引文格式：王震, 王珍, 丁乐乐. 自然资源违法实时在线监测平台设计与实现[J]. 地理空间信息, 2023, 21(6): 35-38. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2023.06.009

自然资源违法实时在线监测平台设计与实现

王　震[1]，王　珍[1]，丁乐乐[1]
（1. 天津市勘察设计院集团有限公司，天津 300110）

摘　要：针对传统人工巡查和卫片执法手段效率低下，自动化和实时性程度低，不能及时发现及时制止违法事件等问题，设计并实现了自然资源违法实时在线监测平台，该平台充分考虑视频监测站的技术需求，获取实时影像和视频数据，综合利用数字摄影测量、北斗精密定位、人工智能深度学习识别与分析等技术，集违法占地预警、违法烧荒预警、疑似大棚房监测、遥感监测结合审批数据与视图联动、长期跟踪监测等功能于一体，实现了自然资源违法事件的自动化监测和预警。遥感周期监测与视频实时监测、国土规划审批数据的结合，实现了监测全覆盖，同时极大地提高了自然资源执法巡查的工作效率。

关键词：实时；视频；违法；监测
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2023）06-0035-04

Design and Implementation of Real-time Online Monitoring Platform for Illegal Land Resources

WANG Zhen[1], WANG Zhen[1], DING Lele[1]
(1. Tianjin Survey Design Institute Group Co., Ltd., Tianjin 300110, China)

Abstract: In view of the low efficiency of traditional manual inspection and law enforcement means, low degree of automation and real-time, unable to detect and stop illegal events in time and other problems, we designed and implemented a real-time online monitoring platform for illegal natural resources. This platform fully considers the technical requirements of video monitoring stations, obtains real-time images and video data, comprehensive uses the digital photogrammetry, BeiDou precision positioning, artificial intelligence deep learning recognition and analysis, and integrates the functions such as warning of illegal land occupation, warning of illegal burning, monitoring of suspected greenhouses, combination of RS, approval data and view-map linkage, long-term tracking monitoring, and smart inspection, which can realize the automatic monitoring and warning of illegal natural resources. The combination of RS periodic monitoring, video real-time monitoring and land approval data realizes the full coverage of monitoring, and greatly improves the efficiency of natural resource inspections.

Key words: real-time, video, illegal, monitor

自然资源违法事件包括违法占用耕地、私搭乱建、违规加盖等，传统的违法监测手段比较落后，主要技术手段仍为卫片、人工巡查等，造成监控监管不及时、不彻底。违规者投入大量资金后形成严重违法后果，执法部门被动执法，执法难且造成大量直接损失。江苏省建立了“慧眼守土”系统[1-3]，融合视频监控采集、动态数据分析、实时实景监控，实现了全区域动态监测，但由于缺少精准定位、人工智能预警的功能，违法违规行为需要大量人为工作进行逐个甄别、排查，效率低下且识别率不高，不能及时发现、及时遏制不法行为，对后期执法造成一定的压力。因此需设计一套完整的自然资源违法实时在线监测系统，包括在线监测平台与数据采集终端—高点视频综合监测站，并充分考虑自动化和智能化，保证监测人员及时发现并高效处理自然资源违法事件。

1　技术路线

平台通过高点视频监控、遥感卫片、计划和群众举报渠道等获取基础数据，采用人工智能深度学习方式自动识别违法行为，包括违法占用耕地、违法烧荒、疑似大棚房等，并对违法目标进行基于北斗和摄影测量的精密定位后，与规划审批等数据进行叠加分析从而排除大量的虚警。与执法业务流程进行对接，对实时视频、遥感卫片自动发现的违法线索直接进行线索登记，利用视图联动在线巡查功能远程勘查违法

收稿日期：2021-12-13；修回日期：2022-05-10。
项目来源：天津市重点研发计划院市合作项目（18YFYSZC00120）。
第一作者简介：王震（1991—），硕士，工程师，主要从事精密工程测量和摄影测量方向研究，E-mail：wz_1663@163.com。

