

基于静态场景下的单目标徘徊检测及跟踪方法

刘晓明, 张起贵

(太原理工大学 信息学院, 山西 太原 030024)

摘要: 提出了一种单目标徘徊检测及跟踪方法。该方法能够有效地对防区内有徘徊行为的对象进行跟踪报警, 简单实现了监控方式由事后取证到提前预防的转变。目标的跟踪是通过背景差分方法检测出运动目标, 然后利用矩形逼近目标轮廓, 并把该矩形作为目标跟踪时的跟踪框, 最后利用Camshift 算法弥补背景差分方法的不足。实验结果表明, 本方法能满足单目标徘徊跟踪的基本要求。

关键词: 徘徊; 目标跟踪; 背景差分; Camshift

中图分类号: TP391.41

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2010)13-0026-04

Method of single-object hovering detection and tracking based on static background

LIU Xiao Ming, ZHANG Qi Gui

(College of Information Engineering, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China)

Abstract: This paper provides a method of single-object hovering detection and tracking. This method can track hovering object efficiently in the defence area and realize the change of monitor mode from obtaining evidence to prevent something happen. Object tracking utilizes background subtraction to detect object and approach object contour with rectangle which is also an object's tracking box. Furthermore, Camshift algorithm is used to make up the shortage of background subtraction method. The experiment results show that this method can meet basic requirements of single-object hovering tracking.

Key words: hovering; object tracking; background subtraction; Camshift

随着社会的快速发展, 起源于计算机视觉的视频分析与传统监控手段相比, 具有在不需要人为干预的情况下自动对摄像机拍摄的视频序列进行实时分析、自动定位、识别和跟踪目标等优势, 引起了人们越来越多的关注, 并已成为未来监控的发展方向^[1]。徘徊检测属于这种技术, 它是当 1 个或多个在预先设定的防区内出现徘徊行为时, 系统会发出报警。其目的是为了排除一些易成为攻击目标的场所 (如银行、政府机关、大使馆、高安全周界、商业区和住宅区) 的安全隐患。

本文提出了徘徊行为的一种简单判定依据并采用背景差分方法检测序列图像中的运动目标, 再利用矩形逼近目标轮廓^[2], 并把该矩形作为目标跟踪时的跟踪框。为了解决目标在跟踪过程中由于长时间静止而导致目标丢失的问题, 本文对目标的运动状态进行实时判定, 在判定目标静止之后, 采用实时性和鲁棒性都表现良好的 Camshift 跟踪算法继续跟踪。

1 徘徊行为的判定依据

准确的徘徊行为判定是一个相当复杂的过程。但它可以通过对象在预先设定的防区滞留时间、运动距离、运动方向等简单判定。另外, 也可以根据防区的安全级别适当地增减判定条件。本文是通过对象在防区的总移动距离以及目标在当前帧位置和初次进入防区位置之间的距离关系判定徘徊行为的。

1.1 对象在防区的总移动距离

对象徘徊行为的判定条件 1 是依据序列图像的大小, 预先对对象在防区允许移动距离进行设定, 然后把每帧对象移动的距离累加起来, 当对象移动距离的累加和超过规定值时即判定条件 1 满足。表 1 是在相同的规定值 340 下不同对象在防区内运动的总路程 (本文所有数据均在窗口坐标系下获得, 视频图像大小为 320×320), 通过表 1 得出结论是 5 号和 6 号对象满足徘徊行为的判定条件 1。图 1 是防区范围坐标, 图 2 是防区实

表 1 相同的规定值下不同对象在防区内运动的总路程

目标对象	1号	2号	3号	4号
总路程	324.255	92.759 3	181.791	259.689
目标对象	5号	6号	7号	8号
总路程	350.098	873.561	310.146	177.631

