



(21) 申请号 202111526061.8

(22) 申请日 2021.12.14

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 114161421 A

(43) 申请公布日 2022.03.11

(73) 专利权人 深圳市优必选科技股份有限公司

地址 518000 广东省深圳市南山区学苑大

道1001号南山智园C1栋16、22楼

(72) 发明人 任晓雨 黄荔群 谭欢 熊友军

(74) 专利代理机构 北京超凡宏宇知识产权代理

有限公司 11463

专利代理师 王新哲

(51) Int. Cl.

B25J 9/16 (2006.01)

B25J 17/02 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 107305376 A, 2017.10.31

JP H03184788 A, 1991.08.12

CN 104224411 A, 2014.12.24

CN 104268862 A, 2015.01.07

CN 106292337 A, 2017.01.04

CN 108153305 A, 2018.06.12

CN 111085998 A, 2020.05.01

KR 20100031992 A, 2010.03.25

KR 20170008486 A, 2017.01.24

审查员 杨锰

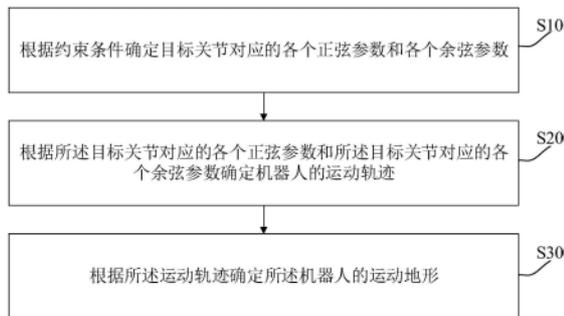
权利要求书3页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

运动地形确定方法、装置、机器人和可读存储介质

(57) 摘要

本申请公开了一种运动地形确定方法、装置、机器人和可读存储介质,该方法包括:根据约束条件确定目标关节对应的各个正弦参数和各个余弦参数;根据所述目标关节对应的各个正弦参数和所述目标关节对应的各个余弦参数确定机器人的运动轨迹;根据所述运动轨迹确定所述机器人的运动地形。本申请可以获得最佳的运动地形,在确定机器人的动力学参数时,控制机器人在本实施例确定的运动地形上运动,获取的动力学参数更为准确,可以有效提高动力学参数辨识的效率。



1. 一种运动地形确定方法,其特征在于,所述方法包括:
根据约束条件确定目标关节对应的各个正弦参数和各个余弦参数;
根据所述目标关节对应的各个正弦参数和各个余弦参数确定机器人的运动轨迹;
根据所述运动轨迹确定所述机器人的运动地形;其中,所述根据所述运动轨迹确定所述机器人的运动地形,包括:
在所述运动轨迹上选择多个位置点,其中,每两个相邻的位置点之间的距离在预设的距离范围内;
在第k个位置点与第k+1个位置点之间选择第k个中间点,其中,所述第k个中间点位于所述运动轨迹上,在所述运动轨迹首尾不相连时, $1 \leq k \leq K-1$,在所述运动轨迹首尾相连时, $1 \leq k \leq K$,K为所述位置点的总数,若 $k=K$ 时,所述第k+1个位置点为第一个位置点;
根据所述第k个位置点、所述第k+1个位置点和所述第k个中间点所组成的三角形确定第k个平面;
根据K个平面或者K-1个平面确定所述运动地形。
2. 根据权利要求1所述的运动地形确定方法,其特征在于,所述根据所述目标关节对应的各个正弦参数和各个余弦参数确定机器人的运动轨迹,包括:
根据所述目标关节的初始位姿、所述目标关节对应的各个正弦参数和各个余弦参数计算所述目标关节在各个时刻的目标关节位姿;
根据变换矩阵和所述各个时刻的目标关节位姿确定所述机器人的基坐标系在预设的固定坐标系下的各个时刻的基础位姿;
根据所述各个时刻的基础位姿确定所述运动轨迹。
3. 根据权利要求2所述的运动地形确定方法,其特征在于,所述根据所述目标关节的初始位姿、所述目标关节对应的各个正弦参数和各个余弦参数计算所述目标关节在各个时刻的目标关节位姿,包括:
根据傅里叶基频、傅里叶总级数、所述目标关节对应的各个正弦参数和各个余弦参数计算所述目标关节对应的第t时刻的傅里叶变换向量, $1 \leq t \leq T$,T为总时刻数;
根据所述第t时刻的傅里叶变换向量和所述目标关节的初始位姿计算所述目标关节在所述第t时刻的目标关节位姿。
4. 根据权利要求1所述的运动地形确定方法,其特征在于,所述约束条件包括:地形约束、移动平台的移动速度约束、所述机器人的质心位置约束和傅里叶相关约束中的至少一种,所述移动平台用于移动所述机器人。
5. 根据权利要求4所述的运动地形确定方法,其特征在于,所述地形约束包括:所述机器人的基坐标系的目标位置坐标在预设的标定范围内、所述目标位置坐标的变化率在预设的位置变化率范围内、所述机器人的基坐标系的目标姿态角坐标在预设的角度范围内、所述目标姿态角坐标的变化率在预设的角变化率范围内中的至少一种。
6. 根据权利要求4所述的运动地形确定方法,其特征在于,所述移动速度约束包括:
根据所述机器人的基坐标系与移动平台坐标系之间的映射函数将所述基坐标系映射至所述移动平台坐标系;
将所述移动平台坐标系的移动速度约束在预设的速度范围内。
7. 根据权利要求4所述的运动地形确定方法,其特征在于,所述质心位置约束包括:将

所述质心位置约束在预设的位置范围内。

8. 根据权利要求4所述的运动地形确定方法,其特征在于,所述目标关节为所述机器人的任一个关节,若所述目标关节为第*i*个关节,所述傅里叶相关约束包括以下公式:

$$\sum_{l=1}^L \frac{b_{i,l}}{l} = q_{0,i}$$

$$\sum_{l=1}^L l * b_{i,l} = 0$$

$$\sum_{l=1}^L a_{i,l} = 0$$

$$-q_{i,\min} + q_{0,i} \leq \sum_{l=1}^L \sqrt{a_{i,l}^2 + b_{i,l}^2} \leq q_{i,\max} - q_{0,i}$$

$$\sum_{l=1}^L w_f * l * \sqrt{a_{i,l}^2 + b_{i,l}^2} \leq q_{i,\max}$$

其中, $b_{i,1}$ 为第*i*个关节对应的第1个余弦参数, $a_{i,1}$ 为第*i*个关节对应的第1个正弦参数, L 为傅里叶总级数, $q_{0,i}$ 为第*i*个关节的初始位姿, w_f 为傅里叶基频, $q_{i,\min}$ 为第*i*个关节对应的最小角度, $q_{i,\max}$ 为第*i*个关节对应的最大角度。

