

基于特定因素的无人机群作战编组算法研究

任振娜¹ 刘伟信²

1 中国人民武装警察部队指挥学院 2 天津工业大学计算机科学与技术学院

DOI:10.12238/acair.v3i2.13505

[摘要] 本文深入探讨了无人机群作战编组算法的研究。文章首先概述了无人机群技术的发展背景及其在军事领域的应用现状,强调了作战编组算法的重要性。随后,文章综述了现有的无人机群作战编组算法,并指出了存在的问题与挑战。接着,提出了一种基于特定因素的无人机群作战编组算法,详细阐述了算法的设计框架、关键技术研究及实现步骤。通过仿真实验与案例分析,验证了算法的有效性与鲁棒性,为无人机群作战研究提供了新的理论基础和技术支持。

[关键词] 无人机群作战; 编组算法; 协同作战能力

中图分类号: V279+.2 **文献标识码:** A

Research on the Algorithm for Combat Grouping of Unmanned Aerial Vehicle Teams Based on Specific Factors

Zhenna Ren¹ Weixin Liu²

1 PAP Command College

2 School of Computer Science and Technology of TIANGONG University

[Abstract] This article deeply explores the research on the grouping algorithm of unmanned aerial vehicle swarm operations. The article first outlines the development background of drone swarm technology and its current application status in the military field, emphasizing the importance of combat grouping algorithms. Subsequently, the article reviewed the existing unmanned aerial vehicle fleet combat grouping algorithms and pointed out the existing problems and challenges. Subsequently, a specific factor based unmanned aerial vehicle combat grouping algorithm was proposed, and the design framework, key technology research, and implementation steps of the algorithm were elaborated in detail. Through simulation experiments and case analysis, the effectiveness and robustness of the algorithm have been verified, providing new theoretical basis and technical support for the research of unmanned aerial vehicle combat.

[Key words] Unmanned aerial vehicle combat; Grouping algorithm; cooperative engagement capability

引言

随着科技的飞速发展,无人机群技术已在军事领域展现出巨大的应用潜力。无人机群能够执行复杂多样的任务,其协同作战能力对于提高任务执行效率和作战效能至关重要。然而,如何科学有效地进行无人机群的作战编组,成为当前研究的热点和难点。本文正是基于这一背景,致力于提出一种基于特定因素的无人机群作战编组算法,以期在复杂多变的战场环境中,实现无人机群的高效协同与作战效能的最大化。

1 无人机群作战编组算法研究综述

1.1 现有无人机群作战编组算法的涵义

无人机群作战编组,简而言之,就是将多架无人机按照一定的规则和策略组织起来,形成一个有机的整体,以协同完成作战任务。目前,关于无人机群作战编组算法的研究已经取得了不少

成果。其中,基于群体智能的编组算法,如粒子群算法、蚁群算法、遗传算法等,通过模拟自然界中生物群体的行为,实现了无人机群的自主协同编组。而基于动态决策的编组算法,如DDPG深度确定性策略梯度、Cook-Seiford群决策算法等,则更加注重在动态变化的战场环境中,实时调整和优化无人机群的编组策略。此外,还有基于量子退火模型的优化算法等,为无人机群作战编组提供了新的思路和方法。

1.2 无人机群作战编组算法存在的问题与挑战

尽管现有算法在无人机群作战编组方面取得了一定的成效,但仍存在不少问题和挑战。首先,编组效率低下的问题依然突出,特别是在复杂环境下,算法的性能往往会大幅下降。其次,编组稳定性不足也是一个亟待解决的问题,网络拓扑结构的脆弱性容易导致无人机群的协同作战能力受到影响。此外,编组任务分

配的局限性也不容忽视,单一目标导向性不足往往限制了无人机群作战效能的发挥。因此,需要更加深入地研究无人机群作战编组算法,以克服这些问题和挑战。

2 无人机群作战编组算法的设计与实现

2.1 算法设计框架：从任务到模型的全面构建

在设计无人机群作战编组算法时,首先要明确无人机群需要执行的作战任务类型和目标。这些任务可能包括侦察、攻击、防御等多种类型,每种任务对无人机的性能要求、协同方式等都有所不同。因此,在设计算法时,需要针对具体任务进行分析和规划。接下来要建立无人机群编组模型。这个模型是算法设计的核心,它决定了无人机群如何组织、如何协同以及如何应对各种战场情况。本文采用基于动态一致性联盟算法和双层稳定匹配算法来构建这个模型。动态一致性联盟算法能够确保无人机群在作战过程中保持高度协同,而双层稳定匹配算法则能够在保证协同的基础上,实现无人机群内部资源的优化配置。

