

一种利用飞艇航拍视频的运动车辆检测方法

王文龙^{1,2} 唐炉亮^{1,2} 李清泉^{1,2} 雷 波^{1,2}

(1 武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室,武汉市珞喻路 129 号,430079)
(2 武汉大学交通研究中心,武汉市珞喻路 129 号,430079)

摘 要:针对低空飞行器(飞艇)为平台获取的高清晰交通视频数据,通过对交通视频序列数据进行运动补偿与配准,提出了一个在复杂变化背景下基于帧差法的运动目标(车辆)快速检测与提取方法。实验结果验证了本方法的准确与可靠性。
关键词:飞艇平台;交通数据采集;视频数据;运动车辆检测
中图法分类号:P208

目前广泛应用的交通信息采集技术主要包括地面检测器技术^[1]、移动通讯定位技术^[2]、自动车辆识别技术^[3-4]、浮动车技术^[5-6]。常见的地面检测器包括地磁线圈、视频、微波、红外、超声波等,但都只能定点检测,且检测器的安装与维护不便;基于移动通讯定位技术的交通信息获取通过手机信号定位实现,但其定位精度较差,影响了交通信息的准确性;基于浮动车技术的交通信息采集方式受浮动车数量、采样频率与驾驶行为影响很大,也不能完全客观地反映交通信息。而本文采用的基于低空飞行平台的移动视频检测技术^[7-9]是一种投入成本低、机动灵活、检测频率可控,适于大范围的交通信息获取的新手段。实验中采用飞艇为载体,集成了高分辨率的摄像机、视频编码器和无线传输链路等传感器,实时地将交通视频数据传输到地面接收站。

视频数据中的运动目标检测方法一般分为背景差分法^[10]、光流法^[11-12]和帧间差分法^[13]。背景差分法为了适应背景的不断运动变化,需要不断地通过单模态或多模态背景模型算法(如高斯模型^[14])进行背景模型的建立和更新,效率低,比较适合由固定相机获取的视频数据中的变化区域检测。光流法运算速度慢、耗时多,难以实时检测运动目标。该方法利用影像配准技术实现两帧连续影像间的运动补偿,运动补偿的结果使得运动

相机拍摄的这两帧影像转变成固定相机拍摄的固定背景下的连续两帧影像,此时传统的帧差法就可以被用来处理这两帧影像,探测出其中的运动区域,并最终实现移动车辆的识别和定位。

1 运动车辆检测和定位

1.1 影像配准

由于飞艇飞行时受气流等外界因素的影响,飞行容易偏离预订航线,造成影像发生旋转和比例尺变化。为了能够用帧差法从序列影像中提取运动目标,需要利用影像配准的方法统一影像序列的坐标系。

首先基于局部熵的特征点选择法^[15],在参考影像上提取出数量适中且分布均匀的特征点;然后以参考影像中提取的特征点 $F_i(x, y)$ 为中心,构造一个 $M \times M$ 的影像模板 $T_i(x, y)$,在待配准影像的搜索区域 S 中寻找相似度最高的子区域 $S_{i+1}(x, y)$,该区域的中心点作为参考影像特征点的同名点。为了保证配准的精度,需要去除被遮挡、移出视线或位于运动目标上的特征点对造成的伪同名点对。

判断伪同名点的距离约束原理如图 1 所示,若点 A_1 与 A_2 、 B_1 与 B_2 、 C_1 与 C_2 为正确同名点对,点 D_1 和 D_2 也为同名点对,但 D_1 到 A_1 、 B_1 、 C_1 的

距离与 D_2 到 A_2 、 B_2 、 C_2 之间的距离不同,因此 D_1 和 D_2 就是伪同名点对,需将其去除。

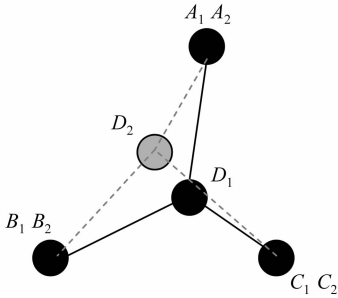


图 1 判断伪同名点的距离约束原理
Fig. 1 False Match Points Detection Principle

在实际应用中,事先并不知道哪些点是正确的匹配,可以被用来判定其他点的匹配正确性。但是,由于误匹配的特征点毕竟是少数,所以采取的策略是若一个特征点到半数以上的其他特征点的距离满足距离约束,则该点是正确匹配,否则就作为误匹配点去除。图 2 使用一对连续影像帧展示了一个去除误匹配点的方法,图中 w_1 和 w_2 到其他特征点对的距离是不满足上述距离约束规则的,因此,它们被认定为误匹配点去除。

