

2023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： 智能加工技术		
选题类别： <input type="checkbox"/> 基础性研究 <input checked="" type="checkbox"/> 应用性研究 <input type="checkbox"/> 工程技术攻关研究 <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		
2. 博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介		
<p>随着大数据、工业互联网技术的发展，制造业向着智能制造方向快速发展，如何利用加工中产生的海量数据指导和优化生产过程，进而提高生产效率，成为新的研究热点。刀具磨损是机械制造领域研究的重要方向，其直接影响加工质量、生产效率和生产安全性，基于数据驱动的方式对刀具磨损状态进行监测可以减少因刀具磨损造成的零件加工质量问题、避免设备不必要的停机，提高生产效率；同时也避免了过度维护造成的刀具寿命浪费，提高经济效益。</p> <p>当前针对刀具磨损状态监测的研究中存在一些问题：监测数据的在线采集与传输存在难度；传统机器学习在小样本、变工况下会产生严重的过拟合，泛化能力大幅下降；监测系统依赖于云计算，影响了实时性。为解决这些问题，本课题拟基于开放式数控系统开发数据在线采集与传输功能，使用元学习算法作为预测算法，基于边缘计算开发刀具磨损状态监测平台，并进行实验验证。具体研究内容如下：</p> <p>1. 针对加工数据的在线采集与传输，基于EtherCAT总线搭建了数采模块，接收传感器信号并进行传输。基于开放式数控系统LinuxCNC开发主站HAL模块，实现了数据在线采集功能。基于消息队列Kafka开发用户层模块，实现了数据传输功能，通过对LinuxCNC界面模块的二次开发实现了数采流程控制以及监测信息的获取。</p> <p>2. 使用元学习算法结合卷积神经网络搭建模型，用于预测刀具磨损状态。从单一工况和变工况两个方面对模型进行了验证，对两种数据集进行预处理，包括样本增强、特征提取和特征筛选，经过训练和测试，模型取得了较高的预测精度。通过对比传统CNN模型的预测精度，证明所搭建模型在小样本、变工况条件下具有很好的预测性能和泛化能力。</p> <p>3. 针对刀具磨损在线监测平台，基于边缘计算和分布式微服务的概念，开发数据传输功能、流数据处理功能、数据存储功能、智能算法功能、用户交互及可视化功能，并使用容器技术封装和部署功能模块。</p> <p>4. 基于前述研究，开展了变工况刀具磨损实验，设计多种不同的工况，进行加工数据采集和刀具磨损量测量，并测试搭建的刀具磨损在线监测平台的性能。</p>		
3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况		
拟与企业合作开展研究。		

2023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
<div>1. 博士论文研究方向： 智能数控技术</div> <div>选题类别：<input type="checkbox"/> 基础性研究 <input checked="" type="checkbox"/> 应用性研究 <input 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>智能数控机床可以在保证加工精度、提高机床加工效率的基础上，减少人工操作干预、降低对操作人员的专业能力需求，是实现智能车间、无人工厂的必要条件，为解决人口老龄化加剧、高级技能人才不足等社会问题提供了有效途径。当前，主流市场上的数控系统仍然采用封闭式体系结构，因多源信息接入能力差而导致不能生成有效的智能决策，在制造系统中只能充当一个被动执行的角色，越来越不能满足柔性化、敏捷化、定制化的生产需求。因此，本课题以实现智能数控加工车间为目标，拟设计开发基于微服务架构的开放式数控系统。</p> <p>1. 采用边缘计算的思想，在车间层部署云计算平台，满足万物互联背景下车间工业大数据低时延传输和处理需求，为车间智能化提供大规模并行计算能力。在此基础上，基于控制系统即服务(Control System as a Service, CSaaS)的理念，将车间内的设备控制系统集成在边缘云计算平台中，形成一个车间集群控制系统方案。继而面向车间集群控制系统提出基于微服务架构的开放式数控系统体系结构，构建基于微服务架构的数控系统设计技术框架。采用领域驱动设计思想，将数控系统拆分为一系列松散耦合、独立部署的微服务，并利用着色Petri网对数控系统微服务架构进行形式化建模和仿真，验证系统架构的可行性。</p> <p>2. 微服务是微服务架构数控系统的基本构成单元，开发工作也以微服务为单位实现团队分工。为了协调不同团队的开发工作，基于消费者驱动契约的数控微服务开发模式，制订具有标准语义的微服务接口契约，并建立基于IEC 61499功能块的数控微服务层次结构模型。基于上述微服务接口契约和结构模型，分别开发实现四个基础数控微服务：NCK微服务、Gcode微服务、RTE微服务和HMI微服务。</p> <p>3. 为了在集群环境中保证数控系统实时性需求，对数控系统任务进行类型划分，并制定多核处理器分组调度策略。针对实时以太网数据帧传输特性，优化RTE任务与软PLC、位置控制等任务的实时数据交互流程，并研究反馈数据帧接收延迟对闭环控制质量的影响。针对数控系统中具有生产者/消费者关系的数据流任务提出反馈调度策略，通过实时监测缓存数据消耗速度，调整生产者任务的执行周期，使缓存中数据余量保持动态平衡，避免数据断流现象。为保证分配到同一组CPU核心上的实时任务的可调度性，提出基于响应时间的实时任务周期分配方法和基于处理器利用率的启发式周期优化方法。</p> <p>4. 提出基于容器技术的微服务架构数控系统可重构配置策略，为智能功能的灵活扩展奠定基础。车间集群控制系统运行在一个工业服务器集群中，将集群节点划分为数控节点、数据节点和Web服务节点等，分别实现设备控制、大数据处理、Web服务等功能。微服务架构数控系统基于Kafka、Docker、Kubernetes等技术部署在数控节点中，并通过EtherCAT等实时以太网控制数控机床等设备。采用万兆数据网络、千兆管理网络、实时以太网、车间无线网络共同构成车间集群控制系统网络，并对车间内的实时以太网拓扑结构和可靠性与容错技术进行研究。采用一台工业服务器和两台数控机床搭建微服务架构数控系统实验平台，并进行相关性能测试和加工实验，验证整体系统方案的可行性。</p>
<div>3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况</div> <div>和企业合作课题。</div>