

新型无人机检测技术在桥梁检测工程中的应用策略探析

杨 琨

江苏现代工程检测有限公司, 江苏 南京 210000

[摘要] 随着科技的进步和无人机技术的发展, 无人机在桥梁检测领域的应用日益广泛。传统的桥梁检测方法存在着人力成本高、安全风险大等问题, 而无人机具有快速、高效、安全等优势, 能够有效提升桥梁检测的质量和效率。本篇文章探讨了新型无人机检测技术在桥梁检测工程中的应用策略, 重点介绍了无人机在桥梁检测中的定位导航、飞行路径规划、自主避障、检测数据图像识别以及异形检测等关键技术要点。

[关键词] 无人机; 桥梁检测; 定位导航; 自主避障; 异形检测

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13703 中图分类号: U446.2 文献标识码: A

Exploration on Application Strategies of New Unmanned Aerial Vehicle Detection Technology in Bridge Inspection Engineering

YANG Kun

Jiangsu Modern Engineering Testing Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract: With the advancement of technology and the development of drone technology, the application of drones in bridge inspection is becoming increasingly widespread. Traditional bridge inspection methods have problems such as high labor costs and high safety risks, while drones have advantages such as speed, efficiency, and safety, which can effectively improve the quality and efficiency of bridge inspection. This article explores the application strategies of new unmanned aerial vehicle detection technology in bridge detection engineering, with a focus on key technical points such as UAV positioning and navigation, flight path planning, autonomous obstacle avoidance, detection data image recognition, and anomaly detection in bridge detection.

Keywords: unmanned aerial vehicle; bridge inspection; positioning and navigation; autonomous obstacle avoidance; alien detection

引言

随着城市化进程的加快和基础设施建设的不断推进, 桥梁作为连接城市交通的重要纽带, 其安全性和可靠性显得尤为重要^[1]。然而, 长期以来, 传统的桥梁检测方法存在着效率低、安全风险大、成本高等问题, 尤其是在面对复杂的桥梁结构和大范围的检测需求时, 这些问题更加凸显。

随着科技的不断发展和无人机技术的成熟应用, 无人机在桥梁检测中展现出了巨大的潜力和优势。无人机作为一种新型的检测工具, 通过搭载高分辨率摄像头、激光雷达等传感器, 可以实现对桥梁结构的全面、精确、高效的检测。相较于传统的人工巡检或搭设脚手架进行视觉检查, 无人机不仅能够避免安全风险, 还能够在不影响桥梁正常使用的情况下进行非接触式检测, 大大提高了检测的全面性和精度。因此, 本文深入探讨新型无人机检测技术在桥梁检测工程中的具体应用策略, 分析其在提升桥梁检测效率、保障公共安全、促进基础设施可持续发展等方面的作用和意义。

1 无人机桥梁检测概述

无人机技术是通过搭载高分辨率摄像头、激光雷达等先进传感器, 实现对桥梁结构的高精度、全方位的监测^[2]。与传统方法相比, 无人机具有以下显著优势: 首先, 无人机能够以非接触方式进行检测, 避免了人员进入高风险区

域的安全问题, 同时减少了对桥梁正常使用的干扰。其次, 无人机操作灵活, 可以在较短时间内覆盖大范围区域, 显著提高了检测效率和工作成本的经济性。再次, 通过高清影像和激光雷达数据, 无人机能够准确捕捉桥梁表面的裂缝、变形、腐蚀等结构缺陷, 对于早期损伤的发现和评估具有重要意义。最后, 无人机还能够进行定期的监测和长期的数据积累, 为桥梁维护和修复提供科学依据。

在技术上, 无人机桥梁检测受益于自主飞行路径规划、避障技术和先进的图像处理算法。这些技术的不断进步, 使得无人机在复杂环境下的操作更加可靠和精确, 为提升桥梁检测的精准度和可靠性提供了坚实的技术支持。

