

无人机遥感技术在安全监测领域的应用与发展

王伟霄, 李士心*, 李保胜

天津职业技术师范大学电子工程学院, 天津

收稿日期: 2021年10月3日; 录用日期: 2021年11月3日; 发布日期: 2021年11月10日

摘要

安全问题是生产生活中重要因素之一, 无人机遥感技术在安全监测领域有着重要的作用。本文介绍了无人机遥感系统组成, 重点介绍其在不同行业的安全监测领域方面应用的技术现状。最后对无人机存在的不足之处进行总结, 并分析其未来发展趋势和预期效果。

关键词

无人机, 遥感技术, 安全监测

Application and Development of UAV Remote Sensing Technology in Safety Monitoring Field

Weixiao Wang, Shixin Li*, Baosheng Li

School of Electronic Engineering, Tianjin University of Technology and Education, Tianjin

Received: Oct. 3rd, 2021; accepted: Nov. 3rd, 2021; published: Nov. 10th, 2021

Abstract

Safety is one of the important factors in production and life. Remote sensing technology of UAV plays an important role in the field of safety monitoring. This paper introduces the composition of remote sensing system of UAV, and focuses on its application in the field of safety monitoring in different industries. Finally, the deficiencies of UAV are summarized, and its future development trends and expected results are analyzed.

*通讯作者。

Keywords

UAV, Remote Sensing Technology, Safety Monitoring

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

无人机是无人驾驶飞机(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)的简称, 是利用无线电遥控设备或自身的飞控系统进行飞行控制的不载人飞机。因体积小, 重量轻且制造与使用成本低, 使无人机在社会的不同领域获得越来越广泛的应用。自 1917 年英国研制成功世界上第一台无人机起至 20 世纪 90 年代无人机一直应用于军事方面, 并在几次局部战争中发挥了重大作用, 现在已被广泛应用于日常生产生活中[1]。由于无人机的技术特点, 可以搭载多种传感器设备, 接近被测物体, 实时性好, 可获得清晰度高的图像和数据, 通过对获得的图像或数据进行分析就可以及时发现问题并及时处理。无人机的广泛应用使其在电力巡检, 现在农业, 水利防汛, 遥感测绘等方面获得了不错的进展。

遥感技术是上世纪 60 年代在航空摄影的基础上随航天技术和电子计算机技术的发展而逐渐形成的综合性感测技术, 是当前获取地理信息数据的主要技术手段。相较于卫星遥感与航空遥感等传统遥感手段, 无人机遥感具有成本低廉, 时效性快, 机动性强和数据清晰灵活等优点。本文就无人机遥感技术在安全监测方面的应用进行简要介绍, 并根据其优缺点对无人机遥感未来的发展进行了分析与展望。

2. 无人机遥感技术

无人机通常由飞机机体, 动力系统, 飞控系统, 数据链系统和辅助系统等五部分组成: 飞机机体由多种材料构成, 具有重量轻, 强度大的特点; 动力系统可分为电动机和内燃机两种动力系统, 其中消费级无人机以电动机动力系统为主, 主要由电池, 电机, 电子调速器和螺旋桨组成; 飞控系统是无人机的大脑, 对无人机的飞行姿态进行稳定, 控制其自主或半自主飞行; 数据链系统是地面与无人机的通讯纽带, 是一种双工通讯, 其稳定性, 安全性和灵敏度对无人机的意义重大; 辅助系统为其他功能性软件系统。按照平台构型无人机可分为固定翼无人机与旋翼无人机[2]。固定翼无人机主要依靠跑道、弹射、车载助飞等方式起飞, 起降方式不灵活, 拍摄时无法悬停定点。但其续航能力与抗风能力强适合于电力巡检, 油气管道巡检等大范围的遥感拍摄。旋翼无人机成本低, 体积小, 起降灵活拍摄时可定点悬停, 但其负载有限, 续航短, 只适合于小范围的遥感拍摄工作。

无人机遥感技术中, 根据工作任务与无人机类型, 无人机作业时需搭配不同传感器。其中光学数码相机是最为常见的设备, 通过对搭载光学相机的无人机所传输的影像进行处理与分析, 可以得到相应的遥感数据。搭载光学传感器的无人机遥感技术因其成本低廉, 操作使用便捷, 处理数据算法软件多样, 成为目前应用最为广泛的应用形式。另外无人机还可搭载红外热成像仪, 毫米波雷达, 多光谱等传感器来适用于不同的应用场景。

无人机遥感技术应用于安全监测领域有着以下特点:

1) 生产、使用成本低, 安全性高

相比于有人飞机, 无人机体积小, 重量轻, 在生产和使用维护方面的成本都很低。同时, 在环境与气候较为恶劣的地区执行任务时, 使用无人机进行作业, 可以最大限度的保证人身安全。

2) 实时性强, 精度高

相较于传统的卫星遥感与航空遥感技术, 无人机可实现随时的起飞作业以达到任务需求。同时无人机飞行过程中可接近目标进行监测, 在检测精度方面有明显优势。

3) 操作灵活, 起降方便

相较于有人飞机, 无人机对起降场地无过多要求, 可实现在多山等环境下进行作业。操作人员使用地面设备对无人机实施实时操控, 对监测目标进行多角度的拍摄。

4) 抗干扰能力不足

无人机飞行过程中容易受到极端天气的影响, 比如在在大风天气中, 无人机的抗风能力弱, 容易出现偏离航线, 对获取数据的精度产生影响; 在有较大的电磁干扰的环境中, 无人机内部一些电子部件的运行产生影响, 降低通讯与飞行效率。

5) 续航时间短

锂离子电池能量密度不高, 导致续航时间不长, 尤其在冬季寒冷的条件下, 电池容量出现衰减, 续航时间出现明显下降。

3. 无人机在安全监测领域应用现状

3.1. 电力线路安全巡检应用

架空输电线作为远距离输电的主要手段贯穿祖国的大江南北, 是国民正常生活的和企业安全生产的重要保证, 但是复杂的地理与气候环境严重危害高压输电线路的安全运行。传统的电力巡检主要以专业的巡检人员到达现场对电力线路进行排查与检修, 这种方式不仅成本高、效率低且恶劣环境对检修人员存在严重的安全隐患。随着无人机技术的发展, 可以在保证人员安全的情况下即可以打破地理因素的限制还能够具有较高的巡检效率, 无人机巡检已成为国内输电线路巡检的常用方式[3]。

目前围绕无人机的电力巡检任务主要是通过无人机搭载高分辨率的光学影像设备, 红外影像设备, 紫外影像来检测导线、绝缘子、杆塔、金具的结构损伤[4]、线路的外力破坏、故障时的异常高温以及电晕放电等情况, 及时发现存在的安全隐患, 保证输电线路的正常运行。

我国无人机的发展起步较晚, 而无人机巡线更是近几年才兴起的一项技术。冯新江[5]等提出一套可实现了无人机自动化巡线的电力巡检系统, 通过多路运营商无线网卡高速、稳定地回传图像与视频, 地面服务器端通过测温校准及分析进行故障检测, 并将接收到的数据进行智能归档, 保证了无人机电力巡检的准确性和稳定性。在航拍图像的处理上, 马耀名[6]等针对传统匹配算法构建尺度空间会致使图像边缘信息丢失或者效率低等问题, 提出一种基于高斯曲率尺度空间的航拍图像匹配算法。彭泓[7]等针对电力巡线无人机挂载相机的画幅过小, 不能拍摄全局电力线图像等问题, 提出一种基于局部特征的电力线图像拼接算法。

3.2. 在矿业领域应用现状

“智慧矿山”的建设是近年来提高矿山安全的重大举措之一, 然而无人机在当前矿业生产中应用并不广泛, 但其相较于传统矿山生产中使用卫星遥感技术存在一定的优势, 可作为对卫星遥感技术的补充应用于对矿山生产中的实时管理和对环境安全的监测, 还可作为欠发达地区缺乏有效遥感技术的优先解决办法[2]。

矿山的生产过程中尾矿库的监测与边坡灾害的防治是矿业生产中安全监察的重要内容, 尾矿库是一个具有高势能的人造泥石流危险源, 一旦发生事故, 往往会造成重大人员伤亡、巨额财产损失以及难以修复的环境污染。滑坡灾害隐患时刻威胁着矿山生产的安全, 对滑坡灾害的识别与防治同样是无人机遥感技术的重要应用方向。

利用无人机遥感技术可对尾矿库实现整体监测, 贾虎军[8]等基于无人机航测技术获取尾矿库的高精度三维空间数据, 研究尾矿库的可视化安全风险分析方法, 实现对尾矿库的全寿命周期管控。马国超[9]等以四川某具体尾矿库为案例, 使用无人机摄影测量的水平和高程中误差分别为 0.311 m 和 0.304 m, 这完全满足矿山尾矿库建设规划需求, 表明该技术能有效辅助尾矿库建设规划以及安全风险评价。Rauhala [10]应用该技术对芬兰极地区域一处已暂停使用的金矿尾矿库开展连续三年的年沉降量监测, 结果表明测量分辨率可达到分米级别。

