

具身智能专题简介

孙健^{1*}, 程龙², 贺威^{3,4}, 唐漾⁵

1. 北京理工大学, 北京 100081

2. 中国科学院自动化研究所, 北京 100190

3. 北京信息科技大学, 北京 100192

4. 北京科技大学, 北京 100083

5. 华东理工大学, 上海 200237

* 通信作者. E-mail: sunjian@bit.edu.cn

具身智能在学术界和工业界均受到广泛关注, 并呈现出快速发展趋势. 具身智能是指智能体通过物理实体与环境交互来实现智能增长, 是无人系统在复杂环境中高效完成各类任务的重要技术之一, 在智能制造、智慧城市、智慧医疗、社会服务等诸多领域展现出巨大的潜力.

为了展示具身智能的最新研究进展, *SCIENCE CHINA Information Sciences* 在 2025 年 68 卷第 5 期组织并出版了“具身智能专题”(Special Topic: Embodied Intelligence), 深入地探讨了具身智能基础理论方法与应用领域的研究现状及创新成果. 经过仔细评审, 本专题共收录 10 篇文章. 我们将这些新的研究成果呈现给读者, 以推动该领域的研究进入新的阶段.

论文“Causal action empowerment for efficient reinforcement learning in embodied agents”提出了一种因果动作赋能方法以提升具身智能体在策略学习过程中的样本效率. 因果动作赋能方法能够识别和利用状态、动作与奖励之间的因果关系, 提取可控状态变量, 并对动作进行重加权, 以优先影响力大的行为. 实验结果表明, 在 25 个具身任务场景中, 因果动作赋能方法始终优于现有强化学习方法, 为提升强化学习样本效率提供了可行的途径.

论文“Learning future representation

with synthetic observations for sample-efficient reinforcement learning”提出了一种合成观测未来表征学习的新型强化学习辅助任务框架, 通过丰富辅助训练数据提升自监督强化学习性能. 实验结果表明, 所提出方法在端到端强化学习任务中具有良好的样本效率, 并在无动作视频演示中实现了有效的强化学习视觉预训练.

论文“A trajectory-level robot skill learning method based on fuzzy systems”提出了一种基于 Takagi-Sugeno-Kang 模糊系统的运动原语模型, 通过将 Takagi-Sugeno-Kang 模糊系统与梯度下降相结合作为模仿学习模型, 实现机器人对人类动作的高效模仿学习. 实验结果表明, 所提出方法可取得与其他模型类似的性能.

论文“A zeroth-order stochastic implicit method for bilevel-structured actor-critic schemes”提出了一种隐式零阶随机算法, 解决双层结构下的演员 – 评论家策略优化问题. 该算法引入局部随机的球面平滑技术, 避免了对下层映射闭式表达形式的依赖, 其中隐函数梯度可通过非精确下层值估计进行近似. 在适当假设条件下, 所提算法能够实现收敛.

论文“Formation control and path planning of multi-robot systems via large language models”提

引用格式: 孙健, 程龙, 贺威, 等. 具身智能专题简介. 中国科学: 信息科学, 2025, 55: 1251–1252, doi: 10.1360/SSI-2025-0177

Sun J, Cheng L, He W, et al. Special topic: embodied intelligence. *Sci Sin Inform*, 2025, 55: 1251–1252, doi: 10.1360/SSI-2025-0177

出了一种多机器人协同控制与路径规划的大语言模型辅助框架,以提升多机器人系统对复杂环境的适应性.该框架将复杂运动约束的文本描述、机器人信息以及局部环境数据作为输入,利用大语言模型生成运动目标,并将其转化为可执行的控制指令,实现机器人的协同控制与路径规划.实验结果表明,所提出控制策略显著提升了多机器人系统的自主性、适应性、灵活性和鲁棒性.

论文“Multi-UAV trajectory planning with field-of-view sharing mechanism in cluttered environments: application to target tracking”提出了一种融合启发式路径搜索与时空轨迹优化的分布式框架,实现多无人机在队形安全性、目标可视性和运动平滑性等要求下的轨迹规划任务.实验结果表明,所提方法具有优越的轨迹规划性能.

论文“VF-Nav: visual floor-plan-based point-goal navigation”结合脑启发定位方法与拓扑规划技术,提出了一种基于视觉平面图的目标点导航算法,以解决视觉室内导航问题.实验结果表明,所提出算法在复杂室内环境中展现出优异的性能,并对里程计和平面图引入的误差具有较好的鲁棒性.

论文“Autonomous embodied navigation task generation from natural language dialogues”提出了一种通过自然语言对话自主生成具身导航任务的方法,保证机器人能够根据现实场景自主生成任

务.此外利用大语言模型的生成能力构建了一个包含625个多人对话的基准数据集.该数据集的评估结果以及在办公楼中的实地实验表明了所提方法的有效性.

论文“PEAR: phrase-based hand-object interaction anticipation”提出了一种基于短语的手-物交互预测新模型,实现交互意图与交互操作的同时预测.针对交互过程中的不确定性设计了双重策略,通过动词、名词与图像的交叉对齐缓解意图的不确定性,并通过建立意图与操作之间的双向约束克服操作的不确定性.实验结果表明,所提方法在交互预测任务中具有显著优势.

论文“Embodied intelligence in RO/RO logistic terminal: autonomous intelligent transportation robot architecture”提出了一种具备智能感知与自主规划模块的自主智能运输机器人,以满足滚装/滚卸物流码头对各类成品车辆进行自主运输的需求.实验结果表明,该机器人能够有效模拟感知、认知和行动三大类人功能,实现了对复杂车辆运输任务的自主智能处理.

我们衷心感谢所有为本专题贡献稿件的论文作者和严谨高效的审稿专家.同时,我们对编辑部各位老师们在征稿通知发布、论文评审、修改、定稿及出版过程中所付出的辛勤工作表示感谢.