

佛山智能装备技术研究院

研究生联合培养项目需求表

联 培 项 目 编 号： FSNEU-2026-ZNZB-1

联 培 项 目 名 称： 面向工业机器人的具身智能关键技术应用与研究

联 培 单 位： 佛山智能装备技术研究院

项 目 负 责 人： 高 萌

联 系 电 话： 13246648706

单 位 负 责 人： 周 星

联 系 电 话： 15827089866

东北大学佛山研究生创新学院

填表说明

- 1、 本表由联合培养基地填写，务必保证信息全面准确。
- 2、 联合培养基地每年 3 月前将本表交于东北大学佛山研究生创新学院，用于本年度接收联合培养研究生。
- 3、 一份需求表只能填写一个项目，且需求表上交后原则上不允许取消或更改。
- 4、 联培项目编号为：东北大学佛山研究生创新学院简称佛山研究生创新学院，简称代码-FSNEU、年份-202X、基地名称简称代码-XXX(美的集团中央研究院简称美的中研院，简称代码 MDZYY)、本基地本年度项目序号 X X，例如：
FSNEU-2026-MDZYY-1。
- 5、 各栏目内容可续页。

东北大学佛山研究生创新学院联培基地项目需求表

项目编号	FSNEU-2026-ZNZB-1	项目名称	面向工业机器人的具身智能关键技术应用与研究
联培课题方向	工业机器人技术与具身智能技术交叉融合		
所需研究生专业方向	085410 人工智能、0811J1 机器人科学与工程、085406 控制工程、085404 计算机技术、085501 机械工程		
需求人数	3		
岗位要求	<div>1、具备机器人系统算法开发经验，熟悉 Python、C++/C 等编程语言，了解视觉传感器、力传感器的等机器人多模态感知应用；</div> <div>2、有机器人建模、规划、控制方面的相关项目经验或理论基础；了解大模型、具身智能等前沿技术，熟悉模仿学习、强化学习等人工智能相关算法；</div> <div>3、具备较强的独立分析、解决问题的能力，能独立完成科研工作，在交叉学科领域具有较强适应能力，具有浓厚的科研探索兴趣；</div>		
项目简介			
<div>一、项目背景：</div> <p>我国制造业面临着劳动力成本上升和生产效率提升的双重压力，智能制造装备的提升对产业升级至关重要。党的二十大报告中强调，要推进新型工业化，加快建设制造强国、质量强国。随着制造业加速向高端智能化转型，机器人在复杂任务中的应用已成为提升生产效率、降低成本和实现个性化制造的关键因素。目前，全球人工智能发展正处于由弱人工智能向强人工智能过渡的阶段，人工智能已然成为主导国家战略竞争力的重要支撑和推动科技革命的重要力量。其中，具身智能（embodied AI）是人工智能、机器人学、认知科学的交叉领域，主要研究如何使机器人具备类似人类的感知、规划、决策和行为能力，具身智能技术的突破必将引领新一轮科技革命和产业变革。随着机器人产业的飞速发展，市场对具备高度智能化和自主性的机器人需求日益增长，具身智能成为这一趋势的核心驱动力。传统机器人主要依赖预编程的固定模式执行任务，缺乏灵活性和适应性，难以应对复杂多变的工作环境。然而，现代机器人通过集成多模态感知、环境交互和闭环学习等具身智能先进技术，有机会实现从“机械执行”到“智能联觉”的转变。具身智能使机器人能够主动感知周围环境，并根据</p>			

实时反馈进行决策和调整，显著提升其在动态场景中的操作精度和效率。因此，机器人产业的迅猛发展迫切需要具身智能的支持，以实现更加灵活、智能和高效的自动化解决方案，满足不断变化的市场需求。

