

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局



(43) 国际公布日
2018年6月28日 (28.06.2018)

(10) 国际公布号
WO 2018/113262 A1

- (51) 国际专利分类号:
B25J 9/16 (2006.01) *B25J 13/00* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2017/092046
- (22) 国际申请日: 2017年7月6日 (06.07.2017)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201611215117.7 2016年12月23日 (23.12.2016) CN
- (71) 申请人: 深圳光启合众科技有限公司 (SHEN ZHEN KUANG-CHI HEZHONG TECHNOLOGY LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区南海大道西桂庙路北阳光华艺大厦1栋15D-02F, Guangdong 518000 (CN)。深圳光启创新技术有限公司 (KUANG-CHI INNOVATIVE TECHNOLOGY LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳
- (72) 发明人: 刘若鹏 (LIU, RuoPeng); 中国广东省深圳市南山区高新区高新中一道9号软件大厦, Guangdong 518057 (CN)。胡进 (HU, Jin); 中国广东省深圳市南山区高新区高新中一道9号软件大厦, Guangdong 518057 (CN)。徐磊 (XU, Lei); 中国广东省深圳市南山区高新区高新中一道9号软件大厦, Guangdong 518057 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,

(54) Title: MULTI-LEGGED ROBOT GAIT CONTROL METHOD AND APPARATUS, AND ROBOT

(54) 发明名称: 多足机器人的步态控制方法、装置和机器人

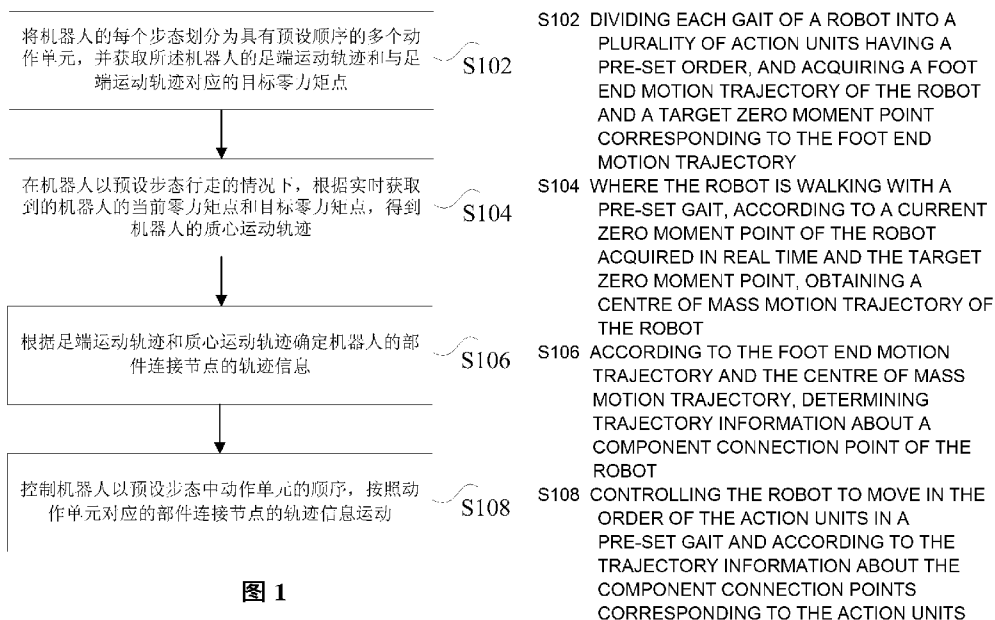


图 1

(57) Abstract: Provided is a multi-legged robot gait control method, comprising: dividing each gait of a robot into a plurality of action units having a pre-set order, acquiring a foot end motion trajectory of the robot and a target zero moment point corresponding thereto; where the robot is walking with a pre-set gait, according to a current zero moment point acquired in real time and the target zero moment point, obtaining a centre of mass motion trajectory of the robot; according to the foot end motion trajectory and the centre of mass motion trajectory, determining trajectory information about a component connection point of the robot; and controlling the robot to move in the order of the action units in a pre-set gait and according to the trajectory information about the component connection points corresponding to the action units. The method above solves the problem of using an offline design to plan the travel of a bi-legged



WO 2018/113262 A1

MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

robot, which causes poor anti-interference performance, and realizes the technical effect of real-time planning of a robot gait. Further provided are a multi-legged robot gait control apparatus, and a robot.

(57) 摘要: 一种多足机器人的步态控制方法, 包括: 将机器人的每个步态划分为具有预设顺序的多个动作单元, 获取机器人的足端运动轨迹和与之对应的目标零力矩点; 在机器人以预设步态行走的情况下, 根据实时获取到的当前零力矩点和目标零力矩点, 得到机器人的质心运动轨迹; 根据足端运动轨迹和质心运动轨迹确定机器人的部件连接点的轨迹信息; 控制机器人以预设步态中动作单元的顺序, 按照动作单元对应的部件连接节点的轨迹信息运动。通过以上方法解决了双足机器人的运行规划采用离线设计, 导致抗干扰性差的问题, 实现了实时规划机器人步态的技术效果。还提供了一种多足机器人的步态控制装置和机器人。

多足机器人的步态控制方法、装置和机器人

技术领域

[0001] 本发明涉及机器人领域，具体而言，涉及一种多足机器人的步态控制方法、装置和机器人。

背景技术

[0002] 双足机器人具备仿人的外形和运动特征，有较好的亲和力，更加适合作为服务机器人与人完成任务合作，进行人机交互。双足的运动控制技术可以很好的移植到多足机器人平台，有利于多足机器人的研究，而足式机器人离散交替、方便调整的落脚点可以更好的适应不同的地面，运动更加灵活，有利于完成复杂未知环境下的工作任务。双足机器人的单边约束性以及欠驱动性容易导致其行走不稳定而摔倒，因此，有效的步态规划和稳定的运动控制是双足机器人研究领域中的关键技术和难点。

技术问题

[0003] 目前，针对双足机器人的运动规划通常采用离线设计的方法，即提前设计双足机器人的步态，计算各个关节的运动轨迹，通过试错的方法得到稳定的步态，这种方法相对繁琐，得到的步态重复性差，抗干扰性差。

[0004] 针对现有技术中，双足机器人的运行规划采用离线设计，导致抗干扰性差的问题，目前尚未提出有效的解决方案。

问题的解决方案

技术解决方案

[0005] 本发明实施例提供了一种多足机器人的步态控制方法、装置和机器人，以至少解决现有技术中，双足机器人的运行规划采用离线设计，导致抗干扰性差的技术问题。

[0006] 根据本发明实施例的一个方面，提供了一种多足机器人的步态控制方法，包括：将机器人的每个步态划分为具有预设顺序的多个动作单元，并获取机器人的足端运动轨迹和与足端运动轨迹对应的目标零力矩点；在机器人以预设步态行

走的情况下，根据实时获取到的机器人的当前零力矩点和目标零力矩点，得到机器人的质心运动轨迹；根据足端运动轨迹和质心运动轨迹确定机器人的部件连接节点的轨迹信息；控制机器人以预设步态中动作单元的顺序，按照动作单元对应的部件连接节点的轨迹信息运动。

[0007] 根据本发明实施例的另一方面，还提供了一种多足机器人的步态控制装置，包括：第一获取模块，用于将机器人的每个步态划分为具有预设顺序的多个动作单元，并获取机器人的足端运动轨迹和与足端运动轨迹对应的目标零力矩点；第二获取模块，用于在机器人以预设步态行走的情况下，根据实时获取到的机器人的当前零力矩点和目标零力矩点，得到机器人的质心运动轨迹；第一确定模块，用于根据足端运动轨迹和质心运动轨迹确定机器人的部件连接节点的轨迹信息；动作模块，用于控制机器人以预设步态中动作单元的顺序，按照动作单元对应的部件连接节点的轨迹信息运动。

