

一种智能视频监控中遗留物与搬移物的检测方法

毕国玲^{1,2}, 赵 建¹, 续志军¹, 孙 强¹

(1 中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春 130033; 2 中国科学院大学, 北京 100039)

摘 要: 提出了一种智能视频监控中遗留物与搬移物的检测方法. 基于高斯混合分布模型, 采用不同更新速率的累积掩膜更新背景模型, 建立双背景模型, 利用基于边缘的相关匹配算法, 识别和提取前景目标, 给出遗留物或搬移物的空间位置并报警. 实验结果表明本算法大大降低了计算的复杂度, 对遗留物或搬移物的检测有较高的检测精度和鲁棒性, 降低了误警率.

关键词: 高斯混合分布模型; 双背景建模; 滞留物; 搬移物

中图分类号: TP311

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2013)12-0027-04

An Detection Algorithm for Abandoned and Moved Objects Used in Intelligent Surveillance Video

BI Guo-ling^{1,2}, ZHAO Jian¹, XU Zhi-jun¹, SUN Qiang¹

(1 Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, China;

2 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

Abstract: An detection algorithm for abandoned an moved objects used in intelligent surveillance video is presented in paper. It based on Gaussian mixture model, using different update rate cumulative mask update background model to establish dual background model. Use edge matching algorithm to identify and extract foreground object, give the space location of abandoned or moved objects and alarm. The experimental results show that this algorithm significantly reduces the computational complexity, the abandoned or moved objects detection with high detection accuracy and robustness, reduce the false alarm rate.

Key words: GMM; dual background model; abandoned object; moved objects

1 引言

智能视频监控系统是利用计算机视觉技术对视频信号进行处理、分析和理解, 在不需要人为干预的情况下, 提供更多高级的视频分析功能, 分析和判断目标的行为, 能在异常情况发生时及时发出警报或提供有用信息, 有效协助安全人员处理危机减少海量的查找和取证, 并最大限度降低误报和漏报现象^[1]. 遗留物和搬移物的检测识别是当前各种公共安全监控的重要任务之一.

遗留物检测常用于机场、地铁、火车站等交通要地等可疑的包裹或遗留的行李检测, 以及防止恐怖

分子安放炸弹等危险品, 为提高社会公共安全起着重要作用. 搬移物检测用于展览馆、博物馆、档案馆等重要物品的防盗监控与检测, 如发现异常就能自动报警^[2].

2 遗留物与搬移物检测系统及原理

2.1 检测系统

在本系统遗留物与搬移物的智能视频监控中, 采用了日夜型宽动态网络摄像机, 帧频 30 Hz, 分辨率高达 1920 × 1080; 采用 H. 264 视频编码算法, 实现视频图像的压缩, 从而提供更低码流、更高画质的输出, 满足本地视频存储和网络传输; 通过移动红外

收稿日期: 2013-01-27; **修回日期:** 2013-03-29

基金项目: 国家自然科学基金项目(60977001); 吉林省科技发展计划杰出青年项目

滤光片,可实现真正日夜转换.系统将网络摄像机采集到的现场视频图像通过网络交换机,传输到主控计算中,在上位机编程进行智能视频分析,如果发现遗留物或搬移物,系统会通过报警模块自动报警.监控系统框图如图 1 所示.

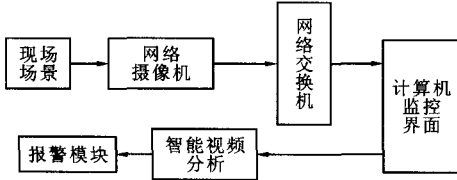


图 1 监控系统框图

2.2 检测原理

针对现实多数场景中背景变化的多模态特性,Staufer 和 Grimson 提出了高斯混合背景建模方法^[3].高斯混合分布模型(GMM)是一种采用多个高斯分布来对每个背景像素进行建模的方法.高斯混合模型进行背景建模,能较好的处理光线变化和背景混乱等干扰,因此得到广泛应用.

