

Ostu 算法的改进研究

梁金明, 魏正曦

(四川理工学院计算机学院, 四川 自贡 643000)

摘要: 智能视频监控系统已经逐步应用到医院、商场等公共场合, 运动目标检测算法是该智能系统的核心技术之一。文章首先从比较现有的典型运动目标检测算法出发, 然后引入 Ostu 算法用于目标检测的图像处理过程中选取最佳阈值, 最后针对其实际存在的问题, 给出了一种改进方法及测试结果。

关键词: 视频智能监控; 运动检测; Ostu 算法; 运动目标

中图分类号: TP391

文献标识码: A

引言

现有的大部分监控系统依然需要工作人员不断地监视、检查监控屏幕的情况, 日夜值守, 工作量繁重。智能视频监控系统^[1]要求计算机不仅能捕获现实中的场景, 而且能分析和判断目标的行为, 实现对各种场景中目标的检测与跟踪, 从而在异常情况发生时及时做出反应。这种利用计算机视觉和数字图像处理技术, 对摄像机拍摄的图像序列进行自动分析的智能系统, 已经成为人们正在研究的一个热点。

智能监控系统在图像处理方便包含的关键技术主要有运动目标的检测和跟踪^[2]以及目标识别^[3]。前者属于数字图像的处理、分析阶段; 而目标识别代表着更复杂的数字图像理解阶段, 它的决策建立在前面工作的结果之上。本文对运动目标检测算法进行讨论, 以期在现有算法的实际效果方面得到一定的改进。

1 目标检测方法

智能视频监控系统一般由数据采集和传输模块、运动目标检测与识别模块以及目标跟踪模块构成。数据采集与传输模块用以捕获视频数据并将其送至信号处理模块; 目标检测与识别模块运用适当的目标检测算法, 提取运动目标; 目标跟踪模块在前面工作的基础上自动跟踪运动目标的位置, 防止运动目标丢失以达到主

动监控的作用。最后, 运用图像识别等算法, 完成对该监控是否存在异常的判断, 根据判断结果进一步采取诸如报警等行为。

从上述分析中可以看到, 智能监控系统中第一个十分重要的环节, 即运动目标检测, 它是设计智能监控系统的首要问题。运动目标检测算法的性能决定了运动目标被初步处理后的形状与位置, 从而直接影响到整个监控系统的性能和效果。

现有的运动目标检测算法已多达十多种, 但就基本方法而言, 背景减除法、光流法和相邻帧差法是最基本的三种算法。每种算法都有其特定的适用环境和一定的优势, 三种典型算法的比较见表 1。

表 1 三种基本算法的性能比较

算法	适用目标	算法复杂度	准确度
背景减除法	面积较小	较低	较高
光流法	单、多目标	较高	较低
相邻帧差法	速度较快	一般	较低

从表 1 可以看出, 相邻帧差法时间效率高, 便于实现, 并且受光照和阴影影响小, 只是当一帧图像中运动目标的速度较慢时, 难于检测出运动目标。背景减除法虽然解决了相邻帧差法的一些缺陷, 但是对光照和噪声非常敏感。考虑到相邻帧差法和背景减除法的优势, 可以将两者的思想相融合形成互补来重建可靠的背景图像, 提高检测效果。然而, 要创建高质量的背景图像, 在

很多时候都会涉及到图像阈值的处理,即用像素的阈值来区分图像中的运动目标和背景。下面的讨论将针对由 Ostu^[4]提出的最佳阈值算法——最大类间方差法进行讨论。

2 算法的改进

2.1 算法描述

运动目标检测的任务是将视频序列中运动的人或物从景物中提取出来,经背景重建得到可靠背景图像,阈值是图像中能有效区分运动目标和背景图像的重要参数^[5,6]。设图像 $f(x, y)$ 的灰度范围属于 $[T_1, T_2]$, 这时需要一定的准则确定 $[T_1, T_2]$ 中的一个中间阈值 t 使得被划分的两个区间表示运动目标和背景图像的分类,其定义为:

$$f(x, y) = \begin{cases} 1 & f(x, y) > t \\ 0 & f(x, y) \leq t \end{cases} \quad (1)$$

