

基于任务优先级的水下机器人—机械手系统统一共享控制架构

涂章鹏¹, 朱元超^{1,3}, 武鑫¹, 杨灿军^{1,2}

¹浙江大学流体动力与机电系统国家重点实验室, 中国杭州市, 310027

²浙江大学宁波研究院, 中国宁波市, 315100

³南京电子技术研究所, 中国南京市, 210007

摘要: 在非结构化的水下环境中, 实现水下机器人—机械手系统 (UVMS) 的自主操作具有挑战性。仅依靠遥操作同时控制水下航行器与水下机械手会给操作者带来巨大的认知与体力负担。本文提出一种统一共享控制 (USC) 架构, 该架构融合了分离式共享控制 (DSC) 与交互式共享控制 (ISC), 以减轻操作者的负担。通过基于DSC的任务优先级划分, 将整机任务分解为约束、操作与姿态优化子任务。机器人系统自主地避免自身碰撞, 并根据用户的视觉偏好调整姿态。将触觉反馈融入操作任务的交互式共享控制以增强人机协作, 并通过整机控制将其无缝集成于UVMS的操作任务中。通过仿真与水池实验来验证该方法的可行性。相比手动控制, 本方法在仿真中的任务完成时间减少17.50%, 操作输入长度降低25.00%, 认知负荷下降35.53%; 水池实验中对对应指标分别降低22.73%、40.00%与29.91%。主观测量结果表明该方法能有效降低操作者工作负荷。

关键词: 统一共享控制; 水下机器人—机械手系统; 人机交互; 任务优先级
<https://doi.org/10.1631/FITEE.2400471>