

基于双层背景的遗弃物检测方法

王 琛, 郭继昌, 冯晓敏

(天津大学电子信息工程学院, 天津 300072)

摘 要: 提出一种基于双层背景的遗弃物检测方法。分别采用滑动平均算法和改进的高斯混合模型, 对参考背景和动态背景进行建模, 通过 2 个背景得到前景间的差异, 以此提取静止前景, 对检测到的静止物体进行直方图匹配以消除鬼影, 在前景检测的基础上引入均值漂移算法和粒子滤波算法, 处理物体间遮挡问题。实验结果证明了该方法的有效性。

关键词: 高斯混合模型; 滑动平均算法; 鬼影; 静止前景检测; 目标跟踪; 遗弃物检测

Abandoned Object Detection Method Based on Double Layer Background

WANG Chen, GUO Ji-chang, FENG Xiao-min

(School of Electronic Information Engineering, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

【Abstract】 An abandoned objects detection method based on double background is presented in this paper. Sliding average model and improved Gaussian Mixture Model(GMM) are used respectively to construct separate reference and dynamic background. Compared the two prospects of the two layers, static object and ghost are labeled. Ghost can be eliminated by using the histogram matching method with the stationary objects. Based on the foreground detection, Mean Shift algorithm and particle filter algorithm are used to tracking. Experiment results prove the validity of the method.

【Key words】 Gaussian Mixture Model(GMM); slide average algorithm; ghost; static foreground detection; target tracking; abandoned object detection

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3428.2011.24.056

1 概述

智能视频监控系统是近年来备受关注的研究领域。遗弃物的检测是智能视频监控系统的重要功能之一, 在安防领域中具有很强的实用价值。它覆盖了智能监控的主要技术难点, 比如准确的前景物体检测与跟踪。

遗弃物检测主要分为 2 种: 基于跟踪信息的检测算法和基于背景差分的检测算法。基于跟踪信息的检测算法能准确地检测到物体并跟踪^[1-2], 并且能利用跟踪信息找寻遗弃行李的拥有者, 但是这种方法无法应用于复杂环境, 如拥挤的人群。基于背景差分的方法的关键是背景建模, 有学者提出采用为每个像素对的帧差灰度值建立高斯模型均值的方法, 能在人流拥挤的地方有效检测静态物体。文献[3]提出将高斯混合模型的第 2 个高斯分布代表重复移动或静止的物体, 当超过一定阈值时将其判定为静止物体。文献[4]提出采用单高斯和混合高斯建立 2 个背景模型的方法, 通过比较 2 个背景间的差别来检测静止物体。但是单高斯背景模型无法适应光照的变化, 而且易受非静止背景物体的干扰^[5]。

基于以上分析, 本文提出一种基于双层背景的检测方法, 由滑动平均算法构成参考背景, 由改进的自适应高斯混合模型(Gaussian Mixture Model, GMM)构建动态背景, 通过比较由 2 个背景模型得到的前景达到检测静止物体的目的。

2 前景检测与分割

2.1 滑动平均算法

滑动平均算法^[6]将视频的第 1 帧作为初始背景, 利用以下规则对每个像素进行更新:

$$\mu_n(i, j) = \mu_{n-1}(i, j) + \alpha(I_n(i, j) - \mu_{n-1}(i, j)) \quad (1)$$

其中, $\mu_n(i, j)$ 是第 n 帧更新后的背景像素值; $I_n(i, j)$ 为当前

帧的像素值; α 为更新系数。

传统的方法是给定一个 α , 按照上面的规则进行更新。考虑到场景中光照缓慢变化的情况和前景运动目标的影响, 文献[7]对 α 重新做了定义:

$$\alpha = \alpha_1 M_n + \alpha_2 (1 - M_n) \quad (2)$$

其中:

$$M_n(i, j) = \begin{cases} 0 & D_n(i, j) < T \\ 1 & D_n(i, j) \geq T \end{cases} \quad (3)$$

$$D_n(i, j) = |I_n(i, j) - I_{n-1}(i, j)|$$

常数 $(\alpha_1, \alpha_2) \in (0, 1)$, 通过上述背景更新算法, 采用背景差分法得到运动前景。

2.2 自适应高斯混合模型改进形式

文献[8-9]提出用 GMM 描述像素灰度值变化, 每一个像素的灰度值用 K 个高斯分布描述, 这 K 个分布一部分标识背景的像素值, 其余部分则表示前景的像素值。

由于高斯混合模型是自适应更新的, 当物体静止时, 逐渐成为描述背景的高斯分布, 导致前景物体的消失。然而, 当场景中一个运动物体停止运动, 或从外部将一个物体移入场景中, 只有停留足够长的时间, 才能把它看作场景固定背景的一部分, 否则过快将停止运动的前景物体融合到背景中将导致兴趣目标的丢失, 不利于目标的识别和行为分析。另一方面, 如果停止运动物体前景经过较长时间还没被融合到

基金项目: 天津市科技支撑计划基金资助项目(10ZCKFGX00700)