[0008] 根据本发明实施例的另一方面，还提供了一种机器人，包括上述任意一种多足机器人的步态控制装置。

发明的有益效果

有益效果

[0009] 在本发明实施例中，将机器人的每个步态划分为具有预设顺序的多个动作单元，并获取所述机器人的足端运动轨迹和对应的目标零力矩点，在机器人以预设步态行走的情况下，根据实时获取到的机器人的当前零力矩点和目标零力矩点，得到机器人的质心运动轨迹；根据足端运动轨迹和质心运动轨迹确定机器人的部件连接节点的轨迹信息；控制机器人以预设步态中动作单元的顺序，按照动作单元对应的部件连接节点的轨迹信息运动。上述方案通过将步态划分为动作单元，当机器人执行步态中的动作单元时，再根据动作单元中的信息（足端运动轨迹和目标零力矩点）和机器人的动作信息（当前零力矩点）确定机器人的其他部件的连接节点运动轨迹，从而控制机器人执行预定的步态，解决了现有技术中，双足机器人的运行规划采用离线设计，导致抗干扰性差的问题，实现了实时规划机器人步态的技术效果。

对附图的简要说明

附图说明

- [0010] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解，构成本申请的一部分，本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明，并不构成对本发明的不当限定。在附图中：
- [0011] 图1是根据本发明实施例的多足机器人的步态控制方法的流程图；
- [0012] 图2是根据本发明实施例的一种小车-桌子模型示意图；
- [0013] 图3是根据本发明实施例的一种小车-桌子模型的受力分析图；
- [0014] 图4是根据本发明实施例的一种控制多足机器人行走的示意图；
- [0015] 图5是根据本发明实施例的一种更换步态的示意图；以及
- [0016] 图6是根据本发明实施例的多足机器人的步态控制装置的示意图。

发明实施例

本发明的实施方式

- [0017] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案，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，所描述的实施例仅仅是本发明一部分的实施例，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做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都应当属于本发明保护的范围。
- [0018] 需要说明的是，本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换，以便这里描述的本发明的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外，术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含，例如，包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元，而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。
- [0019] 实施例1
- [0020] 根据本发明实施例，提供了一种多足机器人的步态控制方法的实施例，需要说明的是，在附图的流程图示出的步骤可以在诸如一组计算机可执行指令的计算

机系统中执行，并且，虽然在流程图中示出了逻辑顺序，但是在某些情况下，可以以不同于此处的顺序执行所示出或描述的步骤。

[0021] 图1是根据本发明实施例的多足机器人的步态控制方法的流程图，如图1所示，该方法包括如下步骤：

[0022] 步骤S102，将机器人的每个步态划分为具有预设顺序的多个动作单元，并获取所述机器人的足端运动轨迹和与足端运动轨迹对应的目标零力矩点。

[0023] 具体的，步态可以包括：启动、停止、正常行走、左转、右转、加速、减速等，每个步态都由多个动作单元组成，当机器人接收到执行某一步态的指令时，按照这一步态中预设顺序的动作单元进行动作即可完成该步态。

[0024] 上述足端运行轨迹可以由机器人收到的指令进行确定，进一步地，可以由指令所指示的具体任务确定，例如，指令所指示的任务为拿取桌子上的一个水杯，则足端运动轨迹为机器人所处位置至桌子附近的位置的轨迹。零力矩点为地面对支撑面的反作用力关于该点在水平方向上的分力矩为零，上述目标零力矩点为不同时刻的目标零力矩点，对于机器人执行任务的整个过程中，目标零力矩点也能够构成一定的轨迹。

[0025] 步骤S104，在机器人以预设步态行走的情况下，根据实时获取到的机器人的当前零力矩点和目标零力矩点，得到机器人的质心运动轨迹。

[0026] 具体的，机器人是当前零力矩点可以通过部署在机器人足端的传感器获取。

[0027] 在一种可选的实施例中，以双足机器人为例，可以在双足机器人的每个足端与地面接触的足面设置至少四个压力传感器，实时获取机器人的对足端的垂直压力，并将机器人对足端的垂直压力传输至机器人的计算装置，计算得到实时的零力矩点。

[0028] 步骤S106，根据足端运动轨迹和质心运动轨迹确定机器人的部件连接节点的轨迹信息。

[0029] 具体的，上述部件的连接节点可以为机器人的关节，关节的轨迹信息中可以包括每一时刻关节的角度。

[0030] 步骤S108，控制机器人以预设步态中动作单元的顺序，按照动作单元对应的部件连接节点的轨迹信息运动。

[0031] 此处需要说明的是，上述步态的控制方案是“在线”规划的过程，即在机器人的运行过程中变控制机器人按照预定的步态运行，边对机器人的步态进行规划的过程，与现有技术中预先对机器人的步态进行规划相比，具有如下优势：首先，在规划的过程中实时的以机器人的运动状态作为参数进行规划，因此抗干扰性强；其次，由于将步态划分为多个动作单元，因此具有较强的重复性；最后，无需试错得到稳定步态的规划，提高步态的规划效率。

[0032] 由上可知，本申请上述方案将机器人的每个步态划分为具有预设顺序的多个动作单元，并获取所述机器人的足端运动轨迹和对应的目标零力矩点，在机器人以预设步态行走的情况下，根据实时获取到的机器人的当前零力矩点和目标零力矩点，得到机器人的质心运动轨迹；根据足端运动轨迹和质心运动轨迹确定机器人的部件连接节点的轨迹信息；控制机器人以预设步态中动作单元的顺序，按照动作单元对应的部件连接节点的轨迹信息动作。上述方案通过将步态划分为动作单元，当机器人执行步态中的动作单元时，再根据动作单元中的信息（足端运动轨迹和目标零力矩点）和机器人的动作信息（当前零力矩点）确定机器人的其他部件的连接节点运动轨迹，从而控制机器人执行预定的步态，解决了现有技术中，双足机器人的运行规划采用离线设计，导致抗干扰性差的问题，实现了实时规划机器人步态的技术效果。

[0033] 可选的，根据本申请上述实施例，步骤S102，获取所述机器人的足端运动轨迹和与足端运动轨迹对应的目标零力矩点，包括：

[0034] 步骤S1021，获取机器人的足端运动轨迹。

[0035] 步骤S1023，根据预设的判断依据和机器人的足端运动轨迹确定目标零力矩点，其中，预设的判断依据用于确定机器人的零力矩点处于机器人的多足组成的支撑面中，支撑面由足端运动轨迹确定。

[0036] 具体的，上述预设的判断依据可以为ZMP（Zero Moment Point，零力矩点）判断。预设的判断依据用于为确定目标零力矩点设置约束条件，在目标零力矩点符合预设的判断依据的情况下，机器人在水平方向上的受力是均衡的，因此能够保证机器人处于平稳的状态，在确定了机器人的足端构成的支撑面的情况下，目标零力矩点可以为支撑面的中心。

