

文章编号: 1672-8785(2016)10-0035-06

一种基于视频序列的行人检测算法研究

石永彪 张 涌

(中国科学院上海技术物理研究所, 上海 200083)

摘 要: 随着计算机视觉技术在图像处理与模式识别中应用的不断深入, 人体运动目标检测逐渐成为了备受人们关注的热点问题。提出了一种改进的人体运动目标检测算法。用中值法提取了图像的背景, 然后通过结合背景差分法和帧间差分法处理图像得到了运动目标区域。试验结果表明, 该方法可克服单种算法所带来的缺陷, 同时还具有较高的准确性, 且满足工程实时性的需求。本文算法简单有效, 适合应用在嵌入式平台上。

关键词: 中值法背景建模; 背景差分; 帧间差分; 运动目标检测

中图分类号: TN216 **文献标志码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1672-8785.2016.10.007

A Pedestrian Detection Algorithm Based on Video Sequence Research

SHI Yong-biao, ZHANG Yong

(Shanghai Institute of Technical Physics, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 200083, China)

Abstract: With the increasing development of computer vision technology in the application field of image processing and pattern recognition, the detection of moving human targets has become a hot focus attracting more attention gradually. An improved moving human target detection algorithm is proposed. The background is extracted in an image by a median method. Then, the moving target region is obtained by combining the background subtraction with the frame difference in the processing of the image. The experimental results show that the algorithm can overcome the defect brought by a single algorithm. It has a higher accuracy and meets the real-time requirements in engineering application. Since the algorithm is simple and effective, it is suitable for embedded platforms.

Key words: background modelling with median method; background subtraction; frame subtraction; moving target detection

0 引言

运动目标检测的目的是将图像序列中的运动人体从复杂的背景中提取出来, 它是一切视频监控的基础, 其结果会直接影响后续的目标跟踪、目标分类和目标识别等高级应用。目前, 这一研究主要应用于智能视频监控领域。通过

实时观测被监视场景中的运动目标 (如人或者车辆), 并对其行为进行分析和描述, 可以在安防应用中节省大量的人力和物力。尤其针对银行、停车场、机场等安全系数要求较高的场合, 基于视频序列的人体运动检测与识别算法研究具有重要的价值和意义。目前常用的运动检测算法主要包括帧间差分法、光流法和背景减除法^[1]。

