

基于多智能体深度强化学习的工业无线网络端边协同资源分配

刘晓宇^{1,2,3,4}, 许驰^{1,2,3}, 于海斌^{1,2,3}, 曾鹏^{1,2,3}

¹中国科学院沈阳自动化研究所机器人学国家重点实验室, 中国沈阳市, 110016

²中国科学院网络化控制系统重点实验室, 中国沈阳市, 110016

³中国科学院机器人与智能制造创新研究院, 中国沈阳市, 110169

⁴中国科学院大学, 中国北京市, 100049

摘要: 边缘人工智能通过协同利用设备侧和边缘侧有限的网络、计算资源, 赋能工业无线网络以支持复杂和动态工业任务。面向资源受限的工业无线网络, 我们提出一种基于多智能体深度强化学习的资源分配 (MADRL-RA) 算法, 实现了端边协同资源分配, 支持计算密集型、时延敏感型工业应用。首先, 建立了端边协同的工业无线网络系统模型, 将具有感知能力的工业设备作为自学习的智能代理。然后, 采用马尔可夫决策过程对端边资源分配问题进行形式化描述, 建立关于时延和能耗联合优化的最小系统开销问题。接着, 利用多智能体深度强化学习克服状态空间维灾, 同时学习关于计算决策、算力分配和传输功率的有效资源分配策略。为了打破训练数据的时间相关性, 同时加速MADRL-RA学习过程, 设计了一种带经验权重的经验回放方法, 对经验进行分类存储和采样。在此基础上, 提出步进的 ϵ -贪婪方法来平衡智能代理对经验的利用与探索。最后, 通过大量对比实验, 验证了MADRL-RA算法相较于多种基线算法的有效性。实验结果表明, MADRL-RA收敛速度快, 能够学习到有效资源分配策略以实现最小系统开销。

关键词: 多智能体深度强化学习; 端边协同; 工业无线网络; 时延; 能耗

<https://doi.org/10.1631/FITEE.2100331>