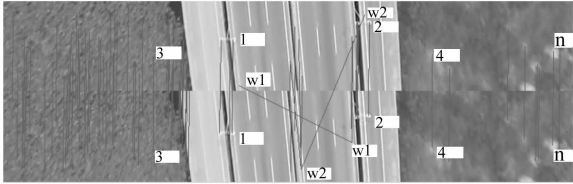


图 2 两帧连续影像中的误匹配点的判定
Fig. 2 Judgement of False Matching Points

在找出正确的同名点对的集合后,采用二次多项式的最小二乘法^[16]计算两个图像之间的变换系数,对于待配准的影像使用双线性内插进行重采样,从而得到最终的配准结果。如图 3 所示,图 3(a)和 3(b)是一对连续影像,其中图 3(a)是参考影像,而图 3(b)是待配准影像,图 3(c)就是图 3(b)相对于图 3(a)作配准变换后的结果。

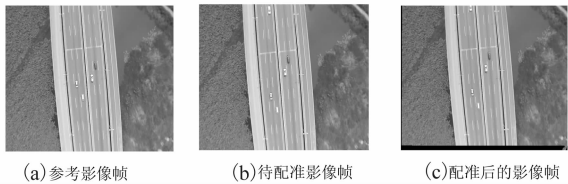


图 3 两帧连续影像的配准
Fig. 3 Sequence Image Matching

1.2 运动区域检测

帧间差分法的优点在于对运动物体敏感,当

连续两帧影像时间间隔很短时,差分图像受光线变化影响非常小,是一种高效且稳定检测运动目标的方法,计算公式如下:

$$F_i(x,y) = | f_{i+1}(x,y) - f_i(x,y) | \quad (1)$$

式中, $f_i(x,y)$ 是第 i 帧影像; $f_{i+1}(x,y)$ 是 $i+1$ 帧影像, F_i 为差分影像。

然后用影像一维最大熵信息来确定差分影像 F_i 的阈值^[17-18],并通过该阈值对差分影像 F_i 进行二值化处理,分割出场景中的运动区域(图 4),一个运动目标在上述检测过程中被分割成了若干个邻近的区域,通过计算区域之间的间距,将那些间距小于设定阈值的邻近区域合并。

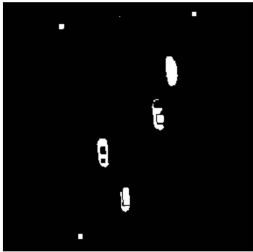


图 4 帧差法运动区域检测
Fig. 4 Frame Difference for Detecting Moving Blob

由于场景中其他非车辆的小运动目标或背景上物体的轻微扰动会产生误检的区域,如图 4 中圆圈内图斑。通过计算每个连通区域的面积,滤除面积较小的连通区域,也可以根据区域轮廓的长度、宽度、长宽比等特征综合分析排除误检区域。将检测出的运动区域投影到原始影像上(图 5),由于帧间差分法检测运动目标定位不精确地特性,四个运动车辆的外接矩形在运动方向上都被拉伸,这些被拉伸的矩形区域将是运动车辆精确定位处理的兴趣区域(ROI_i)。

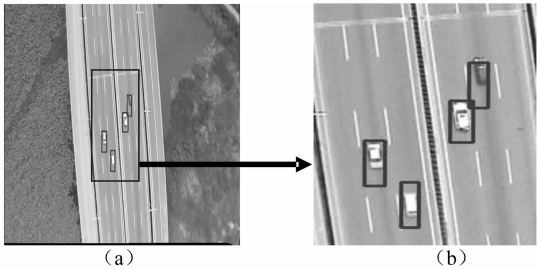


图 5 获取运动车辆检测的兴趣区域(ROI_i)
Fig. 5 Region of Intrstion of Movement Vehicles Detection