收稿日期: 2016-05-30

作者简介: 石永彪 (1989-), 男, 山东成武人, 博士研究生, 主要研究方向为红外成像电路与系统。

E-mail: hainu2008@163.com

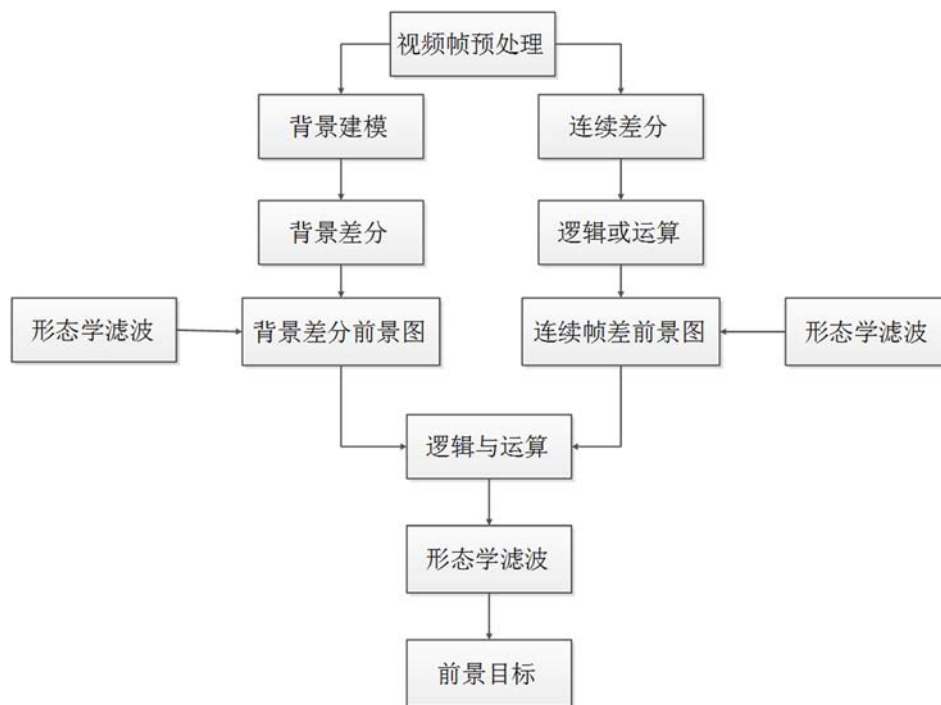


图 1 运动目标检测流程

其中,光流法的运算量大且过程复杂,所以在实时性要求较高的场合中一般不予采用。就工程实用性而言,人们通常采用背景减除法或者帧间差分法,而且基于两者的混合算法在一定程度上可以提高检测速度和准确率,因此已经得到了越来越广泛的应用^[2]。

为了解决固定场景下非运动目标干扰以及运动目标不同状态变化等问题,本文提出了一种有效的行人目标检测方法。该方法以背景减除法为基础,并结合帧间差分算法的优点,引入了逻辑运算以及二值形态学图像处理方法。试验结果表明,本文方法不仅可以提高检测准确率,而且还可以降低算法的复杂度,因此适合移植到通用的嵌入式处理平台上,从而应用到工程实践中。图 1 所示为本文算法的检测流程。

1 帧间差分 and 背景差分的实现

1.1 帧间差分法

帧间差分算法^[3]通过将视频序列中相邻的两帧或多帧图像相减并适当组合,然后经阈值处理后获得运动目标的轮廓。该方法适用于监测场景中存在多个运动目标以及摄像机抖动的

情况。在摄像机的视场中,相邻的背景区域可以近似认为大致不变,而运动目标出现的区域则会有比较明显的差别。通过将两帧图像相减并对差分结果进行阈值化处理,可以得到二值图像。然后对二值图像进行分析,由此可以判断是否存在运动目标。帧间差分算法描述如下:

$$D(x, y) = |F_t(x, y) - F_{t-1}(x, y)| \quad (1)$$

$$TD(x, y) = \begin{cases} 0, \text{ background} & D(x, y) < Th \\ 1, \text{ foreground} & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

式中, $F_t(x, y)$ 为当前时刻 t 的帧图像; $F_{t-1}(x, y)$ 为其前一帧的图像; $D(x, y)$ 为 t 时刻的差分结果; Th 为图像的差分阈值; $TD(x, y)$ 为阈值分割结果,其中阈值的选取非常重要。在实际应用中,需要根据不同场景来选择不同的阈值。帧间差分法的实现比较简单。在静止背景下,相邻两帧图像的背景变化较小,所以其抗噪性能较好。但是帧间差分法受物体运动速度的影响较大,因此运动物体的速度过快或过慢,都会对检测结果产生很大影响。比如,当存在大面积的同质区域时,帧间差分法就容易产生空洞,使得检



(a) 第20帧



(b) 第21帧



(c) 检测结果

图 2 帧间差分法的检测结果



(a) 背景帧



(b) 第21帧



(c) 检测结果

图 3 背景减除法的检测结果

测结果不完整。图 2 所示为帧间差分法的实现结果。

1.2 背景差分法

背景减除法^[4]是运动检测中最常用的方法,其实现原理是通过用当前帧减去背景帧来提取运动目标,难点在于背景帧的获取。由于前景质量在很大程度上由背景质量决定,选择合适的背景图像并且结合图像去噪和形态学处理方法,就能得出优质的运动前景。背景减除法首先要记录背景图像,然后将当前帧与背景帧相减,从而消除背景。所得结果中的任一像素如果大于规定阈值,则将其判定为前景目标,并以此来达到检测运动目标的目的。

背景减除算法描述如下:

$$D(x, y) = |F(x, y) - B(x, y)| \quad (3)$$

$$BS(x, y) = \begin{cases} 0, & \text{background} & D(x, y) < Th \\ 1, & \text{foreground} & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

