$ 表示当前时刻需处理的监控视频信息, $m(k).c$ 表示上一次背景更新过后的视频信息, $r(obj, k+1)$ 表示读取当前时刻监控视频信息, dif 表示当前时刻监控视频帧的灰度值, $th1$ 是设定的第一阈值。

当对固定背景进行监控时,由于短时间光照不变或者无人环境下,视频监控和采集到的画面是固定的,背景更新策略价值不大。因此,背景更新策略适用于复杂环境下动态视频监控范畴。这里采取背景缓存,只是对当前帧的一种更新策略,也可以作为监控视频保留的一个基准,只需要保留监控检测到有图像发生变化的时间片段。由于作为物体入侵判断依据重要因素, $th1$ 背景更新的阈值可以采用经验数值或者试凑法。考虑到干扰信息和监控信息的并存,在多次测试之后 $th1$ 初步设定为 125。阈值的设定在随后的测试中会不断修正,以满足监控视频处理的实际需求。视频监控进行截取划分,既可以节约存储空间,也可以在查询监控时快速准确地定位响应事件。同时,视觉暂留现象也说明监控视频的处理速度应该以接受程度为主,人眼的反应速度是二十四分之一秒。如果一个视频是 30 FPS (Frame Per Second),这里帧作为最基本的处理单位也是监控检测的间隔,那么可以设置处理间隔为 15 帧。视频处理后的结果是一帧帧的图片,或者做成检测出异常图片的短视频。这样很大程度上节约了存储空间,也方便人员查看异常情况。

$$pr = i \times obj.FR, i = (1, 2, 3 \dots) \quad (2)$$

其中, pr 是监控视频处理的间隔帧, $obj.FR$ 是监控视频的采集速率。

其次,视频监控的间隔也可以用帧进行划分,图像差分时采取缓冲策略,采集到的数据并不需要立刻处理,而是等待上一个运算周期结束后,再进行当前数据处理。由于计算机处理速度有限,并且在实验环境 Matlab 2012B 经过测试得出,每一次处理间隔平均不到 2 秒钟。因此初始间隔帧数设定不应过小,为避免不必要的浪费,可以初步设定处理间隔为 10 帧。同时在后续处理中采用动态处理间隔,在监控区域画面变化快的时候减小处理间隔,变化慢的时候增大处理间隔。达到不遗漏物体入侵的同时,减少处理监控数据量。涉及到计算机对于帧间图像差分的运算,实际上没有必要做到每一帧都进行运算。这里设定的阈值可以和检测到的图像帧数相关联,按照监控摄像机的参数可以确定每秒帧

数,这样把时间变量转换成帧数变量。不仅不用引入时间变量作为额外参数,还可以同步减少图像差分计算量。

$$cme = m(k+1) \cdot c - m(k) \cdot c \quad (3)$$

$$G(k+1) = cme, cme > th2 \quad (4)$$

其中, cme 是当前处理结果,作为视频异常的判断标准; $G(k+1)$ 是当前差分处理后大于设定阈值画面输出的变化结果,因为 cme 作为临时寄存功能会随着数据处理而变化,所以在输出变化图像时只需要输出 $G(k+1)$; $th2$ 是设定的第二阈值判断帧间差分数值,在当前实验中设定为 180。数值可根据实验后的效果进行调整。

视频监控中目标的运动速度值得考虑,若物体很短的时间就从监控区域离开,则视为偶然经过的飞行物体,因而没有监控的必要;若监控目标在监控区域有一定的停留时间,但停留时间内图像变化小于设定的第二阈值,则判断为无物体入侵,反之判断有物体入侵监控区域。这里,式(2)中 i 可以作为监控视频处理速度的智能选择,可以按照式(6)的背景变化速率选择处理速度。

$$a = (G(k+1) > th2) \&\& (G(k) > th2) \quad (5)$$

$$i = \begin{cases} i - 0.2, & a = 1 \\ i + 0.1, & a \neq 1 \end{cases} \quad (6)$$

