

一种基于三帧差分 and 边缘信息的运动目标检测方法

甘明刚 陈杰 刘劲 王亚楠

(北京理工大学自动化学院 北京 100081)

(复杂系统智能控制与决策教育部重点实验室 北京 100081)

摘要: 为了改进目前常用的运动目标检测方法易受到噪声和亮度突变的影响、易出现虚假目标的情况, 该文提出了一种基于 3 帧差分 and 边缘信息的运动目标检测方法。该方法首先对连续 3 帧图像进行边缘提取得到 3 帧连续的边缘图像, 然后对 3 帧连续的边缘图像进行 3 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, 实验结果表明该方法能对运动目标进行准确检测, 且具有很好的鲁棒性。

关键词: 运动目标检测; 3 帧差分; 边缘提取

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1009-5896(2010)04-0894-04

DOI: 10.3724/SP.J.1146.2009.01202

Moving Object Detection Algorithm Based on Three-Frame-Differencing and Edge Information

Gan Ming-gang Chen Jie Liu Jin Wang Ya-nan

(School of Automation, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)

(Education Ministry Key Laboratory of Complex System Intelligent Control and Decision,
Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)

Abstract: A moving object detection algorithm based on three-frame-differencing and edge information is presented in this paper. Firstly, three continuous edge images are obtained by edge extract from three continuous images, and then, the motion information is detected with three-frame-differencing, finally, the object is extracted with threshold segmentation and morphology. The result shows that the detection algorithm can detect object accurately and quickly.

Key words: Moving object detection; Three-frame-differencing; Edge extraction

1 引言

运动目标检测一直是视频序列分析的重点和难点。在运动目标检测的长期研究中, 人们提出了许多经典的算法。常用的算法大致有如下几种: 差分法、背景减法、光流法等^[1-3]。背景减法首先构建一个背景图像, 然后利用当前图像与背景图像相减, 得到差分图像, 通过阈值分割来提取目标。背景减法需要在背景已知的情况下才能很好地检测出运动的目标, 一旦实际背景发生变化就会影响检测的效果。光流法利用序列图像中每个像素的矢量特征来检测运动区域, 光流法在摄像机运动的情况下也能很好地检测出目标, 但是运算复杂, 不便实时实现。差分法是目标检测常用的方法, 差分法通过序列图像中相邻两帧或者 3 帧图像相减, 根据差分图像来

检测目标, 差分法适用于摄像机静止的情况, 算法简单, 速度快, 易于硬件实现, 但利用常用的相邻差分法检测目标, 存在着两帧目标重叠部分不易检测、出现虚假目标等问题^[4]。

一般来说, 图像的边缘信息不易受噪声和亮度突变的影响^[5]。本文结合 3 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目标检测的稳健性。

2 差分法基本原理

设 $f(x, y, t)$ 和 $f(x, y, t-1)$ 为图像序列中相邻两帧图像。经过差分处理后得到的差分图像 $D(x, y, \Delta t)$ 为

$$D(x, y, \Delta t) = |f(x, y, t) - f(x, y, t-1)| \quad (1)$$

当目标运动速度较慢时, 目标出现的区域有可能变化不大, 形成类似于随机噪声的孤立点, 为了避免目标的丢失, 通常取连续的 3 帧图像两两相减后再进行或运算, 实现运动轨迹的累计^[6,7], 通常把

2009-09-11 收到, 2010-01-04 改回

北京市教育委员会共建基金(1000702)资助课题

通信作者: 甘明刚 aganbit@126.com

这种方法称为 3 帧差分法。设 $f(x, y, t-1)$ 、 $f(x, y, t)$ 和 $f(x, y, t+1)$ 为图像序列中相邻 3 帧图像。用 3 帧差分法处理后得到的差分图像 $D(x, y, \Delta t)$ 为

$$D(x, y, \Delta t) = |f(x, y, t) - f(x, y, t-1)| \cdot |f(x, y, t) - f(x, y, t+1)| \quad (2)$$