现场，代替巡查人员的外业实地勘查，核查并及时制止违法行为。长期自动监测违法发生地并记录，进行处罚执行情况的长期跟踪，作为结案后的长期监管，总体技术路线如图1所示。

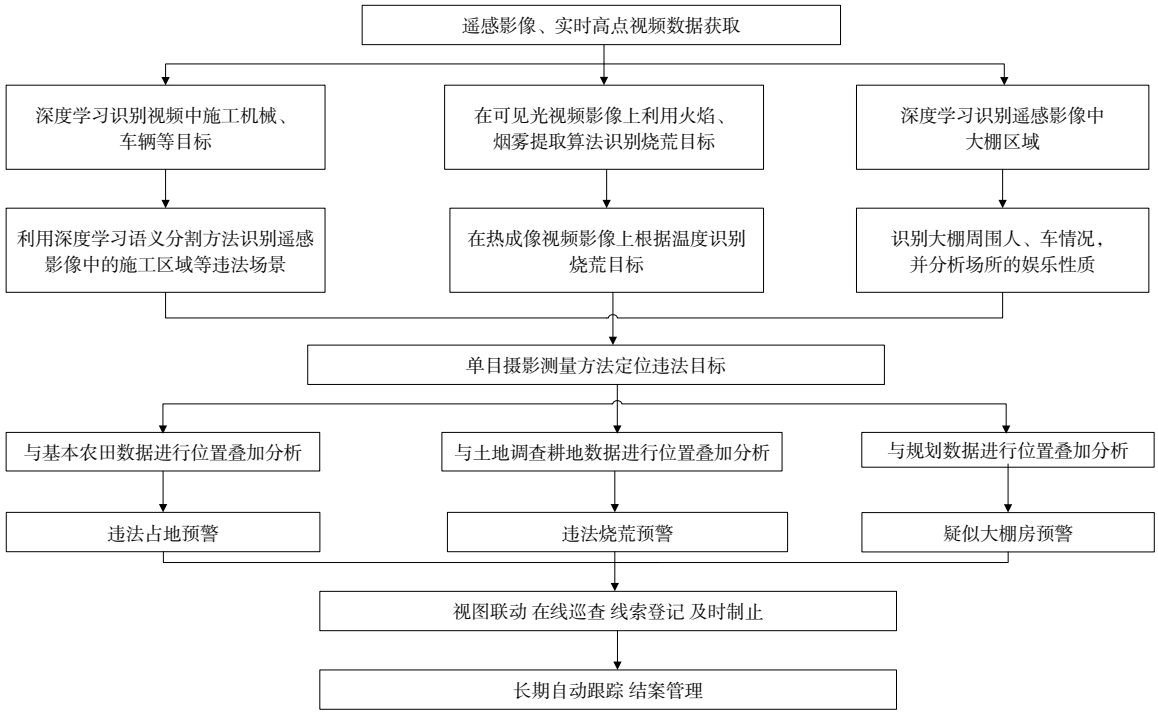


图1 总体技术路线

1.1 违法占地监测

高点视频监测站在特定角度的预置位上实时获取影像，在多个设定的预置位上获取不同角度的多帧影像，水平360°、竖直90°地覆盖半径1 km的圆形范围。在前期收集疑似违法目标（施工材料、施工机械、施工车辆等）的影像，建立违法目标样本库，进行基于人工智能深度学习的训练，获取深度学习目标识别模型。利用模型对预置位影像进行检测，提取出疑似的违法施工材料、施工机械等目标。同时在遥感影像上利用深度学习语义识别方法检测施工场景，获取施工区域范围。

