

针对下肢外骨骼机器人的基于概率运动基元的黑盒优化运动学习

王嘉琪, 高永卓, 吴冬梅, 董为

哈尔滨工业大学机器人技术与系统国家重点实验室, 中国哈尔滨市, 150001

摘要: 外骨骼作为一种可穿戴的机器人, 通过拟人化的构型直接传递机械动力来辅助或增强穿戴者运动。当外骨骼用于促进穿戴者的运动时, 运动生成过程通常在高层控制中发挥重要作用。该领域的主要挑战之一是实时生成符合人类意图且可以适应不同情况的参考轨迹。在本文中, 我们首先提出了一种基于概率运动基元 (ProMP) 的下肢外骨骼运动建模方法, 它是一种用于生成运动轨迹的新型且强大的代表性工具。为了在不同穿戴者使用外骨骼时使轨迹适应不同情况, 我们接着提出了一种基于黑盒优化PI^{BB}结合ProMP的新型运动学习方案。运动模型首先由ProMP离线学习, 它可以生成参考轨迹供外骨骼控制器在线使用, 再采用PI^{BB}在线学习和更新模型, 提供了系统的自适应能力, 消除了不确定性的影响。使用下肢外骨骼HEXO对六名受试者进行的模拟和实验证明了所提出方法的有效性。

关键词: 下肢外骨骼机器人; 人机交互; 运动学习; 轨迹生成; 运动基元; 黑盒优化
<https://doi.org/10.1631/FITEE.2200065>