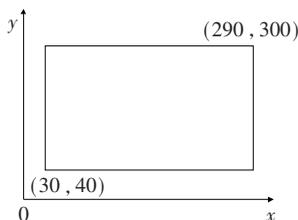


图 1 防区范围坐标



图 2 防区实际效果图

际效果图。

1.2 目标在当前帧位置和初次进入防区位置之间的距离关系

对象徘徊行为的判定条件 2 是依据徘徊行为的特点,即对象需要转身并沿着和原路线成一定夹角的反方向运动,依据这个运动特点,利用对象在当前帧位置和初次进入防区位置之间的距离较前一帧小来判定徘徊行为。但是只通过连续 2 帧来判定结果并不准确,原因是对象走路和转身时的姿势以及下蹲对结果的判定有影响,表 2 和表 3(数据是对象部分连续几帧里当前帧位置和初次进入防区位置之间的距离,按时间顺序列出)说明了这一点。为了解决这个问题,本方法选择连续几帧来判定。帧数可根据防区内目标的大小进行重新设定,本文选择连续 5 帧来判定结果。

表 2 当前帧位置和初次进入防区位置之间的距离

帧序号	1号	2号	3号
距离	118.038	115.039	114.004
帧序号	4号	5号	6号
距离	118.004	120.004	118.004
帧序号	7号	8号	9号
距离	121.004	125.004	134.004
帧序号	10号	11号	12号
距离	152.003	165.003	179.003
帧序号	13号	14号	15号
距离	183.003	179.003	180.003
帧序号	16号	17号	18号
距离	181.003	179.025	156.416
帧序号	19号	20号	21号
距离	152.895	136.781	134.172
帧序号	22号	23号	24号
距离	113.759	95.336 2	91.214

如果选择连续 2 帧来判定,由表 2 中的帧序号 1 和

表 3 当前帧位置和初次进入防区位置之间的距离

帧序号	1号	2号	3号
距离	130.771	135.857	154.029
帧序号	4号	5号	6号
距离	156.732	158.685	160.639
帧序号	7号	8号	9号
距离	161.617	162.595	162.807
帧序号	10号	11号	12号
距离	163.573	162.595	163.783
帧序号	13号	14号	15号
距离	162.595	164.760	162.807

2 满足判定条件,但此时目标并未发生徘徊行为,判定结果错误。错误结论产生原因是由于目标走路和转身时的姿势引起的。为此,将判定条件改为连续 5 帧来判定。由表 2 会发现,从帧序号 16 开始到 20 号满足条件,判定目标徘徊,该结论与实际相符,判断正确。

如果选择连续 2 帧来判定,由表 3 中的帧序号 10 和 11 满足判定条件,但此时目标并未发生徘徊行为,判定结果错误。错误结论产生原因是由于目标的下蹲引起的。为此,将判定条件改为连续 5 帧来判定。由表 3 会发现没有连续 5 帧满足条件,判定目标没有徘徊,该结论与实际相符,判断正确。

2 背景差分方法原理

背景差分方法^[3-5]是利用当前帧图像与背景图像相减来进行目标的检测和提取,如图 3 所示。

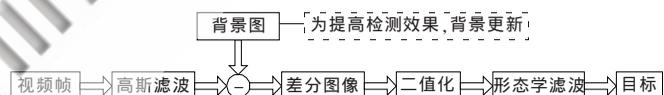


图 3 背景差分检测目标流程

$$|f_i(x, y) - B_t(x, y)| \leq T, (x, y) \in \text{背景} \quad (1)$$

$$|f_i(x, y) - B_t(x, y)| > T, (x, y) \in \text{前景} \quad (2)$$

式中, $f_i(x, y)$ 为第 i 帧 (x, y) 点的灰度值, $B_t(x, y)$ 为 t 时刻的背景模型, T 为指定阈值。

为提高检测效果,背景按照指定时间进行更新。为提高精度和减少噪声干扰,可以采用形态学滤波对二值图像进行处理,最终获得精确的前景运动目标区域如图 4、图 5 所示。



图 4 当前帧图像



图 5 检测到的目标

3 Camshift 算法原理

Camshift 算法^[6-10](Continuously Apative Mean-Shift 算法)是一种运动跟踪算法。它主要通过视频图像中运动物体的颜色信息来达到跟踪的目的。为了便于理解可以将该算法分为 3 个部分:Back Projection、Mean Shift 算法、Camshift 算法。