1.3 运动车辆精确定位

运动车辆检测的兴趣区(ROI_i)中包含的道路标志线通过灰度的形态开运算方法^[19]去掉后,用 Canny 边缘检测法处理,精确的提取出运动车

辆外围轮廓,并最终确定运动车辆外围轮廓的外接矩形,矩形的中心就是被检测出的运动车辆的中心,如图 6(b)所示。

2 实验分析与结果比较

2.1 实验分析

本实验利用飞艇为载体,搭载高分辨率摄像机、视频编码器与无线传输等设备,在武汉市的关山大道和中环线上空进行了路面视频数据采集。飞艇相对地面高度 100~200 m,飞行时速 40 km。模拟视频数据经过 H.264 编码后,通过 700 MHz 的多载波(COFDM)无线传输设备,稳定实时地将 D_1 分辨率视频数据以每秒 25 帧传输到监控中心,影像空间分辨率达到 0.15~0.3 m,能够清晰分辨地面车辆。

从本次野外采集的实验数据中选取出两组背景复杂程度和运动车辆数量不同的影像序列来验证本文的算法流程,如图 6 是两组实验数据中的运动车辆定位实验的结果。

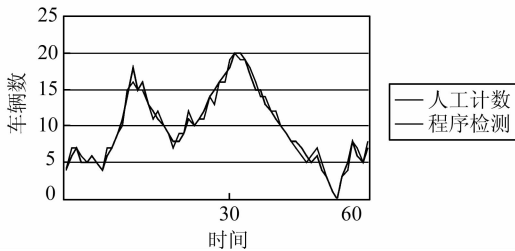


图 7 本文提出运动车辆检测方法的精度分析
Fig. 7 Precision Analysis for Moving Vehicles Detection Method

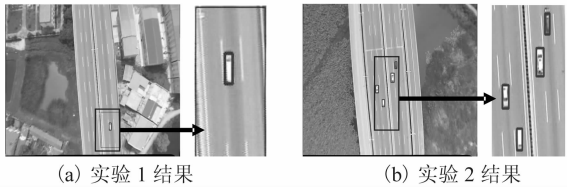


图 6 两组运动车辆检测实验
Fig. 6 Two Experiments for Moving Vehicles Detection

为了充分验证本文方法的精确度与鲁棒性,从野外采集的数据集中选择了一段时长约为 1 h 的交通视频数据,对这段视频数据用本文提出的运动车辆检测方法进行处理,将程序检测结果与人工计数结果对比分析(图 7),得出车辆误检率不超过 10%(包括漏检和多检)。

2.2 与同类方法比较

利用本文方法与经典的高斯背景差分法进行运动车辆识别比较,结果如图 8 所示。通过分析可知,本文检测出的运动区域非常清晰、准确,而高斯背景差分法识别的运动车辆被大量的噪声湮没,结果模糊。

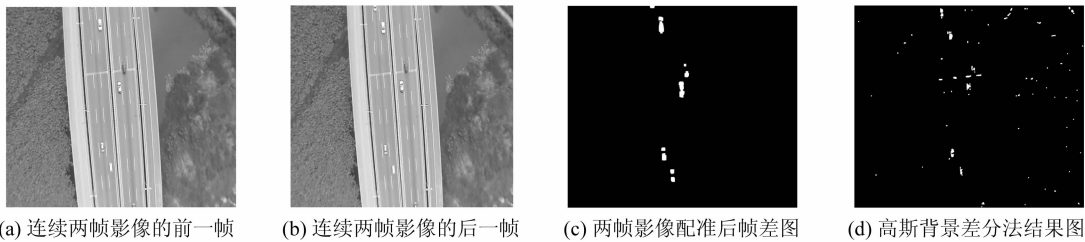
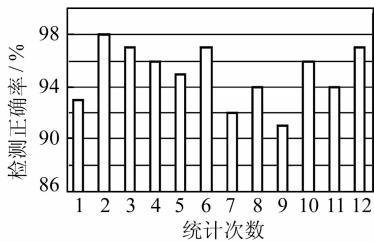


图 8 帧差法与背景差分法检测运动车辆性能的比较
Fig. 8 Frame Difference Compare with Background Subtraction

参 考 文 献

[1] 姜桂艳,郭海锋,吴超腾. 基于感应线圈数据的城市道路交通状态判别方法[J]. 吉林大学学报(工学版),2008,38:37-42

[2] Zabian A. Mobile Cellular Networks and Traffic Road, a New Paradigm[C]. The 3rd International Conference on Information and Communication Technologies;