式中, $F(x, y)$ 和 $B(x, y)$ 分别为当前时刻 t 的帧图像和背景图像; $D(x, y)$ 为差分结果; Th 为图像的分割阈值; $BS(x, y)$ 为阈值分割结果。图 3 所示为背景减除法的实现结果。

视频设备在拍摄时可模拟监视系统的监控器,虽然视频录入设备保持不动,但是设备的抖动不可避免。如果将视频序列中的第一帧作为

背景帧,那么背景帧中就没有任何运动目标。从结果上来看,虽然背景减除法运行简单,而且得到的运动目标也较为完整,但是受背景信息的限制,其他的干扰因素也比较多。此外,背景减除法对光照以及外来事物的突然干扰特别敏感,因此一个精确的背景对检测结果有着重要影响。

2 改进算法

通过分析以上结果可以看出,背景差分 and 帧间差分具有各自的优缺点。若要使用背景差分法得到质量较高的运动目标,则需考虑光照和外客观事物的影响,而且固定背景并不适合长时间视频监控的要求,因此背景选择要尽可能精确;帧间差分法虽然能够适应突变并可及时检测出场景内运动物体的运动状态变化,但是由于受物体运动速度的影响,出现“双影”的概率较大。另外,由于检测出来的物体是前后两帧相对变化的部分,无法检测重叠部分,导致检测到的目标出现“空洞”。

2.1 本文算法的思路

基于以上两种检测方法的各自特点,本文提出了以下改进算法。

(1) 对于背景减除法,通过构建适当的背景模型来提高检测精度。一般来讲,通用的背景建模方法包括混合高斯模型法、均值法和中值法

等。其中,均值法和中值法适用于对场景变化鲁棒性较强的情况,并且比较简单、易于实现。

本文选用中值法^[5]来建立背景模型,其原理如下:相邻帧的时间间隔小,图像内容变化不大,记录下几帧图像在同一位置上的像素值,并用中间像素值表示该位置处背景图像的像素值,即

$$B(x, y) = \text{Median}(P(x, y)) \quad (5)$$

式中, (x, y) 为像素点的位置; $B(x, y)$ 为背景像素在点 (x, y) 处的像素值。图 4 所示为背景图像的提取结果。

(2) 对于帧间差分法,当物体的运动速度过快时,检测结果会出现拖尾现象;当运动速度过慢时,检测结果会出现空洞现象。为了克服速度带来的影响,考虑利用多幅图像作相邻差分运算。具体的实现方法如下:取一段时间 $[t-n-1, t]$ 内连续的多帧图像 $F_{t-n-1}(x, y), F_{t-n}(x, y), \dots, F_t(x, y)$, 然后分别用式 (1) 和式 (2) 对相邻的两帧图像进行差分。经形态学滤波后,得到多幅二值化差分图像 $TD_{t-n-1}(x, y), TD_{t-n}(x, y), \dots, TD_t(x, y)$ 。

(3) 改进算法的结合:对前面用连续帧差分法得到的图像进行逻辑或运算,得到一幅二值化的前景图像 $TDR(x, y)$:

$$TDR(x, y) = TD_t(x, y) \vee \dots \vee TD_{t-n}(x, y) \vee TD_{t-n-1}(x, y) \quad (6)$$