- [0037] 图2是根据本发明实施例的一种小车-桌子模型示意图，结合图2所示，在该模型中桌子包括支撑面1和桌面2，质量可以忽略不计，将小车等价位一个在桌面运动的质点，即将双足机器人的行走问题抽象为小车在桌面上的运动轨迹，使小车-桌子这样一个上中下轻，且支撑面小的系统保持稳定。为了解决图2中所示模型的问题，采用ZMP判据，正如图3所示，使得能够在支撑面1上找到一点，该点对支撑面的反作用在水平方向上的分力矩为零，等价于双足机器人质心处所受重力和惯性力的合力的延长线与地面的交点，即重力和惯性力的合力关于该点力矩为零。
- [0038] 可选的，根据本申请上述实施例，步骤S1021，获取机器人的足端运动轨迹，包括：
- [0039] 步骤S10211，获取触发机器人运动的指令。
- [0040] 具体的，上述指令可以是机器人通过语音传感器接收到的语音，在经过语音识别装置后获取到的语音指令，也可以是用户通过在遥控器或机器人面板中上的控件像机器人发出的指令，对于具有无线功能机器人，还可以是用户采用授权后的设备（例如：接入与机器人同一网段并与机器人进行过配对的手机、平板等移动终端）通过无线网络对机器人发出的指令。
- [0041] 步骤S10213，根据指令中的任务确定机器人的足端运动轨迹。
- [0042] 由上可知，本申请上述步骤实现了确定机器人的足端轨迹的目的。
- [0043] 可选的，根据本申请上述实施例，步骤S1023，根据预设的判断依据和机器人的足端运动轨迹确定目标零力矩点，包括：
- [0044] 步骤S10231，根据足端运动轨迹确定机器人的多足组成的支撑面。
- [0045] 步骤S10232，使用预设的判断依据确定机器人的零力矩点处于所述机器人的多足组成的支撑面中。
- [0046] 步骤S10233，确定支撑面中心为目标零力矩点。
- [0047] 在一种可选的实施例中，仍以双足机器人作为示例，指令中指示机器人完成的步态时左转，左转步态可以分为至少如下四个动作单元：抬起左足、左足左转、抬起右足、右足右转。以抬起左足作为示例，此时机器人的支撑面仅为右足，因此该动作单元中包含的目标零力矩点在右足与地面接触面的中心；再向左

足左转作为示例，左足左转后与右足之间构成的支撑面为两足以及两足之间的封闭区域。

[0048] 由上可知，本申请上述步骤根据足端运动轨迹确定多足组成的支撑面，确定支撑面中心为目标零力矩点。由于上述方案的目标零力矩点由足端运动轨迹的支撑面得到，在机器人的运动过程中，不同的运动过程会对应不同的目标零力矩点，因此目标零力矩点为实时的目标零力矩点，从而能够实现实时控制机器人运动。

[0049] 可选的，根据本申请上述实施例，步骤S104，根据实时获取到的机器人的当前零力矩点和目标零力矩点，得到机器人的质心运动轨迹，包括：

[0050] 步骤S1041，实时获取机器人的当前目标零力矩点。

[0051] 具体的，上述目标零力矩点，

[0052] 步骤S1043，将当前零力矩点和目标零力矩点的误差输入到预观测控制模型，得到机器人的质心运动轨迹。

[0053] 由上可知，本申请上述步骤实时获取机器人的当前目标零力矩点，通过当前零力矩点和目标零力矩点的误差通过预观测控制方法得到机器人的质心运动轨迹。

[0054] 可选的，根据本申请上述实施例，步骤S1043，将当前零力矩点和目标零力矩点的误差输入到预观测控制模型，得到机器人的质心运动轨迹，包括：

[0055] 步骤S10431，根据每个时刻当前零力矩点和目标零力矩点的误差得到起始时刻至当前时刻的目标零力矩点的累积误差，并获取当前质心位置以及未来预设时间内的目标零力矩点。

[0056] 步骤S10433，通过预观测模型获取目标零力矩点的累积误差、当前质心位置和未来预设时间内的目标零力矩点对应的增益矩阵。

[0057] 步骤S10435，将目标零力矩点的累积误差、当前质心位置和未来预设时间内的目标零力矩点分别与对应的增益矩阵相乘得到的数值累加，得到当前时刻质心的加加速度。

[0058] 步骤S10437，根据每个时刻质心的加加速度确定机器人的质心运动轨迹。

[0059] 在上述步骤中，累计误差可以为一个数值；当前质心位置可以为1*3的行向量

；三个数值分别为位置、速度和加速度，未来预设时间内的目标零力矩点可以为 $1*N$ 的行向量，每个数值分别为不同时刻的目标零力矩点的位置。在分别与对应的增益矩阵相乘后，将相乘得到的三个数值累加，则得到当前时刻质心的加加速度，通过上述方式能够得到每一时刻质心的加加速度后，则能够确定质心的运动轨迹。

[0060] 可选的，根据本申请上述实施例，根据足端运动轨迹和质心运动轨迹通过逆向运动学方法获取机器人的部件连接节点的轨迹信息，包括：根据逆向运动学方法获取机器人的部件连接节点的轨迹信息，其中，根据足端运动轨迹和质心运动轨迹通过逆向运动学方法获取机器人的部件连接节点的轨迹信息，包括：

[0061] 通过足端运动轨迹和质心运动轨迹确定当前末端部件连接节点的位置，其中，末端部件连接节点用于表示执行动作中最后一个动作的部件连接节点。

[0062] 根据当前末端部件连接节点的位置逆向得到节点链上其他部件连接节点的位置，其中，节点链用于表示在动作中具有连接关系的部件连接节点构成的链状关系。

[0063] 根据部件连接节点的位置确定机器人的部件连接节点的轨迹信息。

[0064] 可选的，根据本申请上述实施例，在控制机器人以预设步态中动作单元的顺序，按照动作单元对应的部件连接节点的轨迹信息运动之前，上述方法还包括：

[0065] 步骤S1081，实时检测机器人的多足在与接触面接触的瞬时产生的压力。

[0066] 在上述步骤中，可以通过部署与多足机器人足部的压力传感器来获取多足与接触面的瞬时压力。

[0067] 步骤S1083，在压力大于预设压力的情况下，通过阻抗控制方法重新确定部件连接节点的角度。

[0068] 具体的，上述部件连接节点可以是机器人的关节，部件连接节点的角度可以是连接构成关节的部件构成的角度，机器人可以根据足端运动轨迹、质心运动轨迹以及部件连接节点的运动轨迹（由每一时刻的部件连接节点的角度构成）对机器人进行行走的控制。

