图像序列的预处理与目标检测技术综述

摘要：对图像预处理与运动目标检测中的几个关键技术进行了讨论，概述了其研究现状、存在的问题及研究方法，比较和评价了各种算法，并对运动目标检测的研究前景进行了展望。

关键词：图像预处理；运动检测；图像序列
中图分类号：TP391.41　　文献标识码：A　　文章编号：1006-883X（2012）04-0006-04
收稿日期：2012-03-07

郭相凤 贾建芳 葛中峰

一、引言

目标检测技术是近年来图像处理、计算机视觉和人工智能等领域的研究热点，它是运动目标跟踪的前提，是实现目标行为理解及更高一级任务的基础，实现运动目标的准确快速检测具有重要的实际意义和应用价值。图像序列的采集过程中不可避免的引入噪声干扰，因此在进行目标检测之前对图像序列的预处理是必不可少的。

图像序列的预处理主要包括去噪和图像增强，目标检测主要包括静态背景检测与动态背景检测。本文主要针对以上几个方面进行讨论，总结国内外学者在该方面的研究现状、存在的问题，以及解决方法和仍然存在的难题，并对他们的算法进行了比较和评价。最后对运动目标检测技术的研究前景进行了展望。

二、图像序列预处理

1、去噪

常见的噪声有椒盐噪声、脉冲噪声、高斯噪声等。目前对图像序列的去噪问题已经有了比较深入的研究，主要可以分为空间域去噪法和频域去噪法。

（1）空间域去噪法

此方法基于相邻象素点之间存在高度的空间相关性，而噪声点为独立统计的原理，可分为线性滤波和非线性滤波。

线性滤波典型算法有邻域平均值滤波、高斯平滑滤波，这些算法运算速度快，但会造成图像边缘模糊，且模糊程度与邻域半径大小成正比。非线性滤波典型算法是中值滤波法，由 Turky 在 1971 年提出的。此方法先对窗口内所有象素点的灰度值进行排序，然后取中间值作为窗口中心象素的灰度值。中值滤波法对抑制脉冲干扰和椒盐噪声效果出众，但细节多的数字图像不宜采用。张旭明等在参考文献[1]中提出自适应中值滤波方法，有效去除噪声的同时，较好地保护图像细节，比标准中值滤波具有更优良的滤波性能，其滤波速度也较快。

（2）频域去噪法

频域去噪法主要包括低通滤波法、高通滤波法、带通滤波法和带阻滤波法。图像序列经过傅立叶变换或

小波变换转换到频率域上，根据噪声的相关特点来设计合适的滤波器，在频域上将噪声去除。如小波去噪法实际上是特征抽取和低通滤波功能的综合，所以在去除噪声后，还能成功地保留图像本质的特征。

2、图像增强

在图像处理中，所谓增强就是按照特定的需要突出图像中的某些信息，而抑制或去除某些不需要的信息。

在实际中常用的增强技术有同态滤波、直方图增强、图像锐化处理、模糊增强等。增强技术主要分为空域增强和频域增强两类。

空域增强法主要是基于图像象素值的操作。目前主要方法有对比度拉伸变化法[2]、直方图均衡化以及他们的改进算法等。这些算法对图像质量有一定的改善，但在增强图像边缘、纹理的同时也会使噪声放大，造成图像失真。

频域增强法是指在图像的变换域（如频域）上进行操作，常用的有低通（平滑）滤波增强法、高通（锐化）滤波增强方法。低通滤波能够抑制图像中的高频噪声，但会引起图像细节模糊。高通滤波通常情况下对噪声没有任何抑制作用，因而只适用于信噪比较高的环境中锐化增强图像边缘。

同态滤波法[3]的思想是入射光主要对低频分量做贡献，而反射光主要对高频分量做贡献，利用同态滤波在很大程度上保留图像原貌的同时，增强图像细节。由于入射光和反射光的函数难以具体确定，且会随着“同态系统”的不同而变化，因此实际中比较难实现。

近年来，基于模糊集理论的图像增强算法得到了广泛的关注和研究。利用模糊集合的概念和逻辑推理方式处理图像因多灰度所造成的不确定性问题比用普通集合的思维更加合理。然而这些算法的运算速度较慢，模糊增强算法的应用有一定的限制。

三、运动目标检测

目标检测主要有两种：摄像机与背景是相对静止的静态背景和摄像机与背景是相对运动的动态背景。对于静态背景常用的检测方法有背景差分法、光流法、帧间差分法等，对于动态背景则需要将全局运动考虑进来。

