

基于深度学习的无人系统自主导航算法优化研究

陈锐辉^{1,2}

¹ 深圳市中安网络技术有限公司 广东深圳

² 深圳市中安无人系统研究院 广东深圳

【摘要】基于深度学习的无人系统自主导航算法优化研究旨在提高无人系统在复杂环境中的导航精度与鲁棒性。传统的导航算法在动态和不确定环境中往往表现不佳，无法有效处理实时环境变化。本文提出一种新的深度学习方法，通过训练神经网络模型来优化无人系统的路径规划和定位策略，从而提升导航效率。通过实验验证，所提算法在实际应用中比传统算法具有更高的精度和适应性。本研究为无人系统自主导航技术的发展提供了新的思路和优化方案，具有重要的理论与应用价值。

【关键词】深度学习；无人系统；自主导航；算法优化；路径规划

【收稿日期】2025 年 5 月 17 日

【出刊日期】2025 年 6 月 10 日

【DOI】10.12208/j.aics.20250043

Research on optimization of autonomous navigation algorithms for unmanned systems based on deep learning

Ruihui Chen^{1,2}

¹Shenzhen Zhong'an Network Technology Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong

²Shenzhen Zhong'an Unmanned System Research Institute, Shenzhen, Guangdong

【Abstract】 The research on optimizing autonomous navigation algorithms for unmanned systems based on deep learning aims to improve the navigation accuracy and robustness of unmanned systems in complex environments. Traditional navigation algorithms often perform poorly in dynamic and uncertain environments, failing to effectively handle real-time environmental changes. This paper proposes a new deep learning method that optimizes the path planning and positioning strategies of unmanned systems by training neural network models, thereby enhancing navigation efficiency. Experimental verification shows that the proposed algorithm has higher accuracy and adaptability than traditional algorithms in practical applications. This research provides new ideas and optimization schemes for the development of autonomous navigation technology for unmanned systems, and has important theoretical and application value.

【Keywords】 Deep learning; Unmanned systems; Autonomous navigation; Algorithm optimization; Path planning

引言

无人系统在各种复杂环境中的应用越来越广泛，尤其在军事、交通、物流等领域，具有重要的战略意义。传统的导航算法往往受限于环境变化的不可预见性，导致系统的自主性和灵活性不足。如何通过技术手段提升无人系统在动态复杂环境中的自主导航能力成为了研究的热点。近年来，深度学习的飞速发展为解决这一问题提供了新的思路。利用深度学习算法的强大数据处理能力与模式识别能力，可以优化传统导航算法，提高无人系统的导航精度、鲁棒性和实时性。本文将深入探讨基于深度学习的无人系统自主导航算法，并提出

相应的优化方案，为无人系统的智能化导航技术提供新的解决路径。

1 传统导航算法在无人系统中的局限性分析

在无人系统中，传统的导航算法通常依赖于经典的路径规划技术，如 A* 算法、Dijkstra 算法、遗传算法等。这些算法在静态环境下表现较好，但在动态、不确定或复杂环境中会遇到明显的局限性。传统算法的主要问题在于对实时变化的环境缺乏足够的适应性，这导致其在面对动态障碍物、复杂地形等情况时，往往不能进行有效的路径调整或修正^[1]。尤其是在未知环境中，传统算法依赖于预先设定的地图或数据模型，无法

实时更新,致使路径规划效率低下或发生偏差。传统导航算法通常是基于距离或成本的计算,不具备深度学习模型的自我优化能力,难以实现自主感知与决策。

另一个制约传统导航算法在无人系统中的应用的 因素是其对系统计算能力的要求。传统的路径规划和定位算法通常需要大量的计算资源,尤其是在大规模场景或高维空间中,计算量急剧增加,导致计算效率下降。此时,无人系统的计算平台往往无法实时处理大规模的 计算任务,影响了系统的自主性和实时性。而且传统算法通常忽略了环境的复杂性,简单的静态模型不能准确描述实际环境中的动态变化,因此在实际应用中会出现较大误差。在复杂环境下,传统算法往往需要经过多次迭代才能得到理想的导航路径,极大地降低了系统的响应速度和处理能力。

