

一种具有人机交互沉浸式设计的数字仿真平台——用于作业级水下遥控潜水器的导航、运动与遥操作

黄方昊^{1,2,3}, 杨霄^{1,3}, 陈宣霖^{1,3}, 梅德庆^{1,2,3}, 陈正^{1,2,3}

¹浙江大学海洋精准感知技术全国重点实验室, 中国杭州市, 310058

²浙江省智能运维机器人重点实验室, 中国杭州市, 311121

³浙江大学海洋学院, 中国舟山市, 316021

摘要: 由于水下测试具有高难度、高成本和长时耗等特点, 针对水下遥控潜水器 (ROV) 的全流程模拟仿真成为一种经济可行的方案, 能够用于实际水下任务前的算法预测试和操作人员培训。本文针对作业级ROV的导航、运动与遥操作, 开发了一种人机交互数字仿真平台, 为操作人员提供可视化的全流程操作体验。该平台设计了两种机制: 一是为操作人员培训提供虚拟仿真环境, 二是在执行实际任务时提供实时的视觉与力觉反馈。此外, 该平台为研究人员设计了开放的数据接口, 便于在实际水下任务前对相关算法进行验证和预测试。本文选取了两种典型的水下作业场景进行基于流体动力学的仿真测试, 具体包括水下沉积物采样和管道对接任务。在ROV导航至预定位置后, 操作人员能够获得视觉与力觉反馈, 并通过主端机械臂操控ROV上的从端机械臂。在整个运行过程中, 利用基于动态窗口法的局部导航算法、滑模运动控制器和遥操作控制框架, 以展示所设计平台的有效性。最后, 对ROV操作模式进行了具有量化指标的用户调研, 以评估数字仿真平台在沉浸式水下遥操作中的优越性和准确性。

关键词: 水下遥操作; 遥操作; 导航和运动控制; 虚拟现实; 视觉与力觉辅助
<https://doi.org/10.1631/FITEE.2400486>