

文章编号: 2095-2163(2019)06-0193-04

中图分类号: U675

文献标志码: A

无人船的障碍物动态识别

杨 坤, 黄立新

(上海工程技术大学 机械工程学院, 上海 201600)

摘要: 通过相邻帧差法和变换域法依次配合, 实现对障碍物的识别, 跟踪显示。本文采用基于视频序列构建一个移动目标检测系统模型, 该模型用跟踪算法分析静止背景下的移动目标; 使用相邻帧差法来实现运动对象的检测, 快速、准确地提取背景模型, 得到良好的前景移动目标图像; 借助变换域的方法实现移动目标的有效跟踪, 且在跟踪的基础上实现轨迹显示。实验证明视频提取出的背景轮廓完整, 去除的背景噪点图片效果良好, 障碍物运动轨迹线生成清晰。仿真和视频处理结果验证了算法理论的有效性。

关键词: 背景模型; 相邻帧减法; 障碍物识别

Dynamic obstacle identification for the moving USV

YANG Kun, HUANG Lixin

(School of Mechanical Engineering, Shanghai University of Engineering Science, 201600, China)

[Abstract] With the combination of adjacent frames subtraction and transform domain, the recognition of obstacles and tracking display is realized. First of all, a moving target detection system model is constructed based on video sequences to study the moving object by tracking algorithms under static background. Secondly, background models are extracted quickly and accurately to get good prospect of moving target images by using adjacent frame subtraction to detect moving objects. The background extracted from the video is clear and complete. The picture whose noise is eliminated shows great effect. Generated obstacle motion trajectory is formed clearly. The results of simulation and video processing verify the theoretical validity of the algorithms.

[Key words] background model; the adjacent frames subtraction; obstacle recognition

0 引言

无人船分为非自主型无人船、内嵌编程的半自主型无人船和具有自主规划、自主航行, 自主导航的全自主型无人船^[1]。随着物联网等技术的迅速发展, 为无人船的全自动化实现提供了良好的技术支撑。

非自主型无人船起源于1898年, 尼古拉特拉拉斯发明了遥控艇, 将其命名为“无线机器人”^[2]; 20世纪五十年代前苏联出现小型遥控式无人水面艇^[3]; 60年代后期, 美国研发出“拖链式”遥控扫雷艇^[4]; 90年代美国研制“遥控猎雷作战原型艇”^[4]; 21世纪美国海军水下作战开发“斯巴达侦察兵”(Spartan Scout)号无人艇, 该船系半自主无人船, 具有模块化、可重构、多任务、高速、半自主航行的特点^[5]。2008年, 国内新光公司研发提供气象保障的“天象1号”无人艇^[6]; 云洲智能研制出在线水质污染和核污染监测的无人船^[7]。以色列的中型“Silver

Marlin”号无人艇、美国海军研制的模块化三体无人快速侦察艇“X-2”号是全自主型无人船的代表^[8]。2013年, 我国研发具有良好的机动性、抗沉性和抗风浪能力的“海巡166号”无人艇。2014年, 上海大学研制配备北斗导航系统的“精海”系列无人艇。

针对以上问题运用差值平均法, 快速提取出图像序列中障碍物的背景模型, 得到良好的前景移动目标图像。借助变换域的方法, 实现移动目标的有效跟踪, 且在跟踪的基础上实现轨迹显示。本文将对无人船或者无人船艇的障碍识别和追踪作进一步探讨。

1 视觉监控系统设计及实现

1.1 系统设计思想

假设无人船在持续行驶中所处的背景不变, 以运动障碍物为检测对象。利用摄像机获取被检测环境视频图像, 在视频图像中识别动态目标, 追踪、显示运动轨迹曲线。

基金项目: 国家自然科学基金(61540010)。

作者简介: 杨 坤(1992-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向: 机械工程、机器人技术; 黄立新(1963-), 女, 博士, 教授, 主要研究方向: 机械工程、机器人技术。

