
步行步态规划与仿真研究混合型双足机器人 MDPI Biomimetics

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/39197.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

步行步态规划与仿真研究混合型双足机器人 MDPI Biomimetics。论文标题：Research on Walking Gait Planning and Simulation of a Novel Hybrid Biped Robot

论文链接：<https://www.mdpi.com/2313-7673/8/2/258>

期刊名：Biomimetics

期刊主页：<https://www.mdpi.com/journal/biomimetics>

MDPI工程科学发表链接：<https://mp.weixin.qq.com/s/aDI5JNApUjOzZLfQdnKXKQ>

人形双足机器人由于与地面的离散接触，具有占地面积小、运动范围大的优势，自研究诞生以来，它一直是各研究领域的热点。目前，多数双足机器人由采用串联机构，这类设计的机器人腿部结构简单，但存在一些缺点，例如机构运动惯性大、各运动对之间的累积误差较大。目前，一些采用混合式机械腿设计的机器人，也存在一些问题，例如机构尺寸大、结构复杂、运动性能仿真度低以及步长不足等。基于此，来自浙江工业大学的李研彪教授及其团队对一种适用于双足机器人由的新型混合机械腿进行了运动学分析，并规划了该机器人在平面上的行走步态。该研究为混合机械腿双足机器人由的步态规划提供了参考，并为本文所涉及的机器人的进一步研究奠定了基础。

1、基于新型混合人形机器人腿的运动分析

本文假设初始状态下右腿为支撑腿，并采用基于支撑腿的空间坐标系建立转换方法。该方法保持各关节机构的自由度数量和属性不变，得到转换后的等效串联机械腿机构，如图1所示。髋关节机构和踝关节机构等效为二自由度串联机构，空间坐标系设于右腿踝关节中心，辅助坐标系设于两个髋关节中心，并利用POE方法建立等效串联机械腿的正向运动学模型。