选取阈值 t ，则差分图像 $D(x, y, \Delta t)$ 经过阈值分割得到的 2 值化图像 $BD(x, y, \Delta t)$ 为

$$BD(x, y, \Delta t) = \begin{cases} 255, & D(x, y, \Delta t) \geq t \\ 0, & D(x, y, \Delta t) < t \end{cases} \quad (3)$$

其中，目标出现的区域为白色。

3 基于 3 帧差分与图像边缘信息的目标检测算法

3.1 算法基本思想

算法的流程如图 1 所示。首先对连续 3 帧图像进行边缘提取得到 3 帧连续的边缘图像，然后对 3 帧连续的边缘图像进行 3 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。

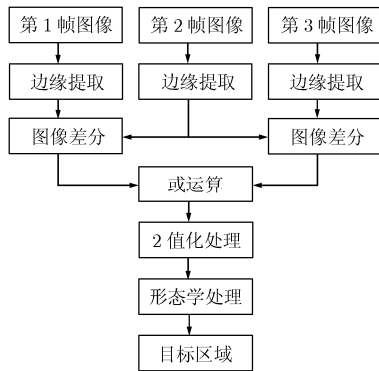


图 1 检测算法流程

3.2 边缘算子提取

Sobel 算子是边缘提取中最常用的算子之一，它结合了高斯平滑和微分，其边缘提取的结果对噪声有一定的鲁棒性。在 Sobel 算子中，邻域的像素对当前像素产生的影响不是等价的，所以距离不同的像素具有不同权值，对算子结果产生的影响也不同。与 Roberts 算子和 Prewitt 算子相比，Sobel 算子边缘提取效果更好；与 LOG 算子和 Canny 算子相比，Sobel 算子的运算复杂度小，且易于硬件实现，实时性好^[7-9]。因此，选取 Sobel 算子作为边缘算子。Sobel 算子可以用模板卷积来实现。对于一幅图像 $f(x, y)$ ，它的边缘图像为

$$f_E(x, y) = |f(x, y) * H_X| + |f(x, y) * H_Y| \quad (4)$$

其中

$$H_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad H_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

3.3 2 值化阈值确定

2 值化阈值采用最大类间方差法确定。最大类间方差法是一种自适应阈值确定方法，它以最佳门限将图像的直方图分成目标和背景两部分，使两部分的类间方差为最大^[10]。该方法计算简单，自适应性强，在一定条件下受图像对比度与亮度变化的影响较小。最大类间方差法的算法步骤如下：

设原始灰度图像灰度级为 L ，灰度值为 i 的像素数目为 n_i ，则图像的全部像素数目为

$$N = n_0 + n_1 + \dots + n_i + \dots + n_{L-1} \quad (6)$$

图像中像素的灰度值为 i 的概率 P_i 为

$$P_i = n_i / N \quad (7)$$

按阈值 t 将所有像素划分两类： $C_0 = (0, 1, \dots, t)$ 和 $C_1 = (t+1, t+2, \dots, L-1)$ 。 C_0 和 C_1 类的出现概率 w_0 、 w_1 及灰度值均值 μ_0 、 μ_1 分别由下列各式给出：