通讯作者: 黄立新 Email: hlx_1067@163.com

收稿日期: 2019-09-19

1.2 算法选择

(1) 目标检测:采用差值平均法,提取运动目标外部点集,确定移动目标质心。

(2) 边缘检测:采用 canny 算法进行边缘检测,该算法的平滑性相对于其它方法,去噪能力更强,在一阶传统微分、中阶跃型边缘检测中,效果最优。

(3) 目标跟踪:选用基于变换域和特征^[9]的跟踪方法,达到移动目标跟踪和特征提取识别的目的。

(4) 目标表示:采取目标的质心点作为行船或者障碍物的位置标定。

(5) 轨迹显示:采用矩阵坐标系和内嵌 for 循环算法实现小船位置的动态显示。

1.3 系统组成

视觉监控系统工作流程如图 1 所示,各单元功能如下:

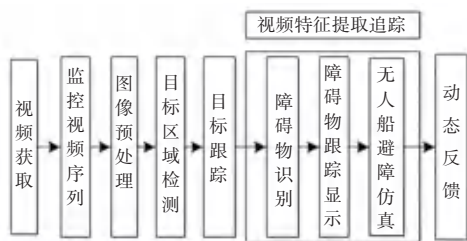


图 1 视觉监控系统工作流程

Fig. 1 Visual surveillance system workflow

(1) 监控视频序列^[10]:读取视频数据并保存等待处理。

(2) 图像预处理:读入视频帧进行灰度化、二值化处理,对每帧图像连通区域进行标记。

(3) 目标区域检测:通过标记的连通区域确定目标区域的上、下、左、右边界。

(4) 目标跟踪:对移动目标进行跟踪,确定移动目标质心,标出运动轨迹。

(5) 视频内容分析:理解对得到的视频进行障碍物识别和障碍物跟踪显示。

1.4 算法实现

1.4.1 高斯背景模型算法提取

无人船处于动态不确定环境^[11],造成图像处理困难,需对图像进行预处理。预处理采用高斯背景模型算法提取背景模型。首先运用函数读取视频文件,对于视频文件中每一帧的图像进行读取保存,为增加图像的可处理性,将图像数据转化为双精度,读取图像的 RGB。为提高准确性,采取舍弃第一帧的方式,嵌入 for 循环语句,将第二帧到最后一帧的图像进行读取,之后依次采用 imshow 函数显示,drawnow 不断的刷新屏幕,显示并保存每帧图像背景。叠加每帧图像的 RGB,采用矩阵取平均值后进行矩阵叠加的方法隐去前景部分,提取背景。为方便程序的自检,采用函数进行显示和保存到需要的路径。由于视频处理的计算量较大,故采用视频帧的灰度化和二值化处理。



(a) 原图 (a) Original drawing (b) 提取背景 (b) Background extraction (c) 灰度化和二值化处理 (c) Gray processing and binarization processing

图 2 图像预处理

Fig. 2 Image preprocessing

1.4.2 腐蚀、膨胀函数去除背景噪点

图像背景存在诸多噪点,为提取小船前景图像,设计运用灰度化和二值化处理。基于噪点和小船实际面积大小对比,灰度腐蚀函数先腐蚀去除背景噪点之后,采用灰度膨胀函数膨胀扩大小船显示,循环两次除去背景图像噪点。随后,内嵌入 for 循环语句提取小船坐标位置矩阵。

1.4.3 去除背景

为实现 MATLAB 处理要求,采用矩阵化将小船

位置化为二维数组,采用函数程序读取视频背景文件和提高视频图像背景质量。基于已得到背景进行矩阵化,过滤去除背景得到前景矩阵。采用一个时间矩阵来监视序列图像的稳定性特征,利用背景在时间上的缓变特性来实现对背景的提取和更新。

1.4.4 轨迹追踪和动态显示

设计运用轨迹跟踪和动态刷新处理。为减少计算机运算量,采取隔十帧选一帧的方式,选取小船的质心点轨迹。内嵌条件循环语句,实现小船完整路

径的跟踪。程序的主要流程:

- (1)用坐标系矩阵描述背景图像,统计上、下、左、右图像位置矩阵点。
 - (2)矩阵数列标识前后景图像,依据相关点找到两矩阵关系。
 - (3)前景和背景矩阵,进行矩阵差异对比。
 - (4)计算船体质心位置并显示。
 - (5)显示视频图像帧数,间隔保留质心位置以减少计算。
 - (6)循环读帧和动态路径显示。
- 前景和背景矩阵化得到数学图像矩阵,采用函

