

2020 年招生计划
六、预计招收博士生的课题研究方向和研究工作简介
1. 博士论文研究方向： 选题类别：☒ 基础性研究 ☐ 应用性研究 ☐ 工程技术攻关研究 ☐ 新开辟的研究方向 ☐ 已有研究方向的继续 ☐ 其他
2. 博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介 在核环境、化学环境和生物环境等危险环境中替代人类进行搜索、处置和服役的移动机械臂被广泛应用。但是移动机器人在适应复杂环境独立完成作业方面的能力不能满足要求。本项目以移动机械臂对危险源的搜索和处置为背景开展研究，针对危险环境信息与环境几何信息耦合问题和基于环境信息的抓取规划问题，重点解决基于异构传感器的危险源环境多物理场建模和基于信息熵的同步环境探索与自主行为规划的科学问题，开展三维点云和危险源信息的多维环境建模、未知环境下机器人放射源搜索与寻源轨迹和移动机械臂未知环境探测与同步轨迹规划研究。实现针对于危险作业任务的移动手臂同步环境构建与轨迹规划的任务，进一步完善智能机器人结构-传感-控制一体化的理念和机器人与环境的协调共融和自然交互。 (1) 三维点云和危险源信息的多维环境建模 将环境空间网格离散化，根据测量点的三维激光数据和危险源数据对周边未测量区域进行估计，同时训练估计模型和建立环境信息熵，同步指导轨迹规划。方法如下：首先，利用6D-ICP算法构建3D激光传感器点云和采用卡尔曼滤波预处理放射源数据；然后，分析环境信息特点，分别利用在线稀疏高斯过程回归对连续量的辐射场进行建模，利用在线稀疏高斯过程分类对离散量的障碍物几何场进行建模；最后，建立环境信息熵，进而建立了既包含环境几何特征又包含危险源场强物理信息的多维环境模型，为同步运动规划提供信息参考。 (2) 未知环境下机器人危险源搜索与寻源轨迹算法 建立一种基于高斯过程回归的单机器人危险源搜索和空间场强估计算法。首先，将连续的搜寻环境离散化，然后，利用上面建立的基于三维点云和危险源信息的多维环境建模，将局部路径规划考虑为一个优化问题，求取优化目标函数的最大值获得机器人的下一步路径点，最后通过多次局部路径规划引导机器人到达全局最优点，也就是危险源位置。 (3) 移动机械臂未知环境探测与同步抓取轨迹规划 实现移动机械臂在未知复杂环境中对危险源的操作任务。首先，对三维空间进行离散化和传感器数据预处理，然后，利用环境建模中的对未知点预测的概率和信息熵建立轨迹优化目标函数，通过计算目标函数得到空间最优运动矢量。逆解获得机械臂的关节角度，利用高斯过程预测得到的离散环境进行碰撞检测，获得无碰撞机械臂运动轨迹。未达目标点则运动到下一栅格点重复上述过程，对环境模型进行检测更新，达到目标点则控制夹持器完成抓取和指定操作任务。 (4) 基于ROS框架的软件实现和实验研究 建立基于ROS的框架软件体系，利用ROS框架下通信机制实现模块间P2P的松耦合的网络连接。主要包括三维激光传感器采集预处理、基于三维点云和危险源传感器的环境建模、基于高斯过程的移动机器人放射源搜索和定位算法和基于环境信息的机械臂抓取运动规划和运动控制等，并通过RVIZ建立仿真环境，进行相应的仿真研究。
3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况 国家自然科学基金面上项目“基于异构传感器的机器人失控核环境感知及同步自主行为规划”（项目编号：61773141，62万），经费来源：国家自然科学基金委，起止时间： 2018/1-2021/12。 环保部公益性项目“失控放射源探测与处置智能机器人技术研究实施方案”（项目编号：201509073，536万），经费来源：环保部，起止时间： 2015/8-2019/8。