

文章编号: 1000-5013(2010)01-0020-03

# 概率密度估计和阴影抑制的运动目标检测

张 静, 陈锦春, 黄华灿

(华侨大学 信息科学与工程学院, 福建 泉州 362021)

**摘要:** 采用核密度估计算法得到可靠背景, 通过试验准确地分割出前景物体. 利用最近的历史帧数据估计当前像素的概率密度, 以适应不同的复杂背景场景. 结合阴影抑制技术, 通过 HSV 色彩的阴影抑制处理降低目标检测的虚警率, 不仅减轻污染前景的程度, 还能得到更加合理的背景模型和前景目标, 提高运动目标检测的准确性和鲁棒性.

**关键词:** 运动检测; 阴影抑制; 核密度估计; 色彩空间; 模式识别

**中图分类号:** TP 391.41

**文献标识码:** A

目前, 常用的运动目标检测主要有背景消减法、时间差分法<sup>[1]</sup>和光流法<sup>[2]</sup>. 场景参考帧建模是基于背景帧差值法的一个关键技术. 传统的参数方法依赖于模型且假定密度分布的形式已知<sup>[3-4]</sup>, 并在此条件下来处理有监督学习过程. 这也就需要一定的有关待估计过程的先验知识, 但在很多计算机视觉和模式识别问题中是无法得到的, 且一般给出的概率密度形式很少符合实际情况. 本文为了更好的进行运动目标检测, 提出将模式识别中的非参数的概率密度估计应用在运动检测技术中.

## 1 核密度估计运动检测方法

### 1.1 核密度估计公式

基于核密度估计的运动检测方法是, 采用历史帧数据来估计当前帧像素的概率密度, 以设定概率密度阈值来取得运动前景的方法. 假设视频帧中有  $M$  个像素点, 每个像素点有  $N$  个样本, 每个样本在密度估计中视为同等贡献, 加权系数均为  $1/N$ . 即  $t$  时刻第  $i$  帧中的第  $j$  个像素值为  $x_j$ , 与该像素对应的第  $i$  个背景样本的像素值为  $x_{j,i}$  ( $i = 1, 2, \dots, N$ ), 则  $t$  时刻视频中第  $j$  个像素的概率  $p(x_j)$  可以通过

$$p(x_j) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N K(x_j - x_{j,i}) \quad (1)$$

进行估计. 其中:  $K$  为核估计子. 如果  $K$  取正态分布, 像素取一维的灰度, 则式(1)变为

$$p(x_j) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sum_{m=1}^d \frac{1}{\sqrt{2}} \exp \left\{ - \frac{[X(j,m) - X(j,m,i)]^2}{2} \right\}. \quad (2)$$

式(2)中:  $j$  为相应的核宽,  $d$  为特征维数. 设定概率阈值  $T$ , 将采用式(2)得到的概率通过  $p(x_j) < T$  进行选择. 如果满足  $p(x_j) < T$ , 就判断出相应的像素点为运动的前景物体; 否则, 判断为背景.

概率阈值选取越大, 误判为前景的机率越大; 选取太小, 则漏检率变大.  $T$  值一般根据具体情况由试验得到, 此处由图像计算得出的概率直方图观察获得.

### 1.2 核宽的估计

核宽 的估计对结果影响很大. 在背景估计中, 应该反映像素灰度由于图像模糊等产生的局部变化, 而不是反映灰度的跳跃变化<sup>[5-6]</sup>. 这种局部变化在图像中的不同区域分布并不一致, 因而要对每一个像素进行计算以选取适当的核宽.

收稿日期: 2008-11-23

通信作者: 黄华灿(1948-), 男, 教授, 主要从事视频处理及电子系统集成电路设计的研究. E-mail: hchuangqz@yahoo.com.cn.

基金项目: 福建省科技计划项目(2006T006); 泉州市科技计划项目(2006G3)

给定一个像素,其 可由像素相邻帧样本的绝对差中位数来计算. 假设局部分布服从  $N(\mu, \sigma^2)$  的高斯分布,那么,  $(x_i - x_{i+1})$  的绝对差值将服从高斯分布  $N(\mu, 2\sigma^2)$ . 所以,由高斯分布的对称性及样本中位数的定义,可得  $m = \sigma / (0.68 \sqrt{2})$ . 其中:  $m$  为样本中  $(x_i - x_{i+1})$  的绝对差值中位数.

2 阴影抑制

运动物体产生的阴影一般面积较大,且通常与物体相连<sup>[7]</sup>,如果不进行抑制,会使分割得到的前景物体变形,不能得到较好的轮廓. 由于  $V$  表示图像的亮度,不管是在彩色还是非彩色的情况下,它都能反映出图像的有用信息,所以总是被选作为判断的参数.

