

文章编号: 1001-2486(2003)03-0066-04

基于减背景技术的运动目标检测方法研究^{*}

林洪文, 姚作樑, 涂 丹, 李国辉

(国防科技大学人文与管理学院, 湖南长沙 410073)

摘要: 首先利用统计的方法得到背景模型, 并实时地对背景模型更新, 以适应光线变化和场景本身的变化; 减背景操作后, 用形态学方法和检测连通域面积进行后处理, 消除噪声和背景扰动带来的影响; 最后在 HSV 色度空间下检测阴影, 得到准确的运动目标。

关键词: 减背景; 运动目标; 检测

中图分类号: TN911.7 **文献标识码:** B

The Research of Background-subtraction Based Moving Objects Detection Technology

LIN Hong-wen, YAO Zu-liang, TU Dan, LI Guo-hui

(College of Humanities and Management, National Univ. of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: A statistical method is used to obtain the background model, which is updated real time in order to adapt to illumination changes and scene changes. After the threshold operation, morphologic operation and connected region area measurement are introduced to solve the background disturbance problem. Finally, the shadow is detected using HSV color space information and gets exact moving objects.

Key words: background subtraction; moving objects; detection

运动目标检测是计算机视觉领域的一个重要的研究问题, 目前, 视频信号的智能化处理需求日益增加, 正确地从视频流中提取运动目标是许多智能视频系统, 如视频监控^[1]、交通自动监控^[2]、人体检测与跟踪^[3]等的基础部分。

在摄像头固定的情况下, 减背景^[3,4]是常用的运动目标检测方法。其基本思想是将当前帧图像与事先存储或者实时得到的背景图像相减, 若像素差值大于某一阈值, 则判此像素为运动目标上的, 阈值操作后得到的结果直接给出了目标的位置、大小、形状等信息, 但通常的减背景方法对光线、天气等光照条件的变化非常敏感, 运动目标的阴影也常常被检测为运动目标的一部分, 这将影响检测结果的准确性。本文以减背景方法为基础, 提出了一种有效的运动目标检测方法。

1 运动目标检测过程

1.1 背景模型的获取和更新

现有的一些背景模型获取方法大都需要在场景中没有运动目标的情况下进行, 但是在实际应用中, 有时无法满足这种要求。本文提出一种基于统计的背景模型提取方法, 该方法基于这样的假设, 在背景模型提取阶段, 运动目标可以在监视区域中运动, 但不会长时间地停留在某一位置上, 这个假设在实际应用中很容易满足。

对视频画面中某一像素点进行一段时间的观测, 可以发现, 只有在前景运动目标通过该点时, 它的亮度值才发生大的变化。对该像素点的亮度值进行统计, 在一段时间内, 亮度值主要集中在很小的一个区域中, 因此, 可以用这个区域内的平均值作为该点的背景值。

* 收稿日期: 2002-12-03

作者简介: 林洪文(1977-), 男, 硕士生。

要使背景模型能够对外界光线变化具有自适应性, 必须实时地对背景模型进行更新。背景中固定的部分也可能发生移动, 发生移动后的区域在一段时间内将被误检测为运动目标, 但不应该永远将其看作是运动目标, 这也需要有一个有效的背景更新策略。另外, 运动目标也可能长时间停止在场景中, 对于这部分区域, 可以一直认为是前景, 也可以在一段时间后将其看作是背景的一部分, 本文采用后者。

对于光线变化, 本文选择最近 N 帧没有前景目标通过的像素点进行更新。具体更新过程如下:

$$B_{n+1}(x, y) = \alpha B_n(x, y) + (1 - \alpha) \frac{I_{n-N}(x, y) + I_{n-N+1}(x, y) + \dots + I_n(x, y)}{N} \quad (1)$$

其中 $B_n(x, y)$, $B_{n+1}(x, y)$ 分别代表当前帧和下一帧背景值, $I_{n-N}(x, y)$, \dots , $I_n(x, y)$ 分别代表该点最近的 N 个亮度值。 $\alpha \in (0, 1)$, 为更新系数, 控制背景更新的速度。

对于场景本身的变化, 则采用如下方法进行更新:

对于每个像素点 $I(x, y)$, 统计它连续被检测为前景的次数 $num(x, y)$, 如果 $num(x, y)$ 超过一定阈值 TH_{num} , 则将该点的背景用当前的前景替代。 TH_{num} 的取值不能太小, 否则将会把在背景内做短暂停留的对象更新到背景中, 影响后面检测的准确性。