$$w_0 = P_i(C_0) = \sum_{i=0}^t P_i \quad (8)$$

$$w_1 = P_i(C_1) = \sum_{i=t+1}^{L-1} P_i \quad (9)$$

$$\mu_0 = \sum_{i=0}^t i P_i / w_0 \quad (10)$$

$$\mu_1 = \sum_{i=t+1}^{L-1} i P_i / w_1 \quad (11)$$

C_0 和 C_1 类的方差可由下式求得

$$\sigma_0^2 = \sum_{i=0}^t (i - \mu_0)^2 P_i / w_0 \quad (12)$$

$$\sigma_1^2 = \sum_{i=t+1}^{L-1} (i - \mu_1)^2 P_i / w_1 \quad (13)$$

定义类内方差 σ_w ，类间方差 σ_B ，总体方差 σ_T 为

$$\sigma_w^2 = w_0 \sigma_0^2 + w_1 \sigma_1^2 \quad (14)$$

$$\sigma_B^2 = w_0 w_1 (\mu_1 - \mu_0)^2 \quad (15)$$

$$\sigma_T^2 = \sigma_w^2 + \sigma_B^2 \quad (16)$$

从 0 到 $L-1$ 之间找到使 σ_B^2 / σ_T^2 最大的 t 值即为最佳 2 值化阈值。

由于目标在整个视场中所占的比例较小，目标的灰度值会大于由大量暗背景和少量亮目标或者大量亮背景和少量暗目标组成的图像的灰度均值。因此，可将灰度直方图的总体灰度均值 u_T 定为初始阈值。采用这种缩小阈值运算范围的方法一方面可以减小运算量，提高实时性，另一方面可以提高目标在待分割区域所占比例，有利于最大类间方差法的

运用。

3.4 形态学处理

由于噪音的存在，2 值化后得到的图像往往会出现许多孤立的小区域、小间隙，这给目标的检测带来了干扰。此用图像形态学方法中去除二值图像中孤立的小区域，同时将小间隙填充。

图像形态学中的腐蚀运算是消除边界点，使边界向内部收缩的过程。膨胀运算是将与物体接触的所有背景点合并到该物体中，使边界向外扩张的过程。对二值图像进行形态学处理时，首先用腐蚀运算将孤立的小区域去除，然后用膨胀运算将小间隙填充。这样一方面可以消除噪声，一方面可以平滑图像，从而将运动目标完整的检测出来。

4 实验对比

在真实场景下截取连续 3 帧图像，其中图像之

间存在亮度突变的情况。如图 2 所示。

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 3 所示。

图 3(a)是用连续 3 帧边缘图像进行 3 帧差分计算得到的图像，图 3(b)是图 3(a)按照最大类间方差法确定阈值的 2 值化图像，图 3(c)是图 3(b)经过形态学处理后得到的图像。而图 3(d)是用图 2(a)，图 2(b)和图 2(c) 进行 3 帧差分计算得到的图像，图 3(e)是图 3(d)按照最大类间方差法确定阈值的 2 值化图像。由图可知，传统 3 帧差分法在亮度突变的情况会出现很多虚假目标，而本文的目标检测方法在对目标进行检测时能有效消除亮度突变的影响，因此提高了检测的鲁棒性。

