

智能视频监控中异常行为识别研究

陈颖鸣¹, 陈树越², 张显亭¹

(1 中北大学 信息与通信工程学院, 山西 太原 030051;

2 中北大学 仪器科学与动态测试教育部重点实验室, 山西 太原 030051)

摘 要: 通过对 HSV 空间阴影检测与 RGB 空间阴影检测进行比较, 分析了两种方法对消除阴影的效果, 得出采用 RGB 空间阴影检测方法消除阴影对运动目标的识别更为准确. 通过给出人的异常行为判别准则来识别运动目标是否属于消失、攀爬、跌倒等情况, 实验结果表明该识别方法简单、快速、准确, 取得了较好的识别效果.

关键词: HSV 彩色空间; RGB 彩色模型; 阴影消除; 智能监控; 异常行为

中图分类号: TP391.41

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2010)11-0102-04

Research on Abnormal Behavior Recognition in Intelligent Surveillance

CHEN Ying-ming¹, CHEN Shu-yue², ZHANG Xian-ting¹

(1 School of Information and Communication Engineering, North University of China, Taiyuan 030051, China;

2 Key Laboratory of Instrumentation Science & Dynamic Measurement of Ministry of Education,

North University of China, Taiyuan 030051, China)

Abstract: This paper first compares HSV space for shadow detection and RGB space for shadow detection and analyze the effect on eliminating the shadow. The author concludes that RGB space for shadow detection is more suitable for detection of moving targets. What's more, in this paper, a couple of criterions are defined to analyze whether people disappear, climb, or fall. Experiments demonstrate that the approach which is proposed on abnormal behavior recognition is easy, fast and effective and achieves good recognition effect.

Key words: HSV color space; RGB color model; shadow removal; intelligent surveillance; abnormal behavior

1 引言

现有的视频监控系统大多只是进行场景内运动目标的检测或跟踪, 进行进一步处理的比较少, 而生活中监控的目的就是对场景中的异常事件或人的异常行为进行检测和分析. 智能视频监控对异常行为的检测不仅可以及时发现不正当行为, 告知工作人员及时处理, 阻止不法行为的发生, 而且可节省大量的存储空间, 避免不法行为发生后工作人员海量的查找和取证.

国内外很多学者在基于视频序列的异常检测上做了很多工作, 大致可以分为两类: 一种是基于模型

的方法^[1], 另一种是基于相似度量的方法^[2]. 第一种方法是先确定某种准则, 然后从图像序列中提取运动目标的外形、运动等信息, 根据这些所获得的特征信息人工或者使用半监督的方法定义正常行为的模型, 通常选用 HMM 或图模型进行对由序列图像特征所表示的状态进行建模, 那些不匹配正常行为模型的观测均被认为是异常的. 在所有的正常时间被很好建模的情况下, 基于模型的方法检测性能良好. 但当正常的行为数量很大, 完全建模出现困难时, 检测效果便会下降. 第二种方法是利用异常行为的难定义、易发现的特点使得人们无需预先显示定义目标行为模型就可以将其检测出来. 基本原理是

自动地从视频序列数据中学习正常的模式,然后推断可疑的异常行为。

异常行为的识别关键是及时准确,与现有方法不同,文中通过提出的一些标准来判断运动目标是否属于异常行为,实验结果显示该方法简单、快速、准确,能及时准确地检测到异常行为。

对异常行为的检测中目标对象的准确判定也是比较关键的。白天由于光照的影响,运动物体会产生阴影,给运动物体的准确检测带来很大困难,它可能与被检测的目标相连,也可能与目标分离^[3]。在目标相连的情况下,阴影使目标形状产生扭曲,从而使后续的识别方法不可靠;而与目标分离的情况下,阴影可能被误判为场景中一个完全错误的目标。因此对阴影的消除也是文中的重点内容。

2 HSV 空间阴影检测

HSV 空间直接对应于人眼色彩视觉特征的三要素(色度、饱和度和亮度),三个分量互相独立,其中,色度直接影响着人的视觉判断。阴影区可看作是半透明的区域,并且在阴影区内,相对于背景图象的光学增益是一定值,并且小于 1。

在 HSV 彩色模型空间中,由实际视觉经验可知:在一定的亮度条件下,同一物体在阴影区和不在阴影区的色度近似一致,阴影主要使该区域内色彩的明暗发生变化,即亮度值有变化。

设 $P^H(x, y)$ 、 $P^S(x, y)$ 、 $P^V(x, y)$ 表示待检测的运动区域上某一像素点的色度(H)、饱和度(S)和亮度(V)的三个分量,而 $B^H(x, y)$ 、 $B^S(x, y)$ 、 $B^V(x, y)$ 表示该区域对应背景像素点的色度、饱和度、亮度的三个分量。具体算法^[4]如下:

$$SD(x, y) = \begin{cases} 1 & \alpha \leq \frac{P^V(x, y)}{B^V(x, y)} \leq \beta \\ & ((P^S(x, y) - B^S(x, y))) \leq T_S \\ & |P^H(x, y) - B^H(x, y)| \leq T_H \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad (1)$$

