

文章编号: 1000-5013(2007)01-0030-04

HSV 彩色空间的室内外运动人检测与阴影消除

陈柏生

(华侨大学 信息科学与工程学院, 福建 泉州 362021)

摘要: 提出一种用于运动目标的分割, 基于最大统计概率的自适应背景模型, 采用简单的背景重建方法, 用于维护背景以适应场景的动态变化. 利用阴影区域亮度和色调的特点, 在 HSV (Hue Sataration Value) 空间消除运动阴影, 使得运动目标的分割更为准确. 为了客观的评价所提出的阴影检测算法的性能, 引入一种量化的方法, 对不同光照和环境条件视频的实验结果及量化分析表明, 方法是有效的.

关键词: 运动检测; 背景减除; HSV 彩色空间; 阴影消除

中图分类号: TP 391. 41

文献标识码: A

背景减除方法^[1-2]是目前运动分割中最常用的一种方法, 它能够提供最完整的特征数据, 但对于动态场景的变化, 如光照和外来无关事件干扰等特别敏感. 运动物体产生的阴影, 给运动物体的准确检测带来了很大的困难, 它可能与被检测的目标相连, 也可能与目标分离. 在目标相连的情况下, 影子扭曲了目标的形状, 从而使得以后基于形状的识别方法不再可靠; 而在与目标分离的情况下, 影子有可能被误认为场景中一个完全错误的目标. 目前已有不少的文献对阴影问题进行了研究, 这些处理方法主要可以分为基于模型^[3]和基于阴影特征^[4]的方法. 本文提出了一种基于最大统计概率的背景模型用于运动目标的检测, 并采用背景重建的方法来维护背景以适应场景的动态变化, 与大多数现有的方法相比, 其最大的特点是算法简单且有效. 同时, 本文提出了一种基于阴影特征的阴影检测方法, 它利用阴影区域点在色调和亮度上的特征来检测阴影, 并在 HSV 彩色空间实现.

1 背景模型

考虑到背景环境是一个时间渐变的过程, 因此可把对每一个点的建模过程称之为“基于像素的处理”. 这样, 每一个像素处理都是一系列在相应时间内(从起始时间到当前时间)的该点像素值的集合. 给定背景模型初始化时间 t (通常取 10~ 30 s), 对任意位置点 (x, y) , 该点在时间 t 内出现的不同像素值记为 μ_i ; 各像素值在该点出现的频度记 $f(\mu_i)$ 为. 可以认为, 具有最大统计概率的值就是对应背景图象中该点的像素值的数学期望, 即

$$B(x, y, t) = \max_{\mu_i} f(\mu_i). \quad (1)$$

其中, N 是时间 t 内点 (x, y) 出现的不同像素值的数目. 在算法具体实现的时候, 为每个象素点建立一个时间统计直方图, 记录该点在背景建立过程中出现的像素值及其出现频率, 如图 1 所示.

背景环境受天气和光照条件的影响, 而不断地发生变化, 因此, 背景必须

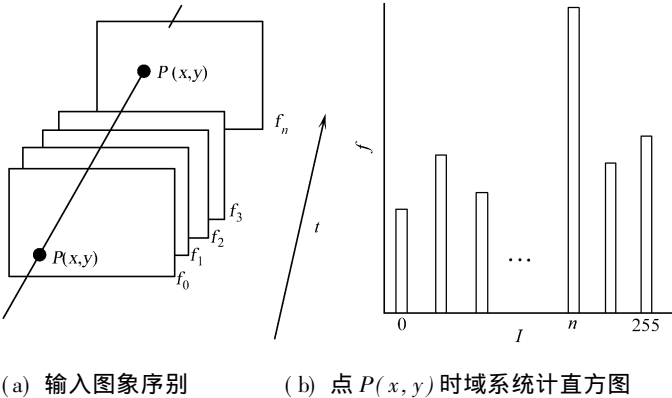


图 1 背景模型初始化

Fig. 1 Background model initiation

收稿日期: 2006-03-27

作者简介: 陈柏生(1980-), 男, 助教, 硕士, 主要从事图像处理模式识别的研究. E-mail: samchen@hqu.edu.cn
© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

不断地更新以适应场景的动态变化. 为了达到这个目的, 许多背景维护的算法被提出来^[1-2]. 不同于大多数的背景方法, 本文并没有设计专门的背景维护算法, 而是周期性地执行背景初始化的操作, 重新获取背景. 因此, 方法可以更准确的适应场景的变化, 获取最新的当前背景的信息. 使用本文方法获得的背景与真实背景的误差, 如图 2 所示.