色彩  $S$  反映图像的色彩精确度会随着  $V$  的降低而降低. 如果图像是非彩色的,色度  $H$  分量就没有用处. 通过色彩  $S$  计算式来检测阴影区域,当  $V_B - V_I < S$ ,  $S = 1$ ;而在其他情况下,  $S = 0$ . 其中:  $V_B$  为样本中像素点的  $V$  分量值,  $V_I$  是当前帧中像素点的  $V$  分量值. 将阴影的  $V$  分量值同背景的改点值相比较,如果它的值在一定的阈值之下,那么就认为该点是阴影. 这里,检测出的阴影区域标记为“1”,非阴影区域点为“0”.

3 实验结果

实验环境为 CPU P4,主频 3.00 GHz,内存 1 GB,Windows XP 系统,VC++ 开发环境. 输入图像为 ATON 中的视频数据测试样本,图像为 QCIF 格式. 试验中背景样本为 30 帧灰度图像,按照式(2)计算图像中  $M$  个像素的概率. 由于只取  $Y$  分量值,为了方便可将式(2)修改为计算  $N$  个采样的概率和,即

$$p(x_j) = \sum_{i=1}^N \frac{1}{\sqrt{2}} \exp\left[-\frac{(x_i - x_{i,j})^2}{2}\right]. \tag{3}$$

核密度(KDE)概率直方图呈现出一定的规律性,如图 1 所示. 由图 1 可见,有前景的图 1(a)的直方图有概率很低的像素,根据直方图有陡直变平缓的点判断出阈值  $T$ ,小于阈值的为前景,其余为背景.

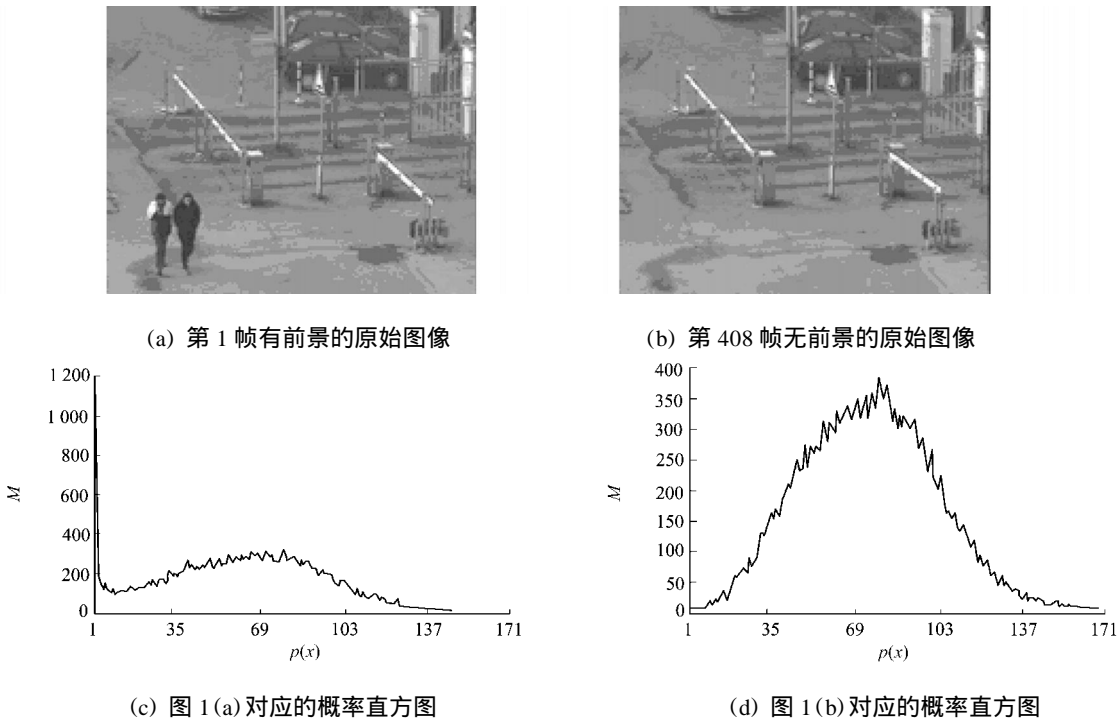


图 1 像素的概率分布直方图

Fig. 1 Probability distribution histograms of pixels

由于光线的变化使得阴影对前景产生了污染,初检时有很多噪声,如图 2 所示. 由图 2 可见,由于室内灯光的影响,第 296 帧人的腿部有较大的阴影,初次检测时阴影部分被误检为前景,前景轮廓不清晰,而经过阴影抑制,除去阴影对前景的污染,显现出了较清晰的前景轮廓. 经实验取得色彩  $S$  计算式

中的  $\alpha$  和  $\beta$  取值分别为 0.3 和 -0.05.

