



## (12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 207292191 U

(45)授权公告日 2018.05.01

(21)申请号 201721219776.8

(22)申请日 2017.09.22

(73)专利权人 山东大学

地址 250061 山东省济南市历下区经十路  
17923号

(72)发明人 荣学文 魏医泽 辛亚先 郝延哲  
李贻斌 田国会 李彬

(74)专利代理机构 济南金迪知识产权代理有限公司 37219

代理人 王绪银

(51)Int.Cl.

B62D 57/032(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

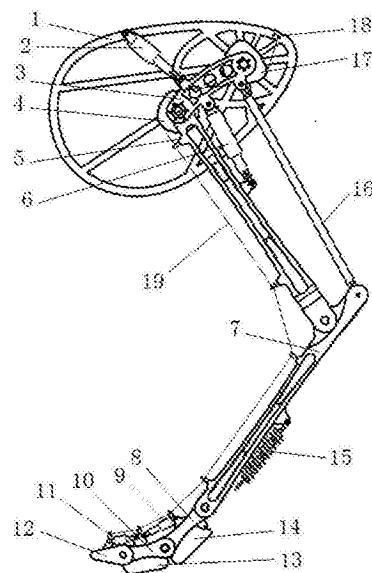
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

### (54)实用新型名称

一种仿鸵鸟机器人行走机构

### (57)摘要

一种仿鸵鸟机器人行走机构,包括躯干、股骨、胫骨、附跖骨、中间连杆和脚趾;躯干上固定有第一凸轮,股骨铰接在躯干上且与躯干之间连接有股骨推拉摆动机构,股骨上固定有第二凸轮,胫骨和中间连杆的一端与股骨铰接,另一端与附跖骨铰接;股骨与胫骨之间连接有胫骨推拉摆动机构;附跖骨的末端铰接有第一脚趾,第一脚趾、第二脚趾和第三脚趾依次铰接,第一脚趾与第二脚趾之间连接有第二脚趾推拉摆动机构;第二脚趾与第三脚趾之间连接有第三脚趾推拉摆动机构;附跖骨和第一脚趾之间连接拉簧,躯干与第三脚趾之间连接有绕过第二凸轮和第一凸轮的拉绳。该机构能够充分模仿鸵鸟行走和奔跑的步态,能够实现腿部蹬地、空中收腿、空中伸腿和脚趾着地。



1. 一种仿鸵鸟机器人行走机构,包括躯干、股骨、胫骨、附跖骨、中间连杆以及三个脚趾;其特征是:躯干上固定有第一凸轮,股骨铰接在躯干上且与躯干之间连接有股骨推拉摆动机构,股骨上固定有第二凸轮,股骨、胫骨、附跖骨和中间连杆构成四杆机构,胫骨和中间连杆的一端与股骨铰接,另一端与附跖骨铰接;股骨与胫骨之间连接有胫骨推拉摆动机构;附跖骨的末端铰接有第一脚趾,第一脚趾上铰接有第二脚趾,第一脚趾与第二脚趾之间连接有第二脚趾推拉摆动机构;第二脚趾上铰接有第三脚趾,第二脚趾与第三脚趾之间连接有第三脚趾推拉摆动机构;附跖骨和第一脚趾之间连接拉簧,躯干上连接有拉绳,该拉绳由第二凸轮下绕至第一凸轮上,再向下固定连接在第三脚趾上。

2. 根据权利要求1所述的仿鸵鸟机器人行走机构,其特征是:所述股骨的摆动角度为 $100^{\circ}$ 。

3. 根据权利要求1所述的仿鸵鸟机器人行走机构,其特征是:所述胫骨的摆动角度为 $165^{\circ}$ 。

4. 根据权利要求1所述的仿鸵鸟机器人行走机构,其特征是:所述附跖骨的摆动角为 $155^{\circ}$ 。

5. 根据权利要求1所述的仿鸵鸟机器人行走机构,其特征是:所述第一脚趾的摆动角度为 $150^{\circ}$ 。

6. 根据权利要求1所述的仿鸵鸟机器人行走机构,其特征是:所述第二脚趾的摆动角度为 $110^{\circ}$ 。

7. 根据权利要求1所述的仿鸵鸟机器人行走机构,其特征是:所述第三脚趾的摆动角度为 $60^{\circ}$ 。

8. 根据权利要求1所述的仿鸵鸟机器人行走机构,其特征是:所述第一脚趾和第二脚趾上均设置有软垫。

## 一种仿鸵鸟机器人行走机构

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种仿鸵鸟双足机器人机构,属于仿生机器人领域。

### 背景技术

[0002] 自然界中依靠腿足行走的动物几乎可以到达陆地表面的任何地方,为满足复杂地形环境下的物资运输、勘探、救援、侦察等需要,人类从上世纪60年代开始研制各种腿足式机器人。鸵鸟是目前陆地上奔跑速度最快、运动能效最高的双足步行动物,以鸵鸟为仿生对象的双足步行机器人具有重要应用价值。