9. 根据权利要求1至8任一项所述的运动地形确定方法,其特征在于,还包括:

根据约束条件确定其余各个关节对应的各个正弦参数和各个余弦参数;

根据所述其余各个关节的初始位姿、所述其余各个关节对应的各个正弦参数和各个余弦参数计算所述其余各个关节在各个时刻的关节位姿。

10. 一种运动地形确定装置,其特征在于,所述装置包括:

参数确定模块,用于根据约束条件确定目标关节对应的各个正弦参数和各个余弦参数;

轨迹确定模块,用于根据所述目标关节对应的各个正弦参数和各个余弦参数确定机器人的运动轨迹;

地形确定模块,用于根据所述运动轨迹确定所述机器人的运动地形;其中,所述根据所述运动轨迹确定所述机器人的运动地形,包括:

在所述运动轨迹上选择多个位置点,其中,每两个相邻的位置点之间的距离在预设的距离范围内;

在第*k*个位置点与第*k+1*个位置点之间选择第*k*个中间点,其中,所述第*k*个中间点位于所述运动轨迹上,在所述运动轨迹首尾不相连时, $1 \leq k \leq K-1$,在所述运动轨迹首尾相连时, $1 \leq k \leq K$, K 为所述位置点的总数,若*k*= K 时,所述第*k+1*个位置点为第一个位置点;

根据所述第*k*个位置点、所述第*k+1*个位置点和所述第*k*个中间点所组成的三角形确定第*k*个平面;

根据*K*个平面或者*K-1*个平面确定所述运动地形。

11. 一种机器人,其特征在于,包括存储器和处理器,所述存储器存储有计算机程序,所述计算机程序在所述处理器上运行时执行权利要求1至9任一项所述的运动地形确定方法。

12. 一种可读存储介质,其特征在于,其存储有计算机程序,所述计算机程序在处理器上运行时执行权利要求1至9任一项所述的运动地形确定方法。

运动地形确定方法、装置、机器人和可读存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及移动机器人的动力学参数自动辨识领域,尤其涉及一种运动地形确定方法、装置、机器人和可读存储介质。

背景技术

[0002] 随着多自由度的可移动机器人(例如,可自由活动的人型机器人、机器狗等)技术的快速发展,可移动机器人被广泛应用于医疗、教育、工业等各个领域。在对可移动机器人的外力估计及运动控制中,获得可移动机器人的准确的动力学参数是十分重要的。而动力学参数辨识的准确性和快速性不仅和选用的参数辨识模型以及估计方法有关,也与参数辨识的运动地形有很大关系。

[0003] 现有的动力学参数辨识方法一般将现有环境地形作为可移动机器人的运动地形,忽略了运动地形对动力学参数辨识准确性的影响,导致动力学参数辨识的准确性差,效率低。

发明内容

[0004] 鉴于上述问题,本申请提出一种运动地形确定方法、装置、机器人和可读存储介质,以获得最佳的运动地形,提高动力学参数辨识的准确性。

[0005] 第一方面,本申请实施例提出一种运动地形确定方法,所述方法包括:

[0006] 根据约束条件确定目标关节对应的各个正弦参数和各个余弦参数;

[0007] 根据所述目标关节对应的各个正弦参数和各个余弦参数确定机器人的运动轨迹;

[0008] 根据所述运动轨迹确定所述机器人的运动地形。

[0009] 本申请实施例所述的运动地形确定方法,所述根据所述目标关节对应的各个正弦参数和各个余弦参数确定机器人的运动轨迹,包括:

[0010] 根据所述目标关节的初始位姿、所述目标关节对应的各个正弦参数和各个余弦参数计算所述目标关节在各个时刻的目标关节位姿;

[0011] 根据变换矩阵和所述各个时刻的目标关节位姿确定所述机器人的基坐标系在固定坐标系下的各个时刻的基础位姿;

[0012] 根据所述各个时刻的基础位姿确定所述运动轨迹。

[0013] 本申请实施例所述的运动地形确定方法,所述根据所述目标关节的初始位姿、所述目标关节对应的各个正弦参数和各个余弦参数计算所述目标关节在各个时刻的目标关节位姿,包括:

[0014] 根据傅里叶基频、傅里叶总级数、所述目标关节对应的各个正弦参数和各个余弦参数计算所述目标关节对应的第 t 时刻的傅里叶变换向量, $1 \leq t \leq T$, T 为总时刻数;

[0015] 根据所述第 t 时刻的傅里叶变换向量和所述目标关节的初始位姿计算所述目标关节在所述第 t 时刻的目标关节位姿。

[0016] 本申请实施例所述的运动地形确定方法,所述根据所述运动轨迹确定所述机器人

的运动地形,包括:

[0017] 在所述运动轨迹上选择多个位置点,其中,每两个相邻的位置点之间的距离在预设的距离范围内;

[0018] 在第k个位置点与第k+1个位置点之间选择第k个中间点,其中,所述第k个中间点位于所述运动轨迹上,在所述运动轨迹首尾不相连时, $1 \leq k \leq K-1$,在所述运动轨迹首尾相连时, $1 \leq k \leq K$,K为所述位置点的总数,若 $k=K$ 时,所述第k+1个位置点为第一个位置点;

[0019] 根据所述第k个位置点、所述第k+1个位置点和所述第k个中间点所组成的三角形确定第k个平面;

[0020] 根据K个平面或者K-1个平面确定所述运动地形。

[0021] 本申请实施例所述的运动地形确定方法,所述约束条件包括:地形约束、移动平台的移动速度约束、所述机器人的质心位置约束和傅里叶相关约束中的至少一种,所述移动平台用于移动所述机器人。

[0022] 本申请实施例所述的运动地形确定方法,所述地形约束包括:所述机器人的基坐标系的目标位置坐标在预设的标定范围内、所述目标位置坐标的变化率在预设的位置变化率范围内、所述机器人的基坐标系的目标姿态角坐标在预设的角度范围内、所述目标姿态角坐标的变化率在预设的角变化率范围内中的至少一种。