[0069] 可选的，根据本申请上述实施例，在压力大于预设压力的情况下，通过阻抗控制方法重新确定部件连接节点的角度，包括：

- [0070] 步骤S10831, 在压力大于预设压力的情况下, 将压力输入至预设的阻抗模型, 其中, 阻抗模型用于输出位置修正量。
- [0071] 步骤S10833, 根据阻抗模型输出的位置修正量对部件连接节点进行修正, 以重新确定部件连接节点的角度。
- [0072] 在上述步骤中, 通过阻抗控制方法重新确定部件连接节点的角度可以通过在机器人的关节处加入旋转弹簧和旋转阻尼器来实现, 通过旋转弹簧和旋转阻尼器使机器人的关节具有恢复力和阻尼, 例如, 在构成关节的两个部件之间设置阻尼弹簧, 如果机器人的足端与地面的冲击力大于预设压力, 则阻尼弹簧就会偏离目标位置, 则会产生恢复力使之退回, 阻尼弹簧的偏移量越大, 使之恢复的恢复力就越大, 恢复力对两个部件产生了修正量, 从而使得两个部件构成了新的关节角度。例如: 根据足端运动轨迹和质心运动轨迹获得部件连接节点的角度应该为 α_1 , 但在机器人的足端与地面接触时产生的瞬时压力大于预设压力, 因此产生修正量将部件连接的角度调整为 α_2 , 此处对 α_1 和 α_2 之间的大小关系不做限定, α_2 相对于 α_1 能够减小机器人足端对点的冲击力即可。
- [0073] 值得注意的是, 由于上述步骤在机器人的多足与接触面接触的瞬时产生的压力大于预设压力的情况下, 重新计算了部件连接点的角度, 则能够起到减震的作用, 从而能够延长机器人的寿命。
- [0074] 图4是根据本发明实施例的一种控制多足机器人行走的示意图, 结合图4所述的示例, 根据机器人接收的指令确定足端运动轨迹, 并根据足端运动轨迹确定目标ZMP, 同时, 获取机器人的实时ZMP, 将机器人的实时ZMP和目标ZMP以及足端运动轨迹输入至小车-桌子模型, 通过预观测控制方法得到机器人的质心运动轨迹, 在根据机器人的足端运动轨迹和质心运动轨迹通过逆向运动学获得第一关节运动轨迹, 可以直接使用第一关节运动轨迹对机器人进行行走的控制, 但为了起到减震的作用, 还可以使用阻抗控制方法将第一关节角度调整为第二关节角度, 在使用第二关节角度对双足机器人进行行走的控制。
- [0075] 可选的, 根据本申请上述实施例, 在机器人接收到更换步态的指令时, 获取机器人的当前步态与目标步态的衔接步态; 控制机器人执行衔接步态后, 执行目标步态。

[0076] 通常一个指令中包含的任务需要多种步态来完成，此时则需要机器人按照指令更换步态。

[0077] 图5是根据本发明实施例的一种更换步态的示意图，结合图5所示，在一种可选的实施例中，步态1中包含动作单元11、动作单元12.....动作单元1N；步态n中包含动作单元n1、动作单元n2.....动作单元nN；衔接动作中包含：动作单元n1、动作单元n2.....动作单元nN，机器人根据接收到的指令以及当前的运动状态控制机器人在不同的步态中进行切换，例如，机器人在停止的状态下接收到指令为按照步态1行走，则从单元11开始执行步态1，当机器人当前的运动状态为动作单元12时，接收到的指令为切换至步态n，则在衔接动作中查找动作单元12与步态n的衔接动作12n，然后执行步态n中的第一个动作单元n1，从而完成了步态的切换。

[0078]

[0079] 实施例2

[0080] 根据本发明实施例，提供了一种多足机器人的步态控制装置的实施例，图6是根据本发明实施例的多足机器人的步态控制装置的示意图，如图6所示，该装置包括：

[0081] 第一获取模块60，用于将机器人的每个步态划分为具有预设顺序的多个动作单元，并获取机器人的足端运动轨迹和与足端运动轨迹对应的目标零力矩点。

[0082] 具体的，步态可以包括：启动、停止、正常行走、左转、右转、加速、减速等，每个步态都由多个动作单元组成，当机器人接收到执行某一步态的指令时，按照这一步态中预设顺序的动作单元进行动作即可完成该步态。

[0083] 上述足端运行轨迹可以由机器人收到的指令进行确定，进一步地，可以由指令所指示的具体任务确定，例如，指令所指示的任务为拿取桌子上的一个水杯，则足端运动轨迹为机器人所处位置至桌子附近的位置的轨迹。零力矩点为地面对支撑面的反作用力关于该点在水平方向上的分力矩为零，上述目标零力矩点为不同时刻的目标零力矩点，对于机器人执行任务的整个过程中，目标零力矩点也能够构成一定的轨迹。

[0084] 第二获取模块62，用于在机器人以预设步态行走的情况下，根据实时获取到的

机器人的当前零力矩点和目标零力矩点，得到机器人的质心运动轨迹。

[0085] 具体的，机器人是当前零力矩点可以通过部署在机器人足端的传感器获取。

[0086] 第一确定模块64，用于根据足端运动轨迹和质心运动轨迹确定机器人的部件连接节点的轨迹信息。

[0087] 具体的，上述部件的连接节点可以为机器人的关节，关节的轨迹信息中可以包括每一时刻关节的角度。

[0088] 动作模块66，用于控制机器人以预设步态中动作单元的顺序，按照动作单元对应的部件连接节点的轨迹信息运动。

[0089] 此处需要说明的是，上述步态的控制方案是“在线”规划的过程，即在机器人的运行过程中变控制机器人按照预定的步态运行，边对机器人的步态进行规划的过程，与现有技术中预先对机器人的步态进行规划相比，具有如下优势：首先，在规划的过程中实时的以机器人的运动状态作为参数进行规划，因此抗干扰性强；其次，由于将步态划分为多个动作单元，因此具有较强的重复性；最后，无需试错得到稳定步态的规划，提高步态的规划效率。

[0090] 由上可知，本申请上述方案通过第一获取模块将机器人的每个步态划分为具有预设顺序的多个动作单元，并获取所述机器人的足端运动轨迹和对应的目标零力矩点，通过第二获取模块在机器人以预设步态行走的情况下，根据实时获取到的机器人的当前零力矩点和目标零力矩点，得到机器人的质心运动轨迹；通过第一确定模块根据足端运动轨迹和质心运动轨迹确定机器人的部件连接节点的轨迹信息；通过动作模块控制机器人以预设步态中动作单元的顺序，按照动作单元对应的部件连接节点的轨迹信息动作。上述方案通过将步态划分为动作单元，当机器人执行步态中的动作单元时，再根据动作单元中的信息（足端运动轨迹和目标零力矩点）和机器人的动作信息（当前零力矩点）确定机器人的其他部件的连接节点运动轨迹，从而控制机器人执行预定的步态，解决了现有技术中，双足机器人的运行规划采用离线设计，导致抗干扰性差的问题，实现了实时规划机器人步态的技术效果。

[0091] 可选的，根据本申请上述实施例，第一获取模块包括：

[0092] 第一获取子模块，用于获取机器人的足端运动轨迹。

- [0093] 确定子模块，用于根据预设判断依据和机器人的足端运动轨迹确定目标零力矩点，其中，预设的判断依据用于确定机器人的零力矩点处于机器人的多足组成的支撑面中，支撑面由足端运动轨迹端确定。
- [0094] 可选的，根据本申请上述实施例，第一获取子模块包括：
- [0095] 第一获取单元，用于获取触发机器人运动的指令。
- [0096] 第一确定单元，用于根据指令中的任务确定机器人的足端运动轨迹。
- [0097] 可选的，根据本申请上述实施例，确定子模块包括：
- [0098] 第二确定单元，用于根据足端运动轨迹确定机器人的多足组成的支撑面。
- [0099] 第三确定单元，用于使用预设的判断依据确定机器人的零力矩点处于机器人的多足组成的支撑面中。
- [0100] 第四确定单元，用于确定支撑面中心为目标零力矩点。
- [0101] 可选的，根据本申请上述实施例，第二获取模块包括：
- [0102] 第二获取单元，用于实时获取机器人的当前目标零力矩点。
- [0103] 第三获取单元，用于将当前零力矩点和目标零力矩点的误差输入到预观测控制模型，得到机器人的质心运动轨迹。
- [0104] 可选的，根据本申请上述实施例，第三获取单元包括：
- [0105] 第一获取子单元，用于根据每个时刻当前零力矩点和目标零力矩点的误差得到起始时刻至当前时刻的目标零力矩点的累积误差，并获取当前质心位置以及未来预设时间内的目标零力矩点。
- [0106] 第二获取子单元，用于通过预观测模型获取目标零力矩点的累积误差、当前质心位置和未来预设时间内的目标零力矩点对应的增益矩阵。
- [0107] 计算子单元，用于将目标零力矩点的累积误差、当前质心位置和未来预设时间内的目标零力矩点分别与对应的增益矩阵相乘得到的数值累加，得到当前时刻质心的加加速度。
- [0108] 确定子单元，用于根据每个时刻质心的加加速度确定机器人的质心运动轨迹。
- [0109] 可选的，根据本申请上述实施例，第一确定模块包括：第二获取子模块，用于根据所述足端运动轨迹和所述质心运动轨迹通过逆向运动学方法获取机器人的部件连接节点的轨迹信息，其中，第二获取子模块包括：

