

五帧差分 and 边缘检测的运动目标检测^①

舒欣, 李东新, 薛东伟

(河海大学 计算机与信息学院, 南京 211100)

摘要: 为了改进传统三帧差分的运动目标检测方法易出现的空洞和与虚假边缘的现象, 提出了一种基于五帧差分 and 边缘检测相融合的运动目标检测方法. 该算法首先利用优化的 Canny 边缘检测算法快速提取五帧连续图像的边缘图像, 然后对五帧连续的边缘图像进行五帧差分运算, 最后通过阈值分割和形态学处理完成对目标的提取. 该方法计算简单, 实验结果表明, 该算法准确率高, 连通性好, 能满足实时性检测的要求.

关键词: 五帧差分; 边缘检测; 运动目标检测; 动态阈值

Five Frame Difference and Edge Detection of Moving Target Detection

SHU Xin, LI Dong-Xing, XUE Dong-Wei

(College of Computer and Information, Hohai University, Nanjing 211100, China)

Abstract: To improve the traditional three frame difference of moving target detection method in which the hole edge and false edge tend to appear, this paper puts forward a method based on the fusion of five frame difference and edge detection, moving object detection method. The algorithm firstly uses Canny edge detection algorithm of optimized fast extraction of five consecutive images edge image, and then to the edge of the frame of five consecutive image into five frames difference operation. Finally, by threshold segmentation and morphological processing is completed on the extraction of target. The method is simple in calculation and the experimental results show that the algorithm has high accuracy, good connectivity, and can meet the requirements of real-time detection.

Key words: five frame difference; edge detection; moving target detection; dynamic threshold

1 引言

运动检测作为在安防智能化应用最早的领域, 它的技术发展和应用前景都受到关注. 目前常用的运动目标检测方法^[1]有: 帧间差分法、背景差分法和光流法. 光流法计算方法复杂, 需要特殊硬件装置支持, 实时性能差; 背景差分法是当前常用的方法, 但对外部条件变化过于敏感, 背景图像不易确定. 帧间差分法算法简单, 易于实现, 受光线变化影响小, 但检测出的目标轮廓存在空洞现象.

图像的边缘信息不易受噪声和亮度突变的影响, 图像的抗干扰性能好. 本文结合五帧差分与图像边缘信息对运动目标进行检测, 其计算简单, 同时可以有效地改善传统帧间差分法出现的空洞现象.

2 基于五帧差分 and 边缘检测的运动目标检测

2.1 预处理

为了提高图像的处理效率, 灰度图像处理效率比彩色图像高, 所以首先对图像进行灰度化, 同时由于获取的图像存在一系列的噪声影响, 例如斑点噪声. 本文采用中值滤波对原始图像滤波, 能够有效的抑制图像中的斑点噪声和椒盐噪声. 最后通过直方图均衡化和梯度化操作, 使图像轮廓更加清晰, 增强抗干扰能力.

2.2 优化的 Canny 边缘检测算法

边缘是图像最基本的特征, 边缘检测在计算机视觉、图像分析等应用中起着重要的作用, 是图像分析与

^① 收稿时间:2013-05-30;收到修改稿时间:2013-07-10

识别的重要环节。所谓边缘是指其周围像素灰度后阶变化或屋顶状变化的那些像素的集合,它存在于目标与背景、目标与目标、区域与区域、基元与基元之间。常用的检测算子有 Roberts 算子、Prewitts 算子、Sobel 算子,二阶 Laplace 算子、Log 算子等。这些算子简单,易于实现,具有很好的实时性,但对噪声较敏感,抗干扰性能差,且边缘的精度有待提高,边缘不够精细。基于最优化算法的 Canny 边缘检测算子^[2],因具有很好的信噪比和检测精度而被广泛应用,并成为评价其他边缘检测方法的标准。

2.2.1 传统的 Canny 边缘检测

利用 Canny 算子进行边缘检测主要包括的过程有利用高斯函数进行低通滤波、计算梯度的幅值及方向、对梯度幅值进行非极大值抑制、阈值化和连接边缘等。

1) 图像低通滤波

Canny 算子首先利用二维高斯函数的一阶导数对图像进行低通滤波,二维高斯函数为:

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left(-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}\right) \quad (1)$$