2 无人机检测技术要点

2.1 无人机定位、导航技术

随着无人机技术的快速发展, 定位和导航系统在提升飞行安全性、实现自主飞行以及完成复杂任务方面起到了至关重要的作用。无人机的定位技术包括全球定位系统 (GPS)、惯性导航系统 (INS)、视觉导航系统等。GPS 是无人机最常用的定位方式之一, 通过接收卫星信号确定其地理位置和高度。虽然 GPS 提供了较高的精度和全球覆盖, 但在某些情况下, 如密集城市或建筑物遮挡区域, 其信号可能会受到干扰或遮蔽, 影响飞行的精确性^[3]。

视觉导航系统则是近年来快速发展的技术,通过摄像头和图像处理算法实时识别地面特征,并推断无人机的位置和姿态。这种技术在复杂环境中尤为有用,可以在缺少GPS信号或需要高精度定位的情况下,提供可靠的定位信息。视觉导航系统的优势在于其自主性和适应性,能够实现无人机的自主起降、避障飞行等功能,逐渐成为无人机导航中的重要组成部分。

无人机的导航技术涵盖了路径规划、障碍物避免和飞行控制等方面。路径规划是指根据任务要求和环境条件,制定无人机飞行的最优路径。这一过程需要考虑飞行器的动力学特性、飞行性能以及避障策略,以确保安全和高效地完成飞行任务。现代无人机通常配备了先进的路径规划算法,能够在复杂环境中动态调整路径,应对突发状况和避免碰撞。

2.2 无人机飞行路径智能规划

无人机飞行路径智能规划是现代无人机技术中的重要组成部分,它涉及到如何通过先进的算法和技术,使无人机能够自主、高效地规划并执行飞行任务的路径。这一过程不仅考虑到飞行器本身的动力学特性和性能参数,还需要综合考虑环境条件、任务要求以及飞行安全性等多方面因素,以实现安全、准确和高效的飞行。

路径规划算法是实现智能飞行路径的核心,包括传统的基于图论的方法、启发式搜索算法(如A*算法)以及最新的基于机器学习和人工智能的方法。传统的图论方法将飞行环境抽象为图,其中节点表示飞行器可以访问的位置,边表示位置之间的可行路径,通过寻找最短路径或最优路径来规划飞行路径。启发式搜索算法通过评估路径的代价函数,逐步搜索最佳路径,以平衡计算效率和路径优化的需求。近年来,机器学习技术的应用使得无人机能够从历史数据中学习并优化飞行路径规划,例如通过深度强化学习来实现复杂环境中的路径优化和避障。通过雷达、激光雷达、视觉传感器等感知技术,无人机能够实时检测周围的障碍物,并相应地调整飞行路径或避开障碍物,以确保飞行安全和任务顺利完成。现代无人机通常配备多种传感器,并结合复杂的算法和决策逻辑,能够在复杂的环境中进行精确的障碍物避免操作。此外,在多任务场景下,无人机可能需要根据不同任务的优先级和紧急程度,动态调整飞行路径和执行顺序。这种动态调整通常需要实时的决策算法和与地面指挥中心的通信协作,以响应变化的环境条件和任务需求。

2.3 无人机自主避障技术

随着无人机技术的进步和应用场景的扩展,自主避障技术不断演化和提升,以适应各种复杂的飞行环境和任务需求^[4]。首先,无人机的自主避障技术依赖于多种感知和识别系统,如雷达、激光雷达、视觉传感器、红外传感器等。这些传感器能够实时监测无人机周围的障碍物、地形和环境条件,并将这些数据反馈给飞行控制系统。雷达和

