

“水下信息物理系统协同控制理论及其应用”专题 前 言

21世纪是海洋的世纪,海洋将成为人类生存与发展的新空间.为提升海洋观测能力,可在特定水域部署静态感知和动态协同控制节点,以构建水下信息物理系统(underwater cyber-physical system, UCPS).上述水下信息物理系统是集成控制、通信和计算于一体的水下智能系统,包括探测与采集、传播与组网、控制与融合等过程.近年来,水下信息物理系统及其相关技术的快速发展,推动了自主水下机器人、水下搜救与目标抓取、水下传感器网络、水声通信、水下预警与监控等领域关键技术的升级换代和跨越发展.目前,水下信息物理系统理论体系尚处于构建之中,相关研究正面临诸多亟待解决的难题.基于上述考虑,本专题聚焦水下信息物理系统协同控制的最新理论、研究方法及其应用成果,共录用14篇论文,分别从水下信息物理系统探测感知、组网传输与协同控制等层面探讨了当前研究进展.

在探测感知层面,闫敬等对水下信息物理系统探测-通信-控制一体化设计进行综述,分析了水下探测-通信-控制一体化研究面临的挑战与关键问题,并对水下信息物理系统探测-通信-控制一体化未来值得深入探究的研究方向进行了总结与展望.孙祎芸等针对海洋船舶目标识别问题,设计了一种基于注意力机制的双流对称特征融合网络模型.覃贺权等针对水下目标识别与特征提取问题,提出了一种基于通道修正均衡化的暗通道水下图像增强算法.岳伟等针对复杂水下环境中目标搜索问题,提出了基于改进多狼群算法的水下目标搜索策略.何翌等考虑探测过程中的环境约束,提出了基于多水下航行器的流速场感知算法.

在组网传输层面,姚衍等考虑水声多径衰落信道,采用深度神经网络提出了基于自编码器的非相干水声通信算法.葛志远等针对水下组网过程中存在通信环境多变、高噪声以及链路中断的问题,提出了一种基于能量均衡与可靠传输的水声路由协议.陈嘉兴等针对稀疏型水声传感器网络定位算法面临的定位覆盖率低和误差高的问题,设计了一种水下机器人协同控制的模型区域划分定位算法.王银涛等考虑水下组网过程中自定位精度要求,提出一种基于无人水面船辅助的水下航行器协同导航定位算法.

在协同控制层面,刘晨霞等针对多障碍物海流环境下多水下机器人目标任务分配与路径规划问题,给出了一种基于生物启发神经网络模型的自主任务分配与路径规划算法.王浩亮等设计了欠驱动圆碟形水下滑翔机在海流干扰和水下碍航物影响下的三维路径规划策略.马睿宸等针对波动鳍推进水下作业机器人的悬停控制问题,提出了基于强化学习的悬停控制器.杨晔等考虑水下遥控操作问题,设计了一种补偿主端位置漂移的辅助系统,对严格给出了带有力反馈的水下遥控操作系统稳定性条件.高天铭等面向水下海珍品抓取问题,采用深度学习与模糊控制相结合的方式,设计了一款面向海珍品捕捞的水下智能识别与自主抓取机器人.

总之,本专题论文系统展示了水下信息物理系统协同控制理论及其应用的研究进展,揭示了其面临的技术挑战和研究前景.我们希望本专题能够对水下信息物理系统协同控制理论及其应用的起到积极的推广作用.感谢各位作者分享研究成果,感谢审稿专家对投稿提出的建设性意见,感谢《控制理论与应用》编辑部成员的工作与付出,多方共同努力,最终使得本专题顺利和读者见面.

闫 敬 燕山大学
关新平 上海交通大学
刘妹琴 浙江大学