2) 计算梯度幅值和方向

利用高斯函数的可分性,将 ΔG 的两个滤波卷积模板分解为两个一维的行列滤波器,再分别与图像 $f(x, y)$ 卷积得到输出

$$E_x = \frac{\partial G}{\partial x} * f(x, y) \quad E_y = \frac{\partial G}{\partial y} * f(x, y) \quad (2)$$

$$A(x, y) = \sqrt{E_x^2(x, y) + E_y^2(x, y)} \quad (3)$$

$$\partial(x, y) = \arctan \left[\frac{E_y(x, y)}{E_x(x, y)} \right] \quad (4)$$

则 $A(x, y)$ 和 $\partial(x, y)$ 分别反映了图像上点 (x, y) 处的梯度幅值和方向角的大小。

3) 对梯度幅值进行非极大值抑制

仅仅得到全局的梯度并不足以确定边缘,因此为确定边缘,必须保留局部梯度最大的点,而抑制非极大值。具体过程是:遍历图像,若某个像素的梯度幅值与梯度方向上前后 2 个像素的幅值相比不是最大,则该像素置 0,即只保留幅值方向局部变化最大的点。

4) 阈值化和边缘连接

对非极大值抑制图像作用两个阈值 T_h 和 T_l ,两者关系 $T_l = 0.5T_h$ 。我们把梯度值小于 T_l 的像素的灰度值

设为 0,得到图像 1。然后把梯度值小于 T_h 的像素的灰度值设为 0,得到图像 2。由于图像 2 的阈值较高,去除大部分噪音,但同时也损失了有用的边缘信息。而图像 1 的阈值较低,保留了较多的信息,我们可以以图像 2 为基础,以图像 1 为补充来连结图像的边缘。

2.2.2 传统 Canny 边缘检测的缺陷

传统 Canny 算子由于使用基于全图的固定阈值选取方法,容易丢失对比度较低的弱边缘。算法在门限确定上,首先计算滤波结果的幅度直方图,然后通过估计目标与背景所占比例,也就是边缘点和非边缘点所占的比例来确定高门限。这种方法需要通过人为多次实验选取最优门限,并不是根据图像本身的特征信息,一般设定非边缘点占总像素数的 70%。这样的检测方法就缺乏自适应能力。

为了改进算法的自适应性能,本文采用了最大类间差分(Otsu)方法动态确定阈值。

2.3 五帧差分的基本原理

标准的三帧差分方法^[3]虽然能快速地检测出运动目标的轮廓,然而其轮廓一般表现为不连续,并存在很大的空洞现象^[4,5],同时三帧差分并不能完整地提取出来目标信息,对于三帧差分间目标的重叠部分仍然不容易检测出来,而且在低对比度条件下,这种现象尤其明显。五帧差分法^[6]是在三帧差分法的基础上加以改进的,可以在一定程度上有效地克服三帧差分法的不足。设预处理后的 5 帧图像 $f_{t-2}(x, y)$, $f_{t-1}(x, y)$, $f_t(x, y)$, $f_{t+1}(x, y)$, $f_{t+2}(x, y)$ 其中 $f_t(x, y)$ 为中间帧,利用中间帧分别和前两帧和后两帧做差分运算,得到的差分结果为

$$D_{13}(x, y) = |f_t(x, y) - f_{t-2}(x, y)| \quad (5)$$

$$D_{23}(x, y) = |f_t(x, y) - f_{t-1}(x, y)| \quad (6)$$

$$D_{34}(x, y) = |f_t(x, y) - f_{t+1}(x, y)| \quad (7)$$

$$D_{35}(x, y) = |f_t(x, y) - f_{t+2}(x, y)| \quad (8)$$

然后将差分后的结果 $D_{13}(x, y)$ 和 $D_{35}(x, y)$, $D_{23}(x, y)$ 和 $D_{34}(x, y)$ 分别进行“与”运算,即:

$$D_1 = D_{13}(x, y) \otimes D_{35}(x, y) \quad (9)$$

$$D_2 = D_{23}(x, y) \otimes D_{34}(x, y) \quad (10)$$

“与”运算能够有效的克制或运算造成目标重叠现象。

最后对 D_1 和 D_2 进行滤波处理,再用动态阈值二值化处理,将其结果进行“或”运算,能够有效的克制空洞现象,得到最终的目标轮廓:

$$D(x, y) = D_1 \oplus D_2 \quad (11)$$

2.4 改进算法

算法以五帧差分为基础, 首先利用优化的 Canny 边缘检测算法快速的五帧连续图像的边缘图像, 然后

利用五帧边缘差分法得到较为完整的运动目标轮廓, 最后通过后期的处理, 提取完整、准确的运动目标区域. 算法的整体流程如图 1 所示.

