

第31卷 第4期
2012年8月

沈阳理工大学学报
Journal of Shenyang Ligong University

Vol. 31 No. 4
Aug. 2012

文章编号: 1003-1251(2012)04-0011-05

HSV 空间特征和纹理特征的阴影检测算法研究

李媛¹ 张艳珠¹ 渠彪² 李小娟¹

(1. 沈阳理工大学 信息科学与工程学院, 辽宁 沈阳 110159; 2. 厦门大学 信息科学与技术学院, 福建 厦门 361005)

摘要: 为了提高检测和跟踪算法的准确性, 提出了一种基于阴影在 HSV 空间下的特点和纹理特征的阴影检测与去除算法。该算法针对阴影区域覆盖的地面和未被阴影区域覆盖的地面纹理特征基本不变的特点, 先检查序列图像中的运动区域, 然后在运动区域内, 根据阴影在 HSV 空间下的特点和纹理特征对阴影进行检测与去除, 为运动目标的后续处理排除阴影干扰。实验结果表明, 该算法能够很好地抑制噪声, 有效检测、去除图片中运动目标的阴影。

关键词: HSV 颜色空间; 纹理特征; 阴影检测
中图分类号: TP391 文献标志码: A

A Shadow Detection Algorithm Research Based on HSV Space Features and Texture Features

LI Yuan¹, ZHANG Yanzhu¹, QU Biao², LI Xiaojuan¹

(1. Shenyang Ligong University, Shenyang 110159, China;

2. Xiamen Information Science and technology College, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: In order to improve the accuracy, this paper proposes a shadow detection and removal algorithm based on the features of HSV space and texture. Either the area is covered by the shadow or not, it always has the same texture feature. Based on this point, the algorithm firstly detect the moving area in series images, and then in moving area, based on the different characteristics of shadow when in HSV space and its texture feature, it is detected from the moving target and it is removed disturbance for the following processing. Experimental results show that the proposed algorithm can detect the noise and shadow and remove them effectively.

Key words: HSV color space; texture features; shadow detection

近年来, 随着图像技术的不断发展, 产生许多阴影检测的算法, 主要分为两大类: 基于统计学的阴影检测方法和基于确定阈值的阴影检测方法^[1-3]。其中, 基于统计学的阴影检测方法又可

以分为基于参数的阴影检测方法和基于非参数的阴影检测方法; 基于确定阈值的阴影检测方法可以分为基于模型的阴影检测方法和基于非模型的阴影检测方法。此外, 如果按照图像的光谱特性

收稿日期: 2012-05-07

作者简介: 李媛(1986—), 女, 硕士研究生; 通讯作者: 张艳珠(1971—), 女, 副教授, 博士, 研究方向: 目标识别, 分数阶控制, 智能算法。

来分类,可以分为基于灰度图像的阴影检测算法和基于彩色图像的阴影检测算法;如果按照时间特性来分类,可以分为动态阴影检测算法和静态阴影检测算法。但传统的大多数阴影检测算法往往假设光源照射的方向、场景几何形状和目标模型等都是已知的,但在实际检测阴影时,大多是在混合交通环境下,由于人车混杂,而且在室外,这些假设往往不成立,为了解决这一问题,本文利用被阴影覆盖的地面与未被阴影覆盖的地面纹理特征不变的特点,提出了一种阴影检测算法。

1 阴影检测的范围

阴影有如下四点特点:(1)运动目标与它的阴影一同运动,所以,两者有相同的运动状态;(2)运动目标与它的阴影一同运动,所以,阴影会被误检为运动目标;(3)被阴影区域覆盖的地面和未被阴影区域覆盖的地面虽然颜色有所改变(颜色变暗),但是纹理特征基本不变;(4)阴影是由于光线对物体的照射产生的,所以阴影与物体具有相似的外轮廓。

在视频序列中,当阳光照射到运动目标时,运动目标会产生一个阴影,阴影与运动目标一同运

动。所以,可以用运动目标检测的方法先检测图像中的运动区域,检测出的运动区域包含运动目标和该运动目标产生的阴影。然后在检测出的运动区域内对阴影进行检测与去除,而不必在整幅图像中进行阴影检测,可提高算法的处理速度。

