

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： 柔性关节机器人操作臂自适应鲁棒运动控制

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

为了提高机器人操作臂对冲击和未知接触力的机械鲁棒性，近年来机械系统的设计从刚性转向柔性执行机构。这一技术演变预示着机器人操作臂的本质安全和人机协作将会有一次质的飞跃。机械柔顺特性为人机协作提供了许多好处，但它也有高代价的。由于构型空间的维数是控制输入空间维数的两倍，因此柔性关节机器人操作臂是一个欠驱动动态系统。此外为了提高储能能力和效率，设计柔顺执行机构时并联弹簧的阻尼和摩擦忽略不计。这些固有振荡动力学对于完成一些简单的循环任务是高效的，如移动、锤击或击鼓。然而，对于定位和快速操作等机器人常用功能，需要以适当的方式来抑制，以接近刚性机器人操作臂的高动态性能。可见，柔性关节机器人操作臂的本质安全实现和精准快速响应控制具有相互排斥的关系，可以形象地比喻为硬变软/软变硬的问题。在控制器设计过程中，消除残余振荡和降低系统动力学参数的依赖性是关键，这对柔性关节机器人操作臂迈向人机协作的实质性应用具有十分重要的意义。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

申请人目前承担以下纵向项目：1. 国家重点研发计划，重大仪器专项，“综合性能测试仪集成技术与通用智能测控软件的开发”（MB20170017），总经费329万元；以及省配套项目（SJZZ20190007），总经费25万元。2. 国家重点实验室自主课题（SKLRS201805B），总经费20万元。因此有充足的研究经费去支撑博士培养。

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： 基于虚拟动态系统映射的机器人操作臂全局柔顺控制研究

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

刚性关节机器人操作臂，由于其简洁可靠的机械性能，依然是自动化领域中的主流臂型。受益于传统工业机器人技术几十年的发展和更新，刚性关节机器人操作臂的运动控制已不再是理论和技术上不可逾越的障碍。近年来，研究者关注于刚性关节机器人操作臂对人或环境的交互，特别是全局柔顺控制是热门研究方向之一。基于重力补偿的反向驱动和基于广义动量扰动观测器的碰撞检测与响应等，这些理论为人机交互提供了智能化功能基础。实现方法分为以下两类：基于扭矩传感器负载检测的直接反向驱动，由于其稳定的控制性能，代表该领域主流技术；基于执行器电流检测的间接反向驱动，由于简单、可靠、经济的实现理念，同样受业内人士的广泛青睐，代表该领域技术发展趋势。然而，针对大减速比驱动机构下关节摩擦扰动导致的碰撞信号不准确和机器人操作臂运动抖动问题，需要进行更为细致的分析和解决过程。另外，快速操作要求系统具有高刚性，而实现柔顺或安全响应要求系统具有低刚性。这意味着刚柔复合的统一描述型控制体系将是今后的研究趋势。解决上述刚柔相互转换问题，对于提升协作型机器人操作臂的性价比，以及强化功能的智能化具有十分重要的现实意义。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

申请人目前承担以下纵向项目：1. 国家重点研发计划，重大仪器专项，“综合性能测试仪集成技术与通用智能测控软件的开发”（MB20170017），总经费329万元；以及省配套项目（SJZZ20190007），总经费25万元。2. 国家重点实验室自主课题（SKLRS201805B），总经费20万元。因此有充足的研究经费去支撑博士生培养。

七、招生计划申报导师确认

表中所填内容经本人确认属实。

导师签字：年 月 日

八、所在单位党支部意见：

党支部书记签字：年 月 日

九、所在院（系）党委（党总支）意见：

☐ 同意申报 ☐ 不同意申报

党委（党总支）书记签字：年 月 日

十、院（系）意见

☐ 同意招生计划，且建议给予 个博士生招生名额

☐ 不同意招生计划

其他需要特殊说明事项：

院长（系主任）签字：年 月 日

十一、研究生院审核备案意见

负责人签字（盖章）：年 月 日