- [0110] 第五确定单元，用于根据所述足端运动轨迹和所述质心运动轨迹通过足端运动轨迹和质心运动轨迹确定当前末端部件连接节点的位置，其中，末端部件连接节点用于表示执行动作中最后一个动作的部件连接节点。
- [0111] 第三获取单元，用于根据当前末端部件连接节点的位置逆向得到节点链上其他部件连接节点的位置，其中，节点链用于表示在动作中具有连接关系的部件连接节点构成的链状关系。
- [0112] 第六确定单元，用于根据部件连接节点的位置确定机器人的部件连接节点的轨迹信息。
- [0113] 可选的，根据本申请上述实施例，装置还包括：
- [0114] 检测模块，用于在根据机器人的部件连接节点的轨迹信息控制机器人运动之前，实时检测机器人的多足在与接触面接触的瞬时产生的压力。
- [0115] 第二确定模块，用于在压力大于预设压力的情况下，通过阻抗控制方法重新确定部件连接节点的角度。
- [0116] 可选的，根据本申请上述实施例，所述第二确定模块包括：
- [0117] 输入单元，用于在所述压力大于预设压力的情况下，将所述压力输入至预设的阻抗模型，其中，所述阻抗模型用于输出位置修正量。
- [0118] 修正单元，用于根据所述阻抗模型输出的位置修正量对所述部件连接节点进行修正，以重新确定所述部件连接节点的角度。
- [0119] 可选的，根据本申请上述实施例，机器人的步态控制装置还包括：
- [0120] 第三获取模块，用于在机器人接收到更换步态的指令时，获取机器人的当前步态与目标步态的衔接步态。
- [0121] 控制模块，用于控制机器人执行衔接步态后，执行目标步态。
- [0122] 实施例3
- [0123] 根据本发明实施例，提供了一种机器人，包括实施例2中的任意一种多足机器人的步态控制装置。
- [0124] 本申请上述机器人中包括的多组机器人的步态控制装置通过第一获取模块将机器人的每个步态划分为具有预设顺序的多个动作单元，并获取所述机器人的足端运动轨迹和对应的目标零力矩点，通过第二获取模块在机器人以预设步态行

走的情况下，根据实时获取到的机器人的当前零力矩点和目标零力矩点，得到机器人的质心运动轨迹；通过第一确定模块根据足端运动轨迹和质心运动轨迹确定机器人的部件连接节点的轨迹信息；通过动作模块控制机器人以预设步态中动作单元的顺序，按照动作单元对应的部件连接节点的轨迹信息动作。上述方案通过将步态划分为动作单元，当机器人执行步态中的动作单元时，再根据动作单元中的信息（足端运动轨迹和目标零力矩点）和机器人的动作信息（当前零力矩点）确定机器人的其他部件的连接节点运动轨迹，从而控制机器人执行预定的步态，解决了现有技术中，双足机器人的运行规划采用离线设计，导致抗干扰性差的问题，实现了实时规划机器人步态的技术效果。

[0125] 上述本发明实施例序号仅仅为了描述，不代表实施例的优劣。

[0126] 在本发明的上述实施例中，对各个实施例的描述都各有侧重，某个实施例中沒有详述的部分，可以参见其他实施例的相关描述。

[0127] 在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的技术内容，可通过其它的方式实现。其中，以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，例如所述单元的划分，可以为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略，或不执行。另一点，所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口，单元或模块的间接耦合或通信连接，可以是电性或其它的形式。

[0128] 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

[0129] 另外，在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能单元的形式实现。

[0130] 所述集成的单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用

时，可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可为个人计算机、服务器或者网络设备）执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U盘、只读存储器（ROM，Read-Only Memory）、随机存取存储器（RAM，Random Access Memory）、移动硬盘、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0131] 以上所述仅是本发明的优选实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种多足机器人的步态控制方法，其特征在于，包括：
将机器人的每个步态划分为具有预设顺序的多个动作单元，并获取所述机器人的足端运动轨迹和与所述足端运动轨迹对应的目标零力矩点；
；
在所述机器人以预设步态行走的情况下，根据实时获取到的所述机器人的当前零力矩点和所述目标零力矩点，得到所述机器人的质心运动轨迹；
根据所述足端运动轨迹和所述质心运动轨迹确定所述机器人的部件连接节点的轨迹信息；
控制所述机器人以所述预设步态中动作单元的顺序，按照所述动作单元对应的部件连接节点的轨迹信息运动。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，获取所述机器人的足端运动轨迹和与所述足端运动轨迹对应的目标零力矩点，包括：
获取所述机器人的足端运动轨迹；
根据预设的判断依据和所述机器人的足端运动轨迹确定目标零力矩点，其中，所述预设的判断依据用于确定所述机器人的零力矩点处于所述机器人的多足组成的支撑面中，所述支撑面由所述足端运动轨迹确定。
- [权利要求 3] 根据权利要求2所述的方法，其特征在于，获取所述机器人的足端运动轨迹，包括：
获取触发所述机器人运动的指令；
根据所述指令中的任务确定所述机器人的足端运动轨迹。
- [权利要求 4] 根据权利要求2所述的方法，其特征在于，根据预设的判断依据和所述机器人的足端运动轨迹确定目标零力矩点，包括：
根据所述足端运动轨迹确定所述机器人的多足组成的支撑面；
使用预设的判断依据确定所述机器人的零力矩点处于所述机器人的多足组成的支撑面中；

确定所述支撑面中心为所述目标零力矩点。

[权利要求 5] 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，根据实时获取到的所述机器人的当前零力矩点和所述目标零力矩点，得到所述机器人的质心运动轨迹，包括：

实时获取所述机器人的当前目标零力矩点；

将所述当前零力矩点和所述目标零力矩点的误差输入到预观测控制模型，得到所述机器人的质心运动轨迹。

[权利要求 6] 根据权利要求5所述的方法，其特征在于，将所述当前零力矩点和所述目标零力矩点的误差输入到所述预观测控制模型，得到所述机器人的质心运动轨迹，包括：

根据每个时刻所述当前零力矩点和所述目标零力矩点的误差得到起始时刻至当前时刻的目标零力矩点的累积误差，并获取当前质心位置以及未来预设时间内的目标零力矩点；

通过预观测模型获取所述目标零力矩点的累积误差、所述当前质心位置和所述未来预设时间内的目标零力矩点对应的增益矩阵；

将所述目标零力矩点的累积误差、所述当前质心位置和所述未来预设时间内的目标零力矩点分别与对应的增益矩阵相乘得到的数值累加，得到当前时刻质心的加加速度；

根据每个时刻质心的加加速度确定所述机器人的质心运动轨迹。

[权利要求 7] 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，根据所述足端运动轨迹和所述质心运动轨迹确定所述机器人的部件连接节点的轨迹信息，包括：根据所述足端运动轨迹和所述质心运动轨迹通过逆向运动学方法获取所述机器人的部件连接节点的轨迹信息。