作者简介: 王 琛(1986—), 女, 硕士研究生, 主研方向: 模式识别, 图像处理; 郭继昌, 教授、博士生导师; 冯晓敏, 硕士研究生

收稿日期: 2011-06-24 **E-mail:** wangchen870426@163.com

背景中去, 就会在前景分割中产生累计误差, 导致行为跟踪质量下降。

因此, 在初始时, 采用较大的更新速率, 可以达到快速建立背景模型, 在得到一个较为理想的背景后采用较小的更新速率, 防止物体融入背景。该算法不仅继承了高斯混合模型的优点, 对光照变化、运动干扰不敏感, 而且能检测出静止物体, 防止前景目标丢失。在检测到前景的基础上, 通过形态学滤波去噪, 保证下一步连通区域标识的正确进行。

2.3 前景分割

滑动平均背景模型基于背景差分法得到前景目标, 但是该算法得到的前景只是运动物体, 静止的物体在背景更新过程中已经融入背景。而改进后的 GMM 在准确检测到运动物体的前提下, 能将停止运动的物体检测出来, 因此, 通过比较由参考背景和动态背景得到的前景, 完成前景的分割。如果在参考背景更新过程中标记为背景, 但是在动态背景更新过程中标记为前景的, 则代表改前景为静止物体, 两者同时标记为前景的区域代表运动物体, 其余为背景。

2.4 阴影去除

由于运动目标及其投射阴影灰度等属性均明显不同于场景背景, 并且两者具有相同的运动特性, 因此进行运动目标检测时很容易将运动目标及其阴影一同检测出来。如不进行进一步的分割则可能造成运动目标的合并、几何变形、甚至使目标丢失。因此, 在目标分割过程中要考虑阴影去除问题。在这里采用基于 RGB 颜色空间阴影去除算法。

阴影具有与背景相差不大的色度, 只是亮度比背景暗这一特性, 在 RGB 空间中, 将每一点的像素值用一个矢量来表示, 将前景像素点的矢量方向与相应背景像素点的矢量的差别定义为颜色失真 CD 和亮度失真 BD, 如果 CD 和 BD 的值在一定的阈值范围内则判定为阴影^[10]。

2.5 鬼影检测

在背景初始化过程中, 如果场景中存在运动目标, 就会错误地将运动前景作为背景, 在后续检测中, 就会将真实的背景误检测为前景, 从而产生鬼影。鬼影的存在会影响背景的建模和更新, 对后续的跟踪、分类、识别造成影响。

由于鬼影是静止的, 因此在前景分割的基础上, 算法的出发点为: 对于当前帧图像中检测出的前景, 如果是鬼影, 由于不存在真实目标, 内外边缘都是相邻的背景像素分布, 那么该区域的颜色分布不会存在大的差异; 如果是真实的目标, 内边缘像素分布是前景目标的像素分布, 外边缘是相邻的背景像素分布, 两者颜色分布差异较大, 所以采用直方图描述颜色分布^[10]。

3 目标跟踪

在完成前景目标检测与分割以后, 需要进一步研究前景目标的跟踪。通过跟踪, 可以在物体因为遮挡而丢失的情况下对目标状态进行预测。

在数据关联和遮挡检测的基础上, 采用自适应混合滤波算法对多目标进行跟踪, 在实现跟踪过程中, 粒子滤波和均值漂移(Mean Shift)算法自适应切换。粒子滤波在多目标遮挡场景中可以获得很好的跟踪效果, 但其算法需要大量粒子, 算法复杂度较高, 在跟踪多个视频目标时的实时性难以保证。Mean Shift 算法与之相比能够满足实时性要求, 且能较准确地跟踪独立运动目标。但是若存在多目标遮挡、目标与背景颜色分布相似等情况, Mean Shift 算法不能确保目标的持续和准确跟踪。因此, 在前文的基础上, 本文采用 Mean Shift

方法对目标进行跟踪, 当检测到遮挡发生时采用自适应选择目标跟踪的粒子滤波方法, 实现了视频多目标的自适应混合滤波跟踪, 确保了在发生遮挡时目标不丢失。

4 实验结果与分析

笔者采用本文方法以 VC++ 编程语言开发了一个遗弃物检测系统, 给出基于 PETS2007^[11]数据库的实验结果。遗弃物的检测与跟踪视频截图如图 1 所示。



(a)第 1130 帧



(b)第 1133 帧



(c)第 1295 帧

图 1 遗弃物的检测与跟踪视频截图

在图 1(a)中, 物体刚刚脱离人体, 处于静止状态。在图 1(b)中, 遗弃物体被准确分割, 并采用椭圆形的标记与运动目标进行区分。在检测出前景物体的基础上, 加入跟踪算法, 如图 1(c)所示, 当遗弃物与运动物体发生遮挡时, 依然可以检测到遗弃物体。

5 结束语

本文提出一种基于双层背景的遗弃物检测方法, 采用前景物体检测与分割算法, 结合直方图匹配算法准确区分出真正的静止目标和鬼影, 在去除阴影以及形态学滤波的基础上, 使检测结果更加理想, 在加入跟踪算法之后, 解决了复杂环境下目标间的遮挡问题。引入人体识别算法, 在识别遗弃物的基础上区分遗弃物是静止的物体还是静止的行人是下一步的研究方向。

(下转第 172 页)