[0003] 中国专利文献CN106184461A公开的《一种仿鸵鸟后肢机械腿》,包括机身、髋关节运动机构、膝关节运动机构和踝关节运动机构;髋关节运动机构由电机和曲柄摇杆机构组成,其中曲柄摇杆机构包括曲柄、股骨以及连杆;膝关节运动机构包括股骨、第一弹簧、胫骨、跖骨、闸线、下腓骨、第二弹簧、气压缸以及上腓骨;踝关节运动机构包括跖骨、第一趾节骨、第二趾节骨、第三趾节骨、第三扭簧、第二扭簧以及第一扭簧。CN105346620A公开的《仿鸵鸟后肢运动功能特性的节能步行腿机构》,由机架、曲柄连杆机构、回弹机构和足趾组成,曲柄连杆机构包括曲柄、大腿以及摇杆,回弹机构包括定滑块、小腿、动滑块、连杆、弹簧、挡块、棘轮机构、闸线、角度限制器和跖骨。

[0004] 上述仿鸵鸟运动机构每条腿均通过连杆组成闭链形式,只有一个自由度,与鸵鸟骨骼拓扑结构不同,不能充分模仿鸵鸟的运动步态。每条腿均通过一台电机驱动,比鸵鸟肌肉的驱动力和运动速度小很多,很难达到鸵鸟的运动速度和负重能力。

### 实用新型内容

[0005] 本实用新型针对现有以鸵鸟为仿生对象的机械运动机构存在的不足,提供了一种能够充分模仿鸵鸟行走和奔跑步态的仿鸵鸟机器人行走机构。

[0006] 本实用新型的仿鸵鸟机器人行走机构,采用以下技术方案:

[0007] 该机构,包括躯干、股骨、胫骨、附跖骨、中间连杆以及三个脚趾;躯干上固定有第一凸轮,股骨铰接在躯干上且与躯干之间连接有股骨推拉摆动机构,股骨上固定有第二凸轮,股骨、胫骨、附跖骨和中间连杆构成四杆机构,胫骨和中间连杆的一端与股骨铰接,另一端与附跖骨铰接;股骨与胫骨之间连接有胫骨推拉摆动机构;附跖骨的末端铰接有第一脚趾,第一脚趾上铰接有第二脚趾,第一脚趾与第二脚趾之间连接有第二脚趾推拉摆动机构;第二脚趾上铰接有第三脚趾,第二脚趾与第三脚趾之间连接有第三脚趾推拉摆动机构;附跖骨和第一脚趾之间连接拉簧,躯干上连接有拉绳,该拉绳由第二凸轮下绕至第一凸轮上,再向下固定连接在第三脚趾上。

[0008] 所述股骨的摆动角度为 $100^{\circ}$ 。

[0009] 所述胫骨的摆动角度为 $165^{\circ}$ 。

[0010] 所述附跖骨的摆动角为 $155^{\circ}$ 。

[0011] 所述第一脚趾的摆动角度为 $150^{\circ}$ 。

[0012] 所述第二脚趾的摆动角度为 $110^{\circ}$ 。

[0013] 所述第三脚趾的摆动角度为 $60^{\circ}$ 。

[0014] 所述第一脚趾和第二脚趾上均设置有软垫,以使脚趾具有很好的接地性。

[0015] 各处推拉摆动机构可以采用液压缸、电动推杆等现有部件。

[0016] 上述仿鸵鸟机器人行走机构,仿照了鸵鸟股骨、胫骨、附跖骨和三截脚趾的骨骼架构,股骨推拉摆动机构带动股骨摆动。胫骨的摆动由胫骨推拉摆动机构驱动完成。股骨、胫骨、附跖骨和中间连杆组成四杆机构完成附跖骨的摆动,因为胫骨和附跖骨的相对运动关系在整个步态周期内相对固定,连杆机构可以很好地模拟其运动过程,所以加入中间连杆而并不采用液压缸或弹簧,还可以增大腿部的承载能力,减少系统的复杂程度并提高运动的稳定性。附跖骨上的拉簧可使第一节脚趾向后摆动,模仿了鸵鸟附跖骨后部肌肉,也起到了缓冲的效果。运动过程中若拉绳在凸轮上的接触长度变大,则拉绳收紧可使第一脚趾向上摆动。第二脚趾和第三脚趾由第二脚趾推拉摆动机构和第三脚趾推拉摆动机构提供蹬地时所需的力,腿部腾空时和第一脚趾一同由拉绳牵引而向上收回。

[0017] 本实用新型具有6个自由度,具有以下特点:

[0018] 1. 仿照了鸵鸟股骨、胫骨、附跖骨和三截脚趾的骨骼架构,并采用弹簧模仿鸵鸟腿部粗壮的肌腱,使机器人行走机构与鸵鸟具有完全相同的拓扑结构、驱动与储能方式,能够充分模仿鸵鸟行走和奔跑的运动模式;

[0019] 2. 腿部的各杆件采用了镂空式结构,增加了机械系统的弹性,有效降低了运动惯量,有利于提高机器人的运动能效;

[0020] 3. 拉簧和凸轮钢丝绳的结构轻巧灵便,反应快速,通过弹性势能的存储与释放,能够显著提高机器人的运动能效;

[0021] 4. 腿部杆件设计模块化,便于加工和组装,并降低维护难度。

## 附图说明

[0022] 图1是本实用新型的仿鸵鸟双足机器人行走机构的结构示意图。

[0023] 图中:1. 躯干,2. 股骨摆动液压缸,3. 股骨,4. 第一凸轮,5. 胫骨,6. 胫骨摆动液压缸,7. 附跖骨,8. 第一脚趾,9. 二趾摆动液压缸,10. 第二脚趾,11. 三趾摆动液压缸,12. 第三脚趾,13. 第二软垫,14. 第一软垫,15. 拉簧,16. 中间连杆,17. 第二凸轮,18. 绳环。

## 具体实施方式

[0024] 本实用新型的仿鸵鸟双足机器人行走机构,如图1所示,包括躯干1、股骨3、胫骨5、附跖骨7、中间连杆16以及三个脚趾。

[0025] 躯干1上安装有股骨摆动液压缸2。躯干1上固定安装有第一凸轮4,股骨3铰接在躯干1上,且与股骨摆动液压缸2的活塞杆铰接,股骨3与躯干1的铰接轴可与第一凸轮4同轴安装。股骨摆动液压缸2可以带动股骨3绕躯干1的摆动,摆动角度为 $100^{\circ}$ 。

[0026] 股骨3、胫骨5、附跖骨7和中间连杆16构成四杆机构,胫骨5和中间连杆16的一端与股骨3铰接,另一端与附跖骨7铰接。股骨3上安装有胫骨摆动液压缸6,胫骨摆动液压缸6的活塞杆与胫骨5铰接。通过胫骨摆动液压缸6的伸缩动作,使胫骨5摆动角度为 $165^{\circ}$ ,附跖骨7摆动角为 $155^{\circ}$ 。股骨3上固定安装有第二凸轮17。

[0027] 附跖骨7的末端铰接有第一脚趾8,第一脚趾8摆动角度为 $150^{\circ}$ 。第一脚趾8上铰接有第二脚趾10,第一脚趾8上安装二趾摆动液压缸9,二趾摆动液压缸9的活塞杆与第二脚趾10铰接,通过二趾摆动液压缸9的伸缩动作,控制第二脚趾10绕第一脚趾8摆动,使第二脚趾10的摆动角度为 $110^{\circ}$ 。第二脚趾10上铰接第三脚趾12,第二脚趾10上安装三趾摆动液压缸11,三趾摆动液压缸11的活塞杆与第三脚趾12铰接,通过三趾摆动液压缸11的伸缩动作,控制第三脚趾12绕第二脚趾10摆动,使第三脚趾12的摆动角度为 $60^{\circ}$ 。

[0028] 第一脚趾8上设置有第一软垫4,第二脚趾10上设置有第二软垫13,模仿鸵鸟足底的软组织,产生缓冲、防滑和减振的效果,以使脚趾具有很好的接地性。

[0029] 附跖骨7和第一脚趾8之间连接拉簧15,用于完成第一脚趾8蹬地时的向后摆动。拉簧15一端连接在附跖骨7上,另一端直接或通过钢丝绳连接在第一脚趾8后部,第二软垫14着地时,拉簧15为蹬地动作提供部分拉力。

[0030] 躯干1上设置有绳环18,绳环18上连接钢丝绳19,该钢丝绳19从第二凸轮17下绕至第一凸轮4上,向下依次穿过胫骨5上的两个绳环、附跖骨7上的两个绳环、第一脚趾8上的绳环和第二脚趾10上的绳环,固定连接在第三脚趾12上的绳环上。钢丝绳19在两凸轮上接触长度的变化和液压缸驱动的四连杆机构的运动耦合,抵抗拉簧15的拉力完成提起三个脚趾的动作。

[0031] 上述液压驱动的仿鸵鸟双足机器人行走机构的具体运行过程如下:

[0032] 1. 腿部蹬地

[0033] 第一软垫14和第二软垫13与地面接触,拉簧15收缩为第一脚趾8提供蹬地力,二趾摆动液压缸9和三趾摆动液压缸11伸长,为第二脚趾10和第三脚趾12提供蹬地力,胫骨摆动液压缸6伸长使四连杆机构中的附跖骨7向后摆动,股骨摆动液压缸2伸长使股骨3向下摆动,腿部离地。

