



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109172287 B

(45) 授权公告日 2021.04.02

(21) 申请号 201810950690.5

A61H 3/00 (2006.01)

(22) 申请日 2018.08.20

A61B 5/11 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109172287 A

(56) 对比文件

CN 105992554 A, 2016.10.05

CN 106156524 A, 2016.11.23

(43) 申请公布日 2019.01.11

CN 108014001 A, 2018.05.11

(73) 专利权人 上海司羿智能科技有限公司
地址 201203 上海市浦东新区祖冲之路
2305号B幢908室

WO 2013049658 A1, 2013.04.04

审查员 何雯

(72) 发明人 尹刚刚 张开颜 肖彼得 金爱萍
孟桂林

(74) 专利代理机构 上海恒锐佳知识产权代理事
务所(普通合伙) 31286

代理人 黄海霞

(51) Int. Cl.

B25J 9/00 (2006.01)

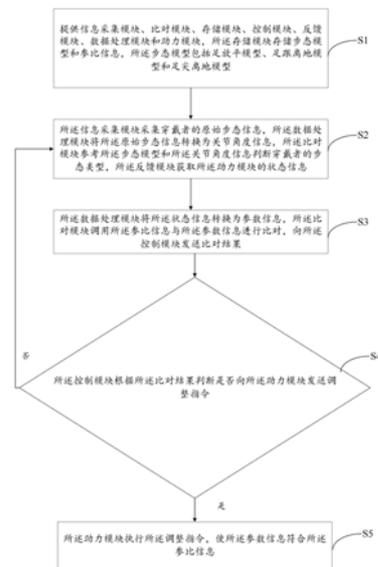
权利要求书3页 说明书8页 附图4页

(54) 发明名称

一种下肢助力外骨骼机器人的步态控制方法和控制系统

(57) 摘要

本发明提供了一种步态控制方法,包括:提供步态模型和参比信息;采集原始步态信息并根据所述步态模型判断步态类型;采集助力模块的状态信息并转换为参数信息;根据所述步态类型调用所述参比信息与所述参数信息进行比对;向所述助力模块发送调整指令,使所述参数信息符合所述参比信息。本发明的所述步态控制方法的步态模型包括足放平模型、足跟离地模型和足尖离地模型,在穿戴者需要助力或调整的阶段提供了对比依据,结合所述参比信息,使得所述步态控制方法不需要重新确定步态周期就能实现对所述助力模块的控制,避免了由于不断重新确定步态周期造成的跟踪速度和精度下降的问题。本发明还提供了用于实现所述步态控制方法的步态控制系统。



1. 一种下肢助力外骨骼机器人的步态控制方法,其特征在于,包括:

S1:提供信息采集模块、比对模块、存储模块、控制模块、反馈模块、数据处理模块和助力模块,所述存储模块存储步态模型和参比信息,所述步态模型包括足放平模型、足跟离地模型和足尖离地模型;

S2:所述信息采集模块采集穿戴者的原始步态信息,所述数据处理模块将所述原始步态信息转换为关节角度信息,所述比对模块参考所述步态模型和所述关节角度信息判断穿戴者的步态类型,所述反馈模块获取所述助力模块的状态信息;

S3:所述数据处理模块将所述状态信息转换为参数信息,所述比对模块调用所述参比信息与所述参数信息进行比对,向所述控制模块发送比对结果;

S4:所述控制模块根据所述比对结果判断是否向所述助力模块发送调整指令;

S5:所述助力模块执行所述调整指令,使所述参数信息符合所述参比信息;

所述参比信息包括参比长度信息,所述反馈模块包括位置反馈单元,所述位置反馈单元获取所述助力模块的实时位置信息,所述数据处理模块将所述实时位置信息转换成实时长度,所述比对模块判断所述实时长度不符合所述参比长度信息,所述控制模块向所述助力模块发送所述调整指令。

2. 如权利要求1所述的步态控制方法,其特征在于,所述参比长度信息包括第一参比长度,对于穿戴者的脚踝关节角度从-1度增加到20度后再减小到-3度的过程,所述比对模块判断所述步态类型为处于足放平阶段,当所述实时长度不符合所述第一参比长度,所述控制模块向所述助力模块发送所述调整指令。

3. 如权利要求1所述的步态控制方法,其特征在于,所述参比长度信息包括长度保持范围,对于穿戴者的脚踝关节角度从-5度减小到-20度的过程,所述比对模块判断所述步态类型为处于足跟离地阶段,当所述实时长度不符合所述长度保持范围,所述控制模块向所述助力模块发送所述调整指令。

4. 如权利要求1所述的步态控制方法,其特征在于,所述参比长度信息包括第二参比长度,对于穿戴者的脚踝关节角度从-30度减小到-50度后再增加到-30度的过程,所述比对模块判断所述步态类型为处于足尖离地阶段,当所述实时长度不符合所述第二参比长度,所述控制模块向所述助力模块发送所述调整指令。

5. 如权利要求1所述的步态控制方法,其特征在于,所述参比长度信息包括最大长度调整范围,当所述比对模块判断所述实时长度不符合所述最大长度调整范围,所述控制模块向所述助力模块发送停止指令,所述助力模块停止运行。

6. 如权利要求1所述的步态控制方法,其特征在于,所述参比信息还包括参比力值信息,所述反馈模块包括力反馈单元,所述力反馈单元获取所述助力模块的实时受力信息,所述数据处理模块将所述实时受力信息转换成实时力值,所述比对模块判断所述实时力值不符合所述参比力值信息,所述控制模块向所述助力模块发送所述调整指令。

7. 如权利要求6所述的步态控制方法,其特征在于,所述参比力值信息包括第一参比力值,穿戴者的脚踝关节角度从-5度开始减小,所述比对模块判断所述步态类型为开始进入足跟离地阶段,当所述比对模块判断所述实时力值不符合所述第一参比力值,所述控制模块向所述助力模块发送所述调整指令。

8. 如权利要求6所述的步态控制方法,其特征在于,所述参比力值信息包括第二参比力

值,对于穿戴者的脚踝关节角度从-5度减小到-20度的过程,所述比对模块判断所述步态类型为处于足跟离地阶段,当所述比对模块判断所述实时力值不符合所述第二参比力值,所述控制模块向所述助力模块发送所述调整指令。

9.如权利要求6所述的步态控制方法,其特征在于,所述参比力值信息包括预警力值,当所述比对模块判断所述实时力值大于等于所述预警力值,所述控制模块向所述助力模块发送停止指令,所述助力模块停止运行。