激光雷达可以高效地探测前方障碍物的位置和距离,适用于长距离和低能见度环境下的避障。其次,无人机自主避障技术依赖于先进的避障算法和决策逻辑。避障算法根据传感器提供的数据,计算出避障路径或调整飞行方向,以确保无人机能够安全绕过障碍物或停止飞行以避免碰撞。这些算法通常结合了路径规划、动态调整和障碍物评估,能够在复杂多变的环境中做出快速和准确的决策。决策逻辑则包括基于规则的方法、机器学习和深度学习技术,使得无人机能够从经验中学习,并适应不同的飞行场景和障碍物类型,提高避障效果和飞行安全性。最后,无人机的自主避障技术还涉及到飞行控制系统的实时响应和调整能力。一旦避障算法检测到前方障碍物,飞行控制系统能够快速反应并调整飞行姿态和速度,以避免与障碍物发生碰撞。这种实时响应的能力对于保证飞行安全和任务的顺利完成至关重要,尤其是在高速飞行或复杂地形环境下。

2.4 检测数据图像识别技术

无人机检测技术中的检测数据图像识别技术是指利用无人机搭载的摄像头和先进的图像处理算法,对所获取的图像数据进行分析 and 识别,从而实现目标、环境或特定物体的自动识别与分析。这项技术在多个领域,如农业、城市管理、环境监测等中发挥着越来越重要的作用。首先,检测数据图像识别技术依赖于无人机搭载的高分辨率摄像头或其他传感器。这些摄像头能够捕捉地面或目标的详细图像,通常包括可见光摄像头、红外摄像头或多光谱传感器。每种类型的传感器都有其独特的应用场景和优势,例如可见光摄像头适用于一般视觉检测和识别,而红外摄像头则能够探测热源、温度变化等特定目标,多光谱传感器则能提供不同波段的图像,用于精准的植被或土壤分析。其次,检测数据图像识别技术的核心在于图像处理和计算机视觉算法的应用。这些算法可以对无人机获取的图像数据进行实时或后期处理,识别目标物体、辨别地面特征、评估环境条件等。常见的图像处理技术包括图像增强、滤波、分割、特征提取和分类等,通过这些技术可以使图像数据更清晰、更易于分析。最后,随着人工智能和机器学习技术的发展,检测数据图像识别技术正在不断进化和改进。深度学习算法如卷积神经网络(CNN)和递归神经网络(RNN)等能够从大量的图像数据中学习并提取特征,进而进行更高级别的图像识别和分析。这些技术使得无人机能够在复杂和动态的环境中进行更精确和可靠的目标识别,如人员搜索与救援、安全巡逻、自然灾害评估等方面。

3 新型无人机检测技术在桥梁检测工程中的应用策略

3.1 桥面系的检查

桥面系是桥梁结构中最常受到车辆和自然环境影响的部位,定期检查和维修至关重要,以确保桥梁的结构安全性和使用寿命^[5]。第一,无人机能够通过搭载高分辨率

的摄像头和其他传感器,在不接触桥梁表面的情况下,快速获取详细的图像和数据,如多光谱传感器可以检测桥梁表面的裂缝、腐蚀和变形等问题,红外传感器则能够探测桥梁结构中的热量变化,这些数据对于早期发现潜在问题和制定有效的维修方案至关重要。第二,飞行路径规划通过优化算法和传感器数据,确保无人机能够全面而有效地覆盖整个桥面系区域,包括桥面、桥墩和桥梁结构。这种规划不仅考虑到检查的全面性和准确性,还考虑到飞行安全和数据收集效率。一旦完成数据采集,无人机搭载的图像识别技术能够自动分析图像中的细节和异常,如裂缝、腐蚀迹象、水渗漏等,快速生成报告并提供实时反馈,提高了检测的效率和准确性,同时降低了人为误差的可能性。第三,桥梁经常受到车辆荷载和自然环境因素(如风、雨、温度变化等)的影响,这些因素可能导致桥梁表面的损伤和结构的变形。无人机可以定期进行检查,通过历史数据的积累和实时监测,及时发现和识别这些问题的迹象,使得工程师可以及早采取预防措施或修复工作,以防止问题进一步恶化和增加维修成本。