3.1 Back Projection

首先计算被跟踪目标的色彩直方图,采用 HSV 空间中可以表示颜色信息的 H 分量,然后将 RGB 色彩空间转换到 HSV 空间。因为只对 H 分量操作,所以只需对 H 分量做 1D 直方图计算。根据获得的色彩直方图将原始图像转化成色彩概率分布图像,这个过程即被称为“Back Projection”。

$$H = \arccos \left[\frac{(2R-G-B)}{2\sqrt{(R-G)^2+(R-B)(G-B)}} \right] \quad (3)$$

3.2 Mean Shift 算法

Mean Shift 算法是一种密度函数梯度估计的非参数方法,通过迭代寻找找到概率分布的极值来定位目标。算法步骤如下:

- (1)在颜色概率分布图中选取大小为 s 的搜索窗。
- (2)计算此时搜索窗口的质心:

$$\text{零阶距: } M_{00} = \sum_x \sum_y I_c(x, y) \quad (4)$$

$$x, y \text{ 的一阶矩: } M_{10} = \sum_x \sum_y x I_c(x, y) \quad (5)$$

$$M_{01} = \sum_x \sum_y y I_c(x, y) \quad (6)$$

则搜索窗的质心 (x_c, y_c) 为 $x_c = M_{10}/M_{00}$

$$y_c = M_{01}/M_{00}$$

式中, $I_c(x, y)$ 是坐标 (x, y) 的像素值, x, y 的变化范围为搜索窗的大小。

- (3)重新设置搜索窗的大小 s 。
- $s = 2\sqrt{M_{00}/256}$
- (4)重复(2)、(3)直到质心收敛。

3.3 Camshift 算法

将 Mean Shift 算法扩展到连续图像序列,就形成了 Camshift 算法。它将序列图像的所有帧做 Mean Shift 运算,并将上一帧的结果(搜索窗的质心和大小)作为下一帧 Mean Shift 算法的搜索窗的初始值,如此迭代下去实现对目标的跟踪。算法步骤如下:

- (1)用背景差分方法得到的矩形框初始化搜索窗。
- (2)计算搜索窗内的颜色概率分布。
- (3)运行 Mean Shift,获得搜索窗新的大小和位置。
- (4)在下一帧里用步骤(2)中的值重新初始化搜索窗的位置和大小,再跳转到步骤(2)继续进行。

4 单目标徘徊检测及跟踪方法流程

单目标徘徊检测及跟踪方法流程图如图 6 所示。

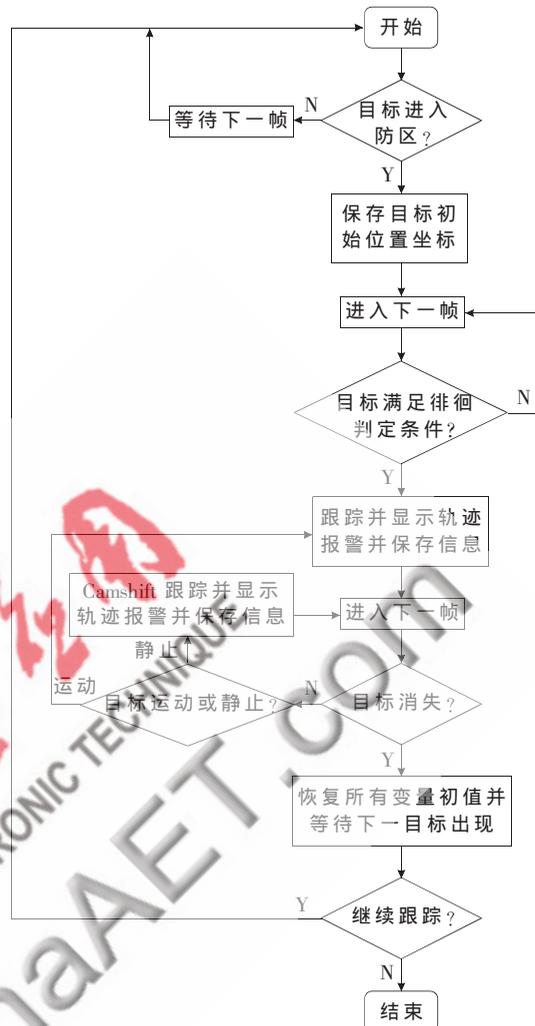


图 6 单目标徘徊检测及跟踪方法流程图

5 实验结果

实验是在 Microsoft Visual C++ 6.0 环境下,基于 C 语言编程实现的。序列图像选自实际的监控录像,图像大小为 320×320 。图 7 是该方法的实际演示效果,只对防区内有徘徊行为发生的对象进行跟踪报警。