10.如权利要求6所述的步态控制方法,其特征在于,所述助力模块包括电机单元、传动线和下肢穿戴装置,所述传动线的一端固定在所述电机单元上,所述传动线的另一端与所述下肢穿戴装置连接,所述电机单元执行所述调整指令,通过收进或放出所述传动线使所述下肢穿戴装置实现对穿戴者的助力。

11.如权利要求10所述的步态控制方法,其特征在于,所述位置反馈单元包括电位计和编码器,所述电位计和所述编码器获取所述电机单元的实时旋转角度,所述数据处理模块将所述实时旋转角度转换成实时周长,所述比对模块判断所述实时周长不符合所述参比长度信息,所述控制模块向所述电机单元发送所述调整指令。

12.如权利要求10所述的步态控制方法,其特征在于,所述力反馈单元包括拉压力传感器,所述拉压力传感器安装在所述传动线的远端,所述远端为远离所述电机单元的位置,所述拉压力传感器获取所述传动线的所述实时受力信息,所述数据处理模块将所述实时受力信息转换成所述实时力值,所述比对模块判断所述实时力值不符合所述参比力值信息,所述控制模块向所述助力模块发送所述调整指令。

13.一种步态控制系统,其特征在于,用于实现如权利要求1-12中任一项所述的步态控制方法,所述步态控制系统包括信息采集模块、比对模块、存储模块、控制模块、反馈模块、数据处理模块和助力模块;

所述存储模块用于存储步态模型和参比信息,所述步态模型包括足放平模型、足跟离地模型和足尖离地模型;

所述信息采集模块用于采集穿戴者的原始步态信息;

所述反馈模块用于获取所述助力模块的状态信息;

所述数据处理模块用于将所述原始步态信息转换为关节角度信息,以及将所述状态信息转换成参数信息;

所述比对模块用于参考所述步态模型和所述关节角度信息判断穿戴者的步态类型,调用所述参比信息与所述参数信息进行比对,以及向所述控制模块发送比对结果;

所述参比信息包括参比长度信息,所述反馈模块包括位置反馈单元,所述位置反馈单元用于获取所述助力模块的实时位置信息,所述数据处理单元用于将所述实时位置信息转换成实时长度,所述比对模块用于将所述实时长度与所述参比长度信息进行比对,并向所述控制模块发送比对结果;

所述控制模块用于根据所述比对结果判断是否向所述助力模块发送调整指令;

所述助力模块用于执行所述调整指令,使所述参数信息符合所述参比信息。

14.如权利要求13所述的步态控制系统,其特征在于,所述位置反馈单元包括电位计和编码器,所述助力模块包括电机单元、传动线和下肢穿戴装置,所述电位计与所述电机单元联动,所述编码器与所述电机单元同轴转动,所述传动线的一端固定在所述电机单元上,所

述传动线的另一端与所述下肢穿戴装置连接,所述电机单元通过收进或放出所述传动线使所述下肢穿戴装置实现对穿戴者的助力。

15.如权利要求14所述的步态控制系统,其特征在于,所述参比信息还包括参比力值信息,所述反馈模块包括力反馈单元,所述力反馈单元用于获取所述助力模块的实时受力信息,所述数据处理单元用于将所述实时受力信息转换成实时力值,所述比对模块用于将所述实时力值与所述参比力值信息进行比对,并向所述控制模块发送比对结果,所述控制模块根据所述比对结果判断是否向所述助力模块发送调整指令。

16.如权利要求15所述的步态控制系统,其特征在于,所述力反馈单元包括拉压力传感器,所述拉压力传感器位于所述传动线的远端,所述远端为远离所述电机单元的位置,所述拉压力传感器用于获取所述传动线的所述实时受力信息。

一种下肢助力外骨骼机器人的步态控制方法和控制系统

技术领域

[0001] 本发明涉及外骨骼机器人技术领域,尤其涉及一种下肢助力外骨骼机器人的步态控制方法和控制系统。

背景技术

[0002] 下肢助力外骨骼机器人是能够与使用者有机结合在一起的可穿戴式助力装置,用于帮助下肢有运动功能障碍的人群恢复行走能力。人机接口是实现人与下肢助力外骨骼机器人通信的方式,其功能是分析和预测人体的步态数据。由于步态是连续性的周期运动,包括许多复杂的生理信息,步态分析旨在检测和分析这一过程中的运动轨迹、接触力信息、肌电信号等生理参数变化规律,外骨骼的上位机将这些信号分析处理后产生的控制信号输送到执行机构,以确保外骨骼能够准确响应人体的动作。例如公开号为CN108014001A的中国发明专利申请揭示的一种柔性助行外骨骼,其通过惯性测量单元实时获取下肢的运动意图,为驱动和控制模块提供核心的信号源,在信号源的激励下,驱动和控制模块对运动意图进行理解、判断、决策以及异常判断,以达到助力的目的。

[0003] 公开号为CN107536613A的中国发明专利申请揭示了人体下肢步态识别装置,其在预定的时间内采集人体下肢的关节角度数据、足底压力数据和躯干倾角数据,结合预存的对应关系数据来进行步态识别;同时其处理器基于接收到的反馈信息重新训练步态分类器以重新确定各步态周期。此专利申请的处理器根据采集到的步态信息不断地训练分类器,容易造成装置对步态的跟踪速度和精度下降的问题。

[0004] 因此,有必要开发一种新型的下肢助力外骨骼机器人的步态控制方法以避免现有技术中存在的上述问题。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种下肢助力外骨骼机器人的步态控制方法,不需要重新确定步态周期,而是通过参考预存的步态模型和相关数据组就能够发送调整指令,避免了现有技术中存在的由于不断重新确定步态周期造成的跟踪速度和精度下降的问题。

[0006] 为实现上述目的,本发明的所述步态控制方法,包括以下步骤:

[0007] S1:提供信息采集模块、比对模块、存储模块、控制模块、反馈模块、数据处理模块和助力模块,所述存储模块存储步态模型和参比信息,所述步态模型包括足放平模型、足跟离地模型和足尖离地模型;

[0008] S2:所述信息采集模块采集穿戴者的原始步态信息,所述数据处理模块将所述原始步态信息转换为关节角度信息,所述比对模块参考所述步态模型和所述关节角度信息判断穿戴者的步态类型,所述反馈模块获取所述助力模块的状态信息;

[0009] S3:所述数据处理模块将所述状态信息转换为参数信息,所述比对模块调用所述参比信息与所述参数信息进行比对,向所述控制模块发送比对结果;