2.2 关键技术研究：数据融合、动态适应与稳定性保障

在无人机群作战编组算法的设计与实现中,有几个关键技术需要特别关注。首先是数据融合与态势感知技术。在复杂多变的战场环境中,无人机群需要实时感知战场态势,获取各种有用信息,以便做出正确的决策。可采用红外探测与数据链技术提升战场感知能力,实现无人机群之间的信息共享和协同感知。其次是动态环境适应性技术。战场环境是不断变化的,无人机群需要能够根据实际情况灵活调整编组策略。基于动态规划与自适应控制理论,本文设计一种能够实时优化编组策略的动态适应算法(图1),以确保无人机群在复杂环境下依然能够保持高效的协同作战能力。最后是编组稳定性保障技术。在无人机群作战过程中,网络拓扑结构的脆弱性可能会导致协同作战能力受到影响。可采用网络拓扑重构与关键节点保护技术,通过构建更加稳定、可靠的网络结构来提升无人机群的鲁棒性。同时,对编组策略进行优化和改进,以确保在无人机群内部出现突发情况时能够迅速恢复协同作战能力。

2.3 算法实现步骤：从数据采集到实时调整的全面优化

在无人机群作战编组算法(图2)的实现过程中,首先是数据采集与处理阶段。在这个阶段中,收集各种与无人机群相关的信息数据,包括无人机的位置、速度、姿态等参数以及战场环境中的各种障碍物、目标等信息。然后对这些数据进行预处理和分析,以便为后续的计算和决策提供依据。接下来是编组任务分配阶段。在这个阶段中,需要根据具体的作战任务和目标以及无人机群的实际情况,制定编组策略和任务分配方案。采用基于量子退火模型的全局优化算法实现这一阶段的计算和优化工作。该算法能够在保证全局最优的基础上快速找到最优的编组策略和任务分配方案。最后是实时调整与优化阶段。在这个阶段中,根据实际情况对无人机群的编组策略和任务分配方案进行实时调整和优化。采用基于模型预测控制与动态决策的方法实现这一阶段的计算和控制工作。该方法能够根据无人机群的实时状态和战场环境的变化情况来预测未来的发展趋势,并据此对编