(a) 一组视频序列



(b) 基于中值法背景图像

图 4 用中值法获取的背景图像

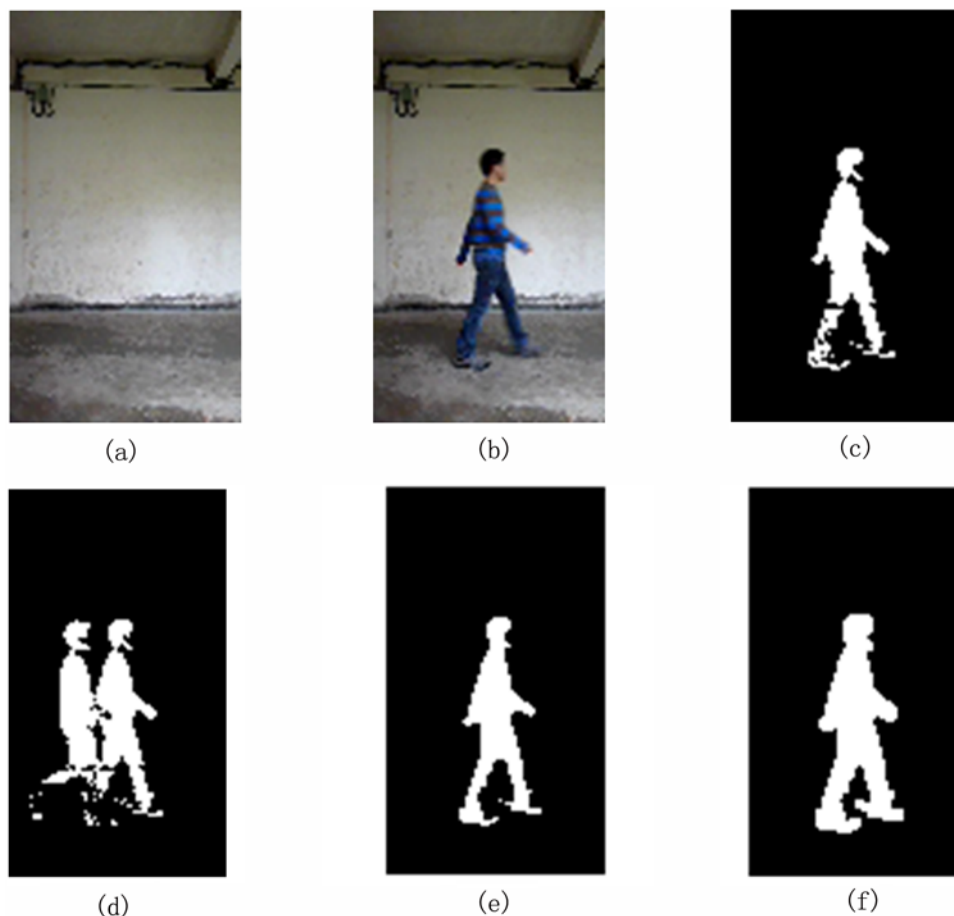


图 5 本文算法的效果图

然后将其与背景差分结果 $BS(x, y)$ 进行逻辑与运算:

$$R(x, y) = TDR(x, y) \& BS(x, y) \quad (7)$$

经形态学滤波处理后,可以得到运动目标所在的区域 $R(x, y)$ 。这样既能解决背景突变带来的错检问题,又能消除帧差法所造成的拖尾现象。

2.2 后处理

在运动目标检测的初步结果中,所得的二值化图像往往会存在一些噪声。为了获取更加精确的检测结果,并尽可能地为后续处理提供良好的基础,需要对图像进行去噪处理。常用的去噪方法包括线性平滑滤波器、非线性平滑滤波器以及二值形态学运算。本文采用二值形态学运算对图像进行了去噪处理。处理过程主要包括膨胀、腐蚀、闭合和开启等方法。经过去噪处理后,可以提高运动目标检测的精确性。

3 实验结果

我们在 MATLAB 2012b 软件上对所提出的算法思路进行了编程实现与验证。图 5 所示为实验结果,其中图 5(a) 为所提取的背景图片,图 5(b) 为视频序列中的一帧图像,图 5(c) 所示为背景差分算法的检测结果,图 5(d) 所示为帧间差分算法的检测结果,图 5(e) 所示为改进算法的检测结果,图 5(f) 所示为经形态学处理后的结果。从中可以看出,本文算法的检测效果优于单独使用背景差分法或帧间差分法时的检测结果,并且能够较好地提取出前景运动物体。

4 结束语

本文提出的改进型运动目标检测算法将背景差分法和帧间差分法结合起来,有效地克服了使用单一检测方法所带来的缺陷,减小了对监控场合固定背景的依赖,在一定程度上适应

了光照强度的变化,同时也消除了帧间差分由于速度影响带来的空洞和拖尾现象。此外,通过降低运算复杂程度,使得检测速率大大提高。由于满足实时性的需求,该算法能够有效地应用在可见光和红外热成像监控系统平台上。在对图像进行预处理和后处理之后,可以进一步提高这种方法的准确性。但是本文算法在某些情况下也会出现一些问题,比如当多个目标出现并且互有遮挡的时候,检测效果不太理想,因此还须作进一步的优化。

