

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（基于复杂环境重建与人体动作识别的机器人综合动态感知方法研究）

- 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) 课题背景及意义

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) 轻量化的深度神经网络进行实时图像语义分割；
- (2) 结合语义信息来筛选、跟踪和重建运动物体的动态语义地图；
- (3) 融合骨骼点位置的人体结构拟合方法；
- (4) 人类示教过程中肢体的运动轨迹模拟方法；
- (5) 机器人综合动态感知实验研究。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

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 ， JJ20170329

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（基于复杂任务约束下流形先验模型的机器人实时运动与操作规划方法研究）

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) 课题背景及意义

机器人在辅助人类完成生产生活中的各项操作任务时，往往受到一些硬的任务约束，比如使机器人端一杯水并保持水平、开门、开抽屉、插拔硬盘和轴孔装配。在这类任务中，满足约束的机器人构型组成了嵌入在高维构型空间中的低维流形。由于约束流形具有非线性、零测度、难以获取且无法解析描述的特点，使得机器人在复杂约束环境下的感知、学习与规划问题成为当前机器人领域的公认难题。针对这一问题，我们提出利用深度学习技术使机器人通过实时环境感知与人体动作识别模仿学习人类操作受约束物体的基本技能，消除用户根据个人需求提高机器人自主作业能力所需的专业知识，减少专业人员对机器人动作过程的专门编程，并进一步根据所学知识建立各种约束任务对应低维流形的近似模型，最终实现机器人在非结构场景下对带有复杂约束物体的高效、稳定的运动与操作规划。

2) 主要研究内容

- (1) 基于模仿学习的约束关系离线采样方法；
- (2) 结合流形与先验模型的约束流形建立；
- (3) 流形上路径搜索方法；
- (4) 融合任务约束、环境约束的轨迹后端优化策略；
- (5) 实时运动与操作规划实验研究。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

***** ， JZKJW20190001，（军委科技委）国防科技创新特区

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