

基于神经网络的固定时间约束下外骨骼机器人加速度重构方法

薛涛¹, 王子威¹, 张涛¹, 白鸥², 张萌³, 韩斌⁴

¹清华大学自动化系, 中国北京市, 100084

²佛罗里达国际大学电气与计算机工程系, 美国迈阿密, 33174

³上海博灵机器人科技有限责任公司, 中国上海市, 201306

⁴华中科技大学机械科学与工程学院, 中国武汉市, 430074

摘要: 精准的加速度信号采集对机械外骨骼系统十分重要, 但其难以通过传感器系统直接测量。现有基于重构算法的加速度获取方法能够保证重构误差的有限时间收敛和扰动抑制, 但忽略了误差约束和初始状态无关方法。为解决该问题, 提出一种基于新型径向基神经网络的误差约束下的固定时间重构算法, 以实现高性能的加速度信号估计。在该算法中, 提出一种新型指数型障碍李雅普诺夫函数处理误差约束问题, 该函数提供一种统一简洁的李雅普诺夫稳定性证明模板。与此同时, 设计一种分数阶滑模控制律, 以实现固定时间收敛; 为进一步提升系统鲁棒性, 使用自适应权重矩阵构建的径向基神经网络近似和消除完全未知的扰动。值得注意的是, 该框架下误差的收敛时间与初始状态以及扰动无关, 只取决于预设参数, 并且重构误差始终位于预定义的界内。数值仿真实验和人体实验结果验证了本文方法的优点以及在实际场景中的鲁棒性。

关键词: 加速度重构; 固定时间收敛; 约束控制; 障碍李雅普诺夫函数; 初始状态无关方法; 外骨骼机器人

<https://doi.org/10.1631/FITEE.1900418>