[0023] 本申请实施例所述的运动地形确定方法,所述移动速度约束包括:

[0024] 根据所述机器人的基坐标系与所述移动平台坐标系之间的映射函数将所述基坐标系映射至所述移动平台坐标系;

[0025] 将所述移动平台坐标系的移动速度约束在预设的速度范围内。

[0026] 本申请实施例所述的运动地形确定方法,所述质心位置约束包括:将所述质心位置约束在预设的位置范围内。

[0027] 本申请实施例所述的运动地形确定方法,所述目标关节为所述机器人的任一关节,若所述目标关节为第i个关节,所述傅里叶相关约束包括以下公式:

$$[0028] \quad \sum_{l=1}^L \frac{b_{i,l}}{l} = q_{0,i}$$

$$[0029] \quad \sum_{l=1}^L l * b_{i,l} = 0$$

$$[0030] \quad \sum_{l=1}^L a_{i,l} = 0$$

$$[0031] \quad -q_{i,\min} + q_{0,i} \leq \sum_{l=1}^L \sqrt{a_{i,l}^2 + b_{i,l}^2} \leq q_{i,\max} - q_{0,i}$$

$$[0032] \quad \sum_{l=1}^L w_f * l * \sqrt{a_{i,l}^2 + b_{i,l}^2} \leq q_{i,\max}$$

[0033] 其中, $b_{i,1}$ 为第i个关节对应的第1个余弦参数, $a_{i,1}$ 为第i个关节对应的第1个正弦

参数, L 为傅里叶总级数, $q_{0,i}$ 为第 i 个关节的初始位姿, ω 为傅里叶基频, $q_{i,\min}$ 为第 i 个关节对应的最小角度, $q_{i,\max}$ 为第 i 个关节对应的最大角度。

[0034] 本申请实施例所述的运动地形确定方法,还包括:

[0035] 根据约束条件确定其余各个关节对应的各个正弦参数和各个余弦参数;

[0036] 根据所述其余各个关节的初始位姿、所述其余各个关节对应的各个正弦参数和各个余弦参数计算所述其余各个关节在各个时刻的关节位姿。

[0037] 第二方面,本申请实施例还提出一种运动地形确定装置,所述装置包括:

[0038] 参数确定模块,用于根据约束条件确定目标关节对应的各个正弦参数和各个余弦参数;

[0039] 轨迹确定模块,用于根据所述目标关节对应的各个正弦参数和各个余弦参数确定机器人的运动轨迹;

[0040] 地形确定模块,用于根据所述运动轨迹确定所述机器人的运动地形。

[0041] 第三方面,本申请实施例还提出一种机器人,包括存储器和处理器,所述存储器存储有计算机程序,所述计算机程序在所述处理器上运行时执行本申请实施例所述的运动地形确定方法。

[0042] 第四方面,本申请实施例还提出一种可读存储介质,其存储有计算机程序,所述计算机程序在处理器上运行时执行本申请实施例所述的运动地形确定方法。

[0043] 本申请通过根据约束条件确定目标关节对应的各个正弦参数和各个余弦参数;根据所述目标关节对应的各个正弦参数和所述目标关节对应的各个余弦参数确定机器人的运动轨迹;根据所述运动轨迹确定所述机器人的运动地形。可以获得最佳的运动地形,在确定机器人的动力学参数时,控制机器人在本实施例确定的运动地形上运动,获取的动力学参数更为准确,本申请可以有效提高动力学参数辨识的准确性,提高动力学参数辨识的效率。

附图说明

[0044] 为了更清楚地说明本发明的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本发明的某些实施例,因此不应被看作是对本发明保护范围的限定。在各个附图中,类似的构成部分采用类似的编号。

[0045] 图1示出了本申请实施例提出一种运动地形确定方法的流程示意图;

[0046] 图2示出了本申请实施例提出一种运动地形确定方法中运动地形确定过程的流程示意图;

[0047] 图3示出了本申请实施例提出一种运动轨迹示意图;

[0048] 图4示出了本申请实施例提出一种运动地形示意图;

[0049] 图5示出了本申请实施例提出另一种运动地形确定方法的流程示意图;

[0050] 图6示出了本申请实施例提出一种运动地形确定装置的结构示意图;

[0051] 图7示出了本申请实施例提出一种机器人的结构示意图。

具体实施方式

[0052] 下面将结合本发明实施例中附图,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实施例,而不是全部的实施例。

[0053] 通常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。因此,以下对在附图中提供的本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围,而是仅仅表示本发明的选定实施例。基于本发明的实施例,本领域技术人员在没有做出创造性劳动的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。

[0054] 在下文中,可在本发明的各种实施例中使用的术语“包括”、“具有”及其同源词仅意在表示特定特征、数字、步骤、操作、元件、组件或前述项的组合,并且不应被理解为首先排除一个或更多个其它特征、数字、步骤、操作、元件、组件或前述项的组合的存在或增加一个或更多个特征、数字、步骤、操作、元件、组件或前述项的组合的可能性。

[0055] 此外,术语“第一”、“第二”、“第三”等仅用于区分描述,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0056] 除非另有限定,否则在这里使用的所有术语(包括技术术语和科学术语)具有与本发明的各种实施例所属领域普通技术人员通常理解的含义相同的含义。所述术语(诸如在一般使用的词典中限定的术语)将被解释为具有与在相关技术领域中的语境含义相同的含义并且将不被解释为具有理想化的含义或过于正式的含义,除非在本发明的各种实施例中被清楚地限定。

[0057] 实施例1

[0058] 请参见图1,本申请的一个实施例,提出一种运动地形确定方法,该方法包括以下步骤S100~S300:

[0059] 步骤S100,根据约束条件确定目标关节对应的各个正弦参数和各个余弦参数。

[0060] 需要说明的是,该约束条件包括:地形约束、机器人的基坐标系的移动速度约束、机器人的质心位置约束和傅里叶相关约束中的至少一种。

[0061] 其中,地形约束包括:机器人的基坐标系的目标位置坐标在预设的标定范围内、目标位置坐标的变化率在预设的位置变化率范围内、机器人的基坐标系的目标姿态角坐标在预设的角度范围内、目标姿态角坐标的变化率在预设的角变化率范围内中的至少一种。