数提高图像质量;运用 for 循环结构语句得到小船轨迹坐标点,进一步采用差值平均取整法;显示小船位置图像,保存每帧质心位置,画出轨迹路径图。图 4 为运动过程中追踪到的小船运动轨迹。

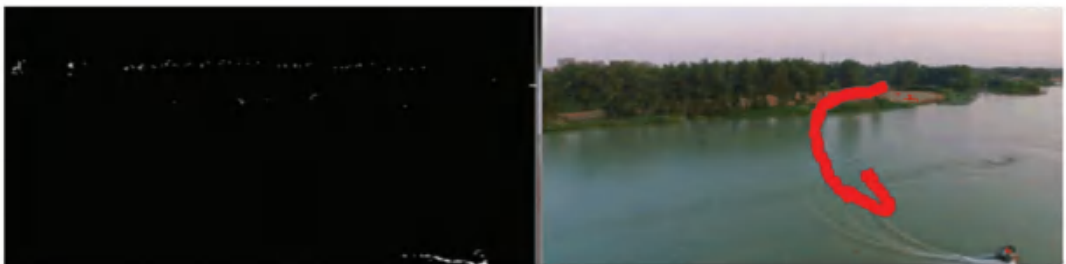
初步处理得到小船运动轨迹,但与小船实际运动轨迹存在较大偏差。原因是实际操作过程中摄像机抖动和树林中树叶随风而动,形成动态噪点,导致实际的小船位置显示混乱。针对这一问题,运用背景阈值过滤去除视频背景的动态噪点,依据图像二维数组画出路径图,保存每帧小船质心得到轨迹图 5(a) 和小船矩阵点数值分布图 5(b)。



(a) 视频原图 (b) 提取背景矩阵 (c) 去除背景噪点
 (a) Video Snapshots Genius (b) Extraction of background matrix (c) Remove the video background noise

图 3 除去背景噪点

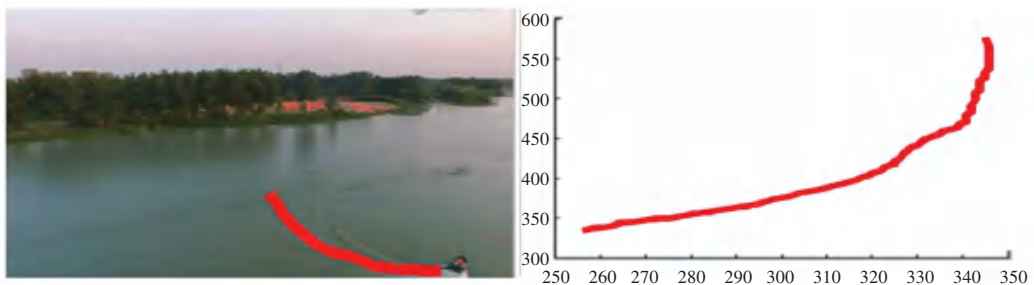
Fig. 3 Remove the video background noise



(a) 树木抖动噪点 (b) 噪点存在时轨迹
 (a) Shaving noise of trees (b) Trajectory of a noise point

图 4 初步轨迹显示

Fig. 4 Preliminary trajectory display



(a) 去除树木产生的噪点 (b) 小船质心点轨迹
 (a) Remove noise from trees (b) The track of boat's moving center

图 5 去除动态噪点后运动轨迹

Fig. 5 The trajectory which has removed the dynamic noise

去除动态噪点后,小船运动轨迹显示较好。但是,为了将小船的视频动态图像进行较好的展示,采取每隔 20 帧保留一个小船运动质心,使用红色方框标记。轨迹线采用绿色实线表示。轨迹显示如图 6