式中, T_S 、 T_H 分别表示饱和度和色度分量的阈值。

因为阴影点的 V 值通常总是小于非阴影相应点的 V 值,所以 β 取值小于 1,而 α 则考虑了当前光线的强弱,通常光线越强, α 值就取得越小。对于 S 来说,阴影通常具有比较低的值,而且,阴影同背景模型的差异往往为负值;最后考虑到背景和阴影之间 H 值差异较小。图 1 是含有阴影的效果图,图 2 是采用 HSV 空间阴影检测方法消除阴影后的效果图。



图 1 含有阴影的效果图



图 2 HSV 空间阴影检测消除阴影后的效果图

3 RGB 空间阴影检测

对于 RGB 模型,图像中的某一个像素点,可以用 R 、 G 、 B 三个分量所占比例表示其色度,即: C_R 、 C_G 、 C_B 分别为红色、绿色、蓝色分量在 RGB 中所占比例。其中^[5]:

$$\begin{aligned} C_R &= \frac{R}{R + G + B} \\ C_G &= \frac{G}{R + G + B} \\ C_B &= \frac{B}{R + G + B} \\ \Delta &= C - C' \end{aligned} \quad (2)$$

式中 C 为前景, C' 为背景, Δ 表示前景与背景在 RGB 空间的差量。

差分运动检测中的差分运算是前景与背景的亮度差分,其基本算法如下^[6]:

$$D(i, j) = \begin{cases} 0 & |O(i, j) - I(i, j)| < T_1 \\ 1 & \text{其他} \end{cases} \quad (3)$$

式中 $O(i, j)$ 、 $I(i, j)$ 分别为同一场景中不同时刻

获得的前景与背景图像的亮度值, T_1 是设定的亮度阈值, $D(i, j)$ 为亮度差分二值图像. 显然, 非零值部分为运动图像区域.

由于阴影遮挡前后亮度值明显不同, 而阴影遮挡前后像素的色度值基本不变, 如果将上述公式中的前景与背景的亮度值差分改为色度值差分, 能将差分结果中的阴影去除, 可表示为^[7]:

$$\text{Shadow}(i, j) = \begin{cases} 0 & \Delta = |C(i, j) - C'(i, j)| < T_2 \\ 1 & \text{其他} \end{cases} \quad (4)$$

式中 $C(i, j)$ 、 $C'(i, j)$ 分别为前景与背景的色度值, 实际使用时选 C_R 、 C_G 、 C_B 之一; Δ 为色度差分值, T_2 为色度差分阈值.

在消除阴影的同时, 为保证有效运动信息损失最小化, 应同时计算出前景与背景每个对应像素点的 3 个色度差分值: ΔC_R 、 ΔC_B 、 ΔC_G , 然后选择其中的最大值作为该点的色度差分值, 即:

$$\Delta = \max\{\Delta C_R(i, j), \Delta C_G(i, j), \Delta C_B(i, j)\} \quad (5)$$

图 3 是用 RGB 空间阴影检测方法消除阴影后的效果图.



图 3 RGB 空间阴影检测消除阴影后的效果图

从以上两种方法消除阴影的效果看, 两种方法都能有效地去除掉阴影. 但 HSV 空间阴影检测方法在消除掉阴影的同时, 也将运动目标的一部分有用信息丢掉了. 相对应的 RGB 空间阴影检测不仅能准确地消除掉阴影, 而且基本上保留了运动目标有用信息. 因此文中采用 RGB 空间阴影检测方法来去除阴影.

4 异常行为检测

为了识别异常行为, 文中提出了一些标准. 一旦有可疑行为被检测出来, 系统就会给监测人员发出报警信号. 在这一部分中将讨论一些典型的异常行

为, 包括攀爬、消失和跌倒.

4.1 消失

在本系统中, 每一个运动物体的位置都会被记录. 如果某一位置被目标占有, 但在下一帧释放, 此时目标被认为是固定运动目标. 而且, 当此目标继续保持运动一段时间, 且它的位置靠近边界时, 系统认为目标消失.

$$P_d = \begin{cases} \text{消失} & \text{若 } O_t \subseteq B_a \\ \text{正常} & \text{其他} \end{cases} \quad (6)$$

其中 B_a 为提前设定的边界区域, O_t 为 t 时刻运动目标的质心位置.