1.2 阈值分割及后处理

阈值分割是比较当前图像和背景图像中对应像素点的差异, 如果差异值大于一定阈值, 则判定该像素为前景运动目标的组成像素。用来比较的量可以是颜色、灰度和亮度等, 本文采用亮度值相减, 检测规则如下:

$$M(x, y) = \begin{cases} 0, & |I(x, y) \cdot Y - B(x, y) \cdot Y| < TH \\ 1, & |I(x, y) \cdot Y - B(x, y) \cdot Y| \geq TH \end{cases} \quad (2)$$

其中, $I(x, y) \cdot Y$ 表示当前图像中的像素点亮度值, $B(x, y) \cdot Y$ 表示背景图像中对应位置的像素点的亮度值, TH 为阈值。最终结果得到的是一个二值图像, 将 $M(x, y)$ 覆盖到原始图像上, 值为 1 的部分所对应的像素点就是运动像素点。

噪声的影响, 会使一些背景区域被检测成运动区域, 也可能使运动目标内的部分区域被漏检; 另外, 背景的扰动, 如树枝、树叶的轻微摇动, 也会使这部分被误判断为运动目标。为了消除这些影响, 本文用数学形态学和判断连通域大小的方法进行后处理。首先对检测后的结果进行闭运算, 得到运动目标的完整区域; 再计算每个独立的前景区域的大小(即包含的像素点数目), 如果小于一定值, 则将其抛弃, 不认为是前景运动目标, 最后得到准确的运动区域。

1.3 阴影检测

通常的运动目标检测方法都无法直接区分运动目标和阴影, 因为阴影部分与运动目标部分具有某些相似的视觉特征, 这就给阴影检测带来困难。在 RGB 空间中, 人的感知差别和计算差别的一致性较差, 而 HSV 颜色空间具有较好的颜色感知一致性^[5], 适合计算图像之间的颜色相似性, 因此, 对阴影的检测在 HSV 颜色空间下进行。

当一个像素点被阴影覆盖, 它的亮度值变小, 色度信号变化不大, 而被运动目标覆盖时, 亮度可能变大, 也可能变小, 色度变化较大, 本文使用如下公式判断阴影:

$$S(x, y) = \begin{cases} 1, & \alpha \frac{I(x, y) \cdot V}{B(x, y) \cdot V} \leq \beta \Delta(I(x, y) \cdot S - B(x, y) \cdot S) \leq \tau_s \wedge |I(x, y) \cdot H - B(x, y) \cdot H| \leq \tau_H \\ 0, & \text{其它} \end{cases} \quad (3)$$

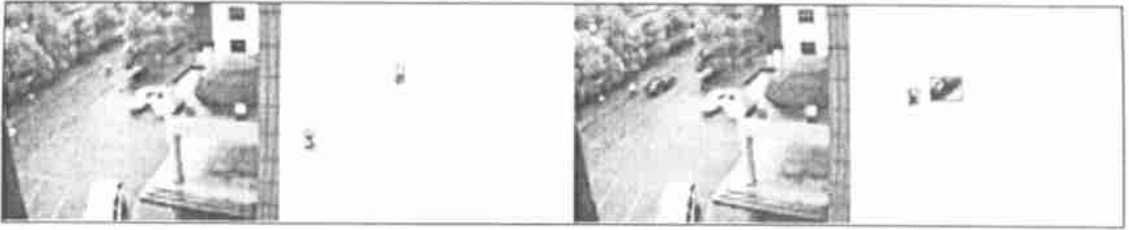
其中, $I(x, y)$ 表示当前帧, $B(x, y)$ 表示背景模型, H 、 S 、 V 表示在 HSV 颜色空间下的各个组成分量。设置 α , 是考虑到光源的影响, 光源亮度越强, α 取值越小; 设置 β , 是为了去除噪声的影响 ($0 < \beta < 1$)。 τ_s 一般取负值, τ_H 的设置是为了判断当前帧与背景模型之间明显的差异。背景模型的 H 、 S 、 V 值初始化和更新过程与 y 值处理过程相同。

由于前景与阴影没有严格的界限, 使用上式检测阴影的过程中, 也会将一部分运动目标的区域检测

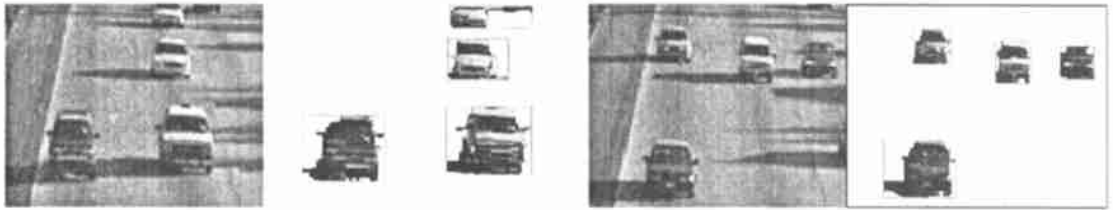
为阴影, 所以还要对检测后的结果进行一次后处理。后处理的方法是对阴影检测后的图像分别进行水平和垂直两个方向的扫描, 如果两个前景像素点间由阴影像素点连接, 并且间隔小于一定值, 则将这两个像素点间的所有像素都标记为前景点。

