

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： 仿生智能机器人（面向小样本学习的拓扑自生长仿生神经网络模型）

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

1) 选题背景及意义
面对人工神经网络研究存在的问题，研究人员重新审视人脑神经网络形成机制以及人类智能的特性，通过大量的研究发现：一方面，人脑神经网络是从出生后逐渐发育成熟的，神经突触在发育过程中由诱导因子诱发突触随机生长并与其它神经形成有效连接，进而发育成复杂的神经网络；另一方面，在人脑神经网络发育成熟的过程中，不断产生“联想”与“举一反三”的能力，该能力是人类能够实现小样本学习，甚至无样本学习的重要基础。上述神经生理学研究成果为人工智能研究人员提供了灵感，并认为如果能模拟神经网络发育机制以实现“联想”与“举一反三”的能力，将为突破人工神经网络发展瓶颈提供有效手段。
因此，从生物脑神经网络电生理实验出发，归纳生物神经网络结构特性，结合突触自适应生长和凋亡机制，实现神经元分布动态分配和神经网络结构动态自组织，从而提高网络的动态性和鲁棒性，实现神经网络“联想”与“举一反三”的能力，在此基础上，利用强化学习和监督学习等方法进行神经网络训练，实现神经网络的小样本训练，降低训练时间、减小数据需求量，最终搭建具有复杂环境运动适应性的足式机器人等移动机器人试验平台，并利用所搭建的实验平台进行复杂、高维、未知环境与任务的小样本感知、理解与作业验证。通过以上研究，一方面利用自生长神经网络的生物特性，实现生物所具备的诸多功能，如视觉图像分析、自然语言处理和多足机器人运动控制等；另一方面，依据自生长神经网络构建仿生脑模型，建立神经电生理的仿真实验平台，利用计算机推理实验结果，以加速神经生物学的发展。

2) 主要研究内容
(1) 具有生物特性的新型人工神经元模型构建方法研究
(2) 具有拓扑适应性的仿生神经网络自组织方法研究
(3) 基于监督学习的仿生自生长神经网络小样本训练方法研究
(4) 移动机器人平台研制与复杂高维环境下小样本感知、理解与作业实验研究

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

国家自然科学基金委创新群体项目：机器人基础理论与关键技术

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： 典型构件纳米操作关键技术的研究

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

- 1) 选题背景及意义
- 在纳米尺度下(小于100nm)进行观测与操控的纳米操作技术是微纳制造技术领域中的重要研究方向，是微纳米材料与结构及器件特性测试、微结构的加工和装配的重要手段。由于操作对象是纳米尺度，传统的光学显微镜已经不再适用，扫描电子显微镜（SEM）具有分辨率高，观测能力强、充足的真空室空间、可集成多种定位装置和检测装置等特点，是一种理想的纳米操作观测工具，开展基于SEM的微纳米操作技术的研究是目前纳米操作的研究热点之一，如何实现纳米器件的三维稳定操作与装配是目前需要解决的关键问题。
- 2) 主要研究内容
- (1) 面向原型纳米器件制造作业领域，在已有研究基础上，研究双探针操作方法与操作策略，提出纳米构件(纳米线、纳米管、纳米梁)拾取、释放、互连的三维操作方法。
- (2) 采用MEMS工艺，研究微型化集成化的多自由度硅基纳米微定位机构、多维微力传感器与微操作工具，构建小型化纳米操作系统。
- (3) 结合显微视觉及主从遥操作技术，研究微纳操作的宏观操作策略与操作方法，在二维操作的基础上，实现纳米器件的三维稳定操作、组装与测试。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

国家自然科学基金委创新群体项目：机器人基础理论与关键技术

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： 仿生智能机器人（融合视、听觉的复杂环境机器人协同认知与识别方法研究） 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 1) 选题背景及意义 智能机器人是多学科交叉融合创新的高技术成果，与传统工业机器人不同，因可具有复杂环境应对复杂任务的能力，能代替或辅助与人类进行繁重、危险和技术难度的复杂作业，是欧美日等机器人强国的重点发展方向，也是我国发展的重要战略（《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020 年）》已明确将智能服务机器人技术作为我国重要发展方向之一）。近几年，在主要大国的机器人发展战略的推动下（如美国2017年发布的《国家机器人计划2.0》、欧盟2016年发布的《“2020地平线”机器人项目》等），加速了机器人进入各个领域。特别是在德国的《工业4.0》和中国的《中国制造2025》的影响下，机器人几乎被推广至各个行业，结合人力成本的逐年上升，“机器替人”规划被我国各省市相继提出，使得机器人的使用环境从已知向未知、结构向非结构、小区域向广域等方向延伸，面向的任务从简单向复杂、单一向多类、单维向高维等方向发展。致使单台机器人在上述场景下作业越来越力不从心，因此，多智能机器人协同作业以更强的环境适应能力、更快的变化环境自我调节性、更好的数据冗余与鲁棒性等优点逐渐成为机器人领域重点与前沿方向。同时，在多智能机器人核心技术方面，我国与国际先进技术相比仍存在较大差距，无法满足国家抢占“新一代机器人”技术制高点的迫切需求。2013年欧盟发起了AREUS项目，在该项目的支持想开发的群体机器人能在同一区域工作，在满足高效率的同时，可获得能量最优调度，该群体机器人其面向智能、绿色的未来工厂，其目标是克服工业机器人在制造中的不可持续。莱斯大学研制的r-one robot群体机器人之间能够互相通讯，能够实现在非安全环境中操纵物体，最优路径规划，探索未知环境等。虽然上述群体机器人可在较小空间内共同完成相对简单的任务，但由于群体机器人应用已逐渐向如安防、物流、军事、电力、柔性制造等领域渗透，其所面对的环境和任务多为复杂、高纬度、甚至未知的，因而，如何对复杂、甚至未知环境进行协同高效的感知，如何对多类、高纬度任务进行协同快速的学习，如何对复杂、多类对象进行快速协同作业，不仅成为智能机器人领域重大、紧迫的技术需求，亦是智能机器人领域的前沿科学方向，更是机器人智能化必须要解决的瓶颈问题。 2) 主要研究内容： （1）面向强光与强混响干扰以及复杂障碍物遮挡下多模态动态信息融合方法研究； （2）基于特征信息提取的多类信息拼接方法研究； （3）多源信息的动态特征提取与并行高效识别方法研究； （4）复杂环境下认知与识别实验研究。
3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况 国家自然科学基金委创新群体项目：机器人基础理论与关键技术

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