研发能够自主适应复杂动态环境和交互的具身智能机器人，已成为国内外工业机器人产业的重要发展趋势。在钢构、船舶、泛家居等领域，由于生产环境的非结构化特性和组件的复杂多样性，单一模态下的场景信息难以充分表达，局部的环境与工件感知模型重构能力弱。此外，对于有操作要求的任务（如装配），其工件形式多样，接触机理复杂，机器人操作技能学习效率低、泛化能力弱，全局任务分解、推理及行为规划约束条件多。具体而言，在复杂操作任务环境中，工件的位置和姿态可能存在微小差异，不同类型的螺丝、材料和表面处理也进一步增加了环境感知和定位调整的难度。其次，在柔性物体操作任务中，柔性物体具有弯曲、扭转和拉伸等复杂物理特性，其状态随外力变化而快速改变，难以实现准确建模和高效控制。针对这些问题，需重点突破机器人自主感知、自主规划、自主控制及自主学习四个方面的关键技术。

二、研究现状：

随着制造业加速向高端智能化转型，人工智能与机器人技术的深度融合正推动工业机器人领域从“感知智能”向“具身智能”跨越式发展，其在复杂任务中的自主化应用已成为突破生产效率瓶颈、降低综合成本及实现柔性化生产模式创新的核心驱动力。工业机器人的具身智能在技术层面的主要发展现状与趋势如下：

（1）多模态感知与认知决策：从“机械执行”到“智能联觉”

工业机器人正经历从单纯的“机械执行”向更为复杂的“智能联觉”转变。这一转变的核心在于多模态感知与认知决策能力的提升。现代机器人需通过集成多种感知模式（如视觉、力觉、触觉等），实现对环境更全面的理解和响应。以装配为例，机器人需要与操作对象及环境进行密切交互，这涉及复杂、高维甚至非线性的接触动力学；在非结构化环境中，机器人必须感知被操纵物体的状态，而单一视觉感知往往难以应对任务需求，且遮挡问题尤其突出，可能发生在机器人抓取或组装关键时刻，直接影响感知准确性和操作精度。因此，机器人需要感知并分析任务操作过程中的多种信息，例如零件的位姿和接触力，实时补偿操作过程中可能出现的各种不确定性。

（2）环境交互与闭环学习：具身智能的核心突破

传统工业机器人依赖预编程指令，而具身智能强调“大脑-身体-环境”三位一体的闭环学习框架。例如，基于强化学习的机器人可以自动调整其行为以提高效率和减少错误率。未来工业机器人需通过动态环境交互（如力觉、触觉反馈）实现自主进化，例如谷歌RT-X平台将大语言模型（LLM）与机械臂结合，使其能分解自然语言指令并执行复杂任务。然而，当前该范式仍面临两大核心挑战：一是长程复杂任务中的稳定性问题（如数小时连续作业中因模型漂移或感知累积误差导致的性能退化），二是跨场景、跨任务的泛化能力不足。要实现从“预编程工具”向“环境共生型智能体”的质变，亟需突破具身智能驱动下的多模态感知-认知-行动紧耦合架构、小样本持续在线学习机制，以及高可靠性的实时推理与安全控制协同体系，从而构建真正具备环境理解、自主决策与稳健执行能力的新一代工业机器人系统。

（3）仿真训练与虚实迁移：高效低成本技能迁移

仿真训练与虚实迁移（Sim2Real）技术正成为具身智能机器人快速迭代的核心驱动力，其技术趋势体现为高保真仿真环境构建-自适应迁移学习-动态系统闭环优化的三层架构突破。核心层依赖物理引擎（如 NVIDIA Isaac Sim）与神经渲染技术构建毫米级精度数字孪生场景。迁移学习算法如采用域随机化与对抗生成网络，动态扩展虚拟环境多样性，使模型在未知现实场景中保持高迁移成功率。

三、关键性问题或技术：

（1）如何融合大模型实现复杂长程任务的行为自主规划

如何利用大模型的语义理解、知识推理和生成能力来提升机器人复杂任务的高层级规划与优化能力，以应对小批量、多样化产品以及复杂场景的需求。如何解决通用大模型因预训练数据大多来源于非工业场景而导致难以解决在特定任务中复杂多变的路径规划和工序自主规划问题。如何构建面向任务的多层动态推理知识图谱数据库并与大模型融合，为机器人在复杂工业场景下路径规划与工序自主规划提供强有力的认知支持，实现规划方案的可执行性与最优性，是本项目需要解决的关键问题。

