



仿生机器人系统: 建模、设计、控制和感知 专题简介

贺威^{1*}, 崔荣鑫², Choon Ki AHN³, 李智军⁴

1. 北京科技大学, 北京 100083, 中国

2. 西北工业大学, 西安 710072, 中国

3. Korea University, Seoul 136-701, South Korea

4. 中国科学技术大学, 合肥 230026, 中国

* 通信作者. E-mail: weihe@ieee.org

仿生机器人是指模仿生物特征的一类机器人, 具有运动灵活性高、环境适应性强等特点, 在救灾救援、公共安全、社会服务、国防军工等领域具有广泛的应用前景. 当前仿生机器人在物理结构、机动性能方面与仿生对象相比仍然存在差距, 亟待系统深入地对仿生机器人系统中的共性科学问题和关键技术开展研究, 推动仿生机器人的应用与发展.

仿生机器人是《中国制造 2025》和《机器人产业“十三五”发展规划》重点支持的研究领域, 文件明确指出机器人及相关技术研发的必要性和紧迫性, 提出应加快下一代机器人研究和应用, 抢占机器人技术的下一个制高点. 随着新材料、新驱动、新型感知技术、智能控制方法的突破, 仿生机器人前沿技术研究得到了国内外研究机构和学者的广泛关注.

为了更好地将仿生机器人技术的最新研究成果介绍给读者, *SCIENCE CHINA Information Sciences* 在 2020 年 63 卷第 7 期组织出版了“仿生机器人系统: 建模、设计、控制和感知专题” (Special Focus on Bio-Robotic Systems: Modeling, Design, Control and Perception), 特别关注仿生机器人系统的建模、设计、控制和感知等研究, 聚焦仿生机器人在理论创新和技术研发等方面的研究现状、挑战分析、成果展示与未来应用前景.

Chao ZENG 等的文章 “Bio-inspired robotic impedance adaptation for human-robot collaborative tasks” 提出了一种能够同时在线调节机器人阻抗特性和前馈力矩的仿人控制策略, 使机器人能够根据人的动作行为实时调节柔顺性, 实现了未知动态环境下更高效、更智能、更灵活的人机协作.

Ming WANG 等的文章 “Trajectory tracking control of a bionic robotic fish based on iterative learning” 详细分析了多关节仿生机器鱼的动力学模型, 提出了仿生机器鱼的迭代学习控制策略, 解决了仿生机器鱼的高机动游动控制问题, 提升了仿生机器鱼对不确定动态水生环境的适应能力.

Bin ZHU 等的文章 “A bio-inspired flight control strategy for a tail-sitter unmanned aerial vehicle” 为了提高能量利用率和巡航航程, 将一种具有全飞行包线的受鸟类飞行启发的间歇飞行策略应用于尾座式无人机, 提出了一种基于过渡控制律的全能量控制系统. 与稳定飞行相比, 滑翔飞行的平均机械功率明显降低.

引用格式: 贺威, 崔荣鑫, Choon Ki AHN, 等. 仿生机器人系统: 建模、设计、控制和感知专题简介. 中国科学: 信息科学, 2020, 50: 1125–1126, doi: 10.1360/SSI-2020-0105

Mantian LI 等的文章 “Design and analysis of a whole-body controller for a velocity controlled robot mobile manipulator” 提出了非完整约束下移动机械臂的整体速度控制方法, 受人与生物运动方式启发, 通过设置任务优先级解决了移动机械臂轨迹跟踪、避碰、避奇异多任务控制问题.

Huayan PU 等的文章 “Design and experiment of bio-inspired GER fluid damper” 研发了一种在挤压模式下工作的多电极 ER 阻尼器, 与相同类型的阻尼器相比该阻尼器屈服应力更大, 可逆时间更小, 具有更好的力学性能, 能够作为仿生肌肉应用于机器人系统, 并在系统减震方面更具优势.

Xinyu WU 等的文章 “Development of a lower limb multi-joint assistance soft exosuit” 设计了一种柔性可穿戴下肢外骨骼装备, 确保系统在不受步态变化影响的情况下完成稳定的多地形行走任务. 所设计的柔性可穿戴设备能够适应人的步行速度变化, 使运动平均代谢率明显降低.

Qiang FU 等的文章 “Vision-based obstacle avoidance for flapping-wing aerial vehicles” 针对小型仿生扑翼飞行机器人避障问题, 提出了一种基于双目视觉的自主避障方法, 能够准确地实现障碍物识别并检测障碍物距离, 使仿生扑翼飞行机器人能够成功地避开飞行中的障碍物, 实现安全飞行.

Tongle ZHOU 等的文章 “Data fusion using Bayesian theory and reinforcement learning method” 提出了一种基于贝叶斯理论和强化学习结合的多传感器数据融合算法, 解决了仿生机器人系统任务规划技术中的多源数据融合问题, 并且有效避免了时空对准问题, 提升了数据融合的准确程度.

Lei ZHANG 等的多媒体文章 “Gait planning and control method for humanoid robot using improved target positioning” 设计了一种仿人机器人爬楼梯步态规划与控制方法, 该方法利用神经网络技术实现楼梯位置定位, 采用静态步行方法规划仿人机器人爬楼梯的步态, 实现并视频展示了仿人机器人运动的实时控制, 对提升仿人机器人的复杂地形行走能力具有一定的借鉴意义.

本次专题共收录了 9 篇文章, 研究内容涵盖了仿生机器人系统的主要分支, 反映了近年来在仿生机器人系统建模、设计、控制和感知等研究中取得的创新性进展和原创性成果. 受篇幅所限, 还有很多优秀的学术论文未能收录. 我们对所有投稿者的积极投稿, 向为本专题提供及时和专业评审的专家, 和对编辑部各位老师付出的辛勤工作表示衷心的感谢. 希望本专题的出版能给予相关研究者有益的借鉴和启发, 并以此为契机将该领域的研究推向新的阶段.