无人机遥感技术在滑坡灾害中有着重要作用, 唐尧[11]利用融合北斗卫星导航、卫星通信、无人机及三维激光扫描等新兴技术的模式对金沙江灾害前后的遥感影像进行分析, 提取出了灾害前后孕灾及变形蠕动等特征, 通过对灾后周边的隐患灾害排查, 查明了存在疑似裂缝与次生滑坡隐患点, 结果表明该模式对滑坡等山区自然灾害排查、灾情跟踪监测及灾后应急抢险道路优选具有较大的应用前景。叶伟林[12]采用无人机航测系统获, 利用滑坡前后的高精度 DEM 数据源, 精确计算出滑坡滑体厚度和体积等参数; 另一方面也说明无人机遥感技术可以代替人工对高陡边坡进行测量。

3.3. 在林业防火方面应用

森林火灾所造成的经济损失和对生态环境的影响都是巨大的。世界上每年森林火灾超过 20 万次, 烧毁森林面积占世界森林总面积的 1%以上。在我国, 火灾严重的时候每年平均发生 1 万多起森林火灾, 烧毁森林几十万至上百万公顷, 约占全国森林面积的 5%~8% [13]。森林火灾具有突发性强, 危害性大, 蔓延迅速等特点, 对火灾早期监测与及时控制成为预防火灾与及时灭火的关键。

无人机巡逻相对传统巡逻方式, 对火场分析有着精准、直观和全面的优点, 使其成为了森林防火巡查未来的发展趋势。在当前森林防火应用领域, 无人机具有全天候火情监测, 火场态势实时监控, 远距离中继通信, 辅助应急救援等应用形式。其搭载可见光与热红外等传感设备, 便于工作人员排查可疑区域, 及时发现火情[14]。

柯斌[15]等提出一种新的烟雾识别混合算法, 通过二值化处理、RGB 颜色模型和多特征融合的综合处理, 可以提高烟雾识别准确率和降低误判率。黄晶[16]等设计了一种新型四旋翼无人机系统, 其将可见光、中波红外相机和烟雾探测模块等三种传感器进行有效融合, 并提出一种基于火焰静态和动态特征频率及烟雾特征的目标检测算法, 能克服传统防火方式漏报率高、难度大和耗时长等缺点, 达到在复杂森林环境中对火情进行高效、精准、及时监测和预警的目的。

4. 未来展望

无人机遥感技术在安全监测领域具有实时性强, 操作灵活, 成本低等优点, 但由于应用场景复杂, 特定环境下对检测精度要求严苛, 同时无人机在续航和抗干扰等方面仍然存在不足, 本文就无人机遥感技术目前所存在的不足提出其未来发展方向的几点展望。

4.1. 完善的立法监管

不同的国家针对无人机飞行过程中存在的安全问题, 制订了相应的法律法规。例如: 美国要求无人机飞行全程必须保持在操作人员的飞行范围内, 不得从人头顶上飞过, 还要求无人机操控者注册自己的无人机, 同时需具有飞行资质。上述规定在规范无人机飞行管理的同时一定程度上限制了工作人员对无人机使用的灵活性, 阻碍了无人机技术在不同行业应用的发展。另一方面, 对无人机的使用不当也存在重大的安全隐患, 阿联酋迪拜、加拿大渥太华都曾发生过因无人机关闭机场的事件, 英国政府针对此现象规定, 机场上空及周边一公里范围内不允许无人机活动。所以, 对无人机的从生产到飞

行管理统一化、标准化是未来发展的必然趋势。同时，无人机的生产与使用者也需积极参与无人机监管制度的建设和完善。

4.2. 提升续航能力

当前市场上的无人机大多采用大容量锂离子电池驱动，续航能力普遍不强，旋翼无人机一般为半小时左右，难以承担大范围的遥感工作。未来可研制高能量密度电池、混合动力系统无人机、低功耗高效的电子元器件与电机、轻型耐用型材料的机身等方向来提升无人机的续航能力以适用于大规模的应用场景。

4.3. 相应遥感图像处理算法的改进

现在的遥感图像处理技术发展迅速，应用广泛，但缺乏高效率，高精度的算法是目前所面临的重要问题之一。一般算法只在某一方面有较好的处理效果，不能对所有图像均进行高效处理。目前几乎所有的图像处理算法只能对一种干扰进行处理，还没有一种图像处理算法能够对多种干扰因素进行处理。且较多算法还需要人为干预进行参数设定，图像精度容易受到人为因素的影响。现阶段，研究人员需通过改进相关算法来提高图像处理技术的效率与准确性。