[权利要求 8] 根据权利要求7所述的方法，其特征在于，其中，根据所述足端运动轨迹和所述质心运动轨迹通过逆向运动学方法获取所述机器人的部件连接节点的轨迹信息，包括：

通过所述足端运动轨迹和所述质心运动轨迹确定当前末端部件连接节点的位置，其中，所述末端部件连接节点用于表示执行动作中最后一

个动作的部件连接节点；

根据所述当前末端部件连接节点的位置逆向得到节点链上其他部件连接节点的位置，其中，所述节点链用于表示在动作中具有连接关系的部件连接节点构成的链状关系；

根据部件连接节点的位置确定所述机器人的部件连接节点的轨迹信息。

[权利要求 9] 根据权利要求1至8中任意一项所述的方法，其特征在于，在控制所述机器人以所述预设步态中动作单元的顺序，按照所述动作单元对应的部件连接节点的轨迹信息运动之前，所述方法还包括：
实时检测所述机器人的多足在与接触面接触的瞬时产生的压力；
在所述压力大于预设压力的情况下，通过阻抗控制方法重新确定所述部件连接节点的角度。

[权利要求 10] 根据权利要求9所述的方法，其特征在于，在所述压力大于预设压力的情况下，通过阻抗控制方法重新确定所述部件连接节点的角度，包括：
在所述压力大于预设压力的情况下，将所述压力输入至预设的阻抗模型，其中，所述阻抗模型用于输出位置修正量；
根据所述阻抗模型输出的位置修正量对所述部件连接节点进行修正，以重新确定所述部件连接节点的角度。

[权利要求 11] 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，在所述机器人接收到更换步态的指令时，获取所述机器人的当前步态与目标步态的衔接步态；
控制所述机器人执行所述衔接步态后，执行所述目标步态。

[权利要求 12] 一种多足机器人的步态控制装置，其特征在于，包括：
第一获取模块，用于将机器人的每个步态划分为具有预设顺序的多个动作单元，并获取所述机器人的足端运动轨迹和与所述足端运动轨迹对应的目标零力矩点；
第二获取模块，用于在所述机器人以预设步态行走的情况下，根据实时获取到的所述机器人的当前零力矩点和所述目标零力矩点，得到所

述机器人的质心运动轨迹；

第一确定模块，用于根据所述足端运动轨迹和所述质心运动轨迹确定所述机器人的部件连接节点的轨迹信息；

动作模块，用于控制所述机器人以所述预设步态中动作单元的顺序，按照所述动作单元对应的部件连接节点的轨迹信息运动。

[权利要求 13] 根据权利要求12所述的装置，其特征在于，所述第一获取模块包括：

第一获取子模块，用于获取所述机器人的足端运动轨迹；

确定子模块，用于根据预设判断依据和所述机器人的足端运动轨迹确定目标零力矩点，其中，所述预设的判断依据用于确定所述机器人的零力矩点处于所述机器人的多足组成的支撑面中，所述支撑面由所述足端运动轨迹确定。

[权利要求 14] 根据权利要求13所述的装置，其特征在于，所述第一获取子模块包括：

：

第一获取单元，用于获取触发所述机器人运动的指令；

第一确定单元，用于根据所述指令中的任务确定所述机器人的足端运动轨迹。

[权利要求 15] 根据权利要求13所述的装置，其特征在于，所述确定子模块包括：

第二确定单元，用于根据所述足端运动轨迹确定所述机器人的多足组成的支撑面；

第三确定单元，用于使用预设的判断依据确定所述机器人的零力矩点处于所述机器人的多足组成的支撑面中；

第四确定单元，用于确定所述支撑面中心为所述目标零力矩点。

[权利要求 16] 根据权利要求12所述的装置，其特征在于，所述第二获取模块包括：

第二获取单元，用于实时获取所述机器人的当前目标零力矩点；

第三获取单元，用于将所述当前零力矩点和所述目标零力矩点的误差输入到预观测控制模型，得到所述机器人的质心运动轨迹。

[权利要求 17] 根据权利要求16所述的装置，其特征在于，所述第三获取单元包括：

第一获取子单元，用于根据每个时刻所述当前零力矩点和所述目标零

力矩点的误差得到起始时刻至当前时刻的目标零力矩点的累积误差，并获取当前质心位置以及未来预设时间内的目标零力矩点；

第二获取子单元，用于通过预观测模型获取所述目标零力矩点的累积误差、所述当前质心位置和所述未来预设时间内的目标零力矩点对应的增益矩阵；

计算子单元，用于将所述目标零力矩点的累积误差、所述当前质心位置和所述未来预设时间内的目标零力矩点分别与对应的增益矩阵相乘得到的数值累加，得到当前时刻质心的加加速度；

确定子单元，用于根据每个时刻质心的加加速度确定所述机器人的质心运动轨迹。

[权利要求 18] 根据权利要求12所述的装置，其特征在于，所述第一确定模块包括：第二获取子模块，用于根据所述足端运动轨迹和所述质心运动轨迹通过逆向运动学方法获取所述机器人的部件连接节点的轨迹信息。

[权利要求 19] 根据权利要求18所述的装置，其特征在于，所述第二获取子模块包括：

第五确定单元，用于通过所述足端运动轨迹和所述质心运动轨迹确定当前末端部件连接节点的位置，其中，所述末端部件连接节点用于表示执行动作中最后一个动作的部件连接节点；

第三获取单元，用于根据所述当前末端部件连接节点的位置逆向得到节点链上其他部件连接节点的位置，其中，所述节点链用于表示在动作中具有连接关系的部件连接节点构成的链状关系；

第六确定单元，用于根据部件连接节点的位置确定所述机器人的部件连接节点的轨迹信息。

[权利要求 20] 根据权利要求12至19中任意一项所述的装置，其特征在于，所述装置还包括：

检测模块，用于在根据所述机器人的部件连接节点的轨迹信息控制所述机器人运动之前，实时检测所述机器人的多足在与接触面接触的瞬时产生的压力；

第二确定模块，用于在所述压力大于预设压力的情况下，通过阻抗控制方法重新确定所述部件连接节点的角度。

[权利要求 21] 根据权利要求20所述的装置，其特征在于，所述第二确定模块包括：输入单元，用于在所述压力大于预设压力的情况下，将所述压力输入至预设的阻抗模型，其中，所述阻抗模型用于输出位置修正量；修正单元，用于根据所述阻抗模型输出的位置修正量对所述部件连接节点进行修正，以重新确定所述部件连接节点的角度。

[权利要求 22] 根据权利要求12所述的装置，其特征在于，所述装置还包括：第三获取模块，用于在所述机器人接收到更换步态的指令时，获取所述机器人的当前步态与目标步态的衔接步态；控制模块，用于控制所述机器人执行所述衔接步态后，执行所述目标步态。

