



於志文，哈尔滨工程大学副校长，西北工业大学教授，国家重点研发计划首席科学家，人机物融合群智计算教育部重点实验室主任，智能感知与计算工信部重点实验室主任，水下群体智能国家级创新团队负责人。主要研究方向为物联网、普适计算、群智感知计算。曾获国家级教学成果奖二等奖、教育部自然科学奖一等奖、陕西省自然科学奖一等奖、黑龙江省科技进步奖一等奖、中国计算机学会青年科学家奖、霍英东教育基金会高等院校青年教师奖等。发表学术论文 200 余篇，先后 8 次获得国际会议最佳论文奖。

群体具身智能

於志文

从符号主义的逻辑推演到连接主义的统计学习，我们已在相对封闭的数字世界中构建了强大的“离身智能”。然而，脱离了物理身体的约束与感知，缺乏与真实环境的动态交互，离身智能难以真正理解并作用于复杂开放的真实物理世界。当智能体能够利用物理形态在真实环境中持续感知、交互与学习时，人工智能已经进入与物理世界深度融合的具身智能体时代。

在现实世界中，类似于人群协作，群具身智能体需要分工协作，共同完成许多复杂任务，例如：广域空间的搜索救援和动态环境下的多机对抗博弈。通过信息交互达成共识、规划决策实现协作执行以及知识共享完成协同演进，具身智能体从孤立的个体走向高度协作的群体，并涌现出超越个体能力之和的群体智能，从而形成群体具身智能。区别于传统多智能体系统，群体具身智能系统具有更强的物理性、主动性、异质性和通用性。为了应对高动态、不确定的开放物理环境，群体具身智能系统需要突破以下几项关键技术：

精准聚焦的协同感知与场景理解 以协作任务为牵引，设计多视角多模态感知信息的按需共享与对齐融合方法，并通过任务驱动的场景理解，使感知系统仅聚焦于与当前协作任务高度相关的语义信息，为群体具身智能分布式决策提供精准的数据基础。

主动自适应的任务解析与分配 设计基于大语言模型的任务指令解析器，将模糊的任务指令分解为具有时序依赖并符合群具身智能体能力的子任务序列；利用在线评估与协商重调度机制，通过反馈任务执行状态和环境状态，群具身智能体动态评估原有任务分配的适配性，并主动协商完成任务重分配，实现动态环境下任务的自适应拆解、在线评估和主动重分配。

前瞻稳健的分布式决策 针对物理世界中试错成本高的问题，构建并利用轻量级的具身世界模型，通过推演决策对物理环境及其他智能体的未来影响，使具身智能体能够预判式地选择最优决策；通过设计高鲁棒的分布式决策方法，应对物理环境中的感知误差和通信延迟；研究分布式决策在开放物理环境下的在线适应机制，实现具身智能体对未知环境和陌生智能体的快速适应。

跨具身可迁移的知识共享 构建与具身形态解耦的任务语义表示，使知识能够被异构具身智能体理解；设计可查询的模块化技能知识库和基于查询-响应机制的知识共享策略，通过低延迟高可靠的任务驱动语义通信技术，使具身智能体能够获得其他队友的已有知识，实现跨具身智能体的知识共享和能力互补。

群体具身智能的研究，标志着人工智能从“离身感知”走向“具身认知”、从“个体智能”迈向“群体智慧”的根本性跨越。它不仅突破了传统多智能体系统在物理交互与动态适应上的局限，更深化了我们对智能本质的理解——智能并非孤立存在于算法或个体之中，而是在物理身体的约束与协作中涌现出来的群体智慧。展望未来，群体具身智能将与大模型、世界模型等技术深度融合，在深海深空探索、应急救援、智能制造、智慧城市等国家重要领域释放出前所未有的社会价值，成为推动生产力跃升与人类文明进步的重要力量。