[0062] 示例性的,机器人的基坐标系的目标位置坐标在预设的标定范围内,即限制机器人的活动空间,控制机器人在预设的标定范围内活动。可以理解,在机器人活动时,机器人的基坐标系随着机器人的移动而移动,若基坐标系的原点作为目标位置,则目标位置坐标是基坐标系的原点在固定坐标系下的坐标,若将目标位置坐标 (x, y, z) 表示为 r_B ,则 $r_{\min} \leq r_B \leq r_{\max}$ 。该公式可以理解为 r_{\min} 和 r_{\max} 是一个正方形或者长方形的对角线上的两个坐标点,目标位置坐标被限制在 r_{\min} 和 r_{\max} 所组成的正方形或者长方形中。

[0063] 示例性的,机器人的基坐标系的目标位置坐标的变化率在预设的位置变化率范围内,即限制机器人的基坐标系在固定坐标系中的移动速度。该约束可以表示为 $\dot{r}_{\min} \leq \dot{r}_B \leq \dot{r}_{\max}$,可以理解, \dot{r}_B 表示在目标位置坐标 r_B 处的导数,即在目标位置坐标 r_B 处的移动速度, \dot{r}_{\min} 表示预设的最小速度, \dot{r}_{\max} 表示预设的最大速度。

[0064] 示例性的,机器人的基坐标系的目标姿态角坐标在预设的角度范围内即限制机器人

的基坐标系在固定坐标系中的目标姿态角坐标 $(\varphi_{B,x}, \varphi_{B,y}, \varphi_{B,z})$ 在预设范围内,其中, $\varphi_{B,x}$ 表示机器人的基坐标系的x坐标轴的姿态角, $\varphi_{B,y}$ 表示机器人的基坐标系的y坐标轴的姿态角, $\varphi_{B,z}$ 表示机器人的基坐标系的z坐标轴的姿态角。该约束可以表示为 $\varphi_{\min} \leq \varphi_{B,x}, \varphi_{B,y} \leq \varphi_{\max}$, φ_{\min} 表示预设的最小角度值, φ_{\max} 表示预设的最大角度值。

[0065] 示例性的,目标姿态角坐标的变化率在预设的角变化率范围内,该约束可以表示为 $\dot{\varphi}_{\min} \leq \dot{\varphi}_{B,x}, \dot{\varphi}_{B,y} \leq \dot{\varphi}_{\max}$, $\dot{\varphi}_{\min}$ 表示预设的最小角变化率, $\dot{\varphi}_{\max}$ 表示预设的最大小角变化率。

[0066] 其中,移动速度约束包括:根据所述机器人的基坐标系与所述移动平台坐标系之间的映射函数将所述基坐标系映射至所述移动平台坐标系;将所述移动平台坐标系的移动速度约束在预设的速度范围内。

[0067] 示例性的,上述映射函数根据移动平台的结构以及机器人在移动平台上的位置预先确定,可以表示为 $f_B(\cdot)$,进而,移动平台坐标系的移动速度 $\dot{q}_{B_LOCAL} = f_B(\dot{q}_B)$, q_B 为基坐标系的原点在固定坐标系下的位姿,可记为 $(x, y, z, \varphi_{B,x}, \varphi_{B,y}, \varphi_{B,z})$ 。

[0068] 可以理解,移动平台坐标系的移动速度包括x,y和z坐标轴方向上的移动平台角速度 (w_x, w_y, w_z) 和移动平台线速度 (v_x, v_y, v_z) ,若限制x,坐标轴方向上的移动平台角速度 w_x 和移动平台线速度 v_x ,进而该移动速度约束可以表示为 $v_{\min} \leq v_x \leq v_{\max}, w_{\min} \leq w_x \leq w_{\max}, v_{\min}$ 表示预设的最小线速度, v_{\max} 表示预设的最大线速度, w_{\min} 表示预设的最小角速度, w_{\max} 表示预设的最大角速度。

[0069] 其中,质心位置约束包括:将所述质心位置约束在预设的位置范围内。可以理解,将机器人的质心限制在预设的位置范围内,可以避免机器人倾斜、从移动平台上跌落以及避免移动平台翻车等。

[0070] 其中,目标关节可以为机器人的任一个关节,若目标关节为第i个关节,所述傅里叶相关约束包括以下公式:

$$[0071] \quad \sum_{l=1}^L \frac{b_{i,l}}{l} = q_{0,i}$$

$$[0072] \quad \sum_{l=1}^L l * b_{i,l} = 0$$

$$[0073] \quad \sum_{l=1}^L a_{i,l} = 0$$

$$[0074] \quad -q_{i,\min} + q_{0,i} \leq \sum_{l=1}^L \sqrt{a_{i,l}^2 + b_{i,l}^2} \leq q_{i,\max} - q_{0,i}$$

$$[0075] \quad \sum_{l=1}^L w_f * l * \sqrt{a_{i,l}^2 + b_{i,l}^2} \leq q_{i,\max}$$

[0076] 其中, $b_{i,1}$ 为第i个关节对应的第1个余弦参数, $a_{i,1}$ 为第i个关节对应的第1个正弦

参数, L 为傅里叶总级数, $q_{0,i}$ 为第 i 个关节的初始位姿, w_f 为傅里叶基频, $q_{i,\min}$ 为第 i 个关节对应的最小角度, $q_{i,\max}$ 为第 i 个关节对应的最大角度。

[0077] 本实施例中, 通过上述约束条件, 可以确定目标关节对应的 L 个正弦参数和 L 个余弦参数。

[0078] 步骤 S200, 根据所述目标关节对应的各个正弦参数和所述目标关节对应的各个余弦参数确定机器人的运动轨迹。

[0079] 根据目标关节的初始位姿 $q_{0,i}$, 目标关节对应的各个正弦参数 ($a_{i,l}, l=1, 2, \dots, L$) 和目标关节对应的各个余弦参数 ($b_{i,l}, l=1, 2, \dots, L$) 计算目标关节在各个时刻的目标关节位姿; 根据变换矩阵和所述各个时刻的目标关节位姿确定所述机器人的基坐标系在预设的固定坐标系下的各个时刻的基础位姿; 根据所述各个时刻的基础位姿确定所述运动轨迹。

[0080] 示例性的, 可以根据傅里叶基频 w_f 、傅里叶总级数 L 、目标关节对应的各个正弦参数和目标关节对应的各个余弦参数计算目标关节对应的第 t 时刻的傅里叶变换向量, $1 \leq t \leq T$, T 为总时刻数, 即傅里叶变换向量