1、静态背景

（1）背景差分法

背景差分法是利用当前图像与背景图像的差分来检测运动区域的一种技术。

①背景模型的建立与更新

对于静态背景的视频图像序列，背景图像易受天气、光照、影子及干扰等的影响，需要对背景模型进行更新。

背景模型建立与更新方法可以分为两类：参数模型法[4,5]和统计估计法[6,7]。

参数模型法是利用高斯分布等建立背景模型并对模型参数进行自适应调整，从而获得新的背景图像。Magee[4]在给背景建立高斯混合模型的基础上又对前景建立了多个模型，实现了更为有效的运动检测；李明等人[5]利用在线 K-均值聚类的方法对混合高斯模型进行初始化，在模型更新时，改进了匹配准则和高斯分布生成准则，提高了算法的收敛速度，节约了存储空间。

统计估计法是从过去的一系列观测图像中按照一定的假设对像素灰度进行统计归类，并选择符合假设条件的象素灰度构成当前的背景图像。如 Kornprobst 等人[6]假设背景在图像序列中总是最经常被观测到，提出了基于偏微分方程(partial differential equations，PDE)的背景重构和运动分割算法，得到了不错的效果，但该算法比较复杂，参数不易设置。齐美彬等人[7]基于“背景点像素值出现频次最高”的假设下提出了一种新的背景重构算法，在前景点灰度值出现概率大于背景点灰度值出现概率的情况下，仍能正确重构背景。

②阴影的检测与去除

由于光线等的影响，运动目标的阴影常会与运动目标一起被检测出来，导致跟踪系统误判，应予以去除。阴影检测与去除的方法包括基于阴影特征和基于几何模型的方法。

基于阴影特征法中阴影的特征主要有纹理、颜色和几何特征等。这种方法是先利用阴影的特征检测运动区域，再进一步将物体和阴影分割开。如文献[8]采用 HSV 颜色空间，利用阴影区域的亮度值降低，但色度和饱和度值仍在一定范围内变化的特点识别阴影，该方法应用较为广泛。

几何模型的方法是利用摄像机位置与场景表面的几何特性以及运动目标间的几何约束来检测阴影，这种方法需要很多假设和先验知识，如要求地面平直、目标垂直于地面、摄像机和光源位置明确等。Koller 等[9]就是利用三维车辆几何模型匹配图像中的车辆，并利用先验的光照模型求出车辆在道路平面上的投影。该方法建立在先验知识的基础上，只适用于一些特殊场景，且计算复杂，不适于实时应用。

（2）光流法

光流场指图像表面的运动，是三维空间中物体的实际运动在图像平面上的投影，即图像中像素点的运动产生的瞬时速度场，包含了图像中动态行为的重要信息。但是光流法对噪声十分敏感且计算比较复杂，对硬件要求高，很难将其应用到实时系统中。戴斌等[10]提出基于最优估计的点匹配技术

和光流均匀采样策略的光流场计算法，在一定程度上解决了光流技术中的计算量和信息量的矛盾。

（3）帧间差分法

帧间差分法是通过对连续两帧或三帧图像的差值计算，获得运动物体位置和形状等信息的运动目标检测方法。帧间差分法实现简单、计算速度快，对于动态环境具有较强的自适应性，鲁棒性较好。但不能检测出完整的目标，易产生空洞现象，对运动缓慢的物体不敏感，而且检测出物体在两帧中的目标信息比真实物体大，存在一定的局限性。

为了提高帧间差分法的性能，有人在此基础上提出了累积图像差分法和对称图像差分法[11]，这两种方法都可以在提高检测率的同时降低虚警率，效果相差不大。贺贵明等人[12]提出了快速对称差分法，能较好地检测出中间帧运动目标的形状轮廓。

2、动态背景

在动态背景中，将含有全局运动的区域称为背景，含有局部运动的区域称为前景。全局运动是由摄像机的位置变化引起的图像序列中所有像素的整体运动。

（1）运动补偿法

运动补偿是一种描述相邻帧差别的方法。此类方法先计算自身运动，然后补偿上摄像机的运动，再应用静态背景的检测算法进行检测。运动补偿方法分为两大类：

块运动补偿[13]：图像序列的每帧被分为若干像素块，从参考帧的某个位置的等大小的块对当前块进行预测，利用预测结果对当前块进行补偿；

全局运动补偿[14] ：利用运动模型等估计出由摄像机运动引起的图像序列中背景区域的运动规律。

（2）运动分割法

这种方法通过计算像素水平方向的运动矢量来完成运动目标的分割。主要包括：基于光流法的分割（主要是基于光流场的运动参数估计）、基于变化检测的分割、参数化方法及贝叶斯分割法等多种方法。