组策略和任务分配方案进行动态调整和优化,以确保无人机群能够始终保持高效的协同作战能力。

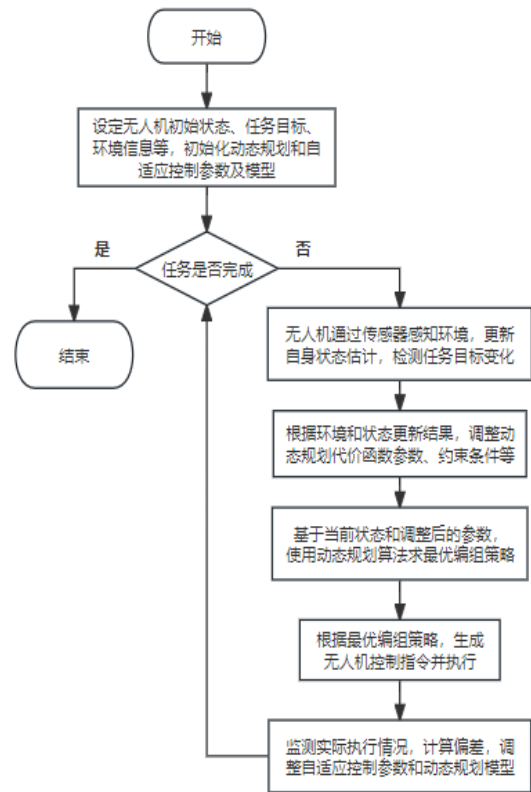


图1 动态适应算法流程图

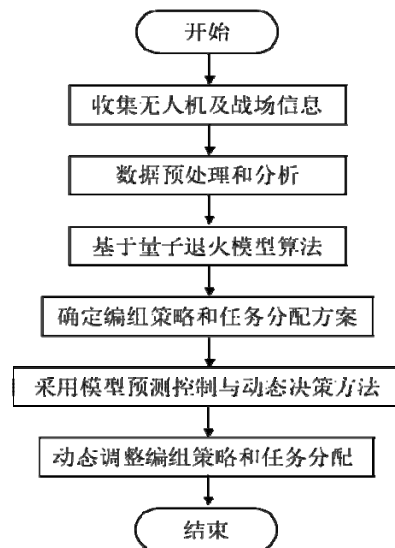


图2 无人机群作战编组算法流程图

3 无人机群作战编组算法的验证与应用

3.1 实验设计：多维度评估算法性能

为了验证无人机群作战编组算法的有效性和可靠性,实验不仅要包括基本的编组任务分配、协同作战等测试,还要涵盖了无人机群在复杂环境下的适应性、鲁棒性等方面的评估。具体

来说,设计以下三个维度的实验来评估算法性能:一是无人机群的协同作战能力,即无人机群在执行任务时的协同效率和作战效能;二是无人机群的动态适应性,即无人机群在面临战场环境变化时的调整能力和恢复能力;三是无人机群的鲁棒性,即无人机群在内部出现故障或外部干扰时的稳定性和可靠性。在每个维度下,都设计多个具体的测试场景和评估指标,以确保对算法性能的全面评估。

实验维度	测试场景	评估指标
协同作战能力	侦察任务编组与协同作战	任务完成时间、协同效率、作战效能
	攻击任务编组与协同作战	攻击成功率、协同命中率、目标摧毁率
动态适应性	战场环境变化下的编组调整	调整时间、恢复速度、协同稳定性
	敌方威胁下的编组重构与应对	应对时间、重构效率、生存能力
鲁棒性	无人机故障情况下的编组稳定性	故障恢复时间、编组稳定性、任务继续能力
	外部干扰下的编组保持与协同	干扰抵抗能力、协同保持率、任务完成率

3.2结果分析：验证算法的有效性 与可靠性

实验结果表明,无人机群作战编组算法在多个维度上都表现出了良好的性能。在协同作战能力方面,无人机群在执行侦察和攻击任务时均能够迅速形成有效的编组,并保持高度的协同作战能力。在动态适应性方面,无人机群在面临战场环境变化或敌方威胁时能够迅速调整编组策略,以适应新的战场环境。在鲁棒性方面,无人机群在内部出现故障或外部干扰时能够保持稳定的编组状态,并继续执行任务。这些结果充分验证了算法的有效性和可靠性,为后续的实际应用奠定了坚实的基础。

3.3应用案例：检验算法的适应性 与可用性

案例1：侦察任务中的高效协同

某次模拟侦察任务要求无人机群对一片复杂山区进行全面侦察,收集地形、敌方设施等重要信息。在实际操作中,无人机群根据地形和侦察需求迅速形成了多个侦察小组,每个小组由不同类型的无人机组成,包括侦察型、通信型和干扰型等。通过协同作战,无人机群成功适应山区复杂地形,并规避电磁干扰,

高效地完成了侦察任务。此次任务中,无人机群展现出了高度的协同作战能力和任务执行力,验证了算法在侦察任务中的有效性。

案例2：攻击任务中的动态调整 与应对

某次模拟攻击任务要求无人机群对敌方阵地实施精确打击,并应对可能出现的敌方导弹拦截和战斗机拦截等威胁。在实际操作中,无人机群在编组过程中充分考虑了敌方威胁的分布和攻击策略。通过动态调整编组策略,无人机群成功规避了敌方导弹的拦截,并利用通信无人机保持与指挥中心的联系,实时调整攻击方案。同时,干扰型无人机还成功干扰了敌方雷达和通信系统,为攻击无人机提供了有力的支援。最终,无人机群成功完成了攻击任务,并展现出了在复杂战场环境下的动态适应能力和协同作战能力。

4 结论

综上所述,无人机群作战编组算法作为未来战争中的重要技术手段,其研究与应用具有深远的意义。通过不断的技术创新和算法优化,不仅可以提升无人机群的协同作战能力,还能实现更加高效、灵活的战场指挥与控制。同时,也应关注算法的安全性和可靠性,确保其在实际应用中的稳定性和可信度。展望未来,无人机群作战编组算法将在智能化、协同化等方面取得更多突破,为现代战争注入新的活力。

[参考文献]

[1]吴北苹,何晶,党慧莹,等.基于作战环的反无人机作战体系贡献率评估[J/OL].系统工程与电子技术,1-11[2025-03-26].

[2]马万斌,杨清清,郑桂妹.联合防空反导体系反无人机作战能力评估问题研究[J].空军工程大学学报,2025,26(01):86-94.

[3]何兴秀,崔玉伟,杨祖强,等.无人机蜂群城市防御作战运用模式研究[J].航空科学技术,2025,36(01):75-85.

作者简介：

任振娜(1980--),女,满族,辽宁本溪人,硕士研究生,讲师,研究方向：作战指挥。