2024年度海南省科学技术奖提名公示内容

公示单位（公章）：吉首大学 填表日期： 2025年 6 月 27 日

|  |  |
| --- | --- |
| 项目名称 | 复杂环境下冗余机器人智能运动规划的理论与方法 |
| 提名奖项及等级 | 海南省自然科学奖二等奖 |
| 提名者 | 海南大学 |
| **项目简介（1200字以内）** | 作为全球最大的工业机器人市场，中国对先进机器人技术有迫切需求。《“十四五”机器人产业发展规划》指出机器人多任务智能运动规划技术是亟待突破的共性技术之一。然而，机器人自身的冗余特性和应用场景的日益复杂给智能运动规划技术带来了持续的挑战。现有机器人系统存在自主性弱、抗噪性差、易出现姿态偏移的问题，严重限制其在复杂环境中执行多次任务操作的能力和效率。围绕国家机器人产业发展重大战略需求，本项目针对以上问题开展创新研究，独创性地提出复杂环境下冗余机器人智能运动规划的理论与方法，取得如下主要成果：   1. 冗余机器人避障运动规划   障碍物躲避是机器人实现自主运动规划的核心内容。项目揭示了冗余机器人避障不等式设计原理，给出了速度层和加速度层的避障不等式，提出了基于不等式的智能优化避障策略，完成了机器人在关节受限情况下的避障运动规划，解决了机器人关节速度跳变问题，突破了速度层策略应用范围的限制，实现了机器人在不同层上对环境障碍物的躲避。   1. 冗余机器人抗噪运动规划   噪声在冗余机器人实践中不可避免，会影响机器人运动规划精度，导致机器人出错，无法完成给定的操作任务。项目提出了基于积分增强的抗噪运动规划策略，证明了该策略的稳定性和鲁棒性，抑制/消除了噪声对机器人的影响，解决了传统运动规划策略缺乏抗噪性能的问题，加快了机器人运动规划响应速度，提升了机器人在复杂环境中执行任务操作的能力。   1. 冗余机器人重复运动规划   重复运动规划是机器人代替人类完成繁琐重复性作业的关键内容。项目揭示了冗余机器人重复运动判据设计原理，给出了清晰的重复运动理论支撑，提出了基于神经动力学的重复运动规划策略，解决了机器人运作过程中的姿态偏移问题，提升了机器人在复杂环境中执行多次任务操作的效率。  项目研究成果形成的冗余机器人在复杂环境下智能运动规划体系，有效解决了1983年以来机器人带不等式约束运动规划的难题，为机器人走向应用开拓新的研究思路，提供新的技术手段。 |
| **提名书**  **相关内容** | 1. Dongsheng Guo, Yunong Zhang, A new inequality-based obstacle-avoidance MVN scheme and its application to redundant robot manipulators, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, vol. 42, no. 6, pp. 1326-1340, 2012. 2. Dongsheng Guo, Yunong Zhang, Acceleration-level inequality-based MAN scheme for obstacle avoidance of redundant robot manipulators, IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 61, no. 12, pp. 6903-6914, 2014. 3. Dongsheng Guo, Feng Xu, Laicheng Yan, New pseudoinverse-based path planning scheme with PID characteristic for redundant robot manipulators in the presence of noise, IEEE Transactions on Control Systems Technology, vol. 26, no. 6, pp. 2008-2019, 2018. 4. Dongsheng Guo, Zhuoyun Nie, Laicheng Yan, The application of noise-tolerant ZD design formula to robots’ kinematic control via time-varying nonlinear equations solving, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, vol. 48, no. 12, pp. 2188-2197, 2018. 5. Weibing Li, Lin Xiao, Bolin Liao, A finite-time convergent and noise-rejection recurrent neural network and its discretization for dynamic nonlinear equations solving. IEEE Transactions on Cybernetics, vol. 50, no. 7, pp. 3195-3207, 2020. 6. Yunong Zhang, Dongsheng Guo, Binghuang Cai, Ke Chen, Remedy scheme and theoretical analysis of joint-angle drift phenomenon for redundant robot manipulators, Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, vol. 27, no. 4, pp. 860-869, 2011. 7. Zexin Li, Bolin Liao, Feng Xu, Dongsheng Guo, A new repetitive motion planning scheme with noise suppression capability for redundant robot manipulators, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, vol. 50, no. 12, pp. 5244-5254, 2020. 8. Dongsheng Guo, Zexin Li, Ameer Hamza Khan, Qingshan Feng, Jianhuang Cai, Repetitive motion planning of robotic manipulators with guaranteed precision, IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 17, no. 1, pp. 356-366, 2021. |
| **主要完成人**  **（排序、工作单位和贡献）** | 1. 郭东生，海南大学，对研究成果1、2和3均有重要贡献，提出了冗余机器人智能运动规划的学术思想，并参与讨论解决了关键科学问题。具体负责项目的总体规划、关键科学问题分析、研究方案决策和主要的研究工作，是全部发现点的主要完成人。 2. 张雨浓，中山大学，对研究成果1和3有创造性贡献，提出了基于不等式和神经动力学实现冗余机器人避障和重复运动规划的学术思想，参与了冗余机器人抗噪运动规划的讨论。 3. 黎卫兵，中山大学，对研究成果2和3有创造性贡献，设计了可实现冗余机器人抗噪运动规划的新型递归神经网络及其离散模型，参与了冗余机器人重复运动规划的讨论。 4. 廖柏林，吉首大学，对研究成果2和3有创造性贡献，参与了冗余机器人重复运动规划和鲁棒递归神经网络模型的讨论，给出了冗余机器人抗噪运动规划的建议。 5. 聂卓赟，华侨大学，对研究成果2有创造性贡献，参与了冗余机器人抗噪运动规划的讨论并给出了相关建议。 |
| **主要完成单位**  **（排序和贡献）** | 1. 海南大学，为项目第一完成人郭东生教授的工作单位。学校为冗余机器人智能运动规划理论和应用研究提供了充分的空间和经费支持，提供了冗余机器人实物系统平台，完成了机器人智能运动规划实验测试，为项目研究成果1、2和3的深化和推广做出了必不可少的贡献。 2. 中山大学，为项目第二完成人张雨浓教授和第三完成人黎卫兵副教授的工作单位。学校提供了完善的科研平台和实验环境，完成了冗余机器人避障运动规划和重复运动规划实验测试，使得项目顺利进行，对项目研究成果1和3做出了必不可少的贡献。 3. 吉首大学，为项目第四完成人廖柏林教授的工作单位。学校提供了完善的科学研究场所和充足的经费支持，在项目研究成果2和3等方面做出了关键的贡献。 4. 华侨大学，为项目第五完成人聂卓赟副教授的工作单位。学校为提供了完善的科研平台、实验环境和资金支持，使得项目顺利实施，对项目研究成果2和3做出了关键的贡献。 |

说明：涉及国外的人和组织科学技术合作奖可不用公示，其余奖项必须公示**至少7日。**