根据摄影测量原理[9]对提取出的目标进行定位，定位的具体步骤为：

1）在视频综合监测站建设的同时，建立相机标定场，设置像控点，利用二维DLT和单像空间后方交会的方法获取球机的位姿参数[10]。

2）获取目标检测框的底边中点像方坐标，结合DSM数据计算对应的物方坐标，再转换为经纬度。

根据目标经纬度，将所有施工目标定位至地图上，并与基本保护农田地块图斑相叠加，落在农田上的施工目标即为疑似违法占地事件，进行推送预警。

1.2 违法烧荒检测

高点视频综合监测站采用热成像可见光双目相机，可对半径2 km范围内的区域全天候地监测火点。热成像相机基于视频流检测高于预设温度阈值的目标，检测到热源后联动可见光相机，加长焦距后摄取热点，并基于可见光影像HSV模型进行火焰和烟雾识别，进一步确定是否为火点，排除因非燃烧热源造成的虚警。根据摄影测量原理对火点进行定位，与土地调查数据中的耕地图斑进行基于位置的叠加分析，判断火点是否位于耕地区域内，从而准确判断违法烧荒的情况，及时进行报警推送。

1.3 疑似大棚房监测

对于在建大棚房监测，基于深度学习对遥感影像、视频影像进行变化检测，对大棚建设前、中、后进行对比分析，从而识别出大棚内及周边非农业设施，发现大棚房建设的同时保存下确切的视频证据，对大棚房违建执法提供支撑。

对于现存大棚房，主要针对其场所的使用性质是否为娱乐场所进行分析。在视频影像上自动识别大棚周围车辆的类别，分析农用车和私家车的占比，确定大棚房疑似程度；在视频影像上自动识别人群及其数量，先进行定位后再进行人群集群行为的分析，如果在节假日期间人群集中在大棚附近且数量众多，运动路线以某大棚为节点，则大棚房疑似程度提高。

1.4　视图联动在线巡查

视图联动为实时视频与地图定位的联动机制，包括“以地找视频”和“以视频找地”功能。当巡查人员收到预警推送时，为查看疑似地块上的现场实时情况，可利用“以地找视频”功能，根据地图上违法目标的坐标位置，利用摄影测量原理反算摄像头的二维方向和焦距，自动控制摄像头迅速照准当前地块并拉长焦距，获取高清实时视频，反映地块现场的情况。在利用视频巡查重点地块的违法情况时，可利用“以视频找地”功能，根据视频中违法目标的影像坐标与摄影设备瞬时位姿参数，利用摄影测量共线方程和DSM数据计算目标的位置坐标，并映射标记至地图上，并与周边规划审批地块数据相结合，综合判断当前视频中关键目标的违法情况。

1.5　结案后长期跟踪

对违法事件进行及时制止和惩罚处理后即结案，但结案后违法事件是否仍在继续，是否按照处理规定终止，违法建设是否进行了及时拆除，却无法进行长期的监管。针对此问题，可利用“执行情况跟踪”功能，在巡查视频影像中绘制重点关注地块的电子围栏，高点视频综合监测站在每天特定时间自动拍摄此地块的照片并存储，监管人员可查看连续一段时间内的照片，从而对处理执行情况一目了然，作为结案后的违法现场是否存在的长期记录和管理。

2　功能实现

自然资源违法实时在线监测平台充分考虑自然资源执法监督的业务流程，设计并实现了监测中心、线索登记、数据中心、统计报表和在线巡查等五大功能模块，基于ASP.net框架和JS语言开发了自然资源违法实时在线监测平台，建立了Oracle数据库，实现影像和报警信息的系统性管理。依据平台技术需求，将软件设计为四大模块：监测指挥中心、线索登记模块、数据中心和统计报表模块。

2.1　监测指挥中心

监测指挥中心是平台的主要功能模块，实现了从数据获取到违法预警的整个流程，共包括7项子模块（如图2），监测中心获取视频影像和遥感影像后利用深度学习识别算法自动提取施工机械、材料、大棚房、变化图斑等，通过摄影测量技术对目标进行定位，通过位置与规划审批数据进行叠加分析，从而排除违法预警的虚警。其中违法烧荒预警是通过热成像视频数据结合可见光影像[11]进行的综合判断。通过摄影测量技术将实时视频中的目标位置映射至地图，反之将地图上的点位反投影到视频中，实现视–图联动，便于监测人员将规划审批地理信息数据与视频现状实时地结合。

