

2025 年招生计划
预计招收博士生的课题研究方向和研究工作简介
<div>1. 博士论文研究方向：<u>多自由度机械臂复杂约束下边缘轨迹误差预估和控制研究</u></div> <div>选题类别：<input type="checkbox"/> 基础性研究 <input type="checkbox"/> 应用性研究 <input checked="" type="checkbox"/> 工程技术攻关研究</div> <div><input type="checkbox"/> 新开辟的研究方向 <input type="checkbox"/> 已有研究方向的继续 <input type="checkbox"/> 其他</div>
<div>2. 博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介</div> <p>本课题研究面向有洁净要求的高精密、大负载工件复杂环境的自动安装工况，拆装对象为质量较大的精密光学元 件。由于元件质量大，且装配环境中的光管道错综复杂，镜箱内空间狭小以及装配位置复杂多变，普通劳动者难以完成高强度的搬运和安装作业，仅仅能够允许用移动小车将元件提前送达现场，然后需使用工业搬运机械臂等工具完成拆装任务，急需能够实现无人化的自动安装系统，保障环境的洁净度，提高安装的效率。</p> <p>目前具有洁净要求的工业搬运机械臂通常由电机驱动，由于负载质量可达 150kg-350kg，需要设计较大尺寸的机构以及选用较大功率的驱动电机，这会导致系统自身重量和外形尺寸增加，对复杂工况的环境适应性较差，如采用气动助力平衡法的助力机械手能够实时控制气动力来补偿负载重力，在负载、设备尺寸以及洁净度上能够满足要求，但由于气缸的非线性较强，使得末端位置控制精度、柔顺控制特性以及实体结构边缘轨迹控制精度难以兼顾；同时由于多自由度机械臂的挠性、安装误差、摩擦以及惯性等动静态干扰因素，会造成每节机械臂的几何边缘轨迹与理论值存在一定偏差，并造成累积的末端位姿误差，影响安装精度以及机械臂运动过程中的安全性；而在机械臂自主路径规划中还需要考虑到由于元件数量大、位置多样，每次工作过程中的初始位置不同导致可能出现新的障碍造成离线地图与实际地图的偏差，以上因素实时变化并存在耦合，因此需要系统具有基于视觉的 3D 环境校正能力，以及动态实现多约束条件下的轨迹规划和控制能力，并研究基于末端位姿参数来评估机械臂各自由度误差的方法，以及复杂约束下的强化学习模型，用于训练机械臂边缘误差的控制系统，来实现对碰撞、路径规划失败等情况的快速预判和规避。</p> <p>研究内容如下：</p> <div>1. 已知和未知障碍共存环境下多约束动态轨迹规划优化方法研究基于离线的全局地图对视觉捕捉的特征点的辨识方法，从而修正模型中的障碍物参数，并在此环境中研究多约束条件下（如防碰撞、路径最优、驱动力矩最优、柔顺性最优等）的动态轨迹规划实时优化算法。</div> <div>2. 基于视觉的多自由度串联机械臂边缘误差预估方法</div> <p>建立多自由度串联机械臂运动过程中边缘误差模型（考虑挠性、间隙以及摩擦等特性），并研究通过末端位姿视觉反馈来实时修正误差的预估方法，期望得到每个自由度的动态几何边缘轨迹误差。</p> <div>3. 基于强化学习的复杂约束边缘误差控制决策</div> <p>研究复杂约束下的强化模型用于多种模拟工况下的监督训练，使得系统可根据规划路径、当前误差以及视觉反馈来预测后续避障、安装要求的满足性，提出误差补偿方法，并决定进行局部重规划或是重新预规划决策。</p>
<div>3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况</div> <p>依托于中物院项目 “*****”（JH20240147）。</p>