2 实验结果

利用本文的方法在室内、室外多种场景中进行实验, 实验结果如图1所示。其中图1(a)是从在四楼对楼前运动目标进行实时监控的结果, 分别在不同天气条件(晴天、阴天、雨天等)和不同的时间段(早晨、中午、傍晚)进行测试, 都取得了很好的效果。图1(b)是对一段阴影影响较大的交通视频的处理结果, 经过阴影检测过程, 消除了阴影的影响, 正确地将连在一起的车辆分离出来, 得到每辆车的真实运动区域。图1(c)是对一间普通的屋子进行实时监控的检测结果, 在该环境里, 不需要特定的照明条件, 也不需要运动目标(人)穿特殊的衣服, 就能将运动区域准确检测出来。



(a)



(b)



(c)

图1 实验结果

Fig. 1 Experiment results

表1是检测结果的数据显示, 可以看出, 本文使用的方法在各种场景中都能取得较高的准确率。

表1 检测结果

Tab. 1 Detection result

场景	实际运动目标数目	正确检测数目	准确率
楼前(a)	192	184	95.8%
交通(b)	364	342	94.0%
室内(c)	25	25	100%

3 结论

提出了一种有效的基于减背景技术的运动目标检测方法, 该方法的优点在于可以在存在运动目标的情况下, 提取出背景模型, 并能有效地处理外界光照条件变化、场景变化、背景扰动、阴影等带来的影响。实验结果表明, 该方法快速、准确, 有着广泛的实用性。

本文方法还存在一些问题, 需要进一步解决。首先是在阈值分割过程中, 由于只用到亮度值, 当前景运动目标与背景亮度很接近时, 运动目标很难被检测出来, 或者是运动目标出现较大的空洞, 对于这种情况, 可以在阈值分割过程中考虑颜色、轮廓、深度等信息; 其次, 本文运动目标检测过程中一些阈值的选取目前主要是靠经验, 有些阈值(如阈值分割过程中的 TH 和背景更新过程中的 TH_{num} 等)可以适应多个场景, 但也有些阈值(如阴影检测过程中的 α 、 β 、 τ_s 、 τ_t 和连通域大小的选取等)对于不同的场景取值不同, 因此, 如何为各种场景提取自适应的阈值, 也是一个值得研究的问题。

参考文献:

- [1] Collins R, Lipton A, Kanade T, Fujiyoshi H, Duggins D, Tsin Y, Tolliver D, Enomoto B, Hasegawa O. A System for Video Surveillance and Monitoring [R]. Tech. Report CMU-RI-TR-00-12, Robotics Institute, Carnegie Mellon University, May, 2000.
- [2] Smith E, Richards C A. Visual Tracking for Intelligent Vehicle-highway Systems [J]. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 1996, 45(4): 744-758.
- [3] Needham C J, Boyle R D. Tracking Multiple Sports Players through Occlusion, Congestion and Scale [C]. In: British Machine Vision Conference, 2001, 1: 93-102.
- [4] Elgammal A, Harwood D, Davis L. Non-parametric Model for Background Subtraction [C]. In European Conference on Computer Vision, 2000: 751-767.
- [5] Herodotou N, Plataniotis K N, Venetsanopoulos A N. A Color Segmentation Scheme for Object-based Video Coding [C]. In Proceedings of the IEEE Symposium on Advances in Digital Filtering and Signal Processing, 1998: 25-29.

(上接第 48 页)

参考文献:

- [1] Selinger A, Socolinsky D A. Appearance-based Facial Recognition Using Visible and Thermal Imagery: A Comparative Study [R]. Technical Report 02-01, Equinox Corporation, 2002.
- [2] Yambor W S. Analysis of PCA-Based and Fisher Discriminant-based Image Recognition Algorithms [R]. Technical Report CS-00-103, Colorado State University, 2000.
- [3] Wilder, Phillips P J, Jiang C H, Wiener S. Comparison of Visible and Infrared Imagery for Face Recognition [C]. In Proceedings, International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, 1996: 182-187.
- [4] Prokoshi F J, Riedel R B, Coffin J S. Identification of Individuals by Means of Facial Thermography [C]. IEEE International Conference on Security Technology, 1992: 120-125.
- [5] Ho T K, Hull J J, Srihari S N. Decision Combination in Multiple Classifier Systems [J]. IEEE Transactions on Pattern and Machine Intelligence, 1994, 16(1): 66-75.