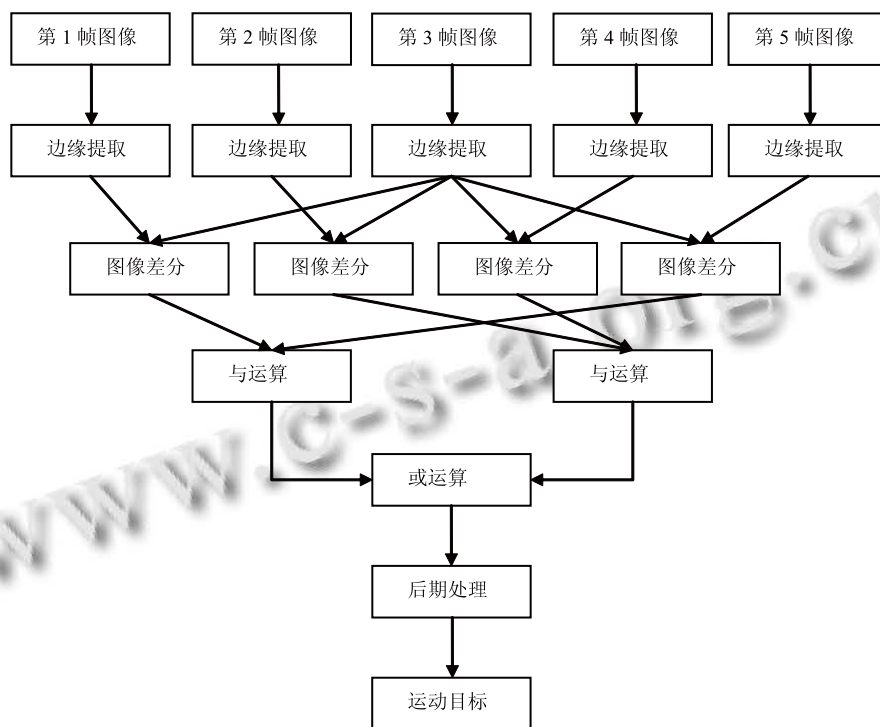


图 1 算法的整体流程

2.5 Otsu 自适应取阈值

OTSU^[7]算法也称最大类间差法, 有时也称之为大津算法, 被认为是图像分割中阈值选取的最佳算法, 计算简单, 不受图像亮度和对比度的影响, 因此在数字图像处理上得到了广泛的应用. 它是按图像的灰度特性, 将图像分成背景和前景两部分. 背景和前景之间的类间方差越大, 说明构成图像的两部分的差别越大, 当部分前景错分为背景或部分背景错分为前景都会导致两部分差别变小. 因此, 使类间方差最大的分割意味着错分概率最小.

利用 OTSU 算法计算图像的最佳阈值为:

$$T = \text{Max}(P_1 \times (u_1 - u_T)^2 + P_2 \times (u_2 - u_T)^2) \quad (12)$$

其中 P_1 和 P_2 分别为前景和背景的像素数占图像像素总数的比例, u_1 和 u_2 为前景和背景图像的灰度均值.

将该阈值作为 Canny 算子的高阈值 T_h , 再利用公式(13)求出低阈值 T_l :

$$T_l = 0.5T_h \quad (13)$$

Canny 边缘检测使用 Otsu 算法, 可以在检测时根据图像特点自适应的选择合理的阈值, 这样检测到假边缘少并且图像边缘连续性强. 同时二值化阈值采用前面的最大阈值 T .