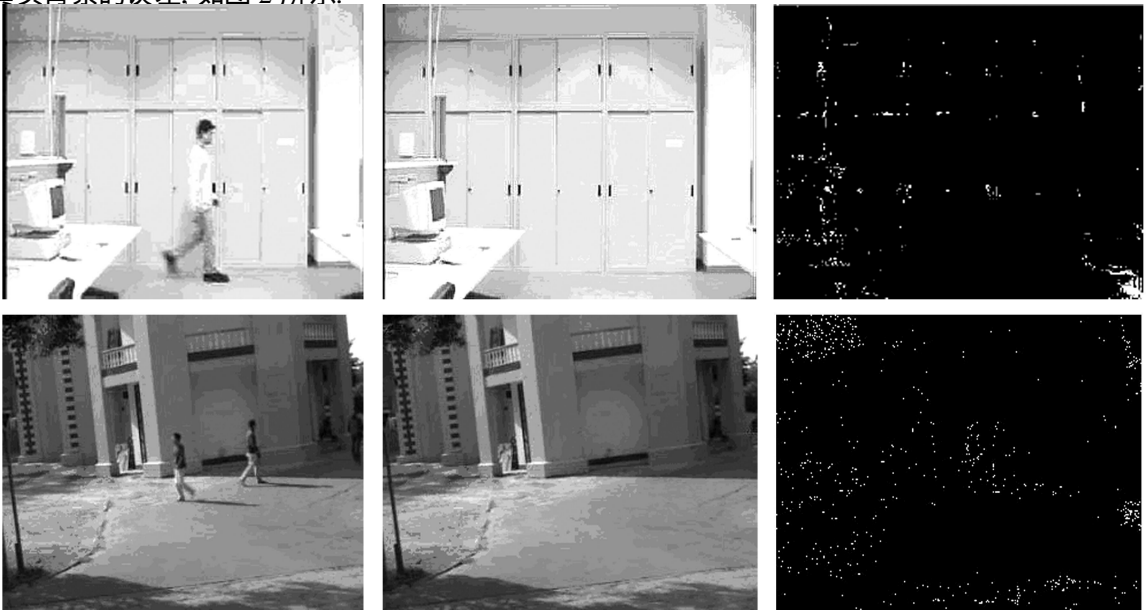


图 2 获得的背景图像及其与真实背景的误差

Fig.2 Error between the obtained background image and the real background

2 HSV 颜色模型的阴影检测

阴影是物体表面未被光源直接照射形成的暗区域, 分为自身阴影和投射阴影. 自身阴影区域是物体本身的一部分, 而投射阴影是物体沿光源方向投射形成的区域. 本文所关注的是运动目标的投射阴影. 运动阴影像素与运动区域像素一样和背景有较显著的差异, 因而在背景减除的操作中常常作为运动目标的一部分被抽取出来. 但同时, 阴影区域本身也具有一些与运动区域相区别的一致性特征, 这些特征在许多文献中被用于阴影的检测. 本文利用以下 3 个特征来对阴影进行处理. (1) 文[5]研究表明, 阴影区域内的点与背景中对应点的比值成比较严格的线性. 我们对各种光场条件下产生的阴影进行分析, 发现其比值在 1.0~ 2.5 之间. (2) 阴影区域相对背景区域亮度降低, 但是颜色并没有显著变化. (3) 阴影区域相对背景区域饱和度降低.

HSV 彩色模型非常符合人对颜色的视觉感知的生理特性, 而且能更精确地反映一些灰度信息和色彩信息. 特别对于图像中极亮和极暗的物体, 也能很好地反应出相应的信息. 因此, 选择在 HSV 颜色空间对阴影进行处理. 本文提出的阴影检测算法分为两步. 首先执行背景减除操作, 将运动区域(包括阴影区域)从场景中提取出来; 然后, 对运动区域分析, 检测出阴影. 背景减除操作表示为

$$F(x, y) = \begin{cases} 1, & |I^V(x, y) - B^V(x, y)| \geq 2 \times \alpha(x, y), \\ 0, & \text{其他} \end{cases} \quad (2)$$

其中, $I(x, y)$ 是当前输入图像, $B(x, y)$ 是当前背景图像, $F(x, y)$ 是背景减除后的二值化图像, $\alpha(x, y)$ 是背景偏差的平均值, 其计算式为

$$\alpha(x, y, i) = \max(\sigma_{\min}, \alpha |I(x, y, i) - B(x, y)| + (1 - \alpha)\alpha(x, y, i - 1)). \quad (3)$$