[0010] S4:所述控制模块根据所述比对结果判断是否向所述助力模块发送调整指令;

[0011] S5:所述助力模块执行所述调整指令,使所述参数信息符合所述参比信息。

[0012] 本发明所述步态控制方法的有益效果在于:所述存储模块存储的包括足放平模型、足跟离地模型和足尖离地模型的步态模型以及相关的参比信息,在穿戴者需要助力或调整的阶段为所述比对模块提供了对比依据,使得所述步态控制方法不需要重新确定步态周期就能实现对所述助力模块的控制,避免了现有技术中存在的由于不断重新确定步态周期造成的跟踪速度和精度下降的问题。

[0013] 优选的,所述参比信息包括参比长度信息,所述反馈模块包括位置反馈单元,所述位置反馈单元获取所述助力模块的实时位置信息,所述数据处理模块将所述实时位置信息转换成实时长度,所述比对模块判断所述实时长度不符合所述参比长度信息,所述控制模块向所述助力模块发送所述调整指令。其有益效果在于:调节所述助力模块处于恰当的位置,避免干扰穿戴者的行走过程。

[0014] 进一步优选的,所述参比长度信息包括第一参比长度,对于穿戴者的脚踝关节角度从-1度增加到20度后再减小到-3度的过程,所述比对模块判断所述步态类型为处于足放平阶段,当所述实时长度不符合所述第一参比长度,所述控制模块向所述助力模块发送所述调整指令。其有益效果在于:处于足放平阶段,调整所述助力模块到合适的位置,便于后续的足跟离地时迅速产生足够的拉力来辅助穿戴者行走。

[0015] 进一步优选的,所述参比长度信息包括长度保持范围,对于穿戴者的脚踝关节角度从-5度减小到-20度的过程,所述比对模块判断所述步态类型为处于足跟离地阶段,当所述实时长度不符合所述长度保持范围,所述控制模块向所述助力模块发送所述调整指令。其有益效果在于:处于所述足跟离地阶段,使所述助力模块保持在合适的位置范围,有利于助力穿戴者的脚踝,在足跟离地阶段辅助穿戴者抬脚行走。

[0016] 进一步优选的,所述参比长度信息包括第二参比长度,对于穿戴者的脚踝关节角度从-30度减小到-50度后再增加到-30度的过程,所述比对模块判断所述步态类型为处于足尖离地阶段,当所述实时长度不符合所述第二参比长度,所述控制模块向所述助力模块发送所述调整指令。其有益效果在于:处于所述足尖离地阶段,控制所述助力模块的位置合适,不干扰穿戴者的正常行走。

[0017] 进一步优选的,所述参比长度信息包括最大长度调整范围,当所述比对模块判断所述实时长度不符合所述最大长度调整范围,所述控制模块向所述助力模块发送停止指令,所述助力模块停止运行。其有益效果在于:避免由于所述助力模块的位置调整过头,影响穿戴者的正常行走或影响所述助力模块的正常运行。

[0018] 优选的,所述参比信息包括参比力值信息,所述反馈模块包括力反馈单元,所述力反馈单元获取所述助力模块的实时受力信息,所述数据处理模块将所述实时受力信息转换成实时力值,所述比对模块判断所述实时力值不符合所述参比力值信息,所述控制模块向所述助力模块发送所述调整指令。其有益效果在于:调节所述助力模块承受的力值适当,有利于产生合适的助力,辅助穿戴者的正常行走。

[0019] 进一步优选的,所述参比力值信息包括第一参比力值,穿戴者的脚踝关节角度从-5度开始减小,所述比对模块判断所述步态类型为开始进入足跟离地阶段,当所述比对模块判断所述实时力值不符合所述第一参比力值,所述控制模块向所述助力模块发送所述调整指令。其有益效果在于:开始进入所述足跟离地阶段,控制所述实时力值适当,有利于穿戴

者在足跟离地的瞬间获得合适的拉力。

[0020] 进一步优选的,所述参比力值信息包括第二参比力值,对于穿戴者的脚踝关节角度从-5度减小到-20度的过程,所述比对模块判断所述步态类型为处于足跟离地阶段,当所述比对模块判断所述实时力值不符合所述第二参比力值,所述控制模块向所述助力模块发送所述调整指令。其有益效果在于:在所述足跟离地阶段,调整所述实时力值适当,有利于穿戴者在行走过程中获得合适的拉力。

[0021] 进一步优选的,所述参比力值信息包括预警力值,当所述比对模块判断所述实时力值大于等于所述预警力值,所述控制模块向所述助力模块发送停止指令,所述助力模块停止运行。其有益效果在于:若所述助力模块受到的力值过大,会影响穿戴者的正常行走,此时停止所述电机单元的运行,能够保障穿戴者的安全。

[0022] 优选的,所述助力模块包括电机单元、传动线 and 下肢穿戴装置,所述传动线的一端固定在所述电机单元上,所述传动线的另一端与所述下肢穿戴装置连接,所述电机单元执行所述调整指令,通过收进或放出所述传动线使所述下肢穿戴装置实现对穿戴者的助力。其有益效果在于:利用所述电机单元控制所述传动线的收进或放出,从而使所述下肢穿戴装置实现对穿戴者的助力,控制方法简单,适合应用于软性下肢助力外骨骼。

[0023] 进一步优选的,所述位置反馈单元包括电位计和编码器,所述电位计和所述编码器获取所述电机单元的实时旋转角度,所述数据处理模块将所述实时旋转角度转换成实时周长,所述比对模块判断所述实时周长不符合所述参比长度信息,所述控制模块向所述电机单元发送所述调整指令。其有益效果在于:设置所述电位计和所述编码器作为所述位置反馈单元来监测所述电机单元的实时旋转角度,便于快速准确地确定所述传动线的位置信息。

[0024] 进一步优选的,所述力反馈单元包括拉压力传感器,所述拉压力传感器安装在所述传动线的远端,所述远端为远离所述电机单元的位置,所述拉压力传感器获取所述传动线的所述实时受力信息,所述数据处理模块将所述实时受力信息转换成所述实时力值,所述比对模块判断所述实时力值不符合所述参比力值信息,所述控制模块向所述助力模块发送所述调整指令。其有益效果在于:所述拉压力传感器安装在所述传动线的远端,能够实时准确地反馈所述传动线的受力情况。