2.6 形态学处理

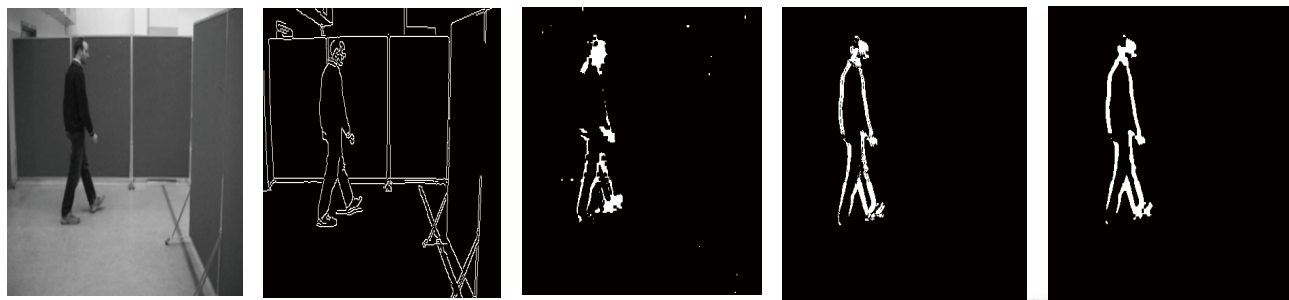
我们得到的二值图像中往往一些干扰因素的影响而产生的噪声, 这些噪声的存在会不利于我们对感兴趣目标的进一步分析. 因此需要消除二值图像中的噪声, 我们可以通过对二值图像进行形态学处理以达到去除其中的噪声的目的.

首先应用腐蚀运算消除孤立噪声点, 再运用膨胀运算来填充运动目标边缘空洞.

3 实验结果对比

以 OpenCV 进行仿真实验, 为了验证算法的有效性, 分别利用三帧差分法、五帧差分法、以及本文改进算法对一组光照改变后的 AVI 视频序列图像进行测试, 其中对三帧差分法和五帧差分法进行同样预处理,

检测结果如图 2 所示.



(a) 原始图像序列 (b) Canny 边缘检测 (c) 三帧差分法 (d) 五帧差分法 (e) 本文算法

图 2 试验检测结果

分别采用本文提出的检测方法和传统的 3 帧差分法对图像进行处理, 处理结果如图 2 所示. 图 2(c)是用连续 3 帧边缘图像进行 3 帧差分计算得到的图像, 图 2(d)用连续 5 帧边缘图像进行 5 帧差分计算得到的图像, 而图 2(e)是五帧差分与边缘检测相结合得到的运动目标图像. 由图可知, 传统 3 帧差分法虽然能检测到运动目标, 但是会出现目标轮廓不连续, 五帧差分能够改进目标轮廓不连续. 而本文的目标检测方法进一步消除了目标空洞现象, 检测结果准确、完整、目标轮廓清晰, 能满足实时性检测的要求.

4 结论

本文结合 5 帧差分与图像边缘信息, 提出了一种新的运动目标检测方法. 首先对连续 5 帧图像进行边缘提取得到 5 帧连续的边缘图像, 然后对 5 帧连续的边缘图像进行 5 帧差分运算, 最后通过 2 值化处理和形态学处理完成对目标的提取. 实验结果表明该方法能对运动目标进行准确检测, 克服了传统三帧差分目标轮廓不连续, 而且计算简单, 每一部分采用的方法都能实时计算.

参考文献

- 1 Lipton AJ, Fujiyoshi H, Raitil RS. Moving target classification and tracking from real-time video. Proc. IEEE Workshop on Applications of Computer, Princeton, NJ: IEEE, 1988. 8-14.
- 2 张帆, 彭中伟, 蒙水金. 基于自适应阈值的改进 Canny 边缘检测方法. 计算机应用, 2012, 32(8): 2296-2298.
- 3 莫林, 廖鹏, 刘勋. 一种基于背景减除与 3 帧差分的运动目标检测算法. 微计算机信息, 2009, 25(4-3): 274-276.
- 4 张小建, 徐慧. 基于视频处理的运动车辆检测算法的研究. 液晶与显示, 2012, 1(27): 108-113.
- 5 刘翔. 基于视频的运动目标检测与跟踪算法研究与应用[学位论文]. 武汉: 武汉科技大学, 2009.
- 6 吴君钦, 刘昊, 罗勇. 静态背景下的运动目标检测算法. 液晶与显示, 2012, 27(5): 683-686.
- 7 陈凤东, 洪炳镛. 基于动态阈值背景差分算法的目标检测方法. 哈尔滨工业大学学报, 2005, 37(3): 883-884.
- 8 倪崇嘉, 刘文奇, 张爱英. 基于数学形态学的视频图像序列中的运动目标检测. 计算机工程与科学, 2006, 28(6): 69-71.
- 9 吴晓阳. 基于 OpenCV 的运动目标检测与跟踪[学位论文]. 杭州: 浙江大学, 2008.
- 10 Gonzalez RC, Woods RE. 阮秋琦, 阮宇智译. 数字图像处理. 北京: 电子工业出版社, 2007.