在式(3)中, 引入最小背景偏差值 σ_{\min} 是为了防止输入图像较长时间维持为背景, 而导致背景偏差值变得很低; α 是学习速率. 阴影区域的检测是针对上面提取的运动区域进行的, 利用阴影区域如前述的亮度、色调和饱和度 3 个分量的特征来分割运动阴影, 其操作为

$$S(x, y) = \begin{cases} 1, & \alpha \leq \frac{B^V(x, y)}{I^V(x, y)} \leq \beta \wedge D^H(x, y) \leq \tau_H \wedge I^S(x, y) - B^S(x, y) \leq \tau_S \\ 0, & \text{其他} \end{cases} \quad (4)$$

其中, α 和 β 是阴影点与对应背景点的亮度比值的上、下界值; τ_H 和 τ_S 分别是色调和饱和度的阈值. 阴影点与对应背景点的色调差为

$$D^H(x,y) = \min(|I^H(x,y) - B^H(x,y)|, 360 - |I^H(x,y) - B^H(x,y)|). \tag{5}$$

3 实验与分析

本文的实验对象包括不同光照条件和环境下的运动人视频. 其中, 校园是室外场景, 实验室和智能屋是室内场景. 实验所需各参数的设置分别为 $\alpha_{\min}=10$, $\alpha=1$, $\beta=3$, $K=50$, $\tau_H=20$, $\tau_S=0$. 实验结果如图 3 所示. 在智能屋的实验中, 阴影几乎难以为人眼辨别(图 3a), 但仍在背景差分中被检测出来了(图 3c); 实验室中, 人的衣服与背景颜色极为相似(图 3e), 故在背景差分的操作中, 属于运动目标的较多小区域, 未能从背景成功提取. 同时, 由于较强噪声的干扰, 一些背景点也被误判为前景点(图 3g), 这些误差在后处理中得到了补偿(图 3f). 校园是室外环境, 场景比较混乱, 而且具有很大的噪声干扰, 但是运动目标的检测和阴影的去除仍然获得了令人满意的结果(图 3k, l).