运动目标检测的方法有三种^[4],即:背景减除法(background subtraction)、光流法(optical flow)和帧差法(frame difference)。其中背景减除法通过对图像序列中当前帧图片和背景图片进行减法运算检测运动目标^[5]。该方法通过对每帧图像和背景图像进行对比,将两幅图像像素差别大于阈值的像素点看做是运动目标,像素差别小于阈值的像素点看做是背景。设图像序列第 k 帧图片为 $f_k(x, y)$, 建立的背景模型为 $B_k(x, y)$, 则背景减除法的表达式为

$$D_k(x, y) = |f_k(x, y) - B_k(x, y)| \quad (1)$$

$$M_k(x, y) = \begin{cases} 0 & D_k(x, y) < T \\ 1 & D_k(x, y) \geq T \end{cases} \quad (2)$$

式中: $D_k(x, y)$ 表示图片矩阵与背景模型的差矩阵; T 为设定的阈值; $M_k(x, y)$ 为测后得到的二值图像。通过背景减除法得到的二值图像 $M_k(x, y)$ 中,白色区域代表检测出的前景,即运动目标;黑色区域代表背景。实验图像如图 1 所示。

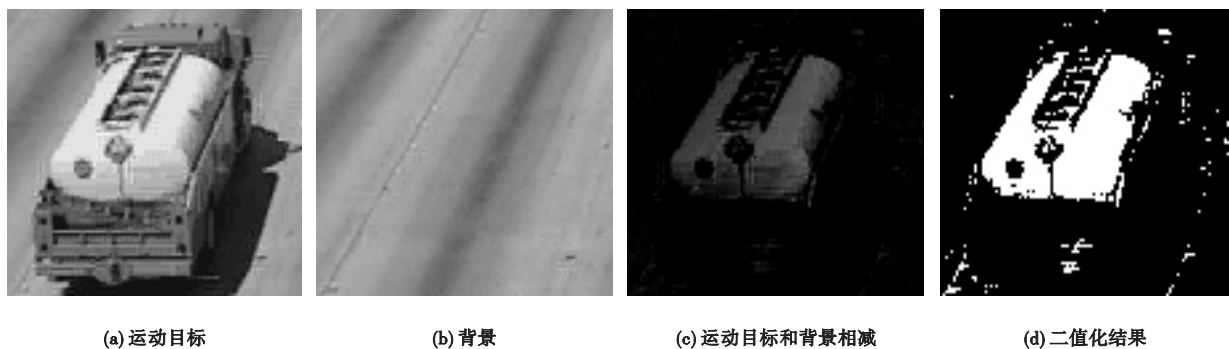


图 1 背景减除法检测运动目标

2 基于 HSV 空间的阴影检测

RGB 空间中,如果运动目标的颜色和阴影的颜色相似,则阴影检测与去除工作将无法进行,所以本文算法在 HSV 颜色空间中检测运动目标的阴影。这个模型中颜色的参数分别是:色调(H)、饱和度(S)、亮度(V)。HSV 颜色模型的三维表示

是从 RGB 空间的立方体演化而来。设想从 RGB 沿立方体对角线的白色顶点向黑色顶点观察,可以看到立方体的六边形外形。六边形边界表示色彩,水平轴表示纯度,明度沿垂直轴测量。对于一副含有运动目标和阴影的 RGB 图像,将其转化到 HSV 空间,并将其在 HSV 空间的三个分量给出,如图 2 所示。