[0034] 2. 空中收腿

[0035] 股骨摆动液压缸2和胫骨摆动液压缸6收缩,股骨3和附跖骨7向上摆动,钢丝绳拉动三个脚趾,完成空中收腿的动作。

[0036] 3. 空中伸腿

[0037] 腿部向前伸出,各部件运动和蹬地动作类似。

[0038] 4. 脚趾着地

[0039] 三趾摆动液压缸11收缩使第三脚趾12向上翘起,凸轮钢丝绳保证两个软垫着地,拉簧15被拉长,准备进入下一个步态周期。

[0040] 另一条腿对称布置,结构相同,左腿蹬地伸长时,右腿进行空中收腿的动作;左腿空中收腿时,右腿进行空中伸腿动作;随后右腿着地准备蹬地,两腿运动交替进行,实现仿鸵鸟的奔跑动作。

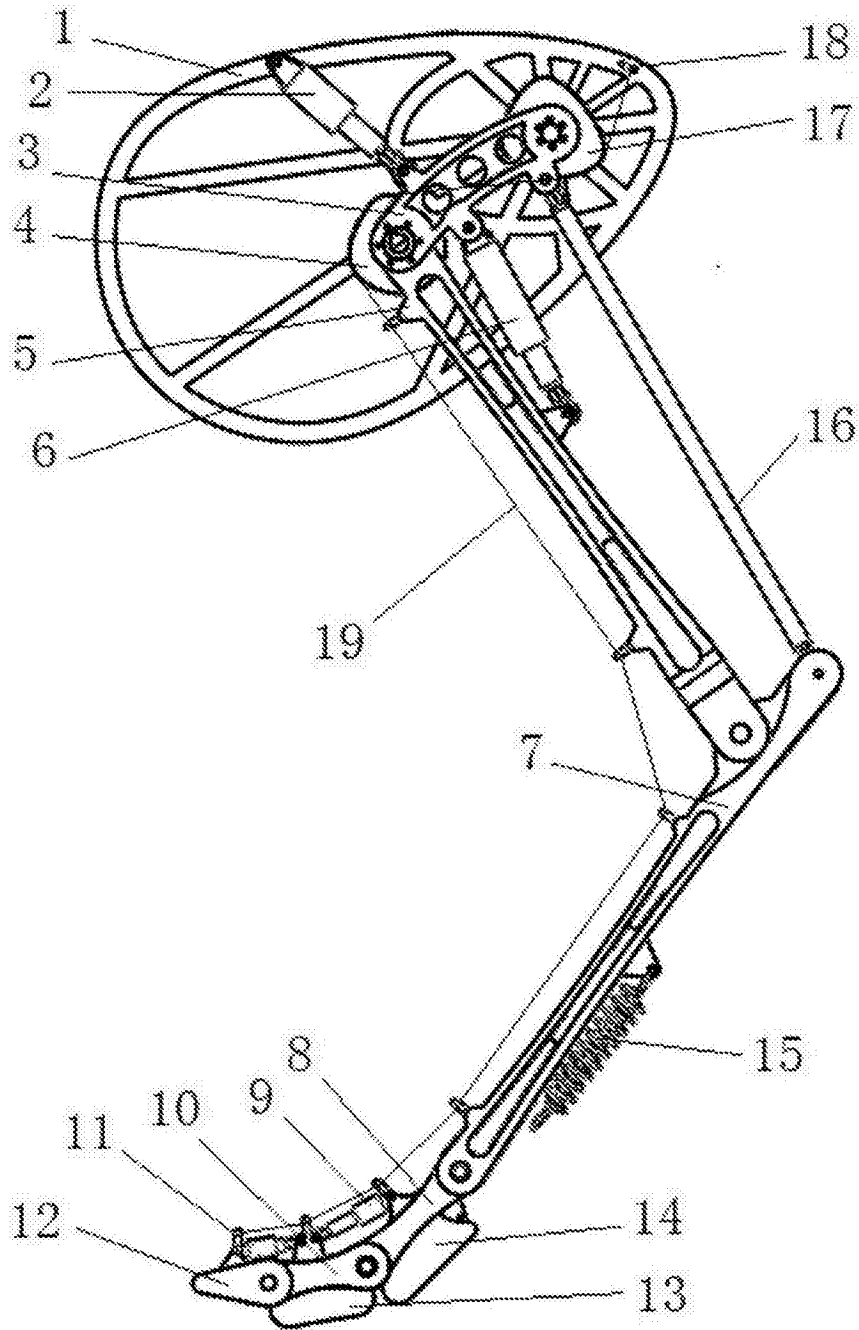


图1