高斯混合背景建模方法假设视频图像中每个像素点是相互独立的,并且每个像素值的分布用多个单高斯模型的混合来表示,那么在 t 时刻的像素值为 I_t 的概率分布表示为

$$p(I_t) = \sum_{i=1}^K \omega_{i,t} \eta(I_t, \mu_{i,t}, \sum_{i,t}) \quad (1)$$

式中, η 为高斯分布函数, K 为混合高斯模型中高斯分布的个数(一般取 3 ~ 5), $\omega_{i,t}$ 、 $\mu_{i,t}$ 、 $\sum_{i,t}$ 分别为 t 时刻 i 个高斯分布的权重、均值和协方差.

$$|I_t - \mu_{i,t}| < 2.5\sigma_i \quad (2)$$

对于 I_t 满足上述匹配条件,则 I_t 和该高斯模型匹配,按照匹配结果更改模型参数.

$$\omega_{i,t} = (1 - \alpha)\omega_{i,t-1} + \alpha(M_{i,t}) \quad (3)$$

式中, α 是学习率, $M_{i,t} = 1$ 为匹配分布,其余分布时其值为 0. 匹配分布其他参数更新如下:

$$\mu_i = (1 - \rho)\mu_{i-1} + \rho I_t \quad (4)$$

$$\sigma_i^2 = (1 - \rho)\sigma_{i-1}^2 + \rho(I_t - \mu_i)^T(I_t - \mu_i) \quad (5)$$

式中, ρ 为第 2 个学习率, $\rho = \alpha \cdot \eta(I_t | \mu_i, \sigma_k)$.

将 K 个高斯分布模型按照 ω_i/σ_i 的降序排列,最后选用满足下式:

$$B = \arg \min_b \left(\sum_{i=1}^b \omega_i > T \right) \quad (6)$$

的前 B 个高斯分布建立背景模型,其中 T 为权值阈值.在阈值内,说明当前像素值与高斯混合分布模型相匹配为是背景分布,否则认为是前景分布^[4-5].

高斯混合模型采用的是自适应更新机制,则当

视场中目标状态由运动到静止发生变化时,如果采用较快的背景更新速率,静止目标会很快融合到背景中,导致感兴趣的前景目标消失.而采用较慢的更新速率,则停止运动的目标前景长时间没有融入到背景中,将会在前景分割时产生累计误差,导致行为跟踪质量下降.经分析,以上情况都不利于滞留物或搬移物这种运动状态发生变化的目标识别和行为分析.

为了解决上述问题,文献[6]提出由滑动平均算法构成的参考背景和改进的自适应高斯混合模型构建动态背景的一种基于双层背景的检测方法,通过比较两个背景模型得到的前景目标,从而检测出静止目标. Singh 等人^[7]通过两个不同更新时间的缓冲背景来检测静止前景,并提出了一种静止目标跟踪算法,通过先检测后跟踪静止目标来判定目标是否为遗留物.文献[8]和文献[9]均采用了分别建立短周期和长周期两个高斯混合分布背景模型,其初始化参数如高斯分布个数、标准方差和权重系数等都是相同的,而赋予较小、较大的模型更新率.分别使这两个背景与当前帧进行差分比较检测出静止前景.此方法对于一个像素建立两个高斯混合背景模型,计算复杂度过大.

本文基于 Staufer 和 Grimson 的高斯混合背景建模方法,在对其深入分析和理解的基础上提出了一种基于混合高斯分布模型,利用两个不同更新速度的背景累积掩膜,分别建立动态背景和参考背景两个背景模型,利用基于边缘的相关匹配算法,识别和提取前景目标,实现了视场内的遗留物或搬移物的高效检测.最后,给出遗留物或搬移物的空间位置并报警.实验结果表明,该系统能有效地检测出监控场景中遗留物或滞留物,算法的复杂度降低,具有较高的检测精度和鲁棒性.

3 遗留物与搬移物检测算法

3.1 双背景模型建立及更新方法

本文遗留物和搬移物的检测算法如图 2 所示.为了消除图像中的高频噪声,首先采用中值滤波方法对当前帧图像进行图像预处理,而后进行基于高斯混合背景模型的双背景建模.

设立两个背景累积掩膜,快速更新累积掩膜 $F(i, j)$ 和慢速更新累积掩膜 $S(i, j)$,当前帧像素点值 $I(i, j)$,快速更新阈值为 T_1 ,慢速更新阈值为 T_2 ,其中 $T_1 \ll T_2$.如果 $I(i, j)$ 与高斯混合分布模型相匹配,则说明为背景点,建立动态背景 B_t^D 和参考

背景 B_t^R , 并令 $F(i, j) = 0$; 如果为前景点, 令 $F(i, j) = F(i, j) + 1$, 当 $F(i, j) > T_1$ 时, 更新动态背景 B_t^D . 具体动态背景 B_t^D 更新原则如下:

$$B_t^D(i, j) = \begin{cases} I(i, j) & T(i, j) > T_1 \\ B_{t-1}^D(i, j) & \text{else} \end{cases} \quad (7)$$