（3）区域融合法

利用视觉方面的特征通过分割取得目标，然后再结合区域水平方向计算运动参数。

四、结束语

本文对图像预处理与运动目标检测中的常用方法分别进行了综述，并对各种方法进行了比较评估。现有的目标检测方法大都基于较单一的工学视角，且存在一些尚未很好解决的共性问题，如环境及光照条件的改变、噪声干扰、阴影、遮挡等的影响及算法的实时性要求，这些问题仍然是目标检测领域中的难点。从分析人类视觉过程的仿生学方法进行目标检测的研究将是一种崭新的思路。

参考文献

[1]张旭明,徐滨士,董世运.用于图像处理的自适应中值滤波[J].计算机辅助设计与图形学学报,2005,17(2):295-299.

[2]Ching-Chung Yang. Image enhancement by modified contrast -stretching manipulation[J].Optics & Laser Technology, 2006,38: 196–201.

[3]陈春宁,王延杰.在频域中利用同态滤波增强图像对比度[J].微计算机信息,2007, 23(2-3): 264-266.

[4]D R Magee. Tracking multiple vehicles using foreground, background and motion models[J] . Image and Vision Computing, 2004, 22(2) : 143-155.

[5]李明,赵勋杰.改进的基于高斯混合模型的运动目标检测算法[J].计算机工程与应用,2011,47(8):204-206.

[6]P Kornprobst,R Deriche,Gaubert. Image sequence analysis via partial difference equations[J].Journal of Mathematical Imaging and Vision,1999,11(1):5−26.

[7]齐美彬,王倩,蒋建国等. 基于背景像素值频次最高假设的背景重构算法[J] .中国图象图形学报, 2008, 13(4) : 723 - 728 .

[8]R Cucchiara,C Grana,M Piccardi,et al.Improving shadow suppression in moving object detection with HSV color information[C].Oakland,CA,USA: Proceedings of IEEE Intelligent Transportation Systems Conference,2001:334-339.

[9]S Nadimi,B Bhanu.Moving shadow detection using a physics-based approach[A]. Proc of International Conference on Pattern Recognition[C], California,USA, 2002:701-704.

[10]戴斌,方宇强,孙振平,王亮. 基于光流技术的运动目标检测和跟踪方法研究[J].科技导报 2009,27(12):55-60.

[11]陈朝阳,张桂林.基于图像对称差分运算的运动小目标检测方法[J].华中理工大学学报,1998,26(9):34-35,38.

[12]贺贵明,李凌娟,贾振堂.一种快速的基于对称差分的视频分割算法[J] .小型微型计算机系统, 2003, 24(6):966 - 968.

[13]严晓玲,梁博,曾贵华.基于分块运动估计的对象跟踪方法[J].中国图象图形学报,2008,13(10):1869-1872.

[14]王洪斌,赵振涌等.基于全局运动补偿的多运动目标检测方法研究[J].电子技术应用,2011,37(1):110-113,116.

Review of the image sequence preprocessing and target detection

GUO Xiang-feng[1], JIA Jian-fang[1], GE Zhong-feng[2]

（1.*North University of China, Taiyuan* 030051,*China*; 2. *Ocean University of China, Qingdao* 266100, *China*）

Abstract: In this paper, several key technologies of image preprocessing and detection of moving targets are discussed respectively. The research status, existing problems and research methods are summarized. The pros and cons of various methods are compared and evaluated. Some future directions of moving object detection are prospected.

Keywords: image preprocessing; moving detection; image sequence

作者简介

郭相凤，中北大学信息与通信工程学院，硕士研究生，主要研究方向为模式识别，图像处理。

通信地址：山西省太原市尖草坪区学院路 3 号中北大学 764 信箱　　邮编：030051

E-mail：gxf19870115@126.com

贾建芳，中北大学信息与通信工程学院，博士，副教授。主要研究方向有计算机测控技术、非线性系统故障诊断与容错控制、复杂系统建模与优化、INS/GPS 组合导航滤波技术等。

葛中峰，中国海洋大学工程学院，硕士研究生，主要研究方向为智能信息处理与智能控制，水下视频图像处理。

读者服务卡编号 001□