其中,式(5)表示当前差分处理后画面灰度大于阈值和前一次差分处理后画面灰度大于阈值共同决定的布尔运算, $G(k+1) > th2$ 表示当前差分处理后画面区域像素灰度大于设定阈值情况,1 表示有,0 表示没有。其后的 $\&\&$ 是逻辑与,当第一项为 0, a 直接为 0。只有当第一项为 1 时,才计算第二项。 a 是根据监控视频设定处理间隔,对于相邻两次处理的结果, $a = 1$ 说明相邻两帧变化都超过设定阈值,因此将处理间隔减小,以免出现漏警。 $a \neq 1$ 说明至少有一次处理结果没有超过设定的阈值,视为偶然事件,将处理间隔增加。为了避免出现数学错误,式中 $i - 0.2$ 取值范围 $[0.3, 0.5]$; $i + 0.1$ 取值范围 $[0.6, 1.0]$ 。

物体入侵可以从两方面入手,第一是目标停留在监控区域,第二是目标并没有在监控区域停留,只需要检测是否有目标遗留在监控区域或者原先的背景图像从监控区域中消失;监控目标在监控区域停留时间超过阈值即可进行报警等响应动作,进而有人工对该情形做出相应的判断和动作。虽然视频帧间差分并不能确定该监控场景的实际情况,但可以初步对监控视频进行分析,大幅度减轻人工监控的强度。

3 实验分析

实验验证视频为录制的一个时间长度为 42 秒、每秒 20 帧、每帧为 640×480 的视频。设计的处理速率分别是每 1 帧处理 1 次、每 10 帧处理 1 次、每 20 帧处理一次。实验效果分别如图 1 ~ 图 3 所示。