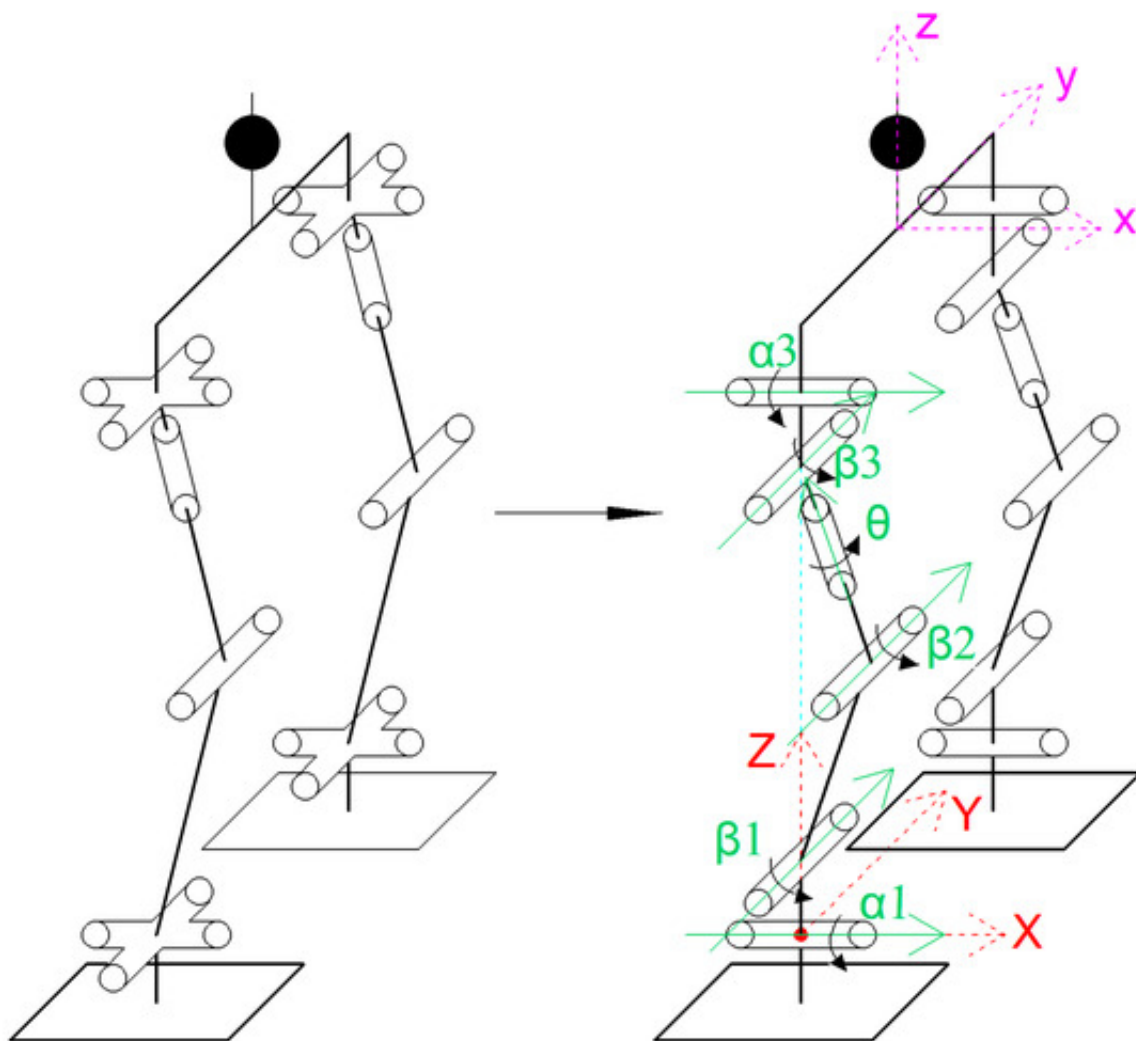


图1. 等效串联机械腿转换图

2、平面行走步态规划

目前的步态规划方法主要适用于由串联或并联机构构成的机械腿，对混合结构的研究尚不充分。由于机器人质量集中在上半部分，腿部质量可以忽略不计，并可视作以踝关节为中心的倒立摆模型。利用倒立摆模型，可以充分利用惯性，使机器人的步态更加自然合理。同时，它还可以降低踝关节驱动力矩对机器人行走稳定性的影响。踝关节力矩越小，机器人步态的稳定性裕度越大，步态也越稳定。踝关节具有两个运动自由度，因此围绕踝关节进行步态规划需要分别确定其向前和向侧运动的轨迹。完整的步态模式包括起始阶段、中间阶段和停止阶段。