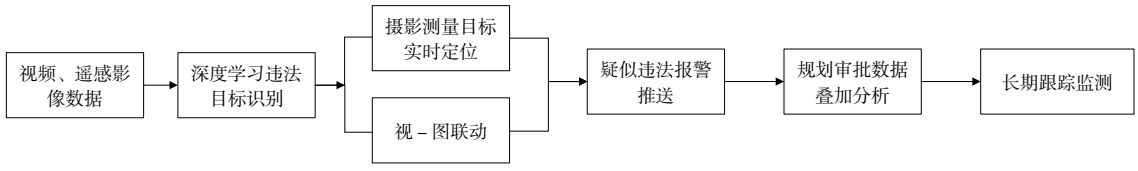


图2　违法目标监测流程

2.1.1　违法事件视频监测与预警

在通信铁塔、超高层建筑顶部等高点位置建设视频综合监测站，全天候实时获取重点地块的视频和预置位影像。在服务器上利用人工智能深度学习的方法识别疑似违法目标，利用摄影测量原理计算目标位置，存入疑似违法目标数据库。同时根据目标在影像上的像素坐标计算二维旋转角度，自动控制相机旋转并照准目标，拉长镜头焦距后获取目标的高清影像。

违法事件以列表形式显示在平台上，以点位形式显示在地图影像中。点位与违法详情相关联，违法详细信息包括瞬时影像、高清影像、发生时刻前后40 s的录像以及现场实时视频。

2.1.2　遥感监测、规划审批与视图联动

利用遥感影像变化检测提取耕地、施工区域的变化图斑，地块可做缓冲区分析，分类展示地块周围的土地利用规划、土地利用现状、规划许可、验收许可、用地许可、规划条件、选址意见书、基本农田、永久保护区等各类规划审批数据，直观展现变化图斑周围地块情况，以确定此地块的违法建设疑似程度。

遥感监测具有一定的滞后性，利用视图联动功能与遥感监测进行优势互补。为查看疑似地块上的现场实时情况，利用“以地找视频”功能，根据位置信息调动附近摄像头，利用摄影测量原理反算摄像头的二维方向和焦距，摄像头迅速照准当前地块并拉长焦距，获取高清实时视频，反映地块现场的情况。反之，在巡查过程中为了解视频中某一地块的位置及周围规划审批情况，可利用“以视频找地”功能，对视频中心目标进行定位，点位映射至地图上，并进一步进行基于规划审批数据的缓冲区分析。

2.2 线索登记

实时视频监测或遥感监测生成国土资源违法报警后，巡查人员可在线索登记模块建立对应的线索记录，可查看相关位置、信息等，并可将线索进行任务派发。巡查人员根据导出的线索记录完成案件办理手续，并反馈至平台作为结案。

2.3 数据中心

数据中心存储视频录像、预置位影像、疑似违法目标影像和坐标位置、遥感影像、全市大棚范围数据、规划审批数据、土地调查数据、视频综合监测站点位等数据，数据中心显示视频点位在线数量、报警消息数量、检测覆盖范围等信息，统计智能监测累计时长，线索登记的类别数量等，一览性地展示整体的监测情况。同时数据中心实时更新最新监测到的一批违法事件，并显示其详情。

2.4 统计报表

统计报表模块可根据违法事件的类别、事件等进行分类分级查询，可通过统计趋势图浏览一段时间内违法事件数量的增减趋势，为做好执法计划的制定提供支撑数据。可根据具体的执法业务导出相应的报表，满足执法人员的实际工作需求。