本文提出了一种针对静态场景下的单目标徘徊检测及跟踪方法,实验证明,该方法能够自动识别出潜在的威胁,帮助管理人员更加有效地做出相应的处理。在跟踪过程中考虑到了目标长时间静止会消失的问题,采取了处理方法。本方法的不足之处在于无法对防区内多对象的运动行为进行判断,如何解决所存在的问题是下一步研究的内容。

参考文献

- [1] 邹芳,肖坦,蒋征朋.视频分析技术综述及铁路应用初探[J].铁路通信信号工程技术,2008,5(3):19-21.
- [2] 刘瑞祯,于仕琪.OpenCV 教程[M].北京:北京航空航天大学出版社,2007.
- [3] SPAGNOLO P, DORAZIO T, LEO M, et al. Moving object segmentation by background subtraction and temporal

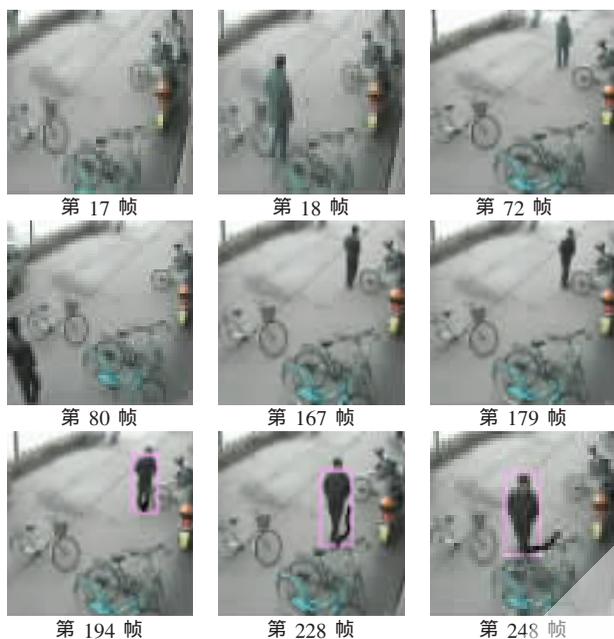


图 7 演示效果图

analysis[J]. Image and Vision Computing, 2006,24(5):411-423.

[4] 朱明早,罗大庸,曹倩霞.帧间差分与背景差分相融合

的运动目标检测算法[J].计算机测量与控制,2005,13(3):215-217.

[5] 汪冲,席志红,肖春丽.基于背景差分的运动目标检测方法[J].应用科技,2009,36(10):16-18,30.

[6] DRIS N O, GANOUN A, CANALS R. Improved object tracking with Camshift algorithm[C]. IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Procession, 2006.

[7] 董蓓,谢勤岚,贾茜.基于 Camshift 算法的运动目标实时跟踪系统[J].现代电子技术,2008,19:116-118.

[8] 刘雪,常发亮,王华杰.基于改进 Camshift 算法的视频对象跟踪方法 [J]. 微计算机处理,2007,23 (7-3):297-298,305.

[9] 孙凯,刘士荣.多目标跟踪的改进 Camshift/卡尔曼滤波组合算法[J].信息与控制,2009,38(1):9-14.

[10] 徐琨,贺昱耀,王卫亚.基于 Camshift 的自适应颜色空间目标跟踪算法[J].计算机应用,2009,29(3):757-760.

(收稿日期:2010-01-10)

作者简介:

刘晓明,男,1981年生,硕士研究生,主要研究方向:图像处理等。

张起贵,男,1963年生,教授,主要研究方向:图像处理等。