



智能驱动，操控未来：智能船艇技术的探索与实践

`\${article.authorCnNames}`

`\${article.titleEn}`

在线阅读 View online: <https://doi.org/>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

基于驾驶实践的无人船智能避碰决策方法

Intelligent collision avoidance decision-making method for unmanned ships based on driving practice

中国舰船研究. 2021, 16(1): 96–104, 113 <https://doi.org/10.19693/j.issn.1673-3185.01781>

“无人船艇自主性技术” 专辑 · 编者按

`\${suggestArticle.titleEn}`

中国舰船研究. 2024, 19(1): 1–2 [https://doi.org/`\\${suggestArticle.doi}`](https://doi.org/`${suggestArticle.doi}`)

船舶动力装置智能故障诊断技术的应用与展望

Application and prospects of intelligent fault diagnosis technology for marine power system

中国舰船研究. 2020, 15(1): 56–67 <https://doi.org/10.19693/j.issn.1673-3185.01679>

智能无人系统技术应用与发展趋势

Technology application and development trend of intelligent unmanned system

中国舰船研究. 2022, 17(5): 9–26 <https://doi.org/10.19693/j.issn.1673-3185.02705>

无人舰船机舱智能化技术应用探析

Application research on intelligent technology of unmanned surface vessel engine room

中国舰船研究. 2022, 17(6): 15–21, 47 <https://doi.org/10.19693/j.issn.1673-3185.02602>

智能船舶远程驾驶控制技术研究现状与趋势

Review and prospect of remote control intelligent ships

中国舰船研究. 2021, 16(1): 18–31 <https://doi.org/10.19693/j.issn.1673-3185.01939>



扫码关注微信公众号，获得更多资讯信息

· 编者按 ·

智能驱动，操控未来： 智能船艇技术的探索与实践

智能船艇操纵与控制是平台执行具体任务的基础功能，是水路交通与海洋工程领域智能化转型升级的关键技术。它融合了船海工程、人工智能(AI)、自动控制、通信导航、系统工程等学科领域的先进成果，可提升船艇航行的决策规划、运动控制能力。目前，我国智能船艇操纵与控制技术成熟度处于TRL5~TRL7级，已在各类民用和军用场景下进行实试验证、产业迭代和推广应用，并针对大型化平台、高海况环境和特种作业任务等场景需求，持续深入开展研究。

智能船艇操纵与控制的关键在于，如何将AI与传统人工驾驶经验有机结合，提升船艇应对复杂环境和任务场景的能力。例如，开发机理-数据联合驱动的新模型，实现船艇运动和姿态更准确预报；利用DQN, DDPG等强化学习算法，提升任务决策与航路规划的效率；将神经网络与经典控制算法有机融合，满足船艇在恶劣海洋环境下的精准作业需求。以AI为代表的先进技术，为船艇操纵与控制的理论、方法和实验带来变革新机遇。通过本次专刊征文的热烈响应程度，可以预见，陆续涌现的新技术必将为水路交通提质增效、海洋科学探秘寻幽和深远海作战样式变革提供更加澎湃的发展动力。

《中国舰船研究》围绕智能船艇研究前沿，特邀上海交通大学王鸿东教授、武汉理工大学/湖北东湖实验室刘佳仑研究员担任专题主编。并于2024年8月在期刊微信视频号举办专题直播，王鸿东教授和刘佳仑研究员分别以“无人舰艇操纵运动深度学习建模方法探索与应用”和“船舶自动驾驶系统研发与测试”为题做学术研究成果分享，并进行专辑约稿。经过多轮评审，最终遴选35篇学术论文呈现在《中国舰船研究》2025年第1期“智能船艇操纵与控制”专辑中，集中展示领域中行业的前沿动态。专辑论文主要来自国家重点研发计划、国家自然科学基金、工信部高技术船舶专项等项目的最新研究成果，主要涉及智能船艇操纵预报、决策规划与运动控制等理论方法与工程应用，呈现了船舶与海洋工程、交通运输工程等领域的最新成果。