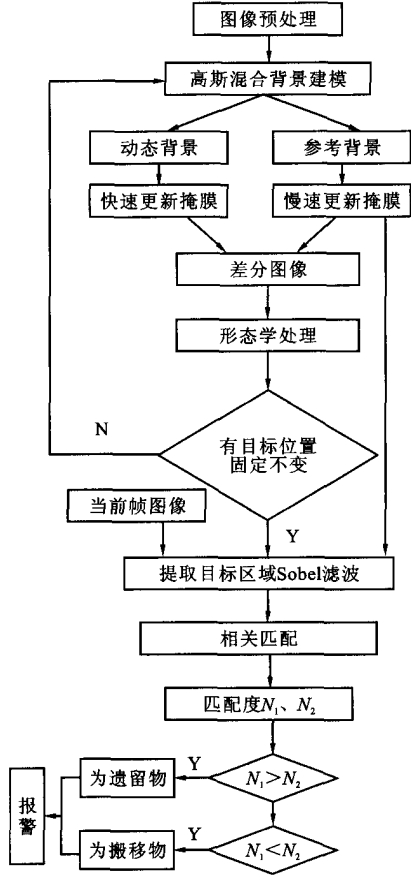


图2 检测算法流程图

将上述动态背景与参考背景差分后, 并按照一定的阈值二值化, 得差分图像 $\text{Diff}(i, j)$, 如果 $\text{Diff}(i, j)$ 小于阈值, 令 $S(i, j) = 0$, 反之, 则有 $S(i, j) = S(i, j) + 1$; 当 $S(i, j) > T_2$ 时, 更新参考背景 B_t^R , 具体参考背景 B_t^R 更新原则如下:

$$B_t^R(i, j) = \begin{cases} I(i, j) & s(i, j) > T_2 \\ B_{t-1}^R(i, j) & \text{else} \end{cases} \quad (8)$$

通过上述方法完成了动态背景和参考背景的双背景更新建模. 由于动态背景和参考背景分别采用快速和慢速累积掩膜进行更新, 且更新阈值 $T_1 \ll T_2$, 可知, 在动态背景中包含着背景、运动的前景和运动状态发生变化的前景(包括遗留物或搬移物), 而在参考背景中由于更新相对较慢, 包含背景、长期运动状态发生变化融入到背景图像中的前景.

3.2 匹配与前景目标识别

采用双背景差分法, 对两个背景差分并二值化

后得到的图像 $\text{Diff}(i, j)$ 中很可能有白色小点或小块等局部噪声, 并且检测到的目标内部区域可能会有一些空洞, 可通过形态学处理对这些缺陷进行处理. 本文采用对二值化图像进行一次膨胀一次腐蚀再次膨胀的过程, 在保证目标大小不变的情况下, 很好的填充目标的空洞, 使目标完整, 有利于目标的准确识别与分割. 在检测目标的过程中, 如果发现一段时间一定区域内的目标位置基本不变, 即为出现遗留物或是搬移物区域. 在部分文献中进一步采用一定阈值二值化相关图像的方法提取目标, 为了减小选取阈值所带来的系统误差, 本文采用边缘相关匹配的方法进行目标识别和分割.

对当前帧 $I(i, j)$ 、背景差分图像 $\text{Diff}(i, j)$ 、参考背景 $B_t^R(i, j)$ 对应位置的区域和检测目标的大小进行相关图像的局部 sobel 滤波分别得到对应的边缘图像 $E_I(i, j)$ 、 $E_D(i, j)$ 、 $E_R(i, j)$, 如图3所示.

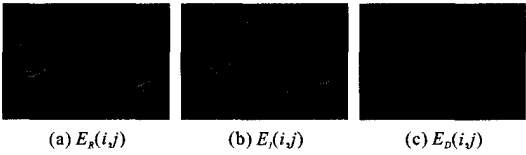


图3 sobel 后局部图像

如果 $E_I(i, j)$ 和 $E_D(i, j)$ 的相关匹配系数 N_1 远比 $E_D(i, j)$ 和 $E_R(i, j)$ 的相关匹配系数 N_2 大, 那么检测的目标为遗留物; 反之, 为搬移物, 前景目标检测结果如表1所示. 分割出前景目标后, 进行报警, 并将标记和给出遗留物或搬移物的位置坐标.