虽然传统导航算法在一些简单的应用中能够发挥作用,但在面对更复杂的任务时,表现远不如预期。特别是在一些高风险、高动态的环境中,传统算法的缺点更加明显,面对未知障碍物的出现,传统算法无法实时调整路径,往往会出现碰撞或偏离预定路径的现象。如何克服这些局限性,提高导航算法的自适应性、实时性和鲁棒性,成为了当前无人系统导航领域亟待解决的核心问题。

2 基于深度学习的自主导航算法设计与优化

近年来,深度学习技术的快速发展为解决传统导航算法的局限性提供了新的契机。深度学习模型具备强大的数据处理和模式识别能力,能够从大量的传感器数据中提取深层次的特征,从而为无人系统提供更加精准的导航信息。基于深度学习的导航算法通过构建深度神经网络,能够实时地处理来自传感器、摄像头、激光雷达等多源数据,并进行环境感知、目标识别和路径规划。与传统方法不同,深度学习能够根据实际环境中的动态变化自动调整导航策略,实现真正的自主导航。

在深度学习的基础上,当前无人系统导航算法的设计逐渐趋向智能化、自适应化和数据驱动化。通过训练深度神经网络,系统可以学习到环境中各类动态变化的规律,并根据这些规律进行实时决策^[2]。比如,基于卷积神经网络(CNN)的图像处理能力,无人系统能够通过摄像头获取环境图像,识别其中的障碍物、道路标志等重要信息,进而优化路径规划。而基于循环神经网络(RNN)或长短期记忆(LSTM)网络,系统能够处理时间序列数据,进行动态环境的预测与调整,保证无人系统在运动过程中能够适应不同的变化。

深度强化学习(DRL)作为深度学习中的一种新兴方法,也被广泛应用于无人系统的自主导航中。通过深度强化学习,无人系统能够在复杂环境中通过反复试错,学习到最佳的决策策略。强化学习模型通过不断地与环境进行交互,基于奖惩机制调整自身的行动策略,从而优化导航路径和决策。相比于传统的导航算法,深度学习的优势在于它能够通过大量数据训练,不仅提高了导航精度,还增强了系统对未知环境的适应性和灵活性。

3 深度学习算法在不同环境中的表现

为了验证基于深度学习的导航算法在实际应用中的有效性和性能,多个实验和评估已在不同环境下进行。在实验中,深度学习算法通常会与传统的导航算法进行对比,以分析其在复杂环境中的表现差异。实验环境通常包括城市道路、复杂森林、山地地形等多种场景,以全面评估深度学习算法的适应能力和鲁棒性。在这些环境中,深度学习算法能够有效应对动态障碍物的出现、环境的复杂性变化以及实时路径优化需求,显示出其优于传统算法的性能。

在城市道路的实验中,深度学习算法通过实时获取来自摄像头和传感器的路面图像,分析交通信号、行人、车辆和其他动态障碍物的信息,从而能够智能地进行避障和路径规划。与传统导航算法依赖预设的静态地图不同,深度学习算法能够处理实时数据,动态响应交通流动、交通信号变化、突发状况(如意外事故或交通堵塞)。这种高度实时的决策能力使得系统能在复杂的城市道路环境中更加灵活和高效地进行行驶,避免了路径偏差和事故风险。在复杂的森林环境中,深度学习算法通过结合激光雷达和图像数据,精准识别森林中的树木、石块和其他障碍物。系统能够基于环境变化动态调整行驶路线,克服传统算法在无法实时更新地图时造成的路径偏差问题,提升了无人系统的适应性和导航精度。

在山地地形的实验中,深度学习算法展现了卓越的地形适应能力。通过对大量山地环境数据的深度学习,系统能够精准识别地形的坡度变化、障碍物的分布以及地面不规则性的细节。算法可以通过激光雷达和摄像头实时获取数据,识别出复杂地形中的障碍物,如岩石、陡坡或突发的地面变化^[3-7]。基于这些信息,系统能够自动调整路径,优化行驶路线,确保无人系统能够在复杂的山地环境中安全有效地行驶,避免碰撞或偏离路线。与传统导航算法相比,深度学习算法不仅能在高动态环境下做出实时反应,还能应对变化无常的

地形,提供更精确的导航路径。实验结果表明,深度学习优化后的导航算法在复杂地形中展现出更强的鲁棒性和适应性,大大提升了系统的自主性和安全性,证明了其在无人系统导航中的广泛应用前景。