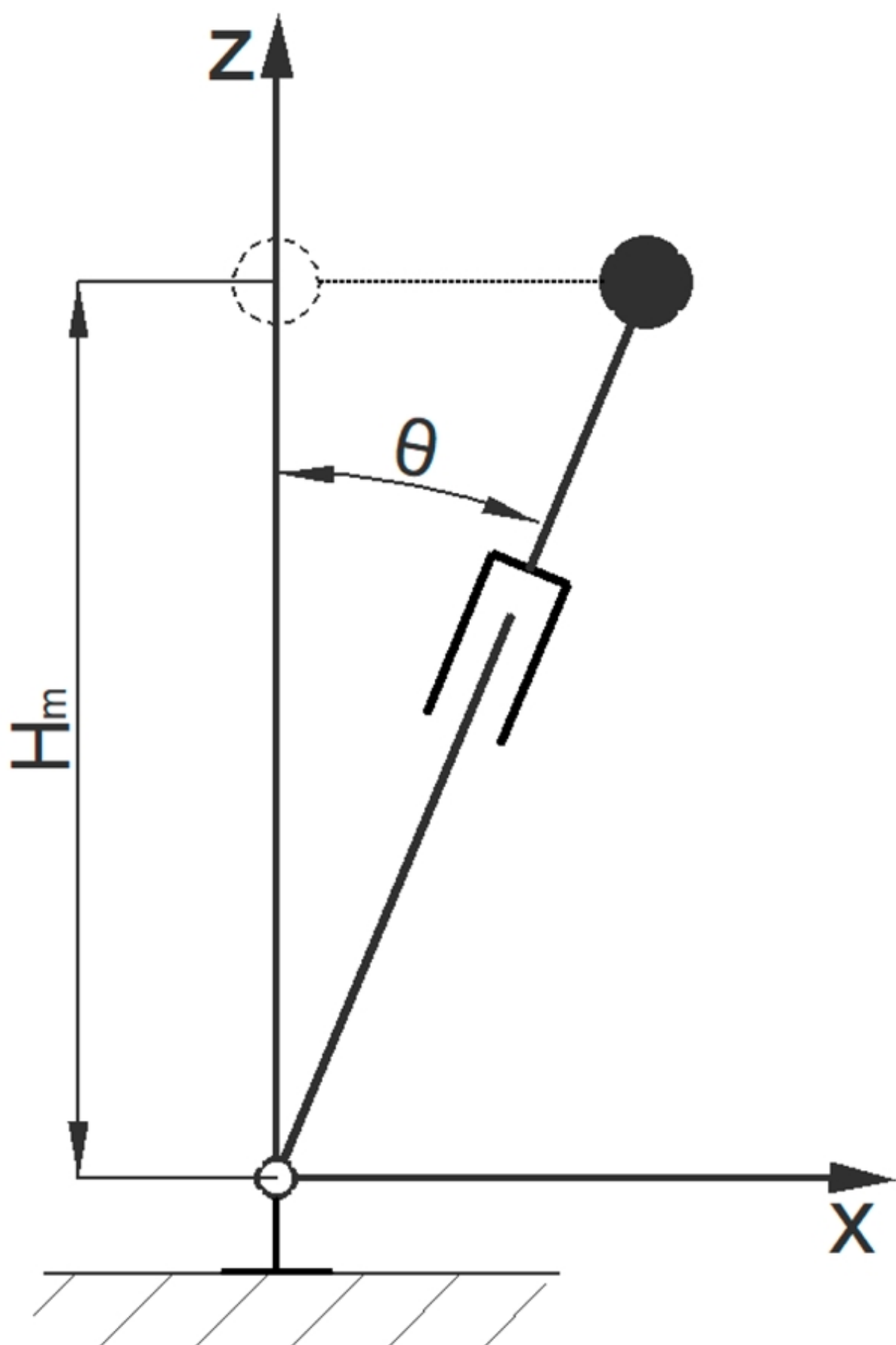


图2. 倒立摆模型从起始阶段过渡到中间阶段时的姿态

3、Adams软件对双足机器人进行仿真及验证

作者使用Adams软件对双足机器人在平地上行走进行了两次仿真实验。第一次仿真的单步长 $s = 0.25\text{ m}$ ，单步周期 $t = 0.8\text{ s}$ ，仿真结束时间为 8 s 。第二次仿真的单步长为 0.5 m ，其余参数保持不变。机器人的行走序列如图3所示。验证获得了双足机器人在仿真过程中足底与地面接触力的变化。接触力的变化是在双足机器人开始下蹲之前测量的，并在 $0-1\text{ s}$ 内完成缓慢下蹲动作，以达到所需的重心位置。接触力的变化是由于重心的加速和减速过程引起的。在 $1-2.6\text{ s}$ 内，由于重心没有 Z 方向的运动，接触力没有显著变化；在 $1-1.8\text{ s}$ 内，接触力没有显著变化，随后机器人左脚起步。在步态中期，足底接触力发生了显著的交替变化。在步态中期的双足支撑阶段，接触力先减小后增大。当接触力发生突变时，摆动腿着地，其变化符合预期，并在合理的范围内波动。

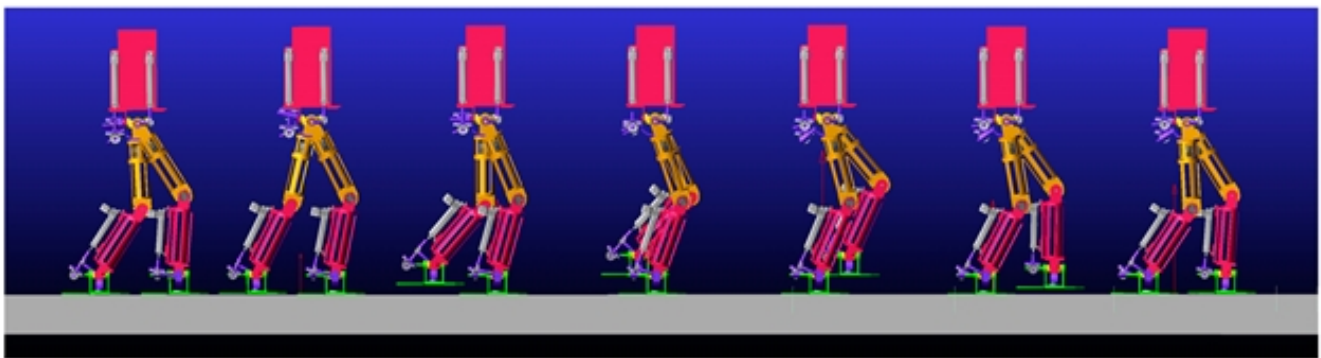


图3. 机器人在平地上行走姿态的序列图

4、总结和展望

本文主要分析了一种新型混合双足人形机器人机械腿的运动学和动力学模型，并规划和模拟了该机器人在地面行走的步态。主要结果如下：

- (1) 基于新型混合人形机器人腿，进行了运动分析，建立了运动学和动力学模型，实现了步态规划，为该?形机器?腿的后续应用和研究奠定了基础。
- (2) 对机器人在平地上行走的步态进行了规划，采用线性倒立摆模型规划机器人质心的运动轨迹。利用五次多项式插值法拟合摆动腿的关节轨迹，以获得完整行走周期中每个阶段的稳定步态。
- (3) 利用MATLAB和Adams对双足机器人进行仿真，验证了混合机械腿结构设计和步态规划的可行性，为实际机器实验奠定了基础，并为后续原型结构的优化、驱动电机的选择、传感器布局等提供了参考依据。

原文出自Biomimetics 期刊：

Sun, P.; Gu, Y.; Mao, H.; Chen, Z.; Li, Y. Research on Walking Gait Planning and Simulation of a Novel Hybrid Biped Robot. Biomimetics 2023, 8, 258.

Biomimetics期刊介绍

主编：Stanislav N. Gorb, Kiel University, Germany

期刊致力于研究生物体的最基本方面及其特性向人类应用的转移。期刊旨在为材料科学、机械工程、纳米技术和生物医学领域的研究人员和专业人士提供一个平台，通过在工程系统、技术和生物医学中利用生物启发的设计，开发实现可持续创新的解决方案。

2024 Impact Factor 3.9 2024 CiteScore 4.2 Time to First Decision 17.1 Days Acceptance to Publication 2.8 Days

来源：Biomimetics

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发