$= \sum_l^L a_{i,l} * \sin(w_f * l * t) + b_{i,l} * \cos(w_f * l * t)$; 根据所述第 t 时刻的傅里叶变换向量和所述目标关节的初始位姿 $q_{0,i}$ 计算所述目标关节在所述第 t 时刻的目标关节位姿 $q_i(t)$, 即 $q_i(t) = q_{0,i} + \sum_l^L a_{i,l} * \sin(w_f * l * t) + b_{i,l} * \cos(w_f * l * t)$ 。

[0081] 可以理解, T 个 $q_i(t)$ 即可确定机器人的运动轨迹。

[0082] 步骤 S300, 根据所述运动轨迹确定所述机器人的运动地形。

[0083] 示例性的, 请参见图 2, 该步骤 S300 可以包括以下步骤:

[0084] 步骤 S310, 在所述运动轨迹上选择多个位置点, 其中, 每两个相邻的位置点之间的距离在预设的距离范围内。

[0085] 请参见图 3, 图中的运动轨迹为首尾相连的闭环曲线, 可以在闭环曲线上选择多个位置点 p_1, p_2, \dots 。可以理解, 运动轨迹也可以首尾不相连。

[0086] 其中, 每两个相邻的位置点之间的距离在预设的距离范围内, 即保证 p_k 与 p_{k+1} 之间的距离在预设的距离范围内。

[0087] 步骤 S320, 在第 k 个位置点与第 $k+1$ 个位置点之间选择第 k 个中间点, 其中, 所述第 k 个中间点位于所述运动轨迹上, 在所述运动轨迹首尾不相连时, $1 \leq k \leq K-1$, 在所述运动轨迹首尾相连时, $1 \leq k \leq K$, K 为所述位置点的总数, 若 $k=K$ 时, 所述第 $k+1$ 个位置点为第一个位置点。

[0088] 请参见图 3, 在第 k 个位置点与第 $k+1$ 个位置点之间选择第 k 个中间点 Q_k 。

[0089] 可以理解, 若运动轨迹为图 3 中的闭环曲线, 则可以确定 K 个中间点, 并且在 $k=K$ 时, 所述第 $k+1$ 个位置点为第一个位置点; 若运动轨迹不为闭环, 则可以确定 $K-1$ 个中间点。

[0090] 步骤 S330, 根据所述第 k 个位置点、所述第 $k+1$ 个位置点和所述第 k 个中间点所组成的三角形确定第 k 个平面。

[0091] 请参见图 3, 第 k 个位置点 p_k 、第 $k+1$ 个位置点 p_{k+1} 和第 k 个中间点 Q_k 所组成的三角形确定第 k 个平面。

[0092] 步骤 S340, 根据 K 个平面或者 $K-1$ 个平面确定所述运动地形。

[0093] 若运动轨迹为的闭环曲线, K 个平面可以确定图4中的运动地形, 若运动轨迹为的不闭环, 则 $K-1$ 个平面可以确定图4中的部分运动地形。

[0094] 本实施例, 根据约束条件确定目标关节对应的各个正弦参数和各个余弦参数; 根据所述目标关节对应的各个正弦参数和所述目标关节对应的各个余弦参数确定机器人的运动轨迹; 根据所述运动轨迹确定所述机器人的运动地形。可以获得最佳的运动地形, 在确定机器人的动力学参数时, 控制机器人在本实施例确定的运动地形上运动, 获取的动力学参数更为准确, 本实施例可以有效提高动力学参数辨识的准确性, 提高动力学参数辨识的效率。

[0095] 进一步的, 请参见图5, 在上述步骤S300之后还包括:

[0096] 步骤S400, 根据约束条件确定其余各个关节对应的各个正弦参数和各个余弦参数。

[0097] 步骤S500, 根据所述其余各个关节对应的各个正弦参数、所述其余各个关节对应的各个余弦参数和所述其余各个关节对应的初始位姿计算所述其余各个关节在各个时刻的关节位姿。

[0098] 可以理解, 其余各个关节对应的各个正弦参数和各个余弦参数, 以及其余各个关节在各个时刻的关节位姿的确定过程与上述目标关节对应的各个正弦参数和各个余弦参数, 以及目标关节在各个时刻的关节位姿的确定过程相同, 本实施例中不在赘述。

[0099] 本实施例, 通过上述步骤S400和S500可以获得机器人在运动地形上运动时, 各个位置点所对应的各个关节的关节位姿, 进而可以在控制机器人在本实施例确定的运动地形上运动时, 实时变换各个关节的关节位姿, 以实现动力学参数的准确辨识。

[0100] 实施例2

[0101] 请参见图6, 本申请的另一个实施例, 提出一种运动地形确定装置10该装置包括: 参数确定模块11、轨迹确定模块12和地形确定模块13。

[0102] 参数确定模块11, 用于根据约束条件确定目标关节对应的各个正弦参数和所述目标关节对应的各个余弦参数; 轨迹确定模块12, 用于根据所述目标关节对应的各个正弦参数和所述目标关节对应的各个余弦参数确定机器人的运动轨迹; 地形确定模块13, 用于根据所述运动轨迹确定所述机器人的运动地形。

[0103] 本实施例中, 运动地形确定装置10通过参数确定模块11、轨迹确定模块12和地形确定模块13的配合使用, 用于执行上述实施例所述的运动地形确定方法, 上述实施例所涉及的实施方案以及有益效果在本实施例中同样适用, 在此不再赘述。

[0104] 实施例3

[0105] 请参见图7, 本申请的第三个实施例, 提出一种机器人100, 包括存储器110和处理器120, 所述存储器110存储有计算机程序, 所述计算机程序在所述处理器120上运行时执行本申请实施例所述的运动地形确定方法。

[0106] 实施例4

[0107] 本申请的第四个实施例, 提出一种可读存储介质, 其存储有计算机程序, 所述计算机程序在处理器上运行时执行本申请实施例所述的运动地形确定方法。

[0108] 在本申请所提供的几个实施例中, 应该理解到, 所揭露的装置和方法, 也可以通过其它的方式实现。以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的, 例如, 附图中的流程图和结构