式 (1) 中, t 代表某个阈值, 1 表示图像属于运动目标, 0 表示背景图像。

Ostu 算法 (又称为最大类间方差法) 是目前一种十分流行阈值选取的算法。其核心思想是: 确定一个最佳阈值, 在图像完成二值化处理后, 使背景和运动目标两个像素类的类间方差最大, 从而达到区别背景和运动目标的目的。

设图像像素数量为 N , 灰度范围为 $[0, K-1]$, 对应灰度级 i 的像素数为 n_i , 其出现的概率为:

$$p_i = n_i / N, \quad i = 0, 1, 2, \dots, K-1$$

$$\sum_{i=0}^{K-1} p_i = 1 \quad (2)$$

把图像中的像素按照灰度阈值 t 分成两类 A 和 B, A 由灰度值 $[0, t]$ 之间的像素组成, B 由灰度值 $[t+1, K]$ 之间的像素组成, 对于灰度的分布概率, 整幅图像的均值为:

$$u_T = \sum_{i=0}^t \hat{p}_i / w_0 \quad (3)$$

则区域 A 和 B 的灰度均值为:

$$u_A = \sum_{i=0}^t \hat{p}_i / w_0 \quad (4)$$

$$u_B = \sum_{i=t+1}^{K-1} \hat{p}_i / w_1 \quad (5)$$

其中, $w_0 = \sum_{i=0}^t p_i, w_1 = \sum_{i=t+1}^{K-1} p_i = 1 - w_0$, 由 (3) 式、(4) 式和 (5) 式可得:

$$u_T = w_0 u_A + w_1 u_B \quad (6)$$

两个区域 A、B 的方差为:

$$\sigma^2 = w_0 (u_A - u_T)^2 + w_1 (u_B - u_T)^2 \quad (7)$$

按照最大类间方差的准则, 让 t 从 0 到 $K-1$ 范围依次取值, 使 σ^2 最大的 t 值即为最大类间方差法的最佳阈值。

2.2 存在问题及改进办法

在算法的实际应用中, 运动目标 A 和图像背景 B 之间的最大类间方差公式 (8) 可由函数编程实现, 以求得最佳阈值。

$$f(t) = p_A (u_A - t)^2 + p_B (u_B - t)^2 \quad (8)$$

其中, 灰度 t 是分割两个区域的阈值, u_A, u_B 为目标物 A 和背景 B 的平均灰度值, p_A, p_B 为 A 和 B 区域内各像素的灰度和。当函数 $f(t)$ 取得最大值时的自变量 t 值, 即为所求的最佳阈值。

用最大方差法对一幅图像进行二值化的分割效果比较令人满意, 目标和背景的区别较好。然而, 经过反复测试发现: 该算法得到的阈值仅当运动目标面积大于整幅图像 25% 时, 分割性能接近最优; 当运动目标变小时, 算法性能迅速下降, 导致运动目标越小, 阈值偏差值越大, 因此对智能监控系统带来的影响是图像中的小目标很可能不被系统检测到。

针对上述问题, 可以对类间方差的实现函数 $f(t)$ 进行改进, 增加一个可变因子 μ , 当运动目标与背景图像的比率 $R \leq 0.15 : 0.85 = 17\%$ 时, μ 取值固定为 0.15, 其他情况 μ 取值为目标与整幅图像的实际比率, 修改后的最大类间方差函数为:

$$f(t) = \mu \cdot p_A (u_A - t)^2 + (1 - \mu) \cdot p_B (u_B - t)^2 \quad (9)$$

本文对 Ostu 算法的改进思路源于图像编码中的变长最佳编码定理。即, 在变长编码中, 对出现概率大的信息赋予短码字, 而对于出现概率小的信息符号赋予长码字, 这样可以保证编码最优。在改进算法中增加可变因子 μ , 实质上是为了调节计算公式中目标和背景的权重; 这一改进措施保证了算法对小目标的检测不至于使计算出的最佳阈值偏高, 从而误把部分小运动目标当成了图像背景。