4.2 攀爬

明显地, 当物体攀爬的时候, 运动目标是向上移动. 在 t 时刻目标 i 的中心记为 C_t , V_t 为 C_t 与以前时刻的矢量差. 如果 V_t 是上升的, 此时判断运动目标为攀爬的物体. 为了区分攀爬与小的跳跃, V_t 必须大于设定的阈值 T_j . 具体算法如下所示:

$$P_c = \begin{cases} \text{攀爬} & \text{若 } V_t = (C_t^{(y)} - C_{t-k}^{(y)}) \geq T_j \\ \text{正常} & \text{其他} \end{cases} \quad (7)$$

其中 $C_t^{(y)}$ 表示目标在 t 时刻时的 y 轴分量, T_j 为设定的阈值, 为小的跳跃 V_t 的上升量.

4.3 跌倒

与攀爬相对应, 垂直投影也可以应用到检测运动目标是否跌倒.

$$P_f = \begin{cases} \text{跌倒} & \text{若 } V_t = (C_t^{(y)} - C_{t-k}^{(y)}) \geq T \\ \text{正常} & \text{其他} \end{cases} \quad (8)$$

其中 T 为提前设定的阈值, 来判断运动目标是否为跌倒.

5 实验结果

文中识别了三种不同的异常行为, 消失、跌倒和攀爬, 这些异常行为的识别都是用文中算法实现的. 其中, 图 4(b) 中的四边形框表示消失的指定区域. 当异常行为被检测出来时, 会提出报警, 报警信息显示在屏幕上方. 图中 * 号表示的是提取的目标质心.

程序运行的环境是普通 PC 机, 处理器芯片 AMD Sempron(tm) Processor 2800 + 1.61GHz, 1GB 内存, 80GB 硬盘, Windows XP 的操作系统.

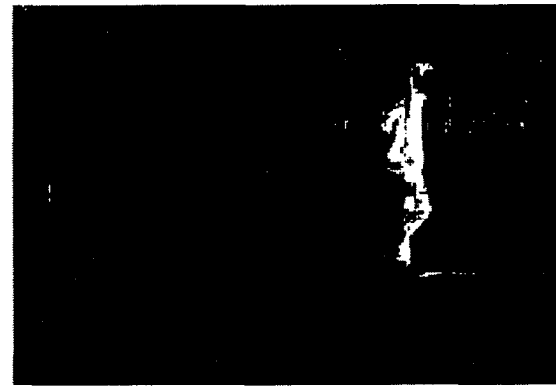
6 结束语

文中设计了一个简单快速的视频监控系统, 该系统采用 RGB 空间阴影检测方法有效地去除阴影,

并用提出的一些标准来判断运动目标的行为是否属于异常行为,该方法能准确快速地检测到异常行为,并发出报警.实验结果显示该系统简单、快速、准确,能及时地检测到异常行为.



(a) 原始视频图像



(b) 运动目标消失

图 4 异常行为识别

参考文献:

[1] Li Yun, Xu Chunjing, Liu Jianzhuang, et al. Detecting ir-

regularity in videos using kernel estimation and KD trees [C]// Proceedings of the 14th annual ACM international conference on Multimedia. New York: ACM Press, 2006: 639 - 642.

[2] Wu X Y, Ou Y S, Qianhh, et al. A detection system for human abnormal behavior[C]// IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems. University of Maryland, 2005:1204 - 1208.

[3] 张哲源,史颖欢,高阳. 基于色彩和形态特征的人阴影检测方法[J]. 微电子学与计算机,2009,26(10):86 - 88.

[4] Cucchiara R, Grana C, Piccardi M, et al. Improving shadow suppression in moving object detection with HSV color information[C]// Proceedings of IEEE Intelligent Transportation System Conference (ITSC 2001). Oakland, CA, USA, 2001:334 - 339.

[5] Song Xuehua, Ding Yan, Gen Jianfeng, et al. Shadow removal of vehicles in a video system based on RGB chroma model[C]// 2008 International Conference on Computer Science and Software Engineering. China: Hongkong, 2008,1160:977 - 980.

[6] Joo S, Zheng Q. A temporal variance - based moving target detector[M]. Berlin: Springer, 2005.

[7] 陈柏生,陈锻生. 基于归一化 RGB 彩色模型的运动阴影检测[J]. 计算机应用,2006,26(8):1879 - 1881.

作者简介:

陈颖鸣 女,(1985 -),硕士研究生.研究方向为图像处理、视频监控.

陈树越 男,(1963 -),博士,教授.研究方向为信号与信息处理.

张显亭 男,(1983 -),硕士研究生.研究方向为计算机视觉、图像处理.

(上接第 101 页)

[9] 杨卫军,许化龙,瞿向勇. 基于 1553B 总线的嵌入式网络 BBC 设计与实现[J]. 微电子学与计算机,2007,24(1): 63 - 65.

[10] 王春莲,马景奕. 网络环境下惩罚策略的任务调度模型及动态算法[J]. 微电子学与计算机,2009,26(10):154

- 156.

作者简介:

毕经存 男,(1965 -),博士研究生.研究方向为嵌入式系统.

杨卫军 男,讲师.研究方向为嵌入式系统.