3.2 桥梁上部结构的检查

桥梁的上部结构包括桥面以上的部分,如桥面梁、支座等,这些结构承载着车辆荷载和自然环境的影响,定期的检查和维护对于确保桥梁的安全运行至关重要。其一,无人机配备了高分辨率的摄像头和多种传感器,能够在不接触桥梁结构的情况下,从空中获取详细的图像和数据,如高清摄像头能够捕捉桥梁结构的细节和表面状况,红外传感器则可以检测结构的热量分布,这些数据对于早期发现结构缺陷、损伤和变形至关重要。其二,桥梁的上部结构常受到车辆荷载和自然环境因素(如风、雨、温度变化等)的影响,这些因素会导致结构的疲劳、损伤和变形。无人机可以定期进行检查,并通过历史数据的积累和实时监测,及时发现和识别这些问题的迹象,使得工程师能够及早采取预防措施或维修措施,防止问题进一步扩大和增加维护成本。其三,无人机技术在桥梁上部结构检查中的应用还增强了工作的安全性。传统的检查可能需要工作人员在高空进行危险的悬崖边巡查或使用吊篮等设备,存在高空作业风险。而无人机能够在遥控或自主飞行模式下执行任务,避免了人员接触高危险环境的需求,减少了意外伤害的风险,同时提高了工作的安全性和可控性。

3.3 桥梁墩台的检查

新型无人机检测技术在桥梁墩台的检查中提供了一系列创新和优势,与传统方法相比,其应用策略更加突出

其高效、精准和安全的特性。首先,无人机技术通过搭载先进的传感器和摄像设备,能够实现对桥梁墩台的全面覆盖和高分辨率的数据采集,从而详细分析墩台的结构健康状况,如红外传感器可用于检测墩台的热量分布,从而识别潜在的结构问题;多光谱传感器则有助于分析墩台表面的植被生长情况,早期发现植物根系对结构的潜在影响。其次,飞行路径规划考虑到墩台结构的复杂性和多样性,通过算法优化确保了无人机能够在最短时间内完成全面的检查任务,同时保证了数据采集的全面性和准确性。在数据处理方面,无人机搭载的图像识别和处理技术能够快速分析大量的图像数据,识别出可能存在的裂缝、腐蚀、混凝土龟裂等问题,为工程师提供及时的评估和维护建议。最后,无人机检测技术的应用强化了对桥梁墩台问题的预测和预防能力。通过定期的检查和持续的监测,工程师可以基于历史数据和实时反馈,预测墩台可能面临的结构问题和环境影响,及时采取预防性的维护措施,避免问题进一步扩大和加重维护成本,不仅提高桥梁结构的整体可靠性和安全性,也减少因突发性问题而造成的交通中断和经济损失。

4 结束语

新型无人机检测技术在桥梁检测工程中的应用,不仅能够提高检测效率和精度,还能有效降低人力成本和安全风险。随着技术的进步和应用经验的积累,无人机将在桥梁检测领域发挥越来越重要的作用,为保障公共安全和基础设施可持续发展做出积极贡献。

[参考文献]

- [1]杨友震,闫国庆.新型无人机检测技术在桥梁检测工程中的应用策略[J].智能建筑与智慧城市,2024(5):27-29.
- [2]刘彦君.无人机检测系统在桥梁检测中的应用研究[J].中国设备工程,2023(14):126-128.
- [3]朱宏强.新型无人机检测技术在桥梁检测工程中的应用策略[J].居业,2023(7):76-78.
- [4]黄若昀,范昊昱.新型无人机检测技术在桥梁检测工程中的应用策略[J].中阿科技论坛(中英文),2022(8):140-144.
- [5]包琦.新型无人机检测技术在桥梁检测工程中的应用[J].甘肃科技纵横,2021,50(6):31-33.

作者简介:杨琨(1987.12—),男,毕业院校:南京交通职业技术学院,所学专业:土木工程,当前工作单位:江苏现代工程检测有限公司,职务:桥隧检测师,职称级别:中级。