

doi:10.1631/FITEE.14a0230

**题目:** 基于髌策略的欠驱动双足机器人站立抗扰动恢复控制

**目的:** 稳定站立和姿态保持是双足机器人正常作业的前提,但各种不确定的外部扰动不可避免。机器人需要通过协调关节运动使其快速恢复到原先的稳定站立状态。

**创新点:** 本文提出一种开环 bang-bang-bang 控制方法,根据扰动情况设计髌关节力矩曲线,可以同时恢复欠驱动双足机器人的平衡状态和身体姿态。与闭环控制相比,本方法恢复更为迅速。

**方法:** 首先,将外力扰动情况分为 3 类: 1) 外力通过质心,扰动仅改变平衡状态不改变身体姿态; 2) 外力矩扰动,扰动仅改变身体姿态不改变平衡状态; 3) 外力不通过质心,扰动同时改变平衡状态和身体姿态(图 2)。然后,针对不同扰动情况提出对应的 3 种开环 bang-bang-bang 控制方法以及对应的髌关节力矩曲线: 1) 针对扰动情况 1 的 STB 控制(式 14),在恢复水平稳定状态的同时不改变原先的身体直立姿态; 2) 针对扰动情况 2 的 ATB 控制(式 18),在恢复身体直立姿态的同时不改变水平稳定状态; 3) 针对扰动情况 3 的 UTB 控制(式 32),可以同时恢复水平稳定状态以及原先的身体直立姿态。并证明了针对最大可恢复范围内的扰动,本文的控制方法都可以同时恢复双足机器人的平衡状态和身体姿态。最后,通过 4 组仿真实验验证了本文方法的有效性和相比闭环控制的快速性。

**结论:** 针对欠驱动双足机器人站立的扰动恢复问题,提出一种基于髌策略的 bang-bang-bang 控制方法。该方法可迅速同时恢复机器人的平衡状态及身体姿态。

**关键词:** 扰动恢复; 平衡控制; 双足机器人; 髌策略