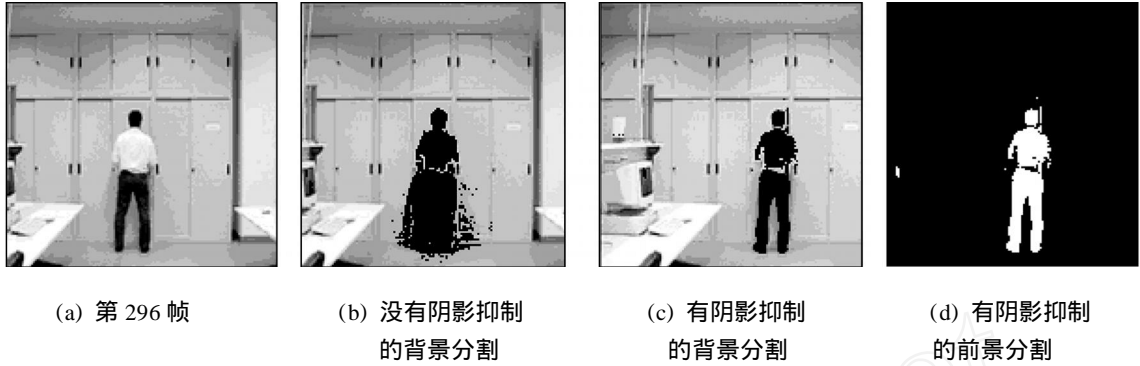


图 2 概率密度估计和阴影抑制的运动目标检测

Fig. 2 Motion detection based KDE and shadow suppress

## 4 结束语

将模式识别中的非参数的概率密度估计应用在运动检测技术中,通过试验能够较准确的分割出前景物体.使用的非参数估计不需要假定模型的密度分布形式,而是直接从样本数据的学习中估计出密度函数,避免了模型形式假定以及参数优化等问题.

### 参考文献:

- [1] PAVLIDIS I, MORELLAS V, TSIAMYRTZIS P, et al. Urban surveillance systems: From the laboratory to the commercial world[J]. Proceedings of the IEEE, 2001, 89(10): 1478-1497.
- [2] MEYER D, DENZLER J, NIEMANN H. Model based extraction of articulated objects in image sequences for gait analysis[J]. Pro IEEE International Conference on Image Processing, 1997, 3(26/29): 78-81.
- [3] TOYAMA K, KRUMM J, BRUMTT B, et al. Wallflower: Principles and practice of background maintenance[J]. Proceedings of IEEE International Conference on Computer Vision, 1999, 1: 255-261.
- [4] STAUFFER C, GRIMSON W E L. Learning patterns of activity using realtime tracking[J]. IEEE Transactions on Pattern analysis and Machine Intelligence, 2000, 22(8): 747-757.
- [5] EL GAMMAL A M, HANVOOD D, DAVIS L S. Non-parametric model for background subtraction[M]. London: Springer-Verlag, 2000: 751-767.
- [6] 毛燕芬, 施鹏飞. 一种核密度估计动态场景建模算法[J]. 数据采集与处理, 2004, 19(2): 391-394.
- [7] 毛燕芬, 施鹏飞. 高斯核密度估计背景建模及噪声与阴影抑制[J]. 系统仿真学报, 2005, 17(5): 1182-1184.

## Kernel Density Estimation for Motion Detection and Shadow Suppression

ZHANG Jing, CHEN Jin-chun, HUANG Hua-can

(College of Information Science and Engineering, Huaqiao University, Quanzhou 362021, China)

**Abstract:** This paper proposed a method of kernel density estimation (KDE) to get reliable background, and extract foreground object accurately by the experiment. In order to improve adaptive ability for different backgrounds, historical pixels are used to estimate the probability density of current pixels. Combined with shadow suppression, Hue-Saturation-Value (HSV) color information is used to detect and suppress moving cast shadows. This not only alleviate the pollution of foreground, but also get more reasonable background model and foreground object, and improve the accuracy and robustness of motion detection.

**Keywords:** motion detection; shadow suppression; kernel density estimation; color space; pattern recognition

(责任编辑: 鲁 斌 英文审校: 吴逢铁)