（2）如何构建基于多模态融合的机器人技能学习与泛化机制

如何在动态非结构化的复杂环境中，构建一种基于多模态信息融合的机器人技能学习与泛化机制，使机器人能够高效地从视觉、触觉和力觉等多源感知数据中提取关键特征，并实现对任务的全面理解与自主决策能力。如何利用模仿学习快速从人类示

教中构建技能初始模型，并结合强化学习优化技能策略路径，以及如何通过领域自适应技术实现技能的跨任务迁移与灵活调度，以确保机器人在动态操作场景中具备足够的精确性、灵活性和鲁棒性，是本项目需要解决的关键问题。

(3) 如何构建基于协同控制的双臂机器人高效作业与灵活操作机制

实现双臂高效协同控制是核心，涉及开发先进算法和控制系统，确保无缝协作与优化任务分配，提升整体效率。其次，为应对复杂多变的任务需求，双臂机器人需具备高度灵活性，能够处理各种工件和工具，并在动态环境中实时调整策略，确保操作精确性和稳定性。这需要新的感知技术、自适应控制方法及智能决策系统的支持。此外，对于双臂机器人的技能学习与迁移，获取大量且有效的双手协同操作训练数据十分困难，需构建简单快速且低成本数据收集方法以及考虑观察-推理-动作的不同步问题。

四、预期目标：

(1) 引入视觉 - 语言模型使机器人根据任务语言指令和环境的视觉观测进行推理和决策,提升机器人对环境的感知和理解能力,实现机器人高层级任务的逻辑推理与分解；

(2) 通过模仿学习、强化学习等技术，构建多模态信息融合的技能学习框架，提升机器人在动态非结构化环境中的操作技能适应性和跨任务泛化能力，实现技能在不同任务对象间的高效迁移；

(3) 针对双臂机器人，构建相应的数据收集和策略学习的框架，研究双臂任务分配、避自碰路径规划、拟人化运动规划及协同操作等算法，实现双臂机器人典型应用案例

项目 负责人 项目 经历		
起止时间	项目名称	主要内容
2025. 1-2027. 12	复杂工况下具身智能机器人灵巧作业理论与方法	研究基于大模型与知识图谱的复杂工况机器人自主行为规划算法设计、灵巧装配作业机器人具身智能系统研发与实验验证

2022. 1-2024. 12	工业机器人健康监测诊断及控制优化理论与方法	研究刚柔耦合动力学模型：建立大范围运动情况下刚柔耦合动力学模型，研究机器人连杆惯性参数辨识方法	
2020. 01-2022. 12	新一代智能工业机器人研发与应用	研发面向“自感知、自决策、自控制、自诊断”的工业机器人人工智能认知学习系统框架，以及智能自适应运动控制子系统	
工 作 计 划 安 排（2026. 7-2028. 4）			
序号	起止时间	阶段内容	工作量估计（天）
1	2026. 7-2026. 12	大模型与具身智能技术调研与理论基础学习；进行模仿学习、强化学习等算法的仿真计算；基于大模型的机器人自主规划相关开源项目的复现。	540 人天
2	2027. 1-2027. 12	具身智能学习算法的数据收集和策略学习的软硬件设备设计与搭建； 根据多源信息融合方法,建立一个高效的、泛化能力强的技能迁移机制； 开展双臂避自碰路径规划、拟人化运动规划及协同操作技术研究； 开展大模型与具身智能框架融合研究。	1080 人天
3	2028. 1-2028. 4	形成大模型驱动的机器人自主规划实验演示案例； 形成具身智能机器人柔性操作实验案例； 形成双臂机器人协同控制实验案例。	360 人天