From Theory to Applications, England, 2008

[3] Christos N E. Anagnostopoulos, Ioannis E. Anagnostopoulos. A License Plate—Recognition Algorithm for Intelligent Transportation System Applications[J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems,2006,7(3):377-392

[4] 王雅平. 基于射频技术的牌照识别系统[J]. 电脑开发与应用,2008,21(5):43-47

[5] Kerner B S, Demir C, Herrtwich R G, et al. Traffic State Detection with Floating Car Data in Road Networks[C]. The 8th IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems, Austria,2005

[6] 李德仁,李清泉,杨必胜,余建伟. 3S 技术与智能交通[J]. 武汉大学学报·信息科学版,2008,33(4): 331-336

[7] Angel A, Hickman M, Mirchandani P. Methods of Analyzing Traffic Imagery Collected From Aerial Platforms [J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2003, 4(2):99-107

[8] Kastrinaki V, Zervakis M, Kalaitzakis K. A Survey of Video Processing Techniques for Traffic Applications[J]. Image and Vision Computing, 2003, 21: 359-381

[9] Rad R, Jamzad M. Real Time Classification and Tracking of Multiple Vehicles in Highways[J]. Pattern Recognition Letters, 2008, 26:1 597-1 607

[10] Cheung S C S,Kamath C. Robust Techniques for Background Subtraction in Urban Traffic Video[C]. Proceedings of SPIE-The International Society for Optical Engineering, USA, 2004

[11] 卢宗庆. 运动图像分析中的光流计算方法研究[D]. 西安:西安电子科技大学,2007

[12] 陈震. 图像序列光流场计算及三维场景恢复研究 [D]. 西安:西北工业大学,2003

[13] 王栓,艾海舟,何克忠. 基于差分图像的多运动目标的检测与跟踪[J]. 中国图像图形学报,1999,4(6): 470-475

[14] Zhang Wei, Jonathan Q M. Multilevel Framework to Detect and Handle Vehicle Occlusion[J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2008, 9(1):161-174

[15] 张春美,龚志辉,黄艳. 几种特征点提取算法的性能评估及改进[J]. 测绘科学技术学报,2008,25(3): 231-234

[16] 张迁,刘政凯,庞彦伟,等. 一种遥感影像的自动配准方法[J]. 小型微型计算机系统,2004,25(7):1 129-1 131

[17] Zhang Tianxu, Peng Jiaxiong, Li Zongjie. An adaptive image segmentation method with visual nonlinearity characteristics [J]. IEEE Transactions On Systems, Man and Cybernetics-Part B, 1996, 26 (4):619-627

[18] 张聪,张天序. 运动目标检测与识别方法研究[J]. 红外与激光工程,2004,33(2):164-168

[19] 刘直芳,游志胜,曹刚,等. 基于多尺度彩色形态矢量算子的边缘检测[J]. 中国图像图形学报,2002,7 (9):888-894

第一作者简介:王文龙,博士生,主要研究方向为计算机视觉、遥感图像处理。
E-mail:china_wuhan@126.com

Vehicle Detection Algorithm with Video from Airborne Camera

WANG Wenlong^{1,2} TANG Luliang^{1,2} LI Qingquan^{1,2} LEI Bo^{1,2}

(1 Transportation Research Center,Wuhan University,129 Luoyu Road, Wuhan 430079,China)

(2 State Key Laboratory for Information Engineering in Surveying,Mapping and Remote Sensing,Wuhan University, 129 Luoyu Road,Wuhan 430079,China)

Abstract: Currently,the conflict between vehicle and road is becoming increasingly serious. How to implement advanced technology to obtain traffic information fast and accurately becomes a key point to upgrade the level of transport management and services. Access dynamic traffic information rapidly based on the low-altitude aircraft becomes an important expansion of conventional collection means. This paper aims at low-altitude aircraft (airship) as a platform to obtain the high-definition video data, and proposes a method for detecting moving targets (vehicles) quickly and accurately in the complex situation. Finally, massive video data were acquired by low-altitude aircraft platform, and the results prove the proposed method is capable of detecting moving vehicles fast and reliably.

Key words: airship; traffic data collection; video data; movement vehicle detection