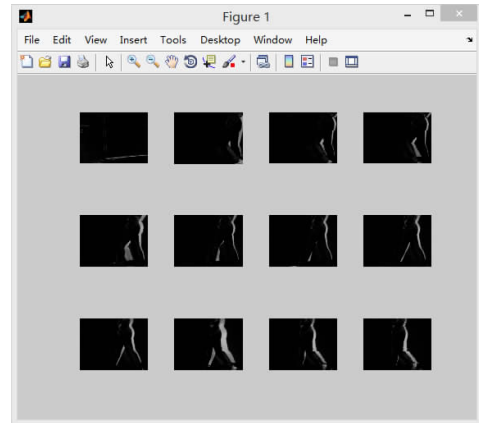


图 1 隔 1 帧的帧间差分法检测视频异常 $\times 4$

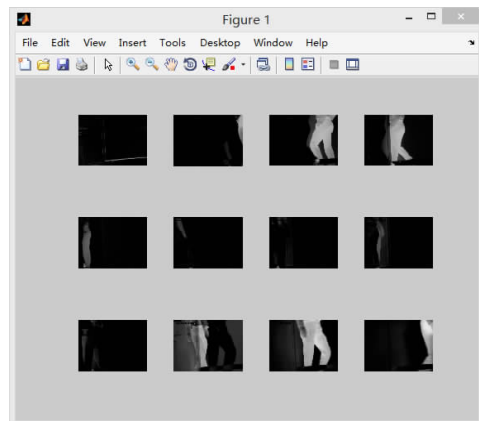


图 2 隔 10 帧的帧间差分法检测视频异常 $\times 4$

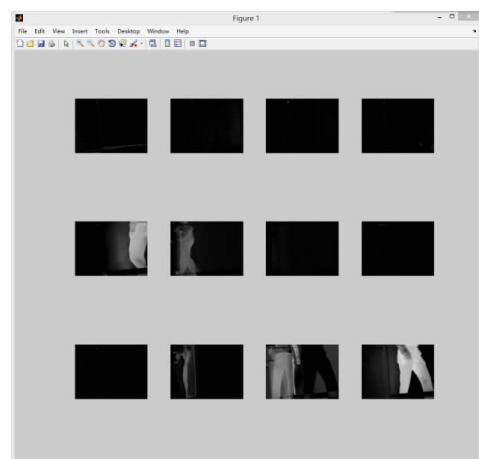


图 3 隔 20 帧的帧间差分法检测视频异常 $\times 4$

图 1 展示了每隔 1 帧对监控视频的处理。图 1 中,同样动作的重复不仅耗费大量的时间、没有简化监控处理的数据量,而且还会造成存储空间的高占用、延长监控视频处理时间。

图 2 展示了每隔 10 帧对监控视频的处理。比每一帧进行处理有所改善,得出明显变化的画面。不仅在监控视频处理时间缩短 10 倍,而且处理过后的数据可以作为物体入侵判断依据。但是也看到由于干扰造成误判的图像,处理间隔仍需要调整。

图 3 视频监控的检测结果虽然不非常明显,但是已经可以从视频 840 张图片中提取到 5 张有用画面,目标人员的移动和方向均有体现。设定的处理间隔时间是 1 秒,足以说明之前视频处理缓存假设的成立。还有 7 张时间信息变化的图片一同被检测出,这是因为在视频录制加入了时间轴,部分时间数字变化的灰度差值达到检测的阈值,因而被检测出来。

图 4 展示了改进的帧间差分法对视频中异常情形的检测。在区域划分策略下,完全检测出了监控视频中实际人员移动的画面,而没有仅仅是由于时间轴变化引起的虚警。不仅节约了监控视频的处理时间和存储空间,而且可以快速查明监控视频中的物体入侵,没有漏警。由此说明改进的帧间差分法可以用于视频监控中对物体入侵情形的检测,效果良好。

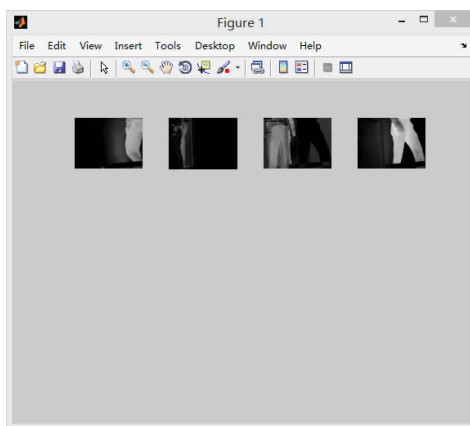


图 4 改进帧间差分法检测视频异常 ×4

帧间差分法对于慢速物体应选取较大的时间间隔,不然会导致如图 1 的检测情形,前后两帧几乎是同一个慢动作,检测效果不理想。视频处理在没有动态间隔的情况下,会出现大量的空余或者漏掉部分有用信息。改进的帧间差分在实际检测时,没有检测出物体初始入侵时使得检测达到程序设定的间隔,但可根据接下来的慢

速入侵物体提取出入侵结果。对于快速物体,根据式(6)的设定,可快速恢复较小检测间隔,检测到物体入侵。同时,改进的帧间差分法在区域划分基础上,可以在近 1 秒时间内完成相邻两帧图像处理,将大于第二阈值的图像保存并显示,小于第二阈值则直接开始下一次差分运算。这样最后显示的图片,就是有物体入侵的画面。初步设定检测间隔是 1 秒,检测及时性得到了保证。