前沿综述方面：“无人舰艇智能航行技术进展与前沿”基于近年来的百公里及千公里无人舰艇自主航行任务，分析国内外技术现状与前沿进展，发现新的技术需求，并从环境感知、规划决策和运动控制等方面，凝练尚待解决的关键技术问题，提出发展建议。“船舶远程驾控卫星-岸基集成网络技术研究现状及展望”系统分析了岸基和卫星通信技术在不同水域通信特点，总结了远程驾控船舶通信网络的需求和应用场景，针对于需求提出基于多源融合网络的综合通信架构和关键技术。“自主航行虚拟测试场景研究进展”为明确不同测试对象对于自主航行测试场景的需求，对自主航行测试场景进行了系统梳理，探讨了测试场景实际应用面临的挑战，提出了异质交通场景发展趋势下的测试场景发展方向展望。

操纵预报方面：“规则波中船舶操纵运动预报的灰箱建模研究”针对波浪中船舶运动参数辨识领域研究薄弱的问题，提出了基于灰箱的规则波船舶建模方法，实现了规则波中船舶操纵运动的精准预报。“基于误差监测机制的船舶操纵运动自适应在线建模”针对船舶建模以离线为主的问题，提出了一种基于误差监测的船舶操纵运动自适应在线建模方法，实现了实时建模与准确预测的需求。“基于增强Bi-LSTM的船舶运动模型辨识”针对船舶运动参数辨识问题，提出了一种增强的Bi-LSTM网络模型，通过增加一维卷积提取空间维度特征和多头自注意力自适应加权，实现了高精度的参数辨识。

决策规划方面：“基于改进DQN算法的船舶全局路径规划研究”针对船舶路径规划问题，提出了一种改进的DQN算法，通过优先经验回放机制、噪声网络，提高了算法学习效率和探索性。“基于改进DDPG算法的无人船自主避碰决策方法”针对船舶路径规划问题，提出了一种结合优先经验回放机制和长短期记忆网络的DDPG算法，提高了DDPG算法的学习效率和收敛性。“有限视域与多元约束下大型AUV三维高速避障方法”针对AUV路径规划问题，提出了一种兼顾实时性、准确性的实时避障方法，通过改进的增量式感知等方法，实现了高效安全的AUV实时三维避障。

运动控制方面:“基于KFESO的多无人艇分布式协同路径跟踪复合抗扰控制”针对多艇协同路径跟踪问题,提出了一种基于KFESO的状态估计方法,缓解了估计速度与精度的矛盾,降低了通信和计算资源占用。“基于神经动态优化与模型预测控制的欠驱动船舶精确路径跟踪”针对欠驱动船舶轨迹跟踪问题,提出了鲁棒自适应视导律和结合神经动态优化系统的MPC方法,实现了欠驱动船实时跟踪任意路径轨迹。“基于动态事件触发的多无人船协同路径跟踪控制”针对多船协同路径跟踪问题,提出了一种基于事件触发的无人船通信方法,有效降低了网络通信量。“基于超螺旋滑模观测的变质量无人艇航速自适应控制”针对变质量无人艇控制问题,建立了变质量无人艇操纵运动模型,结合超螺旋滑模观测算法,实现了对吃水和质量的联合观测。“基于L1-GPR的船舶航向航迹控制方法研究”针对船舶轨迹跟踪问题,提出了结合高斯过程回归和L1自适应控制体系的方法,仿真试验证明了该方法有一定抗环境干扰能力。“基于改进自适应控制分配的船舶推进器故障容错控制”针对船舶推进器故障容错问题,提出了一种自适应控制分配算法,提高了系统的容错能力和动态性能。

本专辑以35篇创新成果构建了智能船艇操纵与控制的全技术链研究范式:在理论维度,基于传统船舶运动建模的基础框架,拓展数据驱动建模的适应能力,面向高海况等复杂环境结合工程应用开展应用研究;在算法维度,应用增强学习、神经动力学等智能算法,为复杂海况下的自主决策、规划控制提供新方案;在工程维度,面向单体控制到集群协同的技术演进,探讨虚实联动的全要素测试验证方法,解决理论到实践的工程化难题。值得关注的是,本领域正呈现出三大演进趋势:由单船智能向异构集群智能演进,由算法仿真向数字孪生工程化演进,由功能实现向自主分级认证体系演进。本刊将持续深耕“海洋智能装备”研究生态,推动建立智能船艇技术标准谱系,助力构建陆海空天一体化智能航运系统,为海洋强国战略打造新一代智能船艇技术引擎。



王鸿东

王鸿东

上海交通大学



刘佳辰

刘佳辰

武汉理工大学/
湖北东湖实验室