表1 前景目标检测检测结果

情况	当前帧 $E_I(i, j)$	背景差 $E_D(i, j)$	参考背景 $E_R(i, j)$	匹配结果
1	有	有	无	$N_1 \gg N_2$ 遗留物
2	无	有	有	$N_1 \ll N_2$ 搬移物
3	无	无	无	无

4 试验结果与分析

系统采集大量视频图像进行试验, 都取得良好的检测效果, 试验结果如图4所示. 图4(a)和(b)分别为双背景模型中的参考背景和动态背景, 当检测出遗留物或搬移物后, 将会在现场中的视频图像用十字丝标记出来, 并将遗留物或搬移物的位置坐标叠加在图像的左上角处, 如图4(c)和(d)所示.

5 结束语

本文实现了一种智能视频监控中遗留物与搬移物的检测方法, 通过双背景建模, 并采用快、慢两种



图4 背景建模与检测结果

不同的更新累积掩膜对背景进行更新,利用基于边缘的相关匹配算法,来识别和提取前景目标,从而实现了视场内的遗留物或搬移物的高效检测。实验结果表明本文所提出的检测算法大大降低了计算的复杂度,使算法能满足视频监控系统实时处理的要求,检测视场内的遗留物或搬移物有较高的检测精度和鲁棒性,降低了误警率。

参考文献:

- [1] 陈颖鸣,陈树越,张显亨. 智能视频监控中异常行为识别研究[J]. 微电子学与计算机, 2011, 27(11): 102-105.
- [2] 夏应高,朱秀昌. 用于监控视频的滞留与搬移物体的检测算法[J]. 视频应用与工程, 2008, 32(12): 86-88.
- [3] Stauffer C, Grimson W E L. Adaptive background mixture models for real-time tracking[J]. IEEE Computer Vision and Pattern Recognition, 1999(2):

246-250.

- [4] 谢立,胡玲玲,吕一品,等. 面向智能视频监控系统运动目标检测的轮廓提取方法[J]. 东南大学学报:自然科学版, 2012(42): 32-33.
- [5] 毕国玲,赵建,曲锋,等. 一种高效的前景目标检测算法[J]. 仪器仪表学报, 2012(8): 1102-1104.
- [6] 王琛,郭继昌,冯晓敏. 基于双层背景的遗弃物检测方法[J]. 计算机工程, 2011, 37(24): 167-168.
- [7] Singh A, Sawan S, Hanmandlu M, et al. An abandoned object detection system based on dual background segmentation[C]// Proceedings of the 6th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance. Genova, AVSS, 2009: 352-357.
- [8] 汤一平,富吉勇,陈耀宇. 基于全方位计算机视觉的遗留物检测系统[J]. 计算机测量与控制, 2010, 18(3): 517-519.
- [9] Porikli F. Detection of temporarily static regions by processing video at different frame rates[C]// 2007 IEEE conference on advanced video and signal based surveillance. UK: London; 2007: 236-241.

作者简介:

毕国玲 女, (1981—), 博士研究生, 助理研究员. 研究方向为嵌入式技术、数字图像处理、软件设计等。

赵建 女, (1967—), 研究员, 硕士生导师. 研究方向为数字图像处理、目标识别与跟踪、视频编解码等。

续志军 男, (1953—), 研究员, 博士生导师. 研究方向为光电精密仪器跟踪。

孙强 男, (1971—), 研究员, 博士生导师. 研究方向为现代红外光学仪器。

(上接第26页)

- [4] Xilinx Inc. Virtex-5 FPGA rocketIO GTP transceiver user guide[EB/OL]. [2013-02-27]. http://www.xilinx.com/support/documentation/user_guides/ug196.pdf.
- [5] Donovan Anderson, Mike Jackson, Duncan Penman. SATA storage technology [M]. United States: Mindshare Press, 2007.
- [6] 牛戴楠,李江涛,周仟. 基于FPGA的SATA III控制器的实现[J]. 雷达与对抗, 2012(9): 22-25.
- [7] 陈杰. 基于SATA2.0协议的高速大容量存储控制系统的设计与实现[D]. 成都: 电子科技大学, 2011.

作者简介:

谭帆 男, (1987—), 硕士研究生. 研究方向为信息安全芯片设计。



李树国 男, (1963—), 教授, 博士生导师. 研究方向为信息安全算法及其大规模集成电路设计与实现。