4 深度学习算法优化对无人系统导航性能的提升分析

深度学习算法的优化不仅提升了无人系统导航的精度和鲁棒性,也大大增强了系统在复杂环境中的应变能力和自适应性。通过深度学习模型的不断优化,无人系统能够在多个任务中实现精确的路径规划和环境感知。深度学习算法通过不断训练和优化,提高了无人系统的导航精度。在传统算法中,导航精度常常受限于静态地图和路径规划模型,而深度学习算法则能够通过实时传感器数据的反馈,调整系统的行动策略,从而提升导航精度。

深度学习算法的优化不仅显著提高了系统的导航精度,还极大增强了系统在复杂和动态环境中的鲁棒性。在传统的导航算法中,当环境发生突发变化,如障碍物突然出现、天气变化或路况变化时,系统常常会因为缺乏实时更新和适应能力而发生路径偏离或导航错误。相比之下,深度学习算法能够通过自我学习、实时数据处理和模型更新,迅速适应这些动态变化。系统通过不断调整路径,保持对环境的实时感知,确保无人系统在复杂环境下始终沿着最优路径行驶。深度学习模型的强大推理能力使得无人系统能够在面对未知环境时,快速做出有效决策,避免了路径偏离、碰撞等风险,确保了任务的顺利完成。这种自适应和动态调整的能力使得深度学习算法在复杂任务中展现出更强的稳定性和可靠性。

深度学习算法的优化不仅提升了无人系统的路径规划能力,还显著增强了系统的整体性能。通过深度学习的多任务学习模型,系统能够同时处理多项任务,如导航、目标识别、障碍物检测和任务规划等。这种多任务协同处理的方式,使得无人系统能够在统一的框架下高效地完成多个复杂任务,而不需要为每个任务单独训练和部署不同的模型,从而提高了整体运行效率。深度学习模型在执行任务时,通过共享学习到的特征和经验,不仅提升了系统的执行能力,还大大减少了计算和时间开销^[8]。优化后的系统可以更好地利用有限的计算资源,同时保证任务的高效完成。深度学习优化后的无人系统在精度、鲁棒性、实时性等方面表现出显著优势,提供了更加稳定、高效的解决方案,为无人

系统在各种实际应用中的广泛推广和应用奠定了坚实的技术基础。

5 结语

基于深度学习的无人系统自主导航算法通过其强大的数据处理和自适应能力,显著提高了系统在复杂动态环境中的导航精度和鲁棒性。与传统导航算法相比,深度学习算法不仅能够实时处理环境变化,还能实现多任务协同,优化路径规划和任务执行效率。通过不断优化,深度学习算法能够在精度、鲁棒性和实时性等多个维度为无人系统提供更加稳定和高效的技术支持。这些优势为无人系统在复杂应用场景中的广泛应用提供了强有力的保障,推动了无人系统技术的发展,并为未来的智能化自动驾驶、机器人和智能交通系统的实现奠定了坚实基础。

参考文献

- [1] 史亚锋,韩可伟,高树论,等.基于深度学习的轻量化无人机航拍小目标智能检测系统设计[J/OL].计算机测量与控制,1-9[2025-08-02].
- [2] 易磊,黄哲玮,陆韬宇.基于 SLAM 与深度学习融合的室内无人机系统[J].现代电子技术,2025,48(09):154-160.
- [3] 王子齐.基于深度学习的阵列信号增强方法研究[D].电子科技大学,2025.
- [4] 刘经纬.基于深度学习的无人机目标检测与跟踪系统设计[J].信息与电脑,2025,37(06):11-13.
- [5] 陈衍,丁松令,臧震宇,等.基于深度学习的无人机安防系统应用[J].电子技术,2025,54(03):196-197.
- [6] 肖国德,张贺.基于深度学习的无人机轮变配一体化巡检系统[J].自动化应用,2024,65(23):4-6.
- [7] 冯时.基于深度学习的无人机夜视照明系统优化[J].中国照明电器,2024,(09):65-67.
- [8] 陈忠财,李鑫,隋立林.基于深度学习的智能化无人机视觉系统设计[J].集成电路与嵌入式系统,2024,24(09):62-67.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

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



OPEN ACCESS