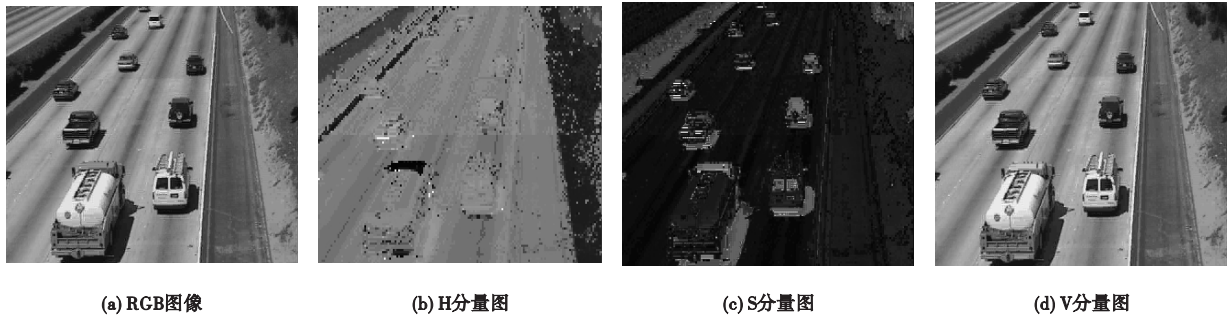


图 2 RGB 图像和 HSV 图像空间的三个分量

从图 2 可看到,被阴影覆盖的背景区域和未被阴影覆盖的背景区域的色调值变化不大,饱和度值相对变大,亮度值相对变小。所以有如下决策公式,用来判断像素点是否为阴影:

$$\begin{cases} \alpha \leq \frac{I^V(i,j)}{B^V(i,j)} \leq \beta \\ |I^S(i,j) - B^S(i,j)| \leq \tau_S \\ |I^H(i,j) - B^H(i,j)| \leq \tau_H \end{cases} \quad (3)$$

式中: $I^H(i,j)$ 为当前帧在 (i,j) 处的像素值 H 分量; $I^S(i,j)$ 为当前帧在 (i,j) 处像素值的 S 分量; $I^V(i,j)$ 为当前帧在 (i,j) 处像素值的 V 分量; $B^H(i,j)$ 为背景帧在 (i,j) 处像素值的 H 分量; $B^S(i,j)$ 为背景帧在 (i,j) 处像素值的 S 分量; $B^V(i,j)$ 为背景帧在 (i,j) 处像素值的 V 分量。满足以上条件的 (i,j) 点为阴影。参数 $0 \leq \alpha \leq \beta \leq 1$, 且 α 表示阴影的强度 β 用来增强噪声的鲁棒性。参数 α, β, τ_S 和 τ_H 的取值根据经验选取。

3 阴影检测改进算法

由前面分析得出阴影在 HSV 空间下的判断方法。下面介绍一下阴影的纹理特征,在实际的情况中,投射阴影的纹理特征和背景的纹理特征是相似的,而和运动目标的纹理特征没有关系,本文正是利用这一特点,对阴影区域进行进一步的判断。计算纹理特征的常用方法有两种:基于统计的方法和基于谱度量的方法。本文采用的是基于统计的方法,提出的算法是基于阴影在 HSV 空间的特征和纹理特征实现的。算法的具体步骤如下:

Step1: 对视频中的运动区域进行检测,得到二值图像 $B(i,j)$;

Step2: 将视频图片由 RGB 空间转化到 HSV 空间;

Step3: 在运动区域内,采用 HSV 空间阴影判断的方法对阴影区域进行初略判定;

Step4: 对初略判定的阴影区域进行连通性分析,舍去较小的连通区域;

Step5: 选取适当的背景区域,计算其纹理特征;

Step6: 对未被舍去的连通区域计算其纹理特征,并判断该特征与选取的背景区域的纹理特征是否相似,若相似,则该区域为阴影,并在二值图像 $B(i,j)$ 中将该区域的像素值置为 0; 若不相似,则该区域为运动目标;

Step7: 返回二值图像 $B(x,j)$, 图像中白色的区域就是去除阴影的运动目标区域。

4 实验结果与分析

实验的数据 highwayII.avi 是在网站 <http://cvrr.ucsd.edu/aton/shadoow> 上获得的含有多个运动目标的视频。将视频转化为图片后,共获得 500 帧的图片。对运动目标的二值图像图 1d 进行腐蚀和膨胀的形态学处理,得到的结果如图 3 所示。