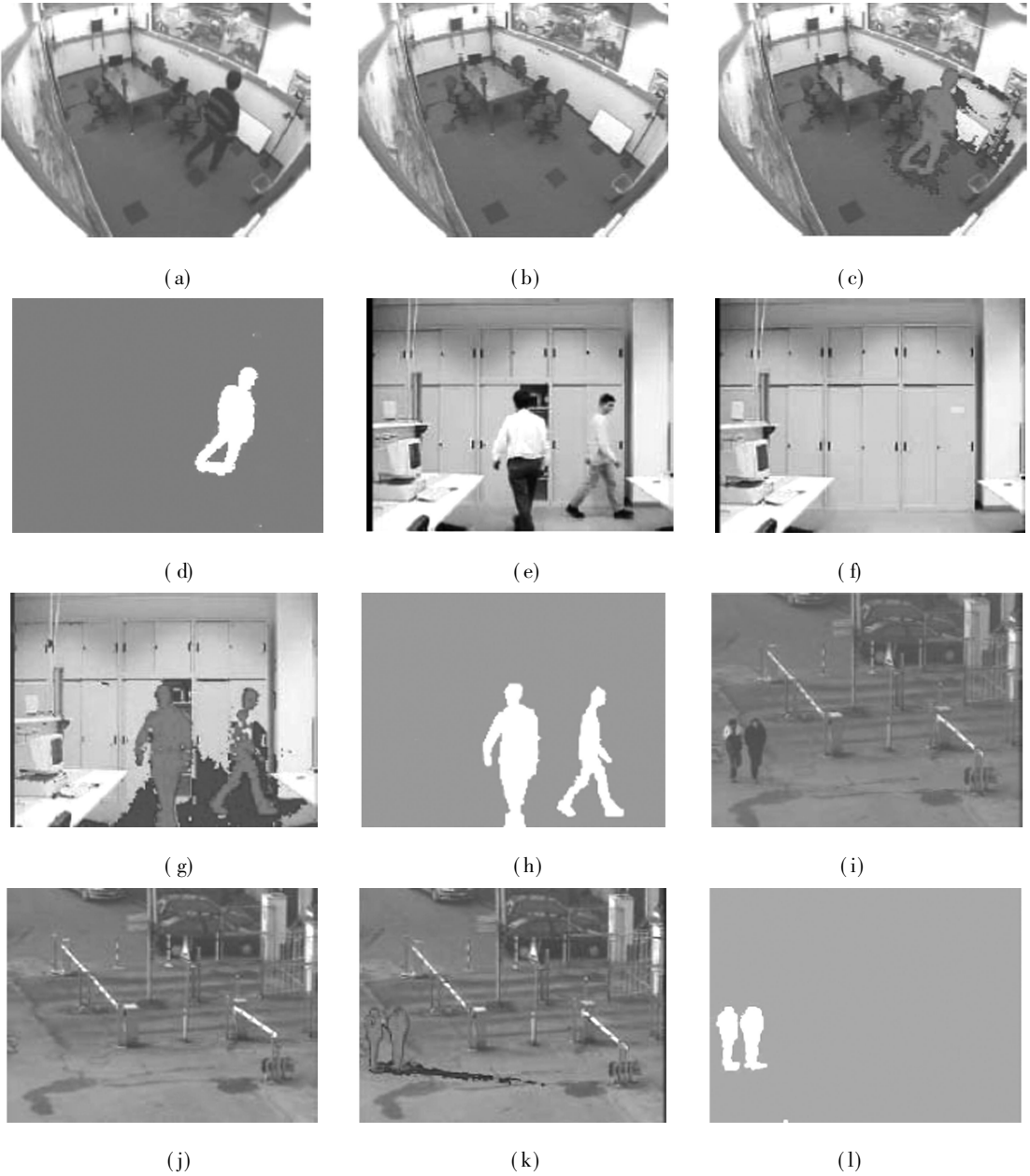


图 3 室内外场景的运动人和阴影检测

Fig.3 Detection of moving people and shadow in indoor and outdoor sequences

为了进一步的评价阴影检测算法的性能,本文引入了一种量化的评价方法.即一个阴影检测算法的优劣可以由检出率和误检率两个特征来衡量.前者意味着应该使得阴影点被判为前景/背景点的概率尽量小;后者意味着前景/背景点被判为阴影点的概率也应当尽量小.文[6]提出了一种检出率(R_D)和误检率(R_{FA})的计算方法,即

$$R_D = n_{TP}/(n_{TP} + n_{FN}), \quad R_{FA} = n_{FP}/(n_{TP} + n_{FP}).$$

(6)

在式(6)中, n_{TP} 是场景中运动阴影区域的真实点数,由手工细致分割获得; n_{FN} 是阴影点被判为前景/背景点的数目; n_{FP} 是前景/背景点被判为阴影点的点数.按照式(6)的计算,本文算法对校园、实验室和智能屋的检出率和误检率,如表1所示.

表 1 3 个实验对象的检出率和误检率

Tab.1 Experimental results of quantitative evaluation

试验视频	视频类型	噪声水平	$R_D/(%)$	$R_{FA}/(%)$
智能屋	室内	低	91.65	11.59
实验室	室内	中	89.38	12.46
校园	室外	高	90.54	10.84

4 结束语

本文提出一种基于最大统计概率的自适应背景模型用于运动目标的分割,与大多数现有的背景方法相比,其最大的特点是算法的简单且易于实现.对几组不同光照条件下的室内、室外运动人检测的试验结果及量化分析表明,本文提出的方法有效.该方法存在的问题是,背景点与阴影点的亮度比值阈值,色调和饱和度的差分阈值 3 个关键参数都是手工设置的经验值.另外,HVS 空间的色调分量在亮度降低到一定值的时候将不再可靠.这将是今后工作中要研究的问题.

参考文献:

[1] HARITAOGLU I, HARWOOD D, DAVIS L. W4: Real time surveillance of people and their activities[J]. IEEE, Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2000, 22(8): 809-830.

[2] STAUFFER C, GRIMSON W. Adaptive background mixture models for real time tracking[C]// Proceedings of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. Colorado: Fort Collins, 1999: 246-252.

[3] YONEYAMA A, YEG C H, KUO G-C J. Moving cast shadow elimination for robust vehicle extraction based on 2D joint vehicle/shadow models[C]// Proceedings of IEEE Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance. Houston: IEEE Computer Society Press, 2003: 229-236.

[4] 王运琼, 游志胜, 刘直芳. 基于空间特征的汽车阴影分割方法[J]. 光电工程, 2003, 30(2): 64-67.

[5] ROSIN P L, ELLIS T. Image difference threshold strategies and shadow detection[M]. Birmingham: BMVA Press, 1995: 347-356.

[6] PRATI A, MIKIC I, TRIVEDI M M, CUCCHIARA R. Detecting moving shadows: algorithms and evaluation[J]. IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2003, 25(7): 918-923.

Indoor and Outdoor People Detection and Shadow Elimination

by Exploiting HSV Color Information

CHEN Bai sheng

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

Abstract: A method to divide the motion target by using an adaptive background model based on maximum statistical probability is proposed in this paper. Using a simple method of background reconstruction and background maintenance to adapt the scene changed. Moving cast shadows mostly exhibit a challenge for accurate moving targets detection; the problem is addressed in this paper by exploiting HSV (Hue Sataration Value) color information. Furthermore, a quantitative method is introduced to evaluate the algorithm on a benchmark suite of indoor and outdoor video sequences. The experimental results are given and the performance of the algorithm is effect.

Keywords: motion detection, background subtraction, HSV color space, shadow elimination

(责任编辑: 黄仲一)