此外, 在算法的实现上, 需要对目标在图像中的比率进行估值。利用相邻两帧之间比值比较近似的特点, 将前一帧的比值作为预测值与后一帧的比值做差, 如果差值在某个系统允许的范围内, 就在后一帧的图像数值计算中取用上一帧的数据。这样, 可以减少部分计算量, 加快运算处理速度, 而且在一定程度上避免了传统方法中小目标不易被检测的不足。

在实际的测试现场, 用摄像头采集视频进行目标检测, 使用改进的最大类间方差算法对视频图像进行处理, 在 MATLAB 仿真环境下测试算法效果。测试图如图

1 所示。

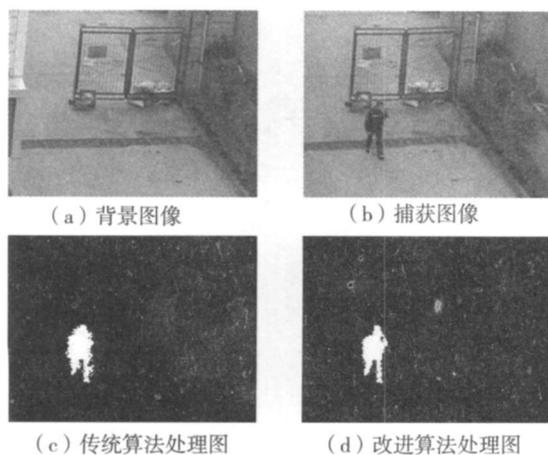


图 1 两种算法测试效果图

3 结束语

本文提出的最大类间方差改进算法在运动目标检测方面做了一定的改进工作, 该算法在一定程度上解决了传统 Ostu 算法得到的阈值偏高, 导致小目标不易被检

测的问题。仿真实验表明该算法检测效果较稳定、有一定的实用性。

参考文献:

- [1] 刘晓东, 苏光大, 周全. 一种可视化智能户外监控系统 [J]. 中国图象图形学报, 2000, 5(12): 1024-1029.
- [2] Stavros Paschalakis, Miroslav Bober. Real Time Face Detection and Tracking for Mobile Video Conferencing [J]. Real Time Imaging, 2004, 10(2): 81-94.
- [3] Alexei A. Efros, Alexander C. Berg, Greg Mori, et al. Recognizing Action at a Distance [C]. International Conference on Computer Vision (ICCV), 2003.
- [4] Ostu N. A Threshold Selection Method from Gray Level Histograms. IEEE Transactions System Man and Cybernetics, 1979, 9(1): 62-66.
- [5] 黄晋. 一种快速、高效的分形图像编码方法 [J]. 四川理工学院学报: 自然科学版, 2008, 21(1): 63-65.
- [6] 谢焕田, 吴艳. 拉普拉斯方程有限差分法的 MATLAB 实现 [J]. 四川理工学院学报: 自然科学版, 2008, 21(3): 1-2.

Research on Improvement of the Ostu Algorithm

LIANG Jinming, WEI Zhengxi

(School of Computer Science, Sichuan University of Science & Engineering, Zigong 643000, China)

Abstract Intelligent video surveillance system has been gradually applied to many public places such as hospitals, marketplaces and so on. The algorithm for moving object detection is one of key techniques in this intelligent system. In this paper, we firstly compare some existing typical algorithms of object detection. And then the Ostu algorithm is introduced to process image. Then it is used to figure out a best threshold value during the object detection. Pointing to the existing problem of the traditional Ostu algorithm, it presents an improved method and test results finally.

Key words video surveillance; object detection; Ostu algorithm; moving object