

# 刘榕恺

求职意向-人机交互与机器人方向研究员

13124758587 (电话)  
rongkai@mail.ustc.edu.cn (邮件)  
<http://EricRongkai.github.io> (个人主页)



## 个人简介

- **研究背景:** 作为客观智能的机器智能和作为主观智能的人类智能应当是互补共生的，而不仅仅是通过机器智能取代人类。研究人机混合智能是解决当下现实需求，使机器具身智能成为人类智能的自然延伸和拓展的一种重要方式，其具有深刻的科学价值以及明确的产业化前景。
- **个人优势:** 具有良好的独立科研能力和快速工程实现能力，可以胜任从需求调研分析，科学问题挖掘，人机系统和机器人系统原型软硬件设计开发，算法研究到论文专利撰写等任务的全链条工作能力。此外，具有良好的组织协调能力和团队协作能力，曾作为主要策划人组织多场大型活动。

## 教育经历

- **中国科学技术大学** 模式识别与智能系统 2020.09 – 2024.06 工学博士学位  
– 研究方向: 人-机器人交互，人机混合智能，模仿学习，康复辅助机器人  
– 学位论文: 面向康复辅助机器人共享控制下的人机交互方法研究
- **中国矿业大学（北京）** 控制理论与控制工程 2017.09 – 2020.06 工学硕士学位  
– 研究方向: 可穿戴人机交互系统，人体运动信息分析，虚拟现实  
– 学位论文: 面向运动康复训练的可穿戴设备步态分析方法研究
- **中国矿业大学（北京）** 电气工程及其自动化 2013.09 – 2017.06 工学学士学位  
– 主修课程: 电力电子技术，自动控制原理，微机原理，C 语言程序设计等

## 论文及专利

学术论文发表:

- **R. Liu**, Q. Song, T. Ma, and H. Pan, "Toward Remapping Residual Movement of Shoulder: A Soft Body-Machine Interface," *IEEE Transaction on Neural System and Rehabilitation (T-NSRE)*, Under Review. (IF:4.9)
- **R. Liu**, T. Ma, and N. Yao et al., "Adaptive Symmetry Reference Trajectory Generation in Shared Autonomy for Active Knee Orthosis," *IEEE Robotics and Automation Letters (RA-L) with IROS 2023*, vol. 8, no. 6, pp. 3118–3125, Jun. 2023. (IF:5.2)
- X. Zhao, **R. Liu**, and T. Ma et al., "Real-time Gait Phase Estimation Based on Multi-source Flexible Sensors Fusion," in 2023 3rd International Conference on Robotics and Control Engineering(RobCE2023), Nanjing, China: ACM, May. 2023, in production.
- L. Tong, **R. Liu**, and L. Peng, "LSTM-Based Lower Limbs Motion Reconstruction Using Low-Dimensional Input of Inertial Motion Capture System," *IEEE Sensors Journal*, vol. 20, no. 7, pp. 3667–3677, Apr. 2020.(IF:4.3, 导师一作)
- **R. Liu**, L. Peng, and L. Tong et al., "A Novel Method for Parkinson's Disease Classification and Dyskinesia Quantification Using Wearable Inertial Sensors," in 2019 IEEE 9th Annual International Conference on CYBER Technology in Automation, Control, and Intelligent Systems (CYBER), Suzhou, China: IEEE, Jul. 2019, pp. 1022–1026.
- **R. Liu**, L. Peng, and L. Tong et al., "The Design of Wearable Wireless Inertial Measurement Unit for Body motion Capture System," in 2018 IEEE International Conference on Intelligence and Safety for Robotics (ISR), Shenyang: IEEE, Aug. 2018, pp. 557–562.
- Y. Wang, Q. Song, T. Ma, Y. Chen, H. Li, and **R. Liu**, "Transformation classification of human squat/sit-to-stand based on multichannel information fusion," *International Journal of Advanced Robotic Systems*, vol. 19, no. 4, Jul. 2022.(IF:2.3)

已授权发明专利:

- 彭亮，侯增广，刘镕恺《一种用于帕金森病症状量化评估的可穿戴设备》
- 彭亮，侯增广，刘镕恺《基于支持向量机的帕金森病人运动障碍量化及识别方法》

在发明专利：

- 宋全军，刘镕恺，马婷婷《一种基于共享自治系统的步态对称性康复机器人轨迹规划算法》
- 宋全军，刘镕恺，马婷婷《一种用于高位截瘫患者的非侵入式柔性人机交互接口》