[0025] 本发明还提供了用于实现所述步态控制方法的步态控制系统,所述步态控制系统包括所述信息采集模块、所述比对模块、所述存储模块、所述控制模块、所述反馈模块、所述数据处理模块和所述助力模块;所述存储模块用于存储步态模型和参比信息,所述步态模型包括足放平模型、足跟离地模型和足尖离地模型;所述信息采集模块用于采集穿戴者的原始步态信息;所述反馈模块用于获取所述助力模块的状态信息;所述数据处理模块用于将所述原始步态信息转换为关节角度信息,以及将所述状态信息转换成参数信息;所述比对模块用于参考所述步态模型和所述关节角度信息判断穿戴者的步态类型,调用所述参比信息与所述参数信息进行比对,以及向所述控制模块发送比对结果;所述控制模块用于根据所述比对结果判断是否向所述助力模块发送调整指令;所述助力模块用于执行所述调整指令,使所述参数信息符合所述参比信息。

[0026] 本发明所述步态控制系统的有益效果在于:所述存储模块存储的包括足放平模型、足跟离地模型和足尖离地模型的步态模型以及相关的参比信息,在穿戴者需要助力或

调整的阶段为所述比对模块提供了对比依据,使得所述步态控制方法不需要重新确定步态周期就能实现对所述助力模块的控制,避免了现有技术中存在的由于不断重新确定步态周期造成的跟踪速度和精度下降的问题。

[0027] 优选的,所述参比信息包括参比长度信息,所述反馈模块包括位置反馈单元,所述位置反馈单元用于获取所述助力模块的实时位置信息,所述数据处理单元用于将所述实时位置信息转换成实时长度,所述比对模块用于将所述实时长度与所述参比长度信息进行比对,并向所述控制模块发送比对结果,所述控制模块根据所述比对结果判断是否向所述助力模块发送调整指令。其有益效果在于:调节所述助力模块处于恰当的位置,避免干扰穿戴者的行走过程。

[0028] 进一步优选的,所述位置反馈单元包括电位计和编码器,所述助力模块包括电机单元、传动线和下肢穿戴装置,所述电位计与所述电机单元联动,所述编码器与所述电机单元同轴转动,所述传动线的一端固定在所述电机单元上,所述传动线的另一端与所述下肢穿戴装置连接,所述电机单元通过收进或放出所述传动线使所述下肢穿戴装置实现对穿戴者的助力。

[0029] 优选的,所述参比信息包括参比力值信息,所述反馈模块包括力反馈单元,所述力反馈单元用于获取所述助力模块的实时受力信息,所述数据处理单元用于将所述实时受力信息转换成实时力值,所述比对模块用于将所述实时力值与所述参比力值信息进行比对,并向所述控制模块发送比对结果,所述控制模块根据所述比对结果判断是否向所述助力模块发送调整指令。其有益效果在于:调节所述助力模块承受的力值适当,有利于产生合适的助力,辅助穿戴者的正常行走。

[0030] 进一步优选的,所述力反馈单元包括拉压力传感器,所述拉压力传感器位于在所述传动线的远端,所述远端为远离所述电机单元的位置,所述拉压力传感器用于获取所述传动线的所述实时受力信息。

附图说明

[0031] 图1为本发明步态控制方法的流程图;

[0032] 图2为本发明的一种步态控制系统的结构框图;

[0033] 图3为本发明的另一种步态控制系统的结构框图;

[0034] 图4为本发明的电机单元、传动线和下肢穿戴装置在人体上的穿戴示意图;

[0035] 图5为本发明穿戴者脚踝关节角度随行走时间的变化关系图;

[0036] 图6a为本发明足放平模型的示意图;

[0037] 图6b为本发明足跟离地模型的示意图;

[0038] 图6c为本发明足尖离地模型的示意图。

具体实施方式

[0039] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。除非

另外定义,此处使用的技术术语或者科学术语应当为本发明所属领域内具有一般技能的人士所理解的通常意义。本文中使用的“包括”等类似的词语意指出现该词前面的元件或者物件涵盖出现在该词后面列举的元件或者物件及其等同,而不排除其他元件或者物件。

[0040] 针对现有技术存在的问题,本发明的实施例提供了一种步态控制方法,参照图1,包括以下步骤:

[0041] S1:提供信息采集模块、比对模块、存储模块、控制模块、反馈模块、数据处理模块和助力模块,所述存储模块存储步态模型和参比信息,所述步态模型包括足放平模型、足跟离地模型和足尖离地模型;

[0042] S2:所述信息采集模块采集穿戴者的原始步态信息,所述数据处理模块将所述原始步态信息转换为关节角度信息,所述比对模块参考所述步态模型和所述关节角度信息判断穿戴者的步态类型,所述反馈模块获取所述助力模块的状态信息;

[0043] S3:所述数据处理模块将所述状态信息转换为参数信息,所述比对模块调用所述参比信息与所述参数信息进行比对,向所述控制模块发送比对结果;

[0044] S4:所述控制模块根据所述比对结果判断是否向所述助力模块发送调整指令;

[0045] S5:所述助力模块执行所述调整指令,使所述参数信息符合所述参比信息。

[0046] 本发明的实施例还提供了用于实现所述步态控制方法的步态控制系统。

[0047] 图2为本发明实施例的一种步态控制系统的结构框图。参照图2,步态控制系统2包括信息采集模块21、数据处理模块22、比对模块23、控制模块24、助力模块25、存储模块26和反馈模块27。

[0048] 所述存储模块26用于存储步态模型和参比信息,所述步态模型包括足放平模型、足跟离地模型和足尖离地模型。

[0049] 所述信息采集模块21用于采集穿戴者的原始步态信息,所述反馈模块27用于获取所述助力模块的状态信息。

[0050] 所述数据处理模块22用于将所述原始步态信息转换为关节角度信息,以及将所述状态信息转换成参数信息。

[0051] 所述比对模块23用于参考所述步态模型和所述关节角度信息判断穿戴者的步态类型,调用所述参比信息与所述参数信息进行比对,以及向所述控制模块24发送比对结果。

[0052] 所述控制模块24用于根据所述比对结果判断是否向所述助力模块25发送调整指令。

[0053] 所述助力模块25用于执行所述调整指令,使所述参数信息符合所述参比信息。

[0054] 图3为本发明实施例的另一种步态控制系统的结构框图。参照图3,步态控制系统3包括所述信息采集模块21、所述数据处理模块22、所述比对模块23、所述控制模块24、所述存储模块26、反馈模块31和助力模块32,所述反馈模块31包括位置反馈单元311和力反馈单元312,所述助力模块32包括电机单元321、传动线322和下肢穿戴装置323。