[权利要求 23] 一种机器人，其特征在于，包括权利要求12至22中任意一项所述的多足机器人的步态控制装置。

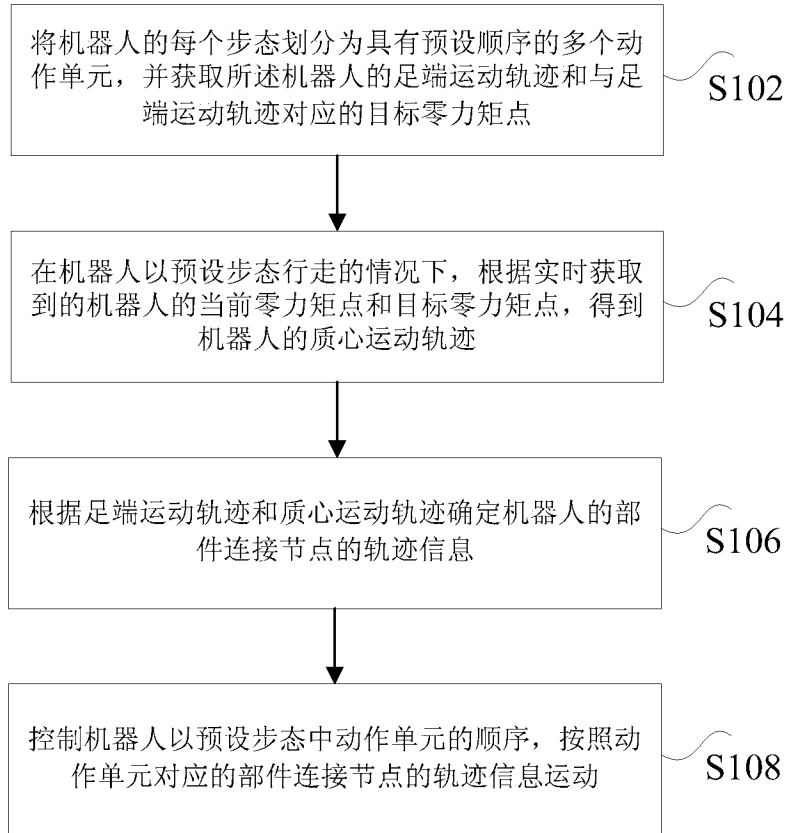


图 1

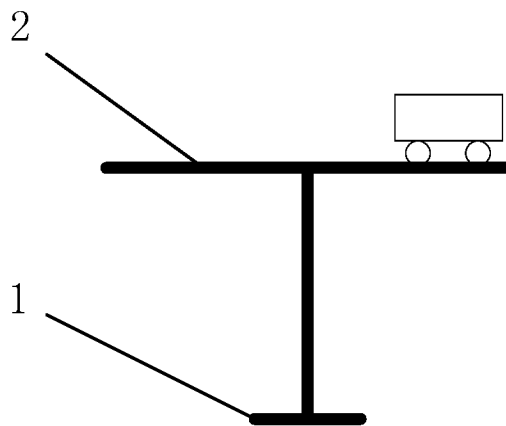


图 2

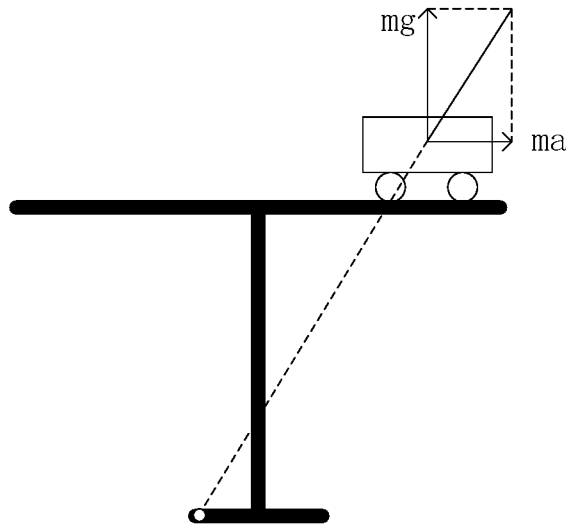


图 3

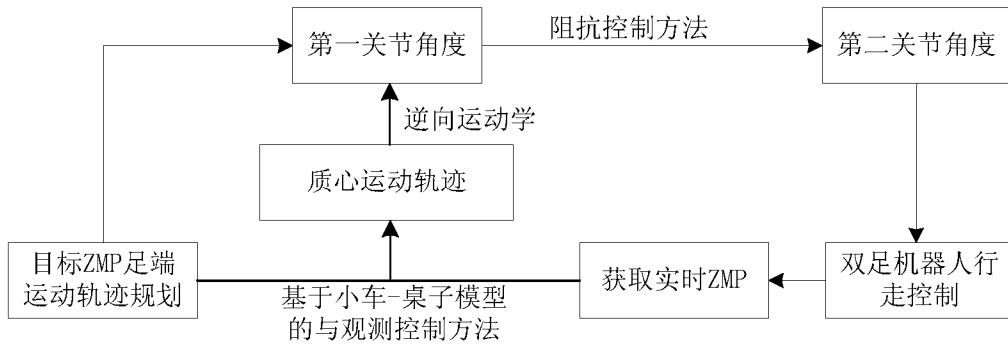


图 4

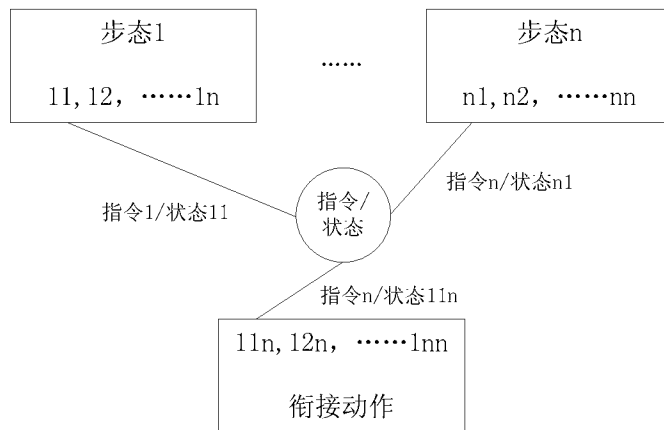


图 5

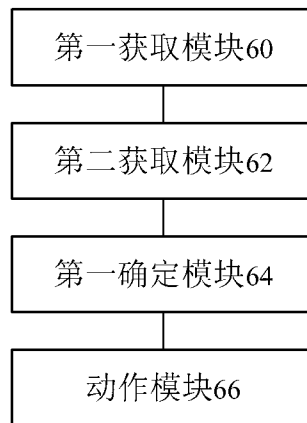


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/092046

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B25J 9/16 (2006.01) i; B25J 13/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B25J; G06F; G05D; B62D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNKI, VEN: 机器人, 足, 腿, 步态, 运动, 平稳, 稳定性, 规划, 控制, 行走, 在线, 实时, 闭环, 零力矩点, 足端, 末端, 路径, 轨迹, 质心, 重心, 关节, robot, gait, walk+, movement, motion, planning, product+, calculat+, stabl+, ZMP, zero moment point, trajectory, pathway, real time, COM, center of mass, COG, center of gravity, joint

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 5392125 B2 (TOYOTA MOTOR CORP.), 22 January 2014 (22.01.2014), description, paragraphs [0023]-[0066], and figures 1-5	1-4, 11-15, 22-23
A	US 2008281469 A1 (KOREA INST SCI & TECH), 13 November 2008 (13.11.2008), entire document	1-23
A	US 2009069940 A1 (TOYOTA MOTOR CO., LTD.), 12 March 2009 (12.03.2009), entire document	1-23
A	JP 2015145049 A (HONDA MOTOR CO., LTD.), 13 August 2015 (13.08.2015), entire document	1-23
A	JP 2008142861 A (TOYOTA MOTOR CORP.), 26 June 2008 (26.06.2008), entire document	1-23
A	CN 103770111 A (THE SECOND ARTILLERY FORCE ENGINEERING UNIVERSITY OF THE PLA), 07 May 2014 (07.05.2014), entire document	1-23
A	CN 1590039 A (SONY CORPORATION et al.), 09 March 2005 (09.03.2005), entire document	1-23