所示。

为展示小船运动轨迹图,特意截取三个时间段的小船运动轨迹图。显示如图 7 所示。

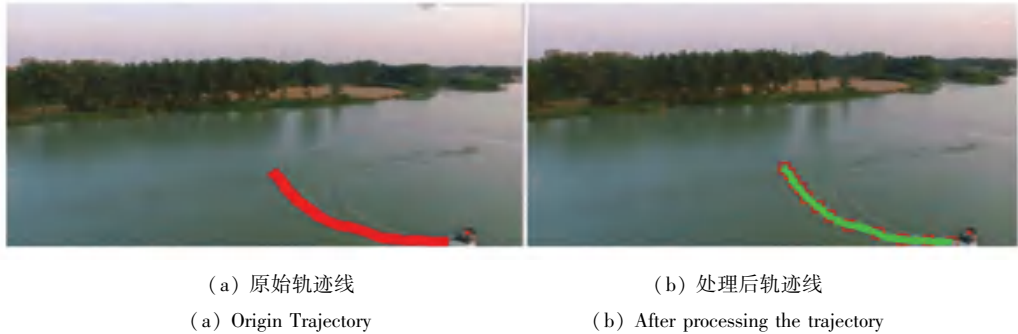


图 6 优化处理后的小船轨迹

Fig. 6 Optimized boat track

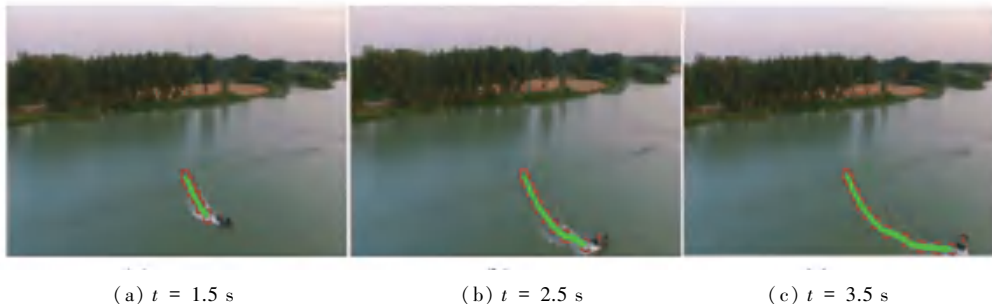


图 7 船体运动轨迹跟踪

Fig. 7 Hull trajectory tracking

2 结束语

为实现动态不确定环境,障碍物动态识别,设计了视频监控系統。通过静态环境下采用高斯模型算法,得到视频背景;采用差值平均数法实现运动目标检测和障碍物跟踪;通过计算机视觉工具箱,实现障碍物特征提取和跟踪。

本系统针对障碍物识别和追踪中遇到的不同问题给出了不同的程序算法。最后,通过视频处理实验验证了算法理论上的可行性,满足了在动态不确定环境下的视频监控系統对图像进行动态识别跟踪的要求。

参考文献

[1] Colito J. Autonomous Mission Planning and Execution for Unmanned Surface Vehicles in Compliance with the Marine Rules of the Road [J]. 2007.

[2] 徐语山. 特斯拉,被遗忘的伟人[J]. 现代班组, 2014(4):52-52. XU Yushan. Tesla, Forgotten greats [J]. Modern shift, 2014(4): 52-52.

[3] 徐玉如, 苏玉民, 庞永杰. 海洋空间智能无人运载器技术发展展望[J]. 中国舰船研究, 2006, 1(3):1-4.

[4] CAMPBELL S, NAEEM W, IRWIN G W. A review on improving the autonomy of unmanned surface vehicles through intelligent collision avoidance manoeuvres[J]. Annual Reviews in Control, 2012, 36(2):267-283.

[5] RICHTER M. Operational Manning Considerations for Spartan Scout and Sea Fox Unmanned Surface Vehicles (USV) [J]. 2006.

[6] CACCIA M, BIBULI M, BONO R, et al. Basic navigation, guidance and control of an Unmanned Surface Vehicle [J]. Autonomous Robots, 2008, 25(4):349-365.

[7] 及铁嵘. 云洲智能:“万能”无人船[J]. 创业邦, 2014(8):40-41.

[8] 万接喜. 外军无人水面艇发展现状与趋势[J]. 国防科技, 2014, 35(5):91-96.

[9] 高腾. 静止背景下运动目标跟踪方法的研究[D]. 西北大学, 2005.

[10] 黄凯奇, 陈晓棠, 康运锋, 等. 智能视频监控技术综述[J]. 计算机学报, 2015, 20(6):1093-1118.

[11] 张玉梅. 舰船人一机一环系统工程研究综述[J]. 中国舰船研究, 2017, 12(2):41-48.

[12] 许小颖, 周盼, 王宽. 基于神经网络和遗传算法的系泊优化设计[J]. 中国舰船研究, 2017, 12(5):97-103.