参考文献

- [1] Justinas M, Paulo V K B. Joint Human Detection from Static and Mobile Cameras [J]. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 2015, **16**(2): 1018–1029.
- [2] 何西华. 视频运动目标检测与跟踪算法研究 [D]. 成都: 电子科技大学, 2008.
- [3] Lipton A, Fujiyoshi H, Patil R. Moving Target Classification and Tracking from Real-Time Video [C]. Princeton: the Fourth IEEE Workshop on Applications of Computer Vision, 1998.
- [4] 李刚, 邱尚斌, 林凌. 基于背景差法和帧间差分的运动目标检测方法 [J]. *仪器仪表报*, 2006, **27**(8): 761–964.
- [5] 张君. 复杂环境下的运动目标检测与跟踪关键技术研究 [D]. 南京: 南京航空航天大学, 2008.

(上接第 9 页)

对于 PN 结来说,其电流与少数载流子浓度有关。对于杂质浓度一定的材料来说,其多数载流子浓度不会随外应力变化,但本征载流子浓度则会随应力发生很大变化,所以 PN 结电流随外应力的变化很大。这就是微应力下的样品 1# 芯片在负向电压工作区电流异常增大的原因。当电极版图改进后,电极微应力随之减小,因此 PN 结电流也得以恢复。但由于工艺的不可逆性,金电极去除后也不能完全恢复到蒸发前的芯片状态,因此样品 1# 芯片的 I-V 性能并不能恢复到典型二极管的伏安特性。

3 结束语

本文基于采用 PN 结台面结构的铽化铟探测器芯片,主要研究了常被忽视的金电极薄膜微应力对二极管光电性能的影响情况。通过实验对比发现,在金电极薄膜微应力的作用下,InSb 芯片的伏安特性有劣化迹象,即反偏压下二极管的漏电流增加,阻抗值降低,导致探测器的灵敏度、探测率性能以及抗击穿能力下降。实验结果表明,这种微应力作用下的二极管性能下降现象是可逆的,其关键指标如反偏压漏率和阻抗值能够恢复 90% 以上。因此,在芯片电极的结构设计中,通过优化电极版图设计和降低

金电极薄膜微应力对芯片性能的影响,可以提高芯片可靠性和产品合格率。

参考文献

- [1] Sun W G. Strain Effects in InSb p+/n Diodes and Metal-insulator-semiconductor Devices [J]. *J Appl Phys*, 1991, **69**(4): 2673–2675.
- [2] Maniv S, Shamay M, Sinai Y. Strain-induced Current Leakage in InSb Photovoltaic Detectors [J]. *J Appl Phys*, 1987, **62**(12): 4916–4918.
- [3] 曹光明, 耿东风, 徐淑丽, 等. 应力制约的 InSb 焦平面探测器均匀性 [J]. *红外与激光工程*, 2007, **36**(Z): 359–361.
- [4] 刘炜. 两种氧化方法对 InSb 探测器钝化效果的研究 [J]. *红外与激光工程*, 2013, **42**(7): 1815–1818.
- [5] 刘家璐, 李煜, 刘传洋, 等. InSb 红外探测器衬底应力的模拟与分析 [J]. *西安电子科技大学学报*, 2001, **28**(3): 301–305.
- [6] 杨银堂. 半导体器件材料应力性质的研究 [J]. *微电子技术*, 2000, **28**(1): 37–43.
- [7] 马京立, 杨翠, 张小雷, 等. p-n 结结深对台面型 InSb 光伏型探测器性能的影响 [J]. *航空兵器*, 2015, **32**(5): 35–40.
- [8] 刘炜, 彭震宇, 鲁正雄, 等. 光照对阳极化 InSb 探测器性能影响的研究 [J]. *航空兵器*, 2008, **25**(5): 62–64.
- [9] 崔军生, 贾为民. 红外探测器工作寿命的影响因素分析 [J]. *航空兵器*, 2011, **28**(5): 39–42.
- [10] 孟庆端, 张晓玲, 张立文, 等. 隔离槽深度对面阵探测器热应力影响研究 [J]. *航空兵器*, 2012, **29**(3): 33–36.