3 结 论

本文研制的自然资源违法智能在线监察平台，配合视频综合监测站获取影像、视频等实时数据，与遥感周期监测数据进行优势互补，利用人工智能深度学习方法识别疑似自然资源违法目标，利用摄影测量结合DSM的方法进行视频影像中目标的精准定位，与规划审批等GIS数据进行叠加分析，实现自然资源违法事件的准确预警，自动化的在线巡查方式节省了大量外业工作，实现了自然资源监测的自动化、实时化和智能化。后续可结合三维、倾斜摄影、遥感、人工智能等多种技术与资源，将应用扩展至土地利用现状变化监测、土地利用年度计划实施监测、闲置地、废弃地、界外处理地等监管、违法采矿监察、湿地保护、野生动植物保护等更广泛的领域，建立自然资源全方位监管长效机制，促进生态文明建设的整体发展。

参考文献

[1] 自然资源执法监督规定:中华人民共和国自然资源部令[2020]第6号[S].

[2] 欧阳光,王小明,杨惠安,等. 3S技术在土地执法监察中的应用[J]. 测绘通报,2009(11):64-67

[3] 吕良勇. 关于高标准建设“慧眼守土”自然资源动态监管平台建设的初步探索[J]. 浙江国土资源,2019(9):20-21

[4] 吴郑. 基于深度学习的空间目标智能检测与识别算法研究[D]. 西安:西安电子科技大学,2020

[5] 汪闽,张星月. 多特征证据融合的遥感图像变化检测[J]. 遥感学报,2010,14(3):558-570

[6] 吴田军,夏列钢,吴炜,等. 土地执法监察中的高分辨率遥感及变化检测技术[J]. 地球信息科学学报,2016,18(7):962-968

[7] 劳小敏. 基于对象的高分辨率遥感影像土地利用变化检测技术研究[D]. 杭州:浙江大学,2013

[8] 张园林. 基于高分遥感影像的深度学习目标检测方法研究[D]. 北京:中国科学院大学(中国科学院西安光学精密机械研究所),2020

[9] 杨秋莲,丁乐乐,王震,等. 基于单目序列影像的火点实时监测方法[J]. 地理空间信息,2020,18(5):115-119

[10] 王震,马强,潘宇明. 单目运动目标的位姿实时测量方法[J]. 测绘科学,2019,44(3):114-121

[11] 郭心悦. 基于图像处理的无人机秸秆焚烧监测系统的研究与设计[D]. 武汉:武汉理工大学,2016

(上接第11页)

[5] 周凡. 视频影像增强虚拟三维场景的注册与渲染方法研究[J]. 测绘学报,2019,48(6): 801

[6] Miao X L,Wan W G,Tang J Z,et al. Implementation of Dynamic Anti-Aliased Shadow Algorithm in 3D Scene[C]// 2007 IEEE International Conference on Multimedia and Expo. IEEE,2007: 1 735-1 737

[7] Woo A. The Shadow Depth Map Revisited[M].Graphics Gems III (IBM Version). Morgan Kaufmann,1992: 338-342

[8] Weiskopf D,Ertl T. Shadow Mapping Based on Dual Depth Layers[C]//Eurographics (Short Papers),2003: 53-60

[9] 宋田茹,童立靖,李思哲,等. 基于视频数据与三维模型的虚拟场景生成[J]. 电子技术与软件工程,2018(23):168-169

[10] 张兆省,马山玉,皇甫英杰,等. 基于三维实景模型的水库无线视频监控系统[J]. 水力发电学报,2019,38(3):179-185

[11] Tran A,Juang J. Lidar Stereo Fusion Live Action 3D Model Video Reconstruction for Six Degrees of Freedom 360 Volumetric Virtual Reality Video: U.S. Patent 9 872,010[P]. 2018-01-16

[12] 叶松,陈喆,阚红涛. 海量视频流与三维场景实时集成技术[J].长江科学院院报,2019,36(11):162-167