5 总结

本文结合 3 帧差分与图像边缘信息，提出了一



图 2 连续 3 帧图像

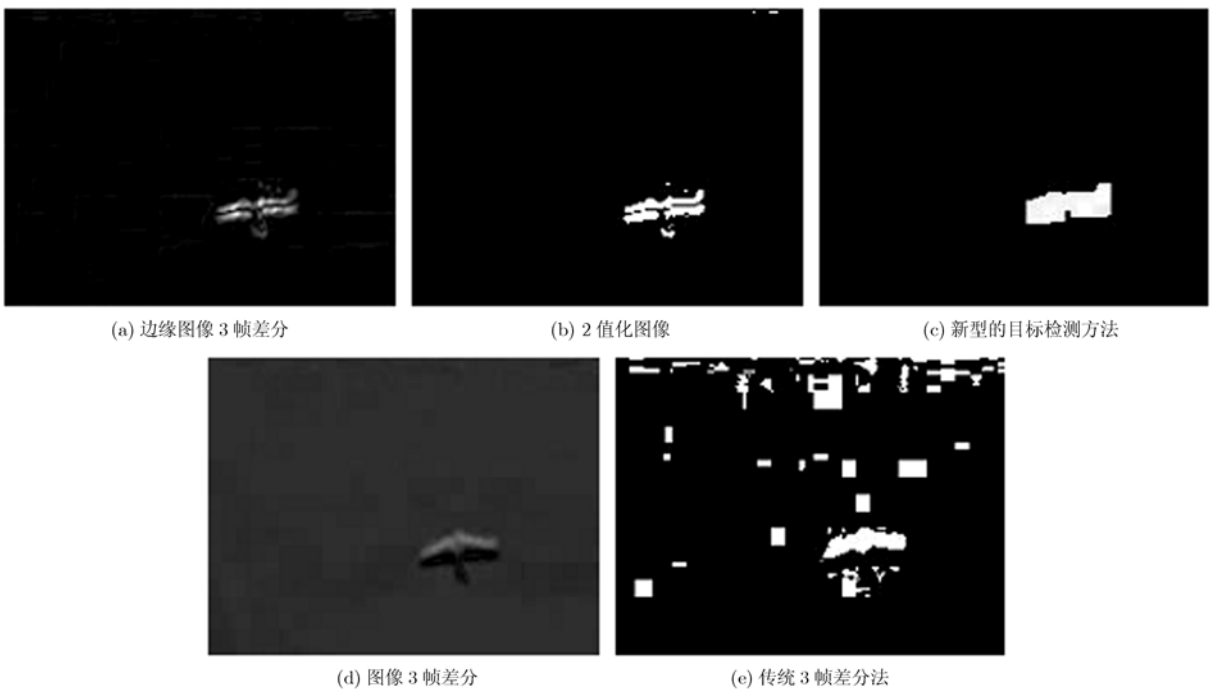


图 3 实验结果对比

种新的运动目标检测方法。首先对连续 3 帧图像进行边缘提取得到 3 帧连续的边缘图像, 然后对 3 帧连续的边缘图像进行 3 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, 即使图像之间存在亮度突变的情况, 具有很好的鲁棒性, 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 A J, Fujiyoshi H, and Patil R S. Moving target classification and tracking from real-time video[C]. WACV '98, Proceedings, Fourth IEEE Workshop on Applications of Computer, Princeton, NJ, 1998: 8-14.
 - [2] Valera M and Velastin S A. Intelligent Distributed Surveillance Systems: A Review [J]. *IEE Proceedings Vision, Image and Signal Processing*, 2005, 152(2): 192-204.
 - [3] 罗志升, 王黎, 高晓蓉, 王泽勇, 赵全轲. 序列图像中运动目标检测与跟踪方法分析[J]. *现代电子技术*, 2009, 11: 125-128.
 - [4] 姜惠云, 吴晓娟, 王孝刚, 张小燕. 运动检测算法的研究与仿真实现[J]. *电气电子教学学报*, 2009, 31(3): 56-59.
 - [5] Tong Nian-nian and Duan Xiao-hui. Research on detection algorithm for vehicle monitoring system[C]. The First Chinese Conference on Intelligent Surveillance, Beijing, 2002: 612-616.
 - [6] 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[J]. *微计算机信息*, 2009, 25(4-3): 274-276.
 - [7] Zhao Ming-ying and Zhao Jun. A novel method for moving object detection in intelligent video surveillance systems[C]. International Conference on Computational Intelligence and Security, Guangzhou, 2006, 2: 1797-1800.
 - [8] Xie Xiao-zhu, Hong Jing-xin, and Xie Si-xing. Effective method for moving objects detection on sea surface[C]. International Conference on Computer Science and Software Engineering, Wuhan, 2008, 3: 1-4.
 - [9] Jin Peng-fe. Improved algorithm for sobel edge detection of image [J]. *Journal of Applied Optics*, 2008, 29(4): 625-628.
 - [10] Wang Hong-zhi and Dong Ying. An improved image segmentation algorithm based on Otsu method[C]. Proceedings of the SPIE, 2007, 6625: 662501-08.
- 甘明刚: 男, 1979 年生, 讲师, 博士, 研究方向为智能信息处理、图像处理.
- 陈 杰: 男, 1965 年生, 教授, 博士, 博士生导师, 研究方向为复杂系统、多目标优化决策、智能控制和非线性控制.
- 刘 劲: 男, 1983 年生, 硕士, 研究领域为图像处理.
- 王亚楠: 男, 1986 年生, 硕士, 研究领域为图像处理.