[0055] 所述存储模块26存储有参比长度信息和参比力值信息,所述参比长度信息包括第一参比长度、长度保持范围、第二参比长度和最大长度调整范围,所述参比力值信息包括第一参比力值、第二参比力值和预警力值。

[0056] 所述位置反馈单元311与所述电机单元321联动,获取所述助力模块32的实时位置信息,所述数据处理模块22将所述实时位置信息转换成实时长度,所述比对模块23判断所

述实时长度不符合所述参比长度信息,所述控制模块24向所述助力模块32发送所述调整指令。

[0057] 所述力反馈单元312获取所述助力模块32的实时受力信息,所述数据处理模块22将所述实时受力信息转换成实时力值,所述比对模块23判断所述实时力值不符合所述参比力值信息,所述控制模块24向所述助力模块32发送所述调整指令。

[0058] 所述电机单元321执行所述控制模块24的所述调整指令,通过收进或放出所述传动线322,以带动所述下肢穿戴装置323对穿戴者的助力。

[0059] 具体的,所述位置反馈单元311包括电位计和编码器,所述力反馈单元312包括拉压力传感器,所述电位计与所述电机单元321联动,所述编码器与所述电机单元312同轴转动,所述拉压力传感器位于所述传动线322的远端,所述远端为远离所述电机单元321的位置。所述电位计和所述编码器获取所述电机单元312的实时旋转角度,所述数据处理模块22将所述实时旋转角度转换成实时周长,所述比对模块23判断所述实时周长不符合所述参比长度信息,所述控制模块24向所述电机单元321发送所述调整指令。

[0060] 图4为本发明一些实施例的电机单元、传动线和下肢穿戴装置在人体上的穿戴示意图。参照图4,电机单元41背负在穿戴者的背部,传动线42的一端固定在所述电机单元41上,另一端与下肢穿戴装置43连接,所述电机单元41通过收进或放出所述传动线42使所述下肢穿戴装置43实现对穿戴者的助力。

[0061] 本发明一些实施例中,所述原始步态信息包括脚踝关节角度信息,所述数据采集模块21包括4个惯性传感器,分别安装在左脚脚面、左小腿、右脚脚面和右小腿,位于脚面的惯性传感器实时采集穿戴者的原始脚踝关节角度信息,所述数据处理模块22对所述原始脚踝关节角度信息进行向量转化处理和整合处理,将所述原始脚踝关节角度信息转化为关节角度信息。

[0062] 图5为本发明一些实施例的穿戴者脚踝关节角度随行走时间的变化图。图6a为所述足放平模型的示意图,图6b为所述足跟离地模型的示意图,图6c为所述足尖离地模型的示意图。

[0063] 参考穿戴者行走过程中需要助力的时刻建立步态模型,所述步态模型包括所述足放平模型、所述足跟离地模型和所述足尖离地模型。

[0064] 参照图5和图6a,穿戴者的左脚61的脚跟着地,右脚62处于支撑相,继续行走至左脚61足部全部着地,右脚62抬起至进入摆动相,以上的行走姿态符合所述足放平模型,对应的穿戴者左脚61的脚踝关节角度从-1度增加到20度后再减小到-3度。

[0065] 所述脚踝关节角度定义为脚面与地面所夹的锐角,穿戴者足部做背屈运动,所述脚踝关节角度为负,穿戴者足部做跖屈运动,所述脚踝关节角度为正。

[0066] 参照图3,穿戴者左脚61的脚踝关节角度从-1度增加到20度后再减小到-3度的过程,所述比对模块23判断所述步态类型为处于足放平阶段,当所述实时长度不符合所述第一参比长度,所述控制模块24向所述电机单元321发送所述调整指令。

[0067] 当所述实时长度大于所述第一参比长度,需要将所述传动线322调整到拉直但不受力的状态,便于后续的足跟离地阶段能够产生足够的张力来拉动所述下肢穿戴装置323,使足跟部开始离地。所述控制模块24向所述电机单元321发送缩短指令,所述电机单元321收进所述传动线322,所述电机单元321收进所述传动线322的过程中,所述位置反馈单元

311实时反馈所述电机单元321的实时位置信息,所述实时位置信息经所述数据处理模块22进行数据处理后,所述比对模块23和所述控制模块24重复比对和判断过程,上述过程重复执行,直至所述实时长度符合所述第一参比长度。

[0068] 当所述实时长度小于所述第一参比长度,需要将所述传动线322放松至不受力但处于拉直的状态,便于后续的足跟离地阶段能够产生足够的张力来拉动所述下肢穿戴装置323,使足跟部开始离地。所述控制模块24向所述电机单元321发送伸长指令,所述电机单元321放出所述传动线322,所述电机单元321放出所述传动线322的过程中,所述位置反馈单元311实时反馈所述电机单元321的实时位置信息,所述实时位置信息经所述数据处理模块22进行数据处理后,所述比对模块23和所述控制模块24重复比对和判断过程,上述过程重复执行,直至所述实时长度符合所述第一参比长度。

[0069] 所述第一参比长度的设定范围为3cm-7cm。具体的,可设定为3.5cm。

[0070] 参照图5和图6b,穿戴者的左脚61的脚尖着地,右脚62处于支撑相,继续行走直至右脚62足部全部着地,以上的行走姿态符合所述足跟离地模型,对应的穿戴者左脚61的脚踝关节角度从-5度减小到-20度。

[0071] 参照图3,穿戴者的脚踝关节角度从-5度减小到-20度的过程,所述比对模块23判断所述步态类型为处于足跟离地阶段,此阶段所述实时长度需要维持在一定的合理范围内,否则若所述实时长度过长,容易绊倒穿戴者。当所述实时长度不符合所述长度保持范围,所述控制模块24向所述电机单元321发送所述调整指令。

[0072] 本发明一些实施例中,所述长度保持范围为4cm-8cm,当所述实时长度的数值落在4cm-8cm之内,所述控制模块24不发生所述调整指令。

[0073] 参照图3,穿戴者的脚踝关节角度从-5度开始减小,所述比对模块23判断所述步态类型为开始进入足跟离地阶段,此时脚踝关节开始需要所述传动线322受力适当以拉动所述下肢穿戴装置323。当所述比对模块23判断所述实时力值不符合所述第一参比力值,所述控制模块24向所述电机单元321发送所述调整指令。

