2021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： 智能移动操作机器人（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

面向安防、军事、污染、物流、电力、检测、维护等众多行业和领域对移动机器人在未知非结构环境下进行复杂高维任务作业的紧迫需要，针对当前人工神经网络与移动机器人相结合是暴露出的训练成本高、鲁棒性不强、需要大量学习样本和模型黑箱解释性差等问题，通过研究并简化生物神经元模型，将生物特性加入人工神经网络，提出拓扑自生长的仿生神经网络模型，实现“联系”与“举一反三”的能力，利用机器学习和监督学习等方法进行训练，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，提高神经网络的可解释化。并在实验平台（如足式机器人、移动操作机器人等）上完成复杂、高维、未知环境与任务的小样本感知、理解与作业验证。为解决神经网络的稳定性、可靠性、安全性和计算效率等问题提供有效方法，为发展人工智能提供基础理论，为拓展人工智能的应用范围提供必要的支撑。主要研究内容如下：

1）具有生物特性的新型人工神经元模型构建方法研究

生物神经元特性分析；具有生物特性的新型人工神经元模型研究；人工神经元模型参数进行辨识与功能特异化研究；神经元模型简化方法。

2）具有拓扑适应性的仿生神经网络自组织方法研究

多神经元分布的新型拓扑结构研究；神经元极性建立和轴突生长的简化方法；多神经元轴突生长规则及其数学描述方法；仿生神经网络剪枝算法。

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

多模态样本编码方法；仿生神经网络有效训练方法；训练样本数据库建立；融合小样本训练的联想算法。

4）基于多源信息的仿生神经网络可解释化方法研究

生物神经信息多源采集与分析方法；人工神经元多通道信号记录方法；基于生物神经信息分析的人工神经元活动输入输出非线性映射关系建立；融合生物神经信息与人工神经网络信息的神经信息数据库建立；基于决策树等分析手段的人工神经网络可解释化方法。

5）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

具有复杂环境适应性的足式机器人等移动机器人平台研制；基于仿生神经网络可解释化方法的复杂高维环境移动机器人平台小样本感知与理解实验；基于小样本的移动机器人平台任务快速理解与分割方法与实验；移动机器人平台作业实验验证。

3.该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

国家自然基金“基于脊-腿协调模型的脊柱型四足机器人高速奔跑机理研究”和军科委项目。

2021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： 仿生智能与机器人视觉（面向复杂约束操作任务的视觉动作理解与模仿学习策略研究）

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

近些年，在德国的《工业4.0》和中国的《中国制造2025》的影响下，以及其它主要大国相继发布的机器人发展战略的推动下，机器人快速进入几乎所有行业中，特别是在物流分拣、自动装配、巡检维护、柔性制造以及家庭服务等行业中机器人的应用不断深入。但随着机器人在上述行业中的大量使用，其所面对的任务约束从简单向复杂、单一向多类、单维向高维等方向拓展，一方面，使得仅依赖于专业人员的测量与标的获取复杂约束的方式难以难以获取精确、完整的任务约束。另一方面，环境的非结构化和不确定性要求机器人具备较强的智能感知与自主规划能力。因此，如何有效解决复杂、高维任务的感知、学习与规划问题成为当前机器人领域前沿与发展趋势。

模仿学习具有使非专业用户通过一种友好交互方式教会机器人如何执行受约束的任务，从而消除专业知识需求对用户使用的影响，因而，被研究人员认为是一种获取任务约束的理想方法。国外学者提出GMM、GP为代表的概率模型，以及DMP、HMM为代表的运动基元模型对非结构化人类演示动作进行分割和提取，但存在难以克服需大量演示样本和长时间训练且对类似任务泛化能力有限等问题。为解决复杂约束下的操作规划问题，学者们提出了若干种约束满足策略，包括松弛法、投影法、切平面法和地图集法等，但上述方法均在计算效率和路径质量方面具有不同程度的缺陷。

综上所述，面向复杂约束的感知、学习与规划这一关键共性问题，项目团队提出基于视觉模仿学习获取复杂约束，结合复杂环境重建与人体动作识别的动态感知方法，利用离线采样并训练约束流形先验模型，获得受约束的任务规划策略，实现高效、稳定的运动与操作规划。提升机器人在复杂、非结构环境下的作业能力，为其在众多行业中推广提供支撑。

2）主要研究内容

（1）综合视觉信息与力封闭条件推测接触点位置的抓取任务规划方法；
（2）视觉示教过程中的抖动、噪声进行平滑处理方法；
（3）动作时间序列进行分割策略及单样本学习与轨迹特征聚类方法；
（4）融合时间的约束类型及参数估计；
（5）理解与模仿学习实验研究。

3.该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

国家自然基金“基于脊-腿协调模型的脊柱型四足机器人高速奔跑机理研究”和军科委项目。