利用 Matlab 自带的视频播放功能,可以对检测结果进行播放,方便人员的查看。效果如图 5 所示。

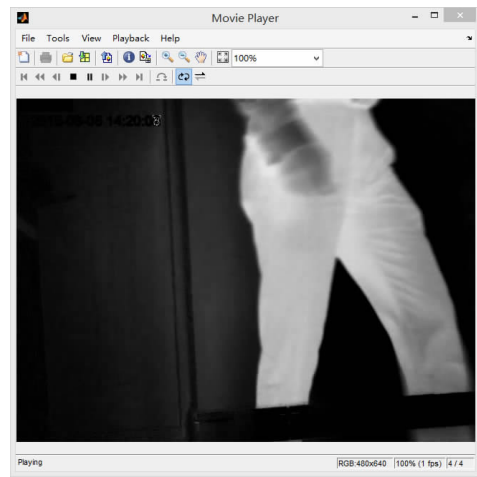


图 5 改进帧间差值法检测效果视频 ×4

这里,为了保持连贯以及人眼可区分度,设置图片的显示速度为 1 FPS,对图片进行循环播放。另外,通过视频可操作面板可以暂停当前时刻的图片播放。动态的图片充分说明了监控的效果。

4 结束语

本文通过改进的帧间差值作为视频监控处理方法,对视频的物体入侵进行了检测,实验效果明显。有效地将监控视频中有用信息提取出来,大幅度减轻人工视频监控的强度。视频监控将图像处理和计算机视觉结合起来,在人们的日常生活生产中将会得到更加广泛的应用。对于远程视频监控,可以通过网络将处理信息结果及时反馈回控制端,对于监控区域是否有物体入侵得出结果,可以有的放矢地第一时间查明联动报警具体情形。

参考文献:

[1] 李彤.智能视频监控下的多目标跟踪技术研究[D].

- 合肥:中国科学技术大学,2013.
- [2] 沈盼盼.视频序列中运动对象检测与跟踪的研究[D].成都:电子科技大学,2012.
- [3] 向建兵.简阳变电站远程数字视频监控系统研究[D].重庆:重庆大学,2004.
- [4] 袁国武.智能视频监控中的运动目标检测和跟踪算法研究[D].昆明:云南大学,2012.
- [5] 吕瑞明.变电站智能视频监控系统研究[D].成都:西南交通大学,2008.
- [6] 景美丽.无人值守变电站中智能视频监控的技术研究[D].北京:华北电力大学,2012.
- [7] 肖敬文,余志,聂佩林,等.基于几何与颜色特征的公交通车辆视频检测[J].中山大学学报:自然科学版,2005,44(S2):152-155.
- [8] 刘鑫,刘辉,强振平,等.混合高斯模型和帧间差分相融合的自适应背景模型[J].中国图象图形学报,2008,13(4):729-734.
- [9] 刘红,周晓美,张震.一种改进的三帧差分运动目标检测[J].安徽大学学报:自然科学版,2014,38(6):55-59.
- [10] 薛帅,王光霞,郭建忠.一种基于视频帧间冗余的空间数据隐藏方法[J].信息工程大学学报,2014,15(6):754-757.
- [11] 王溢琴,秦振吉,芦彩林.基于嵌入式的智能家居之视频监控系统设计[J].计算机测量与控制,2015,22(11):3623-3626.
- [12] 谭笑,柯泽贤.基于混合高斯和帧间差分的机场跑道入侵检测[J].计算机仿真,2014,31(11):38-41.

Application Research of Inter-frame Difference in the Video Monitoring

LI Liang, LUO Yi

(School of Automation and Electronic Information, Sichuan University of Science & Engineering, Zigong 643000, China)

Abstract: The shortcomings of the existing artificial video monitoring and the superiority of the intelligent video monitoring are analyzed, and the feasible method to detect the suspicious circumstances in the video is proposed. In order to identify the current situation steadily, quickly and accurately in the long time continuous video, the video monitoring technology based on inter-frame difference is proposed. At the same time, region segmentation is used to process the video, and the recognition rate of the suspicious circumstances in the video is improved. The video is processed in the MATLAB environment, and the abnormal situation is detected by the improved inter-frame difference method. The frames of abnormal condition in the video monitoring is obtained, and then the feasibility and validity of the method are verified.

Key words: video monitoring; inter-frame difference; region segmentation