[0074] 本发明一些实施例中,所述第一参比力值设定为15N,当所述比对模块23判断所述实时力值小于15N,所述控制模块24向所述电机单元321发送缩短指令,所述电机单元321收进所述传动线322,直至所述实时力值符合所述第一参比力值。当所述比对模块23判断所述实时力值大于15N,所述控制模块24向所述电机单元321发送伸长指令,所述电机单元321放出所述传动线322,直至所述实时力值符合所述第一参比力值。

[0075] 穿戴者的脚踝关节角度从-5度减小到-20度的过程,所述比对模块23判断所述步态类型为处于足跟离地阶段,此时脚踝关节开始需要所述传动线322拉动所述下肢穿戴装置323的力值适当。当所述比对模块23判断所述实时力值不符合所述第二参比力值,所述控制模块24向所述电机单元321发送所述调整指令。

[0076] 当所述比对模块23判断所述实时力值小于所述第二参比力值,所述控制模块24向所述电机单元321发送缩短指令,所述电机单元321收进所述传动线322,直至所述实时力值符合所述第二参比力值。

[0077] 当所述比对模块23判断所述实时力值大于所述第二参比力值,所述控制模块24向所述电机单元321发送伸长指令,所述电机单元321放出所述传动线322,直至所述实时力值符合所述第二参比力值。

[0078] 所述第二参比力值的设定范围为大于0N且小于150N。具体的,可根据用户的自身情况设定为80N、100N或120N中的任意一种。

[0079] 参照图5和图6c,穿戴者的左脚61的脚跟抬起至脚尖离地瞬间,同时右脚62脚跟着地至全脚着地,以上的行走姿态符合所述足尖离地模型,对应的穿戴者左脚61的脚踝关节角度从-30度减小到-50度后再增加到-30度。

[0080] 参照图3,穿戴者左脚61的脚踝关节角度从-30度减小到-50度后再增加到-30度的过程,所述比对模块23判断所述步态类型为处于足尖离地阶段,当所述实时长度不符合所述第二参比长度,所述控制模块24向所述电机单元321发送所述调整指令。

[0081] 当所述实时长度大于所述第二参比长度,需要将所述传动线322拉直到一定位置且所述传动线322不受力,不干扰穿戴者的正常行走。所述控制模块24向所述电机单元321发送缩短指令,所述电机单元321收进所述传动线322,直至所述实时长度符合所述第二参比长度。

[0082] 当所述实时长度小于所述第二参比长度,需要将所述传动线322放松至所述不受力但处于拉直的状态,便于后续的足跟离地阶段能够产生足够的张力来拉动所述下肢穿戴装置323,使足跟开始离地。所述控制模块24向所述电机单元321发送伸长指令,所述电机单元321放出所述传动线322,直至所述实时长度符合所述第二参比长度。

[0083] 所述第二参比长度的设定范围为9cm-14cm。具体的,可设定为10cm。

[0084] 参照图3,所述电机单元321通过收进或放出所述传动线322来执行所述调整指令,而所述传动线322不能过度收进或放出,否则容易造成所述电机单元321旋转卡死、妨碍穿戴者行走等问题。当所述比对模块23判断所述实时长度不符合所述最大长度调整范围,所述控制模块24向所述电机单元321发送停止指令,所述电机单元321停止运行。本发明一些实施例中,所述最大长度调整范围为3-14cm,当所述实时长度小于3cm,或所述实时长度大于14cm,所述控制模块24向所述电机单元321发送停止指令。

[0085] 参照图3,由于所述传动线322受力过大,容易对穿戴者下肢关节,尤其是脚踝关节造成伤害,并影响穿戴者的正常行走。当所述比对模块23判断所述实时力值大于等于所述预警力值,所述控制模块24向所述电机单元321发送停止指令,所述电机单元321停止运行。本发明一些实施例中,所述预警力值设置为200N。

[0086] 虽然在上文中详细说明了本发明的实施方式,但是对于本领域的技术人员来说显而易见的是,能够对这些实施方式进行各种修改和变化。但是,应理解,这种修改和变化都属于权利要求书中所述的本发明的范围和精神之内。而且,在此说明的本发明可有其它的实施方式,并且可通过多种方式实施或实现。