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>
---	---

<p>Date of the actual completion of the international search</p> <p style="text-align: center;">21 September 2017</p>	<p>Date of mailing of the international search report</p> <p style="text-align: center;">17 October 2017</p>
<p>Name and mailing address of the ISA</p> <p>State Intellectual Property Office of the P. R. China</p> <p>No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao</p> <p>Haidian District, Beijing 100088, China</p> <p>Facsimile No. (86-10) 62019451</p>	<p>Authorized officer</p> <p style="text-align: center;">HE, Han</p> <p>Telephone No. (86-10) 01062085224</p>

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/092046

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 5392125 B2	22 January 2014	JP 2011161524 A	25 August 2011
US 2008281469 A1	13 November 2008	JP 4994385 B2	08 August 2012
		KR 100709556 B1	13 April 2007
		US 8738178 B2	27 May 2014
		WO 2007046568 A1	26 April 2007
		JP 2009512563 A	26 March 2009
US 2009069940 A1	12 March 2009	JP 2009066697 A	02 April 2009
		JP 4392037 B2	24 December 2009
		US 8340817 B2	25 December 2012
JP 2015145049 A	13 August 2015	DE 102015201832 B4	02 February 2017
		US 2015217447 A1	06 August 2015
		JP 5859036 B2	10 February 2016
		US 9415506 B2	16 August 2016
		DE 102015201832 A1	06 August 2015
JP 2008142861 A	26 June 2008	None	
CN 103770111 A	07 May 2014	None	
CN 1590039 A	09 March 2005	EP 1510446 B1	20 April 2011
		CN 100346941 C	07 November 2007
		JP 2005096068 A	14 April 2005
		KR 101100657 B1	03 January 2012
		EP 1510446 A3	28 October 2009
		JP 4587738 B2	24 November 2010
		EP 1510446 A2	02 March 2005
		US 7657345 B2	02 February 2010
		KR 20050021288 A	07 March 2005
		US 2005113973 A1	26 May 2005
		DE 602004032295 D1	01 June 2011

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/092046

<p>A. 主题的分类 B25J 9/16(2006.01) i; B25J 13/00(2006.01) i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																										
<p>B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) B25J; G06F; G05D; B62D 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p>																										
<p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNABS, CNKI, VEN; 机器人, 足, 腿, 步态, 运动, 平稳, 稳定性, 规划, 控制, 行走, 在线, 实时, 闭环, 零力矩点, 足端, 末端, 路径, 轨迹, 质心, 重心, 关节, robot, gait, walk+, movement, motion, planning, product+, calculat+, stabl+, ZMP, zero moment point, trajectory, pathway, real time, COM, center of mass, COG, center of gravity, joint</p>																										
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>JP 5392125 B2 (TOYOTA MOTOR CORP) 2014年 1月 22日 (2014 - 01 - 22) 说明书第[0023]-[0066]段, 附图1-5</td> <td>1-4、11-15、22-23</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2008281469 A1 (KOREA INST SCI & TECH) 2008年 11月 13日 (2008 - 11 - 13) 全文</td> <td>1-23</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2009069940 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD) 2009年 3月 12日 (2009 - 03 - 12) 全文</td> <td>1-23</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2015145049 A (HONDA MOTOR CO LTD) 2015年 8月 13日 (2015 - 08 - 13) 全文</td> <td>1-23</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2008142861 A (TOYOTA MOTOR CORP) 2008年 6月 26日 (2008 - 06 - 26) 全文</td> <td>1-23</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103770111 A (中国人民解放军第二炮兵工程大学) 2014年 5月 7日 (2014 - 05 - 07) 全文</td> <td>1-23</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 1590039 A (索尼株式会社 等) 2005年 3月 9日 (2005 - 03 - 09) 全文</td> <td>1-23</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	JP 5392125 B2 (TOYOTA MOTOR CORP) 2014年 1月 22日 (2014 - 01 - 22) 说明书第[0023]-[0066]段, 附图1-5	1-4、11-15、22-23	A	US 2008281469 A1 (KOREA INST SCI & TECH) 2008年 11月 13日 (2008 - 11 - 13) 全文	1-23	A	US 2009069940 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD) 2009年 3月 12日 (2009 - 03 - 12) 全文	1-23	A	JP 2015145049 A (HONDA MOTOR CO LTD) 2015年 8月 13日 (2015 - 08 - 13) 全文	1-23	A	JP 2008142861 A (TOYOTA MOTOR CORP) 2008年 6月 26日 (2008 - 06 - 26) 全文	1-23	A	CN 103770111 A (中国人民解放军第二炮兵工程大学) 2014年 5月 7日 (2014 - 05 - 07) 全文	1-23	A	CN 1590039 A (索尼株式会社 等) 2005年 3月 9日 (2005 - 03 - 09) 全文	1-23
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
X	JP 5392125 B2 (TOYOTA MOTOR CORP) 2014年 1月 22日 (2014 - 01 - 22) 说明书第[0023]-[0066]段, 附图1-5	1-4、11-15、22-23																								
A	US 2008281469 A1 (KOREA INST SCI & TECH) 2008年 11月 13日 (2008 - 11 - 13) 全文	1-23																								
A	US 2009069940 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD) 2009年 3月 12日 (2009 - 03 - 12) 全文	1-23																								
A	JP 2015145049 A (HONDA MOTOR CO LTD) 2015年 8月 13日 (2015 - 08 - 13) 全文	1-23																								
A	JP 2008142861 A (TOYOTA MOTOR CORP) 2008年 6月 26日 (2008 - 06 - 26) 全文	1-23																								
A	CN 103770111 A (中国人民解放军第二炮兵工程大学) 2014年 5月 7日 (2014 - 05 - 07) 全文	1-23																								
A	CN 1590039 A (索尼株式会社 等) 2005年 3月 9日 (2005 - 03 - 09) 全文	1-23																								
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																										
<p>* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件</p>																										
国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期																									
2017年 9月 21日	2017年 10月 17日																									
ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员																									
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	何菡																									
传真号 (86-10)62019451	电话号码 (86-10)01062085224																									

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/092046

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
JP	5392125	B2	2014年 1月 22日	JP	2011161524	A	2011年 8月 25日
US	2008281469	A1	2008年 11月 13日	JP	4994385	B2	2012年 8月 8日
				KR	100709556	B1	2007年 4月 13日
				US	8738178	B2	2014年 5月 27日
				WO	2007046568	A1	2007年 4月 26日
				JP	2009512563	A	2009年 3月 26日
US	2009069940	A1	2009年 3月 12日	JP	2009066697	A	2009年 4月 2日
				JP	4392037	B2	2009年 12月 24日
				US	8340817	B2	2012年 12月 25日
JP	2015145049	A	2015年 8月 13日	DE	102015201832	B4	2017年 2月 2日
				US	2015217447	A1	2015年 8月 6日
				JP	5859036	B2	2016年 2月 10日
				US	9415506	B2	2016年 8月 16日
				DE	102015201832	A1	2015年 8月 6日
JP	2008142861	A	2008年 6月 26日	无			
CN	103770111	A	2014年 5月 7日	无			
CN	1590039	A	2005年 3月 9日	EP	1510446	B1	2011年 4月 20日
				CN	100346941	C	2007年 11月 7日
				JP	2005096068	A	2005年 4月 14日
				KR	101100657	B1	2012年 1月 3日
				EP	1510446	A3	2009年 10月 28日
				JP	4587738	B2	2010年 11月 24日
				EP	1510446	A2	2005年 3月 2日
				US	7657345	B2	2010年 2月 2日
				KR	20050021288	A	2005年 3月 7日
				US	2005113973	A1	2005年 5月 26日
				DE	602004032295	D1	2011年 6月 1日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)