



前言——无人飞行器导航、制导与控制专题

导航、制导与控制是航空航天领域的重要学科,是先进飞行器的核心关键和“卡脖子”挑战痛点难题,也是关系到我国国家安全与国民经济发展的基础性、战略性、前沿性高新技术。随着体系、网络、信息成为现代飞行器特别是无人飞行器制胜主导因素,导航、制导与控制新概念、新理论、新技术在航空航天装备研制与应用方面的创新实践,催生出一系列无人飞行器新型任务样式和新质能力。导航、制导与控制系统呈现出智能化、自主化、信息化、网络化、综合化的发展态势,并以“精准”和“自主”为核心特征,突出相关系统在复杂任务场景下应具备高智能、高可靠、高安全的新质能力,为未来无人飞行器的规模化应用提供前沿理论和关键技术支撑。

为此,特组织“无人飞行器导航、制导与控制”专题,邀请国内相关领域的专家学者,从不同角度阐述这一问题。本专题重点关注以下几方面内容。

中国航天科技集团有限公司的包为民院士团队回顾了控制技术的关键发展历程和航天智能控制技术的创新实践,总结了人工智能要素对航天控制技术发展带来的新需求和新挑战,从设计理念演进、技术要素赋能等方面对航天控制技术的未来发展趋势进行了展望。

同济大学的陈杰院士、何斌教授和北京理工大学的辛斌教授团队合作提出了一种适用于异构无人系统空地协同的地面移动机器人分布式顺序决策机制,设计了一种基于关键路径的方法以确定无人机对地面移动机器人的访问顺序,并提出了一种顺序决策框架下的地面移动机器人分布式任务规划算法。

湖南大学的王耀南院士团队面向大型桥梁、风电叶片、油气管道等国家重大工程基础设施对空中机器人技术与装备的重大需求,开展了具备空中接触式作业能力的机器人技术与系统的创新研究,提出了一种简单且有效的阻抗柔顺控制框架,搭建了高保真仿真平台,并进行了系列抗扰与交互仿真试验。

江涌院士、中国长峰机电技术研究设计院的魏明英研究员和哈尔滨工业大学的周荻教授团队合作,提出了一种远程飞行器概略信息制导方法,设计了一种基于Lyapunov-Krasovskii理论的线性多尺度时滞制导系统稳定性分析方法。

军事科学院的陈小前院士团队根据四旋翼无人机的微分平坦特性,设计了一种基于自适应通道提取的轻量化图神经网络作为风效应预测器,使用无人机历史飞行轨迹构建训练数据集对无人机飞行过程中的复杂风效应进行了实时预测,并结合模型预测控制实现了无人机的抗疾强风轨迹跟踪控制。

北京航空航天大学段海滨教授和中航工业沈阳飞机设计研究所的李明院士团队合作,针对空中回收近距会合阶段回收无人机趋近回收锥套任务需求,设计了一种规定性能矢量场导引方法,设计了围栏力虚拟坐标更新律,提出了一种基于误差动态边界模型的参数估计方法,针对系统参数和集总干扰参数设计了自适应估计器,并设计了结合该估计器的滑模控制器。

南京航空航天大学姜斌教授团队针对无人直升机逃逸目标函数未知情形下的非完整信息博弈难题,结合逆最优控制和反步法给出了逃逸无人直升机的目标函数,建立了无人直升机追逃博弈模型,设计了一种基于自适应动态规划的在线追击策略,实现了无人直升机的高效可靠追捕。

引用格式: 段海滨,姜斌. 前言——无人飞行器导航、制导与控制专题. 中国科学: 技术科学, 2025, 55: 1435–1436

Duan H B, Jiang B. Preface—Special Topic: UAS Guidance, Navigation and Control (in Chinese). Sci Sin Tech, 2025, 55: 1435–1436, doi: 10.1360/SST-2025-0239

由于时间和篇幅所限, 本“无人飞行器导航、制导与控制”专题还不能全面反映该领域的主要研究方向及最新进展, 所发表的论文可能存在某些不足, 但必将对飞行器特别是无人飞行器导航、制导与控制相关领域的研究工作起到“抛砖引玉”的推动作用, 为先进飞行器的创新研发和装备实践提供借鉴.

段海滨¹, 姜斌²

1. 北京航空航天大学自动化科学与电气工程学院, 飞行器一体化控制全国重点实验室, 北京 100083

2. 南京航空航天大学自动化学院, 南京 210016