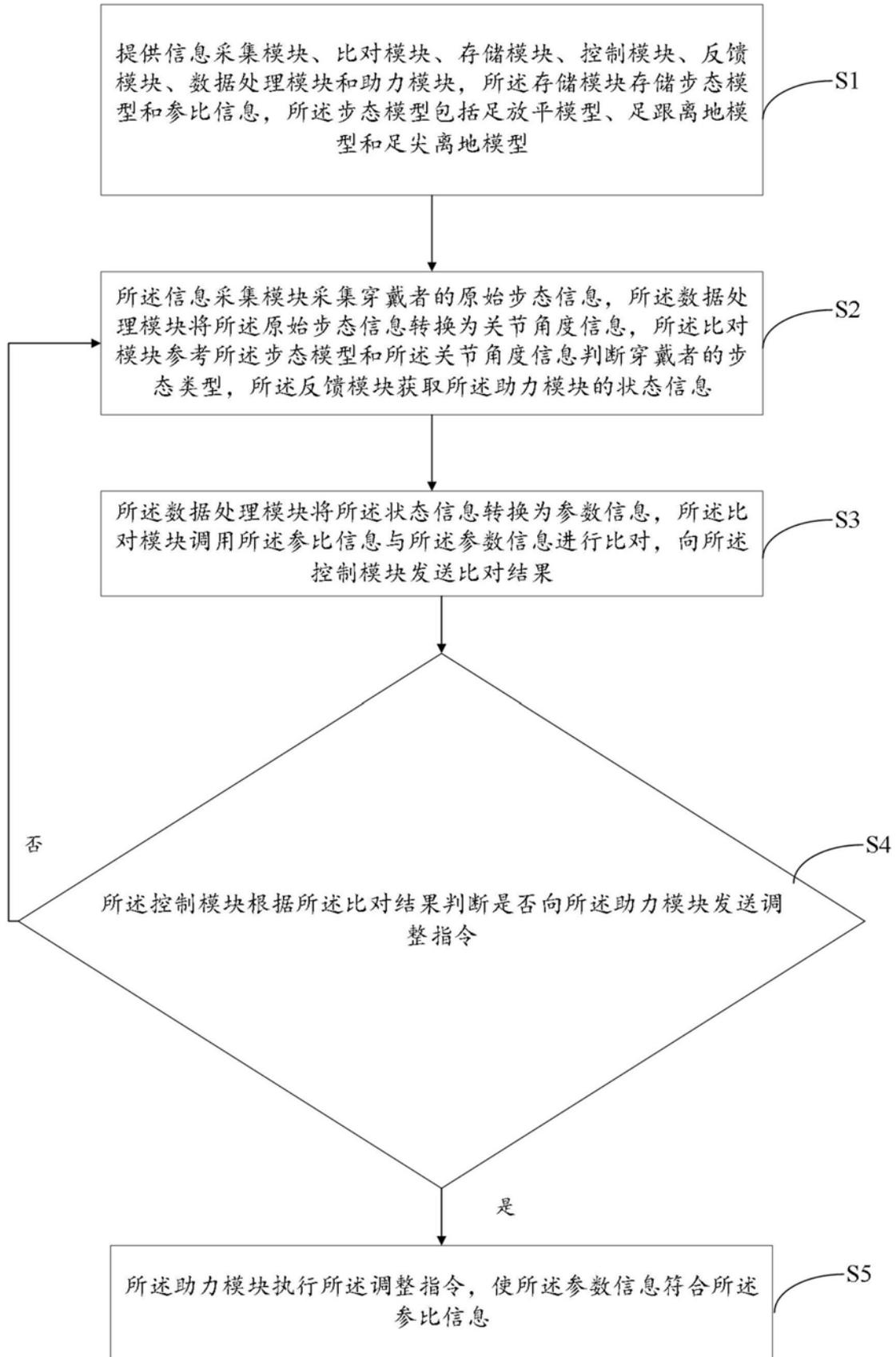


图1

2

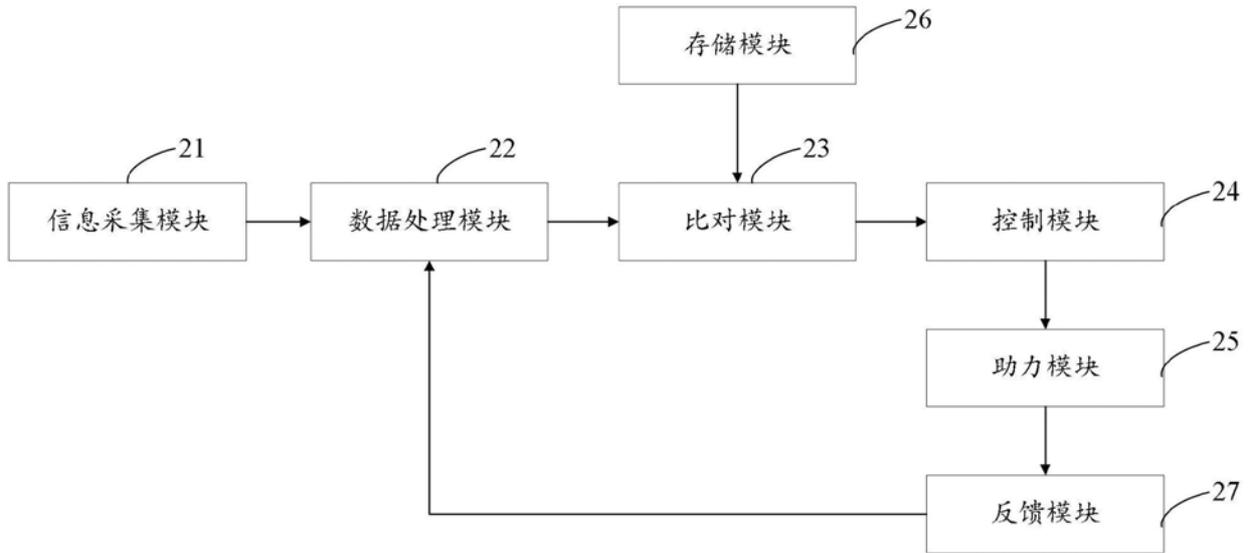


图2

3

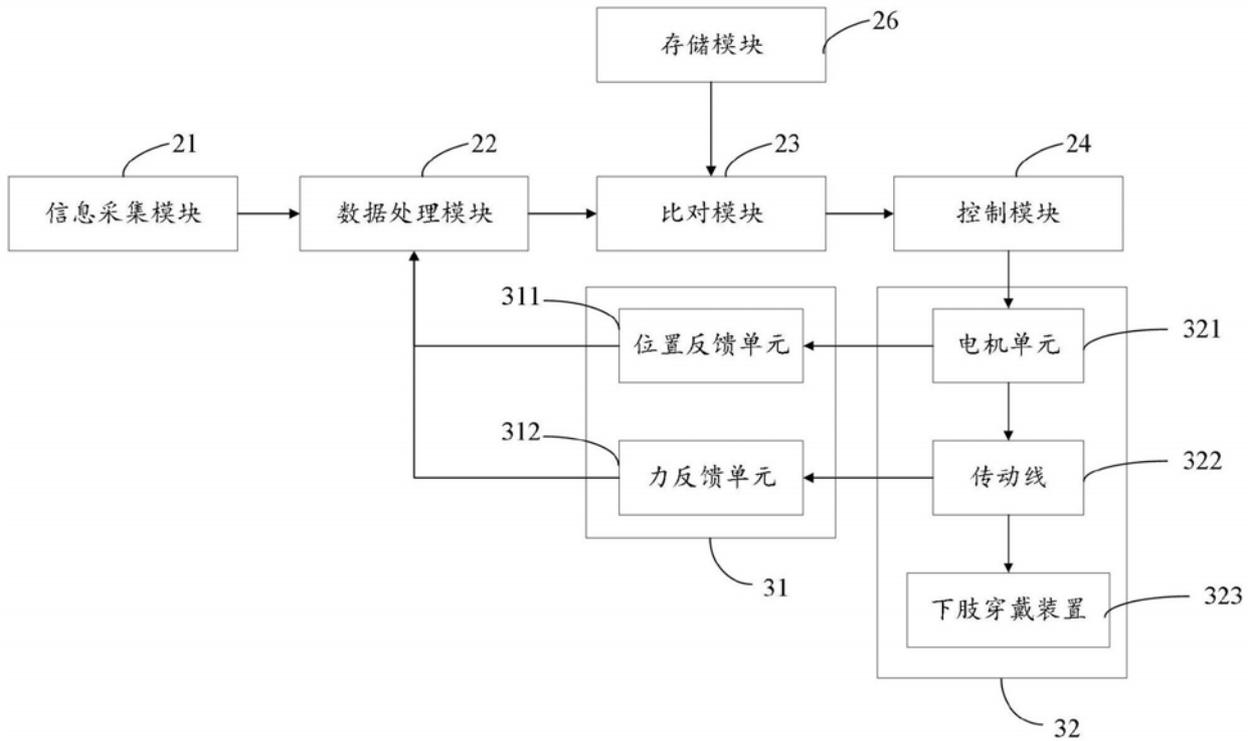


图3

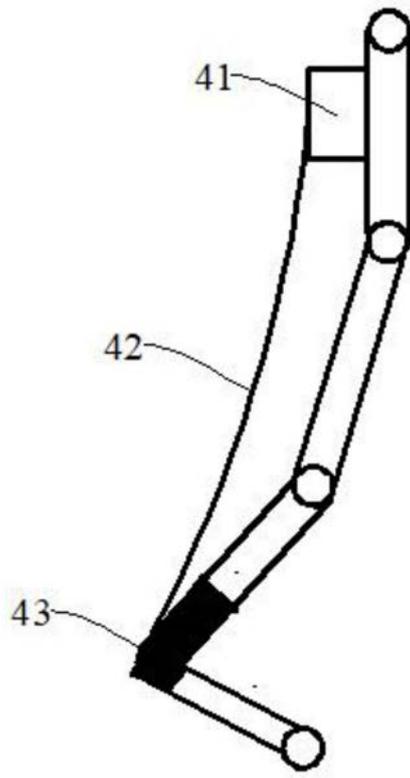