图 3 形态学处理结果



图4 小车的 HSV 图像

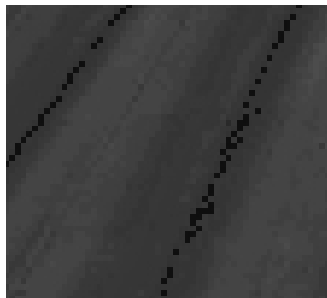


图5 背景的 HSV 图像

将图 1a 和 1b 从 RGB 空间转化到 HSV 空间,含有运动目标和运动目标阴影的 HSV 图像如图 4 所示,背景图片的 HSV 图像如图 5 所示。以图 4 为基础,对图 3 中像素值为 1 的像素点在 HSV 空间中进行阴影区域的粗略判断,得到的阴影图像如图 6 所示。



图6 在 HSV 空间下判定的运动区域



图7 连通性分析的结果



图8 通过纹理分析得到的阴影区域

对图 6 中的白色区域进行连通性分析,去掉较小的区域,认为较小的区域是由于干扰造成的,而不是阴影,得到的阴影区域如图 7 所示。对图 7 中的结果进行纹理分析,得到阴影区域如图 8 所示。在图 3 的基础上,去除图 8 的阴影,得到去除阴影的运动目标区域,如图 9 所示。

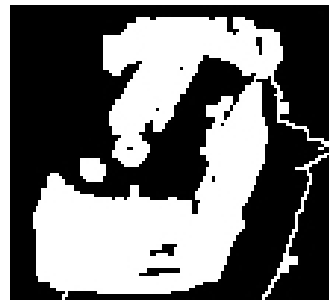


图9 去除阴影的运动区域



图10 形态学处理的结果

最后对图 9 进行形态学处理,得到去除阴影的运动目标区域,如图 10 所示。对图 10 进行连通性分析,去掉较小的连通区域,结果如图 11 所示。从图中可以看出效果非常好,较好地检测、消除了运动车辆的阴影,得到了完整的目标图像。从实验结果可以看出,文中所用算法可以很好地检测并去除运动目标的阴影,分割出的目标图像比较接近真实目标,对后续的目标跟踪和处理十

分有利。



图 11 连通性分析的结果

5 结束语

本文基于阴影区域覆盖的地面和未被阴影区域覆盖的地面纹理特征基本不变的特点,提出了一种基于 HSV 空间特征和纹理特征的阴影检测算法。由于该算法没有利用图像的其他信息,减少了运算量。实验结果可以看出,本文算法能很好抑制噪声,有效的检测和去除阴影。

参考文献:

[1] Jinman Kang ,Isaac Cohen ,Gerard Medioni. Tracking Objects from Multiple Stationary and Moving Cameras

[C]. England: The Institution of Electrical Engineers , 2004: 31 - 35.

- [2] B. J. Lee J. B. Park ,S. H. Jin ,et al. Intelligent Kalman Filter for Tracking a Manoeuvring Target [J]. IEEE Proc. -Radar Sonar Navig 2004(6) : 344 - 350.
- [3] A. Prati J. Mikic ,R. Cucchiara ,et al. Detecting moving shadows: algorithms and evaluation [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence , 2003 25(7) : 918 - 923.
- [4] 李毅,孙正兴,远博,等. 一种改进的帧差和背景减相结合的运动检测方法[J]. 中国气象图形学报, 2009, 14(6) : 1162 - 1168.
- [5] A. Elgammal ,D. Harwood ,L. S. David. Nonparametric background model for background subtraction [C]. Proceedings of the Sixth European Conference on Computer Vision 2000.
- [6] 赵瑶,常发亮. 基于对称差分的背景重构计算[J]. 计算机工程与应用 2008 44(6) : 104 - 107.
- [7] 潘建寿,王琳,王宾,等. 一种基于分级分块处理的背景估计算法[J]. 光子学报, 2005, 34(2) : 1897 - 1900.
- [8] 张森悦,李一波. 复杂条件下的运动目标检测方法研究综述[J]. 沈阳航空工业学院学报 2008 25(3) : 59 - 63.

(责任编辑: 马金发)