2021年招生计划

三、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： 智能机器视觉辅助的灵巧假肢人机共融控制方法（人工智能方向）

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

我国肢体残疾人总数约逾2400万。如何实现残疾人运动康复，是建设和谐社会不可回避的问题。国家方针政策指出，要“全面建设小康社会”、努力实现残疾人“人人享有康复服务”。智能假肢承载着生物机电一体化学科的典型科学问题，是康复工程领域的前沿方向。采用机电集成复现人手灵巧操作能力，一直是机器人学领域的科学挑战。为了实现假肢“本体映像”的康复，其控制方法需符合人体正常神经通路。目前，在大数据、深度学习、高性能计算等带动下，人工智能研究正在强力复苏。如何对场景和物体进行有效感知，获取灵巧假肢控制指令，是当前智能传感及控制领域所面临的新挑战。

本课题面向灵巧假肢的生机操控，拟提出一种融合人体机能（人手多自由度同步控制）和人工智能（物品抓取种类深度学习）的共享式控制方法。该方法充分结合两者优势，在识别人体基本动作意图之上赋予假肢操控的自主性，有望解决灵巧假肢的控制难题。该课题能为生机电一体化、人机交互系统等提供新原理、新方法，促进相关学科的交叉与融合，实现穿戴机器人从“人机共存”到“人机共融”的过渡。

本课题提出人机共享式控制方法，通过“人体机能”和“人工智能”形成合力，提升假肢操控的灵巧性和智能化水平。具体上，本课题以前臂经桡假肢的抓取任务为背景，面向真实生活场景，研究一种半自主、人机协作式智能假肢控制方法，实现对多种物品的自适应抓取操作。研究内容具体包括1）基于机器视觉的物品抓取模式特征提取与分类方法，2）基于眼动追踪的凝视点定位与人机交互方法，3）基于肌电的人手多自由度运动同步解码方法，4）基于增强现实的假手控制信息反馈技术。

3.该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

该课题依托于本人负责的博士后启动基金课题，在研国家自然科学基金项目（74.4万）。申请人还作为主要负责人（排名第2）参与国家重点研发计划（338万）和军委科技委课题（200万），为课题进行提供了充足的科研经费。申请人所在机器人技术与系统国家重点实验室为博士生提供了充足的场地及硬件设施，前期973、863等课题为博士生提供多种实验设备，包括多种高性能假手、多通道无线肌电仪、人体动作捕获解析系统、眼动跟踪仪、增强现实眼动头盔等。本课题还依托哈工大人工智能研究院，研究院在人工智能领域雄厚的科研实力和充分的人力资源保障了课题能够顺利进行。

2021年招生计划

三、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： 机器人手多源生机灵巧操控及本体反馈研究（机器人方向）

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

人手是自然界赋予人类最为灵巧的工具，手部缺失将大大降低患者的操作与感知能力。采用机电系统集成方法复现人手功能，尤其是感知能力，一直是机器人领域的一大科学任务和挑战。作为生物机电一体化的典型内容，仿生假肢系统一直是康复工程领域的前沿方向，是我国机器人“十三五”发展战略的重点发展方向。

由于自然灾害和人为事故，我国每年都要新增肢残患者近10万人。如何实现残疾患者的运动功能康复，已成为不可回避的社会问题。多自由度假手的出现，提高了假手运动康复的功能性。然而，控制方法的非直观性仍是阻碍其成功应用的巨大屏障。重建人体对灵巧型假肢的控制和感知通道是生物学同机械电子学相结合的重要体现。

假肢控制需要从微弱的人体神经信号提取运动意图，继而将此运动意图转化为假肢运动控制命令。如何探明人体运动意图在生物信号中的表征形式，实现快速、准确、连续、同步的生物电解码方法，是智能假肢控制研究中一大科学挑战。另一方面，为了实现“闭环”感官性控制，灵巧假肢需要综合力/位/触等多种传感信息，并通过适宜反馈策略（电刺激、振动、压力等）上传给用户。目前的科技水平还不能完全重建人体神经反馈通道，如何选择适宜的反馈策略重建人体对假肢的感知，增加假手的“归属感”，同样是生机电一体化研究的艰巨任务。

该博士课题面向灵巧型假肢的临床应用，深入探讨灵巧假肢的感知、控制及反馈的集约式设计方法。通过本课题的研究，可以为智能生机电系统的设计提供新原理及新方法，从而带动生机电智能机器人、信息科学、控制科学等学科的交叉发展。课题所衍生的共性技术不仅有望解决肌电假肢控制中的实际问题，还可以辐射应用至多种生机电系统中。

前期研究表明，灵巧假肢的控制还需至少在两个方面形成突破，即1）自适应生机接口和多源生物控制信息融合，以及2）高适宜性电刺激反馈策略。基于人们对生物电信号编码和传输机制的有限认知，该博士课题希望通过研究生物信号的宏观特性来揭示肢体运动/感知信息在神经系统中的编/解码规律，建立高适宜性的灵巧假肢“人在闭环”控制策略。针对目前灵巧型假肢的发展趋势，从多源生物信息运动解码、自适应生机接口、高适宜性电刺激反馈及生机交互实验开展研究工作。具体研究包括1）多源生物信号运动联合解码，2）自适应生机接口， 3）高适宜性电刺激反馈， 4）生机交互策略及实验四个方面。

3.该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

该课题依托于机器人技术与系统国家重点实验室。申请人还作为主要负责人（排名第2）参与国家重点研发计划（338万）和军委科技委课题（200万），为课题进行提供了充足的科研经费。另外，申请人所在机器人技术与系统国家重点实验室为博士生提供了充足的场地及硬件设施，前期973课题和自然科学基金课题为博士生提供多种实验设备，包括多种高性能假手、脑电仪、多通道无线肌电仪、人体动作捕获解析系统、眼动跟踪仪、Myo碗带、Leap手部动作跟踪仪、电刺激器等。另外，课题还依托国家自然科学基金群体，浓郁的科研氛围和充分的人力保障了课题的顺利进行。