

能效型步行机模型及其步态控制问题的计算机辅助研究

俞 昌 雄

摘要: 本文研究了机体坐标系型腿足机构步行机的能量效率问题,提出了具有九个能动自由度的缩放式腿足机构昆虫姿态六足步行机模型,研究了该模型的步态控制问题。最后,用计算机仿真技术动态显示了该模型跨越障碍及在不平坦地面上的安全步行姿态。

一、引 言

机器人的能量效率问题,对于工业机器人来说是只涉及到成本的高低次要问题。而对于步行机来说是一个不可忽视的关键问题。研究步行机的能量效率问题,一般可分为两个方面。一是从步行机的具体机构上探讨其合理的动力传送和利用^[1]。二是从步行机的整体结构方面研究能效型的步行机模型^{[2][3][4]}。本文是着重于第二个方面研究并提出了能效型步行机的新模型,进而研究了其步态控制问题。

二、能效型步行机模型的研究

现在国际上普遍采用移动耗能率 (Specific Resistance) 作为评价步行机能量效率问题的标准。移动耗能率是把单位重量的物体移动单位长度距离时所需要的能量。用数学式子表示时, $\epsilon = E/(W \cdot L)$ 。其中, W 和 L 分别是移动物体的重量和重心的移动距离。因 ϵ 是无量纲化的消耗能,其值越小步行机的能量效率越高。文献^{[2][3]}研究了相对坐标系型腿足机构的能量效率问题。本文在分析了步行机的一般模型的基础上,提出了目前普遍采用的缩放式腿足机构应属于或接近于机体坐标系型腿足机构的观点,进而研究了文献^{[2][3]}所忽视的机体坐标系型腿足机构步行机的能量效率问题。

本文在建立数学模型时,直接采用了影响步行机能量效率的九个物理量参数,推导出机体坐标系型腿足机构步行机的移动耗能率计算公式,并用计算机模拟计算出不同参数值下的移动耗能率曲线。通过分析移动耗能率曲线,本文得到了如下的重要结论:

(1) 对相对坐标系型腿足机构步行机来说,哺乳动物型姿态能效特性比昆虫型姿态的优越。

(2) 对机体坐标系型腿足机构步行机来说,在相对步距为0.1到0.6的范围内昆虫型姿态的能效特性较为优越,而在相对步距为0.7到1的范围内哺乳动物型的能效特性较为优越。

(3) 机体坐标系型腿足机构步行机在昆虫型姿态时具有稳定的最佳相对步距，而在哺乳动物型姿态时没有最佳相对步距。

(4) 机体坐标系型腿足机构步行机中，六足步行机比四足步行机在能效特性上较为优越。

根据上述结论，并按尽量减少能动自由度以避免超确定输入的原则，本文提出了具有九个能动自由度的昆虫姿态六足步行机模型。该模型采用缩放式腿足机构，每条腿具有一个独立的上下自由度，并跟同组的另外两条腿共有水平方向的自由度。另外，机体具有一个转动自由度。

三、步态控制问题的研究

因为本文提出的步行机模型比传统的模型少九个能动自由度，其步态控制问题需要用新的理论和方法来解决。本文提出了标准步态和适应性步态的若干准则，并用计算机仿真技术来动态显示了该准则下步行机在有陷井的不平地面上的安全步行姿态和跨越障碍姿态等。

计算机仿真中的控制程序框图如图 1 所示。

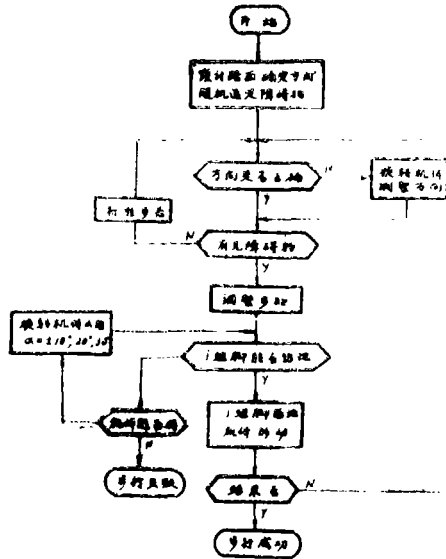


图 1

参 考 文 献

- [1] 中野栄二, 橋野賢; “自立作業ロボットの省エネルギー方策” バイオメカニズム東京大学出版会 1982年
- [2] 広瀬茂男, 梅谷陽二; 歩行機械のエネルギー効率に関する基本的考察” 計測自動制御学会論文集, No7, 15, 1979年
- [3] 金子真, 館章; “エネルギー効率の観点からみた歩行機械の相似性に関する基礎的研究” 日本ロボット学会誌 No3, 3, 1985年
- [4] K.J.Waldron and G.L.Kinzel, Proc. of 4th Romansy Symposium, Warsaw, Poland(1981)
- [5] Hirose, S; The International Journal of Robotics Research, 3, No2, 1984
- [6] Mcghee, R.B, and Iswandhi, G.I; IEEE, Trans.Syst.Man Cybern. SMC-9(4), 176—182, 1979

Computer-aided Investigation of Energy Efficient Type Legged Vehicle Model and It's Gait Control problem

Yu Changxiong

Abstract

In this paper, the energy efficiency problem of vehicle body coordinate system type legged mechanism is investigated. This paper describes an insect attitude six-legged vehicle model with nine degrees of freedom and pantograph leg mechanism. Investigated it's control problem. At last, computer simulations dynamically display it's safe walking attitude, while it avoids obstacle on irregular terrain.