图显示了根据本发明的多个实施例的装置、方法和计算机程序产品的可能实现的体系架构、功能和操作。在这点上,流程图或框图中的每个方框可以代表一个模块、程序段或代码的一部分,所述模块、程序段或代码的一部分包含一个或多个用于实现规定的逻辑功能的可执行指令。也应当注意,在作为替换的实现方式中,方框中所标注的功能也可以以不同于附图中所标注的顺序发生。例如,两个连续的方框实际上可以基本并行地执行,它们有时也可以按相反的顺序执行,这依所涉及的功能而定。也要注意的,结构图和/或流程图中的每个方框、以及结构图和/或流程图中的方框的组合,可以用执行规定的功能或动作的专用的基于硬件的系统来实现,或者可以用专用硬件与计算机指令的组合来实现。

[0109] 另外,在本发明各个实施例中的各功能模块或单元可以集成在一起形成一个独立的部分,也可以是各个模块单独存在,也可以两个或更多个模块集成形成一个独立的部分。

[0110] 所述功能如果以软件功能模块的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个可读存储介质中。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(可以是智能手机、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。而前述的可读存储介质包括:U盘、移动硬盘、只读存储器(ROM,Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM,Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0111] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。

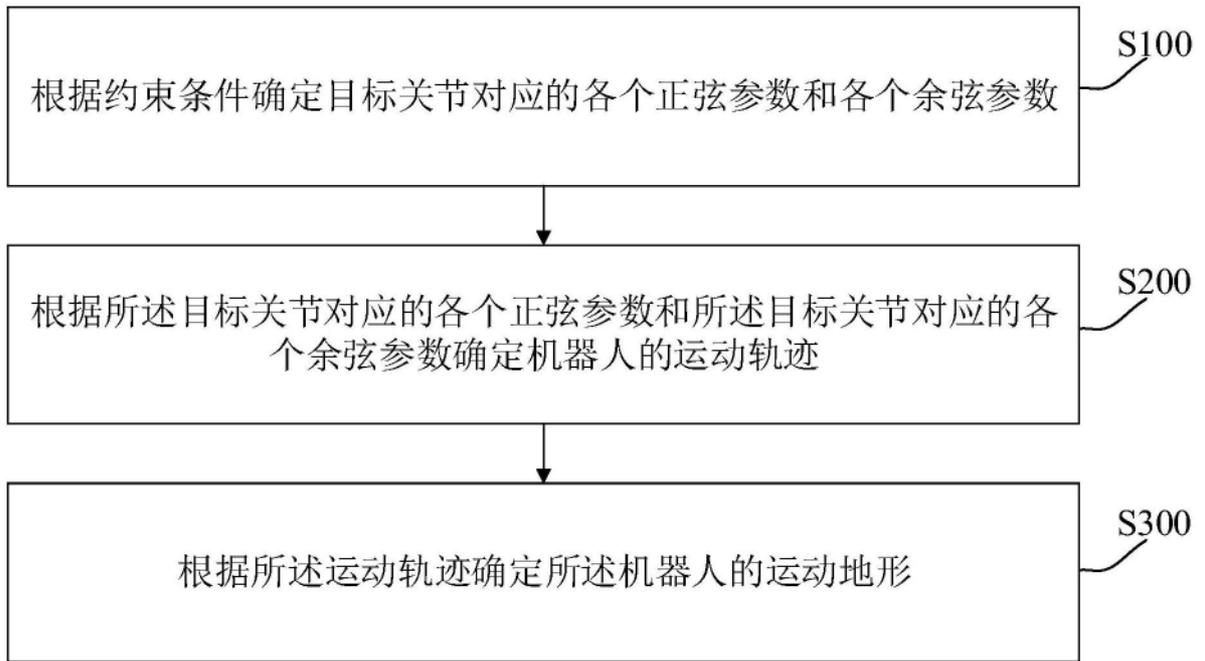


图1

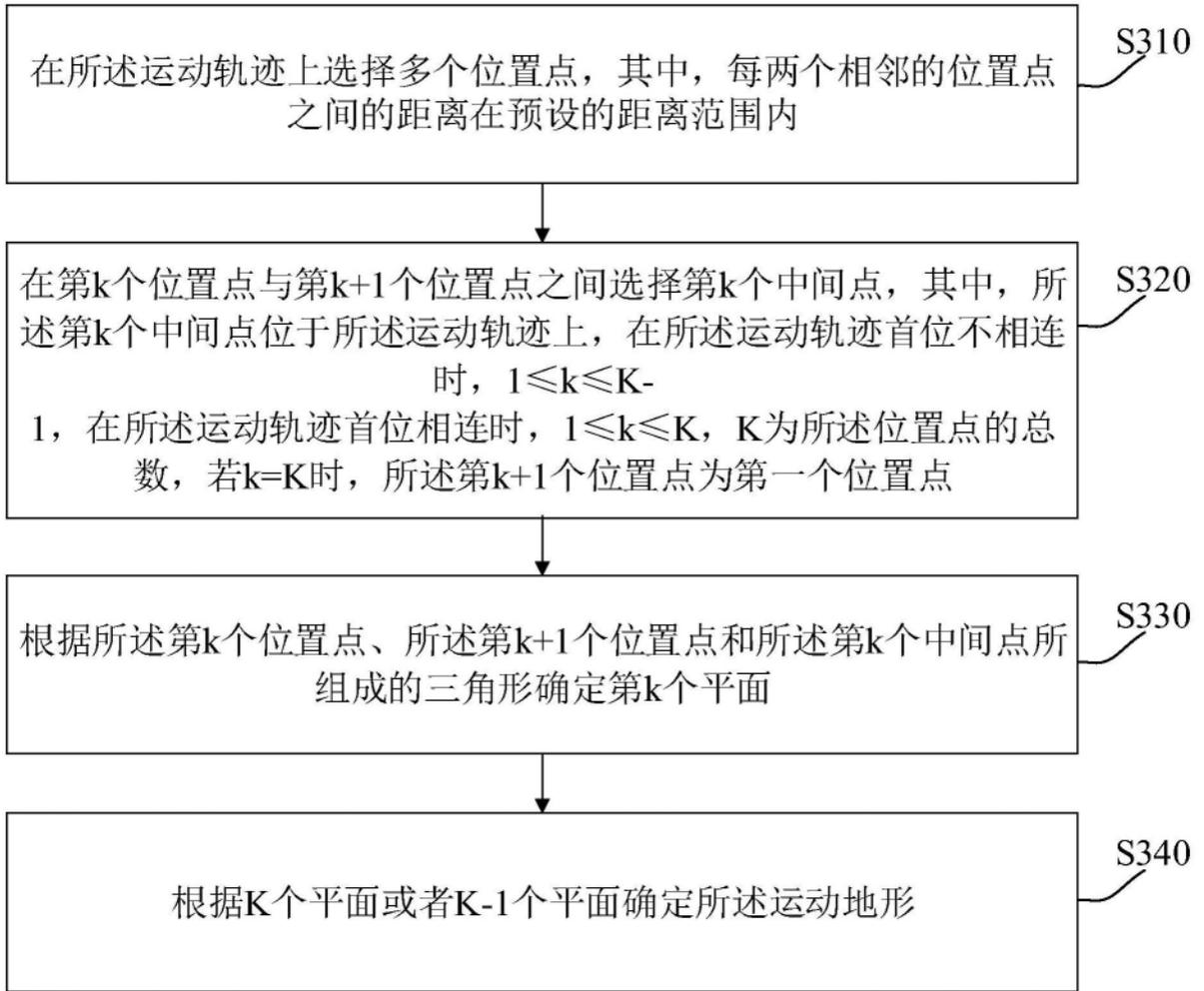


图2

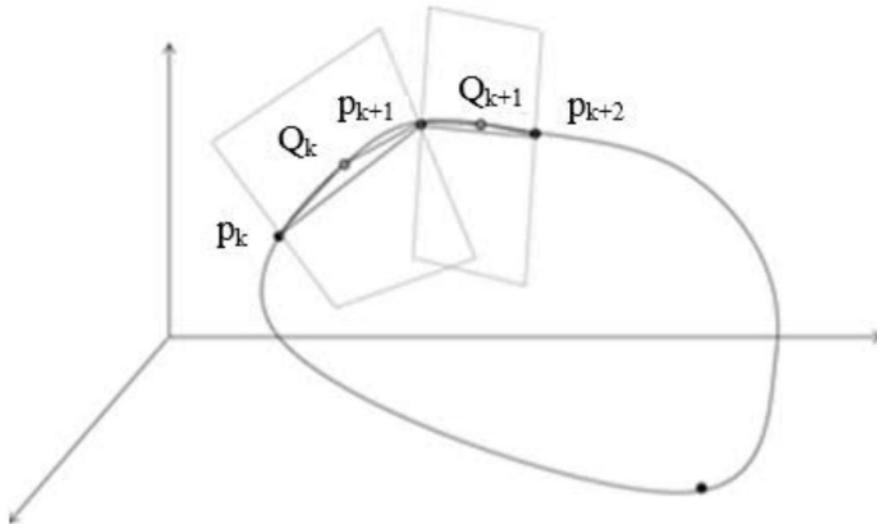


图3

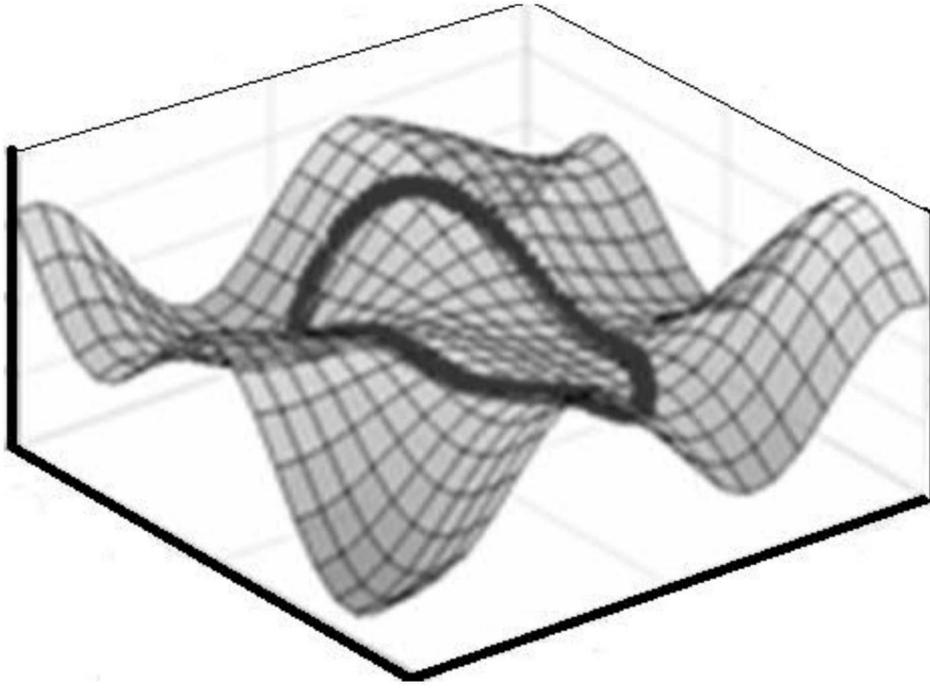


图4

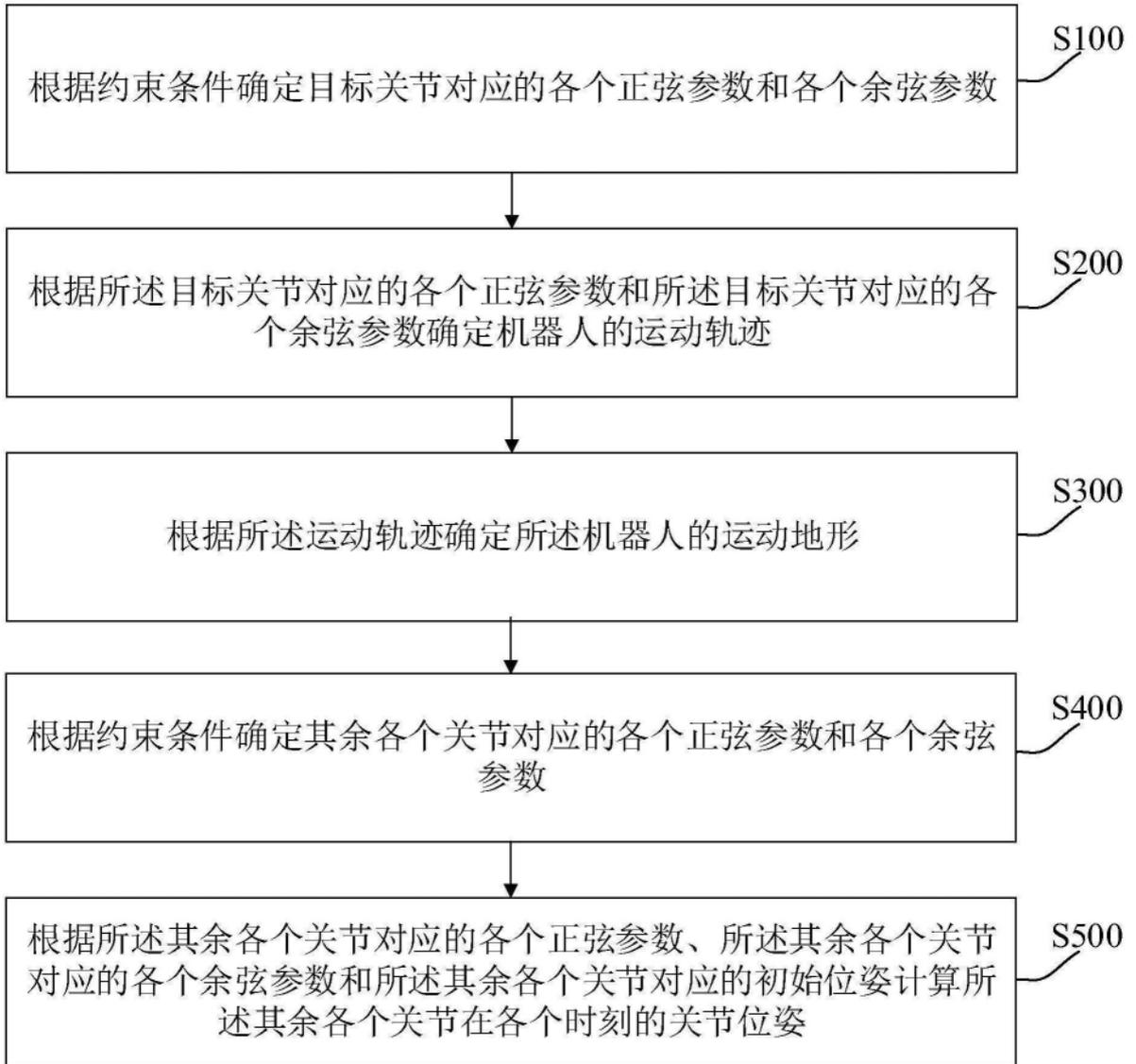


图5

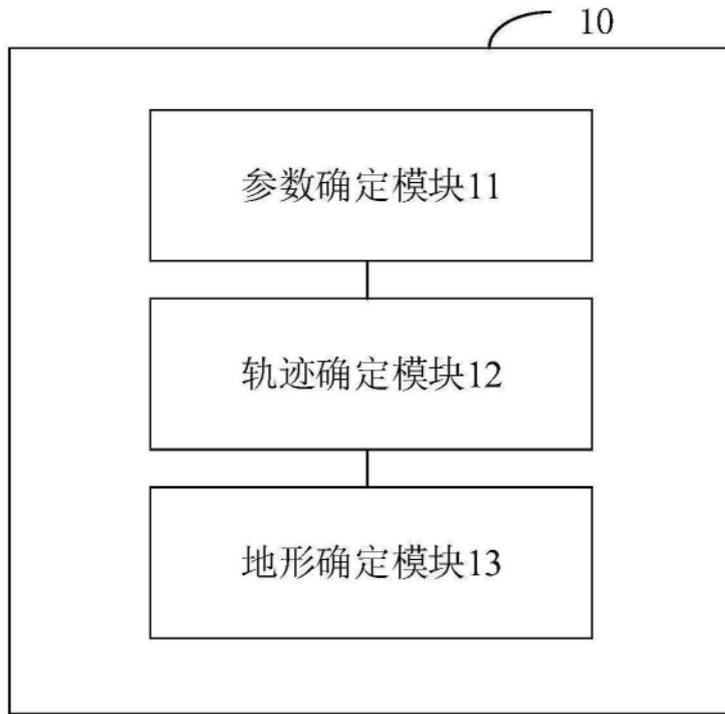


图6

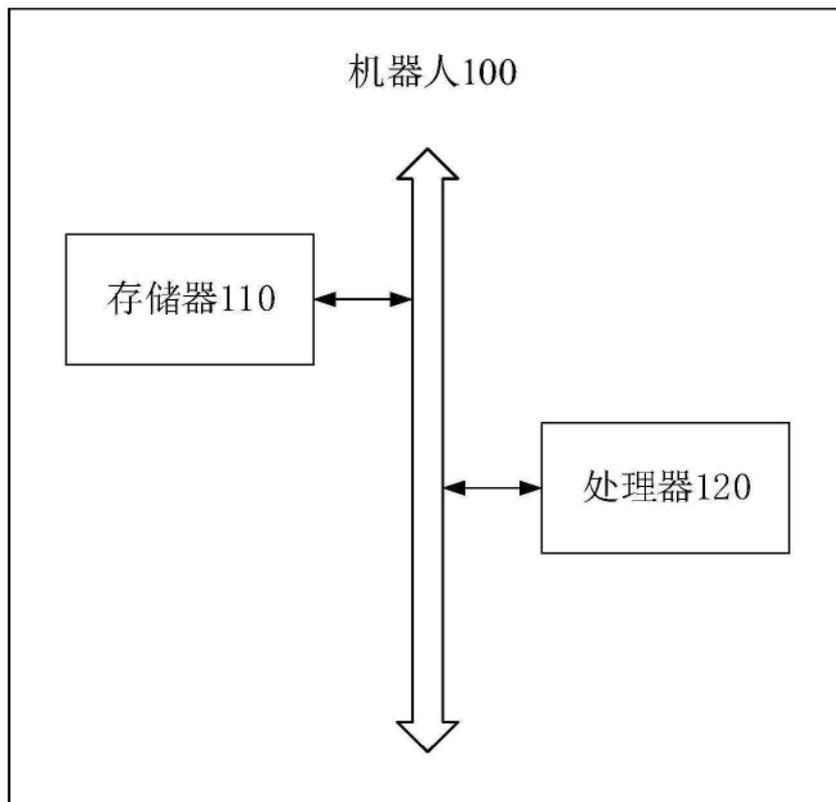


图7