近年来，随着深度学习技术的不断发展，将该技术应用于无人机遥感图像处理中，并取得较好效果。深度学习使用深度神经网络对图像特征进行自动提取，训练中分类器根据损失不断优化参数及权重，直至训练完成。深度学习与图像处理的融合，极大提高了图像处理的精度与效率，将深度学习应用于遥感图像处理将会成为未来发展的主要趋势。

4.4. 智能化飞行

当前无人机的操作主要依赖人工操作，操作人员需考取专业的飞行执照，甚至存在无人机需要多人协同配合，智能化程度低。随着机器视觉技术的发展，无人机正向智能化，自动化方向发展。无人机搭载毫米波雷达、激光雷达等设备可实现碰撞预警、自动避障，避免因碰撞而发生无人机坠毁等事故。此外，随着飞控技术的发展，利用手机、笔记本电脑等移动终端实现划定任务范围、自动规划飞行路线和完成遥感作业等工作。

5. 结论

无人机的使用极大地提高了生产和生活的效率，在灵活度高与时效性强的安全监测领域有着极大的应用前景。无人机监测的应用可有效解决传统监测手段的不足，大大降低使用场景中安全事故的发生。本文针对无人机目前存在的问题进行展望，为无人机未来的发展提供了思路。相信未来随着无人机技术的进步与生产成本的降低，无人机将会在社会各领域中扮演更重要的角色。

基金项目

天津市高等学校科技发展基金项目(20140818)。

参考文献

- [1] 秦博, 王蕾. 无人机发展综述[J]. 飞航导弹, 2002(8): 4-10.
- [2] 王昆, 杨鹏, 吕文生, 诸利一, 于广明. 无人机遥感在矿业领域应用现状及发展态势[J]. 工程科学学报, 2020, 42(9): 1085-1095.
- [3] 钱金菊, 韩正伟, 易琳, 等. 图像处理技术在无人机电力线路巡检中的应用[J]. 电子技术与软件工程, 2017(15):

72-73.

- [4] 隋宇, 宁平凡, 牛萍娟, 王辰羽, 赵地, 张伟龙, 韩抒真, 梁立君, 薛高建, 崔颜军. 面向架空输电线路的挂载无人机电力巡检技术研究综述[J]. 电网技术, 2021, 45(9): 3636-3648.
- [5] 冯新江, 林泽科, 陈岳贤, 潘桢. 无人机电力巡检系统研究[J]. 机电信息, 2021(5): 1-4.
- [6] 马耀名, 陈艺琳, 李万禹. 电力巡线无人机航拍图像匹配算法研究[J/OL]. 计算机工程与应用, 2021: 1-9. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2127.TP.20200922.0938.002.html>, 2021-10-18.
- [7] 彭泓, 李红利, 杜宇, 宁博, 郭磊. 电力巡线无人机航拍图像拼接算法[J]. 计算机应用与软件, 2020, 37(5): 243-248+255.
- [8] 贾虎军, 王立娟, 靳晓, 唐尧, 马国超. 基于无人机航测的尾矿库三维空间数据获取与风险分析[J]. 中国安全生产科学技术, 2018, 14(7): 115-119.
- [9] 马国超, 王立娟, 马松, 唐尧. 无人机摄影测量在矿山尾矿库建设规划的应用[J]. 测绘科学, 2018, 43(1): 84-88.
- [10] 唐尧, 王立娟, 马国超, 贾虎军, 李洪梁, 尹恒. 基于“高分+”的金沙江滑坡灾情监测与应用前景分析[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2019, 44(7): 1082-1092.
- [11] Rauhala, A., Tuomela, A., Davids, C. and Rossi, P. (2017) UAV Remote Sensing Surveillance of a Mine Tailings Impoundment in Sub-Arctic Conditions. *Remote Sensing*, 9, Article No. 1318. <https://doi.org/10.3390/rs9121318>
- [12] 叶伟林, 宿星, 魏万鸿, 吴玮江, 闫洁. 无人机航测系统在滑坡应急中的应用[J]. 测绘通报, 2017(9): 70-74.
- [13] 梁宁, 袁新利, 刘晓东. 无人机在森林防火领域的应用及发展[J]. 森林防火, 2020(1): 50-54.
- [14] 刘福, 秦军. 森林防火灭火中的无人机应用探讨[J]. 福建林业科技, 2016, 43(4): 220-223.
- [15] 柯斌, 戴杨. 无人机烟雾识别系统在森林防火中的应用研究[J]. 电脑知识与技术, 2018, 14(8): 154-156.
- [16] 黄晶, 敖子航, 张友民, 穆凌霞, 郑锴. 一种面向森林火情监测的四旋翼无人机系统[J]. 控制与信息技术, 2021(2): 1-7.