图4

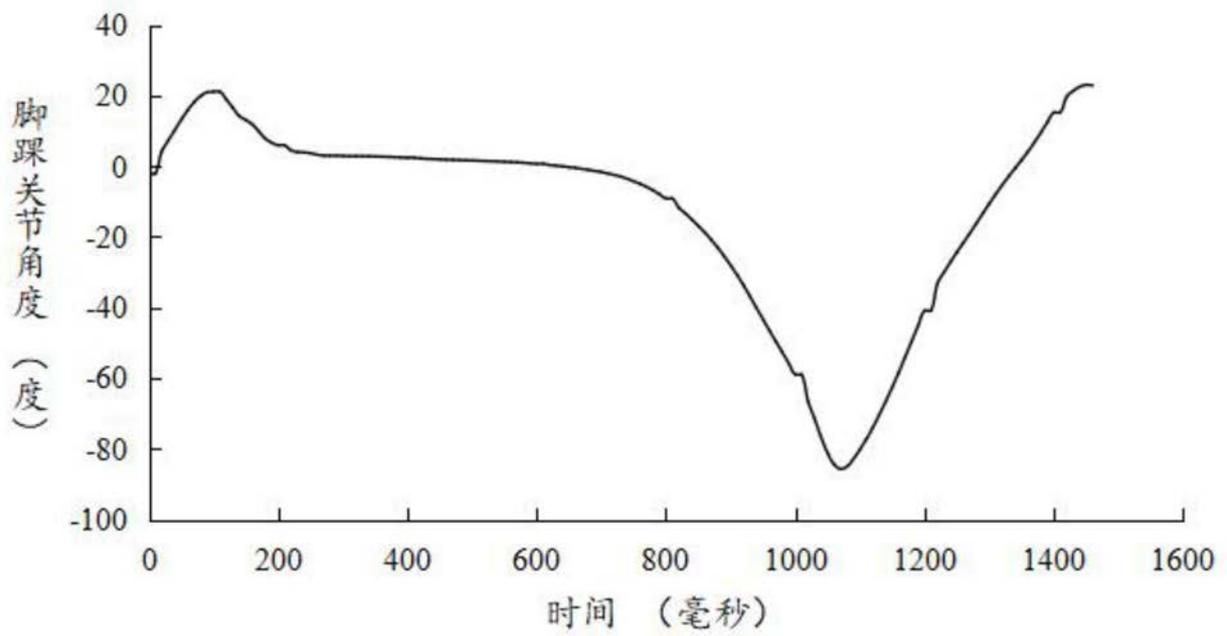


图5

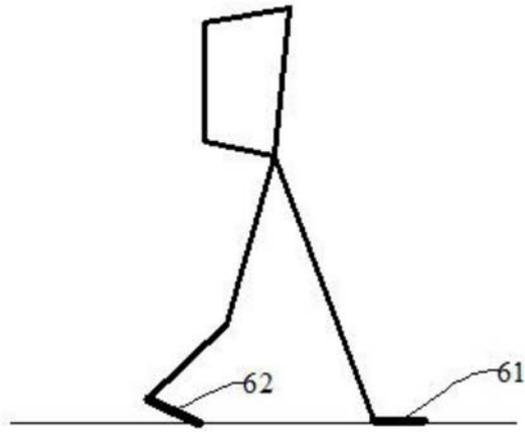


图6a

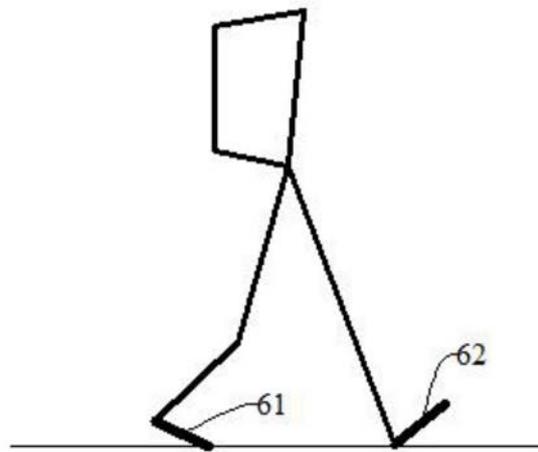


图6b

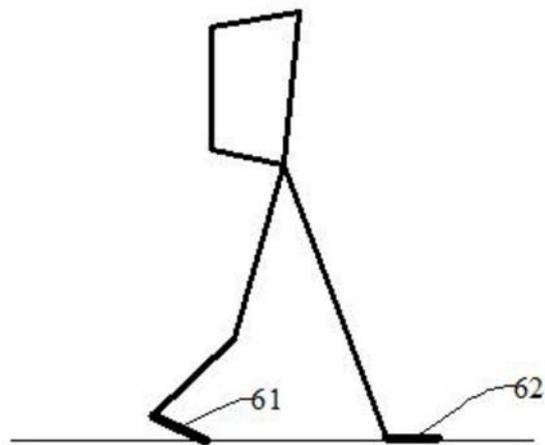


图6c