科研项目

- **基于大数据的自然交互意图理解和智能输入**    国家重点研发计划云计算和大数据专项    参与
  - 围绕高位截瘫和上肢残疾患者操控辅助机器人的需求，基于电容式柔性应变传感器网络和 IMU 捕捉患者肩部残余运动，主导并设计了一种非侵入式体-机交互界面用于产生连续指令操纵电动轮椅和控制光标。
  - 针对用户肩部动作存在不确定性的问题，设计了一种基于共享控制系统的用户意图推理介入交互数据解码算法，在保证交互界面的动态性能的前提下提高了操控准确性。
- **脑卒中康复机器人**    国家重点研发计划智能机器人专项    参与
  - 围绕脑卒中患者步态对称性康复需求，主导设计并带领团队搭建了一套完整的膝关节外骨骼机器人系统，将实时采集的患者健侧步态运动轨迹映射到患侧驱动器执行进而实现步态对称性恢复。
  - 针对用户下肢健侧输入动作存在不确定性的问题，基于机器人模仿学习算法将步态时间序列编码到一个固定长度的向量空间。
  - 通过采集健康人群的步态运动轨迹，构建了机器人步态技能库，并基于一个共享自治系统实现了用户健侧输入的在线验证和微调以保证机器人系统的整体安全性和轨迹个性化。
- **面向机器人交互的柔性应变传感器研制与应用**    安徽省重点研发-长三角    参与
  - 为柔性应变传感器在人-机器人交互方面提供应用场景支撑
- **脑损伤康复机器人系统关键技术及康复功能评价方法**    国家自然科学基金    参与
  - 负责人体无线惯性运动捕捉系统的设计与研发工作，完成基于 MEMS 惯性传感器的可穿戴运动捕捉节点软硬件系统开发设计以及基于 Unity3D 的虚拟人姿态解算与虚拟现实三维重构程序开发。
  - 基于 LSTM 神经网络提出了一种基于稀疏节点的人体下肢运动重建方法。
- **基于 sEMG 和 FES 的上肢康复机器人自适应主动控制方法研究**    国家自然科学基金青年基金    参与
  - 负责五自由度外骨骼上肢康复机器人的嵌入式运动控制系统的研发
  - 完成基于 Unity3D 的五自由度以及二自由度上肢康复机器人虚拟现实仿真和训练系统的开发。
- **可穿戴设备在帕金森慢病管理中的应用**    北京市自然科学基金重点项目    参与
  - 围绕帕金森病患者状态监测需求，设计了一套可实现多路 IMU 运动信号、EMG 信号、视频信号的可穿戴同步数据采集系统用于开展前期研究，并基于 NB-IoT 以及 BLE 实现了采集数据无线上传。
  - 采用所开发系统在北京协和医院神经科完成 60 例典型帕金森患者的运动信息采集。
  - 对实验采集所得数据进行标准化处理并进行数据挖掘，结合专家知识设计特征工程，基于 RBF-SVM 实现了帕金森患者的步态障碍和运动能力的量化评估与异常步态检测。
- **智能轮椅助行车技术研发与产业化**    中国科学技术大学“双创基金”    主持
  - 负责项目总体构思和申报工作，围绕实验室基础和现有研究成果布局未来可能的产业化方向，开展初步市场需求调研。

实践经历

- 中国科学院合肥物质科学研究院-智能所智能感知技术研究中心    全日制研究生    2020.09 – 2024.06
- 中国科学院自动化研究所-复杂系统管理与控制国家重点实验室    联合培养    2017.06 – 2020.08

## 技能

- **编程语言：**Python、C/C++、C#、Matlab、LaTeX
- **软件开发：**QT、Unity3D、RabbitMQ、ROS、PyBullet、WinForm、Simulink
- **数据分析与可视化：**熟练掌握 matplotlib、seaborn、pyqtgraph 等静态与动态科研绘图库的使用。
- **算法研究：**
  - 熟练掌握常用机器学习算法，及 SK-Learn、Pytorch、Tsfresh 等算法开发框架；
  - 熟悉贝叶斯学派下的 HMM、KF、EKF、MDP 等随机系统时间序列分析与建模等理论知识；
  - 熟悉 DMP、pDMP、GP、GMM、非线性振荡器等机器人模仿学习算法；
  - 了解 LQR、MPC 以及强化学习等优化控制算法理论；
  - 了解 AE、VAE、GAIL、GAN 等生成式模型理论；
- **硬件开发：**
  - 熟悉机器人系统的整体架构，熟练掌握基于 Linux 和 RTOS 平台的嵌入式系统的开发；
  - 熟悉 BLE、2.4G 等常用无线通讯的软硬件开发；
  - 熟练掌握穿戴式机器人电气系统的设计调试以及配套软件的开发，可以独立完成多关节机器人驱动系统的整体设计开发和调试工作。

## 兴趣爱好及所获荣誉

- 吉他、摄影、阅读、羽毛球
- **2023：**中国科学技术大学一等学业奖学金
- **2021：**中国科学技术大学一等学业奖学金
- **2021：**中科院合肥物质研究院智能所优秀党员
- **2020：**中国矿业大学（北京）优秀毕业生
- **2018：**中国矿业大学（北京）二等学业奖学金
- **2016：**北京市大学生电子设计大赛省级二等奖
- **2016：**“中国乐势力”全国校园乐队大赛北京赛区冠军
- **2015：**优秀学生干部（院学生会副主席）
- **2015：**优秀学生干部（院学生会文艺部部长）

## 其他在研课题

- **步态对称性康复机器人人在环中辅助策略优化**
  - 基于已搭建的步态对称性康复机器人平台，以步态时间对称性和空间对称性为优化目标，采用贝叶斯优化等黑盒优化方法对关节力矩辅助策略进行优化以提高偏瘫患者步态表现。
  - 与已开发的对称步态轨迹生成算法结合，设计机器人关节力-位混合控制策略。
- **人机共享控制下的辅助机械臂操控**
  - 基于所开发的非侵入式体-机交互接口，采用 Pybullet 机器人物理仿真环境设计辅助机械臂遥操作任务空间。
  - 基于 PPO 等深度强化学习算法构建机器智能策略，设计人机混合共享自治模型，提高使用肩部进行人工操控多自由度辅助机器人的效率。