

面向未知连续非线性系统的间接自适应 模糊规划最优控制方法

张海运^{1,2}, 孟德远², 王进¹, 陆国栋¹

¹浙江大学流体动力与机电系统国家重点实验室, 中国杭州市, 310027

²中国矿业大学机械电子工程系, 中国徐州市, 221116

摘要: 针对动力学未知、不匹配和扰动条件下的连续非线性系统, 提出一种新的间接自适应模糊规划最优控制方案。首先, 建立非线性系统汉密尔顿-雅各比-贝尔曼 (HJB) 方程及其匹配的性能函数。与现有自适应动态规划 (ADP) 方法不同, 在执行器-评判器架构下, 所提方案采用特殊的非二次变量性能函数作为强化媒介。构造一个自适应模糊规划的评判器结构来配置性能函数的权重矩阵, 以逼近和平衡非线性HJB方程。同时, 设计一种并行的自组织学习技术用于自适应更新该评判器的权重。在此基础上, 提出一种自适应最优反馈控制器与一个新形式的增广黎卡提方程作为执行器, 实时优化模糊规划后的性能函数。通过设计上述执行器-评判器架构获得一种在线间接自适应最优控制机制, 可同时实现最优成本函数和最优控制策略的连续实时自适应调整。该方法的控制收敛性和闭环稳定性得到证明和保证。最后, 仿真和比较表明所提方案的有效性和可靠性。

关键词: 间接自适应最优控制; 汉密尔顿-雅各比-贝尔曼方程; 模糊规划评判器; 自适应最优控制执行器; 执行器-评判器架构; 未知非线性系统

<https://doi.org/10.1631/FITEE.1900610>